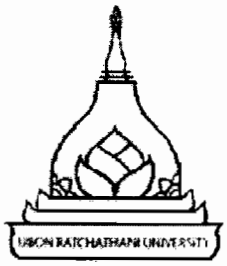
การประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสร้างเขื่อนต่อความหลากหลาย และความชุกชุมของปลาน้ำจืดในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง ประเทศไทย

พิสิฐ ภูมิคง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF DAM CONSTRUCTION SCHEMES ON FRESHWATER FISH DIVERSITY AND ABUNDANCE IN THE LOWER MEKONG TRIBUTARIES, THAILAND

PISIT PHOMIKONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR IN AGRICULTURE

FACULTY OF AGRICULTURE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2014

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

เรื่อง การประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสร้างเขื่อนต่อความหลากหลายและความชุกชุมของปลาน้ำจืดในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง ประเทศไทย

ผู้วิจัย นายพิสิฐ ภูมิคง

คณะกรรมการสอบ

รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต งามเสน่ห์	ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ	กรรมการ
Dr. Michio Fukushima	กรรมการ
นายบุญส่ง ศรีเจริญธรรม	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา พยุหะ	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภินันท์ สุวรรณรักษ์	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา พยุหะ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(นายบุญส่ง ศรีเจริญธรรม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(Dr. Michio Fukushima)

.....	.....
(รองศาสตราจารย์ธีระพล บันสิทธิ์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์	รักษาราชการแทนรองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2557

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ทวนทอง จุฑาเกตุ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักเป็นอย่างสูงยิ่งที่ได้ถ่ายทอดความรู้แก่ข้าพเจ้าอย่างดีที่สุด และอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ตลอดทั้งจัดหาทุนในการศึกษาวิจัยภายใต้กรอบวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดหลักสูตรการศึกษาในระดับปรัชญาดุษฎีบัณฑิต และอาจารย์Dr. Michio Fukushima ที่ช่วยเหลือในการศึกษาวิจัยณ ห้องปฏิบัติของสถาบันวิจัยEnvironment National Institute for Environmental Studies ประเทศญี่ปุ่น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา พยุหะ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต งามเสน่ห์ ประธานกรรมการในการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภินันท์ สุวรรณรักษ์ กรรมการผู้ควบคุมภายนอกที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ถูกต้อง

ขอขอบคุณอาจารย์บุญส่ง ศรีเจริญธรรมผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมง กรมประมงที่ได้ให้โอกาสข้าพเจ้าในการลาศึกษาและร่วมเป็นกรรมการในการสอบ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมและขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สำเนาว์ เสาวกูล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤติมา เสาวกูล คุณฎีกา รัตนชำนอง คุณวชิระ กว้างขวางและเจ้าหน้าที่จากกรมประมงที่ร่วมให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างศึกษาวิจัยในภาคสนาม อาจารย์สุริยา อุดด้วง อาจารย์ปิยะเทพ อาวะกุลและเจ้าหน้าที่ของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานีทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยในห้องปฏิบัติการ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องทุกท่านที่ได้ให้ความรักความห่วงใย และให้กำลังใจ ตลอดทั้งภรรยาและบุตรที่คอยเป็นกำลังใจ ดูแลเอาใจใส่และให้ความเข้าใจด้วยดีในช่วงการเรียนเสมอ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ โครงการปริญญาเอกกาจนาภิเษก กองทุนสนับสนุนการวิจัย ทุนเลขที่ RGJ PHD 0236/2551 6.K.UB/51/A.1 และทุนบางส่วนได้รับการสนับสนุนจากโครงการThe Project "Scenario-Based Assessment of the Potential Effects of Alternative Dam Construction Schemes on Freshwater Fish Diversity in the Lower Mekong Basin" ทุนสนับสนุนโดย Mitsui & Co., Ltd. Environment ให้แก่ National Institute for Environmental Studies, Japanร่วมกันในการสนับสนุนการศึกษาและวิจัยในดุษฎีนิพนธ์เล่มนี้ให้เรียบร้อยสมบูรณ์

พิสิฐ ภูมิคง.

(นายพิสิฐ ภูมิคง)

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

ชื่อเรื่อง : การประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสร้างเขื่อนต่อความหลากหลายและความชุกชุมของปลาน้ำจืดในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง ประเทศไทย

ผู้วิจัย : พิสิฐ ภูมิคง

ชื่อปริญญา : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชา : เกษตรศาสตร์

ประธานกรรมการที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร. ทวนทอง จุฑาเกตุ

ศัพท์สำคัญ :ผลกระทบของเขื่อนแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงความหลากหลายของสัตว์น้ำ

การศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อความหลากหลายของชนิด และการเปลี่ยนแปลงประชาคมสัตว์น้ำ ได้ดำเนินการเปรียบเทียบระหว่างแม่น้ำสาขา 3 สายของแม่น้ำโขงตอนล่างได้แก่ แม่น้ำมูนตอนล่างที่มีเขื่อนกั้นทางน้ำขนาดใหญ่ (large dam) แม่น้ำสงครามซึ่งเป็นแม่น้ำที่มีความสมบูรณ์และไม่มีเขื่อนขวางกั้นแม่น้ำ และแม่น้ำก่ำซึ่งมีการสร้างฝายทดน้ำ (low-head dam) ตลอดลำน้ำ โดยรวบรวมตัวอย่างปลาเต็มวัยด้วย2 เครื่องมือสำรวจคือเครื่องมือกระแสไฟฟ้า(Honda EM 650, 650 watts, 220 V)และเครื่องมืออวนลากทับตลิ่งและปลาวัยอ่อนด้วยอวนลากทับตลิ่งตาถี่ ทำการเก็บตัวอย่างจุดสำรวจละ 2 ซ้ำทุก 2 เดือน เป็นเวลา 1 ปี ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

ชนิดความหลากหลายและประชาคมของปลาเต็มวัย จำนวนปลาทั้งหมดจากการสำรวจ 36,388 ตัว (คิดเป็นน้ำหนักรวม 1,144 กิโลกรัม) 124 ชนิด 71 สกุล (Genera) จาก 25 วงศ์ (Family) โดยแม่น้ำสงครามมีความหลากหลายของชนิดปลาสูงสุด 112 ชนิด 23 วงศ์ รองลงมาแม่น้ำมูลพบพันธุ์ปลาทั้งหมด 97ชนิด 24 วงศ์ และแม่น้ำก่ำพบจำนวนชนิดปลาน้อยที่สุด 54 ชนิด 19 วงศ์ ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Diversity index) มีค่าสูงสุดในแม่น้ำสงคราม มีเท่ากับ 2.73 ในเดือนตุลาคม (ฤดูน้ำหลาก) และผลการวิเคราะห์ Abundance-Biomass Comparison พบว่าเส้นกราฟ biomass อยู่เหนือเส้นกราฟ abundance (ค่า*W*มีค่าเป็นบวก) มีลักษณะโครงสร้างของขนาดปลาเหมือนกันในทุกเดือนที่สำรวจทั้งสามแม่น้ำยกเว้นในแม่น้ำสงครามในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนมิถุนายน และแม่น้ำมูลในเดือนมิถุนายนเส้นกราฟ biomass อยู่ใกล้เส้นกราฟ abundance (ค่า *W* statistic มีค่าเป็นลบ) แสดงถึงโครงสร้างโดยรวมมีกลุ่มปลาขนาดเล็กหรือกลุ่มลูกปลาเข้ามาแทนที่กลุ่มปลาเต็มวัยช่วงฤดูแล้งจนถึงช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูแล้งเข้าสู่ฤดูฝน ส่วนผลการ

วิเคราะห์การจัดกลุ่มความคล้ายคลึง(Cluster analysis)สามารถจัดกลุ่มความคล้ายคลึง 6 กลุ่ม สอดคล้องกับผลการศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์คาโนนิคอล(Canonical Correlation Analysis; CA) กลุ่มปลาขาว (white fish) มีความสัมพันธ์กับจุดสำรวจแม่น้ำสงครามระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคมซึ่งครอบคลุมฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก เช่นเดียวกับลูกปลาวัยอ่อนที่เป็นกลุ่มปลาขาวมีความสัมพันธ์กับจุดสำรวจแม่น้ำสงครามสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกับปลาเต็มวัยแสดงถึงความเป็นอิสระในการอพยพเคลื่อนย้ายของกลุ่มปลาขาวไปยังแหล่งที่ต่างๆในรอบปีในพื้นที่ไม่มีการสร้างเขื่อนขวางกั้นแม่น้ำส่วนกลุ่มปลาดำ (black fish) และกลุ่มปลาเทา (grey fish) มีความสัมพันธ์กับแม่น้ำก่ำระหว่างเดือนธันวาคม-เดือนกุมภาพันธ์ และแม่น้ำมูลในเดือนธันวาคม-เดือนเมษายน (ช่วงฤดูแล้ง) ส่วนลูกปลาวัยอ่อนที่เป็นปลาดำมีความสัมพันธ์กับแม่น้ำก่ำในระหว่างเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคมและเดือนเมษายน ในแม่น้ำมูลเดือนมิถุนายนและลูกปลาวัยอ่อนที่เป็นกลุ่มปลาเทามีความสัมพันธ์เด่นชัดกับจุดสำรวจแม่น้ำสงครามและแม่น้ำมูล ในระหว่างเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคมดังนั้นเขื่อนกั้นน้ำมีผลต่อความหลากหลายของชนิดโดยเฉพาะกลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นเนื่องการอพยพมีความเชื่อมโยงกับอุทกวิทยาและระบบนิเวศของแหล่งน้ำ และสำคัญยิ่งต่อความหลากหลายของชนิดและการเพิ่มประชากรหรือผลผลิตสัตว์น้ำในอนาคต

ผลกระทบของเขื่อนต่อความหลากหลาย การแพร่กระจาย และการรวมกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อนในบริเวณแม่น้ำสาขาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง พบว่า จำนวนชนิดลูกปลาทั้งหมด จำนวน 97 ชนิด 61 สกุล (Genera) จาก 28 วงศ์ (Family) โดยแม่น้ำสงครามมีความหลากหลายของลูกปลาวัยอ่อนสูงสุด 83 ชนิด 53 สกุล 24 วงศ์ รองลงมาคือแม่น้ำมูลพบพันธุ์ปลาทั้งหมด 64 ชนิด 31 สกุล 21 วงศ์ และแม่น้ำก่ำ พบพันธุ์ปลาทั้งหมด 47 ชนิด 29 สกุล 18 วงศ์ ตามลำดับ ผลการสำรวจความหนาแน่นของลูกปลาวัยอ่อน ลูกปลาทั้งหมดที่พบ 5,202 ตัวอย่าง แม่น้ำสงครามมีจำนวนตัวสูงที่สุดในเฉลี่ย 92 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติ จำนวนชนิดสะสม (cumulative species richness) และจำนวนตัวสะสม (cumulative abundance) ระหว่างเดือนที่สำรวจของสามแม่น้ำ พบว่าจำนวนชนิดพันธุ์และจำนวนตัวสะสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 3.71$, $P<0.01$) และ ($F = 5.14$, $P<0.01$) ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์กลุ่มลูกปลาวัยอ่อนโดยวิธี Self-Organizing Map (SOM) สามารถจัดกลุ่มลูกปลาได้อย่างชัดเจนเป็น 5 กลุ่ม (cluster) ตามพื้นที่ศึกษาและฤดูกาลต่างๆ โดยให้ผลสอดคล้องกับการจัดกลุ่มปลาเต็มวัย

การศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลา 3 กลุ่มในลุ่มน้ำโขง ตามลักษณะการอพยพย้ายถิ่น ได้แก่ กลุ่มปลาขาวกลุ่มปลาดำ และกลุ่มปลาเทา ด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบก่อน-หลังของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบ (before–after control–impact" quasi-experimental sampling) ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน เป็นเวลา 1 ปี ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงตุลาคม 2552 ซึ่ง

เป็นช่วงก่อนได้รับผลกระทบ (ช่วงเวลาเปิดประตูเขื่อนปากมูล) และระหว่างเดือนธันวาคม 2552 ถึง มิถุนายน 2553 (ช่วงเวลาปิดประตูเขื่อนปากมูล) เป็นช่วงหลังได้รับผลกระทบ โดยพื้นที่ควบคุม ได้แก่แม่น้ำสงคราม และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบได้แก่แม่น้ำมูล โดยตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามี 2 ตัวแปร ได้แก่ ความหลากชนิดและจำนวนตัวของปลาในแต่ละกลุ่ม โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์การแทรกแซงแบบสุ่ม(randomized intervention analysis; RIA)พบว่าการปิดประตูระบายน้ำเขื่อนก่อให้เกิดผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P-value <0.01) ต่อปลาในกลุ่มปลาขาวในการอพยพเข้าและออกระหว่างแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขา ในขณะที่ไม่เกิดผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่ออีก 2 กลุ่มปลาที่เหลือ ผลการศึกษาเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการประตูระบายน้ำของเขื่อนปากมูลที่มีต่อปลาในกลุ่มปลาขาว และวิธีการบริหารจัดการประตูระบายน้ำดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างเขื่อนขวางกั้นลำน้ำอื่นๆได้

ABSTRACT

TITLE : ASSESSMENT OF THE EFFECTS OF DAM CONSTRUCTION SCHEMES ON FRESHWATER FISH DIVERSITY AND ABUNDANCE IN THE LOWER MEKONG TRIBUTARIES, THAILAND

BY : PISITPHOMIKONG

DEGREE : DOCTOR OF PHILOSOPHY

MAJOR : AGRICULTURE

CHAIR : ASSOC. PROF. TUANTONGJUTAGATE, Ph.D.

KEYWORDS : EFFECTSOFDAM/ MEKONG'S TRIBUTARIES /FISH DIVERSITY

A study on the potential effects of dam construction schemes on freshwater fish diversity in 3 tributaries of the Mekong River, the Mun, Songkhram and Gam Rivers, the Northeast of Thailand. Field survey was carried out by monthly during August 2009 to June 2010. The sampling with beach seine net and electro-fishing(Honda EM 650, 650 watts, 220 V).Data was analyzed and synthesized for the purposes of the drive fisheries management in the Lower Mekong tributary in Thailand.

The diversity and community structure of fishes were studied in three neighbouring tributaries of the Mekong River in Thailand, namely the Mun, Songkhram and Gam Rivers. The rivers are located in the same ecoregion but have contrasting levels of both hydrological regulations and mitigation measures; the Mun River has a hydropower dam with a fish ladder and sluice gates that are opened during the wet season each year, the Gam River has several irrigation dams with a fish ladder at each dam site, and the Songkhram River has no dams along its river course. A total of 124 freshwater fish species were sampled in these rivers from August 2009 to June 2010. Overall species richness was highest in the Songkhram River (112), followed by the Mun (97) and Gam (54) Rivers. Average per site species richness was also significantly different among rivers but not among sampling months. Abundance–biomass comparison plots revealed

considerably overlapping distributions of these two metrics from the dry to early rainy seasons in the Songkhram River and, to a lesser extent, in the Mun River. Fish assemblage data were classified into six clusters with similar community structure. Fish assemblages in the Gam River constituted a single cluster, while those in the other two rivers formed multiple clusters depending on the sampling season. The results of the cluster analysis are discussed in relation to the dominance of the three migration guilds (white, black, and grey fishes) of the Mekong River fishes. The effectiveness of the mitigation measures was determined to be limited in alleviating adverse impacts of dams in these tributaries of the Mekong River.

The diversity and assemblage patterns of the larval fishes from three neighboring tributaries of the Mekong River in Thailand were investigated between August 2009 and June 2010. These rivers interact with their floodplains, which are the important spawning and nursery grounds for the Mekong fishes. There is no dam along the Songkram River; meanwhile the Gam River has several irrigation dams with a fish ladder at each dam site and the Mun River has a hydropower dam with a fish ladder and sluice gates that are opened during the wet season each year. There were 97 species collected in total. Species richness and abundance showed marked different among the rivers and sampling months. The assemblage patterns were described by probability of the occurrence of the larvae. The assemblage of the Gam River was dominated by the larvae of resident fish species. The assemblage of the Mun River during the sluice gate opening scheme was similar to that of the Songkram River during the wet season. The assemblage during the flood period of the Songkhram River showed the most diversity and abundance of migratory fish larvae. Conserving the integrity of the floodplain-river system of the Songkhram River is among the crucial strategies for sustaining fish diversity and fisheries in the Lower Mekong River Basin

The impacts of river damming to the three fish guilds in the Mekong Basin, according to their migratory behaviors viz., "white", "black" and "grey" fishes were investigated by ""before–after control–impact" method. Samplings were conducted every 2 months for one year. The period of "before intervention" was between August and October 2009, meanwhile the period of "after intervention" was between December 2009 and June 2010. The control-and impacted-sites were the Songkhram and Mun Rivers, respectively, which are in the middle migratory system of the Mekong Basin. The intervention was the closing of all sluice gates of the Pak Mun Dam in

the Mun River. There were 2 variables used in the study viz., numbers and species richness of each fish guild. The results showed that there were highly significant impacts of river damming (P-value < 0.01) to both variables of white fish but insignificance to the remaining 2 guilds. Benefit of the sluice-gate management of the Pak Mun Dam to the white fish was also discussed.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**จ**
สารบัญ	**ซ**
สารบัญตาราง	**ฎ**
สารบัญภาพ	**ณ**
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
1.2 ผลกระทบของเขื่อนต่อทรัพยากรสัตว์น้ำ	2
1.3 ความสำคัญของแม่น้ำโขง	3
1.4 เขื่อนในแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขา	7
1.5 ความสำคัญพื้นที่ศึกษาวิจัยในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง	10
1.6 วัตถุประสงค์การศึกษา	20
1.7 วัตถุประสงค์ย่อย	20
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	21
2 ผลกระทบของเขื่อนต่อความหลากหลายของปลาเต็มวัยและกลุ่มปลาอพยพย้ายถิ่นในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำสาขาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง	
2.1 ความสำคัญของการศึกษา	23
2.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	24
2.3 สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง	24
2.4 อุปกรณ์และวิธีการศึกษา	28
2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	29
2.6 ผลการศึกษา	33
2.7 วิจารณ์ผล	50

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3 ผลกระทบของเขื่อนต่อความหลากหลาย การแพร่กระจาย และการรวมกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อนในบริเวณแม่น้ำสาขาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

3.1 ความสำคัญของการศึกษา 55

3.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 56

3.3 สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง 56

3.4 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ 60

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 62

3.6 ผลการศึกษา 67

3.7 วิจารณ์ผล 83

4 การศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลาในลุ่มน้ำโขงด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบ ก่อน-หลัง ของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบในแม่น้ำสาขาแม่น้ำโขง

4.1 ความสำคัญของการศึกษา 87

4.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 88

4.3 สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง 88

4.4 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ 91

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 92

4.6 ผลการศึกษา 93

4.7 วิจารณ์ผล 104

5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล 106

5.2 ข้อเสนอแนะ 113

เอกสารอ้างอิง **115**

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	
ก สถานที่และกิจกรรมในการศึกษาวิจัย	126
ข ภาพชนิดปลาจากองค์ประกอบผลจับจากพื้นที่ศึกษา	129
ค ผลการศึกษาการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ	144
ง ผลงานที่มีการตีพิมพ์ในเอกสารระดับนานาชาติ	156
ประวัติผู้วิจัย	**184**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	กลุ่มของเขื่อนและสถานะภาพการก่อสร้างของเขื่อนต่างๆ ในแม่น้ำโขง	9
2.1	ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจ และพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำมูลตอนล่าง	25
2.2	ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจ และพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำสงคราม	26
2.3	ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจ และพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำก่ำ	27
2.4	ลักษณะทางกายภาพ ระดับน้ำ และสภาพนิเวศน์ของจุดสำรวจในฤดูกาลต่างๆ	28
2.5	ชนิด และจำนวนสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	33
2.6	การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ ความยาวตัวปลา (total length : mm) เฉลี่ย±Sd. ของชนิดปลาที่มีจำนวนตัวมากกว่า 150 ตัว ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ	41
2.7	ค่าเฉลี่ย± Sd. ของค่าความมากชนิด (species richness) และ ค่าดัชนีความหลากหลาย (diversity Index; H') จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2549 ถึงเดือนมิถุนายน 2550	42
2.8	ร้อยละโดยจำนวนตัวของปลา 10 อันดับแรก ในโครงสร้างหลักของกลุ่มที่ 1 และ 2 (Cluster A และ B)	46
2.9	ร้อยละโดยจำนวนตัวของปลา 10 อันดับแรก ในโครงสร้างหลักของกลุ่มที่ 3 และ 4 (Cluster C และ D)	47
2.10	ร้อยละโดยจำนวนตัวของปลา 10 อันดับแรก ในโครงสร้างหลักของกลุ่มที่ 5 และ 6 (Cluster E และ F)	48
3.1	ลักษณะทางกายภาพ ระดับน้ำ และสภาพนิเวศน์ของจุดสำรวจต่างๆ	57
3.2	ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจและพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำมูลตอนล่าง	57
3.3	ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจและพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำสงคราม	58
3.4	ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจและพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำก่ำ	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค.2	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาตะเพียนทอง (*B. altus*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ	145
ค.3	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาสร้อยขาว (*H. siamensis*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ	146
ค.4	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาตะโกก (*C. armatus*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ	146
ค.5	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลากระมัง (*P. proctozysron*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ	147
ค.6	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาสร้อยนกเขา (*O. vittatus*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และ แม่น้ำก่ำ	147
ค.7	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาซ่า (*L. lineata*) จากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ	148
ค.8	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลากดเหลือง (*H. nemurus*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ	148
ค.9	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิดเฉลี่ย (average species richness; ASR) ของปลาเต็มวัย ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และ แม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	149

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค.10	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนชนิดสะสม (cumulative species richness; CSR) (ANOVA-1) และจำนวนตัวสะสม (ANOVA-2) ของปลาเต็มวัย ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ในเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	149
ค.11	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) ของปลาเต็มวัย ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	150
ค.12	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิดของลูกปลาวัยอ่อนจากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	151
ค.13	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาแน่นโดยจำนวนตัวของลูกปลาวัยอ่อน จากการสำรวจในแม่น้ำสงครามระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	151
ค.14	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิดของลูกปลาวัยอ่อนจากการสำรวจในแม่น้ำมูล ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	152
ค.15	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาแน่นโดยจำนวนตัวของ ลูกปลาวัยอ่อน จากการสำรวจในแม่น้ำมูล ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	153
ค.16	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิดของลูกปลาวัยอ่อนจากการสำรวจในแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	153
ค.17	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาแน่นโดยจำนวนตัวของลูกปลาวัยอ่อน จากการสำรวจในแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	154

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ค.18	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิด (cumulative species richness) ของลูกปลาวัยอ่อน ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	154
ค.19	ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนตัวของของลูกปลาวัยอ่อน ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	155

สารบัญภาพ

ตารางที่		หน้า
1.1	จำนวนชนิดของปลาในแม่น้ำสายต่างๆ ทั่วโลก	3
1.2	ผลผลิตสัตว์น้ำจืด (Inland fishery) และจากทะเล (Marine fishery) จากพื้นที่ส่วนต่างๆ ของโลก	5
1.3	แผนที่แสดงอาณาเขตแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง ไหลผ่านประเทศต่างๆ และปริมาณสัดส่วนร้อยละน้ำท่าของลุ่มน้ำต่างๆ (flow contribution)	6
1.4	เขื่อนต่างๆ มีการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยตั้งแต่ปี 2000 (จุดสีแดง●) และมีแผนการที่มีการก่อสร้างเขื่อน (จุดสีเหลือง○) ในบริเวณแม่น้ำโขงและสาขา ของแม่น้ำโขง	8
1.5	พื้นที่ศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของเขื่อนในแม่น้ำโขงตอนล่างประกอบด้วย (A) แม่น้ำสงคราม (B) แม่น้ำก่ำ (C) แม่น้ำมูล	11
1.6	ขอบเขตการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลกระทบของเขื่อนในแม่น้ำโขงตอนล่าง ประกอบด้วยแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ	21
2.1	กรอบแนวความคิดในการศึกษาผลของเขื่อนต่อทรัพยากรประมง	23
2.2	แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำมูลตอนล่าง (NM1-NM4 คือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4) ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	25
2.3	แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำสงคราม (SK1-SK5 คือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 5) ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	26
2.4	แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำก่ำ (NG1-NG5 คือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 5) ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	27
2.5	ตัวอย่างของปลาในกลุ่ม (fish guilds) ตามลักษณะพฤติกรรมในการอพยพย้ายถิ่น (migratory behavior)	30
2.6	ร้อยละของจำนวนวงศ์ (Family) ต่างๆ จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึง เดือนมิถุนายน 2553	39
2.7	องค์ประกอบของชนิด (ร้อยละโดยจำนวนตัว) ที่พบในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้า และอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
2.8	จำนวนชนิดจากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึง เดือนมิถุนายน 2553	40
2.9	โครงสร้างของพันธุ์ปลาจากการศึกษาลักษณะของเส้นกราฟ biomass, abundance และค่า *W* statistic จากพื้นที่ศึกษาแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	44
2.10	การวิเคราะห์กลุ่มโดยวิธี cluster analysis ของแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	45
2.11	การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (CCA) ระหว่างจำนวนตัวของกลุ่มปลาขาว (white fish) ปลาเทา (grey fish) และ ปลาดำ (black fish) ในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ กับช่วงเวลาสำรวจต่างๆ	49
2.12	ระดับน้ำ (Average water level : MSL) ในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำในรอบปี	52
3.1	แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำมูลตอนล่างจำนวน 4 จุดสำรวจ	58
3.2	แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำสงครามจำนวน 5 จุดสำรวจ และแม่น้ำก่ำจำนวน 5 จุดสำรวจ)	59
3.3	การส่งผ่านข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ ANN-SOM โดยที่ sampling unit; SU_j เป็นชั้นข้อมูลนำเข้าและผลการวิเคราะห์ออกมาในรูปภาพ 2 มิติ	65
3.4	ร้อยละองค์ประกอบของชนิดลูกปลาวัยอ่อนโดยจำนวนตัว จากการศึกษาใน แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ สำรวจระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	68
3.5	ร้อยละองค์ประกอบของชนิดลูกปลาวัยอ่อน (โดยจำนวนตัว) ในแต่ละแม่น้ำประกอบด้วย แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ สำรวจระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.6	การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของลูกปลา (Cluster) โดยวิธี Self-Organizing Map (SOM) ของสถานีสำรวจและฤดูกาลต่างๆ ในสาขาแม่น้ำโขงตอนล่าง ประกอบด้วยแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงมิถุนายน 2553	79
3.7	องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish, grey fish, black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลาใน Cluster I	80
3.8	องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish, grey fish, black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลา ใน Cluster II	81
3.9	องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish, grey fish, black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลา ใน Cluster II	81
3.10	องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish, grey fish, black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลา ใน Cluster IV	82
3.11	องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish grey fish black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลา ใน Cluster V	83
4.1	แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำมูลตอนล่าง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	89
4.2	แผนที่แสดงพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำสงคราม ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553	90
4.3	ผลการวิเคราะห์ randomized intervention analysis (RIA) ของกลุ่มปลาขาว (white fish) (1A) จำนวนชนิดของปลาขาว และ (1B) จำนวนตัวของปลาขาว ระหว่างสองแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม	100

สารบัญภาพ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.4	ผลการวิเคราะห์ randomized intervention analysis (RIA)ของกลุ่มปลาดำ (black fish) (2A) จำนวนชนิดของปลาปลาดำและ (2B) จำนวนตัวของปลาดำ ระหว่างสองแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม	101
4.5	ผลการวิเคราะห์ randomized intervention analysis (RIA) ของกลุ่มปลาเทา (Grey fish) (3A) จำนวนชนิดของปลาเทาและ (3B) จำนวนตัวของปลาเทาระหว่างสองแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม	103
ก.1	สนานที่ในการศึกษาวิจัย	127
ก.2	เครื่องมือและวิธีเก็บตัวอย่างในภาคสนาม	128
ข.1	ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ	130

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในโลกปัจจุบัน มีรายงานความหลากหลายของพรรณปลารวม 207 วงศ์ 2,513 สกุล จำนวนประมาณ 32,500 ชนิด จัดเป็นปลาที่อาศัยอยู่ในน้ำจืด 11,952 ชนิด และถ้ารวมพวกที่เข้ามาอาศัยอยู่ในน้ำจืดเป็นครั้งคราวมีจำนวนถึง 12,457 ชนิด (Nelson, 2006) ในขณะที่บริเวณพื้นที่ในเอเชียตะวันออก เอเชียใต้ และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีชนิดปลารวมกันไม่น้อยกว่า 7,447 ชนิด (Kottelat and Whitten, 1996) และวงศ์ที่มีจำนวนมาก ได้แก่ วงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) ประมาณ 1,000 ชนิด วงศ์ปลาค้อ (Balitoridae) และวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) ทั้งสองวงศ์รวมกันประมาณ 400 ชนิด วงศ์ปลาบู่ (Gobiidae) ประมาณ 300 ชนิด และตามด้วยวงศ์ปลากดปลาแขยง (Bagridae) วงศ์ปลาเนื้ออ่อน (Siluridae) และวงศ์ปลาแรด (Osphronemidae) โดยในส่วนของประเทศไทยมีรายงานว่าพบปลาน้ำจืดถึง 837 ชนิด และเป็นประเทศที่มีความหลากหลายของชนิดสัตว์น้ำอยู่ในอันดับที่ 8 ของโลก

โครงการสร้างเขื่อนหรือฝายทดน้ำที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จหรือมีแผนการที่จะดำเนินการก่อสร้างในอนาคต มีความแตกต่างตามวัตถุประสงค์ ขนาดโครงการ สถานที่ตั้ง ที่จะเกิดขึ้น อาทิ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตไฟฟ้า การชลประทาน การกั้นน้ำเค็ม ที่ผ่านมาเมื่อมีการสร้างเขื่อนเสร็จสิ้นแล้วสิ่งที่จะเกิดกับระบบนิเวศอันดับแรกคือ อุทกวิทยาและการไหลของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไป จากระบบน้ำไหลเป็นระบบน้ำนิ่ง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำโดยตรงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Gerd, 2001) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศที่อยู่อาศัยอย่างรวดเร็วสัตว์น้ำบางชนิดอาจต้องตายลงเพราะไม่สามารถปรับตัวได้ทัน ส่งผลต่อความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity) ลดน้อยลง อีกประการคือ ส่งผลกระทบต่อกลุ่มสัตว์น้ำที่มีการอพยพย้ายถิ่น (migratory species) เมื่อระบบการไหลของแม่น้ำเปลี่ยนไปทั้งทางด้านทิศทางและปริมาณน้ำ จะกระทบต่อชนิดและขนาดของกลุ่มสัตว์น้ำที่มีการอพยพย้ายถิ่นเปลี่ยนแปลงไป การอพยพจะเกิดขึ้นระหว่างแม่น้ำสายหลักกับแม่น้ำสาขา บางชนิดใช้พื้นที่น้ำท่วม (flood planed) บริเวณริมชายฝั่งเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ (spawning ground) การหาอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน (nursery ground) ในช่วงเวลาต่างๆกันแต่ในรอบปีขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์น้ำ (Baran, 2006) จากการสร้างเขื่อนปิดกั้นทางเดินลำน้ำจะทำให้ไม่มีพื้นที่น้ำท่วมซึ่งเป็นในการหาอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน

พื้นที่ในการผสมพันธุ์วางไข่ลดน้อยหรืออาจจะเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปจากเดิม โดยจะมีผลกระทบต่อจำนวนของทรัพยากรสัตว์น้ำที่เข้าทดแทน (stock recruitment) ในอนาคต ดังนั้นในการศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อความหลากหลายของชนิดสัตว์น้ำและกลุ่มปลาที่มีการอพยพปลาในลุ่มน้ำโขงตอนล่างในแม่น้ำสาขาในอาณาเขตประเทศไทย ในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามเป็นพื้นที่ตัวแทนยังไม่มีการก่อสร้างเขื่อน และพื้นที่ลำน้ำมูลตอนล่างเป็นพื้นที่มีการสร้างเขื่อนปากมูลกั้นลำน้ำมูลตอนล่างในจังหวัดอุบลราชธานี ที่มีการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้นทางน้ำขนาดใหญ่ (large dam) และแม่น้ำก่ำมีการสร้างฝายทดน้ำ (low-head dam) ตลอดลำน้ำ โดยดำเนินการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแม่น้ำดังกล่าวยังไม่มีเคยมีการศึกษาเปรียบเทียบมาก่อนในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง (Lower Mekong Basin : LMB) มีนักวิจัยทางการประมงจำนวนน้อยที่ทำการศึกษาชีววิทยาปลาและการอนุรักษ์ทรัพยากรประมง จากเอกสารส่วนใหญ่การศึกษาปลาแม่น้ำโขงเกี่ยวกับอนุกรมวิธานและการจัดการสัตว์น้ำในแหล่งที่อยู่อาศัย (lentic habitats) เช่น ทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำ มากกว่ากลุ่มสัตว์น้ำที่อยู่อาศัยน้ำไหล (lotic habitats) ประโยชน์จากการศึกษาจะได้เป็นข้อมูลที่จะชี้ให้เห็นถึงผลกระทบของเขื่อนต่อตัวสัตว์น้ำโดยตรง และสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ อีกทั้งศึกษาผลของการจัดการหรือรูปแบบในการบรรเทาผลกระทบที่มีการใช้ อาทิ การเปิดประตูเขื่อนปากมูลทุกๆ 4 เดือนในรอบปี ข้อมูลหรือความรู้ที่เกิดขึ้นเหล่านั้นสามารถนำเสนอแก่หน่วยงานที่รับผิดชอบให้เห็นถึงส่วนได้ส่วนเสียต่อทรัพยากรประมง ก่อนมีโครงการก่อสร้างเขื่อนหรือฝายทดน้ำขนาดใหญ่ อีกทั้งสามารถนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดมาตรการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำหลังมีการก่อสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำในพื้นที่อื่นๆต่อไป

1.2 ผลกระทบของเขื่อนต่อทรัพยากรสัตว์น้ำ

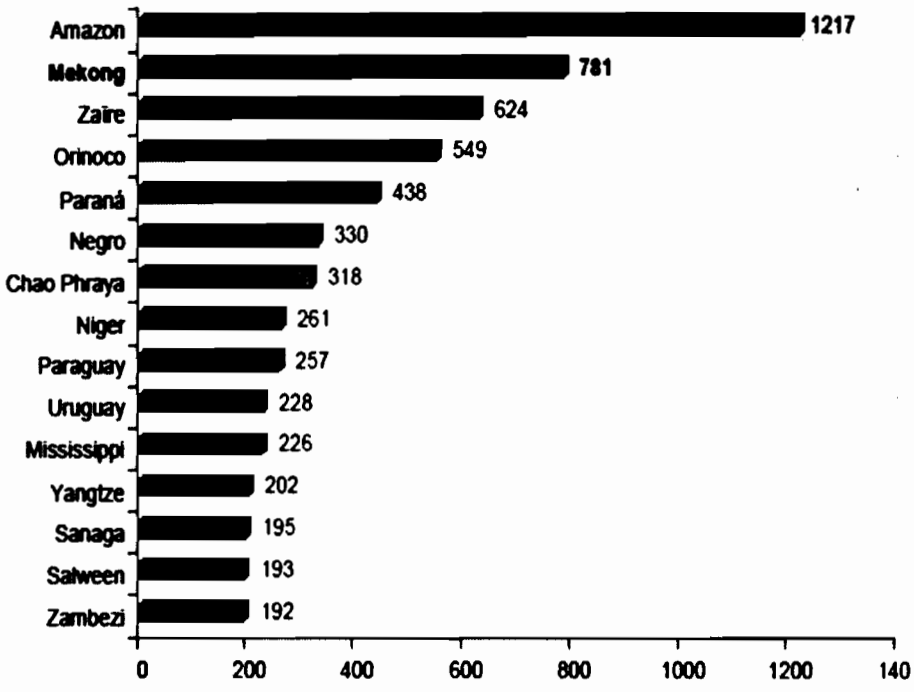
1.2.1 กระทบต่อพื้นที่: ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศจากแหล่งน้ำไหลเป็นน้ำนิ่ง เนื่องจากการสร้างเขื่อน เป็นการสร้างสิ่งก่อสร้างขวางลำน้ำ ทำให้น้ำที่ไหลมาสะสมในพื้นที่เหนือเขื่อน จนเป็นผลให้ที่ดินบริเวณเหนือเขื่อนถูกน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ซึ่งที่ดินเหล่านั้นส่วนมากเป็นป่าธรรมชาติและแหล่งต้นน้ำลำธาร ซึ่งถือได้ว่าเป็นที่ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ ดังนั้นการที่น้ำท่วมขังในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ จะทำให้สูญเสียทรัพยากรดินตามไปด้วย นอกจากนี้เมื่อพิจารณาถึงพื้นที่ท้ายเขื่อนพบว่า แร่ธาตุที่รักษาสมดุลของ ระบบนิเวศไม่สามารถมาสู่พื้นที่ท้ายน้ำได้ เนื่องจากถูกกักโดยเขื่อนส่งผลให้พื้นที่ท้ายเขื่อนขาดความอุดมสมบูรณ์ด้วยเช่นกัน

1.2.2 การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในแหล่งน้ำ: เนื่องจากในระบบนิเวศเดิม พันธุ์ปลาที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ จะเป็นปลาที่ดำรงชีพในแหล่งน้ำไหล แต่เมื่อสร้างเขื่อนแล้วเสร็จนั้นปลาที่

ชอบระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำซึ่งเป็นแหล่งน้ำนิ่ง สามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ปลาที่ชอบระบบนิเวศที่มีน้ำไหลก็จะลดปริมาณลง ทำให้ระบบนิเวศในแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งปลาบางชนิดอาจสูญพันธุ์ไปจากแหล่งน้ำนั้นเลยก็ได้ Kolding and van Zwieten (2006) ได้รายงานว่าการสร้างเขื่อนและอ่างเก็บน้ำจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศใน 3 ระดับได้แก่ (1) ผลกระทบทางลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำ คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของแหล่งน้ำ และคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ (2) การเปลี่ยนแปลงผลผลิตปฐมภูมิ และอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำในระบบนิเวศ และ พื้นที่ในการหาอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน (nursery ground) ในการผสมพันธุ์วางไข่ (spawning ground) ลดน้อยและเปลี่ยนแปลงไป (3) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชาคมสัตว์น้ำอันเกิดจากสาเหตุที่ (1) และ (2) นอกจากนี้ โครงสร้างประชาคมสัตว์น้ำยังเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากผลของการทำประมง

1.2.3 ผลกระทบต่อการเดินทางอพยพย้ายถิ่น: การสร้างเขื่อนขวางกั้นลำน้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุทกวิทยาของน้ำ และมีผลกระทบต่อช่วงเวลาการอพยพย้ายถิ่นของของปลาให้ช้าหรือเปลี่ยนแปลงไป (delays in migration) อาจส่งผลต่อการเพิ่มของประชากรสัตว์น้ำรุ่นใหม่ในอนาคต (Gerd, 2001)

1.3 ความสำคัญของแม่น้ำโขง



ภาพที่ 1.1 จำนวนชนิดของปลาในแม่น้ำสายต่างๆ ทั่วโลก (Fish base, 2009 : Web Site)

แม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำสายใหญ่ มีขนาดใหญ่เป็นอันดับที่ 3 ของโลก รองจากแม่น้ำอะเมซอนในทวีปอเมริกาใต้ และแม่น้ำแซร์ในทวีปแอฟริกา ทำให้แม่น้ำโขงมีความหลากหลายของทรัพยากรธรรมชาติ โดยเฉพาะพันธุ์ปลาที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์มากอย่างน้อย 781 ชนิด (ภาพที่ 1.1) และคาดว่าจะมีชนิดมากถึง 1,245 ชนิด ส่วนใหญ่ของสายพันธุ์ปลาเป็นปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่นมากกว่าหลายร้อยกิโลเมตร มีมากถึงประมาณร้อยละ 87 ของชนิดปลาทั้งหมด (Baran, 2006) โดยเฉพาะบริเวณตอนล่างของแม่น้ำโขงที่สามารถจับปลาได้ปีละไม่น้อยกว่า 2.2 ล้านตัน (Hortle, 2009) แม่น้ำโขงมีความยาวเป็นอันดับ 10 ของโลก คือประมาณ 4,900 กิโลเมตร โดยมีต้นน้ำอยู่บนภูเขาจี้ฟูซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาหิมาลัยบนที่ราบสูงทิเบต เขตจังหวัดหยู่ซู่ มณฑลฉิงไห่ ประเทศจีน โดยมีแม่น้ำจาคูและอาคูไหลมารวมกัน ภาษาไทลื้อเรียกชนชาติที่อาศัยอยู่ริมแม่น้ำ โขงอย่างหนาแน่นในดินแดนสิบสองปันนาว่า "แม่น้ำล้านช้าง" ขณะที่จีนทั่วไปเรียก "หลานซาง" มีความหมายว่าเป็นแม่น้ำที่ไหลเชี่ยวกราก แม่น้ำโขงตอนล่างไหลผ่านพื้นที่ประเทศต่างๆ 6 ประเทศ ประกอบด้วย จีน พม่า ไทย ลาว กัมพูชา และเวียดนาม ก่อนออกสู่ทะเลจีนใต้ที่ประเทศเวียดนาม แม่น้ำโขงมีแม่น้ำสาขา (tributary) สายสำคัญ ดังนี้

(1) ลุ่มน้ำกก ประกอบด้วยแม่น้ำกก แม่น้ำฝาง แม่น้ำลาว

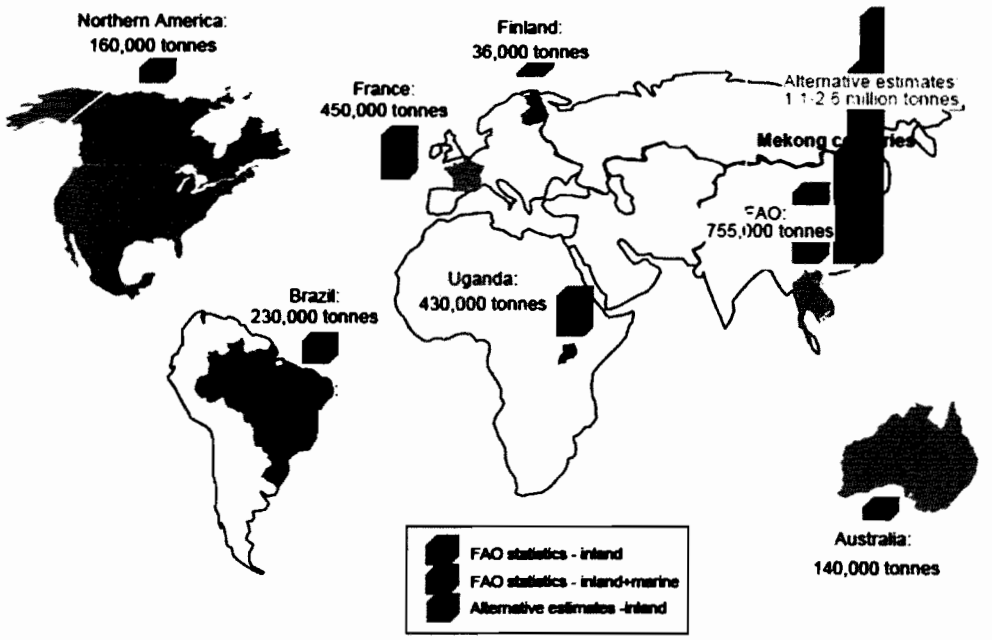
(2) แม่น้ำรวก แม่น้ำสาย แม่น้ำแม่จัน แม่น้ำอิง แม่น้ำเหือง แม่น้ำเลย แม่น้ำหลวง

(3) แม่น้ำสงคราม แม่น้ำอูน แม่น้ำเค็ม ห้วยบางทราย ห้วยละห้า

(4) ลุ่มน้ำชี ประกอบด้วย แม่น้ำชี ลำปาว ลำน้ำเชิญ ลำน้ำพรหม ห้วยสำราญ ห้วยตามาย ห้วยขยุง ลำโดมใหญ่ ลำโดมน้อย ลำพังชู ลำเสียวใหญ่ ลำเสียวน้อย ลำเซบก ลำเซบาย ห้วยเสนง

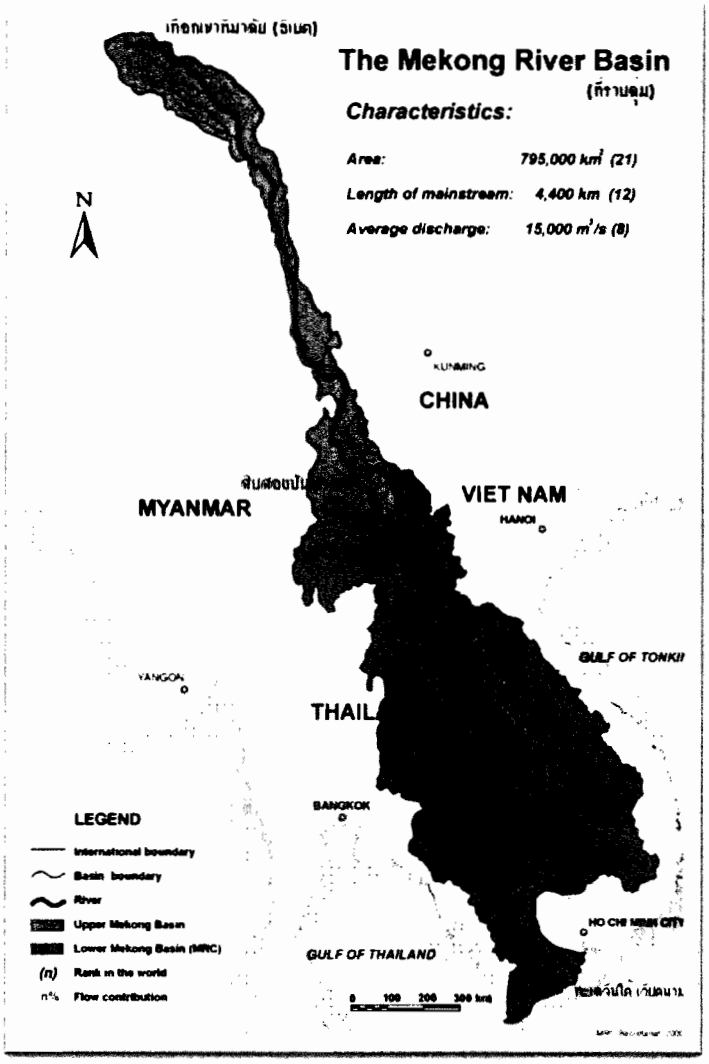
(5) ลุ่มน้ำมูล ประกอบด้วย แม่น้ำมูล ลำตะคอง ลำเชียงไกร ลำพระเพลิง ลำแซะ ลำจักราช ลำปลายมาศ ลำนางรอง

(6) ลุ่มน้ำโตนเลสาบ ประกอบด้วย ทะเลสาบเขมร และแม่น้ำโตนเลสาบ แม่น้ำเสียมเรียบ โตน เลสาบในประเทศไทย ห้วยลำสะโตน ห้วยตะเคียน ห้วยนางาม ห้วยพรมโหด คลองน้ำใส คลองโป่ง น้ำร้อน และแม่น้ำเซซานในเวียดนาม



ภาพที่ 1.2 ผลผลิตสัตว์น้ำจืด (Inland fishery) และจากทะเล (marine fishery) จากพื้นที่ส่วนต่างๆ ของโลก (Food and Agriculture Organization; FAO, 2009)

แม่น้ำโขงมีความแตกต่างของระดับน้ำในฤดูแล้งกับฤดูน้ำหลากสูงถึง 20 เมตร เป็นฤดูกาลของน้ำตามธรรมชาติที่นำไปสู่วิถีชีวิตและวิถีการผลิตของชุมชนที่พึ่งพาแม่น้ำสายนี้ แต่ปัจจุบันฤดูกาลของน้ำไม่เป็นไปตามธรรมชาติ เนื่องจากการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำโขงตอนบนในมณฑลยูนานของจีน และการสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงจำนวนมากมาย ทำให้เกิดสภาวะแล้งของต้นน้ำลำธาร มีปริมาณน้ำและการไหลไม่เป็นปกติ แม่น้ำโขงมีพื้นที่ชุ่มน้ำประมาณ 795,000 ตารางกิโลเมตร (Mekong River Commission; MRC, 2000) ส่วนปริมาณน้ำที่ไหลลงทะเลจีนใต้ในแต่ละปีเฉลี่ยสูงถึง 475,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้แม่น้ำโขงตอนบนได้รับน้ำจากการละลายของภูเขาหิมะเป็นส่วนใหญ่ เช่น จากเทือกเขาหิมะเหม่ยลี่ในแซงกรีลา ขณะที่ตอนล่างได้รับน้ำจากเทือกเขาต่างๆ ที่ไหลสู่แม่น้ำสาขา รวมทั้งจากฝนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม ทำให้เกิดน้ำท่วมทุกปีที่บริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงในเวียดนามซึ่งปลายของแม่น้ำแยกออกเป็น 9 สายก่อนไหลลงทะเลจีนใต้



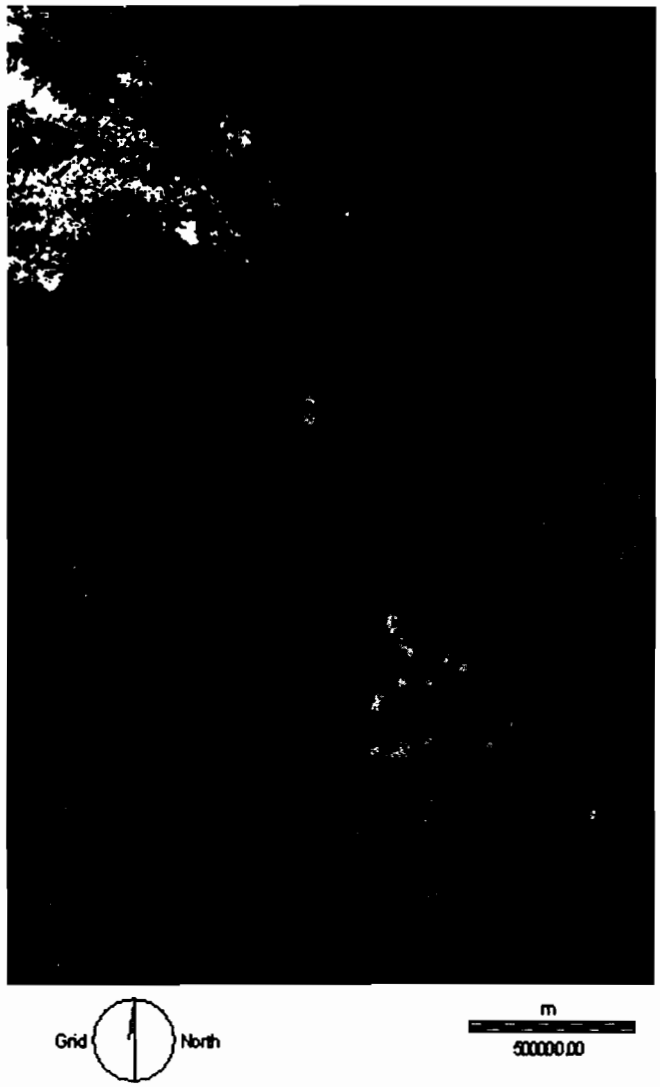
ภาพที่ 1.3 แผนที่แสดงอาณาเขตแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง ไหลผ่านประเทศต่างๆ และปริมาณสัดส่วนร้อยละน้ำท่า (flow contribution) ของลุ่มน้ำต่างๆ (MRC, 2000)

แม่น้ำโขงส่วนที่ผ่านเขตประเทศไทย เป็นช่วงของแม่น้ำโขงตอนล่าง ไหลผ่านอำเภอเชียงแสน อำเภอเชียงของ และอำเภอเวียงแก่น จังหวัดเชียงราย ระยะทาง 84 กิโลเมตร โดยสภาพแม่น้ำโขงในภาคเหนือของประเทศไทยเป็นแก่งหินและหน้าผา แม่น้ำไม่กว้างมาก ก่อนเข้าสู่สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เป็นลักษณะเช่นนี้ไปจนถึงหลวงพระบางในลาว แล้วไหลไปตามพรมแดนไทย-ลาว เริ่มจากจังหวัดเลย หนองคาย บึงกาฬ นครพนม มุกดาหาร อำนาจเจริญ และอุบลราชธานี รวมความยาวที่ไหลผ่านประเทศไทย 976 กิโลเมตร ส่วนในภาคอีสานของประเทศไทย แม่น้ำแผ่ขยายกว้างออกประกอบด้วยชายฝั่งและหาดทราย และจะพบเกาะแก่งเป็นจำนวนมากอีกครั้งที่สี่พันดอนในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว

1.4 เขื่อนในแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขา

โครงการสร้างเขื่อนในแม่น้ำโขงตอนบนนี้กำลังคุกคามต่อระบบนิเวศวิทยาอันสลับซับซ้อนซึ่ง ประชาชนกว่า 60 ล้านคนต้องพึ่งพิงอยู่ทั้งในด้านการประมงและการเกษตร โดยทั้งนี้ประชากรกว่าร้อยละ 90 ในลุ่มแม่น้ำโขงมีอาชีพการเกษตรกรรม และการหาปลาจากแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขา ซึ่ง ร้อยละ 80 ของแหล่งโปรตีนสำหรับภูมิภาคนี้ได้มาจากปลาแม่น้ำโขง คณะกรรมการลุ่มแม่น้ำโขง ได้ประเมินว่าปลาที่จับได้ในแม่น้ำโขงตอนล่างมีมูลค่ารวมมากกว่า 1 พันล้าน เหรียญสหรัฐต่อปี ความอุดมสมบูรณ์และมั่งคั่งของระบบนิเวศแม่น้ำโขงขึ้นอยู่กับสองปัจจัยหลักคือ หนึ่งวงจรการท่วม และแห้งแล้งของแม่น้ำตามธรรมชาติ ซึ่งเกิดขึ้นและสามารถคาดการณ์ได้ในแต่ละปี และปัจจัยที่สอง คือตะกอนที่มีความอุดมสมบูรณ์ซึ่งจะถูกพัดพามาจากพื้นที่รับน้ำตอนบน (MRC, 2000) โครงการเขื่อนในประเทศจีน เหล่านี้ จะมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อปัจจัยสำคัญทั้งสองกระทบต่ออุทกวิทยาการไหลของน้ำ เขื่อนในแม่น้ำโขงตอนบนเหล่านี้ จะทำให้ระดับการไหลของแม่น้ำโขงตอนล่างในหน้าแล้งเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงวงจรธรรมชาติของแม่น้ำ ปริมาณน้ำในแม่น้ำที่เกิดจากพื้นที่รับน้ำ ในส่วนแม่น้ำโขงตอนบนในประเทศจีนนี้ มีส่วนสำคัญต่อปริมาณการไหลของแม่น้ำในช่วงหน้าแล้ง สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและไทย ในขณะที่ประมาณร้อยละ 15-20 ของปริมาณน้ำรวมต่อปีนี้ไหลไปถึงประเทศ เวียดนามและประมาณกว่าร้อยละ 45 ของปริมาณการไหลเฉลี่ย ของน้ำในประเทศเขมรในช่วงเดือนเมษายนก็มาจากพื้นที่รับน้ำในประเทศจีนนี้ เขื่อนในมณฑลยูนานเหล่านี้จะทำการเก็บกักน้ำในช่วงหน้าฝนและทำการปล่อยน้ำในช่วงหน้าแล้งซึ่งทำให้ระดับน้ำในช่วงหน้าแล้งสูงผิดกว่าปกติมาก นอกจากนี้มันถูกประมาณว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณตะกอนรวมในแม่น้ำโขงที่เกิดขึ้นในแต่ละปี เกิดมาจากพื้นที่ลุ่มน้ำที่อยู่ในส่วนของประเทศจีน เขื่อนเหล่านี้จะเป็นตัวกักเก็บตะกอนดินซึ่งจะทำให้ เขื่อนเหล่านี้กลายเป็นเขื่อนดินตะกอนและหมดประโยชน์ในที่สุด และมีผลให้ปริมาณดินตะกอนในแม่น้ำตอนกลางและตอนล่างลดลงอย่างมาก การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเหล่านี้จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านต่างๆ ดังนี้ การทำลายพันธุ์ปลาและการประมง สภาพแวดล้อมในการหาอาหารและวางไข่ของปลาที่มีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแม่น้ำที่เต็มไปด้วย ดินตะกอนของแม่น้ำโขงจะได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง ซึ่งจะนำไปสู่การลดลงของความหลากหลาย ทางชีวภาพและผลผลิต พื้นที่วางไข่จะลดลงอย่างมากในหน้าแล้งเพราะแก่งต่างๆจะจมอยู่ใต้น้ำ ส่วน ในหน้าฝนระดับน้ำที่ต่ำกว่าปกติในพื้นที่ป่าที่มีน้ำท่วมถึง (ป่าบุ่ง ป่าทาม) ในสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวตอนล่างและประเทศเขมร จะกระทบต่อแหล่งสำคัญในการหาอาหาร วางไข่ และแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำ ซึ่งผลที่

จะตามมาคือการสูญเสียอย่างมากทางการประมงในลุ่มแม่น้ำโขง รวมทั้งความเป็นไปได้ในการสูญพันธุ์ของสัตว์น้ำบางพันธุ์



ภาพที่ 1.4 เขื่อนต่างๆ มีการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยตั้งแต่ปี 2000 (จุดสีแดง●) และมีแผนการที่มีการก่อสร้างเขื่อน (จุดสีเหลือง○) ในบริเวณแม่น้ำโขงและสาขาของแม่น้ำโขง (Kite, 2001)

ในปัจจุบันมีการใช้ไฟฟ้าจากพลังน้ำมีเพิ่มมากขึ้น ในพื้นที่ลุ่มแม่น้ำโขงมีปริมาณเขื่อนทั้งหมด 75 เขื่อน มีทั้งอยู่ภายใต้การดำเนินงานหรือการวางแผนใน Lower Mekong Basin ซึ่ง 35 เขื่อนมีการพิจารณาอย่างจริงจังในขณะนี้ ได้แก่ 14 เขื่อนหลัก ความต้องการก่อสร้างเขื่อนในแม่น้ำสาขาหลักสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าพลังน้ำและการชลประทานเพื่อการผลิตทาง

การเกษตรที่สูงขึ้น และแม่น้ำโขงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่สำคัญสำหรับการวางไข่ ตัวอ่อน และแหล่งอาหารที่สำคัญ โดยปลาส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีการอพยพย้ายถิ่น (Baran, 2006) ดังนั้นถ้ามีการกั้นขวางการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำสายหลักและแม่น้ำสาขา แม่น้ำสาขาอาจจะหายไปอย่างถาวร

ตารางที่ 1.1 กลุ่มของเขื่อนและสถานะภาพการก่อสร้างของเขื่อนต่างๆ ในแม่น้ำโขง (Baran, 2006)

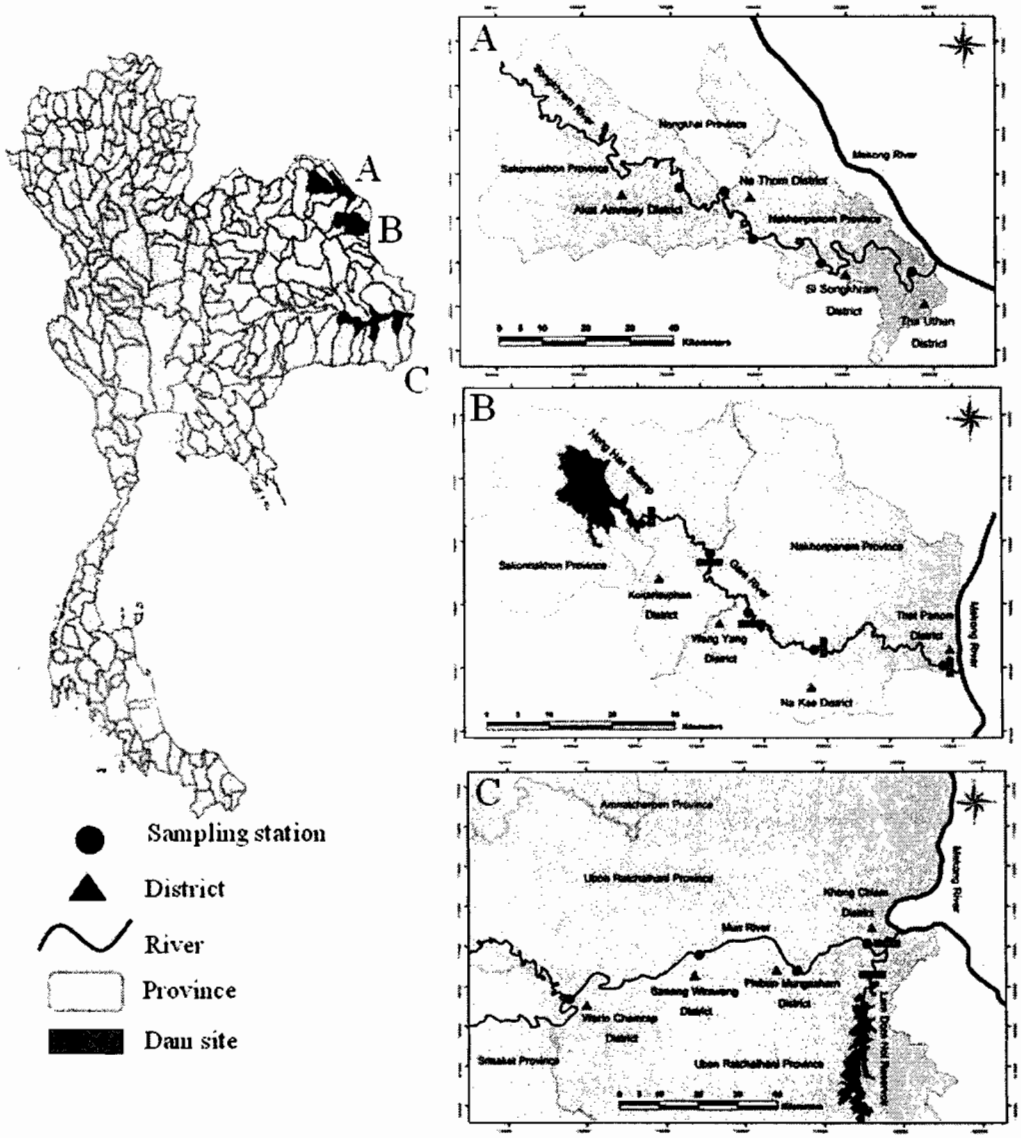
Area	Cluster	Fish migration zone	Dam	Installed capacity (MW)	Operation	Reservoir area (km^2)	Length (m)	Height (m)
Upper Mekong			Gonguoqiao	750	-	3	-	130
			Xiaowan	4,200	2010	37.14	-	300
			Manwan	1,500	1993	4.15	-	126
			Dachaoshan	1,350	2003	8	-	110
			Nuoshadu	5,500	2017	45	-	254
		Upper	Jinhong	1,500	2009	5.11	-	118
	Up-stream	migration	Ganlanba	750	-	0	-	-
	cluster	zone	Mengsong	400	-	0.58	-	-
			Pak Beng	1,230	2016	87	943	76
			Luang Prabang	1,410	2016	90	1,106	68
			Xayaburi	1,260	2016	49	810	32
			Pak Lay	1,320	2016	108	630	35
Lower Mekong			Sanakham	700	2016	81	1,144	38
			Pakchom	1,079	2017	68	1,200	55
	Middle	Middle	Ban Koum	1,872	2017	40	780	53
	cluster	migration	Latsua	686	2018	13	1,300	27
		zone						
	Down-	Lower	Don Sahong	240	2013	2.9	720	10.6
	stream	migration	Stung Treng	980	-	211	10,884	22
	cluster	zone	Sambor	2,600	2020	620	18,002	56

นอกจากนี้ยังมีการปรับเปลี่ยนการไหลของน้ำ เกิดความรุนแรงของน้ำท่วมในบางช่วงเวลา ผลผลิตปลาและลดความหลากหลายทางชีวภาพปลาน้ำจืดที่ขึ้นอยู่กับรูปแบบทางอุทกวิทยาธรรมชาติ (Bunn and Arthington, 2002) ในลุ่มแม่น้ำโขงตอนล่าง (LMB) มีการศึกษาวิจัยทางการประมงจำนวนน้อยเพื่อศึกษาชีววิทยาปลาและการอนุรักษ์ทรัพยากรประมง จากเอกสารส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับปลาแม่น้ำโขงมีความเกี่ยวกับอนุกรมวิธานและการจัดการสัตว์น้ำในแหล่งที่อยู่อาศัย (lentic habitats) เช่นทะเลสาบและอ่างเก็บน้ำ มากกว่าสัตว์น้ำกลุ่มที่อยู่อาศัยน้ำไหล (lotic habitats) (Dudgeon, 2003) ข้อมูลที่มีอยู่จะกระจายไปทั่ว ปัญหาอย่างมากในการรวบรวมข้อมูล แม้จะไม่มีข้อมูลที่น่าเชื่อถือการผลิตการประมงของลุ่มแม่น้ำโขงเป็นที่คาดกันว่าจะเป็นประมาณ 1.5 x 10^9 ตันต่อปี ไม่รวมผลตอบแทนจากอ่างเก็บน้ำและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Van Zalinge et al., 2004). ปลาขนาดเล็กและขนาดกลางไม่จะสูญพันธุ์ไปเนื่องจากกิจกรรมการประมงเพียงอย่างเดียว เมื่อที่อยู่อาศัยและเส้นทางอพยพและการไหลของน้ำจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงในประเทศจีนมีแผนสร้างเขื่อนจำนวน 8 เขื่อน ทางตอนบนของแม่น้ำโขง เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเพื่อใช้ในภาคตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศ ประกอบด้วยเขื่อนแมนวาน (Manwan) สร้างเสร็จเป็นเขื่อนแรกเมื่อปี 2539 ในปีเดียวกันนั้น ได้เริ่มสร้างเขื่อนดาเฉาชาน (Dachaochan) ถัดมาในปี 2544 รัฐบาลยูนานสร้างเขื่อนเซียววาน (Xiaowan) สำหรับเขื่อนอื่นๆ อยู่ในระหว่างการวางแผนเช่นเขื่อนจิงฮอง (Jinghong) เขื่อนนัวซาดู (Nuozhadu) เขื่อนกองกอนเคียว (Gongguoqiao) เขื่อนกันลันบา (Ganlanba) และเขื่อนเมงซอง (Mengsong) (Baran, 2006)

1.5 ความสำคัญพื้นที่ศึกษาวิจัยในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง

1.5.1 แม่น้ำสงคราม เป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง เป็นพื้นที่ตัวแทนการศึกษาที่ยังไม่มีการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้นลำน้ำ แม่น้ำสงครามเป็นลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำโขงขนาดใหญ่รองลงมาจากลุ่มน้ำมูลและชี มีพื้นที่ครอบคลุม 25 อำเภอ 4 กิ่งอำเภอ ใน 4 จังหวัด คือจังหวัดอุดรธานี หนองคาย สกลนคร และนครพนม ต้นน้ำสงครามเกิดจากเทือกเขาภูพานที่มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 300 ม.รทก. และลดระดับลงอย่างรวดเร็วถึงประมาณ 150-160 ม.รทก. แม่น้ำสงครามมีพื้นที่รวม 12,700 ตารางกิโลเมตร มีความยาวทั้งสิ้น 465 กิโลเมตร จากต้นน้ำจนบรรจบกับแม่น้ำโขงที่บริเวณบ้านไชยบุรี อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม ประชากรในลุ่มน้ำสงครามส่วนใหญ่มีอาชีพหลักคือทำนา ที่อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติ เนื่องจากบริเวณลุ่มน้ำสงครามมีปริมาณน้ำฝนสูงประมาณ 1,800 มิลลิเมตรต่อปี ปริมาณน้ำฝน 90 เปอร์เซ็นต์ จะตกในฤดูฝน คือ ช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงสิ้นเดือนกันยายน จึงทำให้น้ำไหลในลำน้ำเป็นปริมาณมากและไหลบ่าท่วมที่ราบลุ่ม

เป็นบริเวณกว้างทุกปี โดยมีพื้นที่ถูกน้ำท่วมประมาณ 660,000 ไร่เป็นประจำทุกปี มหาวิทยาลัยขอนแก่น (2540) แม่น้ำสงครามประกอบด้วย ลำน้ำสาขาหลักต่างๆ ดังนี้



ภาพที่ 1.5 พื้นที่ศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของเขื่อนในแม่น้ำโขงตอนล่างประกอบด้วย (A) แม่น้ำสงคราม (B) แม่น้ำก่ำ (C) แม่น้ำมูล

1.5.1.1 ห้วยคอง มีต้นกำเนิดจากที่สูงและเนินเขาดงสีชมพู เช่น ภูดานวิเวก ภูถ้ำน้ำจันทร์ ที่อยู่ทางทิศตะวันออกของอำเภอปากคาด ไหลไปสู่ทางทิศใต้แล้วบรรจบกับแม่น้ำสงครามตรงบริเวณบ้านท่าศรีชมชื่น อำเภอพรเจริญ จังหวัดสกลนคร

1.5.1.2 ห้วยยี้ ต้นน้ำเกิดจากที่สูงและเนินเขาในเขตดงสีชมพู เขตต่อแดนระหว่างอำเภอโซ่พิสัย ปากคาด บึงกาฬ และศรีวิไล ไหลจากทางทิศเหนือสู่ตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านอำเภอเซกา จังหวัดหนองคาย บรรจบกับแม่น้ำสงครามที่บ้านท่าพันโฮง อำเภอนาทม จังหวัดนครพนม

1.5.1.3 ห้วยน้ำเมา ต้นน้ำเกิดจากภูลังกาในเขตอำเภอบ้านแพง และเกิดจากบึงโขงหลง อำเภอบึงโขงหลง ไหลจากทิศเหนือลงทิศใต้ไปบรรจบแม่น้ำสงครามบริเวณบ้านคำไฮ อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม

1.5.1.4 ห้วยอ้วน ต้นกำเนิดจากที่สูงแบ่งลุ่มน้ำระหว่างแม่น้ำโขงกับแม่น้ำสงครามไหลจากทิศเหนือสู่ทิศใต้แล้วไหลลงสู่แม่น้ำสงครามที่บ้านอ้วน อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม

1.5.1.5 ห้วยซาง ต้นน้ำเกิดจากที่สูงในเขตอำเภอบ้านม่วง ไหลผ่านเขตอำเภอบ้านม่วง เช่นบ้านน้ำจั่น และบรรจบแม่น้ำสงครามใกล้บ้านหนองบัวใหญ่

1.5.1.6 ห้วยโนด ต้นกำเนิดจากที่สูงที่ต่อเนื่องของอำเภอวานรนิวาส เจริญศิลป์ บ้านม่วง และอำเภอคำตากล้า ไหลมาบรรจบแม่น้ำสงครามที่บ้านปากโนด และบ้านดงตอกแป้น

1.5.1.7 ห้วยน้ำยาม ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาภูพาน เขตอำเภอส่องดาว วาริชภูมิ ไหลผ่านอำเภอพังโคน วานรนิวาส อากาศอำนวย บรรจบกับแม่น้ำสงครามที่บ้านปากยาม

1.5.1.8 ห้วยน้ำอูน มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูพาน เขตอำเภอวาริชภูมิ นิคมน้ำอูน กุดบาก ด้านตรงข้ามกับห้วยน้ำพุง มีสาขาสำคัญคือห้วยปลาหางที่เกิดจากเทือกเขาภูพานไหลผ่านอำเภอพังโคน พรรณนานิคม กุสุมาลย์ นาหว้า แล้วไหลมาบรรจบกับแม่น้ำสงครามที่บ้านปากอูน

แม่น้ำสงครามมีความสำคัญในด้านการประมงต่อประชาชนที่อาศัยสองฝั่งแม่น้ำ จึงมีการศึกษาด้านนิเวศน์และความหลากหลายของจำนวนชนิดสัตว์น้ำจำนวนมาก จากการศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น (2540) ชนิดสัตว์น้ำทั้งหมดรวม 19 ครอบครัว จำนวน 53 ชนิด กลุ่มปลาที่พบมากที่สุดอยู่ในครอบครัว Cyprinidae ซึ่งเป็นปลามีเกล็ดที่หากินตามผิวน้ำเป็นส่วนใหญ่ รองลงมาได้แก่ปลาในครอบครัว Cobitidae พบปลาจำนวน 6 ชนิด จากประชากรปลาที่สำรวจพบทั้งหมดมีปลาที่จัดว่าเป็นปลาเศรษฐกิจในลุ่มน้ำ คือปลาที่มีราคาดีหรือเป็นปลาที่จับได้มาก จำนวน 14 ชนิด นอกจากนั้นส่วนใหญ่เป็นปลากลุ่มขนาดเล็กที่ไม่นิยมบริโภค แต่บางชนิดนิยมเลี้ยงเป็นปลาสวยงาม ซึ่งมีราคาจำหน่ายค่อนข้างสูงมาก เช่น ปลากาแดง ปลาหมูขาว ปลาหมูลาย ปลาหมูหางแดง ปลาแขยงข้างลาย เชาวลิต วิทยานนท์ และคณะ (2540) ชนิดพันธุ์ปลาที่พบในแม่น้ำสงครามระหว่างวันที่ 26-27 ตุลาคม 2535 และวันที่ 4 กันยายน 2540 พบชนิดพันธุ์ปลา 146 ชนิด 37 ครอบครัว วัฒนธรรมการประกอบอาชีพประมงลำน้ำสงครามของกลุ่มชาติพันธุ์ไทโซ่ บ้านปากอูน ไทลาว บ้านปากยาม อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม พ.ศ. 2530 – ปัจจุบัน เครื่องมือจับปลา

เปลี่ยนรูปแบบเป็นการจับปลาครั้งละมากๆ เช่น โพงพาง (โต่ง) และค่างกัดเป็นเครื่องมือที่ต้องลงทุนสูง ทำให้ชนชั้นผู้มีทุน เช่น ชาวจีน ไทลาว ไทญ้อ บางคนมาร่วมลงทุนหรือลงทุนผู้เดียว ในส่วนผู้มีทุนปานกลางก็ยังคงใช้เครื่องมือจับปลาขนาดกลาง เช่น สะดุ้ง ซ้อน มองกวาด มะลิ บุณยรัตผลิน และคณะ (2545) พื้นที่ลุ่มน้ำสงครามตอนล่างมีช่วงเวลาน้ำท่วมนาน 3-4 เดือน เป็นลุ่มน้ำที่มีความหลากหลายและความชุกชุมของทรัพยากรทางน้ำอย่างยิ่ง คุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ พบแพลงก์ตอนพืชถึง 195 ชนิด โดยมีสาหร่ายสีเขียวในครอบครัวเดสมิด เป็นชนิดเด่น แพลงก์ตอนสัตว์ 152 ชนิด โดยมีไฮดร้า เป็นชนิดเด่น และสัตว์หน้าดิน 27 ครอบครัว มีหนอนแดงและไส้เดือนน้ำเป็นชนิดเด่น ส่วนลูกปลาวัยอ่อนพบจำนวน 61 ชนิด จาก 21 ครอบครัวโดยพบลูกปลาถั่วงอกมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ลูกปลาชิวแก้ว และลูกปลาตะเพียนทอง ผลผลิตทางการประมงเฉลี่ย 14±9.6 กิโลกรัมต่อไร่ ผลจับต่อหน่วยเครื่องมือโต่งเฉลี่ย 34.7±34.2 กิโลกรัมต่อโต่งต่อวัน ปริมาณผลผลิตปลาของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างจากการประเมินจากผลจับปลาของเครื่องมือประมงเฉพาะชนิดหลักมีประมาณ 1,400 ตันต่อปี ประกอบด้วยผลจับจากโต่ง 149.1 ตัน อวนลากทับตลิ่ง 245.3 ตัน ลอบยืน 181.4 ตัน ยอขันช่อ 278.8 ตัน ช้อนสนั่น 24.0 ตัน และการทำการประมงกัดต้อน 522.5 ตัน คีรี กออนันตกุล (2547) การทำการประมงเป็นอาชีพหลักของราษฎรในลุ่มน้ำสงครามที่มีการสืบทอดกันมายาวนาน หลายชั่วอายุคน มีการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือประมงอยู่ตลอดเวลา และพฤติกรรมการจับปลาก็เปลี่ยนไป จากอดีตหาปลาเพื่อบริโภค แต่ปัจจุบันหาเพื่อจำหน่าย ทำให้ปริมาณสัตว์น้ำถูกจับมากขึ้นทั้งขนาดและชนิดปลา จะเห็นได้จากช่องตาของเครื่องมือประมงมีขนาดเล็กลง การพัฒนาเครื่องมือประมงในลุ่มน้ำสงครามมีการพัฒนาเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงแรก ชาวประมงใช้เครื่องมือประมงประเภท แห เบ็ด ไซ โทง ที่ทำมาจากวัสดุธรรมชาติ เช่น ไม้ไผ่ ป่าน ด้าย ฯลฯ ช่วงที่สอง มีการนำพาหนะมาช่วยในการจับปลา เช่น แพไม้ไผ่ เรือแจว เรือติดเครื่องยนต์ และมีการใช้ไนล่อนทำเครื่องมือประมงแทนป่าน และด้าย ทำให้เครื่องมือมีขนาดใหญ่ขึ้น มีความคงทนและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วงที่สาม เครื่องมือประมงเปลี่ยนรูปแบบให้สามารถจับปลาได้คราวละมากๆ มีการนำเครื่องมือโพงพาง จากภาคใต้มาประยุกต์ใช้เรียกว่าโต่ง ซึ่งเป็นเครื่องมือขนาดใหญ่ที่มีราคาแพง ทำให้มีเฉพาะนายทุนเท่านั้นที่ทำการประมงประเภทนี้ จากการพัฒนาเครื่องมือประมงเพื่อให้จับปลาได้มากขึ้น ทำให้มีผลกระทบต่อทรัพยากรประมงสัตว์น้ำและวิถีชีวิตของชาวประมงอย่างเห็นได้ชัด เช่น สัตว์น้ำทั้งปริมาณและชนิดลดลง มีการทำการประมงผิดกฎหมายมากขึ้น เครื่องมือประมงที่ทำการประมงในลุ่มน้ำสงครามสามารถจำแนก เป็นกลุ่มๆ ตามวิธีทำการประมง ได้ จำนวน 16 กลุ่ม 83 ชนิดเครื่องมือประมง วิระธรรม ทองพันธุ์ และคณะ (2547) ลำน้ำสงครามช่วงน้ำลงมีความหลากหลายของชนิดปลา รวม 115 ชนิด 24 ครอบครัว ประกอบด้วยชนิดพันธุ์ปลาในครอบครัวปลาสร้อย ตะเพียนขาว 47 ชนิด

และครอบครัวปลาเนื้ออ่อนและครอบครัวปลาสวายปลาเทโพ รวม 16 ชนิด มีความชุกชุมของประชาคมปลาเฉลี่ย 34.7±34.2 กิโลกรัมต่อโต่งต่อวัน การแพร่กระจายของประชาคมปลาในช่วงเวลากลางวันกับเวลากลางคืนมีความแตกต่างกัน พื้นที่ลำน้ำสงครามตอนล่างมีการทำการประมงโต่ง จำนวน 136 โต่ง โดยมีช่วงการทำการประมงระหว่างกลางเดือนกันยายนถึงเดือนตุลาคม มีผลจับปลาจากการทำการประมงโต่งประมาณ 149 ตันต่อปี และมีผลตอบแทนตั้งแต่ 29,843-64,931 บาทต่อราย ความหลากหลายของชนิดปลาในลุ่มน้ำสงคราม 192 ชนิด จาก 39 วงศ์ เป็นปลาที่มีค่าทางเศรษฐกิจ 80 ชนิด เป็นปลาที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ตามบัญชีของ International Union for Conservation of Natural and Resources (IUCN) 20 ชนิด จาก 12 วงศ์ และเป็นปลาต่างถิ่นที่ถูกนำเข้ามาเพาะเลี้ยง 8 ชนิด ได้แก่ ปลาไน ปลายี่สกเทศ ปลานวลจันทร์เทศ ปลาตะเพียนเทศ ปลานิล ปลาดุกเทศ ปลาเกล็ดเงิน และปลาเฉา (เชาวลิต วิทยานนท์ และคณะ, 2543)

1.5.2 แม่น้ำมูล เป็นลำน้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่างที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ความยาว 726 กิโลเมตร พื้นที่ลุ่มน้ำ 71,061 ตารางกิโลเมตร ชื่อของแม่น้ำมูล สะกด "มูล" แต่เดิมนั้น ชาวบ้านในท้องถิ่นใช้คำสะกด "มูน" ซึ่งเป็นภาษาถิ่น หมายถึง สิ่งมีค่าน่าหวงแหนเป็นมรดกของบรรพบุรุษสั่งสมเก็บไว้ให้ลูกหลาน แต่ทางราชการได้กำหนดภาษาราชการตามเสียงเรียก โดยสะกด "มูล" ด้วย “ล” แม่น้ำมูลมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาตอนใต้ของจังหวัดนครราชสีมา ไหลผ่านอำเภอเมือง อำเภอพิมาย อำเภอชุมพวง ของพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา อำเภอ สตึก อำเภอลำปลายมาศ ของพื้นที่จังหวัดบุรีรัมย์ อำเภอท่าตูม อำเภอรัตนบุรี เขตพื้นที่จังหวัดสุรินทร์ อำเภอราษีไศล อำเภอเมือง และอำเภอกันทรารมย์ เขตพื้นที่จังหวัดศรีสะเกษ บรรจบกับแม่น้ำชีบริเวณบ้านขอนไม้ยูง อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี แล้วไหลผ่านอำเภอเมืองอุบลราชธานี อำเภอพิบูลมังสาหาร และไหลลงแม่น้ำโขงที่อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี มีความยาวทั้งหมดประมาณ 726 กิโลเมตร ลำน้ำสาขาที่สำคัญ ได้แก่ ลำตะคอง ลำพระเพลิง ลำเชียงไกร ลำแชะ ลำจักราช ลำปลายมาศ ลำนางรอง ลำชี ห้วยสำราญ ห้วยตามาย ลำโดมใหญ่ ลำโดมน้อย ลำพังชู ลำเซบก ลำเซบาย และห้วยกว้าง ซึ่งใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ สองฝั่งเป็นที่ราบน้ำท่วมถึงลุ่มน้ำมูลมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 71,061 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 13.6 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งประเทศครอบคลุมพื้นที่ 10 จังหวัด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างและบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลาง ปริมาณน้ำไหลลงสู่แม่น้ำโขงเฉลี่ยประมาณ 26,655 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี เขื่อนที่สำคัญในลุ่มแม่น้ำมูล เขื่อนปากมูล อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี เขื่อน ราษีไศล อำเภอราษีไศล จังหวัดศรีสะเกษ และเขื่อนสิรินธร อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี ปัจจุบันมีการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้นลำน้ำมูลอีกหนึ่งเขื่อนคือเขื่อนหัวนา โดยตัวเขื่อนตั้งอยู่ที่บ้านกอก ตำบลหนองแก้ว อำเภอกันทรารมย์ จังหวัดศรีสะเกษ โครงการระบุว่า

การก่อสร้างจะแล้วเสร็จในปี 2548 และปัจจุบันเหลือเพียงการถมดินกั้นแม่น้ำมูลเพื่อเปลี่ยนเส้นทางของสายน้ำ การก่อสร้างเขื่อนหัวนาก็จะเสร็จ สมบูรณ์ ทำให้การสร้างเขื่อนกั้นแม่น้ำมูลทั้งหมด 5 เขื่อน ลำน้ำชี 5 เขื่อน และลำน้ำสาขาอื่นๆ 4 เขื่อน (มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2543)

เขื่อนปากมูล เป็นเขื่อนตั้งอยู่ที่อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี อยู่ห่างจากลำน้ำมูลและน้ำโขงไปทางตะวันตกประมาณ 5.5 กิโลเมตร ก่อสร้างโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยได้รับการสนับสนุนจากธนาคารโลก (World Bank) โดยมีค่าก่อสร้างทั้งสิ้น 240 ล้านดอลลาร์สหรัฐ สร้างเสร็จในปี พ.ศ. 2537 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2533) โครงการสร้างเขื่อนปากมูลถูกวิพากษ์วิจารณ์อย่างมากในด้านมีผลกระทบต่อการทำประมงในแม่น้ำมูล เนื่องจากตัวเขื่อนขวางการเดินทางของปลาในฤดูวางไข่ เพราะตั้งปิดประตูเขื่อน ปี 2550 มีมติให้รักษาระดับน้ำในแม่น้ำมูลไว้ที่ 106-108 ม.รทก. จึงต้องปิดประตูเขื่อน และชาวบ้านได้เข้ามาประท้วงกดดัน ครม.พิจารณาเปิดเขื่อนปากมูล ได้แก้ไขคือการเปิดประตูเขื่อน "สุดบาน" ปีละ 4 เดือนในฤดูปลาวางไข่ ทั้งนี้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยได้จ่ายเงินเป็นค่าเวนคืนมากกว่า 1,500 ล้านบาท รวมทั้งชดเชยค่าสูญเสียรายได้จากการประมงอีกกว่า 500 ล้านบาท ผลกระทบอีกอย่างหนึ่งของเขื่อนนี้ก็คือ เกิดน้ำท่วมในพื้นที่กว้าง 117 ตารางกิโลเมตร และทำให้ประชาชนประมาณ 3,000 ครอบครัวต้องอพยพ ทั้งนี้มีผู้ได้รับผลกระทบทั้งสิ้นประมาณ 25,000 คน (Tyson, 2001)

ทรัพยากรสัตว์น้ำในบริเวณแม่น้ำมูล เนื่องจากเป็นแม่น้ำสายหลักของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จึงมีนักวิจัยจำนวนมากให้ความสำคัญศึกษาวิจัยตั้งแต่ปี 2512 โดย อำนวย แท่นทอง และนิพนธ์ ศิริพันธ์ (2512) ชนิดปลาในแม่น้ำมูลบริเวณ จังหวัดอุบลราชธานี มี 115 ชนิด 23 ครอบครัว ปลาส่วนใหญ่อยู่ในครอบครัวปลามีเกล็ด และพบเครื่องมือทำการประมง 17 ชนิด ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และสันทนา ดวงสวัสดิ์ (2535) ทรัพยากรและสภาวะการประมง ในแม่น้ำมูลระหว่างเดือนธันวาคม 2533 – เดือนธันวาคม 2534 โดยทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูล 6 จุด ตั้งแต่บริเวณเขตต้นน้ำ จังหวัดนครราชสีมา ถึงบริเวณปากแม่น้ำเขต จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้อวนล้อมและกระแสไฟฟ้า พบพันธุ์ปลา 70 ชนิด 23 ครอบครัว โดยครอบครัวปลาตะเพียนพบมากที่สุด 29 ชนิด กำลังผลิตโดยใช้กระแสไฟฟ้า มีค่าระหว่าง 2.6 – 4.5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.58 กิโลกรัมต่อชั่วโมง กำลังการผลิตทางการประมงมีค่าระหว่าง 6.4 – 18.3 กิโลกรัมต่อไร่ และเฉลี่ยประมาณ 14.28 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์อุดมสมบูรณ์ปานกลาง เครื่องมือประมงที่นิยมใช้ได้แก่ อวนลากทับตลิ่ง ข่าย เบ็ดราว แห และลอบ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2543) ความหลากหลายทางนิเวศและระบบการเกษตรบริเวณเขื่อนปากมูล ในช่วงเดือน พ.ค. 2542-2543 พื้นที่

แก่งสะพือถึงพื้นที่หน้าเขื่อนปากมูลพบชนิดปลา 56 ชนิด 26 ครอบครัว และพบผลผลิตมวลรวมแต่ละสถานีมีความแตกต่างกัน แต่ระหว่างฤดูกาลไม่มีความแตกต่างกัน ทรัพยากรประมงและเศรษฐกิจสังคมในแม่น้ำมูลตอนล่าง พบปลา 59 ชนิด 16 ครอบครัว ผลผลิตทางการประมง 15 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนภาวะเศรษฐกิจสังคมส่วนใหญ่ชาวบ้านมีอาชีพทำนาและทำไร่เป็นหลัก และอาชีพประมงเป็นอาชีพรอง เครื่องมือทำการประมงที่นิยมใช้คือเครื่องมือข่าย สันทนา ดวงสวัสดิ์ และถวัลย์ ชูขจร (2534) สภาวะการประมงในแม่น้ำมูล ระหว่าง เดือนธันวาคม 2533 ถึง เดือนกรกฎาคม 2534 ตั้งแต่จังหวัดนครราชสีมาถึงจังหวัดอุบลราชธานี เก็บตัวอย่างโดยใช้กระแสไฟฟ้า และใช้อวนตาถี่ พบปลาทั้งหมด 68 ชนิด 22 ครอบครัว ครอบครัวที่พบมากที่สุดคือ ครอบครัว Cyprinidae โดยพบทั้งหมด 28 ชนิด ปริมาณปลาจากการสุ่มตัวอย่างด้วยกระแสไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 1.96-6.28 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เฉลี่ย 3.97 กิโลกรัมต่อชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ทำการประมงนิยมใช้มากคือ ข่าย อวนทับตลิ่ง เบ็ดราว แห และลอบ สุวีณา บานเย็น และคณะ (2536) การสำรวจลำน้ำพอง ชี และมูล ซึ่งประกอบด้วยลำน้ำพอง 2 จุด คือจุดเหนือบริเวณเกิดน้ำเสีย และใกล้บริเวณน้ำเสียใน จังหวัดขอนแก่น ลำน้ำชี 9 จุด คือตลอดลำน้ำที่เกิดน้ำเสียและลำน้ำสาขา ลำน้ำมูล 1 จุด คือบริเวณจุดพบกันของลำน้ำชีและลำน้ำมูล การสำรวจประชากรในลำน้ำพอง ชี มูล ทั้งหมด 12 จุด ในระหว่าง 27 เมษายน 2535 ถึง 4 พฤษภาคม 2535 โดยใช้อวนทับตลิ่ง พบปลา 43 ชนิด 15 ครอบครัว ครอบครัวปลาตะเพียนพบมากที่สุด สันทนา ดวงสวัสดิ์ และคณะ (2536) ชนิดและปริมาณปลาในบริเวณที่จะก่อสร้างเขื่อนปากมูล ในฤดูน้ำหลากเดือนกรกฎาคม 2535 และฤดูแล้งเดือนมีนาคม 2536 โดยใช้อวนล้อมและยาเบื่อ พบปลาทั้งสิ้น 19 ครอบครัว 51 ชนิด ปริมาณประชากรปลาอยู่ระหว่าง 3.35 – 8.47 กก.ต่อไร่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.72 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นตระกูล Carp ร้อยละ 31.19 กลุ่ม catfish ร้อยละ 9.78 กลุ่ม murrel ร้อยละ 19.88 และกลุ่มอื่นๆร้อยละ 39.14 ความสมดุลของประชากรปลาระหว่างปลากินพืชต่อปลากินเนื้อเท่ากับ 1.56 ค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ระหว่าง 2.32-3.77 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.16 แสดงว่าแหล่งน้ำมีคุณสมบัติเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตได้ดี อัตราการจับโดยกระแสไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.03 กิโลกรัมต่อชั่วโมง พบปลาทั้งสิ้น 16 ครอบครัว 45 ชนิด เครื่องมือที่ใช้ทำการประมงในแม่น้ำมูลที่นิยมใช้มากคือ ข่าย อวนลากทับตลิ่งที่พบทั่วไปคือ เบ็ดราว แห และมีการใช้ปืนฉมวก ลั่น และตุ้ม ชำนาญ แก้วมณี และปราณีต งามเสน่ห์ (2537) แม่น้ำมูลส่วนท้ายตั้งแต่อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ถึงปากแม่น้ำ อำเภอโขงเจียม ในเดือนสิงหาคม 2537 ถึง เดือนธันวาคม 2537 ซึ่งเป็นช่วงระหว่างการก่อสร้างเขื่อนปากมูล พบปลาทั้งหมด 71 ชนิด 24 ครอบครัว มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2542) พันธุ์ปลาบริเวณพื้นที่แก่งสะพือ ถึงหน้าเขื่อนปากมูล เดือนพฤษภาคม 2542-2543 พบพันธุ์ปลา 56 ชนิด 17 ครอบครัว และมีกำลังผลิตทางการประมงเฉลี่ย 0.87 กิโลกรัมต่อไร่ ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของปลามีค่า

ตั้งแต่ 1.54-3.07 และมีค่าเฉลี่ย 2.68 มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี (2545) รวบรวมตัวอย่างจากสถานีสำรวจทั้งสิ้น 25 สถานี เหนือเขื่อน 9 สถานี สถานีใต้เขื่อน 9 สถานี สถานีลำห้วยสาขา 7 สถานี พบ 44 วงศ์ 184 ชนิด

1.5.3 แม่น้ำก่ำ น้ำก่ำเป็นลุ่มน้ำสาขาหนึ่งของลุ่มน้ำโขง ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมือง อำเภอโคกศรีสุพรรณ อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร และ อำเภอวังยาง อำเภอนาแก อำเภอเรณูนคร อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม มีเนื้อที่ประมาณ 3,440 ตารางกิโลเมตร ไหลไปบรรจบกับแม่น้ำโขงที่อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนมลุ่มน้ำก่ำมีต้นกำเนิดจากเขตป่าสงวนแห่งชาติภูพาน จังหวัดสกลนครปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยต่อปี ประมาณ 1,400 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนใหญ่จะไหลลง แม่น้ำโขง หรือก่อให้เกิดอุทกภัยส่วนในฤดูแล้งเกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำเพื่อทำการเกษตร รวมทั้งน้ำอุปโภค-บริโภค (กรมชลประทาน, 2557)

กรมชลประทาน (2538) โครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร – นครพนมประกอบด้วยลุ่มน้ำก่ำมีลำน้ำสาขา ได้แก่ ลำน้ำบัง ลำน้ำห้วยแคน และลำน้ำพุง มีแหล่งน้ำต้นกำเนิดที่สำคัญคือหนองหาน ลำน้ำก่ำเริ่มจากหนองหาน อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้จนถึงแม่น้ำโขงที่ตำบลน้ำก่ำ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม รวมความยาวประมาณ 123 กิโลเมตร สภาพภูมิประเทศมีความลาดเทจากด้านทิศตะวันตกไปทางด้านทิศตะวันออก ความลาดเทจากหนองหานไปถึงบริเวณอำเภอนาแก มีค่าเท่ากับ 1:4,000 และความลาดเทจากอำเภอนาแกไปถึงปากน้ำก่ำที่จุดบรรจบแม่น้ำโขง มีค่าเท่ากับ 1:5,000 พื้นที่บริเวณสองฝั่งของลำน้ำส่วนใหญ่เป็นที่นามีหมู่บ้านตั้งกระจายอยู่บริเวณตามเนินตลอดลำน้ำ นอกจากนี้ยังมีหนองบึงธรรมชาติจำนวนมากช่วงปลายลำน้ำ มีสภาพเป็นที่ลุ่มน้ำท่วมถึงเป็นประจำในฤดูฝนจะเกิดปัญหาอุทกภัยส่วนในฤดูแล้งในลำน้ำจะมีปริมาณน้ำน้อยทำให้การนำน้ำขึ้นมาใช้ทำได้ยากจึงมักเกิดภาวะขาดแคลนน้ำเพื่อการเกษตร และอุปโภคบริโภคของราษฎร จึงมีโครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร–นครพนม เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2535 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ได้พระราชทานพระราชดำริให้พิจารณาวางโครงการและก่อสร้าง โครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร–นครพนม เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาความเดือดร้อนของราษฎรที่อาศัยอยู่ในบริเวณสองฝั่งลำน้ำก่ำเกี่ยวกับ เรื่องน้ำท่วมพื้นที่เพาะปลูกในช่วงฤดูฝนและขาดแคลนน้ำทำการเกษตรรวมทั้งอุปโภคบริโภคในฤดูแล้ง ต่อมาเมื่อวันที่ 22 มิถุนายน 2542 พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานพระราชดำริเพิ่มเติม ให้พิจารณาดำเนินการก่อสร้างประตูระบายน้ำเล็กๆ เก็บกักน้ำไว้ในลำน้ำเพื่อลดขนาดความสูงของประตูระบายน้ำลงมา และเจรจากับราษฎรที่ถูกน้ำท่วม หากเจรจาได้ก็ให้สร้างประตูระบายน้ำขนาดใหญ่ต่อไป พร้อมทั้งส่งเสริมให้ราษฎรสูบน้ำจากลำน้ำก่ำตอนล่างนำขึ้นไปใช้เอง แนวทางการดำเนินการ สำนักงาน กปร. ได้

ประสานกับกรมชลประทาน เพื่อพิจารณาวางโครงการและก่อสร้างโครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำ จังหวัดสกลนคร–นครพนม โดยมีองค์ประกอบสำคัญๆ ของโครงการประกอบด้วยก่อสร้างอาคารบังคับน้ำและพนังกั้นน้ำในลำน้ำก่ำ จำนวน 3 แห่ง

(1) การขุดลอกหนองบึงขนาดใหญ่ 20 แห่ง ขนาดเล็ก 116 แห่ง

(2) ก่อสร้างคลองดักน้ำ (Intercept drains) ในลำน้ำย่อยที่จะไหลลงลำน้ำก่ำ จำนวน 4 แห่ง

(3) ก่อสร้างประตูระบายน้ำเล็กๆ ตามความเหมาะสม เพื่อเก็บกักน้ำไว้ในลำน้ำก่ำตอนล่าง นอกจากนี้ยังได้ประสานกับกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พิจารณาวางโครงการและก่อสร้างสถานที่สูบน้ำ พร้อมระบบส่งน้ำ มีพื้นที่การเกษตร จำนวน 40,000 ไร่

1.5.3.1 ประตูระบายน้ำในลำน้ำก่ำจำนวน 4 แห่ง ประกอบด้วย

1) ประตูระบายน้ำบ้านหนองบึง ตำบลด่านม่วงคำ อำเภอโคกศรีสุพรรณ จ.สกลนคร เป็นประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กบานระบายโค้ง กว้าง 6 เมตร สูง 7.50 เมตร จำนวน 2 ช่อง ความจุในลำน้ำที่ระดับน้ำเก็บกัก 1.87 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่ระบบส่งน้ำจำนวน 18,800 ไร่ ก่อสร้างแล้วเสร็จในปี 2543

2) ประตูระบายน้ำบ้านนาขาม ตำบลวังยาง อำเภอวังยาง จังหวัดนครพนม เป็นประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กบานระบายโค้งกว้าง 6 เมตร สูง 7.50 เมตร จำนวน 3 ช่อง ความจุในลำน้ำระดับเก็บกัก 3.10 ล้านลูกบาศก์เมตร มีพื้นที่ส่งน้ำ 14,800 ไร่ สร้างแล้วเสร็จในปี 2540

3) ประตูระบายน้ำบ้านนาคู่ ตำบลนาแก อำเภอนาแก จังหวัดนครพนม เป็นประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็กบานระบายโค้งกว้าง 6 เมตร สูง 7.50 เมตร จำนวน 3 ช่อง ความจุในลำน้ำระดับเก็บกัก 8.75 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่ส่งน้ำ 42,900 ไร่ สร้างแล้วเสร็จในปี 2542

4) จุดสุดท้ายคือประตูระบายน้ำก่ำตอนล่าง บ้านโนนสังข์ ตำบลน้ำก่ำ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม คือประตูน้ำธรณีศนฤมิต ซึ่งเป็นประตูระบายน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก บานระบายตรง ขนาดความกว้าง 10 เมตร สูง 9 เมตร จำนวน 4 ช่อง พร้อมระบบสูบกลับสามารถเก็บกักน้ำได้ 16.4 ล้านลูกบาศก์เมตร พื้นที่ระบบส่งน้ำจำนวน 72,900 ไร่ สร้างแล้วเสร็จในปี 2552

1.5.3.2 ลักษณะบันไดปลาในลำน้ำและการจัดการบันไดปลาในปัจจุบัน

บันไดปลาที่มีในปัจจุบันทั้ง 4 แห่ง คือ บันไดปลาประตูน้ำสุรัสวดี บันไดปลาบ้านนาขาม และบันไดปลาบ้านนาคู่ เป็นแบบ pool type ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้กันอย่าง

กว้างขวางกว่าแบบอื่น ๆ ตัวบันไดปลาประกอบด้วยห้วงพักน้ำเรียงรายติดต่อกัน ที่พื้นรางมีท่อระบายน้ำเล็ก ๆ เชื่อต่อระหว่างแต่ละห้วงพักน้ำ บันไดขั้นสุดท้ายเป็นฝายน้ำล้น ด้านข้างของบันไดขั้นที่ 1-3 มีประตูระบายน้ำเข้าบันได ซึ่งเปิดใช้เมื่อระดับน้ำเริ่มลดลงหรือเหลือต่ำกว่าฝายน้ำล้น แต่ระดับน้ำเหนือประตูระบายน้ำยังคงสูงกว่าระดับที่อยู่ท้ายประตูระบายน้ำ (ชำนาญ พงษ์ศรี และคณะ, 2551) การจัดการเปิดปิดบันไดปลาในปัจจุบันนั้น ประตูน้ำสุรัสวดีได้รับการดูแลโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดสกลนคร กรมประมง ส่วนประตูน้ำบ้านนาขามและประตูน้ำบ้านนาคู่ได้รับการดูแลโดยชลประทานจังหวัดนครพนม กรมชลประทาน การจัดการโดยยึดถือระดับน้ำที่กักเก็บน้ำของแต่ละแห่ง ถ้ามีระดับน้ำสูงเกินกว่าระดับกักเก็บน้ำจึงมีการเปิดประตูระบายน้ำเพื่อป้องกันน้ำท่วม

ประตูน้ำสุรัสวดีมีการปล่อยน้ำเพื่อให้ปลาเดินทางผ่านบันไดปลาจนถึงช่วงที่ต้องปิดประตูระบายน้ำในช่วงปลายตุลาคมของทุกปี หลังจากเดือนตุลาคมระดับน้ำในลำน้ำก่ำจะลดระดับลงอย่างมาก ส่วนประตูน้ำบ้านนาขามและบ้านนาคู่มีการจัดการบันไดปลายังมีประสิทธิภาพน้อย เนื่องจากเจ้าหน้าที่ยังขาดความรู้ความเข้าใจในด้านการบริหารจัดการบันไดปลาโดยให้ความสำคัญเฉพาะการกักเก็บน้ำ อีกทั้งยังประสบปัญหาชาวบ้านเข้ามาทำประมงในบริเวณบันไดปลาและท้ายบันได ซึ่งเป็นเพราะว่าที่บริเวณประตูน้ำทั้ง 2 แห่ง ยังไม่ได้ประกาศเขตให้เป็นที่รักษาพืชพันธุ์ และขาดการประชาสัมพันธ์ ทำให้ชาวบ้านขาดความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ทรัพยากรประมง (ชำนาญ พงษ์ศรี และคณะ, 2551)

1.5.3.3 ความชุกชุมและความหลากหลายของพันธุ์ปลา

ธเรศ ศรีสถิตย์ (2524) ศึกษาบันไดปลาในลำน้ำก่ำที่หนองหาน จังหวัดสกลนคร ในช่วงปี 2524 พบมีพันธุ์ปลาสามารถเดินทางผ่านบันไดปลาทั้งหมด 24 ชนิด ได้แก่ ปลากระสูบขีด ปลากระสูบจุด ปลาไส้ตันตาแดง ปลาสร้อยขาว ปลาแก้มช้ำ ปลาตะเพียนทราย ปลาร่องไม้ตับ ปลาสร้อยนกเขา ปลาหน้าหมอง ปลาซ่า ปลาเล็บมือนาง ปลารากกล้วย ปลาชะโอน ปลากดเหลือง ปลาหมอ ปลาแป้นแก้ว ปลาหลด ปลากระทิง ปลาซิวอ้าว ปลากระทุงเหว ปลาหมอช้างเหยียบ ปลาแขยง ปลาหมู และปลาปึกแดง และพบพันธุ์ปลาในบริเวณปากน้ำก่ำ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม จำนวน 23 ชนิด ได้แก่ ปลาแปบควาย ปลากระสูบจุด ปลาตะกาก ปลายี่สก ปลากะแด้ง ปลาพอน ปลาสร้อยขาว ปลาตะเพียนทราย ปลาแก้มช้ำ ปลาเลียนไฟ ปลาสร้อยนกเขา ปลากา ปลาหมากผาง ปลาสลาด ปลาหมูมัน ปลาหมูลาย ปลาขบ ปลากดเหลือง ปลาสังกะวาด ปลาเสือพ่นน้ำ ปลาลิ้นหมา ปลาปึกไก่ และปลาปากเปลี่ยน และต่อมาปี 2538 ได้มีการสำรวจพันธุ์ปลาในลำน้ำก่ำที่จุดสำรวจบ้านค่านม่วงคำ ด้านใต้ของประตูระบายน้ำสุรัสวดี พบพันธุ์ปลาทั้งหมด 12 ชนิด ได้แก่ ปลาซิว ปลาสร้อยขาว ปลาสร้อย ปลากระสูบจุด ปลาหมอ ปลากระดี่หม้อ ปลาช่อน

ปลาสลาด ปลาหมอช้างเหยียบ ปลาหลด ปลาแขยงใบข้าว และปลาปักเป้า สุมนา สุธีมีชัยกุล และคณะ (2543) การแพร่กระจายของประชาคมปลาและพลวัตประชากรปลาชนิดที่พบมากในหนองหารในปี 2543 พบชนิดพันธุ์ปลารวม 47 ชนิด 17 ครอบครัว และในปี 2542-2543 การศึกษานิเวศวิทยาประชากรปลาในหนองหารพบชนิดพันธุ์ปลารวม 56 ชนิด 21 ครอบครัว (สันทนา ดวงสวัสดิ์ และคณะ, 2546) ในส่วนการศึกษาผลกระทบต่อทรัพยากรและระบบนิเวศในการสร้างประตูระบายน้ำ มีรายงานว่ามีผลให้ระบบนิเวศของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงจากระบบนิเวศแบบน้ำไหลเป็นระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง ประชาคมสิ่งมีชีวิตจะเปลี่ยนไปเป็นประชาคมแหล่งน้ำนิ่ง เช่น พบจำนวนแพลงก์ตอนพืชมากขึ้น สัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มหอยสองฝา กลุ่มไส้เดือนน้ำ และกลุ่มตัวอ่อนแมลงมากขึ้น ส่วนประชากรปลาที่เป็นพันธุ์ปลาน้ำไหล (riverine) จะเปลี่ยนเป็นพันธุ์ปลาน้ำนิ่ง (lacrustine species) เช่น ปลาช่อน ปลาหมอ ปลาหมอช้างเหยียบจะเพิ่มมากขึ้น ปลากด ปลาตะโกก จะมีจำนวนลดน้อยลง และก่อนที่จะเริ่มโครงการมีการสำรวจประชากรปลาในลุ่มน้ำก่ำพบทั้งหมด 42 ชนิด ส่วนมากจะเป็นปลาในกลุ่มปลาตะเพียน ผลผลิตต่อพื้นที่อยู่ระหว่าง 6.3-11.28 กิโลกรัม

1.6 วัตถุประสงค์การศึกษา

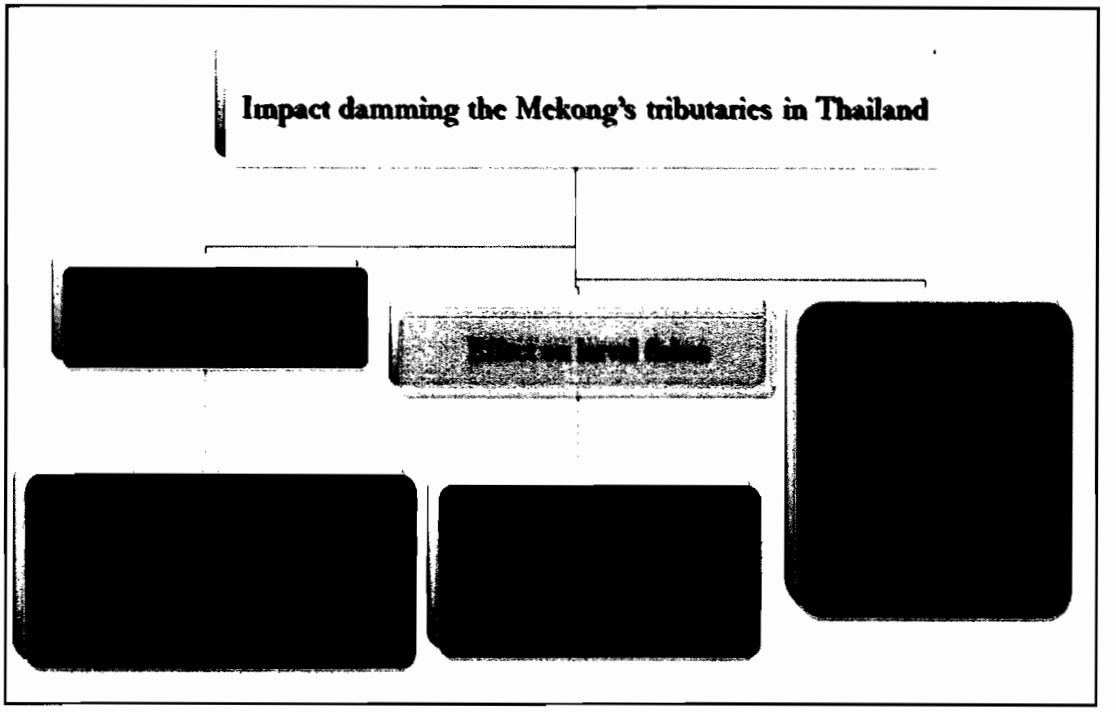
เพื่อศึกษาผลกระทบต่อความหลากหลายของทรัพยากรปลาเนื่องจากการก่อสร้างเขื่อนและฝายทดน้ำขนาดใหญ่ ในบริเวณแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงในประเทศไทย โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแม่น้ำสาขา 3 สาย ที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันได้แก่ แม่น้ำสงครามที่ยังมีความสมบูรณ์ไม่มีการสร้างสิ่งกีดขวางลำน้ำในจังหวัดนครพนม แม่น้ำมูลตอนล่างในจังหวัดอุบลราชธานี เป็นพื้นที่มีการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้นทางน้ำขนาดใหญ่ (large dam) และมีการเปิดประตูระบายน้ำในช่วงฤดูฝน และแม่น้ำก่ำซึ่งในแม่น้ำก่ำมีการสร้างฝายทดน้ำ (low-head dam) ตลอดลำน้ำตอนล่าง ผลการศึกษาจะประยุกต์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและแม่แบบในการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรประมงให้เหมาะสม และเกิดความยั่งยืนในการใช้ทรัพยากรปลาในบริเวณลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

1.7 วัตถุประสงค์ย่อย

1.7.1 ศึกษาชนิด ความชุกชุม โครงสร้างของประชาคมปลาเต็มวัย (adult fish) ในพื้นที่แม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง

1.7.2 ศึกษาความหลากหลาย การแพร่กระจายของลูกปลาวัยอ่อน (fish larvae) และผลกระทบของเขื่อนต่อการรวมกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อน ในบริเวณแม่น้ำสาขาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

1.7.3 ศึกษาการบรรเทาผลกระทบจากการสร้างเขื่อนต่อชนิด ความชุกชุม และกลุ่มของปลา (fish guilds) ด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบก่อน-หลังของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบ (before-after control-impact quasi-experimental sampling) ในบริเวณแม่น้ำสาขาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง



ภาพที่ 1.6 ขอบเขตการศึกษาวิจัยเปรียบเทียบผลกระทบของเขื่อนในแม่น้ำโขงตอนล่าง ประกอบด้วยแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.8.1 เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาด้านผลกระทบของชนิด ความชุกชุม โครงสร้างของประชาคมปลา ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากการสร้างเขื่อนหรือฝายทดน้ำขนาดใหญ่ในอนาคต

1.8.2 เป็นการหาวิธีการในการศึกษาวิจัย และการหารูปแบบในการวิเคราะห์ข้อมูลผลกระทบของเขื่อนต่อทรัพยากรสัตว์น้ำรูปแบบใหม่ๆ

1.8.3 ข้อมูลที่ได้นำมากำหนดวิธีการ รูปแบบในการบริหารจัดการพื้นที่น้ำท่วม (flood planed) และแม่น้ำที่มีการสร้างเขื่อนหรือฝายทดน้ำขนาดใหญ่ขวางกั้น เพื่อหารูปแบบอย่างน้อย 1 รูปแบบในการจัดการและบริหารทรัพยากรสัตว์น้ำที่มีการอพยพย้ายถิ่น

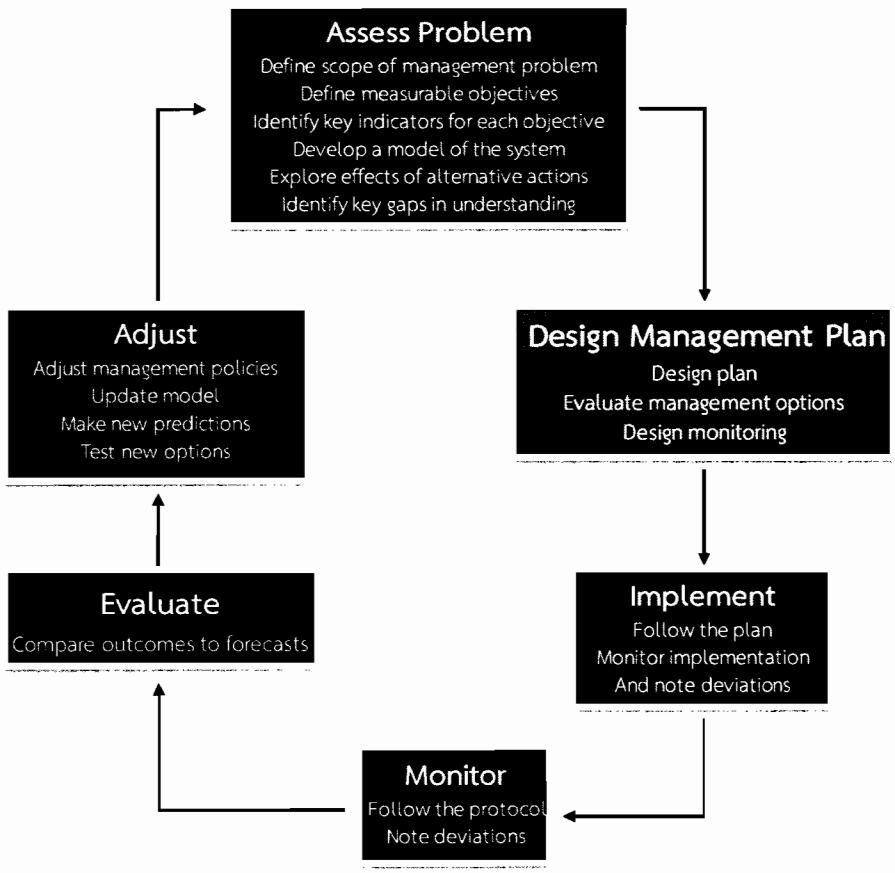
1.8.4 เป็นข้อมูลศึกษาผลของการจัดการหรือรูปแบบในการบรรเทาผลกระทบของการก่อสร้างเขื่อนกั้นน้ำที่มีในประเทศไทย อาทิ การเปิดประตูเขื่อนปากมูลทุกๆ 4 เดือนในรอบปี

จากข้อมูลผลการวิจัยที่ได้ทั้งหมดนำเสนอต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่นำไปใช้ประโยชน์ อาทิกรมชลประทาน กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2
ผลกระทบของเขื่อนต่อความหลากหลายของปลาเต็มวัยและกลุ่มปลาอพยพย้ายถิ่นในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำสาขาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

2.1 ความสำคัญของการศึกษา

สัตว์น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สามารถสร้างใหม่ทดแทนได้ ถ้ามีการใช้ทรัพยากรอย่างฉลาด และเก็บเกี่ยวผลผลิตโดยไม่เกินกำลังการผลิตธรรมชาติที่สร้างขึ้นทดแทน ซึ่งแต่ละแหล่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และโดยธรรมชาติของทรัพยากรเอง การศึกษาติดตามชนิด และแหล่งแพร่กระจายของสัตว์น้ำ ทำให้ทราบหรือรู้สถานภาพของทรัพยากรสัตว์น้ำในแต่ละช่วงเวลาต่างๆ จะเป็นประโยชน์ในการกำหนดรูปแบบและการใช้ประโยชน์ เพื่อกำหนดมาตรการอนุรักษ์และการฟื้นฟูทรัพยากรได้อย่างถูกต้อง



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวความคิดในการศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อทรัพยากรประมง (Gerd, 2001)

Kolding and van Zwieten (2006) ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศจากแหล่งน้ำไหลเป็นน้ำนิ่ง เช่น การสร้างเขื่อนและอ่างเก็บน้ำ จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศใน 3 ระดับได้แก่ (1) ผลกระทบทางลักษณะต่อทางกายภาพของแหล่งน้ำ คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของแหล่งน้ำ และคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ (2) การเปลี่ยนแปลงผลผลิตปฐมภูมิ และอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำในระบบนิเวศ และ (3) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชาคมสัตว์น้ำอันเกิดจากสาเหตุที่ (1) และ (2) การสร้างเขื่อนหรือฝายทดน้ำขนาดใหญ่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะทรัพยากรสัตว์น้ำได้รับผลกระทบโดยตรงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศที่อยู่อาศัยอย่างรวดเร็วจากระบบน้ำไหลเป็นระบบน้ำนิ่งทำให้สัตว์น้ำบางชนิดต้องตายลงส่งผลต่อความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity) ลดน้อยลง อาทิ ชนิดและขนาดของสัตว์น้ำที่มีการอพยพย้ายถิ่น (species migration) พื้นที่ในการหาอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน (nursery ground) และพื้นที่ในการผสมพันธุ์วางไข่ (spawning ground) ลดน้อย และเปลี่ยนแปลงไป เป็นกรณีศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบภายหลังการก่อสร้างโครงการเขื่อนหรือฝายทดน้ำขนาดใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณลุ่มน้ำโขงตอนล่างที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยอันชุกชุมของสัตว์น้ำเมื่อเทียบกับบริเวณอื่นๆ และเป็นแหล่งวางไข่และเลี้ยงตัวอ่อนที่สำคัญของปลาในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงในประเทศไทย

2.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของการศึกษาในบทนี้ เพื่อศึกษาชนิดความหลากหลาย และติดตามการเปลี่ยนแปลงประชาคมสัตว์น้ำเปรียบเทียบในแม่น้ำสาขา 3 สายที่มีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกันได้แก่ แม่น้ำมูลตอนล่างในจังหวัดอุบลราชธานี ที่มีการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้นทางน้ำขนาดใหญ่ (large dam) และมีการเปิดประตูระบายน้ำในช่วงฤดูฝนเป็นเวลา 4 เดือนของทุกปี แม่น้ำสงคราม ซึ่งเป็นแม่น้ำที่มีความสมบูรณ์ไม่มีเขื่อนขวางกั้นแม่น้ำ และแม่น้ำก่ำมีการสร้างฝายทดน้ำ (low-head dam) ตลอดลำน้ำ ผลการศึกษาสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐาน และแม่แบบในการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรประมงให้เหมาะสมแต่ละพื้นที่และเกิดความความยั่งยืนในการใช้ทรัพยากรปลาในบริเวณลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

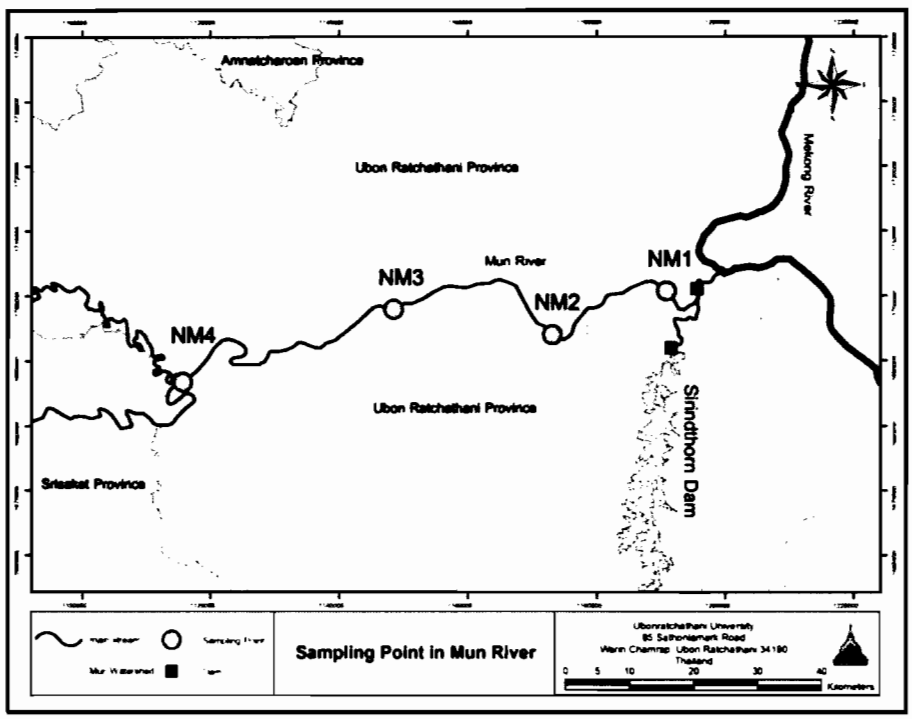
2.3 สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง

วางแผนการวิจัยแบบ spatial and temporal random design โดยกำหนดจุดสำรวจในแม่น้ำสาขาแม่น้ำโขงตอนล่าง 3 แม่น้ำ เป็นตัวแทนการศึกษา และแบ่งจุดสำรวจตามลักษณะสภาพพื้นที่และนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ ดังนี้คือ

2.3.1 แม่น้ำมูล (Mun river; NM) เป็นพื้นที่ตัวแทนการศึกษาที่มีการก่อสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ (large dam) ขวางกั้นแม่น้ำประกอบด้วยจุดสำรวจจำนวน 5 จุดสำรวจ ดังแสดงพิกัดในตารางที่ 2.1 และภาพที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจ และพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำมูลตอนล่าง

จุดสำรวจ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1. บ้านตุงลุง	ตำบลโขงเจียม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี	N 151736.3 E 1052521.8
2. บ้านค้อใต้	อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี	N 151411.3 E 1051520.8
3. บ้านบุ่งมะแลง	ตำบลบุ่งมะแลง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี	N 151622.4 E 1050143.6
4. บ้านวังยาง	ตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี	N 151057.7 E 1044250.9

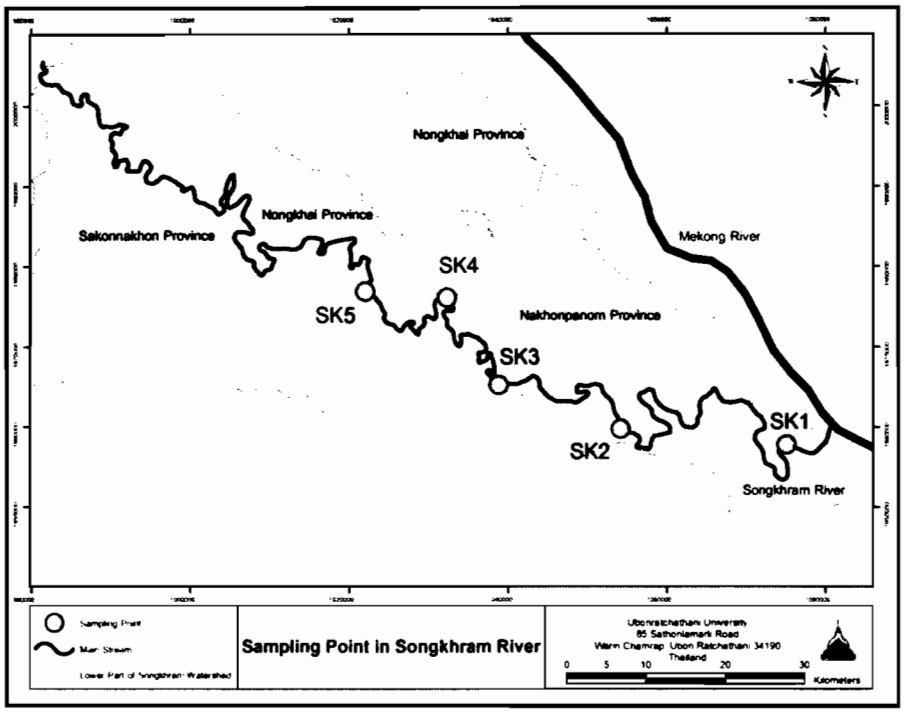


ภาพที่ 2.2 แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำมูลตอนล่าง (NM1-NM4 คือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 4) ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

2.3.2 แม่น้ำสงคราม (Songkhram river; SK) เป็นพื้นที่ตัวแทนแม่น้ำที่มีความสมบูรณ์ยังไม่มีการก่อสร้างเขื่อนจำนวน 5 จุดสำรวจ ดังแสดงพิกัดในตารางที่ 2.2 และภาพที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจ และพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำสงคราม

จุดสำรวจ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1. บ้านวังโพธิ์ต่อกับแม่น้ำโขง	ตำบลไชยบุรี อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม	N 173830.6 E 1042450.9
2. บ้านท่าบ่อ	ตำบลท่าบ่อ อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม	N 173922.1 E 1041303.4
3. บ้านข่า	ตำบลปากยาม อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม	N 174233.2 E 1040433.9
4. บ้านท่าพันโฮง	ตำบลนาทม อำเภอนาทม จังหวัดนครพนม	N 174836.1 E 1040104.2
5. บ้านดอนแดง	ตำบลท่าก้อน อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร	N 174903.8 E 1035508.2

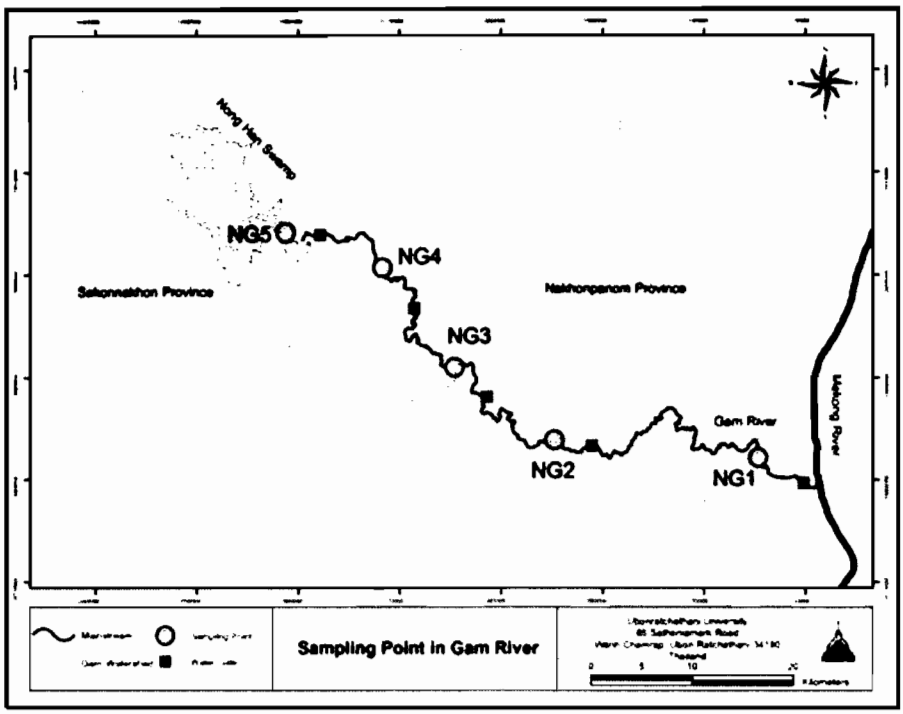


ภาพที่ 2.3 แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำสงคราม (SK1-SK5 คือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 5) ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

2.3.3 แม่น้ำก่ำ (Gam River; NG) พื้นที่ตัวแทนการศึกษาที่มีการก่อสร้างเขื่อนขนาดเล็กหรือฝายขนาดเล็ก (low-head dam) ขวางกั้นตลอดแม่น้ำจำนวน 5 จุดสำรวจ ดังแสดงพิกัดในตารางที่ 2.3 และภาพที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจ และพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำก่ำ

จุดสำรวจ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1. เหนือประตูน้ำธรณีศนฤมิต	ตำบลน้ำก่ำ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม	N 165523.5 E 1044300.5
2. เหนือประตูน้ำบ้านนาคู่	ตำบลนาคู่ อำเภอนาแก จังหวัดสกลนคร	N 165739.5 E 1043140.3
3. เหนือประตูน้ำบ้านนาขาม	ตำบลวังยาง อำเภอวังยาง จังหวัดนครพนม	N 170008.2 E 1042534.7
4. เหนือประตูน้ำบ้านม่วงคำ	ตำบลม่วงไข่ อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร	N 170453.0 E 1042140.5
5. เหนือประตูน้ำสุรัสวดี บริเวณหนองหาร	ตำบลนาตงวัฒนา อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร	N 170913.2 E 1041657.3



ภาพที่ 2.4 แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำก่ำ (NG1-NG5 คือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 5) ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

รวมจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 14 จุดสำรวจ โดยทำการสำรวจทุกๆ สองเดือนรวม 6 ครั้ง ในรอบปีระหว่างเดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม เดือนธันวาคม 2552 และเดือนกุมภาพันธ์ เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน 2553

ตารางที่ 2.4 ลักษณะทางกายภาพ ระดับน้ำและสภาพนิเวศของจุดสำรวจในฤดูกาลต่างๆ (Wudneh, 1998)

ฤดูกาล	เดือน	สภาพนิเวศน์ของจุดสำรวจ
1. ฤดูแล้ง	ธันวาคม–กุมภาพันธ์	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บลดลงต่ำสุดและอุณหภูมิของน้ำต่ำ สัตว์น้ำมีกิจกรรมค่อนข้างน้อย
2. ฤดูปรับเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝน	มีนาคม–พฤษภาคม	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บลดลงต่ำแต่เริ่มมีฝนตกลงมาและอุณภูมิของน้ำสูงสัตว์น้ำค่อนข้างเครียด
3. ฤดูฝน	มิถุนายน–สิงหาคม	เป็นช่วงมีฝนหนาแน่น ระดับน้ำขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว และน้ำมีความขุ่นสูง
4. ฤดูปรับเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้ง	กันยายน–พฤศจิกายน	เป็นช่วงสิ้นสุดฤดูฝน ระดับน้ำมีปริมาณขึ้นสูง

2.4 อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

2.4.1 อุปกรณ์

2.4.1.1 เรือยางขนาด 2.6 เมตร พร้อมเครื่องยนต์ขนาด 25 แรงม้า เพื่อการสำรวจและเก็บตัวอย่าง

2.4.1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (Honda EM 650, DC 220 V)

2.4.1.3 อวนทับตลิ่งขนาดช่องตา 0.5 เซนติเมตร ยาว 50 เมตร

2.4.1.4 ชุดเครื่องมือผ่าตัด

2.4.1.5 ไม้วัดความยาว เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 1 ตำแหน่ง

2.4.1.6 กล้องถ่ายรูป

2.4.1.7 ถาดอลูมิเนียมและภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างปลา

2.4.1.8 ตารางและแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล (data sheet)

2.4.1.9 ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง

2.4.1.10 น้ำยาฟอร์มาลิน 10 %

2.4.1.11 น้ำยาแอลกอฮอล์ 95 %

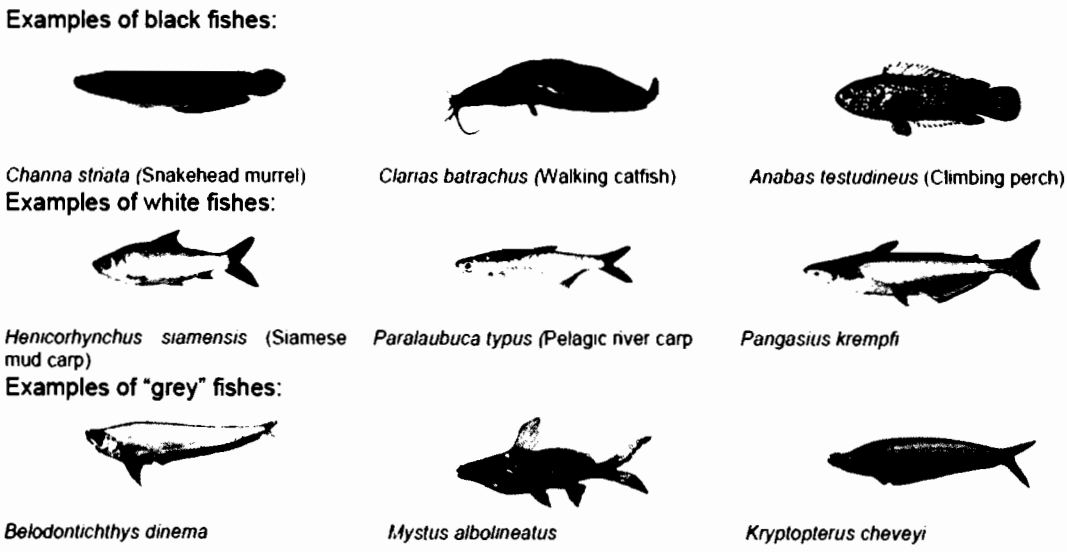
2.4.2 วิธีการศึกษา

การศึกษาชนิด และความหลากของชนิดปลา (species richness) การแพร่กระจาย (fish abundance) และโครงสร้าง (fish structure) ของประชากรปลา ในแม่น้ำสาขาแม่น้ำโขงตอนล่าง 3 แม่น้ำ ที่เป็นตัวแทนการศึกษาตามลักษณะสภาพพื้นที่และนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ โดยรวบรวมตัวอย่างปลาประกอบด้วย 2 เครื่องมือสำรวจ คือเครื่องมือกระแสไฟฟ้า โดยมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (Honda EM 650, DC 220 V) จุดสำรวจละ 2 ซ้ำๆ ละ 20 นาที และเครื่องมืออวนลากทับตลิ่ง ขนาดความกว้าง 6 เมตร ความยาว 20 เมตร ขนาดช่องตา 1 เซนติเมตร ลากสำรวจตั้งแต่บริเวณกลางแม่น้ำจนถึงแนวริมฝั่ง จุดสำรวจละ 2 ซ้ำ นำตัวอย่างปลาที่ได้ไปจำแนกชนิด หลังจำแนกชนิดเรียบร้อยแล้ว นำตัวอย่างปลามาทำการชั่งน้ำหนัก (weight; W) ที่ระดับความละเอียด 0.1 กรัม และวัดความยาว (total length; TL) ที่ระดับความละเอียด 0.1 เซนติเมตร และตัวอย่างพันธุ์ปลาทั้งหมดจากภาคสนามจะเก็บรักษาในน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 10 % เพื่อนำไปวิเคราะห์และจำแนกทางอนุกรมวิธานอีกครั้ง ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างชนิดของประชากรปลาที่สำรวจพบระหว่างจุดสำรวจ และเดือนที่สำรวจ ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษามาคำนวณตามวิธีการและสูตรต่างๆ ดังนี้

2.5.1 จำแนกชนิดและกลุ่มของปลา ตามคู่มือของ Rainboth (1996); Kottelat (2001) และ (Fishbase, 2009) นับจำนวนตัว เพื่อหาความชุกชุมแต่ละชนิดพันธุ์ปลา จากนั้นทำการคัดแยกกลุ่มปลา (fish guilds) ตามลักษณะพฤติกรรมในการอพยพย้ายถิ่น (migratory behavior) ประกอบด้วย 3 กลุ่ม



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างของปลาในกลุ่ม (fish guilds) ตามลักษณะพฤติกรรมในการอพยพย้ายถิ่น (migratory behavior) (Poulsen, 2002)

1) กลุ่มปลาดำ (black fish; BF) กลุ่มที่ไม่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ แต่อาจมีการย้ายถิ่นในรอบวันเพื่อการหาอาหาร แต่ก็มีระยะทางไม่ไกลอาจเคลื่อนที่ระหว่างพื้นที่อาศัยคือ หนองน้ำ บึง กับแม่น้ำที่อยู่ติดกับหนองบึงนั้น

2) กลุ่มปลาขาว (white fish; WF) กลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ เป็นระยะทางไกลอาจเป็นระยะทางหลายร้อยกิโลเมตร ระหว่างแม่น้ำสาขาหนึ่งสู่อีกแม่น้ำสาขาหนึ่ง และเป็นการอพยพตามฤดูกาลเพียงแค่ครั้งเดียวในรอบปี

3) กลุ่มปลาเทา (grey fish; GF) กลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่หรือเพื่อหาอาหาร แต่มีระยะทางไม่ไกลมากอาจเป็นระยะทางระหว่างแม่น้ำกับปากแม่น้ำ และเป็นการอพยพตามฤดูกาลเพียงแค่ครั้งเดียวในรอบปีเช่นกัน

2.5.2 การเปรียบเทียบความยาวตัวปลา (body length) ของชนิดที่มีจำนวนตัวจากการสำรวจมากกว่า 30 ตัวขึ้นไปของแต่ละแม่น้ำ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance: ANOVA) ของความยาว (total length) เพื่อเปรียบเทียบความสมบูรณ์ของตัวสัตว์น้ำ กับสถานที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน ขนาดความยาวของตัวสัตว์น้ำจะเป็นค่าที่บอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของอาหาร (feeding ground) ในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน อาทิ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาพที่อาศัยจากพื้นที่ที่เป็นน้ำไหลเปลี่ยนแปลงเป็นระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง ส่งผลสายใยอาหาร (food web) ของสัตว์น้ำในแต่ละฤดูกาลหรือเดือนต่างๆที่มีระดับที่ต่ำลงในพื้นที่มีการขวางกั้นลำน้ำเช่น การสร้างเขื่อน

ขวางกั้น และทดสอบ (*posteriori test*) ภายหลังกรณีที่ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.5.3 ค่าดัชนีบ่งชี้สภาพความเหมาะสมของการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) ค่าดัชนีความหลากหลายหรือค่าดัชนีความแตกต่างของชนิดพันธุ์ คำนวณตามวิธีหรือตามสูตรของ Shannon-Weiner Diversity Index (Washington, 1984; Ludwig and Reynolds, 1988; Clarke and Warwick, 1994) ซึ่งเป็นสูตรที่นิยมอย่างแพร่หลายทางด้านนิเวศวิทยาและชีววิทยา ค่าดัชนีที่ใช้ประกอบการพิจารณาความหลากหลายของประชาคมปลา และคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำทั้งภายในแต่ละจุดสำรวจและโดยภาพรวมของแหล่งน้ำ ซึ่งมีสูตร ดังนี้

$$H = -(pi \log_2 pi)$$

โดยที่ H = ดัชนีความหลากหลาย

pi = สัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดที่ i ต่อจำนวนทั้งหมดในตัวอย่าง

และทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน(analysis of variance: ANOVA) ของจำนวนชนิด (species richness) ความหนาแน่นโดยจำนวนตัว (density) และค่าดัชนีความหลากหลาย (diversity index) เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรปลาต่อฤดูกาลหรือเดือนที่เก็บตัวอย่าง ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษา และทดสอบ (*posteriori test*) ภายหลังกรณีที่ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

2.5.4 The Abundance-Biomass Comparison (ABC) (Warwick, 1986) เป็นการเปรียบเทียบการกระจายของประชาคมสิ่งมีชีวิต การคำนวณจากค่าความชุกชุมของแต่ละชนิด species abundance เปรียบเทียบกับน้ำหนักรวม species biomass ของสัตว์น้ำแต่ละชนิด โดยการเปรียบเทียบลักษณะเส้นกราฟที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างกราฟความชุกชุมของแต่ละชนิด species abundance กับกราฟ species biomass ของชนิดสัตว์น้ำที่พบในองค์ประกอบของชนิด และคำนวณค่า W statistic แสดงถึงขนาดของปลาที่พบในโครงสร้างของประชาคมสิ่งมีชีวิตในแต่ละจุดสำรวจหรือช่วงเวลาที่สำรวจ ซึ่งสูตร W statistic มีดังนี้

$$W = \frac{\sum_{i=1}^{S}(B_i - A_i)}{50(S-1)}$$

โดยที่ A_i และ B_i = ค่าร้อยละสะสมของปริมาณจำนวนสิ่งชีวิตชนิดนั้นและปริมาณน้ำหนักของแต่ละชนิด

i = ชนิดที่ i ของสัตว์น้ำ

S = จำนวนชนิดของสัตว์น้ำ

ค่า W statistic มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง -1 ถึง +1 โดยถ้าค่า W statistic เป็นบวก แสดงถึงเส้นกราฟ biomass อยู่เหนือเส้นกราฟ abundance และถ้าค่า W statistic ติดลบ แสดงถึงเส้นกราฟ Abundance อยู่เหนือเส้นกราฟ Biomass (Casatti et al., 2006) การวิเคราะห์ The abundance-biomass comparison (ABC) โดยใช้โปรแกรม R Program จากแพ็กเกจ (package) "forams" (R Development Core Team, 2012)

2.5.5 การวิเคราะห์การจัดกลุ่มของประชาคมปลา cluster analysis เป็นวิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis) โดยจำแนกและแสดงลักษณะการจัดกลุ่มความหลากหลายและความชุกชุมของประชาคมปลาที่สุ่มตัวอย่าง ซึ่งคำนวณจากสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึง และการเปรียบเทียบค่าดัชนีความคล้ายคลึงแบบ Bray-Curtis similarity index ของข้อมูลจำนวนตัวปลาที่พบในแต่ละแม่น้ำและเดือนที่สุ่มตัวอย่าง ก่อนการคำนวณในการวิเคราะห์กลุ่มมีการแปลงข้อมูลเป็น log-transformed เพื่อทำให้ข้อมูลมีการกระจายที่เท่าเทียมกัน ผลการวิเคราะห์ของวิธี cluster analysis ได้นำเสนอโดยภาพ dendrogram หรือ tree diagram ซึ่งมีระดับการจัดกลุ่มแบบ hierarchical clustering ด้วยค่าดัชนีความคล้ายคลึงของ bray-Curtis similarity และทำการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มของประชาคมปลา เพื่อหาความถูกต้องของการจัดกลุ่มที่วิเคราะห์ว่ามีความแตกต่างกันจริงเพียงใด โดยวิเคราะห์ Analysis of Similarities (ANOSIM) โดยใช้โปรแกรม R จาก"library (vegan)" (R Development Core Team, 2012) ซึ่งสูตร analysis of similarities (ANOSIM) มีดังนี้

$$x = \frac{rb - rw}{\frac{1}{4}[n(n-1)]}$$

rb = ค่าเฉลี่ยตำแหน่งของความคล้ายคลึงระหว่างกลุ่ม

rw = ค่าเฉลี่ยตำแหน่งของความคล้ายคลึงภายในกลุ่ม

n = จำนวน cluster ทั้งหมด

2.5.6 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonical Correlation Analysis; CCA) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรพหุคูณวิธีหนึ่ง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรอิสระและชุดของตัวแปรตาม ซึ่งพัฒนามาจากการวิเคราะห์แบบถดถอยพหุคูณ (multiple regression analysis) การวิเคราะห์จะไม่มีการแบ่งแยกตัวแปรออกเป็นตัวแปรอิสระและตัวแปรตามในลักษณะเป็นรายตัว แต่เป็นการแบ่งตัวแปรทั้งหมดในข้อมูลชุดเดียวกันออกเป็น 2 ชุด คือชุดของตัวแปร

อิสระหรือตัวแปรทำนาย และชุดของตัวแปรตามหรือตัวแปรเกณฑ์จำนวนของตัวแปรแต่ละชุดไม่จำเป็นต้องเท่ากัน ดังนั้นแต่ละชุดของตัวแปรดังกล่าวจึงมีลักษณะเป็นตัวแปรประกอบ ซึ่งหมายถึง การรวมกันของตัวแปรหลายตัว เพื่อศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรก็พิจารณาไปด้วยกันทั้งกลุ่มในลักษณะของตัวแปรหลายตัวไม่ใช่ลักษณะรายคู่ ในที่นี้การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (CCA) ระหว่างกลุ่มปลา (fish guilds) ได้แก่ ปลาขาว (white fish) ปลาเทา (grey fish) และปลาดำ (black fish) ซึ่งแบ่งตามลักษณะพฤติกรรมของการอพยพย้ายถิ่นของปลาจากสามแม่น้ำที่ศึกษากับช่วงเวลาการอพยพ (Hortle, 2009; Valbo-Jørgensen et al., 2009) การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (canonical correlation analysis; CCA) โดยโปรแกรม *R* program แพ็กเกจ (package) "ade4"(R Development Core Team, 2012)

2.6 ผลการศึกษา

2.6.1 ความหลากหลายของพันธุ์สัตว์น้ำ

การศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำจากแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง ประกอบด้วยแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากทั้งหมด 14 สถานีเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 ด้วยเครื่องมือสำรวจสองชนิดได้แก่ เครื่องมืออวนทับตลิ่ง และกระแสไฟฟ้า พบว่า จำนวนปลาที่สำรวจทั้งหมด 36,388 ตัว (คิดเป็นน้ำหนักรวม 1,144 กิโลกรัม) 124 ชนิด 71 สกุล (Genera) จาก 25 วงศ์ (Family) รายละเอียดชนิดทั้งหมดแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ชนิด และจำนวนสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	ชื่อย่อ	แม่น้ำ			จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก±Sd. (กก.)	อ้างอิง
				NM	SK	NG			
	Family Notopteridae								
1	*Chitala blanci* (d'Aubenton, 1965)	WF	Chbl	+	-	-	1	0.01±0.0003	A,B
2	*Chitala ornata* (Gray, 1831)	WF	Chor	+	+	+	18	7.75±3.44	D
3	*Notopterus notopterus* (Pallas,1780)	WF	Nono	+	+	+	340	31.91±16.34	D
	Family Clupeidae								
4	*Clupeichthys aesarnensis* Wongratana,1983	GF	Clae	+	+	+	611	0.51±0.25	D
5	*Tenualosa thibaudeaui* (Durand,1940)	WF	Teth	+	+	-	14	0.54±0.31	A,B

ตารางที่ 2.5 ชนิด และจำนวนสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	ชื่อย่อ	แม่น้ำ			จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก±Sd. (กก.)	อ้างอิง
				NM	SK	NG			
	Family Engraulidae								
6	*Setipinna melanochir* (Bleeker,1849)	WF	Seme	-	+	-	16	0.21±0.12	D
	Family Cyprinidae								
7	*Paralaubuca barroni* (Fowler,1934)	GF	Paba	+	-	-	42	0.10±0.58	D
8	*Paralaubuca typus* Bleeker,1865	GF	Paty	+	+	+	745	3.75±2.13	A,B
9	*Parachela maculicauda* (Smith,1934)	GF	Pamac	+	+	-	63	0.94±0.05	C
10	*Parachela siamensis* (Günther,1868)	GF	Pasi	+	+	+	235	1.30±0.43	C
11	*Raiamas guttatus* (Day,1869)	WF	Ragu	+	-	-	28	0.11±0.69	C
12	*Opsarius koratensis* (Smith,1931)	GF	Opko	+	+	-	9	0.03±0.01	C
13	*Opsarius pulchellus* (Smith,1931)	GF	Oppu	+	-	-	6	0.70±0.04	C
14	*Esomus metallicus* Ahl, 1924	GF	Esme	+	-	-	18	0.02±0.01	C
15	*Leptobarbus hoeveni* (Bleeker,1851)	GF	Leho	+	+	-	11	0.21±0.11	C
16	*Luciosoma bleekeri* Steindachner, 1878	WF	Lubl	+	-	-	4	0.01±0.005	A
17	*Rasbora aurotaenia* Tirant,1885	GF	Raau	+	+	-	7	0.01±0.004	D
18	*Rasbora borapetensis* Smith,1934	GF	Rabo	+	+	+	1,122	0.79±0.12	C
19	*Rasbora daniconius* (Hamilton,1822)	GF	Rada	+	+	-	82	0.59±0.32	C
20	*Rasbora dusonensis* (Bleeker,1851)	GF	Radu	+	+	+	4,400	20.76±7.18	C
21	*Rasbora tornieri* Ahl, 1922	GF	Rato	-	+	+	29	0.15±0.46	C
22	*Rasbora trilineata* Steindachner,1870	GF	Ratr	+	+	+	260	0.29±0.07	C
23	*Cyprinus carpio* Linnaeus,1758	WF	Cyca	+	+	+	13	2.27±0.40	B
24	*Probarbus jullieni* Sauvage,1880	WF	Prju	+	-	-	12	1.11±0.64	A,B
25	*Amblyrhynchichthys truncatus* (Bleeker, 1850)	WF	Amtr	-	+	-	3	0.02±0.02	A
26	*Cyclocheilichthys apogon* (Valenciennes,1842)	GF	Cyap	+	-	+	84	1.05±0.55	C
27	*Cyclocheilichthys armatus* (Valenciennes,1842)	GF	Cyar	+	+	+	520	4.52±1.22	C
28	*Cyclocheilichthys enoplos* (Bleeker,1850)	WF	Cyen	+	+	-	314	26.40±14.22	A,B
29	*Discherodontus ashmeadi* Fowler,1937	WF	Dias	+	-	-	1	0.002±0.001	C
30	*Mystacoleucus atridorsalis* Fowler,1937	WF	Myat	+	+	+	410	0.75±0.19	C
31	*Mystacoleucus marginatus* (Valenciennes,1842)	WF	Myma	+	-	-	3	0.008±0.004	C
32	*Puntioplites falcifer* Smith,1929	WF	Pufa	+	+	-	112	6.14±1.96	B
33	*Puntioplites proctozysron* (Bleeker,1865)	WF	Pupr	+	+	+	98	4.88±2.71	C
34	*Sikukia gudgeri* (Smith,1934)	WF	Sigu	+	+	-	734	5.34±2.39	B
35	*Barbonymus altus* (Günther,1868)	GF	Baal	+	+	+	380	5.47±2.13	D

ตารางที่ 2.5 ชนิด และจำนวนสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	ชื่อย่อ	แม่น้ำ			จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก±Sd. (กก.)	อ้างอิง
				NM	SK	NG			
36	*Barbonymus gonionotus* (Bleeker,1850)	WF	Bago	+	+	+	1,397	90.38±20.34	B
37	*Barbonymus schwanefeldii* (Bleeker,1854)	GF	Basc	+	+	-	10	0.08±0.02	D
38	*Hypophthalmichthys molittrix* (Valenciennes, 1844)	WF	Hymo	-	+	-	6	5.85±3.37	C
39	*Hypsibarbus malcolmi* (Smith,1945)	WF	Hyma	+	+	-	6	0.04±13.29	B
40	*Hypsibarbus pierrei* (Sauvage,1880)	WF	Hypi	+	-	-	10	0.50±0.29	D
41	*Hypsibarbus wetmorei* (Smith,1931)	WF	Hywe	+	+	-	99	3.63±1.95	A
42	*Scaphognathops bandanensis* (Boonyaratpalin & Srirungroj, 1971)	WF	Scba	+	+	-	341	8.34±4.28	B
43	*Hampala dispar* Smith,1934	GF	Hadi	+	+	+	1,825	68.50±16.40	C
44	*Hampala macrolepidota* (Valenciennes,1842)	GF	Hama	+	+	+	170	24.51±0.55	C
45	*Puntius brevis* (Bleeker,1860)	GF	Pubr	+	+	+	528	2.81±0.511	C
46	*Puntius aurotaeniatus* (Tirant,1885)	GF	Puau	+	-	-	1	0.001±0.001	D
47	*Puntius orphoides* (Valenciennes,1842)	GF	Puor	+	+	+	133	4.79±1.17	C
48	*Puntius partipentazona* (Fowler,1934)	GF	Pupar	+	+	-	57	0.05±0.02	C
49	*Puntius rhombeus* Kottelat,2000	GF	Purh	-	+	-	9	0.002±0.001	D
50	*Cirrhinus jullieni* (Sauvage,1878)	WF	Ciju	-	+	+	87	1.08±0.34	C
51	*Thynnichthys thynnoides* (Bleeker,1852)	WF	Tyth	+	+	-	147	1.15±0.46	C
52	*Labiobarbus lineata* (Sauvage,1878)	GF	Lali	+	+	+	2,545	50.34±14.36	C
53	*Labiobarbus siamensis* (Sauvage, 1881)	WF	Lasi	+	-	-	4	0.062±0.03	A
54	*Labiobarbus leptocheilus* (Valenciennes, 1842)	WF	Lale	+	-	-	46	10.60±6.12	B
55	*Barbichthys laevis* (Valenciennes, 1842)	GF	Bala	+	-	-	31	0.33±0.19	C
56	*Henicorhynchus lobatus* Smith,1945	WF	Helo	+	+	+	134	0.95±0.17	A
57	*Henicorhynchus ornatipinnis* (Roberts,1997)	BF	Heor	+	+	+	307	1.91±0.80	B
58	*Henicorhynchus siamensis* (de Beaufort,1927)	WF	Hesi	+	+	+	1,259	19.16±4.52	A
59	*Labeo dyocheilus* (Mc Clelland,1839)	WF	Lady	+	+	-	17	0.19±0.09	C
60	*Morulius chrysophekadion* (Bleeker,1850)	WF	Moch	+	+	-	81	3.02±1.03	A
61	*Osteochilus vittatus* (Valenciennes,1842)	WF	Osvi	+	+	+	3,246	132.11±6.51	C
62	*Osteochilus lini* Fowler,1935	GF	Osli	+	+	+	1,515	23.87±0.97	C
63	*Osteochilus melanopleura* (Bleeker,1852)	WF	Osme	+	+	-	32	1.12±0.50	C
64	*Osteochilus microcephalus* (Valenciennes,1842)	GF	Osmi	+	+	+	1,170	7.56±2.90	C
65	*Cosmochilus harmandi* Sauvage, 1878	WF	Coha	+	-	-	31	3.59±2.07	A,B

ตารางที่ 2.5 ชนิด และจำนวนสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	ชื่อย่อ	แม่น้ำ			จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก±Sd. (กก.)	อ้างอิง
				NM	SK	NG			
	Family Cobitidae								
66	*Crossocheilus atrilimes* Kottelat,2000	GF	Crat	+	+	-	48	0.13±0.07	D
67	*Crossocheilus oblogus* (Valenciennes,1842)	GF	Crob	+	+	+	422	0.97±0.26	C
68	*Crossocheilus reticulatus* (Fowler,1934)	GF	Crre	+	+	-	291	0.98±0.39	B
69	*Epalzeorhynchos munense* (Smith,1934)	GF	Epmu	+	+	-	328	2.61±1.28	D
70	*Acanthopsis choirorhynchos* (Bleeker,1854)	GF	Acch	+	+	+	283	1.41±0.56	C
71	*Acanthopsis diaiuzona* Van Hasselt,1823	WF	Acdi	+	+	+	368	1.11±0.57	C
72	*Yasuhikotakia eos* (Taki, 1972)	GF	Yaeo	+	+	-	16	0.07±0.026	D
73	*Yasuhikotakia lecontei* (Fowler, 1937)	GF	Yale	+	+	-	13	0.07±0.03	D
74	*Yasuhikotakia modesta* (Bleeker, 1865)	WF	Yamo	+	+	-	5	0.17±0.09	A
75	*Yasuhikotakia morleti* (Tirant, 1885)	GF	Yamor	+	+	-	6	0.01±0.003	B
76	*Syncrossus helodes* (Sauvage, 1876)	GF	Yahe	+	+	-	30	0.28±0.09	A
	Family Bagridae								
77	*Bagrichthys macropterus* (Bleeker, 1854)	GF	Bama	+	+	-	10	0.50±0.26	C
78	*Hemibagrus nemurus* (Valenciennes,1840)	GF	Hene	+	+	+	408	24.38±6.20	B
79	*Mystus singaringan* (Bleeker,1846)	BF	Mysi	+	+	+	56	0.67±0.29	C
80	*Mystus multiradiatus* Roberts,1992	BF	Mymu	-	+	-	6	0.08±0.04	C
81	*Mystus mysticetus* Roberts,1992	BF	Mymy	+	+	+	128	1.76±0.74	C
	Family Siluridae								
82	*Kryptopterus cheveyi* Durand,1940	WF	Krch	+	-	-	5	0.004±0.002	C
83	*Kryptopterus cryptopterus* (Bleeker,1851)	WF	Krcr	+	+	+	10	0.16±0.07	C
84	*Phalacronotus apogon* (Bleeker, 1851)	WF	Miap	-	+	-	26	11.76±6.79	D
85	*Phalacronotus bleekeri* (Günther, 1864)	WF	Mibl	+	-	-	85	0.93±0.53	B
86	*Ompok siluroides* Lacepède, 1803	BF	Omsi	-	+	+	33	0.81±0.37	D
	Family Schilbeidae								
87	*Laides hexanema* (Bleeker, 1852)	GF	Lahe	+	-	-	1	0.005±0.003	B
	Family Pangasiidae								
88	*Helicophagus leptorhynchus* Ng & Kottelat, 2000	WF	Hele	+	-	-	53	6.03±3.48	D
89	*Helicophagus waandersii* Bleeker, 1958	WF	Hewa	+	-	-	13	0.33±0.19	D
90	*Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878)	WF	Pahy	+	+	+	11	0.17±0.10	A,B
91	*Pangasius conchophilus* Roberts &Vidthayanon, 1991	WF	Paco	+	+	+	21	7.27±4.19	A,B

ตารางที่ 2.5 ชนิด และจำนวนสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	ชื่อย่อ	แม่น้ำ			จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก±Sd. (กก.)	อ้างอิง
				NM	SK	NG			
92	*Pangasius larnaudii* Bocourt, 1866	WF	Pala	+	+	+	3	7.27±4.19	A,B
93	*Pangasius macronema* Bleeker, 1851	WF	pama	+	-	-	106	3.17±1.83	A,B
94	*Pseudolais pleurotaenia* (Sauvage, 1878)	GF	Pspl	-	-	+	1	88.00	A,B
	Family Clariidae								
95	*Clarias batrachus* (Linnaeus,1758)	BF	Clba	+	+	-	46	2.23±1.10	C
96	*Clarias macrocephalus* Günther,1864	BF	Clma	+	+	-	10	0.77±0.41	C
97	*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*	BF	Clma Clga	+	+	+	109	9.49±3.42	
	Family Belonidae								
98	*Xenentodon cancila* (Hamilton,1822)	GF	Xeca	+	+	+	638	6.03±1.66	C
	Family Hemiramphidae								
99	*Dermogenys siamensis* Fowler,1934	GF	Desi	+	+	-	13	0.01±0.004	D
	Family Synbranchidae								
100	*Monopterus albus* (Zuiew,1793)	BF	Moal	+	+	+	121	9.65±2.50	C
	Family Mastacembelidae								
101	*Macrognathus circumcinctus* (Hora,1924)	BF	Maci	+	+	+	30	0.21±0.04	D
102	*Macrognathus siamensis* (Günther,1861)	BF	Masi	+	+	+	615	11.11±5.09	C
103	*Mastacembelus armatus* (Lacepède,1800)	BF	Maar	+	+	+	32	2.52±1.28	C
104	*Mastacembelus favus* Hora,1924	BF	Mafa	+	-	-	5	0.05±0.03	C
	Family Ambassidae								
105	*Parambassis siamensis* (Fowler,1937)	GF	Pasia	+	+	+	1,513	1.59±0.76	D
	Family Toxotidae								
106	*Toxotes chatareus* (Hamilton,1822)	GF	Toch	+	+	-	78	0.71±0.29	C
	Family Nandidae								
107	*Nandus nandus* (Hamilton, 1822)	BF	Nana	+	+	+	25	0.22±0.08	C
108	*Pristolepis fasciata* (Bleeker,1851)	BF	Prfa	+	+	+	553	10.65±1.35	B
	Family Cichlidae								
109	*Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1757)	BF	Orni	+	+	+	20	2.86±0.82	C
	Family Eleotridae								
110	*Oxyeleotris marmorata* (Bleeker,1852)	BF	Oxma	+	+	+	728	41.91±12.21	C
	Family Gobiidae								
111	*Rhinogobius* sp.	BF	Rhsp	-	+	-	17	0.05±0.03	D

ตารางที่ 2.5 ชนิด และจำนวนสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	ชื่อย่อ	แม่น้ำ			จำนวน (ตัว)	น้ำหนัก±Sd. (กก.)	อ้างอิง
				NM	SK	NG			
	Family Anabantidae								
112	*Anabas testudineus* (Bloch, 1792)	BF	Ante	+	+	+	132	2.07±0.71	D
	Family Belontiidae								
113	*Trichogaster microlepis* (Günther, 1861)	BF	Trmi	-	+	-	4	0.06±0.03	C
114	*Trichogaster trichopterus* (Pallas, 1770)	BF	Trtr	+	+	+	186	1.46±0.21	C
115	*Trichopsis vittata* (Cuvier, 1831)	BF	Trvi	+	+	+	48	0.05±0.02	C
116	*Trichopsis pumila* (Arnold, 1937)	BF	Trpu	+	+	+	34	0.01±0.006	C
	Family Channidae								
117	*Channa gachua* (Hamilton, 1822)	BF	Chga	+	+	-	21	0.62±0.26	D
118	*Channa lucius* (Cuvier, 1831)	BF	Chlu	+	+	-	38	2.18±1.16	C
119	*Channa micropeltes* (Cuvier, 1831)	BF	Chmi	+	+	+	297	60.07±12.93	C
120	*Channa striata* (Bloch, 1795)	BF	Chst	+	+	+	2,223	316.42±30.9	C
	Family Soleidae								
121	*Brachirus harmandi* (Sauvage, 1878)	GF	Brha	+	+	-	1	0.001±0.0003	B
	FamilyTetraodontidae								
122	*Auriglobus modestus* (Bleeker, 1850)	GF	Aumo	+	+	-	11	0.02±0.01	D
123	*Tetraodon suvatti* Sontirat & Soonthornsatit,1985	GF	Tesu	+	-	-	6	0.05±0.03	D
124	*Monotreta fangi* (Pellegrin & Chevey,1940)	GF	Mofa	+	+	+	60	0.05±0.03	D
	รวมจำนวนชนิด			112	97	54	36,388		

หมายเหตุ: BF = ปลาดำ, GF = ปลาเทา และWF = ปลาขาว

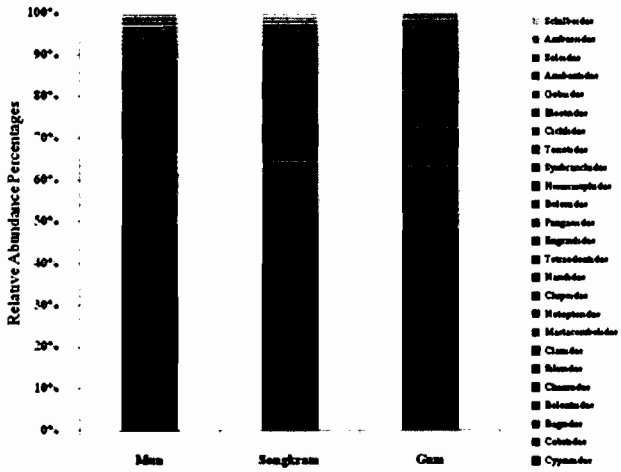
+/- = สำรวจพบหรือไม่พบ

A มาจาก (Baran, 2010); B มาจาก (MRC, 2006); C มาจาก (Fishbase, 2014)

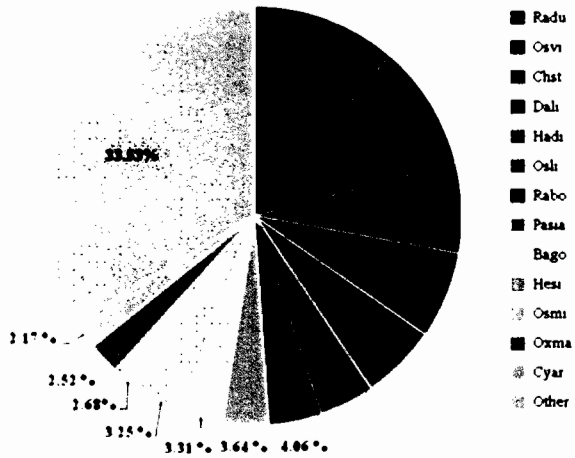
D มาจาก (Rainboth, 1996)

ความหลากหลายในแต่ละวงศ์ พบว่า วงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 63 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 71.66 ของจำนวนชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 1.91 และวงศ์ปลาสวาย (Pangasiidae) 6 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.57 ของชนิดที่พบ และผลการศึกษาจำนวนตัวในองค์ประกอบโครงสร้างชนิดพันธุ์ปลา (E–value) ที่พบทั้งหมด (ภาพที่ 2.6) พบว่า ปลาซิวควาย (*Rasbora dusonensis*) มีจำนวนตัวมากที่สุดคือ เท่ากับ

ร้อยละ 12.09 ของจำนวนทั้งหมด และชนิดปลาที่พบเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างรองลงมา 6 อันดับแรก ได้แก่ ปลาสร้อยนกเขา (*Osteochilus vittatus*) ปลาซ่า (*Labiobarbus lineata*) ปลาช่อน (*Channa striata*) ปลากระสูบจุด (*Hampala dispar*) ปลาหน้าหมอง (*Osteochilus lini*) ปลาแป้นแก้ว (*Parambassis siamensis*) และปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*) โดยมีสัดส่วนองค์ประกอบเท่ากับร้อยละ 8.92, 7.00, 6.11, 5.02, 4.16, 4.16 และ 3.84 ของจำนวนทั้งหมด ตามลำดับ และทั้งหมดนี้มีค่าร้อยละสะสมถึง 51.30 ของจำนวนทั้งหมด จึงเป็นโครงสร้างหลักของจำนวนทั้งหมด (ภาพที่ 2.7)

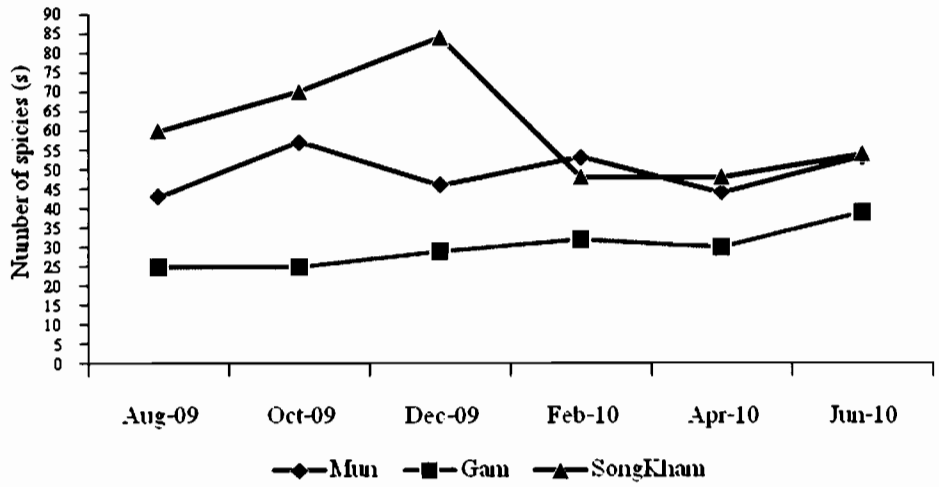


ภาพที่ 2.6 ร้อยละของจำนวนวงศ์ (Family) ต่างๆ จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึง เดือนมิถุนายน 2553



ภาพที่ 2.7 องค์ประกอบของชนิด (ร้อยละโดยจำนวนตัว) ที่พบในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้า และอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

ความหลากหลายของชนิดปลาแบ่งตามแม่น้ำที่สำรวจ พบว่า แม่น้ำสงคราม มีความหลากหลายของชนิดปลาสูงสุด 112 ชนิด 64 สกุล 23 วงศ์ โดยวงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 58 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 51.79 ของจำนวนชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 6.25 และวงศ์ปลาสวาย (Pangasiidae) 6 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 5.36 ของชนิดที่พบ รองลงมาคือแม่น้ำมูลพบพันธุ์ปลาทั้งหมด 97 ชนิด 61 สกุล 24 วงศ์ โดยวงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 48 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 49.48 ของจำนวนชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 7.22 และวงศ์ปลาแขยง (Bagridae) 5 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 5.15 ของชนิดที่พบ และแม่น้ำก่ำพบจำนวนชนิดปลาน้อยที่สุด 54 ชนิด 37 สกุล 18 วงศ์ โดยวงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 26 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 48.15 ของจำนวนชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาแขยง (Bagridae) วงศ์ปลาสลิด (Belontiidae) และวงศ์ปลาหลด (Mastacembelidae) วงศ์ละ 3 ชนิด มีสัดส่วนที่เท่ากันคือร้อยละ 3.57 ของชนิดที่พบ



ภาพที่ 2.8 จำนวนชนิดจากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

2.6.2 การเปรียบเทียบความยาวตัวปลา (body length) บางชนิดระหว่างตัวอย่างจากแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง การเปรียบเทียบขนาดความยาวตัวปลา (body length) ของชนิดที่มีจำนวนตัวมากกว่า 150 ตัวขึ้นไป จากสามแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง 3 แม่น้ำ ได้แก่ แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ จำนวนชนิดที่ศึกษา 8 ชนิด ประกอบด้วย ปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*) ปลาตะเพียนทอง (*Barbonymus altus*) ปลาสร้ายขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ปลาไส้ตัน-ตา

ขาว (*Cyclocheilichthys armatu*) ปลากระมัง (*Puntioplites proctozysron*) ปลาสร้อยนกเขา (*Osteocheilus vittatus*) ปลาซ่า (*Labiobarbus lineatus*) และปลากดเหลือง (*Hemibagrus nemurus*) ผลการศึกษาการเปรียบเทียบขนาดความยาวตัวปลา (body length) พบว่า จำนวน 7 ชนิด มีค่าเฉลี่ยความยาว (total length) ระหว่างแม่น้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 2.6 ยกเว้นปลาตะเพียนขาว ขนาดความยาวตัวปลาเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (F = 1.00, P = 0.179) และเมื่อทดสอบ (*Posteriori test*) ภายหลังกรณีมีความแปรปรวนค่าเฉลี่ยความยาวของปลาจากแต่ละแม่น้ำที่ศึกษา พบว่า 6 ชนิด ประกอบด้วย ปลาตะเพียนทอง (*Barbonymus altu*) ปลาสร้ายขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ปลาไส้ตันตาขาว (*Cyclocheilichthys armatu*) ปลากระมัง (*Puntioplites proctozysron*) ปลาซ่า (*Labiobarbus lineatus*) และ ปลากดเหลือง (*Hemibagrus nemurus*) ขนาดความยาวเฉลี่ยของปลาจากแม่น้ำสงครามมีค่าสูงกว่าแม่น้ำมูลและแม่น้ำก่ำ โดยในแม่น้ำก่ำขนาดความยาวเฉลี่ยของปลาสร้อยนกเขา (*Osteocheilus vittatus*) มีค่าสูงกว่าแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม (ตารางที่ 2.6) และผลการทดสอบทางสถิติเปรียบเทียบความยาวตัวปลา ของแต่ละชนิดแสดงในภาคผนวกที่ ค.1-ค.8

ตารางที่ 2.6 การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ ความยาวตัวปลา (total length : mm) เฉลี่ย±Sd. ของชนิดปลาที่มีจำนวนตัวมากกว่า 150 ตัว ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ

ชนิด	จำนวนตัว	*P-Value*	ความยาวเฉลี่ย (mm)±Sd.		
			แม่น้ำมูล	แม่น้ำสงคราม	แม่น้ำก่ำ
Barbonymus gonionotus	335	0.179	130.5±47.1	144.9±86.5	126.3±40.9
Barbonymus altus	156	< 0.001	75.5±25.5^{b}	94.6±44.3^{a}	86.9±43.5^{ab}
Henicorhynchus siamensis	450	< 0.001	130.5±49.3^{a}	134.0±21.1^{a}	87.8±36.1^{b}
Cyclocheilichthys armatus	162	< 0.001	87.1±24.5^{a}	100.4±15.6^{a}	81.2±20.5^{b}
Puntioplites proctozysron	712	< 0.001	86.3±35.8^{b}	142.0±34.7^{a}	145.1±42.1^{a}
Osteocheilus vittatus	1,175	< 0.001	123.8±29.9^{b}	123.8±34.9^{b}	135.8±38.5^{a}
Labiobarbus lineatus	776	< 0.001	99.0±27.4^{b}	117.9±22.2^{a}	112.5±36.7^{a}
Hemibagrus nemurus	165	< 0.001	64.5±41.6^{c}	203.5±27.6^{a}	174.1±54.8^{b}

2.6.3 ค่าดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ

การประเมินค่าดัชนีที่ใช้บ่งชี้สภาพทางนิเวศน์ของแหล่งน้ำ ประกอบด้วย จำนวนชนิดเฉลี่ย (average species richness; ASR) จำนวนชนิดสะสม (cumulative species richness; CSR)

และดัชนีความหลากหลาย (diversity index) ของแต่ละแม่น้ำตามเดือนหรือฤดูกาลที่สำรวจ พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิด (ASR) มีค่าสูงสุดในแม่น้ำสงคราม เท่ากับ 25 ชนิด รองลงมาได้แก่แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำมีค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดเท่ากับ 23, 16 ชนิด ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของจำนวนชนิดเฉลี่ย (ASR) ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนชนิดเฉลี่ยของสามแม่น้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 6.63, P < 0.01$) ดังตารางที่ 2.7 และตารางผนวกที่ ค.9

ตารางที่ 2.7 ค่าเฉลี่ย ± Sd. ของจำนวนชนิด (species richness) และ ค่าดัชนีความหลากหลาย (diversity Index; H') จากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูลและ แม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

เดือนสำรวจ	ฤดูกาล	species richness			diversity Index		
		มูล	สงคราม	ก่ำ	มูล	สงคราม	ก่ำ
สิงหาคม 2552	ฤดูฝน	19±6 (43)	23±11 (60)	11±5 (25)	2.32±0.4	2.40±0.3	1.97±0.3
ตุลาคม 2552	ฤดูฝน	28±10 (57)	33±14 (70)	16±4 (25)	2.24±0.9	2.73±0.2	2.30±0.4
ธันวาคม 2552	เปลี่ยนฤดู[1]	21±11 (46)	31±27 (84)	16±2 (29)	2.00±0.4	2.32±0.5	2.31±0.1
กุมภาพันธ์ 2553	ฤดูร้อน	26±13 (53)	22±8 (48)	17±4 (32)	2.34±0.5	2.32±0.3	2.33±0.1
เมษายน 2553	ฤดูร้อน	21±7 (44)	19±2 (48)	16±3 (30)	2.25±0.4	2.16±0.5	2.10±0.5
มิถุนายน 2553	เปลี่ยนฤดู[2]	23±8 (53)	31±13 (54)	17±6 (39)	2.20±0.7	2.10±0.5	2.30±0.5
ค่าเฉลี่ย±Sd.		23±6[a](97)	25±14[a](112)	16±5[b](54)	2.20±0.1	2.33±0.2	2.22±0.1

หมายเหตุ: เปลี่ยนฤดู[1] คือช่วงเปลี่ยนฤดูฝนเป็นฤดูร้อน
เปลี่ยนฤดู[2] คือช่วงเปลี่ยนฤดูร้อนเป็นฤดูฝน

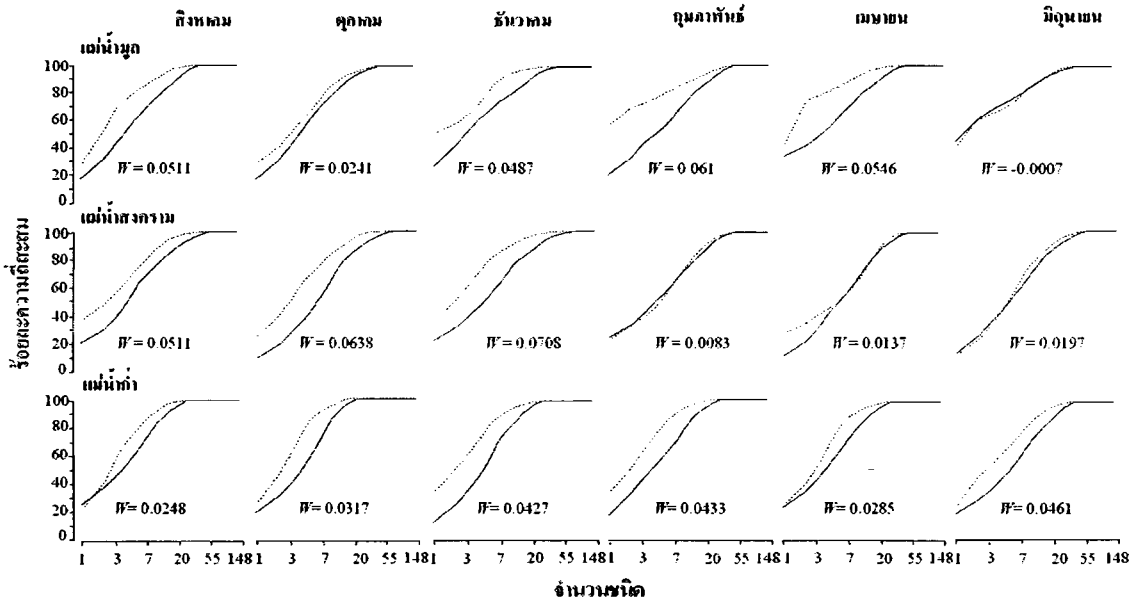
เมื่อพิจารณาจำนวนชนิดสะสม (CSR) ตามเดือนหรือฤดูกาลที่สำรวจ ของแต่ละแม่น้ำ (ตารางที่ 2.7) พบว่า แม่น้ำสงครามในช่วงฤดูฝน (wet season) จำนวนชนิดเพิ่มสูงขึ้นจากเดือนสิงหาคมและสูงสุดในเดือนธันวาคมซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูร้อน มีจำนวนชนิดสะสมสูงสุด 84 ชนิด และลักษณะการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดเหมือนกันในแม่น้ำมูล โดยมีจำนวนชนิดสูงในช่วงฤดูฝน (wet season) ช่วงเดือนตุลาคมพบจำนวนชนิดสะสมสูงสุด 57 ชนิด และลดลงตั้งแต่ช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเข้าสู่ฤดูแล้ง (dry season) โดยมีจำนวนชนิดสะสมต่ำสุด 44 ชนิด ในเดือนเมษายน ส่วนในแม่น้ำก่ำจำนวนชนิดพันธุ์ปลาตามเดือนสำรวจต่างๆไม่เปลี่ยนแปลงมากเท่าไหร่ โดยในเดือนมิถุนายนพบจำนวนชนิดสะสมสูงสุด 39 ชนิด และเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของจำนวนชนิดสะสม (CSR) ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนชนิดสะสมของสามแม่น้ำมีความ

แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 3.68, P < 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างเดือนที่สำรวจ ($F = 0.22, P = 0.94$) ดังตารางผนวกที่ ค.10

ส่วนดัชนีความหลากพันธุ์หรือดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) มีค่าสูงสุดในแม่น้ำสงคราม มีค่าเท่ากับ 2.73 ในเดือนตุลาคม และต่ำสุดในเดือนมิถุนายนมีค่าเท่ากับ 2.10 ส่วนแม่น้ำมูลมีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเท่ากับ 2.34 และมีค่าต่ำสุดในเดือนมิถุนายน ส่วนแม่น้ำก่ำมีดัชนีความหลากพันธุ์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.33 และค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคมมีค่าเท่ากับ 1.97 ดังตารางที่ 2.7 และเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของค่าดัชนีความหลากพันธุ์ ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษา พบว่า ค่าดัชนีความหลากพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 1.00$, $P = 0.46$) ดังตารางที่ 2.7 และตารางผนวกที่ ค.11

2.6.4 โครงสร้างการรวมกลุ่มของพันธุ์ปลา (fish assemblage structure)

การวิเคราะห์เชิงเส้นของข้อมูลจำนวนตัว และน้ำหนักในแต่ละชนิด (Abundance -Biomass Comparison; ABC) (Warwick, 1986: 560) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบขนาดการกระจายของปลาในประชาคม จากค่าความชุกชุมของแต่ละชนิด (species abundance) เปรียบเทียบกับน้ำหนักของสัตว์น้ำแต่ละชนิด (species biomass) ในองค์ประกอบโครงสร้างของปลาในแต่ละเดือนสำรวจ และมีค่าทางสถิติ *W* statistic แสดงลักษณะโครงสร้างของประชาคมปลาในแต่ละช่วงเวลาที่สำรวจ โดยหากเส้นกราฟ Biomass อยู่เหนือเส้นกราฟ abundance และค่า *W* statistic มีค่าเป็นบวก แสดงถึงขนาดปลาในโครงสร้างโดยรวมเป็นกลุ่มปลาที่มีขนาดใหญ่ และถ้าเส้นกราฟ biomass อยู่ใกล้เส้นกราฟ abundance โดยค่า *W* statistic มีค่าเป็นลบ แสดงให้เห็นว่า ในโครงสร้างโดยรวมเป็นปลาขนาดเล็กหรือกลุ่มลูกปลาเข้ามาแทนที่กลุ่มปลาเต็มวัยหรือปลาขนาดใหญ่ในช่วงเวลาดังกล่าว



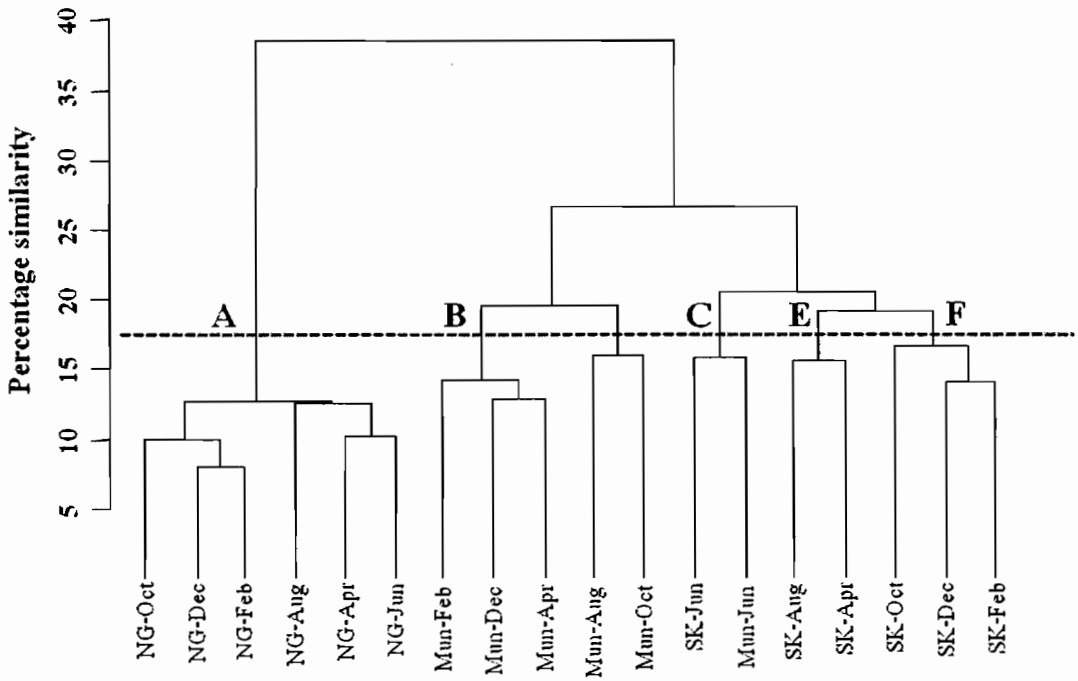
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของพันธุ์ปลาจากการศึกษาลักษณะของเส้นกราฟ biomass, abundance และค่า *W* statistic จากพื้นที่ศึกษาแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

จากผลการศึกษาโครงสร้างของพันธุ์ปลาจากเส้นกราฟ จากสามแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง พบว่า ลักษณะของเส้นกราฟ biomass อยู่เหนือเส้นกราฟ abundance และค่า *W* statistic มีค่าเป็นบวกมีลักษณะเหมือนกันทั้งสามแม่น้ำคือ แม่น้ำมูลในเดือนสิงหาคมถึงเดือนเมษายน แม่น้ำสงครามในเดือน สิงหาคม ถึงเดือนธันวาคม แม่น้ำก่ำในเดือนสิงหาคม ถึงเดือนมิถุนายน (ภาพที่ 2.9) แสดงถึงโครงสร้างของประชาคมปลาในช่วงเดือนที่สำรวจดังกล่าวเป็นปลาที่มีขนาดใหญ่ ยกเว้นแม่น้ำสงครามในเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมิถุนายน และแม่น้ำมูลในเดือนมิถุนายน พบว่าเส้นกราฟ biomass อยู่ใกล้เส้นกราฟ abundance โดยค่า *W* statistic มีค่าเป็นลบ (ภาพที่ 2.9) แสดงให้เห็นว่าในโครงสร้างโดยรวมมีปลาขนาดเล็กหรือกลุ่มลูกปลาเข้ามาแทนที่กลุ่มปลาเต็มวัยหรือปลาขนาดใหญ่ ในช่วงฤดูแล้งจนถึงช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูแล้งเข้าสู่ฤดูฝน

2.6.5 การวิเคราะห์กลุ่มของประชาคมปลาด้วยวิธี cluster analysis

การวิเคราะห์กลุ่มด้วยวิธี cluster analysis เป็นการวิเคราะห์ทางสถิติแบบหลายตัวแปร (multivariate analysis) โดยจำแนกและแสดงลักษณะการจัดกลุ่มความหลากหลายและความชุกชุมของประชาคมปลา ที่สุ่มตัวอย่างจากสามแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงคือ แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ จำนวน 6 ครั้ง จากจำนวนหน่วยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 18 หน่วยสำรวจ (survey unit) สามารถจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของความชุกชุมของประชาคมปลาได้ 6 กลุ่ม (cluster) (ภาพที่ 2.10) และวิเคราะห์ความถูกต้องระหว่างกลุ่มที่แบ่งโดยการวิเคราะห์ analysis of similarities (ANOSIM)

พบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม(cluster) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม 6 กลุ่ม ($R = 0.65$, $P = 0.001$) โดยมีรายละเอียดของแต่ละกลุ่ม ดังนี้



ภาพที่ 2.10 การวิเคราะห์กลุ่มโดยวิธี cluster analysis จากพื้นที่ศึกษาแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

กลุ่มที่ 1 (cluster A) ประกอบด้วย 6 จุดสำรวจ (survey unit) ซึ่งพื้นที่หรือจุดสำรวจทั้งหมดในกลุ่มนี้อยู่ในแม่น้ำก่ำจากเดือนสำรวจต่างๆ คือตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนมิถุนายน และประชาคมปลาใน cluster นี้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นในระยะทางสั้นหรือที่เรียกว่ากลุ่มปลาเทา (grey fish) ผสมกับกลุ่มปลาที่ไม่มีการอพยพย้ายถิ่นหรือกลุ่มปลาดำ (black fish) จากชนิดหลัก 10 อันดับแรกโดยจำนวนตัวในโครงสร้างหลัก พบว่า มีค่าร้อยละรวม 74.76 รายละเอียดร้อยละของแต่ละชนิด ตามตารางที่ 2.8

กลุ่มที่ 2 (cluster B) ประกอบด้วย 3 จุดสำรวจ (survey unit) พื้นที่หรือจุดสำรวจอยู่ในแม่น้ำมูลในเดือนสำรวจเมษายน และเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง และกลุ่มปลาใน cluster นี้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นในระยะทางสั้นหรือที่เรียกว่ากลุ่มปลาเทา (grey fish) ผสมกับกลุ่มปลาที่ไม่มีการอพยพย้ายถิ่น หรือกลุ่มปลาดำ (black fish) เช่นเดียวกับ cluster A จากชนิดหลัก 10 อันดับแรกโดยจำนวนตัวในโครงสร้างหลัก พบว่า มีค่าร้อยละรวม 71.04 รายละเอียดร้อยละของแต่ละชนิด ตามตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ร้อยละโดยจำนวนตัวของปลา 10 อันดับแรก ในโครงสร้างหลักของกลุ่มที่ 1 และ 2 (cluster A และ B)

cluster A	กลุ่มปลา	ร้อยละจำนวนตัว	cluster B	กลุ่มปลา	ร้อยละจำนวนตัว
Osteochilus vittatus	*GF*	12.9	*Rasbora dusonensis*	GF	18.87
Channa striata	BF	10.92	*Osteochilus vittatus*	GF	17.93
Hampala dispar	GF	9.91	*Channa striata*	BF	11.92
Rasbora borapetensis	GF	8.46	*Osteochilus lini*	GF	6.15
Rasbora dusonensis	GF	7.70	*Rasbora borapetensis*	GF	3.38
Cyclocheilichthys armatus	GF	5.49	*Osteochilus microcephalus*	GF	3.31
Labiobarbus lineatus	GF	5.47	*Parachela siamensis*	GF	2.59
Osteochilus lini	GF	4.95	*Puntius brevis*	GF	2.4
Oxyeleotris marmorata	BF	4.85	*Crossocheilus reticulatus*	GF	2.26
Pristolepis fasciata	BF	4.10	*Parambassis siamensis*	GF	2.25
รวม		74.76	รวม		71.04

กลุ่มที่ 3 (cluster C) ประกอบด้วย 2 จุดสำรวจ (survey unit) พื้นที่หรือจุดสำรวจอยู่ในพื้นที่แม่น้ำมูลในเดือนสำรวจสิงหาคม และเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำหลากหรือฤดูฝน ประชาคมปลาใน cluster นี้เป็นกลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นในระยะทางสั้นหรือที่เรียกว่ากลุ่มปลาเทา (grey fish) และรวมกับกลุ่มปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่นในระยะทางไกลๆ (white fish) เมื่อรวมค่าร้อยละ10 อันดับแรกโดยจำนวนตัวในโครงสร้าง พบว่า มีค่าเท่ากับร้อยละ 74.62 รายละเอียดร้อยละของแต่ละชนิดตามตารางที่ 2.9

กลุ่มที่ 4 (cluster D) ประกอบด้วย 2 จุดสำรวจ (survey unit) พื้นที่หรือจุดสำรวจประกอบด้วย พื้นที่แม่น้ำสงครามและแม่น้ำมูลในเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูกาลจากฤดูแล้งเข้าสู่ฤดูฝน ประชาคมปลาใน cluster นี้เป็นกลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นในระยะทางสั้นหรือที่เรียกว่ากลุ่มปลาเทา (grey fish) และกลุ่มปลาที่การอพยพย้ายถิ่นในระยะทางไกลๆ (white fish) เมื่อรวมค่าร้อยละ10 อันดับแรกโดยจำนวนตัวในโครงสร้าง พบว่า มีค่าเท่ากับร้อยละ 62.98 รายละเอียดร้อยละของแต่ละชนิด ตามตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ร้อยละโดยจำนวนตัวของปลา 10 อันดับแรก ในโครงสร้างหลักของกลุ่มที่ 3 และ 4 (cluster C และ D)

cluster C	กลุ่มปลา	ร้อยละจำนวนตัว	cluster D	กลุ่มปลา	ร้อยละจำนวนตัว
Labiobarbus lineatus	GF	13.71	*Parambassis siamensis*	GF	12.64
Paralaubuca typus	GF	10.76	*Clupeichthys aesarnensis*	GF	9.69
Osteochilus microcephalus	GF	10.04	*Hampala dispar*	GF	8.88
Rasbora dusonensis	GF	9.63	*Labiobarbus lineatus*	GF	6.87
Barbonymus gonionotus	GF	8.12	*Scaphognathops bandanensis*	WF	6.33
Henicorhynchus siamensis	WF	6.99	*Osteochilus vittatus*	GF	5.13
Osteochilus vittatus	GF	5.68	*Sikukia gudgeri*	WF	4.15
Epalzeorhynchos munense	WF	4.05	*Rasbora dusonensis*	GF	3.56
Channa striata	BF	2.83	*Mystacoleucus atridorsalis*	WF	3.27
Henicorhynchus ornatipinnis	WF	2.82	*Henicorhynchus siamensis*	WF	2.48
รวม		74.62	รวม		62.98

กลุ่มที่ 5 (cluster E) ประกอบด้วย 2 จุดสำรวจ (survey unit) พื้นที่หรือจุดสำรวจประกอบด้วย พื้นที่แม่น้ำสงครามในเดือนสิหาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนหรือน้ำหลาก และเดือนเมษายนเป็นช่วงแล้ง ประชาคมปลาใน cluster นี้เป็นกลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นในระยะทางสั้นหรือที่เรียกว่ากลุ่มปลาเทา (grey fish) และกลุ่มปลาที่การอพยพย้ายถิ่นในระยะทางไกลๆ (white fish) เมื่อรวมค่าร้อยละ10 อันดับแรกโดยจำนวนตัวในโครงสร้าง พบว่า มีค่าเท่ากับร้อยละ 66.22 รายละเอียดร้อยละของแต่ละชนิด ตามตารางที่ 2.10

กลุ่มที่ 6 (cluster F) ประกอบด้วย 3 จุดสำรวจ (survey unit) พื้นที่หรือจุดสำรวจประกอบด้วย พื้นที่แม่น้ำสงครามในเดือนตุลาคม เดือนธันวาคมและเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนหรือน้ำหลากและช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนไปสู่ฤดูแล้ง และประชาคมปลาใน cluster นี้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นในระยะทางสั้นหรือที่เรียกว่ากลุ่มปลาเทา (grey fish) ผสมกับกลุ่มปลาที่ไม่มีการอพยพย้ายถิ่น หรือกลุ่มปลาดำ (black fish) เช่นเดียวกับ cluster A จากชนิดหลัก 10 อันดับแรกโดยจำนวนตัวในโครงสร้างหลัก พบว่า มีค่าร้อยละรวม 64.52 รายละเอียดร้อยละของแต่ละชนิดตามตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ร้อยละโดยจำนวนตัวของปลา 10 อันดับแรก ในโครงสร้างหลักของกลุ่มที่ 5 และ 6 (Cluster E และ F)

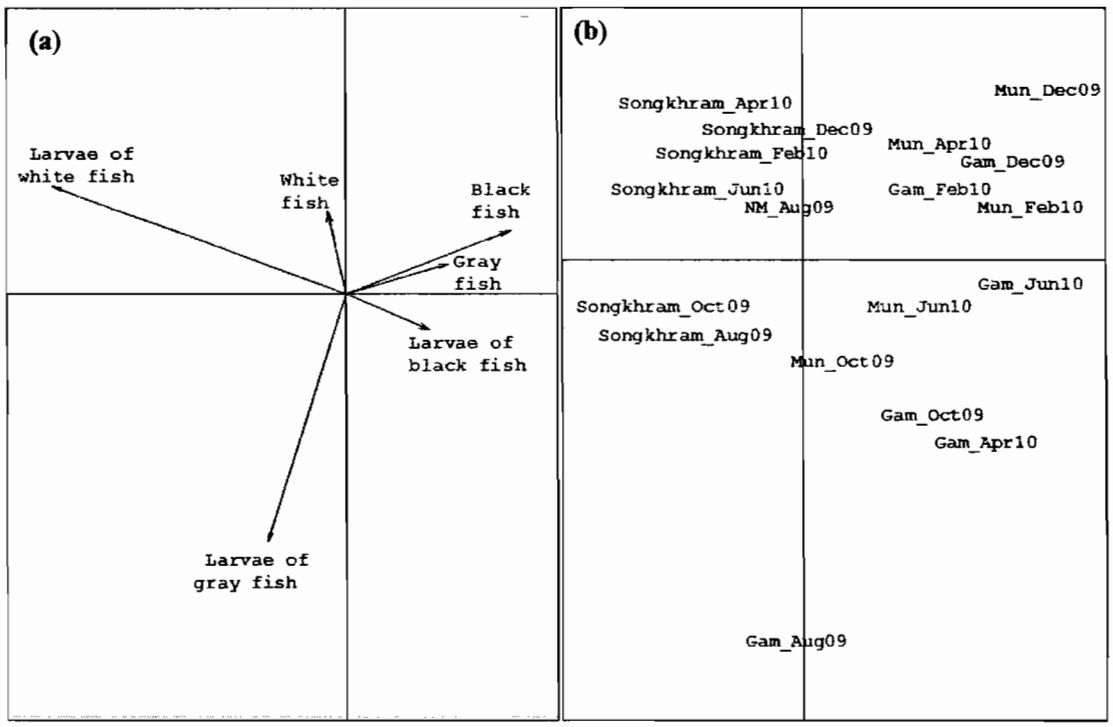
cluster E	กลุ่มปลา	ร้อยละจำนวนตัว	cluster F	กลุ่มปลา	ร้อยละจำนวนตัว
Rasbora dusonensis	GF	12.87	*Rasbora dusonensis*	GF	18.41
Barbonymus gonionotus	GF	11.13	*Osteochilus vittatus*	GF	8.34
Sikukia gudgeri	WF	10.51	*Labiobarbus lineatus*	GF	7.8
Henicorhynchus siamensis	WF	5.32	*Osteochilus lini*	GF	5.53
Labiobarbus lineatus	GF	5.08	*Hampala dispar*	GF	4.96
Acanthopsis choirorhynchos	GF	4.81	*Channa striata*	BF	4.76
Macrognathus siamensis	BF	4.72	*Acanthopsis diaiuzona*	GF	4.5
Channa micropeltes	BF	4.47	*Crossocheilus oblogus*	GF	4.12
Cyclocheilichthys enoplos	WF	4.03	*Osteochilus microcephalus*	GF	3.08
Hampala dispar	GF	3.26	*Henicorhynchus siamensis*	WF	3.02
รวม		66.2	รวม		64.52

2.6.6 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์คาโนนิคอล (canonical correlation analysis; CCA)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรอิสระและชุดของตัวแปรตาม โดยวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (CCA) ระหว่างจำนวนตัวของปลาเต็มวัย (adult fish) และจำนวนตัวลูกปลาวัยอ่อน (ลูกปลาวัยอ่อนระยะ larval stage) นำมาวิเคราะห์ร่วมด้วย โดยแบ่งกลุ่มปลาออกเป็น 3 กลุ่ม (guild) ได้แก่ ปลาขาว (white fish) ปลาเทา (grey fish) และปลาดำ (black fish) ซึ่งเป็นลักษณะพฤติกรรมของการอพยพย้ายถิ่นของปลาในสามแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง กับพื้นที่ศึกษาคือแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ กับช่วงเวลาการอพยพ คือช่วงเวลาต่างๆ ในการสุ่มตัวอย่างจำนวน 6 ครั้ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

ผลการศึกษาการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (CCA) อธิบายผลในแกนแรกและแกนที่สองมีค่าเท่ากับร้อยละ 44.4 และ 28.2 ของค่าความแปรปรวนทั้งหมด แกนที่มีลูกศรที่มีความยาวอธิบายถึงความสัมพันธ์ที่มีต่อกันสูงกับตำแหน่งเดียวกับจุดสำรวจและเดือนที่สำรวจ (ภาพที่ 2.11(a) และ 2.8(b)) กลุ่มปลาขาว (white fish) มีความสัมพันธ์กับจุดสำรวจแม่น้ำสงครามระหว่าง เดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคมซึ่งครอบคลุมฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก และเช่นเดียวกับลูกปลาวัยอ่อนที่เป็นปลาขาว มีความสัมพันธ์กับจุดสำรวจแม่น้ำสงครามและเดือนดังกล่าวสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวกับปลาเต็มวัย (ภาพที่ 2.11(a)

และ 2.11(b)) แสดงถึงมีความเหมาะสมของพื้นที่แม่น้ำสงครามที่กลุ่มปลาขาวสามารถอพยพมาเพื่อผสมพันธุ์วางไข่ได้อย่างดี กลุ่มปลาดำ (black fish) และปลาเทา (grey fish) มีความสัมพันธ์กับแม่น้ำก่ำในระหว่างเดือนธันวาคม-เดือนกุมภาพันธ์ และแม่น้ำมูลในเดือนธันวาคม-เดือนเมษายน ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้งทั้งสองแม่น้ำ ส่วนลูกปลาวัยอ่อนที่เป็นปลาดำ มีความสัมพันธ์กับแม่น้ำก่ำในระหว่างเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคมและ เดือนเมษายน และแม่น้ำมูลในเดือนมิถุนายน และลูกปลาวัยอ่อนที่เป็นปลาเทา มีความสัมพันธ์เด่นชัดกับจุดสำรวจแม่น้ำสงครามและแม่น้ำมูล ในระหว่างเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม



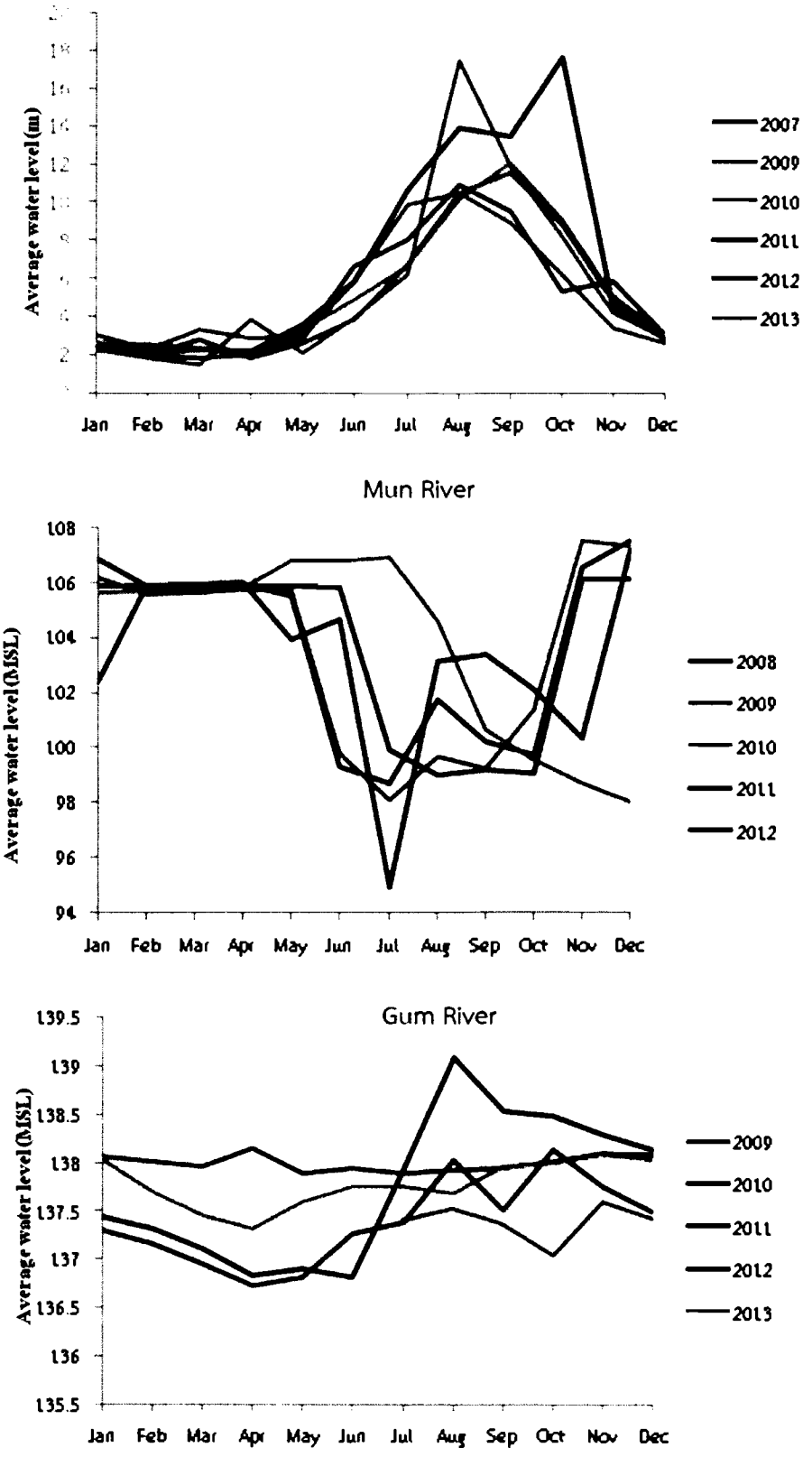
ภาพที่ 2.11 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (CCA) ระหว่างจำนวนตัวของกลุ่มปลาขาว (white fish) ปลาเทา (grey fish) และปลาดำ (black fish) ในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ กับช่วงเวลาสำรวจต่างๆ

2.7 วิจารณ์ผล

การศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำระหว่างแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่างในพื้นที่อาณาเขตประเทศไทย (www. mrcmekong. org) มีรายงานการศึกษาการประเมินผลจับสัตว์น้ำในแม่น้ำโขงระหว่างเดือนมกราคม 2543 ถึงเดือนมกราคม 2545 (หัวข้อเรื่อง"Fisheries Information in the Lower Mekong Basin") และแสดงข้อมูลพื้นฐานของปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่น Poulsen et al. (2002) ของคณะกรรมการแม่น้ำโขง (Mekong River Commission: MRC) แสดงให้เห็นถึงข้อมูลระดับการทับซ้อนกันสูงขององค์ประกอบผลจับจากแม่น้ำสาขา ในแม่น้ำโขงตอนล่าง สอดคล้องกับการรวมกลุ่มปลาแสดงให้เห็นถึงรูปแบบของความคล้ายคลึงกันของกลุ่มของปลาโดยเฉพาะในพื้นที่ตอนปลายแม่น้ำที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำโขงของทั้งสามแม่น้ำ บนพื้นฐานสภาพธรรมชาติของแม่น้ำโขงที่มีการไหลของน้ำที่เหมือนกันโดยไม่มีความจำเพาะเจาะจง (Baran, 2010) ข้อมูลของผลจับสัตว์น้ำจึงเป็นข้อมูลองค์ประกอบผลจับที่ประกอบด้วยชนิดขนาด และการแพร่กระจาย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงชนิดองค์ประกอบของปลา ที่มีความเหมือนกันหรือมีความใกล้เคียงกันของกลุ่มปลามาก่อนในทั้งสามแม่น้ำ (สันทนา ดวงสวัสดิ์ และถวัลย์ ชูขจร, 2534; มะลิ บุณยรัตผลิน และคณะ, 2545) ดังนั้นความแตกต่างของชนิดและความชุกชุม รูปแบบการรวมกลุ่มของปลาที่พบในการศึกษาครั้งนี้ สามารถบอกถึงผลกระทบของเขื่อนและสิ่งก่อสร้างขวางกั้นลำน้ำได้ เพราะโดยทั่วไปการสูญพันธุ์ของสัตว์น้ำจากการทำการประมงเพียงอย่างเดียวไม่อาจจะทำเกิดการสูญพันธุ์ได้ แต่การเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์และระบบการไหลของแม่น้ำไปเป็นระบบน้ำนิ่ง น่าจะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้การดำรงชีพของสัตว์น้ำที่เปลี่ยนแปลงไป อีกทั้งในรอบและช่วงเวลาการอพยพย้ายถิ่นของกลุ่มปลาอพยพ (migratory species) ไปมาระหว่างแม่น้ำสายหลักกับแม่น้ำสาขาเปลี่ยนแปลงไปด้วย นำมาซึ่งการศึกษาผลกระทบของการสร้างสิ่งกีดขวางหรือเขื่อนกันลำน้ำต่อความแตกต่างของชนิด และความชุกชุม อีกทั้งรูปแบบการรวมกลุ่มของปลาที่เปลี่ยนแปลงไประหว่างทั้งสามแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง ประกอบด้วยแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ

จากผลการศึกษาจำนวนชนิดซึ่งพบสูงสุดในแม่น้ำสงครามซึ่งเป็นแม่น้ำที่ยังคงสภาพสมบูรณ์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปของอุทกวิทยาการไหลของน้ำเป็นไปตามธรรมชาติ ไม่มีการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้นลำน้ำ และจำนวนชนิดที่พบมีความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดเจนมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลาหรือฤดูกาล โดยพบจำนวนชนิดสูงสุดในช่วงระหว่างเดือนสิงหาคม ตุลาคม และเดือนธันวาคม มากกว่าการสำรวจในเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนเมษายน เพราะช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงฤดูน้ำหลากปลาชนิดต่างๆเริ่มมีการอพยพเข้าจากแม่น้ำโขงมาสู่แม่น้ำสาขา (Blake, 2006) แม่น้ำขนาดใหญ่ในเขตร้อน เช่น แม่น้ำโขง การอพยพย้ายถิ่นของปลาเชื่อมโยงกับระบบ

อุทกวิทยาของแม่น้ำกับที่อาศัย โดยปลาจะมีการเคลื่อนย้ายระหว่างแม่น้ำ วังน้ำลึก (deep pools) และป่าบุ่งป่าทาม (floodplains) บริเวณชายฝั่งแม่น้ำในช่วงเวลาน้ำหลาก และอพยพกลับในช่วงปริมาณน้ำเริ่มลดลง (Barrella and Petrere, 2003; Kruk and Penczak, 2003; Terra et al., 2010) ส่วนในแม่น้ำมูลและแม่น้ำก่ำมีความแตกต่างของจำนวนชนิดตามฤดูกาลมีไม่มากนัก โดยประกอบด้วยกลุ่มปลาเทา (grey fish) และกลุ่มปลาดำ (black fish) เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งทั้งสองกลุ่มเป็นกลุ่มที่จัดอยู่กึ่งกลางระหว่างน้ำนิ่ง (lotic) และน้ำไหล (lentic) จะได้รับอิทธิพลของระบบอุทกวิทยาของแม่น้ำน้อยมาก ส่วนในฤดูแล้งโครงสร้างของกลุ่มปลาในแม่น้ำสงครามประกอบด้วยกลุ่มปลาเทาที่มีขนาดเล็ก เช่น ปลาในกลุ่ม Cyprinid อาทิ ปลาชิวควาย (*Rasbora dusonensis*) และทำให้ค่า *W* statistic มีค่าใกล้ศูนย์ (Warwick, 1986; Labropoulou and Papaconstantinou, 2005) ในช่วงเวลาที่มีการอพยพของ กลุ่มปลาอพยพหรือกลุ่มปลาขาวซึ่งมีขนาดใหญ่โดยอพยพมาและกลับ จากแม่น้ำโขงเข้าสู่แม่น้ำสาขาและวังน้ำลึก (deep pools) (Baird, 2006; Valbo-Jørgensen et al.,2009; Baran, 2010) ดังนั้นในทางกลับกันค่า *W* statistic จะลดลงในช่วงเดือนมิถุนายน ทั้งในแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม โดยแสดงถึงสัดส่วนของปลาวัยอ่อนชนิดต่างๆมีปริมาณเพิ่มมากกว่าชนิดที่มีขนาดเล็กและขนาดกลางในโครงสร้างทั้งหมด ในฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลากพื้นที่ไม่มีเขื่อนหรือสิ่งกีดขวางลำน้ำลูกปลาวัยอ่อนมีการแพร่กระจายเป็นแบบอิสระในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง ลูกปลาทั้งหมดเหล่านี้อาจจะฟักไข่ในพื้นที่ต้นน้ำพื้นที่น้ำท่วมริมแม่น้ำ ป่าบุ่งป่าทามของแม่น้ำสาขาต่างๆ ปลากลุ่มที่มีการอพยพ เช่น วงศ์ปลาตะเพียน Cyprinids และวงศ์ปลาสวาย Pangasiids จะพบได้ตั้งแต่ต้นน้ำถึงพื้นที่น้ำท่วมสูงในฤดูน้ำหลาก (Hortle, 2009) ข้อสังเกตจากผลการศึกษาจะพบปลาขนาดเล็กในองค์ประกอบหลักในแม่น้ำสงครามในช่วงระยะเวลาที่แน่นอนในแต่ละปี และพบปลาบางชนิดเดียวกันในทั้งสามแม่น้ำสาขาที่ศึกษา (ตารางที่ 2.9) แต่จากการเปรียบเทียบขนาดความยาวเฉลี่ยของปลา 8 ชนิด (ตารางที่ 2.6) พบว่า ปลาจากแม่น้ำสงครามมีขนาดโตกว่าในแม่น้ำมูลและแม่น้ำก่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมของพื้นที่ในการดำรงชีวิต การหาอาหารการหลบภัย เนื่องจากแม่น้ำสงครามไม่มีเขื่อนขวางกั้นลำน้ำ การไหลของน้ำเป็นไปอย่างเป็นอิสระทำให้มีแหล่งอาหารที่เหมาะสมเพียงพอต่อการดำรงชีพของสัตว์น้ำ



ภาพที่ 2.12 ระดับน้ำ (Average water level : MSL) ในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำในรอบปี

หลังจากมีการเปิดประตูระบายน้ำเขื่อนปากมูล ทำให้โครงสร้างโดยชนิดและความชุกชุมมีความคล้ายคลึงกับโครงสร้างปลาในแม่น้ำสงคราม เนื่องจากระบบการไหลของน้ำเหมือนกันทั้งสองแม่น้ำสอดคล้องกับการศึกษา Phomikong et al. (2013) (ภาพที่ 2.12) ในแม่น้ำสงครามกลุ่มปลาขาว (white fish) เริ่มมีการอพยพมายังแม่น้ำสาขาในเดือนมิถุนายน แสดงให้เห็นถึงกลุ่มปลาขาวมีการเคลื่อนที่หรืออพยพในช่วงที่มีการเปิดประตูเขื่อนปากมูลในฤดูฝน โดยเริ่มพบกลุ่มปลาขาวขนาดเล็กและขนาดกลาง เช่น วงศ์ปลาตะเพียน Cyprinids ส่วนกลุ่มปลาดำกลุ่มปลาเทาจะพบในช่วงฤดูแล้งหรือฤดูร้อน (Warren et al., 1998; Jutagate et al., 2005) กลุ่มปลาขาวจะเริ่มอพยพเข้ามาสู่แม่น้ำสาขาแม่น้ำโขงพบได้ในช่วงฤดูฝน และไม่เพียงพบปลาขาวในช่วงฤดูฝนเท่านั้น แต่เริ่มพบปลาขาวในช่วงระดับน้ำต่ำคือช่วงปลายฤดูแล้งด้วยสอดคล้องกับผลการศึกษาการวิเคราะห์กลุ่ม (cluster analysis) โดยไม่พบกลุ่มปลาขาวในองค์ประกอบหลัก 10 ชนิด ในอันดับแรกในแม่น้ำมูลช่วงฤดูแล้ง (cluster B) แต่สามารถพบกลุ่มปลาขาวได้เกือบทุกฤดูกาลในแม่น้ำสงคราม ส่วนการรวมกลุ่มความชุกชุมปลาในแม่น้ำก่ำมีลักษณะที่แตกต่างออกไปอย่างชัดเจนจากแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของปลาเทาและปลาดำซึ่งเป็นชนิดที่อยู่ประจำที่ไม่มีการอพยพย้ายถิ่น และกลุ่มดังกล่าวจัดเป็นกลุ่มปลากินเนื้อเป็นส่วนใหญ่ พบประมาณร้อยละ 25 ของจำนวนชนิดทั้งหมด เช่น ปลาช่อน (*Channa striata*) ปลากระสูบจุด (*Hampala dispar*) และ ปลาบู่ทราย (*Oxyeleotris marmorata*) ดังนั้นการลดลงและการหายตัวไปของปลาขาวซึ่งเป็นกลุ่มปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่นจากแม่น้ำโขงสู่แม่น้ำสาขาเช่น แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม น่าจะเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงระบบอุทกวิทยาของแหล่งน้ำธรรมชาติ และมีอุปสรรคในการอพยพย้ายถิ่นปลา จากการก่อสร้างเขื่อนเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆขวางกั้น (Baran 2006; Welcomme et al., 2006) และแม้ว่า Pongsri et al. (2008) รายงานการพบปลา 55 ชนิดที่สามารถขึ้นผ่านบันไดปลาโจนถึงพื้นที่เหนือเขื่อนได้แต่ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มปลาเทาที่มีขนาดเล็ก ขนาดน้อยกว่า 20 เซนติเมตร และพบปลากลุ่มที่มีอพยพได้ไกลๆน้อยมาก

มาตรการในการบรรเทาผลกระทบของการสร้างเขื่อน จากผลการศึกษาในครั้งนี้มีข้อจำกัดโดยศึกษาประสิทธิภาพและการบรรเทาผลกระทบเฉพาะในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง โดยไม่ได้ศึกษาบันไดปลาโจนหรือทางผ่านของปลา ซึ่งปลาที่มีขนาดเล็กเท่านั้นและเป็นกลุ่มปลาเทาที่มีการอพยพระยะทางสั้นๆ ที่สามารถว่ายข้ามบันไดปลาโจนได้ ส่วนปลาที่มีการอพยพไกลๆหรือกลุ่มปลาขาวที่มีขนาดใหญ่ไม่สามารถข้ามผ่านบันไดปลาโจนได้ ซึ่งกลุ่มดังกล่าวเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญมากต่อการเพิ่มจำนวนประชากรในอนาคต ที่ผ่านมาการอพยพย้ายถิ่นของปลาในเขตร้อนมีเส้นทางและรูปแบบของการอพยพที่มีความจำเพาะ การเพิ่ม ปริมาณมวลชีวภาพของการอพยพประกอบด้วยตัวแปรต่างๆ อาทิ อุทกวิทยาของน้ำ และจำนวนชนิดของปลา การเพิ่ม

ความสำเร็จของการอพยพได้โดยมีการช่วยในการอพยพเคลื่อนย้ายระหว่างแม่น้ำสายหลักและพื้นที่ป่าบุ่งป่าทาม (Baumgartner et al., 2012) ดังนั้น Dugan et al. (2010) อาจสรุปได้ว่าไม่มีทางผ่านปลาชนิดใดที่ลดผลกระทบหรือเหมาะสมต่อขนาดของการอพยพที่มีปริมาณมากๆของแม่น้ำโขงได้ การศึกษาครั้งนี้ได้พิสูจน์แล้วว่าผลการเปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำระหว่างสามแม่น้ำเป็นจริง โดยการเปิดเขื่อนปากมูลบางช่วงเวลานั้น (ฤดูน้ำหลากหรือฤดูฝน) แม้ว่าองค์ประกอบของโครงสร้างปลาจะมีปลาขาวในองค์ประกอบคล้ายกันในแม่น้ำสงครามซึ่งเกิดจากการเปิดประตูเขื่อนตรงกับช่วงเวลาอพยพ แต่ในช่วงเวลาการปิดประตูน้ำในช่วงฤดูแล้งยังมีการปิดกั้นการอพยพของปลาบางชนิดที่เริ่มมีการอพยพในช่วงเวลาดังกล่าว Jackson and Marmulla (2001) การรบกวนขัดขวางของเขื่อนไม่เพียงมีผลกระทบต่อการอพยพของปลายังรวมไปถึงมีผลต่อแร่ธาตุและสารอาหาร หลังจากมีการเก็บกักน้ำของอ่างเก็บน้ำหรือเขื่อนขนาดใหญ่ในประเทศไทย กลุ่มปลาดำจะมีการเพิ่มจำนวนขึ้นมากเพราะแร่ธาตุและสารอาหารจะถูกเก็บกักในอ่างเก็บน้ำ ทำให้สาหร่ายเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็วแต่ก็สามารถจะเพิ่มได้ในช่วงเวลาหนึ่งเท่านั้นซึ่งเป็นปัญหาต่อมาในอนาคต (Jutagate et al., 2012) (size at first maturity)) แม้ว่าปลาเทาและปลาสีขาวจาก 8 ชนิด ตามตารางที่ 2.6 สามารถปรับตัวอาศัยในอ่างเก็บน้ำได้ แต่ผลการศึกษาแสดงถึงการเจริญเติบโตที่ช้าและความล้าช้าดังกล่าวจะส่งผลต่อขนาดเข้าสู่ระยะสมบูรณ์เพศ (size at first maturity) อีกทั้งมีความดกหรือปริมาณไข่มีปริมาณน้อย สาเหตุมาจากมีปริมาณอาหารที่มีน้อย หรือปริมาณอาหารที่ลดลงเรื่อยๆ เกี่ยวข้องกับการสูญเสียกลไกลการไหลของน้ำปกติประจำในช่วงฤดูน้ำหลาก (De Graaf, 2003; Suvarnaraksha et al., 2011) และ Penczak (2007) การลดความเร็วของกระแสน้ำมีผลต่อการผลจับสัตว์น้ำของชาวประมงท้องถิ่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Welcomme and Halls 2004; Alford and Walker, 2013) เมื่อต้องพบกับการพัฒนาอย่างรวดเร็วจากโครงการก่อสร้างเขื่อนในแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง นักวิทยาศาสตร์ด้านประมง นักจัดการและวิศวะกรจำเป็นต้องหาวิธีที่จะลดผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดกับกลุ่มปลาที่มีการอพยพ มากกว่าการใช้บันไดปลาโจนเหมือนแบบเดิมที่ผ่านมา (Baumann and Stevanella, 2012) การอพยพของปลาสนับสนุนโดยการเชื่อมต่อทางอุทกวิทยาและระบบนิเวศที่มีความสำคัญยิ่งต่อผลผลิตสัตว์น้ำ และความหลากหลายของชนิดของแม่น้ำโขง แต่มาตรการลดผลกระทบที่มีอยู่เห็นได้ชัดว่าไม่ได้สนับสนุนการเชื่อมต่อนี้ทำให้เกิดความเสี่ยงด้านการประมงในอนาคต

บทที่ 3
ผลกระทบของเขื่อนต่อความหลากหลาย การแพร่กระจาย และการรวมกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อนในบริเวณแม่น้ำสาขาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

3.1 ความสำคัญของการศึกษา

ในวงจรชีพของสัตว์น้ำต้องมีการผสมพันธุ์วางไข่และเลี้ยงดูตัวอ่อน และแหล่งในการเลี้ยงดูตัวอ่อนก็มีความแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์น้ำและลักษณะชีววิทยาของการวางไข่ บางชนิดอยู่บริเวณน้ำตกเนื่องจากเป็นไข่แบบครึ่งจมครึ่งลอย บางชนิดอยู่บริเวณลำธาร หรือแม่น้ำลำคลองเนื่องจากเป็นไข่แบบจมติดพื้นท้องน้ำ นอกจากนี้ยังมีบริเวณพื้นที่น้ำท่วมในฤดูน้ำหลากหรือป่าบุ่งป่าทาม การเก็บตัวอย่างเพื่อการศึกษาลูกปลาวัยอ่อนจึงต้องใช้หลายๆวิธีการประกอบกัน (อภิชาติ เติมวิชชากร, 2548) โดยที่ปริมาณของปลาวัยอ่อนแต่ละชนิดจะมีความแตกต่างไปตามแต่ละบริเวณและฤดูกาลเช่นกัน นอกจากนี้การศึกษาลูกปลาวัยอ่อนจำเป็นต้องศึกษาปัจจัยและอิทธิพลที่มีผลต่อการวางไข่ อาทิ อุณหภูมิน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความขุ่นใส ปริมาณอาหารธรรมชาติ ข้อมูลต่างๆเหล่านี้ต้องทำการเก็บควบคู่ไปด้วย (อภิชาติ เติมวิชชากร, 2546) การศึกษาปริมาณและแหล่งเลี้ยงตัววัยอ่อนของลูกปลาเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการศึกษาสถานภาพด้านทรัพยากรประมงในอนาคต (De Silva, 2005: 70) เพื่อให้เกิดการประมงอย่างยั่งยืนปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ ได้แก่ การที่ต้องมีสัตว์น้ำรุ่นใหม่มาทดแทนที่กลุ่มที่ถูกจับไปใช้ประโยชน์ ทั้งที่เกิดจากการทดแทนที่ตามธรรมชาติ และจากการปล่อยสัตว์น้ำเพิ่มเติม อีกทั้งปริมาณลูกปลาวัยอ่อนสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ผลกระทบจากการแพร่กระจายของสภาวะมลพิษ ลูกปลาวัยอ่อนจะมีการรับรู้ต่อสิ่งสกปรกหรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพนิเวศได้เร็วมาก (อภิชาติ เติมวิชชากร, 2554) และข้อมูลปริมาณและแหล่งเลี้ยงตัววัยอ่อนที่เปลี่ยนแปลงไป จากการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้นลำน้ำ ข้อมูลชนิดความหลากหลาย ปริมาณ และการแพร่กระจายของลูกปลาวัยอ่อน และปัจจัยทางนิเวศวิทยาต่อการรวมกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อน สามารถใช้วัดผลกระทบของการก่อสร้างเขื่อนได้ Kolding and van Zwieten (2006) การสร้างเขื่อนและอ่างเก็บน้ำจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศใน 3 ระดับ ได้แก่ (1) ผลกระทบทางลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำ คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของแหล่งน้ำ และคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ (2) การเปลี่ยนแปลงผลผลิตปฐมภูมิ และอาหารธรรมชาติของสัตว์น้ำในระบบนิเวศ และพื้นที่ในการหาอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน (nursery ground) ในการผสมพันธุ์

วางไข่ (spawning ground) ลดน้อยและเปลี่ยนแปลงไป (3) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของประชาคมสัตว์น้ำ

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของปลาวัยอ่อนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบของเขื่อนในบริเวณ 3 แม่น้ำสาขาในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง ได้แก่ แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างกันระหว่างชนิดและความชุกชุมของลูกปลาวัยอ่อนตามฤดูกาลและบริเวณพื้นที่ตัวแทนการศึกษา จากข้อมูลปริมาณและแหล่งเลี้ยงตัววัยอ่อนเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญต่อการออกแบบการบริหารจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำ และเป็นการติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแหล่งเลี้ยงตัววัยอ่อนของลูกปลา และเพื่อตรวจสอบปริมาณลูกปลาว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมหรือไม่ ซึ่งผลการศึกษาที่ได้นำมาใช้ประโยชน์ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงปริมาณของปลาในแหล่งน้ำในอนาคต และคาดคะเนถึงบริเวณและระยะเวลาที่มีการวางไข่ ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการกำหนดแนวทางและมาตรการในการจัดการทรัพยากรประมงเพื่อนำไปสู่การจัดการทรัพยากรประมงอย่างยั่งยืนต่อไป

3.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์ของการศึกษา เพื่อศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของลูกปลาวัยอ่อน และความเหมาะสมของพื้นที่เลี้ยงตัวอ่อน เปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ศึกษาแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง 3 แม่น้ำ ที่มีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน ได้แก่ แม่น้ำมูลตอนล่างในจังหวัดอุบลราชธานี ที่มีการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้นทางน้ำขนาดใหญ่ (large dam) และมีการเปิดประตูระบายน้ำในช่วงฤดูฝนเป็นเวลา 4 เดือนของทุกปี แม่น้ำสงครามซึ่งเป็นแม่น้ำที่มีความสมบูรณ์ไม่มีเขื่อนขวางกั้นแม่น้ำ และแม่น้ำก่ำมีการสร้างฝายทดน้ำ (low-head dam) ตลอดลำน้ำ ผลการศึกษาเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรลูกปลาวัยอ่อนให้เหมาะสมอย่างยั่งยืนต่อไป

3.3 สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง

วางแผนการวิจัยแบบ spatial and temporal random design โดยกำหนดจุดสุ่มตัวอย่างใน 3 แม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง ตามลักษณะสภาพพื้นที่ นิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ และช่วงฤดูกาลต่างๆ ที่เป็นตัวแทนการศึกษา ดังนี้คือ

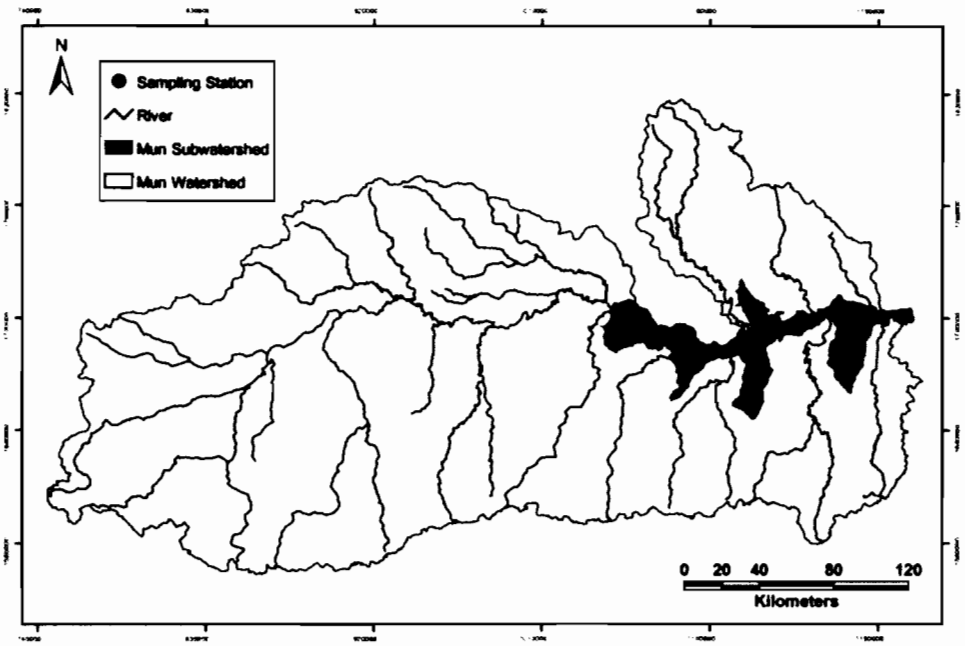
ตารางที่ 3.1 ลักษณะทางกายภาพ ระดับน้ำ และสภาพนิเวศของจุดสำรวจต่างๆ (Wudneh, 1998)

ฤดูกาล	เดือน	สภาพนิเวศน์ของจุดสำรวจ
1. ฤดูแล้ง	ธันวาคม–กุมภาพันธ์	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บลดลงต่ำสุด และอุณหภูมิของน้ำต่ำ สัตว์น้ำมีกิจกรรมค่อนข้างน้อย
2. ฤดูปรับเปลี่ยนจากฤดูแล้งเป็นฤดูฝน	มีนาคม–พฤษภาคม	เป็นช่วงที่ระดับน้ำที่กักเก็บลดลงต่ำแต่เริ่ม มีฝนตกลงมาและอุณภูมิของน้ำสูง สัตว์น้ำค่อนข้างเครียด
3. ฤดูฝน	มิถุนายน–สิงหาคม	เป็นช่วงมีฝนหนาแน่น ระดับน้ำขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว และน้ำมีความขุ่นสูง
4. ฤดูปรับเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูแล้ง	กันยายน–พฤศจิกายน	เป็นช่วงสิ้นสุดฤดูฝน ระดับน้ำมีปริมาณขึ้นสูง

3.3.1 แม่น้ำมูล (Mun river) เป็นพื้นที่ตัวแทนการศึกษาที่มีการก่อสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ (large dam) ขวางกั้นแม่น้ำประกอบด้วย 5 จุดสำรวจ ดังแสดงพิกัดในตารางที่ 3.2 และภาพที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจและพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำมูลตอนล่าง

จุดสำรวจ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1. บ้านตุงลุง	ตำบลโขงเจียม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี	N 151736.3 E 1052521.8
2. บ้านค้อใต้	อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี	N 151411.3 E 1051520.8
3. บ้านบุ่งมะแลง	ตำบลบุ่งมะแลง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี	N 151622.4 E 1050143.6
4. บ้านวังยาง	ตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี	N 151057.7 E 1044250.9

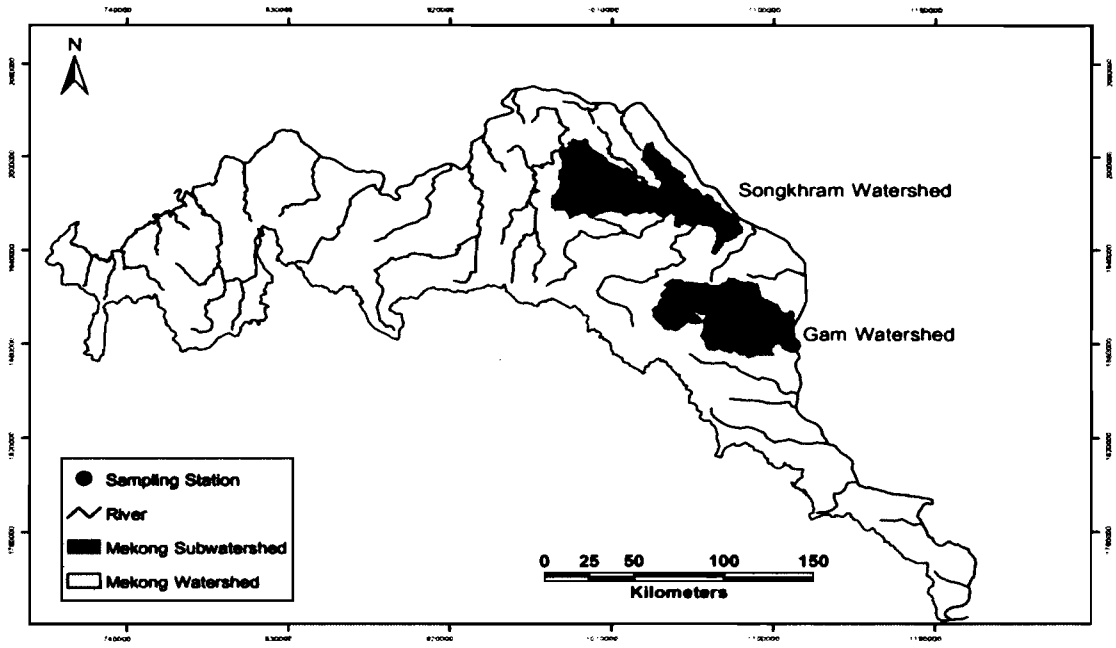


ภาพที่ 3.1 แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำมูลตอนล่างจำนวน 4 จุดสำรวจ

3.3.2 แม่น้ำสงคราม (Songkhram River) เป็นพื้นที่ตัวแทนที่มีความสมบูรณ์ยังไม่มีการก่อสร้างเขื่อนจำนวน 5 จุดสำรวจ ดังแสดงในตารางที่ 3.3 และภาพที่ 3.2

ตารางที่ 3.3 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจและพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำสงคราม

จุดสำรวจ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1. บ้านวังโพธิ์ ต่อแม่น้ำโขง	ตำบลไชยบุรี อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม	N 173830.6 E 1042450.9
2. บ้านท่าบ่อ	ตำบลท่าบ่อ อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม	N 173922.1 E 1041303.4
3. บ้านข่า	ตำบลปากยาม อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม	N 174233.2 E 1040433.9
4. บ้านท่าพันโฮง	ตำบลนาทม อำเภอนาทม จังหวัดนครพนม	N 174836.1 E 1040104.2
5. บ้านดอนแดง	ตำบลท่าก้อน อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร	N 174903.8 E 1035508.2



ภาพที่ 3.2 แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำสงครามจำนวน 5 จุดสำรวจ และแม่น้ำก่ำจำนวน 5 จุดสำรวจ

3.3.3 แม่น้ำก่ำ (Gam River) เป็นพื้นที่ตัวแทนการศึกษาที่มีการก่อสร้างเขื่อนขนาดเล็กหรือฝายขนาดเล็ก (low-head dam) ขวางกั้นตลอดแม่น้ำจำนวน 6 จุดสำรวจ ดังแสดงพิกัดในตารางที่ 3.4 และภาพที่ 3.1

ตารางที่ 3.4 ตำแหน่งที่ตั้งของจุดสำรวจและพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำก่ำ

จุดสำรวจ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1. เหนือประตูน้ำ ธรณิศนฤมิต	ตำบลน้ำก่ำ อำเภอธาตุพนม จังหวัดนครพนม	N 165523.5 E 1044300.5
2. เหนือประตูน้ำบ้านนาคู่	ตำบลนาคู่ อำเภอนาแก จังหวัดสกลนคร	N 165739.5 E 1043140.3
3. เหนือประตูน้ำบ้านนาขาม	ตำบลวังยาง อำเภอวังยาง จังหวัดนครพนม	N 170008.2 E 1042534.7
4. เหนือประตูน้ำบ้านม่วงคำ	ตำบลม่วงไข่ อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร	N 170453.0 E 1042140.5
5. เหนือประตูน้ำสุรัสวดี บริเวณหนองหาร	ตำบลนาตงวัฒนา อำเภอโพนนาแก้ว จังหวัดสกลนคร	N 170913.2 E 1041657.3

รวมจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 14 จุดสำรวจ โดยทำการสำรวจทุกๆ สองเดือนรวม 6 ครั้ง ในรอบปีระหว่างเดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม เดือนธันวาคม 2552 และเดือนกุมภาพันธ์ เดือนเมษายน 2553

3.4 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

3.4.1 อุปกรณ์

3.4.1 เรือยางขนาด 2.6 เมตร พร้อมเครื่องยนต์ขนาด 25 แรงม้า เพื่อการสำรวจและเก็บตัวอย่าง

3.4.2 อวนลากลูกปลาขนาดช่องตา 1 มิลลิเมตร ยาว 20 เมตร

3.4.3 กล้องจุลทรรศน์แบบรายละเอียดสูง (compound microscope) และแบบสเตอริโอ (stereo microscope) พร้อมกล้องถ่ายรูป

3.4.4 ถาดอลูมิเนียมและภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างเพื่อการคัดแยกชนิด

3.4.5 ขวดเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำวัยอ่อนขนาด 50 มิลลิลิตร

3.4.6 ขวดเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำวัยอ่อนขนาด 100 มิลลิลิตร

3.4.7 น้ำยาฟอร์มาลิน 10 %

3.4.8 น้ำยาแอลกอฮอล์ 95 %

3.4.9 ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง

3.4.10 ชุดเครื่องมือผ่าตัด

3.4.11 ตารางและแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล (data sheet)

3.4.2 วิธีการดำเนินการ

การศึกษารวบรวมตัวอย่างลูกปลาเพื่อศึกษาความหลากชนิด (species richness) และการแพร่กระจาย (distribution) ของลูกปลาวัยอ่อน โดยรวบรวมตัวอย่างด้วยเครื่องมือสำรวจอวนทับตลิ่งตาถี่ขนาดตา 1 มิลลิเมตร กว้าง 6 เมตร ยาว 20 เมตร รวบรวมตัวอย่างลูกปลาวัยอ่อนระยะ larval stage ในแนวชายฝั่ง จุดสำรวจละ 2 ครั้ง (ซ้ำ) หลังจากนั้นเก็บรักษาตัวอย่างด้วยน้ำยาฟอร์มาลีน 10% แล้วทำการจำแนกชนิดนับจำนวน ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี โดยใช้คู่มือการจำแนกชนิดปลาของ อภิชาติ เติมวิชชากร (2546, 2548); อภิชาติ เติมวิชชากร และสิริวรรณ สุขศรี (2554); Rainboth (1996) และ Kottelat (2001)

การคัดแยกลูกปลาวัยอ่อนยึดหลักการเจริญพัฒนาของลูกปลาวัยอ่อน ช่วงระยะต่าง ๆ อายุและการพัฒนาของลูกปลาสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ระยะ (Hubb, 1943) ดังต่อไปนี้

(1) ระยะที่เป็นไข่ (egg phase หรือ Incubation period) เริ่มจากไข่ได้รับการปฏิสนธิ (fertilization) จนถึงฟักออกเป็นตัว (hatching) ซึ่งได้ศึกษาลักษณะของไข่ปลาประเภทไข่ลอย พบว่ามีองค์ประกอบและรูปร่างที่แตกต่างกันพอที่จะนำมาใช้ในการแยกกลุ่มของปลาอย่างคร่าว ๆ ลักษณะดังกล่าวคือ รูปร่างและขนาดของไข่ ขนาดของช่องว่างระหว่างเปลือกไข่ (periviteline space) เส้นผ่าศูนย์กลางและลักษณะของไข่ (homogeneous หรือ Segmented) จำนวนและขนาดของจุดน้ำมัน (oil globule) จะมีสีบนไข่แดงและตัวอ่อนรวมทั้งลักษณะการพัฒนาของตัวอ่อน เช่น รูปร่างของลำตัวและจำนวนมัดกล้ามเนื้อ เป็นต้น

(2) ลูกปลาวัยอ่อนระยะแรกที่ยังมีถุงอาหารสำรองปรากฏอยู่ (prolarva stage) หลังจากที่คัพภะได้เจริญพัฒนา ส่วนต่าง ๆ ของมันมาจนถึงระยะที่จะฟักออกจากไข่แล้ว ตัวอ่อนที่ฟักออกมาจะมี yolk อยู่ที่ด้านท้องของลูกปลา ซึ่งรูปร่างลักษณะของ yolk ก็จะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของลูกปลา เช่น อาจจะเป็นรูปกลม กลมรี หรือยาวทอดไปตามลำตัวก็ได้ ลูกปลาที่มี yolk ขนาดเล็กเรียกว่า planktonic larvae มันจะอาศัยการดูดซึมเอา yolk ไปใช้เพื่อพัฒนาอวัยวะต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น ลูกตา ปาก เพื่อให้หลังจากที่ yolk ได้ถูกใช้หมดไปแล้วมันสามารถพัฒนาเป็นลูกปลาขนาดเล็ก ลูกปลาที่มี yolk ขนาดใหญ่เรียกว่า lecithotropic larvae เป็นพวกที่มี yolk ขนาดใหญ่เมื่อฟักออกมาแล้วลูกปลาจะค่อย ๆ ดูดซึมเอา yolk ไปใช้ในการพัฒนารูปร่างลักษณะของมันจนครบ พวกนี้มักจะมีพ่อ-แม่คอยดูแล เช่น ปลาตะพัด ปลากดทะเล เป็นต้น ลูกปลาวัยอ่อนระยะแรกนี้จะมีการพัฒนาของอวัยวะต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นลูกตา มัดกล้ามเนื้อ เป็นต้น yolk จะถูกดูดซึมไปหมดก็จะหมดระยะของ yolk sac larvae ปากของมันจะเปิดและสามารถจับอาหารกินเองได้

(3) ลูกปลาวัยอ่อนระยะแรก (larval stage) เป็นระยะหลังจากที่ yolk ได้ยุบหมดแล้ว ปากเปิดและเริ่มใช้งานได้ และมีการค่อย ๆ พัฒนาอวัยวะต่าง ๆ ต่อไป ซึ่งไข่ที่มี yolk น้อยจะมีการพัฒนาของอวัยวะต่าง ๆ น้อยกว่าไข่ที่มี yolk ขนาดใหญ่ ดังนั้นพวกที่มีไข่เป็นจำนวนมากจะมีการพัฒนาอวัยวะต่าง ๆ ตอนเป็นลูกปลาวัยอ่อน ระยะของ larval stage จะสิ้นสุดเมื่อกระดูกปลายหาง (urostyle) ได้โค้งงอขึ้นไป

(4) ลูกปลาวัยอ่อนระยะหลัง (Post larval stage) เป็นระยะหลังจากที่ yolk ได้ยุบหมดไปแล้ว และกระดูกปลายหาง (urostyle) โค้งงอขึ้นแล้ว ก็จะเป็นลูกปลาวัยอ่อนระยะหลัง มีการสร้างมัดกล้ามเนื้อจนครบตามที่มันจะมีในแต่ละชนิดตลอดจนสร้างครีบต่าง ๆ จนเยื่อที่หุ้มห่อตัวของมัน และสร้างกระดูกเสริมความแข็งแรงของหาง เช่น กระดูก hypural ดันให้ปลาย notochord โค้งงอขึ้นด้านบน สร้างครีบหางขึ้นมา หลังจากนั้นครีบหลัง ครีบก้นก็จะถูกสร้างขึ้นมา บริเวณ

ด้านบนและด้านล่างของลำตัว ครีบท้องตลอดจนก้านครีบต่าง ๆ ก็จะมีการพัฒนาขึ้นมา และเมื่อพัฒนาอวัยวะต่าง ๆ ครบแล้ว มันจะมีการเปลี่ยนรูป สูญเสียลักษณะของลูกปลาวัยอ่อนไปเป็นรูปร่าง ลักษณะของลูกปลาเล็ก เช่น ในพวกปลาซีกเดียว จะมี metamorphosis สูญเสียลักษณะของ bilateral ไป โดยการเคลื่อนที่ของตาไปรวมอยู่ที่ด้านใดด้านหนึ่ง

(5) ระยะลูกปลาขนาดเล็ก (Juvenile phase) เป็นลูกปลาที่ผ่านการเปลี่ยนแปลงรูปร่างมาแล้ว (metamorphosis) ไม่มีลักษณะของลูกปลาวัยอ่อนเหลืออยู่ มีลักษณะภายนอกที่จะใช้ในการนับวัด (meristic characters) ครบถ้วนสมบูรณ์ มีรูปร่างเหมือนกับลูกปลาที่โตเต็มวัยทุกประการ รวมทั้งการจัดเรียงตัวของเกล็ดบนลำตัว จุดสีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นรูปแบบของปลาขนาดใหญ่ทั้งสิ้น สิ่งที่ต่างไปจากปลาที่โตเต็มวัยก็คือ ขนาดจะเล็กกว่า และระบบสืบพันธุ์ที่ยังไม่สมบูรณ์เนื่องจากยังไม่มีการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ขึ้นมาเท่านั้น

(6) ระยะปลาโตเต็มวัย (adult Phase) เป็นปลาที่โตเต็มที่ทั้งขนาดและมีการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์สร้างเซลล์สืบพันธุ์มาพร้อมที่จะทำการผสมพันธุ์ได้แล้ว การที่ปลาพร้อมที่จะสืบพันธุ์วางไข่ได้ครั้งแรกของปลาที่โตเต็มวัยที่เราเรียกว่า first mature ซึ่งจะมีผลต่อการจัดการทรัพยากรมาก

จากนั้นทำการคัดแยกกลุ่มปลา (fish guilds) ตามลักษณะพฤติกรรมในการอพยพย้ายถิ่น (migratory behavior) ประกอบด้วย 3 กลุ่ม Poulsen (2002)

(1) กลุ่มปลาดำ (black fish; BF) กลุ่มที่ไม่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ แต่อาจมีการย้ายถิ่นในรอบวันเพื่อการหาอาหาร แต่ก็มีระยะทางไม่ไกลอาจเคลื่อนที่ระหว่างพื้นที่อาศัยคือ หนองน้ำ บึง กับแม่น้ำที่อยู่ติดกับหนองบึงนั้น

(2) กลุ่มปลาขาว (white fish; WF) กลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ เป็นระยะทางไกลอาจเป็นระยะทางหลายร้อยกิโลเมตร ระหว่างแม่น้ำสาขาหนึ่งสู่อีกแม่น้ำสาขา และเป็นการอพยพตามฤดูกาลเพียงแค่ครั้งเดียวในรอบปี

(3) กลุ่มปลาเทา (grey fish; GF) กลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่หรือเพื่อหาอาหาร แต่มีระยะทางไม่ไกลมากอาจเป็นระยะทางระหว่างแม่น้ำกับปากแม่น้ำ และเป็นการอพยพตามฤดูกาลเพียงแค่ครั้งเดียวในรอบปีเช่นกัน

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างของชนิด และประชากรลูกปลาที่พบระหว่างจุดสำรวจด้วยค่าดัชนีบ่งชี้ลักษณะโครงสร้างและนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำแบบต่างๆ ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษาและในระหว่างเดือนที่สำรวจต่างๆ ด้วยวิธีการและสูตรต่างๆ ดังนี้

3.5.1 การจำแนกชนิดกลุ่ม และวงศ์ของลูกปลาวัยอ่อน เป็นค่าที่บอกถึงความหลากหลายของชนิดพันธุ์ปลา (species richness) ที่พบในแต่ละจุดสำรวจ และนำมาหาสัดส่วนความชุกชุมของแต่ละชนิดพันธุ์ (expected value; *E–value*) เป็นค่าที่แสดงถึงชนิดที่เป็นองค์ประกอบหลัก (dominant species) ในประชาคม ในแหล่งน้ำโดยคำนวณได้ 2 แบบ คือ องค์ประกอบชนิดปลาโดยจำนวนตัว และองค์ประกอบของชนิดปลาโดยมวลชีวภาพ มีค่าเป็นร้อยละ ในการรายงานในการศึกษาครั้งนี้อธิบายประสิทธิภาพการอยู่รอดในประชาคมปลาด้วยจำนวนตัว มีวิธีคำนวณดังนี้

$$E - value = \frac{\text{จำนวนตัวปลาที่พบแต่ละครั้งสำรวจ}}{\text{จำนวนตัวปลาที่พบทั้งหมด}} \text{ X } 100$$

3.5.2 ผลจับต่อหน่วยพื้นที่ (standing crop) มีหน่วยเป็นจำนวนตัวต่อ 100 ตารางเมตร โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{Standing crop (จำนวนตัวต่อ100 ตารางเมตร)} = \frac{\text{จำนวนตัวปลา}}{\text{พื้นที่ (100 ตารางเมตร)}}$$

จากผลการศึกษาการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species richness) และความหนาแน่นของปลา (density) ในรูปจำนวนตัวต่อพื้นที่ 100 ตารางเมตร นำผลการศึกษาทั้งสองส่วนคือจำนวนชนิดและความหนาแน่นของปลา มาทำการทดสอบความแปรปรวน (way analysis of variance: ANOVA) ที่สำรวจระหว่างเดือนสำรวจเก็บตัวอย่างในแม่น้ำต่างๆ และมีการทดสอบภายหลัง (*bonferroni* post-hoc test) ในกรณีที่ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

3.5.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ (multivariate analysis of variance: MANOVA) ระหว่างกลุ่มของลูกปลา (migratory guild) ในพื้นที่และช่วงเวลาที่ศึกษาต่างๆ (spatio-temporal) PERMANOVA เป็นเทคนิคแยกความแปรปรวนของข้อมูลตั้งแต่สองข้อมูลขึ้นไป ในการศึกษาครั้งนี้ข้อมูลนำเข้ามีการแปลงค่าข้อมูลเป็นสแควร์รูทฐาน 4 เพื่อไม่ให้ชนิดที่จำนวนตัวสูงมีอิทธิพลต่อการวัดความคล้ายคลึงกัน (Cheshire, 2012) และการวิเคราะห์ซ้ำจำนวน 999 ครั้ง โดยใช้โปรแกรม R Program (R Development Core Team, 2013) ด้วย package “vegan” (Oksanen, 2013)

3.5.4 ค่าดัชนีบ่งชี้สภาพความเหมาะสมของการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำ

3.5.4.1 ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) ค่าดัชนีความหลากหลายหรือค่าดัชนีความแตกต่างของชนิดพันธุ์ คำนวณตามวิธีหรือตามสูตรของ Shannon-Weiner Diversity Index (Washington, 1984; Ludwig and Reynolds, 1988; Clarke and Warwick, 1994) ซึ่งเป็นสูตรที่นิยมอย่างแพร่หลายทางด้านนิเวศวิทยาและชีววิทยา ค่าดัชนีที่ใช้ประกอบการพิจารณาความหลากหลายของประชาคมปลาและคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำทั้งภายในแต่ละจุดสำรวจ โดยภาพรวมของแหล่งน้ำซึ่งมีสูตร ดังนี้

$$H = -(pi \log_2 pi)$$

โดยที่ H = ดัชนีความหลากหลาย

Pi = สัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดที่ i ต่อจำนวนทั้งหมดในตัวอย่าง

3.5.4.2 ดัชนีความชุกชุมหรือดัชนีความมากชนิด (richness index) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความหลากหลายของชนิดสัตว์น้ำที่พบในแต่ละจุดสำรวจและช่วงเวลาที่สำรวจ มีพื้นฐานการคำนวณจากจำนวนชนิดที่พบทั้งหมดและจำนวนตัวที่พบทั้งหมด การศึกษาครั้งนี้ใช้การคำนวณดัชนีความชุกชุมตามวิธีการของ Margalef Index (Warwick, 1986) โดยมีสูตร

$$R = (S-1) / \ln (n)$$

R = ค่าดัชนีความมากชนิด

S = จำนวนชนิดทั้งหมดที่พบ

n = จำนวนตัวทั้งหมดที่พบ

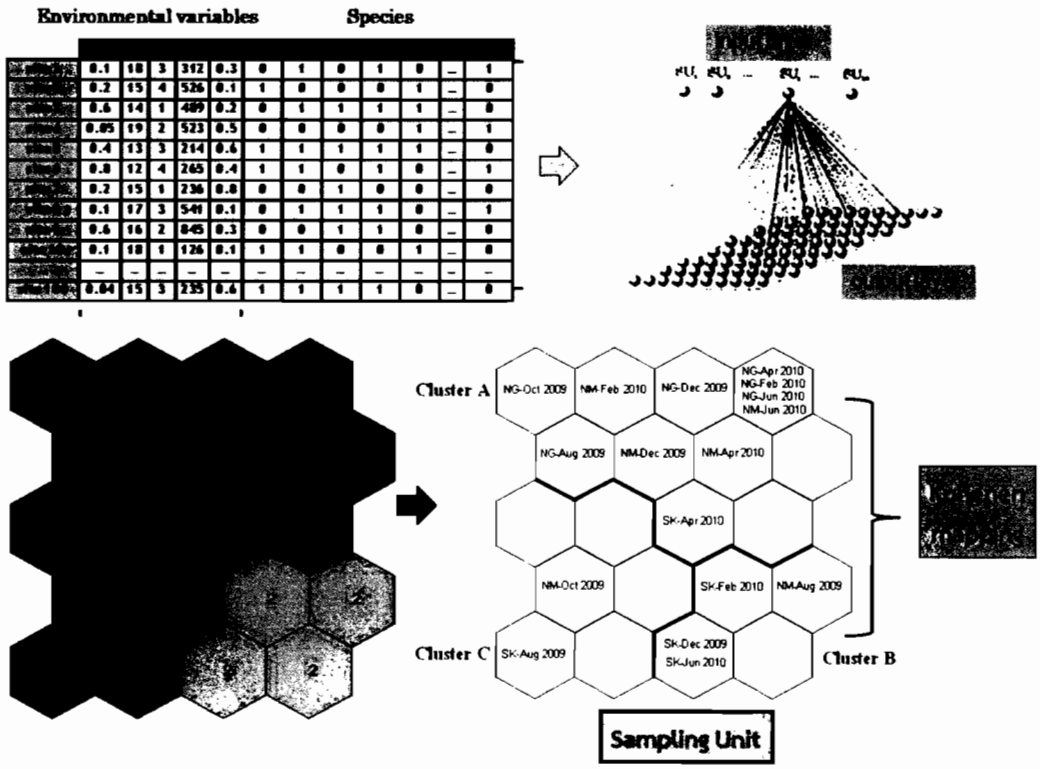
ln = natural logarithm

3.5.5 การวิเคราะห์กลุ่มลูกปลา โดยวิเคราะห์ความคล้ายคลึงและจัดกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อน ในแต่ละสภาพแวดล้อม โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม (artificial neuron network; ANN) ในรูปแบบที่เป็น self organizing map (SOM) (Kohonen, 2001) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์การจัดกลุ่มของตัวแปรในรูปของภาพ 2 มิติ โดยการเรียงต่อกันของรูปหกเหลี่ยม (hexagonal lattice) ที่เรียกว่า kohonen mapping (KM) ดังภาพที่ 3.4 ซึ่งถ้าเป็นกลุ่ม (cluster) ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน จะมีรูปแบบของภาพที่ใกล้เคียงกัน โดยแต่ละหน่วย (neuron: n) ในรูปหกเหลี่ยมจะเรียกว่าหน่วยที่มองเห็น (visual unit: VU) อันเป็นผลมาจากข้อมูลตัวอย่างนำเข้า (Sampling Unit: SU; ภาพที่ 3.3) ซึ่งในที่นี้คือ จำนวนลูกปลาวัยอ่อนในแต่ละครอบครัวในแต่ละสถานีและครั้งที่ทำการสำรวจ ซึ่ง VU ที่อยู่

ใกล้กันจะมีผลมาจากความคล้ายคลึงของ SU โดยคำนวณมาจากระยะห่างของความเหมือนโดยวิธีการ Relative Euclidian Distance (*RED*)

$$RED\ (SU_j, SU_k) = \sqrt{\sum_{i=1}^{s}\left[\frac{Xij}{\sum lx_{ij}} - \frac{x_{ik}}{\sum lx_{ik}}\right]}$$

เมื่อ *RED* (SU_j, SU_k) คือ ระยะห่างของความเหมือนใน SU ที่ j และ k, X_{ij} เป็นความหนาแน่นของตัวอย่าง (ลูกปลาครอบครัวที่ i) ในครั้งและสถานีสำรวจที่ j (SU_j) และในทำนองเดียวกันกับ X_{ij}



ภาพที่ 3.3 การส่งผ่านข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ ANN-SOM โดยที่ sampling unit; SU_j เป็นชั้นข้อมูลนำเข้าและผลการวิเคราะห์ออกมาในรูปภาพ 2 มิติ

การทำงานของ ANN_SOM จะทำการจัดกลุ่มของข้อมูลที่สังเกตหรือข้อมูลที่นำเข้า (x) โดยดูความใกล้ชิดของค่าข้อมูล ซึ่งอัลกอริทึมการทำงานของ SOM_ANN อย่างย่อในกรณีที่ผลเท่ากับ n หน่วย สามารถสรุปได้ดังนี้ (Lek and Guegan, 1999)

(1) กำหนดค่า Time parameter เริ่มต้น (t) ให้ t = 0

(2) กำหนดค่าน้ำหนัก W_{ij} ของแต่ละหน่วย n ตัวที่ j (nj) ใน KM โดยทำการสุ่มไปเรื่อย ๆ

(3) เริ่มต้นการทำงานจาก x โดยให้ x(t)=[xl(t)……., xn(t)] ซึ่งค่าเริ่มต้นเกิดจากการสุ่มตลอดในทุกตัวอย่าง

(4) คำนวณค่าระยะห่าง (d) ระหว่างค่า x กับค่าการเรียงตัวของ nj ใน KM ตามสมการ

$$d_j(t)=\sum_{i=1}^{n}\left[x_i(t)-w_{ij}(t)\right]^2$$

เมื่อ X_i (t) = เป็นค่าองค์ประกอบที่ ith ของค่าหน่วย n ที่ใส่เข้าไป

W_{ij} (t) = เป็นค่าความสำคัญของความเกี่ยวเนื่อง (connection strength) ระหว่าง ni กับหน่วย nj ณ ครั้งที่ทำการ t

(5) เลือกการเรียงตัวของภาพซึ่ง nj ที่มีค่าระยะห่างต่ำที่สุด

(6) ทำการเพิ่มค่าน้ำหนัก โดยเลือกทำงานเพื่อแสดงความแตกต่างของกลุ่มที่มีความใกล้ชิดกันจากสมการ

$$NE_j: w_{ij}(t+1)=w_{ij}(t)+n(t)\left(x_i(t)-w_{ij}(t)\right)$$

สำหรับ j $\in NE_j$. (t) และ 1 ≤ i ≤ n สำหรับในกรณีนี้ NE_j. (t) เป็นฟังก์ชั่นที่ลดลงตามครั้งของการคำนวณเมื่อมีการเพิ่มค่า n(t)

(7) เพิ่มค่า t และถ้าในกรณีที่ t< tmax ก็ไปเริ่มต้นใหม่จากขั้นที่ 3

ในการศึกษาครั้งนี้ โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ที่จะใช้ในการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม MATLAB 6.1 (MathWork Inc., 1992) โดยใช้แพลทฟอร์ม ANN ซึ่งพัฒนาโดยกลุ่มนักวิจัย ณ มหาวิทยาลัย Paul Sabatier (Toulouse III) ประเทศฝรั่งเศส โดย Prof. Sovan Lek เป็นหัวหน้ากลุ่มวิจัย (Lek and Guegan, 1999) และทำการคำนวณร้อยละของความคล้ายคลึงและความแตกต่างระหว่างกลุ่มของประชาคม เป็นการพิจารณาความถูกต้องของกลุ่มของประชาคมลูกปลาที่ได้วิเคราะห์ analysis of similarities (ANOSIM) โดยใช้โปรแกรม R Program (R Development Core Team, 2012) ซึ่งสูตร analysis of similarities (ANOSIM) มีดังนี้

$$x = \frac{rb - rw}{\frac{1}{4}[n(n-1)]}$$

rb = ค่าเฉลี่ยของความคล้ายคลึงกันระหว่างกลุ่ม

rw = ค่าเฉลี่ยของความคล้ายคลึงกันภายในกลุ่ม

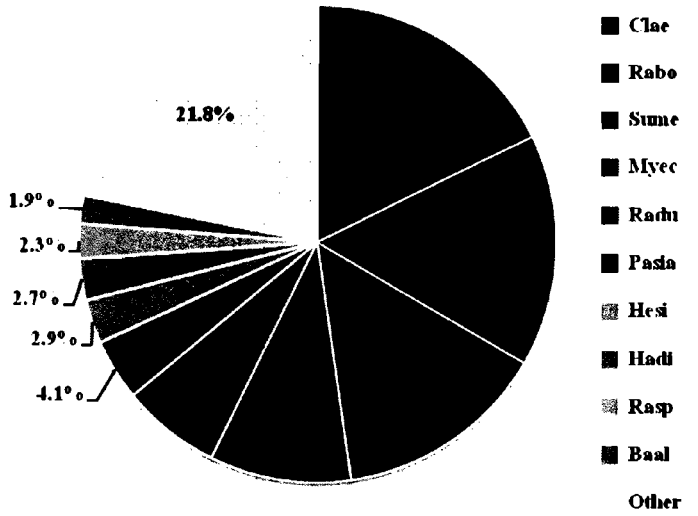
n = จำนวนกลุ่ม (cluster) ของข้อมูล

3.6 ผลการศึกษา

ความหลากหลายและการแพร่กระจายของลูกปลาวัยอ่อนจากการศึกษาในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง ประกอบด้วย แม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 14 สถานี ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยเครื่องมืออวนทับตลิ่งตาถี่ ทุก 2 เดือนระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 รวมทั้งหมด 6 ครั้งสำรวจ มีผลการศึกษาตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.6.1 ความหลากหลายของลูกปลา

ลูกปลาวัยอ่อนทั้งหมดที่สำรวจพบจำนวน 97 ชนิด 61 สกุล (Genera) จาก 28 วงศ์ (Family) รายละเอียดตามตารางที่ 3.5 ส่วนโครงสร้างความหลากหลายของวงศ์ปลา พบวงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 50 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 58.31 ของชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 8 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 1.28 และกลุ่มปลาปักเป้า (Tetraodontidae) 4 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.29 ของชนิดที่พบ โดยชนิดที่พบจำนวนตัวมาก มีค่าร้อยละที่พบสูง (*E–value*) 10 ลำดับแรก (ภาพที่ 3.4) ได้แก่ ปลาซิวแก้ว (*Clupeichthys aesarnensis*) เท่ากับร้อยละ 17.7 ของจำนวนตัวทั้งหมด และชนิดปลาที่พบเป็นองค์ประกอบของโครงสร้างรองลงมา ได้แก่ ปลาซิวหางแดง (*Rasbora borapetensis*) ร้อยละ 15.6 ปลาถั่วงอก (*Sundasalanx mekongensis*) ร้อยละ14.3 ปลาหนามหลัง (*Mystacoleucus ectypus*) ร้อยละ 9.5 ปลาซิวควาย (*Rasbora dusonensis*) ร้อยละ 6.7 ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ร้อยละ 4.1 ปลากระสูบจุด (*Hampala dispar*) ร้อยละ 2.9 ปลาซิวหางกรรไกร (*Rasbosoma spilocerca*) ร้อยละ 2.3 และปลาตะเพียนทอง (*Barbonymus altus*) ร้อยละ 1.9 โดยจำนวนตัวในสัดส่วนองค์ประกอบทั้งหมด



ภาพที่ 3.4 ร้อยละองค์ประกอบของชนิดลูกปลาวัยอ่อนโดยจำนวนตัว จากการศึกษาในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ สำรวจระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

ตารางที่ 3.5 องค์ประกอบของชนิดลูกปลาวัยอ่อน ในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงประกอบด้วย แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่ม/Genus	ชื่อย่อ	กลุ่ม	แม่น้ำ			จำนวน	% *E–*
				ปลา	NM	SK	NG	(ตัว)	*value*
	Family Notopteridae								
1	*Notopterus notopterus* (Pallas,1780)	Notopterus	Nono	WF	+	+	+	21	0.40
	Family Clupeidae								
2	*Clupeichthys aesarnensis* Wongratana,1983	Clupeichthys	Clae	GF	+	+	+	930	17.76
3	*Tenualosa thibaudeaui* (Durand,1940)	Tenualosa	Teth	WF	-	+	-	2	0.04
	Family Engraulidae								
4	*Setipinna melanochir* (Bleeker,1849)	Setipinna	Seme	WF	+	+	-	3	0.06
	Family Cyprinidae								
5	*Paralaubuca riveroi* (Fowler, 1935)	Parachela	Pari	GF	+	+	+	40	0.77
6	*Parachela maculicauda* (Smith,1934)	Parachela	Pamac	GF	+	-	-	17	0.33
7	*Parachela siamensis* (Günther,1868)	Parachela	Pasi	GF	+	+	-	9	0.17
8	*Parachela oxygastroides* (Bleeker, 1852)	Parachela	Paox	GF	-	+	+	35	0.66
9	*Raiamas guttatus* (Day,1869)	*Raiamas*	Ragu	WF	-	+	-	75	1.44
10	*Opsarius koratensis* (Smith,1931)	Opsarius	Opko	GF	+	+	+	40	0.77
11	*Esomus metallicus* Ahl, 1924	Esomus	Esme	GF	+	+	+	83	1.59
12	*Rasbora borapetensis* Smith,1934	Rasbora	Rabo	GF	+	+	+	818	15.61
13	*Rasbora daniconius* (Hamilton,1822)	Rasbora	Rada	GF	+	+	+	34	0.64

ตารางที่ 3.5 องค์ประกอบของชนิดลูกปลาวัยอ่อน ในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงประกอบด้วย แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่ม/Genus	ชื่อย่อ	กลุ่ม	แม่น้ำ			จำนวน	% *E–*
				ปลา	NM	SK	NG	(ตัว)	*value*
14	*Rasbora dusonensis* (Bleeker,1851)	Rasbora	Radu	GF	+	+	+	351	6.70
15	*Rasbora trilineata* Steindachner,1870	Rasbora	Ratr	GF	-	+	-	5	0.09
16	*Rasbora aurotaenia Tirant,1885*	Rasbora	Raau	BF	-	-	+	1	0.02
17	*Rasbora rubrodorsalis* Donoso-Büchner & Schmidt, 1997	Rasbora	Raru	GF	+	+	+	17	0.32
18	*Rasbosoma spilocerca* (Rainboth & Kottelat, 1987)	Rasbosoma	Rasp	GF	+	+	+	123	2.34
19	*Amblyrhynchichthys truncatus* (Bleeker, 1850)	Amblyrhynchichthys	Amtr	WF	+	+	-	4	0.08
20	*Amblyrhynchichthys micracanthus* Ng & Kottelat, 2004	Amblyrhynchichthys	Ammi	WF	-	+	-	5	0.09
21	*Amblypharyngodon chulabhornae* Vidthayanon & Kottelat,1990	Amblypharyngodon	Amch	GF	-	+	-	2 5	0.03 0.09
22	*Cyclocheilichthys apogon* (Valenciennes,1842)	Cyclocheilichthys	Cyap	GF	-	+	+	1	0.02
23	*Cyclocheilichthys armatus* (Valenciennes,1842)	Cyclocheilichthys	Cyar	GF	+	-	-	16	0.30
24	*Cyclocheilichthys enoplos* (Bleeker,1850)	Cyclocheilichthys	Cyen	WF	+	+	-	35	0.66
25	*Mystacoleucus atridorsalis* Fowler,1937	Mystacoleucus	Myat	WF	+	+	+	502	9.59
26	*Mystacoleucus ectypus* Kottelat, 2000	Mystacoleucus	Myec	WF	+	+	+	29	0.56
27	*Puntioplites proctozysron* (Bleeker,1865)	Puntioplites	Pupr	WF	+	+	-	3	0.05
28	*Sikukia gudgeri* (Smith,1934)	Sikukia	Sigu	WF	-	+	-	100	1.91
29	*Barbonymus altus* (Günther,1868)	*Barbonymus*	Baal	GF	+	+	+	50	0.95
30	*Barbonymus gonionotus* (Bleeker,1850)	*Barbonymus*	Bago	WF	+	+	-	41	0.78
31	*Barbonymus schwanefeldii* (Bleeker,1853)	*Barbonymus*	Basc	GF	+	+	+	1	0.02
32	*Barbichthys laevis* (Valenciennes, 1842)	Barbichthys	Bala	GF	-	+	-	8	0.15
33	*Scaphognathops bandanensis* (Boonyaratpalin & Srirungroj, 1971)	Scaphognathops	Scba	WF	-	+	-	21	0.40
34	*Hampala dispar* Smith,1934	Hampala	Hadi	GF	+	+	+	145	2.77
35	*Hampala macrolepidota* (Valenciennes,1842)	Hampala	Hama	GF	+	+	-	3	0.05
36	*Puntius aurotaeniatus* (Tirant,1885)	Puntius	Puau	GF	+	+	+	9	0.18
37	*Puntius brevis* (Bleeker,1860)	Puntius	Pubr	GF	+	+	+	19	0.36
38	*Puntius orphoides* (Valenciennes,1842)	Puntius	Puor	GF	-	-	+	1	0.02
39	*Puntius partipentazona* (Fowler,1934)	Puntius	Pupar	GF	+	+	-	6	0.12
40	*Puntius binotatus* (Valenciennes, 1842)	Puntius	Pubi	GF	+	+	-	2	0.05
41	*Thynnichthys thynnoides* (Bleeker,1852)	Thynnichthys	Tyth	WF	-	+	-	2	0.04

ตารางที่ 3.5 องค์ประกอบของชนิดลูกปลาวัยอ่อน ในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงประกอบด้วย แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่ม/Genus	ชื่อย่อ	กลุ่ม	แม่น้ำ			จำนวน	% *E-*
				ปลา	NM	SK	NG	(ตัว)	*value*
42	*Labiobarbus siamensis* (Sauvage, 1881)	Labiobarbus	Lasi	GF	+	+	-	2	0.04
43	*Labiobarbus leptocheilus* (Valenciennes, 1842)	Labiobarbus	Lale	WF	+	+	+	5	0.09
44	*Henicorhynchus ornatipinnis* (Roberts,1997)	Henicorhynchus	Heor	WF	+	+	+	5	0.09
45	*Henicorhynchus siamensis* (de Beaufort,1927)	Henicorhynchus	Hesi	WF	+	+	+	157	2.99
46	*Henicorhynchus lineatus* (Smith, 1945)	Henicorhynchus	Heli	WF	+	+	+	13	0.24
47	*Osteochilus vittatus* (Valenciennes,1842)	Osteochilus	Osha	WF	+	+	+	16	0.30
48	*Osteochilus lini* Fowler,1935	Osteochilus	Osli	GF	+	+	+	20	0.39
49	*Osteochilus melanopleura* (Bleeker,1852)	Osteochilus	Osme	WF	-	+	+	3	0.06
50	*Osteochilus microcephalus* (Valenciennes,1842)	Osteochilus	Osmi	GF	+	+	-	32	0.61
51	*Crossocheilus atrilimes* Kottelat,2000	Crossocheilus	Crat	GF	+	+	-	6	0.11
52	*Crossocheilus oblogus* (Valenciennes,1842)	Crossocheilus	Crob	GF	-	+	-	1	0.02
53	*Crossocheilus reticulatus* (Fowler,1934)	Crossocheilus	Crre	GF	+	+	-	15	0.29
54	*Epalzeorhynchos munense* (Smith,1934)	Epalzeorhynchos	Epmu	GF	+	-	-	1	0.02
	Family Balitoridae								
55	*Homaloptera smithi* Hora, 1932	Homaloptera	Hosm	BF	+	+	-	2	0.04
56	*Nemacheilus pallidus* Kottelat, 1990	Nemacheilus	Nepa	WF	-	+	-	1	0.02
57	*Nemacheilus platiceps* Kottelat, 1990	Nemacheilus	Nepl	WF	-	+	-	3	0.05
	Family Cobitidae								
58	*Acanthopsis choirorhynchos* (Bleeker,1854)	Acanthopsis	Acch	GF	-	+	-	5	0.10
59	*Acanthopsis diaiuzona* Van Hasselt,1823	Acanthopsis	Acdi	WF	-	+	-	2	0.04
60	*Acanthopsis sp*	Acanthopsis	Acsp	GF	+	+	+	43	0.82
61	*Yasuhikotakia lecontei* (Fowler, 1937)	Yasuhikotakia	Yale	GF	-	+	-	8	0.15
62	*Yasuhikotakia modesta* (Bleeker, 1865)	Yasuhikotakia	Yamo	WF	+	+	-	4	0.07
63	*Yasuhikotakia morleti* (Tirant, 1885)	Yasuhikotakia	Yamor	GF	+	+	-	2	0.04
64	*Lepidocephalichthys hasselti* (Valenciennes, 1846)	Lepidocephalichthys	Laha	BF	-	+	-	1	0.02
65	*Pangio anguillaris* (Vaillant, 1902)	Pangio	Paan	WF	-	+	-	1	0.02
	Family Bagridae								
66	*Bagrichthys macropterus* (Bleeker, 1854)	*Bagrichthys*	Bama	GF	-	+	-	1	0.02
67	*Mystus atrifasciatus* Fowler, 1937	Mystus	Myatr	BF	+	+	-	11	0.21
	Family Siluridae								
68	*Ompok siluroides* Lacepède, 1803	*Ompok*	Omsi	BF	-	-	+	1	0.02
	Family Pangasiidae								
69	*Pangasius macronema* Bleeker, 1851	*Pangasius*	pama	WF	-	+	-	2	0.04

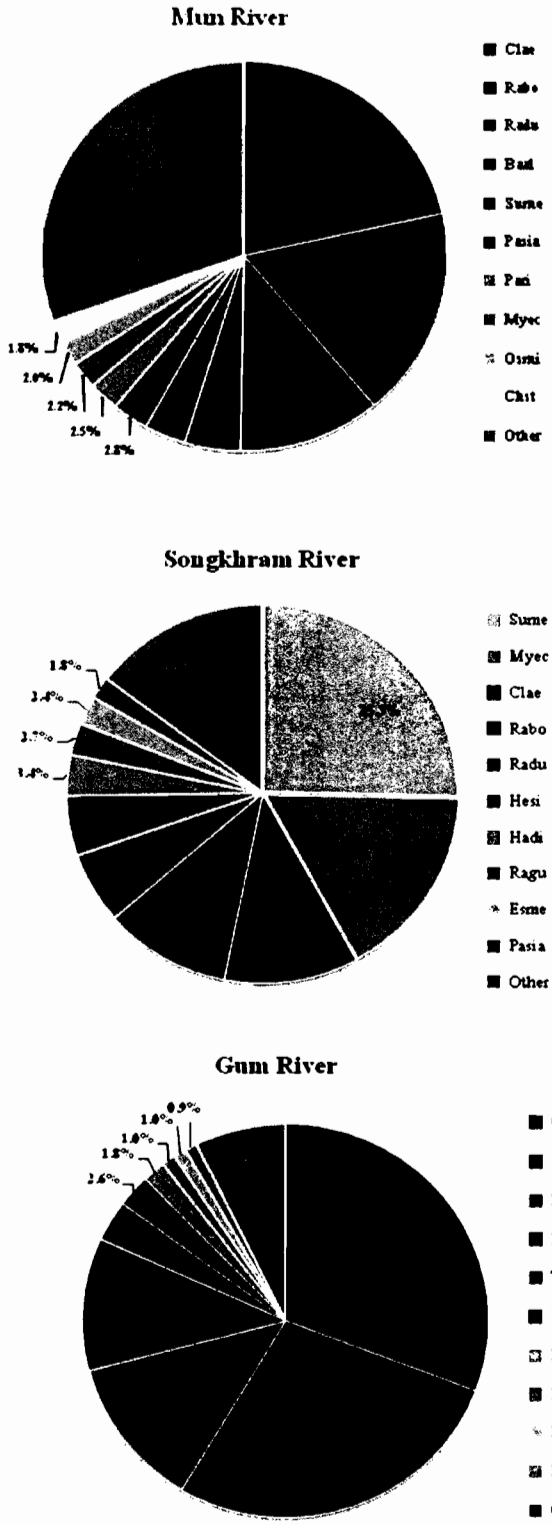
ตารางที่ 3.5 องค์ประกอบของชนิดลูกปลาวัยอ่อน ในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงประกอบด้วย แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่ม/Genus	ชื่อย่อ	กลุ่มปลา	แม่น้ำ			จำนวน (ตัว)	%*E*-*value*
					NM	SK	NG		
	Family Akysidae								
70	*Akysis varius* Ng & Kottelat, 1998	Akysis	Akva	GF	-	+	-	1	0.02
	Family Sundasalangidae								
71	*Sundasalanx mekongensis*	Sundasalanx	Sume	WF	+	+	+	752	14.36
	Family Belonidae								
72	*Xenentodon cancila* (Hamilton,1822)	Xenentodon	Xeca	GF	+	+	+	30	0.57
	Family Hemiramphidae								
73	*Dermogenys siamensis* Fowler,1934	Dermogenys	Desi	GF	+	+	+	27	0.51
	Family Adrianichthyidae								
74	*Oryzias minutillus* Smith, 1945	Oryzias	Ormi	BF	+	+	+	4	0.08
	Family Chaudhuriidae								
75	*Chaudhuria caudata* Annandale, 1918	Chaudhuria	Chca	BF	-	+	-	1	0.02
	Family Mastacembelidae								
76	*Macrognathus semiocellatus* Roberts, 1986	Macrognathus	Mase	WF	+	+	-	17	0.32
77	*Macrognathus siamensis* (Günther,1861)	Macrognathus	Masi	BF	+	-	-	1	0.02
78	*Mastacembelus favus* Hora,1923	Mastacembelus	Mafa	BF	+	-	-	1	0.02
	Family Ambassidae								
79	*Parambassis siamensis* (Fowler,1937)	Parambassis	Pasia	GF	+	+	+	216	4.12
	Family Toxotidae								
80	*Toxotes chatareus* (Hamilton,1822)	Toxotes	Toch	GF	+	-	+	10	0.19
	Family Nandidae								
81	*Nandus nandus* (Hamilton, 1822)	Nandus	Nana	BF	-	-	+	1	0.02
82	*Pristolepis fasciata* (Bleeker,1851)	Pristolepis	Prfa	BF	+	+	+	21	0.39
	Family Cichlidae								
83	*Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1757)	Oreochromis	Ornil	BF	-	+	-	1	0.02
	Family Eleotridae								
84	*Oxyeleotris marmorata* (Bleeker,1852)	Oxyeleotris	Oxma	BF	+	+	+	6	0.11
	Family Gobiidae								
85	*Gobiopterus chuno* (Hamilton, 1822)	Gobiopterus	Goch	BF	+	+	+	37	0.70
86	*Rhinogobius* sp.	Rhinogobius	Rhsp	BF	+	+	-	26	0.49
	Family Anabantidae								
87	*Anabas testudineus* (Bloch, 1792)	Anabas	Ante	BF	-	+	+	5	0.09

ตารางที่ 3.5 องค์ประกอบของชนิดลูกปลาวัยอ่อน ในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงประกอบด้วย แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่ม/Genus	ชื่อย่อ	กลุ่ม	แม่น้ำ			จำนวน	% *E–*
				ปลา	NM	SK	NG	(ตัว)	*value*
	Family Osphronemidae								
88	*Betta smaragdina* Ladiges, 1972	Betta	Besm	BF	-	-	+	1	0.02
	Family Belontiidae								
89	*Trichogaster trichopterus* (Pallas, 1770)	Trichogaster	Trtr	BF	-	+	+	7	0.14
90	*Trichopsis vittata* (Cuvier, 1831)	Trichopsis	Trvi	BF	+	+	+	19	0.37
91	*Trichopsis pumila* (Arnold, 1937)	Trichopsis	Trpu	BF	+	+	+	39	0.74
	Family Channidae								
92	*Channa striata* (Bloch, 1795)	Channa	Chst	BF	+	+	-	44	0.83
	Family Soleidae								
93	*Brachirus harmandi* (Sauvage, 1878)	Brachirus	Brha	GF	+	-	-	1	0.02
	Family Tetraodontidae								
94	*Tetraodon suvatti* Sontirat & Soonthornsatit,1985	Tetraodon	Tesu	GF	-	+	+	2	0.04
95	*Tetraodon cochinchinensis* (Steindachner, 1866)	Tetraodon	Teco	GF	+	-	-	1	0.02
96	*Tetraodon cambodgiensis* Chabanaud, 1923	Tetraodon	Teca	GF	+	+	+	4	0.08
97	*Tetraodon turgidus* (Kottelat, 2000)	Tetraodon	Tetu	GF	+	-	-	10	0.19
	รวมจำนวนชนิด				64	83	47	5,202	

หมายเหตุ: BF = ปลาดำ, GF = ปลาเทา and WF = ปลาขาว, +/- = สำรวจพบหรือไม่พบ



ภาพที่ 3.5 ร้อยละองค์ประกอบของชนิดลูกปลาวัยอ่อน (โดยจำนวนตัว) ในแต่ละแม่น้ำ ประกอบด้วย แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ สำรวจระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

ตารางที่ 3.6 การแยกกลุ่มปลา (fish guild) โดยจำนวนตัวกลุ่มปลาดำ (black fish) กลุ่มปลาขาว (white fish) และกลุ่มปลาเทา (grey fish) ตามฤดูกาลสำรวจจากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ สำรวจระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

แม่น้ำ	เดือนสำรวจ	กลุ่มปลา		
		ปลาดำ	ปลาเทา	ปลาขาว
มูล	สิงหาคม 2552	34	182	150
	ตุลาคม 2552	7	269	40
	ธันวาคม 2552	0	82	18
	กุมภาพันธ์ 2553	22	154	4
	เมษายน 2553	55	123	2
	มิถุนายน 2553	2	353	2
สงคราม	สิงหาคม 2552	36	647	63
	ตุลาคม 2552	0	98	484
	ธันวาคม 2552	0	141	129
	กุมภาพันธ์ 2553	1	106	184
	เมษายน 2553	10	38	325
	มิถุนายน 2553	19	158	308
ก่ำ	สิงหาคม 2552	8	244	10
	ตุลาคม 2552	6	136	1
	ธันวาคม 2552	11	63	4
	กุมภาพันธ์ 2553	1	140	5
	เมษายน 2553	3	154	2
	มิถุนายน 2553	36	127	7

ความหลากหลายของชนิดลูกปลาวัยอ่อนในแต่ละแม่น้ำที่สำรวจ พบว่า แม่น้ำสงครามมีความหลากหลายของลูกปลาวัยอ่อนสูงสุด 83 ชนิด 53 สกุล 24 วงศ์ รองลงมาคือ แม่น้ำมูลพบพันธุ์ปลาทั้งหมด 64 ชนิด 31 สกุล 21 วงศ์ และแม่น้ำก่ำ พบพันธุ์ปลาทั้งหมด 47 ชนิด 29 สกุล 18 วงศ์ และรายละเอียดองค์ประกอบหลักในแต่ละแม่น้ำรายงานผลตามตารางที่ 3.5 และภาพที่ 3.5 และทำการแยกกลุ่มปลา (fish guild) ตามลักษณะการอพยพย้ายถิ่นเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่ม

ปลาดำ (black fish) กลุ่มปลาขาว (white fish) และกลุ่มปลาเทา (grey fish) พบว่า แม่น้ำมูลแยกชนิดปลาตามกลุ่มดังนี้ กลุ่มปลาดำ 12 ชนิด กลุ่มปลาขาว 17 ชนิด และกลุ่มปลาเทา 35 ชนิด แม่น้ำสงครามแยกชนิดปลาตามกลุ่มดังนี้ กลุ่มปลาดำ 15 ชนิด กลุ่มปลาขาว 28 ชนิด และกลุ่มปลาเทา 40 ชนิด และแม่น้ำก่ำแยกชนิดปลาตามกลุ่มดังนี้ กลุ่มปลาดำ 12 ชนิด กลุ่มปลาขาว 9 ชนิด และกลุ่มปลาเทา 26 ชนิด และรายละเอียดกลุ่มปลาในแต่ละแม่น้ำตามเดือนที่ศึกษารายงานผลตามตารางที่ 3.6

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ (permultivariate analysis of variance: PERMANOVA) ระหว่าง จำนวนชนิด และกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อน (migratory guild) ในแม่น้ำต่างๆ และช่วงเวลาที่ศึกษาต่างๆ พบว่า จำนวนชนิดพันธุ์และกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตามตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิด (species richness) และกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อน ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

Source of	Species assemblage			Guild assemblage		
Variation	df	MS	*P*-value	df	MS	*P*-value
River	2	2.186	0.001	2	0.70	0.001
Month	5	0.576	0.001	5	0.17	0.003
River X Month	10	0.367	0.001	10	0.15	0.001
Residual	60	0.123		60	0.06	

3.6.2 ความหนาแน่นของลูกปลาวัยอ่อนต่อหน่วยพื้นที่ในเดือนสำรวจต่างๆ

การสำรวจความหนาแน่นของลูกปลาวัยอ่อนในแม่น้ำสาขาแม่น้ำโขง จำนวนตัวของลูกปลาทั้งหมดที่พบ 5,202 ตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณลูกปลาวัยอ่อนในแต่ละเดือนที่สำรวจ (ตารางที่ 3.8) พบว่า แม่น้ำสงครามมีจำนวนชนิดและจำนวนตัวสูงที่สุดในเฉลี่ย 92 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร โดยสูงสุดในเดือนสิงหาคมเป็นตัวแทนเดือนที่สำรวจในฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลากมีจำนวนชนิด 46 ชนิด 149 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร และจำนวนชนิดและความหนาแน่นของจำนวนตัวที่พบจะลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อน โดยพบมีค่าจำนวนชนิดน้อยที่สุด จำนวน 20 ชนิด ในเดือนเมษายน และปริมาณลูกปลาวัยอ่อนพบน้อยสุดในเดือนธันวาคม จำนวน 75 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร ตัวแทนเดือนสำรวจในช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเข้าสู่ฤดูแล้ง เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ความ

หลากหลายของชนิดและความหนาแน่นจำนวนตัวของลูกปลาวัยอ่อนระหว่างเดือนที่สำรวจของแม่น้ำสงคราม พบว่า จำนวนชนิดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 5.64, P < 0.001) และความหนาแน่น (ตัวต่อ 100 ตารางเมตร) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ (F = 0.92, P = 0.48) (ตารางภาคผนวกที่ ค.12 และ ค.13) แสดงถึงมีอิทธิพลของฤดูการต่อการพบชนิดจากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม

แม่น้ำมูลพบจำนวนชนิดมากที่สูงในเดือนตุลาคมช่วงฤดูฝน จำนวน 35 ชนิด ความหนาแน่นของจำนวนตัวสูงสุดในเดือนสิงหาคม จำนวน 92 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร และความหนาแน่นของจำนวนตัวเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 62 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร และเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนจำนวนชนิดและความหนาแน่นของจำนวนตัวที่พบลดลง ซึ่งมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับแม่น้ำสงคราม (ตารางที่ 3.8) โดยในเดือนมิถุนายน พบจำนวน 16 ชนิด และปริมาณลูกปลาวัยอ่อนพบน้อยสุดจำนวน 25 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร ในเดือนธันวาคม เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของลูกปลาวัยอ่อนระหว่างเดือนที่สำรวจของแม่น้ำมูล พบว่า จำนวนชนิดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 5.69, P < 0.002) (ตารางภาคผนวกที่ ค.14) และความหนาแน่น (ตัวต่อ 100 ตารางเมตร) ของลูกปลาระหว่างเดือนที่สำรวจ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (F = 1.85, P = 0.15) (ตารางภาคผนวกที่ ค.15) แสดงถึงมีอิทธิพลของฤดูการต่อการพบชนิดจากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม

ตารางที่ 3.8 จำนวนชนิด และความชุกชุนของลูกปลาวัยอ่อน (ตัวต่อ100 ตารางเมตร) ตามฤดูกาลสำรวจในสาขาแม่น้ำโขงตอนล่าง ประกอบด้วยแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ สำรวจระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

เดือนสำรวจ	ฤดูกาล	แม่น้ำ		
		มูล	สงคราม	ก่ำ
สิงหาคม 2552	ฤดูฝน	92 (30)	149 (46)	66 (27)
ตุลาคม 2552	ฤดูฝน	79 (35)	116 (44)	36 (20)
ธันวาคม 2552	เปลี่ยนฤดู[1]	25 (19)	54 (30)	19 (19)
กุมภาพันธ์ 2553	ฤดูร้อน	45 (29)	58 (22)	36 (16)
เมษายน 2553	ฤดูร้อน	45 (17)	75 (20)	40 (14)
มิถุนายน 2553	เปลี่ยนฤดู[2]	89 (16)	97 (30)	42 (19)
เฉลี่ยจำนวนตัว (ชนิด)		62 (64)	92 (83)	40 (47)

หมายเหตุ : เปลี่ยนฤดู[1] คือช่วงเปลี่ยนฤดูฝนเป็นฤดูร้อน

เปลี่ยนฤดู[2] คือช่วงเปลี่ยนฤดูร้อนเป็นฤดูฝน

แม่น้ำก่ำพบจำนวนชนิดและความหนาแน่นเฉลี่ย 40 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม ตัวแทนเดือนสำรวจในช่วงฤดูฝน จำนวน 27 ชนิด และความหนาแน่นของจำนวนตัว 66 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร (ตารางที่ 3.8) เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ความหลากหลายของชนิดและความหนาแน่นจำนวนตัวของลูกปลาวัยอ่อนระหว่างเดือนที่สำรวจ พบว่าจำนวนชนิดพันธุ์และความหนาแน่นโดยจำนวนตัวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (F = 1.25, P = 0.31) และ (F = 0.53, P = 0.75) ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ ค.16 และ ค.17) แสดงถึงไม่มีอิทธิพลของฤดูการต่อการพบชนิดและความหนาแน่นจากการสำรวจในแม่น้ำก่ำ

เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติ จำนวนชนิดสะสม (cumulative species richness) และจำนวนตัวสะสม (cumulative abundance) ระหว่างเดือนที่สำรวจของสามแม่น้ำ พบว่า จำนวนชนิดพันธุ์และความหนาแน่นโดยจำนวนตัว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 3.71, P < 0.01) และ (F = 5.14, P < 0.01) ตามลำดับ (ตารางภาคผนวกที่ ค.18 และ ค.19)

3.6.3 ค่าดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ

การประเมินค่าดัชนีที่ใช้บ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ หรือสภาพทางนิเวศของแหล่งน้ำนั้นประกอบด้วย ดัชนีความชุกชุม การคำนวณตามวิธีการของ Margalef Index และค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) คำนวณตามวิธีหรือตามสูตรของ Shannon-Weiner Diversity Index และนำค่าที่คำนวณได้มาเปรียบเทียบระหว่างแม่น้ำสาขาแม่น้ำโขงประกอบด้วยแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ มีรายละเอียดแต่ละค่าดัชนีดังนี้

3.6.3.1 ดัชนีความชุกชุม หรือดัชนีความมากชนิด (richness index) มีค่าดัชนีความชุกชุมเฉลี่ยสูงสุดในแม่น้ำสงครามเท่ากับ 6.87±1.92 ตามมาด้วยแม่น้ำมูลค่าดัชนีความชุกชุมเฉลี่ย 5.78±1.75 และแม่น้ำก่ำมีค่าดัชนีความชุกชุมเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.02±1.05 และเมื่อแบ่งตามช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างพบว่า ในแม่น้ำสงครามเดือนสิงหาคม (ช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก) มีค่าดัชนีความชุกชุม สูงสุดเท่ากับ 8.99 และค่าต่ำสุดในแม่น้ำมูล ในเดือนมิถุนายน (ช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งไปสู่ฤดูฝน) มีค่าเท่ากับ 3.34 (ตารางที่ 3.9)

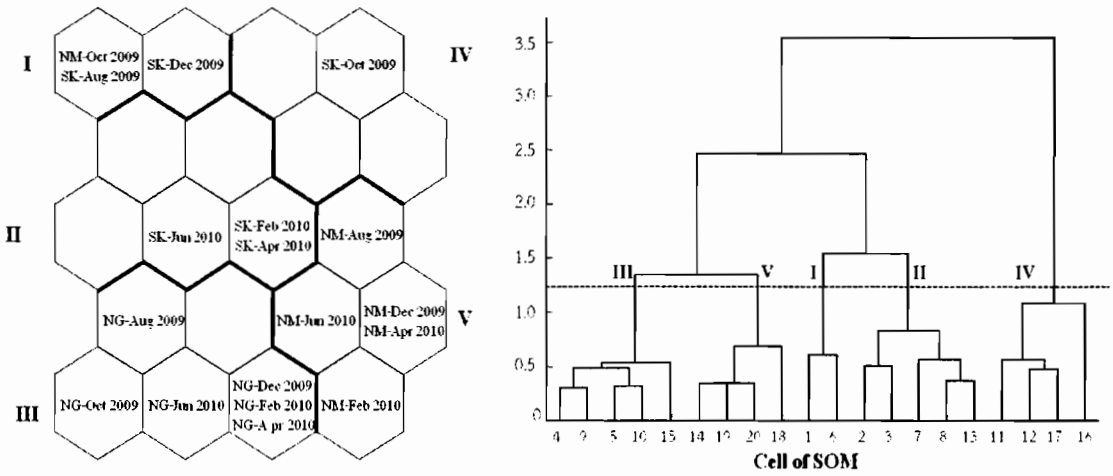
ตารางที่ 3.9 ค่าดัชนีความมากชนิด (richness index) และดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) ตามฤดูกาลสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ สำรวจระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

เดือนสำรวจ	Richness Index			Diversity Index		
	มูล	สงคราม	ก่ำ	มูล	สงคราม	ก่ำ
สิงหาคม 2552	6.42	8.99	6.21	2.85	2.36	1.55
ตุลาคม 2552	7.78	9.04	5.31	2.48	1.43	1.69
ธันวาคม 2552	5.59	7.27	6.08	2.20	2.21	1.60
กุมภาพันธ์ 2553	7.35	5.17	4.17	2.27	2.12	1.25
เมษายน 2553	4.20	4.41	3.53	2.36	1.39	1.17
มิถุนายน 2553	3.34	6.34	4.80	1.04	1.79	2.17
ค่าเฉลี่ย	5.78±1.75	6.87±1.92	5.02±1.05	2.20±0.61	1.88±0.41	1.57±0.35

3.6.3.2 ดัชนีความหลากพันธุ์หรือดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) มีค่าดัชนีความหลากพันธุ์เฉลี่ยสูงสุดในแม่น้ำมูลเท่ากับ 2.20±0.61 ตามมาด้วยแม่น้ำสงครามค่าดัชนีความหลากพันธุ์เฉลี่ย 1.88±0.41 และแม่น้ำก่ำมีค่าดัชนีความหลากพันธุ์เฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.57±0.35 และเมื่อแบ่งตามช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างพบว่า ในแม่น้ำมูล ในเดือนสิงหาคม (ช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก) มีค่าความหลากพันธุ์สูงสุดเท่ากับ 2.85และค่าต่ำสุดในแม่น้ำมูล ในเดือนเมษายน (ช่วงฤดูแล้ง) มีค่าเท่ากับ 1.17 (ตารางที่ 3.9)

3.6.4 การวิเคราะห์กลุ่มลูกปลาวัยอ่อน

การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของลูกปลาตามความแตกต่างของสภาพแวดล้อมในแต่สถานีและฤดูกาลที่สำรวจต่างๆ โดยใช้ข้อมูลนำเข้าคือจำนวนตัวลูกปลาในแต่ละจุดสำรวจของแต่ละแม่น้ำ และจากผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของลูกปลาวัยอ่อนโดยวิธี Self-Organizing Map (SOM) สามารถจัดกลุ่มลูกปลาที่พบในแต่สถานีสำรวจและฤดูกาลที่สำรวจได้อย่างชัดเจนเป็น 5 กลุ่ม (Cluster) มีค่า Final quantization error เท่ากับ 2.919 และค่า Final topographic error เท่ากับ 0.000 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติความแตกต่างระหว่างกลุ่มของประชาคมลูกปลาที่แบ่งได้ และผลการวิเคราะห์ Analysis of similarities (ANOSIM) พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มของประชาคมลูกปลาทั้ง 5 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) (ตารางภาคผนวกที่ ค.1) รายละเอียดกลุ่มประชาคมของลูกปลาทั้ง 5 กลุ่มประกอบด้วย (ภาพที่ 3.6) ดังนี้



ภาพที่ 3.6 การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของลูกปลา (Cluster) โดยวิธี Self-Organizing Map (SOM) ของสถานีสำรวจและฤดูกาลต่างๆ ในสาขาแม่น้ำโขงตอนล่าง ประกอบด้วยแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงมิถุนายน 2553

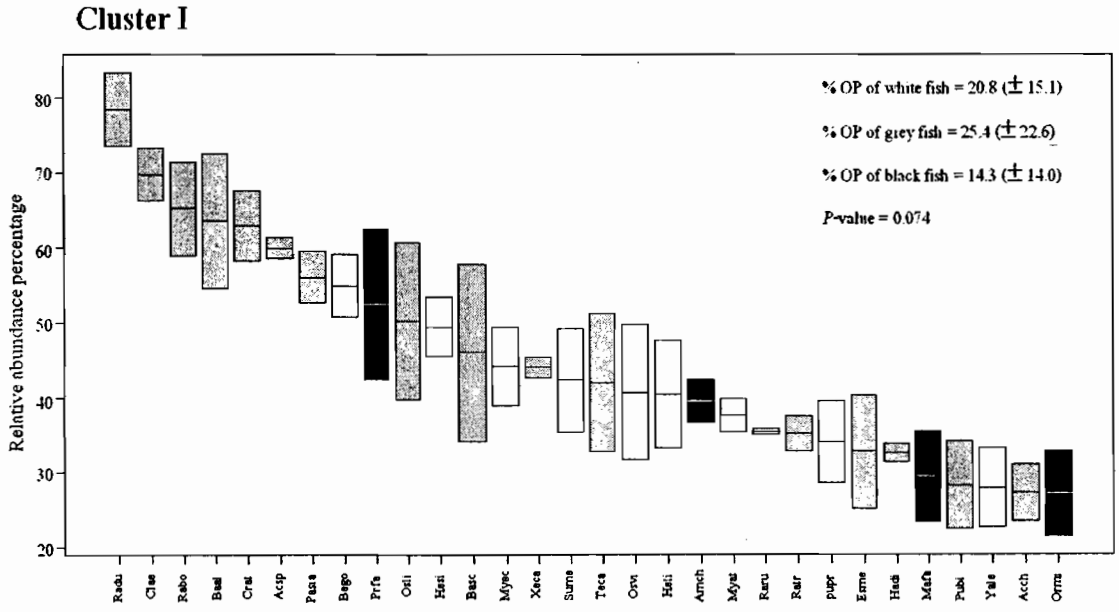
ตารางที่ 3.10 จำนวนร้อยละองค์ประกอบของจุดสำรวจและฤดูกาลสำรวจในแต่ละกลุ่ม (Cluster) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ

จุดสำรวจ/ฤดูกาล	Cluster				
	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)
แม่น้ำมูล (MN)	1(33.33)	0(00.00)	0(00.00)	0(00.00)	5(100)
แม่น้ำสงคราม (SK)	2(66.67)	3(100)	0(00.00)	1(100)	0(00.00)
แม่น้ำก่ำ (NG)	0(00.00)	0(00.00)	6(100)	0(00.00)	0(00.00)
ฤดูฝน (Aug-Oct)	2(66.67)	0(00)	2(33.33)	1(100)	1(20.00)
เปลี่ยนฤดู[1] (Dec)	1(33.33)	0(00)	1(16.67)	0(00)	1(20.00)
ฤดูร้อน (Feb-Apr)	0(00)	2(66.67)	2(33.33)	0(00)	2(40.00)
เปลี่ยนฤดู[2] (Jun)	0(00)	1(33.33)	1(16.67)	0(00)	1(20.00)
Total of survey unit	3	3	6	1	5

หมายเหตุ : เปลี่ยนฤดู[1] คือช่วงเปลี่ยนฤดูฝนเป็นฤดูร้อน
เปลี่ยนฤดู[2] คือช่วงเปลี่ยนฤดูร้อนเป็นฤดูฝน

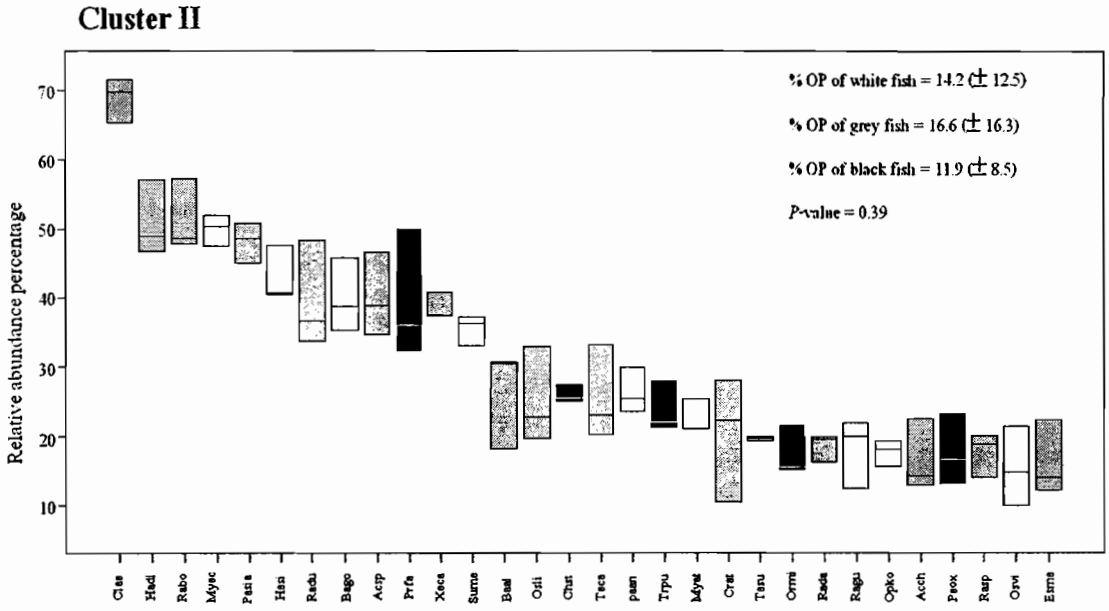
Cluster I ประกอบด้วย 3 หน่วยสำรวจ โดยหน่วยสำรวจส่วนใหญ่อยู่ในจุดสำรวจในแม่น้ำสงครามร้อยละ 66.67 และในช่วงเดือนสิงหาคมและตุลาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำหลากร้อยละ

66.67 ของจำนวนหน่วยสำรวจ (ตารางที่ 3.10) และแสดงค่าร้อยละ probability of occurrence (%OP) ของชนิดลูกปลาในกลุ่ม ต่างๆ (fish guild) ใน Cluster ประกอบด้วย กลุ่มปลาขาวร้อยละ 20.8 กลุ่มปลาเทาร้อยละ 25.4 และกลุ่มปลาดำร้อยละ 14.3 ลูกปลาชนิดเด่นสูงสุด 5 ลำดับแรกในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาซิวควาย (Radu 0.78) ปลาซิวแก้ว (Clae 0.69) ปลาซิวหางแดง (Rabo 0.65) ปลาตะเพียนทอง (Baal 0.63) และปลาเล็บมือนาง (Crat 0.62) (ภาพที่ 3.7)

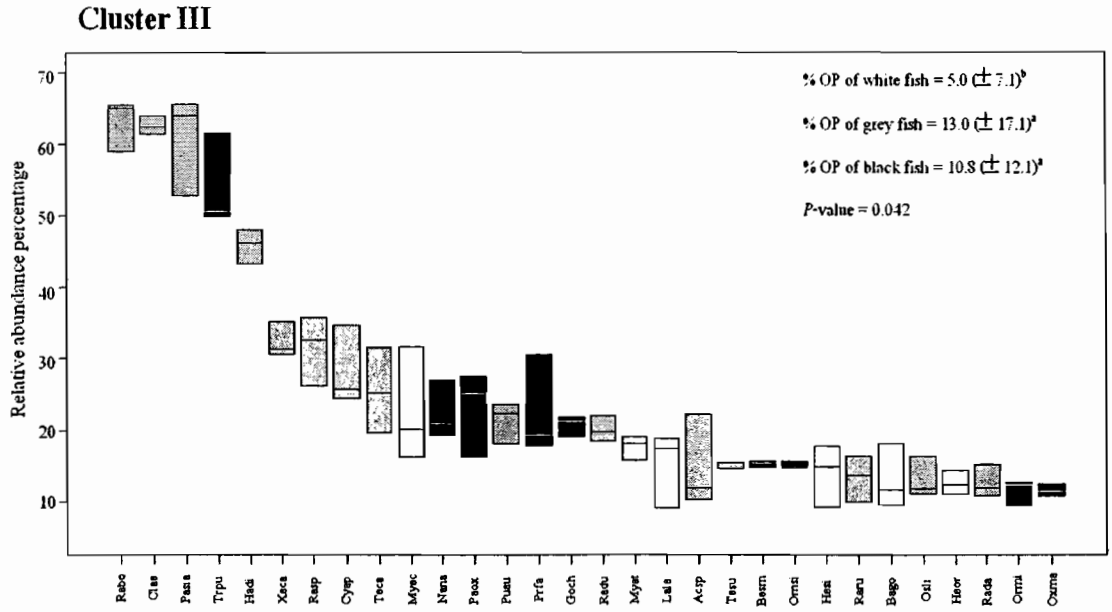


ภาพที่ 3.7 องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish, grey fish, black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลาใน Cluster I

Cluster II ประกอบด้วย 3 หน่วยสำรวจ โดยหน่วยสำรวจส่วนใหญ่อยู่ในแม่น้ำสงครามร้อยละ 100 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนเมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนร้อยละ 66.67 ของจำนวนหน่วยสำรวจ (ตารางที่ 3.10) และแสดงค่าร้อยละ probability of occurrence (%OP) ของชนิดลูกปลาในกลุ่มต่างๆ (fish guild) ใน Cluster II ประกอบด้วย กลุ่มปลาขาวร้อยละ 14.2 กลุ่มปลาเทาร้อยละ 16.6 และกลุ่มปลาดำร้อยละ 11.9 ลูกปลาชนิดเด่นสูงสุด 5 ลำดับแรกในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาซิวแก้ว (Clae 0.68) ปลากระสูบจุด (Hadi 0.51) ปลาซิวหางแดง (Rabo 0.51) ปลาหนามหลัง (Myec 0.50) และปลาแป้นแก้ว (Pasia 0.48) (ภาพที่ 3.8)



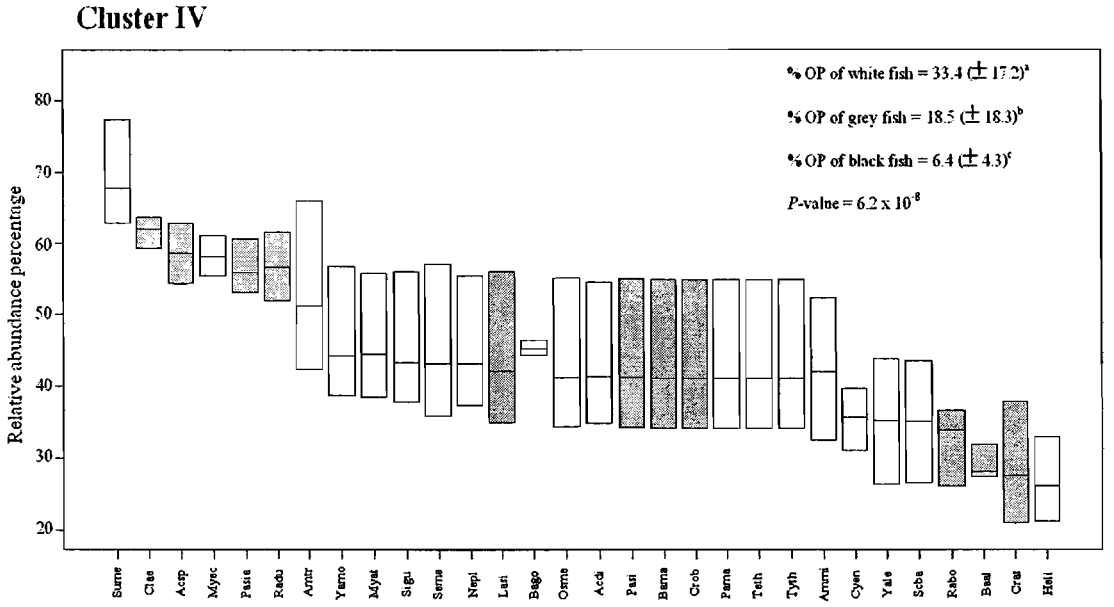
ภาพที่ 3.8 องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish, grey fish, black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลา ใน Cluster II



ภาพที่ 3.9 องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish, grey fish, black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลา ใน Cluster III

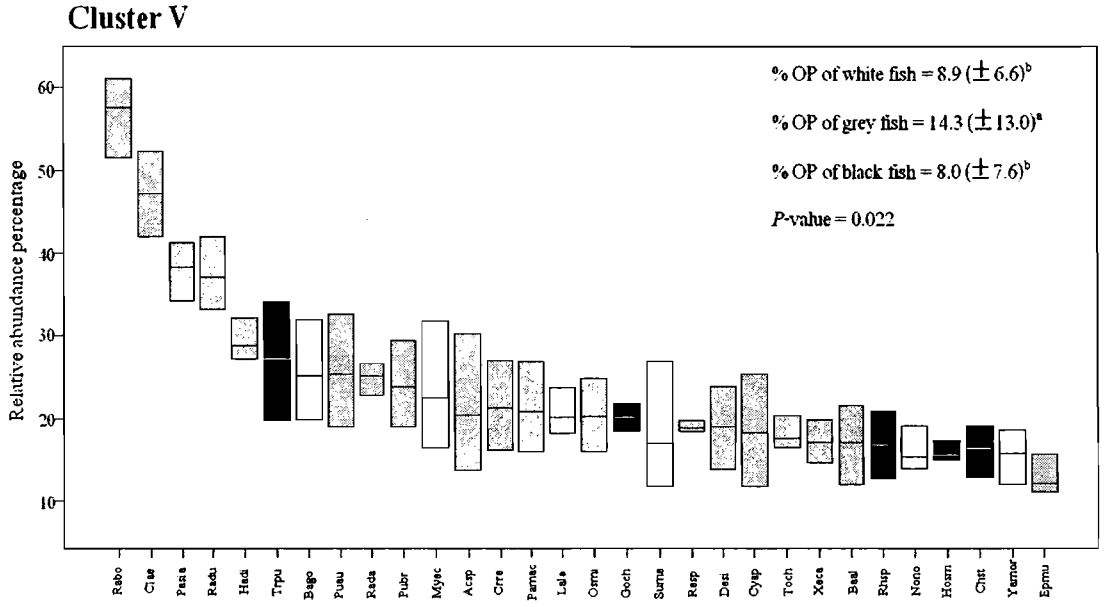
Cluster III ประกอบด้วย 6 หน่วยสำรวจ โดยหน่วยสำรวจส่วนใหญ่อยู่ในแม่น้ำก่ำร้อยละ 100 ในช่วงเดือนสำรวจต่างๆ ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 3.10) และแสดงค่าร้อยละ probability of occurrence (%OP) ของชนิดลูกปลาในกลุ่มต่างๆ (fish guild) ใน Cluster III ประกอบด้วยกลุ่มปลาขาวร้อยละ 5.0 กลุ่มปลาเทาร้อยละ 13.0 และกลุ่มปลาดำร้อยละ 10.8 ลูกปลาชนิดเด่นสูงสุด 5 ลำดับแรกในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาซิวหางแดง (Rabo 0.63) ปลาซิวแก้ว (Clae 0.61) ปลาแป้น-แก้ว (Pasia 0.60) ปลากริมสี (Trpu 0.53) และปลากระสูบจุด (Hadi 0.45) (ภาพที่ 3.9)

Cluster IV ประกอบด้วย 1 หน่วยสำรวจ ในแม่น้ำสงคราม เดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน (ตารางที่ 3.10) และแสดงค่าร้อยละ probability of occurrence (%OP) ของชนิดลูกปลาในกลุ่มต่างๆ (fish guild) ใน Cluster VI ประกอบด้วย กลุ่มปลาขาวร้อยละ 33.4 กลุ่มปลาเทาร้อยละ 18.5 และกลุ่มปลาดำร้อยละ 6.4 ลูกปลาชนิดเด่นสูงสุด 5 ลำดับแรกในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาถั่วงอก (Sume 0.70) ปลาซิวแก้ว (Clae 0.61) ปลารากกล้วย (Acsp 0.58) ปลาซิวหางแดง (Rabo 0.51) ปลาหนามหลัง (Myec 0.58) และปลาแป้นแก้ว (Pasia 0.56) (ภาพที่ 3.10)



ภาพที่ 3.10 องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish, grey fish, black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลาใน Cluster IV

Cluster V ประกอบด้วย 5 หน่วยสำรวจ โดยหน่วยสำรวจส่วนใหญ่อยู่ในแม่น้ำมูลร้อยละ 40 ในช่วง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน (ตารางที่ 3.10) และแสดงค่าร้อยละ probability of occurrence (%OP) ของชนิดลูกปลาในกลุ่มต่างๆ (fish guild) ใน Cluster V ประกอบด้วย กลุ่มปลาขาวร้อยละ 8.9 กลุ่มปลาเทาร้อยละ 14.3 และกลุ่มปลาดำร้อยละ 8.0 ลูกปลาชนิดเด่นสูงสุด 5 ลำดับแรกในกลุ่มนี้ ได้แก่ ปลาชิวหางแดง (Rabo 0.56) ปลาชิวแก้ว (Clae 0.47) ปลาแป้นแก้ว (Pasia 0.37) ปลาชิวควาย (Radu 0.37) และปลากระสูบจุด (Hadi 0.29) (ภาพที่ 3.11)



ภาพที่ 3.11 องค์ประกอบชนิดและค่า probability of occurrence (%OP) ของแต่ละกลุ่มปลา (white fish, grey fish, black fish) และผลการเปรียบเทียบทางสถิติระหว่างกลุ่มปลาใน Cluster V

3.7 วิจารณ์ผล

การดำเนินการการวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของปลาวัยอ่อนในพื้นที่ได้รับผลกระทบของเขื่อน ในบริเวณ 3 แม่น้ำซึ่งเป็นสาขาในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง ได้แก่แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ บนพื้นฐานความแตกต่างของระบบอุทกวิทยาของแหล่งน้ำคือมีเขื่อนและพื้นที่ไม่มีเขตขวางกั้น โดยองค์ประกอบชนิดสัตว์น้ำเต็มวัยในพื้นที่แม่น้ำโขงตอนล่างมีความเหมือนกันหรือใกล้เคียงกัน (สันทนา ดวงสวัสดิ์ และถวัลย์ ชูขจร, 2534; มะลิ บุณยรัตผลิน และคณะ, 2545) ลูกปลาทั้งหมดที่สำรวจพบ 97 ชนิด 59 Genera จาก 28 วงศ์ จากผลความแตกต่างและความเปลี่ยนแปลงความหลากหลายของชนิด และรูปแบบการรวมกลุ่มความ

ชุกชุมในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง ซึ่งแสดงและสรุปผลการศึกษาที่เกิดขึ้นที่ยังไม่เคยมีการศึกษาและรายงานเปรียบเทียบในพื้นที่ดังกล่าวมาก่อน

จำนวนของชนิดของลูกปลาวัยอ่อนทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้ต่ำกว่าการศึกษาที่มีการรายงาน โดยเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนชนิดลูกปลาวัยอ่อนจากพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงพบ 148 ชนิด (Ngyen et al., 2006) และจากการศึกษาในพื้นที่โตนเลสาบพบ 131 ชนิด และมี 26 ชนิด ที่พบในแม่น้ำสายหลักในระบบการอพยพย้ายถิ่นของแม่น้ำโขง (Viravong et al., 2011) จากข้อมูลชี้ให้เห็นความสำคัญของพื้นที่อยู่อาศัยสำหรับปลาวัยอ่อนของแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงที่ศึกษาเช่นเดียวกันกับพื้นที่สามเหลี่ยมปากแม่น้ำโขงและพื้นที่โตนเลสาบ ในประเทศเขมร โดยองค์ประกอบชนิดหลักประกอบด้วยลูกปลาวัยอ่อนกลุ่มปลาเทา (grey fishes) ที่มีขนาดเล็ก อาทิ ปลาซิวแก้ว (*C. aesarnensis*) ปลาซิวหางแดง (*R. borapetensis*) ปลาซิวทราย (*R. dusoensis*) และปลาแปบขาว (*P. siamensis*) ซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถปรับสภาพได้ดีในระบบนิเวศแบบน้ำนิ่ง (lentic) และวางไข่ปริมาณมากๆต่อปีตลอดทั้งปี (Rainboth 1996; Jutagate et al., 2007; Okutsu et al., 2011) มีช่วงฤดูวางไข่เป็นเวลานานในหลายพื้นที่ ลูกปลาวัยอ่อนสามารถเข้าทดแทนที่หลายครั้งในรอบปี ในสภาวะที่เหมาะสมเป็นเหตุของความสำเร็จของการเพิ่มจำนวนประชากรของสายพันธุ์เหล่านี้ (Humphries et al., 2013) ปลากลุ่ม Cyprinid ตัวเต็มวัยขนาดเล็กชนิดที่มีการรวมฝูง (Schooling fish) ที่เป็นกลุ่มปลาขาว (white fish) อาทิ *Mystacoleucus* spp. and *Rasbora* spp., และ *Sundasalanx mekongensis* เป็นที่รู้จักว่าเป็นกลุ่มที่มีการย้ายถิ่นในช่วงฤดูน้ำหลากในแม่น้ำสงคราม และเริ่มพบลูกปลาวัยอ่อนในพื้นที่อย่างเร็วในเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม (มะลิ บุณยรัตผลิน และคณะ, 2545) นอกจากนี้ลูกปลาวัยอ่อนปลาวงศ์ Cyprinid และวงศ์ Clupeid รวมทั้งปลา *Sundasalanx* sp. สามารถพบในโตนเลสาบในช่วงฤดูแล้ง (Thach et al., 2006) อธิบายว่าแม่น้ำสงครามมีความอุดมสมบูรณ์ทั้งความหลากหลายของชนิดและความหนาแน่นของลูกปลาวัยอ่อนสูงกว่าแม่น้ำมูลและแม่น้ำก่ำซึ่งมีการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้น เนื่องจากพื้นที่ที่มีการควบคุมการไหลของน้ำส่งผลต่อการลดความอุดมสมบูรณ์ของลูกปลาวัยอ่อนโดยมีการเปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัยและที่อนุบาลตัวอ่อน (Humphries et al., 2013)

การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของปลาวัยอ่อนจากแม่น้ำในพื้นที่ได้รับผลกระทบของเขื่อนในบริเวณ 3 แม่น้ำ ซึ่งเป็นสาขาในลุ่มน้ำโขงตอนล่าง ได้แก่แม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ และหาความสัมพันธ์กันระหว่างความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของปลาวัยอ่อนในแต่ละแม่น้ำกับอุทกวิทยาของแม่น้ำที่แตกต่างกันต่อความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของปลาวัยอ่อน ซึ่งจากผลการศึกษาพบลูกปลาวัยอ่อนในแม่น้ำก่ำต่ำที่สุด 46 ชนิด ซึ่งจำนวนชนิดที่พบอย่างน้อยสุดในโตนเลสาบเฉลี่ย 55–70 ชนิด แต่จำนวนชนิดของลูก

ปลาวัยอ่อนที่พบในโตนเลสาบในช่วงฤดูแล้ง 35 ชนิด (Thach et al., 2006) เหล่านี้สามารถแสดงให้เห็นการขวางกั้นเส้นทางในบางฤดูมีผลโดยตรงต่อการอพยพของปลาเต็มวัยและการกระจายตัวของลูกปลาวัยอ่อน (Baran and Myschowoda, 2009; Suzuki et al., 2011) และส่งผลให้อาหารและที่อยู่อาศัยไม่เพียงพอสำหรับตัวอ่อนและตัวเต็มวัยในบางฤดูกาล อาทิ ที่ราบน้ำท่วมถึงในฤดูแล้ง (Baran and Myschowoda, 2009; Cheshire et al, 2012; Gogola et al., 2013) ความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของปลาวัยอ่อนมีความสัมพันธ์กับฤดูกาลคือ มีค่าสูงขึ้นในฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลากและลดลงในฤดูแล้ง การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงการกระจายตัวของลูกปลาวัยอ่อนซึ่งมีรูปแบบเช่นเดียวกับการผสมพันธุ์ของปลาเต็มวัย Gogola et al., 2013) และมีความสัมพันธ์ระหว่างปลาวัยอ่อนและอุทกวิทยาแม่น้ำ ซึ่งในกระแสน้ำในรอบปีที่แรงเกินไปหรือที่ผิดปกติไปสามารถทำลายหรือมีผลต่อสัตว์น้ำวัยอ่อนที่ร่องลอยไปยังพื้นที่ป่าบุ่งป่าทาม (floodplains) และจะมีผลต่อการสูญเสียของประชากรส่วนใหญ่ในอนาคต (Campbell, 2009; Hortle 2009) หรือการอพยพย้ายถิ่นที่ไม่สอดคล้องกันระหว่างสัตว์น้ำตัวเต็มวัยที่พร้อมผสมพันธุ์วางไข่กับพื้นที่ที่เหมาะสมจะส่งผลต่อการเพิ่มประชากรในอนาคตเช่นกัน (Baran, 2006)

ผลการศึกษาการวิเคราะห์กลุ่มพบว่า รูปแบบของการรวมกลุ่มของปลาวัยอ่อนแยกออกกันอย่างชัดเจนในพื้นที่ศึกษาตามการควบคุมของน้ำหรือพื้นที่มีการสร้างเขื่อน และฤดูกาล แม่น้ำก่ำมีการจัดการระบบการไหลของน้ำที่เป็นระบบ เนื่องจากเป็นเขื่อนแบบฝายทดน้ำ (Low-head dam) ทำให้รูปแบบการรวมกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อนมีลักษณะที่พิเศษมากและแตกต่างจากพื้นที่ศึกษาในแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม เช่นเดียวกับเขื่อนฟอกซ์ (Fox Dam) ในรัฐอิลลินอยส์ของสหรัฐอเมริกา เมื่อมีเขื่อนเป็นการตัดวงจรในการอพยพของปลา ทำให้ปลาลดลงอย่างน้อยสองในสามส่วนของปลาที่มีการอพยพไปยังบริเวณต้นน้ำ ซึ่งแสดงถึงการสูญเสียที่อยู่อาศัย และคุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะสมสำหรับสำหรับสัตว์น้ำ (Santucci et al., 2005) เช่นเดียวกับการพบปลาบางชนิดในบางพื้นที่เช่น Age-zero fishes (Koel and Sparks, 2002) การจัดกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อนโดยวิธี Cluster analysis จะพบว่าโครงสร้างของกลุ่มบางชนิดเท่านั้นที่รวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน อาทิ ปลาชนิดที่พบในเฉพาะในเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำทั่วไป (Kaewluang and Veeravaitaya, 2005; Saowakoon and Ngamsnae 2011) แสดงถึงความสามารถในการปรับตัวของปลาบางชนิดเป็นระยะเวลานาน เพื่อจะสามารถอาศัยอยู่กับสภาพแวดล้อมที่ในระบบนิเวศแบบพื้นที่ปิดหรือในเขื่อนได้ และการได้ค่า probability of occurrence (%OP) ของปลาวัยอ่อนกลุ่มปลาขาวต่ำสุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น ในแต่ละ Cluster สอดคล้องกับปลาตัวเต็มวัยที่เป็นปลาขาวพบเพียงเล็กน้อยในบริเวณดังกล่าวเช่นเดียวกัน อาทิ กลุ่มปลาขี้ยอก (*Mystacoleucus* spp.) และกลุ่มปลาสร้อย (*Henicorhynchus* spp.) ซึ่งสามารถเดินทางผ่านขึ้นบันไดปลาโจนได้ (Pongsri et al., 2008) ปลาวัยอ่อนกลุ่มปลาขาว มีค่า

probability of occurrence สูงในช่วงฤดูน้ำหลากในแม่น้ำสงครามและแม่น้ำมูล และฤดูที่เปลี่ยนจากฤดูฝนเข้าสู่ฤดูแล้ง ซึ่งปรากฏในกลุ่ม Cluster IV และกลุ่ม Cluster I สอดคล้องกับรูปแบบการอพยพของสัตว์น้ำในช่วงน้ำหลาก เนื่องจากช่วงฤดูน้ำหลากเป็นช่วงที่ปลาเต็มวัยจะวางไข่ และลูกปลาวัยอ่อนที่เกิดขึ้นมาจะเจริญเติบโตในพื้นที่น้ำท่วม (floodplains) การศึกษาปลาวัยอ่อนในระบบการอพยพย้ายถิ่นในพื้นที่แม่น้ำโขงตอนล่าง พบว่าปลาเทาและปลาขาวส่วนใหญ่จะเริ่มวางไข่ของต้นฤดูน้ำหลาก และจะลดน้อยลงหลังจากระดับน้ำสูงสุด (Nguyen et al., 2006)

บทที่ 4
การศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลาในลุ่มน้ำโขงด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบ ก่อน-หลัง ของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง

4.1 ความสำคัญของการศึกษา

การศึกษาผลกระทบของเขื่อนที่สร้างขวางกั้นแม่น้ำ โดยโครงการสร้างเขื่อนหรือฝายทดน้ำที่ดำเนินการก่อสร้างแล้วเสร็จหรือมีแผนการที่จะดำเนินการก่อสร้าง มีความแตกต่างตามขนาดโครงการ สถานที่ตั้งและวัตถุประสงค์ต่างๆที่จะเกิดขึ้น อาทิ การผลิตไฟฟ้า การชลประทาน ที่ผ่านมาเมื่อมีการสร้างเขื่อนเสร็จแล้วสิ่งที่จะเกิดกับระบบนิเวศน์อันดับแรกคือ อุทกวิทยาและการไหลของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปจากจากระบบน้ำไหลเป็นระบบน้ำนิ่ง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยของทรัพยากรสัตว์น้ำโดยตรงอย่างหลีกเลี้ยงไม่ได้ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์ที่อยู่อาศัยอย่างรวดเร็วสัตว์น้ำบางชนิดอาจต้องตายลงเพราะไม่สามารถปรับตัวได้ทัน ส่งผลต่อความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (species diversity) ลดน้อยลง อีกประการคือส่งกระทบกลุ่มสัตว์น้ำที่มีการอพยพย้ายถิ่น (migratory species) เมื่อระบบการไหลของแม่น้ำเปลี่ยนไปทั้งทางด้านทิศทางและปริมาณน้ำ จะกระทบต่อชนิดและขนาดของกลุ่มสัตว์น้ำที่มีการอพยพย้ายถิ่น โดยเฉพาะปลาในแม่น้ำโขงสายหลักปลาจะเดินทางเข้าแม่น้ำสาขา บางชนิดใช้พื้นที่น้ำท่วม (flood planed) พื้นที่บริเวณริมชายฝั่งในการผสมพันธุ์วางไข่ (spawning ground) การหาอาหาร (feeding ground) ของสัตว์น้ำวัยอ่อน (nursery ground) ในช่วงเวลาต่างๆกันแต่ในรอบปีขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์น้ำ Baran (2006) จากการสร้างเขื่อนปิดกั้นทางเดินลำน้ำจะทำให้ไม่มีพื้นที่ในการหาอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อนพื้นที่ในการผสมพันธุ์วางไข่ลดน้อยและเปลี่ยนแปลงไปแตกต่างไปจากเดิม โดยจะมีผลกระทบสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะทรัพยากรสัตว์น้ำในภาพรวมมีความคล้ายคลึงกันเป็นส่วนใหญ่

ดังนั้นในการศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลาในลุ่มน้ำโขงด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบ ก่อน-หลัง ของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบ (before–after control–impact" quasi-experimental sampling) ในแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง เป็นกรณีศึกษาในเขตประเทศไทย โดยดำเนินการศึกษาในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามเป็นพื้นที่ตัวแทนยังไม่มีการก่อสร้างเขื่อน และพื้นที่ลำน้ำมูลตอนล่างเป็นพื้นที่มีการสร้างเขื่อนปากมูลกั้นลำน้ำมูลและมีการดำเนินการในการจัดการประตูน้ำเขื่อนมาแล้วระยะเวลาหนึ่ง ประโยชน์จากการศึกษาผลการบรรณ

เทาผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ และตัวสัตว์น้ำโดยตรง โดยข้อมูลหรือความรู้ที่เกิดขึ้นเหล่านั้นสามารถนำเสนอต่อแก่หน่วยงานที่รับผิดชอบก่อนจะมีโครงการก่อสร้างเขื่อนหรือฝายทดน้ำขนาดใหญ่ อีกทั้งสามารถนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในการกำหนดมาตรการจัดการทรัพยากร สัตว์น้ำหลังมีการก่อสร้างเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำในพื้นที่อื่นๆต่อไป

4.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

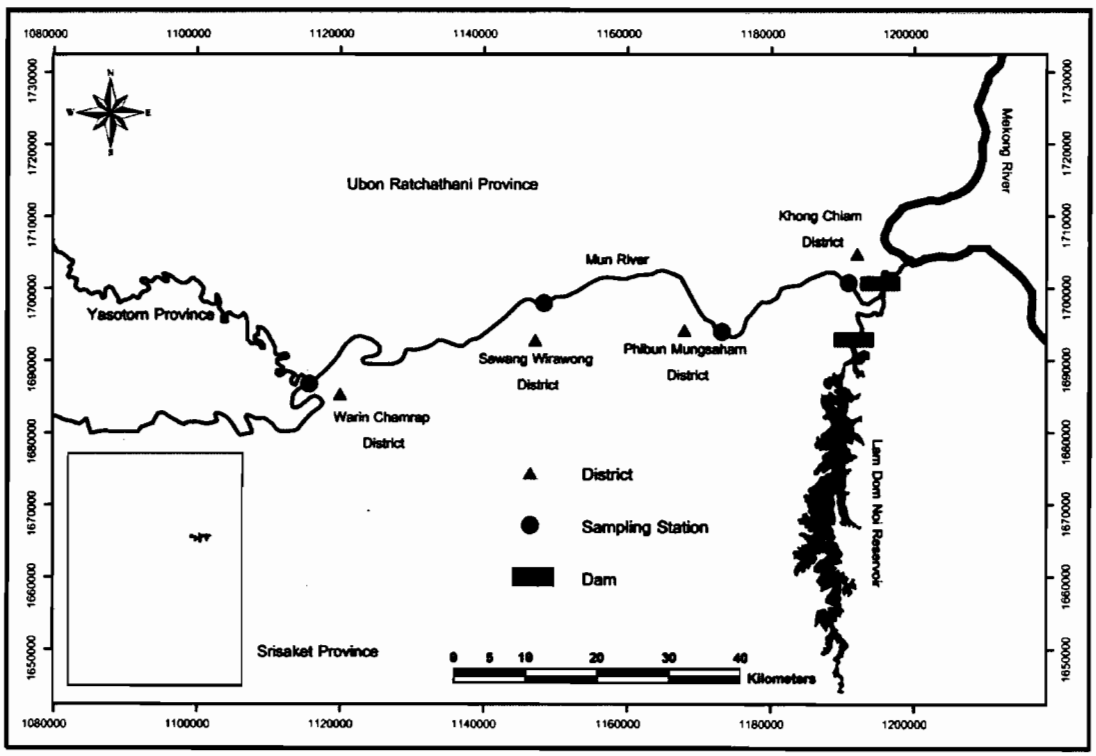
วัตถุประสงค์ของการศึกษาในบทนี้ เพื่อศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลาในลุ่มน้ำโขงซึ่งแบ่งกลุ่มปลา (fish guilds) 3 กลุ่ม ตามลักษณะการอพยพย้ายถิ่น ได้แก่ กลุ่มปลาขาว , กลุ่มปลาดำ และกลุ่มปลาเทา ด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบก่อน-หลังของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบ before-after control-impact quasi-experimental sampling โดยเปรียบเทียบ จำนวนชนิด ปริมาณหรือจำนวนตัวของกลุ่มปลาอพยพ ในแม่น้ำสาขา 2 สาย ที่มีลักษณะเฉพาะตัวแตกต่างกัน ได้แก่ แม่น้ำมูนตอนล่างในจังหวัดอุบลราชธานี ที่มีการก่อสร้างเขื่อนขวางกั้นทางน้ำขนาดใหญ่ (large dam) และมีการเปิดประตูระบายน้ำในช่วงฤดูฝนเป็นเวลา 4 เดือนของทุกปี และแม่น้ำสงคราม ซึ่งเป็นแม่น้ำที่มีความสมบูรณ์ไม่มีเขื่อนกวางกั้นแม่น้ำ ผลการศึกษาสามารถประยุกต์เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐาน และแม่แบบในการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรประมงกลุ่มปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่นในพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

4.3 สถานที่ทำการเก็บตัวอย่าง

วางแผนการวิจัยแบบ spatial and temporal random design แบ่งพื้นที่การศึกษา 2 แม่น้ำ ได้แก่แม่น้ำมูล เป็นตัวแทนพื้นที่แม่น้ำสาขาแม่น้ำโขงตอนล่างที่ได้รับผลกระทบ (impact site) ของการก่อสร้างเขื่อนใหญ่ (large dam) ขวางกั้นแม่น้ำ ซึ่งผลช่วงเวลาที่มีผลกระทบหรือการแทรกแซงที่เกิดขึ้น ได้แก่ การปิดประตูน้ำของเขื่อนปากมูลเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นเวลา 8 เดือน และเปิดประตูระบายน้ำของเขื่อนเป็นเวลา 4 เดือน ของทุกปี ซึ่งช่วงเวลาปิดประตูมีผลต่อการอพยพของปลาจากแม่น้ำโขงเข้าสู่แม่น้ำมูลเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ อาทิ การผสมพันธุ์วางไข่ การเลี้ยงดูตัวอ่อน โดยแบ่งจุดสำรวจเป็น 5 จุดสำรวจ ตลอดลำน้ำเหนือเขื่อน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตำแหน่งที่ตั้งและพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำมูลตอนล่าง

จุดสำรวจ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1. บ้านตุงลุง	ตำบลโขงเจียม อำเภอโขงเจียม จังหวัดอุบลราชธานี	N 151736.3 E 1052521.8
2. บ้านค้อใต้	อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี	N 151411.3 E 1051520.8
3. บ้านบุ่งมะแลง	ตำบลบุ่งมะแลง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี	N 151622.4 E 1050143.6
4. บ้านวังยาง	ตำบลหนองกินเพล อำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี	N 151057.7 E 1044250.9

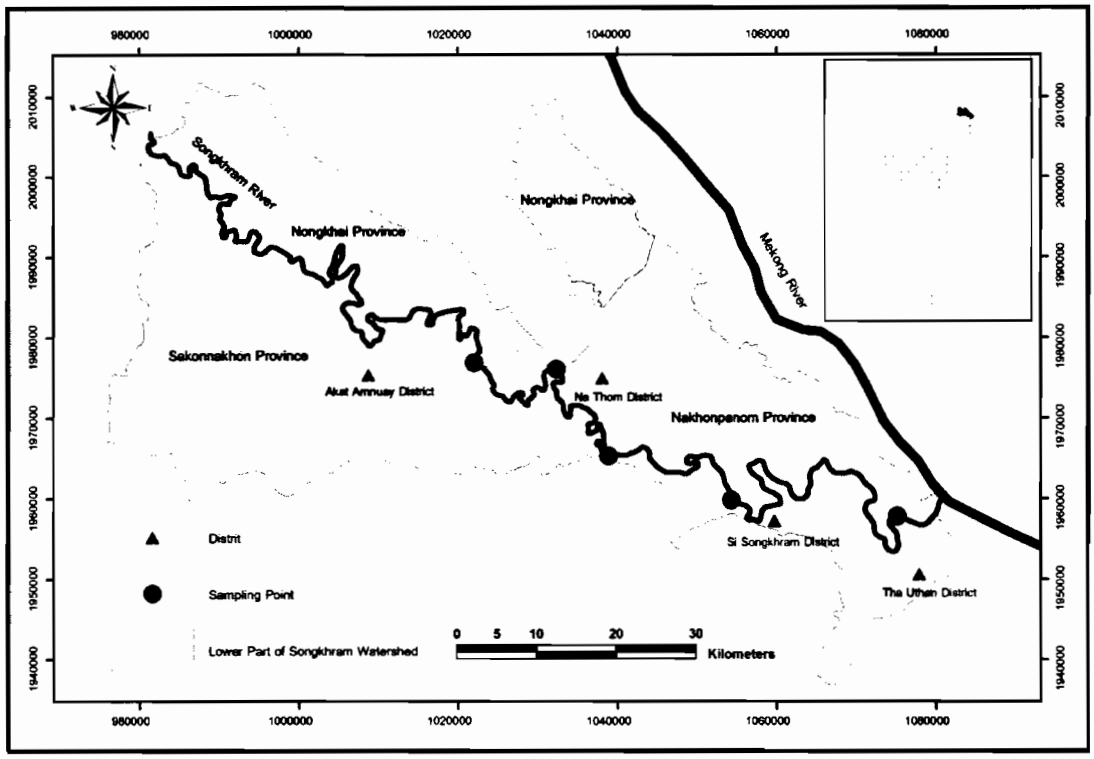


ภาพที่ 4.1 แผนที่แสดงพื้นที่จุดสำรวจในแม่น้ำมูลตอนล่าง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

พื้นที่ควบคุม (control site) ได้แก่ แม่น้ำสงคราม เป็นพื้นที่ตัวแทนแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่างที่มีความสมบูรณ์ ไม่ได้รับการแทรกแซงจากภายนอกจากการสร้างเขื่อน และแบ่งจุดสำรวจเป็น 5 จุดสำรวจ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 ดังนั้นรวมจุดสำรวจทั้งสองแม่น้ำรวม 9 จุดเก็บตัวอย่าง

ตารางที่ 4.2 ตำแหน่งที่ตั้งและพิกัดทางภูมิศาสตร์ของแม่น้ำสงคราม

จุดสำรวจ	ตำแหน่งที่ตั้ง	พิกัดทางภูมิศาสตร์
1.บ้านวังโพธิ์ ปากแม่น้ำโขง	ตำบลไชยบุรี อำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม	N 173830.6 E 1042450.9
2.บ้านท่าบ่อ	ตำบลท่าบ่อ อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม	N 173922.1 E 1041303.4
3.บ้านข่า	ตำบลปากยาม อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม	N 174233.2 E 1040433.9
4.บ้านท่าพันโฮง	ตำบลนาทม อำเภอนาทม จังหวัดนครพนม	N 174836.1 E 1040104.2
5.บ้านดอนแดง	ตำบลท่าก้อน อำเภออากาศอำนวย จังหวัดสกลนคร	N 174903.8 E 1035508.2



ภาพที่ 4.2 แผนที่แสดงพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำสงคราม ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน จำนวน 6 ครั้งสำรวจ เป็นระยะเวลา 1 ปี ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม 2552 ซึ่งเป็นช่วงก่อนได้รับผลกระทบหรือก่อนได้รับการแทรกแซง

(before intervention) หรือช่วงเวลาเปิดประตูน้ำเขื่อนปากมูล และระหว่างเดือนธันวาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 เป็นช่วงได้รับผลกระทบหรือได้รับการแทรกแซง (after intervention) ช่วงเวลาปิดประตูน้ำเขื่อนปากมูล

4.4 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการ

4.4.1 อุปกรณ์

4.4.1.1 เรือยางขนาด 2.6 เมตร พร้อมเครื่องยนต์ขนาด 25 แรงม้า เพื่อการสำรวจและเก็บตัวอย่าง

4.4.1.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 850 วัตต์ ความต่างศักย์ 220 โวลท์

4.4.1.3 อวนทับตลิ่งขนาดช่องตา 0.5 เซนติเมตร ยาว 50 เมตร

4.4.1.4 ถาดอลูมิเนียมและภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างปลา

4.4.1.5 กล้องจุลทรรศน์แบบรายละเอียดสูง (compound microscope) และแบบสเตอริโอ (stereo microscope) พร้อมกล้องถ่ายรูป

4.4.1.6 ไม้วัดความยาว เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 1 ตำแหน่ง

4.4.1.7 ขวดเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำวัยอ่อนขนาด 50 มิลลิลิตร

4.4.1.8 น้ำยาฟอร์มาลิน 10 %

4.4.1.9 น้ำยาแอลกอฮอล์ 95%

4.4.1.10 ตารางและแบบฟอร์มบันทึกข้อมูล (data sheet)

4.4.1.11 ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่าง

4.4.2 วิธีการดำเนินการ

การศึกษาผลกระทบ ก่อน-หลัง ของพื้นที่ควบคุม และพื้นที่ได้รับผลกระทบ (before–after control–impact" quasi-experimental sampling) ที่เป็นตัวแทนแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง 2 แม่น้ำ คือแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม โดยตัวแปรที่ใช้เปรียบเทียบในการศึกษา 2 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนชนิดสัตว์น้ำ (species richness) และความหนาแน่นของสัตว์น้ำ (fish abundance) การรวบรวมตัวอย่างปลาด้วยเครื่องมือสำรวจประกอบด้วย 2 เครื่องมือ คือเครื่องมือกระแสไฟฟ้าโดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระแสสลับ (Honda EM 650, DC 220 V) จุดสำรวจละ 2 ซ้ำๆละ 20 นาที และเครื่องมืออวนลากทับตลิ่ง ขนาดความกว้าง 6 เมตร ความยาว 20 เมตร ขนาดช่องตา 1 เซนติเมตร ลากสำรวจกลางแม่น้ำจนถึงแนวริมฝั่ง จุดสำรวจละ 2 ซ้ำๆ นำตัวอย่างปลาที่ได้ไปจำแนกชนิดตามตามคู่มือต่างๆ ดังนี้ Rainboth (1996) และ Kottelat (2001) หลังจำแนกชนิดเรียบร้อยแล้ว นำตัวอย่างปลามาทำการชั่งน้ำหนัก (weight; W) ที่ระดับความละเอียด 0.1 กรัม และ

วัดความยาว (total length; TL) ที่ระดับความละเอียด 0.1 เซนติเมตร และตัวอย่างพันธุ์ปลาทั้งหมดจากภาคสนามจะเก็บรักษาในน้ำยาฟอร์มาลินเข้มข้น 10% เพื่อนำไปวิเคราะห์และจำแนกทางอนุกรมวิธานอีกครั้ง ที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี จังหวัดอุบลราชธานี

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบความแตกต่างชนิดของประชากรปลาที่สำรวจพบระหว่างจุดสำรวจ และเดือนที่สำรวจ ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษาคำนวณตามวิธีการและสูตรต่างๆ ดังนี้

4.5.1 จำแนกชนิดและวงศ์ของปลา ตามคู่มือของ Rainboth (1996)และ Kottelat (2001) นับจำนวนตัว เพื่อหาความชุกชุมแต่ละชนิดพันธุ์ปลา จากนั้นทำการคัดแยกกลุ่มปลา (fish guilds) ตามลักษณะพฤติกรรมในการอพยพย้ายถิ่น (migratory behavior) ประกอบด้วย 3 กลุ่ม Poulsen (2002)

4.5.1.1 กลุ่มปลาดำ (black fish) กลุ่มที่ไม่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ แต่อาจมีการย้ายถิ่นในรอบวันเพื่อการหาอาหาร แต่ก็มีระยะทางไม่ไกลอาจเคลื่อนที่จากพื้นที่ระหว่างที่อาศัยคือ หนองน้ำ บึง กับแม่น้ำที่อยู่ติดกับหนองบึงนั้น

4.5.1.1.2 กลุ่มปลาขาว (white fish) กลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่ เป็นระยะทางไกลอาจเป็นระยะทางหลายร้อยกิโลเมตร ระหว่างจากแม่น้ำสาขาหนึ่งสู่อีกแม่น้ำสาขา และเป็นการอพยพตามฤดูกาลเพียงแค่ครั้งเดียวในรอบปี

4.5.1.1.3 กลุ่มปลาเทา (grey fish) กลุ่มที่มีการอพยพย้ายถิ่นเพื่อการผสมพันธุ์วางไข่หรือเพื่อหาอาหาร แต่มีระยะทางไม่ไกลมากอาจเป็นระยะระหว่างจากแม่น้ำกับปากแม่น้ำ และเป็นการอพยพตามฤดูกาลเพียงแค่ครั้งเดียวในรอบปีเช่นกัน

4.5.2 วิเคราะห์ก่อน- หลังได้รับผลกระทบ (before–after control–impact" quasi-experimental sampling analysis; BACI) โดยการวิเคราะห์ "randomized intervention analysis" (RIA) โดยมีตัวแปรที่ศึกษา 2 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนชนิดสัตว์น้ำ (species richness) และความหนาแน่นของสัตว์น้ำ (fish abundance) เพื่อศึกษาความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ควบคุม และพื้นที่ได้รับผลกระทบต่อตัวแปรที่ศึกษา ความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังที่จะมีการแทรกแซง (Bried and Ervin, 2011) RIA เป็นสถิติหาความแตกต่างหรือประเมินขนาดของผลกระทบกับและลำดับความแตกต่างที่เป็นไปได้ของพื้นที่ควบคุม การวิเคราะห์ค่าและแสดงผลความแตกต่างจากค่า *P*-value (Edgington and Onghena 2007; Bried and Ervin, 2011; Mullowney et al, 2012)

ในการศึกษาทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลทั้ง 2 ตัวแปร คือจำนวนชนิดสัตว์น้ำ (species richness) และความหนาแน่นของสัตว์น้ำ (fish abundance) ในแต่ละกลุ่ม (fish guild) ระหว่างพื้นที่ควบคุม และพื้นที่ได้รับผลกระทบครั้งนี้ มีการวิเคราะห์ซ้ำจำนวนรอบในการวิเคราะห์จำนวน 999 รอบ การวิเคราะห์ before–after control–impact" quasi-experimental sampling analysis; BACI โดยโปรแกรม *R* Program (R Development Core Team, 2012) โดยพัฒนาคำสั่งปฏิบัติการ (scripts for RIA) สำหรับการวิเคราะห์ RIA และการแสดงภาพได้รับการพัฒนาโปรแกรมโดย รองศาสตราจารย์ ดร. ทวนทอง จุฑาเกตุ ภาควิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี และ Dr. Michio Fukushima, National Institute of Environmental Studies (NIES) ประเทศญี่ปุ่น

4.6 ผลการศึกษา

ผลการศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลาต่างๆ ซึ่งแบ่งกลุ่มปลาตามลักษณะของพฤติกรรมการอพยพย้ายถิ่น ดังนี้คือ กลุ่มปลาขาว กลุ่มปลาดำ กลุ่มปลาเทา ในพื้นที่สาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง 2 แม่น้ำ คือแม่น้ำสงครามเป็นพื้นที่ควบคุม และแม่น้ำมูลเป็นพื้นที่ได้รับผลกระทบ ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม 2552 ซึ่งเป็นช่วงก่อนได้รับผลกระทบ และในระหว่างเดือนธันวาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 เป็นช่วงหลังได้รับผลกระทบ จากการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม มีผลการศึกษา ดังนี้

4.6.1 ความหลากหลายของพันธุ์สัตว์น้ำ

จำนวนปลาที่สำรวจทั้งหมด 29,646 ตัว 124 ชนิด 71 กลุ่ม (Genera) จาก 25 วงศ์ (Family) รายละเอียดชนิดทั้งหมดแสดงในตารางที่ 4.3 ความหลากหลายในแต่ละวงศ์ พบว่า วงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 63 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 71.66 ของจำนวนชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 1.91 และวงศ์ปลาสวาย (Pangasiidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.57 ของชนิดที่พบ

ความหลากหลายของชนิดปลาแยกตามแม่น้ำที่สำรวจ พบว่า แม่น้ำสงคราม มีความหลากหลายของชนิดปลาสูงสุด 112 ชนิด 64 กลุ่ม 23 วงศ์ ในแต่ละวงศ์พบว่า วงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 58 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 51.79 ของจำนวนชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 6.25 และวงศ์ปลาสวาย (Pangasiidae) 6 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 5.36 ของชนิดที่พบ แม่น้ำมูลพบพันธุ์ปลาทั้งหมด 93 ชนิด 24 วงศ์ (Family) ในแต่ละวงศ์ พบว่า วงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 48 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ

49.48 ของจำนวนชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 7.22 และวงศ์ปลาแขยง (Bagridae) 5 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 5.15 ของชนิดที่พบ

ตารางที่ 4.3 ชนิด จำนวนตัว และน้ำหนักสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำมูล (impact site) และแม่น้ำสงคราม (control site) จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	แม่น้ำสงคราม		แม่น้ำมูล		จำนวนตัว	ค่าพิสัยความยาว
			ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ	ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ		
	Family Notopteridae							
1	*Chitala blanci* (Aubenton,1965)	WF	✓	o	o	o	2	51-61
2	*C. ornata* (Gray, 1831)	GF	✓	✓	✓	o	12	103-740
3	*Notopterus notopterus* (Pallas,1780)	WF	o	✓	✓	✓	64	70-312
	Family Clupeidae							
4	*Clupeichthys aesarnensis* Wongratana,1983	GF	✓	✓	✓	✓	609	22-48
5	*Tenualosa thibaudeaui* (Durand,1940)	WF	✓	✓	o	✓	14	95-225
	Family Engraulidae							
6	*Setipinna melanochir* (Bleeker,1849)	WF	o	o	✓	o	16	83-104
	Family Cyprinidae							
7	*Paralaubuca barroni* (Fowler,1934)	GF	✓	✓	o	o	42	39-120
8	*P. typus* Bleeker,1865	GF	o	✓	✓	✓	742	63-139
9	*P. maculicauda* (Smith,1934)	GF	o	✓	✓	✓	64	25-123
10	*P. siamensis* (Günther,1868)	GF	✓	✓	✓	✓	198	31-107
11	*Raiamas guttatus* (Day,1869)	WF	✓	✓	✓	✓	28	57-137
12	*Opsarius koratensis* (Smith,1931)	GF	o	✓	✓	o	9	55-92
13	*O. pulchellus* (Smith,1931)	GF	o	✓	o	o	6	95-115
14	*Esomus metallicus* Ahl, 1924	GF	✓	✓	o	o	18	35-59
15	*Leptobarbus hoeveni* bleeker,1851	GF	✓	✓	o	✓	11	63-185
16	*Luciosoma bleekeri* Steindachner, 1878	WF	o	✓	o	o	4	60-90
17	*Rasbora palustris* Smith,1945	GF	✓	o	o	✓	8	47-67
18	*R. borapetensis* Smith,1934	GF	✓	✓	✓	✓	552	15-75
19	*R. daniconius* (Hamilton,1822)	GF	✓	✓	o	✓	82	30-81
20	*R. dusonensis* (Bleeker,1851)	GF	✓	✓	✓	✓	3,881	18-122
21	*R. tornieri* Ahl, 1922	GF	o	o	o	✓	11	56-95
22	*R. trilineata* Steindachner,1870	GF	✓	✓	o	✓	236	21-87
23	*Cyprinus carpio* Linnaeus,1758	WF	✓	✓	o	✓	10	55-657
24	*Probarbus jullieni* Sauvage,1880	WF	✓	o	o	o	13	86-267

ตารางที่ 4.3 ชนิด จำนวนตัว และน้ำหนักสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำมูล (impact site) และแม่น้ำสงคราม (control site) จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	แม่น้ำสงคราม		แม่น้ำมูล		จำนวนตัว	ค่าพิสัยความยาว
			ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ	ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ		
25	*Amblyrhynchichthys truncatus* (Bleeker, 1850)	WF	o	o	o	✓	3	108-173
26	*Cyclocheilichthys apogon* (Valenciennes,1842)	GF	✓	✓	o	o	6	91-107
27	*C. armatus* (Valenciennes,1842)	GF	✓	✓	✓	✓	150	36-140
28	*C. enoplos* (Bleeker,1850)	WF	✓	✓	✓	✓	314	35-256
29	*Discherodontus ashmeadi* Fowler,1937	WF	✓	o	o	o	1	102
30	*Mystacoleucus atridorsalis* Fowler,1937	WF	✓	✓	✓	✓	386	20-87
31	*M. marginatus* (Valenciennes,1842)	WF	✓	✓	o	o	3	54-80
32	*Puntioplites falcifer* Smith,1929	WF	✓	✓	✓	✓	113	43-257
33	*P. proctozysron* (Bleeker,1865)	WF	✓	✓	✓	✓	93	71-414
34	*Sikukia gudgeri* (Smith,1934)	WF	✓	✓	o	✓	734	40-162
35	*Barbonymus altus* (Günther,1868)	GF	✓	✓	✓	✓	371	27-227
36	*B. gonionotus* (Bleeker,1850)	WF	✓	✓	✓	✓	1,335	47-525
37	*B. schwanefeldi* (Bleeker,1853)	GF	o	✓	✓	o	10	50-101
38	*Hypophthalmichthys* molittrix (Valenciennes, 1844)	WF	o	o	o	✓	6	144-184
39	*Hypsibarbus malcolmi* (Smith,1945)	WF	o	✓	o	✓	6	103-125
40	*H. pierrei* (Sauvage,1880)	WF	✓	✓	o	o	10	64-170
41	*H. wetmorei* (Smith,1931)	WF	✓	✓	o	✓	99	64-227
42	*Scaphognathops bandanensis* (Boonyaratpalin & Srirungroj, 1971)	WF	o	✓	o	✓	341	65-290
43	*Hampala dispar* Smith,1934	GF	✓	✓	✓	✓	1,157	31-490
44	*H. macrolepidota* (Valenciennes,1842)	GF	✓	✓	✓	✓	142	30-378
45	*Puntius brevis* (Bleeker,1860)	GF	✓	✓	✓	✓	386	34-116
46	*P. aurotaeniatus* (Tirant,1885)	GF	o	✓	o	o	1	65
47	*P. orphoides* (Valenciennes,1842)	GF	✓	✓	✓	o	88	73-196
48	*P. partipentazona* (Fowler,1934)	GF	✓	✓	✓	✓	57	25-57
49	*P. rhombeus* Kottelat,2000	GF	o	o	✓	o	9	42-52
50	*Cirrhinus jullieni* (Sauvage,1878)	WF	o	o	✓	✓	41	82-132
51	*Thynnichthys thynnoides* (Bleeker,1852)	WF	✓	✓	✓	✓	147	48-147
52	*Labiobarbus lineata* (Sauvage,1878)	GF	✓	✓	✓	✓	2,177	25-190
53	*L. spilopleura* (Sauvage, 1881)	WF	o	✓	o	o	4	128-140

ตารางที่ 4.3 ชนิด จำนวนตัว และน้ำหนักสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำมูล (impact site) และแม่น้ำสงคราม (control site) จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	แม่น้ำสงคราม		แม่น้ำมูล		จำนวนตัว	ค่าพิสัยความยาว
			ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ	ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ		
54	*L. leptocheilus* (Valenciennes, 1842)	WF	✓	✓	o	o	46	35-80
55	*Barbichthys laevis* (Valenciennes, 1842)	GF	✓	✓	o	o	32	94-125
56	*Henicorhynchus lobatus* Smith,1945	WF	✓	✓	✓	✓	111	45-128
57	*H. ornatipinnis* (Roberts,1997)	BF	✓	✓	✓	✓	305	41-146
58	*H. siamensis* (de Beaufort,1927)	WF	✓	✓	✓	✓	1,105	36-121
59	*Labeo dyocheilus* (McClelland,1839)	WF	o	✓	✓	o	18	92-116
60	*Morulius chrysophekadion* (Bleeker,1850)	WF	✓	✓	✓	✓	81	31-234
61	*Osteochilus hasselti* (Valenciennes,1842)	WF	✓	✓	✓	✓	2,377	34-204
62	*O. lini* Fowler,1935	GF	✓	✓	✓	✓	1,181	34-181
63	*O. melanopleura* (Bleeker,1852)	WF	✓	✓	✓	✓	32	35-182
64	*O. microcephalus* (Valenciennes,1842)	GF	✓	✓	✓	✓	1,155	35-130
65	*Cosmochilus harmandi* Sauvage, 1878	WF	✓	✓	o	o	31	250-750
66	*C. atrilimes* Kottelat,2000	GF	o	✓	o	✓	49	40-87
67	*C. oblogus* (Valenciennes,1842)	GF	✓	✓	✓	✓	405	30-107
68	*C. reticulatus* (Fowler,1934)	GF	✓	✓	✓	✓	291	22-124
69	*Epalzeorhynchos munense* (Smith,1934)	GF	✓	✓	✓	✓	328	44-127
	Family Cobitidae							
70	*Acanthopsis choirorhynchos* (Bleeker,1854)	GF	✓	✓	✓	✓	278	60-159
71	*A. diaiuzona* Van Hasselt,1823	WF	o	✓	o	✓	363	54-149
72	*Yasuhikotakia eos* (Taki, 1972)	GF	✓	✓	o	✓	16	51-124
73	*Y. lecontei* (Fowler, 1937)	GF	o	✓	✓	o	13	24-35
74	*Y. modesta* (Bleeker, 1865)	WF	o	✓	o	✓	5	58-92
75	*Y. morleti* (Tirant, 1885)	GF	✓	✓	o	✓	6	70-132
76	*Syncrossus helodes* (Sauvage, 1876)	GF	✓	✓	✓	✓	30	35-138
	Family Bagridae							
77	*Bagrichthys macropterus* (Bleeker, 1854)	GF	o	✓	o	✓	10	125-225
78	*Hemibagrus nemurus* (Valenciennes,1840)	GF	✓	✓	o	✓	196	35-285
79	*Mystus singaringan* (Bleeker,1846)	BF	✓	✓	o	✓	25	41-142
80	*M. multiradiatus* Roberts,1992	BF	o	✓	✓	o	6	103-128
81	*M. mysticetus* Roberts,1992	BF	✓	✓	✓	✓	121	62-137
	Family Siluridae							
82	*Kryptopterus cheveyi* Durand,1940	WF	✓	o	o	o	5	80-105
83	*K. cryptopterus* (Bleeker,1851)	WF	✓	✓	o	✓	5	42-105

ตารางที่ 4.3 ชนิด จำนวนตัว และน้ำหนักสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำมูล (impact site) และแม่น้ำสงคราม (control site) จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	แม่น้ำสงคราม		แม่น้ำมูล		จำนวนตัว	ค่าพิสัยความยาว
			ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ	ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ		
84	*Phalacronotus apogon* (Bleeker, 1851)	WF	o	o	✓	o	26	346-734
85	*P. bleekeri* (Günther, 1864)	WF	✓	o	o	o	85	73-182
86	*Ompok siluroides* Lacepède, 1803	BF	o	o	✓	✓	6	101-185
	Family Schilbeidae							
87	*Laides hexanema* (Bleeker, 1852)	GF	o	✓	o	o	1	115
	Family Pangasiidae							
88	*Helicophagus leptorhynchus* Ng & Kottelat, 2000	WF	✓	✓	o	o	53	45-128
89	*H. waandersii* Bleeker, 1958	WF	✓	o	o	o	13	78-147
90	*Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878)	WF	✓	o	o	o	11	35-128
91	*P. conchophilus* Roberts & Vidthayanon, 1991	WF	✓	✓	o	o	21	226-337
92	*P. larnaudii* Bocourt, 1866	WF	✓	o	o	o	3	618-650
93	*P. macronema* Bleeker, 1851	WF	✓	✓	o	o	106	53-107
94	*Pseudolais pleurotaenia* (Sauvage, 1878)	GF	o	o	o	✓	1	88
	Family Clariidae							
95	*Clarias batrachus* (Linnaeus,1758)	BF	o	✓	✓	✓	46	107-285
96	*C. macrocephalus* Günther,1864	BF	✓	o	o	✓	10	132-285
97	*C. macrocephalus* x *C. gariepinus*	BF	o	✓	✓	✓	103	89-295
	Family Belonidae							
98	*Xenentodon cancila* (Hamilton,1822)	GF	✓	✓	✓	✓	490	65-247
	Family Hemiramphidae							
99	*Dermogenys siamensis* Fowler,1934	GF	o	✓	o	✓	13	40-50
	Family Synbranchidae							
100	*Monopterus albus* (Zuiew,1793)	BF	✓	✓	o	✓	89	138-541
	Family Mastacembelidae							
101	*Macrognathus circumcinctus* (Hora,1924)	BF	o	✓	✓	✓	27	37-160
102	*M. siamensis* (Günther,1861)	BF	✓	✓	✓	✓	573	52-233
103	*M. armatus* (Lacepède,1800)	BF	✓	✓	o	✓	29	43-355
104	*M. favus* Hora,1923	BF	✓	✓	o	o	5	156-280

ตารางที่ 4.3 ชนิด จำนวนตัว และน้ำหนักสัตว์น้ำที่พบในแม่น้ำมูล (impact site) และแม่น้ำสงคราม (control site) จากการสำรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าและอวนทับตลิ่ง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 (ต่อ)

ที่	Family/ชื่อวิทยาศาสตร์	กลุ่มปลา	แม่น้ำสงคราม		แม่น้ำมูล		จำนวนตัว	ค่าพิสัยความยาว
			ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ	ก่อนรับผลกระทบ	หลังรับผลกระทบ		
	Family Ambassidae							
105	*Parambassis siamensis* (Fowler,1937)	GF	✓	✓	✓	✓	1,432	20-57
	Family Toxotidae							
106	*Toxotes chatareus* (Hamilton,1822)	GF	✓	✓	✓	✓	78	38-115
	Family Nandidae							
107	*Nandus nandus* (Hamilton, 1822)	BF	o	✓	o	✓	7	80-84
108	*Pristolepis fasciata* (Bleeker,1851)	BF	✓	✓	✓	✓	365	20-196
	Family Cichlidae							
109	*Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1757)	BF	✓	✓	o	✓	17	81-228
	Family Eleotridae							
110	*Oxyeleotris marmorata* (Bleeker,1852)	BF	✓	✓	✓	✓	401	41-256
	Family Gobiidae							
111	*Rhinogobius* sp.	BF	o	o	✓	✓	17	46-83
	Family Anabantidae							
112	*Anabas testudineus* (Bloch, 1792)	BF	✓	✓	o	✓	114	54-127
	Family Belontiidae							
113	*Trichogaster microlepis* (Günther, 1861)	BF	o	o	o	✓	4	45-123
114	*T. trichopterus* (Pallas, 1770)	BF	✓	✓	✓	✓	130	48-102
115	*Trichopsis vittata* (Cuvier, 1831)	BF	✓	✓	✓	✓	36	33-82
116	*T. pumila* (Arnold, 1937)	BF	o	✓	o	✓	12	32-46
	Family Channidae							
117	*Channa gachua* (Hamilton, 1822)	BF	o	✓	✓	o	21	47-179
118	*C. lucius* (Cuvier, 1831)	BF	o	✓	✓	✓	38	102-265
119	*C. micropeltes* (Cuvier, 1831)	BF	✓	✓	✓	✓	284	86-712
120	*C. striata* (Bloch, 1795)	BF	✓	✓	✓	✓	1,486	50-552
	Family Soleidae							
121	*Brachirus harmandi* (Sauvage, 1878)	GF	o	o	o	✓	1	17
	FamilyTetraodontidae							
122	*Auriglobus modestus* (Bleeker, 1850)	GF	o	✓	✓	o	11	39-82
123	*T. suvatti* Sontirat & Soonthornsatit,1985	GF	✓	✓	o	o	6	70-75
124	*T. cochinchinensis* (Steindachner, 1866)	GF	✓	✓	✓	✓	40	45-107

หมายเหตุ: BF = ปลาดำ, GF = ปลาเทา and WF = ปลาขาว, ✓/o = สำรวจพบหรือไม่พบ

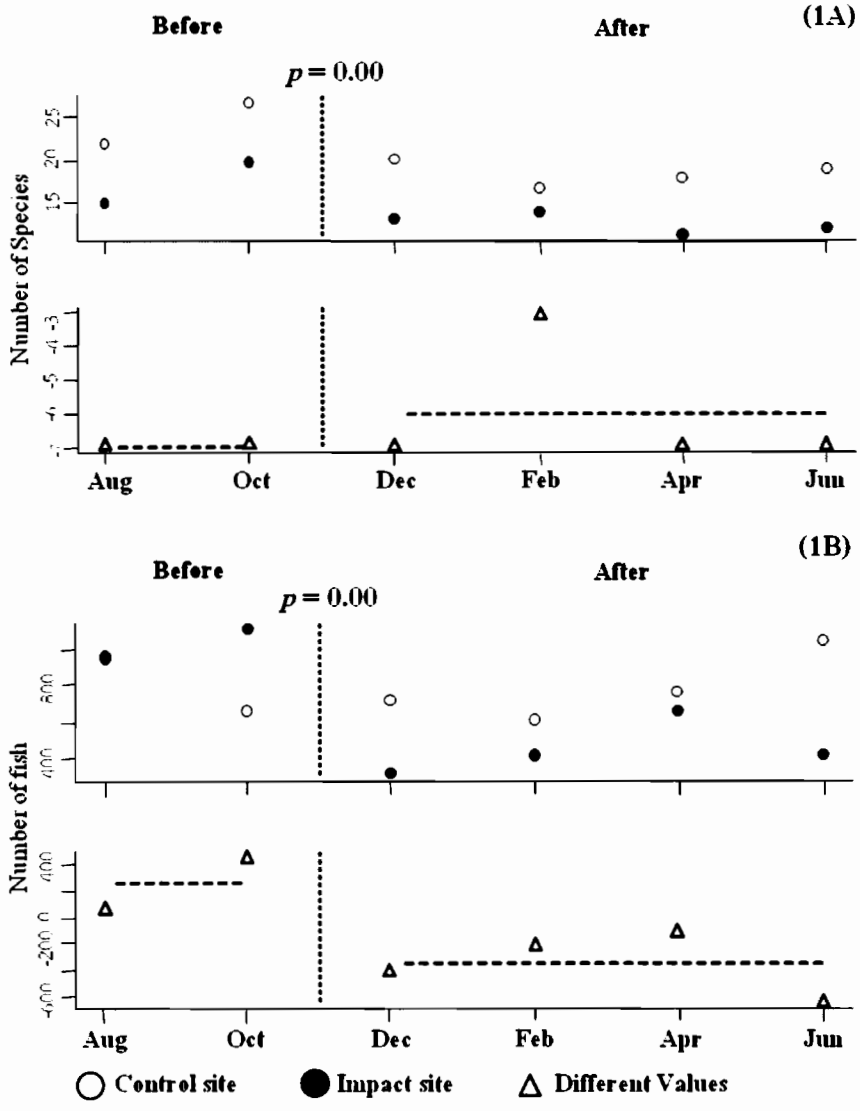
4.6.2 การจำแนกชนิดตามกลุ่มปลา (Fish guilds)

การแบ่งกลุ่มปลาตามลักษณะพฤติกรรมในการอพยพย้ายถิ่น (migratory behavior) จากชนิดปลาทั้งหมดจากการสำรวจจากทั้งสองแม่น้ำแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ (ตารางที่ 4.4) กลุ่มปลาขาว 49 ชนิด กลุ่มปลาเทา 54 ชนิด และกลุ่มปลาดำ 21 ชนิด โดยแยกกลุ่มปลาแยกตามแม่น้ำที่สำรวจ พบว่า แม่น้ำสงครามพบปลาขาว 42 ชนิด ปลาเทา 51 ชนิด และปลาดำ 19 ชนิด และแม่น้ำมูลพบมีปลาขาว 31 ชนิด ปลาเทา 46 ชนิด และปลาดำ 20 ชนิด และพบจำนวนชนิด 41 ชนิด ที่พบทั้งพื้นที่ควบคุมคือแม่น้ำสงครามและพื้นที่ได้รับผลกระทบคือในแม่น้ำมูล ทั้งในช่วงก่อนหลังได้รับผลกระทบ อาทิเช่น ปลาซิวแก้ว (*Clupeichthys aesarnensis*) ปลาซิวควาย (*Rasbora dusonensis*) ปลาซิวหางแดง (*R. borapetensis*) ปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*) ปลากระสูบ (*Hampala* spp.) ปลาช่า (*Labiobarbus lineatus*) ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ปลาสร้อยนกเขา (*Osteochilus hasselti*) ปลาหลดจุด (*Macrognathus siamensis*) ปลาช่อน (*Channa striata*) และปลาแป้นแก้ว (*Parambassis siamensis*)

4.6.3 วิเคราะห์ก่อน- หลังได้รับผลกระทบ (before–after control–impact" quasi-experimental sampling analysis : BACI)

การวิเคราะห์เปรียบเทียบการได้รับผลกระทบของเขื่อนในพื้นที่สาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง คือแม่น้ำสงครามเป็นพื้นที่ควบคุม และแม่น้ำมูลเป็นพื้นที่ได้รับผลกระทบ ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึงเดือนตุลาคม 2552 ซึ่งเป็นช่วงก่อนได้รับผลกระทบ (ช่วงเวลาเปิดเขื่อนปากมูล) และในระหว่างเดือนธันวาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 เป็นช่วงเวลาที่ได้รับผลกระทบ (ช่วงเวลาปิดเขื่อนปากมูล) การศึกษาผลการทบ (before–after control–impact" quasi-experimental sampling analysis; BACI) โดยการวิเคราะห์สถิติที่เรียกว่า "randomized intervention analysis" (RIA) ซึ่งมีการวิเคราะห์ซ้ำจำนวน 999 ครั้ง โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบกลุ่มปลาตามลักษณะของพฤติกรรมการอพยพย้ายถิ่น ดังนี้คือ กลุ่มปลาขาว กลุ่มปลาดำ กลุ่มปลาเทา โดยตัวแปรที่ศึกษา 2 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนชนิดสัตว์น้ำ (species richness) และความหนาแน่นของสัตว์น้ำ (fish density) ของพื้นที่ควบคุม และพื้นที่ได้รับผลกระทบ มีผลการศึกษา ดังนี้

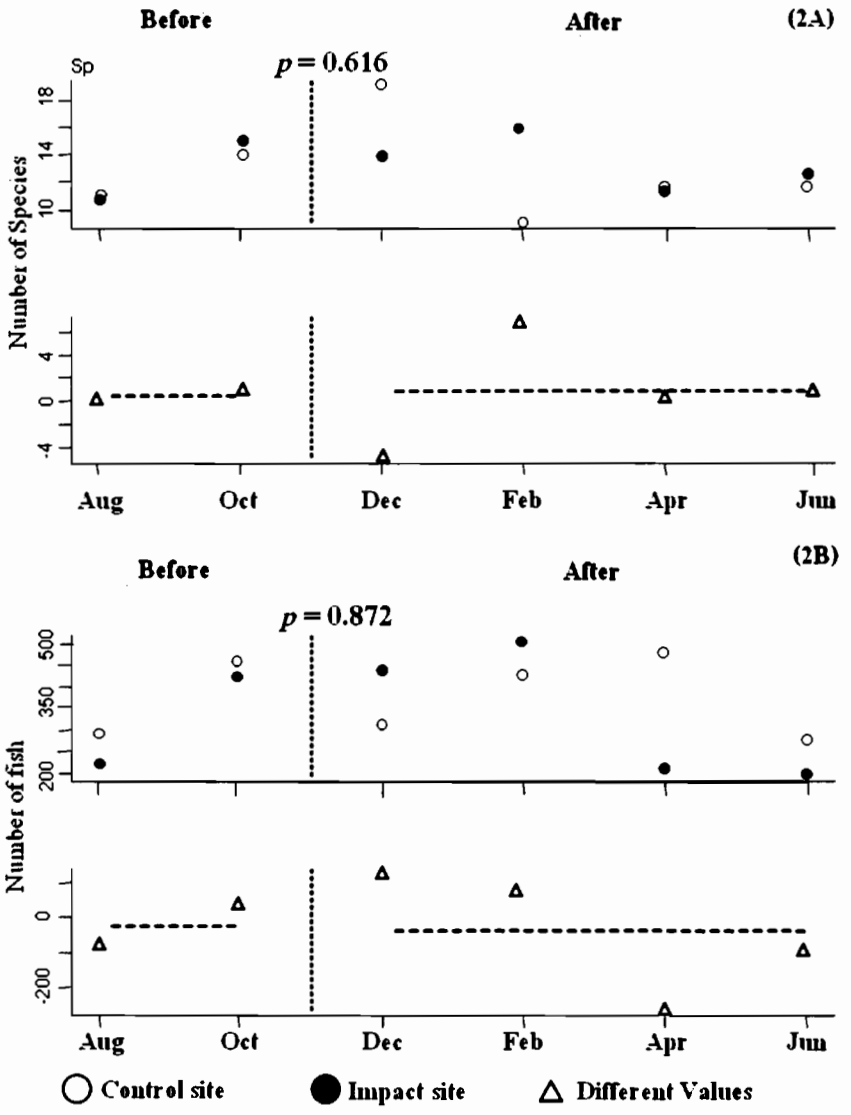
4.6.3.1 กลุ่มปลาขาว (white fish) จำนวนชนิดและจำนวนตัวของกลุ่มปลาขาวในแม่น้ำสงคราม (พื้นที่ควบคุม) พบสูงกว่าแม่น้ำมูลตอนล่าง (พื้นที่รับผลกระทบของเขื่อน) ในเกือบทุกเดือนที่สำรวจ ดังภาพที่ 4.3 และผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ ระหว่างก่อนและหลังการได้รับผลกระทบระหว่าง 2 แม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนชนิด และจำนวนตัวของปลาขาวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 6.76$, $P < 0.001$) และ ($F = 1.00$, $P = 0.001$) ตามลำดับ



ภาพที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ randomized intervention analysis (RIA) ของกลุ่มปลาขาว (white fish) (1A) จำนวนชนิดของปลาขาว และ (1B) จำนวนตัวของปลาขาว ระหว่างสองแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม

จากผลการศึกษา (ภาพที่ 4.3) แสดงถึงการปิดเขื่อนในช่วงระหว่างเดือนสำรวจธันวาคมถึงเดือนมิถุนายน มีผลต่อการอพยพของกลุ่มปลาขาวในพื้นที่แม่น้ำมูลตอนล่าง โดยจำนวนชนิดและปริมาณปลาขาวลดลงทันทีหลังจากปิดประตูระบายน้ำเขื่อนคือในเดือนธันวาคม และค่าค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากในเดือนสำรวจต่อมา ในขณะจำนวนตัวและจำนวนชนิดของปลาขาวในพื้นที่แม่น้ำสงครามพื้นที่ควบคุมลดลงเล็กน้อยหลังจากที่ระยะเวลาที่มีการแทรกแซงระหว่าง

เดือนธันวาคม แล้วเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งจำนวนตัวและจำนวนชนิดจากเดือนกุมภาพันธ์ต่อเนื่องเป็นต้นไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเดือนมิถุนายนมีความห่างอย่างมากระหว่างจำนวนปลาในระหว่างสองแม่น้ำ

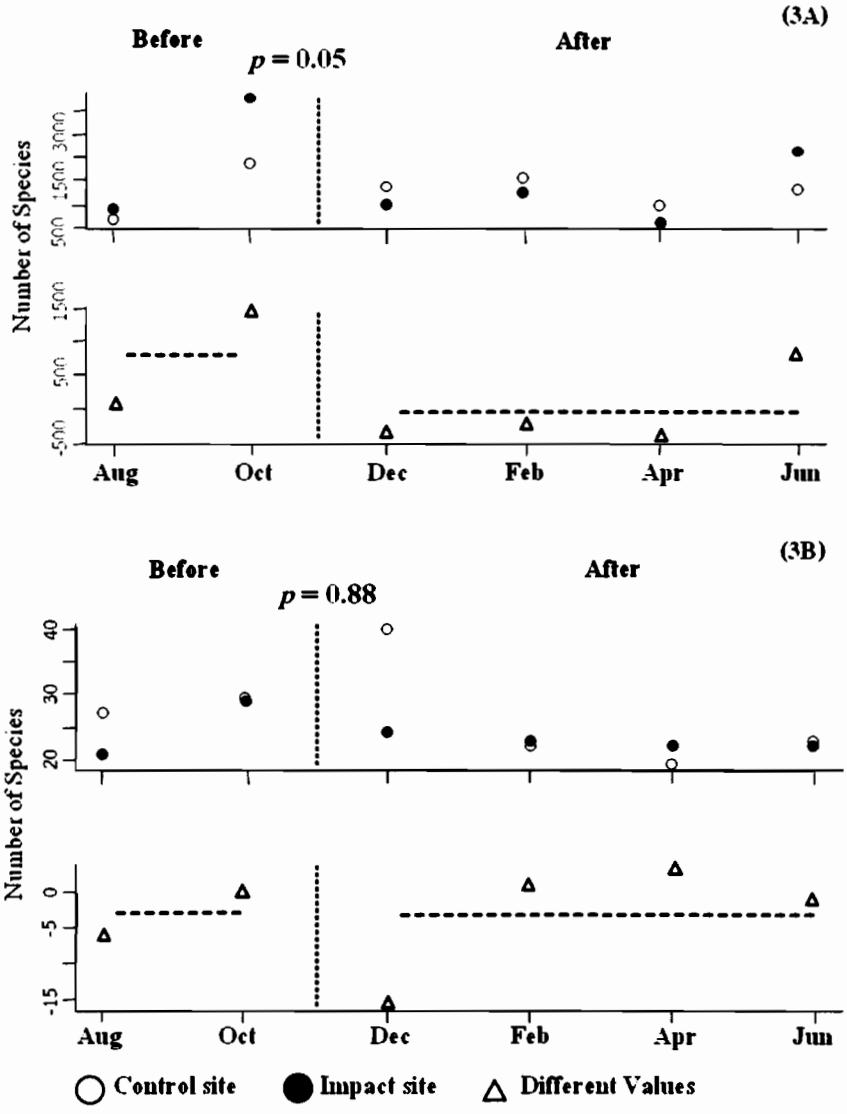


ภาพที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ randomized intervention analysis (RIA)ของกลุ่มปลาดำ (black fish) (2A) จำนวนชนิดของปลาปลาดำและ (2B) จำนวนตัวของปลาดำ ระหว่างสองแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม

4.6.3.2 กลุ่มปลาดำ (black fish) ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ ระหว่างก่อนและหลังการได้รับผลกระทบของ 2 แม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนตัวและจำนวนชนิดของกลุ่มปลาดำระหว่างสองแม่น้ำไม่มีแตกต่างทางสถิติ (F = 6.76, P = 0.06) และ (F = 1.00, P = 0.87)

ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.4 แสดงถึงการปิดเขื่อนในช่วงระหว่างเดือนสำรวจธันวาคมถึงเดือนมิถุนายน ไม่มีผลต่อการเดินทางสั้นๆไปมาในรอบวันของกลุ่มปลาดำและเนื่องจากการปิดเขื่อนทำให้มีการยกและรักษาระดับไม่ต่ำกว่า 108 ม.รทก. ทำให้พื้นที่เหนือเขื่อนมีปริมาตรน้ำมากพอที่จะเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำกับไร่นา หนอง คลอง บึงตลอดทั้งแม่น้ำสาขาย่อยๆสองฝั่งแม่น้ำมูลตอนล่างได้ตลอดเวลา โดยจำนวนตัวและชนิดปลาดำที่พบจำนวนมากในช่วงปิดประตูน้ำเดือนธันวาคมและสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ยกเว้นในเดือนเมษายน (ตัวแทนฤดูแล้ง) และเดือนมิถุนายน จำนวนตัวของปลาดำในแม่น้ำมูลพบปริมาณน้อยที่สุด ในขณะจำนวนตัวและจำนวนชนิดของปลาดำในแม่น้ำสงครามค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลงดังภาพที่ 4.4

4.6.3.3 กลุ่มปลาเทา (grey fish) ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ ระหว่างก่อนและหลังการได้รับผลกระทบของเขื่อนของ 2 แม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนตัวและจำนวนชนิดของกลุ่มปลาเทาไม่มีแตกต่างทางสถิติ ($F = 6.76$, P = 0.05) และ ($F = 1.00$, P = 0.88) ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.5 แสดงถึงการปิดเขื่อนในช่วงระหว่างเดือนสำรวจธันวาคมถึงเดือนมิถุนายน ไม่มีผลต่อการเดินทางของกลุ่มปลาเทา แต่จำนวนตัวของปลาเทาที่สำรวจในเดือนตุลาคมมีความแตกต่างอย่างมากระหว่างแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นฤดูน้ำหลากอยู่ในช่วงที่มีการเปิดประตูน้ำเขื่อนปากมูล เป็นสาเหตุให้เกิดการอพยพของกลุ่มปลาขาวและปลาเทาจากปากแม่น้ำโขงเข้าสู่แม่น้ำมูลและแม่น้ำสาขา แต่ระยะเวลาหลังจากนั้นเดือนธันวาคมระยะเวลาที่มีการแทรกแซงพื้นที่แม่น้ำมูล (พื้นที่ได้รับผลกระทบ) มีการปิดประตูเขื่อนปริมาณปลาเทาได้ลดลงทันที ซึ่งลักษณะเดียวกับกลุ่มปลาขาว ส่วนจำนวนตัวและจำนวนชนิดของปลาเทาในเดือนอื่นๆระหว่างแม่น้ำสงครามและแม่น้ำมูลไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงนักและพบเป็นไปในทิศทางเดียว



ภาพที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ randomized intervention analysis (RIA) ของกลุ่มปลาเทา (Grey fish) (3A) จำนวนชนิดของปลาเทาและ (3B) จำนวนตัวของปลาเทา ระหว่างสองแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม

4.7 วิจารณ์ผล

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความชุกชุมของสัตว์น้ำของเขื่อนระหว่างบริเวณด้านบนเขื่อน (upstream) และบริเวณด้านล่าง (downstream) อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงในทางอุทกวิทยาและระบบนิเวศของแม่น้ำ (Kite, 2001) ในแม่น้ำโขงตอนล่างมีการจัดกลุ่มของปลาออก 3 กลุ่มดังนี้ "ปลาขาว" "ปลาดำ" และ "ปลาเทา" โดยมีความเกี่ยวข้องอย่างมากกับนิเวศวิทยา และสามารถนำมาใช้ในการอธิบายการเปลี่ยนแปลงแม่น้ำเนื่องจากผลกระทบของเขื่อน

(Welcomme et al., 2006) ในการศึกษาในบทนี้ การศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลาในลุ่มน้ำโขง ด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบก่อน-หลังของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบในแม่น้ำสาขา (before–after control–impact" quasi-experimental; BACI) โดยแม่น้ำสงครามเป็นแม่น้ำพื้นที่ควบคุม และแม่น้ำมูลเป็นพื้นที่ได้รับผลกระทบ ในขณะที่การแทรกแซงคือการปิดประตูระบายน้ำของเขื่อนปากมูล เปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรเป็นค่าสังเกตระหว่างสองพื้นที่ศึกษาก่อนและหลังการแทรกแซง นำมาใช้ในการคำนวณที่แตกต่างกันของผลกระทบของการแทรกแซง (Murtaugh, 2002)

ผลการศึกษาจำนวนปลาขาวที่พบทั้งสองแม่น้ำจะลดลงหลังจากมีการปิดเขื่อน (การแทรกแซง) สามารถอธิบายระบบอุทกวิทยาของแหล่งน้ำได้ ระดับน้ำในแม่น้ำโขงจะเริ่มลดลงและแห้งตั้งแต่เดือนตุลาคม ดังนั้นปลาที่อาศัยในพื้นที่ป่าบุ่งป่าทามจะออกจากพื้นที่น้ำท่วมนี้ และปลาขาวจะอพยพกลับเพื่อหาที่หลบภัยในแม่น้ำโขง (Valbo-Jørgensen et al., 2009) การเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดและจำนวนตัวของปลาขาวในช่วงระยะเวลาการเปิดเขื่อนบอกถึงช่วงเวลาการอพยพของกลุ่ม Cyprinids ที่มีขนาดเล็ก เช่น ปลานางอ้าว (*Raiamas guttatus*) ปลาขี้ยอกครีบเหลือง (*Mystacoleucus mariginatus*) ปลาซิวควาย (*Rasbora dusoensis*) และ ปลาแปบ (*Paraluabuca riveroi*) กลุ่มปลาเหล่านี้พบว่าจะอพยพและย้ายถิ่นระหว่างแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขาตลอดทั้งปี (Jutagate et al., 2005) นอกจากนี้ยังมีกลุ่มปลา Cyprinids ขนาดใหญ่เริ่มที่จะอพยพไปยังแม่น้ำสาขาในช่วงก่อนฤดูฝนในเดือนพฤษภาคม ซึ่งน้ำมีการไหลที่มีความแรงจากแม่น้ำสาขา (Jutagate et al., 2005: Baran 2006) ดังนั้นการอพยพของปลาจำนวนมากเหล่านี้จะขึ้นกับการไหลของน้ำหรืออุทกวิทยาแหล่งน้ำ เมื่อมีเขื่อนกั้นระหว่างแม่น้ำการไหลของน้ำจึงถูกควบคุมทำให้ส่งผลต่อความแตกต่างของจำนวนและชนิดของปลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม แต่การกั้นขวางของเขื่อนไม่มีผลต่อชนิดและความหนาแน่นของกลุ่มปลาดำ ซึ่งอาศัยในนิเวศน์แบบ Limnophilic หรือระบบนิเวศน์น้ำนิ่ง และอ่างเก็บน้ำ lowland river-floodplain systems (Hortle, 2009) พื้นที่อยู่อาศัยที่เป็นน้ำท่วมที่เกิดจากการสร้างเขื่อนขวางกั้นแม่น้ำแต่มีการเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำและพื้นที่น้ำท่วมริมแม่น้ำไม่มีผลกระทบกับกลุ่มปลาดำ (Baran et al., 2006; Welcomme et al., 2006) การที่จำนวนชนิดและปริมาณปลาลดลงในช่วงเดือนเมษายน-มิถุนายน ไม่ได้หมายถึงมีการอพยพเข้าไปในพื้นที่น้ำท่วม (floodplains) และมีจำนวนชนิดสูงในแม่น้ำสงครามเดือนเมษายนอาจเกิดจากผิดพลาดจากการเก็บรวบรวมข้อมูล (type I error) ส่วนแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดของปลาเทาหลังจากเปิดเขื่อนจะมีลักษณะคล้องกันกับกลุ่มปลาขาวในแม่น้ำทั้งสอง อาศัยการไหลของน้ำหรืออุทกวิทยาต่อปลาขาว และการศึกษาไม่มีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังได้รับผลกระทบ หมายความว่ากลุ่มปลาดังกล่าวสามารถปรับตัวอาศัยในพื้นที่มีการเปลี่ยนแปลงอุทก

วิทยา (Welcomme et al., 2006) อาทิ ปลาตะเพียนทอง (*Barbonymus altus*) ปลากระสูบจุด (*Hampala dispar*) ปลาซ่า(*Dangila lineata*) และปลาหน้าหมอง (*Osteochilus lini*)

ผลสรุปจำนวนชนิดและความอุดมสมบูรณ์พันธุ์ปลาของปลาขาวจะได้รับผลกระทบต่อการเปิด-ปิดเขื่อนส่งผลกระทบต่อที่อยู่อาศัย ทั้งชนิดและความชุกชุมจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากการปิดประตูน้ำเขื่อน แต่ไม่มีผลต่อจำนวนชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของกลุ่มปลาเทา (grey fish) และปลาดำ (black fish) แต่ในที่สุดก็จะส่งผลแตกต่างกันในองค์ประกอบชนิดระหว่างอุทกวิทยาการไหลของน้ำปกติกับพื้นที่หรือแม่น้ำที่ถูกควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับกลุ่มปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่น (White fish) ดังนั้นการเปิดประตูน้ำของเขื่อนปากมูลในช่วงเวลาที่มีการอพยพเป็นประโยชน์กับปลาขาวที่มีอพยพและระหว่างแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขา วิธีการบริหารจัดการประตูระบายน้ำดังกล่าว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างเขื่อนขวางกั้นลำน้ำอื่นๆได้ นอกจากการสร้างบันไดหรือทางผ่านปลา เพราะบันไดปลาได้พิสูจน์ให้เห็นแล้วว่า สามารถประสบความสำเร็จในเขื่อนหรือฝายขนาดเล็กเท่านั้น (Baumgartner et al., 2012) แต่มียังไม่หลักฐานใด ๆ ว่าเขื่อนขนาดใหญ่ที่มีบันไดปลามีประสิทธิภาพที่ปลาจะสามารถอพยพย้ายถิ่นในจำนวนชนิดและปริมาณมากได้ในพื้นที่แม่น้ำโขง (Dugan et al., 2010)

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ผลกระทบของเขื่อนต่อความหลากหลายของปลาเต็มวัยและกลุ่มปลาอพยพย้ายถิ่นในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำสาขาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

5.1.1.1 ความหลากหลายของพันธุ์สัตว์น้ำ

การศึกษาความหลากหลายของชนิดพันธุ์สัตว์น้ำของแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงตอนล่าง ประกอบด้วยแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำ จากทั้งหมด 14 สถานีเก็บตัวอย่าง ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553 ด้วยเครื่องมือสำรวจสองชนิดได้แก่ เครื่องมืออวนทับตลิ่ง และกระแสไฟฟ้า พบว่า จำนวนปลาที่สำรวจทั้งหมด 36,388 ตัว (คิดเป็นน้ำหนักรวม 1,144 กิโลกรัม) 124 ชนิด 71 สกุล (Genera) จาก 25 วงศ์ (Family) ในแต่ละวงศ์ พบว่าวงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 63 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 71.66 ของจำนวนชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 1.91 และวงศ์ปลาสวาย (Pangasiidae) 6 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.57 ของชนิดที่พบ ความหลากหลายของชนิดแบ่งตามแม่น้ำที่สำรวจ พบว่า แม่น้ำสงครามมีความหลากหลายของชนิดปลาสูงสุด 112 ชนิด 23 วงศ์ รองลงมาแม่น้ำมูลพบพันธุ์ปลาทั้งหมด 93 ชนิด 24 วงศ์ และแม่น้ำก่ำพบจำนวนชนิดปลาน้อยที่สุด 54 ชนิด 19 วงศ์ ตามลำดับ

5.1.1.2 การเปรียบเทียบความยาวตัวปลา (body length)

การเปรียบเทียบขนาดความยาวตัวปลา (body length) ของชนิดที่มีจำนวนตัวมากกว่า 150 ตัวขึ้นไปจากสามแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง ทั้งหมด 8 ชนิด พบว่า จำนวน 7 ชนิด มีค่าเฉลี่ยความยาว (total length) ระหว่างแม่น้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นปลาตะเพียนขาว ขนาดความยาวตัวปลาเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างแม่น้ำ (F = 1.00, P = 0.179) และเมื่อทดสอบ (*Posteriori test*) พบว่า 6 ชนิด ประกอบด้วย ปลาตะเพียนทอง (*Barbonymus altus*) ปลาสร้ายขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ปลาไส้ตันตาขาว (*Cyclocheilichthys armatu*) ปลากระมัง (*Puntioplites proctozysron*) ปลาซ่า (*Labiobarbus lineatus*) และปลากดเหลือง (*Hemibagrus nemurus*) ขนาดความยาวเฉลี่ยของตัวอย่างจากแม่น้ำสงครามมีค่า

สูงกว่าแม่น้ำมูลและแม่น้ำก่ำ ในแม่น้ำก่ำขนาดความยาวเฉลี่ยของปลาสร้อยนกเขา (*Osteocheilus vittatus*) มีค่าสูงกว่าแม่น้ำมูลและแม่น้ำและแม่น้ำสงคราม

5.1.1.3 ค่าดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ

การประเมินค่าดัชนีที่ใช้บ่งชี้สภาพทางนิเวศน์ของแหล่งน้ำ ประกอบด้วย จำนวนชนิดเฉลี่ย (average species richness; ASR) จำนวนชนิดสะสม (cumulative species richness; CSR) และดัชนีความหลากหลาย (diversity index) ของแต่ละแม่น้ำตามเดือนหรือฤดูกาลที่สำรวจ พบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิด (ASR) มีค่าสูงสุดในแม่น้ำสงคราม เท่ากับ 25 ชนิด รองลงมาได้แก่ แม่น้ำมูล และแม่น้ำก่ำมีค่าเฉลี่ยจำนวนชนิดเท่ากับ 23, 16 ชนิด ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของจำนวนชนิดเฉลี่ย (ASR) ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนชนิดเฉลี่ยของสามแม่น้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 6.63, P < 0.01$)

จำนวนชนิดสะสม (CSR) ตามเดือนหรือฤดูกาลที่สำรวจ ของแต่ละแม่น้ำ พบว่า แม่น้ำสงครามในช่วงฤดูฝน จำนวนชนิดเพิ่มสูงขึ้นจากเดือนสิงหาคมและสูงสุดในเดือนธันวาคมซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนจากฤดูฝนเป็นฤดูร้อน มีจำนวนชนิดสะสมสูงสุด 84 ชนิด และลักษณะการเพิ่มขึ้นของจำนวนชนิดเหมือนกันในแม่น้ำมูล โดยมีจำนวนชนิดสูงในช่วงฤดูฝน เดือนตุลาคม พบจำนวนชนิดสะสมสูงสุด 57 ชนิด และลดลงตั้งแต่ช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเข้าสู่ฤดูแล้ง โดยมีจำนวนชนิดสะสมต่ำสุด 44 ชนิด ในเดือนเมษายน ส่วนในแม่น้ำก่ำจำนวนชนิดพันธุ์ปลาตามเดือนสำรวจต่างๆไม่เปลี่ยนแปลงมากเท่าไหร่ โดยในเดือนมิถุนายนพบจำนวนชนิดสะสมสูงสุด 39 ชนิด และเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของจำนวนชนิดสะสม (CSR) ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนชนิดสะสมของสามแม่น้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 3.68, P < 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างเดือนที่สำรวจ ($F = 0.22, P = 0.94$)

ส่วนดัชนีความหลากพันธุ์หรือดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) มีค่าสูงสุดในแม่น้ำสงคราม มีค่าเท่ากับ 2.73 ในเดือนตุลาคม และต่ำสุดในเดือนมิถุนายนมีค่าเท่ากับ 2.10 ส่วนแม่น้ำมูลมีค่าสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าเท่ากับ 2.34 และมีค่าต่ำสุดในเดือนมิถุนายน ส่วนแม่น้ำก่ำมีดัชนีความหลากพันธุ์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 2.33 และค่าต่ำสุดในเดือนสิงหาคม มีค่าเท่ากับ 1.97 และเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของค่าดัชนีความหลากพันธุ์ ระหว่างแม่น้ำที่ศึกษา พบว่า ค่าดัชนีความหลากพันธุ์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 1.00, P = 0.46$)

5.1.1.4 โครงสร้างการรวมกลุ่มของพันธุ์ปลา (fish assemblage structure)

การศึกษาโครงสร้างการรวมกลุ่มของพันธุ์ปลา (fish assemblage structure) ในพื้นที่แม่น้ำสาขาแม่น้ำโขง จากการเปรียบเทียบในแม่น้ำสาขา 3 สาย โดยการวิเคราะห์

เชิงเส้นของข้อมูลจำนวนตัว และน้ำหนักในแต่ละชนิด (Abundance-Biomass Comparison; ABC) พบว่า ลักษณะของเส้นกราฟ Biomass อยู่เหนือเส้นกราฟ Abundance และค่า *W* statistic มีค่าเป็นบวกมีลักษณะเหมือนกันทั้งสามแม่น้ำคือแม่น้ำมูลในเดือนสิงหาคม ถึงเดือนเมษายน แม่น้ำสงครามในเดือน สิงหาคม ถึงเดือนธันวาคม แม่น้ำก่ำในเดือนสิงหาคม ถึงเดือนมิถุนายน แสดงถึงโครงสร้างของประชาคมปลาในช่วงเดือนที่สำรวจดังกล่าวกลุ่มปลาที่มีขนาดใหญ่ ยกเว้นแม่น้ำสงครามในเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมิถุนายน และแม่น้ำมูลในเดือนมิถุนายน พบว่า เส้นกราฟ Biomass อยู่ใกล้เส้นกราฟ Abundance โดยค่า *W* statistic มีค่าเป็นลบ แสดงให้เห็นว่า ในโครงสร้างโดยรวมมีกลุ่มปลาขนาดเล็กหรือกลุ่มลูกปลาเข้ามาแทนที่กลุ่มปลาเต็มวัยหรือปลาขนาดใหญ่ในช่วงฤดูแล้งจนถึงช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูแล้งเข้าสู้ฤดูฝน

5.1.1.5 การวิเคราะห์กลุ่มของประชาคมปลาด้วยวิธี cluster analysis

การวิเคราะห์กลุ่มด้วยวิธี cluster analysis จากการสุ่มตัวอย่างจากแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ จำนวน 6 ครั้ง จากจำนวนหน่วยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 18 จุดสำรวจ (survey unit) สามารถจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของความชุกชุมของประชาคมปลาได้ 6 กลุ่ม (cluster) และวิเคราะห์ความถูกต้องระหว่างกลุ่มที่แบ่งโดยการการวิเคราะห์ analysis of similarities (ANOSIM) พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม 6 กลุ่ม ($R = 0.65$, $P = 0.001$)

5.1.1.6 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonical Correlation Analysis; CCA)

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างชุดของตัวแปรอิสระและชุดของตัวแปรตาม โดยวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (CCA) ระหว่างจำนวนตัวของปลาเต็มวัย (adult fish) และลูกปลาวัยอ่อน (ลูกปลาวัยอ่อนระยะ larval stage) นำมาวิเคราะห์ร่วมด้วยจากการแบ่งกลุ่มปลาออกเป็น 3 กลุ่ม (guild) ได้แก่ ปลาขาว (white fish) ปลาเทา (grey fish) และปลาดำ (black fish) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (CCA) อธิบายผลแกนแรกและแกนที่สองมีค่าเท่ากับร้อยละ 44.4 และ 28.2 ของค่าความแปรปรวนทั้งหมด พบว่า กลุ่มปลาขาว (white fish) มีความสัมพันธ์กับจุดสำรวจแม่น้ำสงครามระหว่างเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคมซึ่งครอบคลุมฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก และเช่นเดียวกับลูกปลาวัยอ่อนที่เป็นปลาขาวมีความสัมพันธ์กับจุดสำรวจแม่น้ำสงครามและเดือนดังกล่าวสอดคล้องเป็นไปในทิศทางเดียวปลาเต็มวัย แสดงถึงมีความเหมาะสมของพื้นที่แม่น้ำสงครามที่กลุ่มปลาขาวสามารถการอพยพมาเพื่อผสมพันธุ์วางไข่ได้อย่างดี กลุ่มปลาดำ (black fish) และปลาเทา (grey fish) มีความสัมพันธ์กับแม่น้ำก่ำในระหว่างเดือนธันวาคม-เดือนกุมภาพันธ์ และแม่น้ำมูลในเดือนธันวาคม-เดือนเมษายน ซึ่งอยู่

ในช่วงฤดูแล้งทั้งสองแม่น้ำ และลูกปลาวัยอ่อนที่เป็นปลาดำมีความสัมพันธ์กับแม่น้ำก่ำในระหว่างเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคมและเดือนเมษายน และแม่น้ำมูลในเดือนมิถุนายน และลูกปลาวัยอ่อนที่เป็นปลาเทา มีความสัมพันธ์เด่นชัดกับจุดสำรวจแม่น้ำสงครามและแม่น้ำมูล ในระหว่างเดือนสิงหาคม-เดือนตุลาคม

5.1.2 ความหลากหลาย การแพร่กระจายของลูกปลาวัยอ่อน และผลกระทบของเขื่อนต่อการรวมกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อน ในบริเวณแม่น้ำสาขาลุ่มน้ำโขงตอนล่าง

5.1.2.1 ความหลากหลายของลูกปลาวัยอ่อน

ลูกปลาวัยอ่อนทั้งหมดที่สำรวจพบจำนวน 97 ชนิด 61 กลุ่ม (Genera) จาก 28 วงศ์ (Family) ส่วนโครงสร้างความหลากหลายของวงศ์ปลา พบวงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 50 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 58.31 ของชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 8 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 1.28 และกลุ่มปลาปักเป้า (Tetraodontidae) 4 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.29 ของชนิดที่พบ ความหลากหลายของชนิดปลาในแต่ละแม่น้ำ พบว่า แม่น้ำสงครามมีความหลาก หลายของลูกปลาวัยอ่อนสูงสุด 83 ชนิด 53 กลุ่ม 24 วงศ์ รองลงมาคือแม่น้ำมูล พบพันธุ์ปลาทั้งหมด 64 ชนิด 31 กลุ่ม 21 วงศ์ และแม่น้ำก่ำ พบพันธุ์ปลาทั้งหมด 47 ชนิด 29 กลุ่ม 18 วงศ์ ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ (permultivariate analysis of variance: PERMANOVA) ระหว่าง จำนวนชนิด และกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อน (migratory guild) ในแม่น้ำต่างๆ และช่วงเวลาที่ศึกษาต่างๆ พบว่า จำนวนชนิดพันธุ์และกลุ่มของลูกปลาวัยอ่อนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

5.1.2.2 ความหนาแน่นของลูกปลาต่อหน่วยพื้นที่ในเดือนสำรวจต่างๆ

การสำรวจความหนาแน่นของลูกปลาวัยอ่อนในแม่น้ำสาขาแม่น้ำโขง จำนวนตัวของลูกปลาทั้งหมดที่พบ 5,202 ตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณลูกปลาวัยอ่อนในแต่ละเดือนที่สำรวจ พบว่า แม่น้ำสงครามมีจำนวนชนิดและจำนวนตัวสูงที่สุดในเฉลี่ย 92 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร โดยสูงสุดในเดือนสิงหาคมเป็นตัวแทนเดือนที่สำรวจในฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก มีจำนวนชนิด 46 ชนิด 149 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร และจำนวนชนิดและความหนาแน่นของจำนวนตัวที่พบจะลดลงเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อน โดยพบมีค่าจำนวนชนิดน้อยที่สุด จำนวน 20 ชนิด ในเดือนเมษายนและปริมาณลูกปลาวัยอ่อนพบน้อยสุดในเดือนธันวาคม จำนวน 75 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร ตัวแทนเดือนสำรวจในช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูฝนเข้าสู่ฤดูแล้ง เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติความหลากหลายของชนิดและความหนาแน่นจำนวนตัวของลูกปลาวัยอ่อนระหว่างเดือนที่สำรวจของแม่น้ำสงคราม พบว่า จำนวนชนิดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 5.64$, $P < 0.001$)

และความหนาแน่น (ตัวต่อ 100 ตารางเมตร) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และ (F = 0.92, P = 0.48) แสดงถึงมีอิทธิพลของฤดูการต่อการพบชนิดจากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม

แม่น้ำมูลพบจำนวนชนิดมากที่สูงในเดือนตุลาคมช่วงฤดูฝน จำนวน 35 ชนิด ความหนาแน่นของจำนวนตัว (ตัวต่อ 100 ตารางเมตร) สูงสุดในเดือนสิงหาคม จำนวน 92 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร และความหนาแน่นของจำนวนตัวเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 62 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร และเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนจำนวนชนิดและความหนาแน่นของจำนวนตัวที่พบลดลง ซึ่งมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับแม่น้ำสงคราม โดยในเดือนมิถุนายน พบจำนวน 16 ชนิด และปริมาณลูกปลาวัยอ่อนพบน้อยสุดจำนวน 25 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร ในเดือนธันวาคม เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติความหลากหลายของชนิดพันธุ์ของลูกปลาวัยอ่อนระหว่างเดือนที่สำรวจของแม่น้ำมูล พบว่า พบว่า จำนวนชนิดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 5.69, $P < 0.002$) และความหนาแน่น (ตัวต่อ 100 ตารางเมตร) ของลูกปลาระหว่างเดือนที่สำรวจ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($F = 1.85$, $P = 0.15$) แสดงถึงมีอิทธิพลของฤดูการต่อการพบชนิดจากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม

แม่น้ำก่ำพบจำนวนชนิดและความหนาแน่นเฉลี่ย 40 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร มีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม ตัวแทนเดือนสำรวจในช่วงฤดูฝน จำนวน 27 ชนิด และความหนาแน่นของจำนวนตัว 66 ตัวต่อ 100 ตารางเมตร เมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติ ความหลากหลายของชนิดและความหนาแน่นจำนวนตัวของลูกปลาวัยอ่อนระหว่างเดือนที่สำรวจ พบว่า จำนวนชนิดพันธุ์และความหนาแน่นโดยจำนวนตัวไม่มีความแตกต่างทางสถิติ (F = 1.25, P = 0.31) และ ($F = 0.53$, $P = 0.75$) ตามลำดับ แสดงถึงไม่มีอิทธิพลของฤดูการต่อการพบชนิดและความหนาแน่นจากการสำรวจในแม่น้ำก่ำ และเมื่อเปรียบเทียบค่าทางสถิติ จำนวนชนิดสะสม (cumulative species richness) และจำนวนตัวสะสม (cumulative abundance) ระหว่างเดือนที่สำรวจของสามแม่น้ำ พบว่า จำนวนชนิดพันธุ์และจำนวนตัวสะสมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (F = 3.71, $P < 0.01$) และ ($F = 5.14$, $P < 0.01$) ตามลำดับ

5.1.2.3 ค่าดัชนีบ่งชี้ความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำ

ดัชนีความชุกชุม หรือดัชนีความมากชนิด (richness index) มีค่าดัชนีความชุกชุมเฉลี่ยสูงสุดในแม่น้ำสงครามเท่ากับ 6.87±1.92 ตามมาด้วยแม่น้ำมูลค่าดัชนีความชุกชุมเฉลี่ย 5.78±1.75 และแม่น้ำก่ำมีค่าดัชนีความชุกชุมเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.02±1.05 และเมื่อแบ่งตามช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างพบว่า ในแม่น้ำสงครามเดือนสิงหาคม (ช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก) มีค่าดัชนีความชุกชุม สูงสุดเท่ากับ 8.99 และค่าต่ำสุดในแม่น้ำมูล ในเดือนมิถุนายน (ช่วงเปลี่ยนจากฤดูแล้งไปสู่ฤดูฝน) มีค่าเท่ากับ 3.34

ดัชนีความหลากพันธุ์หรือดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) มีค่าดัชนีความหลากพันธุ์เฉลี่ยสูงสุดในแม่น้ำมูลเท่ากับ 2.20±0.61 ตามมาด้วยแม่น้ำสงครามค่าดัชนีความหลากพันธุ์เฉลี่ย 1.88±0.41 และแม่น้ำก่ำมีค่าดัชนีความหลากพันธุ์เฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 1.57±0.35 และเมื่อแบ่งตามช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างพบว่า ในแม่น้ำมูล ในเดือนสิงหาคม (ช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก) มีค่าความหลากพันธุ์สูงสุดเท่ากับ 2.85และค่าต่ำสุดในแม่น้ำมูล ในเดือนเมษายน (ช่วงฤดูแล้ง) มีค่าเท่ากับ 1.17

5.1.2.4 การวิเคราะห์กลุ่มลูกปลาวัยอ่อน

การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของลูกปลาตามความแตกต่างของสภาพแวดล้อมในแต่สถานีและฤดูกาลที่สำรวจต่างๆ โดยใช้ข้อมูลนำเข้าคือจำนวนตัวลูกปลาวัยอ่อนในแต่ละจุดสำรวจของแต่ละแม่น้ำ และจากผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของลูกปลาโดยวิธี Self-Organizing Map (SOM) สามารถจัดกลุ่มลูกปลาที่พบในแต่สถานีสำรวจและฤดูกาลที่สำรวจได้อย่างชัดเจนเป็น 5 กลุ่ม (cluster) มีค่า final quantization error เท่ากับ 2.919 และค่า final topographic error เท่ากับ 0.000 และเมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติความแตกต่างระหว่างกลุ่มของประชาคมลูกปลาที่แบ่งได้ และผลการวิเคราะห์ analysis of similarities (ANOSIM) พบว่า มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มของประชาคมลูกปลาทั้ง 5 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

5.1.3 การศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลาในลุ่มน้ำโขงด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบ ก่อน-หลัง ของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบในแม่น้ำสาขา

5.1.3.1 ความหลากหลายของพันธุ์สัตว์น้ำ

จำนวนปลาที่สำรวจทั้งหมด 29,646 ตัว 124 ชนิด 71 กลุ่ม (Genera) จาก 25 วงศ์ (Family) ความหลากหลายในแต่ละวงศ์ พบว่า วงศ์ปลาตะเพียน (Cyprinidae) มากที่สุด 63 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 71.66 ของจำนวนชนิดที่พบ รองลงมาเป็นวงศ์ปลาหมู (Cobitidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 1.91 และวงศ์ปลาสวาย (Pangasiidae) 7 ชนิด เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.57 ของชนิดที่พบ ความหลากหลายของชนิดปลาแยกตามแม่น้ำที่สำรวจ พบว่า แม่น้ำสงครามมีความหลากหลายของชนิดปลาสูงสุด 112 ชนิด 64 กลุ่ม 23 วงศ์ 5.1.3.2 ตามลำดับ

5.1.3.2 การจำแนกชนิดตามกลุ่มปลา (fish guilds)

การแบ่งกลุ่มปลาตามลักษณะพฤติกรรมในการอพยพย้ายถิ่น (Migratory behavior) จากชนิดปลาทั้งหมดจากการสำรวจจากทั้งสองแม่น้ำแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มปลาขาว 49 ชนิด กลุ่มปลาเทา 54 ชนิด และกลุ่มปลาดำ 21 ชนิด โดยแบ่งกลุ่มปลาแยกตามแม่น้ำที่สำรวจ พบว่า แม่น้ำสงคราม พบปลาขาว 42 ชนิด ปลาเทา 51 ชนิด และปลาดำ 19 ชนิด และแม่น้ำมูลพบมีปลาขาว 31 ชนิด ปลาเทา 46 ชนิด และปลาดำ 20 ชนิด และพบจำนวนชนิด

41 ชนิด ที่พบทั้งพื้นที่ควบคุมคือแม่น้ำสงครามและพื้นที่ได้รับผลกระทบคือในแม่น้ำมูล ทั้งในช่วงก่อนหลังได้รับผลกระทบ อาทิเช่น ปลาซิวแก้ว (*Clupeichthys aesarnensis*) ปลาซิวควาย (*Rasbora dusonensis*) ปลาซิวหางแดง (*R. borapetensis*) ปลาตะเพียนขาว (*Barbonymus gonionotus*) ปลากระสูบ (*Hampala* spp.) ปลาซ่า (*Labiobarbus lineatus*) ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ปลาสร้อยนกเขา (*Osteochilus hasselti*) ปลาหลดจุด (*Macrognathus siamensis*) ปลาช่อน (*Channa striata*) และปลาแป้นแก้ว (*Parambassis siamensis*)

5.1.3.3 วิเคราะห์ก่อน- หลังได้รับผลกระทบ (before–after control–impact" quasi-experimental sampling analysis; BACI)

กลุ่มปลาขาว (white fish) จำนวนตัวและจำนวนชนิดของกลุ่มปลาขาวในแม่น้ำสงคราม (พื้นที่ควบคุม) พบสูงกว่าแม่น้ำมูลตอนล่าง (พื้นที่รับผลกระทบของเขื่อน) ในเกือบทุกเดือนที่สำรวจ และผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติระหว่างก่อนและหลังการได้รับผลกระทบระหว่าง 2 แม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนชนิด และความหนาแน่นของกลุ่มปลาขาวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($F = 6.76$, $P < 0.001$) และ ($F = 1.00$, $P = 0.001$) ตามลำดับ จากผลการศึกษา แสดงถึงการปิดเขื่อนในช่วงระหว่างเดือนสำรวจธันวาคมถึงเดือนมิถุนายน มีผลต่อการอพยพของกลุ่มปลาขาวในพื้นที่แม่น้ำมูลตอนล่าง โดยจำนวนชนิดและปริมาณปลาขาวลดลงทันทีหลังจากปิดประตูระบายน้ำเขื่อนคือในเดือนธันวาคม และค่าค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนักในเดือนสำรวจต่อมา ในขณะจำนวนตัวและจำนวนชนิดของปลาขาวในพื้นที่แม่น้ำสงครามพื้นที่ควบคุมลดลงเล็กน้อยหลังจากที่ระยะเวลาที่มีการแทรกแซงระหว่างเดือนธันวาคม แล้วเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งจำนวนตัวและจำนวนชนิดจากเดือนกุมภาพันธ์ต่อเนื่องเป็นต้นไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเดือนมิถุนายนมีความห่างอย่างมากระหว่างจำนวนปลาในระหว่างสองแม่น้ำ

กลุ่มปลาดำ (black fish) ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ ระหว่างก่อนและหลังการได้รับผลกระทบของ 2 แม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนตัวและจำนวนชนิดของกลุ่มปลาดำระหว่างสองแม่น้ำไม่มีแตกต่างทางสถิติ ($F = 6.76$, $P = 0.06$) และ ($F = 1.00$, $P = 0.87$) ตามลำดับ แสดงถึงการปิดเขื่อนในช่วงระหว่างเดือนสำรวจธันวาคมถึงเดือนมิถุนายน ไม่มีผลต่อการเดินทางสั้นๆไปมาในรอบวันของกลุ่มปลาดำและเนื่องจากการปิดเขื่อนทำให้มีการยกและรักษาระดับไม่ต่ำกว่า 108 ม.รทก. ทำให้พื้นที่เหนือเขื่อนมีปริมาตรน้ำมากพอที่จะเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำกับไร่นา หนอง คลอง บึงตลอดทั้งแม่น้ำสาขาย่อยๆสองฝั่งแม่น้ำมูลตอนล่าง ได้ตลอดเวลา โดยจำนวนตัวและชนิดปลาดำที่พบจำนวนมากในช่วงปิดประตูน้ำเดือนธันวาคมและสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ ยกเว้นในเดือนเมษายน (ตัวแทนฤดูแล้ง) และเดือนมิถุนายน จำนวนตัวของปลาดำใน

แม่น้ำมูลพบปริมาณน้อยที่สุด ในขณะจำนวนตัวและจำนวนชนิดของปลาดำในแม่น้ำสงครามค่อนข้างไม่เปลี่ยนแปลง

กลุ่มปลาเทา (grey fish) ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบทางสถิติ ระหว่างก่อนและหลังการได้รับผลกระทบของเขื่อนของ 2 แม่น้ำที่ศึกษา พบว่า จำนวนตัวและจำนวนชนิดของกลุ่มปลาเทาไม่มีแตกต่างทางสถิติ ($F = 6.76$, $P = 0.05$) และ ($F = 1.00$, $P = 0.88$) ตามลำดับ แสดงถึงการปิดเขื่อนในช่วงระหว่างเดือนสำรวจธันวาคมถึงเดือนมิถุนายน ไม่มีผลต่อการเดินทางของกลุ่มปลาเทา แต่จำนวนตัวของปลาเทาที่สำรวจในเดือนตุลาคมมีความแตกต่างอย่างมากระหว่างแม่น้ำมูลและแม่น้ำสงคราม เนื่องจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นฤดูน้ำหลากอยู่ในช่วงที่มีการเปิดประตูน้ำเขื่อนปากมูล เป็นสาเหตุให้เกิดการอพยพของกลุ่มปลาขาวและเทาจากปากแม่น้ำโขงเข้าสู่แม่น้ำมูลและแม่น้ำสาขา แต่ระยะเวลาหลังจากนั้นเดือนธันวาคมระยะเวลาที่มีการแทรกแซงพื้นที่แม่น้ำมูล (พื้นที่ได้รับผลกระทบ) มีการปิดประตูเขื่อนปริมาณปลาเทาได้ลดลงทันทีซึ่งลักษณะเดียวกับกลุ่มปลาขาว ส่วนจำนวนตัวและจำนวนชนิดของปลาเทาในเดือนอื่นๆระหว่างแม่น้ำสงครามและแม่น้ำมูลไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงนักและพบเป็นไปในทิศทางเดียว

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาวิจัยผลกระทบของเขื่อนต่อความหลากหลายของปลา และกลุ่มปลาที่มีการอพยพย้ายถิ่น ควรทำการศึกษาเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องติดต่อกัน เพื่อใช้เป็นข้อมูลชี้ให้เห็นถึงชนิดที่ได้รับผลกระทบที่เกิดจากก่อสร้างเขื่อนขว้างกั้นและจะส่งผลกระทบในระยะยาว โดยมีข้อมูลมากเพียงพอสำหรับการกำหนดมาตราการหรือวิธีการในการบรรเทาผลกระทบของเขื่อน อาทิ การปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำชนิดประจำถิ่นเพิ่มเติมเพื่อคงความหลากหลายของชนิดในระบบนิเวศ และการปล่อยสัตว์น้ำชนิดที่เติบโตเร็วในระบบนิเวศแบบปิดเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการประมง

5.2.2 การศึกษาวิจัยผลกระทบของเขื่อนควรมีการศึกษาครอบคลุมปัจจัยทางด้านนิเวศวิทยา อาทิ คุณสมบัติของน้ำทั้งด้านเคมีและกายภาพควบคู่ไปกับชีววิทยาด้านต่างๆ อาทิ การกินอาหาร การสืบพันธุ์ ช่วงเวลาอพยพ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับเป็นข้อมูลในการบริหารจัดการแหล่งน้ำระบบนิเวศแบบปิดต่อไป อาทิ การเพิ่มกำลังการผลิตทางการประมงขอแหล่งน้ำโดยการคัดเลือกชนิดสัตว์น้ำที่เหมาะสมเพื่อปล่อยในแหล่งน้ำ การย้ายสัตว์น้ำจากด้านท้ายประตูเขื่อนไปปล่อยยังเหนือประตู

5.2.3 การเปิดปิดประตูน้ำเขื่อนเป็นแนวทางการกำหนดมาตรการหรือการบรรเทาผลกระทบของเขื่อนต่อทรัพยากรสัตว์น้ำที่มีการอพยพย้ายถิ่นในพื้นที่มีเขื่อนกั้นอยู่แล้ว แต่ต้องคำนึงถึงช่วงเวลาและฤดูกาลในการเปิดประตูน้ำให้ตรงกับช่วงเวลาการอพยพ ซึ่งมีความจำเป็นอย่าง

ยิ่งเพื่อเพิ่มโอกาสทั้งชนิด และขนาดของประชากรในการอพยพเดินทางเข้าไปยังแม่น้ำสาขาหรือต้นน้ำเพื่อการหาอาหาร การหลบภัย การผสมพันธุ์วางไข่ และการเลี้ยงดูตัวอ่อน หากถ้าไม่มีการจัดการประตูน้ำที่ดีพอเกิดการปิดกั้นการอพยพของสัตว์น้ำในรอบปี จะส่งผลต่อกลุ่มประชากรทดแทนในอนาคตต่อไป

จากข้อมูลผลการวิจัยที่ได้ทั้งหมดนำเสนอต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจที่จะการดำเนินการก่อสร้างเขื่อนหรือฝายกั้นน้ำในอนาคต อาทิกรมชลประทาน กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2533. โครงการเขื่อนปากมูล. กรุงเทพมหานคร : ฝ่ายประชาสัมพันธ์ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.

กรมชลประทาน 2538. โครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร – นครพนม การศึกษาความเหมาะสม ศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการออกแบบรายละเอียด. กรุงเทพมหานคร : กรมชลประทาน.

_____. 2557. "โครงการพัฒนาลุ่มน้ำก่ำ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร – นครพนม", ความเป็นมาของโครงการ. http://www kromchol.rid.go.th/ lproject/lsp03 /lsp03/ind. 1 ตุลาคม, 2557.

คีรี กออนันตกุล. 2547. เครื่องมือประมงในแม่น้ำสงคราม. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.

ชำนาญ พงษ์ศรี และคณะ. 2551. การประเมินการเดินทางผ่านบันไดปลาของประชาคมปลาในลำน้ำก่ำเพื่อการบริหารจัดการบันไดปลาและทรัพยากรประมง เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 10/2551. กรุงเทพมหานคร : กรมประมง.

ชำนาญ แก้วมณี และปราณีต งามเสน่ห์. 2537. การศึกษาชนิดของปลาในแม่น้ำมูลส่วนท้ายในระยะเริ่มแผนพัฒนาประเทศ ฉบับที่ 7. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

เชาวลิต วิทยานนท์ และคณะ. 2540. พันธุ์ปลาในพื้นที่ชุ่มน้ำลุ่มน้ำสงคราม. กรุงเทพมหานคร : สถาบันพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง.

_____. 2543. คู่มือจำแนกพันธุ์ปลาในพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า. กรุงเทพมหานคร : สถาบันพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำ กรมประมง.

ธเรศ ศรีสถิตย์. 2524. การศึกษาบันไดปลาโจนในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มะลิ บุณยรัตผลิน และคณะ. 2545. นิเวศวิทยา ชีววิทยาปลา และสภาวะการประมงในพื้นที่ลุ่มน้ำสงครามตอนล่าง เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 6/2545. กรุงเทพมหานคร : กรมประมง.

มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2540. งานศึกษาและจัดทำแผนป้องกันแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการเก็บกักน้ำในตัวลำน้ำโครงการน้ำสงครามเสนอต่อกรมพัฒนาส่งเสริมการพลังงาน. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2543. การศึกษาความหลากหลายทางนิเวศวิทยาและระบบการเกษตรบริเวณเขื่อนปากมูล. ฝ่ายผลิตและบริการเอกสาร สำนักวิทยาการ: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

_____. 2545. การศึกษาความหลากพันธุ์ โครงสร้างและพลวัตรประชากรปลาในช่วงการทดลองเปิดประตูระบายน้ำเขื่อนปากมูล. ใน รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาวิจัยแนวทางการฟื้นฟูระบบนิเวศ อุบลราชธานี : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และสันทนา ดวงสวัสดิ์. 2535. ทรัพยากรประมงและสภาวะการประมงในแม่น้ำมูล เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 136. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.

วิระธรรม ทองพันธุ์ และคณะ. 2547. นิเวศวิทยาและผลจับปลาในลำน้ำสงครามจากการทำการประมงด้วยเครื่องมือโต่ง เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2547. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.

สมศักดิ์ ระยัน ประณีต งามเสน่ห์ และศิราณี งอยจันทร์ศรี. 2557. "โครงสร้างประชาคมปลาในหนองหารจังหวัดสกลนคร", แก่นเกษตร. 42 (ฉบับพิเศษ 1) : 162-167; มกราคม, 2557.

สุมนา สุธีมีชัยกุล ศักดิ์สิทธิ์ วิบูลสุข และบุญส่ง ศรีเจริญธรรม. 2543. การทำประมงและผลจับสัตว์น้ำในหนองหาร จังหวัดสกลนคร เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 18/2543. กรุงเทพมหานคร : กองประมงน้ำจืด กรมประมง.

สุวีณา บานเย็น และคณะ. 2536. รายงานการสำรวจปลาในแม่น้ำพอง ชี และมูล. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.

สันทนา ดวงสวัสดิ์ และถวัลย์ ชูขจร. 2534. สภาวะการประมง ชนิด และการแพร่กระจายของปลาในแม่น้ำมูล เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 125. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.

สันทนา ดวงสวัสดิ์ และคณะ. 2536. การสำรวจชนิดและปริมาณปลาในบริเวณที่ก่อสร้างเขื่อนปากมูล เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 152. กรุงเทพมหานคร : สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด กรมประมง.

_____. 2546. นิเวศวิทยาและประชากรปลาในหนองหาร จังหวัดสกลนคร เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 6/2546. กรุงเทพมหานคร : กองประมงน้ำจืด กรมประมง.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

อภิชาติ เต็มวิชชากร. 2546. ลูกปลาน้ำจืดวัยอ่อน. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.

_____. 2548. ลูกปลาน้ำจืดวัยอ่อนของประเทศไทย II. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.

อภิชาติ เติมวิชชากร และสิริวรรณ สุขศรี. 2554. ลูกปลาน้ำจืดวัยอ่อน 4. กรุงเทพมหานคร : สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.

Alford, JB. and Walker, MR. 2013. "Managing the flood pulse for optimal fisheries production in the Atchafalaya River Basin, Louisiana (USA)", River Research and Applications. 29 : 279-296; March, 2013.

Baran Eric. 2006. Fish migration triggers in the Lower Mekong Basin and other freshwater tropical systems MRC. Technical. Paper. No. 14. Vientiane : Mekong River Commission.

_____. 2010. Mekong Fisheries and Mainstream Dams: Fisheries sections. Hanoi : international Centre for Environmental Management.

Baran, E. and Myschowoda C. 2009. "Dams and fisheries in the Mekong Basin", Aquatic Ecosystem Health and Management. 12 : 227-234; Febury, 2009.

Barrella, W. and Peterre, M. 2003. "Fish community alterations due to pollution and damming in Tiete and Paranapanema Rivers (Brazil)", River Research Application. 19 : 59-76; January-February, 2003.

Baumanna, P. and Stevanella, G. 2012. "Fish passage principles to be considered for medium and large dams: The case study of a fish passage concept for a hydroelectric power project on the Mekong mainstem in Laos", Ecological Engineering. 48 : 79-85; January, 2012.

Baumgartner, L.J. and et al. 2012. "Using an experimental in situ fishway to provide key design criteria for lateral fish passage in tropical rivers: a case study from the Mekong River Central Lao PDR", River Research and Applications. 28 : 19-25; October, 2012.

Blake, D.J.H. 2006. "The Songkhram River wetlands - a critical floodplain ecosystem of the Lower Mekong Basin", In International River Symposium. P.1-25. Brisbane.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Bried, J.T. and G.N. Ervin. 2011. "Randomized intervention analysis for detecting non-random change and management impact: Dragonfly examples", Ecological Indicators. 11; July 2010.

Campbell, I. 2009. "The challenges for Mekong River management", In Campbell I. (ed.), The Mekong: biophysical environment of an international river basin. P. 403-419. Amsterdam : Elsevier Publishers.

Casatti L. and et al. 2006. "Effects of physical habitat degradation on the stream fish assemblage structure in a Pasture region", Environmental Management. 38 : 974–982; March, 2006.

Cheshire K.J. M. and et al. 2012. From drought to flood: annual variation in larval fish assemblages in a heavily regulated lowland river Technical Report Series No. 12/6. Adelaide : Goyder Institute for Water Research, Victoria Square.

Clarke, K.R. and Warwick, R.M., 1994. Change in Marine Community: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. UK : Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

De Graaf GJ. 2003. "The flood pulse and growth of floodplain fish in Bangladesh", Fisheries Management and Ecology. 10 : 241–248; March, 2003.

De Silva, S. S. and Funge Smith, S. 2005. A review of stock enhancement practices in the inland water fisheries of Asia. Bangkok : RAP Publication No. 2005/12. Asia-Pacific Fishery Commission, FAO.

Development Core Team. 2012. R: *A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna : R Foundation for Statistical Computing.

Dudgeon D. 2003. "The contribution of scientific information to the conservation and management of freshwater biodiversity in tropical Asia", Hydrobiologia. 500: 293-314; July, 2003.

Dugan, PJ. and et al. 2010. "Fish migration, dams, and loss of ecosystem services in the Mekong basin", Ambio. 39: 344-348; June, 2010.

Edgington, E.S. and P. Onghena. 2007. Randomization Tests, fourth ed. Florida : Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

FAO (Food and Agriculture Organiation). 2009. The state of the world fisheries and aquaculture. Rome : Food and Agriculture Organiation.

Fish base. 2009. Scientific Name. : http://www. Fishbase.org. 1 October, 2014.

Gerd, M. 2001. Dam, fish and fisheries Opportunities, challenges and conflict resolution Fisheries Technical Paper 419. Rome : Fishery Resources Division, FAO.

Gogola T.M. and et al. 2013. "Spatial and temporal variations in fish larvaeassemblages of Ilha Grande National Park", Brazil. Ecology of Freshwater Fish. 22: 95-105; January, 2013.

Hortle K.G. 2009. "Fisheries of the Mekong River Basin", In The Mekong: Biophysical Environment of an International River Basin. Amsterdam : Campbell IC, (ed.) Elsevier Publishers.

Hubb, C.L. 1943. "Terminology of early stages of fishes", Copeia. 1943(4) : 6-10; March, 1943

Humphries, P. and et al. 2013. "River regulation and recruitment in a protracted-spawning riverine fish", Ecol. Appl. 23 : 208-25; January, 2013.

Jackson, DC. and Marmulla G. 2001. The influence of dams on river fisheries In Dams, Fish and Fisheries. Opportunities, Challenges and Conflict Resolution. Rome : Marmulla G, (ed.) FAO.

Jutagate, T. and et al. 2003. Fisheries in the Mun River: a one-year trial of opening the sluice gates of the Pak Mun Dam, Thailand. Kasetsart Journal Natural Science. 37 : 101-116; January-April, 2003.

_____. 2005. "Changes in the fish catches during a trail opening of sluice gates on a run-of the-river reservoir in Thailand", Fish. Management. Ecological. 12 : 57–62; February, 2005.

Jutagate T., Thappanand T. and Tabthipwan P. 2007. "Is the sluice gates' management beneficial for spawning migration? The case of shark catfish (*Helicophagus waandersii)* in the Mun below Pak Mun Dam, Thailand", River Research and Applications. 23 : 87-97; January, 2007.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Jutagate T. and et al. 2012. "Variations, trends and patterns in fish yields of large reservoirs in Thailand", Lakes & Reservoirs: Research & Management. 17: 35-53; March, 2012.

Kaewluang W. and Veeravaitaya N. 2006. "Species composition of fish larvae and juveniles in Pasak Jolasid Reservoir Lop Buri province", In Proceedings of 44th Kasetsart University Annual Conference. Bangkok : P. 430-437. Fisheries. Kasetsart University.

Kite Geoff 2001. "Modeling the Mekong: hydrological stimulation for environmental impact studies", Journal of Hydrology. 253 : 1-13. February, 2001.

Koel T.M. and Sparks R.E. 2002. "Historical patterns of river stage and fish communities as criteria for operations of dams on the Illinois River", River Research and Applications. 18 : 3–19; January, 2002.

Kohonen T. 2001. Self-organizing maps. Heidelberg : Springer-Verlag.

Kolding, J. and van Zwieten, P.A.M. 2006. Improving productivity in tropical lakes and reservoirs. Challenge Program on Water and Food-Aquatic Ecosystems and Fisheries Review Series 1. Cairo : World Fish Center.

Kottelat, M. and T. Whitten. 1996. Freshwater biodiversity in Asia, with special reference to fish Technic Paper 343. Washington, D.C : World Bank.

Kottelat, Maurice. 2001. Fishes of Laos. Sri Lanka : WHT Publications (Pte) Ltd.

Kruk A, Penczak T. 2003. "Impoundment impact on populations of facultative riverine fish", International Journal of Limnology. 39 : 197–210; February, 2011.

Lek S. and Guegan J.F. 1999. Artificial neural networks as a tool in ecological modelling, an introduction. Berlin : Springer Heidelberg..

Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds, 1988. Statistical Ecology; A primer on Methods and Computing. New York : John Wiley & Sons.

MRC (Mekong River Commission). 2000. Impacts on Fisheries. Assessment of Basin-wide Development Scenarios Technical Note 11. Vientiane : Basin Development Plan Programme Phase 2, MRC.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

_____. 2006. Fish migration triggers in the Lower Mekong Basin and other freshwater tropical systems Technical Note 14. Vientiane : MRC.

Mullowney, D.R.J. and et al. 2012. "Impacts of a bottom trawling exclusion zone on Snow Crab abundance and fish harvester behavior in the Labrador Sea, Canada", Marine Policy. 36 : 567–575; March, 2012.

Murtaugh, P.A.. 2002. "On rejection rates of paired intervention analysis" Ecology Society of America . 83(6) : 1752–1761; January, 2002.

Nelson, J.S. 2006. Fishes of the World. New Jersey : Wiley-Interscience, 4th ed. Hoboken. John Wiley & Sons.

Nguyen, T.T., and et al. 2006. "Monitoring of fish larvae during the annualflood of the Mekong and Bassac rivers, Mekong Delta,Viet Nam", In Proceedings of 7th Technical Symposium on Mekong Fisheries. Mekong River Commission.

Oksanen, J. 2013. Multivariate analysis of ecological communities in R : vegan tutorial. University of Oulu.

Okutsu, T. and et al. 2011. "Growth andreproduction of the glassperchParambassissiamensis (Teleostei: Ambassidae) in central Laos", Ichthyol. Explor. Freshwat. 2 : 97-106; June, 2011.

Penczak T. 2007. "Can velocity affect growth and fecundity of facultative riverine Fish Species?", Polish Journal of Ecology. 55 : 357-366; March, 2007.

Phomikong P., Fukushima M. and Jutagate T. 2013. "Investigation of impact of river damming to the migrations of Mekong fishes by "before–after control–impact" quasi-experimental sampling in the tributaries", In Proceeding of the 51st Kasetsart University Annual Conference, Vol. 2 Veterinary Medicine & Fisheries. Bangkok : P. 164-173. Kasetsart University.

Pongsri , C. and et al. 2008. Assessment of Upstream Migration via Fish Ladders in the Nam Gam River for Fish Ladder and Fisheries Resources Management Technical Paper No. 10/2008. Bangkok : Department of Fisheries.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Poulsen A.F. and et al. 2002. Fish migrations of the Lower Mekong River Basin: implications for development, planning and environmental management Technical Paper No. 8. Phnom Penh : Mekong River Commission.

Rainboth, W.J. 1996. FAO species identification field guide for fishery purposes. Rome : Fishes of the Cambodian Mekong. FAO.

R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna.

Santucci, V.J., Gephard S.R. and Pescitelli S.M. 2005 "Effects of multiple low-head dams on fish,macroinvertebrates, habitat, and waterquality in the Fox River, Illinois", Nort America Journal Fish. Management. 25: 975–992. July, 2005.

Saowakoon K. and Ngamsnae P. 2011. "Variations in abundance of fish larvae in HuaiJorakheMak reservoir (small wetland)", Khonkaen Agriculture Journal. 39: 147-158.

Suvarnaraksha A. and et al. 2011 "The life history of the riverine cyprinid *Henicorhynchus siamensis* (Sauvage, 1881) in a small reservoir", Journal of Applied Ichthyology. 27: 995-1000; August, 2011.

Suzuki F.M., Pires L.V. and Pompeu P.S. 2011. "Passage of fish larvae and eggs through the Funil, Itutinga and Camargos Reservoirs on the upper Rio Grande (Minas Gerais, Brazil)", Neotropical Ichthyology . 9: 617-622; 2011.

Terra Bianca DF, Santos Alex BD. and Araújo FG. 2010. "Fish assemblage in a dammed tropical river: an analysis along the longitudinal and temporal gradients from river to reservoir" Neotropical Ichthyology. 8 (3): 599-606; June, 2010.

Thach P., Chea T. and Hortle K.G. 2006. "Drift of fish fry and larvae in five large tributaries of the Tonle Sap – Great lake system in Cambodia", In Proceedings of 7th Technical Symposium on Mekong Fisheries. Phnom Penh : P. 289-294. Mekong River Commission.

Tyson, Roberts. 2001. "On The River of no Returns: Thailand's Pak Mun Dam and its Fish Ladder". NAT. HIST. BULL. SIAM SOC. (49): 189–230; 2001.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Valbo-Jørgensen, J., D. Coates and K. Hortle. 2009. Fish diversity in the Mekong River Basin In: I.C Campbell (ed.), In The Mekong: Biophysical Environment of an International River Basin. Amsterdam : Elsevier Publisher.

Van Zalinge, and et al. 2004. "The Mekong River system", Bangkok : P. 333-355. in In R.L. Welcomme and T. Petr (eds.) Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, Volume 1. FAO.

Viravong, S. and et al. 2011. "Fish larvae habitats and time of spawning in the Mekong River of Lao PDR", In: Proceedings of the workshop on sustainable management of the Mekong River. 3-3 pp. National Environmental Studies: Tsukuba.

Washington, H.G. 1984. Review of Diversity, Biotic and Similarity Indices. Water Resources in Maxico Vol. 18. New York : P. 653-694. Springer.

Warren T.J. and et al., 1998. "The upstream dry-season migrations of some important fish species in the lower Mekong River of Laos", Asian Fisheries Science. 11: 239-251; May, 1998.

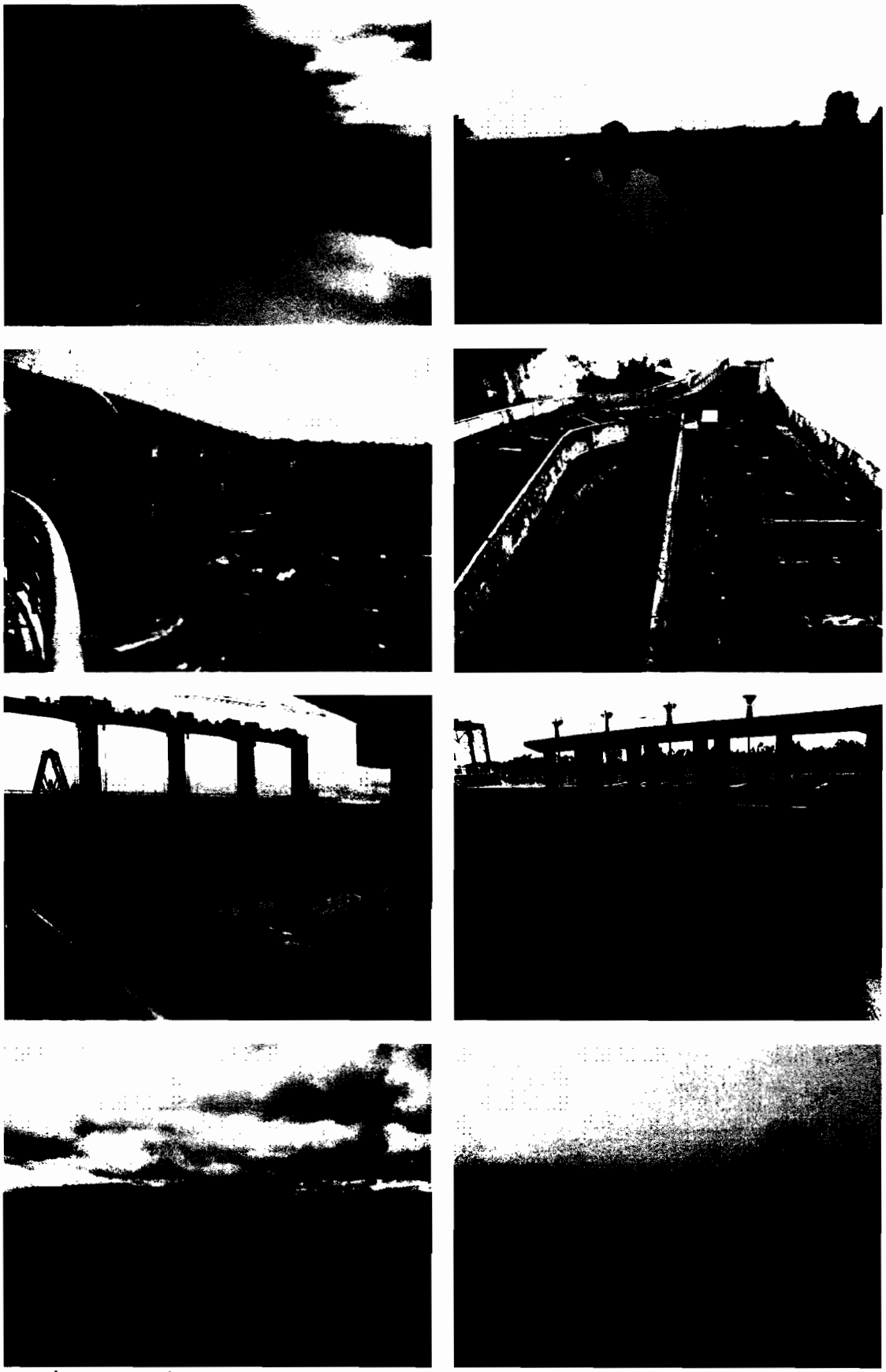
Warwick R.M., 1986. "A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities", Marine Biology. 92: 557-562; September, 1986.

Welcomme, RL. and Halls, A. 2004. Dependence of tropical river fisheries on flow", In Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume II. Bangkok : P. 267-283. Regional Office for Asia and the Pacific, FAO.

Welcomme, R.L., Winemiller K.O. and Cowx IG. 2006." Environmental guilds as a tool for assessment of ecological condition of rivers", River Research and applications. 22: 377–396; January, 2006.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สถานที่และกิจกรรมในการศึกษาวิจัย



ภาพที่ ก.1 สถานที่ในการศึกษาวิจัย

ภาพที่ ก.2 เครื่องมือและวิธีเก็บตัวอย่างในภาคสนาม

ภาคผนวก ข

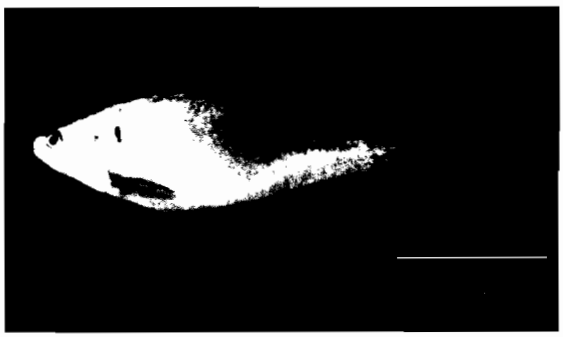
ภาพชนิดปลาจากองค์ประกอบผลจับจากพื้นที่ศึกษา

ตองลาย (WF)

Chitala blanci (Aubenton,1965)

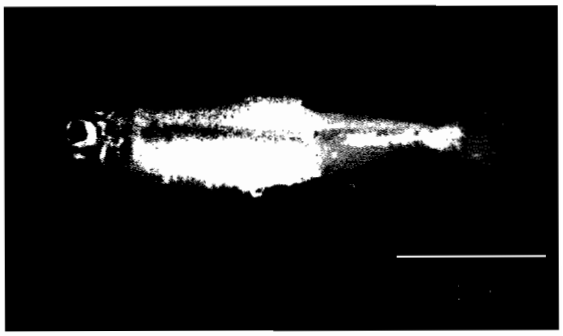
กราย (GF)

Chitala ornata (Gray, 1831)



สลาด (WF)

Notopterus notopterus (Pallas,1780)

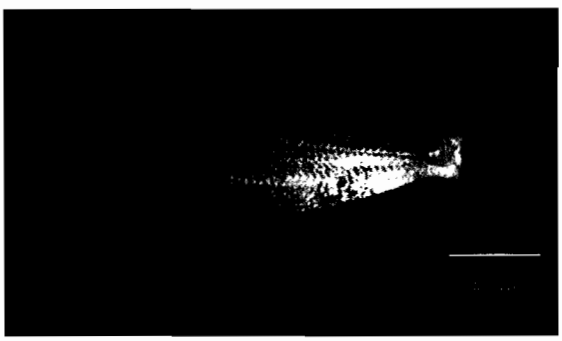


ชิวแก้ว (BF)

Clupeichthys aesarnensis Wongratana, 1983

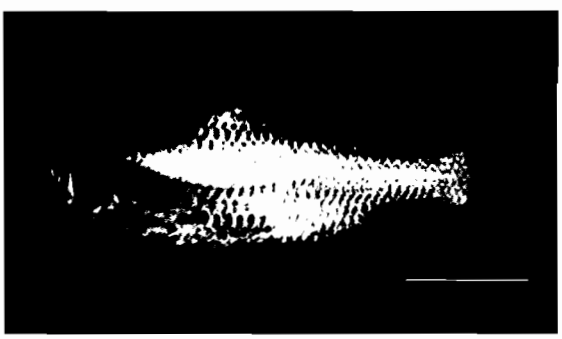
หมากผาง (WF)

Tenualosa thibaudeaui (Durand, 1940)



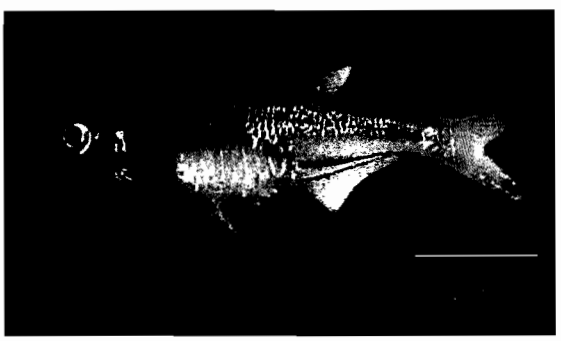
แมว (WF)

Setipinna melanochir (Bleeker,1849)



ตามิน (BF)

Amblyrhynchichthys truncates (Bleeker, 1850)



แปบหางดอก (BF)

Parachela maculicauda (Smith, 1934)

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ

แปบขาว (BF)

Parachela siamensis (Günther,1868)

แปบควาย (BF)

Paralaubuca barroni Fowler, 1934

แปบควาย (BF)

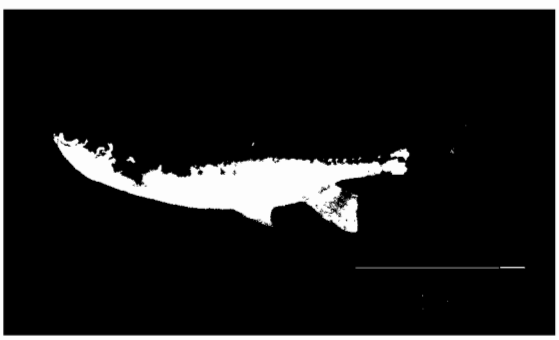
Paralaubuca riveroi (Fowler,1935)

นางอ้าว (GF)

Raiamas guttatus (Day, 1869)

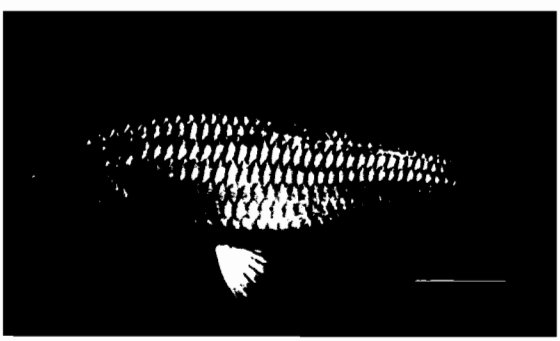
น้ำหมึก (GF)

Opsarius koratensis (Smith, 1931)



ชิวหนวดยาว (BF)

Esomus metalicus Ahl, 1924



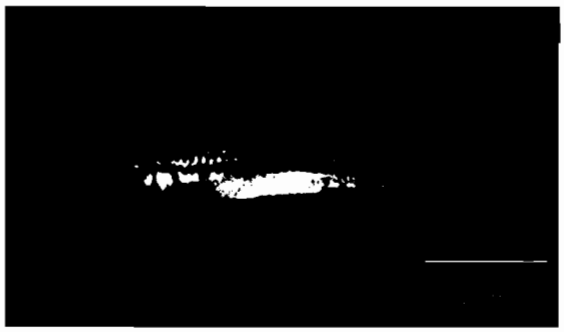
บ้า (BF)

Leptobarbus hoeveni (Bleeker, 1851)

ชิวหางแดง (BF)

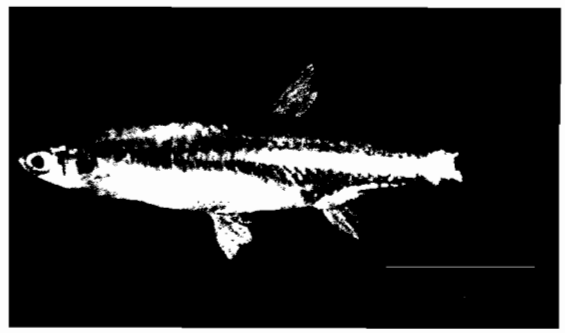
Rasbora borapetensis Smith, 1934

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)



ชิวควายพม่า (BF)

Rasbora daniconius (Haminton, 1822)

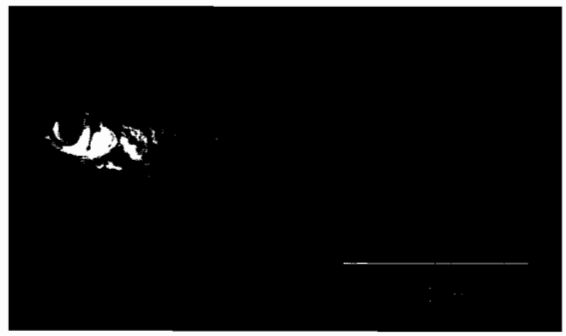


ชิวควาย (BF)

Rasbora dusonensis (Bleeker, 1851)

ชิวแถบดำ (BF)

Rasbora palustris Smith,1945



ชิวหางกรรไกร (BF)

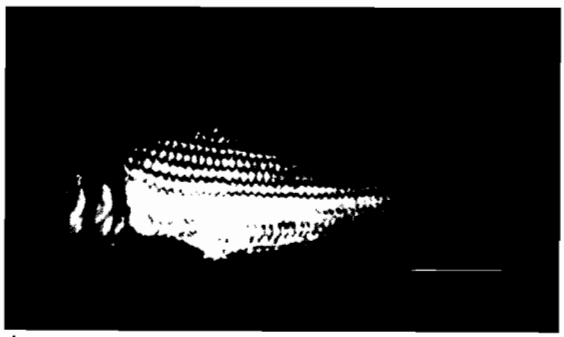
Rasbora trilineata Steindachner, 1870

ชิวหางกรรไกรเล็ก (BF)

Rasbora spilocercaRainbothand Kottelat, 1987

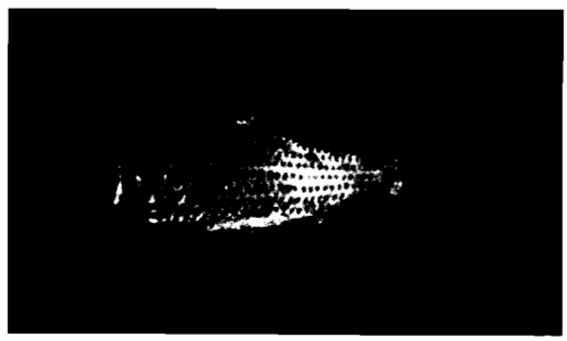
ไน (BF)

Cyprinus carpio Linnaeus, 1758



ยี่สกไทย (WF)

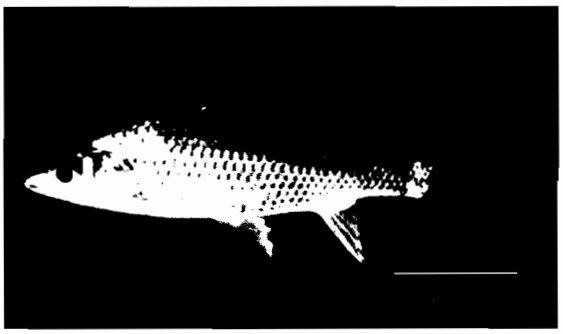
Probarbus jullieni Sauvage, 1880



ไส้ตันตาแดง (BF)

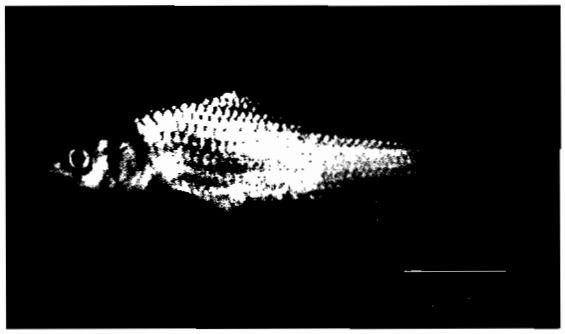
Cyclocheilichthys apogon (Valenciennes, 1842)

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)



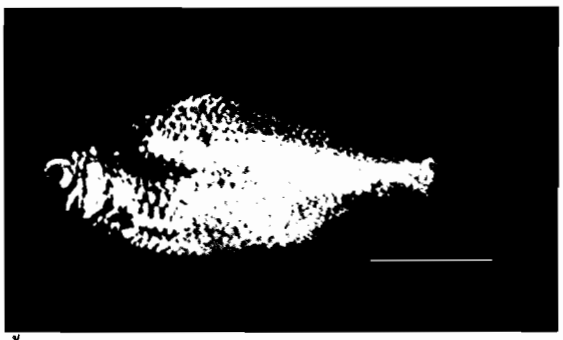
ไส้ตันตาขาว (GF)

Cyclocheilichthys armatus (Valenciennes, 1842)



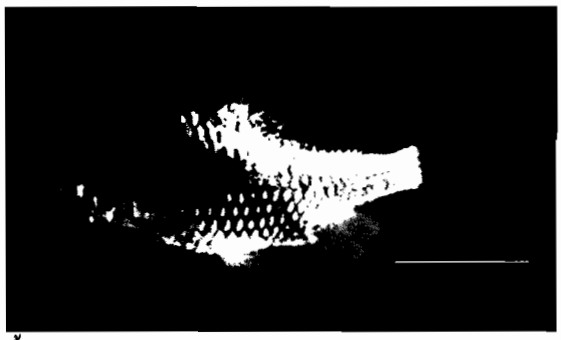
ตะโกก (WF)

Cyclocheilichthys enoplos (Bleeker, 1850)



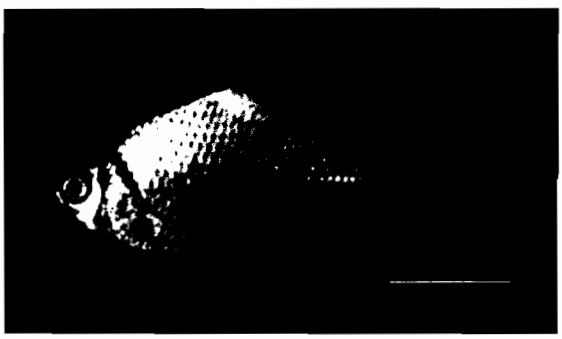
ขี้ยอกหลังดำ (GF)

Mystacoleucus atridorsalis Fowler, 1937



ขี้ยอกครีบเหลือง (BF)

Mystacoleucus marginatus (Valenciennes, 1842)

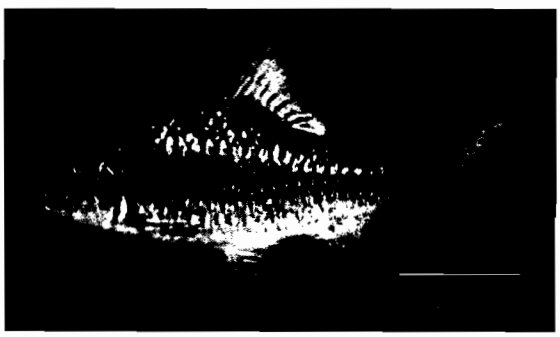


กะมัง (WF)

Puntioplites falcifer Smith, 1929

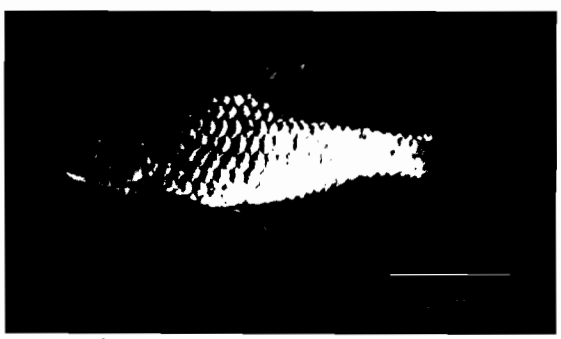
กะมัง (BF)

Puntioplites proctozysron (Bleeker, 1865)



ตะเพียนทราย (BF)

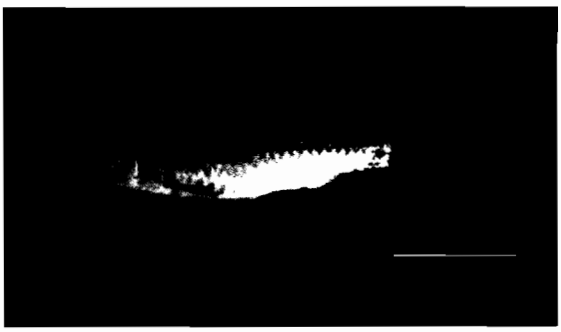
Puntius aurotaeniatus (Tirant,1885)



ตะเพียนน้ำตก (BF)

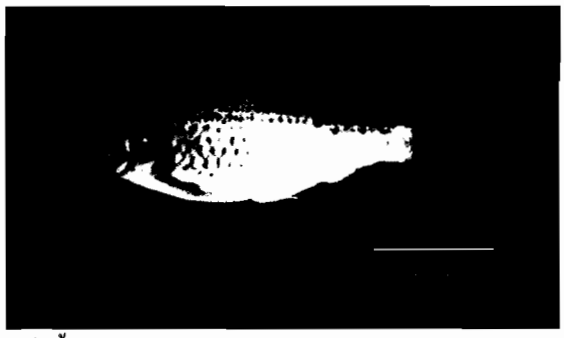
Puntius binotatus (Valenciennes,1842)

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)



ตะเพียนทราย (BF)

Puntius brevis (Bleeker,1860)

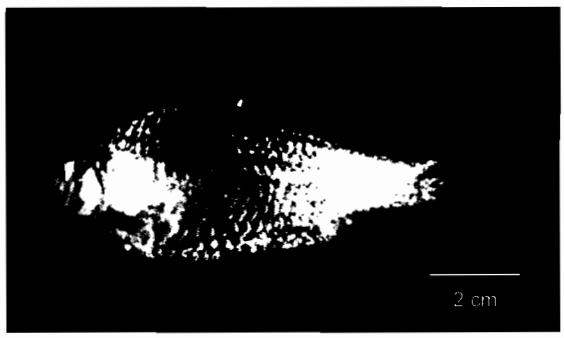


แก้มช้ำ (BF)

Puntius orphoides (Valenciennes,1842)

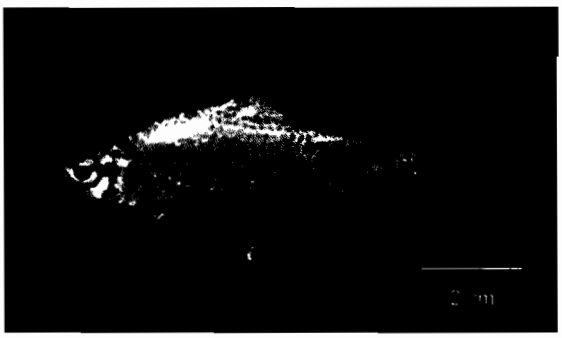
เสือสุมาตรา, เสือข้างลาย (BF)

Puntius partipentazona (Fowler,1934)



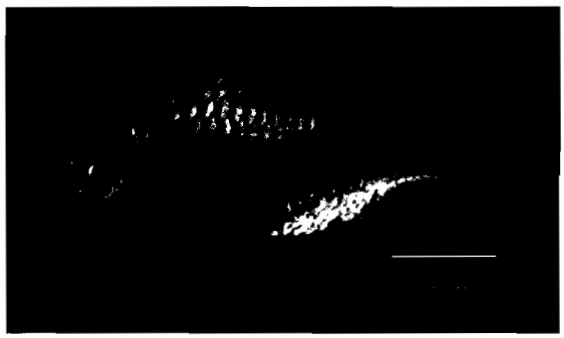
หมากมั่ง (WF)

Sikukia gudgeri (Smith, 1934)



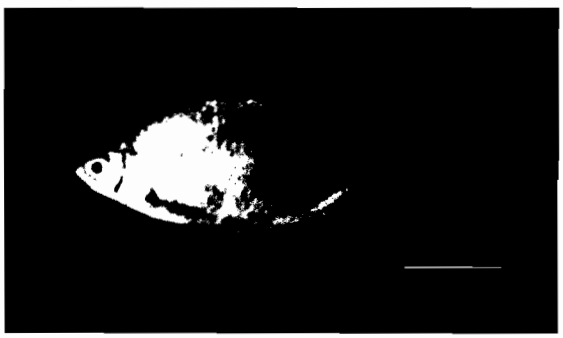
ตะเพียนทอง (BF)

Barbonymus altus (Günther,1868)



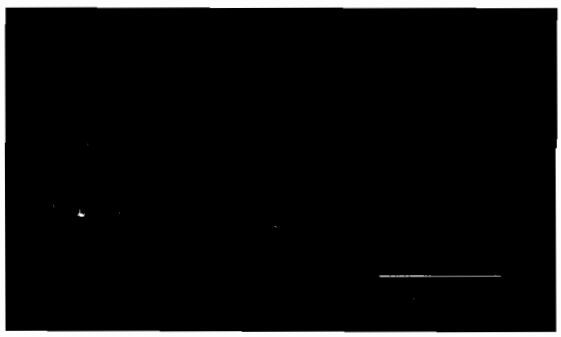
ตะเพียนขาว (WF)

Barbonymus gonionotus (Bleeker,1850)



กระแห (BF)

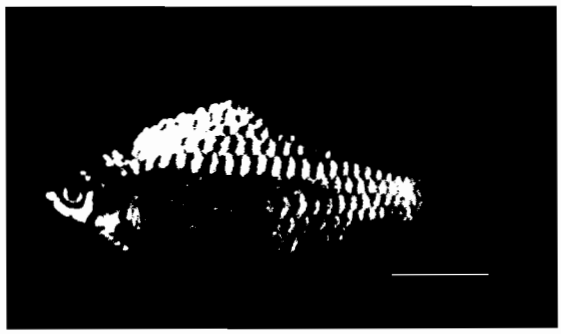
Barbonymus schwanefeldi (Bleeker,1853)



ปากหนวด (WF)

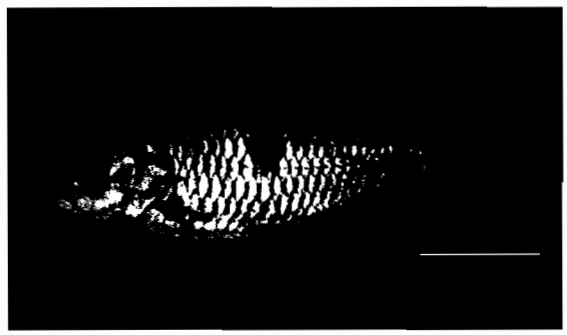
Hypsibarbus pierrei (Sauvage, 1880)

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)



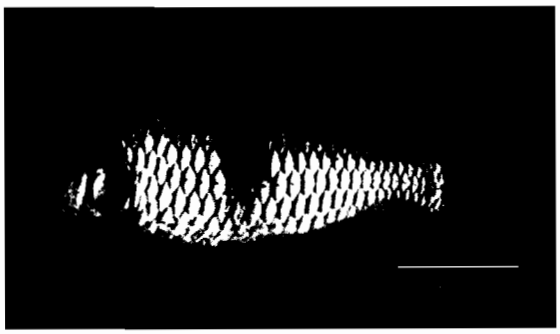
ตะพาก (WF)

Hypsibarbus wetmorei (Smith, 1931)



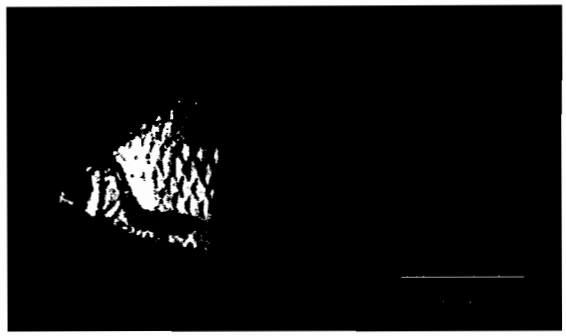
กระสูบจุด (BF)

Hampala dispar Smith, 1934



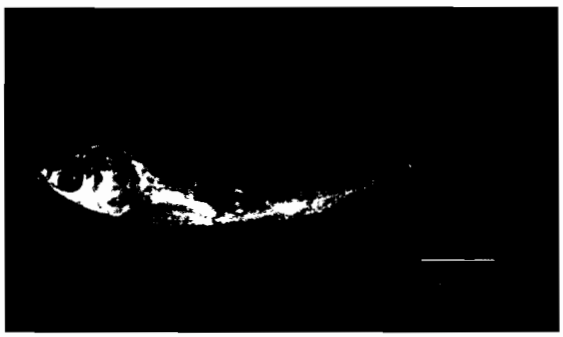
กระสูบขีด (BF)

Hampala macrolepidota (Valenciennes, 1842)



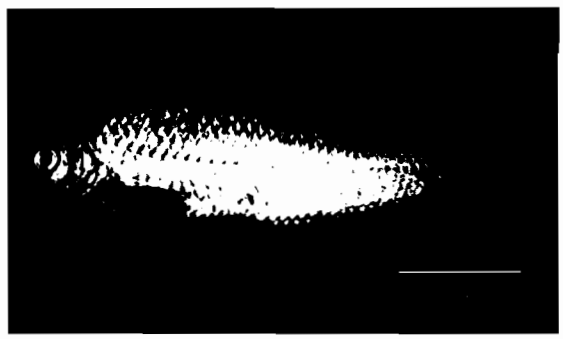
ปากเปี่ยน (WF)

Scaphognathops bandanensis (Boonyaratpalin&Srirungroj, 1971)



สร้อยเกล็ดถี่ (WF)

Thynnichthys thynnoides (Bleeker,1852)

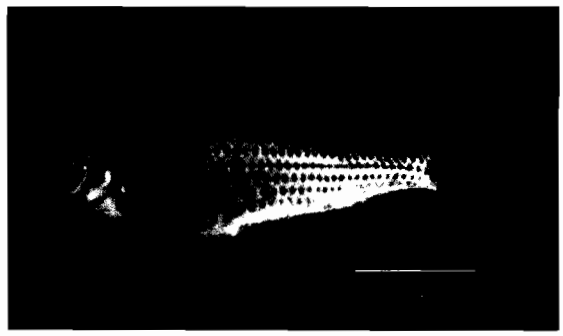


ปีกแดง (WF)

Cirrhinus jullieni (Sauvage,1878)

ซ่า (BF)

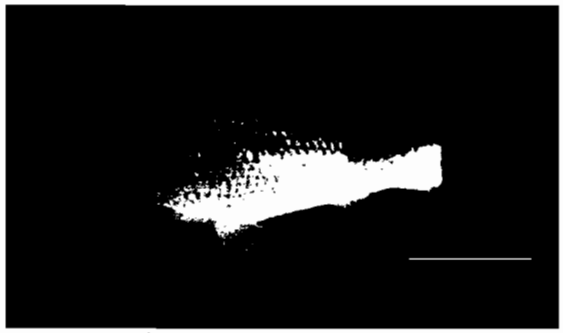
Labiobarbus lineata (Sauvage,1878)



ซ่า (WF)

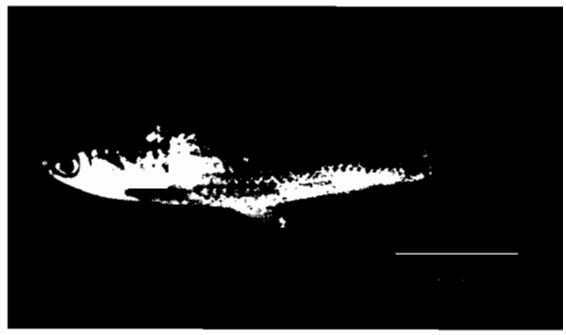
Labiobarbus spilopleura (Sauvage, 1881)

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)



หางบ่วง, หางกิ่ว (GF)

Barbichthys laevis (Valenciennes, 1842)

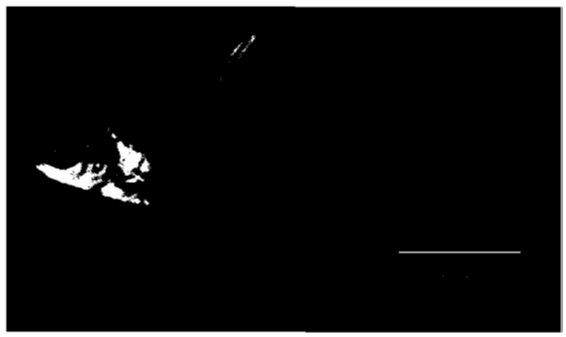


สร้อยขาว (WF)

Henicorhynchus siamensis (de Beaufort,1927)

กาดำ (WF)

Morulius chrysophekadion (Bleeker, 1850)

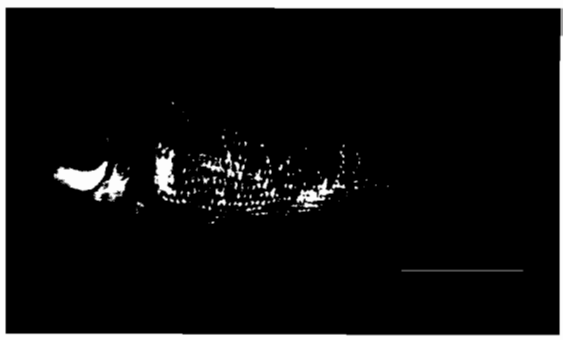


สร้อยนกเขา (WF)

Osteochilus vittatus (Valenciennes,1842)

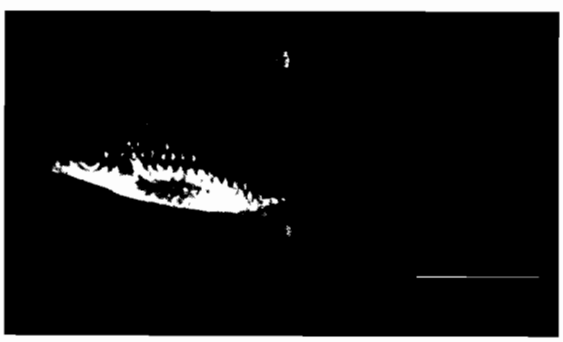
หน้าหมอง (BF)

Osteochilus lini (Fowler, 1935)



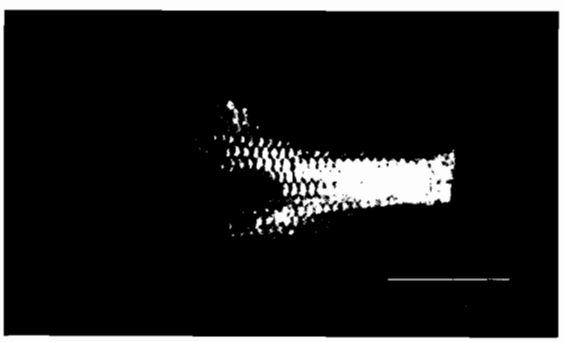
พรม, พรมหัวเหม็น (WF)

Osteochilus melanopleura (Bleeker,1852)



ร่องไม้ตับ (BF)

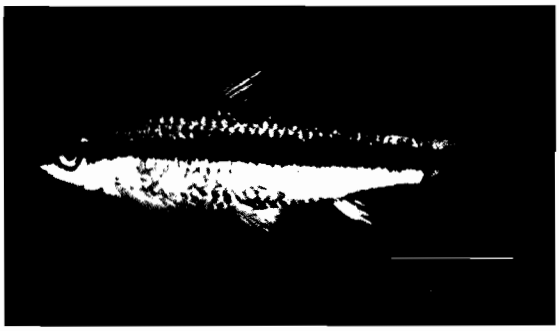
Osteochilus microcephalus (Valenciennes, 1842)



ตะโกกเขียว(WF)

Cosmochilus harmandi Sauvage, 1878

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)

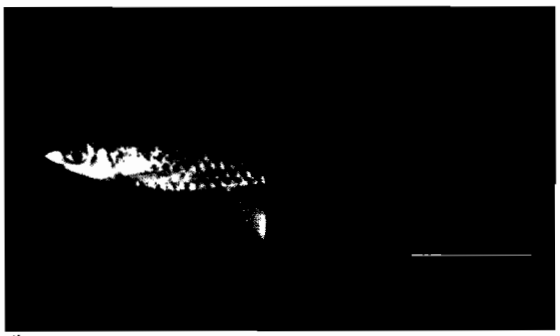


เล็บมือนาง (GF)

Crossocheilus atrilimes Kottelat,2000

เล็บมือนาง (GF)

Crossocheilus oblogus (Valenciennes,1842)

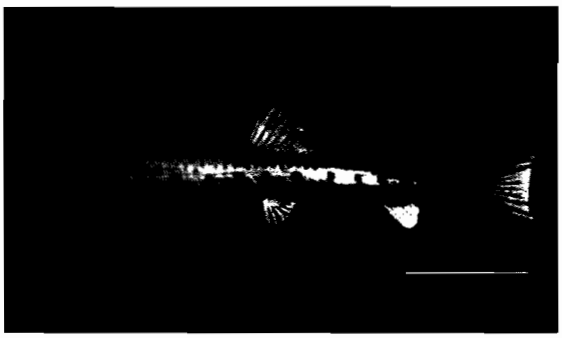


จิ้งจอก (GF)

Crossocheilus reticulatus (Fowler, 1934)

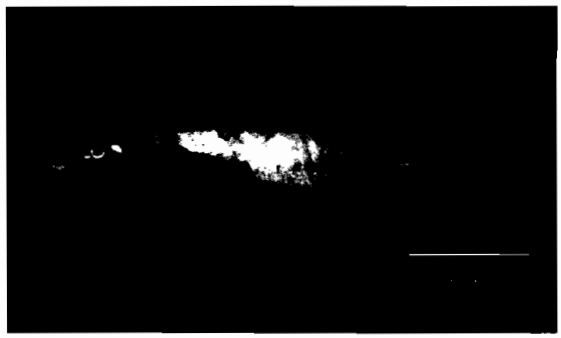
กาแดง (BF)

Epalzeorhynchos munense (Smith,1934)



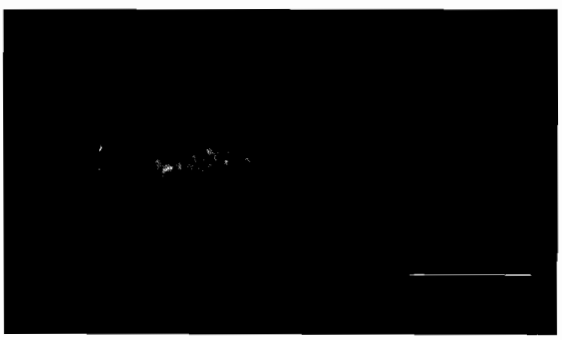
รากกล้วย (BF)

Acanthopsis choirorhynchos (Bleeker, 1854)



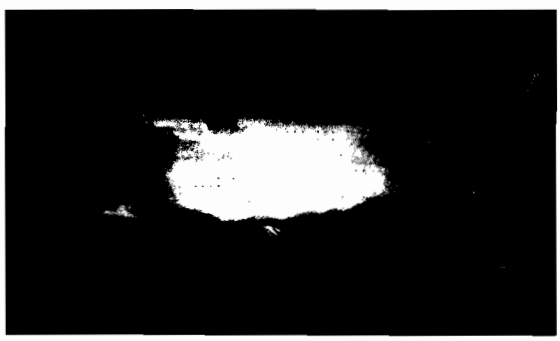
หมูลาย (GF)

Syncrossus helodes (Sauvage, 1876)



หมูดอก (GF)

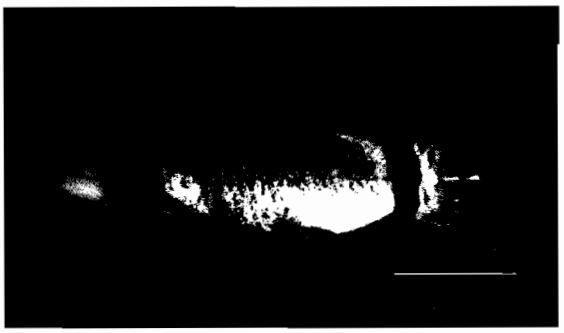
Yasuhikotakia lecontei (Fowler, 1937)



หมูขาว (WF)

Yasuhikotakia modesta (Bleeker, 1865)

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)



หมูค้อ (GF)

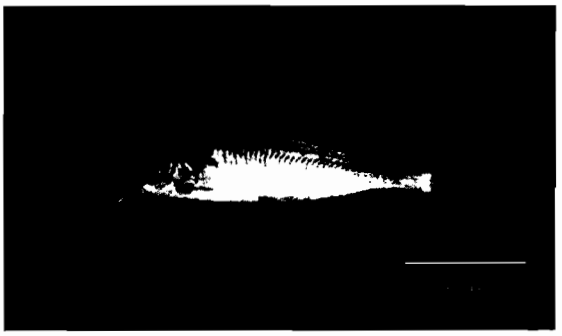
Yasuhikotakia morleti (Tirant, 1885)

ดุกมูน (GF)

Bagrichthys macropterus Bleeker, 1853

แขยงข้างลาย (BF)

Mystus mysticetus Roberts, 1992

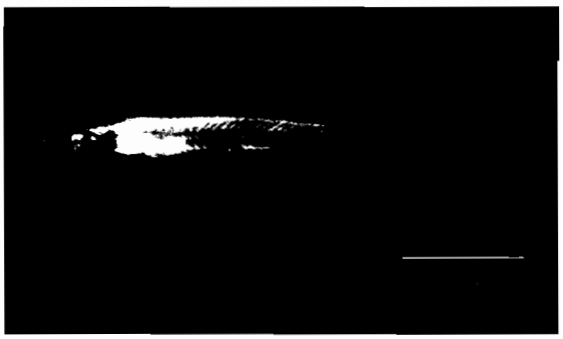


แขยงใบข้าว (BF)

Mystus singaringan (Bleeker, 1846)

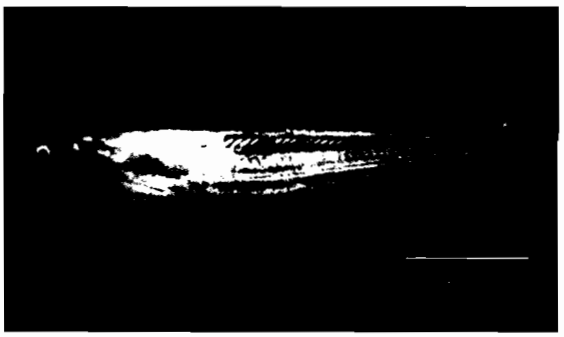
กดเหลือง (WF)

Hamibagrus nemurus (Valenciennes, 1839)



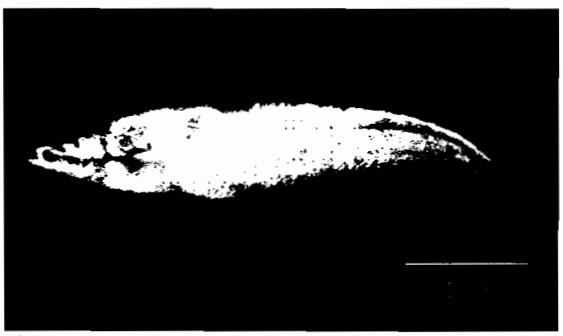
แข็งไก่ (WF)

Kryptopterus cheveyi Durand, 1940



ขาไก่ (WF)

Kryptopterus cryptopterus (Bleeker, 1851)



น้ำเงิน (WF)

Phalacronotus apogon (Bleeker, 1851)

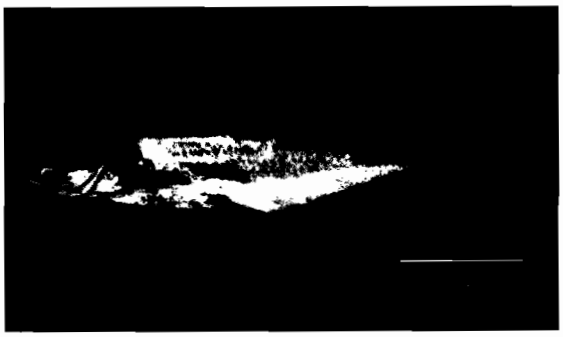
ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)

แดง (WF)

Phalacronotus bleekeri (Günther, 1864)

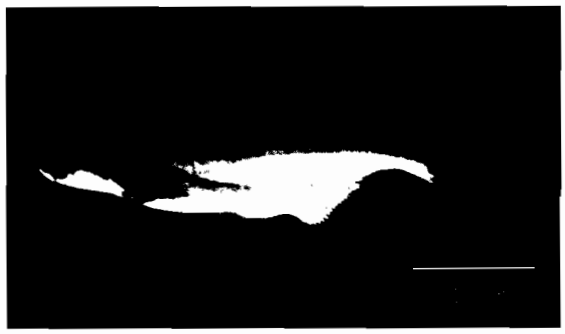
ชะโอน (BF)

Ompok siluroides Lacepède, 1803



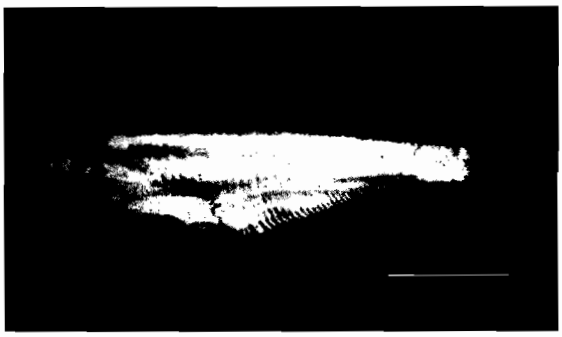
สวาย (WF)

Pangasius hypophthalmus (Sauvage, 1878)



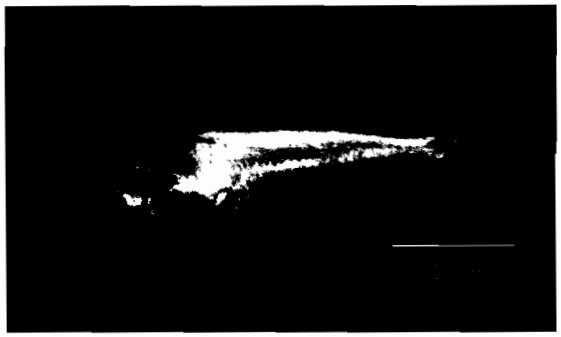
เทโพ (WF)

Pangasius larnaudii Bocourt, 1866



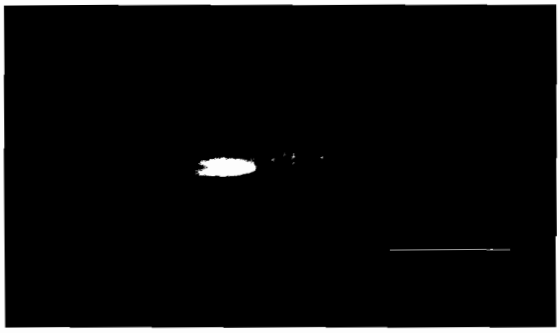
สังกะวาด (WF)

Pangasius macronema Bleeker, 1851



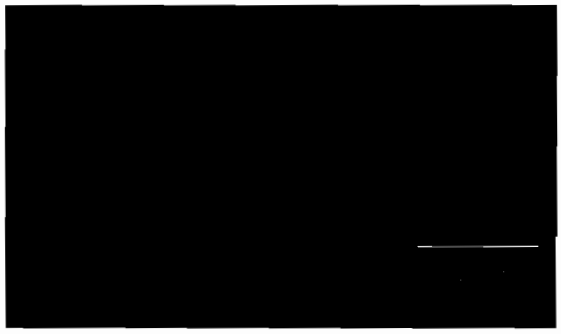
สวายหนู (WF)

Helicophagus waandersii Bleeker, 1958



ดุกด้าน (BF)

Clarias batrachus (Linnaeus,1758)



ดุกอุย (BF)

Clarias macrocephalus Günther,1864

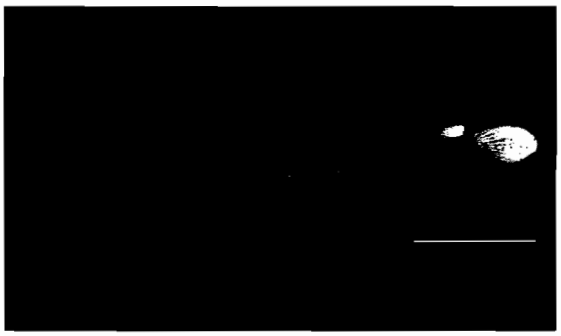
ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)

ดุกบิ๊กอุย(BF)

Clariasmacrocephalus x *Clariasgariepinus*

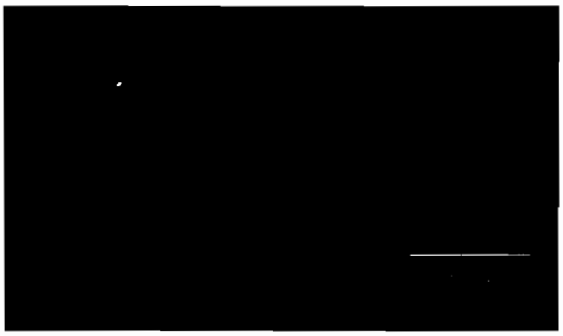
กระทุงเหว (BF)

Xenentodon cancila (Hamilton,1822)



เข็ม (BF)

Dermogenys siamensis Fowler,1934

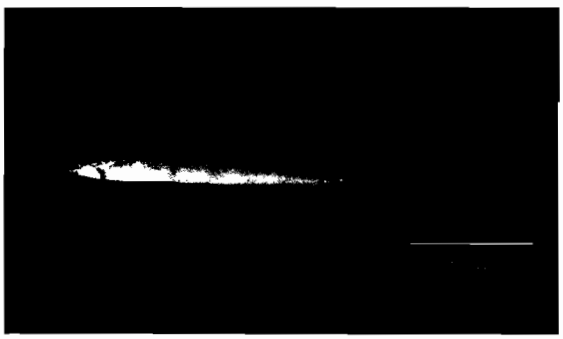


ไหล (BF)

Monopterus albus (Zuiew, 1793)

หลดลาย (BF)

Macrognathus circumcinctus (Hora,1924)



หลดจุด (BF)

Macrognathus siamensis (Günther,1861)

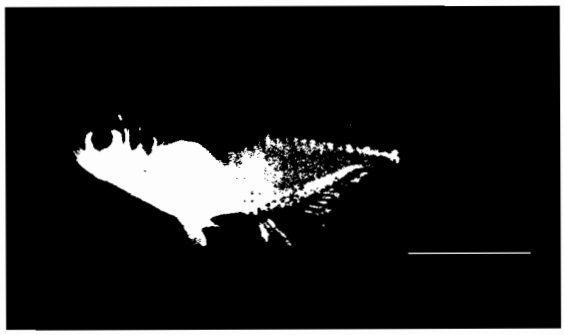
กระทิง(BF)

Mastacembelus armatus (Lacepède,1800)

กระทิงลาย (BF)

Mastacembelus favus Hora, 1923

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)

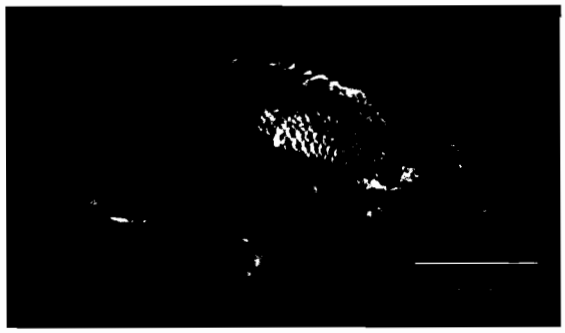


แป้นแก้ว (BF)

Parambassis siamensis (Fowler,1937)

เสือพ่นน้ำ (BF)

Toxotes chatareus (Hamilton, 1822)

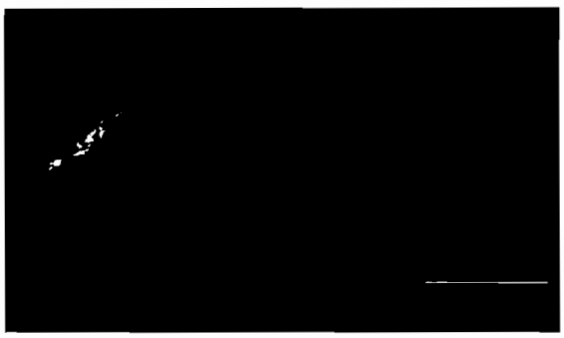


หมอช้างเหยียบ (BF)

Pristolepis fasciata (Bleeker,1851)

เสือดำ(BF)

Nandus nandus (Hamilton, 1822)



นิล (BF)

Oreochromis niloticus (Linnaeus, 1757)

บู่ทราย (BF)

Oxyeleotris marmorata (Bleeker, 1852)

บู่ใส (BF)

Gobiopterus chuno (Haminton, 1822)

หมอไทย (BF)

Anabas testudineus (Bloch, 1792)

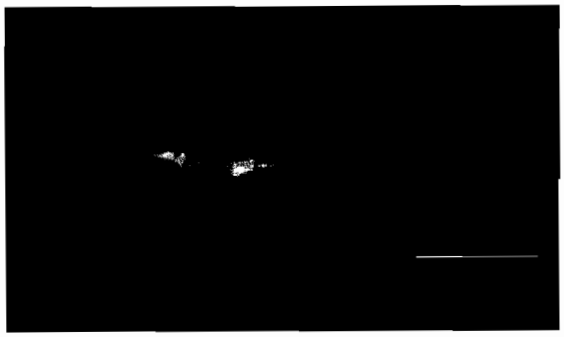
ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)

กระดี่นาง (BF)

Trichogaster microlepis (Günther, 1861)

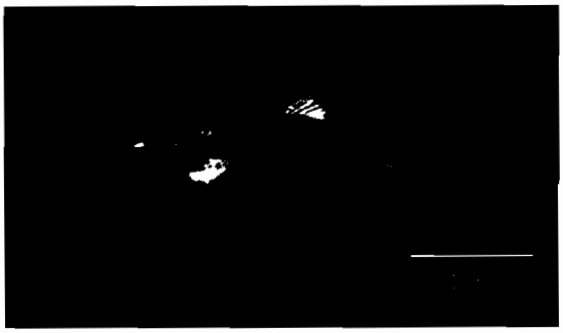
กระดี่หม้อ (BF)

Trichogaster trichopterus (Pallas, 1770)



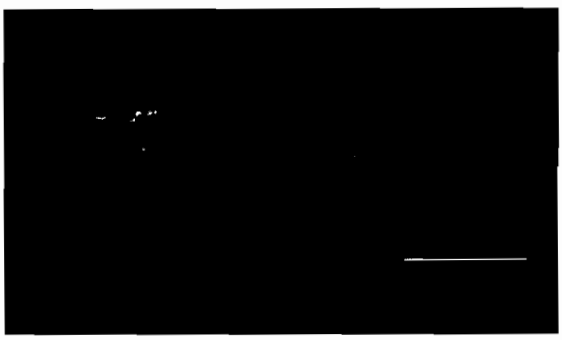
กริมสี (BF)

Trichopsis pumila (Arnold, 1937)



กริมควาย (BF)

Trichopsis vittatus (Cuvier, 1831)



ก้าง (BF)

Channa gachua (Hamilton, 1822)

กระสง (BF)

Channa lucius (Cuvier, 1831)

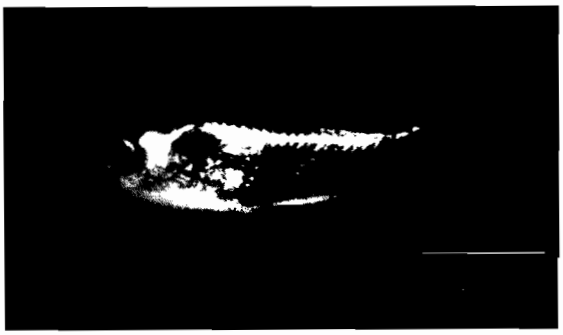
ชะโด (BF)

Channa micropeltes (Cuvier, 1831)

ช่อน (BF)

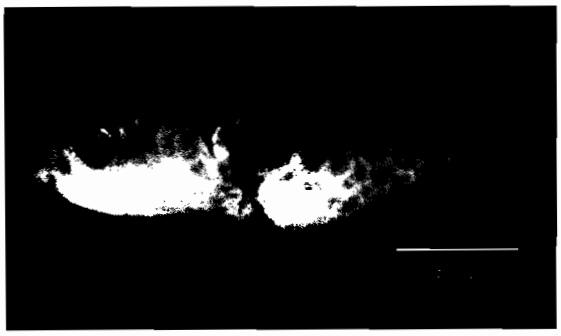
Channa striata (Bloch, 1795)

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)



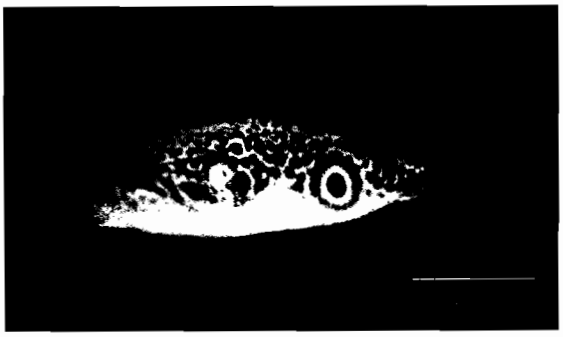
ปักเป้าเขียว (BF)

Auriglobus modestus (Bleeker, 1850)



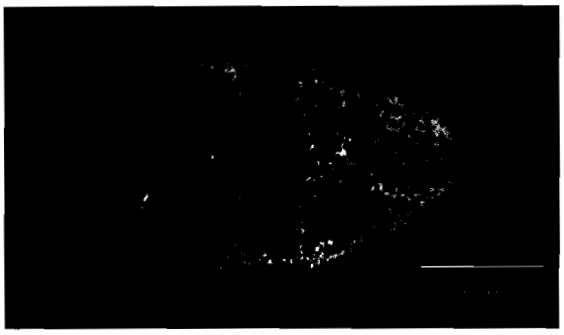
ปักเป้าหน้ายาว (BF)

Tetraodon cochinchinensis (Steindachner, 1866)



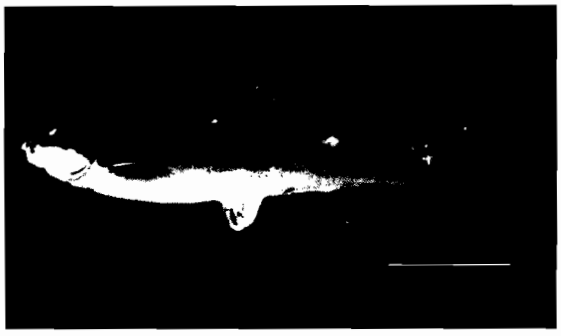
ปักเป้าวัว (BF)

Tetraodon suvatti Sontirat& Soonthornsatit,1985



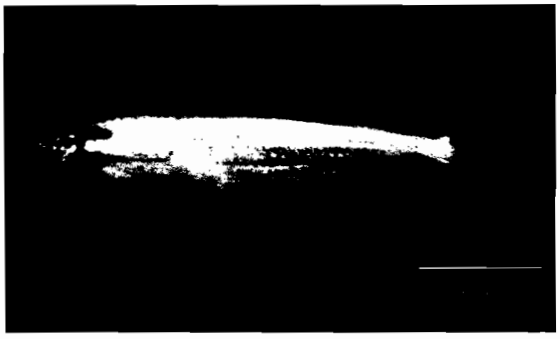
ลิ้นหมา (BF)

Brachirusharmandi(Sauvage, 1878)



ค้อ (WF)

Nemacheilus pallidus Kottelat, 1990

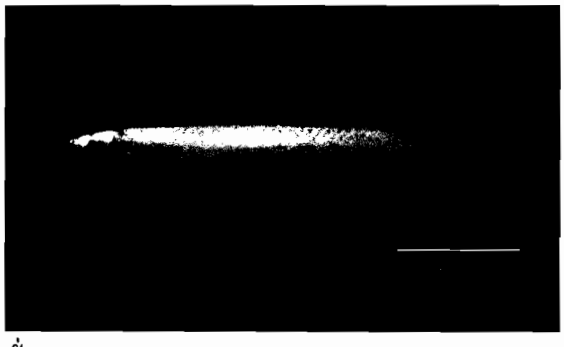


สังกะวาด (BF)

Laides hexanema (Bleeker, 1852)

ชิวข้าวสาร (BF)

Oryzias minutillus Smith, 1945



ถั่วงอก (WF)

Sundasalanx mekongensis Britz&Kottelat, 1999

ภาพที่ ข.1 ภาพสัตว์น้ำในองค์ประกอบผลจับ (ต่อ)

ภาคผนวก ค

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบค่าทางสถิติ

ตารางที่ ค.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาตะเพียนขาว (*B. gonionotus*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ

River	Mean	n	Sd.
SK	144.9	58	86.47
NM	130.5	257	47.11
NG	126.3	20	40.91
Total	132.8	335	55.72

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
River	10,689.55	2	5,344.78	1.73	0.179
Error	1,026,150.29	332	3,090.81		
Total	1,036,839.84	334			

ตารางที่ ค.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาตะเพียนทอง (*B. altus*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงครามและแม่น้ำก่ำ

River	Mean	n	Sd.
SK	94.57	51	44.27
NM	75.50	76	25.54
NG	86.90	29	43.46
Total	83.85	156	36.92

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
River	49535.81	2	24767.91	24.52	0.001
Error	154555.18	153	1010.16		
Total	204090.99	155			

ตารางที่ ค.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาสร้อยขาว (*H. siamensis*) จากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูลและแม่น้ำก่ำ

River	Mean	n	Sd.
SK	134.01	93	21.06
NM	130.48	310	49.32
NG	87.81	47	36.05
Total	126.75	450	45.58

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
River	80489.97	2	40244.99	21.11	0.001
Error	852199.65	447	1906.49		
Total	932689.62	449			

ตารางที่ ค.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาใส้ตันตาขาว (*C.armatus*) จากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม แม่น้ำมูลและแม่น้ำก่ำ

River	Mean	n	Sd.
SK	100.41	17	15.58
NM	87.06	36	24.48
NG	81.21	109	20.15
Total	84.52	162	21.50

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
River	5718.25	2	2859.12	6.61	0.001
Error	68730.15	159	432.27		
Total	74448.40	161			

ตารางที่ ค.5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลากระมัง (*P. proctozysron*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ

River	Mean	n	Sd.
SK	141.97	186	34.73
NM	86.27	471	35.77
NG	145.10	55	42.12
Total	105.37	712	44.82

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
River	390988.54	2	195494.27	179.16	0.001
Error	773657.97	709	1091.20		
Total	1164646.51	711			

ตารางที่ ค.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาสร้อยนกเขา (*O.vittatus*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และ แม่น้ำก่ำ

River	Mean	n	Sd.
SK	123.79	292	34.92
NM	123.78	503	29.92
NG	135.80	380	38.49
Total	127.67	1175	34.57

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
River	37168.32	2.00	18584.16	15.95	0.001
Error	1365761.22	1172.00	1165.33		
Total	1402929.54	1174.00			

ตารางที่ ค.7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลาซ่า (*L.lineata*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ

River	Mean	n	Sd.
SK	117.94	485	22.21
NM	98.97	157	27.37
NG	112.57	134	36.70
Total	113.18	776	27.29

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
River	43126.66	2	21563.33	31.20	0.001
Error	534233.51	773	691.12		
Total	577360.16	775			

ตารางที่ ค.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของความยาวตัวปลา (total length: mm) ของปลากดเหลือง (*H. nemurus*) จากการสำรวจในแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ

River	Mean	n	Sd.
SK	203.53	78	27.61
NM	64.48	64	41.63
NG	171.43	23	54.76
Total	145.12	165	75.39

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
River	698136.49	2	349068.25	241.80	0.001
Error	233865.09	162	1443.61		
Total	932001.58	164			

ตารางที่ ค.9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิดเฉลี่ย (average species richness; ASR) ของปลาเต็มวัย ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

River	Count	Sum	Average	Sd.
NM	24	556	23.16	80.23
SK	24	374	15.58	19.73
NG	30	769	25.63	196.30

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value	*F* crit
Between Groups	1413.16	2	706.58	6.630	0.002	3.118
Within Groups	7992.13	75	106.56			
Total	9405.29	77				

ตารางที่ ค.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนชนิดสะสม (cumulative species richness; CSR) (ANOVA-1) และจำนวนตัวสะสม (ANOVA-2) ของปลาเต็มวัย ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ในเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

ANOVA-1

River	SS	df	MS	F	*P*-value	*F* crit
Between Groups	2885.33	2	1442.66	16.66	0.000	3.682
Within Groups	1298.66	15	86.57			
Total	4184.00	17				

ANOVA-2

Month	SS	df	MS	F	*P*-value	*F* crit
Between Groups	352.66	5	70.53	0.220	0.946	3.105
Within Groups	3831.33	12	319.27			
Total	4184	17				

ตารางที่ ค.11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (diversity index) ของปลาเต็มวัย ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

Summary	**Count**	**Sum**	**Average**	**Sd.**
Aug 2009	3	6.66	2.22	0.04
Oct 2009	3	7.22	2.40	0.07
Dec 2009	3	6.55	2.18	0.03
Feb 2010	3	6.98	2.32	$8.9x10^{-5}$
Apr 2010	3	6.51	2.17	0.006
Jun 2010	3	6.74	2.24	0.003
NM	6	13.29	2.21	0.01
SK	6	14.15	2.35	0.03
NG	6	13.23	2.20	0.02

ANOVA

Source	**SS**	**df**	**MS**	**F**	***P*-value**	***F* crit**
Month	0.12	5	0.02	1.00	0.46	3.32
River	0.08	2	0.04	1.73	0.22	4.10
Error	0.25	10	0.02			
Total	0.46	17				

ตารางที่ ค.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิดของลูกปลาวัยอ่อน จากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

Month	Mean	n	Sd.
SK-Aug 2009	21.0	5	4.69
SK-Oct 2009	14.8	5	11.21
SK-Dec 2009	9.6	5	3.97
SK-Feb 2010	8.2	5	2.28
SK-Apr 2010	4.6	5	1.14
SK-Jun 2010	11.0	5	2.00
Total	11.5	30	7.22

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
Treatment	817.47	5	163.49	5.64	.0014
Error	696.00	24	29.00		
Total	1,513.47	29			

ตารางที่ ค.13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาแน่นโดยจำนวนตัวของลูกปลาวัยอ่อน จากการสำรวจในแม่น้ำสงคราม ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

Month	Mean	n	Sd.
SK-Aug 2009	149.23	5	179.18
SK-Oct 2009	116.44	5	72.56
SK-Dec 2009	54.02	5	13.73
SK-Feb 2010	58.10	5	48.93
SK-Apr 2010	74.52	5	30.70
SK-Jun 2010	96.90	5	59.10
Total	91.54	30	85.40655

ANOVA table

Source	SS	df	MS	F	*P*-value
Treatment	33,966.55	5	6,793.31	0.92	0.486
Error	177,567.54	24	7,398.64		
Total	211,534.13	29			

ตารางที่ ค.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิดของลูกปลาวัยอ่อน จากการสำรวจในแม่น้ำมูล ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

Month	**Mean**	**n**	**Sd.**
NM-Aug 2009	13.0	4	4.83
NM-Oct 2009	18.5	4	3.42
NM-Dec 2009	6.5	4	7.33
NM-Feb 2010	14.0	4	4.69
NM-Apr 2010	6.3	4	1.89
NM-Jun 2010	5.8	4	1.71
Total	10.7	24	6.28

ANOVA

Source	**SS**	**df**	**MS**	**F**	***P*-value**
Treatment	555.83	5	111.16	5.69	0.002
Error	351.50	18	19.52		
Total	907.33	23			

ตารางที่ ค.15 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาแน่นโดยจำนวนตัวของลูกปลาวัยอ่อน จากการสำรวจในแม่น้ำมูล ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

Month	**Mean**	**n**	**Sd.**
NM-Aug 2009	91.69	4	62.08
NM-Oct 2009	79.08	4	25.09
NM-Dec 2009	25.03	4	26.17
NM-Feb 2010	45.02	4	20.89
NM-Apr 2010	45.04	4	7.10
NM-Jun 2010	89.12	4	65.73
Total	62.49	24	44.39

ANOVA

Source	**SS**	**df**	**MS**	**F**	***P*-value**
Treatment	15397.72	5	3079.54	1.85	0.153
Error	29928.59	18	1662.69		
Total	45326.30	23			

ตารางที่ ค.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิดของลูกปลาวัยอ่อนจากการสำรวจในแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

Month	**Mean**	**n**	**Sd.**
NG-Aug 2009	12.2	5	5.89
NG-Oct 2009	8.6	5	3.64
NG-Dec 2009	11	5	4.24
NG-Feb 2010	7.8	5	4.65
NG-Apr 2010	6.6	5	3.20
NG-Jun 2010	9.4	5	2.19
Total	9.2	30	4.22

ANOVA table

Source	**SS**	**df**	**MS**	**F**	***P*-value**
Treatment	106.66	5	21.33	1.24	0.319
Error	411.20	24	17.133		
Total	517.86	29			

ตารางที่ ค.17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ความหนาแน่นโดยจำนวนตัวของลูกปลาวัยอ่อน จากการสำรวจในแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

Month	**Mean**	**n**	**Sd.**
NG-Aug 2009	62.84	5	49.74
NG-Oct 2009	40.6	5	17.60
NG-Dec 2009	36.42	5	38.66
NG-Feb 2010	34.36	5	23.60
NG-Apr 2010	37.75	5	33.45
NG-Jun 2010	39.02	5	17.24
Total	41.83	30	30.95

ANOVA

Source	**SS**	**df**	**MS**	**F**	***P*-value**
Treatment	2763.20	5	552.64	0.53	0.751
Error	25015.97	24	1042.33		
Total	27779.17	29			

ตารางที่ ค.18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนชนิด (cumulative species richness) ของลูกปลาวัยอ่อน ระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

Groups	**Count**	**Sum**	**Average**	**Variance**
Mun	6	146	24.33	63.86
Songkhram	6	192	32.00	118.40
Gam	6	115	19.16	19.76

ANOVA

Source	**SS**	**df**	**MS**	**F**	***P*-value**	***F* crit**
Between Groups	500.33	2	250.16	3.71	0.048	6.35
Within Groups	1010.16	15	67.34			
Total	1510.50	17				

ตารางที่ ค.19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ของจำนวนตัวของของลูกปลาวัยอ่อนระหว่างแม่น้ำมูล แม่น้ำสงคราม และแม่น้ำก่ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2552 ถึงเดือนมิถุนายน 2553

River	Count	Sum	Average	Sd.
Mun	6	374.96	62.49	769.88
Songkhram	6	549.24	91.54	1358.66
Gam	6	239.09	39.84	224.26

ANOVA

Source	SS	df	MS	F	*P*-value	*F* crit
Between Groups	8057.14	2	4028.57	5.13	0.019	6.35
Within Groups	11764.07	15	784.27			
Total	19821.21	17				

ภาคผนวก ง

ผลงานที่มีการตีพิมพ์ในเอกสารระดับนานาชาติ

RIVER RESEARCH AND APPLICATIONS
River Res. Applic. (2014)
Published online in Wiley Online Library
(wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/rra.2816

DIVERSITY AND COMMUNITY STRUCTURE OF FISHES IN THE REGULATED VERSUS UNREGULATED TRIBUTARIES OF THE MEKONG RIVER

P. PHOMIKONG[a], M. FUKUSHIMA[b], B. SRICHAROENDHAM[c], S. NOHARA[b] AND T. JUTAGATE[a]*

[a] *Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrab, Ubon Ratchathani, Thailand*
[b] *National Institute for Environmental Studies, Tsukuba, Japan*
[c] *Inland Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Bangkok, Thailand*

ABSTRACT

Diversity and community structure of fishes were studied in three neighbouring tributaries of the Mekong River in Thailand, namely the Mun, Songkhram and Gam Rivers. The rivers are located in the same ecoregion but have contrasting levels of both hydrological regulations and mitigation measures; the Mun River has a hydropower dam with a fish ladder and sluice gates that are opened during the wet season each year, the Gam River has several irrigation dams with a fish ladder at each dam site, and the Songkhram River has no dams along its river course. A total of 124 freshwater fish species were sampled in these rivers from August 2009 to June 2010. Overall species richness was highest in the Songkhram River (112), followed by the Mun (97) and Gam (54) Rivers. Average per site species richness was also significantly different among rivers but not among sampling months. Abundance–biomass comparison plots revealed considerably overlapping distributions of these two metrics from the dry to early rainy seasons in the Songkhram River and, to a lesser extent, in the Mun River. Fish assemblage data were classified into six clusters with similar community structure. Fish assemblages in the Gam River constituted a single cluster, while those in the other two rivers formed multiple clusters depending on the sampling season. The results of the cluster analysis are discussed in relation to the dominance of the three migration guilds (white, black, and grey fishes) of the Mekong River fishes. The effectiveness of the mitigation measures was determined to be limited in alleviating adverse impacts of dams in these tributaries of the Mekong River. Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

KEY WORDS: Mekong; regulated tributary; fish assemblage; white fish; black fish

Received 3 September 2013; Revised 18 June 2014; Accepted 13 July 2014

INTRODUCTION

Fishes of the Mekong River are highly exceptional both qualitatively and quantitatively. This river boasts the most concentrated biodiversity per hectare among all river systems in the world (Valbo-Jørgensen *et al.*, 2009). It is the second most diverse in freshwater fish species to only the Amazon River (Baran, 2010). Over 790 finfish species characterized by a significant proportion of endemic species (about 24%; Hortle, 2009a) and a dominance of cyprinids (40%; Rainboth, 1991) are listed in FishBase, the world's largest online fish database (www.fishbase.org). In terms of productivity, the Mekong River supports the world's largest inland fisheries. Annual harvests of aquatic animals are approximately 2.7 million tonnes, of which 70% are fish (Hortle, 2007). Freshwater fish constitute a large proportion of total animal protein intake for Cambodian (81%) and Laotian (48%) people (UNEP, 2010).

A considerable number of hydropower dams have recently been proposed for the lower Mekong basin, causing grave concerns over possible declines in fish species diversity and fisheries production. Dams impact fish directly by obstructing migrations and indirectly by disrupting natural hydrological cycles to which fish have adapted over thousands of years (Halls and Kshatriya, 2009; Dudgeon, 2011). Dam projects are planned both in the mainstream and tributaries of the Mekong. Of more than 100 proposed projects in Cambodia, Laos, Thailand and Vietnam within the Mekong basin (Baran and Myschowoda, 2009; Dugan *et al*, 2010), 41 are scheduled to be completed in tributaries before 2030, while 11 are at various stages of consideration along the mainstream stretch of the Mekong River (Baran and Myschowoda, 2009).

Despite the ratio of proposals in the tributaries to the mainstream, the media, the public and even researchers have paid disproportionately greater attention to the mainstream dams (Barlow, 2008; Dugan, 2008; Baran, 2010; Ferguson *et al.*, 2011). This has some scientific basis. For example, fish resources at risk from the mainstream dams in the Mekong were estimated to be 0.7–1.6 million tonnes per year (Barlow *et al.*, 2008); 40–70% of the fish catch in the

*Correspondence to: Tuantong Jutagate, Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathani University, Warin Chamrab, Ubon Ratchathani 34190, Thailand.
E-mail: agtuanju@mail2.ubu.ac.th

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

Mekong depends on fish species that migrate long distances along the mainstream (Baran and Myschowoda, 2009), and some of these long-distance migrants include the endangered Mekong giant catfish (*Pangasianodon gigas*), the Mekong stingray (*Dasyatis laosensis*) and Jullien's barb (*Probarbus jullieni*), all listed in the IUCN Red List (Barlow *et al.*, 2008).

Ziv *et al.* (2012) recently warned against overemphasizing the impacts of the mainstream dams as opposed to tributary dams. They demonstrated with mathematical modelling that fish biomass in the Mekong basin would decrease by about 0.3% (*ca.* 1700 t/yr) for each additional terawatt hour per year produced by hydropower dams in tributaries and that about six species will become endangered for every 1% of lost biomass. Apart from modelling, however, few studies have assessed impacts from dams in the Mekong tributaries (but refer to Jutagate *et al.*, 2005; Jutagate *et al.*, 2007), and to our knowledge, no studies have ever compared such impacts among tributaries to understand how fish communities respond to damming.

This study aimed to assess the impacts of tributary dams by monitoring fish assemblage structure in three Mekong tributaries in Thailand: the Mun, Songkhram and Gam Rivers. These rivers share similar natural environments but differ in the extent to which they are hydrologically regulated by dams. Previous studies have found similar fish species composition among the rivers, with more than 90% of common species observed before dams were constructed in two of the three rivers as described later (Srisatit *et al.*, 1981; Duangswasdi and Chookajorn, 1991; Boonyaratpalin *et al.*, 2002). We also discuss the effectiveness of periodical opening of sluice gates and construction of fish ladders as mitigation measures to secure fish passage and reduce impacts on fish assemblage structure in regulated rivers.

METHODS

Study area

The Mun, Songkhram and Gam Rivers drain from the Khorat Plateau (155,000 km^2) in northeastern Thailand (Figure 1). In this region, the climate is strongly influenced by the monsoon with much of the precipitation occurring during the wet season from June to early October. However, the mean annual rainfall, ranging from 1000 to 1500 mm/year, is small compared with the other regions of the Mekong. From a fisheries perspective, all the three rivers belong to the middle Mekong migration system (Poulsen *et al.*, 2002) that extends from around Vientiane, Laos, in the north (upstream) to Khone Falls near the Lao-Cambodian border in the south (downstream). This migration system is characterized by large tributaries with extensive floodplains through which many fish species undertake seasonal migrations to and from the Mekong mainstream (Jutagate *et al.*, 2007; Baran, 2010).

The Mun River is the largest tributary in Thailand (117,000 km^2 or 75% of the Khorat Plateau) and the longest (641 km) in northeastern Thailand (Figure 1). A run of the river hydropower dam called the Pak Mun Dam, which is 17 m high and 300 m long at the dam site, is located 6 km upstream from the confluence with the Mekong mainstream. The reservoir has a surface area of 60 km^2 and a storage capacity of 225 million m^3 at a normal high water level of 108 m above mean sea level (AMSL). Because of the poor performance of a fish ladder attached to the dam, the government decided to keep all sluice gates open during the wet season, from around May to August each year, to allow fish migration and to protect local fisheries (Jutagate *et al.*, 2005; Jutagate *et al.*, 2007). Extensive flooded forests of a total area of 540 km^2 were scattered along the Mun River, but the area shrank by about 40% after the construction of Pak Mun Dam (Jintanakoon, 1993).

The Songkhram River is the second largest tributary (13,000 km^2) in Thailand. Its mean discharge (*c.* 300 m^3/s) constitutes about 2% of that of the Mekong River (Hortle and Suntornratana, 2008). The Songkhram River rises at an altitude of 300 m AMSL and flows about 430 km eastwards to the Mekong mainstream. It is the only Mekong tributary in Thailand that has no dams along the course of the river. In the wet season, river water rises by 13 m above the dry season level due to reversed water flow from the flooded Mekong River, bringing fertile soil to floodplains by inundating an area of about 1000 km^2 (Blake, 2006). Lastly, the Gam River is the third largest (3440 km^2) Mekong tributary in Thailand, originating from small streams in the Phupan mountain range that then enter Nong Han, the largest natural lake of northeastern Thailand (surface area 123 km^2). The Gam River is 125 km long and 20–40 m wide with the average annual discharge of 1400 million m^3 (Pongsri *et al.*, 2008). The inundated forest along the river upstream of Nong Han is about 130 km^2 (Srisatit *et al.*, 1981). The river has a cascade of five irrigation dams between Nong Han and the Mekong River (Ko-anantakul *et al.*, 1993). The lowermost dam was completed in 2009 and is located about 2 km from the Mekong confluence. A *pool-type* fish ladder with a slope of 1:5 is attached to each of the five dams (Pongsri *et al.*, 2008). Each pool has an area of 3 x 3 m (9 m^2), and the total length of each ladder is 108 m. Most of the species that can utilize the ladder are small cyprinids, and their migration peaks at around the onset of the rainy season, that is, May to June (Srisatit *et al.*, 1981; Pongsri *et al.*, 2008).

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra

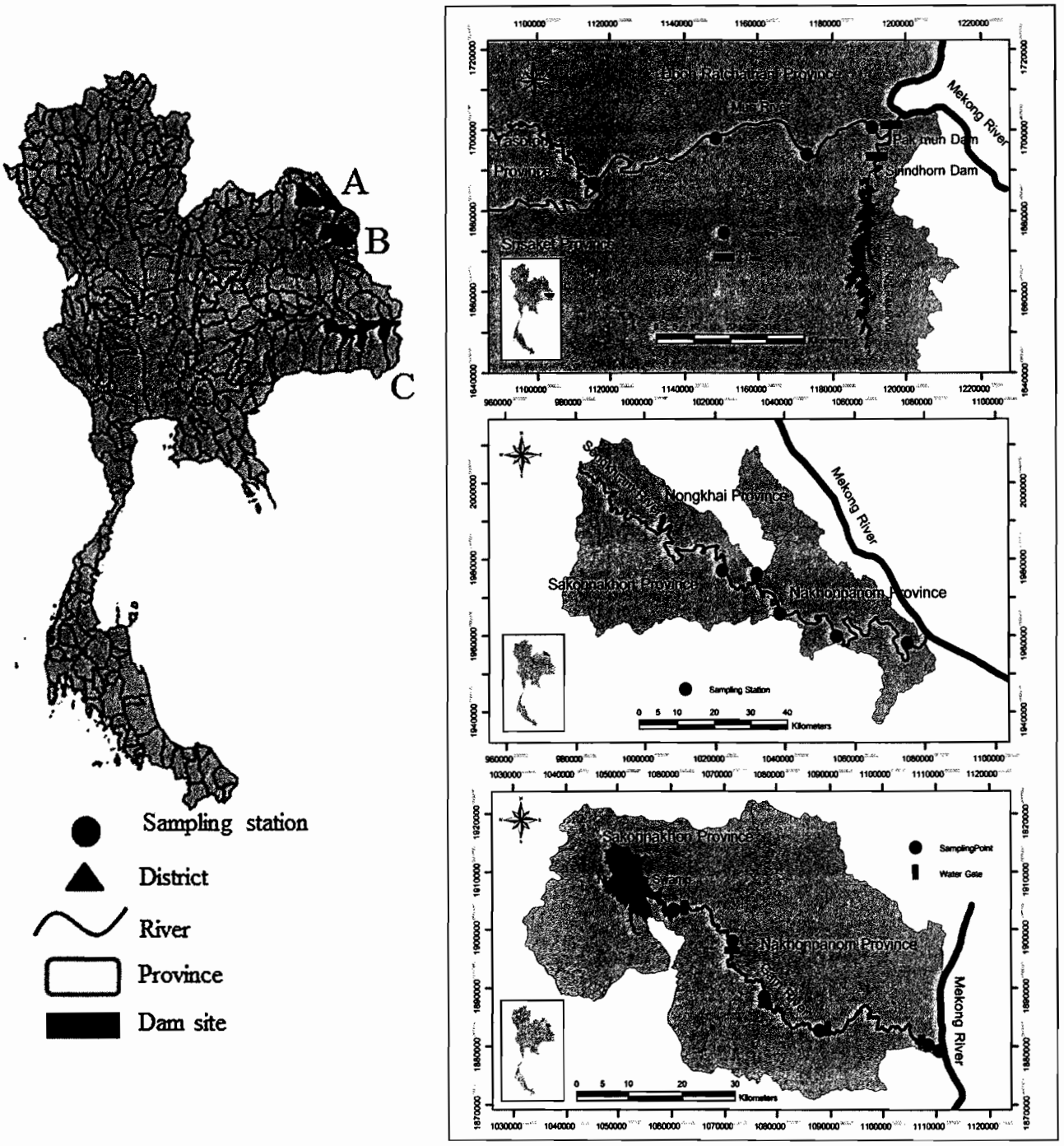


Figure 1. A map of fish sampling sites in the three Mekong tributaries: the Mun, Songkhram and Gam Rivers

Fish sampling

Fish samples were collected from all three rivers every other month between August 2009 and June 2010, generating a data set for a total of 18 sampling trips. Sampling sites were selected according to their accessibility for sampling. In each river, four or five sites in the lower reaches were sampled at 20 to 30 km intervals (Figure 1). Each of the five sampling sites in the Gam River was located about 2 km upstream from each of the five irrigation dams. Sampling was conducted during the morning of a new moon in each month (APPENDIX I), starting from the Songkhram to the Gam and Mun Rivers.

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra

Adult fish were sampled mainly by electrofishing (Honda EM 650, 650 watts, 220 V) and fish larvae by seine nets, each method was conducted approximately for 30 min per site. Electrosampling was done on boat by wading covered the area (about 100 m^2). Fish were identified to species and counted, before being released at the site. A portion of adult samples were randomly selected, measured for total length to the nearest millimeter and weighed to the nearest gram. The stage of adults or larvae was determined for each individual based on the body size. A few individuals were preserved in 70% ethanol at each site for later detailed taxonomical examination.

Data analyses

Species richness and Shannon–Wiener diversity index (H'; Magurran, 2004) were compared with two-way analysis of variance (ANOVA) with rivers and months as factors. Body size of commonly observed fish species was compared among rivers ($n > 30$ individuals for each river) with one-way ANOVA. Bonferroni post-hoc tests were applied when ANOVA revealed significant differences.

Abundance–biomass comparison (ABC) plots were produced to examine abundance and biomass evenness among species (Warwick, 1986). A summary statistic (W) was calculated for each plot as:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^{S}(B_i - A_i)}{50(S-1)}$$

where A_i and B_i are the cumulative percentages of abundance and biomass for the ith species, respectively, and S is the number of species. This statistic ranges from -1 to 1, being positive when a biomass curve lies above an abundance curve and negative when it lies below (Casatti *et al.*, 2006).

Hierarchical agglomerative clustering analysis with the Bray–Curtis similarity index was applied to log-transformed abundance data to characterize fish assemblage structure for each river-month combination. Differences among clusters were tested statistically with analysis of similarities (ANOSIM) with 999 permutations. Correspondence analysis (CA) was applied to log-transformed abundance data to characterize three fish guilds (black, white and grey fish) found in the Mekong River. Black fish are resident and are typically found in floodplain habitats; white fish are long-distance migrants between rivers and floodplains, and grey fish are intermediate, moving locally between the floodplain and dry season refuge (Hortle, 2009b; Valbo-Jørgensen *et al.*, 2009). All statistical analyses were carried out with R software (R Development Core Team, 2012); specifically, 'forams' (Aluizio, 2012) and 'ade4' (Chessel *et al.*, 2012) packages were used for ABC and for ANOSIM and CA, respectively.

RESULTS

Catch compositions and diversity index

A total of 36,388 individual (1144 kg) freshwater fish belonging to 124 species in 29 families were sampled in the Mun, Songkhram and Gam Rivers between August 2009 and June 2010 (APPENDIX I). Six fish species, namely *Rasbora dusonensis*, *Osteochilus vittatus*, *Labiobarbus lineata*, *Channa striata*, *Osteochilus lini* and *Barbonymus gonionotus* accounted for 52% of all the individuals sampled. Overall species richness was highest in the Songkhram River (112 species), intermediate in the Mun (97 species) and lowest in the Gam (54 species) (Table I). Cyprinidae was by far the most diverse family (63 species), followed by Cobitidae (7 species) and Pangasiidae (6 species) (APPENDIX II). Some large-sized white fish species such

Table I. Average ± SD of species richness and H' index per site in three Mekong tributaries in Thailand during 2009–2010

Sampling month	Species richness			H'		
	Mun	Songkhram	Gam	Mun	Songkhram	Gam
Aug. 2009	19 ± 6 (43)	23 ± 11 (60)	11 ± 5 (25)	2.3 ± 0.4	2.4 ± 0.3	1.9 ± 0.3
Oct. 2009	28 ± 10 (57)	33 ± 14 (70)	16 ± 4 (25)	2.2 ± 0.9	2.7 ± 0.2	2.3 ± 0.4
Dec. 2009	21 ± 11 (46)	31 ± 27 (84)	16 ± 2 (29)	2.0 ± 0.4	2.3 ± 0.5	2.3 ± 0.1
Feb. 2010	26 ± 13 (53)	22 ± 8 (48)	17 ± 4 (32)	2.3 ± 0.5	2.3 ± 0.3	2.3 ± 0.1
Apr. 2010	21 ± 7 (44)	19 ± 2 (48)	16 ± 3 (30)	2.2 ± 0.4	2.1 ± 0.5	2.1 ± 0.5
Jun. 2010	23 ± 8 (53)	31 ± 13 (54)	17 ± 6 (39)	2.2 ± 0.7	2.1 ± 0.5	2.3 ± 0.5
Average	23 ± 6[a] (97)	25 ± 14[a] (112)	16 ± 5[b] (54)	2.2 ± 0.1	2.3 ± 0.2	2.2 ± 0.1

Cumulative species richness across all sampling sites in each tributary is shown in parenthesis. Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$).

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra

as *Cosmochilus harmandi*, *Phalacronotus bleekeri*, *Pangasianodon hypophthalmus* and *Helicophagus leptorhynchus* were found exclusively in the Songkhram River.

Cumulative species richness (CSR) across all sampling sites in a given river and month was consistently higher in the Songkhram than the other rivers, especially the Gam River ($F = 3.68$, $P < 0.01$; Table I). In the Songkhram River, CSR peaked in December 2009 (84 species) but subsequently dropped to 48 species in February and April 2010. A similar seasonal variation in CSR was not obvious in the other two rivers. Average species richness per site (ASR) was also significantly different among rivers ($F = 6.76$, $P < 0.01$; Table I) but not different among months due to large among-site variations within a river ($F = 1.16$, $P = 0.341$). Shannon–Wiener diversity index H' was relatively constant across both rivers and months ($F = 1.00$, $P = 0.464$). The average body size of commonly observed fish species tended to be larger in the Songkhram River; six out of eight species were significantly larger in the Songkhram than either one or both of the Mun and Gam Rivers (Table II).

Fish assemblage structures

In most ABC plots, biomass curves lay above abundance curves with positive W statistic (Figure 2), indicating that large-sized fish species dominated fish communities in all rivers and months. However, the two curves nearly overlapped in February, April and June in the Songkhram River and also in June in the Mun River, indicating either replacement of larger species with smaller species or recruitment of younger and thus smaller individuals of the same species during the dry to early wet season.

The 18 fish surveys were categorized into six clusters of different fish assemblage structures (Figure 3; ANOSIM test, $P = 0.011$). All six surveys in the Gam River constituted a single cluster (cluster A). The Mun and Songkhram Rivers also tended to be categorized into distinct clusters, but because of slight differences in assemblage structures between months, a total of five clusters were formed for the two rivers. For the Mun River, dry season surveys (December, February and April) formed cluster B, while wet season surveys (August and October) formed cluster C. Cluster D consisted of June surveys from the Mun and Songkhram Rivers. Cluster E was composed of surveys in August and April in the Songkhram River, and cluster F was composed of those in October, December and February in the same river.

The ten most abundant fish species accounted for 63–75% of all individuals in each cluster with relatively lower percentages (<67%) observed for clusters D, E and F of the Songkhram River (Table III). This agrees with the consistently higher species richness observed in this river (Table I). Fish assemblages in clusters A (Gam), B (the Mun River in dry season) and F (the Songkhram River in mostly the dry season) were dominated by grey fish (Table III). Three out of the ten fish in cluster A were black fishes. Clusters C, D and E, which were predominantly wet season surveys in the Mun and Songkhram Rivers, had three to four white fishes in each cluster.

The first and second CA axes explained 44.4 and 28.2% of the total variance, respectively. Fish surveys in the Songkhram River were separated from those in the other two rivers along the first axis (Figure 4a), being closely associated with white fishes, especially their larvae (Figure 4b). Higher abundances of adult black fishes during the dry season were a common characteristic in the Mun and Gam Rivers, while their larvae were more abundant during the wet season. There was a strong correlation between the August Gam survey and grey fish larvae.

DISCUSSION

Previous reports of the Mekong River Commission (e.g. 'Assessment of Mekong Capture Fisheries Component',

Table II. Average ± SD of total length (mm) of commonly observed fish species ($N > 150$) collected in the three rivers during 2009–2010. Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$)

Fish species	Guild[a]	N	*P*	River		
				Mun	Songkhram	Gam
Barbonymus gonionotus	W	335	0.18	130.5 ± 47.1	144.9 ± 86.5	126.3 ± 40.9
Barbonymus altus	G	156	<0.01	75.5 ± 25.5[b]	94.6 ± 44.3[a]	86.9 ± 43.5[ab]
Henicorhynchus siamensis	W	450	<0.01	130.5 ± 49.3[a]	134.0 ± 21.1[a]	87.8 ± 36.1[b]
Cyclocheilichthys armatus	G	162	<0.01	87.1 ± 24.5[a]	100.4 ± 15.6[a]	81.2 ± 20.5[b]
Puntioplites proctozysron	W	172	<0.01	86.3 ± 35.8[b]	142.0 ± 34.7[a]	145.1 ± 42.1[a]
Osteochilus vittatus	G	175	<0.01	123.8 ± 29.9[b]	123.8 ± 34.9[b]	135.8 ± 38.5[a]
Labiobarbus lineatus	G	776	<0.01	99.0 ± 27.4[b]	117.9 ± 22.2[a]	112.5 ± 36.7[a]
Hemibagrus nemurus	B	165	<0.01	64.5 ± 41.6[c]	203.5 ± 27.6[a]	174.1 ± 54.8[b]

Different letters indicate significant differences ($P < 0.05$).
B, black fish; G, grey fish; W, white fish

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra

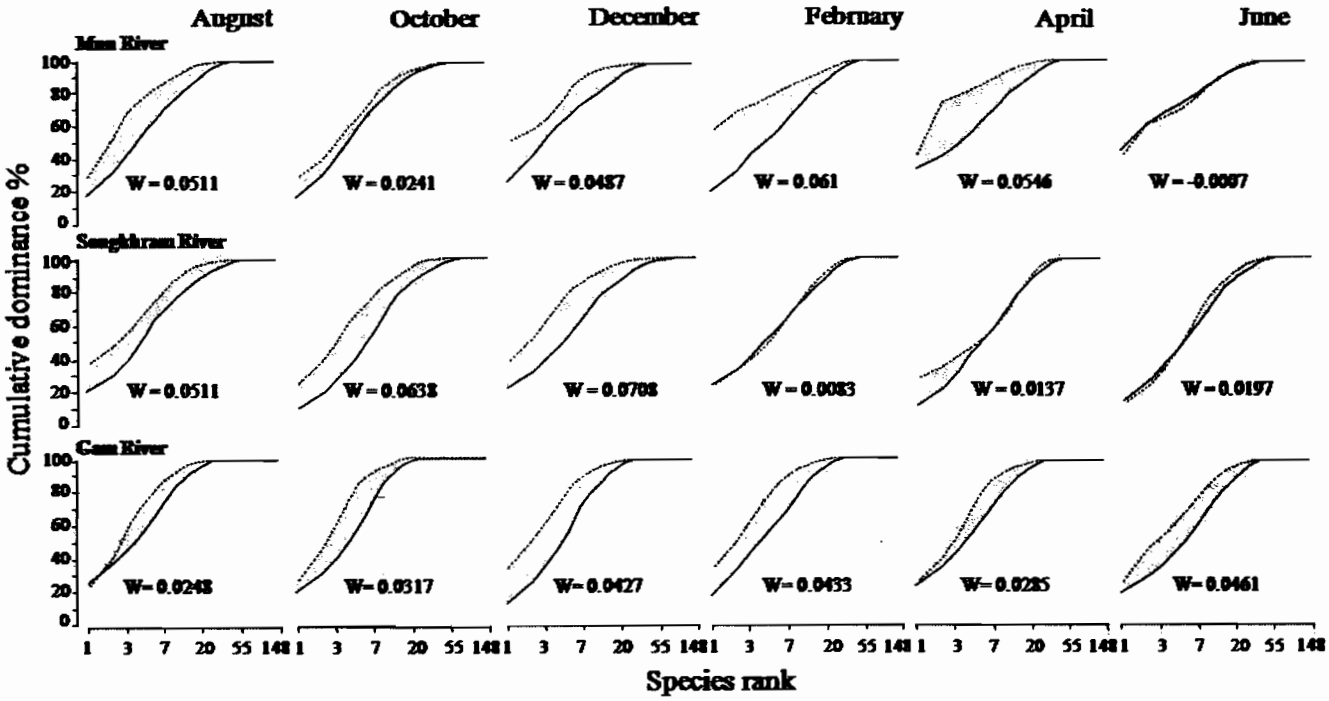


Figure 2. Abundance–biomass curves of fish communities observed in the 18 surveys conducted in the Mun, Gam and Songkhram Rivers across 6 months during 2009–2010

www.mrcmekong.org, Poulsen *et al.*, 2002) have all indicated a high degree of overlap in catch composition between their monitoring stations established throughout the middle Mekong migration system including the three tributaries in this study. The catch data essentially represents the actual spectrum of species composition as a result of the non-selective nature of fishing methodologies used in the Mekong basin (Baran, 2010). As stated earlier, evidence for the high degree of species overlap in the three rivers before the damming was also provided by other workers as well (Srisatit *et al.*, 1981; Duangswasdi and Chookajorn, 1991; Boonyaratpalin *et al.*, 2002). Even though the exploitation rate of fisheries' resources may differ between the rivers, small to medium-sized riverine fish are unlikely to go extinct because solely of fishing activities (Allan *et al.*, 2005). Therefore, differences in fish assemblage structure among the tributaries observed in this study is most likely attributable to anthropogenic alterations to the rivers, specifically hydrological regulations by dams and weirs.

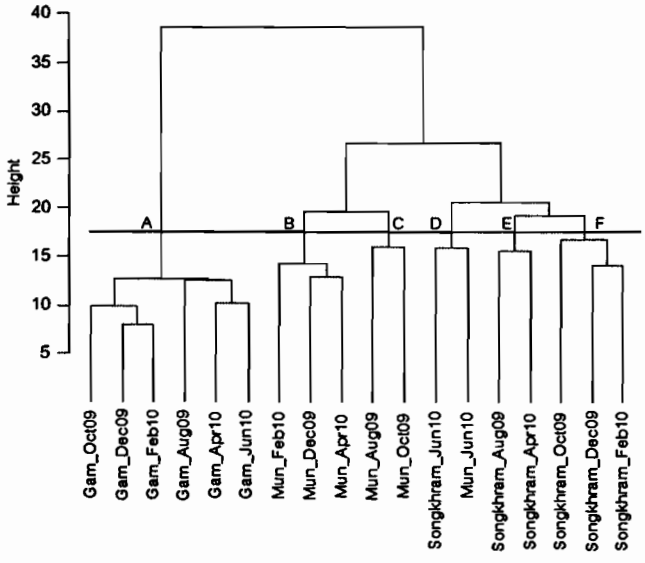


Figure 3. A dendrogram of the cluster analysis on the log-transformed abundance data of fish species collected in the 18 surveys conducted in the Mun, Gam and Songkhram Rivers

The greatest fish species richness was recorded in the Songkhram River, the tributary that remained intact with no alterations to its natural hydrology. However, the species richness varied markedly across different seasons with much higher fish species observed during the August, October and December surveys, that is, flood season, than the February and April surveys. This was caused by the presence in the catches of white fish species, such as *Cyclochelichthys* spp., *Mystacoleucus marginatus*, *Hypsibarbus pierrei*, and Pangasiid fishes (APPENDIX II) during flood season, particularly in the lowermost site connected to the Mekong. Their presence indicates immigration of white fish from the Mekong mainstream into this tributary during this period

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra

Table III. Percentages of the ten most abundant fish species for each cluster in Figure 3

Cluster A	% Abundance	Cluster B	% Abundance	Cluster C	% Abundance
Osteochilus vittatus (G)	12.90	*Rasbora dusonensis* (G)	18.87	*Labiobarbus lineatus* (G)	13.71
Channa striata (B)	10.92	*Osteochilus vittatus* (G)	17.93	*Paralaubuca typus* (G)	10.76
Hampala dispar (G)	9.91	*Channa striata* (B)	11.92	*Osteochilus microcephalus* (G)	10.04
Rasbora borapetensis (G)	8.46	*Osteochilus lini* (G)	6.15	*Rasbora dusonensis* (G)	9.63
Rasbora dusonensis (G)	7.70	*Rasbora borapetensis* (G)	3.38	*Barbonymus gonionotus* (G)	8.12
Cyclocheilichthys armatus (G)	5.49	*Osteochilus microcephalus* (G)	3.31	*Henicorhynchus siamensis* (W)	6.99
Labiobarbus lineatus (G)	5.47	*Parachela siamensis* (G)	2.59	*Osteochilus vittatus* (G)	5.68
Osteochilus lini (G)	4.95	*Puntius brevis* (G)	2.40	*Epalzeorhynchos munense* (W)	4.05
Oxyeleotris marmorata (B)	4.85	*Crossocheilus reticulatus* (G)	2.26	*Channa striata* (B)	2.83
Pristolepis fasciata (B)	4.10	*Parambassis siamensis* (G)	2.25	*Henicorhynchus ornatipinnis* (W)	2.82
Total	74.76	Total	71.04	Total	74.62
Cluster D	% Abundance	Cluster E	% Abundance	Cluster F	% Abundance
Parambassis siamensis (G)	12.64	*Rasbora dusonensis* (G)	12.87	*Rasbora dusonensis* (G)	18.41
Clupeichthys aesarnensis (G)	9.69	*Barbonymus gonionotus* (G)	11.13	*Osteochilus vittatus* (G)	8.34
Hampala dispar (G)	8.88	*Sikukia gudgeri* (W)	10.51	*Labiobarbus lineatus* (G)	7.80
Labiobarbus lineatus (G)	6.87	*Henicorhynchus siamensis* (W)	5.32	*Osteochilus lini* (G)	5.53
Scaphognathops bandanensis (W)	6.33	*Labiobarbus lineatus* (G)	5.08	*Hampala dispar* (G)	4.96
Osteochilus vittatus (G)	5.13	*Acanthopsis choirorhynchos* (G)	4.81	*Channa striata* (B)	4.76
Sikukia gudgeri (W)	4.15	*Macrognathus siamensis* (B)	4.72	*Acanthopsis diaiuzona* (G)	4.50
Rasbora dusonensis (G)	3.56	*Channa micropeltes* (B)	4.47	*Crossocheilus oblogus* (G)	4.12
Mystacoleucus atridorsalis (W)	3.27	*Cyclocheilichthys enoplos* (W)	4.03	*Osteochilus microcephalus* (G)	3.08
Henicorhynchus siamensis (W)	2.48	*Hampala dispar* (G)	3.26	*Henicorhynchus siamensis* (W)	3.02
Total	62.98	Total	66.20	Total	64.52

B, black fish; G, grey fish; W, white fish

(Blake, 2006). In large tropical rivers such as the Mekong, fish migrations are closely tied to the local hydrological regime in which fish change habitats between the main channels, tributaries, deep pools and floodplains in response to the major hydrological events like floods and their recessions (Winemiller, 1996; Welcomme *et al.*, 2006; Hortle,

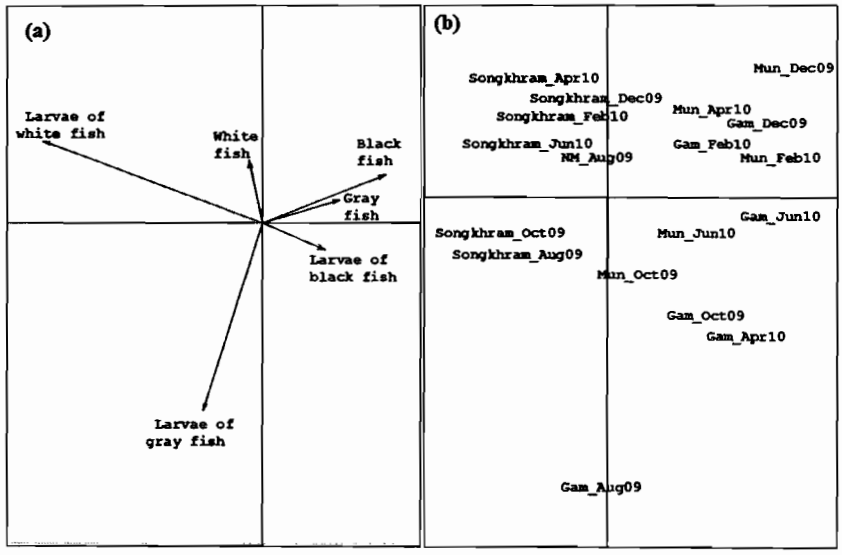


Figure 4. Results of correspondence analyses, showing ordinations of (a) fish adults and larvae of three migration guilds in the Mekong River and (b) fish surveys in three rivers across 6 months

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra

2009b). The smaller temporal variation of species richness in the Mun and Gam Rivers, in which grey and black fish of semi-lotic and lentic species dominated, was similar to other regulated rivers, where such seasonal flood pulses have been diminished (Barrella and Petrere, 2003; Kruk and Penczak, 2003; Terra *et al.*, 2010).

The dry season fish assemblage of the Songkhram River was mostly dominated by small grey fishes, notably *R. dusonensis*, a small cyprinid, reducing *W* statistic to almost zero (Warwick, 1986; Labropoulou and Papaconstantinou, 2005). During this period, large-sized white fishes emigrate from the tributary and return to the mainstream Mekong, especially to deep pools (Baird, 2006; Valbo-Jørgensen *et al.*, 2009; Baran, 2010). In contrast, the reduced *W* statistic in June in both Mun and Songkhram Rivers was because of a higher proportion of fish larvae of different species rather than smaller-sized species dominating the community. This also implies the movements of mature adults into the tributaries for spawning because most Mekong fish are flood spawners (Hortle, 2009a). Therefore, in the wet and flood seasons, fish larvae abound in unregulated free-flowing Mekong tributaries, originating either from those hatching within the floodplain of the tributaries or those (e.g. migratory cyprinids and pangasiids) drifting from upstream reaches with rising floodwaters (Hortle, 2009b). It should be noted that although smaller fish species (or individuals) dominate the Songkhram River during certain periods each year, the common fish species of the three tributaries (Table II) generally grew better and became significantly larger in the Songkhram River, suggesting the existence of suitable feeding, rearing and refuge habitats.

After opening the sluice gates of the Pak Mun Dam, the adult fish community in the Mun River became similar to that in the unregulated free-flowing Songkhram River at the onset of the wet season in June, the time when white fish start entering tributaries as stated above. Phomikong *et al.* (2013) showed that after the gates were closed at the end of the wet season, almost all white fish were replaced with grey and black fish in the Mun River, but small to medium-sized white fish, especially cyprinids, continued to be observed in the Songkhram. This indicates that white fishes enter the Mekong tributaries not only during the wet season but also, albeit to a lesser extent, during the dry season (Warren *et al.*, 1998; Jutagate *et al.*, 2005). We also observed the complete absence of white fishes among the ten most abundant species during the dry season in the Mun River (cluster B) but observed their continued presence in all seasons in the Songkhram River.

Completing of the lowermost dam in January, that is, before the flood season of 2009, together with the cumulative barrier effects (Halls and Kshatriya, 2009) of the four low-head dams upstream, made the fish assemblage of the Gam River clearly different from the Songkhram and Mun Rivers. The assemblage was characterized by a dominance of grey and black fish of sedentary species and a high percentage (about 25%) of carnivores like *C. striata*, *Hampala dispar*, and *Oxyeleotris marmorata*. The lower abundance or absence of many common white fish species found in the Mun and Songkhram Rivers (APPENDIX II), most likely resulted from alterations to the natural hydrological regime and impediments to fish migrations by the series of five irrigation dams (Baran, 2006; Welcomme *et al.*, 2006). Although Pongsri *et al.* (2008) reported that 55 fish species ascended fish ladders constructed at these dam sites, they were mostly small grey fishes of less than 20 cm and only a few were long-distance migrants.

Mitigation measures examined in this study had limited effectiveness in alleviating adverse impacts of damming in the tributaries of the Mekong River. Fish ladders appeared to have allowed only the short-distance migrations of smaller fish but not longer distance migrations of larger white fish that typically constitute important fisheries' resources. Fish ladders in large tropical systems have historically performed very poorly because of high migratory biomass, variable hydrology and high species richness, with the exception of limited successes by fish ladders facilitating lateral fish migration, that is migration between the main river and floodplains (Baumgartner *et al.*, 2012). Dugan *et al.* (2010) concluded that there are no fish passage mitigation measures that cope with the scale of fish migration on the Mekong mainstream. This was proved to be true through a comparison between three tributary systems of the river in this study. Opening sluice gates partially restored the wet season fish communities by providing passage for white fishes from the mainstream. However, the current study has revealed that the gates still block fish migration and alter fish assemblage structure accordingly during the period of gate closure in the dry season compared with those in free-flowing tributaries. Dams disrupt movements of not only fish but also other materials like nutrients (Jackson and Marmulla, 2001). After impoundment of large reservoirs in Thailand, black fish commonly increased in abundance, but they did so only for a certain period because nutrients trapped in the reservoirs only temporarily enhanced algal production (Jutagate *et al.*, 2012). Although some grey and even white fish, such as eight species in Table II, are also known to colonize reservoirs, they typically exhibit slow growth, delayed maturity and smaller fecundity, likely because of the reduced food availability associated with the loss of annual flood pulse (De Graaf, 2003; Suvarnaraksha *et al.*, 2011) and reduced water velocity (Penczak, 2007), significantly affecting local fishery production (Welcomme and Halls 2004; Alford and Walker, 2013).

The limitation of this study could be either from the sampling method used (electrofishing) or the sampling period. Both could influence the presence and abundance estimation

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra

of some white fish species, such as Bagriid fish, which are benthopelagic and sometimes occupy areas near the river bottom. Migration patterns in and out of the river of the Mekong fishes are complex, and some species may be not vulnerable to be collected during the sampling period (Baran, 2006). However, as our samples were collected at new moons, when abundances tend to be higher than other lunar phases (Baran, 2006), they would presumably contain the full species composition for each sampling month. Further improvements to the fisheries survey framework and fish monitoring program in these three rivers are recommended to evaluate the status of fish assemblages.

Faced with rapid development of dam projects in the Mekong mainstream as well as tributary systems, fisheries scientists, managers, and engineers alike need to find ways to minimize anticipated detrimental impacts of the projects on fish migrations rather than relying on the conventional fish passage principles and techniques (Baumann and Stevanella, 2012). It is clear, from this study, that damming the Mekong tributaries did alter fish community structure by restricting migratory species. Poor performance of the existing fish ladders typically results from unsuitable designs for the height of a given migration barrier and ignorance of the behaviour and swimming ability of local fish species (Thorncraft *et al.* 2006). Fish migrations underpinned by hydrological and ecological connectivity are of paramount importance to the exceptionally high fish productivity and diversity of the Mekong River, but the existing mitigation measures obviously do not meet the requirements for sustaining this connectivity, putting the world's largest inland fisheries at risk.

ACKNOWLEDGEMENTS

P. Phomikong is grateful to the Thailand Research Fund for providing him with the scholarship under the Royal Golden Jubilee Ph.D. Program (Grant Ph.D./0236/2551). Research grants were also provided by the Mitsui & Co., Ltd. Environment Fund (Grant number: R08-B034) and the Environment Research and Technology Development Fund (4D-1202), Ministry of the Environment, Japan. The authors also thank staff of the Inland Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Thailand, for their contribution to data collection.

REFERENCES

Alford JB, Walker MR. 2013. Managing the flood pulse for optimal fisheries production in the Atchafalaya River Basin, Louisiana (USA). *River Research and Applications* **29**: 279–296. doi: 10.1002/rra.1610.

Allan JD, Abell R, Hogan Z, Revenga C, Taylor BW, Welcomme RL, Winemiller K. 2005. Overfishing of inland waters. *BioScience* **55**: 1041–1051. doi:10.1641/0006-3568(2005)055[1041:OOIW]2.0.CO;2.

Aluizio R. 2012. Foraminifera and Community Ecology Analyses: Package 'forams'. R Foundation for Statistical Computing: Vienna.

Baird IG. 2006. Strength in diversity: fish sanctuaries and deep-water pools in Lao PDR. *Fisheries Management and Ecology* **13**: 1–8. doi: 10.1111/j.1365-2400.2006.00460.x.

Baran E. 2006. Fish Migration Triggers in the Lower Mekong Basin and Other Freshwater Tropical Systems. MRC Technical Paper No. 14. Mekong River Commission, Vientiane.

Baran E. 2010. Mekong Fisheries and Mainstream Dams: Fisheries sections. International Centre for Environmental Management, Hanoi.

Baran E, Myschowoda C. 2009. Dams and fisheries in the Mekong Basin. *Aquatic Ecosystem Health and Management* **12**: 227–234. doi: 10.1080/14634980903149902.

Barlow C. 2008. Dams, fish and fisheries in the Mekong River Basin. *Catch and Culture* **14**: 4–7.

Barlow C, Baran E, Halls AS, Kshatriya M. 2008. How much of the Mekong fish catch is at risk from mainstream dam development? *Catch and Culture* **14**: 16–21.

Barrella W, Petrere M. 2003. Fish community alterations due to pollution and damming in Tiete and Paranapanema Rivers (Brazil). *River Research Application* **19**: 59–76. doi: 10.1002/rra.697.

Baumann P, Stevanella G. 2012. Fish passage principles to be considered for medium and large dams: The case study of a fish passage concept for a hydroelectric power project on the Mekong mainstem in Laos. *Ecological Engineering* **48**: 79–85. doi: 10.1016/j.ecoleng.2011.06.032.

Baumgartner LJ, Marsden T, Singhanouvong D, Phonekhampheng O, Stuart IG, Thorncraft G. 2012. Using an experimental *in situ* fishway to provide key design criteria for lateral fish passage in tropical rivers: a case study from the Mekong River, Central Lao PDR. *River Research and Applications* **28**: 1217–1229. doi: 10.1002/rra.1513.

Blake DJH. 2006. The Songkhram River wetlands — a critical floodplain ecosystem of the Lower Mekong Basin. International River Symposium 06: Brisbane; 1–25.

Boonyaratpalin M, Kohannantakul K, Sricharoendham B, Chittapalapong T, Termvidchakorn A, Thongpun W, Kakkaew M. 2002. Ecology Fish Biology and Fisheries in the Lower Songkhram River Basin. Technical Paper No. 6/2002. Department of Fisheries: Bangkok. (in Thai).

Casatti L, Langeani F, Ferreira CP. 2006. Effects of physical habitat degradation on the stream fish assemblage structure in a Pasture region. *Environmental Management* **38**: 974–982. doi: 10.1007/s00267-005-0212-4.

Chessel D, Dufour A, Dray S. 2012. Analysis of Ecological Data: Exploratory and Euclidean Methods in Environmental Sciences: Package 'ade4'. R Foundation for Statistical Computing: Vienna.

De Graaf GJ. 2003. The flood pulse and growth of floodplain fish in Bangladesh. *Fisheries Management and Ecology* **10**: 241–248. doi: 10.1046/j.1365-2400.2003.00341.x.

Duangswasdi S, Chookajorn T. 1991. Fisheries Characteristic, Species and Distributions of Fishes in the Mun River. Technical paper No X/1991. Department of Fisheries: Bangkok. (in Thai).

Dudgeon D. 2011. Asian river fishes in the Anthropocene: threats and conservation challenges in an era of rapid environmental change. *Journal of Fish Biology* **79**: 1487–1524. doi: 10.1111/j.1095-8649.2011.03086.x.

Dugan P. 2008. Mainstream dams as barriers to fish migration: international learning and implications for the Mekong. *Catch and Culture* **14**: 9–15.

Dugan PJ, Barlow C, Agostinho AA, Baran E, Cada GF, Chen D, Cowx IG, Ferguson JW, Jutagate T, Mallen-Cooper M, Marmulla G, Nestler J, Petrere M, Welcomme RL, Winemiller KO. 2010. Fish migration, dams, and loss of ecosystem services in the Mekong basin. *Ambio* **39**: 344–348. doi: 10.1007/s13280-010-0036-1.

Ferguson J, Healey M, Dugan P, Barlow C. 2011. Potential effects of dams on migratory fish in the Mekong River: Lessons from salmon in the

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

Fraser and Columbia Rivers. *Environmental Management* **47**: 141–159. doi: 10.1007/s00267-010-9563-6.

Halls AS, Kshatriya M. 2009. Modelling the Cumulative Barrier and Passage Effects of Mainstream Hydropower Dams on Migratory Fish Populations in the Lower Mekong Basin. MRC Technical Paper No. 25. Mekong River Commission: Vientiane.

Hortle KG. 2007. Consumption and Yield of Fish and Other Aquatic Animals from the Lower Mekong Basin. MRC technical paper no. 16. Mekong River Commission: Vientiane.

Hortle KG. 2009a. Fishes of the Mekong – how many species are there? *Catch and Culture* **15**: 4–12.

Hortle KG. 2009b. Fisheries of the Mekong River Basin. In The Mekong: Biophysical Environment of an International River Basin, Campbell IC, (ed.) Elsevier Publishers: Amsterdam; 107–247.

Hortle KG, Suntornratana U. 2008. Socio-economics of the Fisheries of the Lower Songkhram River Basin, Northeast Thailand. MRC Technical Paper No. 17. Mekong River Commission: Vientiane.

Jackson DC, Marmulla G. 2001. The influence of dams on river fisheries. In Dams, Fish and Fisheries. Opportunities, Challenges and Conflict Resolution, Marmulla G, (ed.) FAO Fisheries Technical Paper No. 419, FAO; Rome; 1–44.

Jintanakoon J 1993. The Wetlands of Thailand. Department of Forestry: Bangkok. (in Thai)

Jutagate T, Krudpan C, Ngamsnae P, Lamkom T, Payooha K. 2005. Changes in the fish catches during the trial of opening the sluice gates of a run-of-the river reservoir in Thailand. *Fisheries Management and Ecology* **12**: 57–62. doi: 10.1111/j.1365-2400.2004.00419.x.

Jutagate T, Thappanand T, Tabthipwan P. 2007. Is the sluice gates management beneficial for spawning migration? The case of shark catfish (*Helicophagus waandersii*) in the Mun below Pak Mun Dam, Thailand. *River Research and Applications* **23**: 87–97. doi: 10.1002/rra.945.

Jutagate T, Srichareondham B, Lek S, Amaraasinghe US, De Silva SS. 2012. Variations, trends and patterns in fish yields of large reservoirs in Thailand. *Lakes & Reservoirs: Research & Management* **17**: 35–53. doi: 10.1111/j.1440-1770.2012.00494.x.

Ko-anantakul K, Sapsooksamran M, Chansawang B, Chookajom T. 1993. *Fish Population Study in Nong Harn Swamp, Sakonnakorn.* Technical Paper No. 1/1993. Department of Fisheries, Bnagkok. (in Thai)

Kruk A, Penczak T. 2003. Impoundment impact on populations of facultative riverine fish. *International Journal of Limnology* **39**: 197–210. doi: 10.1051/limn/2003016.

Labropoulou M, Papaconstantinou C. 2005. Effect of fishing on community structure of demersal fish assemblages. *Belgium Journal of Zoology* **135**: 191–197. doi:10.1006/jmsc.2000.1056.

Magurran AE. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing Company: Oxford.

Penczak T. 2007. Can velocity affect growth and fecundity of facultative riverine Fish Species?. *Polish Journal of Ecology* **55**: 357–366.

Phomikong P, Fukushima M, Jutagate T. 2013. Investigation of impact of river damming to the migrations of Mekong fishes by "before–after control–impact" quasi-experimental sampling in the tributaries. In Proceeding of the 51st Kasetsart University Annual Conference, Vol. 2: Veterinary Medicine & Fisheries. Kasetsart University: Bangkok; 164–173.

Pongsri C, Thongpan W, Sricharoendham B, Ngoichansri S, Suwanpeng N. 2008. Assessment of Upstream Migration via Fish Ladders in the Nam Gam River for Fish Ladder and Fisheries Resources Management. Technical Paper No. 10/2008. Department of Fisheries: Bangkok. (in Thai)

Poulsen AF, Poeu O, Viravong S, Suntornaratana U, Nguyen TT. 2002. Fish Migrations of the Lower Mekong River Basin: Implications for Development, Planning and Environmental Management. MRC Technical Paper No. 8, Mekong River Commission, Phnom Penh.

Rainboth WJ. 1991. Cyprinids of South East Asia. In Cyprinid fishes: systematics biology and exploitation. Winfield IJ, Nelson JS, (eds) Chapman & Hall: London; 156–210.

R Development Core Team. 2012. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing: Vienna.

Srisatit T, Nimsomboon K, Kor-anadtrakul K, Pongsri C. 1981. The study of fish ladder at Nam Gam to Nong Harn, Sakon Nakorn. Department of Fisheries: Bangkok. (in Thai)

Suvarnaraksha A, Lek S, Lek-Ang S, Jutagate T. 2011. The life history of the riverine cyprinid *Henicorhynchus siamensis* (Sauvage, 1881) in a small reservoir. *Journal of Applied Ichthyology* **27**: 995–1000. doi: 10.1111/j.1439-0426.2010.01619.x.

Terra BDF, Santos Alex BD, Araújo FG. 2010. Fish assemblage in a dammed tropical river: an analysis along the longitudinal and temporal gradients from river to reservoir. *Neotropical Ichthyology* **8**(3): 599–606. doi: 10.1590/S1679-62252010000300004.

Thorncraft G, Baumgartner L, Marsden T. 2006. Fish passage and fishways in the Mekong Basin: getting past the barriers. In *Proceedings of the 7th Technical Symposium Mekong Fisheries*, MRC Conference Series No.6, Mekong River Commission, Vientiane; 237–251.

UNEP. 2010. Blue Harvest: Inland Fisheries as an Ecosystem Service. WorldFish Center: Penang.

Valbo-Jørgensen J, Coates D, Hortle KG. 2009. Fish diversity in the Mekong River Basin. In The Mekong: Biophysical Environment of an International River Basin, Campbell IC, (ed.) Elsevier Publishers: Amsterdam; 161–196.

Warren TJ, Chapman GC, Singhanouvong D. 1998. The upstream dry-season migrations of some important fish species in the lower Mekong River of Laos. *Asian Fisheries Science* **11**: 239–251.

Warwick RM. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology* **92**: 557–562. doi: 10.1007/BF00392515.

Welcomme RL, Halls A. 2004. Dependence of tropical river fisheries on flow. In Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries Volume II, Welcomme RL, Petr T., (eds.) FAO Regional Office for Asia and the Pacific: Bangkok; 267–283.

Welcomme RL, Winemiller KO, Cowx IG. 2006. Environmental guilds as a tool for assessment of ecological condition of rivers. *River Research and Applications* **22**: 377–396. doi: 10.1002/rra.914.

Winemiller KO. 1996. Dynamic diversity: fish communities of tropical rivers. In Longterm studies of vertebrate communities. Cody ML, Smallwood JA, (eds) Elsevier Inc.: Orlando, Florida; 99–134.

Ziv G, Baran E, Nam S, Rodríguez-Iturbe I, Levin SA. 2012. Trading-off fish biodiversity, food security, and hydropower in the Mekong River Basin. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **109**: 5609–5614. doi:10.1073/pnas.1201423109.

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

APPENDIX I
SAMPLING SITES, DATES AND TIMES OF SAMPLINGS OF FISH SURVEYS CONDUCTED IN THE MUN, SONGKHRAM AND GAM RIVERS BETWEEN AUGUST 2009 AND JUNE 2010

Table AI.

River	Site	Location (Latt. – Long.)	Date of Sampling						Time of sampling
			August	October	December	February	April	June	
Songkhram	1	N 173830.6; E 1042450.9	24	3	19	22	24	23	6.00–7.30
	2	N 173922.1; E 1041303.4	24	3	19	22	24	23	8.30–10.00
	3	N 174233.2; E 1040433.9	24	3	19	22	24	23	11.00–12.30
	4	N 174836.1; E 1040104.2	25	4	20	23	25	24	6.00–7.30
	5	N 174903.8; E 1035508.2	25	4	20	23	25	24	8.30–10.00
Gam River	1	N 165523.5; E 1044300.5	26	5	21	24	26	25	6.00–7.30
	2	N 165739.5; E 1043140.3	26	5	21	24	26	25	8.30–10.00
	3	N 170008.2; E 1042534.7	26	5	21	24	26	25	11.00–12.30
	4	N 170453.0; E 1042140.5	27	6	22	25	27	26	6.00–7.30
	5	N 170913.2; E 1041657.3	27	6	22	25	27	26	8.30–10.00
Mun River	1	N 151728.2; E 1052520.1	28	7	23	26	28	27	6.00–7.30
	2	N 151411.3; E 1051520.8	28	7	23	26	28	27	8.30–10.00
	3	N 151622.4; E 1050143.6	29	8	24	27	29	28	6.00–7.30
	4	N 151057.7; E 1044250.9	29	8	24	27	29	28	8.30–10.00

APPENDIX II
THE RESULT OF FISH SURVEYS CONDUCTED IN THE MUN, SONGKHRAM AND GAM RIVERS BETWEEN AUGUST 2009 AND JUNE 2010, SHOWING THE MIGRATION GUILD (BF, BLACK; GF, GREY AND WF, WHITE FISH), PRESENCE/ABSENCE (+/−), NUMBER OF INDIVIDUALS, AND WEIGHT ± SD (KG) OF A TOTAL OF 124 SPECIES COLLECTED

Table AII.

No	Scientific name	Guild	River			Number	Weight (kg)
			Mun	Songkram	Gam		
	Family Notopteridae						
1	*Chitala blanci* (Aubenton,1965)	WF	–	+	–	1	0.001
2	*Chitala ornata* (Gray,1831)	WF	+	+	+	18	7.76
3	*Notopterus notopterus* (Pallas,1780)	WF	+	+	+	340	31.92
	Family Clupeidae						
4	*Clupeichthys aesarnensis* Wongratana,1983	GF	+	+	+	611	0.52
5	*Tenualosa thibaudeaui* (Durand,1940)	WF	+	+	–	14	0.55
	Family Engraulidae						
6	*Setipinna melanochir* (Bleeker,1849)	WF	+	–	–	16	0.21
	Family Cyprinidae						
7	*Amblyrhynchichthys truncatus*(Bleeker,1850)	WF	+	–	–	3	0.03
8	*Parachela maculicauda* (Smith,1934)	GF	+	+	–	63	0.09
9	*Parachela siamensis* (Günther,1868)	GF	+	+	+	235	1.30
10	*Paralaubuca barroni* (Fowler,1934)	GF	–	+	–	42	0.10
11	*Paralaubuca typus* Bleeker,1865	GF	+	+	+	745	3.75
12	*Raiamas guttatus* (Day,1869)	WF	–	+	–	28	0.12
13	*Opsarius koratensis* (Smith,1931)	GF	+	+	–	9	0.04
14	*Opsarius pulchellus* (Smith,1931)	GF	–	+	–	6	0.07

(*Continues*)

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra

Table AII (Continued)

No	Scientific name	Guild	River			Number	Weight (kg)
			Mun	Songkram	Gam		
15	*Esomus metallicus* Ahl,1924	GF	–	+	–	18	0.03
16	*Leptobarbus hoeveni* bleeker,1851	GF	+	+	–	11	0.22
17	*Rasbora borapetensis* Smith,1934	GF	+	+	+	1,122	0.78
18	*Rasbora daniconius* (Hamilton,1822)	GF	+	+	–	82	0.60
19	*Rasbora dusonensis* (Bleeker,1851)	GF	+	+	+	4,400	20.76
20	*Rasbora palustris* Smith,1945	GF	+	+	–	7	0.02
21	*Rasbora tornieri* Ahl,1922	GF	+	–	+	29	0.15
22	*Rasbora trilineata* Steindachner,1870	GF	+	+	+	260	0.30
23	*Cyprinus carpio* Linnaeus,1758	WF	+	+	+	13	2.27
24	*Probarbus jullieni* Sauvage,1880	WF	–	+	–	12	1.12
25	*Cyclocheilichthys apogon* (Valenciennes,1842)	GF	–	+	+	84	1.06
26	*Cyclocheilichthys armatus* (Valenciennes,1842)	GF	+	+	+	520	4.53
27	*Cyclocheilichthys enoplos* (Bleeker,1850)	WF	+	+	–	314	26.41
28	*Mystacoleucus atridorsalis* Fowler,1937	WF	+	+	+	410	0.75
29	*Mystacoleucus marginatus* (Valenciennes,1842)	WF	–	+	–	3	0.01
30	*Puntioplites falcifer* Smith,1929	WF	+	+	–	112	4.88
31	*Puntioplites proctozysron* (Bleeker,1865)	WF	+	+	+	198	6.14
32	*Puntius brevis* (Bleeker,1860)	GF	+	+	+	528	2.81
33	*Sikukia gudgeri* (Smith,1934)	WF	+	+	–	734	5.35
34	*Barbonymus altus* (Günther,1868)	GF	+	+	+	380	5.47
35	*Barbonymus gonionotus* (Bleeker,1850)	WF	+	+	+	1,397	90.39
36	*Barbonymus schwanefeldi* (Bleeker,1853)	GF	+	+	–	10	0.08
37	*Hypophthalmichthys* molittrix (Valenciennes,1844)	WF	+	–	–	6	0.01
38	*Hypsibarbus malcolmi* (Smith,1945)	WF	+	+	–	6	0.04
39	*Hypsibarbus pierrei* (Sauvage,1880)	WF	–	+	–	10	0.51
40	*Hypsibarbus wetmorei* (Smith,1931)	WF	+	+	–	99	3.63
41	*Discherodontus ashmeadi* Fowler,1937	WF	–	+	–	1	0.01
42	*Hampala dispar* Smith,1934	GF	+	+	+	1,825	68.50
43	*Hampala macrolepidota* (Valenciennes,1842)	GF	+	+	+	170	24.51
44	*Scaphognathops bandanensis* (Boonyaratpalin & Srirungroj,1971)	WF	+	+	–	341	8.34
45	*Puntius aurotaeniatus*(Tirant,1885)	GF	–	+	–	1	0.01
46	*Puntius orphoides*(Valenciennes,1842)	GF	+	+	+	133	4.80
47	*Puntius partipentazona*(Fowler,1934)	GF	+	+	–	57	0.06
48	*Puntius rhombeus* Kottelat,2000	GF	+	–	–	9	0.01
49	*Thynnichthys thynnoides* (Bleeker,1852)	WF	+	+	–	147	1.16
50	*Cirrhinus jullieni* (Sauvage,1878)	WF	+	–	+	87	1.08
51	*Labiobarbus lineatus* (Sauvage,1878)	GF	+	+	+	2,545	50.34
52	*Labiobarbus spilopleura* (Sauvage,1881)	WF	–	+	–	4	0.06
53	*Barbichthys laevis* (Valenciennes,1842)	GF	–	+	–	31	0.34
54	*Henicorhynchus lobatus* Smith,1945	WF	+	+	+	134	0.96
55	*Henicorhynchus ornatipinnis* (Roberts,1997)	WF	+	+	+	307	1.91
56	*Henicorhynchus siamensis* (de Beaufort,1927)	WF	+	+	+	1,259	19.17
57	*Morulius chrysophekadion* (Bleeker,1850)	WF	+	+	–	81	3.02
58	*Labeo dyocheilus* (McClelland,1839)	WF	+	+	–	17	0.20
59	*Labiobarbus leptocheilus* (Valenciennes,1842)	WF	–	+	–	46	10.61
60	*Luciosoma bleekeri* Steindachner,1878	WF	–	+	–	4	0.01
61	*Osteochilus hasselti* (Valenciennes,1842)	WF	+	+	+	3,246	132.12
62	*Osteochilus lini* Fowler,1935	GF	+	+	+	1,515	23.87
63	*Osteochilus melanopleura* (Bleeker,1852)	WF	+	+	–	32	1.12
64	*Osteochilus vittatus* (Valenciennes,1842)	GF	+	+	+	1,175	7.57
65	*Cosmochilus harmandi* Sauvage,1878	WF	–	+	–	31	3.60
66	*Crossocheilus atrilimes* Kottelat,2000	GF	+	+	–	48	0.14
67	*Crossocheilus oblogus* (Valenciennes,1842)	GF	+	+	+	422	0.97
68	*Crossocheilus reticulates* (Fowler,1934)	GF	+	+	–	291	0.98

(*Continues*)

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra

Table AII (Continued)

No	Scientific name	Guild	River			Number	Weight (kg)
			Mun	Songkram	Gam		
69	*Epalzeorhynchos munense* (Smith,1934)	GF	+	+	–	328	2.61
	Family Cobitidae						
70	*Acanthopsis choirorhynchos* (Bleeker,1854)	GF	+	+	+	283	1.41
71	*Acanthopsis diaiuzona* Van Hasselt,1823	WF	+	+	+	368	1.11
72	*Yasuhikotakia eos* (Taki,1972)	GF	+	+	–	16	0.07
73	*Syncrossus helodes* (Sauvage,1876)	GF	+	+	–	30	0.28
74	*Yasuhikotakia lecontei* (Fowler,1937)	GF	+	+	–	13	0.07
75	*Yasuhikotakia modesta* (Bleeker,1865)	WF	+	+	–	5	0.17
76	*Yasuhikotakia morleti* (Tirant,1885)	GF	+	+	–	6	0.01
	Family Bagridae						
77	*Bagrichthys macropterus* (Bleeker,1854)	GF	+	+	–	10	0.51
78	*Mystus multiradiatus* Roberts,1992	GF	+	–	–	6	0.09
79	*Mystus mysticetus* Roberts,1992	GF	+	+	+	128	1.77
80	*Mystus singaringan* (Bleeker,1846)	GF	+	+	+	56	0.68
81	*Hemibagrus nemurus* (Valenciennes,1840)	GF	+	+	+	408	24.38
	Family Siluridae						
82	*Kryptopterus cheveyi* Durand,1940	WF	–	+	–	5	0.01
83	*Kryptopterus cryptopterus* (Bleeker,1851)	WF	+	+	+	10	0.16
84	*Phalacronotus apogon* (Bleeker,1851)	WF	+	–	–	26	11.77
85	*Phalacronotus bleekeri* (Günther,1864)	WF	–	+	–	85	0.93
86	*Ompok siluroides* Lacepède,1803	WF	+	–	+	33	0.81
	Family Schilbeidae						
87	*Laides hexanema* (Bleeker,1852)	GF	–	+	–	1	0.01
	Family Pangasiidae						
88	*Pangasius conchophilus* Roberts & Vidthayanon,1991	WF	–	+	–	21	2.21
89	*Pangasius hypophthalmus* (Sauvage,1878)	WF	–	+	–	11	0.17
90	*Pangasius larnaudii* Bocourt,1866	WF	–	+	–	3	7.27
91	*Pangasius macronema* Bleeker,1851	WF	–	+	–	106	3.17
92	*Pseudolais pleurotaenia* (Sauvage,1878)	WF	+	–	–	1	0.001
93	*Helicophagus leptorhynchus* Ng & Kottelat,2000	WF	–	+	–	53	6.03
94	*Helicophagus waandersii* Bleeker,1958	WF	–	+	–	13	0.33
	Family Clariidae						
95	*Clarias batrachus* (Linnaeus,1758)	BF	+	+	–	46	2.24
96	*Clarias macrocephalus* Günther,1864	BF	+	+	–	10	0.77
97	*Clarias macrocephalus* x *Clarias gariepinus*	BF	+	+	+	109	9.50
	Family Belonidae						
98	*Xenentodon cancila* (Hamilton,1822)	GF	+	+	+	638	6.03
	Family Hemiramphidae						
99	*Dermogenys siamensis* Fowler,1934	GF	+	+	–	13	0.01
100	*Monopterus albus* (Zuiew,1793)	BF	+	+	+	121	9.66
	Family Mastacembelidae						
101	*Macrognathus circumcinctus* (Hora,1924)	BF	+	+	+	30	0.21
102	*Macrognathus siamensis* (Günther,1861)	BF	+	+	+	615	11.11
103	*Mastacembelus armatus* (Lacepède,1800)	BF	+	+	+	32	2.52
104	*Mastacembelus favus* Hora,1923	BF	–	+	–	5	0.06
	Family Toxotidae						
105	*Toxotes chatareus* (Hamilton,1822)	GF	+	+	–	78	0.71
	Family Nandidae						
106	*Pristolepis fasciata* (Bleeker,1851)	BF	+	+	+	553	10.65
107	*Nandus nandus* (Hamilton,1822)	BF	+	+	+	25	0.23
	Family Cichlidae						
108	*Oreochromis niloticus* (Linnaeus,1757)	GF	+	+	+	20	2.87
	Family Eleotridae						
109	*Oxyeleotris marmorata* (Bleeker,1852)	BF	+	+	+	728	41.91
	Family Gobiidae						

(*Continues*)

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

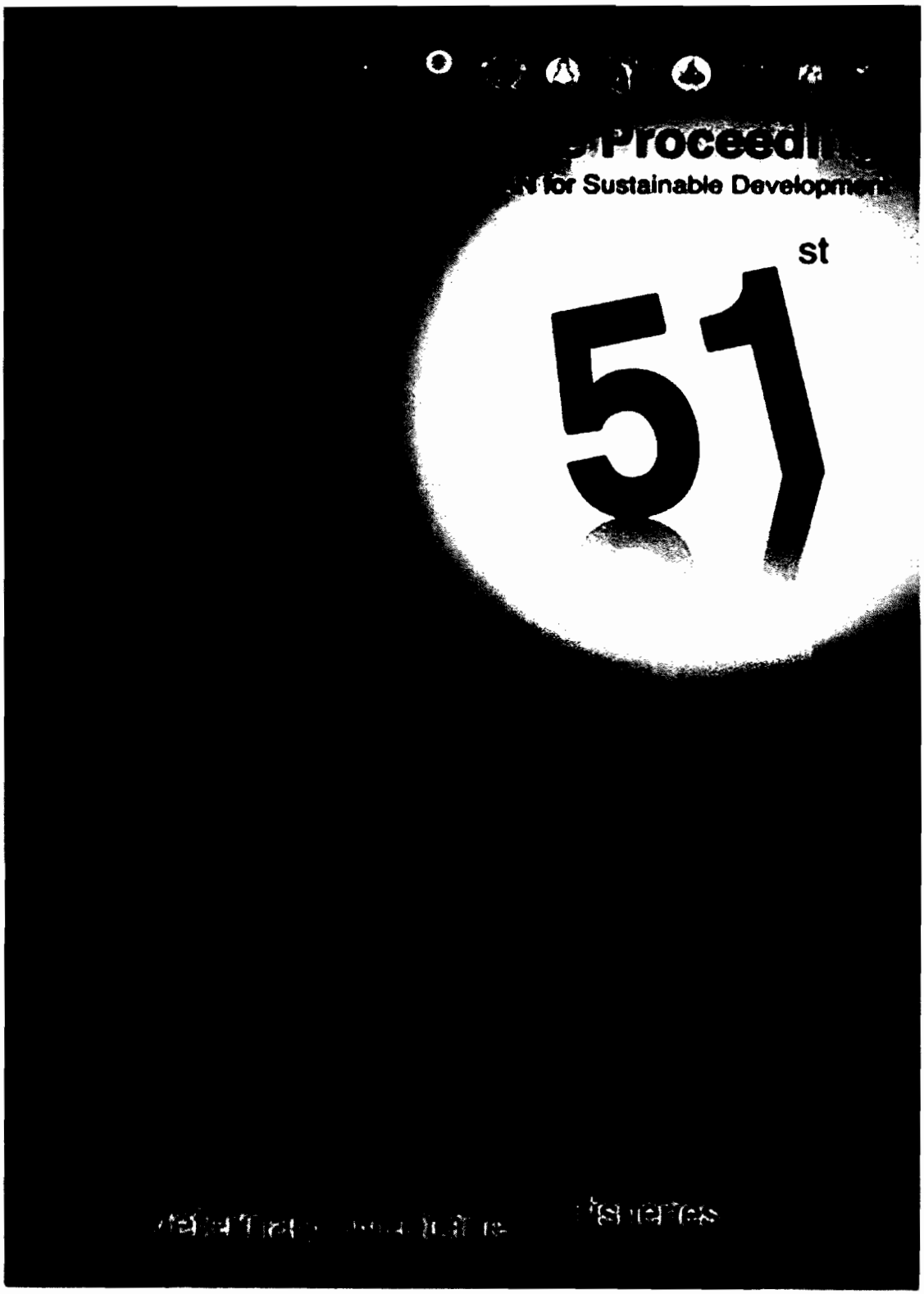
DOI: 10.1002/rra

Table AII (Continued)

No	Scientific name	Guild	River			Number	Weight (kg)
			Mun	Songkram	Gam		
110	*Rhinogobius* sp.	BF	+	–	–	17	0.05
	Family Anabantidae						
111	*Anabas testudineus* (Bloch,1792)	BF	+	+	+	132	2.07
	Family Belontiidae						
112	*Trichogaster microlepis* (Günther,1861)	BF	+	–	–	4	0.07
113	*Trichogaster trichopterus* (Pallas,1770)	BF	+	+	+	186	1.46
114	*Trichopsis pumila* (Arnold,1937)	BF	+	+	+	34	0.02
115	*Trichopsis vittata* (Cuvier,1831)	BF	+	+	+	48	0.06
	Family Channidae						
116	*Channa gachua* (Hamilton,1822)	BF	+	+	–	21	0.63
117	*Channa lucius* (Cuvier, 1831)	BF	+	+	–	38	2.18
118	*Channa micropeltes* (Cuvier,1831)	BF	+	+	+	297	60.07
119	*Channa striata* (Bloch,1795)	BF	+	+	+	2,223	316.42
	Family Soleidae						
120	*Brachirus harmandi* (Sauvage,1878)	GF	+	+	–	1	0.001
	FamilyTetraodontidae						
121	*Auriglobus modestus* (Bleeker,1850)	GF	+	+	–	11	0.02
122	*Tetraodon suvatti* Sontirat & Soonthornsatit,1985	GF	–	+	–	6	0.06
123	*Tetraodon cochinchinensis* (Steindachner,1866)	GF	+	+	+	60	0.51
	Family Ambassidae						
124	*Parambassis siamensis* (Fowler,1937)	GF	+	+	+	1,513	1.60

Copyright © 2014 John Wiley & Sons, Ltd.

DOI: 10.1002/rra


Proceedi
for Sustainable Developmen
st
51

การศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลาในลุ่มน้ำโขง ด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบก่อน-หลังของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบในแม่น้ำสาขา

Investigation of impact of river damming to the migrations of Mekong fishes by ""before–after control–impact" quasi-experimental sampling in the tributaries

พิสิฐ ภูมิคง[1] มิชิโอะ ฟุกุชิมา[2] และ ทวนทอง จุฑาเกตุ[1],

Pisit Phomikong, Michio Fukushima and Tuantong Jutagate

บทคัดย่อ

ศึกษาผลกระทบของเขื่อนต่อการอพยพของปลา 3 กลุ่มในลุ่มน้ำโขง ตามลักษณะการอพยพย้ายถิ่น ได้แก่ ปลาขาว, ปลาดำ และปลาเทา ด้วยวิธีการศึกษาผลกระทบก่อน-หลังของพื้นที่ควบคุมและพื้นที่ได้รับผลกระทบ ทำการเก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน เป็นเวลา 1 ปี ระหว่างเดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ซึ่งเป็นช่วงก่อนได้รับผลกระทบ และในระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 เป็นช่วงหลังได้รับผลกระทบ โดยพื้นที่ควบคุม ได้แก่ แม่น้ำสงคราม และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ได้แก่ แม่น้ำมูล โดยทั้ง 2 แม่น้ำเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขงที่มีระบบการอพยพย้ายถิ่นของปลาทั้ง 3 กลุ่ม ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้น ได้แก่ การปิดประตูระบายน้ำของเขื่อนปากมูล โดยมีตัวแปรที่ใช้ในการศึกษามี 2 ตัวแปร ได้แก่ จำนวนตัวและความหลากชนิดของปลาในแต่ละกลุ่ม โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์การแทรกแซงแบบสุ่ม พบว่าการปิดประตูระบายน้ำเขื่อน ก่อให้เกิด ผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (P-value < 0.01) ต่อปลาในกลุ่มปลาขาวในการอพยพเข้าและออกระหว่างแม่น้ำโขงและแม่น้ำสาขา ในขณะที่ไม่เกิดผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่ออีก 2 กลุ่มปลาที่เหลือ ประโยชน์จากการบริหารจัดการประตูระบายน้ำของเขื่อนปากมูลที่มีต่อปลาในกลุ่มปลาขาวได้รับการอภิปราย

คำสำคัญ: แม่น้ำสงคราม, แม่น้ำมูล, การเปิด-ปิดประตูเขื่อน, การวิเคราะห์การแทรกแซงแบบกลุ่ม

ABSTRACT

Impacts of river damming to the three fish guilds in the Mekong Basin, according to their migratory behaviors *viz.*, "white", "black" and "grey" fishes were investigated by ""before–after control–impact" method. Samplings were conducted every 2 months for one year. The period of "before intervention" was between August and October 2009, meanwhile the period of "after intervention" was between December 2009 and June 2010. The control- and impacted- sites were the Songkhram and Mun Rivers, respectively, which are in the middle migratory system of the Mekong

[1] คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อ. วารินชำราบ จ. อุบลราชธานี 34190

Faculty of Agriculture, Ubon Ratchathnai University, Warin Chamrab, Ubon Ratchathani, Thailand 34190

[2] สถาบันศึกษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ โอโนกาวา 16-2 ซึคุบะ อิบารากิ 305-8506 ประเทศญี่ปุ่น

National Institute for Environmental Studies, Onogawa 16-2, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan

e-mail address: pisitpoo@yahoo.com

Basin. The intervention was the closing of all sluice gates of the Pak Mun Dam in the Mun River. There were 2 variables used in the study *viz.*, numbers and species richness of each fish guild. The results showed that there were highly significant impacts of river damming (P-value < 0.01) to both variables of white fish but insignificance to the remaining 2 guilds. Benefit of the sluice-gate management of the Pak Mun Dam to the white fish was also discussed.

Introduction

Blockages of fish migratory routes both within the river mainstream and/or between the mainstream and tributaries, due to river damming, are now becoming the major concern in the Lower Mekong Basin (LMB, Dugan *et al.*, 2010). Eighty-seven percent of the Mekong fish species, for which ecological information is available, are believed to be migratory during their life cycles (Baran *et al.*, 2007). Some of the migratory fish species or "white fish", as generally called in the Mekong, undertake long-distance longitudinal migration of several hundred kilometers, such as *Pangasius krempfi* (Hogan *et al.*, 2007), in search of suitable habitats that enhance their survival, growth and reproduction success (Dugan *et al.*, 2010). Most white-fish species venture into flooded areas in the tributaries during a monsoon season for spawning or feeding, and then returning to river habitats as the flood season ends (Poulsen *et al.*, 2002). This "white fish" guild includes many species of Cyprinidae as well as species of Balitoridae, Cobitidae and Pangasiidae. Between 40 and 70 percent of the catches in the LMB are composed of fish species that migrate long distances along the mainstream and tributaries (Barlow *et al.*, 2008), for example, it is estimated that white fish constitute 63% of the catch (i.e. around 150,000 metric tonnes a year) in the Tonle Sap (van Zalinge *et al.*, 2000). Two other fish guilds, according to their migratory behaviors, known in the LMB are "black fish" and "grey fish". Black fish are able to survive in swamps and other water bodies in the floodplain during a dry season and occasionally perform limited, lateral migrations. These fish have often adapted to adverse environmental conditions in the floodplain, such as low dissolved oxygen. They are mainly carnivores and detritivores such as species of Channidae, Clariidae, Bagridae and Anabantidae (Valbo-Jørgensen *et al.*, 2009). Grey fish are ecologically intermediate between the two aforementioned guilds, including fishes that do not spend dry seasons in the floodplain but do not undertake long distance migrations either (Dugan, 2010; Valbo-Jørgensen *et al.*, 2009).

To alleviate the adverse effect of river damming to fish migration, there is a technique of the "opening – closing sluice gates" for a certain period to mitigate the impact of dam to fish migrations. This measure is suitable for the regulated river that contains many fish species with varieties of migratory behaviors as in LMB, where fish ladder shows ineffective performance (Jutagate *et al.*,

2005; Welcomme *et al.*, 2006). This sluice gate management scheme has never been applied anywhere but in Thailand. The techniques was first implemented in 2003 in the regulated Mun River, where the "run-of-the river" Pak Mun Dam, which located near the mouth of Mun River to the Mekong Mainstream, following the results from the scientific findings during the one-year trial of opening all sluice gates (see details in Jutagate *et al.*, 2003; 2005). This measure allows opening all sluice gates approximately for four months during the rainy season, which is adjusted each year according to the rainfall intensity and water level, and then closed for eight months for hydroelectric generation. According to the opening-closing of the sluice gates, it is an opportunity to re-confirm scientifically on the impact of damming the Mekong tributary to fishes, particularly in terms of migration. Therefore, the aim of this study is to evaluate the responses of fishes according to the "opening – closing sluice gates" technique. Three fish guilds *viz.*, the "white", "black" and "grey" fishes were classified and used in the study. The "before–after control–impact (BACI)" quasi-experimental sampling was applied and data was analyzed by "randomized intervention analysis" (RIA: Carpenter *et al.*, 1989) for detecting the changes of the observed variables, i.e. numbers and species richness.

Material and methods

Data collections

Sampling sites were the intact Songkhram River (as "control-site") and the Mun River (as "impact-site"). Both rivers are similar in ecoregion and physical features, i.e. the Mun-Chi Sub-basin of the LMB but different levels of water regulations. The two rivers are also located in the middle migration system of the Mekong Basin (ICEM, 2010). Samplings were conducted every 2 months between August 2009 and June 2010. Sampling stations were in the lower portions that connected to the Mekong mainstem and selection was on the basis of accessibility and each station is about 20 km apart and there were 5 stations in each river, where all the stations of the impact-site were in the upstream of the dam. During the sampling period, "before" was referred to before the closing all sluice gates of the Pak Mun Dam (i.e. August and October 2009) and, thus,"after" when the gates were closed (i.e. December 2009 to June 2010).

Fish samples were collected by using electro-fishing by using an AC shocker (Honda EM 650, 650 watts and DC 220 V), together with the seine net, covered the area of 1,600 m^2. Sampling at each occasion was conducted at least three times because this could be yielded over 90% of the asymptotic number of species of the studied station (Arthur *et al.*, 2010). Fishes were identified and counted. Individual samples were measured for total length (mm) and weight (g).

Data processing

Fishes, of each taxon, were grouped into "guilds", i.e. white, black or grey. Samples from the five stations, of each sampling event, were kept separate but defined as one sampling unit in this study. BACI analysis subtracts the mean difference between control and impact units before intervention from the mean difference after intervention (Bried and Ervin, 2011). In RIA, the difference statistic, or effect size, is evaluated against many (≥100) possible sequences of the control–impact differences to random permutations of the impact-control data to generate a P-value (Edgington and Onghena, 2007; Bried and Ervin, 2011; Mullowney *et al.*, 2012). In this study, 999 iterations were applied and the tested variables were numbers and species richness (i.e. number of fish species) of each guild. Statistical analyses were performed by using Program R (R Development Core Team, 2012), in which the scripts for RIA calculation and graphics were developed by Dr. M. Fukushima, National Institute for Environmental Studies, Japan.

Results

The total weight of fish samples were 862 kg from 29,646 fish, which the size spectra ranged from 15 to 541 mm. was total of 124 fish species belonging to 74 genera and 25 families was captured from the overall samplings. The most diverse families were Cyprinidae (63 species) followed by Cobitiidade and Pangasiidae (7 species each). It is worthy to note that only one fish sample of Pangasiid fish (i.e. *Pseudolais pleurotaenia*) was caught during the intervention in the impacted site (i.e. the Mun River). The collected species were, then, classified into white, black and grey- fishes for 45, 27 and 52 species, respectively. Among of all the collected species, 41 species appeared in both rivers either before or after intervention, for example *Clupeichthys aesarnensis*, *Rasbora dusonensis*, *R. borapetensis*, *Barbonymus gonionotus*, *Hampala spp.*, *Labiobarbus lineat*us, *Henicorhynchus siamensis*, *Osteochilus hasselti*, *Macrognathus siamensis*, *Channa striata* and *Parambassis siamensis*. Detail of the samples *viz.*, presence and absence of individual species both before and after intervention as well as numbers, total weights and size spectra of individual species in each river, during the experiment, can be downloaded at http://www.agri.ubu.ac.th/fishery/.

Significant differences between before and after intervention were found in numbers (P-value < 0.01, Fig. 1A) and species richness (P-value < 0.01, Fig. 1B) of white fish. Numbers of white fish in the impact-site responded significantly to the intervention and were sharply decline after the intervention was applied. Meanwhile, numbers of white fish in the control-site (i.e. the Songkhram River) were slightly dropped just after the intervention period, between December and February, but continuously increased in numbers since then. Species richness values in the control-site were higher

than those in the impact-site in every sampling occasion, which the great differences were observed during the period before intervention.

The insignificant results of RIA were found in the numbers (P-value = 0.872, Fig. 2A) and species richness (P-value = 0.616, Fig. 2B) of black fish as well as the grey fish, which P-values were equal 0.06 and 0.88 for the numbers and species richness, respectively (Fig. 3A and 3C). This indicated that there has been no either positive or negative effect of the intervention, i.e. gate-closing, to both fish guilds. Numbers of black fish in both rivers were changed in the same trend except in April, when a sharp decline was observed in the impact-site. Species richness of black fish in the impact-site was quite constant but fluctuated in control-site during the whole studied period. Numbers and species richness of grey fish were changed in the similar pattern in both rivers. Although insignificant, numbers of grey fish in the impact-site in October were substantially higher than the control-site. Meanwhile it was in December that species richness in the control-site substantially higher than the impact-site.

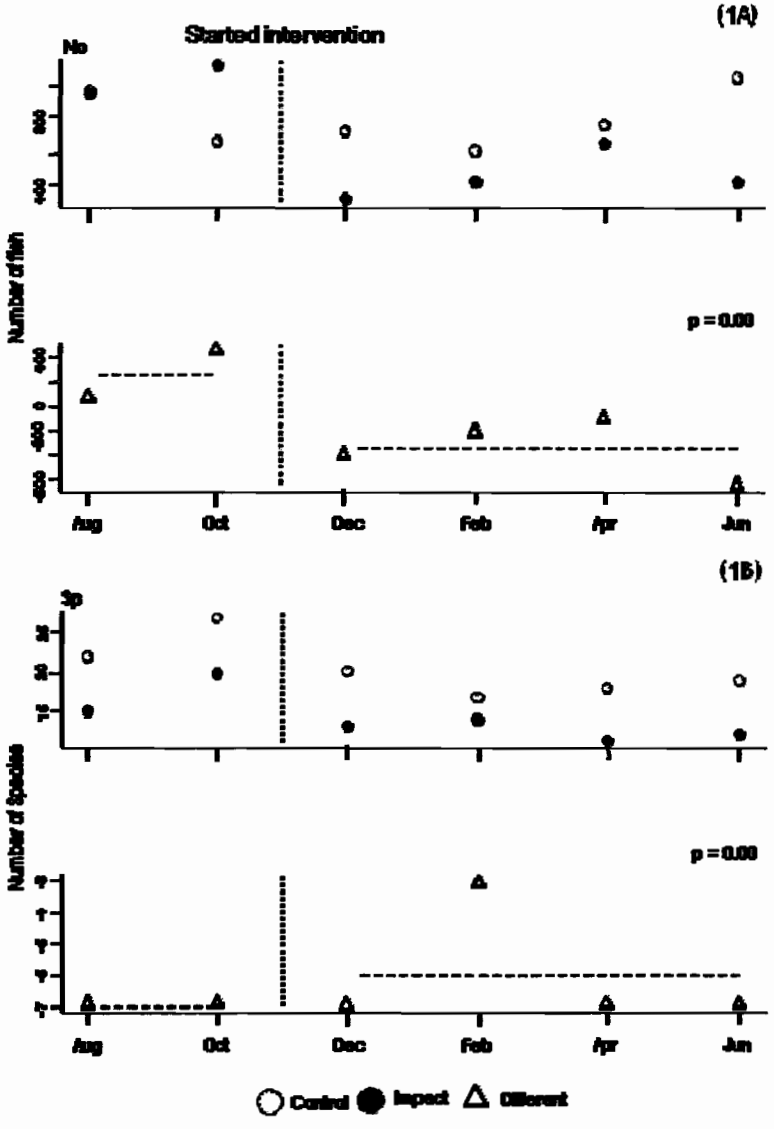


Figure 1 The RIA results to (1A) numbers and (1B) species richness of the white fish.

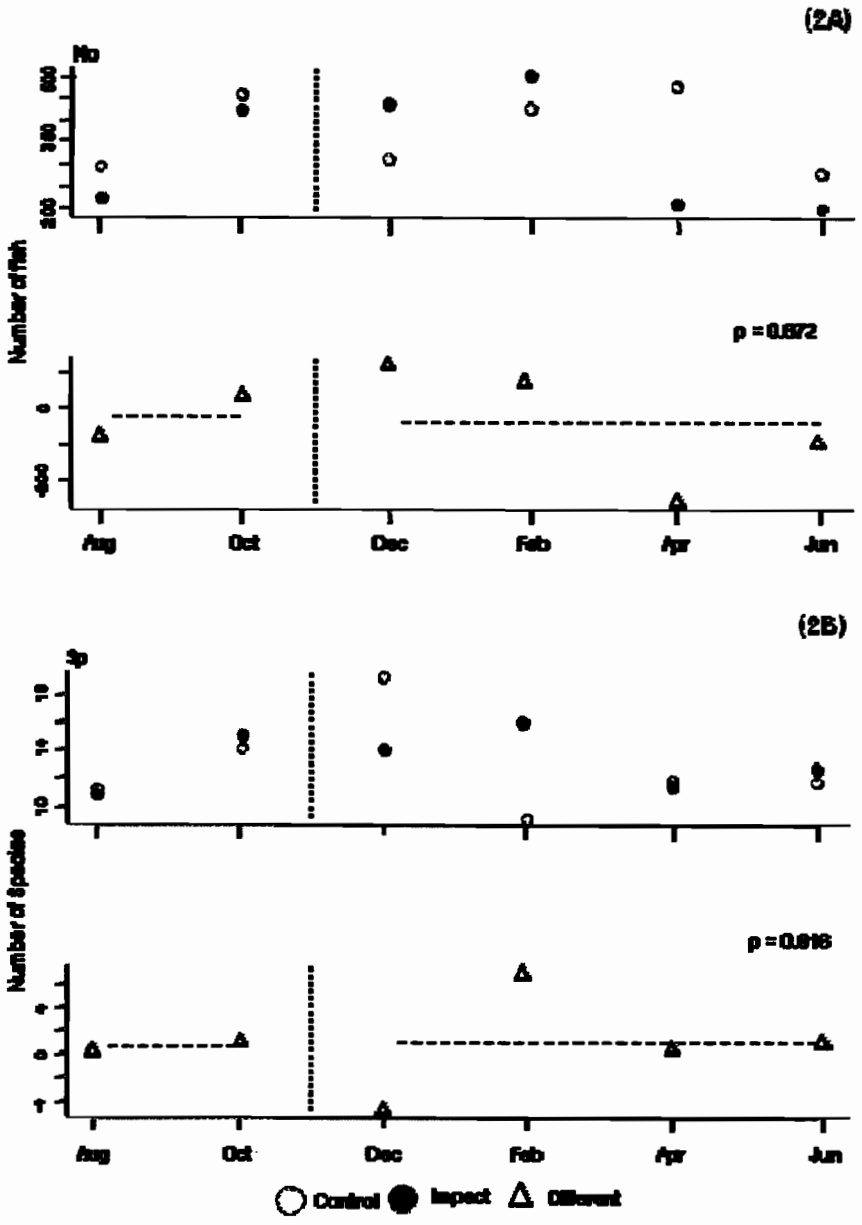


Figure 2 The RIA results to (2A) numbers and (2B) species richness of the black fish.

Discussion

Changes in fish communities both upstream and downstream of the dam-site are inevitable, which mainly caused by changes in hydrological and ecological of the river (Kite, 2001). Classification of LMB fishes into "white" "black" and "grey" fish guilds, though by local fisher folk, is highly related to the "ecological" sense and can be used to explain their reaction to changes due to river damming (Welcomme *et al.*, 2006). In this study, RIA was applied to a time series of response measures, which obtained from two ecological units, the regulated Mun River as an impact-site and the intact Songkhram River as a control-site. Meanwhile, the intervention was the closing of all the sluice gates of the Pak Mun Dam in Mun River. Differences in the observed variable between the two

sites, comparing between before and after intervention, were used in calculation, in which large differences provide possible evidence of an effect of the intervention (Murtaugh, 2002).

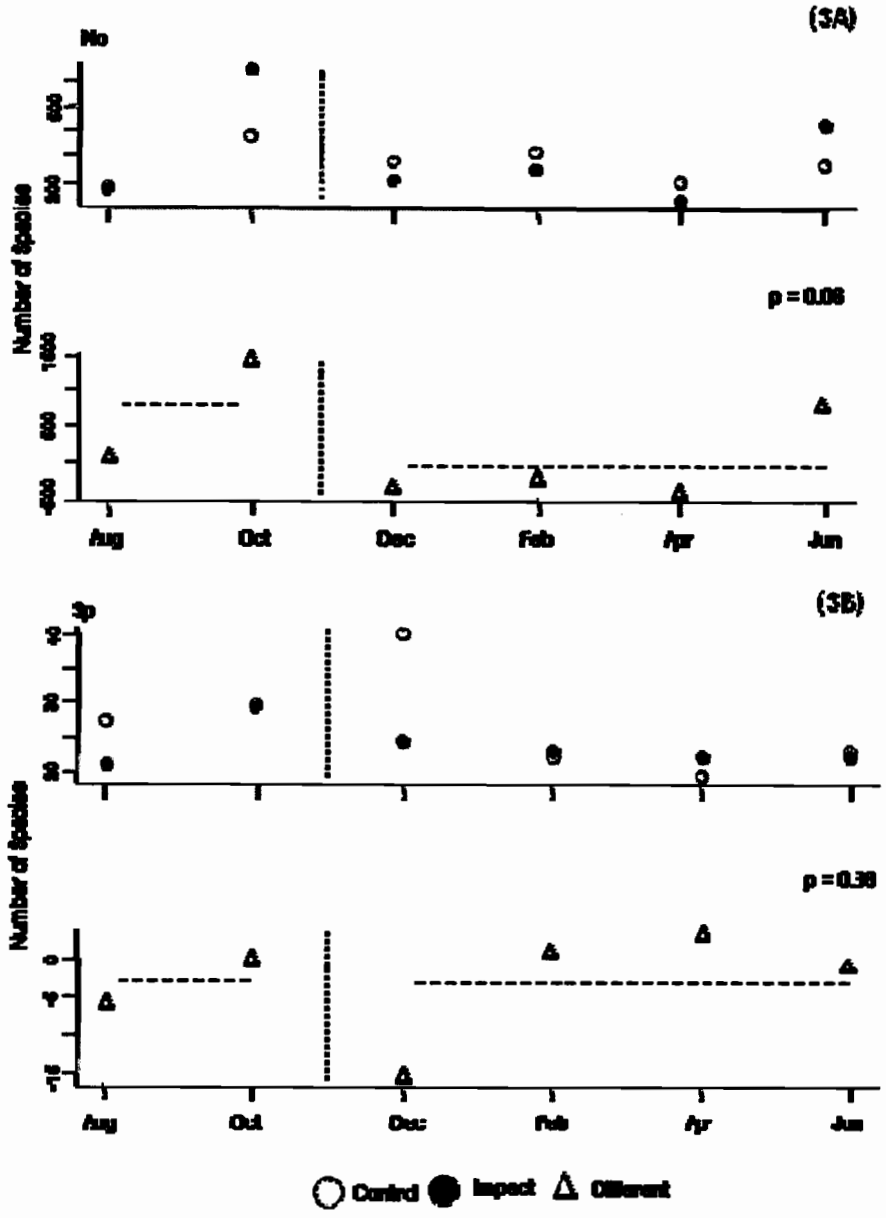


Figure 3 The RIA results to (3A) numbers and (3B) species richness of the grey fish.

Sharp decline of white fish was observed in both rivers after the intervention and could be attributed to the hydrological cycle. The water level in the Mekong tributaries always start to recede and the floodplain dries up from October, therefore, most fish leave the floodplain and the white fish goes back to the Mekong mainstem to seek refuge in permanent water bodies (Valbo-Jørgensen *et al.*, 2009). Increases in numbers and species richness of white fish during the intervention period could imply the migration of small Cyprinids such as *Raiamas guttatus*, *Mystacoleucus mariginatus*, *Rasbora dusoensis* and *Paraluabuca riveroi*. These fish species are found to immigrate and emigrate between the Mekong mainstream and her tributary all year round (Jutagate *et al.*, 2005). Moreover,

there are some medium to large Cyprinids, which start to migrate to the tributaries during the early rainy season, i.e. May, once there is a cue of strong flow from the tributary (Jutagate *et al.*, 2005; Baran, 2006). Thus, *en masse* migration of these fish, which occurred in the control-site, made significant difference between the two rivers.

Blockage the river has no effect to the black fish either in terms of abundance or species richness. Fishes in this guild are limnophilic and proliferate in the reservoir condition and/or lowland river-floodplain systems (Hortle, 2009). As the floodplain residents, blockage along the longitudinal river course could not make any harm to them as far as the connectivity between the river and extent of inundated floodplain is still intact (Baran *et al.*, 2007; Welcomme *et al.*, 2006). Decline during April to June could imply that they moved to the floodplains, meanwhile only one observation of high numbers at the control-site in April suggesting it might be a type I error on data collection. The trend in decline in numbers of grey fish after the intervention was similar to those white fish in both rivers, implying that they were also regulated by hydrological cycle as those white fish. However, insignificant in differences of before and after intervention implying that they are tributary inhabitants and are able to adapt behaviorally to altered hydrograph (Welcomme *et al.*, 2006) such as *Barbonymus altus*, *Hampala dispar*, *Dangila lineata* and *Osteochilus lini*.

In conclusion, numbers and specie richness of white fish adversely responded to the intervention at the impact-site, i.e. both variables sharply decline after closing the sluice gates. But there was no significant impact to numbers and species richness of black- and grey-fishes. Intervention by damming the river would eventually result in different in species composition between the intact- and regulated- tributaries, particularly the white fish. Therefore, the technique of opening the sluice gate for a certain period is benefit to the white fish to immigrate and emigrate between the Mekong mainstream and her tributaries. The technique could be also applied to other dams in the basin as an option other than fish ladder. This is because fish ladder has just proved to be success only for low-head dams in the basin (Baumgartner *et al.*, 2012), but there has not yet any evidence, showing that the fish ladder can be performed effectively to large dam since the structure need to cope with massive migrations of the extremely diverse fish species as in the Mekong (Dugan *et al.*, 2010).

Acknowledgement

P. Phomikong is grateful to the Thailand Research Fund for granting him Ph.D. scholarship (Grant PHD/ 0236/ 2552) through the Royal Golden Jubilee Ph.D. Program. The study was also partially supported under the Project "Scenario-Based Assessment of the Potential Effects of Alternative Dam Construction Schemes on Freshwater Fish Diversity in the Lower Mekong Basin" funded by Mitsui & Co., Ltd. Environment Fund to National Institute for Environmental Studies, Japan.

References

Arthur R.I., K. Lorenzen, P. Homekingkeo, K. Sidavong, B Sengvilaikham and C. J. Garaway. 2010. Assessing impacts of introduced aquaculture species on native fish communities: Nile tilapia and major carps in SE Asian freshwaters. **Aquaculture** 299: 81–88

Baran, E. 2006. **Fish migration triggers in the Lower Mekong Basin and other freshwater tropical systems.** MRC. Tech. Pap. No. 14. Mekong River Commission, Vientiane. 56 pp.

Baran E., P. Starr and Y. Kura. 2007. **Influence of Built Structures on Tonle Sap Fisheries.** The WorldFish Center, Phnom Penh. 44 pp.

Barlow C., E. Baran, A.S. Halls and M. Kshatriya. 2008. How much of the Mekong fish catch is at risk from mainstream dam development? **Catch and Culture** 14: 16–21.

Baumgartner L.J., T. Marsden, D. Singhanouvong, O. Phonekhampheng, G. Stuart and G. Tomcraft 2012. Using an experimental *in situ* fishway to provide key design criteria for lateral fish passage in tropical rivers: a case study from the Mekong River, Central Lao PDR. **Riv. Res. Applic.** 28: 1217-1229

Bried, J.T. and G.N. Ervin. 2011. Randomized intervention analysis for detecting non-random change and management impact: Dragonfly examples. **Ecol. Indicat.** 11: 535–539.

Carpenter S.R., T.M. Frost, D. Heisey and T.K. Kratz. 1989. Randomized intervention analysis and the interpretation of whole-ecosystem experiments. **Ecology.** 70: 1142–1152.

Dugan P.J., C. Barlow, A.A. Agostinho, E. Baran, G.F. Cada, D. Chen, I.G. Cowx, J.W. Ferguson, T. Jutagate, M. Mallen-Cooper, G. Marmulla, J. Nestler, M. Petrere, R.L. Welcomme and K.O. Winemiller. 2010. Fish Migration, Dams, and Loss of Ecosystem Services in the Mekong Basin. **Ambio.** 39(4): 344-348

Edgington, E.S. and P. Onghena. 2007. **Randomization Tests, fourth ed.** Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, Florida. 345 pp.

Hogan Z., I.G. Baird, R. Radtke and M.J. Vander Zanden. 2007. Long distance migration and marine habitation in the tropical Asian catfish, Pangasius krempfi. **J. Fish Biol.** 71: 818-832.

Hortle, K. 2009. Fisheries of the Mekong River Basin *In*: I.C Campbell (ed.), **The Mekong: Biophysical Environment of an International River Basin.** Elsevier Publishers, Amsterdam. pp. 199-251.

ICEM, International Centre for Environmental Management. 2010. **MRC-SEA for Hydropower on the Mekong Mainstream Fisheries Baseline Assessment.** Mekong River Commission Secretariat, Vientiane. 23 pp.

Jutagate, T., C. Krudpan, P. Ngamsnae, K. Payooha and T. Lamkom. 2003. Fisheries in the Mun River: a one-year trial of opening the sluice gates of the Pak Mun Dam, Thailand. **Kasetsart J. Nat. Sci. Tech.** 37: 101-116.

Jutagate, T., C. Krudpan, P. Ngamsnae, T. Lamkom and K. Payooha. 2005. Changes in the fish catches during a trail opening of sluice gates on a run-of the-river reservoir in Thailand. **Fish. Manag. Ecol.**. 12: 57–62.

Kite, G. 2001. Modeling the Mekong: hydrological stimulation for environmental impact studies. **J. Hydrol.** 253:1-13.

Mullowney, D.R.J., C.J. Morris, E.G. Dawe and K.R. Skanes. 2012. Impacts of a bottom trawling exclusion zone on Snow Crab abundance and fish harvester behavior in the Labrador Sea, Canada. **Mar. Pol.** 36: 567–575.

Murtaugh, P.A. 2002. On rejection rates of paired intervention analysis. **Ecology**. 83(6): 1752–1761.

Poulsen A.F., O. Poeu, S. Viravong, U. Suntornratana and N.T. Tung. 2002. **Fish migrations of the Lower Mekong River Basin: implications for development, planning and environmental management**. MRC Technical Paper No. 8, Mekong River Commission, Phnom Penh. 62 pp.

R Development Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at http://www.r-project.org

Nicolaas. V.Z., N. Thuok, T.S. Tana and D. Loeung. 2000. Where there is water, there is fish. Cambodian fisheries issues in a Lower Mekong Basin perspective, In: M. Ahmed and P. Hirsch (eds.). Common property in the Mekong: Issues of sustainability and subsistence. **ICLARM Studies and Reviews**. 26: 37-48.

Valbo-Jørgensen, J., D. Coates and K. Hortle. 2009. Fish diversity in the Mekong River Basin In: I.C Campbell (ed.), **The Mekong: Biophysical Environment of an International River Basin.** Elsevier Publishers, Amsterdam. pp. 161-197.

Welcomme, R.L., K.O. Winemiller. and I.G. Cowx. 2006. Fish environmental guilds as a tool for assessment of ecological condition of rivers. **River Res. Appl.** 22: 377–396.

Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems

Larval fish diversity and assemblage patterns between dammed and undammed Mekong tributaries

--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	
Full Title:	Larval fish diversity and assemblage patterns between dammed and undammed Mekong tributaries
Article Type:	Research paper
Keywords:	Mekong; fish larvae; floodplain; abundance; dam
Corresponding Author:	Tuantong Jutagate, Ph.D. Ubon Ratchathani University Warinchamrab, Ubon Ratchathani THAILAND
Corresponding Author E-Mail:	agtuanju@mail2.ubu.ac.th;tuantongj@gmail.com
Order of Authors:	Pisit Phomikong
	Suriya Udduang
	Michio Fukushima
	Boonsong Srichareondham
	Deeka Rattanachamnong
	Tuantong Jutagate, Ph.D.
Abstract:	Diversity and assemblage patterns of the larval fishes from three neighboring tributaries of the Mekong River in Thailand were investigated between August 2009 and June 2010. These rivers interact with their floodplains, which are the important spawning and nursery grounds for the Mekong fishes. There is no dam along the Songkram River; meanwhile the Gam River has several irrigation dams with a fish ladder at each dam site and the Mun River has a hydropower dam with a fish ladder and sluice gates that are opened during the wet season each year. There were 97 species collected in total. Species richness and abundance showed marked different among the rivers and sampling months. The assemblage patterns were described by probability of the occurrence of the larvae. The assemblage of the Gam River was dominated by the larvae of resident fish species. The assemblage of the Mun River during the sluice gate opening scheme was similar to that of the Songkram River during the wet season. The assemblage during the flood period of the Songkhram River showed the most diversity and abundance of migratory fish larvae. Conserving the integrity of the floodplain-river system of the Songkhram River is among the crucial strategies for sustaining fish diversity and fisheries in the Lower Mekong River Basin
Additional Information:	
Question	**Response**
Suggested Reviewers:	Sébastien Brosse Université Paul Sabatier sebastien.brosse@univ-tlse3.fr Expertise in impact of human disturbances (non-native species, dams, mining) on fish communities and application of artificial neuron network.
	So Nam the Mekong River Commission (Fisheries Program) so_nam@hotmail.com Dr. So Nam is the manager of the Fisheries Program, the Mekong River Commission, whom expertise in Mekong fish and fisheries
	Lee Baumgartner La Trobe University l.baumgartner@latrobe.edu.au

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation

	experience in freshwater Fish Ecology and Floodplain management in the Lower Mekong Basin
Opposed Reviewers:	

Powered by Editorial Manager® and ProduXion Manager® from Aries Systems Corporation

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายพิสิฐ ภูมิคง

ประวัติการศึกษา

มหาวิทยาลัยแม่โจ้ พ.ศ. 2540
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (การประมง)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2548
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)

ประวัติการวิจัย

<u>หัวหน้าโครงการวิจัย</u>

1. สถานภาพทรัพยากรในอ่างเก็บน้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อการพัฒนาและบริหารทรัพยากรประมงประมง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 52/2551, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.
2. Long term change in catch, size and assessment of the mud crab *Scylla olivacea* stock in Klong Ngao mangrove swamp, Ranong Province, Thailand. Technical paper (specialty). On Inland Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries; 2009.

<u>ผู้ร่วมวิจัย</u>

1. การศึกษาผลกระทบของแนวป่าไม้ต่อสภาพนิเวศวิทยาสัตว์น้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2537, สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง.
2. การศึกษาชนิดและการเปลี่ยนแปลงประชากรปลาในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จ.สุราษฎธานี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 163/1995, กรมประมง.
3. ชีววิทยาและการแพร่กระจายของปลาปล้องอ้อยใน

จังหวัดตราด. ฉบับที่ 37/2547, สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.

4. The effect of escape vents in collapsible pots on catch and size of the mud crab *Scylla olivacea*. Fisheries Research 94(1): 73-78; February, 2009.

5. ปลาออกลูกเป็นตัว (Livebearers). สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.

6. การเพาะเลี้ยงปลาทอง. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง.

7. การประมาณค่าอายุและการเติบโตของปลาช่อน Channa striata ด้วยวิธีการอ่านกระดูกหู (Age and growth determinations of chevron snakehead *Channa striata* by otolith reading). In the Proceedings Agricultural Path Advance Toward ASEAN for Sustainable Development 51st , KASETSART UNIVERSITY ANNUAL CONFERENCE.

8. Potential Effects of Hydroelectric Dam Development in the Mekong River Basin on the Migration of Siamese Mud Carp (*Henicorhynchus siamensis* and *H. lobatus*) Elucidated by Otolith Microchemistry. DOI: 10.1371/ journal. pone.0103722; 2014.

<u>วิทยานิพนธ์</u>

1. ประสิทธิภาพการจับและการเลือกจับปูทะเลของลอบปูแบบพับได้ในคลองหงาว จังหวัดระนอง วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พ.ศ. 2548

ประวัติการทำงาน	นักวิชาการประมง ชำนาญการ สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	นักวิชาการประมง ชำนาญการ สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง