รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศักยภาพการรองรับมลพิษของแม่น้ำและชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาผลกระทบ
ของน้ำทิ้งจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศทางน้ำ
แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

The Carrying Capacity Assessment of River and Coastal Area: A Case Study
Effects of Wastewater from Land Use on the Aquatic Ecosystems of
Chanthaburi River and Laem Singh Estuarine Chanthaburi Province

ดร. ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา
ดร.วิชญา กันบัว
ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รศ.ดร. จารุมาศ เมฆสัมพันธ์
ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ.....
สัญญาเลขที่ 199/2561

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศักยภาพการรองรับมลพิษของแม่น้ำและชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศทางน้ำ แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

The Carrying Capacity Assessment of River and Coastal Area: A Case Study Effects of Wastewater from Land Use on the Aquatic Ecosystems of Chanthaburi River and Laem Singh Estuarine Chanthaburi Province

ดร. ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา
ดร.วิชญา กันบัว
ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รศ.ดร. จารุมาศ เมฆสัมพันธ์
ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พฤษภาคม 2562

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๑ มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา ๑๙๙/๒๕๖๑

Acknowledgment

This work was financially supported by the Research Grant of Burapa University Through National Research Council of Thailand (Grant no. 199/2561)

บทคัดย่อ

การศึกษาศักยภาพการรองรับมลพิษของแม่น้ำและชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี มีเป้าหมายเพื่อศึกษาผลกระทบที่มาจากน้ำทิ้งของกิจกรรมการใช้ประโยชน์ต่อคุณภาพน้ำในภาพและระบบนิเวศของแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ โดยทำการศึกษา 3 ช่วงเวลาเพื่อเป็นตัวแทนของฤดูกาลได้แก่ ฤดูแล้ง (เดือนมกราคม) ต้นฤดูฝน (เดือนเมษายน) และฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) ทั้งนี้แบ่งพื้นที่การศึกษาออกเป็น 17 สถานี ครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำจันทบุรี 6 สถานี และปากน้ำแหลมสิงห์ 11 สถานี นอกจากนี้ยังทำการศึกษาแหล่งน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งสิ้น 6 ประเภท โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาประกอบไปด้วย คุณภาพน้ำทั่วไป ปริมาณอนินทรีย์ละลายน้ำ คลอโรฟิลล์ เอ แพลงก์ตอนพืช และคุณภาพของดินตะกอน ผลการศึกษาพบว่า ในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์มีความแตกต่างด้านความเค็มของน้ำอย่างชัดเจน ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำจะมีค่าค่อนข้างสูงตลอดเวลาที่ทำการศึกษา (6.62-7.79 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนพื้นที่ปากแม่น้ำจะมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อยแต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ (4 มิลลิกรัมต่อลิตร) สถานีบริเวณลำคลองรอบเมืองจันทบุรี มีปริมาณของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำสูงที่สุด โดยเฉพาะแอมโมเนีย และไนเตรท โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีสาเหตุมาจากการใช้ประโยชน์ด้านเกษตรกรรมที่มีอยู่หนาแน่นบริเวณด้านบนส่งผลให้มีการสะสมของไนโตรเจนในพื้นที่ค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตามปริมาณสารอนินทรีย์ดังกล่าวยังไม่สามารถส่งผลต่อสถานภาพของแม่น้ำได้ เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากคลอโรฟิลล์ เอ พบว่าแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ยังคงอยู่ในสภาวะความสมบูรณ์ในระดับปานกลาง (Mesotrophic) โดยคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าต่ำกว่า 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ทั้งนี้เมื่อพิจารณาศักยภาพในการรองรับมลพิษในภาพรวมโดยใช้เกณฑ์ของ Redfield ratio ในการพิจารณาพบว่า ในช่วงฤดูแล้งและต้นฤดูฝนแม่น้ำจันบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์จะมีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไนโตรเจนที่เข้ามาระบบแม่น้ำช่วงเวลาดังกล่าวมีค่อนข้างน้อย ต่างจากในช่วงฤดูฝนซึ่งจะมีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณของซิลิเกตในแม่น้ำและปากแม่น้ำมีค่าค่อนข้างสูงตลอดทั้งปี ซึ่งสอดคล้องกับการที่พบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของไดอะตอมเป็นชนิดเด่นในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

ดังนั้นภาพรวมของการศึกษาในครั้งนี้สามารถบ่งชี้ได้ว่าแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ยังคงสามารถรองรับมลพิษด้านสารอนินทรีย์ละลายน้ำได้อย่างน้อย 20 เปอร์เซ็นต์จากปัจจุบัน โดยเฉพาะสารอนินทรีย์ในกลุ่มของฟอสฟอรัส อย่างไรก็ตามควรพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลรวมถึงปริมาณน้ำฝนซึ่งมีความผันแปรในรอบปีค่อนมากเพราะอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของสารอาหารจนำไปสู่ความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำได้

Abstract

Carrying Capacity Assessment of River and Coastal Area: A case study effects of wastewater from land use on the aquatic ecosystems of Chanthaburi River and Laem Singh estuarine Chan thaburi province. Aims to study of utilization effect to water quality and coastal ecosyetem. We were determined to explore three periods, those represent the seasons: dry (January), rainy (April) and rainy season (July). The study area is totally 17 stations including 6 Stations of Chanthaburi River and 11 stations of Pak Nam LaemSingha. In addition, 6 types of wastewater from various activities were investigated. The water parameters were collected as DIN, Chl a, phytoplankton and sediment. The results indicated that the salinity was clearly different in the both study sites. The DO was high in the upper part of area (6.62-7.79 mg / l).While the estuary area was slightly lower but maintained in the water quality standard (4 mg / l). The rainy season were characterized by a higher NH4, NO2 in Chanburi River caused by agriculture activities. Meanwhile the Chl a was remain as Mesotrophic level (less than 10 mg/L).

However, when considering the carrying capacity by using the Redfield ratio criteria, it was found that during the dry and early rainy season, N as a limiting factor. Which shows that the N entering the river system during this period is relatively low. During the rainy season, where the P is a limiting factor. The amount of silicate in rivers and estuaries is high throughout the year. Which related to found of diatom as the dominant group.

According to the field investigations and water environmental carrying capacity of Chanburi River and Pak Nam LaemSingha. It can be support of DIN, DIP and pollutants about 2 0 % of present situation. However, the fluctuation of the seasonal and runoff are importance factor affects to change the proportion of nutrients then leading to degradation of water resources.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		i
Acknowledgement		ii
บทคัดย่อ		iii
Abstract		iv
สารบัญ		v
สารบัญาตาราง		vii
สารบัญภาพ		viii
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
	1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
	1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	5
บทที่ 3	**อุปกรณ์และวิธีการศึกษา**	10
	3.1 การศึกษาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาและรูปแบบการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำ	11
	3.2 การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหาร	12
	3.3 การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป	13
	3.4 การแพร่กระจายของผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ	13
	3.5 การศึกษาองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่สำคัญในแหล่งน้ำ	13
	3.6 การสำรวจและประเมินคุณภาพดินตะกอน	14
บทที่ 4	**ผลการศึกษา**	15
	4.1 คุณภาพน้ำทั่วไป	15
	4.2 ปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ	20
	4.3 การศึกษาผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ	26
	4.4 คุณภาพดินตะกอน	29
	4.5 แพลงก์ตอนพืช	31
	4.6 แหล่งที่มาของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในแม่น้ำจันทบุรี	45
	4.7 ปริมาณน้ำท่า	46

		หน้า
บทที่ 5	**บทวิเคราะห์ผลการศึกษาวิจัย**	48
	5.1 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำที่สำคัญตามฤดูกาลใน แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์	48
	5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนพืช ใน แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์	54
	5.3 การประเมินศักย์คุณภาพน้ำและการรองรับมลพิษด้านระบบนิเวศ แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์	56
บทที่ 6	**สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ**	60
บทที่ 7	**ผลผลิต**	62
	7.1 ผลงานเตรียมพิมพ์เผยแพร่	62
	7.2 ผลงานเชิงสาธารณะ	62
รายงานสรุปการเงิน		63
บรรณานุกรม		64
ภาคผนวก		69
ประวัติผู้วิจัย		77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	พิกัดและสถานีที่ศึกษาคุณภาพน้ำ ดินตะกอน ในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	11
3-2	วิธีวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอย คลอโรฟิลล์ และสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่ทำการศึกษา	13
4-1	เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในที่มาจากแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์รูปแบบต่างๆ ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูฝน บริเวณแม่น้ำจันทบุรีและ ปากน้ำแหลมสิงห์	46
5-1	คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่แม่น้ำจันทบุรี (river zone) และปากน้ำแหลมสิงห์ (estuarine zone) ในช่วงฤดูแล้ง (dry season) ฤดูต้นฝน (early rainy season) และฤดูฝน (rainy season)	57
5-2	ศักยภาพการบำบัด (Restoration)สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำของแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	58
5-3	สัดส่วนของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์	59

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3-1	แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ดินตะกอนและสิ่งมีชีวิต อ่าวตราด จังหวัดตราด	11
4-1	รูปแบบการขึ้นลงของน้ำบริเวณน้ำขึ้น-ลง บริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ จ.จันทบุรี ในวันที่ 14 ม.ค. 2561, 20 เม.ย.2561 และ 15 ก.ค. 2561	15
4-2	กราฟแสดงอุณหภูมิน้ำ (°C) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	16
4-3	กราฟแสดงความเค็มของน้ำ (psu) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์	17
4-4	กราฟแสดงโปร่งแสงของน้ำ (m) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	18
4-5	กราฟแสดงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	19
4-6	กราฟแสดงความเป็นกรด-เบสของน้ำ บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์	20
4-7	การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียม (Ammonium ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	21
4-8	การเปลี่ยนแปลงไนไตรท์ (Nitrite ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	22
4-9	การเปลี่ยนแปลงไนเตรท (Nitrite ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	23
4-10	การเปลี่ยนแปลงฟอสเฟต (Phosphate ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	24
4-11	การเปลี่ยนแปลงซิลิเกต (Silicate ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	26
4-12	กราฟแสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (µg/l) ในน้ำ บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	27
4-13	กราฟแสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (mg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี	28
4-14	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดิน (water content; %) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม เมษายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561	29
4-15	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน (total organic mater; %) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม เมษายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561	30

ภาพที่ **หน้า**

4-16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน (acid volatile sulfide; mg/kg dry weight) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม เมษายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c) 31

4-17 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี 36

4-18 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Chlorophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียว) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี 36

4-19 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae (กลุ่มไดอะตอม) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในในเดือนมกราคม 2561 และ เดือนเมษายน 2561และเดือนกรกฎาคม 2561 37

4-20 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dictyochophyceae (กลุ่มซิลิโคแฟลกเจลเลต) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในในเดือนมกราคม 2561 และเดือนเมษายน 2561 และเดือนกรกฎาคม 2561 39

4-21 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dinophyceae (กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในในเดือนมกราคม 2561 และ เดือนเมษายน 2561 และเดือนกรกฎาคม 2561 39

4-22 ความหนาแน่น (a) และสัดส่วน (b) ของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม 2561 41

4-23 ความหนาแน่น (a) และสัดส่วน (b) ของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม 2561 ในเดือนเมษายน 2561 42

4-24 ความหนาแน่น (a) และสัดส่วน (b) ของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม 2561 ในเดือนกรกฎาคม 2561 43

4-25 ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช (Shannon winner index; H') ในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม 2561 ในเดือนกรกฎาคม 2561 44

4-26 ปริมาณน้ำท่า (m3/day) ของบริเวณแม่น้ำจันทบุรี ในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561 47

4-27 ประตูระบายน้ำบริเวณเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี 47

5-1 การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง (lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม (a) เมษายน (b)และ กรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561 48

ภาพที่ **หน้า**

5-2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง (lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์. ในเดือนมกราคม (a) เมษายน (b) และ กรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561 49

5-3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ในเดือนมกราคม (a)เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561 50

5-4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม (a) เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561 51

5-5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ในเดือนมกราคม (a)เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561 52

5-6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ในเดือนมกราคม (a) เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561 53

5-7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ในเดือนมกราคม (a)เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561 54

5-8 ความสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุอาหาร คุณภาพน้ำ กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช บริเวณแม่น้ำจันทบุรี (สีแดง; ทิศทางตรงกันข้าม, สีเขียวทิศทางเดียวกัน) 55

5-9 ความสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุอาหาร คุณภาพน้ำ กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช บริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ (สีแดง; ทิศทางตรงกันข้าม, สีเขียวทิศทางเดียวกัน 56

4-46 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนกรกฎาคม 2560 78

4-47 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนกรกฎาคม 2560 79

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันจากการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และชุมชนเพื่อสนองตอบความต้องการในด้านต่าง ๆ รวมทั้งนโยบายของประเทศที่มุ่งเน้นความรวมมือทางด้านการค้า การลงทุน ส่งผลให้มีการนำทรัพยากรธรรมชาติที่ปัจจัยที่สำคัญในการผลิตมาใช้เพิ่มมากขึ้น เมื่อการขยายด้านกิจกรรมต่าง ๆ เป็นสิ่งที่ควบคุมให้อยู่ในวงจำกัดได้ยาก ฉะนั้นทรัพยากรธรรมชาติที่เป็นต้นทุนของปัจจัยการผลิตจึงถูกนำมาใช้อย่างไม่มีขอบเขต ทำให้ส่งผลกระทบต่อทรัพยากร สภาพแวดล้อมและระบบนิเวศขยายเป็นวงกว้างมากขึ้นเรื่อย ๆ

โดยหลังจากการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้แล้ว จะเกิดของเสียถูกปลดปล่อยออกมาจากกระบวนการผลิตที่สำคัญได้แก่ “น้ำ” ที่ถูกปล่อยมาในรูปของ “น้ำทิ้ง” หรือ “น้ำเสีย” (waste water) ซึ่ง “น้ำ” ถือเป็นทรัพยากรที่เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในกระบวนการผลิตต่าง ๆ ทั้งยังเป็นต้นทุนทางธรรมชาติที่มีค่าใช้จ่ายน้อยในการนำมาใช้ ทั้งนี้ทรัพยากรน้ำไม่ได้สำคัญเฉพาะในทางเศรษฐกิจและสังคมเท่านั้น เพราะน้ำยังมีความสำคัญกับธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆด้วย ยกตัวอย่างเช่น เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต เป็นแหล่งอาหาร ช่วยในการหมุนเวียนแร่ธาตุอาหารในสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งเมื่อใดที่ทรัพยากรน้ำ ถูกทำให้เสื่อมโทรมและคุณภาพต่ำลง ก็จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศทั้งหมดเช่นเดียวกัน

สำหรับบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย ซึ่งมีความเหมาะสมในเชิงพื้นที่และมีศักยภาพในการพัฒนาด้านเศรษฐกิจค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นภูมิภาคที่อยู่ติดทะเลมีความสะดวกด้านการคมนามคมขนส่งต่าง ๆ โดยจังหวัดที่มีการพัฒนาสูงในบริเวณภาคตะวันออกได้แก่ จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีจังหวัดจันทบุรีที่มีแนวโน้มของการพัฒนาด้านเศรษฐกิจที่น่าสนใจ จังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดที่มีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจด้วยกิจกรรมต่าง ๆที่หลากหลาย เช่น เป็นแหล่งของสินค้าเกษตรที่สำคัญของภาคตะวันออก มีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดใหญ่โดยเฉพาะโรงงานแปรรูปสินค้าการเกษตร ธุรกิจการท่องเที่ยวทั้งบริเวณชุมชนเมืองและแนวชายฝั่ง นอกจากนี้บริเวณพื้นที่ตอนล่างของจังหวัดจันทบุรียังเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงกุ้งที่ใหญ่ที่สุดในภาคตะวันออกซึ่งตั้งอยู่ในเขตอำเภอแหลมสิงห์และอำเภอท่าใหม่ นอกจากเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งที่สำคัญแล้ว อำเภอแหลมสิงห์ ที่มีพื้นที่ติดชายฝั่งทะเล ยังเป็นเมืองท่าค้าขายที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งของจังหวัดจันทบุรี ในอดีตเรือบรรทุกสินค้าขนาดใหญ่ไม่สามารถเข้าไปถึงตัวเมืองได้ จึงต้องจอดอยู่บริเวณปากแม่น้ำแห่งนี้และใช้เรือขนาดเล็กขนถ่ายสินค้าไปขึ้นที่ท่าแฉลบ ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆเหล่านี้จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรน้ำเป็นต้นทุนในการผลิต โดยจังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดชายฝั่งทะเล มีแม่น้ำลำธารสายต่าง ๆ หลายสาย ซึ่งมีทิศทางการไหลของน้ำจากเหนือลงใต้เป็นส่วนใหญ่ ประกอบด้วย แม่น้ำพังราด แม่น้ำวังโตนด แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำเวฬุ และลุ่มน้ำโตนเลสาป แม่น้ำต่าง ๆเหล่านี้ตั้งอยู่ในเขตลุ่มน้ำจันทบุรี โดยแม่น้ำที่มีความสำคัญอันดับต้นๆของลุ่มน้ำได้แก่ แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำจันทบุรี เป็นแม่น้ำสายสั้นๆแต่ถือว่าเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีความสำคัญที่สุดในจังหวัดจันทบุรี มีการนำน้ำจากแม่น้ำแห่งนี้ไปใช้ประโยชน์ต่าง ๆ มากมาย เช่น ใช้เพื่อการประปา อุตสาหกรรม ชลประทานและเกษตรกรรม รวมทั้งการใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งโดยเฉพาะฟาร์มกุ้งที่มีอยู่อย่างหนาแน่นในบริเวณตอนล่างของแม่น้ำ ซึ่งการไหลของแม่น้ำจันทบุรีผ่านพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ต่างกัน จะทำให้เกิดการปนเปื้อนและสะสมของสารมลพิษในน้ำ และน้ำที่มีการปนเปื้อนจะไหลลงสู่อ่าวไทยบริเวณปากน้ำ

แหลมสิงห์ ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งมีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรหลากหลายชนิดโดยเฉพาะทรัพยากรชายฝั่ง

ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรชายฝั่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับสภาวะแวดล้อมและศักยภาพการผลิตของแหล่งน้ำบริเวณนั้น โดยปกติแล้วสภาวะสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำจะขึ้นกับลักษณะการใช้ประโยชน์พื้นที่ที่ตั้งอยู่รอบ ๆ บริเวณแหล่งน้ำนั้น เนื่องจากแหล่งน้ำจะเป็นที่ที่รองรับสิ่งต่าง ๆ ที่พัดพาและไหลมากับน้ำจากพื้นที่ที่สูงลงสู่ที่ต่ำกว่า ดังนั้นการใช้ประโยชน์พื้นที่ในด้านต่าง ๆ จึงเป็นบ่อเกิดของการพัดพาของเสียต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำที่แตกต่างกัน เช่น ด้านการเกษตรและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำก็จะเกิดการพัดพาธาตุอาหารที่เกิดจากการใช้ปุ๋ยเกิดพัดพาตะกอนที่เกิดจากการปรับสภาพพื้นที่และการชะล้างผิวดิน หรือเกิดการพัดพาสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เกิดจากการเน่าสลาย ในขณะที่ในบริเวณที่เป็นแหล่งที่ตั้งชุมชน จะเกิดการพัดพาสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ และของเสียที่เกิดจากครัวเรือน เป็นต้น เมื่อแหล่งน้ำที่รับสิ่งต่าง ๆ ที่พัดพามาก็จะไหลลงสู่แม่น้ำและพัดพาออกสู่ปากแม่น้ำและทะเลในที่สุด ดังนั้นจะเห็นว่าสภาวะสิ่งแวดล้อมทางน้ำมีความสัมพันธ์กันต่อเนื่องกันจากบริเวณต้นน้ำสู่ปลายน้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรตลอดจนศักยภาพในการผลิตของพื้นที่บริเวณอ่าวไทย จึงมีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ของแม่น้ำจันทบุรี

เนื่องด้วยการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรมีความหลากหลาย ส่งผลให้มีผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งผู้ใช้ประโยชน์ ผู้พัฒนาพื้นที่ ผู้ทำหน้าที่ในการบริหารจัดการทรัพยากรทั้งภาครัฐและเอกชนจึงมีความหลากหลายเช่นกัน ดังนั้นเพื่อให้การนำความรู้เกี่ยวกับสถานภาพสิ่งแวดล้อม ศักยภาพของพื้นที่มาใช้ในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับ สถานภาพสิ่งแวดล้อม สภาวะของทรัพยากร ศักยภาพของพื้นที่ เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ของพื้นที่บริเวณต่าง ๆ และสามารถสร้างแผนการพัฒนาพื้นที่ และแผนการอนุรักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ และมีความเชื่อมโยงสอดคล้องกันแบบบูรณาการ และหลังจากนั้นแผนงานต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจะต้องมีการถ่ายทอดและทำการวิเคราะห์ร่วมกับชุมชน หน่วยงานภาครัฐ และองค์กรเอกชนที่เกี่ยวข้องอีกระดับหนึ่ง การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นให้ทราบถึงผลกระทบของกิจกรรมต่าง ๆที่เกิดขึ้นในพื้นที่จังหวัดจันทบุรี ต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ อีกทั้งเพื่อเสนอแนวทางในการจัดการเชิงพื้นที่อย่างเหมาะสมเพื่อรองรับการขยายตัวของเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต เพื่อให้สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพและได้รับผลกระทบต่อระบบนิเวศน้อยที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสถานการณ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำและมลภาวะทางน้ำของแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์
2. เพื่อประเมินศักย์การรองรับมลพิษแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์
3. เพื่อประเมินระดับและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของศักย์การอนุรักษ์คุณภาพน้ำทางธรรมชาติของแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์
4. เพื่อบูรณาการองค์ความรู้ ทั้งทางด้านทรัพยากรทางน้ำ ระบบนิเวศสิ่งแวดล้อม และเสนอแนวทางพัฒนา พื้นที่การใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยวเชิง นิเวศที่มีความสอดคล้องกับศักยภาพทางธรรมชาติในเขตลุ่มน้ำจันทบุรี

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ดำเนินการศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอน บริเวณแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล
2. ดำเนินการศึกษาผลกระทบของมลพิษที่เกิดในสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอนต่อกำลังการผลิตเบื้องต้นของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี
3. วิเคราะห์สถานภาพ อัตราการเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการรองรับมลพิษ และความเสี่ยงด้านมลภาวะทางน้ำสำหรับปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอน และจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำในเบื้องต้นออกมา
4. เสนอแนวทางในการจัดการเชิงพื้นที่ควบคู่กับการดูแลคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ทรัพยากร ความหลากหลายทางชีวภาพ และการอนุรักษ์ ในบริเวณพื้นที่แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์

1.4 ทฤษฎีและสมมติฐาน

การประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษหมายถึง การประเมินการขีดความสามารถของแม่น้ำและปากแม่น้ำในการรองรับปริมาณสารใด ๆ ก่อนที่จะถึงระดับที่ก่อให้เกิดภาวะมลพิษที่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศ หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่าเป็นการพิจารณาความสามารถในการเจือจางมลพิษของบริเวณแม่น้ำและปากแม่น้ำที่ทำการศึกษา ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดภาวะคุกคามต่อเสถียรภาพของระบบนิเวศดังกล่าว

การศึกษาวิเคราะห์สถานภาพของแม่น้ำจากต้นน้ำถึงพื้นที่ปากแม่น้ำ และลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รวมทั้งการศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ แหล่งกำเนิดมลพิษและปัจจัยต่าง ๆ ที่จะมีอิทธิพลต่อคุณภาพของแหล่งน้ำซึ่งเป็นเรื่องที่จำเป็น และสำคัญในการจัดการเชิงพื้นที่ เนื่องจากแหล่งกำเนิดมลพิษทางน้ำในปัจจุบันมีมาจาก 2 แหล่งได้แก่ มลพิษที่ทราบแหล่งที่มาที่แน่นอน (point source) และ มลพิษที่ไม่ทราบที่มา (non-point source) ซึ่งสำหรับประเทศไทยแหล่งกำเนิดของมลพิษที่สำคัญและก่อปัญหามากที่สุดได้แก่ แหล่งกำเนิดที่ไม่ทราบที่มาแน่นอน โดยจะมีปริมาณมากและควบคุมได้ยาก ฉะนั้นการศึกษามลพิษทางน้ำจากพื้นที่ต้นน้ำลงมาถึงปลายน้ำ ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็นช่วง ๆก็จะทำให้ทราบพื้นที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดของมลพิษได้ชัดเจน และนำไปสู่การจัดการที่เหมาะสม นอกจากนี้เมื่อมลพิษทางน้ำไหลผ่านลงมาจนถึงบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งรองรับของเสียส่วนสุดท้ายก่อนที่มลพิษเหล่านี้จะออกสู่ทะเล

โดยบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่งทะเลจะเป็นแหล่งรองรับแร่ธาตุอาหาร อนุภาคแขวนลอย และของเสียต่าง ๆ ที่ถูกพัดพาจากแม่น้ำลงสู่ทะเล แร่ธาตุอาหารที่ละลายอยู่และสารแขวนลอยในน้ำเหล่านี้ ได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำที่มาจากแผ่นดิน อัตราการไหลและการเคลื่อนตัวของมวลน้ำ และสภาวะการใช้ประโยชน์จากชุมชนโดยรอบพื้นที่ ซึ่งแหล่งที่มาของแร่ธาตุอาหารและอนุภาคแขวนลอยเหล่านี้ ประกอบด้วยแร่ธาตุอาหารจากธรรมชาติซึ่งถูกชะล้างจากแผ่นดินลงสู่แม่น้ำ น้ำทิ้งจากภาคเกษตรกรรม ปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำทิ้งที่ถูกปล่อยจากแหล่งชุมชนเมือง ซึ่งมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างไร้ทิศทาง

เมื่อน้ำไหลมาถึงบริเวณปากแม่น้ำหรืออ่าว แพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในระบบนิเวศชายฝั่งทะเล จะนำแร่ธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต เพิ่มจำนวนขึ้น อนุภาคแขวนลอยบางส่วนจะถูกพัดพาและตกตะกอนทับถมกลายเป็นดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่ง ส่วนอื่น ๆจะละลายและเปลี่ยนไปเป็นแร่ธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ ด้วยกระบวนการทางชีวเคมี ซึ่งในกรณีที่มีปริมาณของแร่ธาตุอาหารที่มากเกินไปจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบ

นิเวศชายฝั่ง ยกตัวอย่างเช่น เกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืช การสะสมของแก๊สไข่เน่าบริเวณพื้นท้องน้ำ เป็นต้น โดยปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นสิ่งสะท้อนถึงระบบนิเวศชายฝั่งที่เสื่อมโทรมลง

สำหรับด้านการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุอาหารในพื้นที่ปากแม่น้ำและชายฝั่งทะเล มีการศึกษารูปแบบการแพร่กระจายของแร่ธาตุอาหาร ซึ่งอาจมีแหล่งที่มาได้ทั้งการพัดพาจากแผ่นดิน (ทั้งจากกระบวนการทางธรรมชาติและผลจากของเสียที่มาจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์) จากการหมุนเวียนโดยกระบวนการผลิต และการย่อยสลายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ และจากกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเคมีธรณีวิทยา ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้าย และ/หรือ หมุนเวียนอนุภาคสารภายใน การศึกษานี้จัดเป็นการบูรณาการความรู้ทางด้านนิเวศวิทยาชายฝั่ง อุทกวิทยา และเคมีธรณีเข้าด้วยกัน เนื่องจาก จะสามารถประเมินสถานภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ และ/หรือแนวโน้มในการเสื่อมโทรมและความเสี่ยงของพื้นที่ในการเกิดภาวะมลพิษได้

ข้อมูลความรู้จากการศึกษาธาตุอาหารและสารแขวนลอยต่าง ๆ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพิจารณาศักยภาพและเสถียรภาพของพื้นที่ ในด้านการรองรับมลพิษทางน้ำ เนื่องจากแร่ธาตุอาหารนั้นเป็นปัจจัยสำคัญในระดับต้น ๆ ในการควบคุมการผลิตของทรัพยากรชีวภาพลำดับแรกที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศชายฝั่งและสะท้อนถึงความเสื่อมโทรมของพื้นที่ชายฝั่ง นอกจากนี้ความรู้ดังกล่าวยังเชื่อมโยงและยังประโยชน์ต่อการจัดกำหนดมาตรการในการควบคุมปริมาณจากแหล่งกำเนิด ทั้งนี้ เพื่อการอนุรักษ์ดูแลความสมดุลทางธรรมชาติของแหล่งน้ำและการป้องกันปัญหาการเกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืช (Redtide outbreak) ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัญหามลพิษทางน้ำที่สำคัญ ที่ส่งผลกระทบในทางลบต่อการผลิตทรัพยากรและความเป็นอยู่ของสัตว์น้ำในพื้นที่อีกด้วย

ดังนั้น การศึกษาศักยภาพการรองรับมลพิษของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล ที่พิจารณาถึงคุณภาพน้ำและดินตะกอน รวมไปถึงพลวัตของแร่ธาตุอาหาร และสถานภาพทางสิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทหรือความเชื่อมโยงกับทรัพยากรชีวภาพ โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช จึงนับว่ามีความสำคัญยิ่ง ทั้งนี้ เพื่อจะได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางด้านสถานภาพทางสิ่งแวดล้อมในบริเวณชายฝั่ง เกิดความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงตามเวลาหรือฤดูกาล และสามารถประเมินที่มาและบทบาทของมวลสารที่เข้ามาในแหล่งน้ำ ซึ่งมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรทางน้ำรวมไปถึงศักย์การรองรับมลพิษทางน้ำ ข้อมูลในภาพรวม ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของดัชนีชี้วัดทางนิเวศชายฝั่งทะเล สำหรับการกำหนดแนวทางการควบคุมดูแลปัจจัยทางน้ำที่เป็นดัชนีชี้วัดหลัก และวางแผนบริหารจัดการด้านการอนุรักษ์และการผลิตทรัพยากรทางน้ำ ให้เกิดความยั่งยืนและสอดคล้องกับศักยภาพทางธรรมชาติของพื้นที่ได้ต่อไป

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะประกอบด้วย คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ น้ำที่มีสารแขวนลอย (Suspended solids) สี (Color) กลิ่น รส ความขุ่น (Turbidity) การนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) และอุณหภูมิ (Temperature) คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ความเป็นด่าง (Alkalinity) ความกระด้าง (Hardness) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) ไนเตรท (NO3-) แอมโมเนียม (NH4+) ฟอสเฟต (PO43-) ความเค็ม (Salinity) ซัลเฟต (Sulfate) โลหะหนัก (Heavy metals) และคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) และคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ แบคทีเรีย พืชน้ำ เป็นต้น

ปัจจัยที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำประกอบด้วย อุณหภูมิ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซิลิคอน และคลอโรฟิลล์ เอ เมื่อพิจารณาในแต่ละปัจจัยจะกล่าวได้ว่า อุณหภูมิของน้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เช่น เป็นตัวควบคุมการแพร่พันธุ์ การเจริญเติบโตของสัตว์และพืช เป็นต้น (เปี่ยมศักดิ์, 2538) การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ การถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศและจากพื้นดิน ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น Park (1982) และ Gang stad (1978) อุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งของเส้นรุ้ง ระดับความสูง ฤดูกาล และสภาพภูมิประเทศ Rcid (1961) Ruttner (1953) และ EPA (1973) นอกจากนั้นอุณหภูมิของน้ำยังมีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาเคมี การลดลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และผลต่อกลิ่นและรสของน้ำ (พิมลและชัยวัฒน์, 2525) ซึ่งจะมีอิทธิพลต่อสัตว์น้ำโดยตรง คือ มีผลต่ออัตราเมตาโบลิซึมของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสัตว์เลือดเย็น (สมเจตน์, 2525) สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำสามารถที่จะปรับตัวเท่ากับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ระดับหนึ่ง อรุณีย์ (2527) พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อสิ่งมีชีวิตด้านการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการแพร่กระจาย อุณหภูมิของน้ำที่เพิ่มขึ้นอาจทำให้สัตว์น้ำบางชนิดตายทันที ไมตรีและจารุวรรณ (2528) รายงานว่า อุณหภูมินอกจากจะมีผลโดยตรงต่อสัตว์น้ำแล้ว ยังมีผลโดยอ้อม เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้นมักทำให้พิษของสารประเภทต่าง ๆ เช่น ยากำจัดศัตรูพืชและโลหะหนักมีความรุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยเร่งให้มีการดูดซึมและการแพร่กระจายของสารพิษเหล่านี้ให้เข้าสู่ร่างกายได้เร็วขึ้น เกษม (2544) รายงานว่า อุณหภูมิของแหล่งน้ำตามธรรมชาติในประเทศไทย มีค่าอยู่ระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส

ปริมาณของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต ของพืชน้ำ เสริมพลและไชยยุทธ (2518) รายงานว่า ไนโตรเจนในน้ำอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic nitrogen) ไนไตรท์ ไนเตรท แอมโมเนียม โดยทั่วไปพืชมักใช้ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย และไนเตรท ซึ่งแอมโมเนียมได้มาจากการใช้ปุ๋ยในการเกษตร อุตสาหกรรม และซากพืชซากสัตว์ที่ตายลงในน้ำและดิน รวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากสิ่งมีชีวิต (สรสิทธิ์, 2518; สมสุข, 2524; ยงยุทธและสุรเดช, 2521) ส่วนฟอสฟอรัสจะเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของดินโดยทั่วไปแต่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ นอกเสียจากว่าสารประกอบฟอสฟอรัสนั้นสลายตัวเสียก่อน เพื่อให้ส่วนประกอบฟอสฟอรัสหลุดมา มนัส (2522) และกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2524) รายงานสรุปว่า ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำธรรมชาติมีอยู่เป็นจำนวนน้อยส่วนใหญ่จะพบในรูปของฟอสเฟต (PO43-) เปี่ยมศักดิ์ (2538) กล่าวว่า ฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำมีอยู่หลายรูปจะถูกนำไปใช้ได้ดีที่สุด มาลี (2528) กล่าวว่า ฟอสฟอรัสในน้ำประมาณร้อยละ 70 มาจากการใช้ปุ๋ยในการเกษตร และร้อยละ 16 มาจากผงซักฟอกที่ใช้ใน

บ้านเรือนคน โดยทั่วไปอาจคิดว่าฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำส่วนใหญ่มาจากปุ๋ยฟอสเฟตที่ชาวสวนรดต้นไม้ แต่ที่จริงแล้วฟอสเฟตไม่เหมือนไนเตรทเพราะไม่ละลายน้ำ ฟอสเฟตยังคงรูปอยู่ในปุ๋ย จึงมีส่วนที่หายไปน้อยมาก ดังนั้นฟอสเฟตส่วนใหญ่ในแหล่งน้ำจึงมาจากผงซักฟอก ที่มาจากน้ำทิ้งในครัวเรือนทั่วไป ฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟตสามารถใช้เป็นดัชนีคุณภาพน้ำได้เช่นกัน Pavoni (1977) จำแนกว่าในแหล่งน้ำที่ฟอสเฟตน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็น Oligotrophic lake ซึ่งมีธาตุอาหารพืชอยู่น้อยเกินไป ถ้าแหล่งน้ำใดมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็น Eutrophic lake จะมีธาตุอาหารพืชมากเกินไปจนเป็นอันตราย ไมตรีและจารุวรรณ (2528) กล่าวว่า แหล่งน้ำที่มีปัญหามลพิษจะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำไม่ได้เป็นสารมลพิษที่จะทำอันตรายต่อสัตว์น้ำ เพียงแต่เป็นตัวการให้เกิด Eutrophication เป็นเครื่องแสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในแหล่งน้ำนั้น ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำจึงกำหนดมาตรฐานไว้โดยไม่ควรมีปริมาณฟอสฟอรัสเกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

อุณหภูมิ และปริมาณของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงด้วย คลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์แสง Pennock (1985) รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ เอ มีทั้งปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ การแบ่งชั้นของน้ำ กระแสน้ำ อุณหภูมิน้ำ ปริมาณแสง และการตกกระทบของแสง การบริโภคแพลงก์ตอนพืชโดยแพลงก์ตอนสัตว์ และปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำ ดังนั้น การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศแหล่งน้ำทำได้จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และมวลชีวภาพของสาหร่าย (Algal biomass) ซึ่งปัจจัยที่ควบคุมการสร้างคลอโรฟิลล์ และมวลชีวภาพที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง คือ ปริมาณสารอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ ฟอสฟอรัส (Walker and Hillman, 1982; De Costa and Preston, 1980) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงผลผลิตเบื้องต้น (Primary productivity) ของแหล่งน้ำ ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์จะขึ้นอยู่กับปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และปัจจัยอื่น ๆ (Pashkevich, 1984) นอกจากนี้ ความแตกต่างของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่วิเคราะห์ได้นั้น อาจเกี่ยวข้องกับปริมาณของแสง สถานภาพของสารอาหาร และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ ไปเป็น Phaeophytin ระหว่างการสกัด และโดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จะมีค่าความผันแปรตามความหนาแน่นของสาหร่าย (Algal density) องค์ประกอบของสาหร่าย และมวลชีวภาพของสาหร่าย (Traichaiyporn, 1985)

นอกจากนี้ ปัจจัยที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำอีกปัจจัยหนึ่ง ได้แก่ ซิลิคอน กล่าวคือ ซิลิคอนจะเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพวกสิ่งมีชีวิตที่มีเปลือกหรือโครงสร้างประกอบด้วยซิลิคอน เช่น ไดอะตอม ซึ่งรูปแบบของซิลิกาที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล จะอยู่ในรูป Ortho-silicic acid (Si(OH)4) ส่วนใหญ่ซิลิคอนได้มาจากขบวนการสึกกร่อน ของหินต่าง ๆ บนพื้นดินแล้วลงสู่ทะเลโดยผ่านแม่น้ำ ลำธาร หรือลมพัดพาลงสู่ทะเล โดยปริมาณซิลิคอนที่ละลายน้ำในบริเวณแหล่งน้ำชายฝั่งมักจะมีค่าสูง เนื่องจากอิทธิพลของการหลากของน้ำจากพื้นดิน และพบว่าบริเวณที่มีการสะพรั่งของไดอะตอม จะเป็นสาเหตุให้ปริมาณซิลิคอนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว (สุจินต์, 2524)

การพัดพาและการเคลื่อนย้ายตะกอนที่สำคัญ ได้แก่ การพัดพาตะกอนโดยลำน้ำ การพัดพาตะกอนโดยลม การพัดพาตะกอนโดยกระแสน้ำขุ่น (สุจินต์, 2524) นิพนธ์ (2527) รายงานว่า กระบวนการพังทลายของดิน เป็นสาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ตะกอนและธาตุอาหารถูกเคลื่อนย้ายลงสู่แหล่งน้ำ โดยถูกดูดซับไปกับดินตะกอนที่พังทลายนั้น ซึ่งสอดคล้องกับสุภาภรณ์ (2524) ที่กล่าวว่า ธาตุอาหารมักจะเคลื่อนย้ายโดยติดมากับตะกอนใน

ปริมาณที่มากกว่าละลายมากับน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ ชูชาติ (2527) ซึ่งกล่าวว่าสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำและดินตะกอนตามธรรมชาติ ส่วนใหญ่เกิดจากการชะล้างของสารอินทรีย์จากพื้นดินลงสู่พื้นน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอน ได้แก่ ปริมาณน้ำ ความเร็วน้ำ กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ ประสิทธิภาพการระบายน้ำของลุ่มน้ำ ขนาดพื้นที่ของลุ่มน้ำและชนิดของเนื้อดิน (สุทธิพงศ์, 2532 และ สุรัตนา, 2532) สารอินทรีย์ที่อยู่ในแหล่งน้ำจะมีทั้งที่อยู่ในรูปแขวนลอยและรูปสารละลาย (สุจินต์, 2524) ซึ่งพวกที่อยู่ในรูปสารละลายสามารถรวมตัวกันตกตะกอนอยู่พื้นท้องน้ำได้โดยอาศัยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ Flocculation เป็นกระบวนการที่ตะกอนแขวนลอยรวมตัวเป็นอนุภาคที่ใหญ่ขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนบริเวณปากแม่น้ำ ในช่วงรอยต่อระหว่างน้ำจืดกับน้ำทะเล บริเวณนี้จะได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลและน้ำจืดจากแม่น้ำ มีการสะสมของสารอินทรีย์สูง ศิรินา (2531) และ วิลาศินี (2533) ได้ศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำและดินตะกอน พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำมีผลต่อสารอินทรีย์ในดินตะกอนและเมื่อความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำสูงขึ้นมักพบความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในตะกอนสูงขึ้นด้วย ซึ่งจากการศึกษาของ กริชพล (2535) ก็ได้ผลสอดคล้องเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ลักษณะเนื้อดินตะกอนที่มีอนุภาคดินเหนียวสูงจะยึดเกาะสารอินทรีย์ได้ดีกว่าอนุภาคที่มีดินทรายสูง (สมเจตน์, 2530) ปัจจัยที่ควบคุมการสลายตัวของสารอินทรีย์มีทั้งองค์ประกอบทางเคมีของสารอินทรีย์เอง จนถึงสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ ความชื้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปัจจัยอื่น ๆ ที่ควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (สมศักดิ์, 2528) การย่อยสลายที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดขึ้นช้ากว่าที่อุณหภูมิสูง (ศุภมาศ, 2529) และการย่อยสลายตัวของสารอินทรีย์เกิดขึ้นได้ดีที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส (สมศักดิ์ , 2528) ศุภมาศ (2529) กล่าวว่า การย่อยสลายของสารอินทรีย์จะดีขึ้นเมื่อดินมีความชื้นสูงในสภาวะที่มีออกซิเจนเพียงพอ แต่ถ้ามีความชื้นมากเกินไป การสลายตัวจะเกิดขึ้นได้ไม่ดีเพราะดินที่มีความชื้นสูงย่อมมีออกซิเจนละลายอยู่น้อย ปกรณ์ (2540) กล่าวว่า ดินที่มีน้ำท่วมขังอยู่นาน ๆ ฟอสฟอรัสจะละลายในน้ำขังนั้น จะเกิดการรีดักชั่นของเฟอริกฟอสเฟต ไปเป็นเฟอรัสฟอสเฟตซึ่งละลายได้ง่ายกว่าและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เคมีของฟอสฟอรัสในดินที่มีน้ำขังจะเกี่ยวข้องกับเหล็กและสภาพที่ทำให้เหล็กละลายได้มากขึ้นฟอสฟอรัสก็จะเป็นประโยชน์มากขึ้นด้วย (ทัศนีย์, 2534)

ในด้านของบทบาทของสารอินทรีย์ในดินตะกอนต่อระบบนิเวศ ก็มีผู้ทำการศึกษามากมาย เปี่ยมศักดิ์ (2525) กล่าวว่าสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอน มีบทบาทที่สำคัญคือ เป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตในน้ำ สัตว์หน้าดินชนิดต่าง ๆ ซึ่งสามารถใช้สารอินทรีย์ที่สะสมในดินตะกอนเป็นอาหารได้โดยตรงสูงถึง 10-20% ของปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในดินตะกอน (Mare,1942) สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำจะอยู่ในรูปของสารละลาย สารแขวนลอย หรือตกตะกอนทับถมกัน (Fonselius,1978 และ Meyer,1990) ซึ่งสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำใช้เป็นดัชนีสำคัญในการกำหนดคุณภาพน้ำ แหล่งน้ำสะอาดปานกลางมีการใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค การบริโภค และการเกษตรกรรม ควรมีปริมาณสารอินทรีย์ ประมาณค่าจาก Biochemical oxygen demand (BOD) ไม่เกิน 2 มิลลิลิตร/ลิตร

ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (Total organic matter หรือ TOM) และ Acid volatile sulfides (AVS) ที่สะสมอยู่ในดินตะกอนจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ทั้งเกิดจากขบวนการเคมี ทางธรณี หรือทางชีวะ ล้วนแต่มีผลในการเปลี่ยนแปลงของตะกอน เช่น การสะสมพวกคาร์บอเนตจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีสารต้นกำเนิดเป็นพวก แคลคาเรียส เช่น หินปูน โดโลไมต์ มาร์ล หรือตะกอนอื่น ๆ ที่มีสารคาร์บอเนตอยู่ เมื่อเกิดการผุพัง หินและแร่เหล่านี้

จะละลายน้ำ และถูกพัดพาหรือเคลื่อนย้ายไปสะสมอยู่ตอนล่างของหน้าตัดดิน (อภิสิทธิ์, 2530) Alogi และคณะ (1996) กล่าวว่า การสลายตัวของคาร์บอเนต เกิดเนื่องจากการสร้างกรดคาร์บอนิกที่เกิดขึ้นโดยการหายใจแบบใช้ออกซิเจน และการรีดักชันซัลเฟตในดินตะกอนที่มีคาร์บอเนตสูง pH ของ Pore water ที่น้อยกว่า 7 ก่อให้เกิดการสลายตัวของแร่คาร์บอเนต เพราะการสลายตัวของคาร์บอเนตเกิดขึ้นในชั้นตะกอนที่ผิวหน้าดินเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการเกิดกรดคาร์บอนิกที่ได้จากการเผาผลาญแบบใช้ออกซิเจนและการออกซิเดชันของเหล็ก-ซัลไฟด์ แต่ในชั้นที่ลึกกว่าการตกตะกอนของเหล็กซัลไฟด์ จะเป็นตัวเพิ่ม pH ทำให้เกิดการอิ่มตัวอย่างยิ่งยวดของคาร์บอเนต กระบวนการรีดักชันจะเกิดในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ เช่น ใต้ระดับน้ำใต้ดินมีออกซิเจนน้อยหรือมีสิ่งมีชีวิตใช้ออกซิเจนมาก ดังนั้นสารหรือธาตุจึงสูญเสียอิเล็กตรอนไปจากตัวของมัน เช่น เหล็กแปรสภาพเป็นเฟอรัส เหล็กในรูปของเฟอรัสจะเปลี่ยนไปเป็นซัลไฟด์ หรือสารประกอบอื่น ๆ หากเป็นบริเวณที่ไม่มีน้ำแช่เป็นเวลานาน ๆ แล้ว (มีช่วงแห้งบ้าง) เหล็กจะอยู่ในสภาพของ ไฮดรัส เฟอรัสออกไซด์ (Hydrous ferrous oxide) หรือเลพีโดดรอกไซด์ (Lepidodrocite) การสะสมอินทรีย์วัตถุในที่ต่ำทำให้เกิดกรดฮิวมิก และกรดฟูลวิก ซึ่งเป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดเฟอรัส ซึ่งเหล็กและแมงกานีสพบมากในธรรมชาติ จะมีโอกาสตกตะกอนเมื่อมีสภาวะเป็นออกซิเดชันได้ง่ายขึ้นอยู่กับ pH เช่น เหล็กและแมงกานีสจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายเมื่อเป็นด่างหรือมี pH สูงมาก เช่น เหล็กและแมงกานีสจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายเมื่อเป็นด่างหรือมี pH สูงมาก แต่จะละลายเมื่อเป็นกรดหรือ pH ต่ำ (อภิสิทธิ์, 2530) หรือในบริเวณป่าชายเลนเมื่อใบไม้ล่วงลงไปในน้ำ เกิดการย่อยสลายโดยแบคทีเรียและเชื้อรา ในตอนแรกจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนในการหายใจ ต่อมาเมื่อใช้ออกซิเจนหมดแล้ว ก็จะมีแบคทีเรียอีกพวกที่สามารถใช้ซัลเฟตไอออนที่มีอุดมสมบูรณ์ในน้ำทะเลแทนออกซิเจน ได้แก่ พวก Desulfovibrio และ Desulfotomaculum bacteria พวกนี้สามารถย่อยสลายซัลเฟตไอออน และดึงเอาไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่มากในดินตะกอนใต้น้ำและเกิดเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ต่อมาไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับกำมะถันในดินจะกลายเป็นเหล็กไดซัลไฟด์หรือแร่ไพไรท์ในที่สุด และถ้าแร่ไพไรท์ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอก็จะทำปฏิกิริยาเกิดเป็นกรด (H^+) (เปี่ยมศักดิ์, 2525) Toshihiro และคณะ (1998) รายงานว่า ใต้ผิวดินตะกอนลึกประมาณ 0.5-3.5 เซนติเมตร ของอ่าว Koazira พบ N_2O ใน interstitial สูง ซึ่งจะสูงกว่าน้ำที่อยู่เหนือผิวดินของบริเวณนั้น และสอดคล้องกับ ไนเตรท ไนไตรท์ แต่ถ้าในฤดูร้อนความเข้มข้นของ N_2O NO_3^- และ NO_2^- จะต่ำกว่าน้ำที่อยู่เหนือผิวดิน N_2O และ NO_3^- จะเป็นตัวบ่งชี้ของการเผาผลาญโดยขบวนการ denitrification ที่ anoxic microsite แหล่งของ N_2O ได้มาจากน้ำเหนือผิวดินของบริเวณนั้นที่ผ่านตามโพรงหรือรูของสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณผิวหน้าดิน อย่างไรก็ตามก็จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่น ๆ ของโครงสร้างดินตะกอน

ในด้านของบทบาทของสารอินทรีย์ในดินตะกอนต่อระบบนิเวศ ก็มีผู้ทำการศึกษามากมาย เปี่ยมศักดิ์ (2525) กล่าวว่าสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอน มีบทบาทที่สำคัญคือ เป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตในน้ำ สัตว์หน้าดินชนิดต่าง ๆ ซึ่งสามารถใช้สารอินทรีย์ที่สะสมในดินตะกอนเป็นอาหารได้โดยตรงสูงถึง 10-20% ของปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในดินตะกอน (Mare,1942) สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำจะอยู่ในรูปของสารละลาย สารแขวนลอย หรือตกตะกอนทับถมกัน (Fonselius,1978 และ Meyer,1990) ซึ่งสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำใช้เป็นดัชนีสำคัญในการกำหนดคุณภาพน้ำ แหล่งน้ำสะอาดปานกลางมีการใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค การบริโภค และการเกษตรกรรม ควรมีปริมาณสารอินทรีย์ ประมาณค่าจาก Biochemical oxygen demand (BOD) ไม่เกิน 2 มิลลิลิตร/ลิตร

การเกิดมลพิษสิ่งแวดล้อม เกิดจากกระบวนการผลิต เป็นกระบวนการที่มีการใช้เทคโนโลยีหลายรูปแบบ อันเกิดจากการนำเอาวัตถุดิบมาใช้ในการแปรรูปเพื่อการได้มาซึ่งผลผลิต (Product) ที่ต้องการ แต่ด้วยเหตุที่ไม่มีเทคโนโลยีใดที่มีประสิทธิภาพร้อยเปอร์เซ็นต์ จึงทำให้เกิดของเสีย (Waste) และ/หรือ มลพิษสิ่งแวดล้อม (Pollution) เกิดมาพร้อมกันด้วย (เกษม, 2544) สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2541) กล่าวว่า ความเข้มข้นของสารละลายในน้ำทะเล ณ ที่ใดที่หนึ่ง จะเป็นสารพิษหรือไม่ก็ตามจะขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ แหล่งกำเนิด กระบวนการขจัด กระบวนการทางฟิสิกส์ เกี่ยวกับการพัดพาและการแพร่กระจาย ตามธรรมชาติระบบนิเวศใด ๆ จะมีกลไกคอยควบคุม เพื่อให้เกิดความสมดุลในธรรมชาติ คือ สภาวะของสิ่งนำเข้า (Input) เท่ากับหรือใกล้เคียงกับสิ่งนำออก (Output) (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543) เช่น ธาตุและสารประกอบทุกชนิดที่ไหลมาสู่ทะเลจะเข้าสู่กระบวนการตามธรรมชาติต่าง ๆ ที่จะเปลี่ยนรูปและความเข้มข้นที่อยู่ในน้ำ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีตั้งแต่ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและที่เกิดอย่างช้ามาก ซึ่งในที่สุดแล้วธาตุและสารมลพิษจะถูกขจัดโดยการเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของตะกอนที่ผิวท้องทะเล หรือไม่ก็แปรรูปไปเป็นก๊าซออกไปสู่บรรยากาศ (สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2541) หรือการเปลี่ยนสภาพรูปที่เป็นพิษ (Toxic form) ให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษ (Non-toxic form) กลไกต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดกระบวนการเหล่านี้ ได้แก่ การฟื้นคืนสภาพตัวเอง (Self recovery) กลไกการฟอกตัวเอง (Self purification) และกลไกการรักษาตัวเอง (Self regulation) อย่างไรก็ดีทุกสิ่งในโลกนี้มีข้อจำกัดเสมอ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543)

แพลงก์ตอนพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แพลงก์ตอนที่ไม่เป็นพิษ (Nontoxic plankton) ซึ่งเป็นแพลงก์ตอนที่ไม่สร้างสารพิษแต่อย่างใด แต่ก็สามารถทำความเสียหายให้แก่การเพาะเลี้ยงชายฝั่ง อีกประเภทหนึ่งคือแพลงก์ตอนที่เป็นพิษ (Toxic plankton) แพลงก์ตอนประเภทนี้สามารถสร้างพิษที่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและมนุษย์ได้ ซึ่งความเป็นพิษจะมีลักษณะแตกต่างกันตามชนิดของแพลงก์ตอน อาจเกิดแค่อาการคัน หรือท้องเสีย หรือเกิดอาการรุนแรงจนเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ สำหรับประเทศไทยได้มีรายงานการได้รับพิษอัมพาตจากหอย เป็นสาเหตุให้มีคนป่วยถึง 63 คน และเสียชีวิต 1 คน ที่บริเวณปากน้ำปราณ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เนื่องจากการรับประทานหอยแมลงภู่ในบริเวณที่เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว การศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำ บริเวณชายฝั่ง บริเวณทะเลลึก และในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้ทำการวิจัยมานานกว่า 40 ปี มัณฑนา (2528) ได้ทำการศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนบริเวณอ่าวไทยตอนในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-ตุลาคม พ.ศ. 2519 พบว่าปริมาณแพลงก์ตอนมีความหนาแน่นสูงสุดในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ซึ่งสามารถจำแนกชนิดได้เป็น Diatom 42 สกุล Dinoflagellate 5 สกุล และสาหร่ายสีเขียว 1 สกุล

ในการรายงานผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน (แม่น้ำและคลองสาขา) ผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำจันทบุรี ในปี 2559 โดยสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี) ตั้งแต่ปากแม่น้ำจันทบุรี อำเภอแหลมสิงห์ ถึงบริเวณสะพานหน้าวัดวังจะอ้าย ตำบลมะขาม อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี จากจุดตรวจวัดคุณภาพน้ำ จำนวน 8 สถานี โดยประเมินจากมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน พบว่า คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี คิดเป็นร้อยละ 37.50 อยู่ในเกณฑ์พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 25 อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม คิดเป็นร้อยละ 25 และอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก คิดเป็นร้อยละ 12.50 โดยคุณภาพน้ำ พารามิเตอร์ที่บ่งชี้ถึงปัญหาคุณภาพน้ำ คือ ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand :BOD) การปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria : TCB) และการ

ปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria : FCB) และแอมโมเนีย มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน

นอกจากนี้ ชนินทร์ (2540) ทำการศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากนากุ้งต่อคุณภาพดินและตะกอนบริเวณอ่าวคุ้งกระเบน ผลการศึกษาพบว่า ดินตะกอนบริเวณอ่าวคุ้งกระเบนปริมาณสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 1.50-6.94 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อห่างฝั่งออกไปปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนก็จะลดลง

จารุภา (2548) กล่าวถึงคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบริเวณอ่าวตราดดังนี้ ความเค็มของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-31.70 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 4.70-9.55 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดด่าง (pH) มีค่าอยู่ในช่วง 6.02-8.57 อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 25.09-32.79 องศาเซลเซียส ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 1.44-17.69 ไมโครกรัมต่อลิตร ในส่วนของการศึกษาแร่ธาตุอาหารพบว่าบริเวณอ่าวตราดมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนอยู่ในช่วงระหว่าง 0.4-28.50 ไมโครโมลาห์ ปริมาณไนโตรท์ ไนเตรท มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง ND-20.39 ไมโครโมลาห์ ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง ND-83.0 ไมโครโมลาห์ และปริมาณของออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง ND-1.88 ไมโครโมลาห์

พิศิษฐ์ (2546) ทำการศึกษา สถานภาพและพลวัตของธาตุอาหารในบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด พบว่า แอมโมเนียมไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 20.93-49.44 ไมโครโมลาห์ ปริมาณไนโตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 7.80-8.09 ไมโครโมลาห์ และพบว่ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอเฉลี่ย 15.65+2.90 ไมโครกรัมต่อลิตร

ศิริมาศ (2550) ทำการศึกษาคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดพบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 3.95 ถึง 10.71 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดในช่วงของฤดูฝน ส่วนปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ในช่วง 38.94-70.18 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ในช่วงฤดูฝนนอกจากนี้ ทิพวัลย์ (2546) ได้ทำการศึกษาดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ ซึ่งใกล้กับอ่าวตราด พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณซัลไฟด์รวม และปริมาณสารอินทรีย์รวม มีค่าอยู่ในช่วง 20.0-86.8 เปอร์เซ็นต์ 0-1.86 และ 9.02-384.18 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

จากข้อมูลการศึกษาคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณแม่น้ำจันทบุรี ปากน้ำแหลมสิงห์และพื้นที่ใกล้เคียงที่ผ่านมาพบว่า คุณภาพน้ำที่มีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ และอาจก่อให้เกิดมลพิษแก่บริเวณชายฝั่งได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งมีปริมาณที่สูง โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ยังพบว่ามีการสะสมของสารอินทรีย์ในดินตะกอนซึ่งนำไปสู่การเกิดซัลไฟด์ในดินตะกอนที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำรวมทั้งยังเป็นสาเหตุที่ทำให้ออกซิเจนบริเวณพื้นท้องน้ำหมดไป

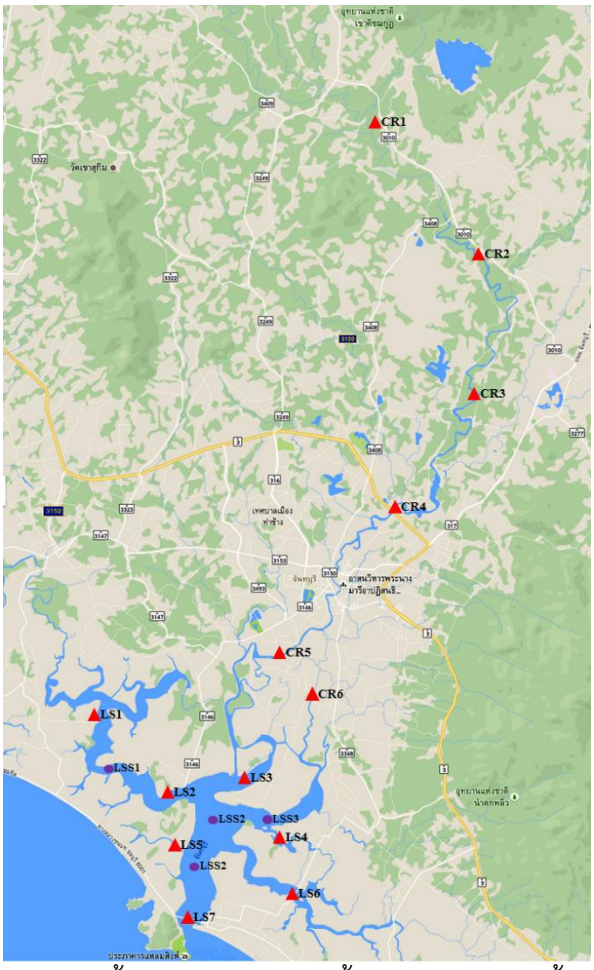
บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 การศึกษาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาและรูปแบบการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำ

การศึกษาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยา ใช้การตรวจวัดความลึกโดย Portable Depth Sounder โดยหมายตามจุดสำรวจหลักต่าง ๆ และศึกษารูปแบบการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำทำได้ด้วยการสำรวจภาคสนามในพื้นที่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี ตั้งแต่ บ้านทุ่งสะพาน ตำบลชากไทย อำเภอเขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรี จนถึง จนถึงปากน้ำแหลมสิงห์ ณ บ้านแหลมสิงห์ ตำบลปากน้ำ อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี **(ภาพที่ 3-1)** ด้วยการกำหนดสถานีในพื้นที่เป้าหมายให้กระจายตัวคลอบคลุมพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จำนวน 17 สถานีดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 พิกัดและสถานีที่ศึกษาคุณภาพน้ำ ดินตะกอน ในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

	E	N	สถานี	หมายเหตุ
1	188323	1415139	CR1	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
2	191435	1410637	CR2	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
3	193213	1405352	CR3	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
4	190884	1400892	CR4	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
5	184306	1392649	CR5	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
6	187496	1391815	CR6	สถานีในแม่น้ำจันทบุรี
7	176725	1390278	LS1	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
8	179889	1387161	LS2	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
9	182169	1387198	LS3	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
10	179985	1384829	LS4	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
11	184064	1385325	LS5	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
12	184777	1382798	LS6	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
13	180329	1381826	LS7	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
14	177960	1387821	LSS1	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
15	181301	1386171	LSS2	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
16	183580	1385888	LSS3	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์
17	180744	1384004	LSS4	สถานีปากน้ำแหลมสิงห์



ภาพที่ 3-1 สถานีที่ศึกษาคุณภาพน้ำ ดินตะกอน ในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

โดยได้กำหนดสถานีที่ศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ สถานีที่เป็นตัวแทนแม่น้ำจันทบุรี 6 สถานี (CR1-CR6) และสถานีที่เป็นตัวแทนของปากน้ำแหลมสิงห์ 11 สถานี (LS1-LS7 และ LSS1-LSS4) ดังภาพที่ 3-1 โดยทำการศึกษาด้านความเร็วและ ทิศทางของกระแสน้ำด้วยเครื่องวัดกระแสน้ำยี่ห้อ Alec รุ่น Compact EM ตรวจวัดที่ระดับความลึกประมาณ 0.5-1.0 เมตร จากผิวหน้าน้ำ และระดับเหนือผิวดินตะกอนพื้นท้องน้ำ 0.5-1.0 เมตร ทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง ในช่วง เดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561

3.2 การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหาร

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารจะ ทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง เดือนพฤศจิกายน มีนาคม และกรกฎาคม ภายใต้สถานีศึกษารวมทั้งสิ้น 17 สถานี โดยศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารของน้ำที่ระดับผิวหน้า (30 เซนติเมตรจากผิวหน้าน้ำ) และระดับพื้นท้องน้ำ (50 เซนติเมตรเหนือผิวดิน) และ นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาปริมาณของธาตุอาหาร ได้แก่ แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ซิลิเกต-ซิลิคอน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ตามวิธีใน**ตารางที่ 3-2**

ตารางที่ 3-2 วิธีวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอย คลอโรฟิลล์ และสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่ทำการศึกษา

พารามิเตอร์คุณภาพน้ำ	วิธีการวิเคราะห์
แอมโมเนีย	Phenol-hypochloride (Grasshoff *et al.*, 1999)
ไนไตรท์	Diazotization (Strickland and Parsons, 1972)
ไนเตรท	Cadmium reduction + Diazotization (Strickland and Parsons, 1972)
ฟอสเฟต	Ascorbic acid (Strickland and Parsons, 1972)
ซิลิเกต	Silicomolypdate (Strickland and Parsons, 1972)

3.3 การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป

คุณภาพน้ำทั่วไปที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความลึกของน้ำ อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ด้วยเครื่องมือวัดคุณภาพน้ำแบบหลายตัวแปร (Environmental Monitoring Systems: YSI 6920) ภายใต้สถานีศึกษาจำนวน 17 สถานี ทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง ในช่วง เดือนสิงหาคม พฤศจิกายน และกุมภาพันธ์

3.4 การศึกษาผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ

การศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของผลผลิตขั้นต้น (คลอโรฟิลล์ เอ) และอนุภาคแขวนลอยในน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา จะดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่างน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมดจำนวน 17 สถานี ทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง ในช่วงเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณสารแขวนลอยรวม ซึ่งการวิเคราะห์หาค่าคลอโรฟิลล์ เอ จะนำตัวอย่างน้ำที่เก็บไว้ในถุงเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 5 ลิตร มากรองผ่านอุปกรณ์ชุดเครื่องแก้วกรองน้ำผ่านกระดาษกรอง GF/F ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร เก็บรักษาด้วย Acetone เข้มข้น 90 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในสภาพปราศจากแสง หลังจากนั้นจึงนำไปวิเคราะห์หาค่าคลอโรฟิลล์ เอ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ในห้องปฏิบัติการ ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำนั้น จะนำตัวอย่างน้ำที่เก็บไว้ในถุงเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 5 ลิตร มากรองผ่านอุปกรณ์กรองน้ำผ่านกระดาษกรอง GF/C ที่ทราบน้ำหนักแห้งแน่นอนแล้ว ก่อนนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer เป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน และชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณอนุภาคแขวนลอยในน้ำต่อไป

3.5 การศึกษาองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่สำคัญในแหล่งน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช บริเวณผิวหน้าน้ำในแต่ละสถานีศึกษาจำนวน 4 สถานี (LSS1-LSS4) ทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง ในช่วง เดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561 เพื่อศึกษาชนิดและความหนาแน่น โดยการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีจะใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนพืชขนาดตา 10 ไมโครเมตร ทำการศึกษา 2 รูปแบบในแต่ละสถานี ประกอบด้วยการศึกษาองค์ประกอบทางชนิดซึ่งทำได้ด้วยการลากถุงกรองแพลงก์ตอนผ่านมวลน้ำในแนวดิ่ง และการศึกษาชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชด้วยการกรองน้ำปริมาตร 10 ลิตรผ่านถุงกรอง ตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่เก็บได้จะใช้ฟอร์มาลินเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาตัวอย่างในภาคสนามก่อนนำมาจำแนกชนิดและนับจำนวนในห้องปฏิบัติการ

3.6 การสำรวจและประเมินคุณภาพดินตะกอน

ทำเก็บตัวอย่างดินตะกอนพื้นท้องน้ำโดยการใช้ Gravity Core Sampler เพื่อนำดินมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี ตามสถานีเก็บตัวอย่าง 4 สถานี (LSS1-LSS4) โดยทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง ในช่วงเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561 ทำการศึกษาลักษณะภายนอก ได้แก่ ลักษณะตะกอน ขนาด สี องค์ประกอบ กลิ่น การปนเปื้อนและลักษณะการปรากฏของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินตะกอน จากดินผิวหน้าลงไปตามระดับความลึก ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ปริมาณน้ำในดิน (Water content) ใช้วิธีการอบแห้งซึ่งเป็นการกำจัดน้ำออกจากดินเพื่อให้เหลือน้ำหนักของดินเพียงอย่างเดียว โดยนำตัวอย่างใส่ภาชนะ จากนั้นจึงชั่งน้ำหนักภาชนะรวมกับดินตะกอน แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-3 วัน เมื่ออบเสร็จนำมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักแห้งของดิน เพื่อคำนวณหาปริมาณน้ำในดินตะกอนที่หายไปต่อไป

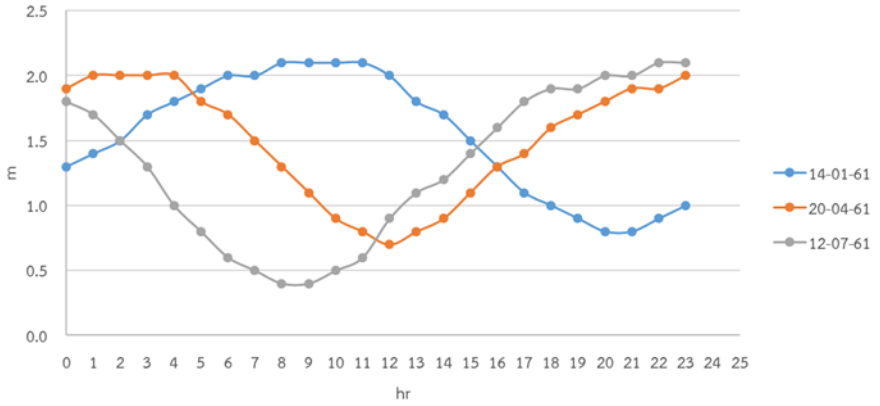
2) ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน (Total organic matter) ซึ่งจะทำโดยการใช้วิธีการเผาที่ความร้อนสูงเพื่อให้สารอินทรีย์ถูกกำจัดออกไป โดยการนำตัวอย่างใส่ในภาชนะทนความร้อนที่ทราบน้ำหนักแล้ว จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิประมาณ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หลังจากเผาเสร็จปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่เหลืออีกครั้ง น้ำหนักที่หายไปหลังจากการเผาก็คือปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน

3) ปริมาณซัลไฟด์รวมในดิน (Acid volatile sulfides content) ที่ระดับ 0-1 เซนติเมตร ใช้วิธีการเปลี่ยนรูปซัลไฟด์ในดินตะกอนจากรูปต่างๆ เช่น HS^-, S^{2-}, FeS และ FeS_2 ให้อยู่ในรูปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ โดยใช้กรด Sulfuric 18 N หลังจากนั้นทำการวัดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นโดยการให้ไอระเหยของไฮโดรเจนซัลไฟด์ผ่าน Hedrotek column หรือเรียกว่า Acid volatile sulfide test column แล้วทำการคำนวณหาปริมาณซัลไฟด์รวมต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักแห้งของดินต่อไป

บทที่ 4
ผลการศึกษา

จากการศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำและเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี เพื่อศึกษาศักยภาพการรองรับมลพิษของแม่น้ำและชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรีโดยได้กำหนดสถานีที่ศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่ สถานีที่เป็นตัวแทนแม่น้ำจันทบุรี 6 สถานี (CR1-CR6) และสถานีที่เป็นตัวแทนของปากน้ำแหลมสิงห์ 11 สถานี (LS1-LS7 และ LSS1-LSS4) ดังภาพที่ 3-1 ผลการศึกษาเบื้องต้นทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมในการศึกษาครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นการศึกษาในเดือนมกราคม 2561

บริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์โดยรอบพื้นที่จะได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้น น้ำลงจากทะเล ดังนั้นในการศึกษาจึงจำเป็นต้องนำรูปแบบการขึ้นลงของน้ำมาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งในช่วงวันที่ทำการศึกษา (เดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม 2561) จะมีการขึ้นลงของน้ำอยู่ในช่วง 0.4-2.1 เมตร **(ภาพที่ 4-1)** โดยการขึ้นลงของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามรอบวันดังภาพ ซึ่งอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำจะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ โดยการรายงานผลในครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ ได้แก่ แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี



ภาพที่ 4-1 รูปแบบการขึ้นลงของน้ำบริเวณน้ำขึ้น-ลง บริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ จ.จันทบุรี
ในวันที่ 14 มกราคม, 20 เมษายน และ 15 กรกฎาคม 2561

โดยการศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย 1) คุณภาพน้ำทั่วไป 2) การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหาร 3) การศึกษาผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ และ 4) คุณภาพดินตะกอน ซึ่งได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

4.1 คุณภาพน้ำทั่วไป

การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไปบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ประกอบด้วย อุณหภูมิของน้ำ ความเค็ม ความโปร่งแสง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และ ความเป็นกรด-เบส

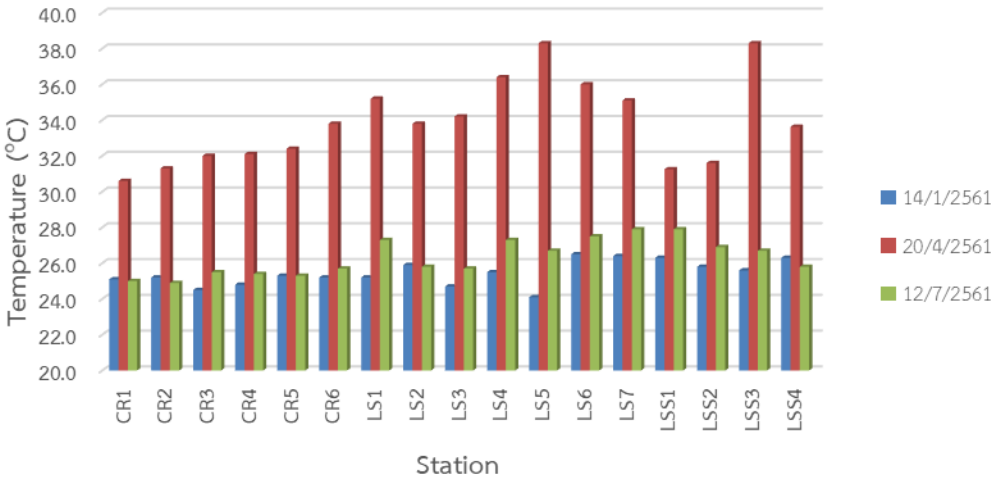
อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิในแหล่งน้ำจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิอากาศ น้ำจะดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์เอาไว้ ซึ่งพบว่าความร้อนส่วนใหญ่จะถูกดูดซับอยู่ในน้ำชั้นบน ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำและมีสารแขวนลอย จะมีการดูดซับพลังงานความร้อนจากแสงสูงที่ระดับน้ำผิวบน เมื่อเทียบกับน้ำที่ใสกว่า การถ่ายเทพลังงานความร้อนจากน้ำที่อยู่ข้างบนลงสู่น้ำข้างล่าง ส่วนใหญ่จะพึ่งการเคลื่อนไหวของมวลน้ำที่เกิดจากกระแสลมที่พัดมวลน้ำให้ผสมกัน

จากการศึกษาอุณหภูมิของน้ำในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 24.1-26.5 องศาเซลเซียส บริเวณที่มีอุณหภูมิของน้ำสูงสุด ได้แก่ สถานี LS6 ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิของน้ำต่ำสุด ได้แก่ สถานี LS5 ซึ่งเป็นส่วนของบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 30.6-38.3 องศาเซลเซียส บริเวณที่มีอุณหภูมิของน้ำสูงสุด ได้แก่ สถานี LS5 ซึ่งเป็นส่วนของบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิของน้ำต่ำสุด ได้แก่ สถานี CR1 สถานีที่อยู่ทางด้านในของแม่น้ำจันทบุรี

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 24.9-27.9 องศาเซลเซียส บริเวณที่มีอุณหภูมิของน้ำสูงสุด ได้แก่ สถานี LS7 และ LSS1 ซึ่งเป็นสถานีที่ตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์ ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิของน้ำต่ำสุด ได้แก่ สถานี CR2 สถานีที่อยู่ทางด้านในของแม่น้ำจันทบุรี **(ภาพที่ 4-2)**



ภาพที่ 4-2 กราฟแสดงอุณหภูมิน้ำ (°C) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

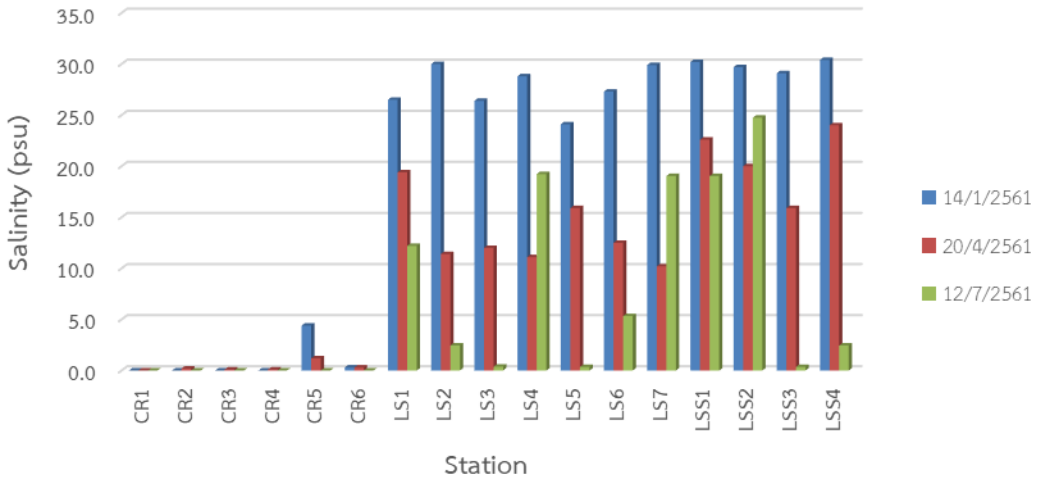
โดยภาพรวม จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันตามพื้นที่เพียงเล็กน้อยตามช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างและระดับความลึกของน้ำในบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง แต่มีการเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของฤดูกาลตามอุณหภูมิอากาศ ซึ่งเป็นถือว่าเป็นอุณหภูมิของน้ำที่ค่อนข้างปกติ โดยอุณหภูมิของน้ำมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงเดือนเมษายนซึ่งจะมีอุณหภูมิสูงกว่าทั้ง 2 เดือนที่ทำการเก็บตัวอย่าง เนื่องมาจากอุณหภูมิอากาศในช่วงดังกล่าวซึ่งช่วงฤดูร้อน

ความเค็มของน้ำ

จากการศึกษาความเค็มของน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0-30.4 psu โดยมีค่าความเค็มสูงสุดในสถานี LSS4 บริเวณปากแม่แหลมสิงห์ และค่าความเค็มต่ำสุดในสถานี CR1-CR4 ซึ่งเป็นสถานีที่ตั้งอยู่ทางด้านบนของแม่น้ำจันทบุรี

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0-24.0 psu โดยมีค่าความเค็มสูงสุดในสถานี LSS4 บริเวณปากแม่แหลมสิงห์ และค่าความเค็มต่ำสุดในสถานี CR1 ซึ่งเป็นสถานีที่ตั้งอยู่ทางด้านบนของแม่น้ำจันทบุรี

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.0-24.8 psu โดยมีค่าความเค็มสูงสุดในสถานี LSS2 บริเวณปากแม่แหลมสิงห์ และค่าความเค็มต่ำสุดในสถานี CR1-CR6 ซึ่งเป็นสถานีที่ตั้งอยู่ทางด้านบนของแม่น้ำจันทบุรี **(ภาพที่ 4-3)**



ภาพที่ 4-3 กราฟแสดงความเค็มของน้ำ (psu) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

ค่าความเค็มของน้ำในพื้นที่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเค็มของน้ำในช่วงกว้าง เมื่อพิจารณาถึงค่าความเค็ม พบว่า ค่าความเค็มพบมีความแตกต่างระหว่างพื้นที่อย่างชัดเจน ทางด้านบนของแม่น้ำเป็นน้ำจืด ไม่มีความเค็ม นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำจืดจากแม่น้ำ เคลื่อนที่ไหลลงไปทางทิศใต้ของพื้นที่ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงทิศทางการไหลของมวลน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล ส่วนบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์นั้น ได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้น-น้ำลงจากทะเล ซึ่งส่งผลให้พื้นที่บริเวณดังกล่าวมีค่าความเค็มของน้ำในพื้นที่สูงกว่าทางด้านบนของแม่น้ำอย่างชัดเจน

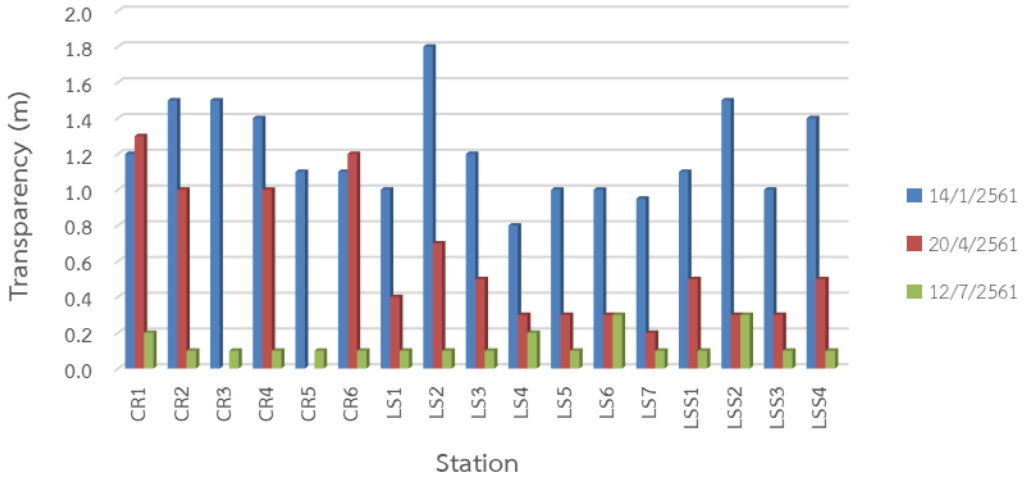
ความโปร่งแสง

ความโปร่งแสงของน้ำหรือการส่องผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำเป็นการวัดความลึกของน้ำในระดับที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา ซึ่งเป็นการประมาณค่า โดยค่าความลึกที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณแพลงก์ตอน อนุภาคของสารอินทรีย์ในน้ำ รวมทั้งตะกอนแขวนลอยต่างๆ

แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.8-1.8 เมตร โดยมีความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดอยู่ที่บริเวณสถานี LS4 และต่ำสุดที่สถานี LS2 สถานีบริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.2-1.3 เมตร โดยมีความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดอยู่ที่บริเวณสถานี CR1 ซึ่งตั้งอยู่ด้านบนของแม่น้ำจันทบุรี และต่ำสุดที่สถานี LS7 สถานีบริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.1-0.3 เมตร โดยมีความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดอยู่ที่บริเวณสถานี LS4-6 และโดยส่วนใหญ่มีค่าความโปร่งแสงของน้ำต่ำเพียง 0.1 เมตร **(ภาพที่ 4-4)**



ภาพที่ 4-4 กราฟแสดงโปร่งแสงของน้ำ (m) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

โดยภาพรวม พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือ ไม่ต่ำกว่า 0.3 เมตร ซึ่งเหมาะแก่การอยู่อาศัยและเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคม พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ปกติโดยภาพรวม แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคม พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำ มีค่าต่ำกว่าช่วงเดือนอื่น ๆ ที่ทำการศึกษา เนื่องมาจากช่วงระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงน้ำลงต่ำ ทำให้ความลึกของบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างมีความลึกน้อยมาก ทำให้เกิดจากกระบวนการฟุ้งกระจายของตะกอนพื้นท้องน้ำสู่มวลน้ำเป็นผลทำให้มีความโปร่งแสงต่ำในช่วงเวลาดังกล่าว

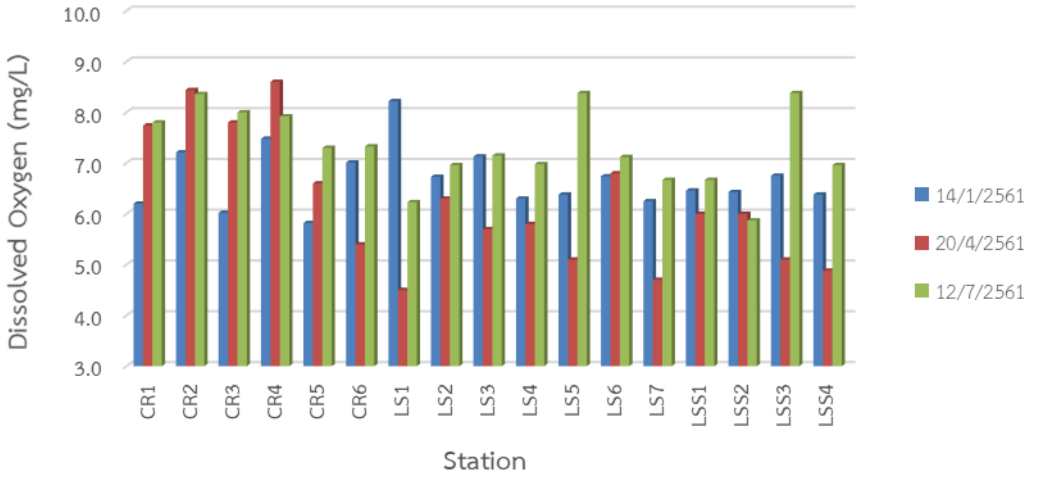
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ออกซิเจนเป็นสารที่สำคัญมีบทบาทในการควบคุมกระบวนการเมตาโมลิซึมของสิ่งมีชีวิตและยังเป็นดัชนีบ่งบอกสภาพของแหล่งน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในน้ำทำ ให้คุณภาพน้ำบางตัวมีการเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนขึ้นอยู่กับความกดอากาศ อุณหภูมิ และความเค็ม

จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 5.8-8.2 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในสถานี LS1 และบริเวณที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ สถานี CR5

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 4.5-8.6 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CR4 ซึ่งเป็นสถานีตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และบริเวณที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ สถานี LS1 บริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 5.9-8.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CR2 สถานีที่ตั้งอยู่ในทางด้านบนของแม่น้ำจันทบุรี และบริเวณที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ สถานี LSS2 บริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์ **(ภาพที่ 4-5)**



ภาพที่ 4-5 กราฟแสดงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (mg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี มีค่าสูงกว่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ (ไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

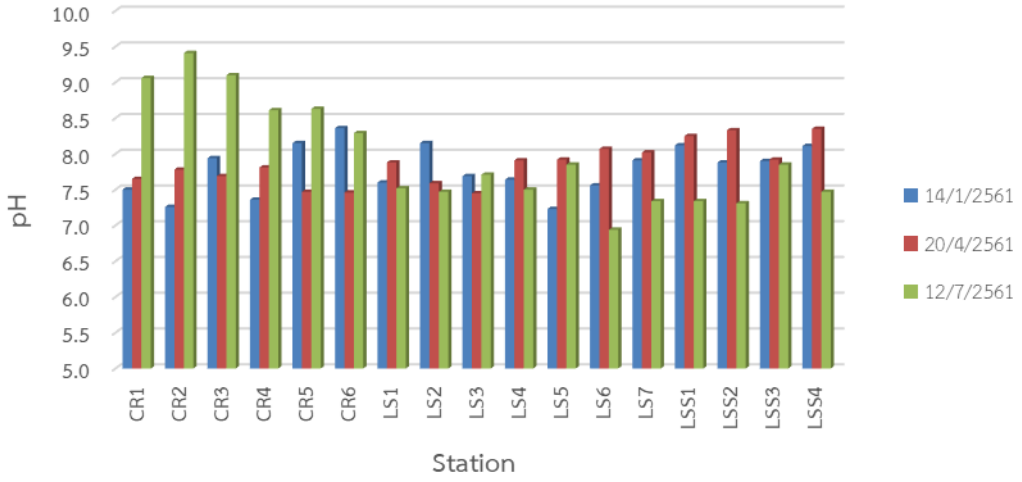
ความเป็นกรด-เบส

ความเป็นกรด-เบสของน้ำเป็นค่าที่แสดงถึงความเป็นกรด ด่างของน้ำโดยในแหล่งน้ำที่มีความเป็นกรด-เบส ประมาณ 6-9 เป็นค่าที่เหมาะสมต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น นอกจากนี้ความเป็นกรด-เบสยังมีบทบาทต่อการปล่อยสารอาหาร เช่น เหล็ก ฟอสฟอรัส เป็นต้น

จากการศึกษาความเป็นกรด-เบสของน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.2-8.4 โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CR6 ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ที่สถานี LSS4

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.5-8.4 โดยมีค่าสูงสุดในสถานี LSS4 ซึ่งเป็นสถานีที่ตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์ ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ที่สถานี LS6 ซึ่งเป็นคลองสาขาบริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.9-9.4 โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CR2 บริเวณสถานีในแม่น้ำจันทบุรี ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ที่สถานี LS6 สถานีซึ่งตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำแหลมสิงห์ **(ภาพที่ 4-6)**



ภาพที่ 4-6 กราฟแสดงความเป็นกรด-เบสของน้ำ บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

อย่างไรก็ตามความเป็นกรด-เบสของน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวที่ทำการศึกษา พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบส ตามพื้นที่เพียงเล็กน้อย (อยู่ในช่วง 6.9-9.4) และยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (5.0-9.0) ซึ่งบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้กับทะเล และมีลักษณะเป็นแม่น้ำที่ใหญ่ทำให้อิทธิพลของทะเลเข้ามาในบริเวณดังกล่าวได้มากกว่าในคลองขนาดเล็ก อย่างไรก็ตามความเป็นกรด-เบสของน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวที่ทำการศึกษา พบว่า ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ มีค่าความเป็นกรด-เบส มีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ และฤดูกาลเพียงเล็กน้อย

4.2 ปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำ

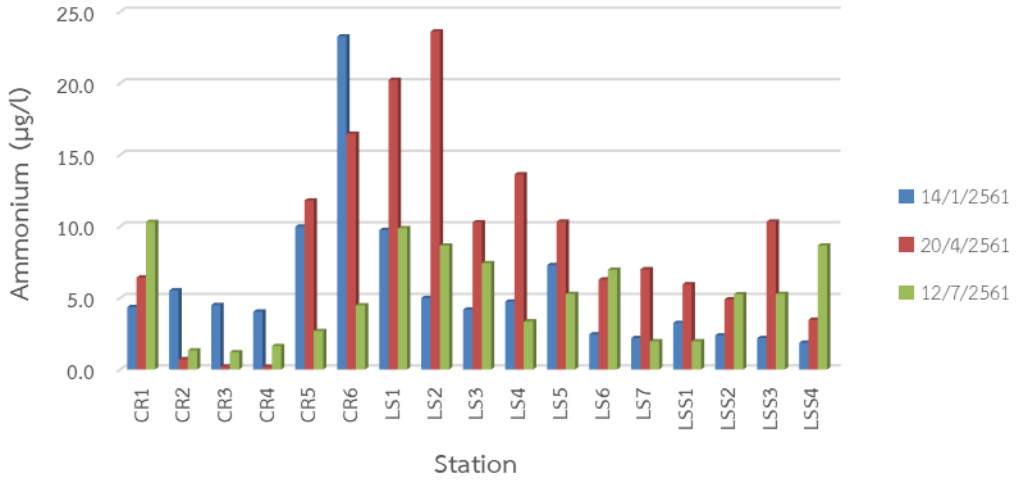
แอมโมเนียม-ไนโตรเจน

แอมโมเนียมเป็นสารอาหารไนโตรเจนที่ไม่เป็นพิษและเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ เนื่องมาจากแอมโมเนียมมีโมเลกุลขนาดเล็กและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงไม่ต้องใช้เอนไซน์หลายตัวในการนำไปใช้ประโยชน์ (เชษฐพงษ์, 2554)

จากการศึกษาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 1.87-23.28 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CR6 และต่ำสุดที่สถานี LSS4

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 0.19-23.62 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี LS2 และต่ำสุดที่สถานี CR4

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 1.21-10.31 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CR1 และต่ำสุดที่สถานี CR3 **(ภาพที่ 4-7)**



ภาพที่ 4-7 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียม (Ammonium ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

จากผลการศึกษาในภาพรวม พบว่า ในพื้นที่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 1.87-23.62 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยภาพรวมทั้ง 3 ครั้งที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบ และมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาลพบว่า เดือนมกราคม (ฤดูแล้ง) เดือนเมษายน (ต้นฤดูฝน) และเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนค่อนข้างน้อย จะมีสูงมากในบางบริเวณซึ่งบริเวณนั้นส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งที่ตั้งของชุมชน บ้านเรือน

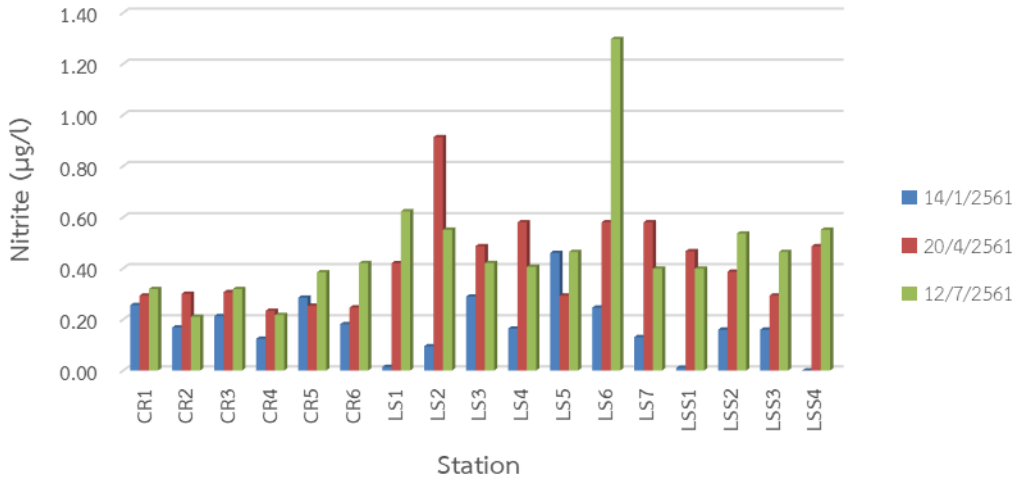
จากระดับผลการศึกษาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำมีธาตุอาหารในรูปแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่เพียงพอ ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ที่อาจมากเกินพอดี และสามารถก่อให้เกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชที่มากเกิน ซึ่งจะเป็นผลเสียต่อแหล่งน้ำได้ ซึ่งแอมโมเนียม-ไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงลักษณะของการใช้ประโยชน์จากชุมชนโดยเฉพาะในรูปแบบของน้ำทิ้ง (น้ำเสีย)

ไนไตรท์-ไนโตรเจน

ไนไตรท์เป็นอาหารไนโตรเจนรูปหนึ่งที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ในเซลล์ได้โดยตรง (เชษฐพงษ์, 2554) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชมีกระบวนการในการควบคุมปริมาณไนไตรท์ที่อยู่ในเซลล์ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตราย

ต่อเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชเอง ปริมาณไนไตรท์ในแหล่งน้ำปกติมาจากกระบวนการ Nitrification ของแอมโมเนียในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน หรือบางครั้งอาจเกิดจากกระบวนการ Denitrification ของไนไตรท์ในสภาพที่ขาดออกซิเจน โดยพบว่าในแหล่งน้ำที่มีการสะสมของสารอินทรีย์จำนวนมากจะมีการสะสมของไนไตรท์ที่มาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ (ยนต์, 2539)

จากการศึกษาปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.46 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี LS5 และต่ำสุดที่สถานี LS1 ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.23-0.91 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี LS2 และต่ำสุดที่สถานี CR4 และในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.21-1.30 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี LS6 และต่ำสุดที่สถานี CR2 **(ภาพที่ 4-8)**



ภาพที่ 4-8 การเปลี่ยนแปลงไนไตรท์ (Nitrite ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี
และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

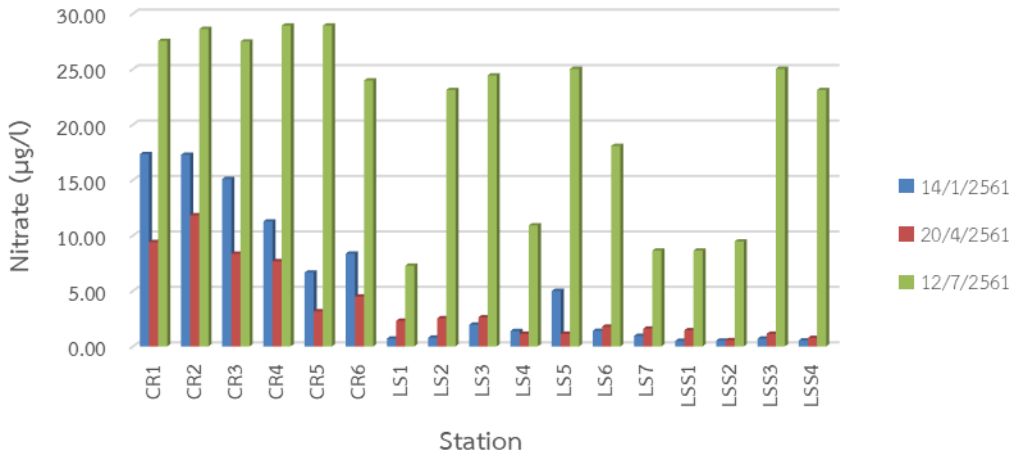
จากผลการศึกษาในภาพรวม พบว่า ในพื้นที่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี พบว่า ปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจนมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.01-1.30 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยภาพรวมทั้ง 3 ครั้งที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบ และมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาลพบว่า เดือนมกราคม (ฤดูแล้ง) เดือนเมษายน (ต้นฤดูฝน) และเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจนค่อนข้างน้อย จะมีสูงเพียงในบางบริเวณที่ทำการศึกษา

โดยปริมาณไนโตรท์-ไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางธรรมชาติ ซึ่งปกติไนไตรท์-ไนโตรเจนจะพบในพื้นที่มีสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง และกระบวนการย่อยสลายเพิ่งเริ่มเกิดขึ้น หรือในบริเวณที่ออกซิเจนค่อนข้างต่ำไม่เพียงพอกับการย่อยสลายสารอินทรีย์

ไนเตรท-ไนโตรเจน

ไนเตรทเป็นอาหารไนโตรเจนรูปหนึ่งที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ ไนเตรทจึงเป็นธาตุอาหารที่สำคัญของแหล่งน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดผลผลิตขั้นต้นซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นไนเตรทจึงมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำและระบบนิเวศ ไนเตรทมาจากการปล่อยของเสียซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงโปรตีนในสิ่งมีชีวิตจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย เมื่อมีแอมโมเนียมาก ๆ เกินความต้องการของแพลงก์ตอนพืชก็จะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนไตรท์ และไนเตรทต่อไป (ยนต์, 2539)

จากการศึกษาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.50-17.34 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CR1 และต่ำสุดที่สถานี LSS1 ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.56-11.83 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CR2 และต่ำสุดที่สถานี LSS2 และในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 7.27-28.93 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CR5 และต่ำสุดที่สถานี LS1 **(ภาพที่ 4-9)**



ภาพที่ 4-9 การเปลี่ยนแปลงไนเตรท (Nitrite ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี
และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในพื้นที่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรีปริมาณไนเตรท -ไนโตรเจนละลายน้ำมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.50-28.93 ไมโครกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาล พบว่า เดือนมกราคม (ต้นแล้ง) เดือนเมษายน (ต้นฤดูฝน) และเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาลพบว่า ในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) จะมีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าในช่วงฤดูกาลอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด เป็นผลเนื่องมาจากปริมาณน้ำในช่วงฤดูกาลดังกล่าว ทำให้ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนมีความเข้มข้นสูงเมื่อลงสู่แหล่งน้ำ

โดยภาพรวม พบว่า โดยปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนจะมีค่าสูงบริเวณทางด้านตอนบนของแม่น้ำจันทบุรี บริเวณดังกล่าวเป็นที่ตั้งของชุมชน บ้านเรือน โดยค่าไนเตรท-ไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงลักษณะของการใช้ประโยชน์จากชุมชนโดยเฉพาะในรูปแบบของน้ำทิ้ง (น้ำเสีย) นอกจากนี้ ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่

สะท้อนถึงกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางธรรมชาติ ซึ่งปกติไนไตรท์-ไนโตรเจนจะพบในพื้นที่มีสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง และกระบวนการย่อยสลายเพิ่งเริ่มเกิดขึ้น หรือในบริเวณที่ออกซิเจนค่อนข้างต่ำไม่เพียงพอกับการย่อยสลายสารอินทรีย์

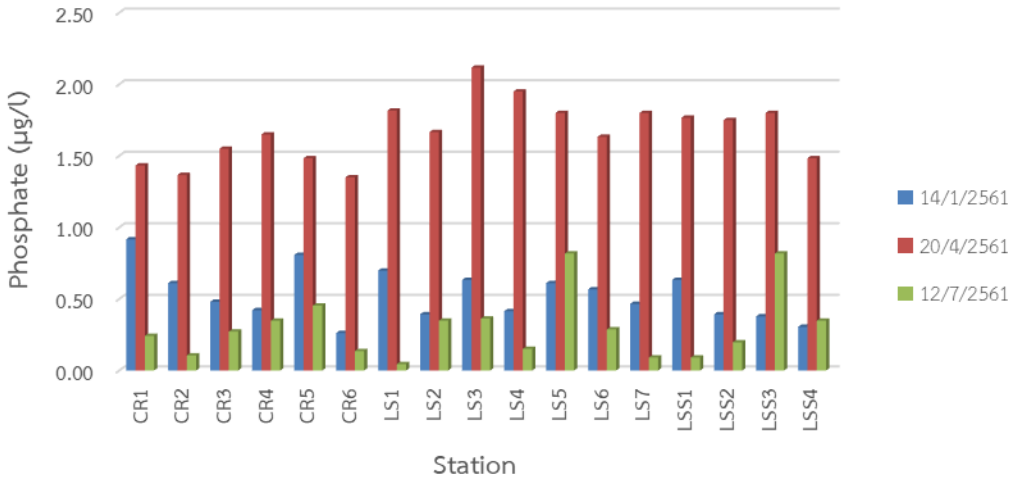
ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

สารประกอบของฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เนื่องมาจากแพลงก์ตอนพืชต้องใช้ฟอสฟอรัสในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยตรงเพื่อสร้างพลังงานให้แก่เซลล์ ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเป็นรูปที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้โดยตรงและเป็นรูปหลักที่มีอยู่ในน้ำทะเล (เชษฐพงษ์, 2545)

จากการศึกษาปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.26-0.92 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CR1 และต่ำสุดที่สถานี CR6

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 1.35-2.12 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี LS3 และต่ำสุดที่สถานี CR6

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.05-0.82 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี LS5 และต่ำสุดที่สถานี LS1 **(ภาพที่ 4-10)**



ภาพที่ 4-10 การเปลี่ยนแปลงฟอสเฟต (Phosphate ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

โดยภาพรวม พบว่า โดยปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในพื้นที่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.05-2.12 ไมโครกรัมต่อลิตร พบมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาล ในเดือนมกราคม (ต้นแล้ง) เดือนเมษายน (ต้นฤดูฝน) และเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) พบว่าในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนเมษายน) ปริมาณฟอสเตฟ-ฟอสฟอรัสมีสูงกว่าใน 2 ครั้งที่ทำการศึกษาอย่างชัดเจน และจะ

มีค่าสูงบริเวณทางด้านตอนล่างของแม่น้ำจันทบุรี บริเวณดังกล่าวเป็นที่ตั้งของชุมชน บ้านเรือน โดยปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส เป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงลักษณะของการใช้ประโยชน์จากชุมชนโดยเฉพาะในรูปแบบของน้ำทิ้ง (น้ำเสีย) แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในพื้นที่ศึกษาก็มีปริมาณมากพอต่อการเจริญเติบโตและการนำไปใช้ของแพลงก์ตอนพืช และมีบทบาทในการกระตุ้นการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำได้อย่างเด่นชัด (จารุมาศและเชษฐพงษ์, 2551) โดยส่วนใหญ่ พบว่า ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีแหล่งที่มาจากหลายแหล่ง เช่น ปุ๋ย ดิน น้ำทิ้งจากการซักล้างจากชุมชน เป็นต้น ซึ่งสำหรับแม่น้ำจันทบุรีปริมาณของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส น่าจะมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีบริเวณต้นน้ำและการซักล้างจากชุมชนในบริเวณเมือง และชุมชนประมงเป็นหลัก

ซิลิเกต-ซิลิกอน

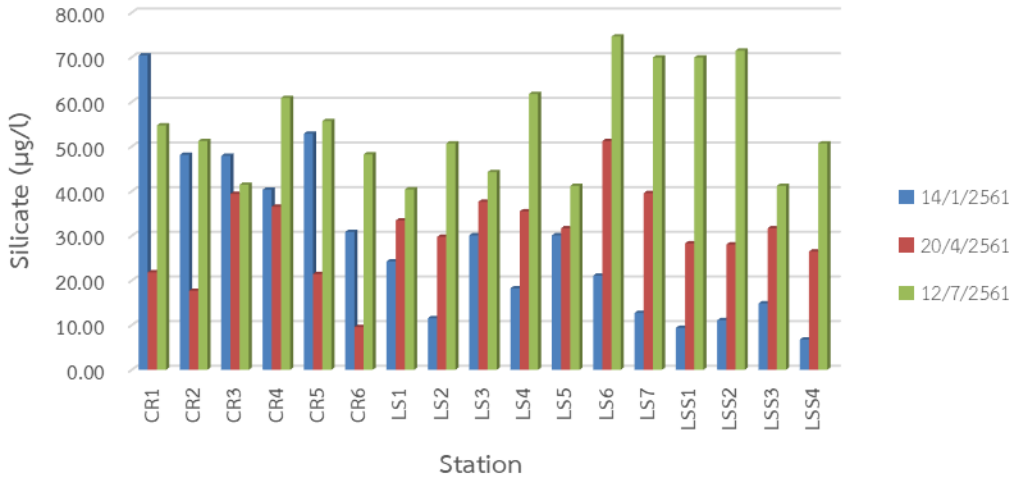
ซิลิคอนเป็นธาตุอาหารที่สำคัญอีกธาตุหนึ่งของแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม แพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมมีการสะสมและนำซิลิเกตไปใช้ในการเจริญเติบโต เช่น เป็นโครงสร้างของฝา เปลือก หรือโครงสร้างภายนอก (เชษฐพงษ์, 2554) นอกจากนี้ยังพบว่า ซิลิเกต-ซิลิคอน เป็นธาตุอาหารที่มีปริมาณสูงในแหล่งน้ำ เนื่องจากแหล่งที่มาของซิลิเกต-ซิลิคอน นั้นมาจากการกัดเซาะและชะล้างของแผ่นดินจากน้ำที่ไหลลงมาสู่แหล่งน้ำแม่น้ำ ซิลิเกต-ซิลิคอน จึงเป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงการเข้ามาของมวลน้ำจืดในพื้นที่ปากแม่น้ำได้

จากการศึกษาปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่าอยู่ในช่วง 6.78-70.41 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CR1 และต่ำสุดที่สถานี LSS4

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่าอยู่ในช่วง 9.58-51.25 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี LS6 และต่ำสุดที่สถานี CR6

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่าอยู่ในช่วง 40.42-74.67 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี LS6 และต่ำสุดที่สถานี LS1 **(ภาพที่ 4-11)**

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน ในพื้นที่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์จังหวัดจันทบุรีมีค่าผันแปรอยู่ในช่วงกว้าง (6.78-74.67 ไมโครกรัมต่อลิตร) และมีความแตกต่างตามพื้นที่อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนบริเวณด้านบนของแม่น้ำจันทบุรีมีปริมาณสูงกว่าทางด้านปากแม่น้ำแหลมสิงห์ เนื่องมาจากปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน มีปริมาณสูงในระบบแม่น้ำและระบบน้ำจืด นับเป็นธาตุอาหารที่พบในปริมาณที่สูง และมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมี และได้รับอิทธิพลจากการกัดเซาะและไหลบ่าของน้ำท่า



ภาพที่ 4-11 การเปลี่ยนแปลงซิลิเกต (Silicate ; µg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี
และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาล พบว่า ในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีระดับที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าใน 2 ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา เนื่องมาจากช่วงดังกล่าวเป็นช่วงฤดูฝน ซึ่งมีปริมาณน้ำท่ามากกว่าในช่วงฤดูกาลอื่นๆ ปริมาณของซิลิเกต-ซิลิคอนสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทการไหลบ่าของน้ำใหม่ได้ และยังสะท้อนให้เห็นอิทธิพลของปริมาณน้ำท่าซึ่งมีบทบาทของการพัดพาของธาตุอาหารจากแผ่นดินลงสู่แหล่งน้ำและทะเลได้

นอกจากนี้ การเก็บตัวอย่างในช่วงที่มีน้ำลงจึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำ ทำให้มีมวลน้ำจืดไหลลงสู่ปากแม่น้ำและจากอิทธิพลดังกล่าวทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของผิวหน้าดินตะกอนทำให้เกิดการผสมผสานของธาตุอาหารจากผิวหน้าดินตะกอนขึ้นมาสู่มวลน้ำ โดยปริมาณของซิลิเกตในระบบแม่น้ำจะมีบทบาทต่อสิ่งมีชีวิตที่มักนำธาตุอาหารซิลิเกตไปใช้

4.3 การศึกษาผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

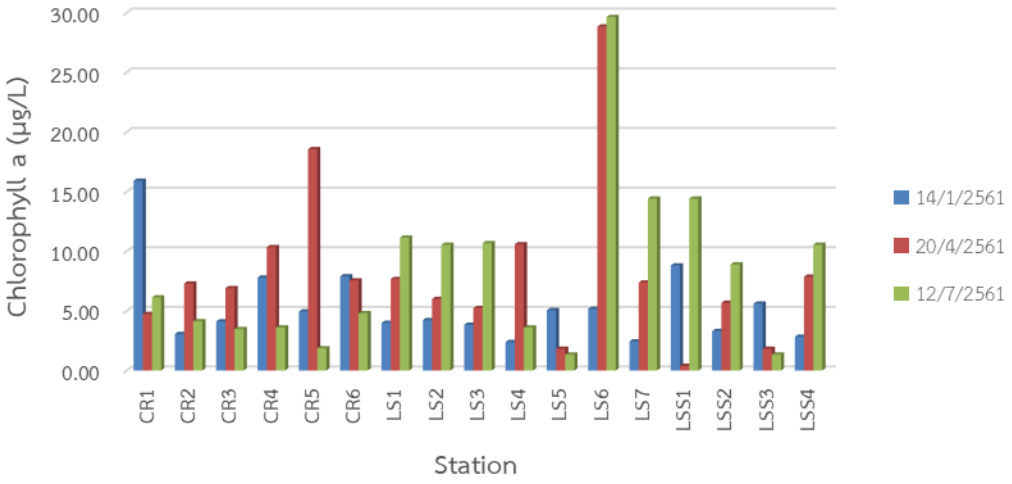
คลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียว ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการสังเคราะห์แสงมี 4 ชนิดได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และดี โดยชนิดของคลอโรฟิลล์ที่พบในแพลงก์ตอนพืชหรือสาหร่ายทุกชนิดคือ คลอโรฟิลล์ เอ ทั้งนี้คลอโรฟิลล์เอจัดเป็นสารสีสำหรับการสังเคราะห์แสงเบื้องต้น (primary photosynthetic pigment)

คลอโรฟิลล์ *เอ* เป็นพารามิเตอร์หนึ่งซึ่งมักจะนำมาใช้ในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์และจัดประเภทของแหล่งน้ำ โดยวัดจากระดับของคลอโรฟิลล์ *เอ* ที่พบในแหล่งน้ำโดยสามารถจำแนกประเภทของแหล่งน้ำได้ตามระดับของคลอโรฟิลล์ได้ 3 ประเภทคือ แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อย (oligotrophic waters) แหล่งน้ำที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic water) และ แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก (eutrophic water)

จากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีค่าอยู่ในช่วง 2.39-15.91 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงสุด พบที่บริเวณสถานี CR1 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณด้านบนของแม่น้ำจันทบุรี และปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ต่ำสุด พบที่บริเวณสถานี LS4

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีค่าอยู่ในช่วง 0.40-28.84 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงสุด พบที่บริเวณสถานี LS6 และปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ต่ำสุด พบที่บริเวณสถานี LSS1

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีค่าอยู่ในช่วง 1.34-29.64 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงสุด พบที่บริเวณสถานี LS6 และปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ต่ำสุด พบที่บริเวณสถานี LS5 **(ภาพที่ 4-12)**



ภาพที่ 4-12 กราฟแสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (µg/l) ในน้ำ บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.40-29.64 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกันในพื้นที่ทำการศึกษา แต่จะมีในบางบริเวณที่พบว่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงกว่าในบริเวณอื่นๆ โดยเฉพาะในบริเวณ สถานี LS6 ที่พบมีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงมากกว่า 25.00 ไมโครกรัมต่อลิตร ทั้งในเดือนเมษายนและเดือนกรกฎาคม

เมื่อทำการเปรียบเทียบตามฤดูกาล พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีค่าสูงในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนเมษายน) และฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) ซึ่งมีความสอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารที่มีปริมาณสูงในช่วงเวลาดังกล่าว ซึ่งมีปริมาณของธาตุอาหารดังกล่าวทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตได้ดีส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงตามไปด้วยเช่นเดียวกัน

โดยเมื่อพิจารณาถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำเปรียบเทียบกับ คลอโรฟิลล์ เอ พบว่า บริเวณแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรีมีระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ตั้งแต่ ระดับความอุดม

สมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic; 3.24<Chl a≤ 11.03 µg/L)จนถึง มีความอุดมสมบูรณ์ (eutrophic; 11.03<Chl a≤ 30.55 µg/L) แต่ส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic; 3.24<Chl a≤ 11.03 µg/L)

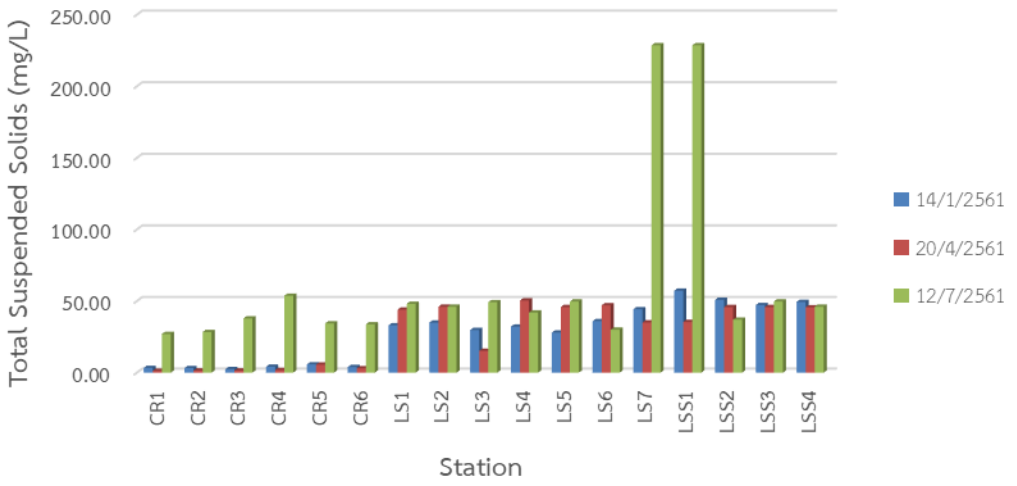
ปริมาณของแข็งแขวนลอย

ปริมาณของแข็งแขวนลอย หมายถึง สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ อาจเป็นตะกอนดินหรือซากของสิ่งมีชีวิต โดยตะกอนเหล่านี้มีทั้งผลดีและผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ

จากการศึกษาปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าอยู่ในช่วง 2.43-57.20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในบริเวณสถานี LSS1 และค่าต่ำสุดในบริเวณสถานี CR3

ส่วนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าอยู่ ในช่วง 2.43-57.20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในบริเวณสถานี LSS1 และค่าต่ำสุดในบริเวณสถานี CR3

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าอยู่ในช่วง 2.43-57.20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในบริเวณสถานี LSS1 และค่าต่ำสุดในบริเวณสถานี CR3 **(ภาพที่ 4-13)**



ภาพที่ 4-13 กราฟแสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (mg/l) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

ผลการศึกษาในภาพรวม แสดงให้เห็นว่า ปริมาณสารแขวนลอยรวมมีความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างพื้นที่ศึกษา โดยปริมาณสารแขวนลอยรวมในพื้นที่ปากน้ำแหลมสิงห์มีแนวโน้มที่สูงกว่าในตอนบนของพื้นที่ศึกษาบริเวณแม่น้ำจันทบุรีอย่างเห็นได้ชัดเจน

ปริมาณสารแขวนลอยรวมที่อยู่ในน้ำทำให้เกิดความขุ่นของน้ำเพิ่มมากขึ้น ผลการศึกษาที่ได้จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ ถ้ามีปริมาณสารแขวนลอยรวมมากเกินไป จะเป็นตัวขวางกั้นไม่ให้แสงสว่างลงไปได้ลึก ทำให้พืชและแพลงก์ตอนไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และยังเป็นอันตรายเนื่องจากสามารถ

อุดตันระบบการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์น้ำ อาจส่งผลให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตช้า ความต้านทานโรคลดลง อย่างไรก็ตาม ในทางตรงข้าม ปริมาณสารแขวนลอยรวมที่มีมากขึ้นดังกล่าว สามารถส่งผลดีในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ ถ้าปริมาณสารแขวนลอยรวมที่สูงขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากสิ่งมีชีวิตพวกแพลงก์ตอนพืช และนอกจากนี้ยังมีผลต่อการหลบซ่อนศัตรูของสัตว์น้ำขนาดเล็กได้ จากการศึกษาที่ผ่านมาทางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำพบว่า ในแหล่งน้ำควรมีปริมาณสารแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีรายงานว่า หากมีค่าสูงอยู่ในช่วง 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ผลผลิตสัตว์น้ำลดลงได้

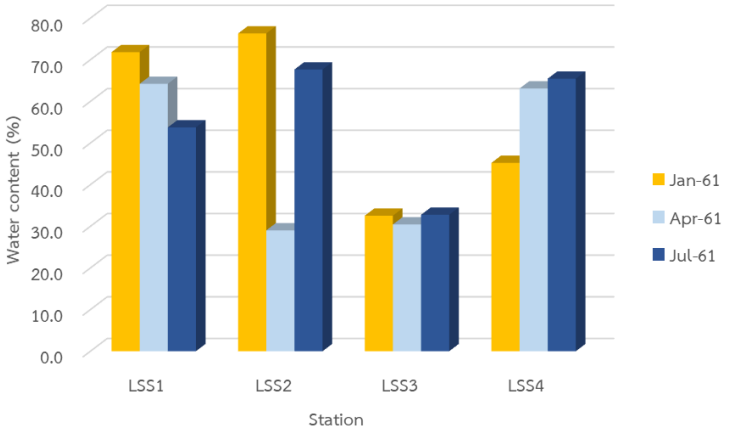
4.4 คุณภาพดินตะกอน

ทำการศึกษาคุณภาพดินตะกอนในสถานี 4สถานี ได้ สถานี LSS1, LSS2, LSS3 และ LSS4 ที่ระดับความลึก 0-1 เซนติเมตร โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่ ปริมาณน้ำในดิน (water content ; WC) ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน (total organic matter; TOM) และ ปริมาณซัลไฟล์รวมในดินตะกอน (acid volatile sulfide; AVS) ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ช่วงฤดูกาล ได้แก่ เดือนมกราคม (ฤดูแล้ง) เดือนเมษายน (ฤดูต้นฝน) และเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) โดยมีผลการศึกษาดังนี้

ปริมาณน้ำในดินตะกอน

ดินตะกอนมีองค์ประกอบของมวลดิน 3 ส่วนใหญ่ๆ ส่วนแรกคือส่วนที่เป็นเม็ดดินหรือของแข็ง ส่วนที่สองคือส่วนที่เป็นน้ำหรือของเหลวและส่วนที่สามคือส่วนที่เป็นอากาศหรือก๊าซจากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอน

ปริมาณน้ำในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม เดือนเมษายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 29.0-76.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงสุดในสถานี LSS2 (เดือนมกราคม) และ มีค่าต่ำสุดในสถานี LSS2 (เดือนเมษายน) โดยรูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณน้ำในดินจะมีค่าสูง ลักษณะดินจะมีลักษณะเป็นโคลนเลน ส่วนบริเวณที่มีปริมาณน้ำในดินต่ำดินลักษณะของดินตะกอนเป็นทรายและกรวด ซึ่งปริมาณน้ำในดินจะได้รับอิทธิพลจากน้ำที่มาจากแผ่นดินและการพัดพา **(ภาพที่ 4-14)**



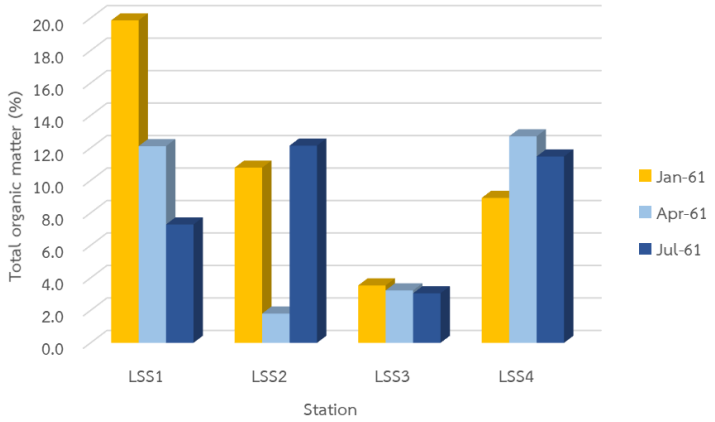
ภาพที่ 4-14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดิน (water content; %) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม เมษายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561

ปริมาณสารอินทรีย์รวม

สารอินทรีย์ในระบบพื้นท้องน้ำนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเป็นอาหารและแหล่งพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำ ทั้งนี้สารอินทรีย์ทีย่อยสลายแล้วนั้นจะกลายเป็นสารอนินทรีย์ซึ่งสามารถแพร่สู่มวลน้ำด้านบนได้และเป็นเข้าสู่การผลิตขั้นต้นในห่วงโซ่อาหารต่อไป สารอินทรีย์ที่พบในระบบนิเวศพื้นท้องมีหลายรูปแบบ ได้แก่ สารละลายอินทรีย์ในดินตะกอน สารแขวนลอยบริเวณพื้นรอยต่อของน้ำกับผิวดิน และกลุ่มสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนสะสมในมวลดินโดยไม่ถูกย่อยสลาย

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี จันทบุรี ในเดือนมกราคม เดือนเมษายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 1.8-19.9 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดในสถานี LSS1 (เดือนมกราคม) และต่ำสุดในสถานี LSS3 (เดือนเมษายน) **(ภาพที่ 4-15)**

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ที่ได้สอดคล้องกับปริมาณน้ำในดินตะกอน ซึ่งตามหลักการแล้วพารามิเตอร์ทั้งสองนี้จะมีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกัน การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์ในพื้นที่อ่าวตราดจะลักษณะคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดิน โดยภาพรวม พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ มีระดับความอุดมสมบูรณ์ที่สูงมาก



ภาพที่ 4-15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน (total organic mater; %) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม เมษายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561

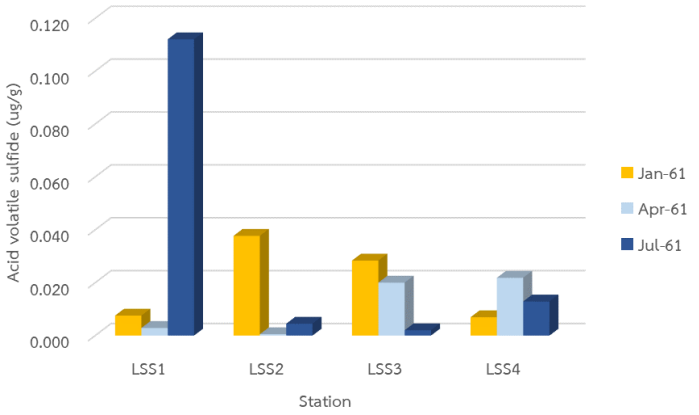
ปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน

ซัลไฟด์และสารประกอบซัลไฟด์เป็นผลผลิตจากกระบวนการย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน โดยในดินตะกอนซัลไฟด์จะอยู่ในรูปของไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือเหล็กซัลไฟด์ (FeS_2^-) ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (macrofauna) ซึ่งจะมีจำนวนลดลงเมื่อความเข้มข้นของซัลไฟด์สูงขึ้น โดยทั่วไปสามารถพบซัลไฟด์ในปริมาณสูงในพื้นที่ที่มีซากสิ่งมีชีวิตและสารอินทรีย์มาก ซึ่งการย่อยสลายในพื้นดินที่ลึกลงไปเกิดขึ้นโดยการทำงานของแบคทีเรียเท่านั้น

จากการศึกษาปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม เดือนเมษายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณซัลไฟล์รวมในดินมีค่าอยู่ในช่วง

0.002-0.10 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีค่าสูงสุดในสถานี LSS1 (เดือนกรกฎาคม) และต่ำสุดที่สถานี LSS3 (เดือนกรกฎาคม) **(ภาพที่ 4-16)**

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณซัลไฟล์รวมในดินบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์โดยส่วนใหญ่นั้นพบอยู่ในระดับตั้งการสะสมพิษต่ำมาก ยกเว้นในสถานี LSS2 ที่พบว่ามีปริมาณปริมาณซัลไฟล์รวมในดินสูงกว่าในบริเวณอื่นถึง 4 เท่า ซึ่งอยู่ที่มีการสะสมของมลพิษระดับปานกลาง (จารุมาศและเชษฐพงษ์, 2552)



ภาพที่ 4-16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน (acid volatile sulfide; mg/kg dry weight) บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม เมษายน และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2561

4.5 แพลงก์ตอนพืช

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เก็บรวบรวมจากแม่น้ำจันทบุรี ปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม 2561 (ตัวแทนฤดูแล้ง) และ เดือนเมษายน 2561 (ตัวแทนต้นฤดูฝน) และเดือนกรกฎาคม 2561 (ตัวแทนของฤดูฝน) จำนวน 17 สถานี ผลการศึกษาดังนี้ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 133 สกุล จำแนกออกเป็น 3 ดิวิชั่น (Division) ได้แก่

1) Division Cyanophyta ประกอบด้วย Class Cyanophyceae (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 21 สกุล

2) Division Chlorophyta ประกอบด้วย Class Chlorophyceae (สาหร่ายสีเขียว) 48 สกุล และ Class Euglenophyceae (ยูกลีนอยด์) 5 สกุล

3) Division Chromophyta ประกอบด้วย Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) 93 สกุล Class Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลเจลเลต) 1 สกุล Class Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) 15 สกุล และ Class Chrysophyceae 2 สกุล

ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชนิดของแพลงก์ตอนพืช สามารถจำแนกตามหลักอนุกรมวิธาน ได้ดังนี้

1. Division Cyanophyta

Class Cyanophyceae (Blue-green algae, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน)

Merismopedia sp.

Anabaena sp.
Aphanizomenon sp.
Chroococcus sp.
Coelosphaerium sp.
Gloeocapsa sp.
Lyngbya sp.
Merismopedia sp.
Microcytic sp.
Oscillatoria sp.
Protoperidinium sp.
Raphidiopsis sp.
Scytonema sp.
Tolypothrix sp.

2. Division Chlorophyta

Class Chlorophyceae (Green algae, สาหร่ายสีเขียว)

Mesosira sp.
Acanthosphaera sp.
Ankistrodesmus sp.
Closteriopsis sp.
Closterium sp.
Coelastrum sp.
Coenochloris sp.
Cosmarium sp.
Crucigenia sp.
Dictyosphaerium sp.
Eudorina sp.
Geminella sp.
Hyalotheca sp.
Kirchneriella sp.
Lagenheimia sp.
Melosira sp.
Micractinium sp.
Micrasterias sp.
Mougeotia sp.
Pediastrum sp.

Pleodorina sp.
Pleurotaenium sp.
Quadricocus sp.
Schroedeia sp.
Schroederia sp.
Selenastrum sp.
Sphaerocystis sp.
Sphaerocystis sp.
Staurastrum sp.
Xanthidium sp.

Class Euglenophyceae (Euglenoid, ยูกลีนอยด์)

Euglena sp.
Phacus sp.
Strombomonas sp.
Trachelomonas sp.

3. Division Chromophyta

Class Bacillariophyceae (Diatom, ไดอะตอม)

Actinocyclus sp.
Anomoeneis sp.
Arachnoidiscus sp.
Asteromphalus sp.
Bacillaria sp.
Bacteriastrum sp.
Campylodiscus sp.
Cerataulina sp.
Chaetoceros sp.
Climacodium sp.
Climacosphenia sp.
Cocconeis sp.
Corethron sp.
Corethron sp.
Coscinodiscus sp.
Cyclotella sp.
Cylindrotheca sp.
Cymbella sp.

Dactyliosolen sp.
Denticula sp.
Dictyliosolen sp.
Diploneis sp.
Ditylum sp.
Entomoneis sp.
Epithemia sp.
Eunotia sp.
Fragilaria sp.
Gonium sp.
Guinardia sp.
Gyrosigma sp.
Hasles sp.
Hemiaulus sp.
Isthmia sp.
Lagenheimia sp.
Lauderia sp.
Leptocylindrus sp.
Licmophora sp.
Mastogloia sp.
Melosira sp.
Meunier sp.
Minutocellus sp.
Navicula sp.
Neidium sp.
Nitzschia sp.
Odontella sp.
Oocystis sp.
Palmeria hardmaniana Greville
Palmeria sp.
Paralia sp.
Pinnularia sp.
Plagiotropis sp.
Plagiotropis sp.
Pleuro/Gyrosigma sp.

Pleurosigma sp.
Pleurosigma sp.
Pleurosigma sp.
Pleurosigma sp.
Proboscia sp.
Prodosira sp.
Pseudonitzchia sp.
Pseudosolenia sp.
Rhizosolenia sp.
Rhizosolenia sp.
Skeletonema sp.
Stellarima sp.
Stenopterobia sp.
Stephanodiscus sp.
Surirella sp.
Synedra sp.
Thalassionema sp.
Thalassiothrix sp.

Class Dictyochophyceae (Silicoflagellates, ซิลิโคแฟลกเจลเลต)

Dictyocha sp.

Class Dinophyceae (Dinoflagellates, ไดโนแฟลกเจลเลต)

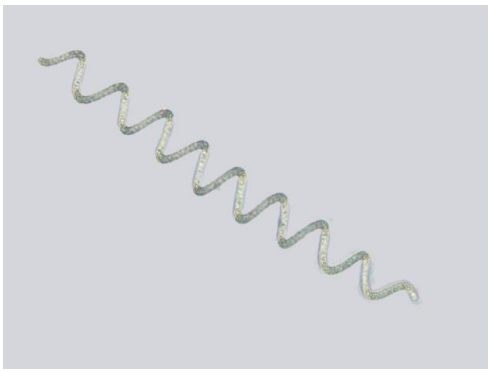
Alexandrium sp.
Ceratium sp.
Dinophysis sp.
Glenodinium sp.
Gonyaulax sp.
Gymnodinium sp.
Peridinium sp.
Phalacroma sp.
Podolampas sp.
Protoperidinium sp.
Pyrophacus sp.
Woloszynskia sp.

Class Chrysophyceae

Dinobryon sp.

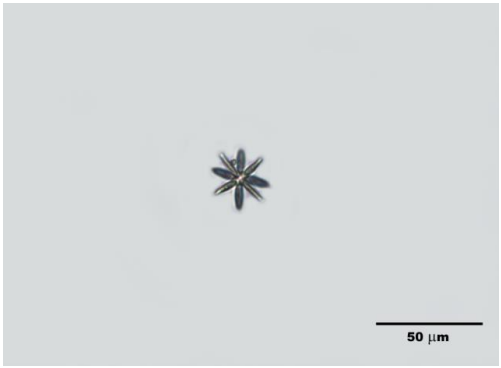
จากสกุลข้างต้นจะพบว่าแพลงก์ตอนพืชมีความหลากหลายทางชนิดสูง ดังภาพตัวอย่าง **(ภาพที่ 4-17 ถึง 4-21)** โดยพบว่า แพลงก์ตอนพืชที่เป็นกลุ่มเด่นที่พบบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae (กลุ่มไดอะตอม)

Trichodesmium sp.

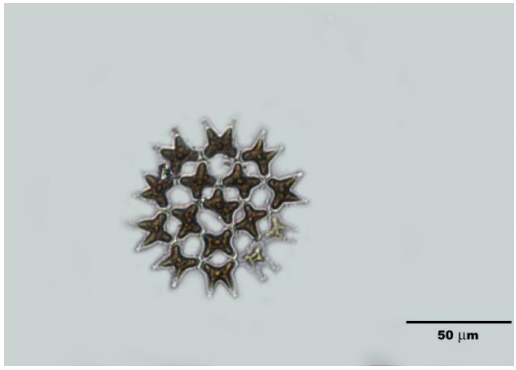


Spirulina sp.

ภาพที่ 4-17 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในในเดือนมกราคม 2561 และ เดือนเมษายน 2561 และเดือนกรกฎาคม 2561



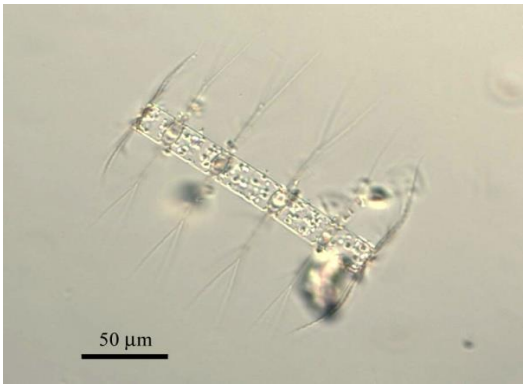
Actinastrum sp.



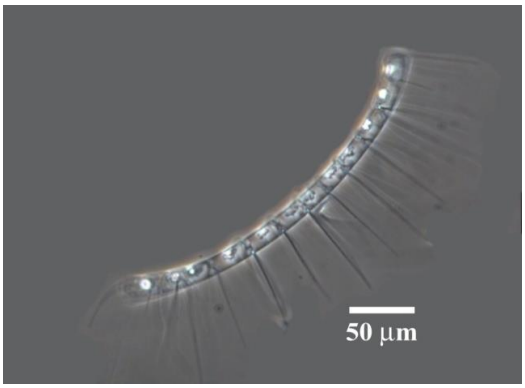
Pediastrum sp.

ภาพที่ 4-18 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Chlorophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียว) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในในเดือนมกราคม 2561 และ เดือนเมษายน 2561 และเดือนกรกฎาคม 2561

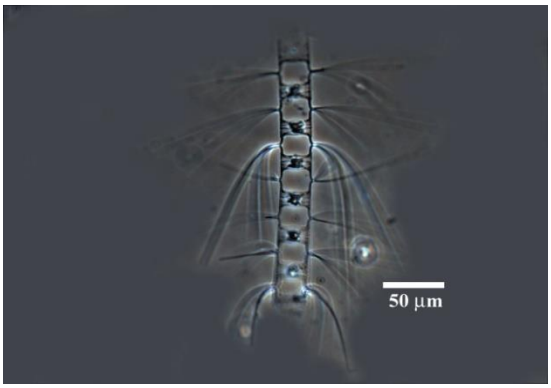
Bacteriastrum sp.



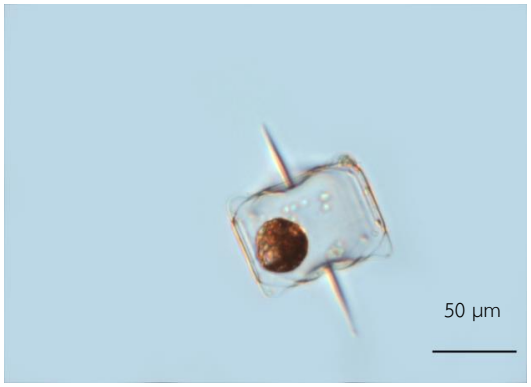
Bacteriastrum sp.



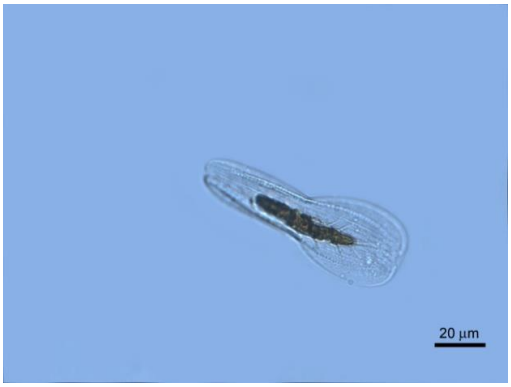
Chaetoceros sp.



Chaetoceros sp.

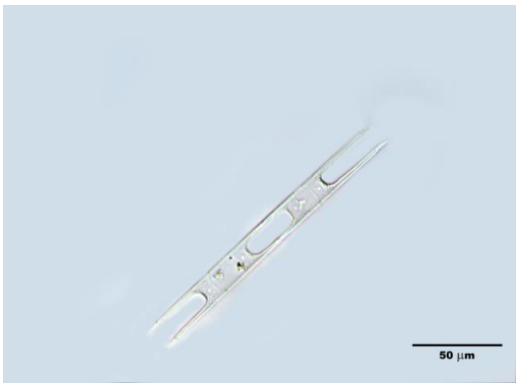


Dictylum sp.

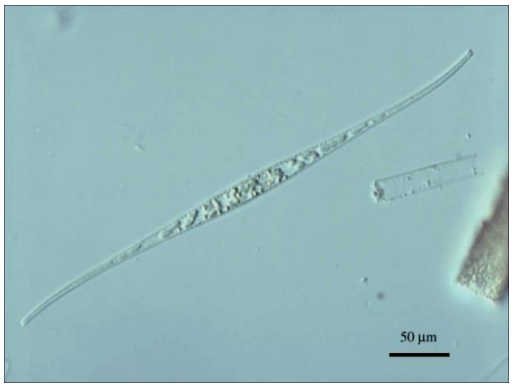


Entomoneis sp.

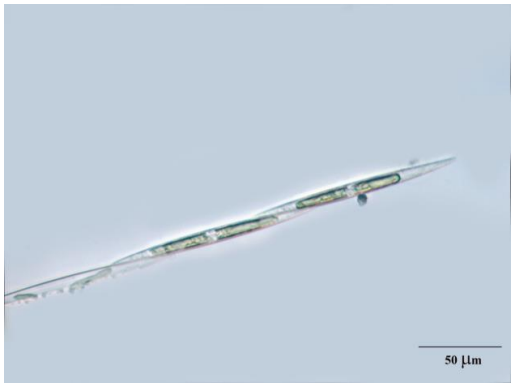
ภาพที่ 4-19 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae (กลุ่มไดอะตอม) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในในเดือนมกราคม 2561 และ เดือนเมษายน 2561 และเดือนกรกฎาคม 2561



Hemiaulus sp.

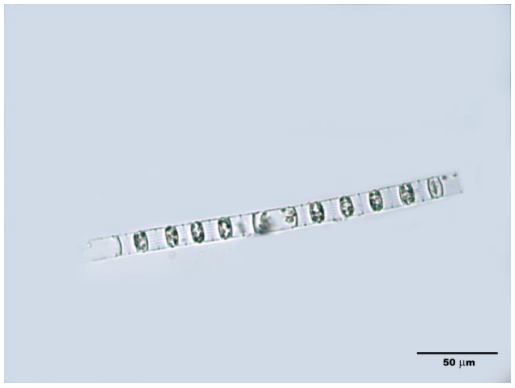


Nitzschia sp.



Pseudo-nitzschia sp.

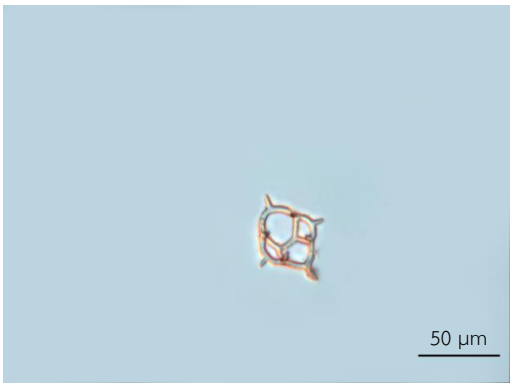
Rhizosolenia sp.



Skeletonema sp.

Suriella sp.

ภาพที่ 4-19 (ต่อ) แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae (กลุ่มไดอะตอม) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในในเดือนมกราคม 2561 และ เดือนเมษายน 2561 และเดือนกรกฎาคม 2561



Dictyocha sp.

ภาพที่ 4-20 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dictyochophyceae (กลุ่มซิลิโคแฟลกเจลเลต) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในในเดือนมกราคม 2561 และ เดือนเมษายน 2561 และเดือนกรกฎาคม 2561

Ceratium sp.

Dinophysis sp.

Protoperidinium sp.

Prorocentrum sp.

ภาพที่ 4-21 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dinophyceae (กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต) ที่พบในบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในในเดือนมกราคม 2561 และ เดือนเมษายน 2561 และเดือนกรกฎาคม 2561

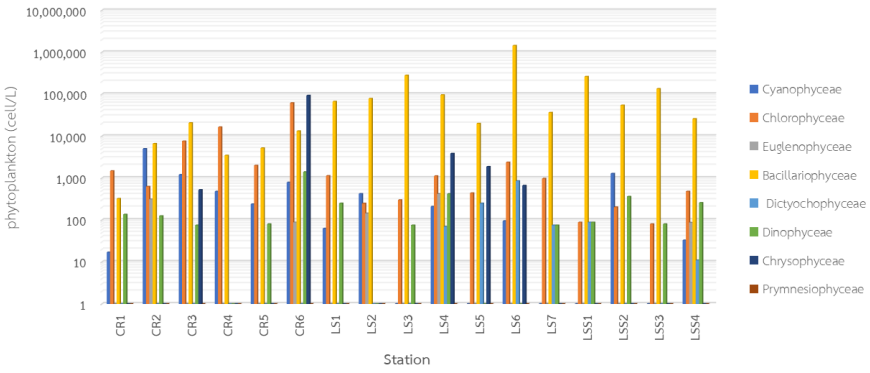
ความหนาแน่นและสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืช

ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชบริเวณแม่น้ำจันทบุรีในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 133 สกุล จำแนกออกเป็น 3 ดิวิชั่น (Division) ได้แก่ 1) Division Cyanophyta ประกอบด้วย Class Cyanophyceae (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 14 สกุล 2) Division Chlorophyta ประกอบด้วย Class Chlorophyceae (สาหร่ายสีเขียว) 30 สกุล และ Class Euglenophyceae (ยูกลีนอยด์) 4 สกุล 3) Division Chromophyta ประกอบด้วย Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) 71 สกุล Class Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลเจลเลต) 1 สกุล Class Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) 12 สกุล และ Class Chrysophyceae 1 สกุล สำหรับองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืช 6 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว ยูกลีนอยด์ ไดอะตอม ซิลิโคแฟลกเจลเลต และไดโนแฟลกเจลเลต

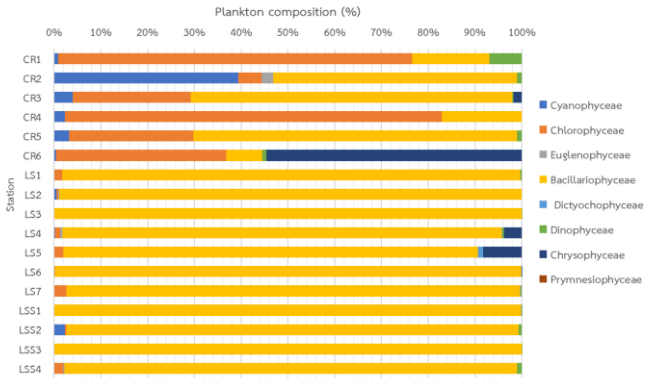
โดยแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม เป็นกลุ่มที่มีปริมาณรวมมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มของสาหร่ายสีเขียว กลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน กลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต กลุ่มของยูกลีนอยด์ และกลุ่มของ ซิลิโคแฟลกเจลเลต ตามลำดับ

ปริมาณของแพลงก์ตอนพืช มีค่าอยู่ในช่วง 1,955- 1,447,515 เซลล์ต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชสูงสุดอยู่บริเวณ สถานี LS 6 ส่วนความหนาแน่นต่ำสุดอยู่บริเวณ สถานี CR1 **(ภาพที่ 4-22a)** โดยภาพรวมพบว่า โดยส่วนใหญ่บริเวณที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงจะเป็นบริเวณสถานีที่อยู่ทางด้านแม่น้ำจันทบุรีตอนล่าง (LS1-LS7) และสถานีที่บริเวณปากแม่น้ำ (LSS1-LSS4) ซึ่งก็เป็นผลมาจากบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอต่อความต้องการของแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืช ที่เป็นชนิดเด่น (Dominant Species) อยู่ใน Class Bacillariophyceae ในเดือนมกราคมพบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม ไดอะตอม ในสกุล *Cylindrotheca sp.* เป็นชนิดเด่น *Chaetoceros* spp. และ *Entomoneis sp.*ตามลำดับ โดยแพลงก์ตอนกลุ่มเด่นจะแบ่งออกตามพื้นที่โดยพื้นที่ตอนบนขอแม่น้ำจันทบุรีจะมีแพลงก์ตอนพืชใน Class Chlorophyceae เป็นกลุ่มเด่น ส่วนพื้นที่ตอนล่างแม่น้ำจันทบุรีและปากแม่น้ำแหลมสิงห์จะมีแพลงก์ตอนพืชใน Class Bacillariophyceae เป็นกลุ่มเด่น **(ภาพที่ 4-22b)**



(a)

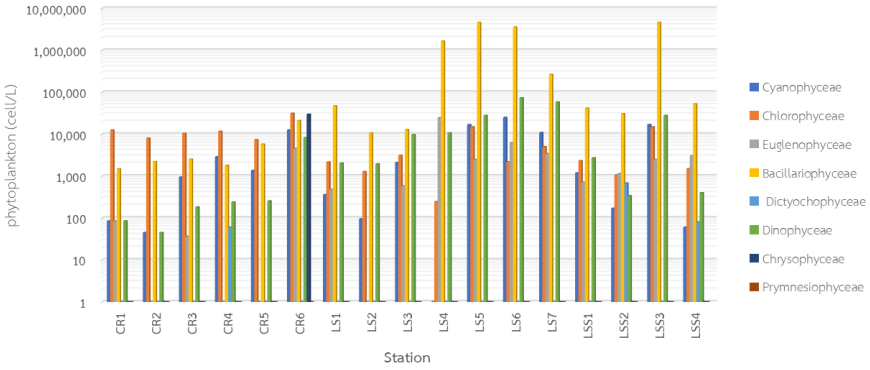


(b)

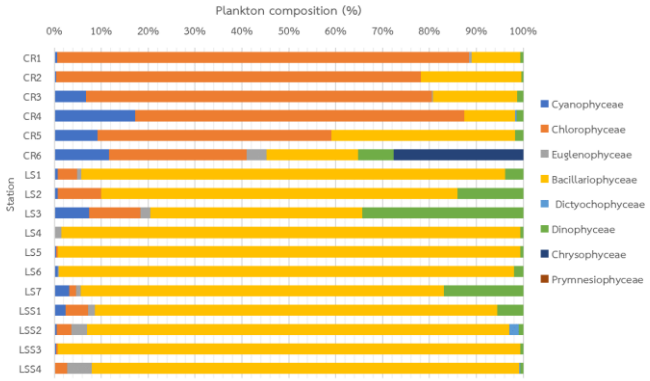
ภาพที่ 4-22 ความหนาแน่น (a) และสัดส่วน (b) ของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม 2561

ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชบริเวณแม่น้ำจันทบุรีในช่วงเมษายน พ.ศ. 2561 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 105 สกุล จำแนกออกเป็น 3 ดิวิชั่น (Division) ได้แก่ 1) Division Cyanophyta ประกอบด้วย Class Cyanophyceae (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 9 สกุล 2) Division Chlorophyta ประกอบด้วย Class Chlorophyceae (สาหร่ายสีเขียว) 33 สกุล และ Class Euglenophyceae (ยูกลีนอยด์) 2 สกุล 3) Division Chromophyta ประกอบด้วย Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) 52 สกุล Class Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลเจลเลต) 1 สกุล Class Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) 7สกุล และ Class Chrysophyceae 1 สกุล สำหรับองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืช 4 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไดอะตอม ซิลิโคแฟลกเจลเลต และไดโนแฟลกเจลเลต โดยแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม เป็นกลุ่มที่มีปริมาณรวมมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มสาหร่ายสีเขียว และกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ตามลำดับ

ปริมาณของแพลงก์ตอนพืช มีค่าอยู่ในช่วง 10,305- 4,668,750 เซลล์ต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชสูงสุดอยู่บริเวณ สถานี LS5 ส่วนความหนาแน่นต่ำสุดอยู่บริเวณ สถานี CR2 **(ภาพที่ 4-23a)**



(a)



(b)

ภาพที่ 4-23 ความหนาแน่น (a) และสัดส่วน (b) ของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม 2561 ในเดือนเมษายน 2561

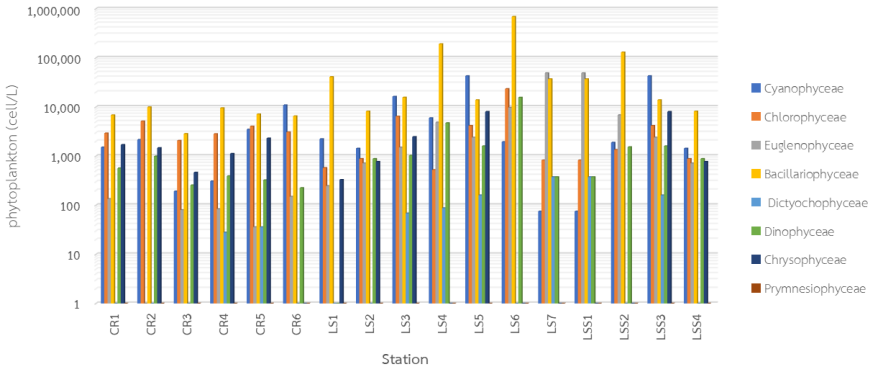
แพลงก์ตอนพืช ที่เป็นชนิดเด่น (Dominant Species) ในเดือนเมษายน พบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม ไดอะตอม ในสกุล *Chaetoceros* spp.. เป็นชนิดเด่น *Pleurosigma* spp. และ *Thalassionema* spp. ตามลำดับ

เมื่อพิจารณากลุ่มแพลงก์ตอนซึ่งเป็นกลุ่มเด่นของแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ในแต่ละพื้นที่จะพบว่า บริเวณพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำส่วนมากจะเป็นกลุ่มของสาหร่ายสีเขียว เช่นเดียวกับในเดือนมกราคม และบริเวณตอนล่างและปากแม่น้ำกลุ่มเด่นจะเป็นกลุ่มของไดอะตอม **(ภาพที่ 4-23b)** อย่างไรก็ตามจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าบริเวณตอนล่างของแม่น้ำมีการพบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต (Class Dinophyceae) ซึ่งจะพบได้น้อยในช่วงเดือนมกราคม ทั้งนี้อาจมีปัจจัยบางอย่างเป็นตัวกระตุ้นอีกทั้งยังพบกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย ซึ่งทั้ง 2 class นี้จะเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำได้เป็นอย่างดี

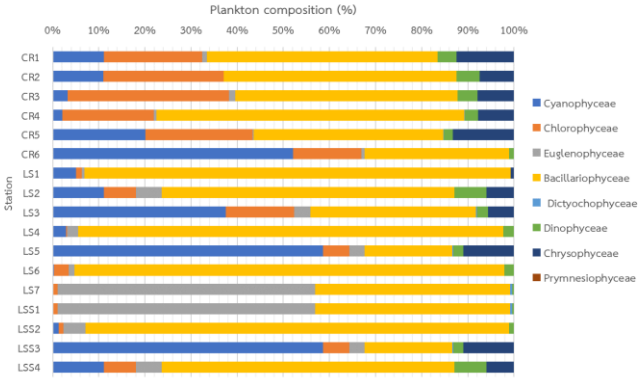
ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชบริเวณแม่น้ำจันทบุรีในช่วงกรกฎาคม พ.ศ. 2561 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 116 สกุล จำแนกออกเป็น 3 ดิวิชั่น (Division) ได้แก่ 1) Division Cyanophyta ประกอบด้วย Class Cyanophyceae (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 13 สกุล 2) Division Chlorophyta ประกอบด้วย Class

Chlorophyceae (สาหร่ายสีเขียว) 28 สกุล และ Class Euglenophyceae (ยูกลีนอยด์) 4 สกุล 3) Division Chromophyta ประกอบด้วย Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) 59 สกุล Class Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลเจลเลต) 1 สกุล Class Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) 9สกุล และ Class Chrysophyceae 2 สกุล สำหรับองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืช 4 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไดอะตอม ซิลิโคแฟลกเจลเลต และไดโนแฟลกเจลเลต โดยแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม เป็นกลุ่มที่มีปริมาณรวมมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มสาหร่ายสีเขียว และกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ตามลำดับ

ปริมาณของแพลงก์ตอนพืช มีค่าอยู่ในช่วง 5,904-741,650เซลล์ต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชสูงสุดอยู่บริเวณ สถานี LS6 ส่วนความหนาแน่นต่ำสุดอยู่บริเวณ สถานี CR3 **(ภาพที่ 4-24a)**



(a)



(b)

ภาพที่ 4-24 ความหนาแน่น (a) และสัดส่วน (b) ของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม 2561 ในเดือนกรกฎาคม 2561

แพลงก์ตอนพืช ที่เป็นชนิดเด่น (Dominant Species) ในเดือนกรกฎาคม พบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม ไดอะตอม ในสกุล *Chaetoceros* spp.. เป็นชนิดเด่น *Pleurosigma* spp. และ *Thalassionema* spp. ตามลำดับ

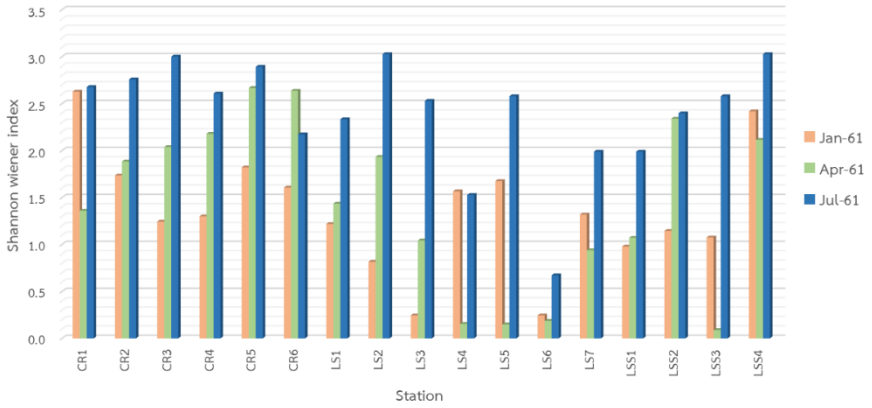
เมื่อพิจารณากลุ่มแพลงก์ตอนซึ่งเป็นกลุ่มเด่นของแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ในแต่ละพื้นที่จะพบว่า ในช่วงเดือนกรกฎาคม จะพบความหลายหลายของกลุ่มแพลงก์ตอนมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนมกราคม และเดือนเมษายน 2561 โดยแพลงก์ตอนพืชที่พบมากขึ้นบริเวณพื้นที่ต้นน้ำได้แก่ กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และกลุ่มของไดอะตอม ส่วนบริเวณพื้นที่ตอนล่างและปากแม่น้ำจะพบแพลงก์ตอนในกลุ่มของ Class Euglenophyceae **(ภาพที่ 4-24b)** ซึ่งจากภาพรวมจะพบว่าในช่วงเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูฝน ความหลากหลายของกลุ่มแพลกง์ตอนมีแนวโน้มที่สูงขึ้น โดยปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งคือการไหลลงมาของมวลน้ำที่สามารถพัดพาเอาสารอาหารที่มีความหลากหลายและเหมาะสมกับแพลงก์ตอนแต่ละชนิด ทำให้ช่วงเวลาเวลาดังกล่าวพบสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชหลากหลายมากกว่าช่วงเวลาอื่นๆ

ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช

การศึกษาความหลากหลายของแพลงตอนพืช ในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561 ซึ่งทำการศึกษาทั้งสิ้น 17 สถานีพบว่า ในเดือนมกราคม พบชนิดของแพลงก์ตอนพืช อยู่ในช่วง 11-44 สกุล โดยมีค่าความหลากหลาย diversity index (shannon wiener index; H') อยู่ในช่วง 0.24-2.63 โดยสถานี CR1 มีความหลายหลายสูงที่สุด และต่ำสุดในสถานี LS3

ในเดือนเมษายน พบชนิดของแพลงก์ตอนพืช อยู่ในช่วง 8-38 สกุล โดยมีค่าความหลากหลาย diversity index (shannon wiener index; H') อยู่ในช่วง 0.09-2.67 โดยสถานี CR5 มีความหลายหลายสูงที่สุด และต่ำสุดในสถานี LSS3

ในเดือนกรกฎาคม พบชนิดของแพลงก์ตอนพืช อยู่ในช่วง 20-44 สกุล โดยมีค่าความหลากหลาย diversity index (shannon wiener index; H') อยู่ในช่วง 0.67-3.03 โดยสถานี LS2 มีความหลายหลายสูงที่สุด และต่ำสุดในสถานี LS6



ภาพที่ 4-25 ดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช (Shannon winner index; H') ในพื้นที่ศึกษาแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม 2561 ในเดือนกรกฎาคม 2561

จากภาพรวมการศึกษาด้านความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ พบว่า ช่วงฤดูแล้งและต้นฝน (เดือนมกราคม และเดือนเมษายน) จะมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชน้อยกว่าในช่วงฤดูฝน สาเหตุเนื่องมาจากสภาวะแวดล้อมด้านฤดูกาลและปริมาณน้ำฝนมีความแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน ประกอบกับปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำซึ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนมีความแตกต่างกัน **(ภาพที่ 4-25)** นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่มีผลต่อความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชด้วยเช่นเดียวกัน โดยในพื้นที่ตอนบพบว่ามีความหลายหลายของแพลงก์ตอนพืชมากกว่าในพื้นที่ตอนล่าง โดยพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำมีค่าดัชนีความหลากหลายเฉลี่ยเท่ากับ 2.2±0.5 และตอนล่าง-ปากแม่น้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.5±0.7

4.6 แหล่งที่มาของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในแม่น้ำจันทบุรี

การศึกษาและสำรวจแหล่งที่มาของสารอนินทรีย์ละลายน้ำในแม่น้ำจันทบุรี จะแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ช่วงเวลาได้แก่ ช่วงฤดูแล้ง และฤดูฝน ทั้งนี้ปัจจัยที่ทำการศึกษาจะประกอบไปด้วย สารอนินทรีย์ละลายน้ำในกลุ่มของไนโตรเจน ได้แก่ แอมโมเนียม ไนไตรท์ และไนเตรท ส่วนฟอสฟอรัส และซิลิเกต จะทำการศึกษาในกลุ่มของออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกต-ซิลิกอน โดยสารอาหารเหล่านี้เป็นส่วนสำคัญที่สะท้อนให้เห็นถึงสภาวะมลพิษ และความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ ทั้งนี้ได้ทำการแบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นทั้งสิ้น 6 กลุ่ม ตามลักษณะของการใช้ประโยชน์ ซึ่งจากภาพรวมดังกล่าวจะพบว่าการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรมจะแตกต่างกันลงมาจากต้นน้ำ จนถึงบริเวณปากแม่น้ำ โดยทั้ง 6 กลุ่มประกอบไปด้วย

1) เกษตรกรรม-ป่าไม้ (Agriculture-forest)
2) ชุมชนเมือง (Domestics)
3) ระบบลำคลองในเมือง (System canal)
4) เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (Coastal aquaculture)
5) หมู่บ้านจัดสรร (Housing estate)
6) เกตรกรรม-ชุมชน (Agriculture-Village)

จากผลการศึกษาพบว่าในช่วงของฤดูแล้ง (Dry season) ความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ละลายน้ำจะมีค่าที่ต่ำกว่าในฤดูฝนยกเว้นในบริเวณชุมชนเมือง (Domestics) ซึ่งในฤดูแล้งมีค่าสูงมาก **(ตารางที่ 4-1)** โดยเฉพาะแอมโมเนียมสาเหตุเนื่องมาจากบริเวณแหล่งชุมชนกลางเมืองเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่นอีกทั้งมีการทิ้งน้ำเสียลงสู่แม่น้ำอย่างต่อเนื่องในขณะที่มวลน้ำจากด้านบนที่ทำหน้านที่เจือจางสารต่างๆมีปริมาณน้อยมาก ทำให้ความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ที่พบในบริเวณนี้มีค่าสูงขึ้นไปด้วย ซึ่งพฤติกรรมของแอมโมเนียม ต่างจากออร์โธฟอสเฟต โดยฟอสเฟตจะพบความเข้มข้นสูงในช่วงฤดูฝน เนื่องจากแหล่งที่มาส่วนใหญ่ของฟอสฟอรัส จะมาจากดิน หรือการกัดเซาะของดิน ซึ่งจำเป็นต้องมีน้ำเป็นตัวกลางในการนำพา ทำให้ในช่วงฤดูแล้งปริมาณฟอสฟอรัสจากกิจกรรมต่างๆจึงต่ำไปด้วย (ต่ำกว่าประมาณ 4 เท่า) สำหรับฟอสฟอรัสที่จากแหล่งอื่นเช่น การซักล้าง ของเสียจากปศุสัตว์ หรือปุ๋ยเคมีจากการเกษตร ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟตที่พบกับค่าที่ ไมตรี และจารุวรรณ 2528 ได้ทำการศึกษาแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ในแง่อาหารธรรมชาติที่เหมาะสมควรมีปริมาณฟอสเฟตอยู่

ระหว่าง 0.02–0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (0.7 μM) ซึ่งเมื่อเปรียบกับการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ฟอสเฟตจะมีค่าสูงเกินระดับความอุดมสมบูรณ์ขแหล่งน้ำในค่อนข้างมากในช่วงฤดูฝน ประมาณ 3-10 เท่าเมื่อเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าน้ำทิ้งที่มาจากกิจกรรมต่าง ๆในช่วงฤดูฝนมีความอุดมสมบูรณ์ด้านฟอสเฟตสูงมาก

ตารางที่ 4-1 เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในที่มาจากแต่ละพื้นที่การใช้ประโยชน์รูปแบบต่างๆ ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูฝน บริเวณแม่น้ำจันทบุรีและ ปากน้ำแหลมสิงห์

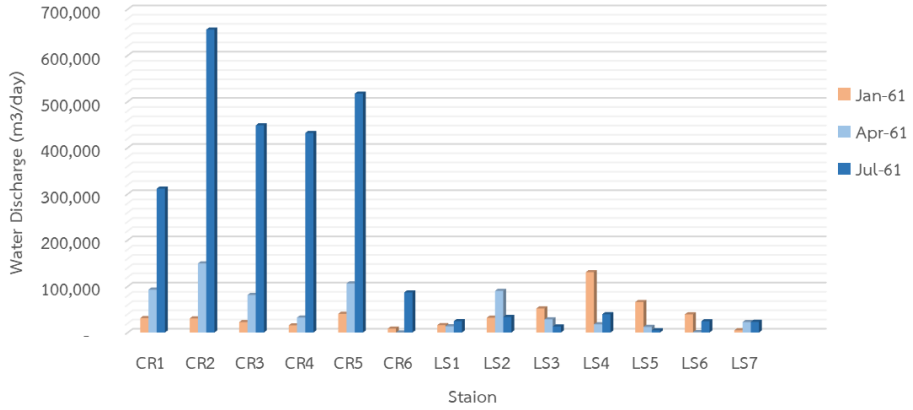
Season	Land use	Dissolved Inorganic Nutrient (μM)			
		$P0_4^{2-}$	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^{2-}
Dry	Agriculture-forest	0.38	5.99	0.31	14.27
	Domestics	0.36	80.71	2.21	18.95
	System canal	0.91	10.31	0.46	25.51
	Aquaculture	1.09	34.42	1.9	11.54
	Housing estate	0.7	24.53	1.04	22.9
	Agriculture-Village	0.88	10.31	1.31	4.99
Rainy	Agriculture-forest	2.66	16.49	0.12	18.47
	Domestics	4.53	24.88	0.63	30.31
	System canal	3.93	25.12	0.37	32.48
	Aquaculture	7.93	3.93	0.52	20.41
	Housing estate	2.61	5.97	0.3	22.7
	Agriculture-Village	5.08	20.09	0.89	15.81

สำหรับความเข้มข้นของไนเตรท ที่พบในแม่น้ำจันทบุรี จะมีปริมาณสูงในช่วงฤดูฝนเช่นเดียวกับออร์โธฟอสเฟต (สูงกว่าประมาณ 1 เท่า) ทั้งนี้ไนโตรเจนในกลุ่มไนเตรท เป็นผลจากกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (nitrification) โดยกลุ่มของแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนในกระบวนการเปลี่ยนรูปของไนโตรเจน ดังนั้นจากความเข้มข้นที่พบจึงสามารถุสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในบริเวณดังกล่าวที่มีอย่างเพียงพอ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาไนเตรทที่พบในแม่น้ำจันทบุรี เปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินพบว่ายังคงมีค่าต่ำวกว่าค่ามาตรฐานค่อนข้างมาก (ต่ำกว่า 10-15 เท่า) อย่างไรก็ตามพบว่า ระบบคลองที่อยู่โดยรอบตัวเมืองมีปริมาณไนเตรทสูงที่สุดทั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน

4.7 ปริมาณน้ำท่า

การศึกษาปริมาณน้ำท่าบริเวณแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ จะทำการสำรวจความลึกและความกว้างของแม่น้ำตามสถานีที่ทำการศึกษาเพื่อคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ จากนั้นทำการวัดความเร็วของกระแสน้ำเพื่อนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดต่อวัน โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ฤดูกาลได้แก่ ฤดู

แล้ง ต้นฤดูฝน และฤดูฝน จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านในแต่ละสถานีมีค่าอยู่ในช่วง 4,838-130,667 852- 149,591 และ 4,837 - 655,803 m^3/day ตามลำดับ โดยในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณน้ำท่าสูงที่สุดโดยในสถานี CR **(ภาพที่ 4-26)**



ภาพที่ 4-26 ปริมาณน้ำท่า (m3/day) ของบริเวณแม่น้ำจันทบุรี ในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561

จากข้อมูลปริมาณน้ำท่าแสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลส่งผลกระทบต่อมวลน้ำในแม่น้ำค่อนข้างมากโดยเฉพาะในช่วงสถานี CR ซึ่งเป็นแม่น้ำจันทบุรีตอบน (ก่อนเข้าเมือง) ทั้งนี้มวลน้ำจะมีแนวโน้มที่ลดต่ำลงในสถานี CR6 เนื่องมาจากบริเวณเมืองจันทบุรี มีการสร้างประตูระบายน้ำ **(ภาพที่ 4-27)** เพื่อป้องกันน้ำท่วม และการลุกเข้ามาของน้ำเค็ม ดังนั้นมวลน้ำจึงไม่สามารถไหลผ่านไปแบบที่ธรรมชาติควรจะเป็นได้

ภาพที่ 4-27 ประตูระบายน้ำบริเวณเมืองจันทบุรี จังหวัดจันทบุรี

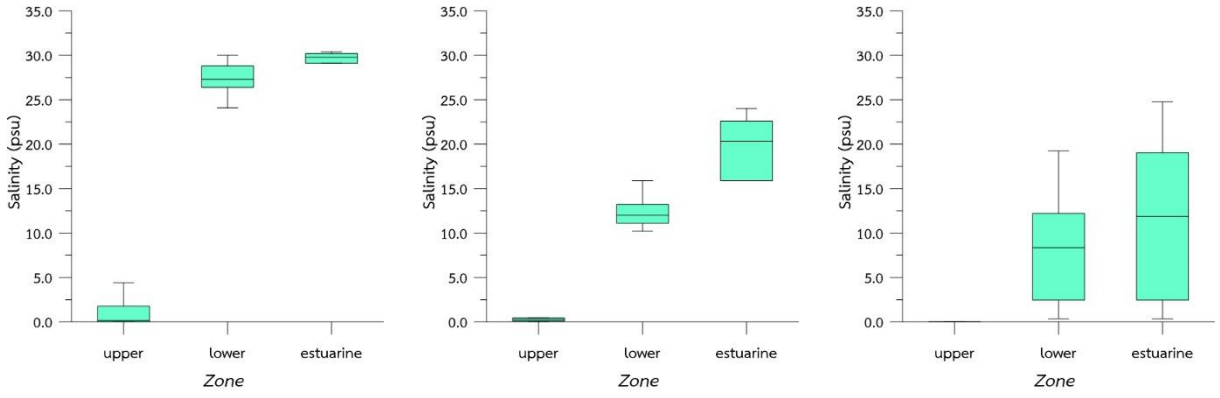
บทที่ 5
บทวิเคราะห์ผลการศึกษาวิจัย

5.1 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำที่สำคัญตามฤดูกาลในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์

จากการสำรวจ เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลของพื้นที่สามารถแบ่งพื้นที่การศึกษาได้เป็น 3 พื้นที่ตามการเก็บการเก็บตัวอย่างได้แก่ สถานีตอนบนของแม่น้ำจันทบุรี (CR1-CR6 ; upper zone) สถานีตอนล่างของแม่น้ำจันทบุรี (LS1-LS7 ; lower zone) และสถานีที่ทำการศึกษาในอ่าวแหลมสิงห์ (LSS1-LSS4 ; estuarine zone)โดยจะทำการศึกษาในเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561 ผลการศึกษาจะแสดงเฉพาะปัจจัยที่มีความสำคัญและคาดว่าจะสามารถบ่งชี้สภาวะด้านสิ่งแวดล้อมทางของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ได้

ความเค็มของน้ำ (salinity)

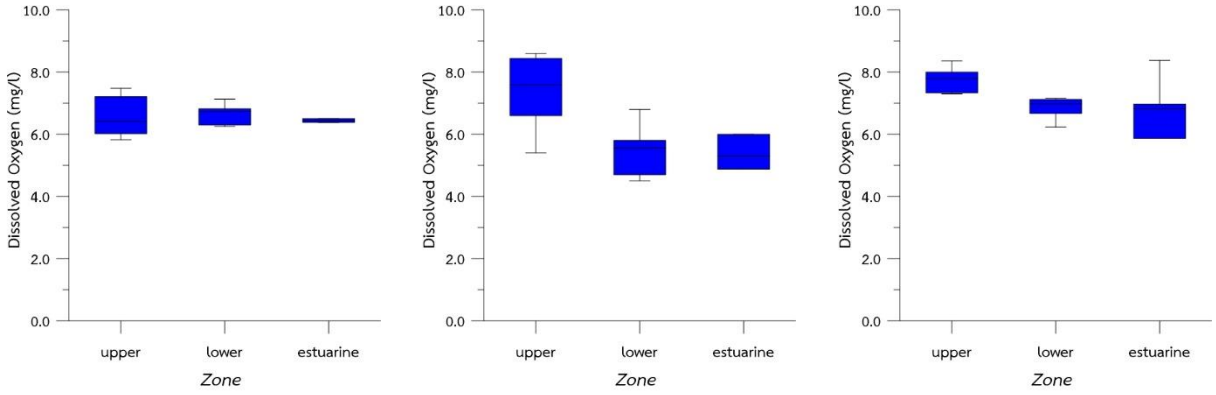
ความเค็มของน้ำเป็นปัจจัยที่แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ปริมาณน้ำท่า รวมถึงอิทธิพลในการหนุนของน้ำทะเล ซึ่งจะเชื่อมโยงกับโอกาสได้การับมลพิษจากแผ่นดิน หรือการเจือจางมลพิษจากน้ำท่าหรือน้ำทะเล ซึ่งผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างด้านความเค็มของน้ำค่อนข้างชัดเจน **(ภาพที่ 5-1)** จากพื้นที่ตอนบน ตอนล่าง และพื้นที่ติดทะเล ทั้งนี้พื้นที่ตอนบนซึ่งเป็นแม่น้ำจะมีความเค็มของน้ำค่อนข้างต่ำในทุกฤดูกาล ยกเว้นช่วงเดือนมกราคม (ภาพที่ a) ซึ่งมีน้ำทะเลหนุนขึ้นไปบ้าง ในส่วนของพื้นที่ตอนล่างและพื้นที่ติดทะเลจะมีความเค็มที่ใกล้เคียงกัน และมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลชัดเจนซึ่งข้อมูลจะมีความแปรปรวนสูงในช่วงเดือนกรกฎาคม (ภาพที่ c) ซึ่งเป็นฤดูฝน ทำให้แต่ละสถานีในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันของความเค็มค่อนข้างชัดเจน



ภาพที่ 5-1 การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง (lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม (a) เมษายน (b)และ กรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen)

ออกซิเจนละลายน้ำเป็นปัจจัยคุณภาพน้ำที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกิจกรรมของสิ่งมีชีวิต รวมถึงสภาวะของมลพิษในภาพรวมของแหล่งน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมจะต้องไม่ต่ำกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และไม่เกิน 120 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณออกซิเจนที่อิ่มตัวในมวลน้ำทั้งนี้เนื่องจากสิ่งมีชีวิตจะไม่ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในช่วงกว้าง ผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า แม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ทั้งตอนบน ตอนล่าง และติดทะเล มีปริมาณออกซิเจนละลายในระดับที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต (> 4 มิลลิกรัมต่อลิตร) **(ภาพที่ 5-2)** โดยในช่วงเดือนมกราคม (a) ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าใกล้เคียงกันทั้งแม่น้ำและปากแม่น้ำ ส่วนในช่วงเดือนเมษายน (b) จะพบว่ามีความแตกต่างของออกซิเจนละลายน้ำระหว่างพื้นที่ค่อนข้างมากทั้งนี้เนื่องจากผลของน้ำทิ้งที่คาดว่ามีปริมาณสารอินทรีย์ที่มีปริมาณมากในบริเวณตอนล่างทำให้ออกซิเจนมีแนวโน้มที่ลดลง ดังนั้นในภาพรวมปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของพื้นที่ศึกษาพบว่าพื้นที่ตอนบนจะมีออกซิเจนสูงตลอดทั้งปี โดยบริเวณพื้นที่ตอนล่างและติดทะเลจะมีการเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในช่วงกว้าง ทำให้บริเวณดังกล่าวมีความเสี่ยงต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต แต่ยังคงไม่อยู่ในเกณฑ์วิกฤตเนื่องจากยังคงมีออกซิเจนละลายน้ำในระดับที่สูงพอ

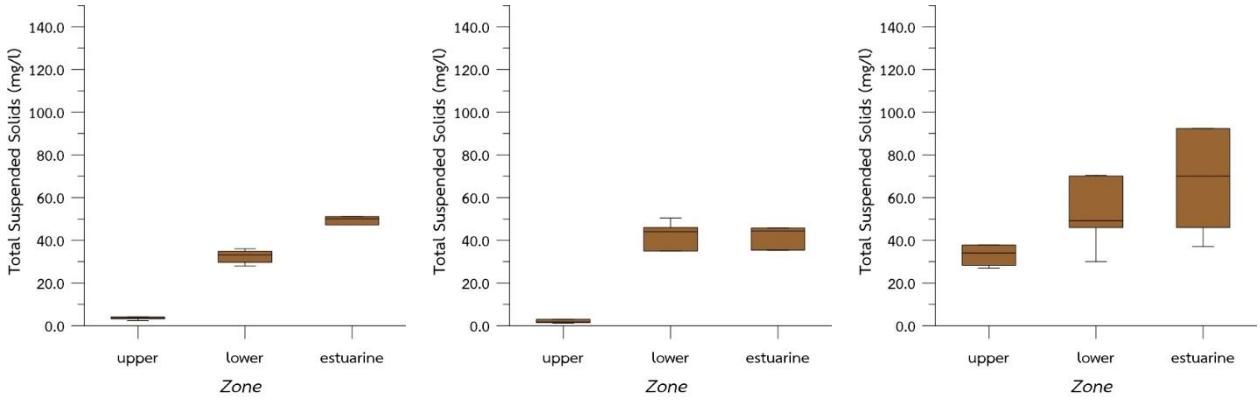


ภาพที่ 5-2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง (lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์.
ในเดือนมกราคม (a) เมษายน (b) และ กรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561

ปริมาณตะกอนแขวนลอยรวมในน้ำ (total suspended solid)

ตะกอนแขวนลอยรวมในน้ำ เป็นการศึกษาตะกอนแขวนลอยทั้งที่เป็นทรายอนินทรีย์ และสารอินทรีย์ที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ ด้วยความแรงของกระแสน้ำที่พัดพาไปซึ่งเมื่อความแรงของน้ำลดลงตะกอนเหล่านี้ก็สามารถตกลงสู่พื้นท้องน้ำได้ โดยทั่วไปลักษณะของตะกอนแขวนที่พบจะแตกต่างกันตามพื้นที่ เช่น พื้นที่ตอนบนของแม่น้ำจะเป็นตะกอนของพวกอนินทรีย์ซึ่งเป็นกรวด หรือทรายขนาดเล็กที่ถูกกระแสน้ำที่รุนแรงบริเวณตอนบนของแม่น้ำกัดเซาะ ส่วนบริเวณด้านล่าง หรือใกล้ปากแม่น้ำตะกอนเหล่านี้จะเป็นพวกสารอินทรีย์ทั้งซากพืช ซากสัตว์ ของเสียที่ปะปนมากับน้ำทิ้ง ดังนั้นการพิจารณาถึงคุณภาพของตะกอนจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึงแหล่งที่มาเป็นสำคัญ ทั้งนี้

จากการศึกษาตะกอนแขวนลอยในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์พบว่า ปริมาณตะกอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากตอนบนของแม่น้ำลงสู่พื้นที่ตอนล่าง **(ภาพที่ 5-3)** ในทุกเดือนที่ทำการศึกษา (a, b และ c) โดยมีค่าต่ำสุดบริเวณพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำ ในบริเวณตอนล่าง และพื้นที่ติดทะเลพบปริมาณของตะกอนที่เพิ่มสูงขึ้นซึ่งบริเวณดังกล่าวได้รับอิทธิจากน้ำขึ้นลง (tidal) และการฟุ้งกระจายของดินตะกอนพื้นท้องน้ำ (resuspension) เป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามจากการเปรียบเทียบข้อมูลที่ทำการศึกษากับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินพบว่า ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่พบในการศึกษาครั้งนี้ยังอยู่ในระดับต่ำ (น้อยกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร) และยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการอยู่อาศัยของสัตว์รวมถึงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ไม่เกิน 400 มิลลิกรัมต่อลิตร)

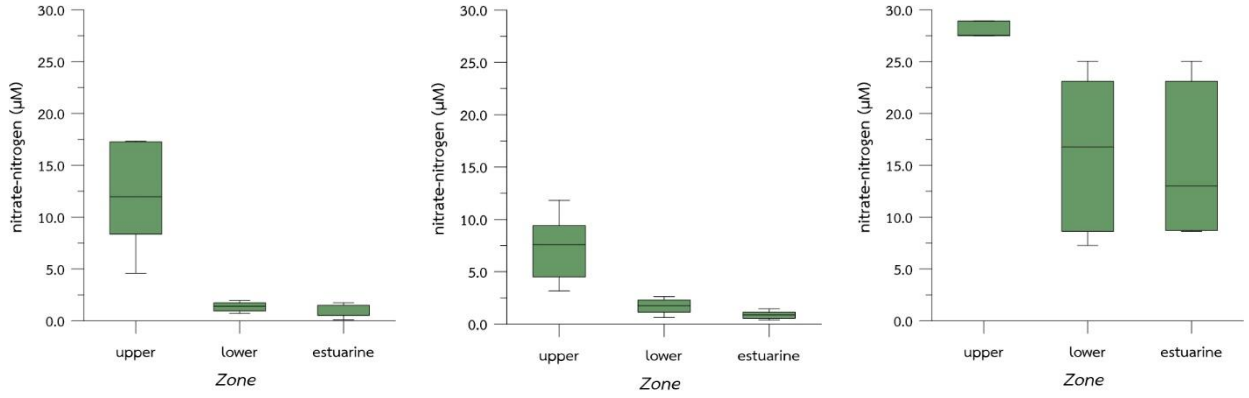


ภาพที่ 5-3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม (a)เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561

ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน (nitrate-nitrogen)

ไนเตรท-ไนโตรเจน เป็นไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำรูปแบบหนึ่งที่มีความสำคัญกับกำลังการผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ หรือ แพลงก์กตอนพืชรวมทั้งพรรณน้ำน้ำต่าง ๆ ซึ่งเป็นผู้ผลิตออกซิเจนที่สำคัญให้กับแหล่งน้ำจากกระบวนการสังเคราะห์แสง (photo synthesis) แหล่งที่มาของไนเตรท มาได้จากหลายทาง เช่น กระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ การเปลี่ยนแปลงของวัฏจักรไนโตรเจน ทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน การดึงไนโตรเจนจากบรรยากาศ แต่ส่วนที่มีความสำคัญมากที่สุดได้แก่ การใช้ปุ๋ยในกิจกรรมด้านการเกษตร โดยเฉพาะปุ๋ยเคมี ซึ่งจากผลการศึกษาในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์พบว่า ปริมาณไนเตรทจะมีค่าสูงในบริเวณพื้นที่ตอนบนของแม่น้ำ **(ภาพที่ 5-4 a, b และ c)** ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ตอนบนของจังหวัดจันทบุรี ที่เป็นเกษตรกรรม มีการเพาะปลูกไม้ยืนต้น ไม้ผล รวมถึงยางพาราจำนวนมาก ทำให้โอกาสการชะล้างปุ๋ยไนโตรเจนลงสู่แม่น้ำได้มากขึ้น โดยในช่วงฤดูฝน **(ภาพที่ 5-4 c)** ปริมาณของไนเตรทจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในบริเวณพื้นที่ตอนล่าง และพื้นที่ติดทะเล ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการชะล้างของไนโตรเจนลงสู่แหล่งน้ำตอนล่าง ประกอบกับสภาพของแม่น้ำจันทบุรี ที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง ทำให้มีโอกาสที่จะพบไนเตรทจากการกระบวนการ nitrification ได้มากขึ้นด้วย สำหรับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินได้มีการกำหนดค่าไน

เตรทไว้ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ 357 ไมโครโมลาห์ ซึ่งไนเตรทที่พบในการศึกษาครั้งนี้ยังคงอยู่ในระดับต่ำมากกว่า 10 เท่าของค่ามาตรฐาน ดังนั้นไนเตรทจึงยังไม่ใช้ปัจจัยที่นำไปสู่ความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำสำหรับแม่น้ำจันทบุรี

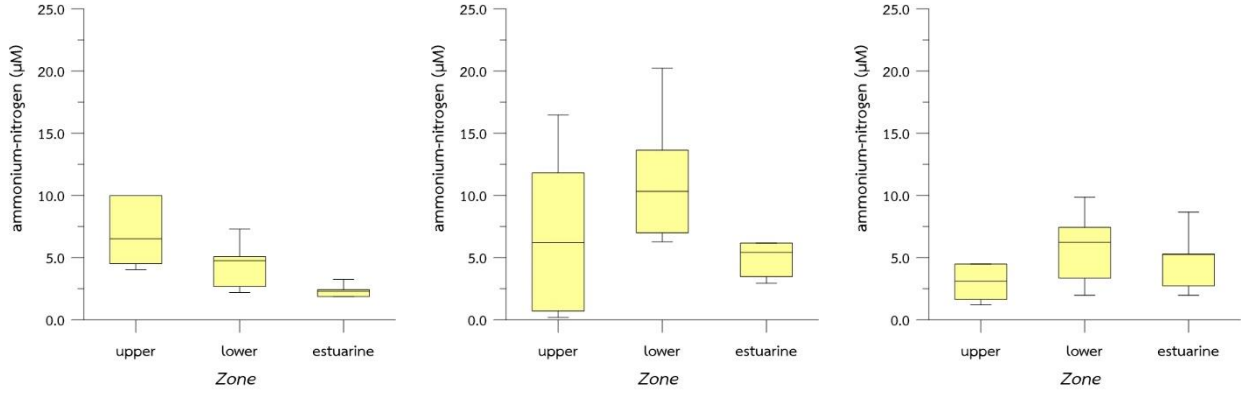


(a) (b) (c)

ภาพที่ 5-4 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม (a) เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561

แอมโมเนียม ไนโตรเจน (ammonium nitrogen)

แอมโมเนียม-ไนโตรเจน เป็นสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในกลุ่มของไนโตรเจน ซึ่งแสดงถึงสภาวะการรับน้ำทิ้งจากชุมชนบ้านเรือน รวมถึงในกลุ่มของกิจกรรมการใช้ประโยชน์ประเภทเกษตรกรรม ทั้งนี้แอมโมเนียม-ไนโตรเจนจะเป็นกลุ่มที่ไม่เสถียร สามารถเปลี่ยนแปลงตามสภาวะแวดล้อมได้ เช่น ความเป็นกรด ด่าง อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ เป็นต้น ซึ่งแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่พบในแหล่งน้ำแพลงก์ตอนพืช หรือพืชน้ำต่าง ๆ จะสามารถดึงไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้ว แอมโมเนียจะสัดส่วนโดยตรงกับแอมโมเนียม (1:100 ที่ pH เท่ากับ 7.25) และแอมโมเนียจะเพิ่มขึ้นเมื่อ pH ของน้ำเพิ่มขึ้น (1:10 ที่ pH เท่ากับ 8.25) ดังนั้นเราจึงไม่ค่อยพบปริมาณแอมโมเนีย ที่เป็นพิษกับสัตว์น้ำในบริเวณที่เป็นแหล่งน้ำจืด และ pH ของน้ำต่ำกว่า 8 ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียม ไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน ซึ่งมีความแตกต่างตามฤดูกาลและพื้นที่ **(ภาพที่ 5-5)** โดยบริเวณที่มีค่าสูงจะอยู่บริเวณตอนล่างใกล้กับแหล่งชุมชนซึ่งจะลดลงในบริเวณพื้นที่ติดทะเล ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินพบว่ายังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (35 ไมโครโมลาห์)

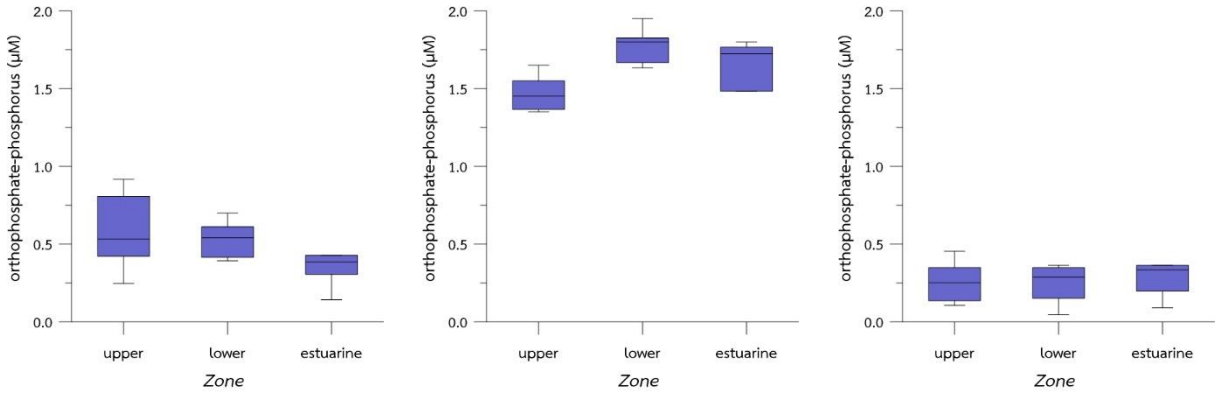


(a) (b) (c)

ภาพที่ 5-5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม (a)เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (orthophosphate-phosphorus)

ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส เป็นฟอสฟอรัสในรูปของสารอนินทรีย์ละลายน้ำที่มีความสำคัญกับระบบความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปฟอสฟอรัสจะเป็นปัจจัยจำกัดของการเจริญเติบโตของผลผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำต่างๆ โดยจะทำการเปรียบเทียบกับกับค่า Red filed ratio ที่ N:P เท่ากับ 16:1 ฟอสฟอรัสมีแหล่งที่มาที่สำคัญอยู่ 2 แหล่งประกอบด้วย ฟอสฟอรัสที่มาจากธรรมชาติซึ่งมาจากการกัดเซาะของดินตะกอน โดยปกติดินตะกอนจะมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบหลักอยู่แล้ว แต่จะสลายออกมาในกรณีที่ถูกกัดเซาะจากน้ำ และการเปลี่ยนแปลง pH ของน้ำ ส่วนแหล่งที่มาของฟอสฟอรัส อีกแหล่งหนึ่งได้แก่ มาจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ โดยเฉพาะน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน การซักล้าง สารอินทรีย์ต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังมาจากกิจกรรมด้านการเกษตรที่มีการปนเปื้อนมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีในกลุ่มที่มีองค์ประกอบของฟอสเฟต ซึ่งธรรมชาติของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำจะพบอยู่ในปริมาณที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มของไนโตรเจน อีกทั้งวัฏจักร หรือการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของฟอสฟอรัสจะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยาทางเคมีเป็นหลักทำให้ฟอสฟอรัสมีการเปลี่ยนแปลงในมวลน้ำค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับไนโตรเจน โดยจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงของฟอสเฟตมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างชัดเจน **(ภาพที่ 5-6)** โดยในช่วงเดือนเมษายน จะมีความเข้มข้นของฟอสเฟตในน้ำค่อนข้างสูง ซึ่งสาเหตุส่วนใหญ่มาจากช่วงเวลาดังกล่าวเป็นฤดูแล้งทำให้ความเข้มข้นมีค่าสูงเนื่องจากไม่มีการเจือจางของมวลน้ำที่เข้ามาจากด้านบน ประกอบกับ pH ในน้ำมีค่าค่อนข้างต่ำทำให้มีโอกาสที่ฟอสเฟตจะละลายน้ำออกมาได้มากขึ้นซึ่งค่าที่พบในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรีมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ ไมตรี ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ โดยกำหนดให้มีค่าไม่เกิน 0.7 ไมโครโมลาห์ ซึ่งในเดือนมกราคม และเดือนเมษายน มีค่าสูงเกินกว่าที่กำหนด อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาถึงค่าไนโตรเจนในน้ำด้วยเนื่องจากมีส่วนสงเสริมให้เกิดความอุดมสมบูรณ์และกำลังการผลิตของแหล่งน้ำเช่นเดียวกัน

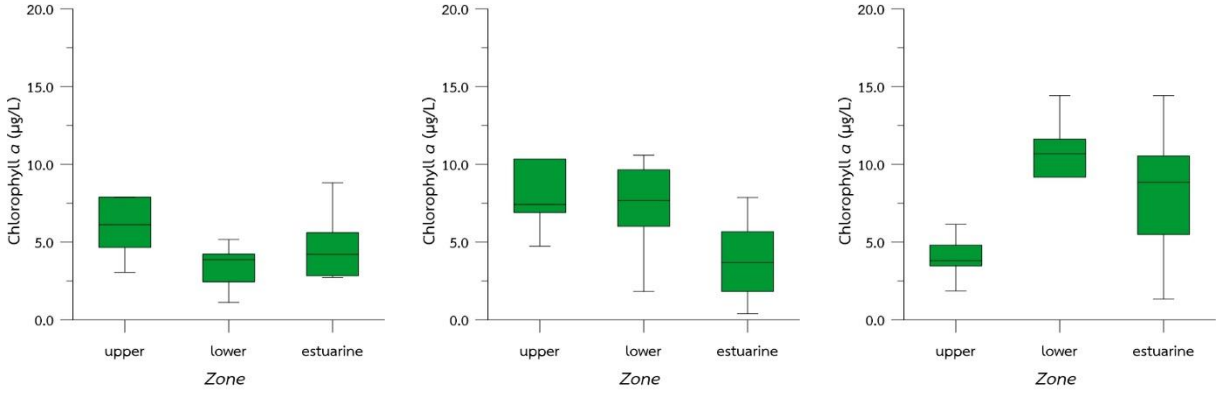


(a) (b) (c)

ภาพที่ 5-6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม (a) เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll a)

คลอโรฟิลล์ เอ เป็นปัจจัยคุณภาพน้ำด้านชีวภาพที่สามารถบ่งชี้สภาวะของแหล่งน้ำได้หลากหลายประการ เช่น บ่งบอกความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ บ่งบอกความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ รวมถึงความสามารถในการผลิตทรัพยากรของแหล่งน้ำ เป็นต้น โดยคลอโรฟิลล์ ที่ได้จากการศึกษาจะมาจากแพลงก์ตอนพืชที่เกิดขึ้นในมวลน้ำ ซึ่งตามปกติแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้ จะมีหน้าที่ผลิตออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำ อีกทั้งยังดูดซับสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่มีอยู่ในมวลน้ำเข้าสู่เซลล์เพื่อการเจริญเติบโต ซึ่งถือเป็นการควบคุมความเข้มข้นของสารอาหารในน้ำอีกทางหนึ่ง โดยเซลล์ของแพลงก์ตอนที่เกิดขึ้นจะถูกใช้เป็นอาหารสำหรับผู้บริโภคลำดับที่ 1 ในห่วงโซ่อาหาร ระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งหน้ำสามารถแบ่งได้โดยความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ โดยถ้ามีค่ามากกว่า 10 ไมโครกรัมต่อลิตร จะอยู่ในเกณฑ์อุดมสมบูรณ์ (eutrophication) ซึ่งจากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์พบว่า คลอโรฟิลล์ เอ มีค่าต่ำกว่า 10 ไมโครกรัมต่อลิตร เป็นส่วนใหญ่ **(ภาพที่ 5-7)** ซึ่งค่าที่พบจะมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และฤดูกาลไม่ชัดเจน แต่ในบริเวณพื้นที่ตอนล่าง (lower zone) จะมีแนวโน้มค่อนข้างสูงกว่าในบริเวณอื่น ทั้งนี้จากภาพรวมทั้งหมดของการศึกษาคลอโรฟิลล์ในแม่น้ำจันทบุรี พบว่า ในช่วงฤดูลฝน (เดือนกรกฎาคม) มีความเสี่ยงให้เกิดสภาวะ eutrophication ได้มากที่สุด โดยเฉพาะบริเวณตอนล่างและพื้นที่ใกล้ทะเล



ภาพที่ 5-7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในพื้นที่แม่น้ำตอนบน (upper) แม่น้ำตอนล่าง(lower) และปากแม่น้ำ (estuarine) ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ ในเดือนมกราคม (a)เมษายน (b) และกรกฎาคม (c) พ.ศ. 2561

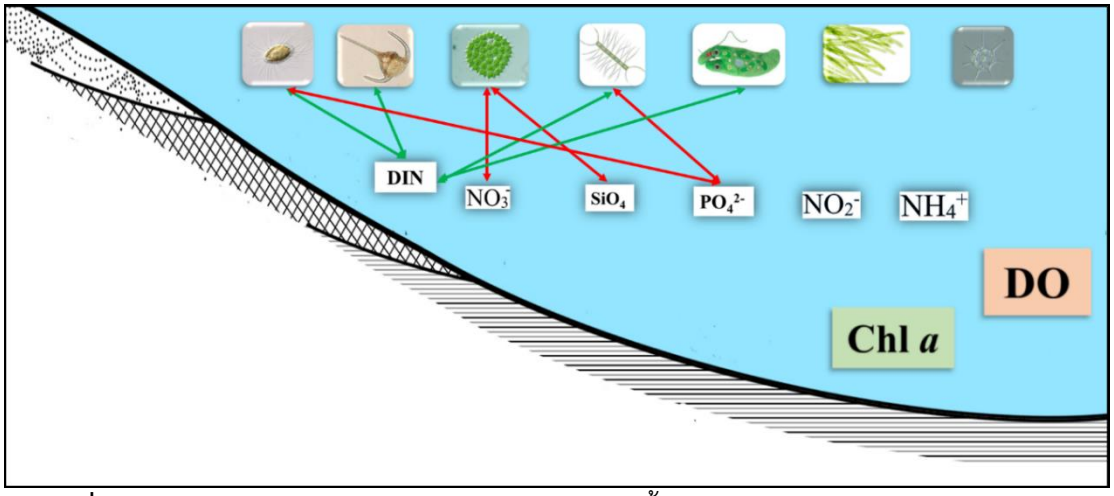
จากภาพรวมของการศึกษาเมื่อพิจารณาด้านการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล ที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ฤดูกาลตามเดือนที่เป็นตัวแทนของการศึกษาในครั้งนี้ โดยการศึกษาแสดงให้เห็นว่ามีปัจจัยด้านคุณภาพน้ำบางปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม และความโปร่งแสง (แตกต่างอย่างมีนัยยสำคัญทางสถิติ) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากฤดูกาลเช่น ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ เป็นต้น ส่วนปัจจัยด้านสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลได้แก่ ไนเตรท ไนไตรท์ ซิลิเกต และฟอสเฟต ทั้งนี้สารอาหารดังกล่าวจะได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝน และมวลน้ำเป็นหลัก

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนพืช ในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์

จากข้อมูลคุณภาพน้ำทั้งด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในช่วงปี พ.ศ. 2561 พบว่า พื้นที่ของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ สามารถแบ่งพื้นที่ตามความเค็ม (salinity) ของน้ำออกได้เป็น 2 พื้นที่ ได้แก่ แม่น้ำจันทบุรี (CR1-CR6) และปากแม่น้ำ (LS14-LSS4) ทั้งนี้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์จำเป็นต้องแบ่งการวิเคราะห์ตามพื้นที่ โดยปัจจัยสิงแวดล้อมทางน้ำที่นำมาวิเคราะห์ในครั้งนี้ได้แก่ แร่ธาตุอาหาร คลอโรฟิลล์ เอ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากแพลงก์ตอนพืช เป็นปัจจัยทางชีวภาพของแหล่งน้ำซึ่งเป็นตัวควบคุมกระบวนการต่าง วัฏจักรของระบบนิเวศ โดยทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสารอนินทรีย์ ให้เป็นสารอินทรีย์เข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร ช่วยในการลดธาตุอาหารซึ่งมาจากน้ำทิ้งต่าง ๆ รวมทั้งช่วยเพิ่มออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำ ทั้งนี้หากควบคุมปริมาณแพลงก์ตอนพืช หรือสามารถเข้าใจกระบวนการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มที่สำคัญๆ ก็สามารถช่วยในการป้องกันรวมถึงเฝ้าระวังปัญหามลพิษทางน้ำ ซึ่งนำไปสู่การพิจารณาด้านศักยภาพการรองรับมลพิษของแม่น้ำได้อีกทางหนึ่ง สำหรับการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง คุณภาพน้ำ แร่ธาตุอาหาร และแพลงก์ตอนพืช ในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ แสดงได้ดังนี้

ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำจันทบุรี

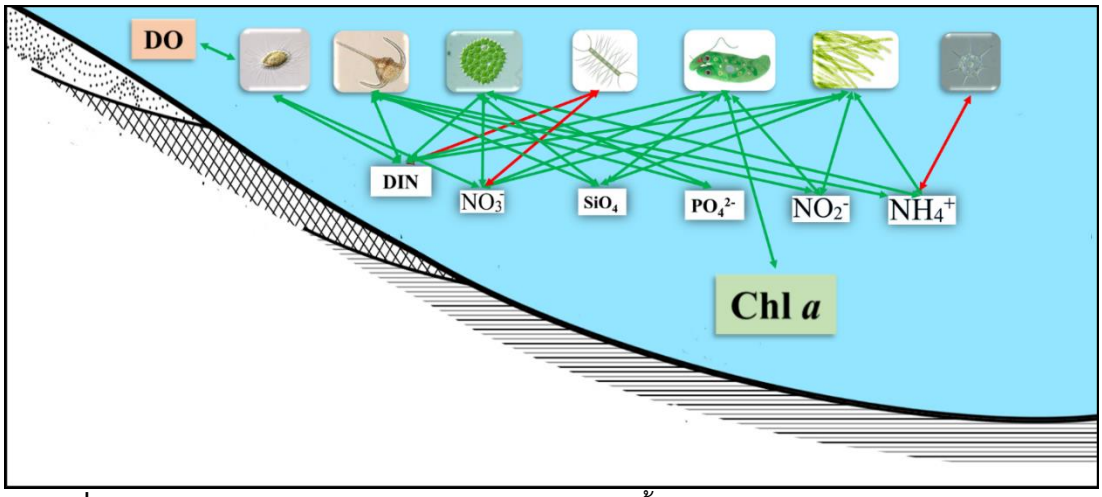
แพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นที่พบในพื้นที่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี ประกอบไปด้วย Division Cyanophyta Division Chlorophyta และ Division Chromophyta จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ **(ภาพที่ 5-8)** พบว่า แพลงก์ตอนใน Division Chlorophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับ ซิลิเกต-ซิลิกอน ($P< 0.05$) จากความสัมพันธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า เมื่อซิลิเกต-ซิลิกอน มีค่าเพิ่มมากขึ้น ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta จะลดลงสาเหตุอาจเนื่องมาจาก ซิลิเกต-ซิลิกอน เป็นตัวแทนของมวลน้ำที่ไหลลงมาใหม่ ซึ่งมักจะพบค่าสูงในช่วงฤดูฝน อีกทั้งน้ำในแม่น้ำในช่วงเวลาดังกล่าวจะไหลค่อนข้างแรง ซึ่งทำให้แพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta ไม่สามารถมีเวลาพอที่จะดูซับสารอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโตในช่วงดังกล่าวได้ นอกจากนี้ ซิลิเกต-ซิลิกอน ยังไม่ใช้สารอาหารที่แพลงก์ตอนในกลุ่มของ Division Chlorophyta ใช้ในการเจริญเติบโตเป็นหลักอีกด้วยดังนั้นจึงไม่สามารถกระตุ้นให้เกิดการสะพรั่งได้ สำหรับแพลงก์ตอนพืชใน Division Chromophyta ซึ่งมีกลุ่มหลักๆเป็นพวกไดอะตอม และไดโนแฟลกเจลเลต ซึ่งจากวิเคราะห์พบว่า มีความพันธุ์กับสารอินทรย์ไนโตรเจนละลายน้ำ (DIN) ในทิศทางเดียวกัน และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้างกับ ออร์โธฟอสเฟต (DIP) ($P< 0.05$) ทั้งนี้ สารอินทรย์ไนโตรเจนละลายน้ำ มีความสำคัญกับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช และพืชน้ำชนิดต่าง ๆ โดยเมื่อสารอินทรย์ไนโตรเจนละลายน้ำ เพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็วดังสมการที่ สำหรับออร์โธฟอสเฟต ถือเป็นสารอาหารที่มีความสำคัญกับแพลงก์ตอนพืชเช่นเดียวกัน ซึ่งปกติจะเป็นปัจจัยจำกัดสำหรับการเจริญเติบโตของแพลก์ตอนพืช แต่สำหรับแม่น้ำจันทบุรี คาดว่าจะมีปริมาณออร์โธฟอสเฟตมากเกินพอจึงทำให้ความสัมพันธ์มีทิศทางตรงกันข้าม



ภาพที่ 5-8 ความสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุอาหาร คุณภาพน้ำ กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช บริเวณแม่น้ำจันทบุรี (สีแดง; ทิศทางตรงกันข้าม, สีเขียวทิศทางเดียวกัน)

ความสัมพันธ์ของคุณภาพน้ำกับแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ แร่ธาตุอาหาร และแพลงก์ตอนพืช ในบริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ **(ภาพที่ 5-9)** พบแพลงก์ตอนพืชใน Division Chromophyta เป็นกลุ่มเด่นโดยเฉพาะ Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) โดยพบความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ทั้งนี้เนื่องมาจากแพลงก์ตอนในกลุ่มดังกล่าวจะมีปัจจัยจำกัดส่วนมากเป็นซิลิเกต ซึ่งบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำจะมีสารอาหารตัวอื่นมาเกินพออยู่แล้ว ดังนั้นจึงไม่ใช้ปัจจัยที่จะส่งผลให้แพลงก์ตอนในกลุ่มของไดอะตอมเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างชัดเจน ส่วนแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับสารอนิทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ และซิลิเกต-ซิลิกอน โดย Division Cyanophyta เป็นแพลงก์ตอนพืชที่สะท้อนให้เห็นถึงความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำเนื่องจากแพลงก์พืชในกลุ่มนี้สามารถเจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่ค่อนข้างเสีย เช่น มีแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรทสูง ก็สามารถเจริญเติบโตได้ อีกทั้งถ้าไนโตรเจนในมวลน้ำลดลง ก็สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้เช่นเดียวกัน



ภาพที่ 5-9 ความสัมพันธ์ระหว่างแร่ธาตุอาหาร คุณภาพน้ำ กับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช บริเวณปากน้ำแหลมสิงห์ (สีแดง; ทิศทางตรงกันข้าม, สีเขียวทิศทางเดียวกัน

5.3 การประเมินคุณภาพน้ำและศักย์การรองรับมลพิษด้านระบบนิเวศแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์

การประเมินภาพรวมของคุณภาพน้ำและการรองรับมลพิษด้านระบบนิเวศแม่น้ำจันทบุรี และปากแม่น้ำ โดยจะทำการแบ่งพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาออกเป็น 2 พื้นที่ได้แก่ พื้นที่แม่น้ำ (river zone) ประกอบด้วยสถานี CR1-CR6 และพื้นที่ปากแม่น้ำ (estuarine zone) ประกอบด้วยสถานี LS1-LS7, LSS1-LSS4 **(ตารางที่ 5-1)** โดยใช้ปัจจัยคุณภาพน้ำได้แก่ ความเค็ม เป็นปัจจัยสำหรับการแบ่งพื้นที่ โดยตอนบนมีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 0-2 psu และ ตอนล่างมีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 13-25 psu

ตารางที่ 5-1 คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่แม่น้ำจันทบุรี (river zone) และปากน้ำแหลมสิงห์ (estuarine zone) ในช่วงฤดูแล้ง (dry season) ฤดูต้นฝน (early rainy season) และฤดูฝน (rainy season)

Season	Zone	Water Quality Parameter				
		DO	NH_4^+	NO_3^-	PO_4^{2-}	Chl a
Dry	River	6.62±0.70	8.62±7.51	12.67±4.59	0.58±0.25	7.29±4.65
	Estuarine	6.71±0.57	4.12±2.49	1.32±1.31	0.50±0.13	4.34±1.84
Early rainy	River	7.43±1.22	5.97±6.91	7.49±3.19	1.47±0.11	9.23±4.91
	Estuarine	5.53±0.73	10.55±6.39	1.55±0.70	1.78±0.16	7.57±7.68
Rainy	River	7.79±0.41	3.61±3.50	27.58±1.88	0.26±0.13	4.01±1.43
	Estuarine	7.03±0.77	5.89±2.70	16.70±7.67	0.32±0.27	10.60±7.84

สำหรับแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ในพื้นที่แม่น้ำและปากแม่น้ำจันทบุรี (แหลมสิงห์) มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินที่ทางกรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้ (0.5 mg/L หรือ 35.7 µM) โดยบริเวณแม่น้ำจันทบุรีตอนบนจะมีค่าแอมโมเนียมต่ำกว่าบริเวณพื้นที่ตอนล่าง ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งที่มาของไนโตรเจน ในกลุ่มของแอมโมเนียมจะมาจากน้ำทิ้ง น้ำเสีย จากแหล่งชุมชนโดยเฉพาะในช่วงต้นฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงเริ่มแรกที่มีน้ำมาชะล้างของสียลงสู่แม่น้ำ โดยค่าเฉลี่ยที่พบสูงสุดมีค่าเท่ากับ 10.55 µM และจะมีค่าต่ำในช่วงฤดูฝน เนื่องจากแอมโมนียม ถูกเจือจางด้วยมวลน้ำจืดที่หลากลงมาในช่วงเวลาดังกล่าว ทั้งนี้แอมโมเนียม-ไนโตรเจน เป็นสารอาหารที่มีความสำคัญในเชิงของความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นไนโตรเจนรูปแบบแรกที่แพลงก์ตอนพืชนำไปใช้ ดังนั้นจึงสามารถสะท้อนให้เห็นความอุดมสมบูรณ์ได้ สำหรับแอมโมเนีย ซึ่งเป็นรูปแบบของไนโตรเจนที่แสดงออกถึงสภาวะมลพิษของน้ำ ในแม่น้ำจันทบุรี พบว่าจะมีค่าที่น้อยมาก เนื่องจากแอมโมเนียจะแปรพันไปตามการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ของน้ำ โดยเมื่อ pH ของน้ำสูงขึ้นแอมโมเนียมจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมากขึ้น (ถ้า pH เท่ากับ 7.5 จะพบ NH_3 : NH_4^+ เท่ากับ 1 : 100) ทั้งนี้ pH ในแม่น้ำจันทบุรีมีค่าอยู่ในช่วง 7.7-7.9 ดังนั้นจึงพบว่าแม่น้ำจันทบุรีและปากแม่น้ำแหลมสิงห์มีโอกาสที่จะพบแอมโมเนียซึ่งเป็นตัวแทนของสภาวะมลพิษได้ค่อนข้างน้อย

ไนเตรท-ไนโตรเจน ในแม่น้ำจันทบุรีพบมีค่าอยู่ในช่วง 1.32-27.58 µM โดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ตอนบนแม่น้ำจันทบุรี โดยช่วงฤดูฝนมีค่าต่ำกว่าฤดูแล้งประมาณ 2-10 เท่า แหล่งที่มาของไนเตรท ส่วนใหญ่มาจากปุ๋ยที่ใช้ในกิจกรรมด้านการเกษตร ซึ่งมีค่าสูงบริเวณตอนบนของแม่น้ำทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา นอกจากนี้ไนโตรทยังเป็นตัวแทนของสภาวะที่อุดมสมบูรณ์และมีออกซิเจนในมวลน้ำเพียงพอ เนื่องจากไนเตรทได้มาจากกระบวนการไนตริฟิเคชั่น ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจำเป็นต้องมีออกซิเจนในมวลน้ำอย่างเพียงพอ เพื่อให้จุลินทรีย์ได้เปลี่ยนแอมโมเนียหรือแอมโมเนียม ให้เป็นไนเตรท ซึ่งไนเตรทเป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับแพลงก์ตอนพืช และพรรณไม้น้ำต่าง ๆได้เจริญเติบโตและยังเป็นตัวแทนของสภาวะยูโทรฟิเคชั่นของแหล่งน้ำด้วย

การประเมินศักย์การรองรับมลพิษด้านระบบนิเวศของแหล่งน้ำ จะใช้ข้อมูลธาตุอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในกลุ่มของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซิลิเกต ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้ เป็นปัจจัยที่ควบคุมการเกิดของแพลงก์พืช ซึ่งมี

ความสัมพันธ์กับคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำในภาพรวม เนื่องจากเป็นตัวกลางในการเปลี่ยนสารอนินทรีย์ให้เป็นสารอินทรีย์ ควบคุมปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำให้เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆในแหล่งน้ำ เป็นอาหารที่สำคัญของห่วงโซ่อาหาร และยังเป็นปัจจัยที่ควบคุมกระบวนการย่อยสลายของสารอินทรีย์อีกด้วย ดังนั้นการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหาร แพลงก์ตอนพืช และคลอโรฟิลล์ จึงเป็นการสร้างองค์ความรู้เพื่อใช้ในการประเมินศักย์การรองรับมลพิษให้อยู่ในสภาวะสมดุลมากที่สุด อย่างไรก็ตามปัจจัยภายนอกที่มักส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงของสารเหล่านี้ได้แก่ ฤดูกาล (season) ซึ่งจากศึกษาในครั้งนี้พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุอาหาร และคลอโรฟิลล์ เอ ค่อนข้างชัดเจนในแหล่งน้ำสำหรับการศักย์การบำบัดสารอาหารอินทรีย์ละลายน้ำของแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์พบว่า สารอาหารที่ไหลลงมาจากแม่น้ำสู่ปากแม่น้ำมีการบำบัดได้เป็นอย่างดีโดยมีค่าอยู่ในช่วง 78.6-91.3 เปอร์เซ็นต์ **ตารางที่ 5-2**

ตารางที่ 5-2 ศักยภาพการบำบัด (**Restoration**)สารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำของแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

Season	Restoration (%)		
	DIN	DISi	DIP
Dry	91.3	90.5	84.0
Early rainy	90.1	84.6	81.3
Rainy	82.7	78.6	82.0

ซึ่งในช่วงฤดูแล้งแม่น้ำจันทบุรี จะมีศักยภาพในการบำบัดได้ดีที่สุดโดยเฉพาะไนโตรเจนและซิลิเกต ส่วนในช่วงฤดูฝนและต้นฝนนั้นเนื่องจากมีมวลน้ำไหลลงสู่พื้นที่ค่อนข้างมากซึ่งจะนำพาสารอาหารเหล่านี้ลงมาด้วย จึงทำให้ศักย์ในการบำบัดลดลงโดยเฉพาะในกลุ่มของซิลิเกต ซึ่งมาจากการกัดเซาะของดินอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามภาพรวมของการบำบัดสารอนินทรีย์อยู่ในระดับที่ค่อนข้างดีมากเมื่อเทียบกับบริเวณปากแม่น้ำตราด และบริเวณอ่าวตราด ดังนั้นในส่วนของการรองรับมลพิษด้านสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำสำหรับปากแม่น้ำแหลมสิงห์ยังคงสามารถรองรับได้อีกค่อนข้างมาก

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาศักย์ด้านระบบนิเวศทางน้ำโดยใช้ระดับและสัดส่วนของ Redfield ratio ที่เหมาะสมมาใช้ในการพิจารณา ซึ่งโดยปกติเกณฑ์ที่ยอมรับได้มีค่า N:Si:P เท่ากับ 16:16:1 ซึ่งจะเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกำลังการผลิตของแหล่งน้ำหรือแพลงก์ตอน โดยเมื่อแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนดังที่กล่าวมาแล้วคือ แม่น้ำ และปากแม่น้ำ พบว่า สัดส่วนของ N:P ยังคงมีอยู่ในระดับต่ำโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง และต้นฝน **(ตารางที่ 5-3)** โดยมีค่าสัดส่วนอยู่ในช่วง 2-6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาดังกล่าวไนโตรเจนเป็นปัจจัยทำกัดส่วนในช่วงฤดูฝนพบว่า สัดส่วนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน อยู่ในช่วง 28-31 โดยสัดส่วนดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด ในส่วนของ ซิลิเกตพบว่ามีสัดส่วนที่สูงอยู่ตลอดทั้งปี ทั้งนี้เนื่องจากแม่น้ำจันบุรีเป็นแม่น้ำที่ความแรงของน้ำค่อนข้างมากและมีการไหลต่อเนื่องตลอดทั้งปี ทำให้สามารถนำพาซิลิเกตซึ่งเป็นองค์ประกอบของหินและดินเข้าสู่ระบบของแหล่งน้ำได้อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 5-3 สัดส่วนของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์

Season	River zone (mg/m^3)				Estuarine zone (mg/m^3)			
	DIN	DISi	DIP	N:Si:P	DIN	DISi	DIP	N:Si:P
Dry	497	3,113	81	6:38:1	43	295	13	3:22:1
Early rainy	1,067	5,206	284	4:18:1	106	802	53	2:15:1
Rainy	1,910	7,635	61	31:125:1	331	1,634	11	28:145:1

ทั้งนี้จากสัดส่วนที่พบสามารถคาดการณ์การสะพรั่งของแพลงก์ตอนในบริเวณนี้ได้ค่อนข้างชัดเจน คือ แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์มีความเสี่ยงในการเกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนในกลุ่มไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลตได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากสัดส่วนที่สูงของซิลิเกตทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ส่วนแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสีเขียว และสีเขียวแกมน้ำเงินมีโอกาสสะพรั่งในช่วงฤดูฝนมากที่สุดเนื่องจากสัดส่วนของไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมาในช่วงเวลาดังกล่าวจะไปกระตุ้นให้แพลงก์ตอนเกิดการเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหาร ผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ และ คุณภาพดินตะกอนในบริเวณพื้นที่บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี คุณภาพโดยสิ่งแวดล้อมในภาพรวมทั่วไปยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่จะพบเริ่มมีปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำบริเวณด้านบนของแม่น้ำจันทบุรีเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะแร่ธาตุอาหารในกลุ่มของไนโตรเจน (ไนไตรท์ ไนเตรท แอมโมเนีย) และคุณภาพน้ำจะค่อย ๆ ดีขึ้นเมื่อออกสู่ทะเล ผลการศึกษาพบว่าปริมาณสารอาหารในน้ำสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดสถานการณ์ที่เริ่มเกิดปัญหามลภาวะทางน้ำด้านยูโทรฟิเคชันที่มากขึ้น ซึ่งในภาพรวมสะท้อนภาพความปนเปื้อนระดับปานกลาง และอาจก่อให้เกิดปัญหาจากการเพิ่มจำนวนของแพลงก์ตอนพืชได้บางเวลาในพื้นที่ปากแม่น้ำนี้ โดยสารอาหารในรูปของ Silicate Silica มีการเพิ่มสูงขึ้น 4-10 เท่าจากค่าในช่วงฤดูแล้ง ขณะที่ Orthophosphate phosphorus มีการปรากฏค่าความเข้มข้นที่สูงในช่วงฤดูต้นฤดูน้ำหลาก และน่าจะเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ในแหล่งน้ำมีระดับของคลอโรฟิลล์ที่ค่อนข้างสูงในหลายพื้นที่ย่อย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เก็บรวบรวมจากแม่น้ำจันทบุรี ปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในเดือนมกราคม 2561 (ตัวแทนฤดูแล้ง) และ เดือนเมษายน 2561 (ตัวแทนต้นฤดูฝน) และเดือนกรกฎาคม 2561 (ตัวแทนของฤดูฝน) จำนวน 17 สถานี ผลการศึกษาดังนี้ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 133 สกุล จำแนกออกเป็น 3 ดิวิชั่น (Division) ได้แก่ 1) Division Cyanophyta ประกอบด้วย Class Cyanophyceae (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 21 สกุล 2) Division Chlorophyta ประกอบด้วย Class Chlorophyceae (สาหร่ายสีเขียว) 48 สกุล และ Class Euglenophyceae (ยูกลีนอยด์) 5 สกุล 3) Division Chromophyta ประกอบด้วย Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) 93 สกุล Class Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลเจลเลต) 1 สกุล Class Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) 15 สกุล และ Class Chrysophyceae 2 สกุล

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 1.8-19.9 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดในสถานีบริเวณปากแม่น้ำในช่วงฤดูแล้ง และพบว่ามีค่าปริมาณซัลไฟล์ในดินสูงด้วยเช่นเดียวกัน

การศึกษาแหล่งที่มาของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในครั้งนี้พบว่าประเภทของกิจกรรมการใช้ประโยชน์ต่าง ๆส่งผลกระทบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำทั้งสิ้น พบว่า น้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆในช่วงของฤดูแล้งจะมีความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ละลายน้ำจะมีค่าที่ต่ำกว่าในฤดูฝนยกเว้นในบริเวณชุมชนเมือง โดยเฉพาะแอมโมเนียมสาเหตุเนื่องมาจากบริเวณแหล่งชุมชนกลางเมืองเป็นที่อยู่อาศัยหนาแน่น ต่างจากออร์โธฟอสเฟตจะ

พบความเข้มข้นสูงในช่วงฤดูฝน เนื่องจากแหล่งที่มาส่วนใหญ่ของฟอสฟอรัส จะมาจากดินหรือการกัดเซาะของดิน ซึ่งจำเป็นต้องมีน้ำเป็นตัวกลางในการนำพา ทำให้ในช่วงฤดูแล้งปริมาณฟอสฟอรัสจากกิจกรรมต่าง ๆจึงต่ำไปด้วย

การประเมินการรองรับมลพิษของระบบนิเวศทางน้ำในการศึกษาครั้งนี้พบว่า สารอาหารที่ไหลลงมาจากแม่น้ำสู่ปากแม่น้ำมีการบำบัดได้เป็นอย่างดีโดยมีค่าอยู่ในช่วง 78.6-91.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในช่วงฤดูแล้งแม่น้ำจันทบุรี จะมีศักยภาพในการบำบัดได้ดีที่สุดโดยเฉพาะไนโตรเจนและซิลิเกต ส่วนในช่วงฤดูฝนและต้นฝนนั้น เนื่องจากมีมวลน้ำไหลลงสู่พื้นที่ค่อนข้างมากซึ่งจะนำพาสารอาหารเหล่านี้ลงมาด้วย จึงทำให้ศักย์ในการบำบัดลดลงโดยเฉพาะในกลุ่มของซิลิเกต ซึ่งมาจากการกัดเซาะของดินอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามภาพรวมของการบำบัดสารอนินทรีย์อยู่ในระดับที่ค่อนข้างดีมาก นอกจากนี้เมื่อพิจารณาศักย์ด้านระบบนิเวศทางน้ำโดยใช้ระดับและสัดส่วนของ Redfield ratio ที่เหมาะสมมาใช้ในการพิจารณา ซึ่งโดยปกติเกณฑ์ที่ยอมรับได้มีค่า N:Si:P เท่ากับ 16:16:1 ซึ่งจะเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของกำลังการผลิตของแหล่งน้ำหรือแพลงก์ตอน โดยเมื่อแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนดังที่กล่าวมาแล้วคือ แม่น้ำ และปากแม่น้ำ พบว่า สัดส่วนของ N:P ยังคงมีอยู่ในระดับต่ำโดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง และต้นฝน โดยมีค่าสัดส่วนอยู่ในช่วง 2-6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาดังกล่าวไนโตรเจนเป็นปัจจัยทำกัดส่วนในช่วงฤดูฝนพบว่า สัดส่วนมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน อยู่ในช่วง 28-31 โดยสัดส่วนดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด ในส่วนของ ซิลิเกตพบว่ามีสัดส่วนที่สูงอยู่ตลอดทั้งปี ทั้งนี้เนื่องจากแม่น้ำจันบุรีเป็นแม่น้ำที่ความแรงของน้ำค่อนข้างมากและมีการไหลต่อเนื่องตลอดทั้งปี ทำให้สามารถนำพาซิลิเกตซึ่งเป็นองค์ประกอบของหินและดินเข้าสู่ระบบของแหล่งน้ำได้อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้จากสัดส่วนที่พบสามารถคาดการณ์การสะพรั่งของแพลงก์ตอนในบริเวณนี้ได้ค่อนข้างชัดเจน คือแม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์มีความเสี่ยงในการเกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนในกลุ่มไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลตได้ตลอดทั้งปี เนื่องจากสัดส่วนที่สูงของซิลิเกตทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ส่วนแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสีเขียว และสีเขียวแกมน้ำเงินมีโอกาสสะพรั่งในช่วงฤดูฝนมากที่สุดเนื่องจากสัดส่วนของไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมาในช่วงเวลาดังกล่าวจะไปกระตุ้นให้แพลงก์ตอนเกิดการเจริญเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว

บทที่ 7

ผลผลิต

โครงการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีผลผลิตในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

7.1 ผลงานเตรียมพิมพ์เผยแพร่

สุนิตา ธาตุคำภู. 2562. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและสารอนินทรีย์ละลายน้ำ บริเวณแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี

วันนิภา ขอพึ่ง. 2562. ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี

7.2 ผลงานเชิงสาธารณะ

1) นำไปใช้ประกอบในการเรียนการสอนกับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ในมหาวิทยาลัยบูรพา
2) นำไปใช้ประกอบการสอนในค่ายวิทยาศาสตร์ “โครงการค่ายโครงงานวิทยาศาสตร์ทางทะเล ณ โรงเรียนวัดพลา จังหวัดระยอง”

รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย..... สัญญาเลขที่ ๑๙๙/๒๕๖๑
โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๑ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชื่อโครงการ ศักยภาพการรองรับมลพิษของแม่น้ำและชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาผลกระทบของน้ำทิ้งจากกิจกรรม
การใช้ประโยชน์ต่อระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำจันทบุรี และปากน้ำแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี

หัวหน้าโครงการ ดร. ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ ๒๑ พฤษภาคม ๒๕๖๑ ถึงวันที่ ๑๕ พฤษภาคม ๒๕๖๒
ระยะเวลาดำเนินการ ๑ ปี ๘ เดือน ตั้งแต่วันที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๖๐ – ๑๕ พฤษภาคม ๒๕๖๒

รายรับ

จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ ๑ (๕๐%) ๑๗๕,๐๐๐ บาท เมื่อ ๒๐ ตุลาคม ๒๕๖๐
งวดที่ ๒ (๔๐%) ๑๔๐,๐๐๐ บาท เมื่อ ๑ มิถุนายน ๒๕๖๑
งวดที่ ๓ (๑๐%) ๓๕,๐๐๐ บาท เมื่อ (รออนุมัติปิดโครงการ)

รวม ๓๕๐,๐๐๐ บาท

รายจ่าย

รายการ	**งบประมาณที่ตั้งไว้**	**งาบประมาณที่ใช้จริง**	**จำนวนคงเหลือ/เกิน**
๑. ค่าตอบแทน	๑๕,๐๐๐	๑๕,๐๐๐	๐
๒. ค่าจ้าง	-	-	-
๓. ค่าวัสดุ	-	-	-
๔. ค่าใช้สอย	๓๐๐,๐๐๐	๓๐๒,๐๐๐	-๒,๐๐๐
๕. ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
๖. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	-	-	-
- ค่าบริหารโครงการสำหรับมหาวิทยาลัยสำหรับมหาวิทยาลัยร้อยละ ๑๐	๓๕,๐๐๐	๓๕,๐๐๐	๐
รวม	**๓๕๐,๐๐๐**	**๓๕๒,๐๐๐**	**-๒,๐๐๐**

(.....)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. 2536. โครงการศึกษาและติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำในพื้นที่ราบภาคกลาง (แม่น้ำแม่กลอง แควน้อยและแควใหญ่). กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 108 น.

กรมประมง. 2557. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง. เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมประมง. 2552. การวิเคราะห์โครงสร้างพื้นท้องน้ำและพลวัตการผลิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำชายฝั่ง พื้นที่อำเภอปราณบุรีและอำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กฤษฎา หน่อเนื้อ. 2541. องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินตะกอนในอ่าวไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2524. โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำและแม่น้ำสายหลัก. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 187 น.

เกษม จันทร์แก้ว. 2544. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 348 หน้า

คมน์ ศิลปาจารย์. 2539. “คุณภาพน้ำทะเลบริเวณลำคลองและชายฝั่ง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปี พ.ศ. 2539” สัมมนาวิชาการด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจำปี 2549 ณ โรงแรม ศุภาลัย ป่าสักรีสอร์ท จังหวัดสระบุรี 8-11 พฤษภาคม 2549. แหล่งที่มา http://www.nicaonline.com/articles10/site/view_article.asp?idarticle=1806. สืบค้น เมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2551.

จันทวรรณ วรรธนะพันธ์. 2539. การบำบัดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยใช้ดินในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2548. ดินตะกอน. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 146 หน้า.

จารุภา ศิริ. 2548. การจัดการทรัพยากรปลาวัยอ่อน ในอ่าวตราด จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูชาติ หุตะเจริญ. 2527. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนกลุ่มน้ำปิง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณัฏฐินี เอี่ยมสมบูรณ์, ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2540 การเปลี่ยนแปลงประชากรปลาวัยอ่อนบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสุมทรสงคราม. น.1 : III –9. ในการจัดการและการอนุรักษ์ป่าชายเลน : บทเรียนในรอบ 20 ปี. การสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 10. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ทิพวัลย์ พลเดโช. 2546. การศึกษาคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ กอประดิษฐ์กุล. 2534. การศึกษาเกี่ยวกับการสลายตัวของสารอินทรีย์โดยเชื้อจุลินทรีย์ ตอนที่ 2. การเปลี่ยนแปลงทางสรีระที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักปุ๋ยอินทรีย์ที่อุณหภูมิสูง.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527. การควบคุมชะล้างพังทลายของดิน. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 618 หน้า

บัณฑิตา ทองบ่อ. 2547. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปกรณ์ ประดิษฐ์ทอง. 2540. การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารพืชและโลหะหนักในระบบบำบัดน้ำเสีย จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ประเทือง เชาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประมาณ พรพรมสูทธิรักษ์. 2531. ชีววิทยาประมง. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 190 หน้า

ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี. 2528. ผลกระทบการใช้ที่ดินทำเหมืองแร่ต่อปริมาณน้ำตะกอนแขวนลอยในลำธาร ป่าดิบชื้นจังหวัดระนองภาคใต้ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2525. แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬากรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2538. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 6, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 318 น.

พิศิษฐ์ ตุลยกุล. 2546. สถานภาพ และพลวัดของธาตุอาหารในบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543. รายงานการศึกษาฉบับสุดท้าย โครงการัดทำรูปแบบการกำหนดแนวทางจัดทำแผนการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

มัณฑนา ภิรมย์นิ่ม 2528. แพลงก์ตอนพืชในอ่าวไทยตอนใน. น. 507 ในรายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2528. กรมประมง กรุงเทพฯ

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 115 น.

วิลาสินี สกนธ์กำแหง. 2523. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำย่อยภาคใต้ตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมศักดิ์ วังใน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2541. คู่มือการเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทะเล. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. 74 หน้า

สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. 2526. การศึกษาสภาพนิเวศน์วิทยาบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและผลกระทบจากโรงไฟฟ้าบางปะกง ตอนที่ 1. เอกสารวิชาการฉบับที่ 23, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 92 หน้า.

สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ. 2530. การศึกษาสภาพนิเวศน์วิทยาบริเวณปากแม่น้ำบางปะกงและผลกระทบจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อนบางปะกง (ระยะที่ 2). เอกสารวิชาการฉบับที่ 74, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง, กรุงเทพมหานคร. 136 หน้า.

สิริ ทุกข์วินาศ. 2528. วิธีวิเคราะห์ทางเคมีของแหล่งน้ำชายฝั่งตะกอน. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา. 55 หน้า

สิริ ทุกข์วินาศ, สุรางค์ ทิพย์โยธิน, ชาติ มงคลมาลย์, วัลลพ คุ้มสุภา, อรุณี จินดานนท์, ลัดดาวรรณ สุขเจริญ. 2534. ผลการสำรวจคุณภาพสิ่งแวดล้อมของน้ำบางประการบริเวณแหล่งเลี้ยงกุ้งทะเล จังหวัดสมุทรสงคราม พ.ศ. 2533 สัมมนาวิชาการประจำปี 2534 กรมประมง สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด หน้า 166-175.

สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2529. รายงานคุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลอง พ.ศ. 2527-2528. กองมาตราฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 98 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2532. รายงานคุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลอง พ.ศ.2529-2531. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 98 หน้า.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534. รายงานคุณภาพน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออก พ.ศ.2530-2533. งานคุณภาพน้ำชายฝั่ง. ฝ่ายคุณภาพน้ำ. กองมาตรฐานภาพสิ่งแวดล้อม. 78 หน้า.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2540. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 475 หน้า.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13. (2558).รายงานสถานการณคุณภาพน้ำแหลงน้ำผิวดินภาคตะวันออก (แมน้ำและคลอง). กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ. 30 หน้า

สุกัญญา ธีรกรณีเลิศ. 2534. คุณภาพน้ำบางประการตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ บริเวณลุ่มแม่น้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุจินต์ ดีแท้. 2524. สมุทรศาสตร์เคมี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 205 หน้า.

สุชนา วิเศษสังข์. 2527. การแพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชตามความลึกของน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน, น. 247-253. ใน การสัมมนาครั้งที่ 3 การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรในน่านน้ำไทย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สุทธิพงศ์ เสถียรเก้า. 2532. ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนลุ่มแม่น้ำเมย จังหวัดตาก วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุนีย์ สุวภีพันธ์, ผุสดี ศรีพยัคต์ และมัณฑนา ภิรมย์นิ่ม. 2525. แพลงก์ตอนที่ปากน้ำขนอม. สถานีวิจัยประมงทะเล กองประมงทะเล, กรมประมง, 4 หน้า.

สุภาภรณ์ ศิริโสภนา. 2524. การศึกษาธาตุอาหารในน้ำในดินตะกอนที่มาจากการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โสภณา บุญญาพิพัฒน์. 2521. การศึกษาดัชนีความแตกต่างและความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2525. ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณอ่าวไทยตอนกลางปี 2520-2522. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2525.กองสำรวจแหล่งประมง. กรมประมง. 36หน้า.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2527. ความชุกชุมและองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและบริเวณใกล้เคียง, น. 375-386. ในการสัมมนาครั้งที่ 3 การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรในน่านน้ำไทย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2529. ผลิตและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณอ่าวไทย Session 2 การสัมมนาวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ ครั้งที่ 3, 6-8 ตุลาคม ณ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ศิรินา อาระยะรุ่งโรจน์. 2531. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำชี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริมาศ สิทธิกรม. 2550. การแพร่กระจายของปริมาณแคดเมียม ทองแดง และตะกั่วในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริลักษณ์ ช่วยพนัง, ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย, ณัฏฐินี เอี่ยมสมบูรณ์, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2540. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในป่าชายเลน : กรณีศึกษาคลองสิเกา จังหวัดตรังและบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสงคราม. III-2. ในการจัดการและอนุรักษ์ป่าชายเลน : บทเรียนในรอบ 20 ปี. การสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 10. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

หมั่น โพธิ์วิจิตร. ลัดดา วงศ์รัตน์ และสัจจา ยืนยง. 2521. การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชทะเลใน น่านน้ำไทย น. 225-233. สรุปผลซิมโปเซียมการสำรวจและวิจัยสภาวะน้ำเสียในน่านน้ำไทย 20-23 มีนาคม 2521 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

หมั่น โพธิ์วิจิตร และอัจฉรา มโนเวชพันธ์. 2527. แพลงก์ตอนพืชบริเวณฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย. หน้า 229-246. ในการสัมมนาครั้งที่ 3 การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรในน่านน้ำไทย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2530. ธรณีสัณฐานวิทยา. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ. 319 หน้า.

อังกร กมลพัฒนะ. 2539. แผนประธานการใช้ประโยชน์ที่ดินชายทะเลจังหวัดจันทบุรี. สำนักงานพัฒนาที่ดินชายทะเล กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อัจฉรา จัทรอารีย์. 2538. การกำจัดไนโตรเจนในน้ำเสียโดยใช้ถังปฏิกิริยาชนิดถังเท ที่มีการเติมอากาศแบบไม่ต่อเนื่อง วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Alam, M.G.M., N. Jahan, L. Thalib, B. Wei and T. Maekawa. 2001. Effects of environmental factors on the seasonally change of phytoplankton population in closed freshwater pond. Environ. Int. 27: 363-371.

Alogi, D.M.; Tirendi, F. and A. Goldrick. 1996. Organic matter oxidation and sediment chemistry in terri-carbonate sands of Ningaloo Reef, western Australia, Marine Chemistry. 54:203-219.

Dean, R. G. and Dalrymple, R. A. 2002. Coastal Processes with Engineering Applications. Cambridge University Press, UK. 475 pp.

Fonselius, S.H. 1978. The eutrophication effects of organic matter and nutrient element on nature water, pp. 96-109. In Lectures presented at the fifth/FAO/SIDA workshop on Aquatic.

Huntley, D., Leeks, G. and Walling, D. 2001. Land-Ocean Interaction: Measuring and Modeling Fluxes from River Basins to Coastal Seas. IWA Publishing, UK. 286 pp.

Kangas, P.C. 2003. Ecological Engineering: Principles and Practice. Lewis Publishers, London. 452 pp.

Loassachan, N; Meksunpun, S; Ichimi, K and Tada, K. 2008. Elemental composition of suspended particulate matter in Bangpakong River Estuary, Thailand. La mer. 46: 19-27

Mare, M.F. 1942. A study of a marine benthic community with special reference to the microorganism. J. Mar. Biol. Ass. 25:157-554.

Mcley, G. 1996. Use of absorbents for removal of pollutants from waste waters. CRC Press, Inc. London. 186.

Meyer, P. A. and N. Takeuchi. 1990. Environmental changes in Saginaw Bay, Lake Huron recorded by geolipid contents of sediment deposited science. 1800. Environ. Geok. 3:257-266

ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1 ภาพแสดงพื้นที่สำรวจ และเก็บตัวอย่างในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์
ในช่วงเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561

ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ) ภาพแสดงพื้นที่สำรวจ และเก็บตัวอย่างในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ ในช่วงเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561

ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ) ภาพแสดงพื้นที่สำรวจ และเก็บตัวอย่างในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ ในช่วงเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561

ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ) ภาพแสดงพื้นที่สำรวจ และเก็บตัวอย่างในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ ในช่วงเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561

ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ) ภาพแสดงพื้นที่สำรวจ และเก็บตัวอย่างในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ ในช่วงเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561

ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ) ภาพแสดงพื้นที่สำรวจ และเก็บตัวอย่างในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ ในช่วงเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561

ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ) ภาพแสดงพื้นที่สำรวจ และเก็บตัวอย่างในพื้นที่แม่น้ำจันทบุรีและปากน้ำแหลมสิงห์ ในช่วงเดือนมกราคม เมษายน และกรกฎาคม พ.ศ. 2561