ผลกระทบของการเลี้ยงปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

Effects of Sea Bass, *Lates calcarifer* (Bloch) Farming on the Macrobenthos Diversity at Ban Lang Tha Sao, the Lower Songkhla Lake

กานดา เรืองหนู

Kanda Ruangnu

เลขหมู่ QR43 ก63 2543 ฉ.2

Bib Key 204731

12 ส.ค. 2543

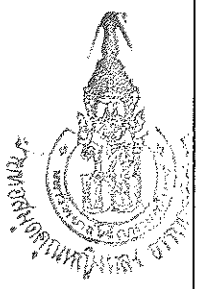
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management

Prince of Songkla University

2543



ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบของการเลี้ยงปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณบ้านล่างท่าเสาในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
ผู้เขียน	นางสาวกานดา เรืองหนู
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุภานิช)

.....กรรมการ
(นายยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มณีพงศ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุภานิช)

.....กรรมการ
(นายยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มณีพงศ์)

.....กรรมการ
(นายทรงชัย สหวัชรินทร์)

.....กรรมการ
(อาจารย์อภิชาต ธรรมรักษ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติ ทฤษฎิคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สมสุด กุลเหลืองหลง ธรรมกระวีสุนทร
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ได้รับยาย
วันที่ 12 ธ.ค. 2551

ชื่อวิทยานิพนธ์	ผลกระทบของการเลี้ยงปลากะพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
ผู้เขียน	นางสาวกานดา เรืองหนู
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงปลากะพงขาว ในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ระหว่างบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังหนาแน่น กับบริเวณใกล้เคียงเป็นระยะทางออกไป 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 1.6 ตารางกิโลเมตร โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 3 แนว ๆ ละ 6 จุด คุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษา มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25.8-32.6 องศาเซลเซียส พีเอชอยู่ในช่วง 6.97-7.86 ความเค็มอยู่ในช่วง 1.2-26.5 พีเอสยู และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 2.7-7.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนคุณภาพตะกอนดินในพื้นที่ศึกษาพบว่า ตะกอนดินเป็นดินเหนียวทุกจุด อุณหภูมิผิวดินอยู่ในช่วง 26.0-31.0 องศาเซลเซียส พีเอชอยู่ในช่วง 6.92-7.91 ปริมาณอินทรีย์วัตถุมีค่าอยู่ในช่วง 0.57-1.87 % และไนโตรเจนทั้งหมดมีค่าอยู่ในช่วง 0.025-0.118 % ทั้งปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังเพิ่มขึ้น ในขณะที่ศักย์ไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง (-87.5)-(+109.5) มิลลิโวลต์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังมากขึ้น สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่สำรวจพบตลอดการศึกษามี 7 ไฟลัม รวม 91 ชนิด ได้แก่ Crustacea (32 ชนิด) มีจำนวนตัว 56.27 %, Annelida (32 ชนิด) มีจำนวนตัว 27.52 %, Mollusca (17 ชนิด) มีจำนวนตัว 15.95 % และอื่น ๆ (Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida และ Chordata รวม 10 ชนิด) มีจำนวนตัว 0.26 % สำหรับในแต่ละจุดมีจำนวนชนิดใกล้เคียงกัน ส่วนมวลชีวภาพในพื้นที่ศึกษามีค่าเฉลี่ย 299.36 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ความชุกชุมมีค่าอยู่ในช่วง 4-15,032 ตัวต่อตารางเมตร โดยพบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Tanaidacea สกุล *Ctenapseudes* sp. เป็นชนิดเด่นมีกระจายอยู่ทุกจุดและมีปริมาณมากที่สุดในเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำมีความเค็มต่ำ (1.2-2.7 พีเอสยู) ผลจากการวิเคราะห์ Multivariate ในครั้งนี้ ไม่มี

ประชาคมสัตว์หน้าดินที่จุดใดแยกออกไปอย่างชัดเจน และจากการวิเคราะห์วาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 % นอกจากนั้น เมื่อหาค่าสหสัมพันธ์ (ρ_w) ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์สูงสุดกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม 4 ปัจจัย (อินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน ศักย์ไฟฟ้าของตะกอนดิน ไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดิน และ %clay) ที่ระดับ 71 % จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำ ตะกอนดินและสัตว์หน้าดิน ไม่มีความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างบริเวณที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังหนาแน่นกับพื้นที่บริเวณใกล้เคียง

Thesis Title	Effects of Sea Bass, *Lates calcarifer* (Bloch) Farming on the Macrobenthos Diversity at Ban Lang Tha Sao, the Lower Songkhla Lake
Author	Miss Kanda Ruangnu
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2000

Abstract

The objective of this research project was to relate the impact of caged sea bass farming on macrobenthos diversity between cages and in the vicinity of an intense sea bass farming area at Ban Lang Tha Sao in the Lower Songkhla Lake. Sea bass cages cover a zone of about 1.6 km^2 in this zone. Samples were taken at 3 monthly intervals from June 1998 to March 1999 at distances of 0, 5, 15, 25, 50 and 100 m. along 3 transect lines. Water quality in the area was also monitored : temperature (25.8-32.6 ^0c), pH (6.97-7.86), salinity (1.2-26.5 practical salinity units (psu.)) and dissolved oxygen (2.7-7.3 mgL^{-1}). Characteristics of sediment from the area were also monitored. The soil texture was clay, temperature was 26.0-31.0 ^0c, pH was 6.92-7.91, organic matter content was 0.57-1.87 % and total nitrogen content was 0.025-0.118 %. Lowest levels were observed with in the area with intense cages while highest levels of redox potential [(-87.5)-(+109.5) mV] were observed in this area. Ninety one species belonging to seven phyla were found including Crustacea (32 species and 56.27 % of the total number), Annelida (32 species and 27.52 % of the total number), Mollusca (17 species and 15.95 % of the total number). Others species found were Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida and Chrodata, totalling 10 species (0.26 % of the total number). Mean of biomass at sample points in this area was 299.36 $gwtm^{-2}$. Abundance of macrobenthos ranged from 4-15,032 individuals m^{-2}. The predominant Tanaidaceas species encountered was *Ctenapseudes*, found at a maximum density in March 1999 when salinity was 1.2-2.7 psu. and distributed across the area. The result of

analysis of multivariate showed a slight separation. No significant differences were found among the macrobenthos communities at a significance level of 95 % using analysis of similarity (ANOSIM). The best variable combinations (ρ_w) for the area between it was found that environment factors and macrobenthos communities showed the highest correlation value of 0.71 with 4 factors ; OM, Eh, TKN and %clay. Significantly water quality, sediment characteristics and macrobenthos did not differ between the area of intense sea bass farming and within distances of 5, 15, 25, 50 and 100 m.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงด้วยดี เนื่องจากความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนให้กำลังใจจาก รองศาสตราจารย์ ดร.เสาวภา อังสุภานิช นายยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ มณีพงศ์ ข้าพเจ้าจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ นายทรงชัย สหวัชรินทร์ และ อาจารย์อภิชาต ธรรมรักษ์ ที่กรุณาตรวจแก้ไขข้อบกพร่องและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ ภาควิชาวาริชศาสตร์ และ ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม เจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย คุณมงคลรัตน์ เจริญพรทิพย์ และ คุณอำนาจ ศิริเพชร ที่ช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง ที่กรุณาอนุเคราะห์เรือยนต์พร้อมทั้งพนักงานขับเรือยนต์ เพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่าง

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT 541039) และ บัณฑิตวิทยาลัย ที่สนับสนุนทุนในการวิจัย

และขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง ตลอดจนเพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือตลอดมาจนสำเร็จการศึกษา ความดีอันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้ที่มีพระคุณทุกท่าน

กานดา เรืองหนู

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(11)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	3
วัตถุประสงค์	11
2. วิธีการวิจัย	12
วัสดุและอุปกรณ์	12
วิธีดำเนินการวิจัย	14
3. ผลการศึกษา	19
4. วิจารณ์ผล	67
5. สรุปและข้อเสนอแนะ	76
บรรณานุกรม	83
ภาคผนวก	93
ประวัติผู้เขียน	105

รายการตาราง

ตาราง หน้า

1. จำนวนชนิด จำนวนตัว ดรรชนีความหลากหลาย และ ค่าการกระจายของสัตว์หน้าดิน บริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชัง ระหว่างปี ค.ศ. 1988-1991 9
2. จำนวนชนิด จำนวนตัว ดรรชนีความหลากหลาย และ ค่าการกระจายของสัตว์หน้าดิน ที่ระยะห่างจากฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชัง 250 เมตร ระหว่าง ปี ค.ศ. 1988-1991 9
3. ลักษณะบางประการของประชาคมสัตว์หน้าดินบริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาทะเล ในกระชัง บริเวณ The Clyde River Purification Board' s (CRPB) ระหว่าง ปี ค.ศ. 1990-1993 11
4. ชนิดสัตว์หน้าดินที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 (แนว 1) 37
5. ชนิดสัตว์หน้าดินที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 (แนว 2) 41
6. ชนิดสัตว์หน้าดินที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 (แนว 3) 45
7. ค่า Harmonic rank correlation coefficient (ρ_w) ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม กับประชาคมสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษา 62
8. ค่า Harmonic rank correlation coefficient (ρ_w) ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม กับประชาคมสัตว์หน้าดินในแนว 1 63
9. ค่า Harmonic rank correlation coefficient (ρ_w) ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม กับประชาคมสัตว์หน้าดินในแนว 2 64
10. ค่า Harmonic rank correlation coefficient (ρ_w) ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม กับประชาคมสัตว์หน้าดินในแนว 3 65
11. ค่า Harmonic rank correlation coefficient (ρ_w) ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อม กับประชาคมสัตว์หน้าดินที่มีค่าสูงสุดในแต่ละเดือน 66

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

12. เปรียบเทียบค่าศักย์ไฟฟ้าในตะกอนดินบริเวณกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่ต่าง ๆ 69

13. เปรียบเทียบค่า species richness และ ค่าดรรชนีความหลากหลาย บริเวณกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่ต่าง ๆ 74

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1.	(ก) กระบอกเก็บน้ำแบบ Ruttner's flushed sampler และอุปกรณ์วัดความลึก (ข) Tamura grab พื้นที่หน้าตัด 0.05 ตารางเมตร (ค) ตะแกรงร่อน	13
2.	(ก) (ข) และ (ค) แสดงสภาพภูมิประเทศ บริเวณพื้นที่ศึกษา	15
3.	จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ตะกอนดิน และ สัตว์หน้าดิน บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง	16
4.	ความลึกและอุณหภูมิของน้ำ บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา (Mean+SD)	20
5.	ความเค็ม พีเอชและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา (Mean+SD)	21
6.	การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำในเชิงพื้นที่ของแต่ละแนวที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA	23
7.	การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำในเชิงเวลาของแต่ละแนวที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542	24
8.	อุณหภูมิ พีเอชและศักย์ไฟฟ้าในตะกอนดิน บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา (Mean+SD)	26
9.	อินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดิน บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา (Mean+SD)	27
10.	สัดส่วนของเปอร์เซ็นต์ sand, silt และ clay บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา	28
11.	การจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินในเชิงพื้นที่ของแต่ละแนวที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA	30
12.	การจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินในเชิงเวลาของแต่ละแนวที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542	31
13.	ปริมาณและสัดส่วนของสัตว์หน้าดินกลุ่มต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา (แนว 1) ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542	33
14.	ปริมาณและสัดส่วนของสัตว์หน้าดินกลุ่มต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา (แนว 2) ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542	34

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
15. ปริมาณและสัดส่วนของสัตว์หน้าดินกลุ่มต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา (แนว 3) ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542	35
16. มวลชีวภาพและจำนวนตัวของสัตว์หน้าดินกลุ่มต่าง ๆ ในแต่ละแนว	50
17. การเปลี่ยนแปลงค่าการกระจาย ดรรชนีความหลากหลาย species richness จำนวนชนิดและความชุกชุมของสัตว์หน้าดิน (ตัวต่อตารางเมตร) ในแต่ละจุดของแต่ละแนว	54
18. การเปลี่ยนแปลงค่าการกระจาย ดรรชนีความหลากหลาย species richness จำนวนชนิดและความชุกชุมของสัตว์หน้าดิน (ตัวต่อตารางเมตร) ในแต่ละเดือนของแต่ละแนว	55
19. ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %	56
20. แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 19	56
21. ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %	57
22. แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 21	57
23. ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %	58
24. แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 23	58
25. ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60 %	59
26. แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 25	59

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ	หน้า
27. ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60%	60
28. แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 27	60
29. ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60 %	61
30. แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 29	61

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ทะเลสาบสงขลามีลักษณะเป็น choked lagoon (Kjerfve, 1986 : 63) ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 7 องศา 8 ลิปดา ถึง 7 องศา 50 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 7 ลิปดา ถึง 100 องศา 37 ลิปดาตะวันออก เป็นลากูนที่มีทางติดต่อกับทะเลทางเดียว มีน้ำขึ้นน้ำลงไม่รุนแรงและเป็นทะเลสาบเพียงแห่งเดียวของประเทศไทย มีพื้นที่ประมาณ 986.8 ตารางกิโลเมตร สามารถแบ่งทะเลสาบสงขลาออกได้เป็น 3 ตอน คือ ทะเลน้อย ทะเลสาบตอนในหรือตอนกลาง ซึ่งมักเรียกส่วนนี้ว่าทะเลหลวง และทะเลสาบตอนนอกหรือทะเลสาบสงขลา (Brohmanonda and Sungkasem, 1982 : 59) รวมทั้งเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญของภาคใต้และของประเทศ เนื่องจากอุดมสมบูรณ์ไปด้วยสัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์, 2540 : 2) ทะเลสาบสงขลาตอนล่างหรือทะเลสาบสงขลาตอนนอก เป็นตอนหนึ่งของทะเลสาบสงขลาที่อยู่บริเวณล่างสุด ซึ่งมีอาณาเขตตั้งแต่ช่วงปากทะเลสาบไปจนถึงช่องแคบปากรอก่อนไหลออกสู่อ่าวไทย บริเวณตำบลหัวเขาแดง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งแหล่งน้ำในบริเวณนี้พบว่ามีลักษณะเป็นน้ำเค็มและน้ำกร่อย (เริงชัย ตันสกุล, 2535 : 40) และมีสภาพเป็นน้ำจืดในช่วงฤดูฝนแต่จะคงอยู่ได้ไม่นานเนื่องจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงจากอ่าวไทย สำหรับพื้นทะเลสาบตั้งแต่บริเวณเกาะยอจนถึงปากรอมีลักษณะเป็นโคลนเหลว น้ำมีระดับความลึกเฉลี่ยประมาณ 1.9 เมตร (ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์, 2533 : 386-453) สำหรับแหล่งน้ำในบริเวณนี้พบว่ามีความสำคัญและมีคุณค่าอย่างยิ่ง ทั้งทางด้านการผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำและการประมงแห่งหนึ่งในทะเลสาบสงขลา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งวางไข่และเลี้ยงตัวของสัตว์น้ำวัยอ่อน ดังเช่นบริเวณด้านหลังเกาะยอ (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2525 : 251) ตลอดจนถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และคณะ, 2528 : 1-7) ในปัจจุบันทะเลสาบสงขลาตอนล่าง โดยเฉพาะบริเวณบ้านล่างท่าเสา เป็นบริเวณที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังเป็นบริเวณกว้าง โดยพบว่ามีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวทั้งหมดประมาณ 700 กระชัง จากการศึกษาของ เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก (2531 : 1-2) รายงานว่า การเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง

บริเวณบ้านเขาแดงและบ้านเขาเขียว ได้ส่งผลทำให้สภาพตะกอนดินพื้นก้นกระชังมีลักษณะเป็นสีดำและมีกลิ่นเหม็น นอกจากนั้นมีรายงานว่าของเสียประเภทสารอินทรีย์ที่เหลือจากกระชังเลี้ยงปลา ได้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ ทั้งในบริเวณกระชังเลี้ยงปลาและบริเวณใกล้เคียง (Gowen and Bradbury, 1987 : 563-575)/ และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของประชาคมสัตว์หน้าดินทั้งที่บริเวณกระชังและที่ห่างจากจุดกระชังเลี้ยงปลาออกไปเป็นระยะทาง 3 เมตร (Brown, *et al.* 1987 : 39-51) การเจริญเติบโตของทรัพยากรสัตว์น้ำบางชนิด เช่น ปลา พบว่ามีความสัมพันธ์กับสัตว์หน้าดิน เนื่องจากสัตว์หน้าดินมีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศ โดยทำหน้าที่กินผู้ผลิตหรือผู้บริโภคขั้นแรกเป็นอาหาร และต่อมาก็จะถูกสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่กว่ากินเป็นอาหารอีกทอดหนึ่ง (Mann, 1982 : 183-184) สำหรับชนิดและจำนวนของสัตว์หน้าดินมักถูกนำมาใช้เป็นเครื่องชี้บอกความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ (ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และสิริ ทุกข์วินาศ, 2529 : 39) และนำใช้เพื่อการติดตามตรวจสอบสภาวะแวดล้อมทางน้ำ (Kikuchi, 1991 : 145) ดังเช่น สัตว์หน้าดินในวงศ์ Capitellidae พบชุกชุมสูง บริเวณชายฝั่งที่เกิดภาวะมลพิษทางน้ำ เนื่องจากแหล่งน้ำทิ้งของชุมชนในเขตเมือง (Ferraro, *et al.* 1991 : 387) นอกจากนั้นมีสัตว์หน้าดินอีกหลาย ๆ ชนิดที่สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องชี้บอกภาวะมลพิษทางน้ำได้ ดังเช่น *Capitella* sp. และ *Theora lubrica* (Kikuchi, 1991 : 158)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจจะทำการศึกษา ชนิด ปริมาณ การแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ ตลอดจนปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมทั้งทางด้านกายภาพและเคมีบางประการของน้ำและตะกอนดินที่เกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังอย่างหนาแน่นและบริเวณใกล้เคียงที่ไม่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ผลจากการศึกษาสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินสภาพแวดล้อมของทะเลสาบสงขลาตอนล่าง อันเนื่องมาจากกิจกรรมการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง ซึ่งไม่พบงานวิจัยลักษณะนี้มาก่อนในประเทศไทย ตลอดจนใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการวางแผนและการจัดการการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำ ในแง่การจัดการด้านการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังในบริเวณนี้

การตรวจเอกสาร

1. ปลากะพงขาวและลักษณะกระชัง

ปลากะพงขาวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Lates calcarifer* (Bloch) จัดอยู่ในวงศ์ Centropomidae สกุล *Lates* (Sirimontaporn, 1988 : 1) ชื่อสามัญเรียกว่า Sea-bass, Sea-perch, Cock-up หรือ Giant-perch เป็นปลาในท้องถิ่นของภูมิภาคอินโดแปซิฟิค ระหว่างเส้นแวงที่ 50 ถึง 165 ตะวันออก และพบแพร่กระจายขึ้นไปถึงตอนใต้ของประเทศจีน ตลอดจนทางตอนเหนือของทวีปออสเตรเลียหรือระหว่าง 24 องศา 30 ลิปดาเหนือ ถึง 25 องศา 32 ลิปดาใต้ สามารถอยู่ได้ในทุกระดับความเค็ม แหล่งที่อยู่อาศัยพบตั้งแต่ในทะเลที่น้ำมีความเค็มสูงตลอดจนแถบชายฝั่ง สำหรับในประเทศไทยพบปลากะพงขาวตามปากแม่น้ำบริเวณที่เชื่อมต่อกับทะเลและบริเวณแม่น้ำที่น้ำมีความจืดสนิท แต่ส่วนใหญ่พบชุกชุมมากบริเวณปากแม่น้ำและตามชายฝั่งที่น้ำมีระดับความเค็มไม่มาก ตามธรรมชาติแล้วปลากะพงขาวเป็นปลาที่กินอาหารประเภทมีชีวิตอย่างแท้จริง แต่สามารถนำมาฝึกหัดให้กินอาหารสำเร็จหรืออาหารผสมสด โดยชอบกินอาหารที่มีลักษณะนิ่มพอสมควร ขนาดสมบูรณ์เพศที่สามารถผสมพันธุ์ได้ เพศเมียจะมีน้ำหนักตั้งแต่ 4 กิโลกรัมขึ้นไป ส่วนเพศผู้จะมีน้ำหนักตั้งแต่ 3.5 กิโลกรัมขึ้นไป (กรมประมง, 2523 : 60-61)

ปัจจุบันการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังกำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย กระชังที่ใช้เลี้ยงก็มีขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้และสภาพของท้องถิ่น (ขนิษฐา เขตสมุทร, 2524 : 6) สำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังบริเวณทะเลสาบสงขลานั้น พบว่ามีการติดตั้งกระชังในบริเวณน้ำตื้นชายฝั่งหน้าบ้านของตนเองทำให้สะดวกในการดูแล ระดับความลึกของน้ำอยู่ระหว่าง 1-2.5 เมตร ส่วนกระชังที่นำมาใช้เลี้ยงปลากะพงขาวมี 3 ขนาด คือ กระชังอนุบาลลูกปลาทำด้วยเนื้ออวนมุ้งสีฟ้าตาถี่ขนาด 1 x 2 x 0.8 เมตร กระชังเลี้ยงปลาวัยรุ่น ทำด้วยด้ายเบอร์ 6 ตาอวน 1.5 เซนติเมตร ขนาด 2 x 3 x 1.5 เมตร และกระชังเลี้ยงปลาใหญ่ นิยมใช้อวนเบอร์ 18 ตาอวนยาว 3 เซนติเมตร ขนาด 5 x 5 x 2.5 เมตร (พานิชย์ สังข์เกษม และ เจิดแสง บุญแท้, 2527 : 4) จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังในพื้นที่ศึกษาพบว่า เกษตรกรนิยมเลี้ยงปลาใหญ่จนได้ขนาดตลาด (น้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม) ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 10 เดือน สำหรับกระชังที่ใช้เลี้ยงปลามีหลายขนาดด้วยกัน แต่ส่วนใหญ่มีขนาด 8 x 8 x 2.5 เมตร จนถึง 10 x 10 x 2.5 เมตร โดยใช้อวนตาขนาด 3-5 เซนติเมตร ทำกระชัง และใช้ไม้ไผ่ทำขอบกระชัง ส่วนอาหารที่ใช้เลี้ยงกันโดยทั่วไปคือ ปลาเป็ดหรือปลาขนาดเล็ก ซึ่งตรงกับรายงานการศึกษาของมะลิ บุณยรัตผลิน และ จูอะดี พงศ์มณีรัตน์ (2533 : 3)

2. การเลี้ยงปลาในกระชังบริเวณทะเลสาบสงขลา

สำหรับพื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลา ส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้เพื่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและการเลี้ยงปลาในกระชัง จากการสำรวจจำนวนกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกพบว่า มีจำนวนกระชังเลี้ยงปลาทั้งหมด 543 กระชัง แยกเป็นบริเวณบ้านเขาเขียวและเขาแดง 292 กระชัง เกาะยอ 251 กระชัง (ฝ่ายส่งเสริมและพัฒนาอาชีพ, 2531, อ้างถึงใน เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก, 2531 : 1) ต่อมาในปี พ.ศ. 2541 มีการสำรวจจำนวนกระชังเลี้ยงปลาในทะเลสาบสงขลาและบริเวณใกล้เคียงพบว่า มีกระชังเลี้ยงปลาทั้งสิ้น 4,400 กระชัง โดยพบในเขตจังหวัดพัทลุงจำนวน 489 กระชัง ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอปากพะยูนทั้งหมด และพบในเขตจังหวัดสงขลาจำนวน 3,911 กระชัง อยู่ในอำเภอสิงหนคร 1,740 กระชัง ในอำเภอเมือง 1,231 กระชัง และในอำเภอควนเนียง 940 กระชัง ปลาที่นิยมนำมาเลี้ยงมากที่สุดได้แก่ ปลากะพงขาว ปลานิลแดง และ ปลากะรัง ตามลำดับ สำหรับปลากะพงขาวที่นำมาเลี้ยงในกระชังพบมากบริเวณเกาะยอ (ยกเว้นทิศตะวันออก) บ้านหัวเขา และ บ้านท่าเสา (ภาสกร ถมพลกรัง และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, 2542 : 14-17) จากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง (การติดต่อส่วนบุคคล) ในพื้นที่ศึกษาพบว่า บริเวณบ้านล่างท่าเสามีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวทั้งหมดประมาณ 700 กระชัง ในพื้นที่ประมาณ 1.6 ตารางกิโลเมตร สำหรับที่ตั้งของกระชังเลี้ยงปลามีระยะห่างจากชายฝั่งประมาณ 200 เมตร ส่วนปลาที่นิยมนำมาเลี้ยงเป็นปลาขนาดใหญ่หรือมีความยาวประมาณ 20-30 เซนติเมตร ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงประมาณ 10 เดือน จนได้ปลาขนาดตามตลาดต้องการจึงจับขาย กระชังที่ใช้เลี้ยงปลามีขนาดตั้งแต่ 64-100 ตารางเมตร โดยปลาที่ปล่อยเลี้ยงมีอัตราความหนาแน่น 150-250 ตัวต่อกระชัง และให้ผลผลิตประมาณ 150-400 กิโลกรัมต่อกระชัง สำหรับการดูแลรักษากระชังพบว่า มีการซ่อมแซมและทำความสะอาดกระชังบ้างเป็นครั้งคราว (1-2 ครั้งต่อการเก็บเกี่ยวผลผลิต 1 ครั้ง)

3. การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมในทะเลสาบสงขลา

การศึกษาสภาวะแวดล้อมในทะเลสาบสงขลาที่ผ่านมา ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยคุณภาพน้ำ อาทิเช่น จากการสำรวจคุณภาพน้ำบริเวณทะเลสาบสงขลา ในช่วงปี ค.ศ. 1993-1994 โดย Kuwabara และ Yamanaka (1995 : 33-42) รายงานว่า ออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 4.1-5.6 มิลลิลิตรต่อลิตร พีเอช 7.7-8.3 ความเค็ม 4.0-32.0 พีพีที และ อุณหภูมิ 27.0-28.5 องศาเซลเซียส ส่วน ภาสกร ถมพลกรัง และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร (2542 : 17-24) รายงานว่า คุณภาพน้ำที่กระชังเลี้ยงปลากะพงขาว บริเวณเกาะยอ และ บ้านหัวเขา มีค่าออกซิเจน

ที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 5.64-6.20 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดี 0.93-1.31 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเค็ม 17.77-24.41 พีพีที อุณหภูมิ 28.66-29.31 องศาเซลเซียส และ ความเป็นกรด-ด่าง 7.56-7.82 ในขณะที่ข้อมูลการศึกษาคุณภาพตะกอนดินในทะเลสาบสงขลามีน้อยมากหรือมีศึกษาเพียงบางส่วนของทะเลสาบเท่านั้น (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์, 2540 : 1) ดังเช่น จากการศึกษาคุณภาพตะกอนดินพื้นก้นทะเลที่กระชังเลี้ยงปลากะพงขาว บริเวณบ้านเขาแดง และบ้านเขาเขียว ของ เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก (2531 : 1) รายงานว่า สภาพตะกอนดินบริเวณกระชังเลี้ยงปลา มีสีดำและมีกลิ่นเหม็น มีปริมาณของไฮโดรเจนซัลไฟด์และอินทรีย์คาร์บอนค่อนข้างสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์ (2540 : 1-37) รายงานว่าคุณภาพตะกอนดิน บริเวณกระชังเลี้ยงปลาบ้านหัวเขา มีปริมาณของไฮโดรเจนซัลไฟด์ อินทรีย์วัตถุ แอมโมเนียรวม ไนโตรเจนรวม และ ฟอสฟอรัสรวมค่อนข้างสูง

4. สัตว์หน้าดิน

สัตว์หน้าดินเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่หน้าพื้นดิน หรือ ขุดรูอยู่ในดิน บริเวณทะเลสาบ แม่น้ำ เอสทูรี่ หรือ มหาสมุทร (APHA, AWWA and WEF, 1995 : 10500) ซึ่งก่อนหน้านั้น Mann (1980 : 105-106) รายงานว่า สัตว์หน้าดินมีทั้งที่มีกระดูกสันหลัง และ ไม่มีกระดูกสันหลัง มีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ สามารถแบ่งสัตว์หน้าดินออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. แบ่งตามขนาดของสัตว์หน้าดินออกเป็น 3 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ Macrofauna คือ กลุ่มที่มีขนาดตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตรขึ้นไป Meiofauna คือ กลุ่มที่มีขนาดตั้งแต่ 0.1-0.5 มิลลิเมตร และ Microfauna คือ กลุ่มที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร

2. แบ่งตามพฤติกรรมการกินอาหารออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีกินอาหารโดยการกรอง กลุ่มที่กินเศษซากตะกอนเป็นอาหาร และ กลุ่มที่กินอาหารโดยการล่าเหยื่อ

3. แบ่งตามแหล่งที่อยู่อาศัยออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ Epifauna คือ กลุ่มที่อาศัยบนผิวดินในน้ำ บริเวณท้องน้ำ ซึ่งอาจมีการเคลื่อนที่โดยการคืบคลานหรือเกาะอยู่กับที่ และ Infauna คือ กลุ่มที่ฝังตัวอยู่ในดินโดยการขุดรูอยู่อาศัยหรือสร้างที่ห่อหุ้มจากเศษซากวัตถุใต้น้ำ

5. การศึกษาสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา

สำหรับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลาพบว่ามีหลากหลายกลุ่ม อาทิเช่น จากการศึกษาของ สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และ สมชาติ สุขวงศ์ (2511 : 41) รายงานว่า พบสัตว์หน้าดินในทะเลหลวงและทะเลน้อย 5 ไฟลัม ได้แก่ Nemertea, Nematoda, Arthropoda, Annelida และ Mollusca

ในปีต่อมา สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และ สมชาติ สุขวงศ์ (2512 : 69) ได้ศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดิน บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนล่าง และ ทะเลหลวงตอนล่าง รายงานว่า ตลอดการเก็บตัวอย่างพบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 10 ไฟลัม สัตว์หน้าดินกลุ่มที่พบชุกชุมสูงได้แก่ Arthropoda และ Annelida ตามลำดับ ในปี 2513 สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และ สมชาติ สุขวงศ์ (2513 : 233) ได้ศึกษาความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินบริเวณเดียวกับที่ทำการศึกษาในปี 2512 รายงานว่า พบสัตว์หน้าดินจำนวน 7 ไฟลัม สำหรับกลุ่มที่พบชุกชุมมากในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ได้แก่ Annelida หลังจากนั้นได้มีการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลาเรื่อยมา ดังเช่น จากการศึกษาของ ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และคณะ (2520 : 312) รายงานว่า พบสัตว์หน้าดิน 6 ไฟลัม 10 กลุ่ม ในทะเลสาบสงขลา ในขณะที่ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และ คณิต ไชยาคำ (2525 : 238) รายงานว่า พบสัตว์หน้าดินจำนวน 3 ไฟลัม ได้แก่ Arthropoda, Annelida และ Nemertea ส่วน ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์ (2540 :1) รายงานว่า พบสัตว์หน้าดิน 5 ไฟลัม ได้แก่ Arthropoda, Annelida, Nemertea, Mollusca และ Echinodermata ใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Angsupanich และ Kuwabara (1995 : 155-121) รายงานว่า พบสัตว์หน้าดิน 6 ไฟลัม ได้แก่ Arthropoda, Annelida, Mollusca, Nematoda, Chordata และ Sipunculida ในทะเลสาบสงขลา

6. การใช้สัตว์หน้าดินเป็นเครื่องชี้บอกสภาวะของแหล่งน้ำ

สัตว์หน้าดินแต่ละชนิดจะมีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันออกไป (จุมพล สงวนสิน, 2533 : 425) ดังนั้นชนิดและจำนวนของสัตว์หน้าดิน จึงสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องชี้บอกความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ เนื่องจากสัตว์หน้าดินแต่ละชนิดมีแหล่งที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกัน (ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และ สิริ ทุกข์วินาศ, 2529 : 38-39) ดังเช่น จากการศึกษาของ Kikuchi (1991 : 158) รายงานว่า สัตว์หน้าดิน 2 ชนิด ได้แก่ *Capitella* sp. และ *Theora lubrica* สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้บอกภาวะมลพิษของแหล่งน้ำได้ ส่วน Ferraro *et al.* (1991 : 387) รายงานว่า พบสัตว์หน้าดินวงศ์ Capitellidae ชุกชุมสูง บริเวณชายฝั่งในเขตเมืองใหญ่ ๆ ที่เกิดภาวะมลพิษทางน้ำ เนื่องจากการปล่อยน้ำทิ้งของชุมชน นอกจากนั้นสามารถนำ *Capitella* sp.1 มาใช้เป็นตัวชี้บอกสภาวะการปนเปื้อนในตะกอนดิน (Chareonpanich, *et al.* 1993 : 375 ; Chareonpanich, *et al.* 1994 : 314)

7. ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทั้งทางด้านคุณภาพน้ำและตะกอนดินพบว่า การดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลาย ๆ ปัจจัย อาทิเช่น จากการศึกษาของ จุมพล สงวนสิน (2533 : 425) รายงานว่าปัจจัยคุณภาพน้ำได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง ความเค็ม และ อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับการดำรงอยู่ของสัตว์หน้าดิน นอกจากนั้นพบว่าระดับความเค็มของน้ำและอิทธิพลของลมมรสุมก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมสัตว์หน้าดิน (สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และ สมชาติ สุขวงศ์, 2511 : 41) และมีรายงานการวิจัยอีกหลายฉบับที่กล่าวถึง ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยคุณภาพน้ำกับการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดิน ดังเช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำและปริมาณสัตว์หน้าดินของ ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และ คณิต ไชยาคำ (2525 : 238) จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพตะกอนดินกับสัตว์หน้าดินของ Mann (1982 : 190) รายงานว่า สัตว์หน้าดินที่อาศัยอยู่บริเวณตะกอนดินทั้งที่อยู่บนผิวดินและที่ขุดรูอยู่ในตะกอนดิน การดำรงอยู่หรือการอพยพโยกย้ายของสัตว์หน้าดินมีความสัมพันธ์โดยตรงกับคุณภาพตะกอนดิน สำหรับลักษณะของพื้นทะเลพบว่ามีความสำคัญต่อการดำรงอยู่ของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะในแง่ของการเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหาร (จุมพล สงวนสิน, 2534 : 269) ส่วนพื้นทะเลที่เป็นพื้นโคลนหรือโคลนปนทรายมักจะมีความอุดมสมบูรณ์มากกว่าพื้นทะเลที่เป็นทรายและหิน จึงส่งผลให้มีชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินสูงกว่าในบริเวณอื่น (ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ และคณะ, 2521 : 210) ในขณะที่พื้นทะเลบริเวณที่มีการทับถมของพวกอินทรีย์สาร จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางธรณีฟิสิกส์ของพื้นทะเลและมีผลกระทบโดยตรงต่อสังคมสัตว์หน้าดิน (มนุวดี หังสพฤกษ์, 2532 : 298)

8. ผลจากการเลี้ยงปลาในกระชังต่อประชาคมสัตว์หน้าดิน

จากการศึกษาถึงผลกระทบทางด้านนิเวศวิทยา จากฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชังบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศสก๊อตแลนด์ รายงานว่า ของเสียประเภทสารอินทรีย์ที่เหลือจากกระชังเลี้ยงปลาได้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ ทั้งในบริเวณกระชังเลี้ยงปลาและบริเวณใกล้เคียง (Gowen and Bradbury, 1987 : 563-575) ส่วน Brown, *et al.* (1987 : 39-51) ได้ศึกษาถึงผลกระทบเนื่องจากของเสียประเภทสารอินทรีย์ที่เหลือจากกระชังเลี้ยงปลาแซลมอนต่อประชาคมสัตว์หน้าดิน บริเวณชายฝั่งทะเลทางทิศตะวันตกของประเทศสก๊อตแลนด์ รายงานว่าของเสียที่เหลือจากกระชังเลี้ยงปลา ได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของประชาคมสัตว์หน้าดิน

ในบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระยะห่างจากจุดกระชังออกไปเป็นระยะทาง 3 เมตร พบว่า จำนวนชนิด การกระจายและดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมีค่าต่ำกว่าบริเวณอื่น ๆ และมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร เป็นต้นไป โดยพบสัตว์หน้าดินในบริเวณนี้ชุกชุมสูงและมีความชุกชุมสูงกว่าบริเวณอื่น ๆ ในพื้นที่ศึกษา 2-3 เท่า ส่วนกลุ่มของสัตว์หน้าดินชนิดเด่นได้แก่ polychaetes และ molluscs สำหรับการศึกษาผลกระทบจากฟาร์มเลี้ยงปลาในกระชังต่อประชาคมสัตว์หน้าดินและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม มีนำเสนอในงานวิจัยอีกหลาย ๆ ฉบับ อาทิเช่น จากการศึกษาของ Lumb (1989 : 375-378) บริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชังทางทิศตะวันตกของ Isles เกาะ Shetland และ ชายฝั่งทางทิศตะวันตกของประเทศสก๊อตแลนด์ ระหว่างปี ค.ศ. 1983-1987 รายงานว่า ปริมาณสารอินทรีย์ที่เหลือจากกระชังเลี้ยงปลาได้ส่งผลกระทบต่อประชาคมสัตว์หน้าดินที่ระยะห่างจากจุดกระชังไม่เกิน 50 เมตร ต่อมาในปี ค.ศ. 1988 Frid และ Mercer (1989 : 379-383) รายงานว่า จากการติดตามตรวจสอบสภาวะแวดล้อมบริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาในกระชังในขณะที่มีน้ำเกิดสูงสุด (macrotidal) บริเวณ Milford Haven พบว่า ในสภาวะที่มีน้ำเกิดสูงสุด เป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อประชาคมสัตว์หน้าดินบริเวณกระชังเลี้ยงปลา เนื่องจากอุตสาหกรรมการทำฟาร์มเลี้ยงปลาในกระชัง และจากการศึกษาครั้งนี้พบสัตว์หน้าดินเพียง 5 ชนิด ได้แก่ *Dendrodoa grossularia*, *Halichondria bowerbankii*, *Dysidia fragilis*, *Actinothoe sphyrodeta* และ *Hydrallmania falcata* ชุกชุม โดยพบ *Halichondria bowerbankii* และ *Hydrallmania falcata* ทุกจุดของการเก็บตัวอย่าง ยกเว้นที่ระยะห่างจากกระชัง 50 เมตร สำหรับ *Dendrodoa grossularia* พบชุกชุมที่ระยะห่างจากกระชัง 10 เมตร เป็นต้นไป แต่จะไม่พบที่ระยะห่างจากกระชัง 50 เมตร ในขณะที่ *Actinothoe sphyrodeta* พบเฉพาะที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 10-25 เมตร ส่วน *Dysidia fragilis* พบเฉพาะที่ระยะห่างจากกระชัง 10-35 เมตร เท่านั้น นอกจากนั้นพบว่าสัตว์หน้าดินมีความชุกชุมต่ำที่ระยะห่างจากกระชัง 30-50 เมตร ในขณะที่ Johannessen, *et al.* (1994 : 55-66) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบลักษณะบางประการของประชาคมสัตว์หน้าดินและปัจจัยสิ่งแวดล้อม ก่อนที่จะมีฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชังเกิดขึ้น ระหว่างที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลาเกิดขึ้นและภายหลังจากเลิกกิจกรรมไปแล้ว โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับที่ระยะห่างจากจุดกระชังออกไปเป็นระยะ ทาง 250 เมตร บริเวณทางทิศตะวันตกของเกาะ Bergen ประเทศนอร์เวย์ ในระหว่างปี ค.ศ. 1988-1991 รายงานว่า ก่อนที่จะมีกิจกรรมการเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชังเกิดขึ้น พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 65 ชนิด โดยมี *Malacoceros fuliginosa* และ *Capitella capitata* เป็นสัตว์หน้าดินชนิดเด่น และลดเหลือ 11 ชนิด ระหว่างที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชังเกิดขึ้น

โดยมี *Capitella capitata* เป็นสัตว์หน้าดินชนิดเด่น ต่อมาภายหลังจากเลิกกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชังไปแล้ว 1 ปี พบสัตว์หน้าดินเพิ่มขึ้นเป็น 29 ชนิด และมี *Capitella capitata* เป็นสัตว์หน้าดินชนิดเด่นเช่นเดิม จากผลการศึกษาสรุปว่าแม้จะมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมใหม่ภายหลังจากเลิกกิจกรรมการเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชัง พบว่าประชาคมสัตว์หน้าดินก็จะไม่กลับคืนสู่สภาพเดิม (ตาราง 1 และ ตาราง 2)

ตาราง 1 จำนวนชนิด จำนวนตัว ดรรชนีความหลากหลาย และ ค่าการกระจายของสัตว์หน้าดินบริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชัง ระหว่างปี ค.ศ. 1988-1991

วัน / เดือน	จำนวนชนิด	จำนวนตัว	ค่าดรรชนีความหลากหลาย	ค่าการกระจาย
มีนาคม 1988	(65)	428	5.2120	0.8654
กันยายน 1989	(12)	1,620	1.3362	0.3727
เมษายน 1990	(9)	4,119	0.4471	0.1410
มีนาคม / เมษายน 1991	(29)	4,394	0.7606	0.1566

ตาราง 2 จำนวนชนิด จำนวนตัว ดรรชนีความหลากหลาย และ ค่าการกระจายของสัตว์หน้าดินที่ระยะห่างจากฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชัง 250 เมตร ระหว่างปี ค.ศ. 1988-1991

วัน / เดือน	จำนวนชนิด	จำนวนตัว	ค่าดรรชนีความหลากหลาย	ค่าการกระจาย
มีนาคม 1988	(59)	711	4.6143	0.7844
กันยายน 1989	(68)	809	4.6902	0.7705
เมษายน 1990	(31)	99	4.6050	0.9295
มีนาคม / เมษายน 1991	(63)	912	4.6369	0.7757

หลังจากนั้น Findlay, *et al.* (1995 : 145-179) ได้ศึกษาลักษณะบางประการของประชาคมสัตว์หน้าดินบริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชัง บริเวณชายฝั่งทะเล Maine ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีการเลี้ยงปลาในกระชังมาแล้วเป็นระยะเวลา 3 ปี รายงานว่า พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Epifauna อาศัยอยู่ทั้งที่บริเวณกระชังและบริเวณห่างจากจุดกระชังออกไปเป็นระยะทาง 100 เมตร ในปีเดียวกัน Henderson และ Ross (1995 : 659-678) รายงานว่า ลักษณะบางประการของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ สามารถนำมาใช้ในการติดตามตรวจสอบและควบคุมผลกระทบ เนื่องจากของเสียประเภทสารอินทรีย์ที่เหลือจากกิจกรรมการทำฟาร์มเลี้ยงปลาทะเลในกระชัง บริเวณ The Clyde River Purification Board ระหว่างปี ค.ศ. 1990-1993 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังมากขึ้น ดังเช่น บริเวณ Loch Sween, Lynn of Lorne และ Lower Loch Fyne ส่วนบริเวณที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากของเสียที่เหลือจากกระชังเลี้ยงปลาพบว่า ดรรชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมีค่าต่ำกว่า 1 โดยพบ *Capitella capitata*, *Malacoceros fuliginosa*, *Ophryotrocha* sp และ Nematoda เป็นสัตว์หน้าดินชนิดเด่น ซึ่งแตกต่างจากบริเวณที่ไม่ได้รับผลกระทบ (ห่างจากจุดกระชังอย่างน้อย 500 เมตร) พบว่า ดรรชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมีค่ามากกว่า 4 โดยพบ *Abra* spp., *Melinna palmata*, *Prionspio* spp., *Mysella bidentata*, *Scalibregma inflatum* และ *Thyasira flexuosa* เป็นสัตว์หน้าดินชนิดเด่น (ตาราง 3)

ตาราง 3 ลักษณะบางประการของประชาคมสัตว์หน้าดิน บริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาทะเลในกระชัง บริเวณ The Clyde River Purification Board' s (CRPB) ระหว่างปี ค.ศ. 1990-1993

จุดเก็บตัวอย่าง	ปี	จำนวนชนิด	ค่าดรรชนีความหลากหลาย	ค่าการกระจาย
Lynn of Lorne	1992	128	0.17 - 4.72	3 - 58
Loch Spelve	1990	99	0.00 - 4.69	0 - 47
Loch Creran 1	1992	119	0.78 - 4.50	13 - 54
Loch Creran 2	1992	119	3.19 - 4.64	37 - 68
Lower Loch Fyne	1993	121	0.82 - 4.74	13 - 57
Upper Loch Fyne	1993	103	1.56 - 4.11	25 - 41
Loch Sween	1991	47	0.00 - 3.17	0 - 18
Loch Craignish	1991	102	0.23 - 4.35	2 - 34
East Mull	1993	162	0.86 - 4.06	7 - 86

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิด ปริมาณ และ การแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ระหว่าง บริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังอย่างหนาแน่น และ บริเวณใกล้เคียงที่ไม่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความชุกชุม และ ความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ระหว่างบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังอย่างหนาแน่น และ บริเวณใกล้เคียงที่ไม่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง
3. เพื่อศึกษาปัจจัยทางกายภาพ และ เคมีบางประการของน้ำ และ ตะกอนดินในบริเวณที่ศึกษาสัตว์หน้าดิน เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินสภาพแวดล้อม

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1.1.1 กระบอกเก็บตัวอย่าง แบบ Ruttner's flushed sampler (ภาพประกอบ 1ก)

1.1.2 เครื่องมือวัดความเค็มและอุณหภูมิของน้ำ (salinometer)

1.1.3 อุปกรณ์วัดความลึก (ภาพประกอบ 1ก)

1.1.4 เครื่องมือวัดพีเอช (pH meter, Radiometer Copenhagen)

1.1.5 เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

1.2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ตรวจวัดและวิเคราะห์คุณสมบัติตะกอนดิน

1.2.1 เครื่องมือตักดินแบบ Tamura grab ขนาดพื้นที่หน้าตัด 0.05 ตารางเมตร (ภาพประกอบ 1ข)

1.2.2 เครื่องมือวัดศักย์ไฟฟ้า (ORP meter, TOA Electronic–RM12P)

1.2.3 เครื่องมือวัดพีเอช (pH meter, Radiometer Copenhagen)

1.2.4 เทอร์โมมิเตอร์

1.2.5 ชุดเครื่องมือและเครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ธาตุคาร์บอน และ ธาตุไนโตเจน

1.2.6 ชุดเครื่องมือและเครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์ขนาดอนุภาคตะกอน

1.3 อุปกรณ์เก็บและจำแนกตัวอย่างสัตว์หน้าดิน

1.3.1 เครื่องมือตักดินแบบ Tamura grab ขนาดพื้นที่หน้าตัด 0.05 ตารางเมตร

1.3.2 ตะแกรงร่อนขนาด 0.5, 1 และ 5 มิลลิเมตร (ภาพประกอบ 1ค)

1.3.3 ปากคีบปลายแหลม

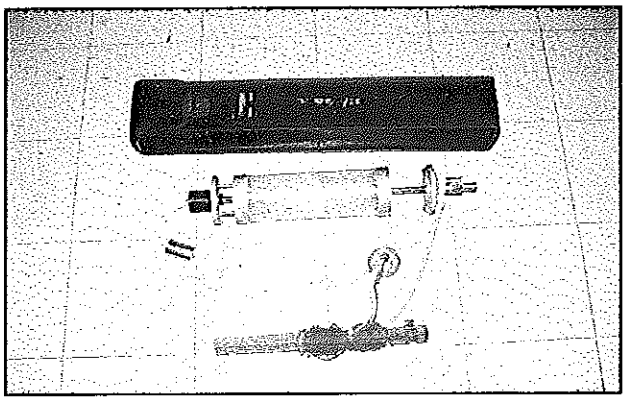
1.3.4 เครื่องชั่งละเอียด (ทศนิยม 2 และ 3 ตำแหน่ง)

1.3.5 กล้องจุลทรรศน์แบบ stereo microscrope และ compound microscrope

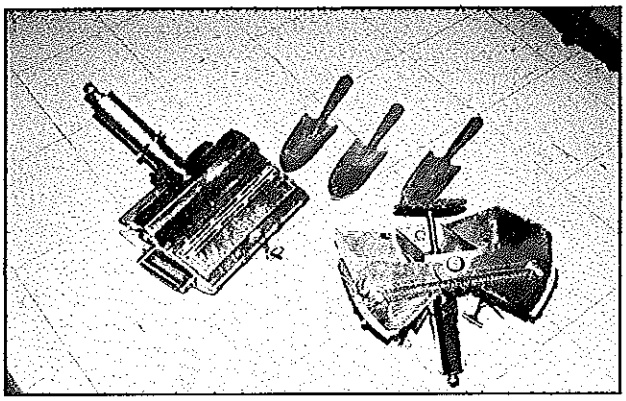
1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวางแนว

1.4.1 เส้นแนว ทำจากเชือกไนล่อนยาวประมาณ 120 เมตร ทำเครื่องหมายกำหนดไว้ โดยให้มีระยะห่างจากจุดกระชังออกไป 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ

(ก)



(ข)



(ค)

ภาพประกอบ 1 (ก) กระบอกเก็บน้ำแบบ Ruttner's flushed sampler และอุปกรณ์วัดความลึก
(ข) Tamura grab พื้นที่หน้าตัด 0.05 ตารางเมตร
(ค) ตะแกรงร่อน

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่มีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังหนาแน่น (มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวอย่างน้อย 15 กระชังต่อพื้นที่ 1,600 ตารางเมตร) ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง บริเวณบ้านล่างท่าเสา ตำบลสทิงหม้อ อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 7 องศา 11 ลิปดาเหนือ และเส้นแวงที่ 100 องศา 32 ลิปดาตะวันออก ระยะทางจากจุดกระชังของแนว 1 ถึง จุดกระชังของแนว 3 ประมาณ 1,600 เมตร และมีพื้นที่ประมาณ 1.6 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 2 และ 3)

2.2 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างทุก 3 เดือน ตั้งแต่ เดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 รวมการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง

2.3 จุดเก็บตัวอย่าง

กำหนดจุดสำรวจในการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน คุณภาพน้ำ และ คุณภาพตะกอนดิน 3 แนวเส้นตรง แต่ละแนวทำมุม 90 องศากับบริเวณกระชัง ยกเว้นแนวที่ 3 ทำมุมน้อยกว่า 90 องศากับบริเวณกระชัง เนื่องจากมีกระชังร้างกีดขวาง แต่ละแนวเส้นมีจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด แต่ละจุดมีระยะห่างจากกระชัง (0), 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตรตามลำดับ (ภาพประกอบ 3) (ดัดแปลงจาก Brown, *et al.* 1987 : 42 ; Lumb, 1989 : 376)

2.4 การเก็บและวิเคราะห์น้ำ

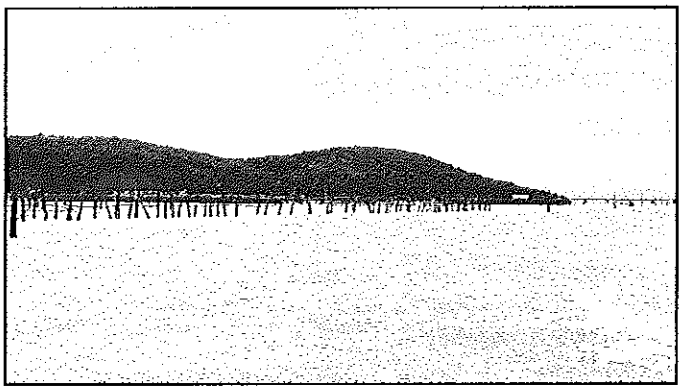
ทำการวัดความลึกของน้ำในขณะนั้นโดยใช้ลูกดิ่ง หลังจากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับเหนือผิวดินไม่เกิน 50 เซนติเมตร ด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Ruttner's flushed sampler เพื่อตรวจวัดสมบัติต่อไปนี้ ความเค็ม อุณหภูมิ พีเอช และเก็บตัวอย่างน้ำโดยปราศจากฟองอากาศในขวดแก้วขนาด 300 มิลลิลิตร สำหรับวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen) จุดละ 4 ซ้ำ ตามวิธีของ Grasshoff (1983 : 61-72) และ APHA, AWWA and WEF (1995 : 4500)

2.5 การเก็บและวิเคราะห์ตะกอนดิน

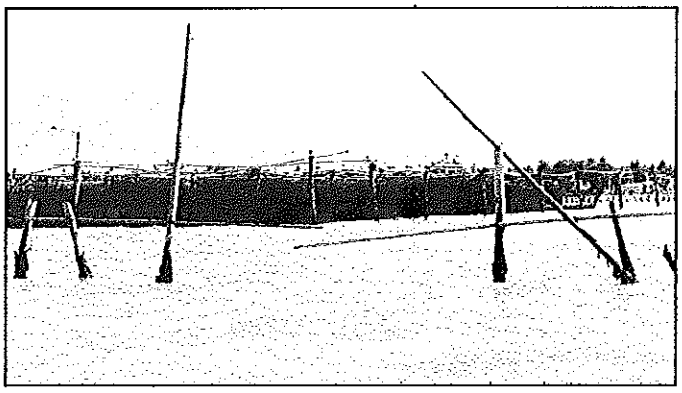
2.5.1 เก็บตัวอย่างโดยใช้ Tamura grab ขนาดพื้นที่หน้าตัด 0.05 ตารางเมตร (Kuwabara and Akimoto, 1986 : 193) จุดละ 5 ซ้ำ ใส่ในถุงพลาสติกเก็บในที่ร่มเพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติและองค์ประกอบดังนี้

2.5.1.1 อุณหภูมิ วัดค่าอุณภูมิบริเวณจุดเก็บตัวอย่างทันทีที่ตักตัวอย่างตะกอนดินขึ้นมาด้วยเทอร์โมมิเตอร์ (Taylor and Jackson, 1986 : 927-940)

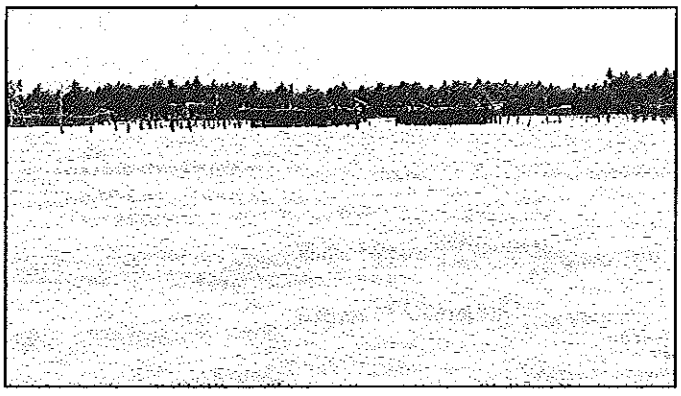
(ก)



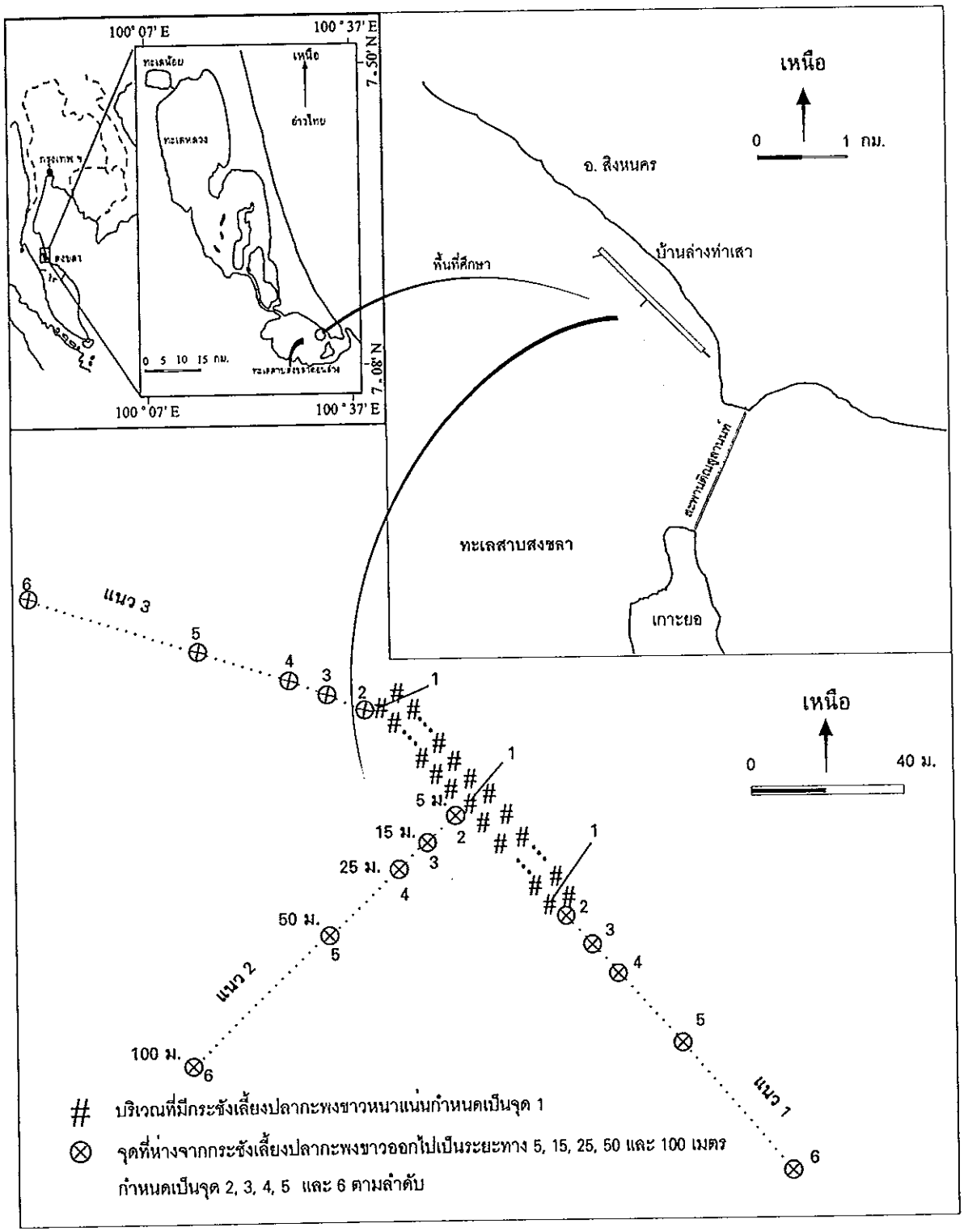
(ข)



(ค)



ภาพประกอบ 2 (ก) (ข) และ (ค) แสดงสภาพภูมิประเทศบริเวณพื้นที่ศึกษา



ภาพประกอบ 3 จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ตะกอนดิน และ สัตว์หน้าดิน บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

2.5.1.2 พีเอช กรองตะกอนดินด้วยผ้าขาวบาง แล้วนำน้ำส่วนใสที่กรองได้ไปวัดพีเอชด้วยเครื่อง pH meter ทันที

2.5.1.3 ศักย์ไฟฟ้า (redox potential) วัดค่าศักย์ไฟฟ้าบริเวณจุดเก็บตัวอย่างทันทีที่ตักตัวอย่างตะกอนดินขึ้นมา โดยการใช้ ORP meter จุ่มในดินตัวอย่างให้ลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตร (English, *et al.* 1994 : 128) ตัวอย่างละ 5 ซ้ำ

2.5.1.4 เนื้อดิน (soil texture) วิเคราะห์ขนาดอนุภาค (particle size) โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์ ผลที่ได้เป็นเปอร์เซ็นต์ sand, silt และ clay แล้วนำมาจำแนกประเภทของเนื้อดินโดยใช้ตารางสามเหลี่ยม (Gee and Bauder, 1986 : 383-412)

2.5.1.5 อินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter) นำตัวอย่างตะกอนดินที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ตามวิธี Walkey and Black modified (Nelson and Sommer, 1982 : 574-576)

2.5.1.6 ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total nitrogen) นำตัวอย่างตะกอนดินที่ได้มาวิเคราะห์ตามวิธี Kjeldahl (Bremner and Mulvaney, 1982 : 595-624)

2.6 การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างสัตว์หน้าดิน

เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินโดยใช้ Tamura grab ขนาดพื้นที่หน้าตัด 0.05 ตารางเมตร ตักตะกอนหน้าดินจุดละ 5 ซ้ำ (Marques, *et al.* 1993 : 405) ใส่ถุงพลาสติกเก็บตัวอย่างไว้ในที่ร่มขณะอยู่บนเรือ หลังจากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรง 3 ระดับชั้นคือ ขนาดช่องตา 5, 1 และ 0.5 มิลลิเมตร ที่วางซ้อนกันจากขนาดช่องตาใหญ่ไปหาขนาดช่องตาเล็กตามลำดับ (ดัดแปลงจาก Ferraro and Cole, 1992 : 1185) จากนั้นใช้ปากคีบปลายแหลมเก็บตัวอย่างใส่ในขวดเก็บตัวอย่างซึ่งมีน้ำยาฟอร์มาลินเป็นกลาง 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ผสมด้วย rose bengal เพื่อให้ตัวอย่างติดสีและมองเห็นเด่นชัดขึ้น (Tsutsumi, 1987 : 141) สำหรับตัวอย่างและตะกอนต่าง ๆ ที่ค้างอยู่บนตะแกรงขนาดช่องตา 0.5 มิลลิเมตร รวบรวมใส่ขวดเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปคัดแยกในห้องปฏิบัติการต่อไป หลังจากนั้นนำตัวอย่างสัตว์หน้าดินทั้งหมดมาศึกษาองค์ประกอบ โดยการจำแนกประเภทเป็นกลุ่มย่อยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Day, 1967a and 1967b ; Kensley, 1978 ; Fauchald, 1977 ; Barnard, 1981 ; Hayward, *et al.* 1995 ; Hayward, *et al.* 1995) เก็บรักษาตัวอย่างสัตว์หน้าดินที่จำแนกได้ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (Brown, *et al.* 1987 : 40 ; Frid, 1989 : 163-171) หลังจากนั้นนำตัวอย่างสัตว์หน้าดินที่จำแนกแล้วมาชั่งหาน้ำหนักเปียกทั้งเปลือก

2.7 รายงานผล

2.7.1 มวลชีวภาพ นำตัวอย่างสัตว์หน้าดินแต่ละกลุ่มที่จำแนกได้ มาชั่งน้ำหนักเปียกทั้งเปลือก เพื่อหามวลชีวภาพ แล้วคำนวณน้ำหนักออกมาเป็นกรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร

2.7.2 ความชุกชุม นับจำนวนตัวของสัตว์หน้าดินแต่ละชนิดที่จำแนกได้ แล้วคำนวณออกมาเป็นตัวต่อตารางเมตร

2.8 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลการศึกษามาวิเคราะห์เพื่อหาค่าต่าง ๆ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปใน PRIMER 3.1b (Plymouth Marine Laboratory, 1993 ; Clarke and Warwick, 1994) (ภาคผนวก จ) ดังนี้

2.8.1 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม นำค่าเฉลี่ยของข้อมูลคุณภาพน้ำและตะกอนดิน ของแต่ละเดือนและแต่ละแนวมาสร้างภาพ 2 มิติ เพื่อแสดงการจัดกลุ่มของคุณภาพน้ำและตะกอนดิน โดยใช้โปรแกรม PCA (Principal Components Analysis)

2.8.2 สัตว์หน้าดิน

2.8.2.1 วิเคราะห์ Univariate ของประชาคมสัตว์หน้าดินเพื่อหาค่า evenness, Shannon-Wiener index และ species richness (ภาคผนวก ง) ของแต่ละเดือนและแต่ละแนว โดยใช้โปรแกรม DIVERSE

2.8.2.2 วิเคราะห์ Multivariate ของประชาคมสัตว์หน้าดิน เพื่อแสดงการจัดโครงสร้างของประชาคมสัตว์หน้าดินโดยนำข้อมูลสัตว์หน้าดินของแต่ละเดือนและแต่ละแนวมาวิเคราะห์ Cluster โดยแปลงข้อมูลแบบ double square root แล้ววัดความคล้ายคลึงกันแบบ Bray-Curtis ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในรูปของภาพ Dendrogram โดยใช้โปรแกรม CLUSTER ในทำนองเดียวกันนำข้อมูลสัตว์หน้าดินของแต่ละเดือนและแต่ละแนวมาสร้างภาพ 2 มิติ โดยใช้โปรแกรม MDS และ CONPLOT

2.8.2.3 วิเคราะห์วาเรียนซ์ของความคล้ายคลึงกัน (analysis of similarities, ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละเดือนและแต่ละแนว ด้วยวิธี one way analysis of similarities วิเคราะห์ Global test เพื่อหาค่า Global R โดยใช้โปรแกรม ANOSIM

2.8.3 วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดิน โดยนำข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อม (คุณภาพน้ำและตะกอนดิน) และข้อมูลประชาคมสัตว์หน้าดินที่วิเคราะห์ได้แต่ละครั้งมาวิเคราะห์ร่วมกัน เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ (best variable combinatios, ρ_w) ของแต่ละเดือนและแต่ละแนว ผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงในรูปของค่า harmonic rank correlation (weighted spearman) โดยใช้โปรแกรม BIOENV

บทที่ 3

ผลการศึกษา

ตอนที่ 1

1. ลักษณะบางประการของน้ำและตะกอนดินในพื้นที่ศึกษา

1.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำ

1.1.1 ความลึก มีความแปรผันอยู่ในช่วง 0.9-1.5 เมตร เฉลี่ยน้ำลึกที่สุดในเดือนธันวาคม 2541 (1.4+0.1, 1.5+0.1 และ 1.4+0.1 เมตร ในแนว 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) และตื้นที่สุดในเดือนกันยายน 2541 (1.0+0.1, 1.1+0.1 และ 1.2+0.1 เมตร ในแนว 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) สำหรับในแนว 1 พบว่า น้ำมีความลึกเฉลี่ย 1.2+0.1 เมตร แนว 2 1.3+0.1 เมตร และแนว 3 1.3+0.1 เมตร (ภาพประกอบ 4)

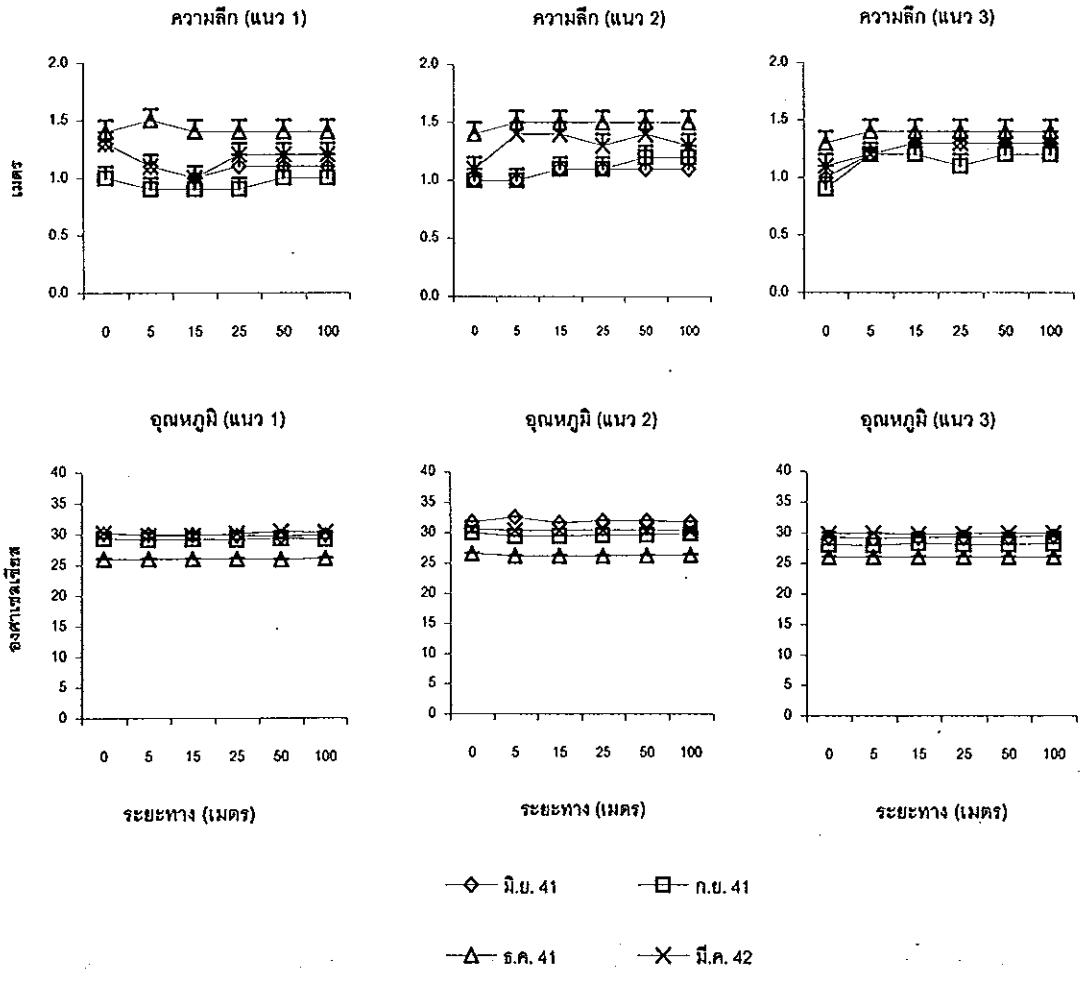
1.1.2 อุณหภูมิ มีความแปรผันอยู่ในช่วง 25.8-32.6 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2541 (26.0+0.1, 26.3+0.1 และ 26.0+0.1 องศาเซลเซียส) สำหรับในแนว 1 พบว่า น้ำมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.8+0.1 องศาเซลเซียส แนว 2 29.6+0.1 องศาเซลเซียส และแนว 3 28.3+0.1 องศาเซลเซียส (ภาพประกอบ 4)

1.1.3 ความเค็ม มีความแปรผันอยู่ในช่วง 1.2-26.5 พีเอสยู น้ำมีความเค็มเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2541 (26.2+0.2, 24.9+0.1 และ 25.0+0.4 พีเอสยู ในแนว 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) และต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 (1.3+0.1, 2.7+0.1 และ 1.8+0.1 พีเอสยู ในแนว 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) สำหรับแนว 1 พบว่า น้ำมีความเค็มเฉลี่ย 19.4+0.1 พีเอสยู แนว 2 19.3+0.1 พีเอสยู และแนว 3 18.8+0.1 พีเอสยู เมื่อเปรียบเทียบระหว่างจุดต่าง ๆ ภายในแนวเดียวกันพบว่าความเค็มมีค่าใกล้เคียงกัน (ภาพประกอบ 5)

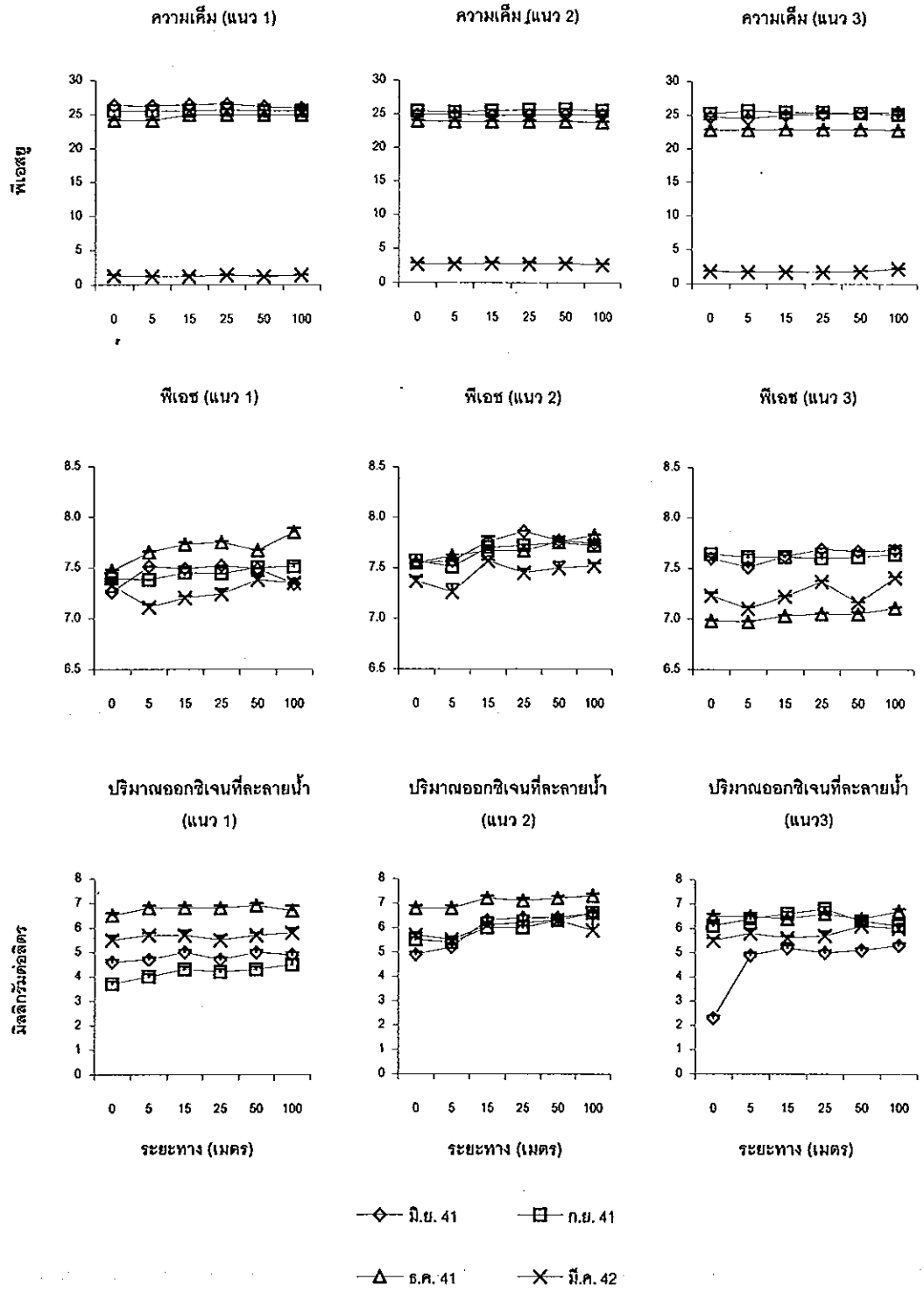
1.1.4 พีเอช มีความแปรผันอยู่ในช่วงแคบ ๆ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.97-7.86 ค่าพีเอชในแต่ละจุดของแต่ละแนวพบว่า มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย และมีค่าต่ำสุดในแนว 3 ของเดือนธันวาคม 2541 (7.03+0.05) สำหรับในแนว 1 พบว่า น้ำมีพีเอชเฉลี่ย 7.46+0.06 แนว 2 7.63+0.10 และแนว 3 7.38+0.06 (ภาพประกอบ 5)

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

1.1.5 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ มีความแปรผันอยู่ในช่วง 2.3-7.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่จุดกระชังของทุกแนวปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าจุดอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่จุดกระชังของแนว 3 (เดือนมิถุนายน 2541) พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 2.3+0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังมากขึ้น สำหรับในแนว 1 พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ย 5.5+0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร แนว 2 6.2+0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และแนว 3 5.9+0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพประกอบ 5)



ภาพประกอบ 4 ความลึกและอุณหภูมิของน้ำ บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา (Mean + SD)

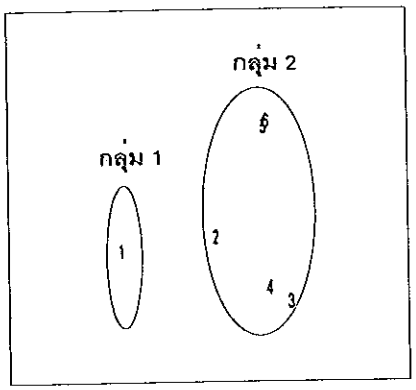


ภาพประกอบ 5 ความเค็ม พีเอชและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา (Mean + SD)

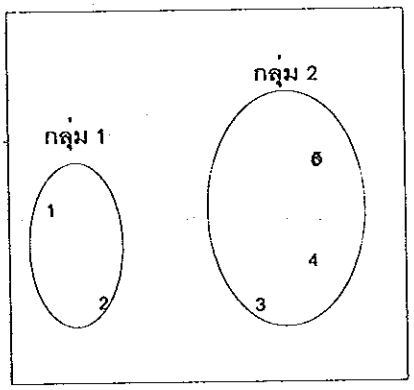
1.2 การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำ

จากผลการวิเคราะห์การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำด้วยโปรแกรม PCA (principal component analysis) ของค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำทั้ง 5 พารามิเตอร์ (ความลึก อุณหภูมิ ความเค็ม พีเอช และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ) สามารถจัดกลุ่มคุณภาพน้ำในเชิงพื้นที่ได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม ทั้ง 3 แนว สำหรับแนว 1 และ แนว 3 ประกอบด้วย 2 กลุ่มดังนี้ กลุ่ม 1 ได้แก่ บริเวณจุดกระชัง ส่วนกลุ่ม 2 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5,15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ ในขณะที่แนว 2 ประกอบด้วย 2 กลุ่มดังนี้ กลุ่ม 1 ได้แก่ บริเวณจุดกระชังและที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร ส่วนกลุ่ม 2 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ (ภาพประกอบ 6) เป็นที่น่าสังเกตว่า ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม 1 และ กลุ่ม 2 ของทั้ง 3 แนว เนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าเฉลี่ยต่ำในกลุ่ม 1 (5.0, 5.7 และ 5.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแนว 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) ซึ่งแตกต่างจากกลุ่ม 2 ที่มีค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (5.7, 6.5 และ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในแนว 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) ส่วนค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำอีก 4 พารามิเตอร์ ในแต่ละจุดของแต่ละแนวตลอดการศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน

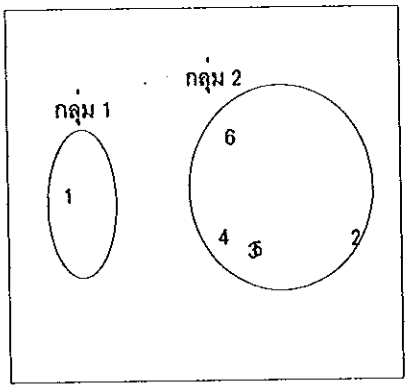
แนว 1



แนว 2



แนว 3

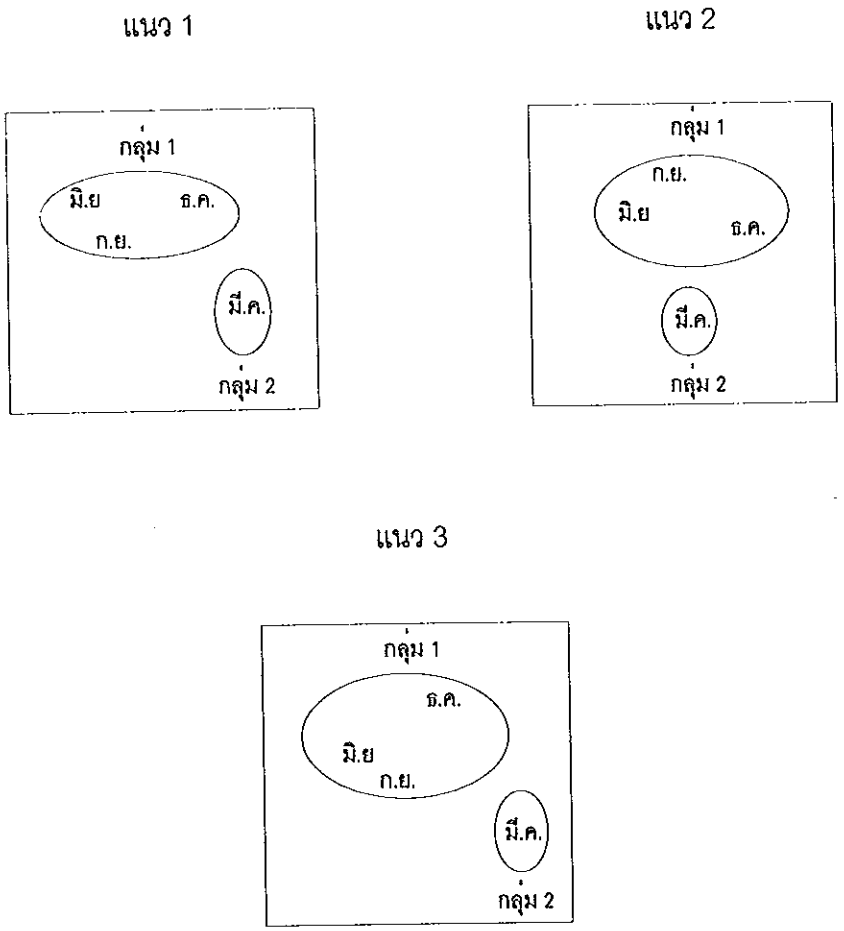


ภาพประกอบ 6 การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำในเชิงพื้นที่ของแต่ละแนวที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA

หมายเหตุ 1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในเชิงเวลาสามารถจัดกลุ่มคุณภาพน้ำได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม ทั้ง 3 แนว โดยกลุ่ม 1 ได้แก่ เดือนมิถุนายน 2541 เดือนกันยายน 2541 และเดือนธันวาคม 2541 ส่วนกลุ่ม 2 ได้แก่ เดือนมีนาคม 2542 (ภาพประกอบ 7) เป็นที่น่าสังเกตว่า ในเดือนมีนาคม 2542 (กลุ่ม 2) น้ำมีความเค็มเฉลี่ยลดต่ำลงทั้ง 3 แนว (1.3, 2.7 และ 1.8 พีเอสยู ในแนว 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) ซึ่งแตกต่างจากเดือนอื่น ๆ (กลุ่ม 1) ที่น้ำมีความเค็มเฉลี่ยใกล้เคียงกัน (25.4, 25.5 และ 23.8 ในเดือนมิถุนายน เดือนกันยายน และเดือนธันวาคม 2541 ตามลำดับ)



ภาพประกอบ 7 การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำในเชิงเวลาของแต่ละแนวที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542

1.3 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการของตะกอนดิน

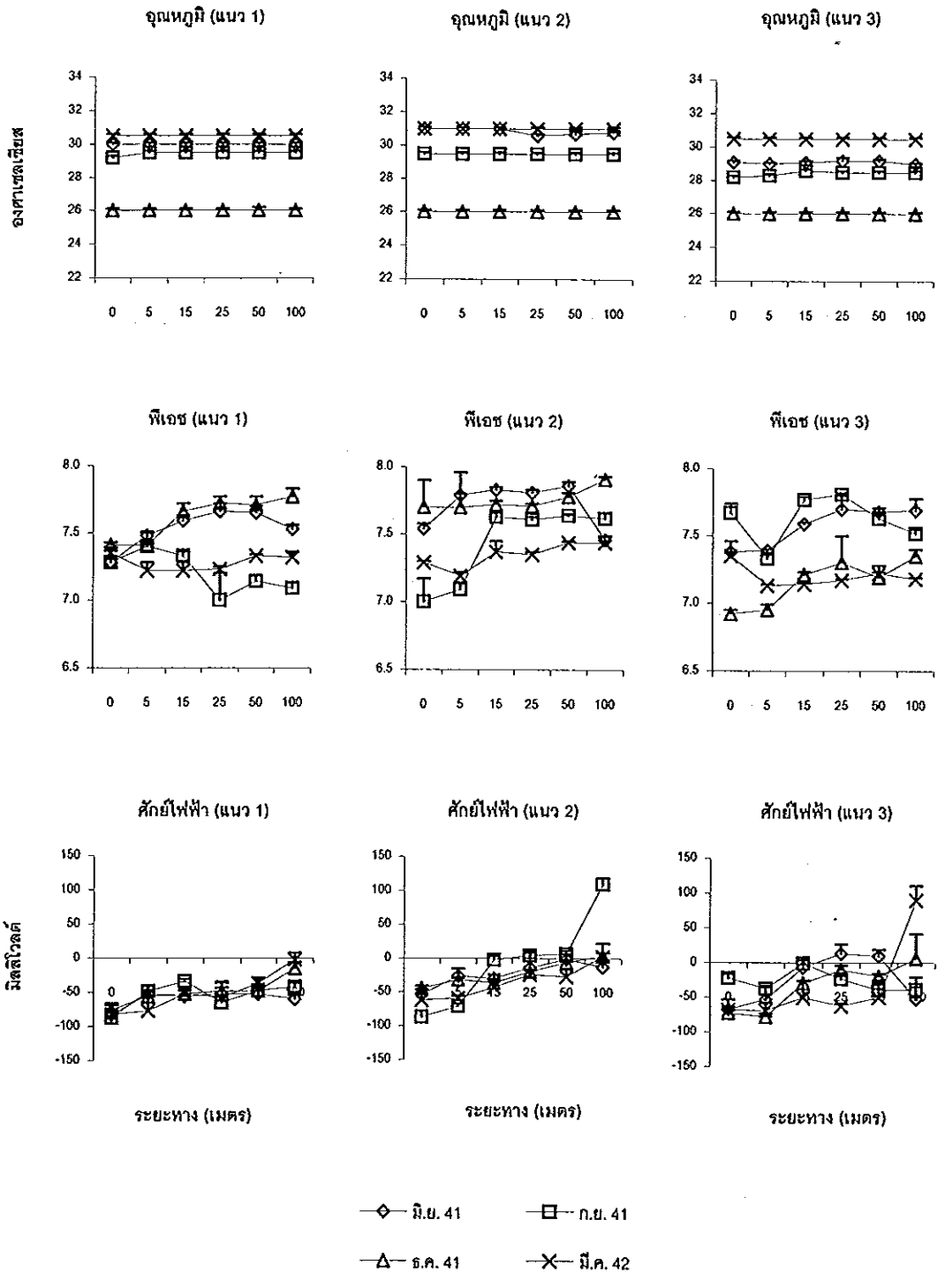
1.3.1 อุณหภูมิ มีความแปรผันอยู่ในช่วง 26.0-31.0 องศาเซลเซียส โดยมีค่าใกล้เคียงในแต่ละจุด และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2541 ทั้ง 3 แนว (26.0+0.1 องศาเซลเซียส) สำหรับแนว 1 พบว่า ตะกอนดินมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.0+0.1 องศาเซลเซียส แนว 2 29.4+0.1 องศาเซลเซียส และแนว 3 28.6+0.1 องศาเซลเซียส (ภาพประกอบ 8)

1.3.2 พีเอช มีความแปรผันอยู่ในช่วง 6.92-7.91 และมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละจุด สำหรับแนว 1 พบว่า ตะกอนดินมีพีเอชเฉลี่ย 7.41+0.05 แนว 2 7.56+0.12 และแนว 3 7.39+0.11 (ภาพประกอบ 8)

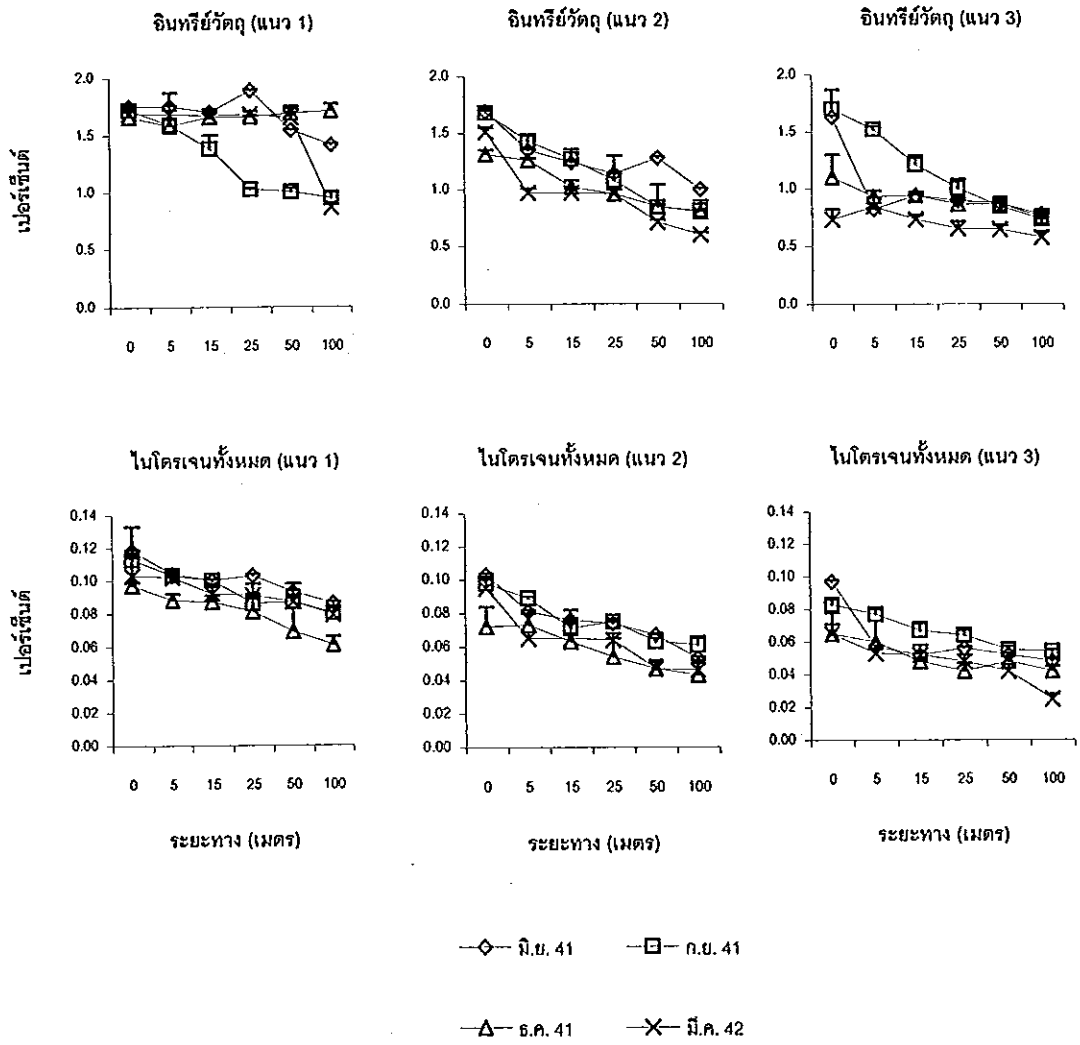
1.3.3 ศักย์ไฟฟ้า (Eh) สำหรับค่าศักย์ไฟฟ้าของตะกอนดินในสภาพสนามมีความแปรผันอยู่ในช่วง (-87.5)-(+109.5) มิลลิโวลต์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังมากขึ้น สำหรับแนว 1 มีค่าศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ย [(-53.5)+(20.0)] มิลลิโวลต์ แนว 2 [(-23.3)+(25.3)] มิลลิโวลต์ แนว 3 [(-30.8)+(34.2)] มิลลิโวลต์ ส่วนที่จุดกระชังของทุกแนวพบว่า มีค่าเฉลี่ยต่ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่จุดกระชังของแนว 1 [(-82.3)+(8.5) มิลลิโวลต์] มีค่าศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ยต่ำกว่าแนว 2 [(-62.0) + (14.9) มิลลิโวลต์] และแนว 3 [(-57.9) + (17.2) มิลลิโวลต์] (ภาพประกอบ 8)

1.3.4 อินทรีย์วัตถุ มีความแปรผันอยู่ในช่วง 0.57-1.87 เปอร์เซ็นต์ของดินแห้ง สำหรับแนว 1 พบว่า มีอินทรีย์วัตถุเฉลี่ย 1.54+0.17 เปอร์เซ็นต์ แนว 2 1.12+0.26 เปอร์เซ็นต์ และแนว 3 0.94+0.21 เปอร์เซ็นต์ โดยทั้ง 3 แนว มีอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยลดลงเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังเพิ่มขึ้น สำหรับที่จุดกระชังของแนว 1 พบว่า อินทรีย์วัตถุมีค่าเฉลี่ย (1.71+0.04 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าที่จุดกระชังของแนว 2 (1.55+0.18 เปอร์เซ็นต์) และแนว 3 (1.29+0.46 เปอร์เซ็นต์) (ภาพประกอบ 9)

1.3.5 ไนโตรเจนทั้งหมด มีความแปรผันอยู่ในช่วง 0.025-0.118 เปอร์เซ็นต์ ทั้ง 3 แนว มีค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนทั้งหมดลดลงเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังเพิ่มขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร ในแนว 3 (เดือนมีนาคม 2542) (0.025+0.004 เปอร์เซ็นต์) และมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่จุดกระชังในแนว 1 (เดือนมิถุนายน 2541) (0.118+0.001 เปอร์เซ็นต์) สำหรับไนโตรเจนทั้งหมดพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดในแนว 1 (0.092+0.011 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่ แนว 2 (0.069+0.015 เปอร์เซ็นต์) และแนว 3 (0.057+0.012 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ (ภาพประกอบ 9)

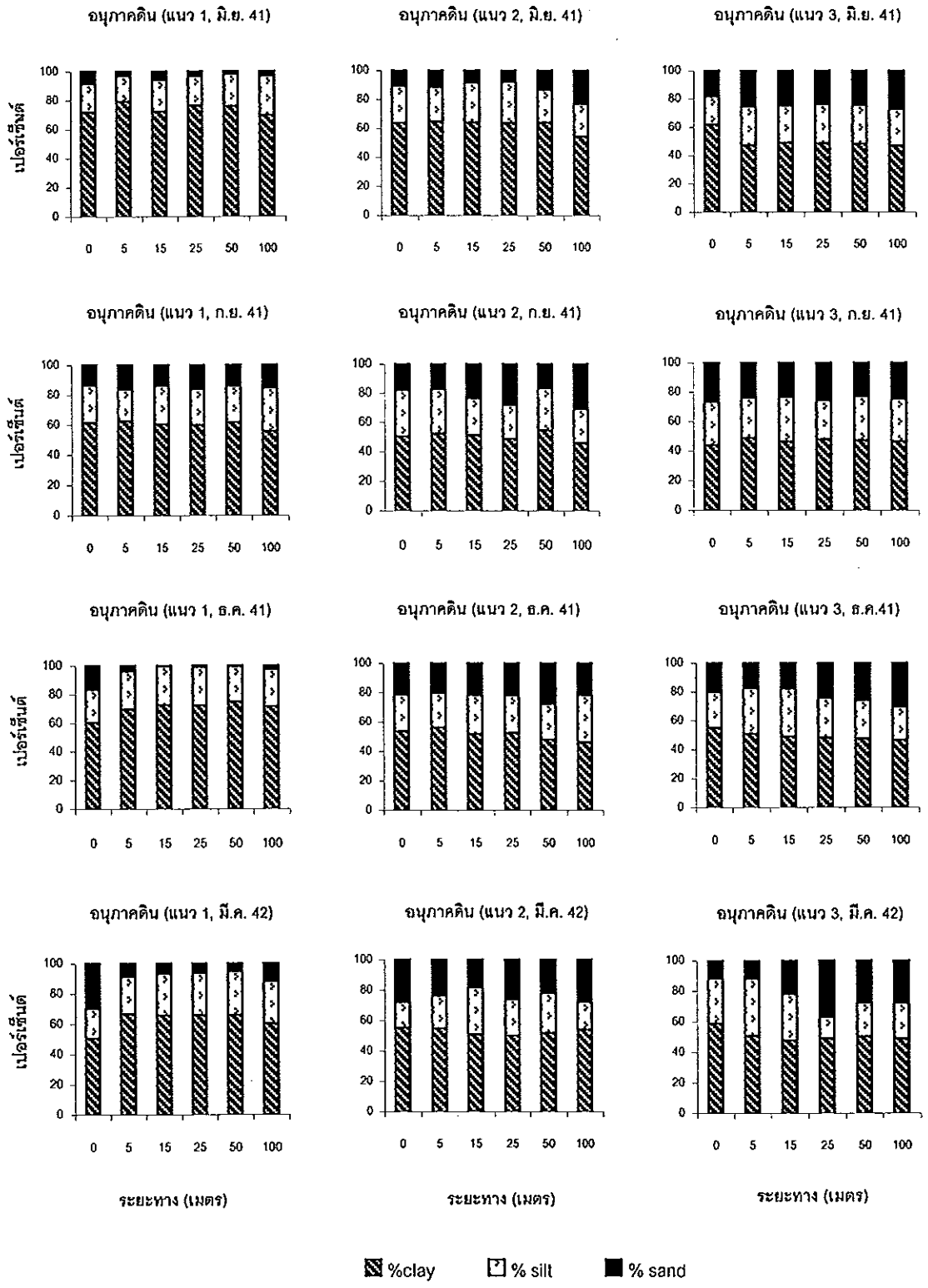


ภาพประกอบ 8 อุณหภูมิ พีเอชและศักย์ไฟฟ้าในตะกอนดิน บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา (Mean + SD)



ภาพประกอบ 9 อินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดิน บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา (Mean + SD)

1.2.6 เนื้อดิน ลักษณะดินในพื้นที่ศึกษาทุกจุดจากการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 แนว พบว่า เนื้อดินมีลักษณะเป็นดินเหนียว (clay) (ภาพประกอบ 10)

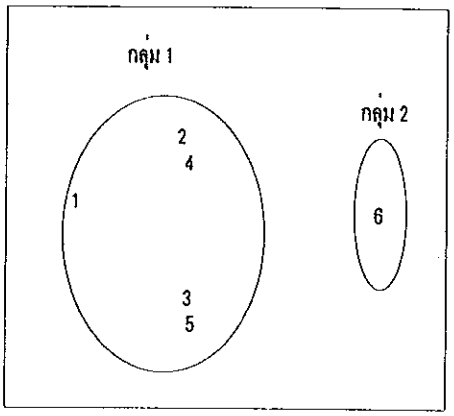


ภาพประกอบ 10 สัดส่วนของเปอร์เซ็นต์ sand, silt และ clay บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ศึกษา

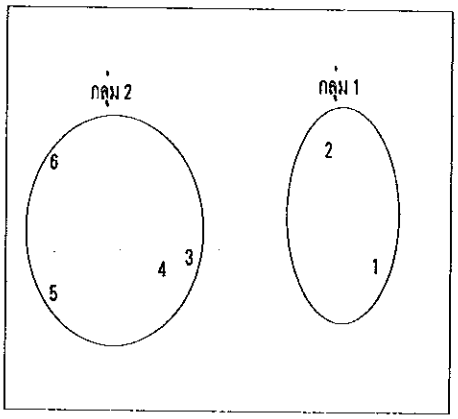
1.4 การจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดิน

สำหรับผลการวิเคราะห์ PCA ของค่าเฉลี่ยคุณภาพตะกอนดินทั้ง 8 พารามิเตอร์ (อุณหภูมิ พีเอช อินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ศักย์ไฟฟ้า %sand %silt และ %clay) สามารถจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินในเชิงพื้นที่ได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม ทั้ง 3 แนว (แนว 1 ประกอบด้วย 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่ม 1 ได้แก่ บริเวณจุดกระชัง ที่ระยะห่างจากกระชัง 5, 15, 25 และ 50 เมตร ตามลำดับ ส่วนกลุ่ม 2 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร) (แนว 2 ประกอบด้วย 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่ม 1 ได้แก่ บริเวณจุดกระชัง และ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร ส่วนกลุ่ม 2 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ) (แนว 3 ประกอบด้วย 2 กลุ่มดังนี้ กลุ่ม 1 ได้แก่ บริเวณจุดกระชัง ส่วนกลุ่ม 2 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ) เป็นที่น่าสังเกตว่า ทั้ง 3 แนว มีการจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินที่แตกต่างกัน เนื่องจากค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และ ศักย์ไฟฟ้า ในแต่ละจุดของแต่ละแนวมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ส่วนค่าเฉลี่ยคุณภาพตะกอนดินอีก 5 พารามิเตอร์ มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันในแต่ละจุดของแต่ละแนวตลอดการศึกษา (ภาพประกอบ 11)

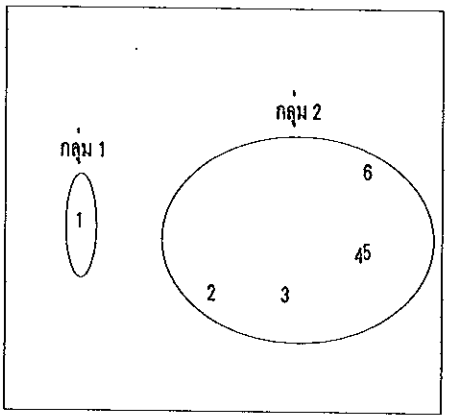
แนว 1



แนว 2



แนว 3

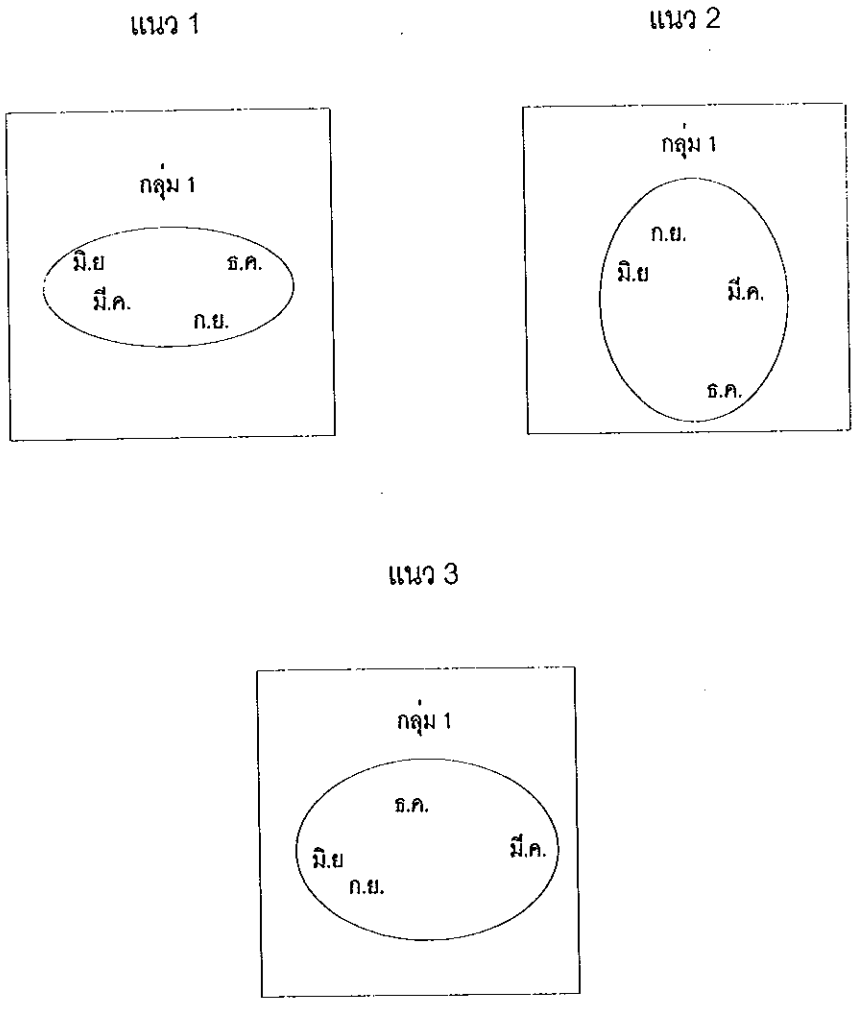


ภาพประกอบ 11 การจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินในเชิงพื้นที่ของแต่ละแนวที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA

หมายเหตุ 1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ

สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพตะกอนดินในเชิงเวลา สามารถจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินได้เพียงกลุ่มเดียวทั้ง 3 แนวประกอบด้วย เดือนมิถุนายน 2541 เดือนกันยายน 2541 เดือนธันวาคม 2541 และเดือนมีนาคม 2542 (ภาพประกอบ 12) เป็นที่น่าสังเกตว่า ค่าเฉลี่ยคุณภาพตะกอนดินทั้ง 8 พารามิเตอร์ (อุณหภูมิ พีเอช อินทรียวัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ศักย์ไฟฟ้า %sand %silt และ %clay) ในแต่ละเดือนตลอดการศึกษามีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าการแปรผันของฤดูกาลไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพตะกอนดินในพื้นที่ศึกษา



ภาพประกอบ 12 การจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินในเชิงเวลาของแต่ละแนวที่ได้จากการวิเคราะห์ PCA ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542

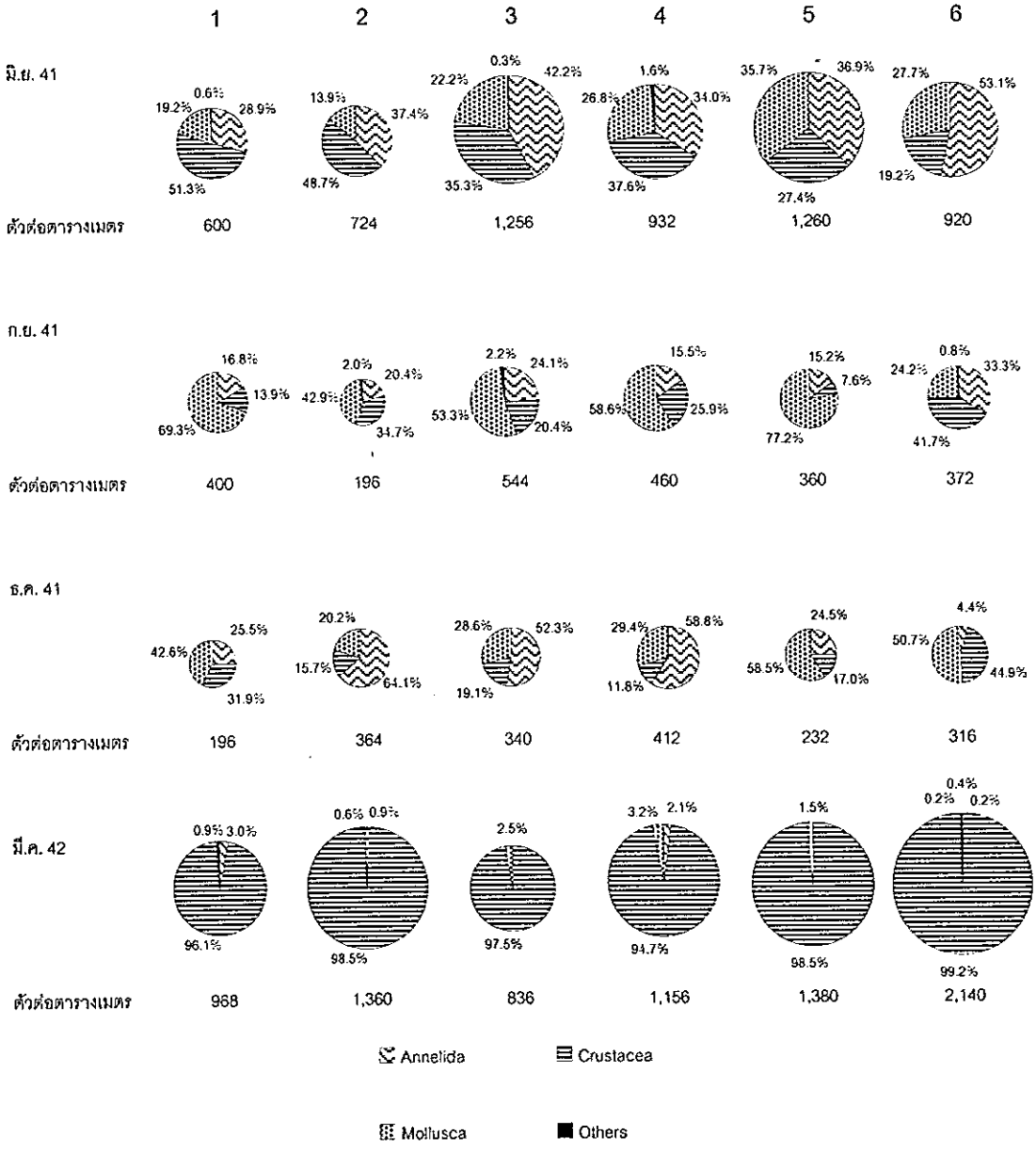
ตอนที่ 2

2. สัตว์หน้าดิน

จากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 พบสัตว์หน้าดินจำนวน 7 ไฟลัม ได้แก่ Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida, Annelida, Mollusca, Crustacea และ Chordata สำหรับแนว 1 พบสัตว์หน้าดินทั้ง 7 ไฟลัม ในขณะที่แนว 2 พบ สัตว์หน้าดิน 6 ไฟลัม เหมือนกับแนว 1 ยกเว้นไฟลัม Priapulida ส่วนแนว 3 พบสัตว์หน้าดิน 5 ไฟลัม เหมือนกับแนว 1 ยกเว้นไฟลัม Coelenterata และ Priapulida

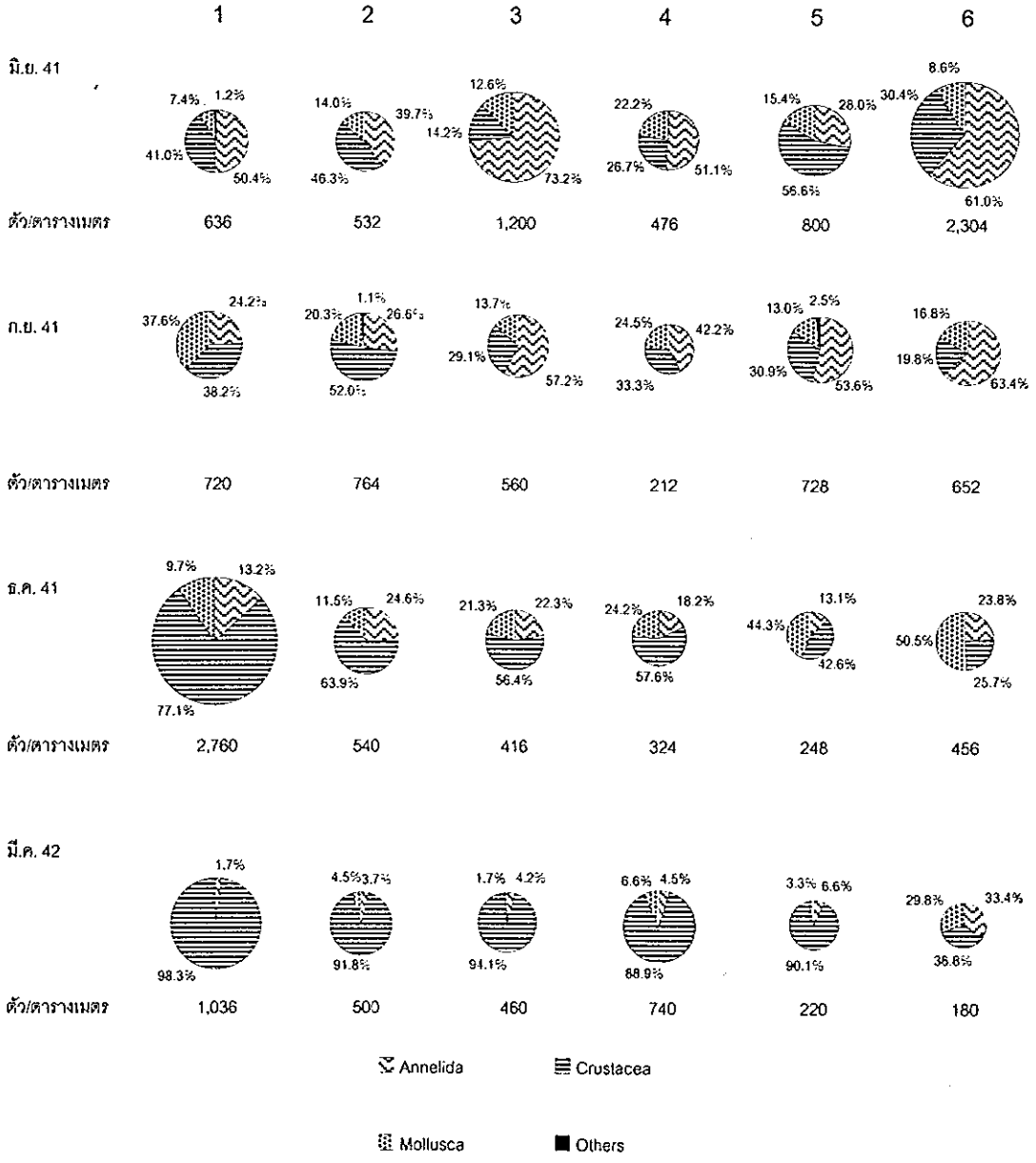
ตลอดการศึกษาพบสัตว์หน้าดินในไฟลัม Crustacea ชุกชุมสูงสุด (56.27 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่ ไฟลัม Annelida (27.52 เปอร์เซ็นต์) ไฟลัม Mollusca (15.95 เปอร์เซ็นต์) และอื่น ๆ (Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida และ Chordata) (0.26 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ สำหรับแนว 1 พบสัตว์หน้าดินไฟลัม Crustacea ชุกชุมสูงสุด (59.87 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่ ไฟลัม Annelida (20.36 เปอร์เซ็นต์) ไฟลัม Mollusca (19.46 เปอร์เซ็นต์) และอื่น ๆ (0.31 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร ในเดือนมีนาคม 2542 พบสัตว์หน้าดินชุกชุมสูงสุด โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินในไฟลัม Crustacea (ภาพประกอบ 13) ในขณะที่แนว 2 พบสัตว์หน้าดินไฟลัม Crustacea ชุกชุมสูงสุด (52.98 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่ ไฟลัม Annelida (32.84 เปอร์เซ็นต์) ไฟลัม Mollusca (13.95 เปอร์เซ็นต์) และอื่น ๆ (0.23 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ที่จุดกระชัง ในเดือนธันวาคม 2541 พบสัตว์หน้าดินชุกชุมสูงสุด โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินในไฟลัม Crustacea (ภาพประกอบ 14) ส่วนแนว 3 พบสัตว์หน้าดินไฟลัม Crustacea ชุกชุมสูงสุด (55.86 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาได้แก่ ไฟลัม Annelida (29.60 เปอร์เซ็นต์) ไฟลัม Mollusca (14.30 เปอร์เซ็นต์) และอื่น ๆ (0.24 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร ในเดือนมิถุนายน 2541 พบสัตว์หน้าดินชุกชุมสูงสุด โดยเฉพาะสัตว์หน้าดินในไฟลัม Crustacea และใกล้เคียงกับที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร ในเดือนมีนาคม 2542 (ภาพประกอบ 15)

สำหรับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินในแต่ละแนวพบว่า ทั้ง 3 แนว มีสัตว์หน้าดินชุกชุมในวงศ์ Apseudidae (Crustacea), Capitellidae (Annelida), Aoridae (Crustacea), Stenothyridae (Mollusca), Spionidae (Annelida) และ Skeneopsidae (Mollusca) ตามลำดับ



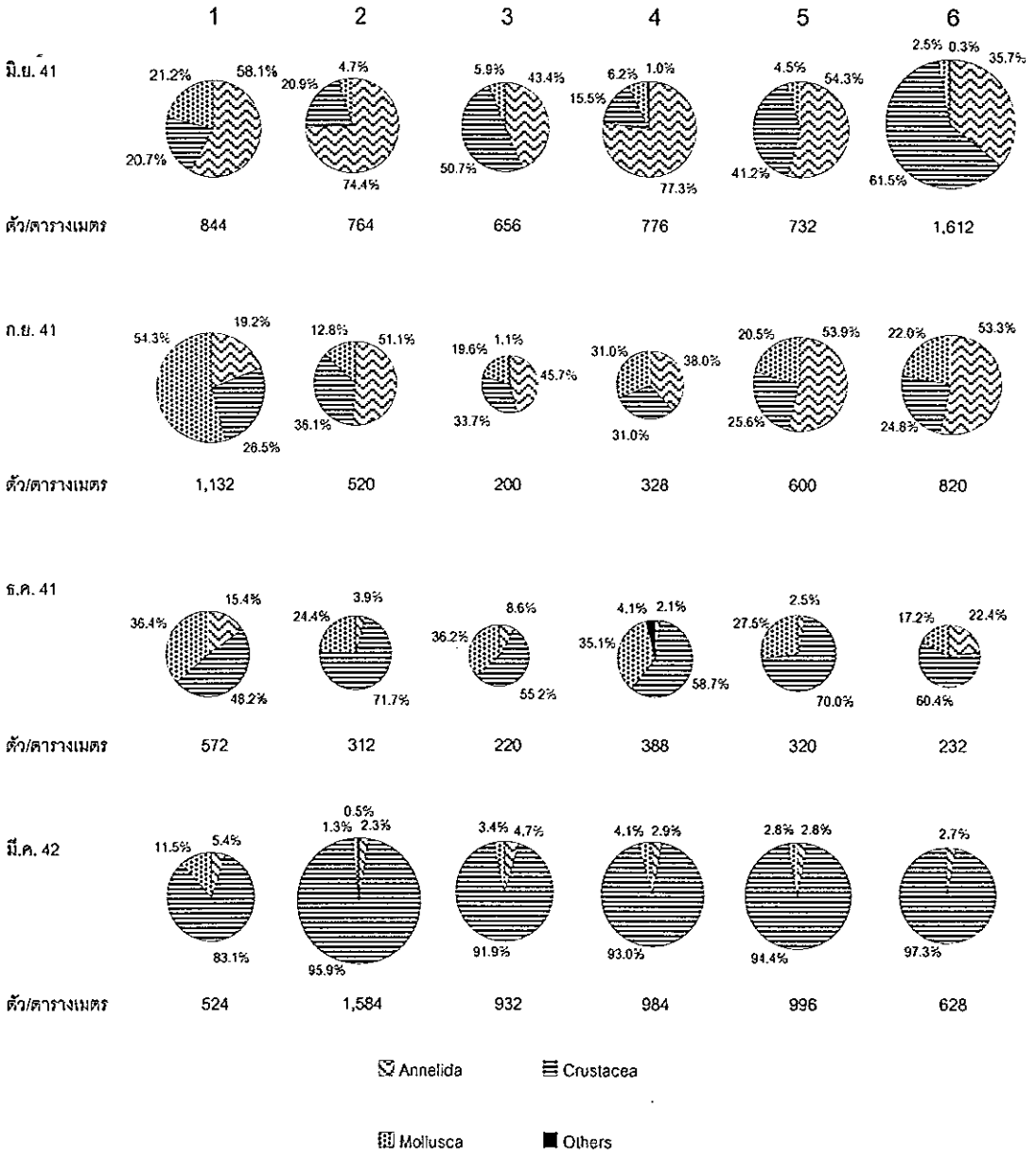
ภาพประกอบ 13 ปริมาณและสัดส่วนของสัตว์หน้าดินกลุ่มต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา (แนว 1)
ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542

หมายเหตุ 1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น
2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงออกไปเป็น
ระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ



ภาพประกอบ 14 ปริมาณและสัดส่วนของสัตว์หน้าดินกลุ่มต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา (แนว 2) ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542

หมายเหตุ 1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น 2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ



ภาพประกอบ 15 ปริมาณและสัดส่วนของสัตว์หน้าดินกลุ่มต่าง ๆ ในพื้นที่ศึกษา (แนว 3)
ระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542

หมายเหตุ 1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น
2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็น
ระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ

ในขณะที่สัตว์หน้าดินกลุ่มที่พบทุกครั้งจากการเก็บตัวอย่างได้แก่ *Ctenapseudes* sp., *Pagurapseudopsis* sp., *Amakusanthura* sp., *Melita* sp.1, *Victoriopiša* sp., *Grandidierella* sp., *Upogebia* sp., *Alpheus malabaricus songkla*, *Mediomastus* sp., *Heteromastus* sp., *Nephtys* sp., Nereidae larvae, *Leonnates* sp., *Ceratonereis burmensis*, *Lucinoma* sp., *Corbula* sp., *Alaba* sp. และ Skeneopsidae (Unidentified sp.) ส่วนกลุ่มที่พบปริมาณมาก ได้แก่ *Ctenapseudes* sp., *Pagurapseudopsis* sp., *Grandidierella* sp., *Photis* sp., *Mediomastus* sp., *Nephtys* sp., *Stenothyra* sp. และ Skeneopsidae (Unidentified sp.)

ผลจากการศึกษาพบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 91 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นสัตว์หน้าดินไฟลัม Annelida 32 ชนิด Crustacea 32 ชนิด Mollusca 17 ชนิด และไฟลัมอื่น ๆ (Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida และ Chordata) 10 ชนิด สำหรับแนว 1 พบสัตว์หน้าดินจำนวน 64 ชนิด (ไฟลัม Annelida 25 ชนิด Crustacea 20 ชนิด Mollusca 13 ชนิด และ ไฟลัมอื่น ๆ 6 ชนิด) ในขณะที่แนว 2 พบสัตว์หน้าดินจำนวน 67 ชนิด (ไฟลัม Annelida 22 ชนิด Crustacea 27 ชนิด Mollusca 14 ชนิด และ ไฟลัมอื่น ๆ 4 ชนิด) ส่วนแนว 3 พบสัตว์หน้าดินจำนวน 68 ชนิด (ไฟลัม Annelida 28 ชนิด Crustacea 21 ชนิด Mollusca 14 ชนิด และไฟลัม อื่น ๆ 5 ชนิด) ใกล้เคียงกับแนว 2

เดือนที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมากที่สุด ได้แก่ เดือนมิถุนายน 2541 (71 ชนิด) ในขณะที่เดือนมีนาคม 2542 เป็นเดือนที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินน้อยชนิดที่สุด (28 ชนิด) และจากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินทั้ง 3 แนว พบว่า

แนว 1 พบสัตว์หน้าดิน 64 ชนิด โดยที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมากที่สุด (42 ชนิด) ส่วนที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินน้อยที่สุด (32 ชนิด) (ตาราง 4)

แนว 2 พบสัตว์หน้าดิน 67 ชนิด โดยที่ระยะห่างจากกระชัง 15 เมตร เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมากที่สุด (44 ชนิด) ส่วนที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 เมตร เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินน้อยที่สุด (34 ชนิด) (ตาราง 5)

แนว 3 พบสัตว์หน้าดิน 68 ชนิด โดยที่ระยะห่างจากกระชัง 15 เมตร เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมากที่สุด (45 ชนิด) ส่วนที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินน้อยที่สุด (36 ชนิด) (ตาราง 6)

ตาราง 4 ชนิดสัตว์หน้าดินที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 (แนว 1)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542			
		มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Coelenterata					
Unidentified sp.2	8		3		
Platyhelminthes					
Unidentified sp.	4		2,6		
Annelida					
Polychaeta					
Capitellidae					
Capitella sp.	4	2			
Heteromastus sp.	8	2,5,6			
Mediomastus sp.	104	1,2,3,4,5,6	1,2,3,5,6	1,2,3,4,5,6	
Glyceridae					
Glycera sp.2	16	3,6	1,3,4,6	2,3,4,5,6	
Glycera sp.3	4	3	4,6		
Hesionidae					
Hesionides sp.	4	1,2,6	2		
Ophiodromus sp.	32	1,2,3,4,5,6			
Lumbrineridae					
Unidentified sp.	8	5,6		4	
Nephtyidae					
Nephtys sp. may be new species	40	1,2,3,4,5,6	1,2,4,5,6	3	1,2,4,6
Nereidae					
Nereidae larvae	36	2,3,4,5,6	1,3		4
Dendronereis pinnaticirris Grube	12	2,3,4,5,6	1,3		
Ceratonereis burmensis Monro	28	1,2,3,4,5,6	1		1
Opheliidae					
Ophelina sp.	4		3		
Paraonidae					
Aricidea sp.	216	1,2,3,4,5,6	3,4,5,6	1,2,3,4,5	
Paraonella sp.1	20	1,2,4,5,6	1,2,3,5		
Paraonella sp.2	8	5			
Pilarglidae					
Sigambra phuketensis Licher and Westheide	36	1,2,3,4,5,6	3,4	3,4,5	
Synelmis sp.	4				6
Talehsapia annandalei Fauvel	4	2		2,4	
Phyllodocidae					
Unidentified sp.	4	2			

ตาราง 4 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542			
		มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Sabellidae					
Jasmineira sp.	12	1,3,5	3,6		
Spionidae					
Minuspio sp.	12	1,3,4,5	3,6	1,5	
Pseudopolydora sp.	220	1,2,3,4,5,6	2,3,4,5,6		
Prionospio sp.1	8	6			
Prionospio sp.2	184	3,4,5	2,3,4,5		
Priapulida					
Unidentified sp.	4	1	3		
Crustacea					
Amphipoda					
Aoridae					
Grandidierella sp.	140	1,2,3,4,5,6	2,3		1,2
Ischyroceridae					
Photis sp.	148	1,2,3,4,5,6	2,3,4,6		
Melitidae					
Melita sp.1	68	1,2,3,4,5,6	2,3,4,6		1,2,3,4,5,6
Melita sp.2	56	1,2,3,4,5			1,2,3,4,5,6
Victoriopisa sp.	40	1,3,4,5	2	1,2,3,6	1,2,3,6
Talitridae					
Orchestia sp.	4	5			
Decapoda					
Crab larvae	4			3,4,6	
Grapsidae					
Unidentified sp.	8			3,4,6	3
Isopoda					
Aegidae					
Unidentified sp.	4				2
Anthuridae					
Amakusanthura sp.	4		1,6		
Cirolanidae					
Cirolana sp.	4		6		
Gnathiidae					
Gnathia sp.	4		4		
Sphaeromatidae					
Exosphaeroma sp.	4	2,6			
Shrimp					
Alpheidae					
Alpheus sp.1	4	1			

ตาราง 4 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542			
		มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Alpheidae					
Alpheus malabaricus songkla subspecies nov.	8		1	1	1
Squillidae					
Oratosquilla sp.	4		6		
Upogebiidae					
Upogebia sp.	4			2	
Tanaidacea					
Apseudidae					
Ctenapseudes sp.[a]	1,974	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6
Pagurapseudopsis sp.[b]	68		1,3,5,6	1,3,6	1,2,3,4,5,6
Tanaidae					
Tanais sp.	40	1,3,4	1,3,4,5,6		
Mollusca					
Gastropoda					
Gastropod sp.1	12			3,4,6	3,4
Gastropod sp.2	4			3	
Buccinidae					
Unidentified sp.	8		2	3	
Bullidae					
Bulla sp.	256		1		
Litiopidae					
Alaba sp.	12	5	2,4	3,5	5
Marginellidae					
Marginella sp.	4	1,5	1	6	
Skeneopsidae					
Unidentified sp.	284	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	2,3,4,5,6	2,3,4,5,6
Stenothyridae					
Stenothyra sp.	236	1,2,3,4,5,6	2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	
Pelecypoda					
Bivalvia sp.1	8		6	3,4	
Corbulidae					
Corbula sp.	24	4		1	4,6
Garidae					
Gari sp.	8	1	1	4	4
Lucinidae					
Lucinoma sp.	20	1,2,3,4	1,2,3,4	2,3,4,5	2,3,4
Solenidae					
Solen sp.	4	1	5,6	2	

ตาราง 4 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542 มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Chordata					
Pisces					
Ariidae					
Arius sagor (Hamilton)	4	3,4			
Carangidae					
Unidentified sp.	12	4			
Symbranchidae					
Macrotrema caligans Cantor	8				1,6

หมายเหตุ

ตัวเลข 1 - 6 ในคอลัมภ์ที่ 3, 4, 5 และ 6 คือจุดเก็บตัวอย่างที่ระยะต่าง ๆ ส่วนตัวเลขที่พิมพ์ด้วยตัวหนาคือจุดที่พบสัตว์หน้าดินมากที่สุด

(1 หมายถึง บริเวณที่มีกระชังปลากะพงขาวหนาแน่น ส่วน 2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออก

ไปเป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ)

a,b เป็นชนิดเดียวกับ *Apseudes* sp.1 และ *Apseudes* sp.2 ตามลำดับ ที่รายงานโดย Angsupanich และ Kuwabara, 1995 (Personal communication)

ตาราง 5 ชนิดสัตว์หน้าดินที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 (แนว 2)

ชนิด	จำนวนสูงสุด	2541 - 2542			
	(ตัว/ตารางเมตร)	มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Coelenterata					
Unidentified sp.1	4	1			
Platyhelminthes					
Unidentified sp.	8		2		
Annelida					
Polychaeta					
Capitellidae					
Heteromastus sp.	20			2,3,6	6
Mediomastus sp.	276	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	3,4,6
Glyceridae					
Glycera sp.2	28	2,5,6	1,2,3,4,5,6		
Glycera sp.3	4		1,2,3,5		
Hesionidae					
Hesionides sp.	16	1,3,6	2,3		
Ophiodromus sp.	28	1,3,4,5,6	1,5		
Lumbrineridae					
Unidentified sp.	4	1,5	3		
Nephtyidae					
Nephtys sp. may be new species	136	1,2,3,4,5,6	1,2,4,5	1	1,2,3,4,5,6
Nereidae					
Nereidae larvae	16	1,3,5	1,3,5,6	2,3,4,5,6	4
Dendronereis pinnaticirris Grube	16	2,3,4,5,6	1,3		
Ceratonereis burmensis Monro	208	1,2,3,4,6	1,5	1,2,3,4,6	1,3,4,5,6
Leonates sp.	112	1,3,4	4,5,6	1,2,4	
Opheliidae					
Ophelina sp.	12	5	3,4,5,6		
Paraonidae					
Aricidea sp.	64	1,2,3	1,2,3,5	3,4,6	
Paraonella sp.1	176	2,3,4,5,6	2,3,4,5,6		
Pilargiidae					
Sigambra phuketensis Licher and Westheide	48	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5		
Polynoidae					
Unidentified sp.	4	2			
Sabellidae					
Jasmineira sp.	260	2,3,4,5,6	2,3,5		

ตาราง 5 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542			
		มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Spionidae					
Spionidae larvae	4		5		
Minuspio sp.	88	2,3,4,5,6	3,5,6	2,3,4,5,6	
Pseudopolydora sp.	208	1,2,3,4,5,6	1,2,3,5		
Prionospio sp.2	56	3,6	1,2,3		
Crustacea					
Amphipoda					
Aoridae					
Grandidierella sp.	380	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,6	1,2,3,4,5,6	1,2
Hyalidae					
Hyale sp.1	4	1			
Hyale sp.2	4	1			
Ischyroceridae					
Photis sp.	392	1,2,3,4,5,6	1,2,3,5,6		
Melitidae					
Melita sp.1	180	1,2,3,4,5,6	1,2,3	1,2,3	1,4
Melita sp.2	80	3,5,6	1,2		1,6
Victoriopisa sp.	16	2,3,5	1	1,2	1,2
Talitridae					
Unidentified sp.	4	6			
Orchestia sp.	8	4,6			
Decapoda					
Crab sp.	4				3
Grapsidae					
Unidentified sp.	12		6	4,5,6	
Leucosiidae					
Unidentified sp.	4			1	
Isopoda					
Anthuridae					
Amakusanthura sp.	24	2,4,5,6	2,6	2,3,4,5,6	6
Bopyridae					
Unidentified sp.1	4			6	
Unidentified sp.2	4			6	5
Gnathiidae					
Gnathia sp.	8		2		
Ligiidae					
Unidentified sp.	4		2,3		

ตาราง 5 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542			
		มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Sphaeromatidae					
Cassidinidea sp.	4	3,6	3		
Exosphaeroma sp.	4	6	1,2		
Shrimp					
Alpheidae					
Alpheus sp.2	4	6		3	
Alpheus malabaricus songkla subspecies nov.	8			2	4,6
Alpheus malabaricus malabaricus Fabricius	4			3	
Alpheus euphrosyne de Man	4	1			
Upogebiidae					
Upogebia sp.	36	5,6	1	1,2,5,6	3,5
Tanaidacea					
Apseudidae					
Ctenapseudes sp.[a]	1,864	1,2,3,4,5	1,2,3,5	1,2,3,4	1,2,3,4,5,6
Pagurapseudopsis sp.[o]	168	2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6
Tanaidae					
Tanais sp.	88	1,3,4,6	1,2,3,4,5,6		
Mollusca					
Gastropoda					
Gastropod sp.1	8	2	3	4,5,6	
Buccinidae					
Unidentified sp.	8	6	2		
Bullidae					
Bulla sp.	48		1		
Liliopidae					
Alaba sp.	16	3,4	3		
Marginellidae					
Marginella sp.	12	2,6	1,2	1,3,5	
Skeneopsidae					
Unidentified sp.	72	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5	1,2,4,5	
Stenothyridae					
Stenothyra sp.	148	2,3,4,5,6	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5,6	
Pelecypoda					
Bivalvia sp.1	12	3,4	3		
Bivalvia sp.2	64	4,6	1,2,4,5,6	1,4	
Arcidae					
Barbatia sp.	4	4			

ตาราง 5 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542			
		มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Corbulidae					
Corbula sp.	44	1,2,3,4,5	1,2,3,4,5	1	
Garidae					
Gari sp.	4	1			
Lucinidae					
Lucinoma sp.	72	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	2,3,4,5,6
Solenidae					
Solen sp.	8	3,5	2		
Chordata					
Pisces					
Carangidae					
Unidentified sp.	4	1			
Symbranchidae					
Macrotrema caligans Cantor	16		5		

หมายเหตุ

ตัวเลข 1 - 6 ในคอลัมภ์ที่ 3, 4, 5 และ 6 คือจุดเก็บตัวอย่างที่ระยะต่าง ๆ ส่วนตัวเลขที่พิมพ์ด้วยตัวหนาคือจุดที่พบสัตว์หน้าดินมากที่สุด

(1 หมายถึง บริเวณที่มีกระชังปลากะพงขาวหนาแน่น ส่วน 2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออก

ไปเป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ)

a,b เป็นชนิดเดียวกับ *Apseudes* sp.1 และ *Apseudes* sp.2 ตามลำดับ ที่รายงานโดย Angsupanich และ Kuwabara, 1995 (Personal communication)

ตาราง 6 ชนิดสัตว์หน้าดินที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 (แนว 3)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542			
		มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Platyhelminthes					
Unidentified sp.	4		3		
Annelida					
Polychaeta					
Capitellidae					
Heteromastus sp.	8	3,4,6	2,4	3,5	3,5
Mediomastus sp.	460	2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	3,4,6	6
Glyceridae					
Glycera sp.1	4	3			
Glycera sp.2	40	1,2,5,6	1,2,3,4,5,6		
Glycera sp.3	12	1	2,4,6		
Hesionidae					
Hesionides sp.	8	6	2,3,5,6		
Ophiodromus sp.	24	1,2,3,5,6	1,2,3,5,6		
Lumbrineridae					
Unidentified sp.	4	3	2		
Maldanidae					
Unidentified sp.	4	6			
Nephtyidae					
Nephtyidae larvae	4			3	
Nephtys sp. may be new species	228	1,2,3,4,5,6	1,2,5	2	1,2,3,4,5,6
Nereidae					
Nereidae larvae	16	1,2,6	2,3,5,6	1,2	2,4
Dendronereis pinnaticirris Grube	12	1,3,4,6	1,6		
Ceratonereis burmensis Monro	48	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,6	1,6	1,2,3,4,5
Leonates sp.	36	2,3,6	2,3,4,6	1,2,6	1
Ophellidae					
Ophelina sp.	48	6	1,2,3,4,5,6		
Paraonidae					
Aricidea sp.	36	3	3		
Paraonella sp.1	44	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6		
Paraonella sp.2	8	3	2,5		
Pilargiidae					
Pilargiidae larvae	4		6		
Sigambra phuketensis Licher and Westheide	88	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	6	
Polynoidae					
Unidentified sp.	4	4,5	1		

ตาราง 6 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนสูงสุด	2541 - 2542			
	(ตัว/ตารางเมตร)	มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Sabellidae					
Jasmineira sp.	68	1,2,4,5,6	1,3,4		
Spionidae					
Spionidae larvae	4	3	5		
Minuspio sp.	56	1,2,3,4,5,6	1,2,5,6		
Pseudopolydora sp.	48	1,2,3,4,5,6	1,2,5		
Prionospio sp.1	4		5		
Prionospio sp.2	12		1,2		
Crustacea					
Amphipoda					
Aoridae					
Grandidierella sp.	420	1,2,3,4,5,6	1,2,5	1,2,3,4,5,6	1,2,3,5,6
Hyalidae					
Hyale sp.1	8	1,4			
Hyale sp.2	8	6			
Ischyroceridae					
Photis sp.	212	1,2,3,4,5,6	1,2,5		
Melitidae					
Melita sp.1	120	1,2,3,4,5,6	1,5	1,3,4,5	1,2,3,4,5,6
Melita sp.2	32	1,2,3,5,6		5	2,3,4,5,6
Victoriopisa sp.	56	1,4		2	1,2,5
Talitridae					
Unidentified sp.	16	3			
Decapoda					
Crab larvae	4			3	
Grapsidae					
Unidentified sp.	4			4	
Hymensomatidae					
Halicarcinus sp.	4	4			
Leucosiidae					
Unidentified sp.	4			1	
Isopoda					
Anthuridae					
Amakusanthura sp.	12	2,6	2,3,5,6	2,5,6	1,5,6
Ligiidae					
Unidentified sp.	4	3			

ตาราง 6 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542			
		มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Shrimp					
Alpheidae					
Alpheus sp.1	4	3			
Alpheus malabaricus songkla subspecies nov.	12	3,6	3,4	6	3
Alpheus euphrosyne de Man	4	2,3			
Upogebiidae					
Upogebia sp.	56	5,6	5,6	1,3,5,6	6
Tanaidacea					
Apseudidae					
Ctenapseudes sp.[a]	1,336	1,3,4,5,6	2,3,5	1,2,4,5	1,2,3,4,5,6
Pagurapseudopsis sp.[c]	152	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6
Tanaidae					
Tanais sp.	24	1,3,5,6	2,3,5,6	4	
Mollusca					
Gastropoda					
Gastropod sp.1	4		5	1	
Litiopidae					
Alaba sp.	4	2			
Marginellidae					
Marginella sp.	24	3	5	1,2,6	2,4
Skeneopsidae					
Unidentified sp.	96	1,2,3,6	1,2,3,5	1,2,4	
Stenothyridae					
Stenothyra sp.	20		1,2,3,5	1,2,3,4,5,6	
Pelecypoda					
Bivalvia sp.1	4	1,4	3,6		
Bivalvia sp.2	20	2,3,4	1,2,3,4,5	1	
Arcidae					
Barbatia sp.	4	4			
Corbulidae					
Corbula sp.	596	1,3,4,5	1,3,4	1,3	1,4
Garidae					
Gari sp.	4	3			
Lucinidae					
Lucinoma sp.	180	2,3,4,5,6	2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	2,3,4,5
Mytilidae					
Modiola sp.	12		1,2		

ตาราง 6 (ต่อ)

ชนิด	จำนวนสูงสุด (ตัว/ตารางเมตร)	2541 - 2542			
		มิถุนายน	กันยายน	ธันวาคม	มีนาคม
Solenidae					
Solen sp.	8	5,6	1,2		
Veneridae					
Unidentified sp.	16	6			
Chordata					
Pisces					
Carangidae					
Unidentified sp.	4	6			
Goblidae					
Unidentified sp.	4			4	
Periophinalmidae					
Unidentified sp.	4			4	
Symbranchidae					
Macrotrema caligans Cantor	8	4		4	2

หมายเหตุ

ตัวเลข 1 - 6 ในคอลัมภ์ที่ 3, 4, 5 และ 6 คือจุดเก็บตัวอย่างที่ระยะต่าง ๆ ส่วนตัวเลขที่พิมพ์ด้วยตัวหนาคือจุดที่พบสัตว์หน้าดินมากที่สุด

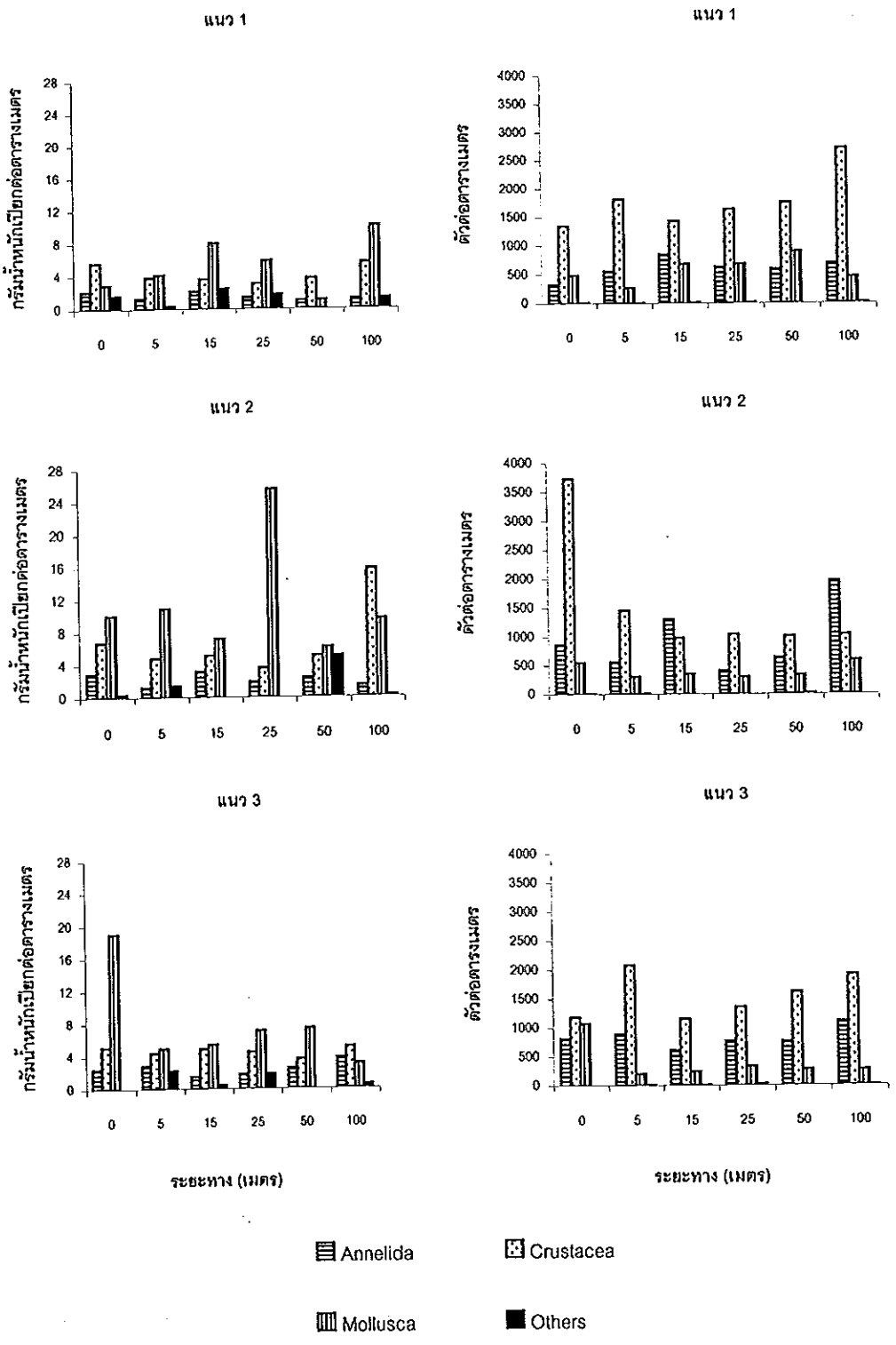
(1 หมายถึง บริเวณที่มีกระชังปลากะพงขาวหนาแน่น ส่วน 2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออก

ไปเป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ)

a,b เป็นชนิดเดียวกับ *Apseudes* sp.1 และ *Apseudes* sp.2 ตามลำดับ ที่รายงานโดย Angsupanich และ Kuwabara, 1995 (Personal communication)

สัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษามีความชุกชุมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4 ถึง 15,032 ตัวต่อตารางเมตร สำหรับแนว 1 พบสัตว์หน้าดินความชุกชุมสูงสุด (เฉลี่ย 11,884 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ แนว 2 (เฉลี่ย 11,644 ตัวต่อตารางเมตร) และแนว 3 (เฉลี่ย 11,116 ตัวต่อตารางเมตร) ตามลำดับ (ภาพประกอบ 16) เมื่อเปรียบเทียบสัตว์หน้าดินในแต่ละเดือนพบว่า สัตว์หน้าดินมีความชุกชุมสูงสุด ในเดือนมิถุนายน 2541 (เฉลี่ย 11,348 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ เดือนมีนาคม 2542 (เฉลี่ย 11,084 ตัวต่อตารางเมตร) และเดือนกันยายน 2541 (เฉลี่ย 6,444 ตัวต่อตารางเมตร) ตามลำดับ ในขณะที่เดือนธันวาคม 2541 พบสัตว์หน้าดินมีความชุกชุมต่ำสุด (เฉลี่ย 5,764 ตัวต่อตารางเมตร)

จากการสำรวจสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษาทุก ๆ 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2542 พบสัตว์หน้าดินมีมวลชีวภาพรวม 299.36 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร โดยสัตว์หน้าดินในไฟลัม Mollusca มีมวลชีวภาพสูงสุด (148.64 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ Crustacea (94.34 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) Annelida (36.95 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ตามลำดับ ส่วน Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida และ Chordata เป็นกลุ่มของสัตว์หน้าดินที่มีค่ามวลชีวภาพน้อยมาก (19.43 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) และจากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินทั้ง 3 แนว พบสัตว์หน้าดินมีมวลชีวภาพสูงสุดในแนว 2 (130.89 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) โดยที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 เมตร เป็นจุดที่มีมวลชีวภาพสูงสุด (31.11 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) และที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร เป็นจุดที่มีมวลชีวภาพต่ำสุด (15.59 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ แนว 3 (94.74 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) โดยมีมวลชีวภาพสูงสุดที่จุดกระชัง (36.01 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) และที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร เป็นจุดที่มีมวลชีวภาพต่ำสุด (12.78 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ในขณะที่แนว 1 เป็นแนวที่มีมวลชีวภาพต่ำสุด (73.73 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) โดยที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร เป็นจุดที่มีมวลชีวภาพสูงสุด (18.05 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) และที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร เป็นจุดที่มีมวลชีวภาพต่ำสุด (5.73 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนที่มีมวลชีวภาพสูงสุดได้แก่ เดือนกันยายน 2541 (121.37 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ เดือนธันวาคม 2541 (81.83 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) และเดือนมีนาคม 2542 (72.96 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ตามลำดับ ส่วนเดือนมิถุนายน 2541 เป็นเดือนที่มีมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินต่ำที่สุด (23.20 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) (ภาพประกอบ 16)



ภาพประกอบ 16 มวลชีวภาพและจำนวนตัวของสัตว์หน้าดินกลุ่มต่าง ๆ ในแต่ละแนว

การแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินชนิดต่าง ๆ ตลอดการศึกษา พบว่าส่วนใหญ่เป็นสัตว์หน้าดินในกลุ่ม crustacea โดยมี *Ctenapseudes* sp. เป็นสัตว์หน้าดินชนิดเด่น ซึ่งพบกระจายอยู่ทั่ว ๆ ไปในพื้นที่ศึกษาตลอดทั้งปี และมีปริมาณมากในเดือนมีนาคม 2542 รองลงมาเป็นสัตว์หน้าดินในกลุ่ม polychaeta โดยมี *Mediomatus* sp. เป็นชนิดเด่นที่พบทุกครั้งจากการเก็บตัวอย่าง แต่พบปริมาณน้อยในเดือนมีนาคม 2542 (ความเค็ม 1.2-2.6 พีเอสยู) สำหรับการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินชนิดต่าง ๆ ในแต่ละแนวมีรายละเอียดดังนี้

แนว 1 สัตว์หน้าดินชนิดเด่นคือ *Ctenapseudes* sp. พบมากที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร (2,164 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร (1,456 ตัวต่อตารางเมตร) และพบน้อยสุดที่จุดกระชัง (756 ตัวต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนที่พบ *Ctenapseudes* sp. มากที่สุดได้แก่ เดือนมีนาคม 2542 (7,060 ตัวต่อตารางเมตร) ซึ่งเป็นช่วงที่น้ำมีความเค็มต่ำ (1.3-2.7 พีเอสยู) นอกจากนั้นยังพบสัตว์หน้าดินในกลุ่มหอยฝาเดียวได้แก่ *Stenothyra* sp. พบมากรองจาก *Ctenapseudes* sp. โดยพบมากที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร (472 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 และ 25 เมตร (432 ตัวต่อตารางเมตร) และพบน้อยสุดที่จุดกระชัง (76 ตัวต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนที่พบ *Stenothyra* sp. มากที่สุดได้แก่ เดือนมิถุนายน 2541 (760 ตัวต่อตารางเมตร) เป็นที่น่าสังเกตว่า *Aricidea* sp., *Glycera* sp.2, *Mediomatus* sp., *Minuspio* sp. และ *Sigambra phuketensis* เป็นสัตว์หน้าดินที่พบทุกครั้งจากการเก็บตัวอย่าง ยกเว้นในเดือนมีนาคม 2542 ส่วน *Capitella* sp. พบเฉพาะแนว 1 ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร (เดือนมิถุนายน 2541) (4 ตัวต่อตารางเมตร) เท่านั้น

แนว 2 สัตว์หน้าดินที่พบเด่นคือ *Ctenapseudes* sp. พบมากที่จุดกระชัง (2,420 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 เมตร (684 ตัวต่อตารางเมตร) และพบน้อยสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร (136 ตัวต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนที่พบ *Ctenapseudes* sp. มากที่สุดได้แก่ เดือนมีนาคม 2542 (2,072 ตัวต่อตารางเมตร) เช่นเดียวกับแนว 1 นอกจากนั้นยังพบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม polychaeta ได้แก่ *Mediomatus* sp. ซึ่งพบมากรองจาก *Ctenapseudes* sp. โดยพบมากที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร (1,156 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร (220 ตัวต่อตารางเมตร) และพบน้อยสุดที่จุดกระชัง (64 ตัวต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนที่พบ *Mediomatus* sp. มากที่สุดได้แก่ เดือนกันยายน 2541 (1,160 ตัวต่อตารางเมตร) ส่วน *Pagurapseudopsis* sp., *Grandidierella* sp., *Melita* sp.1, *Lucinoma* sp., *Ceratonereis burmensis* และ *Nephtys* sp. พบกระจายทั่วไป

แนว 3 สัตว์หน้าดินชนิดเด่นคือ *Ctenapseudes* sp. พบมากที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร (1,388 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร (876 ตัวต่อตารางเมตร) และพบน้อยสุดที่จุดกระชัง (244 ตัวต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนที่พบ *Ctenapseudes* sp. มากที่สุดได้แก่ เดือนมีนาคม 2542 (4,224 ตัวต่อตารางเมตร) เช่นเดียวกับแนว 1 และ แนว 2 นอกจากนั้นยังพบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม polychaeta ได้แก่ *Mediomatus* sp. ซึ่งพบมากรองจาก *Ctenapseudes* sp. โดยพบมากที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 เมตร (540 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 และ 100 เมตร (496 ตัวต่อตารางเมตร) และพบน้อยสุดที่จุดกระชัง (80 ตัวต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนที่พบ *Mediomatus* sp. มากที่สุดได้แก่ เดือนมิถุนายน 2541 (1,204 ตัวต่อตารางเมตร) ในขณะที่ *Pagurapseudopsis* sp., *Grandidierella* sp., *Melita* sp.1, *Lucinoma* sp., *Ceratonereis burmensis* และ *Nephtys* sp. พบกระจายทั่วไป ส่วน *Glycera* sp.1 พบเฉพาะแนว 3 ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร (เดือนมิถุนายน 2541) (4 ตัวต่อตารางเมตร) เท่านั้น

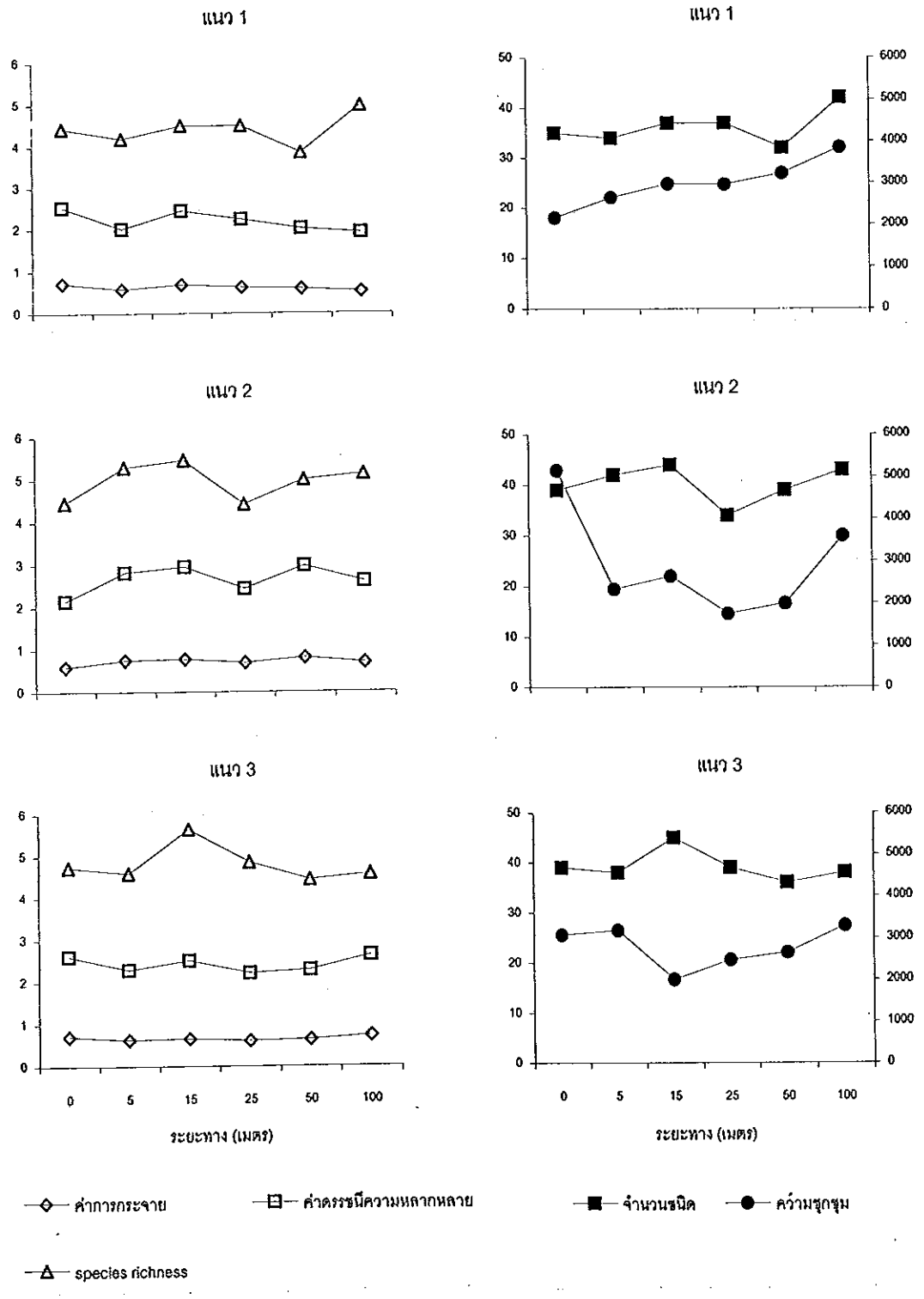
3. Univariate analysis ของประชาคมสัตว์หน้าดิน

จากการวิเคราะห์ Univariate ของประชาคมสัตว์หน้าดิน ในแต่ละแนวพบว่า

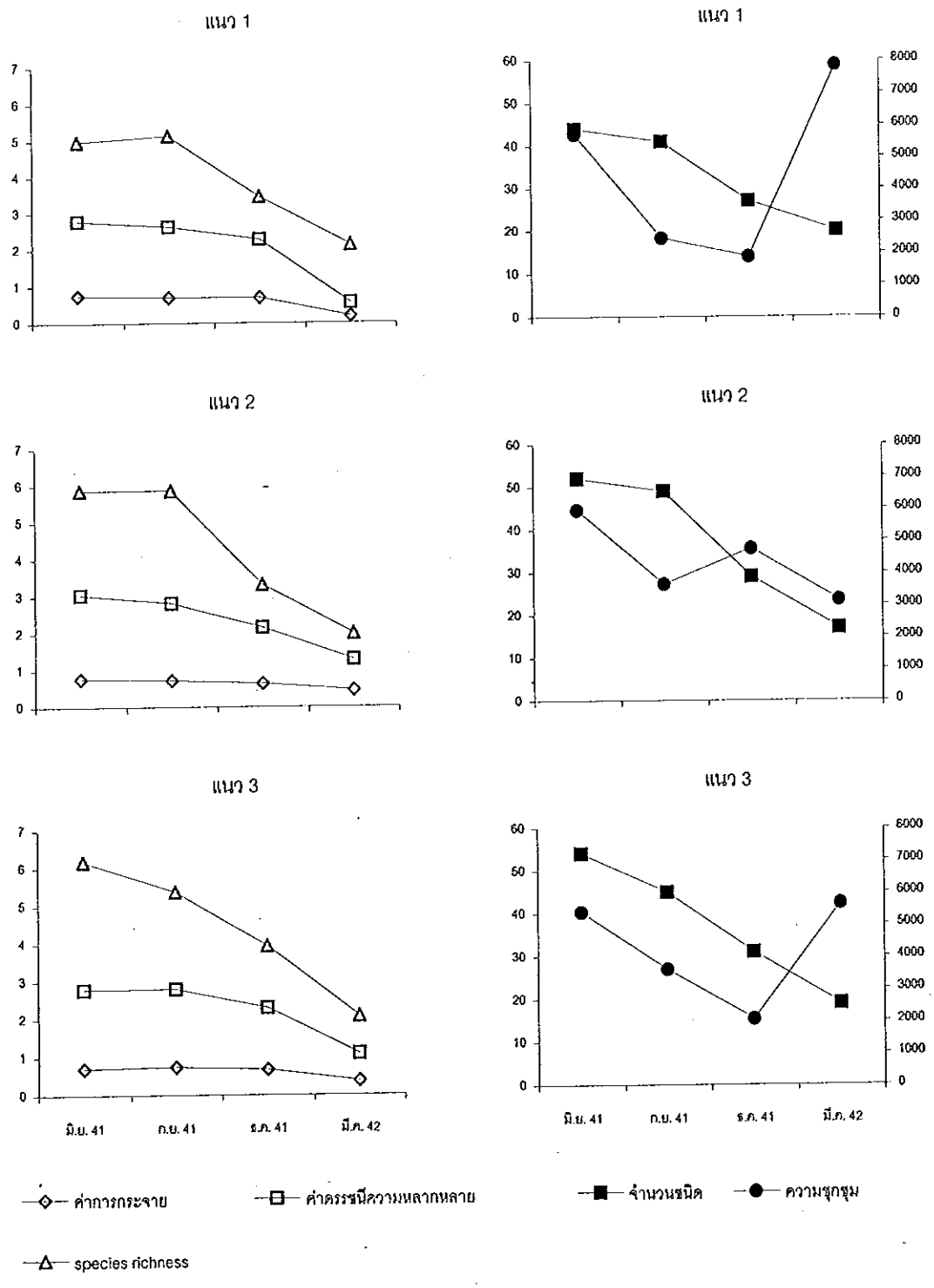
แนว 1 มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายสูงสุดที่จุดกระชัง (2.53 และ 0.71 ตามลำดับ) และต่ำสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร (1.91 และ 0.51 ตามลำดับ) สำหรับเดือนมิถุนายน 2541 เป็นเดือนที่มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายสูงสุด (2.78 และ 0.74 ตามลำดับ) และต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 (0.54 และ 0.18 ตามลำดับ) ซึ่งเป็นเดือนที่มีฝนตกหนัก ส่วน species richness และ จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินมีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร (4.97 และ 42 ตามลำดับ) และต่ำสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร (3.84 และ 32 ตามลำดับ) สำหรับเดือนกันยายน 2541 เป็นเดือนที่มีค่า species richness สูงสุด (5.13) ซึ่งใกล้เคียงกับเดือนมิถุนายน 2541 ส่วนจำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินพบสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2541 (44) เป็นที่น่าสังเกตว่า ดรรชนีความหลากหลาย การกระจาย และ จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2541 และมีค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 ในขณะที่ความชุกชุมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร (3,848 ตัวต่อตารางเมตร) และต่ำสุดที่จุดกระชัง (2,164 ตัวต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนมีนาคม 2542 เป็นเดือนมีค่าความชุกชุมเฉลี่ยสูงสุด (7,840 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพประกอบ 17 และ 18)

แนว 2 มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร (2.97 และ 0.81 ตามลำดับ) และต่ำสุดที่จุดกระชัง (2.15 และ 0.59 ตามลำดับ) สำหรับเดือนมิถุนายน 2541 เป็นเดือนที่มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายสูงสุด (3.04 และ 0.77 ตามลำดับ) และต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 (1.28 และ 0.45 ตามลำดับ) เช่นเดียวกับแนว 1 ส่วน species richness และ จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินมีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร (5.46 และ 44 ตามลำดับ) และต่ำสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 เมตร (4.42 และ 34 ตามลำดับ) สำหรับเดือนมิถุนายน 2541 เป็นเดือนที่มีค่า species richness และ จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินสูงสุด (5.87 และ 52 ตามลำดับ) เป็นที่น่าสังเกตว่า ดรรชนีความหลากหลาย การกระจาย species richness และ จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2541 และมีค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 ในขณะที่ความชุกชุมเฉลี่ยมีค่าสูงสุดที่จุดกระชัง (5,152 ตัวต่อตารางเมตร) และต่ำสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 เมตร (1,752 ตัวต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนมิถุนายน 2541 เป็นเดือนที่มีค่าความชุกชุมเฉลี่ยสูงสุด (5,948 ตัวต่อตารางเมตร) (ภาพประกอบ 17 และ 18)

แนว 3 มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร (2.64 และ 0.73 ตามลำดับ) และต่ำสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 เมตร (2.22 และ 0.61 ตามลำดับ) สำหรับเดือนกันยายน 2541 เป็นเดือนที่มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายสูงสุด (2.80 และ 0.74 ตามลำดับ) และต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 (1.08 และ 0.37 ตามลำดับ) สำหรับ species richness และ จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินมีค่าสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร (5.65 และ 45 ตามลำดับ) และต่ำสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร (4.44 และ 36 ตามลำดับ) สำหรับเดือนมิถุนายน 2541 เป็นเดือนที่มีค่า species richness และ จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินสูงสุด (6.17 และ 54 ตามลำดับ) เป็นที่น่าสังเกตว่า ดรรชนีความหลากหลาย การกระจาย species richness และ จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2541 และมีค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 ในขณะที่ความชุกชุมมีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่มีระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร (3,292 ตัวต่อตารางเมตร) และต่ำสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร (2,008 ตัวต่อตารางเมตร) สำหรับเดือนมีนาคม 2542 เป็นเดือนที่มีค่าความชุกชุมเฉลี่ยสูงสุด (5,648 ตัวต่อตารางเมตร) และใกล้เคียงกับเดือนมิถุนายน 2541 (ภาพประกอบ 17 และ 18)



ภาพประกอบ 17 การเปลี่ยนแปลงค่าการกระจาย ดรรชนีความหลากหลาย species richness จำนวนชนิด และความชุกชุมของสัตว์หน้าดิน (ตัวต่อตารางเมตร) ในแต่ละจุดของแต่ละแนว

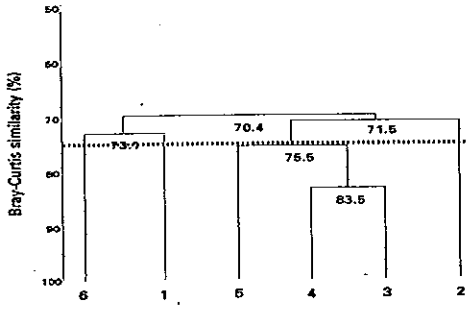


ภาพประกอบ 18 การเปลี่ยนแปลงค่าการกระจาย ดรรชนีความหลากหลาย species richness จำนวนชนิด และความชุกชุมของสัตว์หน้าดิน (ตัวต่อตารางเมตร) ในแต่ละเดือนของแต่ละแนว

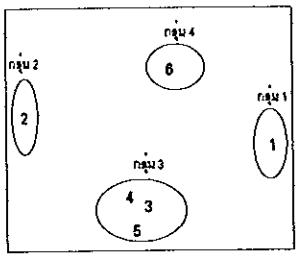
4. Multivariate analysis ของประชาคมสัตว์หน้าดิน

4.1 Multivariate analysis ของประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสัตว์หน้าดินในแนว 1 ด้วยวิธี Cluster (ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %) และ MDS (stress = 0.01) สามารถจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่ม 1 ได้แก่ บริเวณจุดกระชัง กลุ่ม 2 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร กลุ่ม 3 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15, 25 และ 50 เมตร ส่วนกลุ่ม 4 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร (ภาพประกอบ 19 และ 20) ค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละจุด (ภาคผนวก ค) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 %



ภาพประกอบ 19 ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %



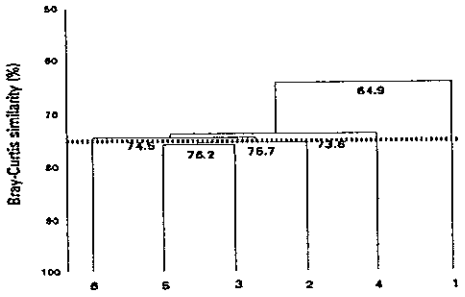
ภาพประกอบ 20 แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 19

หมายเหตุ

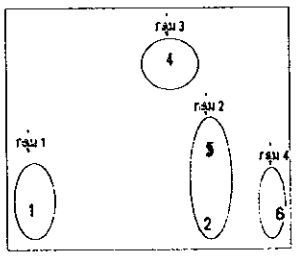
1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสัตว์หน้าดินในแนว 2 ด้วยวิธี Cluster (ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %) และ MDS (stress = 0.00) สามารถจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่ม 1 ได้แก่ บริเวณจุดกระชัง กลุ่ม 2 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5, 15 และ 50 เมตร กลุ่ม 3 และ กลุ่ม 4 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 และ 100 เมตร ตามลำดับ (ภาพประกอบ 21 และ 22) ค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละจุด (ภาคผนวก ค) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 %



ภาพประกอบ 21 ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %



ภาพประกอบ 22 แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 21

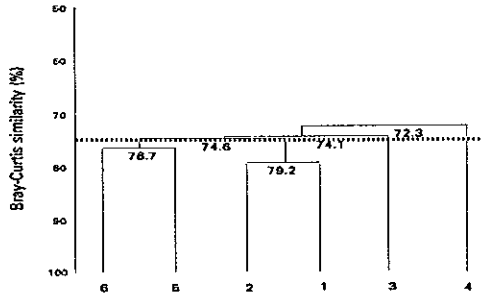
หมายเหตุ

1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

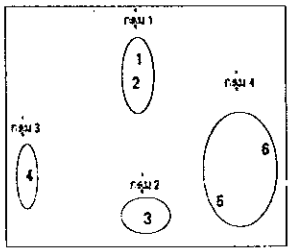
2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง

5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสัตว์หน้าดินในแนว 3 ด้วยวิธี Cluster (ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %) และ MDS (stress = 0.05) สามารถจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่ม 1 ได้แก่ บริเวณจุดกระชังและที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร กลุ่ม 2 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร กลุ่ม 3 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 25 เมตร ส่วนกลุ่ม 4 ได้แก่ ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 และ 100 เมตร (ภาพประกอบ 23 และ 24) ค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละจุด (ภาคผนวก ค) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 %



ภาพประกอบ 23 ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %



ภาพประกอบ 24 แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ของแนว 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 23

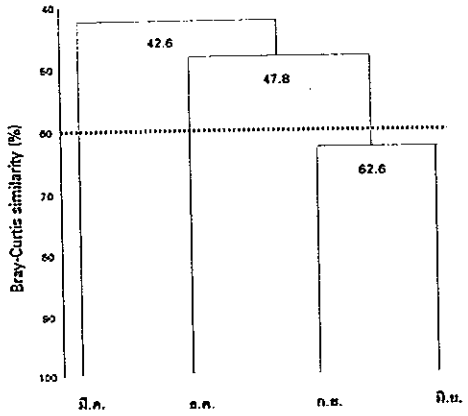
หมายเหตุ

1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

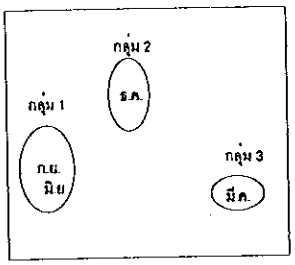
2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ

4.2 Multivariate analysis ของประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสัตว์หน้าดินในแนว 1 ด้วยวิธี Cluster (ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60 %) และ MDS (stress = 0.00) สามารถจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่ม 1 ได้แก่ เดือนมิถุนายน 2541 และ เดือนกันยายน 2541 กลุ่ม 2 ได้แก่ เดือนธันวาคม 2541 กลุ่ม 3 ได้แก่ เดือนมีนาคม 2542 (ภาพประกอบ 25 และ 26) ค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละเดือน (ภาคผนวก ค) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 %

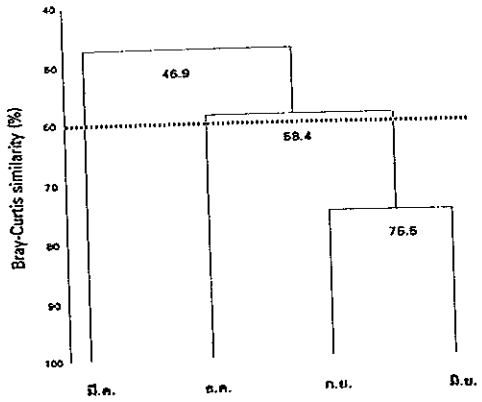


ภาพประกอบ 25 ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60 %

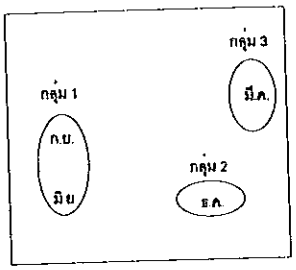


ภาพประกอบ 26 แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 1 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 25

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสัตว์หน้าดินในแนว 2 ด้วยวิธี Cluster (ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60 %) และ MDS (stress = 0.00) สามารถจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่ม 1 ได้แก่ เดือนมิถุนายน 2541 และ เดือนกันยายน 2541 กลุ่ม 2 ได้แก่ เดือนธันวาคม 2541 กลุ่ม 3 ได้แก่ เดือนมีนาคม 2542 (ภาพประกอบ 27 และ 28) ค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละเดือน (ภาคผนวก ค) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 %

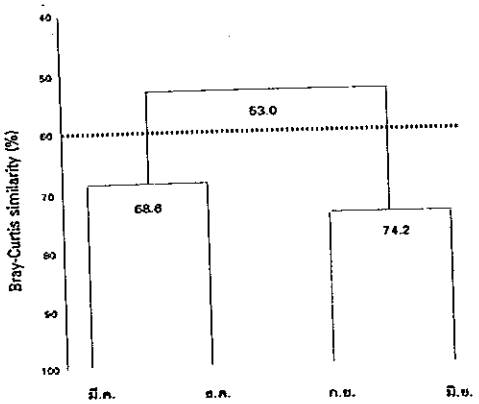


ภาพประกอบ 27 ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60 %

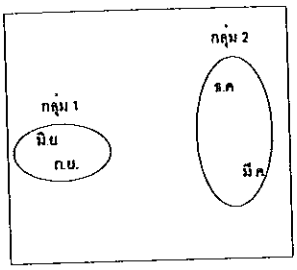


ภาพประกอบ 28 แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 27

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสัตว์หน้าดินในแนว 3 ด้วยวิธี Cluster (ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60 %) และ MDS (stress = 0.00) สามารถจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่ม 1 ได้แก่ เดือนมิถุนายน 2541 และ เดือนกันยายน 2541 กลุ่ม 2 ได้แก่ เดือนธันวาคม 2541 และ เดือนมีนาคม 2542 (ภาพประกอบ 29 และ 30) ค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละเดือน (ภาคผนวก ค) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 %



ภาพประกอบ 29 ภาพ Dendrogram ของการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Cluster ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60 %



ภาพประกอบ 30 แสดงการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาของแนว 3 ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS โดยจัดแบ่งกลุ่มตามผลการวิเคราะห์ Cluster จากภาพประกอบ 29

ตอนที่ 3

5. สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดิน

ผลจากการวิเคราะห์เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดิน เมื่อวิเคราะห์โดยรวมปัจจัยสิ่งแวดล้อม 13 ปัจจัย ในพื้นที่ศึกษาพบว่า มีค่าสหสัมพันธ์ (best variable combination , ρ_w) สูงสุดเท่ากับ 0.71 โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อประชาคมสัตว์หน้าดินมากที่สุดประกอบไปด้วย 4 ปัจจัย ได้แก่ อินทรีย์วัตถุในตะกอนดินศักย์ไฟฟ้าของตะกอนดิน ไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดิน และ %clay นอกจากนั้นพบว่า ค่าสหสัมพันธ์มีแนวโน้มลดลงเมื่อจำนวนตัวแปรปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่นำมาวิเคราะห์ร่วมกับประชาคมสัตว์หน้าดินเพิ่มมากขึ้น (ตาราง 7)

ตาราง 7 ค่า Harmonic rank correlation coefficient ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษา

k	ค่าสหสัมพันธ์ (Best variable combinations, ρw)
1	%OM (0.61)
2	%OM, Eh (0.60)
3	%OM, Eh, %TKN (0.65)
4	%OM, Eh, %TKN, %clay (0.71)
5	%OM, Eh, %TKN, %clay, Depht (0.50)
6	%OM, Eh, %TKN, %clay, Depht, Salinity (0.55)
7	%OM, Eh, %TKN, %clay, Depht, Salinity, DO (0.51)
8	%OM, Eh, %TKN, %clay, Depht, Salinity, DO, Tempw (0.48)
9	%OM, Eh, %TKN, %clay, Depht, Salinity, DO, Tempw, Temps (0.42)
10	%OM, Eh, %TKN, %clay, Depht, Salinity, DO, Tempw, Temps, %silt (0.40)
11	%OM, Eh, %TKN, %clay, Depht, Salinity, DO, Tempw, Temps, %silt, %sand (0.38)
12	%OM, Eh, %TKN, %clay, Depht, Salinity, DO, Tempw, Temps, %silt, %sand, pHs (0.30)
13	%OM, Eh, %TKN, %clay, Depht, Salinity, DO, Tempw, Temps, %silt, %sand, pHs, pHw (0.25)

หมายเหตุ

k คือ จำนวนตัวแปรปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่นำมาวิเคราะห์หาสหสัมพันธ์

Tempw, Temps, pHw และ pHs คือ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิตะกอนดิน พีเอชน้ำ และ พีเอชในตะกอนดิน ตามลำดับ

5.1 สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่

ผลจากการการวิเคราะห์เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดิน เมื่อวิเคราะห์โดยรวมปัจจัยสิ่งแวดล้อม 13 ปัจจัย ของแต่ละจุดในแนว 1 พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดที่จุดกระชัง ประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพียงตัวแปรเดียวได้แก่ อินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน (0.75) และต่ำสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 15 เมตร ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพียงตัวแปรเดียวได้แก่ %clay (0.50) (ตาราง 8)

ตาราง 8 ค่า Harmonic rank correlation coefficient ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินในแนว 1

จุด	Max correlation	ตัวแปรปัจจัยสิ่งแวดล้อม											
	(ρw)	pHs	Temps	%OM	%TKN	Salinity	Depht	Tempw	pHw	DO	Eh	%clay	%silt	%sand
1	0.75			/										
2	0.50											/		
3	0.53				/									
4	0.64			/										
5	0.70											/		
6	0.58			/										

หมายเหตุ

1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง

5, 15, 25, 50 และ100 เมตร ตามลำดับ

Tempw, Temps, pHw และ pHs คือ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิตะกอนดิน พีเอชน้ำ และ พีเอชในตะกอนดิน ตามลำดับ

ผลจากการการวิเคราะห์เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินของแต่ละจุดในแนว 2 พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 15 เมตร ประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพียงตัวแปรเดียวได้แก่ อินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน (0.78) และต่ำสุดที่จุดกระชังซึ่งประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพียงตัวแปรเดียวได้แก่ %clay (0.35) (ตาราง 9)

ตาราง 9 ค่า Harmonic rank correlation coefficient ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินในแนว 2

จุด	Max correlation	ตัวแปรปัจจัยสิ่งแวดล้อม											
	(ρw)	pHs	Temps	%OM	%TKN	Salinity	Depht	Tempw	pHw	DO	Eh	%clay	%silt	%sand
1	0.35											/		
2	0.65				/									
3	0.78			/										
4	0.76			/										
5	0.76			/										
6	0.48											/		

หมายเหตุ

1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง

5, 15, 25, 50 และ100 เมตร ตามลำดับ

Tempw, Temps, pHw และ pHs คือ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิตะกอนดิน พีเอชน้ำ และ พีเอชในตะกอนดิน ตามลำดับ

ผลจากการการวิเคราะห์เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินของแต่ละจุดในแนว 3 พบว่า มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 100 เมตร ประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพียงตัวแปรเดียวได้แก่ อินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน (0.75) และต่ำสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 15 และ 50 เมตร ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อมเพียงตัวแปรเดียวได้แก่ %clay (0.19) (ตาราง 10)

ตาราง 10 ค่า Harmonic rank correlation coefficient ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินในแนว 3

จุด	Max correlation	ตัวแปรปัจจัยสิ่งแวดล้อม											
	(ρw)	pHs	Temps	%OM	%TKN	Salinity	Depht	Tempw	pHw	DO	Eh	%clay	%silt	%sand
1	0.51				/									
2	0.40			/										
3	0.19											/		
4	0.21											/		
5	0.19											/		
6	0.75			/										

หมายเหตุ

1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงจุดที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง

5, 15, 25, 50 และ100 เมตร ตามลำดับ

Tempw, Temps, pHw และ pHs คือ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิตะกอนดิน พีเอชน้ำ และ พีเอชในตะกอนดิน ตามลำดับ

5.2 สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลา

ผลจากการการวิเคราะห์เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละเดือนพบว่า มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดในเดือนธันวาคม 2541 ประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อม 4 ตัวแปร ได้แก่ อินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน ไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดิน ศักย์ไฟฟ้าของตะกอนดิน และ %clay (0.73) และมีค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อม 2 ตัวแปรได้แก่ ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดิน และ ความเค็มของน้ำ (0.40) (ตาราง 11)

ตาราง 11 ค่า Harmonic rank correlation coefficient ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินที่มีค่าสูงสุดในแต่ละเดือน

เดือน	Max correlation	ตัวแปรปัจจัยสิ่งแวดล้อม											
	(ρw)	pHs	Temps	%OM	%TKN	Salinity	Depht	Tempw	pHw	DO	Eh	%clay	%silt	%sand
มิถุนายน	0.47			/	/							/		
กันยายน	0.60			/								/		
ธันวาคม	0.73			/	/						/	/		
มีนาคม	0.40				/	/								

หมายเหตุ

1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

Tempw, Temps, pHw และ pHs คือ อุณหภูมิน้ำ อุณหภูมิตะกอนดิน พีเอชน้ำ และ พีเอชในตะกอนดิน ตามลำดับ

บทที่ 4

วิจารณ์ผล

ตอนที่ 1

1. ลักษณะบางประการของน้ำและตะกอนดินในพื้นที่ศึกษา

ความลึก อุณหภูมิ และ พีเอชของน้ำในพื้นที่ศึกษา มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณบ้านไร่ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก (Rakkheaw, 1994 : 14-15) สำหรับความเค็มของน้ำมีค่าต่ำมากในเดือนมีนาคม 2542 (1.3-2.7 พีเอสยู) เนื่องจากในช่วงก่อนการเก็บตัวอย่างมีฝนตกหนัก ส่งผลให้มีปริมาณน้ำจืดมาก (ภาคผนวก ก.) แตกต่างจากการศึกษาของยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และคณะ (2535 : 7) รายงานว่าบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก น้ำมีระดับความเค็มต่ำสุดในเดือนธันวาคม (0.3 พีพีที) ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 2.3-7.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าต่ำที่จุดกระชัง โดยเฉพาะที่จุดกระชังในแนว 3 (เดือนมิถุนายน 2541) และที่จุดกระชังในแนว 1 (เดือนกันยายน 2541) พบว่ามีค่าต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร (พบเพียง 2 ครั้งเท่านั้นจากการเก็บตัวอย่าง) และมีค่าต่ำกว่าค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (มีค่าไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัม ต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2538 : 34) เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่อื่น ๆ พบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำที่จุดกระชังในพื้นที่ศึกษามีค่าต่ำกว่าที่จุดกระชังเลี้ยงปลา *Dicentrarchus labrax* และ *Sparus aurata* ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศกรีซ (Papoutsoglou, *et al.* 1996 : 30) และต่ำกว่าจุดกระชังเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ทางทิศตะวันตกของ Peninsular ประเทศมาเลเซีย (Arulampalam, *et al.* 1998 : 620) แต่มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ณ จุดกระชังเลี้ยงปลาบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา (พิชิต ศรีมุกดา และ จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ, 2538 : 7-8) ส่วนปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่างอื่น ๆ ในพื้นที่ศึกษาพบว่า มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณอื่น ๆ ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก ดังเช่น บริเวณหน้าเกาะยอ (ภาสกร ถมพลกรัง และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, 2538 : 7) และบริเวณกลางทะเลสาบสงขลา (ภาสกร ถมพลกรัง และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, 2542 : 21)

จากการจัดกลุ่มคุณภาพน้ำในเชิงพื้นที่โดยวิธี PCA สามารถจัดกลุ่มคุณภาพน้ำได้ 2 กลุ่ม ทั้ง 3 แนว (แนว1 และ แนว 2 กลุ่ม 1 ประกอบด้วยจุดกระชังเพียงจุดเดียว ในขณะที่แนว 2 กลุ่ม 1 ประกอบด้วยจุดกระชังและที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร) เนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน ในขณะที่พารามิเตอร์อื่น ๆ มีค่าแตกต่างกันน้อยและมีค่าใกล้เคียงกับคุณภาพน้ำบริเวณกลางทะเลสาบสงขลา (Rakkheaw, 1994 : 14-15) สำหรับการจัดกลุ่มคุณภาพน้ำในเชิงเวลามีการจัดกลุ่มคุณภาพน้ำค่อนข้างเด่นชัดเช่นเดียวกัน โดยพบว่าความเค็มของน้ำในเดือนมีนาคม 2542 มีค่าต่ำกว่าเดือนอื่น ๆ เนื่องจากในช่วงก่อนการเก็บตัวอย่างมีฝนตกหนัก (ภาคผนวก ก) ส่งผลทำให้การจัดกลุ่มในเดือนนี้ถูกแยกออกจากเดือนอื่น ๆ

สำหรับคุณภาพตะกอนดินในพื้นที่ศึกษาพบว่า เนื้อดินเป็นดินเหนียวทุกจุดแตกต่างจากเนื้อดินบริเวณกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวบ้านเขาแดง เขาเขียว และ เกาะยอ ที่พบว่าเนื้อดินเป็น loamy sand (เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก, 2531 : 4-5) อุณหภูมิในแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียงกัน พีเอชมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักและมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละจุด โดยมีค่าอยู่ในช่วงระดับเป็นกลาง (6.6-7.3) ถึงเป็นด่างปานกลาง (7.9-8.4) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2523) และมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Chatupote, *et al.* (1994 : 146-147) สำหรับค่าศักย์ไฟฟ้ามีช่วงของการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างกว้าง โดยมีค่าต่ำที่จุดกระชังและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังมากขึ้น และมีค่าต่ำกว่าค่าศักย์ไฟฟ้าเฉลี่ยของตะกอนดินบริเวณบ้านไร่ ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก [(-18)-(+161) มิลลิโวลต์] (Chatupote, *et al.* 1994 : 149) เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่ต่าง ๆ (ตาราง 30) พบว่าที่จุดกระชังในพื้นที่ศึกษามีค่าศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 0.57-1.87 เปอร์เซ็นต์ (ดินแห้ง) ซึ่งอยู่ในช่วงระดับต่ำ (0.5-1.0 เปอร์เซ็นต์) ถึงระดับปานกลาง (1.5-2.5 เปอร์เซ็นต์) (กรมพัฒนาที่ดิน, 2523) และมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณอินทรีย์วัตถุบริเวณบ้านไร่ ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก (Chatupote, *et al.* 1994 : 145) แต่มีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวที่บ้านหัวเขาในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (ทะเลสาบสงขลาตอนนอก) อาจเนื่องจากวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์, 2540 : 9) จากการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสภาพของตะกอนดินมีการสะสมของพวกอินทรีย์สารที่เกิดจากเศษอาหารที่เหลือและตกค้างสู่พื้นดินก้นกระชังน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณอาหารที่นำมาเลี้ยงปลามีปริมาณค่อนข้างน้อยและไม่แน่นอนโดยให้อาหาร 1 - 2 วันต่อครั้งแล้วแต่โอกาสจะอำนวย (เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง, การติดต่อส่วนบุคคล) ทำให้มีเศษอาหารเหลือตกค้างบริเวณก้นกระชังน้อย ส่วนไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินมีค่าอยู่ระหว่าง 0.025-0.118 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับ

ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินบริเวณบ้านไร่ ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก) (Chatupote, *et al.* 1994 : 149)

ตาราง 30 เปรียบเทียบค่าศักย์ไฟฟ้าในตะกอนดิน บริเวณกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่ต่าง ๆ

พื้นที่ศึกษา	ปี	ค่าศักย์ไฟฟ้า (มิลลิโวลต์)
Lynn of Lorne[1]	1992	(+48) - (+104)
Loch Creran1[1]	1992	(+15) - (+288)
Loch Creran2[1]	1992	(+42) - (+220)
Lower Loch Fyne[1]	1993	(+44) - (+361)
East Mull[1]	1990	(+48) - (+278)
บริเวณบ้านล่างท่าเสา ทะเลสาบสงขลาตอนล่าง	1998 - 1999	
แนว 1		(-87.5) - (-75.8)
แนว 2		(-87.0) - (-44.7)
แนว 3		(-73.0) - (-22.5)

ที่มา : [1]Henderson and Ross, 1995 : 662

ผลจากการจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินในเชิงพื้นที่โดยวิธี PCA พบว่ามีการจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินค่อนข้างชัดเจนทั้ง 3 แนว เนื่องปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินในแต่ละจุดมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจนกว่าพารามิเตอร์อื่น ๆ โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังเพิ่มขึ้นและมีค่าใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Chatupote, *et al.* (1994 : 146-147) แสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังประมาณ 700 กระชัง ในพื้นที่ 1.6 ตารางกิโลเมตร ส่งผลต่อการสะสมของอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินน้อย อาจเนื่องจากปริมาณอาหารที่ให้ค่อนข้างน้อยทำให้มีเศษอาหารเหลือตกค้างบริเวณก้นกระชังน้อย และส่วนหนึ่งอาจจะมาจากทำเลที่ตั้งมีกระแสน้ำหมุนเวียนค่อนข้างดี ซึ่งกระแสน้ำจะมีส่วนช่วยลดการสะสมของสารอินทรีย์

ในตะกอนดิน สำหรับการจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินในเชิงเวลาสามารถจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินได้เพียงกลุ่มเดียว ทั้ง 3 แนว เนื่องจากค่าเฉลี่ยคุณภาพตะกอนดินทั้ง 8 พารามิเตอร์ ของแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกัน, ผลจากการจัดกลุ่มครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการผันแปรของฤดูกาลไม่ได้ส่งต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพตะกอนดินในเชิงเวลา

ตอนที่ 2

2. สัตว์หน้าดิน

สัตว์หน้าดินที่สำรวจพบจากการศึกษาครั้งนี้มีจำนวน 7 ไฟลัม ได้แก่ Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida, Annelida, Mollusca, Crustacea และ Chordata แต่สัตว์หน้าดินในไฟลัม Coelenterata, Platyhelminthes และ Priapulida สำรวจพบปริมาณน้อยมาก โดยแนว 1 พบสัตว์หน้าดินทั้ง 7 ไฟลัม ในขณะที่แนว 2 พบสัตว์หน้าดิน 6 ไฟลัมเหมือนกับแนว 1 (ยกเว้นสัตว์หน้าดินในไฟลัม Priapulida) ส่วนแนว 3 พบสัตว์หน้าดิน 5 ไฟลัมเหมือนกับแนว 1 (ยกเว้นสัตว์หน้าดินในไฟลัม Coelenterata และ Priapulida) สัตว์หน้าดินที่สำรวจพบเหมือนกับรายงานการศึกษาของ Angsupanich และ Kuwabara (1995 : 115-125) บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก 4 ไฟลัม ได้แก่ ไฟลัม Annelida, Mollusca, Crustacea และ Chordata นอกจากนั้นเหมือนกับรายงานการศึกษาของยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์ (2540 : 17-21) บริเวณทะเลสาบสงขลา 3 ไฟลัม ได้แก่ ไฟลัม Annelida, Mollusca และ Crustacea สำหรับสัตว์หน้าดินในไฟลัม Coelenterata, Platyhelminthes และ Priapulida ไม่มีรายงานว่าเคยพบในทะเลสาบสงขลา แต่มีรายงานว่าพบสัตว์หน้าดินไฟลัม Coelenterata และ Platyhelminthes บริเวณคลองพะวง (Angsupanich and Kuwabara, 1999 : 4) ซึ่งเป็นคลองที่เชื่อมต่อกับทะเลสาบสงขลาตอนล่าง

ผลจากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินตลอดการศึกษาพบสัตว์หน้าดินจำนวน 91 ชนิด ซึ่งจัดว่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับสัตว์หน้าดิน จำนวน 122 ชนิด ที่พบบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอกตั้งแต่ปากรอจนถึงปากทะเลสาบสงขลา (Angsupanich and Kuwabara, 1995 : 116-120) ทั้งนี้อาจเนื่องจากขนาดของพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้มีขนาดเล็กกว่าทำให้มีโอกาสพบตัวอย่างสัตว์หน้าดินที่เป็นชนิดหายาก (rare species) น้อย และจากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินทั้ง 3 แนว พบว่าสัตว์หน้าดินมีความหลากหลายของชนิดใกล้เคียงกัน อาจเนื่องจากแนวการเก็บตัวอย่างทั้ง 3 แนว อยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้ ๆ กัน ตลอดจนปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลาย ๆ อย่างไม่ว่าจะเป็น คุณภาพน้ำ

และคุณภาพตะกอนดินในแต่ละแนวมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกันตลอดการศึกษา สำหรับ แนว 2 และ แนว 3 พบว่า สัตว์หน้าดินมีจำนวนชนิดใกล้เคียงกัน (67 และ 68 ชนิด ตามลำดับ) โดยที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินสูงสุดของทั้ง 2 แนว ส่วนแนว 1 พบสัตว์หน้าดินเพียง 64 ชนิด โดยที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร เป็นจุดมีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินสูงที่สุด ส่วนที่จุดกระชังของทั้ง 3 แนว พบว่า สัตว์หน้าดินมีจำนวนชนิดใกล้เคียงกันและมากกว่าบริเวณกระชังเลี้ยงปลาทางทิศตะวันตกของเกาะ Bergen ประเทศนอร์เวย์ (11 ชนิด) (Johannessen, *et al.* 1994 : 59)

ตลอดการศึกษาพบสัตว์หน้าดินในไฟลัม Crustacea และ ไฟลัม Annelida (พบเฉพาะ polychaetes) สูงสุดและมีสัดส่วนเท่ากัน (35.17 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Angsupanich และ Kuwabara (1995 : 115-116) บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก (crustacea และ polychaetes พบกลุ่มละ 36 เปอร์เซ็นต์) ส่วนสัตว์หน้าดินกลุ่มที่พบบ่อยในพื้นที่ศึกษาได้แก่ *Ctenapseudes* sp., *Pagurapseudopsis* sp., *Amakusanthura* sp., *Melita* sp.1, *Victoriopisa* sp., *Grandidierella* sp., *Upogebia* sp., *Alpheus malabaricus songkla*, *Mediomastus* sp., *Heteromastus* sp., *Nephtys* sp., Nereidae larvae, *Leonnates* sp., *Ceratonereis burmensis*, *Lucinoma* sp., *Corbula* sp., *Alaba* sp. และ Skeneopsidae (Unidentified sp.) ซึ่งบางชนิดมีในรายงานการศึกษาของ Angsupanich และ Kuwabara (1995 : 117-120) บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก นอกจากนั้นพบสัตว์หน้าดินบางชนิดได้แก่ *Ctenapseudes* sp. และ *Pagurapseudopsis* sp. มีไข่แก่ในเดือนกันยายน เนื่องจากความเค็มของน้ำในช่วงดังกล่าวมีค่าค่อนข้างสูงและคงที่ (25.5 พีเอสยู) จึงอาจจะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเจริญพันธุ์ของสัตว์หน้าดินชนิดนี้ และพบสัตว์หน้าดินทั้ง 2 ชนิด ความชุกชุมสูงในเดือนมีนาคม 2542 เมื่อน้ำมีระดับความเค็มต่ำ 1.3-2.7 พีเอสยู

มวลชีวภาพรวมของสัตว์หน้าดินตลอดการศึกษา 299.36 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร ซึ่งจัดว่ามีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดิน บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก (Kuwabara and Angsupanich, 1995 : 82-85) สาเหตุเนื่องจากสัตว์หน้าดินที่พบเป็นพวกหอย (148.64 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ทำให้มวลชีวภาพที่ได้เป็นส่วนหนึ่งของน้ำหนักเปลือก เช่นเดียวกับรายงานการศึกษาของ Brown, *et al.* (1987 : 40) ซึ่งชั่งสัตว์หน้าดินจำพวกหอยทั้งเปลือก รองลงมาได้แก่สัตว์หน้าดินในไฟลัม Crustacea (94.34 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) ซึ่งเป็นสัตว์หน้าดินกลุ่มที่พบชุกชุมสูงสุด

จากการเก็บตัวอย่างครั้งนี้พบว่าสัตว์หน้าดินในกลุ่ม tanaidacea (Crustacea) สกุล *Ctenapseudes* sp. มีความชุกชุมสูงที่สุด และพบทุกจุดตลอดการเก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะแนว 1

จากการเก็บตัวอย่างครั้งนี้พบว่าสัตว์หน้าดินในกลุ่ม tanaidacea (Crustacea) สกุล *Ctenapseudes* sp. มีความชุกชุมสูงที่สุด และพบทุกจุดตลอดการเก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะแนว 1 ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร แนว 2 ที่จุดกระชัง และแนว 3 ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 5 เมตร เป็นจุดที่พบสัตว์หน้าดินชนิดนี้ชุกชุมสูง โดยพบชุกชุมสูงในเดือนมีนาคม 2542 เนื่องจากความเค็มของน้ำในช่วงเดือนนี้มีค่าต่ำ (1.3-2.7 พีเอสยู) ซึ่งความเค็มของน้ำอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ควบคุมอัตราการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินชนิดนี้ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์ (2540 : 21, 31) รายงานว่า พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม tanaidacea ชุกชุมสูงสุด และมีปริมาณมากถึง 61.8 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนสัตว์หน้าดินที่พบทั้งหมดจากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา แต่พบชุกชุมสูงบริเวณทะเลหลวง โดยเฉพาะในเดือนมีนาคม พบสัตว์หน้าดินในกลุ่มนี้ชุกชุมสูงกว่าเดือนอื่น ๆ สำหรับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม tanaidacea มีแนวโน้มลดลงเมื่อระยะทางออกสู่ปากทะเลสาบ นอกจากนี้ Angsupanich และ Kuwabara (1995 : 115) รายงานว่า พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม tanaidacea ชุกชุมสูงบริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก ยกเว้นบริเวณใกล้ปากทะเลสาบสงขลา ไม่พบสัตว์หน้าดินในกลุ่มนี้เลย เนื่องจากเป็นบริเวณที่น้ำมีความเค็มสูง ส่วนสัตว์หน้าดินกลุ่มที่พบชุกชุมรองลงมาได้แก่ polychaetes สกุล *Mediomastus* sp. และ *Nephtys* sp. โดยพบกระจายอยู่ทั่วไปและพบชุกชุมสูงในเดือนมิถุนายน 2541 ซึ่งเป็นเดือนที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินสูงกว่าเดือนอื่น ๆ สัตว์หน้าดินกลุ่มที่พบชุกชุมรองลงมาจาก polychaetes ได้แก่ gastropods ซึ่งเป็นพวกหอยฝาเดียว สกุล *Stenothyra* sp. และ Skeneopsidae (Unidentified sp.) นอกจากนั้นยังพบ pelecypods ซึ่งเป็นพวกหอย 2 ฝา กระจายอยู่ทั่วไป โดยเฉพาะ *Lucinoma* sp. และ *Corbula* sp. สำหรับสัตว์หน้าดินจำพวกหอยทั้ง 4 ชนิด พบชุกชุมต่ำในเดือนมีนาคม 2542 ซึ่งบางชนิดไม่พบเลยในเดือนนี้ อาจเนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ดังเช่น ความเค็มของน้ำที่ลดต่ำลง อินทรีย์วัตถุในตะกอนดินมีค่าค่อนข้างต่ำ เป็นต้น เป็นที่น่าสังเกตว่าผลจากการศึกษาครั้งนี้พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม polychaetes สกุล *Capitella* sp. ซึ่งเป็นสัตว์หน้าดินในครอบครัว Capitellidae เพียงครั้งเดียว แตกต่างจากผลการศึกษาของ Henderson และ Ross (1995 : 666) รายงานว่าพบ *Capitella capitata* ชุกชุมสูงรอบ ๆ กระชังเลี้ยงปลา บริเวณ Lynn of Lorne, Loch Spelve, Loch Creran 1, Lower Loch Fyne และ Loch Craignish เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Brown, *et al.* (1987 : 46) รายงานว่า ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 3 เมตร บริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชัง ชายฝั่งทางด้านทิศตะวันตกของประเทศสก๊อตแลนด์ พบ *Capitella capitata* ชุกชุมสูง นอกจากนั้น Chareonpanich, *et al.* (1994 : 314) รายงานว่า

Capitella sp.1 เป็นสัตว์หน้าดินที่ชอบอาศัยอยู่ในตะกอนดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง ส่วน Amio (1979 : 59-80) รายงานว่า บริเวณที่ไม่เกิดมลภาวะจะพบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม crustacea ชุกชุมสูง ส่วนสัตว์หน้าดินในกลุ่ม polychaetes พบชุกชุมต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากตะกอนดินในพื้นที่ศึกษามีปริมาณอินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางเท่านั้น

3. Univariate analysis ของประชาคมสัตว์หน้าดิน

ค่า Univariate สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องชี้บอกหรือตรวจสอบการเกิดมลภาวะในแหล่งน้ำได้ ดังเช่นบริเวณที่ไม่มีมลภาวะหรือมีมลภาวะน้อย ดรรชนีความหลากหลาย การกระจาย และ species richness จะมีค่าสูงกว่าบริเวณที่เกิดมลภาวะ (Dauer, 1993 : 253-256) เมื่อพิจารณาถึงค่า Univariate ของประชาคมสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษาพบว่า การกระจายของสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดของแต่ละแนวมีค่าใกล้เคียงกัน และใกล้เคียงกับค่าการกระจายบริเวณกระชังเลี้ยงปลากะพงขาว ที่บ้านหัวเขา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์, 2540 : 18) แต่ต่ำกว่าค่าการกระจายที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 3 เมตร บริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชัง ชายฝั่งทางด้านทิศตะวันตกของประเทศสก๊อตแลนด์ (Brown, *et al.* 1987 : 45) และต่ำกว่าค่าการกระจายบริเวณกระชังเลี้ยงปลา ทางทิศตะวันตกของเกาะ Bergen ประเทศนอร์เวย์ (Johannessen, *et al.* 1994 : 59) ส่วน species richness ในพื้นที่ศึกษาพบว่า มีค่าสูงกว่าบริเวณกระชังเลี้ยงปลากะพงขาว ที่บ้านหัวเขา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์, 2540 : 18) นอกจากนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่อื่น ๆ พบว่าที่จุดกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่ศึกษามีค่า species richness ต่ำกว่าที่จุดกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่อื่น ๆ (ตาราง 31) สำหรับค่าดรรชนีความหลากหลายของแต่ละจุดในแต่ละแนวมีค่าใกล้เคียงกันและสูงกว่าบริเวณกระชังเลี้ยงปลากะพงขาว ที่บ้านหัวเขา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์, 2540 : 18) (ยกเว้นที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร ในแนว 1) และสูงกว่าที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 3 เมตร บริเวณฟาร์มเลี้ยงปลาแซลมอนในกระชัง ชายฝั่งทางด้านทิศตะวันตกของประเทศสก๊อตแลนด์ (Brown, *et al.* 1987 : 45) ส่วนค่าดรรชนีความหลากหลายบริเวณกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่อื่น ๆ พบว่ามีค่าต่ำกว่าจุดกระชังในพื้นที่ศึกษา (ตาราง 31) เป็นที่น่าสังเกตว่าทั้ง 3 แนวการเก็บตัวอย่างมีค่าการกระจายและค่าดรรชนีความหลากหลายต่ำมากในเดือนมีนาคม 2542 เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ๆ เนื่องจากในเดือนนี้พบสัตว์หน้าดินจำนวนน้อยชนิดและสัตว์หน้าดินบางชนิดดังเช่น *Ctenapseudes* sp. มีปริมาณมาก อย่างไรก็ตามการใช้ค่าดรรชนีความหลากหลาย

เป็นเครื่องชี้บอกภาวะมลพิษ ซึ่งเป็นวิธีที่มีข้อจำกัดและไม่ได้สอดคล้องกับความเป็นจริงเสมอไป ดังเช่น แนว 1 ที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร มีสัตว์หน้าดิน 42 ชนิด แต่มีค่าดรรชนีความหลากหลาย (1.91) น้อยกว่าค่าดรรชนีความหลากหลายที่จุดกระชัง (2.53) ในแนวเดียวกัน ซึ่งมีสัตว์หน้าดินเพียง 35 ชนิด ที่เป็นดังนี้เนื่องมาจากที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร จำนวนสัตว์หน้าดินแต่ละชนิดมีค่าแตกต่างกันมาก Angsupanich และ Kuwabara (1999 : 12) รายงานว่า ผลจากการวิเคราะห์ลักษณะนี้มักเกิดขึ้นบ่อย ๆ อาจกล่าวได้ว่าเป็นจุดที่ต้องระวังในการใช้ค่าดรรชนีความหลากหลาย ซึ่งไม่ควรใช้ค่านี้โดยตรงในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ตาราง 31 เปรียบเทียบค่า species richness และ ค่าดรรชนีความหลากหลาย บริเวณกระชังเลี้ยงปลาในพื้นที่ต่าง ๆ

พื้นที่ศึกษา	species richness	ค่าดรรชนีความหลากหลาย
Lynn of Lorne[1]	3-58	0.17-4.72
Loch Spelve[1]	0-47	0.00-4.69
Loch Creran1[1]	13-54	0.78-4.50
Loch Creran2[1]	37-68	3.19-4.64
Lower Loch Fyne[1]	13-57	0.82-4.74
Upper Loch Fyne[1]	25-41	1.56-4.11
Loch Sween[1]	0-18	0.00-3.17
Loch Craignish[1]	2-34	0.23-4.35
East Mull[1]	7-86	0.86-4.06
บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง		
แนว 1	4.43	4.43
แนว 2	4.45	4.45
แนว 3	4.73	4.73

ที่มา : [1]Henderson and Ross, 1995 : 662

4. Multivariate analysis ของประชาคมสัตว์หน้าดิน

สำหรับผลการวิเคราะห์ Multivariate นั้น สามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้บอกหรือตรวจสอบการเกิดมลภาวะในแหล่งน้ำได้ เช่นเดียวกับ Univariate analysis (ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และนิคม ละอองศิริวงศ์, 2540 : 33) ผลการวิเคราะห์ Cluster และ MDS ของประชาคมสัตว์หน้าดินตามจุดต่าง ๆ (ในเชิงพื้นที่) พบว่าการจัดกลุ่มของประชาคมสัตว์หน้าดินมีแนวโน้มคล้ายคลึงกันสูง อาจเนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดของแต่ละแนวอยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้ ๆ กันหรืออาจขึ้นอยู่กับอิทธิพลขององค์ประกอบทางเคมีของตะกอนดินมีความคล้ายคลึงกัน เมื่อพิจารณาในเดือนต่าง ๆ (ในเชิงเวลา) พบว่าเดือนมีนาคม 2542 (น้ำมีความเค็มต่ำ 1.3-2.7 พีเอสยู เนื่องจากมีปริมาณฝนตกชุก) มีชนิดของสัตว์หน้าดินที่พบเหมือนกับที่พบในเดือนอื่น ๆ ค่อนข้างน้อย ยกเว้นแนว 3 (เดือนมีนาคม 2542 มีความคล้ายคลึงกับเดือนธันวาคม 2541 สูง) และเป็นเดือนที่มีความหลากหลายของชนิดต่ำ แต่มีความชุกชุมสูงโดยเฉพาะ *Ctenapseudes* sp. ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความเค็ม สำหรับภาพ MDS ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดและแต่ละเดือนให้ผลเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ Cluster อาจเป็นเพราะค่า stress ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS มีค่าต่ำ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-0.05 ซึ่งสอดคล้องกับ Clarke และ Warwick (1994 : 5/12) รายงานว่าค่า stress ที่ได้จากการวิเคราะห์ MDS มีค่าน้อยกว่า 0.10 สามารถนำมาใช้อธิบายการจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้ดี และจากการวิเคราะห์ค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดและแต่ละเดือนพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 % อาจเนื่องจากประชาคมสัตว์หน้าดินมีความคล้ายคลึงกันสูง

ตอนที่ 3

5. สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประคมสัตว์หน้าดิน

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับสังคมสัตว์หน้าดินตามจุดต่าง ๆ ในแต่ละแนวและแต่ละเดือนมีค่าในระดับปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ สำหรับค่าสหสัมพันธ์ที่เหมาะสมในการอธิบายถึงอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อประชาคมสัตว์หน้าดินได้อย่างชัดเจนนั้นจะต้องมีค่ามากกว่า 0.80 (Clarke and Ainsworth, 1993 : 210) ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ มีอิทธิพลต่อสังคมสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษาน้อย ดังนั้นน่าจะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อสังคมสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งไม่ได้ทำการศึกษาและนำมาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมข้างต้น ได้แก่ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในตะกอนดิน ฟอสฟอรัสรวม และ ความโปร่งแสง เป็นต้น

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. ลักษณะบางประการของน้ำและตะกอนดินในพื้นที่ศึกษา

คุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาพบว่า ความลึก และ พีเอช มีการแปรผันอยู่ในช่วงแคบ ๆ ทั้ง 3 แนว (0.9-1.5 เมตร และ 6.97-7.86 ตามลำดับ) และมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละจุดของแต่ละแนว ตรงกันข้ามกับความเค็ม อุณหภูมิ และ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีการแปรผันอยู่ในช่วงกว้าง (1.2-26.5 พีเอสยู 25.8-32.6 องศาเซลเซียส และ 2.3-7.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) แต่มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละจุด ยกเว้นออกซิเจนที่ละลายน้ำพบว่ามีค่าต่ำที่จุดกระชังสำหรับความเค็มมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนมีนาคม 2542 ในขณะที่อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2541 ส่วนออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน 2541 (ที่จุดกระชังในแนว 3)

จากการวิเคราะห์ PCA เพื่อจัดกลุ่มคุณภาพน้ำ สามารถจัดกลุ่มคุณภาพน้ำในเชิงพื้นที่ได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม ทั้ง 3 แนว เนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ยของทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าแตกต่างกัน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำอีก 4 พารามิเตอร์ ในแต่ละจุดตลอดการศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนการจัดกลุ่มคุณภาพน้ำในเชิงเวลาสามารถจัดกลุ่มได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม ทั้ง 3 แนว เช่นเดียวกัน โดยเดือนมีนาคม 2542 ถูกแยกกลุ่มจากเดือนอื่น ๆ เนื่องจากความเค็มของน้ำในเดือนนี้มีค่าเฉลี่ยต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนอื่น ๆ

คุณภาพตะกอนดินทั้งทางด้านกายภาพและเคมีในพื้นที่ศึกษาพบว่า ลักษณะของเนื้อดินเป็นดินเหนียวทุกจุด พีเอช มีการแปรผันอยู่ในช่วงแคบ ๆ ทั้ง 3 แนว (6.92-7.91) และมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละจุดของแต่ละแนว ตรงกันข้ามกับอุณหภูมิมีการแปรผันอยู่ในช่วงกว้าง แต่มีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละจุด (26.0-31.0 องศาเซลเซียส) และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม 2541 สำหรับค่าศักย์ไฟฟ้าของตะกอนดินในสภาพสนามมีความแปรผันอยู่ในช่วง [(-87.5)-(+109.5)] มิลลิโวลต์ และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังมากขึ้น ส่วนอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินของทั้ง 3 แนว มีค่าอยู่ในระดับต่ำถึงระดับปานกลาง (0.57-1.87 เปอร์เซ็นต์ของดินแห้ง) โดยค่าเฉลี่ยของอินทรีย์วัตถุมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังเพิ่มขึ้น ส่วนไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดินมีค่าแปรผันอยู่ในช่วง 0.025-0.118 เปอร์เซ็นต์ และมีแนวโน้มลดลงเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ PCA เพื่อจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดิน สามารถจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินในเชิงพื้นที่ได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม ทั้ง 3 แนว เนื่องจากค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน ไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดิน และ ศักย์ไฟฟ้าของตะกอนดิน ในแต่ละจุดของแต่ละแนวมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ในขณะที่ค่าเฉลี่ยคุณภาพตะกอนดินอีก 5 พารามิเตอร์ มีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนการจัดกลุ่มคุณภาพตะกอนดินใน เชิงเวลาสามารถจัดกลุ่มได้เพียงกลุ่มเดียว เนื่องค่าเฉลี่ยคุณภาพตะกอนดินทั้ง 8 พารามิเตอร์ ในแต่ละเดือนตลอดการศึกษามีค่าใกล้เคียงกัน

2. **สัตว์หน้าดิน**

จากการสำรวจสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษา ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2541 ถึง เดือนมีนาคม 2542 พบสัตว์หน้าดินจำนวน 7 ไฟลัม ได้แก่ Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida, Annelida, Mollusca, Crustacea และ Chordata สำหรับแนว 1 พบสัตว์หน้าดินทั้ง 7 ไฟลัม ในขณะที่แนว 2 พบสัตว์หน้าดิน 6 ไฟลัม เหมือนกับแนว 1 ยกเว้นสัตว์หน้าดินในไฟลัม Priapulida ส่วนแนว 3 พบสัตว์หน้าดิน 5 ไฟลัม เหมือนกับแนว 1 ยกเว้นสัตว์หน้าดินในไฟลัม Coelenterata และ Priapulida สำหรับทั้ง 3 แนวการเก็บตัวอย่าง พบสัตว์หน้าดินในไฟลัม Crustacea ชุกชุมสูงสุด รองลงมาได้แก่ ไฟลัม Annelida ไฟลัม Mollusca และ อื่น ๆ (Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida และ Chordata) ตามลำดับ

ตลอดการศึกษาสัตว์หน้าดินกลุ่มที่พบชุกชุมสูงได้แก่ สัตว์หน้าดินในวงศ์ Apseudidae (Crustacea), Capitellidae (Annelida), Aoridae (Crustacea), Stenothyridae (Mollusca), Spionidae (Annelida) และ Skeneopsidae (Mollusca) ตามลำดับ สำหรับสัตว์หน้าดินกลุ่มที่พบทุกครั้งจากการเก็บตัวอย่างได้แก่ *Ctenapseudes* sp., *Pagurapseudopsis* sp., *Amakusanthura* sp., *Melita* sp.1, *Victoriopisa* sp., *Grandidierella* sp., *Upogebia* sp., *Alpheus malabaricus songkla*, *Mediomastus* sp., *Heteromastus* sp., *Nephtys* sp., Nereidae larvae, *Leonnates* sp., *Ceratonereis burmensis*, *Lucinoma* sp., *Corbula* sp., *Alaba* sp. และ Skeneopsidae (Unidentified sp.) ส่วน *Ctenapseudes* sp., *Pagurapseudopsis* sp., *Grandidierella* sp., *Photis* sp., *Mediomastus* sp., *Nephtys* sp., *Stenothyra* sp. และ Skeneopsidae (Unidentified sp.) เป็นสัตว์หน้าดินกลุ่มที่พบปริมาณมาก

จากการศึกษาครั้งนี้พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 91 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นสัตว์หน้าดินในไฟลัม Annelida 32 ชนิด Crustacea 32 ชนิด Mollusca 17 ชนิด และไฟลัมอื่น ๆ (Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida และ Chordata) 10 ชนิด สำหรับแนว 1 พบสัตว์หน้าดิน 64 ชนิด โดยที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมากชนิดที่สุด (64 ชนิด) ส่วนแนว 2 และ แนว 3 พบสัตว์หน้าดิน 67 และ 68 ชนิด ตามลำดับ โดยที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 15 เมตร เป็นจุดที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมากชนิดที่สุด (44 และ 45 ชนิด ตามลำดับ) สำหรับเดือนมิถุนายน 2541 เป็นเดือนที่มีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินมากชนิดที่สุด (71 ชนิด) ส่วนเดือนมีนาคม 2542 เป็นเดือนมีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินน้อยชนิดที่สุด (28 ชนิด)

สำหรับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 4 ถึง 15,032 ตัวต่อตารางเมตร และพบสัตว์หน้าดินชุกชุมสูงสุดในแนว 1 (11,884 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาได้แก่ แนว 2 (11,644 ตัวต่อตารางเมตร) และแนว 3 (11,116 ตัวต่อตารางเมตร) ตามลำดับ ส่วนเดือนที่พบสัตว์หน้าดิน ชุกชุมสูงสุดได้แก่ เดือนมิถุนายน 2541 (11,348 ตัวต่อตารางเมตร) และเดือนธันวาคม 2541 เป็นเดือนที่พบสัตว์หน้าดินชุกชุมน้อยที่สุด (5,764 ตัวต่อตารางเมตร)

มวลชีวภาพรวมของสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูง (299.36 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) โดยสัตว์หน้าดินในไฟลัม Mollusca มีมวลชีวภาพสูงสุด (เนื่องจากมีการชั่งสัตว์หน้าดินจำพวกหอยทั้งเปลือก) รองลงมาได้แก่ Crustacea, Annelida ตามลำดับ ส่วน Coelenterata, Platyhelminthes, Priapulida และ Chordata เป็นกลุ่มสัตว์หน้าดินที่มีค่ามวลชีวภาพน้อยสุด จากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินทั้ง 3 แนว พบว่า แนว 2 มีมวลชีวภาพสูงสุด (130.89 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) โดยที่ระยะห่างจากกระชัง 25 เมตร เป็นจุดที่มีมวลชีวภาพสูงสุด รองลงมาได้แก่แนว 3 (94.74 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) โดยที่จุดกระชังมีมวลชีวภาพสูงสุด ส่วนแนว 1 เป็นแนวที่พบมวลชีวภาพต่ำสุด (73.73 กรัมน้ำหนักเปียกต่อตารางเมตร) โดยที่ระยะห่างจากกระชัง 100 เมตร เป็นจุดที่มีมวลชีวภาพสูงสุด สำหรับเดือนที่มีมวลชีวภาพสูงสุดได้แก่ เดือนกันยายน 2541 เนื่องจากพบสัตว์หน้าดินจำพวกหอยชุกชุมและมีขนาดใหญ่ ในขณะที่เดือนมิถุนายน 2541 เป็นเดือนที่มีมวลชีวภาพต่ำที่สุด.

การแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินชนิดต่าง ๆ บริเวณพื้นที่ศึกษาพบว่า ส่วนใหญ่เป็นสัตว์หน้าดินในกลุ่ม crustacea ; *Ctenapseudes* sp. ซึ่งพบกระจายอยู่ทั่ว ๆ ไปในพื้นที่ศึกษาตลอดทั้งปีและพบปริมาณมากในเดือนมีนาคม 2542 ส่วน polychaeta ; *Mediomatus* sp. พบทุกครั้งจากการเก็บตัวอย่างแต่พบน้อยกว่า *Ctenapseudes* sp. และพบปริมาณน้อยในเดือน

มีนาคม 2542 สำหรับการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินชนิดต่าง ๆ ในแต่ละแนวพบว่ามีความแตกต่างกันไม่มาก และจากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินทั้ง 3 แนว พบ *Ctenapseudes* sp. เป็นสัตว์หน้าดินชนิดเด่นและพบกระจายทั่วไป)

จากการวิเคราะห์ Univariate ของประชาคมสัตว์หน้าดินทั้ง 3 แนว พบว่า แต่ละจุดมีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกัน เนื่องจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษามีการแปรผันน้อย โดยแนว 1 มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายสูงสุดที่จุดกระชัง ในขณะที่แนว 2 มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 50 เมตร แตกต่างจากแนว 3 มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายสูงสุดที่ระยะห่างจากจุดกระชัง 100 เมตร เป็นที่น่าสังเกตว่าจากการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินทั้ง 3 แนว พบว่าในเดือนมีนาคม 2542 มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายต่ำ เนื่องมาจากในเดือนนี้พบสัตว์หน้าดินน้อยชนิดแต่บางชนิดเช่น *Ctenapseudes* sp. พบปริมาณมาก ส่วนในเดือนอื่น ๆ มีค่าดรรชนีความหลากหลายและค่าการกระจายใกล้เคียงกัน

สำหรับการวิเคราะห์ Multivariate ของประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงพื้นที่ด้วยวิธี Cluster (ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 75 %) และ MDS (stress 0.01, 0.00 และ 0.05 ในแนว 1, 2 และ 3 ตามลำดับ) สามารถจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้ 4 กลุ่ม ทั้ง 3 แนว ส่วนค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดของแต่ละแนวไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 % ในขณะที่การวิเคราะห์ Multivariate ของประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาด้วยวิธี Cluster (ที่ระดับความคล้ายคลึงกัน 60 %) และ MDS (stress 0.00 ทั้ง 3 แนว) สามารถจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้ 3 กลุ่ม ในแนว 1 และ 2 ส่วนแนว 3 สามารถจัดกลุ่มประชาคมสัตว์หน้าดินได้เพียง 2 กลุ่ม เท่านั้น ส่วนค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละเดือนของแต่ละแนว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 95 %

3. สัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดิน

ผลจากการวิเคราะห์เพื่อหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินพบว่า ค่าสหสัมพันธ์มีแนวโน้มลดลง เมื่อมีจำนวนตัวแปรปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่นำมาวิเคราะห์ร่วมกับประชาคมสัตว์หน้าดินเพิ่มมากขึ้น สำหรับค่าสหสัมพันธ์สูงสุดในพื้นที่ศึกษาประกอบด้วยปัจจัยสิ่งแวดล้อม 4 คือ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน ศักย์ไฟฟ้าของตะกอนดิน ไนโตรเจนทั้งหมดในตะกอนดิน และ %clay (0.71) สำหรับค่าสหสัมพันธ์ในเชิงพื้นที่พบว่า แนว 1

มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดที่จุดกระชัง (0.75) แนว 2 มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดที่ระยะห่างจุดกระชัง 15 เมตร (0.78) และแนว 3 มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุดที่ระยะห่างจากกระชัง 100 เมตร (0.75) ส่วนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินในเชิงเวลาพบว่า เดือนธันวาคม 2541 เป็นเดือนที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงสุด (0.73) ส่วนเดือนมีนาคม 2542 เป็นเดือนที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำสุด (0.40) ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีอิทธิพลต่อประชาคมสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษาต่ำกว่า 0.80 (ค่าสหสัมพันธ์ที่เหมาะสมในการอธิบายถึงอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อประชาคมสัตว์หน้าดินได้อย่างชัดเจนต้องมีค่ามากกว่า 0.80) ดังนั้นน่าจะมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อประชาคมสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษาซึ่งไม่ได้ทำการศึกษา และนำมาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ศึกษาในครั้งนี้

4. สภาวะของพื้นที่ศึกษาในปัจจุบัน

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำและตะกอนดินพบว่า ในแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียง ถึงแม้ว่าบางจุดมีค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำกว่าค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำของค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2538 : 34) แต่พบเพียงช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ตลอดการศึกษาพบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 91 ชนิด โดยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีความหลากหลายของชนิดสัตว์หน้าดินใกล้เคียงกัน สำหรับสัตว์หน้าดินในกลุ่ม tanaidacea สกุล *Ctenapseudes* sp. พบชุกชุมสูง ส่วนสัตว์หน้าดินในกลุ่ม polychaeta พบกระจายอยู่ทั่วไปและไม่พบสัตว์หน้าดินชนิดใดเด่นเป็นพิเศษ อย่างไรก็ตามผลจากการศึกษาครั้งนี้ไม่พบสัตว์หน้าดินกลุ่มใดที่พอจะบ่งชี้ได้ว่าบริเวณพื้นที่ศึกษากำลังอยู่ในภาวะวิกฤต ตลอดจนผลการศึกษาคุณภาพน้ำมีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ยกเว้นออกซิเจนที่ละลายน้ำที่จุดกระชังพบเพียง 2 ครั้ง ที่มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2538 : 34) ส่วนคุณภาพตะกอนดินมีค่าใกล้เคียงกับบริเวณบ้านไร่ ในทะเลสาบสงขลาตอนนอก (ยกเว้นค่าศักย์ไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าบริเวณบ้านไร่) (Chatupote, *et al.* 1994 : 146-147) นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาปริมาณอินทรีย์วัตถุพบว่ามีค่าอยู่ในช่วงระดับต่ำถึงปานกลางเท่านั้น (กรมพัฒนาที่ดิน, 2523) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังประมาณ 700 กระชัง ในพื้นที่ 1.6 ตารางกิโลเมตร ส่งผลกระทบต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมและประชาคมสัตว์หน้าดินในพื้นที่ศึกษาและบริเวณใกล้เคียงน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากปริมาณอาหารที่ให้ค่อนข้างน้อยและไม่แน่นอน (1-2 วันต่อครั้งแล้วแต่โอกาส) นอกจากนั้นอิทธิพลจากการขึ้นลงของการกระแสน้ำ การไหลเวียนของกระแสน้ำ ตลอดจนน้ำจืดในช่วง

ฤดูฝนที่ไหลมาจากทะเลสาบตอนในมีส่วนช่วยชะล้างสารอินทรีย์ในพื้นที่ศึกษาออกสู่ปากทะเลสาบสงขลา

5. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้พอจะสรุปเป็นข้อเสนอแนะ 3 ประเด็นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ศึกษาและบริเวณอื่น ๆ ที่มีกิจกรรมการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง ให้เกิดความเหมาะสมและมีความยั่งยืนในการใช้ประโยชน์ต่อไป

5.1 การใช้พื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงปลาในกระชัง

5.1.1 ถ้าจะมีการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังในบริเวณพื้นที่ศึกษาเพิ่มขึ้น หรือจะมีการเลี้ยงปลาในกระชังเกิดขึ้นในบริเวณอื่น ๆ ควรจะมีการศึกษาถึงศักยภาพของพื้นที่ที่จะรองรับ เพื่อลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น ตลอดจนมีความยั่งยืนในการใช้ประโยชน์ โดยส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยรวมน้อยที่สุด ดังเช่น บริเวณบ้านล่างท่าเสา มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวประมาณ 700 กระชัง ในพื้นที่ประมาณ 1.6 ตารางกิโลเมตร บริเวณกระชังน้ำมีความลึกเฉลี่ย 1.2 เมตร มีลักษณะการให้อาหารที่ไม่แน่นอนและค่อนข้างน้อย (1-2 วันต่อครั้งแล้วแต่โอกาส) ประกอบกับได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของกระแสน้ำ การไหลเวียนของกระแสน้ำ ตลอดจนปริมาณน้ำจืดในช่วงฤดูฝนที่ไหลจากทะเลสาบตอนในมีส่วนช่วยชะล้างสารอินทรีย์ในพื้นที่ศึกษาออกสู่ปากทะเลสาบจากองค์ประกอบดังกล่าวข้างต้น ส่งผลทำให้การเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังในพื้นที่ศึกษาส่งผลกระทบต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อมและประชาคมสัตว์หน้าดิน บริเวณกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่นกับพื้นที่บริเวณใกล้เคียงน้อย แต่ถ้าจะมีจำนวนกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวเพิ่มขึ้นในบริเวณนี้หรือมีการเลี้ยงปลาในกระชังเกิดขึ้นในบริเวณอื่น ไม่สามารถสรุปได้ว่าผลกระทบเกิดขึ้นจะมีมากน้อยเพียงใด ดังนั้นควรจะมีการศึกษาถึงศักยภาพของพื้นที่ที่จะรองรับกิจกรรมที่จะเกิดขึ้นก่อน)

5.1.2 การสร้างกระชังของผู้เลี้ยงปลากะพงขาว ส่วนใหญ่เป็นการสร้างกระชังที่มีช่องว่างระหว่างกระชังน้อย ดังนั้นควรเพิ่มระยะห่างระหว่างกระชังแต่ละใบให้มากขึ้น เพื่อให้การถ่ายเทของน้ำทั้งภายนอกและภายในกระชังดีขึ้น รวมทั้งปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีโอกาสฟื้นตัวได้มากขึ้นก่อนที่จะไหลเข้าสู่กระชังที่อยู่ถัดไป

5.2 การเลือกใช้วิธีการในการประเมินผล

5.2.1 การใช้ค่าดรรชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index) เป็นเครื่องชี้บอกภาวะมลพิษ เป็นวิธีการที่มีข้อจำกัดและไม่สอดคล้องกับความเป็นจริงเสมอไป ซึ่งเป็นจุดที่ต้องระวังและไม่ควรใช้ค่านี้โดยตรงในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม ควรจะพิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบของชนิดและปริมาณด้วย

5.3 การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในทะเลสาบสงขลา ส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงกุ้งกุลาดำและการเลี้ยงปลาในกระชัง จากการสำรวจกระชังเลี้ยงปลาในช่วง พ.ศ. 2537-2538 บริเวณทะเลสาบสงขลา (เฉพาะในเขตจังหวัดสงขลา) พบกระชังเลี้ยงปลาเพียง 967 กระชัง (ทองเพชร สันบูกา, 2539 : 1-10) โดยในปี พ.ศ. 2541 พบกระชังเลี้ยงปลาทั้งสิ้น 4,050 กระชัง (พบในเขตจังหวัดสงขลา 3,561 กระชัง และพบในเขตจังหวัดพัทลุง 489 กระชัง) (ภาสกร ถมพลกรัง และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, 2542 : 49-50) จากตัวเลขข้างต้นแสดงให้เห็นถึงจำนวนกระชังเลี้ยงปลาที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แม้ว่าในปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงจะประสบปัญหาเรื่องโรค คุณภาพน้ำ อาหารปลาขาดแคลนและราคาผลผลิตตกต่ำบ้างก็ตาม สำหรับการเพิ่มขึ้นของกระชังเลี้ยงปลาโดยไม่มีการควบคุมดูแล อาจจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยรวมไม่มากก็น้อย ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงความสามารถในการรองรับของแหล่งเลี้ยงปลาว่าควรจะมีพื้นที่เท่าไหร่และมีจำนวนกระชังเลี้ยงปลาปริมาณมากน้อยเพียงใดจึงจะเหมาะสม และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศโดยรวมน้อยที่สุด

บรรณานุกรม

ขนิษฐา เขตสมุทร. 2524. "การเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง", เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2524 งานจัดและพัฒนาที่ดินชายทะเล กองประมงน้ำกร่อย กรมประมง. หน้า 1-16.

ควบคุมมลพิษ, กรม. กองจัดการคุณภาพน้ำ. 2538. เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย. กรุงเทพฯ : กรมควบคุมมลพิษ.

จุมพล สงวนสิน. 2533. "สัตว์พื้นทะเลบริเวณอ่าวระยอง", ใน รายงานสัมมนาวิชาการประจำปี 2533 กรมประมง, หน้า 425-436. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

_____. 2534. "ตะกอนพื้นทะเลในอ่าวไทยฝั่งตะวันออก (ช่องแสมสาร-ตราด)", ใน รายงานสัมมนาวิชาการประมง กรมประมง, หน้า 265-270. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. "ปัญหาสภาวะแวดล้อมทะเลสาบสงขลา", วารสารสงขลานครินทร์. 3 : 243-256.

ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์, สุทธิชัย เตมียวณิชย์, ณิฏฐารัตน์ จิรโรจน์, และ นงนารถ เซทที. 2521. "การศึกษาเกี่ยวกับความหนาแน่นของประชากรและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน", ใน สรุปผลซิมโปเซียมการสำรวจและวิจัยสภาวะน้ำเสียในน่านน้ำไทยวันที่ 20-25 มีนาคม 2521 สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, หน้า 209-214. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

ทองเพชร สันบูกา. 2539. ."พื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งในเขตภาคใต้ตั้งแต่ กันยายน 2537-กันยายน 2538", เอกสารเผยแพร่ ฉบับที่ 1/2539 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-34.

ประมง, กรม. กองประมงน้ำกร่อย. 2523. "การเลี้ยงปลากะพงขาว", ใน สรุปการสัมมนาเชิงอภิปรายประชุมวิชาการประมงน้ำกร่อย ครั้งที่ 1 วันที่ 26-29 สิงหาคม 2523, หน้า 60-78. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

พัฒนาที่ดิน, กรม. กองสำรวจดิน. 2523. คู่มือการจำแนกดินตามความเหมาะสมของดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน.

พานิชย์ สังข์เกษม และ เจิดแสง บุญแท้. 2527. "การประเมินผลการเลี้ยงปลากะพงขาวในจังหวัดภาคใต้ พ.ศ. 2527", เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2527 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-9.

พิชิต ศรีมุกดา และ จารุวัฒน์ นภีตะภัฏ. 2538. "ศักยภาพของปากน้ำบางปะกงในการอนุบาลและการเลี้ยงปลาในกระชังประเมินจากอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมต่อดุลออกซิเจน", เอกสารวิชาการฉบับที่ 36/2538 ศูนย์พัฒนาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จะเชิงเทรา กรมประมง. หน้า 1-26.

เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก. 2531. "สภาพตะกอนบริเวณแหล่งเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง บริเวณทะเลสาบสงขลาตอนนอก", เอกสารวิชาการฉบับที่ 8/2531 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-5.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์. 2533. "พันธุ์ปลาในทะเลสาบสงขลา (เพิ่มเติม)", ใน รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2533 กรมประมง, หน้า 386-453. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และ คณิต ไชยาคำ. 2525. "การศึกษานิเวศวิทยาในทะเลสาบสงขลา", ใน รายงานประจำปี สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, หน้า 238-259. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์, ไภษัชย์ แซ่จู่, สิริ ทุกข์วินาศ และ เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก. 2528. "การสำรวจผลการเก็บเกี่ยวของสัตว์น้ำและคุณภาพน้ำในทะเลสาบสงขลา", เอกสารวิชาการฉบับที่ 34/2528 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-9.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์ และ สิริ ทุกข์วินาศ. 2529. "ผลการศึกษาองค์ประกอบของสัตว์หน้าดิน", เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2529 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-7.

ไพโรจน์ สิริมนตาภรณ์, สุชาติ วิเชียรสรรค์ และ สุจิตรา กระบวนรัตน์. 2520. "การศึกษาชนิดและปริมาณเบนโทส ในทะเลสาบสงขลา", ใน รายงานสถานีประมงทะเลสงขลา กรมประมง, หน้า 312-330. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

มนุวดี หังสพฤกษ์. 2532. สมุทรศาสตร์เคมี. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มะลิ บุณยรัตผลิน และ จูอะดี พงศ์มณีรัตน์. 2533. "ความต้องการฟอสฟอรัสในอาหารปลากะพงขาว", เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2533 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-20.

ภาสกร ถมพลกรัง และ ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. 2538. "การสำรวจคุณภาพน้ำและสัตว์หน้าดินในคลองพะวงและทะเลสาบสงขลาตอนนอก", เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2538 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-21.

_____. 2542. "การสำรวจพื้นที่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและสภาวะคุณภาพน้ำในบริเวณทะเลสาบสงขลาและบริเวณใกล้เคียง โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์", เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2542 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-53.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และ นิคม ละอองศิริวงศ์. 2540. "การเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์ระหว่างตะกอนกับสัตว์หน้าดินในทะเลสาบสงขลา", เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2540 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-37.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, พุทธ ส่องแสงจินดา, ดุสิต ตันวิไลย, คณิต ไชยคำ, พูนสิน พานิชสุข และ ศุภโยค สุวรรณมณี. 2535. "การสำรวจพื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาตอนนอก", เอกสารวิชาการฉบับที่ 12/2535 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง. หน้า 1-20.

เริงชัย ตันสกุล. 2536. "ทะเลสาบสงขลาและศักยภาพในการพัฒนา", วารสารทักษิณคดี. 3 : 39-51.

สวัสดิ์ วงศ์สมนึก และ สมชาติ สุขวงศ์. 2511. "การสำรวจความชุกชุมและการแพร่กระจายของเบนโทส ในทะเลสาบสงขลาตอนใน", ใน รายงานวิชาการประจำปี 2511 สถานีประมงทะเลสงขลา กรมประมง, หน้า 41-75. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

_____. 2512. "การสำรวจความชุกชุมและการแพร่กระจายของเบนโทส ในทะเลสาบสงขลา ปี 2512", ใน รายงานวิชาการประจำปี 2512 สถานีประมงทะเลสงขลา กรมประมง, หน้า 69-100. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

_____. 2513. "การศึกษาปริมาณความชุกชุมและการแพร่กระจายของเบนโทส ในทะเลสาบสงขลา ปี 2513", ใน รายงานวิชาการประจำปี 2513 สถานีประมงทะเลสงขลา กรมประมง, หน้า 231-261. กรุงเทพฯ : กรมประมง.

Amio, M. 1979. "Macrobenthos and Aquatic Animals", In Report on the Effect of Waste Water Effluent from Sewage Disposal Plant in Takamatsu City to Fishing Grounds, pp. 2-3, 59-86. Research Organization on the Effect of Waste Water Effluent from Sewage Disposal Plant in Takamatsu City to Fishing Grounds, Takamatsu (in Japanese).

Angsupanich, S. and Kuwabara, R. 1995. "Macrobenthic Fauna in Thale Sap Songkhla, a Brackish Lake in Southern Thailand", Lakes & Reservoirs : Research and Management. 1 : 115-125.

_____. 1999. "Distribution of Macrobenthic Fauna in Phawong and U-Taphao Canals Flowing into a Lagoonal Lake, Songkhla, Thailand", Lakes & Reservoirs : Research and Management. 4 : 1-13.

APHA, AWWA and WEF. 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th edition. New York : American Public Health Association.

Arulampalam, P. ; Yusoff, F. M. ; Shariff, M. ; Law, A. T. and Srinivasa Rao, P. S. 1998. "Water Quality and Bacterial Populations in a Tropical Marine Cage Culture Farm", Aquaculture Research. 29 : 617-624.

Barnard, J. L. 1981. The Families and Genera of Marine Gammaridean Amphipoda. Washington : Smithsonian Institution Press.

Bremner, J. M. and Mulvaney, C. S. 1982. "Nitrogen-Total" In Methods of Soil Analysis, Part 2 Chemical and Microbiological Properties-Agronomy Monograph no. 9 2nd edition, pp. 595-624. Page, A.L. ; Miller, R. H. and Keeney, D. R., eds. Wisconsin : Madison.

Brohmanonda, P. and Sungkasem, P. 1982. "Lake Songkhla in Thailand", In Report of Training Course on Seabass Spawning and Larval Rearing in Songkhla, Thailand, June 1-20, 1982, pp. 59-61. UNDP/FAO.

Brown, J. R. ; Gowen, R. J. and McLusky, D. S. 1987. "The Effect of Salmon Farming on the Benthos of a Scottish Sea Loch", Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 109 : 39-51.

Chareonpanich, C. ; Montani, S. ; Tsutsumi, H. and Matsuoka, S. 1993. "Modification of Chemical Characteristics of Organically Enriched Sediment by *Capitella* sp.I ", Marine Pollution Bulletin. 26 : 375-379.

Chareonpanich, C. ; Tsutsumi, H. and Montani, S. 1994. "Efficiency of the Decomposition of Organic Matter, Loaded on the Sediment, as a Result of the Biological Activity of *Capitella* sp.I", Marine Pollution Bulletin. 28 : 314-318.

Chatupote, W. ; Maneepong, S. and Matsumoto, S. 1994. "Sediments in the Lake", In Ecosystem Dynamics of the Outer Songkhla Lake, Southern Thailand, pp. 137-153. Angsupanich, S. and Aruga, Y., eds. Nodai Center for International Programs, Tokyo University of Agriculture.

Clarke, K. R. and Ainsworth, M. 1993. "A Method of Linking Multivariate Community Structure to Environmental Variables", Marine Ecology Progress Series. 92 : 205-219.

Clarke, K. R. and Warwick, R. M. 1994. "Change in Marine Communities : An Approach to Statistical Analysis and Interpretation", Plymouth Marine Laboratory, Natural Environment Research Council, UK.

Dauer, D. M. 1993. "Biological Criteria, Environmental Health and Estuarine Macrobenthic Community Structure", Marine Pollution Bulletin. 26 : 249-257.

Day, J. H. 1967a. A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa. Part 1 Errantia. London : Trustees of the British Museum (Natural History).

_____. 1967b. A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa. Part 2 Sedentaria. London : Trustees of the British Museum (Natural History).

English, S. ; Wilkinson, C. and Baker, V. eds. 1994. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Townsville : Australian Institute of Marine Science.

Fauchald, K. 1977. The Polychaete Worms : Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum of Los Angeles County, University of Southern California : The Allan Hancock Foundation.

Ferraro, S. P. and Cole, F. A. 1992. "Taxonomic Level Sufficient for Assessing a Moderate Impact on Macrobenthic Communities in Puget Sound, Washington, USA", Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 49 : 1184-1188.

Ferraro, S. P. ; Swartz, R. C. ; Cole, F. A. and Schults, D. W. 1991. "Temporal Changes in the Benthos along a Pollution Gradient : Discriminating the Effects of Natural Phenomena from Sewage-Industrial Wastewater Effects", Estuarine Coastal and Shelf Science. 33 : 383-407.

Findlay, S.P. ; Watling, L. and Mayer, L.M. 1995. "Environmental Impact of Salmon Net-Pen Culture on Marine Benthic Communities in Maine", Estuaries. 18 : 145-179.

Frid, C. L. J. 1989. "The Role of Recolonization Process in Benthic Communities with Special Reference to the Interpretation of Predator-Induced Effects", Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 126 : 163-171.

Frid, C. L. J. and Mercer, T. S. 1989. "Environmental Monitoring of Caged Fish Farming in Macrotidal Environments", Marine Pollution Bulletin. 20 : 379-383.

Gee, G. W. and Bauder J. W. 1986. "Particle-Size Analysis", In Methods of Soil Analysis, Part 1 Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph no. 9 2nd edition, pp.383-411. Klute, A., ed. Wisconsin : Madison.

Gowen, R. J. and Bradbury, N. B. 1987. The Ecological Impact of Salmonid Farming in Coastal Waters : a Review. Oceanographcy and Marine Biological Annual : An Review. 25 : 563-575.

Grasshoff, K. 1983. "Determination of Oxygen", In Methods Seawater Analysis, pp.61-72. Grasshoff, K. ; Ehrhardt, M. and Kremling, K., eds. Weinheim : Federal Republic of Germany.

Hayward, P. J. ; Wigham, G. D. and Yonow, N. 1995. "Molluscs (Phylum Mollusca)", In Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe, pp. 484-628. Hayward, P. J. and Ryland, J. S., eds. New York : Oxford University Press, Inc.

Hayward, P. J. ; Isaac, M. J. ; Makings, P. ; Moyse, J. ; Naylor, E. and Smaldon, G. 1995. "Crustaceans (Phylum Crustacea)", In Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe, pp. 484-628. Hayward, P. J. and Ryland, J. S., eds. New York : Oxford University Press, Inc.

Henderson, A. R. and Ross, D. J. 1995. "Use of Macrobenthic Infaunal Communities in the Monitoring and Control of the Impact of Marine Cage Fish Farming", Aquaculture Research. 26 : 659-678.

Johannessen, P. J. ; Botnen, H. B. and Tvedten, O. F. 1994. "Macrobenthos : Before, During and After a Fish Farm", Aquaculture and Fisheries Management. 25 : 55-66.

Kensley, B. 1978. Guide to the Marine Isopods of Southern Africa. The Rupublic of South Africa : The Rustica Press Ltd.

Kikuchi, T. 1991. "Macrobenthic Succession in the Organically Polluted Waters, and Ecological Characteristics of Some Pollution Indicator Species", In Marine Biology Its Accomplishment and Future Prospect : Proceedings of International Marine Biology Symposium, Tokyo, Nov. 29-30, 1989, pp. 144-163. Mauchline, J. and Nemoto, T., eds. Hokusensha, Tokyo.

Kjerfve, B. 1986. "Comparative Oceanography of Coastal Lagoons", In Estuarine Variability, pp. 63-81. Douglas, A. W., ed. New York : Academic Press, Inc.

Kuwabara, R. and Akimoto, Y. 1986. "The Offshore Environment of Tungkang, Southwest Taiwan 2. Macrobenthos", In Proceedings of the First Asian Fisheries Forum, Manila Philipines, May 26-31, 1986, pp. 193-198. Maclean, J. L. ; Dizon, L. B. and Hosillos, L. V., eds. Manila : Asian Fisheries Forum.

Kuwabara, R. and Angsupanich, S. 1995. "Distribution of Macrobenthos Relative to Salinity Gradient in Thale Sap Songkhla, with Supplement of the Faunistic Description", In The Coastal Environment and Ecosystem in Southeast Asia : Studies on the Lake Songkhla Lagoon System, Thailand, pp. 80-91. Kuwabara, R., ed. Abashiri : Tokyo University of Agriculture.

Kuwabara, R. and Yamanaka, K. 1995. "Water Qualities and Hydrographic Structure in Thale Sap Songkhla", In The Coastal Environment and Ecosystem in Southeast Asia : Studies on the Lake Songkhla Lagoon System, Thailand, pp. 33-42. Kuwabara, R., ed. Abashiri : Tokyo University of Agriculture.

Lumb, C. M. 1989. "Self-Pollution by Scottish Salmon Farms", Marine Pollution Bulletin. 20 : 375-379.

Mann, K. H. 1980. "Benthic Secondary Production", In Fundamentals of Aquatic Ecosystems, pp. 103-118. Barnes, R. K. and Mann, K. H., eds. London : Blackwell Scientific Publication.

Mann, K. H. 1982. Ecology of Coastal Waters. Oxford : Blackwell Scientific Publications.

Marques, J. C. ; Maranhao, P. and Pardal, M. A. 1993. "Human Impact Assessment on the Subtidal Macrobenthic Community Structure in the Mondego Estuary (Weatern Portugal)", Estuarine Coastal and Shelf Science. 37 : 403-419.

Nelson, D.W. and Sommer, L.E. 1982. "Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter", In Methods of Soil Analysis,Part 2 Chemical and Microbiological Properties-Agronomy Monograph no. 9 2nd edition, pp. 539-579. Page, A. L. ; Miller, R. H. and Keeney, D. R., eds. Wisconsin : Madison.

Papoutsoglou, S. ; Costello, M. J. ; Stamou, E. and Tziha, G. 1996. "Environmental Conditions at Sea-Cages, and Ectoparasites on Farmed European Sea-Bass, *Dicentrarchus labrax* (L.), and Gilt-Head Sea-Bream, *Sparus aurata* L., at two Farms in Greece", Aquaculture Research. 27 : 25-34.

Plymouth Marine Laboratory. 1993. User's Manual for Version 3.1b of Primer. Document Prepared for the Workshop on Biological Effects of Pollutants. November, 1993. Phuket Marine Biological Center, Thailand. 53 p.

Rakkheaw, S. 1994. "Water Quality", In Ecosystem Dynamics of the Outer Songkhla Lake, Southern Thailand, pp. 12-47. Angsupanich, S. and Aruga, Y., eds. Nodai Center for International Programs, Tokyo University of Agriculture.

Sirimontaporn, P. 1988. "Introduction to the Taxonomy and Biology of the Seabass, *Lates calcarifer*", In Culture of the Seabass (*Lates calcarifer*) in Thailand, August 1988, pp. 1-8. Department of Fisheries, Songkhla (in Thai).

Taylor, S. A. and Jackson, R. D. 1986. "Temperature in Soil", In Methods of Soil Analysis, Part 1 Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph no. 9 2nd edition, pp. 927-940. Klute, A., ed. Wisconsin : Madison.

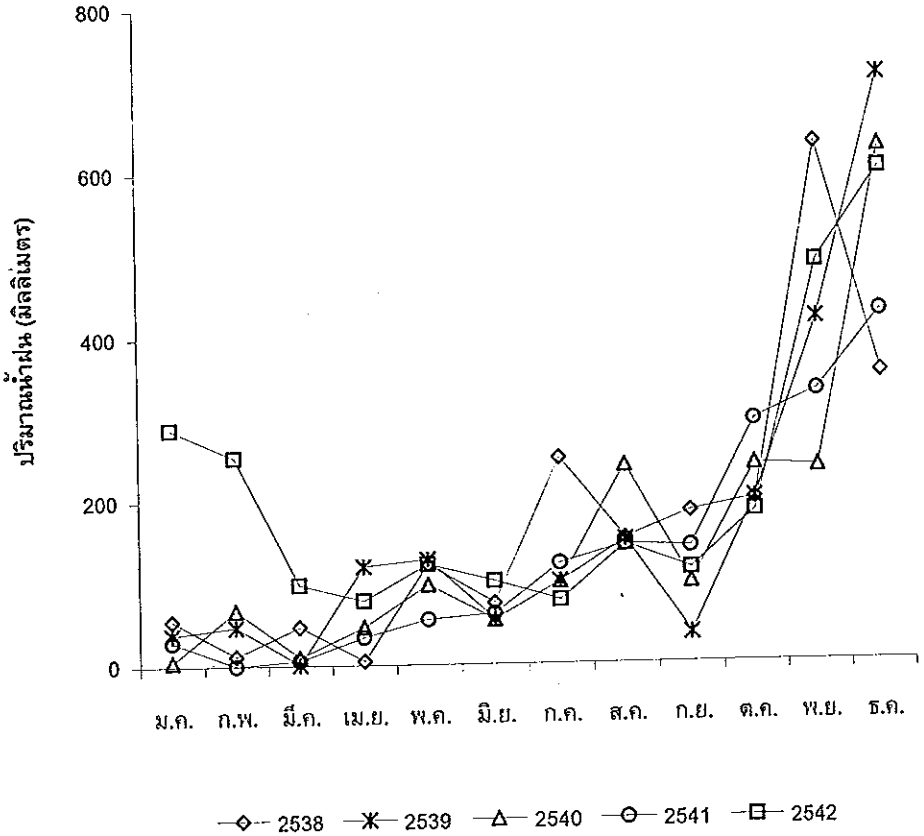
Tsutsumi, H. 1987. "Population Dynamics of *Capitella capitata* (Polychaeta : Capitellidae) in an Organically Polluted Cove", Marine Ecology Progress Series. 36 : 139-149.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของ 3 อำเภอ ที่วัดได้ (อำเภอเมือง เกษตรคอหงส์ (อำเภอหาดใหญ่) และอำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 - 2542



ภาพประกอบผนวก 1 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของ 3 อำเภอ ระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2542

ที่มา : (กรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลยังไม่พิมพ์เผยแพร่)

ภาคผนวก ข.

เกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการประเมินระดับสมบัติทางเคมีของดิน

1. ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction, pH)

ระดับ	พิสัย
เป็นกรดจัดมาก	<4.5
เป็นกรดรุนแรงมาก	4.5 - 5.0
เป็นกรดรุนแรง	5.1 - 5.5
เป็นกรดปานกลาง	5.6 - 6.0
เป็นกรดเล็กน้อย	6.1 - 6.5
เป็นกลาง	6.6 - 7.3
เป็นด่างอย่างอ่อน	7.4 - 7.8
เป็นด่างปานกลาง	7.9 - 8.4
เป็นด่างรุนแรง	8.5 - 9.0
เป็นด่างจัด	>9.0

2. อินทรีย์วัตถุ (Organic matter)

ระดับ	พิสัย
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

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน, กองสำรวจจำแนกดิน (2523)

ภาคผนวก ค.

1. การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันระหว่างจุดเก็บตัวอย่างของแต่ละแนว (ในเชิงพื้นที่)

1.1 แนว 1

	1	2	3	4	5
2	66.80				
3	72.24	70.35			
4	68.86	72.31	83.46		
5	70.08	71.92	75.85	75.20	
6	73.05	69.20	72.48	73.13	70.58

1.2 แนว 2

	1	2	3	4	5
2	69.12				
3	65.87	75.77			
4	62.25	73.29	74.49		
5	65.30	75.63	76.22	74.55	
6	61.68	75.27	73.73	72.22	74.53

1.3 แนว 3

	1	2	3	4	5
2	79.16				
3	72.64	75.63			
4	70.59	74.79	73.70		
5	74.58	75.43	75.94	72.74	
6	72.43	75.90	72.13	69.52	76.72

หมายเหตุ

1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไป

เป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ

2. การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างของแต่ละแนว (ในเชิงเวลา)

2.1 แนว 1

	มิ.ย. 41	ก.ย. 41	ธ.ค. 41
ก.ย. 41	62.57		
ธ.ค. 41	46.58	56.95	
มี.ค. 42	40.60	41.60	45.51

2.2 แนว 2

	มิ.ย. 41	ก.ย. 41	ธ.ค. 41
ก.ย. 41	75.47		
ธ.ค. 41	54.18	55.32	
มี.ค. 42	37.28	40.89	58.44

2.3 แนว 3

	มิ.ย. 41	ก.ย. 41	ธ.ค. 41
ก.ย. 41	74.15		
ธ.ค. 41	53.42	61.62	
มี.ค. 42	47.69	49.30	68.60

3. ค่า Global test จากการวิเคราะห์ค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดของแต่ละแนว (ในเชิงพื้นที่)

3.1 แนว 1

จุดเก็บตัวอย่าง	sample statistic (Global R)	number of permutations	number of permuted statistics greater than or equal to global R	significance level (%)
1	-0.059	5000	4585	91.7
2	-0.097	5000	4455	89.1
3	0.001	5000	4295	85.9
4	-0.102	5000	3895	77.9
5	-0.091	5000	4125	82.5
6	-0.101	5000	3855	77.1

3.2 แนว 2

จุดเก็บตัวอย่าง	sample statistic (Global R)	number of permutations	number of permuted statistics greater than or equal to global R	significance level (%)
1	-0.009	5000	3495	69.9
2	0.007	5000	4255	85.1
3	-0.006	5000	4415	88.3
4	-0.112	5000	4385	87.7
5	-0.051	5000	3810	76.2
6	-0.066	5000	4100	82.0

3.3 แนว 3

จุดเก็บตัวอย่าง	sample statistic (Global R)	number of permutations	number of permuted statistics greater than or equal to global R	significance level (%)
1	-0.087	5000	4440	88.8
2	-0.127	5000	4215	84.3
3	0.091	5000	3845	76.9
4	-0.132	5000	4540	90.8
5	-0.151	5000	4450	89.0
6	0.051	5000	3290	65.8

หมายเหตุ

1 หมายถึงบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวหนาแน่น

2, 3, 4, 5 และ 6 หมายถึงที่ระยะห่างจากกระชังเลี้ยงปลากะพงขาวออกไปเป็นระยะทาง 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร ตามลำดับ

4. ค่า Global test จากการวิเคราะห์ค่าวาเรียนซ์ (ANOSIM) ของประชาคมสัตว์หน้าดิน ในแต่ละเดือนของแต่ละแนว (ในเชิงเวลา)

4.1 แนว 1

เดือน	sample statistic (Global R)	number of permutations	number of permuted statistics greater than or equal to global R	significance level (%)
มิ.ย. 41	-0.047	5000	4285	85.7
ก.ย. 41	-0.059	5000	3890	77.8
ธ.ค. 41	-0.026	5000	4125	82.5
มี.ค. 42	-0.051	5000	3240	64.8

4.2 แนว 2

เดือน	sample statistic (Global R)	number of permutations	number of permuted statistics greater than or equal to global R	significance level (%)
มิ.ย. 41	-0.045	5000	4460	89.2
ก.ย. 41	-0.056	5000	4390	87.8
ธ.ค. 41	-0.021	5000	3925	78.5
มี.ค. 42	-0.041	5000	3540	70.8

4.3 แนว 3

เดือน	sample statistic (Global R)	number of permutations	number of permuted statistics greater than or equal to global R	significance level (%)
มิ.ย. 41	-0.041	5000	4505	90.1
ก.ย. 41	-0.051	5000	4140	82.8
ธ.ค. 41	-0.029	5000	3890	77.8
มี.ค. 42	-0.058	5000	3410	68.2

ภาคผนวก ง.
ดรรชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. Shannon - Wiener index ; H'

   มีคุณสมบัติ 2 ประการคือ

   H' เท่ากับ 0 เมื่อตัวอย่างมีสัตว์หน้าดินเพียงชนิดเดียว

   H' มีค่าสูงสุดเมื่อสัตว์หน้าดินมีจำนวนชนิดเท่ากับจำนวนตัวนั้นคือมีการแพร่กระจายเท่ากับความชุกชุม

   จากสมการ

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \log p_i$$

   เมื่อ H' = ค่าดรรชนีความหลากหลาย

   p_i = สัดส่วนระหว่างจำนวนสัตว์หน้าดินชนิดที่ i (i = 1 ถึง S) ต่อจำนวนสัตว์หน้าดินทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา

   S = จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดิน

2. evenness ; V'

   จากสมการ

$$V' = H' / \log S$$

   เมื่อ V' = ค่าการกระจายของสิ่งมีชีวิต

   H' = ค่าดรรชนีความหลากหลาย

   S = จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดิน

3. species richness

   จากสมการ

$$d = (s-1) / \log S$$

   เมื่อ d = Margalef's index

   S = จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดิน

   N = จำนวนสัตว์หน้าดินทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา

4. Bray-Curtis similarity

   จากสมการ

$$D = \sum_{i=1}^{S} |(x_{1j} - x_{2j}) / (x_{1j} + x_{2j})|$$

   เมื่อ x_{1j}, x_{2j} = ความชุกชุมของสัตว์หน้าดินชนิด j ที่สถานี1 และ 2 ตามลำดับ

   S = จำนวนชนิดของสัตว์หน้าดิน

ภาคผนวก จ.

PRIMER 3.1b

There are many data formats used by PRIMER. Of these there are several that must be created by the user before starting PRIMER.

PROGRAMS FOR THE ANALYSES OF DATA MATRICES

1. PCA (Principal Component Analysis)

Used for environmental rather than species data.

input	Primer format file
	columns : variables
	rows : samples
output	results file
	configuration file to CONPLOT
restrictions	50 columns (variables)
	125 rows (samples)

the user will need to enter :

1) Name of environmental data file ; for example : Envi.PM.1
2) Select a subset of samples
3) Select a subset of variables
4) Choose variables to transform
5) Normalise the data (choose Y)
6) Name of PCA results file ; for example : Envi.RSP
7) Name of PCA configuration file ; for example : Envi.CFP

2. DIVERSE

Calculates a suite of diversity indicies.

input	species - samples file
output	Primer format file
	columns : diversity indices
	rows : samples
restrictions	500 samples

the user will need to enter :

1) Name of input Primer file ; for example : Abund.PM1
2) Log base to use e
3) Sample selection
4) Select indices
5) Name of Primer output file ; for example : Abundout.PM1

3. CLUSTER

Performs hierarchical agglomerative clustering. A wide variety of options are available covering data selection, standardisation, transformations, different similarity measures and different link options.

input	One from	:	Species - samples file
			Environmental file
			Similarity file
			Dendrogram file
	Optional	:	Conversion file
output	At least one of	:	Similarity file
			Dendrogram file
			Plot to user - specified device
restrictions	500 x 500 similarity file		

the user will need to enter :

1) main CLUSTER menu
2) Name of Primer file ; for example : Abund.PM1
3) The default settings set for a species - samples file ; for example : the default transformation is double root, no standardisation is selected, ect.
4) The default dendrogram plot appear on the screen

PROGRAMS FOR THE ANALYSES OF SIMILARITY MATRICES

4. MDS (non - metric Multi - Dimensional Scaling)

Input is a similarity file produced by CLUSTER

input	similarity file	
output	results file	
	configuration file to CONPLOT	
restrictions	similarity file	125 x 125

the user will need to enter :

1) A similarity matrix
2) Name of input similarity file ; for example : Abund.SIM
3) Name of output results file ; for example : Abund.RSM
4) Name of configuration file ; for example : Abund.CFM
5) Number of starting values

5. BIOENV

Selects environmental variables "best explaining" community pattern, by maximising a rank correlation between their respective similarity matrices.

input	similarity (biota) file
	environmental file
output	result file

restrictions	similarity (biota) file	125 x 125
	environmental file	50 columns (variables)
		125 rows (samples)
	calculations	10000 combinations

the user will need to enter :

1) Similarity file
2) Name of similarity file ; for example : Abund.SIM
3) Name of environmental file ; for example : Envi.PM1
4) Name of results file ; for example : Bioout.RSB
5) Choose samples
6) Variable exclusion
7) Select variables to transform
8) Choose transformation
9) Combination selection to transform
10) Correlation type for weighted Spearman

6. ANOSIM

"Analysis of Similarities" : hypothesis tests for differences between groups of community samples (defined a priori), using permutation/randomisation methods on similarity matrix produced by CLUSTER.

input	Similarity file	
output	Results file	
restrictions	Similarity file	125 x 125

Oneway ANOSIM

the user will need to enter :

1) 1 (for a oneway ANOSIM)
2) 1 (a similarity matrix)
3) Name of input similarity file
4) Name of output similarity file

5) replicate samples for location B
6) replicate samples for location C
7) replicate samples for location D
8) enter a blank line to finish
9) number of simulations required

PLOTTING PROGRAMS

7. CONPLOT

Displays 2D configuratuion from a plot file produced by MDS or PCA ordination. Can superimpose sample names or symbols of size related to an abiotic variable.

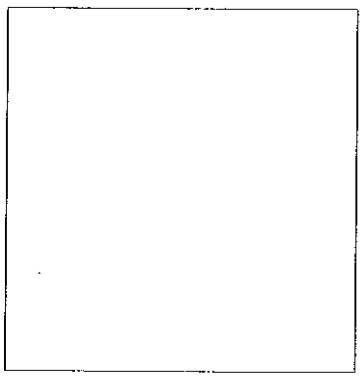
input MDS configuratuion file for example : Abund.CFM

output plot to screen

the user will need to enter :

1) Choose screen as plotting device
2) Name of configuratuion file form MDS ; for example : Abundout.CFM
3) Choose default plot (Y)
4) Don't want to repeat the plot with different options (N)

Output a plot file as input to CONPLOT to view the configuration of samples.



Note : PCA and MDS are used as input to CONPLOT to produce a 2-dimensional plot

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวกานดา เรืองหนู

วัน เดือน ปี เกิด 12 กรกฎาคม 2516

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต	คณะเกษตรศาสตร์	2539
(ประมง)	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับระหว่างการศึกษา)

ทุนทำวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT)