



วิทยานิพนธ์

ผลกระทบของการเลี้ยงหอยแมลงภู่นำแบบแพเชือกต่อคุณภาพดินตะกอน
บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี

**The Effect of Green Mussel (*Perna viridis* Linnaeus, 1758)
Raft Culture on Sediment in Sriracha Bay, Chonburi Province**

นายอลงกต อินทรชาติ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๑



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)
ปริญญา

..... วิทยาศาสตร์ทางทะเล วิทยาศาสตร์ทางทะเล
สาขา ภาควิชา

เรื่อง ผลกระทบของการเลี้ยงหอยแมลงภู่นำแบบแพะเชือกต่อคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าว
ศรีราชา จังหวัดชลบุรี

The Effect of Green Mussel (*Perna viridis* Linnaeus, 1758) Raft Culture on
Sediment in Sriracha Bay, Chonburi Province

นามผู้วิจัย นายอลงกต อินทรชาติ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยัน รัชฎกิจจานุกิจ, Dr.Scient.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์สุชม เกร้าใจ, D.Agr.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์บังกชรัตน์ ปิตยรัตน์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ ภัทรจินดา, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อางคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 14 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ผลกระทบของการเลี้ยงหอยแมลงภู่นำแบบแพเชือกต่อคุณภาพดินตะกอน
บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี

The Effect of Green Mussel (*Perna viridis* Linnaeus, 1758) Raft Culture
on Sediment in Sriracha Bay, Chonburi Province

โดย

นายอลงกต อินทรชาติ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อขอความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรบัณฑิตทางทะเล)

พ.ศ. 2551

อลงกต อินทรชาติ 2551: ผลกระทบของการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกต่อคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริยัน รัชฎกิจจานุกิจ, Dr.Scient. 124 หน้า

จากการศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกต่อคุณภาพดินตะกอนบริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549 โดยทำการศึกษา 6 สถานี ได้แก่ บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกเป็นระยะเวลาานมากกว่า 6 ปี (S1) บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก 3-5 ปี (S2) บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก 1-2 ปี (S3) บริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบปักไม้มาก่อน (N1) บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกแต่อยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก (N2) และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก (N3) พบว่าบริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกมีปริมาณน้ำในดิน ปริมาณสารอินทรีย์รวม และปริมาณ acid volatile sulfides สูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง $20.61 \pm 0.17 - 85.76 \pm 0.79\%$, $2.30 \pm 0.38 - 19.16 \pm 0.61\%$ และ $0.0001 \pm 0.0001 - 1.2773 \pm 0.0617$ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง ตามลำดับ โดยมีแนวโน้มการแพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกพบว่า สถานี N1 มีปริมาณน้ำในดิน ปริมาณสารอินทรีย์รวม และปริมาณ acid volatile sulfides สูงที่สุด เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำในดินตะกอน พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน บริเวณสถานี S1, S2, S3 และ N1 สูงกว่า สถานี N2 และ N3 ส่วนปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนส่วนใหญ่มีรูปแบบการแพร่กระจายที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวม ปริมาณ acid volatile sulfides ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทางด้านพื้นที่ ระดับชั้นดินและเวลา ส่วนปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทางด้านพื้นที่และเวลา แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$) ในแต่ละระดับชั้นดิน



ลายมือชื่อนิสิต



ลายมือชื่อประธานกรรมการ

10 / 3 / 51

Alongot Intarachart 2008: The Effect of Green Mussel (*Perna viridis* Linnaeus, 1758) Raft Culture on Sediment in Sriracha Bay, Chonburi Province. Master of Science (Marine Science), Major Field: Marine Science, Department of Marine Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Suriyan Tunkijjanukij, Dr. Scient. 124 pages.

The effects of green mussel (*Perna viridis*) raft culture on sediment qualities were studied in Sriracha Bay, Chonburi Province from November 2005 to October 2006. Sediment cores were retrieved monthly from six stations including three stations within mussel raft culture areas with difference in culture duration and other three stations located in the areas without the presence of mussel raft culture. The first station was identified as the area which has been cultured more than six years (S1), the second one was referred to area which has been cultured between 3-5 years (S2) and the third station was the area where mussel raft culture was just performed for 1-2 years (S3). The fourth station used to be the mussel cultured site using bamboo pole but this activity was stop for some years (N1) while the fifth station was the area close to mussel raft culture areas (N2) and the sixth station was identified as reference station (N3). Sediment's water content (WC), total organic matter (TOM) and acid volatile sulfide (AVS) from raft cultured area varied between 20.61 ± 0.17 - $85.76 \pm 0.79\%$, 2.30 ± 0.38 - $19.16 \pm 0.61\%$ and 0.0001 ± 0.0001 - $1.2773 \pm 0.0617 \text{ mg g}^{-1}$ (DW), respectively. These parameters were higher compared to those from the areas without mussel culture and showed decreasing trend with depth. Among the areas without mussel culture, station N1 has the highest values of WC, TOM and AVS. Sediment porewater qualities from all stations were examined for ammonium-nitrogen, nitrite+nitrate-nitrogen, orthophosphate-phosphorus and silicate-silicon. The results were only clear for ammonium-nitrogen but less pronounced for nitrite+nitrate-nitrogen, orthophosphate-phosphorus and silicate-silicon suggesting that raft mussel culture potentially influenced on nitrogen cycling in the sediments. Statistical analysis indicated that there were different between culture areas, sediment levels and time ($P < 0.01$) for all parameters with only exception for nitrite+nitrate-nitrogen which showed the different for areas and time ($P < 0.01$) but not for sediment levels ($P > 0.01$).

Alongot Intarachart
Student's signature

Suriyan Tunkijjanukij
Thesis Advisor's signature

10 / 3 / 2008

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก ผศ.ดร. สุริยัน ัญญกิจจานุกิจ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รศ.ดร. สุขุม เรายใจ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รศ.ดร. บงกชรัตน์ ปิณฑินต์ กรรมการที่ปรึกษาวิชาการ ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้านตลอดมา ข้าพเจ้าขอกราบขอบคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณผู้แทนบัณฑิต ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ. สุนันท์ ภัทรจินดา หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล และรศ.ดร. เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ สถานที่ทำการวิจัย และข้อคิดต่างๆ อันเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ ดร. ไตรเทพ วิทย์โกวิชัยเทน พี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ นักวิชาการประมง ตลอดจนเจ้าหน้าที่และบุคลากรของสถานีวิจัยประมงศรีราชาทุกท่านที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

ขอขอบคุณ คุณอภิชาติ ัญญาหาร คุณกนกวรรณ ขาวค่อนข้าง คุณบุญทริกา ทองดอนพุ่ม คุณพฤษ หันทรนวล คุณชिरะ อ่วมอิม และน้องๆ สมาชิกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเลทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำดีๆ ตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ที่ให้กำเนิดและอบรมเลี้ยงดูให้ลูกมีการศึกษาที่ดีจนประสบความสำเร็จในวันนี้ รวมทั้งทุกคนในครอบครัวอินทราชาที่ให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้าน และเป็นกำลังใจที่ดีที่สุดของข้าพเจ้าตลอดมา

อลงกต อินทราชา

กุมภาพันธ์ 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	27
อุปกรณ์	27
วิธีการ	27
ผลและวิจารณ์การศึกษา	33
สรุปและข้อเสนอแนะ	69
สรุป	69
ข้อเสนอแนะ	72
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	74
ภาคผนวก	83

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ฤดูวางไข่ของหอยแมลงภู่ในบริเวณแนวชายฝั่งทะเลของประเทศไทย	8
2	ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	36
3	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์รวม (%) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	41
4	ค่าเฉลี่ยของปริมาณ acid volatile sulfides (mg/g-dry weight) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	47
5	ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	52
6	ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	56
7	ค่าเฉลี่ยของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	61
8	ค่าเฉลี่ยของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	65
ตารางผนวกที่		
1	ปริมาณน้ำในดิน (water content; %) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549	86
2	ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total organic matter; %) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549	90
3	ปริมาณ acid volatile sulfides (mg/g-dry weight) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549	94
4	ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (μM) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
5	ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน (μM) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549	102
6	ปริมาณออร์โธสเฟต-ฟอสเฟต (μM) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549	106
7	ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน (μM) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549	110
8	คุณภาพน้ำบางประการบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างเดือนพฤศจิกายน 2548-ธันวาคม 2549	112

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การตกตะกอนและการหมุนเวียนของสารอินทรีย์คาร์บอนในแหล่งน้ำ	17
2	รูปแบบของการเกิดกระบวนการทางเคมีและชีวเคมีต่างๆ ตามระดับความลึกในดินตะกอนพื้นท้องน้ำ	22
3	รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีที่สำคัญต่างๆ ตามระดับความลึกของดินตะกอนพื้นท้องน้ำ	26
4	แผนที่บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง	29
5	ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	37
6	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์รวม (%) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	42
7	ค่าเฉลี่ยของปริมาณ acid volatile sulfides (mg/g-dry weight) ตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	48
8	ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	53
9	ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	57
10	ค่าเฉลี่ยของปริมาณออร์โธสเฟต-ฟอสฟอรัส (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	62
11	ค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลไฟด์-ซัลไฟดอน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี	66
ภาพผนวกที่		
1	การแพร่กระจายปริมาณน้ำในดิน (%) ตะกอนตามความลึก ของแต่ละสถานี	84
2	การแพร่กระจายปริมาณสารอินทรีย์รวม (%) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี	88
3	การแพร่กระจายปริมาณ acid volatile sulfides (mg/g-dry weight) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี	92

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
4	การแพร่กระจายปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี	96
5	การแพร่กระจายปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี	100
6	การแพร่กระจายปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (μM) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี	104
7	การแพร่กระจายปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน (μM) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี	108
8	การเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบบแพะเชือกบริเวณอ่าวศรีราชา	115
9	การเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบบแพะเชือก	115
10	การเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบบแพะเชือก	116
11	ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S1)	116
12	ลักษณะผิวดินตะกอนบริเวณสถานี (S1)	117
13	ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S2)	117
14	ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S3)	118
15	ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N1)	118
16	ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N2)	119
17	ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N3)	119
18	ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S1)	120
19	ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S2)	120
20	ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S3)	121
21	ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N1)	121
22	ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N2)	122
23	ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N3)	122
24	การวิเคราะห์หาปริมาณ acid volatile sulfides	123
25	ลักษณะของสายหอยแมลงภู่นิวแบบแพะเชือก	123

ผลกระทบของการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกต่อคุณภาพดินตะกอน
บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี

The Effect of Green Mussel (*Perna viridis* Linnaeus, 1758) Raft Culture
on Sediment in Sriracha Bay, Chonburi Province

คำนำ

การเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือก (*Perna viridis* Linnaeus, 1758) บริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย เป็นอาชีพการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำอย่างหนึ่งที่มีความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกเป็นสัตว์น้ำอย่างหนึ่งที่มีความนิยมบริโภคกันมาก เพราะเนื้อหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกมีรสชาติอร่อย คุณค่าทางโภชนาการสูงและมีราคาค่อนข้างถูก รวมทั้งการเพาะเลี้ยงก็สามารถทำได้ง่าย ซึ่งการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกบริเวณจังหวัดชายทะเลส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการเลี้ยงแบบปักไม้ โดยใช้ไม้ไผ่ปักลงในทะเลเพื่อเป็นวัสดุให้ลูกหอยแมลงภู่วางตามธรรมชาติมาเกาะอาศัยและเจริญเติบโตจนได้ขนาดที่จับขายได้ ซึ่งปริมาณไม้ที่ใช้เลี้ยงในแต่ละครั้งใช้เป็นจำนวนมาก แต่มีอายุการใช้งานเพียง 1-2 ปี ก็ต้องเปลี่ยนใหม่ ขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของไม้ที่ใช้

ในปัจจุบันไม้หลักที่ใช้ในการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกมีแนวโน้มเริ่มหายากและมีราคาแพงขึ้น ดังนั้น การพัฒนาวิธีการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบใหม่ที่สามารถเพิ่มผลผลิตให้สูงขึ้น โดยใช้วัสดุที่หาง่าย วัสดุที่มีอายุการใช้งานนานหลายปีเพื่อพัฒนารูปแบบการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และเป็นทางเลือกใหม่แก่ผู้ประกอบการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกต่อไป ด้วยดี ซึ่งเป็นที่มาของการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือก (แบบพัฒนา) ที่สถานีวิจัยประมงศรีราชา ริเริ่มส่งเสริมฝึกอบรมและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่เกษตรกรที่ประกอบอาชีพการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกหรืออวนที่มีความทนทานมาล่อลูกหอยแมลงภู่วางตามธรรมชาติแทนการใช้หลักไม้ไผ่ปักตัวแพประกอบด้วยเชือกที่นำมาถักเป็นรูปสี่เหลี่ยมมีการพวงตัวแพให้ลอยน้ำด้วยถังพลาสติก ซึ่งเป็นวัสดุที่มีอายุการใช้งานนานหลายปี (ประเมษฐ์ และ อลงกต, 2544)

ในปัจจุบันจากปริมาณความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้น ทำให้บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรีมีการขยายพื้นที่ในการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกมากขึ้น เพราะอ่าวศรีราชาเป็นบริเวณหนึ่งใน

บริเวณชายฝั่งของไทยที่มีความพร้อมทั้งด้านสภาพแวดล้อมและปัจจัยการผลิตของแหล่งน้ำ ได้แก่ ปริมาณอาหาร คุณภาพอาหาร พันธุ์สัตว์น้ำ ความสนใจของผู้ประกอบการ การคมนาคม และการตลาดต่อการเลี้ยงหอยแมลงภูที่ระดับความพร้อมร้อยละ 83.33 (สำนักงานวิจัยและพัฒนา ประมงชายฝั่ง, 2546) จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้บริเวณอ่าวศรีราชาได้รับความนิยมในการเลี้ยง หอยแมลงภูและมีการขยายพื้นที่การเลี้ยงหอยแมลงภูเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการเลี้ยงหอยแมลงภู แบบแพเชือก ซึ่งสอดคล้องกับการสำรวจของกองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (2544) ที่ได้สำรวจพบว่า ผู้ประกอบการเลี้ยงหอยแมลงภูในจังหวัดชลบุรี จะพบผู้เลี้ยงเดิมทั้งสิ้น 243 ราย คิดเป็นจำนวนแพ เชือก 451 แพ เนื้อที่รวมทั้งหมด 684 ไร่ และจากการสำรวจยังพบว่า ผู้ประกอบการที่สนใจเลี้ยง หอยแมลงภูใหม่หรือเพิ่มเติมมีจำนวน 354 ราย คิดเป็นจำนวนแพเชือก 427 แพ เนื้อที่รวมทั้งหมด 2,800 ไร่ และจากการสำรวจของภาควิชาการจัดการประมง (2545) พบว่า ผู้ประกอบการในจังหวัด ชลบุรีที่เพาะเลี้ยงหอยแมลงภูจะนิยมเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพเชือก และมีผู้ประกอบการที่เลี้ยง หอยแมลงภูแบบแพเชือกจำนวนทั้งสิ้น 188 ราย จำนวนแปลง 390 แปลง พื้นที่เลี้ยงรวมทั้งสิ้น 1,171 ไร่ (แปลงละ 3.79 ไร่) นอกจากนี้ ผลตอบแทนของการเลี้ยงหอยแมลงภูเป็นสาเหตุหนึ่งของ แรงจูงใจที่ทำให้จำนวนผู้ประกอบการและพื้นที่ที่ใช้ในการเลี้ยงหอยแมลงภูเพิ่มมากขึ้นอย่าง ต่อเนื่อง (นิตยา, 2527) อย่างไรก็ตาม ศักยภาพของอ่าวศรีราชาที่จะรองรับต่อการขยายตัวของการ เลี้ยงหอยแมลงภูย่อมมีขีดจำกัด ซึ่งการเพิ่มจำนวนการเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพเชือกจำนวนมากอาจ ทำให้เกิดปัญหาจากการหมักหมมของตะกอนที่เกิดจากการขับถ่ายของหอยแมลงภู และวัสดุที่ใช้ใน การเลี้ยงหอยแมลงภูยังกีดขวางทางเดินของกระแสน้ำทำให้เกิดการตกตะกอนได้ง่ายขึ้น จน อาจก่อให้เกิดปัญหาและผลกระทบต่อ การเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพเชือกในระยะยาวได้ อลงกต และพันธุ์ทิพย์ (2546) รายงานว่าการเลี้ยงหอยแมลงภูมีผลต่อการเพิ่มของปริมาณแอมโมเนียซึ่งมี สาเหตุจากการหมักหมมของตะกอนที่เกิดจากการขับถ่ายของหอยแมลงภู และจะมีค่าเพิ่มมากขึ้น ตามระยะเวลาการเลี้ยง จึงควรมีการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพเชือกใน พื้นที่ที่อาจจะมผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติโดยเฉพาะในด้านคุณภาพของดินตะกอน ได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์รวม ปริมาณ acid volatile sulfides และคุณภาพน้ำในดินตะกอน เป็นต้น ซึ่งจะ นำไปสู่การจัดการสิ่งแวดล้อมและการพิจารณาการจัดสรรพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยง หอยแมลงภูต่อไปในอนาคตเพื่อการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสมและคุ้มค่า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงปริมาณสารอินทรีย์รวมและปริมาณ acid volatile sulfides ในดินตะกอนบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกเปรียบเทียบกับบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่วาง
2. เพื่อทราบถึงคุณภาพน้ำระหว่างชั้นดินที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกเปรียบเทียบกับบริเวณที่ไม่ได้เลี้ยงหอยแมลงภู่วาง
3. เพื่อทราบถึงผลกระทบที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกต่อคุณภาพดินตะกอนซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการวางแผนและการจัดสรรพื้นที่สำหรับการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางตลอดจนการจัดการการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกในระยะยาวที่จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การตรวจเอกสาร

1. อนุกรมวิธานและลักษณะทั่วไปของหอยแมลงภู่

1.1 อนุกรมวิธานของหอยแมลงภู่

หอยแมลงภู่ที่เลี้ยงในประเทศไทยมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Perna viridis* Linnaeus, 1758 มีชื่อสามัญทั่วไปว่า Green mussel

Abbott and Dance (1991) ได้จัดลักษณะทางอนุกรมวิธานของหอยแมลงภู่ ดังนี้

Phylum Mollusca

Class Bivalvia (Pelecypoda)

Subclass Pteriomorpha

Order Mytiloida

Superfamily Mytilacea

Family Mytilidae

Subfamily Mytilinae

Genus *Perna*

Species *viridis*

1.2 ลักษณะทั่วไปของหอยแมลงภู่ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1.2.1 เปลือก เปลือกหอยแมลงภู่ประกอบด้วยเปลือกแข็งที่ห่อหุ้มลำตัวอยู่ภายนอก เปลือกหอยหรือบางครั้งอาจเรียกว่า ฝาหอย มีรูปร่างรียาวคล้ายรูปไข่มี 2 ฝา ลักษณะเหมือนกัน และมีขนาดเท่ากัน (bilateral symmetry) ตัวอ่อนหอยแมลงภู่ระยะ Juveniles เริ่มมีเปลือกสีเขียว สดใสและสีเขียวแกมน้ำเงิน เมื่อถึงระยะตัวเต็มวัยเปลือกจะมีสีเขียวหม่นและมีสีน้ำตาล บางครั้งขอบของเปลือกจะมีสีฟ้า เปลือกหอยแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ชั้นนอกมีสีเขียวเข้มหรือสีเขียวแกมฟ้า มองเห็นเป็นวงเรียงซ้อนกันลักษณะคล้ายวงปีของต้นไม้ แสดงถึงการเจริญเติบโตของหอยในแต่ละปี ชั้นนี้สามารถลอกออกเป็นแผ่นได้ ชั้นกลางมีสีขาวประกอบด้วยสารแคลเซียมคาร์บอเนต

(CaCO₃) และชั้นในหรือส่วนผิวของฝาด้านในมีสีขาวเรียบมันวาวเหมือนมุก ฝาทั้งสองด้านยึดและประกบติดกันโดยเส้นเอ็น (ligament) ที่อยู่ด้านหลังของฝา (dorsal part) ซึ่งมีสีน้ำตาลเข้มหรือดำ เป็นทางยาวตลอดแนวด้านหลังตั้งแต่ umbo โค้งไปเป็นระยะทางถึงหนึ่งในสามของเปลือก (Siddal, 1980)

1.2.2 ลำตัว ลำตัวเป็นส่วนที่อ่อนนุ่มอยู่ภายใน ประกอบด้วยเยื่อหุ้มลำตัว (mantle) ซึ่งอยู่ติดกับฝาทั้งสองข้าง ทางเดินอาหาร (visceral mass) และเท้า (foot) ซึ่งมีขนาดเล็กมากเมื่อยึดติดกับหิน เสาไม้ เสาสะพาน เปลือกหอยที่ตายแล้วหรือวัสดุอื่นๆ ที่อยู่ในน้ำ เส้นใยมีลักษณะเป็นเส้นเหนียวสีน้ำตาลเกิดจากสารประกอบควิโนนแทนโปรตีน (quinone tanned protein) เหนือมีขนาดใหญ่ยาวเท่าลำตัวหอย มีกล้ามเนื้อ 3 มัด ภายในลำตัวจะพบหัวใจอยู่ทางด้านหลัง (dorsal part) ของฝา และเนื้อทางเดินอาหารบริเวณใต้หัวใจจะพบต่อมสร้างน้ำย่อย ต่อมย่อยอาหาร (digestive gland) ทางน้ำเข้าอยู่ทางด้านหน้า (anterior part) และทางน้ำออกอยู่ทางด้านท้าย (posterior part) ระบบทางเดินอาหารเริ่มต้นจากปากซึ่งอยู่ใกล้กับทางน้ำเข้า หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กเป็นลำไส้ตรงยาวนาน และอยู่ติดกับกระเพาะอาหาร ภายในลำไส้และกระเพาะอาหารจะมี Crystalline style-sac ซึ่งมีลักษณะเป็นแท่งใสใช้สำหรับบดอาหาร ย่อยอาหาร รวมทั้งคัดเลือกอาหาร ถัดจากลำไส้เล็กเป็นส่วนของลำไส้ใหญ่ (rectum) และทวาร (anus) ซึ่งจะเปิดออกทางด้านท้าย อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์อยู่ระหว่างเยื่อหุ้มลำตัวกับอวัยวะภายใน (วันทนา, 2541)

เมื่อแกะลำตัว หรือเนื้อหอยออกจากฝาจะเห็นผิวด้านในของเปลือกหอยเรียบมีสีขาวคล้ายมุกและพบรอยของกล้ามเนื้อติดอยู่บนฝาทั้งสอง รอยกล้ามเนื้อที่พบมีอยู่ 3 แห่ง ด้วยกันคือ

- 1). รอยกล้ามเนื้อดึงด้านท้าย (posterior adductor muscle scar) เป็นรอยกล้ามเนื้อยึดฝาทั้งสองให้เปิดและปิดได้อยู่ทางด้านท้ายของฝา มีลักษณะยาวรีขนาดค่อนข้างใหญ่
- 2). รอยกล้ามเนื้อยึดด้านหน้า (anterior byssal retractor muscle scar) เป็นรอยกล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านหน้า สำหรับยึดเส้นใย (byssus) ให้ติดกับฝาหอย มีลักษณะยาวรีและมีขนาดเล็ก

3). รอยกล้ามเนื้อยึดด้านหลัง (posterior byssal retractor muscle scar) เป็นรอยกล้ามเนื้อยึดฝาหอยด้านหลังกับเส้นใย มีอยู่ 2 มัด มัดแรกจะอยู่ติดกับกล้ามเนื้อยึดฝาทั้งสอง (posterior adductor muscle) ส่วนมัดที่ 2 จะอยู่ใต้เส้นเอ็น (ligament)

ส่วนของ umbo ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเจริญเติบโต อยู่ปลายหน้าสุด ถัดมาเป็นส่วนของฟิน บานพับมีฟินขนาดเล็กจำนวน 1-2 คู่ หรือไม่มีเลย (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536; วันทนา, 2541)

2. ลักษณะทางชีววิทยาของหอยแมลงภู

2.1 แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจาย

ถิ่นที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติของหอยแมลงภู เป็นแหล่งน้ำที่อุณหภูมิต่ำบริเวณน้ำกร่อยและทะเลเปิด มีสภาพพื้นทะเลเป็นดินโคลน และดินโคลนปนทราย ซึ่งมีแพลงก์ตอนและสารอินทรีย์อุดมสมบูรณ์ มีตะกอนแขวนลอยต่ำ หอยแมลงภูสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้ในช่วงกว้าง บริเวณป่าชายเลนเป็นแหล่งที่มีสารอาหารอุดมสมบูรณ์เหมาะสมสำหรับเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของหอยแมลงภูในเขตร้อน

ในประเทศไทย หอยแมลงภูพบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตามแหล่งน้ำกร่อย บริเวณปากแม่น้ำ ลำคลอง อ่าวต่างๆ ตลอดจนบริเวณน้ำตื้นใกล้ฝั่งของแทบทุกจังหวัดชายฝั่งทะเลทั้งด้านอ่าวไทยและทะเลอันดามัน จังหวัดที่นิยมเลี้ยงหอยแมลงภูและให้ผลผลิตเป็นปริมาณมาก ได้แก่ ชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี ชุมพร ประจวบคีรีขันธ์ และปัตตานี ส่วนจังหวัดอื่นๆ เลี้ยงกันไม่มากนัก (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536)

2.2 อาหารและนิเวศการกินอาหาร

หอยแมลงภูเป็นสัตว์น้ำที่จัดอยู่ในจำพวกที่เกาะอยู่กับที่ ดังนั้นอาหารส่วนใหญ่จึงเป็นพวกแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กตลอดจนซากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่เน่าเปื่อย (detritus) ที่ลอยอยู่ในน้ำ โดยคลื่นลมและกระแสน้ำไหลจะพัดพาอาหารเหล่านี้ผ่านมายังแหล่งหอยแมลงภูจะกินอาหาร โดยการกรองซึ่งมีความสามารถในการกรองและคัดเลือกอนุภาคของอาหาร โดยการทำหน้าที่ของเหงือกและอวัยวะรับสัมผัส น้ำทะเลผ่านเข้ามาในลำตัว โดยการพัด

โบกของขนบนซี่เหงือก อาหารจะมาติดบนซี่เหงือก เหงือกจะทำหน้าที่ในการเก็บรวบรวมอาหาร โดยใช้ lateral cilia โบกพัดเพื่อทำให้เกิดกระแสลำไหลดำเนินในเหงือกโดยใช้ eu-latero-frontal cilia ทำหน้าที่เก็บรวบรวมอาหาร และใช้ frontal cilia ขนส่งอาหารที่มีอนุภาคขนาดเล็ก โดยจะส่งอาหารที่รวบรวมไว้ในสายเมือก ซึ่งสร้างจากเซลล์บางกลุ่ม เพื่อช่วยยึดมวลอาหารเหล่านั้นไว้รวมกัน อาหารจะถูกส่งเข้าสู่ร่องที่มีขน บริเวณขอบทางเดินอาหารผ่านอวัยวะรับสัมผัส ซึ่งเป็นส่วนที่เชื่อมระหว่างเหงือกกับร่องปาก ทำหน้าที่คัดเลือกรูปแบบของอาหาร และส่งอาหารเข้าสู่ปากมายังหลอดอาหารสู่กระเพาะอาหารด้านบนของกระเพาะอาหารจะพบแผ่นไคตินขนาดเล็กมาปิด เรียกว่า gastric shield เพื่อป้องกันไม่ให้ส่วนหน้าของ crystalline style เสียดสีกับผนังของกระเพาะอาหารในเวลาบดอาหาร ส่วนหน้าของ crystalline style จะทำหน้าที่บดอาหาร และได้รับเอนไซม์จาก style sac ปล่อยออกมาเพื่อช่วยย่อยอาหาร อาหารส่วนใหญ่มักจะเป็นคาร์โบไฮเดรตและไขมัน นอกจากนี้ crystalline style ยังทำหน้าที่คลุกเคล้าน้ำย่อยกับอาหารเพื่อให้เกิดการย่อยอาหารที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งทำหน้าที่ดึงอาหารจากหลอดอาหารมาสู่กระเพาะอาหารด้วยอาหารที่ถูกย่อยและวัตถุที่มีขนาดใหญ่ หรือมีน้ำหนักมาก เช่น เม็ดทราย รวมทั้งกากอาหารจะหลุดออกจากเหงือกไปตามเชือกหุ้มลำตัว และออกไปสู่ภายนอกลำตัว หอยสองฝาทั่วไปกรองอนุภาคอาหารขนาดเล็กได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 ไมโครเมตร ส่วนหอยแมลงภู่ (*Mytilus edulis*) มีความสามารถในการกรองอาหารอย่างมีประสิทธิภาพที่ขนาดเล็กกว่า 2 ไมโครเมตร (สุชาติ และคณะ, 2538; Winter, 1978)

2.3 การสืบพันธุ์และฤดูกาลวางไข่

หอยแมลงภู่มีเพศแยก (dioecious) ในธรรมชาติมีอัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมียเกือบเท่ากัน จากลักษณะเปลือกภายนอกไม่สามารถแยกเพศได้ อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะกระจายอยู่บริเวณเชือกหุ้มลำตัว ในขณะที่หอยเจริญพันธุ์เต็มที่สามารถแยกเพศได้โดยการพิจารณาจากสีของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์บริเวณใต้เชือกหุ้มลำตัว ซึ่งประกอบด้วยเม็ดสีแคโรทีนอยด์ โดยที่หอยแมลงภู่เพศผู้จะมีอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์สีชาวคริม ส่วนหอยเพศเมียจะมีอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์สีส้มแดง แต่ถ้าอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์กำลังพัฒนาอยู่ในระยะ Indifferent จะไม่สามารถพิจารณาจากสีของอวัยวะสืบพันธุ์ได้ การผสมพันธุ์ของหอยแมลงภู่เป็นแบบภายนอกตัว โดยหอยเพศผู้จะปล่อยอสุจิและเพศเมียจะปล่อยไข่ออกจากตัว ไข่และอสุจิจะผสมกันในน้ำทะเล ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วเกิดการแบ่งเซลล์และเจริญเติบโตเป็นตัวอ่อนในระยะต่างๆ จนถึงตัวอ่อนระยะลงเกาะและเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต่อไป (กองพะเลียงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536; ไพลิน, 2542)

ในแต่ละปีช่วงเวลาที่หอยจะวางไข่ในปริมาณมากนั้นมีความแตกต่างกันระหว่างบริเวณทะเลอ่าวไทยและทะเลอันดามัน หอยแมลงภู่สามารถสืบพันธุ์วางไข่ได้เมื่อมีอายุประมาณ 2 เดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและหอยแมลงภู่เจริญพันธุ์เต็มที่ โดยปกติหอยแมลงภู่สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้ตลอดทั้งปี แต่มีช่วงที่หอยสามารถวางไข่ในปริมาณสูงสุดอยู่ 2 ช่วง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ฤดูวางไข่ของหอยแมลงภู่ในบริเวณแนวชายฝั่งทะเลของประเทศไทย

บริเวณ	ฤดูกาล
ทะเลฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย	พฤษภาคม – กรกฎาคม พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์
ทะเลฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย	มิถุนายน – สิงหาคม พฤศจิกายน - มกราคม
อ่าวไทยตอนล่าง ตั้งแต่ จ. ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร สุราษฎร์ธานี จนถึงปัตตานี	ตุลาคม – ธันวาคม มีนาคม - เมษายน
ทะเลอันดามัน	มีนาคม – พฤษภาคม ตุลาคม - ธันวาคม

ที่มา : กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (2536)

3. ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่

การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่จะช้าหรือเร็วขึ้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1 อาหารจากธรรมชาติ อาหารของหอยแมลงภู่ส่วนใหญ่เป็นสัตว์และพืชขนาดเล็กที่เรียกว่าแพลงก์ตอน ซึ่งจะลอยปะปนอยู่ในน้ำทะเล หอยแมลงภู่จะกินโดยการดูดน้ำเข้าไป แล้วจะกรองเอาอาหารโดยใช้การโบกพัดของขนตามซี่เหงือก ถ้าบริเวณที่เลี้ยงหอยมีอาหารอุดมสมบูรณ์ หอยจะเจริญเติบโตเร็ว (จิตรรา, 2541)

3.2 ความขุ่นของน้ำ ความขุ่นของน้ำเป็นอุปสรรคต่อการเลี้ยงหอยแมลงภู่ ถ้าน้ำขุ่นมาก ตะกอนและโคลนตมจะเกาะตามซี่เหงือกของหอยแมลงภู่ทำให้ระบบหายใจไม่สามารถทำหน้าที่ได้

ตามปกติและความขุ่นของน้ำจะมีผลทำให้เพลิงก่อดนลดน้อยลง นอกจากนี้ความขุ่นยังทำให้ประสิทธิภาพในการกรองอาหารต่ำลง เป็นผลให้หอยเจริญเติบโตช้าและขาดอาหาร (सानิต, 2530)

3.3 ภาวะน้ำจืดไหลลงทะเล เป็นผลให้น้ำทะเลมีความเค็มต่ำเป็นครั้งคราว ทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของอาหารที่มีอยู่ลดลง ทำให้สภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป และถ้าหอยแมลงภู่อยู่ในน้ำที่มีความเค็มต่ำนานเกินไปจะทำให้หอยมีการเจริญเติบโตชะงัก อัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นเป็นผลให้ได้ผลผลิตน้อยลง (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536; สถานีวิจัยประมงศรีราชา, 2544)

3.4 ภาวะน้ำเสีย ภาวะน้ำเสียที่ผู้เลี้ยงหอยประสบมักเป็นน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งประกอบด้วยสารพิษและโลหะหนักต่างๆ ถ้าแหล่งเลี้ยงหอยอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม หอยแมลงภู่จะได้รับสารพิษและโลหะหนักต่างๆ เหล่านี้ ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ (สถานีวิจัยประมงศรีราชา, 2544)

3.5 ความเค็มของน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ และมีผลต่อการพัฒนาการของกลไกทางด้านสรีรวิทยาของหอยแมลงภู่ในเรื่องความสมดุลของน้ำในร่างกายและการรักษาระดับความเข้มข้นของของเหลวภายในร่างกายให้คงที่อยู่เสมอ หอยแมลงภู่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มได้ดีจึงทำให้สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในแหล่งน้ำกร่อยและน้ำเค็มซึ่งจะมีความเค็มอยู่ระหว่าง 25-33 ส่วนในพันส่วน ถ้าน้ำทะเลมีความเค็มสูงหรือต่ำกว่าที่ได้กล่าวมาแล้วจะกระทบกระเทือนต่อหอยที่เลี้ยงในระยะยาวเป็นผลให้อัตราการกรองอาหารช้าลง ทำให้หอยแมลงภู่เจริญเติบโตช้า และมีการศึกษาอัตราการรอดของหอยแมลงภู่ชนิด *P. viridis* ที่เลี้ยงแบบแขวนได้แพ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเค็มพบว่า หอยแมลงภู่ชนิด *P. viridis* มีอัตราการรอด 50 เปอร์เซ็นต์ หลังจากที่อยู่ที่ความเค็มระหว่าง 24-80 ส่วนในพันส่วน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แต่ถ้าความเค็มสูงหรือต่ำกว่านี้จะทำให้หอยแมลงภู่มีอัตราการรอดต่ำ นอกจากนี้ยังมีรายงานในเรื่องความเค็มที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ประมาณ 30 ส่วนในพันส่วน แต่ถ้าความเค็มที่ทำให้หอยแมลงภู่รอดตายต้องไม่ต่ำกว่า 20 ส่วนในพันส่วน ซึ่งความเค็มที่ลดต่ำลงนี้มีสาเหตุมาจากการเกิดฝนตกหนักจากมรสุมในระยะเวลา 2-3 วัน ความเค็มที่ต่ำกว่า 5 ส่วนในพันส่วน จะทำให้หอยแมลงภู่ชนิด *P. viridis* ตายภายในเวลา 2 วัน (Sivalingam, 1977; AQUACOP และ de Gaillande, 1979; Parulekar และคณะ, 1982; กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536)

3.6 ระยะเวลาที่หอยอยู่ในน้ำ หอยที่จมน้ำอยู่ได้น้ำเป็นเวลานานจะโตดีกว่าหอยที่จมน้ำอยู่ในช่วงเวลาสั้นกว่าคือ ระยะเวลาที่หอยจมน้ำอยู่ได้น้ำประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน หอยมีขนาดเพิ่มขึ้นประมาณเดือนละ 10.9 มิลลิเมตร ส่วนหอยที่จมน้ำอยู่ได้น้ำตลอดเวลาจะมีขนาดเพิ่มขึ้นประมาณเดือนละ 12.24 มิลลิเมตร หอยที่จมน้ำอยู่ได้น้ำตลอดเวลาทำให้หอยมีการเจริญเติบโตเร็วและให้ผลผลิตสูง เนื่องจากหอยที่จมน้ำอยู่ได้น้ำตลอดเวลาได้รับอาหารที่อุดมสมบูรณ์สม่ำเสมอ มีการศึกษาในหอยแมลงภู่นิวชนิด *M. edulis* ที่จมน้ำอยู่ได้น้ำตลอดเวลาหรือเกือบตลอดเวลาจะเจริญเติบโตดีกว่าพวกที่โผล่พ้นน้ำเป็นเวลาหลายชั่วโมงในหนึ่งวัน โดยมีความยาวเปลือกหอยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.34 และ 1.00 มิลลิเมตรต่อเดือน ตามลำดับ (Dehnel, 1964; ศานิต, 2530)

3.7 กระแสน้ำและคลื่นลม หอยแมลงภู่นิวเป็นหอยที่เกาะอยู่กับที่ ต้องอาศัยกระแสน้ำพัดพาอาหารธรรมชาติมาให้ ถ้าแหล่งน้ำใดมีกระแสน้ำไหลแรงเกินไป ความแรงของน้ำทำให้ไม้หลักที่หอยแมลงภู่นิวเกาะสั่นสะเทือนและอาจโค่นล้มได้ หอยแมลงภู่นิวจะได้รับอาหารไม่เพียงพอมีผลให้เจริญเติบโตช้า และถ้าบริเวณใดเป็นบริเวณน้ำนิ่ง การหมุนเวียนของน้ำไม่ดีหอยแมลงภู่นิวมีโอกาสได้อาหารน้อยจะทำให้การเจริญเติบโตช้าและอัตราการตายสูง กระแสน้ำที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่นิวควรไหลช้าๆ และสม่ำเสมอ (ศานิต, 2530)

Cheong and Loy (1982) แนะนำว่าความเร็วของกระแสน้ำขณะที่น้ำขึ้นและน้ำลงที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวอยู่ระหว่าง 0.17-0.25 และ 0.25-0.35 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ ถ้าความเร็วกระแสน้ำมากกว่า 0.5 เมตรต่อวินาที ทำให้ลูกหอยระยะ spat เกาะได้ไม่ดี ปริมาณอาหารลดลง และยังก่อให้เกิดปัญหาในระบบการเลี้ยงแบบแขวนลอย (floating culture)

3.8 อุณหภูมิของน้ำ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่นิวมาก สำหรับในประเทศไทย บริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณที่เป็นอ่าวและบริเวณชายฝั่งทะเลที่ค่อนข้างตื้น อุณหภูมิของน้ำไม่ค่อยมีความแตกต่าง ฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 31-32 องศาเซลเซียส และฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 26-28 องศาเซลเซียส ซึ่งนับว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่นิว และในต่างประเทศมีรายงานการศึกษาอุณหภูมิที่หอยแมลงภู่นิวชนิด *P. viridis* สามารถทนได้และมีอัตราการรอดตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิระหว่าง 10-35 องศาเซลเซียส (Sivalingam, 1977; Chonchuenchob et. al., 1980)

Chung and Acuna (1981) ทดลองเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวชนิด *P. viridis* ที่อุณหภูมิ 37-42 องศาเซลเซียส มีอัตราการรอด 50 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวในที่อื่นๆ อุณหภูมิของน้ำ

อาจจะสูงถึง 40 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้หอยแมลงภู่ตายได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของหอย ในสภาวะธรรมชาติอุณหภูมิจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงรุนแรง (Coeroli et. al., 1984)

3.9 พื้นที่สำหรับการยึดเกาะ พื้นที่ที่ยึดเกาะมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโต เมื่อหอยแมลงภู่มีขนาดโตขึ้นก็มีความยาวเพิ่มขึ้นจะมีความต้องการพื้นที่ที่ยึดเกาะเพิ่มขึ้นด้วย ฉะนั้นจำนวนหอยแมลงภู่ที่เกาะวัสดุจึงไม่ควรหนาแน่นมากเกินไป หอยแมลงภู่ที่มีขนาดใหญ่สามารถยึดเกาะวัสดุได้ดีกว่าก็จะมีชีวิตอยู่รอดต่อไปได้ สำหรับหอยตัวที่อ่อนแอจะถูกเบียดตกและร่วงหล่นเป็นอาหารสัตว์น้ำอื่นๆ ต่อไปหรืออาจมโคลนตายไปในที่สุด (ศานิต, 2530)

3.10 ศัตรูของหอยแมลงภู่ ศัตรูของหอยแมลงภู่ในธรรมชาติ ได้แก่ ปลา โดยเฉพาะพวกที่มีฟันแหลมคม เช่น ปลากระเบน นอกจากนี้ยังมีสัตว์กลุ่มอื่นๆ เช่น ดาวทะเล เม่นทะเล เป็นต้น ส่วนสัตว์ที่แย่งที่อยู่ของหอยแมลงภู่ ได้แก่ เพรียงหิน ฟองน้ำและเพรียงหัวหอม เป็นต้น (สถานีวิจัยประมงศรีราชา, 2544)

4. การเลือกสถานที่เลี้ยงหอยแมลงภู่

การเลือกสถานที่ในการเลี้ยงหอยแมลงภู่ (สถานีวิจัยประมงศรีราชา, 2544) เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่สำคัญในการเลี้ยงหอยแมลงภู่ มีข้อควรพิจารณา ดังนี้

4.1 เป็นแหล่งน้ำที่มีพันธุ์หอยแมลงภู่เกิดตามธรรมชาติและมีความชุกชุมสูง หรือไม่ก็ยังสามารถจัดหาพันธุ์หอยได้อย่างเพียงพอจากบริเวณอื่นที่ไม่ห่างไกลออกไปจากแหล่งเลี้ยงมากนัก ทั้งนี้เพื่อลดต้นทุนและสะดวกในการลำเลียงพันธุ์หอย

4.2 เป็นแหล่งน้ำกร่อยหรือน้ำเค็ม ไม่อยู่ในอิทธิพลของกระแสน้ำจืดไหลบ่าท่วมในฤดูฝน กล่าวคือความเค็มของน้ำอยู่ในระดับค่อนข้างสูง และคงสภาพอยู่เป็นเวลานานประมาณ 7-9 เดือนในรอบปี

4.3 เป็นแหล่งที่ปลอดภัยจากกระแสน้ำและคลื่นลมแรง ซึ่งเป็นผลให้วัสดุและส่วนประกอบต่างๆ ตลอดจนหอยที่เลี้ยงถูกพัดพาและทำลายให้เสียหาย ซึ่งมักจะเกิดขึ้นเสมอในฤดูมรสุม

4.4 แหล่งเลี้ยงควรอยู่ห่างไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ถ่ายเทน้ำเสียอันเป็นพิษเป็นภัยต่อสัตว์น้ำ และเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค รวมทั้งไม่อยู่ภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำขุนด้วยโคลนตม ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะดังกล่าวเป็นผลให้หอยมีอัตราการตายสูงและปริมาณแพลงก์ตอนที่เป็อาหารตามธรรมชาติมีความชุกชุมต่ำมาก หอยจึงเจริญเติบโตช้า

4.5 เป็นแหล่งน้ำตื้นชายฝั่ง มีความลึกอยู่ในช่วงประมาณ 3-10 เมตร สภาพดินเป็นโคลนหรือโคลนปนทราย มีกระแสน้ำไหลผ่านไม่เป็นที่ที่มีกระแสน้ำอับ น้ำมีความสะอาดอุดมสมบูรณ์ด้วยแพลงก์ตอนซึ่งเป็นอาหารของหอยแมลงภู่ สภาพดังกล่าวปรากฏอยู่ทั่วไปตามชายฝั่งทะเล ปากแม่น้ำ ลำคลอง และทะเลสาบ รวมทั้งบึงที่เชื่อมต่อกับทะเล

4.6 เป็นแหล่งที่สามารถจัดหาวัสดุที่ใช้สำหรับเลี้ยงหอยแมลงภู่ได้สะดวกและมีราคาถูก เช่น หลักไม้จำพวกไม้ไผ่รวก ไม้ไผ่รวก ตลอดจนอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในการเลี้ยงหอย รวมทั้งสามารถจัดหาแรงงานได้ในอัตราไม่สูงเกินไป เป็นส่วนช่วยให้เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนในระดับที่เหมาะสม

4.7 เป็นแหล่งที่มีการคมนาคมสะดวกทั้งทางบกและทางน้ำรวมทั้งไม่อยู่ไกลจากตลาดหรือแหล่งรับซื้อเพื่ออุตสาหกรรมแปรรูป สามารถจัดจำหน่ายผลผลิตได้เป็นอย่างดี

5. รูปแบบการเลี้ยงหอยแมลงภู่ในประเทศไทย

การเลี้ยงหอยแมลงภู่มีหลายแบบ แต่ละแบบเหมาะสมที่จะใช้ตามลักษณะภูมิประเทศและสภาวะแวดล้อม ฉะนั้นการที่จะเลือกวิธีการเลี้ยงแบบใดนั้นเป็นเรื่องที่จะต้องพิจารณาตามความเหมาะสม การเลี้ยงหอยแมลงภู่จำแนกได้ ดังนี้

5.1 การเลี้ยงแบบปักหลักล่อลูกหอย การเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบนี้เหมาะสมที่จะดำเนินการเลี้ยงในพื้นที่ขานน้ำตื้น ซึ่งมีความลึก 4 – 6 เมตร ตามบริเวณชายฝั่งทะเลที่มีสภาพเป็นอ่าวทั่วไป พื้นที่เลตั้งแต่เส้นขอบฝั่งออกไปไม่ลาดชันเกินไป สภาพดินเป็นโคลนและโคลนปนทราย ในแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ของประเทศไทยจะมีลูกหอยเกิดแทบทุกเดือนตลอดทั้งปี แต่ฤดูหอยวางไข่หรือมีลูกหอยเกาะจำนวนมาก ปรากฏในช่วงเดือนมิถุนายน – กรกฎาคม ช่วงหนึ่ง และอีกช่วงหนึ่งปรากฏในเดือนตุลาคม – ธันวาคม ของทุกปี เกษตรกรผู้เลี้ยงหอยจึงต้องเตรียมปักหลักไม้ เพื่อให้

แล้วเสร็จก่อนหน้าที่ลูกหอยจะเริ่มเกาะ เป็นเวลาประมาณ 1 - 2 สัปดาห์ หลักไม้ที่ใช้กันทั่วไปเป็น ไม้ไผ่รวก ไม้ไผ่หนวล และไม้เป็ง ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 - 5 เซนติเมตร ยาว ประมาณ 5 - 6 เมตร โดยจะปักหลักไม้เรียงกันเป็นแถว ไม้ไผ่แต่ละต้นปักให้ลึกลงดินและซ่าย สลับกันไปทุกต้น การที่ปักหลักไม้ให้เอียงดังกล่าว ก็เพื่อช่วยให้หลักไม้มีการ โคนลดน้อยลง เมื่อ หอยมีขนาดโตขึ้นและมีน้ำหนักมากขึ้น รวมทั้งป้องกันการเสียดสีกันเมื่อมีกระแสน้ำไหลแรง และ ทำให้หอยหล่นเสียหายได้ (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536)

5.2 การเลี้ยงหอยแมลงภู่วางร่วมกับการทำโป๊ะจับปลา วิธีการนี้คล้ายกับการปักหลักเลี้ยง โดยตรง แต่แทนที่จะปักไม้ไผ่เป็นแถวเป็นแนวกลับปักเป็นรูปโป๊ะที่ประกอบด้วยตัวโป๊ะและปัก โป๊ะ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการจับปลาด้วย ซึ่งการทำโป๊ะลักษณะนี้จะได้ผลผลิตจากปลาชนิดต่างๆ ที่จับได้ใน โป๊ะ และหอยแมลงภู่วางที่เกาะตามปักโป๊ะ ซึ่งในปัจจุบันปลามีน้อยลง ผู้ทำโป๊ะจึงเพิ่ม การปักไม้ปักโป๊ะให้ยาวขึ้นและเพิ่มจำนวนปักโป๊ะเป็นการเพิ่มพื้นที่ให้หอยแมลงภู่วางมากขึ้น เนื่องจากในพื้นที่ทำโป๊ะทางกรมประมงยังไม่อนุญาตให้มีการปักหลักไม้เลี้ยง โดยตรงเพราะเป็นที่ อนุญาตให้ทำโป๊ะเท่านั้น ประเภทของโป๊ะที่ทำอยู่แบ่งออกได้เป็น โป๊ะน้ำลึกและ โป๊ะน้ำตื้น

5.3 การเลี้ยงแบบแขวน การเลี้ยงหอยแมลงภู่วิธีนี้ ทำกันมากในประเทศฝรั่งเศส อิตาลีและ สิงคโปร์ โดยการรวบรวมพันธุ์หอยมาใช้เลี้ยง ซึ่งมีอยู่หลายวิธี ได้แก่ การใช้ไม้หลัก เชือกใย มะพร้าวล่อลูกหอย และเลี้ยงต่อไปภายในระยะเวลา 2 - 3 เดือน เมื่อหอยเจริญเติบโตได้ขนาด 2 - 3 เซนติเมตร แล้วจึงนำไปใส่ถุงลวดขนาดตา 1 เซนติเมตร มัดหัวท้ายให้แน่น หอยถุงหนึ่งๆ ยาว ประมาณ 4 เมตร จากนั้นหุ้มด้วยตาข่ายที่ถักด้วยเชือกไนล่อนขนาดตาอวน 7 - 10 เซนติเมตร หลังจากประกอบเสร็จนำไปแขวนไว้ได้เปลว ในระยะเริ่มแรกลูกหอยในถุงลวดจะอยู่ระเกะระกะ ไม่เป็นระเบียบ แต่ลูกหอยจะค่อยๆ จัดตัวเองให้เหมาะสมตามสภาพของถุง ถุงลวดตาข่ายจะหุสลาย ไปในเวลาต่อมา แต่จะมีระยะเวลาพอที่ลูกหอยจะสร้างเส้นใยเพื่อเกาะจับอวนไนล่อน เมื่อเวลา ผ่านไปลูกหอยก็จะเจริญเติบโตมีน้ำหนักมากขึ้น และถ่วงให้ถุงอวนไนล่อนกลายเป็นแกนกลาง เพื่อให้หอยเกาะเลี้ยงตัวต่อไป (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536)

5.4 การเลี้ยงในตะกร้า การเลี้ยงหอยแบบนี้มักทำกันในญี่ปุ่น โดยรวบรวมลูกหอยจาก แหล่งน้ำธรรมชาติ มาใส่ตะกร้าเลี้ยงไว้ได้แพหรือราวไม้ ให้ตะกร้าหอยจมอยู่ในน้ำตลอดเวลา จนหอยเจริญเติบโตได้ขนาดที่ตลาดต้องการแล้วจึงส่งจำหน่ายต่อไป (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536)

5.5 การเลี้ยงบนพื้นทะเล วิธีการเลี้ยงหอยแบบนี้เหมาะสมที่จะเลี้ยงในบริเวณอ่าวที่มีสิ่งกำบังคลื่นลม พื้นทะเลเป็นกรวดหินหรือดินแข็ง มีน้ำทะเลท่วมถึงตลอดเวลา ระดับน้ำลึก 2–3 เมตร โดยผู้เลี้ยงจะรวบรวมลูกหอยที่เกาะติดกับหินหรือวัสดุอื่น ๆ ซึ่งนำไปปล่อยให้ลูกหอยเกาะมาปล่อยเลี้ยงในบริเวณดังกล่าว จนเจริญเติบโตเป็นวิธีที่นิยมทำกันในประเทศเนเธอร์แลนด์ สำหรับประเทศไทยได้ทำการเลี้ยงกันเป็นจำนวนน้อย ในท้องที่บ้านอ่าวพังกา จังหวัดชุมพร การเลี้ยงดังกล่าวนี้มักมีอัตราการรอดต่ำ เพราะลูกหอยจะถูกตะกอนทับถมตายเสียเป็นจำนวนมาก (กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, 2536)

5.6 การเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือก เป็นการเลี้ยงหอยแมลงภู่ที่ใช้เชือกมาถักเป็นแพขนาดตามต้องการโดยแต่ละช่องมีขนาดตา 1x1 ตารางเมตร โดยอาจจะถักให้มีพื้นที่ 10x10 ตารางเมตร หรือ 20x20 ตารางเมตร หรือ 40x40 ตารางเมตร โดยใช้ถังท่อนพลาสติกผูกตามตาเชือกเพื่อให้แพเชือกลอยอยู่ที่ผิวน้ำและยึดตัวแพให้อยู่กับที่โดยใช้เชือกผูกติดกับสมอปูนที่มุดแต่ละด้าน นำสายอวนเลี้ยงหอยยาวประมาณ 2 เมตร ถ่วงปลายด้านล่างด้วยอิฐมอญแดงมาผูกที่ตัวแพเชือกเพื่อล่อลูกหอยให้มาเกาะ (สถานีวิจัยประมงศรีราชา, 2544)

6. คุณภาพสิ่งแวดล้อมกับการเลี้ยงหอยแมลงภู่

6.1 คุณภาพน้ำกับการเลี้ยงหอยแมลงภู่

วิธีการเพาะเลี้ยงหอยแมลงภู่ในประเทศไทยเป็นเพียงการหาวัสดุล่อให้ลูกหอยแมลงภู่ลงเกาะและปล่อยให้ลูกหอยเจริญเติบโตตามธรรมชาติ บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่กันมากส่วนใหญ่อยู่ตามแนวชายฝั่งทะเลที่มีระดับน้ำลึกประมาณ 4-6 เมตร ในเขตจังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรีและชุมพร (บรรจง, 2520) การเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบดั้งเดิม จะเป็นการเลี้ยงแบบปักหลักไม้ และได้มีการพัฒนารูปแบบการเลี้ยงเป็นการเลี้ยงแบบแขวนซึ่งมีทั้งแบบแขวนบนแพ และแบบแขวนบนเชือกยาวติดทุ่นลอย (นิลนาจ, 2526)

การเลี้ยงหอยแมลงภู่ นั้น บางแห่งหอยแมลงภู่สามารถเจริญเติบโตเร็ว แต่บางแห่งหอยเจริญเติบโตช้า ทั้งนี้มีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ เช่น ปัจจัยทางชีวภาพ คือ อายุ ขนาด และลักษณะทางพันธุกรรม และปัจจัยทางฟิสิกส์ คือ อุณหภูมิ ความลึกของน้ำ เป็นต้น (Jamison *et al.*, 1975) วิทยาและสิริพร (2542) รายงานว่า ความเค็มมีผลต่อการเจริญเติบโตและการรอดตายของหอยแมลงภู่ ความเค็มที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ

หอยแมลงภู่คือ 25-30 ส่วนในพันส่วน ซึ่งแตกต่างจากความเค็มของสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจาก สัตว์น้ำแต่ละชนิดมีช่วงความเค็มที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ถ้าช่วงความเค็ม ต่ำกว่าช่วงความเค็มที่เหมาะสม หอยจะมีการเจริญเติบโตช้ากว่า ทั้งนี้เพราะหอยแมลงภู่ต้องใช้ พลังงานที่มีอยู่ในการปรับตัวเพื่อรักษาสมดุลของปริมาณเกลือแร่ในร่างกายกับปริมาณเกลือแร่ใน น้ำทะเลอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเมตาโบลิซึม และหอยจะต้องสูญเสีย พลังงานในกระบวนการนี้ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณเกลือแร่หรือระดับความเค็มของน้ำทำให้ สัตว์ชนิดนั้นสูญเสียพลังงานเพื่อใช้ในการปรับตัวในอันที่จะรักษาสมดุลดังกล่าว ทำให้การ เจริญเติบโตลดลงเนื่องจากสัดส่วนของพลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโตถูกตัดทอนไป (จารุวัฒน์ และสะไบทิพย์, 2538) ค่าความเค็มที่ควรกำหนดเป็นจุด Threshold หรือจุดกำหนดความ เป็นอันตรายต่อการอยู่รอดของหอย ในกรณีที่ได้รับผลกระทบในระยะยาวและต่อเนื่อง ควรมีค่าอยู่ ที่ระดับ 15 ส่วนต่อพันส่วน โดยหากความเค็มของน้ำลดต่ำกว่า 15 ส่วนต่อพันส่วนเป็นเวลานาน เกินกว่า 3 วันแล้ว จะก่อให้เกิดการตายของหอยเป็นจำนวนมากได้ ขณะที่ความเค็มสูงตั้งแต่ 15 ส่วนต่อพันส่วนขึ้นไป จะมีความปลอดภัยต่อการดำรงชีวิตของหอยชนิดนี้ (สุขุม, 2542)

อุณหภูมิของน้ำเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ บริเวณที่เลี้ยงหอยแมลงภู่ส่วนใหญ่จะอยู่ในบริเวณที่เป็นอ่าวและชายฝั่งทะเลที่ค่อนข้างตื้น อุณหภูมิของน้ำไม่ค่อยมีความแตกต่าง ฤดูร้อนจะมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 31-32 องศาเซลเซียส และ ฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 26-28 องศาเซลเซียส ซึ่งนับว่าเป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ หอยแมลงภู่ (จิตรรา, 2541)

จากการศึกษาคุณภาพน้ำที่บริเวณแปลงเลี้ยงหอยแมลงภู่บ้านท้องตม อำเภอสวี และ บ้านปากมหาด อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร จัดว่ามีความเหมาะสมในการเลี้ยงหอยแมลงภู่ คือ ความ เค็มมีค่าค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำตลอดทั้งปีของแปลงหอยบ้าน ท้องตมอยู่ในช่วง 8.0-8.6 ขณะที่แปลงหอยบ้านปากมหาดอยู่ในช่วง 7.7-8.6 ซึ่งเป็นช่วงที่สัตว์น้ำ เจริญเติบโตได้ดี เพราะระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำคือ 6.5-9 ความเป็นกรดเป็นด่างที่มีค่าต่ำกว่า 6.5 ลงมาจะทำให้ปลาหรือสัตว์น้ำที่ได้รับการสัมผัสเป็น เวลานาน เกิดสภาวะการเจริญเติบโตช้า ส่วนคุณภาพน้ำที่สำคัญอื่นๆ เช่น ปริมาณออกซิเจนที่ ละลายในน้ำ แอมโมเนีย ไนไตรท์ จัดว่ามีความเหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงตลอดทั้งปี คือปริมาณ ออกซิเจนละลายน้ำมากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณแอมโมเนียน้อยกว่า 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และปริมาณไนไตรท์ต่ำกว่า 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (สุขศรีและพงษ์ธร, 2543)

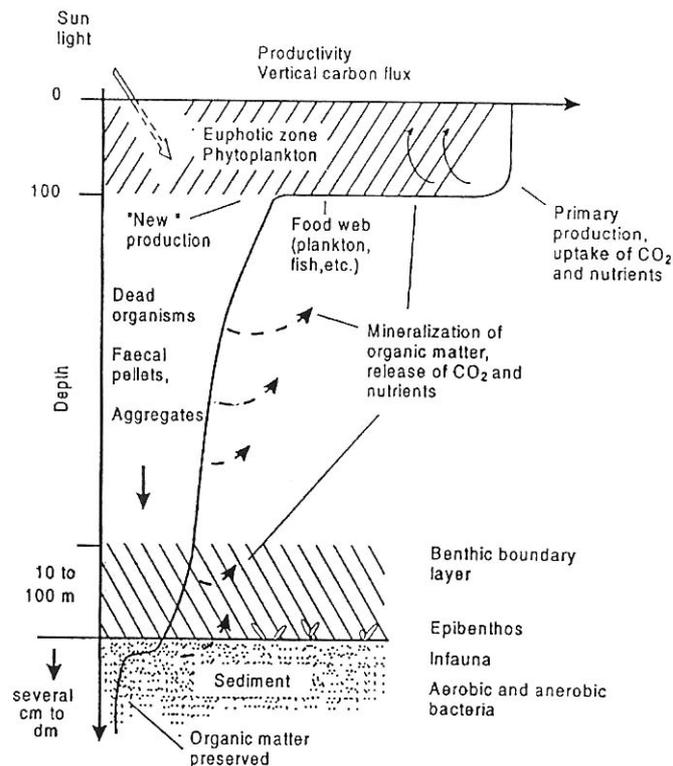
กังสดาน (2545) รายงานว่า อุณหภูมิในรอบปี (พฤศจิกายน 2543-กันยายน 2544) บริเวณจุดเก็บตัวอย่างแบบแพเชือกที่อ่าวศรีราชาอยู่ในช่วง 24.9-32.0 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 4.03-7.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเค็มอยู่ในช่วง 20.2-36.8 ส่วนในพันส่วน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.56-8.35 ค่าความโปร่งใสอยู่ในช่วง 2.67-5.16 เมตร ส่วนอุณหภูมิในรอบปีบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแบบปักหลักไม้อยู่ในช่วง 24.5-32.2 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 4.85-8.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเค็มอยู่ในช่วง 20.8-37.6 ส่วนในพันส่วน ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.66-8.61 ค่าความโปร่งใสอยู่ในช่วง 1.80-4.70 เมตร

การศึกษาปริมาณแคะเมียมและตะกั่วในหอยแมลงภู่อายุ 2-7 เดือน ที่เลี้ยงแบบแพและแบบปักหลัก (ระดับบนและระดับล่าง) บริเวณสถานีวิจัยประมงศรีราชา จังหวัดชลบุรี เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโลหะหนักในหอยแมลงภู่อายุวิธี และรุ่นการเลี้ยงต่างๆ รวมทั้งศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเลและดินตะกอนตามฤดูกาล โดยทำการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2543-กันยายน 2544 พบว่าปริมาณแคะเมียมและตะกั่วในหอยแมลงภู่อายุมีความแตกต่างกันตามอายุอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยมีปริมาณสูงสุดในช่วงอายุ 5-6 เดือน ปริมาณแคะเมียมและตะกั่วส่วนใหญ่มีค่าต่ำในหอยแมลงภู่อายุที่เลี้ยงแบบแพ โดยปริมาณตะกั่วในหอยแมลงภู่อายุมีความแตกต่างกันตามวิธีการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนแคะเมียมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณโลหะหนักเฉลี่ยทั้งสองชนิด ในหอยแมลงภู่อายุรุ่นการเลี้ยงที่ 2 (เม.ย.-ก.ย.) จากวิธีการเลี้ยงต่างๆ ส่วนใหญ่มีค่าสูงกว่าในหอยแมลงภู่อายุรุ่นการเลี้ยงที่ 1 (พ.ย.-มี.ค.) โดยปริมาณแคะเมียมมีความแตกต่างกันตามรุ่นการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนตะกั่วไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ปริมาณแคะเมียมในหอยแมลงภู่อายุมีค่าไม่เกินมาตรฐานโลหะหนักในอาหารของกระทรวงสาธารณสุข แต่ปริมาณการสะสมตะกั่วยังมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานในบางช่วงอายุ ปริมาณแคะเมียมและตะกั่วเฉลี่ยในน้ำทะเลบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแบบปักหลักมีค่าสูงกว่าบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแบบแพ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักในน้ำทะเลตามฤดูกาลพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ปริมาณแคะเมียมและตะกั่วเฉลี่ยในดินตะกอนบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแบบปักหลักมีค่าสูงกว่าบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแบบแพ โดยปริมาณตะกั่วมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ส่วนแคะเมียมพบว่าไม่มีความผันแปรตามจุดเก็บและฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญ (กังสดาน, 2545)

6.2 คุณภาพดินตะกอนบางประการกับการเลี้ยงหอยแมลงภู

6.2.1 สารอินทรีย์รวม (Total Organic Matter : TOM)

สารอินทรีย์ในดินตะกอนมีความสำคัญในฐานะที่เป็นแหล่งอาหารและแหล่งพลังงานของสิ่งมีชีวิตบริเวณพื้นท้องน้ำ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กส่วนใหญ่ อาทิ พวกโปรโตซัวที่อาศัยอยู่ในดินตะกอน ทำการใช้ประโยชน์จากสารอินทรีย์ในทางตรง คือ การกินเพื่อเป็นอาหาร นอกจากนี้ในบริเวณที่มีสารอินทรีย์สูงจะเกิดการเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียซึ่งเป็นอาหารอย่างดีต่อสิ่งมีชีวิตชั้นสูงขึ้นไปในระบบนิเวศอีกด้วย สารอินทรีย์ในดินตะกอนที่ถูกย่อยสลาย และเปลี่ยนรูปเป็นสารอนินทรีย์ ส่วนหนึ่งจะมีการแพร่ผ่านเข้าไปสู่แหล่งน้ำเบื้องบน (ภาพที่ 1) สารอาหารจากพื้นท้องน้ำเช่นนี้มีบทบาทสำคัญต่อการผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำนั้นๆ อย่างยิ่ง



ภาพที่ 1 การตกตะกอนและการหมุนเวียนของสารอินทรีย์คาร์บอนในแหล่งน้ำ

ที่มา: Schulz and Zabel (2000)

สารประกอบอินทรีย์ในดินเป็นสารผสมที่มีความซับซ้อน ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากแผ่นดินเนื่องจากการพัดพาเข้ามา และสามารถเกิดได้จากการผลิตโดยแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำนั้นโดยตรง สารอินทรีย์จึงสามารถพบได้ทั้งที่เป็นรูปของสารละลายในดิน สารแขวนลอยอยู่ใกล้ผิวหน้าดินและกลุ่มที่ตกตะกอนและสะสมอยู่ในดินเป็นระยะเวลายาวนาน

ปริมาณสารอินทรีย์รวมเป็นสารที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่อยู่บนบกและในน้ำ สารอินทรีย์เหล่านี้มีธาตุเป็นองค์ประกอบโดยน้ำหนักที่สำคัญ คือ คาร์บอนร้อยละ 58 ออกซิเจนร้อยละ 20 ไฮโดรเจนร้อยละ 10 ไนโตรเจนร้อยละ 5 ฟอสฟอรัสและกำมะถันร้อยละ 1 นอกนั้นเป็นสารอื่นๆ อีกเล็กน้อย (อากรณ, 2539) สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำและในดินตะกอนมีบทบาทสำคัญคือเป็นแหล่งอาหารและพลังงานที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตในน้ำ สัตว์หน้าดินชนิดต่างๆ ซึ่งสามารถใช้สารอินทรีย์ที่สะสมในดินตะกอนเป็นอาหารได้โดยตรงสูงถึงร้อยละ 10-20 ของปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในดินตะกอน สารอินทรีย์ในแหล่งน้ำจะอยู่ในรูปของสารละลาย สารแขวนลอยหรือตกตะกอนทับถมกัน (Meyer and Takahashi, 1981)

Povoledo and Golterman (1972) ได้จำแนกสารอินทรีย์ในน้ำ และดินตะกอนออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

- Non humid substances หมายถึง สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้อย่างรวดเร็ว ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน

- Humid substances หมายถึง สารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ยากและใช้เวลานาน เป็นสารประกอบที่มีรูปร่างไม่แน่นอน และยังเป็นส่วนประกอบสำคัญของดินและน้ำที่ทำให้ดินและน้ำมีสีเข้ม ในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีสารอินทรีย์กลุ่มนี้มากที่สุด โดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 50-80 โดยน้ำหนักของสารอินทรีย์ในดินทั้งหมด

Mckey (1996) ได้แบ่งสารอินทรีย์ออกเป็น 4 กลุ่ม ซึ่งเป็นการแบ่งตามความเป็นพิษ คือ

-Biologically degradable and non toxic substance คือ เป็นกลุ่มที่สามารถสลายตัวได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา และไม่เป็นพิษ

- Biologically degradable and toxic substance คือ เป็นกลุ่มที่สามารถสลายตัวได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา และเป็นสารที่เป็นพิษ

- Biologically nondegradable and non toxic substance คือ เป็นกลุ่มที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา และไม่เป็นพิษ

- Biologically nondegradable and toxic substance คือ เป็นกลุ่มที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยกระบวนการทางชีววิทยา และเป็นพิษ

Vichkovitten (1997) ศึกษาการตกตะกอนในฟาร์มเลี้ยงปลา yellowtail พบว่ากิจกรรมการเลี้ยงปลาจะเป็นตัวเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์สู่ตะกอนพื้นท้องทะเล และทำให้เกิดการใช้ปริมาณออกซิเจนเพิ่มมากขึ้นในกระบวนการย่อยสลาย จากการศึกษาของ Gilbert และคณะ (1997) ในประเทศฝรั่งเศสพบว่าชั้นดินตะกอนในบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยมักจะเกิดปฏิกิริยารีดักชัน หรือเกิดกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ส่วนพื้นที่ที่ไม่ได้ทำการเลี้ยงหอยมักจะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือกระบวนการไนตริฟิเคชัน

การศึกษการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์และคุณภาพของดินตะกอนบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ในอ่าวศรีราชา โดยมีการศึกษาในด้านปริมาณธาตุอาหารและปริมาณสารอินทรีย์ พบว่า น้ำที่ผิวน้ำมีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไนไตรท์-ไนโตรเจน ไนเตรท-ไนโตรเจน และฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส อยู่ระหว่าง 5.13-8.95, 0.02-0.27, 0.00-0.02 และ 0.00-0.06 ไมโครโมล ตามลำดับ ในส่วนของน้ำที่ผิวดินตะกอน พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 5.05-9.07, 0.03-0.35, 0.00-0.23 และ 0.00-0.21 ไมโครโมล ตามลำดับ และมีปริมาณสารอินทรีย์อยู่ระหว่าง 12-75 มิลลิกรัมต่อกรัม และยังได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการตกตะกอนระหว่างแหล่งที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่และแหล่งที่ไม่มีมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ พบว่าอัตราการตกตะกอนในบริเวณแหล่งที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่จะสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ (อลงกตและคณะ, 2542)

ดินตะกอนเป็นทรัพยากรที่สำคัญอย่างหนึ่งในแหล่งน้ำ หากพิจารณาในรายละเอียดแล้ว ดินตะกอนจัดเป็นระบบนิเวศ (ecosystem) ที่มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในตัวของมันเอง ภายในดินตะกอนมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมาย องค์ประกอบของดินตะกอนในทุกๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นองค์ประกอบทางกายภาพ ด้านเคมี หรือด้านชีวภาพล้วนแล้วแต่มีบทบาทและมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ไม่มากนักน้อย นอกจากนี้ดินตะกอนยังมีอิทธิพลต่อคุณภาพของ

แหล่งน้ำและกำลังผลิตของแหล่งน้ำในภาพรวม ดินตะกอน สามารถจัดเป็นทั้งแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตและเป็นแหล่งสะสมรวมตัวของสารต่างๆ ในแหล่งน้ำ และยังเป็นแหล่งกำเนิดของสารอาหารที่หมุนเวียนกลับขึ้นสู่แหล่งน้ำเบื้องบนอีกด้วย บทบาทอีกอย่างหนึ่งของดินตะกอนที่นับว่ามีความสำคัญคือบทบาทด้านการเป็นแหล่งสะสมและกักเก็บธาตุอาหาร ตลอดจนเป็นแหล่งธาตุอาหารแก่มวลน้ำเบื้องบนอย่างมากมายและผู้ย่อยสลายเหล่านี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ที่มีการตกทับถมลงมาในบริเวณพื้นที่ท้องน้ำให้กลับมาอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ ซึ่งเพลงก็ตอนพืชและพรรณไม้น้ำต่างๆ สามารถนำมาใช้ในการผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำได้อีกครั้ง ปัจจัยที่ควบคุมการสลายตัวของสารอินทรีย์ มีทั้งองค์ประกอบทางเคมีของสารอินทรีย์เองจนถึงสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ การถ่ายเทอากาศ ความชื้น ค่าความเป็นกรดด่าง และปัจจัยอื่นๆ ที่ควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (สมศักดิ์, 2528) การย่อยสลายที่อุณหภูมิต่ำจะเกิดขึ้นช้ากว่าที่อุณหภูมิสูง (ศุภมาส, 2529) และการย่อยสลายตัวของสารอินทรีย์เกิดขึ้นได้ดีที่อุณหภูมิ 30-40 องศาเซลเซียส (สมศักดิ์, 2528) นอกจากนี้ ชาลี (2529) ได้รายงานไว้ว่า ความมากน้อยของจุลินทรีย์ และกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดินส่งผลกระทบต่อระดับอินทรีย์วัตถุ และไนโตรเจนรวมในดิน หากดินตะกอนมีปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในระดับที่สูง แสดงว่ามีสารประกอบพวกที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูง ซึ่งสารประกอบเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมให้มีการเพิ่มพูนปริมาณของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่ในดินตะกอนนั้นให้มากขึ้น ความต้องการไนโตรเจนสำหรับนำไปสร้างเซลล์จุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้นด้วย (สรสิทธิ์, 2535) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณไนโตรเจน ทำให้การสะสมไนโตรเจนลดลง

Brewer and Pfaender (1979) ได้ศึกษาการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินตะกอนพบว่า ท้องน้ำที่มีออกซิเจนเพียงพอ จุลินทรีย์จะทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินตะกอน ซึ่งสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดเล็กจะถูกย่อยได้ดีกว่าที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะพวกจุลินทรีย์จะใช้สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำและในดินตะกอนตามธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งถ้ามีมากเกินไปจะก่อให้เกิดปัญหามลพิษในแหล่งน้ำ หรือถ้ามีน้อยเกินไปจะทำให้แหล่งน้ำขาดความอุดมสมบูรณ์ ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ (สุทธิพงษ์, 2535)

ศิรินา (2531) และวิลาสินี (2533) ได้ศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำและดินตะกอนพบว่าปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำมีผลต่อสารอินทรีย์ในดินตะกอน และเมื่อความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำสูงขึ้นมักพบสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูงขึ้นด้วย จากการศึกษากองกริชพล (2535) ก็ได้ผลสอดคล้องเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ลักษณะเนื้อดินตะกอนที่มือนุภาคดินเหนียวสูงจะยึดเกาะสารอินทรีย์ได้ดีกว่าอนุภาคที่มีดินทรายสูง (สมเจตน์, 2522) ภายในดินตะกอน วงจรของออกซิเจน คาร์บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซัลไฟด์รวม มีความสัมพันธ์กับกระบวนการย่อย

สลาย โดยมีตัวรับอิเล็กตรอนหลักๆ อยู่ 2 ตัว ในการย่อยคาร์บอนอินทรีย์ในดินตะกอน คือ ออกซิเจน และ SO_4^{2-} (Mackin and Swider, 1989) ในบริเวณผิวหน้าที่ดินตะกอนสัมผัสกับน้ำ ออกซิเจนจากน้ำจะแพร่เข้าสู่ดินตะกอนตามความลึก และเกิดกระบวนการแอโรบิก ออกซิเจนจะลดลงเป็นตัวแรก ก่อนตัวรับอิเล็กตรอนตัวอื่นๆ เช่น NO_3^- , Mn^{2+} , Fe^{3+} , SO_4^{2-} และ CO_2 ผลสุดท้ายจะถูกใช้โดยแบคทีเรียพวกเฮเทอโรโทรฟริก ซึ่งเป็นพวกที่รีดิวส์ SO_4^{2-} ผลผลิตที่ได้คือ S_2^- และ NH_4^+ แอมโมเนียมที่ได้จากการย่อยสลายในดินตะกอนสามารถแพร่ออกไปสู่น้ำที่อยู่เหนือบริเวณนั้นๆ หรือถูกออกซิไดซ์ไปเป็นไนไตรท์ และไนเตรทโดย nitrifying bacteria โดยการกำหนดของออกซิเจนในน้ำ ดังนั้นไนไตรท์หรือไนเตรทจึงพบเห็นได้ในดินตะกอนและสามารถแพร่หรือถูกรีดิวซ์กลับไปเป็นแอมโมเนียมได้ขึ้นกับกระบวนการรีดิวส์ไนเตรทที่แตกต่างกันหรือรีดิวส์ไปเป็นไนโตรเจน (N_2) โดยกระบวนการดีไนตริฟิเคชัน ส่วนฟอสฟอรัสไม่สามารถกลับขึ้นมาในกระบวนการรีดักชัน-ออกซิเดชันเหมือนไนโตรเจน

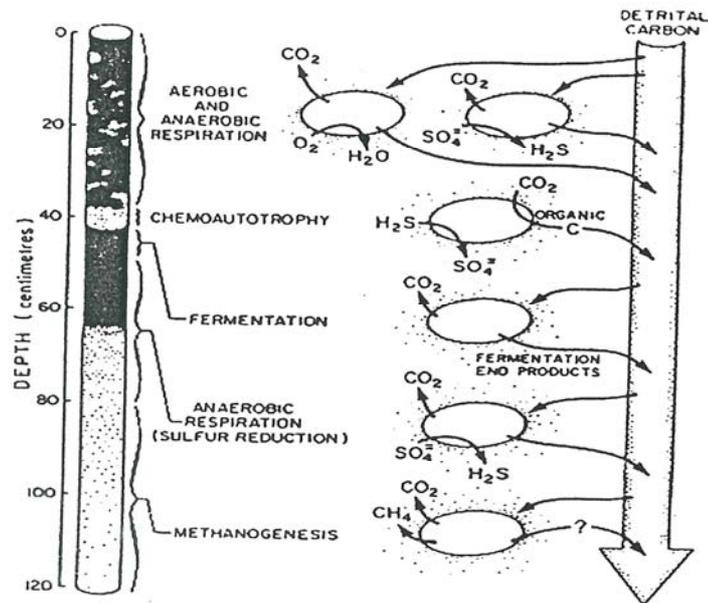
6.2.2 ซัลไฟด์

ซัลไฟด์ในรูปแบบต่างๆ ที่เกิดขึ้นในดินตะกอนเกิดจากกระบวนการชีวภาพ และกระบวนการทางอนินทรีย์เคมี สิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทโดยตรงต่อการเกิดซัลไฟด์คือ แบคทีเรียที่ทำกรย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินแบบไม่ใช้ออกซิเจน และปฏิกิริยาที่เกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า กระบวนการ sulfate reduction ผลของปฏิกิริยา sulfate reduction จะให้สารประกอบ อาทิ แอมโมเนียและซัลไฟด์ออกมาสะสมอยู่ในดิน ณ ตำแหน่งที่เกิด และอาจมีการแพร่กระจายขึ้นไปที่ผิวดินได้ (จารูมาศ, 2545) (ภาพที่ 2)

ด้วยรูปแบบการเกิดขึ้นของซัลไฟด์ จะพบว่าบริเวณผิวดินโดยทั่วไปที่มีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนในน้ำเหนือผิวดิน หรือผิวดินที่มีลักษณะโปร่งซึ่งน้ำแทรกซึมผ่านได้ดี จะไม่พบปริมาณซัลไฟด์อยู่เลย ปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ ณ บริเวณดังกล่าวก็จะเกิดขึ้นภายใต้สภาพที่มีออกซิเจน ซัลไฟด์หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์จะเริ่มปรากฏขึ้นเมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มมากขึ้น ระดับที่มีการสะสมของซัลไฟด์สูงสุดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบทางอินทรีย์สารของดินตะกอนนั้น ดินตะกอนในธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นทรายอาจมีระดับสูงสุดของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ประมาณ 6-8 เซนติเมตร ขณะที่ในดินที่เป็นโคลนปนทรายอาจมีระดับสูงสุดอยู่ที่ใกล้ผิวดินมากกว่า ในระดับประมาณ 2-3 เซนติเมตรเท่านั้น เมื่อพิจารณาดินที่มีระดับความลึกมากขึ้น โดยส่วนใหญ่ซัลไฟด์ในดินจะมีปริมาณลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการที่ปริมาณอินทรีย์สารใหม่ๆ ซึ่งแบคทีเรียจะนำมาใช้จะอยู่เฉพาะบริเวณผิวดิน นอกจากนี้สารละลาย

ซัลเฟต (ซึ่งมีแหล่งที่มาจากผิวน้ำด้านบน) จะมีปริมาณที่น้อยลงตามความลึกของดินด้วย (จารูมาศ, 2545)

ในดินตามหาดทรายที่สะอาดทั่วไปมักตรวจไม่พบปริมาณซัลไฟด์ ผลการสำรวจดินตะกอนในพื้นที่อ่าวไทยและทางตะวันออกเฉียงของคาบสมุทรมาเลเซีย แสดงระดับของซัลไฟด์ในดิน (0-2 เซนติเมตร) เฉลี่ยต่ำกว่า 0.001 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของดินตะกอน (Chareonpanich *et al.* 1998) อย่างไรก็ตามในพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะบางแห่ง อาทิ บริเวณใกล้กับเกาะสมุยซึ่งมีกิจกรรมด้านการท่องเที่ยว บริเวณปากแม่น้ำบางปะกงขณะที่เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี และบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยนางรมอย่างหนาแน่นในพื้นที่ปากแม่น้ำเวฬุ จังหวัดจันทบุรี ก็สามารถพบปริมาณซัลไฟด์สูงถึงประมาณ 0.3, 1.7 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้งของดินตะกอน ตามลำดับ (Chareonpanich *et al.* 1998; จันทรา 2546)



ภาพที่ 2 รูปแบบของการเกิดกระบวนการทางเคมีและชีวเคมีต่างๆ ตามระดับความลึกในดินตะกอนพื้นที่ท้องน้ำ

ที่มา: Parsons *et al.* (1984)

ตามปกติในทะเลหรือในบริเวณปากแม่น้ำประกอบด้วยดินตะกอน 2 ชั้น คือ ดินที่มีออกซิเจนและดินที่ปราศจากออกซิเจน โดยชั้นดินที่มีออกซิเจนจะปกคลุมอยู่ชั้นบน ซึ่ง สารอินทรีย์ในชั้นนี้จะถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียพวกที่ใช้โมเลกุลออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอน เมื่อมีการตกตะกอนต่อเนื่องทับถมทำให้ชั้นดินที่มีออกซิเจน เป็นชั้นดินที่ปราศจากออกซิเจน พลังงานที่ใช้เผาผลาญสารอินทรีย์ในดินตะกอนจะเป็นตัวผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทาง ชีวเคมี โดยในระยะแรกออกซิเจนที่ละลายในดินจะถูกใช้ไปอย่างรวดเร็ว แล้วมีแหล่งพลังงาน ต่อไป คือ ไนเตรทและซัลเฟต โดยเฉพาะการเกิดรีดักชันของซัลเฟต โดยแบคทีเรียซัลเฟตรีดักชัน พวก *Desulfovibrio* ซึ่งมีปริมาณมากในดิน ผลของการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยวิธีนี้ เกิดเป็น ไฮโดรเจนซัลไฟด์รวม (Sawyer and McCarty, 1967) นอกจากย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรีย กลุ่ม *Desulfovibrio* แล้วการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียกลุ่ม *Escherichia* และ *Proteus* ใน สภาพที่ไม่มีออกซิเจนก็จะได้ซัลไฟด์รวมเช่นกัน (สมสุข, 2524) จากรายงานของ Gallimer (1993) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารอินทรีย์กับเฟอร์รัสซัลไฟด์รวมในดิน โคลนสีดำของ Montary Bay ในมลรัฐแคลิฟอร์เนีย พบว่า ดินบริเวณชายฝั่งมีสารอินทรีย์อยู่ประมาณร้อยละ 5.2 และเฟอร์รัสซัลไฟด์รวมร้อยละ 2.25 มากกว่าบริเวณที่ไกลฝั่งออกไป ปริมาณสารอินทรีย์ และเฟอร์รัสซัลไฟด์รวมจะแปรผันตามกันโดยตรง แต่ในดินที่ลึกๆ ลงไปจะมีสารอินทรีย์และ ซัลไฟด์รวมลดลง

Fisher and Likens (1963) ทำการศึกษาปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์รวมที่ละลายได้ ในกรด (acid solution sulfide) ในดิน ที่เมือง Anglessey ประเทศอังกฤษตลอดปีในเขตน้ำขึ้นน้ำลง พบว่าที่ผิวดิน 0-1 เซนติเมตร มีปริมาณซัลเฟตคงที่ เพราะอยู่ในสภาวะสมดุลกับน้ำทะเลแต่ในดิน ลึกลงไปจะมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณซัลเฟตอย่างเห็นได้ชัดตามฤดูกาล พบว่าทุกระดับความ ลึกในฤดูหนาวจะมีซัลเฟตเพิ่มขึ้น Edward and Schniker (1974) ศึกษาซัลไฟด์รวมในรูปที่ละลายน้ำ ได้ (water soluble sulfide) ในดิน โคลนบริเวณปากแม่น้ำของ Montsweag Bay ในรัฐ Maine ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ผิวดินชั้นบนมีซัลไฟด์รวมที่ละลายน้ำได้ในปริมาณที่ต่ำ ทั้งนี้เพราะ ผลจากน้ำขึ้นน้ำลงจะพาออกซิเจนเข้าไปในชั้นดินได้ดี Gallimer (1993) พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวม ในดินตะกอนจะขึ้นอยู่กับสีของดินตะกอน เช่น ชั้นดินที่มีสีดำจะมีปริมาณซัลไฟด์รวมสูง

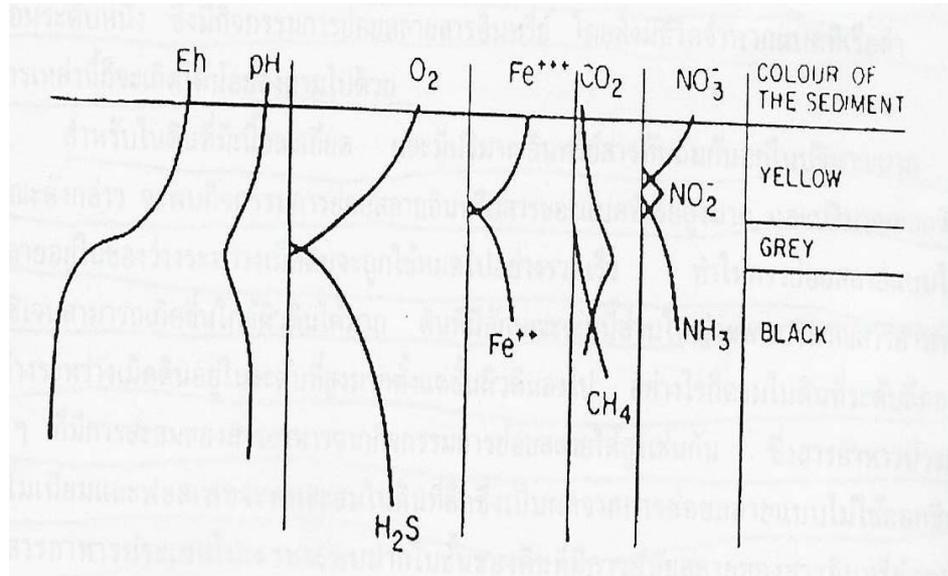
6.2.3 คุณภาพน้ำในดินตะกอน (pore water)

สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำในดินตะกอน (pore water) จะอยู่ในรูปสารละลายซึ่งเป็นรูปที่มีการนำไปใช้ประโยชน์โดยพวกพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ หรือเรียกว่าธาตุอาหาร (nutrient) ธาตุอาหารจะเป็นปัจจัยหลักในการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตที่ถือว่าเป็นผู้ผลิต จากนั้นก็จะมีการถ่ายทอดพลังงานผ่านทางห่วงโซ่อาหาร และท้ายสุดก็จะกลับมาสู่รูปของธาตุอาหารอีก เป็นไปตามวัฏจักร ซึ่งแหล่งของธาตุอาหารที่สำคัญมาจากสามแหล่งด้วยกัน คือ จากปริมาณน้ำที่ไหลผ่านพื้นดิน (run off) จากดินตะกอน และจากน้ำทะเลที่เข้ามาภายในเขตน้ำกร่อย (ณิภูวรัตน์, 2524) ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และซิลิเกต เป็นแร่ธาตุที่มีความจำเป็นในการควบคุมกำลังผลิตเบื้องต้น ซึ่งวงจรของธาตุต่างๆ จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ตามสภาพแวดล้อม ผลผลิตของสารอินทรีย์ส่วนใหญ่จะมาจากกร่อยสลายและการเกิดใหม่ในดินตะกอน

จารุมาศ (2545) รายงานว่ากระบวนการหลักในการเคลื่อนย้ายสารอาหารจากดินตะกอนขึ้นมาสู่แหล่งน้ำเบื้องบน คือ การแพร่ (diffusion) ซึ่งในดินตะกอนมักมีความเข้มข้นของสารอาหารสูงกว่าในบริเวณน้ำเหนือดิน (overlying water) ถึงประมาณ 100 เท่า นอกจากกระบวนการดังกล่าว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนย้ายของสารอาหาร (รวมทั้งก๊าซต่างๆ) ออกจากพื้นดิน ปัจจัยเหล่านั้น ได้แก่ คลื่น โดยจะเป็นตัวการที่ทำให้เกิดการกระทบกระเทือนที่ผิวดิน และสามารถทำให้เกิดการไหลของ pore water การไหลแทนที่ด้วยน้ำที่มีความเค็มสูงกว่า การได้รับอิทธิพลของรูหรือท่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายของสารทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน การเกิดก๊าซ CH_4 เป็นฟองผุดขึ้นมาจากดินชั้นล่าง ซึ่งมีส่วนช่วยส่งเสริมการแพร่กระจายของสารตามแนวดิ่ง โดยเฉพาะเป็นการเพิ่ม flux ของ CH_4 และ NH_3 ได้มากกว่าการ diffusion ธรรมดาถึง 3 เท่า ไม่ว่าการเคลื่อนย้ายของสารจะเกิดขึ้นด้วยกระบวนการใด หากบริเวณใดมีการเคลื่อนย้ายสารในแนวดิ่งมีไม่เพียงพอ และปริมาณสารอาหารมีการเพิ่มเข้าสู่เขต euphotic zone สารอาหารในบริเวณนั้นๆ ก็จะสามารถถูกนำไปใช้ในกระบวนการผลิตของพวกแพลงก์ตอนพืช มีรายงานพบว่า ในเขตนํ้าตื้น ปริมาณสารอาหารเกือบทั้งหมดที่ใช้ในการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชมาจากพื้นดินบริเวณนั้นเป็น NH_3 ที่มาจากบริเวณพื้นดินน้อยกว่า 1% (ภาพที่ 3)

Smith *et al.* (1978) พบว่าอัตราการปล่อย NH_3 ในหมู่เกาะแปซิฟิกทางเหนือ มีค่าประมาณ $10\text{-}20 \mu\text{m}^2/\text{h}$ ซึ่งเป็นอัตราที่มากกว่าในเขตมหาสมุทร Atlantic และเขตน่านน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงประมาณ $10\text{-}100$ เท่า

สารอาหารที่อยู่ในดินตะกอนรูปที่มีความสำคัญต่อการใช้ในการผลิตขั้นต้นของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ อาทิ ไนเตรท (NO_3^-) แอมโมเนียม (NH_4^+) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) และซิลิเกต (SiO_2) จะละลายอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน หรือที่เรียกว่า interstitial space ช่องว่างเหล่านี้ถูกบรรจุด้วยน้ำ ซึ่งมีองค์ประกอบของสารอาหารในสัดส่วนที่แตกต่างกัน น้ำในช่องว่างดังกล่าวเรียกว่า pore water ในพื้นที่ท้องน้ำที่มีเนื้อดินหยาบ อาทิเป็นทรายซึ่งมีการไหลผ่านของน้ำดีมักจะมี ความเข้มข้นของสารอาหารในดินที่ผิวหน้าต่ำ เนื่องจากสารอาหารเหล่านั้นมีโอกาสแพร่ผ่านออกไปทั้งโดยขบวนการทางเคมี ตลอดจนกิจกรรมทางชีวภาพและกายภาพที่เกิดขึ้นที่บริเวณหน้าดิน เมื่อความลึกของดินเพิ่มขึ้น ความเข้มข้นของสารอาหารเหล่านี้จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อถึงความลึกของดินตะกอนระดับหนึ่ง ซึ่งมีกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยสิ่งมีชีวิตจำพวกแบคทีเรียต่ำ สารอาหารเหล่านี้ก็จะเกิดได้น้อยลงตามไปด้วย สำหรับในดินที่มีเนื้อละเอียด และมีปริมาณอินทรีย์สารทับถมอยู่ในปริมาณมาก ดินลักษณะดังกล่าวจะพบกิจกรรมการย่อยสลายอินทรีย์สารของแบคทีเรียสูงมาก และปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินจะถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็ว ทำให้การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนสามารถเกิดขึ้นใกล้ผิวดินได้มาก ดินที่มีลักษณะเช่นนี้ส่วนใหญ่จะพบปริมาณสารอาหารในช่องว่างระหว่างเม็ดดินอยู่ในระดับที่สูงมากตั้งแต่ชั้นผิวดินลงไป อย่างไรก็ตามในดินที่ระดับลึกลงไปเรื่อยๆ ก็จะมีการสะสมของสารอาหารจากกิจกรรมการย่อยสลายได้สูงเช่นกัน ซึ่งสารอาหารประเภทแอมโมเนียมและฟอสเฟต จะพบสะสมในดินที่ลึกซึ่งเป็นผลจากการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนสารอาหารประเภทไนเตรทจะพบมากในชั้นของดินที่มีการย่อยสลายของสารอินทรีย์แบบใช้ออกซิเจนบริเวณใกล้ผิวดินเท่านั้น (จารุมาศ, 2545)



ภาพที่ 3 รูปแบบของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีที่สำคัญต่างๆ ตามระดับความลึกของดินตะกอนพื้นท้องน้ำ

ที่มา: Parsons *et al.* (1984)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องวิเคราะห์น้ำแบบอัตโนมัติยี่ห้อ Skalar รุ่น The SAN^{plus} Segmented flow analyzers
2. เครื่องเก็บดิน (Hand corer)
3. แผ่นตัดดิน (Cut plate)
4. เครื่องเหียงตกตะกอน
5. ตู้เผา
6. เครื่องชั่ง
7. โถดูดความชื้น (Desiccator)
8. ถังพลาสติกหรือกระป๋องใส่พร้อมฝาปิด
9. Acid volatile sulfides test column
10. Sulfide reactor column
11. เครื่องดูดอากาศ (Vacuum pump)
12. แผ่นอลูมิเนียม (Aluminium foil)
13. สารเคมีและเครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่าง
14. เครื่องตรวจวัดคุณภาพน้ำ DO-SCT รุ่น YSI 85
15. pH-meter ยี่ห้อ HACH รุ่น Sension 3

วิธีการ

1. สถานที่ดำเนินการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนทุกเดือนๆ ละ 1 ครั้ง รวมทั้งหมด 12 ครั้ง บริเวณพื้นที่อ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ภาพที่ 4) โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1.1 บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก จำนวน 3 สถานี

- S1 บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกเป็นระยะเวลามากกว่า 6 ปี พิกัดที่ละจูด 13 องศา 10 ลิปดา 53.7 ฟลิปดาเหนือ ลองจูด 100 องศา 55 ลิปดา 18.1 ฟลิปดา ตะวันออก

- S2 บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกเป็นระยะเวลา 3-5 ปี พิกัดที่ ละจูด 13 องศา 11 ลิปดา 14.1 ฟลิปดาเหนือ ลองจูด 100 องศา 55 ลิปดา 37.1 ฟลิปดาตะวันออก

- S3 บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกเป็นระยะเวลา 1-2 ปี พิกัดที่ พิกัดที่ละจูด 13 องศา 11 ลิปดา 14.2 ฟลิปดาเหนือ ลองจูด 100 องศา 55 ลิปดา 23.6 ฟลิปดา ตะวันออก

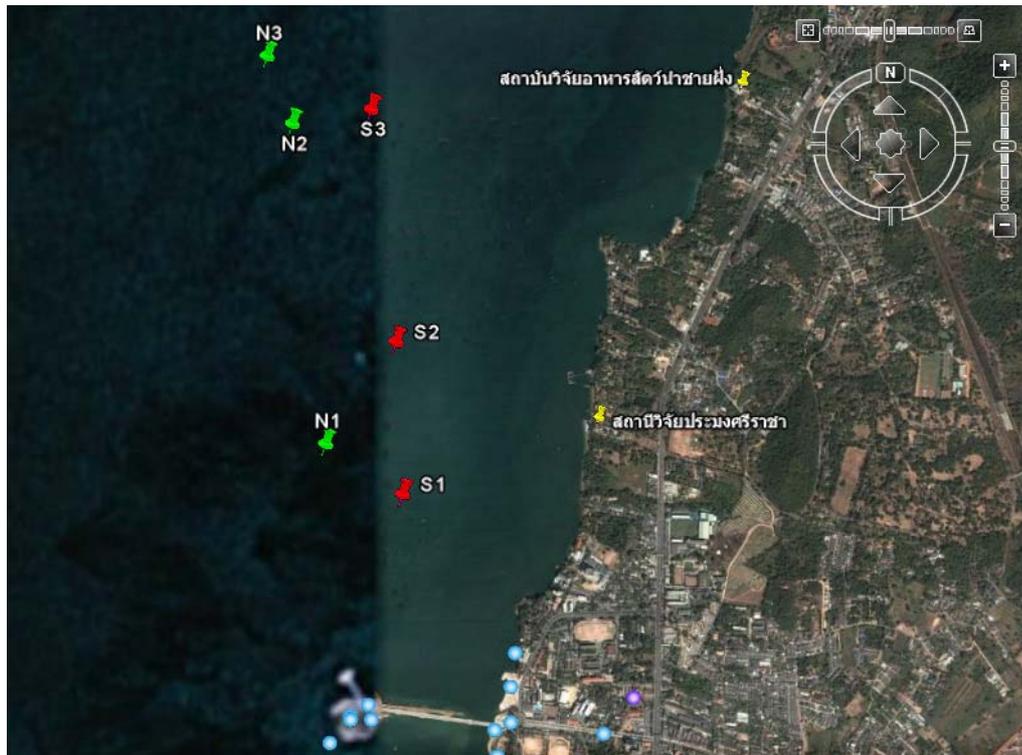
1.2 บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม จำนวน 3 สถานี

- N1 บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก (แต่เป็นบริเวณที่เคยมีการ เลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบปักไม้มาก่อน) พิกัดที่ละจูด 13 องศา 11 ลิปดา 46.2 ฟลิปดาเหนือ ลองจูด 100 องศา 55 ลิปดา 06.0 ฟลิปดาตะวันออก

- N2 บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก (แต่เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้ กับบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก) พิกัดที่ละจูด 13 องศา 11 ลิปดา 46.3 ฟลิปดา เหนือ ลองจูด 100 องศา 55 ลิปดา 03.3 ฟลิปดาตะวันออก

- N3 บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก พิกัดที่ละจูด 13 องศา 11 ลิปดา 28.2 ฟลิปดาเหนือ ลองจูด 101 องศา 29 ลิปดา 56.3 ฟลิปดาตะวันออก

ตรวจวัดคุณสมบัติบางประการทางกายภาพและเคมีของน้ำทะเลบริเวณที่ทำการศึกษา



ภาพที่ 4 แผนที่บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง

ที่มา: <http://www.google earth.co.th>, 18 กุมภาพันธ์ 2551.

2. วิธีการเก็บและวิธีวิเคราะห์ตัวอย่างดินตะกอน

2.1 เก็บข้อมูลดินตะกอนโดยใช้ hand corer โดยวิธีของ Marinelli *et al.* (1998) จากนั้นตัดดินเป็นชั้นๆ โดยใช้ แผ่นตัดดิน (cut plate) จำนวน 5 ชั้น ความสูงประมาณชั้นละ 1 เซนติเมตร (0-1, 1-2, 2-3, 3-4 และ 4-5 เซนติเมตร ตามลำดับ) เก็บตัวอย่างดินใส่ลงในถุงพลาสติกใส่อากาศ ออกให้หมดก่อนปิดปากถุงพลาสติกให้แน่น (ถ้ายังไม่ได้วิเคราะห์แช่เย็นไว้เพื่อป้องกันการเกิดกระบวนการต่างๆ ในดินตะกอน) นำชั้นดินที่ได้มาเข้าเครื่องเหวี่ยงตะกอนเพื่อเก็บน้ำที่อยู่ระหว่างชั้นดิน (pore water) นำตัวอย่างน้ำที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ออโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และซิลิเกต-ซิลิคอน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุอาหารอัตโนมัติ (Nutrients Analyzer ของ Skalar)

2.2 การวิเคราะห์หา TOM (Total organic matter) โดยวิธีการ Ignition loss (Parsons *et al.*, 1984)

2.2.1 นำตัวอย่างดินตะกอนมาทำเป็นเนื้อเดียวกันที่อุณหภูมิห้อง และทำให้แห้งโดยนำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 คืน

2.2.2 เลือกเศษเปลือกหอยหรือหินที่มีอยู่ในดินตะกอนออก จากนั้นนำดินตัวอย่างไปบดให้ละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน

2.2.3 นำ Crucible ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เสร็จแล้วนำไปพักไว้ในโถดูดความชื้น เพื่อรอให้ Crucible เย็นลง ทำการชั่ง Crucible

2.2.4 นำตัวอย่างดินตะกอนมาชั่งใน Crucible ที่ทราบน้ำหนัก จากนั้นนำตัวอย่างดินที่ชั่งได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เสร็จแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น นำ Crucible ไปชั่ง เพื่อหาน้ำหนักดินหลังเผา แล้วคำนวณหาน้ำหนักที่หายไปและคำนวณหาค่า Total organic matter (%) โดยใช้สูตร

$$\text{Total organic matter content (\%)} = (\text{น้ำหนักดินที่หายไป} \times 100) / \text{น้ำหนักดินก่อนเผา}$$

2.3 การวิเคราะห์หา AVS (Acid Volatile Sulfides) (Meksumpun and Meksumpun . 1999)

2.3.1 นำตัวอย่างดินเปียกชั่งน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม ใส่ในหลอด Sulfide reactor column แล้วใช้น้ำกลั่นฉีดล้างเศษดินตะกอนที่ติดอยู่ข้างหลอด ให้ตัวอย่างดินตะกอนไปอยู่ก้นหลอดทั้งหมด แล้วปิดฝา column

2.3.2 ต่อสายยางเชื่อมระหว่าง Sulfide reactor column ไปยัง Hedrotek column ที่หักปลายทั้งสองข้างแล้วเชื่อมไปยังที่ดูดอากาศ

2.3.3 ใส่น้ำ Sulfuric acid 18 N ลงไปใน Sulfide reactor column ทางช่องใส่กรอง จำนวน 2 มิลลิลิตร เพื่อให้ Sulfuric acid ลงไปทำปฏิกิริยากับซัลไฟด์ในรูปต่าง ๆ ให้อยู่ในรูป H₂S พร้อมกันนั้นก็เปิดเครื่องดูดอากาศเพื่อดูดไอระเหยของซัลไฟด์ผ่านเข้าสู่ Hedrotek column นาน ประมาณ 2 นาที

2.3.4 อ่านค่าซัลไฟด์จากการที่สารซึ่งบรรจุอยู่ใน Hedrotek column ซึ่งเปลี่ยนจากสี ขาวเป็นสีน้ำตาลแดง การอ่านค่าจะเปรียบเทียบความยาวของสีน้ำตาลแดงที่เกิดขึ้นกับสเกล Hedrotek column เรียกค่านี้ว่า Read value ค่าที่อ่านได้นี้จะมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมของซัลไฟด์ ทั้งหมดจากน้ำหนักดินเปียกที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งต้องนำค่านี้ไปคำนวณเพื่อเปลี่ยนหน่วยของ ซัลไฟด์ให้อยู่ในรูป มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักดินแห้ง ดังสมการ

$$\text{ปริมาณซัลไฟด์ (AVS) (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง)} = \text{read value} / \text{น.น.ดินแห้ง (กรัม)}$$

$$\text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)} = (100 - \text{ปริมาณน้ำในดิน}(\%)) \times (\text{น.น.ดินเปียก}/100)$$

2.4 ปริมาณน้ำในดิน (Water content : WC)

2.4.1 นำตัวอย่างดินตะกอนเปียกมาทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะตัดตัวอย่างลงใน กระจก Aluminium foil ที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้ว น้ำหนักที่ได้ควรใกล้เคียงกับ 0.1 มิลลิกรัม

2.4.2 ใส่น้ำดินตะกอนเปียกประมาณ 1-2 กรัม ลงในกระจก Aluminium foil แล้วชั่ง น้ำหนัก ทำซ้ำ 3 ครั้ง จดบันทึกน้ำหนักดินเปียกที่ชั่งไว้ทุกครั้ง

2.4.3 นำตัวอย่างทั้งหมดไปอบที่ตู้อบที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อให้ น้ำที่มีอยู่ในดินระเหยออกไปทั้งหมด

2.4.4 นำตัวอย่างดินที่ผ่านการอบเรียบร้อยแล้ว มาชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหา ค่า น้ำหนักดินแห้ง โดยแบ่งตัวอย่างดินที่ผ่านการอบแล้วมาชั่งทีละน้อย เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่ เกิดจากความชื้น จดบันทึกค่าที่ชั่งน้ำหนักได้ เพื่อนำไปคำนวณหาน้ำหนักน้ำที่หายไป โดยใช้สูตร

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

w_1 = น้ำหนัก aluminium foil อย่างเดียว

w_2 = น้ำหนักดินตะกอนก่อนอบ

w_3 = น้ำหนักดินตะกอนรวมกระทง aluminium foil หลังอบ

2.5 การทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติ หากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จะทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติแบบ One-way ANOVA แล้วทำการทดสอบค่าความแปรปรวน หากพบว่ามีความแปรปรวนเท่าให้อ่านค่าความแตกต่างในตาราง ANOVA โดยทดสอบหาคู่ต่างด้วยสถิติแบบ LSD และหากพบว่ามีความแปรปรวนไม่เท่า ให้ทำการหาคู่ต่างด้วยสถิติของ Tamhane ในกรณีที่ชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Non-parametric Tests โดยทดสอบความแตกต่างทางสถิติของ Kruskal-Wallis H tests

การทดสอบความสัมพันธ์ ใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติจะเลือกใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) และหากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะเลือกใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) โดยมีเกณฑ์ในการแปลผลระดับความสัมพันธ์ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2547) ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0-0.20 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.21-0.40 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.41-0.60 มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.61-0.80 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

ค่าสหสัมพันธ์ มากกว่า 0.80 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

ผลและวิจารณ์การศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนจากบริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือกจำนวน 3 สถานีและบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือก จำนวน 3 สถานี รวมทั้งหมด 6 สถานี เพื่อศึกษาคุณภาพดินตะกอนบางประการตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549

1. การแพร่กระจายของปริมาณน้ำในดินตะกอน

เมื่อพิจารณาการแพร่กระจายของปริมาณน้ำในดินตะกอนจากบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 1 และภาพผนวกที่ 1) พบว่า

สถานี S1 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือกเป็นระยะเวลามากกว่า 6 ปี) ปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ในช่วง $22.16 \pm 0.20 - 85.76 \pm 0.79\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $34.68 \pm 9.08 - 53.23 \pm 14.25\%$ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในดินมีค่ามากที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ลักษณะดินเป็นดินเลนมีสีดำมีเศษเปลือกหอยแมลงภู่ม้วนและเศษพริ้งหินปะปนกับเนื้อดินในปริมาณมาก โดยเฉพาะชั้นดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-4 เซนติเมตร

สถานี S2 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือกเป็นระยะเวลา 3-5 ปี) ปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ในช่วง $20.84 \pm 0.86 - 69.17 \pm 0.78\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $36.77 \pm 12.50 - 54.92 \pm 9.84\%$ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในดินมีค่ามากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ลักษณะดินเป็นดินเลนปนทรายสีเทาอมเขียว มีเศษเปลือกหอยแมลงภู่ม้วนและเศษพริ้งหินปะปนกับเนื้อดินในปริมาณมาก โดยเฉพาะชั้นดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-2 เซนติเมตร

สถานี S3 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือกเป็นระยะเวลา 1-2 ปี) ปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ในช่วง $20.61 \pm 0.17 - 47.47 \pm 0.21\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $24.31 \pm 3.18 - 33.69 \pm 12.26\%$ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในดินมีค่ามากที่สุด

ที่สุดในเดือนกรกฎาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมกราคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ลักษณะดินเป็นดินเลนปนทรายสีเทาอมเขียว มีเศษเปลือกหอยขนาดเล็กปะปนกับเนื้อดินในปริมาณเล็กน้อย

สถานี N1 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกแต่เป็นบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบปักไม้มาก่อน) ปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ในช่วง $29.51 \pm 1.02 - 73.12 \pm 0.52\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $49.69 \pm 10.37 - 62.17 \pm 5.69\%$ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในดินมีค่ามากที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ลักษณะดินเป็นดินเลนสีเทาอมเขียว มีเศษเปลือกหอยและเศษเพรียงหินปะปนกับเนื้อดินในปริมาณเล็กน้อยในชั้นดินที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0-2 เซนติเมตร

สถานี N2 (บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือกแต่เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือก) ปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ในช่วง $13.30 \pm 0.34 - 40.28 \pm 0.37\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $23.25 \pm 7.08 - 28.50 \pm 6.02\%$ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในดินมีค่ามากที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ลักษณะดินเป็นดินเลนปนทรายสีน้ำตาลอมเทา มีเศษเปลือกหอยขนาดเล็กปะปนกับเนื้อดินในปริมาณน้อยทุกชั้นดิน

สถานี N3 (บริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่วางแบบแพเชือก) ปริมาณน้ำในดินมีค่าอยู่ในช่วง $16.35 \pm 0.06 - 35.61 \pm 0.60\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $25.04 \pm 3.19 - 28.89 \pm 4.97\%$ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 5) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำในดินมีค่ามากที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ลักษณะดินเป็นดินเลนปนทรายสีน้ำตาลอมเทา มีเศษเปลือกหอยขนาดเล็กปะปนกับเนื้อดินในปริมาณน้อยทุกชั้นดิน

จากการศึกษาพบว่าปริมาณน้ำในดินมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงเมื่อความลึกเพิ่มขึ้น โดยจะมีค่าสูงที่บริเวณผิวดิน (0-1 เซนติเมตร) และมีค่าลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น โดยปริมาณน้ำในดินจะมีค่าสูงมากในบริเวณสถานี S1, S2 และ N1 เนื่องจากดินมีลักษณะเป็นดินเลนปนทราย มีสัดส่วนของดินเลนมากกว่าดินทราย ส่วนสถานีอื่นๆ นั้นมีลักษณะของดินเป็นดินทรายเป็นส่วน

ใหญ่ ซึ่งปริมาณน้ำในดินตะกอนเป็นปัจจัยทางกายภาพเบื้องต้นที่สามารถสะท้อนขนาดของอนุภาคดินตะกอนและความอุดมสมบูรณ์ทางอินทรีย์สารของดิน ดินตะกอนที่มีระดับของปริมาณน้ำในดินต่ำ อาทิ ประมาณ 20-40% มักมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นทรายที่มีเนื้อหยาบและมีปริมาณอินทรีย์สารต่ำด้วย นอกจากนี้ปริมาณน้ำในดินตะกอนยังสามารถสะท้อนระดับของกิจกรรมในดินของสิ่งมีชีวิต (อาทิ การขุดรู การสร้างท่อ และการเคลื่อนที่ในดิน) ดินตะกอนที่มีระดับของปริมาณน้ำในดินสูงมักจะเกิดเนื่องจากการที่สิ่งมีชีวิตมีกิจกรรมในดินมากด้วย (จารูมาศ, 2545)

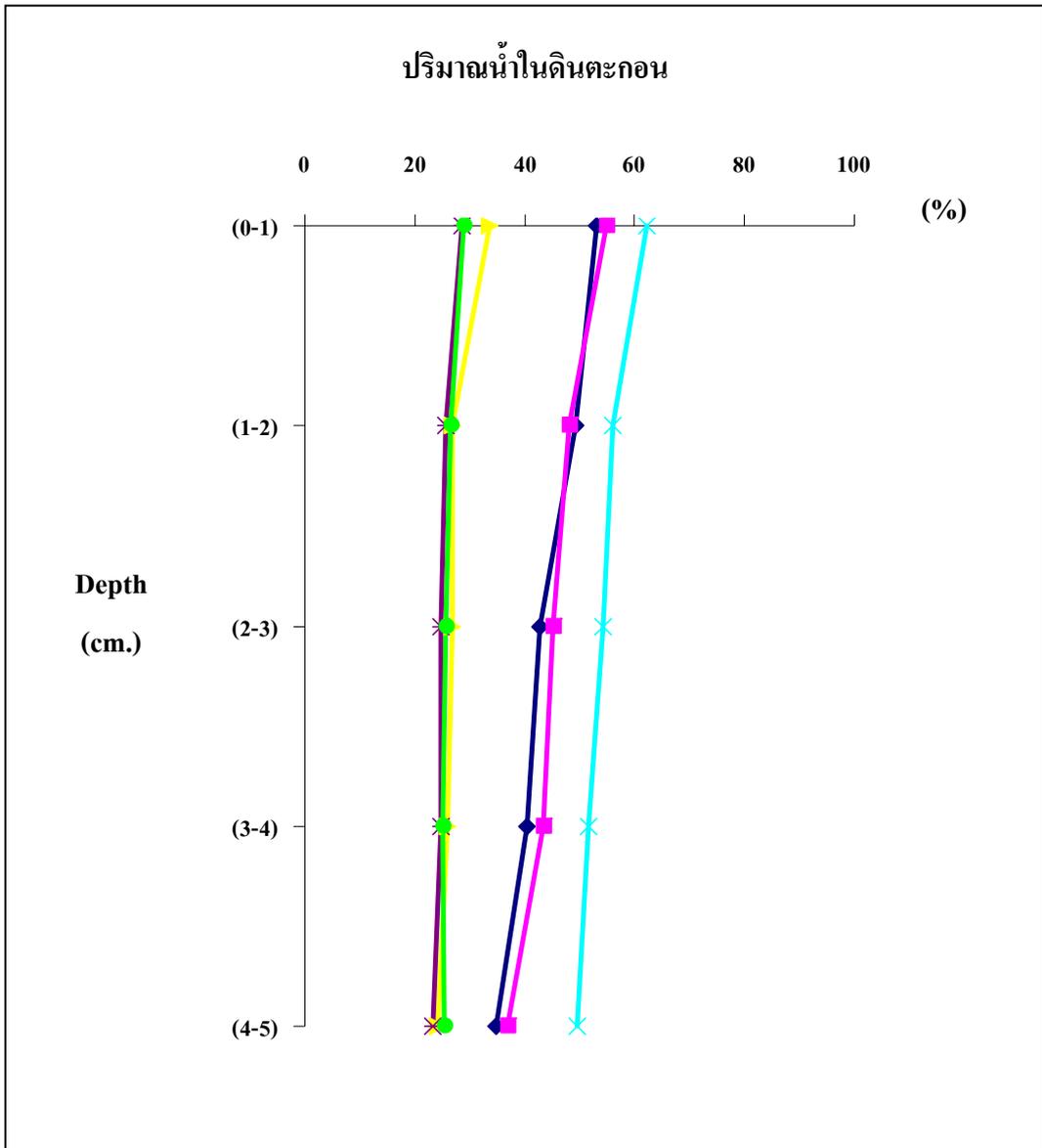
การเลี้ยงหอยแมลงภู่มิมีส่วนทำให้ลักษณะดินตะกอนบริเวณใต้แพเชือกที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะของดินตะกอน โดยลักษณะสีของดินจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสีดำและลักษณะของเนื้อดินจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นดินเลนที่มีสีดำโดยกรรมวิธีการเปลี่ยนแปลงอาจจะใช้ระยะเวลาหลายปี นอกจากนี้ผิวดินชั้นบนที่ประมาณ 0-4 เซนติเมตรของบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานหลายปี (S1) จะมีดินปะปนค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นเศษเปลือกหอยแมลงภู่มะพร้าวประมาณ 90% ส่วนสถานที่เริ่มมีการเลี้ยงระยะเวลาหนึ่ง (S2 และ S3) จะมีเศษเปลือกหอยแมลงภู่มะพร้าวและเพรียงหินอยู่ที่ชั้นผิวดินประมาณ 20-30% (ระดับ 0-2 เซนติเมตร) แต่ลักษณะสีของดินบริเวณข้างบนจะเริ่มมีการเปลี่ยนเป็นสีเทาจากเดิมที่มีสีน้ำตาลโดยมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงมากขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะของดินตะกอนเพราะเดิมจากดินทรายสีน้ำตาลในระยะเริ่มแรกของการเลี้ยงต่อมาจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะดินเลนปนทรายที่มีสีเทาและมีแนวโน้มน้ำที่จะมีลักษณะของดินเป็นดินเลนเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการเลี้ยง ซึ่งส่วนหนึ่งที่ทำให้ลักษณะของผิวหน้าดินเปลี่ยนแปลงไปเกิดจากการสะสมของเศษสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่ตกลงมาทับถมบริเวณพื้นหน้าดินซึ่งส่วนใหญ่ล้วนเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกาะรวมอยู่กับหอยแมลงภู่มิที่เลี้ยงแบบแพเชือกซึ่งร่วงหล่นลงมา เช่น เพรียงหิน หอยนางรม และหอยแมลงภู่มิ เป็นต้น ตลอดจนการตกตะกอนและสิ่งจับตายจากหอยแมลงภู่มิที่ตกทับถมบริเวณหน้าดินบริเวณนั้น จากรายงานของอลงกตและคณะ (2548) พบว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิเป็นระยะเวลาหลายปีจะมีเปอร์เซ็นต์ Silt-Clay มากกว่าบริเวณที่เพิ่งเริ่มเลี้ยงหอยแมลงภู่มิ แต่มีเปอร์เซ็นต์ Sand น้อยกว่าบริเวณที่เพิ่งเริ่มเลี้ยงหอยแมลงภู่มิ นั่นหมายถึงการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิมีส่วนสำคัญทำให้ลักษณะดินตะกอนใต้แพเชือกมีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการเลี้ยง โดยมีลักษณะเป็นดินเลนมากกว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิ แต่บริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิแบบปักไม้มาก่อนนั้น (N1) มีลักษณะดินตะกอนเป็นเลนอยู่แล้ว เนื่องจากข้อจำกัดของวิธีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิแบบนี้ลักษณะพื้นดินต้องสามารถปักไม้ได้ ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงลักษณะของดินตะกอนจึงมีผลต่อการสะสมปริมาณน้ำในดิน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่า บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู (S1 และ S2) มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู (N2 และ N3) โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายไปในทิศทางเดียวกันคือ ลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นและมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นผิวดิน (0-1 เซนติเมตร) ในขณะที่เดียวกันเมื่อเปรียบเทียบบริเวณที่ทำการศึกษาทั้งหมดพบว่า บริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภูแบบปักไม้มาก่อน (N1) จะมีปริมาณน้ำในดินสูงที่สุด ทั้งนี้ปริมาณน้ำในดินขึ้นอยู่กับลักษณะของดินตะกอนซึ่งดินตะกอนที่เป็นดินเลนจะมีปริมาณน้ำในดินสูงกว่าบริเวณที่เป็นดินทราย และการเลี้ยงหอยแมลงภูมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะดินตะกอนโดยทำให้ลักษณะเนื้อดินมีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของดินเลนมากขึ้นและมีสัดส่วนของดินทรายลดลง

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณน้ำในดินในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ปริมาณน้ำในดินในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และปริมาณน้ำในดินในแต่ละระดับชั้นดิน 0-5 เซนติเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณน้ำในดิน (%)					
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
0-1	53.23±14.25	54.92±9.84	33.69±12.26	62.17±5.69	28.50±6.02	28.89±4.97
1-2	49.40±16.81	48.09±10.03	26.77±4.60	56.00±7.14	25.78±1.99	26.51±1.83
2-3	42.76±11.56	45.20±8.31	26.78±6.89	54.30±8.27	24.85±2.77	25.69±2.82
3-4	40.45±8.06	43.51±9.45	26.00±2.81	51.54±9.42	24.70±3.37	25.04±3.19
4-5	34.68±9.08	36.77±12.50	24.31±3.18	49.69±10.37	23.25±7.08	25.31±3.12



ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอน (%) ตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

2. การแพร่กระจายของปริมาณสารอินทรีย์รวม

เมื่อพิจารณาการแพร่กระจายของปริมาณสารอินทรีย์รวมจากบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 2 และภาพผนวกที่ 2) พบว่า

สถานี S1 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกเป็นระยะเวลามากกว่า 6 ปี) มีปริมาณสารอินทรีย์รวมอยู่ในช่วง 4.49 ± 0.47 - $19.16 \pm 0.61\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.00 ± 2.50 - $10.51 \pm 4.59\%$ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 6) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่ามากที่สุดในเดือนมกราคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี S2 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกเป็นระยะเวลา 3-5 ปี) ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 2.67 ± 0.03 - $10.93 \pm 0.25\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.34 ± 2.28 - $9.42 \pm 3.64\%$ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 6) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่ามากที่สุดในเดือนมกราคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี S3 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกเป็นระยะเวลา 1-2 ปี) ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 2.30 ± 0.38 - $6.97 \pm 0.05\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4.25 ± 1.05 - $4.85 \pm 1.05\%$ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 6) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่ามากที่สุดในเดือนพฤศจิกายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N1 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกแต่เป็นบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบปักไม้มาก่อน) ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง 4.64 ± 0.06 - $23.23 \pm 0.23\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 10.19 ± 3.06 - $14.07 \pm 3.81\%$ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 6) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่ามากที่สุดในเดือนเมษายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนพฤศจิกายนที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N2 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานหลายปี) ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง $2.78 \pm 0.07 - 6.14 \pm 0.14\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $4.36 \pm 1.35 - 5.15 \pm 0.79\%$ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 6) โดยมีรูปแบบลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่ามากที่สุดในเดือนพฤษภาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N3 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานหลายปี) ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าอยู่ในช่วง $2.75 \pm 0.22 - 6.88 \pm 0.12\%$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $4.44 \pm 1.40 - 4.86 \pm 0.94\%$ (ตารางที่ 3 และภาพที่ 6) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายนที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

จากผลการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมมีปริมาณมากในสถานีที่ S1, S2 และ N1 ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานหลายปี โดยเฉพาะสถานี N1 ซึ่งเป็นบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานหลายปีแต่ทำมาก่อนซึ่งลักษณะดินตะกอนจะเป็นดินเลนอยู่แล้ว แต่ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วเหลือตอไม้ทิ้งไว้ซึ่งทำให้เกิดการหมักหมมและตกทับถมของดินตะกอน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของอลงกตและคณะ (2548) พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมอยู่ในช่วง $4.33 \pm 0.04 - 19.20 \pm 0.04$ เปอร์เซ็นต์ และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมอยู่ในช่วง $3.44 \pm 0.03 - 6.74 \pm 0.03$ เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงหอยแมลงภู่มีผลต่อการสะสมปริมาณสารอินทรีย์ ซึ่งแหล่งของสารอินทรีย์อาจมาจากสิ่งมีชีวิตที่เกาะอยู่กับพวงหอยแมลงภู่อเองและหอยแมลงภู่มที่หลุดร่วงลงไปสะสมที่ผิวหน้าดิน เนื่องจากในการเก็บเกี่ยวผลผลิตจะมีการเด็ดจับผลผลิตและอาจมีสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ตกลงไปสะสมที่ผิวหน้าดิน ตลอดจนสิ่งขับถ่ายของหอยและปลาที่มาอาศัยและกินสิ่งมีชีวิตบริเวณพวงหอยแมลงภู่นอกจากนี้ การกีดขวางทางเดินของกระแสน้ำของแพะเชือกก็อาจทำให้ตะกอนของสารอินทรีย์บางส่วนตกทับถมลงบริเวณใต้แพะเชือกมากกว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม เกิดการสะสมของตะกอนในปริมาณที่สูง โดยบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานั้นจะมีปริมาณสารอินทรีย์รวมสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม อาจประเมินได้ว่าลักษณะดินตะกอนที่มีการเปลี่ยนแปลงไปทำให้บริเวณแหล่งเลี้ยงมีลักษณะเป็นดินเลนมากขึ้นจึงเอื้ออำนวยต่อการสะสมสารอินทรีย์ ซึ่งดินเลนส่วนใหญ่มีอนุภาคดินเหนียวและอนุภาคของทรายแป้ง ซึ่งมี internal surface กว้างมาก โดยดินเลน 1 กรัม มี internal surface ถึง 2,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จึงทำให้ดินเลนสามารถดูดซับสารอินทรีย์และมวลสารต่างๆ ได้ปริมาณมาก (คารณี, 2526) โดยปกติแล้วปริมาณ

สารอินทรีย์รวมและปริมาณน้ำในดินตะกอนจะมีความสัมพันธ์กันสูง เนื่องจากตะกอนสารอินทรีย์เป็นตะกอนที่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก และการมีตะกอนสารอินทรีย์อยู่ในดินตะกอนจะทำให้ดินมีการจัดเรียงตัวกันอย่างหลวมๆ ดังนั้นถ้ามีสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูงจะมีปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงตามไปด้วย (ทิพวัลย์, 2546) จากการศึกษาของกฤษญา (2541) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสารอินทรีย์และน้ำในดินตะกอนบริเวณอ่าวไทยมีความสัมพันธ์กันสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.76 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินสูงมาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.81

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินมีอิทธิพลหรือเกี่ยวข้องกับต่อสมบัติหรือกระบวนการเกือบทั้งหมดที่เกิดขึ้นทั้งทางด้านฟิสิกส์ เคมี และชีวะในดิน ซึ่งมีผลต่อเรื่องความอุดมสมบูรณ์ของดินและดินโดยทั่วไปสามารถจัดระดับสารอินทรีย์เป็นกลุ่มๆ ได้ดังนี้ (ชัยฤกษ์, 2536)

ระดับ	ปริมาณสารอินทรีย์วัตถุในดิน (%)
ต่ำมาก	< 0.5
ต่ำ	0.5-1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0-1.5
ปานกลาง	1.5-2.5
ค่อนข้างสูง	2.5-3.5
สูง	3.5-4.5
สูงมาก	> 4.5

เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับการจัดระดับสารอินทรีย์ของชัยฤกษ์ (2536) พบว่า บริเวณสถานีพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแพเชือกมาเป็นเวลานานหลายปี (S1) บริเวณพื้นที่ที่เลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแพเชือกมาระยะเวลาหนึ่ง (S2) และบริเวณที่เคยเป็นพื้นที่ที่เลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแพเชือกไม่มาก่อน (N1) มีปริมาณสารอินทรีย์รวมสูงมาก ส่วนบริเวณที่เพิ่งเริ่มเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแพเชือก (S3) และบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแพเชือก (N2 และ N3) มีปริมาณสารอินทรีย์รวมต่ำกว่า แต่ก็จัดอยู่ในระดับค่อนข้างสูงถึงสูงมากในบางเดือนและในบางระดับชั้นดินอาจเนื่องมาจากอิทธิพลของกระแสน้ำ นอกจากนี้ จากการศึกษาของอลงกตและคณะ (2542) พบว่าอัตราการตกตะกอนในบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแพเชือกสูงกว่าในบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแพเชือก นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์รวมนั้นมีหลายปัจจัยด้วยกัน เช่น แหล่งกำเนิดของสารอินทรีย์ ขนาดอนุภาคดินตะกอน รวมถึงลักษณะ

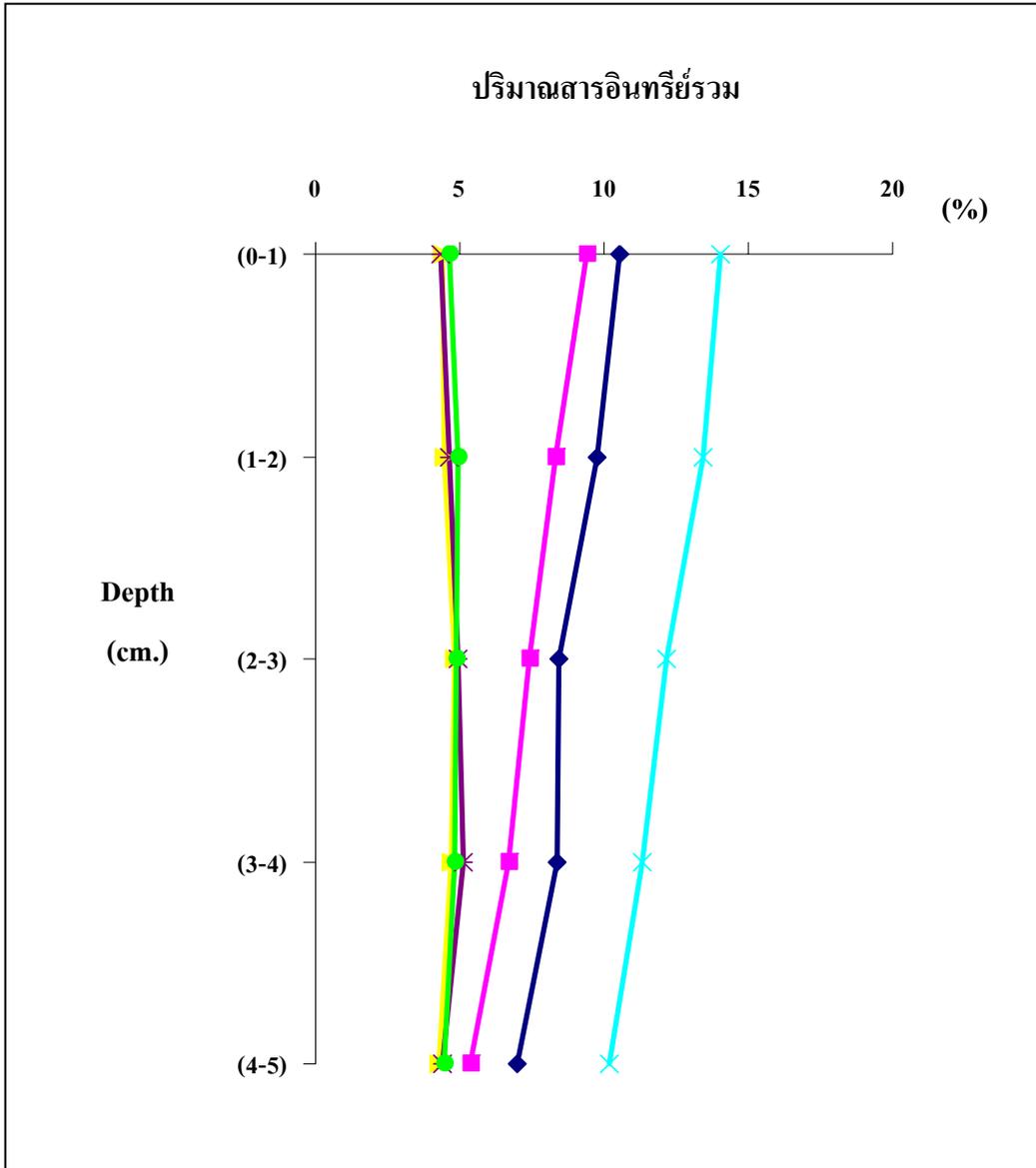
ทางด้านชีววิทยา เคมี และฟิสิกส์ของแหล่งน้ำนั้นๆ ก็มีความสำคัญอย่างมากที่ก่อให้เกิดการสะสมสารอินทรีย์ในดินตะกอน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์รวมพบว่า บริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู๋แบบปักไม้มาก่อน (N1) มีปริมาณสารอินทรีย์รวมสูงที่สุด โดยบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู๋แบบแพเชือก (S1 และ S2) จะมีปริมาณสารอินทรีย์รวมลดหลั่นลงมาตามระยะเวลาการเลี้ยง ยิ่งมีการเลี้ยงนานหลายปีก็จะมีแนวโน้มที่จะมีการสะสมของสารอินทรีย์รวมเพิ่มมากขึ้น ส่วนบริเวณที่เพิ่งเริ่มเลี้ยงหอยแมลงภู๋แบบแพเชือก (S3) นั้นจะมีปริมาณสารอินทรีย์รวมใกล้เคียงกับบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู๋แบบแพเชือก (N2 และ N3) แสดงว่าการเลี้ยงหอยแมลงภู๋ในระยะเวลาานหลายปีมีส่วนทำให้มีการสะสมปริมาณสารอินทรีย์รวมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีส่วนทำให้ลักษณะดินตะกอนมีการเปลี่ยนแปลงไป

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณสารอินทรีย์รวมของดินในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ปริมาณสารอินทรีย์รวมของดินในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และปริมาณสารอินทรีย์รวมของดินในแต่ละระดับชั้นดิน 0-5 เซนติเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์รวม (%) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณสารอินทรีย์รวม (%)					
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
0-1	10.51±4.59	9.42±3.64	4.37±1.50	14.07±3.81	4.36±1.35	4.64±1.09
1-2	9.76±4.08	8.33±1.56	4.48±1.07	13.42±2.92	4.62±0.96	4.69±0.97
2-3	8.41±2.68	7.42±1.84	4.85±1.05	12.15±3.19	4.94±0.90	4.86±0.94
3-4	8.37±2.03	6.70±2.20	4.69±1.00	11.33±2.70	5.15±0.79	4.83±1.09
4-5	7.00±2.50	5.34±2.28	4.25±1.05	10.19±3.06	4.39±0.93	4.44±1.40



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์รวม (%) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

3. การแพร่กระจายของปริมาณ acid volatile sulfides

เมื่อพิจารณาการแพร่กระจายของปริมาณ acid volatile sulfides รวมจากบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 3 และภาพผนวกที่ 3) พบว่า

สถานี S1 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานกว่า 6 ปี) มีปริมาณ acid volatile sulfides อยู่ในช่วง $0.0508 \pm 0.0076 - 1.2773 \pm 0.0617$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $0.2001 \pm 0.1348 - 0.4495 \pm 0.3148$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) โดยมีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณ acid volatile sulfides มีค่ามากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ที่ระดับชั้นดิน 1-2 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกันยายนที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี S2 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานาน 3-5 ปี) มีปริมาณ acid volatile sulfides อยู่ในช่วง $0.0001 \pm 0.0001 - 0.5456 \pm 0.0140$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $0.1729 \pm 0.1567 - 0.2993 \pm 0.0929$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) โดยมีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณ acid volatile sulfides มีค่ามากที่สุดในเดือนกรกฎาคมที่ระดับชั้นดิน 1-2 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนเมษายนที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี S3 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานาน 1-2 ปี) มีปริมาณ acid volatile sulfides อยู่ในช่วง $0.0236 \pm 0.0030 - 0.5899 \pm 0.0081$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $0.1497 \pm 0.0834 - 0.2565 \pm 0.1200$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) โดยมีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณ acid volatile sulfides มีค่ามากที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N1 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานแต่เป็นบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานาน) มีปริมาณ acid volatile sulfides อยู่ในช่วง $0.0422 \pm 0.0080 - 0.4542 \pm 0.0010$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $0.1308 \pm 0.0999 - 0.2739 \pm 0.0980$ มิลลิกรัม/กรัม น้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) โดยมีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณ acid volatile sulfides มีค่ามากที่สุดในเดือน

เดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมกราคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร

สถานี N2 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มี การเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพเชือกแต่เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับ บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพเชือก) มีปริมาณ acid volatile sulfides อยู่ในช่วง $0.0041 \pm 0.0010 - 0.3621 \pm 0.0047$ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $0.0221 \pm 0.0151 - 0.0897 \pm 0.0985$ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) โดยมีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณ acid volatile sulfides มีค่ามากที่สุดในเดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมกราคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร

สถานี N3 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มี การเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพเชือก) มีปริมาณ acid volatile sulfides อยู่ในช่วง $0.0097 \pm 0.0011 - 0.2539 \pm 0.0429$ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $0.0656 \pm 0.0817 - 0.0977 \pm 0.0620$ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง (ตารางที่ 4 และภาพที่ 7) โดยมีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณ acid volatile sulfides มีค่ามากที่สุดในเดือนกันยายนที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนเมษายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร

เมื่อปริมาณสารอินทรีย์มาก อาจได้มาจากแหล่งต่างๆ เช่น น้ำทิ้งจากชุมชน สิ่งขับถ่ายของ หอยแมลงภูและปลา ตลอดจนตะกอนแขวนลอยในน้ำ (แพลงก์ตอนพืชและพีชีน้ำ) เกิดการสะสม ในดินตะกอน เนื่องจากบริเวณผิวมีสารอินทรีย์ตกทับถมมากจึงมีการสะสมสารอินทรีย์มาก แต่การย่อยสลายเป็นแบบการย่อยสลายแบบใช้ออกซิเจน ทำให้ปริมาณซัลไฟด์มีปริมาณน้อย แต่เมื่อระดับ ลึกลงไปเป็นการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจน ปริมาณซัลไฟด์จึงมากตามไปด้วย เมื่อ ดินตะกอนมีความลึกมากขึ้นและมีปริมาณออกซิเจนลดน้อยลง ปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยแบคทีเรียก็จะเปลี่ยนแหล่งของออกซิเจนที่อยู่ในรูปอื่นๆ เช่น แมงกานีสออกไซด์ (MnO_2), ไนเตรท (HNO_3), เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) และซัลเฟต SO_4^{2-} แต่ MnO_2 , NO_3^- และ Fe_2O_3 เป็น สารประกอบที่มีปริมาณน้อยในดินตะกอน ดังนั้น SO_4^{2-} จึงมีบทบาทมากกว่า แบคทีเรียกลุ่มที่ทำการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน แต่ใช้ซัลเฟต (SO_4^{2-}) เป็นตัวให้อิเล็กตรอนในปฏิกิริยา แบคทีเรีย กลุ่มนี้เรียกว่า sulfate reducing bacteria (เช่น *Desulfovibrio*) และปฏิกิริยาที่เกิดการย่อยสลายของ สารอินทรีย์ในลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า กระบวนการ sulfate reduction ซึ่งผลของปฏิกิริยาจะให้ สารประกอบ เช่น แอมโมเนียและซัลไฟด์ ซึ่งซัลไฟด์ที่ผลิตในดินจะมีการรวมตัวกับธาตุเหล็กเกิด

เป็นสารประกอบในรูป FeS ซึ่งอาจเปลี่ยนรูปแบบได้สารประกอบที่เรียกว่า pyrite (FeS_2) ซึ่งเป็นรูปที่ไม่ละลายน้ำ และถือเป็นองค์ประกอบหลักขั้นสุดท้ายจากกระบวนการ sulfate reduction ในสภาพดินที่ไม่มีออกซิเจนอยู่เลย (จารูมาศ, 2545; ทิพวัลย์, 2546)

โดยปกติปริมาณซัลไฟด์รวมที่สะสมในดินตะกอนจะแปรผันตามปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน เนื่องจากว่าปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนนั้นเกิดจากกระบวนการซัลเฟตรีดักชันซึ่งเป็นกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินตะกอนในสภาพขาดออกซิเจน (Berner, 1963) ดังนั้นถ้ามีสารอินทรีย์ในดินตะกอนมาก จะทำให้เกิดการย่อยสลายมาก ดินตะกอนอยู่ในสภาพขาดออกซิเจน และเกิดกระบวนการซัลเฟตรีดักชันส่งผลให้ปริมาณซัลไฟด์รวมสะสมในดินตะกอนมากกว่าบริเวณที่มีสารอินทรีย์ในดินตะกอนน้อย อย่างไรก็ตามในบางครั้งพบว่าปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนอยู่ในระดับสูงก็ไม่จำเป็นที่จะต้องมียปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงเสมอไป เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มซัลเฟตรีดิวซิงแบคทีเรีย (sulfate reducing bacteria) ไม่สามารถใช้สารอินทรีย์ได้ทุกชนิด โดยมีสารอินทรีย์มากกว่าร้อยละ 40 ที่แบคทีเรียพวกนี้ไม่สามารถย่อยสลายได้ (จารูมาศ, 2545) และยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่จำกัดต่อการย่อยสลายของกระบวนการซัลเฟตรีดิวซิง เช่น ปริมาณออกซิเจนในดินตะกอน ปริมาณซัลเฟต อัตราการตกตะกอน และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของซัลเฟตรีดิวซิงแบคทีเรีย อีกทั้งเมื่อพิจารณาปริมาณออกซิเจนในน้ำพบว่า ปริมาณออกซิเจนในน้ำบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่มักมีปริมาณน้อยกว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิฉะนั้นพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานอาจทำให้ความต้องการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำสูงและออกซิเจนไม่สามารถแพร่ลงสู่พื้นที่ท้องน้ำได้ ทำให้เกิดกระบวนการซัลเฟตรีดักชันได้สูง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้เนื่องจากบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิ (สถานี S1, S2 และ S3) มีปริมาณสารอินทรีย์รวมสูงและมีปริมาณ acid volatile sulfides สูงด้วย แต่ระดับชั้นดินที่พบปริมาณสารอินทรีย์รวมสูงมักอยู่ที่ระดับชั้นดิน 0-3 เซนติเมตร โดยส่วนใหญ่มีปริมาณสูงสุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร ส่วนระดับชั้นดินที่พบปริมาณ acid volatile sulfides สูงส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับชั้นดิน 1-3 เซนติเมตร นอกจากนี้บริเวณที่เคยเลี้ยงหอยแมลงภู่มิแบบปักไม้มาก่อน (N1) มีปริมาณสารอินทรีย์รวมสูงและมีปริมาณ acid volatile sulfides สูงด้วย ในขณะที่บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิแบบแพเชือก (N2 และ N3) มีปริมาณสารอินทรีย์รวมและปริมาณ acid volatile sulfides น้อยกว่าบริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มิแบบแพเชือก (S1, S2 และ S3) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของจารูมาศ (2545) ซัลไฟด์หรือไฮโดรเจนซัลไฟด์จะเริ่มปรากฏขึ้นเมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มมากขึ้น ระดับที่มีการสะสมของซัลไฟด์สูงสุดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดและองค์ประกอบทางอินทรีย์สารของดินตะกอนนั้น ดินตะกอนในธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นทรายอาจมีระดับสูงสุดของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ประมาณ 6-8 เซนติเมตร ขณะที่ในดิน

ที่เป็นโคลนปนทรายอาจมีระดับสูงสุดอยู่ที่ใกล้ผิวดินมากกว่า ในระดับประมาณ 2-3 เซนติเมตร เท่านั้น เมื่อพิจารณาดินที่มีระดับความลึกมากขึ้น โดยส่วนใหญ่ซัลไฟด์ในดินจะมีปริมาณลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการที่ปริมาณอินทรีย์สารใหม่ๆ ซึ่งแบคทีเรียจะนำมาใช้จะอยู่เฉพาะบริเวณผิวดิน เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมพบว่ามีย่าน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ทั้ง บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือก (S1, S2 และ S3) และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยง หอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือก (N2 และ N3) ส่วนพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนพบ acid volatile sulfides มีค่าต่ำสุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ซึ่งการที่ซัลไฟด์ในดินมีปริมาณลดลง ทั้งนี้ เนื่องจากการที่ปริมาณสารอินทรีย์ใหม่ๆ ซึ่งแบคทีเรียจะนำมาใช้จะอยู่เฉพาะบริเวณผิวดิน นอกจากนี้ สารละลายซัลเฟตซึ่งมีแหล่งที่มาจากผิวดินด้านบน จะมีปริมาณที่น้อยลดลงตามความลึก ของดินด้วย ในขณะที่บริเวณพื้นที่ที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนมาก่อน (N1) และบริเวณที่ไม่มีการ เลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือก (N2 และ N3) มีค่า acid volatile sulfides ต่ำที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าบริเวณผิวดินโดยทั่วไปมีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนในน้ำ เหนือผิวดิน หรือผิวดินที่มีลักษณะโปร่งซึ่งน้ำซึมผ่านได้ดีจึงพบปริมาณซัลไฟด์ในปริมาณที่ต่ำ ตลอดจนอาจเนื่องมาจากน้ำขึ้นน้ำลงพาออกซิเจนเข้าไปในชั้นดินได้ดี จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมจะแปรผันตรงกับปริมาณ acid volatile sulfides โดยจะลดลงเมื่อ ระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือก (S1, S2 และ S3) มีปริมาณ acid volatile sulfides สูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือก (N2 และ N3) โดยบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนมานานหลายปี (S1 และ S2) จะมีปริมาณ acid volatile sulfides สูงกว่าบริเวณที่เพิ่งเริ่มเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วน (S3) ส่วนบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วน ปักไม้มาก่อน (N1) จะมีปริมาณ acid volatile sulfides ใกล้เคียงกับบริเวณที่เพิ่งเริ่มเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วน (S3) แต่สูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนแบบแพเชือก (N2 และ N3) โดยมีรูปแบบการ แพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น

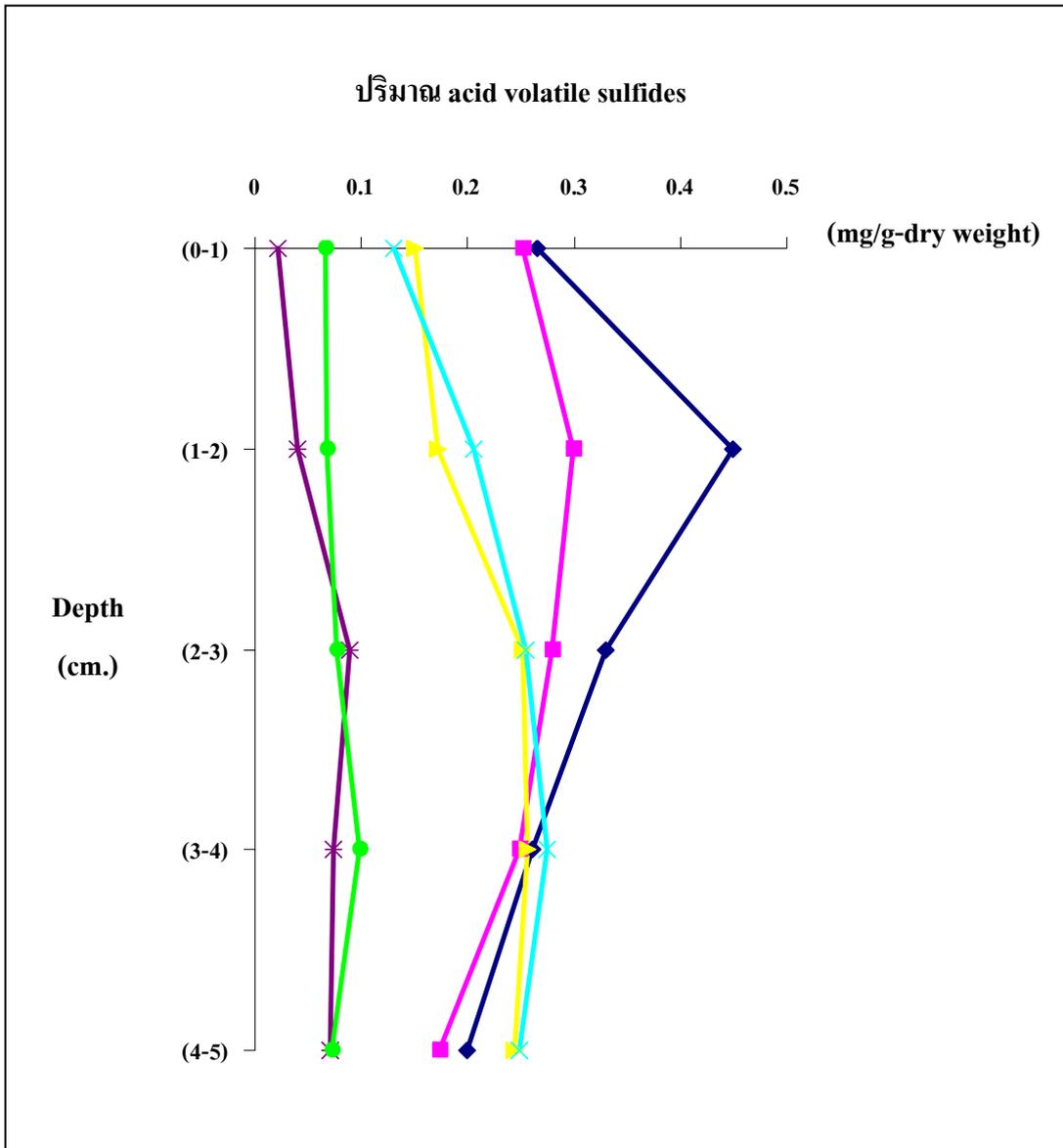
การเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วนมีส่วนสำคัญทำให้ลักษณะของดินตะกอนเกิดการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ ระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างนานหลายปี มีผลต่อการสะสมสารอินทรีย์รวมและปริมาณ acid volatile sulfides เพราะกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดจากการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม้วน เช่น สิ่งขับถ่าย สิ่งมีชีวิตที่ อาศัยอยู่บริเวณนั้น สิ่งมีชีวิตที่เหลือจากการจับผลผลิตและหอยแมลงภู่ม้วนที่ตกลงสู่พื้นดิน ตลอดจน การกีดขวางทางเดินน้ำของตัวแพเชือกเอง เป็นต้น ก็มีผลทำให้เพิ่มการสะสมของปริมาณ สารอินทรีย์ แต่ที่สำคัญที่สุดก็คือ การเปลี่ยนแปลงลักษณะดินตะกอนทำให้เอื้ออำนวยต่อการสะสม

สารอินทรีย์รวมและมีความสัมพันธ์กับการย่อยสลายทำให้เกิด acid volatile sulfides สะสมในดินตะกอนชั้นต่างๆ

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณ acid volatile sulfides ของดินในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ ปริมาณ acid volatile sulfides ของดินในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาก็พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และปริมาณ acid volatile sulfides ของดินในแต่ละระดับชั้นดิน 0-5 เซนติเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณ acid volatile sulfides (mg/g-dry weight) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณ acid volatile sulfides (mg/g-dry weight)					
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
0-1	0.2649±0.1990	0.2517±0.1054	0.1497±0.0834	0.1308±0.0999	0.2221±0.0151	0.0656±0.0817
1-2	0.4495±0.3148	0.2993±0.0929	0.1717±0.0982	0.2057±0.1042	0.0405±0.0265	0.0674±0.0627
2-3	0.3303±0.2505	0.2794±0.1249	0.2520±0.1513	0.2549±0.1158	0.0897±0.0985	0.0761±0.0536
3-4	0.2601±0.1609	0.2490±0.1770	0.2565±0.1200	0.2739±0.0980	0.0734±0.0580	0.0977±0.0620
4-5	0.2001±0.1348	0.1729±0.1567	0.2438±0.1415	0.2491±0.0981	0.0711±0.0463	0.0718±0.0267



ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณ acid volatile sulfides (mg/g-dry weight) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

4. คุณภาพน้ำในดินตะกอน (pore water)

4.1 การแพร่กระจายของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน

เมื่อพิจารณาการแพร่กระจายของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนจากบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 4 และภาพผนวกที่ 4) พบว่า

สถานี S1 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานกว่า 6 ปี) มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง $77.71 \pm 0.83 - 1,148.82 \pm 6.19 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $263.15 \pm 134.85 - 558.52 \pm 266.28 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น และส่วนใหญ่จะมีปริมาณมากที่สุดที่ชั้น 0-1 เซนติเมตร ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี S2 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานาน 3-5 ปี) มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง $42.98 \pm 0.70 - 1,229.82 \pm 1.42 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $271.05 \pm 137.85 - 574.65 \pm 329.32 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น และส่วนใหญ่จะมีปริมาณมากที่สุดที่ชั้น 0-1 เซนติเมตร ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี S3 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานาน 1-2 ปี) มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง $30.23 \pm 1.00 - 724.84 \pm 0.95 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $311.34 \pm 110.74 - 435.49 \pm 176.24 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น และส่วนใหญ่จะมีปริมาณมากที่สุดที่ชั้น 0-1 เซนติเมตร ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N1 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานแต่เป็นบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานาน) มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.00-

986.82±2.68 μM มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 292.47±112.55-435.74±381.99 μM (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น และส่วนใหญ่จะมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N2 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกแต่เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก) มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 29.21±0.97-650.95±0.90 μM มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 209.88±143.12-320.69±190.72 μM (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ที่ระดับชั้นดิน 1-2 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนเมษายนที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N3 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก) ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 16.71±0.54-622.11±1.11 μM มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 235.77±80.70-296.70±58.94 μM (ตารางที่ 5 และภาพที่ 8) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมิถุนายนที่ระดับชั้นดิน 1-2 เซนติเมตร

จากการศึกษาปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนที่พบส่วนใหญ่มีปริมาณมากในบริเวณที่เป็นแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานหลายปี (S1) และบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบปักไม้มาก่อน (N1) โดยส่วนใหญ่พบมีปริมาณสูงสุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และส่วนใหญ่มีปริมาณน้อยสุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ส่วนบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก (N2 และ N3) นั้นจะมีการแพร่กระจายสะสมในปริมาณมากในระดับชั้นดินที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของอลงกตและคณะ (2542) พบว่าระยะแรกของการเลี้ยงหอยแมลงภู่มค่าของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำระหว่างชั้นดินในบริเวณแปลงเลี้ยงหอยแมลงภู่มและบริเวณแปลงที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มจะมีค่าใกล้เคียงกัน หลังจากนั้นในเดือนต่อๆ มา ค่าของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำระหว่างชั้นดินในบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่มจะมีค่าสูงกว่าบริเวณแหล่งที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม ซึ่งอาจเนื่องมาจากบริเวณที่ทำการศึกษเป็นบริเวณที่มี

การเลี้ยงหอยแมลงภู่มักอยู่ใกล้กับแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่อื่นจำนวนมาก โดยอาจได้รับผลกระทบจากสิ่งขั้บถ่ายของหอยแมลงภู่อื่นจากบริเวณใต้แพตัวเอง และจากการพัดพาของกระแสน้ำจากที่อื่นปะทะกับแพเลี้ยงหอยแมลงภู่อื่นทำให้เกิดการตกตะกอนขึ้น โดยมีอัตราการตกตะกอนและอัตราการย่อยสลายที่แตกต่างกัน เมื่อระยะเวลาเปลี่ยนแปลงไปหรือถูกนำไปใช้ในกระบวนการต่างๆ ของพวกแพลงก์ตอนและพืชน้ำ เนื่องจากไนโตรเจนจะอยู่ในรูปแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ซึ่งเป็นรูปที่แพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายกว่ารูปอื่นๆ ซึ่งความมกน้อยของการนำไปใช้ของพวกสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เป็นส่วนที่ทำให้ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไป และเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรไนโตรเจน (ทิพวัลย์, 2546)

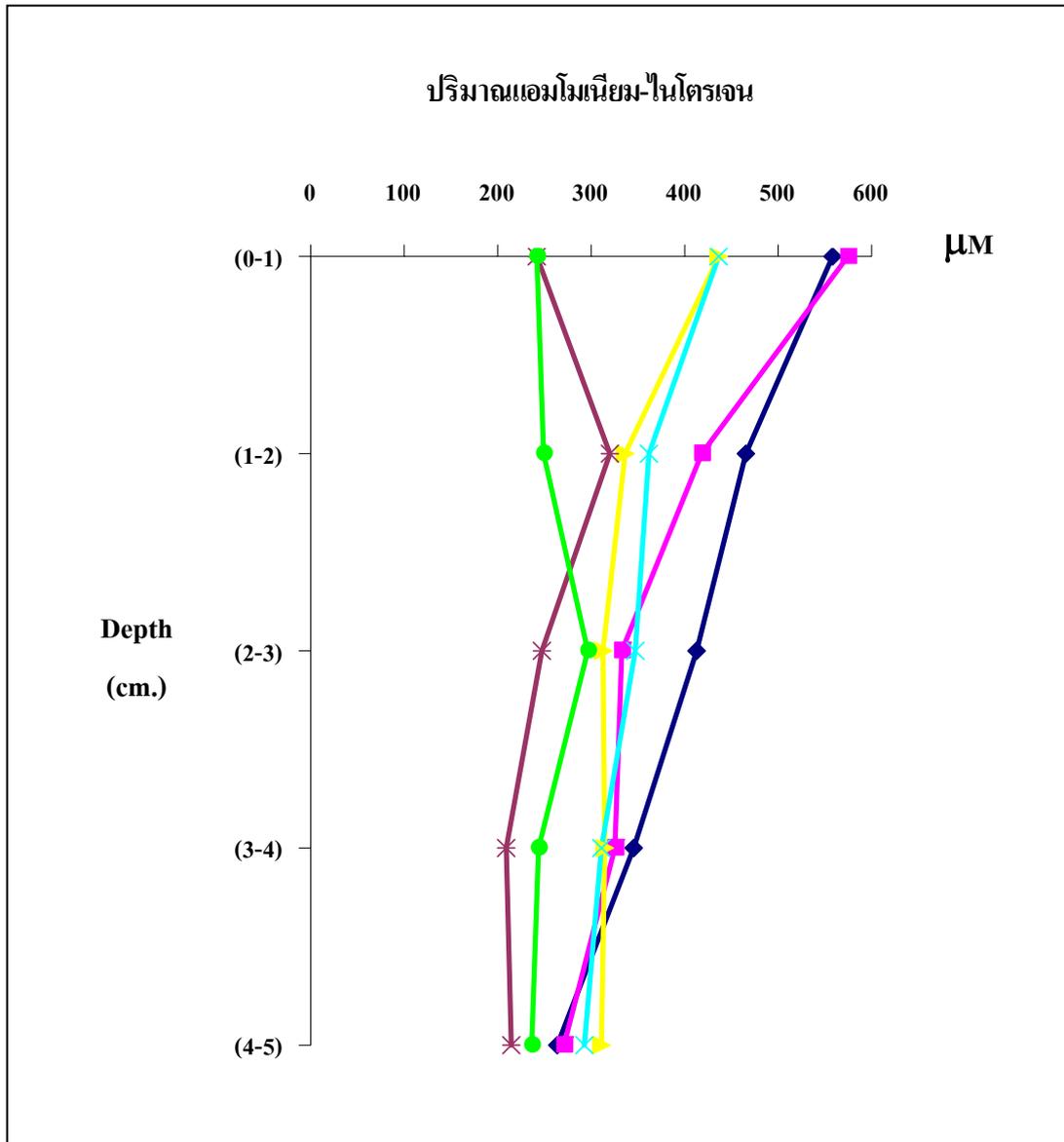
บริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกส่วนใหญ่มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร อาจเนื่องมาจากบริเวณผิวดินเป็นแหล่งรองรับสารอินทรีย์ต่างๆ ตลอดจนสิ่งขั้บถ่ายของหอยและปลาที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินตะกอน เมื่อเกิดการย่อยสลายจะทำให้เกิดการสะสมของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในดินตะกอนได้ โดยเฉพาะดินตะกอนบริเวณที่ผิวซึ่งเป็นบริเวณที่รองรับการตกตะกอนของสารอินทรีย์โดยตรง จึงมีผลทำให้ดินตะกอนบริเวณที่ผิวมีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน สูงกว่าในดินระดับลึกลงไป

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก (S1, S2 และ S3) และบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบปักไม้มาก่อน (N1) มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงกว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม และส่วนใหญ่มีปริมาณลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่ผิวดิน โดยเฉพาะบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก จากผลการศึกษาอาจสรุปได้ว่ากิจกรรมการเลี้ยงหอยแมลงภู่มมีส่วนทำให้ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในดินตะกอนเพิ่มขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของการย่อยสลายสารอินทรีย์

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของดินในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของดินในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาก็พบว่ามีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของดินในแต่ละระดับชั้นดิน 0-5 เซนติเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (μM)					
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
0-1	558.52±266.28	574.65±329.32	435.49±176.24	435.74±381.99	240.93±169.52	241.36±138.09
1-2	464.65±248.33	418.96±258.22	335.65±140.38	362.67±232.71	320.69±190.72	248.37±148.21
2-3	413.26±151.91	332.88±136.47	312.28±138.17	346.93±86.12	247.14±67.19	296.70±58.94
3-4	344.65±242.48	326.10±176.49	313.99±171.08	310.56±215.71	209.88±143.12	244.48±129.99
4-5	263.15±134.85	271.05±137.85	311.34±110.74	292.47±112.55	213.98±76.00	235.77±80.70



ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

■ S1 ■ S2 ■ S3 ■ N1 ■ N2 ■ N3

4.2 การแพร่กระจายของปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจน

เมื่อพิจารณาการแพร่กระจายของปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนจากบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 5 และภาพผนวกที่ 5) พบว่า

สถานี S1 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพะเชือกเป็นระยะเวลา มากกว่า 6 ปี) มีปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง $0.00-16.05 \pm 0.76 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $3.25 \pm 1.79-5.03 \pm 4.28 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 9) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนพฤษภาคมที่ระดับชั้นดิน 1-2 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร

สถานี S2 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพะเชือกเป็นระยะเวลา 3-5 ปี) มีปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง $0.21 \pm 0.06-8.80 \pm 0.99 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.96 \pm 1.78-3.80 \pm 2.55 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 9) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนพฤศจิกายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร

สถานี S3 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพะเชือกเป็นระยะเวลา 1-2 ปี) มีปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง $0.26 \pm 0.04-9.19 \pm 1.24 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.91 \pm 1.81-3.53 \pm 2.34 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 9) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายนที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N1 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภูแบบแพะเชือกแต่เป็นบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภูแบบปักไม้มาก่อน) มีปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง $0.00-19.10 \pm 0.31 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $4.28 \pm 4.90-4.82 \pm 4.34 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 9) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณไนโตรท

และไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนเมษายนที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N2 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกแต่เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก) มีปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง $0.54 \pm 0.10 - 18.48 \pm 0.67 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.73 \pm 1.14 - 5.17 \pm 4.53 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 9) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายนที่ระดับชั้นดิน 1-2 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร

สถานี N3 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก) มีปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง $0.53 \pm 0.06 - 14.90 \pm 1.68 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.68 \pm 1.34 - 4.48 \pm 4.54 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 6 และภาพที่ 9) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ที่ระดับชั้นดิน 1-2 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกันยายนที่ระดับชั้นดิน 2-3 และ 4-5 เซนติเมตร และในเดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

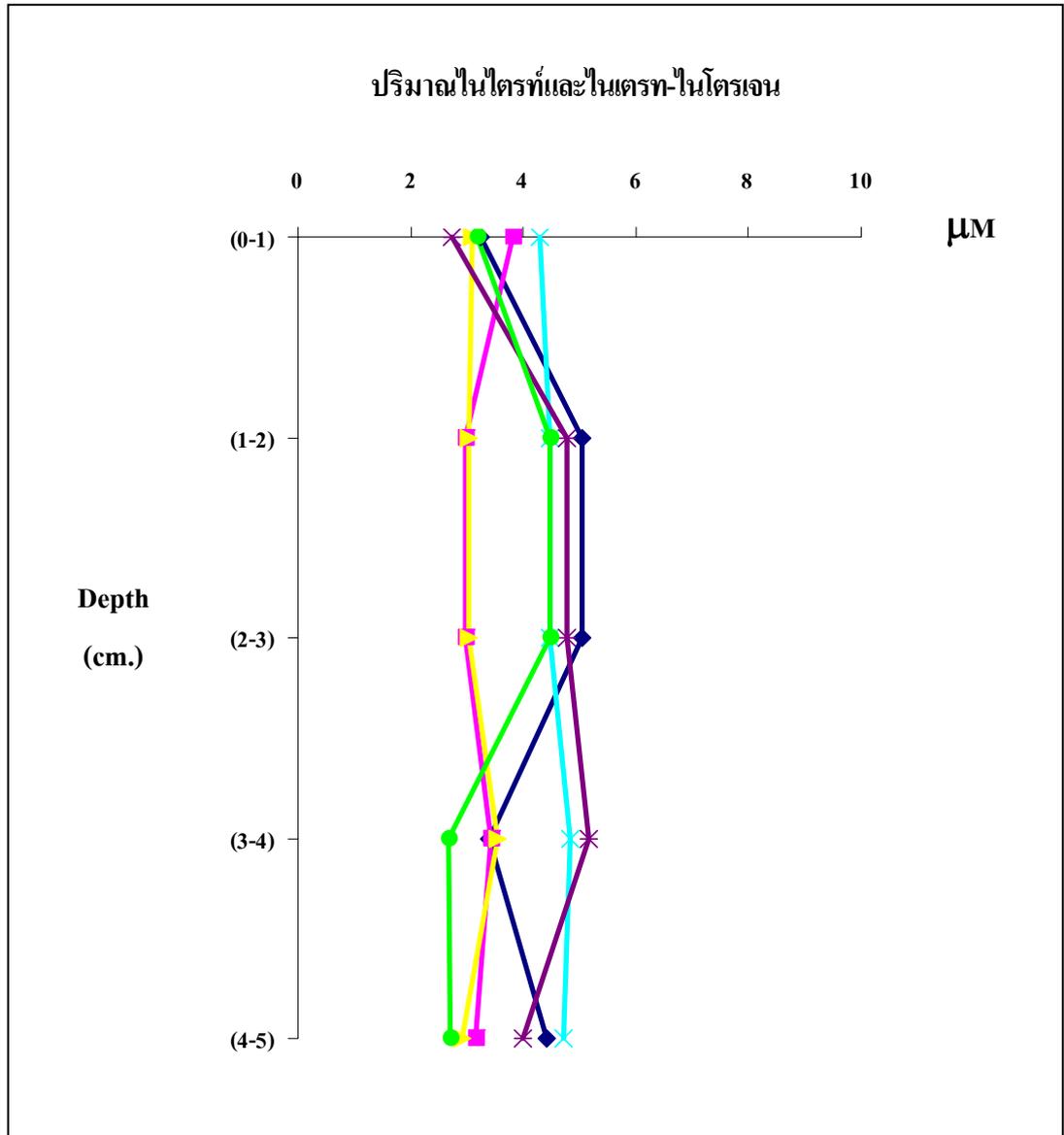
เมื่อพิจารณาปริมาณไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนของบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก (S1, S2 และ S3) บริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบปักไม้มาก่อน (N1) และบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม (N2 และ N3) พบว่า มีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยพบปริมาณมากที่สุดในระดับชั้นดินที่แตกต่างกันไปของแต่ละบริเวณที่ทำการศึกษา ซึ่งปริมาณไนโตรทและไนเตรทของน้ำในดินตะกอนนั้น ได้มาจาก 2 แหล่งด้วยกัน คือ จากการย่อยสลายพวกสารอินทรีย์ที่มีองค์ประกอบเป็นพวกอินทรีย์ไนโตรเจน ซึ่งผลผลิตที่ได้มีอยู่หลายรูปด้วยกัน ขึ้นอยู่กับกระบวนการย่อยสลายและปริมาณออกซิเจนในแหล่งน้ำหรือดินตะกอน ส่วนแหล่งของไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนอีกแหล่งอาจเกิดจากการพัดพาของน้ำจากพื้นดินผ่านพื้นที่เกษตรกรรมและฟาร์มปศุสัตว์ต่าง ซึ่งมีทั้งไนโตรเจนที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เมื่อไหลลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณที่มากเกินความต้องการของแหล่งน้ำ ก็จะเกิดการตกตะกอนโดยอาศัยกระบวนการต่างๆ ทั้งทางด้านเคมี ฟิสิกส์และชีวะ จะเกิดการสะสมในดินตะกอน หากบริเวณดังกล่าวมีอัตราการตกตะกอนและอัตราการย่อยสลายแตกต่างกันเมื่อระยะเวลาเปลี่ยนแปลงไป (ทิพวัลย์, 2546)

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่า บริเวณแหล่งที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก (S1, S2 และ S3) และบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบปักไม้มาก่อน (N1) มีปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนใกล้เคียงกับบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการแพร่กระจายที่ลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น แสดงว่ากิจกรรมการเลี้ยงหอยแมลงภู่มอาจไม่มีส่วนทำให้เกิดปริมาณการสะสมของปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนของดินในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนของดินในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาพบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนของดินในแต่ละระดับชั้นดิน 0-5 เซนติเมตร พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$)

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน (μM)					
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
0-1	3.25±1.79	3.80±2.55	3.10±1.52	4.28±4.90	2.73±1.14	3.18±1.62
1-2	5.03±4.28	2.96±1.78	3.05±1.62	4.48±4.12	4.79±5.32	4.48±4.54
2-3	3.94±3.06	3.41±2.08	3.48±2.22	4.51±4.52	4.10±4.53	3.18±1.92
3-4	3.40±1.87	3.41±1.96	3.53±2.34	4.82±4.34	5.17±4.53	2.68±1.34
4-5	4.42±3.09	3.16±2.14	2.91±1.81	4.71±5.05	3.98±3.51	2.71±1.31



ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยของปริมาณไนเตรทและไนเตรท-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

4.3 การแพร่กระจายของปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัส

เมื่อพิจารณาการแพร่กระจายของปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัสจากบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 6 และภาพผนวกที่ 6) พบว่า

สถานี S1 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานกว่า 6 ปี) มีปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง $0.00-26.96 \pm 0.35 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.08 \pm 1.08-9.41 \pm 9.74 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 10) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่ามากที่สุดในเดือนกรกฎาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกันยายนที่ระดับชั้นดิน 3-4 และ 4-5 เซนติเมตร และในเดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี S2 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานาน 3-5 ปี) มีปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง $0.24 \pm 0.05-29.20 \pm 0.95 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $2.77 \pm 1.47-8.47 \pm 8.16 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 10) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่ามากที่สุดในเดือนกันยายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกันยายนที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร

สถานี S3 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานาน 1-2 ปี) มีปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง $0.13 \pm 0.03-8.11 \pm 0.60 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $1.69 \pm 1.11-3.57 \pm 2.62 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 10) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่ามากที่สุดในเดือนพฤษภาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกันยายนที่ระดับชั้นดิน 2-3 และ 3-4 เซนติเมตร

สถานี N1 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานานแต่เป็นบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มานาน) มีปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง $0.00-24.14 \pm 0.37 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $5.43 \pm 3.47-7.93 \pm 11.19 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 10) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณอโร

ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่ามากที่สุดในเดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N2 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกแต่เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก) มีปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง $1.05 \pm 0.08 - 21.38 \pm 0.21 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $3.99 \pm 2.18 - 8.62 \pm 6.43 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 10) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่ามากที่สุดในเดือนตุลาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร

สถานี N3 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก) มีปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง $1.06 \pm 0.05 - 21.13 \pm 0.26 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $5.15 \pm 3.78 - 7.99 \pm 5.17 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 7 และภาพที่ 10) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบเพิ่มขึ้นและลดลงที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนพฤษภาคมที่ระดับชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร

ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่พบบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกมีปริมาณอยู่ในช่วง $0.13 - 26.96 \mu\text{M}$ บริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบปักไม้ไม่มีปริมาณอยู่ในช่วง $0.00 - 40.14 \mu\text{M}$ และบริเวณที่ไม่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกมีปริมาณอยู่ในช่วง $1.05 - 21.38 \mu\text{M}$ เมื่อเปรียบเทียบจากการศึกษาของอลงกตและคณะ (2542) ที่รายงานว่าปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่มส่วนใหญ่จะมีปริมาณลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น และมีปริมาณมากในระดับชั้นดินที่ 0-1 เซนติเมตร ส่วนบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มมีรูปแบบการแพร่กระจายที่ไม่แน่นอน แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกมีปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสใกล้เคียงกับบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่ม แสดงว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในแต่ละพื้นที่และเวลานั้นมีอยู่หลายปัจจัยด้วยกัน ซึ่งโดยปกติปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของน้ำในดินตะกอนที่ผิว (0-1 เซนติเมตร) จะมีค่าสูงกว่าในดินตะกอนที่อยู่ระดับลึกลงไปเป็นผลมาจากอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปอินทรีย์วัตถุในดินถูกปลดปล่อยออกมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ นอกจากนี้หากในดินตะกอนนั้นมีสภาพเป็นด่าง สารประกอบฟอสฟอรัสก็จะละลายได้ยาก ทำให้ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น (ทิพวัลย์, 2546)

ธงชัย (2545) กล่าวว่า ประเทศไทยใช้สารประกอบฟอสเฟตหลักๆ ในกิจกรรม 2 แหล่งใหญ่ๆ คือ ปุ๋ยและอุตสาหกรรม (สำหรับผลิตอาหารสัตว์ สารซักฟอก อาหารสำเร็จรูป และอื่นๆ) ฟอสฟอรัสเมื่อนำมาใช้เป็นปุ๋ยอาจถูกพืชใช้ไปไม่หมด และจะถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำในฤดูฝน สำหรับส่วนที่พืชใช้ไปก็จะสะสมอยู่ในดิน ดอก ใบ ผล ซึ่งจะเป็นอาหารของสัตว์และคน และอาจถูกปล่อยระบายออกมาพร้อมกับการถ่ายมูลซึ่งจะกลับลงสู่แหล่งน้ำได้เช่นกัน ปริมาณฟอสฟอรัสที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ในปี พ.ศ. 2536 เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ กสิกรรม (65.5 เปอร์เซ็นต์) ปศุสัตว์ (15.6 เปอร์เซ็นต์) น้ำเสียจากชุมชน (14.7 เปอร์เซ็นต์) และจากอุตสาหกรรม (4 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งจากสัดส่วนดังกล่าว จะเห็นว่าในภาคกสิกรรมมีอัตราการใช้ฟอสฟอรัสมากที่สุด ซึ่งแหล่งของฟอสฟอรัสที่สำคัญอีกแหล่ง คือ น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน ซึ่งบริเวณอ่าวศรีราชามีชุมชนชาวประมง ชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณแนวชายฝั่งทะเล และร้านอาหารบริเวณชายฝั่งทะเลจำนวนมาก ซึ่งมีการปล่อยน้ำเสียออกมากับน้ำทิ้งโดยไม่ได้รับการบำบัด แม้จะมีน้ำทิ้งบางส่วนของชุมชนในเมืองศรีราชาที่ผ่าน โรงบำบัดน้ำเสียของเทศบาลเมืองศรีราชา นอกจากนี้ยังมีการปล่อยน้ำเสียปะปนมากับคลองสาขาต่างๆ ไหลลงสู่ทะเล ซึ่งบริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบแพเชือกและบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบแพเชือกนั้นอยู่ใกล้กับแหล่งชุมชนดังกล่าว โดยห่างจากชายฝั่งเป็นระยะทางเพียง 800-1,500 เมตร จึงอาจได้รับผลกระทบจากการพัดพาของกระแสน้ำซึ่งอาจไม่มีความเกี่ยวข้องกับการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูง เนื่องจากบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบแพเชือกมีปริมาณออกซิเจนฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงกว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูง

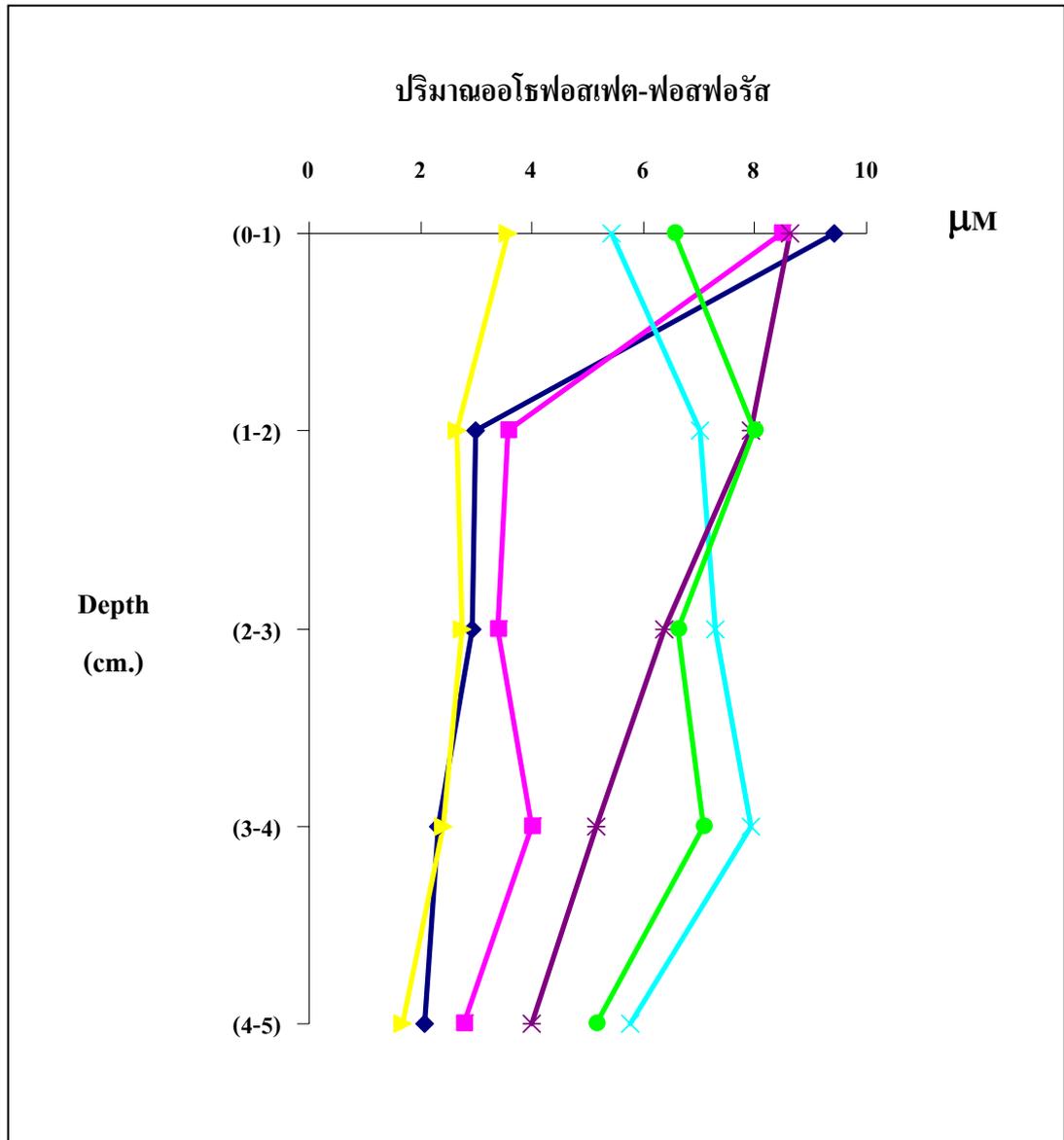
เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่า บริเวณแหล่งที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบแพเชือก (S1, S2 และ S3) และบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบปักไม้มาก่อน (N1) มีปริมาณออกซิเจนฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสใกล้เคียงกับบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบแพเชือก (N2 และ N3) ในบริเวณระดับชั้นผิวดิน ส่วนในดินตะกอนระดับลึกลงไปนั้นบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบแพเชือก (N2 และ N3) รวมถึงบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบปักไม้มาก่อน (N1) จะมีปริมาณออกซิเจนฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงกว่าบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบแพเชือก (S1, S2 และ S3) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการแพร่กระจายที่ลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากปัจจัยอื่นๆ เช่น น้ำทิ้งจากชุมชน ทิศทางการไหลของกระแสน้ำ เป็นต้น มากกว่าผลกระทบจากกิจกรรมการเลี้ยงหอยแมลงภู่มวลสูงแบบแพเชือก

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณออกซิเจนฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของดินในแต่ละสถานที่ทำการศึกษ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของดินในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษพบว่ามีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของดินในแต่ละระดับชั้นดิน 0-5 เซนติเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (μM)					
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
0-1	9.41±9.74	8.47±8.16	3.57±2.62	5.43±3.47	8.62±6.43	6.55±4.04
1-2	2.99±2.59	3.57±2.73	2.66±1.56	7.01±7.91	7.94±4.40	7.99±5.17
2-3	2.94±2.31	3.37±2.20	2.75±2.07	7.28±7.29	6.39±3.73	6.63±3.23
3-4	2.31±1.18	3.99±3.83	2.42±1.89	7.93±11.19	5.15±2.02	7.07±5.96
4-5	2.08±1.08	2.77±1.47	1.69±1.11	5.76±6.58	3.99±2.18	5.15±3.78



ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยของปริมาณอโรสเฟต-ฟอสฟอรัส (μM) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี

— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

4.4 การแพร่กระจายของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน

เมื่อพิจารณาการแพร่กระจายของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนจากบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 7 และภาพผนวกที่ 7) พบว่า

สถานี S1 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพะเชือกเป็นระยะเวลา มากกว่า 6 ปี) มีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในช่วง $19.58 \pm 0.56 - 645.41 \pm 9.64 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $87.39 \pm 63.30 - 254.00 \pm 207.79 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 11) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร

สถานี S2 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพะเชือกเป็นระยะเวลา 3-5 ปี) มีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในช่วง $10.73 \pm 0.16 - 904.84 \pm 8.63 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $94.98 \pm 77.73 - 337.98 \pm 264.16 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 11) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่ามากที่สุดในเดือนมิถุนายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกันยายนที่ระดับชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร

สถานี S3 (บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพะเชือกเป็นระยะเวลา 1-2 ปี) มีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในช่วง $13.01 \pm 0.19 - 341.61 \pm 5.10 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $85.22 \pm 71.80 - 132.47 \pm 84.09 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 11) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนสิงหาคมที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร

สถานี N1 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพะเชือกแต่เป็นบริเวณที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบปักไม้มาก่อน) มีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในช่วง $0.00 - 735.84 \pm 9.90 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $135.00 \pm 93.28 - 265.48 \pm 225.33 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 11) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่า

มากที่สุดในเดือนเมษายนที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

สถานี N2 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกแต่เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก) มีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนอยู่ในช่วง $22.62 \pm 0.41 - 644.55 \pm 9.63 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $91.77 \pm 54.01 - 133.55 \pm 184.48 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 11) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่ามากที่สุดในเดือนธันวาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนธันวาคมที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร

สถานี N3 (บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก) มีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนอยู่ในช่วง $20.05 \pm 0.27 - 237.54 \pm 6.54 \mu\text{M}$ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง $69.31 \pm 34.33 - 106.75 \pm 61.48 \mu\text{M}$ (ตารางที่ 8 และภาพที่ 11) โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีค่ามากที่สุดในเดือนมีนาคมที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร และมีค่าน้อยที่สุดในเดือนกรกฎาคมที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

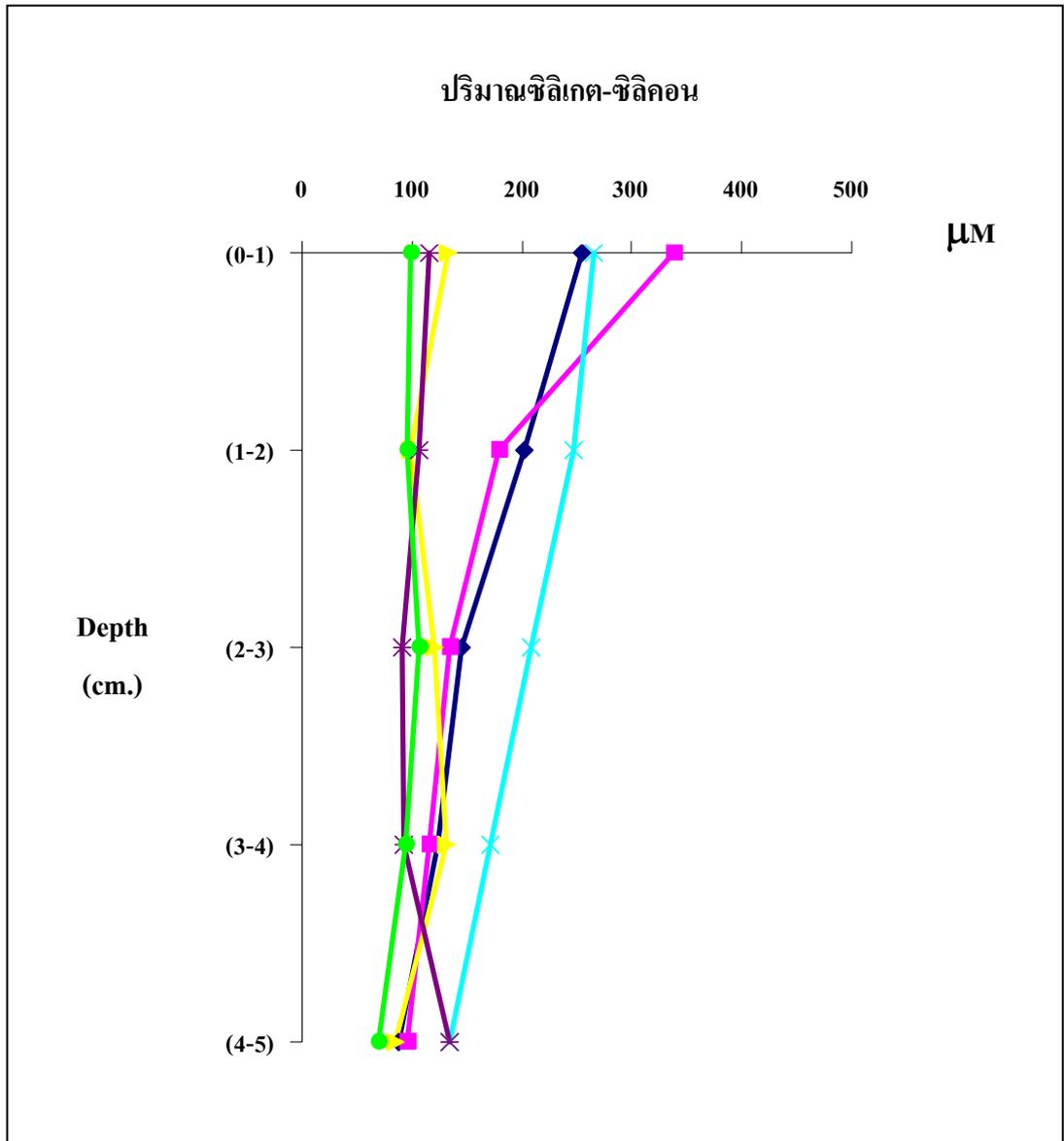
ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนส่วนใหญ่จะได้จากพื้นดินที่เกิดจากการผุพังของเปลือกโลกมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ (โศภณา, 2521) แล้วเคลื่อนย้ายลงสู่แหล่งน้ำโดยอาศัยการพัดพาของกระแสน้ำ โดยเฉพาะในช่วงมรสุมบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำก็จะได้รับอิทธิพลของน้ำจืดจากแผ่นดินที่ไหลบ่าลงไป (นิวุฒติ, 2534) ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนที่พบบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่มและบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มมีรูปแบบการแพร่กระจายที่ไม่แน่นอนที่ระดับชั้นดินต่างๆ โดยมีปริมาณอยู่ในช่วง $0.00 - 904.84 \mu\text{M}$ ซึ่งเมื่ออยู่ในรูปที่ละลายน้ำก็จะถูกนำไปใช้โดยพืชน้ำ และแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะพวกไดอะตอม ซิลิเกต-ซิลิคอน จะมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของไดอะตอมมาก มากกว่าธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส (โศภณา, 2521) ซึ่งหากแหล่งน้ำใดมีซิลิเกต-ซิลิคอนแพร่กระจายอยู่มากก็อาจคาดการณ์ได้ว่าแหล่งน้ำนั้นมีโอกาสที่จะเกิดการบลูมของไดอะตอมได้ และเมื่อพวกไดอะตอมตายลงไปซิลิเกต-ซิลิคอนก็จะสะสมอยู่กับซากของพวกแพลงก์ตอนสะสมอยู่ในดินตะกอนรอกกระบวนการทางชีวเคมีที่จะย่อยสลายและนำพาซิลิเกต-ซิลิคอนกลับคืนสู่แหล่งน้ำเป็นวัฏจักร

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยพบว่าปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์ในบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู๋แบบแพะเชือกมีค่าใกล้เคียงกันกับบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู๋แบบแพะเชือก โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์ที่พบมีปริมาณมากที่ชั้นผิวดินอาจคาดการณ์ได้ว่าบริเวณอ่าวศรีราชามีการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีหลายๆ ครั้งในรอบปี โดยอาจเกิดระยะเวลาสั้นๆ หรือระยะเวลาหลายวันขึ้นอยู่กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม จึงอาจมีการแพร่กระจายทั่วทุกบริเวณและเกิดการตกตะกอนของแพลงก์ตอนที่เป็นสาเหตุสะสมในดินตะกอน ถึงแม้หอยแมลงภู๋จะช่วยกรองกินบางส่วนแต่หอยแมลงภู๋ก็มีกลไกในการป้องกันตัวเองเมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสมโดยการปิดเปลือกหอยไม่ให้มีการแลกเปลี่ยนกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ดังนั้นปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์ที่พบอาจเป็นผลมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เกิดจากซากของแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มไดอะตอมที่จะทับถมลงมาพร้อมกับสารอินทรีย์อื่นๆ เมื่อเกิดการย่อยสลายสามารถปลดปล่อยซัลเฟตให้สะสมอยู่ในดินตะกอนได้

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์ของดินในแต่ละสถานที่ที่ทำการศึกษา พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) นอกจากนี้ปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์ของดินในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์ของดินในแต่ละระดับชั้นดิน 0-5 เซนติเมตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์ (μM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

ระดับความลึก (เซนติเมตร)	ปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด์ (μM)					
	S1	S2	S3	N1	N2	N3
0-1	254.00±207.79	337.98±264.16	132.47±84.09	265.48±225.33	116.05±112.88	98.48±42.84
1-2	202.08±151.45	179.29±152.84	98.01±51.74	246.83±188.57	106.42±88.89	95.21±48.11
2-3	145.60±136.33	133.81±88.05	120.49±93.13	208.79±168.27	91.77±54.01	106.75±61.48
3-4	123.74±123.91	116.11±88.25	131.82±116.29	171.88±137.82	92.19±63.79	93.58±65.11
4-5	87.39±63.30	94.98±77.73	85.22±71.80	135.00±93.28	133.55±184.48	69.31±34.33



ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยของปริมาณซิติเกต-ซิติคอน (µM) ในดินตะกอนตามระดับความลึกของแต่ละสถานี

— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

5. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพดินตะกอนที่ทำการศึกษา

การทดสอบความสัมพันธ์ ใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติจะเลือกใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) และหากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะเลือกใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) โดยมีเกณฑ์ในการแปลผลระดับความสัมพันธ์ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2547) ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0-0.20 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.21-0.40 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.41-0.60 มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.61-0.80 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มากกว่า 0.80 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

จากการศึกษาหาความสัมพันธ์ของคุณภาพดินตะกอนที่ทำการศึกษาโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์เชิงอันดับของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่เป็นปกติ พบว่า

ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน ปริมาณ acid volatile sulfides ปริมาณซัลไฟด์-ซัลไฟคอน ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนและปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.81, 0.45, 0.43, 0.28, 0.15 และ 0.06 ตามลำดับ

ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณ acid volatile sulfides, ปริมาณน้ำในดิน, ปริมาณซัลไฟด์-ซัลไฟคอน และปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเท่ากับ 0.40, 0.35, 0.26 และ 0.05 ตามลำดับและมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนเท่ากับ 0.19

ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณซัลไฟด์-ซัลไฟคอน และปริมาณน้ำในดินเท่ากับ 0.06 และ 0.05 ตามลำดับ มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณ acid volatile sulfides และปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนเท่ากับ 0.20 และ 0.02 ตามลำดับ

ปริมาณซัลไฟด์-ซัลไฟคอน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน ปริมาณน้ำในดินและปริมาณ acid volatile sulfides เท่ากับ 0.47 , 0.39 และ 0.02 ตามลำดับ

ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดิน และปริมาณ acid volatile sulfides เท่ากับ 0.01 และ 0.03 ตามลำดับ

ปริมาณน้ำในดิน มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์กับปริมาณ acid volatile sulfides เท่ากับ 0.54

ปริมาณสารอินทรีย์รวมมีค่าความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินในระดับสูงมาก โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.81 ซึ่งอาจอธิบายได้ว่า เมื่อพบปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงมักพบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงเช่นเดียวกัน

6. คุณภาพน้ำทะเลบริเวณที่ทำการศึกษา

ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทะเลบางประการ (ตารางผนวกที่ 8) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2548 -ธันวาคม 2549 พบว่า มีความลึกมีค่าอยู่ในช่วง 2.30-7.20 เมตร อุณหภูมิมีค่าอยู่ในช่วง 26.56-31.90 องศาเซลเซียส ความโปร่งแสงมีค่าอยู่ในช่วง 1.30-4.50 เมตร ความเป็นกรดด่างมีค่าอยู่ในช่วง 7.26-8.11 ความเค็มมีค่าอยู่ในช่วง 23.40-33.87 ส่วนในพัน ส่วน และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 4.00-6.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งคุณภาพน้ำ บางประการที่ทำการศึกษามีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในช่วง $20.61 \pm 0.17 - 85.76 \pm 0.79\%$ โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ส่วนบริเวณพื้นที่ที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบปักไม้มาก่อนมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในช่วง $29.51 \pm 1.02 - 73.12 \pm 0.52\%$ โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร และบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกมีปริมาณน้ำในดินอยู่ในช่วง $13.30 \pm 0.34 - 40.28 \pm 0.37\%$ โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร
2. บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกมีปริมาณสารอินทรีย์รวมอยู่ในช่วง $2.30 \pm 0.38 - 19.16 \pm 0.61\%$ โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ส่วนบริเวณพื้นที่ที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบปักไม้มาก่อนมีปริมาณสารอินทรีย์รวมอยู่ในช่วง $4.64 \pm 0.06 - 23.23 \pm 0.23\%$ โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร และบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกมีปริมาณ สารอินทรีย์รวมอยู่ในช่วง $2.75 \pm 0.22 - 6.88 \pm 0.12\%$ โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร
3. บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกมีปริมาณ acid volatile sulfides อยู่ในช่วง $0.0001 \pm 0.0001 - 1.2773 \pm 0.0617$ มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 1-3 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ส่วนบริเวณพื้นที่ที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบปักไม้มาก่อนมีปริมาณ acid volatile sulfides อยู่ในช่วง $0.0422 \pm 0.0080 -$

0.4542±0.0010 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 2-3 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และบริเวณพื้นที่ที่ไม่มี การเลี้ยวหอยแมลงภู่มิมีปริมาณ acid volatile sulfides อยู่ในช่วง 0.0041±0.0010-0.3621±0.0047 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายเพิ่มขึ้นและลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 2-4 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร

4. บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยวหอยแมลงภู่มิมีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 30.23±1.00-1,299.82±1.42 μM โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ส่วนบริเวณพื้นที่ที่เคยมีการเลี้ยวหอยแมลงภู่มิมีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.00-986.82±2.68 μM โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร และบริเวณพื้นที่ที่ไม่มี การเลี้ยวหอยแมลงภู่มิมีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 16.71±0.54-650.95±0.90 μM โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 1-3 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร

5. บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยวหอยแมลงภู่มิมีปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.00-16.05±0.76 μM โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-3 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ส่วนบริเวณพื้นที่ที่เคยมีการเลี้ยวหอยแมลงภู่มิมีปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.00-19.10±0.31 μM โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดและน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตรเหมือนกันแต่คนละเดือนกัน แต่ส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 1-4 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร บริเวณพื้นที่ที่ไม่มี การเลี้ยวหอยแมลงภู่มิมีปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนอยู่ในช่วง 0.53±0.06-18.48±0.67 μM โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการ

แพร่กระจายเพิ่มขึ้นและลดลงที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนที่พบมีปริมาณมากและน้อยกระจายอยู่ทั่วทุกชั้นดินในรูปแบบที่ไม่แน่นอน

6. บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบคเทอเรียมีปริมาณอโรพอสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง $0.00-29.20 \pm 0.95 \mu\text{M}$ โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 3-5 เซนติเมตร ส่วนบริเวณพื้นที่ที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบคเทอเรียมาก่อนมีปริมาณอโรพอสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง $0.00-24.14 \pm 0.37 \mu\text{M}$ โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบคเทอเรียมีปริมาณอโรพอสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง $1.05 \pm 0.08-21.38 \pm 0.21 \mu\text{M}$ โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการแพร่กระจายเพิ่มขึ้นและลดลงที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณอโรพอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่พบมีปริมาณมากและน้อยกระจายอยู่ทั่วทุกชั้นดินในรูปแบบที่ไม่แน่นอน

7. บริเวณพื้นที่ที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบคเทอเรียมีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนอยู่ในช่วง $10.73 \pm 0.16-645.41 \pm 9.64 \mu\text{M}$ โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่มีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 3-4 เซนติเมตร ส่วนบริเวณพื้นที่ที่เคยมีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบคเทอเรียมาก่อนมีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนอยู่ในช่วง $0.00-735.84 \pm 9.90 \mu\text{M}$ โดยมีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณมากที่สุดที่ระดับชั้นดิน 0-1 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่สุดที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร บริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบคเทอเรียมีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนอยู่ในช่วง $20.05 \pm 0.27-644.55 \pm 9.63 \mu\text{M}$ โดยส่วนใหญ่มีรูปแบบการแพร่กระจายเพิ่มขึ้นและลดลงที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนที่พบมีปริมาณมากและน้อยกระจายอยู่ทั่วทุกชั้นดินในรูปแบบที่ไม่แน่นอน

8. การเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบคเทอเรียมีส่วนทำให้ลักษณะดินตะกอนบริเวณพื้นดินมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยมีลักษณะเป็นดินเลนเพิ่มมากขึ้นทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสะสมและการแพร่กระจายของปริมาณน้ำในดิน ปริมาณสารอินทรีย์รวม และปริมาณ acid volatile sulfides โดยบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่นิวแบคเทอเรียมีค่าปริมาณน้ำในดิน ปริมาณสารอินทรีย์

รวม ปริมาณ acid volatile sulfides และปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงกว่าบริเวณที่ไม่มี การเลี้ยงหอยแมลงภู่ โดยมีแนวโน้มรูปแบบการแพร่กระจายลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่ มีปริมาณมากที่ผิวดิน 0-2 เซนติเมตร และมีปริมาณน้อยที่ระดับชั้นดิน 4-5 เซนติเมตร ส่วนปริมาณ ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ออโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และซิลิเกต-ซิลิคอน มีรูปแบบการแพร่กระจายลดลงและเพิ่มขึ้นที่ไม่แน่นอนเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น ซึ่งพบปริมาณมากและน้อยกระจายอยู่ทั่วทุกชั้นดินในรูปแบบที่ไม่แน่นอน

9. จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวม ปริมาณ acid volatile sulfides ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ปริมาณออโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทางด้านพื้นที่ ระดับชั้นดินและระยะเวลา ส่วนปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ทางด้านพื้นที่และระยะเวลา แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.01$) ในแต่ละระดับชั้นดิน

10. จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำในดินตะกอน พบว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินในระดับสูงมาก หมายความว่าหากพบปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงมักพบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงเช่นเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากบริเวณอ่าวศรีราชาเป็นบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งและรองรับกิจกรรมต่างๆ มากมาย เช่น การท่องเที่ยว นิคมอุตสาหกรรม และแหล่งชุมชน เป็นต้น ดังนั้นแร่ธาตุอาหารต่างๆ อาจจะมาจกหลายแหล่งนอกจากสิ่งขับถ่ายของหอยแมลงภู่ ดังนั้นควรมีการศึกษาเกี่ยวกับศักยภาพการรองรับมลพิษบริเวณอ่าวศรีราชา เพื่อการจัดสรรพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งโดยเฉพาะหอยแมลงภู่ต่อไป ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้เป็นข้อมูลที่สำคัญต่อผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกและจะเป็นประโยชน์ต่อไปในการกำหนดแนวทางในการขยายพื้นที่การเลี้ยงหอยแมลงภู่ในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

การเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบแพเชือกเป็นวิธีเลี้ยงหอยแมลงภู่แบบพัฒนาที่ได้รับความนิยมมากในอ่าวศรีราชา และมีแนวโน้มที่จะขยายพื้นที่การเลี้ยงด้วยวิธีนี้ไปยังจังหวัดต่างๆ แต่ยังไม่มีการศึกษาผลกระทบที่มีต่อสภาพดินตะกอน ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นข้อมูล

พื้นฐานที่สำคัญในการนำไปศึกษาต่อถึงระยะเวลาการเลี้ยงหอยแมลงภู่ว่าส่งผลกระทบต่อสภาพพื้นดินตะกอน โดยอาจมีการศึกษาการย้ายแพะเชือกเพื่อให้ดินตะกอนมีการปรับสภาพและฟื้นตัวหลังจากเลี้ยงมาแล้วระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งจะเป็นข้อมูลสำคัญในการถ่ายทอดให้แก่เกษตรกรและผู้ประกอบการในการเลี้ยงหอยแมลงภู่ว่าแบบยั่งยืนและเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กริชพล กลิ่นหอม. 2535. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำจันทบุรี
ระยองและชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กฤษฎา หน่อเนื้อ. 2541. องค์ประกอบทางกายภาพทางเคมีบางประการของดินตะกอนในอ่าวไทย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. 2544. พื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สำรวจในปี 2544. กรมประมง,
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2536. คู่มือการเลี้ยงหอยแมลงภู. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- กังสดาน เหมกรณ์. 2545. ปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในหอยแมลงภู่อายุต่างๆ ที่เลี้ยงแบบแพและ
แบบปักหลัก บริเวณสถานีวิจัยประมงศรีราชา จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จันทรา ศรีสมวงศ์. 2546. ศักยภาพของพื้นที่เลี้ยงหอยบริเวณปากแม่น้ำแควpu จังหวัดจันทบุรี
และจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. 2545. ดินตะกอน. ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- จารุวัฒน์ นทีตะภา และ สไบทิพย์ อมรจารุจิ. 2538. ผลของความเค็มต่างระดับต่อการฟักของไข่
และอัตราการรอดตายของปลาหมึกหอมและปลาหมึกกระดองลายเสือ. เอกสารวิชาการ
ฉบับที่ 37/2538. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเลเชิงเทรา, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
ชายฝั่ง, กรมประมง.

จิตรรา ตีระเมธี. 2541. การเจริญเติบโตของหอยแมลงภู่ (*Perna viridis* Linnaeus) เลี้ยงแบบแขวน
ใต้โครงกระชัง แพ้ฟิมและเส้นเชือกยาวติดทุ่นลอย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชาติ นาวานุเคราะห์. 2529. ลักษณะทางกายภาพของดินเค็มชายทะเลภาคกลางของประเทศไทย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2524. บทปฏิบัติการนิเวศวิทยาทางทะเล. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล
คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

คารณี หันหาบุญ. 2526. การเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำในป่าชายเลนที่มีพื้นที่
และความอุดมสมบูรณ์ต่างกันโดยใช้ปริมาณสารอินทรีย์ไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟต
ฟอสฟอรัสเป็นดัชนี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทิพวัลย์ พลเดโช. 2546. การศึกษาคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ
เวฬุ จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2544. การกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทางชีวภาพ. สมาคมวิศวกรรม
สิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

นิตยา นาตะชนภัทร. 2527. การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของการเลี้ยงหอยแมลงภูในจังหวัด
ฉะเชิงเทรา ชลบุรี และเพชรบุรี ปี 2525. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิลนาจ ชัยธนาวิสุทธ์. 2526. การทดลองเลี้ยงหอยแมลงภู (*Perna viridis* (Linn.)) โดยการใช้เชือก
ห้อยแขวน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- นิวุฒิ หวังชัย. 2534. การสะสมและการสลายตัวของสารอินทรีย์ในพื้นที่บ่อกึ่งกูลาดำที่เลี้ยงแบบ
หนาแน่น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บรรจง เทียนสงัรัมย์. 2520. หลักการเลี้ยงหอยแมลงภู. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ.
- ปรเมษฐ์ พลอยประดับ และอลงกต อินทรชาติ. 2544. การเลี้ยงหอยแมลงภู. ใน เอกสารเผยแพร่
ทางวิชาการ การเลี้ยงและแปรรูปหอยแมลงภูแบบครบวงจร โครงการอบรมและถ่ายทอด
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สถานีวิจัยประมงศรีราชา สถาบันวิจัยและพัฒนา
แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ไพลิน วานิชผล. 2542. การเพาะพันธุ์และอนุบาลลูกหอยแมลงภู, *Perna viridis* (Linnaeus, 1758).
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภาควิชาการจัดการประมง. 2545. โครงการการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลในแปลงเลี้ยงหอยแมลงภู
และการติดตามผลกระทบของการระบายน้ำทิ้งที่มีต่อสภาพการเลี้ยงหอยแมลงภู.
คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วันทนา อยู่สุข. 2541. หอยทะเล. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วิทยา หะวานนท์ และ สิริพร ลือชัย ชัยกุล. 2542. ผลของความเค็มต่อการเจริญเติบโตและการรอด
ตายของหอยแมลงภู. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 12/2542. ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง
จังหวัดชุมพร, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง.
- วิลาสินี สกนธ์กำแหง. 2533. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำย่อย
ภาคใต้ตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ศานิต แก้วเอี่ยม. 2530. การวิเคราะห์เศรษฐกิจระบบการเลี้ยงหอยแมลงภูในประเทศไทย. ภาควิชา เศรษฐศาสตร์เกษตร คณะเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิรินา อาระยะรุ่งโรจน์. 2531. การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำชี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา. 2529. จุลชีววิทยาของดินเพื่อผลิตผลทางการเกษตร. ภาควิชา ปฐพีวิทยา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สถานีวิจัยประมงศรีราชา. 2544. การเลี้ยงและแปรรูปหอยแมลงภูแบบครบวงจร. เอกสารเผยแพร่ทางวิชาการ, สถานีวิจัยประมงศรีราชา, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สมเจตน์ จันทวัฒน์. 2522. การอนุรักษ์ดินและน้ำ เล่มที่ 1 การพังทลายของดิน. ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมศักดิ์ วังใน. 2528. จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สมสุข มัจฉาชีพ. 2524. นิเวศวิทยา. แพรววิทยา, กรุงเทพฯ.
- สรสิทธิ์ วัชรโรทยาน. 2535. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุขศรี สัมภาวะผล และ พงศ์ธร อินทร์อักษร. 2543. คุณภาพน้ำในแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภูบริเวณ บ้านห้องคม อำเภอเสวี และบ้านปากหาด อำเภอเมือง จังหวัดชุมพร. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 24/2543. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดชุมพร.

- สุขุม ไร่ใจ. 2542. การศึกษาผลกระทบของความเค็มต่ำที่มีต่อการตายของหอยแมลงภู่ (*Perna viridis* Linnaeus). ภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุชาติ อุปถัมภ์ มาลียา เครือตราห่ม เขวลักษณ์ จิตรามวงศ์ และศิริวรรณ จันทเดมิย์. 2538. **สังขวิทยา**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- สุทธิพงศ์ เสถียรแก้ว. 2535. ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำเมย จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- โสภณา บุญญาพิพัฒน์. 2521. การศึกษาดัชนีความแตกต่างและความชุกชุมของไมโครแพลงก์ตอนในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง. 2546. แหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งของประเทศไทย. กรมประมง.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2547. การเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติ. แหล่งที่มา: <http://www.binfodsm@nso.go.th>, 20 สิงหาคม 2549.
- อลงกต อินทรชาติ พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์ และไตรเทพ วิชัยโกวิทเทน. 2542. การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์และคุณภาพของดินตะกอน บริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ (*Perna viridis*) ในอ่าวศรีราชา. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อลงกต อินทรชาติ และพันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธุ์. 2546. คุณภาพน้ำในดินบริเวณแหล่งเลี้ยงหอยแมลงภู่ในอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี. ใน เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41; สาขาประมง “60 ปี วิชาการ พื้นฐานสังคมไทย” 3-7 กุมภาพันธ์ 2546. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อลงกต อินทรชาติ และสาโรจน์ เริ่มคำริห์. 2548. ผลกระทบของการเลี้ยงหอยแมลงภู (*Perna viridis* Linnaeus, 1758) ต่อโครงสร้างประชากรสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณอ่าวศรีราชา จังหวัดชลบุรี. รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อาภรณ์ ชัยยง. 2539. การบำบัดบีโอดีและซีโอดีในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรีโดยใช้ดินในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Abbott, R.T. and S.P. Dance. 1991. **Compendium of Seashells**. Charles Letts. & Co. Ltd., London.

AQUACOP and D. de Gaillande. 1979. Spat production and culture of the green mussel, *Mytilus viridis*, in French Polynesia, pp. 9-10. In J.M. Vakily, ed. **The Biology and Culture of Mussels of the Genus *Perna***. ICLARM Studies and Reviews 17, Manila.

Berner, R. A. 1963. Electrode studies of hydrogen sulphide in marine sediments. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, 27, 563-575.

Brewer, W.S. and F.K. Pfaender. 1979. The distribution of selected organic molecules in fresh water sediment. **Water Res.** 33: 237-240.

Chareonpanich, C., S. Seurungreong and S. Meksumpun. 1998. Nutrient diagenesis in sediments of the South China Sea, Area II: Sabah, Sarawak, and Brunei Darussalam waters, pp. 111-128. In **Proceedings of the Second Technical Seminar on Marine Fishery Resources Survey in the South China Sea Area II: West coast of Sabah, Sarawak and Brunei Darussalam**.

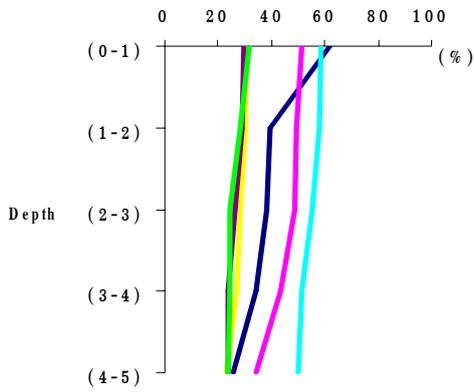
Cheong, L. and W. S.Loy. 1982. An analysis of the economics of farming green mussels in Singapore using rafts, pp. 65-74. In **IDRC. Aquaculture Economics Research**.

- Chonchuenchob, P., K. Chalayondeja and K. Mutarasint. 1980. **Hanging, Culture of the Green Mussel (*Mytilus smaragdinus* Chemnitz) in Thailand.** ICLARM Translation 1, International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila. 14 p.
- Chung, K.S. and A. Acuna. 1981. Upper temperature tolerance limit of mussel, *Perna viridis*. **Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.** 47(3): 441.
- Coeroli, M., D.de Gaillande, J.P. Landret and AQUACOP (D.Coatanea). 1984. Recent innovation of molluscs in French Polynesia. **Aquaculture.** 39: 45-67.
- Dehnel, P.A. 1964. Growth rates in latitudinally and vertically separated population of *Mytilus californianus*. **Biol. Bull.** 114: 43-53.
- Edward, J.G. and D. Schniker. 1974. The direct titration of water soluble sulfide in estuarine muds of Montsweag Bay, Maine. **Mar. Chem.** 2: 111-124.
- Fisher, S.G. and G.E. Likens. 1963. Stream ecology : Organic energy budget. **Bio. Sci.** 22: 33-35.
- Gallimer, E.W. 1993. The sulfur cycle in sediment. **J. Sed. Pet.** 3: 51-63.
- Jamison, G. S., I. C. Neish and C. S. L. Clark. 1975. **Perspective and Development Prospect of Mussel Cultivation in the Maritime Province of Canada.** Nova. Scotia.
- Mackin, J.E. and K.T. Swider. 1989. Organic matter decomposition pathways and oxygen consumption in coastal marine sediments. **J. Mar. Res.** 47: 681-716.

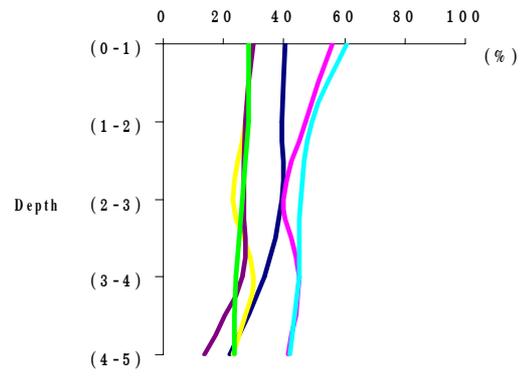
- Marinelli, R. L., R. A. Jahnke, D. B. Craven, J. R. Nelson and J. E. Eckman. 1998. Sediment nutrient dynamics on the South Atlantic Bight continental shelf. **Limnology and Oceanography**. 43: 1305-1320.
- Mckey, G. 1996. **Use of absorbents for the removal of pollutants from wastewaters**. CRC Press, Inc., London.
- Meksumpun, C. and S. Meksumpun. 1999. Polychaete-sediment relations in Rayong, Thailand. **Environment Pollution**. 105: 447-456.
- Meyer, P.A. and N. Takeuchi. 1981. Environmental changes in Saginaw Bay. Lake Huron recorded by geolipid contents of sediment deposited since 1800. **Environ. Geol.** 3: 257-266.
- Parsons, T.R., M. Takahashi and B. Hargrave. 1984. **Biological Oceanographic Processes 3rd ed.** Pergamon Press. 329 pp.
- Parulekar, A.H., S.G. Dalal, Z.A. Ansari and S.N. Harkantra. 1982. Environmental physiology of raft-grown mussels in Goa, India. **Aquaculture**. 29: 83-93.
- Povoledo, D. and H.L. Golterman. 1972. **Humic Substances, their structure and function in the biosphere**. Centre for Agriculture Publishing and Documentation, Wageningen.
- Sawyer, N.G. and P.L. McCarty. 1967. **Chemistry of Sanitary Engineers**. McGraw-Hill Book company, New York.
- Schulz, H. D. and M. Zabel. 2000. **Marine Geochemistry**. Springer Verlag, Berlin, Germany. 455 pp.
- Siddall, S.E. 1980. A clarification of the genus *Perna* (Mytilidae). **Bulletin of Marine Sciences**. 30(4): 858-870.

- Sivalingam, P.M. 1977. Aquaculture of the green mussel, *Mytilus viridis* Linnaeus, in Malaysia. **Aquaculture**. 11: 297-312.
- Smith, K.L., Jr., G.A. White, and M.B. Laver. 1978. Oxygen uptake and nutrient exchange of sediments measured in situ using a free vehicle grab respirometer. **Deep Sea Research**. 26: 337-346.
- Vichkovitten, T. 1997. Fluxes and accumulation of organic matter loading from yellowtail culture in Yashima Bay, Japan **Kasetsart. J. Nat. Sci.** 31: 124-133.
- Winter, J.E. 1978. A review on the knowledge of suspension feeding in lamellibranchiate bivalve, with special reference to artificial aquaculture systems. **Aquaculture**. 13: 1-33.

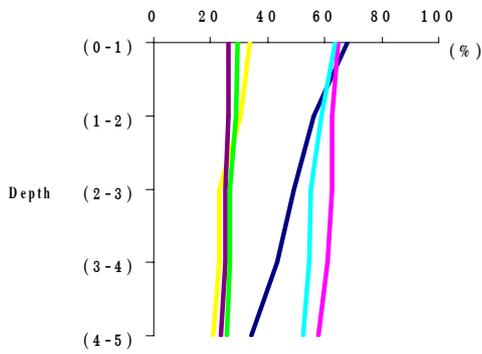
ภาคผนวก



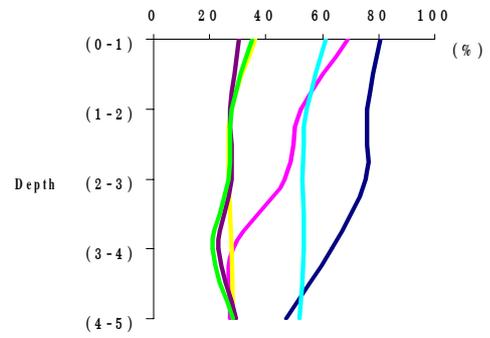
เดือนพฤศจิกายน 2548



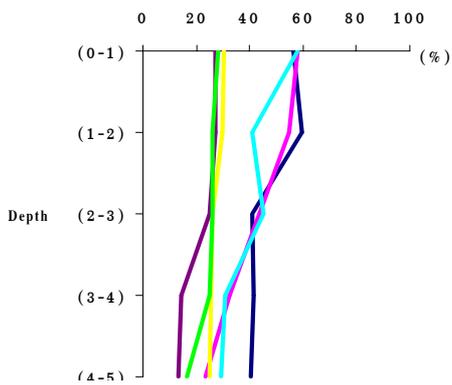
เดือนธันวาคม 2548



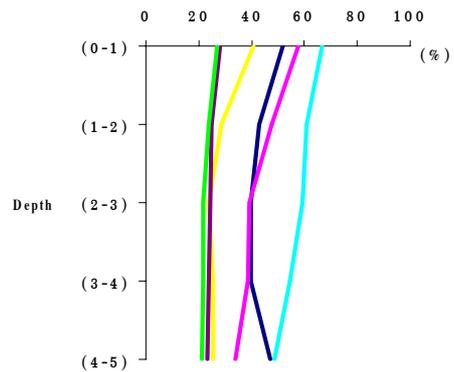
เดือนมกราคม 2549



เดือนกุมภาพันธ์ 2549



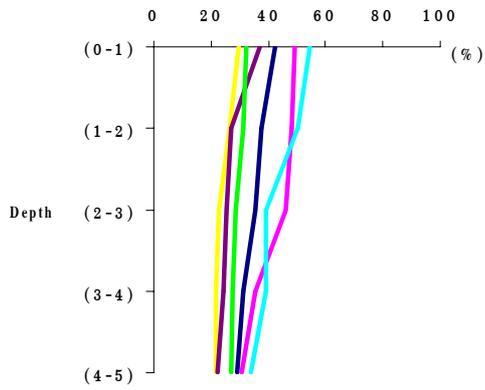
เดือนมีนาคม 2549



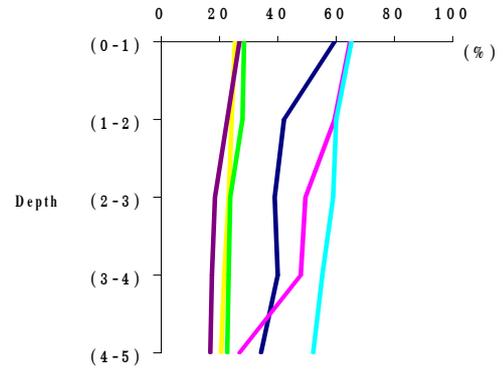
เดือนเมษายน 2549

ภาพผนวกที่ 1 การแพร่กระจายปริมาณน้ำในดิน (%) ตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี

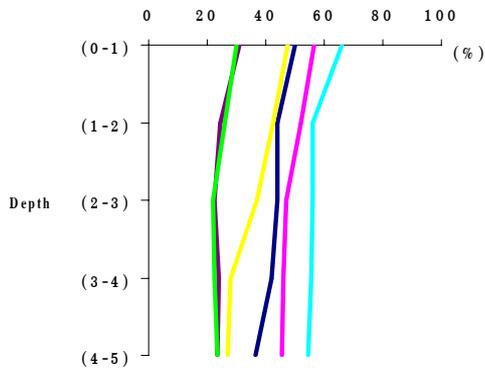
— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3



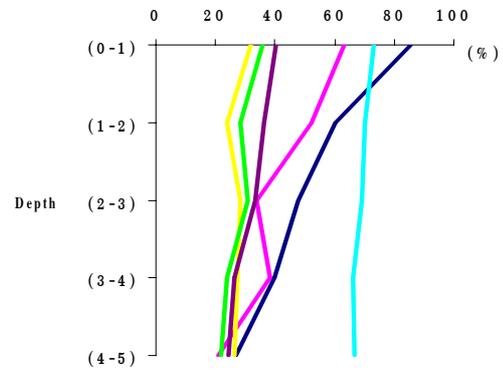
เดือนพฤษภาคม 2549



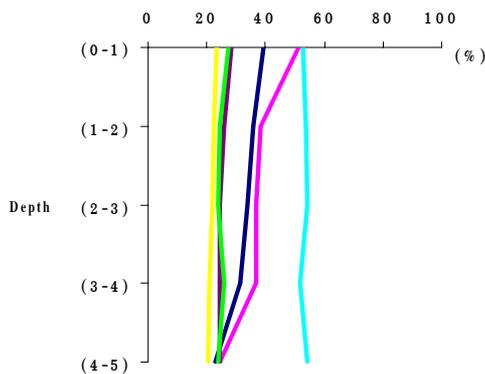
เดือนมิถุนายน 2549



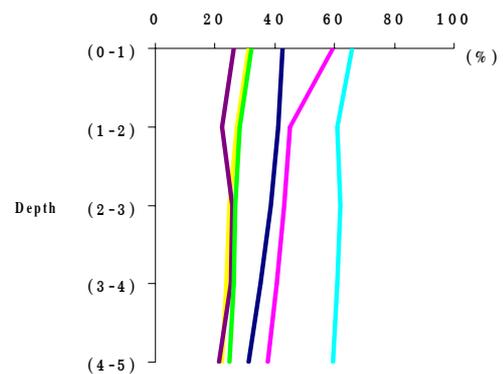
เดือนกรกฎาคม 2549



เดือนสิงหาคม 2549



เดือนกันยายน 2549



เดือนตุลาคม 2549

ภาพผนวกที่ 1 (ต่อ)

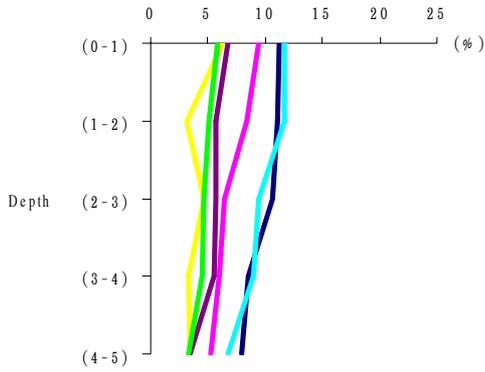
■ S1 ■ S2 ■ S3 ■ N1 ■ N2 ■ N3

ตารางผนวกที่ 1 ปริมาณน้ำในดิน (water content; %) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549

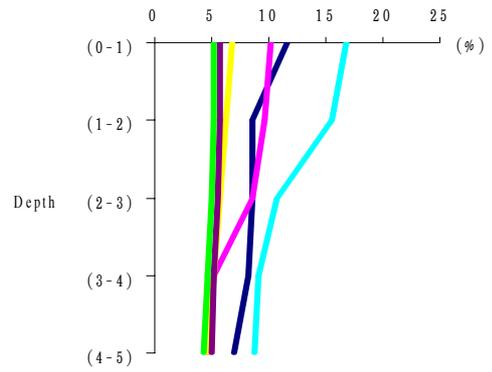
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณน้ำในดิน (water content; %)											
	พ.ย. 48	ธ.ก. 48	ม.ก. 49	ก.พ. 49	มี.ก. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ก. 49	ก.ย. 49	ต.ก. 49
S1(0-1)	62.13±0.34	40.55±0.70	67.87±0.01	80.85±2.01	56.29±1.44	52.05±0.10	42.49±1.28	59.70±0.50	50.25±0.22	85.76±0.79	39.14±0.91	42.55±0.55
S1(1-2)	39.36±0.70	39.53±0.53	56.25±0.05	76.07±0.58	59.44±0.35	42.88±0.37	37.46±0.95	41.86±0.40	44.15±0.25	60.36±0.41	35.62±0.66	41.05±0.87
S1(2-3)	38.27±1.04	39.10±0.35	49.19±0.01	75.47±0.66	41.18±1.09	39.92±0.11	35.34±0.70	38.70±0.42	44.23±0.84	47.54±0.85	33.65±0.42	38.48±1.45
S1(3-4)	33.94±0.10	33.56±0.89	43.15±0.60	63.24±0.94	41.24±0.94	39.65±0.68	31.12±0.94	40.05±0.70	41.85±0.79	39.92±1.04	31.11±0.56	35.35±1.35
S1(4-5)	25.61±0.56	22.16±0.20	34.01±0.20	47.30±0.03	40.26±0.88	47.05±0.61	29.27±0.75	34.33±0.99	36.34±0.83	26.78±0.80	22.96±0.60	31.38±1.40
S2(0-1)	51.31±0.66	55.76±0.26	64.79±0.01	69.17±0.78	57.74±0.28	57.48±0.61	49.18±0.72	64.48±0.57	56.67±1.11	62.98±0.70	51.24±0.37	59.49±0.82
S2(1-2)	49.08±0.45	47.05±0.07	62.46±0.01	52.47±0.49	54.63±0.94	47.77±0.18	48.12±0.18	59.43±0.62	51.99±0.12	52.44±0.39	38.18±0.18	40.63±0.65
S2(2-3)	48.80±0.13	45.18±0.57	62.39±0.02	46.83±0.10	43.65±0.52	39.06±0.50	46.00±0.04	49.34±0.26	46.96±0.84	34.00±0.11	36.75±0.27	42.92±0.81
S2(3-4)	43.13±0.33	41.22±0.26	60.83±0.22	28.06±0.10	32.55±0.78	38.83±0.56	35.41±0.28	47.65±0.67	45.80±0.95	38.12±0.93	36.67±0.27	45.00±0.88
S2(4-5)	34.36±0.44	39.81±0.80	57.64±0.57	27.06±0.15	23.30±0.32	33.66±0.39	30.95±0.84	27.02±1.00	45.64±0.58	20.84±0.86	24.39±0.43	37.52±1.55
S3(0-1)	30.32±0.09	29.98±0.89	33.60±0.40	35.88±0.37	30.18±0.98	40.85±0.39	29.44±0.82	25.18±0.02	47.47±0.21	31.72±0.21	23.63±0.43	31.38±0.57
S3(1-2)	30.08±0.97	29.09±0.29	30.27±0.49	27.86±0.16	29.73±0.64	28.54±1.31	26.37±0.53	24.11±0.43	42.39±0.56	23.98±0.28	22.17±0.15	27.16±0.27
S3(2-3)	28.59±0.47	27.06±0.50	23.03±0.36	26.96±0.83	26.10±0.76	24.07±0.09	22.92±0.74	23.39±0.38	36.96±0.35	28.34±0.63	21.79±2.02	24.52±0.79
S3(3-4)	26.88±0.26	23.21±0.40	22.92±0.59	27.89±0.88	25.71±0.33	25.57±0.84	21.72±0.41	21.47±0.67	28.00±0.13	27.35±0.90	20.86±0.44	23.94±0.94
S3(4-5)	22.72±0.63	22.89±0.89	20.61±0.17	28.16±0.02	25.15±1.02	25.58±0.55	21.84±0.27	20.38±0.27	26.98±0.32	26.27±0.79	20.31±0.56	22.22±0.22

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

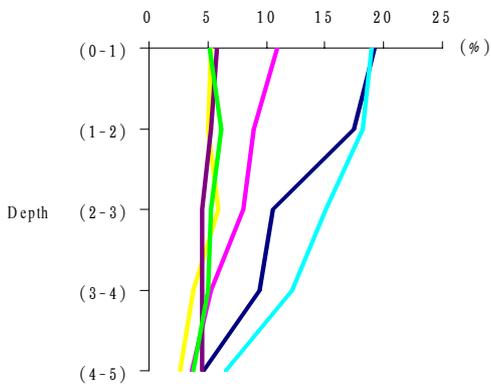
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณน้ำในดิน (water content; %)											
	พ.ย. 48	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
N1(0-1)	58.28±0.61	60.93±0.98	57.93±1.96	66.57±0.60	54.65±0.49	65.07±0.82	65.81±0.35	73.12±0.52	52.94±0.75	65.97±0.90	50.14±0.97	69.64±1.17
N1(1-2)	57.69±0.44	49.30±0.02	40.87±0.95	60.90±0.65	50.19±0.37	60.10±0.47	56.03±0.28	70.33±0.54	53.80±0.86	60.92±0.51	47.46±1.36	49.77±7.78
N1(2-3)	55.21±0.71	45.43±0.79	44.95±0.31	59.07±1.03	39.41±0.60	58.69±0.53	55.85±0.40	69.11±0.09	54.17±0.19	62.11±0.89	43.43±0.08	44.60±1.45
N1(3-4)	51.39±0.30	45.14±0.43	30.69±0.72	54.26±0.45	39.38±0.81	55.28±0.36	55.53±0.30	66.24±0.86	51.57±0.60	60.70±1.44	42.61±2.28	41.67±0.66
N1(4-5)	49.83±0.19	41.64±0.12	29.51±1.02	48.71±0.64	33.94±0.04	52.35±0.50	54.48±0.68	66.85±0.67	54.43±0.47	59.28±0.98	38.12±0.50	37.16±3.40
N2(0-1)	29.63±0.31	29.72±0.30	27.36±2.12	28.22±0.17	37.19±1.06	26.81±0.24	30.89±0.71	40.28±0.37	28.16±0.45	26.03±0.04	31.52±4.79	31.24±0.85
N2(1-2)	28.71±0.41	27.01±0.24	27.30±0.52	24.72±0.34	27.17±0.20	22.66±0.59	24.61±0.33	36.26±0.75	25.74±0.55	22.30±0.35	25.78±1.18	27.30±1.15
N2(2-3)	26.57±0.34	26.64±0.28	24.85±0.61	24.38±0.54	25.30±0.29	18.21±0.21	22.61±0.22	33.45±0.53	24.27±0.70	25.88±0.50	26.34±3.94	25.41±2.27
N2(3-4)	23.96±1.05	26.15±0.20	14.19±0.47	24.07±0.53	24.49±0.43	17.42±0.46	24.00±0.05	26.19±0.77	24.50±0.99	25.08±0.40	27.84±3.29	24.73±0.57
N2(4-5)	23.40±0.63	13.82±0.09	13.30±0.34	23.22±1.24	22.40±0.24	16.80±0.37	23.65±0.76	24.47±0.52	24.38±0.51	21.39±0.80	22.61±4.85	22.66±2.20
N3(0-1)	31.43±0.61	28.18±0.44	28.42±0.26	27.15±0.89	32.27±0.16	28.58±0.46	29.97±0.28	35.61±0.60	27.56±0.84	32.42±0.59	33.34±1.38	31.99±2.22
N3 (1-2)	28.06±0.45	28.14±0.14	26.29±0.59	24.06±0.12	31.32±0.45	27.96±0.20	25.87±0.13	28.43±0.17	24.56±0.60	28.15±0.20	30.26±2.64	26.79±1.77
N3 (2-3)	24.40±0.47	26.03±0.48	26.08±0.59	21.91±0.39	28.59±0.41	23.43±0.40	21.92±0.25	30.99±0.70	23.91±0.34	26.67±0.96	29.30±1.09	23.83±1.73
N3 (3-4)	24.14±0.10	24.18±0.23	25.19±0.67	21.91±0.13	27.45±0.96	22.97±0.19	22.48±0.96	23.88±0.41	25.80±0.19	26.45±0.86	31.29±1.29	27.73±2.65
N3 (4-5)	23.45±0.19	23.46±0.42	16.32±0.46	21.31±0.70	27.17±0.72	22.89±0.55	23.50±0.59	21.84±0.68	23.71±0.68	24.81±0.98	29.92±2.56	24.61±0.38



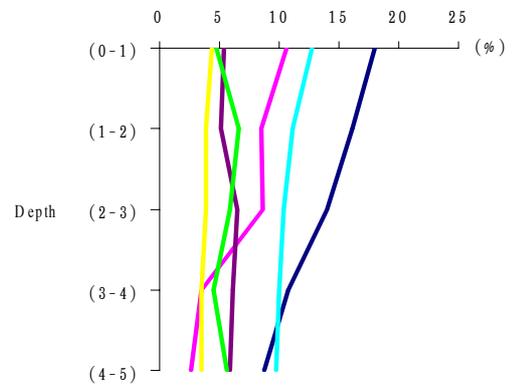
เดือนพฤศจิกายน 2548



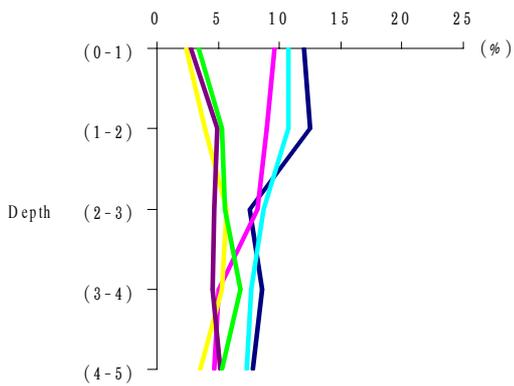
เดือนธันวาคม 2548



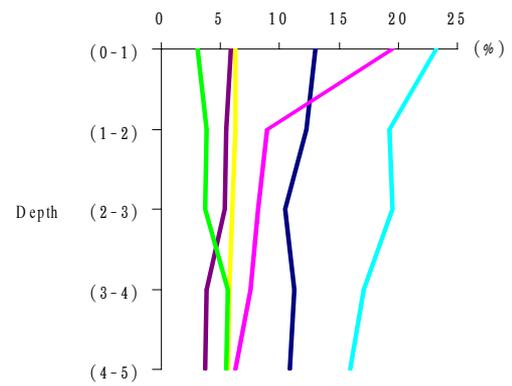
เดือนมกราคม 2549



เดือนกุมภาพันธ์ 2549



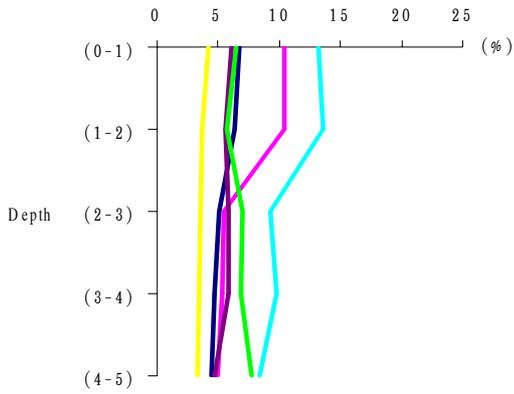
เดือนมีนาคม 2549



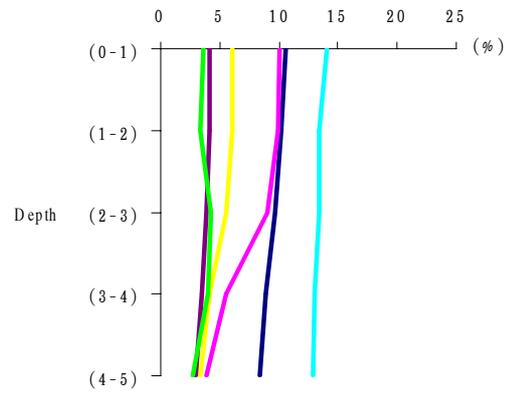
เดือนเมษายน 2549

ภาพผนวกที่ 2 การแพร่กระจายปริมาณสารอินทรีย์รวม (%) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี

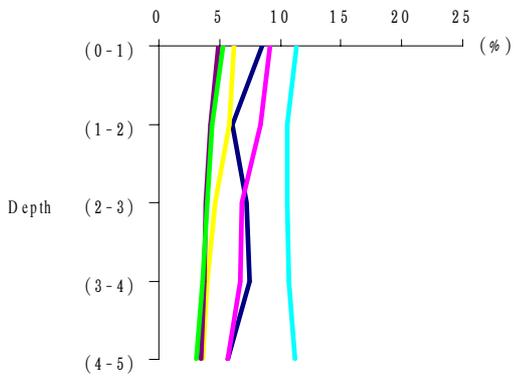
— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3



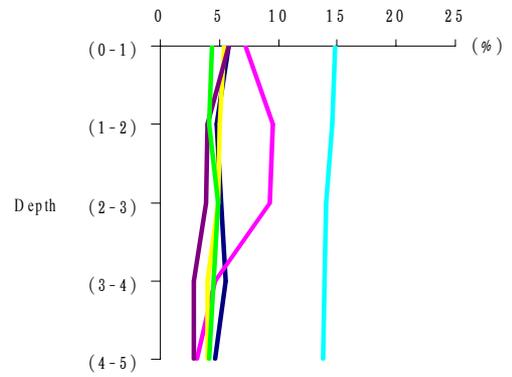
เดือนพฤษภาคม 2549



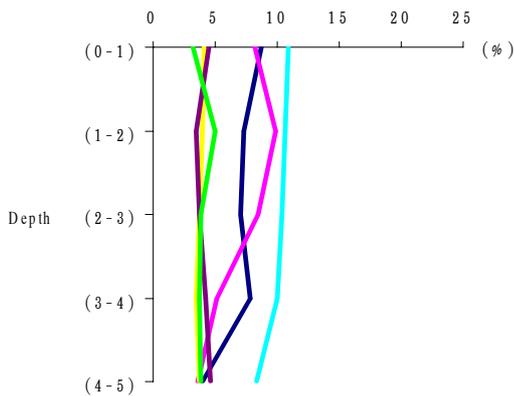
เดือนมิถุนายน 2549



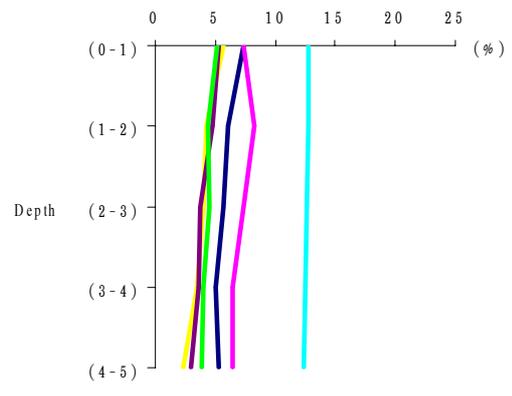
เดือนกรกฎาคม 2549



เดือนสิงหาคม 2549



เดือนกันยายน 2549



เดือนตุลาคม 2549

ภาพผนวกที่ 2 (ต่อ)

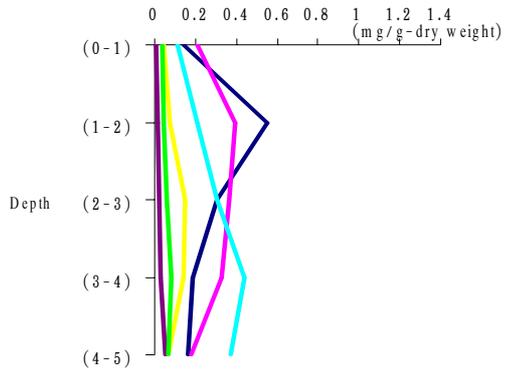
— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

ตารางผนวกที่ 2 ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total organic matter; %) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549

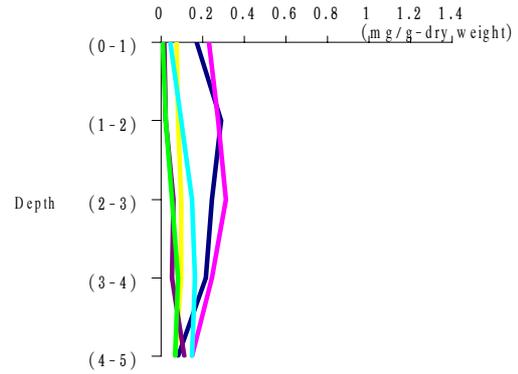
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total organic matter; %)											
	พ.ย. 49	ธ.ค. 49	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
S1(0-1)	11.23±0.80	11.65±0.24	19.16±0.61	17.99±0.77	11.94±0.58	13.07±0.40	6.77±0.20	10.62±0.16	8.55±0.52	5.86±0.15	8.66±0.30	7.32±0.35
S1(1-2)	11.03±1.00	8.60±0.53	17.44±1.15	16.09±0.62	12.52±0.10	12.25±0.81	6.34±0.07	10.13±0.88	6.09±0.19	4.79±0.35	7.25±0.15	6.10±0.34
S1(2-3)	10.68±0.50	8.57±0.88	10.55±0.61	14.00±0.57	7.62±0.55	10.44±0.25	5.08±0.13	9.64±0.60	7.16±0.18	5.14±0.15	7.04±0.18	5.64±0.28
S1(3-4)	8.53±0.46	8.22±0.33	9.48±0.45	10.77±0.79	8.59±0.04	11.27±0.70	4.72±0.10	8.94±0.30	7.48±0.47	5.49±0.28	7.76±0.20	5.01±0.06
S1(4-5)	7.95±0.37	6.98±0.50	4.62±0.63	8.77±1.01	7.85±0.12	10.85±0.90	4.49±0.47	8.32±0.15	5.72±0.20	4.64±0.59	3.91±0.13	5.34±0.07
S2(0-1)	9.36±1.34	10.13±0.15	10.93±0.25	10.67±0.84	9.59±0.05	19.47±0.47	10.46±0.03	10.05±0.11	9.18±0.52	7.19±0.15	8.18±0.14	7.39±0.34
S2(1-2)	8.34±0.43	9.61±0.98	8.98±0.19	8.49±0.45	8.95±0.04	8.87±0.17	10.44±0.15	9.92±0.26	8.44±0.30	9.51±0.07	9.83±0.16	8.24±0.08
S2(2-3)	6.46±0.71	8.60±0.36	8.01±0.03	8.63±0.01	8.24±0.02	8.11±0.18	5.47±0.39	9.00±0.18	6.85±0.51	9.24±0.59	8.41±0.16	7.28±0.29
S2(3-4)	5.92±1.62	5.14±0.94	5.31±0.42	3.54±0.04	5.09±0.08	7.55±0.46	5.35±0.18	5.55±0.14	6.72±0.18	4.66±0.22	5.19±0.31	6.51±0.46
S2(4-5)	5.27±0.33	4.69±0.58	3.66±0.30	2.67±0.03	4.73±0.04	6.19±0.06	4.90±0.46	3.93±0.10	5.68±0.52	3.09±0.26	3.53±0.37	6.49±0.27
S3(0-1)	6.34±0.14	6.74±1.21	5.29±0.17	4.33±0.29	5.67±0.07	6.23±0.26	4.21±0.20	6.11±0.11	6.23±0.26	5.37±0.18	4.06±0.10	5.68±0.22
S3(1-2)	3.13±0.22	6.34±0.28	4.99±0.02	3.93±0.01	5.30±0.08	6.20±0.06	3.74±0.25	6.01±0.25	5.76±0.30	4.99±0.42	3.91±0.38	4.30±0.09
S3(2-3)	4.65±0.32	5.75±0.63	5.85±0.11	3.85±0.07	3.96±0.04	5.98±0.45	3.60±0.03	5.57±0.20	4.61±0.41	4.95±0.18	3.78±0.25	3.98±0.20
S3(3-4)	3.23±0.36	5.25±0.20	3.83±0.31	3.54±0.02	3.54±0.04	5.79±0.10	3.40±0.23	4.06±0.43	3.94±0.05	4.06±0.09	3.40±0.17	3.46±0.37
S3(4-5)	3.50±0.45	4.65±0.22	2.69±0.23	3.53±0.03	2.37±0.03	5.64±0.19	3.27±0.22	3.41±0.20	3.59±0.25	4.05±0.14	3.73±0.12	2.30±0.38

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

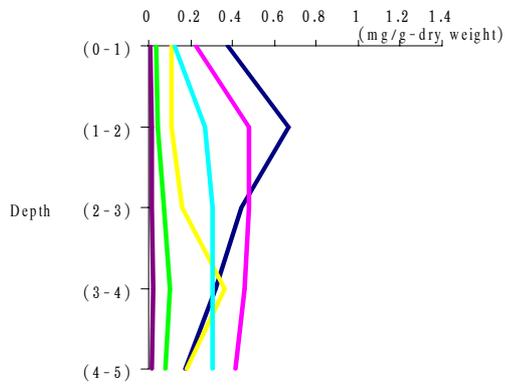
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total organic matter; %)											
	พ.ย. 48	ธ.ก. 48	ม.ก. 49	ก.พ. 49	มี.ก. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ก. 49	ก.ย. 49	ต.ก. 49
N1(0-1)	11.60±1.00	16.71±0.93	19.02±0.20	12.81±0.12	10.67±0.05	23.23±0.23	13.19±0.12	14.10±0.14	11.28±0.14	14.78±0.57	10.86±0.25	12.81±0.21
N1(1-2)	11.63±0.47	15.50±0.68	18.25±0.25	11.14±0.28	10.79±0.19	19.25±1.06	13.52±0.05	13.43±0.36	10.61±0.21	14.55±0.31	10.61±0.59	12.75±0.43
N1(2-3)	9.36±0.26	10.63±0.13	15.13±1.06	10.34±0.40	8.67±0.18	19.57±0.38	9.30±0.06	13.34±0.32	10.53±0.50	14.04±0.35	10.40±0.56	12.66±0.35
N1(3-4)	8.93±0.64	9.13±0.86	12.15±0.61	9.95±0.19	7.76±0.02	17.09±0.28	9.79±0.25	13.00±0.28	10.65±0.39	13.86±0.13	10.04±0.42	12.56±0.77
N1(4-5)	6.74±0.06	8.69±0.59	6.75±0.10	9.77±0.54	7.34±0.02	15.95±0.20	8.32±0.32	12.85±0.52	11.22±0.04	13.74±0.17	8.34±0.28	12.31±0.17
N2(0-1)	6.72±0.33	5.73±0.32	5.76±0.24	5.34±0.18	5.16±0.02	5.88±0.21	6.13±0.14	4.18±0.18	4.94±0.15	5.85±0.40	4.64±0.41	5.24±0.28
N2(1-2)	5.75±0.30	5.80±1.05	5.28±0.09	5.14±0.03	4.88±0.03	5.53±0.22	5.52±0.09	4.06±0.12	4.21±0.31	4.04±0.17	4.42±0.15	4.71±0.30
N2(2-3)	5.71±0.64	5.56±0.47	4.48±0.26	6.46±0.02	4.63±0.01	5.40±0.13	5.86±0.34	3.90±0.29	3.87±0.14	3.91±0.17	4.22±0.37	3.70±0.50
N2(3-4)	5.56±0.60	5.18±0.04	4.56±0.10	6.14±0.04	4.53±0.05	3.78±0.36	5.83±0.08	3.49±0.50	3.79±0.39	2.83±0.48	3.68±0.36	3.63±0.55
N2(4-5)	3.50±0.48	5.03±0.12	4.50±0.13	5.92±0.01	2.78±0.07	3.71±0.51	4.72±0.09	2.95±0.11	3.45±0.49	2.81±0.22	3.48±0.37	2.92±0.26
N3(0-1)	5.80±0.29	5.25±0.53	5.14±0.12	4.76±0.03	6.88±0.12	3.04±0.18	6.49±0.19	3.67±0.35	5.33±0.38	4.36±0.29	3.25±0.37	5.16±0.25
N3 (1-2)	5.05±0.29	5.14±0.28	6.14±0.13	6.64±0.05	5.32±0.26	3.82±0.60	5.73±0.23	3.35±0.10	4.35±0.33	4.09±0.20	4.94±0.26	4.38±0.26
N3 (2-3)	4.57±1.18	5.02±0.70	5.25±0.04	5.88±0.10	5.52±0.07	3.75±0.16	6.94±0.15	4.19±0.26	3.94±0.09	4.87±0.23	3.87±0.09	4.48±0.20
N3 (3-4)	4.53±0.46	4.65±0.32	4.99±0.27	4.56±0.04	5.34±0.06	5.62±0.24	6.83±0.01	4.00±0.11	3.61±0.44	4.52±0.28	3.77±0.19	4.03±0.31
N3 (4-5)	3.22±0.19	4.30±0.57	3.78±0.14	5.67±0.17	3.44±0.01	5.50±0.49	7.70±0.25	2.75±0.22	3.10±0.07	4.14±0.15	3.80±0.31	3.91±0.39



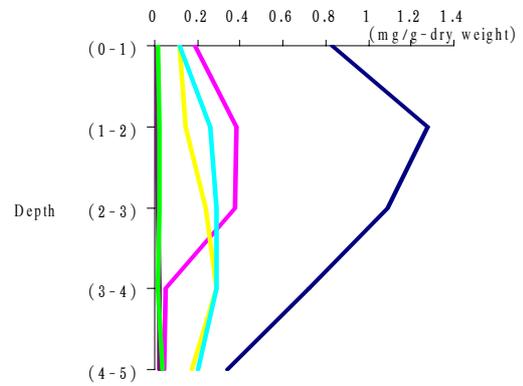
เดือนพฤศจิกายน 2548



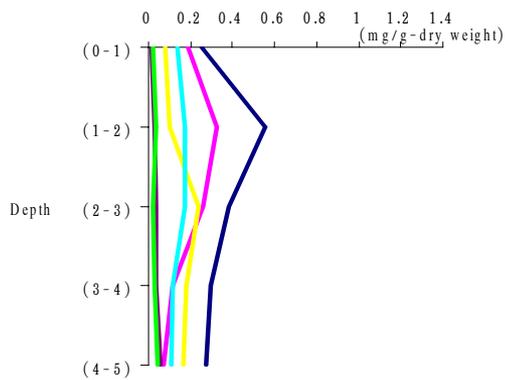
เดือนธันวาคม 2548



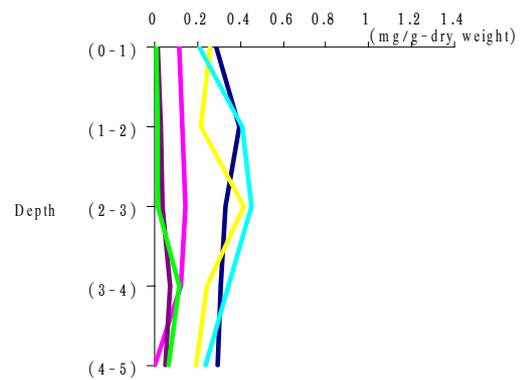
เดือนมกราคม 2549



เดือนกุมภาพันธ์ 2549



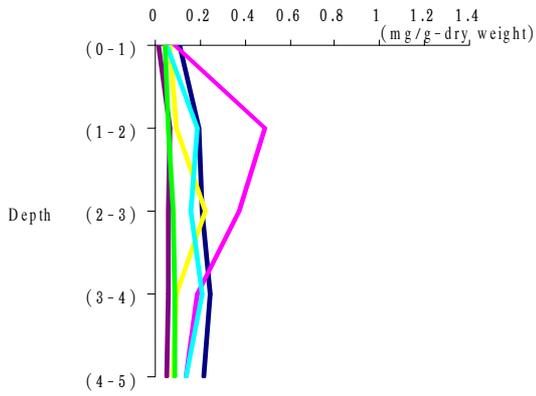
เดือนมีนาคม 2549



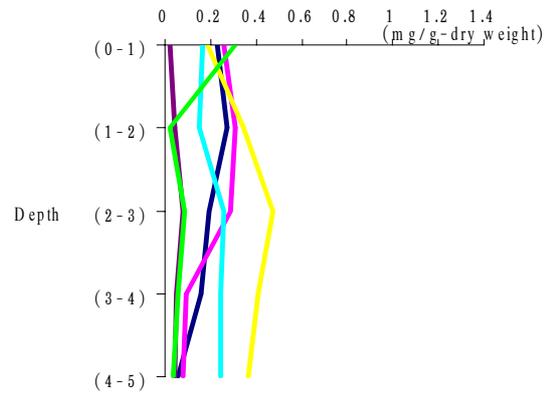
เดือนเมษายน 2549

ภาพผนวกที่ 3 การแพร่กระจายปริมาณ acid volatile sulfides (mg/g-dry weight) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี

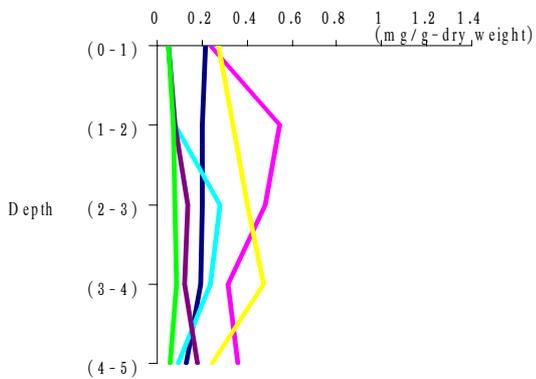




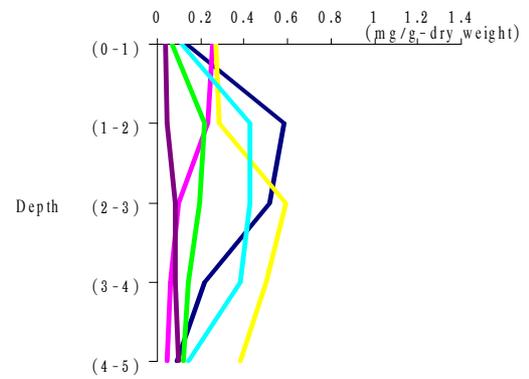
เดือนพฤษภาคม 2549



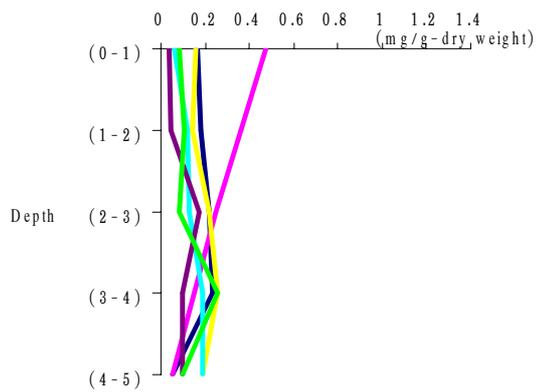
เดือนมิถุนายน 2549



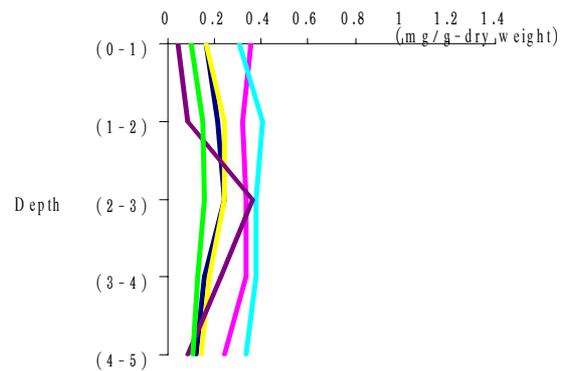
เดือนกรกฎาคม 2549



เดือนสิงหาคม 2549



เดือนกันยายน 2549



เดือนตุลาคม 2549

ภาพผนวกที่ 3 (ต่อ)

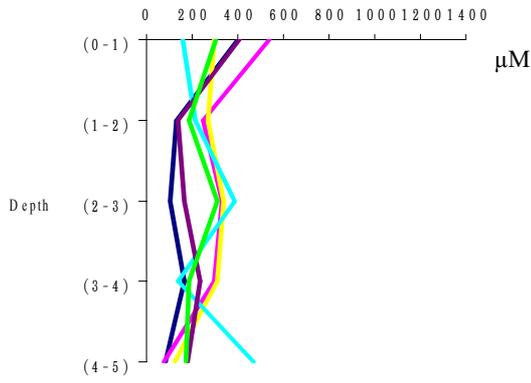
■ S1 ■ S2 ■ S3 ■ N1 ■ N2 ■ N3

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณ acid volatile sulfides (mg/g-dry weight) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549

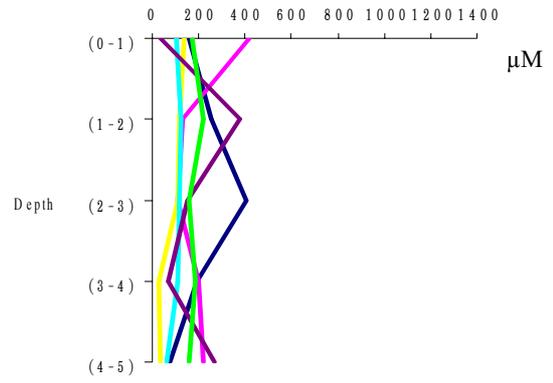
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณ acid volatile sulfides (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)											
	พ.ย. 48	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
S1(0-1)	0.1381±0.0090	0.1693±0.0064	0.3778±0.0112	0.8265±0.0106	0.2518±0.0103	0.2852±0.0133	0.1045±0.0152	0.2290±0.0232	0.2137±0.0122	0.1321±0.0072	0.1624±0.0077	0.1607±0.0039
S1(1-2)	0.5543±0.0030	0.2915±0.0201	0.6692±0.0459	1.2773±0.0617	0.5587±0.0502	0.3958±0.0205	0.1943±0.0104	0.2707±0.0094	0.2030±0.0075	0.5870±0.0120	0.1823±0.0116	0.2097±0.0082
S1(2-3)	0.3090±0.0085	0.2417±0.0104	0.4407±0.0333	1.0932±0.0078	0.3799±0.0490	0.3271±0.0178	0.2047±0.0032	0.1917±0.0091	0.2030±0.0125	0.5144±0.0063	0.2150±0.0059	0.2432±0.0100
S1(3-4)	0.1882±0.0037	0.2114±0.0140	0.3160±0.0313	0.7238±0.0100	0.2942±0.0079	0.3114±0.0092	0.2411±0.0010	0.1594±0.0065	0.1922±0.0074	0.2167±0.0108	0.2370±0.0112	0.1572±0.0081
S1(4-5)	0.1630±0.0015	0.0811±0.0068	0.1768±0.0182	0.3401±0.0092	0.2778±0.0206	0.2975±0.0169	0.2152±0.0050	0.0610±0.0090	0.1292±0.0197	0.0895±0.0087	0.0508±0.0076	0.1204±0.0037
S2(0-1)	0.2077±0.0051	0.2282±0.0105	0.2226±0.0123	0.1902±0.0098	0.1887±0.0100	0.1120±0.0016	0.0828±0.0074	0.2617±0.0014	0.2344±0.0132	0.2525±0.0068	0.4715±0.0136	0.3541±0.0110
S2(1-2)	0.3967±0.0059	0.2740±0.0124	0.4793±0.0101	0.3847±0.0105	0.3217±0.0167	0.1312±0.0019	0.4852±0.0007	0.3058±0.0044	0.5456±0.0140	0.2335±0.0234	0.3590±0.0129	0.3201±0.0090
S2(2-3)	0.3654±0.0168	0.3127±0.0022	0.4780±0.0420	0.3747±0.1080	0.2617±0.0345	0.1421±0.0082	0.3752±0.0123	0.2869±0.0129	0.4809±0.0163	0.0987±0.0102	0.2464±0.0071	0.3350±0.0020
S2(3-4)	0.3242±0.0034	0.2477±0.0096	0.4586±0.0307	0.0533±0.0018	0.1143±0.0237	0.1221±0.0034	0.1834±0.0123	0.0906±0.0097	0.3173±0.0390	0.0579±0.0057	0.1519±0.0072	0.3364±0.0010
S2(4-5)	0.1801±0.0159	0.1476±0.0071	0.4131±0.0512	0.0405±0.0039	0.0757±0.0105	0.0001±0.0001	0.1345±0.0152	0.0824±0.0010	0.3565±0.0350	0.0423±0.0008	0.0523±0.0019	0.2437±0.0141
S3(0-1)	0.0419±0.0060	0.0735±0.0155	0.1066±0.0062	0.1188±0.0032	0.0780±0.0150	0.2552±0.0069	0.0638±0.0075	0.1888±0.0051	0.2749±0.0070	0.2728±0.0103	0.1613±0.0190	0.1603±0.0076
S3(1-2)	0.0742±0.0086	0.0801±0.0093	0.1090±0.0085	0.1423±0.0028	0.1006±0.0091	0.2140±0.0062	0.0914±0.0064	0.3437±0.0028	0.3355±0.0235	0.2818±0.0130	0.1445±0.0119	0.2446±0.0088
S3(2-3)	0.1485±0.0094	0.0976±0.0026	0.1630±0.0062	0.2897±0.0104	0.2350±0.0073	0.4169±0.0126	0.2194±0.0110	0.4727±0.0252	0.4013±0.0091	0.5899±0.0081	0.2149±0.0305	0.2398±0.0071
S3(3-4)	0.1390±0.0119	0.0964±0.0055	0.3649±0.0413	0.2351±0.0047	0.1832±0.0146	0.2472±0.0026	0.0954±0.0023	0.4088±0.0022	0.4741±0.0130	0.4980±0.0123	0.2544±0.0015	0.1786±0.0100
S3(4-5)	0.0700±0.0096	0.0639±0.0056	0.1831±0.0068	0.1756±0.0101	0.1662±0.0141	0.1959±0.0050	0.0790±0.0166	0.3649±0.0339	0.2472±0.0282	0.3832±0.0059	0.1899±0.0144	0.1435±0.0036

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

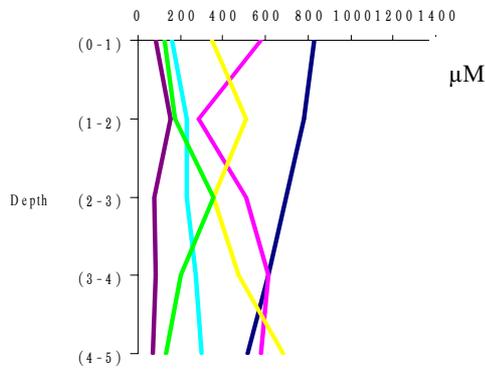
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณ acid volatile sulfides (มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง)											
	พ.ช. 48	ธ.ก. 48	ม.ก. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มี.ย. 49	ก.ก. 49	ส.ก. 49	ก.ย. 49	ต.ก. 49
N1(0-1)	0.1101±0.0093	0.0422±0.0088	0.1204±0.0100	0.1126±0.0104	0.1395±0.0016	0.2107±0.0109	0.0487±0.0108	0.1621±0.0023	0.0482±0.0059	0.1130±0.0105	0.0581±0.0133	0.3073±0.0007
N1(1-2)	0.2060±0.0047	0.0983±0.0064	0.2690±0.0098	0.2601±0.0041	0.1743±0.0120	0.4057±0.0093	0.1875±0.0105	0.1487±0.0092	0.0772±0.0138	0.4303±0.0067	0.1224±0.0030	0.4038±0.0081
N1(2-3)	0.3080±0.0032	0.1483±0.0071	0.3034±0.0167	0.2872±0.0094	0.1743±0.0142	0.4542±0.0010	0.1602±0.0010	0.2605±0.0127	0.2820±0.0391	0.4230±0.0081	0.1315±0.0118	0.3763±0.0091
N1(3-4)	0.4378±0.0119	0.1634±0.0058	0.3055±0.0506	0.2910±0.0093	0.1181±0.0105	0.3454±0.0021	0.2049±0.0095	0.2444±0.0022	0.2374±0.0076	0.3782±0.0083	0.1856±0.0128	0.3751±0.0100
N1(4-5)	0.3758±0.0098	0.1472±0.0097	0.3070±0.0102	0.2048±0.0062	0.1110±0.0077	0.2401±0.0102	0.1362±0.0078	0.2450±0.0139	0.0936±0.0061	0.1431±0.0072	0.1854±0.0176	0.3319±0.0099
N2(0-1)	0.0098±0.0010	0.0123±0.0019	0.0068±0.0008	0.0041±0.0010	0.0159±0.0022	0.0158±0.0002	0.0146±0.0052	0.0207±0.0007	0.0501±0.0095	0.0376±0.0070	0.0377±0.0055	0.0393±0.0048
N2(1-2)	0.0179±0.0019	0.0200±0.0009	0.0112±0.0012	0.0086±0.0008	0.0323±0.0026	0.0269±0.0005	0.0678±0.0089	0.0434±0.0064	0.0808±0.0033	0.0462±0.0100	0.0435±0.0109	0.0877±0.0069
N2(2-3)	0.0252±0.0059	0.0583±0.0053	0.0133±0.0023	0.0172±0.0020	0.0339±0.0087	0.0340±0.0029	0.0605±0.0019	0.0818±0.0094	0.1342±0.0165	0.0819±0.0012	0.1740±0.0320	0.3621±0.0047
N2(3-4)	0.0290±0.0037	0.0506±0.0074	0.0207±0.0038	0.0230±0.0016	0.0375±0.0052	0.0732±0.0017	0.0598±0.0043	0.0491±0.0060	0.1245±0.0228	0.0852±0.0035	0.1010±0.0172	0.2273±0.0014
N2(4-5)	0.0492±0.0070	0.1096±0.0047	0.0153±0.0044	0.0211±0.0006	0.0555±0.0048	0.0489±0.0030	0.0486±0.0063	0.0421±0.0080	0.1816±0.0140	0.0948±0.0009	0.1011±0.0049	0.0851±0.0006
N3(0-1)	0.0373±0.0058	0.0098±0.0006	0.0330±0.0097	0.0146±0.0036	0.0251±0.0049	0.0097±0.0011	0.0466±0.0064	0.3085±0.0104	0.0502±0.0098	0.0675±0.0041	0.0854±0.0133	0.0988±0.0107
N3 (1-2)	0.0455±0.0039	0.0222±0.0014	0.0437±0.0063	0.0196±0.0017	0.0372±0.0114	0.0118±0.0008	0.0584±0.0091	0.0196±0.0010	0.0736±0.0091	0.2188±0.0017	0.1091±0.0147	0.1496±0.0073
N3 (2-3)	0.0562±0.0050	0.0492±0.0061	0.0737±0.0112	0.0181±0.0020	0.0218±0.0020	0.0158±0.0017	0.0768±0.0009	0.0855±0.0051	0.0804±0.0088	0.1932±0.0074	0.0848±0.0080	0.1574±0.0099
N3 (3-4)	0.0810±0.0066	0.0780±0.0125	0.0993±0.0111	0.0172±0.0030	0.0256±0.0043	0.1132±0.0010	0.0840±0.0014	0.0553±0.0063	0.0892±0.0087	0.1442±0.0068	0.2539±0.0429	0.1314±0.0013
N3 (4-5)	0.0684±0.0064	0.0696±0.0015	0.0784±0.0107	0.0388±0.0021	0.0460±0.0054	0.0628±0.0007	0.0864±0.0020	0.0343±0.0017	0.0543±0.0072	0.1181±0.0017	0.0967±0.0043	0.1076±0.0010



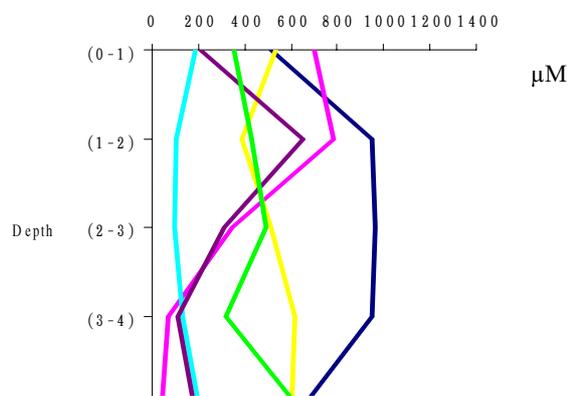
เดือนพฤศจิกายน 2548



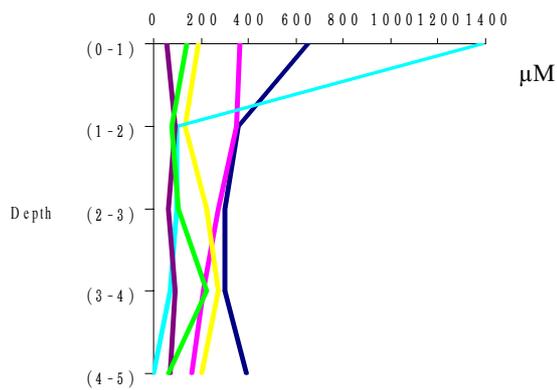
เดือนธันวาคม 2548



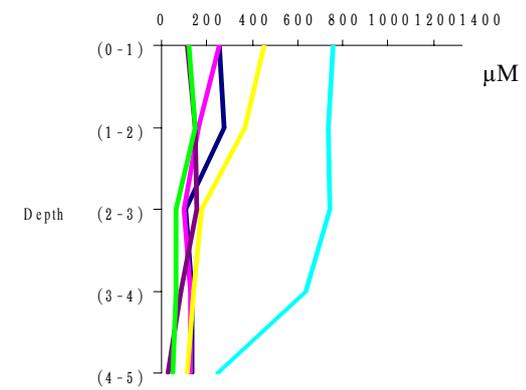
เดือนมกราคม 2549



เดือนกุมภาพันธ์ 2549



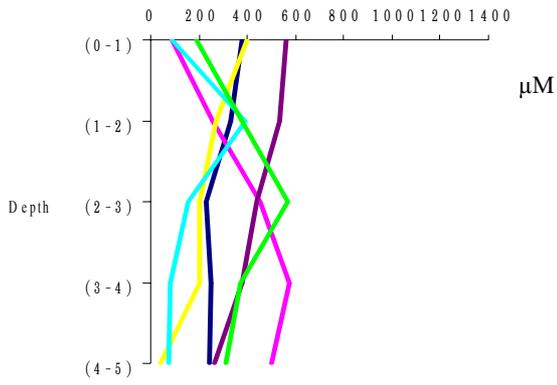
เดือนมีนาคม 2549



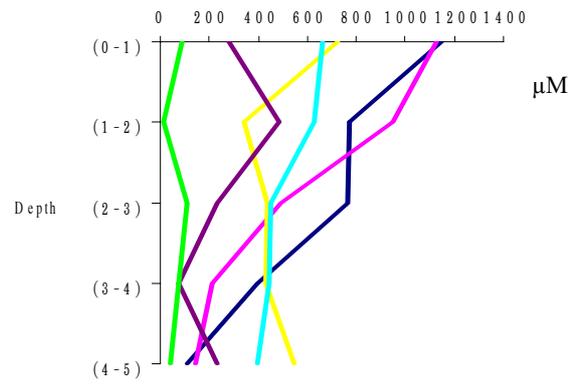
เดือนเมษายน 2549

ภาพผนวกที่ 4 การแพร่กระจายปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (μM) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี

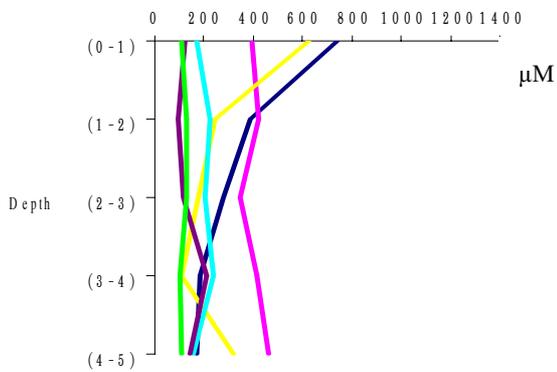
— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3



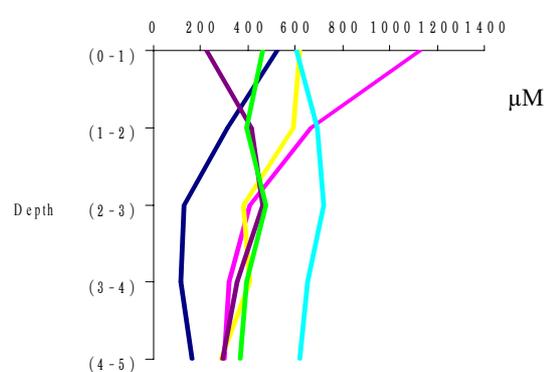
เดือนพฤษภาคม 2549



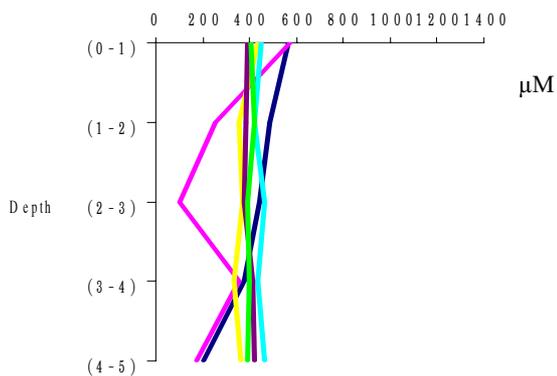
เดือนมิถุนายน 2549



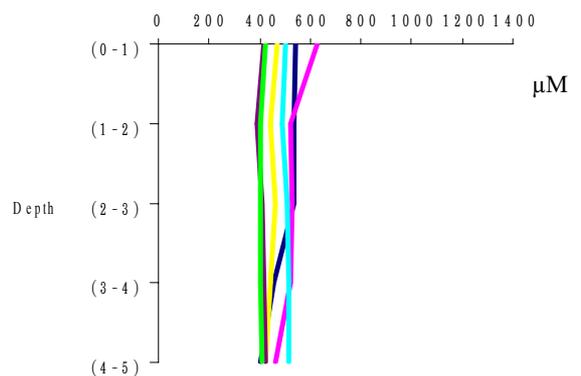
เดือนกรกฎาคม 2549



เดือนสิงหาคม 2549



เดือนกันยายน 2549



เดือนตุลาคม 2549

ภาพผนวกที่ 4 (ต่อ)

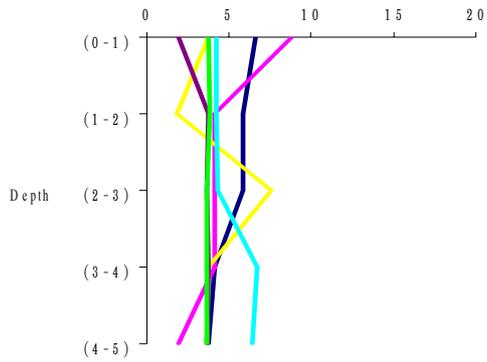
— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (μM) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549

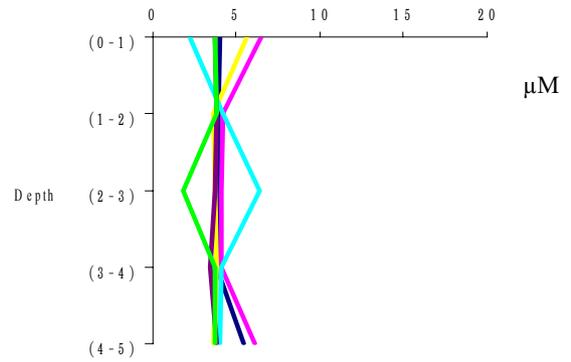
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (ไมโครโมล)											
	พ.ย. 48	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
S1(0-1)	397.45±11.15	155.17±4.17	826.65±0.94	514.42±0.96	653.08±1.16	253.78±0.73	379.84±2.73	1,448.82±6.19	741.49±3.73	520.18±1.03	568.56±2.24	542.83±3.28
S1(1-2)	132.29±2.38	257.30±1.67	779.10±1.80	948.43±6.81	355.85±0.92	274.36±0.93	332.18±0.96	769.50±1.62	389.22±4.52	315.25±4.44	484.00±1.71	537.26±1.39
S1(2-3)	105.75±1.40	407.33±5.02	696.52±1.47	962.86±0.69	300.73±0.97	106.48±0.97	227.21±1.91	767.96±1.97	279.22±1.23	129.43±2.85	442.42±3.05	533.71±0.78
S1(3-4)	166.76±9.67	191.36±1.01	615.92±1.62	950.68±2.83	300.14±2.01	134.02±1.63	249.66±2.43	394.48±3.46	180.44±1.49	116.75±0.96	377.04±2.27	458.56±0.77
S1(4-5)	85.29±1.01	77.71±0.83	518.75±1.08	656.18±1.71	390.53±2.25	131.60±0.63	241.62±1.08	112.13±1.93	172.62±1.99	162.54±1.59	203.42±0.40	405.35±1.02
S2(0-1)	538.78±2.58	421.16±6.90	577.51±0.55	698.67±1.21	361.49±2.07	257.71±1.15	89.27±1.06	1,229.82±1.42	392.94±0.86	1,128.06±6.61	573.71±1.54	626.70±1.18
S2(1-2)	244.83±3.29	131.84±1.22	285.86±1.04	780.50±1.35	348.21±1.77	164.31±1.54	260.00±2.02	948.80±1.87	422.54±2.77	663.42±0.88	256.72±0.86	520.50±1.35
S2(2-3)	329.96±2.61	111.45±0.97	508.60±0.29	347.81±0.94	275.38±1.79	97.09±0.98	449.81±0.38	493.83±0.68	347.35±2.11	408.70±0.97	442.42±3.05	525.71±0.55
S2(3-4)	295.37±5.76	196.54±1.04	613.66±0.20	67.97±2.01	210.89±1.84	127.73±0.88	575.79±1.34	213.10±1.79	411.78±3.44	318.84±0.97	377.04±2.27	524.85±1.65
S2(4-5)	77.45±0.64	221.92±2.93	577.21±1.00	42.98±0.70	163.75±1.08	126.26±0.52	497.63±1.65	142.92±2.02	463.85±0.87	298.64±6.32	203.42±0.40	465.47±0.93
S3(0-1)	297.23±2.62	135.26±3.30	345.80±5.09	534.52±0.75	191.71±1.64	449.84±0.93	401.83±1.45	724.84±0.95	627.45±1.50	615.11±1.09	435.64±4.82	466.65±2.86
S3(1-2)	270.86±7.45	115.99±2.79	505.99±0.52	386.28±1.20	132.35±1.08	370.83±2.48	268.02±2.04	342.13±2.31	244.67±2.34	590.23±0.94	354.67±1.02	445.75±1.78
S3(2-3)	335.01±7.59	108.82±2.78	356.45±0.52	512.11±1.57	227.22±1.69	180.28±2.09	202.13±0.40	439.45±2.14	177.18±1.85	380.90±1.41	368.41±0.70	459.41±0.67
S3(3-4)	310.53±0.48	30.23±1.00	473.23±0.85	617.34±1.64	275.97±1.21	141.05±1.74	202.53±1.55	427.54±2.14	108.02±2.02	407.14±1.15	334.39±2.72	439.95±1.56
S3(4-5)	122.32±1.25	32.63±0.54	685.10±0.81	604.09±1.77	202.10±1.02	116.18±1.92	41.00±1.75	543.13±0.28	319.44±1.50	285.68±3.84	361.66±1.98	423.20±0.85

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

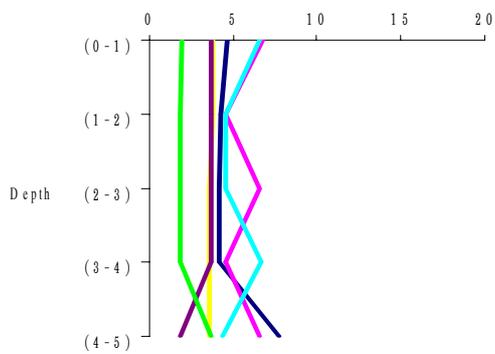
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน (ไมโครโมล)											
	พ.ย. 48	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
N1(0-1)	160.98±1.04	104.80±1.62	160.14±0.86	183.82±1.77	986.82±2.68	756.58±1.50	90.79±1.08	659.28±8.58	168.11±2.42	601.75±3.07	450.82±1.87	504.99±1.77
N1(1-2)	210.36±5.96	123.28±2.52	228.01±0.17	107.23±1.13	95.52±1.02	733.17±0.91	389.39±2.54	631.56±1.45	224.73±2.80	696.04±3.60	421.72±2.04	491.06±1.42
N1(2-3)	385.19±10.43	116.10±1.77	229.66±0.54	97.82±1.08	97.06±1.72	739.22±2.87	157.67±1.27	448.57±2.16	203.38±1.41	717.01±1.52	465.10±1.80	506.42±2.10
N1(3-4)	136.13±7.81	112.72±1.25	272.67±0.37	131.40±0.95	72.42±1.45	636.21±3.31	83.50±0.82	443.07±1.53	240.61±1.24	649.42±6.01	432.35±0.93	516.22±1.61
N1(4-5)	465.84±2.78	63.17±1.07	298.99±0.76	202.88±1.02	0.00	250.34±1.36	71.42±1.15	397.27±1.64	158.70±1.02	620.27±1.13	464.08±0.17	516.73±1.69
N2(0-1)	405.59±4.20	33.81±1.49	82.73±0.38	208.21±1.97	54.29±0.52	114.55±1.22	559.02±2.16	280.88±2.13	123.83±1.94	223.70±1.29	389.60±6.25	415.00±1.06
N2(1-2)	134.57±2.01	377.75±2.51	151.54±1.10	650.95±0.90	88.99±1.31	148.40±2.09	531.70±1.89	486.42±0.67	92.82±1.09	415.79±1.38	382.82±1.64	386.58±1.76
N2(2-3)	163.79±0.76	150.45±1.09	74.57±1.19	315.27±0.91	62.81±0.87	154.78±0.79	436.71±7.87	232.99±1.17	118.60±1.31	465.46±2.51	377.50±1.17	412.71±1.18
N2(3-4)	235.39±10.19	70.58±0.80	82.48±0.69	111.85±0.81	89.15±1.41	88.01±1.96	376.78±5.20	72.78±0.62	211.41±4.51	353.84±3.96	413.14±1.38	413.10±0.98
N2(4-5)	180.39±0.91	270.92±0.88	66.85±0.44	178.63±0.44	69.76±1.30	29.21±0.97	265.65±3.44	231.52±1.47	139.33±1.99	293.78±1.01	417.89±2.39	423.78±1.30
N3(0-1)	305.83±6.08	172.04±1.89	128.62±0.66	350.10±2.82	141.46±1.13	123.17±1.22	190.21±1.87	85.88±1.67	109.36±1.79	459.78±4.87	407.81±5.86	422.11±2.01
N3 (1-2)	188.89±5.52	222.80±1.64	176.46±0.58	426.90±1.16	74.48±0.92	150.07±1.77	378.69±1.37	16.71±0.54	126.61±1.24	397.57±1.56	417.48±1.33	403.80±1.95
N3 (2-3)	308.91±3.62	160.17±2.64	355.81±1.33	489.95±1.32	107.75±1.13	62.27±0.43	566.51±0.86	106.03±1.96	130.71±1.26	476.52±0.62	395.12±1.67	400.64±1.84
N3 (3-4)	189.17±6.08	184.33±0.76	203.27±2.74	321.15±0.85	221.87±1.23	61.06±1.38	373.96±3.94	75.09±0.95	104.48±2.51	397.41±4.79	397.05±1.01	404.96±0.70
N3 (4-5)	171.63±6.88	160.02±0.98	134.50±1.60	622.11±1.11	62.06±0.95	48.78±1.25	311.51±1.60	43.66±0.45	106.54±0.65	367.91±1.82	391.32±2.13	409.20±1.11



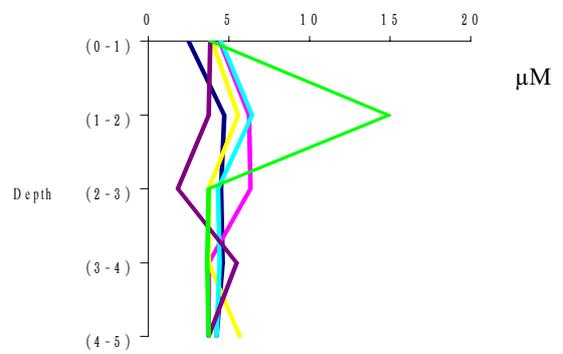
เดือนพฤศจิกายน 2548



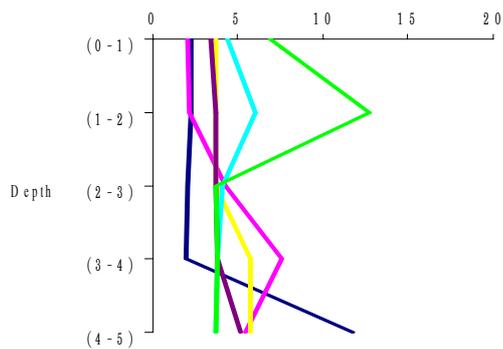
เดือนธันวาคม 2548



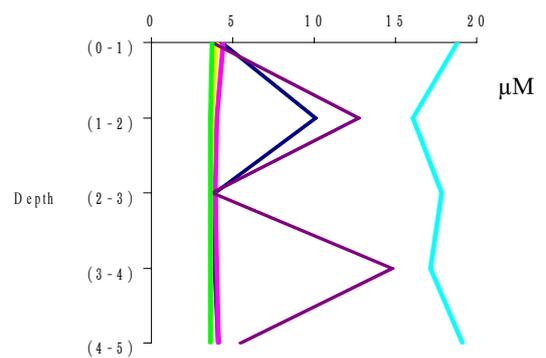
เดือนมกราคม 2549



เดือนกุมภาพันธ์ 2549



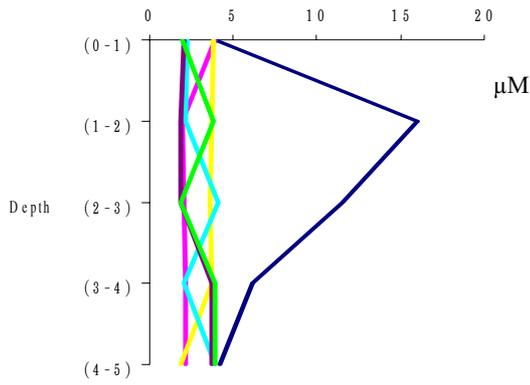
เดือนมีนาคม 2549



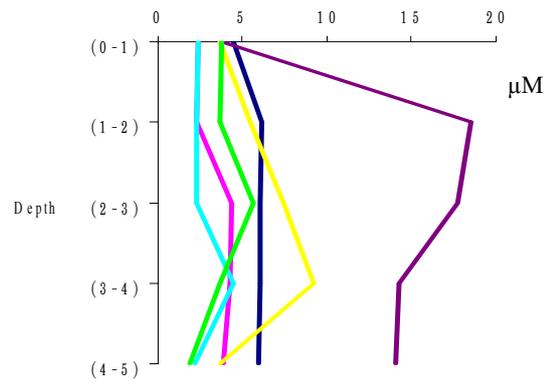
เดือนเมษายน 2549

ภาพผนวกที่ 5 การแพร่กระจายปริมาณไนโตรตและไนเตรท-ไนโตรเจน (µM) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี

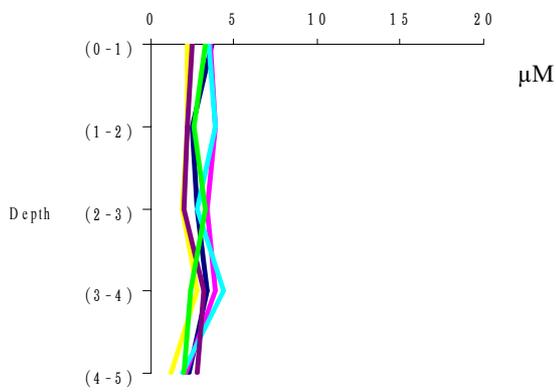
— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3



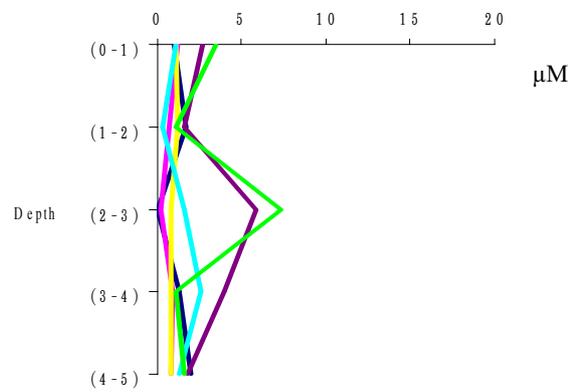
เดือนพฤษภาคม 2549



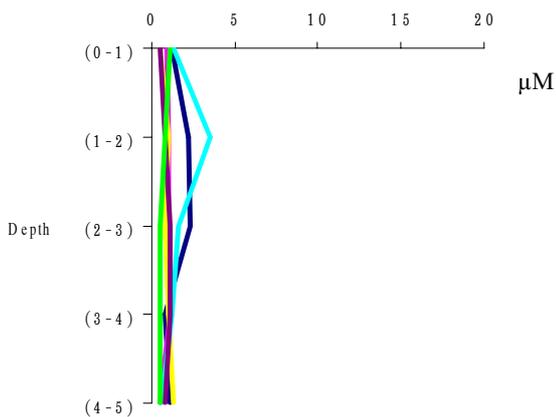
เดือนมิถุนายน 2549



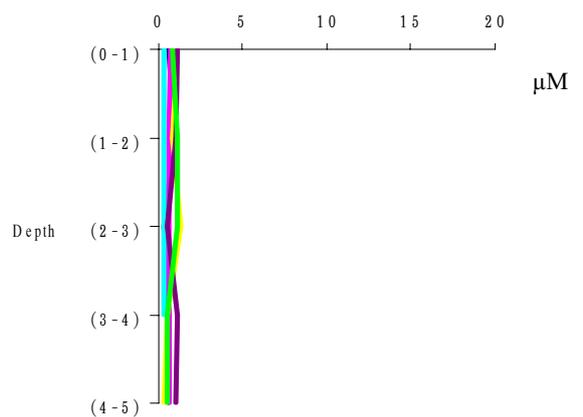
เดือนกรกฎาคม 2549



เดือนสิงหาคม 2549



เดือนกันยายน 2549



เดือนตุลาคม 2549

ภาพผนวกที่ 5 (ต่อ)

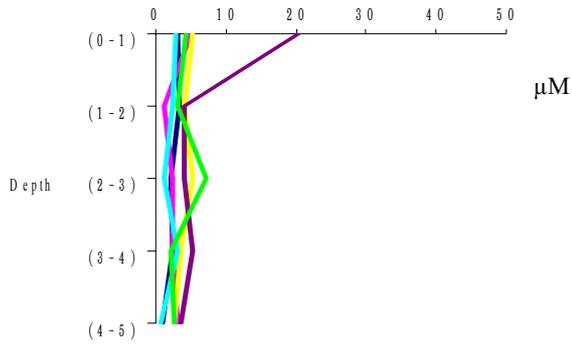
— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน (μM) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549

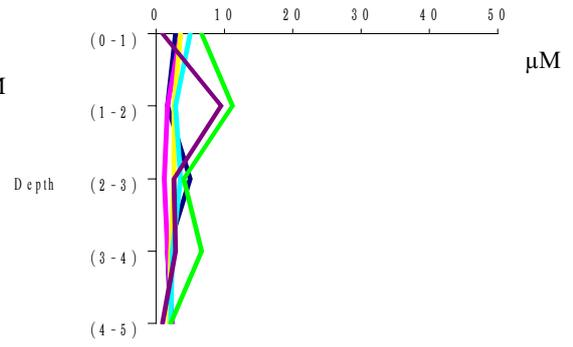
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน (ไมโครโมล)											
	พ.ย. 48	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
S1(0-1)	6.57±0.83	4.02±0.46	4.61±0.63	2.49±0.03	2.21±0.23	4.30±0.24	3.89±0.41	4.50±0.61	3.69±0.06	0.97±0.12	1.16±0.13	0.58±0.08
S1(1-2)	5.83±0.08	3.91±0.41	4.29±0.58	4.70±0.08	2.18±0.27	10.08±0.16	16.05±0.76	6.17±0.71	2.46±0.33	1.66±0.02	2.21±0.23	0.89±0.12
S1(2-3)	5.83±0.09	3.90±0.49	4.15±0.48	4.56±0.62	2.01±0.03	3.91±0.02	11.56±0.16	6.04±0.64	2.78±0.37	0.00	2.27±0.29	0.30±0.03
S1(3-4)	4.08±0.55	3.83±0.05	4.11±0.43	4.60±0.62	1.97±0.03	3.94±0.53	6.11±0.10	6.07±0.76	3.36±0.39	1.31±0.18	0.84±0.09	0.57±0.06
S1(4-5)	3.76±0.51	5.41±0.09	7.75±0.98	4.25±0.49	11.74±0.60	4.14±0.48	4.18±0.57	5.93±0.08	2.24±0.24	2.02±0.27	1.06±0.02	0.56±0.07
S2(0-1)	8.80±0.99	6.48±0.23	6.76±0.11	4.46±0.56	2.02±0.03	4.37±0.13	3.93±0.05	2.39±0.04	3.61±0.02	1.23±0.14	0.93±0.11	0.66±0.08
S2(1-2)	4.15±0.52	4.15±0.06	4.50±0.07	6.29±0.04	2.13±0.24	4.02±0.03	1.94±0.22	2.27±0.08	3.82±0.44	0.71±0.09	0.98±0.01	0.59±0.01
S2(2-3)	4.10±0.03	4.09±0.46	6.59±0.23	6.39±0.10	4.26±0.54	3.89±0.06	2.09±0.26	4.31±0.06	3.38±0.05	0.21±0.06	0.98±0.18	0.60±0.07
S2(3-4)	4.13±0.07	4.13±0.52	4.51±0.06	3.74±0.06	7.59±0.05	4.02±0.06	2.11±0.01	4.27±0.48	3.85±0.14	0.86±0.10	1.14±0.31	0.61±0.01
S2(4-5)	1.90±0.03	6.11±0.04	6.58±0.74	3.79±0.13	5.41±0.09	4.12±0.15	2.15±0.25	3.82±0.48	2.11±0.03	0.77±0.01	0.53±0.16	0.58±0.11
S3(0-1)	3.74±0.51	5.59±0.08	3.81±0.06	3.93±0.53	3.67±0.06	4.01±0.03	3.85±0.06	3.69±0.06	2.20±0.28	1.04±0.14	0.53±0.01	1.13±0.02
S3(1-2)	1.84±0.25	3.65±0.06	3.78±0.06	5.55±0.70	3.65±0.49	3.76±0.11	3.69±0.50	5.45±0.07	2.15±0.03	1.19±0.16	1.04±0.17	0.82±0.01
S3(2-3)	7.57±0.95	3.69±0.50	3.57±0.05	3.76±0.06	3.64±0.50	3.61±0.06	3.64±0.49	7.45±0.12	1.84±0.03	0.81±0.10	0.79±0.11	1.33±0.02
S3(3-4)	3.70±0.06	3.81±0.52	3.60±0.06	3.78±0.06	5.70±0.72	3.66±0.06	3.72±0.47	9.19±1.24	2.82±0.04	0.81±0.01	1.04±0.14	0.53±0.09
S3(4-5)	3.59±0.06	3.60±0.45	3.59±0.49	5.70±0.08	5.69±0.09	3.66±0.05	1.81±0.03	3.63±0.49	1.22±0.20	0.81±0.01	1.30±0.16	0.26±0.04

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

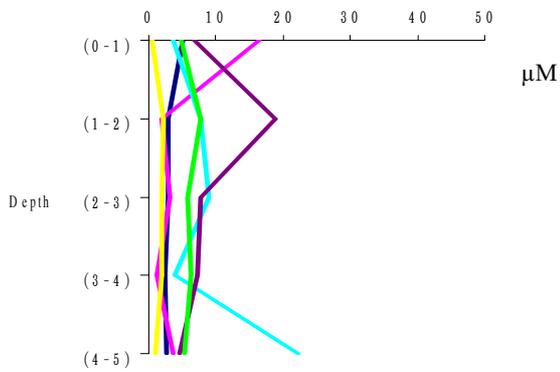
สถานี (ระดับดิน: ชม.)	ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจน (ไมโครโมล)											
	พ.ย. 48	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
N1(0-1)	4.17±0.57	2.20±0.04	6.62±0.83	4.50±0.16	4.37±0.33	18.79±0.66	2.22±0.17	2.38±0.27	3.51±0.40	1.06±0.14	1.26±0.02	0.34±0.04
N1(1-2)	4.21±0.15	4.18±0.32	4.57±0.52	6.44±0.74	6.01±0.82	16.04±0.25	2.15±0.29	2.28±0.04	3.83±0.48	0.26±0.01	3.49±0.26	0.33±0.04
N1(2-3)	4.30±0.49	6.40±0.87	4.50±0.07	4.31±0.54	4.07±0.14	17.85±0.54	4.09±0.14	2.27±0.17	2.80±0.32	1.56±0.18	1.60±0.22	0.33±0.01
N1(3-4)	6.67±0.84	4.14±0.15	6.68±0.51	4.46±0.50	3.76±0.43	17.17±0.23	2.04±0.24	4.44±0.60	4.40±0.07	2.55±0.32	1.26±0.04	0.33±0.03
N1(4-5)	6.42±0.73	3.98±0.46	4.39±0.60	4.26±0.07	3.72±0.47	19.10±0.31	3.94±0.50	2.19±0.08	1.89±0.14	1.28±0.15	0.64±0.07	0.00
N2(0-1)	1.90±0.17	3.73±0.51	3.65±0.05	3.82±0.44	3.42±0.43	3.74±0.13	2.00±0.25	3.75±0.47	2.46±0.09	2.70±0.25	0.55±0.10	1.08±0.01
N2(1-2)	3.71±0.43	3.78±0.48	3.71±0.47	3.77±0.13	3.74±0.34	12.72±0.45	1.87±0.17	18.48±0.67	2.17±0.03	1.61±0.19	0.81±0.02	1.06±0.13
N2(2-3)	3.61±0.13	3.68±0.34	3.65±0.50	1.85±0.02	3.69±0.42	3.69±0.05	1.85±0.21	17.71±0.54	1.96±0.25	5.87±0.21	1.06±0.10	0.54±0.10
N2(3-4)	3.71±0.05	3.46±0.40	3.64±0.46	5.48±0.69	3.74±0.13	14.78±0.45	3.69±0.13	14.26±1.30	3.15±0.11	3.97±0.05	1.07±0.12	1.07±0.03
N2(4-5)	3.61±0.45	3.79±0.13	1.84±0.17	3.75±0.51	5.12±0.07	5.52±0.75	3.66±0.05	14.08±1.62	2.77±0.08	1.77±0.22	0.80±0.03	1.05±0.10
N3(0-1)	3.74±0.43	3.70±0.47	1.89±0.26	3.86±0.35	6.93±0.80	3.74±0.06	1.91±0.22	3.79±0.07	3.26±0.37	3.46±0.40	1.09±0.14	0.84±0.11
N3 (1-2)	3.78±0.35	3.78±0.44	1.85±0.03	14.90±1.68	12.77±1.47	3.67±0.05	3.79±0.44	3.68±0.46	2.58±0.35	1.10±0.10	0.80±0.09	1.09±0.02
N3 (2-3)	3.68±0.42	1.81±0.21	1.87±0.23	3.72±0.50	3.65±0.33	3.66±0.13	1.89±0.17	5.61±0.65	3.31±0.06	7.30±0.83	0.53±0.06	1.08±0.14
N3 (3-4)	3.63±0.49	3.69±0.34	1.87±0.22	3.63±0.07	3.76±0.43	3.59±0.07	3.88±0.44	3.68±0.42	2.34±0.29	1.06±0.14	0.54±0.05	0.54±0.06
N3 (4-5)	3.60±0.07	3.71±0.42	3.71±0.43	3.76±0.47	3.65±0.49	3.58±0.45	3.92±0.53	1.92±0.18	1.99±0.23	1.58±0.03	0.53±0.06	0.53±0.06



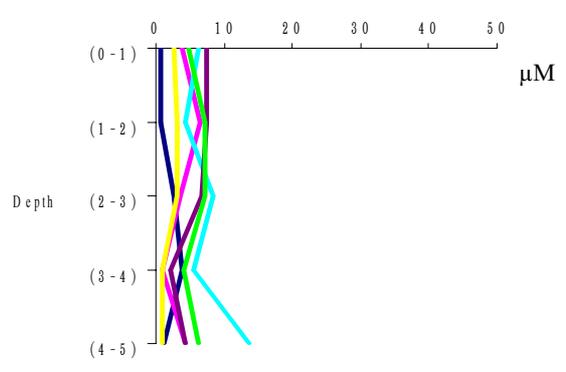
เดือนพฤศจิกายน 2548



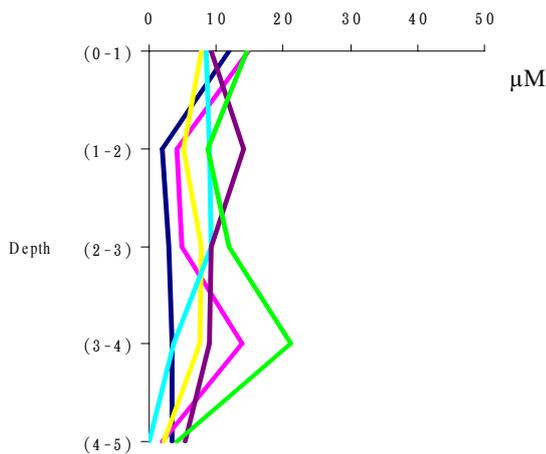
เดือนธันวาคม 2548



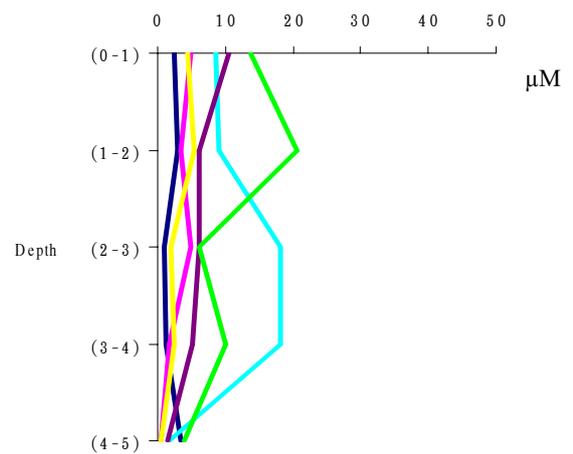
เดือนมกราคม 2549



เดือนกุมภาพันธ์ 2549



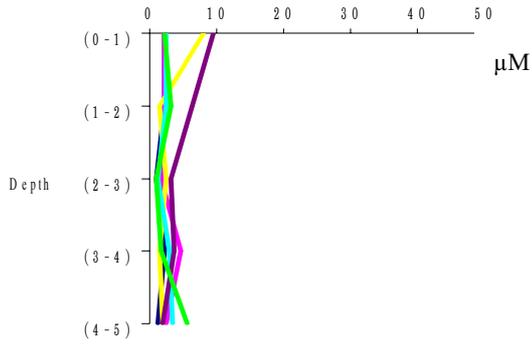
เดือนมีนาคม 2549



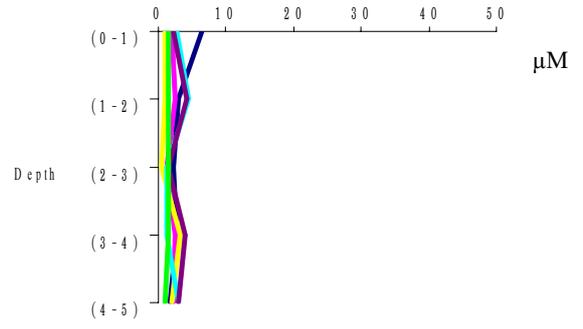
เดือนเมษายน 2549

ภาพผนวกที่ 6 การแพร่กระจายปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (μM) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี

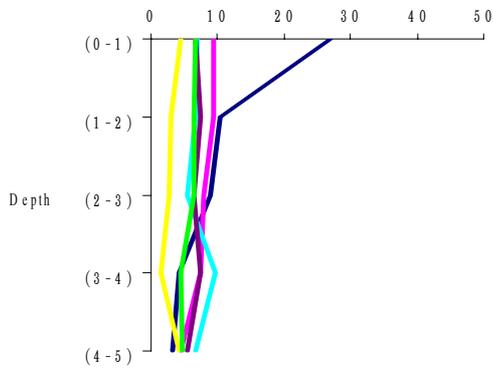
— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3



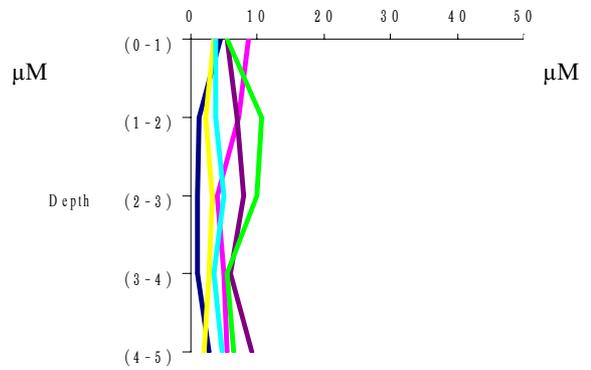
เดือนพฤษภาคม 2549



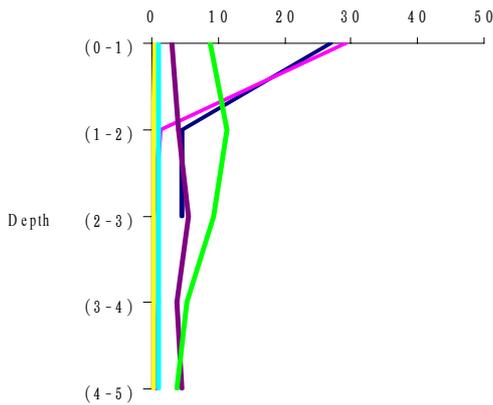
เดือนมิถุนายน 2549



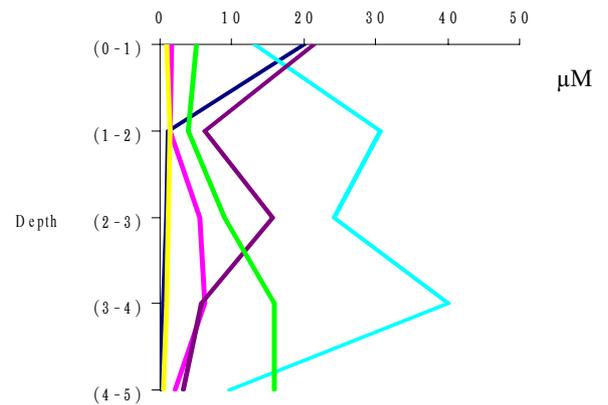
เดือนกรกฎาคม 2549



เดือนสิงหาคม 2549



เดือนกันยายน 2549



เดือนตุลาคม 2549

ภาพผนวกที่ 6 (ต่อ)

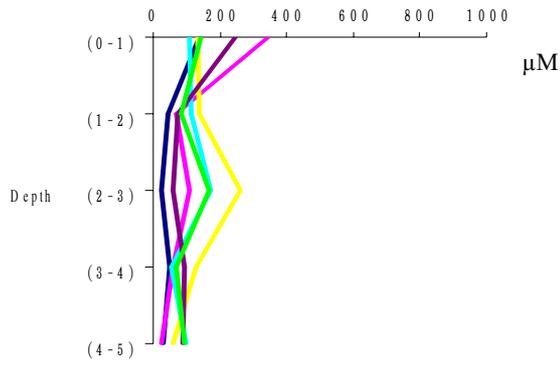
— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (μM) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549

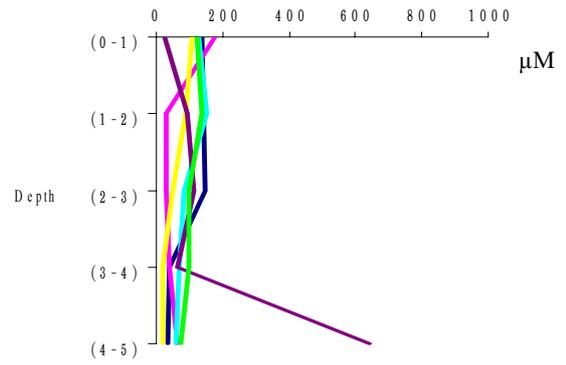
สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณอโรฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (ไมโครโมล)											
	พ.ย. 48	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
S1(0-1)	3.08±0.07	2.83±0.09	5.18±0.07	0.70±0.04	11.82±0.87	2.42±0.20	2.19±0.37	6.32±0.16	26.96±0.35	4.54±0.16	26.95±0.35	19.94±0.39
S1(1-2)	3.28±0.04	1.65±0.06	3.02±0.20	0.66±0.12	1.84±0.55	2.83±0.20	2.25±0.33	2.89±0.15	10.45±0.32	1.29±0.07	4.60±0.37	1.16±0.13
S1(2-3)	2.18±0.12	4.93±0.10	2.91±0.04	2.56±0.12	2.82±0.36	1.10±0.12	1.08±0.09	2.26±0.20	8.99±0.28	1.06±0.13	4.44±0.36	0.88±0.11
S1(3-4)	2.29±0.10	1.62±0.09	2.31±0.14	3.88±0.09	3.33±0.24	1.11±0.13	2.29±0.30	2.84±0.16	4.20±0.24	1.02±0.11	0.00	0.56±0.20
S1(4-5)	1.06±0.02	2.03±0.08	2.72±0.06	1.19±0.08	3.30±0.36	3.49±0.34	1.17±0.09	1.67±0.19	3.14±0.14	2.84±0.20	0.00	0.27±0.04
S2(0-1)	4.94±0.15	3.64±0.12	16.45±0.32	3.76±0.10	14.73±0.75	4.91±0.16	2.21±0.28	2.01±0.38	9.49±0.47	8.62±0.14	29.20±0.95	1.62±0.18
S2(1-2)	1.17±0.05	1.75±0.08	1.90±0.07	6.46±0.21	4.19±0.34	3.39±0.41	2.18±0.12	2.55±0.14	9.48±0.17	7.17±0.40	1.20±0.20	1.44±0.18
S2(2-3)	2.30±0.13	1.15±0.06	3.09±0.21	3.59±0.10	4.79±0.42	4.92±0.26	1.76±0.35	1.21±0.13	7.91±0.63	3.93±0.10	0.24±0.05	5.59±0.39
S2(3-4)	2.32±0.06	1.74±0.10	1.27±0.20	1.05±0.18	13.85±0.91	1.69±0.24	4.75±0.19	2.40±0.30	7.33±0.25	5.06±0.36	0.14±0.04	6.23±0.04
S2(4-5)	3.20±0.04	2.29±0.21	3.70±0.03	4.26±0.18	2.03±0.16	0.58±0.10	2.42±0.30	2.14±0.20	4.39±0.43	5.44±0.47	0.77±0.11	2.00±0.05
S3(0-1)	5.26±0.10	3.66±0.10	0.54±0.03	2.76±0.19	7.74±0.08	4.50±0.39	8.11±0.60	1.04±0.07	4.51±0.26	3.42±0.51	0.52±0.06	0.83±0.13
S3(1-2)	4.13±0.10	2.56±0.21	2.12±0.06	3.12±0.01	5.12±0.15	5.28±0.26	1.56±0.52	1.02±0.10	3.01±0.28	2.31±0.07	0.25±0.11	1.47±0.08
S3(2-3)	5.32±0.13	2.59±0.09	2.01±0.08	3.17±0.08	7.67±0.13	2.03±0.32	2.55±0.34	0.52±0.21	2.69±0.39	3.32±0.37	0.13±0.03	1.04±0.06
S3(3-4)	3.64±0.10	2.14±0.11	2.02±0.12	1.06±0.03	7.47±0.68	2.57±0.50	1.57±0.44	3.23±0.22	1.41±0.10	2.84±0.44	0.13±0.03	0.91±0.07
S3(4-5)	2.52±0.13	2.02±0.03	1.01±0.07	1.07±0.04	2.13±0.15	0.51±0.04	2.03±0.35	2.04±0.10	4.27±0.20	1.90±0.64	0.26±0.08	0.52±0.09

ตารางที่ 6 (ต่อ)

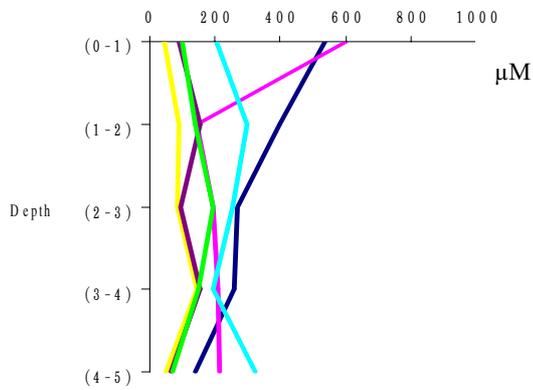
สถานี (ระดับดิน: ชม.)	ปริมาณออกซิฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (ไมโครโมล)											
	พ.ย. 48	ธ.ก. 48	ม.ก. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ก. 49	ก.ย. 49	ต.ก. 49
N1(0-1)	2.93±0.11	4.94±0.16	3.72±0.32	6.32±0.06	8.58±0.32	8.45±0.32	2.50±0.06	2.68±0.40	7.04±0.23	3.71±0.17	0.93±0.08	13.18±0.33
N1(1-2)	2.37±0.02	2.94±0.11	7.70±0.22	4.22±0.14	9.01±0.06	9.01±0.39	2.41±0.18	4.49±0.47	6.72±0.20	3.64±0.34	0.93±0.17	30.63±0.39
N1(2-3)	1.21±0.04	3.59±0.10	8.85±0.19	8.48±0.17	9.16±0.47	18.18±0.27	1.15±0.12	1.28±0.33	5.46±0.46	4.88±0.19	0.94±0.09	24.14±0.37
N1(3-4)	3.12±0.08	2.33±0.17	3.75±0.12	5.63±0.42	3.69±0.33	18.08±0.11	2.87±0.18	1.25±0.03	9.75±0.50	3.58±0.49	0.92±0.26	40.14±0.45
N1(4-5)	0.60±0.04	2.23±0.24	22.21±0.14	13.76±0.16	0.00	1.79±0.33	3.32±0.35	3.07±0.16	6.65±0.33	4.81±0.40	0.94±0.12	9.74±0.28
N2(0-1)	20.30±0.09	1.05±0.08	6.66±0.29	7.52±0.11	9.12±0.14	10.51±0.54	9.57±0.54	2.11±0.19	6.72±0.38	5.54±0.45	2.95±0.10	21.38±0.21
N2(1-2)	4.17±0.04	9.57±0.59	18.76±0.19	7.42±0.14	14.17±0.18	6.12±0.20	6.32±0.48	4.15±0.10	7.40±0.53	7.02±0.12	3.95±0.10	6.21±0.17
N2(2-3)	4.06±0.09	2.59±0.26	7.69±0.18	6.77±0.11	9.33±0.17	6.21±0.21	3.12±0.38	1.49±0.17	6.44±0.44	7.89±0.15	5.45±0.46	15.59±0.60
N2(3-4)	5.20±0.03	2.91±0.21	7.15±0.10	2.05±0.07	8.93±0.15	5.19±0.29	3.63±0.29	4.00±0.31	7.38±0.45	5.93±0.26	3.68±0.21	5.78±0.28
N2(4-5)	3.55±0.08	1.06±0.04	4.66±0.20	4.21±0.53	5.28±0.14	1.55±0.35	2.06±0.05	2.97±0.11	5.56±0.15	9.23±0.24	4.46±0.53	3.34±0.26
N3(0-1)	4.21±0.13	6.75±0.48	4.78±0.17	4.88±0.11	14.59±0.49	13.67±0.60	2.14±0.16	1.59±0.46	6.68±0.26	5.52±0.44	8.84±0.10	4.96±0.20
N3 (1-2)	3.19±0.10	11.14±0.28	7.80±0.33	7.33±0.22	8.71±0.32	20.64±0.53	3.20±0.33	1.55±0.21	6.51±0.34	10.53±0.20	11.28±0.23	4.00±0.14
N3 (2-3)	7.24±0.06	4.07±0.20	5.77±0.30	7.32±0.17	11.80±0.26	6.17±0.11	1.06±0.05	1.58±0.38	6.39±0.18	9.78±0.25	9.40±0.17	9.00±0.05
N3 (3-4)	2.04±0.04	6.74±0.25	6.29±0.10	4.08±0.12	21.13±0.26	10.08±0.75	1.63±0.11	1.55±0.42	4.56±0.32	5.55±0.44	5.32±0.29	15.85±0.28
N3 (4-5)	2.53±0.03	2.09±0.04	5.20±0.04	6.33±0.38	4.10±0.15	4.03±0.29	5.51±0.10	1.08±0.10	4.65±0.15	6.42±0.45	3.88±0.20	15.98±0.10



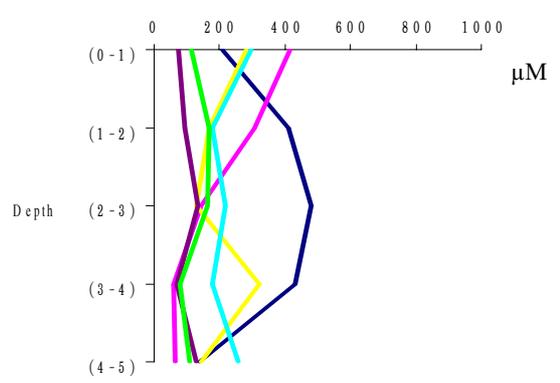
เดือนพฤศจิกายน 2548



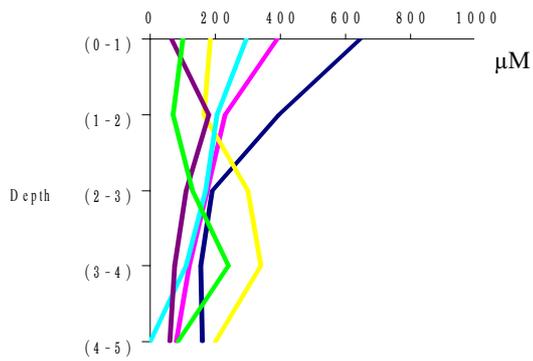
เดือนธันวาคม 2548



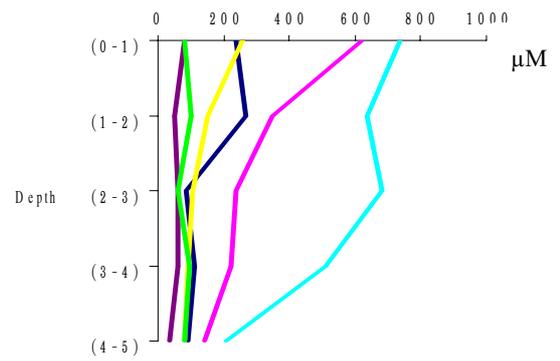
เดือนมกราคม 2549



เดือนกุมภาพันธ์ 2549



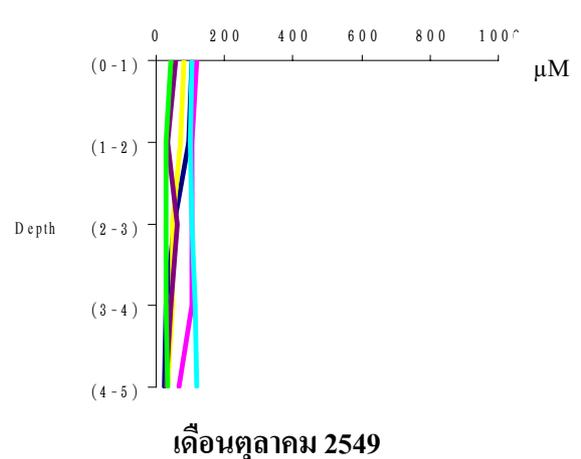
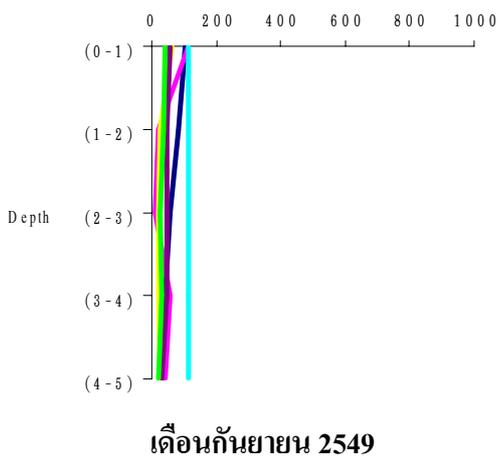
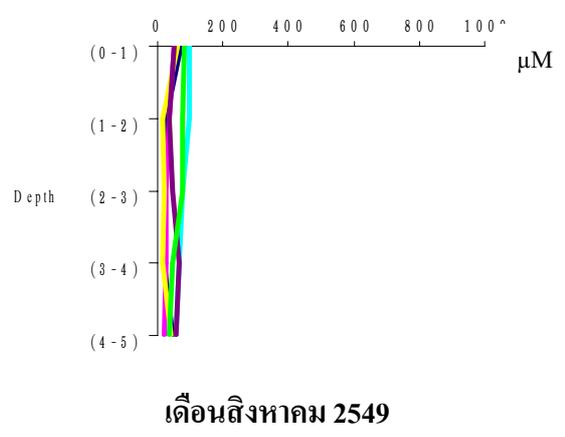
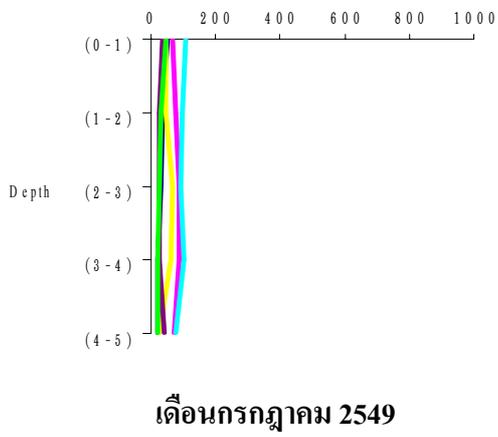
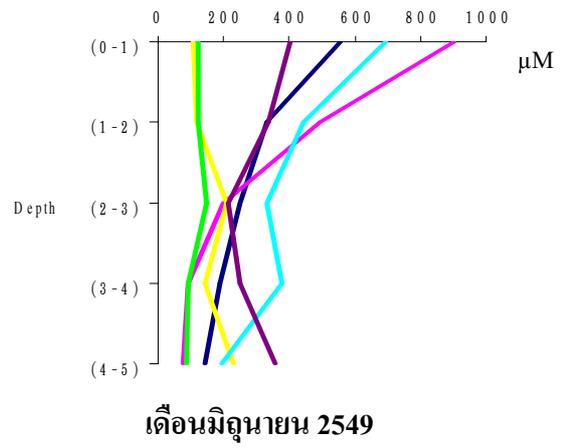
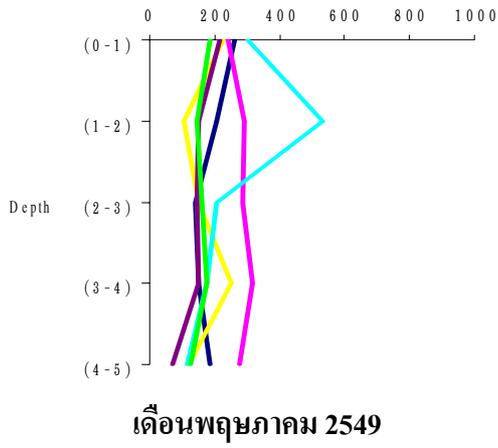
เดือนมีนาคม 2549



เดือนเมษายน 2549

ภาพผนวกที่ 7 การแพร่กระจายปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟด (µM) ในดินตะกอนตามความลึกของแต่ละสถานี

■ S1 ■ S2 ■ S3 ■ N1 ■ N2 ■ N3



ภาพผนวกที่ 7 (ต่อ)

— S1 — S2 — S3 — N1 — N2 — N3

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณซิลิเกต-ซิลิกอน (μM) บริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง เดือนพฤศจิกายน 2548-ตุลาคม 2549

สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณซิลิเกต-ซิลิกอน (ไมโครโมล)											
	พ.ย. 48	ธ.ย. 48	ม.ย. 49	ก.พ. 49	มี.ย. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
S1(0-1)	138.29±2.46	136.81±3.08	537.73±9.69	205.77±3.71	645.41±9.64	235.12±6.67	260.07±4.69	557.57±9.51	51.81±1.51	70.77±1.95	105.66±1.90	103.02±2.92
S1(1-2)	42.49±0.61	142.48±0.99	396.20±5.92	410.72±6.13	392.66±5.28	269.26±7.41	204.61±3.06	329.53±5.94	36.89±1.05	24.88±0.33	81.43±1.22	93.76±1.60
S1(2-3)	23.59±0.81	1456.94±1.18	267.04±7.35	482.17±6.49	190.25±5.56	85.50±1.15	140.34±3.86	249.59±3.73	29.40±0.50	22.93±0.67	58.17±1.60	51.25±0.92
S1(3-4)	49.59±0.67	37.25±1.51	259.76±3.49	430.61±7.76	153.47±4.35	110.01±3.21	148.49±2.00	186.61±5.13	20.07±0.36	19.58±0.56	43.20±0.58	26.18±0.39
S1(4-5)	27.39±1.27	35.36±0.82	141.20±4.12	139.47±2.08	161.54±2.91	90.57±2.57	187.67±5.48	144.05±1.94	20.55±0.31	43.58±0.74	36.15±1.06	21.53±0.59
S2(0-1)	347.16±0.92	178.26±1.06	601.87±8.10	417.36±5.62	391.91±6.87	620.80±8.80	238.93±3.21	904.84±8.63	67.24±1.91	52.98±0.79	113.83±1.53	120.60±2.17
S2(1-2)	70.57±0.83	30.25±0.73	142.09±3.91	305.71±8.41	227.82±6.65	346.93±5.18	292.52±8.05	496.85±6.68	78.50±1.42	33.95±0.99	23.18±0.64	103.12±0.98
S2(2-3)	109.46±1.10	29.83±1.27	192.18±2.87	144.81±4.23	175.86±4.99	236.24±6.90	288.94±4.31	198.92±5.47	87.87±0.84	25.56±0.72	10.73±0.16	105.30±1.42
S2(3-4)	60.23±1.30	40.08±3.84	208.05±6.08	59.13±0.80	119.80±2.16	219.77±6.23	318.49±9.30	93.33±1.39	88.43±1.19	24.80±0.45	56.01±1.64	105.23±2.90
S2(4-5)	23.03±0.95	64.49±1.32	213.09±6.04	64.43±1.77	78.89±1.06	140.18±2.53	276.83±7.85	78.82±2.30	71.04±1.95	19.20±0.18	42.42±1.20	67.46±1.01
S3(0-1)	131.83±1.99	108.61±1.04	46.28±1.27	281.36±7.74	182.93±5.34	257.82±3.85	224.45±6.18	107.66±1.61	48.00±0.65	61.24±1.74	59.78±1.64	79.61±1.19
S3(1-2)	138.30±1.23	88.70±1.00	87.23±2.55	166.32±4.86	163.84±2.95	150.59±4.27	103.12±3.01	119.15±3.28	45.32±0.68	17.25±0.31	24.58±0.72	71.69±1.07
S3(2-3)	262.10±1.31	49.29±0.67	82.40±2.34	127.93±2.31	300.77±4.05	105.28±1.90	150.16±4.26	208.10±6.08	68.13±1.02	19.93±0.27	23.15±0.66	48.65±1.34
S3(3-4)	130.29±0.93	18.49±1.19	144.13±2.60	321.29±8.84	341.61±5.10	88.83±1.20	252.97±4.56	145.13±4.12	60.35±1.66	13.01±0.19	20.01±0.36	45.69±1.33
S3(4-5)	56.75±0.72	18.21±0.84	48.03±0.65	143.10±4.18	198.24±5.45	79.96±1.19	122.92±1.65	229.07±4.13	25.59±0.75	42.83±0.64	23.80±0.32	34.85±0.99

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

สถานี (ระดับดิน: ซม.)	ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน (ไมโครโมล)											
	พ.ย. 48	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49	ก.ย. 49	ต.ค. 49
N1(0-1)	106.45±2.03	128.23±3.52	203.59±5.77	295.20±8.37	296.95±5.35	735.84±9.90	302.39±8.57	694.23±9.34	105.29±2.90	98.13±2.48	115.48±2.50	104.00±1.40
N1(1-2)	112.61±1.00	152.29±1.01	299.59±5.40	177.42±3.20	204.54±3.05	634.62±6.12	531.52±9.58	443.38±9.59	95.59±1.29	95.29±1.42	115.85±2.09	99.32±1.34
N1(2-3)	172.26±1.01	82.27±1.17	251.34±7.34	219.92±3.28	168.24±4.63	683.00±6.93	208.52±6.09	331.20±5.97	94.24±1.27	75.41±2.07	115.65±2.92	102.82±2.22
N1(3-4)	53.98±0.89	70.40±1.04	194.61±2.91	178.55±5.06	109.46±1.47	510.81±9.97	173.83±2.60	377.32±9.52	102.54±2.22	64.69±0.87	112.42±1.68	113.96±2.05
N1(4-5)	98.71±0.44	57.97±1.50	325.44±8.95	258.58±4.66	0.00	206.16±2.77	114.70±3.16	191.39±2.86	78.76±1.42	56.61±0.76	115.39±3.17	116.27±2.93
N2(0-1)	244.83±1.37	22.62±0.41	88.57±1.32	74.30±1.11	66.43±1.88	81.76±2.39	214.09±3.20	400.95±9.85	34.38±0.62	50.38±0.68	57.58±0.86	56.73±1.66
N2(1-2)	72.03±0.91	91.91±0.66	153.23±4.34	91.64±2.60	181.47±4.99	52.96±0.71	150.28±4.26	336.70±5.03	27.23±0.80	38.10±1.05	48.09±1.36	33.38±0.82
N2(2-3)	56.99±0.91	111.86±2.67	93.14±1.25	135.01±3.71	107.60±1.94	58.22±1.60	143.86±1.94	215.04±6.10	27.51±0.68	45.88±0.83	46.49±0.63	59.61±0.89
N2(3-4)	94.50±2.58	62.97±1.01	154.54±4.25	70.97±1.06	77.26±2.26	62.82±1.13	152.39±4.19	251.06±3.38	28.04±0.42	64.23±1.88	47.06±1.29	40.47±1.15
N2(4-5)	87.79±2.35	644.55±9.63	62.62±1.13	127.49±3.62	58.09±0.87	35.74±1.04	71.10±1.28	358.98±9.88	38.60±1.09	55.30±1.36	32.44±0.58	29.88±0.40
N3(0-1)	140.97±2.72	121.29±1.75	100.98±2.95	112.44±3.28	100.97±1.36	81.85±2.25	185.13±5.41	124.13±3.42	43.98±0.66	82.43±1.49	43.16±1.26	44.39±1.22
N3 (1-2)	82.73±0.80	137.61±1.17	139.44±1.88	167.43±2.25	70.88±2.01	102.65±1.85	147.43±1.98	120.74±3.53	29.19±0.80	77.20±2.19	37.58±0.51	29.63±0.82
N3 (2-3)	165.36±1.80	96.73±2.10	195.00±3.52	162.79±4.62	128.66±1.92	62.23±1.76	160.82±2.90	149.84±2.02	23.27±0.64	78.43±1.17	28.06±0.51	29.87±0.87
N3 (3-4)	70.44±0.51	98.67±1.19	149.61±4.24	79.34±2.32	237.54±6.54	95.89±1.43	174.28±4.94	89.32±1.61	22.80±0.67	45.69±1.26	30.47±0.86	28.86±0.39
N3 (4-5)	91.88±1.53	72.13±1.80	67.50±1.01	109.48±1.47	84.16±2.46	82.69±2.27	123.87±1.85	88.81±2.52	20.05±0.27	37.00±1.02	23.16±0.35	30.96±0.56

ตารางผนวกที่ 8 คุณภาพน้ำบางประการบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างเดือนพฤศจิกายน 2548-ธันวาคม 2549

เดือน/ปี	สถานี	ลึก (เมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความโปร่งแสง (เมตร)	ความเป็น กรด-ด่าง (pH)	ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)	ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
พ.ย. 2548	S1	3.80	29.90	2.60	7.98	28.70	5.54
	S2	3.50	29.95	2.60	7.98	28.70	5.55
	S3	4.80	29.90	3.80	7.98	28.40	5.55
	N1	6.80	29.65	3.80	8.08	28.40	5.55
	N2	4.50	29.70	3.60	8.05	28.40	5.53
	N3	4.80	29.70	3.50	8.06	28.40	5.54
ธ.ค. 2548	S1	5.20	26.68	2.80	8.02	33.50	6.56
	S2	4.60	26.65	2.00	7.90	33.50	6.68
	S3	6.30	26.60	2.20	8.07	33.47	6.66
	N1	6.80	26.65	2.50	8.00	33.50	6.65
	N2	4.50	26.65	1.50	8.00	33.52	6.65
	N3	4.70	26.69	1.50	8.00	33.52	6.60
ม.ค. 2549	S1	4.30	28.00	2.00	7.96	33.87	6.50
	S2	5.40	28.12	1.70	7.47	32.28	6.43
	S3	5.20	28.21	2.00	7.62	33.64	6.48
	N1	7.20	27.94	2.50	7.26	33.35	6.48
	N2	5.70	28.34	2.00	7.80	32.89	6.40
	N3	5.30	28.05	2.00	7.84	34.19	6.48
ก.พ. 2549	S1	5.20	26.68	2.80	8.02	33.52	6.56
	S2	5.80	26.71	3.50	7.98	33.27	6.64
	S3	4.60	26.56	2.00	7.90	33.81	6.78
	N1	7.00	26.81	2.50	8.10	33.75	6.68
	N2	5.70	26.65	2.00	8.02	33.59	6.42
	N3	6.30	26.60	2.20	8.07	33.47	6.66
มี.ค. 2549	S1	4.50	29.70	2.00	8.00	33.34	6.35
	S2	5.50	29.73	2.50	8.06	33.10	6.33
	S3	4.50	29.60	3.00	7.93	32.84	6.38
	N1	6.50	29.71	2.50	8.08	33.13	6.34
	N2	5.90	29.67	3.40	7.98	33.55	6.32
	N3	5.50	29.64	3.00	7.99	32.73	6.36
เม.ย. 2549	S1	4.00	31.64	2.50	7.87	31.75	6.56
	S2	4.00	31.53	3.50	7.73	31.56	5.53
	S3	3.00	31.37	3.00	7.75	31.27	6.27
	N1	6.00	31.54	2.70	7.59	31.76	6.21

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

เดือน/ปี	สถานี	ลึก (เมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความโปร่งแสง (เมตร)	ความเป็น กรด-ด่าง (pH)	ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)	ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
เม.ย. 2549	N2	4.50	31.43	3.00	7.78	31.36	6.26
	N3	4.20	31.36	3.00	7.80	31.10	6.36
พ.ค. 2549	S1	2.60	30.50	1.30	7.86	28.90	5.26
	S2	3.20	30.70	2.80	7.85	28.90	5.52
	S3	2.50	30.70	1.50	7.85	28.90	5.42
	N1	4.50	31.70	1.50	7.87	28.90	5.20
	N2	4.00	30.70	2.00	7.85	28.90	5.29
	N3	4.50	31.20	2.50	7.85	28.90	5.20
มิ.ย. 2549	S1	3.30	31.90	1.50	7.87	28.60	4.43
	S2	3.00	31.70	2.30	7.83	28.50	4.54
	S3	2.30	31.90	1.70	7.85	28.50	5.82
	N1	4.50	31.70	1.80	7.89	28.60	4.18
	N2	3.50	31.80	1.67	7.88	28.50	5.39
	N3	3.50	31.70	2.50	7.80	28.30	5.19
ก.ค. 2549	S1	3.80	29.30	2.50	7.97	23.60	5.48
	S2	3.50	29.30	3.00	7.98	23.40	5.59
	S3	3.50	29.30	2.50	7.98	23.40	5.68
	N1	5.50	29.30	3.50	7.98	23.40	5.89
	N2	4.50	29.30	3.50	7.98	23.40	5.42
	N3	4.50	29.30	3.50	7.98	23.45	5.59
ส.ค. 2549	S1	3.80	29.40	2.50	8.08	23.70	4.74
	S2	3.60	29.40	3.00	8.08	24.10	4.48
	S3	3.50	29.40	2.50	8.07	24.20	6.00
	N1	6.00	29.40	3.80	8.08	24.30	6.32
	N2	4.80	29.40	3.50	8.08	24.20	6.38
	N3	4.80	29.40	3.80	8.11	24.40	6.59
ก.ย. 2549	S1	3.50	30.00	2.50	8.05	28.20	5.85
	S2	3.60	30.00	3.00	8.05	28.20	5.98
	S3	3.50	30.00	2.50	8.06	28.20	6.00
	N1	6.50	30.00	3.50	8.05	28.40	6.10
	N2	4.80	30.00	3.50	8.06	28.20	6.12
	N3	4.80	30.00	3.50	8.05	28.30	6.09
ต.ค. 2549	S1	4.20	30.30	3.20	8.05	30.60	4.00
	S2	5.50	30.30	4.30	8.06	30.70	4.05
	S3	4.20	30.40	3.50	8.06	30.70	4.81

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

เดือน/ปี	สถานี	ลึก (เมตร)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความโปร่งแสง (เมตร)	ความเป็น กรด-ด่าง (pH)	ความเค็ม (ส่วนในพันส่วน)	ปริมาณออกซิเจน ที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
ต.ค. 2549	S1	4.20	30.30	3.20	8.05	30.60	4.00
	S2	5.50	30.30	4.30	8.06	30.70	4.05
	S3	4.20	30.40	3.50	8.06	30.70	4.81
	N1	6.90	30.20	2.50	8.08	31.00	5.10
	N2	4.45	30.50	3.50	8.08	30.20	4.45
	N3	4.85	30.00	3.00	8.06	30.30	4.85
พ.ย. 2549	S1	4.00	30.10	3.00	8.00	30.10	5.20
	S2	5.50	30.10	4.10	8.00	30.20	5.25
	S3	4.20	30.10	3.50	8.00	30.50	5.75
	N1	6.80	30.20	2.50	8.00	30.50	5.50
	N2	4.50	30.10	3.50	8.00	30.20	5.50
	N3	4.80	30.00	3.50	8.00	30.20	5.85
ธ.ค. 2549	S1	4.50	29.50	3.50	8.10	31.00	5.50
	S2	5.50	29.70	4.50	8.10	31.30	5.75
	S3	4.50	30.10	4.50	7.95	31.20	5.75
	N1	6.80	29.50	4.50	8.20	31.50	5.80
	N2	4.50	29.50	3.50	8.00	31.20	5.75
	N3	4.80	30.00	3.50	8.10	31.30	5.75



ภาพผนวกที่ 8 การเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือกบริเวณอ่าวศรีราชา



ภาพผนวกที่ 9 การเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณที่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก



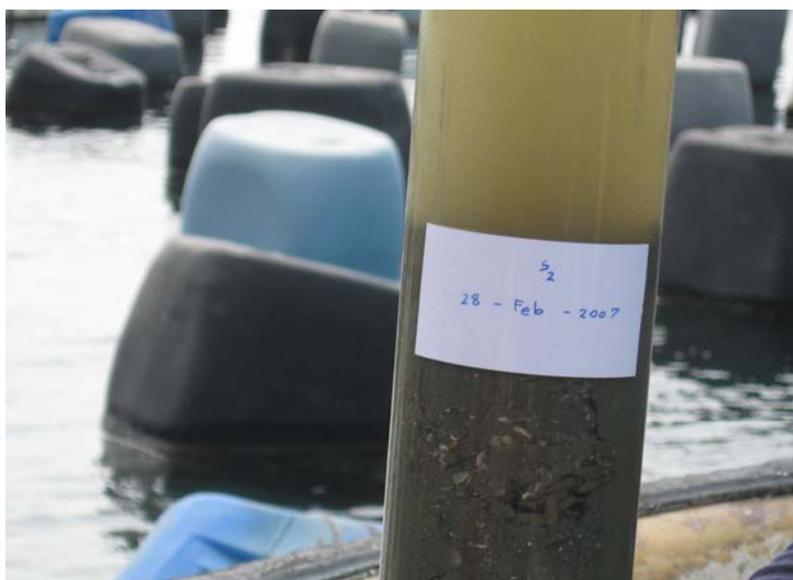
ภาพผนวกที่ 10 การเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงหอยแมลงภู่มแบบแพเชือก



ภาพผนวกที่ 11 ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S1)



ภาพผนวกที่ 12 ลักษณะผิวดินตะกอนบริเวณสถานี (S1)



ภาพผนวกที่ 13 ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S2)



ภาพผนวกที่ 14 ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S3)



ภาพผนวกที่ 15 ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N1)



ภาพผนวกที่ 16 ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N2)



ภาพผนวกที่ 17 ลักษณะดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N3)



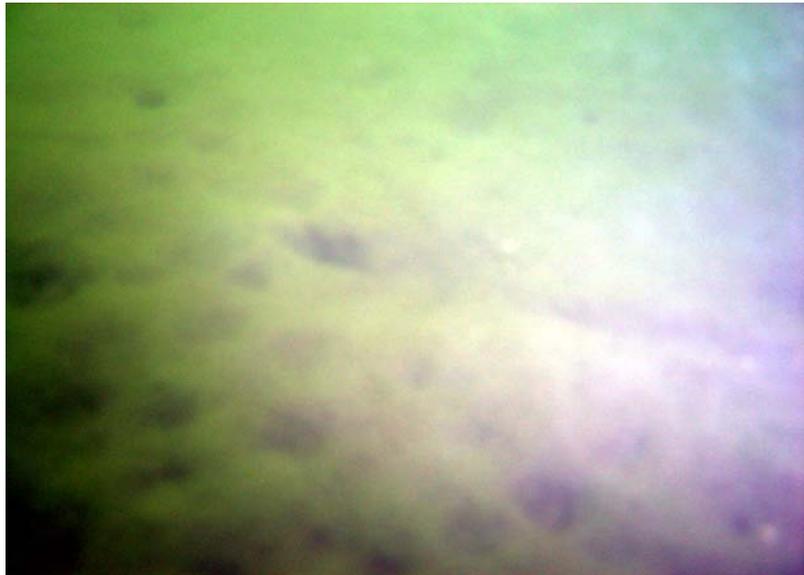
ภาพผนวกที่ 18 ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S1)



ภาพผนวกที่ 19 ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S2)



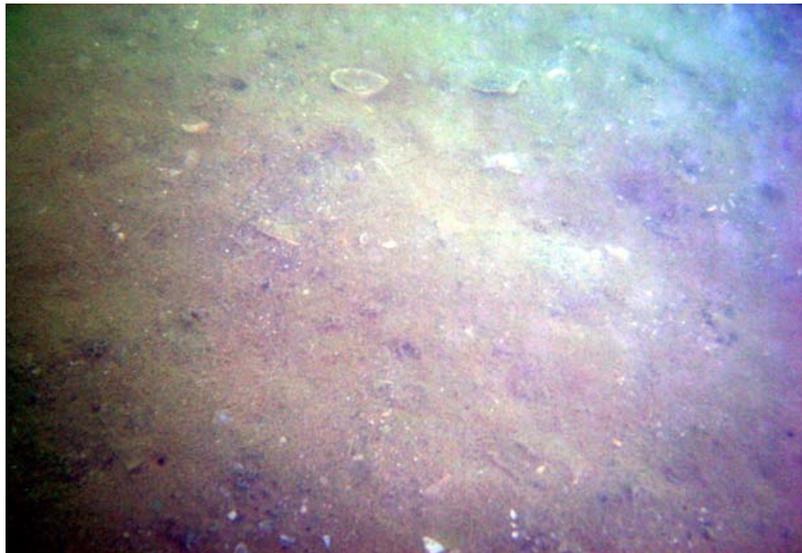
ภาพผนวกที่ 20 ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (S3)



ภาพผนวกที่ 21 ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N1)



ภาพผนวกที่ 22 ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N2)



ภาพผนวกที่ 23 ลักษณะพื้นดินตะกอนบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง (N3)



ภาพผนวกที่ 24 การวิเคราะห์หาปริมาณ acid volatile sulfides



ภาพผนวกที่ 25 ลักษณะของสายหอยแมลงภู่นึ่งเลี้ยงแบบแพะเชือก

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นายอลงกต อินทรชาติ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	15 ธันวาคม พ.ศ. 2517
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นักวิชาการประมง 6
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สถานีวิจัยประมงศรีราชา คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	ทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทจาก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี งบประมาณ 2547