ผลกระทบของคุณภาพน้ำและดินตะกอนต่อการเปลี่ยนแปลงสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

ชุติมณฑน์ ภู่นภาอำพร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2561
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ ชุติมณฑน์ ภู่นภาอำพร ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร. ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร. วิชญา กันบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ดร. ศุภวัตร กาญจน์อติเรกลาภ)

..... กรรมการ
(ดร. ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา)

..... กรรมการ
(ดร. วิชญา กันบัว)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จริยาวดี สุริยพันธุ์)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกรัฐ ศรีสุข)
วันที่ 19 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร. ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร. วิชญา กันบัว อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.พงษ์รัตน์ ดำรงโรจน์วัฒนา อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา ตรวจและแก้ไขชนิดของหอย

ขอขอบคุณภาควิชาวาริชศาสตร์ และบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับอุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณทีมสมุทรศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา คุณสดใส มุเขวา และคุณศตวรรษ ติฐานะ ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม จนทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยให้ความช่วยเหลือและกำลังใจโดยตลอด รวมถึงพี่สาว และเพื่อน ๆ สำหรับคำปรึกษา และกำลังใจด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบทุกวันนี้

ชุติมณฑน์ ภู่นภาอำพร

57910162: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: คุณภาพน้ำ/ คุณภาพดินตะกอน/ สัตว์ทะเลหน้าดิน/ อ่าวตราด

ชุติมณฑน์ ภู่นภาอำพร: ผลกระทบของคุณภาพน้ำและดินตะกอนต่อการเปลี่ยนแปลงสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด (EFFECT OF WATER QUALITY AND SEDIMENT FOR VARIATION OF BENTHOS IN THE TRAT BAY, TRAT PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา, ปร.ด., วิชญา กันบัว, ปร.ด. 136 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลกระทบของคุณภาพน้ำและดินตะกอนต่อการเปลี่ยนแปลงสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด โดยจะทำการเก็บตัวอย่างเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูแล้ง (มีนาคม) ฤดูฝน (กรกฎาคม) และฤดูปลายฝน (กันยายน) ปี พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 15 สถานี ซึ่งจะทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำ (อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ คลอโรฟิลล์-เอ และของแข็งแขวนลอยรวม) และคุณภาพดินตะกอน (น้ำในดินตะกอน สารอินทรีย์รวม และซัลไฟด์รวม) รวมถึงศึกษา ความหนาแน่น และความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณอ่าวตราด และนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำพบว่า อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 28.4-32.7 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างมีค่าอยู่ในช่วง 6.8- 8.9 ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 0.1-31.2 psu ออกซิเจนละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 5.1-9.8 มิลลิกรัมต่อลิตร คลอโรฟิลล์-เอ มีค่าอยู่ในช่วง 0.8- 38.3 ไมโครกรัมต่อลิตร และปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 11.0-97.0 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับคุณภาพดินตะกอนพบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 24.2-79.6 เปอร์เซ็นต์ สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 1.6-25.0 เปอร์เซ็นต์ และซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง nd-0.479 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของดินตะกอน ในส่วนของสัตว์ทะเลหน้าดิน พบทั้งหมด 74 ชนิด โดยจำแนกเป็น 4 Phylum (Mollusca 35 ชนิด, Annelida 26 ชนิด, Arthropoda 12 ชนิด และ Echinodermata 1 ชนิด) พบความหนาแน่นรวมของสัตว์พื้นท้องน้ำอยู่ในช่วง 16- 10,352 ตัวต่อตารางเมตร พบดัชนีความมากชนิด และความหลากหลายสูงสุดในฤดูแล้ง โดยมีค่าเท่ากับ 2.65 และ 2.75 ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ทะเลหน้าดินกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำพบว่า Triphoridae มีความสัมพันธ์กับสารอินทรีย์ในดินตะกอน ($p< 0.05$) Solariellidae มีความสัมพันธ์กับซัลไฟด์รวมในดินตะกอน ($p<0.05$) Pilargiidae มีความสัมพันธ์กับออกซิเจนละลายน้ำ ($p< 0.05$) Aoridae และ Melitidae มีความสัมพันธ์กับความเค็มของน้ำ ($p< 0.05$)

57910162: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)
KEYWORDS: WATER QUALITY/ SEDIMENT QUALITY/ BENTHOS/ TRAT BAY

CHUTIMON POONAPA-AMPORN: EFFECT OF WATER QUALITY AND SEDIMENT FOR VARIATION OF BENTHOS IN THE TRAT BAY, TRAT PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: PATRAWUT THAIPICHITBURAPA, Ph.D., VICHAYA KUNBUA, Ph.D. 136 P. 2018.

This research to study on effect of water quality and sediment for variation of benthos in the Trat Bay were divided into three seasons, dry season (March) rainy season (July) and late rainy season (September) of the year 2017. All of fifteen stations were studied on water quality (Temperature, pH, Salinity, Dissolved Oxygen, Chlorophyll *a* and Total Suspended Solid) and sediment quality (Water Content, Total Organic Matter and Acid Volatile Sulfide) include the density and diversity of benthos in Trat Bay. All of data were analyzed by statistical analysis.

The results of water and sediment quality showed that Water Temperature in the range of 28.4-32.7 ^{o}C. Potential of Hydrogen ion (pH) in the range of 6.8- 8.9. Salinity in the range of 0.1-31.2 psu. Dissolved Oxygen in the range of 5.1-9.8 milligrams per liter. Chlorophyll *a in* the range of 0.8- 38.3 micrograms per liter and Total Suspended Solids (TSS) in the range of 11.0-97.0 milligrams per liter while sediment quality was found Water Content in the range of 24.2-79.6 percent. Total Organic Matter in the range of 1.6-25.0 percent and Acid Volatile Sulfides in the range of nd-0.479 milligrams per gram dry weight of sediment. For the results of benthos found 74 species belonging to 4 phylum were; Mollusca (35 species), Annelida (26 species), Arthropoda (12 species) and Echinodermata (1 specie). The total density ranged from 16 to 10,352 animals per square meter. Index of species richness and the highest diversity in the dry season were 2.65 and 2.75 respectively. The correlation between benthos and aquatic environment was found to be Triphoridae correlated with Total Organic Matter in sediment ($p<0.05$). Solariellidae was correlated with Acid Volatile Sulfide ($p<0.05$). Tellinidae was correlated with Dissolved Oxygen ($p<0.05$). Pilargiidae was correlated with Dissolved Oxygen. Finally, Aoridae and Melitidae were correlated with Salinity ($p<0.05$).

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ญ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญ..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

สมมติฐานของการวิจัย..... 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2

ขอบเขตของการวิจัย..... 2

สถานที่ทำการวิจัย..... 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา..... 4

สัตว์ทะเลหน้าดิน..... 5

การใช้สัตว์ทะเลหน้าดินบ่งชี้สภาวะแวดล้อมและการแพร่กระจาย..... 7

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่มีผลต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน..... 9

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 16

พื้นที่ทำการศึกษา..... 16

การเก็บตัวอย่าง..... 17

การวิเคราะห์..... 18

4 ผลการวิจัย..... 24

ลักษณะพื้นที่ศึกษา..... 25

คุณภาพน้ำ..... 27

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	คุณภาพดินตะกอน	40
	สัตว์ทะเลหน้าดิน	54
5	อภิปรายและสรุปผล	80
รายการอ้างอิง		89
ภาคผนวก		96
	ภาคผนวก ก	97
	ภาคผนวก ข	120
	ภาคผนวก ค	128
ประวัติย่อของผู้วิจัย		136

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	สถานีและพิกัดที่ทำการเก็บตัวอย่างในพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด.....	17
4-1	องค์ประกอบทางอนุกรมวิธานของสัตว์หน้าดินในพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด ที่พบในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560.....	54
4-2	แสดงความชุกชุม (Density; N), จำนวนชนิด (Species; S), ค่าดัชนีความมากชนิด (Species richness; D) และดัชนีความหลากหลาย (Diversity index; H) ของสัตว์หน้าดินที่พบบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) ของ พ.ศ. 2560.....	75
ก-1	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนประจำปี 2560 จังหวัดตราด.....	98
ก-2	คุณภาพน้ำ [อุณหภูมิ (Temperature; Temp), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความเค็ม (Salinity; Sal), ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO), ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll a; Chl a), ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)] และดินตะกอน [ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content; WC), ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides; AVS)] บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560.....	99
ก-3	คุณภาพน้ำ [อุณหภูมิ (Temperature; Temp), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความเค็ม (Salinity; Sal), ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO), ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll a; Chl a), ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)] และดินตะกอน [ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content; WC), ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides; AVS)] บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560.....	100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ก-4	คุณภาพน้ำ [อุณหภูมิ (Temperature; Temp), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความเค็ม (Salinity; Sal), ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO), ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll a; Chl a), ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)] และดินตะกอน [ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content; WC), ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides; AVS)] บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560.....	101
ก-5	ชนิดและปริมาณสัตว์ทะเลหน้าดิน (ตัว/ตารางเมตร) ที่พบในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด.....	102
ก-6	ชนิดและปริมาณสัตว์ทะเลหน้าดิน (ตัว/ตารางเมตร) ที่พบในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด.....	108
ก-7	ชนิดและปริมาณสัตว์ทะเลหน้าดิน (ตัว/ตารางเมตร) ที่พบในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด.....	114

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
3-1	สถานีเก็บตัวอย่างดินตะกอน น้ำ และสัตว์หน้าดิน โดยมีจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 15 จุด บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด.....	16
4-1	สถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 15 จุด บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560.....	25
4-2	ลักษณะของพื้นที่อ่าวตราดฝั่งตะวันตก (Western zone) ในช่วงเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560.....	25
4-3	ลักษณะของพื้นที่กลางอ่าวตราด (Central zone) ในช่วงเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560.....	26
4-4	ลักษณะของพื้นที่อ่าวตราดฝั่งตะวันออก (Eastern zone) ในช่วงเดือนมีนาคม กรกฎาคม.. และกันยายน พ.ศ. 2560.....	26
4-5	ค่าความเค็ม (Salinity) ของน้ำ ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	27
4-6	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนประจำปี 2560 จังหวัดตราด.....	28
4-7	ความเค็ม (Salinity) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	29
4-8	อุณหภูมิของน้ำ (Temperature) ของน้ำ ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือน มีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	30
4-9	อุณหภูมิ (Temperature) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	31
4-10	ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ (pH) ของน้ำ ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือน มีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September)พ.ศ. 2560.....	32
4-11	ความเป็นกรด- ด่างของน้ำ (pH) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	33

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-12	ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll-a) ของน้ำ ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	34
4-13	คลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll-a; Chl a) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	35
4-14	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	36
4-15	ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	37
4-16	ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (Total Suspended Solids) ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	38
4-17	ของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids; TSS) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	39
4-18	ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content; WC) ณ สถานีที่สำรวจ ในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	41
4-19	น้ำในดินตะกอน (Water Content; WC) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	42
4-20	ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	43
4-21	สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึกที่สถานี T3, T4,T9,T10 และ T15 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-22	สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึกที่สถานี T2,T5,T8,T11 และ T14 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	46
4-23	สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึกที่สถานี T1,T6,T7,T12 และ T13 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	48
4-24	สารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	50
4-25	ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides; AVS) ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560.....	52
4-26	ซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfide; AVS) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560.....	53
4-27	การขุดลอกร่องน้ำบริเวณสถานี T7 และ T12 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด เดือนกันยายน พ.ศ. 2560.....	54
4-28	องค์ประกอบทางชนิดและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560.....	58
4-29	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน Phylum Annelida บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560.....	59

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-30	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินใน Phylum Arthropoda บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560.....	60
4-31	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินใน Phylum Echinodermata บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560.....	61
4-32	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินใน Phylum Mollusca บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560.....	62
4-33	องค์ประกอบทางชนิดและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560.....	63
4-34	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน Phylum Annelida บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560.....	64
4-35	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน Phylum Arthropoda บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560.....	65
4-36	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน Phylum Echinodermata บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560.....	66
4-37	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินใน Phylum Mollusca บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560.....	67
4-38	องค์ประกอบทางชนิดและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560.....	68
4-39	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน Phylum Annelida บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560.....	69
4-40	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน Phylum Arthropoda บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560.....	70
4-41	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน Phylum Echinodermata บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560.....	71
4-42	ความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน Phylum Mollusca บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560.....	72

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-43	แสดงการจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ความคล้ายคลึงกันของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 15 สถานี.	78
4-44	แสดงการจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ความคล้ายคลึงกันของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 15 สถานี.....	79
4-45	แสดงการจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ความคล้ายคลึงกันของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 15 สถานี	79
5-1	รูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด.....	84
5-2	รูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด.....	85
ข-1	คลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*; Chl *a*).....	121
ข-2	ของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS).....	122
ข-3	ปริมาณน้ำในดิน (Water Content; WC).....	124
ข-4	สารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter: TOM).....	125
ข-5	ซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides: AVS).....	126
ข-6	การจำแนกชนิดและปริมาณสัตว์ทะเลหน้าดิน.....	127
ค-1	สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylumn Annelida.....	129
ค-2	สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylumn Arthropoda.....	132
ค-3	สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylumn Echinodermata.....	133
ค-4	สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylumn Mollusca.....	133

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จังหวัดตราดเป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่อยู่สุดแดนทางภาคตะวันออกของประเทศไทย ติดกับจังหวัดจันทบุรีและประเทศกัมพูชา ตราดเป็นจังหวัดที่มีแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติที่สำคัญ เนื่องจากสภาพภูมิประเทศของจังหวัดตราดส่วนใหญ่ตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาสูง มีป่าชายเลนอันอุดมสมบูรณ์ มีแม่น้ำที่สำคัญได้แก่ แม่น้ำเวฬุและแม่น้ำตราด ซึ่งเป็นแม่น้ำหลักที่ไหลผ่านจังหวัดและลงสู่อ่าวไทย รวมถึงมีคลองธรรมชาติล้อมรอบจึงทำให้มีปริมาณสารอินทรีย์และแร่ธาตุที่มีอยู่ตามธรรมชาติไหลมากับมวลน้ำลงสู่บริเวณอ่าวที่เรียกว่า อ่าวตราด และด้วยปริมาณสารอินทรีย์และแร่ธาตุที่เหมาะสม ทำให้แพลงก์ตอนพืชที่เป็นผู้ผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำเจริญเติบโต เป็นอาหารตามธรรมชาติที่สำคัญส่งผลให้บริเวณอ่าวมีความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติโดยเฉพาะทรัพยากรประมง

เนื่องจากอ่าวตราดเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ด้วยทรัพยากรที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของประชากร มีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในพื้นที่มากขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ล้วนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศชายฝั่งทะเล จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2555 (กรมประมง, 2556) พบว่าจังหวัดตราดเป็นจังหวัดที่มีการประกอบอาชีพบริเวณชายฝั่งที่หลากหลาย ทั้งการเพาะเลี้ยงและการทำประมงชายฝั่ง โดยเฉพาะการทำนากุ้ง มีแหล่งเพาะเลี้ยงหอยและปูม้า ซึ่งทำให้เกิดการบุกลุกพื้นที่ป่าชายเลน นอกจากนี้ยังมีโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำเช่น โรงงานปลาป่น โรงงานปูกระป๋อง มีอู่ต่อเรือและท่าเทียบเรือทั้งขนาดเล็กและใหญ่ รวมถึงการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำพื้นบ้านเช่น ทำกะปิ กุ้งแห้งและปลาเค็ม โดยจังหวัดตราดถือว่าเป็นจังหวัดที่มีการทำการประมงเป็นอันดับ 1 เมื่อเทียบกับจังหวัดอื่น ๆในภาคตะวันออก

จากรายงานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในปีพ.ศ. 2554-2557 พบว่า คุณภาพของน้ำมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 13 ชลบุรี, 2558) ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและคุณภาพดิน รวมทั้งสิ่งมีชีวิตเช่น สัตว์พื้นท้องน้ำซึ่งเป็นผลผลิตขั้นทุติยภูมิในห่วงโซ่อาหาร และสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สถานภาพทางมลพิษของแหล่งน้ำได้ ทั้งนี้ความเสื่อมโทรมที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งมาจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ และอีกส่วนมาจากกิจกรรมดังกล่าวข้างต้น

จากความสำคัญของคุณภาพน้ำ ดินตะกอนและสัตว์หน้าดินดังกล่าว การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษา คุณภาพของดินตะกอนและคุณภาพน้ำ ที่ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายของ

สัตว์ทะเลหน้าดินและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล เพื่อใช้ในการประเมินระดับของมลพิษที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยใช้ปัจจัยทางชีวภาพและโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตสะท้อนถึงความเสื่อมโทรมของสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเล ซึ่งผลของการศึกษานี้สามารถนำไปหาแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมต่อในอนาคตได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพน้ำและคุณภาพดินบางประการบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด
2. ศึกษาชนิดและปริมาณของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด
3. ศึกษาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่ส่งผลกระทบต่อสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

สมมติฐานของการวิจัย

1. ฤดูกาลมีผลต่อคุณภาพน้ำและคุณภาพดิน
2. ชนิดและปริมาณของสัตว์ทะเลหน้าดินมีความแปรผันกับเวลาและสถานที่
3. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทางน้ำบางประการมีผลต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. การศึกษาคุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอน เพื่อใช้เป็นข้อมูลการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ และติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล
2. การศึกษาชนิดและปริมาณของสัตว์ทะเลหน้าดินสามารถบ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำ รวมถึงผลกระทบของสัตว์ทะเลหน้าดินต่อแหล่งน้ำ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางหนึ่งในการวางแผนเพื่อการบำบัดจัดการคุณภาพน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตของการวิจัย

ดำเนินการศึกษาสิ่งแวดล้อมของดินตะกอน คุณภาพน้ำ และความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำ รวมถึงผลกระทบของสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน เพื่อสามารถหาแนวทางการจัดการ อนุรักษ์ทรัพยากรประมงในอนาคตในบริเวณอ่าวตราด โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ดินตะกอน และสัตว์ทะเลหน้าดินตามฤดูกาล โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้งคือ เดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน 2560

สถานที่ทำการวิจัย

1. ภาคสนามบริเวณพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด
2. ห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

สภาพภูมิประเทศ

จังหวัดตราดเป็นพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่อยู่สุดแดนทางภาคตะวันออกของประเทศไทยมีเนื้อที่ประมาณ 2,862.6 ตารางกิโลเมตร และเป็นพื้นที่เขตปกครองทางทะเลประมาณ 7,257.6 ตารางกิโลเมตร มีชายฝั่งยาวประมาณ 165 ตารางกิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงและประเทศอื่นดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี และประเทศกัมพูชา

ทิศใต้ ติดต่อกับอ่าวไทย และน่านน้ำกัมพูชา

ทิศตะวันออก ติดต่อกับประเทศกัมพูชา มีทิวเขาเป็นแนวกั้นเขตแดน

ทิศตะวันตก ติดต่อกับอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

ลักษณะภูมิประเทศแบ่งเป็น 4 ลักษณะ

1. ที่ราบลุ่มน้ำ ได้แก่ บริเวณที่ราบตอนกลางและตะวันออก
2. ที่ราบบริเวณภูเขา ได้แก่ บริเวณที่ราบตอนบนและตอนกลาง
3. ที่สูงบริเวณภูเขา ได้แก่ บริเวณตอนกลางในบางพื้นที่และบริเวณเกาะต่าง ๆ
4. ที่ราบต่ำชายฝั่งทะเล ได้แก่ บริเวณเกือบตลอดแนวชายฝั่ง

พื้นที่อ่าวตราดส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 11-12 องศาเหนือ และลองติจูดที่ 102 องศาตะวันออก อ่าวตราดมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 200 ตารางกิโลเมตร รอบอ่าวตราดมีแม่น้ำสำคัญ 2 สายคือ 1. แม่น้ำตราด เป็นแม่น้ำสำคัญที่สุดของจังหวัดตราด ความยาว 150 กิโลเมตร ต้นน้ำเกิดจากเทือกเขาบรรทัด ไหลผ่านหลายอำเภอ 2. แม่น้ำเวฬุ เป็นแม่น้ำที่ใช้เป็นเส้นแบ่งเขตจังหวัดทางทิศตะวันตกระหว่างจังหวัดตราดและจังหวัดจันทบุรี มีความยาว 20 กิโลเมตร ต้นกำเนิดอยู่บริเวณเขาสระบาป และเขาชะอมในเขตจังหวัดจันทบุรี พื้นที่บริเวณแม่น้ำเวฬุมีการใช้ประโยชน์จากชุมชนมาก (องค์การบริหารส่วนจังหวัดตราด, 2557)

จากรายงานของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2543 อ้างถึงใน ทิพวัลย์ พลเดโช, 2546) พบว่า พื้นที่การใช้ประโยชน์บริเวณปากแม่น้ำเวฬุร้อยละ 59.1 เป็นที่อยู่อาศัยและที่รกร้าง ร้อยละ 40.6 เป็นพื้นที่การเกษตร และร้อยละ 0.3 เป็นพื้นที่ชุมชน ซึ่งทำให้พื้นที่ป่าชายเลนรอบ ๆ ปาก

แม่น้ำลดลง โดยเฉพาะการบุกรุกพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อเปลี่ยนเป็นนากุ้ง การเลี้ยงหอยทะเล การเลี้ยงปลาในกระชัง และการประมงต่าง ๆ มากขึ้น ทำให้ส่งผลต่อปริมาณสารอินทรีย์และดินตะกอนที่ไหลลงสู่อ่าวตราด

สภาพภูมิอากาศ

อากาศโดยทั่วไปเป็นแบบร้อนชื้น อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26-29 องศาเซลเซียส มีฝนตกตลอดทั้งปี 231 วัน ปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ 5,431.8 มิลลิเมตร สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2545) อ่าวตราดมีเพียง 2 ฤดูใหญ่ ๆ เท่านั้นคือ

ฤดูร้อน อยู่ในช่วงเดือนมกราคมถึงเมษายน ระยะนี้จะได้รับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในตอนต้นฤดูอากาศค่อนข้างหนาวเย็น แต่เป็นช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ทำให้ความชื้นลดลงช่วงต้นฤดูและจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงฤดูฝน

ฤดูฝน อยู่ในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม เป็นฤดูที่มีฝนตกชุกมากและได้รับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้ฝนจะตกหนักในช่วงนี้ และมีปริมาณความชื้นค่อนข้างสูง (องค์การบริหารส่วนจังหวัดตราด, 2557)

สัตว์ทะเลหน้าดิน

สัตว์ทะเลหน้าดิน (Benthos) หมายถึง สัตว์ทะเลที่มีกระดูกสันหลังและไม่มีกระดูกสันหลัง โดยอาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องทะเล รวมถึงพวกที่อาศัยอยู่บนผิวดิน และพวกที่ฝังตัวอยู่ในดิน (ปกรณ์ ประเสริฐวงษ์, 2527)

การจำแนกชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดิน โดยวิธีของ สมถวิล จริตควร (2540) สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. แบ่งตามแหล่งที่อยู่อาศัย

1.1 สัตว์ที่อาศัยอยู่บนดิน (Epifauna) คือ สัตว์ที่กินอยู่อาศัยบนพื้นท้องทะเลซึ่งอาจเป็นหิน ดิน โคลน ทราย หรือซากพืชซากสัตว์

1.2 สัตว์ที่อาศัยหากินอยู่ในดิน (Infauna) คือ สัตว์ที่อาศัยอยู่ในรูหรือฝังตัวในดิน

2. แบ่งตามขนาด

2.1 กลุ่มมาโครฟาวน่า (Macrofauna) หมายถึง สัตว์ทะเลหน้าดินที่มีขนาดตั้งแต่ 1 มิลลิเมตรขึ้นไป เช่น หอย กุ้ง ปู และไส้เดือนทะเล เป็นกลุ่มที่มีขนาดใหญ่ สามารถสุ่มวัดได้

2.2 กลุ่มมายโอฟาวน่า (Meiofauna) หมายถึง สัตว์ทะเลหน้าดินที่มีขนาดปานกลาง ตั้งแต่ 0.5-1.0 มิลลิเมตร เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายทางชนิดสูงมาก เช่น ไส้เดือนทะเล และหนอนตัวกลม เป็นต้น

2.3 กลุ่มไมโครฟาวน่า (Microfauna) หมายถึง สัตว์ทะเลหน้าดินที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมครอน ถึง 0.5 มิลลิเมตร หรือสัตว์ที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของพวกโปรโตซัว

3. แบ่งตามการกินอาหาร

3.1 สัตว์ทะเลหน้าดินที่กินพืชเป็นอาหาร (Herbivorous) ได้แก่ หอยฝาเดียวบางชนิด โดยใช้ฟันขูดสาหร่าย หรือพืชที่มีขนาดเล็กที่เกาะตามพื้นดินเช่น หอยขมทะเล

3.2 สัตว์ทะเลหน้าดินที่กินสัตว์เป็นอาหาร (Carnivorous) ได้แก่ หอยมะระโดยจะกินหอยนางรมเป็นอาหาร

3.3 สัตว์ทะเลหน้าดินที่กรองอาหารจากมวลน้ำ (Filter feeder) ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ หรือสัตว์ขนาดเล็ก เช่น หอยนางรม เพรียง เป็นต้น โดยสัตว์หน้าดินพวกนี้จะมีเหงือกหรืออวัยวะสำหรับกรองอาหาร

3.4 สัตว์ทะเลหน้าดินที่กินซากพืชซากสัตว์เป็นอาหาร (Scavenger) ได้แก่ แมลงสาบทะเล

3.5 สัตว์ทะเลหน้าดินที่กินอินทรีย์สารเป็นอาหาร (Deposit feeder) ได้แก่ ไส้เดือนทะเลบางชนิดและปลิงทะเล โดยสัตว์หน้าดินพวกนี้จะกินสารอินทรีย์รวมทั้งแบคทีเรียที่อยู่ในดินเป็นอาหาร ซึ่งจะกินกรวดทรายเข้าไป โดยมีกระบวนการย่อยและดูดซึมเฉพาะสารอินทรีย์ไว้แล้วขับถ่ายกรวดทรายออกมาในรูปอุจจาระ

3.6 สัตว์ทะเลหน้าดินที่กินอินทรีย์สาร (Detrius feeder) ได้แก่ หนอนถั่ว พวกนี้เฉพาะอินทรีย์สาร แต่จะไม่กินกรวดทรายเข้าไป

สัตว์ทะเลหน้าดินเป็นผลผลิตขั้นทุติยภูมิ (Secondary production) ในห่วงโซ่อาหาร ซึ่งเป็นอาหารของสัตว์น้ำเช่น ปลาและกุ้งทะเล โดยเฉพาะในกลุ่มไส้เดือนทะเล และกลุ่มกุ้ง กั้ง ปูขนาดเล็ก (สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ และประจวบ โมฆรัตน์, 2542) นอกจากนี้สัตว์ทะเลหน้าดินสามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นได้อีกด้วย เนื่องจากสัตว์ทะเลหน้าดินบางชนิดตายในขณะที่บางชนิดรอดโดยการปรับตัวต่อแหล่งน้ำที่ได้รับสารมลพิษเป็นเวลานานได้ (Holland, Nancy, & Oppenheimer, 1973) จากการสังเกตลักษณะการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตต่อสิ่งแวดล้อม อาทิ ลักษณะทางสรีระวิทยา พฤติกรรม และการกระจายตัวของสัตว์ต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง

ไปพบว่า สิ่งมีชีวิตในแต่ละชนิดมีความต้องการสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน จึงสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำได้เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ พืชน้ำ ปลา สาหร่าย และสัตว์ทะเลหน้าดิน

การใช้สัตว์ทะเลหน้าดินในการบ่งชี้สภาวะแวดล้อมและการแพร่กระจาย

สัตว์ทะเลหน้าดินนิยมนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นสัตว์ที่มีแหล่งที่อยู่เป็นที่ ไม่ค่อยมีการอพยพย้ายถิ่น จึงทำให้มีความน่าเชื่อถือมากกว่าแพลงก์ตอน นอกจากนี้สัตว์ทะเลหน้าดินเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร ไม่เพียงแต่ช่วยหมุนเวียนสารเท่านั้น แต่รวมถึงความเป็นพิษในสัตว์ทะเลหน้าดินที่เกิดจากการได้รับผลกระทบจากระบบสิ่งแวดล้อมด้วย (จิตติมา อายุตตะกะ, 2544; เมธาวี เบญจบรรพต, 2550)

Lardicci, Rossi, and Castelli (1997) ทำการศึกษา การวิเคราะห์โครงสร้างประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินหลังวิกฤตการณ์อาหารในทะเลสาบเมดิเตอร์เรเนียน พบว่า ระดับออกซิเจน และปริมาณสารอินทรีย์ในดิน มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดิน โดยพบว่า ทะเลสาบฝั่งตะวันตกจะพบ *Abra ovata* (หอยสองฝา) เป็นกลุ่มเด่น และทะเลสาบฝั่งตะวันออกพบ *Cerastoderma glaucum* (หอยสองฝา) เป็นกลุ่มเด่น

สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ และประจวบ โมฆรัตน์ (2542) ทำการศึกษาประชาคมสัตว์พื้นท้องทะเลขนาดใหญ่ บริเวณอ่าวสะปำ จังหวัดภูเก็ต ซึ่งมีสภาพพื้นที่ทะเลมีลักษณะเป็นโคลน พบว่าบริเวณใกล้ฝั่งมีความหลากหลายมากกว่าบริเวณที่ห่างจากฝั่ง ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายและโครงสร้างคือ ปริมาณออกซิเจนและค่าความเป็นกรดของดิน

การศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำอ่าวบ้านเพ จังหวัดระยอง พบว่าบริเวณชายฝั่งที่มีน้ำเน่าเสีย ตามท่าเทียบเรือประมงบ้านเพ จังหวัดระยอง รวมถึงบริเวณชายฝั่งทะเลที่รับน้ำเสียจากชุมชน จะพบไส้เดือนในชนิด *Capitella capitata* เป็นชนิดเด่น (Sanguansin, 1995 อ้างถึงใน ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, ฐิติมา ทองศรีพงษ์ และอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์, 2545)

ณิฏฐารัตน์ ปภาสิทธิ์ และคณะ (2545) ทำการศึกษาโครงสร้างประชาคมสัตว์หน้าดินบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี พบว่าบริเวณต้นแม่น้ำมีพื้นที่ที่มีการเลี้ยงกุ้งเล็กน้อยใกล้กับป่าชายเลนธรรมชาติ ยังคงมีประชากรของสัตว์ทะเลหน้าดินจำพวกครัสตาเซียน และหอย ซึ่งเป็นสัตว์เด่นในป่าชายเลนธรรมชาติ ส่วนในบริเวณที่มีฟาร์มเลี้ยงกุ้งอย่างหนาแน่นจะเหลือสัตว์หน้าดินเพียงกลุ่มเดียวคือ ไส้เดือนทะเล ซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถอยู่ได้ในสภาวะที่มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำ และดินตะกอน

อรรถพล โลกิตสถาพร และจุฑาทิพย์ โลกิตสถาพร (2545) ทำการศึกษาความชุกชุมและความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา กำหนดจุด

สำรวจทั้งหมด 10 จุด ตั้งแต่อำเภอบางบาลจนถึงอำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 2 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2543 พบว่า สัตว์หน้าดินในแม่น้ำเจ้าพระยาประกอบด้วย 4 Phylum ได้แก่ Annelida, Mollusca, Arthropoda และ Chordata โดยสัตว์หน้าดินที่พบเป็นชนิดเด่น คือ Gamaridae ซึ่งพบว่า มีการแพร่กระจายมากในช่วงต้นฤดูหนาว ส่วนคุณภาพน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยาในภาพรวมจัดอยู่ในเกณฑ์พอใช้ถึงดี

จำลอง โตอ่อน (2546) ทำการศึกษาโครงสร้างประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ในช่วงเดือนมิถุนายน 2544 ถึงเดือนพฤษภาคม 2545 โดยทำการเก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มต่าง ๆ 9 กลุ่ม พบว่า ไส้เดือนทะเลเป็นสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบเป็นกลุ่มเด่น โดยเฉพาะชนิด *Scoloplos* sp. รองลงมาคือกลุ่มหอยและครัสตาเซียน ตามลำดับ นอกจากนี้การศึกษานี้ยังพบว่า คุณภาพน้ำทะเลในอ่าวศรีราชายังจัดอยู่ในเกณฑ์ดีเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 4 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและชายฝั่ง ทว่า องค์ประกอบของชนิดและการกระจายของสัตว์หน้าดิน โดยเฉพาะไส้เดือนทะเลที่พบ บ่งชี้ถึงสภาวะปริมาณสารอินทรีย์ที่สูงในดินตะกอน ดังนั้นการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งอ่าวศรีราชาควรมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและดินตะกอนควบคู่กับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงประชากรสัตว์หน้าดิน

หทัยรัตน์ สุดตา (2550) ทำการศึกษาการใช้ไส้เดือนน้ำเป็นเป็นตัวบ่งชี้สถานภาพทางอินทรีย์สารของพื้นท้องน้ำในแม่น้ำนครชัยศรีบริเวณที่มีการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ที่แตกต่างกัน ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 จำนวน 6 จุดสำรวจ พบไส้เดือนทั้งหมด 5 วงศ์ (Naididae, Tubificidae, Aeolosomatidae, Haplotaxidae และ Lumbricidae) โดยการบ่งชี้สถานภาพทางอินทรีย์สารของสัตว์พื้นท้องน้ำนี้ สามารถใช้ไส้เดือนชนิด *Branchiura sowerbyi* และ *Tubifex tubifex* เป็นตัวบ่งชี้ถึงแหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์รวมอยู่ระหว่าง 106.4-125.9 มิลลิกรัม/กรัม และมีซัลไฟด์รวมอยู่ระหว่าง 0.01-0.59 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้งได้ ซึ่งปริมาณสารอินทรีย์รวมและซัลไฟด์รวมในระดับนี้เป็นตัวแสดงออกถึงสถานภาพทางอินทรีย์สารที่อุดมสมบูรณ์ของพื้นท้องน้ำ นอกจากนั้นยังใช้สัตว์ทะเลหน้าดินบางชนิด คือ *Nais* sp. และ *Aeolosoma nivenum* เป็นดัชนีบ่งชี้ปริมาณซัลไฟด์ในบริเวณพื้นท้องน้ำได้

ดวงแก้ว นุตเจริญ (2552) ทำการศึกษาไส้เดือนทะเลในภาวะที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในเดือนพฤษภาคม และตุลาคม พ.ศ. 2550 พบสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด 86 ชนิด กลุ่มหลักที่พบได้แก่ ไส้เดือนทะเล หอย และครัสเตเชียน โดยไส้เดือนทะเลที่พบการกระจายทั่วไปของอ่าวคือ Nephtys ส่วนไส้เดือนทะเลที่พบในที่ที่มีปริมาณ

สารอินทรีย์สูงได้แก่ชนิด *Ceratonereis burmensis*, *Dendronereis pinnaticirris*, *Nephtys (Nephtys) capensis*, *Namalycastis* cf., *Sabellidae* sp. และ *Heteromastus sp.* เป็นต้น

ณัฐวุฒิ ธานี (2558) ทำการศึกษาการประเมินคุณภาพชายหาดจังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล โดยใช้สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ ระหว่างเดือนกันยายน 2555 ถึงเดือนกันยายน 2556 พบสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ทั้งหมด 116 ชนิด 51 วงศ์ 20 อันดับ 5 ชั้น และ 4 ไฟลัม กลุ่มที่พบมากสุดคือ โพลีคีต รองลงมาคือ มอลลัสก์ ครัสตาเชียน และบราชิโอพอด เมื่อหาความสัมพันธ์กับตัวแปรทางระบบนิเวศและดัชนีชีวภาพ โดยใช้สมการถดถอยแบบหลายตัวแปรพบว่า ปริมาณฟอสเฟตและไนเตรตในน้ำ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ อุณหภูมิ ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง และอนุภาคของดิน มีความสัมพันธ์กับดัชนีชีวภาพ ($p< 0.05$)

ปริญธิดา จันลา, ชนัดดา เกตุมา, วิชญา กันบัว และจริยาวดี สุริยพันธุ์ (2561) ศึกษาองค์ประกอบและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบบริเวณหาดทรายแก้ว และอ่าวพร้าว อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า-หมู่เกาะเสม็ด จังหวัดระยองระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 พบสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด 4 Phylum ได้แก่ Phylum protozoa Phylum Annelida Phylum Arthropoda และ Phylum Mollusca โดยทั้ง 2 พื้นที่พบโปรโตซัว ชนิด Elphidium macellum เป็นกลุ่มเด่นของพื้นที่ รองลงมาได้แก่ หอยฝาเดียวในครอบครัว Cerithiidae และ Trochidae ในส่วนสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเล (Annelida) จะพบเพียงในพื้นที่อ่าวพร้าว

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่มีผลต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน

สิ่งแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา จึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตด้วยเช่นกัน ลักษณะทางสิ่งแวดล้อมทั้งทางกายภาพและชีวภาพเช่น ความเค็ม อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความแรงของคลื่น ปริมาณสารอาหาร เป็นต้น ล้วนมีผลต่อการตอบสนองพฤติกรรมและการอยู่รอดของสัตว์ทะเลหน้าดินที่แตกต่างกัน เพราะในแต่ละชนิดจะปรับตัวได้ไม่เหมือนกัน ข้อมูลเหล่านี้จึงเป็นตัวกำหนดการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดิน

1. คุณภาพน้ำ

1.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำมีความสำคัญกับสิ่งมีชีวิตทั้งทางตรงและทางอ้อม ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการเมตาบอริซึม การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำ การละลายของธาตุและก๊าซในน้ำ รวมถึงควบคุมปฏิกิริยาเคมี อัตราการหายใจ อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการย่อยสลาย และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร, 2543) นอกจากนี้ยังรวมถึง

อุณหภูมิจากน้ำทิ้งของแหล่งน้ำสาธารณะสามารถทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำอาจตายได้ ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำสูงเกินไปจะส่งผลต่ออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำนั้น ทำให้มีการใช้ออกซิเจนจากแหล่งน้ำและมีการปล่อยสารพิษเช่น แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ อาจรวมถึงไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกมาในปริมาณมากจนอาจถึงระดับที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำได้ ในขณะเดียวกันถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปจะส่งผลต่ออัตราการย่อยสลายสารอินทรีย์ช้าลง ทำให้มีการสะสมของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสัตว์หน้าดินเช่นกัน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดไว้ว่า อุณหภูมิของน้ำที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะไม่ควรเกิน 40 องศาเซลเซียส (เมธาวี เบญจบรรพต, 2550)

วีระศักดิ์ ซั่วต๋อ (2543) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ทะเลหน้าดินในกลุ่ม *Chironomus* sp. กับอุณหภูมิ ซึ่งผลจากการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ ศุภชัย สิทธิเลิศ (2528) ที่พบว่า ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินในแต่ละจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจน ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ตามฤดูกาล

1.2 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีผลต่อการแสดงออกของความเป็นพิษของคุณสมบัติน้ำเช่น แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นต้น เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น สัดส่วนของแอมโมเนียในรูปที่ไม่มีประจุ (NH_3) ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น สัดส่วนของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ไม่มีประจุจะลดลง (นิคม ละอองศิริวงศ์, 2546)

โดยปกติแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ระหว่าง 4.0-9.0 โดยพีเอชที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในน้ำจะอยู่ในช่วง 6.0-8.0 ในขณะที่แหล่งน้ำทั่วไปตามธรรมชาติส่วนมากมีค่าพีเอชมากกว่า 7 เนื่องจากในแหล่งน้ำมีปริมาณอิออน อิออนต่าง ๆ ในสารละลายจะมีความสามารถในการนำไฟฟ้า ซึ่งแหล่งน้ำที่มีพีเอชมากกว่า 7 นั้น คือแหล่งน้ำที่มีอิออนพวกไบคาร์บอเนตเป็นองค์ประกอบอยู่ (นันทนา คชเสนี, 2539)

วีระศักดิ์ ซั่วต๋อ (2543) ได้ทำการศึกษาพบว่า ค่าพีเอชมีความสัมพันธ์ต่อสัตว์พื้นท้องน้ำ เนื่องจากในแหล่งน้ำที่มีค่าเป็นด่างสูงเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำเสียจากชุมชน ที่อยู่อาศัยหรือโรงงานอุตสาหกรรม จึงทำให้พบสัตว์พื้นท้องน้ำสกุล *Chironomus* sp. เพิ่มสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศุภชัย สิทธิเลิศ (2528) ที่พบว่า ค่าความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่างมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละฤดูซึ่งขึ้นอยู่กับค่าพีเอช นอกจากนี้ค่าพีเอชในแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์ต่อริ้นน้ำ

1.3 ความเค็ม (Salinity)

ความเค็มเป็นปัจจัยบริเวณเอสทูรีน เนื่องจากมีความผันแปรอย่างมากตามการผสมผสานของน้ำเค็มและน้ำจืด ทำให้สิ่งมีชีวิตต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมข้างต้น โดยส่วนใหญ่บริเวณเอสทูรีนจะเป็นพวกสัตว์ทะเลซึ่งมีความหลากหลายมากกว่าสัตว์น้ำจืด และน้ำกร่อย โดยสัตว์จะมีการปรับตัวด้วยการควบคุมความเข้มข้นของเกลือแร่ที่ละลายอยู่ในของเหลวของร่างกายไม่ให้เปลี่ยนไปตามความเข้มข้นของน้ำภายนอก เรียกสัตว์พวกนี้ว่า Osmoregulator ได้แก่ ไส้เดือนทะเลชนิด *Nereis diversicolor* ซึ่งสามารถดำรงชีวิตได้ในน้ำทะเลที่มีความเค็มตั้งแต่ร้อยละ 20-100 โดยสามารถขับน้ำออกจากตัวเพื่อรักษาความดันออสโมติก (Osmotic pressure) ภายในตัวให้สูงกว่าความดันภายนอกตัว เมื่อความเค็มของน้ำในบริเวณที่สัตว์พวกนี้อาศัยอยู่เปลี่ยนไป สัตว์พวกนี้จะมีวิธีการต่างๆอาทิ ว่ายน้ำออกจากบริเวณนั้น ฝังตัวในพื้นดิน หรือมีส่วนของลำตัวที่ช่วยในการปิดกั้นเช่น เปลือกหอย และเพรียงหิน เป็นต้น (จิตติมา อายุตตะกะ, 2544)

1.4 ของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)

ของแข็งแขวนลอยประกอบด้วยอนุภาคของดิน สารอนินทรีย์ และสารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็ก และแพลงก์ตอน รวมถึงสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆในน้ำ แหล่งกำเนิดของสารแขวนลอยในน้ำมาจากการกัดเซาะพังทลายของดินบนฝั่งและถูกพัดพาโดยแม่น้ำ ในบริเวณต้นน้ำจะพบว่ามีของแข็งแขวนลอยที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์น้อยกว่าบริเวณปากแม่น้ำ เนื่องจากบริเวณต้นน้ำปริมาณของแข็งแขวนลอยส่วนใหญ่เกิดจากการกัดเซาะหน้าดินบนฝั่งและอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ แต่เมื่อไหลผ่านชุมชนพบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยจะอยู่ในรูปของสารอินทรีย์มากจนถึงบริเวณปากแม่น้ำ สารแขวนลอยในน้ำจะส่งผลทำให้เกิดความขุ่น บดบังแสง จนกระทั่งทำให้ไปอุดช่องเหงือกเป็นอันตรายต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้สัตว์น้ำหายใจติดขัด มีการเจริญเติบโตช้า ความต้านทานโรคลดลง และยังทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน (นิคม ละอองศิริวงศ์, 2546) แต่ทว่าความขุ่นส่งผลดีต่อการหลบซ่อนศัตรูของสัตว์น้ำขนาดเล็ก โดยแหล่งน้ำทั่วไปควรมีปริมาณสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร หากอยู่ช่วง 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้ผลผลิตสัตว์น้ำลดลง (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528)

1.5 ความโปร่งแสง (Tranparency)

เป็นการวัดระยะความลึกที่แสงส่องผ่านลงไปสู่แหล่งน้ำได้ ความโปรงแสงจะแปรผันตามสีและความขุ่นของน้ำ หรืออาจแปรผันตามความเข้มและทิศทางของแสงได้ ความโปร่งแสงเป็นพารามิเตอร์ที่วัดได้รวดเร็วและง่าย (นิคม ละอองศิริวงศ์, 2546)

1.6 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO)

ออกซิเจนมีความสามารถในการละลายน้ำได้ดี ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเป็นตัวควบคุมการกระบวนการเมตาบอริซึมของสิ่งมีชีวิตเพราะพืชและสัตว์จำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจ นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนยังใช้เป็นดัชนีชี้คุณภาพในแหล่งน้ำได้ด้วย (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต, 2543) การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยเช่น อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นการละลายของออกซิเจนในน้ำก็จะลดลง หรืออีกปัจจัยคือ ความเค็ม ถ้ามีความเค็มสูงขึ้นการละลายของออกซิเจนก็จะลดลงเช่นกัน แหล่งที่มาของออกซิเจนมาได้จากการแพร่จากอากาศ การสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืชหรือพรรณไม้น้ำ จุมพล สงวนสิน (2531) ได้ทำการศึกษา ความสัมพันธ์ของกลุ่มประชากรสัตว์น้ำบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำพบว่า การเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นและมวลชีวภาพของไส้เดือนทะเล *Napthys capensis* มีความสัมพันธ์กับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

โดยทั่วไปความเข้มข้นของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำคือ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตรจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (นันทนา คชเสนี, 2539) จากการศึกษาของ จุมพล สงวนสิน และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ (2525) ได้ทำการศึกษากลุ่มประชากรของสัตว์พื้นท้องน้ำในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนพบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นและมวลของไส้เดือนทะเลชนิด *Nephtys capensis* ซึ่งสอดคล้องกับ ศุภชัย สิทธิเลิศ (2528) ที่ทำการสำรวจสัตว์พื้นท้องน้ำในแม่น้ำท่าจีนพบว่า ความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำในแต่ละจุดสำรวจมีการเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

นิตยา เลาหะจินดา (2546) ทำการศึกษาพบว่า สัตว์หน้าดินในกลุ่ม Annelida จะพบในแหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูง และพบว่าสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่มนี้สามารถอยู่ได้ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำหรือแหล่งน้ำเสียที่ไม่มีออกซิเจนเลย (สิริ ทุกข์วินาศ, สัจจา สุขวิบูลย์, วิรัช ภัทรภิญโญ, วรวิทย์ อภิรักษมีวรรณ, จารุวัฒน์ นภีตภัฏ และประสิทธิ พัฒนุช, 2519)

1.7 คลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*; Chl *a*)

คลอโรฟิลล์ เป็นรงควัตถุที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงของพืช โดยเฉพาะคลอโลฟิลล์-เอ จะพบมากในแพลงก์ตอนพืช ซึ่งเป็นรงควัตถุสีเขียวที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสงขั้นต้น (Primary photosynthetic pigments) ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ สามารถใช้เป็นดัชนีแสดงมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช รวมถึงสามารถใช้ประเมินผลผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำได้ (ลัดดาวงศ์รัตน์, 2542)

ระดับคลอโรฟิลล์-เอ ที่ตรวจพบในแหล่งน้ำ สามารถจำแนกประเภทของแหล่งน้ำตามระดับคลอโรฟิลล์-เอ ได้ 5 ระดับ (OECD, 1982) ดังนี้

1. Ultra-oligotrophic Waters หมายถึง แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อยมาก พบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ น้อยกว่า 1 ไมโครกรัมต่อลิตร

2. Oligotrophic Waters หมายถึง แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์น้อย พบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีค่าน้อยกว่า 2.5 ไมโครกรัมต่อลิตร

3. Mesotrophic Waters หมายถึง แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง พบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีค่าระหว่าง 2.5- 8 ไมโครกรัมต่อลิตร

4. Eutrophic Waters หมายถึง แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง พบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีค่าระหว่าง 8- 25 ไมโครกรัมต่อลิตร

5. Hypertrophic Waters หมายถึง แหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงมาก พบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มีค่าสูงกว่า 25 ไมโครกรัมต่อลิตร

2. คุณภาพดินตะกอน

2.1 ปริมาณน้ำในดิน (Water Content; WC)

ปริมาณน้ำในดินเป็นค่าที่แสดงสัดส่วนของน้ำหนักของน้ำต่อน้ำหนักของดินตะกอนในปริมาตรของดินตะกอนหนึ่ง ๆ ซึ่งจะออกมาในรูปร้อยละของน้ำหนักดินที่ใช้วิเคราะห์ ปริมาณน้ำในดินตะกอนสามารถบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของสารอินทรีย์ในดินตะกอน ขนาดของอนุภาคดินตะกอน รวมถึงสะท้อนกิจกรรมของสัตว์หน้าดินได้ โดยดินตะกอนที่มีปริมาณน้ำในดินต่ำประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ มักมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นทรายที่มีเนื้อหยาบและมีปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

2.2 สารอินทรีย์รวม (Total Organic Matter: TOM)

ปริมาณสารอินทรีย์รวม เป็นสารที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตบนบกและในน้ำ สารอินทรีย์เป็นสารที่มีส่วนประกอบของธาตุคาร์บอนร้อยละ 58 ไฮโดรเจนร้อยละ 10 ออกซิเจนร้อยละ 20 ไนโตรเจนร้อยละ 5 ฟอสฟอรัสและกำมะถันอย่างละร้อยละ 1 นอกนั้นเป็นสารอื่นอีกเล็กน้อย (Black, Evans, White, Ensminger, & Clark, 1965) สารอินทรีย์ทั้งในน้ำและในดินตะกอนมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ เพราะเป็นแหล่งอาหารและพลังงาน นอกจากนี้ในบริเวณที่มีสารอินทรีย์สูงจะเกิดการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียซึ่งเป็นอาหารที่ดีของสิ่งมีชีวิตขั้นสูงขึ้นไปในระบบนิเวศอีกด้วย สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำจะอยู่ในรูปของสารแขวนลอย สารละลายหรือตกตะกอน (Meyer & Takeuchi, 1990)

นอกจากนั้นสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำสามารถเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำได้ โดยแหล่งน้ำที่ใช้เพื่ออุปโภค บริโภค และเกษตรกรรม ควรมีปริมาณสารอินทรีย์ ประมาณค่าจาก Biochemical oxygen demand (BOD) ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/ลิตร (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) สารอินทรีย์ที่สะสมในดินตะกอนจะเปลี่ยนแปลงเสมอจากหลายกระบวนการ ทั้งทางธรณีวิทยา ทางชีววิทยา เป็นต้น ทำให้มีการเคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์

Pierce and Felbeck (1972) จำแนกสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. Non humic substance ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ง่าย เนื่องจากถูกออกซิไดส์ได้ง่าย เช่น น้ำตาล แป้ง วิตามิน และกรดอะมิโน (นันทนา สันตติวุฒิ, 2518)

2. Humic substance ประกอบด้วย humic acid, fulvic acid และ humin (Pierce & Felbeck, 1972; Schnitzer, 1978; Werner & Morgan, 1981) สารอินทรีย์กลุ่มนี้จุลินทรีย์ย่อยสลายได้ยาก เป็นสารที่มีมากในแหล่งน้ำธรรมชาติประมาณร้อยละ 6-30 ของสารอินทรีย์ในน้ำทั้งหมด (Telang, Hodgson, & Baker, 1981)

ปัจจุบันมีการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนมากขึ้น เพราะปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนมีผลต่อสภาพแวดล้อมทั้งทางบวกและทางลบ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) ผลในทางบวกสารอินทรีย์ในดินตะกอนเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ โดยเฉพาะผู้ผลิตขั้นต้นอย่างแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำอื่น ๆ ส่วนผลในทางลบของสารอินทรีย์ในตะกอนดินเมื่อมีมากเกินความต้องการย่อมก่อให้เกิดมลพิษกับสิ่งแวดล้อม และความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตได้

Mckay (1996) ได้แบ่งสารอินทรีย์ตามความเป็นพิษได้ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

1. Biologically degradable and non toxic substances คือ กลุ่มที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา และไม่มีความเป็นพิษ

2. Biologically degradable and toxic substances คือ กลุ่มที่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา และมีความเป็นพิษ

3. Biologically non degradable and non toxic substances คือ กลุ่มที่ไม่สามารถย่อยสลายเองได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา และไม่มีความเป็นพิษ

4. Biologically non degradable and toxic substances คือ กลุ่มที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา และมีความเป็นพิษ

Lagler, Bardach, and Miller (1962) รายงานว่า บริเวณที่มีธาตุอาหารจำพวกสารอินทรีย์สูงจะพบสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่ รวมถึงการศึกษาของ Fahy (1975) และ Body, Newbold, and Erman (1978) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์อินทรีย์สารมีความสำคัญต่อชนิดและจำนวนของสัตว์หน้าดิน โดยไปในทิศทางเดียวกับ Fillion (1967) ได้รายงานไว้ว่า อนุภาคของตะกอนในแหล่งน้ำส่งผลต่อความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์หน้าดิน

2.3 ซัลไฟด์รวม (Acid Volatile Sulfides: AVS)

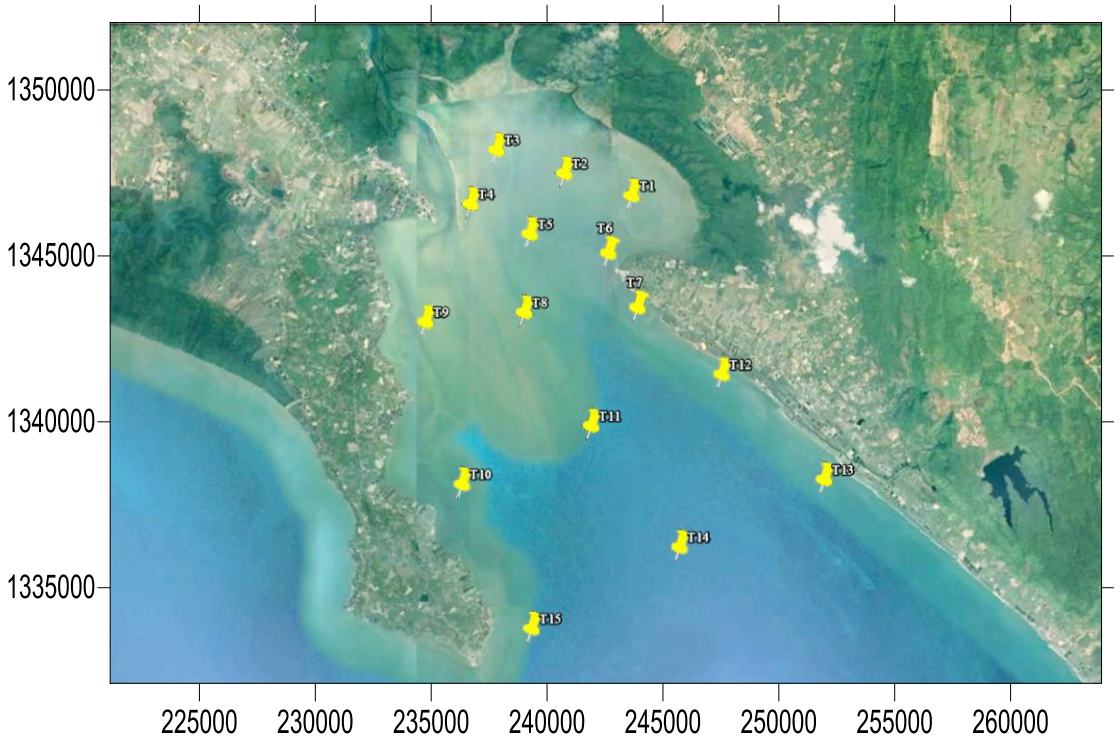
ในแหล่งน้ำที่มีการสะสมของสารอินทรีย์จะถูกแบคทีเรียย่อยสลายโดยใช้ออกซิเจนในน้ำ หากปริมาณสารอินทรีย์มากเกินไปทำให้ออกซิเจนไม่พอใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ แต่ยังคงมีสารอินทรีย์เหลืออยู่จะเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic condition) โดยจะมีแบคทีเรียพวกนี้อาทิ Desulfovibrio และ Dessulfotomaculum bacteria จะย่อยสลายซัลเฟตไอออนเพื่อดึงเอาไปย่อยสารอินทรีย์ โดยใช้ซัลไฟด์เป็นแหล่งให้ออกซิเจนแทน และทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์รวม (H_2S) ต่อมาไฮโดรเจนซัลไฟด์รวมทำปฏิกิริยากับเหล็กที่พบมากในดิน จะได้เป็นเหล็กซัลไฟด์รวม และเมื่อเหล็กซัลไฟด์รวมทำปฏิกิริยากับกำมะถันในดินจะกลายเป็นเหล็กไดซัลไฟด์รวม หรือแร่ไพไรท์ และเมื่อแร่ไพไรท์ได้รับออกซิเจนอย่างเพียงพอจะทำปฏิกิริยาเกิดเป็นกรด (H^+) (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต , 2525) จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ (2548) กล่าวว่า เมื่อซัลไฟด์อยู่ในดินตะกอนจะอยู่ในรูปของไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือเหล็กซัลไฟด์ ซึ่งถ้ามีระดับความเข้มข้นสูงจะมีความเป็นพิษต่อสัตว์หน้าดินที่มีขนาดใหญ่ (Macrofauna) ทำให้มีจำนวนลดลง ในทางกลับกันจะพบสัตว์หน้าดินขนาดกลาง (Meiofauna) เพิ่มขึ้น

Fisher (1972 อ้างถึงใน ทิพวัลย์ พลเดโช, 2546) ทำการศึกษาปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์รวมที่ละลายได้ในกรด (acid solution sulfide) ในดินที่เมือง Anglessey ประเทศอังกฤษตลอดปี ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง พบว่า ที่ผิวดิน 0-1 เซนติเมตร มีปริมาณซัลเฟตคงที่ เพราะอยู่ในสภาวะสมดุลย์กับน้ำทะเล แต่ในดินที่ลึกลงไปจะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณซัลเฟตอย่างเห็นได้ชัดตามฤดูกาล พบว่า ทุกระดับความลึกในฤดูหนาวจะมีซัลเฟตเพิ่มขึ้น Edward and Schnitker (1974) ศึกษาซัลไฟด์รวมในรูปที่ละลายน้ำได้ (water soluble sulfide) ในดินโคลนบริเวณปากแม่น้ำของ Montsweag Bay ในรัฐ Maine ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ผิวดินชั้นบนมีซัลไฟด์รวมที่ละลายน้ำได้ในปริมาณที่ต่ำทั้งนี้เพราะผลจากน้ำขึ้นน้ำลงจะพาออกซิเจนเข้าไปในชั้นดินได้ดี

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ทำการศึกษา

ทำการศึกษาบริเวณพื้นที่อ่าวตราดส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง ตั้งอยู่ระหว่างละติจูดที่ 11-12 องศาเหนือ และลองติจูดที่ 102 องศาตะวันออก อ่าวตราดมีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 200 ตารางกิโลเมตร โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 15 จุด ทำการเก็บตัวอย่างออกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูน้ำแล้ง (เดือนมีนาคม) ฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) และ ฤดูปลายฝน (เดือนกันยายน) ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 สถานีเก็บตัวอย่างดินตะกอน น้ำ และสัตว์หน้าดิน โดยมีจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 15 จุด บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

ตารางที่ 3-1 สถานีและพิกัดที่ทำการเก็บตัวอย่างในพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด

สถานี	E	N
T1	241807	1346344
T2	239749	1347037
T3	237684	1347770
T4	236870	1346131
T5	238680	1345204
T6	241077	1344608
T7	241958	1342945
T8	238487	1342823
T9	235461	1342562
T10	236536	1337622
T11	240505	1339361
T12	244513	1340889
T13	247626	1337668
T14	243179	1335655
T15	238630	1333215

3.2 การเก็บตัวอย่าง

3.2.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

ทำการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำทั่วไปของน้ำทะเลได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำแบบหลายพารามิเตอร์ (YSI 6600 Multiprobe) ตลอดจนวัดระดับความลึก (Deep meter) จากนั้นทำการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลแบบจ้วงที่ระดับความลึก 15-20 เซนติเมตร โดยใช้ขวดโพลีเอทิลีนขนาด 1 ลิตร เก็บทั้งหมด 3 ซ้ำ แล้วแช่ในถังน้ำแข็งทันทีเพื่อรอนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3.2.2 การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนในทะเล โดยใช้ Core sampler ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ยาว 30-50 เซนติเมตร เก็บทั้งหมด 3 ซ้ำ โดยพิจารณาตามระความลึกของน้ำทะเล

จากนั้นตัดดินจากด้านบนของ Core sampler ทำการเก็บทั้งหมด 5 เซนติเมตร โดยแต่ละระดับจะตัดดินทุก ๆ 1 เซนติเมตร จากนั้นเก็บตัวอย่างดินในถุงซิป แล้วแช่ตัวอย่างในถังน้ำแข็งทันที เพื่อรอนำมาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำในดินตะกอน สารอินทรีย์รวม และซัลไฟด์รวมในห้องปฏิบัติการ

3.2.3 การเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอน โดยใช้ Grab sampler ขนาด 25x25 เซนติเมตร และนำไปใส่ในกระชอนร่อน (Sieve) ที่มีขนาดรูพรุน 250 ไมโครเมตร โดยร่อนผ่านน้ำ เก็บทั้งหมด 3 ซ้ำ เพื่อทำการแยกสิ่งมีชีวิตออกจากดิน จากนั้นนำตัวอย่างที่อยู่บนกระชอนใส่ในขวดโพลีเอทิลีน แล้วนำตัวอย่างไปแช่ในถังน้ำแข็งทันที และเก็บรักษาสภาพตัวอย่างโดยการใส่ฟอร์มาลีนเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ เพื่อรอนำมานับจำนวนและจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างสัตว์มาจำแนกชนิดและนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำในห้องปฏิบัติการ โดยจำแนกสัตว์พื้นท้องน้ำแต่ละกลุ่มดังนี้

กลุ่มหอยจำแนกตามเอกสารของ Okutani (2000)

กลุ่มไส้เดือนจำแนกตามเอกสารของ Day (1967)

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

3.3 การวิเคราะห์

3.3.1 การวิเคราะห์น้ำ

3.3.1.1 การวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO)

ในการทดสอบหาออกซิเจนละลายน้ำใช้วิธี Winkler (Azide modification) โดยเติมสารละลาย Manganese sulfate ตามด้วยสารละลาย Alkali-Iodide-Azide ออกซิเจนที่ละลายน้ำจะทำปฏิกิริยากับ Manganese ได้ตะกอนสีแดงของ Manganese dioxide ได้เป็น Iodine จากนั้นไตเตรท (Titrate) หา Iodine ด้วยสารละลายมาตรฐาน Sodium thiosulfate

3.3.1.2 การวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*)

นำตัวอย่างน้ำมากรองผ่านกระดาษกรอง GF/F ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร จดบันทึกปริมาตรน้ำทั้งหมดที่ได้จากการกรอง จากนั้นนำกระดาษกรองเก็บไว้ที่หลอดเก็บน้ำตัวอย่างขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มีสารละลายอะซิโตน 90 เปอร์เซ็นต์ บรรจุอยู่ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้ทั่ว แล้วห่อหลอดเก็บน้ำตัวอย่างด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์ให้มิดชิด จากนั้นนำตัวอย่างไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนนำมาวิเคราะห์

เมื่อต้องการวิเคราะห์ ให้นำหลอดตัวอย่างมาผ่าน Ultrasonic เป็นเวลา 10-15 นาที แล้วนำไปทำปั่นเหวี่ยงเพื่อให้ตกตะกอนที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นดูดน้ำส่วนใสด้านบนปริมาตร 3 มิลลิลิตร ใส่ลงใน Cuvette ขนาดความกว้าง 1 เซนติเมตร เพื่อนำไปหาปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ โดยวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometry) ที่ความยาวคลื่น 665 และ 750 นาโนเมตร ทำการวัดค่า Extinction ที่ความยาวคลื่น 665 และ 750 นาโนเมตรก่อนหยดกรด บันทึกค่าที่อ่านได้ จากนั้นเติมกรด HCl 12N ลงไป 0.1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และทำการวัดค่า Extinction ที่ความยาวคลื่น 665 และ 750 นาโนเมตร อีกครั้ง และนำค่าที่อ่านได้ไปคำนวณดังสมการ (สุจิตตา จำปา, 2552)

$$\text{Chlorophyll } a \text{ (µg/l)} = 26.7*[(665o - 750o)-(665a - 750a)]*v/V*1$$

โดย
- 665o = ค่า Extinction ที่ 665 นาโนเมตร ก่อนทำการหยดกรด
- 665a = ค่า Extinction ที่ 665 นาโนเมตร หลังทำการหยดกรด
- 750o = ค่า Extinction ที่ 750 นาโนเมตร ก่อนทำการหยดกรด
- 750a = ค่า Extinction ที่ 750 นาโนเมตร หลังทำการหยดกรด
- v = ปริมาตรสารละลายอะซิโตน (มิลลิลิตร)
- V = ปริมาตรน้ำตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการกรอง (ลิตร)
- l = ขนาดความกว้างของ Cuvette (เซนติเมตร)

3.3.1.3 การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)

นำกระดาษกรอง GF/C ไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่ผ่านการเผาแล้วจดบันทึก (A กรัม) เก็บรักษากระดาษกรองไว้ในซองอะลูมิเนียมฟอยด์ที่มิดชิด จากนั้นนำน้ำตัวอย่างที่ทราบปริมาตร (C มิลลิลิตร) กรองผ่านกระดาษกรองที่ผ่านการเผาข้างต้น เมื่อกรองเสร็จจะนำกระดาษไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน จนกว่ากระดาษจะแห้งแล้วนำไปใส่โถดูดความชื้น ก่อนนำมาชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (B กรัม) และนำค่าทั้งหมดที่ได้ไปคำนวณดังสูตร (นิตยา ฤทธิ์นิ่ม, 2554)

$$TSS = \frac{(B- A) * 10^6}{C}$$

โดยที่ A = น้ำหนักกระดาษกรองอย่างเดียว (กรัม)

B = น้ำหนักกระดาษกรองและของแข็ง (กรัม)

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

3.3.2 การวิเคราะห์ดินตะกอน

3.3.2.1 การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content)

นำภาชนะที่จะใส่ดินตะกอนมาชั่งน้ำหนัก และตักดินตะกอนใส่ในภาชนะประมาณ 1-2 กรัม แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 วัน รอให้เย็นตัวในโถดูดความชื้น จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนัก ปริมาณน้ำในดินสามารถคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้ (นิตยา ฤทธิ์นิ่ม, 2554)

$$\text{Water content (\%)} = \frac{((w_1+w_2) - w_3) * 100}{w_2}$$

เมื่อ w_1 = น้ำหนักภาชนะ (ถ้วยพลาสติก)

w_2 = น้ำหนักดินตะกอนก่อนอบ

w_3 = น้ำหนักดินตะกอนรวมภาชนะ (ถ้วยพลาสติก) หลังอบ

3.3.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Matter)

นำถ้วย Crucible ไปเผาไล่ความชื้น โดยเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) แล้วชั่งน้ำหนักถ้วย จดบันทึก ต่อไปทำการวิเคราะห์ดินโดย Ignition loss (Verardo, Froelich, & Mclntyre, 1990) ซึ่งนำตัวอย่างดินตะกอนไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง รอให้เย็นในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนักอีกครั้ง และนำค่าที่ได้มาคำนวณหา Total Organic Matter (TOM) ในหน่วย เปอร์เซ็นต์ จากน้ำหนักที่หายไป จากสูตร

$$\text{TOM (\%)} = \frac{\text{น.น. ดินที่หายไป}}{\text{น.น. ดินก่อนเผา}} \times 100$$

3.3.2.3 การวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์ (Acid Volatile Sulfides)

นำตัวอย่างดินตะกอนชั่งน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในหลอด Sulfide reactor column แล้วฉีดน้ำกลั่นล้างเศษดินตะกอนให้ตกไปสู่ก้นหลอด ปิดฝา reactor จากนั้นต่อสายยางเชื่องระหว่าง Sulfide reactor column ไปยัง hedrotek column ที่หักปลายทั้ง 2 ข้าง และเชื่อมไปยังเครื่องดูดอากาศ ใส่กรดซัลฟิวริกเข้มข้นลงไปในหลอด Sulfide reactor column เพื่อให้กรดซัลฟิวริกไปทำปฏิกิริยากับสารประกอบซัลไฟด์ต่าง ๆ ในดินตะกอนให้อยู่ในรูป H_2S พร้อมกันนั้นทำการเปิดเครื่องดูดอากาศเพื่อดูดไอระเหยของซัลไฟด์รวมผ่านเข้าสู่ Hedrotek column เป็นเวลา 2 นาที จากนั้นทำการอ่านค่าซัลไฟด์รวมจากการที่สารที่บรรจุใน Hedrotek column เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีน้ำตาลแดง โดยจะเทียบความยาวของสีน้ำตาลแดงที่เกิดขึ้นกับสเกลข้าง Hedrotek column เรียกค่านี้ว่า Read value มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมของซัลไฟด์รวมทั้งหมดจากน้ำหนักดินเปียกที่ใช้ในการวิเคราะห์ นำค่านี้ไปคำนวณเพื่อเปลี่ยนหน่วยให้อยู่ในรูปปริมาณซัลไฟด์รวม ที่หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของดินตะกอน (ทิพวัลย์ พลเดโช, 2546) โดยสมการ

$$\text{AVS (mg/g. dry weight)} = \frac{\text{read value}}{\text{น.น. ดินแห้ง (g)}}$$

โดยคำนวณจาก

$$\text{น.น. ดินแห้ง (g)} = \frac{\text{น.น. ดินเปียก (g)} * (100 - \text{ปริมาณน้ำในดิน (\%)})}{100}$$

3.3.3 การวิเคราะห์สัตว์หน้าดิน

นำตัวอย่างสัตว์หน้าดินมาจำแนกชนิดและนับจำนวนภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคปในห้องปฏิบัติการ

3.3.3.1 การวิเคราะห์ตัวแปรเดียว (Univariate analysis)

การหาค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และดัชนีความมากชนิด

3.3.3.1.1 ดัชนีความมากชนิด (Species richness หรือ richness index)

เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความหลากหลายและความชุกชุมของจำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดและเดือนที่ทำการศึกษา ใช้วิธีการคำนวณของ Margalef index (Clarke & Warwick, 1994; Ludwig & Reynolds, 1996) ดังนี้

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

เมื่อ R = ดัชนีความมากชนิด

S = จำนวนวงศ์ของสัตว์หน้าดินทั้งหมดที่พบ

n = จำนวนของสัตว์หน้าดินทั้งหมดที่พบ

ln = Natural logarithm

3.3.3.1.2 ค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity index)

เป็นดัชนีบ่งชี้ระดับความหลากหลาย และบอกถึงคุณลักษณะคุณภาพของสิ่งแวดล้อมโดยรวมของแหล่งน้ำได้ โดยใช้วิธีคำนวณของ Shannon- Wiener's Index of Diversity ซึ่งค่า H จะมีค่าสูงสุดเมื่อจำนวนของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีค่าเท่าเทียมกัน และค่า H จะมีค่าเท่ากับ 0 ถ้ามีสิ่งมีชีวิตเพียงชนิดเดียว โดยใช้สมการดังนี้ (Shannon & Weaver, 1949)

$$H = -\sum_{i=1}^{n} Pi * lnPi$$

$$Pi = n_i / N$$

เมื่อ H = ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์

Pi = สัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด

n_i = จำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดที่ i

N = ผลรวมของจำนวนสิ่งมีชีวิตทุกชนิด

ln = ค่าลอการิทึม (2.303 Log_{10})

3.3.3.2 การวิเคราะห์หลายตัวแปร (Multivariate analysis)

การวิเคราะห์หาความคล้ายคลึง และความแตกต่างของกลุ่มตัวอย่างสัตว์หน้าดิน การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster analysis)

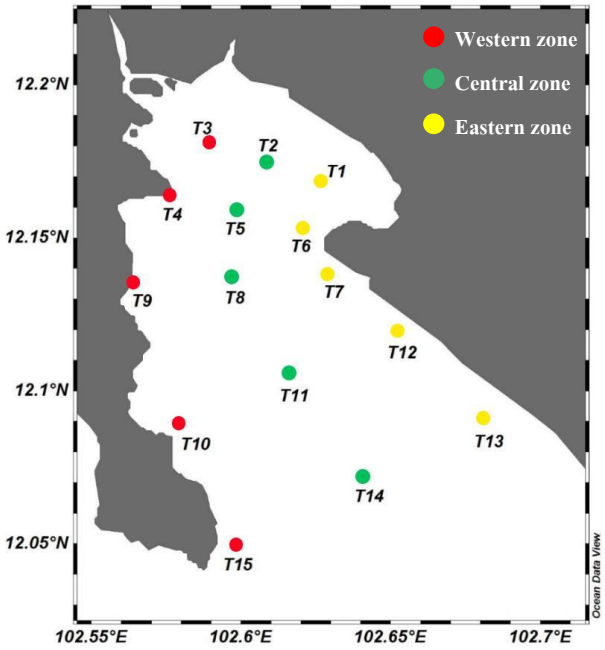
3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม Minitab เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง และความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมคือ คุณภาพน้ำและคุณภาพดิน

- การทดสอบความแตกต่าง โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ ANOVA
- การทดสอบความสัมพันธ์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson’s correlation coefficient และ Spearman’s correlation coefficient

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาของคุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอน และความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดิน ในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด เพื่อใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำ รวมถึงผลกระทบของสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ (อุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจนละลายน้ำ ของแข็งแขวนลอยในน้ำ และคลอโรฟิลล์-เอ) คุณภาพดิน (ปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวม และซัลไฟด์รวม) และสัตว์ทะเลหน้าดิน โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง ได้แก่ เดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน ของปีพ.ศ. 2560 โดยกำหนดจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 15 สถานี เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่อ่าวตราด (ภาพที่ 1) ซึ่งในแต่ละพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างนั้น จะมีสภาพทั่วไปของพื้นที่ที่แตกต่างกันออกไป ประกอบด้วย สถานีอยู่บริเวณใกล้กับปากแม่น้ำ (T1, T2, T3) จะมีความลึกค่อนข้างน้อย (0.5- 1.5 เมตร) ซึ่งบริเวณดังกล่าวจะได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำตราดโดยเฉพาะการขึ้นลงของน้ำและมวลของน้ำที่หลากลงมาในช่วงฤดูฝน (กรกฎาคม) ส่วนฝั่งตะวันตกของอ่าวตราด (T3, T4, T9, T10 และ T15) จะเป็นพื้นที่ที่มากการใช้ประโยชน์ด้านการประมงและการเพาะเลี้ยงค่อนข้างหนาแน่น โดยมีแปลงหอยนางรมอยู่ตลอดแนวชายฝั่งด้านตะวันตก ในขณะที่ฝั่งตะวันออกของอ่าวตราด (T1, T6, T7, T12 และ T13) จะมีลักษณะเป็นชายหาดหิน และทราย ซึ่งแนวชายฝั่งด้านนี้จะพบการตั้งบ้านเรือน ชุมชนประมง และแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ส่วนสถานีที่เหลือจะอยู่บริเวณกลางอ่าว (T2, T5, T8, T11 และ T14) โดยบริเวณกลางอ่าวจะเป็นที่มีการทำประมงเช่น อวนกุ้ง อวนปู และยังมีโป๊ะสำหรับจับสัตว์น้ำซึ่งเป็นเครื่องมือประมงประจำที่กระจายอยู่โดยรอบ (ภาพที่ 4-1)



ภาพที่ 4-1 สถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 15 จุด บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือน มีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560

ลักษณะพื้นที่ศึกษา

พื้นที่อ่าวตราดฝั่งตะวันตก (Western zone) เป็นพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ด้านการประมงและการเพาะเลี้ยงค่อนข้างหนาแน่น ซึ่งจะมีแปลงหอยนางรมอยู่ตลอดแนวชายฝั่ง ประกอบไปด้วย 5 สถานี ได้แก่ สถานี T3, T4, T9, T10 และ T15 (ภาพที่ 4-2)

ภาพที่ 4-2 ลักษณะของพื้นที่อ่าวตราดฝั่งตะวันตก (Western zone) ในช่วงเดือน มีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560

พื้นที่กลางอ่าวตราด (Central zone) เป็นที่มีการทำประมงเช่น อวนกุ้ง อวนปู และโป๊ะสำหรับจับสัตว์น้ำซึ่งเป็นเครื่องมือประมงประจำที่กระจายอยู่โดยรอบ ประกอบไปด้วย 5 สถานี ได้แก่ สถานี T2, T5, T8, T11 และ T14 (ภาพที่ 4-3)

ภาพที่ 4-3 ลักษณะของพื้นที่กลางอ่าวตราด (Central zone) ในช่วงเดือน มีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560

พื้นที่อ่าวตราดฝั่งตะวันออก (Eastern zone) มีลักษณะเป็นชายหาดหิน และทราย ซึ่งแนวชายฝั่งด้านนี้จะพบการตั้งบ้านเรือน ชุมชนประมง และแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ประกอบไปด้วย 5 สถานีได้แก่ สถานี T1, T6, T7, T12 และ T13 (ภาพที่ 4-4)

ภาพที่ 4-4 ลักษณะของพื้นที่อ่าวตราดฝั่งตะวันออก (Eastern zone) ในช่วงเดือน มีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560

โดยผลการศึกษาในครั้งนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย คุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอน และความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน ซึ่งทำการศึกษาในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 ผลการศึกษาพบข้อมูลดังต่อไปนี้

1. คุณภาพน้ำ (Water Quality)

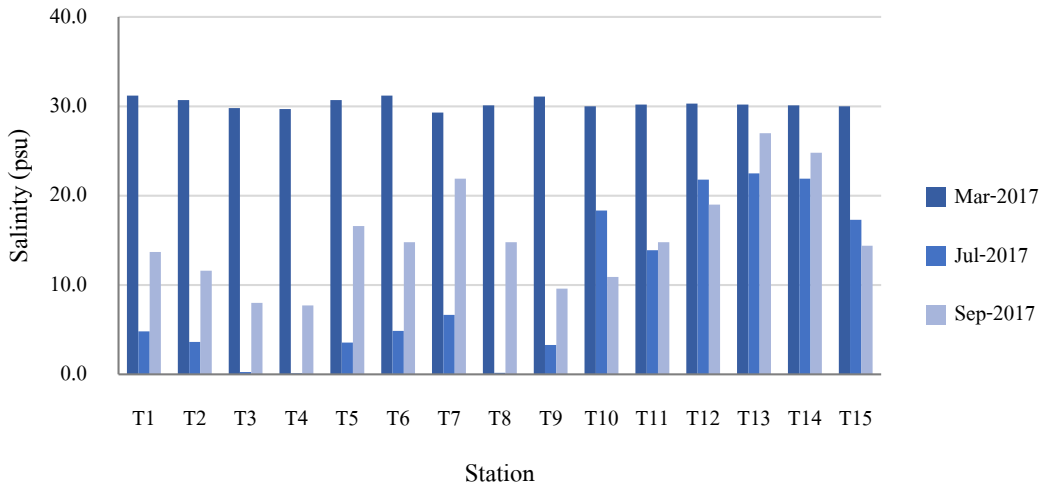
1.1 ความเค็ม (Salinity)

ผลการศึกษาความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของความเค็มในเดือนมีนาคมเท่ากับ 30.3± 0.6 psu กรกฎาคมเท่ากับ 9.5± 8.7 psu และกันยายนเท่ากับ 15.3± 5.8 psu

เดือนมีนาคม ความเค็มอยู่ในช่วง 29.3-31.2 psu โดยมีความเค็มต่ำสุดที่สถานี T7 และสูงสุดที่สถานี T1 และ T6 (ภาพที่ 4-5)

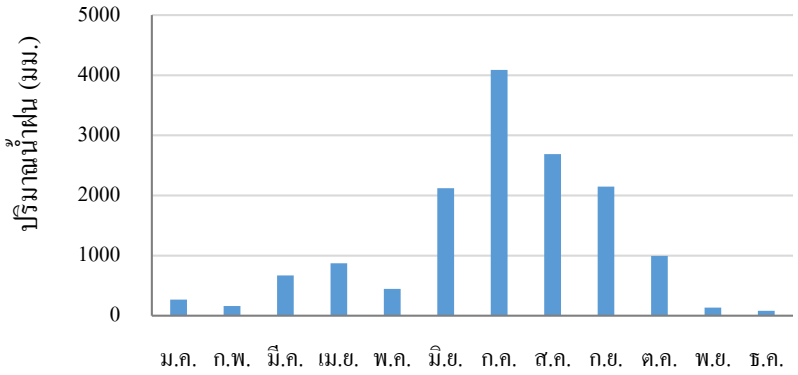
เดือนกรกฎาคม ความเค็มอยู่ในช่วง 0.1-22.5 psu โดยมีความเค็มต่ำสุดที่สถานี T4 และสูงสุดที่สถานี T13 (ภาพที่ 4-5)

เดือนกันยายน ความเต็มอยู่ในช่วง 7.7-27.0 psu โดยมีความเค็มต่ำสุดที่สถานี T4 และสูงสุดที่สถานี T13 (ภาพที่ 4-5)



ภาพที่ 4-5 ค่าความเค็ม (Salinity) ของน้ำ ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

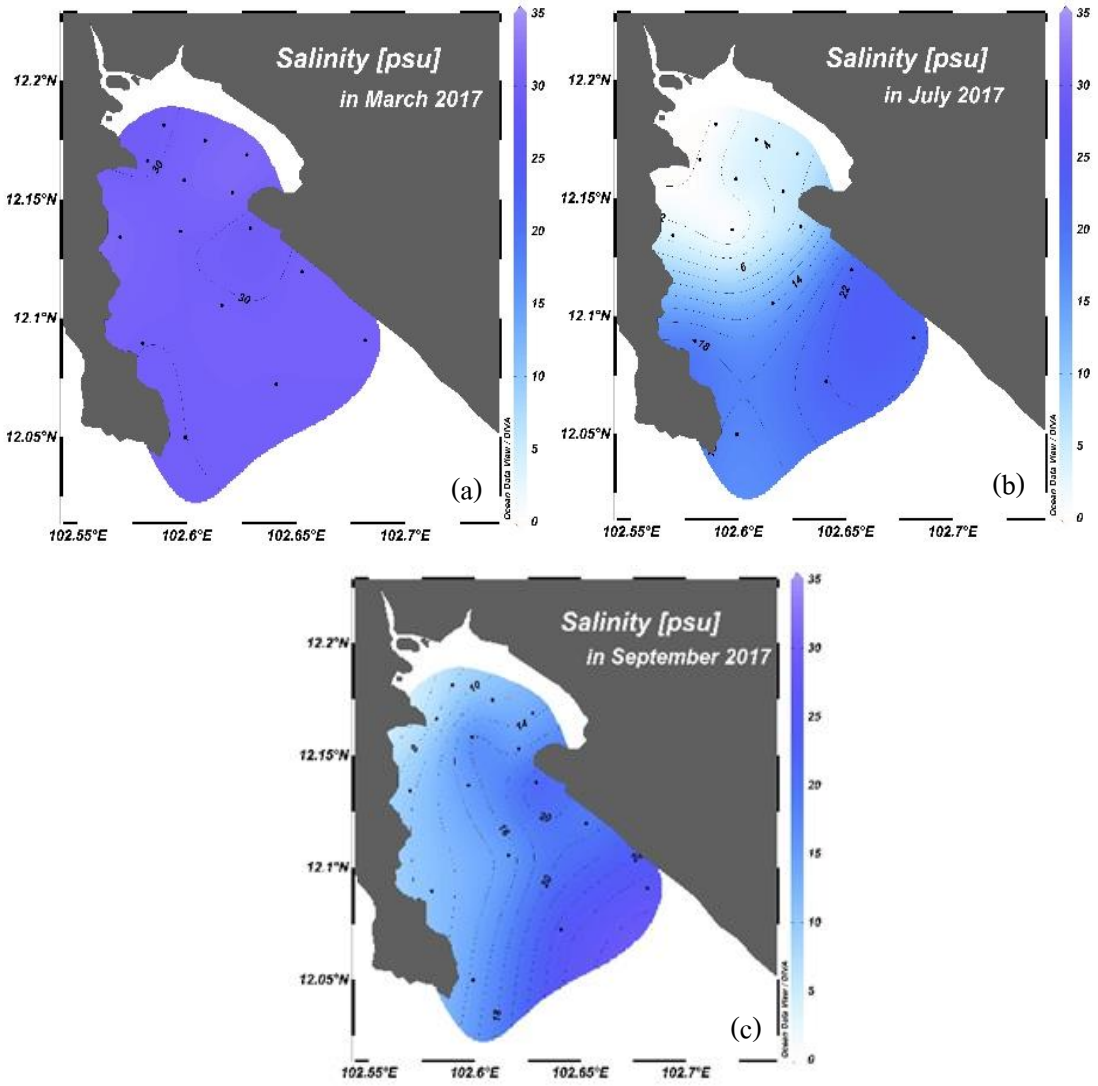
จากการศึกษาความเค็มของน้ำในอ่าวตราด แสดงให้เห็นว่า สามารถแบ่งฤดูกาลของอ่าวตราดได้เป็น 3 ฤดู คือ ฤดูแล้ง (มีนาคม) ฤดูฝน (กรกฎาคม) และฤดูปลายฝน (กันยายน) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณน้ำฝนที่วัดได้ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน (ภาพที่ 4-6)



ภาพที่ 4-6 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนประจำปี 2560 จังหวัดตราด (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

โดยความเค็มของน้ำในอ่าวตราดมีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดในฤดูฝน (กรกฎาคม) เนื่องจากได้รับมวลน้ำจากแม่น้ำไหลลงสู่อ่าวตราด ซึ่งสังเกตได้จากสถานีที่ติดกับปากแม่น้ำ และพื้นที่ฝั่งตะวันตกของอ่าวตราดที่ใกล้เคียงกับแนวการไหลของมวลน้ำบริเวณปากแม่น้ำ (T2, T3, T4 และ T8) ทั้งในเดือนกรกฎาคมและกันยายน มีความเค็มต่ำกว่าพื้นที่ที่ไกลออกไปจากปากแม่น้ำ (ภาพที่ 4-7)

ความเค็มของน้ำมีผลต่อระบบการควบคุมปริมาณน้ำในร่างกายของสัตว์น้ำ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำนั้นจะส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เพราะสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำในช่วงกว้าง ต้องมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับความเค็มที่เหมาะสมในการดำรงชีพได้



ภาพที่ 4-7 ความเค็ม (Salinity) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

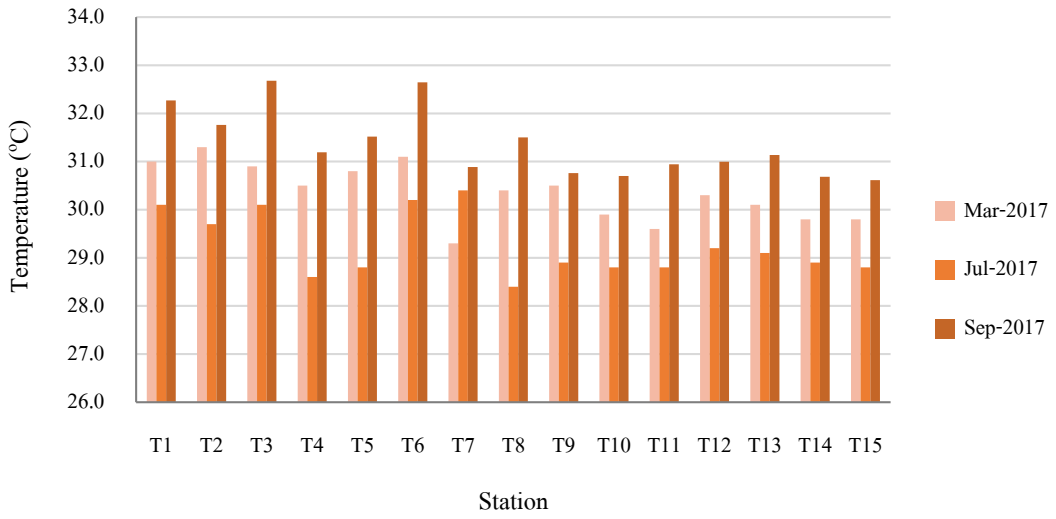
1.2 อุณหภูมิน้ำ (Temperature)

ผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 พบ ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำในเดือนมีนาคมเท่ากับ 30.3± 0.6 องศาเซลเซียส กรกฎาคมเท่ากับ 29.2± 0.6 องศาเซลเซียส และกันยายนเท่ากับ 31.3± 0.7 องศาเซลเซียส

เดือนมีนาคม อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 29.3-31.3 องศาเซลเซียส โดยมีค่าต่ำสุดที่สถานี T7 และค่าสูงสุดที่สถานี T2 (ภาพที่ 4-8)

เดือนกรกฎาคม อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 28.4-30.4 องศาเซลเซียส โดยมีค่าต่ำสุดที่สถานี T8 และสูงสุดที่สถานี T7 (ภาพที่ 4-8)

เดือนกันยายน อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 30.6-32.7 องศาเซลเซียส โดยมีค่าต่ำสุดที่สถานี T15 และสูงสุดที่สถานี T3 (ภาพที่ 4-8)

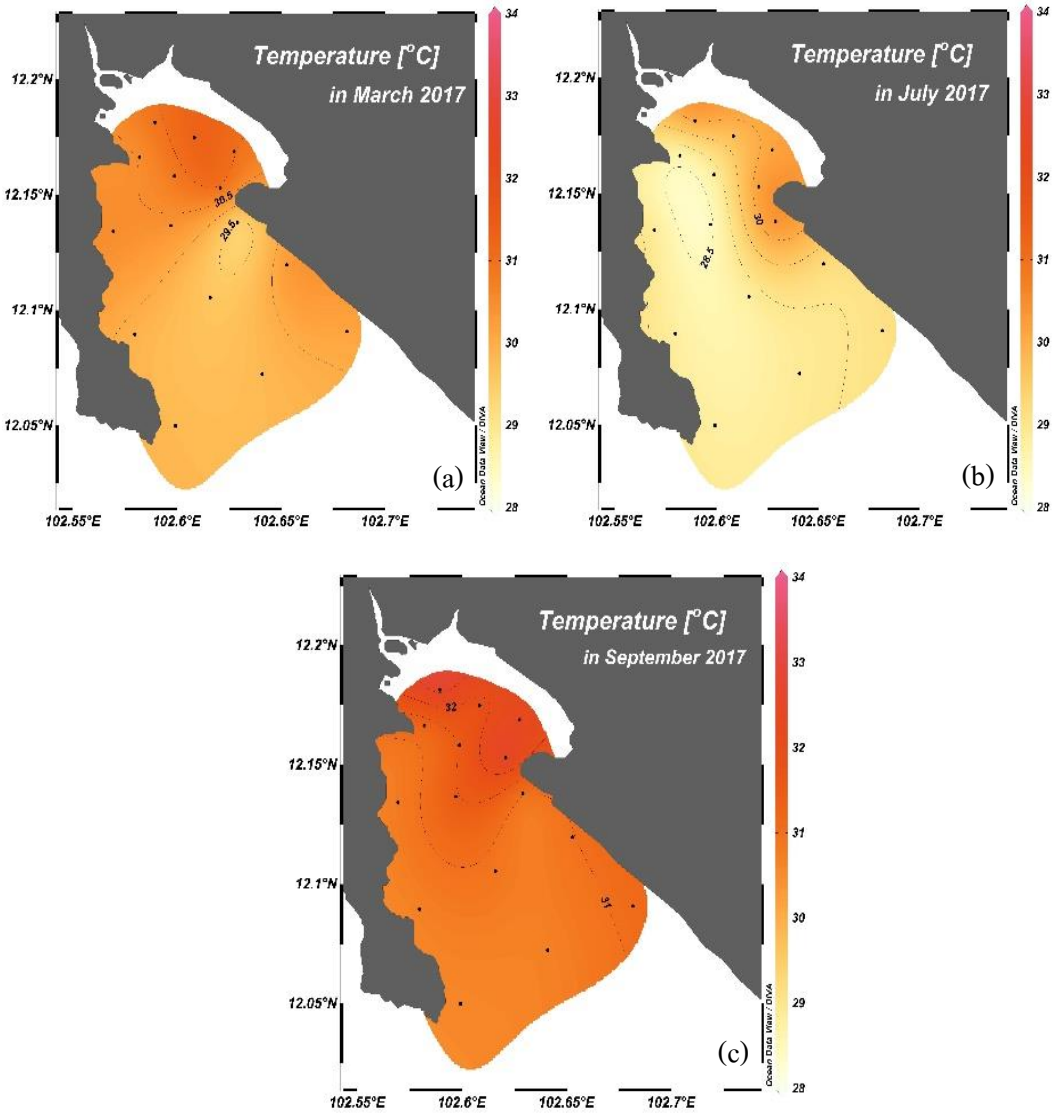


ภาพที่ 4-8 อุณหภูมิของน้ำ (Temperature) ของน้ำ ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือน มีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560

จากผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวตราดพบว่า อุณหภูมิน้ำมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยในฤดูฝน (กรกฎาคม) (ภาพที่ 4-9b) มีอุณหภูมิของน้ำต่ำกว่าฤดูแล้ง (มีนาคม) (ภาพที่ 4-9a) และฤดูปลายฝน (กันยายน) (ภาพที่ 4-9c) เนื่องจากในเดือนกรกฎาคม ขณะทำการสำรวจมีเมฆปกคลุมมาก และฝนตกลงมาบางช่วงเวลาของการสำรวจ จึงทำให้มีอุณหภูมิต่ำกว่าเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) ในขณะที่เดือนกันยายนที่เป็นช่วงฤดูปลายฝนแต่กลับมีอุณหภูมิสูงกว่า เป็นเพราะขณะที่ทำการสำรวจเป็นช่วงเวลาฟ้าเปิด การปกคลุมของเมฆน้อย ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิอากาศที่พบของทั้ง 3 เดือนเท่ากับ 33, 29 และ 33 องศาเซลเซียส ตามลำดับ (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่เช่นเดียวกัน โดยสถานีที่มีบริเวณติดกับปากแม่น้ำ (T1, T2, T3) และสถานีที่อยู่ทางฝั่งตะวันตก (T1, T6, T7, T12) จะมี

อุณหภูมิสูงกว่าสถานีอื่นเนื่องจากเป็นพื้นที่ชายฝั่ง ความลึกน้อย รวมถึงเป็นบริเวณน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้พบอุณหภูมิสูงกว่าสถานีที่ไกลออกไป (ภาพที่ 4-9)



ภาพที่ 4-9 อุณหภูมิของน้ำ (Temperature) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

อุณหภูมิของน้ำส่งผลต่อคุณภาพน้ำและสิ่งมีชีวิต เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะทำให้สารพิษบางชนิดมีความรุนแรงเพิ่มขึ้นและถูกสิ่งมีชีวิตดูดซึมสารพิษนั้นได้ นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วยังเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำบางชนิดที่ปรับตัวไม่ทันจนทำ

ให้เสียชีวิตได้ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวตราดจัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 25-32 องศาเซลเซียส

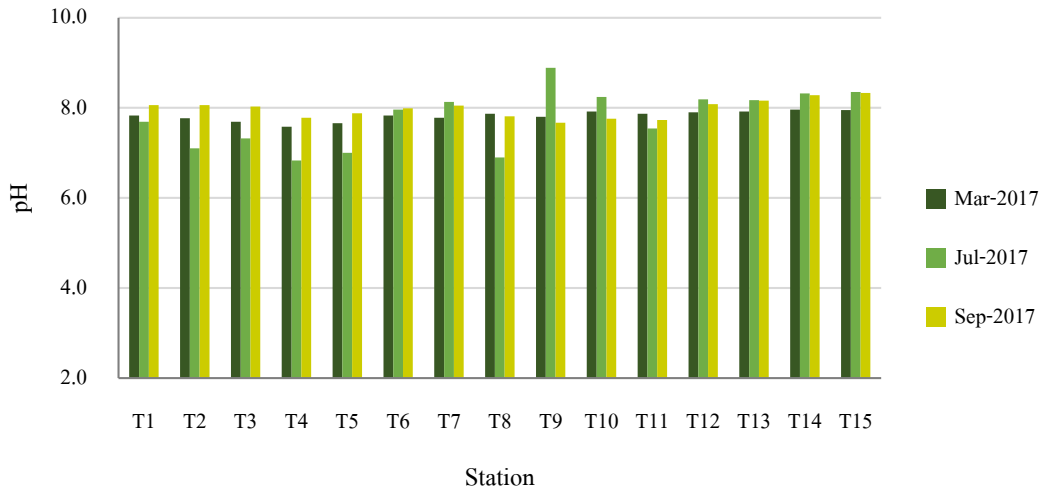
1.3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของน้ำ บริเวณอ่าวตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 พบ ค่าเฉลี่ยของความเป็นกรด-ด่าง ในเดือนมีนาคม เท่ากับ 7.8± 0.1 กรกฎาคม เท่ากับ 7.8± 0.6 และกันยายน เท่ากับ 7.9± 0.2

เดือนมีนาคม ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 7.6- 8.0 โดยมีค่าต่ำสุดที่สถานี T4 และค่าสูงสุดที่สถานี T14 (ภาพที่ 4-10)

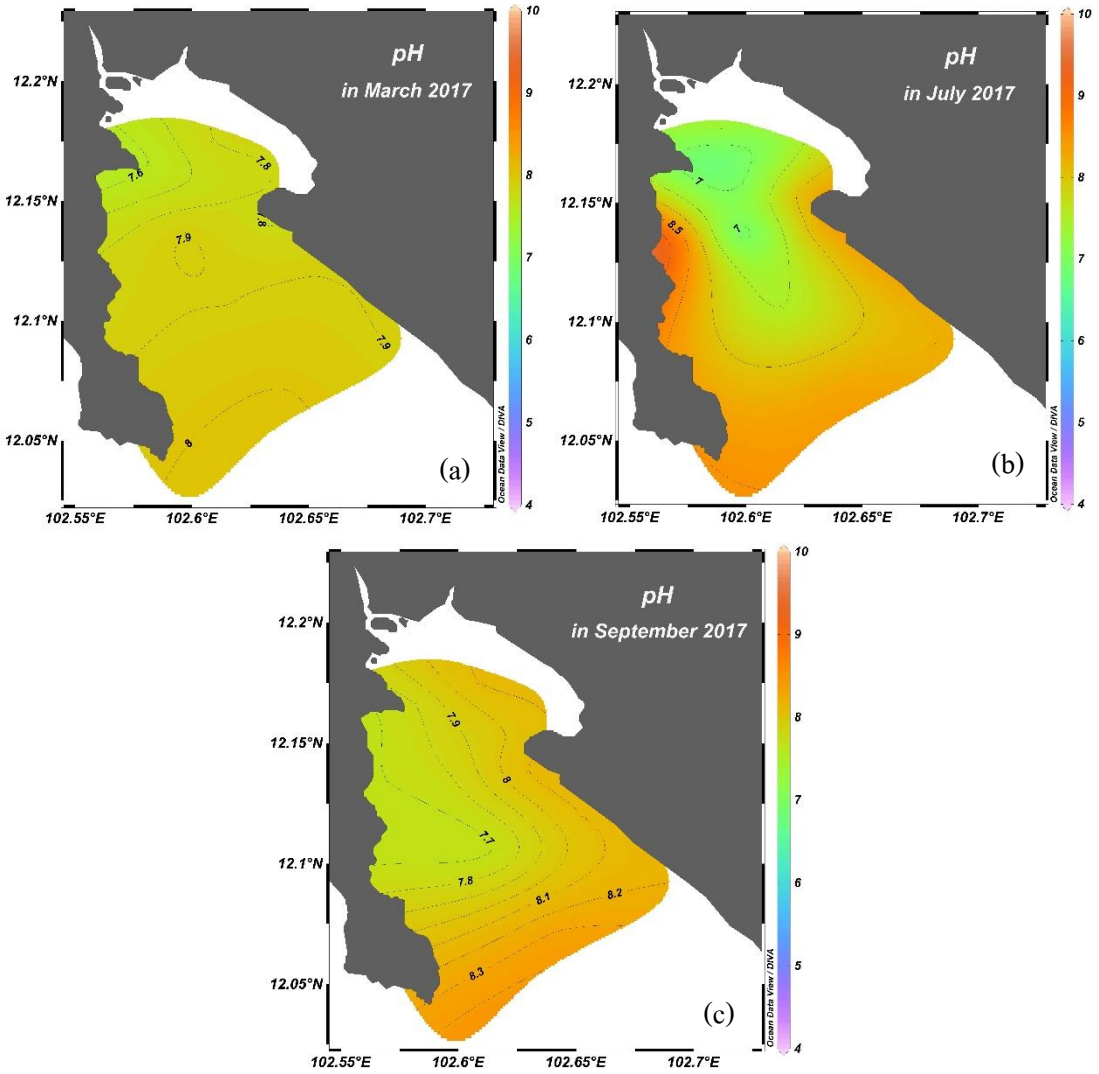
เดือนกรกฎาคม ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 6.8- 8.9 โดยมีค่าต่ำสุดที่สถานี T4 และค่าสูงสุดที่สถานี T9 (ภาพที่ 4-10)

เดือนกันยายน ความเป็นกรด-ด่าง มีค่าอยู่ในช่วง 7.7- 8.3 โดยมีค่าต่ำสุดที่สถานี T9 และค่าสูงสุดที่สถานี T15 (ภาพที่ 4-10)



ภาพที่ 4-10 ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำ (pH) ของน้ำ ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือน มีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560

จากการศึกษาความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำในอ่าวตราด พบว่า ฤดูกาลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง (ภาพที่ 4-11) โดยค่าความเป็นกรด-ด่าง ของคุณภาพน้ำทะเลประเภทที่ 3 จะมีค่าอยู่ในช่วง 7.5-8.5 (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) และ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตจะอยู่ในช่วง 6.0- 8.0 ทั้งนี้ ค่า pH ของอ่าวตราดจัดอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิต ซึ่งความเป็นกรด-ด่างของน้ำนี้ มีผลต่อการแสดงความเป็นพิษของคุณสมบัติน้ำ หากค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นด้วย (นิคม ละอองศิริวงศ์, 2546)



ภาพที่ 4-11 ความเป็นกรด- ด่างของน้ำ (pH) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

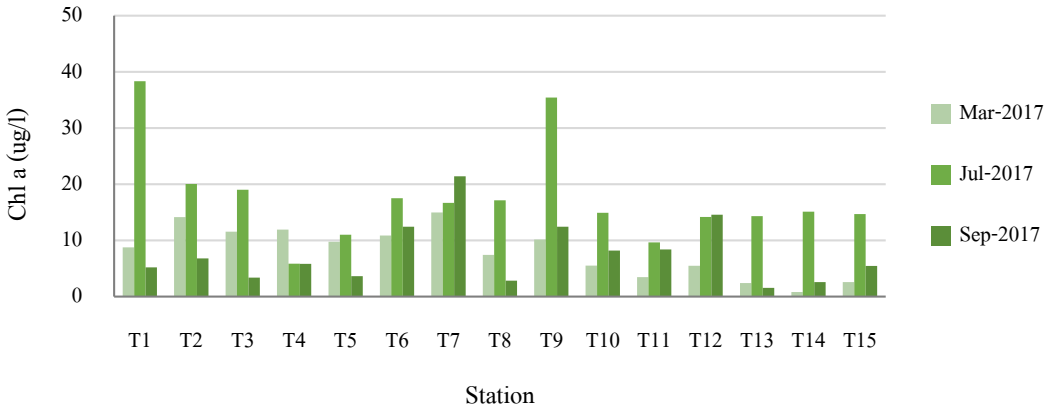
1.4 คลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*)

ผลการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ บริเวณอ่าวตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ในเดือนมีนาคม เท่ากับ 8.0± 4.4 ไมโครกรัมต่อลิตร กรกฎาคม เท่ากับ 17.6± 8.6 ไมโครกรัมต่อลิตร และกันยายน เท่ากับ 7.6± 5.5 ไมโครกรัมต่อลิตร

เดือนมีนาคม มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ อยู่ในช่วง 0.8- 15.0 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ต่ำสุดที่สถานี T14 และสูงสุดที่สถานี T7 (ภาพที่ 4-12)

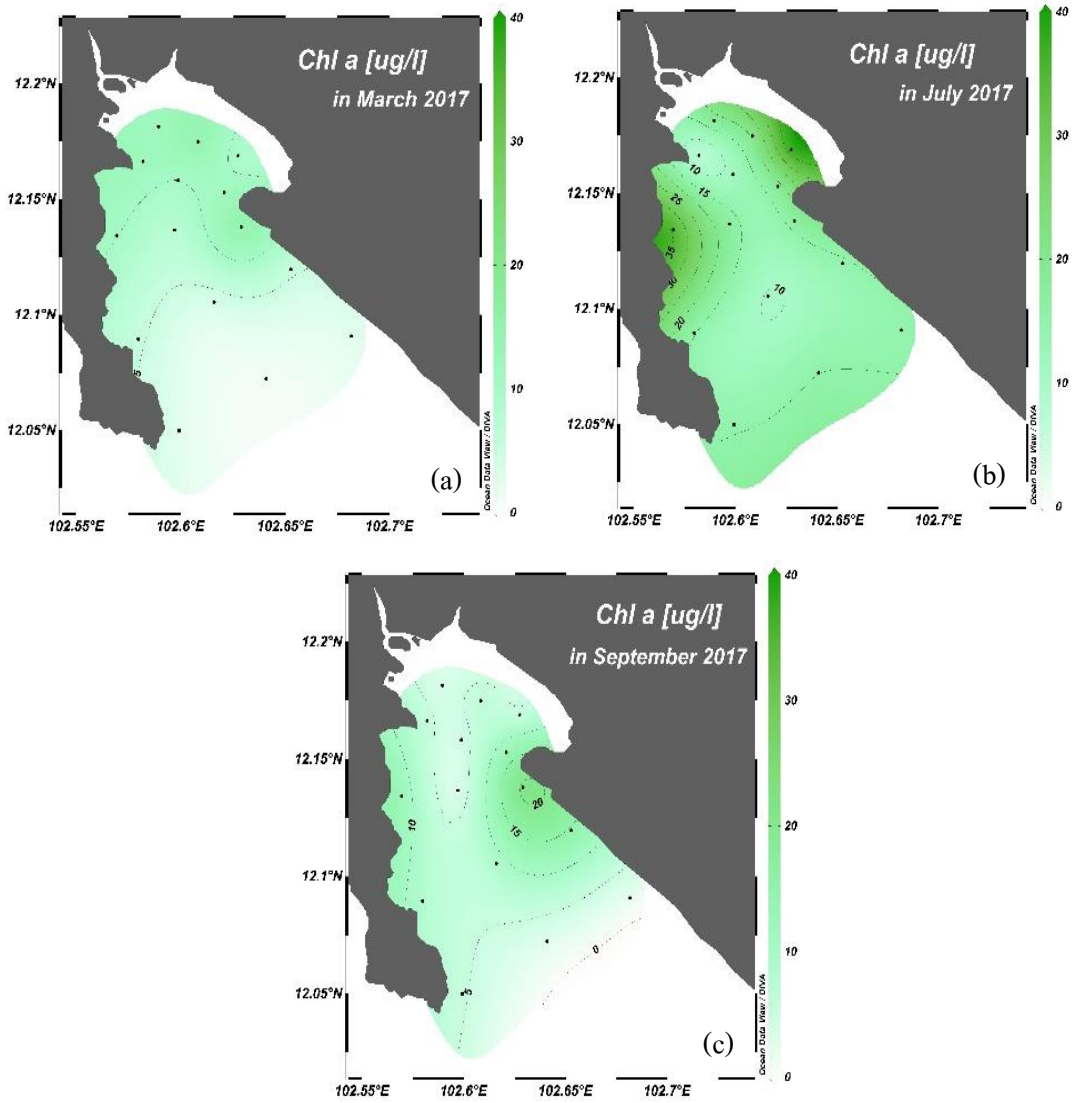
เดือนกรกฎาคม มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ อยู่ในช่วง 5.9- 38.3 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ต่ำสุดที่สถานี T4 และสูงสุดที่สถานี T1 (ภาพที่ 4-12)

เดือนกันยายน มีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ อยู่ในช่วง 1.5- 21.4 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ต่ำสุดที่สถานี T13 และสูงสุดที่สถานี T7 (ภาพที่ 4-12)



ภาพที่ 4-12 ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*) ของน้ำ ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560

การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ บริเวณอ่าวตราด พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล นอกจากนั้นความแตกต่างของพื้นที่ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลอโรฟิลล์-เอ ด้วย ซึ่งพบว่าสถานีที่อยู่ติดกับบริเวณใกล้ปากแม่น้ำ จะพบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มากกว่าพื้นที่ที่ไกลออกไป โดยปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่พบ ในเดือนกรกฎาคมจะมีปริมาณที่สูงกว่าเดือนมีนาคม และกันยายน (ภาพที่ 4-13)



ภาพที่ 4-13 คลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*; Chl *a*) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

กรณีที่พบปริมาณคลอโรฟิลล์-เอสูงในฤดูฝน (กรกฎาคม) เนื่องจากเป็นช่วงที่มีการไหลเข้ามาของน้ำจากแผ่นดิน ซึ่งนำพาสารอินทรีย์และแร่ธาตุอาหารที่เป็นปัจจัยทำให้เกิดการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว (Bloom) ของแพลงก์ตอนพืช เมื่อปริมาณคลอโรฟิลล์-เอสูงขึ้นนั้นทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย (ภาพที่ 4-13)

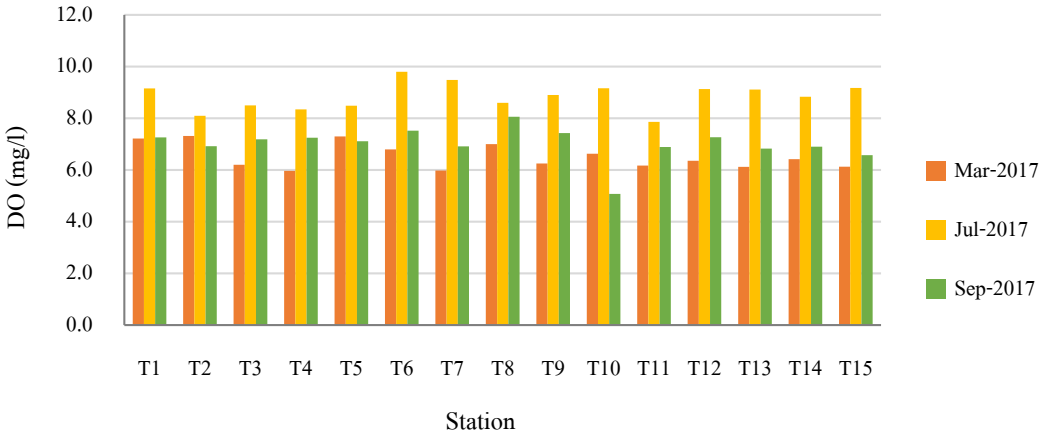
1.5 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO)

ผลการศึกษาปริมาณออกซิเจนละลายน้ำบริเวณอ่าวตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในเดือนมีนาคม เท่ากับ 6.5± 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร กรกฎาคม เท่ากับ 8.8± 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และกันยายน เท่ากับ 7.0± 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร

เดือนมีนาคม มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 6.0-7.3 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดที่สถานี T4 และสูงสุดที่สถานี T2 (ภาพที่ 4-14)

เดือนกรกฎาคม มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 7.9-9.8 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดที่สถานี T11 และสูงสุดที่สถานี T6 (ภาพที่ 4-14)

เดือนกันยายน มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่ในช่วง 5.-8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดที่สถานี T10 และสูงสุดที่สถานี T8 (ภาพที่ 4-14)

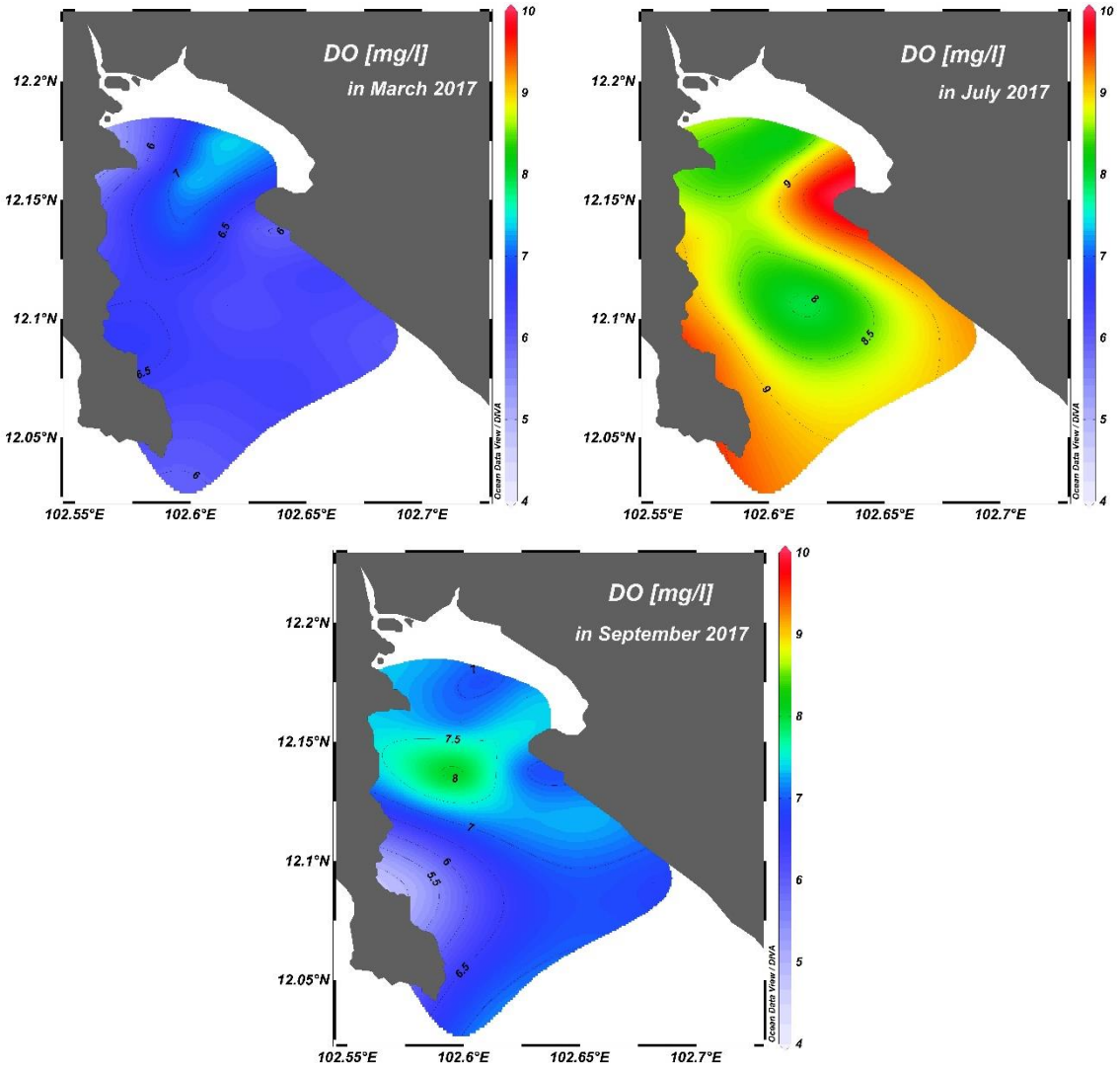


ภาพที่ 4-14 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของอ่าวตราดมีปริมาณสูงมากในฤดูฝน (กรกฎาคม) มากกว่าฤดูแล้ง (มีนาคม) และฤดูปลายฝน (กันยายน) (ภาพที่ 4-15) เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากมวลน้ำจากแผ่นดิน นอกจากนั้นปริมาณออกซิเจนละลายน้ำยังมีความแตกต่างกันในแต่พื้นที่ ซึ่งมาจาก

ปัจจัยของอุณหภูมิ (ภาพที่ 4-9) และความเค็ม (ภาพที่ 4-7) ที่แสดงให้เห็นว่า การละลายของออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นได้ดีในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิและความเค็มต่ำ

การที่มวลน้ำจากแผ่นดินไหลลงสู่อ่าว ซึ่งได้นำพาแร่ธาตุและสารอาหารต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนและพืชน้ำ ทำให้แพลงก์ตอนและพืชน้ำเจริญเติบโตได้ดี และช่วงที่ทำการสำรวจนั้นเป็นเวลากลางวันที่พืชสังเคราะห์แสง ทำให้พบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง แต่ในทางกลับกันอาจจะส่งผลกระทบต่อสัตว์น้ำได้ในช่วงเวลากลางคืนเนื่องจากการใช้ออกซิเจนของแพลงก์ตอนและพืชน้ำนั่นเอง



ภาพที่ 4-15 ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

อย่างไรก็ตามปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่พบจากการศึกษาในบริเวณอ่าวตราด พบว่า มีค่าเป็นไปตามเกณฑ์ของมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำประเภทที่ 3 ที่ไม่ควรมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

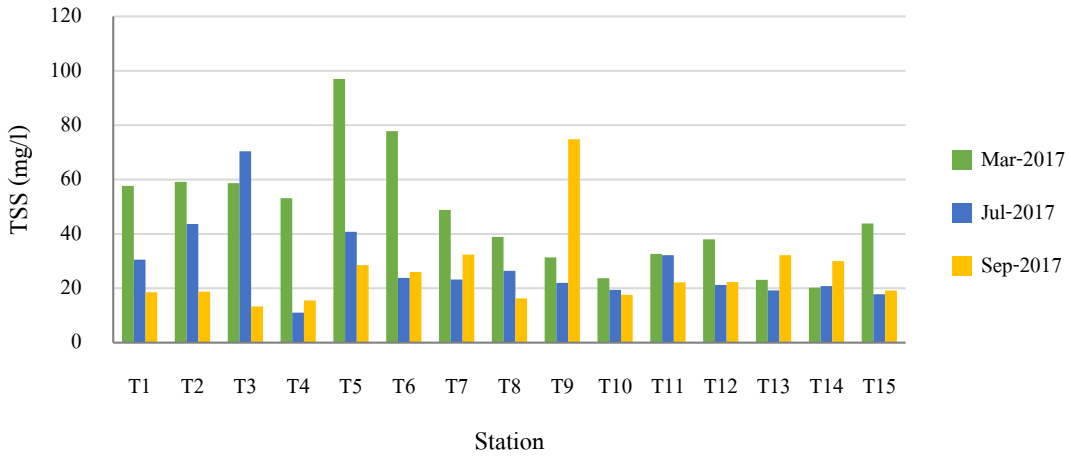
1.6 ของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)

ผลการศึกษาของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำบริเวณอ่าวตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 พบค่าเฉลี่ยของปริมาณของแข็งแขวนลอยในเดือนมีนาคม เท่ากับ 46.9± 21.2 มิลลิกรัมต่อลิตร กรกฎาคมเท่ากับ 28.2± 14.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และกันยายน เท่ากับ 25.8± 14.9 มิลลิกรัมต่อลิตร

เดือนมีนาคม มีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 20.2- 97.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมต่ำสุดที่สถานี T14 และสูงสุดที่สถานี T5 (ภาพที่ 4-16)

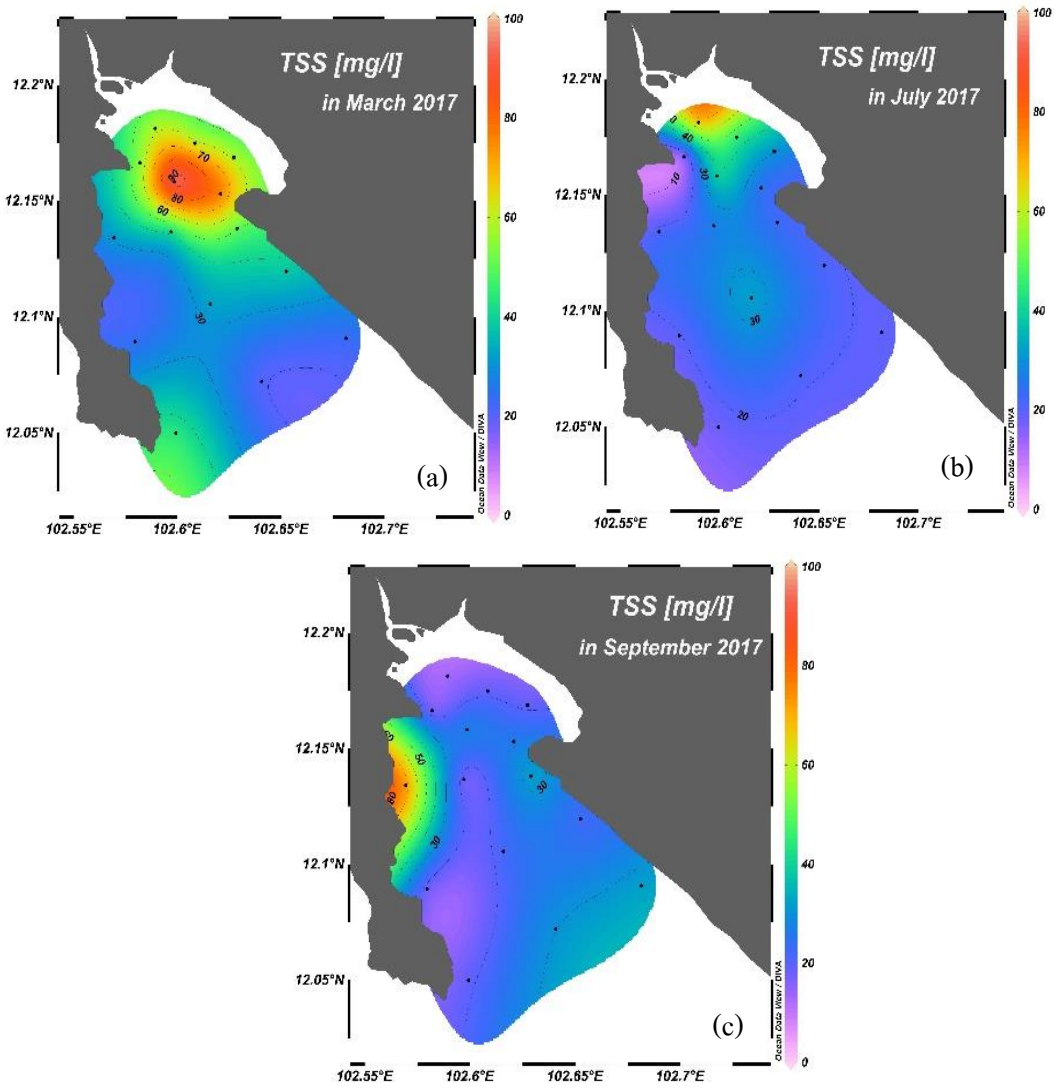
เดือนกรกฎาคม มีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 11.0- 70.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมต่ำสุดที่สถานี T4 และสูงสุดที่สถานี T3 (ภาพที่ 4-16)

เดือนกันยายน มีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 13.3- 74.8 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมต่ำสุดที่สถานี T3 และสูงสุดที่สถานี T9 (ภาพที่ 4-16)



ภาพที่ 4-16 ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS) ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณ อ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560

จากการศึกษาปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม บริเวณอ่าวตราด พบว่ามีความแตกต่างตามฤดูกาลค่อนข้างน้อย โดยเดือนมีนาคม จะมีปริมาณของแข็งแขวนลอยมากกว่าในเดือนกรกฎาคม และกันยายน (ภาพที่ 4-17) เนื่องจากเกิดการฟุ้งของหน้าดินตะกอน (Resuspension) ได้ง่าย ทั้งนี้ตะกอนแขวนลอยที่พบอาจรวมไปถึงการแขวนลอยของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในมวลน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช หรือสัตว์ เป็นต้น



ภาพที่ 4-17 ของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids; TSS) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

นอกจากนั้นปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำกลับพบว่า มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยบริเวณพื้นที่ตื้น (T1, T2 และ T3) รวมถึงจุดที่อยู่ใกล้เคียงกับแนวการไหลของน้ำจากแผ่นดินและร่องน้ำที่มีเป็นเส้นทางเข้าออกของเรือ (T4, T5, T6 และ T9) จะพบปริมาณของแข็งแขวนลอยสูง (ภาพที่ 4-17)

ของแข็งแขวนลอยในน้ำจะส่งผลต่อแพลงก์ตอนพืชโดยตรง เนื่องจากการที่มีปริมาณของแข็งหรือตะกอนแขวนลอยมาก จะทำให้บดบังแสงที่ส่องลงมาสู่แหล่งน้ำ ทำให้แพลงก์ตอนพืชสังเคราะห์แสงได้ลดลง ส่งผลให้แหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลงเช่นกัน

2. คุณภาพดินตะกอน (Sediment Quality)

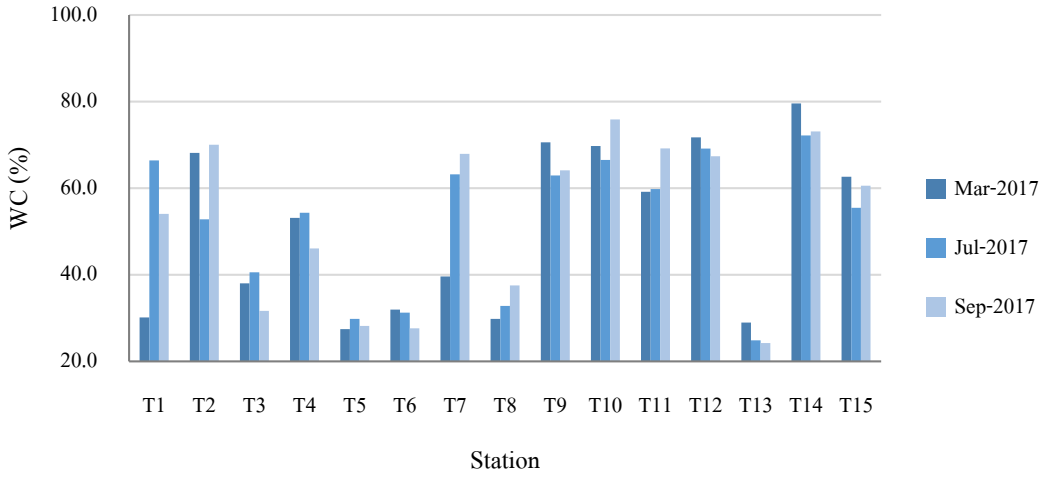
2.1 ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content; WC)

ผลการศึกษาปริมาณน้ำในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอนของเดือนมีนาคมเท่ากับ 50.7± 19.0 เปอร์เซ็นต์ กรกฎาคมเท่ากับ 52.1± 16.0 เปอร์เซ็นต์ และกันยายนเท่ากับ 53.2± 18.7 เปอร์เซ็นต์

เดือนมีนาคม มีค่าของปริมาณน้ำในดินตะกอนอยู่ในช่วง 27.4-79.6 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่สถานี T5 และสูงสุดที่สถานี T14 (ภาพที่ 4-18)

เดือนกรกฎาคม มีค่าของปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 24.9-72.2 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่สถานี T13 และสูงสุดที่สถานี T14 (ภาพที่ 4-18)

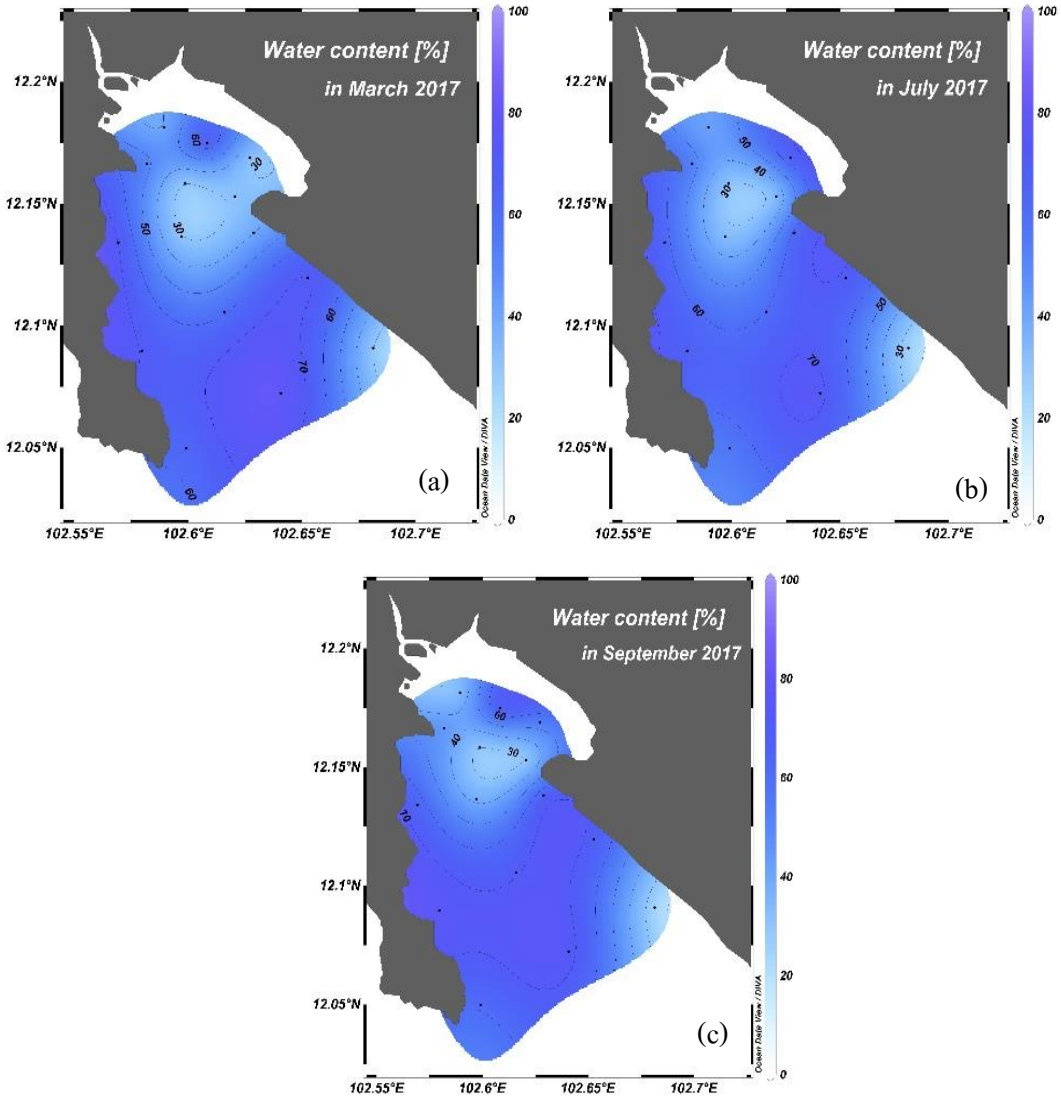
เดือนกันยายน มีค่าของปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 24.2-75.9 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าต่ำสุดอยู่ที่สถานี T13 และสูงสุดที่สถานี T11 (ภาพที่ 4-18)



ภาพที่ 4-18 ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content; WC) ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560

ปริมาณน้ำในดินตะกอนของบริเวณอ่าวตราดสามารถจัดกลุ่มได้ 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ สถานี T3, T5, T6, T8 และ T13 และอีกกลุ่มที่มีค่าปริมาณน้ำในดินสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4-18)

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนของบริเวณอ่าวตราดพบว่า ค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนที่มีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละสถานี (ภาพที่ 4-19) ปริมาณน้ำในดินตะกอนแสดงให้เห็นถึงลักษณะของเนื้อดิน (Texture) ที่แตกต่างกัน โดยสถานี T5, T6, T8 และ T13 ที่มีค่าปริมาณน้ำในดินต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของดินตะกอนจะเป็นทราย และเปลือกหอยปะปนอยู่ค่อนข้างมาก ในขณะที่สถานี T1, T2, T3, T4, T7, T9, T10, T11, T12, T14 และ T15 ที่มีค่าปริมาณน้ำในดินสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะดินตะกอนจะเป็นโคลนเหลว ซึ่งจะพบเกือบทุกสถานีในพื้นที่ที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 4-19 น้ำในดินตะกอน (Water Content; WC) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

ปริมาณน้ำในดินตะกอนสามารถสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะของเนื้อดิน รวมไปถึงปริมาณของสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนได้ นอกจากนี้ยังสามารถสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตได้เช่นเดียวกัน

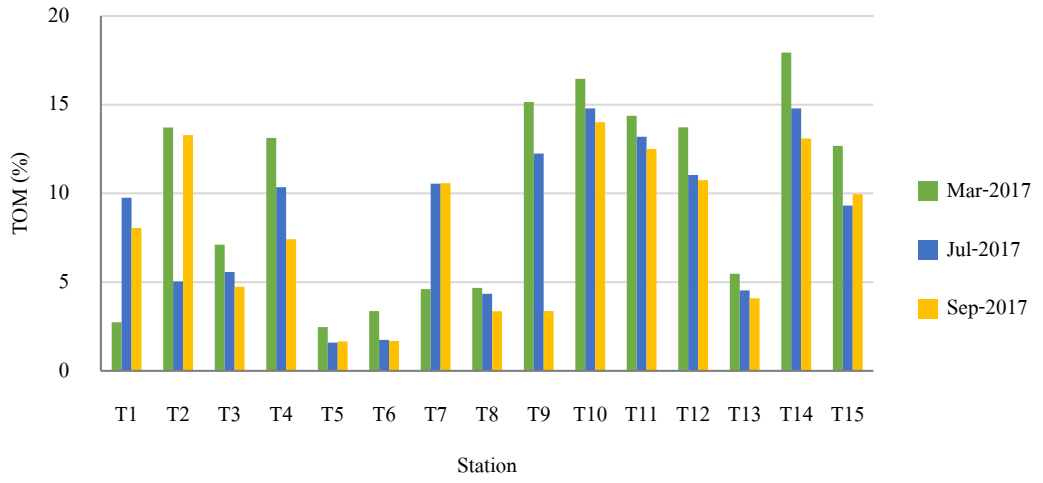
2.2 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM)

ผลการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์รวมในเดือนมีนาคมเท่ากับ 9.8± 5.6 เปอร์เซ็นต์ กรกฎาคมเท่ากับ 8.6± 4.5 และกันยายนเท่ากับ 10.3± 6.0 เปอร์เซ็นต์

เดือนมีนาคม มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 2.5- 17.9 เปอร์เซ็นต์ โดยพบค่าต่ำสุดที่สถานี T5 และสูงสุดที่สถานี T14 (ภาพที่ 4-20)

เดือนกรกฎาคม ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 1.6- 14.8 เปอร์เซ็นต์ โดยพบค่าต่ำสุดที่สถานี T5 และสูงสุดที่สถานี T14 (ภาพที่ 4-20)

เดือนกันยายน พบปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 2.1- 25.0 เปอร์เซ็นต์ โดยพบค่าต่ำสุดที่สถานี T6 และสูงสุดที่สถานี T1 (ภาพที่ 4-20)



ภาพที่ 4-20 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560

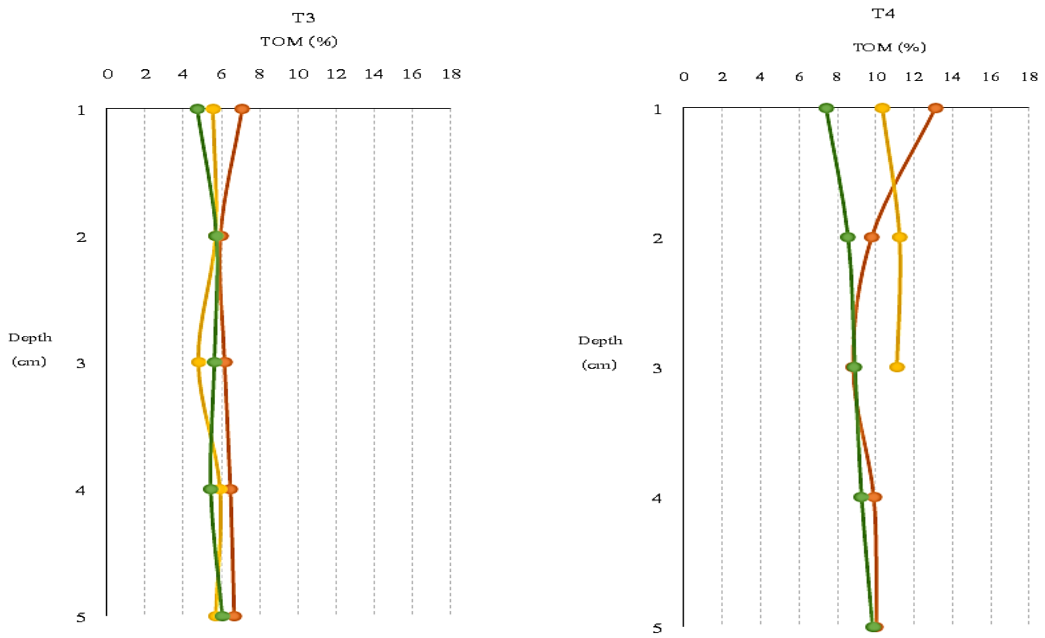
ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนตามความลึกในแต่ละสถานี ซึ่งสามารถแบ่งจากการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ได้ทั้งหมด 3 ฝั่ง คือ ฝั่งตะวันตก (T3, T4, T9, T10 และ T15) กลางอ่าว (T2, T5, T8, T11 และ T14) ฝั่งตะวันออก (T1, T6, T7, T12 และ T13)

ฝั่งตะวันตกของอ่าวตราด พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์ด้านการประมงและการเพาะเลี้ยงค่อนข้างหนาแน่น มีแปลงหอยนางรมตลอดแนวชายฝั่ง ลักษณะดินเป็นทั้งดินโคลนและโคลนปนทราย (ภาพที่ 4-18) ประกอบไปด้วย 5 สถานี ได้แก่ T3, T4, T9, T10 และ T15

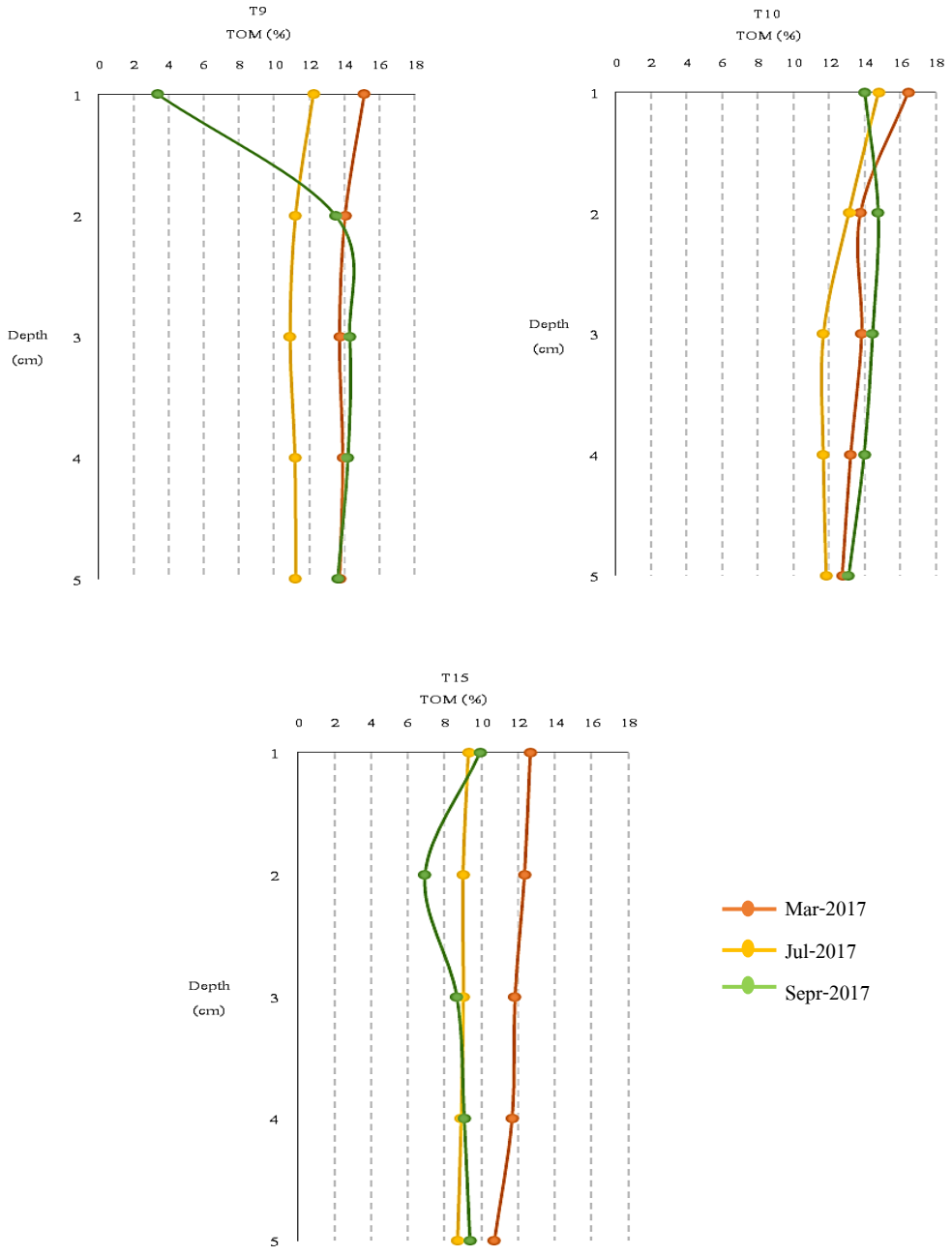
ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามความลึกของสถานี T3, T4, T9, T10 และ T15 ในเดือนมีนาคม พบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 5.9- 7.1, 8.8- 13.1, 13.7-15.1, 12.7-16.4 และ 10.7-12.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-21)

เดือนกรกฎาคม ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 4.8-5.9, 10.4-11.3, 10.9-12.2, 11.6-14.8 และ 8.7-9.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-21)

เดือนกันยายน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 4.7-6.0, 7.4-9.9, 3.4-14.5, 13.1-14.8 และ 8.7-9.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-21)



ภาพที่ 4-21 สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึกที่สถานี T3, T4, T9, T10 และ T15 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560


T9
TOM (%)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
Depth (cm)
1 2 3 4 5
T10
TOM (%)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
Depth (cm)
1 2 3 4 5
T15
TOM (%)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
Depth (cm)
1 2 3 4 5
Mar-2017
Jul-2017
Sepr-2017

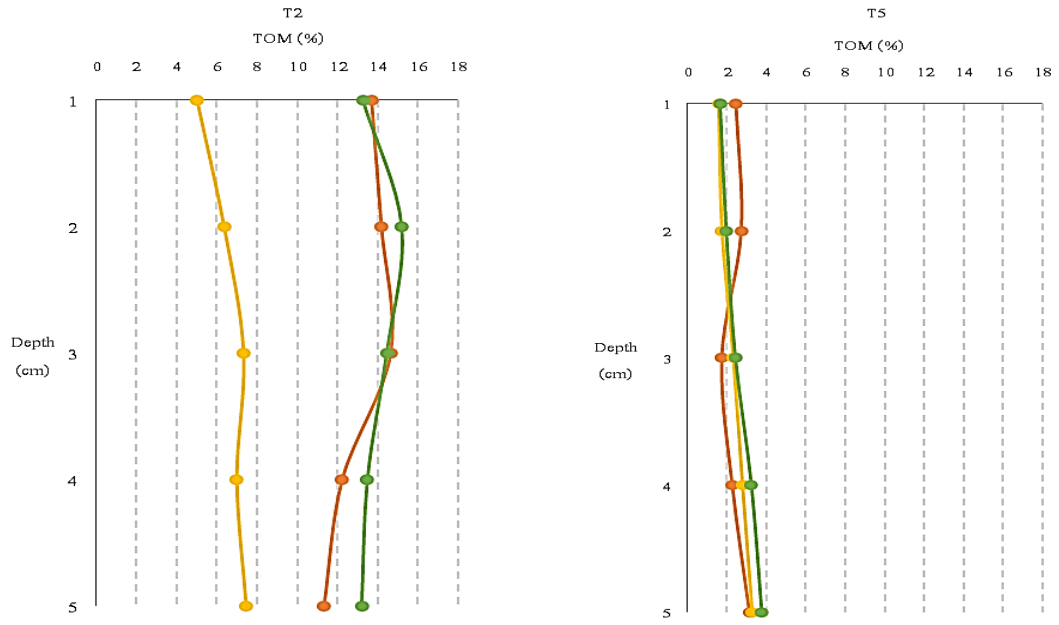
ภาพที่ 4-21 (ต่อ)

พื้นที่กลางอ่าวตราด ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีการทำประมงเช่น อวนกุ้ง อวนปู และโป๊ะจับสัตว์น้ำกระจายอยู่โดยรอบ ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นโคลนและทราย (ภาพที่ 4-18) ประกอบไปด้วย 5 สถานี ได้แก่ T2, T5, T8, T11 และ T14

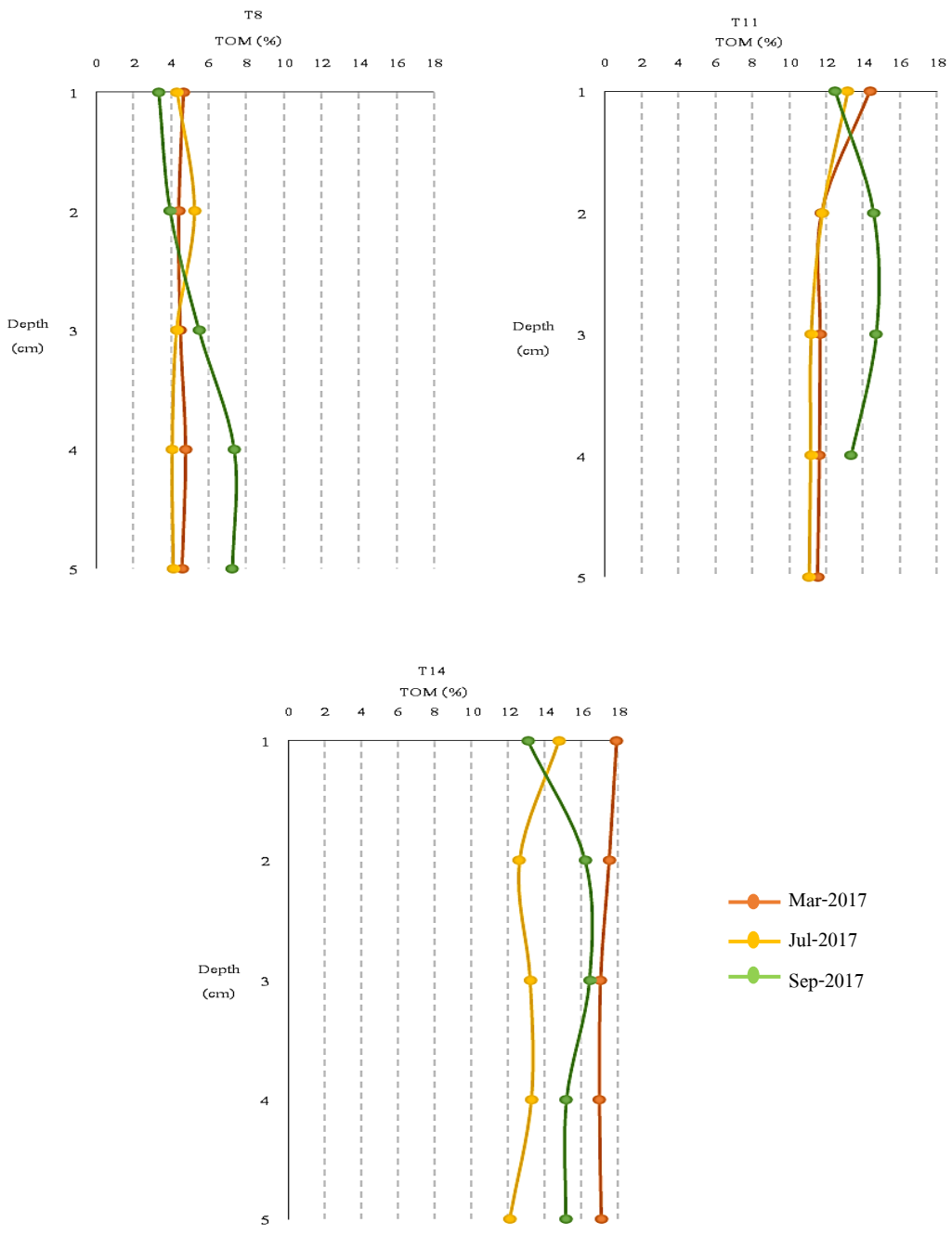
ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามความลึกของสถานี T2, T5, T8, T11 และ T14 ในเดือนมีนาคม พบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 11.3-14.7, 1.8-3.1, 4.4-8.1, 11.5-14.4 และ 16.9-17.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-22)

เดือนกรกฎาคม ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 5.0-7.5, 1.6-3.2, 4.0-5.2, 11.0-13.2 และ 12.1-14.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-22)

เดือนกันยายน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 13.2-15.2, 1.6-3.7, 3.3-7.3, 12.5-14.7 และ 13.0-16.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-22)



ภาพที่ 4-22 สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึกที่สถานี T2, T5, T8, T11 และ T14 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560


T8
TOM (%)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
Depth (cm)
1 2 3 4 5
T11
TOM (%)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
Depth (cm)
1 2 3 4 5
T14
TOM (%)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
Depth (cm)
1 2 3 4 5
Mar-2017
Jul-2017
Sep-2017

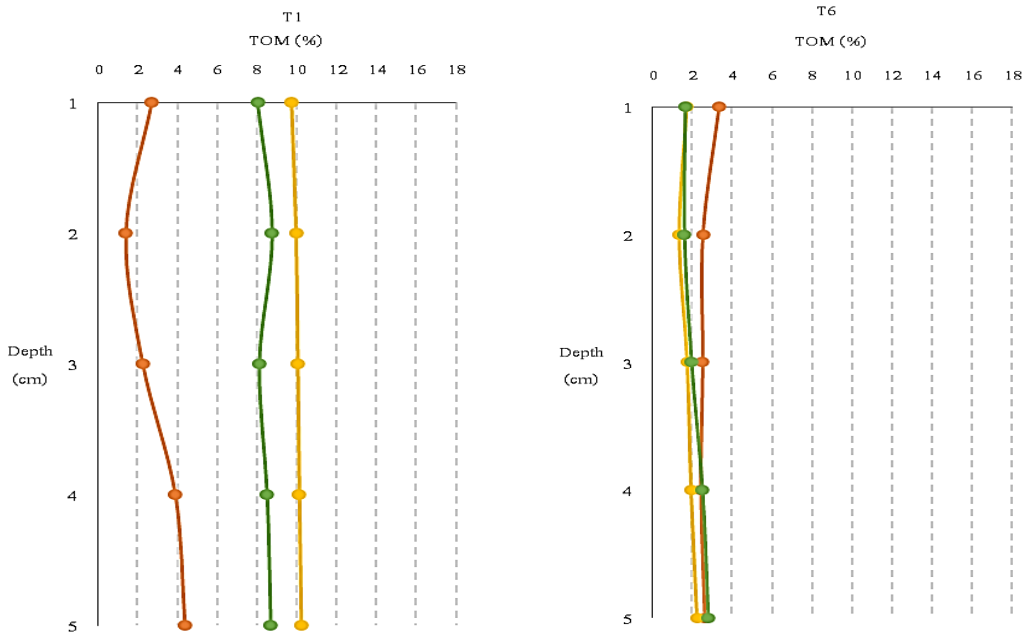
ภาพที่ 4-22 (ต่อ)

ฝั่งตะวันออกของอ่าวตราด พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นชายหาดหิน หาดทราย พบการตั้งบ้านเรือน ชุมชนประมง และแหล่งท่องเที่ยว ลักษณะดินมีทั้งโคลนปนทรายและทราย (ภาพที่ 4-18) ประกอบไปด้วย 5 สถานี ได้แก่ T1, T6, T7, T12 และ T13

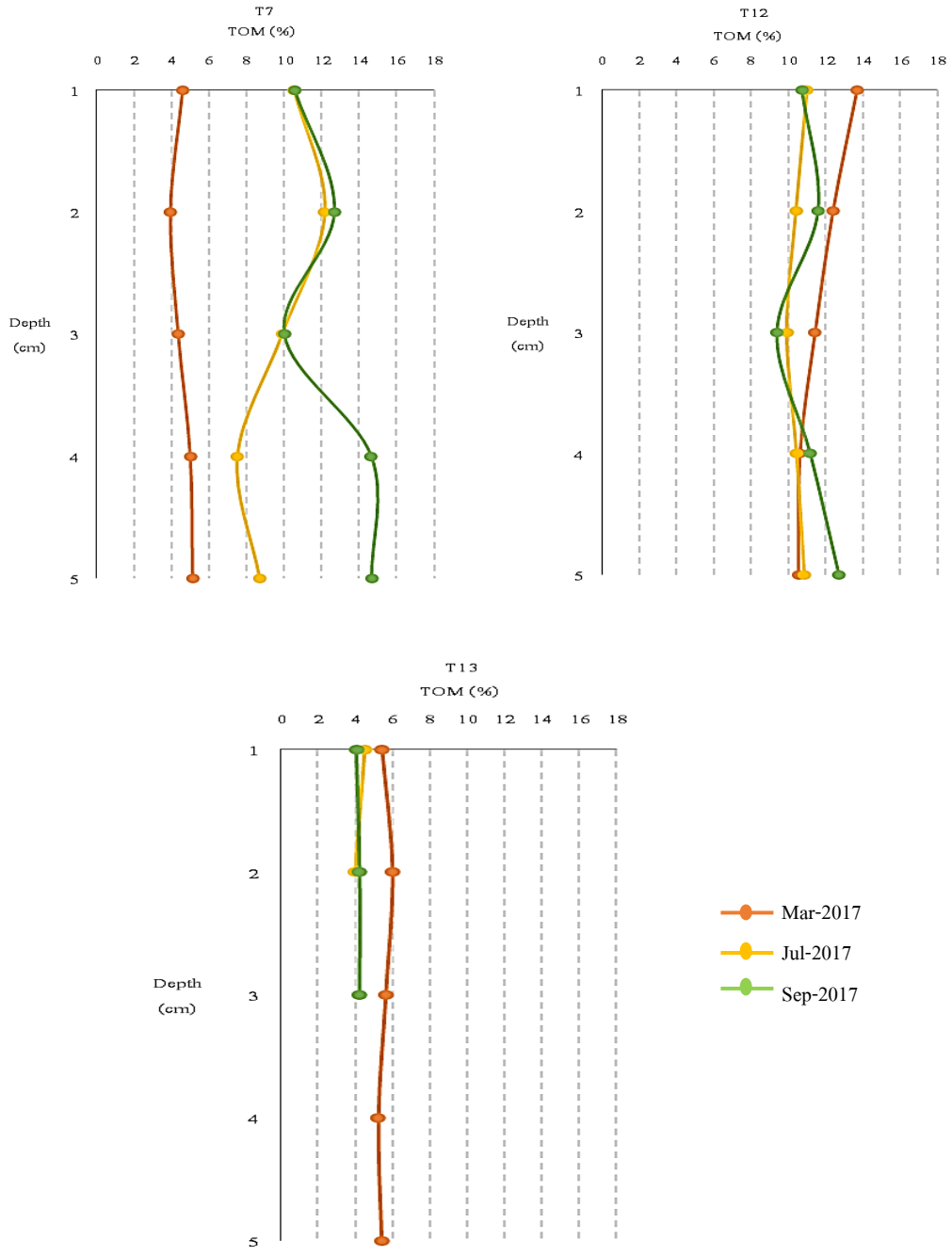
ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามความลึกของสถานี T1, T6, T7, T12 และ T13 ในเดือนมีนาคม พบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 1.4-4.4, 2.5-3.4, 3.9-5.1, 10.5-13.7 และ 5.2-6.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-23)

เดือนกรกฎาคม ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 9.7- 10.2, 1.3-2.3, 7.5-12.2, 9.9-11.0 และ 4.0-4.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-23)

เดือนกันยายน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 8.0- 8.7, 1.6-2.8, 10.0-14.7, 9.4-12.7 และ 4.0-4.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4-23)

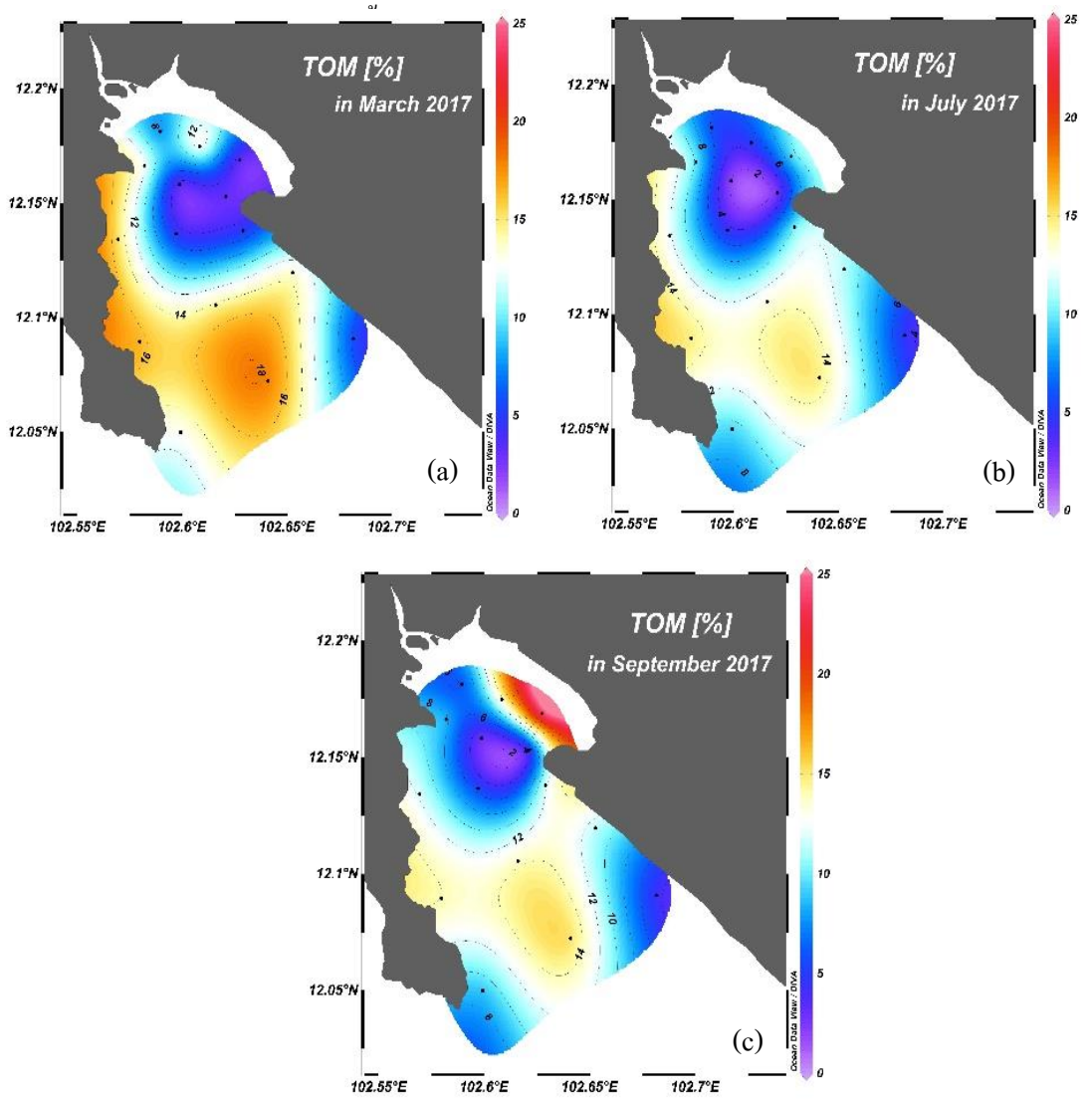


ภาพที่ 4-23 สารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามระดับความลึกที่สถานี T1, T6, T7, T12 และ T13 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560


T7
TOM (%)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
Depth (cm)
1 2 3 4 5
T12
TOM (%)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
Depth (cm)
1 2 3 4 5
T13
TOM (%)
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18
Depth (cm)
1 2 3 4 5
Mar-2017
Jul-2017
Sep-2017

ภาพที่ 4-23 (ต่อ)

การศึกษาสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลค่อนข้างน้อย ในทางกลับกันปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีความแตกต่างกันในเชิงพื้นที่และระดับความลึกของดินตะกอน (ภาพที่ 4-24)



ภาพที่ 4-24 สารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

ในเชิงพื้นที่พบว่า ฝั่งตะวันตกของอ่าวตราด (T3, T4, T9 และ T10) จะมีปริมาณสารอินทรีย์สูง เนื่องจากบริเวณดังกล่าวนั้นมีการใช้ประโยชน์พื้นที่ด้านการประมงและการเพาะเลี้ยงอาทิ แปลงหอยนางรม หอยลาย เป็นต้น นอกจากนั้นสถานี T1 ในเดือนกันยายน พบว่ามี

ค่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงกว่าสถานีอื่น ๆ นั้น เกิดจากการพัดพาของตะกอน และการตายทับถมกันของสารอินทรีย์ ซากพืช เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ติดกับบริเวณนิเวศป่าชายเลนรวมถึงเป็นแหล่งที่ตั้งของชุมชนด้วย (ภาพที่ 4-24)

ปริมาณสารอินทรีย์รวมส่งผลต่อคุณภาพน้ำและสัตว์หน้าดินในทางที่ดีและไม่ดี โดยการที่มีปริมาณสารอินทรีย์ที่เหมาะสมจะเป็นแหล่งอาหารให้กับสิ่งมีชีวิต ในทางกลับกันหากการอินทรีย์มีปริมาณมากเกินไป ทำให้เกิดการย่อยสลายเพิ่มขึ้น และส่งผลต่อปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำ โดยปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำนั้นจะลดลง เนื่องจากสิ่งมีชีวิตมีความต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อใช้ในกระบวนการย่อยสลาย หากปริมาณออกซิเจนไม่เพียงพอ จะเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งสิ่งมีชีวิตจะใช้ซัลเฟตในกระบวนการย่อยสลาย ทำให้มีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เกิดขึ้น ซึ่งจัดเป็นสารอันตรายชนิดหนึ่งสำหรับสิ่งมีชีวิต

2.3 ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides)

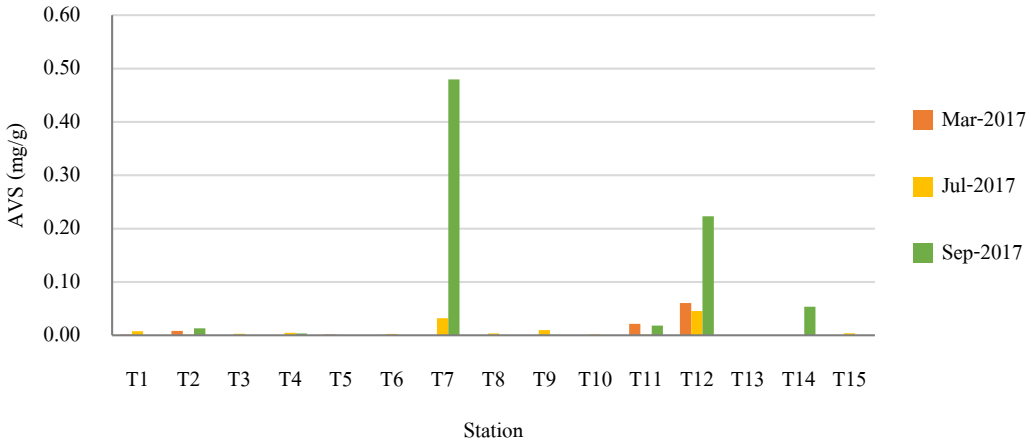
ผลการศึกษาปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนของเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน ปี พ.ศ. 2560 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลไฟด์รวมในเดือนมีนาคมเท่ากับ 0.006± 0.016 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง เดือนกรกฎาคม มีค่าเท่ากับ 0.008± 0.013 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง และกันยายน มีค่าเท่ากับ 0.053± 0.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง

โดยปริมาณซัลไฟด์รวมที่พบของทั้ง 3 เดือน ได้แก่ เดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายนพบว่า สถานีส่วนใหญ่มีค่าปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนในระดับที่ต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง nd- 0.06, nd- 0.045 และ nd- 0.479 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 4-25) ยกเว้นสถานีที่ T7 และ T12 ซึ่งเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบทั้ง 3 เดือนพบว่า

เดือนมีนาคม พบปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงสุดที่สถานี T12 เท่ากับ 0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ภาพที่ 4-25)

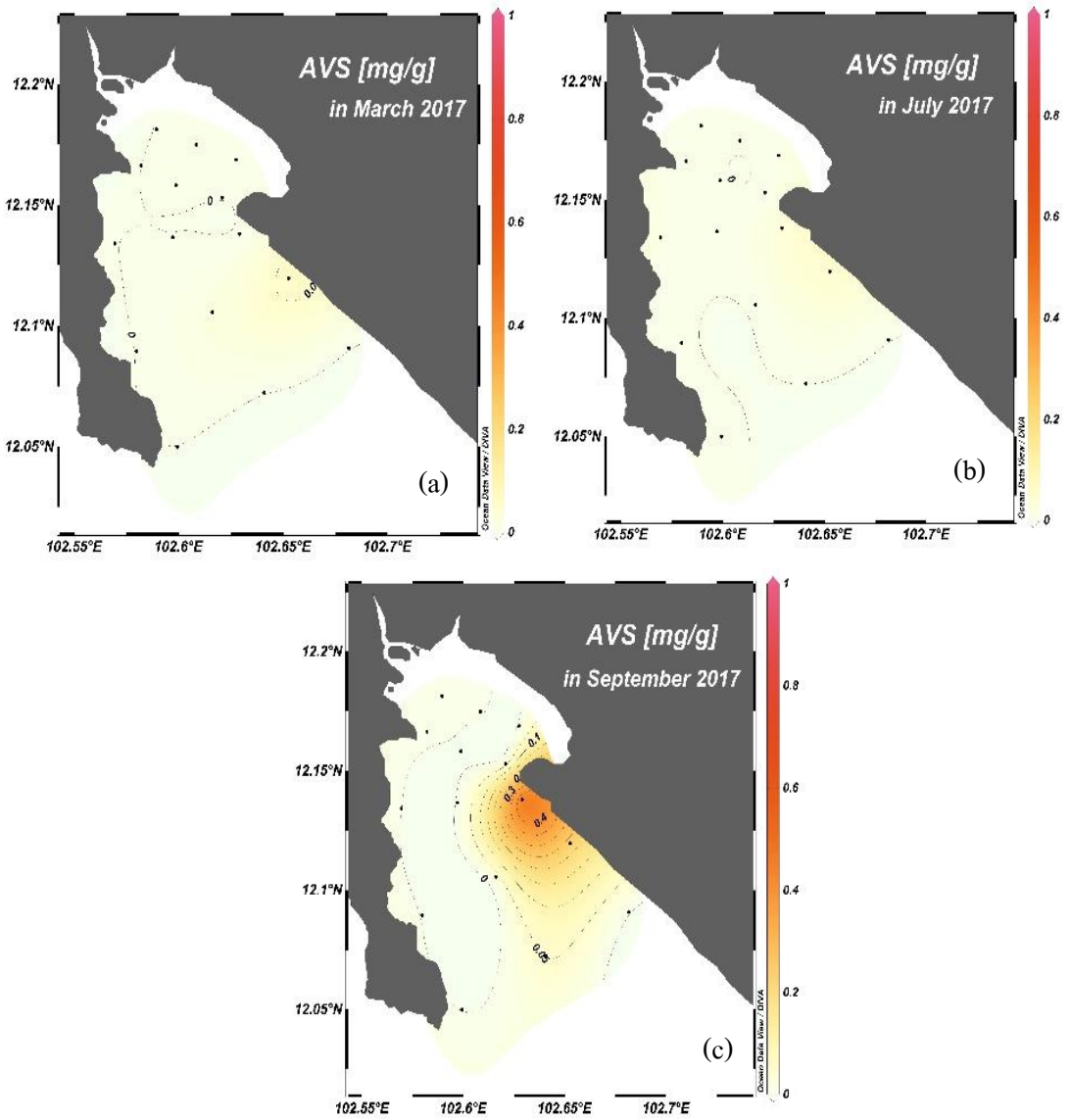
เดือนกรกฎาคม พบปริมาณซัลไฟด์รวมสูงสุดที่สถานี T12 เท่ากับ 0.045 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (ภาพที่ 4-25)

เดือนกันยายน พบปริมาณซัลไฟด์รวมสูงสุดที่สถานี T7 และ T12 มีค่าเท่ากับ 0.479 และ 0.223 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ (ภาพที่ 4-25)



ภาพที่ 4-25 ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides; AVS) ณ สถานีที่สำรวจในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560

ปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอนที่พบบริเวณอ่าวตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน ไม่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ในทางกลับกันพบว่าการเปลี่ยนแปลงของปริมาณซัลไฟด์นั้นมีความแตกต่างกันตามพื้นที่และลักษณะการใช้ประโยชน์ของทะเลและชายฝั่ง ซึ่งเกือบทุกสถานีจะพบปริมาณซัลไฟด์ที่มีค่าต่ำมาก (ภาพที่ 4-25) ยกเว้นสถานี T7 และ T12 ที่พบค่าปริมาณซัลไฟด์รวมสูงเกือบทุกเดือน (ภาพที่ 4-26) สาเหตุเนื่องมาจากบริเวณดังกล่าวอยู่ติดกับบ้านเรือน ชุมชน และแหล่งท่องเที่ยว



ภาพที่ 4-26 ซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfide; AVS) บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม (a) กรกฎาคม (b) และกันยายน (c) พ.ศ. 2560

นอกจากนี้การที่พบปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงมากในสถานี T7 และT12 ของเดือนกันยายน เนื่องจากมีการขุดลอกร่องน้ำขณะที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 4-27) แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนที่พบบริเวณอ่าวตราดถือได้ว่าอยู่ในระดับต่ำมากยังไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

ภาพที่ 4-27 การขุดลอกร่องน้ำบริเวณสถานี T7 และ T12 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด เดือนกันยายน พ.ศ. 2560

3. สัตว์ทะเลหน้าดิน (Marine Benthic Fauna)

3.1 องค์ประกอบทางชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดิน

ผลการศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 จำนวน 15 สถานี พบสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด 74 ชนิด โดยจำแนกเป็น 4 Phylum 5 Class 15 Order และ 74 Family โดยจำนวนสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบมากสุดอยู่ใน Phylum Mollusca ประกอบด้วย 2 Class คือ Gastropoda 22 ชนิด และ Bivalvia 13 ชนิด รองลงมาคือ Phylum Annelida ได้แก่ Polychaeta 26 ชนิด Phylum Arthropoda ได้แก่ Maxillopoda 12 ชนิด ส่วนจำนวนชนิดที่พบน้อยที่สุดคือ Phylum Echinodermata ได้แก่ Ophiuroidea 1 ชนิด (ตารางที่ 4-1)

ตารางที่ 4-1 องค์ประกอบทางอนุกรมวิธานของสัตว์ทะเลหน้าดินในพื้นที่อ่าวตราด จังหวัดตราด ที่พบในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560

Phylum	**Class**	**Order**	**Family**
Annelida	Polychaeta		Arenicolidae
			Capitellidae
			Cossuridae
			Maldanidae
			Opheliidae
			Orbiniidae

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

Phylum	**Class**	**Order**	**Family**
Annelida	Polychaeta		Paraonidae
		Aciculata	Aphroditidae
			Chrysopetaidae
			Eunicidae
			Glyceridae
			Goniadidae
			Hesionidae
			Nephtyidae
			Nereididae
			Phyllodocidae
			Syllidae
		Canalipalpata	Ampharetidae
			Cirratulidae
			Magelonidae
			Oweniidae
			Sabellariidae
			Spionidae
			Sternaspidae
			Terebellidae
		Phyllodocida	Pilargiidae
Arthropoda	Maxillopoda	Isopoda	Anthuridae
			Gnathiidae
			Hyssuridae
		Amphipoda	Aoridae
			Talitridae
			Maeridae
			Melitidae

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

Phylum	**Class**	**Order**	**Family**
Arthropoda	Maxillopoda	Amphipoda	Photidae
Echinodermata	Ophiuroidea	Tanaidacea	Pagurapseudidae
			Parapseudidae
		Decapoda	Penaeidae
			Sesarmidae
		Ophiurida	Amphiuridae
Mollusca	Gastropoda		Dialidae
			Scaliolidae
			Solariellidae
			Chilodontidae
		Cephalaspidea	Haminoeidae
			Ringiculidae
		Heterostropha	Pyramidellidae
		Neogastropoda	Buccinidae
			Cancellariidae
			Cerithiidae
			Cerithiopsidae
			Columbellidae
			Epitoniidae
			Fasciolariidae
			Nassariidae
			Potamididae
			Rissoidae
			Terebridae
			Turridae

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

Phylum	Class	Order	Family
Mollusca	Gastropoda	Neotaenioglossa	Natica
			Triphoridae
			Turritellidae
	Bivalvia	Veneroida	Crassatellidae
			Cyrenidae
			Glauconomidae
			Lucinidae
			Psammobiidae
			Solenidae
			Tellinidae
			Ungulinidae
			Veneridae
		Pholadomyoida	Myochamidae
		Mytiloida	Mytilidae
		Nuculoida	Nuculanidae
			Tindariidae

3.2 การแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดิน

การศึกษาการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินรวมทั้งหมดในบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 รวมทั้งสิ้น 15 สถานี ผลการศึกษาความหนาแน่นรวมของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบแต่ละสถานีในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษามีดังนี้

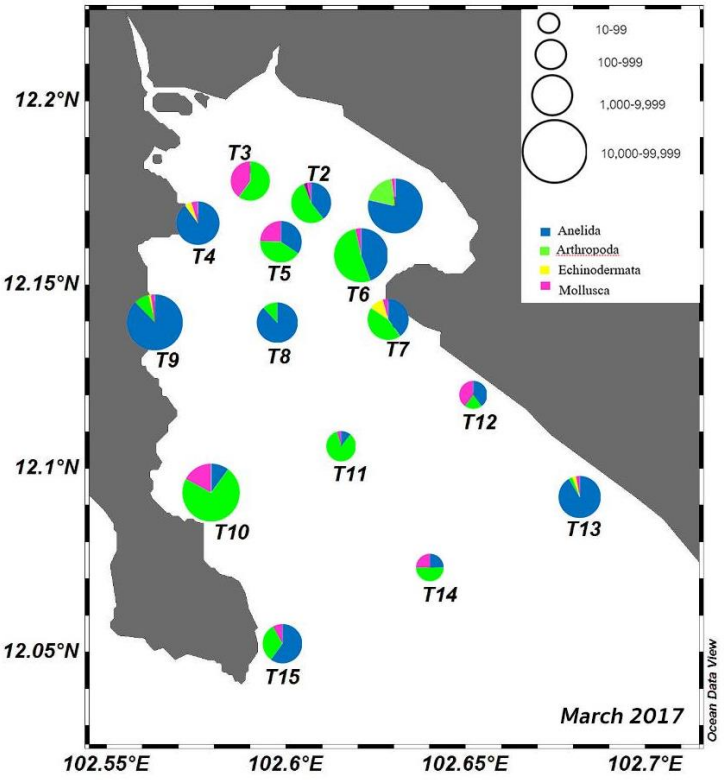
3.2.1 ความหนาแน่นสัตว์ทะเลหน้าดินรวมในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในเดือนมีนาคม ของแต่ละสถานีมีความหนาแน่นที่แตกต่างกัน โดยสถานีที่มีความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดคือ สถานี T14 (64 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบความหนาแน่นรวมสูงสุดคือ สถานี T9 (4,288 ตัวต่อตารางเมตร) เนื่องจากเป็นบริเวณที่มี

สารอินทรีย์ในปริมาณที่เหมาะสม โดยสัตว์หน้าดินที่พบอยู่ใน Phylum Annelida (ไส้เดือนทะเล), Phylum Arthropoda (กุ้ง, ปู), Phylum Echinodermata (ดาวทะเล) และ Phylum Mollusca (หอย)

สัตว์ทะเลหน้าดินที่เป็นกลุ่มเด่นของแต่ละสถานีคือ Phylum Annelida รองลงมาคือ Arthropoda และ Mollusca (ภาพที่ 4-28) โดยสถานีที่พบกลุ่มของ Phylum Annelida สูงสุดคือ สถานี T9 (3,760 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบกลุ่มของ Phylum Annelida น้อยสุดคือ สถานี T14 (16 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบกลุ่มของ Phylum Arthropoda สูงสุดคือ สถานี T10 (1,152 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบกลุ่มของ Phylum Arthropoda ต่ำสุดคือ สถานี T12 และ T13 (16 ตัวต่อตารางเมตร)

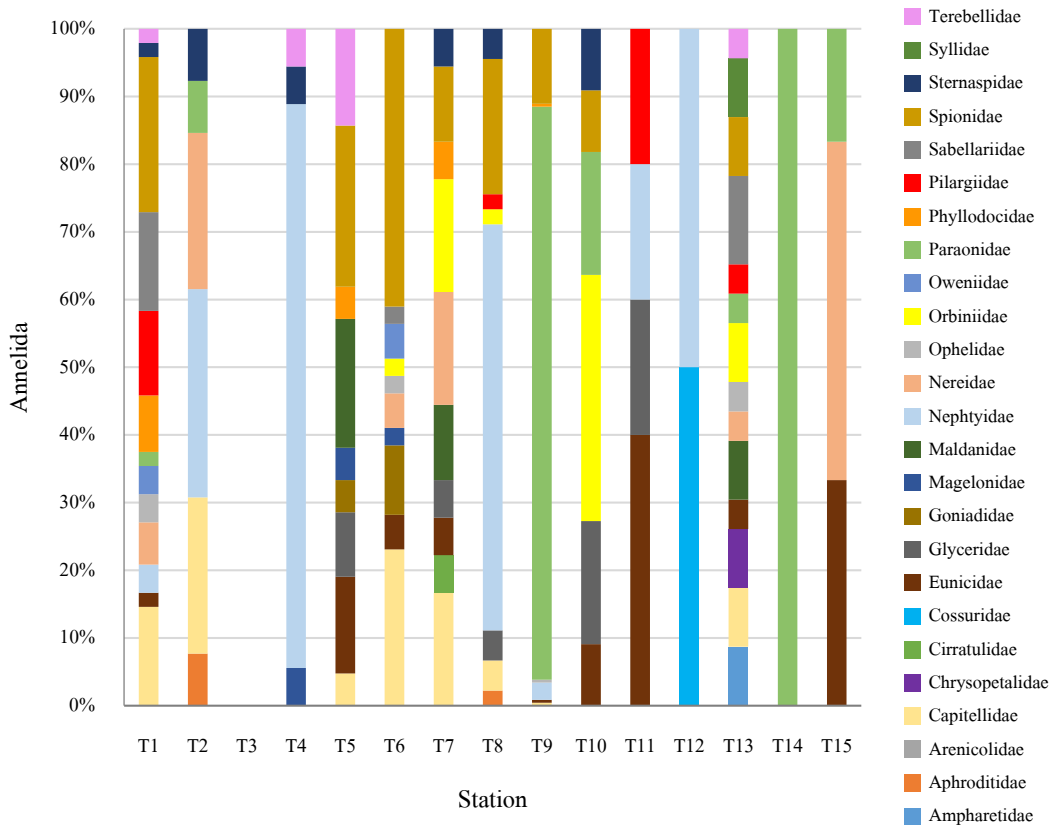
สถานีที่มีความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดิน (Diversity) มากที่สุดคือ สถานี T13 ซึ่งมีจำนวนชนิดมากถึง 17 ชนิด โดยมีค่าความหลากหลายเท่ากับ 2.758 ขณะที่สถานี T3 มีจำนวนชนิดน้อยที่สุดคือ 3 ชนิด โดยมีค่าความหลากหลายเท่ากับ 0.898 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)



ภาพที่ 4-28 องค์ประกอบทางชนิดและการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

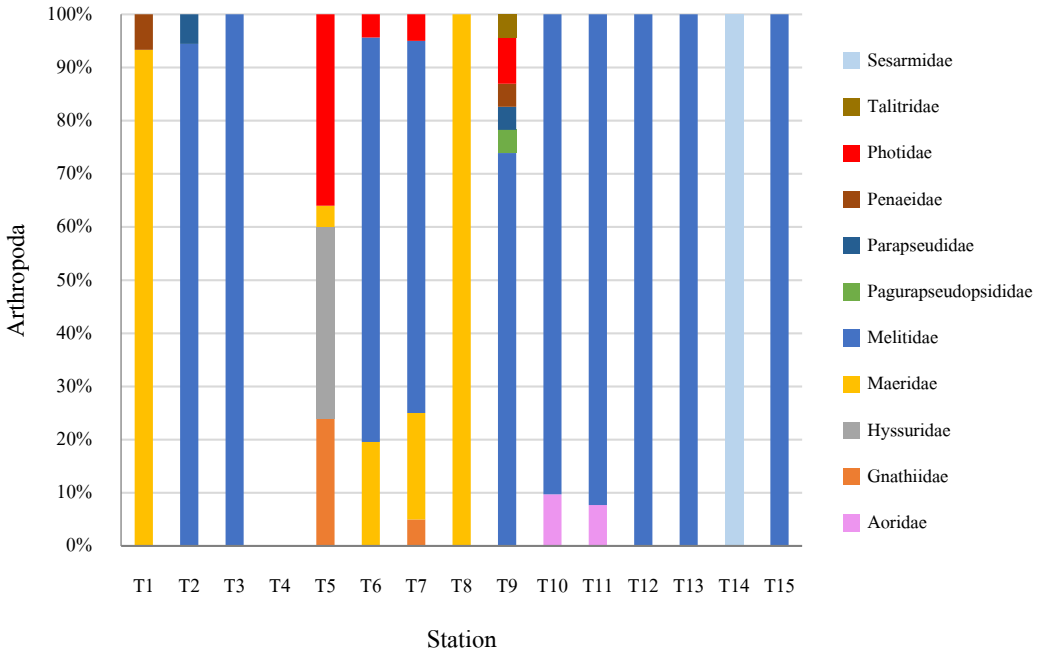
สัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 มีทั้งหมด 4 Phylum ได้แก่ Annelida, Arthropoda, Echinodermata และ Mollusca พบว่า

สัตว์ทะเลหน้าดินใน Phylum Annelida ในเดือนมีนาคม พบทั้งหมด 25 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ Paraonidae (3,312 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ Spionidae (1,152 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-29) ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้จะพบมากสุดที่สถานี T9 เนื่องจากเป็นสถานีที่มีปริมาณสารอินทรีย์เหมาะสม ในส่วนของชนิดที่พบกระจายในเกือบทุกสถานีได้แก่ Nephtyidae, Spionidae และ Eunicidae นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความมากชนิด (Species richness) ในแต่ละสถานี พบว่า สถานีที่มีความมากชนิดของทะเลหน้าดินใน Phylum Annelida มากสุดมี 2 สถานี ได้แก่ สถานี T1 และ T13



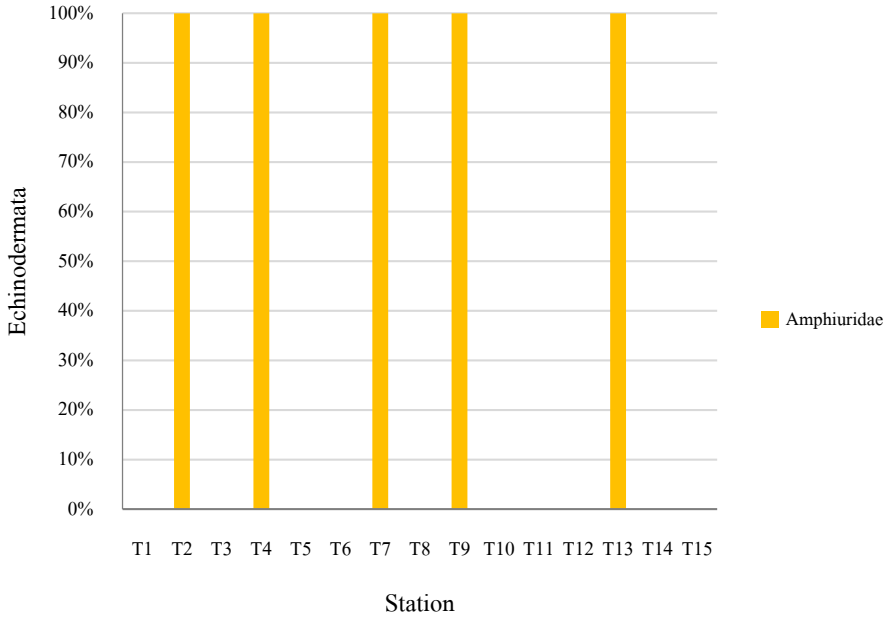
ภาพที่ 4-29 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Annelida บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดินใน Phylum Arthropoda ในเดือนมีนาคม มีทั้งหมด 11 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ Melitidae (3,200 ตัวต่อตารางเมตร) โดยพบมากสุดที่สถานี T10 รองลงมาคือ Maeridae (544 ตัวต่อตารางเมตร) พบมากสุดที่สถานี T1 (ภาพที่ 4-30) ส่วนชนิดที่พบการกระจายในเกือบทุกสถานีได้แก่ Melitidae และ Maeridae (ภาพที่ 4-30) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาความมากชนิด (Species richness) ในแต่ละสถานีที่พบว่า สถานีที่มีความมากชนิดของทะเลหน้าดินใน Phylum Arthropoda มากสุดที่ สถานี T9 (ภาพที่ 4-30)



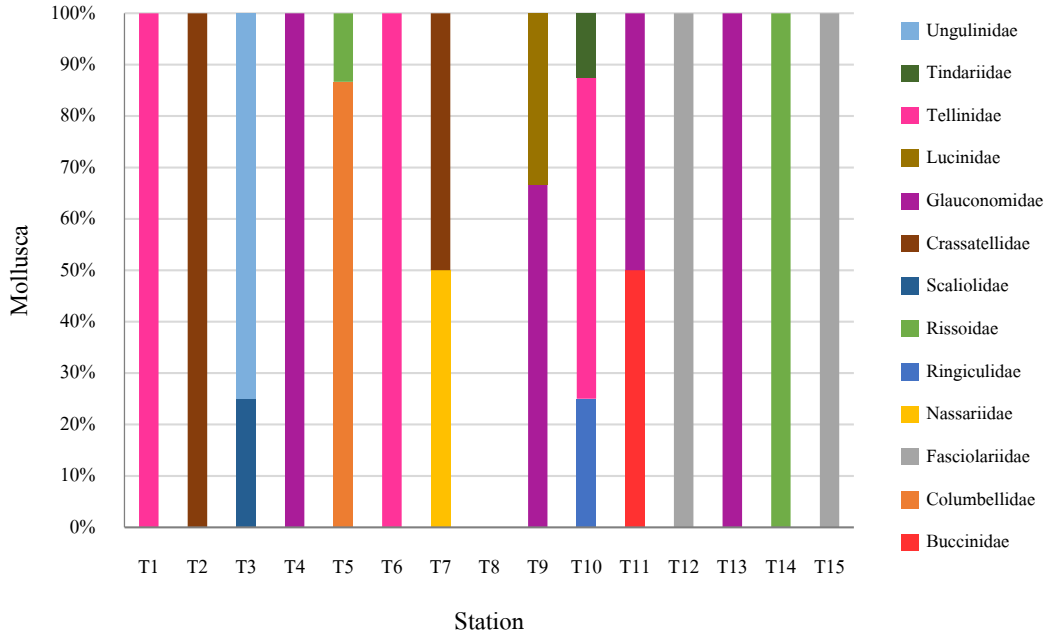
ภาพที่ 4-30 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินใน Phylum Arthropoda บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดินใน Phylum Echinodermata ในเดือนมีนาคม พบทั้งหมด 1 ชนิด Amphiuridae (192 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-31) โดยสถานีที่พบ Amphiuridae ได้แก่ สถานี T2, T4, T7, T9 และ T13 (ภาพที่ 4-31)



ภาพที่ 4-31 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินใน Phylum Echinodermata บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดินใน Phylum Mollusca ในเดือนมีนาคม พบทั้งหมด 13 ชนิด โดยชนิดที่พบมากสุดคือ Columbellidae (208 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ Tellinidae (160 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-32) โดยจะพบมากสุดที่สถานี T5 และ T13 ตามลำดับ เนื่องจากสภาพพื้นที่ของทั้ง 2 สถานีนี้มีลักษณะเป็นทราย ส่วนชนิดที่พบการกระจายในเกือบทุกสถานีได้แก่ กลุ่มของหอย 2 ฝา (Bivalvia) โดยชนิดที่พบมากสุดคือ Glauconomidae (ภาพที่ 4-32) นอกจากนี้เมื่อพิจารณา ความมากชนิด (Species richness) ในแต่ละสถานีพบว่า สถานีที่มีความมากชนิดของทะเลหน้าดินใน Phylum Mollusca มากสุดที่ สถานี T10 (ภาพที่ 4-32)



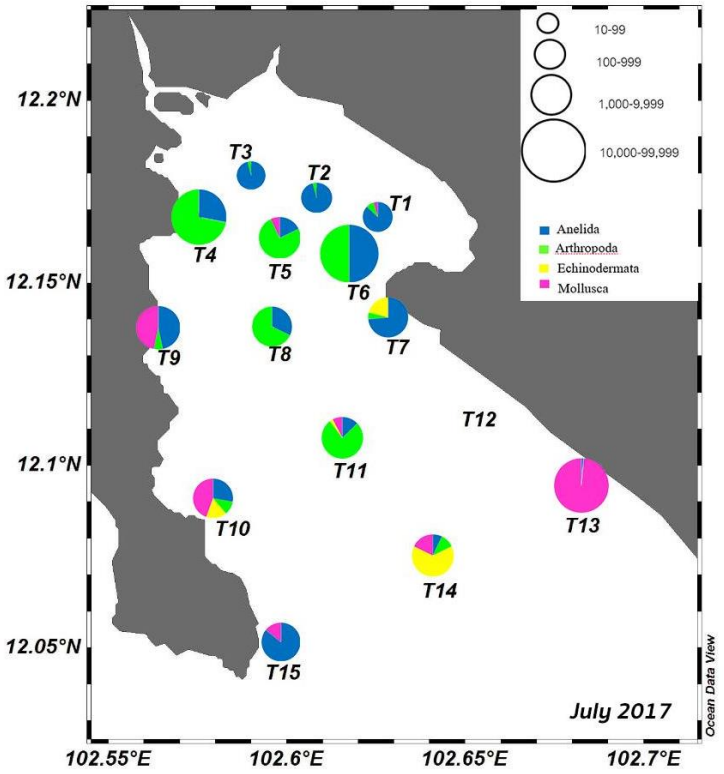
ภาพที่ 4-32 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินใน Phylum Mollusca บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

3.2.2 ความหนาแน่นรวมในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในเดือนกรกฎาคมของแต่ละสถานีมีความหนาแน่นที่แตกต่างกัน โดยมีตั้งแต่ความหนาแน่นน้อยจนถึงความหนาแน่นมาก โดยสถานีที่มีความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดคือ สถานี T15 (112 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบความหนาแน่นรวมสูงสุดคือ สถานี T13 (8,624 ตัวต่อตารางเมตร) โดยสัตว์หน้าดินที่พบอยู่ใน Phylum Annelida, Arthropoda, Echinodermata และ Mollusca

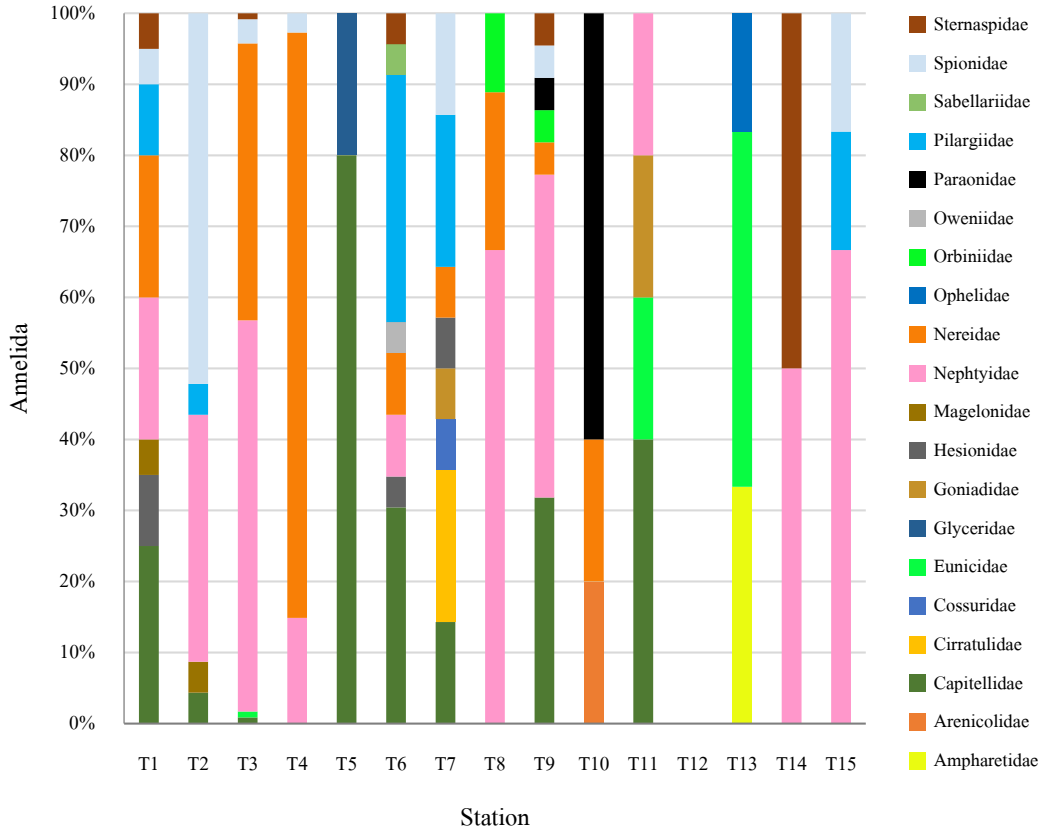
สัตว์ทะเลหน้าดินที่เป็นกลุ่มเด่นของแต่ละสถานีคือ Phylum Annelida รองลงมาคือ Arthropoda (ภาพที่ 4-33) โดยสถานีที่พบกลุ่มของ Annelida สูงสุดคือ สถานี T3 (1,888 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบกลุ่มของ Annelida น้อยสุดคือ สถานี T13 และ T15 (96 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบกลุ่มของ Arthropoda สูงสุดคือ สถานี T4 (1,184 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบกลุ่มของ Arthropoda ต่ำสุดคือ สถานี T2, T7 และ T13 (16 ตัวต่อตารางเมตร)

สถานีที่มีความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินมากที่สุดคือ สถานี T9 ซึ่งมีจำนวนชนิดมากถึง 18 ชนิด โดยมีค่าความหลากหลายเท่ากับ 2.512 ขณะที่สถานี T8 มีจำนวนชนิดน้อยที่สุดคือ 4 ชนิด โดยมีค่าความหลากหลายเท่ากับ 0.901 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)



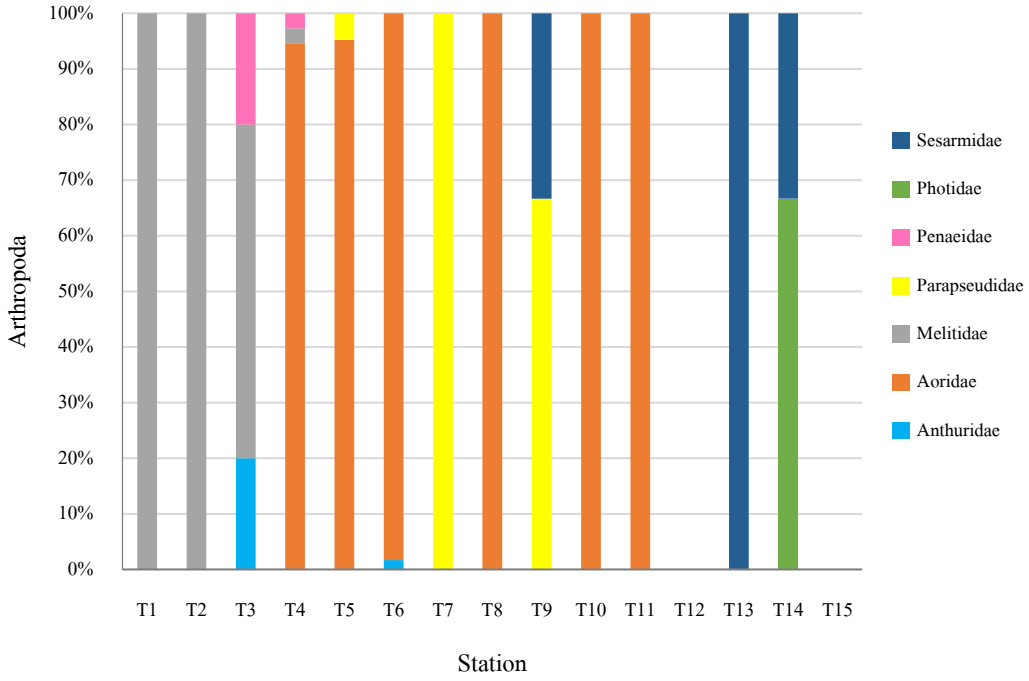
ภาพที่ 4-33 องค์ประกอบทางชนิดและการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 มีทั้งหมด 4 Phylum ได้แก่ Annelida, Arthropoda, Echinodermata และ Mollusca พบว่า สัตว์ทะเลหน้าดินใน Phylum Annelida ในเดือนกรกฎาคม พบทั้งหมด 20 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ Nereidae (1,920 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ Nephtyidae (1,888 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-34) โดยพบมากสุดที่สถานี T3 ส่วนชนิดที่พบการกระจายในเกือบทุกสถานีได้แก่ Nereidae, Nephtyidae, Spionidae และ Capitellidae (ภาพที่ 4-34) นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาความมากชนิด (Species richness) ในแต่ละสถานี พบว่า สถานีที่มีความมากชนิดของทะเลหน้าดินใน Phylum Annelida ได้แก่ สถานี T1, T6 และ T7 (ภาพที่ 4-34)



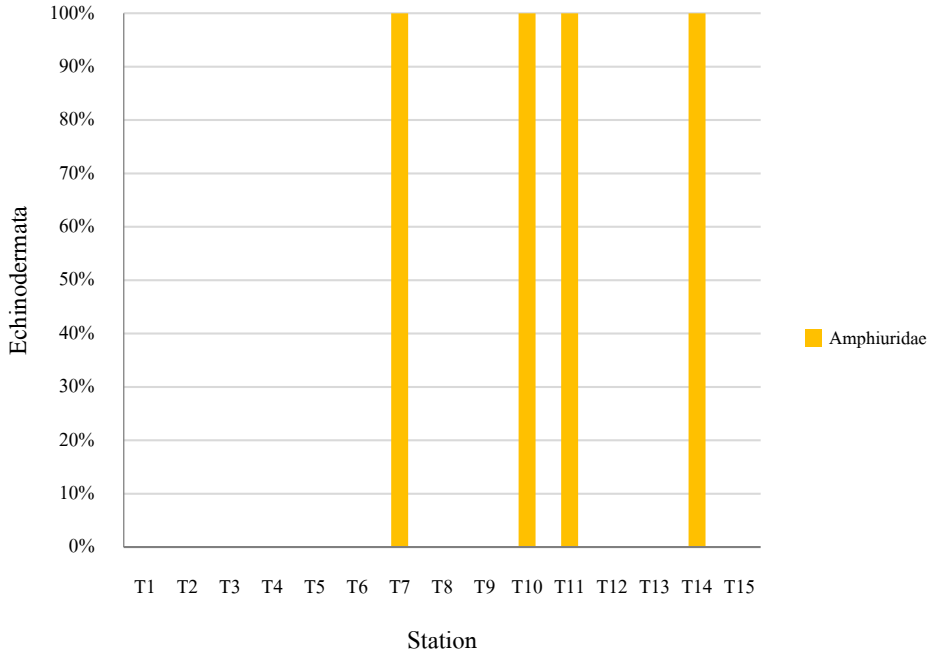
ภาพที่ 4-34 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Annelida บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Arthropoda ในเดือนกรกฎาคม พบทั้งหมด 7 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ Aoridae (3,488 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ Melitidae (112 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-35) โดยพบมากสุดที่สถานี T4 และ T3 ตามลำดับ ซึ่งชนิดที่พบกระจายในเกือบทุกสถานีได้แก่ Aoridae (ภาพที่ 4-35) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความมากชนิด (Species richness) ในแต่ละสถานีพบว่า สถานีที่มีความมากชนิดของทะเลหน้าดินในไฟลัม Arthropoda ได้แก่ สถานี T3 และ T4 (ภาพที่ 4-35)



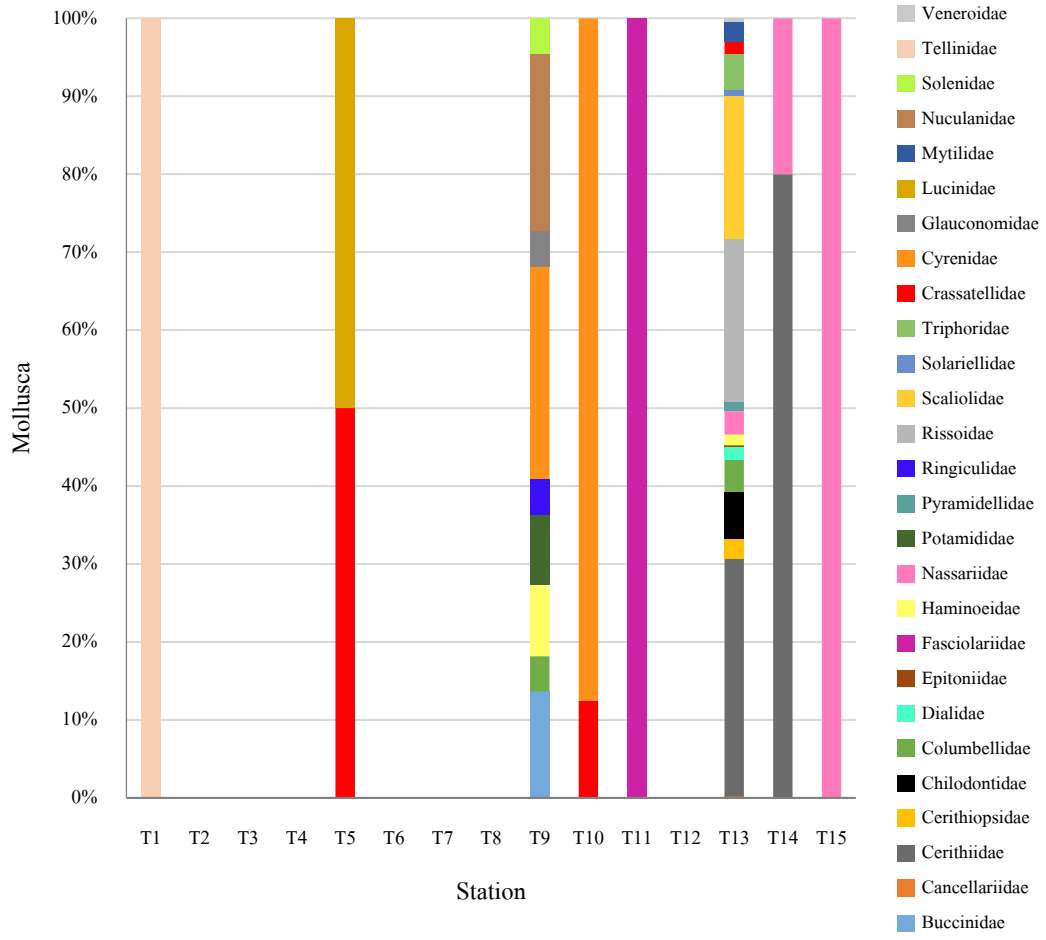
ภาพที่ 4-35 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Arthropoda บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราดในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Echinodermata ในเดือนกรกฎาคม พบทั้งหมด 1 ชนิด Amphiuridae (416 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-36) สถานที่พบ Amphiuridae ได้แก่ สถานี T7, T10, T11 และ T14 (ภาพที่ 4-36)



ภาพที่ 4-36 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Echinodermata บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Mollusca ในเดือนกรกฎาคม พบทั้งหมด 21 ชนิด โดยชนิดที่พบมากสุดคือ Cerithiidae (2,512 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ Rissoidae (1,680 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-37) โดยทั้ง 2 ชนิดนี้พบมากสุดที่สถานี T13 ซึ่งมีลักษณะพื้นที่เป็นทราย ส่วนชนิดที่พบกระจายในเกือบทุกสถานีได้แก่ Nassariidae และ Crassatellidae (ภาพที่ 4-37) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความมากชนิด (Species richness) ในแต่ละสถานี พบว่า สถานีที่มีความมากชนิดของทะเลหน้าดินใน Phylum Mollusca ได้แก่ สถานี T13 และ T9 (ภาพที่ 4-37)



ภาพที่ 4-37 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Mollusca บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560

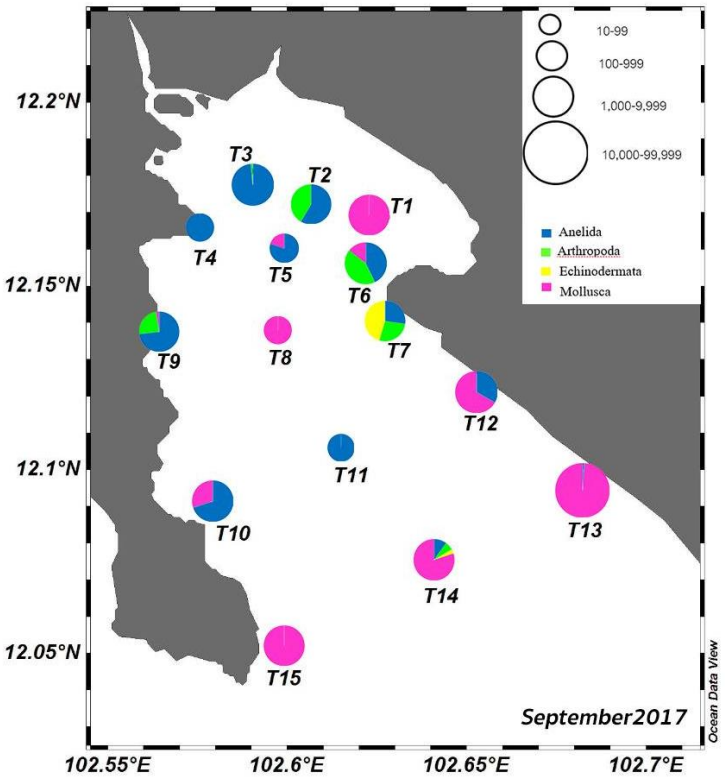
3.2.3 ความหนาแน่นรวมในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในเดือนกันยายนของแต่ละสถานีมีความหนาแน่นที่แตกต่างกัน โดยมีตั้งแต่ความหนาแน่นน้อยจนถึงความหนาแน่นมาก โดยสถานีที่มีความหนาแน่นรวมน้อยที่สุดคือ สถานี T8 และ T11 (16 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบความหนาแน่นรวมสูงสุดคือ สถานี T13 (10,352 ตัวต่อตารางเมตร) โดยสัตว์หน้าดินที่พบอยู่ใน Phylum Annelida, Arthropoda, Echinodermata และ Mollusca

สัตว์ทะเลหน้าดินที่เป็นกลุ่มเด่นของแต่ละสถานีคือ Phylum Mollusca รองลงมาคือ Annelida (ภาพที่ 4-38) โดยสถานีที่พบกลุ่มของ Mollusca สูงสุดคือ สถานี T13 (10,240 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบกลุ่มของ Mollusca น้อยสุดคือ สถานี T13 และ T15 (96 ตัว

ต่อตารางเมตร) สถานีที่พบกลุ่มของ Annelida สูงสุดคือ สถานี T3 (928 ตัวต่อตารางเมตร) สถานีที่พบกลุ่มของ Annelida สุดคือ สถานี T11 (16 ตัวต่อตารางเมตร)

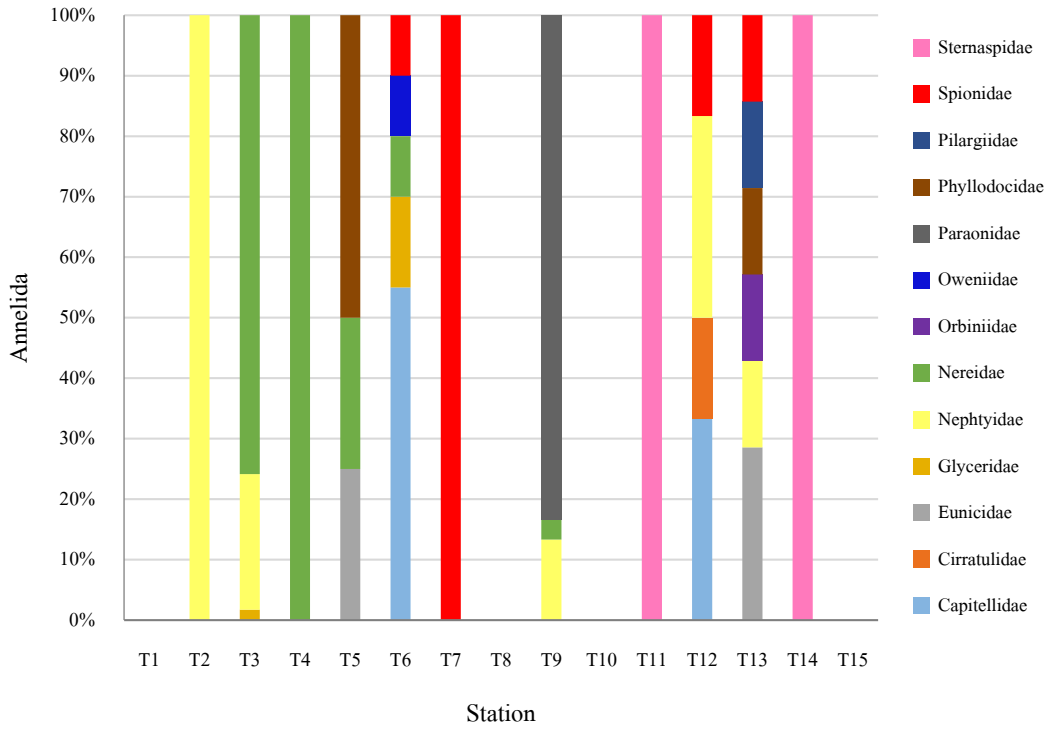
สถานีที่มีความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินมากที่สุดคือ สถานี T14 ซึ่งมีจำนวนชนิดมากถึง 14 ชนิด โดยมีค่าความหลากหลายเท่ากับ 2.467 ขณะที่สถานี T4, T8 และ T11 มีจำนวนชนิดน้อยที่สุดคือ 1 ชนิด โดยมีค่าความหลากหลายเท่ากับ 0 (ตารางที่ 4-2)



ภาพที่ 4-38 องค์ประกอบทางชนิดและการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560

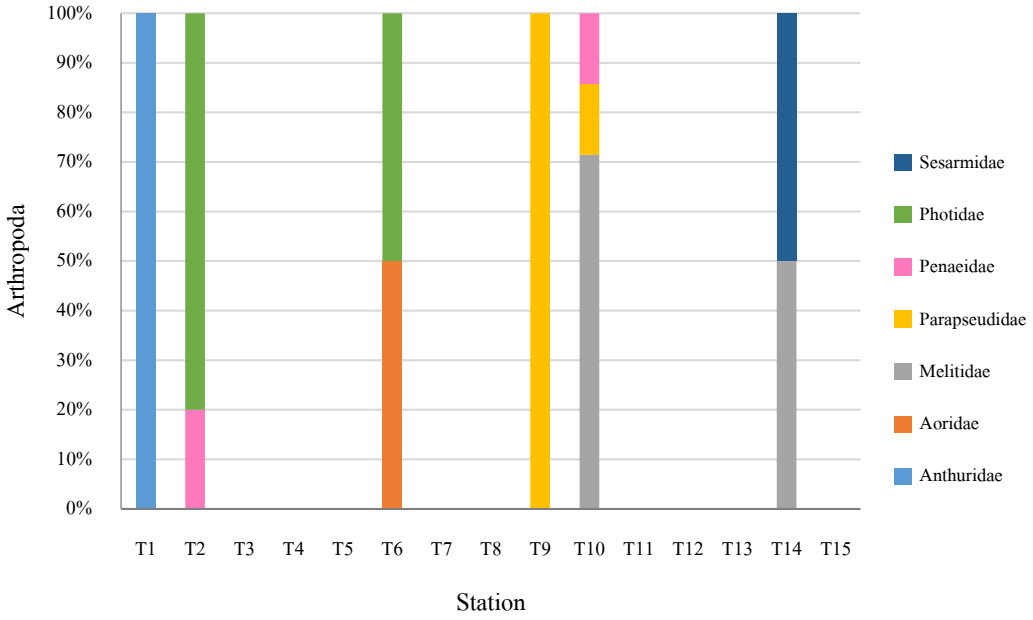
สัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 มีทั้งหมด 4 Phylum ได้แก่ Annelida, Arthropoda, Echinodermata และ Mollusca พบว่า สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Annelida ในเดือนกันยายน พบทั้งหมด 13 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ Nereidae (848 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ Nephtyidae (432 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-39) โดยทั้ง 2 ชนิดนี้จะพบสุดที่สถานี T3 โดยชนิดที่พบกระจายในเกือบทุกสถานีได้แก่ Capitellidae และ Nephtyidae (ภาพที่ 4-39)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความมากชนิด (Species richness) ในแต่ละสถานีพบว่า สถานีที่มีความมากชนิดของทะเลหน้าดินใน Phylum Annelida ได้แก่ สถานี T13 และ T6 (ภาพที่ 4-39)



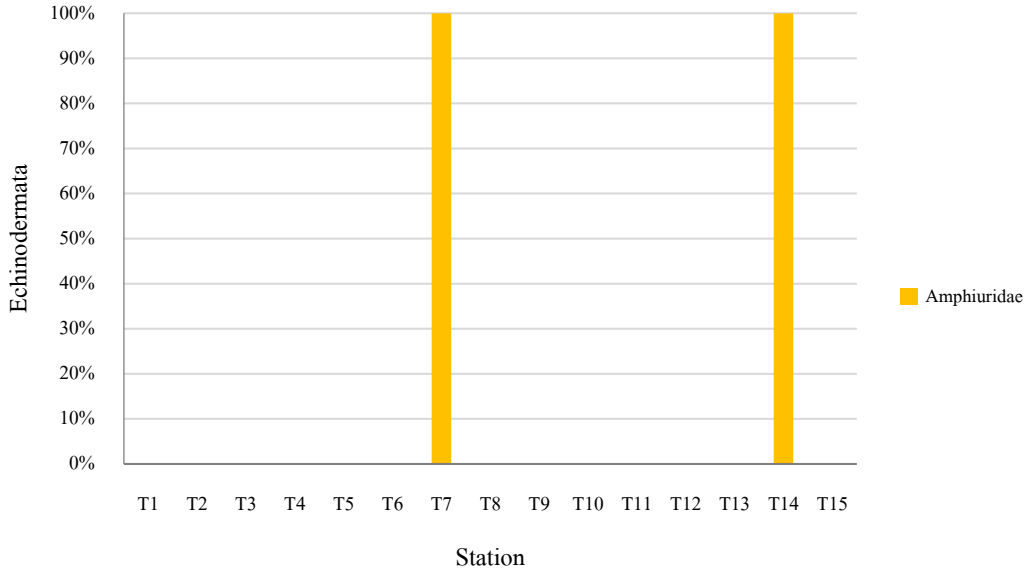
ภาพที่ 4-39 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Annelida บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Arthropoda ในเดือนกันยายน พบทั้งหมด 7 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ Parapseudidae (176 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ Melitidae (96 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-40) โดยทั้ง 2 ชนิดนี้จะพบมากที่สถานี T9 และ T10 ตามลำดับ ส่วนชนิดที่พบกระจายในเกือบทุกสถานีได้แก่ Photidae, Melitidae และ Parapseudidae (ภาพที่ 4-40) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความมากชนิด (Species richness) ในแต่ละสถานีพบว่า สถานีที่มีความมากชนิดของทะเลหน้าดินใน Phylum Arthropoda ได้แก่ สถานี T10 (ภาพที่ 4-40)



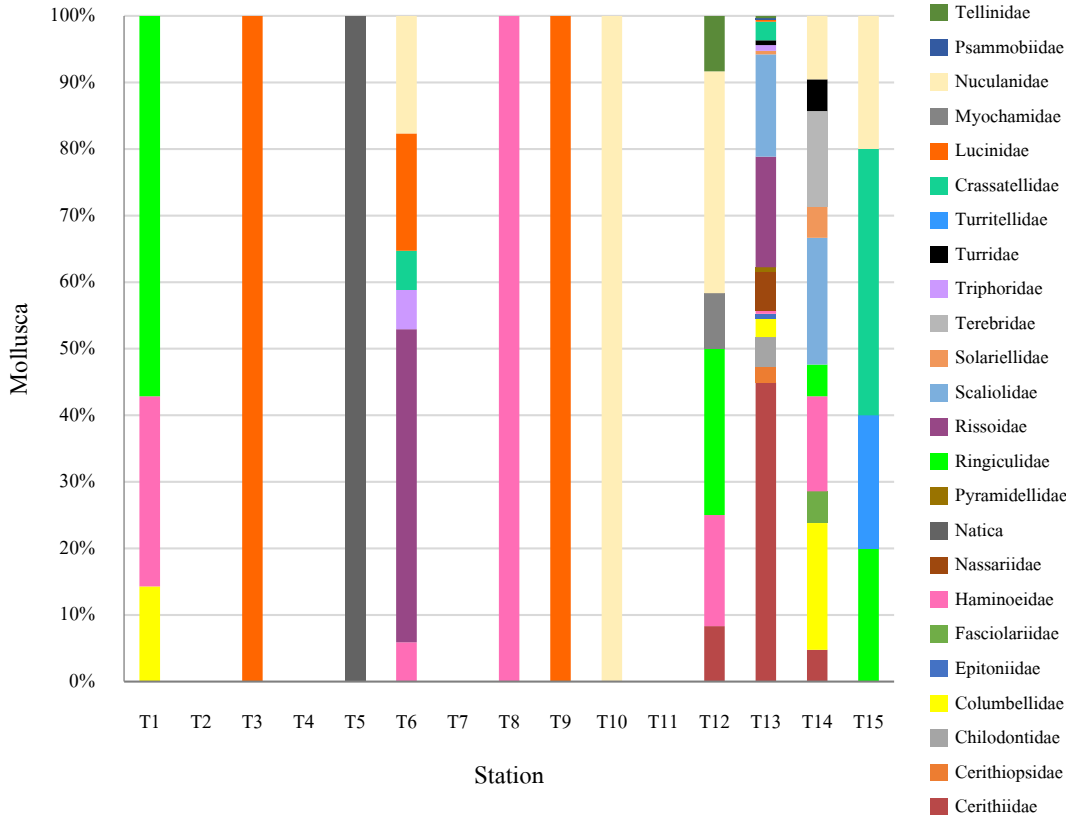
ภาพที่ 4-40 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Arthropoda บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดินใน Phylum Echinodermata มีทั้งหมด 1 ชนิด Amphiuridae (96 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-41) สถานีที่พบ Amphiuridae ได้แก่ สถานี T7 และ T14 (ภาพที่ 4-41)



ภาพที่ 4-41 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Echinodermata บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560

สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Mollusca ในเดือนกันยายน พบทั้งหมด 24 ชนิด โดยชนิดที่พบมากสุดคือ Cerithiidae (4,144 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือ Rissoidae (1,648 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพที่ 4-42) โดยทั้ง 2 ชนิดนี้พบมากสุดที่สถานี T13 ซึ่งมีลักษณะพื้นที่เป็นทราย ส่วนชนิดที่พบกระจายในเกือบทุกสถานีได้แก่ Haminoeidae และ Nuculanidae (ภาพที่ 4-42) นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความมากชนิด (Species richness) ในแต่ละสถานีพบว่า สถานีที่มีความมากชนิดของทะเลหน้าดินใน Phylum Mollusca ได้แก่ สถานี T13 และ T12 (ภาพที่ 4-42)



ภาพที่ 4-42 ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน Phylum Mollusca บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางดัชนีทางชีวภาพ (Biological index)

การใช้สัตว์ทะเลหน้าดินในการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ เนื่องจากสัตว์หน้าดินอาศัยและสัมผัสกับสิ่งเหล่านั้นโดยตรง ทั้งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งอาหาร โดยเป็นการประเมินได้จากความหลากหลายทางชีวภาพ สามารถวัดได้จากค่าพื้นฐานคือ ดัชนีความมากชนิด (Species richness) และค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity index) หากมีดัชนีความมากชนิดและค่าดัชนีความหลากหลายสูง แสดงว่าระบบนิเวศนั้นมีสภาพแวดล้อมดี เหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิต ในกรณีที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตหรือเน่าเสีย ค่าดัชนีจะต่ำ เนื่องจากมีสัตว์อาศัยอยู่น้อย

การวิเคราะห์ดัชนีความมากชนิด (Species richness) ใช้สมการ Magalef richness index (D) เป็นค่าที่แสดงถึงจำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตที่พบ หากมีค่าสูงแสดงว่ามีความชุกชุมสูง

โดยผลการศึกษาดัชนีความมากชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 ซึ่งทำการสำรวจสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด 15 สถานี พบว่า

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T1 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 2.16, 1.54 และ 0.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T2 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 1.44, 0.84 และ 0.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T3 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 0.40, 1.06 และ 0.44 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T4 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 0.87, 0.64 และ 0 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T5 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 2.04, 0.82 และ 0.68 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T6 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 1.79, 1.25 และ 1.86 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T7 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 2.43, 1.57 และ 0.21 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T8 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 1.19, 0.44 และ 0 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T9 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 1.79, 2.57 และ 0.62 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T10 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 1.37, 1.06 และ 0.60 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T11 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 1.06, 0.93 และ 0 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T12 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 0.75, - และ 1.59 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T13 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 2.65, 2.22 และ 2.13 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T14 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 0.48, 0.98 และ 2.14 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความมากชนิดของสถานี T15 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความมากชนิดเท่ากับ 0.68, 0.64 และ 0.69 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

การวิเคราะห์ ดัชนีความหลากหลาย (Diversity index) ใช้สมการของ Shanon-Weiner diversity index (H') เป็นค่าที่แสดงถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต หากมีค่าสูงแสดงว่าพื้นที่นั้นเป็นแหล่งอาหารที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงสภาพพื้นที่บริเวณนั้นได้

โดยผลการศึกษาดัชนีความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวตราดจังหวัดตราดในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 ซึ่งทำการสำรวจสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด 15 สถานี พบว่า

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T1 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.39, 2.09 และ 1.21 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T2 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.66, 1.24 และ 0.88 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T3 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.89, 1.08 และ 0.69 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T4 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.96, 1.09 และ 0 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T5 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.36, 0.99 และ 1.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T6 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.94, 1.13 และ 2.20 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T7 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.40, 2.16 และ 0.66 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T8 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.50, 0.90 และ 0 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T9 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.07, 2.51 และ 1.05 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T10 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.18, 1.69 และ 1.16 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T11 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 0.92, 0.93 และ 0 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T12 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.32, - และ 2.17 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T13 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.75, 2.13 และ 1.85 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T14 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.04, 1.23 และ 2.47 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ดัชนีความหลากหลายของสถานี T15 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน มีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.47, 1.15 และ 1.33 ตามลำดับ (ตารางที่ 4-2)

ตารางที่ 4-2 แสดงความชุกชุม (Density; N), จำนวนชนิด (Species; S), ค่าดัชนีความมากชนิด (Species richness; D) และดัชนีความหลากหลาย (Diversity index; H') ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม (March) กรกฎาคม (July) และกันยายน (September) พ.ศ. 2560

Station	Month	S	N	D	H'
T1	March	16	1,040	2.16	2.39
	July	10	352	1.54	2.09
	September	4	128	0.62	1.21
T2	March	10	528	1.44	1.66
	July	6	384	0.84	1.24
	September	3	192	0.38	0.88

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

Station	Month	S	N	D	H'
T3	March	3	160	0.40	0.89
	July	9	1,958	1.06	1.08
	September	4	944	0.44	0.69
T4	March	6	320	0.87	0.96
	July	6	2,368	0.64	1.09
	September	1	80	0	0
T5	March	15	976	2.04	2.36
	July	6	448	0.82	0.99
	September	4	80	0.68	1.33
T6	March	14	1,408	1.79	1.94
	July	10	1,312	1.25	1.13
	September	13	624	1.86	2.20
T7	March	17	720	2.43	2.40
	July	10	304	1.57	2.16
	September	2	128	0.21	0.66
T8	March	9	816	1.19	1.50
	July	4	896	0.44	0.90
	September	1	16	0	0
T9	March	16	4,288	1.79	1.07
	July	18	752	2.57	2.51
	September	5	656	0.62	1.05

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

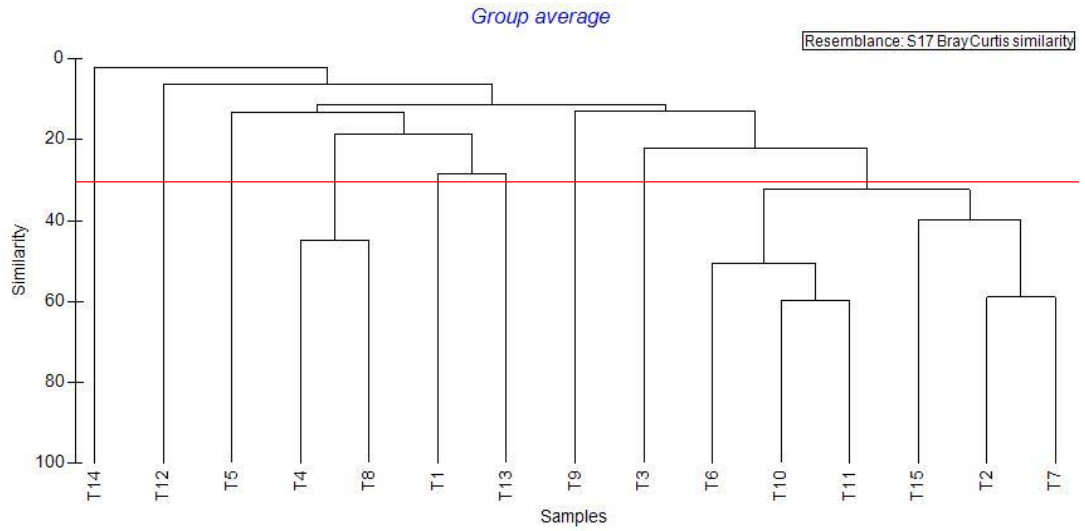
Station	Month	S	N	D	H'
T10	March	11	1,456	1.37	1.18
	July	7	288	1.06	1.69
	September	4	160	0.60	1.16
T11	March	8	736	1.06	0.92
	July	7	624	0.93	0.93
	September	1	16	0	0
T12	March	4	54	0.75	1.32
	July	-	-	-	-
	September	10	288	1.59	2.17
T13	March	17	416	2.65	2.75
	July	21	8,144	2.22	2.13
	September	23	9,264	2.41	1.85
T14	March	3	64	0.48	1.04
	July	7	448	0.98	1.23
	September	14	432	2.14	2.47
T15	March	5	352	0.68	1.47
	July	4	112	0.64	1.15
	September	4	80	0.69	1.33

3.4 ความคล้ายคลึงกันของสัตว์ทะเลหน้าดิน (Similarity)

ความคล้ายคลึงกันของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน พ.ศ. 2560 ใช้วิธีการวิเคราะห์ Cluster Analysis โดยทดสอบจากสมการของ Bray and Curtis similarity สามารถจัดกลุ่มได้ดังนี้

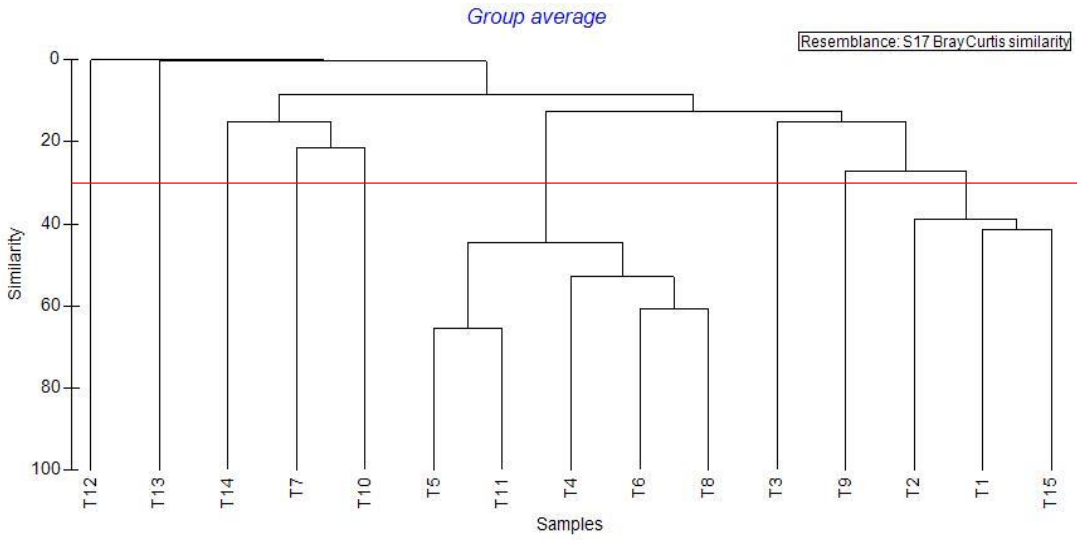
ในเดือนมีนาคม สามารถสร้างความคล้ายคลึงได้ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ซึ่ง 3 กลุ่มนี้มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย 2 สถานี ได้แก่ สถานี T4 และ T8 พบสัตว์ทะเลหน้าดินชนิด Nephtyidae เหมือนกัน กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย 3 สถานี ได้แก่ สถานี T6, T10 และ T11 พบสัตว์ทะเลหน้าดินชนิด Melitidae และ Eunicidae เหมือนกัน กลุ่มที่ 3

ประกอบด้วย 3 สถานี ได้แก่ สถานี T15, T2 และ T7 พบสัตว์ทะเลหน้าดินชนิด Melitidae และ Nereidae เหมือนกัน (ภาพที่ 4-43)



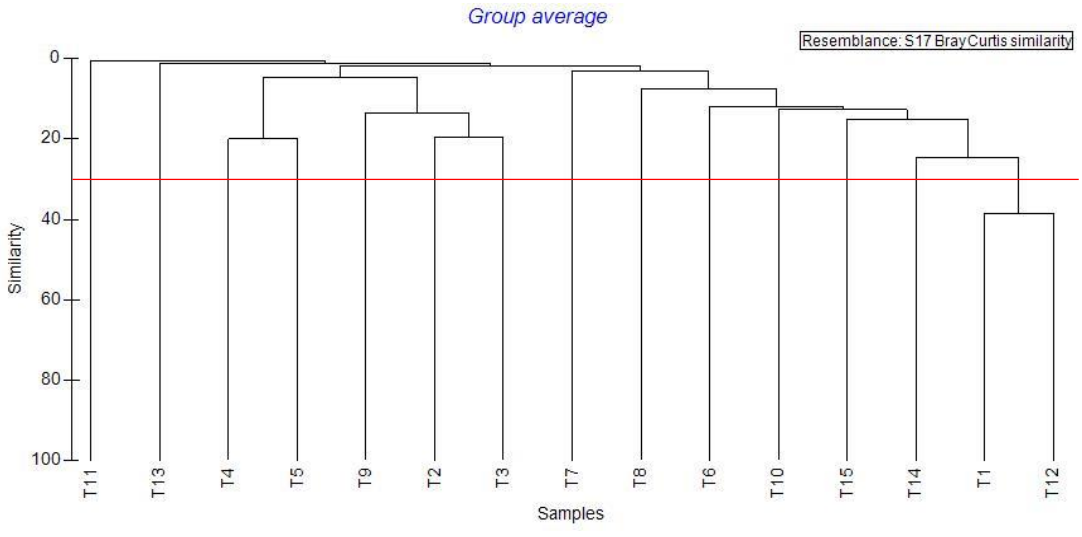
ภาพที่ 4-43 แสดงการจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ความคล้ายคลึงกันของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 15 สถานี

ในเดือนกรกฎาคม สามารถสร้างความคล้ายคลึงได้ 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ซึ่ง 2 กลุ่มนี้มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย 4 สถานี ได้แก่ T5, T11, T4, T6 และ T8 พบสัตว์ทะเลหน้าดินชนิด Aoridae เหมือนกัน กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย 3 สถานี ได้แก่ T2, T1 และ T15 พบสัตว์ทะเลหน้าดินชนิด Nephtyidae, Pilargidae และ Spionidae เหมือนกัน (ภาพที่ 4-44)



ภาพที่ 4-44 แสดงการจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ความคล้ายคลึงกันของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 15 สถานี

ในเดือนกันยายน สามารถสร้างความคล้ายคลึงได้ 1 กลุ่ม ใหญ่ ๆ โดยมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย 2 สถานี ได้แก่ T1 และ T12 พบสัตว์ทะเลหน้าดินชนิด Haminoeidae และ Ringiculidae เหมือนกัน (ภาพที่ 4-45)



ภาพที่ 4-45 แสดงการจัดกลุ่ม (Cluster analysis) ความคล้ายคลึงกันของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 ทั้งหมด 15 สถานี

บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

อภิปรายผล

จากผลการศึกษาการแพร่กระจาย ความหลากหลาย และความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน รวมถึงปัจจัยด้านคุณภาพน้ำและดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และกันยายน ปีพ.ศ. 2560 พบว่า บริเวณพื้นที่อ่าวตราด สามารถแบ่งได้เป็น 3 ฤดูกาล คือ ฤดูแล้ง (มีนาคม) และฤดูฝน (กรกฎาคม) และฤดูปลายฝน (กันยายน) โดยพิจารณาจากค่าความเค็มที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ซึ่งความเค็มในฤดูแล้งมีค่าการกระจายอยู่ในช่วง 29.30 - 31.20 psu ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิสา เพิ่มศิริวาณิชย์, เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และศรัณย์ เพ็ชร์พิรุณ (2550) ที่ทำการศึกษาคุณภาพน้ำ ณ หมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พบความเค็มอยู่ในช่วง 25.6-32.08 psu ในขณะที่ฤดูฝนความเค็มของน้ำบริเวณอ่าวตราด มีการกระจายอยู่ในช่วง 0.13-27.00 psu เนื่องจากได้รับอิทธิพลของมวลน้ำจากแม่น้ำตราด รวมถึงคลองบริเวณโดยรอบที่ไหลลงอ่าวตราดจึงส่งผลให้ค่าความเค็มในฤดูฝนต่ำกว่าฤดูแล้งอย่างชัดเจน

อุณหภูมิของน้ำในฤดูแล้ง ฤดูฝน และฤดูปลายฝน มีการกระจายอยู่ในช่วง 29.3- 31.3, 28.4-30.4 และ 30.6- 32.7 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) โดยในฤดูฝน มีอุณหภูมิต่ำกว่าฤดูแล้ง และฤดูปลายฝน เนื่องในเดือนกันยายน พบ การปกคลุมของเมฆน้อยขณะทำการสำรวจ อย่างไรก็ตามอุณหภูมิของน้ำบริเวณอ่าวตราด จัดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 25- 32 องศาเซลเซียส (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน ทั้งในกระบวนเมตาบอริซึม การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต ความหนาแน่นของน้ำ การละลายของธาตุและก๊าซในน้ำ รวมถึงควบคุมปฏิกิริยาเคมี อัตราการหายใจ อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการย่อยสลาย และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร, 2543)

ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำทั้งสามฤดูกาล ไม่มีความแตกต่างกัน ($p> 0.05$) โดยในฤดูแล้ง ฤดูฝน และฤดูปลายฝน มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 7.5- 8.0, 6.8- 8.9 และ 7.7-8.3 ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของอ่าวตราด โดยรวมจัดอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิต (7.5-8.5) (กรมควบคุมมลพิษ, 2560)

ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ในฤดูแล้ง ฤดูฝน และฤดูปลายฝน มีค่าระหว่าง 0.8-15.0, 5.9-38.3 และ 1.5-21.4 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลเช่นกัน ทั้งนี้ในช่วงฤดูฝนจะมีการไหลเข้ามาของน้ำจากแผ่นดิน ซึ่งจะนำแร่ธาตุอาหาร ที่เป็นปัจจัยของการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว ทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในช่วงฤดูฝนมีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย (สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และศิริลักษณ์ วลัญช์เพียร, 2557) นอกจากนี้ปริมาณของคลอโรฟิลล์-เอ ที่สูงมากเกินไปจะส่งผลเสียในช่วงเวลากลางคืนด้วย เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจ หรือในกรณีที่แพลงก์ตอนพืชเหล่านั้นตายลง เกิดกระบวนการย่อยสลายทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงเช่นเดียวกัน โดยปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่พบบริเวณอ่าวตราด จัดอยู่ในเกณฑ์ของแหล่งน้ำที่มีความสมบูรณ์สูง (Eutrophic) จนถึงระดับที่มีความอุดมสมบูรณ์สูงมาก (Hypertrophic) โดยมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ มี มากกว่า 25 µg/L (OECD, 1982) อาจเกิดผลกระทบในทางลบต่อแหล่งน้ำได้ อย่างไรก็ตามการประเมินดังกล่าวนำเกณฑ์การพิจารณาจากแหล่งน้ำจืดมาใช้ ดังนั้นสำหรับในบริเวณพื้นที่อ่าวตราดซึ่งเป็นทะเลจึงจำเป็นต้องมีข้อมูลระยะเวลาพำนักของน้ำ (Retention Time) นำมาร่วมในการพิจารณา

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำทั้งสามฤดูกาล มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำชายฝั่งประเภทที่ 3 (คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) โดยมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2560) ทั้งนี้ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ซึ่งฤดูแล้งปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าระหว่าง 6.0-7.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่ฤดูฝนและปลายฤดูฝนมีค่าอยู่ในช่วง 7.9-9.8 และ 5.1-8.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยปริมาณออกซิเจนละลายน้ำยังสอดคล้องกับปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ ที่มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝน

ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล ($p< 0.05$) โดยในฤดูแล้ง ฤดูฝน และปลายฤดูฝน มีค่าอยู่ในช่วง 20.2- 97.0, 11.0- 70.4 และ 13.3-74.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยบริเวณพื้นที่ตื้น (T1, T2 และ T3) รวมถึงจุดที่อยู่ใกล้เคียงกับแนวการไหลของแม่น้ำและร่องน้ำที่มีเป็นเส้นทางเข้าออกของเรือ (T4, T5, T6 และ T9) จะพบปริมาณของแข็งแขวนลอยสูง เนื่องจากเกิดการฟุ้งของหน้าดินตะกอน (Resuspension) ได้ง่าย ซึ่งปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำนั้น จะส่งผลต่อแพลงก์ตอนพืช ทำให้บดบังแสงที่ส่องลงมาสู่แหล่งน้ำ ทำให้แพลงก์ตอนพืช

สังเคราะห์แสงได้ลดลง ส่งผลให้แหล่งน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลง รวมถึงส่งผลทำให้น้ำเกิดความขุ่น บดบังแสง จนกระทั่งทำให้ไปอุดช่องเหงือกเป็นอันตรายต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซ ทำให้สัตว์น้ำหายใจติดขัด มีการเจริญเติบโตช้า ความต้านทานโรคลดลง และยังทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน (นิคม ละอองศิริวงศ์, 2546) โดยแหล่งน้ำทั่วไปควรมีปริมาณสารแขวนลอยอยู่ในช่วง 25-80 มิลลิกรัมต่อลิตร หากอยู่ช่วง 80-400 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้ผลผลิตสัตว์น้ำลดลง (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ, 2528)

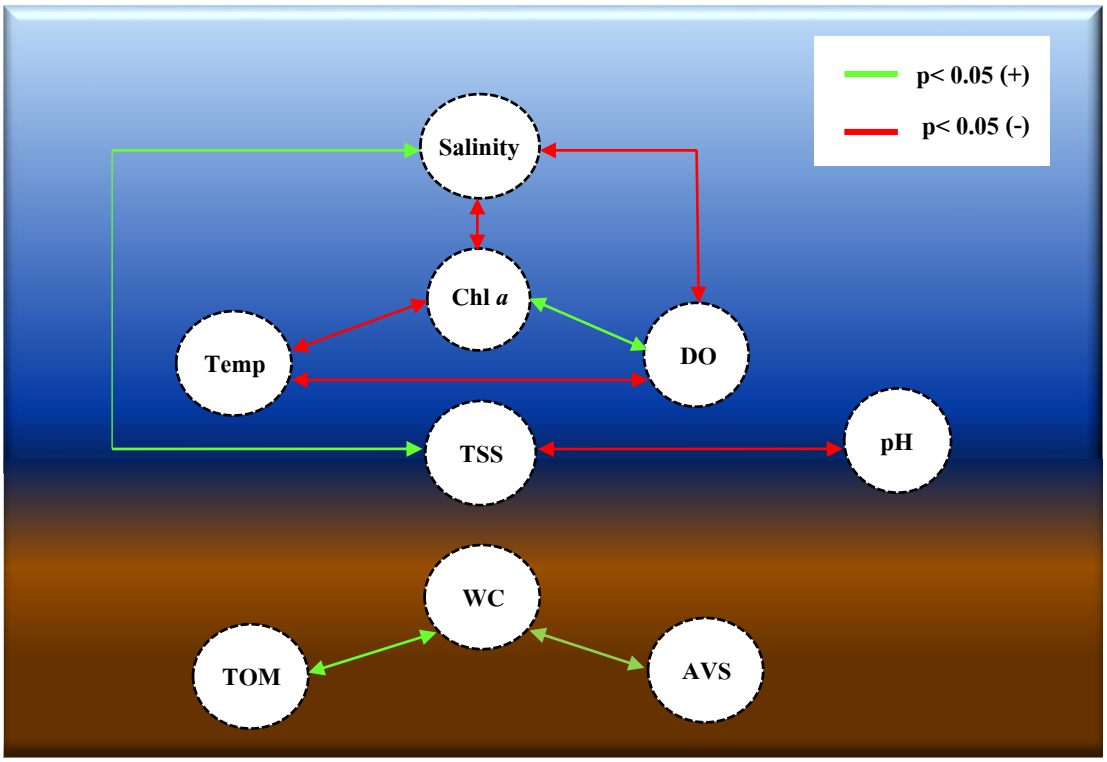
ในส่วนของดินตะกอนพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันของคุณภาพดินตะกอนตามฤดูกาล แต่มีความแตกต่างกันตามพื้นที่ หรือสถานีที่ทำการศึกษา ซึ่งคุณภาพดินตะกอนที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ปริมาณน้ำในดิน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน โดยปริมาณน้ำในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราด มีการกระจายอยู่ในช่วง 24.23- 79.57 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ที่พบในสถานี ที่มีลักษณะของดินตะกอนเป็นทราย และเปลือกหอย ส่วนกลุ่มที่มีค่าปริมาณน้ำในดินสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะดินตะกอนจะเป็นโคลนเหลว ซึ่งจะพบเกือบทุกสถานีในพื้นที่ที่ทำการศึกษา เช่นเดียวกับการศึกษาของ นิตยา ฤทธิ์นิ่ม (2554) ที่ทำการศึกษาการประเมินศักยภาพการผลิตทรัพยากรพื้นท้องน้ำในพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ที่พบค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนมีการกระจายอยู่ในช่วง 31.87- 84.77 เปอร์เซ็นต์ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า พื้นท้องน้ำส่วนใหญ่ประกอบด้วยดินอนุภาคละเอียด ดินอุ้มน้ำได้ดี ส่วนบางสถานีที่มีค่าปริมาณน้ำในดินต่ำ ลักษณะของพื้นท้องน้ำส่วนใหญ่จะเป็นทราย และมีเปลือกหอยปะปนอยู่ โดยปริมาณน้ำในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ซึ่งปริมาณน้ำในดินตะกอน สามารถสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะดิน และปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนได้ โดยถ้าค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนสูง (โคลนเลน) จะทำให้พบสารอินทรีย์สูงเช่นกัน หากค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำจะทำให้พบปริมาณอินทรีย์ต่ำด้วย

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดที่พบในฤดูแล้ง ฤดูฝน และฤดูปลายฝน มีค่าอยู่ในช่วง 2.5-17.9, 1.60- 14.8 และ 1.7-14.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อลงกต อินทรชาติ (2551) ที่ทำการศึกษาคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมอยู่ในช่วง 2.30±0.3- 19.16±0.61 เปอร์เซ็นต์ รวมถึงงานวิจัยของ ทิพวัลย์ พลเดโช (2546) ที่ได้ทำการศึกษาคุณภาพดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ

จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.90 – 38.42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนของอ่าวตราด อยู่ในระดับค่อนข้างสูง (ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์, 2536) แสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่บริเวณอ่าวตราด ในทางกลับกันหากมีปริมาณสารอินทรีย์มากเกินไป อาจส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำลดลง เนื่องจากเกิดกระบวนการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน และหากปริมาณออกซิเจนในน้ำไม่เพียงพอ ก็จะเกิดการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งจุลินทรีย์หรือแบคทีเรียจะใช้ซัลเฟตในกระบวนการย่อยสลาย ทำให้มีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เกิดขึ้น ซึ่งจัดเป็นสารอันตรายชนิดหนึ่งสำหรับสิ่งมีชีวิต (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2548)

ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนบริเวณอ่าวตราดพบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในฤดูแล้งและฤดูฝนมีค่าค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าการกระจายอยู่ในช่วง nd-0.060 และ nd- 0.045 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของดินตะกอน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารอินทรีย์รวม เนื่องจากดินที่มีปริมาณสารอินทรีย์มากจะเกิดการย่อยสลายสูง จึงอยู่ในสภาวะขาดออกซิเจน และส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณซัลไฟด์รวมได้ (กนกเรขา สังข์จันทร์, 2554) ในส่วนของฤดูปลายฝน มีค่าการกระจายอยู่ในช่วง nd-0.479 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของดินตะกอน ซึ่งพบปริมาณสูงในบางพื้นที่เนื่องจากถูกรบกวนจากการขุดลอกร่องน้ำ ทั้งนี้ปริมาณซัลไฟด์ที่พบบริเวณอ่าวตราดถือได้ว่าอยู่ในระดับต่ำมากยังไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำเมื่อเทียบกับรายงานของ ทิพวัลย์ พลเดโช (2546) ที่ทำการศึกษาคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำเวฬุจังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด โดยพบว่าปริมาณซัลไฟด์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.00- 1.86 มิลลิกรัมต่อกรัม

ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำประกอบด้วย คุณภาพน้ำ (อุณหภูมิ, ความเค็ม, ความเป็นกรด-ด่าง, ออกซิเจนละลายน้ำ, คอลโรฟิลล์-เอ, ของแข็งแขวนลอย) และคุณภาพดินตะกอน (น้ำในดินตะกอน, สารอินทรีย์รวม, ซัลไฟด์รวม) มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 รูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

การศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินในอ่าวตราด พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 74 ชนิด โดยจำแนกเป็น 4 Phylum (Annelida, Arthropoda, Echinodermata และ Mollusca) ซึ่งจำนวนสิ่งมีชีวิตที่พบมากสุดคือ Mollusca 35 ชนิด รองลงมาคือ Annelida 26 ชนิด Arthropoda 12 ชนิด และ Echinodermata 1 ชนิด เช่นเดียวกับงานวิจัยของ เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, พิษณุ ยอดไพร์, สุเมตต์ ปุจฉาการ และชลี ไพบูลย์กิจกุล (2555) ที่ทำการศึกษาความหลากหลายของสัตว์หน้าดินและปริมาณอินทรียวัตถุในดิน บริเวณอ่าวนก อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี ที่พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 4 ไฟลัม ได้แก่ Annelida, Mollusca, Arthropoda และ Echinodermata นอกจากนี้ยังคล้ายคลึงกับงานวิจัยของ ปริญธิดา จันลา และคณะ (2561) ที่ได้ทำการศึกษา องค์ประกอบและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดทรายแก้ว และอ่าวพร้าว อุทยานแห่งชาติเขาแหลม

หญ้า-หมู่เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 พบสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด 4 Phylum ได้แก่ Phylum Protozoa Phylum Annelida Phylum Arthropoda และ Phylum Mollusca เป็นกลุ่มเด่นที่พบบริเวณระดับน้ำลงต่ำสุดของทั้ง 2 พื้นที่ แต่จะพบสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเล (Annelida) เฉพาะพื้นที่อ่าวพร้าว

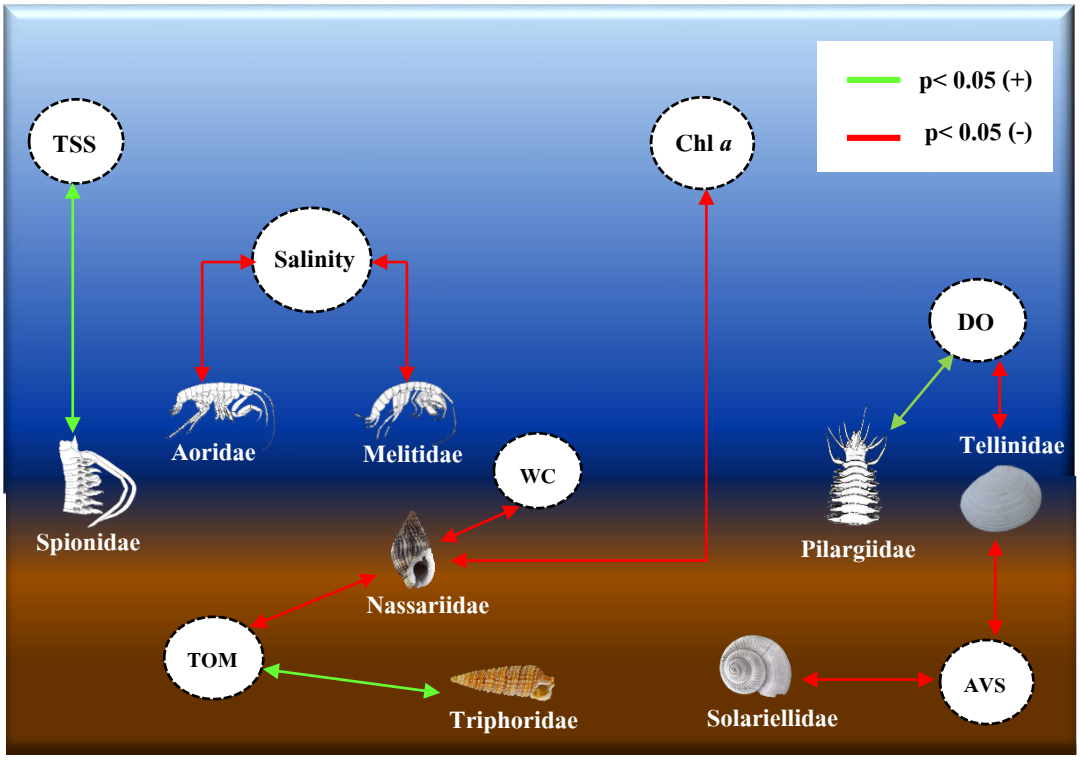
เมื่อวิเคราะห์ความมากชนิดและความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด ตามฤดูกาล พบว่า

ความมากชนิดและความหลากหลายของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวตราด ในฤดูแล้ง สถานีที่มีความหลากหลายมากที่สุดได้แก่ สถานี T13 ที่มีค่าดัชนีความมากชนิดและค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.65 และ 2.75 ตามลำดับ ซึ่งเป็นสถานีชายฝั่งอยู่ทางตะวันออกของอ่าวตราด พื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะเป็นชายหาดหิน และทราย นอกจากนี้ยังเป็นพื้นที่ที่ติดกับแหล่งอาศัยของชุมชน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ และประจวบ โมฆรัตน์ (2542) ทำการศึกษาประชาคมสัตว์พื้นท้องทะเลขนาดใหญ่ บริเวณอ่าวสะปำ จังหวัดภูเก็ต พบว่า บริเวณใกล้ฝั่งมีความหลากหลายมากกว่าบริเวณที่ห่างจากฝั่ง ทั้งนี้สัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณอ่าวตราดที่พบส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของ Annelida ชนิดที่พบมากสุดคือ Sabellariidae (48 ตัวต่อตารางเมตร) ซึ่งมักจะอาศัยอยู่ในดินตะกอนที่เป็นทราย ในเขตน้ำขึ้นน้ำลง (Day, 1967)

ในส่วนของฤดูฝนพบว่า สถานีที่มีความมากชนิดและความหลากหลายมากสุดคือ สถานี T9 ที่มีค่าดัชนีความมากชนิดและค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 2.57 และ 2.51 ตามลำดับ ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่ฝั่งตะวันตกของอ่าวตราด ลักษณะดินตะกอนของพื้นที่เป็นโคลนปนทรายละเอียด และเป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และแปลงหอยนางรม ซึ่งสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มของ Annelida และ Mollusca โดยชนิดของสัตว์หน้าดินในกลุ่มแอนเนลิดที่พบมากสุดคือ Nephtyidae (1,040 ตัวต่อตารางเมตร) ซึ่งการที่พบ Nephtyidae บริเวณดินตะกอนที่มีลักษณะเป็นโคลนปนทรายละเอียดของอ่าวตราดนั้น สอดคล้องกับงานของ บำรุงศักดิ์ ฉัตรอนันทเวช (2557) ที่ได้ทำการศึกษาถึงชนิดของไส้เดือนทะเลที่อาศัยในแหล่งหญ้าทะเลของไทยที่พบว่า ไส้เดือนทะเล (Nephtyidae) ที่สามารถอาศัยได้ในดินตะกอนหลายแบบ แต่ส่วนมากจะอาศัยในตะกอนทรายและโคลน ส่วนอีกกลุ่มที่พบรองลงมาคือ Mollusca โดยชนิดของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Mollusca (หอยฝาเดียว) เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งชนิดที่พบมากสุดคือ Cerithiidae (4,112 ตัวต่อตารางเมตร) ซึ่งจะอาศัยอยู่ตามพื้นทราย หรือโคลนปนทรายเช่นกัน

เมื่อพิจารณาปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำบางประการที่มีผลต่อสัตว์ทะเลหน้าดินพบว่า คุณภาพน้ำบางประการมีความจำเพาะต่อสัตว์ทะเลหน้าดินในแต่ละชนิด (ภาพที่ 5-2) ซึ่งการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงของสัตว์ทะเลหน้าดินนี้ สามารถนำสัตว์ทะเลหน้าดินมาใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการบ่งบอกสถานะภาพของพื้นท้องน้ำ อาทิ งานวิจัยของ หทัยรัตน์ สุดตา (2550) ทำการศึกษาการใช้ไส้เดือนน้ำเป็นเป็นตัวบ่งชี้สถานภาพทางอินทรีย์สารของพื้นท้องน้ำในแม่น้ำนครชัยศรี บริเวณที่มีการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ที่แตกต่างกัน พบว่าสัตว์ทะเลหน้าดินที่สามารถบ่งชี้สถานภาพทางอินทรีย์สารของพื้นท้องน้ำ ได้แก่ *Branchiura sowerbyi* และ *Tubifex tubifex* ส่วน *Nais* sp. และ *Aeolosoma niveum* สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งบอกปริมาณซัลไฟด์ในบริเวณพื้นท้องน้ำได้ รวมถึงงานวิจัยของ เมธาวี เบญจบรรพต (2550) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้สัตว์หน้าดินในการบ่งชี้ปริมาณสารอินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมบริเวณปากแม้น้ำบางปะกง ซึ่งพบว่า แหล่งน้ำที่มีสภาวะที่ไม่เหมาะสม (ปริมาณสารอินทรีย์มากจนทำให้มีปริมาณออกซิเจนต่ำ) ส่งผลต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน ทำให้จะมีจำนวนและชนิดลดลงอย่างมาก แต่กลับพบสัตว์ทะเลหน้าดินเพียง 2 ชนิดซึ่งได้แก่ หอยสองฝา ชนิด Veneridae และ ไส้เดือนทะเลชนิด *Prionospio cirrobranchiata* ที่สามารถอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงจนสัตว์ทะเลชนิดอื่นที่ไม่สามารถทนอยู่ได้ (Pearson & Ruter, 1978 อ้างถึงใน เมธาวี เบญจบรรพต, 2550)

การศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินครั้งนี้ สามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำของอ่าวตราดได้ เมื่อแหล่งน้ำมีออกซิเจนละลายน้ำสูงจะพบสัตว์หน้าดินชนิด Pilargiidae นอกจากนั้นเมื่อแหล่งน้ำมีสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูงจะพบ Triphoridae เป็นต้น (ภาพที่ 5-2)



ภาพที่ 5-2 รูปแบบความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำต่อสัตว์ทะเลหน้าดิน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

ทั้งนี้การที่ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่มีผลต่อปริมาณและชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินนั้น สามารถนำสัตว์ทะเลหน้าดินมาใช้ประโยชน์ในการประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำในเบื้องต้น และเป็นการลดต้นทุนในการตรวจสอบคุณภาพน้ำและดิน

สรุปผลการวิจัย

จากงานวิจัยนี้ที่ได้ทำการศึกษาถึงคุณภาพน้ำและดินตะกอน รวมไปถึงสัตว์หน้าดิน บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม) และฤดูฝน (กรกฎาคม) และฤดูปลายฝน (กันยายน) ของปี พ.ศ. 2560 สรุปได้ว่า ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ ส่วนการใช้ประโยชน์ของพื้นที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพดินตะกอน โดยคุณภาพน้ำในส่วนของปริมาณ

ออกซิเจนละลายน้ำเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำประเภทที่ 3 คือ คุณภาพน้ำทะเลเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และจัดอยู่ในพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับยูโทรฟิคและไฮเปอร์โทรฟิค ส่วนคุณภาพของดินตะกอนของพื้นที่บริเวณอ่าวตราดจัดอยู่ในพื้นที่ที่มีระดับอุดมสมบูรณ์ ยกเว้นบริเวณปากคลองใกล้แหล่งชุมชนที่มีความเสี่ยงในการสะสมซัลไฟด์รวมในดินตะกอน แต่ทั้งนี้ซัลไฟด์รวมของอ่าวตราดที่พบนั้นยังจัดอยู่ในระดับที่ต่ำมาก (ยกเว้นเดือนกันยายน ที่มีการขุดลอก) ในส่วนของสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวตราดพบว่า ฤดูกาลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสัตว์ทะเลหน้าดิน ในทางกลับกัน การใช้ประโยชน์ของพื้นที่และปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำบางประการ (ความเค็มของน้ำ, ออกซิเจนละลายน้ำ, คลอโรฟิลล์-เอ, ของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ, น้ำในดินตะกอน, สารอินทรีย์รวม และซัลไฟด์รวมในดินตะกอน) ส่งผลต่อชนิดและปริมาณของสัตว์ทะเลหน้าดิน นอกจากนี้ความหลากหลายของสัตว์หน้าดินของอ่าวตราดจัดอยู่ในระดับปานกลาง (H'~ 2) อย่างไรก็ตามควรมีการเฝ้าระวังและติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ ดินตะกอน บริเวณอ่าวตราดอย่างต่อเนื่อง เพราะว่า บริเวณอ่าวตราดนั้นมีแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจำนวนมาก รวมไปถึงแหล่งท่องเที่ยว ซึ่งในอนาคตอาจทำให้มีการสะสมของสารอินทรีย์มากเกินไป และส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำได้ โดยประโยชน์จากการทำวิจัยครั้งนี้ ทำให้เรานั้นสามารถใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีทางชีวภาพในการชี้วัดคุณภาพแหล่งน้ำในเบื้องต้น โดยดูจากความจำเพาะของสัตว์หน้าดินต่อปัจจัยคุณภาพน้ำและดินตะกอน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการติดตามตรวจสอบด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอนอย่างต่อเนื่องในบริเวณพื้นที่อ่าวตราดฝั่งตะวันตกซึ่งมีการพบปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูง และพบสัตว์ทะเลหน้าดินบางชนิดที่เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงสภาพพื้นที่ที่เสื่อมโทรม

2. ควรมีการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวตราดในช่วงฤดูฝนที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงมาก ซึ่งมีสาเหตุมาจากการสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืช

3. ควรมีการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำอื่น ๆ อาทิ เช่น ธาตุอาหารในน้ำและดินตะกอนของอ่าวตราด รวมถึงคุณภาพน้ำจากแม่น้ำและคลองสาขาที่ไหลลงสู่อ่าวตราด เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและสามารถนำไปสู่การจัดการสิ่งแวดล้อมทางทะเลได้อย่างเป็นระบบและยั่งยืนต่อไป

รายการอ้างอิง

กนกเรขา สังข์จันทร์. (2554). การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์และธาตุอาหารในดินตะกอนป่าชายเลนที่มีแสมขาวเป็นพันธุ์ไม้เด่น. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, *19*(2), 28-39.

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). *กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล*. เข้าถึงได้จาก http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water02.html.

กรมประมง. (2556). *สถิติการประมงแห่งประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศกรมประมง เกษตรและสหกรณ์.

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2560). *ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือนประจำปี 2560*. เข้าถึงได้จาก https://www.tmd.go.th/index.php.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. (2524). *โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำและแม่น้ำสายหลัก*. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2548). *ดินตะกอน (Sediments)*. กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จุมพล สงวนสิน. (2531). *สัตว์พื้นท้องทะเลในบริเวณอ่าวระยอง*. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4 ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งตะวันออก. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

จุมพล สงวนสิน และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. (2525). *ค่าดัชนีความแตกต่างในกลุ่มสัตว์ทะเลหน้าดิน ในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนที่ใช้บ่งชี้คุณภาพน้ำ*. กรุงเทพฯ: กองประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

จรัญ จันทลักขณา. (2540). *สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย*. กรุงเทพ: ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิตติมา อายุตตะกะ. (2544). *การศึกษาเบื้องต้นประชาคมสิ่งมีชีวิตพื้นทะเล*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำลอง โตอ่อน. (2546). โครงสร้างประชาคมสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี. *วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์*, 213-232.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. (2536). *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฐิติมา ทองศรีพงษ์. (2542). *ผลกระทบของการเพิ่มปริมาณสารจากน้ำทิ้งในนากุ้งที่มีต่อสัตว์หน้าดินบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์, ฐิติมา ทองศรีพงษ์ และอัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์. (2542). โครงสร้างประชากรสัตว์หน้าดินบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี. ใน *สัมมนาวิชาการป่าชายเลน ครั้งที่ 11* (หน้า 1-13). กรุงเทพฯ : คณะกรรมการทรัพยากรธรรมชาติชายเลนแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ณัฐวุฒิ ธานี. (2558). *การประเมินคุณภาพชายหาดจังหวัดกระบี่ ตรัง และสตูล โดยใช้สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่*. รายงานการวิจัย. นครราชสีมา: สาขาวิชาชีววิทยา, สำนักวิชาวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ดวงแก้ว นุตเจริญ. (2552). *ไส้เดือนทะเลในภาวะที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงบริเวณอ่าวปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิพวัลย์ พลเดโช. (2546). *การศึกษาคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทนา คชเสนี. (2539). *คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทนา สันตติวุฒิ. (2518). *เคมีบำบัดน้ำเสีย*. เอกสารวิชาการกองอนามัยสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

นิคม ละอองศิริวงศ์. (2546). การวิเคราะห์น้ำ. ใน นิคม ละอองศิริวงศ์ และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร (บรรณาธิการ). *วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง*. สงขลา : กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

นิตยา ฤทธิ์นิ่ม. (2554). *การประเมินศักยภาพการผลิตทรัพยากรพื้นท้องน้ำในพื้นที่ปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิตยา เลาหะจินดา. (2546). *นิเวศวิทยา*. กรุงเทพฯ: บูรพาสาส์น.

นิสา เพิ่มศิริวาณิชย์, เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ และศรัณย์ เพ็ชร์พิรุณ. (2550). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ และคุณภาพน้ำ ณ หมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาประมง การจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บำรุงศักดิ์ ฉัตรอนันทเวช. (2557). คู่มือศึกษาชนิดไส้เดือนทะเลที่พบได้ในแหล่งหญ้าทะเลของไทย. ใน *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ทางทะเล ครั้งที่ 4* (หน้า 198-220). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

เบ็ญจมาศ จันทะภา ไพบูลย์กิจกุล, พิษณุ ยอดไพร, สุเมตต์ ปุจฉาการ และชลี ไพบูลย์กิจกุล. (2555). ความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน บริเวณอ่าวนก อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *17*(3), 375-384.

ปกรณ์ ประเสริฐวงษ์. (2527). *การฟื้นตัวของสัตว์หน้าดินหลังจากการทำเหมืองแร่ในทะเล*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปริญธิดา จันลา, ชนัดดา เกตุมา, วิชญา กันบัว และจริยาวดี สุริยพันธุ์. (2561). องค์ประกอบและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดทรายแก้ว และอ่าวพร้าว อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า-หมู่เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง. *วารสารแก่นเกษตร*, *46*(1), 1067-1073.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. (2525). *แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. (2543). *แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ* (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เมธาวี เบญจบรรพต. (2550). *การใช้สัตว์พื้นท้องน้ำในการบ่งชี้ปริมาณสารอินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และจารุวรรณ สมศิริ. (2528). *คุณสมบัติของน้ำและวิธีการวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง*. กรุงเทพฯ: ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ, สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ลัดดา วงศ์รัตน์. (2542). *แพลงก์ตอนพืช*. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระศักดิ์ ซั่วต๋อ. (2543). *ความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์พื้นท้องน้ำในแม่น้ำท่าจีน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. (2543). *การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ* (พิมพ์ครั้งที่ 2). เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิวพันธุ์ ชูอินทร์. (2553). *แนวทางการจัดคุณภาพน้ำในคลองอัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม*. รายงานการวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา 1.

ศุภชัย สิทธิเลิศ. (2528). *ชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินในแม่น้ำท่าจีน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมถวิล จริตควร. (2540). *ชีววิทยาทางทะเล*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยบูรพา.

สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และศิริลักษณ์ วลัญช์เพียร. (2557). คุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำอิง. *วารสารแก่นเกษตร*, *42*(1), 778-784.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2542). *รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2540*. กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 13 ชลบุรี. (2560). *รายงานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง (2554-2557)*. เข้าถึงได้จาก www.reo13.go.th/report_1.php.

สิริ ทุกข์วินาศ, สัจจา สุขวิบูลย์, วิรัช ภัทรภิญโญ, วรวิทย์ อภิรักษมีวรรณ, จารุวัฒน์ นภีตภัฏ และประสิทธิ พัฒนุช. (2519). *การสำรวจคุณสมบัติและผลเกี่ยวเนื่องของน้ำต่อการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดินในแม่น้ำแม่กลอง*. รายงานประจำปี 2519. กรุงเทพฯ: สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ.

สุจิตตา จำปา. (2552). *การศึกษาคุณลักษณะเชิงปริมาณและคุณภาพของสัตว์พื้นท้องน้ำ เพื่อพัฒนาดัชนีชีวภาพ สำหรับประเมินสภาวะมลพิษทางน้ำของแม่น้ำท่าจีน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ และประจวบ โมฆรัตน์. (2542). ประชากรสัตว์หน้าดินในคลองพื้นที่ป่าชายเลน อำเภอกะเปอร์ จังหวัดระนอง. ใน *เอกสารประกอบการสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติครั้งที่ 10* (หน้า 1-18). สงขลา: สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเล.

หทัยรัตน์ สุดตา. (2550). *การใช้ไส้เดือนเป็นตัวบ่งชี้สถานภาพทางอินทรีย์สารของพื้นท้องน้ำในแม่น้ำนครชัยศรีบริเวณที่มีการใช้ประโยชน์ของพื้นที่แตกต่างกัน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง, บัณฑิตศึกษา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

องค์การบริหารส่วนจังหวัดตราด. (2557). *ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดตราด*. เข้าถึงได้จาก http://www.trat.go.th/newweb/main/About?page=ข้อมูลทั่วไปของจังหวัดตราด.

อรรถพล โลกิตสถาพร และจุฑาทิพย์ โลกิตสถาพร. (2545). *ความชุกชุมและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา*. พระนครศรีอยุธยา: ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดพระนครศรีอยุธยา.

อรรถพล โลกิตสถาพร และวรมิตร ศิลปะชัย. (2551). *ความชุกชุมและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในคลองพระองค์เจ้าไชยานุชิต*. อุทัยธานี : สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดอุทัยธานี.อลงกต อินทรชาติ. (2551). *ผลกระทบของการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกต่อคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., & Clark, F.E. (1965). *Method of Soil Analysis*. New York: American Society of Agronomg.

Body, K.B., Newbold, J.D., & Erman, D.C. (1978). Effectiveness of an artificial substrate for sampling macrobenthos invertebrates in small streams. *Freshwater Biology, 8*(1), 1-8.

Clarke, K.R., & Warwrick, R. M. (1994). Change in Marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation. *Plymouth Marine Laboratory*, (2), 149-165.

Day, J. H. (1967) . *A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa: Part1.* London: The British Museum (Natural History).

Day, J. H. (1967) . *A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa: Part2.* London: The British Museum (Natural History).

Edward, J.G., & Schnitker, D. (1974). The direct titration of water-soluble sulfide in estuarine muds of Montsweag Bay, Maine. *Marine Chemistry*, *2*(2), 111-124.

Fahy, E. (1975). Quantitative aspects of the distribution of invertebrate in the benthos of the small stream system in Western Ireland. *Freswater Biology*, *5*(2), 167-182.

Fillion, D.B. (1967). The abundance and distribution of benthic fauna of the their mountain reservoirs on the Kananaskis River in Alberta. *J. Appl. Ecol*, (4), 1-11.

Holland, J.S., Nancy, J.M., & Oppenheimer, C.H. (1973). Galventon Bay benthic community structure as an indicator of water quality. *Contribution in Marine Science*, *17*, 169-188.

Kent, E. C., & Volker, H. N. (1998) . *The living Marine Resource of the Western dentral pacific volume 1 Seaweeds, corals, bivalves and gastropods*. Rome: Food and Agricuture organization of the United Nations.

Kent, E. C., & Volker, H.N. (1998). *The living Marine Resource of the Western dentral pacific volume 2 Seaweeds, corals, bivalves and gastropods*. Rome: Food and Agricuture organization of the United Nations.

Lagler, K. F., Bardach, J. E., & Miller, R. R. (1962). *Ichthyology*. New York: John Willey and Sons.

Lardicci, C., Rossi, F., & Castelli, A. (1997). Analysis of macrozoobenthic community structure after severe dystrophic crises in a Mediterranean Coastal Lagoon. *Marine Pollution Bulletin*, *34*, 536-547.

Ludwig, A.J., & Reynold, J.F. (1986). *Statistical Ecology*. New York: John Wiley and Sons.

Mckay, G. (1996). *Use of adsorbents for the removal of pollutants from wastewaters*. London: CRC Press.

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

OECD. (1982). *Eutrophication of water: monitoring assessment and control. Organization for Economic Co-cperation and Development*. Paris: University of Michigan.

Okutani, T. (2000). *Marine Mollusks in Japan*. Japan: Tokai University.

Pierce, R.H., Jr., & Felbeck, G.T., Jr. (1972). *A Camparisons of three methods of Extraction organicmatter from soils and marine sediments*. In D. Povaleds & H. L. Galterman (Eds.), *Humic Substances, Their Structure and Function in the Biosphere*. Wegeningen: Center for Agricuture Publishing Documentation.

Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *The Mathmatical Theory of Communication.* Illinois: University Illinois Press.

Telang, S.A., Hodgson, G.W., & Baker, B.L. (1981). Occurance and distribution of oxygen and organic compounds in mountain streams of the Marmot Basin. *J. Environ. Qual*, (10), 18-22.

Verardo, J.D., Froelich, P.N., & McIntyre, A. (1990). Determination of oganic carbon and nitrogen in marine sediments using the Carlo Erba NA-1500 Analyzer. *Deep Sea*, *37*, 157-165.

Werner, S., & Morgan, J. (1981). *Aquatic Chemistry : An Introduction Emphasizing Chemical Equillibrium in Natural Water*. New York : John Wiley & Sons.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางข้อมูล

ตารางภาคผนวก ก-1 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนประจำปี 2560 จังหวัดตราด (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2560)

สถานี	เดือน		
	มีนาคม	กรกฎาคม	กันยายน
เทศบาลตำบลท่าพริกเนินทราย อำเภอ เมือง	169.0	775.5	535.0
อบต. ทุ่งนนทรี อำเภอ เขาสมิง	0	0	0
อบต. บ่อพลอย อำเภอ บ่อไร่	133.5	801.5	0
อบต. ด่านชุมพล อำเภอ บ่อไร่	118.0	776.5	459.5
อบต. คลองใหญ่ อำเภอ แหลมงอบ	131.5	769.0	604.5
ที่ว่าการ อำเภอ เกาะช้าง	118.5	967.5	548.0
รวม (มม.)	670.5	4,090	2,147

ตารางภาคผนวก ก-2 คุณภาพน้ำ [อุณหภูมิ (Temperature; Temp), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความเค็ม (Salinity; Sal), ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO), ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*; Chl *a*), ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)] และดินตะกอน [ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content; WC), ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides; AVS)] บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560

Water and sediment	Station														
quality	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
Temp	31	31.3	30.9	30.5	30.8	31.1	29.3	30.4	30.5	29.9	29.6	30.3	30.1	29.8	29.8
Trans	0.50	0.5	0.30	0.50	0.50	0.50	0.40	0.60	0.80	1.00	1.00	0.50	1.50	3.00	1.20
pH	7.8	7.8	7.8	7.6	7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	7.9	7.9	8	8
Sal	31.2	30.7	29.8	29.7	30.7	31.2	29.3	30.1	31.1	30	30.2	30.3	30.2	30.1	30
DO	7.2	7.3	6.2	6	7.3	6.8	6	7	6.3	6.6	6.2	6.4	6.1	6.4	6.1
Chl *a*	8.7	14.2	11.5	11.9	9.7	10.9	15	7.4	10.2	5.5	3.4	5.5	2.4	0.8	2.6
TSS	57.7	59.2	58.7	53.1	97	77.8	48.8	38.9	31.3	23.7	32.7	38	23.1	20.2	43.9
WC	30.1	68.2	38	53.2	27.4	32	39.6	29.8	70.6	69.7	59.2	71.7	28.9	79.6	62.6
TOM	25	13.9	5.5	8.8	2.6	2.1	12.5	5.5	11.8	14.1	13.8	11.1	4.2	15.2	8.8
AVS	0.001	0.008	nd	nd	0.002	0.001	nd	nd	nd	nd	0.021	0.06	nd	nd	nd

หมายเหตุ nd = NOT Detected

ตารางภาคผนวก ก-3 คุณภาพน้ำ [อุณหภูมิ (Temperature; Temp), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความเค็ม (Salinity; Sal), ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO), ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*; Chl *a*), ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)] และดินตะกอน [ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content; WC), ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides; AVS)] บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560

Water and sediment quality	Station														
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
Temp	30.1	29.7	30.1	28.6	28.8	30.2	30.4	28.4	28.9	28.8	28.8	29.2	29.1	28.9	28.8
Trans	0.6	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	1.5	0.6	1.25	1.5	1.75	1.5
pH	7.7	7.1	7.3	6.8	7	8	8.1	6.9	8.9	8.2	7.5	8.2	8.2	8.3	8.4
Sal	4.8	3.6	0.3	0.1	3.6	4.9	6.7	0.2	3.3	18.3	13.9	21.8	22.5	21.9	17.3
DO	9.2	8.1	8.5	8.3	8.5	9.8	9.5	8.6	8.9	9.2	7.9	9.1	9.1	8.8	9.2
Chl *a*	38.3	20	19	5.9	11	17.5	16.7	17.1	35.4	14.9	9.6	14.2	14.3	15.1	14.7
TSS	30.5	43.7	70.4	11	40.8	23.8	23.2	26.4	22	19.4	32.2	21.2	19.2	20.8	17.8
WC	66.4	52.8	40.5	54.3	29.8	31.3	63.2	32.8	62.9	66.5	59.8	69.2	24.9	72.2	55.5
TOM	9.8	5	5.6	10.4	1.6	1.8	10.5	4.3	12.2	14.8	13.2	11	4.5	14.8	9.3
AVS	0.008	0.001	0.003	0.005	0.001	0.003	0.032	0.004	0.01	0.002	0.002	0.045	nd	nd	0.004

หมายเหตุ nd = NOT Detected

ตารางภาคผนวก ก-4 คุณภาพน้ำ [อุณหภูมิ (Temperature; Temp), ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ความเค็ม (Salinity; Sal), ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO), ปริมาณคลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*; Chl *a*), ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)] และดินตะกอน [ปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content; WC), ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter; TOM) และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides; AVS)] บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560

Water and sediment	Station														
quality	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15
Temp	32.3	31.8	32.7	31.2	31.5	32.6	30.9	31.5	30.8	30.7	30.9	31	31.1	30.7	30.6
Trans	1.10	1.20	0.80	0.70	1.50	0.70	1.20	1.00	0.90	1.70	1.40	2.80	2.00	5.20	1.70
pH	8.1	8.1	8	7.8	7.9	8	8.1	7.8	7.7	7.8	7.7	8.1	8.2	8.3	8.3
Sal	13.7	11.6	8	7.7	16.6	14.8	21.9	14.8	9.6	10.9	14.8	19	27	24.8	14.4
DO	7.3	6.9	7.2	7.2	7.1	7.5	6.9	8.1	7.4	5.1	6.9	7.3	6.8	6.9	6.6
Chl *a*	5.2	6.8	3.4	5.8	3.6	12.4	21.4	2.8	12.4	8.2	8.4	14.6	1.5	2.6	5.4
TSS	18.5	18.8	13.3	15.5	28.5	26	32.4	16.3	74.8	17.5	22.2	22.3	32.1	30	19.1
WC	54.1	70	31.7	46.1	28.2	27.6	67.9	37.5	64.1	75.9	69.2	67.4	24.2	73.1	60.6
TOM	25	13.9	5.5	8.8	2.6	2.1	12.5	5.5	11.8	14.1	13.8	11.1	4.2	15.2	8.8
AVS	nd	0.013	nd	0.004	nd	nd	0.479	nd	0.001	nd	0.018	0.223	nd	0.054	nd

<u>หมายเหตุ</u> nd = NOT Detected

ตารางภาคผนวก ก-5 ชนิดและปริมาณสัตว์ทะเลหน้าดิน (ตัว/ตารางเมตร) ที่พบในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Phylum Annelida															
Ampharetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Aphroditidae	0	0	0	0	0	16	0	16	0	0	0	0	0	0	0
Arenicolidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capitellidae	0	0	16	0	0	48	16	32	0	0	112	144	48	0	32
Chrysopetalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Cirratulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0
Cossuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
Eunicidae	0	0	16	16	64	0	48	0	32	0	16	32	16	0	16
Glyceridae	0	0	0	32	0	0	32	32	16	0	0	0	16	0	0
Goniadidae	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	64	0	0	0
Hesionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magelonidae	0	16	0	0	0	0	16	0	0	0	0	16	0	0	0

ตารางภาคผนวก ก-5 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Maldanidae	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	32	0	32
Nephtyidae	0	240	96	0	0	64	0	432	16	0	32	0	0	16	0
Nereidae	0	0	0	0	96	48	0	0	0	0	48	32	48	0	16
Ophelidae	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	32	16	0	0	16
Orbiniidae	0	0	0	64	0	0	0	16	0	0	0	16	48	0	32
Oweniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	32	0	0	0
Paraonidae	0	0	3184	32	32	16	0	0	0	16	16	0	0	0	16
Phyllodocidae	0	0	16	0	0	0	16	0	0	0	64	0	16	0	0
Pilargiidae	0	0	0	0	0	0	0	16	16	0	96	0	0	0	16
Sabellariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112	16	0	0	48
Spionidae	0	0	416	16	0	0	80	144	0	0	176	256	32	0	32
Sternaspidae	0	16	0	16	0	16	0	32	0	0	16	0	16	0	0
Syllidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Terebellidae	0	16	0	0	0	0	48	0	0	0	16	0	0	0	16

ตารางภาคผนวก ก-5 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Phylum Arthropoda															
Aoridae	0	0	0	112	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0
Anthuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gnathiidae	0	0	0	0	0	0	96	0	0	0	0	0	16	0	0
Hyssuridae	0	0	0	0	0	0	144	0	0	0	0	0	0	0	0
Maeridae	0	0	0	0	0	0	16	96	0	0	224	144	64	0	0
Melitidae	96	0	272	1040	128	272	0	0	576	0	0	560	224	16	16
Pagurapseudopsididae	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parapseudidae	0	0	16	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penaeidae	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0
Photidae	0	0	32	0	0	0	144	0	0	0	0	32	16	0	0
Talitridae	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sesarmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางภาคผนวก ก-5 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Phylum Echinodermata															
Amphiuridae	0	0	16	48	0	0	0	0	16	288	0	0	64	0	0
Phylum Mollusca															
Buccinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0
Columbellidae	0	0	0	0	0	0	208	0	0	0	0	0	0	0	0
Cerithiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cerithiopsidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chilodontidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crassatellidae	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	16	0	0
Epitoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fasciolariidae	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
Glauconomidae	0	16	64	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	16
Haminoeidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lucinidae	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางภาคผนวก ก-5 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Mytilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nassariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0
Natica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuculanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Psammobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pyramidellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ringiculidae	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rissoidae	0	0	0	0	0	0	32	0	0	16	0	0	0	0	0
Scaliolidae	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Solariellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tellinidae	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	32	48	0	0	0
Tindariidae	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triphoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางภาคผนวก ก-5 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Turridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Turritellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ungulinidae	48	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0
Total density	160	320	4288	1456	352	528	976	816	736	64	1040	1408	720	54	416
H' (loge)	0.89	0.96	1.07	1.18	1.47	1.66	2.36	1.50	0.92	1.04	2.39	1.94	2.40	1.32	2.75
Number of species	3	6	16	11	5	10	15	9	8	3	16	14	17	4	17

ตารางภาคผนวก ก-6 ชนิดและปริมาณสัตว์ทะเลหน้าดิน (ตัว/ตารางเมตร) ที่พบในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2560 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Phylum Annelida															
Ampharetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	32
Aphroditidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Arenicolidae	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Capitellidae	16	0	112	0	0	16	64	0	32	0	80	112	32	-	0
Chrysopetalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Cirratulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	-	0
Cossuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	-	0
Eunicidae	6	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	-	48
Glyceridae	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	-	0
Goniadidae	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16	-	0
Hesionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	16	16	-	0
Magelonidae	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	16	0	0	-	0

ตารางภาคผนวก ก-6 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Maldanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Nephtyidae	1040	176	160	0	64	128	0	192	16	16	64	32	0	-	0
Nereidae	736	976	16	16	0	0	0	64	0	0	64	32	16	-	**0**
Ophelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	16
Orbiniidae	0	0	16	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	-	0
Oweniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	-	0
Paraonidae	0	0	16	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Phyllodocidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Pilargiidae	0	0	0	0	16	16	0	0	0	0	32	128	48	-	0
Sabellariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	-	0
Spionidae	64	32	16	0	16	192	0	0	0	0	16	0	32	-	0
Sternaspidae	16	0	16	0	0	0	0	0	0	16	16	16	0	-	0
Syllidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Terebellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0

ตารางภาคผนวก ก-6 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Phylum Arthropoda															
Aoridae	0	1120	0	32	0	0	320	608	480	0	0	928	0	-	0
Anthuridae	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	-	0
Gnathiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Hyssuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Maeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Melitidae	48	32	0	0	0	16	0	0	0	0	16	0	0	-	0
Pagurapseudopsididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Parapseudidae	0	0	32	0	0	0	16	0	0	0	0	0	16	-	0
Penaeidae	16	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Photidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	-	0
Tellinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	-	0
Talitridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0

ตารางภาคผนวก ก-6 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Sesarmidae	0	0	16	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	-	16
Phylum Echinodermata															
Amphiuridae	0	0	0	48	0	0	0	0	16	288	0	0	64	-	0
Phylum Mollusca															
Buccinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Columbellidae	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	336
Cerithiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	-	2448
Cerithiopsidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	208
Chilodontidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	480
Crassatellidae	0	0	0	16	0	0	16	0	0	0	0	0	0	-	128
Epitoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	16
Fasciolariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	-	0
Glauconomidae	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0

ตารางภาคผนวก ก-6 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Haminoeidae	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	112
Lucinidae	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	-	0
Mytilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	208
Nassariidae	0	0	0	0	16	0	0	0	0	16	0	0	0	-	240
Natica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Nuculanidae	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Psammobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Pyramidellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	96
Ringiculidae	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Rissoidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1680

ตารางภาคผนวก ก-6 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Scaliolidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1472
Solariellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	64
Tindariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Triphoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	368
Turridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Turritellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Ungulinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Total density	1,958	2,368	752	288	112	384	448	896	624	448	352	1,312	304	-	8,144
H' (loge)	1.08	1.09	2.51	1.69	1.15	1.24	0.99	0.90	0.93	1.23	2.09	1.13	2.16	-	2.13
Number of species	9	6	18	7	4	6	6	4	7	7	10	10	10	-	21

ตารางภาคผนวก ก-7 ชนิดและปริมาณสัตว์ทะเลหน้าดิน (ตัว/ตารางเมตร) ที่พบในเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 บริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Phylum Annelida															
Ampharetidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aphroditidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arenicolidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Capitellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	176	0	32	0
Chrysopetalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cirratulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
Cossuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eunicidae	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	32
Glyceridae	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0
Goniadidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hesionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Magelonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางภาคผนวก ก-7 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Maldanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nephtyidae	208	0	64	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	32	16
Nereidae	704	80	16	0	0	0	16	0	0	0	0	32	0	0	0
Ophelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Orbiniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Oweniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0
Paraonidae	0	0	400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Phyllodocidae	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	16
Pilargiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Sabellariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	48	16	16
Sternaspidae	0	0	0	0	0	0	0	0	16	48	0	0	0	0	0
Syllidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terebellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0

ตารางภาคผนวก ก-7 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Phylum Arthropoda															
Aoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0
Anthuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0
Gnathiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hyssuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maeridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Melitidae	0	0	0	80	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
Pagurapseudopsididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parapseudidae	0	0	160	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penaeidae	0	0	0	16	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Photidae	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	0	16	0	0	0
Talitridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sesarmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0

ตารางภาคผนวก ก-7 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Phylum Echinodermata															
Amphiuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	80	0	0
Phylum Mollusca															
Buccinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Columbellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	16	0	0	0	256
Cerithiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	16	4112
Cerithiopsidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	224
Chilodontidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400
Crassatellidae	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	16	0	0	256
Epitoniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
Fasciolariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
Glauconomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Haminoeidae	0	0	0	0	0	0	0	16	0	48	32	16	0	32	48

ตารางภาคผนวก ก-7 (ต่อ)

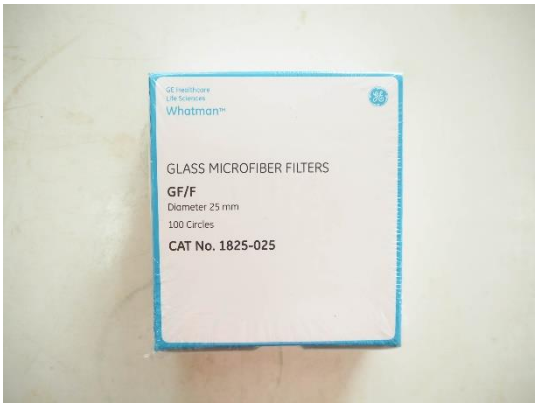
ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว					ตะวันออก				
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Lucinidae	16	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	32
Myochamidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
Mytilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nassariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	528
Natica	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuculanidae	0	0	0	48	16	0	0	0	0	32	0	48	0	64	0
Psammobiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Pyramidellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
Ringiculidae	0	0	0	0	16	0	0	0	0	16	64	0	0	48	0
Rissoidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128	0	0	1520

ตารางภาคผนวก ก-7 (ต่อ)

ชนิดของสัตว์หน้าดิน	ตะวันตก					กลางอ่าว				ตะวันออก					
	T3	T4	T9	T10	T15	T2	T5	T8	T11	T14	T1	T6	T7	T12	T13
Scaliolidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	0	0	0	0	1408
Solariellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	48
Tellinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	32
Tindariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Triphoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	80
Turridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	64
Turritellidae	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ungulinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total density	944	80	656	160	80	192	80	16	16	432	128	624	128	288	9,264
H' (loge)	0.69	0	1.05	1.16	1.33	0.88	1.33	0	0	2.47	1.21	2.20	0.66	2.17	1.85
Number of species	4	1	5	4	4	3	4	1	1	14	4	13	2	10	23

ภาคผนวก ข

ขั้นตอนในห้องปฏิบัติการ



ภาพภาคผนวก ข-1 คลอโรฟิลล์-เอ (Chlorophyll *a*; Chl *a*)

1.1 กรองน้ำตัวอย่างผ่านกระดาษกรอง GF/F ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร บันทึกปริมาตรน้ำ นำกระดาษกรองแช่ในหลอดที่มีสารละลายอะซิโตนบรรจุอยู่ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าแล้วห่อด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์

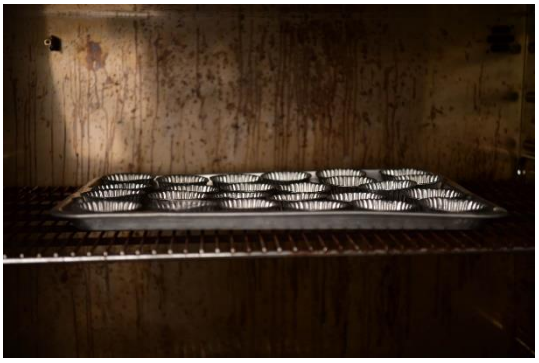
ภาพภาคผนวก ข-1 (ต่อ)

1.2 นำมาวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 665 และ 750 นาโนเมตร โดยทำการวัดค่า Extinction ก่อนหยดกรด บันทึกค่าที่อ่านได้ จากนั้นเติมกรด HCl 12N ลงไป 0.1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ และทำการวัดค่า Extinction ที่ความยาวคลื่น 665 และ 750 นาโนเมตร หลังหยดกรด บันทึกค่าที่อ่านได้

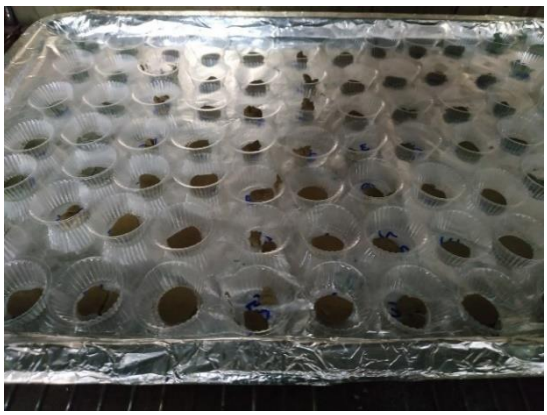
ภาพภาคผนวก ข-2 ของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; TSS)

ภาพภาคผนวก ข-2 (ต่อ)

2.1 นำกระดาษกรอง GF/C ไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนัก จดบันทึก รักษากระดาษกรองไว้ในซองอะลูมิเนียมฟอยด์



2.2 นำน้ำตัวอย่างที่ทราบปริมาตรกรองผ่านกระดาษกรองที่ผ่านการเผาข้างต้น เมื่อกรองเสร็จนำกระดาษกรองไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจนกว่ากระดาษกรองแห้ง นำมาชั่งจดบันทึกน้ำหนัก



ภาพภาคผนวก ข-3 ปริมาณน้ำในดิน (Water Content; WC)

3.1 ชั่งตัวอย่างดินตะกอนเปียกน้ำหนัก 1-2 กรัม ลงในภาชนะ นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 วัน รอให้เย็นตัวในโถดูดความชื้น นำมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึก

ภาพภาคผนวก ข-4 สารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter: TOM)

4.1 เผาถ้วย Crucible เพื่อไล่ความชื้น ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วนำไปชั่ง จดบันทึกน้ำหนักถ้วย จากนั้นนำตัวอย่างดินตะกอนที่ผ่านการอบแห้งแล้วมาชั่งใส่ใน Crucible น้ำหนัก 1-2 กรัม นำไปเข้าตู้เผา

4.2 เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก จดบันทึก

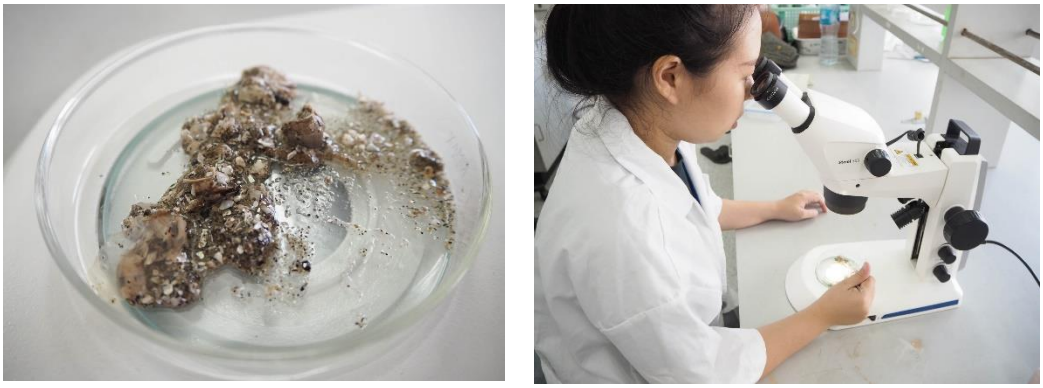
ภาพภาคผนวก ข-5 ซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (Acid Volatile Sulfides: AVS)

5.1 ชั่งตัวอย่างดินเปียกน้ำหนัก 1-2 กรัม ลงในกระดาษอะลูมิเนียมฟอยด์ แล้วนำมาใส่ลงใน Sulfide reactor column ฉีดน้ำกลั่นเล็กน้อยเพื่อล้างเศษดินตอนให้ตกสู่ก้นหลอด

5.2 ปิดฝา Sulfide reactor column เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4) 1 มิลลิลิตร

ภาพภาคผนวก ข-5 (ต่อ)

5.3 กรดจะทำปฏิกิริยากับสารประกอบซัลไฟด์ต่างๆในดินตะกอนให้อยู่ในรูป H_2S ไอระเหยของซัลไฟด์รวมจะผ่านเข้าสู่ Hedrotek column ซึ่งจะเปลี่ยนแทบสีจากขาวเป็นสีน้ำตาลแดง



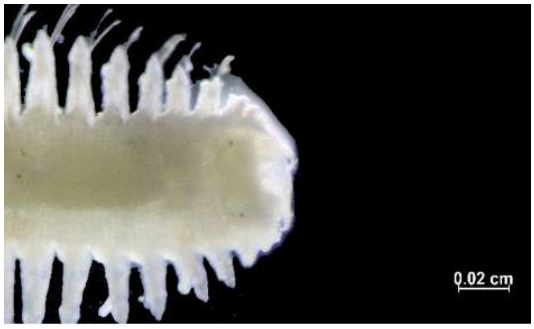
ภาพภาคผนวก ข-6 การจำแนกชนิดและปริมาณสัตว์ทะเลหน้าดิน

6.1 นำตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดินมาจำแนกชนิดและนับจำนวนภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป

ภาคผนวก ค

สัตว์ทะเลหน้าดิน ที่พบบริเวณอ่าวตราด จังหวัดตราด

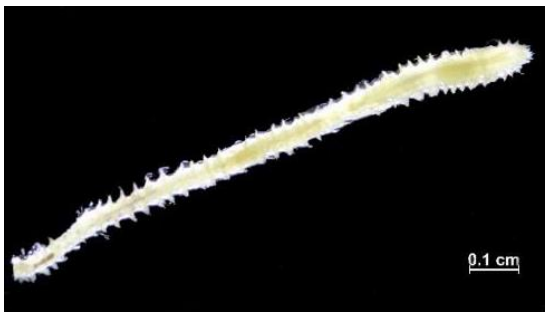
Capitellidae



Hesionidae

Nereidae

ภาพภาคผนวก ค-1 สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylumn Annelida



Nephtyidae

Spionidae

Pilargiidae

Sternaspidae

ภาพภาคผนวก ค-1 (ต่อ)

Paraonidae

Sabellidae

Sabellariidae

ภาพภาคผนวก ค-1 (ต่อ)

Aoridae

Melitidae

Paraseudidae

ภาพภาคผนวก ค-2 สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylumn Arthropoda

Amphiuridae

ภาพภาคผนวก ค-3 สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylumn Echinodermata

Cerithiidae

Crassatellidae

ภาพภาคผนวก ค-4 สัตว์ทะเลหน้าดิน Phylumn Mollusca

Columbellidae

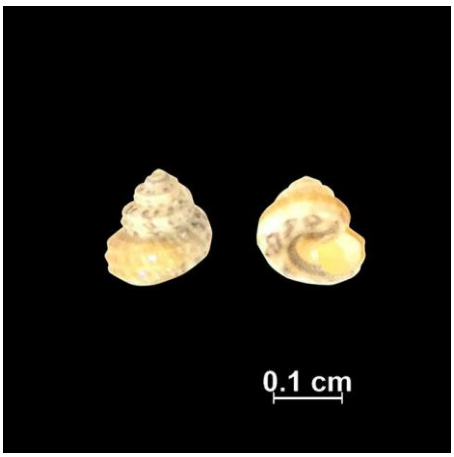
Haminoeidae

Nassariidae

Nuculanidae

ภาพภาคผนวก ค-4 (ต่อ)

Rissoidae



Solariellidae

Tellinidae

Triphoridae

ภาพภาคผนวก ค-4 (ต่อ)