รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล:
กรณีศึกษาบริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด
The Carrying Capacity Assessment of a Coastal Ecosystem:
A case study of Trat Bay, Trat Province

ดร. ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา
ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รศ.ดร. จารุมาศ เมฆสัมพันธ์
ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้
จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)
ประจำ ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560
มหาวิทยาลัยบูรพา

รหัสโครงการ 2560A10802072
สัญญาเลขที่ 96/2560

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล:
กรณีศึกษาบริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด
The Carrying Capacity Assessment of a Coastal Ecosystem:
A case study of Trat Bay, Trat Province

ดร. ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา
ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

รศ.ดร. จารุมาศ เมฆสัมพันธ์
ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิงหาคม 2560

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยบูรพา ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา 96/2560

Acknowledgment

This work was financially supported by the Research Grant of Burapa University Through National Research Council of Thailand (Grant no. 96/2560)

บทคัดย่อ

โครงการการประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาบริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด ทำการศึกษาในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม เดือนกรกฎาคม 2560 ซึ่งจะศึกษาและเก็บข้อมูลในบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราด 10 สถานี และในบริเวณอ่าว 15 สถานี โดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งด้านกายภาพ (ความลึก ความเร็ว ทิศทางการไหลของกระแสน้ำ อุณหภูมิ ตะกอนแขวนลอย ความโปร่งแสง) คุณภาพน้ำด้านเคมี (ออกซิเจนละลายน้ำ พีเอช ความเค็ม ไนไตรท์ ไนเตรท แอมโมเนียม ออร์โธฟอสเฟต และซิลิเกต) และคุณภาพน้ำด้านชีวภาพ (คลอโรฟิลล์ เอ แพลงก์ตอนพืช) นอกจากนี้ยังทำการศึกษาคุณภาพดินตะกอน (ปริมาณสารอินทรีย์รวม และซัลไฟล์) รวมถึงความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน โดยผลการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า ลำคลองรอบอ่าวตราดมีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำภาพรวมในอ่าว โดยเฉพาะมวลน้ำที่ไหลมาจากแม่น้ำตราด ซึ่งจะมีสารอนินทรีย์ละลายน้ำในกลุ่มของไนโตรเจนค่อนข้างสูง และออกซิเจนที่มากับน้ำมีค่าต่ำ โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) ในส่วนของคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวตราดพบว่า คุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในเกณฑ์ที่ดีโดยเฉพาะออกซิเจนละลายน้ำที่มีค่ามากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษาอย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณแร่ธาตุอาหารมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (ฤดูกาล) ค่อนข้างมากโดยเฉพาะแร่ธาตุอาหารในกลุ่มของสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ที่มีการเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนส่วนฟอสฟอรัสจะมีค่าคงที่ สะท้อนให้เห็นถึงการใช้ประโยชน์ในด้านการเป็นที่อยู่อาศัยของชุมชนบริเวณอ่าวตราดยังคงน้อยอยู่ต่างจากกลุ่มไนโตรเจนซึ่งมีค่าสูงมาก ซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากเกษตรกรรมเป็นหลักทั้งนี้ข้อมูลโดยภาพรวมของการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อ่าวตราดมีการเปลี่ยนแปลงในด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่สูงและได้รับแร่ธาตุอาหารจากแผ่นดินจำนวนมาก แต่ยังไม่เกินศักยภาพการรองรับของพื้นที่ เนื่องจากสามารถกลับมาสู่สภาวะปกติ ตามวงรอบของฤดูกาลได้ ทั้งนี้ประเมินได้จากค่าคลอโรฟิลล์ เอ และแร่ธาตุอาหารที่พบ โดยจะพิจารณาจากสัดส่วนของ Redfield ratio (N:P) อย่างไรก็ตามปัจจัยที่ควรเฝ้าระวังและมีความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำของพื้นที่อ่าวตราดในอนาคตได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน เนื่องจากสารอินทรีย์ถือได้ว่าเป็นสาเหตุของการลดลงของออกซิเจนในน้ำ และยังเป็นแหล่งสะสมของแร่ธาตุอาหาร ที่พร้อมจะปลดปล่อยออกมาสู่มวลน้ำในอนาคตต่อไป

Abstract

The Carrying Capacity Assessment of a Coastal Ecosystem: a case study of Trat Bay, Trat Province. The study was carried out during November 2016, March and July, 2017. We investigated of 10 canals along the Trat Bay (10 stations) and 15 stations in the bay. Water qualities were studied in terms of physical properties (depth, velocity, direction of flow, current, temperature, suspended sediment, transparency), chemical water quality (dissolved oxygen, pH, salinity, nitrite, nitrate, ammonium, orthophosphate and silicate) and biological water quality (chlorophyll *a* phytoplankton). In addition, sediment quality was studied (Total organic matter and saline content) and benthic density. The results of this study showed that the water discharge from the canals around the Trat Bay influence on the water quality in the bay. Especially the water flowing from the Trat River which brought high dissolve inorganic nitrogen and the dissolved oxygen was lowest during the rainy season. (July) In the part of 15 stations in the Trat Bay, the results indicated water quality was good condition especially dissolved oxygen concentration more than 4 mg / L. However, the nutrient concentration was changed over times (by seasons), especially dissolved inorganic nitrogen was increase in the rainy season. Dissolved inorganic phosphorus in the Trat Bay showed low concentration and unchanged, this point reflected that low effecting from domestic waste. In contrast, the nitrogen concentration was very high which main influenced from agriculture activities. The overviews of this study were presented that land discharge affected to the water environment in Trat Bay but the caring capacity of the area still sustain. Because the water quality can recover to normal by the season. It can be estimated from the chlorophyll A and nutrients concentration by proportions of Redfield ratio (N:P). However, the organic matter concentration in sediment should be monitor continuously. Because organic matter is main cause of oxygen depletion in the water. It is also a minerals source which can be transport into the water.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		i
Acknowledgement		ii
บทคัดย่อ		iii
Abstract		iv
สารบัญ		v
สารบัญภาพ		vii
สารบัญตาราง		viii
บทที่ 1	**บทนำ**	1
	1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
	3. ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
	4. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2	**เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**	4
บทที่ 3	**อุปกรณ์และวิธีการศึกษา**	10
	1. การศึกษาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาและการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำ	10
	2. การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหาร	12
	3. การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป	12
	4. การแพร่กระจายของผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ	12
	5. การศึกษาองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่สำคัญในแหล่งน้ำ	12
	6. การสำรวจและประเมินคุณภาพดินตะกอน	13
	7. การสำรวจสัตว์พื้นท้องน้ำ	13
บทที่ 4	**ผลการศึกษา**	15
	4.1 คุณภาพน้ำทั่วไปในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด	17
	4.2 ปริมาณแร่ธาตุอาหารละลายน้ำลำคลองสาขารอบอ่าวตราด	25
	4.3 คุณภาพน้ำทั่วไปบริเวณอ่าวตราด	30
	4.4 ปริมาณแร่ธาตุอาหารละลายน้ำบริเวณอ่าวตราด	41
	4.5 คุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด	47
	4.6 ลักษณะสัณฐานบริเวณอ่าวตราด	52
	4.7 แบบจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำ	53
	4.8 การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่าวตราด	58
	4.9 การศึกษาสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด	67

		หน้า
บทที่ 5	**บทวิเคราะห์ผลการศึกษา**	85
	5.1 การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราด	85
	5.2 การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวตราด	87
	5.3 คุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด	90
	5.4 การศึกษาปัจจัยสิ่งมีชีวิตในบริเวณอ่าวตราด	90
	5.5 ผลกระทบของมลพิษทางน้ำและปัจจัยสิ่งแวดล้อม ต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศชายฝั่งบางชนิด	94
	5.6 การประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำต่อระบบนิเวศชายฝั่ง บริเวณพื้นที่อ่าวตราด	96
บทที่ 6	**สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ**	105
	6.1 สรุปผลการศึกษา	105
	6.2 ข้อเสนอแนะ	107
บทที่ 7	**ผลผลิต**	109
	7.1 ผลงานเตรียมพิมพ์เผยแพร่	109
	7.2 ผลงานเชิงสาธารณะ	109
รายงานการเงิน		110
บรรณานุกรม		111
ภาคผนวก		116
ประวัติผู้วิจัย		121

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	พิกัดและสถานีที่ทำการศึกษาในพื้นที่อ่าวตราด แม่น้ำและคลอง รอบอ่าวตราด	12
4-1	สถานีคลองที่ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณรอบอ่าวตราดในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	16
5-1	คุณภาพน้ำทั่วไปเฉลี่ยบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราดในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	86
5-2	แร่ธาตุอาหารละลายน้ำเฉลี่ยบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	87
5-3	คุณภาพน้ำทั่วไปบริเวณอ่าวตราดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	88
5-4	แร่ธาตุอาหารละลายน้ำเฉลี่ยบริเวณอ่าวตราด ตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	89
5-5	คุณภาพดินตะกอนอบริเวณอ่าวตราดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	90
5-6	ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในการศึกษาบริเวณอ่าวตราด (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	91
5-7	ดัชนีความหลากหลายทางชนิด (Diversity index) Shannon index; H’ ของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	92
5-8	ความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบในการศึกษาบริเวณอ่าวตราด (ตัวต่อตารางเมตร) ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	93
5-9	ดัชนีความหลากหลายทางชนิด (Diversity index) Shannon index; H’ ของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	93
5-10	สถานีลำคลองที่ทำการศึกษาแร่ธาตุที่ไหลลงสู่อ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	96
5-11	ปริมาณสารไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำ (กิโลกรัมต่อวัน) ที่ไหลลงอ่าวตราดจากคลองต่าง ๆ ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	97
5-12	ปริมาณซิลิเกตนินทรีย์ละลายน้ำ (กิโลกรัมต่อวัน) ที่ไหลลงอ่าวตราดจากคลองต่าง ๆ ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	98
5-13	ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (กิโลกรัมต่อวัน) ที่ไหลลงอ่าวตราดจากคลองต่าง ๆ ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	98
5-14	ปริมาณสารอนินทรีย์ละลายน้ำ (กิโลกรัมต่อวัน) ที่ไหลจากคลองลงสู่อ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560	99

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3-1	แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ดินตะกอนและสิ่งมีชีวิต อ่าวตราด จังหวัดตราด	11
3-2	แผนที่สถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในบริเวณแม่น้ำและคลองรอบอ่าวตราด จังหวัดตราด	12
4-1	สถานีศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณคลองโดยรอบอ่าวตราด จังหวัดตราด	15
4-2	สถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ดินตะกอนและสิ่งมีชีวิต อ่าวตราด จังหวัดตราด	16
4-3	รูปแบบการขึ้นลงของน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา	17
4-4	กราฟแสดงอุณหภูมิน้ำ (°C) ของลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	18
4-5	กราฟแสดงค่าความโปร่งแสง (m) ของน้ำในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	19
4-6	กราฟแสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	20
4-7	กราฟแสดงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	22
4-8	กราฟแสดงความเป็นกรด-เบสของน้ำในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	23
4-9	กราฟแสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในน้ำ บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	24
4-10	การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียม (Ammonium ; µM) บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	25
4-11	การเปลี่ยนแปลงไนไตรท์และไนเตรท (Nitrite ; µM) บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	27
4-12	การเปลี่ยนแปลงฟอสเฟต (Phosphate ; µM) บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	28
4-13	การเปลี่ยนแปลงซิลิเกต (Silicate ; µM) บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	29
4-14	การแพร่กระจายของอุณภูมิน้ำ (temperature ; °C) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)	31
4-15	การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสงของน้ำ (transparency ; m) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)	32
4-16	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (total suspended solid TSS; mg/L) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)	34

ภาพที่		หน้า
4-17	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen; mg/L) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)	35
4-18	การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำ (salinity; psu) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)	37
4-19	การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบส บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)	38
4-20	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* (chlorophyll *a*; µg/L) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)	40
4-21	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแอมโมเนียม (µM) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	41
4-22	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท (µM) บริเวณอ่าวตราดในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	43
4-23	การเปลี่ยนแปลงฟอสเฟต (Phosphate ; µM) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	45
4-24	การเปลี่ยนแปลงซิลิเกต (Silicate ; µM) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	46
4-25	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดิน (water content; %) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	48
4-26	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน (total organic mater; %) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	50
4-27	การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน (acid volatile sulfide; mg/kg dry weight) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา	52
4-28	ระดับความลึกของน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559	53
4-29	ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทยตอนเหนือ เส้นประ (น้ำเงิน) แสดงถึงขอบเขตเปิด จุด (แดง)แสดงถึงแม่น้ำสายหลัก และเส้นทึบ (เขียว) แสดงถึงพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวตราด	54
4-30	ลมเฉลี่ยรายเดือน (จากข้อมูลลมราย 3 ชั่วโมง) เดือนพฤศจิกายน (A) พ.ศ. 2559 เดือนมีนาคม (B) และเดือนกรกฎาคม (C) พ.ศ. 2560 (ที่มา: https://www.ecmwf.int/)	55
4-31	การไหลเวียนกระแสน้ำเฉลี่ยรายเดือน (ลมราย 3 ชั่วโมง) ในเดือนมีนาคม (A) กรกฎาคม (B) และ พฤศจิกายน (C) โดยภาพซ้ายแสดงถึงกระแสน้ำใกล้ผิวทะเล และภาพขวาแสดงถึงกระแสน้ำเฉลี่ย ตามความลึก	57

ภาพที่ **หน้า**

4-32 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560 61

4-33 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Chlorophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียว) ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560 62

4-34 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae (กลุ่มไดอะตอม) ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560 63

4-35 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dictyochophyceae (กลุ่มซิลิโคแฟลกเจลเลต) ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560 65

4-36 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dinophyceae (กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต) ที่ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม 2560 และเดือนกรกฎาคม 2560 65

4-37 ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษาอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c) 66

4-38 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559 72

4-39 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559 73

4-40 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Mollusca ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559 74

4-41 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Echinodermata ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559 74

4-42 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนมีนาคม 2560 75

4-43 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนมีนาคม 2560 76

4-44 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Mollusca ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนมีนาคม 2560 77

4-45 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Echinodermata ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนมีนาคม 2560 77

4-46 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนกรกฎาคม 2560 78

4-47 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนกรกฎาคม 2560 79

ภาพที่		หน้า
4-48	ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Mollusca ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559	80
4-49	ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Echinodermata ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนกรกฎาคม 2560	80
4-50	ความหนาแน่นและสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559	81
4-51	ความหนาแน่นและสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม 2560	83
4-52	ความหนาแน่นและสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560	84
5-1	ปริมาณธาตุอาหารจากคลองต่างๆ ที่ไหลลงสู่อ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559	100
5-2	ปริมาณธาตุอาหารจากคลองต่างๆ ที่ไหลลงสู่อ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2560	101
5-3	ปริมาณธาตุอาหารจากคลองต่างๆ ที่ไหลลงสู่อ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560	102

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดตราด เป็นจังหวัดที่มีแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติที่สำคัญจังหวัดหนึ่งในภาคตะวันออก โดยเฉพาะทรัพยากรประมง เนื่องจากลักษณะพื้นที่ และสัณฐานของจังหวัดตราดส่วนใหญ่ตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาสูง มีแม่น้ำและคลองล้อมรอบบริเวณอ่าว โดยมีแม่น้ำที่สำคัญได้แก่ ได้แก่ แม่น้ำตราด และแม่น้ำเวฬุ นอกจากนี้ยังมีลำคลองขนาดเล็กมากมายที่ล้อมรอบอ่าว และนำมวลน้ำไหลลงสู่ทะเลบริเวณที่เรียกว่า อ่าวตราด ซึ่งในสภาวะปกติสารอินทรีย์และแร่ธาตุที่มีอยู่ตามธรรมชาติจะไหลมากับมวลน้ำลงสู่อ่าวตราดด้วยปริมาณที่เหมาะสมทำให้แพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นกำลังผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำสามารถเจริญเติบโตเป็นผลผลิตให้กับห่วงโซ่อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้บริเวณอ่าวมีความอุดมสมบูรณ์อย่างมากโดยเฉพาะทรัพยากรประมง ซึ่งถือว่าเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีการใช้ร่วมกัน และจากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2555 (กรมประมง, 2556) พบว่า บริเวณพื้นที่จังหวัดตราดเป็นแหล่งที่สามารถทำการประมงสัตว์น้ำได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับ จังหวัดระยองและจังหวัดจันทบุรี ซึ่งอยู่ในเขตประมงที่ 1 เช่นเดียวกัน โดยทรัพยากรประมงส่วนใหญ่ จะได้จากการทำประมงมากกว่าการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง และยังพบว่าทรัพยากรยังมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ซึ่งทรัพยากรที่สำคัญบริเวณอ่าวตราดสามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลังเช่น ปลาทู ปลาลัง ปลากุเรา ปลาอินทรีย์ ปลาโอ ปลาสีกุน ปลากะตัก และปลาทรายแดง เป็นต้น ส่วนกลุ่มสัตว์น้ำที่ไม่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ กุ้งแชบ๊วย กุ้งโอคัก ปูชนิดต่างๆ หมึกกล้วย และหมึกกระดอง เป็นต้น โดยสัตว์น้ำที่มีความสำคัญและพบในปริมาณมากได้แก่ ปลาทู ปลากุเรา และกุ้งแชบ๊วย ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้มีความสำคัญอย่างมากโดยเฉพาะกับชาวประมงพื้นบ้าน เนื่องจากทรัพยากรที่ได้จะอยู่ไม่ไกลจากฝั่งมากนัก

จากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคม การเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างต่อเนื่อง ทั้งที่เป็นคนไทย และจากประเทศเพื่อนบ้าน การเปิดเสรีทางการค้า ร่วมถึงอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ในพื้นที่อ่าวตราดเอง ล้วนแต่ส่งผลระบบนิเวศชายฝั่งทะเลทั้งสิ้น โดยมลพิษทางน้ำที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ จะถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำ และลำคลองที่ตั้งอยู่โดยรอบชายฝั่ง ซึ่งสสารต่างๆที่ปะปนมากับน้ำทิ้งจะทำให้คุณภาพน้ำและคุณภาพของดินเปลี่ยนแปลงไปในทางที่เสื่อมโทรมลงส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางน้ำและดินตะกอน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช และสัตว์พื้นท้องน้ำซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สามารถบ่งบอกถึงความเสื่อมโทรมของชายฝั่งทะได้อย่างชัดเจน

การศึกษาครั้งนี้ จึงมุ่งเน้นเพื่อประเมินความสามารถในการรองรับมลพิษจากแม่น้ำ และคลองโดยรอบของอ่าวตราด เพื่อหาระดับของมลพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศ โดยใช้ปัจจัยทางชีวภาพ และโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตสะท้อนถึงความเสื่อมโทรมทางสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเล ผลการศึกษาสามารถนำไปสู่การบูรณาการองค์ความรู้ด้านคุณภาพน้ำและดินตะกอน รวมไปถึงพลวัตของแร่ธาตุอาหาร และมลภาวะทางน้ำ ที่ได้รับอิทธิพลจากแผ่นดิน อันจะนำไปสู่การเสนอแนวทาง ด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำ และทรัพยากรทางการประมง สำหรับพื้นที่อ่าวตราดต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอน ในพื้นที่รับน้ำและชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวตราด ในแต่ละพื้นที่ และช่วงเวลา
2. เพื่อศึกษารูปแบบการแพร่กระจายและสถานการณ์ ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ดินตะกอน และมลพิษทางน้ำในพื้นที่รับน้ำชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวตราด
3. เพื่อศึกษาผลกระทบของมลพิษทางน้ำและปัจจัยสิ่งแวดล้อม ต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศชายฝั่งบางชนิด
4. เพื่อประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำต่อระบบนิเวศชายฝั่ง บริเวณพื้นที่อ่าวตราด

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ดำเนินการศึกษาสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอน บริเวณอ่าวตราด และติดตามการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล
2. ดำเนินการศึกษาผลกระทบของมลพิษที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอนต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศชายฝั่งบริเวณอ่าวตราด
3. วิเคราะห์สถานภาพ อัตราการเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการรองรับมลพิษ และความเสี่ยงด้านมลภาวะทางน้ำสำหรับปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอน และจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำในเบื้องต้นออกมา
4. เสนอแนวทางการดูแลคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ เพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรทางการประมง ความหลากหลายทางชีวภาพ และคุณภาพน้ำ สำหรับพื้นที่อ่าวตราด

4. ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

บริเวณอ่าวและชายฝั่งทะเลเป็นแหล่งรองรับแร่ธาตุอาหาร อนุภาคแขวนลอย และของเสียต่าง ๆที่ถูกพัดพาจากแม่น้ำลงสู่ทะเล แร่ธาตุอาหารที่ละลายอยู่และสารแขวนลอยในน้ำเหล่านี้ ได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำที่มาจากแผ่นดิน อัตราการไหลและการเคลื่อนตัวของมวลน้ำ และสภาวะการใช้ประโยชน์จากชุมชนโดยรอบพื้นที่ ซึ่งแหล่งที่มาของแร่ธาตุอาหารและอนุภาคแขวนลอยเหล่านี้ ประกอบด้วยแร่ธาตุอาหารจากธรรมชาติซึ่งถูกชะล้างจากแผ่นดินลงสู่แม่น้ำ น้ำทิ้งจากภาคเกษตรกรรม ปศุสัตว์ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำทิ้งที่ถูกปล่อยจากแหล่งชุมชนเมือง ซึ่งมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างไร้ทิศทาง

เมื่อน้ำไหลเข้าบริเวณปากแม่น้ำหรืออ่าว แพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในระบบนิเวศชายฝั่งทะเล จะนำแร่ธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต เพิ่มจำนวนขึ้น อนุภาคแขวนลอยบางส่วนจะถูกพัดพาและตกตะกอนทับถมกลายเป็นดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำและชายฝั่ง ส่วนอื่น ๆจะละลายและเปลี่ยนไปเป็นแร่ธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำ ด้วยกระบวนการทางชีวเคมี ซึ่งในกรณีที่มีปริมาณของแร่ธาตุอาหารที่มากเกินไปจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อระบบนิเวศชายฝั่ง ยกตัวอย่างเช่น เกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืช การสะสมของแก๊สไข่เน่าบริเวณพื้นท้องน้ำ เป็นต้น โดยปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นสิ่งสะท้อนถึงระบบนิเวศชายฝั่งที่เสื่อมโทรมลง

สำหรับด้านการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุอาหารในพื้นที่อ่าวและชายฝั่งทะเล โดยมีการศึกษารูปแบบและทิศทางในการแพร่กระจายของแร่ธาตุอาหาร ซึ่งอาจมีแหล่งที่มาได้ทั้งการพัดพาจากแผ่นดิน (ทั้งจากกระบวนการทางธรรมชาติและผลจากของเสียที่มาจากการใช้ประโยชน์ของมนุษย์) จากการหมุนเวียนโดยกระบวนการผลิต และการย่อยสลายของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ และจากกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเคมีธรณีวิทยา ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้าย และ/หรือ หมุนเวียนอนุภาคสารภายใน อิทธิพลของระบบคลื่นลม และกระแสน้ำชายฝั่ง 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 โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชและทรัพยากรสัตว์หน้าดิน จึงนับว่ามีความสำคัญยิ่ง ทั้งนี้ เพื่อจะได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางด้านสถานภาพทางสิ่งแวดล้อมในบริเวณชายฝั่ง เกิดความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงตามเวลาหรือฤดูกาล และสามารถประเมินที่มาและบทบาทของมวลสารที่เข้ามาในแหล่งน้ำ ซึ่งมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรทางน้ำรวมไปถึงศักย์การรองรับมลพิษทางน้ำ ข้อมูลในภาพรวม ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของดัชนีชี้วัดทางนิเวศชายฝั่งทะเลสำหรับการกำหนดแนวทางการควบคุมดูแลปัจจัยทางน้ำที่เป็นดัชนีชี้วัดหลัก 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 (CO_2) ไนเตรท (NO_3^-) แอมโมเนียม (NH_4^+) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) 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 เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของพืชน้ำ 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 (PO_4^{3-}) เปี่ยมศักดิ์ (2538) กล่าวว่า ฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำมีอยู่หลายรูปจะถูก

นำไปใช้ได้ดีที่สุด มาลี (2528) กล่าวว่า ฟอสฟอรัสในน้ำประมาณร้อยละ 70 มาจากการใช้ปุ๋ยในการเกษตร และร้อยละ 16 มาจากผงซักฟอกที่ใช้ในบ้านเรือนคน 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 อย่างไรก็ตาม ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำไม่ได้เป็นสารมลพิษที่จะทำอันตรายต่อสัตว์น้ำ เพียงแต่เป็นตัวการให้เกิด Eutrophication เป็นเครื่องแสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในแหล่งน้ำนั้น ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำจึงกำหนดมาตรฐานไว้โดยไม่ควรมีปริมาณฟอสฟอรัสเกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

อุณหภูมิ และปริมาณของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงด้วย 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) ซึ่งปัจจัยที่ควบคุมการสร้างคลอโรฟิลล์และมวลชีวภาพที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง 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)

ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณสารอินทรีย์ได้รับการสนใจอย่างมาก เพราะปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนนั้นมีผลต่อสภาพแวดล้อมทั้งทางบวกและทางลบ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) โดยในทางบวกนั้นสารอินทรีย์ที่อยู่ในดินตะกอนเป็นแหล่งของธาตุอาหารของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ โดยเฉพาะพวกแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ ที่สามารถใช้เป็นตัววัดว่าแหล่งน้ำนั้นมีความสมบูรณ์เพียงใด ส่วนผลในทางลบของสารอินทรีย์ในดินตะกอนก็มีมากเช่นเดียวกัน แหล่งน้ำใดมีปริมาณสารอินทรีย์เกินความต้องการ หรือเกินความสามารถที่แหล่งน้ำจะบำบัดได้แล้วย่อมเกิดเป็นมลพิษขึ้น เนื่องจากดินตะกอนนั้นเป็นตัวเก็บสะสมสารอินทรีย์รวมทั้งพวกโลหะหนักที่เป็นอันตรายได้ดี สามารถที่จะกลับเข้าสู่แหล่งน้ำได้ โดยจะปลดปล่อยและถูกนำพามากับน้ำที่อยู่ในดินตะกอน (Pore water) จะมีการแลกเปลี่ยนอิออนกันระหว่างน้ำในช่องว่างกับน้ำที่อยู่บนผิวหน้าของพื้นท้องน้ำ ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์และสารกลุ่มอื่น ๆ ย้อนกลับสู่แหล่งน้ำได้เป็นวัฏจักร การศึกษาคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำในดินตะกอนจึงมีบทบาทสำคัญในการที่จะประเมินความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้อีกทาง

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

ฟอสเฟต ไปเป็นเฟอรัสฟอสเฟตซึ่งละลายได้ง่ายกว่าและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เคมีของฟอสฟอรัสในดินที่มีน้ำขังจะเกี่ยวข้องกับเหล็กและสภาพที่ทำให้เหล็กละลายได้มากขึ้นฟอสฟอรัสก็จะเป็นประโยชน์มากขึ้นด้วย (ทัศนีย์, 2534)

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 เมื่อเกิดการผุพังหินและแร่เหล่านี้จะละลายน้ำ 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 จะมีโอกาสตกตะกอนเมื่อมีสภาวะเป็นออกซิเดชันได้ง่าย ขึ้นอยู่กับ 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

สัตว์พื้นท้องน้ำ มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศ Welch (1952) รายงานว่าสัตว์หน้าดินเป็นพวกที่มีความสำคัญในสายใยอาหารคือเป็นพวกที่กินแพลงก์ตอน และสัตว์ขนาดเล็กรวมถึงอินทรีย์สารตามพื้นท้องน้ำ โดย Gardiner (1972) ได้กล่าวว่าแหล่งน้ำใดที่มีปริมาณของสัตว์หน้าดินมากย่อมมีผลผลิตสูง และค่าดัชนีความแตกต่างของสัตว์หน้าดินจะเป็นดัชนีทางชีววิทยาที่ใช้เป็นเครื่องบ่งชี้คุณภาพน้ำ และดินตะกอนได้เป็นอย่างดี

ในด้านการศึกษาคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดจารุภา (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 ในส่วนของการศึกษาแร่ธาตุอาหารพบว่า บริเวณอ่าวตราดมีปริมาณแอมโมเนียม 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

นอกจากนี้ บัณฑิตา (2547) ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณใกล้เคียงอ่าวตราด ในบริเวณหมู่เกาะช้างในช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2546 พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 29.0-30.9 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 28-32 psu ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 5.89-6.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 7.93-9.27 ในส่วนของปริมาณแร่ธาตุอาหารพบว่า มีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนอยู่ในช่วงระหว่าง 16.63-23.50 ไมโครโมลาห์ ปริมาณไนโตรท์ ไนเตรท มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.04-0.23 ไมโครโมลาห์ ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5.01-17.63 ไมโครโมลาห์ และปริมาณของออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.38-0.77 ไมโครโมลาห์ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.31-1.45 ไมโครกรัมต่อลิตร

ศิริมาศ (2550) ทำการศึกษาคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดพบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 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

จากข้อมูลการศึกษาคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดและพื้นที่ใกล้เคียงที่ผ่านมาพบว่าคุณภาพน้ำที่มีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ และอาจก่อให้เกิดมลพิษแก่บริเวณชายฝั่งได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งมีปริมาณที่สูง โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ยังพบว่ามีการสะสมของสารอินทรีย์ในดินตะกอนซึ่งนำไปสู่การเกิดซัลไฟด์ในดินตะกอนที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำ รวมทั้งยังเป็นสาเหตุที่ทำให้ออกซิเจนบริเวณพื้นท้องน้ำหมดไป

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

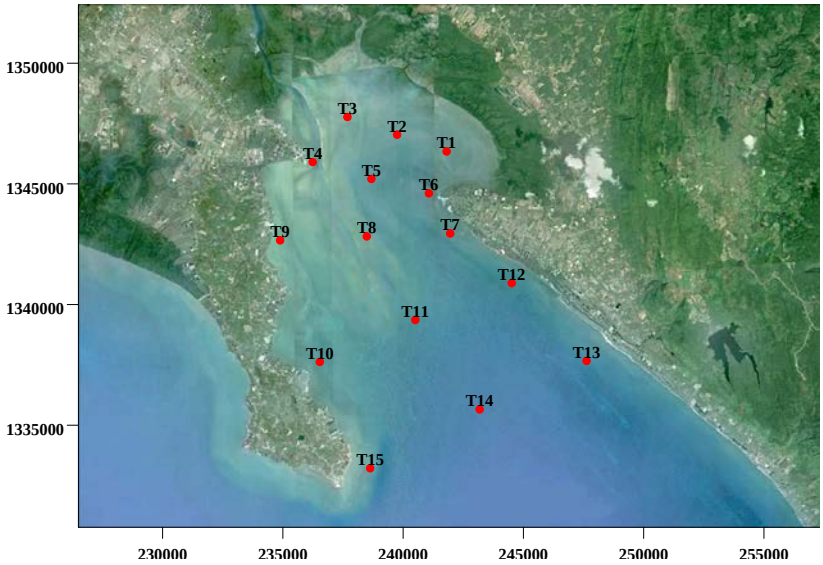
1. การศึกษาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาและรูปแบบการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำ

การศึกษาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยา ใช้การตรวจวัดความลึกโดย Portable Depth Sounder โดยหมายตามจุดสำรวจหลักต่างๆ การทำแผนที่ความลึกจะดำเนินการทุกระยะห่าง 1.5-2.0 กิโลเมตร และเพิ่มความถี่ที่ชายน้ำใกล้แนวขอบฝั่ง รูปแบบการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำ ทำได้ด้วยการสำรวจภาคสนามในพื้นที่ชายฝั่งในบริเวณอ่าวตราดครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งใน ตำบลอ่าวใหญ่ ตำบลห้วงน้ำขาว ตำบลคันทรง ตำบลท่าพริก ตำบลตะกาง ตำบลชำราก และตำบลแหลมกลัด อำเมือง จังหวัดตราด ด้วยการกำหนดสถานีในพื้นที่เป้าหมายให้กระจายตัวคลอบคลุมพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนของอ่าวตราดทั้งสิ้น 29 สถานี **ดังตารางที่ 3-1**

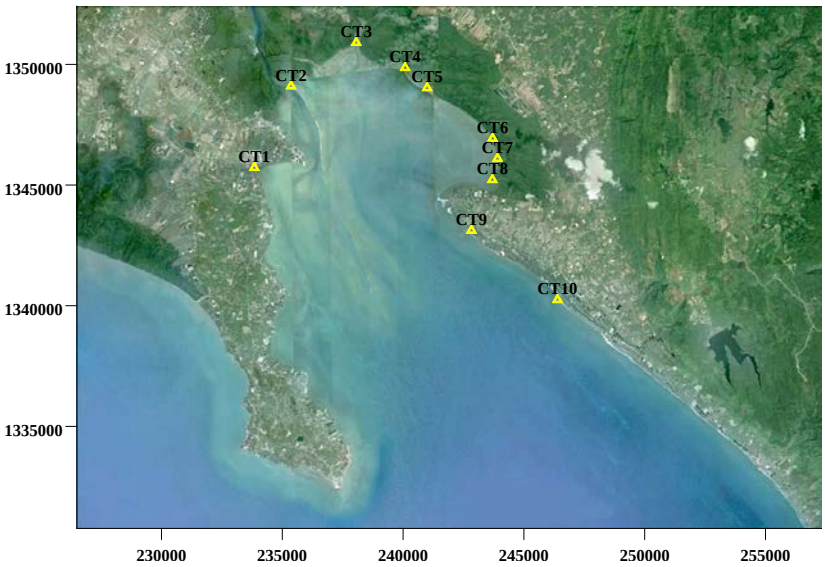
ตารางที่ 3-1 พิกัดและสถานีที่ทำการศึกษาในพื้นที่อ่าวตราด แม่น้ำ และคลอง รอบอ่าวตราด จังหวัดตราด

	E	N	สถานี	หมายเหตุ
1	241807	1346344	T1	
2	239749	1347037	T2	
3	237684	1347770	T3	
4	236239	1345904	T4	
5	238680	1345204	T5	
6	241072	1344608	T6	
7	241958	1342945	T7	
8	238487	1342823	T8	
9	234887	1342659	T9	
10	236536	1337622	T10	
11	240505	1339361	T11	
12	244513	1340889	T12	
13	247626	1337668	T13	
14	243179	1335655	T14	
15	238630	1333215	T15	
16	233842	1345721	CT1	คลองเปร็ด
17	235363	1349099	CT2	แม่น้ำตราด (คลองใหญ่)
18	238062	1350904	CT3	คลองเนินสูง
19	240084	1349862	CT4	คลองท่าเลื่อน
20	240995	1349024	CT5	คลองชำราก
21	243706	1346931	CT6	คลองหนองปลาดุก
22	243907	1346097	CT7	คลองบ้านแตง
23	243696	1345220	CT8	คลองประทุน
24	242830	1343119	CT9	คลองสะพานหิน 1
25	246390	1340246	CT10	คลองสะพานหิน 2

โดยได้กำหนดสถานีที่ศึกษาแบ่งเป็นสถานีในอ่าวตราด รวมทั้งสิ้น 15 สถานี **(ภาพที่ 3-1)** และสถานีที่เป็นตัวแทนของแม่น้ำและคลองจำนวน 10 สถานี **ดังภาพที่ 3-2** โดยทำการศึกษาด้านความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำด้วยเครื่องวัดกระแสน้ำยี่ห้อ Alec รุ่น Compact EM ตรวจวัดที่ระดับความลึกประมาณ 0.5-1.0 เมตร จากผิวหน้าน้ำ และระดับเหนือผิวดินตะกอนพื้นท้องน้ำ 0.5-1.0 เมตร ทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง ในช่วง เดือนสิงหาคม พฤศจิกายน และกุมภาพันธ์



ภาพที่ 3-1 แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ดินตะกอนและสิ่งมีชีวิต อ่าวตราด จังหวัดตราด



ภาพที่ 3-2 แผนที่สถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในบริเวณแม่น้ำและคลองรอบอ่าวตราด จังหวัดตราด

2. การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหาร

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารประกอบด้วย การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารของน้ำทะเลระดับผิวหน้า (30 เซนติเมตรจากผิวหน้าน้ำ) และระดับพื้นท้องน้ำ (50 เซนติเมตรเหนือผิวดิน) และ นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุอาหารอัตโนมัติของ Skalar รุ่น The SAN^{plus} Segmented flow analysers เพื่อหาปริมาณของธาตุอาหารที่มีในตัวอย่างน้ำทะเลและดินตะกอน ได้แก่ แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ซิลิเกต-ซิลิคอน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

3. การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป

คุณภาพน้ำทั่วไปที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความลึกของน้ำ อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ด้วยเครื่องตรวจวัดภาคสนามภายใต้สถานีศึกษาจำนวน 25 สถานี (**ภาพที่ 3-1, 3-2**) ทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง

4. การแพร่กระจายของผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ

การศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของผลผลิตขั้นต้น (คลอโรฟิลล์ เอ) และอนุภาคแขวนลอยในน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา จะดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่างน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมดจำนวน 25 สถานี (ภาพที่ 3-1, 3-2) ทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง 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

5. การศึกษาองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่สำคัญในแหล่งน้ำ

ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช บริเวณผิวหน้าน้ำในแต่ละสถานีศึกษาจำนวน 15 สถานี (ภาพที่ 1-1) ทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง เพื่อศึกษาชนิดและความหนาแน่น โดยการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีจะใช้ถุงกรองแพลงก์ตอนพืชขนาดตา 10 ไมโครเมตร ทำการศึกษา 2 รูปแบบในแต่ละสถานี ประกอบด้วยการศึกษาองค์ประกอบทางชนิดซึ่งทำได้ด้วยการลากถุงกรองแพลงก์ตอนผ่านมวลน้ำในแนวดิ่ง และการศึกษาชนิดและความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชด้วยการกรองน้ำปริมาตร 10 ลิตรผ่านถุงกรองตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชที่เก็บได้จะใช้ฟอร์มาลินเข้มข้น 4 เปอร์เซนต์ เก็บรักษาตัวอย่างในภาคสนามก่อนนำมาจำแนกชนิดและนับจำนวนในห้องปฏิบัติการ

6. การสำรวจและประเมินคุณภาพดินตะกอน

ทำเก็บตัวอย่างดินตะกอนพื้นท้องน้ำโดยการใช้ Gravity Core Sampler เพื่อนำดินมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี บริเวณอ่าวตราด ตามสถานีเก็บตัวอย่าง 15 สถานี (ภาพที่ 1-1) โดยทำการสำรวจปีละ 3 ครั้ง ทำการศึกษาลักษณะภายนอก ได้แก่ ลักษณะตะกอน ขนาด สีองค์ประกอบ 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

7. การสำรวจสัตว์พื้นท้องน้ำ

เก็บตัวอย่างสัตว์พื้นท้องน้ำโดยใช้ Ekman Grab ขนาด 25x25 เซนติเมตร ถ่ายภาพและบันทึกลักษณะทางกายภาพเบื้องต้น ร่อนดินตะกอนผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐานขนาด 250 ไมโครเมตร แยกสัตว์พื้นท้องน้ำออกจากดินตะกอน จากนั้นรักษาสภาพตัวอย่างสัตว์พื้นท้องน้ำด้วยฟอร์มาลีนเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์และย้อมด้วยสี Rose Bengal นำตัวอย่างสัตว์พื้นท้องน้ำมาจำแนกชนิดและนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำในห้องปฏิบัติการ โดยการจำแนกสัตว์พื้นท้องน้ำแต่ละกลุ่มดังนี้

กลุ่มหอยจำแนกตามเอกสารของ Kent E. Carpenter and Volker H. Niem (1998)

กลุ่มไส้เดือนทะเลจำแนกตามเอกสารของ J. H. Day (1967)

กลุ่มครัสเตเชียนจำแนกตามเอกสารของ Kent E. Carpenter and Volker H. Niem (1998)

8. ระยะเวลาในการศึกษา

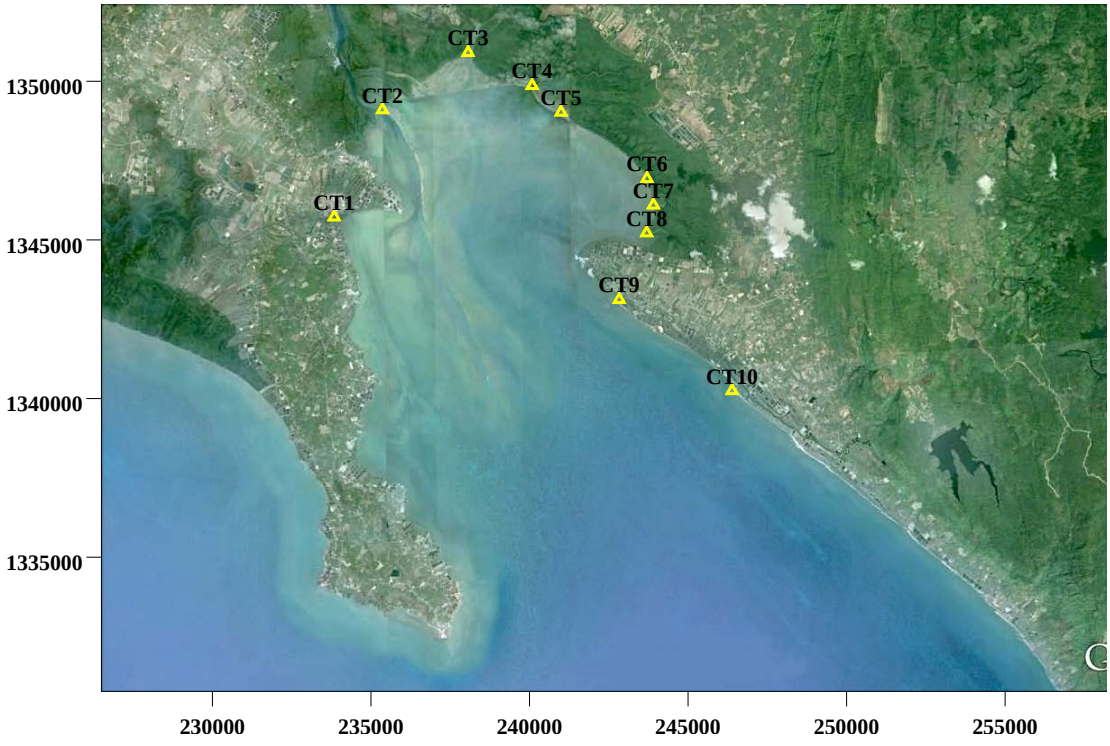
12 เดือน (1 ตุลาคม 2559-30 กันยายน 2560)

10. ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

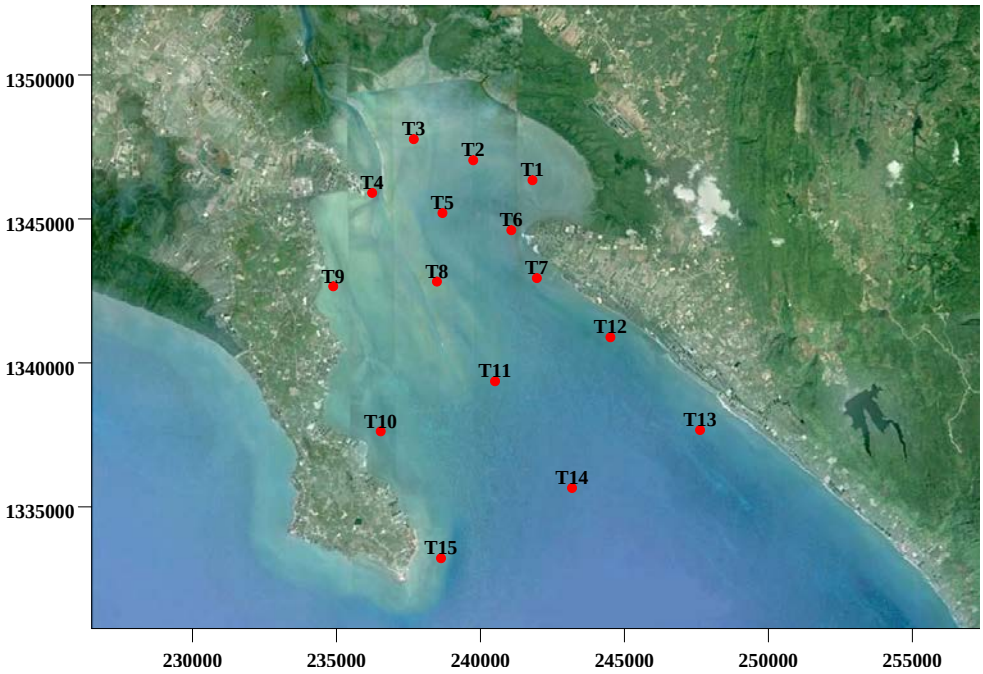
การเก็บตัวอย่าง	ช่วงเวลา
ครั้งที่ 1	เดือนพฤศจิกายน 2559
ครั้งที่ 2	เดือนมีนาคม 2560
ครั้งที่ 3	เดือนกรกฎาคม 2560

บทที่ 4
ผลการศึกษา

ในการงานวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำซึ่งประกอบด้วย ปัจจัยทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำของระบบนิเวศชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด โดยทำการศึกษาในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 โดยทำการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำทั่วไป แร่ธาตุอาหาร ดินตะกอนและสิ่งมีชีวิต ในบริเวณพื้นที่อ่าวตราด ประกอบด้วยพื้นที่บริเวณชายฝั่งซึ่งเป็นลำคลองที่ติดกับอ่าวตราดจำนวน 10 สถานี (CT1-CT10) **ดังภาพที่ 4-1** และในบริเวณพื้นที่อ่าวตราด 15 สถานี (T1-T15) **ดังภาพที่ 4-2** โดยคลองเหล่านี้จะรับน้ำจากพื้นที่ตอนบนของจังหวัดตราดประกอบด้วยคลองดังตารางที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 สถานีศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณคลองโดยรอบอ่าวตราด จังหวัดตราด

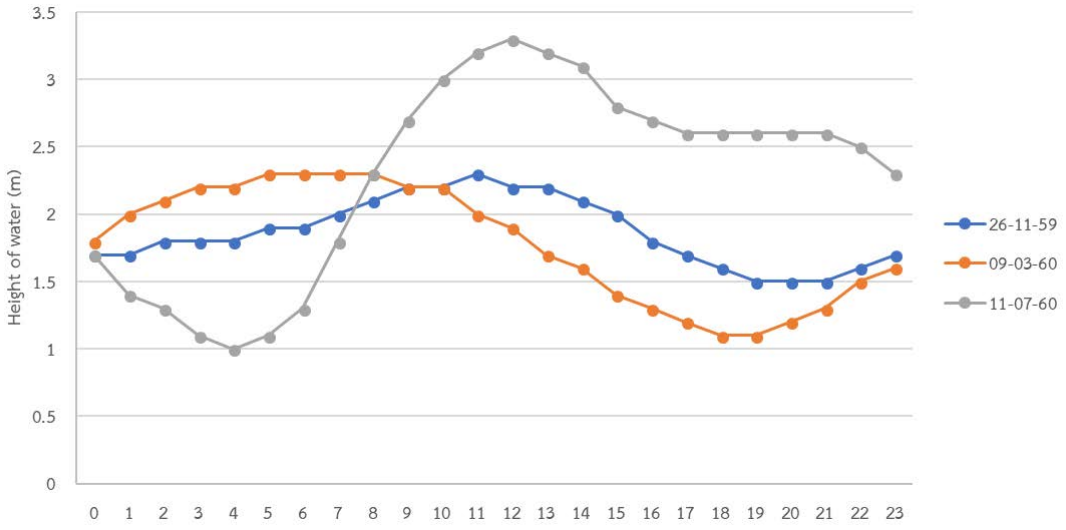


ภาพที่ 4-2 สถานีเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ดินตะกอนและสิ่งมีชีวิต อ่าวตราด จังหวัดตราด

ตารางที่ 4-1 สถานีคลองที่ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณรอบอ่าวตราดในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

สถานี	E	N	ชื่อคลอง	เขตพื้นที่
CT1	233842	1345721	คลองเปร็ด	ตำบล ห้วงน้ำขาว อำเภอเมืองตราด
CT2	235363	1349099	แม่น้ำตราด (คลองใหญ่)	ตำบล เนินทราย อำเภอเมืองตราด
CT3	238062	1350904	คลองจันทิ	ตำบล ตะกาง อำเภอเมืองตราด
CT4	240084	1349862	คลองท่าเลื่อน	ตำบล ตะกาง อำเภอเมืองตราด
CT5	240995	1349024	คลองชำราก	ตำบล ชำราก อำเภอเมืองตราด
CT6	243706	1346931	คลองหนองปลาดุก	ตำบล ชำราก อำเภอเมืองตราด
CT7	243907	1346097	คลองบ้านแตง	ตำบล ชำราก อำเภอเมืองตราด
CT8	243696	1345220	คลองประทุน	ตำบล แหลมกลัด อำเภอเมืองตราด
CT9	242830	1343119	คลองสะพานหิน 1	ตำบล แหลมกลัด อำเภอเมืองตราด
CT10	246390	1340246	คลองสะพานหิน 2	ตำบล แหลมกลัด อำเภอเมืองตราด

บริเวณอ่าวตราดและลำคลองสาขาโดยรอบพื้นที่อ่าวตราดจะได้รับอิทธิพลของน้ำขึ้น น้ำลงจากทะเล ดังนั้นในการศึกษาจึงจำเป็นต้องนำรูปแบบการขึ้นลงของน้ำมาพิจารณาร่วมด้วย ซึ่งในช่วงวันที่ทำการศึกษา (วันที่ 25 พฤศจิกายน 2559 วันที่ 9 มีนาคม 2560 และ 11 กรกฎาคม 2560) จะมีการขึ้นลงของน้ำอยู่ในช่วง 1.0-3.3 เมตร **(ภาพที่ 4-3)** โดยวันที่ 25 พฤศจิกายน 2559 น้ำลงต่ำสุดเวลา 21.00 น. และขึ้นสูงสุดเวลา 11.00 น. (1.5-2.3 เมตร) วันที่ 9 มีนาคม 2560 น้ำลงต่ำสุดเวลา 18.00 น. และขึ้นสูงสุดเวลา 7.00 น. (1.1-2.3 เมตร) และ 11 กรกฎาคม 2560 น้ำลงต่ำสุดเวลา 4.00 น. และขึ้นสูงสุดเวลา 12.00 น. (1.0-3.3 เมตร) ซึ่งอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำจะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำโดยการรายงานผลในครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 2 พื้นที่ ได้แก่ลำคลองสาขารอบอ่าวตราด และพื้นที่อ่าวตราด



ภาพที่ 4-3 รูปแบบการขึ้นลงของน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

4.1 คุณภาพน้ำทั่วไปในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด

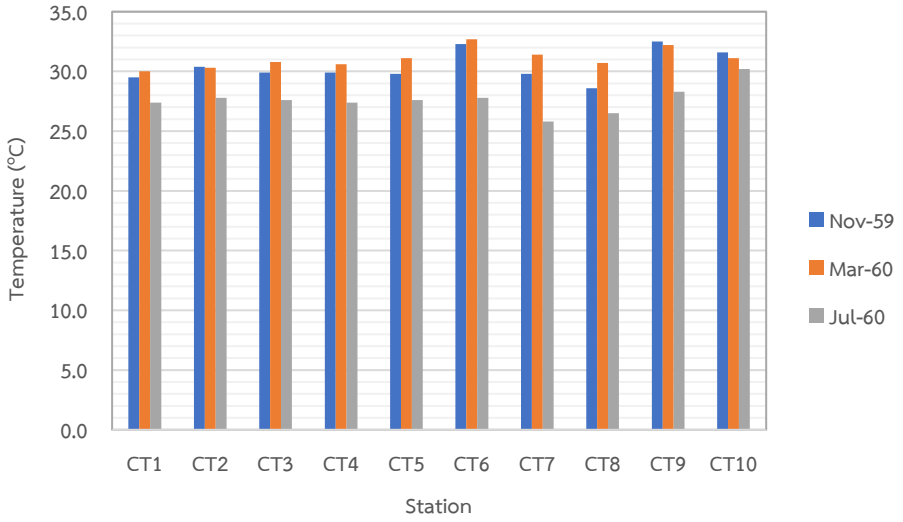
สำหรับลำคลองสาขาที่ไหลลงสู่อ่าวตราดจะทำการศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป ซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิของน้ำ (Temperature; °C) ความโปร่งแสง (Transparency; cm) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids; mg/L) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; mg/L) ความเค็มของน้ำ (Salinity; psu) ความเป็นกรด-เบส (pH) ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* (Chlorophyll *a*; µg/L) และปริมาณธาตุอาหาร (แอมโมเนียม-ไนโตรเจน, ไนไตรท์ และไนเตรท-ไนโตรเจน, ซิลิเกต-ซิลิคอน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส) โดยมีผลการศึกษาดังนี้

อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิในแหล่งน้ำจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิอากาศ น้ำจะดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์เอาไว้ ซึ่งพบว่าความร้อนส่วนใหญ่จะถูกดูดซับอยู่ในน้ำชั้นบน ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำและมีสารแขวนลอย จะมีการดูดซับพลังงานความร้อนจากแสงสูงที่ระดับน้ำผิวบน เมื่อเทียบกับน้ำที่ใสกว่า การถ่ายเทพลังงานความร้อนจากน้ำที่อยู่ข้างบนลงสู่น้ำข้างล่าง ส่วนใหญ่จะพึ่งการเคลื่อนไหวของมวลน้ำที่เกิดจากกระแสลมที่พัดมวลน้ำให้ผสมกัน จากการศึกษาอุณหภูมิของน้ำในบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559พบว่า อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 28.6-32.5 องศาเซลเซียส สถานที่มีอุณหภูมิของน้ำสูงสุด ได้แก่ สถานี CT9 บริเวณคลองสะพานหิน 1

ส่วนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 30.0-32.7 องศาเซลเซียส สถานที่มีอุณหภูมิของน้ำสูงสุด ได้แก่ สถานี CT6 บริเวณคลองหนองปลาดุก ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิของน้ำต่ำสุด ได้แก่ สถานี CT1 บริเวณคลองเปร็ด

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 25.8-30.2 องศาเซลเซียส สถานที่มีอุณหภูมิของน้ำสูงสุด ได้แก่ สถานี CT10 บริเวณคลองสะพานหิน 2 ส่วนบริเวณที่มีอุณหภูมิของน้ำต่ำสุด ได้แก่ สถานี CT7 บริเวณคลองบ้านแตง **(ภาพที่ 4-4)**



ภาพที่ 4-4 กราฟแสดงอุณหภูมิน้ำ (°C) ของลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

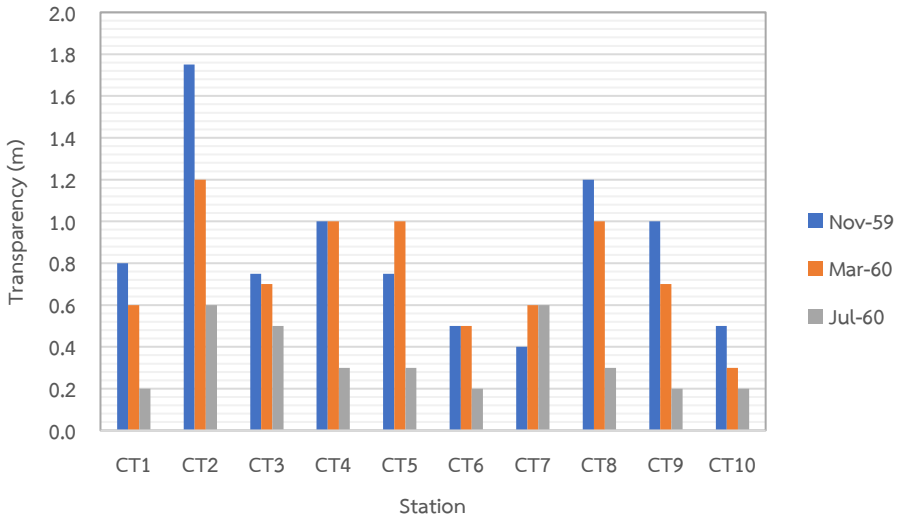
โดยภาพรวม จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันตามพื้นที่เพียงเล็กน้อยตามช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างและระดับความลึกของน้ำในบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าว ค่าของอุณหภูมิมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก แต่มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยตามลักษณะของฤดูกาลตามอุณหภูมิอากาศ ซึ่งเป็นถือว่าเป็นอุณหภูมิของน้ำที่ค่อนข้างปกติ โดยอุณหภูมิของน้ำมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิอากาศค่อนข้างชัดเจน ประกอบกับในช่วงเวลาที่ทำการเก็บการตัวอย่างเป็นช่วงน้ำลงทำให้มวลน้ำมีปริมาณน้อยอุณหภูมิน้ำจึงสูง

ความโปร่งแสง

ความโปร่งแสงของน้ำหรือการส่องผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำเป็นการวัดความลึกของน้ำในระดับที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา ซึ่งเป็นการประมาณค่า โดยค่าความลึกที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณแพลงก์ตอน อนุภาคของสารอินทรีย์ในน้ำ รวมทั้งตะกอนแขวนลอยต่าง ๆ จากการศึกษาความโปร่งแสงของน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.4-1.8 เมตร โดยมีความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดอยู่ที่บริเวณสถานี CT2 แม่น้ำตราด และต่ำสุดที่สถานี CT8 คลองประทุน

ส่วนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.3-1.2 เมตร โดยมีความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดอยู่ที่บริเวณสถานี CT2 แม่น้ำตราด และต่ำสุดที่สถานี CT10 คลองสะพานหิน 2

ส่วนในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.2-0.6 เซนติเมตร โดยมีความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดอยู่ที่บริเวณสถานี CT7 คลองบ้านแตง และความโปร่งแสงต่ำสุดเพียงแค่ 0.2 เมตร ในหลายๆ สถานีที่ทำการศึกษาในช่วงเดือนดังกล่าว **(ภาพที่ 4-5)**



ภาพที่ 4-5 กราฟแสดงค่าความโปร่งแสง (m) ของน้ำในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

โดยภาพรวม พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือ ไม่ต่ำกว่า 30 เซนติเมตร ซึ่งเหมาะแก่การอยู่อาศัยและเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคม พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำ มีค่าต่ำกว่าช่วงเดือนอื่นๆ ที่ทำการศึกษา เนื่องมาจากช่วงระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงน้ำลงต่ำ ทำให้ความลึกของบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างมีความลึกน้อยมาก ทำให้เกิดจากกระบวนการฟุ้งกระจายของตะกอนพื้นท้องน้ำสู่มวลน้ำ เป็นผลทำให้มีความโปร่งแสงต่ำในช่วงเวลาดังกล่าว

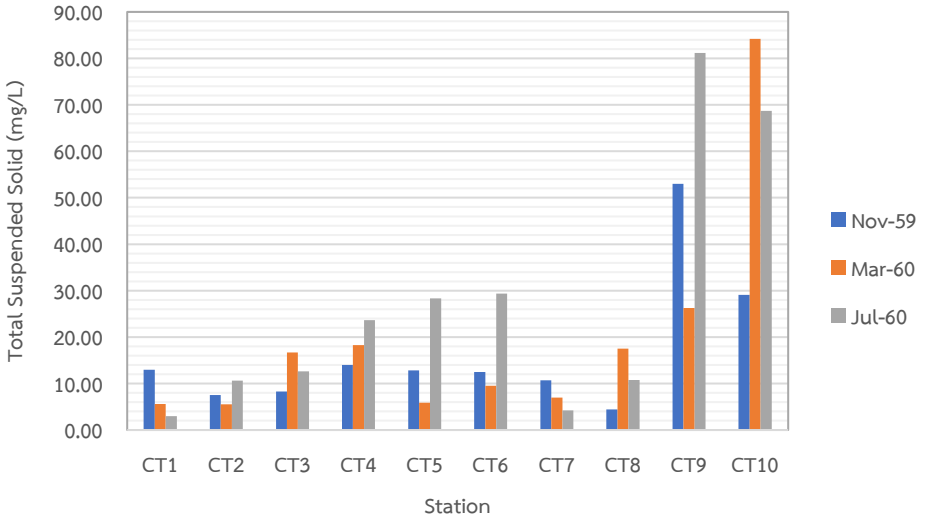
ปริมาณของแข็งแขวนลอย

ปริมาณของแข็งแขวนลอย หมายถึง สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ อาจเป็นตะกอนดินหรือซากของสิ่งมีชีวิต โดยตะกอนเหล่านี้มีทั้งผลดีและผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ

จากการศึกษาปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ของแข็งแขวนลอยมีค่าอยู่ในช่วง 4.44-52.98 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในบริเวณสถานี CT9 คลองสะพานหิน 1

ส่วนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าอยู่ในช่วง 5.50-84.17 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในบริเวณสถานี CT10 คลองสะพานหิน 2

ส่วนในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าอยู่ในช่วง 3.00-81.20 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในบริเวณสถานี CT9 คลองสะพานหิน 1 **(ภาพที่ 4-6)**



ภาพที่ 4-6 กราฟแสดงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ปริมาณสารแขวนลอยรวมที่อยู่ในน้ำทำให้เกิดความขุ่นของน้ำเพิ่มมากขึ้น ผลการศึกษาที่ได้จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ ถ้ามีปริมาณสารแขวนลอยรวมมากเกินไป จะเป็นตัวขวางกั้นไม่ให้แสงสว่างลงไปได้ลึก ทำให้พืชและแพลงก์ตอนไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และยังเป็นอันตรายเนื่องจากสามารถอุดตันระบบการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์น้ำ อาจส่งผลให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตช้า ความต้านทานโรคลดลง อย่างไรก็ตาม ในทางตรงข้าม ปริมาณสารแขวนลอยรวมที่มีมากขึ้นดังกล่าว สามารถส่งผลดีในแง่ของการเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำ ถ้าปริมาณสารแขวนลอยรวมที่สูงขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากสิ่งมีชีวิตพวกแพลงก์ตอนพืช และนอกจากนี้ยังมีผลต่อการหลบซ่อนศัตรูของสัตว์น้ำขนาดเล็กได้ จากการศึกษาที่ผ่านมาทางด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์

น้ำพบว่า ในแหล่งน้ำควรมีปริมาณสารแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีรายงานว่า หากมีค่าสูงอยู่ในช่วง 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ผลผลิตสัตว์น้ำลดลงได้

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอย จะมีค่าสูงในบริเวณสถานี CT9 และ CT10 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวตั้งอยู่บริเวณปากคลอง และช่วงเวลาทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงน้ำลงทำให้โอกาสที่ตะกอนจากแผ่นดินจะไหลลงสู่บริเวณดังกล่าวมีสูงมาก ประกอบกับความลึกของน้ำในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงน้ำลงต่ำ ทำให้ความลึกของบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างมีความลึกน้อยมาก ทำให้เกิดจากกระบวนการฟุ้งกระจายของตะกอนพื้นท้องน้ำสู่มวลน้ำเป็นผลทำให้มีความโปร่งแสงต่ำในช่วงเวลาดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามค่าที่พบถือว่าอยู่ในช่วงปกติ ไม่มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำ

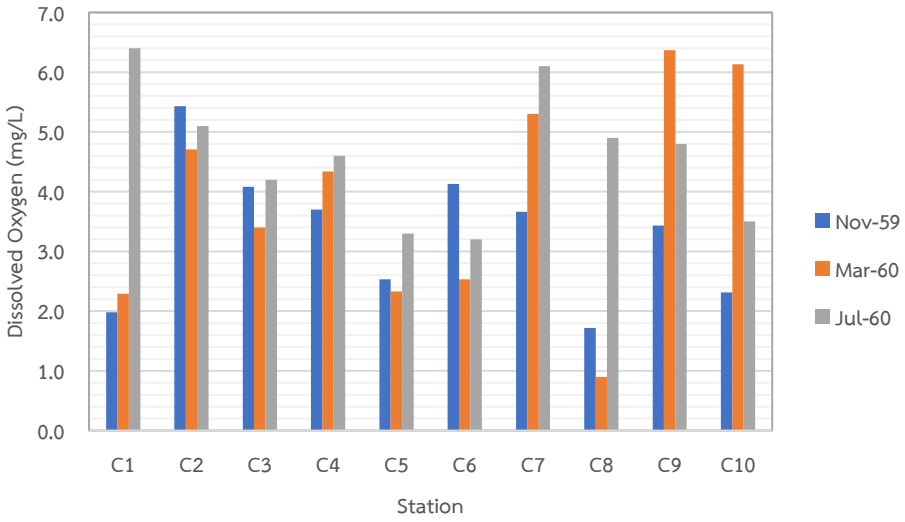
ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ออกซิเจนเป็นสารที่สำคัญมีบทบาทในการควบคุมกระบวนการเมตาโมลิซึมของสิ่งมีชีวิตและยังเป็นดัชนีบ่งบอกสภาพของแหล่งน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในน้ำทำ ให้คุณภาพน้ำบางตัวมีการเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนขึ้นอยู่กับความกดอากาศ อุณหภูมิ และความเค็ม

จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ในบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราดพบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 1.7-5.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CT2 แม่น้ำตราด เนื่องจากเป็นแม่น้ำ มีขนาดค่อนข้างกว้างมีมวลน้ำมากนอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลที่ปกติจะมีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าในส่วนของแม่น้ำ หรือคลอง และบริเวณที่มีค่าต่ำสุด ได้แก่ สถานี CT8 คลองประทุน

ส่วนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.9-6.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CT9 คลองสะพานหิน 1 และมีค่าต่ำสุดที่สถานี CT8 คลองประทุน

ส่วนในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 3.2-6.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CT1 คลองเปร็ด และมีค่าต่ำสุดที่สถานี CT6 คลองหนองปลาดุก **(ภาพที่ 4-7)**



ภาพที่ 4-7 กราฟแสดงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

โดยภาพรวมแล้วปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในคลองรอบอ่าวตราดมีค่าค่อนข้างต่ำ (ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่เหมาะกับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้น ออกซิเจนในบริเวณดังกล่าวควรมีการติดตามและเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง

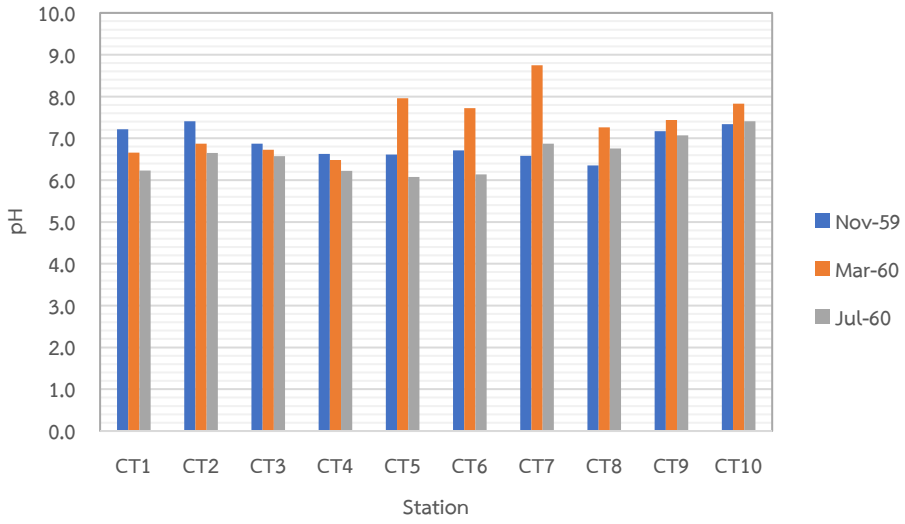
ความเป็นกรด-เบส

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

จากการศึกษาความเป็นกรด-เบสของน้ำ ในบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.4-7.4 โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CT2 แม่น้ำตราด ซึ่งบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้กับทะเล และมีลักษณะเป็นแม่น้ำที่ใหญ่ทำให้อิทธิพลของทะเลเข้ามาในบริเวณดังกล่าวได้มากกว่าในคลองขนาดเล็ก

ส่วนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-8.8 โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CT5 ส่วนค่าต่ำสุดพบที่สถานี CT4

ส่วนในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.1-7.4 โดยมีค่าสูงสุดในสถานี CT5 ส่วนค่าต่ำสุดที่สถานี CT10 **(ภาพที่ 4-8)**



ภาพที่ 4-8 กราฟแสดงความเป็นกรด-เบสของน้ำในลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

อย่างไรก็ตามความเป็นกรด-เบสของน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวที่ทำการศึกษา พบว่า ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ มีค่าความเป็นกรด-เบส มีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ และฤดูกาลเพียงเล็กน้อย

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

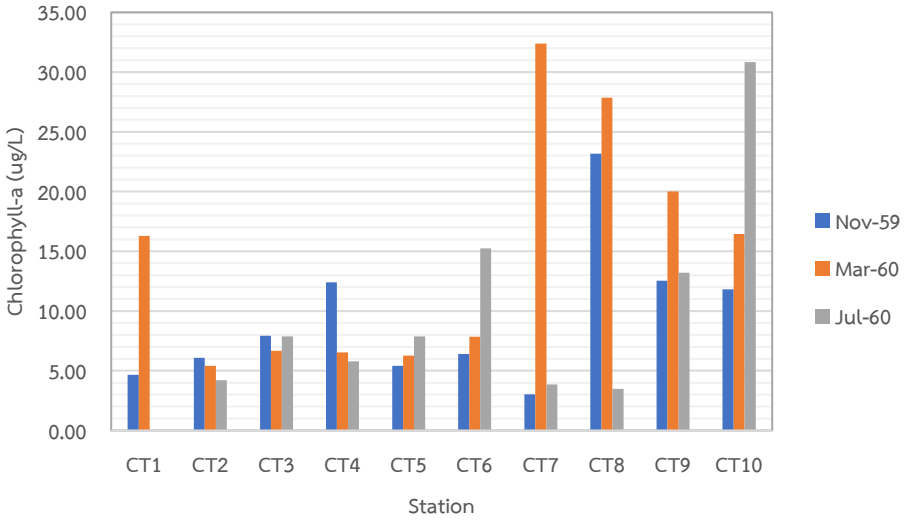
คลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียว ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการสังเคราะห์แสงมี 4 ชนิดได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และ ดี โดยชนิดของคลอโรฟิลล์ที่พบในแพลงก์ตอนพืชหรือสาหร่ายทุกชนิดคือ คลอโรฟิลล์ เอ ทั้งนี้คลอโรฟิลล์เอจัดเป็นสารสีสำหรับการสังเคราะห์แสงเบื้องต้น (primary photosynthetic pigment)

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

จากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า บริเวณลำคลองรอบอ่าวตราดพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ มีค่าอยู่ในช่วง 3.03-23.16 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดบริเวณ CT8 (คลองประทุน)

ส่วนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีค่าอยู่ในช่วง 5.41-32.40ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงสุดบริเวณ CT10 บริเวณคลองสะพานหิน2 ส่วนบริเวณที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* น้อยที่สุด ได้แก่ สถานี CT2 บริเวณแม่น้ำตราด (คลองใหญ่)

ส่วนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-30.84 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดบริเวณ CT7 โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงสุดบริเวณ CT7 บริเวณคลองบ้านแตง ส่วนบริเวณที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* น้อยที่สุด ได้แก่ สถานี CT1 บริเวณคลองเปร็ด **(ภาพที่ 4-9)**



ภาพที่ 4-9 กราฟแสดงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในน้ำ บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* นอกจากนี้ยังพบว่าลำคลองบริเวณฝั่งตะวันออกของอ่าวมีค่าค่อนข้างสูงกว่าบริเวณตอนกลาง และฝั่งตะวันตกของอ่าวตราด ทั้งนี้เมื่อพิจารณาเฉพาะปริมาณของคลอโรฟิลล์ *เอ* พบว่า คลองส่วนใหญ่โดยรอบอ่าวตราดจัดอยู่ในประเภทของแหล่งน้ำที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic water; Chl a 4.7-14.3 µg/L) จะมีบางบริเวณที่พบมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* สูงกว่าช่วงดังกล่าว เป็นผลมาจากการเจริญเติบโตของอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณดังกล่าว

4.2 ปริมาณแร่ธาตุอาหารละลายน้ำลำคลองสาขารอบอ่าวตราด

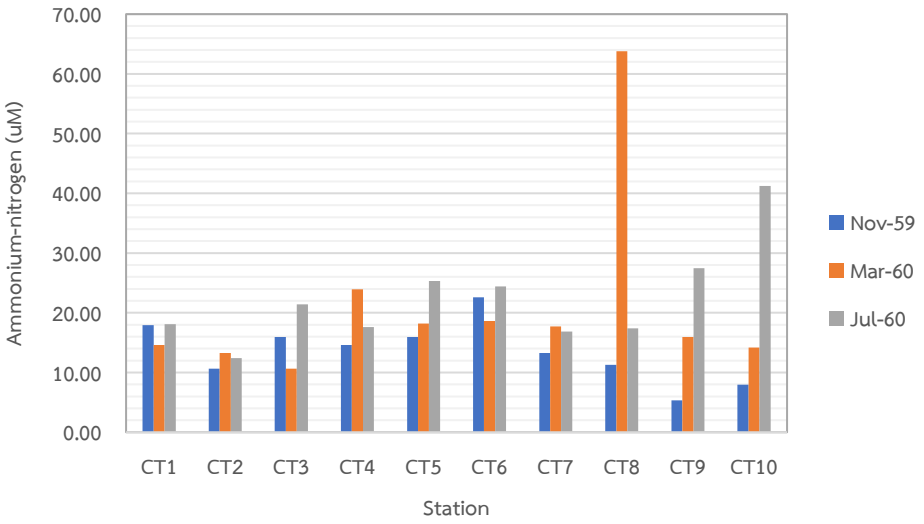
แอมโมเนียม-ไนโตรเจน

แอมโมเนียมเป็นสารอาหารไนโตรเจนที่ไม่เป็นพิษและเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ เนื่องมาจากแอมโมเนียมมีโมเลกุลขนาดเล็กและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงไม่ต้องใช้เอนไซน์หลายตัวในการนำไปใช้ประโยชน์ (เชษฐพงษ์, 2554)

จากการศึกษาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 5.32-22.59 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT6 บริเวณคลองหนองปลาดุก และต่ำสุดที่สถานี CT9 บริเวณคลองสะพานหิน1

ส่วนปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 10.63-63.80 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT8 บริเวณคลองประทุน และต่ำสุดที่สถานี CT3 บริเวณคลองจันทิ

จากการศึกษาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 12.41-41.22 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT10 บริเวณคลองสะพานหิน2 และต่ำสุดที่สถานี CT2 บริเวณแม่น้ำตราด **(ภาพที่ 4-10)**



ภาพที่ 4-10 การเปลี่ยนแปลงแอมโมเนียม (Ammonium ; µM) บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

จากผลการศึกษาในภาพรวม พบว่า ในพื้นที่บริเวณลำคลองรอบอ่าวตราด พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 5.32-63.80 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวมทั้ง 3 ครั้งที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง และมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาลพบว่า เดือนพฤศจิกายน (ต้นแล้ง) เดือนมีนาคม (ต้นฤดูน้ำหลาก) และเดือนกรกฎาคม (ฤดูน้ำหลาก) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนค่อนข้างน้อย จะมีสูงมากในบางบริเวณ แต่จากระดับผลการศึกษาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำมีธาตุอาหารในรูปแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่เพียงพอ ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ที่อาจมากเกินพอดี และสามารถก่อให้เกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชที่มากเกิน ซึ่งจะเป็นผลเสียต่อแหล่งน้ำได้

ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน

ไนไตรท์เป็นอาหารไนโตรเจนรูปหนึ่งที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ในเซลล์ได้โดยตรง (เชษฐพงษ์, 2554) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชมีกระบวนการในการควบคุมปริมาณไนไตรท์ที่อยู่ในเซลล์ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชเอง ปริมาณไนไตรท์ในแหล่งน้ำปกติมาจากกระบวนการ Nitrification ของแอมโมเนียในส**ภาพที่**ไม่มีออกซิเจน หรือบางครั้งอาจเกิดจากกระบวนการ Denitrification ของไนไตรท์ในส**ภาพที่**ขาดออกซิเจน โดยพบว่าในแหล่งน้ำที่มีการสะสมของสารอินทรีย์จำนวนมากจะมีการสะสมของไนไตรท์ที่มาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ (ยนต์, 2539)

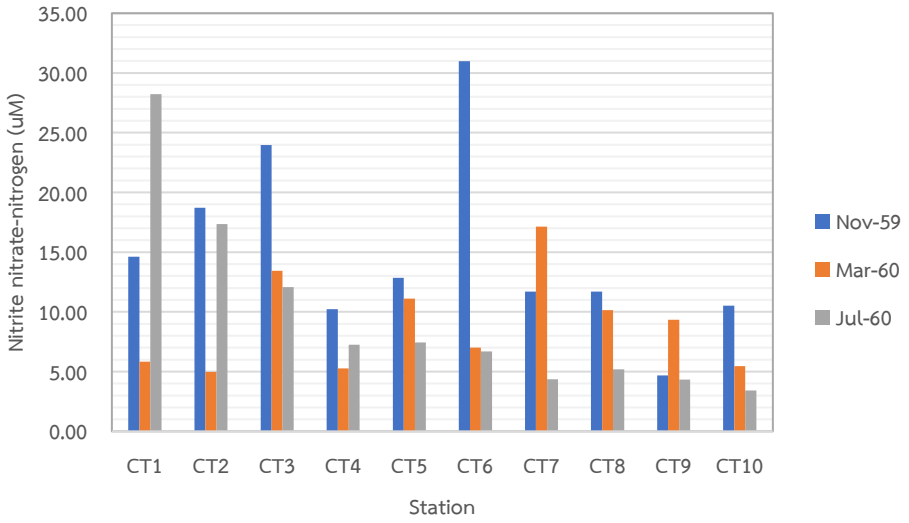
ไนเตรทเป็นอาหารไนโตรเจนรูปหนึ่งที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ ไนเตรทจึงเป็นธาตุอาหารที่สำคัญของแหล่งน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดผลผลิตขั้นต้นซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นไนเตรทจึงมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำและระบบนิเวศ ไนเตรทมาจากการปล่อยของเสียซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงโปรตีนในสิ่งมีชีวิตจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนีย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

จากการศึกษาปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 4..68-30.98 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT6 บริเวณคลองหนองปลาดุก และต่ำสุดที่สถานี CT9 บริเวณคลองสะพานหิน1

ส่วนปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 4.97-17.15 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT7 บริเวณคลองบ้านแตง และต่ำสุดที่สถานี CT2 บริเวณแม่น้ำตราด

จากการศึกษาปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 3.42-28.23 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT1 บริเวณคลองเปร็ด และต่ำสุดที่สถานี CT10 บริเวณคลองสะพานหิน2 **(ภาพที่ 4-11)**

โดยปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางธรรมชาติ ซึ่งปกติไนไตรท์-ไนโตรเจนจะพบในพื้นที่มีสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง และกระบวนการย่อยสลายเพิ่งเริ่มเกิดขึ้น หรือในบริเวณที่ออกซิเจนค่อนข้างต่ำไม่เพียงพอกับการย่อยสลายสารอินทรีย์



ภาพที่ 4-11 การเปลี่ยนแปลงไนไตรท์และไนเตรท (Nitrite ; µM) บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

โดยภาพรวม พบว่า ในพื้นที่บริเวณคลองสาขารอบอ่าวตราด ปริมาณไนไตรท์และไนเตรท -ไนโตรเจนละลายน้ำมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 3.42-30.98 ไมโครโมลาร์ เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาลพบว่า เดือนพฤศจิกายน (ต้นแล้ง) เดือนมีนาคม (ต้นฤดูน้ำหลาก) และเดือนกรกฎาคม (ฤดูน้ำหลาก) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาล พบว่า ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน)จะมีปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนสูงกว่าในช่วงฤดูกาลอื่นๆ มาก โดยเฉพาะในบริเวณคลองสาขาต่าง ๆ เป็นผลเนื่องมาจากปริมาณน้ำที่น้อยในช่วงฤดูแล้งทำให้ปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนมีความเข้มข้นสูงเมื่อลงสู่แหล่งน้ำ

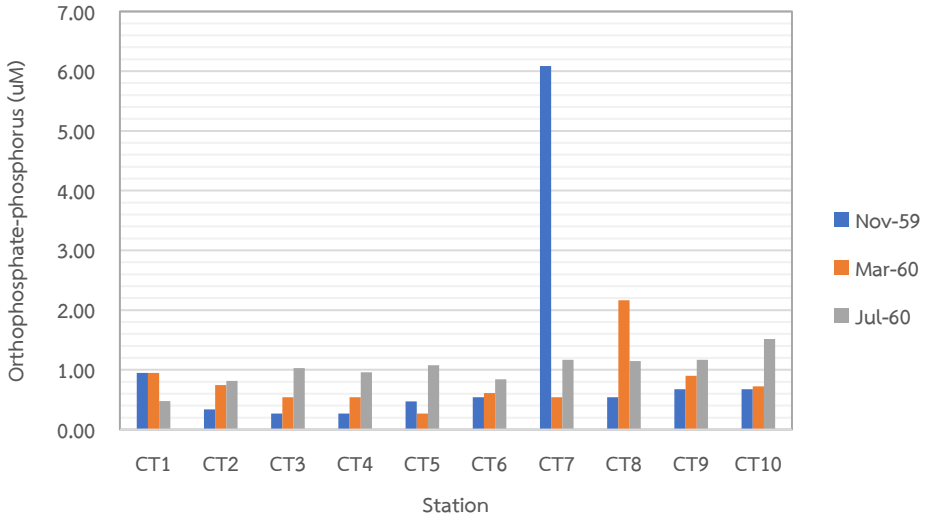
ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

สารประกอบของฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เนื่องมาจากแพลงก์ตอนพืชต้องใช้ฟอสฟอรัสในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยตรงเพื่อสร้างพลังงานให้แก่เซลล์ ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเป็นรูปที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้โดยตรงและเป็นรูปหลักที่มีอยู่ในน้ำทะเล (เชษฐพงษ์, 2545)

จากการศึกษาปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.27-6.09 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT7 บริเวณคลองบ้านแตง และต่ำสุดที่สถานี CT4 บริเวณคลองท่าเลื่อน

ส่วนปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.27-2.16 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT8 บริเวณคลองประทุน และต่ำสุดที่สถานี CT5 บริเวณคลองชำราก

จากการศึกษาปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.48-1.52 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT10 บริเวณคลองสะพานหิน2 และต่ำสุดที่สถานี CT1 บริเวณคลองเปร็ด **(ภาพที่ 4-12)**



ภาพที่ 4-12 การเปลี่ยนแปลงฟอสเฟต (Phosphate ; µM) บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในพื้นที่บริเวณคลองสาขารอบอ่าวตราด มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 0.27-6.09 ไมโครโมลาร์ เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาล พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ยกเว้นในสถานี CT7 ในเดือนพฤศจิกายน ที่พบว่า มีปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงกว่าในบริเวณอื่นๆ มากประมาณ 5 เท่า แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในพื้นที่ศึกษาก็มีปริมาณมากพอต่อการเจริญเติบโตและการนำไปใช้ของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งความเข้มข้นของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเพียงแค่ประมาณ 0.20 ไมโครโมลาร์ จะมีบทบาทในการกระตุ้นการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำได้อย่างเด่นชัด (จารุมาศและเชษฐพงษ์, 2551) โดยส่วนใหญ่ พบว่า ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีแหล่งที่มาจากหลายแหล่ง เช่น ปุ๋ย ดิน น้ำทิ้งจากการซักล้างจากชุมชน เป็นต้น ซึ่งสำหรับแม่น้ำประแสร์ปริมาณฟอสเฟต น่าจะมาจากการใช้ปุ๋ยเคมีบริเวณต้นน้ำและการซักล้างจากชุมชนในบริเวณเมือง และชุมชนประมงเป็นหลัก

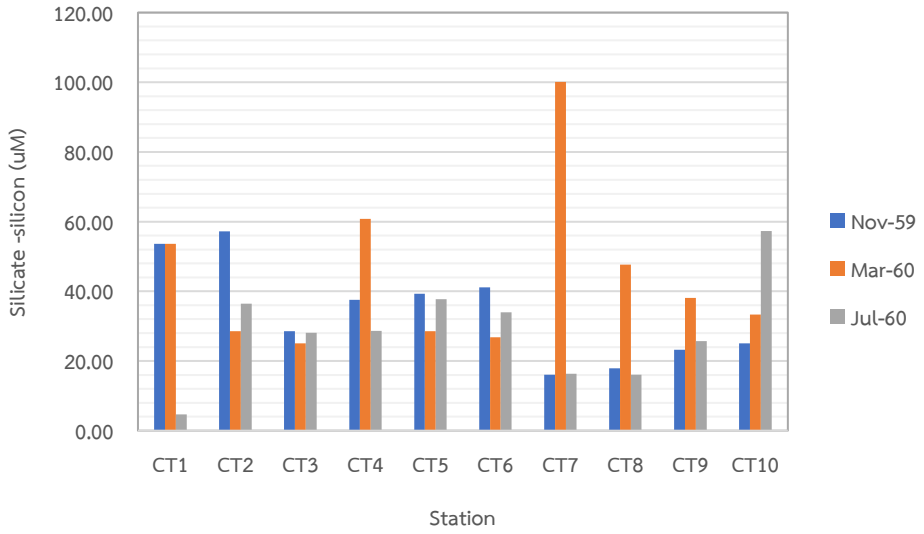
ซิลิเกต-ซิลิกอน

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

จากการศึกษาปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่าอยู่ในช่วง 16.09-57.19 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT2 บริเวณแม่น้ำตราด และต่ำสุดที่สถานี CT7 บริเวณคลองบ้านแตง

ส่วนปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่าอยู่ในช่วง 25.02-100.09 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT7 บริเวณคลองบ้านแตง และต่ำสุดที่สถานี CT3 บริเวณคลองจันทิ

จากการศึกษาปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่าอยู่ในช่วง 4.70-57.27 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี CT10 บริเวณคลองสะพานหิน2 และต่ำสุดที่สถานี CT1 บริเวณคลองเปร็ด (**ภาพที่** 4-13)



ภาพที่ 4-13 การเปลี่ยนแปลงซิลิเกต (Silicate ; µM) บริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน ในพื้นที่บริเวณคลองสาขารอบอ่าวตราด มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 4.70-100.09 ไมโครโมลาร์ เมื่อเปรียบเทียบตามฤดูกาล พบว่า มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงที่มีน้ำลงจึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำ ทำให้มีมวลน้ำจืดไหลลงสู่ปากแม่น้ำและจากอิทธิพลดังกล่าวทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของผิวหน้าดินตะกอนทำให้เกิดการผสมผสานของธาตุอาหารจากผิวหน้าดินตะกอนขึ้นมาสู่มวลน้ำ ทำให้ในแต่ละบริเวณมีค่าของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนบริเวณคลองสาขารอบอ่าวตราดมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในสถานี CT7 ในเดือนมีนาคม ที่พบว่า มีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน สูงกว่าในบริเวณอื่นๆ

4.3 คุณภาพน้ำทั่วไปบริเวณอ่าวตราด

ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำทั่วไปบริเวณอ่าวตราดทั้งสิน 15 สถานี โดยแบ่งออกเป็น 3 แนว ได้แก่ อ่าวตราดฝั่งตะวันตก (T3 T4 T9 T10 และ T15) อ่าวตราดตอนกลาง (T2 T5 T8 T11 และ T14) อ่าวตราดฝั่งตะวันออก (T1 T6 T7 T12 และ T13) คุณภาพน้ำที่ทำการศึกษาประกอบด้วย อุณหภูมิของน้ำ (Temperature; $^{\circ}$C) ความโปร่งแสง (Transparency; cm) ปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids; mg/L) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; mg/L) ความเค็มของน้ำ (Salinity; psu) ความเป็นกรด-เบส (pH) ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* (Chlorophyll *a*; µg/Lและปริมาณธาตุอาหาร (แอมโมเนียม-ไนโตรเจน, ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน, ซิลิเกต-ซิลิคอน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส) โดยมีผลการศึกษาดังนี้

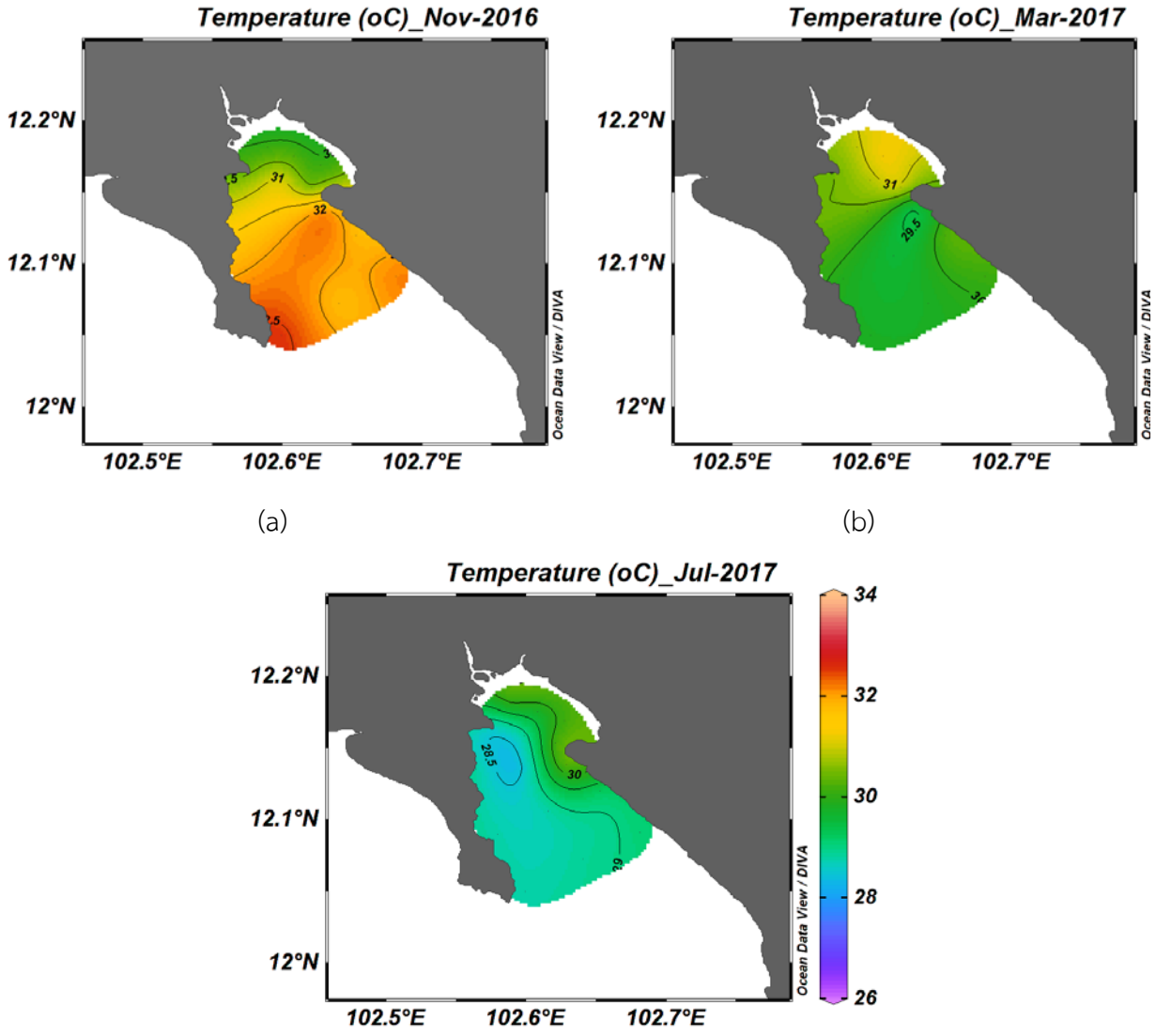
อุณหภูมิน้ำ

จากการศึกษาอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 30.1-32.6 องศาเซลเซียส โดยมีค่าสูงสุดบริเวณสถานี T15 และต่ำสุดที่สถานี T3 ทั้งนี้อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศได้รอบวัน โดยสถานีตอนในจะอุณหภูมิต่ำกว่าด้านนอกตามเวลาของการเก็บตัวอย่าง **(ภาพที่ 4-14a)**

ส่วนอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 29.3-31.3 องศาเซลเซียส โดยมีค่าสูงสุดบริเวณสถานี T2 และต่ำสุดที่สถานี T7 ซึ่งอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวตราดในการศึกษาครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน มีความแตกต่างกันตามช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง **(ภาพที่ 4-14b)**

ส่วนอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 28.4-30.4 องศาเซลเซียส โดยมีค่าสูงสุดบริเวณสถานี T7 และต่ำสุดที่สถานี T8 โดยในเดือนดังกล่าวมีค่าอุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าในเดือนอื่นๆ ที่ทำการศึกษา เป็นผลมาจากฤดูกาลและสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งยังสอดคล้องกับค่าความเค็มที่ พบว่า ในเดือนนี้มีค่าต่ำกว่าเดือนอื่นๆ ที่ทำการศึกษา เนื่องจากมีการไหลลงมาของมวลน้ำจืดซึ่งเป็นตัวการเจือจางความเค็มและลดอุณหภูมิของน้ำทะเลลงได้ **(ภาพที่ 4-14C)**

โดยภาพรวม พบว่า ซึ่งอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวตราดในแต่ละครั้งของการศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และอุณหภูมิของน้ำในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 มีค่าสูงกว่าในเดือนมีนาคมและเดือนกรกฎาคม 2560เล็กน้อย ซึ่งเป็นไปตามฤดูกาลเนื่องมาจากในเดือนกรกฎาคมเป็นตัวแทนของช่วงฤดูน้ำหลาก สังเกตได้จากค่าความเค็มต่ำที่ต่ำในช่วงเดือนดังกล่าว เนื่องมาจากมีการไหลลงมาของมวลน้ำจืดซึ่งเป็นตัวการเจือจางความเค็มและลดอุณหภูมิของน้ำทะเลลงได้ จึงทำให้ในช่วงเดือนดังกล่าวมีค่าอุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าในการศึกษาช่วงอื่นๆ



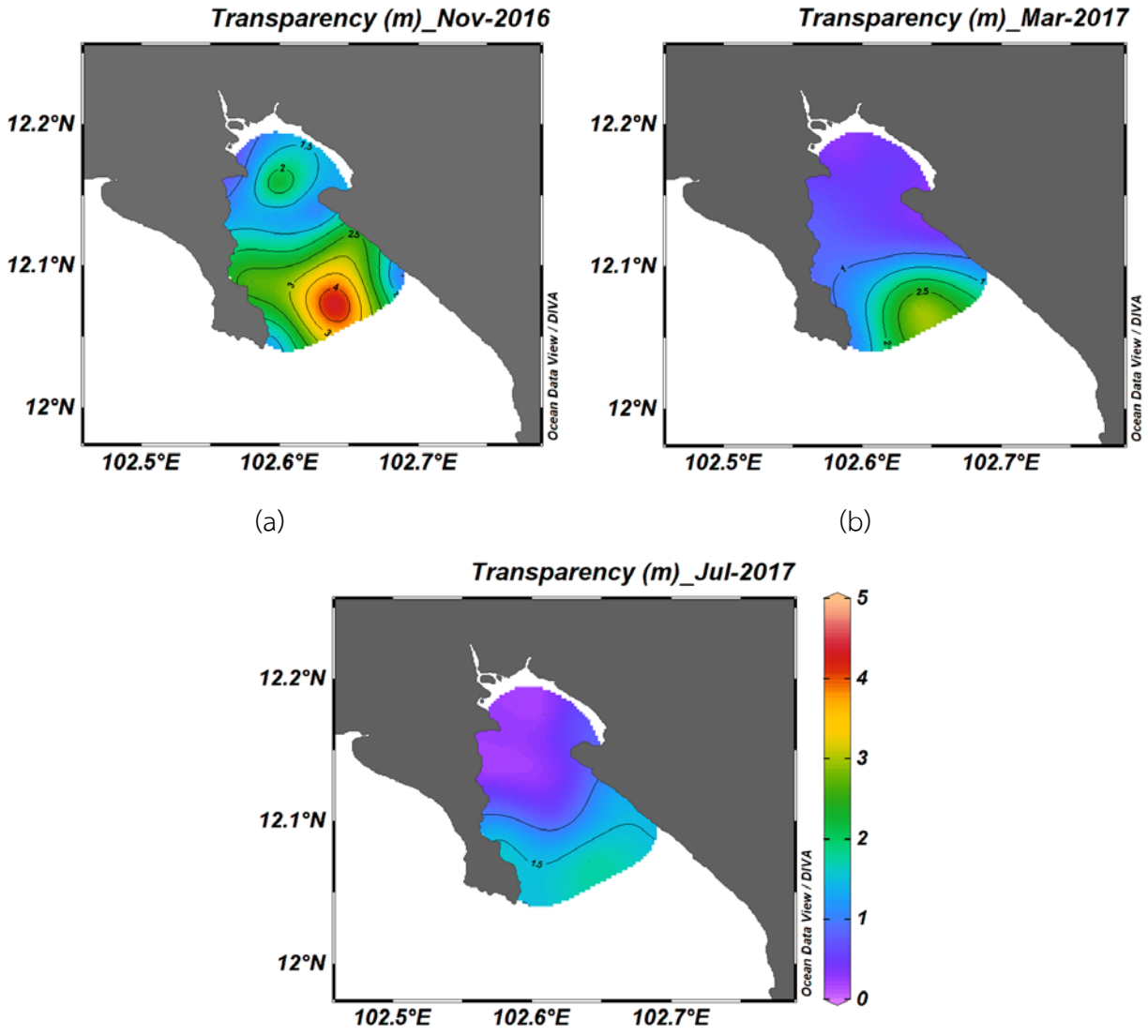
(a) (b)

(c)

ภาพที่ 4-14 การแพร่กระจายของอุณภูมิน้ำ (temperature ; °C) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)

ความโปร่งแสงของน้ำ

จากการศึกษาความโปร่งแสงของน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่า ค่าความโปร่งแสงมีค่าอยู่ในช่วง 1.0-4.5 เมตร โดยมีค่าสูงสุดในบริเวณสถานี T14 และต่ำสุดในสถานี T4 **(ภาพที่ 4-15a)**ส่วนความโปร่งแสงของน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ความโปร่งแสงของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.3-3.0 เมตร โดยมีค่าสูงสุดบริเวณสถานี T3 และต่ำสุดที่สถานี T14 **(ภาพที่ 4-15b)**ส่วนความโปร่งแสงของน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ความโปร่งแสงของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.2-1.8 เมตร โดยมีค่าสูงสุดบริเวณสถานี T2 และต่ำสุดที่สถานี T14 **(ภาพที่ 4-15C)**



(a) (b)

(c)

ภาพที่ 4-15 การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสงของน้ำ (transparency ; m) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)

จากการพิจารณาความโปร่งแสงของน้ำบริเวณอ่าวตราด พบว่า บริเวณที่มีค่าความโปร่งแสงต่ำ (ความขุ่นสูง) จะเป็นบริเวณอยู่ติดกับพื้นที่ชายฝั่ง ทั้งทางด้านตะวันออก และตะวันตกของอ่าวตราด นอกจากนี้ยังพบว่าพื้นที่ตอนในก็จะมีความโปร่งแสงที่ต่ำเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณชายฝั่งจะมีตะกอนแขวนลอยค่อนข้างมาก ประกอบกับพื้นที่ตอนในมีลักษณะเป็นที่ตื้นโอกาสที่ตะกอนจะฟุ้งขึ้นมามีสูง ส่วนบริเวณด้านนอกชายฝั่งจะจะมีความโปร่งแสงที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้เนื่องมากจากระดับน้ำที่มีความลึกเพิ่มมากขึ้น และจากการที่น้ำในบริเวณดังกล่าวได้รับอิทธิจากน้ำทะเลที่มีความใสมากกว่า บริเวณตอนในของอ่าว อย่างไรก็ตามค่าความโปร่งแสงที่พบถือว่าอยู่ในเกณฑ์ทั่วไป ซึ่งปกติแล้วความโปร่งแสงที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตอาศัยรวมถึงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำไม่ควรต่ำกว่า 0.6 เมตร

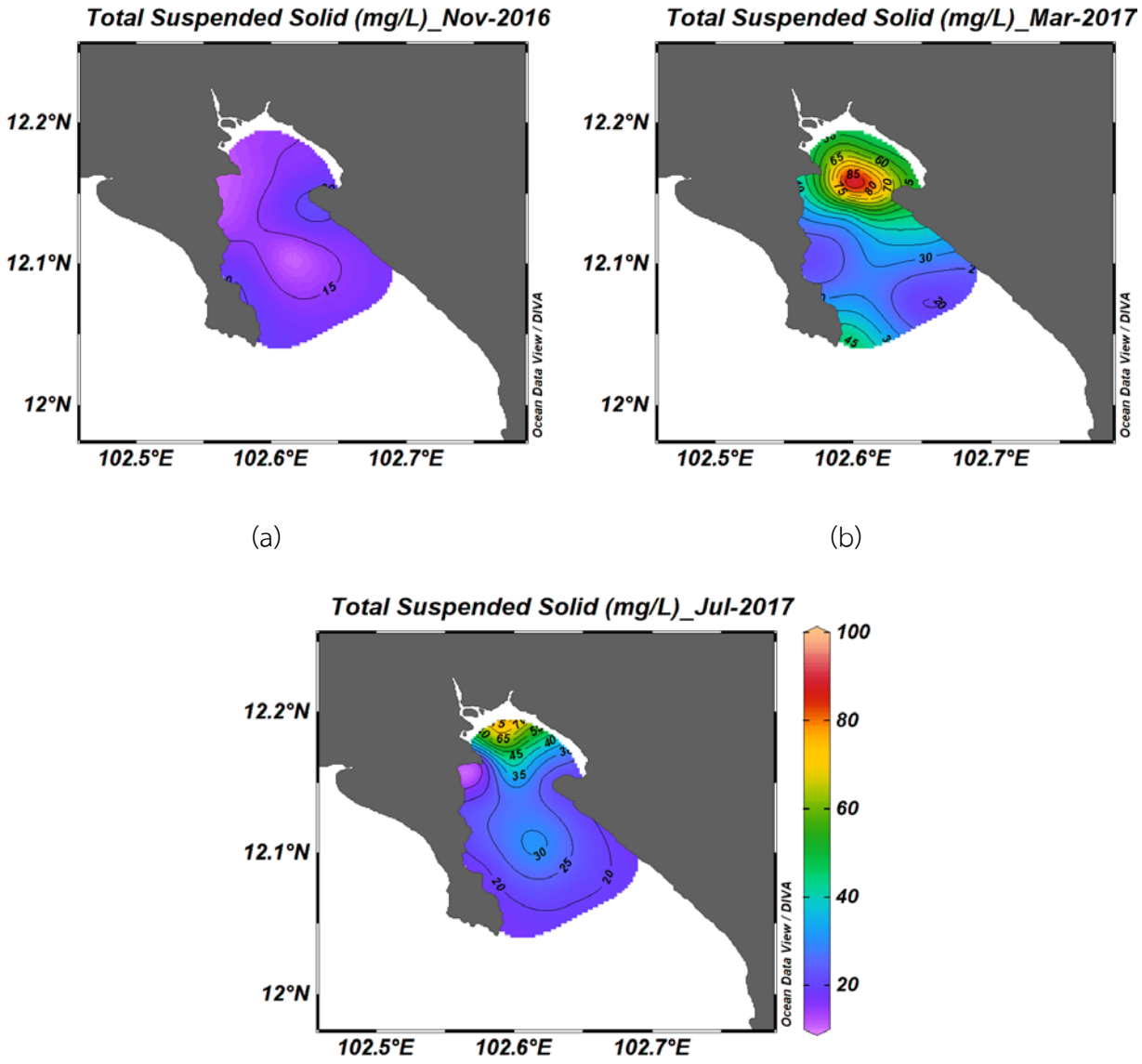
ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ

จากการศึกษาปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำบริเวณอ่าวตราด ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 10.4-22.5 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณสูงสุดที่สถานี T7 และต่ำสุดที่สถานี T11 **(ภาพที่ 4-16a)**

ส่วนปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำบริเวณอ่าวตราด ช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 20.2-97.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณสูงสุดที่สถานี T5 และต่ำสุดที่สถานี T14 **(ภาพที่ 4-16b)**

ส่วนปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำบริเวณอ่าวตราด ช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 11.0-70.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณสูงสุดที่สถานี T3 และต่ำสุดที่สถานี T4 **(ภาพที่ 4-16c)**

ผลการศึกษาปริมาณของแข็งแขวนลอยในพื้นที่อ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบปริมาณของแข็งแขวนลอยมีความแตกต่างกันในเชิงพื้นที่และเวลา โดยในช่วงมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงตัวแทนของต้นฤดูน้ำหลาก จะพบปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำมีใกล้เคียงกับช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำหลาก เนื่องจากปริมาณน้ำท่าที่มากในช่วงเดือนดังกล่าวประกอบกับช่วงเวลาทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงน้ำลงน้ำจืดจากพื้นที่ด้านในดันมวลน้ำจืดออกมายังพื้นที่ปากแม่น้ำและปะทะกับมวลของน้ำทะเลในพื้นที่ดังกล่าวทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนจากพื้นท้องน้ำด้านล่างขึ้นมาได้ง่าย และมวลน้ำจืดที่ไหลลงมานั้นมักหมุนวนอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวพอดี และมีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นตัวแทนช่วงฤดูแล้ง โดยลักษณะการแพร่กระจายของปริมาณของแข็งแขวนลอยบริเวณอ่าวตราดจะเห็นว่าบริเวณที่เป็นชายฝั่งและอยู่ติดกับคลองสาขาจะมีปริมาณตะกอนที่ค่อนข้างสูงกว่าบริเวณที่อยู่ตอนกลางของอ่าว ซึ่งลักษณะดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยที่อยู่บริเวณอ่าวตราดได้รับอิทธิพลจากลำคลองค่อนข้างชัดเจนปริมาณของแข็งแขวนลอยที่มีในปริมาณสูงในพื้นที่นี้น่าจะ เกิดจากกระบวนการฟุ้งกระจายของตะกอนพื้นท้องน้ำ อย่างไรก็ตามระดับของตะกอนแขวนลอยที่พบในการศึกษาช่วงเวลาดังกล่าวถือว่ามีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับบริเวณปากแม่น้ำอื่นๆเช่น แม่น้ำจันทบุรี แม่น้ำบางปะกงที่มีของแข็งแชวนลอยเท่ากับ 26.8 และ 86.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ



(a) (b)

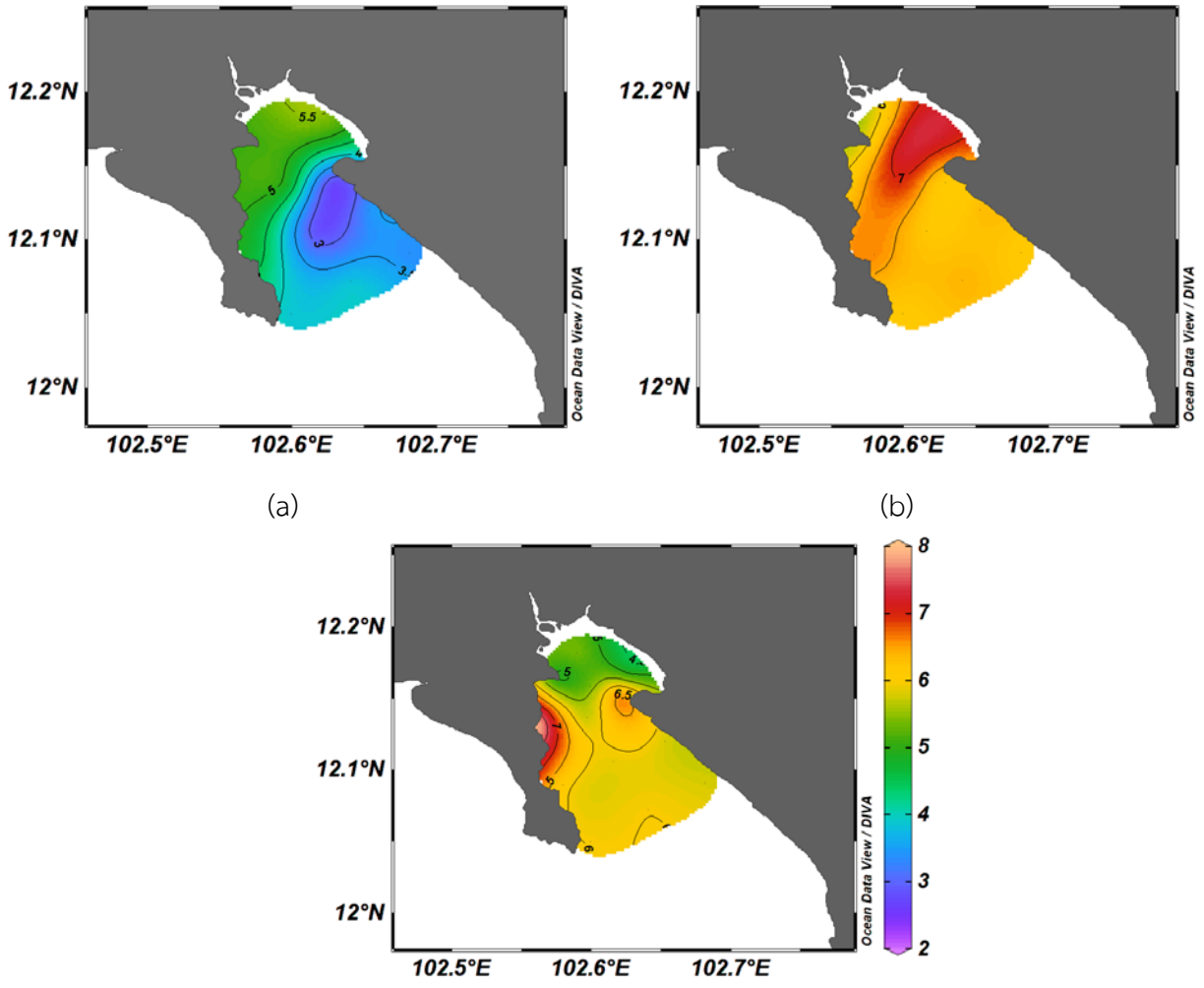
(c)

ภาพที่ 4-16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (total suspended solid TSS; mg/L) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่าปริมาณออกซิเจนมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 2.6-5.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณสถานี T2 และต่ำสุดบริเวณสถานี T7 **(ภาพที่ 4-17a)** และจากการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบว่าปริมาณออกซิเจนมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 6.0-7.3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณสถานี T5 และต่ำสุดบริเวณสถานี T4 **(ภาพที่ 4-17b)**

จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่าปริมาณออกซิเจนมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 4.7-7.9 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าสูงสุดอยู่บริเวณสถานี T9 และต่ำสุดบริเวณสถานี T1 **(ภาพที่ 4-17c)**



ภาพที่ 4-17 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (dissolved oxygen; mg/L) บริเวณอ่าวตราดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)

เมื่อพิจารณาการแพร่กระจายของออกซิเจนบริเวณอ่าวตราด พบว่า ค่าออกซิเจนมีค่าสูงอยู่บริเวณตอนในของอ่าว และมีแนวโน้มลดลงเมื่อไกลออกมา นอกจากนี้ยังพบว่าบริเวณฝั่งชายฝั่งฝั่งตะวันตกของอ่าวมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่าตอนกลางและฝั่งตะวันตกของอ่าว อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในพื้นที่อ่าวตราดอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) ยกเว้นในบริเวณตอนนอกของอ่าวในช่วงเดือนพฤศจิกายนที่มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (4 มิลลิกรัมต่อลิตร) ในบางสถานี

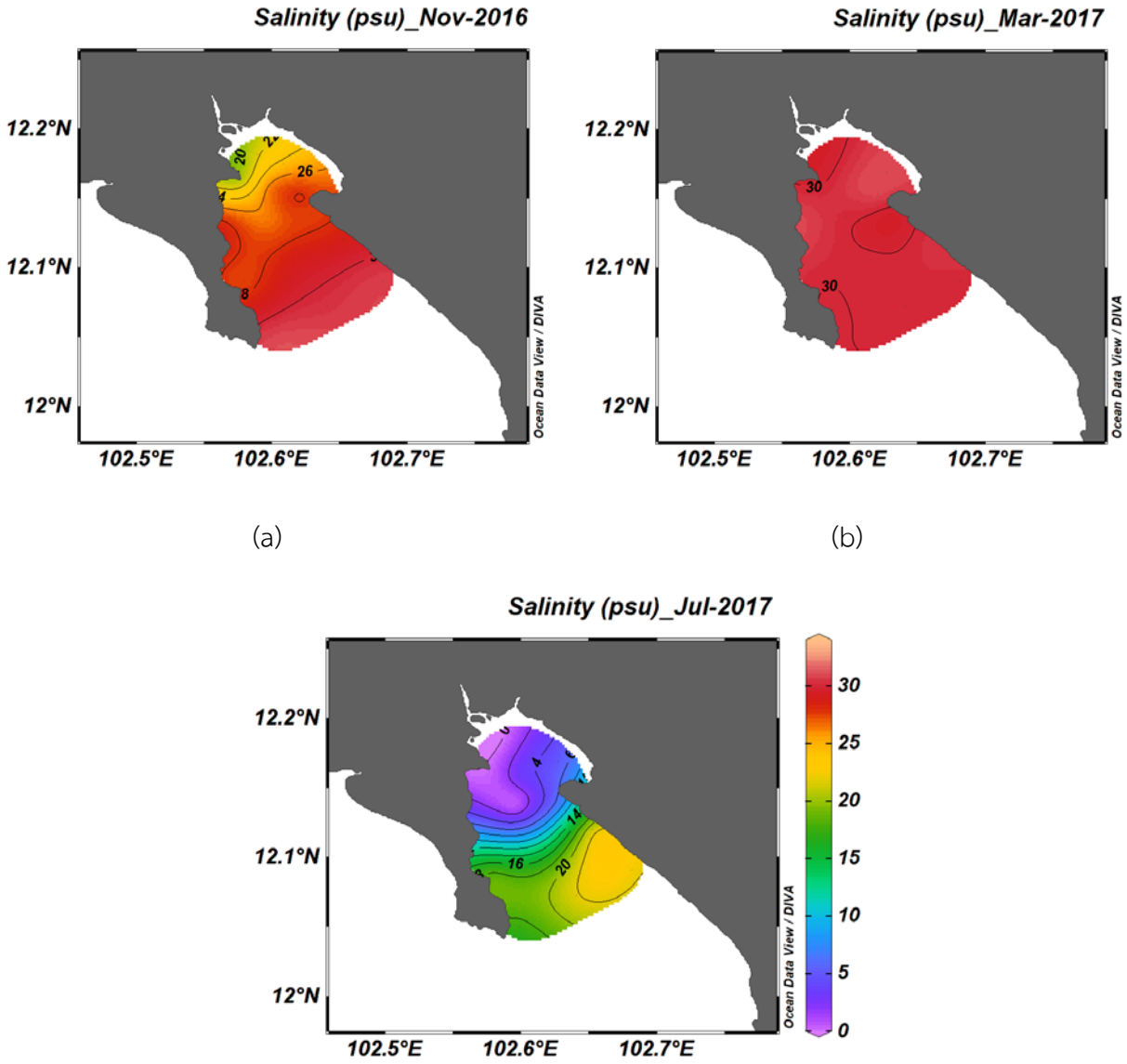
ความเค็มของน้ำ

จากการศึกษาความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่า ความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 19.7-31.0 psu โดยมีค่าความเค็มสูงสุดในสถานี T15 และต่ำสุดในสถานี T4 โดยความเค็มของน้ำจะมีค่าต่ำในบริเวณตอนในของอ่าวซึ่งได้รับอิทธิพลโดยตรงจากแม่น้ำตราด และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นบริเวณตอนกลางและตอนนอกของอ่าว **(ภาพที่ 4-18a)**

ความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบว่า ความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 29.3-31.2 psu โดยมีค่าความเค็มสูงสุดในสถานี T15 และต่ำสุดในสถานี T7 ในเดือนดังกล่าวพบว่า ค่าความเค็มของน้ำที่ค่อนข้างสูงและมีค่าใกล้เคียงกันทั้งพื้นที่อ่าว **(ภาพที่ 4-18b)**

ส่วนความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.1-22.5 psu โดยมีค่าความเค็มสูงสุดในสถานี T1 และต่ำสุดในสถานี T3 ค่าความเค็มของน้ำในพื้นที่อ่าวตราดมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเค็มของน้ำในช่วงกว้าง ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนที่ของมวลน้ำจืดจากแม่น้ำ เคลื่อนที่ไหลลงไปทางทิศใต้ของพื้นที่ ส่งผลให้พื้นที่ตอนในของอ่าวมีค่าความเค็มของน้ำที่ต่ำกว่าในพื้นที่ทางตอนนอกของอ่าวที่มีค่าความเค็มของน้ำที่ค่อนข้างสูงกว่าอย่างชัดเจน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงทิศทางการไหลของมวลน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเล **(ภาพที่ 4-18c)**

เมื่อพิจารณาถึงค่าความเค็ม พบว่า ค่าความเค็มพบมีความแตกต่างระหว่างพื้นที่อย่างชัดเจน โดยสถานีที่อยู่ทางด้านในของอ่าวจะมีค่าความเค็มต่ำกว่าสถานีที่อยู่ทางด้านนอกของอ่าว และค่าความเค็มจะเพิ่มสูงขึ้นตามระยะทางที่ห่างจากฝั่งสู่ทะเล ซึ่งแสดงให้เห็นอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง อิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำ และการไหลของปริมาณน้ำท่าลงสู่ทะเล ส่วนการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล พบว่า ค่าความเค็มของน้ำในเดือนกรกฎาคมมีค่าต่ำกว่าอีก 2 เดือน ที่ทำการศึกษา เนื่องจากเป็นช่วงฤดูน้ำหลากทำให้มีมวลน้ำจืดไหลลงสู่ปากแม่น้ำ เป็นการเจือจางค่าความเค็มของน้ำทะเลลง โดยความเค็มของน้ำจะมีค่าต่ำในบริเวณตอนในของอ่าวซึ่งได้รับอิทธิพลโดยตรงจากแม่น้ำตราด และจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นบริเวณตอนกลางและตอนนอกของอ่าว



(a) (b)

(c)

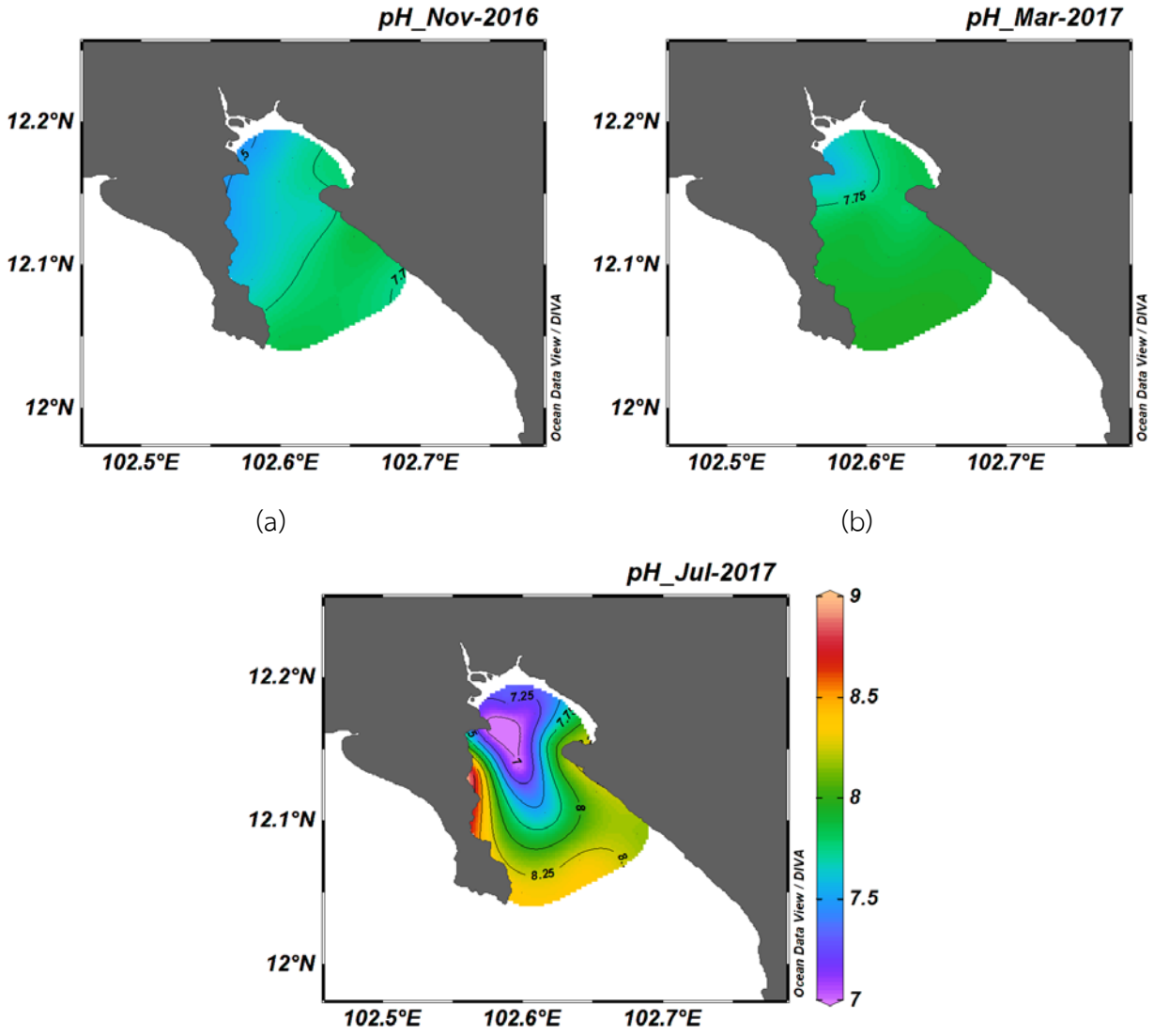
ภาพที่ 4-18 การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำ (salinity; psu) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)

ความเป็นกรด-เบสของน้ำ

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ บริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.5-7.9 โดยความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าสูงสุดในสถานี T12 และต่ำสุดในสถานี T9 **(ภาพที่ 4-19a)**

ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ บริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.6-8.0 โดยความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าสูงสุดในสถานี T14 และ T15 ส่วนความเป็นกรด-เบสต่ำสุดในสถานี T4 **(ภาพที่ 4-19b)**

ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ บริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 6.8-8.9 โดยความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าสูงสุดในสถานี T9 และต่ำสุดในสถานี T4 **(ภาพที่ 4-19c)**



(a) (b)

(c)

ภาพที่ 4-19 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-เบส บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลนั้น พบว่า ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 มีค่าใกล้เคียงกับเดือนมีนาคม 2560 แต่จะพบว่า ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำที่ทำการศึกษาในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 ค่าต่ำกว่าเดือนอื่นๆ ที่ทำการศึกษา เนื่องจากเป็นช่วงฤดูน้ำหลากทำให้มีมวลน้ำจืดไหลลงสู่ปากแม่น้ำ สังเกตได้จากค่าความเค็มในช่วงเดือนดังกล่าวที่มีค่าลดต่ำกว่าเดือนอื่นๆ (0.1-22.5 psu) ส่งผลทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำจึงมีค่าลดลงเช่นเดียวกับใน

โดยภาพรวม พบว่า ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำในบริเวณอ่าวตราด มีค่าแปรผันอยู่ในช่วง 6.8-8.9 โดยส่วนใหญ่ พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างในพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำทะเล (7.0-8.5) ค่าความเป็นกรดเป็นด่างมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ค่อนข้างน้อย ตอนในของอ่าวจะมีค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำต่ำกว่าตอนนอกของอ่าวเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิของความเค็มของน้ำซึ่งโดยปกติน้ำทะเลจะมีค่าความเป็นกรด-เบสที่สูงกว่าน้ำจืด และอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเลในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกัน

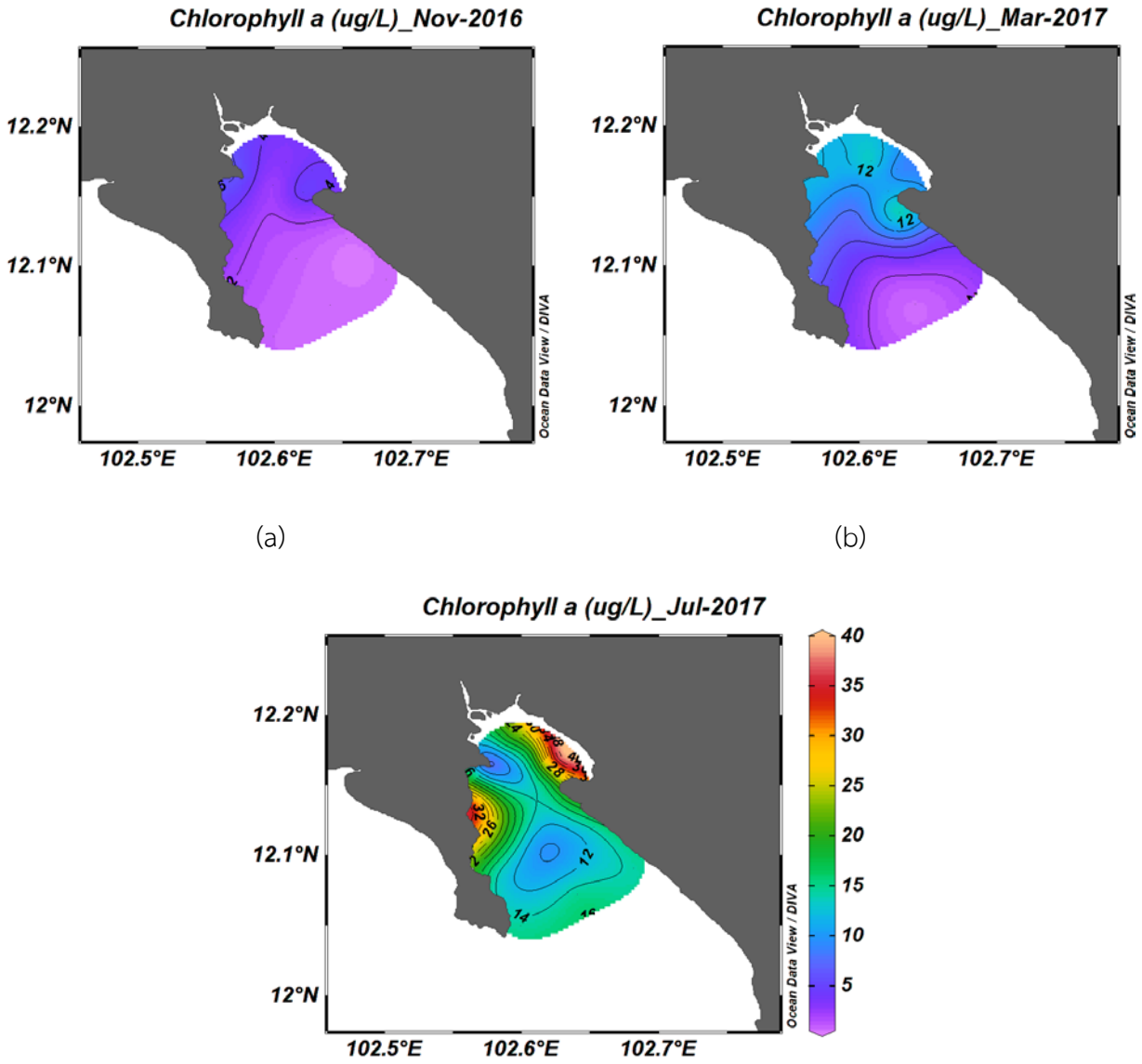
คลอโรฟิลล์ เอ

จากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในบริเวณอ่าวตราด ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.53-5.94 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดในสถานีที่ T4 และต่ำสุดในสถานี T12 **(ภาพที่ 4-20a)**

ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในบริเวณอ่าวตราด ช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.80-14.95 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดในสถานีที่ T2 และต่ำสุดในสถานี T14 **(ภาพที่ 4-20b)**

ส่วนในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในบริเวณอ่าวตราด พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 5.86-38.32 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดในสถานีที่ T1 และต่ำสุดในสถานี T4 **(ภาพที่ 4-20c)**

ทั้งนี้จากการพิจารณาการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณอ่าวตราดพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าสูงอยู่บริเวณตอนในของอ่าวโดยเฉพาะบริเวณที่ติดกับคลองสาขาที่ไหลลงสู่อ่าวตราด และจะมีแนวโน้มลดลงในบริเวณอ่าวตราดตอนนอก และเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำพบว่า อ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำ (oligotrophic) ถึงระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic)



(a) (b)

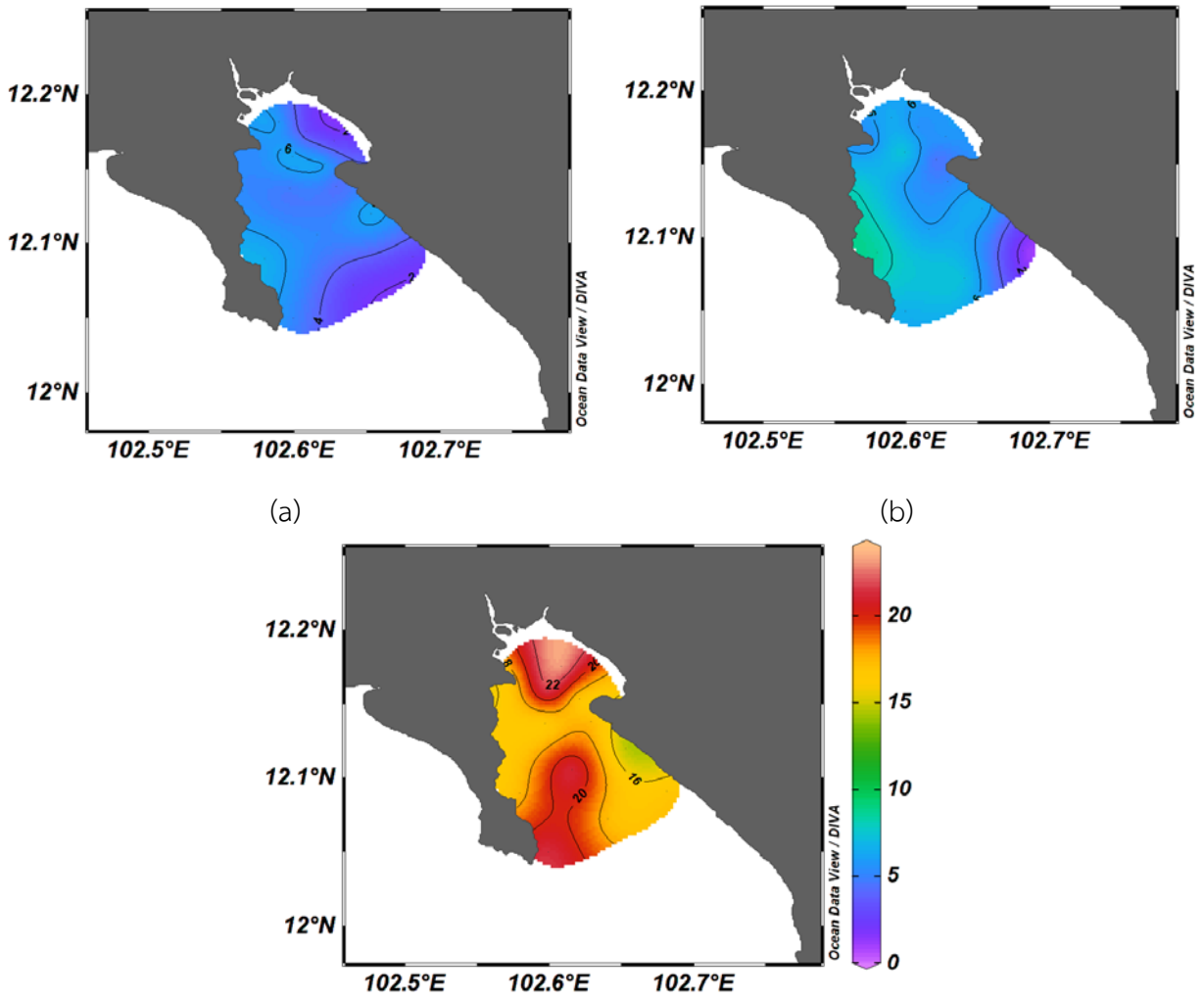
(c)

ภาพที่ 4-20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* (chlorophyll *a*; µg/L) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)

4.4 ปริมาณแร่ธาตุอาหารละลายน้ำบริเวณอ่าวตราด

แอมโมเนียม-ไนโตรเจน

จากการศึกษาปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 2.66-6.65 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T5 และต่ำสุดที่สถานี T1, T13 และ T14 **(ภาพที่ 4-21a)** ส่วนปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 1.33-8.64 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T10และต่ำสุดที่สถานี T13 **(ภาพที่ 4-21b)** ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำ บริเวณอ่าวตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่าอยู่ในช่วง 14.49-23.49 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T2 และต่ำสุดที่สถานี T12 **(ภาพที่ 4-21c)**



(a) (b)

(c)

ภาพที่ 4-21 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแอมโมเนียม (μM) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

จากผลการศึกษาในพื้นที่บริเวณอ่าวตราด พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 5.32-63.80 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวมทั้ง 3 ครั้งที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่าสูงและมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เล็กน้อย บริเวณทางด้านในของอ่าวมีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงกว่าทางด้านนอกของอ่าว เนื่องมาจากทางด้านในของอ่าวมีคลองสาขารอบอ่าวตราดซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชน และบ้านเรือน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสะสมของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูง เนื่องมาจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ได้หรือเป็นบริเวณที่มีการปล่อยของเสียจากบ้านเรือน และมีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนลดต่ำลงเมื่อห่างออกไปทางด้านนอกของอ่าวสู่ทะเล ซึ่งเป็นผลมาจากอิทธิพลจากกระบวนการเจือจางที่เกิดขึ้นโดยมวลน้ำทะเลในพื้นที่อ่าว

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล พบว่า ในเดือนพฤศจิกายน (ตัวแทนฤดูแล้ง) เดือนมีนาคม (ตัวแทนต้นฤดูน้ำหลาก) มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ใกล้เคียงกัน แต่จะพบว่าเดือนกรกฎาคม (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) จะพบปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงกว่าในฤดูกาลอื่นๆ ที่ทำการศึกษา ซึ่งเป็นผลมาจากในเดือนดังกล่าวเป็นช่วงฤดูน้ำหลาก ปริมาณน้ำท่าเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการ ชะล้างน้ำเสียและสารอินทรีย์ต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ

ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน

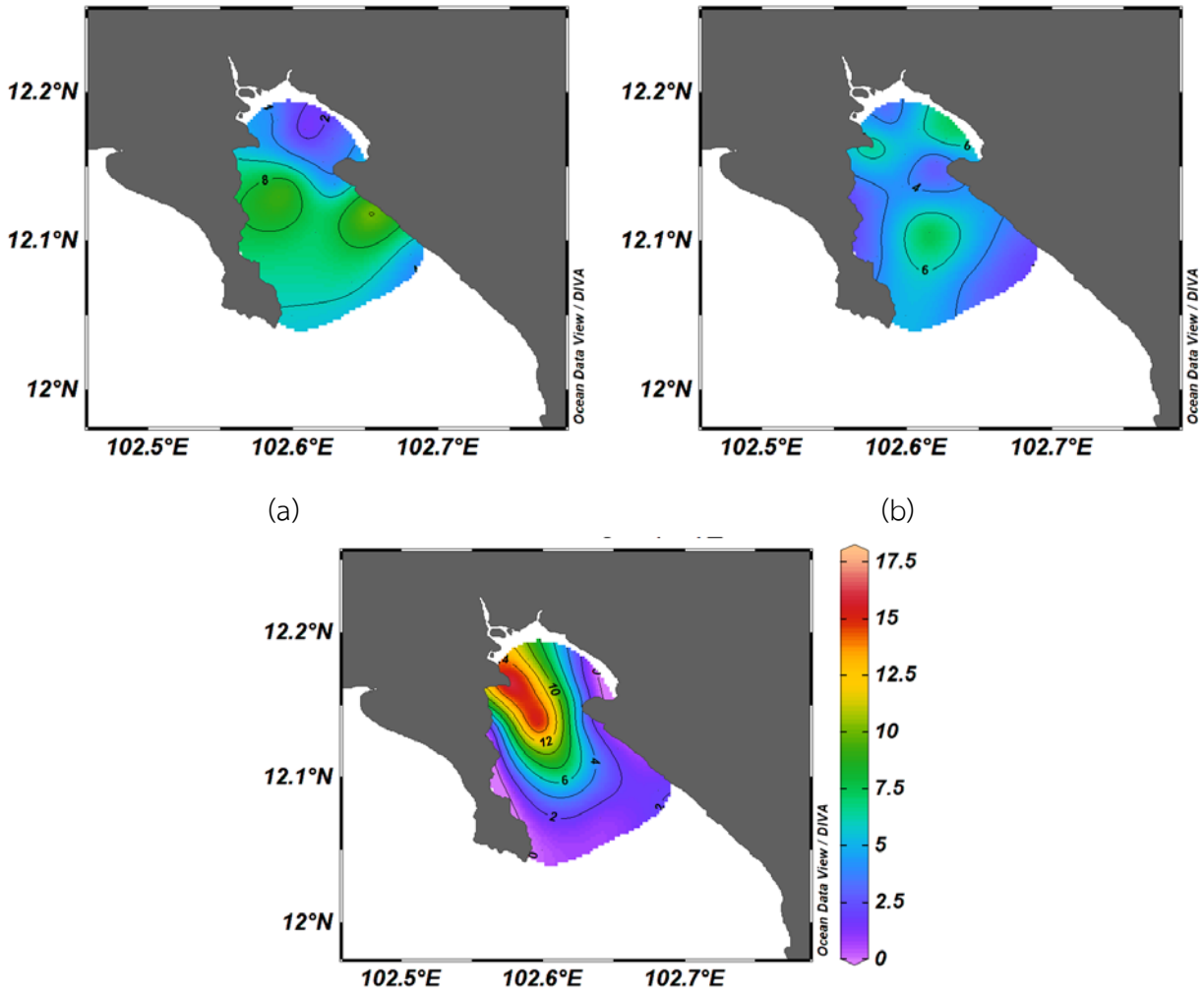
จากการศึกษาปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 1.17-10.52 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T12 บริเวณคลองหนองปลาดุก และต่ำสุดที่สถานี T2 **(ภาพที่ 4-22a)**

ส่วนปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่าปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 2.34-7.89 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T11 และต่ำสุดที่สถานี T6 **(ภาพที่ 4-22b)**

ปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณอ่าวตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่าปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.30-16.80 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T4 และต่ำสุดที่สถานี T15 **(ภาพที่ 4-22c)**

จากผลการศึกษาในพื้นที่บริเวณอ่าวตราด พบว่า ปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 5.32-63.80 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวมทั้ง 3 ครั้งที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน มีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เล็กน้อย

การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล พบว่า ในเดือนพฤศจิกายน (ตัวแทนฤดูแล้ง) เดือนมีนาคม (ตัวแทนต้นฤดูน้ำหลาก) มีปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ใกล้เคียงกัน แต่จะพบว่าเดือนกรกฎาคม (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) จะพบปริมาณไนโตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน สูงกว่าในฤดูกาลอื่นๆ ที่ทำการศึกษา ซึ่งเป็นผลมาจากในเดือนดังกล่าวเป็นช่วงฤดูน้ำหลาก ปริมาณน้ำท่าเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดการ ชะล้างน้ำเสียและสารอินทรีย์ต่างๆ ลงสู่แหล่งน้ำ



ภาพที่ 4-22 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไนไตรท์และไนเตรท (μM) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

โดยปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางธรรมชาติ ซึ่งปกติไนไตรท์-ไนโตรเจนจะพบในพื้นที่มีสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง และกระบวนการย่อยสลายเพิ่งเริ่มเกิดขึ้น หรือในบริเวณที่ออกซิเจนค่อนข้างต่ำไม่เพียงพอกับการย่อยสลายสารอินทรีย์

ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

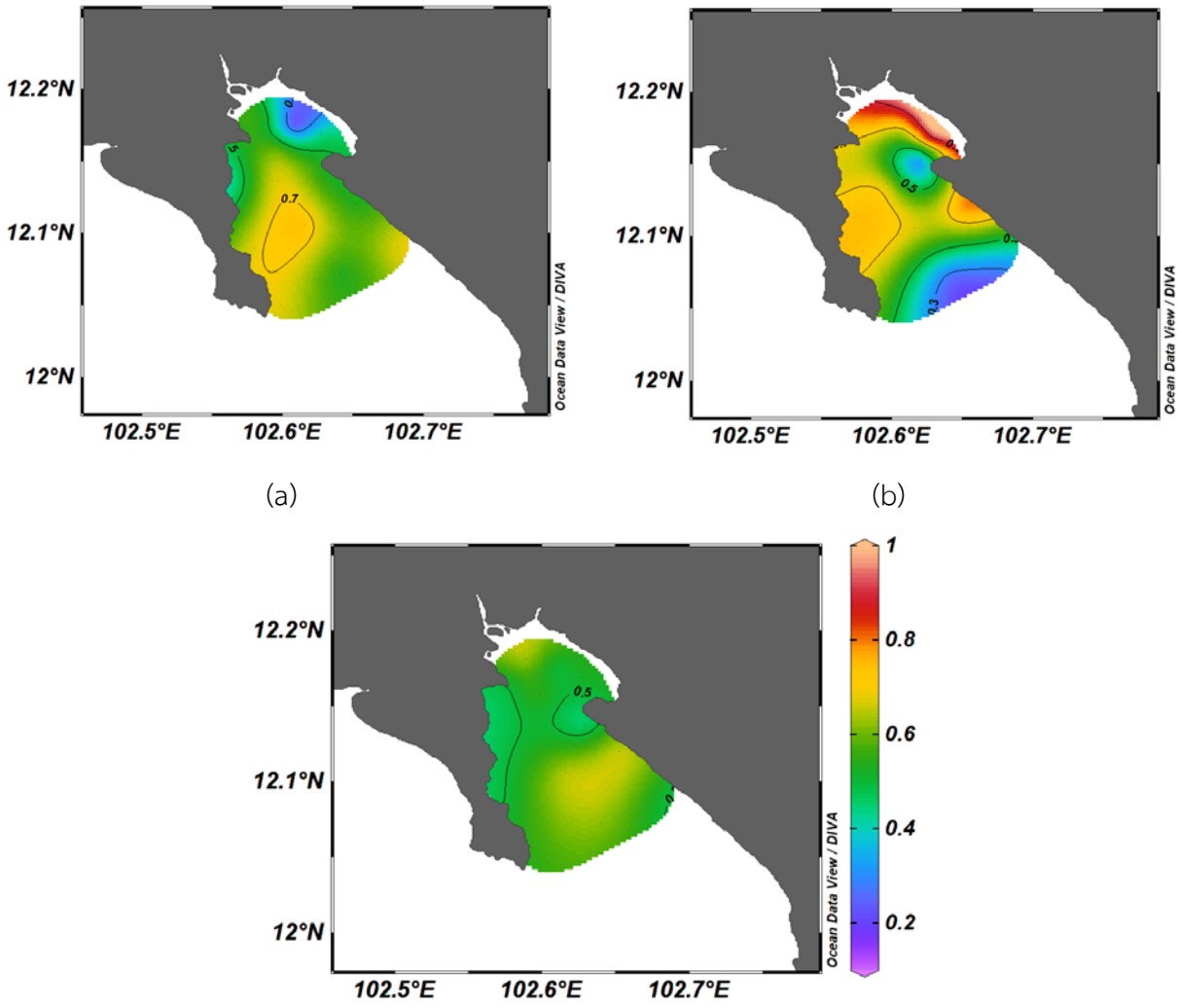
จากการศึกษาปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.18-0.74 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T11 และต่ำสุดที่สถานี T2 **(ภาพที่ 4-23a)**

ส่วนปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.27-0.95 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T1 และต่ำสุดที่สถานี T6 **(ภาพที่ 4-23b)**

ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในน้ำบริเวณอ่าวตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.44-0.67 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T12 และต่ำสุดที่สถานี T7 **(ภาพที่ 4-23c)**

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ทั้ง 3 ครั้งที่ทำการศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่และลักษณะการแพร่กระจายของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีความคล้ายคลึงกับค่าความเค็ม และปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ซึ่งพบว่ามีค่าสูงบริเวณคลองสาขาและตอนในของอ่าวซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชน และบ้านเรือน โดยมีแนวโน้มสูงบริเวณพื้นที่ตอนในของอ่าว ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการสะสมของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงเนื่องมาจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ได้ หรือเป็นบริเวณที่มีการปล่อยของเสียจากบ้านเรือนแล้วจึงลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะทางที่ห่างจากคลองสาขาลงสู่ทะเล และแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของน้ำจืดที่ไหลจากแม่น้ำลงสู่ทะเลลักษณะดังกล่าวแสดงให้เห็นอิทธิพลจากการชะล้าง จากแผ่นดินลงสู่ทะเล (runoff) เป็นสิ่งยืนยันได้เป็นอย่างดีในเรื่องของอิทธิพลของปริมาณน้ำหลากจากแผ่นดิน จะนำออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเข้าสู่ระบบนิเวศของพื้นที่ศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้กับค่ามาตรฐาน พบว่า ปริมาณของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานของ ASEAN marine water quality (0.48 μm) (Chongprasith *et al*., 1999) แต่ยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบค่าคุณภาพน้ำที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้กับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2550) ค่ามาตรฐานน้ำทะเลได้กำหนดให้ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีได้ไม่เกิน 1.45 ไมโครโมลาร์ อนึ่ง ณ ระดับความเข้มข้นที่ 1 ไมโครโมลาร์ ยังจัดเป็นระดับที่ก่อให้เกิดปัญหาการสะพรั่งของพืชน้ำ (Eutrophication) ในระบบนิเวศน้ำกร่อยได้ (Meksumpun and Meksumpun, 2008) การแพร่กระจายของธาตุอาหารชนิดนี้ สะท้อนให้เห็นถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรม น้ำทิ้งและสิ่งปนเปื้อนจากชุมชน



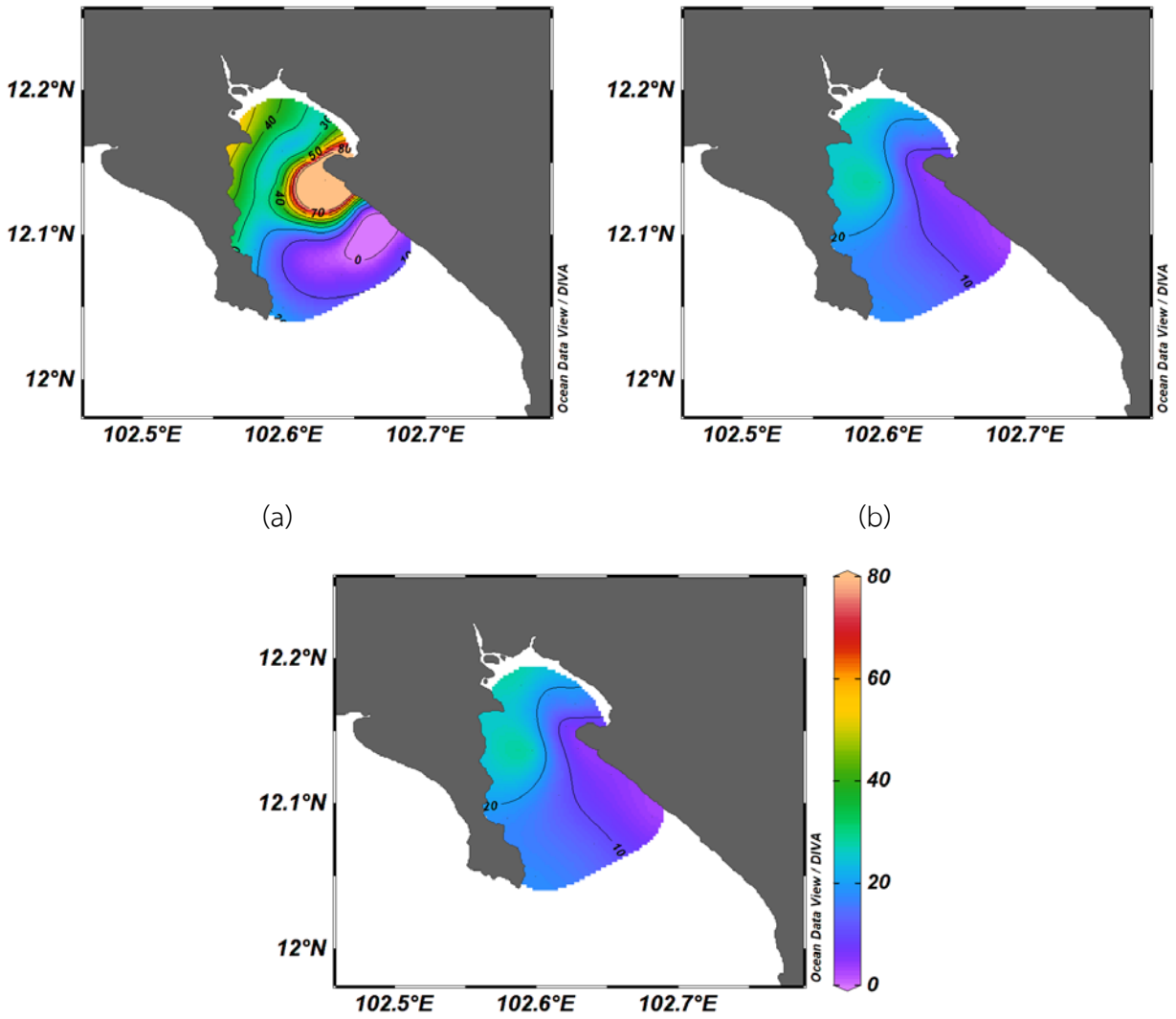
ภาพที่ 4-23 การเปลี่ยนแปลงฟอสเฟต (Phosphate ; µM) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ซิลิเกต-ซิลิกอน

จากการศึกษาปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในน้ำบริเวณลำคลองสาขารอบอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่าอยู่ในช่วง 5.36-46.47 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T9 และต่ำสุดที่สถานี T14 (ภาพที่ 4-24a)

ส่วนปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่าอยู่ในช่วง 3.57-28.60 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T8 และต่ำสุดที่สถานี T13 **(ภาพที่ 4-24b)**

ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในน้ำบริเวณอ่าวตราด เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน มีค่าอยู่ในช่วง 33.83-76.16 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี T10 และต่ำสุดที่สถานี T10 **(ภาพที่ 4-24c)**



(a) (b)

(c)

ภาพที่ 4-24 การเปลี่ยนแปลงซิลิเกต (Silicate ; µM) บริเวณอ่าวตราด

ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในเดือนกรกฎาคม 2560 (เป็นช่วงฤดูน้ำหลาก) มีค่าสูงกว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560 อย่างเห็นได้ชัดเจน ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณน้ำท่าที่มีมากในช่วงเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นตัวการชะล้างธาตุอาหารดังกล่าวจากแผ่นดินลงสู่แหล่งน้ำ และเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนดังกล่าวทำการเก็บตัวอย่างในช่วงที่มีน้ำลงต่ำสุด จึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำ

ทำให้มีมวลน้ำจืดไหลลงสู่ปากแม่น้ำและจากอิทธิพลดังกล่าวทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของผิวหน้าดินตะกอนทำให้เกิดการผสมผสานของธาตุอาหารจากผิวหน้าดินตะกอนขึ้นมาสู่มวลน้ำ

การแพร่กระจายของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีแนวโน้มลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้นของสถานีที่อยู่ห่างจากด้านในของอ่าวตราดออกไปตามลำดับ นอกจากนี้ในขณะเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนดังกล่าวทำการเก็บตัวอย่างในช่วงที่มีน้ำลงจึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำ ทำให้มีมวลน้ำจืดไหลลงสู่ปากแม่น้ำและจากอิทธิพลดังกล่าวทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของผิวหน้าดินตะกอนทำให้เกิดการผสมผสานของธาตุอาหารจากผิวหน้าดินตะกอนขึ้นมาสู่มวลน้ำ

ปริมาณซิลิเกตในระบบแม่น้ำ นับเป็นธาตุอาหารที่พบในปริมาณที่สูง และมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมี และได้รับอิทธิพลจากการกัดเซาะและไหลบ่าของน้ำโดยเฉพาะในช่วงฤดูน้ำหลาก ซิลิเกตในระบบแม่น้ำจะมีบทบาทต่อสิ่งมีชีวิตที่มักนำธาตุอาหารซิลิเกตไปใช้ และสะท้อนการไหลบ่าของน้ำใหม่ได้ และยังสะท้อนให้เห็นอิทธิพลของฤดูกาล รวมถึงบทบาทของการพัดพาของธาตุอาหารจากแผ่นดินลงสู่แหล่งน้ำ

4.5 คุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด

การศึกษาคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด ทำการศึกษาและเก็บทั้งสิ้น 15 สถานี โดยแบ่งออกเป็น 3 พื้นที่ได้แก่ อ่าวตราดฝั่งตะวันตก (T3 T4 T9 T10 และ T15) อ่าวตราดตอนกลาง (T2 T5 T8 T11 และ T14) อ่าวตราดฝั่งตะวันออก (T1 T6 T7 T12 และ T13) โดยปัจจัยที่ทำการศึกษาได้แก่ ปริมาณน้ำในดิน (water content ; WC) ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน (total organic matter; TOM) และ ปริมาณซัลไฟล์รวมในดินตะกอน (acid volatile sulfide; AVS) โดยมีผลการศึกษาดังนี้

ปริมาณน้ำในดินตะกอน

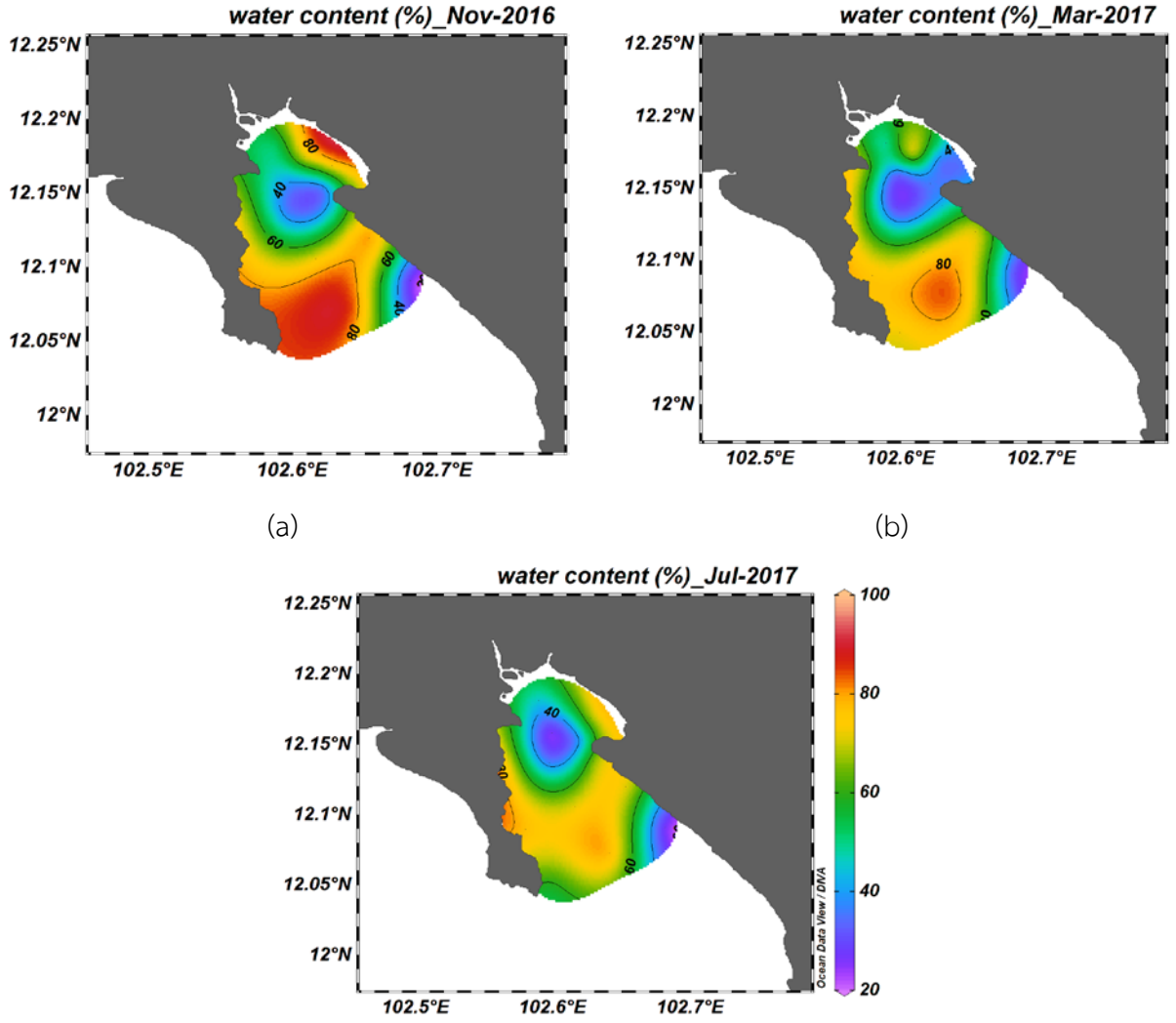
ดินตะกอนมีองค์ประกอบของมวลดิน 3 ส่วนใหญ่ๆ ส่วนแรกคือส่วนที่เป็นเม็ดดินหรือของแข็ง ส่วนที่สองคือส่วนที่เป็นน้ำหรือของเหลวและส่วนที่สามคือส่วนที่เป็นอากาศหรือก๊าซจากการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอน

ปริมาณน้ำในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 25.3-86.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงสุดในสถานี T14 และ มีค่าต่ำสุดในสถานี T13 โดยรูปแบบการแพร่กระจายของปริมาณน้ำในดินจะมีค่าสูงบริเวณด้านนอกของอ่าวตราดซึ่งส่วนมากดินจะมีลักษณะเป็นโคลนเลนส่วนบริเวณตอนกลางและบริเวณใกล้ปากแม่น้ำจะมีค่าน้ำในดินต่ำซึ่งลักษณะของดินตะกอนเป็นทรายและกรวดซึ่งปริมาณน้ำในดินจะได้รับอิทธิพลจากน้ำที่มาจากแผ่นดินและการพัดพา **(ภาพที่ 4-25a)**

ปริมาณน้ำในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 27.2-82.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงสุดในสถานี T14 และ มีค่าต่ำสุดในสถานี T8 **(ภาพที่ 4-25b)** ลักษณะของปริมาณน้ำในดินที่พบในช่วงเดือนมีนาคม 2560 มีลักษณะคล้ายกับในเดือนพฤศจิกายน โดยบริเวณตอนนอกของอ่าวจะมีปริมาณน้ำในดินค่อยข้างสูง และจะมีค่าค่อนข้างต่ำบริเวณตอนในและตอนกลาง โดยเฉพาะบริเวณ

ตอนในซึ่งติดกับแม่น้ำตราดจะมีค่าค่อนข้างต่ำเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำตราดทำให้ตะกอนไม่สามารถสะสมในบริเวณดังกล่าวได้

ปริมาณน้ำในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 23.5-79.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงสุดในสถานี T14 และ มีค่าต่ำสุดในสถานี T5 **(ภาพที่ 4-25c)** การกระจายของปริมาณน้ำในดินจะมีค่าสูงอยู่บริเวณตอนนอกของอ่าวสาเหตุน่าจะมาจากเป็นบริเวณที่น้ำค่อนข้างเบา ตะกอนขนาดเล็กสามารถตกลงสู่บริเวณนี้ได้มาก



(a) (b)

(c)

ภาพที่ 4-25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดิน (water content; %) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอ่าวตราด

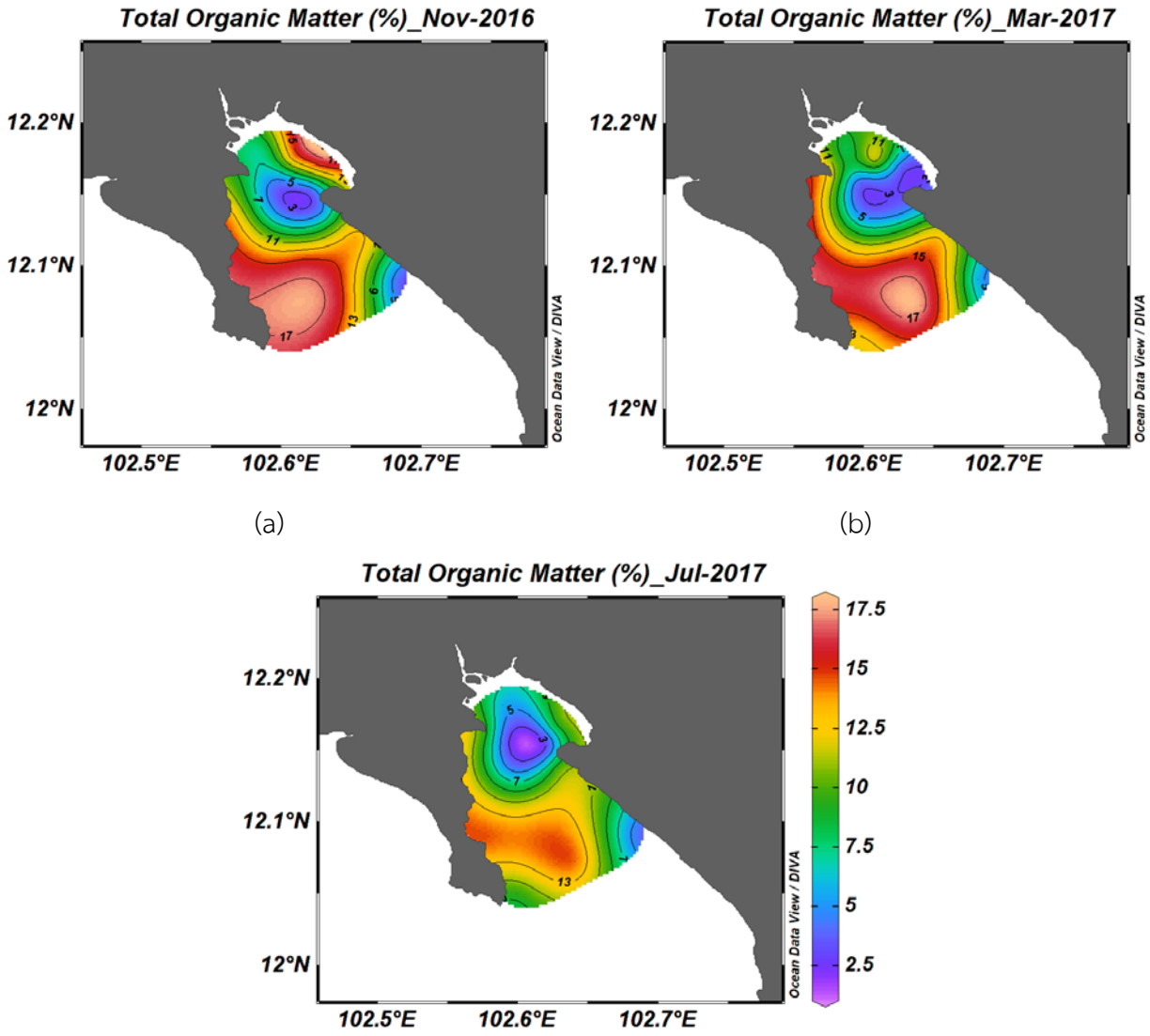
สารอินทรีย์ในระบบพื้นท้องน้ำนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเป็นอาหารและแหล่งพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำ ทั้งนี้สารอินทรีย์ทีย่อยสลายแล้วนั้นจะกลายเป็นสารอนินทรีย์ซึ่งสามารถแพร่สู่มวลน้ำด้านบนได้และเป็นเข้าสู่การผลิตขั้นต้นในห่วงโซ่อาหารต่อไป สารอินทรีย์ที่พบในระบบนิเวศพื้นท้องมีหลายรูปแบบ ได้แก่ สารละลายอินทรีย์ในดินตะกอน สารแขวนลอยบริเวณพื้นรอยต่อของน้ำกับผิวดิน และกลุ่มสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนสะสมในมวลดินโดยไม่ถูกย่อยสลาย

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 3.0-16.9 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดในสถานี T15 และต่ำสุดในสถานี T6 (**ภาพที่** 4-26a)

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 2.5-17.9 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดในสถานี T14 และต่ำสุดในสถานี T5 **(ภาพที่ 4-26b)**

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 1.6-14.8 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดในสถานี T14 และต่ำสุดในสถานี T5 **(ภาพที่ 4-26c)**

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ที่ได้สอดคล้องกับปริมาณน้ำในดินตะกอน ซึ่งตามหลักการแล้วพารามิเตอร์ทั้งสองนี้จะมีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันเสมอ การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์ในพื้นที่อ่าวตราดจะลักษณะคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดิน คือจะมีค่าสูงบริเวณด่านนอกของอ่าว และมีค่าต่ำบริเวณอ่าวตราดตอนใน สำหรับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน บริเวณอ่าวตราด พบว่า การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยบริเวณอ่าวตราดมีการตกสะสมของปริมาณสารอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ฤดูกาล พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด มีระดับความอุดมสมบูรณ์ที่สูงมาก



(a) (b)

(c)

ภาพที่ 4-26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน (total organic mater; %) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน

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

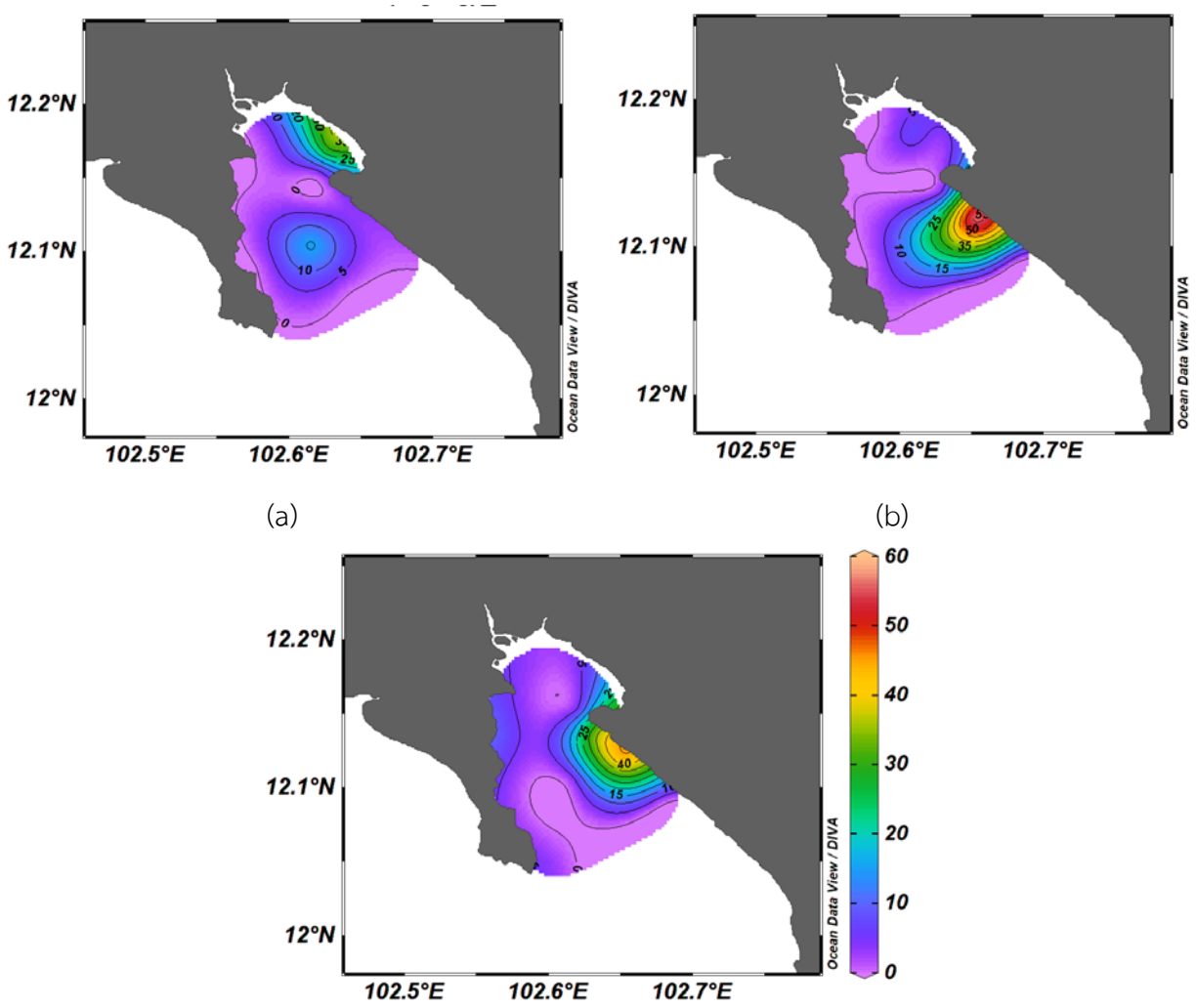
จากการศึกษาปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน บริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่า ปริมาณซัลไฟล์รวมในดินมีค่าอยู่ในช่วง nd-31.83 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีค่าสูงสุดในสถานี T1 **(ภาพที่ 4-27a)**

จากการศึกษาปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน บริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบว่า ปริมาณซัลไฟล์รวมในดินมีค่าอยู่ในช่วง nd-60.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีค่าสูงสุดในสถานี T12 **(ภาพที่ 4-27b)**

จากการศึกษาปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน บริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 พบว่า ปริมาณซัลไฟล์รวมในดินมีค่าอยู่ในช่วง nd-45.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีค่าสูงสุดในสถานี T12 **(ภาพที่ 4-27c)**

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณซัลไฟล์รวมในดินจะมีค่าสูงบริเวณกลางและทางด้านฝั่งตะวันออกของอ่าวตราด ทั้งนี้ปริมาณซัลไฟล์รวมในดินตะกอนจะได้รับอิทธิพลจาก ปริมาณสารอินทรีย์รวมและความลึกของน้ำซึ่งบริเวณที่มีความลึกของน้ำจะมีผลกับออกซิเจนที่อยู่ในบริเวณพื้นท้องน้ำทำให้เกิดซัลไฟด์ในดินได้สูงกว่าบริเวณอื่น สำหรับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน พบว่า การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน ทั้งนี้ จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ฤดูกาล พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด มีระดับตั้งแต่ไม่มีการสะสมมลพิษไปจนถึง การสะสมของมลพิษระดับปานกลาง

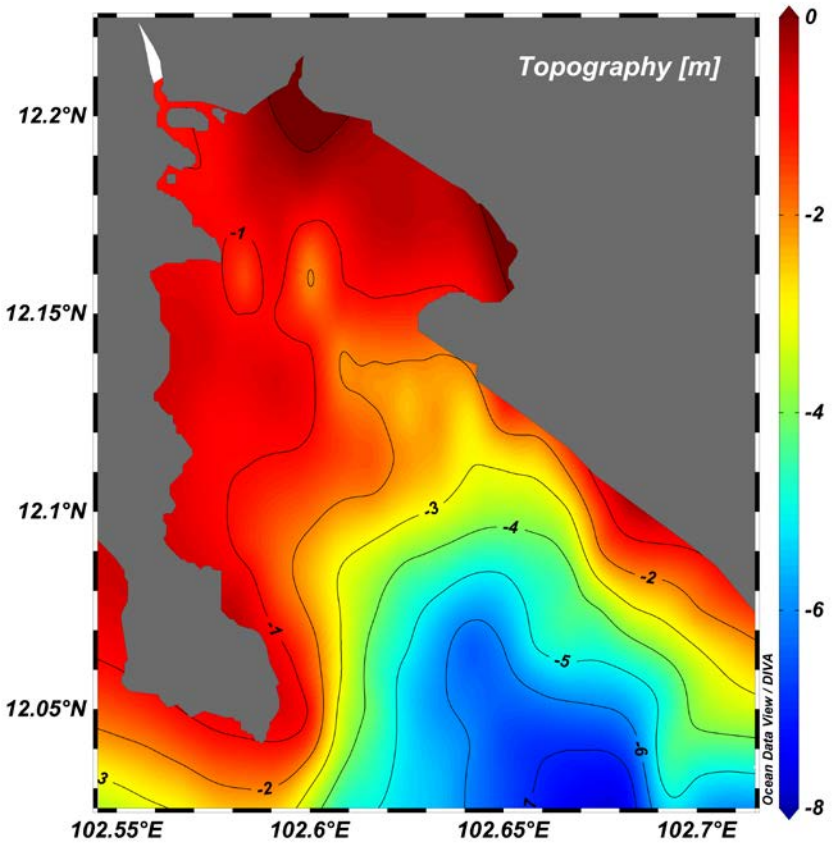
อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาในด้านมลภาวะของดินพื้นท้องน้ำต่อสิ่งแวดล้อม พบว่าปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอนมีทิศทางเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในเดือนมีนาคมและเดือนกรกฎาคม 2560 ในบริเวณสถานี T12 ซึ่งอยู่บริเวณอ่าวตราดทางด้านฝั่งตะวันออกซึ่งมีปริมาณซัลไฟด์ในดินสูงขึ้นมาก สอดคล้องกับระดับของสารอินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาเช่นกัน แม้ในขณะนี้ยังอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำ แต่พบแนวโน้มมลภาวะที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การป้องกันมลพิษจากซัลไฟด์จึงต้องย้อนกลับไปสู่การควบคุมปริมาณสารอินทรีย์ในพื้นที่ไม่ให้มากเกินกว่าที่กระบวนการย่อยสลายจะรองรับได้



ภาพที่ 4-27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน (acid volatile sulfide; mg/kg dry weight) บริเวณอ่าวตราด ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

4.6 ลักษณะสัณฐานบริเวณอ่าวตราด

ลักษณะสัณฐานบริเวณอ่าวตราด ทำการศึกษาโดยใช้ระดับความลึกของน้ำ ซึ่งในช่วงทำการศึกษาจะใช้ข้อมูลระดับน้ำทะเลปานกลางในการอ้างอิง ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ความลึกของน้ำบริเวณอ่าวตราดมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-8 เมตร **(ภาพที่ 4-28)** โดยบริเวณตอนในของอ่าวจะมีลักษณะที่ค่อนข้างตื้นโดยเฉพาะบริเวณที่ติดกับแม่น้ำตราดฝั่งตะวันตกโดยความลึกของน้ำจะมีแนวโน้มที่ลึกมากขึ้นบริเวณกลางอ่าว



ภาพที่ 4-28 ระดับความลึกของน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559

4.7 แบบจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำ

แบบจำลองเชิงตัวเลข Princeton Ocean Model (POM) 3 มิติ (Three-dimensional model) ที่พัฒนาโดย Blumberg and Mellor (1977) ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการไหลเวียนกระแสน้ำ โดยรวมเอาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการไหลเวียนกระแสน้ำได้แก่ ลม น้ำท่า น้ำขึ้นน้ำลง แกระแสน้ำจากภายนอก อุณหภูมิและความเค็มของน้ำทะเล รวมไปถึงความลึกพื้นท้องทะเล เพื่อใช้ในการคำนวณการไหลเวียนกระแสน้ำภายใต้สมการควบคุมได้แก่ สมการการเคลื่อนที่ (Equations of Motion) และสมการการอนุรักษ์มวล (Conservation of Mass)

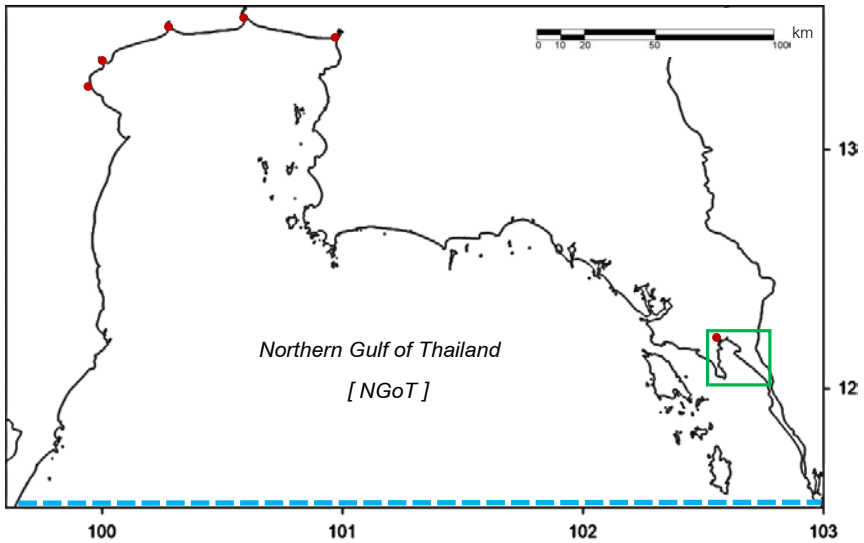
โดยวิธีการศึกษาจะทำการจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนเหนือระหว่างละติจูดที่ 11.5 – 13.5 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 99.6 - 103 องศาตะวันออ ก **(ภาพที่ 4-29)** ซึ่งครอบคลุมพื้นที่อ่าวไทยตอนบนและอ่าวไทยตอนกลางฝั่งตะวันออก โดยมีความละเอียดเชิงพื้นที่ (Horizontal grid) 0.5 ลิปดา หรือประมาณ 1 ตารางกิโลเมตร และความละเอียดตามความลึก (Vertical grid) 10 ชั้น โดยข้อมูลความลึกพื้นท้องทะเลจากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ข้อมูลอุณหภูมิและความเค็มของน้ำทะเลจาก National Oceanographic Data Center, NODC (World Ocean Atlas 2013) และข้อมูลลมราย 3 ชั่วโมง จากแบบจำลองการคาดการณ์สภาพอากาศ European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ถูกนำมาทำการประมาณ

ค่าให้มีจุดพิกัดตรงกับจุดพิกัดของกริดที่กำหนดไว้โดยใช้ Gaussian method ซึ่งค่าที่อยู่ใกล้จะมีอิทธิพลมากกว่าค่าที่อยู่ไกลจากจุดที่ต้องการประมาณค่า **(สมการที่ 1)** ข้อมูลน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนระยะยาวที่ไหลลงสู่ทะเล (กรมชลประทาน) ถูกอัปเดตเป็นค่าความสูงของน้ำในบริเวณปากแม่น้ำ ส่วนข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสน้ำจากภายนอกได้จากการสกัดค่าระดับน้ำและกระแสน้ำ (Data extraction) บริเวณขอบเขตเปิดของแบบจำลอง ซึ่งได้มาจากแบบจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยทั้งอ่าว (Downscaling method) ถูกนำมาทำการประมาณค่าแบบเส้นตรง (linear interpolation) เพื่อให้ข้อมูลตรงกับกริดบริเวณขอบเขตเปิดของแบบจำลองอ่าวไทยตอนเหนือ

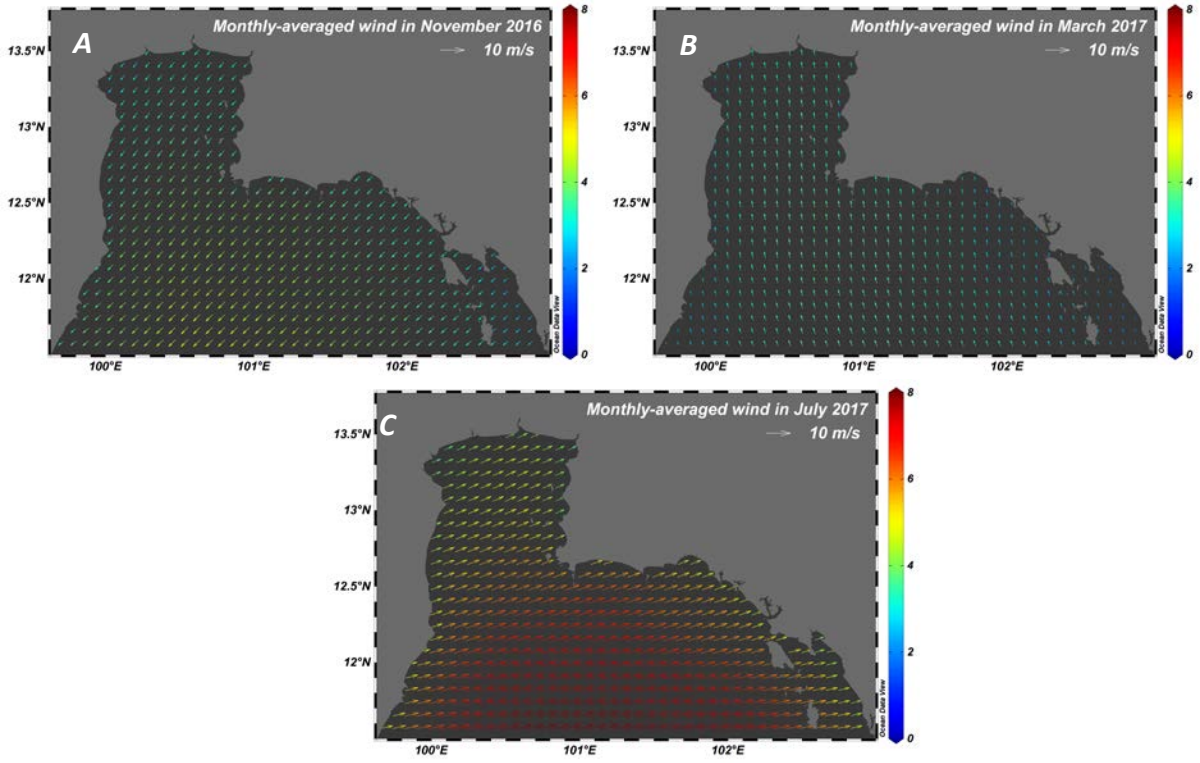
$$\zeta = \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i \zeta_{oi})}{\sum_{i=1}^{n} y_i} \quad \text{เมื่อ} \quad y_i = e^{-d_i^2/r^2} \tag{1}$$

เมื่อ ζ คือค่าของพารามิเตอร์ในจุดที่ต้องการประมาณค่า ζ_o คือค่าของพารามิเตอร์ในจุดที่ทราบค่า d_i คือระยะจากจุดที่ต้องการทราบค่ากับจุดที่ทราบค่า และ r คือรัศมีของการประมาณค่า

ทำการจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำรายเดือนร่วมกับปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นในช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดข้อมูลภาคสนามได้แก่ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 เดือนมีนาคมและกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ซึ่งครอบคลุมช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ **(ภาพที่ 4-30)** ตามลำดับ



ภาพที่ 4-29 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวไทยตอนเหนือ เส้นประ (น้ำเงิน) แสดงถึงขอบเขตเปิด จุด (แดง) แสดงถึงแม่น้ำสายหลัก และเส้นทึบ (เขียว) แสดงถึงพื้นที่ศึกษาบริเวณอ่าวตราด



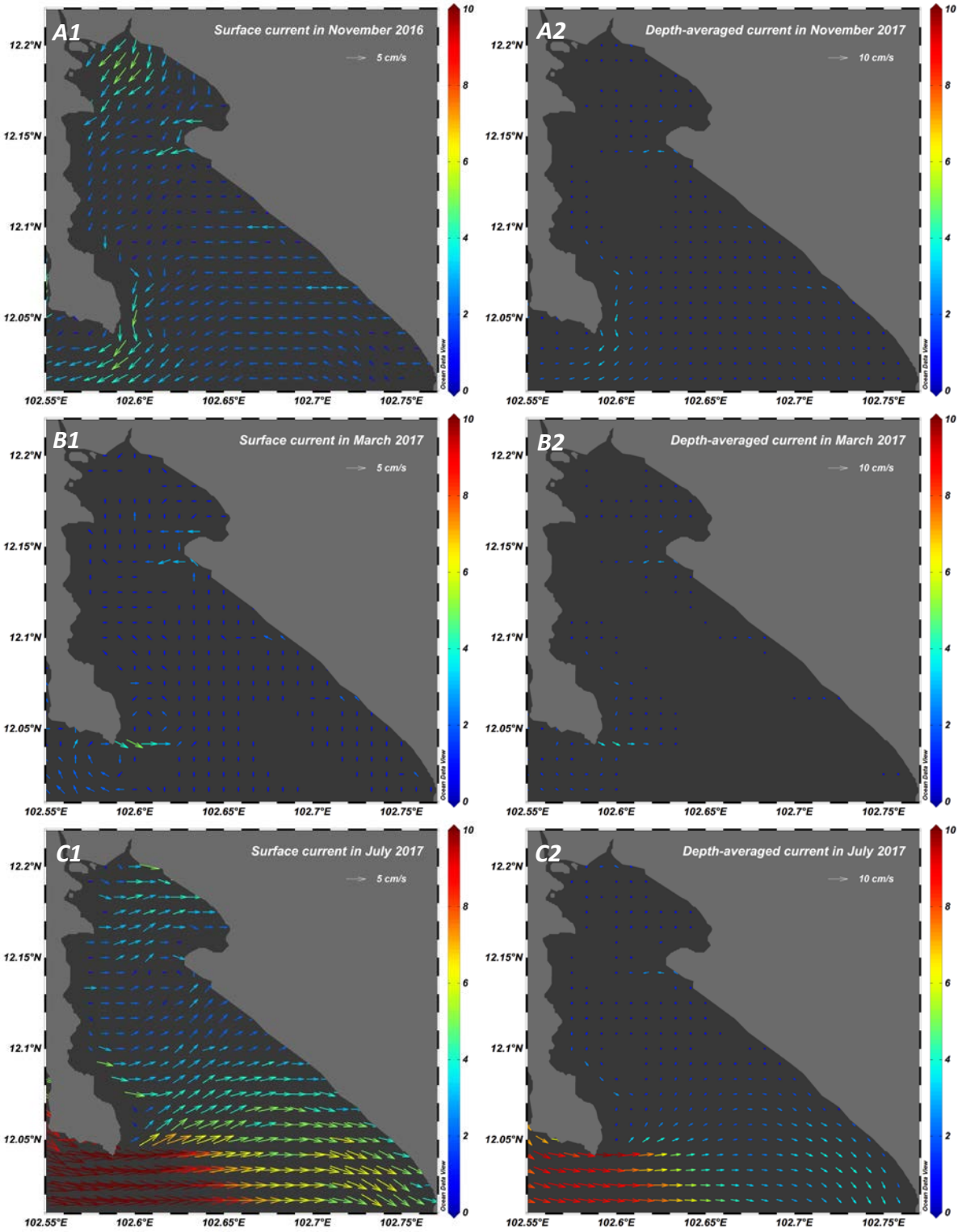
ภาพที่ 4-30 ลมเฉลี่ยรายเดือน (จากข้อมูลลมราย 3 ชั่วโมง) เดือนพฤศจิกายน (A) พ.ศ. 2559 เดือนมีนาคม (B) และเดือนกรกฎาคม (C) พ.ศ. 2560 (ที่มา: https://www.ecmwf.int/)

ข้อมูลลมทุก ๆ 3 ชั่วโมง ถูกอัปเดตเข้าในการคำนวณการไหลเวียนกระแสน้ำตามขั้นเวลา (Time step) ของการคำนวณแบบ 3 มิติ โดย**ภาพที่ 4-30** แสดงถึงลมราย 3 ชั่วโมงเฉลี่ยทั้งเดือน ซึ่งพบว่าในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) ลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือทั่วทั้งพื้นที่ด้วยอัตราเร็วประมาณ 3 – 5 เมตร/วินาที ส่วนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 (ช่วงเปลี่ยนฤดู) ลมมีลักษณะเบา (2 – 3 เมตร/วินาที) และพัดมาจากทิศใต้ และในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้) ลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้วยอัตราเร็วสูง (สูงสุด 7.8 เมตร/วินาที) บริเวณกลางอ่าว ส่วนบริเวณใกล้ชายฝั่งลมมีอัตราเร็วประมาณ 4 เมตร/วินาที

จากการจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำด้วยแบบจำลองอ่าวไทยตอนเหนือที่รวมเอาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการไหลเวียนกระแสน้ำในทะเล พบว่าในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 กระแสน้ำใกล้ผิวทะเลในบริเวณก้นอ่าวตราดไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศใต้บางส่วนตามอิทธิพลของลมในช่วงฤดูนี้ อัตราเร็วกระแสน้ำประมาณ 5 เซนติเมตร/วินาที ส่วนบริเวณด้านใต้ของอ่าวตราดกระแสน้ำใกล้ผิวทะเลไหลมาจากทิศใต้เข้าสู่อ่าวตราดด้านตะวันออก และไหลออกทางด้านทิศตะวันตก โดยอัตราเร็วกระแสน้ำใกล้ผิวทะเลในอ่าวตราดมีค่าประมาณ 2 เซนติเมตร/วินาที **(ภาพที่ 4-31A1)** และกระแสน้ำเฉลี่ยตามความลึก **(ภาพที่ 4-31A2)** มีทิศทางสอดคล้องกับกระแสน้ำใกล้ผิวทะเลแต่มีอัตราเร็วที่น้อยกว่า (ต่ำกว่า 2 เซนติเมตร/วินาที) ส่วนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 กระแสน้ำใกล้ผิวทะเลมีอัตราเร็วต่ำกว่า 2 เซนติเมตร/วินาที และมีทิศทางไม่แน่นอนทั่วทั้งอ่าว **(ภาพ**

ที่ 4-31B1) เนื่องจากเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม โดยลมมีทิศทางแปรปรวนซึ่งส่งผลต่อการไหลเวียนกระแสน้ำในช่วงนี้ ส่วนกระแสน้ำเฉลี่ยตามความลึก **(ภาพที่ 4-31B2)** มีลักษณะคล้ายคลึงกับกระแสน้ำใกล้ผิวทะเลและมีอัตราเร็วที่ลดลง (ต่ำกว่า 1 เซนติเมตร/วินาที) เช่นเดียวกับในเดือนพฤศจิกายน และในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 กระแสน้ำใกล้ผิวทะเลพัดมาจากทิศตะวันตกเป็นหลักตามอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ โดยกระแสน้ำบริเวณตอนใต้ของอ่าวด้านตะวันตกมีอัตราเร็วสูงสุด (12 เซนติเมตร/วินาที) และไหลไปด้านตะวันออก จากนั้นไหลไปทางทิศใต้ด้วยอัตราเร็วที่ลดลง ส่วนบริเวณก้นอ่าวและกลางอ่าวกระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกด้วยอัตราเร็วประมาณ 2 – 4 เซนติเมตร/วินาที **(ภาพที่ 4-31C1)** ส่วนกระแสน้ำเฉลี่ยตามความลึก **(ภาพที่ 4-31C2)** มีลักษณะคล้ายคลึงกับกระแสน้ำใกล้ผิวทะเลและมีอัตราเร็วที่น้อยกว่าเช่นเดียวกับเดือนอื่น ๆ โดยอัตราเร็วของกระแสน้ำในบริเวณอ่าวตราดมีค่าน้อยกว่า 1 เซนติเมตร/วินาที ส่วนบริเวณตอนใต้ของอ่าวมีค่าประมาณ 2 – 8 เซนติเมตร/วินาที

สรุปผลจากการศึกษาการไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 เดือนมีนาคมและเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 โดยใช้แบบจำลอง POM 3 มิติ ผลการศึกษาพบว่า ลม เป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนการไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณนี้ให้มีรูปแบบเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเป็นหลัก ส่วนในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมกระแสน้ำมีลักษณะเบาและมีทิศทางไม่แน่นอน และในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ กระแสน้ำส่วนใหญ่ไหลไปทางทิศตะวันออกเป็นหลักด้วยอัตราเร็วสูง



ภาพที่ 4-31 การไหลเวียนกระแสน้ำเฉลี่ยรายเดือน (ลมราย 3 ชั่วโมง) ในเดือนมีนาคม (A) กรกฎาคม (B) และพฤศจิกายน (C) โดยภาพซ้ายแสดงถึงกระแสน้ำใกล้ผิวทะเล และภาพขวาแสดงถึงกระแสน้ำเฉลี่ย ตามความลึก

4.8 การศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่าวตราด

จากผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่เก็บรวบรวมจากบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 (ตัวแทนกลางฤดูน้ำหลาก) และ เดือนมีนาคม 2560 (ตัวแทนกลางฤดูแล้ง) จำนวน 15 สถานี ผลการศึกษาดังนี้ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 56 สกุล จำแนกออกเป็น 3 ดิวิชั่น (Division) ได้แก่

1) Division Cyanophyta ประกอบด้วย Class Cyanophyceae (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 3 สกุล
2) Division Chlorophyta ประกอบด้วย Class Chlorophyceae (สาหร่ายสีเขียว) 6 สกุล และ Class Euglenophyceae (ยูกลีนอยด์) 1 สกุล
3) Division Chromophyta ประกอบด้วย Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) 35 สกุล Class Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลเจลเลต) 1 สกุล และClass Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) 10 สกุล

ค่าหนาแน่นของเซลล์อยู่ในช่วง 7,114-126,240 และ 7,980-182,508 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชนิดของแพลงก์ตอนพืช สามารถจำแนกตามหลักอนุกรมวิธาน ได้ดังนี้

1. Division Cyanophyta
    Class Cyanophyceae (Blue-green algae, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน)
        Richelia intracellularis
        Spirulina sp.
        Trichodesmium sp.
2. Division Chlorophyta
    Class Chlorophyceae (Green algae, สาหร่ายสีเขียว)
        Acanthosphaera zachariasi
        Actinastrum sp.
        Closterium sp.
        Dictyosphaerium pulchellum
        Pediastrum sp.
        Tetraedron sp.
    Class Euglenophyceae (Euglenoid, ยูกลีนอยด์)
        Trachelomonas sp.
3. Division Chromophyta
    Class Bacillariophyceae (Diatom, ไดอะตอม)
        Amphora sp.

Asterionella formosa

Asterompharus sp.

Bacteriastrum spp.

Chaetoceros spp.

Cocconeis sp.

Coscinodiscus spp.

Cyclotella sp.

Cylindrotheca gracilis

Cymbella sp.

Dactyliosolen sp.

Diatoma sp.

Diploneis sp.

Ditylum sol

Entomoneis sp.

Eucampia zodiacus

Eunotia sp.

Guinardia sp.

Gyrosigma sp.

Hemiaulus sp.

Laudaria annulata

Navicula sp.

Nitzschia spp.

Odontella sinensis

Palmeria sp.

Pleurosigma spp.

Proboscia alata

Pseudo-nitzschia sp.

Pseudosolenia sp.

Rhizosolenia sp.

Surirella ovata

Synedra sp.

Thalassionema sp.

Thalassiosira spp.

Thalassiothrix longissimi

Class Dictyochophyceae (Silicoflagellates, ซิลิโคแฟลกเจลเลต)

Dictyocha fibula

Class Dinophyceae (Dinoflagellates, ไดโนแฟลกเจลเลต)

Ceratium furca

Ceratium fusus

Ceratium trichoceros

Ceratium tripos

Ceratium macroceros

Dinophysis caudata

Gonyaulax sp.

Gymnodinium sp.

Peridinium sp.

Phalacroma rudgei

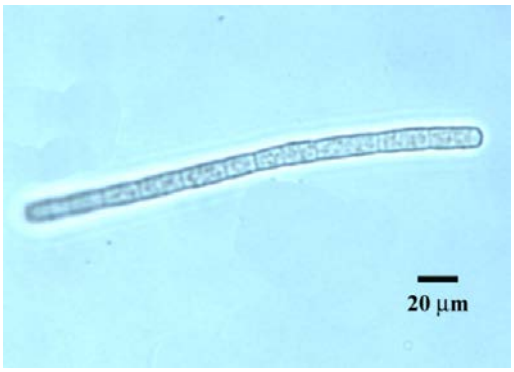
Prorocentrum mican

Prorocentrum sp.

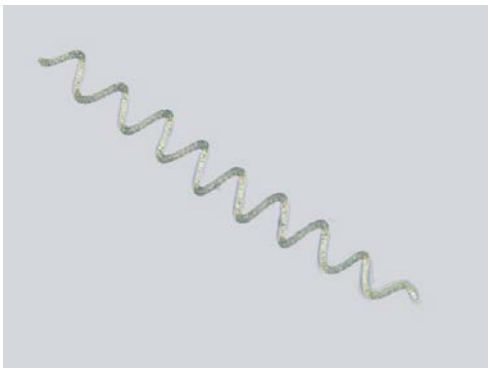
Protoperidinium sp.

Pyrophacus horologium

จากสกุลข้างต้นจะพบว่าแพลงก์ตอนพืชมีความหลากหลายทางชนิดสูง ดังภาพตัวอย่าง **(ภาพที่ 4-32 ถึง 4-36)** โดยพบว่า แพลงก์ตอนพืชที่เป็นกลุ่มเด่นที่พบบริเวณอ่าวตราด ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae (กลุ่มไดอะตอม)

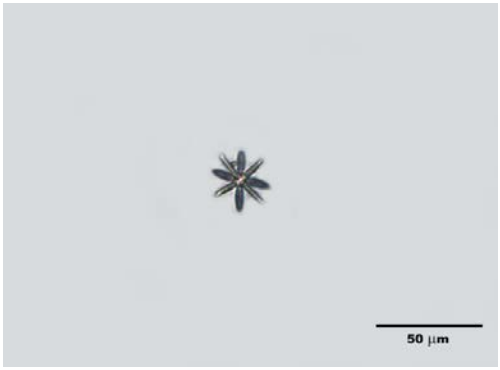


Trichodesmium sp.

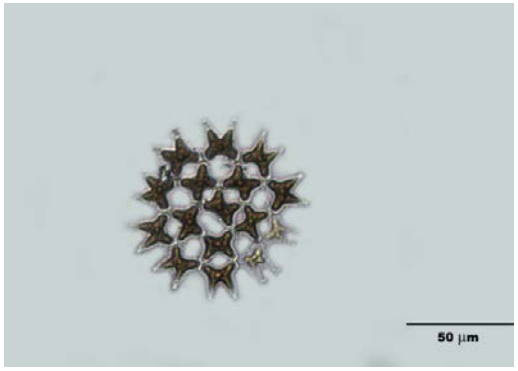


Spirulina sp.

ภาพที่ 4-32 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Cyanophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560



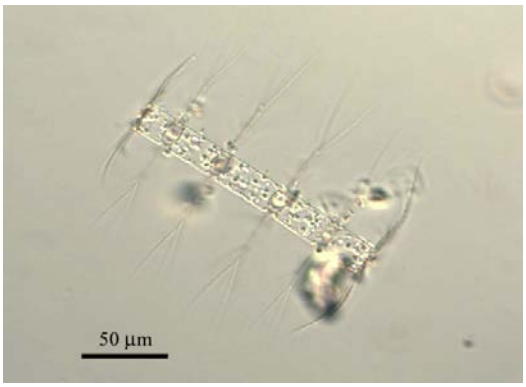
Actinastrum sp.



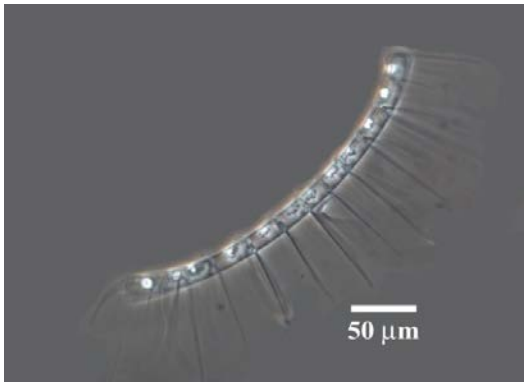
Pediastrum sp.

ภาพที่ 4-33 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Chlorophyceae (กลุ่มสาหร่ายสีเขียว) ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560

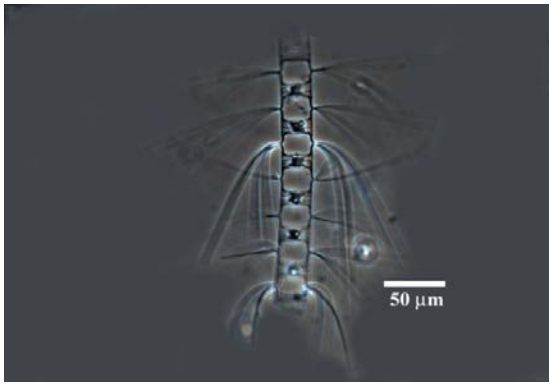
Bacteriastrum sp.



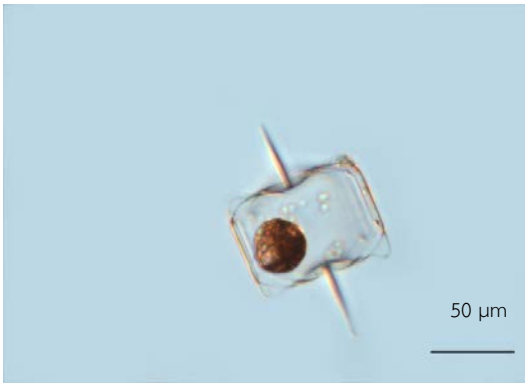
Bacteriastrum sp.



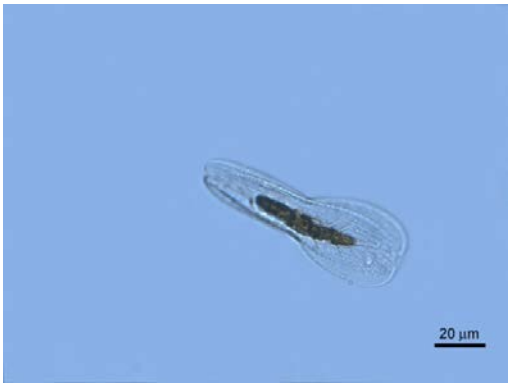
Chaetoceros sp.



Chaetoceros sp.

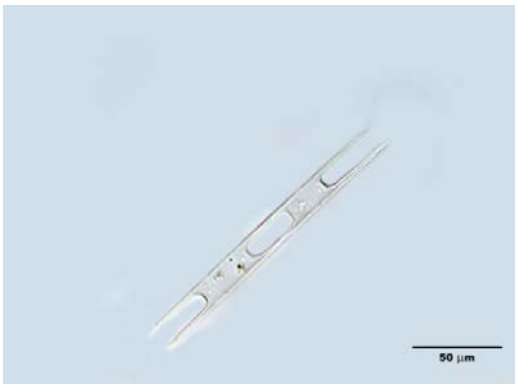


Dictylum sp.

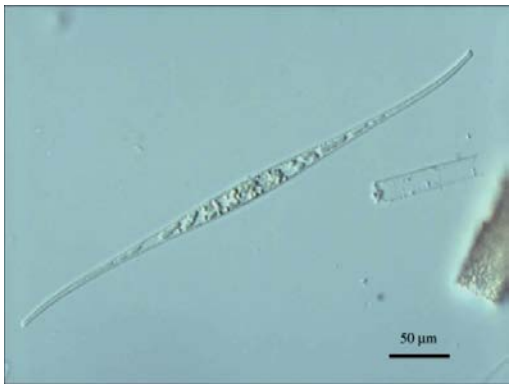


Entomoneis sp.

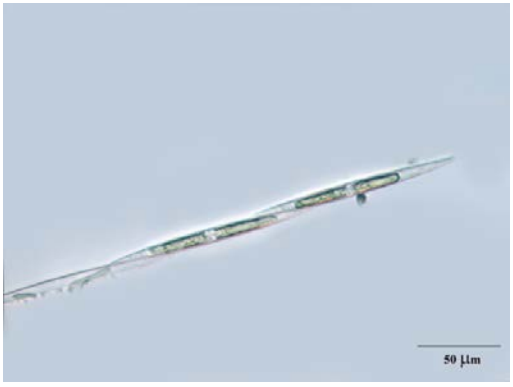
ภาพที่ 4-34 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae (กลุ่มไดอะตอม) ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560



Hemiaulus sp.

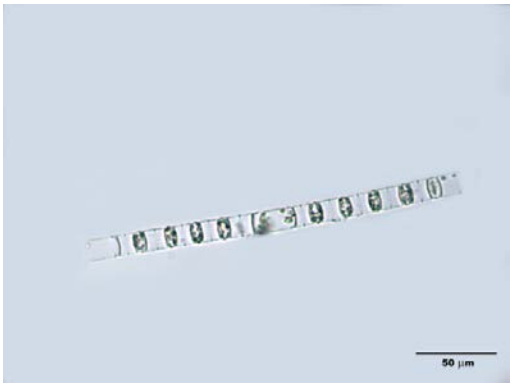


Nitzschia sp.



Pseudo-nitzschia sp.

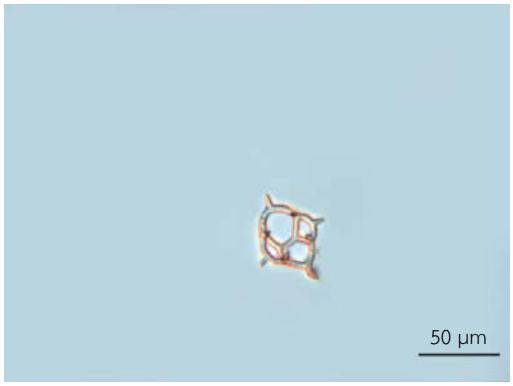
Rhizosolenia sp.



Skeletonema sp.

Suriella sp.

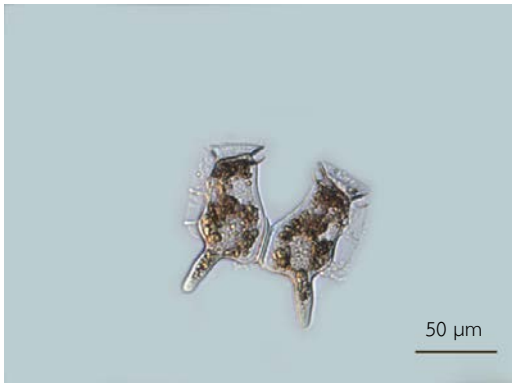
ภาพที่ 4-34 (ต่อ) แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Bacillariophyceae (กลุ่มไดอะตอม) ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560



Dictyocha sp.

ภาพที่ 4-35 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dictyochophyceae (กลุ่มซิลิโคแฟลกเจลเลต) ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 และเดือนมีนาคม 2560

Ceratium sp.



Dinophysis sp.

Protoperidinium sp.

Prorocentrum sp.

ภาพที่ 4-36 แพลงก์ตอนพืชกลุ่ม Dinophyceae (กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลต) ที่ที่พบในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม 2560 และเดือนกรกฎาคม 2560

ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 55 สกุล จำแนกออกเป็น 3 ดิวิชั่น (Division) ได้แก่ 1) Division Cyanophyta ประกอบด้วย Class Cyanophyceae (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 2 สกุล 2) Division Chlorophyta ประกอบด้วย Class Chlorophyceae (สาหร่ายสีเขียว) 6 สกุล และ Class Euglenophyceae (ยูกลีนอยด์) 1 สกุล 3) Division Chromophyta ประกอบด้วย Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) 35 สกุล Class Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลเจลเลต) 1 สกุล และClass Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) 10 สกุล สำหรับองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืช 6 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว ยูกลีนอยด์ ไดอะตอม ซิลิโคแฟลกเจลเลต และไดโนแฟลกเจลเลต

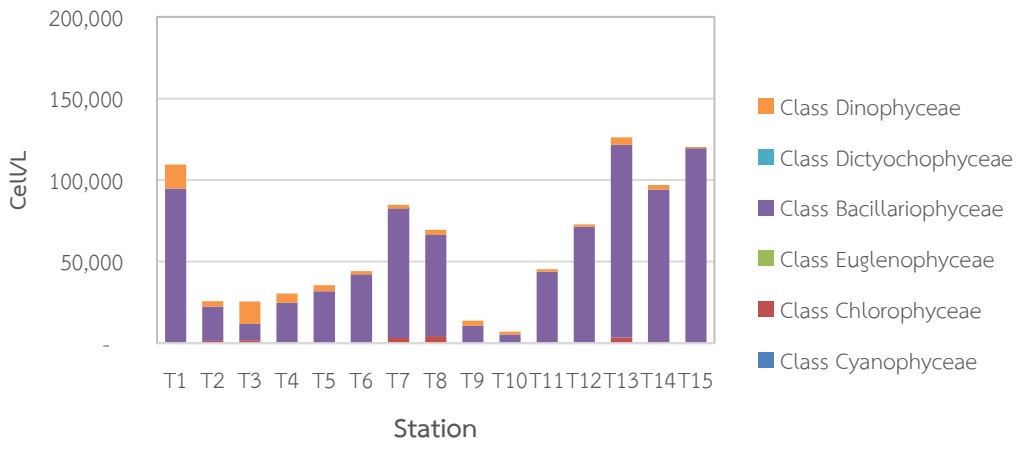
โดยแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม เป็นกลุ่มที่มีปริมาณรวมมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต กลุ่มของสาหร่ายสีเขียว กลุ่มของยูกลีนอยด์ กลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และกลุ่มของ ซิลิโคแฟลกเจลเลต ตามลำดับ

ปริมาณของแพลงก์ตอนพืช มีค่าอยู่ในช่วง 7,114-126,240 เซลล์ต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชสูงสุดอยู่บริเวณ สถานี T13 ส่วนความหนาแน่นต่ำสุดอยู่บริเวณ สถานี T10 **(ภาพที่ 4-37a)** โดยภาพรวม พบว่าโดยส่วนใหญ่บริเวณที่มีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูงจะเป็นบริเวณสถานีที่อยู่ทางด้านอ่าวตราดฝั่งตะวันออก (T1 T6 T7 T12 และ T13) และสถานีที่อยู่บริเวณกลางอ่าวและฝั่งตะวันตกบางสถานี (T14 และ T15) ซึ่งก็เป็นผลมาจากบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีปริมาณธาตุอาหารเพียงพอต่อความต้องการของแพลงก์ตอนพืช

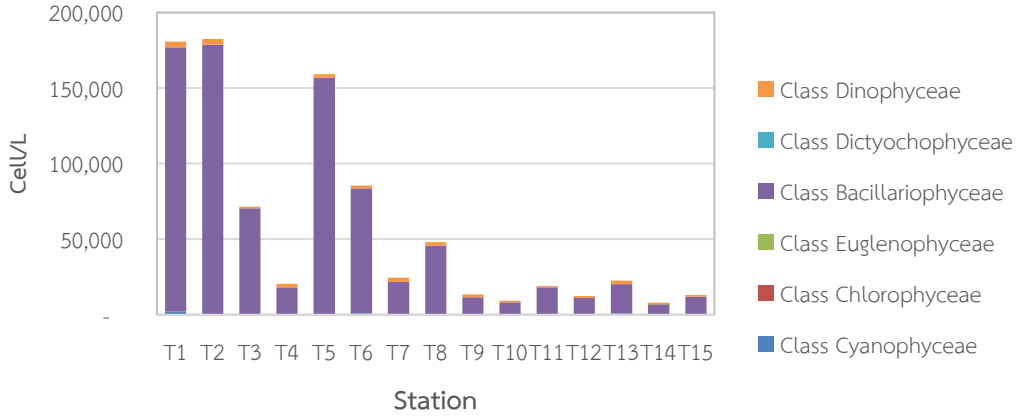
แพลงก์ตอนพืช ที่เป็นชนิดเด่น (Dominant Species) ในเดือนพฤศจิกายน พบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม ในสกุล *Bacteriastrum spp.*. เป็นชนิดเด่น *Chaetoceros* spp. และ *Thalassionema* spp. ตามลำดับ และสามารถพบแพลงก์ตอนพืชชนิดดังกล่าวได้ในทุกสถานีที่ทำการศึกษา

ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 36 สกุล จำแนกออกเป็น 2 ดิวิชั่น (Division) ได้แก่ 1) Division Cyanophyta ประกอบด้วย Class Cyanophyceae (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 2 สกุล 2) Division Chromophyta ประกอบด้วย Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) 27 สกุล Class Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลเจลเลต) 1 สกุล และClass Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) 6 สกุล สำหรับองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืช 4 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไดอะตอม ซิลิโคแฟลกเจลเลต และไดโนแฟลกเจลเลต โดยแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม เป็นกลุ่มที่มีปริมาณรวมมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต และกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ตามลำดับ

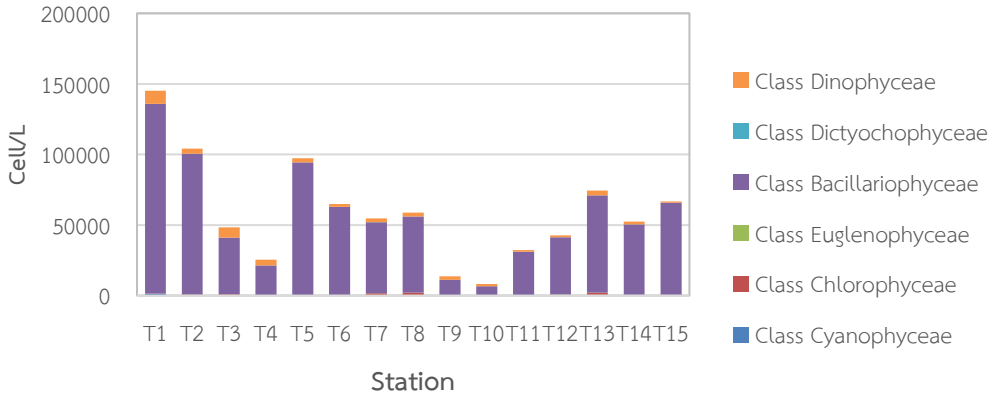
ปริมาณของแพลงก์ตอนพืช มีค่าอยู่ในช่วง 7,980-182,508 เซลล์ต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชสูงสุดอยู่บริเวณ สถานี T2 ส่วนความหนาแน่นต่ำสุดอยู่บริเวณ สถานี T14 **(ภาพที่ 4-37b)**



(a)



(b)



(c)

ภาพที่ 4-37 ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ศึกษาอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2559 (a) เดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 (b) และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 (c)

ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 42 สกุล จำแนกออกเป็น 4 ดิวิชั่น (Division) ได้แก่ 1) Division Cyanophyta ประกอบด้วย Class Cyanophyceae (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) 2 สกุล 2) Division Chromophyta ประกอบด้วย Class Bacillariophyceae (ไดอะตอม) 27 สกุล Class Dictyochophyceae (ซิลิโคแฟลเจลเลต) 1 สกุล และClass Dinophyceae (ไดโนแฟลกเจลเลต) 6 สกุล สำหรับองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืชพบแพลงก์ตอนพืช 4 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ไดอะตอม ซิลิโคแฟลกเจลเลต และไดโนแฟลกเจลเลต โดยแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม เป็นกลุ่มที่มีปริมาณรวมมากที่สุด รองลงมา คือ กลุ่มของไดโนแฟลกเจลเลต และกลุ่มของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ตามลำดับ ปริมาณของแพลงก์ตอนพืช มีค่าอยู่ในช่วง 7,980-182,508 เซลล์ต่อลิตร โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชสูงสุดอยู่บริเวณ สถานี T1 ส่วนความหนาแน่นต่ำสุดอยู่บริเวณ สถานี T10 **(ภาพที่ 4-37c)**

โดยภาพรวม พบว่า ส่วนใหญ่ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชจะมีค่าสูงบริเวณด้านในของอ่าวและจะมีแนวโน้มลดลงในบริเวณอ่าวตราดตอนนอก ซึ่งสอดคล้องกับค่าคลอโรฟิลล์ *เอ* ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบในแพลงก์ตอนพืชทุกชนิด ในบริเวณดังกล่าวมีค่าอยู่ในช่วง 7.42-14.95 ไมโครกรัมต่อลิตร (ทางด้านในของอ่าว) เนื่องมาจากบริเวณตอนในของอ่าวโดยเฉพาะบริเวณที่ติดกับคลองสาขาที่ไหลลงสู่อ่าวตราด ได้รับอิทธิพลจากการน้ำจืดที่นำพาธาตุอาหารลงสู่อ่าวทำให้ในบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีธาตุอาหารสูง เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืช ที่เป็นชนิดเด่น (Dominant Species) ในเดือนพฤศจิกายน พบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอม ในสกุล *Chaetoceros* spp.. เป็นชนิดเด่น *Pleurosigma* spp. และ *Thalassionema* spp. ตามลำดับ และสามารถพบแพลงก์ตอนพืชชนิดดังกล่าวได้ในทุกสถานีที่ทำการศึกษา

4.9 การศึกษาสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางชนิดของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 (ตัวแทนกลางฤดูน้ำหลาก) และ เดือนมีนาคม 2560 (ตัวแทนกลางฤดูแล้ง) จำนวน 15 สถานี ผลการศึกษาดังนี้ พบสัตว์พื้นท้องน้ำทั้งหมด 4 Phylum 82 Family ประกอบด้วย

1) Phylum Annelida (ไส้เดือนทะเล) ประกอบด้วย ไส้เดือนทะเล ทั้งหมด 32 Family
2) Phylum Arthropoda (อาร์โธพอด) ประกอบตัว กลุ่มอาร์โธพอด ทั้งหมด 12 Family
3) Phylum Mollusca (หอย) ประกอบด้วย กลุ่มหอย ทั้งหมด 15 Family
4) Phylum Echinodermata (เอคไคโนเดิร์ม) ประกอบด้วย กลุ่มของเอคไคโนเดิร์ม ทั้งหมด 2 class

ค่าหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำอยู่ในช่วง 25-3,150 200-6,825 และ 225-3150 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ ซึ่งการวิเคราะห์องค์ประกอบทางชนิดของสัตว์พื้นท้องน้ำ สามารถจำแนกตามหลักอนุกรมวิธาน ได้ดังนี้

Phylum Annelida

Class Polychaeta

Order Aciculata

Family Amphinomidae

Order Capitellida

Family Arenicolidae

Family Capitellidae

Order Phyllodocida

Family Chrysopetalidae

Family Glyceridae

Glycera sp.

Family Nephtyidae

Family Nereididae

Neanthes sp.

Perinereis sp.

Dendronereis sp.

Order Terebellida

Family Cirratulidae

Family Cossuridae

Family Pectinariidae

Family Trichobranchidae

Terebellides sp.

Order Aciculata

Family Dorvilleidae

Family Goniadidae

Glycinde sp.

Goniada sp.

Family Sphaeodoridae

Order Hesionidae

Order Eunicida

Family Eunicidae

Nematonereis sp.

Eunice sp.

Family Lumbrineridae

Order Magelonida

Family Magelonidae

Magelona sp.

Order Opheliida

Family Ophelidae

Ophelina sp.

Armandia sp.

Family Paraonidae

Tauberia sp.

Cirrophorus sp.

Aricidea sp.

Family Scalibregmatidae

Order Canalipalpata

Family Oweniidae

Family Sabellariidae

Family Sabellidae

Family Spionidae

Prionospio sp.

Pseudopolydora sp.

Malacoceros sp.

Family Terebellidae

Order Errantia

Family Phyllodocidae

Order Phyllodocida

Family Pilargidae

Family Polynoidae

Family Sigalionidae

Family Syllidae

Order Spionida

Family Poecilochaetidae

Order Sternaspida

Family Sternaspidae

Sternaspis sp.

Sternaspis sp.

Phylum Arthropoda

Malacostraca

Order Decapoda

Family Alpheidae

Family Caridea

Family Macrophthalmidae

Family Ogyrididae

Family Leucosiidae

Philyra malefactrix

Family Sergestidae

Family Xenophthalmidae

Order Isopoda

Family Anthuridea

Family Gnathiidae

Family Hexapidae

Order Amphipoda

Family Gammaridea

Family Ingolfiellidea

Order Cumacea

Phylum Mollusca

Bivalvia

Order Nuculanoida

Family Nuculanidae

Order Veneroida

Family Lucinidae

Family Veneridae

Paphia undulate

Dosinia sp.

Family Psammobiidae

Family Tellinidae
Family Cyrenidae

Order Euheterodonta
Family Solenidae

Gastropoda
Family Fasciolariidae
Family Ellobiidae
Family Buccinidae
Family Nassaridae
Family Naticidae
Family Potamididae
Family Cassidae
Family Haminoeidae

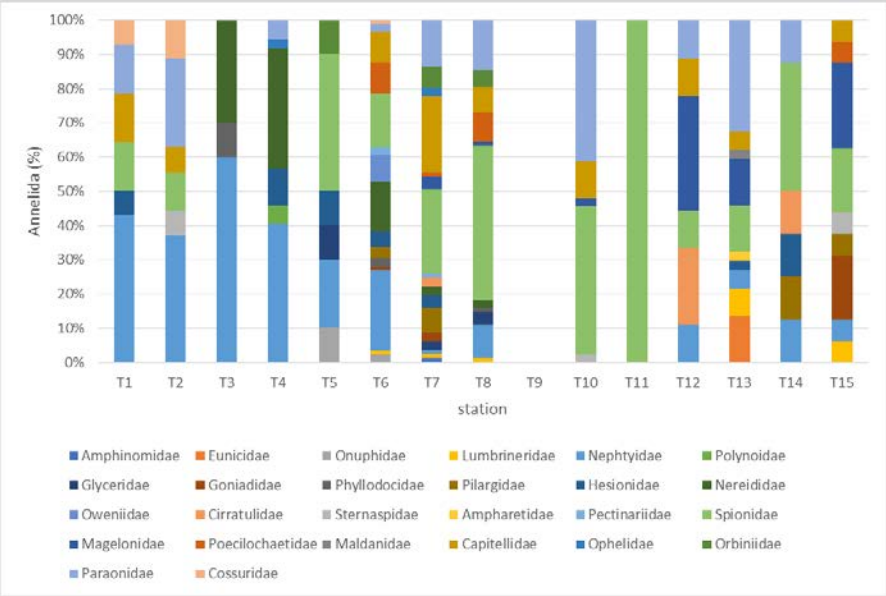
Phylum Echinodermata
Class Ophiuroidea
Class Holothuroidea

ซึ่งในการศึกษาครั้งพบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำค่อนข้างมากและความแตกต่างกันไปตามฤดูกาลที่ทำการศึกษา ซึ่งจะแบ่งออกได้เป็น 4 ไฟลั่มในแต่ละเดือนดังต่อไปนี้

<u>เดือนพฤศจิกายน 2559</u>

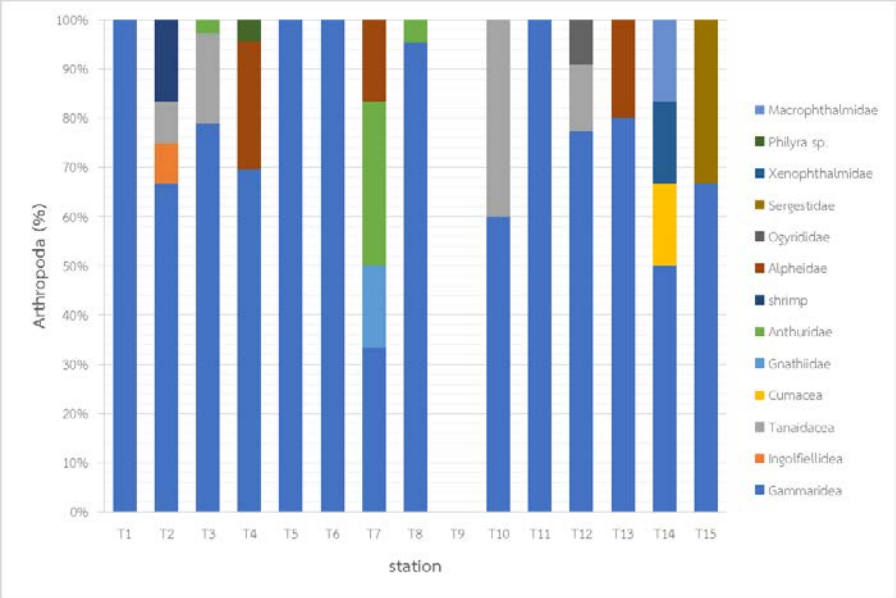
ในเดือนพฤศจิกายน 2559 ในแต่ละสถานีพบสัตว์พื้นท้องน้ำค่อนข้างมาก โดยสถานีที่มีความหนาแน่นรวมสูงสุดได้แก่ สถานีT6 (2600 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดได้แก่ สถานี T9 (ไม่พบสัตว์พื้นท้องน้ำ) โดยสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบอยู่ในไฟลัม Annelida Arthropoda Mollusca และ Echinodermata โดยไฟลั่ม Annelida และ Arthropoda จะเป็นกลุ่มเด่น ซึ่งสามารถจำแนกในระดับfamily ได้ดังนี้

กลุ่ม Annelida (Polychaete) ในเดือนพฤศจิกายน 2559 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ทั้งหมด 26 family โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Annelida มากที่สุดได้แก่ สถานี T7 พบ 17 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Spionidae รองลงมา คือ Nephtyidae Paraonidae และ Maldanidae ตามลำดับ **(ภาพที่4-38)** สถานีที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T6 (2225 ตัวต่อตารางเมตร) นอกจากนี้ยังไปว่าสัตว์พื้นท้องน้ำใน family Spionidae สามารถพบได้เกือบทุกสถานี โดยพบเฉลี่ย 235 ตัวต่อตารางเมตร



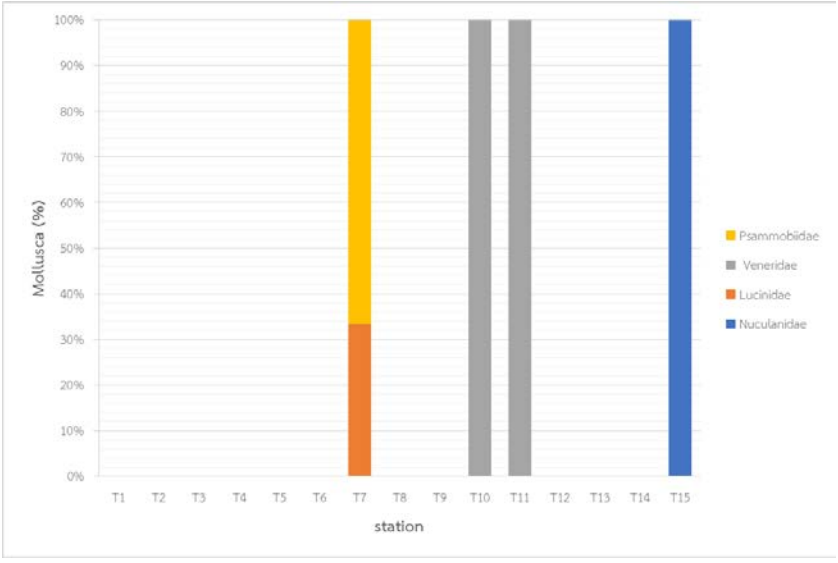
ภาพที่ 4-38 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559

กลุ่ม Arthropoda ในเดือนพฤศจิกายน 2559 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ทั้งหมด 13 family โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Arthropoda มากที่สุดได้แก่ สถานี T2 T7 และ T14 พบ 4 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Gammaridea รองลงมา คือ Tanaidacea Alpheidae และ Anthuridae ตามลำดับ **(ภาพที่ 4-39)** สถานีที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T8 (1100 ตัวต่อตารางเมตร) นอกจากนี้ยังไปว่าสัตว์พื้นท้องน้ำใน family Gammaridea สามารถพบได้เกือบทุกสถานี โดยพบเฉลี่ย 260 ตัวต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4-39 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559

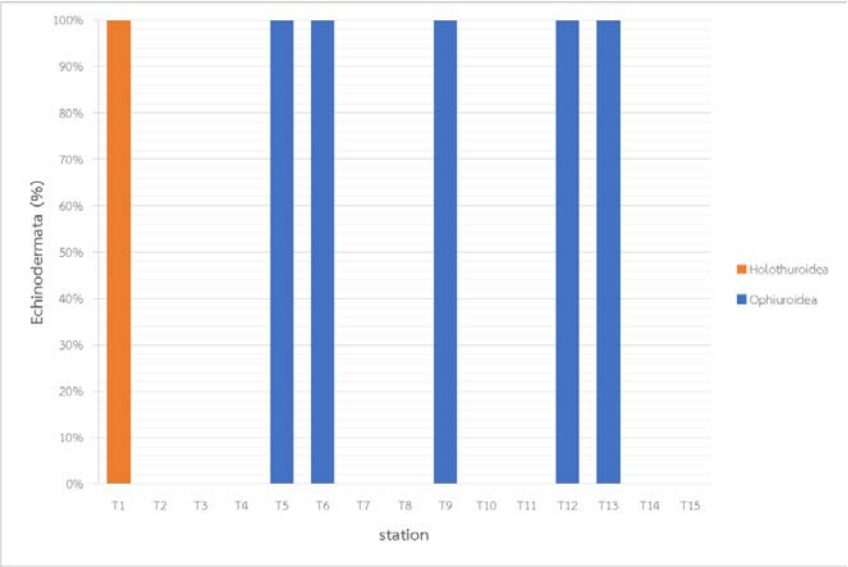
กลุ่ม Mollusca ในเดือนพฤศจิกายน 2559 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Mollusca ทั้งหมด 4 family โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Mollusca มากที่สุดได้แก่ สถานี T7 พบ 2 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Psammobiidae รองลงมา คือ Nuculanidae Lucinidae Veneridae ตามลำดับ **(ภาพที่ 4-40)** สถานีที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T7 (75 ตัวต่อตารางเมตร) นอกจากนี้ยังไปว่าสัตว์พื้นท้องน้ำใน family Psammobiidae พบในสถานี T7 เท่ากับ 50 ตัวต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4-40 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Mollusca ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559

กลุ่ม Echinodermata

ในเดือนพฤศจิกายน 2559 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Echinodermata ทั้งหมด 2 Class โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Echinodermata มากที่สุด **(ภาพที่ 4-41)** ได้แก่ สถานี T7 พบ 2 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Ophiuroidea โดยที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T13 (225 ตัวต่อตารางเมตร)

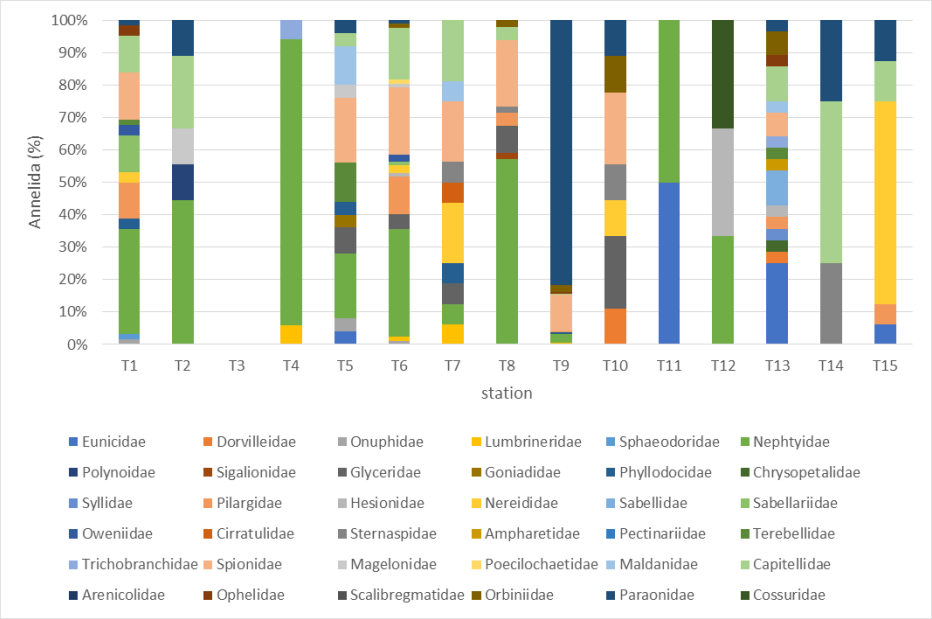


ภาพที่ 4-41 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Echinodermata ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559

<u>เดือนมีนาคม 2560</u>

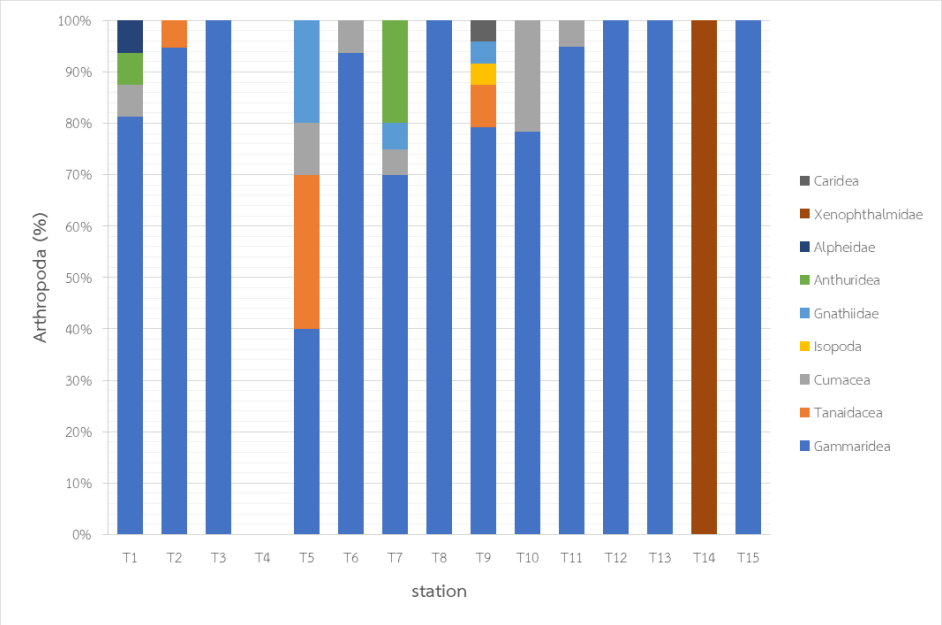
ในเดือนมีนาคม 2560 ในแต่ละสถานีพบสัตว์พื้นท้องน้ำค่อนข้างมาก โดยสถานีที่มีความหนาแน่นรวมสูงสุดได้แก่ สถานี T9 (6825 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดได้แก่ สถานี T12 และ T14 (200 ตัวต่อตารางเมตร) โดยสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบอยู่ในไฟลัม Annelida Arthropoda Mollusca และ Echinodermata โดยไฟลัม Annelida และ Arthropoda จะเป็นกลุ่มเด่น ซึ่งสามารถจำแนกในระดับfamily ได้ดังนี้

กลุ่ม Annelida (Polychaete) ในเดือนมีนาคม 2560 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ทั้งหมด 36 family โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Annelida มากที่สุดได้แก่ สถานี T13 พบ 16 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Nephtyidae Capitellidae และ Paraonidae ตามลำดับ **(ภาพที่ 4-42)** สถานีที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T9 (6025 ตัวต่อตารางเมตร) นอกจากนี้ยังไปว่าสัตว์พื้นท้องน้ำใน family Cossuridae สามารถพบได้เกือบทุกสถานี โดยพบเฉลี่ย 572 ตัวต่อตารางเมตร



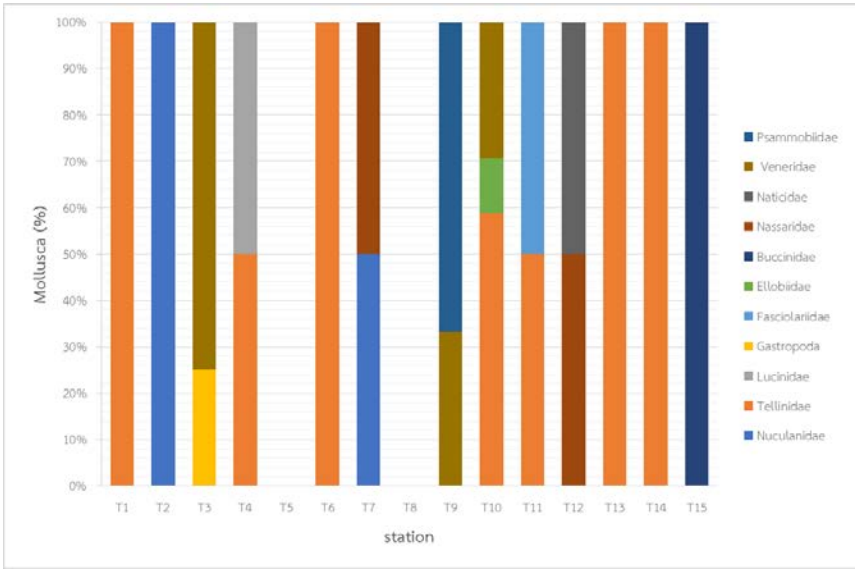
ภาพที่ 4-42 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนมีนาคม 2560

กลุ่ม Arthropoda ในเดือนมีนาคม 2560 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ทั้งหมด 7 family โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Arthropoda มากที่สุดได้แก่ สถานี T9 พบ 5 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Gammaridea สถานีที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T10 (2425 ตัวต่อตารางเมตร) นอกจากนี้ยังไปว่าสัตว์พื้นท้องน้ำใน family Gammaridea สามารถพบได้เกือบทุกสถานี โดยพบเฉลี่ย 490 ตัวต่อตารางเมตร **(ภาพที่ 4-43)**



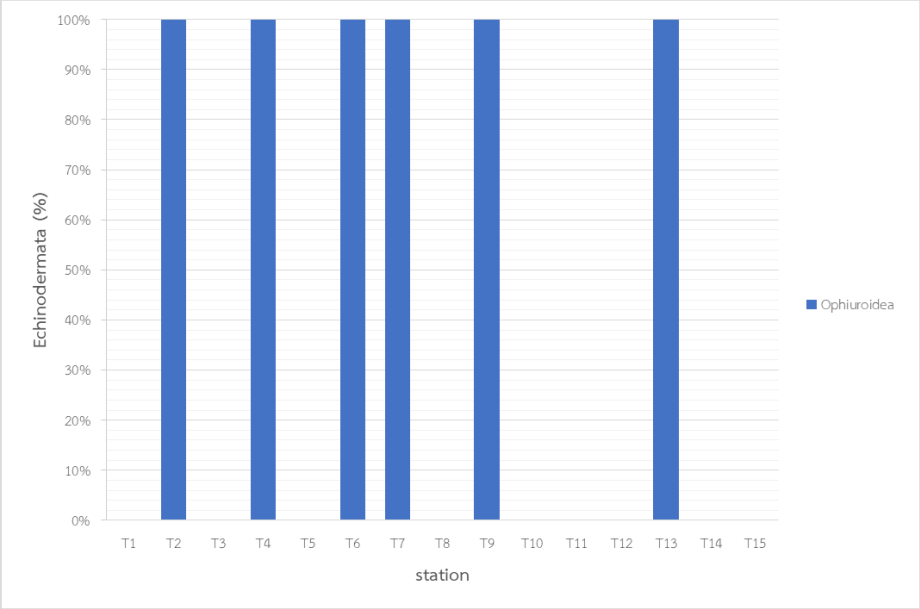
ภาพที่ 4-43 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนมีนาคม 2560

กลุ่ม Mollusca ในเดือนมีนาคม 2560 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Mollusca ทั้งหมด 11 family โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Mollusca มากที่สุดได้แก่ สถานี T10 พบ 3 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Tellinidae รองลงมา คือ Veneridae Nuculanidae Nassaridae ตามลำดับ สถานีที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T10 (425 ตัวต่อตารางเมตร) นอกจากนี้ยังไปว่าสัตว์พื้นท้องน้ำใน family Tellinidae สามารถพบได้เกือบทุกสถานี เฉลี่ยเท่ากับ 61 ตัวต่อตารางเมตร **(ภาพที่ 4-44)**



ภาพที่ 4-44 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Mollusca ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนมีนาคม 2560

กลุ่ม Echinodermata ในเดือนมีนาคม 2560 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Echinodermata ทั้งหมด 1 Class ได้แก่ Ophiuroidea โดยที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T17 (125 ตัวต่อตารางเมตร) โดยกลุ่มของ Echinodermata ในช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบได้เพียงสถานี T2 T4 T6 T7 T9 และ T13 เท่านั้น **(ภาพที่ 4-45)** โดยสถานีที่พบมีความหนาแน่นน้อยสุดเท่ากับ 25 ตัวต่อตารางเมตร



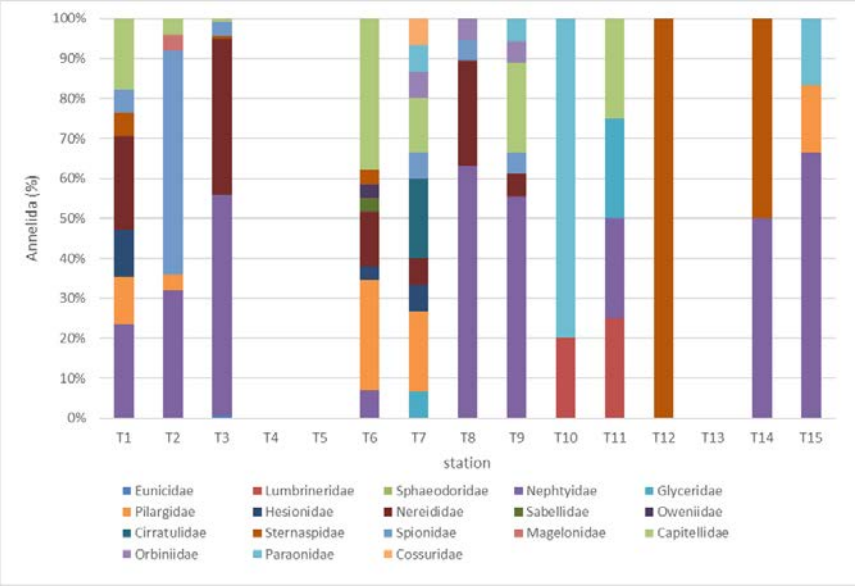
ภาพที่ 4-45 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Echinodermata ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนมีนาคม 2560

<u>เดือนกรกฎาคม 2560</u>

ในเดือนกรกฎาคม 2560 ในแต่ละสถานีพบสัตว์พื้นท้องน้ำค่อนข้างน้อย โดยสถานีที่มีความหนาแน่นรวมสูงสุดได้แก่ สถานี T3 (3150 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดได้แก่ สถานี T4 T5 และ T13 (ไม่พบสัตว์พื้นท้องน้ำ) โดยสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบส่วนมากอยู่ในไฟลัม Annelida Arthropoda Mollusca และ Echinodermata ตามลำดับ โดยไฟลัม Annelida และ Arthropoda จะเป็นกลุ่มเด่น ซึ่งสามารถจำแนกในระดับ family ได้ดังนี้

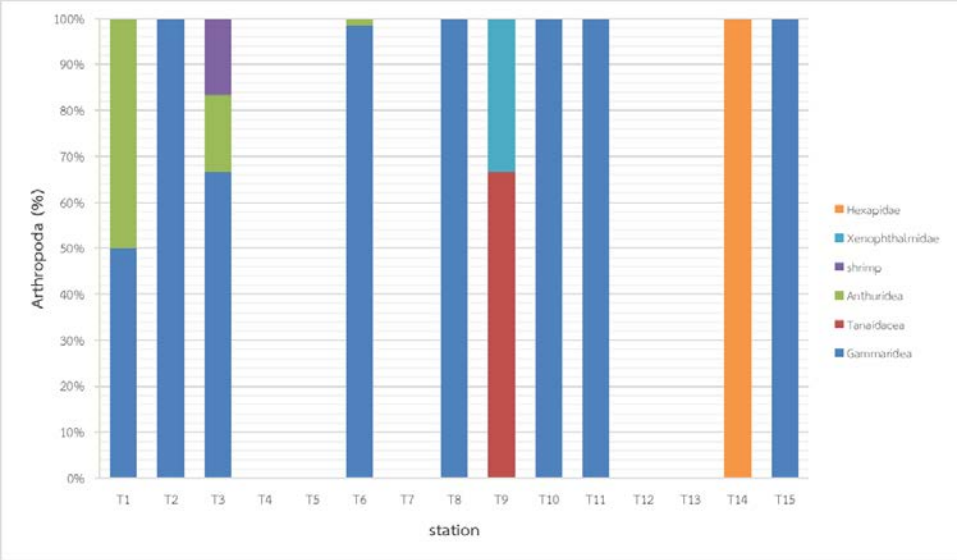
กลุ่ม Annelida (Polychaete) ในเดือนกรกฎาคม 2560 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ทั้งหมด 18 family โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Annelida มากที่สุดได้แก่ สถานี T7 พบ 10 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Nephtyidae Spionidae Nereididae ตามลำดับ **(ภาพที่ 4-46)** สถานีที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T3 (2950 ตัวต่อตารางเมตร) และสัตว์พื้นท้องน้ำใน family Nephtyidae ยังสามารถพบได้เกือบทุกสถานี โดยพบเฉลี่ย 297 ตัวต่อตารางเมตร

นอกจากนี้ยังพบว่าสถานี T4 และ T5 เป็นสถานีที่ไม่พบสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ annelida เลย ส่วนสถานีที่พบน้อยสุดจะมีความหนาแน่นเฉลี่ยน้อยสุดเท่ากับ 25 ตัวต่อตารางเมตร ได้แก่ สถาน T12



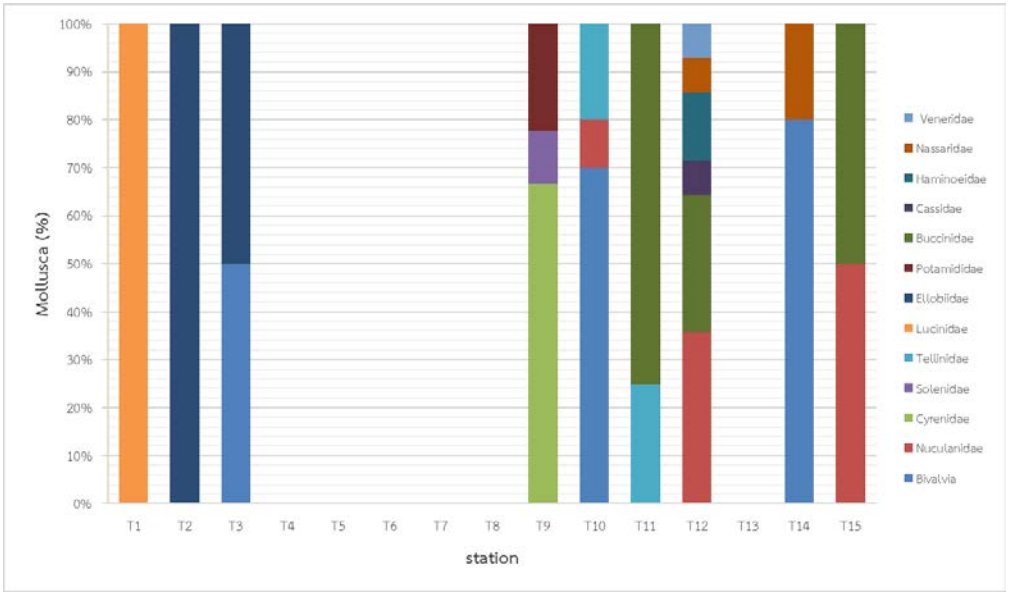
ภาพที่ 4-46 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Annelida ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนกรกฎาคม 2560

กลุ่ม Arthropoda ในเดือนกรกฎาคม 2560 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ทั้งหมด 5 family โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Arthropoda มากที่สุดได้แก่ สถานี T3 พบ 3 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Gammaridea **(ภาพที่ 4-47)** สถานีที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T3 (1700 ตัวต่อตารางเมตร) นอกจากนี้ยังไปว่าสัตว์พื้นท้องน้ำใน family Gammaridea สามารถพบได้เกือบทุกสถานี โดยพบเฉลี่ย 444 ตัวต่อตารางเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าบางสถานีไม่พบสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่ม Arthropoda เลย ได้แก่ T4 T5 T7 T12 และ T13



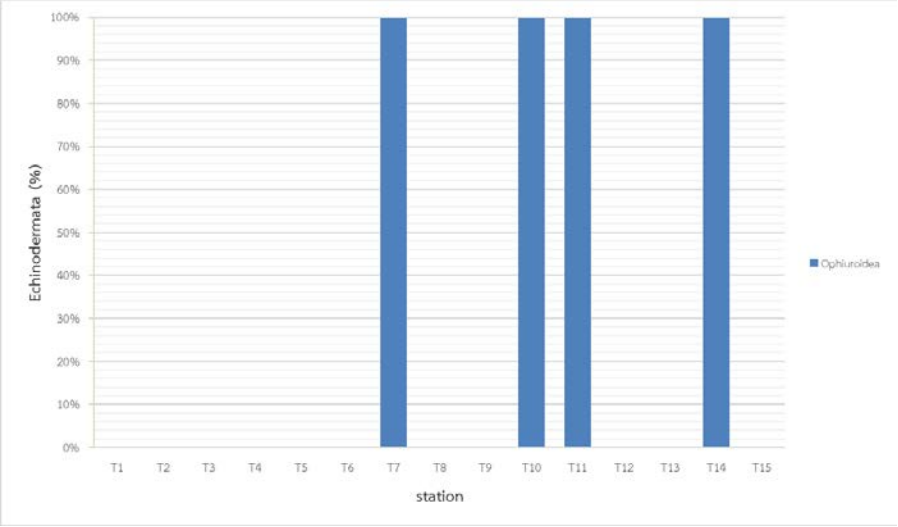
ภาพที่ 4-47 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Arthropoda ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนกรกฎาคม 2560

กลุ่ม Mollusca ในเดือนกรกฎาคม 2560 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Mollusca ทั้งหมด 12 family โดยสถานีที่พบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่ม Mollusca มากที่สุดได้แก่ สถานี T12 พบ 6 family โดยที่พบสัดส่วนมากที่สุดได้แก่ ได้แก่ Nuculanidae รองลงมา คือ Buccinidae ตามลำดับ **(ภาพที่ 4-48)** สถานีที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T12 (350 ตัวต่อตารางเมตร) นอกจากนี้ยังไปว่าสัตว์พื้นท้องน้ำใน family Nuculanidae สามารถพบได้เกือบทุกสถานี เฉลี่ยเท่ากับ 58 ตัวต่อตารางเมตร จากการสำรวจยังพบว่าในบางสถานีไม่พบสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Mollusca เลย ได้แก่ สถานี T4-T9 และ T13



ภาพที่ 4-48 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Mollusca ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนพฤศจิกายน 2559

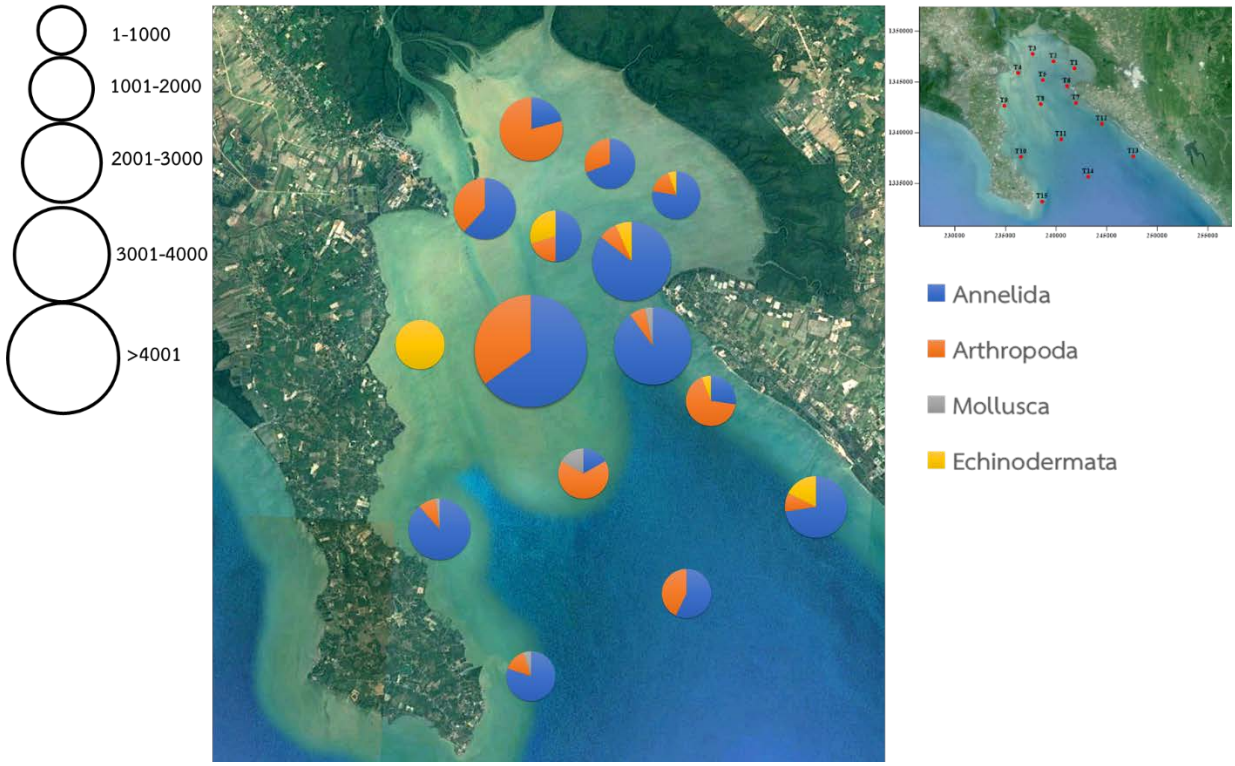
กลุ่ม Echinodermata ในเดือนกรกฎาคม 2560 พบสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Echinodermata ทั้งหมด 1 Class ได้แก่ Ophiuroidea **(ภาพที่ 4-49)** โดยที่พบความหนาแน่นมากที่สุดได้แก่ สถานี T14 (575 ตัวต่อตารางเมตร) โดยกลุ่มของ Echinodermata ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 พบได้เพียงสถานี T7 T10 T11 และ T14 เท่านั้น (**ภาพที่ 4-49**) โดยสถานีที่พบมีความหนาแน่นน้อยสุดเท่ากับ 25 ตัวต่อตารางเมตร



ภาพที่ 4-49 ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำในไฟลัม Echinodermata ในพื้นที่อ่าวตราด เดือนกรกฎาคม 2560

การแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559

จากการศึกษาการแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 พบว่าความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 25-3250 ตัวต่อตารางเมตร โดยพบสัตว์พื้นท้องน้ำ 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ Annelida Arthropoda Mollusca และ Echinodermata ทั้งนี้ในแต่ละสถานีจะพบความหนาแน่นแตกต่างกันออกไป **(ภาพที่ 4-50)** ซึ่งพบสัตว์พื้นท้องน้ำหนาแน่นที่สุดในสถานี T8 (บริเวณกลางอ่าวตราด) โดยพบสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Annelida มากที่สุด 65 เปอร์เซ็นต์ และอีก 35 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นกลุ่มของArthropoda นอกจากนี้จากข้อมูลสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าตราดยังพบว่า สัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Annelida และ Arthropoda จะเป็นกลุ่มที่สามารถพบได้เกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานี T9 ที่พบเฉพาะสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Echinoderm เท่านั้น ในส่วนของกลุ่มหอย (Mollusca) จะพบเพียง 3 สถานีได้แก่ T7 T11 และ T15



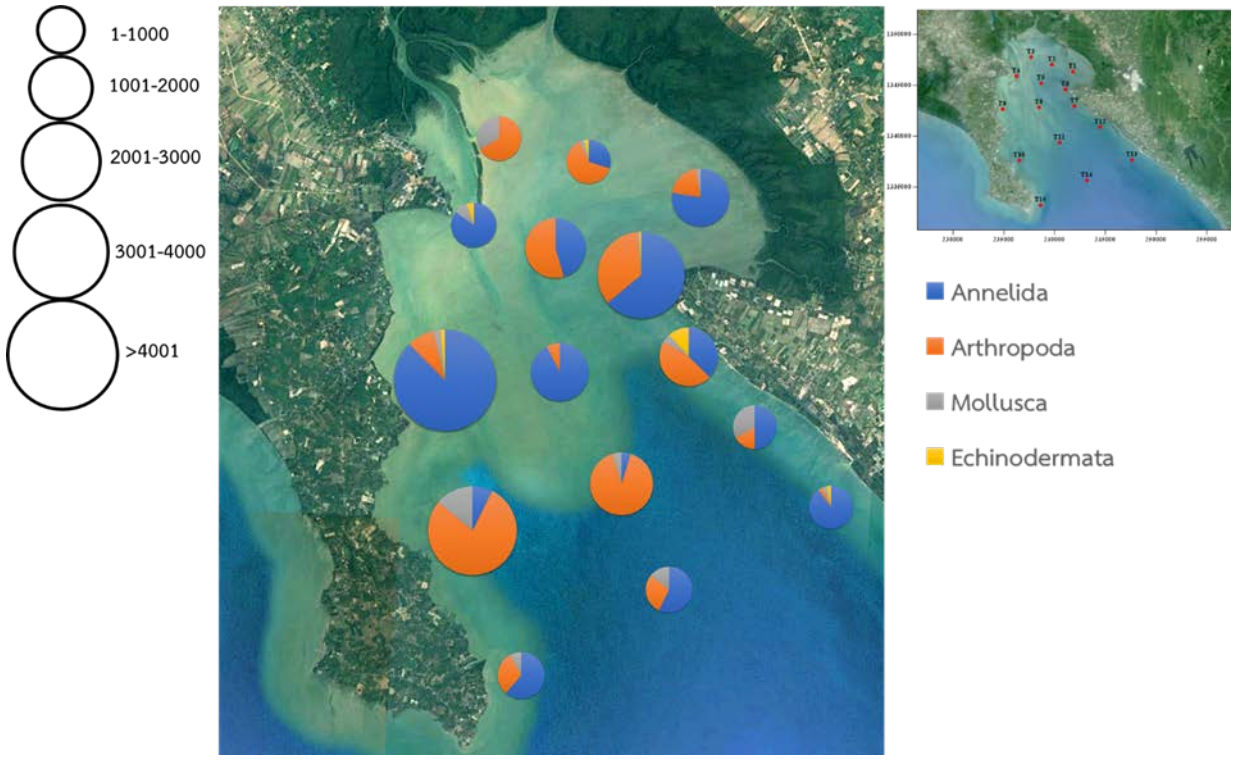
ภาพที่ 4-50 ความหนาแน่นและสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559

ความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราดมีแนวโน้มแตกต่างกันตามลักษณะของพื้นที่ โดยจะสังเกตได้ว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน สัตว์พื้นท้องน้ำจะมีความหน้าแน่นบริเวณตอนกลางของอ่าวและบริเวณชายฝั่งด้านตะวันออกของอ่าวทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะดินที่พบร่วมถึงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้องให้เห็นถึงความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำเนื่องจากในบริเวณดังกล่าว (ด้านตะวันออกของอ่าว) มีคลองลำคลองและมีชุมชนค่อนข้างหนาแน่นกว่าในบริเวณฝั่งซ้ายของอ่าว ทำให้มีโอกาสสะสมของสารอินทรีย์ซึ่งเป็นอาหารทีสำคัญของสัตว์พื้นท้องน้ำชนิดต่างๆ โดยเฉพาะสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Annelida (Polychaet) ซึ่งเรามักพบมากในบริเวณที่มีสารอินทรีย์สูง

อย่างไรก็ตามบริเวณสถานี T8 ซึ่งอยู่บริเวณกลางอ่าวกลับมีความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำมากที่สุด สาเหตุอาจเนื่องมาจากบริเวณดังกล่าวมีการตกลงมาของตะกอนที่ไหลมาจากคลองต่างๆโดยรอบอ่าวตราด โดยเฉพาะตะกอนดินที่ไหลมากจากแม่น้ำตราด ซึ่งจะมีบริเวณที่สูงมากและไหลผ่านแหล่งต่างๆที่คาดว่ามีสารอินทรีย์ปนเปื้อนลงมาด้วย ยกตัวอย่างเช่น บริเวณเขตชุมชน เกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (บ่อเลี้ยงกุ้ง) หรือแม้แต่บริเวณป่าชายเลนซึ่งถือว่าเป็นแหล่งเก็บกักตะกอนสารอินทรีย์ที่สำคัญ

การแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำในช่วงเดือนมีนาคม 2560

จากการศึกษาการแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2560 พบว่าความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 150-6875 ตัวต่อตารางเมตร โดยพบสัตว์พื้นท้องน้ำ 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ Annelida Arthropoda Mollusca และ Echinodermata ทั้งนี้ในแต่ละสถานีจะพบความหนาแน่นแตกต่างกันออกไป **(ภาพที่ 4-51)** ซึ่งพบสัตว์พื้นท้องน้ำหนาแน่นที่สุดในสถานี T9 (บริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าวตราด) โดยพบสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Annelida มากที่สุด 88 เปอร์เซ็นต์ และอีก 12 เปอร์เซ็นต์จะเป็นกลุ่มของ Arthropoda Mollusca และ Echinoderm นอกจากนี้จากข้อมูลสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าตราดยังพบว่า สัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Annelida และ Arthropoda จะเป็นกลุ่มที่สามารถพบได้เกือบทุกสถานี ยกเว้นสถานี T4 ที่ไม่พบสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Arthropoda ในส่วนของกลุ่มหอย (Mollusca) จะพบในเกือบทุกสถานีเช่นกัน ยกเว้นเพียง 3 สถานีได้แก่ T5 และ T8 ที่ไม่พบสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มหอย



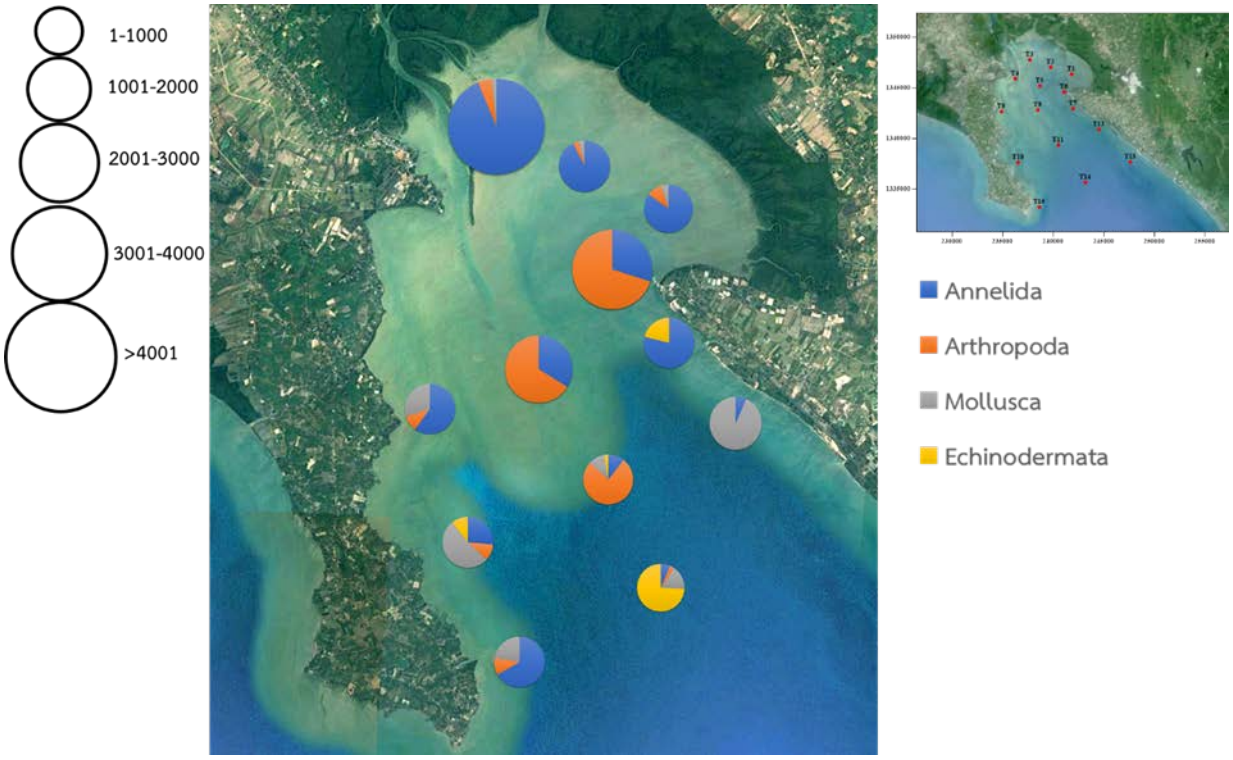
ภาพที่ 4-51 ความหนาแน่นและสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนมีนาคม 2560

ความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราดมีแนวโน้มแตกต่างกันตามลักษณะของพื้นที่โดยจะสังเกตได้ว่าในช่วงเดือนมีนาคม สัตว์พื้นท้องน้ำจะมีความหนาแน่นบริเวณตอนกลางของอ่าวและบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของอ่าวทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะดินที่พบร่วมถึงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำเนื่องจากในบริเวณดังกล่าว เป็นแหล่งเลี้ยงหอย (หอยนางรม) ซึ่ง

ลักษณะของพื้นที่ดังกล่าวจะเป็นจุดที่สามารถดักตะกอนให้ตกลงมาได้ อีกทั้งมีชุมชนค่อนข้างหนาแน่นกว่า ทำให้มีโอกาสสะสมของสารอินทรีย์ซึ่งเป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์พื้นท้องน้ำชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Annelida (Polychaete) ซึ่งเรามักพบมากในบริเวณที่มีสารอินทรีย์สูง อย่างไรก็ตามบริเวณสถานี T9 ซึ่งอยู่บริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าวกลับมีความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำมากที่สุด

การแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560

จากการศึกษาการแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 พบว่าความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0-3150 ตัวต่อตารางเมตร โดยพบสัตว์พื้นท้องน้ำ 4 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ Annelida Arthropoda Mollusca และ Echinodermata ทั้งนี้ในแต่ละสถานีจะพบความหนาแน่นแตกต่างกันออกไป **(ภาพที่ 4-52)** ซึ่งพบสัตว์พื้นท้องน้ำหนาแน่นที่สุดในสถานี T3 (บริเวณใกล้ปากแม่น้ำตราด โดยพบสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Annelida มากที่สุด 94 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้จากข้อมูลสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าตราดยังพบว่า สัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Annelida และ Arthropoda จะเป็นกลุ่มที่สามารถพบได้เกือบทุกสถานี โดยในการศึกษาครั้งนี้มี 3 สถานีที่ไม่พบสัตว์พื้นท้องน้ำเลย ได้แก่ สถานี T4 T5 และ T13



ภาพที่ 4-52 ความหนาแน่นและสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560

ความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราดมีแนวโน้มแตกต่างกันตามลักษณะของพื้นที่โดยจะสังเกตได้ว่าในช่วงเดือนมีนาคม สัตว์พื้นท้องน้ำจะมีความหนาแน่นบริเวณตอนในของอ่าว (สถานีที่ T1 T2 และ

T3) ซึ่งสาเหตุอาจมาจากช่วงเดือนมีนาคมเป็นช่วงฤดูแล้ง มวลน้ำที่นำพาสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เป็นอาหารของสัตว์พื้นท้องน้ำนำพามวลน้ำมาได้ไม่ไกล ทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์อยู่เฉพาะบริเวณอ่าวตราดด้านใน ต่างจากเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงน้ำหลาก มวลน้ำจะนำพาสารอินทรีย์มาได้ไกลกว่า อย่างไรก็ตามในช่วงเดือนมีนาคม เราพบว่า สัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของหอย (Mollusca) มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะในบริเวณชายฝั่งทั้งด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกของอ่าว ซึ่งอาจเนื่องมาจากความเหมาะสมด้านความเค็มของน้ำทำให้สัตว์ในกลุ่มของหอยซึ่งมีการเคลื่อนที่ได้ช้าสามารถอาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าวได้และไม่ได้รับอิทธิผลจากน้ำจืดในช่วงเวลาดังกล่าว

อย่างไรก็ตามเมื่อมองภาพรวมความหนาแน่นและสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำพบว่า มีความหนาแน่นน้อยกว่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน อาจเป็นเพราะสารอินทรีย์ และความเค็มของน้ำที่ส่งผลกระทบต่อการอยู่อาศัยของสัตว์พื้นท้องน้ำอีกทั้งความลึกของน้ำโดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งตอนในที่ในรอบวันมีการผึ่งแห้งของหาด ทำให้ลดพื้นที่อยู่อาศัยของสัตว์พื้นท้องน้ำได้

บทที่ 5
บทวิเคราะห์ผลการศึกษา

5.1 การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราด

จาการศึกษาการประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาบริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด โดยข้อมูลต่างๆประกอบด้วยคุณภาพน้ำทั่วไป (ความลึก อุณหภูมิ ความโปร่งแสง ความเค็ม พีเอช ตะกอนแขวนลอย และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ) คุณภาพน้ำด้านแร่ธาตุอาหาร (แอมโมเนียม ไนโตรท์ ไนเตรท ซิลิเกต ออร์โธฟอสเฟต) คุณภาพดินตะกอน (ปริมาณซัลไฟล์ในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์) ซึ่งการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา (เดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนานาคม และเดือนกรกฎาคม 2560) โดยแบ่งพื้นที่ทำการศึกษาเป็นบริเวณชายฝั่งซึ่งประกอบไปด้วยลำคลองต่าง ๆที่ไหลลงสู่อ่าวตราด (C1-C10) และสถานีในอ่าวตราด (T1-T15)

5.1.1 คุณภาพน้ำทั่วไปบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราด

คุณภาพน้ำบริเวณบริเวณลำคลองโดยรอบที่ไหลลงอ่าวตราด (C1-C10) ซึ่งจากการศึกษาคุณภาพน้ำทั้ง 3 ช่วงเวลาเดือนพฤศจิกายน เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม **(ตารางที่ 5-1)** พบว่า อุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยมีการเปลี่ยนแปลง ค่อนข้างชัดเจนเฉลี่ย 30.4±1.3 30.1±3.4 และ 27.6±1.1องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งอุณหภูมิ มีความแตกต่างกันค่อนข้างน้อยในระหว่างสถานีในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของอากาศเป็นสำคัญ ในส่วนของปัจจัยที่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลมาที่สุดได้แก่ ความเค็ม (salinity) ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีค่าเฉลี่ยความเค็มเท่ากับ 10.5±10.9, 17.1±12.3 และ 0.9±2.2 psu ตามลำดับ โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้รับอิทธิพลเกี่ยวเนื่องมาจากความเค็มของทะเล ปริมาณน้ำท่า และ

ปริมาณฝนที่ตกในแต่ละช่วงเวลาที่ศึกษา โดยในช่วงเดือนกรกฎาคม มีความเค็มของน้ำต่ำสุด สะท้อนให้เห็นถึงช่วงเวลาดังกล่าวที่น้ำจากแผ่นดินจะไหลลงมายังอ่าว ซึ่งจากต่างเดือนมีนาคม ซึ่งความเค็มค่อนข้างสูงเพราะได้รับอิทธิจากน้ำทะเล

ตารางที่ 5-1 คุณภาพน้ำทั่วไปเฉลี่ยบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราดในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

Parameter	Nov-59	Mar-60	Jul-60
Depth (m)	1.8±1.3	1.5±1.0	1.2±1.6
Transparency (m)	0.8±40.1	0.8±0.3	0.3±0.2
Temperature (°C)	30.4±1.3	30.1±3.4	27.6±1.1
Dissolved Oxygen (mg/L)	3.3±1.2	3.8±1.8	4.6±1.1
pH	6.9±0.4	7.4±0.7	6.6±0.4
Salinity (psu)	10.5±10.9	17.1±12.3	0.9±2.2
Total Suspended Solid (mg/L)	16.5±14.4	19.7± 23.7	27.4± 26.9

สำหรับปัจจัยคุณภาพน้ำทั่วไปที่มีความสำคัญมากที่สุดและส่งผลกับสิ่งมีชีวิตมากที่สุดได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบค่าออกซิเจนละลายน้ำเฉลี่ยรายเดือนเท่ากับ 3.3±1.2, 3.8±1.8 และ 4.6±1.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ทำการศึกษาพบว่า ในช่วง เดือนพฤศจิกายน และเดือนมีนาคม มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 (คุณภาพทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งลำคลองส่วนใหญ่เกือบทุกสถานีมีค่าออกซิเจนต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยอิทธิพลที่ส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำคาดว่ามาจากการที่ลำคลองต่างๆ ไหลผ่านพื้นที่การใช้ประโยชน์ อาทิเช่น เกษตรกรรม ชุมชน อุตสาหกรรม รวมถึงท่าเรือต่างๆ ทำให้มีโอกาสได้รับน้ำที่ถูกใช้ประโยชน์แล้วและมีออกซิเจนต่ำกว่าลงสู่ลำคลอง ในส่วนของเดือนกรกฎาคม มีค่าออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อย เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวมีน้ำจืดลงมาเจือจาง (ปริมาณน้ำฝน) ซึ่งโดยปกติจะมีออกซิเจนที่สูงกว่าทำให้มีแนวโน้มของออกซิเจนสูงขึ้นเล็กน้อย

5.1.2 แร่ธาตุอาหารละลายน้ำบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราด

แร่ธาตุอาหารละลายน้ำที่ไหลลงมาจากคลองทต่างๆโดยรอบอ่าวตราด ซึ่งทำการศึกษาในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560 พบว่า ค่าเฉลี่ยของแร่ธาตุอาหารมีความแตกต่างแต่ละลำคลองค่อนข้างมาก ยกตัวอย่างเช่น แอมโมเนียม ซึ่งจากการศึกษาทั้ง 3 ครั้งพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 13.56±5.0, 21.09±15.4 และ 22.23±8.1 ไมโครโมลาห์ ตามลำดับ โดยความแตกต่างของค่าที่พบจะขึ้นอยู่กับว่าลำคลองนั้นไหลผ่านกิจกรรมใดมาบ้าง ซึ่งแอมโมเนียมจะเป็นตัวแทนของแร่ธาตุอาหารที่ได้มาจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ หรือมาในรูปของปุ๋ย ฉะนั้นบริเวณใดที่มีกระบวนการต่างๆเหล่านี้ก็จะส่งผลให้แอมนียมสูง **(ตารางที่ 5-2)** สำหรับไนไตรท์ ไนเตรทซึ่งแร่ธาตุที่อยู่ในกระบวนการ หรือวัฏจักรของไนโตรเจนจากการศึกษาเราพบค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 14.99±7.6, 8.97±4.1 และ 9.64±7.8 ไมโครโมลาห์ ตามลำดับ ซึ่งไนโตรท์และไนเตรทจะเป็นแร่ธาตุอาหารที่พบมากในกิจกรรมด้านเกษตรกรรม โดยจะเป็นผลจากการเกิดกระบวนการ nitrification หรือ denitrification ในระบบน้ำทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าในน้ำมีออกซิเจนเพียงพอหรือไม่ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาปริมาณธาตุอาหารในกลุ่มของไนโตรเจน (แอมโมเนียม ไนไตร์ท และไนเตรท) ค่าที่พบบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราดในครั้งนี้มีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งประเภทที่ 3 ส่วนออโธฟอสเฟต ซึ่งเป็นแร่ธาตุอาหารที่สำคัญสำหรับการเจริญเติมโตของพืช จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ทั้ง 3 ครั้งของการศึกษามีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน โดยปกติฟอสเฟตจะถูกปนเปื้อนมากับน้ำทิ้งจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นในบ้านเรือน เช่น น้ำซักล้าง เศษอาหารต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีส่วนที่เกิดขึ้นจากเกษตรกรรมเช่นการปุ๋ยเคมี หรือปุ๋ยคอกที่มีส่วนผสมของฟอสเฟต ซึ่งเมื่อเกิดฝนตกหรือน้ำไหลผ่านก็จะพาสารฟอสเฟตเหล่านี้มาด้วย อย่างไรก็ตามโดยปกติแล้วฟอสเฟตก็มีปนเปื้อนอยู่ในดินทั่วไปอยู่แล้วเนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของพื้นโลก

ตารางที่ 5-2 แร่ธาตุอาหารละลายน้ำเฉลี่ยบริเวณลำคลองรอบอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

Parameter	Nov-59	Mar-60	Jul-60
Ammonium-nitrogen (µM)	13.56±5.0	21.09±15.4	22.23±8.1
Nitrate Nitrite-nitrogen (µM)	14.99±7.6	8.97±4.1	9.64±7.8
Silicate-silicon (µM)	33.96±14.2	44.27±23.1	28.50±14.5
Orthophosphate-phosphorus (µM)	1.08±1.8	0.80±0.5	1.02±0.3

ในส่วนของค่าซิลิเกต จะมีค่าค่อนข้างแตกต่างกันในแต่ละสถานีและฤดูกาล เนื่องจากซิลิเกตเป็นตัวแทนในเชิงการไหลลงมาของมวลน้ำที่อาจมาจากน้ำและน้ำฝน ไหลชะล้างตะกอนดินและลายซิลิกอนออกมาทำให้ให้น้ำที่มีซิลิเกตสูงจะมีลักษณะสีน้ำตาล สำหรับในพื้นที่ลำคลองรอบอ่าวตราดนั้นค่าซิลิเกตจะมีค่าสูงในช่วงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีฝนตกลงมาในเวลาดังกล่าว แต่จะมีค่าสูงแค่บางสถานีเท่านั้น

5.2 การศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวตราด

การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป แร่ธาตุอาหารละลายน้ำ และคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด จะทำการแบ่งพื้นที่การศึกษาทั้งหมด 15 สถานีครอบคลุมพื้นที่อ่าวตราดตั้งแต่ตอนในซึ่งติดกับแม่น้ำตราด จนถึงแนวบริเวณสะพานเทียบเรือแหลมศอก รวมพื้นที่ประมาณ 150 ตารางกิโลเมตร ทั้งนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ครั้งได้แก่ เดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560 ซึ่งจากข้อมูลต่าง ๆ สามารถวิเคราะห์ในเชิงเวลาได้ดังนี้

5.2.1 คุณภาพน้ำทั่วไปบริเวณอ่าวตราด

การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไปบริเวณอ่าวตราด **(ตารางที่ 5-3)** ปัจจัยที่พบความแตกต่างและเป็นส่วนที่ใช้ในการพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ ความลึกของน้ำ (depth) ซึ่งความลึกของน้ำบริเวณอ่าวตราดจะมีความแตกต่างกันตามสถานี โดยสถานีขอบฝั่งมีความลึกอยู่ในช่วง 1-4 เมตร ทั้งนี้เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยความลึกรายเดือนพบว่า มีค่าเท่ากับ 2.8±1.7, 2.4±2.0 และ 1.6±1.5 เมตร โดยในช่วงเดือนกรกฎาคม จะมีความลึกเฉลี่ยต่ำสุดซึ่งเป็นอิทธิพลของฤดูกาลและน้ำขึ้น-ลงของอ่าวตราด ในส่วนของความเค็มของน้ำมีความแตกต่างตามฤดูกาลค่อนข้างชัดเจนโดยพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.1±3.2, 30.3±0.6 และ 9.5±0.7 psu ทั้งนี้ในช่วงเดือนกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนทำให้ค่าเฉลี่ยของความเค็มของน้ำในอ่าวมีค่าต่ำกว่าค่อนข้างมาก ซึ่งนอกจากฝนแล้วปริมาณน้ำที่ได้รับจากแผ่นดินในช่วงเวลาดังกล่าวยังส่งผลต่อความเค็มของน้ำเช่นเดียวกัน นอกจากนี้อิทธิพลจากความเค็มของน้ำยังส่งผลกับสิ่งมีชีวิตต่างๆที่อาศัยอยู่บริเวณอ่าวตราด โดยเฉพาะในกลุ่มของสัตว์พื้นท้องน้ำ

ตารางที่ 5-3 คุณภาพน้ำทั่วไปบริเวณอ่าวตราดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

Parameter	Nov-59	Mar-60	Jul-60
Depth (m)	2.8±1.7	2.4±2.0	1.6±1.5
Transparency (m)	1.9±0.9	0.9±0.7	0.7±0.6
Temperature (oC)	31.3±0.9	30.4±0.6	29.3±0.7
Dissolved Oxygen (mg/L)	4.3±0.9	6.5±0.5	5.9±0.8
pH	7.7±0.1	7.8±0.1	7.8±0.6
Salinity (psu)	27.1±3.2	30.3±0.6	9.5±0.7
Total Suspended Solid (mg/L)	16.0±3.3	46.9±21.3	28.2±14.5
Chlrophyll *a* (ug/L)	1.9±0.9	0.9±0.7	0.7±0.6

ในส่วนของออกซิเจนละลายน้ำซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3±0.9, 6.5±0.5 และ 5.9±0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) ทึ้งนี้ออกซิเจนละลายนน้ำจะมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือน

พฤศจิกายน อีกปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำโดยรวมได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยการศึกษาครั้งนี้พบคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ยเท่ากับ 1.9±0.9, 0.9±0.7 และ 0.7±0.6 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับคลอโรฟิลล์ นั้นเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงกำลังการผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ ที่ได้มาจากแพลงก์ตอนพืช ทั้งนี้โดยทั่วไปการที่มีคลอโรฟิลล์ สูงหรือต่ำจะส่งผลต่อคุณภาพน้ำอื่น ๆด้วยตัวอย่างเช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ซึ่งเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์แสงของพืชที่มีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบ อย่างไรก็ตามสำหรับคลอโรฟิลล์ เอ ในอ่าวตราด เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณปากแม่น้ำอื่นๆพบว่ามีค่าค่อนข้างต่ำ หรือเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ซึ่งเป็นการกำหนดค่า Eutrophic พบว่าคลอโรฟิลล์ที่พบในอ่าวตราดอยู่ในช่วง oligotrophic และ mesotrophic ซึ่งถือว่ามีค่าค่อนข้างต่ำในเชิงของความอุดมสมบูรณ์ โดยปกติแล้วคลอโรฟิลล์ เอ

5.2.2 แร่ธาตุอาหารละลายน้ำบริเวณอ่าวตราด

การศึกษาธาตุอาหารในอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน เดือนมีนาคม และเดือนกระกฎาคม **(ตารางที่ 5-4)** พบว่า แอมโมเนียมละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.90±1.58, 6.09±1.77 และ 18.60±2.77 ไมโครโมลาห์ ตามลำดับ ซึ่งในเดือนพฤศจิกายน และเดือนมีนาคม ปริมาณแอมโมเนียมในน้ำบริเวณอ่าวตราดจะมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ยกเว้นเดือนกรกฎาคม จะมีค่าที่สูงมากกว่าสาเหตุอาจมากจากปริมาณฝนและน้ำท่าที่ไหลนำพาธาตุอาหารในส่วนของแอมโมเนียมลงมาในอ่าว ซึ่งโดยปกติแล้วแอมโมเนียมจะมีการเปลี่ยนแปลงได้ค่อนข้างรวดเร็วทั้งกระบวนการทางเคมี และกระบวนการทางชีวภาพ อย่างไรก็ตามแอมโมเนียมในอ่าวตราดสำหรับการศึกษาครั้งนี้ก็ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งประเภทที่ 3 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง นอกจากนี้สำหรับไนไตรท์ ไนเตรท ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มไนโตรเจนที่สำคัญสำหรับกำลังการผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ โดยการเปลี่ยนแปลงจะอยู่ในกระบวนการทางชีวภาพ เช่น การเปลี่ยนแปลงโดยกระบวนการของแบคทีเรีย การนำไปใช้ของแพลงก์ตอนพืช เป็นต้น ซึ่งค่าไนเตรท ไนไตรท์ในพื้นที่อ่าวตราดพบว่ามีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ช่วงเวลา ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการ biochemical ที่มีลักษณะและรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 5-4 แร่ธาตุอาหารละลายน้ำเฉลี่ยบริเวณอ่าวตราด ตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

Parameter	Nov-59	Mar-60	Jul-60
Ammonium-nitrogen (µM)	4.90±1.58	6.09±1.77	18.60±2.77
Nitrate Nitrite-nitrogen (µM)	5.55±2.47	4.56±1.78	6.09±5.80
Silicate-silicon (µM)	39.51±50.18	16.20±8.45	61.98±12.96
Orthophosphate-phosphorus (µM)	0.56±0.14	0.61±0.20	0.54±0.07

สำหรับค่าซิลิเกตเฉลี่ยที่พบในอ่าวตราดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.51±50.18, 16.20±8.45 และ61.98±12.96 ไมโครโมลาห์ โดยความเข้มข้นของซิลิเกตที่พบในอ่าวมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลและพื้นที่ค่อนข้างชัดเจน ซึ่งช่วงเดือนกรกฎาคม จะมีค่าสูงสุดและใกล้เคียงกันทั่งอ่าว ทั้งนี้อิทธิพลที่ทำให้ซิลิเกตมีการเปลี่ยนแปลงมีสาเหตุมาจากน้ำท่าที่พัดพาเอาซิลิเกตที่อยู่บนแผ่นดินลงมาก็จะเพิ่มซิลิเกตให้กับพื้นที่ได้ อีกประการหนึ่งกระบวนการน้ำขึ้นน้ำลง และกระบวนการฟุ้งกระจายของตะกอน (resuspension) ที่สามารถนำซิลิเกตที่สะสมอยู่ในดินพื้นท้องน้ำขึ้นมาในมวลน้ำได้ ซึ่งซิลิเกตจะเป็นแร่ธาตุที่สำคัญให้กับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน โดยเฉพาะกลุ่มไดอะตอมและไดโนแฟลกเจลเลต

5.3 คุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด

จากข้อมูลการศึกษาคุณภาพดินตะกอนที่ประกอบด้วย ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟล์รวมในดินตะกอน **(ตารางที่ 5-5)** ในช่วงเดือนพฤศจิกายน เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม พบค่าเฉลี่ยนสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนเท่ากับ 10.50±5.4, 9.84±5.6 และ 8.59±4.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้จากค่าที่ได้แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของสารอินทรีย์รวมในแต่ละเดือนที่ไม่แตกต่างกัน (มีค่าใกล้เคียงกัน) อย่างไรก็ตามสารอินทรีย์ในดินตะกอนจะมีความแตกต่างกันตามพื้นที่ ซึ่งดูได้จากค่า standard derivation ทั้งนี้เนื่องจากในแต่ละพื้นที่มีลักษณะของดินตะกอนที่แตกต่างกัน เช่น ตะกอนเลน โคลน ทราย กรวด โคลนปนทราย เป็นต้น อีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสารอินทรีย์ได้แก่ ความแรง และทิศทางของกระแสน้ำ ซึ่งจะเป็นตัวช่วยในการตกตะกอนของสารอินทรีย์ที่โดยปกติจะมีน้ำหนักค่อนข้างเบา ทั้งนี้ค่าสารอินทรีย์รวมที่พบในบริเวณอ่าวตราดถือได้ว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ เมื่อเทียบกับสารอินทรีย์ที่พบในบริเวณปากแม่น้ำอื่น ๆ โดยสารอินทรีย์ถือได้ว่าเป็นสิ่งที่สำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่โดยเฉพาะกับสิ่งมีชีวิตที่อยู่อาศัยในดินตะกอน

ตารางที่ 5-5 คุณภาพดินตะกอนอบริเวณอ่าวตราดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

Parameter	Nov-59	Mar-60	Jul-60
Total Organic Matter (%)	10.50±5.4	9.84±5.6	8.59±4.5
Acid Volatile Sulfide (mg/kg)	5.14±9.1	6.29±16.0	7.86±13.0

อย่างไรก็ตามถ้ามีการสะสมของสารอินทรีย์มากเกินไปก็จะส่งผลให้เกิดซัลไฟด์ในดินตะกอนสูงขึ้น โดยเฉพาะในพื้นที่มีปริมาณออกซิเจนในน้ำที่ต่ำก็จะเป็นตัวกระตุ้นให้แบคทีเรียในกลุ่ม desulfovibrio

เจริญเติบโตและปลดปล่อยซัลไฟด์ออกมาให้แก่ดินตะกอนและมวลน้ำ ซึ่งซัลไฟด์เหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในบริเวณนั้น ซึ่งสามารถทำให้สิ่งมีชีวิตตายลงแบบฉับพลันได้ (acute toxicity)

5.4 การศึกษาปัจจัยสิ่งมีชีวิตในบริเวณอ่าวตราด

การศึกษาสิ่งมีชีวิตในอ่าวตราดจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มได้แก่ การศึกษาแพลงก์ตอนพืช และการศึกษาสัตว์พื้นท้องน้ำ โดยทำการศึกษาทั้งสิ้น 15 สถานี ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560 ทั้งนี้ทำการแบ่งกลุ่มของแพลงก์ตอนออกเป็น 6 กลุ่มได้แก่ Class Cyanophyceae Class Chlorophyceae Class Euglenophyceae Class Bacillariophyceae Class Dictyochophyceae Class Dinophyceae และกลุ่มของสัตว์พื้นท้องน้ำแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม Phylum Annelida Phylum Arthopoda Phylum Mollusca Phylum Echinodermata โดยสิ่งมีชีวิตทั้งสองชนิดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

แพลงก์ตอนพืชในอ่าวตราด

ในการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในบริเวณอ่าวตราดที่ทำการศึกษาทั้ง 3 ช่วงเวลา พบแพลงก์ตอนซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ทั้งหมด 5 class ประกอบด้วย Cyanophyceae Chlorophyceae Euglenophyceae Bacillariophyceae Dictyochophyceae และ Dinophyceae (ตารางที่) โดยกลุ่มเด่นและเป็นกลุ่มหลักที่พบอย่างต่อเนื่องในทุกช่วงเดือนได้แก่ Bacillariophyceae หรือกลุ่มของ Diatom โดยกลุ่มนี้มีทั้งที่เป็นแบบเซลล์เดี่ยว เซลล์ต่อกันเป็นเส้นสาย หรือสายโซ่ โดยมีการต่อกันอย่างหลวมๆ และแบบอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเป็นก้อน ในพวกที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มทั้งกลุ่ม จะฝังอยู่ในสารที่มีลักษณะหยุ่นๆคล้ายเจลาตินซึ่งเป็นกรดเพคติน ทั้งนี้กลุ่มของไดอะตอมเป็นกลุ่มที่ใช้แร่ธาตุอาหารพิเศษจากกลุ่มอื่นๆ โดยนอกเหนือจากการใช้ไนโตรเจน และฟอสเฟตแล้ว ไดอะตอมยังใช้แร่ธาตุในกลุ่มของซิลิเกตด้วยดังนั้นเราจึงพบกลุ่มของไดอะตอมอยู่บริเวณปากแม่น้ำ หรือเกิดการสะพรั่งในบางครั้งที่สภาวะเหมาะสมกับการเจริญเติมโต โดยมีซิลิเกตเป็นตัวกระตุ้น ซึ่งจากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าความหนาแน่นของไดอะตอมมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันเกือบทุกช่วงเวลา

กลุ่มที่พบรองลงมาได้แก่ Dinophyceae หรือกุล่มไดโนแฟลกเจลเลต ซึ่งพบทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษาเช่นเดียวกัน โดยพบความหนาแน่นตั้งต่อ 715-14,756 เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร มักมีสีเหลือง-เขียว น้ำตาลหรือ

ตารางที่ 5-6 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชที่พบในการศึกษาบริเวณอ่าวตราด (ตัวต่อลูกบาศก์เมตร) ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

	Nov-59	Mar-60	Jul-60
Class Cyanophyceae	0-110	0-2128	0-1,098
Class Chlorophyceae	0-4,254	0	0-2,127
Class Euglenophyceae	0-495	0	0-248

Class Bacillariophyceae	5,240-119,052	6,300-178,555	6636-134,552
Class Dictyochophyceae	0-38	0-42	0-21
Class Dinophyceae	792-14,756	715-3,920	869-9,338

ด้านความหลากหลากหลายของชนิดเมื่อวิเคราะห์ความหลากหลาย (Shannon index; H') ของแพลงก์ตอนในอ่าวตราดพบว่าในเดือนพฤศจิกายน มีนาคม และกรกฎาคม มีค่าความหลากอยู่ในช่วง 0.57-2.09, 0.68-2.67 และ 0.85-2.23 ตามลำดับ **(ตารางที่ 5-7)** ทั้งนี้ความความหลากหลายที่พบถือว่าอยู่ในช่วงระดับกลาง (0-4) โดยสถานีที่อยู่ติดชายฝั่งหรือใกล้กับปากแม่น้ำและคลองจะมีค่าความหลากหลายค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับสถานีที่อยู่บริเวณตอนกลางของอ่าว เนื่องจากอิทธิพลของน้ำจืดที่ไหลลงมาทำให้เกิดสภาวะที่ไม่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของแพลงก์ตอนพืชบางชนิด ส่งผลให้บริเวณดังกล่าวเกิด dominate species หรือชนิดเด่นที่สามารถทนกับสภาพแวดล้อมแบบนั้นได้

ตารางที่ 5-7 ดัชนีความหลากหลายทางชนิด (Diversity index) Shannon index; H' ของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

	Nov-59	**Mar-60**	**Jul-60**
T1	1.11	0.75	1.02
T2	1.55	0.68	0.85
T3	1.92	0.72	1.30
T4	1.94	1.63	1.97
T5	1.51	1.10	1.38
T6	1.05	1.04	1.51
T7	1.10	1.70	1.32
T8	0.96	2.10	1.73
T9	1.17	2.04	1.92
T10	2.09	1.99	2.23
T11	1.04	2.00	1.68
T12	0.73	2.22	1.21
T13	0.57	1.85	1.08
T14	1.15	2.67	1.37
T15	1.07	2.40	1.36

สัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด

จากการศึกษาสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม พบสัตว์พื้นท้องน้ำ 4 กลุ่มใหญ่ประกอบด้วย Annelida Arthropoda Mollusca และEchinodermata **(ตารางที่ 5-8)** สำหรับความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบมากที่สุดได้แก่ กลุ่มของ Annelida หรือ Polychate (ไส้เดือนทะเล) ซึ่งพบได้ในเกือบทุกสถานีที่ทำการศึกษา โดยพบมากที่สุดในเดือนมีนาคม เนื่องจากสัตว์ในกลุ่มของไส้เดือนทะเลมีจำนวนชนิดที่ค่อนข้างมากมีความหลากหลายทางชนิดที่สูงทำให้เราสามารถพบไส้เดือนทะเลในเกือบทุกสภาพของดินตะกอน นอกจากนี้ยังพบว่าไส้เดือนทะเลสามารถทนกับสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ เช่น ออกซิเจนในน้ำต่ำ สารอินทรีย์สูง หรือในบางครั้งเราพบกลุ่มนี้ในสภาพที่ดินตะกอนมีซัลไฟด์สูง ด้วยความหลากหลายเชิงพื้นที่ เช่น สภาพดินที่เป็นทราย โคลน โคลนปนทราย ทำให้การกระจายของไส้เดือนทะเลอาจไม่มีความสม่ำเสมอในบางช่วงเวลา สำหรับกลุ่มของสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบน้อยสุดได้แก่ กลุ่ม Mollusca หรือกลุ่มหอย ซึ่งประกอบด้วยหอยฝาเดียวและหอยสองฝา ทั้งนี้เนื่องมาจากความจำเพาะเจาะจงของแหล่งที่อยู่อาศัยทำให้เราสามาถพบหอยได้ในบางสถานีเท่านั้น เช่นบริเวณที่เป็นทรายก็จะพบเพียงหอย 1-2 ชนิดเท่านั้น ซึ่งถือเป็นการแบ่งพื้นที่อยู่อาศัยกันอย่างชัดเจน

ตารางที่ 5-8 ความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบในการศึกษาบริเวณอ่าวตราด (ตัวต่อตารางเมตร) ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

	Nov-59	Mar-60	Jul-60
Annelida	0-2,225	0-6,025	0-2,950
Arthropoda	0-1,100	0-2,425	0-1,700
Mollusca	0-75	0-425	0-350
Echinodermata	0-225	0-125	0-575

ด้านความหลากหลายทางชนิดพบว่า ในช่วงเดือนพฤศจิกายน มีนาคม และเดือนกรกฎาคม มีค่าความหลากหลายอยู่ในช่วง 0-2.56, 0.62-2.69 และ 0-2.23 ตามลำดับ **(ตารางที่ 5-9)** โดยบริเวณที่อยู่ใกล้ชายฝั่งเช่นใกล้ปากแม่น้ำและมีพื้นเป็นตะกอนเลน จะสามารถพบความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำได้มากกว่า ในบริเวณที่พื้นมีลักษณะเป็นทรายหรือกรวด อีกทั้งคลื่นและลมก็มีผลกับความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำเช่นกัน

ตารางที่ 5-9 ดัชนีความหลากหลายทางชนิด (Diversity index) Shannon index; H’ ของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

	Nov-59	Mar-60	Jul-60
T1	1.88	2.37	2.14
T2	2.02	1.44	1.31

T3	1.17	0.82	1.20
T4	1.80	0.96	0.00
T5	1.83	2.41	0.00
T6	2.47	2.06	1.16
T7	2.56	2.36	2.23
T8	1.88	1.51	0.96
T9	0.00	1.18	2.00
T10	1.48	1.33	1.72
T11	0.87	0.62	0.98
T12	1.71	1.79	1.71
T13	2.26	2.69	0.00
T14	2.17	1.55	0.93
T15	2.32	1.57	1.58

5.5 ผลกระทบของมลพิษทางน้ำและปัจจัยสิ่งแวดล้อม ต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศชายฝั่งบางชนิด

การศึกษาผลกระทบของมลพิษทางน้ำและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศชายฝั่ง ในการประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด จะใช้การประเมินในลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่น และความหลากหลายของชนิดของแพลงก์ตอนพืช และสัตว์พื้นท้องน้ำ ที่เปลี่ยนแปลงไปตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำตามฤดูกาล สำหรับในส่วนของความอุดมสมบูรณ์เชิงพื้นที่จะใช้ข้อมูลด้าน คลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนกำลังการผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ โดยปกติแล้วคลอโรฟิลล์สูงจะส่งผลในทางบวก สะท้อนให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ ทั้งนี้การศึกษาผลกระทบจะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเดือนตามตัวแทนของฤดูกาลซึ่งประกอบไปด้วย เดือนพฤศจิกายน (ปลายฤดูน้ำหลาก) เดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) และเดือนกรกฎาคม (ช่วงฤดูน้ำหลาก)

เดือนพฤศจิกายน (ปลายฤดูน้ำหลาก)

แพลงก์ตอนพืช ความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชในช่วงปลายฤดูน้ำหลากมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับความเค็ม (ระดับความสัมพันธ์ 55.8 เปอร์เซ็นต์) โดยความเค็มสูง ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสูงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากปลายฤดูน้ำเป็นช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำค่อนข้างมาก ซึ่งจากข้อมูลจะพบว่าแพลงก์ตอนมีความหนาแน่นบริเวณด้านนอกอ่าว สำหรับออกซิเจนซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ในน้ำ พบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับค่าของออกซิเจน (ระดับความสัมพันธ์ 64.5 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งคาดว่าในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่แพลงก์ตอนพบ มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงค่อนข้างต่ำ อาจอยู่ในช่วง stationary phase หรือ death phase ซึ่งถึงแม้จะมีจำนวนเซลล์ที่พบมากแต่ก็ไม่สามารถสังเคราะห์แสงและผลิตออกซิเจนได้เต็มที่ ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าวมีแสงค่อนข้างน้อย นอกจากนี้ยังพบว่า ความเข้มข้นของแอมโมเนียม ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนของน้ำที่มีคุณภาพเสื่อม

โทรม มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับแพลงก์ตอนกลุ่ม Bacillariophyceae (Diatom) (ระดับความสัมพันธ์ 53.7 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงเวลาแพลงก์ตอนในกลุ่มไดอะตอมซึ่งมีจำนวนมาก จะใช้ซิลิเกตในการเจริญเติบโตในสัดส่วนที่มากว่าไนโตรเจนในกลุ่มแอมโมเนียม ดังนั้นในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงปลายน้ำหลากคุณภาพน้ำที่มีผลกับแพลงก์ตอนมากที่สุดได้แก่ ความเค็ม ออกซิเจน และแอมโมเนียม

สัตว์พื้นท้องน้ำ ความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (ระดับความสัมพันธ์ 52.0 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวสารอินทรีย์ที่มีปริมาณสูงเกินไปจะส่งผลกระทบกับการอยู่อาศัยของสัตว์พื้นท้องน้ำ อีกทั้งสัตว์พื้นท้องน้ำบางกลุ่มยังไม่ชอบอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีสารอินทรีย์สูง ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอนที่มีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำเช่นเดียวกัน (ระดับความสัมพันธ์ 78.3 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องมากจากการที่ปริมาณสารอินทรีย์สูง ก็จะนำไปสู่การเพิ่มขึ้นของซัลไฟด์ในดิน และส่งผลให้เกิดความเป็นพิษต่อสัตว์พื้นท้องน้ำได้

เดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง)

แพลงก์ตอนพืช ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช มีความสัมพันธ์กับ ค่าอุณหภูมิของน้ำในทิศทางเดียวกัน (ระดับความสัมพันธ์ 72.1 เปอร์เซ็นต์) แสดงให้เห็นถึงอุณหภูมิของน้ำที่ได้รับอิทธิพลจากแสงอาทิตย์ในช่วงฤดูร้อนทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มขึ้น อีกทั้งแพลงก์ตอนพืชซึ่งใช้แสงในกระบวนการเจริญเติบโตก็จะมีความหนาแน่นมากขึ้น การเพิ่มขึ้นของความหนาแน่นของแพลงก์ตอนส่งผลให้มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับ ค่าคลอโรฟิลล์ เอ (ระดับความสัมพันธ์ 60.4 เปอร์เซ็นต์)ซึ่งสอดคล้องกันโดยตรงกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ทั้งนี้กระบวนการเกิดขึ้นของแพลงก์ตอนในช่วงเดือนมีนาคม หรือช่วงฤดูแล้ง ไม่ถูกรบกวนจากตะกอน หรือจากฝนที่ตกลงมาทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงและกำลังการผลิตเบื้องต้นในช่วงเวลาดังกล่าวทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม Cyanophyceae ยังมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับ ซิลิเกต ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากลุ่ม Cyanobacteria ไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ในช่วงที่มีซิลิเกตเป็นองค์ประกอบของแร่ธาตุอาหารในน้ำอยู่มาก

สัตว์พื้นท้องน้ำ ในการศึกษาช่วงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นฤดูแล้งจะไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของสัตว์พื้นท้องน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำยกเว้น สัตว์พื้ท้องน้ำในกลุ่มของ Annelida (Polychaete) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้ามกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (ระดับความสัมพันธ์ 63.2 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้เนื่องจากในสถานีที่มีสารอินทรีย์สูงมากเกินไปจะส่งผลให้มีสภาพโดยด้วยไม่เหมาะกับการอยู่อาศัยของกลุ่มไส้เดือนทะเล คือบริเวณที่สารอินทรีย์สูงมากมักจะมีปริมาณออกซิเจนบริเวณผิวหน้าดินต่ำส่งผลให้ไส้เดือนทะเลขาดออกซิเจนในการดำรงชีวิต อีกทั้งยังนำไปสู่ระบบการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนซึ่งผลผลิตที่ได้จะเป็นกลุ่มของซัลไฟด์ หรือมีเทน ซึ่งมีความเป็นพิษสูงแก่สิ่งมีชีวิต

เดือนกรกฎาคม (ฤดูน้ำฝน)

แพลงก์ตอนพืช ความหนาแน่นของแพลงก์พืชในช่วงเดือนกรกฎาคม มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำหลายปัจจัย เช่นความลึก ความโปร่งแสง อุณหภูมิ ตะกอนแขวนลอย และคลอโรฟิลล์ ซึ่งความสัมพันธ์จะมีลักษณะคล้ายกับในเดือนมีนาคม โดยความหนาแน่นจะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคลอโรฟิลล์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงสภาพของแพลงก์ตอนที่มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงอยู่ เช่นเดียวกับความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของน้ำซึ่งได้รับอิทธิพลมาจาแสงอาทิตย์ทำให้เกิดการสังเคราะห์แสงในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นไปในทิศทางเดียวกัน นอกจากนี้แพลงก์ตอนในกลุ่มของไดอะตอมยังเป็นกลุ่มหลักซึ่งมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกับ ความหนาแน่นของแพลงก์รวมทั้งหมด

สัตว์พื้นท้องน้ำ ความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำ สำหรับเดือนกรกฎาคม จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรวมของสัตว์พื้นท้องน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่าง ๆ พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์กันยกเว้นในกลุ่มของ ใส้เดือนทะเล (Annelida) ซึ่งพบมีความสัมันพันธีในทางตรงข้ามกับปริมาณสารอินทรีย์รวมเช่นเดียวกับในช่วงเดือนมีนาคม แต่ในส่วนที่มีความหน้าสนในได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์รวมที่พบความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้าม (ระดับความสัมพันธ์ 63.2 เปอร์เซ็นต์) ทั้งนี้สะท้อนให้เห็นว่าบริเวณใดที่มีปริมาณสารอินทรีย์ที่สูงจะส่งผลให้ความหลากหลายของสัตว์พื้นท้องน้ำลดต่ำลงไปด้วย อาจเนื่องมาจากมีสัตว์พื้นท้องน้ำบางชนิดเท่านั้นที่สามารอาศัยอยู่ในสภาวะที่มีปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูงได้

5.6 การประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำต่อระบบนิเวศชายฝั่ง บริเวณพื้นที่อ่าวตราด

การศึกษาแร่ธาตุอาหารที่ไหลลงสู่อ่าวตราด (nutrient loading) ทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลแร่ธาตุอหารซึ่งประกอบได้ไปด้วยไนโตรเจนอนิทรีย์ละลายน้ำ (dissolved inorganic nitrogen; DIN) ซิลิเกตอนินทรีย์ละลายน้ำ (dissolved inorganic silicates; DISi) และ ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (dissolved inorganic phosphorus; DIP) โดยทำการศึกษาในช่วงเดือนพฤศจิกายน เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม ซึ่งสถานีที่ทำการศึกษาจะเป็นคลองที่สำคัญโดยรอบอ่าวตราด **(ตารางที่ 5-10)**

ตารางที่ 5-10 สถานีลำคลองที่ทำการศึกษาแร่ธาตุที่ไหลลงสู่อ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

สถานี	พิกัด E	พิกัด N	ชื่อคลอง
C1	233842	1345721	คลองเปร็ด
C2	235363	1349099	แม่น้ำตราด (คลองใหญ่)
C3	238062	1350904	คลองเนินสูง
C4	240084	1349862	คลองท่าเลื่อน
C5	240995	1349024	คลองชำราก
C6	243706	1346931	คลองหนองปลาดุก
C7	243907	1346097	คลองบ้านแตง

C8	243696	1345220	คลองประทุน
C9	242830	1343119	คลองสะพานหิน 1
C10	246390	1340246	คลองสะพานหิน 2

ไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำ (Dissolved inorganic nitrogen; DIN)

ปริมาณของไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำหรือ DIN ที่ไหลลงสู่อ่าวตราดผ่านคลองต่างๆที่อยู่โดยรอบ พบว่า มีความแตกต่างกันตามช่วงเวลาที่ทำการศึกษาโดยปริมาณของ DIN จะมีค่าโดยรวมสูงในช่วงเดือนมีนาคม และมีแนวโน้มที่ต่ำในช่วงเดือนพฤศจิกายน **(ตารางที่ 5-11)** ทั้งนี้อาจามีสาเหตุมาจากในช่วงเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นฤดูแล้ง ความเข้มข้นของสารไนโตรเจนมีค่าสูงทำให้มีปริมาณของสารอนินทรีย์เหล่านี้ไหลออกมาได้เป็นจำนวนมาก สำหรับสถานีที่มีปริมาณของไนโตรเจนอนินทรีย์สูงสุดได้แก่ สถานี C2 (แม่น้ำตราด) ทั้งนี้เนื่องจากเป็นแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่ ประกอบกับไหลผ่านกิจกรรมต่างๆมากทำให้มีโอกาสปลดปล่อยสารไนโตรเจนได้ค่อยข้างมากกว่าสถานีอื่นๆ

ตารางที่ 5-11 ปริมาณสารไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำ (กิโลกรัมต่อวัน) ที่ไหลลงอ่าวตราดจากคลองต่าง ๆ ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

สถานี	Nov-59	Mar-60	Jul-60
C1	11.2	23.2	2.8
C2	6030.4	1281.7	10178.1
C3	88.7	45.9	177.8
C4	89.0	119.5	77.4
C5	30.1	30.6	110.0
C6	22.1	4.2	19.9
C7	57.5	53.5	11.7
C8	154.9	515.8	149.1

C9	26.3	269.3	101.6
C10	892.8	465.4	270.7

ซิลิเกตอนินทรีย์ละลายน้ำ (Dissolved inorganic Silicate; DISi)

จากการศึกษาสารอนินทรีย์ซิลิเกต หรือ DISi ในพื้นที่คลองที่ไหลลงสู่อ่าวตราดพบว่า ปริมาณของซิลิเกตอนินทรีย์มีค่าสูงในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งอยู่ในช่วงของปลายฤดูน้ำหลาก ทั้งนี้สอดคลองกับลักษณะการละลายได้ของซิลิเกตซึ่งปกติกจะถูกชะล้างและพัดพามากับมวลน้ำอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งปริมาณน้ำฝนยังช่วยเพิ่มปริมาณซิลิเกตเหล่านี้ให้เข้าสู่ระบบมากขึ้น ทั้งนี้สถานีที่พบปริมาณซิลิเกตมากที่ยังคงเป็นสถานี C2 ซึ่งเป็นสถานีตัวแทนของแม่น้ำตราด ซึ่งมีความกว้างมากที่สุด

ตารางที่ 5-12 ปริมาณซิลิเกตนินทรีย์ละลายน้ำ (กิโลกรัมต่อวัน) ที่ไหลลงอ่าวตราดจากคลองต่าง ๆ ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

สถานี	Nov-59	Mar-60	Jul-60
C1	41.0	134.8	0.6
C2	26032.1	4444.7	27584.4
C3	140.8	105.6	330.2
C4	297.7	550.8	197.0
C5	91.0	66.2	280.1
C6	37.5	9.8	48.3
C7	82.0	340.2	20.0
C8	266.6	736.3	235.2
C9	135.4	898.7	181.9
C10	2674.5	1751.3	769.1

ฟอสฟอรัสละลายน้ำ (Dissolved inorganic phosphorus; DIP)

จากการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสที่ไหลลงสู่อ่าวตราดในช่วง 3 เดือน **(ตารางที่ 5-13)** พบว่า ปริมาณของฟอสฟอรัสมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกันทั้ง 3 เดือน ยกเว้นสถานี C2 ในช่วงเดือนกรกฎาคม ซึ่งมีค่าที่ค่อนข้างสูงมาก สาเหตุมาจากช่วงดังกล่าวเป็นช่วงต้นของฤดูฝนทำให้มีการชะล้างฟอสฟอรัสลงสู่ลำคลองได้มากประกอบกับ C2 เป็นบริเวณของแม่น้ำตราดซึ่งมีขนาดใหญ่ มวลของน้ำมีปริมาณมากเลยส่งผลปริมาณฟอสฟอรัสสูงตามไปด้วย

ตารางที่ 5-13 ปริมาณฟอสฟอรัสละลายน้ำ (กิโลกรัมต่อวัน) ที่ไหลลงอ่าวตราดจากคลองต่าง ๆ ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

สถานี	Nov-59	Mar-60	Jul-60
C1	0.7	2.1	0.1
C2	139.0	104.5	557.8
C3	1.2	2.1	10.9
C4	1.9	4.4	6.0
C5	1.0	0.6	7.2
C6	0.4	0.2	1.1
C7	28.0	1.7	1.3
C8	7.3	30.2	15.1
C9	3.6	19.2	7.5
C10	65.3	34.2	18.4

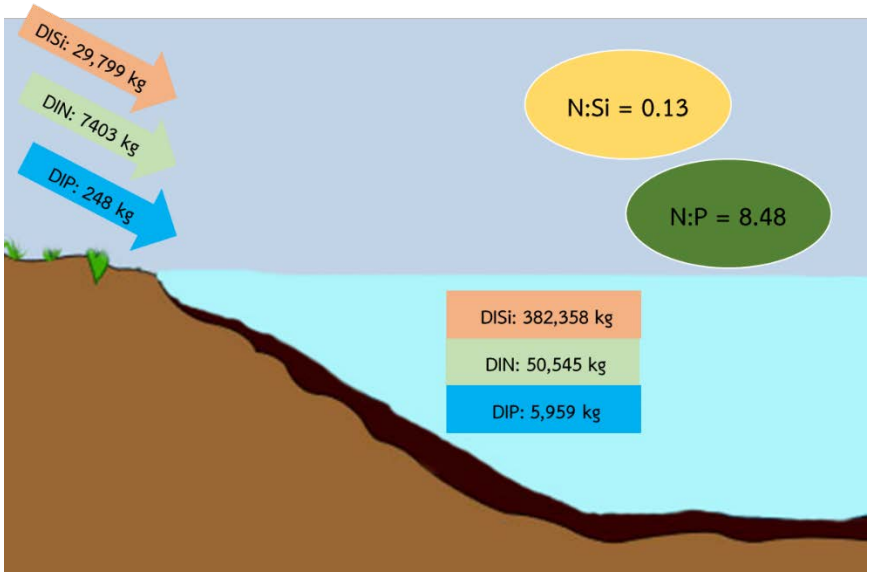
ซึ่งจากการวิเคราะห์ปริมาณสารอนินทรีย์ละลายน้ำจากคลองที่ไหลสู่อ่าวตราดในช่วงเวลา 1 วันของแต่ละเดือนพบว่า สารอนินทรีย์ละลายน้ำจะมีปริมาณที่ไหลลงสู่อ่าวตราดแตกต่างกันออกไป **(ตารางที่ 5-14)** โดยสารอนินทรีย์ละลายน้ำในกลุ่มของซิลิเกตจะมีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วง 9,038-29,799 kg Si/day โดยมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน และต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคม ซึ่งสอดคล้องกับฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้งนี้เนื่องจากซิลิเกตเป็นแร่ธาตุที่มีอยู่ตามปกติบนพื้นแผ่นดินซึ่งจะจะถูกปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำในกรณีของการกัดเซาะของดิน หิน หรือทราย ทั้งจากน้ำท่าที่ไหลลงมาและจากน้ำฝน ตามช่วงของฤดูกาลต่าง ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ความแรงของน้ำในลำคลองยังมีส่วนในการเพิ่มปริมาณของซิลิเกตจากการกัดเซาะพื้นที่รอบข้างอีกด้วย

ตารางที่ 5-14 ปริมาณสารอนินทรีย์ละลายน้ำ (กิโลกรัมต่อวัน) ที่ไหลจากคลองลงสู่อ่าวตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560

สถานี	Nov-59	Mar-60	Jul-60
DISi	29,799	9,038	29,647
DIN	7,403	2,809	11,099
DIP	248	199	625

ซึ่งการวิเคราะห์ศักยภาพการรองรับมลพิษทางระบบนิเวศในบริเวณอ่าวตราดในครั้งนี้ จะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอ่าวตราด ซึ่งมีความแตกต่างกัน 3 เดือน และพิจารณาร่วมกับค่าเฉลี่ยของสารอนินทรีย์ละลายน้ำเพื่อเป็นตัวแทนสารอนินทรีย์ของอ่าวตราด โดยเกณฑ์การพิจารณาจะใช้ข้อมูลที่เกี่ยข้องกับ Red field Ratio (C:N:Si:P ; 106:16:15:1) ซึ่งถือว่าเป็นตัวแทนการสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงนิเวศวิทยาน้ำ โดยการสะพรั่งของแพลงก์ตอน หรือปรากฏการน้ำเปลี่ยนสี

การเปลี่ยนแปลงแร่ธาตุอาหารระหว่างคลองรอบอ่าวตราด และในอ่าตราด ช่วงเดือนพฤศจิกายน **(ภาพที่ 5-1)** พบว่า มีปริมาณของ DISi ไหลลงสู่อ่าวในปริมาณที่ค่อนข้างสูง (29,799 kg/Day) โดยช่วงเดือนพฤศจิกายน เป็นช่วงของปลายฤดูฝน หรือปลายน้ำหลาก มวลน้ำที่ไหลมากับคลองโดยรอบอ่าวจะมีปริมาณที่ค่อนข้างสูง โดยคลองที่ปลดปล่อยซิลิเกตละลายน้ำมาที่สุดได้แก่ แม่น้ำตราด (81.5 เปอร์เซ็นต์) รองลงมากเป็นคลองสะพานหิน (12.1 เปอร์เซ็นต์) สำหรับไนโตรเจน และฟอสฟอรัสซึ่งเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญกับการเจริญเติบโตของพืช จะไหลเข้ามาในช่วงนี้เท่ากับ 7403 และ 248 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยไนโตรเจนถูกปล่อยมามากที่สุดจากสถานี แม่น้ำตราด (C2) ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามสำหรับฟอสฟอรัสจะมีการปล่อยมาจากหลายคลองในปริมาณค่อนข้างสูง ได้แก่ แม่น้ำตราด (56 เปอร์เซ็นต์) คลองประทุน (11 เปอร์เซ็นต์) คลองสะพานหิน (26 เปอร์เซ็นต์) ส่วนคลองอื่นๆจะมีปริมาณไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะเช่นนี้เนื่องมาจากฟอสฟอรัสมีแหล่งที่มาจากชุมชนเป็นหลัก ทั้งนี้ในบริเวณใกล้แม่น้ำหรือปากแม่น้ำซึ่งเป็นแหล่งชุมชนที่หนาแน่นทำให้โอกาสที่ฟอสฟอรัสจะปนเปื้อนลงสู่ลำคลองจึงมีมาก

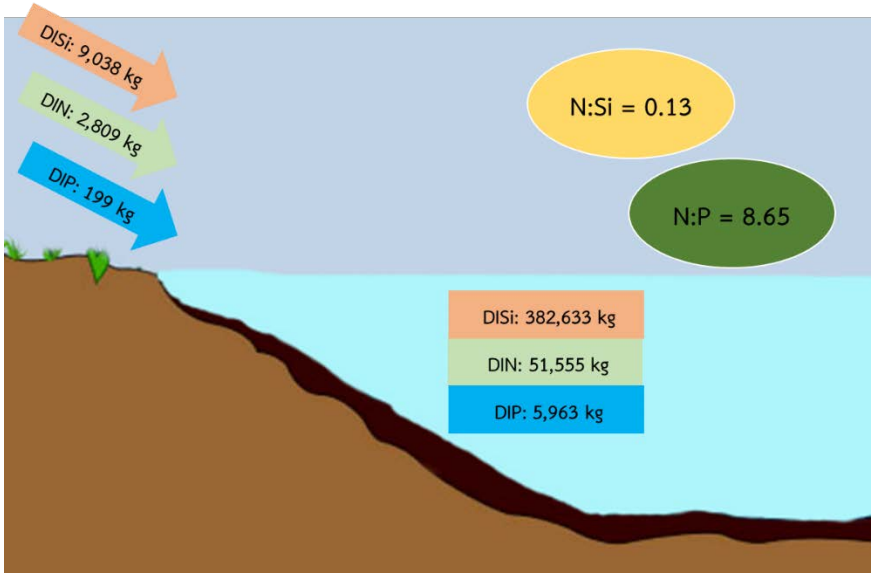


ภาพที่ 5-1 ปริมาณธาตุอาหารจากคลองต่างๆ ที่ไหลลงสู่อ่าวตราดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559

สำหรับปริมาณของสารอนินทรีย์ซิลิเกต ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสละลายน้ำที่พบในบริเวณอ่าว ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พบว่ามีค่าเท่ากับ 382,358 50,545 และ 5,959 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสารซิลิเกตจะมีปริมาณที่สูงสุด ทั้งนี้เมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่าง N:Si และ N:P พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.13 และ 8.48 ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงสภาวะที่ปกติ ยังไม่มีความเสี่ยงในด้านการสะพรั่งของแพลงก์ตอนในช่วงเวลาดังกล่าว

สำหรับในช่วงเดือนมีนาคม 2560 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูแล้ง **(ภาพที่ 5-2)** พบว่าสารอนินทรีย์ซิลิเกต ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสละลายน้ำ ที่ถูกปล่อยผ่านลำคลองรอบอ่าวตราดจะมีปริมาณที่ลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยมีค่าเท่ากับ 9,038 2,809 และ 199 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ทั้งนี้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงเป็นไปตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าเป็นหลัก โดยซิลิเกตละลายน้ำจะเป็นแร่ธาตุที่บ่งบอกได้ดีถึงการชะล้างและ

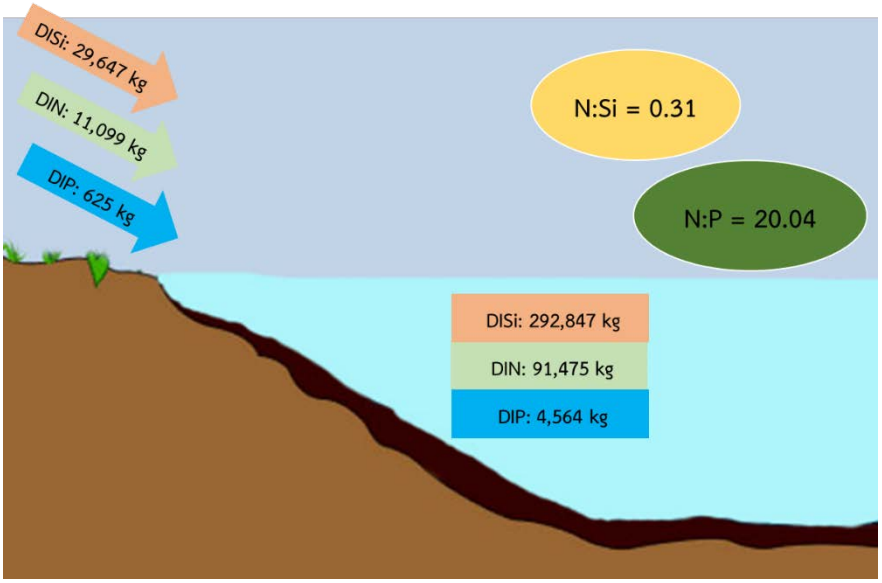
การหลากลงมาของน้ำจากแผ่นดิน ซึ่งในเดือนมีนาคม พบว่ามีปริมาณน้อยกว่าในช่วงฤดูฝน และปลายฤดูฝนประมาณ 3-4 เท่า อย่างไรก็ตาม แม่น้ำตราดยังคงเป็นแม่น้ำหลักที่ปลดปล่อยสารอินทรีย์ละลายน้ำออกมากที่สุดแต่สัดส่วนจะมีแนวโน้มที่ลดลงอยู่ที่ประมาณ 45-50 เปอร์เซ็นต์ จากลำคลองทั้งหมดโดยรอบอ่าวตราด



ภาพที่ 5-2 ปริมาณธาตุอาหารจากคลองต่างๆ ที่ไหลลงสู่อ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2560

ปริมาณของสารอินทรีย์ซิลิเกต ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสละลายน้ำที่พบในบริเวณอ่าว ในช่วงเดือนมีนาคม **(ภาพที่ 5-2)** พบว่ามีค่าเท่ากับ 382,633 51,555 และ 5,963 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสารซิลิเกตจะมีปริมาณที่สูงสุด ทั้งนี้เมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่าง N:Si และ N:P พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.13 และ 8.65 ซึ่งสัดส่วนดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงสภาวะที่ปกติ ยังไม่มีความเสี่ยงในด้านการสะพรั่งของแพลงก์ตอนในช่วงเวลาดังกล่าว อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่า ในช่วงเดือนมีนาคม และพฤศจิกายน ซึ่งเป็นฤดูแล้งและปลายฤดูน้ำหลาก กลับพบว่าปริมาณของสารอินทรีย์ละลายน้ำในอ่าวมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ลักษณะเช่นนี้แสดงให้เห็นว่าในระบบของอ่าวมีการรักษาสมดุลของสารอินทรีย์เหล่านี้ไว้ในระดับที่ค่อนข้างเหมาะสม ซึ่งอาจมีการปลดปล่อยและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารระหว่างดินตะกอน หรือแม้แต่มวลน้ำที่พัดเข้ามาจากทะเลนอก ก็อาจเป็นส่วนช่วยในการักษาสมดุลได้

ส่วนในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูฝน **(ภาพที่ 5-3)** พบว่าสารอินทรีย์ซิลิเกต ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสละลายน้ำ ที่ถูกปล่อยผ่านลำคลองรอบอ่าวตราดจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยมีค่าเท่ากับ 29,647 11,099 และ 625 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงฤดูแล้งพบว่า ซิลิเกตเพิ่มขึ้นประมาณ 10 เท่า ไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 5 เท่า และฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้น 3 เท่า โดยจากการวิเคราะห์ผลในครั้งนี้มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกับฤดูกาล โดยเฉพาะสารอินทรีย์ในกลุ่มของไนโตรเจน ซึ่งถือว่าเป็นแร่ธาตุอาหารเบื้องต้นสำหรับกำลังการผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าแม่น้ำตราดเป็นแหล่งน้ำหลักที่ปลดปล่อยสารอินทรีย์เหล่านี้ลงสู่อ่าวตราด ซึ่งมีสัดส่วนมากว่า 90 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 5-3 ปริมาณธาตุอาหารจากคลองต่างๆ ที่ไหลลงสู่อ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2560

สำหรับปริมาณของสารอนินทรีย์ซิลิเกต ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสละลายน้ำที่พบในบริเวณอ่าว ในช่วงเดือนกรกฎาคม พบว่ามีค่าเท่ากับ 292,847 91,475 และ 4,564 กิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสารซิลิ เกตจะมีปริมาณที่สูงสุด ทั้งนี้เมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่าง N:Si และ N:P พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.31 และ 20.04 และเมื่อพิจารณาจากสัดส่วนของธาตุอาหารพบว่า ในช่วงเดือนกรกฎาคม เป็นช่วงมีความเสี่ยงในการเกิดการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชอย่างมาก เนื่องจากสัดส่วนของ N:P ซึ่งปกติ ไม่ควรเกิน 16 (เป็นระดับที่เหมาะสมกับการเกิดการสะพรั่งของแพลก์ตอน) สัดส่วนดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงปริมาณไนโตรเจนที่มากเกิดพอสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอน โดยข้อมูลนี้สามารถยืนยันได้ข้อมูลของคลอโรฟิลล์ เอ ที่พบในอ่าวในช่วงเดือนกรกฎาคม ซึ่งสามารถพบค่าได้สูงสุดถึง 38 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าเฉลี่ยนเท่ากับ 17.6±8.6 ไมโครกรัมต่อลิตร) ซึ่งถือว่าอยู่ระดับ Eutrophic จนถึง Hypertrophic อย่างไรก็ตามเนื่องจากอ่าวตราดมีการไหลเวียนของกระแสน้ำจึงทำให้การกระจายของคลอโรฟิลล์มีความเหมาะสมไม่มีการรวมตัวเป็นกลุ่มจนทำให้เกิดสีของน้ำที่เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนเหมือนปากแม่น้ำอื่น ๆ

ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ดินตะกอน และสิ่งมีชีวิตในอ่าวตราด

จากการศึกษาความสัมพันธ์และทำการวิเคราะห์สมการถดถอยของคุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอนและสิ่งมีชีวิต (แพลงก์ตอนพืชและสัตว์พื้นท้องน้ำ) พบว่า มีความสัมพันธ์กันระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่างๆที่ทำการศึกษา ซึ่งจะพิจารณาในส่วนที่ส่งผลกระทบกับระบบนิเวศชายฝั่งเป็นหลัก

โดยปัจจัยแรกที่มีผลกระทบต่อระบบนิเวศได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เนื่องจากคลอโรฟิลล์เป็นปัจจัยที่แสดงให้เห็นสถานภาพของแหล่งน้ำทั้งในด้านความอุดมสมบูรณ์ และความเสื่อมโทรม โดยปกติการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จะเกิดขึ้นจากกระบวนการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะการสังเคราะห์แสง (เป็นรงควัตถุที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง) โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ผลกระทบต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทั่วไปได้แก่ ปริมาณแสง แร่ธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซิลิเกต) ความขุ่นหรือตะกอนแขวนลอย เป็นต้น ซึ่งสำหรับอ่าวตราดจากการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่างๆ สามารถสร้างสมการถดถอยได้ดังนี้

$$Chl\ a\ (\mu g/L) = 1.85+0.49DIN\ (\mu M) \qquad (1)$$

เมื่อ Chl a คือ คลอโรฟิลล์ เอ หน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลิตร และ DIN คือ ปริมาณสารอนินทรีย์ละลายน้ำรวม หน่วยเป็นไมโครโมล จากสมการ (1) แสดงให้เห็นว่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แปรผันตรงกับความเข้มข้นของอนินทรีย์ละลายนน้ำไนโตรเจน ซึ่งเป็นผลรวมของแอมโมเนียม ไนไตรท์ และไนเตรท ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำจะส่งผลต่อคลอโรฟิลล์ เอประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ โดยลักษณะดังกล่าวถือได้ว่าเป็นการเปลี่ยนแปลงปกติของคลอโรฟิลล์ทั่วไปในแหล่งน้ำ ทั้งนี้ถ้ากำหนดให้ค่าคลอโรฟิลล์ในแหล่งน้ำมีไม่เกิน 30 ไมโครกรัมต่อลิตร (เป็นตัวแทนของระบบแหล่งน้ำแบบ Eutrophic) ฉะนั้นค่า DIN ที่พบในพื้นที่อ่าวตราด ควรมีค่าไม่เกิน 57 ไมโครโมลาห์ (ผลรวมของ แอมโมเนียม ไนไตรท์ และไนเตรท) อย่างไรก็ตาม เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเป็นการเทียบเคียงกับค่ามาตรฐาน eutrophication ที่เกิดขึ้นในน้ำจืด ดังนั้นนถ้าเป็นกรณีที่เกิดขึ้นในทะเลหรือบริเวณชายฝั่งจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไปถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากคลอโรฟิลล์ ที่มีค่าสูงขึ้น

ในส่วนของแพลงก์ตอนพืชที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าสารอนินทรีย์ละลายน้ำในกลุ่มของ DIN (dissolved inorganic nitrogen) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มของ Class Dinophyceae โดยจากข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ เราสามารถพบแพลงก์ตอนพืชใน Class Dinophyceae ได้เกือบทุกฤดูกาลและทุกสถานี ซึ่งรูปแบบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าแพลงก์ตอนกลุ่มนี้ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมทาสงน้ำในอ่าวตราดค่อนข้างชัดเจน และเมื่อทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าสามารถสร้างสมการถดถอยได้ดังนี้

$$Dinophyceae\ (cell/m^3) = 4432.8-130.5DIN\ (\mu M) \qquad (2)$$

จากสมการ (2) แสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่นของเซลล์ แพลงก์ตอนพืชใน class Dinophyceae มีค่าแปรผันนในทิศทางตรงกันข้ามกับความเข้มข้นของสารอนินทรีย์ไนโตรเจนละลายน้ำ ลักษณะเช่นนี้แสดงให้เห็นว่ากลุ่มแพลงก์ตอนใน class Dinophyceae มีความต้องการไนโตรเจนค่อนข้างน้อย ต่างจากแพลงก์ตอนกลุ่มอื่น หรืออาจเป็นเพราะอ่าวตราดมีแนวโน้มที่ขาดสารอนินทรีย์ในกลุ่มของฟอสฟอรัสส่งผลให้แพลงก์ตอนไม่สามารถเจริญเติบได้อย่างเต็มที่

สำหรับปัจจัยสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพดินตะกอนที่ได้ทำการศึกษาในส่วนของปริมาณสารอินทรีย์รวม (total organic matter) และปริมาณซัลไฟล์รวมในดินตะกอน (acid volatile sulfide; AVS) พบว่า ซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณสารอินทรีย์ดังดังสมการ

$$AVS\ (mg/kg) = -3.95+1.66TOM\ (\%) \qquad (3)$$

ตามธรรมชาติของการเกิดซัลไฟด์ในดินตะกอนจะเกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในรูปแบบที่ไม่ใช้ออกซิเจน โดยกลุ่มแบคทีเรีย desulfovibrio (แบคทีเรียกลุ่มสีม่วง) ซึ่งจะรีดิวซัลเฟตในดินตะกอน ทั้งนี้เมื่อปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนเพิ่มขึ้น กระบวนการย่อยสลายก็จะเพิ่มขึ้นตาม ซึ่งโดยปกติจะเกิดกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน (aerobic) ก่อนในชั้นดินบางๆไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ซึ่งจะสังเกตได้จากสีของดินที่อ่อนกว่าบริเวณผิวหน้าหรือที่เราเรียกบริเวณนี้ว่า oxidizing zone และเมื่อเลยจากชั้นนี้ลงไปก็จะเป็นกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) ซึ่งจะทำให้เกิดแก๊สที่มีความเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ในกลุ่มของแก๊สซัลไฟด์ และแก๊สมีเทนตามลำดับความลึก

นอกจากความสัมพันธ์ระหว่างสารอินทรีย์ในดินตะกอนกับซัลไฟด์แล้ว การศึกษาครั้งนี้ยังพบความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์พื้นท้องน้ำ (benthos) ในกลุ่มของ annelis หรือไส้เดือนทะเลกับคุณภาพดินตะกอน ดังสมการ (4) โดยมีความสมพันธ์ในทิศตรงขามกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน

$$Annelis\ (ind./m^2) = 1478.0-91.7TOM(\%) \qquad (4)$$

สัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของ Annelis หรือที่รู้จักกันในกลุ่มของไส้เดือนทะเล จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถพบได้เกือบทุกสถานีและช่วงเวลา โดยบ้างสถานีพบกลุ่มดังกล่าวเป็นกลุ่มเด่น (dominant) ซึ่งปกติแล้วไส้เดือนทะเลจะชอบอาศัยในบริเวณที่มีสารอินทรีย์สูง แต่ในกรณีของอ่าวตราด ปริมาณสารอินทรีย์อาจมีสูงจนเกินไป เนื่องจากสารอินทรีย์ที่เป็นอาหารแล้ว สัตว์พื้นท้องน้ำยังจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิตด้วย ซึ่งเมื่อสารอินทรีย์ในดินตะกอนมีปริมาณสูง ก็จะมีแนวโน้มทำให้ออกซิเจนในน้ำต่ำลงตามไปด้วยทำให้สภาวะของน้ำและดินตะกอนขณะนั้นไม่เหมาะกับการดำรงชีวิตของสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่มนี้

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาบริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราดซึ่งทำการศึกษาในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560 ซึ่งการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการประเมินการรองรับมลพิษทางน้ำโดยเฉพาะแร่ธาตุอาหารจากแผ่นดินที่ไหลลงสู่พื้นที่อ่าวตราด อันจะนำไปสู่ความเสื่อมโทรมในเชิงของระบบนิเวศและทรัพยากรในอนาคต โดยการวิจัยครั้งนี้จะทำการประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษจากจากลำคลองและแม่น้ำที่ไหลลงสู่อ่าวตราดทั้งหมดซึ่งแม่น้ำและลำคลองหลักในบริเวณที่ศึกษาประกอบไปด้วย คลองเปร็ด แม่น้ำตราด (คลองใหญ่) คลองเนินสูง คลองท่าเลื่อน คลองชำราก คลองหนองปลาดุก คลองบ้านแตง คลองประทุน และคลองสะพานหิน โดยมีคลองใหญ่ หรือแม่น้ำตราดเป็นคลองที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ทั้งนี้การศึกษาจะทำการตรวจวัดในส่วนของคุณภาพน้ำทั่วไป (อุณหภูมิ ความเค็ม พีเอช ความโปร่งแสง ออกซิเจนละลายน้ำ ตะกอนแขวนลอย) และคุณภาพน้ำด้านแร่ธาตุอาหาร (แอมโมเนียม ไนโตรท์ ไนเตรท ซิลิเกต และฟอสฟอรัส) นอกจากนี้ยังทำการตรวจวัดปัจจัยด้านกำลังการผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

สำหรับการศึกษาบริเวณลำคลองโดยรอบอ่าวตราด จะทำการศึกษาปัจจัยด้านสัณฐานวิทยาของลำคลอง ที่ประกอบไปด้วย ความกว้าง ความลึก รวมถึงความแรงของกระแสน้ำเพื่อทำการหาปริมาตน้ำที่ไหลผ่านลำคลองลงสู่อ่าวตราดในแต่ละวัน จากนั้นจะนำปริมาตรน้ำที่ได้มาคำนวณกับความเข้มข้นของแร่ธาตุอาหารที่พบเพื่อปริมาณของแร่ธาตุอาหารที่ไหลลงสู่อ่าวตราดต่อไป

นอกจากนี้ในการประเมินสถานภาพของอ่าวตราดจะทำการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่าง ๆ เช่นเดียวกับลำคลองที่ไหลลงอ่าวตราด แต่จะมีการศึกษาด้านคุณภาพของดินตะกอนเพิ่มขึ้นมาได้แก่ ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน ทั้งนี้ยังทำการศึกษาในส่วนของสิ่งมีชีวิตซึ่งประกอบด้วย แพลงก์ตอนพืช และสัตว์พื้นท้องน้ำ ซึ่งสิ่งมีชีวิตดังกล่าวจะใช้เป็นปัจจัยที่สนับสนุนการตัดสินใจเพื่อประเมินศักยภาพของพื้นที่

ในส่วนแรกของการศึกษาวิจัยจะพิจารณาคุณภาพน้ำทั่วไปของลำคลองที่นำน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่การใช้ประโยชน์ต่าง ๆลงสู่อ่าวตราดโดยพบค่าคุณภาพน้ำทั่วไปที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่สำคัญได้แก่ ความโปร่งแสง อุณหภูมิ ออกซิเจนละลายน้ำ พีเอช และความเค็ม พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเป็นปัจจัยที่มีความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุด เนื่องจากค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำทั้ง 3 ฤดูกาล มีถึง 6 สถานีจาก 10 สถานี ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (มาตรคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) ทั้งนี้เมื่อมวลน้ำที่มีออกซิเจนต่ำจากลำคลองไหลลงสู่แหล่งน้ำก็จะส่งกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบริเวณนั้นได้ทันที ส่วนปัจจัยคุณภาพน้ำทั่วไปที่มีความผันแปรในการศึกษาบริเวณลำคลองและแม่น้ำได้แก่ ความเค็มของน้ำ ซึ่งจะมีความแตกต่างตามฤดูกาลค่อนข้างมากทั้งนี้เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำฝน น้ำท่า รวมถึงช่วงเวลาการขึ้นลงของน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าบริเวณที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่จะมีประตูน้ำปิดกั้นคลองเป็นบางช่วงส่งผลให้ค่าปัจจัยคุณภาพน้ำที่พบอาจไม่ใช้ค่าที่เป็นอยู่ตามธรรมชาติ แต่อาจเกิดจากการจัดการของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้อง สำหรับปัจจัยคุณภาพน้ำด้านแร่ธาตุอาหารซึ่งทำการศึกษา แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนไตรท์ ไนเตรท-ไนโตรเจน ซิลิเกต-ซิลิกอน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส พบว่า ซิลิเกต เป็นตัวแทนของปัจจัยคุณภาพ

ค่อนข้างชัดเจนทั้งนี้เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน และน้ำท่า ส่วนแร่ธาตุอาหารในกลุ่มของไนโตรเจนซึ่งส่วนใหญ่แล้วสำหรับการใช้ประโยชน์เชิงพื้นที่จะเป็นปัจจัยที่ได้รับอิทธิพลจากการพื้นที่การเกษตรกรรมโดยมีค่าที่สูงในบ้างลำคลอง โดยเฉพาะในฝั่งตะวันตกของอ่าวตราด นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของฟอสฟอรัสที่พบในครั้งนี้ยังมีค่าสูงมากในบริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าวเช่นเดียวกันกับไนโตรเจน ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นที่ตั้งอของพื้นที่เลี้ยงกุ้งขนาดใหญ่ และเป็นสวนยางพารา ซึ่งจาก ทั้ง 2 กิจกรรมดังกล่าวส่งผลชัดเจนต่อคุณภาพน้ำในส่วนของแร่ธาตุอาหาร นอกจากนี้จากการศึกษาด้านปริมาณน้ำที่ไหลลงสู่อ่าวตราด พบว่าปริมาณน้ำประมาณ 75-90 เปอร์เซ็นต์ที่ไหลลงสู่อ่าวตราดมาจากแม่น้ำตราดทั้งสิ้น ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ และสิ่งแวดล้อมทางน้ำในบริเวณอ่าวตราดจึงได้รับอิทธิพลโดยตรงจากแม่น้ำตราด

โดยคุณภาพน้ำทั่วไปของอ่าวตราดในช่วงที่ทำการศึกษา (ปี พ.ศ. 2559-2561) คุณภาพน้ำในภาพรวมถือว่าอยู่เกณฑ์ค่อนข้างดี โดยพิจารณาจากค่าออกซิเจนละลายน้ำในทุกครั้งที่เก็บส่วนใหญ่จะมีค่ามากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในค่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด โดยพบเพียงช่วงเดือนพฤศจิกายน เท่านั้นที่มีค่าออกซิเจนต่ำกว่า 4 บริเวณด้านนอกของอ่าว สำหรับคุณภาพน้ำที่เป็นตัวแทนของฤดูกาลที่ชัดเจนบริเวณอ่าวตราดคือความเค็มของน้ำ โดยในช่วงเดือนกรกฎาคม จะเป็นช่วงของฤดูฝน ซึ่งความของน้ำจะมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 10 psu ซึ่งถือว่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงฤดูแล้ง ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 30 psu ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของมวลน้ำจืดที่เข้ามาในช่วงเวลาดังกล่าว สอดคล้องกับซิลิเกต ที่มีค่าสูงขึ้นในช่วงเวลานี้ (มากกว่า 60 ไมโครโมลาห์) ซึ่งไนโตรเจน และฟอสฟอรัสที่พบก็สูงตามเช่นกัน ลักษณะและรูปแบบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลต่อเนื่องไปยัง ปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอที่พบซึ่งมีค่าอยู่ในระดับ Eutrophic ถึง Hypertrophic (พบค่าคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุด 38.3 ไมโครกรัมต่อลิตร) ส่วนแร่ธาตุอาหารบริเวณอ่าวตราดที่ไม่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลได้แก่ ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 0.54-0.61 ไมโครโมลาห์ (3 ช่วงเวลาที่ทำการศึกษา) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการใช้ประโยชน์ด้านชุมชน (แหล่งสำคัญของฟอสฟอรัส) สำหรับบริเวณอ่าวตราดยังมีค่อนข้างน้อยเมื่อแตกต่างกับแร่ธาตุในกลุ่มของไนโตรเจนที่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลค่อนข้างชัดเจน ซึ่งได้รับอิทธิพลด้านเกษตรกรรม (ยางพารา ปาล์ม สวนผลไม้) และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ฟาร์มเลี้ยงกุ้ง) โดยข้อมูลด้านแร่ธาตุอาหารจะสอดคล้องกับความหนาแน่นและกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่พบในบริเวณอ่าวตราด โดยความหนาแน่นของแพลงก์ตอนในกลุ่มของไดอะตอมจะมีค่าสูงในช่วงเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) สอดคล้องกับ ซิลิเกต ที่พบสูงในช่วงเวลาดังกล่าว

ในส่วนของคุณภาพดินตะกอน และสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราดพบว่า ดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง โดยประเมินได้จากปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยทั้งอ่าวอยู่ประมาณ 8-10 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้พื้นที่บริเวณฝั่งตะวันตกและตอนกลางของอ่าวจะมีความอุดมสมบูรณ์ของดินตะกอนสูงกว่าฝั่งตะวันออกเนื่องจากบริเวณกล่าวอยู่ใกล้กับแม่น้ำตราดซึ่งจะพัดพาตะกอนที่มีคุณภาพดี (ตะกอนอินทรีย์) ลงมาสะสมบริเวณนี้ อีกทั้งยังมีกิจกรรมในส่วนของการเลี้ยงหอยนางรมซึ่งถือว่าเป็นการชลอน้ำและดักตะกอน อย่างไรก็ตามลักษณะเช่นนี้อาจส่งผลในระยะยาวเนื่องจากการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของพื้นที่ (self-remediation) อาจไม่ทันกับการสะสมของสารอินทรีย์ซึ่งในอนาคตอาจก่อให้เกิดสภาวะ hypoxia ในพื้นที่นี้ขึ้นมาได้ โดยข้อมูลดังกล่าวสามารถยืนยันได้จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารอินทรีย์และความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของไส้เดือนทะเล (Annelida) โดยพื้นที่ที่มีปริมาณสารอินทรีย์

ในดินตะกอนเกิน 10 เปอร์เซ็นต์ จะพบว่าแนวโน้มของไส้เดือนทะเล จะลดลงตามไปด้วยเนื่องจากสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มนี้จะอาศัยอยู่ในดินเป็นหลักไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นมาด้านบนหรือหนีสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ ดังนั้นจึงเป็นสิ่งที่สะท้อนถึงสภาวะความเสื่อมโทรมของดินตะกอนได้ค่อนข้างดี

โดยภาพรวมของการศึกษาการประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาบริเวณพื้นที่อ่าวตราดในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า อ่าวตราดมีความเปลี่ยนแปลงในด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่สูง แต่ยังไม่เกินศักยภาพการรองรับของพื้นที่ เนื่องจากสามารถกลับมาสู่สภาวะปกติ ตามวงรอบของฤดูกาลได้ ทั้งนี้ประเมินได้จากค่าคลอโรฟิลล์ เอ และแร่ธาตุอาหารที่พบ โดยพิจารณาจากสัดส่วนของ Redfield ratio ที่มีค่าต่ำในช่วงฤดูแล้ง และสูงในช่วงฤดูฝน ซึ่งสอดคล้องกับสภาวะทั่วไปที่พบในพื้นที่ อย่างไรก็ตามปัจจัยที่ควรเฝ้าระวังและมีความเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมของพื้นที่อ่าวตราดในอนาคตได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์ เนื่องจากสารอินทรีย์ถือได้ว่าเป็นธนาคารของสารอาหาร และเป็นสาเหตุของการลดลงของออกซิเจนในนน้ำ เนื่องจากมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของกระบวนการย่อยสลายในสิ่งแวดล้อมทางน้ำเกิดขึ้นในดินตะกอนกลายเป็นไนโตรเจน ซึ่งหากในอนาคตอ่าวตราดได้รับ ไนโตรเจนอย่างต่อเนื่องจนอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม (Redfield ratio) ของการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช ก็จะเกิดการบลูมอย่างต่อเนื่องซึ่งส่งผลต่อสภาวะแวดล้อมทางน้ำภาพรวมของอ่าวทั้งหมดเนื่องจากแพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ควบคุมปัจจัยคุณภาพน้ำเบื้องต้นของแหล่งน้ำ โดยเป็นตัวขับเคลื่อนกระบวนการ biogeochemical ของพื้นที่ในอนาคตต่อไปได้

6.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาครั้งนี้ประสบปัญหาด้านการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลเนื่องจากมีคลาดเคลื่อนของช่วงเวลาที่ฝนทั้งนี้ ในเดือนพฤศจิกายนซึ่งควรจะมีน้ำหลากในช่วงดังกล่าวแต่ในปีนี้ปริมาณฝนกลับไม่มากเท่าปีที่ผ่านมา ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีเก็บข้อมูลให้มากขึ้นอย่างน้อย 6 ครั้งต่อปี เพื่อให้ติดตามสถานการณ์ของคุณภาพสิ่งแวดล้อม และอธิบายรูปแบบได้ชัดเจนมากขึ้น

2. ในการศึกษาครั้งนี้ยังขาดการศึกษาด้านแหล่งที่มาของมลพิษ โดยเฉพาะด้านสารอาหารในแต่ละกิจกรรม ซึ่งการศึกษาดังกล่าวสามารถนำไปใช้ประกอบในการตัดสินใจด้านนโยบายเพื่อจำกัดการใช้ประโยชน์บางประเภทในบนแผ่นดินอนาคตได้

3. การศึกษาคุณภาพดินตะกอนเนื่องจากการศึกษาในครั้งนี้ทำเพียงการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟล์รวมเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปเชื่อมโยงกับคุณภาพน้ำ ซึ่งในการศึกษาต่อไปควรทำการศึกษาแร่ธาตุอาหารที่อยู่ในดินตะกอนแต่ละชั้น (pore water nutrient) เพื่อสะท้อนถึงการปลดปล่อยแร่ธาตุอาหารที่ดินตะกอนสามารถปล่อยปลอยให้กับมวลน้ำได้ รวมถึงยังสามารถวิเคราะห์ความสมดุลของธาตุอาหารภายในอ่าวได้อีกด้วย

4. เนื่องจากความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณอ่าวตราดค่อนข้างสูงฉะนั้น ในการศึกษาวิจัยต่อไปควรมีวางแผนเพื่อศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแพลงก์ตอนแต่ละชนิด โดยเฉพาะแพลงก์ตอนในกลุ่มของ Diatom และ Noctiluca โดยเฉพาะ Noctiluca ซึ่งเราสามารถเจอในระหว่างการเก็บตัวอย่าง แต่เมื่อนำมาส่องในห้องปฏิบัติการกลับพบจำนวนเซลล์ที่ค่อนข้างน้อยไม่สอดคล้องกับ ปริมาณของคลอโรฟิลล์ที่พบในพื้นที่ศึกษา

5. ระยะเวลาในการทำการศึกษา เนื่องจากจำนวนตัวอย่างรวมถึงความหลากหลายของชนิดสัตว์พื้นท้องน้ำในบริเวณอ่าวตราดมีค่อนข้างสูงมาก จำเป็นต้องใช้เวลาในการจำแนกส่งผลให้การรายงานผลรวมถึงการส่งรายงานฉบับสมบูรณ์เป็นไปได้ค่อนข้างช้า ในการวิจัยต่อไปควรมีการเพิ่มระยะเวลารวมถึงข้อความอนุเคราะห์ผู้เชียวชาญด้านสัตว์พื้นท้องน้ำจากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งเข้ามารวมโครงการ เพื่อช่วยให้งานด้านนี้สามารถดำเนินการได้แล้วเสร็จทันตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

บทที่ 7

ผลผลิต

โครงการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีผลผลิตในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

7.1 ผลงานเตรียมพิมพ์เผยแพร่

1.1 ชุติมณฑน์ ภู่นภาอำพร และภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา. 2561. การประเมินสภาวะคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด. วารสารแก่นเกษตร, ฉบับพิเศษ 1 (2561) (273-278)

1.2 วิทยานิพนธ์ (กำลังดำเนินการ) เรื่อง การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและดินตะกอนต่อสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวตราด

7.2 ผลงานเชิงสาธารณะ

2.1 นำไปใช้ประกอบในการเรียนการสอนกับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ในมหาวิทยาลัยบูรพา

2.2 นำไปใช้ประกอบการสอนในค่ายวิทยาศาสตร์ “โครงการค่ายโครงงานวิทยาศาสตร์ทางทะเล ณ โรงเรียนวัดพลา จังหวัดระยอง”

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 ป่าสัก รีสอร์ท 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 และแมกนีเซียมในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี 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.

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.

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

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

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

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2541. คู่มือการเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทะเล. กรม ควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. 74 หน้า

สิริ ทุกข์วินาศ. 2528. วิธีวิเคราะห์ทางเคมีของแหล่งน้ำชายฝั่งตะกอน. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัด สงขลา. 55 หน้า

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

สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2529. รายงานคุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลอง พ.ศ. 2527-2528. กอง มาตราฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 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.

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

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

สุชนา วิเศษสังข์. 2527. การแพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชตามความลึกของน้ำทะเล บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน, น. 247-253. ใน การสัมมนาครั้งที่ 3 การวิจัย คุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรในน่านน้ำไทย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สุทธิพงศ์ เสถียรเก้า. 2532. ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนลุ่มแม่น้ำเมย จังหวัดตาก วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

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

โสภณา บุญญาพิพัฒน์. 2521. การศึกษาดัชนีความแตกต่างและความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณ ปากแม่น้ำเจ้าพระยา. 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. การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชทะเลในน่านน้ำไทย 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 จันทรอารีย์. 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

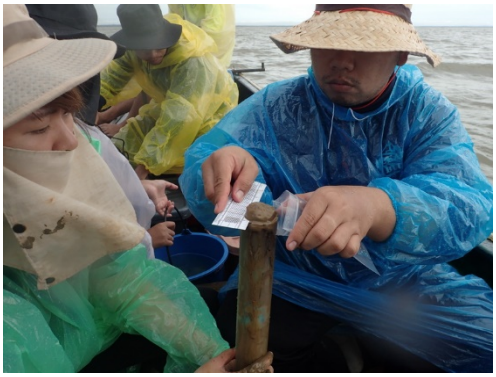
Mare, M.F. 1942. A study of a marine benthic community with special reference to the microorganism. J. Mar. Biol. Ass. 25:157-554.

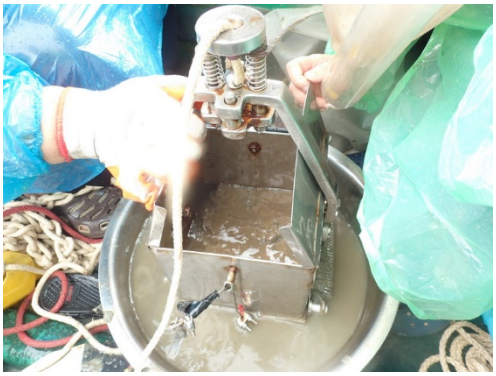
Mcley, G. 1996. Use of absorbents for removal of pollutants from waste waters. CRC Press, Inc. London. 186.

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

ตัวอย่างภาพการทำเก็บตัวอย่างและข้อมูลในการศึกษาการประเมินศักยภาพการรองรับมลพิษทางน้ำของระบบนิเวศชายฝั่งทะเล: กรณีศึกษาบริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนพฤศจิกายน 2559 เดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม 2560





11/07/2017

11/07/2017

11/07/2017

11/07/2017

11/07/2017

OCEANOGRAPHY
11/07/2017

ประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) นาย ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา

(ภาษาอังกฤษ) Mr. PATRAWUT THAIPICHITBURAPA

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
169 ถนนลงหาดบางแสน ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี 20131
โทรศัพท์. 0-3810-3010-11 โทรสาร. 0-3839-3496
E-mail: patrawut@buu.ac.th

4. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

สิ่งแวดล้อมทางน้ำและนิเวศวิทยา

5.ผลงานวิจัย

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา พิชาศิษฐ์ แสงเมฆ นิตยา ฤทธิ์นิ่ม และ ธรรมนูญ เต็มไชย. 2553. การบูรณาการองค์ความรู้ด้านนิเวศอุทกวิทยาเพื่อการอนุรักษ์ระบบนิเวศทางน้ำในเขตอุทยานแห่งชาติ: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์ และอุทยานแห่งชาติเอราวัณเขตจังหวัดกาญจนบุรี. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ อุทยาน นันทนาการ และการท่องเที่ยว ครั้งที่ 2. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. วันที่ 21-22 มกราคม 2553

Thaipichitburapa, P., Meksumpun C.* and S. Meksumpun. 2010. Environmental deteriorations and their impacts on surf clam resource: a case study of eutrophic Tha Chin Estuary, Thailand COASTAL ZONE ASIA PACIFIC CONFERENCE WORLD SMALL-SCALE FISHERIES CONGRESS October 17-22, 2010 Montien Riverside Hotel Bangkok, Thailand

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2554. การตกค้างของสารกำจัดวัชพืชไดยูรอน ในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน (Residues of Diuron Herbicide in Aquatic Ecosystem of the Tha Chin River). เรื่องเต็มการประชุมวิชาการประมง ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่, 1-3 ธันวาคม 2554

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2555.บทบาทในการเคลื่อนตัวของน้ำต่อพื้นที่เลี้ยงหอยแครงในระบบนิเวศน้ำกร่อยอ่าวบางตะบูน (Role of Circulation on the Clam Beds of Bang-tabun Bay Estuarine Ecosystem) . เรื่องเต็มการประชุมวิชาการประมง ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่, 6-8 ธันวาคม 2555

Patrawut Thaipichitburapa and Charumas Meksumpun. 2013. Impact of pesticides used in the Tha Chin River basin on natural fishery resources. 3rd International Fisheries Symposium (IFS 2013). Ambassador City Jomtien, Pattaya, Thailand from 28-30 November 2013.

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา และ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2556. มลภาวะของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน: การประเมินสถานการณ์โดยใช้แบบจำลองทางนิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อมPesticide Pollution of Tha Chin River Ecosystem: Status Assessment through Environmental Ecology Model. ประชุมวิชาการประมงครั้งที่ 8 “เพื่อความมั่นคงด้านการประมงและทรัพยากรทางน้ำ” 4-6 ธันวาคม 2556

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา และพิชาศิษฐ์ แสงเมฆ. 2558. ทศวรรษแห่งความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน: ผลการติดตามดัชนีด้านคลอโรฟิลล์ เอ และออกซิเจนละลายน้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์การประมง ปี 2558 ฉบับที่ 3-4

Thaipichitburapa, P. 2017. Relationship between Dissolved Oxygen and Chlorophyll a Concentrations at Bang Pa Kong Estuary, Thailand. Burapa Science Journal, 22, (238-247)

ชุติมณฑน์ ภู่นภาอำพร และภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา. 2561. การประเมินสภาวะคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด. วารสารแก่นเกษตร, ฉบับพิเศษ 1 (2561) (273-278)

วรรธนะภัฎ อยู่ไทย ถนอมศักดิ์ บุญภักดี นงนุช ตั้ง เกริกโอฬาร พงษ์รัตน์ ดารงโรจน์วัฒนา และภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา. 2561. ไอโซโทปเสถียรของคาร์บอนและไนโตรเจนของสารอินทรีย์ในป่ าชายเลนที่ได้รับน้า ทิ้งจากโรงปรับปรุงคุณภาพน้า จังหวัดชลบุรี. เรื่องเต็มรายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยบูรพา 18 - 20 มิถุนายน 2561 (216-225)

ศุภชัย ยืนยง อนุกูล บูรณประทีปรัตน์ วิชญา กันบัว เผชิญโชค จินตเศรณี ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา และจริยาวดี สุริยพันธ์. 2561. ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและของแข็งแขวนลอย บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงในแต่ละฤดูกาล. *บทคัดย่อ.* บทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6 โรงแรมบางแสน เฮอริเทจ ชลบุรี ประเทศไทย 18-20 มิถุนายน 2561 (หน้า 106)

เบญจมาศ มีทรัพย์ ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา สุธิดา กาญจน์อติเรกลาภ อนุกูล บูรณประทีปรัตน และศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาภ.2561. ฟลักซ์ของสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำและตะกอนแขวนลอยที่บริเวณปากแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง ปี พ.ศ. 2559 – 2560. *บทคัดย่อ.* บทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6 โรงแรมบางแสน เฮอริเทจ ชลบุรี ประเทศไทย 18-20 มิถุนายน 2561 (หน้า 107)

นันทิมา เดชวิชิต และ ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา. 2561. พฤติกรรมของสารอนินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสละลายน้าในแม่น้ำประแสร์ จังหวัดระยอง. ***บทคัดย่อ.*** บทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 6 โรงแรมบางแสน เฮอริเทจ ชลบุรี ประเทศไทย 18-20 มิถุนายน 2561 **(หน้า 256)**

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล (ภาษาไทย) นางจารุมาศ เมฆสัมพันธ์

(ภาษาอังกฤษ) Mrs. CHARUMAS MEKSUMPUN

2. ตำแหน่งปัจจุบัน

รองศาสตราจารย์ ระดับ 9

3. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์และโทรสาร

ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 02-9427499 ต่อ 13 โทรสาร 02-9405016
e-mail address : ffiscmc@ku.ac.th

4. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

นิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

5. ผลงานวิจัย

- **ผลงานทางวิชาการตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติและในหนังสือ**

Chuenniyom, W., C. Meksumpun* and S. Meksumpun. 2012. Impacts of Nutrients and Related Environmental Factors on Distribution and Size Structure of *Noctiluca scintillans* Populations of the Eutrophic Tha Chin Estuary, Thailand. JOURNAL of Water Science and Technology 65 (11): 1994-2002. *(*corresponding author)*

Kasamesiri, P., S. Meksumpun* and C. Meksumpun. 2012. Observations on Larval development of Black-spot Jorunna, *Jorunna funebris* (Kelaart, 1859) (Gastropods: Nudibranchs). Journal of Shellfish research 31(1): 111-117. *(*corresponding author)*

Ritnim, N. and C. Meksumpun*. 2011. Influence of Environmental Factors on Abundance and Temporal Variation of Benthic Fauna Resources in Eutrophic Tha Chin Estuary, Samut Sakhon Province, Thailand. JOURNAL of Water Science and Technology 64(6): 1261-1269. *(*corresponding author)*

Thongdonphum, B., Meksumpun S. and C. Meksumpun*. Environmental Impact Assessment of Mae Klong River and Estuarine Ecosystem: An Approach for Nutrient Criteria Development. JOURNAL of Water Science and Technology. *(during minor revised process) (*corresponding author)*

Thaipichitburapa, P., Meksumpun C.* and S. Meksumpun. 2010. Province-based self-remediation efficiency of the Tha Chin River Basin, Thailand. JOURNAL of Water Science and Technology 62(3): 594-602. *(*corresponding author)*

Meksumpun, C. and S. Meksumpun. 2008. Integration of Aquatic Ecology and Biological Oceanographic Knowledge for Development of Area based Eutrophication Assessment Criteria Leading to Water Resource Remediation and Utilization Management: A Case Study in Tha Chin, the Most Eutrophic River of Thailand. JOURNAL of Water Science and Technology 58(12): 2303-2311.

Soontornprasit, K. and C. Meksumpun. 2008. Analysis of Aquatic Ecosystem Response for Zonation Management of Ban Pho Town, Chachoengsao Province, Thailand. Kasetsart Journal (Nat.Sci) 42: 513-521.

Meksumpun, C. 2007. Water Qualities in Pasak Jolasid Reservoir. *In* SUMAFISH: A Case Study of Reservoir Fisheries (Wongrat, L. ed.) ISBN 978-974-09-7421-5, Magic Publication Co., Ltd., Thailand. p. 17-23.

Meksumpun, S., Meksumpun, C. and Montani, S. 2005. Effects of Temperature on the Germination of Marine Phytoplankton Cysts. Kasetsart Journal (Nat.Sci). 39: 149-158.

Meksumpun, S., Meksumpun, C., Hoshika, A., Mishima, Y. and Tanimoto, T. 2005. Stable Carbon and Nitrogen Isotope Ratios of Sediment in the Gulf of Thailand: Evidence for Understanding of Marine Environment. Continental Shelf Research 25: 1905-1915.

- **ผลงานทางวิชาการตีพิมพ์ในเอกสารการประชุมทางวิชาการระดับนานาชาติ**

Sangmek, P. and C. Meksumpun*. 2015. Influence of Eco-hydrological Factors on Aquatic Plant Succession in a Regulated River: A Case Study of the Petchburi River, Thailand. Water and Environment Journal 29 (2): 243-251. *(*corresponding author)*

Sangmek, P. and C. Meksumpun*. 2014. Assessment of Impacts from Various Hydro-ecological Factors on Oxygen Budgets of a Regulated River: A Case Study of the Petchburi River, Western Thailand. JOURNAL of Water Science and Technology 69 (7): 1565-1572. *(*corresponding author)*

Kasamesiri, P., S. Meksumpun* and C. Meksumpun. 2014. Embryonic Development of Nudibranch species (Mollusca: Ophisthobranchia) in the Gulf of Thailand. Journal of Coastal Life Medicine 2(12): 925-933. *(*corresponding author)*

Thongdonphum, B., S. Meksumpun*, C. Meksumpun, N. Thawonsode and B. Sawasdee. 2014. Variation of Important Nutrients Proportion on Phytoplankton Distribution in Bang-tabun Bay, Phetchaburi Province, Thailand International Journal of Environmental and Rural Development 5-2: 100-104. *(*corresponding author)*

Thongdonphum, B., S. Meksumpun*, C. Meksumpun, B. Sawasdee and P. Kasemsiri. 2013. Predictive Model for Biochemical Component of Phytoplankton in the River and Estuarine Systems of the Mae Klong River, Thailand. International Journal of Environmental and Rural Development 4-1: 13-18. *(*corresponding author)*

Meksumpun, C.*, W. Chuenniyom, N. Ritnim, P. Thaipichitburapa and S. Meksumpun. 2012. Eco-based Management Approach for Estuarine Conservation and Eutrophication Control. *In* Proceedings of International Conference on Environmental Science, Engineering and Management. 21-23 March 2012, Chiangrai, Thailand. *(*corresponding author)*

Popradit, M., Ajjimangkul, S.*, Meksumpun, C. and J. Srisomwong. 2010. Competency of Small Scale Aquaculture Farmers towards Increasing Production of Extensive Mangement System: Case Study of Phantai Norasing District, Samut Sakhon Province, Thailand. *In* Proceedings of the World Small-Scale Fisheries Conference, on 18-22 October 2010, Bangkok, Thailand. *(*corresponding author)*

Kotchwong, J., Ajjimangkul, S.*, Meksumpun, C. and J. Srisomwong. 2010. Hard Clam (*Meritrix* spp.) and Ridged Venus Clam (*Paphia crassisulca*) Fishery in Kapor Bay. *In* Proceedings of the World Small-Scale Fisheries Conference, on 18-22 October 2010, Bangkok, Thailand. *(*corresponding author)*

Thongdonphum, B., Meksumpun, S., Loassachan, N., C. Meksumpun* and Tantanasarit. C. 2010. Razor Clam (*Solen* spp.) Production and Future Trend of Don Hoi Lord, the Largest Tidal Flat of Thailand: Evidence from Aquatic Environment and Resources Utilization Impacts. *In* Proceedings of the World Small-Scale Fisheries Conference, on 18-22 October 2010, Bangkok, Thailand. *(*corresponding author)*

Thaipichitburapa, P., Meksumpun, C.*, and S. Meksumpun. 2010. Environmental Deteriorations and their Impacts on Surf Clam Resource: A Case Study of Eutrophic Tha Chin Estuary, Thailand. *In* Proceedings of the World Small-Scale Fisheries Conference, on 18-22 October 2010, Bangkok, Thailand. *(*corresponding author)*

- **ผลงานทางวิชาการตีพิมพ์ในเอกสารการประชุมทางวิชาการระดับประเทศ**

ขนิษฐา บัวแก้ว จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2561. สถานการณ์คุณภาพน้ำและบทบาทของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของผลผลิตขั้นต้นในพื้นที่ชายฝั่ง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 25 – 26 มกราคม 2561.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ ขนิษฐา บัวแก้ว รภัชร์ เม่งช่วย ณิศรา ถาวรโสตร์ และเชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2561. ปัญหายูโทรฟิเคชันและวิกฤติการณ์คุณภาพน้ำปัจจุบันของระบบนิเวศปากแม่น้ำในเขตอ่าวไทยตอนใน. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 25 – 26 มกราคม 2561.

ชาคริต เรืองสอน จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2561. ผลกระทบจากกิจกรรมมนุษย์ต่อการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาผึ่งแห้งของพื้นทะเลภายในระบบนิเวศหญ้าทะเลบริเวณหาดเนินฆ้อ อำเภอแกลง จังหวัดระยอง. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 25 – 26 มกราคม 2561.

ธัญชนก จินดาศรี จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และเชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2561. สถานการณ์มลภาวะของดินพื้นท้องน้ำในพื้นที่อ่าวไทยตอนใน: กรณีศึกษาผลกระทบในช่วงกลางฤดูน้ำหลากบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำแม่กลอง ปากแม่น้ำท่าจีน ปากแม่น้ำเจ้าพระยา และปากแม่น้ำบางปะกง. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 25 – 26 มกราคม 2561.

ปภัชญา ศรีชาติ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ ศันสนีย์ หวังวรลักษณ์ และจารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2561. การเปลี่ยนแปลงระดับของสารอินทรีย์รวมและโลหะหนักในดินตะกอนพื้นท้องน้ำบริเวณพื้นที่ติดตั้งแนวชะลอคลื่นในเขตชายฝั่งตำบลบางปู จังหวัดสมุทรปราการ. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 25 – 26 มกราคม 2561.

นพรุจ แก้วฉวี จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2561. บทบาทของการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณน้ำท่าต่อสถานการณ์ของแข็งแขวนลอยรวมในพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยแม่ประจันต์ จังหวัดเพชรบุรี. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 25 – 26 มกราคม 2561.

นริสสา สียา ศันสนีย์ หวังวรลักษณ์ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ จิราภัษ อัจจิมางกูร อุไรรัฒท์ เนตรหาญ และสันติ พ่วงเจริญ . 2561. สถานการณ์การทำประมงในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 25 – 26 มกราคม 2561.

รภัชร์ เม่งช่วย จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และพิชาศิษฐ์ แสงเมฆ. 2561. การวิเคราะห์ดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรประมงในระบบนิเวศอ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์: กรณีศึกษาอิทธิพลร่วมจากระดับการเก็บกักน้ำในพื้นที่. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 25 – 26 มกราคม 2561.

วารินทร์ นิ้มสันติเจริญ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2561. การเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และฤดูกาลในความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 7 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 25 – 26 มกราคม 2561.

ขนิษฐา บัวแก้ว จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2560. อิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำต่อระดับผลผลิตขั้นต้นในพื้นที่ปากแม่น้ำ: กรณีศึกษาปากแม่น้ำปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และปากแม่น้ำหลังสวน จังหวัดชุมพร. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 26 – 28 มกราคม 2560.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ มณช์นิศาษ์ ศรีสมวงศ์ จิราภัษ อัจจิมางกูร ศันสนีย์ หวังวรลักษณ์ อุไรรัฒท์ เนตรหาญ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ ขนิษฐา บัวแก้ว และ นภรุจ แก้วฉวี. 2560. การสำรวจนำร่องทางนิเวศอุทกวิทยาในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนอุบลรัตน์เพื่อพัฒนาการจัดการประมงเชิงบูรณาการ: กรณีศึกษาวิกฤตการณ์คุณภาพน้ำในช่วงน้ำท่วมหลา*ก. ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 26 – 28 มกราคม 2560.

นพรุจ แก้วฉวี จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ ขนิษฐา บัวแก้ว และ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2560. สถานการณ์คุณภาพน้ำและอินทรีย์สารสารแขวนลอยที่พัดพาจากระบบแม่น้ำลงสู่พื้นที่ปากแม่น้ำอ่าวบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, 26 – 28 มกราคม 2560

สุภัทรชา ธุระกิจ ศันสนีย์ หวังวรลักษณ์ จิราภัษ อัจจิมางกูร จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และ มณช์นิศาษ์ ศรีสมวงศ์. ๒๕๕๙. ความผันแปรตามเวลาของการเจริญพันธุ์ของหมึกกล้วยชนิด *Photololigo duvaucelii* ในพื้นที่ชายฝั่งจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ ๕๔ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, ๓ – ๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๕๙.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ มณช์นิศาษ์ ศรีสมวงศ์ ศันสนีย์ หวังวรลักษณ์ อุไรรัฒท์ เนตรหาญ จิราภัษ อัจจิมางกูร เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และ ขนิษฐา บัวแก้ว. ๒๕๕๙. การประเมินศักย์การผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำในระบบห่วงโซ่อาหารชายฝั่งของพื้นที่ปากแม่น้ำหลังสวนและเขตทะเลใกล้เคียงในจังหวัดชุมพร. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ ๕ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, ๒๘ – ๒๙ มกราคม ๒๕๕๙.

ขนิษฐา บัวแก้ว จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. ๒๕๕๙. อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงคาบน้ำต่อผลผลิตขั้นต้นและปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่ปากแม่น้ำอ่าวบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี. *ใน* เรื่องเต็มการประชุมวิชาการพะเยาวิจัย ครั้งที่ ๕ มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา, ๒๘ – ๒๙ มกราคม ๒๕๕๙.

รพีพรรณ เจียวก๊ก เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. ๒๕๕๗. การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ เอ และฟอสฟอรัสในรูปแบบต่าง ๆ บริเวณปากแม่น้ำบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี. *ใน* เรื่องเต็ม การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ ๕๒ สาขาประมง.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา ณิศรา ถาวรโสตร์ พิชาศิษฐ์ แสงเมฆ และ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. ๒๕๕๖. การเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ของปัจจัยชี้วัดมลภาวะทางน้ำในระบบนิเวศลุ่มน้ำท่าจีน: ผลศึกษาติดตามระยะยาวในรอบ ๙ ปี. *ใน* บทคัดย่อการประชุมวิชาการประมง ครั้งที่ ๘ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่, ๔-๖ ธันวาคม ๒๕๕๖.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ พิชาศิษฐ์ แสงเมฆ วรรณศิริ ชื่นนิยม ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา และ นิตยา ฤทธิ์นิ่ม. 2555. กระบวนทัศน์ด้านขีดความสามารถทางนิเวศวิทยาของแหล่งน้ำและการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อการบริหารจัดการเชิงอนุรักษ์: กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติน้ำตกเอราวัณ จังหวัดกาญจนบุรี. *ใน* บทคัดย่อการประชุมวิชาการ นเรศวรวิจัย ครั้งที่ 8 มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก, 28-29 กรกฎาคม 2555.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2555. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศอุทกวิทยาต่อศักย์การผลิตทรัพยากรหอยแครงในพื้นที่อ่าวบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี. *ใน* เอกสารประกอบการสัมมนาเผยแพร่ผลงานวิจัย เรื่อง “วช. ผลักดันงานวิจัยด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและการพัฒนาคุณค่าความหลากหลายทางชีวภาพ เพื่อชีวิตที่เป็นสุขและความเป็นอยู่ที่ยั่งยืน” โรงแรมเวียงอินทร์ จังหวัดเชียงราย. วันศุกร์ที่ ๔ พฤษภาคม ๒๕๕๕.

- **บทความทางวิชาการ**

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. ๒๕๕๗. คุณค่า ท่าจีน.. รู้จักท่าจีนในหลากมุมมองเพื่อวางแผนบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมระดมความคิดเห็นและเสนอแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีน. ศูนย์วิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่ง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ๒๖ มิถุนายน ๒๕๕๗. ๔ หน้า.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2554. เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง *แนวคิด และกระบวนการวิจัย ใน* เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาด้านการจัดการข้อมูลของสำนักงานประมงจังหวัด. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 12-14 มกราคม 2554. หน้า 1-14.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2552. แนวคิดบนหลักการแห่ง *สมดุลนิเวศ* แนวทางสู่ความสำเร็จในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำวิธีเลียนแบบธรรมชาติ → การพัฒนาดัชนีชี้วัดทางนิเวศวิทยา เพื่อประเมินศักยภาพและเสถียรภาพในการผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำ (*กรณีศึกษาในพื้นที่เลี้ยงกุ้งวิธีเลียนแบบธรรมชาติ จังหวัดสมุทรสาคร*). เอกสารประกอบการบรรยาย เรื่อง ความสำคัญของระบบนิเวศต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำวิธีเลียนแบบธรรมชาติ. ในการสัมมนา *“วช.กับการวิจัยเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรมการเลี้ยงกุ้งอย่างยั่งยืน”* วันที่ 14 พฤษภาคม 2552 ณ โรงแรม เค พี แกรนด์ จังหวัดจันทบุรี.

- **หนังสือ ตำราทางวิชาการ**

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. ๒๕๕๙. **สายน้ำเพชร สายน้ำแห่งชีวิต**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ๖๘ หน้า. (ISBN 978-616-278-347-0)

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. ๒๕๕๘. **จากต้นน้ำถึงปากแม่น้ำ บทบาททางนิเวศอุกวิทยาและการจัดการเชิงอนุรักษ์**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ๓๕๒ หน้า. (ISBN 978-616-278-271-8)

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. ๒๕๕๗. **กู้วิกฤตปลาทูด้วยฐานความรู้ของสังคมไทย**. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). ๒๒ หน้า.

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

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2542. **กำลังผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ**. เอกสารประกอบการสอนวิชา กำลังผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ (252544) ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 77 หน้า.