



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเล เพื่อรองรับการพัฒนา  
แหล่งทรัพยากรหอยลาย บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด  
Marine ecosystem service assessment to sustain the surf clams  
resource development in Trat Bay, Trat province

### ผู้วิจัย

ดร. ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา หัวหน้าโครงการ

ผศ.ดร. อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ ผู้ร่วมวิจัย

ดร. วิชญา กันบัว ผู้ร่วมวิจัย

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

นางสาว มิถิลา ปราณศิลป์ ผู้ร่วมวิจัย

นางสาว อิศรา อาศิรนนต์ ผู้ร่วมวิจัย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก

กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย

ประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๒

รหัสโครงการ ๒๓๘๐๐  
สัญญาเลขที่ ๕๒/๒๕๖๒

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเล เพื่อรองรับการพัฒนา  
แหล่งทรัพยากรหอยลาย บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด  
Marine ecosystem service assessment to sustain the surf clams  
resource development in Trat Bay, Trat province

### ผู้วิจัย

ดร. ภัทรารุช ไทยพิชิตบุรพา หัวหน้าโครงการ

ผศ.ดร. อนุกุล บุรณประทีปรัตน์ ผู้ร่วมวิจัย

ดร. วิชญา กันบัว ผู้ร่วมวิจัย

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

นางสาว มิธิลา ปราณศิลป์ ผู้ร่วมวิจัย

นางสาว อิศรา อาศิรนนต์ ผู้ร่วมวิจัย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก  
กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

เมษายน ๒๕๖๓



## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล  
(งบประมาณแผ่นดิน) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๒ มหาวิทยาลัยบูรพา  
ผ่านสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เลขที่สัญญา ๕๒/๒๕๖๒



## Acknowledgment

This work was financially supported by the Research Grant of Burapa University  
Through National Research Council of Thailand (Grant no. 52/2562)



## บทคัดย่อ

การประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเล เพื่อรองรับการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของลักษณะสัญญาณวิทยาการไหลเวียนของกระแส น้ำ คุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอน แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด โดยข้อมูลที่ได้จะนำไปบูรณาการ ในการประเมินศักยภาพของระบบนิเวศบริเวณอ่าวตราดเพื่อการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย

ผลการศึกษาวินิจฉัยแสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวตราดอยู่ในระดับดี และเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต ทั้งนี้พิจารณาได้จากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ค่าเกิน 4 มิลลิกรัมต่อลิตรในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำจะเกิดขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลโดยความเค็มจะเป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลได้เป็นอย่างดี ด้านกำลังผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ (คลอโรฟิลล์ เอ) พบว่าอยู่ในระดับ meso-trophic ถึง eutrophic สำหรับคุณภาพดินตะกอน สามารถพบปริมาณสารอินทรีย์รวมบริเวณอ่าวตราดร้อยละ 70 ของพื้นที่ มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 10 เปอเซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่มีความอุดมสมบูรณ์มากสำหรับปริมาณซิลิโพลีในดินตะกอนมีค่าในระดับที่ค่อนข้างต่ำและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ในส่วนของอนุภาคดินตะกอนพบว่า ส่วนมากมีขนาดเล็กกว่า 63 ถึง 425 ไมครอน ทั้งนี้ขนาดของดินตะกอนที่พบในอ่าวตราดมีความเหมาะสมกับการอยู่อาศัยของสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของหอย และไส้เดือนทะเล สำหรับการศึกษาด้านสิ่งมีชีวิตในอ่าวตราดซึ่งประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์พื้นท้องน้ำพบว่า อ่าวตราดมีความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในกลุ่มของไส้เดือนทะเล และหอยเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง อีกทั้งมีออกซิเจนที่มีอยู่ในมวลน้ำอย่างเพียงพอตลอดทั้งปี ในส่วนของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นจะเป็นกลุ่มของไดอะตอม ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญด้านการเป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน อย่างไรก็ตามบางช่วงเวลาสามารถพบแพลงก์ตอนในกลุ่มของ cyanobacteria เพิ่มขึ้นซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าสภาวะแวดล้อมมีความเสื่อมโทรมลง โดยเฉพาะสัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล สำหรับผลการวิเคราะห์แบบจำลองของกระแสน้ำร่วมกับโอกาสการกระจายตัวของลายที่มีการปล่อยจากบริเวณชายฝั่งทะเลตำบลอ่าวใหญ่พบว่าหอยลายสามารถกระจายตัวไปได้เกือบทุกเดือนโดยเฉพาะเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม สิงหาคม และกันยายน และเมื่อพิจารณาพร้อมกับข้อมูลทุติยภูมิจากการศึกษาที่ผ่านมาในอดีตพบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมจะอยู่บริเวณฝั่งตะวันตกจนถึงบริเวณกลางอ่าวตอนนอก รวมพื้นที่ประมาณ 50 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ดังกล่าวมีความเหมาะสมทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำและดินตะกอน ซึ่งคาดว่าพื้นที่ดังกล่าวจะสามารถเป็นพื้นที่ที่สามารถขยายพันธุ์หรือปล่อยพันธุ์หอยลายได้ในอนาคต



## Abstract

The marine ecosystem services assessments for the surf clam resource sustainable development in Trat Bay, Trat Province were carried out during December 2018 to July 2019. The objectives included the study of seasonal changes of regional ocean currents and the area's geography, water and sediment qualities, as well as phytoplankton, zooplankton and macro-benthic community structures. The collected data can be applied to evaluate the potential ecosystem service of Trat Bay as a sustainable development site for surf clam resource. Our results indicated that the water qualities were good and habitable for aquatic lives. According to the PCD's water quality standard type IV for aquaculture., the dissolved oxygen content was higher than 4 mg/L throughout our study period.

Changes in water qualities were seasonal, reflected by changes in salinities. Primary productivities estimated by chlorophyll a concentration placed the bay's trophic classes as between meso-trophic to eutrophic. Approximately 70% of bottom sediment in the study site were found to contain over 10% (gram of dry weight/gDW) organic matter and sediment grain sizes ranged from 63–425 micrometer. Contrastingly, the hydrogen sulfide contents were relatively low and had no impact on marine lives. Hence, the sediment qualities were generally suitable for benthic mollusks and polychaetes. In term of primary productivity, the diatom which dominated the phytoplankton communities were important food source for juvenile fish as well as larvae of other marine species. However, periodical increases of cyanobacteria population indicate declining water quality, which can be correlated with the seasonal changes in ratio of nitrogen and phosphorus.

The prediction made from the ocean current model described the possible distribution of surf clams which were released from the coastal Ao Yai Subdistrict. The result indicated that the clams can be found throughout the year, especially from February–March and from August–September. From the information obtained during this study, in conjunction with review of previous researches, we can define the potential sites for surf clam production. Based on physiochemical and biological suitability, the area covers approximately 50 km<sup>2</sup>, from the western coast to the lower central part of the Trat Bay.



## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
Acknowledgement	ii
บทคัดย่อ	iii
Abstract	iii
สารบัญ	iv
สารบัญตาราง	vi
สารบัญภาพ	vii
<b>บทที่ 1</b>	<b>บทนำ</b>
	1.1 ที่มาและความสำคัญ
	1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย
	1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย
	1.4 ทฤษฎี สมมุติฐาน และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย
<b>บทที่ 2</b>	<b>เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>
<b>บทที่ 3</b>	<b>วิธีการศึกษา</b>
	3.1 โครงสร้างทางสัณฐานวิทยาและการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำ
	3.2 การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหาร
	3.3 การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป
	3.4 การแพร่กระจายของผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ
	3.5 การสำรวจและประเมินคุณภาพดินตะกอน
	3.6 การศึกษาองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่สำคัญในแหล่งน้ำ
<b>บทที่ 4</b>	<b>ผลการศึกษา</b>
	4.1 คุณภาพน้ำทั่วไป
	4.2 ปริมาณแร่ธาตุอาหารละลายน้ำ
	4.3 ผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ
	4.4 คุณภาพดินตะกอน
	4.5 แพลงก์ตอนพืช
	4.6 แพลงก์ตอนสัตว์
	4.7 สัตว์พื้นท้องน้ำ
	4.8 การวิเคราะห์การกระจายของตัวอ่อนหอยลายด้วยแบบจำลอง



## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
บทที่ 5	บทวิเคราะห์ผลการศึกษาวิจัย	109
บทที่ 6	สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ	118
บทที่ 7	ผลผลิต	120
	7.1 ผลงานเตรียมพิมพ์เผยแพร่	120
	7.2 ผลงานเชิงสาธารณะ	120
รายงานสรุปการเงิน		121
บรรณานุกรม		122
ภาคผนวก		130
ประวัติผู้วิจัย		137





## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561	47
4-2	ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562	53
4-3	ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562	59
4-4	ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราดเดือนธันวาคม 2561	65
4-5	ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราดเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562	
4-6	ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราดเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562	76
4-7	Phylum และ Family ของสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนธันวาคม 2561 เดือนมีนาคม 2562 และเดือนกรกฎาคม 2562	79
5-1	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอนในพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด	114
5-2	สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่พบในอ่าวตราด กับปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอน	115



## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	สถานที่ที่ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างในการประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเล เพื่อการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด	22
4-1	สถานที่สำรวจสิ่งแวดล้อมทางทะเล (a) และระดับความลึกของพื้นที่ (b) บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด	25
4-2	ภาพแสดงอุณหภูมิของน้ำ (Temperature; °C) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562(c)	15
4-3	ภาพแสดงการแพร่กระจายความเค็มของน้ำ (Sal. ; psu) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562(c)	27
4-4	ภาพแสดงค่าแสดงค่าความโปร่งแสงของน้ำ (Trans. ; m) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562(c)	28
4-5	ภาพแสดงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO ; mg/l) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	29
4-6	ภาพแสดงการแพร่กระจายความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	30
4-7	การแพร่กระจายของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (Ammonium-nitrogen ; $\mu\text{M}$ ) บริเวณ อ่าวตราดในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	31
4-8	การแพร่กระจายของ ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-nitrogen ; $\mu\text{M}$ ) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	33
4-9	การแพร่กระจายของไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen ; $\mu\text{M}$ ) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	34
4-10	การแพร่กระจายของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (Orthophosphate-phosphorus ; $\mu\text{M}$ ) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	35
4-11	การแพร่กระจายของซิลิเกต-ซิลิกอน (Silicate-silicon ; $\mu\text{M}$ ) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	36
4-12	การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ เอ ( $\mu\text{g/l}$ ) ในน้ำ บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	38
4-13	ภาพแสดงการแพร่กระจายปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (mg/l) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	39



## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-14 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (total organic matter; %) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	41
4-15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอน (acid volatile sulfide; mg/kg dry weight) ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)	42
4-16 สัดส่วนของขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562(c)	44
4-17 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละClass บริเวณอ่าวตราดในเดือนธันวาคม 2561	45
4-18 สัดส่วนของ Class แพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561	46
4-19 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี เดือนธันวาคม 2561	50
4-20 ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีในบริเวณอ่าวตราด เดือนธันวาคม 2561	50
4-21 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละClass บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม 2562	51
4-22 สัดส่วนของ Class แพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม 2562	52
4-23 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม 2562	56
4-24 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละClass บริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม 2562	57
4-25 สัดส่วนของ Class แพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม 2562	58
4-26 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม 2563	62
4-27 ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีบริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม 2563	62
4-28 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละไฟลัม บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561	63
4-29 สัดส่วนของไฟลัมแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561	64
4-30 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561	67
4-31 ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561	68



## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-32	ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561	68
4-33	สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละไฟลัม เดือนมีนาคม 2562	69
4-34	สัดส่วนของไฟลัมแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี เดือนมีนาคม 2562	70
4-35	ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี เดือนมีนาคม 2562	73
4-36	ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีในบริเวณอ่าวตราด เดือนมีนาคม 2562	74
4-37	สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละไฟลัม เดือนกรกฎาคม 2562	75
4-38	สัดส่วนของไฟลัมแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี เดือนกรกฎาคม 2562	75
4-39	ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี เดือนกรกฎาคม 2562	78
4-40	ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีในบริเวณอ่าวตราดเดือนกรกฎาคม 2562	78
4-41	สัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงธันวาคม 2561 (a) เดือนมีนาคม 2562 (b) และเดือนกรกฎาคม 2562 (c)	80
4-42	ขอบเขตพื้นที่ศึกษาด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์ในบริเวณอ่าวตราด และสีแสดงถึงความลึกของพื้นท้องทะเลบริเวณอ่าวตราดในหน่วยเมตร	82
4-43	จุดปล่อยอนุภาคสมมติบริเวณอ่าวใหญ่ (สีแดง) และขอบเขตในการคำนวณระยะเวลาพำนักของอนุภาคสมมติในอ่าวตราด (เส้นสีเขียว)	83
4-44	ลมเฉลี่ยเชิงพื้นที่บริเวณอ่าวตราดราย 3 ชั่วโมง จากข้อมูลของ ECMWF ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 ลูกศรแสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของลม	85
4-45	กระแสน้ำเฉลี่ยตามความลึกรายเดือนในบริเวณอ่าวตราด ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 ลูกศรและสีแสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของกระแสน้ำตามลำดับ	87
4-46	กระแสน้ำเฉลี่ยตามความลึกรายเดือนในบริเวณอ่าวตราด ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ลูกศรและสีแสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของกระแสน้ำตามลำดับ	88
4-47	การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากแบบจำลอง (สีแดง) และค่าระดับน้ำจากการตรวจวัด (สีดำ) ในเดือนมกราคม (บน) และเดือนเมษายน (ล่าง) ตามลำดับ	89



## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-48	เวกเตอร์การเปรียบเทียบกระแสน้ำจากแบบจำลอง (Model) และกระแสน้ำจากการตรวจวัด (Observed) ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 (เวกเตอร์แสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของกระแสน้ำในหน่วยเซนติเมตรต่อวินาที)	90
4-49	เวกเตอร์การเปรียบเทียบกระแสน้ำจากแบบจำลอง (Model) และกระแสน้ำจากการตรวจวัด (Observed) ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 (เวกเตอร์แสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของกระแสน้ำในหน่วยเซนติเมตรต่อวินาที)	90
4-50	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	93
4-51	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	94
4-52	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	95
4-53	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	96
4-54	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	97
4-55	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	98
4-56	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	99



## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-57	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30	100
4-58	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	101
4-59	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	102
4-60	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	103
4-61	การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ	104
4-62	เปอร์เซ็นต์การคงเหลือ (Remaining of Passive tracer) ของตัวอ่อนหอยลายตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562	105
4-63	ปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำตราดที่ไหลลงสู่อ่าวตราด ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562	106
4-64	เปอร์เซ็นต์การคงเหลือ (Remaining of Passive tracer) ของตัวอ่อนหอยลายที่เริ่มปล่อยในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด (สีแดง) และเริ่มปล่อยในช่วงน้ำลงต่ำสุด (สีฟ้า) ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562	108
5-1	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ (a) ความเค็ม (b) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (c) และพีเอช (d) ในช่วงเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 บริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด	111
5-2	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์รวม (a) และปริมาณซิลไฟลัรรวมในดินตะกอน (b) ในช่วงเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 บริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด	112
5-3	รูปแบบของพื้นที่ที่เหมาะสมกับการแพร่กระจายและอยู่อาศัยของหอยลาย บริเวณอ่าวตราด (ข้อมูลได้จากการวิเคราะห์แบบจำลอง และข้อมูลภาคสนาม)	117



## บทที่ 1 บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการวิจัย

หอยลาย (Short necked clam, Venus shell Carpet shell หรือ Surf clam) จัดเป็นหนึ่งในทรัพยากรสัตว์น้ำหน้าดินที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของการประมงไทย โดยกรมประมงได้มีการรายงานผลผลิตหอยลายจากชายฝั่งทะเลทั่วประเทศไทยในปี 2552 พบว่าหอยลายที่ถูกจับขึ้นมาได้มีน้ำหนักรวมทั้งสิ้น 17,763 ตัน ซึ่งคิดเป็นมูลค่าประมาณ 208 ล้านบาท หอยลายดังกล่าวถูกนำมาใช้บริโภคภายในประเทศ และบางส่วนมีการแปรรูปเพื่อส่งออกไปยังต่างประเทศ ทั้งนี้หอยลายแปรรูปและส่งออกในช่วงปี 2552 สามารถทำรายได้เข้าประเทศได้ถึง 585 ล้านบาท โดยส่งไปประเทศต่าง ๆ ได้แก่ อิตาลี ญี่ปุ่น มาเลเซียและสิงคโปร์ ซึ่งในอดีตการพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปหอยลายเพื่อการส่งออกเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2519 ทำให้มีความจำเป็นต้องใช้เนื้อหอยลายเพื่อเป็นวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูป ส่งผลให้มีการทำการประมงหอยลายกันมากขึ้นและเนื่องจากผลผลิตหอยลายทั้งหมดของประเทศไทยได้มาจากธรรมชาติอย่างเดียว ไม่สามารถเพาะเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ได้ จึงทำให้ทรัพยากรหอยลายอยู่ในสถานะที่เสื่อมโทรมจากการทำการประมงเกินศักยภาพการผลิต

โดยถิ่นที่อยู่ของหอยลายมีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในระดับความลึกน้ำทะเล 1-25 เมตร ทั้งทางฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน โดยเฉพาะแหล่งหอยลายในจังหวัด ตราด ชลบุรี สมุทรสงคราม สมุทรสาคร ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี ระนอง พังงา ภูเก็ต และภูเก็ต โดยในปี 2530 หอยลายในอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน มีผลผลิตสูงสุดถึง 131,230 ตัน จากนั้นผลผลิตหอยลายก็ค่อยๆลดลง จนถึงปี 2545 ที่มีผลผลิตเหลือเพียง 31,737 ตัน และพบว่าแนวโน้มที่ลดลงทุกปี (กรมประมง, 2547) ซึ่งในปัจจุบันแหล่งทำการประมงหอยลายได้เสื่อมโทรมลงไปหลายแหล่ง จากการทำการประมงเกินศักยภาพการผลิต และจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม โดยบางแหล่งไม่สามารถทำการประมงได้ตลอดทั้งปี และหอยลายที่จับได้ยังมีขนาดเล็กลงทุกปี อีกทั้งการฟื้นตัวของแหล่งทรัพยากรหอยลายในบริเวณที่เสื่อมโทรมไปแล้วพบว่าอัตราการฟื้นตัวของทรัพยากรหอยลายเป็นไปอย่างเชื่องช้าและใช้ระยะเวลาานาน (มิกมินทร์, 2533) และเนื่องจากหอยลายเป็นทรัพยากรที่ได้จากธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ซึ่งการทำประมงหอยลายเพียงแค่ลงทุนค่าเรือลาก ค่าน้ำมัน และค่าจ้างคราด ก็สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ จึงทำให้ชาวประมงส่วนใหญ่สนใจทำการประมงหอยลายเป็นจำนวนมาก โดยแหล่งที่พบว่ามีหอยลายชุกชุมและเคยเป็นแหล่งที่ใหญ่ที่สุด คือ จังหวัดตราด

โดยเฉพาะพื้นที่อ่าวตราด ซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรหอยลายที่สำคัญในภาคตะวันออก ด้วยความเหมาะสมเชิงพื้นที่ที่มีแม่น้ำขนาดใหญ่ได้แก่ แม่น้ำตราด และลำคลองขนาดเล็กมากมายนำมวลน้ำไหลลงสู่ทะเลบริเวณอ่าว



ตราด ซึ่งในสภาวะปกติมวน้ำก็จะนำพาสารอินทรีย์และแร่ธาตุที่มีอยู่ตามธรรมชาติไหลลงสู่อ่าวตราดด้วยปริมาณที่สมดุลทำให้แพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นกำลังผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำสามารถเจริญเติบโตเป็นผลผลิตให้กับห่วงโซ่อาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้บริเวณอ่าวมีความอุดมสมบูรณ์อย่างมาก ซึ่งในอดีตอ่าวตราด ถือว่าเป็นแหล่งของทรัพยากรหอยลายที่สำคัญมากที่สุดทางภาคตะวันออก แต่ในปัจจุบันจำนวนของหอยลายมีแนวโน้มที่ลดลงซึ่งสาเหตุหลักมากจากการทำประมงเกินศักยภาพการผลิตของธรรมชาติและอีกส่วนหนึ่งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐโดยเฉพาะกรมประมงได้เล็งเห็นความสำคัญของพื้นที่อ่าวตราด จึงมีโครงการนำลูกพันธุ์หอยลายมาปล่อย เพื่อเป็นการเพิ่มประชากรของหอยลายและเพิ่มรายได้ให้แก่ชาวประมง ซึ่งมีการปล่อยพันธุ์ลูกหอยบริเวณบ้านแหลมเทียน ตำบลอ่าวใหญ่

อย่างไรก็ตามเนื่องจากสภาพแวดล้อมและระบบนิเวศทางทะเลโดยรอบของอ่าวตราดที่มีความแตกต่างกันในเชิงพื้นที่และฤดูกาล ทำให้โอกาสที่หอยลายจะสามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์เพิ่มประชากรได้เองนั้น ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมทางน้ำทั้งระบบ นอกจากนี้หอยลายยังมีความจำเพาะต่อสภาพแวดล้อมค่อนข้างจำกัดเช่น ความเค็มของน้ำ ปริมาณออกซิเจน การไหลเวียนของกระแสน้ำ สันฐานวิทยา ลักษณะของพื้นที่ท้องน้ำ และ คุณภาพของดินตะกอน เป็นต้น ซึ่งการศึกษาวิจัยนี้จะช่วยอธิบายศักยภาพและความเหมาะสมเชิงพื้นที่ในการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย อีกทั้งสามารถประเมินโอกาสการแพร่กระจายของทรัพยากรหอยลายที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติไปยังบริเวณอื่น ๆ โดยรอบอ่าวตราดได้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของลักษณะสันฐานวิทยาและการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณอ่าวตราด
- 2) เพื่อศึกษารูปแบบการแพร่กระจาย และการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด
- 3) เพื่อศึกษารูปแบบการแพร่กระจาย และการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของปัจจัยด้านชีวภาพของอ่าวตราด (แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์พื้นท้องน้ำ)
- 4) ศึกษาการแพร่กระจายของทรัพยากรหอยลาย (ด้านความหนาแน่นและขนาดของกลุ่มประชากร) และติดตามการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล





5) เพื่อบูรณาการองค์ความรู้ด้านสัณฐานวิทยา การไหลเวียนของกระแสน้ำ ปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอน ในการประเมินศักยภาพของระบบนิเวศบริเวณอ่าวตราดเพื่อการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย อันจะนำไปสู่การเสนอแนวทางด้านการอนุรักษ์ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมทางน้ำ สำหรับพื้นที่อ่าวตราด

### 1.3 ขอบเขตของการศึกษาวิจัย

- 1) ดำเนินการศึกษาโครงสร้างทางกายภาพ ลักษณะของคุณภาพน้ำ-ดินตะกอน และการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณพื้นที่อ่าวตราด และติดตามการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล
- 2) วิเคราะห์สถานการณ์และความเสี่ยงด้านมลภาวะทางน้ำสำหรับปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอน และจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำในเบื้องต้นออกมา
- 3) ศึกษาการแพร่กระจายของทรัพยากรหอยลายบริเวณพื้นที่อ่าวตราดทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ และประเมินศักยภาพการผลิตของทรัพยากรหอยลาย
- 4) ประเมินอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำและศึกษาเปรียบเทียบผลผลิตทรัพยากรหอยลายกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์พื้นท้องน้ำ
- 5) บูรณาการองค์ความรู้ด้านปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอน ในการประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเลเพื่อการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลายและการอนุรักษ์ทรัพยากร สำหรับพื้นที่อ่าวตราด...

### 1.4 ทฤษฎีและสมมติฐานของการวิจัย

บริเวณปากแม่น้ำหรือบริเวณชายฝั่งที่มีลักษณะเป็นอ่าว จะเป็นแหล่งรองรับแร่ธาตุอาหาร อนุภาคแขวนลอย และของเสียต่าง ๆ ที่ถูกพัดพาจากแม่น้ำลงสู่ทะเล แร่ธาตุอาหารที่ละลายอยู่และสารแขวนลอยในน้ำเหล่านี้ ได้รับอิทธิพลจากปริมาณน้ำต้นทุน (แม่น้ำ-ลำคลอง) อัตราการไหลและการเคลื่อนตัวของมวลน้ำ และสถานะการใช้ประโยชน์จากชุมชนโดยรอบพื้นที่ ซึ่งแหล่งที่มาของแร่ธาตุอาหารและอนุภาคแขวนลอยเหล่านี้ประกอบด้วยแร่ธาตุอาหารจากธรรมชาติซึ่งถูกชะล้างจากแผ่นดินลงสู่แม่น้ำ น้ำทิ้งจากภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรมและปศุสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำทิ้งที่ถูกปล่อยจากแหล่งชุมชนเมือง ซึ่งมีแนวโน้มขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างไร้ทิศทาง

เมื่อน้ำไหลเข้าสู่ระบบปากแม่น้ำ แพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในระบบนิเวศปากแม่น้ำ จะนำแร่ธาตุอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโต เพิ่มจำนวนขึ้น อนุภาคแขวนลอยบางส่วนจะถูกพัดพาและตกตะกอนทับถมกลายเป็นดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำหรืออ่าว ส่วนอื่น ๆ จะละลายและเปลี่ยนไปเป็นแร่ธาตุอาหารที่ละลายอยู่ใน



น้ำ ด้วยกระบวนการทางชีวเคมี ในภาพรวมพบว่า พลวัตการเปลี่ยนแปลงของสารและการพัฒนาของสิ่งมีชีวิตทางน้ำในห่วงโซ่อาหาร เป็นผลจากกระบวนการทั้งทางอุทกวิทยา และนิเวศวิทยาภายในระบบ ทั้งนี้ข้อมูลความรู้จากการศึกษาธาตุอาหารและสารแขวนลอยต่าง ๆ รวมถึงคุณภาพดินตะกอน จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพิจารณาศักยภาพและความเหมาะสมของพื้นที่ ในด้านการผลิตทรัพยากรประมง เนื่องจากแร่ธาตุอาหารนั้นเป็นปัจจัยสำคัญในระดับต้น ๆ ในการควบคุมการผลิตของทรัพยากร

ดังนั้น การศึกษาคุณภาพน้ำ-ดินตะกอน และสถานภาพทางสิ่งแวดล้อมที่มีบทบาทหรือมีความเชื่อมโยงกับการผลิตทรัพยากรชีวภาพ โดยเฉพาะทรัพยากรหอยลายในบริเวณอ่าวตราด จึงนับว่ามีความสำคัญยิ่ง ทั้งนี้เพื่อจะได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางด้านสถานภาพทางสิ่งแวดล้อม เกิดความเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงตามเวลาหรือฤดูกาล และสามารถประเมินที่มาและบทบาทของมวลสารที่เข้ามาในแหล่งน้ำ ซึ่งมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อความอุดมสมบูรณ์เชิงพื้นที่ และของทรัพยากรทางน้ำ นอกจากนี้ยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของดัชนีชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา สำหรับการกำหนดแนวทางการควบคุมดูแลปัจจัยทางน้ำที่เป็นดัชนีชี้วัดหลัก และวางแผนบริหารจัดการด้านการอนุรักษ์และการผลิตทรัพยากรทางน้ำ ให้เกิดความยั่งยืนและสอดคล้องกับศักยภาพทางธรรมชาติของพื้นที่ได้ต่อไป



## บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ทรัพยากรหอยลายในประเทศไทย

หอยลาย (Short necked clam, Venus shell, Carpet shell หรือ Surf clam) เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่อาศัยอยู่บริเวณเขตน้ำกร่อยใกล้ปากแม่น้ำ และมีสภาพพื้นดินเป็นดินเลน หรือโคลนเหลวเป็นหอยสองฝาที่มีฝาเท่ากัน เปลือกหอยบาง รูปร่างยาวรี มีลวดลายหยักหรือเป็นตาข่ายตลอดความยาวของตัวหอย ขอบบนของฝาด้านในมีฟันอยู่ฝาละ 3 ซี่ (กรมประมง, 2521) ซึ่งสามารถจัดลำดับอนุกรมวิธานได้ดังนี้ ได้ดังนี้

Phylum Mollusca

Class Pelecypoda

Order Eulamellibranchia

Family Veneridae

Genus Paphia

ลักษณะทั่วไปของหอยใน สกุล Paphia คือเป็นหอยสองฝาที่มีเปลือกยาวเป็นรูปไข่ เรียบเป็นเงา ฝาทั้งสองมีขนาดเท่ากันเปลือกหอยเรียบ มีสีน้ำตาลอ่อนและมีลวดลายหยักเป็นเส้นคล้ายตาข่ายตลอดความยาวเปลือกของผิว เส้นลายหยักเหล่านี้จะมีสีน้ำตาลเข้ม ส่วนผิวเปลือกด้านในมีสีขาว ในส่วนของบานพับ (Hinge) ซึ่งเป็นส่วนต่อระหว่างฝาทั้งสอง มีลักษณะคล้ายฟันเล็ก ๆ ฝาละ 3 ซี่ เปลือกผิวภายนอก เป็นแบบ Concentric ที่เป็นสัน ฝาหอยซ้ายไม่มี anterior Lateral teeth ผิวขอบเรียบ (วัฒนา, 2537) หอยลาย สกุล Paphia ที่พบในประเทศไทยมีจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ Paphia undulata (Born,1778) P. alapapilionis (Roding, 1798) และ P. crassisulca (Lamarck, 1818) ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศได้แก่ Paphia undulata (Born,1778)

ลักษณะทั่วไปของหอยลายหอยลายเป็นหอยสองฝา (Bivalve) มีลักษณะเปลือกหอยรูปไข่ยาวและบาง มีขนาดเปลือกยาวเท่ากันทั้งสองด้าน มีอัมโบ (Umbro) หรือ ปีก (Beak) เฉียงมาทางด้านหน้าทำให้หอยลายมีลักษณะฝาที่ไม่เท่ากันเมื่อเปรียบเทียบกับระยะจากจุดกึ่งกลางอัมโบมายังส่วนล่างและส่วนบนของเปลือกหอย เรียกลักษณะนี้ว่า Inequilateral เปลือกหอยมีสีน้ำตาลอ่อน มีลักษณะพื้นผิวด้านนอก(Periostracum) มันเป็นเงา มีเส้นลายแฉกเป็นร่างแหสีน้ำตาลเข้มตลอดความยาวของผิวเปลือกด้านนอก ด้านหลังของอัมโบมีแองต์ตัน เรียกว่า Escutcheon สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจน ในขณะที่ Lunule หรือลักษณะรอยรูปกลมรีที่อยู่ทางด้านหน้าของอัมโบเห็นไม่ชัดผิวภายในฝาลายมีสีขาวมีขอบเรียบ บานพับของฝา (hinge) เป็นส่วนต่อระหว่างฝาสองฝา มีลักษณะเป็นฟันแบบ Heterodont teeth คือ ฟันกลาง (Cardinal Teeth) จำนวน 3 อัน ไม่มีฟันด้านข้าง



(Lateral Teeth) มีรอยของกล้ามเนื้อยึดผ้าที่ทำหน้าที่ยึดให้ฝาหอยปิดและเปิด มีเส้น Pellian line เชื่อมระหว่างรอยของกล้ามเนื้อทั้งสองนี้ (จินตนา, 2543)

หอยลายจัดอยู่ในกลุ่มสัตว์ที่กินอาหารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ (Suspension Feeder) ดำรงชีวิตโดยการกรองกินแพลงก์ตอนพืช สัตว์ขนาดเล็กเป็นอาหาร และตะกอนซากอินทรีย์ จึงสามารถจัดหอยลายให้อยู่ในกลุ่มสัตว์พื้นท้องน้ำพวก Plankton Feeder หรือ Planktivore หอยลายมีลักษณะการกินอาหารด้วยวิธีการกรอง (Filter Feeding) โดยการสูบน้ำผ่านอวัยวะการกรองอาหาร (จิตติมา, 2544) จึงทำให้หอยลายมีการพัฒนาเหงือกในการเพิ่มพื้นที่ มีจุดประสงค์ทั้งเพื่อการหายใจและกรองอาหาร เรียกว่า Lamellibranch ซึ่งใช้เป็นอวัยวะเด่นในการจำแนกสกุล (Genus) ของหอยลาย (วันทนา, 2541)

ชีววิทยาของหอยลายบำรุงศักดิ์ (2536), สุนันท์และคณะ (2527, 2530), ไพเราะและสุนันท์ (2536) และจินตนา (2543) ศึกษาชีววิทยาการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ของหอยลายในประเทศไทยพบว่าในค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตของหอยลายในประเทศไทยแตกต่างกันไปตามแต่ละพื้นที่โดยบริเวณแหล่งหอยลายที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตมากที่สุดเท่ากับ 1.74 ต่อปี สำหรับแหล่งหอยลายอื่น ๆ ของประเทศไทยมีค่าสัมประสิทธิ์การเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน คือประมาณ 0.9 ต่อปี โดยขนาดที่สืบพันธุ์ได้ครั้งแรกของหอยลาย (Length of the First mature) ตรวจวัดจากความยาวเปลือกพบว่า ที่แหล่งหอยลายจังหวัดตราดขนาดของหอยลายเพศผู้ที่แรกเริ่มสืบพันธุ์ได้มีความยาวเปลือกระหว่าง 40.1-47.0 มิลลิเมตร เพศเมียมีความยาวเปลือกระหว่างระหว่าง 42.5-46.4 มิลลิเมตร (สุนันท์ และคณะ, 2528) แหล่งหอยลายที่อ่าวพังงา จังหวัดพังงา มีค่าความยาวเปลือกที่หอยลายสามารถสืบพันธุ์ได้ครั้งแรกสั้นที่สุดประมาณ 14.0 มิลลิเมตร ขณะที่แหล่งหอยลายที่สำคัญอื่น ๆ ของประเทศไทยมีขนาดที่สืบพันธุ์ได้ครั้งแรกของหอยลายแตกต่างกันออกไป ได้แก่ แหล่งหอยลายที่อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีค่าความยาวเปลือกที่หอยลายสามารถสืบพันธุ์ได้ครั้งแรกยาวที่สุดระหว่าง 29.0-31.0 มิลลิเมตร (สุนันท์, 2530) แหล่งหอยลายที่อ่าวมหาชัยจังหวัดสมุทรสาครมีค่าความยาวเปลือกที่หอยลายสามารถสืบพันธุ์ได้ครั้งแรกยาวที่สุดประมาณ 23.0 มิลลิเมตรในเพศผู้และประมาณ 24.0 มิลลิเมตรในเพศเมีย (จินตนา, 2543) ทั้งนี้ฤดูกาลแพร่พันธุ์ของหอยลายทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งทะเลอันดามันคล้ายกัน มีการแพร่พันธุ์ปีละสองครั้ง คือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนพฤษภาคม และช่วงเดือนสิงหาคม ถึง เดือนพฤศจิกายน สำหรับแหล่งหอยลายที่อ่าวมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าแตกต่างกันออกไป โดยแพร่พันธุ์ปีละหนึ่งครั้ง คือ ช่วงเดือนสิงหาคม ถึง เดือนตุลาคม นักวิชาการคาดว่าเป็นผลมาจากการที่มีมวลน้ำจืดไหลลงบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนปริมาณมากในช่วงเดือนพฤศจิกายนของทุกปี ทำให้หอยลายตายลงเป็นจำนวนมากจนไม่มีพ่อแม่พันธุ์เหลือเพียงพอจะแพร่พันธุ์ในเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคมของทุกปีได้ ส่วนการศึกษาการเจริญเติบโตของหอยลาย



บริเวณอ่าวมหาชัย โดยจินตนา (2543) พบว่าที่อายุ 1 เดือนหอยลายมีความยาวเปลือกเท่ากับ 4.0 มิลลิเมตร ที่อายุ 3 เดือนหอยลายมีความยาวเปลือกเท่ากับ 12.4 มิลลิเมตร ที่อายุ 6 เดือนหอยลายมีความยาวเปลือกเท่ากับ 22.0 มิลลิเมตร ที่อายุ 12 เดือน หอยลายมีความยาวเปลือกเท่ากับ 36.0 มิลลิเมตรและที่อายุ 24 เดือนหอยลายมีความยาวเปลือกเท่ากับ 50.0 มิลลิเมตร

ในส่วนของแหล่งที่อยู่อาศัยหอยลายเป็นสัตว์พื้นทะเล (Benthos) ประเภทหนึ่ง จัดอยู่ในกลุ่มอินฟาวนา (Infauna) หรือ เอนโดฟาวนา (Endofauna) อาศัยอยู่บนพื้นท้องทะเล ในบริเวณที่มีพื้นอ่อนนุ่ม (จิตติมา, 2544) ในระดับความลึกตั้งแต่ 3-15 เซนติเมตร ส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ตามชายหาดและบริเวณใกล้ปากแม่น้ำ หรือที่เรียกว่า “ดอนหอย” พื้นท้องทะเลมีลักษณะเป็นโคลนเหลว โดยการขุดรูอยู่ใต้ผิวพื้นไม่เกิน 20 เซนติเมตร และโผล่มาหาอาหารพวกแพลงก์ตอนบริเวณผิวพื้นท้องน้ำ

การแพร่กระจายของแหล่งประมงหอยลายในประเทศไทย กรมประมงสำรวจแหล่งประมงหอยลาย ด้วยวิธีการใช้เรือสำรวจประมงทำการทดลองลากคราด และการติดตามผลการจับหอยลายจากเรือประมงคราดหอยลายเชิงพาณิชย์ (กรมประมง, 2535 และ 2548) พบว่าแหล่งทำการประมงคราดหอยลายที่สำคัญของประเทศไทย โดยฝั่งอ่าวไทยประกอบด้วย

บริเวณอ่าวตราด ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ฝั่งตะวันออกของแหลมศอกจนถึงด้านตะวันออกของเกาะไม้ซี้ เล็ก มีพื้นที่ประมาณ 40 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณ 25,000 ไร่ เป็นแหล่งหอยดั้งเดิมที่มีการคราดหอยลายมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2514 บริเวณชายฝั่งทะเลหน้าอำเภอคลองใหญ่ เป็นเขตต่อเนื่องกับแหล่งหอยลายบริเวณอ่าวตราด ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่เขาหัวแมวทอดยาวตามแนวชายฝั่งจนถึงหน้าตาบลหาดเล็ก อำเภอคลองใหญ่ มีพื้นที่ทำการประมงประมาณ 90 ตารางกิโลเมตร หรือ ประมาณ 56,000 ไร่ จังหวัดสมุทรปราการ บริเวณหน้าตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จัดว่าเป็นแหล่งทำการประมงเก่าแก่ มีพื้นที่ทำการประมงประมาณ 90,000 ไร่ แต่ในปัจจุบันนับว่าเสื่อมโทรมลงไปมาก ทำการประมงได้ผลน้อยไม่คุ้มต้นทุนแต่ก็ยังมีการทำประมงอยู่บ้างเล็กน้อย เป็นหอยที่มีขนาดใหญ่ส่งจำหน่ายผู้บริโภคโดยตรง จังหวัดสมุทรสงคราม พบบริเวณปากแม่น้ำแม่กลองซึ่งจะมีชุกชุมมาก โดยเฉพาะด้านฝั่งขวาของอ่าวที่ติดกับคลองบางตะบูน มีพื้นที่ทำการประมงประมาณ 30,000 ไร่ จังหวัดเพชรบุรี แหล่งทำการประมงหอยลายสำคัญอยู่บริเวณอ่าวบางตะบูน อำเภอบ้านแหลม จากปากคลองบางตะบูนและแนวชายฝั่งถึงหน้าบ้านใหม่ บ้านปากทะเล ตำบลบางกระเจ้า ซึ่งมีพื้นที่ทำการประมงประมาณ 5,000 ไร่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีการทำประมงหอยลายโดยชาวประมงท้องถิ่น แหล่งทำการประมงอยู่บริเวณปากแม่น้ำปราณบุรีเรื่อยลงไปทางใต้ โดยเฉพาะแนวเขตสามร้อยยอด หน้าตำบลบางปู เขาสัตกุดตอนใต้และเขาแร้ง มีพื้นที่ทำการประมงประมาณ 28,000 ไร่



หอยลายในแต่ละแหล่งจะมีความชุกชุมแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ท้องทะเล ระดับความลึกของน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของอาหารในแหล่งนั้น บริเวณจังหวัดตราด จากการสำรวจพบว่าอัตราการจับเฉลี่ยของหอยลายทั้งสองแหล่ง การทำประมงจะอยู่ระหว่าง 800-1,000 กิโลกรัมต่อลำต่อวัน หอยที่จับได้จะเป็นหอยลายขนาดกลาง โดยมีจำนวนตัวอยู่ระหว่าง 120-130 ตัวต่อกิโลกรัม บริเวณจังหวัดสมุทรปราการ ตำบลคลองด่านมีอัตราการจับเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 150-440 กิโลกรัมต่อลำต่อวัน หอยที่จับได้จะเป็นหอยขนาดใหญ่ มีขนาด 75-100 ตัวต่อกิโลกรัม บริเวณจังหวัดสมุทรสงคราม ซึ่งรวมกับบริเวณอ่าวบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรีและสมุทรสาคร มีอัตราการจับเฉลี่ย 300-500 กิโลกรัมต่อลำต่อวัน หอยที่จับได้ส่วนใหญ่จะเป็นหอยขนาดกลางมีจำนวนเฉลี่ยระหว่าง 130-180 ตัวต่อกิโลกรัม

### คุณภาพน้ำและดินตะกอนที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติสามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะประกอบด้วย คุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ น้ำที่มีสารแขวนลอย (Suspended solids) สี (Color) กลิ่น รส ความขุ่น (Turbidity) การนำไฟฟ้า (Electrical conductivity) และอุณหภูมิ (Temperature) คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ไนเตรท (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) แอมโมเนียม (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) ฟอสเฟต (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) ความเค็ม (Salinity) ซัลเฟต (Sulfate) และคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) และคุณภาพน้ำทางชีวภาพ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ สัตว์พื้นท้องน้ำเป็นต้น เป็นต้น

ปัจจัยที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำประกอบด้วย อุณหภูมิ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ซิลิโคน และคลอโรฟิลล์ เอ เมื่อพิจารณาในแต่ละปัจจัยจะกล่าวได้ว่า อุณหภูมิของน้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เช่นเป็นตัวควบคุมการแพร่พันธุ์ การเจริญเติบโตของสัตว์และพืช เป็นต้น (เปี่ยมศักดิ์, 2538) การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ การถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศและจากพื้นดิน ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้น Park (1982) และ Gangstad (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 ไมตรีและจาร์วรรณ



(2528) รายงานว่า อุณหภูมินอกจากจะมีผลโดยตรงต่อสัตว์น้ำแล้ว ยังมีผลโดยอ้อม เช่น อุณหภูมิที่สูงขึ้นมักทำให้พิษของสารประเภทต่าง ๆ เช่น ยากำจัดศัตรูพืชและโลหะหนักมีความรุนแรงมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะช่วยเร่งให้มีการดูดซึมและการแพร่กระจายของสารพิษเหล่านี้ให้เข้าสู่ร่างกายได้เร็วขึ้น เกษม (2544) รายงานว่า อุณหภูมิของแหล่งน้ำตามธรรมชาติในประเทศไทย มีค่าอยู่ระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส

ปริมาณของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโต ของพืชน้ำ เจริมพลและไซยูท (2518) รายงานว่า ไนโตรเจนในน้ำอยู่ในรูปของสารอินทรีย์ไนโตรเจน (Organic nitrogen) ไนโตรท์ ไนเตรท แอมโมเนียม โดยทั่วไปพืชมักใช้ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย และไนเตรท ซึ่งแอมโมเนียได้มาจากการใช้ปุ๋ยในการเกษตร อุตสาหกรรม และซากพืชซากสัตว์ที่ตายลงในน้ำและดิน รวมทั้งสิ่งขับถ่ายจากสิ่งมีชีวิต (สรสิทธิ์, 2518; สมสุข, 2524; ยงยุทธ และสุรเดช, 2521) ส่วนฟอสฟอรัสจะเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของดินโดยทั่วไปแต่พืชไม่สามารถนำไปใช้ได้ นอกเสียจากว่าสารประกอบฟอสฟอรัสนั้นสลายตัวเสียก่อน เพื่อให้ส่วนประกอบฟอสฟอรัสหลุดมา มนัส (2522) และกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2524) รายงานสรุปว่า ฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำธรรมชาติมีอยู่เป็นจำนวนน้อยส่วนใหญ่จะพบในรูปของฟอสเฟต (PO<sub>4</sub>-) เปี่ยมศักดิ์ (2538) กล่าวว่า ฟอสฟอรัสที่พบในแหล่งน้ำมีอยู่หลายรูปจะถูกนำไปใช้ได้ดีที่สุด มาลี (2528) กล่าวว่า ฟอสฟอรัสในน้ำประมาณร้อยละ 70 มาจากการใช้ปุ๋ยในการเกษตร และร้อยละ 16 มาจากผงซักฟอกที่ใช้ในบ้านเรือนคน โดยทั่วไปอาจคิดว่าฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำส่วนใหญ่มาจากปุ๋ยฟอสเฟตที่ชาวสวนรดต้นไม้ แต่ที่จริงแล้วฟอสเฟตไม่เหมือน ไนเตรทเพราะไม่ละลายน้ำ ฟอสเฟตยังคงรูปอยู่ในปุ๋ย จึงมีส่วนที่หายไปน้อยมาก ดังนั้นฟอสเฟตส่วนใหญ่ในแหล่งน้ำจึงมาจากผงซักฟอก ที่มาจากน้ำทิ้งในครัวเรือนทั่วไป ฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟตสามารถใช้เป็นดัชนีคุณภาพน้ำได้เช่นกัน Pavoni (1977) จำแนกว่าในแหล่งน้ำที่ฟอสเฟตน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็น Oligotrophic lake ซึ่งมีธาตุอาหารพืชอยู่น้อยเกินไป ถ้าแหล่งน้ำใดมีปริมาณฟอสฟอรัสมากกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็น Eutrophic lake จะมีธาตุอาหารพืชมากเกินไปจนเป็นอันตราย ไนโตรและจากรูวรรณ (2528) กล่าวว่า แหล่งน้ำที่มีปัญหาหอยพิษจะมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงกว่า 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตามปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำไม่ได้เป็นสารมลพิษที่จะทำให้อันตรายต่อสัตว์น้ำ เพียงแต่เป็นตัวการให้เกิด Eutrophication เป็นเครื่องแสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารในแหล่งน้ำนั้น ในการควบคุมและป้องกันการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำจึงกำหนดมาตรฐานไว้โดยไม่ควรมีปริมาณฟอสฟอรัสเกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

อุณหภูมิ และปริมาณของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ถือได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช ส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงด้วย คลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์แสง Pennock (1985) รายงานว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ เอ มีทั้งปัจจัย



ทางกายภาพ เคมี และชีวภาพที่สำคัญ ได้แก่ การแบ่งชั้นของน้ำ กระแสน้ำ อุณหภูมิ น้ำ ปริมาณแสง และการตก  
กระทบของแสง การบริโภคแพลงก์ตอนพืชโดยแพลงก์ตอนสัตว์ และปริมาณธาตุอาหารในแหล่งน้ำ ดังนั้น การ  
ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศแหล่งน้ำทำได้จากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และมวลชีวภาพ  
ของสาหร่าย (Algal biomass) ซึ่งปัจจัยที่ควบคุมการสร้างคลอโรฟิลล์ และมวลชีวภาพที่สำคัญปัจจัยหนึ่ง คือ  
ปริมาณสารอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือ ฟอสฟอรัส (Walker and Hillman, 1982; De Costa and Preston,  
1980) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงผลผลิตเบื้องต้น (Primary productivity)  
ของแหล่งน้ำ ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์จะขึ้นอยู่กับปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และปัจจัยอื่น ๆ  
(Pashkevich, 1984) นอกจากนี้ ความแตกต่างของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่วิเคราะห์ได้นั้น อาจเกี่ยวข้องกับ  
ปริมาณของแสง สถานภาพของสารอาหาร และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ ไปเป็น Phaeophytin ระหว่าง  
การสกัด และโดยทั่วไปปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ จะมีค่าความผันแปรตามความหนาแน่นของสาหร่าย (Algal  
density) องค์กรประกอบของสาหร่าย และมวลชีวภาพของสาหร่าย (Traichaiyorn, 1985)

นอกจากนี้ ปัจจัยที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำอีกปัจจัยหนึ่ง ได้แก่ ซิลิคอน กล่าวคือ ซิลิคอนจะเป็นธาตุ  
อาหารที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพวกสิ่งมีชีวิตที่มีเปลือกหรือโครงสร้างประกอบด้วยซิลิคอน เช่น ไดอะตอม  
ซึ่งรูปแบบของซิลิกาที่ละลายอยู่ในน้ำทะเล จะอยู่ในรูป Ortho-silicic acid ( $\text{Si(OH)}_4$ ) ส่วนใหญ่ซิลิคอนได้มาจาก  
ขบวนการสีกกร่อน ของหินต่าง ๆ บนพื้นดินแล้วลงสู่ทะเลโดยผ่านแม่น้ำ ลำธาร หรือลมพัดพาลงสู่ทะเล โดย  
ปริมาณซิลิคอนที่ละลายน้ำในบริเวณแหล่งน้ำชายฝั่งมักจะมีค่าสูง เนื่องจากอิทธิพลของการหลากของน้ำจาก  
พื้นดิน และพบว่าบริเวณที่มีการสะสมของไดอะตอม จะเป็นสาเหตุให้ปริมาณซิลิคอนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็ว (สุ  
จินต์, 2524)

ปัจจุบันการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณสารอินทรีย์ได้รับการสนใจอย่างมาก เพราะปริมาณสารอินทรีย์ในดิน  
ตะกอนนั้นมีผลต่อสภาพแวดล้อมทั้งทางบวกและทางลบ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) โดยใน  
ทางบวกนั้นสารอินทรีย์ที่อยู่ในดินตะกอนเป็นแหล่งของธาตุอาหารของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ โดยเฉพาะพวกแพลงก์  
ตอนพืชและพืชน้ำอื่น ๆ ซึ่งเป็นผลผลิตเบื้องต้นของแหล่งน้ำ ที่สามารถใช้เป็นตัววัดว่าแหล่งน้ำนั้นมีความสมบูรณ์  
เพียงใด ส่วนผลในทางลบของสารอินทรีย์ในดินตะกอนก็มีมากเช่นเดียวกัน แหล่งน้ำใดมีปริมาณสารอินทรีย์เกิน  
ความต้องการ หรือเกินความสามารถที่แหล่งน้ำจะบำบัดได้แล้วย่อมเกิดเป็นมลพิษขึ้น เนื่องจากดินตะกอนนั้นเป็น  
ตัวเก็บสะสมสารอินทรีย์รวมทั้งพวกโลหะหนักที่เป็นอันตรายได้ดี สามารถที่จะกลับเข้าสู่แหล่งน้ำได้ โดยจะ  
ปลดปล่อยและถูกนำพามากับน้ำที่อยู่ในดินตะกอน (Pore water) จะมีการแลกเปลี่ยนไอออนกันระหว่างน้ำใน  
ช่องว่างกับน้ำที่อยู่บนผิวหน้าของพื้นท้องน้ำ ทำให้ปริมาณสารอินทรีย์และสารกลุ่มอื่น ๆ ย้อนกลับสู่แหล่งน้ำได้





เป็นวัฏจักร การศึกษาคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำในดินตะกอนจึงมีบทบาทสำคัญในการที่จะประเมินความ  
อุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้อีกทาง

การพัฒนาและการเคลื่อนย้ายตะกอนที่สำคัญ ได้แก่ การพัดพาตะกอนโดยลำน้ำ การพัดพาตะกอนโดยลม  
การพัดพาตะกอนโดยกระแสน้ำขึ้น (สุจินต์, 2524) นิพนธ์ (2527) รายงานว่า กระบวนการพังทลายของดิน เป็น  
สาเหตุที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ตะกอนและธาตุอาหารถูกเคลื่อนย้ายลงสู่แหล่งน้ำ โดยถูกดูดซับไปกับดินตะกอนที่  
พังทลายนั้น ซึ่งสอดคล้องกับสุภาพรณ์ (2524) ที่กล่าวว่า ธาตุอาหารมักจะเคลื่อนย้ายโดยติดมากับตะกอนใน  
ปริมาณที่มากกว่าละลายมากับน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ ชูชาติ (2527) ซึ่งกล่าวว่าสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำและดิน  
ตะกอนตามธรรมชาติ ส่วนใหญ่เกิดจากการชะล้างของสารอินทรีย์จากพื้นดินลงสู่พื้นน้ำ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มี  
อิทธิพลต่อปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอน ได้แก่ ปริมาณน้ำ ความเร็วน้ำ กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดิน  
ของมนุษย์ ประสิทธิภาพการระบายน้ำของกลุ่มน้ำ ขนาดพื้นที่ของกลุ่มน้ำและชนิดของเนื้อดิน (สุทธิพงศ์, 2532 และ  
สุรตนา, 2532) สารอินทรีย์ที่อยู่ในแหล่งน้ำจะมีทั้งที่อยู่ในรูปแขวนลอยและรูปสารละลาย (สุจินต์, 2524) ซึ่งพวก  
ที่อยู่ในรูปสารละลายสามารถรวมตัวกันตกตะกอนอยู่ที่พื้นท้องน้ำได้โดยอาศัยกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่  
Flocculation เป็นกระบวนการที่ตะกอนแขวนลอยรวมตัวเป็นอนุภาคที่ใหญ่ขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนบริเวณปาก  
แม่น้ำ ในช่วงรอยต่อระหว่างน้ำจืดกับน้ำทะเล บริเวณนี้จะได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลและน้ำจืดจากแม่น้ำ มีการ  
สะสมของสารอินทรีย์สูง ศิรินา (2531) และ วิลาศินี (2533) ได้ศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำและดิน  
ตะกอน พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำมีผลต่อสารอินทรีย์ในดินตะกอนและเมื่อความเข้มข้นของสารอินทรีย์ใน  
น้ำสูงขึ้นมักพบความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในตะกอนสูงขึ้นด้วย ซึ่งจากการศึกษาของ กริชพล (2535) ก็ได้ผล  
สอดคล้องเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ลักษณะเนื้อดินตะกอนที่มีอนุภาคดินเหนียวสูงจะยึดเกาะสารอินทรีย์ได้ดีกว่า  
อนุภาคที่มีดินทรายสูง (สมเจตน์, 2530) ปัจจัยที่ควบคุมการสลายตัวของสารอินทรีย์มีทั้งองค์ประกอบทางเคมีของ  
สารอินทรีย์เอง จนถึงสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ ความชื้น ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และ  
ปัจจัยอื่น ๆ ที่ควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (สมศักดิ์, 2528) การย่อยสลายที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดขึ้นช้ากว่าที่  
อุณหภูมิสูง (ศุภมาศ, 2529) และการย่อยสลายตัวของสารอินทรีย์เกิดขึ้นได้ดีที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส  
(สมศักดิ์, 2528) ศุภมาศ (2529) กล่าวว่า การย่อยสลายของสารอินทรีย์จะดีขึ้นเมื่อดินมีความชื้นสูงในสถานะที่มี  
ออกซิเจนเพียงพอ แต่ถ้ามีความชื้นมากเกินไป การสลายตัวจะเกิดขึ้นได้ไม่ดีเพราะดินที่มีความชื้นสูงย่อมมี  
ออกซิเจนละลายอยู่น้อย ปกรณ์ (2540) กล่าวว่า ดินที่มีน้ำท่วมขังอยู่นาน ๆ ฟอสฟอรัสจะละลายในน้ำขังนั้น จะ  
เกิดการรั่วซึมของเฟอริกฟอสเฟต ไปเป็นเฟอรัสฟอสเฟตซึ่งละลายได้ง่ายกว่าและพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์



ได้ เคมีของฟอสฟอรัสในดินที่มีน้ำซึ่งจะเกี่ยวข้องกับเหล็กและสภาพที่ทำให้เหล็กละลายได้มากขึ้นฟอสฟอรัสก็จะ  
เป็นประโยชน์มากขึ้นด้วย (ทัศนีย์, 2534)

ขนาดอนุภาคของดินตะกอน จารูมาศ (2548) อธิบายถึงขนาดอนุภาคของดินตะกอนเอาไว้ว่า “ขนาด  
อนุภาคของดินตะกอน” หรือ “Grain size” เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะ  
ในกลุ่ม Meiofauna ในการศึกษาวิจัยด้านความหลากหลายทางสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำ เราจึงมีความจำเป็นที่จะต้อง  
ทำการบันทึกทั้งชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบและขนาดอนุภาคของดินควบคู่กันไป ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากขนาดอนุภาคมี  
ความสัมพันธ์โดยตรงกับองค์ประกอบทางเคมีของดินตะกอน และมีบทบาทต่อสภาพความสมบูรณ์ของดินตะกอน  
อีกด้วย ในบริเวณชายฝั่งมักพบดินที่มีขนาดอนุภาคใหญ่อยู่บนผิวของชายหาด และในดินที่ระดับลึกลงไป ก็มีขนาด  
ของอนุภาคเล็กลงตามลำดับ ดินที่มีขนาดอนุภาคใหญ่พอเหมาะมักจะไหลไป หรือถูกกระแสน้ำพัดพาไปได้ง่าย  
ส่วนดินที่อยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงโดยทั่วไปที่มีอนุภาคหยาบ จะมีการไหลผ่านของน้ำได้ดี และมีปริมาณน้ำหรือ  
ปริมาณสารอินทรีย์เหลืออยู่น้อยมากไม่เหมาะต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ในทางตรงกันข้าม ดินที่มีอนุภาค  
ละเอียด เช่น ดินโคลนซึ่งมีอนุภาคที่ค่อนข้างจะอัดแน่นมาก อย่างไรก็ตามเนื่องจากในดินประเภทนี้มักมีการ  
ไหลเวียนของน้ำต่ำ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่องว่างระหว่างเม็ดดินต่ำไปด้วย การใช้ขนาดของ  
ตะกอนเป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดของดินตะกอนโดยตะกอนที่นำมาจำแนกจะมีตั้งแต่ดินเหนียวขนาดเส้นผ่าน  
ศูนย์กลาง 0.004 มิลลิเมตร จนถึงกรวดหยาบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36-64 มิลลิเมตร

ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมด (Total organic matter หรือ TOM) และ Acid volatile sulfides (AVS) ที่  
สะสมอยู่ในดินตะกอนจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ทั้งเกิดจากขบวนการเคมี ทางธรณี หรือทางชีวะ ล้วนแต่มีผล  
ในการเปลี่ยนแปลงของตะกอน เช่น การสะสมพวกคาร์บอนेटจะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีสารต้นกำเนิดเป็นพวก แคล  
คาเรียส เช่น หินปูน โดโลไมต์ มาร์ล หรือตะกอนอื่น ๆ ที่มีสารคาร์บอนेटอยู่ เมื่อเกิดการฟุ้ง หินและแร่เหล่านี้  
จะละลายน้ำ และถูกพัดพาหรือเคลื่อนย้ายไปสะสมอยู่ตอนล่างของหน้าตัดดิน (อภิสิทธิ์, 2530) Alogi และคณะ  
(1996) กล่าวว่า การสลายตัวของคาร์บอนेट เกิดเนื่องจากการสร้างกรดคาร์บอนิกที่เกิดขึ้นโดยการหายใจแบบใช้อ  
ออกซิเจน และการรีดักชันซัลเฟตในดินตะกอนที่มีคาร์บอนेटสูง pH ของ Pore water ที่น้อยกว่า 7 ก่อให้เกิดการ  
สลายตัวของแร่คาร์บอนेट เพราะการสลายตัวของคาร์บอนेटเกิดขึ้นในชั้นตะกอนที่ผิวหน้าดินเป็นส่วนใหญ่  
เนื่องจากการเกิดกรดคาร์บอนิกที่ได้จากการเผาผลาญแบบใช้ออกซิเจนและการออกซิเดชันของเหล็ก-ซัลไฟด์ แต่  
ในชั้นที่ลึกกว่าการตกตะกอนของเหล็กซัลไฟด์ จะเป็นตัวเพิ่ม pH ทำให้เกิดการอิมตัวอย่างยิ่งยวดของคาร์บอนेट  
กระบวนการรีดักชันจะเกิดในสภาพอิมตัวอย่างยิ่งยวดของคาร์บอนेट เช่น ใต้ระดับน้ำใต้ดินมีออกซิเจนน้อยหรือมีสิ่งมีชีวิตใช้ออกซิเจน  
มาก ดังนั้นสารหรือธาตุจึงสูญเสียอิเล็กตรอนไปจากตัวของมัน เช่น เหล็กแปรสภาพเป็นเฟอร์รัส เหล็กในรูปของ



เฟอร์รัสจะเปลี่ยนไปเป็นซัลไฟด์ หรือสารประกอบอื่น ๆ หากเป็นบริเวณที่ไม่มีน้ำแช่เป็นเวลานาน ๆ แล้ว (มีช่วงแห้งบ้าง) เหล็กจะอยู่ในสภาพของ ไฮดรรัส เฟอร์รัสออกไซด์ (Hydrous ferrous oxide) หรือเลพิโดโดรอกไซด์ (Lepidodrocite) การสะสมอินทรีย์วัตถุในที่ต่ำทำให้เกิดกรดฮิวมิก และกรดฟุลวิก ซึ่งเป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดเฟอร์รัส ซึ่งเหล็กและแมงกานีสพบมากในธรรมชาติ จะมีโอกาสตกตะกอนเมื่อมีสถานะเป็นออกซิเดชันได้ง่ายขึ้นอยู่กับ pH เช่น เหล็กและแมงกานีสจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายเมื่อเป็นด่างหรือมี pH สูงมาก เช่น เหล็กและแมงกานีสจะอยู่ในรูปที่ไม่ละลายเมื่อเป็นด่างหรือมี pH สูงมาก แต่จะละลายเมื่อเป็นกรดหรือ pH ต่ำ (อภิสิทธิ์, 2530) หรือในบริเวณป่าชายเลนเมื่อใบไม้ร่วงลงไปใต้น้ำ เกิดการย่อยสลายโดยแบคทีเรียและเชื้อรา ในตอนแรกจะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนในการหายใจ ต่อมาเมื่อใช้ออกซิเจนหมดแล้ว ก็จะมีแบคทีเรียอีกพวกที่สามารถใช้ซัลเฟตไอออนที่มีอุดมสมบูรณ์ในน้ำทะเลแทนออกซิเจน ได้แก่ พวก Desulfovibrio และ Desulfotomaculum bacteria พวกนี้สามารถย่อยสลายซัลเฟตไอออน และดึงเอาไปใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีอยู่มากในดินตะกอนใต้น้ำและเกิดเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) ต่อมาไฮโดรเจนซัลไฟด์ทำปฏิกิริยากับกำมะถันในดินจะกลายเป็นเหล็กไดซัลไฟด์หรือแร่ไพไรต์ในที่สุด และถ้าแร่ไพไรต์ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอ ก็จะทำปฏิกิริยาเกิดเป็นกรด ( $H^+$ ) (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  $N_2O$  ได้มาจากน้ำเหนือผิวดินของบริเวณนั้นที่ผ่านตามโพรงหรือรูของสัตว์ที่อาศัยอยู่บริเวณผิวดิน อย่างไรก็ดีตามก็จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบอื่น 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) ซึ่งสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำใช้เป็นตัวชี้สำคัญในการกำหนดคุณภาพน้ำ แหล่งน้ำสะอาดปานกลางมีการใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค การบริโภค และการเกษตรกรรม ควรมีปริมาณสารอินทรีย์ ประมาณค่าจาก Biochemical oxygen demand (BOD) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/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 ซึ่งกระบวนการเหล่านี้มีตั้งแต่ที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งในที่สุดแล้วธาตุและสารมลพิษ จะถูกขจัดโดยการเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของตะกอนที่ผิวท้องทะเล หรือไม่ก็แปรรูปไปเป็นก๊าซออกไปสู่บรรยากาศ (สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, 2541) หรือการเปลี่ยนสภาพรูปที่เป็นพิษ (Toxic form) ให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นพิษ (Non-toxic form) กลไกต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดกระบวนการเหล่านี้ ได้แก่ การฟื้นคืนสภาพตัวเอง (Self-recovery) กลไกการฟอกตัวเอง (Self-purification) และกลไกการรักษาตัวเอง (Self-regulation) อย่างไรก็ตามทุกสิ่งในโลกนี้มีข้อจำกัดเสมอ (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543)

ในด้านการศึกษาคูณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดจากรูจา (2548) กล่าวถึงคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีบริเวณอ่าวตราดดังนี้ ความเค็มของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.5-31.70 psu ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 4.70-9.55 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดต่าง (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 ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนโตรท ไนเตรท มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง ND-20.39 ไมโครโมลาร์ ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง ND-83.0 ไมโครโมลาร์ และปริมาณของออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง ND-1.88 ไมโครโมลาร์

นอกจากนี้ บัณฑิตา (2547) ทำการศึกษาคูณภาพน้ำบริเวณใกล้เคียงอ่าวตราด ในบริเวณหมู่เกาะช้าง ในช่วงปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2546 พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 29.0-30.9 องศาเซลเซียส ความเค็มของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 28-32 psu ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 5.89-6.76 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรดต่าง มีค่าอยู่ในช่วง 7.93-9.27 ในส่วนของการศึกษาแร่ธาตุอาหารพบว่า มีปริมาณแอมโมเนียม



ไนโตรเจนอยู่ในช่วงระหว่าง 16.63-23.50 ไมโครโมลาร์ ปริมาณไนโตรเจน ไนเตรท มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.04-0.23 ไมโครโมลาร์ ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5.01-17.63 ไมโครโมลาร์ และปริมาณของออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.38-0.77 ไมโครโมลาร์ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.31-1.45 ไมโครกรัมต่อลิตร

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

จากข้อมูลการศึกษาคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดและพื้นที่ใกล้เคียงที่ผ่านมาพบว่า คุณภาพน้ำที่มีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ และอาจก่อให้เกิดมลพิษแก่บริเวณชายฝั่งได้แก่ ปริมาณไนโตรเจน และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งมีปริมาณที่สูง โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ยังพบว่าการสะสมของสารอินทรีย์ในดินตะกอนซึ่งนำไปสู่การเกิดซัลไฟด์ในดินตะกอนที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำ รวมทั้งยังเป็นสาเหตุที่ทำให้ออกซิเจนบริเวณพื้นท้องน้ำหมดไป

### ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตอื่น ๆที่เกี่ยวข้อง

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



โสภณา (2521) ได้ทำการศึกษาบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและบริเวณใกล้เคียงพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 58 สกุล 166 ชนิด แพลงก์ตอนพืชมีความชุกชุมสูงสุดในเดือนธันวาคม ที่บริเวณปากแม่น้ำมีปริมาณ  $3.8 \times 10^{10}$  เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตรโดยชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่มีความชุกชุมมากที่สุด คือ *Chaetoceros pseudocurvisetus* ซึ่งจะพบได้ทั่วทั้งบริเวณที่ทำการศึกษารองลงมา *Skeletonema costatum* พบมีความชุกชุมมากบริเวณปากแม่น้ำและ *Thalassiosira* spp. พบมีความชุกชุมมากที่สุดบริเวณนอกปากแม่น้ำออกไปในอ่าวไทยตอนในและชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย

ส่วนบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน วิชาญและคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชเฉพาะในเดือนพฤษภาคม 2540 พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 50 สกุล มีความหนาแน่นเฉลี่ย  $7.09 \times 10^8$  เซลล์ต่อลูกบาศก์เมตร โดยสกุลที่พบหนาแน่นที่สุดคือ *Skeletonema* รองลงมาคือ *Leptocylindrus*, *Nitzschia*, *Thalassiosira* และ *Cyclotella*

บริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี พิมพ์วัลย์ชู (2546) ทำการศึกษาถึงการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 87 สกุล 152 ชนิด ซึ่งประกอบไปด้วย Division Cyanophyta พบ 11 สกุล 14 ชนิด ชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Trichodesmium* spp. Division Chlorophyta พบ 27 สกุล 41 ชนิด ชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Ankistrodesmus falcatus* และ *Oocystis elliptica* และ Division Chromophyta พบ 49 สกุล 97 ชนิด ชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Cyclotella*, *Navicula* และ *Nitzschia* โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ย  $8.45 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร

บริเวณปากแม่น้ำแม่กลองทำการศึกษาโดยศิริพร (2549) พบแพลงก์ตอนทั้งหมด 342 ชนิด ประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืช 259 ชนิด แพลงก์ตอนสัตว์ 83 ชนิด โดยแพลงก์ตอนพืช Class Bacillariophyceae เป็นกลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดและพบเป็นกลุ่มเด่นตลอดทั้งปีรองลงมา คือ Class Chlorophyceae ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่มีจำนวนชนิดมากที่สุดคือ Phylum Protozoa รองลงมา คือ Phylum Rotifera แพลงก์ตอนมีจำนวนชนิดมากที่สุดในเดือนพฤษภาคม 2548 และน้อยที่สุดในเดือนเมษายน 2548 บริเวณที่เป็นทั้งน้ำจืดและน้ำกร่อยมีจำนวนชนิดแพลงก์ตอนมากที่สุด สำหรับปริมาณของแพลงก์ตอนมีความแตกต่างกันตามพื้นที่และช่วงเวลา โดยพบแพลงก์ตอนพืช Class Bacillariophyceae มีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดทั้งที่ระดับต่ำกว่าผิวน้ำและเหนือพื้นท้องน้ำชนิดที่มีปริมาณสูงสุด คือ *Chaetoceros pseudocurvisetus*, *Thalassiosira* spp., *Skeletonema costatum* และ *Cylindrotheca closterium* สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินพบว่ามีปริมาณเฉลี่ยรองลงมา ชนิดที่มีปริมาณสูงสุด คือ *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria limnetica* และ *Spirulina platensis* ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่พบมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุด คือ Phylum Arthropoda กลุ่มเด่น คือ copepod



โดยเฉพาะ copepod nauplii ปริมาณที่พบรองลงมา คือ Phylum Mollusca ส่วนปัจจัยทางกายภาพ คือ ฤดูกาล มีผลต่อคุณภาพน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะความเค็มของน้ำ พบว่า เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ ชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนชัดเจนกว่าคุณภาพน้ำปัจจัยอื่น ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของ แพลงก์ตอนพืชกับแพลงก์ตอนสัตว์ พบมีรูปแบบความสัมพันธ์กันในแง่ของห่วงโซ่อาหารและสัมพันธ์กันเนื่องจาก ปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะความเค็มของน้ำ

แพลงก์ตอนสัตว์ (Zooplankton) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร มีบทบาทในการเชื่อมโยงกับ แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) ซึ่งเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary producer) ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ สามารถ ใช้เป็นดัชนีแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ทั้งนี้การแพร่กระจายของแพลงค์ตอนสัตว์ไม่สม่ำเสมอ (Ununiform) ส่วนใหญ่กระจายอยู่ได้ตลอดความลึกของน้ำ นอกจากนี้แพลงค์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่สามารถเคลื่อนที่ ได้ ดังนั้นจึงสามารถย้ายที่อยู่ได้ในแนวตั้งได้ แพลงค์ตอนสัตว์บางกลุ่มโดยเฉพาะโคพีพอด และไรน้ำ (Cladocerans) สามารถย้ายที่อยู่ในแนวตั้งในรอบวัน (Daily vertical migration) คือ อยู่ใต้ผิวน้ำในระดับความลึกหนึ่งในช่วง กลางวัน แล้วเคลื่อนที่มายู่ผิวน้ำหรือใกล้ผิวน้ำเมื่อพระอาทิตย์ตกดินไปแล้วจนถึงกลางคืน พอรุ่งขึ้นก็จะกลับลงสู่ ระดับลึกอีกครั้ง (ลัดดา, 2546) นอกจากนี้ยังพบว่าความชุกชุมของแพลงค์ตอนสัตว์บริเวณเอสทูรีในเขตร้อนจะมีความสัมพันธ์กับความเค็มของน้ำ เช่น ตัวอ่อนเพรียงในบริเวณแหลมผักเบี้ยจะพบได้ในช่วงที่มีความเค็มของน้ำสูง กว่า 20 ส่วนในพันส่วนและในบริเวณบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม จะพบพวกเคยละเอียด ลูกปู และตัวอ่อนเพรียงมีปริมาณสูงในช่วงที่น้ำมีความเค็มสูงคือ 12-18 ส่วนในพันส่วน แต่ในช่วงที่น้ำมีความเค็มต่ำ คือ 0 ส่วนในพันส่วน จะพบโรติเฟอร์และคลาโดเซอแรนมีปริมาณสูง (อิทธิภา, 2546) อ้างจาก ธนยพร (2546) ในเดือนที่มีความเค็มของน้ำต่ำจะพบแพลงค์ตอนสัตว์น้อยกว่าเดือนที่มีความเค็มสูง เสาวภา (2528) อ้างจาก ประมุข (2550) พบว่า อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ทำให้ฝนตกชุกในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน น้ำบริเวณเอสทูรีจึงมีความเค็มต่ำ มีผลทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของแพลงค์ตอนสัตว์ต่ำไปด้วยโดยจะพบต่ำที่สุดในเดือนสิงหาคม ซึ่งเป็นเดือนที่มีน้ำหลากมากที่สุด ในทางตรงข้ามความอุดมสมบูรณ์ของแพลงค์ตอนสัตว์จะมีสูงในเดือนที่มีความเค็มสูง ซึ่งได้แก่เดือนก่อนและหลังช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ประมาณเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือน พฤษภาคม และช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคมตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงโดยหัตถยา (2530) อ้างจาก ธนยพร (2546) ที่พบว่า ระดับความเค็มของน้ำมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับ ปริมาณของแพลงค์ตอนสัตว์ คือ ในบริเวณที่มีความเค็มสูงจะมีปริมาณของแพลงค์ตอนสัตว์สูงด้วย

แพลงค์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่จัดเป็นผู้บริโภคขั้นปฐมภูมิในห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นจึงมีความบทบาทสำคัญยิ่งใน ห่วงโซ่อาหาร เนื่องจากเป็นตัวเชื่อมระหว่างผู้ผลิต (แพลงค์ตอนพืช) และผู้บริโภคที่สูงขึ้นไปโดยเฉพาะลูกปลาวัย



อ่อนที่ต้องอาศัยแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารดังนั้นการศึกษาความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์จึงน่าจะชี้ถึงความชุกชุมของลูกปลาวัยอ่อนบริเวณนั้นได้ด้วย (เสาวภา, 2528) อ้างจาก ประมุข (2550) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ประเสริฐ (2540) อ้างจาก ธนยพร (2546) ซึ่งประโยชน์ที่สำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์นอกจากเป็นอาหารของสัตว์น้ำแล้วยังใช้เป็นตัวดัชนีชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ส่วนในด้านชีววิทยาประมง แพลงก์ตอนสัตว์ยังเป็นอาหารสำหรับตัวอ่อนสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญหลายชนิด (ลัดดา, 2541)

สัตว์พื้นท้องน้ำ มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศ Welch (1952) รายงานว่าสัตว์หน้าดินเป็นพวกที่มีความสำคัญในสายใยอาหารคือเป็นพวกที่กินแพลงก์ตอน และสัตว์ขนาดเล็กรวมถึงอินทรีย์สารตามพื้นท้องน้ำ โดย Gardiner (1972) ได้กล่าวว่าแหล่งน้ำใดที่มีปริมาณของสัตว์หน้าดินมากย่อมมีผลผลิตสูงและค่าดัชนีความแตกต่างของสัตว์หน้าดินจะเป็นดัชนีทางชีววิทยาที่ใช้เป็นเครื่องบ่งชี้คุณภาพน้ำ และดินตะกอนได้เป็นอย่างดี โดยการศึกษาของเสกสรร (2551) ทำการศึกษาองค์ประกอบชนิด ปริมาณและการแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำในบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง โดยทำการศึกษาระหว่างเดือนมิถุนายน 2547 ถึงเดือนพฤษภาคม 2548 โดยแบ่งจุดสำรวจออกเป็น 9 จุด ผลการศึกษาพบสัตว์พื้นท้องน้ำรวม 75 ชนิด แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ ไส้เดือนทะเล หอยฝาเดียว หอยสองฝา ครัสตาเซียนและหอยปากเปิด คิดเป็นร้อยละ 57.34 5.33 16.00 20.00 และ 1.33 ตามลำดับ ค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าอยู่ในช่วง 0.25-2.29 ค่าดัชนีความเท่าเทียมมีค่าอยู่ในช่วง 0.18-0.85 ความสัมพันธ์ของสัตว์พื้นท้องน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมแสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ จึงไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยต่อประชาคมสัตว์พื้นท้องน้ำได้ ขณะที่เมธาวิ (2550) ทำการศึกษาการใช้สัตว์หน้าดินในการบ่งชี้ปริมาณสารอินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2546 ถึงเดือนพฤษภาคม 2547 พบสัตว์พื้นท้องน้ำทั้งหมด 5 กลุ่ม คือ ไส้เดือนทะเล (57.05%) ครัสตาเซียน (31.12%) หอยสองฝา (7.98%) หอยฝาเดียว (1.76%) และกลุ่มอื่น ๆ (2.09%) รวมทั้งสิ้น 82 ชนิด และพบว่าความชุกชุมและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินมีการแพร่กระจายเนื่องจากอิทธิพลของปริมาณน้ำที่ไหลมาจากแม่น้ำบางปะกง ซึ่งแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม โดยกลุ่มแรกคือกลุ่มที่มีการแพร่กระจายของสัตว์หลายชนิดในสถานีไกลปากแม่น้ำในฤดูน้ำมากและทุกสถานีในฤดูน้ำน้อย และกลุ่มที่สองคือกลุ่มที่มีการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินจำนวนน้อยในสถานีใกล้ปากแม่น้ำในฤดูน้ำมาก





### บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะทำการศึกษาต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี ซึ่งจะทำให้การเก็บตัวอย่างและตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำทั้งสิ้น 3 ครั้ง โดยการศึกษาจะเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ของหอยลาย ในบริเวณอ่าวตราด ซึ่งได้ข้อมูลจากการศึกษาของ สุนันท์ และประนอม (2527) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนารูปร่างของอวัยวะเพศหรืออวัยวะสืบพันธุ์และอัตราส่วนเพศของหอยลายที่บริเวณปลายแหลมศอก ต.อ่าวใหญ่ จ.ตราด โดยการศึกษาครั้งนี้จะประกอบไปด้วย

#### 3.1 การศึกษาโครงสร้างทางสัณฐานวิทยาและรูปแบบการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำ

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 องศาตะวันออก 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) ถูกนำมาทำการประมาณค่าให้มีจุดพิกัดตรงกับจุดพิกัดของกริดที่กำหนดไว้โดยใช้ Gaussian method ซึ่งค่าที่อยู่ใกล้จะมีอิทธิพลมากกว่าค่าที่อยู่ไกลจากจุดที่ต้องการประมาณค่า (สมการที่ 1) ข้อมูลน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนระยะยาวที่ไหลลงสู่ทะเล (กรมชลประทาน) ถูกอัปเดตเป็นค่าความสูงของน้ำในบริเวณปากแม่น้ำ ส่วนข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสน้ำจากภายนอกได้จากการสกัดค่าระดับน้ำและกระแสน้ำ (Data extraction) บริเวณขอบเขตเปิดของแบบจำลอง ซึ่งได้มาจากแบบจำลอง



การไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยทั้งอ่าว (Downscaling method) ถูกนำมาทำการประมาณค่าแบบเส้นตรง (linear interpolation) เพื่อให้ข้อมูลตรงกับกริดบริเวณขอบเขตเปิดของแบบจำลองอ่าวไทยตอนเหนือ

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

เมื่อ  $\zeta$  คือค่าของพารามิเตอร์ในจุดที่ต้องการประมาณค่า  $\zeta_o$  คือค่าของพารามิเตอร์ในจุดที่ทราบค่า  $d_i$  คือระยะจากจุดที่ต้องการทราบค่ากับจุดที่ทราบค่า และ  $r$  คือรัศมีของการประมาณค่า

### 3.2 การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหาร

การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารประกอบด้วย การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารของน้ำทะเล จำนวน 15 สถานี (ภาพที่ 1-1) และ นำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาปริมาณของธาตุอาหารที่มีในตัวอย่างน้ำทะเล ได้แก่ แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ซิลิเกต-ซิลิคอน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 วิธีวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอย คลอโรฟิลล์ และสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำที่ทำการศึกษา

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



ภาพที่ 2-1 สถานีที่ทำการศึกษและเก็บตัวอย่างในการประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเลเพื่อการพัฒนา  
แหล่งทรัพยากรหอยลาย บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

### 3.3 การศึกษาคุณภาพน้ำทั่วไป

คุณภาพน้ำทั่วไปที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความลึกของน้ำ อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าความนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ ด้วยเครื่องตรวจวัดภาคสนามภายใต้สถานีศึกษาจำนวน 15 สถานี (ภาพที่ 2-1)

### 3.4 การแพร่กระจายของผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ

การศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของผลผลิตขั้นต้น (คลอโรฟิลล์ เอ) และอนุภาคแขวนลอยในน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา จะดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่างน้ำให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมดจำนวน 15 สถานี (ภาพที่ 1-1) 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 ที่



ทราบน้ำหนักแห้งแน่นอนแล้ว ก่อนนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer เป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน และชั่งน้ำหนักเพื่อหาปริมาณอนุภาคแขวนลอยในน้ำต่อไป

### 3.5 การสำรวจและประเมินคุณภาพดินตะกอน

ทำเก็บตัวอย่างดินตะกอนพื้นท้องน้ำโดยการใช้ Gravity Core Sampler เพื่อนำดินมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและคุณสมบัติทางเคมี บริเวณอ่าวตราด ตามสถานีเก็บตัวอย่าง 15 สถานี (ภาพที่ 1-1) ทำการศึกษาลักษณะภายนอก ได้แก่ ลักษณะตะกอน ขนาด สี องค์ประกอบ กลิ่น การปนเปื้อนและลักษณะการปรากฏของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ทำการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินตะกอน จากดินผิวหน้าลงไปตามระดับความลึก ซึ่งประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์ 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) ซึ่งจะทำได้โดยการใช้วิธีการเผาที่ความร้อนสูงเพื่อให้สารอินทรีย์ถูกกำจัดออกไป โดยการนำตัวอย่างใส่ในภาชนะทนความร้อนที่ทราบน้ำหนักแล้ว จากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิประมาณ 550-600 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง หลังจากเผาเสร็จปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนักที่เหลืออีกครั้ง น้ำหนักที่หายไปหลังจากการเผา ก็คือปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน

3) ปริมาณซัลไฟด์รวมในดิน (Acid volatile sulfides content) ที่ระดับ 0-1 เซนติเมตร ใช้วิธีการเปลี่ยนรูปซัลไฟด์ในดินตะกอนจากรูปต่าง ๆ เช่น HS<sup>-</sup>, S<sub>2</sub><sup>-</sup>, FeS และ FeS<sub>2</sub> ให้อยู่ในรูปของก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยใช้กรด Sulfuric 18 N หลังจากนั้นทำการวัดปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นโดยการให้ไอระเหยของไฮโดรเจนซัลไฟด์ผ่าน Hedrotek column หรือเรียกว่า Acid volatile sulfide test column แล้วทำการคำนวณหาปริมาณซัลไฟด์รวมต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนักแห้งของดินต่อไป

4) วิเคราะห์ขนาดของอนุภาคดินตะกอน โดยใช้ Gravity Core Sampler เก็บตัวอย่างดิน 10 เซนติเมตร ทำการวัดขนาดอนุภาคของดินตะกอนด้วยวิธี wet sieving โดยร่อนดินผ่านตะแกรงแยกดิน ขนาดตา 1,000 ไมโครเมตร 500 ไมโครเมตร 250 ไมโครเมตร 125 ไมโครเมตร และต่ำกว่า 125 ไมโครเมตร ตามลำดับ



จะได้ขนาดอนุภาคที่แตกต่างกัน 5 ขนาด นำมาหาสัดส่วนเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห่ง เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางคุณภาพของพื้นท้องน้ำในพื้นที่ศึกษา (พิชาศิษฐ์, 2557)

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะทำการศึกษาต่อเนื่องเป็นเวลา 2 ปี ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างและตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำทั้งสิ้น 7 ครั้ง โดยการศึกษาจะเลือกช่วงเวลาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ของหอยลาย ในบริเวณอ่าวตราด ซึ่งได้ข้อมูลจากการศึกษาของ สุนันท์ และประนอม (2527) ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการของอวัยวะเพศหรืออวัยวะสืบพันธุ์และอัตราส่วนเพศของหอยลายที่บริเวณปลายแหลมศอก ต.อ่าวใหญ่ จ.ตราด โดยการศึกษาครั้งนี้จะประกอบไปด้วย

### 3.6 การศึกษาองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่สำคัญในแหล่งน้ำ

#### การศึกษาแพลงก์ตอนพืช

ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช ทั้งหมด 15 สถานี ในแต่ละสถานีทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 2 ครั้ง ทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช โดยนำน้ำปริมาตร 10 ลิตร ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำมากรองผ่านถุงลากลากแพลงก์ตอน ขนาดตา 15 ไมโครเมตร เพื่อหาค่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช นำตัวอย่างแพลงก์ตอนพืชเก็บไว้ในขวดพลาสติกขนาด 100 มิลลิลิตร และเก็บรักษาด้วยฟอร์มาลินเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำมาศึกษาวิเคราะห์จำแนกชนิดและปริมาณ และความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ๓ ห้องปฏิบัติการ

ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืช โดยการนำชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมาศึกษาการแพร่กระจาย โดยพิจารณาค่าดัชนีต่าง ๆ คือ ดรรชนีความมากชนิด (Richness index) ดรรชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Diversity index) ดรรชนีความสม่ำเสมอหรือดัชนีความเท่าเทียม (Evenness index) ดรรชนีความคล้ายคลึง (Bray-Curtis similarity index)

#### การศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์

การเก็บรวบรวมแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 15 สถานี โดยใช้ Zooplankton Bongo Net ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 46 เซนติเมตร ขนาดตาไม่ต่ำกว่า 100 ไมโครเมตร ที่ติดตั้ง flow meter ที่ระดับประมาณ 1/3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวตั้งของโครง Bongo Net จากนั้นตรวจสอบปริมาตรน้ำที่ไหลผ่าน Zooplankton Bongo Net โดยทำการลากในระดับ 50 เซนติเมตร จากผิวน้ำ และใช้ฟอร์มาลินเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาตัวอย่างในภาคน้ำ เพื่อทำการจำแนกชนิดและนับจำนวนในห้องปฏิบัติการต่อไปนำตัวอย่างที่ทำการเก็บจากภาคน้ำทำการแยกแพลงก์ตอนสัตว์ ออกจากเศษตะกอนและกลุ่มสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ (Sorting) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ นับจำนวนแพลงก์ตอนสัตว์ของแต่ละครอปรัว และจำนวนตัวรวมในแต่ละสถานีแล้ว



นำมาคำนวณ เพื่อหาค่าเป็นจำนวนตัวต่อปริมาณน้ำทะเล 1,000 ลูกบาศก์เมตร ทำการวิเคราะห์ข้อมูลการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ โดยการนำชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์มาศึกษาโดยพิจารณาค่าดัชนีต่าง ๆ คือ ดรรชนีความมากชนิด (Richness index) ดรรชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ (Diversity index) ดรรชนีความสม่ำเสมอหรือดัชนีความเท่าเทียม (Evenness index) ดรรชนีความคล้ายคลึง (Bray-Curtis similarity index)

### การศึกษาสัตว์พื้นท้องน้ำ

การเก็บตัวอย่างสัตว์พื้นท้องน้ำทั้งหมด 15 สถานี ในพื้นที่ที่มีการตกตะกอน (จุดเดียวกับจุดเก็บตัวอย่างดิน) โดยใช้ Ekman grab sampler ขนาด 25x25 เซนติเมตร จากนั้นร่อนดินผ่านตะแกรกร่อนมาตรฐานขนาด 250 ไมโครเมตร แยกสัตว์พื้นท้องน้ำออก จากนั้นรักษาสภาพด้วยฟอร์มาลินเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ และย้อมสีด้วย Rose Bengal ใส่ในขวดเก็บอย่างพร้อมปิดฉลากวัน เดือน ปีและสถานีเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ได้นำมาเลือกภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำในห้องปฏิบัติการ จากนั้นแยกตัวอย่างสัตว์พื้นท้องน้ำใส่หลอดเก็บตัวอย่างขนาดเล็ก รักษาสภาพด้วยแอลกอฮอล์เข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ พร้อมปิดฉลากวัน เดือน ปี สถานีที่เก็บตัวอย่างจำแนกสัตว์พื้นท้องน้ำทั้งชนิดและปริมาณภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำในห้องปฏิบัติการ และถ่ายภาพสัตว์พื้นท้องน้ำแต่ละชนิด โดยจำแนกสัตว์พื้นท้องน้ำแต่ละกลุ่ม ดังนี้

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

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

กลุ่มไส้เดือนทะเลจำแนกตามเอกสารของ J.H.Day (1967)

กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์จำแนกตามเอกสารของลัดดา (2541)

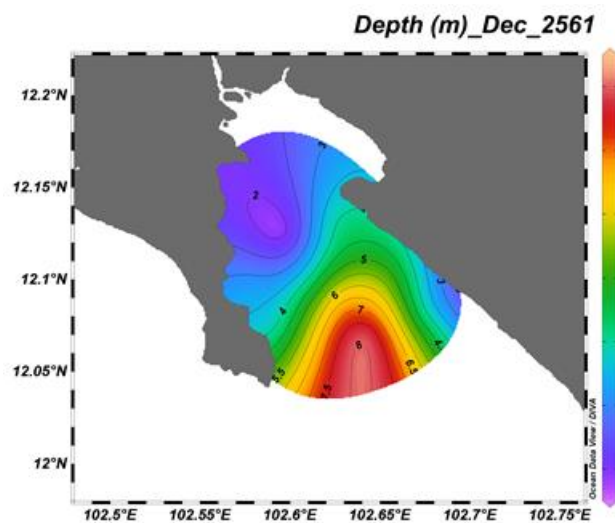
ทำการวัดขนาดของสัตว์พื้นท้องน้ำในแต่ละกลุ่มซึ่งเป็นกลุ่มเด่นในพื้นที่นี้ โดยแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มสัตว์น้ำที่มีค่าทางเศรษฐกิจ เช่น หอยลาย เป็นต้น

## บทที่ 4 ผลการศึกษา

รายงานผลการศึกษา “การประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเล เพื่อรองรับการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด” ในครั้งนี้จะทำการแสดงผลในส่วนของคุณภาพน้ำด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของอ่าวตราดในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 ประกอบด้วยสถานีที่ทำการศึกษา 15 สถานี ครอบคลุมอ่าวตราดในบริเวณชายฝั่ง บ้านอ่าวเลน บ้านอ่าวใหญ่ บ้านแหลมสะบ้า บ้านแหลมหิน และบ้านแหลมกลัด (ภาพที่ 4-1a) โดยแต่ละสถานีจะมีปัจจัยด้านความลึกที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4-1b)



(a)



(b)

ภาพที่ 4-1 สถานีสำรวจสิ่งแวดล้อมทางทะเล (a) และระดับความลึกของพื้นที่ (b) บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

โดยการผลการศึกษาในครั้งนี้ประกอบด้วย 1) คุณภาพน้ำทั่วไป 2) การศึกษาความเข้มข้นของธาตุอาหารในน้ำ 3) การศึกษาผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ 4) แพลงก์ตอนพืช-สัตว์ 5) สัตว์พื้นท้องน้ำ ซึ่งได้ผลการศึกษาดังต่อไปนี้

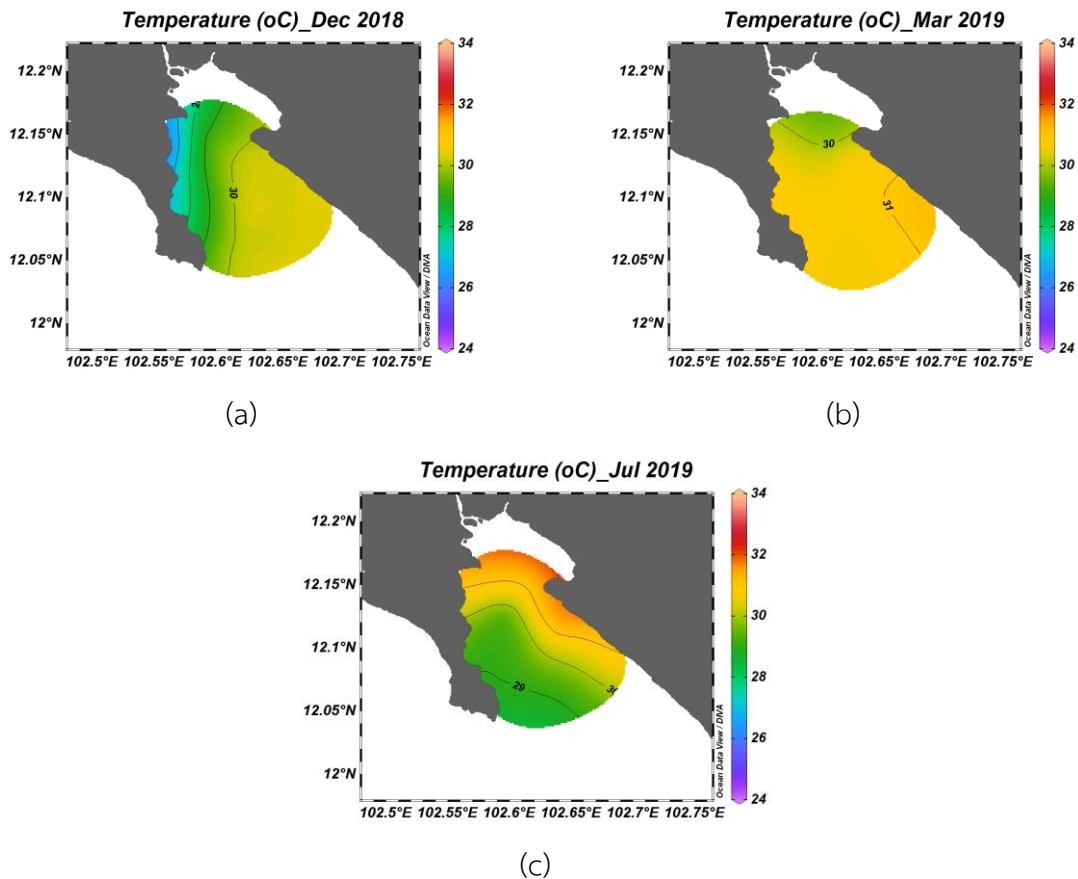
### 4.1 คุณภาพน้ำทั่วไป

การศึกษาคูณภาพน้ำทั่วไปบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ประกอบด้วย อุณหภูมิของน้ำ ความเค็ม ความโปร่งแสง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และ ความเป็นกรด-เบส ของน้ำ

#### 4.1.1 อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิในแหล่งน้ำจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงอาทิตย์ และอุณหภูมิกอากาศ น้ำจะดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์เอาไว้ ซึ่งพบว่าความร้อนส่วนใหญ่จะถูกดูดซับอยู่ในน้ำชั้นบน ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำและมีสารแขวนลอย จะมีการดูดซับพลังงานความร้อนจากแสงสูงที่ระดับน้ำผิวนบนเมื่อเทียบกับน้ำที่ใสมากว่า การถ่ายเทพลังงานความร้อนจากน้ำที่อยู่ข้างบนลงสู่น้ำข้างล่าง ส่วนใหญ่จะพึ่งการเคลื่อนไหวของมวลน้ำที่เกิดจากกระแสลมที่พัดมวลน้ำให้ผสมกัน

จากการศึกษาอุณหภูมิของน้ำในบริเวณอ่าวตราดจังหวัดตราด ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 26.7-30.4, 29.8-31.1 และ 28.8-31.4 องศาเซลเซียสตามลำดับ บริเวณที่มีอุณหภูมิของน้ำสูงสุด ได้แก่ สถานีที่อยู่บริเวณใกล้ชายฝั่ง ซึ่งจะมีความลึกน้ำอยู่ในช่วงประมาณ 1-2.5 เมตร (ภาพที่ 4-2)



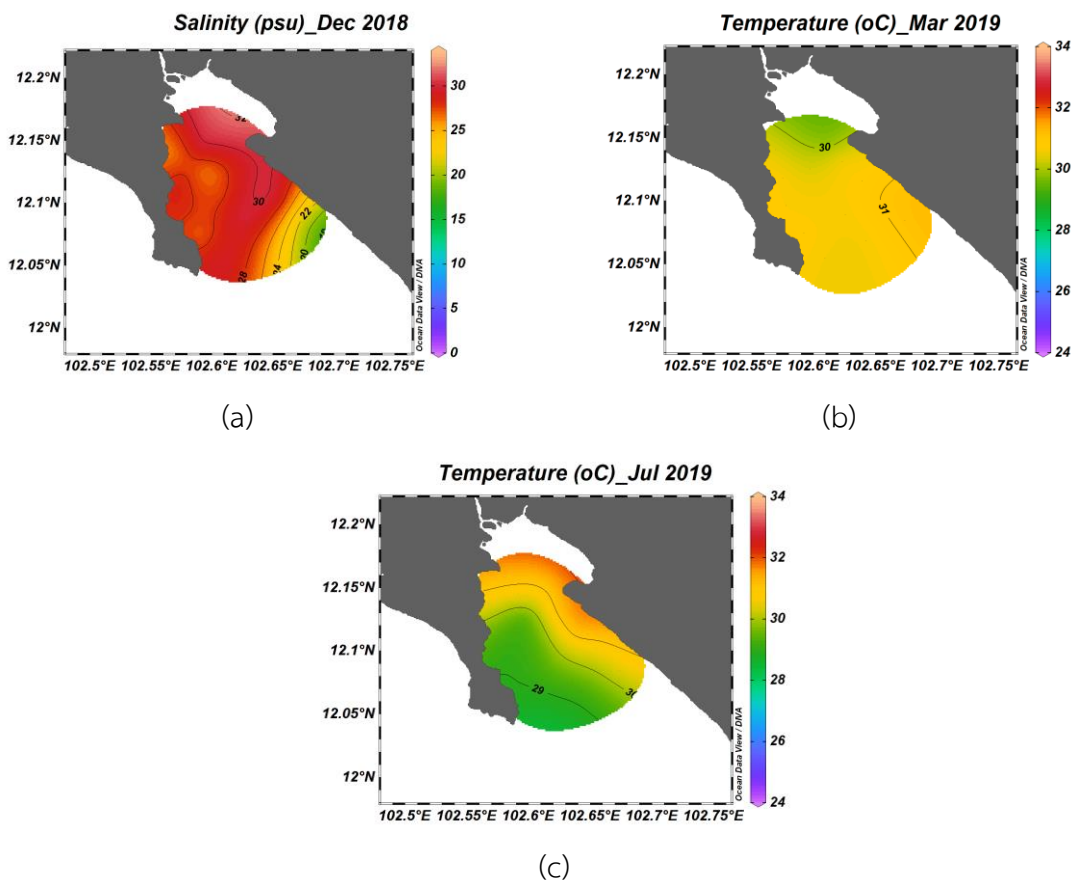
ภาพที่ 4-2 ภาพแสดงอุณหภูมิของน้ำ (Temperature.;°C) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562(c)



โดยภาพรวม จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิจะมีความแตกต่างกันตามพื้นที่เพียงเล็กน้อยตามระดับความลึกของน้ำในบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง ค่าของอุณหภูมิมิมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งอุณหภูมิของน้ำในช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนนี้มีค่าค่อนข้างสูง ทั้งนี้จำเป็นต้องพิจารณาร่วมกับข้อมูลอุณหภูมิของอากาศด้วย

#### 4.1.2 ความเค็มของน้ำ

จากการศึกษาความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราดมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 21.0-30.3, 31.1-32.0 และ 1.6-22.0 psu ตามลำดับ (ภาพที่ 4-3)



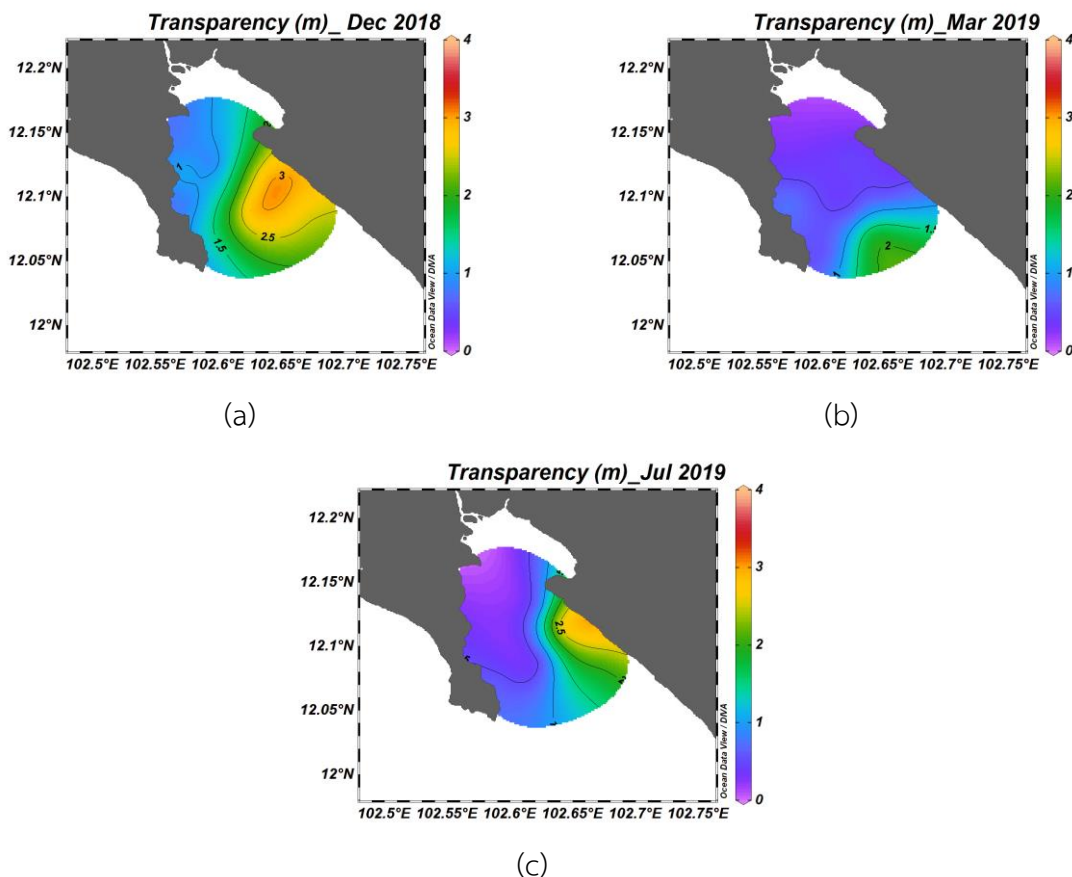
ภาพที่ 4-3 ภาพแสดงการแพร่กระจายความเค็มของน้ำ (Sal. ; psu) บริเวณอ่าวตราด  
ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562(c)

ค่าความเค็มของน้ำในพื้นที่บริเวณอ่าวตราด ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเค็มของน้ำในช่วงค่อนข้างแคบ ยกเว้นในช่วงเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) ที่ความเค็มมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง อย่างไรก็ตามความเค็มในพื้นที่อ่าวตราดมีความแตกต่างระหว่างพื้นที่อย่างชัดเจน โดยเฉพาะพื้นที่ตอนใน (ติดปากแม่น้ำ) กับบริเวณด้านนอกที่ห่างฝั่งออกไป

### 4.1.3 ความโปร่งแสง

ความโปร่งแสงของน้ำหรือการส่องผ่านของแสงลงสู่แหล่งน้ำเป็นการวัดความลึกของน้ำในระดับที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตา ซึ่งเป็นการประมาณค่า โดยค่าความลึกที่ได้จะขึ้นอยู่กับปริมาณแพลงก์ตอนอนุภาคของสารอินทรีย์ในน้ำ รวมทั้งตะกอนแขวนลอยต่าง ๆ ที่มีการปะปนอยู่ในมวลน้ำ

จากการศึกษาความโปร่งแสง บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 0.75-3.00, 0.3-2.0 และ 0.2-2.9 เมตร ตามลำดับ โดยมีความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดอยู่ที่บริเวณสถานีด้านนอกของอ่าว (ภาพที่ 4-4)



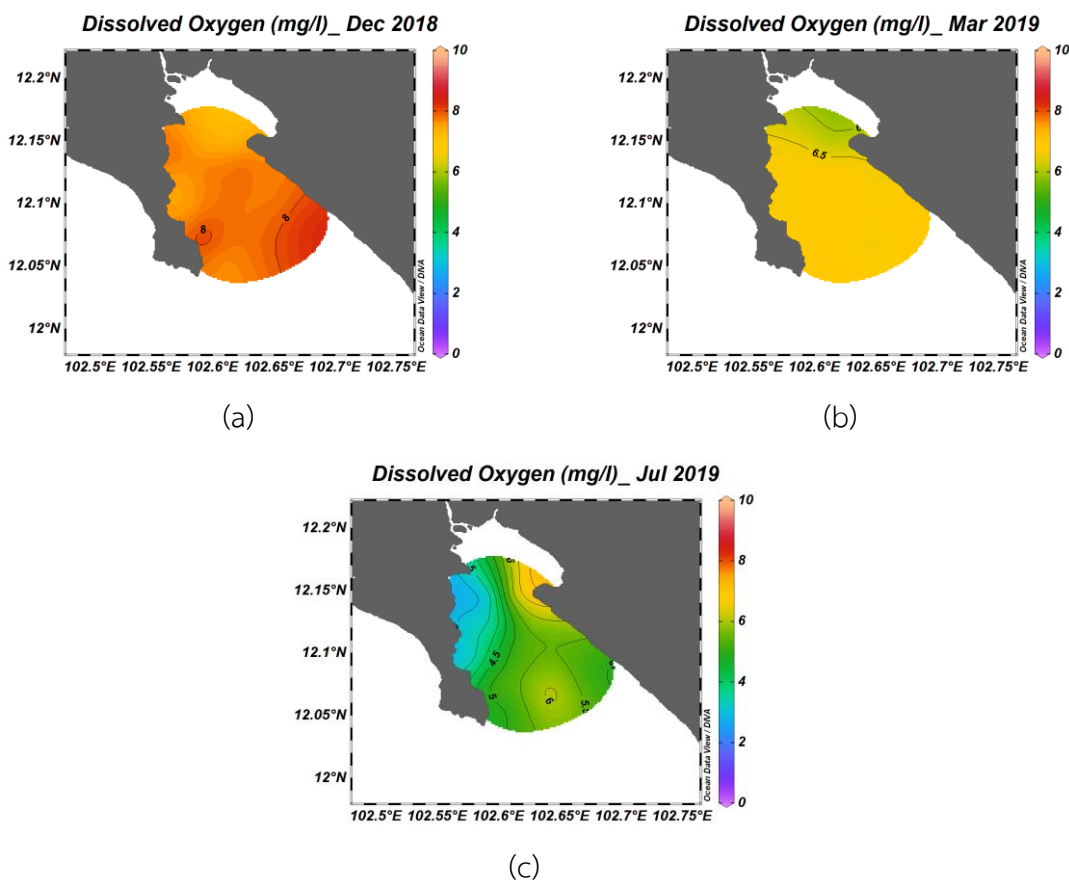
ภาพที่ 4-4 ภาพแสดงค่าแสดงค่าความโปร่งแสงของน้ำ (Trans. ; m) บริเวณอ่าวตราด  
ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562(c)

โดยภาพรวม พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือ ไม่ต่ำกว่า 0.3 เมตร ซึ่งเหมาะแก่การอยู่อาศัยและเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ ยกเว้นช่วงฤดูฝนเดือนกรกฎาคม (ค่าต่ำกว่าเกณฑ์เล็กน้อย) ส่วนเดือนธันวาคม ค่าความโปร่งแสงของน้ำ มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ปกติ โดยบริเวณพื้นที่ชายฝั่งตะวันตกของอ่าว มีค่าความโปร่งแสงค่อนข้างต่ำ เนื่องด้วยบริเวณฝั่งตะวันตกเป็นแนวของร่องน้ำและพื้นที่ท้องน้ำส่วนมากเป็นตะกอนเลน ซึ่งมีโอกาสเกิดการฟุ้งกระจายได้ค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในช่วงมีน้ำขึ้นลงที่รุนแรง (น้ำเกิด)

#### 4.1.4 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

ออกซิเจนเป็นสารที่สำคัญมีบทบาทในการควบคุมกระบวนการเมตาโมลิซึมของสิ่งมีชีวิตและยังเป็นดัชนีบ่งบอกสภาพของแหล่งน้ำได้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในน้ำทำให้คุณภาพน้ำบางตัวมีการเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนขึ้นอยู่กับความกดอากาศ อุณหภูมิ และความเค็ม

จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณแม่่อ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 7.36-8.20, 6.1-7.0 และ 3.0-6.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4-5)

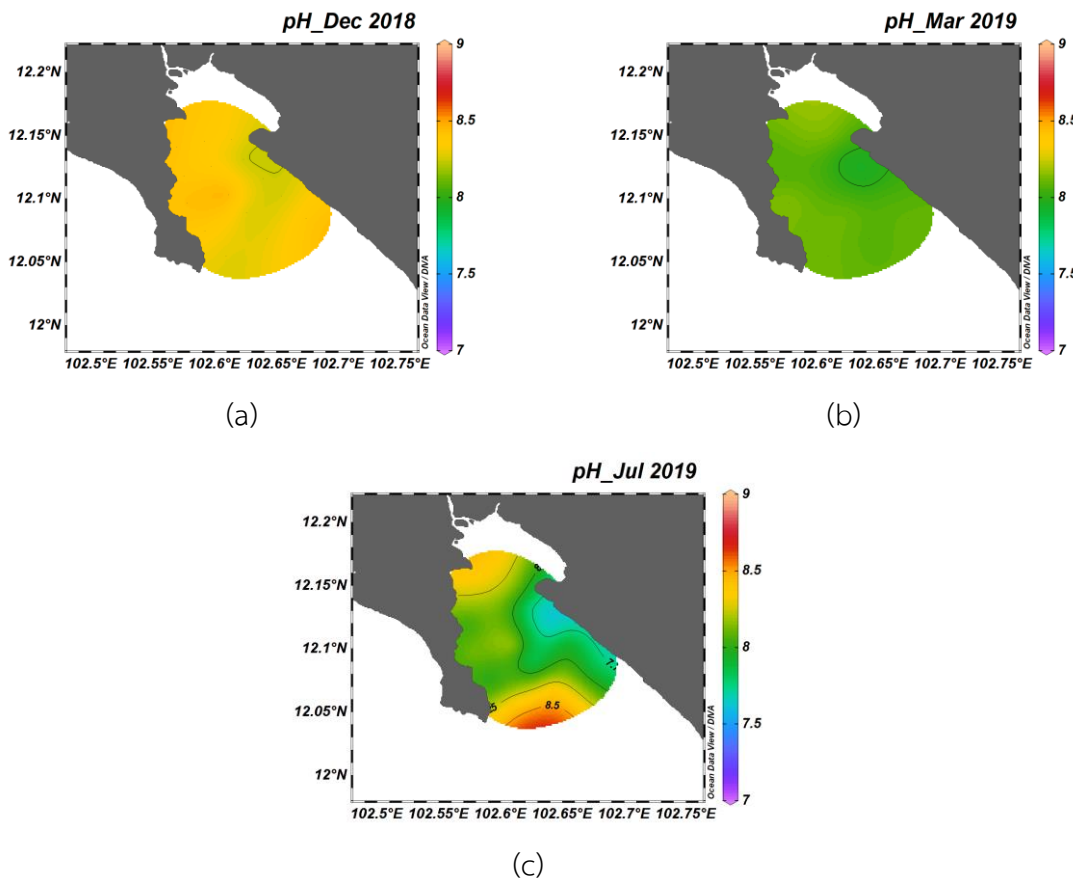


ภาพที่ 4-5 ภาพแสดงปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO ; mg/l) บริเวณอ่าวตราด  
ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณอ่าวตราด พบว่ามีค่าค่อนข้างสูงในเกือบทุกสถานีโดยค่าส่วนใหญ่มีค่าเกินจุดอิ่มตัวของออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ (over saturation) โดยเฉพาะในช่วงเดือนธันวาคม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบริเวณอ่าวตราดในช่วงเวลาดังกล่าวมีแพลงก์ตอนพืชซึ่งเป็นปัจจัยที่ช่วยผลิตออกซิเจนให้แหล่งน้ำได้มากขึ้น จนทำให้ออกซิเจนที่พบมีค่าเกิน 100 % saturate ส่วนในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) กลับพบว่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีแนวโน้มที่ต่ำลงโดยสถานีบริเวณตะวันตกอ่าวมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร)

#### 4.1.5 ความเป็นกรด-เบส

ความเป็นกรด-เบส หรือ pH ของน้ำเป็นค่าที่แสดงถึงความเป็นกรด ต่างของน้ำโดยในแหล่งน้ำทั่วไปที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำจะมีค่าความเป็นกรด-เบส ประมาณ 6-9 นอกจากนี้ความเป็นกรด-เบสยังมีบทบาทต่อการปล่อยสารอาหาร เช่น เหล็ก ฟอสฟอรัส เป็นต้น จากการศึกษาความเป็นกรด-เบสของน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ความเป็นกรด-เบสของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 8.23-8.50, 8.0-8.2 และ 7.6-8.4 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-6)



ภาพที่ 4-6 ภาพแสดงการแพร่กระจายความเป็นกรด-เบสของน้ำ (pH) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

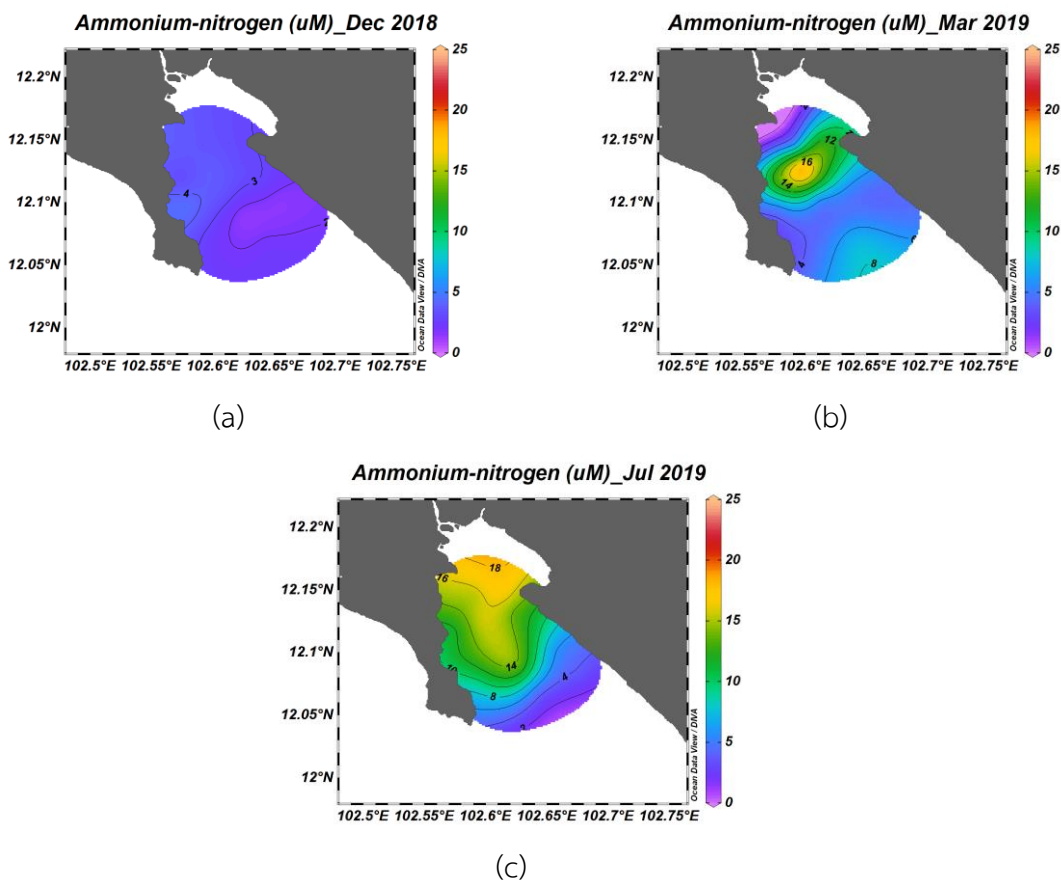
ลักษณะการเปลี่ยนแปลงพีเอชของน้ำมีความแตกต่างตามสถานีเล็กน้อย ยกเว้นในช่วงเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) ซึ่งจะมีความแตกต่างตามสถานีอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากได้รับอิทธิพลจากมวลน้ำจืดที่เข้ามาในช่วงเวลาดังกล่าว อย่างไรก็ตามค่าพีเอชในช่วงเวลาที่ทำการศึกษายังอยู่ในเกณฑ์ปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล (7.5-9.0)

## 4.2 ปริมาณแร่ธาตุอาหารละลายน้ำ

### 4.2.1 แอมโมเนียม-ไนโตรเจน

แอมโมเนียมเป็นสารอาหารไนโตรเจนที่ไม่เป็นพิษและเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ เนื่องจากแอมโมเนียมมีโมเลกุลขนาดเล็กและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรงไม่ต้องใช้เอนไซม์หลายตัวในการนำไปใช้ประโยชน์ (เชษฐพงษ์, 2554)

จากการศึกษาปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 1.07-4.90, 4.0-21.9 และ 4.2-17.6 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-7)



ภาพที่ 4-7 การแพร่กระจายของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (Ammonium-nitrogen ;  $\mu\text{M}$ ) บริเวณอ่าวตราด  
ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

โดยภาพรวม พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนค่อนข้างน้อย จะมีสูงมากในบางบริเวณ แต่จากระดับผลการศึกษาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำมีธาตุอาหารในรูปแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่เพียงพอ ส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ที่อาจมากเกินไป และสามารถก่อให้เกิดการสะสมของแพลงก์ตอนพืชที่มากเกินไป ซึ่งจะเป็นผลเสียต่อแหล่งน้ำได้ ซึ่งแอมโมเนียม-ไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่สะท้อนถึง

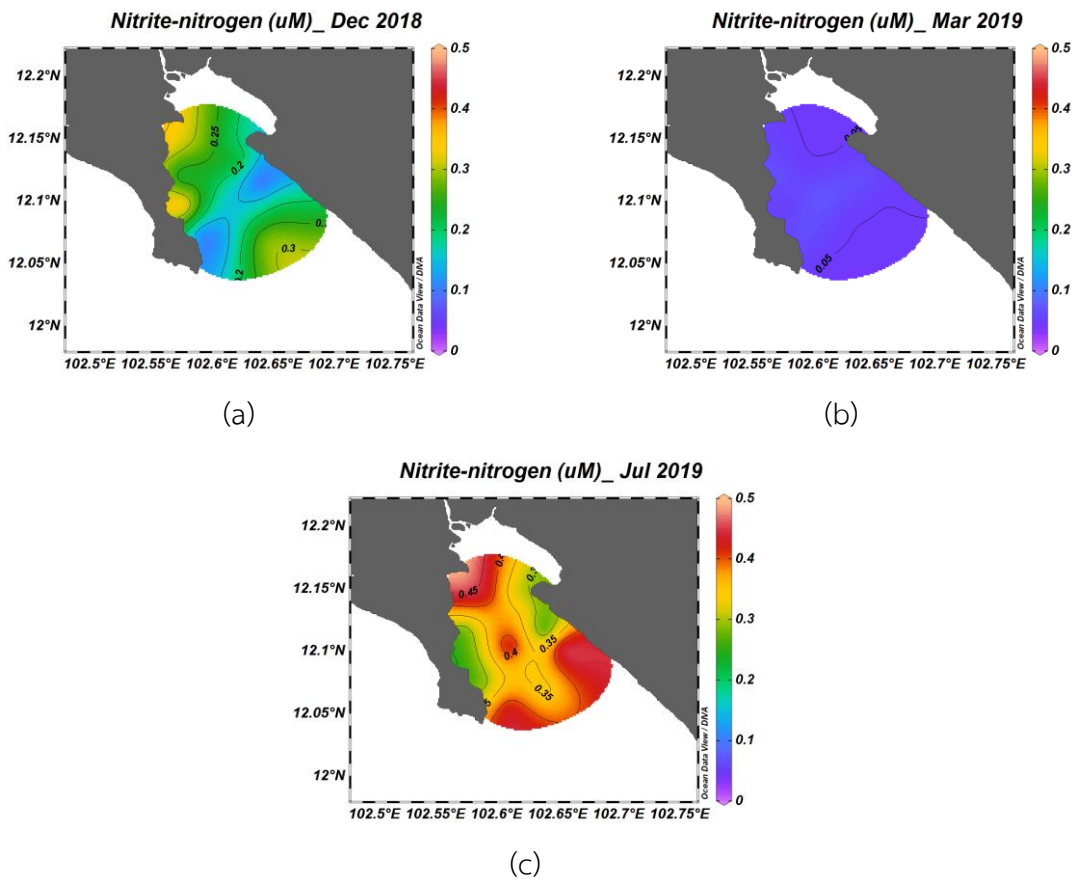


ลักษณะของการใช้ประโยชน์จากชุมชนโดยเฉพาะในรูปแบบของน้ำทิ้ง (น้ำเสีย) โดยจะสังเกตได้ค่าที่พบจะมีค่าค่อนข้างสูงในบริเวณชายฝั่งที่เป็นแหล่งชุมชน (บริเวณฝั่งตะวันตก) และบริเวณใกล้ปากแม่น้ำตราดที่รับน้ำมาจากแม่น้ำ

#### 4.2.2 ไนโตรท-ไนโตรเจน

ไนโตรทเป็นอาหารไนโตรเจนรูปหนึ่งที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ในเซลล์ได้โดยตรง (เชษฐพงษ์, 2554) ซึ่งแพลงก์ตอนพืชมีกระบวนการในการควบคุมปริมาณไนโตรทที่อยู่ในเซลล์ให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อเซลล์ของแพลงก์ตอนพืชเอง ปริมาณไนโตรทในแหล่งน้ำปกติมาจากกระบวนการ Nitrification ของแอมโมเนียในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน หรือบางครั้งอาจเกิดจากกระบวนการ Denitrification ของไนโตรทในสภาพที่ขาดออกซิเจน โดยพบว่าในแหล่งน้ำที่มีการสะสมของสารอินทรีย์จำนวนมากจะมีการสะสมของไนโตรทที่มากจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ (ยนต์, 2539) จากการศึกษาปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.07-0.38, 0.05-0.08 และ 0.23-0.48 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-8)

ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในช่วงเดือนมีนาคม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันทั้งบริเวณอ่าวตราด และจะพบค่าสูงในช่วงเดือนกรกฎาคม (ฤดูฝน) แต่ความเข้มข้นจะไม่กระจายตัวกันอย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้จะมีค่าสูงบริเวณชายฝั่ง และลดลงบริเวณตอนกลางของอ่าวอย่างไรก็ตาม ปริมาณไนโตรท-ไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ทางธรรมชาติ ซึ่งปกติไนโตรท-ไนโตรเจน จะพบในพื้นที่มีสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง และกระบวนการย่อยสลายเพิ่งเริ่มเกิดขึ้น หรือในบริเวณที่ออกซิเจนค่อนข้างต่ำไม่เพียงพอต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์



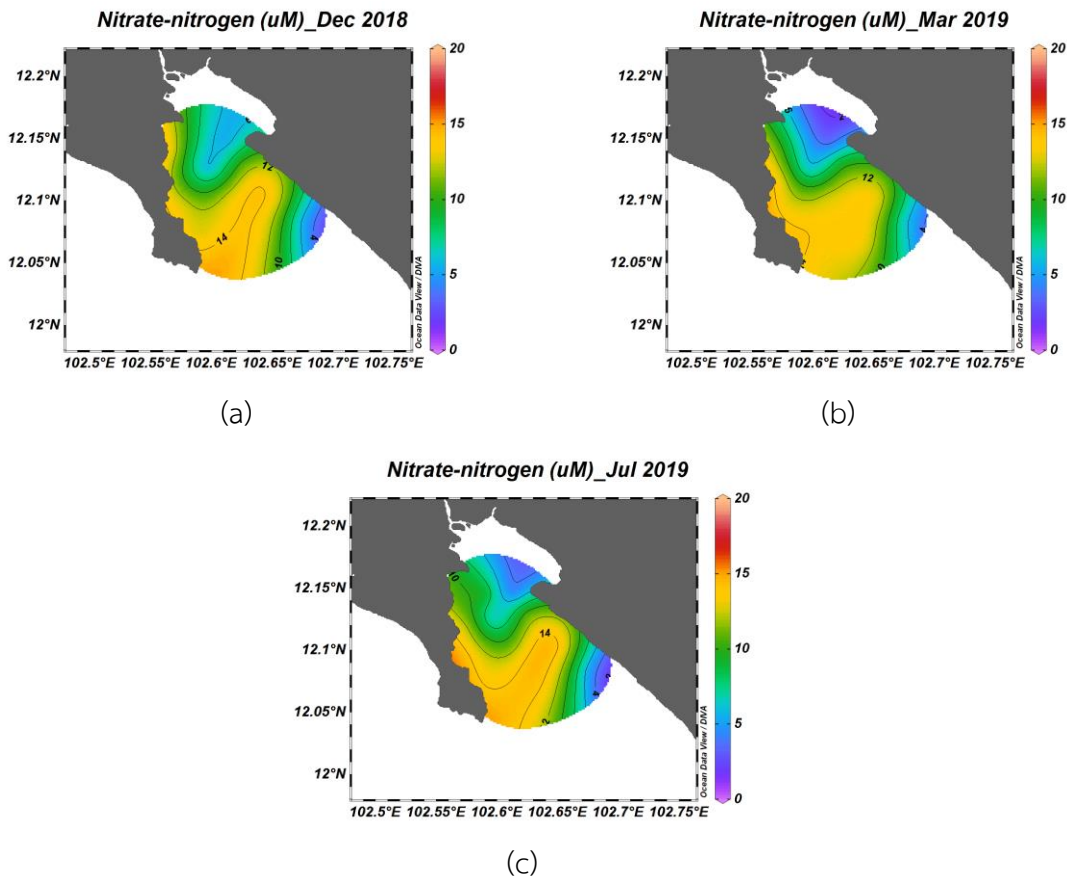
ภาพที่ 4-8 การแพร่กระจายของ ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrite-nitrogen ;  $\mu\text{M}$ ) บริเวณอ่าวตราด  
ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

#### 4.2.3 ไนเตรท-ไนโตรเจน

ไนเตรท-ไนโตรเจน เป็นสารอาหารไนโตรเจนรูปหนึ่งที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ได้โดยตรง ซึ่งจะทำให้เกิดผลผลิตขั้นต้นและเป็นจุดเริ่มต้นของห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นไนเตรทจึงมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำและระบบนิเวศ ไนเตรท-ไนโตรเจน มาจากการปล่อยของเสียซึ่งมีสารประกอบไนโตรเจนออกมาและเมื่อสิ่งมีชีวิตตายลงโปรตีนในสิ่งมีชีวิตจะถูกย่อยสลายเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียม เมื่อมีแอมโมเนียมมาก ๆ เกิดความต้องการของแพลงก์ตอนพืชก็จะถูกออกซิไดซ์โดยแบคทีเรียไปเป็นไนเตรท และไนเตรทต่อไป (ยนต์, 2539) จากการศึกษาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 พบว่า ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าอยู่ในช่วง 0.0-1.39 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่สถานี TP3 และต่ำสุดที่สถานี TP8 10 11 13 และ 14 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-9)

โดยภาพรวม พบว่า โดยปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนจะมีค่าสูงบริเวณตอนในของอ่าวตราด และบริเวณด้านฝั่งตะวันตก โดยมีแนวโน้มลดลงเมื่อออกห่างจากฝั่ง ซึ่งบริเวณที่พบค่าสูงจะเป็นที่ตั้งของชุมชน บ้านเรือน โดยค่าไนเตรท-ไนโตรเจนเป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงลักษณะของการใช้ประโยชน์จากชุมชนโดยเฉพาะในรูปแบบของน้ำทิ้ง (น้ำเสีย) นอกจากนี้ ปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจน เป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงกระบวนการย่อยสลาย

สารอินทรีย์ทางธรรมชาติ ซึ่งปกติไนโตรท-ไนโตรเจนจะพบในพื้นที่ที่มีสารอินทรีย์ค่อนข้างสูง และกระบวนการย่อยสลายผ่านมาระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งบริเวณดังกล่าวจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่เพียงพอสำหรับกระบวนการย่อยสลาย



ภาพที่ 4-9 การแพร่กระจายของไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrite-nitrogen ;  $\mu\text{M}$ ) บริเวณอ่าวตราด  
ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

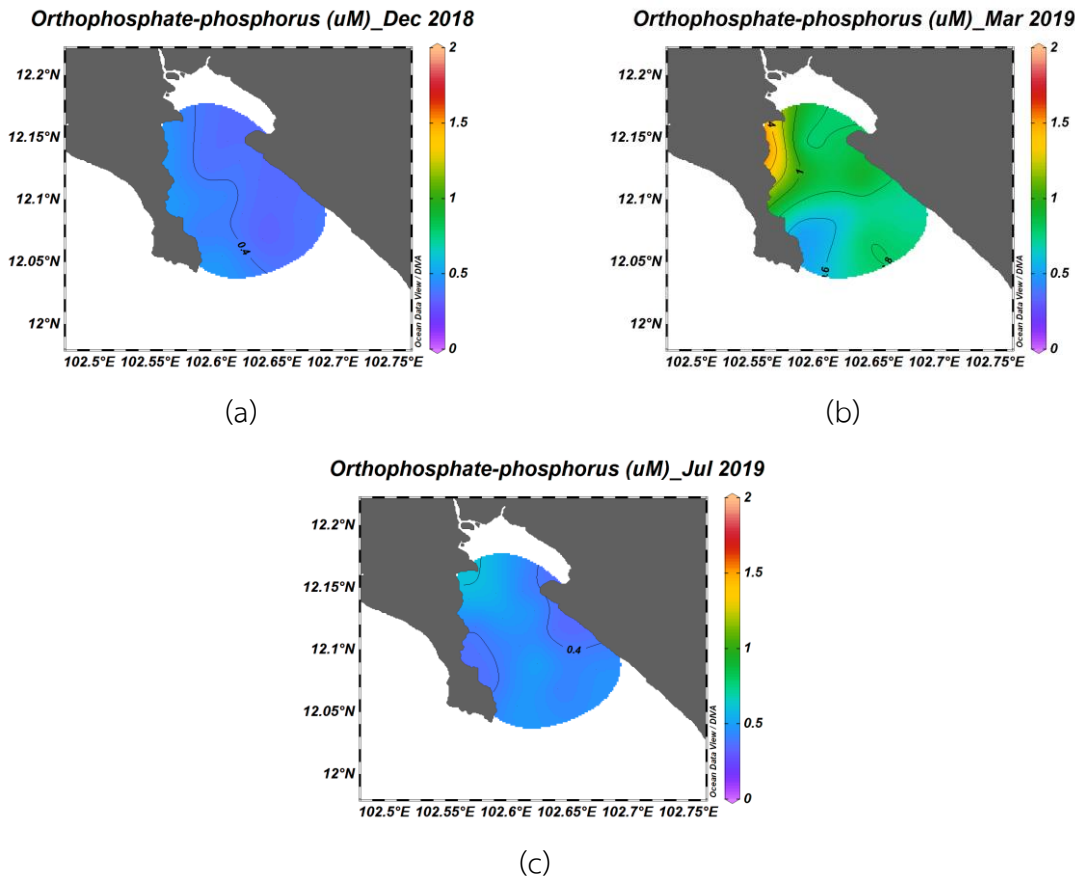
#### 4.2.4 ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

สารประกอบฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารที่สำคัญมากต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชต้องใช้ฟอสฟอรัสในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยตรงเพื่อสร้างพลังงานให้แก่เซลล์ ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส เป็นรูปที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้โดยตรงและเป็นรูปหลักที่มีอยู่ในน้ำทะเล (เชษฐพงษ์, 2545)จากการศึกษาปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าอยู่ในช่วง 0.33-0.48, 0.49-1.19 และ 0.35-0.57 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-10)

โดยภาพรวม พบว่า โดยปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส จะมีค่าสูงบริเวณทางด้านฝั่งตะวันตกของอ่าวตราด ซึ่งเป็นที่ตั้งของบ้านเรือน ชุมชนประมง ขนาดใหญ่ อีกทั้งพื้นที่ดังกล่าวยังมีลักษณะเป็นอ่าวขนาดเล็ก



ซึ่งสามารถเป็นที่สะสมของสารอาหารได้นอกจากนี้ ด้วยลักษณะของพื้นที่ตื้นน้ำที่เป็นตะกอนเลน จึงทำให้ฟอสฟอรัสสามารถเกิดกระบวนการฟุ้งกระจาย (resuspension) ได้ค่อนข้างง่ายกว่าด้านฝั่งตะวันออกของอ่าว นอกจากนี้ยังพบว่าในเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้ง ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสมีแนวโน้มที่สูงขึ้นทั้งพื้นที่อ่าวสาเหตุเนื่องมาจากช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีมวลน้ำจืดที่เข้ามาสช่วยเจือจางโดยเฉพาะบริเวณใกล้แหล่งชุมชน

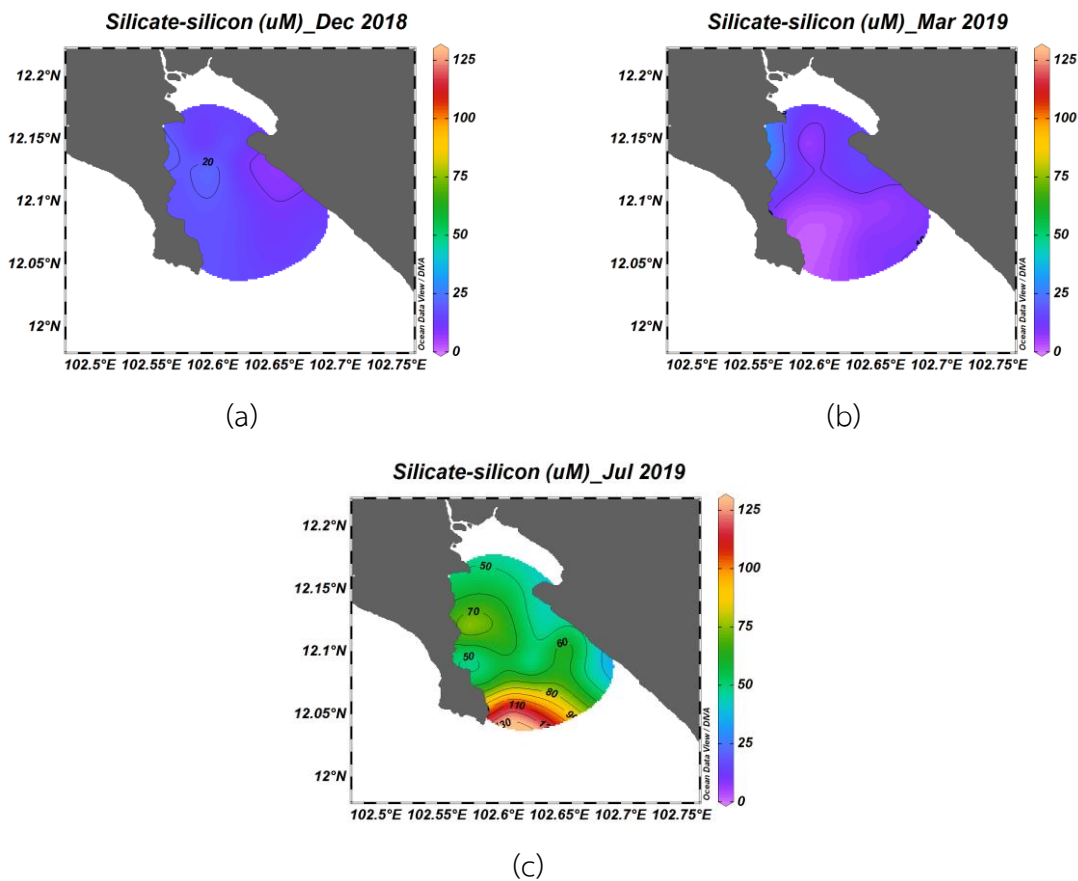


ภาพที่ 4-10 การแพร่กระจายของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (Orthophosphate-phosphorus ;  $\mu\text{M}$ ) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

แต่อย่างไรก็ตามพบว่า ปริมาณของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในพื้นที่ศึกษาก็มีปริมาณมากพอต่อการเจริญเติบโตและการนำไปใช้ของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งความเข้มข้นของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเพียงแค่ประมาณ 0.20 ไมโครโมลาร์ จะมีบทบาทในการกระตุ้นการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณปากแม่น้ำได้อย่างเด่นชัด (จารูมาศ และเชษฐพงษ์, 2551)

#### 4.2.5 ซิลิเกต-ซิลิกอน

ซิลิกอน เป็นธาตุอาหารที่สำคัญอีกธาตุหนึ่งของแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับแพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอม แพลงก์ตอนพืชกลุ่มไดอะตอมมีการสะสมและนำซิลิเกตไปใช้ในการเจริญเติบโต เช่น เป็นโครงสร้างของฝา เปลือก หรือโครงสร้างภายนอก (เชษฐพงษ์, 2554) นอกจากนี้ยังพบว่า ซิลิเกต-ซิลิกอน เป็นธาตุอาหารที่มีปริมาณสูงในแหล่งน้ำ เนื่องจากแหล่งที่มาของซิลิเกต-ซิลิกอน นั้นมาจากการกัดเซาะและชะล้างของแผ่นดินจากน้ำที่ไหลลงมาสู่แหล่งน้ำแม่น้ำ ซิลิเกต-ซิลิกอน จึงเป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงการเข้ามาของมวลน้ำจืดในพื้นที่ปากแม่น้ำได้ จากการศึกษาปริมาณซิลิเกต-ซิลิกอนในน้ำ บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิกอนมีค่าอยู่ในช่วง 9.14-25.29, 2.04-28.1 และ 42.49-121.61 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-11)



ภาพที่ 4-11 การแพร่กระจายของซิลิเกต-ซิลิกอน (Silicate-silicon ;  $\mu\text{M}$ ) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

โดยในช่วงเดือนธันวาคม 2561 และ มีนาคม 2562 ความเข้มข้นของซิลิเกตมีค่าค่อนข้างใกล้เคียงกัน ทั้งอ่าว ซึ่งมีค่าสูงอยู่บริเวณตอนในฝั่งตะวันตกของอ่าว ลักษณะดังกล่าวเป็นผลมาจากในช่วงเวลานี้มวลน้ำที่ชะไหลพัดพาเอาซิลิเกตซึ่งเป็นองค์ประกอบของดินเข้ามาสู่บริเวณอ่าว ซึ่งต่างจากในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม)



ที่ปริมาณ ซิลิเกตสูงขึ้นทั้งพื้นที่อย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน ในพื้นที่บริเวณอ่าวตราด มีรูปแบบการแพร่กระจายคล้ายกับ ที่สัมพันธ์กับความเค็มของน้ำในทิศทางตรงกันข้าม

ทั้งนี้ซิลิเกตจะมีค่าไม่คงที่ เนื่องจากมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมี โดยปริมาณของซิลิเกตจะมีบทบาทต่อสิ่งมีชีวิตที่มักนำธาตุอาหารซิลิเกตไปใช้ และสะท้อนการไหลบ่าของน้ำใหม่ได้ และยังสะท้อนให้เห็นอิทธิพลของปริมาณน้ำท่าซึ่งบทบาทของการพัดพาของธาตุอาหารจากแผ่นดินลงสู่แหล่งน้ำและทะเลได้

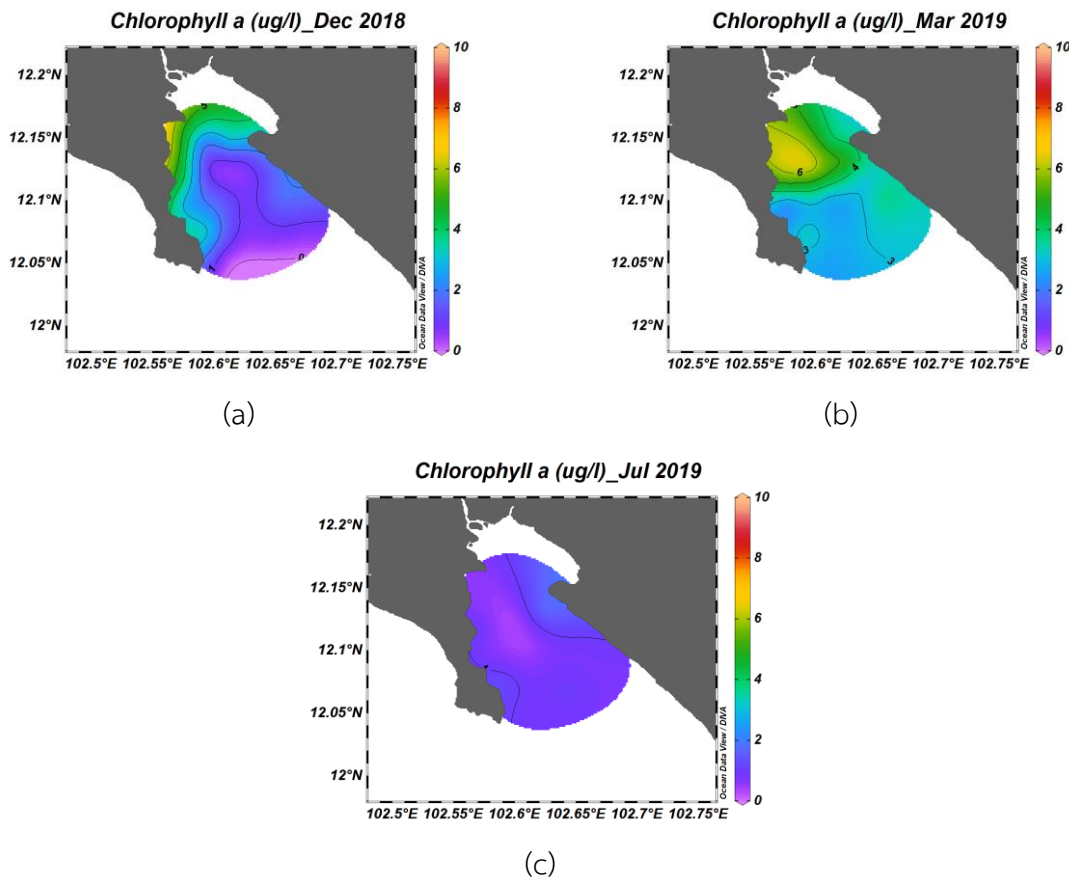
### 4.3 ผลผลิตขั้นต้น และอนุภาคแขวนลอยในน้ำ

#### 4.3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

คลอโรฟิลล์เป็นสารสีเขียว ซึ่งเป็นตัวสำคัญในการสังเคราะห์แสงมี 4 ชนิดได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ บี ซี และดี โดยชนิดของคลอโรฟิลล์ที่พบในแพลงก์ตอนพืชหรือสาหร่ายทุกชนิดคือ คลอโรฟิลล์ เอ ทั้งนี้คลอโรฟิลล์ เอ จัดเป็นสารสีสำหรับการสังเคราะห์แสงเบื้องต้น (primary photosynthetic pigment) คลอโรฟิลล์ เอ เป็นพารามิเตอร์หนึ่งซึ่งมักจะนำมาใช้ในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์และจัดประเภทของแหล่งน้ำ โดยวัดจากระดับของคลอโรฟิลล์ เอ ที่พบในแหล่งน้ำโดยสามารถจำแนกประเภทของแหล่งน้ำได้ตามระดับของคลอโรฟิลล์ได้ 3 ประเภทคือ แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อย (oligotrophic waters) แหล่งน้ำที่มีระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic water) และ แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก (eutrophic water)

จากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.37-5.87, 1.84-6.54 และ0.17-1.84 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4-12)

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ส่วนใหญ่มีค่าแตกต่างกันตามพื้นที่โดยพื้นที่ตอนในของอ่าวจะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูง และความเข้มข้นจะค่อยๆลดลงเมื่อห่างฝั่งออกไป โดยค่าที่พบจะมีความสอดคล้องกับความเข้มข้นของสารอาหารในบริเวณตอนในของอ่าวซึ่งธาตุอาหารดังกล่าวทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตได้ดีส่งผลให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงตามไปด้วย ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำเปรียบเทียบกับ คลอโรฟิลล์ เอ พบว่า บริเวณอ่าวตราด มีระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ในระดับความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง (mesotrophic;  $3.24 < \text{Chl } a \leq 11.03 \mu\text{g/L}$ )



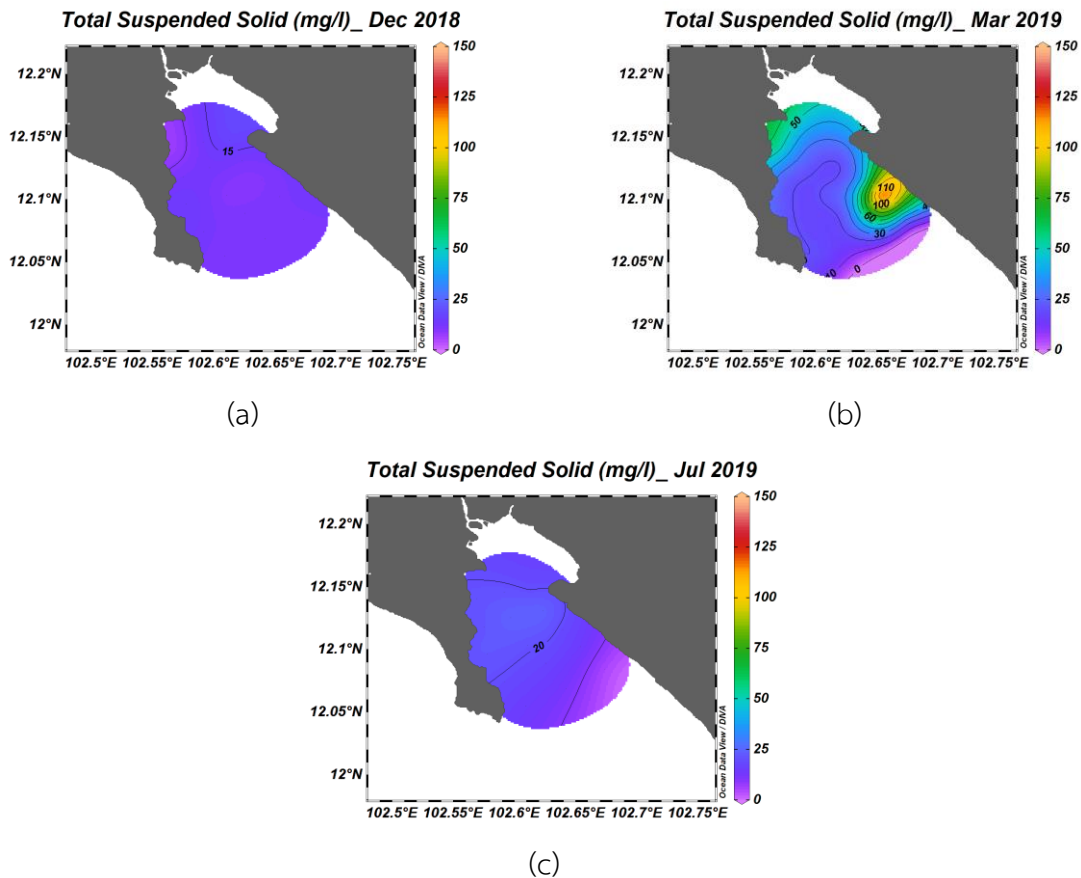
ภาพที่ 4-12 การแพร่กระจายของคลอโรฟิลล์ เอ ( $\mu\text{g/l}$ ) ในน้ำ บริเวณอ่าวตราด  
ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

#### 4.3.2 ปริมาณของแข็งแขวนลอย

ปริมาณของแข็งแขวนลอย หมายถึง สารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำ อาจเป็น ตะกอนดินหรือซากของสิ่งมีชีวิต โดยตะกอนเหล่านี้มีทั้งผลดีและผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ จาก การศึกษาปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำบริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยมีค่าอยู่ในช่วง 6.0-12.8, 19.0-142.9 และ 5.2-25.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4-13)

ผลการศึกษาในภาพรวม แสดงให้เห็นว่า ปริมาณสารแขวนลอยรวมมีความแตกต่างอย่างชัดเจน ระหว่างพื้นที่ศึกษา โดยปริมาณสารแขวนลอยรวมในพื้นที่อ่าวตราดจะมีค่าสูงบริเวณชายฝั่ง ซึ่งปริมาณสารแขวนลอยรวมที่อยู่ในน้ำทำให้เกิดความขุ่นของน้ำเพิ่มมากขึ้น ผลการศึกษาที่ได้จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับค่า ความโปร่งแสงของแหล่งน้ำ ถ้ามีปริมาณสารแขวนลอยรวมมากเกินไป จะเป็นตัวขวางกั้นไม่ให้แสงสว่างลงไปได้ลึก ทำให้พืชและแพลงก์ตอนไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ และยังเป็นอันตรายเนื่องจากสามารถอุดตัน ระบบการแลกเปลี่ยนก๊าซของสัตว์น้ำ อาจส่งผลให้สัตว์น้ำมีการเจริญเติบโตช้า ความต้านทานโรคลดลง

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



ภาพที่ 4-13 ภาพแสดงการแพร่กระจายปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (mg/l) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

#### 4.4 คุณภาพดินตะกอน

การศึกษาคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดประกอบด้วยปัจจัยที่สำคัญได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (total organic matter; %) ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (acid volatile sulfide;  $\mu\text{g/g}$ )และขนาดของอนุภาคดินตะกอน.



#### 4.4.1 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอ่าวตราด

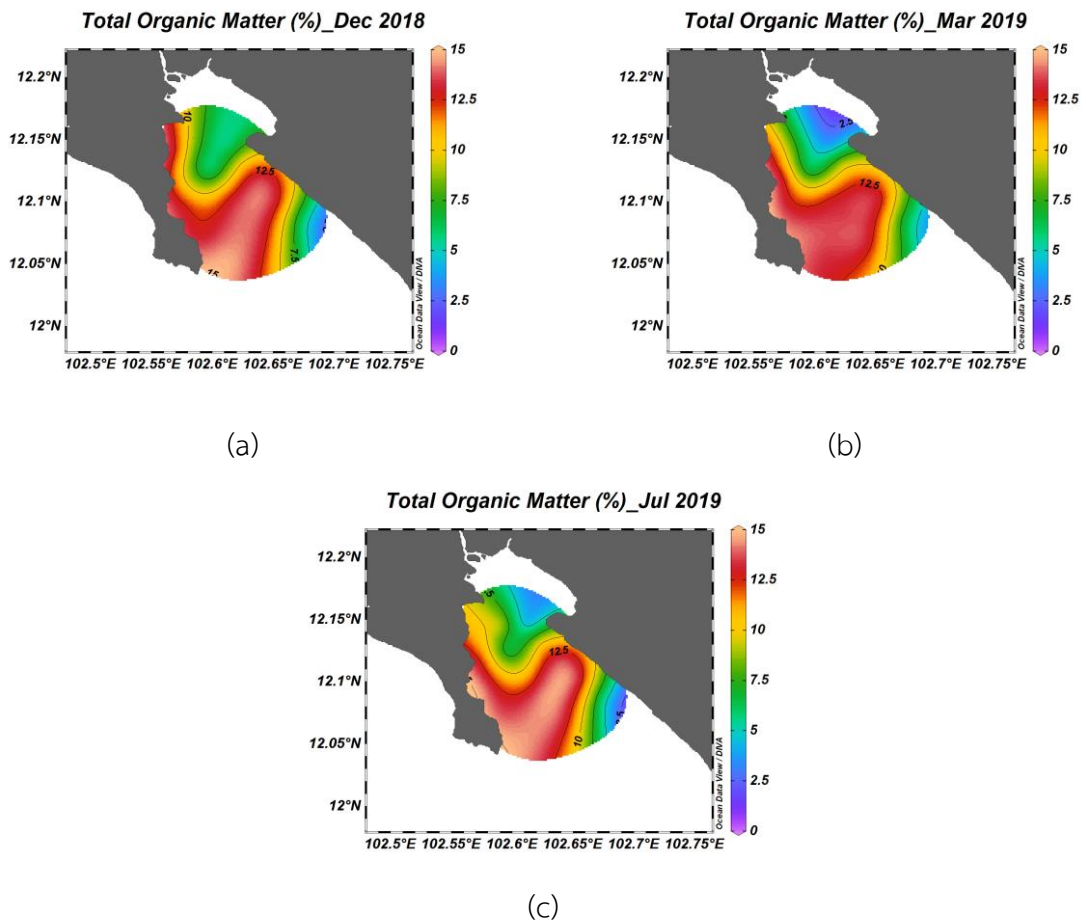
สารอินทรีย์ในระบบพื้นท้องน้ำนั้นมีความสำคัญอย่างยิ่งในการเป็นอาหารและแหล่งพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำ ทั้งนี้สารอินทรีย์ที่ย่อยสลายแล้วนั้นจะกลายเป็นสารอนินทรีย์ซึ่งสามารถแพร่สู่มวลน้ำด้านบนได้และเป็นเข้าสู่การผลิตขั้นต้นในห่วงโซ่อาหารต่อไป สารอินทรีย์ที่พบในระบบนิเวศพื้นท้องมีหลายรูปแบบ ได้แก่ สารละลายอินทรีย์ในดินตะกอน สารแขวนลอยบริเวณพื้นรอยต่อของน้ำกับผิวดิน และกลุ่มสารอินทรีย์ที่ตกตะกอนสะสมในมวลดินโดยไม่ถูกย่อยสลาย

จากการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนธันวาคม 2561 พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 4.8-14.9 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดในสถานี TP13 และต่ำสุดในสถานี TP5 (ภาพที่ 4-14a)

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2562 พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 3.0-14.3 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดในสถานี TP10 และต่ำสุดในสถานี TP1 (ภาพที่ 4-14b)

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2562 พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 3.1-14.6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าสูงสุดในสถานี TP13 และต่ำสุดในสถานี TP1 (ภาพที่ 4-14c)

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์ที่ได้สอดคล้องกับปริมาณน้ำในดินตะกอน ซึ่งตามหลักการแล้วพารามิเตอร์ทั้งสองนี้จะมีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันเสมอ การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์ในพื้นที่อ่าวตราดจะลักษณะคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดิน คือจะมีค่าสูงบริเวณด้านนอกของอ่าว และมีค่าต่ำบริเวณอ่าวตราดตอนใน สำหรับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน บริเวณอ่าวตราด พบว่า การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยบริเวณอ่าวตราดมีการตกสะสมของปริมาณสารอินทรีย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ฤดูกาล พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด มีระดับความอุดมสมบูรณ์ที่สูงมาก



ภาพที่ 4-14 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (total organic matter; %) บริเวณอ่าวตราด  
ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)

#### 4.4.2 ปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอน

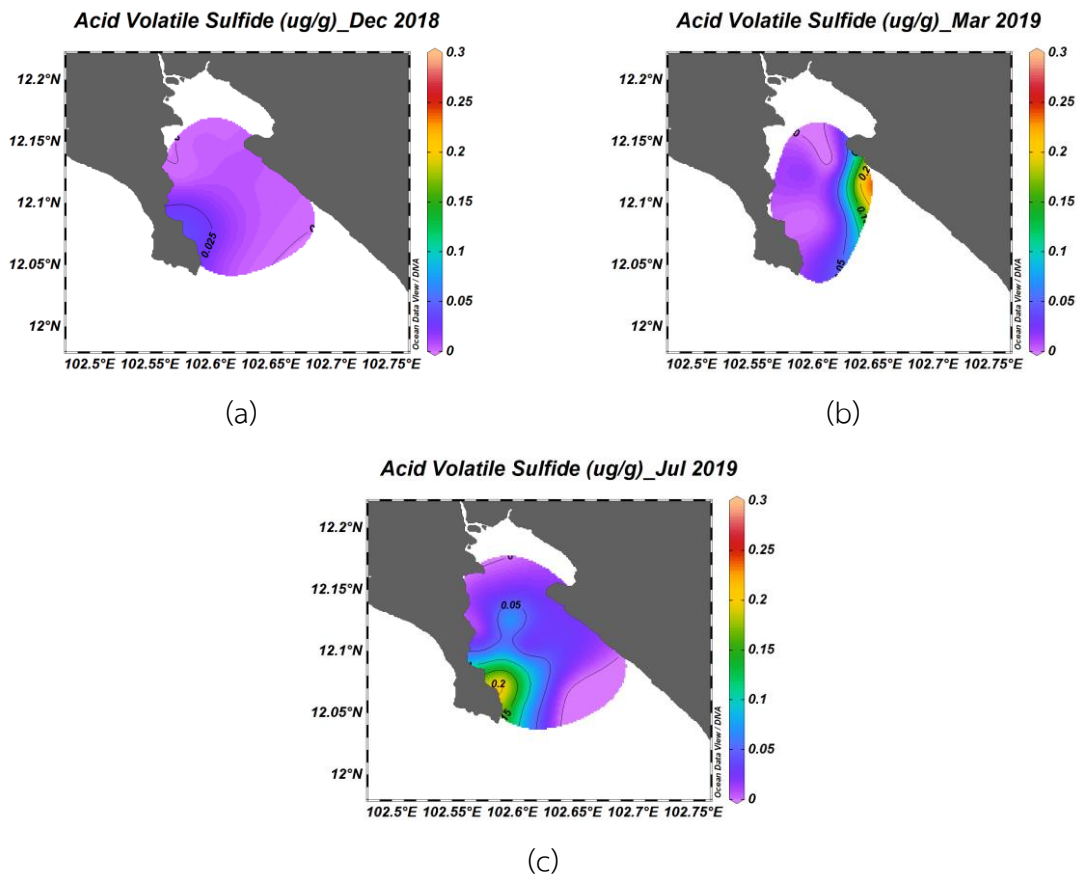
ซัลไฟด์และสารประกอบซัลไฟด์เป็นผลผลิตจากกระบวนการย่อยสลายในสภาวะไร้ออกซิเจน โดยในดินตะกอนซัลไฟด์จะอยู่ในรูปของไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) หรือเหล็กซัลไฟด์ ( $FeS_2$ ) ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะผลกระทบต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงกลุ่มประชากรของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (macrofauna) ซึ่งจะมีจำนวนลดลงเมื่อความเข้มข้นของซัลไฟด์สูงขึ้น โดยทั่วไปสามารถพบซัลไฟด์ในปริมาณสูงในพื้นที่ที่มีซากสิ่งมีชีวิตและสารอินทรีย์มาก ซึ่งการย่อยสลายในพื้นที่ที่ลึกลงไปเกิดขึ้นโดยการทำงานของแบคทีเรียเท่านั้น

จากการศึกษาปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอน บริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนธันวาคม 2561 พบว่าปริมาณซัลไฟด์รวมในดินมีค่าอยู่ในช่วง  $nd-0.034$  ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีค่าสูงสุดในสถานี TP10 (ภาพที่ 4-15a)

จากการศึกษาปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอน บริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2562 พบว่าปริมาณซัลไฟด์รวมในดินมีค่าอยู่ในช่วง  $nd-0.218$  ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีค่าสูงสุดในสถานี

TP7 (ภาพที่ 4-15b) นอกจากนี้จากการศึกษาปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอน บริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2562 พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินมีค่าอยู่ในช่วง  $nd-0.231$  ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีค่าสูงสุดในสถานี TP10 (ภาพที่ 4-15c)

โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินจะมีค่าสูงบริเวณกลางและทางด้านฝั่งตะวันออกของอ่าวตราด ทั้งนี้ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนจะได้รับอิทธิพลจาก ปริมาณสารอินทรีย์รวมและความลึกของน้ำซึ่งบริเวณที่มีความลึกของน้ำจะมีผลกับออกซิเจนที่อยู่ในบริเวณพื้นท้องน้ำทำให้เกิดซัลไฟด์ในดินได้สูงกว่าบริเวณอื่นสำหรับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน พบว่า การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน ทั้งนี้ จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ฤดูกาล พบว่าปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด มีระดับตั้งแต่ไม่มีการสะสมลพิษไปจนถึงการสะสมของมลพิษระดับปานกลาง



ภาพที่ 4-15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอน (acid volatile sulfide; mg/kg dry weight) ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562 (c)





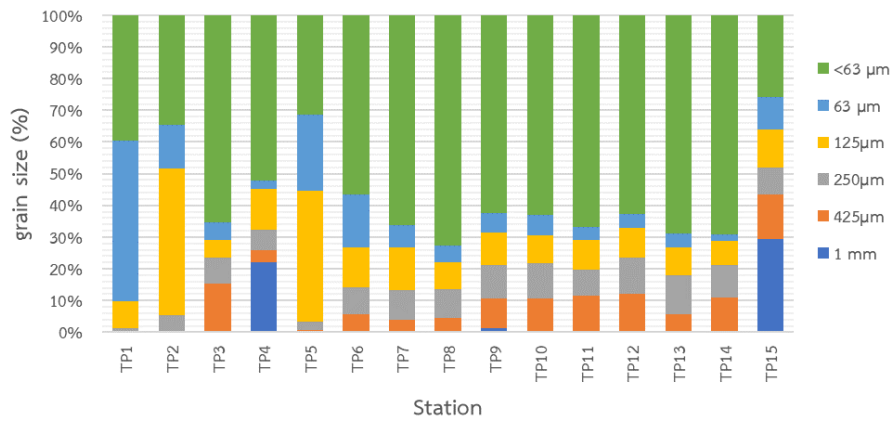
#### 4.4.3 ขนาดอนุภาคดินตะกอน

ขนาดอนุภาคของดินตะกอนเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะในกลุ่ม Meiofauna ในการศึกษาวิจัยด้านความหลากหลายทางสิ่งมีชีวิตพื้นท้องน้ำ เราจึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการบันทึกทั้งชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบและขนาดอนุภาคของดินควบคู่กันไป ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากขนาดอนุภาคมีความสัมพันธ์โดยตรงกับองค์ประกอบทางเคมีของดินตะกอน และมีบทบาทต่อสภาพความสมบูรณ์ของดินตะกอนอีกด้วย ในบริเวณชายฝั่งมักพบดินที่มีขนาดอนุภาคใหญ่อยู่บนผิวของชายหาด และในดินที่ระดับลึกลงไป ก็มีขนาดของอนุภาคเล็กลงตามลำดับ ดินที่มีขนาดอนุภาคใหญ่พอเหมาะมักจะไหลไป หรือถูกกระแสน้ำพัดพาไปได้ง่าย ส่วนดินที่อยู่ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงโดยทั่วไปที่มีอนุภาคหยาบ จะมีการไหลผ่านของน้ำได้ดี และมีปริมาณน้ำหรือปริมาณสารอินทรีย์เหลืออยู่น้อยมากไม่เหมาะต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ในทางตรงกันข้าม ดินที่มีอนุภาคละเอียด เช่น ดินโคลนซึ่งมีอนุภาคที่ค่อนข้างจะอัดแน่นมาก อย่างไรก็ตามเนื่องจากในดินประเภทนี้มักมีการไหลเวียนของน้ำต่ำ ทำให้มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่องว่างระหว่างเม็ดดินต่ำไปด้วย การใช้ขนาดของตะกอนเป็นเกณฑ์ในการจำแนกชนิดของดินตะกอนโดยตะกอนที่นำมาจำแนกจะมีตั้งแต่ดินเหนียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.004 มิลลิเมตร จนถึงกรวดหยาบมากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36-64 มิลลิเมตร สำหรับการศึกษานี้แบ่งขนาดของอนุภาคดินตะกอนออกเป็น 6 ขนาด ประกอบด้วยขนาด 1 mm, 425µm, 250µm, 125 µm, 63 µm และ <63 µm

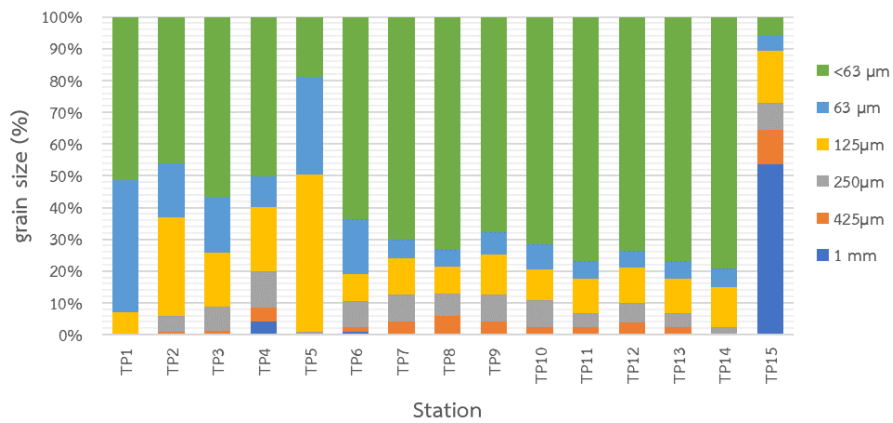
เดือนธันวาคม 2561 พบขนาดอนุภาคส่วนใหญ่เล็กกว่า 63 ไมครอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $55.8 \pm 15.4$  เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น 125 และ 63 ไมครอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $14.4 \pm 12.2$  และ  $10.9 \pm 12.5$  ตามลำดับ โดยสถานีบริเวณด้านในอ่าวจะมีตะกอนขนาดใหญ่กว่า (63 ไมครอน) และสัดส่วนของขนาดเล็กกว่า 63 ไมครอนจะเพิ่มขึ้น แต่บริเวณขอบฝั่ง ทั้งตะวันตกและตะวันออกจะมีสัดส่วนของตะกอนเล็กกว่า 63 ไมครอนลดลง (ภาพที่ 4-16a)

เดือนมีนาคม 2562 ดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมครอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $58 \pm 21.7$  เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น 125 และ 63 ไมครอน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $15.8 \pm 11.1$  และ  $12.4 \pm 10.9$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยบริเวณด้านในอ่าวจะมีขนาดของดินตะกอนใหญ่กว่าบริเวณด้านนอก และริมฝั่งทั้งสองข้างของอ่าวก็จะมีขนาดตะกอนใหญ่กว่าบริเวณกลางอ่าว (ภาพที่ 4-16b)

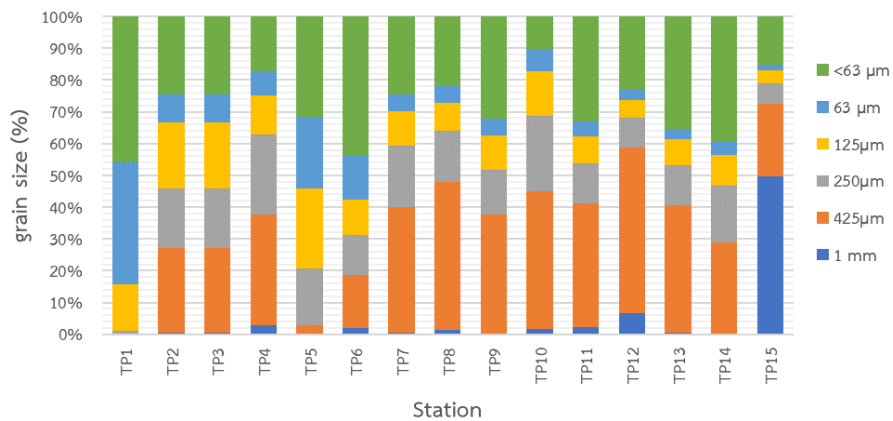
เดือนกรกฎาคม 2562 ดินตะกอนส่วนใหญ่มีขนาดเท่ากับ 425 ไมครอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $30.5 \pm 15.1$  เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น น้อยกว่า 63 และ 250 ไมครอน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $28.2 \pm 10.3$  และ  $15.1 \pm 6.4$  เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยในเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นฤดูฝน สัดส่วนของขนาดอนุภาคดินตะกอนจะเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน โดยจะมีสัดส่วนของตะกอนขนาดใหญ่ตั้งแต่ 250-425 ไมครอนเพิ่มขึ้น ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของฤดูกาลรวมถึงมวลน้ำที่เข้ามาในช่วงเวลาดังกล่าว (ภาพที่ 4-16c)



(a)



(b)



(c)

ภาพที่ 4-16 สัดส่วนของขนาดอนุภาคดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561(a) มีนาคม 2562 (b) และกรกฎาคม 2562(c)

## 4.5 แพลงก์ตอนพืช

### ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในเดือนธันวาคม 2561

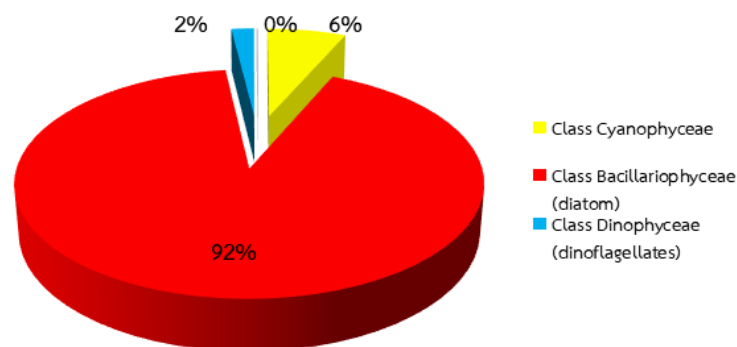
จากการศึกษาชนิดและความหนาแน่นของของแพลงก์ตอนพืช โดยทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช เพื่อทำการวิเคราะห์ความหลากหลาย โครงสร้าง ความหนาแน่น และการกระจายของแพลงก์ตอนพืช ได้ผลการศึกษา ดังนี้

#### กลุ่มแพลงก์ตอนพืช

จากการศึกษาความหลากหลายและการกระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด พบ แพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 2 Division ได้แก่ Division Cyanophyta และ Division Chromophyta 4 Class ได้แก่ Class Cyanophyceae, Class Bacillariophyceae (diatom), Class Dinophyceae (dinoflagellates) และ Class Dictyochophyceae 9 Order ได้แก่ Order Nostocales, Order Biddulphiales (centric diatom), Order Bacillariales (pennate diatom), Order Procentrales, Order Dinophysiales, Order Noctilucales, Order Blastodiales, Order Gonyaulacales และ Order Dictyochales (ตารางที่ 4-1)

#### สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบในบริเวณอ่าวตราด พบทั้งสิ้น 4 Class เมื่อพิจารณาสัดส่วนเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชใน Class ต่างๆ พบว่า Class Bacillariophyceae (diatom) เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 92 ของแพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบทั้งหมด (ภาพที่ 4-17) รองลงมาได้แก่แพลงก์ตอนพืช Class Cyanophyceae, Class Dinophyceae (dinoflagellates) และ Class Dictyochophyceae คิดเป็นร้อยละ 6, 2 และ 0 ตามลำดับ

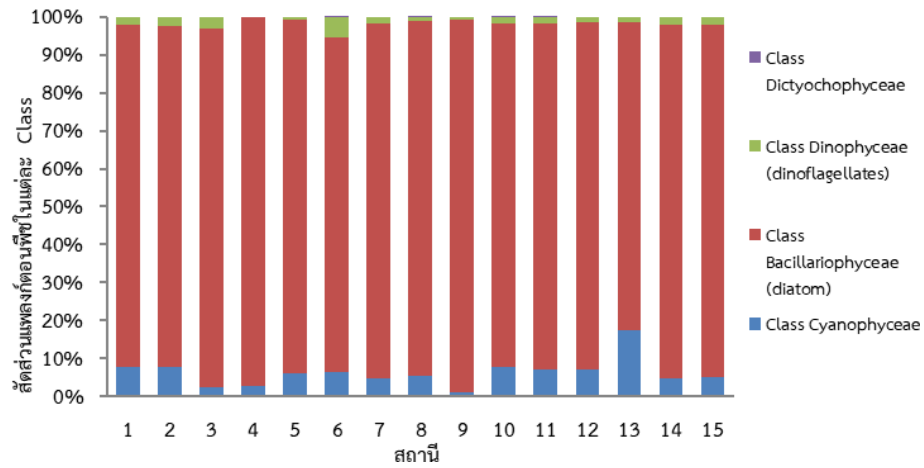


ภาพที่ 4-17 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละClass บริเวณอ่าวตราดในเดือนธันวาคม 2561

เมื่อพิจารณาสัดส่วนในทุกสถานีพบว่าสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบสูงสุดได้แก่ Class Bacillariophyceae (diatom) มีกลุ่ม *Chaetoceros* spp. และ *Bacteriastrium* spp. เป็นกลุ่มเด่นในทุกสถานี ยกเว้นสถานีที่ 4 ที่มีกลุ่ม *Thalassionema* spp. เป็นกลุ่มเด่น รองลงมาคือ Class Cyanophyceae ที่พบสัดส่วนสูงรองลงมาโดยเฉพาะในสถานีที่ 10, 13 และ 15 โดยมีกลุ่มของ *Oscillatoria* sp. เป็นกลุ่มเด่น



นอกจากนี้ยังพบ Class Dinophyceae (dinoflagellates) ได้แก่กลุ่มของ *Gonyaulax* spp. และ *Ceratium* spp. เป็นกลุ่มเด่นรองลงมา โดยพบสัดส่วนสูงในสถานีที่ 6 (ภาพที่ 4-18)



ภาพที่ 4-18 สัดส่วนของ Class แพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561



ตารางที่ 4-1 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

DIVISION	Class	Order	Family	Name	สถานีเก็บตัวอย่าง														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
DIVISION CYANOPHYTA	Class Cyanophyceae	Order Nostocales	Family Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
DIVISION CHROMOPHYTA	Class Bacillariophyceae (diatom)	Order Biddulphiales (centric diatom)	Family Thalassiosiraceae	<i>Cyclotella</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
				<i>Lauderia</i> spp.	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
				<i>Thalassiosira</i> sp.	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
			Family Melosiraceae	<i>Melosira</i> spp.	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
				<i>Stephanopyxis</i> sp.	√														
			Family Leptocylindraceae	<i>Corethron</i> sp.					√				√		√				
				<i>Leptocylindrus</i> sp.												√	√	√	
			Family Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√	√	
				<i>Palmeria</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√		√		√	√		√	
			Family Asterolampraceae	<i>Asteromphalus</i> sp.	√	√	√	√	√	√		√	√		√	√		√	
			Family Heliopeltaceae	<i>Actinoptychus</i> sp.								√							
			Family Rhizosoleniaceae	<i>Dactyliosolen</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
				<i>Guinardia</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
				<i>Proboscia</i> spp.	√	√		√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	
				<i>Rhizosolenia</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
			Family Hemiaulaceae	<i>Cerataulina</i> sp.														√	
				<i>Eucampia</i> sp.		√	√		√	√	√	√	√						
				<i>Hemiaulus</i> spp.		√			√		√	√		√		√	√	√	



ตารางที่ 4-1(ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

DIVISION	Class	Order	Family	Name	สถานีเก็บตัวอย่าง														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			Family Chaetocerales	<i>Bacteriastrum</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
				<i>Chaetoceros</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			Family Lithodesmaceae	<i>Dityium</i> sp	√	√	√		√	√	√	√	√	√		√	√	√	
			Family Eupodiscaceae	<i>Odontella</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√
				<i>Triceratium</i> sp			√			√									
		Order Bacillariales (pennate diatom)	Family Thalassionemataceae	<i>Thalassionema</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			Family Climacospheniaceae	<i>Climacosphenia</i> sp.		√													
			Family Mastogloiaaceae	<i>Mastogloia</i> sp.					√										
			Family Lyrellaceae	<i>Lyrella</i> sp.	√		√		√	√							√	√	√
			Family Naviculaceae	<i>Amphora</i> sp.															√
				<i>Diploneis</i> spp.		√			√		√	√		√	√	√			
				<i>Donkinia</i> spp.	√													√	√
				<i>Gyrosigma</i> sp.			√	√	√	√		√	√	√					
				<i>Haslea gigantea</i> sp.	√	√													
				<i>Meuniera</i> sp.													√		√
				<i>Navicula</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
				<i>Pleurosigma</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			Family Bacillariaceae	<i>Bacillaria</i> sp.								√		√					√
				<i>Cylindrotheca</i> sp.	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√			√	√
				<i>Nitzschia</i> sp.			√		√								√	√	√



ตารางที่ 4-1(ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

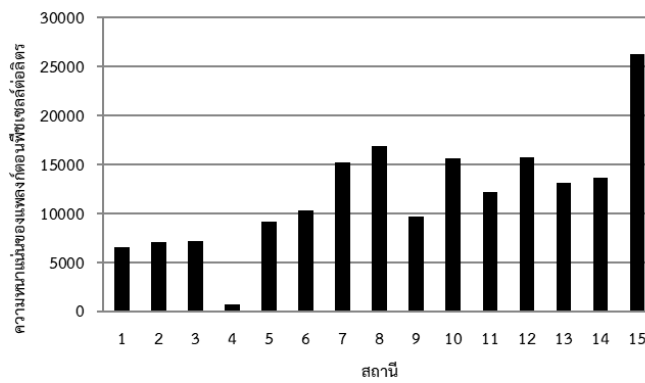
DIVISION	Class	Order	Family	Name	สถานีเก็บตัวอย่าง														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
			Family Bacillariaceae	<i>Pseudo-nitzschia</i>		√						√	√			√			√
			Family Surirellaceae	<i>Entomoneis</i> sp.	√	√	√	√	√	√		√	√	√		√	√	√	√
	Class Dinophyceae (dinoflagellates)	Order Prorocentrales	Family Prorocentraceae	<i>Prorocentrum</i> sp.			√			√	√					√			
		Order Dinophysiales	Family Dinophysaceae	<i>Dinophysis</i> spp.						√	√			√	√	√			√
		Order Noctilucales	Family Noctilucaeae	<i>Noctiluca scintillans</i>						√		√		√	√	√			
		Order Blastodiniiales	Family Oodiniaceae	<i>Dissodinium</i> sp.		√					√				√	√			√
		Order Gonyaulacales	Family Ceratiaceae	<i>Ceratium</i> spp.	√	√				√	√	√		√	√	√	√	√	√
			Family Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax</i> spp.	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√		√	√
			Family Pyrophacaceae	<i>Pyrophacus</i> sp.	√	√	√		√	√	√	√	√			√	√	√	√
			Family Protoperdiniaceae	<i>Protoperdinium</i> sp.			√		√	√		√	√		√	√		√	
	Class Dictyochophyceae	Order Dictyochaes	Family Dictyochophyceae	<i>Dictyocha</i> sp.						√		√		√	√				



### ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชทั้ง 15 สถานี พบ *Chaetoceros* spp. และ *Bacteriastrium* spp. เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ  $778 \pm 752.74$  เซลล์ต่อลิตร รองลงมาได้แก่ spp. เท่ากับ  $173 \pm 534.64$ ,  $156 \pm 136.47$ ,  $124 \pm 149.41$  และ  $87 \pm 146.20$  เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ

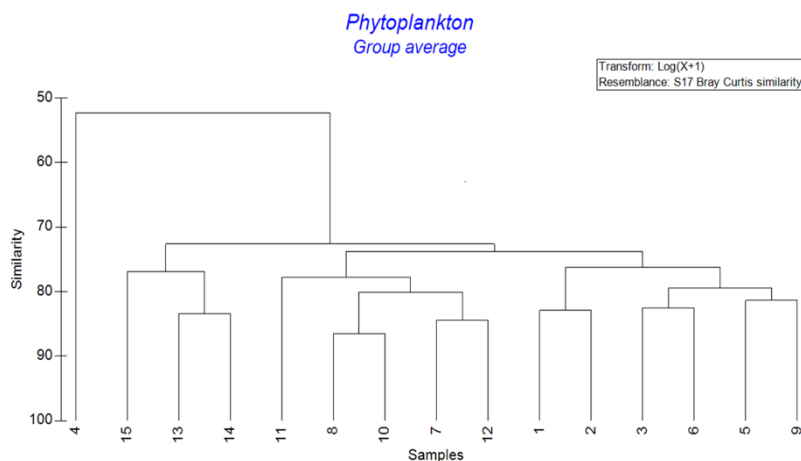
ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชจากการเก็บตัวอย่างพบความหนาแน่นสูงสุดในสถานีที่ 15 เท่ากับ  $2.62 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 8, 10, 13 และ 7 เท่ากับ 1.68, 1.56, 1.55 และ  $1.51 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร ส่วนสถานีที่พบแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดคือสถานี 4 เท่ากับ  $0.06 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร (ภาพที่ 4-19)



ภาพที่ 4-19 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี เดือนธันวาคม 2561

### ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี

จากการศึกษาความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีในระดับ 70 เปอร์เซนต์ สามารถจัดกลุ่มสถานีออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่สถานีที่ 4 เมื่อพิจารณาแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้พบว่า สถานีที่ 4 พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในทุกสถานี กลุ่มที่ 2 ได้แก่สถานี 13,14 และ 15 กลุ่มที่ 3 ได้แก่สถานี 7, 8, 10, 11 และ 12 กลุ่มที่4 ได้ 1, 2, 3, 5, 6 และ9 (ภาพที่ 4-20)



ภาพที่ 4-20 ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีในบริเวณอ่าวตราด



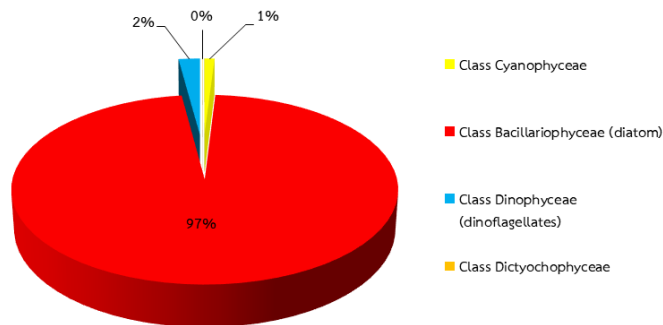
## ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในเดือนมีนาคม 2562

### กลุ่มแพลงก์ตอนพืช

จากการศึกษาความหลากหลายและการกระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 2 Division ได้แก่ Division Cyanophyta และ Division Chromophyta 4 Class ได้แก่ Class Cyanophyceae, Class Bacillariophyceae (diatom), Class Dinophyceae (dinoflagellates) และ Class Dictyochophyceae 8 Order ได้แก่ Order Nostocales, Order Biddulphiales (centric diatom), Order Bacillariales (pennate diatom), Order Prorocentrales, Order Dinophysiales, Order Noctilucales, Order Gonyaulacales และ Order Dictyochales (ตารางที่ 4-2)

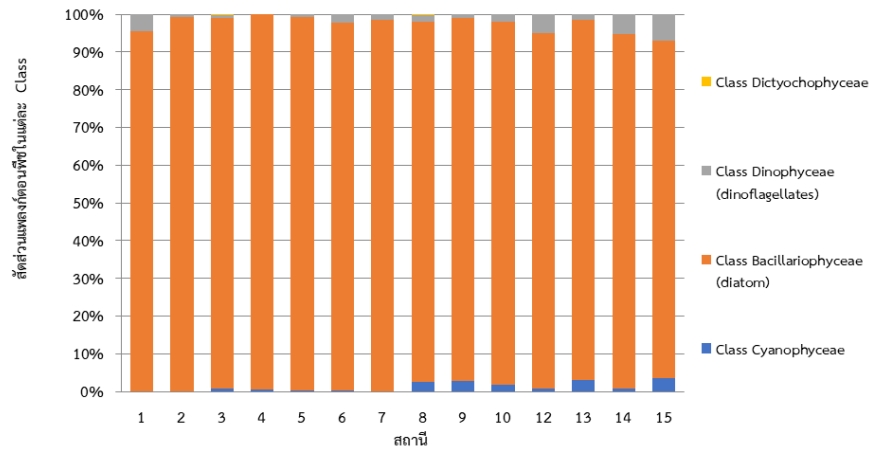
### สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบในบริเวณอ่าวตราด พบทั้งสิ้น 4 Class เมื่อพิจารณาสัดส่วนเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชใน Class ต่างๆ พบว่า Class Bacillariophyceae (diatom) เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 97 ของแพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบทั้งหมด (ภาพที่ 26) รองลงมาได้แก่แพลงก์ตอนพืช Class Dinophyceae (dinoflagellates), Class Cyanophyceae และ Class Dictyochophyceae คิดเป็นร้อยละ 2, 1 และ 0 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-21)



ภาพที่ 4-21 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละClass บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม 2562

เมื่อพิจารณาสัดส่วนในทุกสถานีพบว่าสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบสูงสุดได้แก่ Class Bacillariophyceae (diatom) มีกลุ่ม *Chaetoceros* spp., *Melosira* spp., *Guinardia* spp. และ *Dactyliosolen* spp. เป็นกลุ่มเด่น ยกเว้นสถานีที่ 1 ไม่พบกลุ่ม *Chaetoceros* spp. และสถานีที่ 4 ไม่พบกลุ่ม *Dactyliosolen* spp. รองลงมาคือ Class Dinophyceae (dinoflagellates) ที่พบสัดส่วนสูงรองลงมา โดยเฉพาะในสถานีที่ 15 และ 14 โดยมีกลุ่มของ *Gonyaulax* spp. และ *Pyrophacus* sp. เป็นกลุ่มเด่น (ภาพที่ 4-22)



ภาพที่ 4-22 สัดส่วนของ Class แพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม 2562



ตารางที่ 4-2 ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

DIVISION	Class	Order	Family	Name	สถานีเก็บตัวอย่าง														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	
DIVISION CYANOPHYTA	Class Cyanophyceae	Order Nostocales	Family Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.		√	√	√	√	√		√	√	√	√	√	√		
DIVISION CHROMOPHYTA	Class Bacillariophyceae (diatom)	Order Biddulphiales (centric diatom)	Family Thalassiosiraceae	<i>Cyclotella</i> sp.	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
				<i>Detonula</i> sp.						√			√			√			
				<i>Lauderia</i> sp.	√	√			√				√						
			Family Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√		
				<i>Stephanopyxis</i> sp.									√						
			Family Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i> sp.		√	√	√	√			√	√	√	√		√		
				<i>Palmeria</i> sp.					√			√	√		√		√		
			Family Asterolampraceae	<i>Asteromphalus</i> sp.		√	√	√				√	√			√	√		
			Family Heliopeltaceae	<i>Actinoptychus</i> sp.		√							√	√	√	√			
			Family Rhizosoleniaceae	<i>Dactyliosolen</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
				<i>Guinardia</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
				<i>Proboscia</i> spp.		√	√		√		√	√	√	√	√	√	√		
				<i>Rhizosolenia</i> spp.		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		
			Family Hemiaulaceae	<i>Eucampia</i> sp.	√	√			√	√	√			√		√	√		
				<i>Hemiaulus</i> spp.		√			√	√		√	√	√	√	√	√		
			Family Chaetoceraceae	<i>Bacteriastrum</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√			√	√		
				<i>Chaetoceros</i> spp.		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√		



ตารางที่ 4-2(ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

DIVISION	Class	Order	Family	Name	สถานที่เก็บตัวอย่าง														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	
			Family Lithodesmaceae	<i>Bellerochea</i> sp.														√	
				<i>Dityium</i> sp.	√	√			√			√	√		√	√	√	√	√
			Family Eupodiscaceae	<i>Odontella</i> spp.		√	√	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√
		Order Bacillariales (pennate diatom)	Family Thalassionemataceae	<i>Thalassionema</i> sp.		√	√	√					√	√		√	√	√	
			Family Lyrellaceae	<i>Lyrella</i> sp.	√		√												√
			Family Naviculaceae	<i>Amphora</i> spp.		√		√	√										
				<i>Diploneis</i> sp.	√	√													
				<i>Donkinia</i> spp.	√	√	√	√	√			√	√	√	√	√	√	√	√
				<i>Gyrosigma</i> sp.			√				√			√		√	√	√	
				<i>Haslea gigantea</i> sp.			√	√	√			√	√				√	√	
				<i>Meuniera</i> sp.													√		
				<i>Navicula</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
				<i>Pleurosigma</i> sp.	√		√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
			Family Bacillariaceae	<i>Bacillaria</i> sp.			√	√					√			√	√		
				<i>Cylindrotheca</i> sp.		√	√	√	√		√	√	√	√		√		√	
				<i>Nitzschia</i> sp.		√	√	√	√		√		√		√	√			
				<i>Pseudo-nitzschia</i> sp.		√	√	√			√		√		√	√			
			Family Surirellaceae	<i>Campylodiscus</i> sp.			√					√							
				<i>Entomoneis</i> sp.		√	√	√	√			√	√	√		√			
				<i>Surirella</i> sp.													√		



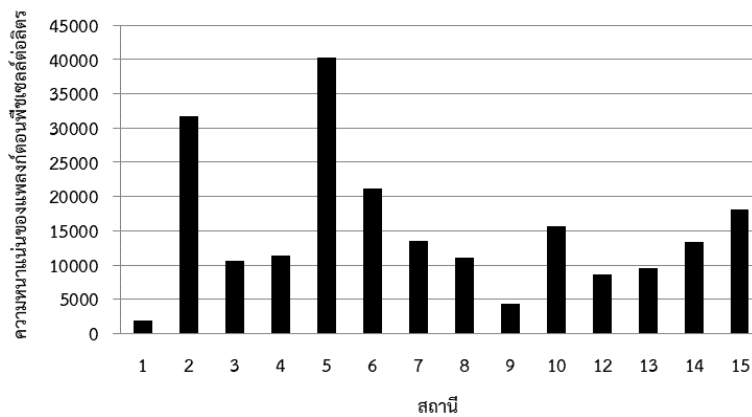
ตารางที่ 4-2(ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

DIVISION	Class	Order	Family	Name	สถานีเก็บตัวอย่าง														
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	
	Class Dinophyceae (dinoflagellates)	Order Prorocentrales	Family Prorocentraceae	<i>Prorocentrum</i> sp.							√	√			√		√	√	
		Order Dinophysiales	Family Dinophysiaceae	<i>Dinophysis</i> spp.											√	√	√	√	
				<i>Phalacroma</i> sp.											√		√	√	
		Order Noctilucales	Family Noctilucaeae	<i>Noctiluca scintillans</i> sp.							√		√		√		√	√	
		Order Gonyaulacales	Family Ceratiaceae	<i>Ceratium</i> spp.		√	√		√			√	√	√	√	√	√	√	
			Family Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax</i> spp.	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
			Family Pyrophacaceae	<i>Pyrophacus</i> sp.		√				√	√	√	√		√		√	√	
			Family Protoperidiniaceae	<i>Protoperidinium</i> sp.	√					√		√		√	√	√	√	√	
	Class Dictyochophyceae	Order Dictyochales	Family Dictyochophyceae	<i>Dictyocha</i> sp.			√						√						



### ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

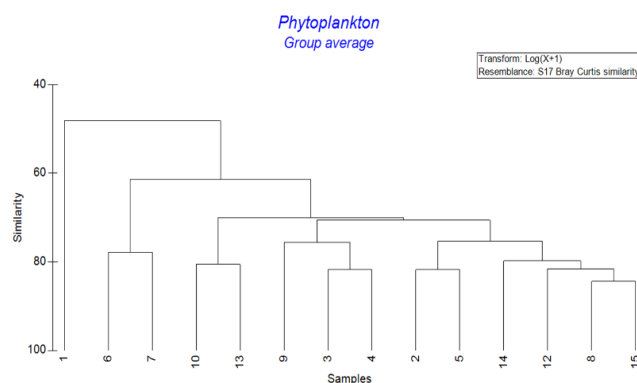
จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชทั้ง 14 สถานี พบ *Chaetoceros* spp. เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ  $3.010 \times 10^3 \pm 3.416 \times 10^3$  เซลล์ต่อลิตร รองลงมาได้แก่ *Melosira* spp., *Guinardia* spp., *Dactyliosolen* spp. และ *Rhizosolenia* spp. เท่ากับ  $2.702 \times 10^3 \pm 3.233 \times 10^3$ ,  $2.302 \times 10^3 \pm 2.684 \times 10^3$ ,  $2.225 \times 10^3 \pm 2.800 \times 10^3$  และ  $1.406 \times 10^3 \pm 2.243 \times 10^3$  เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชจากการเก็บตัวอย่างพบความหนาแน่นสูงสุดในสถานีที่ 5 เท่ากับ  $4.02 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 2, 6, 15 และ 10 เท่ากับ 3.16, 2.11, 1.80 และ  $1.56 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร ส่วนสถานีที่พบแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดคือสถานี 1 เท่ากับ  $0.18 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร (ภาพที่ 4-23)



ภาพที่ 4-23 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม 2562

### ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี

จากการศึกษาความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีในระดับ 60 เปอร์เซนต์สามารถจัดกลุ่มสถานีออกได้เป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่สถานีที่ 1 เมื่อพิจารณาแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้พบว่า สถานีที่ 4 พบความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในทุกสถานี กลุ่มที่ 2 ได้แก่สถานีที่ 6 และ 7 กลุ่มที่ 3 ได้แก่สถานีที่ 10 และ 13 กลุ่มที่ 4 ได้แก่สถานีที่ 3, 4 และ 9 กลุ่มที่ 5 ได้แก่สถานีที่ 2, 5, 8, 12, 14 และ 15 (ภาพที่ 4-23)



ภาพที่ 4-23 ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีในบริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม 2562

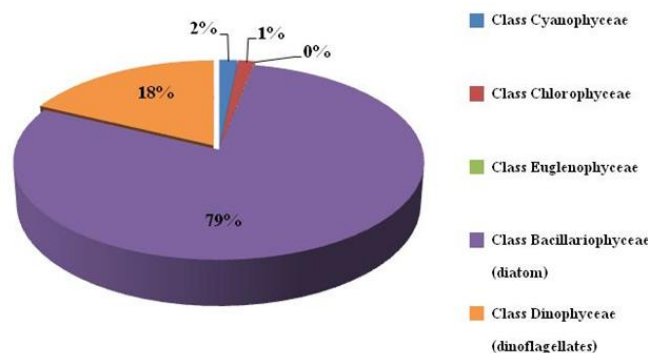
## ผลการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในเดือนกรกฎาคม 2562

### กลุ่มแพลงก์ตอนพืช

จากการศึกษาความหลากหลายและการกระจายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราด พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 3 Division ได้แก่ Division Cyanophyta, Division Chlorophyta และ Division Chromophyta 5 Class ได้แก่ Class Cyanophyceae, Class Chlorophyceae, Class Euglenophyceae, Class Bacillariophyceae (diatom) และ Class Dinophyceae (dinoflagellates) 12 Order ได้แก่ Order Chroococales, Order Nostocales, Order Volvocales, Order Chlorococcales, Order Zygnematales, Order Euglenales, Order Biddulphiales (centric diatom), Order Bacillariales (pennate diatom), Order Prorocentrales, Order Dinophysiales, Order Noctilucales และ Order Gonyaulacales (ตารางที่ 4-3)

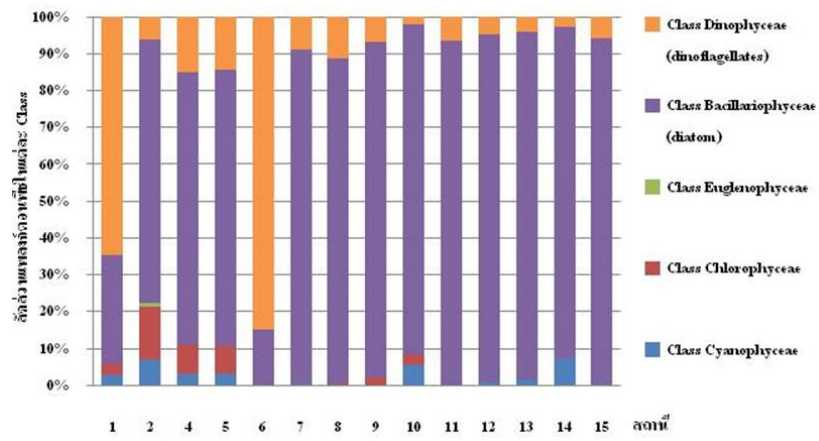
### สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบในบริเวณอ่าวตราด พบทั้งสิ้น 5 Class เมื่อพิจารณาสัดส่วนเฉลี่ยของแพลงก์ตอนพืชใน Class ต่างๆ พบว่า Class Bacillariophyceae (diatom) เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 79 ของแพลงก์ตอนพืชที่สำรวจพบทั้งหมด (ภาพที่ 30) รองลงมาได้แก่แพลงก์ตอนพืช Class Dinophyceae (dinoflagellates), Class Cyanophyceae, Class Chlorophyceae และ Class Euglenophyceae คิดเป็นร้อยละ 18, 2, 1 และ 0 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-24)



ภาพที่ 4-24 สัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละClass บริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม 2562

เมื่อพิจารณาสัดส่วนในทุกสถานีพบว่าสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชที่พบสูงสุดได้แก่ Class Bacillariophyceae (diatom) มีกลุ่ม *Chaetoceros* spp., *Bacteriastrum* sp., *Coscinodiscus* spp. และ *Cyclotella* spp. เป็นกลุ่มเด่น ยกเว้นสถานีที่ 6 และ 1 พบ Class Dinophyceae (dinoflagellates) กลุ่ม *Noctiluca scintillans* เป็นกลุ่มเด่น ซึ่งเป็น Class ที่พบเด่นรองจาก Class Bacillariophyceae (diatom) และ Class Cyanophyceae พบเกือบทุกสถานียกเว้นสถานีที่ 6, 8 และ 9 ที่ไม่พบ Class Chlorophyceae พบในสถานีที่ 1, 2, 4, 5, 8, 9, และ 10 และ Class Euglenophyceae พบเพียงสถานีเดียวคือ สถานีที่ 2 (ภาพที่ 4-25)



ภาพที่ 4-25 สัดส่วนของ Class แพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม 2562





**ตารางที่ 4-3** ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562

DIVISION	Class	Order	Family	Name	สถานีเก็บตัวอย่าง																		
					1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
DIVISION CYANOPHYTA	Class Cyanophyceae	Order Chroococales	Family Chroococcaceae	<i>Microcystis</i> sp.		√																	
		Order Nostocales	Family Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i> sp.	√	√				√			√	√	√	√	√	√	√	√			
			Family Nostocaceae	<i>Anabaena</i> sp.	√	√	√	√															
DIVISION CHLOROPHYTA	Class Chlorophyceae	Order Volvocales	Family Volvocaceae	<i>Eudorina</i> sp.		√	√																
		Order Chlorococcales	Family Hydrodictyaceae	<i>Pediastrum</i> sp.		√	√	√			√	√											
			Family Coelastraceae	<i>Coelastrum</i> sp.	√	√	√	√						√									
			Family Oocystaceae	<i>Oocystis</i> sp.											√								
DIVISION CHROMOPHYTA	Class Bacillariophyceae (diatom)	Order Biddulphiales (centric diatom)	Family Scenedesmaaceae	<i>Scenedesmus</i> sp.	√	√	√	√				√											
			Order Zygnematales	Family Desmidiaceae	<i>Staurastrum</i> sp.	√	√	√	√														
			Order Euglenales	Family Euglenaceae	<i>Phacus</i> sp.		√																
			Family Thalassiosiraceae	<i>Cyclotella</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
			<i>Detonula</i> sp.					√															
			<i>Lauderia</i> sp.					√				√				√				√		√	
	<i>Skeletonema</i> sp.	√								√	√	√					√						
	<i>Thalassiosira</i> sp.									√				√									



ตารางที่ 4-3(ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562

DIVISION	Class	Order	Family	Name	สถานีเก็บตัวอย่าง															
					1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
			Family Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.		√														
			Family Coscinodiscaceae	<i>Coscinodiscus</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			Family Rhizosoleniaceae	<i>Proboscia</i> sp.																√
				<i>Rhizosolenia</i> sp.		√														
			Family Hemiaulaceae	<i>Hemiaulus</i> sp.																√
			Family Chaetoceraceae	<i>Bacteriastrum</i> sp.									√							√
				<i>Chaetoceros</i> spp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
			Family Lithodesmaceae	<i>Bellerochea</i> sp.	√															
				<i>Dityium</i> sp.						√				√			√			√
		Order Bacillariales (pennate diatom)	Family Thalassionemataceae	<i>Thalassionema</i> sp.	√												√		√	√
			Family Lyrellaceae	<i>Lyrella</i> sp.																√
			Family Naviculaceae	<i>Navicula</i> sp.		√	√	√									√	√	√	√
				<i>Pleurosigma</i> sp.			√													
			Family Bacillariaceae	<i>Cylindrotheca</i> sp.	√		√						√	√	√	√				
			Family Surirellaceae	<i>Entomoneis</i> sp.	√	√	√													



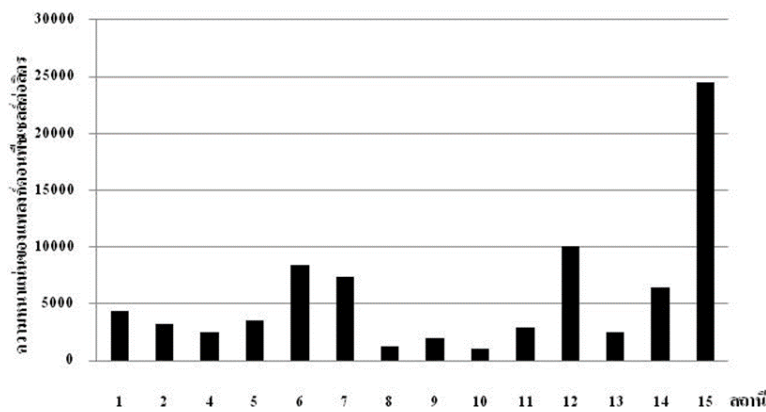
ตารางที่ 4-3(ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชบริเวณอ่าวตราดเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562

DIVISION	Class	Order	Family	Name	สถานีเก็บตัวอย่าง														
					1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	Class Dinophyceae (dinoflagellates)	Order Prorocentrales	Family Prorocentraceae	<i>Prorocentrum</i> sp.	√			√	√	√				√		√	√		
		Order Dinophysiales	Family Dinophysiaceae	<i>Dinophysis</i> sp.	√			√	√	√				√	√		√	√	
		Order Noctilucales	Family Noctilucaeae	<i>Noctiluca scintillans</i>	√	√		√	√	√				√	√			√	
		Order Gonyaulacales	Family Ceratiaceae	<i>Ceratium</i> sp.	√	√		√		√	√		√	√	√	√	√	√	
			Family Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	
			Family Pyrophacaceae	<i>Pyrophacus</i> sp.	√	√	√	√	√	√	√	√		√	√		√	√	
			Family Protoperidiniaceae	<i>Protoperidinium</i> sp.	√		√	√	√		√			√	√	√		√	



### ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช

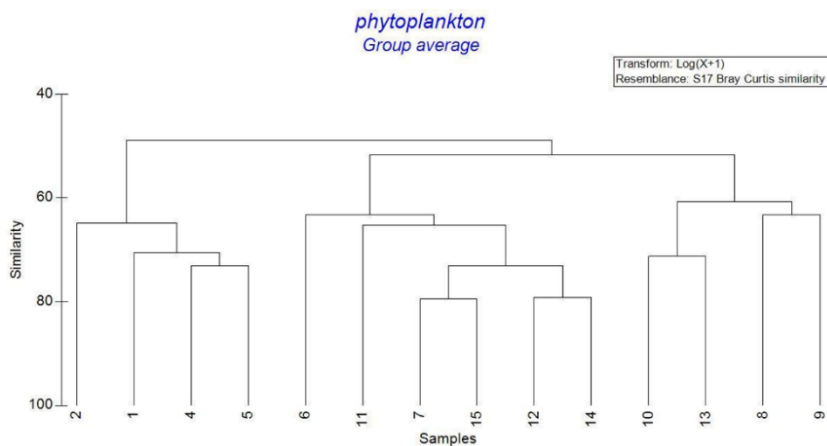
จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชทั้ง 14 สถานี พบ *Chaetoceros* spp. เป็นแพลงก์ตอนพืชกลุ่มหนาแน่นเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4,283 เซลล์ต่อลิตร รองลงมาได้แก่ *Bacteriastrium* sp., *Noctiluca scintillans* เท่ากับ 1,984 เซลล์ต่อลิตร และ 1,772 เซลล์ต่อลิตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชจากการเก็บตัวอย่างพบความหนาแน่นสูงสุดในสถานีที่ 15 เท่ากับ  $2.45 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 12, 6, 7 และ 14 เท่ากับ  $1.01, 0.84, 0.73$  และ  $0.64 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร ส่วนสถานีที่พบแพลงก์ตอนพืชน้อยที่สุดคือสถานี 10 เท่ากับ  $0.10 \times 10^4$  เซลล์ต่อลิตร (ภาพที่ 4-26)



ภาพที่ 4-26 ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม 2562

### ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานี

จากการศึกษาความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีในระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ สามารถจัดกลุ่มสถานีออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่สถานีที่ 1, 2, 4 และ 5 เมื่อพิจารณาแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มนี้พบว่ามีความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชและกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชมีความคล้ายคลึงกัน กลุ่มที่ 2 ได้แก่สถานีที่ 6, 7, 11, 12, 14 และ 15 เป็นกลุ่มที่พบว่ามีค่าความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชสูง กลุ่มที่ 3 ได้แก่สถานีที่ 8, 9, 10 และ 13 พบเป็นกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่มีความหนาแน่นน้อยในทุกสถานี (ภาพที่ 4-27)



ภาพที่ 4-27 ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีบริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม 2562

## 4.6 แพลงก์ตอนสัตว์

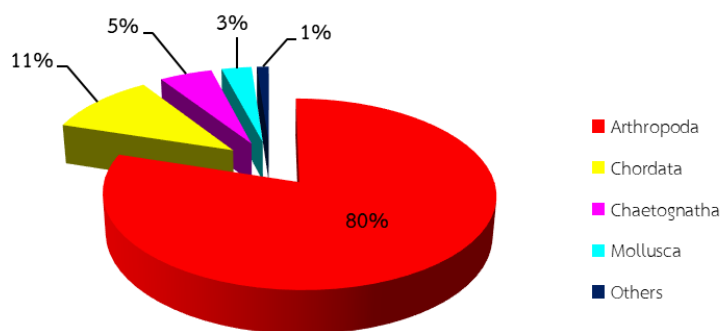
### ผลการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์เดือนธันวาคม 2561

#### กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาความชุกชุมและการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราด พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 9 ไฟลัม (Phylum) 30 กลุ่ม (Taxa) โดยไฟลัมทั้งหมดประกอบไปด้วย Phylum Protozoa, Phylum Cnidaria, Phylum Nemertea, Phylum Chaetognatha, Phylum Annelida, Phylum Arthropoda, Phylum Ectoprocta, Phylum Mollusca และ Phylum Chordata (ตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบริเวณอ่าวตราด สามารถจำแนกตามการดำรงชีพได้เป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ถาวรและแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ถาวร 18 กลุ่ม จาก 6 ไฟลัม และแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว 12 กลุ่ม จาก 6 ไฟลัม

#### สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์

แพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในบริเวณอ่าวตราด พบทั้งสิ้น 9 ไฟลัม เมื่อพิจารณาสัดส่วนเฉลี่ยของแพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมต่างๆ พบว่า Arthropoda เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 79.91 ของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบทั้งหมด (ภาพที่ 34) รองลงมาได้แก่แพลงก์ตอนสัตว์ไฟลัม Chordata, Chaetognatha, Mollusca และ แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่นคิดเป็นร้อยละ 10.86, 5.15, 2.93 และ 1.16 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-28)

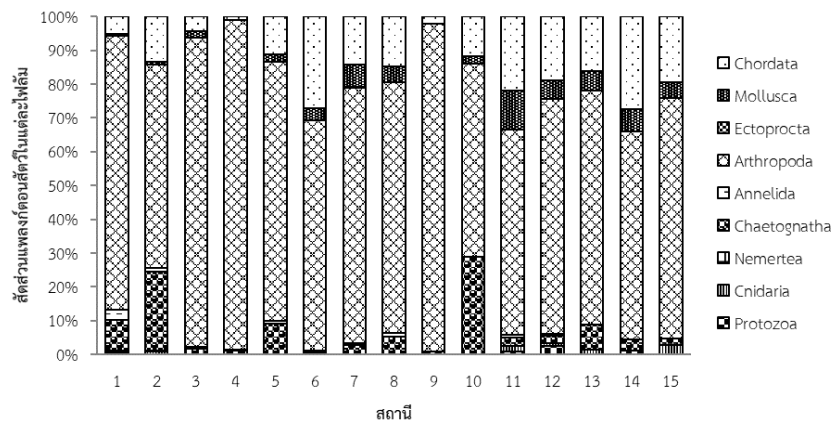


ภาพที่ 4-28 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละไฟลัม บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561

เมื่อพิจารณาสัดส่วนในทุกสถานีพบว่าสัดส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบสูงสุดได้แก่ไฟลัมอาร์โธพอดา มีกลุ่ม calanoid copepod เป็นกลุ่มเด่น รองลงมาคือไฟลัมคอร์ดาตา ที่พบสัดส่วนสูงรองลงมาโดยเฉพาะในสถานีที่ 6, 11 และ 14 โดยมี *Oikopluera* spp. เป็นกลุ่มเด่น รองลงมาคือไขปลาและลูกปลา นอกจากนี้ยังพบไฟลัมคีโตนาธา ได้แก่กลุ่มของหนอนธนู เป็นกลุ่มเด่นรองลงมา จัดเป็นกลุ่มผู้ล่าในมวลน้ำ โดยพบสัดส่วน



สูงในสถานีที่ 10, 2 และ 1 ไฟล์มมอลลัสกาหรือสัตว์ในกลุ่มหอยฝาเดียวและหอยสองฝาพบสัดส่วนสูงในสถานี 11, 7 และ 14 (ภาพที่ 4-29)



ภาพที่ 4-29 สัดส่วนของไฟล์มแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561



**ตารางที่ 4-4** ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราดเดือนธันวาคม 2561

Phylum	Taxa	สถานีเก็บตัวอย่าง														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Protozoa	<i>Radiolaria</i> sp.	✓										✓	✓			✓
Cnidaria	Hydromedusae		✓									✓	✓			✓
	<i>Obelia</i> sp.	✓														✓
Nemertea	Siphonophore											✓	✓	✓		
	Pilidium larvae		✓													
Chaetognatha	<i>Sagitta</i> spp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Annelida	Polychaete larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓			
Arthropoda	<i>Pseudevadne tergestina</i> Claus, 1877		✓												✓	
	<i>Penilia avirostris</i> Dana, 1852		✓													
	Amphipod								✓							
	Calanoid	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Cyclopoid	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓
	Harpacticoid		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Poecilostomatoid	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Copepod nauplius	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓					✓
	Alima larvae															✓



ตารางที่ 4-4 (ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราดเดือนธันวาคม 2561

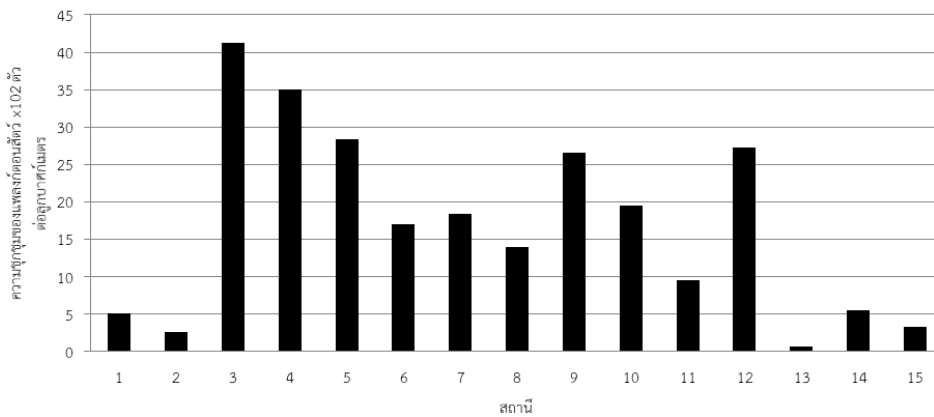
Phylum	Taxa	สถานีเก็บตัวอย่าง														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Arthropoda	Unidentified shrimp larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			✓
	Zoea	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Lucifer	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Protozoa	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Cirripedia nauplius		✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓				✓
	Cypris larvae								✓							
Ectoprocta	Cyphonautes larvae							✓								
Mollusca	Bivalvia larvae			✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Gastropod larvae	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Creseis sp.		✓			✓	✓		✓						✓	
Chordata	Fritillaria spp.					✓	✓	✓	✓			✓	✓			
	Oikopleura spp.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Fish egg	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Fish larvae	✓	✓	✓			✓		✓	✓		✓	✓			✓





### ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์

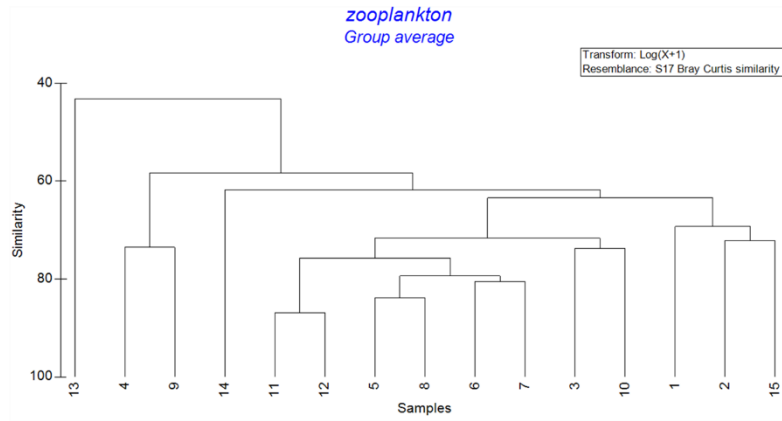
จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ทั้ง 15 สถานี พบ แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม calanoid copepod ชุกชุมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ  $778 \pm 752.74$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาได้แก่ cirripedia nauplius, *Oikopleura* spp., poecilostomatoid copepod และ *Sagitta* spp. เท่ากับ  $173 \pm 534.64$ ,  $156 \pm 136.47$ ,  $124 \pm 149.41$  และ  $87 \pm 146.20$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์จากการเก็บตัวอย่างพบความชุกชุมสูงสุดในสถานีที่ 3 เท่ากับ  $41.22 \times 10^2$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 4, 5, 12 และ 9 เท่ากับ 34.98, 28.30, 27.26 และ  $26.59 \times 10^2$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสถานีที่พบแพลงก์ตอนสัตว์น้อยที่สุดคือสถานี 13 เท่ากับ  $0.67 \times 10^2$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-30)



ภาพที่ 4-30 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561

### ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี

จากการศึกษาความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีในระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ สามารถจัดกลุ่มสถานีออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่สถานีที่ 13 เมื่อพิจารณาแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มนี้พบว่า สถานีที่ 13 พบความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในทุกสถานี กลุ่มที่ 2 ได้แก่สถานี 4 และ 9 เมื่อพิจารณากลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ พบว่า ในสถานีกลุ่มที่ 2 พบความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์เป็นสัตว์ในกลุ่มไฟลัมอาร์โธโพดา เป็นหลัก และพบกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์เช่น *Sagitta* spp., polychaete larvae และ *Oikopleura* spp. คล้ายคลึงกัน กลุ่มที่ 3 ได้แก่สถานีที่เหลือ พบองค์ประกอบของแพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมอาร์โธโพดา เป็นกลุ่มเด่น และมีสัดส่วนสูงสุดคล้ายกัน (ภาพที่ 4-31)



ภาพที่ 4-31 ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี บริเวณอ่าวตราด ในเดือนธันวาคม 2561

### ผลการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์เดือนมีนาคม 2562

จากการศึกษาชนิดและความชุกชุมของของแพลงก์ตอนสัตว์ โดยทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์  
ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 เพื่อทำการวิเคราะห์ความหลากหลาย โครงสร้าง ความชุกชุม และการกระจาย  
ของแพลงก์ตอนสัตว์ ได้ผลการศึกษาดังนี้

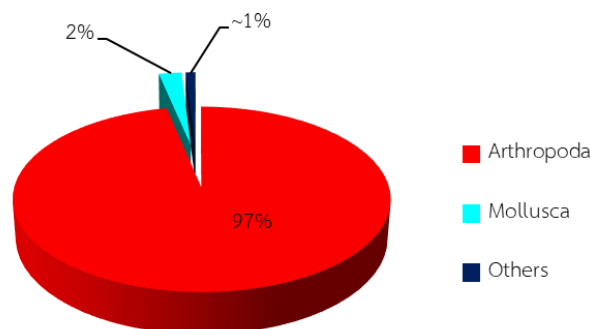
#### กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาความชุกชุมและการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราด พบแพลงก์ตอนสัตว์  
ทั้งหมด 7 ไฟลัม (Phylum) 24 กลุ่ม (Taxa) โดยไฟลัมทั้งหมดประกอบไปด้วย Phylum Protozoa, Phylum  
Cnidaria, Phylum Chaetognatha, Phylum Annelida, Phylum Arthropoda, Phylum Mollusca และ  
Phylum Chordata (ตารางที่4-5)

เมื่อพิจารณาแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบริเวณอ่าวตราด สามารถจำแนกตามการดำรงชีพได้เป็นสอง  
กลุ่มคือ กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ถาวรและแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ถาวร 14 กลุ่ม จาก 6  
ไฟลัม และแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว 9 กลุ่ม จาก 4 ไฟลัม

#### สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์

แพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในบริเวณอ่าวตราด พบทั้งสิ้น 7 ไฟลัม เมื่อพิจารณาสัดส่วนเฉลี่ยของ  
แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมต่างๆ พบว่า Arthropoda เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ  
97.37 ของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบทั้งหมด (ภาพที่ 1) รองลงมาได้แก่แพลงก์ตอนสัตว์ไฟลัม Mollusca,  
Chordata และ แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่นคิดเป็นร้อยละ 2.32 และ 0.31 ตามลำดับ (ภาพที่ 4-32)

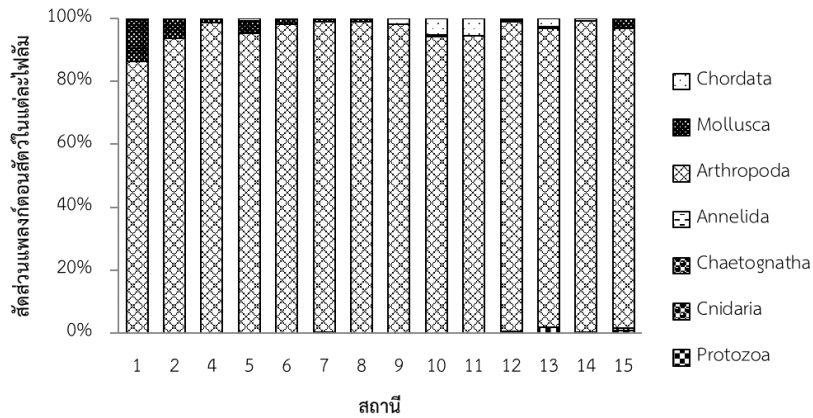


ภาพที่ 4-32 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละไฟลัม เดือนมีนาคม 2562

เมื่อพิจารณาสัดส่วนในทุกสถานีพบว่าสัดส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบสูงสุดได้แก่ไฟลัมอาร์โธพอดา มี  
กลุ่ม calanoid copepod, bivalia larvae และ lucifer เป็นกลุ่มเด่น โดยในสถานีที่พบสัดส่วนไฟลัมอาร์โธ  
พอดาสูงสุดคือสถานี 14, 8 และ 4 เท่ากับ ร้อยละ 99.15, 98.93 และ 98.78 ของสัดส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ทุก



กลุ่ม ตามลำดับ ไฟลัมที่พบสัดส่วนสูงรองลงมาคือไฟลัมมอลลัสกา โดยมี bivalvia larvae เป็นกลุ่มเด่น พบ สัตว์ส่วนสูงในสถานีที่ 1, 2 และ 5 เท่ากับร้อยละ 13.21, 6.27 และ 3.82 ของสัตว์ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ทุกกลุ่ม ตามลำดับ ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่พบสัดส่วนสูงรองลงมาจากไฟลัมอาร์โธพอดา และไฟลัมมอลลัสกา คือ ไฟลัมคอร์ดาตา พบ fish larvae เป็นกลุ่มเด่น พบสัดส่วนสูงในสถานีที่ 11, 10 และ 13 เท่ากับ ร้อยละ 5.45, 5.09 และ 2.55 ของสัตว์ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ทุกกลุ่ม ตามลำดับ (ภาพที่ 4-33)



ภาพที่ 4-33 สัตว์ส่วนของไฟลัมแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี เดือนมีนาคม 2562



**ตารางที่ 4-5** ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราดเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

Phylum	Taxa	สถานีเก็บตัวอย่าง														
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Protozoa	Foraminifera												✓			
Cnidaria	Hydromedusae						✓					✓			✓	
Chaetognatha	<i>Sagitta</i> spp.														✓	
Annelida	Polychaete larvae												✓	✓		
Arthropoda	Cladocera		✓		✓				✓	✓						
	<i>Pseudevadne tergestina</i> Claus, 1877						✓	✓			✓	✓		✓	✓	
	Calanoid	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Cyclopoid	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Harpacticoid					✓										
	Poecilostomatoid						✓					✓	✓	✓	✓	
	Copepod nauplius	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓							



ตารางที่ 4-5(ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราดเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

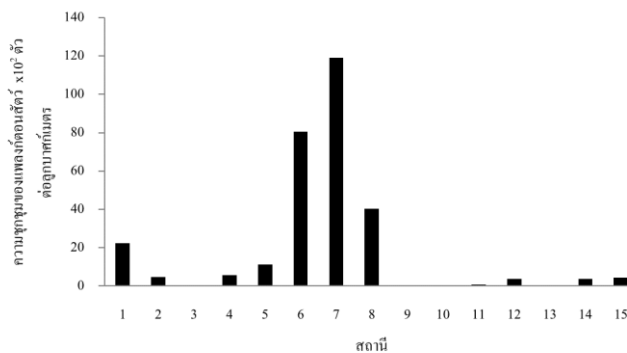
Phylum	Taxa	สถานีเก็บตัวอย่าง														
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Arthropoda	Unidentified shrimp larvae	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	Zoea		✓		✓		✓		✓	✓	✓					✓
	Lucifer	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
	Protozoa	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Cirripedia nauplius										✓			✓	✓	✓
	Cypris larvae					✓	✓			✓			✓			
	<i>Acetes japonicus</i>					✓										
	Unidentified insects larvae			✓							✓					
Mollusca	Bivalvia larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓	
	Gastropod larvae		✓		✓		✓	✓								
	<i>Creseis</i> sp.						✓									
Chordata	<i>Oikopleura</i> spp.						✓					✓				
	Fish larvae	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		



### ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ทั้ง 14 สถานี พบ แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม calanoid copepod ชุกชุมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ  $1,877 \pm 3,497.25$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาได้แก่ bivalvia larvae, lucifer, *Pseudevadne tergestina* และ poecilostomatoid copepod เท่ากับ  $46 \pm 83.69$ ,  $29 \pm 59.81$ ,  $7 \pm 20.23$  และ  $5 \pm 11.92$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

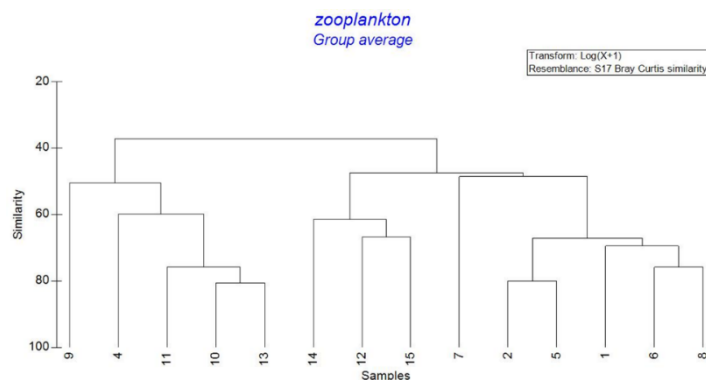
ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์จากการเก็บตัวอย่างพบความชุกชุมสูงสุดในสถานีที่ 7 เท่ากับ  $119.20 \times 10^2$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 6, 8, 1 และ 5 เท่ากับ 80.60, 40.39, 22.36 และ  $11.41 \times 10^2$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสถานีที่พบแพลงก์ตอนสัตว์น้อยที่สุดคือสถานี 9 เท่ากับ 8 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-34)



ภาพที่ 4-34 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี เดือนมีนาคม 2562

### ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี

จากการศึกษาความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีในระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถจัดกลุ่มสถานีออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สถานีที่ 9, 4, 11, 10 และ 13 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สถานีที่ 14, 12 และ 15 กลุ่มที่ 3 ได้แก่ สถานีที่ 7, 2, 5, 1, 6 และ 8 (ภาพที่ 4-35)



ภาพที่ 4-35 ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีในบริเวณอ่าวตราด เดือนมีนาคม 2562

## ผลการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์เดือนกรกฎาคม 2562

จากการศึกษาชนิดและความชุกชุมของของแพลงก์ตอนสัตว์ โดยทำการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์  
ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 เพื่อทำการวิเคราะห์ความหลากหลาย โครงสร้าง ความชุกชุม และการกระจาย  
ของแพลงก์ตอนสัตว์ ได้ผลการศึกษาดังนี้

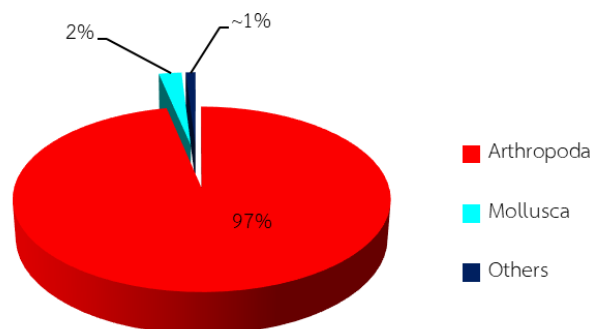
### กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาความชุกชุมและการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราด พบแพลงก์ตอนสัตว์  
ทั้งหมด 7 ไฟลัม (Phylum) 24 กลุ่ม (Taxa) โดยไฟลัมทั้งหมดประกอบไปด้วย Phylum Protozoa, Phylum  
Cnidaria, Phylum Chaetognatha, Phylum Annelida, Phylum Arthropoda, Phylum Mollusca และ  
Phylum Chordata (ตารางที่ 4-6)

เมื่อพิจารณาแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบในบริเวณอ่าวตราด สามารถจำแนกตามการดำรงชีพได้เป็นสอง  
กลุ่มคือ กลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ถาวรและแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ถาวร 14 กลุ่ม จาก 6  
ไฟลัม และแพลงก์ตอนสัตว์ชั่วคราว 9 กลุ่ม จาก 4 ไฟลัม

### สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์

แพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบในบริเวณอ่าวตราด พบทั้งสิ้น 7 ไฟลัม เมื่อพิจารณาสัดส่วนเฉลี่ยของ  
แพลงก์ตอนสัตว์ในไฟลัมต่างๆ พบว่า Arthropoda เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ  
97.37 ของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำรวจพบทั้งหมด (ภาพที่ 4-36) รองลงมาได้แก่แพลงก์ตอนสัตว์ไฟลัม  
Mollusca, Chordata และ แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มอื่นคิดเป็นร้อยละ 2.32 และ 0.31 ตามลำดับ



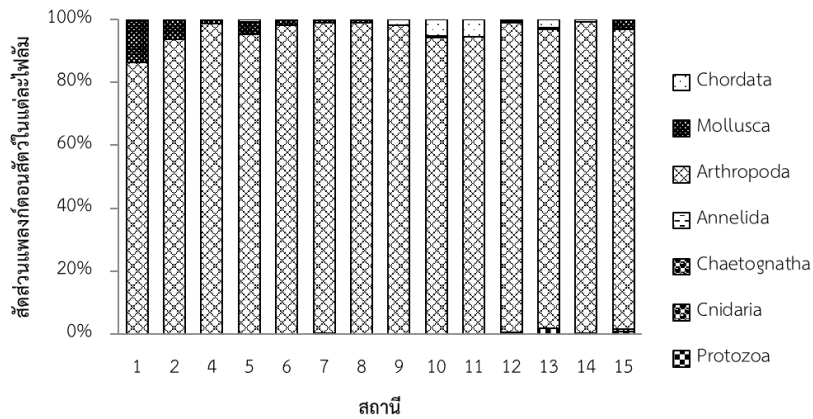
ภาพที่ 4-37 สัดส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละไฟลัม เดือนกรกฎาคม 2562

เมื่อพิจารณาสัดส่วนในทุกสถานีพบว่าสัดส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ที่พบสูงสุดได้แก่ไฟลัมอาร์โธพอดา มี  
กลุ่ม calanoid copepod, bivalvia larvae และ lucifer เป็นกลุ่มเด่น (ภาพที่ 4-38) โดยในสถานีที่พบ  
สัดส่วนไฟลัมอาร์โธพอดาสูงสุดคือสถานี 14, 8 และ 4 เท่ากับ ร้อยละ 99.15, 98.93 และ 98.78 ของสัดส่วน





แพลงก์ตอนสัตว์ทุกกลุ่ม ตามลำดับ ไฟลัมที่พบสัดส่วนสูงรองลงมาคือไฟลัมมอลลัสกา โดยมี bivalvia larvae เป็นกลุ่มเด่น พบสัดส่วนสูงในสถานีที่ 1, 2 และ 5 เท่ากับร้อยละ 13.21, 6.27 และ 3.82 ของสัดส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ทุกกลุ่ม ตามลำดับ ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มที่พบสัดส่วนสูงรองลงมาจากไฟลัมอาร์โธพอดา และไฟลัมมอลลัสกา คือ ไฟลัมคอร์ดาตา พบ fish larvae เป็นกลุ่มเด่น พบสัดส่วนสูงในสถานีที่ 11, 10 และ 13 เท่ากับ ร้อยละ 5.45, 5.09 และ 2.55 ของสัดส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ทุกกลุ่ม ตามลำดับ



ภาพที่ 4-38 สัดส่วนของไฟลัมแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี เดือนกรกฎาคม 2562



**ตารางที่ 4-6** ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราดเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562

Phylum	Taxa	สถานีเก็บตัวอย่าง														
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Protozoa	Foraminifera												✓			
Cnidaria	Hydromedusae						✓					✓			✓	
Chaetognatha	<i>Sagitta</i> spp.														✓	
Annelida	Polychaete larvae												✓	✓		
Arthropoda	Cladocera		✓		✓					✓	✓					
	<i>Pseudevadne tergestina</i> Claus, 1877						✓	✓			✓	✓		✓	✓	
	Calanoid	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	Cyclopoid	✓	✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓		
	Harpacticoid					✓										
	Poecilostomatoid						✓					✓	✓	✓	✓	
	Copepod nauplius	✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓						



**ตารางที่ 4-6(ต่อ) ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณอ่าวตราดเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562**

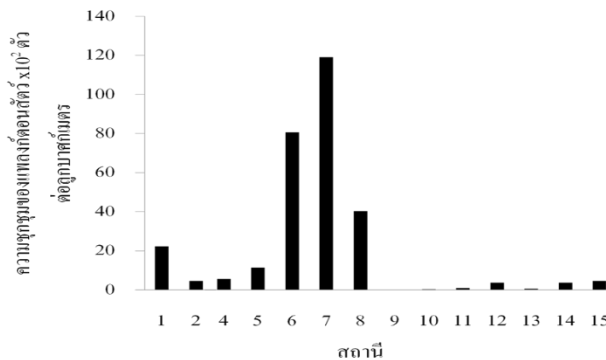
Phylum	Taxa	สถานีเก็บตัวอย่าง														
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Arthropoda	Unidentified shrimp larvae	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	Zoea		✓		✓		✓		✓	✓	✓					✓
	Lucifer	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
	Protozoa	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Cirripedia nauplius										✓		✓	✓	✓	
	Cypris larvae					✓	✓			✓			✓			
	<i>Acetes japonicus</i>				✓											
	Unidentified insects larvae			✓						✓						
Mollusca	Bivalvia larvae	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓	
	Gastropod larvae		✓		✓		✓	✓								
	<i>Creseis</i> sp.						✓									
Chordata	<i>Oikopleura</i> spp.						✓					✓				
	Fish larvae	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		



### ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์

จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ทั้ง 14 สถานี พบ แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม calanoid copepod ชุกชุมเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ  $1,877 \pm 3,497.25$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาได้แก่ bivalvia larvae, lucifer, *Pseudevadne tergestina* และ poecilostomatoid copepod เท่ากับ  $46 \pm 83.69$ ,  $29 \pm 59.81$ ,  $7 \pm 20.23$  และ  $5 \pm 11.92$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

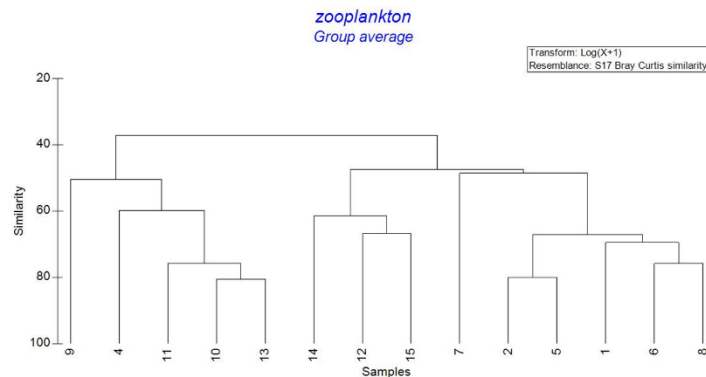
ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์จากการเก็บตัวอย่างพบความชุกชุมสูงสุดในสถานีที่ 7 เท่ากับ  $119.20 \times 10^2$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 6, 8, 1 และ 5 เท่ากับ 80.60, 40.39, 22.36 และ  $11.41 \times 10^2$  ตัวต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนสถานีที่พบแพลงก์ตอนสัตว์น้อยที่สุดคือสถานี 9 เท่ากับ 8 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4-39)



ภาพที่ 4-39 ความชุกชุมของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี เดือนกรกฎาคม 2562

### ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานี

จากการศึกษาความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีในระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถจัดกลุ่มสถานีออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ สถานีที่ 9, 4, 11, 10 และ 13 กลุ่มที่ 2 ได้แก่ สถานีที่ 14, 12 และ 15 กลุ่มที่ 3 ได้แก่ สถานีที่ 7, 2, 5, 1, 6 และ 8 (ภาพที่ 4-40)



ภาพที่ 4-40 ความคล้ายคลึงของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีในบริเวณอ่าวตราด เดือนกรกฎาคม 2562



#### 4.7 สัตว์พื้นท้องน้ำ

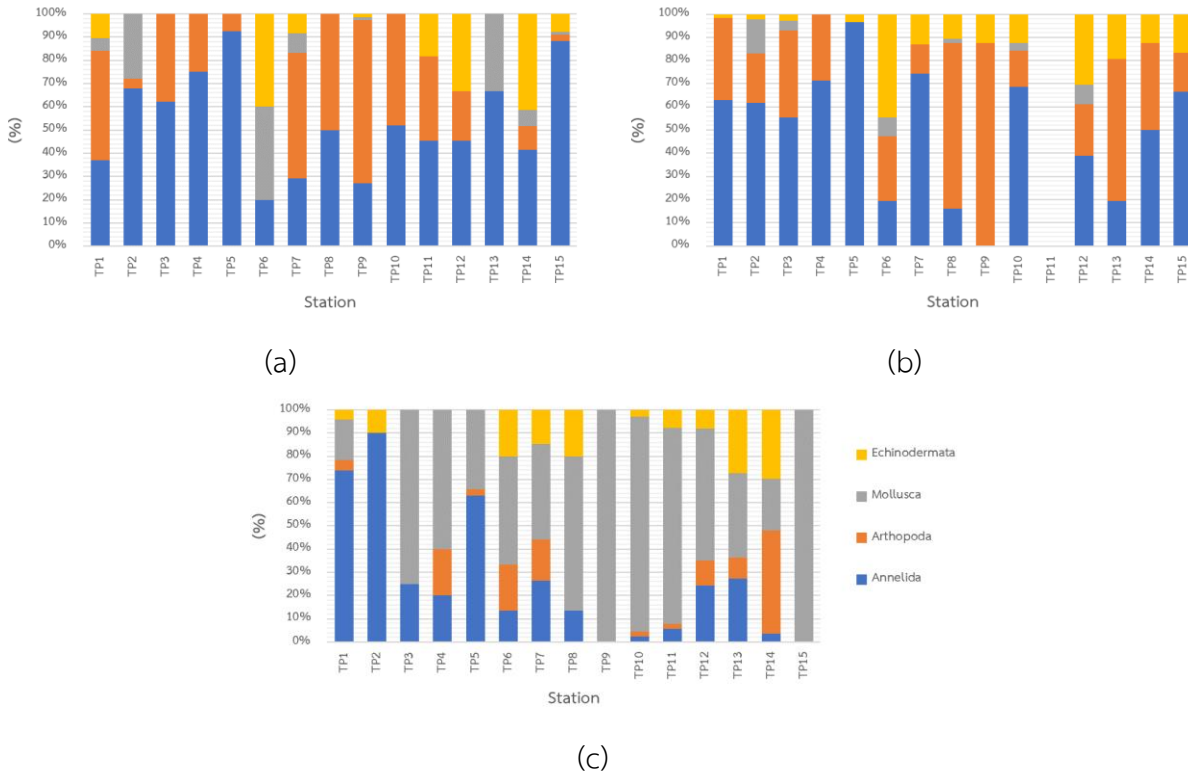
การศึกษาความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงเดือนธันวาคม 2561 เดือนมีนาคม 2562 และเดือนกรกฎาคม 2562 พบสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่มเด่นได้แก่ Phylum Annelida Arthropoda Mollusca และ Echinodermata ซึ่งพบความหนาแน่นเฉลี่ย เท่ากับ 233 164 883 และ 81 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ โดยจะพบความหลากหลายของกลุ่ม Annelida มากที่สุด 28 Family รองลงมาเป็น Arthropoda และ Mollusca เท่ากับ 13 และ 25 Family ตามลำดับ (ตารางที่ 4-7)

ตารางที่ 4-7 Phylum และ Family ของสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบบริเวณอ่าวตราดในช่วงเดือนธันวาคม 2561 เดือนมีนาคม 2562 และเดือนกรกฎาคม 2562

Phylum	Annelida	Arthropoda	Mollusca	Echinodermata
	Eunicidae	Gammaridea	Arcidae	Ophiuroidea
	Dorvilleidae	Tanaidacea	Buccinidae	
	Onuphidae	Cumacea	Cancellariidae	
	Lumbrineridae	Flabellifera	Cerithiidae	
	Nephtyidae	Gnathiidae	Cerithiopsidae	
	Sigalionidae	Anthuridea	Chilodontidae	
	Glyceridae	Grapsidae	Columbellidae	
	Goniadidae	Pilumnidae	Crassatellidae	
	Lacydoniidae	Alpheidae	Cyrenidae	
	Phyllodocidae	Mysidae	Dialidae	
	Syllidae	Ogyrididae	Epitoniidae	
	Pilargidae	Squillidae	Haminoeidae	
	Hesionidae	Chasmocarcinidae	Lunicidae	
	Nereididae	Xenophthalmidae	Myochamidae	
Family	Serpulidae	Hexapidae	Nassaridae	
	Flabelligeridae		Nuculanidae	
	Cirratulidae		Pyramidellidae	
	Sternaspidae		Ringiculidae	
	Ampharetidae		Rissoidae	
	Terebellidae		Scaliolidae	
	Trichobranchidae		Solariellidae	
	Spionidae		Solenidae	
	Magelonidae		Triphoridae	
	Maldanidae		Turritellidae	
	Capitellidae		Veneroidae	
	Ophelidae			
	Orbiniidae			
	Paraonidae			



เมื่อพิจารณาการกระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มต่างๆพบว่า ลักษณะของการกระจายจะแตกต่างกันไปตามเดือนหรือฤดูกาลค่อนข้างชัดเจน โดยในเดือนธันวาคม สัตว์พื้นท้องน้ำส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของ Annelida ซึ่งจะพบในสัดส่วนที่ค่อนข้างมาก (ภาพที่ 4-41a) โดยเฉพาะในบริเวณที่อยู่ใกล้ชายฝั่งตะวันตกของอ่าวตราดซึ่งจะมีลักษณะของพื้นท้องน้ำที่โคลนปนทรายส่วนในกลุ่มของ Arthropoda จะมีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้นในบริเวณตอนกลางและฝั่งตะวันออกของอ่าว



ภาพที่ 4-41 สัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด ในช่วงธันวาคม 2561 (a) เดือนมีนาคม 2562 (b) และเดือนกรกฎาคม 2562 (c)

ส่วนในเดือนมีนาคม 2562 พบว่าสัดส่วนของสัตว์พื้นท้องน้ำจะใกล้เคียงกับเดือนธันวาคม 2561 โดยส่วนใหญ่จะเป็นกลุ่มของ Annelida และ Arthropoda (ภาพที่ 4-41b) โดยบริเวณสถานีตอนกลางของอ่าวจะมี สัดส่วนของ Arthropoda เพิ่มขึ้นค่อนข้างชัดเจน สำหรับในเดือนกรกฎาคม 2562 ซึ่งอยู่ในช่วงของฤดูฝน นั้นพบ การเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนสัตว์พื้นท้องน้ำอย่างชัดเจน โดยจะพบสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของหอย (Mollusca) เพิ่มขึ้นในทุกสถานีโดยเฉพาะบริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าว (ภาพที่ 4-41c) ทั้งนี้ลักษณะดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึง สภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงในช่วงของการเปลี่ยนฤดูกาล ส่งผลให้สัตว์พื้นท้องน้ำมีการเปลี่ยนแปลงทั้งชนิดและ จำนวนตามไปด้วย (ตารางผนวกที่ 1-3)



## 4.8 การศึกษาการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์

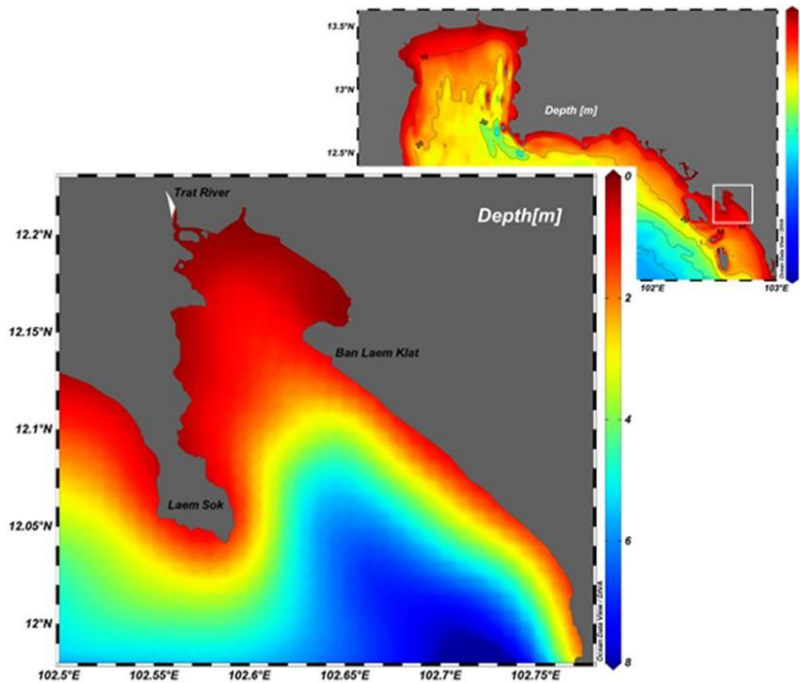
การใช้แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในครั้งนี้จะใช้แบบจำลอง 3 มิติที่มีชื่อว่า Princeton Ocean Model (POM) (Mellor, 1998) ซึ่งสามารถคำนวณกระแสน้ำได้ทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติในขณะเดียวกัน แบบจำลอง POM ถูกผนวก (Coupled) ด้วยแบบจำลองการแพร่กระจายของอนุภาค สมมติ (Passive tracer) ที่ใช้เป็นตัวแทนของตัวอ่อนหอยลายที่ลอยลอยอยู่ในมวลน้ำในทะเล ด้วยการใช้ Euler-Lagrange method (Yanagi, 1999) ทำการศึกษาการไหลเวียนกระแสน้ำและการเคลื่อนตัวของอนุภาคสมมติในทุก ๆ เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 โดยมีรายละเอียดของแบบจำลอง กระแสน้ำและแบบจำลองการแพร่กระจายของอนุภาคสมมติ ดังนี้

### แบบจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำ

การศึกษาการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในครั้งนี้จะทำการศึกษาในพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด ขอบเขตของแบบจำลองมีพิกัดอยู่ระหว่างละติจูดที่ 11.98 ถึง 12.22 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 102.50 ถึง 102.78 องศาตะวันออก (ภาพที่ 4-42) พื้นที่ศึกษาจะถูกแบ่งออกเป็นช่องสี่เหลี่ยมหรือช่องกริด (Grid) เพื่อใช้ในการคำนวณกระแสน้ำทั้งในแนวราบ โดยแต่ละกริดมีความละเอียดเท่ากับ  $0.1 \times 0.1$  ลิปดา หรือประมาณ 185 ตารางเมตร ส่วนกริดในแนวดิ่งมีลักษณะเป็นชั้นซิกมา (Sigma layer) แบ่งเป็น 5 ชั้น แตกต่างกันตามความลึกของน้ำทะเลในแต่ละกริด กำหนดให้แบบจำลองมีขอบเขตด้านปิด (Closed boundary) ซึ่งเป็นบริเวณแผ่นดิน และกำหนดให้ทะเลเป็นขอบเขตด้านเปิด (Open boundary)

ข้อมูลนำเข้าสำหรับการคำนวณกระแสน้ำในแบบจำลองครั้งนี้ประกอบด้วย ข้อมูลความลึกพื้นท้องทะเล (Bathymetry) จากแผนที่เดินเรือ กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิน้ำทะเลจากฐานข้อมูล World Ocean Atlas 2013 ([https://odv.awi.de/en/data/ocean/world\\_ocean\\_atlas\\_2013](https://odv.awi.de/en/data/ocean/world_ocean_atlas_2013)) ซึ่งเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายเดือนระยะยาว (Climatological data) ในช่วงปี พ.ศ. 2498 – 2555 มีความละเอียดเชิงพื้นที่  $0.25 \times 0.25$  องศา ยกเว้นในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 เดือนมีนาคมและกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ข้อมูลความเค็มและอุณหภูมิได้จากการตรวจวัดจริงในพื้นที่ศึกษา และข้อมูลลมเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง ที่ได้จากแบบจำลองการคาดการณ์สภาพอากาศ European Centre for Medium-range Weather Forecasts (ECMWF) ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับ  $0.125 \times 0.125$  องศา โดยข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาทำการประมาณค่า (Interpolate) ให้มีความละเอียดเชิงพื้นที่เท่ากับกริดที่ใช้คำนวณในแบบจำลองด้วยวิธี Gaussian method ส่วนข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่อ่าวตราดได้จากการตรวจวัดด้วยเครื่อง Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) บริเวณปากแม่น้ำตราดในเดือนกุมภาพันธ์ เมษายน มิถุนายน สิงหาคม และตุลาคม พ.ศ. 2561 สำหรับข้อมูลในเดือนอื่น ๆ จะได้มาจากการประมาณค่าเชิงเส้น (Linear interpolation) จากข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งข้อมูลปริมาณน้ำท่าจะถูกอัปเดตตามขั้นเวลา (Time step) ในการคำนวณของกริดที่ถูกกำหนดให้เป็นปากแม่น้ำ และสุดท้ายข้อมูลระดับน้ำขึ้นน้ำ

ลง (Tidal elevation) และกระแสน้ำจากภายนอก (External flow) ได้มาจากวิธีการ Scale-down จากแบบจำลองที่มีขอบเขตการศึกษาครอบคลุมพื้นที่การศึกษารั้งนี้และเป็นแบบจำลองที่ได้มีการตรวจสอบความถูกต้องกับค่าระดับน้ำที่ได้จากการตรวจวัดจริง (ศิริพร ทองอุดม และคณะ, 2560) โดยข้อมูลระดับน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสน้ำจากภายนอกจะถูกนำมาทำการประมาณค่าเชิงเส้นให้ตรงกับช่องกริดบริเวณขอบเขตเปิดและจะถูกอัปเดตค่าตามขั้นเวลาในการคำนวณในแบบจำลอง (ภาพที่ 4-42)



ภาพที่ 4-42 ขอบเขตพื้นที่ศึกษาด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์ในบริเวณอ่าวตราด และสีแสดงถึงความลึกของพื้นที่อ่างทะเลบริเวณอ่าวตราดในหน่วยเมตร

#### แบบจำลองการแพร่กระจายของอนุภาคสมมติ

อนุภาคสมมติจะถูกกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นและติดตามการเคลื่อนตัวของแต่ละอนุภาคในมวลน้ำเมื่อเวลาผ่านไป (ภาพที่ 4-37) โดยตำแหน่งของแต่ละอนุภาคที่เวลาก่อนหน้า ( $n$ ) คือ  $X_n(x^n, y^n, z^n)$  และที่เวลาปัจจุบัน ( $n+1$ ) คือ  $X_{n+1}(x^{n+1}, y^{n+1}, z^{n+1})$  ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังสมการ

$$X_{n+1} = X_n + v\Delta t + (\nabla V) v\Delta t^2 \quad (1.1)$$

โดยที่  $V$  คือเวกเตอร์ความเร็วของกระแสน้ำทั้งในแนวราบและในแนวตั้งที่ได้จากการคำนวณโดยแบบจำลอง POM ส่วน  $\Delta t$  หมายถึงขั้นเวลาในการคำนวณกระแสน้ำแบบ 3 มิติในแบบจำลอง POM และ  $\nabla$

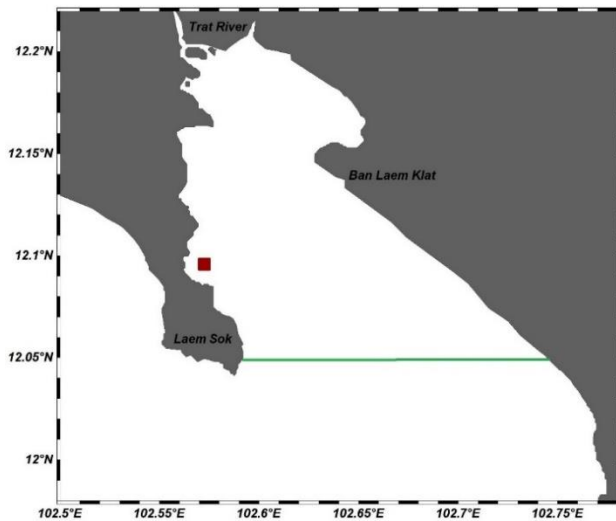


หมายถึง horizontal gradient ของค่ากระแสน้ำในแนวราบ (แกน  $x$  และแกน  $y$ ) และแนวตั้ง (แกน  $z$ ) ตามลำดับ (Buranaprathep et al., 2003) จากหลักการดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นตัวแทนในการศึกษาการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายได้ เนื่องจากวงจรชีวิต (Life cycle) ของหอยลายในระยะเริ่มต้นเป็นแพลงก์ตอน (Meroplankton) ที่ลอยลอยอยู่ในมวลน้ำและเคลื่อนที่ตามการไหลเวียนกระแสน้ำ

กลุ่มอนุภาคสมมติที่เป็นตัวแทนของตัวอ่อนหอยลายจำนวน 22,500 อนุภาคจะถูกกำหนดให้มีการปล่อยที่บริเวณอ่าวใหญ่ (ภาพที่ 4-43) ในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด จากนั้นปล่อยให้มีการเคลื่อนตัวแบบอิสระในมวลน้ำเป็นเวลา 1 เดือน นอกจากนี้ยังได้มีการกำหนดขอบเขตบริเวณปากอ่าวเพื่อใช้ในการศึกษาปริมาณการคงเหลือ (Remaining) ของอนุภาคสมมติ โดยอาศัยหลักการการลดลงของอนุภาคสมมติในพื้นที่ศึกษาเมื่อเวลาผ่านไปเทียบกับอนุภาคสมมติเริ่มต้น (Takeoka, 1984) ดังสมการ

$$r(t) = R(t)/R(0) \quad (1.2)$$

เมื่อ  $r(t)$  คือ Remnant function ส่วน  $R(t)$  และ  $R(0)$  คือจำนวนอนุภาคสมมติที่เวลาใด ๆ และที่เวลาเริ่มต้น ตามลำดับ

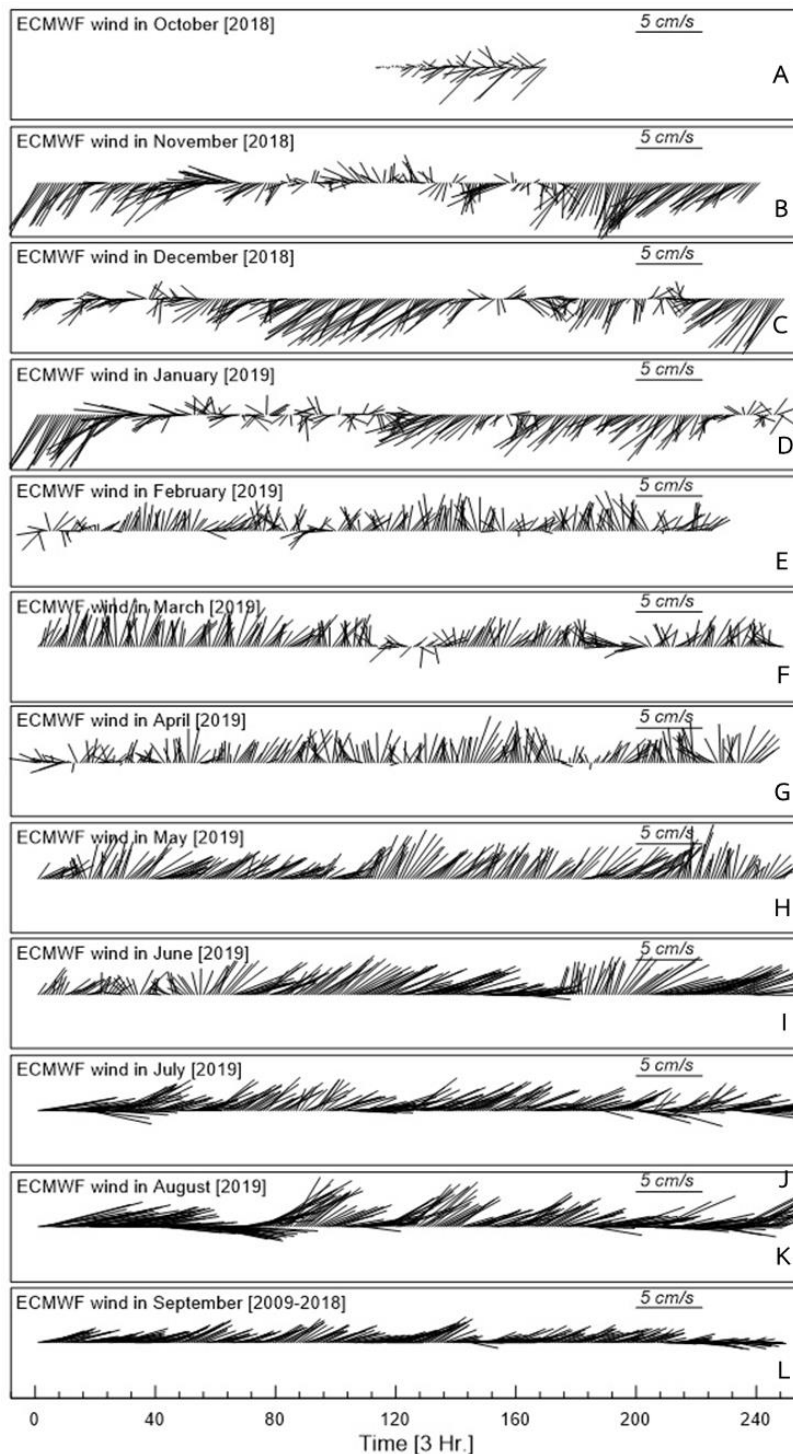


ภาพที่ 4-43 จุดปล่อยอนุภาคสมมติบริเวณอ่าวใหญ่ (สีแดง) และขอบเขตในการคำนวณระยะเวลาพำนักของอนุภาคสมมติในอ่าวตราด (เส้นสีเขียว)



## ผลการศึกษาลมเฉลี่ยรายเดือน

ข้อมูลลมราย 3 ชั่วโมงเฉลี่ยเชิงพื้นที่ที่เดือนตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 (ภาพที่ 4-44) จาก ECMWF แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของทิศทางและอัตราเร็วลมในแต่ละเดือนซึ่งสามารถแบ่งเป็นฤดูกาลได้ 4 ฤดู ได้แก่ (1) ช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือเดือนตุลาคม (ภาพที่ 4-44A) ข้อมูลลมมีลักษณะเบา (น้อยกว่า 1 เมตรต่อวินาที) เกือบตลอดทั้งเดือนยกเว้นในช่วงกลางเดือนที่ลมมีอัตราเร็วสูง ทิศทางของลมในฤดูกาลนี้ไม่แน่นอน (2) ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือช่วงเดือนพฤศจิกายน – เดือนมกราคม (ภาพที่ 4-44B, C, D) ลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหลักด้วยอัตราเร็วประมาณ 1.5 – 2 เมตรต่อวินาที (3) ช่วงเปลี่ยนฤดูจากฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หรือช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนพฤษภาคม ลมพัดมาจากทางทิศใต้ด้วยอัตราเร็วประมาณ 1 – 1.5 เมตรต่อวินาที (ภาพที่ 4-44E, F, G) และแรงขึ้นในช่วงปลายฤดูกาลด้วยอัตราเร็ว 2.5 เมตรต่อวินาที โดยมีทิศเบนไปทางตะวันออกเฉียงใต้หรือเดือนมิถุนายน – เดือนกันยายน ลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้เป็นหลักด้วยอัตราเร็วสูงที่สุด (3 – 5 เมตรต่อวินาที) (ภาพที่ 4-44I, J, K) และอัตราเร็วลดลงในช่วงปลายฤดูกาล (2.5 เมตรต่อวินาที) (ภาพที่ 4-44L) ซึ่งลักษณะลมที่ต่างกัันนี้ส่งผลให้ลักษณะของกระแสน้ำและการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายมีความแตกต่างกันออกไป



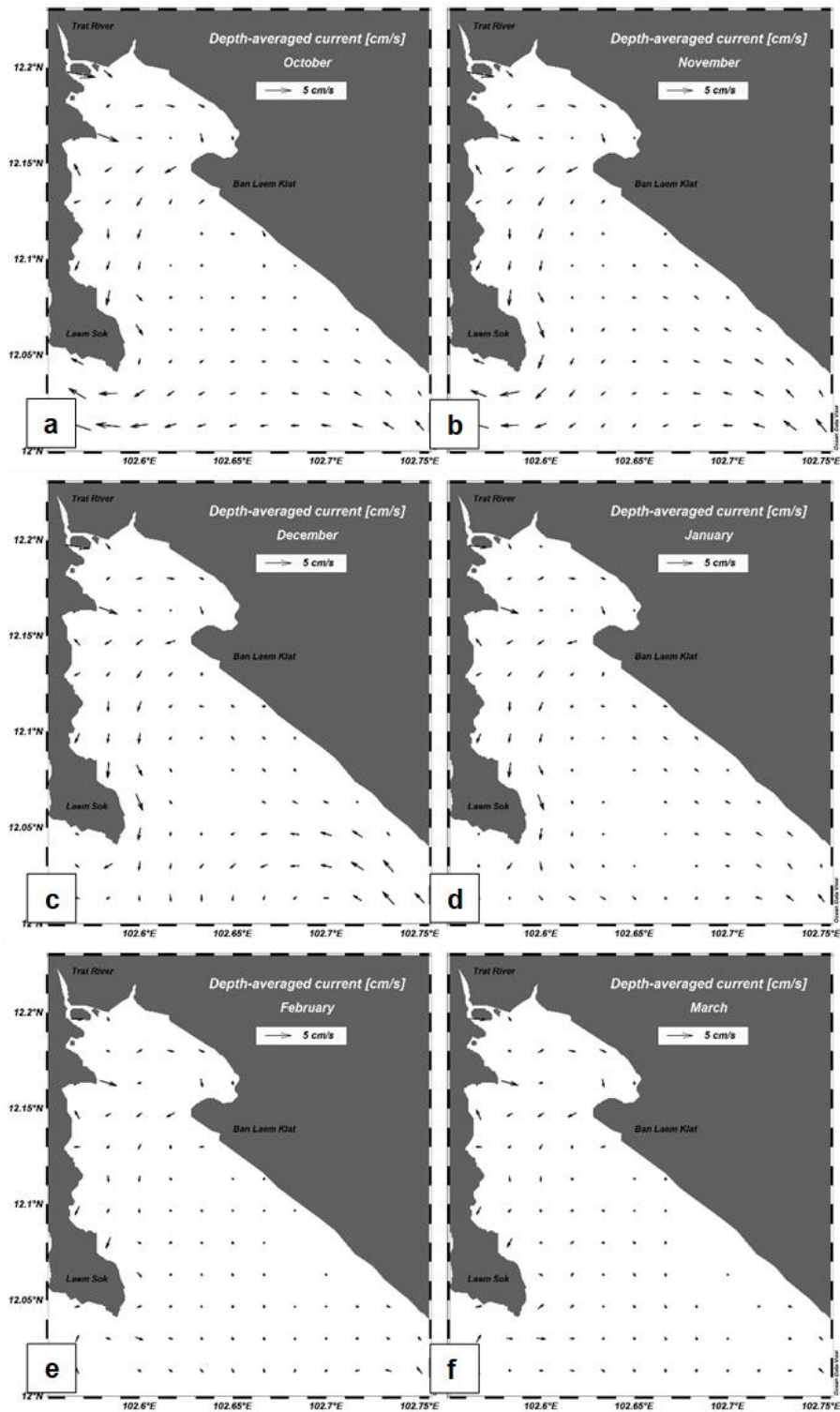
ภาพที่ 4-44 ลมเฉลี่ยเชิงพื้นที่บริเวณอ่าวตราดราย 3 ชั่วโมง จากข้อมูลของ ECMWF ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 ลูกศรแสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของลม



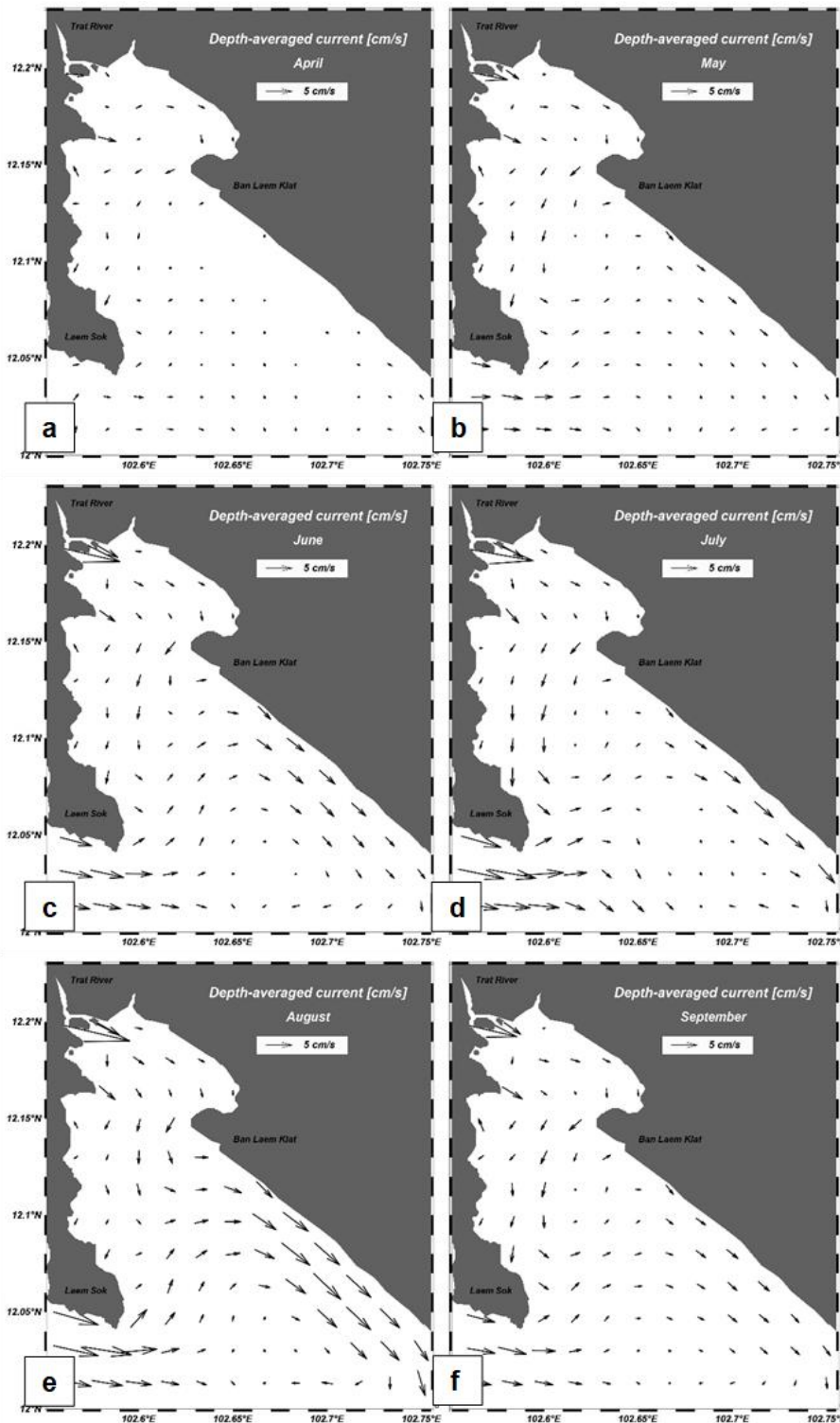
## 1) การไหลเวียนกระแสน้ำจากแบบจำลอง

### กระแสน้ำเฉลี่ยรายเดือนบริเวณอ่าวตราด

การไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณอ่าวตราดจะแสดงในลักษณะของกระแสน้ำเฉลี่ยตามความลึกรายเดือน (Monthly depth-averaged current) เนื่องจากพื้นที่อ่าวตราดมีขนาดเล็กและตื้น โดยกระแสน้ำเฉลี่ยตามความลึกรายเดือนตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 แสดงดังภาพที่ 4-45 และ ภาพที่ 4-46 กระแสน้ำบริเวณอ่าวตราดมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลอย่างชัดเจน ในเดือนตุลาคมที่เป็นช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ไปเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ช่วงเปลี่ยนฤดูครั้งที่ 2) กระแสน้ำบริเวณด้านในของอ่าวมีการไหลเวียนแบบตามเข็มนาฬิกา (Clockwise circulation) ตอนกลางของอ่าวกระแสน้ำมีลักษณะเบาทางด้านตะวันออกและด้านตะวันตกกระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งลงมาทางทิศใต้ ส่วนบริเวณปากอ่าวตราดกระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งด้านตะวันออกเข้ามาบริเวณปากอ่าวและไหลไปทางทิศตะวันตกเรียบชายฝั่งแหลมศอก อัตราเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในฤดูกาลนี้มีค่าประมาณ 1.56 เซนติเมตรต่อวินาที (ภาพที่ 4-45a) ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลในลักษณะเดียวกันกับเดือนตุลาคม นั่นคือบริเวณด้านในของอ่าวกระแสน้ำไหลเป็นวงแบบตามเข็มนาฬิกา บริเวณตอนกลางของอ่าวกระแสน้ำมีลักษณะเบาทางด้านตะวันออกและด้านตะวันตก กระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งไปทางทิศใต้ ส่วนบริเวณปากอ่าวตราดกระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งด้านตะวันออกเข้ามาบริเวณปากอ่าวและไหลไปทางทิศตะวันตกเกิดเป็นลักษณะของกระแสน้ำแบบทวนเข็มนาฬิกา (Counter-clockwise circulation) ในช่วงปลายฤดูกาล อัตราเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าประมาณ 1.21 เซนติเมตรต่อวินาที (ภาพที่ 4-45b, c, d) ในช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไปเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หรือช่วงเปลี่ยนฤดูครั้งที่ 1 ของประเทศไทยกระแสน้ำมีลักษณะเบาที่สุดในรอบปีและรูปแบบของการไหลเวียนกระแสน้ำไม่แน่นอน โดยบริเวณด้านในของอ่าวกระแสน้ำไหลเป็นวงตามเข็มนาฬิกา เช่นเดียวกับช่วงเปลี่ยนฤดูครั้งที่ 2 และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนตอนกลางและบริเวณปากอ่าวตราดรูปแบบของการไหลเวียนกระแสน้ำไม่แน่นอน ยกเว้นในช่วงปลายฤดูกาลที่กระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งแหลมศอกเข้ามาปากอ่าวและไหลไปทางทิศตะวันออกและบริเวณกลางอ่าวกระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งทั้งสองด้านลงมาทางทิศใต้เกิดเป็นลักษณะของกระแสน้ำแบบตามเข็มนาฬิกาบริเวณปากอ่าว อัตราเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในช่วงฤดูกาลนี้มีค่าประมาณ 0.95 เซนติเมตรต่อวินาที (ภาพที่ 4-45e, f และภาพที่ 4-46a, b) และในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำในฤดูกาลนี้มีอัตราเร็วสูงสุดในรอบปีสอดคล้องกับอัตราเร็วลม บริเวณด้านในของอ่าวกระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นหลัก และตอนกลางของอ่าวกระแสน้ำไหลลงมาทางทิศใต้ ส่วนบริเวณปากอ่าวกระแสน้ำไหลมาจากทิศตะวันตกเรียบชายฝั่งแหลมศอกเข้าสู่อ่าวตราด จากนั้นไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เรียบชายฝั่งด้านตะวันออกออกจากอ่าวตราด เกิดเป็นการไหลเวียนกระแสน้ำแบบตามเข็มนาฬิกาบริเวณปากอ่าว อัตราเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในช่วงฤดูกาลนี้มีค่าประมาณ 2.59 เซนติเมตรต่อวินาที (ภาพที่ 4-46c – f)



ภาพที่ 4-45 กระแสน้ำเฉลี่ยตามความลึกรายเดือนในบริเวณอ่าวตราด ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 ลูกศรและสีแสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของกระแสน้ำ ตามลำดับ



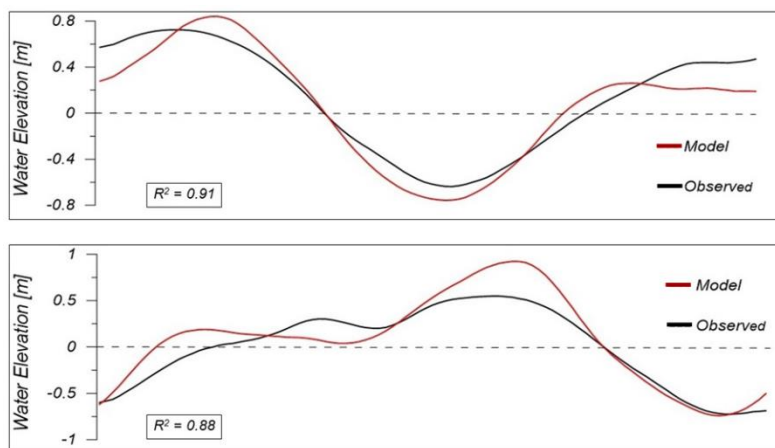
ภาพที่ 4-46 กระแสน้ำเฉลี่ยตามความลึกรายเดือนในบริเวณอ่าวตราด ตั้งแต่เดือนเมษายน ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 ลูกศรและสีแสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของกระแสน้ำ ตามลำดับ

### การทวนสอบแบบจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำ

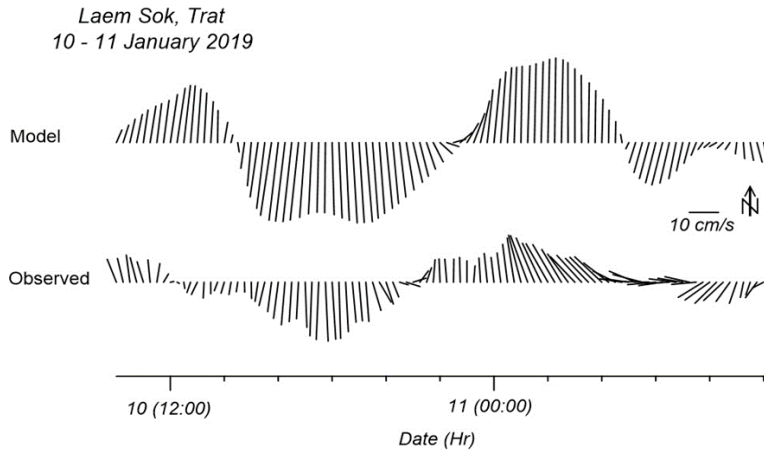
ผลจากการจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำในการศึกษาครั้งนี้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าระดับน้ำและกระแสน้ำในรอบ 25 ชั่วโมงที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่อ่าวตราด (พิกัดทางภูมิศาสตร์ที่ละติจูด  $12^{\circ} 2.948' N$  และลองจิจูด  $102^{\circ} 36.481' E$ ) ในช่วงเดือนมกราคมและเดือนเมษายน พ.ศ. 2562

ผลจากการเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากแบบจำลองกับค่าระดับน้ำจากการตรวจวัดจริง พบว่าเฟส (Phase) ของค่าระดับน้ำจากแบบจำลองมีความสอดคล้องกับเฟสของค่าระดับน้ำจากการตรวจวัด แต่แอมพลิจูด (Amplitude) ของค่าระดับน้ำจากแบบจำลองส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าค่าระดับน้ำจากการตรวจวัด (ภาพที่ 4-47) และจากค่า  $R^2$  พบว่าแบบจำลองสามารถจำลองการขึ้นลงของระดับน้ำได้ใกล้เคียงกับระดับน้ำจริงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นแบบจำลองการไหลเวียนกระแสน้ำในครั้งนี้อาจนำไปใช้อธิบายการไหลเวียนกระแสน้ำได้

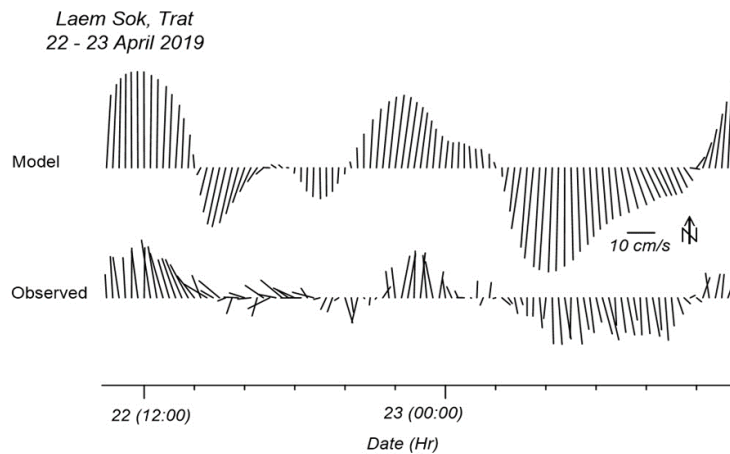
การเปรียบเทียบกระแสน้ำจากแบบจำลองกับกระแสน้ำจากการตรวจวัดจะถูกแสดงในรูปของเวกเตอร์ หรือ Stick diagram ดังภาพที่ 4-48 และภาพที่ 4-49 ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าเฟสของกระแสน้ำจากแบบจำลองมีลักษณะใกล้เคียงกับเฟสของกระแสน้ำจากการตรวจวัดทั้ง 2 ช่วงเวลา แต่พบว่าอัตราเร็วของกระแสน้ำจากแบบจำลองมีค่ามากกว่าอัตราเร็วกระแสน้ำจากการตรวจวัด และพบว่าทิศทางของกระแสน้ำจากแบบจำลองมีความสอดคล้องกับทิศทางของกระแสน้ำจากการตรวจวัดในช่วงน้ำขึ้นและน้ำลง แต่มีความแตกต่างเล็กน้อยในช่วงเปลี่ยนเฟสของกระแสน้ำ



ภาพที่ 4-47 การเปรียบเทียบค่าระดับน้ำจากแบบจำลอง (สีแดง) และค่าระดับน้ำจากการตรวจวัด (สีดำ) ในเดือนมกราคม (บน) และเดือนเมษายน (ล่าง) ตามลำดับ



ภาพที่ 4-48 เวกเตอร์การเปรียบเทียบกระแสจากแบบจำลอง (Model) และกระแสจากการตรวจวัด (Observed) ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 (เวกเตอร์แสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของกระแสในหน่วยเซนติเมตรต่อวินาที)



ภาพที่4-43 เวกเตอร์การเปรียบเทียบกระแสจากแบบจำลอง (Model) และกระแสจากการตรวจวัด (Observed) ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 (เวกเตอร์แสดงถึงทิศทางและอัตราเร็วของกระแสในหน่วยเซนติเมตรต่อวินาที)





## 2) การเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลาย

### การแพร่กระจายของตัวอ่อนหอยลายในอ่าวตราด

การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในอ่าวตราด ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จะนำเสนอในรูปแบบการเคลื่อนตัวของอนุภาคสุทธินิววันที่ 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ของแต่ละเดือน ดังภาพที่ 4-50 – 4-61 โดยสีของอนุภาคสมมติแสดงถึงระดับความลึกที่อนุภาคเคลื่อนตัวไปในมวลน้ำ จากบริเวณผิวน้ำทะเล (สีน้ำเงิน) ไปจนถึงบริเวณใกล้พื้นทะเล (สีแดง) ตามลำดับ

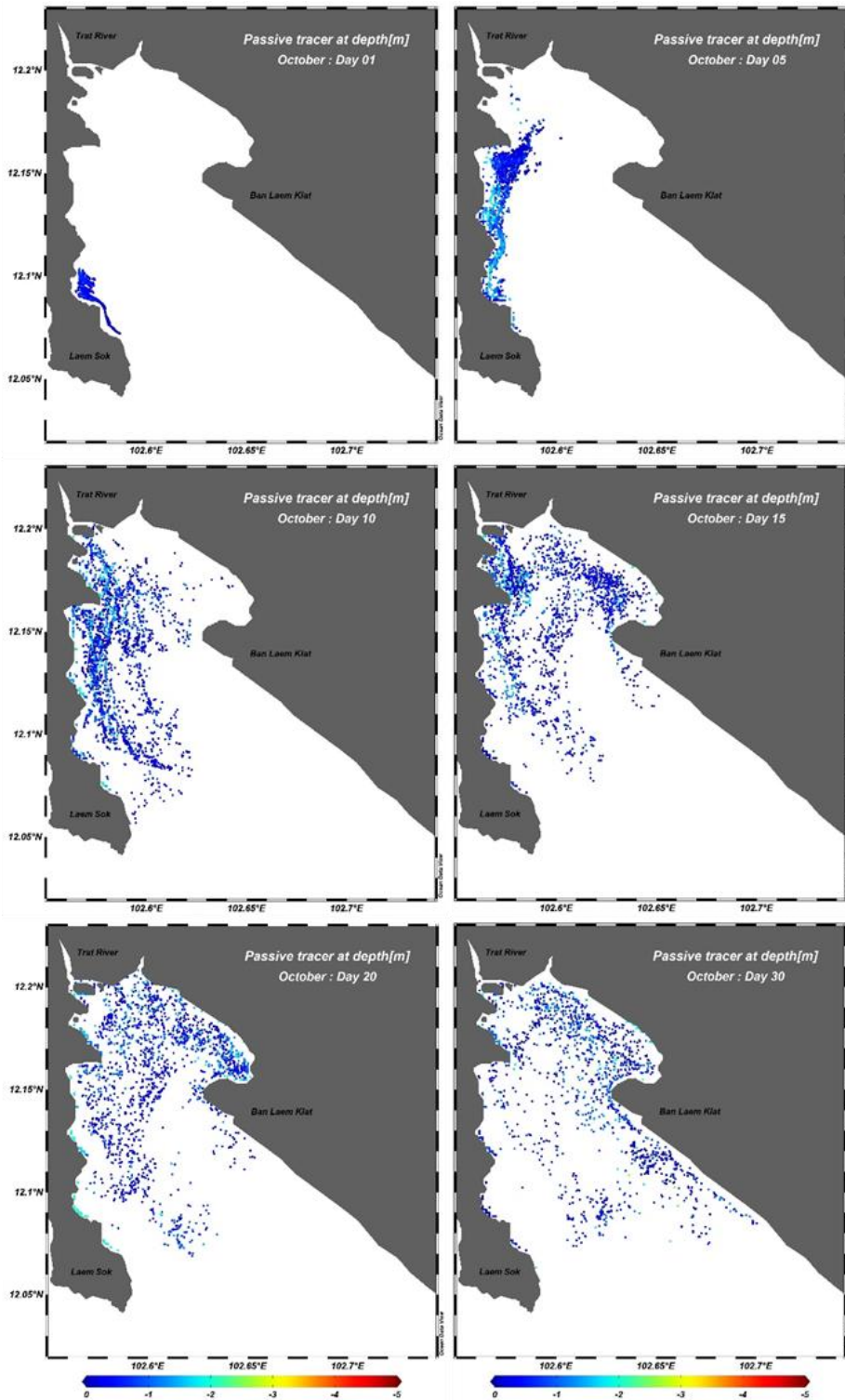
ในช่วงเปลี่ยนฤดูกาลครั้งที่ 2 หรือเดือนตุลาคมพบตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวเป็นกลุ่มตามแนวชายฝั่งด้านตะวันตกของอ่าวใกล้กับจุดปล่อยไปทางใต้เล็กน้อยในช่วงวันที่ 1 จากนั้นมีการกระจายตัวออกและเคลื่อนตัวขึ้นไปทางเหนือตามแนวชายฝั่งด้านตะวันตกเมื่อผ่านไป 5 วัน แต่เมื่อถึงช่วงวันที่ 10 ตัวอ่อนหอยลายมีการแพร่กระจายเพิ่มขึ้นในบริเวณตอนกลางของอ่าวใกล้กับชายฝั่งด้านตะวันตก หลังผ่านไป 15 วันจนถึงสิ้นสุดการคำนวณ ตัวอ่อนหอยลายมีการแพร่กระจายทั่วทั้งอ่าวในระดับความลึกใกล้ผิวน้ำทะเลไปจนถึงความลึกใกล้พื้นทะเล (ภาพที่ 4-50)

ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ นั่นคือเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคมตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวเป็นกลุ่มเรียบแนวชายฝั่งด้านตะวันตกของอ่าวในช่วง 5 วันแรก แต่เมื่อผ่านไป 10 – 15 วัน ตัวอ่อนหอยลายมีการกระจายตัวออกและเคลื่อนตัวในแนวตั้งลงสู่ที่ลึก แต่ยังพบกระจายตัวอยู่ใกล้กับชายฝั่งด้านตะวันตกหลังจาก 20 วันเป็นต้นไปตัวอ่อนหอยลายแพร่กระจายทั่วทั้งอ่าวในระดับความลึกใกล้พื้นทะเล และมีการสะสมในบริเวณตอนในของอ่าวมากกว่าบริเวณอื่น ๆ (ภาพที่ 4-51 และ ภาพที่ 4-52) ส่วนในเดือนมกราคมตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวเป็นกลุ่มเรียบแนวชายฝั่งด้านตะวันตกเช่นเดียวกับเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมในช่วงแรกของการคำนวณ แต่เมื่อผ่านไป 5 วัน ตัวอ่อนหอยลายส่วนใหญ่เคลื่อนตัวออกจากอ่าวบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตก แต่มีบางส่วนเกาะติดกับแนวชายฝั่งและมีการเคลื่อนตัวในแนวตั้งลงสู่พื้นทะเล (ภาพที่ 4-53)

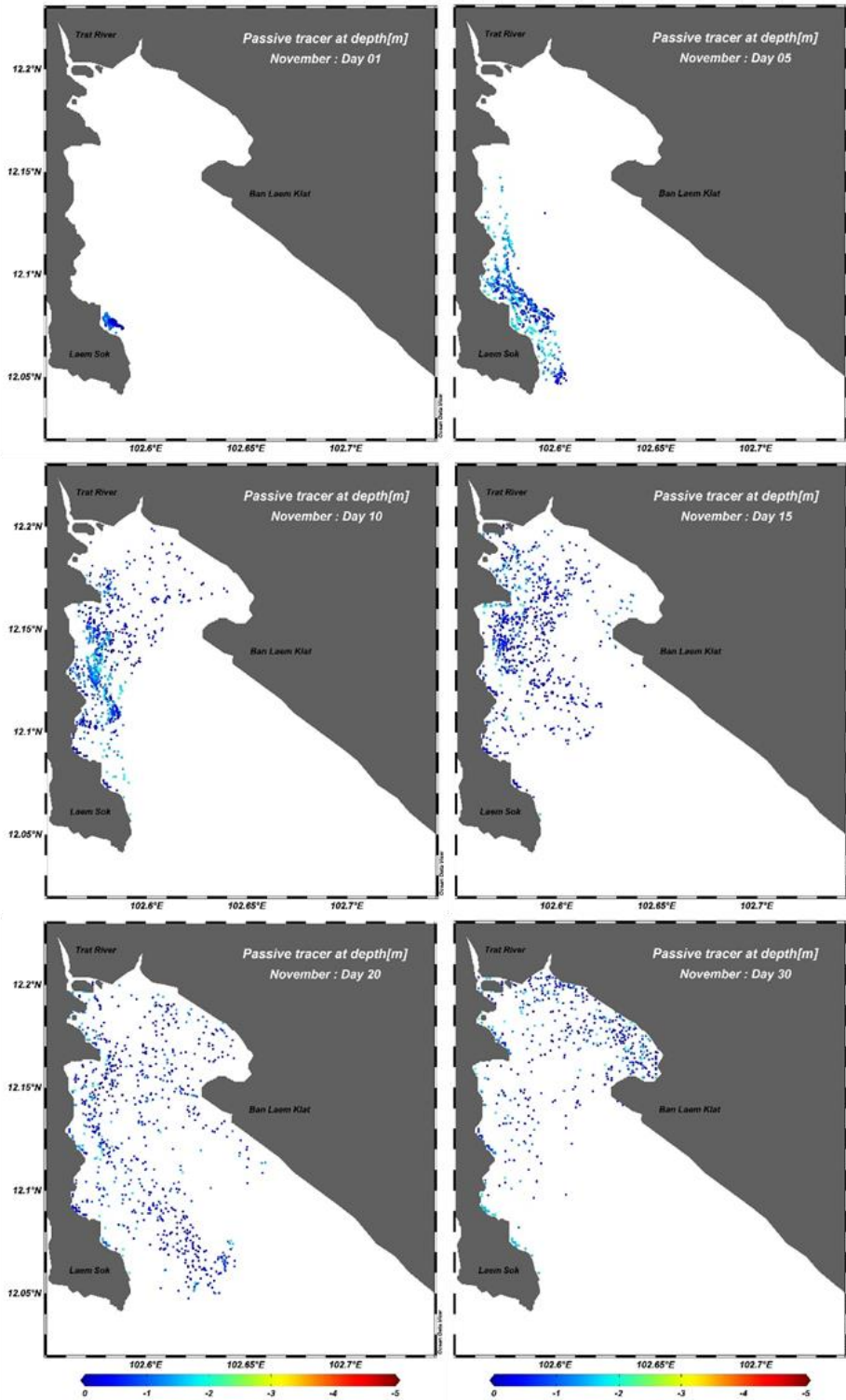
ในช่วงเปลี่ยนฤดูกาลครั้งที่ 1 ตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวเป็นกลุ่มใกล้กับจุดปล่อยในช่วงแรกของการคำนวณในทุกเดือน และเมื่อผ่านไป 5 วัน ตัวอ่อนหอยลายมีการกระจายตัวออกในบริเวณกลางอ่าวเล็กน้อยในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม ส่วนในเดือนเมษายนและพฤษภาคมตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวเรียบชายฝั่งด้านตะวันตกไปทางทิศใต้เล็กน้อย เมื่อเข้าสู่ช่วงวันที่ 10 ตัวอ่อนหอยลายเคลื่อนตัวไปทางตะวันออกในบริเวณกลางอ่าว เมื่อเข้าสู่ช่วงวันที่ 15 ตัวอ่อนหอยลายมีการกระจายตัวบริเวณกลางอ่าวและใกล้กับชายฝั่งด้านตะวันตก เมื่อผ่านไป 20 วันตัวอ่อนหอยลายมีการแพร่กระจายและเคลื่อนตัวในแนวตั้งลงสู่ระดับความลึกใกล้พื้นทะเล และหลังผ่านไป 30 วันตัวอ่อนหอยลายมีการแพร่กระจายทั่วทั้งอ่าวตั้งแต่ตอนในของอ่าวไปจนถึงบริเวณใกล้กับปากอ่าวในระดับความลึกใกล้พื้นทะเล (ภาพที่ 4-54 – ภาพที่ 4-55)



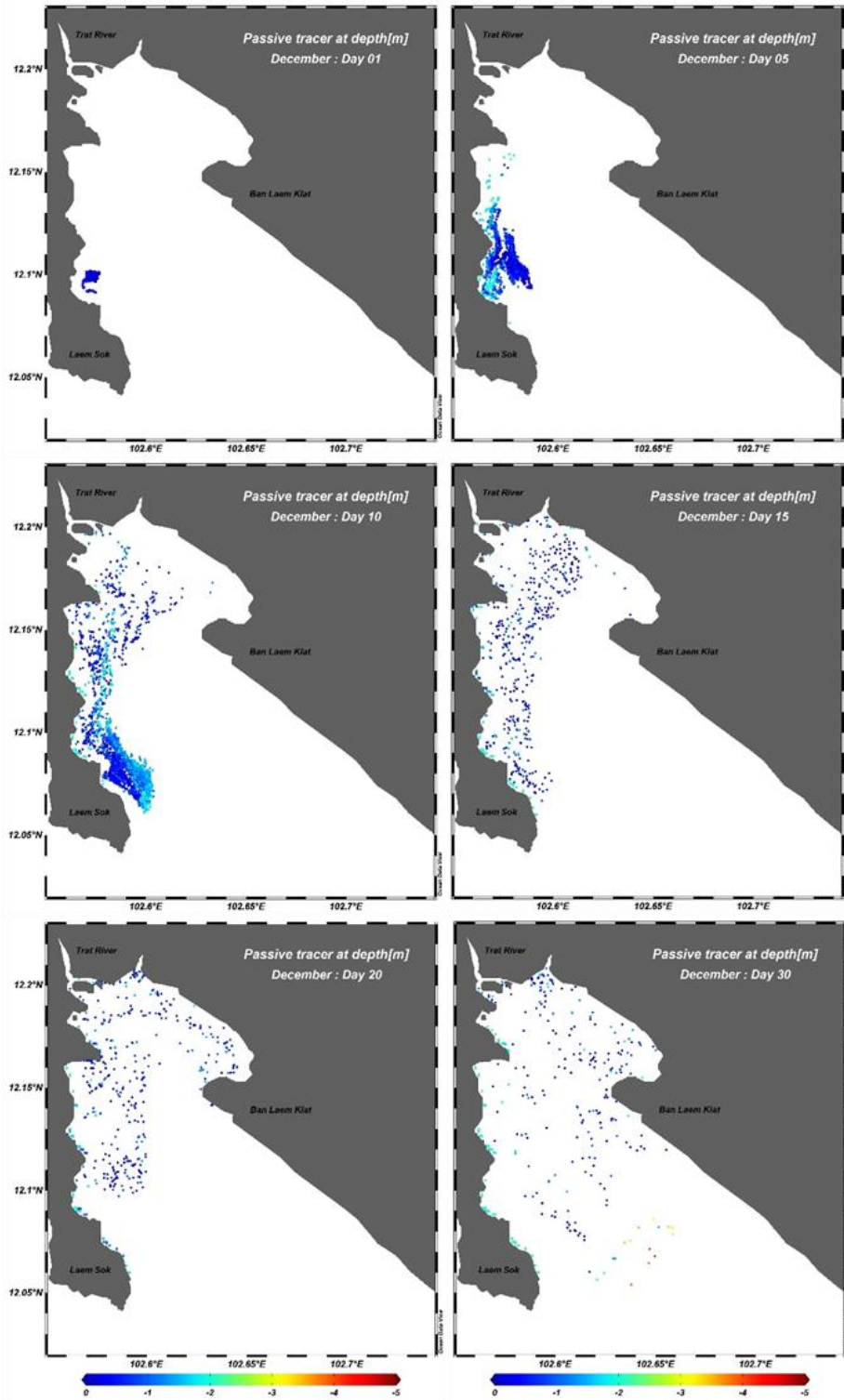
ในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวเป็นกลุ่มเรียงแนวชายฝั่งด้านตะวันตกในช่วงแรกของการคำนวณ แต่เมื่อผ่านไป 5 วัน ตัวอ่อนหอยลายมีการแพร่กระจายในบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกในเดือนมิถุนายนและกันยายน ส่วนเดือนกรกฎาคมมีการแพร่กระจายออกไปบริเวณกลางอ่าวเล็กน้อย และเดือนสิงหาคมมีการแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่ชายฝั่งด้านตะวันตกไปจนถึงด้านตะวันออก หลังผ่านไป 10 วัน ตัวอ่อนหอยลายแพร่กระจายมากขึ้นและเคลื่อนตัวไปทางทิศตะวันออก ยกเว้นในเดือนกรกฎาคมตัวอ่อนหอยลายเคลื่อนตัวออกจากอ่าวบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตก เมื่อเข้าสู่วันที่ 15 ตัวอ่อนหอยลายเคลื่อนตัวเข้าใกล้ชายฝั่งด้านตะวันออกมากขึ้นและบางส่วนเคลื่อนตัวออกจากอ่าว หลังจากวันที่ 20 จนถึงสิ้นสุดการคำนวณ ตัวอ่อนหอยลายแพร่กระจายทั่วทั้งอ่าว (ภาพที่ 4-56 – ภาพที่ 4-57) ตัวอ่อนหอยลายในฤดูกาลนี้มีการแพร่กระจายตลอดทั้งความลึกตั้งแต่ผิวทะเลไปจนถึงระดับความลึกใกล้พื้นทะเล



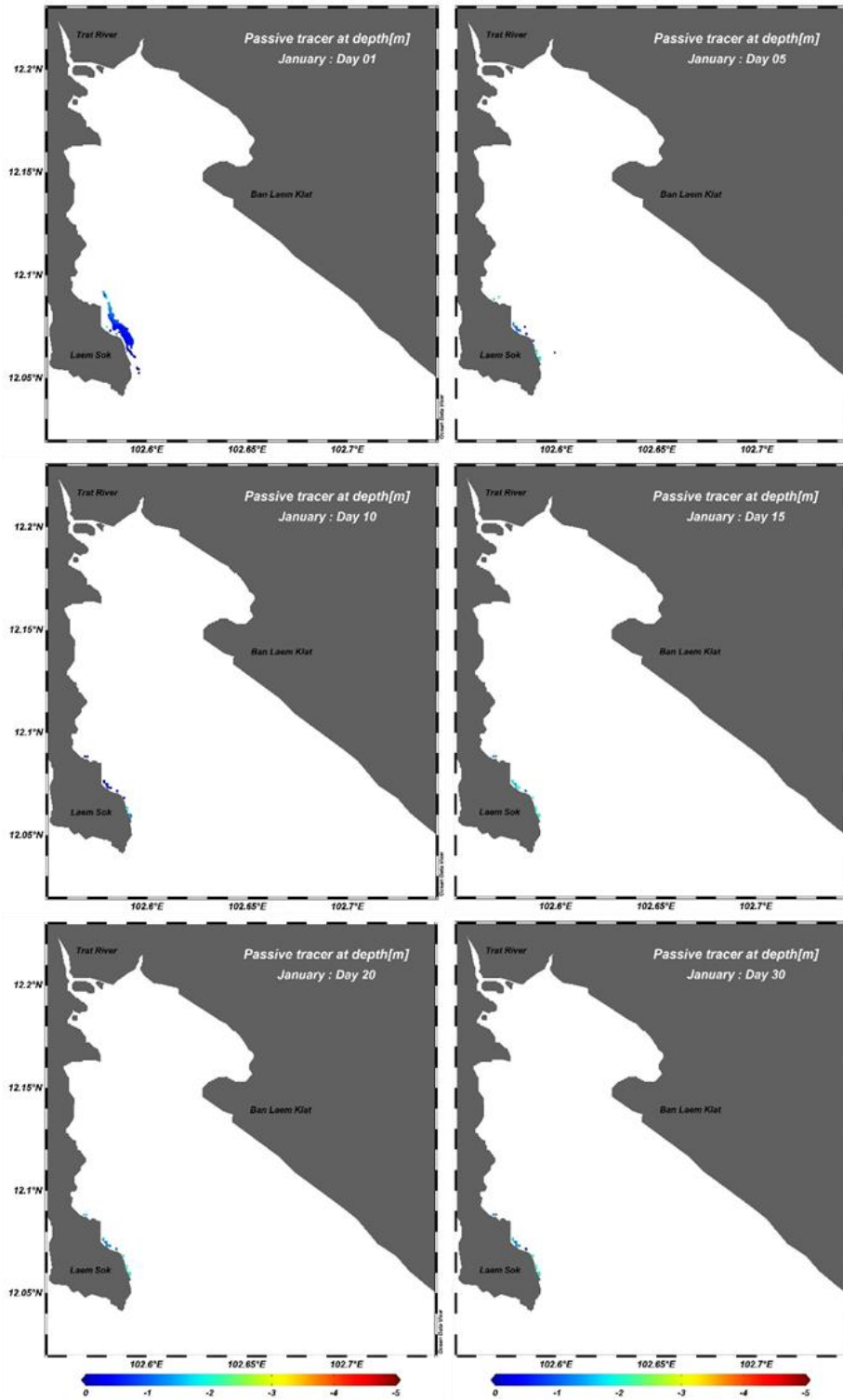
ภาพที่ 4-60 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ



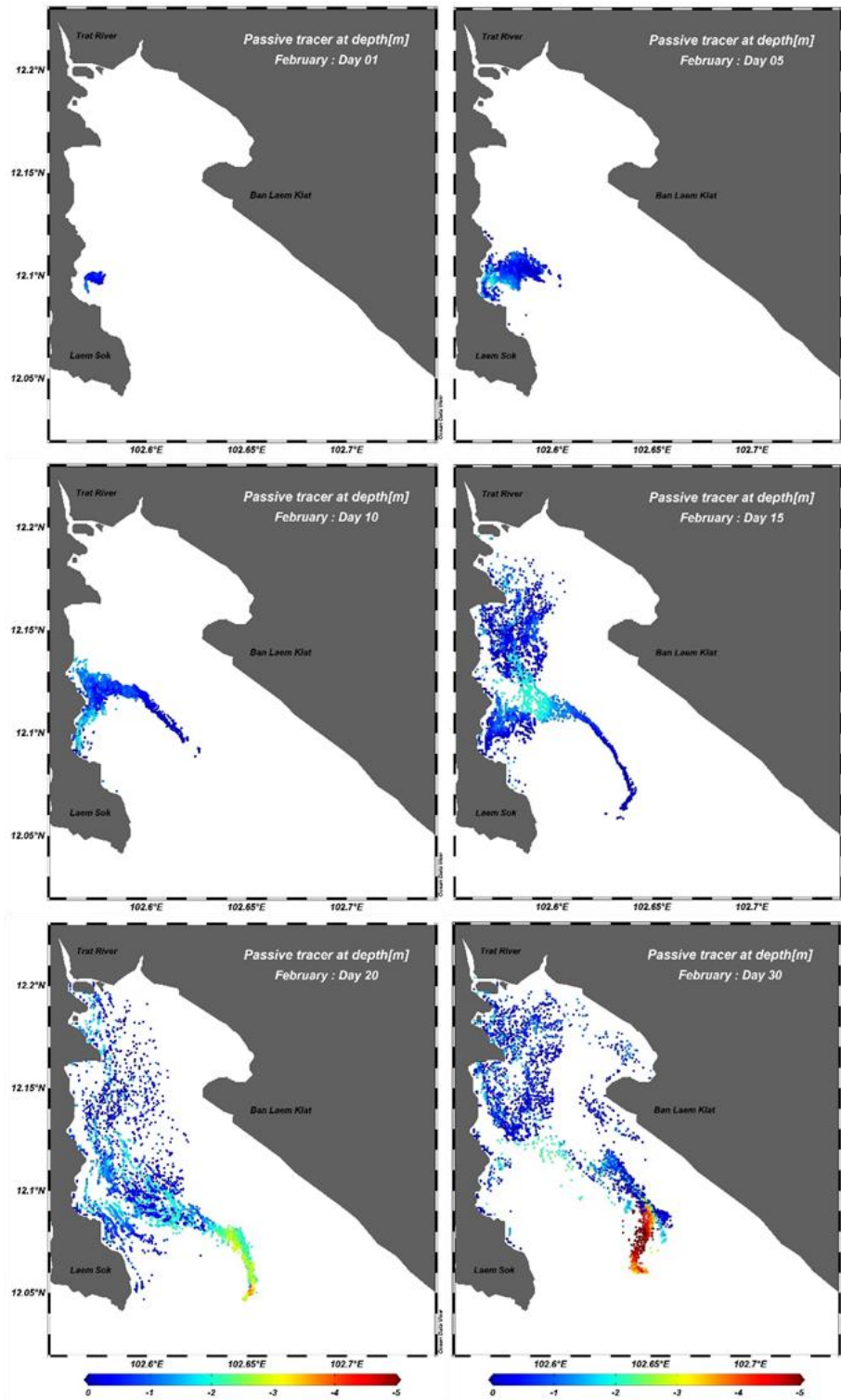
ภาพที่ 4-51 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2561 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ



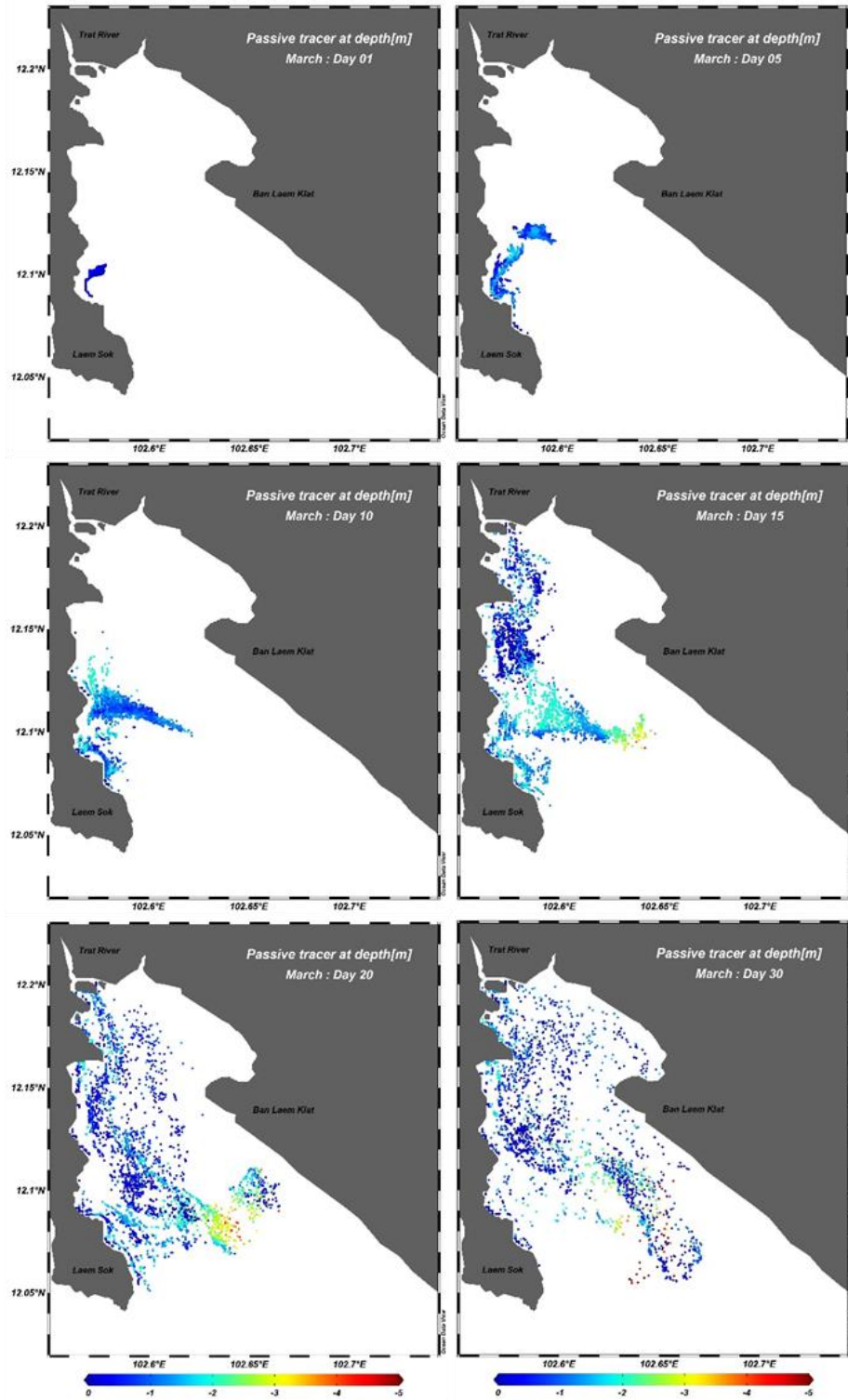
ภาพที่ 4-52 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-53 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ

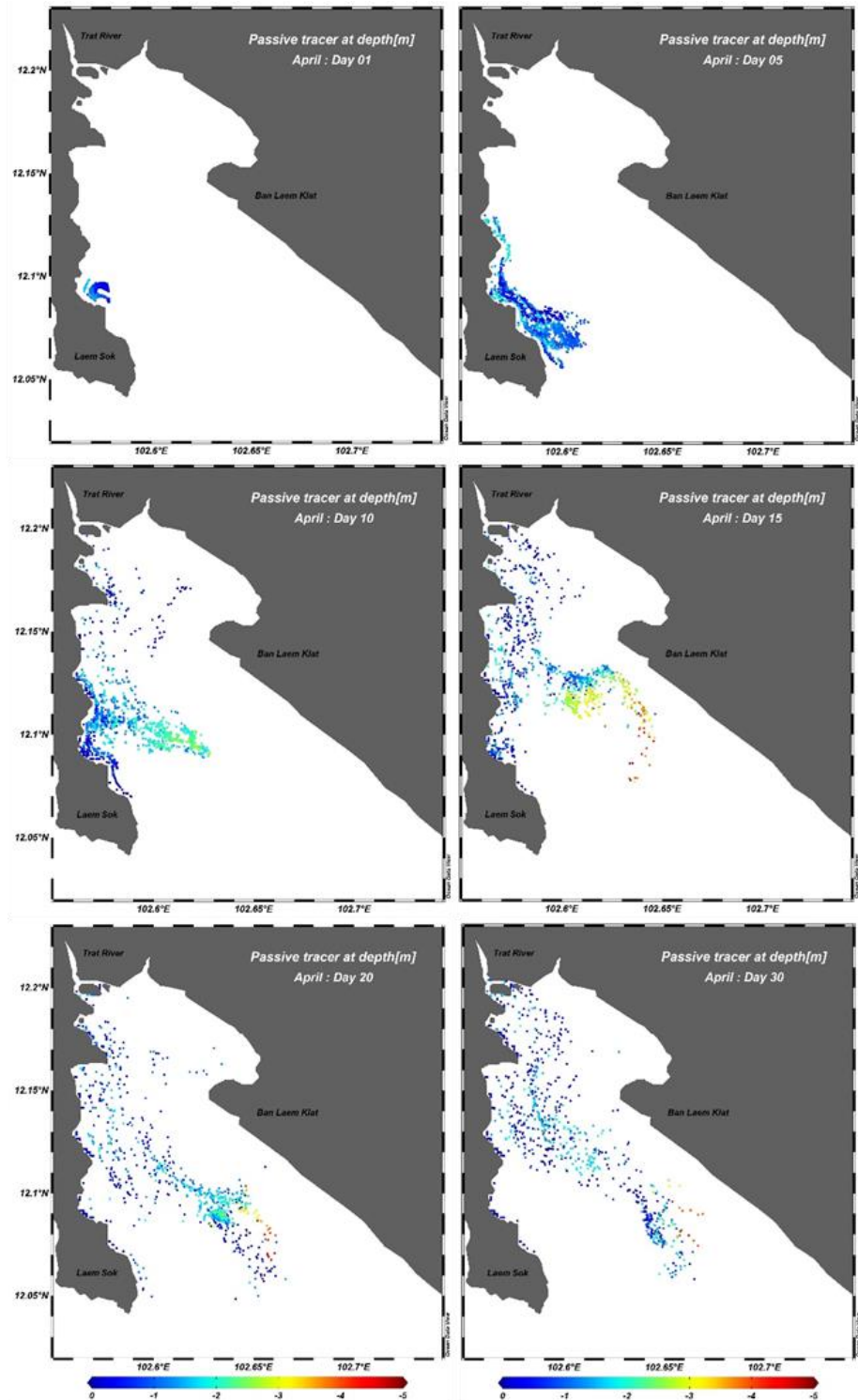


ภาพที่ 4-54 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ

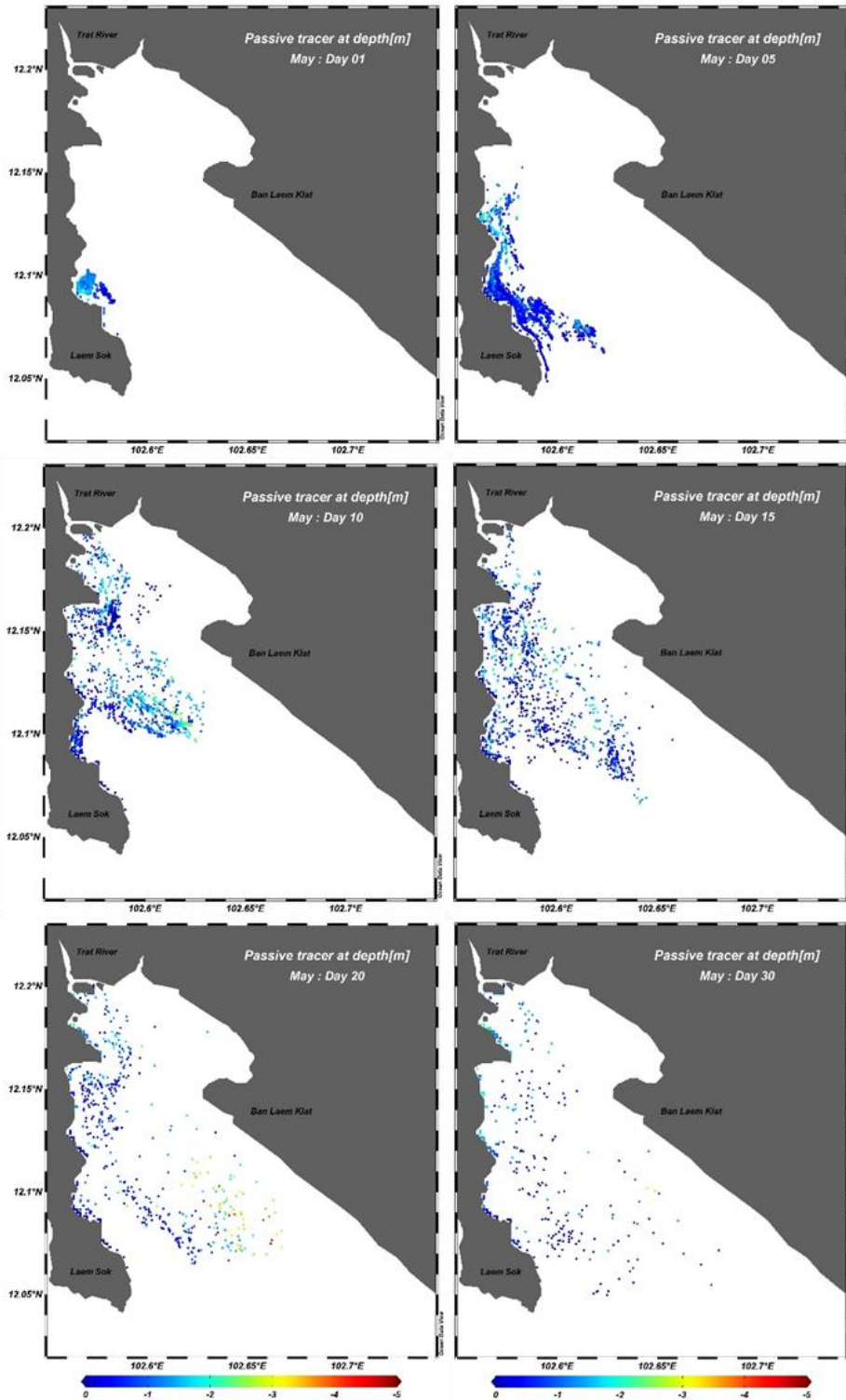


ภาพที่ 4-55 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ

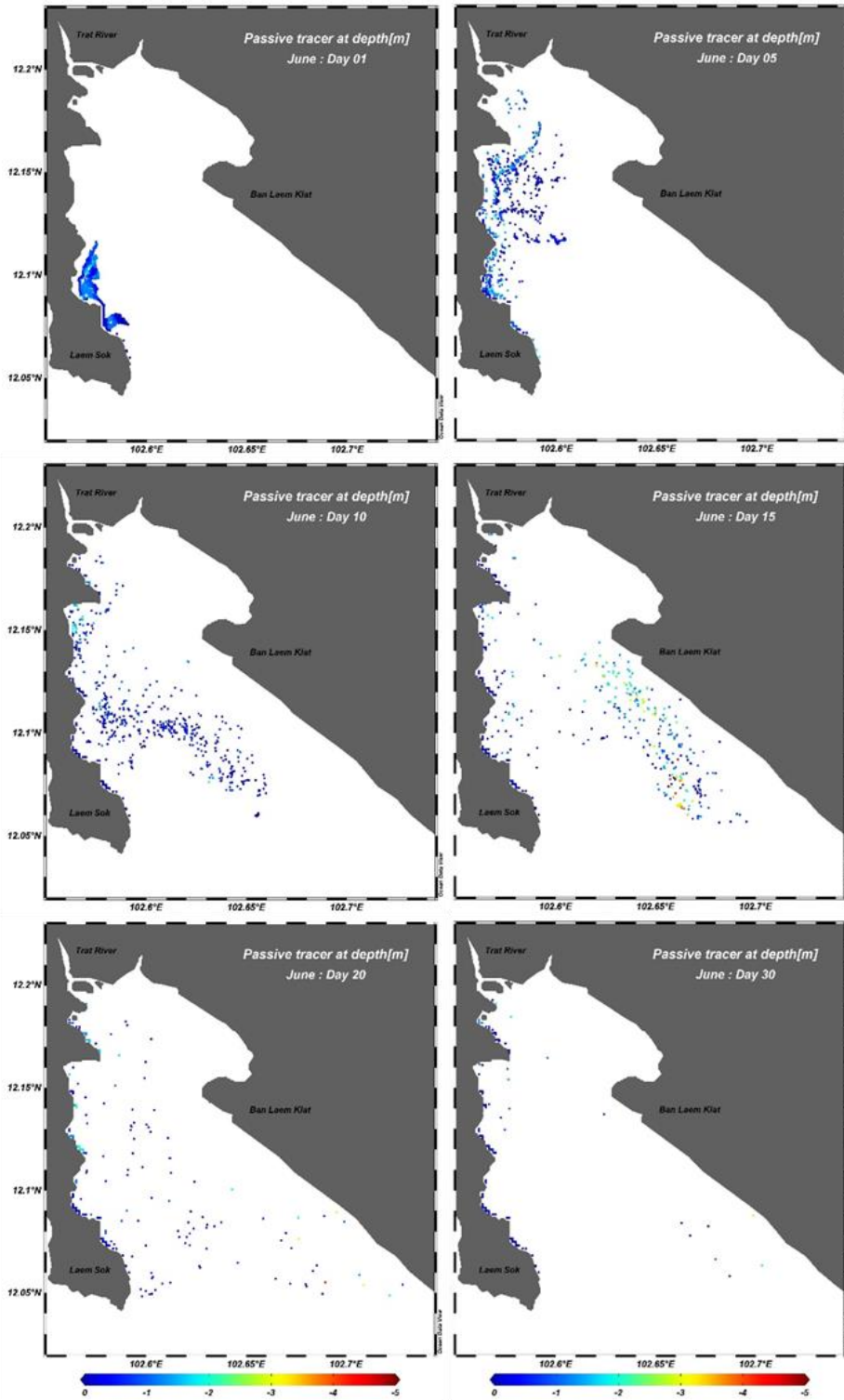




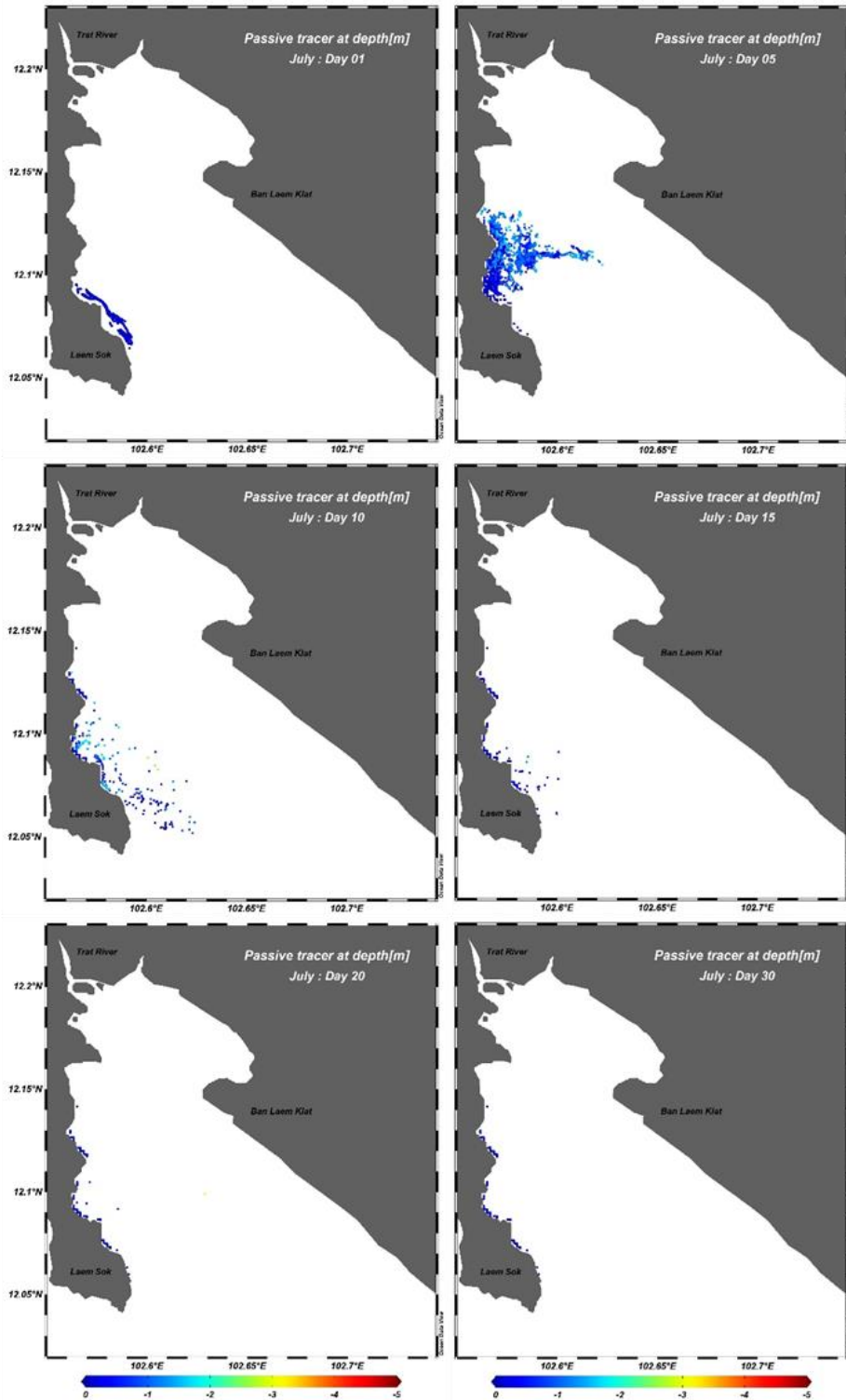
ภาพที่ 4-56 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนเมษายน พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ



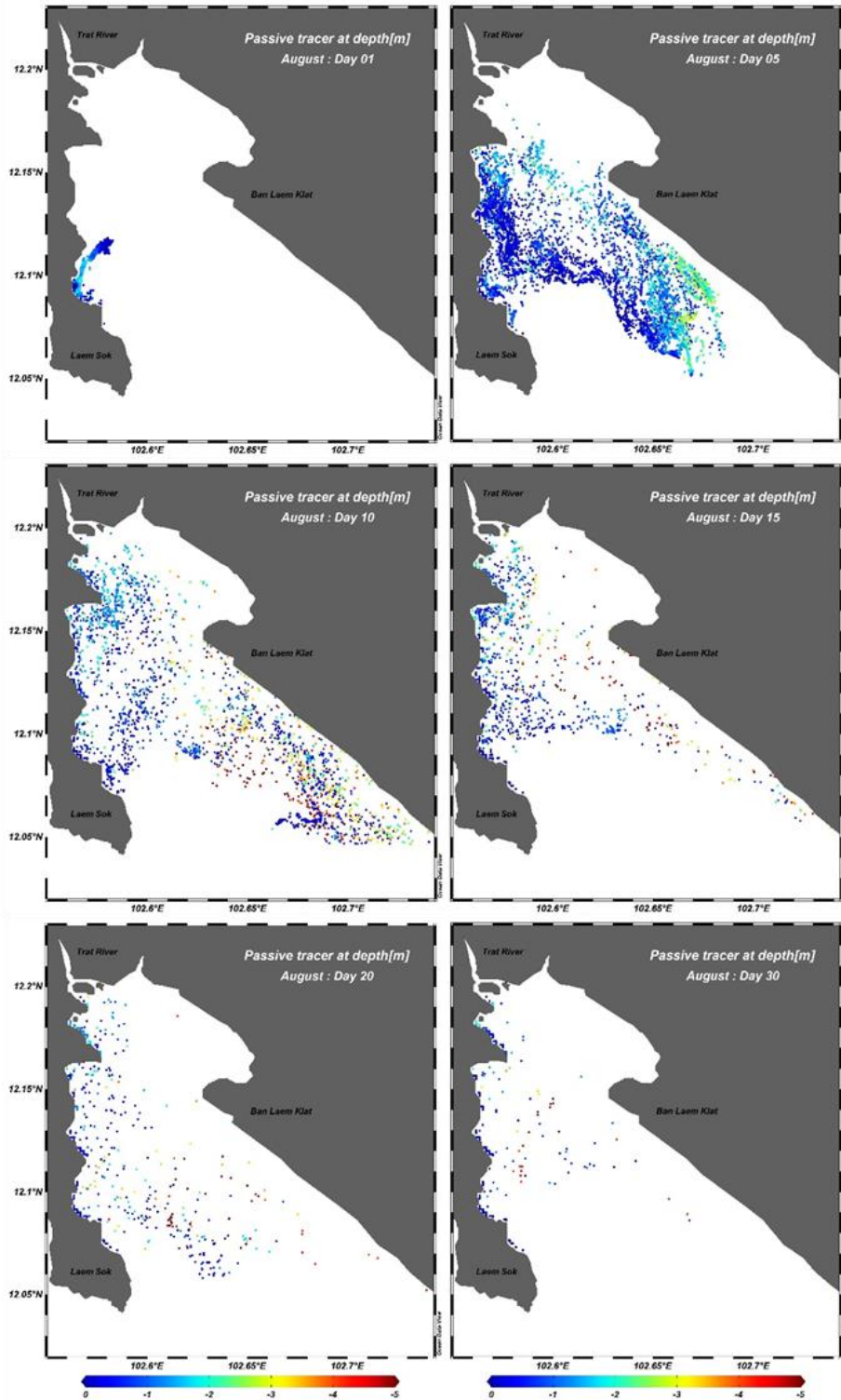
ภาพที่ 4-57 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ



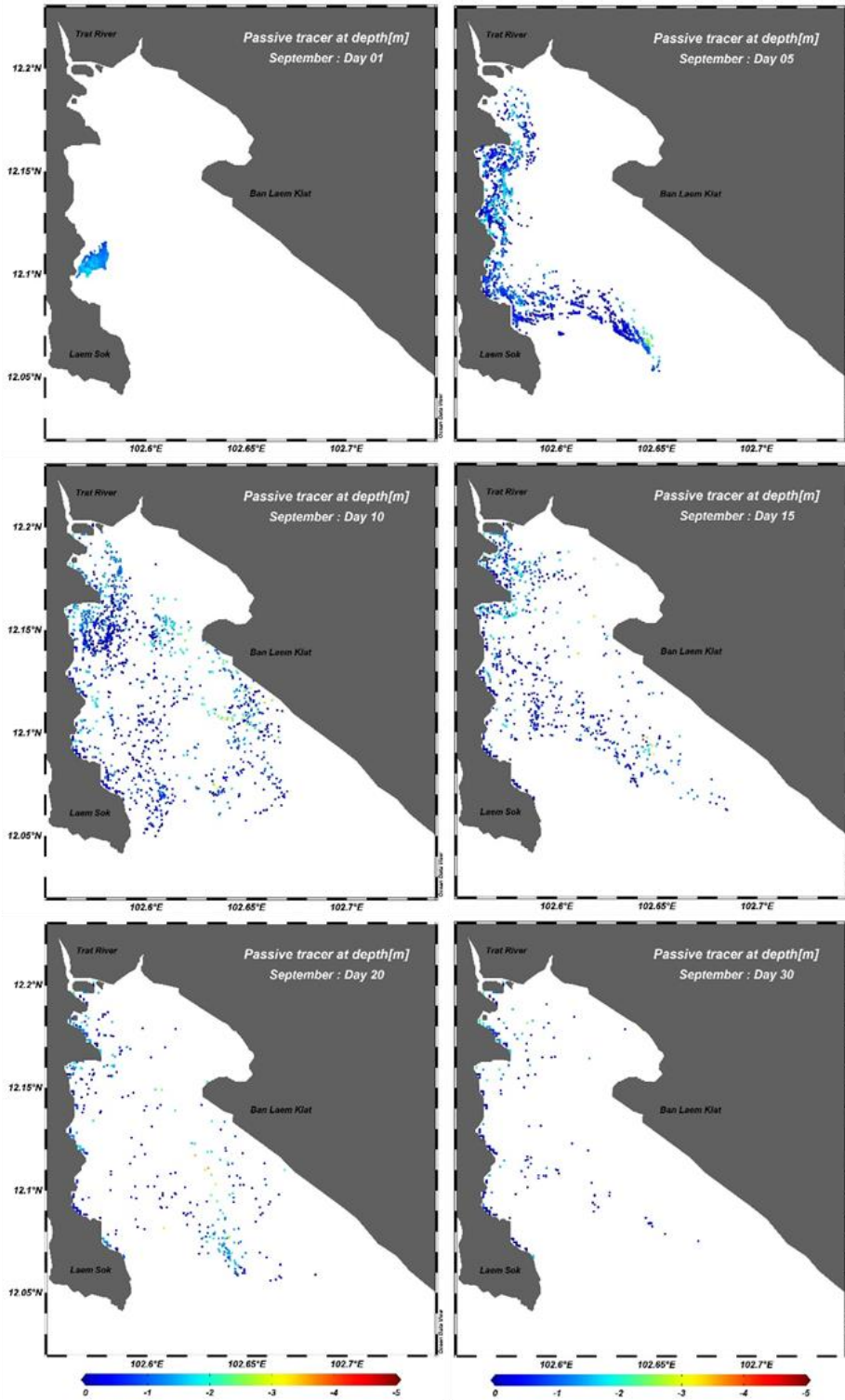
ภาพที่ 4-58 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-59 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ



ภาพที่ 4-60 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ

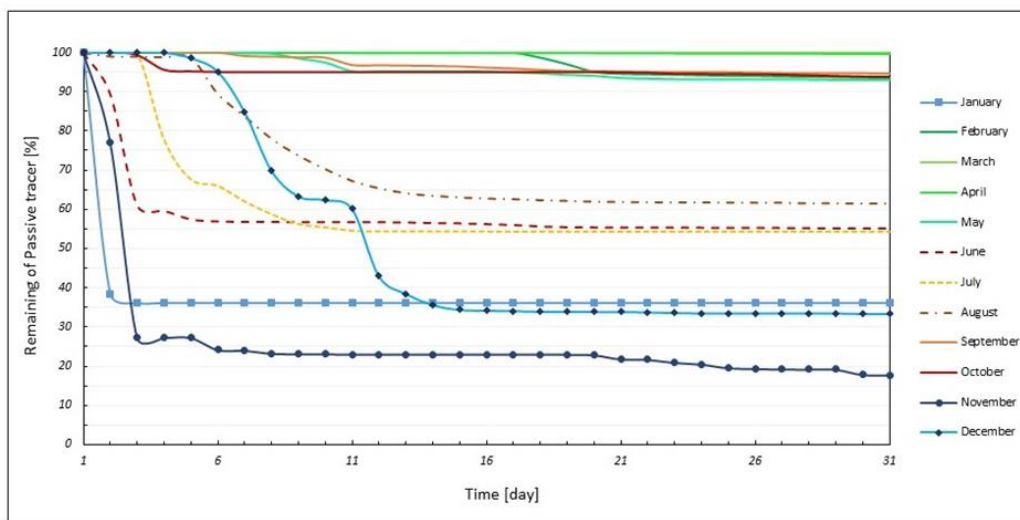


ภาพที่ 4-61 การจำลองการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 หลังการเคลื่อนตัวออกจากจุดปล่อย (อ่าวใหญ่) เป็นเวลา 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 ตามลำดับ



### ปริมาณการคงเหลือของตัวอ่อนหอยลายในอ่าวตราด

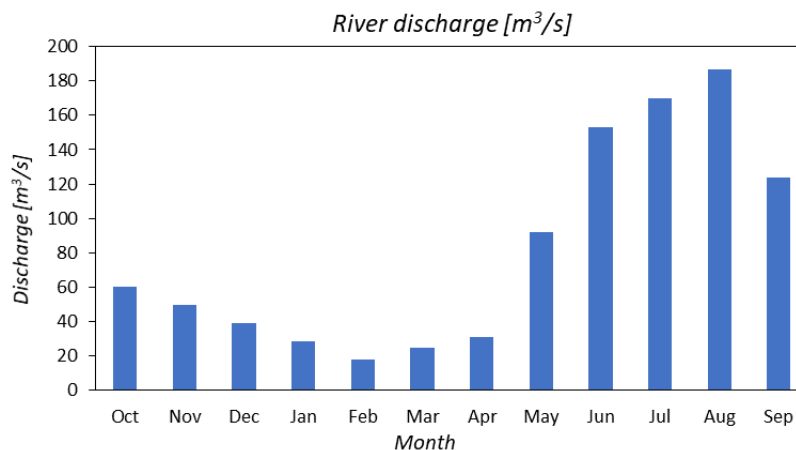
จากการใช้แบบจำลองการเคลื่อนตัวของอนุภาคสมมติที่ปล่อยลอยในน้ำทะเลศึกษาการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในมวลน้ำในบริเวณอ่าวตราด ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 สามารถคำนวณการคงเหลือของตัวอ่อนหอยลายในอ่าวตราดในแต่ละเดือนได้ตามสมการที่ 1.2 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การคงเหลือ (Remaining of Passive tracer) ของตัวอ่อนหอยลายมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนตามฤดูกาล (ภาพที่ 4-56) ในช่วงเปลี่ยนฤดูกาลทั้ง 2 ช่วงเวลาปริมาณตัวอ่อนหอยคงอยู่ในบริเวณอ่าวตราดประมาณ 95 – 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวออกจากอ่าวตราดตั้งแต่ช่วงแรกของการคำนวณ และปริมาณคงที่หลังผ่านไป 15 วัน โดยตัวอ่อนหอยลายที่คงเหลืออยู่ในอ่าวตราดประมาณ 55 – 60 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณตัวอ่อนหอยลายที่คงเหลืออยู่ในพื้นที่อ่าวตราดมีประมาณ 20 – 35 เปอร์เซ็นต์ โดยในเดือนมกราคมและพฤศจิกายนตัวอ่อนของหอยลายเคลื่อนตัวออกจากอ่าวตราดอย่างรวดเร็วในปริมาณสูง (65 – 75 เปอร์เซ็นต์) หลังผ่านไป 1 – 2 วัน ส่วนในเดือนธันวาคมตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวออกจากอ่าวหลังผ่านไป 5 วัน และลดลงเรื่อย ๆ จนผ่านไป 15 วัน ปริมาณตัวอ่อนจึงไม่มีการเคลื่อนตัวออกจากอ่าวตราด



ภาพที่ 4-62 เปอร์เซ็นต์การคงเหลือ (Remaining of Passive tracer) ของตัวอ่อนหอยลายตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562



จากภาพรวมการศึกษาการไหลเวียนกระแสน้ำในบริเวณอ่าวตราดถูกควบคุมด้วยปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ลม น้ำขึ้นน้ำลง น้ำจืดจากแม่น้ำ ลักษณะของชายฝั่งและพื้นที่ท้องทะเล เนื่องจากอ่าวตราดเป็นอ่าวที่มีขนาดเล็กและตื้น โดยบริเวณปากอ่าวที่เชื่อมต่อกับทะเลด้านนอกและมีความลึกมากกว่าบริเวณอื่น ๆ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมเป็นหลัก ส่งผลได้จากในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่อัตราเร็วลมค่อนข้างสูง ส่งผลให้รูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำชัดเจนและมีทิศทางแน่นอน นั่นคือกระแสน้ำไหลแบบทวนเข็มนาฬิกาและแบบตามเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ ตามลำดับ ส่วนในช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไปเป็นตะวันตกเฉียงใต้ (ช่วงเปลี่ยนฤดูครั้งที่ 1) ที่ลมมีลักษณะเบาและพัดมาจากทิศใต้เป็นหลัก ส่งผลให้กระแสน้ำมีลักษณะเบาและทิศทางของกระแสน้ำไม่แน่นอน และในช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ไปเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ช่วงเปลี่ยนฤดูครั้งที่ 2) รูปแบบการไหลเวียนกระแสน้ำมีลักษณะคล้ายคลึงกับการไหลเวียนกระแสน้ำในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแต่อัตราเร็วช้ากว่า เนื่องจากความผันผวนของลมในฤดูกาลนี้ ส่วนการไหลเวียนกระแสน้ำบริเวณตอนในของอ่าวตราดได้รับอิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำมากกว่าอิทธิพลจากลมมรสุม โดยกระแสน้ำไหลแบบตามเข็มนาฬิกาเกือบทั้งปี ยกเว้นช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่กระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำที่มีค่าสูงในฤดูกาลนี้ (ภาพที่ 4-57) ส่วนกระแสน้ำในบริเวณตอนกลางของอ่าวตราดไหลไปทางทิศใต้เป็นหลักตลอดทั้งปี โดยในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือทิศทางของกระแสน้ำสอดคล้องกับทิศทางของลม ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำที่ไหลลงสู่อ่าวตราดเด่นชัดกว่าอิทธิพลจากลมมรสุม ส่วนในช่วงเปลี่ยนฤดูครั้งที่ 1 ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงและลักษณะของชายฝั่งเป็นหลัก เนื่องจากลมที่มีลักษณะเบาและปริมาณน้ำจืดที่มีค่าต่ำ และในช่วงเปลี่ยนฤดูครั้งที่ 2 ถึงแม้้อตราเร็วลมมีลักษณะเบาเกือบตลอดทั้งเดือนแต่ปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่อ่าวตราดมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ 4-63 ปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำตราดที่ไหลลงสู่อ่าวตราด ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562

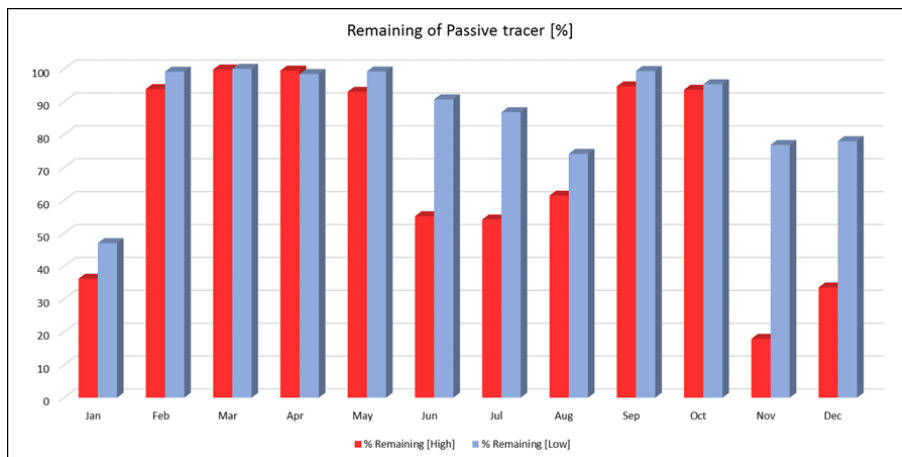




ในส่วนการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลาย จากการศึกษาด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ พบว่ามีรูปแบบที่แตกต่างกันในแต่ละเดือน เนื่องจากความผันผวนของลม ลักษณะของน้ำขึ้นน้ำลงและปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำที่มีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน อย่างไรก็ตามรูปแบบการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงตามฤดูมรสุม โดยในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตัวอ่อนหอยลายมีแนวโน้มเคลื่อนตัวไปบริเวณกลางอ่าวตราด ทั้ง 2 ช่วงฤดู ส่วนในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตัวอ่อนหอยลายมีแนวโน้มเคลื่อนตัวไปทางชายฝั่งด้านตะวันตกและชายฝั่งด้านตะวันออกของอ่าวตราด ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับทิศทางของลมมรสุมและกระแสน้ำที่เกิดจากลมตามฤดูมรสุม

เมื่อพิจารณาในแง่ของการแพร่กระจายของตัวอ่อนหอยลาย พบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของตัวอ่อนตัวลายได้แก่ อัตราเร็วลมและปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำ ในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวในลักษณะเกาะกลุ่มกันและมีการแพร่กระจายไม่มากนัก เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมที่มีลักษณะเบา ส่วนในช่วงที่อัตราเร็วลมค่อนข้างแรงการแพร่กระจายของตัวอ่อนหอยลายจะเกิดได้มากกว่าและแพร่กระจายในบริเวณกว้าง ส่วนปริมาณน้ำจืดจากแม่น้ำจะมีอิทธิพลเฉพาะบริเวณใกล้กับปากแม่น้ำ เนื่องจากเป็นแม่น้ำที่มีขนาดเล็กและปริมาณน้ำจืดน้อย โดยในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่ปริมาณน้ำจืดสูงที่สุด กระแสน้ำที่ขับเคลื่อนด้วยความหนาแน่นจึงมีกำลังแรง ทำให้ตัวอ่อนหอยลายมีการแพร่กระจายอยู่บริเวณด้านนอกใกล้กับปากอ่าว

จากการหาปริมาณคงเหลือของตัวอ่อนหอยลายด้วย Remnant function ในแต่ละเดือนพบว่าในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมตัวอ่อนหอยลายมีเปอร์เซ็นต์คงเหลือในอ่าวตราดสูงที่สุด เนื่องจากอิทธิพลของลมและกระแสน้ำที่มีลักษณะเบา รองลงมาคือช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ปริมาณคงเหลือของตัวอ่อนหอยลายในอ่าวตราดเหลือประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมและกระแสน้ำที่พัดจากอ่าวตราดด้านตะวันตกไปด้านตะวันออก ส่งผลให้ตัวอ่อนหอยลายมีการเคลื่อนตัวไปไกลทำให้มีการแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างทั่วทั้งอ่าวตราด ในขณะที่ตัวอ่อนหอยลายในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเคลื่อนตัวออกจากอ่าวตราดได้เร็วและมีปริมาณสูงที่สุด เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่ทำให้กระแสน้ำบริเวณชายฝั่งด้านตะวันตกของอ่าวตราดไหลไปทางทิศใต้ด้วยอัตราเร็วสูง จึงพัดพาตัวอ่อนหอยลายออกจากอ่าวตราดได้เร็ว อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ได้จำลองการปล่อยตัวอ่อนหอยลายในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด แต่ในสภาพจริงในฤดูผสมพันธุ์หอยลายอาจมีการปล่อยตัวอ่อนตลอดทั้งวัน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมด้วยการจำลองการปล่อยตัวอ่อนหอยลายในช่วงน้ำลงต่ำสุด ซึ่งผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าปริมาณคงเหลือของตัวอ่อนหอยลายในแต่ละเดือนมีค่าสูงกว่าการปล่อยตัวอ่อนในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด โดยเฉพาะในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่ตัวอ่อนหอยลายในพื้นที่อ่าวตราดมีปริมาณคงเหลือประมาณ 70 – 90 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4-58)



ภาพที่ 4-64 เปอร์เซ็นต์การคงเหลือ (Remaining of Passive tracer) ของตัวอ่อนหอยลายที่เริ่มปล่อยในช่วงน้ำขึ้นสูงสุด (สีแดง) และเริ่มปล่อยในช่วงน้ำลงต่ำสุด (สีฟ้า) ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาข้อมูลจากการศึกษาการไหลเวียนกระแสน้ำและการเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในพื้นที่อ่าวตราดด้วยแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 สามารถสรุปได้ว่า

- การไหลเวียนกระแสน้ำในบริเวณอ่าวตราดได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม น้ำขึ้นน้ำลง น้ำจืดจากแม่น้ำ ลักษณะของชายฝั่งและพื้นที่อ่าวทะเลเป็นหลัก
- บริเวณตอนในของอ่าวตราดกระแสน้ำไหลแบบตามเข็มนาฬิกาและไหลไปทางตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งสอดคล้องกับอิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำ ส่วนบริเวณตอนกลางของอ่าวตราดกระแสน้ำไหลไปทางทิศใต้ตลอดทั้งปีด้วยอัตราเร็วที่แตกต่างกันตามฤดูกาล และบริเวณปากอ่าวกระแสน้ำไหลแบบตามเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และไหลแบบทวนเข็มนาฬิกาในช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ไปเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ไปจนถึงสิ้นสุดช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ไปเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำมีลักษณะเบาและทิศทางไม่แน่นอน
- การเคลื่อนตัวของตัวอ่อนหอยลายในอ่าวตราดได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมและกระแสน้ำที่เกิดจากลมเป็นหลัก โดยในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือตัวอ่อนหอยลายเคลื่อนตัวไปทางด้านตะวันตกของอ่าวตราด และในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ตัวอ่อนหอยลายเคลื่อนตัวไปทางด้านตะวันออกของอ่าวตราด ส่วนในช่วงเปลี่ยนฤดูกาลตัวอ่อนหอยลายมีการแพร่กระจายอยู่บริเวณกลางอ่าวเป็นหลัก
- ตัวอ่อนหอยลายที่ปลดปล่อยมาจากบริเวณอ่าวใหญ่มีโอกาสลงเกาะได้ทั่วทั้งพื้นที่อ่าวตราด โดยในช่วงเปลี่ยนฤดูกาลมีโอกาสลงเกาะได้มากกว่าช่วงฤดูกาลอื่น ๆ



## บทที่ 5 บทวิเคราะห์ผลการศึกษาวิจัย

### โครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของลักษณะสัญญาณวิทยาและการไหลเวียนของกระแสน้ำ บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

การเปลี่ยนแปลงลักษณะสัญญาณวิทยาและการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงที่ทำการ  
วิจัย พบว่า ในส่วนของสัญญาณวิทยามีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยยกตัวอย่างเช่น ความลึก ของพื้นที่อ่าว  
เนื่องจากการศึกษาเป็นช่วงเวลาระยะสั้นเพียง 1-2 ปี ทำให้ลักษณะสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น  
โดยส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลที่ค่อนข้างชัดเจนได้แก่ ขนาดของดินตะกอน ซึ่งเกิดจากการพัดพาของ  
มวลน้ำจากแผ่นดินในช่วงน้ำหลาก และการไหลเวียนของกระแสน้ำในช่วงลมมรสุมต่าง ๆ ทำให้ตะกอนเกิดการพัด  
พาและตกทับถมในพื้นที่ที่ต่างกันรอบอ่าว

การไหลเวียนของกระแสน้ำ ซึ่งวิเคราะห์เป็นค่าเฉลี่ยตามความลึกรายเดือน (Monthly depth-  
averaged current) โดยกระแสน้ำบริเวณอ่าวตราดมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลอย่างชัดเจน ในเดือนตุลาคมที่  
เป็นช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ไปเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ช่วงเปลี่ยนฤดูครั้งที่ 2)  
กระแสน้ำบริเวณด้านในของอ่าวมีการไหลเวียนแบบตามเข็มนาฬิกา (Clockwise circulation) ตอนกลางของอ่าว  
กระแสน้ำมีลักษณะเบาทางด้านตะวันออกและด้านตะวันตกกระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งลงมาทางทิศใต้ ส่วนบริเวณ  
ปากอ่าวตราดกระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งด้านตะวันออกเข้ามาบริเวณปากอ่าวและไหลไปทางทิศตะวันตกเรียบ  
ชายฝั่งแหลมศอก อัตราเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในฤดูกาลนี้มีค่าประมาณ 1.56 เซนติเมตรต่อวินาที ในช่วงฤดูมรสุม  
ตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำไหลในลักษณะเดียวกันกับเดือนตุลาคม นั่นคือบริเวณด้านในของอ่าวกระแสน้ำไหล  
เป็นวงแบบตามเข็มนาฬิกา บริเวณตอนกลางของอ่าวกระแสน้ำมีลักษณะเบาทางด้านตะวันออกและด้านตะวันตก  
กระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งไปทางทิศใต้ ส่วนบริเวณปากอ่าวตราดกระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งด้านตะวันออกเข้ามา  
บริเวณปากอ่าวและไหลไปทางทิศตะวันตกเกิดเป็นลักษณะของกระแสน้ำแบบทวนเข็มนาฬิกา (Counter-  
clockwise circulation) ในช่วงปลายฤดูกาล อัตราเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมี  
ค่าประมาณ 1.21 เซนติเมตรต่อวินาที ในช่วงเปลี่ยนจากฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือไปเป็นฤดูมรสุมตะวันตก  
เฉียงใต้หรือช่วงเปลี่ยนฤดูครั้งที่ 1 ของประเทศไทยกระแสน้ำมีลักษณะเบาที่สุดในรอบปีและรูปแบบของการ  
ไหลเวียนกระแสน้ำไม่แน่นอน โดยบริเวณด้านในของอ่าวกระแสน้ำไหลเป็นวงตามเข็มนาฬิกาเช่นเดียวกับช่วง  
เปลี่ยนฤดูครั้งที่ 2 และฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนตอนกลางและบริเวณปากอ่าวตราดรูปแบบของการ  
ไหลเวียนกระแสน้ำไม่แน่นอน ยกเว้นในช่วงปลายฤดูกาลที่กระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งแหลมศอกเข้ามาปากอ่าว  
และไหลไปทางทิศตะวันออกและบริเวณกลางอ่าวกระแสน้ำไหลเรียบชายฝั่งทั้งสองด้านลงมาทางทิศใต้เกิดเป็น  
ลักษณะของกระแสน้ำแบบตามเข็มนาฬิกาบริเวณปากอ่าว อัตราเร็วเฉลี่ยของกระแสน้ำในช่วงฤดูกาลนี้มี

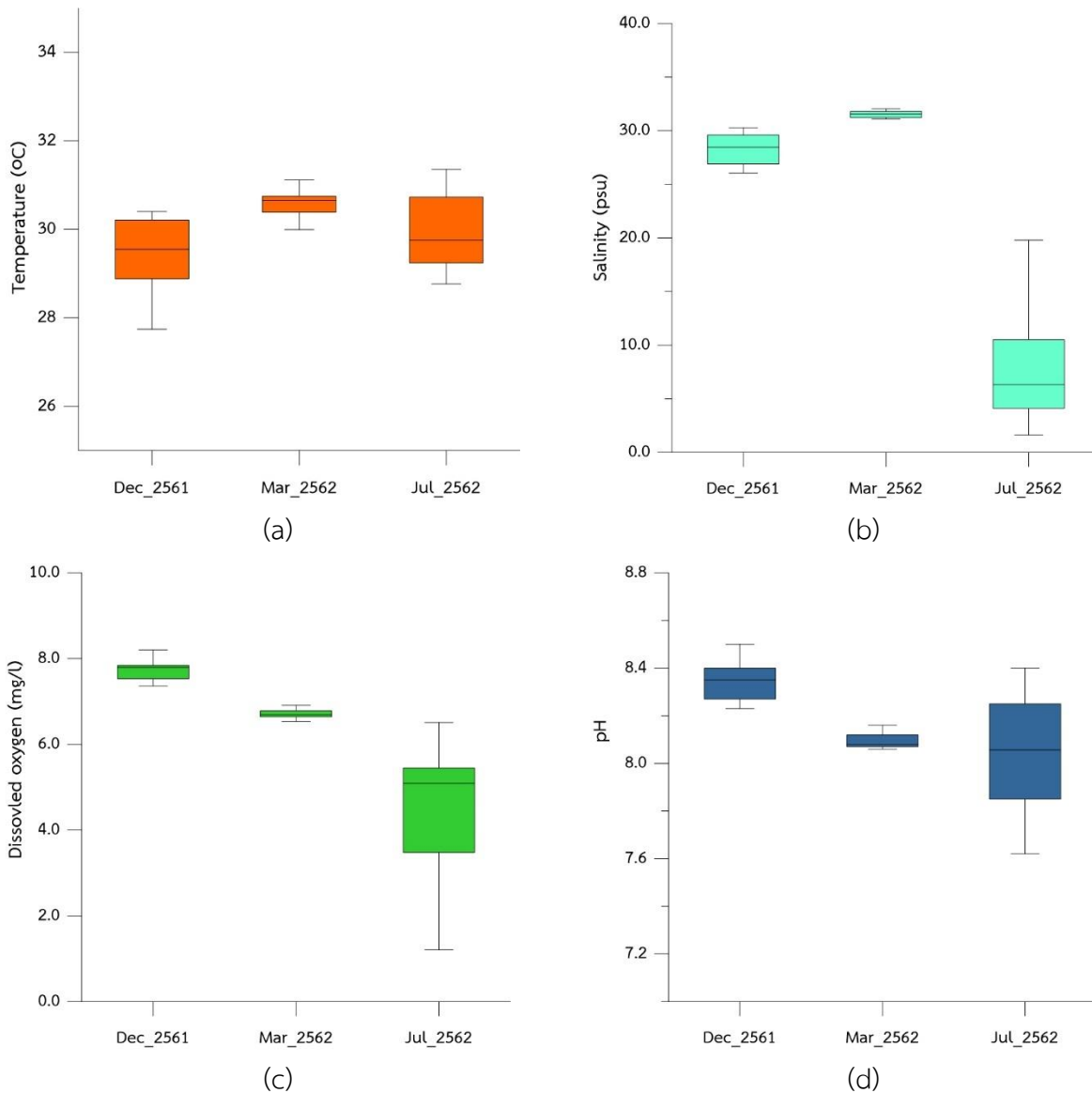


ค่าประมาณ 0.95 เซนติเมตรต่อวินาที และในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กระแสน้ำในฤดูกาลนี้มีอัตราเร็วสูงที่สุดในรอบปีสอดคล้องกับอัตราเร็วลม บริเวณด้านในของอ่าวกระแสน้ำไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เป็นหลัก และตอนกลางของอ่าวกระแสน้ำไหลลงมาทางทิศใต้ ส่วนบริเวณปากอ่าวกระแสน้ำไหลมาจากทิศตะวันตกเรียบชายฝั่งแหลมศอกเข้าสู่อ่าวตราด จากนั้นไหลไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้เรียบชายฝั่งด้านตะวันออกออกจากอ่าวตราด เกิดเป็นการไหลเวียนกระแสแบบตามเข็มนาฬิกาบริเวณปากอ่าว อัตราเร็วเฉลี่ยของกระแสในช่วงฤดูกาลนี้มีค่าประมาณ 2.59 เซนติเมตรต่อวินาที

### **รูปแบบการแพร่กระจาย และการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด**

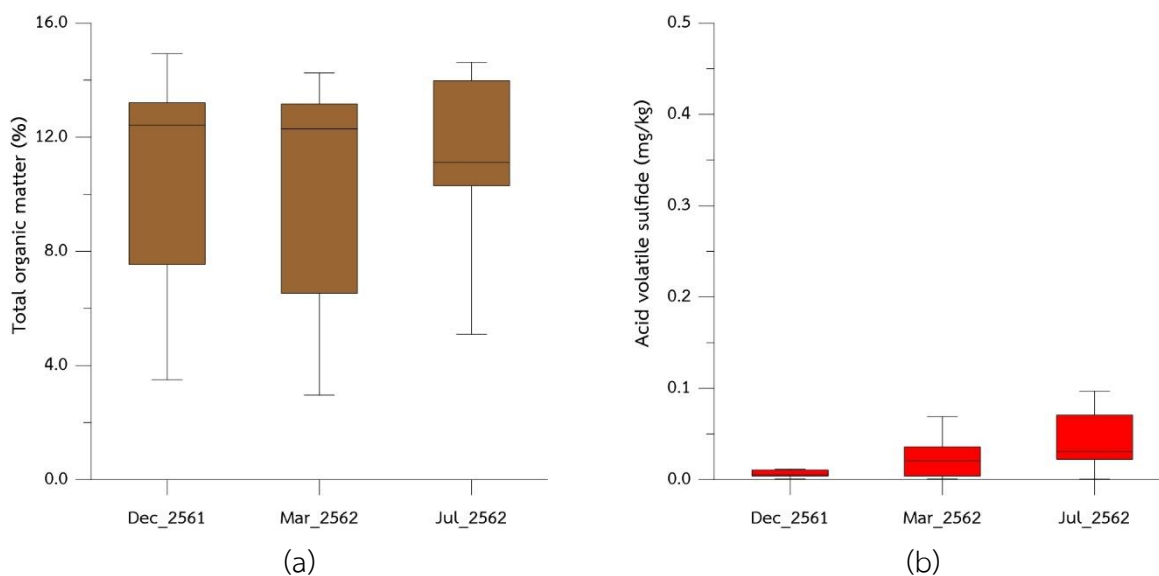
การเปลี่ยนแปลงตามเวลาของคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวตราดสามารถแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลาตามการศึกษา ได้แก่เดือน ธันวาคม มีนาคม และกรกฎาคม โดยทั้ง 3 ช่วงเวลามีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างชัดเจน ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มของคุณภาพน้ำได้เป็น 2 กลุ่มได้แก่ คุณภาพน้ำทั่วไป (อุณหภูมิ ความเค็ม พีเอช ความโปร่งแสง และออกซิเจนละลายน้ำ) ปริมาณสารอาหารอินทรีย์ละลายน้ำ (แอมโมเนียม ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต) โดยเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของปัจจัยคุณภาพน้ำทางสถิติ พบว่า คุณภาพน้ำบริเวณอ่าวตราดส่วนมากมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $<0.05$ ) โดยค่าเฉลี่ยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 5-1

จากภาพรวมคุณภาพน้ำทั่วไปซึ่งประกอบด้วยอุณหภูมิ ความเค็ม พีเอช และออกซิเจนละลายน้ำ มีความแตกต่างตามฤดูกาลค่อนข้างชัดเจนโดยเฉพาะในช่วงเดือนกรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก ซึ่งค่าที่เปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนที่สุดได้แก่ ความเค็มของน้ำโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 6-7 psu ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของปริมาณน้ำท่าที่เข้ามาในช่วงเวลาดังกล่าว ทั้งนี้จากแนวโน้มความเค็มของน้ำที่ลดลง ยังส่งผลต่อปัจจัยคุณภาพน้ำทั่วไปตัวอื่นได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอชที่ลดลงตามไปด้วย สำหรับแนวโน้มของออกซิเจนที่ลดลงอาจได้รับผลของมวลน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำมาก หรือมวลน้ำมีออกซิเจนที่ต่ำอยู่แล้วส่งผลค่าเฉลี่ยของออกซิเจนต่ำมากกว่าในเดือนอื่น (เฉลี่ยประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร) สำหรับพีเอชมีแนวโน้มลดลงเช่นกันแต่ไม่มากเท่าไร ซึ่งจะค่าแตกต่างเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้ปากแม่น้ำ ในส่วนของออกซิเจนละลายน้ำในบริเวณอ่าวตราดถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่สิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยและเจริญเติบโตได้ตามปกติตลอดทั้งปี (มากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร) โดยมีเฉพาะค่าความเค็มเท่านั้นที่อาจมีการเปลี่ยนแปลงกะทันหัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่ปรับตัวไม่ทัน และไม่สามารถเคลื่อนที่ออกจากบริเวณที่อยู่อาศัยได้ ยกตัวอย่างเช่น ไข่เดือนทะเล หอย และสัตว์พื้นท้องน้ำอื่นๆที่ดำรงชีวิตแบบฝังตัวอยู่ในดินตะกอน



ภาพที่ 5-1 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ (a) ความเค็ม (b) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (c) และพีเอช (d) ในช่วงเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 บริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด

คุณภาพดินตะกอนก็ถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะกลุ่มที่อาศัยอยู่ผิวหน้าดิน หรือฝังตัวอยู่ในดินทั้งนี้ปัจจัยคุณภาพดินที่ส่งผลต่อความเป็นอยู่ของสัตว์พื้นท้องน้ำเหล่านั้น ได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์รวม (total organic matter) และปริมาณซัลไฟด์รวม (acid volatile sulfide) ทั้งนี้ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า คุณภาพดินดังกล่าวไม่มีความแตกต่างตามฤดูกาล ( $p < 0.05$ ) แต่มีความแตกต่างตามพื้นที่อย่างชัดเจน (ภาพที่ 5-2)



ภาพที่ 5-2 ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์รวม (a) และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (b) ในช่วงเดือนธันวาคม 2561 มีนาคม และกรกฎาคม 2562 บริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด

โดยเมื่อพิจารณาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ซึ่งถือเป็นแหล่งอาหารสำหรับสัตว์พื้นท้องน้ำ พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณ 11-12 เปอร์เซ็นต์ ตลอดช่วงระยะเวลาการศึกษาซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของหอย (mollusk) โดยเฉพาะกลุ่มหอยที่อาศัยและฝังตัวอยู่ในดินซึ่งมักจะกินตะกอนบริเวณผิวหน้าดิน และเศษตะกอนที่ตกลงมาจากมวลน้ำ อย่างไรก็ตาม นอกจากปริมาณสารอินทรีย์รวมซึ่งเป็นอาหารของหอยแล้ว ยังจำเป็นต้องพิจารณาในส่วนของคุณภาพดินตะกอน (grain size) เนื่องจากขนาดของดินตะกอนจะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการเลือกเกาะของสัตว์พื้นท้องน้ำชนิดต่างๆตามความเหมาะสม

สำหรับปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนหรือ acid volatile sulfide เป็นปัจจัยที่แสดงถึงระดับความเป็นพิษของดินตะกอนซึ่งเกิดจากกระบวนการย่อยสลายในสภาวะที่ไร้ออกซิเจน (anaerobic condition) ซึ่งมักจะพบในบริเวณพื้นท้องน้ำที่มีออกซิเจนต่ำ แต่สำหรับอ่าวตราดซึ่งมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงตลอดทั้งปี ทำให้โอกาสการสะสมของซัลไฟด์ในดินมีค่อนข้างน้อย ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ค่าที่พบยังไม่ถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต สำหรับอ่าวตราดจะพบค่าซัลไฟด์เฉพาะในบริเวณที่เป็นอ่าวปิด น้ำไหลค่อนข้างช้า และเป็นแปร่งหอย ซึ่งบริเวณดังกล่าวจะมีโอกาสเกิดการสะสมของสารอินทรีย์ได้ง่ายกว่าบริเวณอื่นๆ



## รูปแบบการแพร่กระจาย และการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของปัจจัยด้านชีวภาพของอ่าวตราด (แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์พื้นท้องน้ำ)

การศึกษาปัจจัยด้านชีวภาพในอ่าวตราดที่สำคัญประกอบไปด้วยแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์พื้นท้องน้ำ โดยสิ่งมีชีวิตในกลุ่มต่างๆจะมีความสำคัญและมีหน้าที่ต่อระบบนิเวศทางทะเลที่แตกต่างกันออกไป เริ่มจากแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นผู้ผลิตขั้นต้นของห่วงโซ่อาหารและเป็นผู้เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมี โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่ากลุ่มของแพลงก์ตอนพืชที่เด่น ได้แก่ Class Bacillariophyceae หรือ diatom ซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นกลุ่มเด่นที่มักพบบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ แพลงก์ตอนกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่มีคุณค่าในการเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์น้ำวัยอ่อนบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งชนิดเด่นที่พบต่อเนื่องในทุกฤดูกาลได้แก่ *Chaetoceros* spp. โดยชนิดดังกล่าวถือเป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์ในกลุ่มของปู ที่เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่สำคัญ ทั้งนี้การแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในกลุ่มไดอะตอม จะมีความหนาแน่นตามความเค็มของน้ำเป็นหลัก โดยบริเวณที่ห่างจากปากแม่น้ำและมีความเค็มสูงจะสามารถพบไดอะตอมมีความหนาแน่นสูงกว่าบริเวณปากแม่น้ำที่มีความเค็มต่ำ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลของอ่าวตราดได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตามนอกจากแพลงก์ตอนในกลุ่มไดอะตอมซึ่งเป็นกลุ่มสำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในทะเล ยังมีกลุ่ม Class Dinophyceae หรือ dinoflagellates ซึ่งเป็นกลุ่มที่แสดงถึงสภาวะทางระบบนิเวศที่ไม่เหมาะสมอีกทั้งไดโนแฟลกเจลเลตบางชนิดยังมีการสะสมพิษภายในเซลล์ได้อีกด้วย ทั้งนี้กลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตจะมีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลาก ซึ่งจะเป็นช่วงที่มีธาตุอาหารในกลุ่มของซิลิเกตมากเกินพอ โดยกลุ่มแพลงก์ตอนดังกล่าวมักจะเกิดขึ้นพร้อมๆกับกลุ่มของไดอะตอม เนื่องจากใช้สารอาหารในสัดส่วนที่คล้ายกัน

ในส่วนของแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นที่พบได้แก่ Arthropoda (กุ้ง ปู) โดยกลุ่มนี้จะมีความหนาแน่นมากที่สุดในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา รองลงมาจะเป็นกลุ่มของหอย (mollusk) ทั้งนี้ส่วนใหญ่การการกระจายของแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่าวตราดจะพบมากในบริเวณตอนในของอ่าว (ใกล้บางแม่น้ำ) ทั้งนี้คาดว่าบริเวณดังกล่าวจะเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญทั้งแพลงก์ตอนและตะกอนของสารอินทรีย์ที่ไหลลงมาตามแม่น้ำ ซึ่งเป็นอาหารที่สำคัญของแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มดังกล่าว

สำหรับสัตว์พื้นท้องน้ำหรือ benthic fauna เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายค่อนข้างสูง มีทั้งสัตว์พื้นท้องน้ำที่อาศัยประจำที่ (ตั้งแต่เกิดจนตาย) และแบบที่อาศัยเฉพาะช่วงเวลา (ตัวอ่อน) สัตว์เหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพของดินตะกอนทั้งด้านกายภาพ (ขนาดอนุภาค) และทางเคมีของดินตะกอน (ปริมาณสารอินทรีย์) โดยกลุ่มสัตว์พื้นท้องน้ำที่พบมากที่สุดได้แก่ กลุ่ม Annelida (ไส้เดือนทะเล) พบมากถึง 28 family รองลงมาจะเป็นกลุ่ม Mollusk (หอย) และ Arthropoda (กุ้ง ปู) นอกจากนี้การแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำ



ยังขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำที่สำคัญได้แก่ ออกซิเจนละลายน้ำ และความเค็ม โดยกลุ่มที่สามารถทนต่อความเค็มอยู่ในช่วงกว้าง หรือพวกที่สามารถจมลงไปได้ดินได้ มักพบอยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้ปากแม่น้ำ โดยกลุ่มสัตว์พื้นท้องน้ำที่เป็นเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ หอยลาย ซึ่งเป็นหอย 2 ผา ซึ่งธรรมชาติของหอยชนิดนี้ตามที่มีการศึกษาวิจัยพบว่ามีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมได้ค่อนข้างดี อีกทั้งยังสามารถอยู่ลึกลงไปใต้ดินได้มากกว่า 30-50 เซนติเมตร โดยชอบอาศัยอยู่ในดินทรายปนโคลนเล็กน้อย ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้เราจะพบลูกหอยลายขนาดเล็กอยู่ในบริเวณอ่าวตราดฝั่งตะวันตก ทั้งนี้จากข้อมูลพบว่าคุณภาพดินบริเวณดังกล่าวโดยเฉพาะสารอินทรีย์รวมจะมีค่าค่อนข้างสูงอีกทั้งพื้นยังเป็นดินทรายปนโคลน ซึ่งอยู่ใกล้กับพื้นที่เลี้ยงหอยนางรม

### ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในอ่าวตราด

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่อ่าวตราด จะพิจารณาจากข้อมูลที่ศึกษาตามพื้นที่และเวลาเป็นหลัก โดยคุณภาพน้ำจะมีความแตกต่างกันตามฤดูกาล ส่วนคุณภาพดินไม่มีความแตกต่างกันจากการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์พบว่า ไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (N:P) ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) คลอโรฟิลล์ เอ (Chl a) แอมโมเนียมไนโตรเจน (NH<sub>4</sub>) มีความสัมพันธ์ดังตารางที่ 5-1 โดยปัจจัยดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากคุณภาพน้ำอื่นๆ ซึ่งจะแตกต่างกันตามช่วงเวลา นอกจากนี้ยังพบว่าทิศทางของการเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยต่าง ๆ ยังแตกต่างกันตามฤดูกาลอีกด้วย

ตารางที่ 5-1 สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอนในพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด

	Dec 2018	Mar 2019	Jul 2019
N:P	5.58 + 2.86(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) - 13.70(PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	6.96 + 1.03(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) - 6.27(PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	50.02 + 2.26(DIN) - 113.79(PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )
DO	9.65 - 0.07(Sal)		2.75 + 1.41(Chl a) + 0.10(Sal)
Chl a	1.21 + 2.92(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		
NH <sub>4</sub>			15.916 - 0.543 (Sal)
TOM	14.35- 0.27(63 μm)- 0.17(1mm)		

ยกตัวอย่างเช่นในปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในช่วงเดือนกรกฎาคม 2562 จะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และความเค็มในทิศทางเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น ถ้า คลอโรฟิลล์ เอ เพิ่มขึ้นหรือความขุ่นน้ำเพิ่ม ก็ส่งผลให้ออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มขึ้นด้วย โดยปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากกว่า (ตัวคุณมีค่าสูงกว่า) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่าง ไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (N:P) พบว่า การเปลี่ยนแปลงของค่าสัดส่วนขึ้นอยู่กับปริมาณของ แอมโมเนียมไนโตรเจนเป็นปัจจัยหลัก รองลงมาเป็นฟอสฟอรัส และสารอินทรีย์





ไนโตรเจนละลายน้ำรวม (เดือนกรกฎาคม) จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของแอมโมเนียเป็นปัจจัยจำกัดในช่วงเดือนธันวาคม และมีนาคม (ฤดูแล้ง, ต้นฤดูฝน) และฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดในช่วงฤดูน้ำหลาก (เดือนกรกฎาคม) ซึ่งสังเกตได้จากตัวคูณในช่วงเวลาดังกล่าวที่เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน

สำหรับความสัมพันธ์ด้านคุณภาพดินตะกอนพบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวม มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับขนาดของดินตะกอนที่ 63 ไมครอน และ 1 มิลลิเมตร โดยไม่มีความแตกต่างด้านฤดูกาล จากสมการแสดงให้เห็นว่า การที่พบขนาดดินตะกอนที่ 63 ไมครอน และ 1 มิลลิเมตร จะส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนลดต่ำลง (ตัวคูณเป็นลบ) ดังนั้นขนาดตะกอนที่จะทำให้ปริมาณสารอินทรีย์มีค่าสูงจะอยู่ในช่วง 125-425 ไมครอน ในทุกฤดูกาล (เดือน)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มของสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด ประกอบด้วยกลุ่มของแพลงก์ตอนพืช และสัตว์พื้นท้องน้ำโดยกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชจะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำหลากหลายรูปแบบดังตารางที่ 5-2 โดยพบความแตกต่างตามฤดูกาล ซึ่งได้รับอิทธิพลจากความเค็มที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล

**ตารางที่ 5-2** สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่พบในอ่าวตราด กับปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอน

	Dec 2018	Mar 2019	Jul 2019
Nostocales (CY)	1908.9 -132.5(N:P)		
Biddulphiales (CT)	16840.8 – 207791.0(DIN)		14173.1 -214.9(N:P)
Dinophysiales	65.7 – 3.0(SiO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		
Noctilucales	43.0 -3.7(N:P)	36.9 -65.1 (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	
Chlorococcales			-73.6 + 15.6(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Zygnematales			-19.36 + 3.86(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )
Annelida	535.4 -32.3(TOM)		
Arthropoda	-74.2 + 4.6(<63mm)		
Mollusk	-271.7 + 288.9(1mm)		
Benthos all	102.3 + 288.8(1mm)		

แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กับสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในทุกช่วงฤดูกาล ซึ่งจากสมการจะสังเกตได้ว่า ความสัมพันธ์จะแสดงออกมาในทิศทางตรงข้าม (ทางลบ) โดยถ้าสารอาหารมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชลดลง ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่าปริมาณสารอาหารอนินทรีย์ละลายน้ำในอ่าวตราด มีมากเกินไปสำหรับการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชดังกล่าว หรืออาจเกิดจากการที่มีมวลของแพลงก์ตอนจากภายนอกอ่าวเคลื่อนตัวตามกระแสน้ำเข้ามาในพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบว่าสัดส่วน



ของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัส (N:P) ที่สูงขึ้นยังส่งผลให้ความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชลดลงด้วย ซึ่งแสดงว่าในพื้นที่อ่าวตราดยังคงขาดฟอสฟอรัส (P limiting factor) โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพดินตะกอนกับ สัตว์พื้นท้องน้ำนั้นข้อมูลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ไม่ข้อมูลไม่มีความแตกต่างตามฤดูกาลทั้งนี้เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทำให้ทราบว่า สัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของไส้เดือนทะเล (Annelida) มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับ ปริมาณสารอินทรีย์รวม ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์รวมที่พบในพื้นที่อ่าวตราดมีค่าค่อนข้างสูงโดยเฉพาะบริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าว ซึ่งปริมาณที่พบอาจมากเกินความต้องการของไส้เดือนทะเล ซึ่งอาจทำให้เกิดผลกระทบตามมาได้เช่น ปริมาณออกซิเจนบริเวณหน้าดินลดลง การเพิ่มขึ้นของซัลไฟด์ในดินตะกอน โดยทั้งสองเหตุการณ์จะส่งผลกระทบต่อการอยู่อาศัยของสัตว์หน้าดิน สำหรับสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของหอย (mollusk)

### **การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการพัฒนาเป็นพื้นที่เลี้ยงหอยลายตามธรรมชาติ**

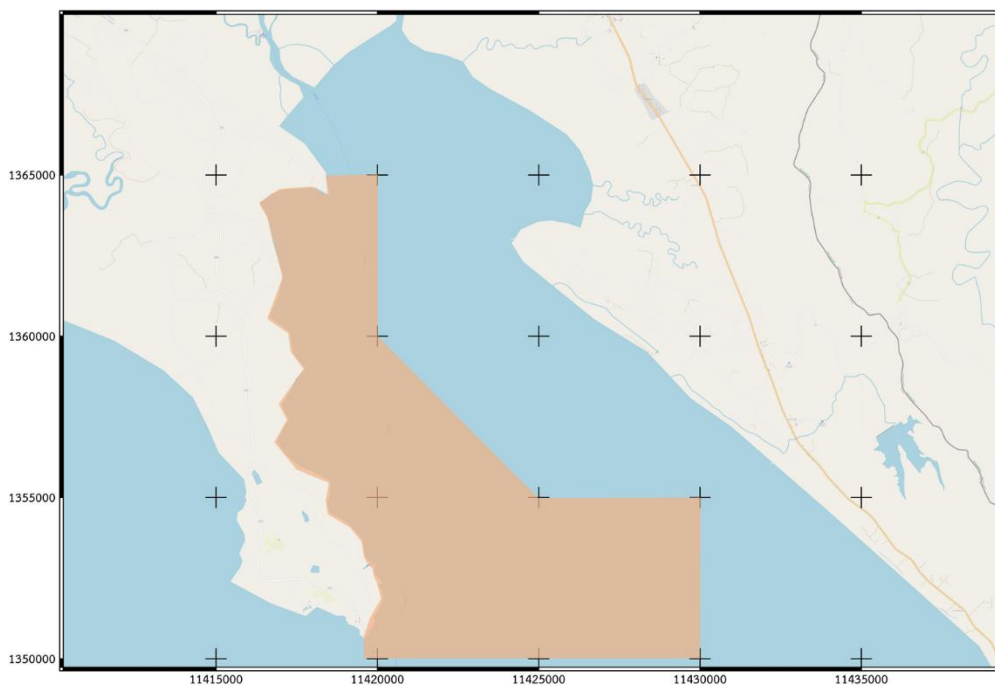
การวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมกับการเป็นแหล่งเลี้ยงหอยลาย และเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการปล่อยลูกพันธุ์หอยลายในอนาคต จำเป็นต้องใช้ข้อมูลทุติยภูมิที่เคยมีการศึกษาผ่านมา ทั้งทางด้านชีววิทยาของหอย สภาวะแวดล้อมด้านคุณภาพน้ำและดินตะกอน รวมถึงปัจจัยที่อาจส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของหอยลายมาพิจารณา ทั้งนี้สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยส่วนมากจะเน้นไปด้านการสำรวจความหนาแน่นเป็นหลัก โดยมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมทางน้ำไม่มากนัก ยกตัวอย่างเช่น พื้นที่ชายฝั่งประจวบคีรีขันธ์ (ปากน้ำปราณบุรี-อำเภอสามร้อยยอด) ปากแม่น้ำท่าจีน (อ่าวมหาชัย) เป็นต้น โดยข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่มีการศึกษาประกอบด้วยคุณภาพน้ำ เช่น ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเค็ม ความโปร่งแสง ความลึกของน้ำ เป็นต้น ส่วนคุณภาพดินได้แก่ สารอินทรีย์รวม ซัลไฟด์รวม ขนาดอนุภาคดินตะกอน เป็นต้น

จากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิพบว่า หอยลายจะอาศัยอยู่ในน้ำ ที่ระดับความลึกน้อยกว่า 5 เมตร (ไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร) โดยทั่วไปหอยลายมักจะฝังตัวตั้งแต่ระดับ 5-20 เซนติเมตร โดยดินที่มักพบหอยลายจะอยู่ในช่วง 63-125 ไมครอน (fine sand (125–250  $\mu\text{m}$ ) โดยดินที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 มิลลิเมตร มักจะไม่พบการฝังตัวของหอย คุณภาพดินส่งผลต่อความเป็นอยู่ของหอยลาย ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณซัลไฟด์ดินที่ระดับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกรัม ไม่ส่งผลกระทบต่อหอยลาย แต่หากอยู่ในระดับ 1.5-1.8 มิลลิกรัมต่อกรัม จะทำให้หอยตายได้ (ปากแม่น้ำท่าจีน) ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ที่หอยลายสามารถเจริญเติบโตและอาศัยอยู่ได้จะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 3-12 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณสารอินทรีย์รวมประมาณ 6-7 จะเป็นช่วงที่เหมาะสมที่สุด สำหรับคุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของหอยลายได้แก่ ความเค็มซึ่งควรมีค่ามากกว่า 25 psu ความโปร่งแสงอยู่ที่ประมาณ 1.5



เมตร ตะกอนแขวนลอยไม่ควรเกิน 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนควรมากกว่า 5.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนคลอโรฟิลล์ เอ ควรมีค่าอยู่ในช่วง 3-14 ไมโครกรัมต่อลิตร ในส่วนของความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชขนาด 300-400 ไมครอน จำนวน 25000-50000 เซลล์ต่อมิลลิตร (ในสถานที่เพาะเลี้ยง)

เมื่อนำข้อมูลการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำที่ได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ประกอบกับการทดลองปล่อยตัวอย่างของลูกพันธุ์ในแบบจำลองตามเดือน ซึ่งจุดที่ปล่อยจะเป็นบริเวณพื้นที่อ่าวใหญ่ ทั้งนี้เมื่อพิจารณาแบบจำลองพบว่า เกือบทุกเดือนมีการแพร่กระจายของตัวอ่อนหอยลายภายในอ่าวตราด ยกเว้นในเดือนมกราคม ซึ่งไม่มีการกระจายของหอยลายเลย ส่วนเดือนที่พบหอยลายลงสู่พื้นมากที่สุด ได้แก่ เดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม สิงหาคม และกันยายน โดยกุมภาพันธ์ มีตัวอ่อนลงสู่พื้นมากที่สุด ซึ่งบริเวณที่มีความหนาแน่นของการลงพื้นได้แก่บริเวณฝั่งตะวันตกของอ่าวจนถึงบริเวณกลางอ่าว ทั้งนี้เมื่อพิจารณาแบบจำลองที่วิเคราะห์ออกมาได้ เปรียบเทียบกับข้อมูลภาคสนามทั้งด้าน คุณภาพน้ำกายภาพ เคมี ชีวภาพ และคุณภาพดินตะกอนด้านต่าง ๆ พบว่า สามารถแบ่งเขตพื้นที่ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการกระจายตัวของหอยลายได้ดังภาพที่ 5-3 (หมายเหตุ: บริเวณที่ปล่อยหอยลายคือ บริเวณอ่าวใหญ่ E234999.20, N 1338407.19)



ภาพที่ 5-3 รูปแบบของพื้นที่ที่เหมาะสมกับการแพร่กระจายและอยู่อาศัยของหอยลาย บริเวณอ่าวตราด  
(ข้อมูลได้จากการวิเคราะห์แบบจำลอง และข้อมูลภาคสนาม)



## บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

การประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเล เพื่อรองรับการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของลักษณะสัญญาณวิทยาและการไหลเวียนของกระแสน้ำ รูปแบบการแพร่กระจาย และการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของคุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอน แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์พื้นท้องน้ำบริเวณอ่าวตราด โดยข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปบูรณาการ ในการประเมินศักยภาพของระบบนิเวศบริเวณอ่าวตราดเพื่อการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวตราดอยู่ในระดับดี และเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งนี้พิจารณาได้จากเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่ค่าเกิน 4 มิลลิกรัมต่อลิตรในทุกช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำจะเกิดขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลโดยความเค็มจะเป็นปัจจัยที่สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ในบางพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากความเค็มที่ลดลง (มวลน้ำจืด) จะส่งผลต่อคุณภาพน้ำบางปัจจัยได้ เช่น ทำให้แอมโมเนียม และไนไตรท์ มีค่าเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากมวลน้ำจืดที่เข้ามาในช่วงฤดูน้ำหลากจะชะล้างเอาสารอินทรีย์ และน้ำทิ้งต่างๆเข้ามาในอ่าว จากนั้นจะเกิดกระบวนการย่อยสลายและ ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง ด้านกำลังผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ (คลอโรฟิลล์ เอ) พบว่าอยู่ในระดับ mesotrophic ถึง eutrophic ซึ่งแสดงถึงอาหารของระบบนิเวศที่มีอยู่อย่างเพียงพอโดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ฝั่งตะวันตกของอ่าว สำหรับคุณภาพดินตะกอนถือเป็นปัจจัยที่ควบคุมการเจริญเติบโตและการอยู่อาศัยของสัตว์พื้นท้องน้ำโดยปัจจัยแรกที่ส่งผลต่อ โดยปริมาณสารอินทรีย์รวมบริเวณอ่าวตราดมากกว่าร้อยละ 70 ของพื้นที่ มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 10 เปอเซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่มีความอุดมสมบูรณ์มาก โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ฝั่งตะวันตกของอ่าว สำหรับปริมาณซิลิไฟไลต์ในดินตะกอนมีค่าในระดับที่ค่อนข้างต่ำและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ในส่วนของอนุภาคดินตะกอนพบว่า ส่วนมากมีขนาดเล็กกว่า 63 ไมครอน และขนาดของตะกอนจะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงฤดูฝนหรือฤดูน้ำหลากโดยมีขนาด 425 ไมครอนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ขนาดของดินตะกอนที่พบในอ่าวตราดมีความเหมาะสมกับการอยู่อาศัยของสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของหอย และไส้เดือนทะเล สำหรับการศึกษาด้านสิ่งมีชีวิตในอ่าวตราดซึ่งประกอบด้วยแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์พื้นท้องน้ำพบว่า อ่าวตราดมีความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งมีชีวิตค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในกลุ่มของไส้เดือนทะเล และหอย เนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง อีกทั้งออกซิเจนที่มีอยู่ในมวลน้ำอย่างเพียงพอตลอดทั้งปี ทำให้สัตว์พื้นท้องน้ำเหล่านี้สามารถอาศัยอยู่ได้ ในส่วนของแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นจะเป็นกลุ่มของไดอะตอม ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญด้านการเป็น



อาหารสำหรับสัตว์น้ำวัยอ่อน อย่างไรก็ตามบางช่วงเวลาสามารถพบแพลงก์ตอนในกลุ่มของ cyanobacteria เพิ่มขึ้นซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าสภาวะแวดล้อมมีความเสื่อมโทรมลง โดยเฉพาะสัดส่วนของไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล สำหรับผลการวิเคราะห์แบบจำลองของกระแสน้ำร่วมกับโอกาสการกระจายตัวของลายที่มีการปล่อยจากบริเวณชายฝั่งทะเลตำบลอ่าวใหญ่พบว่าหอยลายสามารถกระจายตัวไปได้เกือบทุกเดือน โดยเฉพาะเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม สิงหาคม และกันยายน และเมื่อพิจารณารวมกับข้อมูลทุติยภูมิจากการศึกษาที่ผ่านมาในอดีตพบว่าพื้นที่ที่เหมาะสมจะอยู่บริเวณฝั่งตะวันตกจนถึงบริเวณกลางอ่าวตอนนอก รวมพื้นที่ประมาณ 50 ตารางกิโลเมตร โดยพื้นที่ดังกล่าวมีความเหมาะสมทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ของน้ำและดิน ตะกอน ซึ่งคาดว่าพื้นที่ดังกล่าวจะสามารถเป็นพื้นที่ที่สามารถขยายพันธุ์หรือปล่อยพันธุ์หอยลายได้ในอนาคต

### ข้อเสนอแนะ

การประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเล เพื่อรองรับการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด เป็นโครงการที่วางแผนในการศึกษาต่อเนื่อง 2 ปี โดยในปีแรกเป็นการประเมินสภาวะแวดล้อม และความเหมาะสมของพื้นที่อ่าวตราด ซึ่งได้ทำเป็นที่เรียบร้อยแล้ว สำหรับการศึกษาวิจัยต่อไปจำเป็นต้องศึกษาในด้านประชากรของหอยลายในพื้นที่ที่เคยมีการปล่อยลูกพันธุ์ นอกจากนี้ยังจำเป็นต้องมีการประชุมระดมความคิดเห็นและถ่ายทอดข้อมูลงานวิจัยแก่ชุมชน เพื่อเป็นการพัฒนาเชิงพื้นที่ต่อไป



## บทที่ 7 ผลผลิต

โครงการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีผลผลิตในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

### 7.1 ผลงานเตรียมพิมพ์เผยแพร่

วีรภัทร วิริยะสมบัติ. 2563. การเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของสารอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสบริเวณอ่าวตราด  
จังหวัด .ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา,  
ชลบุรี

นิธิชัย สุรนนท์. 2563. การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหอยลายบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด  
ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์.ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวาริชศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี

วีรภัทร วิริยะสมบัติ. 2563. การเปลี่ยนแปลงของสารอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส บริเวณอ่าวตราด  
จังหวัดตราด. บทคัดย่อ. Science Project Exhibition 3<sup>rd</sup> คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

### 7.2 ผลงานเชิงสาธารณะ

- 1) นำไปใช้ประกอบในการเรียนการสอนกับนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ในมหาวิทยาลัยบูรพา
- 2) นำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวางแผนจัดการเชิงพื้นที่ให้กับ กรมประมง และกรมทรัพยากรทาง  
ทะเลและชายฝั่ง
- 3) นำไปใช้ประกอบการแสดงนิทรรศการสัปดาห์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ภาคตะวันออก ครั้งที่ 35



## รายงานสรุปการเงิน

เลขที่โครงการระบบบริหารงานวิจัย..... ๒๓๘๐๐..... สัญญาเลขที่ ๕๒/๒๕๖๒  
โครงการวิจัยประเภทงบประมาณเงินรายได้จากเงินอุดหนุนรัฐบาล (งบประมาณแผ่นดิน)  
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๒ มหาวิทยาลัยบูรพา

**ชื่อโครงการ** การประเมินศักยภาพของระบบนิเวศทางทะเล เพื่อรองรับการพัฒนาแหล่งทรัพยากรหอยลาย  
บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

**หัวหน้าโครงการ** ดร. ภัทรารุช ไทยพิชิตบูรพา

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ ๖ ธันวาคม ๒๕๖๑ ถึงวันที่ ๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

ระยะเวลาดำเนินการ ๑ ปี ตั้งแต่วันที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๖๑ – ๓๐ กันยายน ๒๕๖๒

### รายรับ

#### จำนวนเงินที่ได้รับ

งวดที่ ๑ (๕๐%) ๒๔๘,๑๐๐ บาท เมื่อ ๖ ธันวาคม ๒๕๖๑

งวดที่ ๒ (๔๐%) ๑๙๘,๔๘๐ บาท เมื่อ ๑๕ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

งวดที่ ๓ (๑๐%) ๔๙,๖๒๐ บาท เมื่อ (รออนุมัติปิดโครงการ)

**รวม ๔๙๖,๒๐๐ บาท**

### รายจ่าย

รายการ	งบประมาณที่ตั้งไว้	งบประมาณที่ใช้จริง	จำนวนคงเหลือ/เกิน
๑. ค่าตอบแทน	-	-	-
๒. ค่าจ้าง	-	-	-
๓. ค่าวัสดุ	๑๑,๒๘๐	๑๑,๒๘๐	๐
๔. ค่าใช้สอย	๔๓๕,๓๐๐	๓๙๐,๖๔๒	๔๔,๖๕๘
๕. ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
๖. ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	-	-	-
- ค่าบริหารโครงการสำหรับ มหาวิทยาลัยสำหรับ มหาวิทยาลัยร้อยละ ๑๐	๔๙,๖๒๐	๔๔,๖๕๘	๔,๙๖๒
<b>รวม</b>	<b>๔๙๖,๒๐๐</b>	<b>๔๔๖,๕๘๐</b>	<b>๔๙,๖๒๐</b>

(.....)

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน



## บรรณานุกรม

- กรมควบคุมมลพิษ. 2536. โครงการศึกษาและติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำในพื้นที่ราบภาคกลาง (แม่น้ำแม่  
กลอง แคว้น้อยและแควใหญ่). กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,  
กรุงเทพฯ. 108 น.
- กรมประมง. 2521. สัตว์ทะเลที่เป็นอาหารของคนไทย. หน่วยสำรวจแหล่งประมง, กรมประมง, กรุงเทพฯ.  
\_\_\_\_\_. 2535. หอยลายในประเทศไทย. กองประมงทะเล, กรมประมง, กรุงเทพฯ.  
\_\_\_\_\_. 2547. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2517-2547. รายงานประจำปี.  
ฝ่ายเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง.
- \_\_\_\_\_. 2552. การวิเคราะห์โครงสร้างพื้นที่ท้องน้ำและพลวัตการผลิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำชายฝั่ง พื้นที่อำเภอ  
ปราณบุรีและอำเภอสามร้อยยอด จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,  
กรุงเทพฯ.
- \_\_\_\_\_. 2557. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย. ศูนย์สารสนเทศ กรมประมง. เกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- กฤษฎา หน่อเนื้อ. 2541. องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีบางประการของดินตะกอนในอ่าวไทย.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2524. โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำและแม่น้ำสายหลัก.  
สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ. 187 น.
- เกษม จันท์แก้ว. 2544. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 348 หน้า
- คมน์ ศิลปาจารย์. 2539. “คุณภาพน้ำทะเลบริเวณลำคลองและชายฝั่ง จังหวัดประจวบคีรีขันธ์  
ปี พ.ศ. 2539” สัมมนาวิชาการด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งประจำปี 2549 ณ โรงแรม  
ศุภาลัย ป่าสักรีสอร์ท จังหวัดสระบุรี 8-11 พฤษภาคม 2549. แหล่งที่มา  
[http://www.nicaonline.com/articles10/site/view\\_article.asp?idarticle=1806](http://www.nicaonline.com/articles10/site/view_article.asp?idarticle=1806).  
สืบค้น เมื่อวันที่ 10 มีนาคม 2551.
- จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2548. ดินตะกอน. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง .  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 146 หน้า.
- จารุภา ศิริ. 2548. การจัดการทรัพยากรปลาวัยอ่อน ในอ่าวตราด จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จิตติมา อายุตตะกะ. 2544. การศึกษาเบื้องต้นประชาคมสิ่งมีชีวิตพื้นทะเล. ภาควิชาวิทยาศาสตร์  
ทางทะเล, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ





จินตนา จินดาลิขิต. 2543. ชีวิตวิทยาการสืบพันธุ์ของหอยลาย บริเวณอ่าวมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร.

เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2543. กองประมงทะเล กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จรัสศักดิ์ หลานหมื่น, เซษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, เรืองวิญญู ยืนพันธ์. ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่อ

ความหนาแน่นของหอยลาย (*Paphia undulata*) บริเวณอ่าวบางปู อาเภอสามร้อยยอด จังหวัด

ประจวบคีรีขันธ์. เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 53

จันทวรรณ วรธนะพันธ์. 2539. การบำบัดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม

ในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยใช้ดินในสภาพน้ำขังสลบแห้งร่วมกับพีช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จันทิมา ไตรบัญญัติกุล. 2545. ชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายตัวของสัตว์หน้าดินและแพลงก์ตอนใน

ป่าชายเลนธรรมชาติบริเวณโครงการวิจัยและพัฒนาแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชูชาติ หุดะเจริญ. 2527. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนกลุ่มน้ำปิง. วิทยานิพนธ์

ปริญญาโทมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ณัฐินี เอี่ยมสมบูรณ์, ประเสริฐ ทองหนู้ย และณัฐรัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2540 การเปลี่ยนแปลง

ประชากรปลาวัยอ่อนบริเวณป่าชายเลนบ้านคลองโคก จังหวัดสมุทรสงคราม. น.1 : III -9. ในการจัดการ

และการอนุรักษ์ป่าชายเลน : บทเรียนในรอบ 20 ปี. การสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 10.

สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ทิพวัลย์ พลเดโช. 2546. การศึกษาคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ

จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทัศนีย์ กอประดิษฐ์กุล. 2534. การศึกษาเกี่ยวกับการสลายตัวของสารอินทรีย์โดยเชื้อจุลินทรีย์ ตอนที่ 2.

การเปลี่ยนแปลงทางสรีระที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักปุ๋ยอินทรีย์ที่อุณหภูมิสูง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธัญพร ทรัพย์สมบูรณ์. 2546. องค์ประกอบชนิด ความชุกชุม และการแพร่กระจายของปลาวัยอ่อน

บริเวณแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527. การควบคุมชะล้างพังทลายของดิน. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 618 หน้า

นิตยา ฤทธิ์นัม จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. สภาวะความอุดมสมบูรณ์และการเปลี่ยนแปลงตามเวลาของทรัพยากรหอย

ลาย ในพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีน. เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48:

สาขาประมง, หน้า 150-158



- บัณฑิตา ทองป้อ. 2547. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอน  
พืชบริเวณหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ.
- บำรุงศักดิ์ ฉัตรอนันทรเวช. 2536. การจัดการประมงหอยลายกรณีศึกษาแหล่งประมงจังหวัดตราด.  
รายงานโครงการศึกษาพิเศษ วท.ม. (การจัดการทรัพยากร), บัณฑิตวิทยาลัย,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บำรุงศักดิ์ ฉัตรอนันทรเวช และ วรณเกียรติ พัทธิมแสง. 2532. การสำรวจทรัพยากรหอยลายในบริเวณ  
แหล่งประมงจังหวัดตราด. เอกสารวิชาการกรมประมงฉบับที่17/2532. กองประมงทะเล,  
กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- ปกรณ์ ประดิษฐ์ทอง. 2540. การเปลี่ยนแปลงธาตุอาหารพืชและโลหะหนักในระบบบำบัดน้ำเสีย  
จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ประเทือง เขาว์วันกลาง. 2534. คุณภาพน้ำทางการประมง. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ประมาณ พรพรมสุทธิรักษ์. 2531. ชีววิทยาประมง. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 190 หน้า
- ปราโมทย์ แก้ววงศ์ศรี. 2528. ผลกระทบการใช้ที่ดินทำเหมืองแร่ต่อปริมาณน้ำตะกอนแขวนลอยในลำธาร  
ป่าดิบ ขึ้นจังหวัดระนองภาคใต้ของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,  
กรุงเทพฯ.
- ประมุข ฤกษ์แก้วมา. 2550. ชนิดและการแพร่กระจายของลูกปลาไวอ่อน บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง  
จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2525. แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต. 2538. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 6, โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,  
กรุงเทพฯ. 318 น.
- พิมพ์วัลย์ สันข์จำปา. 2546. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการแพร่กระจายของ  
แพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2543. รายงานการศึกษาฉบับสุดท้าย โครงการจัดทำรูปแบบการกำหนด  
แนวทางจัดทำแผนการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- มิกมินทร์ จารุจินดา. 2533. การทดลองหาขนาดความห่างซี่คราดที่เหมาะสมในการประมงหอย.  
เอกสารวิชาการฉบับที่ 25. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งตะวันออก, กองประมงทะเล, กรมประมง. 20 น.



มณฑนา ภิรมย์นิยม 2528. แพลงก์ตอนพืชในอ่าวไทยตอนใน. น. 507 ในรายงานการสัมมนาวิชาการ  
ประจำปี 2528. กรมประมง กรุงเทพฯ

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. คุณสมบัติของน้ำและการวิเคราะห์สำหรับการวิจัย  
ทางการ ประมง. กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. 115 น.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2541. แพลงก์ตอนสัตว์. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

ลัดดา วงศ์รัตน์ และ โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2546. คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน.  
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิชาญ ก้นบัว, อิชฌมิกา พรหมทอง, ชลธยา ทรงรูป, สมรัตน์ แจ่มแจ้ง, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์  
และ ณิชฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2540. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในป่าชายเลน: กรณีศึกษาคลอง  
สีเกา จังหวัดตรังและบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร, น. ในการสัมมนาระบบนิเวศน์ป่าชาย  
เลนครั้งที่ 10 การจัดการและการอนุรักษ์ป่าชายเลน. คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติชายเลนแห่งชาติ  
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

วิลาสินี สกนธ์กำแหง. 2523. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำย่อยภาคใต้  
ตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

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

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

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

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2541. คู่มือการเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทะเล.  
กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. 74 หน้า

สุนันท์ ทวยเจริญ. 2530. ฤดูกาลสืบพันธุ์ของหอยลายที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 17/30  
เดือนกรกฎาคม 2530. กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. กรุงเทพฯ.

สิริ ทุกข์วินาศ. 2528. วิธีวิเคราะห์ทางเคมีของแหล่งน้ำชายฝั่งตะกอน. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง  
จังหวัดสงขลา. 55 หน้า



- สิริ ทุกษ์วินาศ, สุรางค์ ทิพย์โยธิน, ชาติ มงคลมาลัย, วัลลพ คุ่มสุภา, อรุณี จินดานนท์, ลัดดาวรรณ  
สุขเจริญ. 2534. ผลการสำรวจคุณภาพสิ่งแวดล้อมของน้ำบางประการบริเวณแหล่งเลี้ยงกุ้งทะเล  
จังหวัดสมุทรสงคราม พ.ศ. 2533 สัมมนาวิชาการประจำปี 2534 กรมประมง สถาบันวิจัยประมงน้ำจืด  
หน้า 166-175.
- สำนักคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2529. รายงานคุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลอง พ.ศ. 2527-2528.  
กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 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 ธีรภรณ์เลิศ. 2534. คุณภาพน้ำบางประการตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ บริเวณลุ่มแม่น้ำแม่กลอง.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุจินต์ ดีแท้. 2524. สมุทรศาสตร์เคมี. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 205 หน้า.
- สุชนา วิเศษสังข์. 2527. การแพร่กระจายและความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชตามความลึกของน้ำทะเลบริเวณ  
ชายฝั่งทะเลตะวันออกของอ่าวไทยตอนใน, น. 247-253. ใน การสัมมนาครั้งที่ 3 การวิจัยคุณภาพน้ำและ  
คุณภาพทรัพยากรในน่านน้ำไทย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- สุทธิพงศ์ เสถียรแก้ว. 2532. ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนลุ่มแม่น้ำเมย จังหวัดตาก  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุนีย์ สุวภีพันธ์, ผุสดี ศรีพยัคฆ์ และมณฑนา ภิรมย์นิม. 2525. แพลงก์ตอนที่ปากน้ำขนอม. สถานีวิจัย  
ประมงทะเลกองประมงทะเล, กรมประมง, 4 หน้า.
- สุนันท์ ทวยเจริญ และประนอม เบ็ญจมาลัย. 2527. การพัฒนาการของอวัยวะเพศหรืออวัยวะสืบพันธุ์  
และอัตราส่วนเพศของหอยลายที่บริเวณปลายแหลมศอก ต.อ่าวใหญ่ จ.ตราด. เอกสารวิชาการฉบับที่ 35,  
ฝ่ายสำรวจแหล่งเพาะเลี้ยง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทะเลชายฝั่ง กรมประมง.
- สุภาภรณ์ ศิริโสภณา. 2524. การศึกษาธาตุอาหารในน้ำในดินตะกอนที่มาจากการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ  
บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- โสภณา บุญญาพิพัฒน์. 2521. การศึกษาดัชนีความแตกต่างและความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอนใน  
บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท 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
- ศิริพร ทองอุดม, ชัชชัย นาคุม และอนุกุล บุรณประทีปรัตน์. (2560). การตอบสนองของแบบจำลองอุทกพลศาสตร์ต่อเงื่อนไขขอบเขตเปิดที่แตกต่างกันในบริเวณอ่าวไทยตอนเหนือ. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 22(3), 259-272.
- ศิรินา อาระยะรุ่งโรจน์. 2531. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำชี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิริมาศ สิทธิกรม. 2550. การแพร่กระจายของปริมาณแคดเมียม ทองแดง และตะกั่วในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิริพร บุญดาว. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชกับแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิริลักษณ์ ช่วยพินัง, ประเสริฐ ทองหนู้ย, ณัฐินี เอี่ยมสมบูรณ์, อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และณัฐรัตน์ 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. สรุปผลสัมมนาเพื่อเตรียมการสำรวจและวิจัยสภาวะน้ำเสียในน่านน้ำไทย 20-23 มีนาคม 2521 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- หมั่น โพธิ์วิจิตร และอัจฉรา มโนเวชพันธ์. 2527. แพลงก์ตอนพืชบริเวณฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย. หน้า 229-246. ในการสัมมนาครั้งที่ 3 การวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรในน่านน้ำไทย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.



- อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ. 2530. ธรณีสิ่งแวดล้อมวิทยา. สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ. 319 หน้า.
- อิสระ ชาญราชกิจ เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ และแสงเทียน อัจจิมางูร. สถานภาพปัจจัย  
สิ่งแวดล้อมทางน้ำ บริเวณแหล่งทรัพยากรหอยลาย ปากน้ำปราณ อำเภอบ้านนา จังหวัดประจวบคีรี  
ขันธ์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47, กรุงเทพฯ
- อังกร กมลพัฒนา. 2539. แผนประธานการใช้ประโยชน์ที่ดินชายทะเลจังหวัดจันทบุรี. สำนักงานพัฒนา  
ที่ดินชายทะเล กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- อัจฉรา จัทรอารีย์. 2538. การกำจัดไนโตรเจนในน้ำเสียโดยใช้ถังปฏิกริยาชนิดถังเท ที่มีการเติมอากาศ  
แบบใหม่ ต่อเนื่อง วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Agasen, E. V., C. M. del Mundo, G. O. Matias. 1998. Assessment of *Paphia undulata* in Negros  
Occidental/Guimaras Strait waters. *J. Shellfish Res.* 17(5): 1613-1617
- 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.
- Buranapratheprat, A., & Yanagi, T. (2003). Seasonal variations in circulation and average residence  
time of the Bangpakong estuary, Thailand. *La mer* 41, 199-213.
- Chien, Y. H. & W. H. Hsu. 2006. Effects of diets, their concentrations and clam size on filtration  
rate of hard clams *Meretrix lusoria*. *J. Shellfish Res.* 25 (1): 15- 22.
- 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.
- Heather L. Hunt. 2005. Effects of sediment source and flow regime on clam and sediment  
Transport. *Mar Ecol Prog Ser* 296: 143–153, 2005



- Joseph K. Buttner and Scott Weston. 2010. Softshell Clam Culture: Hatchery Phase, Broodstock Care through Seed Production. NRAC Publication No. 202-2010
- 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
- Laureen Morillo-Manalo\* and Annabelle del Norte-Campos. 2010. Filtration and respiration rates of the short-necked clam *Paphia undulata* (Born, 1778) (Mollusca, Pelecypoda: Veneridae) under laboratory conditions. Science Diliman 22:2, 21-29
- Mare, M.F. 1942. A study of a marine benthic community with special reference to the microorganism. J. Mar. Biol. Ass. 25:157-554.
- Marsden, I. D. 1999. Respiration and feeding of the surf clam *Paphies donacina* from New Zealand. Hydrobiol. 405:179-188
- Mellor, G. L. (1998). *Users guide for a Three-dimensional, Primitive equation, Numerical ocean model*. Program in Atmospheric and Oceanic Sciences, Princeton University, Princeton, N.J.
- 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
- Pongthana, N. 1990. Breeding and rearing of short-neckedclam *Paphia undulata*. Thai. Mar. Fish. Res. Bull. 1: 69-73.
- R. de la Huz, M. Lastra, J. Lo'pez.2002. The influence of sediment grain size on burrowing, growth and metabolism of *Donax trunculus* L. (Bivalvia: Donacidae). Journal of Sea Research 47 (2002) 85– 95
- Sandra E. Shumway.2011. Shellfish Aquaculture and the Environment. John Wiley & Sons, Inc.
- Takeoka, H. (1984). Fundamental concepts of exchange and transport time scales in a costal sea. Continental Shelf Research 3(3), 311-326



Wendell J. Lorio and Sandra Malone. 1995. Biology and Culture of the Northern Quahog Clam  
(Mercenaria mercenaria). The Southern Regional Aquaculture Center through Grant No.  
89-38500-4516 from the United States Department of Agriculture.

Yanagi, T. (1999). *Coastal Oceanography*. Terra Scientific Publishing, Tokyo, 162 pp.





## ภาคผนวก

ภาพผนวกที่ 1 ภาพแสดงบางส่วนของผลการเก็บตัวอย่างภาคสนาม บริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด













**ตารางผนวกที่ 1** ความหนาแน่นสัตว์พื้นท้องน้ำ (ตัวต่อตารางเมตร) ที่พบบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราดในช่วงเดือนธันวาคม 2561

Phylum	Family	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9	TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15
Annelida	Eunicidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	384
	Dorvilleidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
	Onuphidae	-	16	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lumbrineridae	-	-	-	-	-	-	16	-	16	16	-	32	-	-	32
	Nephtyidae	16	32	144	-	128	-	32	-	48	48	16	-	16	64	16
	Sigalionidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-
	Glyceridae	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Goniadidae	-	16	-	-	32	-	-	-	16	-	16	-	-	32	-
	Lacydoniidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
	Phyllodocidae	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
	Pilargidae	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	16	32	16
	Hesionidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-	16	-
	Nereididae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	Serpulidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	Cirratulidae	16	-	-	112	-	-	32	-	16	-	-	96	16	-	-
	Sternaspidae	16	48	-	-	16	-	-	16	-	-	16	32	-	-	-
	Ampharetidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
	Terebellidae	-	-	-	16	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	Trichobranchidae	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
	Spionidae	32	16	48	-	32	-	-	16	64	16	-	-	-	-	48
	Magelonidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	16	-	-	-
	Maldanidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
	Capitellidae	16	16	-	16	16	-	-	-	16	-	-	16	-	-	64
	Ophelidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16



**ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ) ความหนาแน่นสัตว์พื้นท้องน้ำ (ตัวต่อตารางเมตร) ที่พบบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราดในช่วงเดือนธันวาคม 2561**

Phylum	Family	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9	TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15
Annelida	Orbiniidae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-
	Paraonidae	16	-	32	-	16	-	-	-	16	16	-	16	-	-	16
Arthropoda	Gammaridea	272	16	160	48	32	-	160	80	816	176	48	112	-	-	16
	Tanaidacea	-	-	96	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
	Gnathiidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
	Anthuridea	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	16	-	-	-	-
	Grapsidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	Pilumnidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-
	Ogyrididae	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Squillidae	16	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Xenophthalmidae	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
Mollusca	Nuculanidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	Lucinidae	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nassaridae	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Olividae	-	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tellinidae	16	48	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-
	Nuculanidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-
	Veneridae	16	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	32	-
Echinodermata	Ophiuroidea	64	-	-	-	-	32	32	-	16	-	32	176	-	192	96





**ตารางผนวกที่ 2** ความหนาแน่นสัตว์พื้นท้องน้ำ (ตัวต่อตารางเมตร) ที่พบบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2562

Phylum	Family	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9	TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15
Annelida	Eunicidae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
	Dorvilleidae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nephtyidae	-	-	-	-	-	64	48	16	-	16	-	16	-	-	-
	Aphroditidae	16	-	160	-	48	-	48	16	-	32	-	-	16	64	-
	Eulepethidae	16	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Lacydoniidae	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Phyllodocidae	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Chrysopetalidae	32	32	-	-	-	16	-	-	-	-	-	32	-	-	-
	Syllidae	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pilargidae	32	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-
	Myzostomatidae	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sabellidae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Serpulidae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oweniidae	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	32
	Acrocirridae	16	16	48	-	-	-	16	32	-	-	-	16	-	-	-
	Flabelligeridae	-	16	16	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-
	Cirratulidae	-	16	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
	Magelonidae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Poecilochaetidae	-	-	-	-	-	-	16	32	-	64	-	32	16	-	-
	Maldanidae	-	96	-	-	16	-	16	-	-	16	-	32	-	-	-
	Scalibregmatidae	-	96	-	-	16	-	16	-	-	16	-	32	-	-	-
	Paraonidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64



**ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ) ความหนาแน่นสัตว์พื้นท้องน้ำ (ตัวต่อตารางเมตร) ที่พบบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราดในช่วงเดือนมีนาคม 2562**

Phylum	Family	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9	TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15
Arthropoda	Gammaridea	24-	80	272	-	-	272	32	160	384	32	-	112	176	48	64
	Tanaidacea	-	-	144	-	-	-	16	-	16	-	-	-	-	-	-
	Cumacea	16	-	-	-	-	-	-	-	16	32	-	-	16	-	16
	Flabellifera	-	-	-	-	-	-	-	48-	16	-	-	-	-	-	-
	Gnathiidae	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anthuridea	-	80	16	16	-	48	-	-	16	-	-	-	16	16	-
	Alpheidae	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	64	-	-
	Mysidae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ogyrididae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
	Chasmocarcinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	Xenophthalmidae	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	16	-	-	-	16
	Hexapidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
Mollusca	Nuculanidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-
	Tellinidae	-	96	16	-	-	64	-	-	-	16	-	48	-	-	-
	Veneridae	-	16	32	-	-	32	-	16	-	-	-	-	-	-	-
Echinodermata	<b>Ophiuroidea</b>	16	16	32	-	16	512	64	64	64	64	-	224	80	32	80



### ตารางผนวกที่ 3 ความหนาแน่นสัตว์พื้นท้องน้ำ (ตัวต่อตารางเมตร) ที่พบบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2562

Phylum	Family	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9	TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15
Annelida	Capitellidae	48	32	-	-	-	-	16	-	-	16	-	-	-	16	-
	Cirratulidae	16	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	16	16	-	-
	Cossuridae	16	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Eunicidae	80	64	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-
	Glyceridae	32	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-
	Nephtyidae	-	112	-	16	80	16	-	16	-	-	-	16	16	-	-
	Nereidae	-	-	16	-	32	-	-	-	-	-	-	32	-	-	-
	Orbiniidae	-	16	-	-	96	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
	Oweniidae	16	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Palmyridae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Paraonidae	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Phyllodocidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-
	Pilargidae	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Spionidae	-	16	-	-	80	-	80	-	-	-	-	32	16	-	-
	Sternaspidae	32	-	-	-	-	-	16	-	-	-	32	16	32	-	-
	Terebellidae	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
Arthropoda	Anthuridae	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aoridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
	Gnathiidae	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	128	-
	Maeridae	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
	Melitidae	-	-	-	-	-	32	64	-	-	-	16	64	-	16	-
	Mytilidae	-	-	-	-	16	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-
	Sergestidae	-	-	-	16	-	-	16	-	-	-	-	-	16	-	-
Mollusca	Arcidae	-	-	-	-	-	-	-	16	-	96	-	-	16	-	-
	Buccinidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	32	-	112



**ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ) ความหนาแน่นสัตว์พื้นท้องน้ำ (ตัวต่อตารางเมตร) ที่พบบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราดในช่วงเดือนกรกฎาคม 2562**

Phylum	Family	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7	TP8	TP9	TP10	TP11	TP12	TP13	TP14	TP15
Mollusca	Cancellariidae	-	-	-	-	16	-	-	-	-	112	-	-	-	-	-
	Cerithiidae	32	-	-	-	-	32	-	32	16	288	-	-	-	-	6368
	Cerithiopsidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	576
	Chilodontidae	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	16	-	-	-	-
	Columbellidae	-	-	-	-	-	-	32	-	-	32	-	32	16	-	2496
	Crassatellidae	-	-	-	-	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cyrenidae	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Dialidae	-	-	-	-	-	-	16	32	-	-	-	-	-	-	96-
	Epitoniidae	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	336
	Haminoeidae	-	-	-	-	144	16	128	48	16	48-	8-	-	-	-	144-
	Lunicidae	-	-	-	48	-	32	-	-	-	-	112	48	-	-	-
	Myochamidae	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	1392
	Nassaridae	-	-	-	-	-	-	16	16	-	-	-	-	-	-	-
	Nuculanidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24-	-	-	-	-	-
	Pyramidellidae	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-	24-	-	-	32	912
	Ringiculidae	-	-	-	-	16	16	-	16	-	44045	16	-	-	-	-
	Rissoidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	272	-	176	-	48	3792
	Scaliolidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1328
	Solariellidae	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	16	-	-	-	816
	Solenidae	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	32	-	16	-
	Triphoridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1248
	Turritellidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	224	48	-	-	-
	Veneroidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	176	-	-	-	-	-