

การบูรณาการองค์ความรู้ทางนิเวศอุทกวิทยาเพื่อประเมินมูลค่าทางนิเวศวิทยา
ของระบบนิเวศปากแม่น้ำและแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง:

กรณีศึกษาปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร

Integration of Eco-hydrological Knowledge for Assessment of Ecological Values
of Estuarine and Coastal Culture Ecosystems: A Case Study of Tha Chin Estuary,
Samut Sakhon Province, Thailand

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์¹ เศรษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์² และ แสงเทียน อัจฉิมางกูร³

¹ ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

² ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

³ ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ มีเป้าหมายในการบูรณาการความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ลักษณะทางนิเวศอุทกวิทยา และศักยภาพของพื้นที่ชายฝั่งที่มีการเลี้ยงกุ้งวิถีเลียนแบบธรรมชาติ ในด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูคุณภาพน้ำ เพื่อการประเมินมูลค่าทางนิเวศวิทยาของพื้นที่เขตตำบลพันท้ายนรสิงห์ และตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ผลการศึกษาพบว่า การคงอยู่ของพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติ ที่แทรกตัวด้วยระบบบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ตลอดจนคลองขุดทั้งตามแนวขนานขอบฝั่งและคลองสาขาที่เชื่อมต่อในแนวตั้งฉาก ส่งผลให้พื้นที่มีลักษณะเสมือนระบบบำบัดธรรมชาติขนาดใหญ่ ที่มีส่วนสำคัญในการควบคุมคุณภาพน้ำ ระบบนิเวศของบ่อเลี้ยงกุ้งในพื้นที่นี้ มีปริมาณน้ำที่ไหลเข้าสู่ระบบในช่วงน้ำลงและน้ำขึ้นเท่ากับ 1,244,288 และ 7,971,867 ลบ.ม.ต่อวัน ตามลำดับ โดยมีศักยภาพการบำบัดแอมโมเนียและไนโตรเจนที่ในโตรเจนที่ค่อนข้างสูงในช่วง 31-74 และ 62-94% ตามลำดับ ศักยภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอยรวมพบอยู่ที่ 9-47% ส่วนศักยภาพในการบำบัดซิลิเกตและฟอสเฟตนั้นไม่เด่นชัด บ่อในเขตตอนกลางจะให้ประสิทธิภาพในการบำบัดสูงที่สุด เมื่อประเมินมูลค่าของพื้นที่ทางนิเวศวิทยา (โดยเฉพาะด้านการบำบัดและควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ) พบว่าพื้นที่ในภาพรวม (ประมาณ 103 ตารางกิโลเมตร) จะให้มูลค่าที่ไม่ได้ใช้โดยตรง (Non-used value) ถึง 2,345 ล้านบาทต่อปี ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพื้นที่เขตปากแม่น้ำและแนวชายฝั่งทะเลในตำบลพันท้ายนรสิงห์และตำบลโคกขามที่ผลิตกุ้งกุลาดำโดยวิถีเลียนแบบธรรมชาตินี้ นอกจากจะให้คุณค่าแก่ชุมชนในเชิงผลผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำแล้ว ยังให้คุณค่าในเชิงการฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่สูงมาก ซึ่งสมควรได้รับการอนุรักษ์ดูแลไว้ให้ดี เพื่อการผลิตที่ยั่งยืนควบคู่ไปกับการอนุรักษ์สภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำอย่างลงตัว คำสำคัญ: การเลี้ยงกุ้งวิถีเลียนแบบธรรมชาติ การบำบัดน้ำ การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำ คุณค่าทางนิเวศวิทยา ปากแม่น้ำท่าจีน

Abstract

This study was aimed to integrate the aquatic environments, eco-hydrology, and area remediation potential for contribution to conservation and remediation purposes. Ecological functions of ponds, inlet-outlet canals, and natural channels around the whole area of Phanthai Norasingh and Koak Kam Districts were analyzed for wastewater remediation potential and ecological value. The results indicated that the extent of natural mangrove areas combining with culture ponds and irrigation channels acted as a large waste water treatment system. The system had effectively controlled the water quality. In the whole area, the water masses transferred into the area during ebb tides and high tides were 1,244,288 and 7,971,867 m³/day, respectively. The pond ecological functions possessed high potentials in nutrient (ammonium and nitrite-nitrate) remediation of ca 31-74% and 62-94%, respectively. The potential of total suspended solid remediation was recognized between ca 9-47%, while those of silicate and orthophosphate potentials were not significant. The middle zone had comparatively higher remediation potentials. Assessment of ecological values of the whole area (about 103 km²) illustrated its non-use value of more than 2,345 million baths per year. The overall views of this research contributed understandings on benefits of extension of shrimp extensive cultures in Samut Sakhon Province. This can provide better aquatic environmental circumstances of the Tha Chin lower basin. This area, thus, should be deserved further consideration for conservation and sustainable resource utilization development.

Key words: Extensive shrimp culture, water remediation, aquatic environmental quality conservation, ecological values, Tha Chin Estuary

บทนำ

ในปัจจุบัน ได้มีการให้ความสำคัญกับการพัฒนาการเลี้ยงสัตว์น้ำให้เกิดความยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเกษตรกรผู้ผลิตกุ้งกุลาดำในตำบลพันท้ายนรสิงห์ จังหวัดสมุทรสาคร ได้หันกลับมาใช้วิธีการเลี้ยงในแบบที่เป็นการประยุกต์*การเลี้ยงแบบธรรมชาติ*อีกครั้ง โดยทำการปล่อยลูกกุ้งเข้าสู่บ่อดินพื้นที่กว้างใหญ่ในบริเวณใกล้เขตทะเล ในอัตราความหนาแน่นที่ต่ำมาก และเน้นการเลี้ยงแนวชีวภาพที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการเลี้ยงกุ้งกุลาดำวิธีเลี้ยงแบบธรรมชาติในพื้นที่นี้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตกุ้งที่มีคุณภาพสูงและเป็นอาชีพที่ยั่งยืนได้ให้กับผู้ประกอบการ (นิติและคณะ 2551) สิ่งค้นพบที่ชัดเจนจากการศึกษาวิจัยที่เพิ่งผ่านมา หากพิจารณาในภาพรวมของระบบคุณภาพน้ำปากแม่น้ำท่าจีน เราพบว่าพื้นที่บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำวิธีเลี้ยงแบบธรรมชาตินี้ มีลักษณะการจัดเรียงโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาคล้าย

ระบบบำบัดน้ำขนาดใหญ่ในพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล ซึ่งรับน้ำที่ผ่นลงมาจากแม่น้ำท่าจีน นอกจากนี้ ยังรับน้ำจากคลองมหาชัย ซึ่งนำมวลน้ำลงมาจากฝั่งกรุงเทพมหานคร ไหลเวียนผ่านลงมาตามคลองย่อยต่างๆ ซึ่งผลการศึกษาด้านคุณภาพน้ำเบื้องต้น ได้สะท้อนให้เห็นว่าพื้นที่นี้จะมีศักยภาพในการปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดีขึ้นได้

ในการศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบสถานการณ์การเกิดน้ำเสียและคุณภาพน้ำในพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีนและพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ซึ่งมีลักษณะเป็นคูคลองในระหว่างแนวป่าชายเลนผสมผสานกับพื้นที่บ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ใช้วิถีเลียนแบบธรรมชาติ ตลอดจนวิเคราะห์ศักยภาพของระบบนิเวศบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำวิถีเลียนแบบธรรมชาติ ในพื้นที่ตำบลพันท้ายนรสิงห์และอำเภอโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร จากคุณลักษณะทางนิเวศวิทยาของระบบ ที่จะส่งผลต่อการบำบัดน้ำเสียในภาพรวมของพื้นที่ โดยเฉพาะการบำบัดสารอินทรีย์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ตลอดจนของแข็งแขวนลอยที่ถูกพัดพาตามระบบการไหลและการหมุนเวียนของน้ำ ทั้งนี้ เพื่อสามารถประเมินคุณค่าทางนิเวศวิทยาของพื้นที่ชายฝั่งออกมาให้ชัดเจน และสามารถส่งเสริมให้พื้นที่ดังกล่าวนี้เป็นพื้นที่อนุรักษ์และ/หรือพื้นที่ตัวอย่าง ที่สามารถให้ผลผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำ ควบคู่ไปกับการเอื้อประโยชน์ด้านอนุรักษ์และฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้ต่อไป

วิธีการศึกษา

พื้นที่ศึกษาและปัจจัยที่ทำการสำรวจ

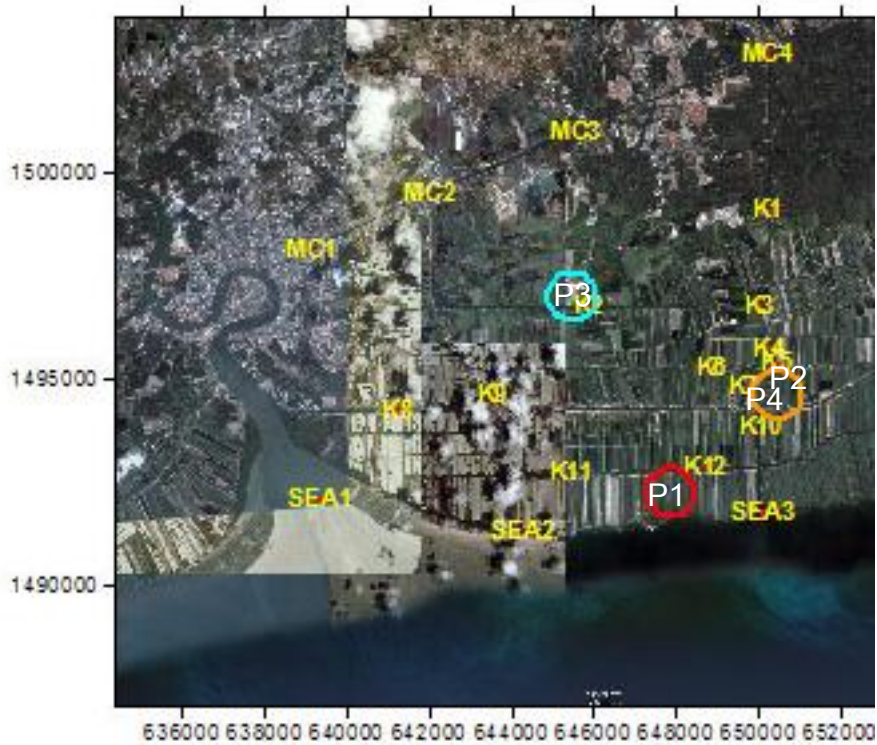
การสำรวจภาคสนาม ได้ดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2552-53 โดยสำรวจคุณภาพน้ำ พื้นที่ภาคตัดขวางของลำน้ำ ทิศทางและอัตราการไหลของน้ำ ในพื้นที่ระบบคูคลองธรรมชาติและแนวปากแม่น้ำรวม 20 สถานี (ภาพที่ 1 และ ภาพที่ 2) ในเดือนมิถุนายน 2552 ตุลาคม 2552 และ เมษายน 2553 พร้อมสำรวจในพื้นที่บ่อเลี้ยงสัตว์น้ำตัวแทน 4 แห่ง ที่กระจายอยู่ในตอนบน (แนวคลองสหกรณ์ 2) ตอนกลาง (แนวคลองสหกรณ์ 1) และตอนล่างซึ่งเป็นเขตติดทะเล (ชิดคลองโหลง) โดยวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (แอมโมเนีย ไนโตรเจนและไนเตรท ซิลิเกต และออร์โธฟอสเฟต) ปริมาณของแข็งแขวนลอย ระดับของคลอโรฟิลล์เอในมวลน้ำ และคุณภาพน้ำทั่วไปในพื้นที่บ่อ (บริเวณทางน้ำเข้า ตอนกลาง และ บริเวณทางน้ำออก) เปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำที่ไหลเข้าบ่อและในพื้นที่คลองสาขาในบริเวณเดียวกัน

ลักษณะของบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่ศึกษา

กำหนดบ่อศึกษาในพื้นที่เขตต่าง ๆ โดยคำนึงถึงการเป็นตัวแทนตามเขตพื้นที่ และรูปแบบในการรับน้ำ/ถ่ายน้ำ ประกอบด้วย

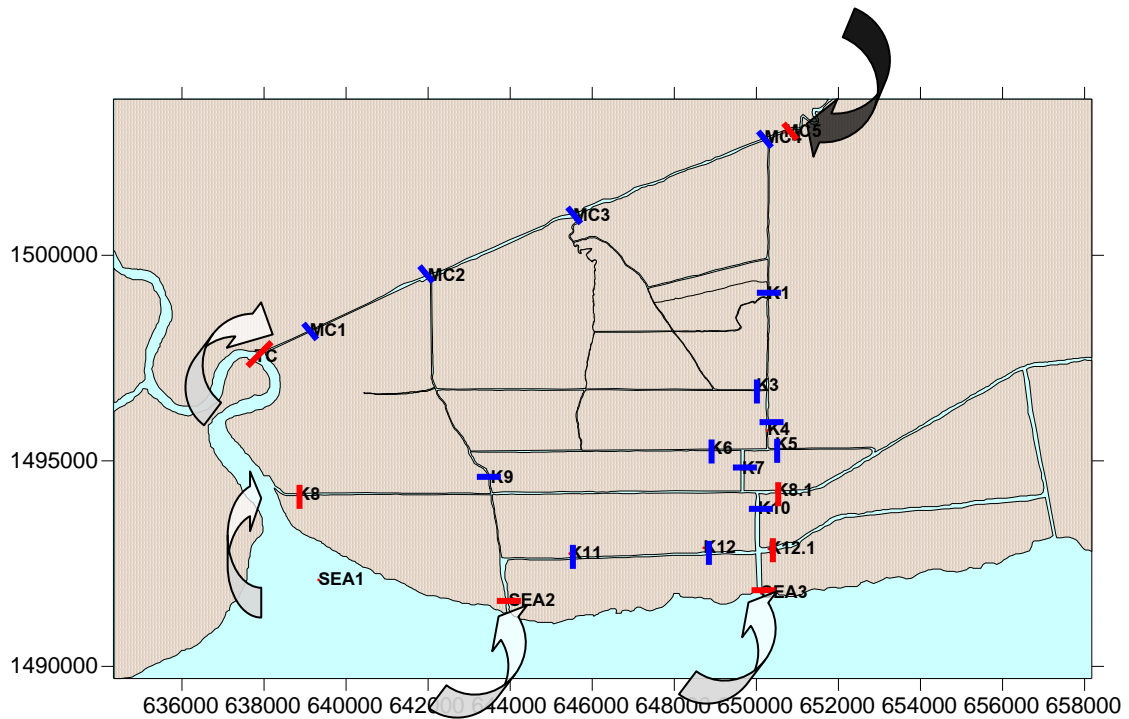
- บ่อ P1 ⇒ ซึ่งเป็นบ่อที่ติดทะเลและรับน้ำเข้าจากทะเลโดยตรง
โดยปล่อยน้ำออกฝั่งตรงข้ามลงคลองย่อย
- บ่อ P2 ⇒ ซึ่งเป็นบ่อเขตทะเลที่มีทางน้ำเข้า/ออกทางเดียว

- บ่อ P3 ⇒ ซึ่งเป็นบ่อเขตน้ำกร่อยที่มีทางน้ำเข้า/ออกสองทาง
ที่มีระบบการไหลของน้ำที่แยกจากกันชัดเจนและ
- บ่อ P4 ⇒ ซึ่งเป็นบ่อเขตทะเลที่มีทางน้ำเข้า/ออกสองทาง (มีการปรับปรุงบ่อใหม่)



ภาพที่ 1 สถานีสำรวจคุณภาพน้ำในระบบคลองสาขา (K) ในคลองมหาชัย (MC) และในเขตปากแม่น้ำและแนวชายฝั่ง (SEA) ในพื้นที่ตำบลพันท้ายนรสิงห์และตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร และตำแหน่งบ่อตัวแทนในแต่ละเขต (บ่อ P1 เขตติดทะเล บ่อ P2 และ P4 เขตคลองสหกรณ์ 1 และ บ่อ P3 เขตคลองสหกรณ์ 3)

ในแต่ละบ่อ ทำการศึกษาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยา และปัจจัยทางคุณภาพน้ำ ทั้งด้านรูปแบบการไหลของน้ำ และคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2552 และติดตามทุกระยะ 2 สัปดาห์ จนครบ 200 วันของการเลี้ยง จากนั้นวิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยคุณภาพน้ำนำเข้า และพลวัตในการเปลี่ยนแปลงภายในบ่อกับปัจจัยภายนอกบ่อ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล และประเมินมูลค่าของระบบนิเวศบ่อด้านการปรับปรุงคุณภาพน้ำ ซึ่งคำนวณจากประสิทธิภาพในการบำบัดและมวลน้ำที่ไหลเวียนถ่ายเทในระบบ ตลอดจนค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้เพื่อการบำบัดน้ำเสียหากไม่มีระบบบ่อเหล่านี้



ภาพที่ 2 ตำแหน่งตรวจวัดทิศทางและความเร็วของกระแสและอัตราการไหลของน้ำในพื้นที่ศึกษา (ลูกศรสีดำ; มวลน้ำหลักขณะน้ำลงเข้าสู่ระบบ, ลูกศรสีขาว; มวลน้ำหลักขณะน้ำขึ้นเข้าสู่ระบบ)

ผลและวิจารณ์

น้ำเสียในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างตลอดจนบริเวณพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในแนวใกล้ปากแม่น้ำ ที่ส่วนใหญ่ปนเปื้อนไปด้วยสารอนินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส จากแหล่งที่อยู่อาศัยและการเกษตรกรรม (Thaipichitburapa *et al.*, 2010) นับเป็นปัญหาที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี และเกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ทั้งในพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีน และในพื้นที่ชายฝั่งใกล้เคียงที่อยู่ในส่วนของอ่าวไทยตอนใน อย่างไรก็ตาม การคงอยู่ของพื้นที่ป่าชายเลนตามธรรมชาติ ที่แทรกตัวด้วยระบบของพื้นที่ที่ปรับเปลี่ยนเป็นบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่ดำเนินการโดยใช้วิธีเป็นแบบดั้งเดิม ตลอดจนคลองขุดที่ตามแนวขนานกับขอบฝั่งและคลองสาขาที่เชื่อมต่อในแนวตั้งฉาก ทำให้พื้นที่นี้มีลักษณะเสมือนระบบบ่อบำบัดธรรมชาติขนาดใหญ่

ผลการศึกษาพบว่าสถานการณ์คุณภาพน้ำในพื้นที่นี้มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล และพบภาวะการปนเปื้อนด้านธาตุอาหารอย่างชัดเจนโดยเฉพาะในช่วงกลางฤดูฝนถึงฤดูน้ำหลาก (ตารางที่ 1) จนจัดอยู่ในสถานการณ์ Hypertrophic condition ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Mesumpun and Meksumpun (2008) ยังพบปัญหาการเพิ่มของแอมโมเนียในโตรเจนในช่วงปี พ.ศ. 2551-52 ถึงประมาณ 70-100% โดยมีค่าสูงสุดในเขตตอนกลางและเขตติดทะเลตอนล่างเท่ากับ $ca\ 130\ \mu M$ (หรือเท่ากับ $1.8\ mg/L$)

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของธาตุอาหาร (μM) และของแข็งแขวนลอยรวม (mg/L) สำหรับ บริเวณบริเวณที่ น้ำเข้า (IN) และออก (OUT) จากบ่อในเขตต่างๆ ของตำบลพันท้ายนรสิงห์ และตำบลโคกขาม

ZONE	TIME	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$		$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- \text{-N}$		$\text{Si(OH)}_4 \text{-Si}$		$\text{PO}_4^{3-} \text{-P}$		TSS	
		IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT	IN	OUT
Upper Zone	*Jan_08	72.12	14.09	2.15	0.48	53.95	53.13	4.07	5.96	72.22	30.40
	*Apr_08	81.98	48.06	8.87	8.28	77.37	76.21	21.85	19.31	119.00	32.33
	Jun_09	122.95	66.15	8.11	0.77	154.40	68.80	19.08	4.22	62.00	16.00
	Jul_09	113.84	6.08	3.82	0.31	162.89	69.52	16.45	4.92	74.33	58.33
	Jul_09	43.64	13.75	3.94	1.01	46.53	47.32	7.22	13.12	57.33	30.00
	Aug_09	83.70	23.91	1.56	0.37	47.71	47.71	13.12	30.83	108.95	90.00
	Sep_09	52.78	7.11	1.64	0.55	75.71	70.53	7.42	12.37	115.29	75.88
Middle Zone	*Jan_08	36.47	15.75	0.95	0.00	33.10	50.68	3.05	3.78	37.67	37.60
	*Apr_08	62.19	32.51	5.91	0.00	72.75	72.75	7.94	4.85	106.92	53.50
	Jun_09	127.50	19.01	10.02	0.08	154.40	68.07	8.88	1.62	23.89	67.67
	Jun_09	109.29	12.17	4.29	0.15	157.80	65.90	9.05	1.41	95.00	78.97
	Jul_09	116.88	11.41	7.95	0.38	161.19	68.80	11.68	3.19	110.43	52.11
	Jul_09	-	-	9.72	0.00	45.74	44.56	4.59	7.48	85.60	53.13
	Aug_09	43.04	8.37	4.22	1.01	46.14	46.14	6.56	7.61	56.00	47.92
Sep_09	71.05	20.30	7.29	1.05	78.30	65.35	4.95	5.07	572.50	78.10	
Lower (near shore) Zone	*Jan_08	59.68	30.26	1.91	1.19	48.63	28.61	4.94	3.49	33.94	46.29
	*Apr_08	91.87	66.43	7.69	5.91	72.75	66.98	11.25	6.29	215.00	280.00
	Jun_09	129.02	35.74	12.72	0.08	154.40	67.35	3.13	2.49	261.11	90.00
	Jul_09	16.73	20.53	5.67	0.15	68.80	68.07	2.32	2.16	85.00	120.50
	Jul_09	8.97	8.97	0.01	0.00	43.38	39.04	5.12	4.40	61.21	68.00
	Aug_09	39.59	19.29	2.20	1.74	38.64	40.22	6.10	5.05	60.00	57.41
	Sep_09	21.32	13.20	0.64	0.23	78.94	75.71	6.80	4.27	123.33	67.59

* Data from former report

ตารางที่ 2 ศักยภาพการบำบัดสัมพัทธ์ (Relative Remediation Potential; % RP) ของปริมาณธาตุอาหาร

และของแข็งแขวนลอยรวมสำหรับพื้นที่เขตต่างๆ ในตำบลพันท้ายนรสิงห์และตำบลโคกขาม

ZONE	TIME	NH ₄ ⁺ -N		NO ₂ ⁻ +NO ₃ ⁻ -N		Si(OH) ₄ -Si		PO ₄ ³⁻ -P		TSS		
		Mean	% RP	Mean	% RP	Mean	% RP	Mean	% RP	Mean	% RP	
Upper Zone	*Jan_08		80.46		77.67		1.52		-46.44		57.91	
	*Apr_08	IN	41.38	IN	6.65	IN	1.50	IN	11.62	IN	72.83	
	Jun_09		81.98		46.20		4.30		90.51		88.37	
	Jul_09				94.66						57.32	
	Jul_09	OUT		68.49	OUT		74.37	OUT		-1.70	OUT	-81.72
	Aug_09		25.59		71.43		1.68		76.28		61.89	
	Sep_09			86.53		66.46		6.84		-66.71		34.18
	Mean±SD		69.11±19.92		62.19±28.97		17.27±26.85		-24.32±80.1		46.53±23.15	
Middle Zone	*Jan_08		56.81		100.00		-53.11		-23.93		0.19	
	*Apr_08		47.72		100.00		0.00		38.92		49.96	
	Jun_09	IN		85.09	IN		99.20	IN		55.91	IN	81.76
	Jun_09		71.05		88.86		6.29		96.50		93.68	
	Jul_09				90.24				57.32		72.69	
	Jul_09	OUT		-	OUT		0.33	OUT		2.58	OUT	-62.96
	Aug_09		17.07		80.55		76.07		0.00		4.38	
Sep_09			71.43		85.60		16.54		-2.42		86.36	
	Mean±SD		74.39±16.54		94.07±8.74		17.18±38.81		21.56±55.67		9.41±82.41	
Lower (near shore) Zone	*Jan_08		49.30		37.70		41.17		29.35		-36.39	
	*Apr_08	IN		27.69	IN		23.15	IN		7.93	IN	44.09
	Jun_09		39.59		72.30		4.41		99.37		72.22	
	Jul_09				-22.71				97.35		1.06	
	Jul_09	OUT		0.00	OUT		100.00	OUT		10.00	OUT	14.06
	Aug_09		27.77		51.28		1.33		20.91		55.14	
	Sep_09			38.09		64.06		4.09		37.21		45.20
	Mean±SD		30.85±32.55		63.22±36.22		16.65±22.84		24.18±13.27		-0.63±41.75	

อย่างไรก็ตาม ระบบนิเวศป่าชายเลนในพื้นที่ตำบลพันท้ายนรสิงห์นี้ นับว่ามีศักยภาพในการบำบัดแอมโมเนียและไนโตรเจนในโตรเจนได้เป็นอย่างดี โดยมีประสิทธิภาพในการบำบัดอยู่ในช่วง ca 31-74% และ 62-94% ตามลำดับ ศักยภาพในการบำบัดซิลิเกต และฟอสเฟตไม่เด่นชัดเท่า ส่วนประสิทธิภาพในการบำบัดของแข็งแขวนลอยอยู่ที่ ca 9-47 % (ตารางที่ 2) ระบบนิเวศนี้ จึงทำหน้าที่เป็นพื้นที่บำบัดธรรมชาติซึ่งหมุนเวียนน้ำเข้าไปตามคลองและเกิดการตกของของแข็งแขวนลอย นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์การเพิ่มของคลอโรฟิลล์พบว่า แพลงก์ตอนพืชที่เกิดขึ้นในบ่อ นับเป็นปัจจัยสำคัญที่นำเอาสารอาหารจากน้ำมาสร้างเป็นมวลอินทรีย์ที่มีชีวิต ซึ่งก่อประโยชน์ต่อห่วงโซ่อาหารและการผลิตสัตว์น้ำได้

ผลการศึกษาด้านการไหลของน้ำ พบว่าในกรอบของพื้นที่ศึกษาทั้งหมด (ภาพที่ 2) มีปริมาตรน้ำที่ไหลเข้าสู่พื้นที่ในช่วงน้ำลงและน้ำขึ้นในรอบวัน เท่ากับ 1,244,288 m³/day และ 7,971,867 m³/day ตามลำดับ เมื่อผนวกข้อมูลด้านอัตราการไหลเข้ากับข้อมูลด้านความเข้มข้นของธาตุอาหารและปริมาณตะกอนแขวนลอยในแต่ละตำแหน่งที่สำคัญ สามารถประเมินภาระ (Loads) ของ NH₄⁺+NO₂⁻+NO₃⁻ Si(OH)₄ PO₄³⁻ และ TSS ออกมาได้เท่ากับ 7,510, 7,158, 1,337 และ 187,366 kg/day ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการประเมินค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้น ซึ่งคิดเฉพาะค่าเดินระบบและบำรุงรักษาสำหรับระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละประเภท (#ค่าใช้จ่ายขั้นต่ำและขั้นสูง ประเมินจากปริมาตรน้ำที่จำเป็นต้องหมุนเวียนเข้าสู่ระบบบำบัดในช่วงน้ำลง และในช่วงน้ำขึ้น ตามลำดับ)

ระบบบำบัด	ค่าใช้จ่าย (บาท/ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่ายเฉลี่ย (บาท/ลบ.ม.)	ค่าใช้จ่าย ขั้นต่ำ# (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่าย ขั้นสูง# (บาท/ปี)
ระบบบ่อผึ่ง (Stabilization Pond; SP)	2-4*	3	172,279,195	1,279,044,596
ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon; AL)	3-5*	4	229,705,593	1,705,392,794
ระบบเอส (Activated Sludge; AS)	3-8*	5.5	315,845,190	2,344,915,092

*ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2546)

สำหรับในกรณีที่ต้องทำการบำบัดน้ำเสียให้มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (อาทิ การปรับลดค่าแอมโมเนียไนโตรเจน ให้ไม่เกิน 0.5 mg/L) จะต้องบำบัดน้ำต้นทุนสำหรับในช่วงน้ำลงและน้ำขึ้น ที่มีแอมโมเนียไนโตรเจนสูง ให้ลดต่ำลงถึง 64.10 และ 74.28 % ตามลำดับ ในการนี้จำเป็นต้องหมุนเวียนน้ำสู่ระบบบำบัด ในอัตราตั้งแต่ 797,589 m³/day (ในช่วงน้ำลง) ถึง 5,921,503 m³/day (ในช่วงน้ำขึ้น) การหมุนเวียนน้ำสู่ระบบบำบัด ในปริมาณดังกล่าว สามารถเทียบเคียงคิดเป็นค่าใช้จ่ายในรอบปี ขั้นต่ำ (ในช่วงน้ำลง) และค่าใช้จ่ายในรอบปี ขั้นสูง (ในช่วงน้ำขึ้น) ที่ต้องใช้ในการจัดทำระบบบำบัดรูปแบบต่างๆ ดัง

ผลใน ตารางที่ 3 ผลการศึกษาเกิดจากการกำหนดให้น้ำเข้าสู่ระบบทุกๆ 5 วัน (หรือ 6 ครั้งต่อเดือน ตามศักยภาพการบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชที่มีตามธรรมชาติในพื้นที่บ่อ) ผลการประเมินภาพรวมพบว่า ค่าใช้จ่ายในรอบปีเพื่อการเดินระบบบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ (รวมประมาณ 103 ตารางกิโลเมตร) จะมีค่าสูงสุด ถึงประมาณ 2,300 ล้านบาท

ณ ปัจจุบันพบว่า น้ำที่หมุนเวียนเข้าสู่ระบบบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณนี้ มีคุณภาพน้ำที่มีธาตุอาหารสูงเกินไป อย่างไรก็ตาม เนื่องจากบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำในแต่ละพื้นที่ยังมีศักยภาพในการบำบัดตัวเองสูง (อาทิ มีศักยภาพการบำบัดแอมโมเนียในพื้นที่ยอดบน ตอนกลาง และตอนล่าง ที่ประมาณ 70 % 74% และ 31% ตามลำดับ) ด้วยเหตุดังกล่าว พื้นที่นี้จึงมีศักยภาพในการควบคุมคุณภาพน้ำไว้ได้ อย่างไรก็ตาม ชุมชนท้องถิ่น ตลอดจนหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องทุกภาคฝ่าย ควรช่วยกันควบคุมดูแลไม่ให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงไปอีก ซึ่งหากคุณภาพน้ำเกิดการเสื่อมโทรมลงไปจนทำให้แอมโมเนีย ในพื้นที่ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง มีค่าเกินกว่า $119 \mu\text{M}$ (1.66 mg/L) $139 \mu\text{M}$ (1.95 mg/L) และ $52 \mu\text{M}$ (0.72 mg/L) ตามลำดับแล้ว ระบบนิเวศทางธรรมชาติภายในบ่อของแต่ละพื้นที่ย่อยเหล่านี้ จะไม่สามารถบำบัดให้น้ำกลับเข้าสู่คุณภาพภายในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงอยู่ของสัตว์น้ำที่เพาะเลี้ยงได้

แนวคิดและผลการศึกษาวิจัยข้างต้น มีความสอดคล้องกับแนวคิดในการอนุรักษ์และพัฒนาพื้นที่และความหลากหลายทางชีวภาพ ตามวิธีแบบ Sato-Umi ที่เสนอโดย Yanagi (2009) ซึ่งให้ความสำคัญกับการสร้างความรู้ความเข้าใจในศักยภาพของระบบแหล่งน้ำ โดยเฉพาะด้านรูปแบบของการไหลและการเคลื่อนย้ายของแร่ธาตุอาหารซึ่งเชื่อมโยงสู่การผลิตทรัพยากรชีวภาพ นอกจากนี้ Furukawa (2009) ได้แสดงผลการศึกษาด้านการฟื้นฟูแหล่งน้ำที่สอดคล้องกัน โดยเน้นการใช้ประโยชน์จากระบบนิเวศพื้นที่ชุ่มน้ำ และกล่าวว่า ในการจัดการที่ดินนั้น จำเป็นต้องอาศัยทั้งกระบวนการแบบ Top-down และ Bottom-up จึงจะทำให้สัมฤทธิ์ผลได้

สรุปผลการศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการบำบัด ผนวกกับข้อมูลด้านปริมาณน้ำที่ไหลเวียนเข้าสู่ระบบในช่วงน้ำลงและน้ำขึ้นในรอบวัน และระดับมาตรฐานของแอมโมเนียที่ต้องการควบคุมให้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตรแล้ว พบว่าพื้นที่ศึกษาในอาณาเขตรวมประมาณ 103 ตารางกิโลเมตร นี้ ให้มูลค่าในการควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำในฐานะการเป็นระบบบำบัดทางธรรมชาติขนาดใหญ่ (นับเป็นมูลค่าส่วนของการไม่ได้ใช้; Non-used value) รวมถึงประมาณ 2,345 ล้านบาทต่อปี ผลการศึกษาในภาพรวม ทำให้เราตระหนักได้ว่าพื้นที่นี้ มีมูลค่าทางนิเวศวิทยาที่สูงมาก

ผลการศึกษาทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า พื้นที่เขตปากแม่น้ำและชายฝั่งทะเล ในตำบลพันท้ายนรสิงห์ และตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร ที่มีการผลิตกุ้งกุลาดำโดยวิธีเลียนแบบธรรมชาตินี้ นับเป็นพื้นที่น่าร่องในการผลิตกุ้ง ที่ให้คุณค่าทั้งในเชิงผลผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำ ตลอดจนคุณค่าในเชิงการอนุรักษ์และฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ จึงสมควรได้รับการอนุรักษ์ดูแลไว้ให้เป็นพื้นที่ตัวอย่างที่ดี โดยควรมุ่งเน้นการ

ดำเนินการภายใต้ความร่วมมือร่วมใจของบุคคลจากทุกภาคฝ่าย ซึ่งควรเข้าใจในปัญหา มีการสร้างสังคมในการเรียนรู้ และมีเป้าหมายในการพัฒนา ควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมร่วมกัน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และได้รับความร่วมมือจากผู้ประกอบการเป็นอย่างดีทำให้ดำเนินการวิจัยได้อย่างราบรื่น ขอขอบคุณ รศ.ดร.ชลอ ลิ้มสุวรรณ และ ผศ.ดร.นิตี ชูเชิด ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง ที่กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษา และขอขอบคุณ นิสิตที่ทีมงานทุกคนที่ร่วมแรงร่วมใจกันในการออกสำรวจภาคสนาม ช่วยวิเคราะห์ตัวอย่าง และให้แนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนางานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2546. แผนฟื้นฟูและปรับปรุงระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมของชุมชนทั่วประเทศ.
http://infofile.pcd.go.th/water/water_regain.pdf (accessed 14 May 2010)
- นิตี ชูเชิด และคณะ. 2551. การวิจัยเพื่อพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ กุ้งขาวแวนนาไม และกุ้งก้ามกรามอย่างยั่งยืน (ปีที่ 2). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).
- Furukawa, K. 2009. Potential of Urban Wetland as a Target of Habitat Restoration and Management. *In* Proceedings of the East Asian Seas Congress 2009. 23-27 November 2009, Manila, Philippines.
- Meksumpun, C. and S. Meksumpun. 2008. Integration of Aquatic Ecology and Biological Oceanographic Knowledge for Development of Area based Eutrophication Assessment Criteria Leading to Water Resource Remediation and Utilization Management: A Case Study in Tha Chin, the Most Eutrophic River of Thailand. *JOURNAL of Water Science and Technology* 58(12): 2303-2311.
- Thaipichitburapa, P., Meksumpun C. and S. Meksumpun. 2010. Province-based Self-remediation Efficiency of the Tha Chin River Basin, Thailand. *JOURNAL of Water Science and Technology* 62(3): 594-602.
- Yanagi, T. 2009. Concept and Practices of Sato-Umi in Japan and Lessons Learned. *In* Proceedings of the East Asian Seas Congress 2009. 23-27 November 2009, Manila, Philippines.