สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

นิเวศวิทยาของหาดทรายชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย

Sandy beach ecology of the East of Thailand

โดย

วิภูษิต มัณฑะจิตร

Vipoosit Manthachitra

เริ่มบริการ
27 มี.ค. 2552
249303
- 7 เม.ย. 2552

ภาควิชาวาริชศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

งานวิจัยระดับอุดมศึกษา แผนงานวิจัยประยุกต์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2543

ISBN 974-546-888-6

นิเวศวิทยาของหาดทรายชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย

วิภูษิต มัณฑะจิตร

ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาและสถานภาพปัจจุบันของหาดทรายชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยทำการเก็บข้อมูลด้านชีวภาพ กายภาพ และทางเคมี จากหาดทรายทั้งหมด 18 หาดตั้งแต่จังหวัดชลบุรี จนถึงจังหวัดตราด การศึกษาประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่พบสัตว์รวม 40,572 ตัว เฉลี่ย 185.5 ตัว/ $ม^2$ แบ่งออกเป็น 76 ชนิดจาก 5 กลุ่มใหญ่ คือ Polychaeta, Crustacea, Gastropoda, Bivalvia และ Echinoderamata โดยหอยสองฝาเป็นกลุ่มที่พบหลากหลายและชุกชุมที่สุด

เมื่อพิจารณาลักษณะของหาดทรายแต่ละแห่ง สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณชายฝั่งด้านอ่าวไทยตอนในจะมีความหลากหลายและความชุกชุมสูงกว่าหาดทรายที่อยู่ตอนนอกออกมา สำหรับองค์ประกอบของอนุภาคทรายและสีมีความแตกต่างระหว่างหาดทรายที่ทำการศึกษาเช่นกัน โดยหาดทรายที่อยู่บริเวณอ่าวไทยตอนในจะหยาบ ขณะที่หาดทรายที่อยู่ตอนนอกจะละเอียดกว่า แสดงให้เห็นอิทธิพลของคลื่น-ลมที่แตกต่างกัน ส่วนสีของทรายมีความแตกต่างระหว่างหาดและไม่มีรูปแบบที่แน่นนอน สีของทรายอยู่ในกลุ่มสีเทาและสีน้ำตาล ความแตกต่างของสีทรายแสดงให้เห็นถึงแหล่งที่มาของทรายและอิทธิพลเฉพาะพื้นที่ สำหรับคุณสมบัติทางเคมีของน้ำแต่ละหาดมีความแปรผันมากจากกิจกรรมจากชุมชนที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะบางพระ และศรีราชาที่มีค่าของสารอาหารในน้ำและปริมาณอินทรีย์สารในดินสูง สำหรับหาดบางแสน-วอนนภา แม้สารอาหารในน้ำมีค่าต่ำแต่ปริมาณสารอินทรีย์มีค่าสูง

หาดทรายในภาคตะวันออกแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ 1) หาดทราย reflective ที่เป็นหาดหน้าแคบ มีความหลากหลายและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ต่ำ ได้แก่ หาดพยูน และหาดน้ำริน และหาดแสงจันทร์ 2) หาดทราย Intermediate เป็นหาดที่มีเขตทรายแห้งแคบแต่เขตคลื่นแตกตัวกว้าง มีความหลากหลายและชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินมาก 3) หาดทราย dissipative เป็นหาดที่มีเขตทรายแห้งกว้างแต่เขตคลื่นแตกตัวแคบ มีความชุกชุมและความหลากหลายของสัตว์ที่พบปานกลาง ได้แก่ หาดแม่รำพึง หาดสวนสน และหาดแม่พิมพ์ ทั้งนี้ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศหาดทรายในบริเวณนี้ได้แก่คลื่นลม ที่มีผลต่อการกำหนดชนิดของหาดและสิ่งมีชีวิตที่พบนั่นเอง นอกจากนี้ปัจจัยเฉพาะพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศนี้คือน้ำจากแผ่นดินที่จะนำพาธาตุอาหารมาสู่หาดทรายและน้ำบริเวณชายฝั่ง

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ยังชี้ให้เห็นว่าหาดทรายในภาคตะวันออกถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์มาก เนื่องจากมีประชากรอยู่หนาแน่นจากการที่เป็นทั้งแหล่งเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว รูปแบบการรบกวนหากรุนแรงจะมีผลทางกายภาพคือเกิดการกัดเซาะทำให้หาดหายไป และหากไม่รุนแรง เช่น การเพิ่มขึ้นของของเสียจากแผ่นดินทำให้เกิด Eutrophication มีผลเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหาดทรายทั้งทางชีวภาพและทางกายภาพ

คำสำคัญ: หาดทราย, สัตว์ทะเลหน้าดิน, ภาคตะวันออก, ประเทศไทย

Sandy beach ecology of the East of Thailand

Vipoosit Manthachitra

Deapartment of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University

Abstract

Status and ecological studies of sandy beaches on the East Coast of Thailand were carried out during 1999 – 2000. A total of 18 beaches from 4 provinces in the east of Thailand; Chonburi, Rayong, Chantaburi and Trat, were investigated on theirs macro benthic communities and also some physical and chemical factors. There were 40,572 individuals of macro benthos were collected where average abundance was 185 individuals/m^2. A total of 76 taxon from 5 groups; Polychaeta, Crustacea, Gastropoda, Bivalvia and Echinoderamata were identified. Bivalvia was the most diverse and abundance found in the study area.

There was a spatial variation on macro benthic community which sandy beaches on the inner part of the Gulf of Thailand accommodate more diverse and abundance community than those on the outer part. Sediment characteristics also showed a similar pattern. Sandy beach the inner part of the Gulf of Thailand have course sand while the outer part had fine sand. This result indicated the different wave influence between areas. There was a variation on the nutrient concentration of interstitial water among beach. Generally, nutrient concentration were low in most beaches excepted Bang Pra and Sriracha where phosphate, silicate and also organic matter in the sediment were relatively very high. At Bangsean and Wonnapha, nutrient concentration was relatively low but organic matter was high. This result indicated different effects from terrestrial influence.

Sandy beaches in the east of Thailand can be classified into three types as reflective, intermediate and dissipative beaches. Reflective beach has narrow littoral zone where macro benthic community is relatively less abundance where Prayoon, Namrin and Sangchantra are included in this group. Intermediate beach has narrow drying zone and wide surf zone where macro benthic community is relatively abundance where all sandy beaches in Chonburi and Trat are in this group. Lastly, dissipative beach has wide drying zone but narrow surf zone where macrobenthic community is moderate abundance where Maerumpung, Suanson and Maepim are in this group. In general, factors that have strong influence on type of sandy beach and benthic communities were wave. Local influences can also be noticed where ground water can increase nutrient input to the sandy beach and also surrounding waters.

The result of this study indicated that sandy beach on the East Coast of Thailand are disturbed from various source of human activities. These included industrial, domestic, fisheries & aquaculture and tourism. The type and degree of disturbance have different impact on sandy beach. Severe impact will physically destroyed sandy beach which can be seen as beach erosion. This type of impact usually came from coastal development e.g. port construction. Low to moderate impact can be seen as benthic community and habitat change. Domestic wasted and collection of benthic organism were the sources of disturbance that dominated in the east of Thailand. There was a tendency that nutrient input from domestic wasted will cause Eutropication in some sandy beaches especially Bangsean, Bangpra, Sriracha and Pattaya.

Keywords: sandy beach, benthos, the East of Thailand

กิติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้จะสำเร็จลงมิได้หากไม่ได้รับการช่วยเหลือและสนับสนุนจากบุคคลจำนวนมาก โดยเฉพาะ รศ.ดร.คเชนทร เฉลิมวัฒน์ ที่ช่วยเหลือในการจำแนกชนิดหอย, ผศ.ดร.สมถวิล จริตควร ช่วยเหลือในการจำแนกชนิด polychaete, ผศ.ดร.นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร ช่วยในการจำแนกชนิดกุ้ง-ปู และ ดร.สุวรรณา ภาณุตระกูล แนะนำในการวิเคราะห์ดินและน้ำ ซึ่งผู้วิจัยขอบขอบคุณที่ให้การช่วยเหลือเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ น.ส.กุลธาร ศรีจันทพงศ์, น.ส. บุศราวัลย์ จงใจ, น.ส.สุนิสา ขยันทำ, น.ส.รุจิรัตน์ สุวรรณธารา และนิสิตภาควิชาวาริชศาสตร์อีกหลายท่านที่ช่วยในการเก็บตัวอย่างในภาคสนาม และงานในห้องปฏิบัติการอย่างแข็งขัน

และท้ายนี้ครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจให้เสมอมา

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2543

วิภูษิต มัณฑะจิตร

30 สิงหาคม 2544

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ii
Abstract	iii
กิตติกรรมประกาศ	v
สารบัญ	vi
สารบัญรูป	viii
สารบัญตาราง	xi
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 สัณฐานวิทยาและชนิดของหาดทราย	2
1.2 เขตบนหาดทราย	4
1.3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อระบบนิเวศหาดทราย	8
1.4 สัตว์ทะเลหน้าดิน	8
1.5 ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกับการดำรงชีวิตของสัตว์ทะเลหน้าดิน	9
1.6 ประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดทราย	14
1.7 หาดทรายกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์	15
1.8 ระบบนิเวศหาดทรายของประเทศไทย	15
1.9 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	17
1.10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	17
บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการ	18
2.1 พื้นที่การศึกษา	18
2.2 การสำรวจเบื้องต้น	19
2.3 แผนการเก็บข้อมูล	19
2.4 การศึกษาทางชีวภาพ	21
2.5 การศึกษาทางกายภาพ	22
2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	23
บทที่ 3 ผลการศึกษา	26
3.1 สภาพทั่วไปของหาดทรายในภาคตะวันออก	26
3.1.1 จังหวัดชลบุรี	26
3.1.2 จังหวัดระยอง	27
3.1.3 จังหวัดจันทบุรี	27
3.1.4 จังหวัดตราด	28

หน้า

3.2 ลักษณะทางกายภาพของหาดทรายที่ทำการศึกษา 29
3.3 ประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายที่ทำการศึกษา 29
3.4 การกระจายพันธุ์ของสัตว์ทะเลหน้าดิน 33
3.4.1 ความชุกชุมและมวลชีวภาพ 33
3.4.2 พารามิเตอร์ด้านประชาคม 49
3.4.3 องค์ประกอบชนิด 68
3.5 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมของถิ่นที่อยู่ 81
3.5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ 81
3.5.2 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำระหว่างอนุภาคทราย 82
3.5.3 องค์ประกอบของอนุภาคและปริมาณอินทรีย์สารในทราย 83
3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ทะเลหน้าดินกับสิ่งแวดล้อมของถิ่นที่อยู่ 95
3.6.1 ความชุกชุม 95
3.6.2 มวลชีวภาพ 97

บทที่ 4 วิเคราะห์ผลการศึกษาและสรุป
4.1 ลักษณะและชนิดของหาดทราย 108
4.2 ประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ 109
4.2.1 สภาพโดยทั่วไป 109
4.2.2 ความแตกต่างระหว่างหาดทราย 110
4.2.3 การแบ่งเขตแหล่งที่อยู่อาศัย 111
4.3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบนหาดทราย 112
4.3.1 ทราย 112
4.3.2 น้ำระหว่างอนุภาค 113
4.4 สรุปผลการศึกษา 114

เอกสารอ้างอิง 116
ภาคผนวก 121

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1 ภาพตัดขวางบริเวณชายฝั่งแสดงให้เห็นการสะสมตัวของแร่ชนิดต่างๆ โดยหาดทราย เป็นพื้นที่ชายฝั่งที่มีการสะสมตัวของแร่ quartz (ที่มา Kohpina and Vongpromek, 1998) 2

รูปที่ 2 แผนภาพแสดงอิทธิพลของน้ำใต้ดินต่อน้ำบริเวณชายฝั่ง 3

รูปที่ 3 ลักษณะของหาดทราย 3 แบบ แสดงสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบเป็นลักษณะของหาดทราย แต่ละแบบ (ที่มา Mclachan and Jaramillo,1995) 5

รูปที่ 4 ระบบการแบ่งเขตบนหาดทราย 3 แบบ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเขต จากการแบ่งในแต่ละแบบ 7

รูปที่ 5 การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตบริเวณหาดทราย (ที่มา : Casto and Huber, 1992) 7

รูปที่ 6 แผนภาพแสดงการหมุนเวียนและการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ บนหาดทราย และกรณีที่มีคราบน้ำมันปนเปื้อน (ที่มา White *et.al.*, อ้างBrown and Mclachan,1990) 10

รูปที่ 7 แผนที่บริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทยแสดงหาดทรายที่ทำการเก็บตัวอย่าง 20

รูปที่ 8 แผนการเก็บข้อมูลในการศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดทรายของภาคตะวันออก ของประเทศไทย 21

รูปที่ 9 ความชุกชุม (abundance) และมวลชีวภาพ (biomass) ของสัตว์ทะเลหน้าดิน ขนาดใหญ่ที่พบในการศึกษาหาดทราย 18 แห่ง บริเวณภาคตะวันออกของไทย 34

รูปที่ 10 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของสัตว์ทะเลหน้าดินรวม 37

รูปที่ 11 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Polychaeta 39

รูปที่ 12 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Crustacean 41

รูปที่ 13 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Gastropoda 43

รูปที่ 14 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Bivalvia 45

รูปที่ 15 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Echinodermata 47

รูปที่ 16 พารามิเตอร์ด้านประชาคมของ Polychaeta ที่พบบนหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 52

รูปที่ 17 พารามิเตอร์ด้านประชาคมของ Crustacean ที่พบบนหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 56

รูปที่ 18 พารามิเตอร์ด้านประชาคมของ Gastropoda ที่พบบนหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 60

รูปที่ 19 พารามิเตอร์ด้านประชาคมของ Bivalvia ที่พบบนหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 64

รูปที่ 20 กราฟแสดง component scores จาก component ที่ 1 และ 2 ของจุดศึกษาของหาดทรายต่างๆ และกราฟความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดิน กลุ่ม/ชนิดตามจุดศึกษา ก) Glyceridae และ ข) Neridae) 69

รูปที่ 20 (ต่อ) ค) Onuphidae และ ง) Paguridae) 70

รูปที่ 20 (ต่อ) จ) *Macropthalnus* sp. และ ฉ) *Dotilla* sp. 71

รูปที่ 20 (ต่อ) ช) *Natica* sp. และ ซ) *Venerupis decussata* 72

หน้า

รูปที่ 20 (ต่อ) ฌ) *Meretrix meretrix* และ ญ) *Crine venus* 73

รูปที่ 20 (ต่อ) ฎ) *Donax* sp. และ ฏ) *Tellina* sp.1 74

รูปที่ 20 (ต่อ) ฐ) *Tellina* sp.2 75

รูปที่ 21 กราฟแสดง component scores จาก component ที่ 1 และ 2 ของจุดศึกษาของหาดทรายต่างๆ และกราฟมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดิน กลุ่ม/ชนิดตามจุดศึกษา ก) Paguridae และ ข) *Macropthalnus* sp. 76

รูปที่ 21 (ต่อ) ค) *Dotilla* sp. และ ง) *Cerithidiumum cingulata* 77

รูปที่ 21 (ต่อ) จ) *Natica* sp. ฉ) *Venerupis decussata* 78

รูปที่ 21 (ต่อ) ช) *Meretrix lusonia* และ ซ) *Donax* sp.3 79

รูปที่ 21 (ต่อ) ฌ) *Tellina* sp.1 80

รูปที่ 22 ความเค็ม (pH) ของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 88

รูปที่ 23 ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย (±SE) ของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 88

รูปที่ 24 อุณหภูมิเฉลี่ย (±SE) ของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 89

รูปที่ 25 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ย (±SE) ของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 89

รูปที่ 26 ปริมาณไนเตรตเฉลี่ย (±SE) ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 90

รูปที่ 27 ปริมาณไนไตรท์เฉลี่ย (±SE) ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 90

รูปที่ 28 ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ย (±SE) ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 91

รูปที่ 29 ปริมาณซิลิเกตเฉลี่ย (±SE) ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 91

รูปที่ 30 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด >2 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 92

รูปที่ 31 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 1-2 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 92

รูปที่ 32 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 0.5-1.0 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 93

รูปที่ 33 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 93

หน้า

รูปที่ 34 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 0.125-0.21 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่ง ในภาคตะวันออก 94

รูปที่ 35 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 0.063-0.125 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่ง ในภาคตะวันออก 94

รูปที่ 36 ปริมาณอินทรีย์สารในทรายบน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก 95

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 รายละเอียดแสดงสถานที่, เวลา, ระดับน้ำลงต่ำสุด ในการเก็บตัวอย่าง 22

ตารางที่ 2 รายละเอียดของสถานที่เก็บตัวอย่าง แสดงจำนวนจุดเก็บตัวอย่าง และลักษณะของหาดทราย 29

ตารางที่ 3 รายชื่อสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมดที่พบบนหาดทราย 18 หาดที่ทำการศึกษาในภาคตะวันออก ของประเทศไทย 30

ตารางที่ 4 สรุปชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในหาดทรายที่พบบนหาดทราย 18 หาดที่ทำการศึกษา ในภาคตะวันออกของประเทศไทย 32

ตารางที่ 5 ผลสรุปแสดงจำนวนชนิด ความชุกชุม และมวลชีวภาพ ของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ กลุ่มหลัก 5 กลุ่ม 34

ตารางที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F) ของความชุกชุมและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเล หน้าดินรวม และกลุ่มหลัก 5 กลุ่ม 36

ตารางที่ 7 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F) ของพารามิเตอร์ด้านประชาคมของสัตว์ทะเล หน้าดิน 4 กลุ่มจากหาดทรายในภาคตะวันออก 18 หาด 51

ตารางที่ 8 PCA จากข้อมูลความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่พบบนหาดทราย ในภาคตะวันออกของประเทศไทย แสดงค่า Eigenvalue และสัดส่วนความแปรปรวน 68

ตารางที่ 9 PCA จากข้อมูลมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่พบบนหาดทราย ในภาคตะวันออกของประเทศไทย แสดงค่า Eigenvalue และสัดส่วนความแปรปรวน 76

ตารางที่ 10 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ความเค็ม และอุณหภูมิ ของน้ำในระหว่างหนุภาค 85

ตารางที่ 11 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ สารอาหารที่สำคัญของน้ำในระหว่างอนุภาค 86

ตารางที่ 12 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอนุภาคทรายขนาดต่างๆกัน 87

ตารางที่ 13 Perason's correlation coefficients แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของ สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่กับขนาดอนุภาคและคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย 100

ตารางที่ 14 Perason's correlation coefficients แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของ สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่กับขนาดอนุภาคและคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย 104

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบผลการศึกษาประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทราย ของเขตร้อนและเขตอบอุ่น (ดัดแปลงจาก Dexter, 1996) 115

บทที่ 1
บทนำ

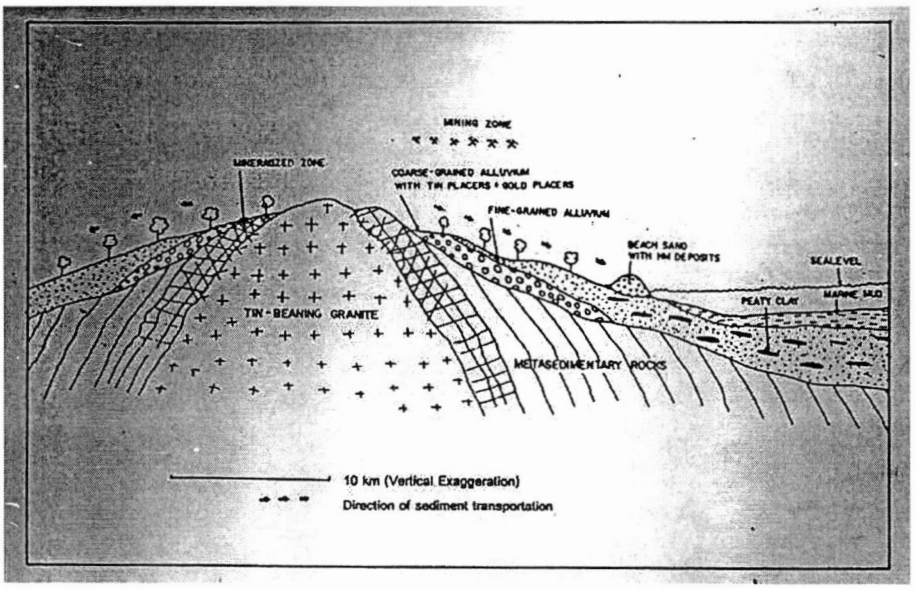
หาดทรายเป็นทรัพยากรชายฝั่งทะเลที่มนุษย์ใช้ประโยชน์มาก แต่ถูกละเลยมากเช่นกัน โดยประโยชน์นั้นเป็นตั้งแต่แหล่งที่อยู่ แหล่งอาหาร และแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ แต่การพัฒนาของระบบเศรษฐกิจและสังคมโดยเฉพาะในพื้นที่ชายฝั่งทะเล ได้ก่อให้เกิดการเพิ่มและเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์จากหาดทราย ดังเห็นได้จากการขยายตัวของชุมชน การเกิดขึ้นของแหล่งอุตสาหกรรมและท่าเรือบริเวณชายฝั่ง และการก่อสร้างสาธารณูปโภคเพื่อรองรับการท่องเที่ยว โดยที่มิได้คำนึงถึงความเหมาะสมต่อระบบนิเวศ จึงไม่เพียงก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศหาดทรายเท่านั้น แต่ในบางบริเวณยังเกิดการเสื่อมสลายของหาดทราย การที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากมีผู้ให้ความสนใจกับระบบนิเวศของหาดทรายน้อยนั่นเอง ดังพิจารณาได้จากเอกสารทางวิชาการที่ตีพิมพ์ออกเผยแพร่โดยเฉพาะในประเทศไทยที่หาได้ยากมาก ดังนั้นการที่นักวิชาการจะมาเผยแพร่ให้เห็นถึงความสำคัญของระบบนิเวศหาดทรายแก่ประชาชนในวงกว้างจึงเบาบางตามลงไปด้วย

ประเทศไทยมีจังหวัดที่อยู่ติดทะเลรวม 23 จังหวัด ชายฝั่งทะเลมีความยาวรวมทั้งสิ้นกว่า 2,600 กิโลเมตร โดยแบ่งเป็นอ่าวไทย 1,800 กิโลเมตร และฝั่งทะเลอันดามัน 800 กิโลเมตร ตลอดแนวชายฝั่งเป็นที่ตั้งของทรัพยากรชายฝั่งที่สำคัญ คือ ป่าชายเลน หาดเลน หาดทราย และหาดหิน โดยเฉพาะหาดทรายมีมากกว่า 50% ของความยาวชายฝั่งทั้งหมด (สิน สินสกุล และคณะ, 2542) หาดทรายเป็นแหล่งที่อยู่และแหล่งหากินของผู้คนที่อาศัยอยู่ตามชายฝั่งทะเล และหลายแห่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2541) การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมจากปี 2525 เป็นต้นมาได้เพิ่มการใช้ประโยชน์ของหาดทรายมากขึ้นโดยมีการพัฒนาเป็นท่าเทียบเรือขนาดใหญ่ และแหล่งอุตสาหกรรม มีผลทำให้เกิดการขยายตัวของชุมชน และแหล่งพักผ่อนมากขึ้น อย่างไรก็ตามจากการที่ขาดความสนใจเกี่ยวกับธรรมชาติของหาดทราย ทำให้มีการละเลยผลกระทบจากโครงการพัฒนาบริเวณชายฝั่งทะเลต่างๆต่อระบบนิเวศของหาดทราย แม้จะมีการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแต่ผลสรุปที่ออกมาดูจะขัดแย้งกับความเป็นจริงเสมอมา ในปัจจุบันหลายพื้นที่ได้แสดงให้เห็นถึงปัญหาจากการพัฒนาดังกล่าว โดยเฉพาะการพังทลายของหาดทรายจากการกัดเซาะบริเวณชายฝั่งทะเล เช่นที่ ระยอง พัทยา ชะอำ ประจวบคีรีขันธ์ และสงขลา (สิน สินสกุล และคณะ, 2542) ซึ่งสาเหตุมาล้วนมาจากการก่อสร้างบริเวณชายฝั่งที่ละเลยผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับหาดทราย ซึ่งนอกจากผลกระทบทางกายภาพดังกล่าวแล้วยังส่งผลถึงทางชีวภาพโดยที่ไม่สามารถประเมินความเสียหายได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับทรัพยากรหาดทรายของประเทศทั้งในแง่กายภาพและทางชีวภาพ เพื่อประโยชน์ในการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนต่อไป

สำหรับในพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก โดยเฉพาะจังหวัดชลบุรีและระยองที่ถูกกำหนดให้มีการพัฒนาเป็นแหล่งอุตสาหกรรมของประเทศอีกแหล่งหนึ่งนั้น ทำให้มีการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งมากขึ้น ทั้งที่แต่เดิมก็มีการใช้ประโยชน์ทั้งทางด้านการประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการท่องเที่ยวมากอยู่แล้ว การที่มีกิจกรรมหลากหลายเกิดขึ้นนี้ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศหาดทรายไม่มากก็น้อย อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลการศึกษาใดที่ชี้ให้เห็นถึงลักษณะและสถานะของระบบนิเวศหาดทรายในบริเวณนี้

1.1 สัณฐานวิทยาและชนิดของหาดทราย

หาดทรายเป็นสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของอนุภาคทรายบริเวณชายฝั่ง โดยเฉพาะในเขตน้ำขึ้นน้ำลง และขยายต่อเนื่องสู่ระดับต่ำกว่าน้ำลงต่ำสุด หาดทรายเกิดจากการกัดกร่อนของหินแข็งด้วยอิทธิพลของคลื่นและลม จนเป็นอนุภาคขนาดเล็ก เนื่องจากไม่เกาะตัวกันจึงถูกพัดพาได้ง่ายโดยเฉพาะการถูกพัดพามาสะสมบริเวณชายฝั่ง เกิดเป็นหาดทรายขึ้น ชนิดของหินแข็งที่เป็นต้นกำเนิดของทรายจึงสำคัญมาก หาดทรายที่สวยงามมักจะพบบริเวณที่เป็นหินทราย หรือหินแกรนิต ซึ่งมีแร่ควอร์ตมาก แต่ถ้าเป็นหินดินดานหรือหินปูนโอกาสที่จะเกิดเป็นหาดทรายจะมีน้อย Kohpina and Vongpromek (1998) ศึกษาแหล่งแร่บริเวณชายฝั่งของอ่าวไทยโดยการใช้ core ในการเก็บตะกอนดินมาทำการศึกษา แสดงให้เห็นสัณฐานวิทยาของพื้นที่ชายฝั่งทะเลโดยเฉพาะหาดทรายที่เป็นแหล่งสะสมของทรายบริเวณเขตรอยต่อระหว่างบก กับทะเล (รูปที่ 1) นอกจากนี้ยังได้สรุปว่าหาดทรายในปัจจุบันเกิดขึ้นหลังจากสิ้นสุดยุคน้ำแข็งที่ผ่านมา (6000 ปี) และเป็นสัณฐานที่ไม่อยู่ตัวมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเพราะอนุภาคไม่จับตัวกัน



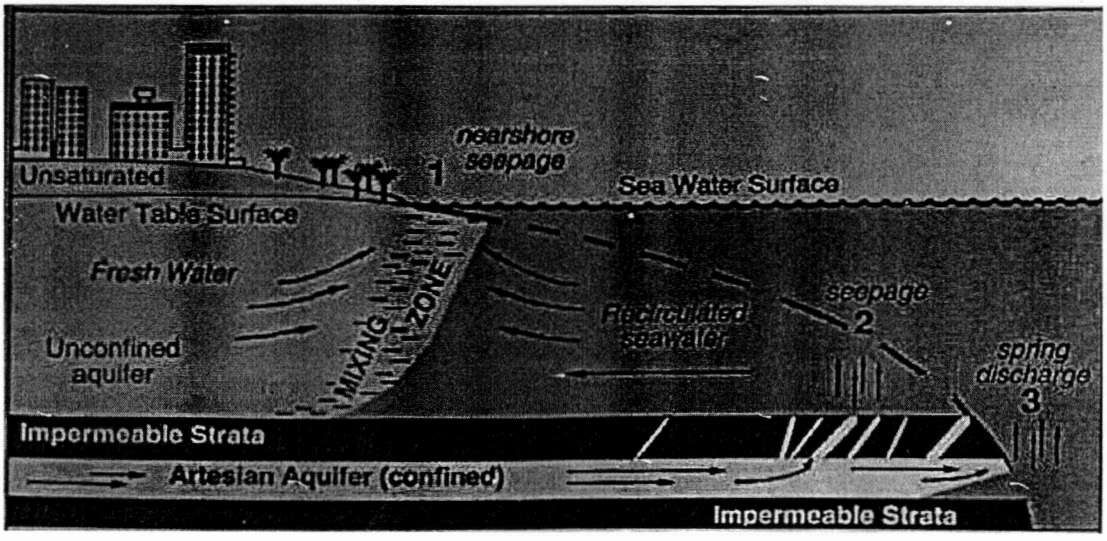
รูปที่ 1 ภาพตัดขวางบริเวณชายฝั่งแสดงให้เห็นการสะสมตัวของแร่ชนิดต่างๆ โดยหาดทรายเป็นพื้นที่ชายฝั่งที่มีการสะสมตัวของแร่ quartz (ที่มา Kohpina and Vongpromek, 1998)

จากการที่สัณฐานไม่อยู่ตัวจึงมีการแบ่งหาดทรายออกเป็น 3 แบบ ตามการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา คือ 1) ชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ คือหาดมีการหายไปมากกว่าปีละ 1 เมตร 2) ชายฝั่งที่มีการสะสมตัว คือหาดมีการเพิ่มขึ้นมากกว่าปีละ 1 เมตร และ 3) ชายฝั่งคงสภาพ คือหาดที่มีการกัดเซาะและการสะสมตามฤดูกาลเท่ากันในแต่ละปี ในอัตราไม่เกินปีละ $\pm$ 1 เมตร ทั้งนี้ชายหาดในประเทศไทยโดยปกติส่วนใหญ่จะเป็นชายฝั่งคงสภาพ (สิน สินสกุล และคณะ, 2542)

หาดทรายจะสูงในส่วนที่ติดกับแผ่นดิน และจะค่อยๆลาดลงไปสู่ทะเล ความลาดแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะชายฝั่งและการทับถมของตะกอน ชายฝั่งจมตัวจะมีหาดทรายแคบและลึก แต่ชายฝั่งยกตัวจะมีหาดทราย

กว้างและความลาดชันน้อยจึงเป็นแหล่งที่นิยมสำหรับการพักผ่อน หาดทรายจะไม่อยู่ตัวจะมีการเปลี่ยนแปลงเสมอในทุกฤดูกาลเนื่องมาจากการกระทำของคลื่น ในฤดูที่คลื่นแรงชายฝั่งจะแคบลง คลื่นที่ซัดชายฝั่งจะหอบเอาทรายกลับลงทะเลไปกองไว้ในบริเวณที่แรงเคลื่อนที่กลับหมดลง เมื่อคลื่นสงบทรายจะถูกพากลับเข้าสู่ชายหาดดังเดิม ลักษณะที่สำคัญของหาดทราย คือมีทรายเป็นชั้นๆเรียบและหนาไม่เท่ากัน (สุวลักษณ์ นาทีกาญจนลาภ, 2535 ; อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ, 2530)

บริเวณหาดทรายเป็นจุดรับสัมผัสกับทะเล (รูปที่ 2) นอกจากมีการสะสมของตะกอนและสารอินทรีย์ต่างๆแล้ว บริเวณหาดทรายยังเป็นบริเวณที่มีน้ำใต้ดินจากแผนดินไหลออกมาสู่ทะเลบริเวณชายฝั่ง ช่องว่างระหว่างอนุภาคเม็ดทรายจึงเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ซึ่งมีบทบาทสำคัญในห่วงโซ่อาหาร คือเป็นอาหารของสัตว์น้ำวัยอ่อน (Coull, 1988) สภาพพื้นที่แต่ละแห่ง ความอิ่มตัวของน้ำในดิน อุณหภูมิ ออกซิเจน คุณภาพสิ่งแวดล้อม และพืชขนาดเล็กจึงมีผลต่อประชาคมของสัตว์หน้าดิน (Pollock, 1971) นอกจากนี้อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหาด โดยที่เขตน้ำขึ้นน้ำลง เป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างบกกับทะเล โดยอยู่ระหว่างน้ำขึ้นสูงสุดกับน้ำลงต่ำสุด และเป็นบริเวณที่ต้องสัมผัสกับอากาศขณะน้ำลง และมีน้ำท่วมขณะน้ำขึ้น สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ต้องเผชิญกับสภาพการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมในช่วง 24 ชั่วโมง ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ออกซิเจน และการสูญเสียน้ำออกจากตัว นอกจากนี้ฤดูกาลจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อมดังกล่าว และน้ำฝนและน้ำจากแผ่นดิน (run off) จะทำให้เกิดปัญหาออสโมซิส สัตว์ที่อาศัยในบริเวณนี้จึงเป็นพวกที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความเค็มในช่วงกว้าง สัตว์บางชนิดสามารถสามารถอยู่ได้ในสภาพที่มีออกซิเจนต่ำ (สมถวิล จริตควร, 2535)



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงอิทธิพลของน้ำใต้ดินต่อน้ำบริเวณชายฝั่ง

หาดทรายเป็นระบบนิเวศหนึ่งที่มีความน่าสนใจโดยมีลักษณะเฉพาะตัวจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม 2 ปัจจัย คือ คลื่น (wave) และขนาดอนุภาคทราย (sand particle size) โดยทั้ง 2 ปัจจัยจะเป็นตัวควบคุมความหลากหลายทางชีวภาพ , พฤติกรรมของสัตว์ Mclachan and Jaramillo (1995) ได้แบ่งหาดทรายออกเป็น 3 แบบ ตามอิทธิพลของคลื่นและลม (รูปที่ 3) คือ

1. Reflective sandy beach เป็นหาดที่มีอนุภาคของทรายหยาบ ความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ สิ่งมีชีวิตที่พบได้แก่ amphipod เพราะบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลง คลื่นมีความรุนแรงมาก และพื้นทรายจะไม่สามารถใช้เป็นที่ยึดเกาะได้

2. Intermidiate sandy beach เป็นหาดที่มีอนุภาคเป็นทรายละเอียด มีความหลากหลายทางชีวภาพปานกลาง สิ่งมีชีวิตที่พบ ได้แก่ amphipod , isopod

3. Dissipative sandy beach เป็นหาดที่มีอนุภาคทรายละเอียดมากกว่า ทำให้ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมาก สิ่งมีชีวิตที่พบ ได้แก่amphipod , isopod , coleptera , anomuran, polycheates , brachyura และ bivalve เป็นต้น

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) แบ่งหาดทรายที่พบในประเทศไทยเป็น 3 แบบดังนี้

1. หาดหน้ากว้าง เป็นหาดเรียบ มีทั้งหาดส่วนหลังและหาดส่วนหน้า ลักษณะหาดมีความชันน้อย คลื่นมักจะซัดขึ้นมาไม่ถึงหาดส่วนหลัง หาดแบบนี้มีบริเวณกว้างขวาง เหมาะแก่การเป็นสถานที่พักตากอากาศ

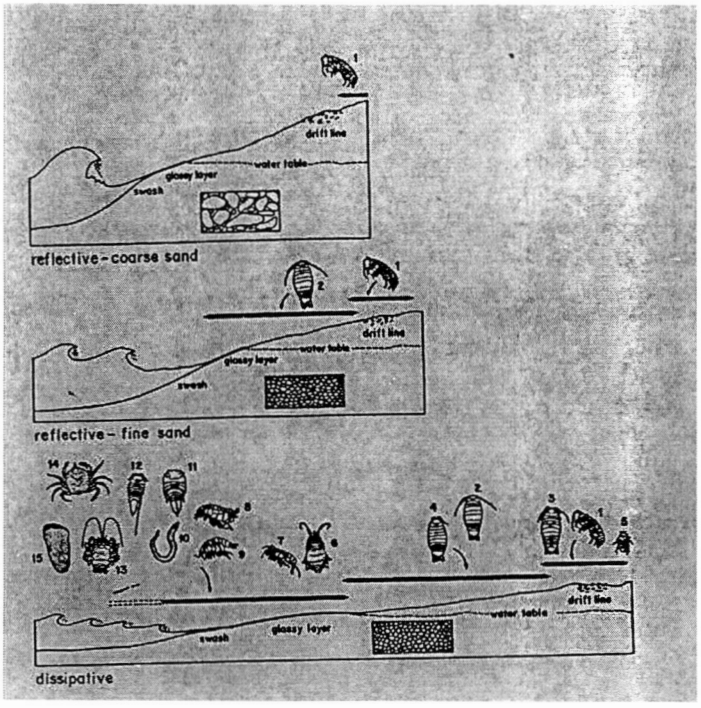
2. หาดหน้าแคบ เป็นหาดเรียบตั้งแต่ขอบฝั่งลงไปจนถึงแนวน้ำลง มีแต่หาดส่วนหน้าโดยไม่มีหาดส่วนหลัง ลักษณะของหาดมีความชันไม่มากนัก

3. หาดสองชั้น เป็นหาดไม่สู้เรียบนัก มีทั้งหาดส่วนหลังและหาดส่วนหน้าและมีที่ราบเป็นขานยื่นออกไปเป็นชั้น บางชั้นก็จะอยู่เหนือแนวน้ำลงเต็มที่ ลักษณะหาดค่อนข้างจะชัน หาดแบบนี้เหมาะแก่การเป็นสถานที่ตากอากาศเช่นกัน

หาดทรายโดยทั่วไปจะมีขนาดและสีของเม็ดทรายต่างกัน หาดทรายบางแห่งค่อนข้างจะละเอียดแต่บางแห่งค่อนข้างจะหยาบ สีของหาดทรายอาจมีสีขาว สีน้ำตาลอ่อนหรือแก่ ทั้งนี้ขึ้นกับแหล่งกำเนิดของทรายว่ามาจากแร่ชนิดใด แร่ต้นกำเนินที่สำคัญ เช่น quartz, garnet และ zircom เป็นต้น (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2541) ความสำคัญของหาดทรายทางด้านธรณีวิทยานั้นคือ เป็นที่สะสมของแร่ ส่วนทางด้านการท่องเที่ยว หาดทรายเป็นทรัพยากรการท่องเที่ยวที่สำคัญอย่างหนึ่ง หาดทรายที่สวยงามปราศจากโคลนตมและสิ่งสกปรกต่าง ๆ จะเป็นแหล่งดึงดูดนักท่องเที่ยวให้ไปเที่ยวหาดต่าง ๆ เพื่อพักผ่อน เล่นน้ำทะเล อาบแดด หรือเล่นกีฬาทางน้ำ (วรรณา วรชีวานิช, 2539)

1.2 เขตบนหาดทราย

การแบ่งเขตของสิ่งมีชีวิตเป็นลักษณะเด่นของชุมชนสิ่งมีชีวิตบริเวณชายฝั่งที่มีผู้ให้ความสนใจทำการศึกษากันมาก (Mclachlan and Jaramillo, 1995) โดยเฉพาะสิ่งมีชีวิตบนหาดหินที่พบการแบ่งเขตกันอย่างชัดเจน แบ่งออกได้เป็น 3 เขต คือ บน กลาง ล่าง ซึ่งแต่ละเขตจะมีสิ่งมีชีวิตเป็นตัวกำหนดที่ค่อนข้างแน่นอน (Stephenson, 1949) ทั้งนี้ปัจจัยที่ควบคุมการแบ่งเขตของสิ่งมีชีวิตคือปัจจัยทางกายภาพโดยเฉพาะที่สัมพันธ์กับระดับน้ำขึ้นน้ำลง (Peterson and Black, 1987; 1988) แต่สำหรับหาดทรายแล้วพบว่ามีการแบ่งเขตไม่ชัดเจน และพบความแตกต่างระหว่างพื้นที่และเวลามากกว่าที่พบบนหาดหิน (Peterson, 1991)



รูปที่ 3 ลักษณะของหาดทราย 3 แบบ แสดงสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบเป็นลักษณะของหาดทรายแต่ละแบบ (ที่มา Mclachan and Jaramillo,1995)

มีการเสนอรูปแบบการแบ่งเขตบนหาดทรายออกมาหลายลักษณะ แต่ที่ได้รับการยอมรับมาก ได้แก่การแบ่งตาม Dahl (1952) และ Salvat (1964) ที่ใช้หลักเกณฑ์การแบ่งเขตที่อยู่ต่างกัน แต่เขตที่แบ่งมีความสัมพันธ์กัน (รูปที่ 4)

Dahl (1952) ใช้ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตเป็นเกณฑ์ในการแบ่งเขตบนหาดทราย โดยแบ่งออกเป็นออกเป็น 3 เขต ดังนี้

1. Subterrestrial fringe บริเวณนี้เป็นบริเวณที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับน้ำขึ้นน้ำลง และลมอาจจะมีอิทธิพลที่สำคัญบริเวณนี้ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนี้ ได้แก่ พวก crustacean ที่อาศัยอากาศในการหายใจ เช่น ocypodid crabs (บริเวณ trophics และ subtrophics) talitrid amphipod (บริเวณ temperate beaches) และ isopod tylos ทั้งนี้เพราะ crustacean มีความสามารถในการเคลื่อนที่และขุดหลุม โดยสามารถทำได้ดีในบริเวณที่มีทรายหยาบ

2. Midlitoral zone เป็นเขตที่อยู่ของสัตว์ที่หายใจจากน้ำ ซึ่งไม่เคยพบว่าอยู่เหนือ slope แต่บางทีอาจพบอยู่บริเวณ subtidally การปะทะเป็นปัจจัยที่สำคัญในบริเวณนี้ ซึ่งจะมีผลต่อการเคลื่อนที่ของน้ำและอาหาร สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณนี้ ได้แก่ amphipod

3. Sublittoral fringe เป็นบริเวณที่ได้รับการรบกวนอยู่ตลอด ขอบเขตถ้ากำหนดจากฝั่งแล้วเป็นส่วนที่ถัดจาก water table แต่ถ้ากำหนดจากทะเลจะสิ้นสุดที่บริเวณที่เป็นคลื่นหัวแตก กระแสน้ำที่เกิดขึ้นบริเวณ surf zone ความไม่คงตัวของพื้นทะเล สันทราย (bars) และร่องน้ำ จะเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับลักษณะคลื่น สิ่งมีชีวิตบริเวณนี้มักเป็นพวกที่เคลื่อนที่เร็ว เช่น molluscs, crustaceans และเป็นเขตที่อยู่ของสัตว์หลายชนิด

เป็นที่น่าสังเกตว่าการแบ่งโดยวิธีนี้จะใช้เพียงสัตว์ในกลุ่มที่เคลื่อนที่ได้มากเช่นกุ้งและปู แต่ไม่ได้ใช้สัตว์ในกลุ่มอื่นที่เคลื่อนที่ได้น้อยกว่า เช่น หอยสองฝา และ polycheta

สำหรับการแบ่งตาม Salvat (1964) นั้นจะพิจารณาจากการใช้ปัจจัยทางกายภาพเพียงอย่างเดียว โดยสามารถแบ่งเขตบนหาดทรายออกเป็น 4 เขต คือ

- Drying zone เป็นเขตทรายแห้งเหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด
- Retention zone เป็นเขตทรายที่แห้งขณะที่น้ำลง โดยน้ำจะออกจากพื้นทรายโดยแรงดึงดูด
- Resurgence zone เป็นเขตทรายที่มีการไหลเวียนของน้ำระหว่างอนุภาคดิน (interstitial water) อันเนื่องมาจากระดับน้ำขึ้นน้ำลง
- Satuation zone เป็นเขตทรายที่มีน้ำอยู่ตลอดเวลา โดยที่มีการไหลเวียนของน้ำระหว่างอนุภาคทรายน้อยมาก

การแบ่งที่มีการใช้กันมากอีกแบบ เป็นของ Mortensen เมื่อปี 1921 (Brown and McLachlan, 1990) ที่แบ่งหาดทรายออกเป็น 2 เขตตามสรีระวิทยาของสัตว์ที่พบ คือ เขตที่สัตว์หายใจจากอากาศ และเขตของสัตว์ที่หายใจจากน้ำ

นอกจากนี้ Casto and Huber (1992) ได้เสนอการแบ่งหาดทรายออกเป็นเขตตามระดับน้ำขึ้นน้ำลงซึ่งมีผลต่อการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตเป็น 3 เขต (รูปที่ 5) คือ

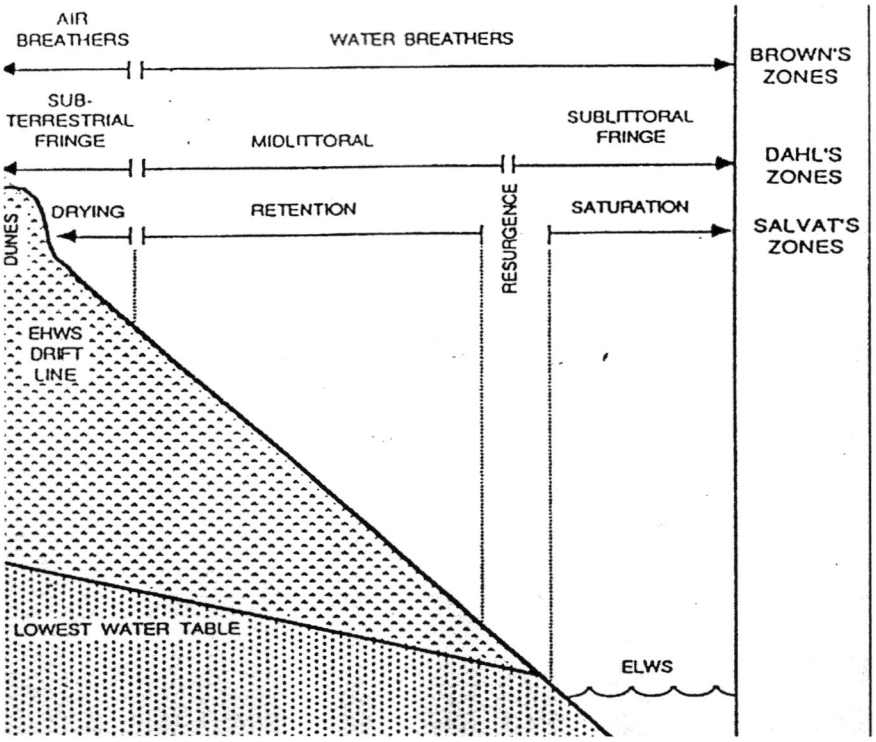
1. ตอนบนของหาด เป็นบริเวณที่อยู่เหนือระดับน้ำขึ้นสูงสุด แต่จะมีการกระเซ็นของคลื่นขึ้นมาได้ บริเวณนี้ลักษณะดินมักจะเป็นทรายหยาบ แต่ในบางแห่งอาจเป็นทรายละเอียด สิ่งมีชีวิตที่พบ ได้แก่ ghost crab isopod และ amphipod

2. ตอนกลางของหาด เป็นบริเวณที่อยู่ระหว่างน้ำขึ้นสูงสุดและน้ำลงต่ำสุด ลักษณะดินมักจะเป็นทรายปนโคลนหรือโคลนปนทราย สิ่งมีชีวิตที่พบ ได้แก่ ปูเสฉวน หอยฝาเดียว เช่น หอยทับทิม หอยสองฝา เช่น หอยตลับ ไส้เดือนทะเลบางชนิด หาดที่มีคลื่นรุนแรงจะพบจั๊กจั่นทะเลอยู่ตอนล่างของเขตนี้

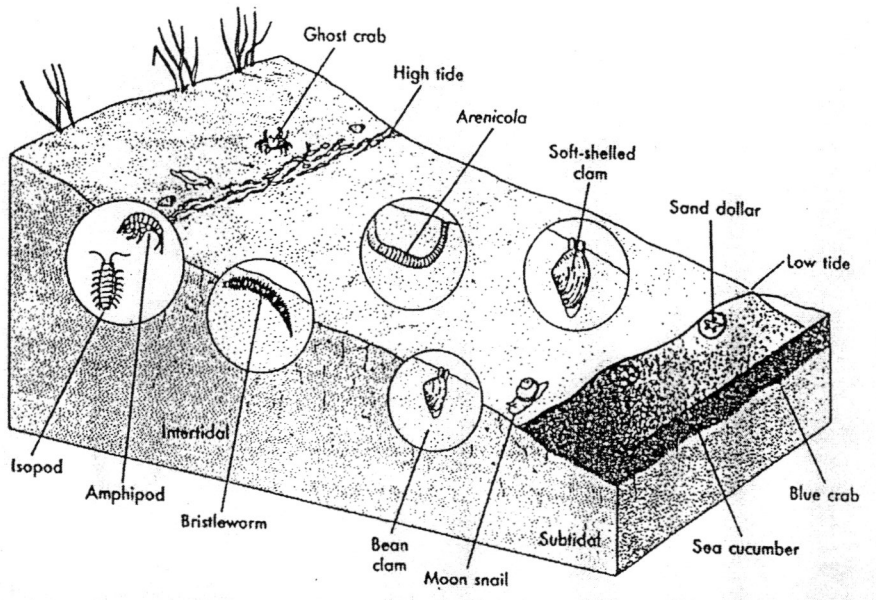
3. ตอนล่างสุดของหาด เป็นบริเวณที่มีน้ำท่วมตลอดและพบสิ่งมีชีวิตมากมาย เช่น ไส้เดือนทะเลที่ฝังตัวและชนิดที่สร้างท่อ หอย ดาวทะเล อีแปะทะเล ปู ปลา กุ้ง เป็นต้น

การจะแบ่งเขตของสัตว์ตามแบบนั้น อาจแปรผันไปตามพื้นที่ ซึ่งจะขึ้นกับชนิดของหาดทรายนั้นๆด้วย ซึ่งการจัดจำแนกชนิดของหาดทรายก็เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ควรให้ความสนใจ โดยปัจจัยที่จะมีผลต่อชนิดของหาดทรายที่สำคัญเช่น ที่ตั้งและลักษณะทางภูมิศาสตร์ของชายฝั่งทะเล อิทธิพลของคลื่น ลม และกระแสน้ำ ทั้งนี้ผลดังกล่าวจะสะท้อนออกมาในเรื่ององค์ประกอบของเนื้อทราย สันฐานวิทยาของหาด (ความลาดชัน) และความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในที่สุด (Peterson, 1991)

McLachlan and Jaramillo (1995) ได้รวบรวมรายงานเกี่ยวกับลักษณะของหาดทรายที่พบทั่วโลก สรุปว่าการแบ่งเขตของสังคมสิ่งมีชีวิตบนหาดทรายมีความผันแปรมาก โดยเขตบนสุดที่อยู่เหนือระดับน้ำทะเลจะเป็นเขตที่มีรูปแบบค่อนข้างชัดเจน ในขณะที่เขตต่ำลงมาจะมีความซับซ้อนของสังคมสิ่งมีชีวิตมากขึ้นและมีความผันแปรระหว่างพื้นที่มาก นอกจากนี้ได้กล่าวถึงการศึกษาหาดทรายในเอเชียว่ามีผู้ศึกษาอยู่น้อยมากจนไม่สามารถสรุปลักษณะทั่วไปของหาดทรายในภูมิภาคนี้ได้ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาที่ได้ภูมิภาคนี้ส่วนใหญ่แบ่งหาดทรายออกเป็น 3 เขตตามการแบ่งของ Dahl (1952) โดยมักพบ Isopod อยู่บนเขตตอนบนของหาด, หอยสองฝาโดยเฉพาะหอยเสียบ (*Donax* spp.) อยู่ตอนกลาง และสัตว์ในกลุ่ม Crustacea โดยเฉพาะจั๊กจั่นทะเล (*Emerita* spp.) และ Amphipod ในเขตตอนล่าง



รูปที่ 4 ระบบการแบ่งเขตบนหาดทราย 3 แบบ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเขตจากการแบ่งในแต่ละแบบ



รูปที่ 5 การแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิตบริเวณหาดทราย (ที่มา : Casto and Huber, 1992)

1.3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อระบบนิเวศหาดทราย

การกระทำของคลื่นมีความสำคัญมากต่อสิ่งมีชีวิตในหาดทราย และมีผลต่อขนาดดินตะกอน ลักษณะท้องทะเล ความอยู่ตัวของหาด ปริมาณออกซิเจน และปริมาณอินทรีย์สาร Giere (1993) ได้กล่าวถึงปัจจัยไม่มีชีวิตที่มีผลต่อความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กดังนี้

1. โครงสร้างของดินตะกอน ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน และคุณสมบัติดินตะกอนทั้งด้านฟิสิกส์และเคมี ทรายที่ผสมทรายแป้ง และกรวด มีขนาดช่องว่างระหว่างเม็ดดิน 20 % ของปริมาตรดินทั้งหมด , ทรายหยาบ (coarse) มีขนาดช่องว่างระหว่างเม็ดดิน 45 % ของปริมาตรดินทั้งหมด ซึ่งช่องว่างระหว่างเม็ดดินมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ถ้าหากมีช่องว่างอยู่น้อยสิ่งมีชีวิตบางชนิดไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ นอกจากนี้รูปร่างของอนุภาคดินยังมีผลต่อการซึมผ่านของน้ำ และปริมาณน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างดินตะกอน ทรายละเอียดกักน้ำให้อยู่ในดินได้มาก ส่วนทรายหยาบน้ำจะซึมผ่านได้เร็ว ซึ่งจะมีผลต่อการอาศัยของสัตว์หน้าดิน

การหาขนาดของดินตะกอน (particle size) สามารถหาอย่างคร่าวๆโดยการสัมผัส ซึ่งจะแบ่งเป็นทรายหยาบ , ทรายละเอียด , ทรายปนโคลน , โคลนปนทราย จนถึงโคลนละเอียด หรือนำตัวอย่างดินตะกอนผ่านตะแกรงร่อนที่มีขนาดต่างๆ จากขนาดหยาบไปยังขนาดละเอียด จากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักทรายที่ค้างอยู่แต่ละชั้น คิดเป็นเปอร์เซนต์ของทรายทั้งหมด (สมถวิล จริตควร, 2535)

การแบ่งขนาดของอนุภาคทราย สามารถแบ่งเป็นได้เป็นcoarse sand มีขนาดอนุภาคระหว่าง 2.0 – 0.5 มิลลิเมตร , medium sand มีขนาดอนุภาคระหว่าง 0.5 – 0.25 มิลลิเมตร และ fine sand มีขนาดอนุภาคระหว่าง 0.25 – 0.062 มิลลิเมตร (Tait, 1981)

2. การปั่นป่วนของตะกอน แถบชายฝั่งได้รับอิทธิพลจากคลื่น และกระแสน้ำทำให้ขนาดขององค์ประกอบของตะกอนดินมีขนาดแตกต่างกันไป เนื่องจากความเร็วของกระแสน้ำทำให้อนุภาคที่มีขนาดแตกต่างกันตกตะกอนไม่พร้อมกัน และพายุจะทำลายประชากรสัตว์หน้าดินขนาดเล็กโดยการพัดพาดินตะกอนไป

3. การซึมผ่าน และการอิ่มตัวของน้ำในตะกอนดิน พบว่าทรายละเอียดมีความอิ่มตัวของน้ำมากกว่าทรายหยาบ และโคลน (mud) มากกว่า 50 % ของน้ำหนักน้ำ ในขณะที่ทรายขนาดกลางมีความอิ่มตัวเท่ากับ 25 % นอกจากนี้ความอิ่มตัวและการไหลของน้ำเป็นตัวกำหนดการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ซึ่งจะพบสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในระดับที่มีน้ำอิ่มตัว หรือในทรายหยาบมากกว่าในทรายละเอียด

4. สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ (Dissolved Organic Matter, DOM) และสารอินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ (Particulate Organic Matter, POM) ดินตะกอนที่มี DOM, น้ำตาลกลูโคส, กาแลกโตส, ซูโครส, กรดอะมิโน เป็นโมเลกุลอินทรีย์เบื้องต้นที่พบมากในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างเม็ดดิน ซึ่งเกิดจากการย่อยซากพืชซากสัตว์ของแบคทีเรีย และเมือกที่หลั่งโดยการย่อยของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ประกอบด้วย กรดอะมิโน และ labile nitrogen compound เป็นอาหารที่สำคัญของสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก ซึ่งลักษณะการอยู่อาศัยของแบคทีเรีย และสิ่งมีชีวิตเล็กๆบนอนุภาคทราย ดังแสดงในรูปที่ 8

1.4 สัตว์หน้าดิน

สัตว์ที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำตื้นหรือเขตน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณหน้าดิน เรียกว่า benthos โดย Gross (1990) แบ่งสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดิน (benthos) ในเขตน้ำขึ้นน้ำลงออกเป็น 3 ลักษณะคือ

1. อาศัยโดยเกาะอยู่บนดิน (attachment to firm surfaces)
2. พวกที่เคลื่อนที่อิสระอยู่บนพื้น (free movement on the bottom)

3. ฝังตัวอยู่ในดิน (burrowing in sediments)

หรือบางครั้งอาจแบ่งสัตว์หน้าดิน (benthos) ออกตามขนาดได้คือ (สมถวิล จริตควร, 2540)

1. Macrofauna หมายถึงสัตว์หน้าดินที่มีขนาดตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไป

2. Microfauna หมายถึงสัตว์หน้าดินที่มีขนาดตั้งแต่ 0.5-1.0 มิลลิเมตร

3. Mieofauna หมายถึงสัตว์หน้าดินที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร

สัตว์เหล่านี้มีความสามารถ ในการปรับตัวให้เข้าสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้ดีจากการเปลี่ยนแปลงที่กระทันหันหรือค่อยเป็นค่อยไป ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของอุณหภูมิ, ความชื้น, ความเป็นกรด-เบส และรังสีที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์ สำหรับความสำคัญของสัตว์ทะเลหน้าดิน มีหลักๆดังนี้

1. เป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำที่สำคัญทางการประมง เช่น กุ้งและปลาหน้าดิน ดังนั้นมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินในแต่ละบริเวณสามารถนำมาประเมินศักยภาพการผลิตของทรัพยากรสัตว์หน้าดินของแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้ (Harkantra, 1982 อ้างอิงใน สุชาติ และประจวบ, 2542)

2. สัตว์หน้าดินหลายชนิดสามารถบ่งชี้คุณภาพของแหล่งน้ำได้ด้วย เนื่องจากสัตว์หน้าดินบางชนิดตายในขณะที่บางชนิดสามารถปรับตัวและทนต่อความเปลี่ยนแปลงเป็นเวลานาน ๆ (จุมพล, 2531)

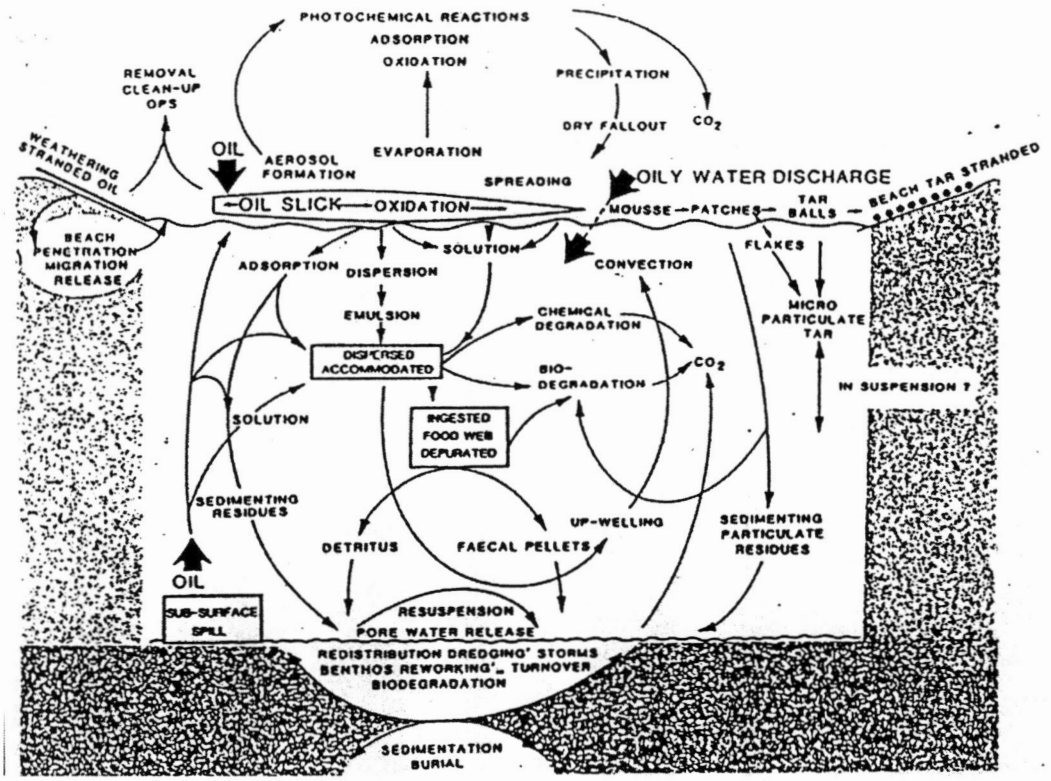
1.5 ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมกับการดำรงชีวิตของสัตว์ทะเลหน้าดิน

สัตว์ทะเลหน้าดินมีการปรับตัวต่อความเครียดจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆได้เพื่อการอยู่รอด ทั้งนี้สภาพสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติของหาดทรายมีการเปลี่ยนแปลงได้ โดยตัวแปรต่างๆมีการเปลี่ยนแปลงและหมุนเวียนซึ่งมีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ (รูปที่ 6) ปัจจัยที่สำคัญที่มีต่อการดำรงชีวิตบนหาดทราย ได้แก่

1. อุณหภูมิ แบ่งออกเป็น 2 กรณี คืออุณหภูมิสูง และอุณหภูมิต่ำ แต่ในกรณีของประเทศในเขตร้อนจะเกี่ยวข้องเฉพาะกรณีอุณหภูมิสูง สิ่งมีชีวิตในน้ำที่เกาะติดกับที่หรือที่เคลื่อนไหวช้าปกติจะมีช่วงการหลีกเลี่ยงความร้อนโดยพฤติกรรมอยู่น้อย อย่างไรก็ตามนิสัยในการขุดโพรงอยู่ของสัตว์หน้าดินหลายชนิด เช่น หอยสองฝา กุ้ง และปู จะฝังตัวอยู่ในทรายหรือโคลนที่มีความจุความร้อนสูงทำให้มีการผันผวนของอุณหภูมิน้อยกว่าน้ำที่อยู่เหนือขึ้นไป ถือเป็นสิ่งสำคัญต่อสัตว์หน้าดินที่มีชีวิตอยู่บริเวณดินโคลนในช่วงระหว่างน้ำขึ้นน้ำลงหรือชายหาดที่ราบเรียบ ที่น้ำตื้นๆจะอุ่นกว่าชั้นที่อยู่ข้างล่างลงไปโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน

2. ความเค็ม การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อความเค็มที่แตกต่างไปจากน้ำทะเลทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ การตอบสนองของสัตว์ที่ปรับสภาพไปตามความเข้มข้นของโมลของสารละลาย (osmoconformer) และของสัตว์ที่ใช้การควบคุมความเข้มข้นของโมลของสารละลาย (osmoregulator) (Rankin and Davenport, 1981) สำหรับการตอบสนองแบบแรกจะไม่มีการควบคุมความเข้มข้นของโมลของสารละลายในร่างกาย ซึ่งจะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในตัวกลางและจะลดลงในสารละลายที่เจือจางเนื่องจากการผสมของเกลือกับน้ำระหว่างของเหลวในร่างกายและตัวกลางภายนอก ส่วนการตอบสนองแบบหลังจะคงความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของโมลของสารละลายภายในและภายนอกไว้ได้ โดยวิธีการสูบเกลือที่อยู่บริเวณภายนอกเข้าไปในตัวกลาง

หอยฝาเดียว (gastropod) และพวกหนอนทะเล (errant polychaete) สามารถควบคุมความเข้มข้นของโมลของสารละลายได้ ส่วนพวกเพรียง หอยสองฝา bryozoa, tunicate หนอนพยาธิบางชนิด หอยฝาชี ลิ่นทะเล ไส้เดือนทะเล สัตว์เหล่านี้ไม่มีชนิดใดที่สามารถหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงของความเค็มโดยใช้ปฏิกิริยาในการหนี สัตว์ที่เกาะ



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงการหมุนเวียนและการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญบนหาดทรายและกรณีที่มีคราบน้ำมันปนเปื้อน (ที่มา White *et.al.*, อ้างBrown and Mclachan,1990)

ติดอยู่กับที่ส่วนใหญ่จะไม่สามารถทนต่อการที่เนื้อเยื่อสัมผัสกับความเค็มภายนอกระดับต่ำเป็นระยะเวลานาน ดังนั้นมันจึงต้องใช้กลไกทางพฤติกรรมหลายอย่างเพื่อไปลดการสัมผัสให้น้อยที่สุด

เพรียงและหอยสองฝา ปกติอยู่ในน้ำกร่อยที่มีความเค็ม 25 ppt. แต่สามารถทนอยู่ได้ทั้งๆที่น้ำภายนอกเกือบเป็นน้ำจืด ทั้งนี้โดยลดการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมด้วยการปิดแผ่นฝา (Cawthorne, 1979) Barnes and Barnes (1958) ได้แสดงให้เห็นการตรวจวัดสภาพแวดล้อมของสัตว์ทะเล ซึ่งอาจจะเป็นเปลือกที่อ่อนนุ่มของแผ่นฝาปิดที่มีความไวต่อความเค็มและไอออนที่เป็นอนินทรีย์ โดยการหยดน้ำลงบนแผ่นฝาปิดของเพรียง *Balanus balunoides* มันก็จะเพียงแต่เปิดออกแล้วยื่นอวัยวะที่เป็นติ่งสัมผัสออกมาถ้าหากความเค็มมีค่าสูงกว่าประมาณ 17%

สัตว์ลำตัวอ่อนที่อาศัยอยู่ตามผิวน้ำโดยเกาะติดอยู่กับที่ เช่น ฟองน้ำ ดอกไม้ทะเล tunicate และ bryozoa จะพบในเขตน้ำกร่อยน้อยกว่าสัตว์ที่มีเปลือกแข็ง เป็นที่เชื่อกันว่าสัตว์พวกนี้เป็นสัตว์ที่ปรับสภาพไปตามความเข้มข้นของของสารละลาย และถ้าหากมีการตอบสนองใดๆทำโดยปรับความสมดุลย์ให้เท่ากับความเค็มที่ไม่เหมาะสมกับมันให้ช้าลง โดยการจำกัดบริเวณพื้นผิวของเนื้อเยื่อที่สัมผัสกับตัวกลางภายนอก หรือการหลั่งเมือกซึ่งจะช่วยทำให้ชั้นปกคลุมหนาขึ้น ดังนั้นจึงไปช่วยลดการแผ่กระจายเข้ามาของไอออนให้ช้าลง Shumway (1978a) ได้แสดงให้เห็นว่าดอกไม้ทะเล (*Metridium senile*) จะขับน้ำออกจากทางเดินอาหารและหดตัวลงขณะที่ความเค็มลดลง และก็จะหดหนวดเข้ามาซึ่งเป็นการช่วยลดบริเวณพื้นผิวที่ได้รับผลกระทบลงได้หลายเท่าตัว เช่นเดียวกันกับ tunicate (*Ciona intestinalis*) จะหยุดพ่นน้ำตามปกติและจะปิดอวัยวะดูดน้ำของมันเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำที่ใช้ในการกรองเข้าไปเมื่อใดก็

ตามที่ความเค็มภายนอกตกลงเหลือประมาณ 20% เป็นการทำให้เหลือบริเวณพื้นผิวของผิวหนังชั้นนอกที่หยาบหนาและแห้งเหนียว (และอาจทำให้น้ำซึมเข้าไปไม่ได้ด้วย) ของมันเพียงเล็กน้อยที่จะสัมผัสกับสื่อภายนอก

3. ออกซิเจน

ปกติสัตว์ที่หายใจเอาอากาศได้วิวัฒนาการ ทั้งปรับตัวทางโครงสร้าง และทางสรีรวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณที่มีแรงกดบางส่วนของออกซิเจนต่ำแบบกึ่งถาวร ทั้งปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังมีแนวโน้มในการเสริมให้โครงสร้างรองรับเหงือกแข็งแรงขึ้น การลดพื้นที่ภายนอก (ซึ่งมักหุ้มปิดโดยรอบ) ซึ่งทำหน้าที่คล้ายกับปอด การขยายปรับเปลี่ยนทางสรีรวิทยาและชีวเคมีมีหลายรูปแบบ แต่ที่มีความสำคัญโดยเฉพาะคือแนวโน้มในการใช้ยูเรียหรือกรดยูเรียมากกว่าแอมโมเนียในรูปของสิ่งขับถ่ายที่เป็นไนโตรเจน เนื่องจากมันไม่มีพิษ และสามารถสะสมตัวในอากาศหรือขับถ่ายออกมาโดยมีการสูญเสียน้ำน้อยที่สุด

ปู (*Carcinus maenas*) จะเปลี่ยนจากการหายใจในน้ำมาเป็นการใช้ประโยชน์จากอากาศเมื่อแรงกดดันบางส่วนของออกซิเจนภายนอกลดลงเหลือ 20-60 มิลลิเมตรปรอท (เปรียบเทียบกับประมาณ 160 มิลลิเมตรปรอท ในน้ำทะเลที่อิ่มตัวด้วยอากาศ) มันทำเช่นนั้นโดยการเคลื่อนปที่ริมโพรงหินแล้วยกส่วนหน้าของส่วนหัวและอก (cephalothorax) ให้พ้นน้ำหรือเป็นการโผล่ขึ้น โครงสร้างที่ช่วยระบายอากาศให้ช่องว่างภายในของปู (คืออวัยวะพัดโบกให้น้ำไหลเข้าสู่ช่องเหงือก) ปกติจะตีในทิศทางที่ทำให้น้ำไหลจากรอบๆ ฐานของขาที่ใช้เดินผ่านไปบนเหงือกแล้วออกไปทางด้านใดด้านหนึ่งของปาก สำหรับปูที่โผล่ขึ้นมาบางส่วนนั้น อากาศจะเข้าไปในช่องเหงือกก่อนและแตกฟองออกไปรอบฐานขา ทำให้น้ำในช่องว่างภายในมีอากาศถ่ายเท (Taylor *et al.*, 1973)

การตอบสนองทางพฤติกรรมเพื่อการหายใจเอาอากาศมีรายงานในปูที่อยู่ตามหาดโคลน เช่น ปูก้ามดาบ ปูแสม และปูเสฉวน พบว่ามันจะไต่ต้นไม้ชายเลนเพื่อหลีกเลี่ยงการจมอยู่ในน้ำที่มีแรงกดบางส่วนของออกซิเจนต่ำ (Partial Pressure) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่แตกต่างจากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ ปูที่อยู่บนบกจะมีการปรับตัวเข้ากับการมีชีวิตอยู่บนบกได้ดีมากจนมันมักจะตายไปจมอยู่ในน้ำ เพราะว่ามันมีการปรับตัวเข้ากับการสกัดออกซิเจนจากน้ำไม่ดีเท่าอากาศ (Bliss, 1979)

หอยกะพง (*Modiolus demissus*) จะอ้าฝาหอยเล็กน้อยเมื่อเกิดกระแสน้ำลง แล้วปล่อยให้อากาศเข้าไปในช่องว่างในรอยพับของผนังลำตัว (Kuenzler, 1961 ; Lent, 1968) ต่อมา Davenport (1983a) ได้ศึกษาหอยแมลงภู่เขียว (*Perna viridis*) ซึ่งอาศัยอยู่บนฝั่งที่เป็นโขดหินในเขตร้อนของมหาสมุทรอินเดีย หอยชนิดนี้ไม่สามารถจะอ้าฝาได้เมื่อกระแสน้ำลง เพราะเสี่ยงต่อการเกิดความแห้งเพราะเสียน้ำในที่อยู่อาศัยที่ร้อน ใกล้ผิวน้ำ และมีความชื้นต่ำ ในหอยชนิดนี้ การหายใจเอาอากาศจะทำได้โดยทันทีที่หอยชนิดนี้โผล่พ้นจากกระแสน้ำ ฝาหอยก็จะถูกเปิดอ้ากว้างเพื่อปล่อยของเหลวออกจากช่องว่างภายในรอยพับของผนังลำตัว ต่อจากนั้น ฝาหอยก็จะถูกดึงปิดอย่างแน่นหนา จึงปิดกั้นฟองอากาศไว้ภายในช่องว่างในรอยพับดังกล่าว ฟองอากาศนี้จะทำให้เกิดออกซิเจนประมาณ 50 เท่าของที่มีอยู่ในปริมาตรที่เท่ากันของน้ำทะเลภายนอก จึงเป็นการสะสมออกซิเจนไว้ใช้ทางหนึ่ง

4. การเกิดความแห้ง

เห็นได้ชัดว่าในธรรมชาตินั้น สัตว์หน้าดินมักจะมีชีวิตอยู่ในโพรงที่อากาศไม่เคลื่อนไหว ถือเป็นเกราะที่มีความชื้นรอบตัว และช่วยถ่วงการเกิดความแห้งให้ช้าลง Kuenzler (1965) ทำการศึกษาหอยสองฝาขนาดเล็กที่อยู่ระหว่างช่วงน้ำขึ้นน้ำลง (*Lasaea rubra*) และพบว่าในอากาศแห้งที่เคลื่อนไหว (ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 0) ที่อุณหภูมิ 30℃. มันจะตายไปในเวลาเพียง 30 นาที Morton *et al.* (1957) กระทำหอยดังกล่าวที่อุณหภูมิ 30℃. ในเครื่องทำแห้งซึ่งตัวอย่างหอยที่เกาะกลุ่มกันประมาณ 200 ตัว ที่ถูกสกัดเอาน้ำส่วนเกินออกถูกกักไว้ในอากาศนิ่ง หอยจำพวก

หอยนางรม หอยแมลงภู่ (lamellibranch) มีชีวิตรอดในสภาพแวดล้อมเหล่านี้เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สันนิษฐานได้ว่าเป็นเพราะเนื้อเยื่อของมันไม่ได้สัมผัสกับอากาศแห้ง แต่สัมผัสกับอากาศที่มีความชื้นซึ่งไอระเหยของน้ำค่อย ๆ แผ่กระจายผ่านเข้าไปสู่ตัวทำให้แห้งอย่าง ช้า ๆ

การเก็บกักน้ำเป็นวิธีที่นำมาใช้โดยสัตว์ที่อยู่ระหว่างช่วงน้ำขึ้นน้ำลงหลายชนิด โดยเฉพาะสัตว์ที่เคลื่อนไหวเข้าไปซ่อนตัวในโพรงหินใต้สาหร่ายทะเลเมื่อกระแสน้ำลดลงไม่ได้ เพรียง หอยกาบ และหอยทากหอยโข่ง มีลักษณะโครงสร้างที่ช่วยให้มันคงปริมาณน้ำทะเลที่เปลี่ยนแปลงได้เมื่อสัมผัสกับเนื้อเยื่อของมัน แม้ว่าน้ำทะเลจะลดลงต่ำกว่าระดับของมันบนชายฝั่งก็ตาม พวกหอยสองฝาจะปิดฝาลง พวกหอยกาบหอยโข่งจะถอยกลับเข้าในเปลือกแล้วปิดขังตัวเองด้วยแผ่นฝาปิดคล้ายประตู ขณะที่เพรียงจะปิดกั้นช่องว่างระหว่างรอยพับด้วยแผ่นฝาปิดของมัน เป็นที่ชัดแจ้งว่าลักษณะโครงสร้างมีความสำคัญต่อการตอบสนองเหล่านี้มาก

สัตว์ที่ขุดโพรงอยู่ไม่ใช่ว่าทุกชนิดจะขุดโพรงที่เป็นโครงสร้างอันมีช่องว่างสำหรับอากาศภายใน สัตว์บางชนิดเพียงแต่ขุดลงไปในชั้นรองรับ จากนั้นก็จะกลบตัวมันไว้ และถ้าหากมีความชื้นก็อาจขุดลงสู่ระดับที่สามารถหาน้ำดื่มได้ Vannini (1975) ศึกษาปูเสฉวน (*Coenbita rugosa*) ในระหว่างกลางวันปูชนิดนี้จะฝังตัวอยู่ในทรายชื้น ส่วนใหญ่จะอยู่ภายใต้กองสาหร่ายทะเลที่อยู่บริเวณริมหาดที่ถูกกระแสน้ำพัดมาทิ้งไว้ หรืออยู่ภายใต้พุ่มไม้บนทางลาดของเนินทรายที่หันเข้าหาแผ่นดิน ในตอนกลางคืนมันจะเคลื่อนย้ายออกมาบนหาดเพื่อหาอาหารและน้ำทะเล เมื่อมันถอยกลับเข้าไปตอนหัวรุ่ง มันจะไม่ขุดลงไปในทรายที่แห้งสนิท แต่ดูเหมือนจะยอมรับน้ำทะเลเพียง 1 ส่วนต่อน้ำ 1,000 ส่วนและจะเริ่มขุดลงไป กิจกรรมการขุดสูงสุดแสดงให้เห็นในทรายที่มีน้ำทะเล 30-150 ส่วนต่อทราย 1,000 ส่วน ที่ระดับความจุน้ำทะเลสูงกว่านี้ ปูจะหยุดขุดแล้วเริ่มดื่มน้ำ เป็นที่น่าสนใจว่าการตอบสนองต่อทรายที่ชื้นด้วยการขุดโดยอัตโนมัติจะถูกทดแทนโดยจังหวะการเต้นซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะการทดลองที่มีแสงสว่างอยู่ตลอดเวลา ทรายชื้นจะก่อให้เกิดกิจกรรมการขุดในระหว่างชั่วโมงที่เป็นช่วงเวลากลางวันเท่านั้น

5. มลสาร

ผลกระทบจากมลสารต่อหาดทรายที่พบมากได้แก่ การปนเปื้อนจากน้ำมันที่อาจเกิดจากการรั่วไหลตามธรรมชาติ ขบวนการขุดเจาะน้ำมัน การขนส่ง และอุบัติเหตุ Smith (1954) ได้ประเมินการรั่วไหลของน้ำมันและสารไฮโดรคาร์บอนตามธรรมชาติสู่ทะเลทั่วโลกไว้ว่ามีประมาณ 5 ตัน/ตร.กม./ปี ซึ่งมากกว่าการรั่วไหลของน้ำมันปิโตรเลียมที่เป็นผลจากการกระทำของมนุษย์อย่างมหาศาล

มีการศึกษาเพียงไม่มากแสดงให้เห็นว่าการเกิดขึ้นของน้ำมันมีผลกระทบต่อพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น การกินอาหารจะลดลงในโคลีพอด (Berman and Heinle, 1980) ขณะที่ Blumer (1969) ได้ให้ความเห็นว่าน้ำมันจะหยุดการเลือกคู่และการตอบสนองโดยการหนีด้วย อย่างไรก็ตาม Percy (1976) ได้แสดงให้เห็นว่าแอมฟิพอดที่อยู่ตามก้นทะเลหรือว่ายน้ำไปมาสามารถตรวจจับและหลีกเลี่ยงน้ำมันดิบใหม่ ๆ ได้

การตอบสนองของสัตว์ที่อยู่ในช่วงระหว่างน้ำขึ้นน้ำลงโดยเกาะติดอยู่กับที่หรืออยู่ในที่เดียวต่อน้ำมันได้ก่อให้เกิดความสนใจนับตั้งแต่การอับปางลงในปี 1967 ของเรือทอร์เรย์ แคนยอน (the Torrey Canyon) ทำให้มีความสนใจผลจากการรั่วไหลของน้ำมันอย่างกว้างขวาง เพราะมีสัตว์จำนวนมากไม่สามารถหลบหนีการถูกน้ำมันหรือน้ำทะเลที่ถูกปนเปื้อนด้วยน้ำมันปิดคลุมอยู่ได้ขณะที่กระแสน้ำขึ้นและลง แต่มีสัตว์บางชนิดโดยเฉพาะพวกหอยสามารถจะลดการสัมผัสของเนื้อเยื่อได้โดยการโดดเดี่ยวตัวเองจากสิ่งแวดล้อม เช่น หอยแมลงภู่ (*Mytilus edulis*) มีปฏิกิริยาต่อการมีอยู่ของน้ำมันดิบหรือน้ำมันดีเซลเบาโดยการปิดฝาหอยไว้จนกว่าจะมีน้ำทะเลที่สะอาด (Swedmark *et al.*, 1973)

กระบวนการอุตสาหกรรมใด ๆ ที่ต้องการน้ำสำหรับหล่อเย็นอาจได้รับผลกระทบจากการเกิดสภาพสกปรก คือ การอุดตันของระบบหล่อเย็นเนื่องจากสิ่งมีชีวิตในน้ำ (ส่วนใหญ่คือสปีชีส์ที่เกาะติดอยู่กับที่) ปัญหานี้ไม่ค่อยจะรุนแรงเมื่อน้ำเย็นเป็นตัวหล่อเย็น แต่จะมีความรุนแรงมากถ้าหากใช้น้ำทะเล ที่อาจได้รับความเสียหายโดยเฉพาะก็คือโรงงานไฟฟ้าบริเวณชายฝั่งซึ่งการขยายตัวของสิ่งมีชีวิตแบบลำตัวอ่อน (พวกซีเลนเทอเรท, ไบรโอซัว, ทูนิเคท) ที่ทำให้น้ำสกปรก และแบบมีเปลือกแข็ง (เพรียง หอยเม่น โพลีคีท) อาจไปลดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่ง ท่อน้ำและหลอดควบแน่นจนเหลือเศษเสี้ยวของค่าที่ถูกต้องในชั่วเพียงไม่กี่เดือน จากแง่ของสิ่งมีชีวิตที่มีให้น้ำสกปรกนั้น ระบบหล่อเย็นสถานีไฟฟ้าเป็นเครื่องแสดงถึงสิ่งแวดล้อมในอุดมคติ กล่าวคือปริมาณน้ำทะเลมหาศาลที่มีตะกอนอยู่จะมีป้อนให้แต่สัตว์ล่าสัตว์อื่นเป็นอาหาร (เช่น ปลา ปู) ส่วนใหญ่จะถูกแยกออกโดยแผ่นกรองน้ำเข้า เมื่อน้ำร้อนขึ้นหลังจากผ่านเครื่องควบแน่น มันมีแนวโน้มที่จะไปเสริมความสกปรกยิ่งขึ้น

โลหะต่าง ๆ เช่น สังกะสี ทองแดง แคดเมียม โครเมียม เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นธาตุที่เป็นประโยชน์และจริง ๆ แล้วเป็นสิ่งจำเป็นเมื่อมีการสะสมตัวต่ำ แต่จะเป็นพิษอย่างสูงเมื่อมีอยู่มากเกินไป ทั้งบทบาทที่จำเป็นและผลกระทบที่เป็นพิษของมันดูเหมือนจะติดตามมาจากความสามารถที่จะก่อตัวเป็นเชิงซ้อนกับโปรตีน ความเป็นพิษของโลหะแตกต่างกันไป ปรอทและทองแดงมีความเป็นพิษอย่างรุนแรง ขณะที่สังกะสีและโครเมียมโดยทั่วไปแล้วจะทำความเสียหายให้น้อยกว่า ความไวของสปีชีส์สัตว์ต่อโลหะก็แตกต่างกันไป เช่น ทองแดงเพียง 20 ส่วน/พันล้านส่วน ก็สามารถฆ่าหอยแมลงภู่ได้ภายในหนึ่งเดือน (Martin, 1979; Manley, 1980) ความแตกต่างในความไวนี้ส่วนหนึ่งถือได้ว่าเป็นผลจากระดับสปีชีส์เฉพาะรายสะสมโลหะไว้ในตัว สัตว์จำพวกหอยจะมีกลไกในการสะสมตัวเป็นอย่างดีทีเดียว การสะสมในเนื้อเยื่อจึงอาจมีขนาดมากกว่าการสะสมในตัวกลางแวดล้อมถึง 3-4 เท่า

โดยทั่วไปปริมาณโลหะหนักที่สะสมตัวจนอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่สัตว์นั้นค่อนข้างจะตรวจจับยาก เพราะฉะนั้นการตอบสนองทางพฤติกรรมโดยการปรับตัวจึงไม่มี และสัตว์ที่ได้รับผลกระทบจะสามารถอาศัยได้เพียงแต่กลไกการกำจัดพิษทางชีวเคมีหรือทางสรีรวิทยาเพื่อการอยู่รอด อย่างไรก็ตาม มีข้อยกเว้นอยู่จำนวนมาก และล้วนดูเหมือนจะเกี่ยวข้องกับโลหะหนักเพียง 2 ชนิดคือ ทองแดง และ สังกะสี การศึกษาผลต่อหอยสองฝาในทะเล *Mytilus edulis*, *Modiolus modiolus*, *Ostrea edulis* และ *Scrobicularia plana* แสดงให้เห็นการตอบสนองต่อทองแดงโดยการปิดฝาหอยหรือการหดอวัยวะดูดน้ำเข้าออก (Dapenport, 1977 ; Davenport and Manley, 1978 ; Manley and Davenport, 1979 ; Akberali and Black, 1980 ; Akberali, 1981 ; Manley, 1983) การตอบสนองส่วนใหญ่จะเห็นได้เฉพาะที่ขีดการสะสมตัวของทองแดงค่อนข้างสูงเท่านั้น (! 100 ส่วน/พันล้านส่วน) ซึ่งจะเกิดขึ้นเฉพาะในบริเวณที่เกิดมลภาวะอย่างรุนแรงเฉพาะที่จริงๆเท่านั้น อย่างไรก็ตาม Manley (1983) ได้พิสูจน์ให้เห็นการลดลงอย่างคงที่ในการถ่ายเทอากาศของหอยแมลงภู่ที่สัมผัสทองแดงเพียง 20 ส่วน/พันล้านส่วน ซึ่งจะไปชะลอการสะสมตัวของทองแดงในถิ่นที่อยู่สัมผัสกับมลภาวะจากทองแดงเพียงชั่วเป็นระยะเวลาหนึ่งให้ช้าลง ทองแดง 20 ส่วน/พันล้านส่วนอยู่ภายในขอบเขตระดับสิ่งแวดล้อมที่ดำเนินไปได้ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากทางน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรม (Davenport and Redpath, 1984) สำหรับปฏิกิริยาการหลีกเลี่ยงอื่น ๆต่อมลสารของหอยนั้น ยังไม่ทราบว่ามีอวัยวะตรวจจับหรือไม่ อย่างไรก็ตาม ทองแดงมีผลแระทบต่อสิ่งมีชีตเหมือนกับโลหะชนิดอื่นๆ คือ มีผลกระทบอย่างมากต่อเอ็นไซม์และมีการแสดงว่ามันจะไปลดระดับแอดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphate) ใน *Mytilus edulis* ลง (Viarengo *et al.*, 1981) จึงเป็นไปได้ที่การสูบฉีดไอออนที่พื้นผิวของเซลล์อวัยวะตรวจจับจะถูกแทรกแซงเมื่อมีทองแดงอยู่

1.6 ประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดทราย

การผันแปรตามฤดูกาลเกิดขึ้นพราะสิ่งมีชีวิตเคลื่อนที่เองและผลกระทบจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งความผันแปรตามเวลาจะมี 2 ลักษณะคือ จากการตอบสนองต่อฤดูกาลและการกระตุ้นจากปัจจัยแวดล้อมที่เห็นได้ชัดเจนและการแบ่งเขตของพวกสัตว์ กรณีการผันแปรตามฤดูกาลของสัตว์หน้าดินบริเวณหาดทราย เช่น การเคลื่อนที่ห่างออกไปของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดระหว่างการเกิดพายุในฤดูหนาวหรือช่วงมรสุม (Mclachlan and Jaramillo, 1995) ดังกรณีที่พบในประเทศอินเดีย เมื่อมีลมมรสุมเกิดขึ้น พวกสัตว์หน้าดินจะไม่ปรากฏให้เห็นเลย (Mclusky *et al.*, 1979 อ้างอิงโดย Brown and Mclachlan, 1990) Haynes and Quinn (1995) ทำการศึกษาสัตว์หน้าดินในเขตน้ำขึ้นน้ำลงของ Cape Paterson ประเทศออสเตรเลีย พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงการกระจายพันธุ์ของสัตว์หน้าดินระหว่างเขตต่าง ๆ ในรอบปี และสรุปว่าผลของเวลาทำให้เกิดการคร่อมเขตที่อยู่

ส่วนโครงสร้างของพื้นที่ก็มีความสัมพันธ์กับชุมชนสัตว์หน้าดินเช่นกัน การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างสังคมสัตว์หน้าดินบริเวณ Scottish Sea-lochs โดยทำการศึกษาทั้งหมด 7 สถานี โดยพบว่า บริเวณที่มีการกวาดตัวของคลื่นและกระแสน้ำซึ่งทำให้พื้นที่มีลักษณะเป็นโคลนปนทรายจะมีความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์หน้าดินมากกว่าบริเวณที่คลื่นลมสงบและพื้นที่เป็นโคลนอ่อนนุ่ม (Somerfield and Gage, 2000) และได้มีการศึกษาความแตกต่างของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่อาศัยอยู่บนพื้นที่อ่อนนุ่ม (soft-sediment) ในขนาดพื้นที่ที่ต่างกัน พบว่า สัตว์หน้าดินที่พบในพื้นที่ขนาดเล็กมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ (Morrisey *et al.* 1992) ส่วนในเรื่องความลาดชันของพื้นที่ พบว่า มีการลดลงของประชากรสัตว์หน้าดินเมื่อความชันของหาดทรายเพิ่มมากขึ้น (Sheppard *et al.* 1992)

Defeo and Alavo (1995) แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ต่อโครงสร้างประชากรของหอยเสียบ (*Donax hanleyanus*) ที่ทำให้หอยระยะเริ่มลงเกาะและระยะตัวอ่อนมีแนวโน้มลดลง ขณะที่ตัวโตเต็มวัยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น McLachlan (1996) ศึกษาผลกระทบจากการทำเหมืองเพชรต่อหาดทรายของ ประเทศแอฟริกาใต้ พบว่ามีผลทำให้มีอนุภาคตะกอนขนาดใหญ่เพิ่มมากขึ้น

Maeda and Tanaka (1982) ทำการศึกษาการแพร่กระจายในแนวดิ่งของสัตว์หน้าดินบริเวณ Collembolan เมือง Fukuoka พบว่ามีสัตว์หน้าดินอยู่ 6 ชนิด ได้แก่ *Priosotoma* sp.1, *Priosotoma* sp.2, *Folsomina onychiurina*, *Parafolsomia* sp.1, *Acherontiella* sp. และ *Onychiurus* sp. โดยพวก *Acherontiella* sp., *Priosotoma* sp.2, *Folsomina onychiurina* และ *Parafolsomia* sp.1 พบอยู่บริเวณผิวดินในเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม และจะอาศัยอยู่บริเวณใต้ดินในฤดูหนาว ส่วน *Onychiurus* sp. จะอาศัยอยู่ใต้ดินในช่วงฤดูร้อน ในฤดูอื่นจะอาศัยอยู่บนดิน และพวก *Priosotoma* sp.1 จะอาศัยอยู่บนดินทั้งฤดูร้อนและฤดูหนาว จากนั้นได้มีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสัตว์หน้าดินไปตามฤดูกาลอีก โดย Valdarhaug and Gray, 1988 พบว่าสัตว์หน้าดินพวก deposit feeder เป็นพวกที่พบมากในบริเวณหน้าดินของอ่าว Oslofjord ประเทศนอร์เวย์ ซึ่งหลังจากนั้นเวลาผ่านไป 2 ปี มีการเปลี่ยนแปลงความอุดมสมบูรณ์และระดับมวลชีวภาพ เนื่องจากมีผู้ล่าขนาดใหญ่เข้ามาเปลี่ยนแปลงสังคม

1.7 หาดทรายกับการใช้ประโยชน์ของมนุษย์

การใช้ประโยชน์บริเวณพื้นที่หาดทรายเพื่อตอบสนองความต้องการทางด้านต่าง ๆ ของมนุษย์นับวันจะยิ่งเพิ่มมากขึ้น โดยเป็น

- แหล่งอาหาร
- แหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ
- แหล่งที่ตั้งของชุมชน
- แหล่งอุตสาหกรรม
- ท่าเรือบริเวณชายฝั่ง
- การทำประมงชายฝั่ง
- สาธารณูปโภคเพื่อรองรับการท่องเที่ยว

การใช้ที่ดินของพื้นที่ชายฝั่งทะเลมีการเปลี่ยนแปลงไปตามแนวโน้มของการพัฒนาพื้นที่ ตัวอย่างเช่น พื้นที่ชายฝั่งทะเลที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวหรือมีแนวโน้มที่จะมีการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวมักมีการขยายตัวของชุมชนและมีการพัฒนาระบบสาธารณูปโภค ส่งผลให้การใช้ที่ดินอันเนื่องมาจากการพัฒนาต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดการบุกรุก และการใช้ประโยชน์ที่ดินผิดประเภท อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ชายฝั่งทะเลและหาดทรายอย่างมากมายและต่อเนื่องได้

1.8 ระบบนิเวศหาดทรายของประเทศไทย

ในประเทศไทยมีการศึกษาระบบนิเวศของหาดทรายน้อยมาก มีการกล่าวถึงบ้างในแง่ของความหลากหลายทางชีวภาพ ที่เป็นแหล่งของสัตว์ทะเลหลายชนิด ที่สำคัญเช่น เต่าทะเล (หรรษา จรรย์แสง, 2532) และผลกระทบของกิจกรรมจากมนุษย์ต่อความหลากหลายทางชีวภาพของหาดทราย (ไพบูลย์ นัยเนตร, 2532) ส่วนในด้านการวิจัยทางนิเวศวิทยานั้น เสาวภาคย์ ประจงการ และ สมถวิล จริตควร (2534) ศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดทรายของหาดบางแสน ศศิวรรณ โตเชื้อ และคณะ (2539) ศึกษาการกระจายพันธุ์และความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กบริเวณหาดทรายจังหวัดนครศรีธรรมราชและสงขลา พบสัตว์ 18 กลุ่ม โดยนีมาโทด เป็นกลุ่มที่ชุกชุมมากที่สุด วิภูษิต มัณฑะจิตร (2540) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นในการหาแผนการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมในการประมาณความชุกชุมของหอยเสียบ (*Donax faba*) บริเวณหาดทรายของบางแสน ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการศึกษาสังคมสัตว์บนหาดทรายต่อไป จากการที่มีการศึกษาเกี่ยวกับหาดทรายอยู่น้อยชี้ให้เห็นว่าเรามีความรู้เกี่ยวกับหาดทรายอย่างจำกัด

ในพื้นที่ของจังหวัดชลบุรีพบงานวิจัยเกี่ยวกับสัตว์หน้าดินของ เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2534) ที่ได้ทำการศึกษาความหนาแน่น มวลชีวภาพ และการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินในเขตน้ำขึ้น-น้ำลงชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนสิงหาคม โดยเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 20 สถานี วัดค่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญบางประการ ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำทะเล และน้ำที่แทรกในดิน ตลอดจนการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์สารในดินตะกอน ชนิดและขนาดของอนุภาคดินตะกอน รวมทั้งลำดับความลาดชัน การศึกษาพบสัตวทะเลหน้าดินทั้งสิ้น 6 กลุ่ม กลุ่มที่พบเสมอและมีจำนวนมาก ได้แก่ ไส้เดือนทะเล ครัสตาเซียน หอย

วิภูษิต มัณฑะจิตร (2538) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นในการหาแผนการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมในการประมาณความชุกชุมของหอยเสียบ (*Donax faba*) บริเวณหาดทรายของบางแสน ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการศึกษาสังคมสัตว์บนหาดทรายต่อไป

วิภูษิต มัณฑะจิตร และ มนัสวงษ์ ฮวดไฉ (2541) ทำการศึกษาสังคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายของหาดบางแสน และหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี พบว่าหาดทรายบางแสนและหาดวอนนภาเป็นแบบ Intermediate ที่ได้รับอิทธิพลของคลื่นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง การศึกษากลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่พบสัตว์ 6 กลุ่ม ตามความชุกชุมคือ หอยเสียบ หอยทับทิม ไส้เดือนทะเล ปูเสฉวน ปูก้าร์ตูน และหอยตลับ ลักษณะการกระจายพันธุ์ของสัตว์หน้าดินมีความผันแปรขึ้นกับเขตที่อยู่ หาด และเวลา ทั้งนี้การกระจายพันธุ์ของสัตว์แต่ละกลุ่มจะมีรูปแบบเฉพาะตัวและขึ้นกับองค์ประกอบของอนุภาคทรายเป็นสำคัญ

ยุทธนา สุคันธกุล (2541) ศึกษากลุ่มสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดเล็ก (meiofauna) ทำการศึกษาโดยบนหาดทราย 7 แห่งของจังหวัดชลบุรี ได้แก่ อ่างศิลา, หาดวอนนภา, หาดบางแสน, บางพระ, ศรีราชา และบางละมุง พบสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดเล็กรวม 10 กลุ่ม ตามลำดับความชุกชุมดังนี้ หนอนตัวกลม, โคพีพอด, ไส้เดือนทะเล, Tradigrada, ออสตราคอด, แมลงกับแมง, ไอโซพอด, นอเพลียส, และไข่กับหอย

ศศิวรรณ โตเชื้อ และคณะ (2539) ศึกษาการแพร่กระจายและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กบริเวณหาดทราย จ. นครศรีธรรมราช และ จ. สงขลา โดยมีพื้นที่ศึกษาคือ บริเวณหาดทราย อ.หัวไทร อ.ระโนด อ.สทิงพระ และ อ.สิงหนคร โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือในเดือนสิงหาคม 2538 (มรสุมตะวันตกเฉียงใต้) และเดือนมกราคม 2539 (มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ) พบสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก 18 กลุ่มคือ Sarcomastigophora, Ciliophora, Nematoda, Turbellaria, Gnathostomutida, Nemertida, Polychaete, Tardigrada, Copepoda, Gastrotricha, Insecta, Oligochaeta, Kinorhyncha, Priapulida, Halacaroidea, Rotifera, copepod nauplius และ eggs of unknown origin ในเดือนสิงหาคมมีความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กมากกว่าเดือนมกราคมเท่า Nematode เป็นกลุ่มที่มีความชุกชุมมากที่สุดในทุกพื้นที่ ในเดือนสิงหาคมมีความชุกชุมในแต่ละระดับความลึก (10 ซม.) มากที่สุดที่ อ. ระโนด ความหลากหลายของกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในเดือนสิงหาคมมีมากกว่าเดือนมกราคม และสัตว์หน้าดินขนาดเล็กส่วนใหญ่มีการแพร่กระจายตามแนวดิ่งโดยพบว่ามีความชุกชุมลดลงตามความลึก ระดับน้ำขึ้นน้ำลงเป็นปัจจัยที่ควบคุมการแพร่กระจายด้วย

Dexter (1996) ศึกษาหาดทรายของเกาะภูเก็ตจำนวน 12 หาด พบว่าสิ่งมีชีวิตมีความหลากหลายมาก และบางชนิดหายาก ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีความแตกต่างกันทั้งด้านโครงสร้างประชาคม องค์ประกอบชนิด ความหนาแน่น และความหลากหลายในแต่ละหาดที่ทำการศึกษา โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการปะทะของคลื่นและช่วงของฤดูมรสุม และในแต่ละหาดบริเวณที่อยู่เหนือเขตน้ำขึ้นน้ำลงจะมีความหลากหลายและความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิตน้อยกว่าบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าเขตน้ำขึ้นน้ำลง และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างหาดทรายในเขตอบอุ่นและหาดทรายในเขตร้อน พบว่าหาดทรายในเขตร้อน มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากกว่าหาดทรายในเขตอบอุ่น

นอกจากนี้มีการศึกษาสัตว์หน้าดินบริเวณระบบนิเวศชายฝั่ง เช่น Aryuthaka (1995) ศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็ก บริเวณอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี และมีรายงานเบื้องต้นของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดเล็กในบ่อเลี้ยงกุ้ง สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ (2536) ได้ศึกษาสัตว์พื้นทะเลในคลองป่าเลน บริเวณคลองโคกไทร อ.ทับปุด จ. พังงา โดยทำการศึกษาเป็นประจำทุกเดือน มีการแบ่งสถานีศึกษาเป็น 3 สถานีตามระดับความเค็มของน้ำทะเลในคลอง พบสัตว์พื้นทะเลอย่างน้อยจำนวน 153 ชนิด โดยพบว่าไส้เดือนทะเลมีจำนวนเฉลี่ยของความหนาแน่นและมวลชีวภาพมากที่สุดทั้ง 3 สถานี อุณหภูมิน้ำทะเลในระหว่างที่ทำการศึกษาทั้ง 3 สถานี พบว่ามีค่าระหว่าง 26.80-31.60 องศาเซลเซียส ส่วนค่าความเค็มของน้ำทะเลมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูมรสุม ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้พบค่าความเค็มสูงถึงประมาณ 30-32 ส่วนในพันส่วน และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พบว่าค่าความเค็มลดลงต่ำสุดที่

ประมาณ 20 ส่วนในพันส่วน ลักษณะของพื้นทะเลเฉลี่ยของบริเวณที่ศึกษาทั้งหมดเป็นทรายละเอียดถึงปานกลาง สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ และคณะ (2540) สำรวจสัตว์พื้นทะเลบริเวณอ่าวตังเข็น จังหวัดภูเก็ต ได้แบ่งสถานีสำรวจออกเป็น 7 สถานี โดยอนุภาคทรายมีขนาด 0.14 มิลลิเมตร กลุ่มสัตว์หน้าดินที่พบมากที่สุดคือ Crustaceans และ Polychaete สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ และ ประจวบ หลำอุบล (2542) ศึกษาประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่บริเวณอ่าวสะปำเป็นระยะเวลา 2 ปี จำนวน 3 สถานี พบว่าภาวะการขาดออกซิเจนและการเป็นกรดของดินพื้นทะเลเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายและโครงสร้างประชาคมสัตว์พื้นทะเล

การที่หาดทรายเป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล การศึกษาเพื่อให้ทราบลักษณะทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพของหาดทรายที่พบในประเทศไทย รวมถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับลักษณะของหาดทรายนั้นๆจึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสนใจ จากข้อมูลที่เสนอมาข้างต้นจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า ในปัจจุบันความรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศหาดทรายในประเทศไทยมีจำกัด มีงานวิชาการตีพิมพ์เผยแพร่อยู่น้อย ความรู้เกี่ยวกับหาดทรายที่มีอยู่ตอนนี้จึงไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้ควบคุมและวางมาตรการอนุรักษ์อย่างเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ได้ ทั้งๆที่หาดทรายเป็นทรัพยากรที่สำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและสังคมของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการศึกษาวิจัยเพื่อให้ทราบลักษณะทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพของหาดทราย รวมถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศหาดทรายอย่างแท้จริง

1.9 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1) ต้องการทราบลักษณะทางนิเวศวิทยาของหาดทรายในภาคตะวันออก
2) ต้องการทราบปัจจัยที่สำคัญต่อลักษณะของระบบนิเวศในแต่ละบริเวณที่ทำการศึกษา

1.10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบลักษณะทางกายภาพและชีวภาพของหาดทรายที่สำคัญในพื้นที่ศึกษาภาคตะวันออก
2) ทราบสถานภาพของหาดทรายบริเวณชายฝั่งทะเลภาคตะวันออกของประเทศไทย
3) เป็นข้อมูลสำหรับใช้ติดตามผลของกิจกรรมจากมนุษย์ต่อระบบนิเวศหาดทรายในอนาคต

บทที่ 2
อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 พื้นที่การศึกษา

ภาคตะวันออกของไทยมีหาดทรายกระจายอยู่จังหวัด 4 จังหวัด ได้แก่ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ทั้งนี้รายละเอียดของพื้นที่ชายฝั่งพอสังเขปของแต่ละจังหวัดมีดังนี้

1. จังหวัดชลบุรี พื้นที่หาดทรายของจังหวัดชลบุรีที่จะต้องอนุรักษ์ไว้เพื่อการท่องเที่ยวมีประมาณ 16.25 ตารางกิโลเมตร ส่วนแนวชายฝั่งทะเลมีความยาวประมาณ 156.80 กิโลเมตร จากรายงานของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2538) รายงานสภาพโดยรวมของชายหาดต่างๆได้ถูกสิ่งก่อสร้างบดบังทำให้เสียทัศนียภาพ กับทั้งมีการขุดทรายเพื่อสร้างท่าเทียบเรือยอร์ทของบริษัทเอกชน นอกจากนี้ยังมีโครงการพัฒนาพื้นที่ขนาดใหญ่ เช่นนิคมอุตสาหกรรมและท่าเทียบเรือทำให้ทัศนียภาพและลักษณะของหาดถูกเปลี่ยนแปลงไปหลายแห่ง

2. จังหวัดระยอง พื้นที่หาดทรายของจังหวัดระยองที่จะต้องอนุรักษ์ไว้เพื่อการเป็นแหล่งท่องเที่ยวมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 7.12 ตารางกิโลเมตร ส่วนแนวชายฝั่งทะเลมีลักษณะโค้งเว้าเข้าไปในพื้นดินมีความยาวประมาณ 89 กม. พบว่ามีชายหาดที่ใช้ในการท่องเที่ยวได้คือ หาดทรายทอง หาดสุชาดา หาดแม่รำพึง หาดสันอ่าว หาดวังแก้ว และหาดแม่พิม รวมทั้งสิ้น 6 หาด สภาพโดยรวมของชายหาดต่างๆนั้น ทั่วไปมีพื้นที่คับแคบ เนื่องจากการตัดถนนริมหาด และมีการสร้างสิ่งก่อสร้างขวางระหว่างถนนกับชายหาด เป็นอุปสรรคต่อการลงไปใช้ชายหาดมาก นอกจากนั้น ชายหาดยังมีความสกปรกเนื่องจากขยะและน้ำทิ้งจากร้านค้าที่บริการนักท่องเที่ยว รวมทั้งขยะจากกิจกรรมท่องเที่ยวด้วย ในขณะนี้ชายหาดที่จังหวัดระยองอยู่ในช่วงการปรับปรุงแก้ไขตามโครงการเพื่อจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม (กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้ม , 2538) นอกจากนี้มีปัญหาการกัดเซาะหาดทรายอย่างรุนแรงบริเวณใกล้ท่าเทียบเรือและนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ซึ่งเป็นปัญหาจากการขยายตัวของท่าเทียบเรือน้ำลึก

3. จังหวัดจันทบุรี พื้นที่หาดทรายของจังหวัดจันทบุรีมีความยาวตามแนวชายฝั่งรวมทั้งหมดประมาณ 108 กิโลเมตร แต่มีความยาวหาดทรายเพียง 20 กิโลเมตรเท่านั้น นอกนั้นเป็นพื้นที่หาดเลนพื้นที่ตั้งแต่แนวชายฝั่งลงไปในทะเลประมาณ 8 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 604 ตารางกิโลเมตร แนวชายฝั่งทะเลมีลักษณะโค้งเว้าเข้าไปในพื้นดิน พบว่ามีชายหาดที่ใช้ในการท่องเที่ยวได้คือ หาดแหลมสิงห์และหาดแหลมเสด็จ รวม 2 หาด สภาพโดยรวมของชายหาดดังกล่าวยังอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์อยู่เนื่องจากเส้นทางการคมนาคมเข้าสู่ชายหาดยังไม่สะดวก (กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้ม, 2538) นอกจากนี้มีหาดเจ้าหลาวที่มีนักท่องเที่ยวมากในวันหยุดสุดสัปดาห์

4. จังหวัดตราด พื้นที่ชายฝั่งทะเลของจังหวัดตราดที่เป็นชายหาด มีพื้นที่ประมาณ 1,955 ตารางกิโลเมตร แนวชายฝั่งทะเลมีความยาวประมาณ 364 กิโลเมตร พบว่ามีชายหาดที่ใช้ในการท่องเที่ยวได้คือ หาดทรายสีเงิน หาดทรายแก้ว หาดทรายงาม หาดทับทิม หาดไม้รูด หาดสุขสำราญ และหาดบานชื่น รวมทั้งสิ้น 7 หาด ซึ่งจากการศึกษาของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2538) รายงานสภาพโดยรวมของชายหาดดังกล่าว ยังอยู่ในสภาพดีอยู่ เนื่องจากไม่มีโครงการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลขนาดใหญ่ และการท่องเที่ยวไม่หนาแน่น

2.2 การสำรวจเบื้องต้น

ทำการศึกษาหาดทรายในภาคตะวันออกตั้งแต่จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด ทั้งนี้ได้ทำการสำรวจสภาพเบื้องต้นของหาดทรายที่พบทั้งหมด โดยทำการบันทึกลักษณะของหาด ความกว้างและความยาวของหาด ลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่

ผลจากการสำรวจเบื้องต้นจะใช้ในการเลือกหาดทรายเพื่อทำการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน ทั้งนี้ยังพิจารณาถึงการคมนาคมและความปลอดภัยในการทำงานด้วย ทั้งนี้ได้เลือกหาดทรายที่จะทำการศึกษาจังหวัดละ 4 หาด ยกเว้นจังหวัดชลบุรีศึกษา 6 หาด รวมหาดที่ศึกษาทั้งหมด 18 หาด (รูปที่ 7) ได้แก่

ชลบุรี	บางแสน-วอนนภา บางพระ ศรีราชา แหลมฉบัง พัทยา บางเสร่
ระยอง	หาดพยูน-หาดน้ำริน หาดแม่รำพึง สวนสน และหาดแม่พิมพ์
จันทบุรี	คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ แหลมสิงห์ หาดเจ้าหลาว
ตราด	หาดลานทราย หาดมุกแก้ว หาดบานชื่น และหาดชาญชล

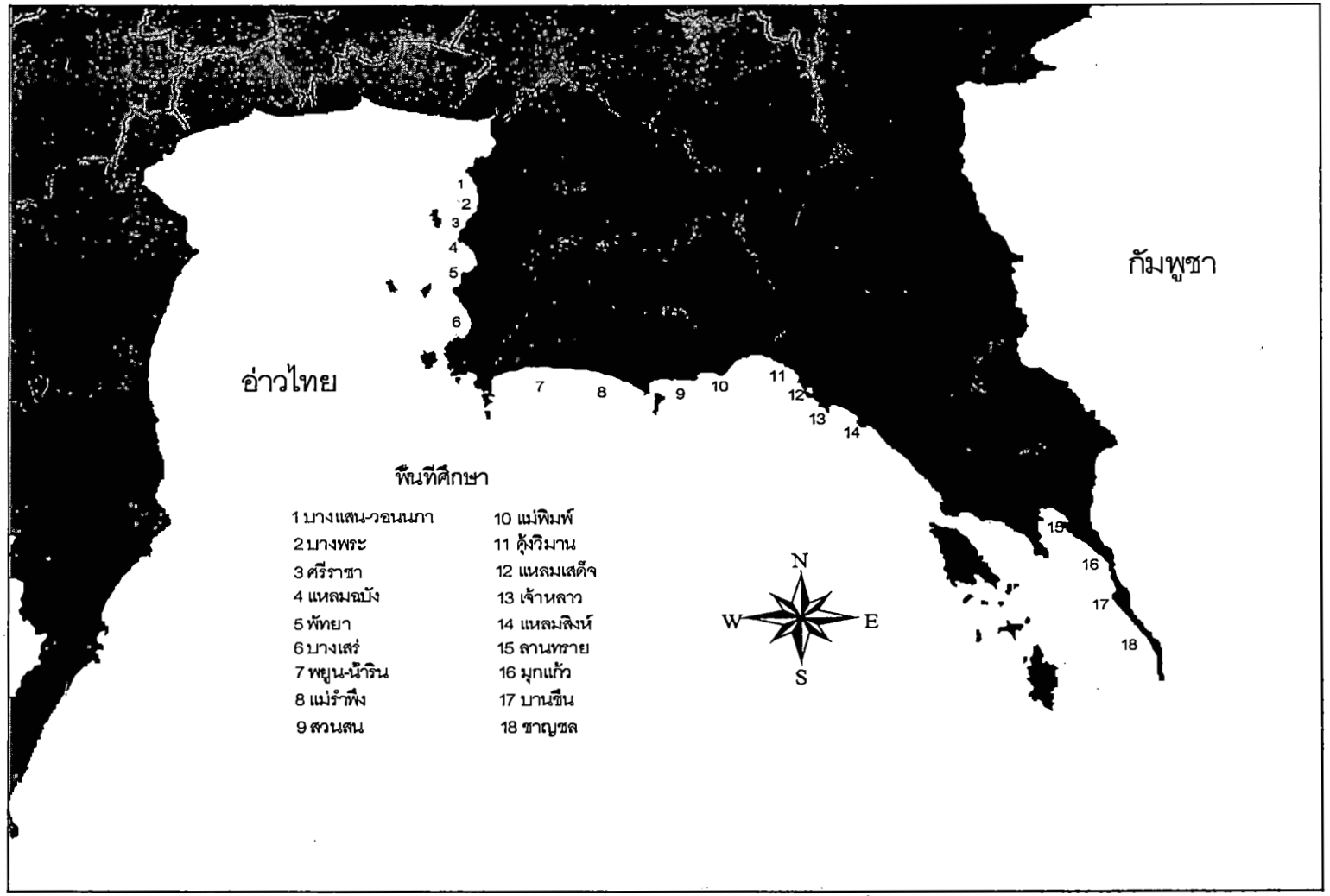
2.3 แผนการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเป็นแบบไม่สมดุลหลายระดับ (multi-staged unbalance design) ของ 5 ปัจจัย คือ จังหวัด หาด สถานี เขตที่อยู่ และจุดเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 8) โดยจะเก็บตัวอย่างจาก 4 จังหวัด คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด จังหวัดละ 4 หาด ยกเว้นในจังหวัดชลบุรีเก็บตัวอย่างจาก 6 หาด ในแต่ละหาดกำหนดแนวที่จะเก็บข้อมูลออกเป็น 1-3 สถานี แต่ส่วนใหญ่มี 2 สถานี ในแต่ละสถานีทำการวางแนว transect ตั้งฉากกับแนวชายฝั่งตั้งแต่เขตสูงสุดที่พบหาดทราย จนถึงจุดต่ำสุดเมื่อน้ำลง โดยจะใช้เทปวัดระยะทางวางตลอดแนวความกว้าง จากนั้นจะเก็บตัวอย่างจากเขต water line* ขึ้นไป 5 เมตร นับเป็นจุดที่ 1 และต่ำลงมาจาก water line* 5 เมตร นับเป็นจุดที่ 2 สองจุดแรกนี้กำหนดเป็นเขต water line zone (WL) ถัดจากเขต water line ลักษณะของหาดมักจะราบเรียกเขตนี้ว่า เขตคลื่นแตกตัว (surf zone) โดยหากเขตนี้กว้างมากจะแบ่งเป็น upper surf zone (USZ) และ lower surf zone (LSZ) ในเขต upper surf zone จะเก็บตัวอย่างต่อจากจุดที่ 2 ทุกๆ 10 เมตรรวม 3 จุด หรือจนสุดความกว้างของหาด แต่ถ้าหาดมีความกว้างมาก จุดต่อไป (5) จะเป็นเขต lower surf zone ที่จะเก็บอีกรวมไม่เกิน 3 จุด ทั้งนี้แต่ละจุดห่างกัน 10-40 เมตรขึ้นอยู่กับความกว้างของหาด ดังนั้นจำนวนจุดเก็บตัวอย่างสูงสุดของแต่ละสถานีจะไม่เกิน 8 จุด

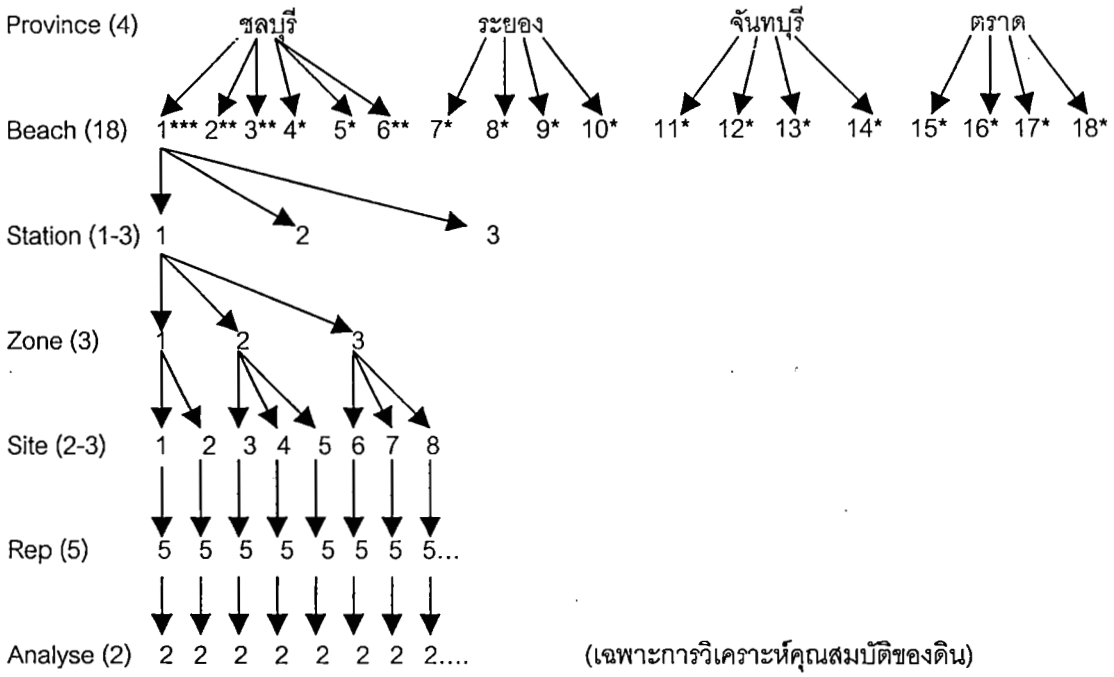
การเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินในแต่ละจุด ทำ 5 ซ้ำ สำหรับคุณสมบัติของทรายสุ่มเก็บรวม 3 ซ้ำ และแต่ละซ้ำทำการวิเคราะห์ซ้ำ (subsampling) 2 ครั้ง

* **water line** (แนวน้ำซึมออกจากแผ่นดิน) เป็นแนวที่อยู่ระหว่างเขต retention zone กับเขต resurgence zone ตามการแบ่งเขตบนหาดทรายของ Salvat (1964) โดยเมื่อน้ำลงน้ำที่ขังอยู่ในเขต retention zone จะซึมออกมาบริเวณนี้ตามแรงดึงดูดของโลก

การเก็บข้อมูลจะเก็บในช่วงเดือนเมษายน 2543 – เดือนกันยายน 2543 ดังรายละเอียดในตารางที่ 1



รูปที่ 7 แผนที่บริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย แสดงหาดทรายที่ทำการเก็บตัวอย่าง



หมายเหตุ : * หมายถึง หาดที่มี 2 station, ** หมายถึง หาดที่มี 1 station, *** หมายถึง หาดที่มี 3 station

รูปที่ 8 แผนการเก็บข้อมูลในการศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดทรายของภาคตะวันออกของประเทศไทย

2.4 การศึกษาทางชีวภาพ

ทำการศึกษาโครงสร้างทางสังคมของสัตว์ทะเลไม่มีกระดูกสันหลังที่อยู่ตามหาดทราย โดยเน้นศึกษาหอยทะเลเป็นหลัก โดยกำหนดถิ่นที่อยู่ตามแนว transect (จากข้อ 6.2) เป็น 3 ถิ่นที่อยู่ คือ Water line, upper surf zone lower surf zone โดยแต่ละถิ่นที่อยู่อาจแบ่งเป็นเขตย่อยได้อีกขึ้นอยู่กับความกว้างของหาด การเก็บตัวอย่างแต่ละเขตใช้ Quadrat ขนาด 0.25 ตารางเมตร จำนวน 5 ซ้ำ

การเก็บตัวอย่างจะใช้พลั่วตักดินลึกประมาณ 15 ซ.ม. และนำมาร่อนผ่านตระแกรงขนาด 2, 1 และ 0.5 ม.ม. เพื่อคัดเลือกเอาสิ่งมีชีวิตที่ค้างอยู่บนตระแกรง ตัวอย่างที่ได้ถูกดองใน neutralise formalin 10% หรือ Alcohol 70% จากนั้นนำมาคัดเลือก จำแนกชนิด และนับจำนวนในห้องปฏิบัติการ หากตัวอย่างมีขนาดเล็กการจำแนกชนิดและนับจำนวนจะทำภายใต้กล้องจุลทัศน์

molluses และ crustaceans แยกถึงระดับ species ส่วน polychaetes แยกถึงระดับ family โดยเอกสารที่ใช้ประกอบการจำแนกกลุ่ม ได้แก่

- กลุ่ม molluses ใช้ตาม สุชาติ อุปถัมป์ และคณะ (2538) และ Dance (1990)
- กลุ่ม crustaceans ใช้ตาม ชินวัฒน์ พิทักษ์สาลี (2523) และ Aiyun and Siliang (1991)
- กลุ่ม polychaetes ใช้ตาม Day (1967a; 1967b)

ตารางที่ 1 รายละเอียดแสดงสถานที่, เวลา, ระดับน้ำลงต่ำสุด ในการเก็บตัวอย่าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	ระดับน้ำลงต่ำสุด	เวลา
หาดบางแสน – วอนนภา	9 /04/2543	0.9	13.00 – 15.00
ศรีราชา	22/04/2543	1.0	13.00 – 15.00
แหลมฉบัง	22/04/2543	1.0	13.00 – 15.00
หาดแม่รำพึง	14/05/2543	1.0	14.00 – 16.00
หาดสวนสน	14/05/2543	1.0	14.00 – 16.00
หาดแม่พิมพ์	20/05/2543	0.9	10.00 –12.00
หาดพยูน – หาดน้ำริน	21/05/2543	0.9	10.00 –12.00
บางพระ	18/06/2543	0.7	11.00 – 13.00
พัทยา	4/07/2543	0.3	12.00 – 14.00
บางเสร่	30/07/2543	0.7	9.00 –11.00
หาดบานชื่น	12/08/2543	0.9	6.00 – 8.00
หาดมุกแก้ว	12/08/2543	0.9	7.00 – 9.00
หาดชาญชล	27/08/2543	0.9	7.00 – 9.00
หาดลานทราย	28/08/2543	0.3	6.00 – 8.00
แหลมสิงห์	11/09/2543	0.3	7.00 – 9.00
หาดเจ้าหลาว	12/09/2543	0.6	6.00 – 8.00
หาดคุ้งวิมาน	13/09/2543	0.6	7.00 – 9.00
แหลมเสด็จ	13/09/2543	0.6	9.00 – 10.00

2.5 การศึกษาทางกายภาพ

ทำการศึกษาโครงสร้างของหาดทรายในขณะน้ำลง เพื่อให้ทราบถึงความกว้างและความยาวของหาด ความกว้างของหาดสามารถหาได้จากการวางแนว transect ตั้งฉากกับแนวชายฝั่ง ตั้งแต่เขตสูงสุดที่พบหาดทราย จนถึงจุดต่ำสุดเมื่อน้ำลง โดยจะใช้เทปวัดระยะทางวางตลอดแนวความกว้าง

จะทำการศึกษาคุณภาพของทรายในเรื่องของสี องค์ประกอบของอนุภาคเม็ดทราย และปริมาณอินทรีย์สาร การเก็บตัวอย่างทำตามการเก็บตัวอย่างสัตว์ แต่เก็บ 3 ซ้ำ โดยใช้ Hand corer ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร และใช้ทรายในระดับลึกไม่เกิน 10 เซ็นติเมตรจากผิว โดยเก็บทรายไว้ในถุงพลาสติกและเก็บรักษาไว้ในที่เย็นเพื่อนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

สีของทราย จะพิจารณาสีในขณะที่แห้ง และสีเมื่อเปียกน้ำโดยเทียบจากตารางสีดินมาตรฐาน (Munsell ® Color, 2000 Munsell® soil color charts. GretagMacbeth, New York)

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

องค์ประกอบของอนุภาค หาโดยการนำทรายไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นแล้วนำไปร่อนผ่านชุดตะแกรงที่มีขนาดต่างๆกัน ตะกอนที่อยู่ในแต่ละตะแกรงจะนำมาชั่งน้ำหนัก และคำนวนเพื่อหาเป็นองค์ประกอบต่อไป

ปริมาณสารอินทรีย์โดยการนำตะกอนดินไปอบที่ 105 องศาเซลเซียสนาน 3 ชั่วโมงปล่อยให้เย็นแล้วนำไปชั่งจากนั้นนำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งให้เย็นแล้วนำไปชั่ง น้ำหนักที่หายไปจะเป็นน้ำหนักของสารอินทรีย์ ข้อมูลที่ได้นำมาคำนวนเป็นร้อยละของสารอินทรีย์ในทรายแห้ง

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูล ความชุกชุม และมวลชีวภาพของแต่ละชนิด หรือกลุ่ม นำมาหาค่าสถิติเชิงพรรณา ค่าเฉลี่ยที่ได้นำมาคำนวนหาค่าพารามิเตอร์ทางสังคม ได้แก่ จำนวนชนิด หรือกลุ่มรวม (species/group richness), total abundance, total biomass, species diversity index และ evenness index

การหาค่าดัชนีความหลากหลาย ใช้ Shannon's diversity index; H' คำนวนทั้งจากข้อมูลความชุกชุม

$$H = -\sum (n_i/n) \times \ln\{(n_i/n)\}$$

เมื่อ n_i = จำนวนตัวของสัตว์แต่ละชนิด

n = จำนวนตัวของสัตว์ทั้งหมดที่พบ

ค่าดัชนีการกระจาย (Evenness index ; J) ใช้สมการของ Herbert (Ludwig and Reynolds, 1986) คือ

$$J = \ln (N_1)/\ln (N_0)$$

เมื่อ N_0 = จำนวนชนิดของสัตว์ที่พบทั้งหมด

N_1 = จำนวนตัวทั้งหมดของสัตว์ทุกชนิดที่พบ

วิเคราะห์หาความผันแปรของสัตว์ทะเลหน้าดิน และองค์ประกอบอนุภาคทราย ในแต่ละขนาดพื้นที่ (multi-spatial scale) ระหว่างหาด สถานี เขตที่อยู่ และจุดเก็บตัวอย่าง ใช้ ANOVA แบบ (Mixed Factor Design) ทั้งนี้กำหนดให้หาดทรายเป็นปัจจัยคงที่ มีสถานีเป็นปัจจัยแฝง เขตที่อยู่เป็นปัจจัยคงที่ และจุดเก็บตัวอย่างเป็นปัจจัยแฝงอยู่ในเขตที่อยู่ แต่ orthogonal กับ หาดทรายและสถานี

ANOVA model ของการทดสอบเป็นดังนี้

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + B_{j(i)} + C_k + D_{l(k)} + AC_{ik} + AD_{il} + BC_{jk(i)} + BD_{jl(i)} + e_{l(jklm)}$$

เมื่อ A = หาด , i = จำนวนหาด

B = สถานี , j = จำนวนสถานี

C = เขตที่อยู่ , k = จำนวนเขตที่อยู่

D = จุดเก็บตัวอย่าง , l = จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง

e = ซ้ำ , m = จำนวนซ้ำ

249303

องค์ประกอบความแปรปรวนของแต่ละปัจจัย และ df มีรายละเอียดดังนี้

A = 1.073 MS(STATION1) + .01912 MS(SITE) + .991 MS(BEACH1 * SITE)
- .05844 MS(ZONE * STATION1) - 1.025 MS(STATION1 * SITE) - 2.335E-14 MS(Error), df = 17

B = .00287 MS(SITE) + .0307 MS(BEACH1 * SITE) + .985 MS(ZONE * STATION1)
- .0182 MS(STATION1 * SITE), df = 16

C = .930 MS(SITE) + .0719 MS(BEACH1 * SITE) + 1.019 MS(ZONE * STATION1)
- 1.021 MS(STATION1 * SITE) - 1.482E-14 MS(Error), df = 2

D = 1.117 MS(BEACH1 * SITE) + .0251 MS(ZONE * STATION1) - .142 MS(STATION1 * SITE), df = 5

AC = .957 MS(BEACH1 * SITE) + .980 MS(ZONE * STATION1) - .938 MS(STATION1 * SITE), df = 22

AD = 5.629E-03 MS(ZONE * STATION1) + .994 MS(STATION1 * SITE), df = 52

BC = MS(STATION1 * SITE), df = 47

BD= MS(Error), df = 43

อย่างไรก็ตามพารามิเตอร์ด้านประชากรได้จากการคำนวนค่าเฉลี่ยจึงไม่มีซ้ำ error term ที่ใช้จึงเป็นของปัจจัยร่วมระดับสุดท้าย

A = 1.073 MS(STATION1) + 1.912E-02 MS(SITE) + .991 MS(BEACH * SITE) - 5.844E-02 MS(ZONE * STATION1) - 1.025 MS(STATION1 * SITE) - 1.584E-14 MS(Error), df = 17

B = 2.873E-03 MS(SITE) + 3.066E-02 MS(BEACH * SITE) + .985 MS(ZONE * STATION1) - 1.822E-02 MS (STATION1 * SITE), df = 16

C = .930 MS(SITE) + 7.192E-02 MS(BEACH * SITE) + 1.019 MS(ZONE * STATION1) - 1.021 MS (STATION1 * SITE) + 4.272E-14 MS(Error), df = 2

D = 1.117 MS(BEACH * SITE) + 2.510E-02 MS(ZONE * STATION1) - .142 MS(STATION1 * SITE) - 1.006E-14 MS(Error), df = 5

AB = .957 MS(BEACH * SITE) + .980 MS(ZONE * STATION1) - .938 MS(STATION1 * SITE) - 1.394E-14 MS(Error), df = 22

AD = 5.629E-03 MS(ZONE * STATION1) + .994 MS(STATION1 * SITE) + 1.044E-14 MS(Error), df = 52

BC = MS(STATION1 * SITE), df = 17

ระดับความมีนัยสำคัญที่ใช้ตลอดการทดสอบ คือ $P < 0.05$ ในกรณีที่มีความแตกต่างจากปัจจัยหลักแต่ละปัจจัยจะทดสอบหาแหล่งความแปรปรวนด้วยวิธี Student-Newman-Kuel Test โดยก่อนการทำ ANOVA ทำการทดสอบ *priori test* เพื่อตรวจสอบข้อมูลว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของ ANOVA เรื่อง Homogeneity of variance หรือไม่ (Underwood, 1981) ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการแปลงข้อมูลด้วย Ln (x+1) เป็นชุดที่เหมาะสม

ในการพิจารณาความแตกต่างขององค์ประกอบชนิด ใช้ Canonical Discriminant Analysis ทั้งนี้พิจารณาทั้งความชุกชุม และมวลชีวภาพ โดยชุดข้อมูลที่ใช้เป็น Ln (x+1) ทั้งนี้เพื่อลดขนาดของความแปรปรวน และลดอิทธิพลของชนิดหรือกลุ่มที่มีความชุกชุมมากที่จะมีผลต่อการวิเคราะห์ทั้งหมด ดังนั้นผลการวิเคราะห์จะให้น้ำหนักกับสัตว์กลุ่มที่พบได้บ่อย (common species)

ใช้ Perason's Correlation Analysis วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสังคมสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ กับปัจจัยทางกายภาพของถิ่นที่อยู่อาศัย ได้แก่ ขนาดของอนุภาค และ ปริมาณอินทรีย์สารในดิน ปริมาณธาตุอาหารในน้ำระหว่างอนุภาค

บทที่ 3
ผลการศึกษา

3.1 สภาพทั่วไปของหาดทรายในภาคตะวันออก

ภาคตะวันออกตั้งแต่จังหวัดชลบุรีถึงจังหวัดตราดมีความยาวชายฝั่งรวมประมาณ 717.8 กิโลเมตร ทั้งนี้ลักษณะชายฝั่งมีความหลากหลายของระบบนิเวศ ทั้งนี้หาดทรายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของชายฝั่งของภาคตะวันออก พบได้ในบริเวณที่ห่างจากทางน้ำจากแผ่นดิน โดยบริเวณที่เป็นทางน้ำจะเป็นหาดโคลนและป่าชายเลน หาดทรายแรกที่พบตั้งแต่ทางด้านในของอ่าวไทยคือบริเวณบ้านอ่างศิลา จากนั้นพบหาดทรายกระจายมาโดยตลอด ผลการสำรวจเบื้องต้นหาดทราย 28 แห่งใน 4 จังหวัดพบว่าหาดทรายแต่ละแห่งมีลักษณะแตกต่างกัน การใช้ประโยชน์หรือการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์มีต่างกัน รายละเอียดพอสังเขปของหาดทรายที่สำรวจในแต่ละจังหวัดมีดังนี้

3.1.1 จังหวัดชลบุรี สำรวจพื้นที่จริงทั้งหมด 11 หาด ดังนี้

1) อ่างศิลา เป็นหาดทรายแรกของอ่าวไทยตอนในด้านทิศตะวันออก เป็นหาดสั้นๆ มีเขตคลื่นแตกตัวความกว้างปานกลาง ทรายเป็นทรายละเอียดปานกลางสีน้ำตาลแต่เขตคลื่นแตกตัวมีหินและกรวดปนอยู่เป็นจำนวนมาก ชายฝั่งมีกิจกรรมทางการประมงมาอย่างยาวนาน ปัจจุบันเป็นที่ตั้งของสะพานปลา ร้านขายของฝาก และร้านอาหาร ทำให้มีการปรับปรุงชายหาดโดยการสร้างกำแพงกันทรายเพื่อใช้พื้นที่เป็นร้านค้า

2) บางโปรง อยู่ต่อมาจากอ่างศิลาเดิมเป็นหาดมีความยาวพอสมควร ส่วนของเขตคลื่นแตกตัวกว้างแต่พื้นเป็นโคลนปนทรายสีดำ ชายฝั่งเป็นทรายละเอียดปานกลางสีน้ำตาลแดง ส่วนของเขตคลื่นแตกตัวเป็นที่เลี้ยงหอยนางรม ส่วนชายฝั่งมีการสร้างกำแพงกันทราย และเป็นที่ตั้งของร้านอาหารจำนวนมาก

3) หาดบางแสนและหาดวอนนภา - เป็นสถานที่ท่องเที่ยว และทำประมงชายฝั่งบางส่วน มีการรบกวนค่อนข้างมาก มีกิจกรรมบริเวณชายหาดมาก มีธุรกิจร้านค้าตั้งอยู่บริเวณชายหาดมากมาย มีการสร้างเขื่อนกั้นและทางเดินเท้าบริเวณชายหาด มีสาธารณูปโภคเพื่อรองรับการท่องเที่ยว ทรายละเอียดปานกลาง มีสีน้ำตาล-ดำ

4) บางพระ - เป็นแหล่งชุมชน ร้านอาหาร น้ำเน่าเสีย มีการก่อสร้างเขื่อนยื่นลงไปในทะเลเป็นช่วงๆ มีการพังทลายของทราย และมีการสร้างที่นั่งสำหรับรับประทานอาหารริมหาด ทรายค่อนข้างหยาบ ส่วนของ surf zone เป็นโคลนและหิน

5) ศรีราชา - เป็นแหล่งชุมชน เป็นสถานที่พักผ่อน ท่องเที่ยว สวนสุขภาพ นั่งเล่น ใกล้ชุมชนศรีราชา มีท่าเทียบเรือ และเรือประมง มีการสร้างสะพานข้ามไปเกาะลอย ทรายค่อนข้างหยาบ ส่วนของ surf zone เป็นโคลนและหิน

6) ท่าเรือแหลมฉบัง - เป็นแหล่งอุตสาหกรรมและแหล่งท่องเที่ยว เป็นท่าเรือ ร้านอาหาร ใกล้ๆ เป็นชุมชนหมู่บ้านแหลมฉบัง ทรายค่อนข้างละเอียด สีขาว-น้ำตาล

7) หาดบางละมุง - เป็นสถานที่พักตากอากาศของตำรวจ มีการทำประมงประเภทโป๊ะและมีเรือประมง มีสิ่งก่อสร้างเป็นบ้านพักและดอกเห็ดสำหรับนั่งเล่น มีการรบกวนน้อย หาดกว้าง ทรายละเอียดปานกลาง มีสีน้ำตาลแดง

8) อ่าวไผ่ - มีร้านอาหาร และมีสะพานยื่นออกไปในทะเล หาดกว้าง ความชันน้อยมาก ทรายหยาบ มีสีน้ำตาล-แดง

9) หาดพัทยา - เป็นแหล่งท่องเที่ยวคับคั่ง ได้รับการรบกวนมากๆ มีการถมชายหาดสร้างเป็นเขื่อนกั้นและสร้างทางเดินเท้าบริเวณชายหาดมีธุรกิจร้านค้ามากมาย มีสาธารณูปโภคเพื่อรองรับการท่องเที่ยว

10) หาดจอมเทียน - เป็นแหล่งท่องเที่ยวคับคั่ง ได้รับการรบกวนมากๆ มีการถมชายหาดสร้างเป็นเขื่อนกั้นและสร้างทางเดินเท้าบริเวณชายหาดมีธุรกิจร้านค้ามากมาย มีสาธารณูปโภคเพื่อรองรับการท่องเที่ยว

11) หาดบางเสร่ - เป็นชุมชนและแหล่งท่องเที่ยวเล่นน้ำ พักผ่อน มีการรบกวนบ้างพอสมควร มีร้านอาหารเล็กๆ มีโต๊ะสำหรับนั่งเล่นและรับประทานอาหาร ลักษณะเป็นหาดยาว มีการสร้างเขื่อนกั้นบริเวณชายหาด มีถนนสร้างติดกับหาด มีท่าเทียบเรือและมีเรือประมง ทรายละเอียดปานกลาง สีน้ำตาล-ขาว

3.1.2 **จังหวัดระยอง** สำรวจพื้นที่จริงทั้งหมด 7 หาด ดังนี้

12) หาดพลา - เป็นสถานที่ท่องเที่ยว มีร้านอาหาร มีการรบกวนบ้าง หาดไม่ชันมาก ทรายละเอียดปานกลางสีน้ำตาล

13) หาดพยูน-น้ำริน - เป็นสถานที่ท่องเที่ยว มีร้านอาหาร รีสอร์ท มีการรบกวนบ้าง หาดค่อนข้างชัน ทรายหยาบสีขาว-น้ำตาลอ่อน

14) หาดทรายทอง - มีการพังทะลายของชายฝั่งเนื่องจากการสร้างอุตสาหกรรมมาบตาพุด

15) หาดแสงจันทร์ – มีชุมชนหมู่บ้านชาวประมงอาศัยอยู่ มีร้านอาหารแบบชั่วคราวบริเวณชายหาด มีกิจกรรมในทะเลน้อยเนื่องจากหาดชัน น้ำลึกเป็นแอ่งๆ และคลื่นลมแรง ทรายหยาบสีน้ำตาลแดง

16) หาดแม่รำพึง - เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีการรบกวนบ้างแต่น้อยจากนักท่องเที่ยว คอนโดมีเนียม สาธารณูปโภคเพื่อรองรับการท่องเที่ยวและร้านอาหารที่มีอยู่กระจัดกระจาย ทรายละเอียดสีน้ำตาลดำ-ขาว

17) สวนสน - เป็นแหล่งท่องเที่ยว ใกล้ชุมชนบ้านเพ ชายฝั่งมีการสร้างเขื่อนคอนกรีต มีร้านอาหารและสิ่งปลูกสร้างกระจัดกระจาย ทรายละเอียดปานกลางสีน้ำตาลดำ

18) หาดแม่พิมพ์ - เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีการถมบริเวณชายฝั่งเพื่อสร้างเป็นร้านอาหาร ทรายละเอียดสีน้ำตาล-ขาว

3.1.3 **จังหวัดจันทบุรี** สำรวจพื้นที่จริงทั้งหมด 4 หาด ดังนี้

19) คุ้งวิมาน - เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีร้านอาหารบ้าง ชายฝั่งพังทะลาย คลื่นลมรุนแรง ทรายหยาบสีน้ำตาลแดง

20) แหลมเสด็จ - เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีร้านอาหารบ้าง มีสิ่งปลูกสร้าง ชายฝั่งพังทะลาย คลื่นลมรุนแรง ทรายหยาบสีน้ำตาลแดง

21) หาดเจ้าหลาว - เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีร้านอาหาร บังกะโลและสาธารณูปโภคเพื่อรองรับการท่องเที่ยว มีท่อน้ำทิ้งออกจากชายฝั่งทำให้เกิดเป็นทางน้ำบริเวณชายหาด ทรายละเอียดสีเทาดำ

22) แหลมสิงห์ - เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีร้านอาหารและสิ่งปลูกสร้างติดกับชายหาด ทรายค่อนข้างละเอียด สีน้ำตาลขาว

3.1.4 **จังหวัดตราด** สำรวจพื้นที่จริงทั้งหมด 6 หาด ดังนี้

23) อ่าวตาลคู่ – เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีร้านอาหารหลายร้าน หาดสั้นและแคบ ทรายหยาบสีน้ำตาลแดง

24) หาดลานทราย - เป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญของคนในพื้นที่ มีที่พักและร้านอาหาร ใกล้ปากแม่น้ำและป่าชายเลนของอ่าวตราด ชายหาดเว้าโค้งทรายละเอียดสีขาว ส่วนของ surf zone เป็นโคลน และกว้างมาก ชาวบ้านและนักท่องเที่ยวนิยมมาเก็บหอยตลับเล็ก

25) หาดมุกแก้ว - เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีที่พักและร้านอาหาร มีการสร้างเขื่อนกั้นบริเวณชายฝั่ง ทรายละเอียดสีเทาดำ

26) หาดเขาล้าน - เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีที่พักและร้านอาหาร ทรายละเอียดสีเทาดำ

27) หาดบานชื่น - เป็นแหล่งท่องเที่ยว มีร้านอาหารและสิ่งปลูกสร้างเล็กน้อย มีเขื่อนกั้นบริเวณชายฝั่ง ทรายละเอียดสีเทาขาว

28) หาดชาญชล - เป็นแหล่งท่องเที่ยวมีบังกะโล การท่องเที่ยวไม่หนาแน่นนัก มีสะพานและท่อสำหรับสูบน้ำทะเล ทรายละเอียดสีเทาดำ

เมื่อทำการศึกษาจากแผนที่และลงสำรวจพื้นที่จริง เพื่อดูถึงสภาพปัจจุบันทั่วไป ได้แก่ ความกว้าง กิจกรรมที่เกิดขึ้น รวมถึงสภาพปัญหาของพื้นที่แล้ว ได้กำหนดพื้นที่ในการศึกษาสิ่งมีชีวิต โดยพิจารณาจากความเหมาะสมทั้งด้านความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง จะต้องมีทางสำหรับให้รถผ่านได้ มีความกว้างและความยาวของหาดเหมาะสมและเพียงพอในการเก็บตัวอย่าง ลักษณะพื้นที่ควรจะหลากหลายไม่ซ้ำกันในบริเวณที่ติดกันหรือใกล้เคียงกัน และระยะห่างระหว่างหาดที่ใช้ในการศึกษาจะต้องเหมาะสมไม่ใกล้หรือไกลกันเกินไป เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่หาดทรายในภาคตะวันออก ซึ่งพิจารณาแล้วทำให้ได้พื้นที่ศึกษาหาดทรายที่สำคัญในภาคตะวันออกทั้งหมด 18 หาด ตั้งแต่จังหวัดชลบุรีถึงจังหวัดตราด ดังนี้

จังหวัดชลบุรี - หาดบางแสน-วอนนภา, บางพระ, ศรีราชา, แหลมฉบัง, พัทยา และ บางเสร่
จังหวัดระยอง - หาดพยูน-น้ำริน, หาดแม่รำพึง, สวนสน และหาดแม่พิมพ์
จังหวัดจันทบุรี - แหลมสิงห์, คุ้งวิมาน, หาดเจ้าหลาว และแหลมเสด็จ
จังหวัดตราด - หาดลานทราย, หาดมุกแก้ว, หาดบานชื่น และหาดชาญชล

3.2 ลักษณะทางกายภาพของหาดทรายที่ทำการศึกษา

ลักษณะของหาดทรายที่ทำการศึกษาทั้ง 18 หาดสรุปไว้ในตารางที่ 2 พบว่าหาดทรายของจังหวัดชลบุรีมีความกว้างมากที่สุดเมื่อเทียบกับหาดในจังหวัดอื่น ขณะที่หาดทรายของจังหวัดระยองและจันทบุรีลักษณะค่อนข้างแคบเป็น slope ไม่มีเขตคลื่นแตกตัว ส่วนหาดทรายในจังหวัดตราดมีความกว้างปานกลาง ลักษณะของทรายขึ้นอยู่กับหาดแต่ละหาด ไม่ขึ้นกับจังหวัด

ตารางที่ 2 รายละเอียดของสถานที่เก็บตัวอย่าง แสดงจำนวนจุดเก็บตัวอย่าง และลักษณะของหาดทราย

	สถานที่เก็บตัวอย่าง	สถานี 1 / 2 / 3	หาดกว้าง (เมตร)	เขตทราย แห้ง	เขตคลื่น แตกตัว	สีทราย (Munsell ® color)
1	หาดบางแสน – วอนนภา	8/8/8	170	แคบ	ปานกลาง	Light olive gray (5Y 6/2)
2	บางพระ	8/-/-	140	แคบ	ปานกลาง	Light brownish gray (2.5Y 6/2)
3	ศรีราชา	8/-/-	140	แคบ	ปานกลาง	Light brownish gray (2.5Y 6/2)
4	แหลมฉบัง	7/8/-	140	แคบ	ปานกลาง	Pale yellow (2.5Y 7/4)
5	พัทยา	8/8/-	110	แคบ	ปานกลาง	Pale yellow (2.5Y 7/3)
6	บางเสร่	8/-/-	110	แคบ	ปานกลาง	Very pale brown (10YR 7/4)
7	หาดพยูน – หาดน้ำริน	3/2/-	25	แคบ	ไม่มี	Very pale brown (10YR 7/3)
8	หาดแม่รำพึง	2/4/-	40	กว้าง	น้อย	Light gray (5Y 7/1)
9	หาดสวนสน	2/2/-	20	กว้าง	ไม่มี	Light gray (5Y 7/1)
10	หาดแม่พิมพ์	4/4/-	40	กว้าง	น้อย	Light gray (5Y 7/1)
11	หาดคุ้งวิมาน	2/2/-	18	แคบ	ไม่มี	Brownish yellow (10YR 6/6)
12	แหลมเสด็จ	2/2/-	15	แคบ	ไม่มี	Brownish yellow (10YR 6/6)
13	หาดเจ้าหลาว	7/7/-	110	แคบ	ปานกลาง	Pale yellow (2.5Y 8/2)
14	แหลมสิงห์	4/3/-	40	แคบ	น้อย	Light yellowish brown (2.5Y 6/3)
15	หาดลานทราย	7/7/-	90	แคบ	มาก	-
16	หาดมุกแก้ว	5/5/-	50	แคบ	น้อย	Light gray (5Y 7/2)
17	หาดบานชื่น	5/4/-	50	แคบ	น้อย	White (5Y 8/1)
18	หาดชาญชล	6/5/-	70	แคบ	ปานกลาง	White (5Y)

3.3 ประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายที่ทำการศึกษา

ผลการเก็บข้อมูลหาดทราย 18 หาด รวมมีสถานีศึกษาทั้งสิ้น 34 สถานี พบสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายในเขตน้ำขึ้น-น้ำลงรวม 5 กลุ่มใหญ่ คือ Polychaeta, Crustacea, Gastropod, Bivalvia และ Echinodermata รวม 73 taxon และไม่ทราบกลุ่มอีก 3 taxon สัตว์ที่พบส่วนใหญ่มีขนาดเล็กสันนิฐานว่าเป็นตัวอ่อนทำให้ไม่สามารถจำแนกระดับชนิดได้ รายชื่อสัตว์ที่พบแสดงไว้ในตารางที่ 3 และที่พบในแต่ละหาดสรุปในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 รายชื่อสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมดที่พบบนหาดทราย 18 หาดที่ทำการศึกษาในภาคตะวันออกของประเทศไทย

Phylum	Class	Family	*Scientific name*	Common name
Anelida	Polycheta	Orbinidae		
		Glyceridae		
		Neridae		แม่เพรียง
		Onuphidae		
		Lumbrineridae		
		Spionidae		
		Eunicidae		
		Arabellidae		
		Maldanidae		
		Neptyidae	*Matuta* sp.	
Arthopoda	Crustacea	Calapidae	*Thalarita* sp.	ปูหนุมาน
		Portunidae	*Portunus* sp.	ปูก้านตายาว
		Portunidae		ปูม้า
		Paguridae	*Macropthalnus* sp.	ปูเสฉวน
		Ocpodidae	*Dotilla* sp.	ปูก้ามหัก
		Ocpodidae		ปูลม
		Xanthidae		ปูสวยงาม หรือ ปูไข่
		Alpheidae		กุ้งดีดขัน
		Panaeidae		กุ้งทะเล
		Palaemonidae	*Emerita* sp.	กุ้งฝอย
		Hippidae		จักจั่นทะเล
		Amphipoda	*Umbonium vestiarum*	แมลงสาบทะเล
Mollusca	Gastropoda	Trochidae	*Cerithidiumum cingulata*	หอยทับทิม
		Cerithidae	*Natica* sp.	
		Naticidae	*Polinices* sp.	
		Naticidae	*Neritina* sp.	
		Neritidae	*Nerita* sp.1	
		Neritidae	*Nerita* sp.2	
		Neritidae	*Terebra* sp.	
		Terebridae	*Clea* sp.1	
		Buccinidae	*Clea* sp.2	
		Buccinidae		

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Phylum	Class	Family	*Scientific name*	Common name
Mollusca	Bivalvia	Veneridae	*Anomalocardia squamosa*	หอยหมู
		Veneridae	*Venerupis decussata*	
		Veneridae	*Meretrix lusonia*	
		Veneridae	*Meretrix meretrix*	หอยตลับ
		Veneridae	*Gafrarium* sp.	
		Veneridae	*Crice venus*	
		Veneridae	*Dosinia* sp.1	
		Veneridae	*Dosinia* sp.2	
		Veneridae	*Dosinia* sp.3	
		Veneridae	*Dosinia* sp.4	
		Veneridae	*Dosinia* sp.5	
		Veneridae	*Siliqua ridiata*	
		Veneridae	Unknown Veneridae	
		Veneridae	*Irus* sp.	
		Lucinidae	*Lucinid* sp.1	
		Lucinidae	*Lucinid* sp.2	
		Ostreidae	*Crassostrea cuculata*	หอยนางรม
		Cardiidae	*Trachycardium* sp.	
		Corbulidae	*Corbula modesta*	
		Lucinidae	*Anodontia edentula*	
		Myidae	*Mya arenaria*	
		Mytilacea	*Arcuatula arcuatulai*	หอยกะพง
		Glossidae	*Glossus* sp.	
		Donacidae	*Donax* sp.1	หอยเสียบ
		Donacidae	*Donax* sp.2	
		Donacidae	*Donax* sp.3	
		Tellinidae	*Tellina* sp.1	
		Tellinidae	*Tellina* sp.2	
		Tellinidae	*Tellina* sp.3	
		Mactridae	*Mactra* sp.1	
		Mactridae	*Mactra* sp.2	
		Mactridae	*Mactra* sp.3	
Echinodermata				เหรียญทะเล

ตารางที่ 4 สรุปชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในหาดทรายที่พบบนหาดทราย 18 หาดที่ทำการศึกษาในภาคตะวันออก ของประเทศไทย

ชื่อหาดทราย	รายชื่อสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบ
บางแสน-วอนนภา	Orbinidae, Glyceridae, Neridae, Onuphidae, Lumbrineridae, Paguridae, *Macropthalnus* sp., *Dotilla* sp., Palaemonidae, *Umbonium vestiarum, Anomalocardia squamosa, Meretrix meretrix, Dosinia* sp.2, *Siliqua ridiata, Lucinid* sp.2, *Donax* sp.2, *Donax* sp.3, *Tellina* sp.1, *Mactra* sp.1
บางพระ	Orbinidae, Glyceridae, Neridae, Eunicidae, *Thalarita* sp., Paguridae, *Macropthalnus* sp., Xanthidae, Alpheidae, *Cerithidiumum cingulata, Neritina* sp., *Clea* sp.2, *Anomalocardia squamosa, Venerupis decussata, Gafrarium* sp., *Lucinid* sp.2, *Arcuatula arcuatulai, Glossus* sp., *Donax* sp.2, *Tellina* sp.1
ศรีราชา	Neridae, *Portunus* sp., Paguridae, *Macropthalnus* sp., Xanthidae, *Neritina* sp., *Nerita* sp.1, *Nerita* sp.2, *Clea* sp.2, *Anomalocardia squamosa, Venerupis decussata, Gafrarium* sp., *Crice venus, Dosinia* sp.4, *Dosinia* sp.5, Veneridae, *Irus* sp., *Lucinid* sp.2, *Crassostrea cuculata, Donax* sp.2, *Tellina* sp.1
แหลมฉบัง	Orbinidae, Glyceridae, Neridae, Onuphidae, *Matuta* sp., *Portunus* sp., Paguridae, *Dotilla* sp., Panaeidae, Amphipoda, *Umbonium vestiarum, Anomalocardia squamosa, Venerupis decussata, Siliqua ridiata, Lucinid* sp.2, *Donax* sp.2, *Tellina* sp.1
พัทยา	Glyceridae, Neridae, Onuphidae, Lumbrineridae, Arabellidae, *Matuta* sp., Paguridae, Panaeidae, *Umbonium vestiarum, Anomalocardia squamosa, Venerupis decussata, Meretrix meretrix, Lucinid* sp.2, *Corbula modesta, Donax* sp.2, *Mactra* sp.2, *Mactra* sp.3
บางเสร่	Glyceridae, Neridae, Onuphidae, Paguridae, *Dotilla* sp., Palaemonidae, ***Umbonium vestiarum,*** *Cerithidiumum cingulata, Terebra* sp., *Anomalocardia squamosa, Venerupis decussata, Lucinid* sp.1, *Glossus* sp., *Donax* sp.1, *Donax* sp.2, Echinodermata
พยูน-น้ำริน	*Emerita* sp., *Donax* sp.2
แม่รำพึง	Orbinidae, Glyceridae, Spionidae, *Umbonium vestiarum, Donax* sp.2, *Donax* sp.3
สวนสน	*Donax* sp.2, *Donax* sp.3
แม่พิมพ์	Glyceridae, Spionidae, *Dotilla* sp., *Emerita* sp., *Donax* sp.2, *Donax* sp.3, Echinodermata
คุ้งวิมาน	*Donax* sp.2, *Donax* sp.3
แหลมเสด็จ	*Donax* sp.2
เจ้าหลาว	Orbinidae, Neridae, *Matuta* sp., Paguridae, *Dotilla* sp., *Umbonium vestiarum, Cerithidiumum cingulata, Neritina* sp., *Lucinid* sp.2, *Glossus* sp., *Donax* sp.2, *Donax* sp.3, *Tellina* sp.2
แหลมสิงห์	*Dotilla* sp., *Meretrix lusonia, Dosinia* sp.1, *Donax* sp.2, *Donax* sp.3, *Tellina* sp.2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ชื่อหาดทราย	รายชื่อสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบ
ลานทราย	Neridae, Onuphidae, Maldanidae, Neptyidae, *Macropthalnus* sp., *Dotilla* sp., *Cerithidiumum cingulata*, *Clea* sp.1, *Meretrix lusonia*, *Dosinia* sp.3, *Anodontia edentula*, *Mya arenaria*, *Arcuatula arcuatulai*, *Tellina* sp.2, *Tellina* sp.3, Echinodermata
มุกแก้ว	Orbinidae, Glyceridae, Neridae, Eunicidae, *Dotilla* sp., *Umbonium vestiarum*, *Donax* sp.2, *Donax* sp.3, Echinodermata
บานชื่น	Orbinidae, Glyceridae, Eunicidae, *Dotilla* sp., *Meretrix meretrix*, *Donax* sp.3
ชาญชล	Glyceridae, Neridae, Onuphidae, Paguridae, *Dotilla* sp., *Umbonium vestiarum*, *Natica* sp., *Polinices* sp., *Meretrix lusonia*, *Meretrix meretrix*, *Trachycardium* sp., *Donax* sp.3, Echinodermata

Polychaeta พบ 10 taxon จำแนกกลุ่มไม่ได้ 1 taxon มีจำนวนตัวอย่างรวม 828 ตัว และมวลชีวภาพ 10.35 กรัม (ตารางที่ 5) หรือคิดเป็น 2.04% และ 0.09% ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบตามลำดับ (รูปที่ 9)

Crustacea พบ 12 taxon มีจำนวนตัวอย่างรวม 2,963 ตัว และมวลชีวภาพ 339.09 กรัม (ตารางที่ 5) หรือคิดเป็น 7.3% และ 2.91% ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบตามลำดับ (รูปที่ 9)

Gastropoda พบ 10 taxon มีจำนวนตัวอย่างรวม 828 ตัว และมวลชีวภาพ 10.35 กรัม (ตารางที่ 5) หรือคิดเป็น 11.06% และ 9.95% ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบตามลำดับ (รูปที่ 9)

Bivalvia เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุดทั้ง จำนวนชนิด ความชุกชุม และมวลชีวภาพ พบ 32 ชนิดและมีที่จำแนกชนิดไม่ได้อีก 7 taxon มีจำนวนตัวอย่างรวม 32,150 ตัว และมีมวลชีวภาพรวม 10,019.85 กรัม (ตารางที่ 5) หรือเป็นสัดส่วน 79.24% และ 86.13% ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบตามลำดับ (รูปที่ 9)

Echinodermata พบ 1 taxon เพียง 1 ตัว

3.4 การกระจายพันธุ์ของสัตว์ทะเลหน้าดิน

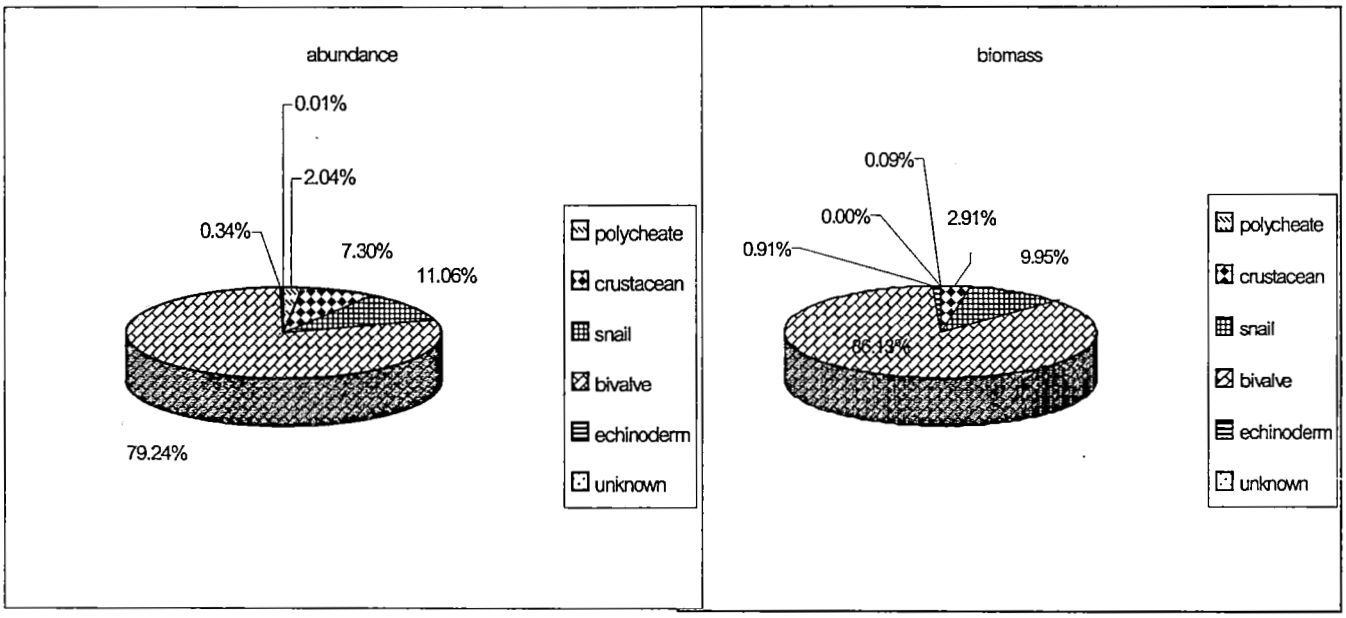
การกระจายพันธุ์ของสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดทรายในภาคตะวันออก พิจารณาในสามลักษณะคือความชุกชุมและมวลชีวภาพรวม พารามิเตอร์ด้านประชาคม และองค์ประกอบชนิด ทั้งนี้จะแบ่งการพิจารณาตามกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบ 5 กลุ่มคือ polychaeta, crustacea, gastropoda, bivalvia และ echinodermata ผลการศึกษามีดังนี้

3.4.1 ความชุกชุมและมวลชีวภาพ

เมื่อพิจารณาความชุกชุมรวมและมวลชีวภาพ ของทั้งสัตว์ทะเลหน้าดินรวม และสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบ 5 กลุ่ม ตารางที่ 6 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ชี้ให้เห็นว่าทุกกลุ่มมีความแตกต่างของปัจจัยร่วมระหว่างสถานี*จุดศึกษา แสดงว่าความแตกต่างระหว่างจุดศึกษาขึ้นอยู่กับสถานี นอกจากนี้มีความแตกต่างของปัจจัยร่วมระหว่างหาด*เขตในหลายกลุ่มยกเว้น crustacea และ echinodermata สำหรับปัจจัยร่วมหาด*จุดศึกษามีความแตกต่างเฉพาะ echinodermata ส่วนปัจจัยร่วมสถานี*เขตมีความแตกต่างเฉพาะความชุกชุมของ crustacea

ตารางที่ 5 ผลสรุปแสดงจำนวนชนิด ความชุกชุม และมวลชีวภาพ ของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่กลุ่มหลัก 5 กลุ่ม

	No. of species	No. of individuals	Biomas (gram)
Polychaeta	10(1)	828	10.35
Crustacea	12	2,963	339.09
Gastropoda	10	4,488	1,157.29
Bivalvia	32(7)	32,150	10,019.85
Echinodermata	1	138	106.33
Unknown	3	5	0.025
Fragment	-	-	15.43



รูปที่ 9 ความชุกชุม (abundance) และมวลชีวภาพ (biomass) ของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในการศึกษาหาดทราย 18 แห่ง บริเวณภาคตะวันออกของไทย

และ echinodermata อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงปัจจัยหลัก พบว่าจุดศึกษาแต่ละจุดที่แฝงอยู่ในเขตศึกษาไม่มีความแตกต่างกันยกเว้น polychaeta และสถานีแต่ละสถานีที่แฝงอยู่ในหาดไม่มีความแตกต่างกันยกเว้น polychaeta เช่นกัน ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มต่างๆมีรูปแบบการกระจายพันธุ์ที่คล้ายคลึงกัน ยกเว้น polychaeta ที่มีความผันแปรแตกต่างไปจากกลุ่มอื่น เพื่อแสดงให้เห็นลักษณะของผลดังกล่าวจึงนำค่าความชุกชุมและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินแต่ละกลุ่มบนหาดแต่ละหาดมาสร้างเป็นกราฟ รายละเอียดการกระจายพันธุ์ของแต่ละกลุ่มมีดังนี้

1) ความชุกชุมและมวลชีวภาพรวม (รูปที่ 10) จำนวนและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในแต่ละหาดพบว่ามีความแตกต่างกันและแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มเช่นกัน คือพบสัตว์มาก (เฉลี่ย 2000 ตัว, 300-400 กรัม ต่อพื้นที่ 0.25 ตารางเมตร) ได้แก่หาดบางแสน และวอนนภา กลุ่มที่สองพบปานกลาง (เฉลี่ย 100-300 ตัว, 50-100 กรัมต่อพื้นที่ 0.25 ตารางเมตร) ได้แก่ บางพระ ศรีราชา แหลมฉบัง พัทยา บางแสร่ ลานทรายและมุกแก้ว และกลุ่มสุดท้ายพบสัตว์น้อย (เฉลี่ย < 100 ตัว, < 50 กรัมต่อพื้นที่ 0.25 ตารางเมตร) ได้แก่พยูน แม่รำพึง สวนสน แม่พิมพ์ คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ บานชื่นและชาญชล

พบว่าแต่ละหาดมีการกระจายพันธุ์ของสัตว์ทะเลหน้าดินแตกต่างกันออกไป ยกเว้นจุดเหนือ water line ที่โดยทั่วไปทุกหาดพบสัตว์น้อย ดังนั้นเมื่อพิจารณาเขตที่เหลือแบ่งหาดออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือหาดที่เขต water line มีสัตว์มากที่สุด ได้แก่ บางแสน วอนนภา แหลมฉบัง พยูน แม่รำพึง คุ้งวิมาน และแหลมเสด็จ กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่เขต surf zone พบสัตว์มาก ได้แก่ บางพระ ศรีราชา พัทยา บางเสร่ และกลุ่มสุดท้ายคือกลุ่มที่พบสัตว์กระจายไปทุกเขต ได้แก่ สวนสน แม่พิมพ์ เจ้าหลาว แหลมสิงห์ ลานทราย มุกแก้ว บานชื่น และชาญชล

2) Polychaeta (รูปที่ 11) โดยทั่วไปพบเฉลี่ยไม่เกิน 15 ตัว/0.25 ตารางเมตร และมวลชีวภาพเฉลี่ยไม่เกิน 0.15 กรัม/0.25 ตารางเมตร ทั้งนี้รูปแบบการกระจายพันธุ์บนหาดทรายมีทำการศึกษาพบอยู่เฉพาะส่วนของ surf zone ส่วน water line zone พบน้อย รูปแบบดังกล่าวส่วนใหญ่จะคล้ายกันในแต่ละสถานี ยกเว้นคุ้งวิมาน และแหลมเสด็จ ที่หาดสั้นมากและไม่พบ Polychaete ส่วนเจ้าหลาวพบตั้งแต่ waterline zone จนถึง upper surf zone

3) Crustacea (รูปที่ 12) พบเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 60 ตัว/0.25 ตารางเมตรและมวลชีวภาพเฉลี่ยไม่เกิน 8 กรัม/0.25 ตารางเมตร ทั้งนี้การพบและรูปแบบการกระจายพันธุ์จะมีความแปรผันระหว่างหาดมาก แต่แยกออกได้เป็นสองกลุ่มหลัก คือหาดที่พบ crustacea น้อย ได้แก่ แหลมฉบัง พัทยา หาดพยูน แม่รำพึง สวนสน แม่พิมพ์ คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ แหลมสิงห์ และมุกแก้ว ส่วนหาดที่พบปานกลาง ได้แก่ บางแสน วอนนภา บางพระ ศรีราชา บางเสร่ เจ้าหลาว ลานทราย บานชื่น ชาญชล ทั้งนี้รูปแบบการกระจายพันธุ์ของสัตว์บนหาดที่อยู่ในจังหวัดชลบุรี พบเฉพาะในเขต surf zone ในขณะที่ จันทบุรี-ตราด พบตั้งแต่ water line zone

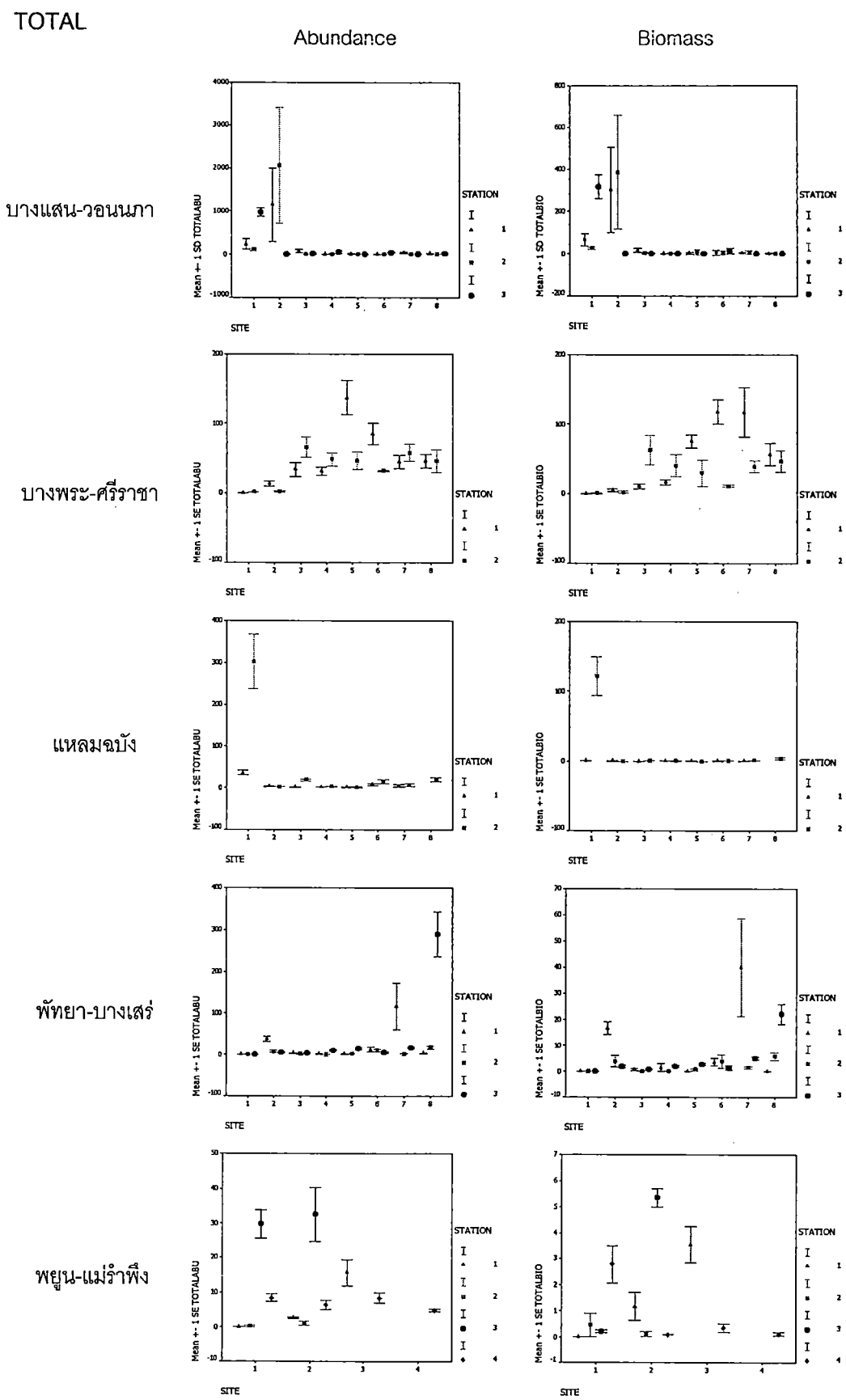
4) Gastropoda (รูปที่ 13) พบเฉลี่ยสูงสุดไม่เกิน 300 ตัว/0.25 ตารางเมตร และมวลชีวภาพเฉลี่ยไม่เกิน 40 กรัม/0.25 ตารางเมตร อย่างไรก็ตามหาดส่วนใหญ่พบต่ำกว่า 100 ตัว/0.25 ตารางเมตร และมวลชีวภาพเฉลี่ยไม่เกิน 20 กรัม/0.25 ตารางเมตร โดยหาดที่พบหอยฝาเดียวน้อยมากได้แก่ แหลมฉบัง พยูน แม่รำพึง สวนสน แม่พิมพ์ คุ้งวิมาน และแหลมเสด็จ พบได้บ้างได้แก่ บางแสน วอนนภา พัทยา บางเสร่ ส่วนที่เหลือได้แก่ บางพระ ศรีราชา เจ้าหลาว แหลมสิงห์ ลานทราย มุกแก้ว บานชื่น และชาญชล พบมีการกระจายทั่วไปแต่มีความชุกชุมปานกลาง ทั้งนี้หอยฝาเดียวทั้งหมดพบอยู่เฉพาะเขต surf zone

5) Bivalvia (รูปที่ 14) พบเฉลี่ยสูงสุดไม่เกิน 2000 ตัว/0.25 ตารางเมตร และมวลชีวภาพเฉลี่ยไม่เกิน 400 กรัม/0.25 ตารางเมตร อย่างไรก็ตามหาดส่วนใหญ่พบต่ำกว่า 100 ตัว/0.25 ตารางเมตร และมวลชีวภาพเฉลี่ยต่ำกว่า 100 กรัม/0.25 ตารางเมตร ทั้งนี้รูปแบบการกระจายพันธุ์แต่ละหาดมีความแตกต่างกัน โดยบางแสน วอนนภา แหลมฉบังพยูน แม่รำพึง คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ และมุกแก้ว พบหอยสองฝาชุกชุมมากในเขต water line zone ขณะที่ surf zone พบน้อยมาก ส่วนสถานีที่เหลือคือ บางพร ศรีราชา พัทยา บางเสร่ สวนสน แม่พิมพ์ เจ้าหลาว แหลมสิงห์ ลานทราย บานชื่น และชาญชล พบหอยกรุจายในเขต surf zone มากกว่า water line zone

6) Echinodermata (รูปที่ 15) พบเพียงชนิดเดียวคือ อีแปะทะเล มีความชุกชุมเฉลี่ย<10 ตัว/0.25 $ม^2$ และมวลชีวภาพ12 กรัม/0.25 $ม^2$ พบอยู่เพียง 5 หาดได้แก่ บางเสร่ แม่พิมพ์ ลานทราย มุกแก้ว และชาญชล

ตารางที่ 6 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F) ของความชุกชุมและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินรวม และกลุ่มหลัก 5 กลุ่ม

		Abundance						Biomass					
	Df	Total	Polycheata	Crustacea	Gastropod	Bivalvia	Echinodermata	Total	Polycheata	Crustacea	Gastropod	Bivalvia	Echinodermata
Beach	17	**8.333***	**3.715***	**18.85***	**16.91***	**7.327***	1.033	**19.827***	**2.659***	**11.508***	**18.221***	56.27	1.203
	2.06												
Station (Beach)	16	0.734	**4.906***	0.278	0.185	1.146	0.879	0.578	**2.583***	0.464	0.207	0.397	0.357
	17.58												
Zone	2	0.095	1.718	0.744	**12.609***	1.648	0.854	0.238	0.951	3.246	**16.845***	1.525	0.608
	3.44												
Site (Zone)	5	1.335	**3.164***	0.631	0.9	1.227	1.113	1.712	**2.57***	1.933	0.601	1.877	1.359
	39.08												
Beach*Zone	22	**3.739***	**5.572***	0.954	**2.329***	**3.865***	0.649	**6.632***	3.011	2.139	**2.926***	**6.734***	0.615
	6.92												
Beach*Site	52	1.12	1.45	1.188	1.336	0.954	**3.858**	0.896	0.802	1.67	1.367	0.777	**16.289***
	43.39												
Station*Zone	17	0.885	0.335	**2.247***	1.032	1.033	**1.885**	0.793	0.489	1.568	0.817	0.993	0.349
	43												
Station*Site	43	**19.183***	**2.914***	**8.561***	**14.317***	**17.94***	**16.728**	**13.971***	**3.111***	**3.619***	**11.212***	**11.404***	**2.52***
	700												

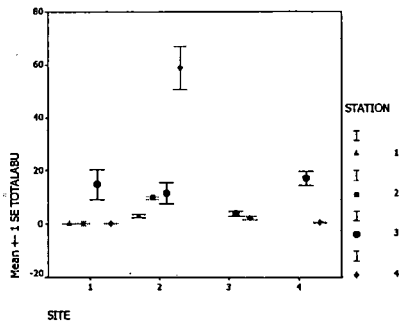


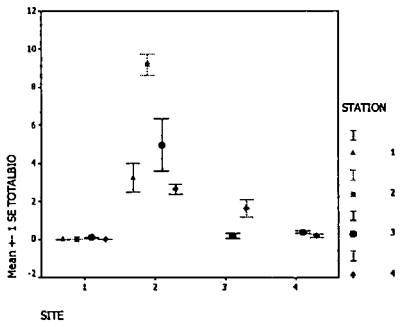
รูปที่ 10 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของสัตว์ทะเลหน้าดินรวม

TOTAL

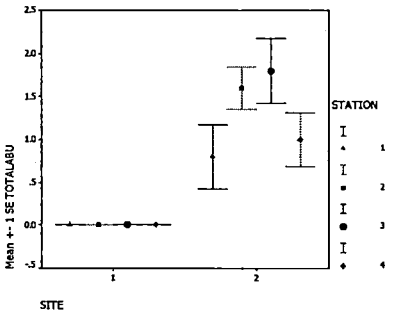
Abundance Biomass

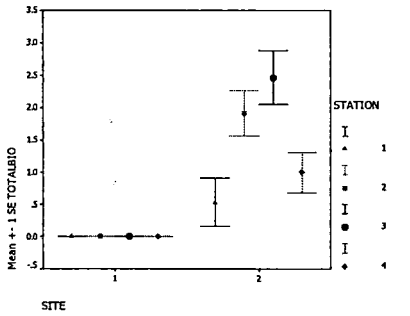
สวนสน-แม่พิมพ์



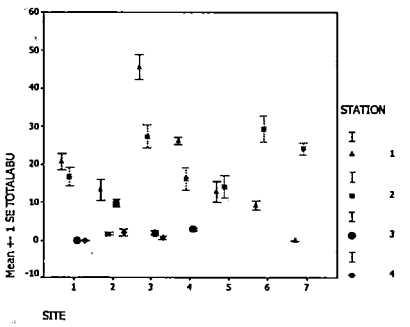


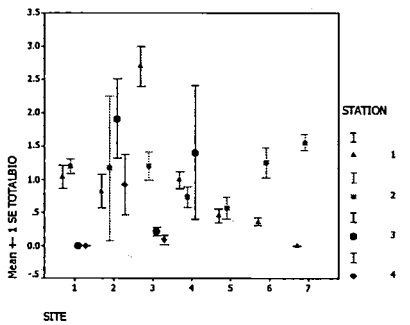
คุ้งวิมาน-แหลมเสด็จ



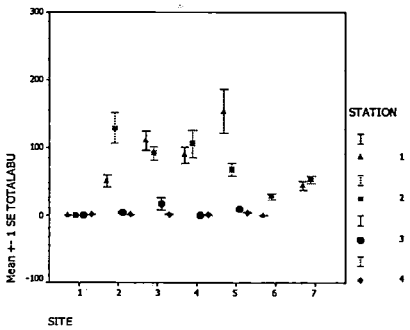


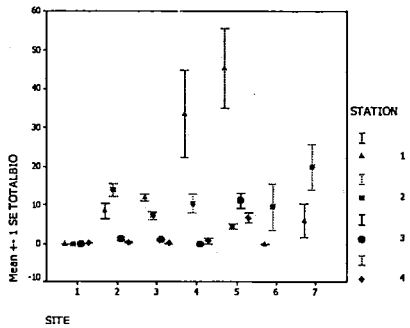
เจ้าหลาว-แหลมสิงห์



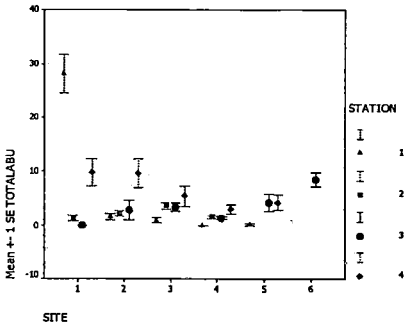


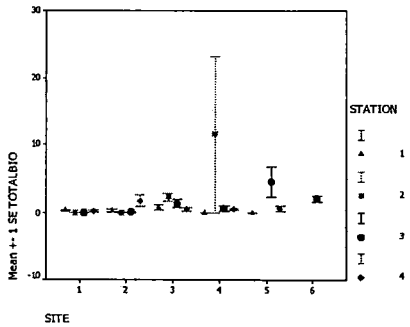
ลานทราย-มุกแก้ว



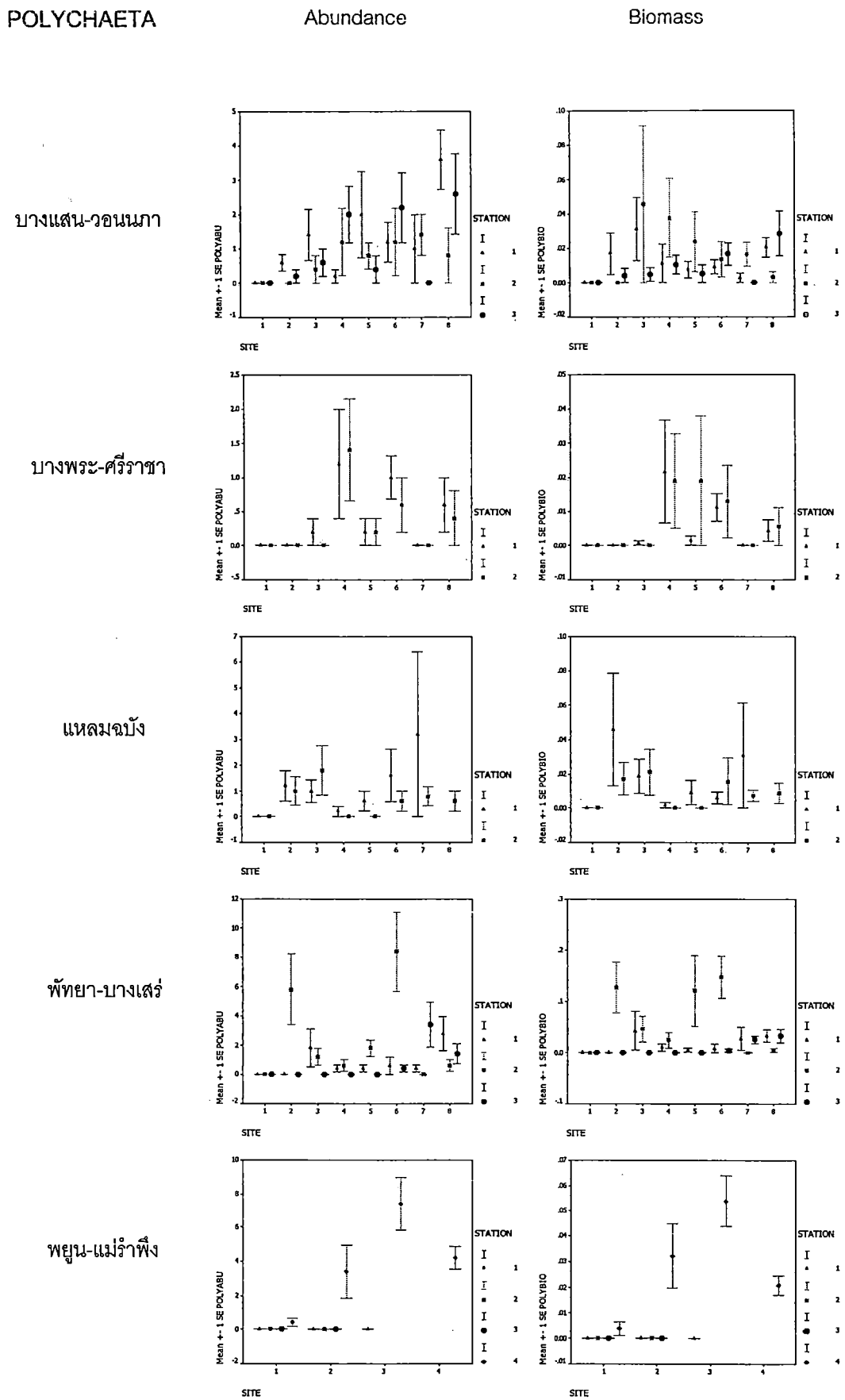


บานชื่น-ซาญชล





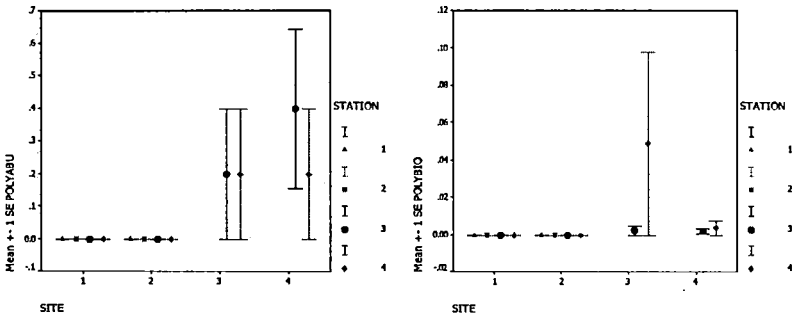
รูปที่ 10 (ต่อ)



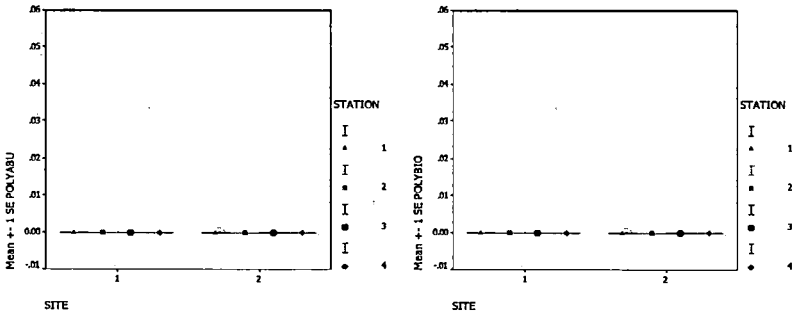
รูปที่ 11 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Polychaeta

POLYCHAETA Abundance Biomass

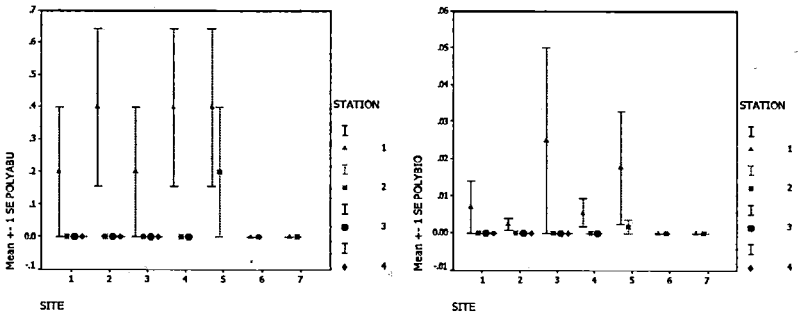
สวนสน-แม่พิมพ์



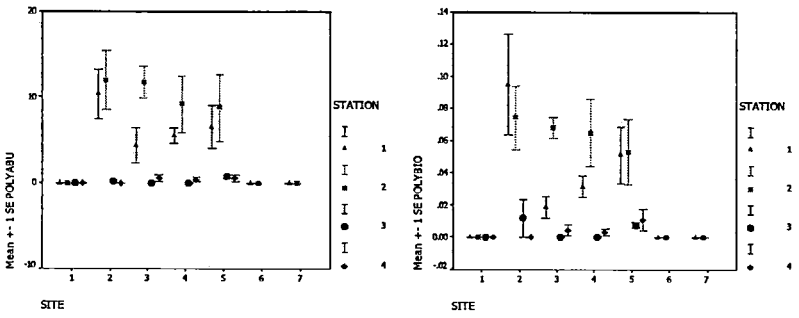
คุ้งวิมาน-แหลมเสด็จ



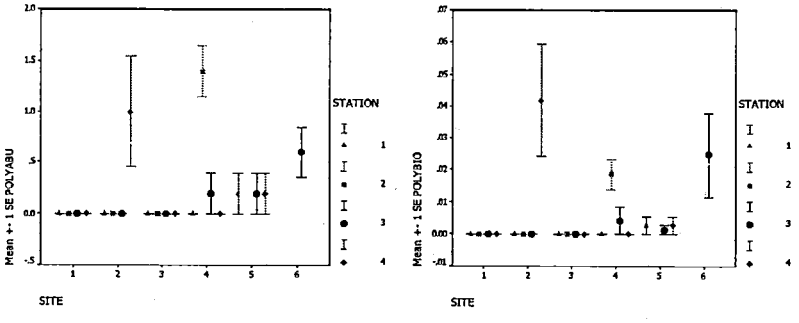
เจ้าหลาว-แหลมสิงห์



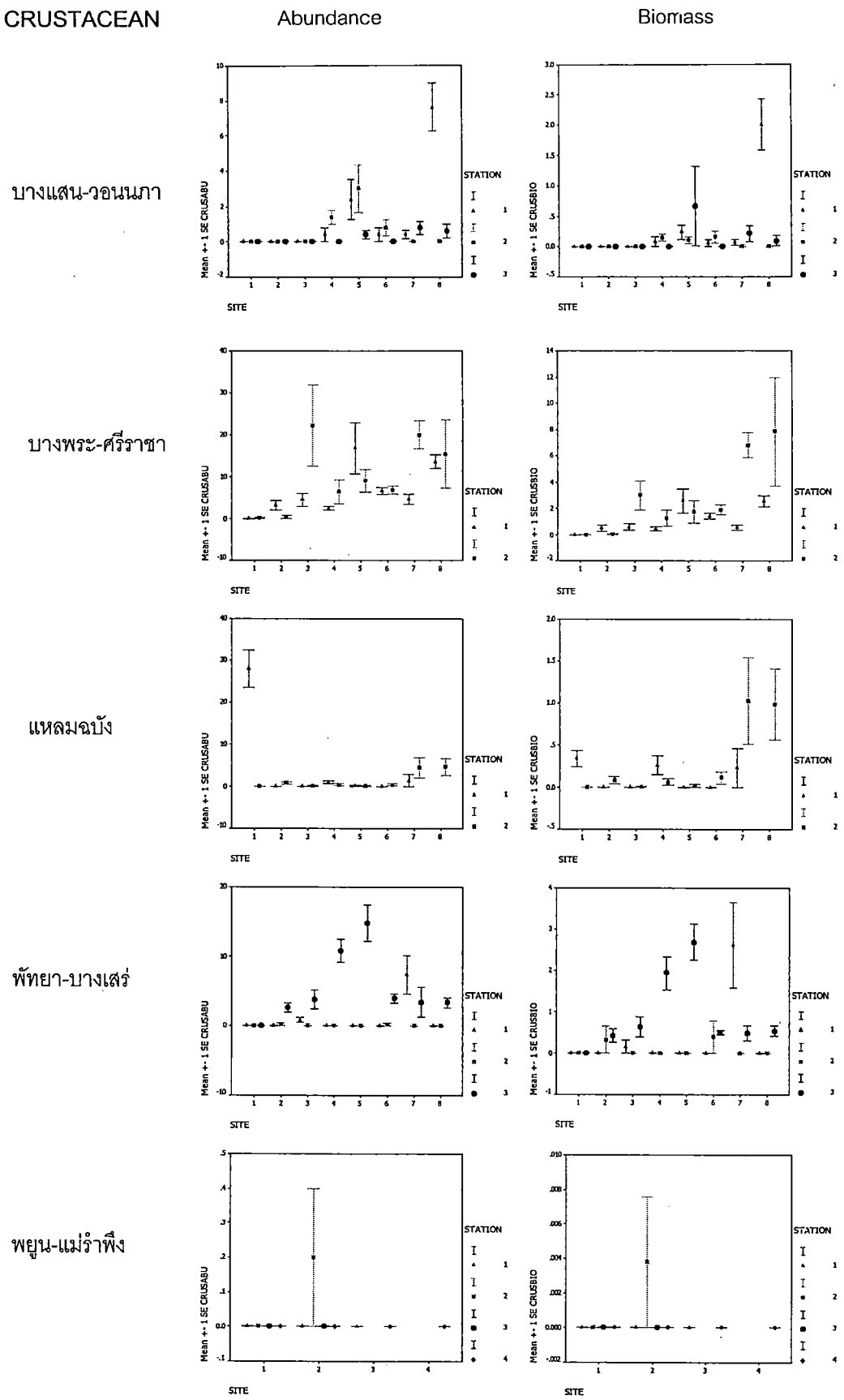
ลานทราย-มุกแก้ว



บานชื่น-ชาญชล



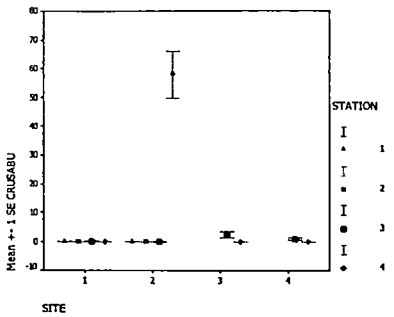
รูปที่ 11 (ต่อ)

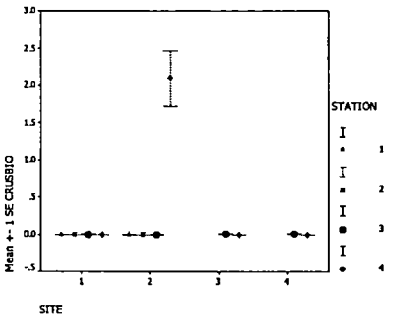


รูปที่ 12 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Crustacean

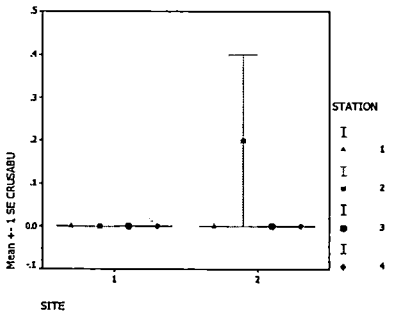
CRUSTACEAN Abundance Biomass

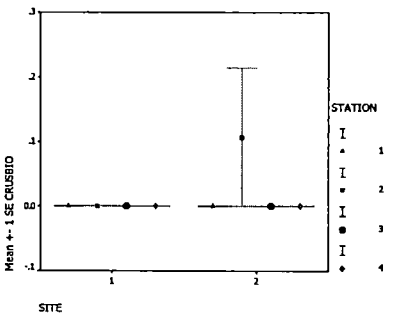
สวนสน-แม่พิมพ์



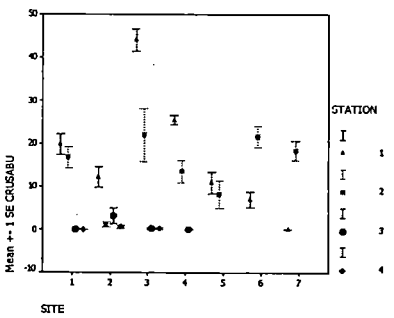


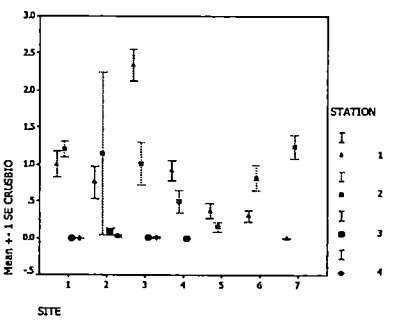
คุ้งวิมาน-แหลมเสด็จ



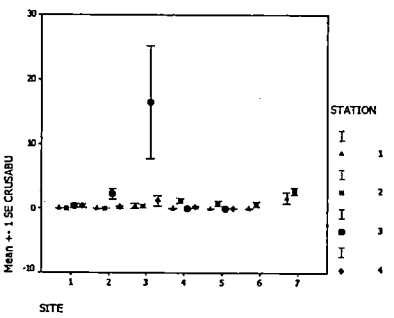


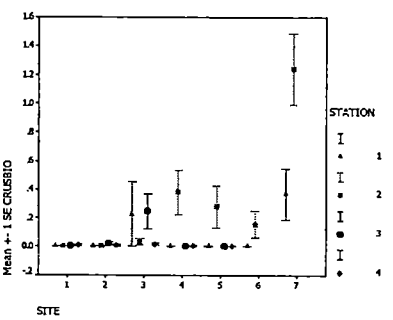
เจ้าหลาว-แหลมสิงห์



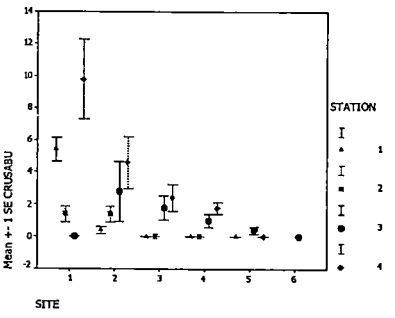


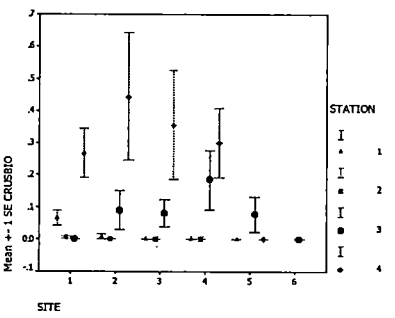
ลานทราย-มุกแก้ว





บานชื่น-ชาญชล

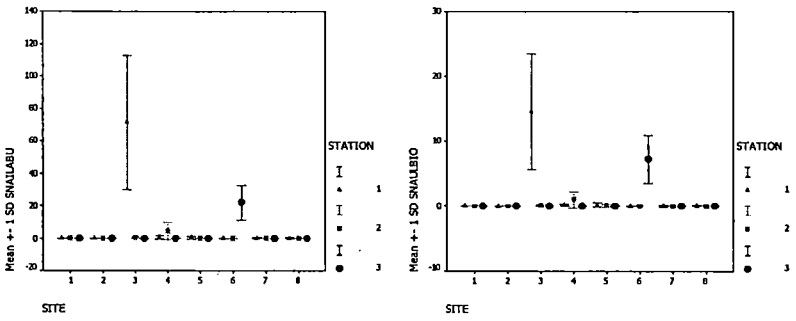




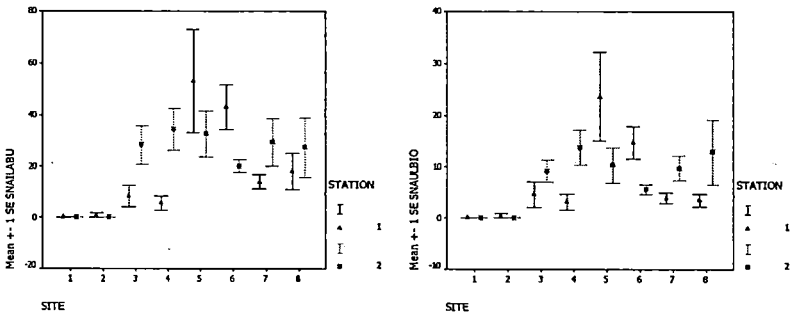
รูปที่ 12 (ต่อ)

GASTROPODA Abundance Biomass

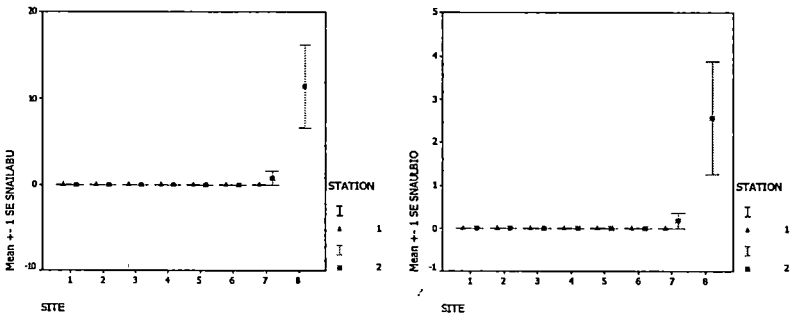
บางแสน-วอนนภา



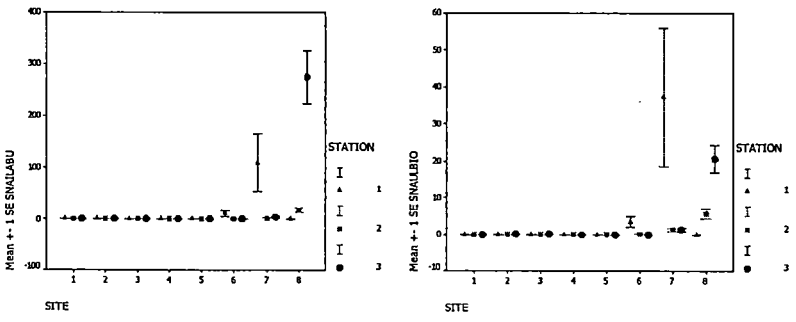
บางพระ-ศรีราชา



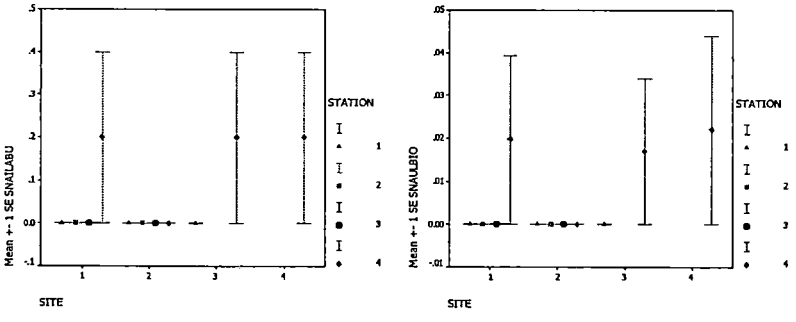
แหลมฉบัง



พัทยา-บางเสร่



พยูน-แม่รำพึง



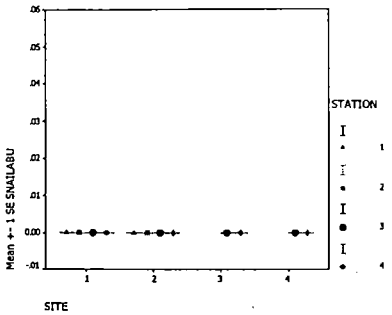
รูปที่ 13 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Gastropoda

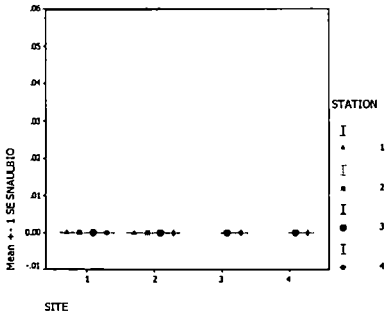
GASTROPODA

Abundance

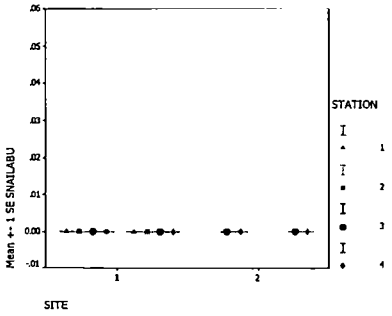
Biomass

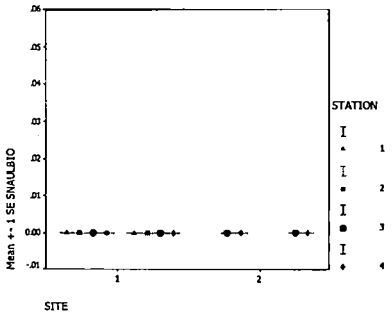
สวนสน-แม่พิมพ์



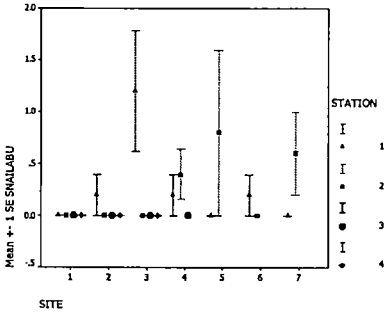


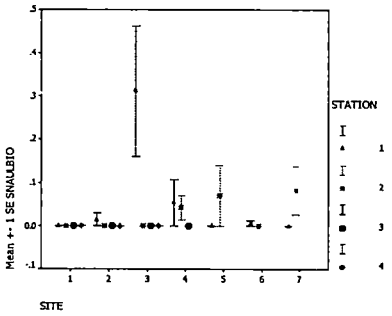
คุ้งวิมาน-แหลมเสด็จ



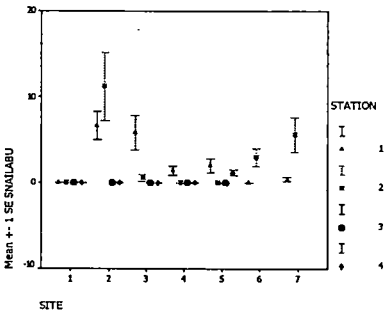


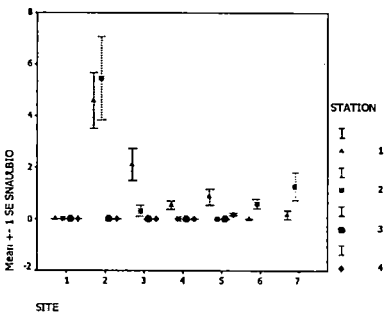
เจ้าหลาว-แหลมสิงห์



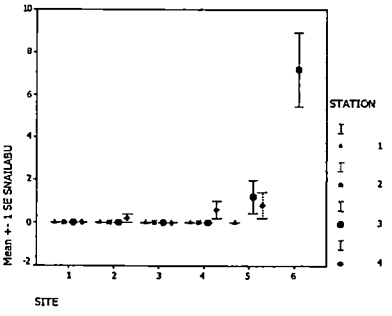


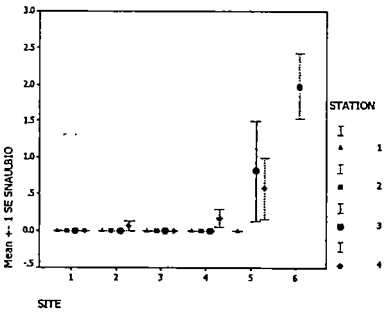
ลานทราย-มุกแก้ว





บานชื่น-ชาญชล



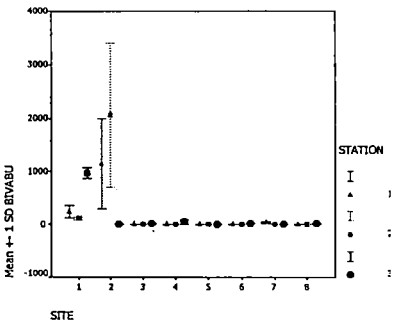


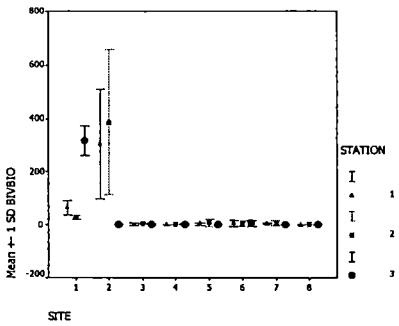
รูปที่ 13 (ต่อ)

BIVALVIA

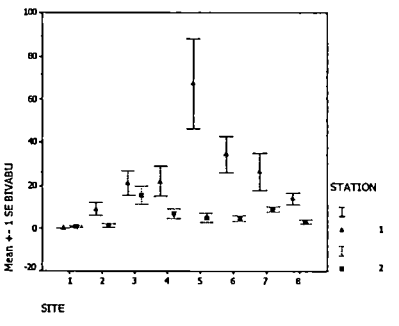
Abundance Biomass

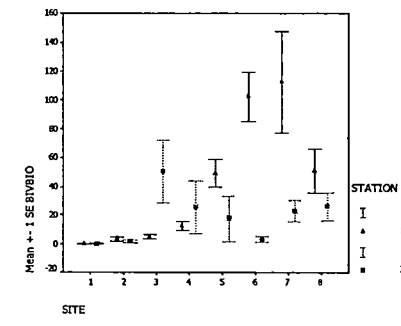
บางแสน-วอนนภา



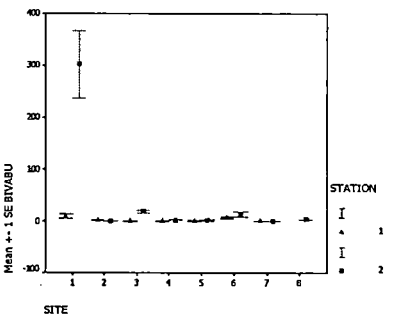


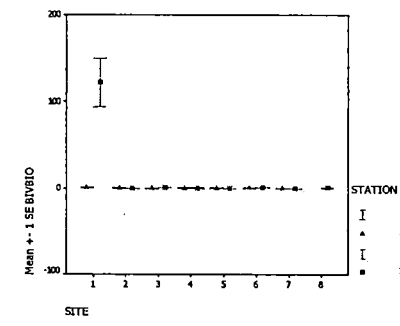
บางพระ-ศรีราชา



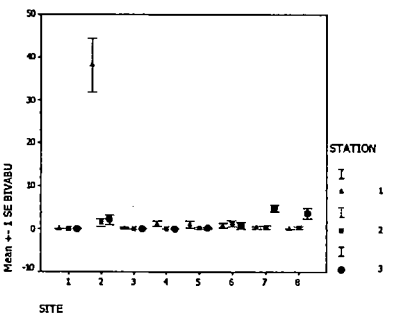


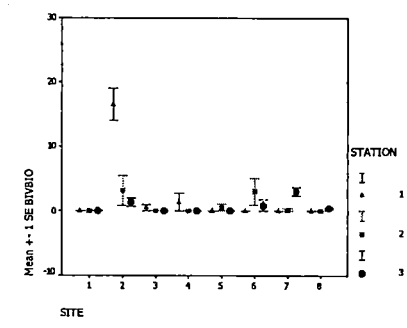
แหลมฉบัง



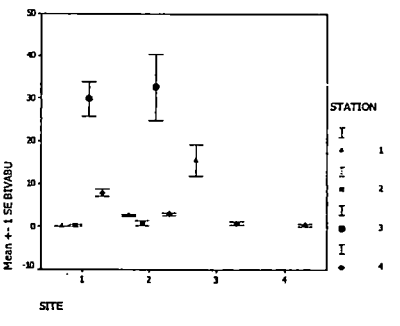


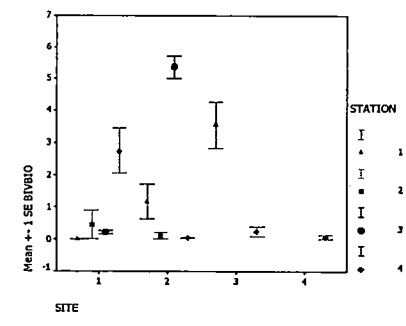
พัทยา-บางเสร่





พยูน-แม่รำพึง





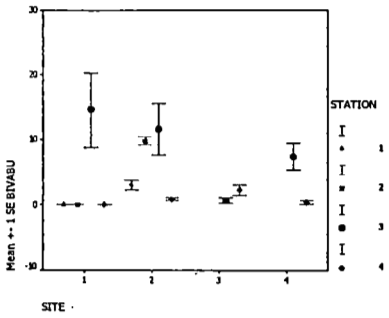
รูปที่ 14 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Bivalvia

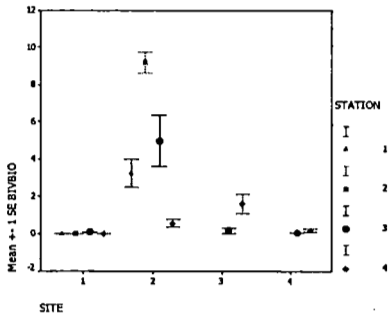
BIVALVIA

Abundance

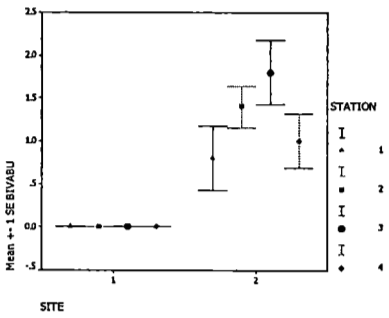
Biomass

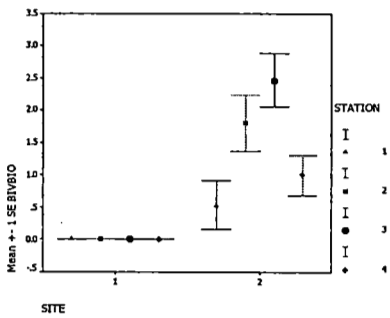
สวนสน-แม่พิมพ์



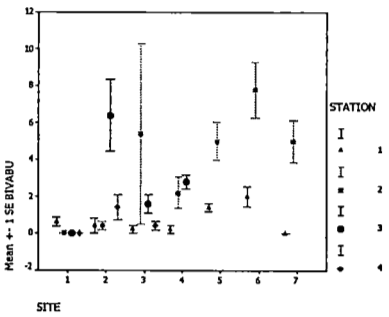


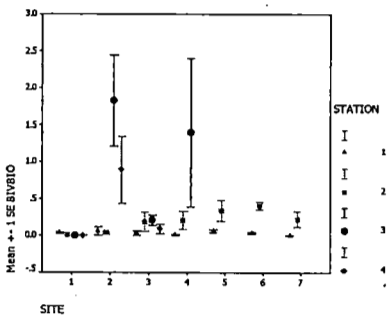
คุ้งวิมาน-แหลมเสด็จ



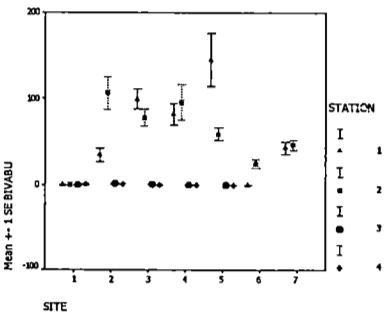


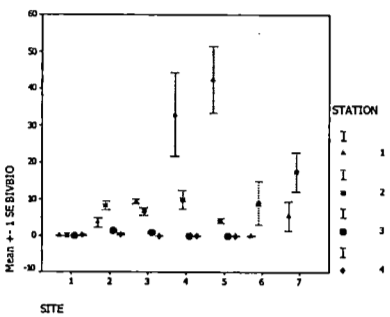
เจ้าหลาว-แหลมสิงห์



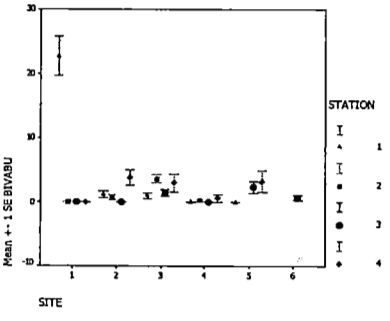


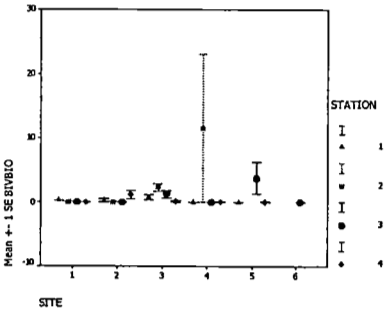
ลานทราย-มุกแก้ว





บานชื่น-ชาญชล

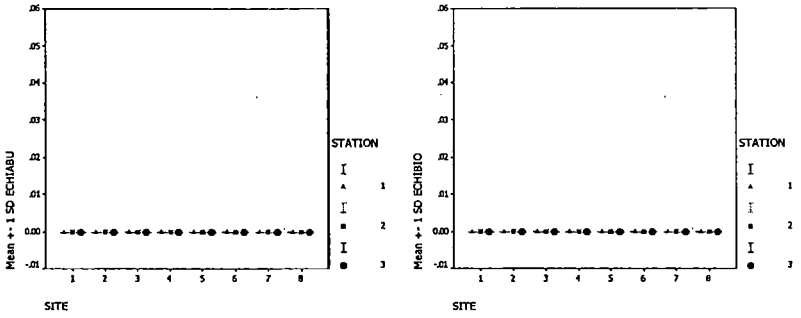




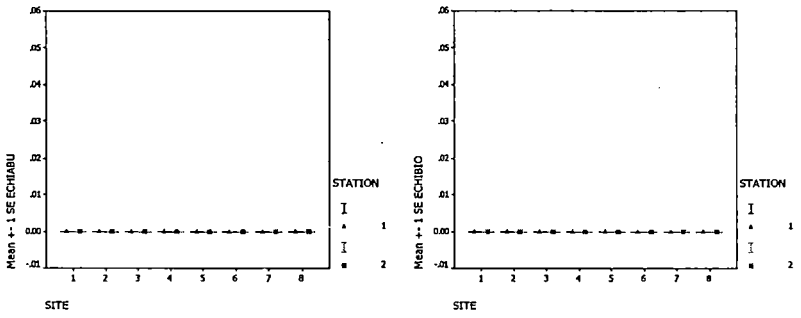
รูปที่ 14 (ต่อ)

ECHINODERMATA Abundance Biomass

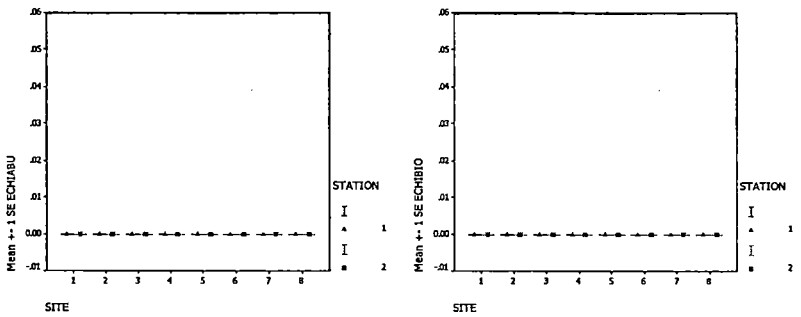
บางแสน-วอนนภา



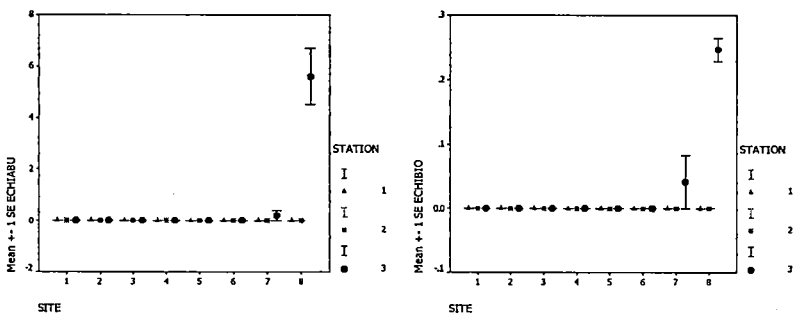
บางพระ-ศรีราชา



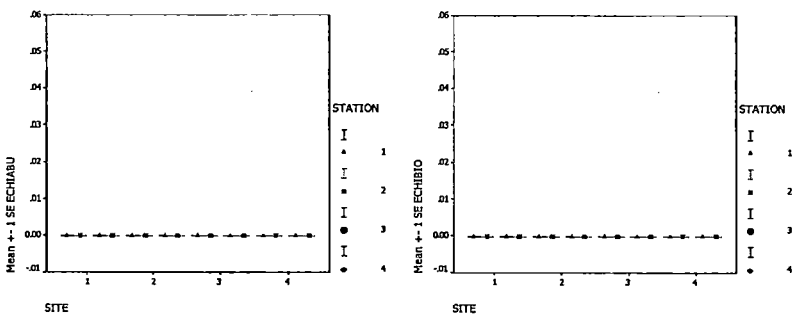
แหลมฉบัง



พัทยา-บางเสร่



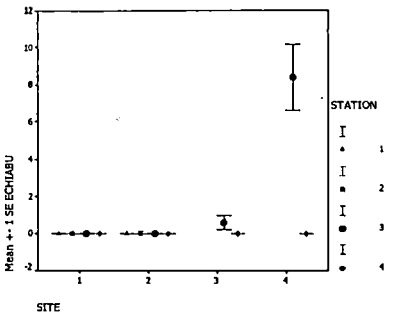
พยูน-แม่รำพึง

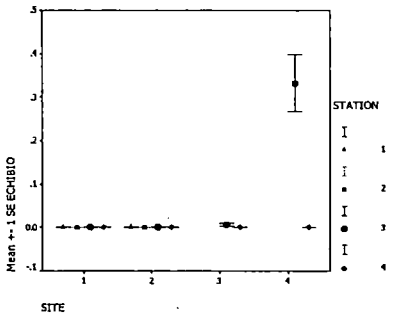


รูปที่ 15 ความชุกชุม (ตัว/0.25 ม^2) และมวลชีวภาพ (กรัม/0.25 ม^2) ของ Echinodermata

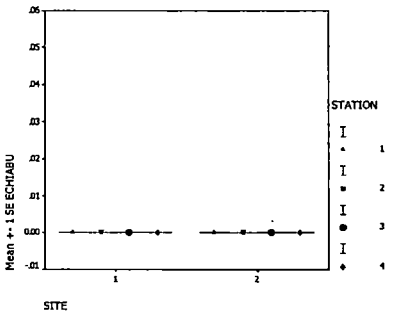
ECHINODERMATA Abundance Biomass

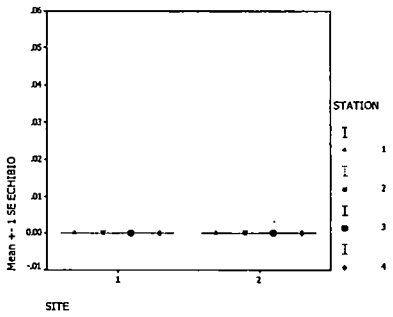
สวนสน-แม่พิมพ์



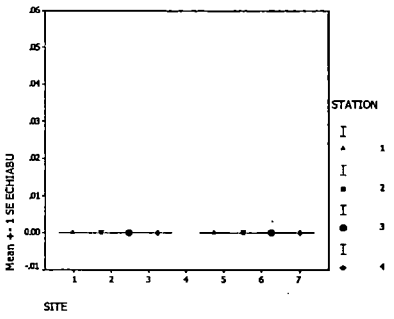


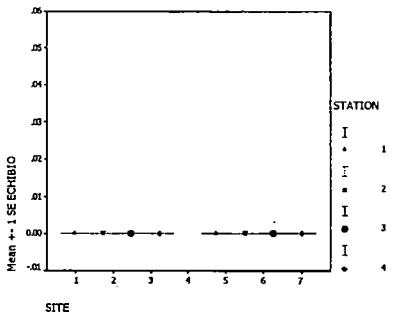
คุ้งวิมาน-แหลมเสด็จ



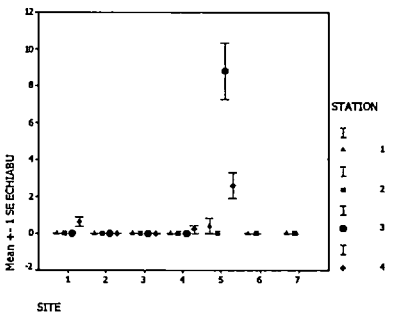


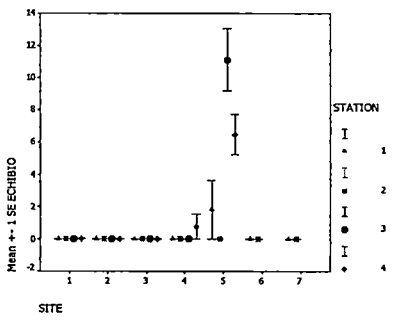
เจ้าหลาว-แหลมสิงห์



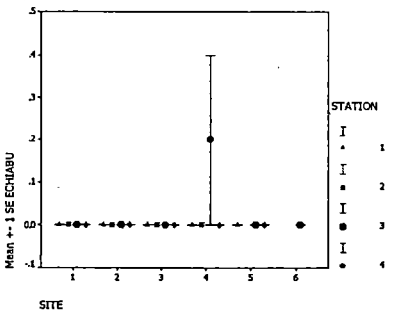


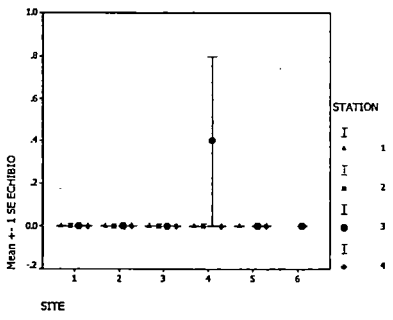
ลานทราย-มุกแก้ว





บานชื่น-ซาญชล





รูปที่ 15 (ต่อ)

3.4.2 พารามิเตอร์ด้านประชาคม

พิจารณาจาก 3 พารามิเตอร์ คือ จำนวนชนิด (species richness) ดัชนีความหลากหลาย (Shanon-Wiener Diversity index) และดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) ของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบ 4 กลุ่ม ยกเว้น echinodermata ที่พบเพียง 1 ชนิด

ตารางที่ 7 แสดงผลสรุปจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ชี้ให้เห็นว่ามีความแตกต่างจากปัจจัยที่ทำการทดสอบไม่มากนัก อย่างไรก็ตาม power ของการทดสอบส่วนใหญ่อยู่มีค่าไม่ต่ำมากนัก พารามิเตอร์ที่สัตว์ทุกกลุ่มมีความแตกต่างคือ จำนวนชนิด ดัชนีความหลากหลายมีผลความแตกต่างเฉพาะ polychaeta และ bivalvia สำหรับ evenness พบความแตกต่างเฉพาะ polychaeta จากการที่ไม่มีความแตกต่างระหว่างสถานี จึงเฉลี่ยค่าระหว่างสถานีในแต่ละหาดเพื่อให้เห็นการกระจายพันธุ์ของสัตว์แต่ละกลุ่มบนหาดแต่ละหาด ผลของแต่ละกลุ่มมีดังนี้

Polychaeta พบความแตกต่างของทั้งสามพารามิเตอร์ จำนวนวงศ์มีความแตกต่างระหว่างจุดศึกษา และระหว่างหาดทราย แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างสถานี และจากปัจจัยร่วม (ตารางที่ 7) เมื่อพิจารณาจำนวนวงศ์เฉลี่ยของ polychaeta (รูปที่ 16) พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดไม่เกิน 3.5 วงศ์/0.25 ต.ร.ม. จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างระหว่างหาด โดยแบ่งหาดออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือพบเฉลี่ยน้อยกว่า 1 วงศ์/ 0.25 ตารางเมตร ได้แก่ ศรีราชา พยูน สวนสน แม่พิมพ์ คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ เจ้าหลาว แหลมสิงห์ กลุ่มที่สองพบเฉลี่ย 1-2 วงศ์/ 0.25 ตารางเมตร ได้แก่ แหลมฉบัง หาดบานชื่น และหาดชาญชล และกลุ่มสุดท้ายพบมากกว่า 2 วงศ์/0.25 ตารางเมตร ได้แก่ บางแสน บางพระ พัทยา บางเสร่ ลานทราย มุกแก้ว และเมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างจุดพบว่าจุดที่ 1 และ 2 ของทุกหาดไม่พบหรือพบ polychaeta น้อยมาก แต่จะพบจุดที่ 3-8

สำหรับดัชนีความหลากหลายมีความแตกต่างเนื่องจากหาดเพียงปัจจัยเดียว ขณะที่ดัชนีความสม่ำเสมอมีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยร่วมระหว่าง station*zone เพียงปัจจัยเดียว อย่างไรก็ตามได้เฉลี่ยผลระหว่างสถานีเพื่อแสดงผลของแต่ละหาด (รูปที่ 16) พบว่าผลของดัชนีความหลากหลายและ ดัชนีความสม่ำเสมอมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน ทั้งนี้ความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างสถานี เป็นเพราะบางสถานีมี polychaeta น้อยเพียงวงศ์เดียว หรือไม่พบเลย ซึ่งได้แก่ ศรีราชา พยูน สวนสน แม่พิมพ์ คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ เจ้าหลาว แหลมสิงห์ บานชื่น และชาญชล สำหรับหาดที่พบ polychaeta มากกว่าหาดอื่นๆ ได้แก่ บางแสน พัทยา แม่รำพึง ลานทราย และมุกแก้ว สำหรับหาดที่พบ polychaeta มีแนวโน้มให้เห็นว่าจุดที่ 1 และ 2 มีค่าต่ำมาก ส่วนจุดที่ 3-8 มีค่าสูงขึ้น

Crustacea พบว่ามีความแตกต่างเฉพาะกับจำนวนชนิด เป็นความแตกต่างระหว่างจุดศึกษาและระหว่างหาด (ตารางที่ 7) ผลของแต่ละหาดแสดงให้เห็นจำนวนชนิดที่พบแตกต่างกัน ทั้งนี้จำนวนชนิดของ crustacea ที่พบเฉลี่ยสูงสุด 5 ชนิด/0.25 ตารางเมตร พบเฉพาะที่บางพระ และศรีราชา (รูปที่ 17) สำหรับหาดที่เหลือแบ่งออกเป็นสองกลุ่มคือกลุ่มที่พบเฉลี่ย1-2 ชนิด/0.25 ตารางเมตร ได้แก่ บางแสน แหลมฉบัง บางเสร่ และหาดที่พบน้อยกว่า 1 ชนิด/0.25 ตารางเมตร ซึ่งได้แก่หาดที่เหลือทั้งหมด สำหรับแต่ละจุดศึกษาในแต่ละหาดพบว่ามีความแปรปรวนมากในแต่ละจุด ในภาพรวมจำนวนชนิดที่พบในแต่ละจุดจะใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มให้เห็นว่าจำนวนชนิดของจุดที่ 1 และ 2 จะต่ำกว่าของจุดอื่นๆในเขต surf zone

แม้ผลจาก ANOVA จะชี้ให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างของดัชนีความหลากหลาย และดัชนีความสม่ำเสมอระหว่างปัจจัยที่ทำการศึกษา (ตารางที่ 5) อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มให้เห็นความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่าหาด และระหว่างจุดศึกษา ทั้งนี้รูปแบบความแปรผันจะคล้ายกับกรณีของจำนวนชนิดที่พบ (รูปที่ 17)

Gastropoda พบว่ามีความแตกต่างเฉพาะจำนวนชนิดระหว่างหาดเท่านั้น (ตารางที่ 7) เมื่อพิจารณาจำนวนชนิดเฉลี่ยของ gastropoda (รูปที่ 18) พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดไม่เกิน 2 ชนิด/0.25 ต.ร.ม. และเห็นได้ว่ามีความแตกต่างระหว่างหาด โดยมีหาดที่พบ gastropod ได้แก่ บางแสน บางพระ ศรีราชา พัทยา บางเสร่ ลานทราย และชาญชล ส่วนหาดที่พบน้อยหรือไม่พบจะเป็นหาดที่เหลือทั้งหมด ทั้งนี้หอยที่พบมักอยู่ที่จุด 3-8 (surf zone) มากกว่าจุดที่ 1 และ 2

สำหรับดัชนีความหลากหลาย และดัชนีความสม่ำเสมอ ไม่มีความแตกต่างระหว่างปัจจัยใดเลย ทั้งนี้เห็นได้จากค่าที่ต่ำมาก ยกเว้นบางพระเพียงหาดเดียวที่มีค่าผันแปรให้เห็นบ้าง (รูปที่ 18)

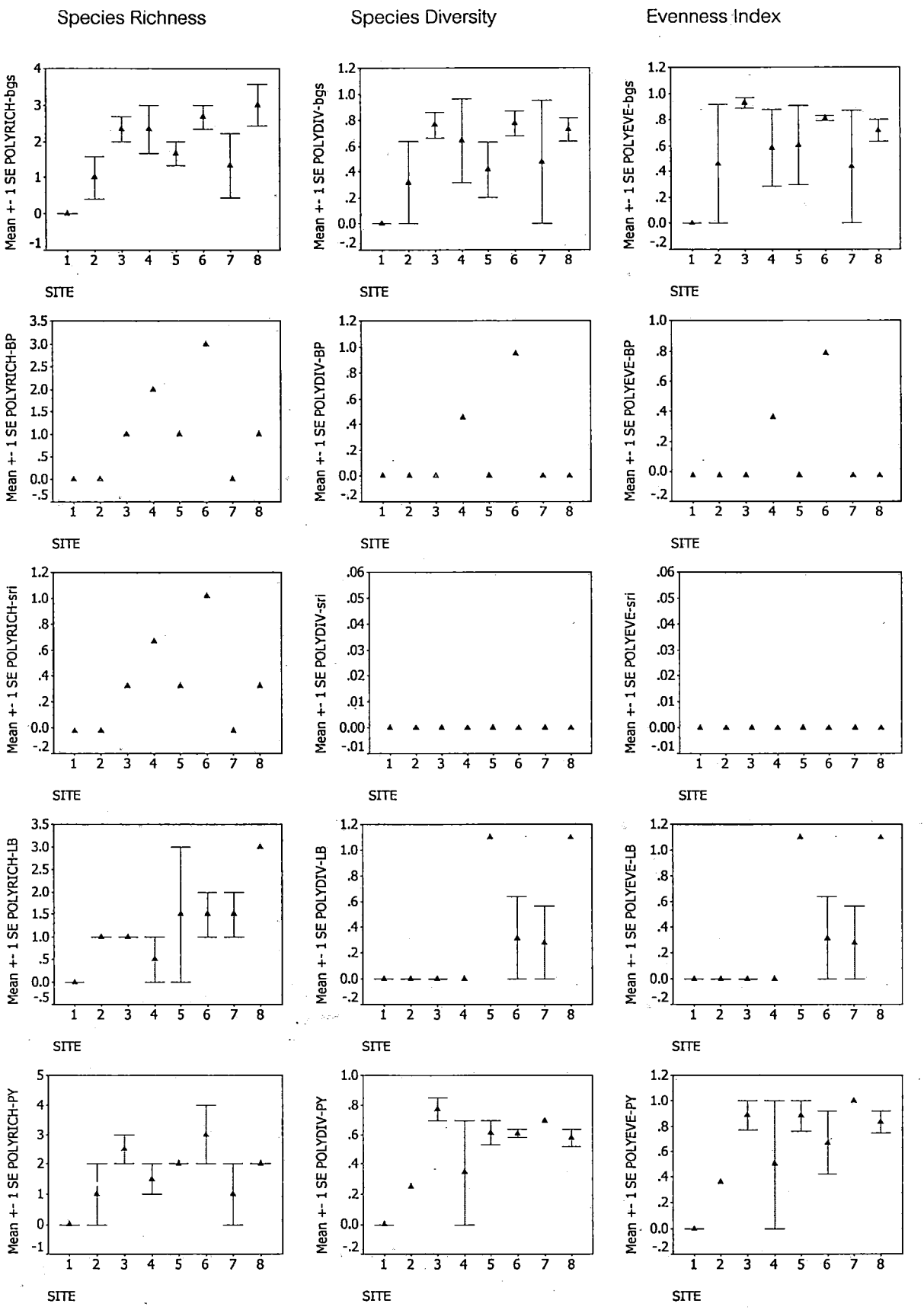
Bivalvia มีความแตกต่างเฉพาะจำนวนชนิดและดัชนีความหลากหลาย ความแตกต่างระหว่างชนิดเกิดจากปัจจัยร่วมหาด*จุดศึกษา แสดงให้เห็นความแตกต่างระหว่างจุดศึกษาที่ไม่แน่นอนขึ้นกับหาด แม้จะมีความแตกต่างจากปัจจัยหลักทั้งจุดศึกษาและหาด (ตารางที่ 7) ทั้งนี้จำนวนชนิดของ bivalvia ที่พบเฉลี่ย สูงสุดประมาณ 7 ชนิด/0.25 ตารางเมตร ซึ่งได้แก่ที่บางพระ ศรีราชา และลานทราย หาดส่วนใหญ่พบอยู่ในช่วง 1-4 ชนิด/0.25 ตารางเมตร ยกเว้น หาดพยูน แม่รำพึง คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ มุกแก้ว และ บานชื่น ที่พบหอยเฉลี่ยน้อยกว่า 1 ชนิด/0.25 ตารางเมตร สำหรับรูปแบบการกระจายตามจุดศึกษาของแต่ละสถานีพบว่าเกือบทั้งหมดจะพบหอยตั้งแต่จุดที่ 2 – 8 ส่วนจุดที่ 1 ไม่พบ แต่การกระจายระหว่างจุดที่ 2 ถึง 8 มีความแปรผันระหว่างสถานีที่มีทั้งที่ใกล้เคียงกันทุกจุด และที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่ออยู่ห่างออกไป

ส่วนดัชนีความหลากหลายมีความแตกต่างระหว่างหาดเท่านั้น (ตารางที่ 5) ซึ่งเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของแต่ละจุดในแต่ละสถานีที่แบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือกลุ่มของหาดที่มีค่าดัชนีต่ำมาก และกลุ่มที่มีค่าดัชนีเฉลี่ยประมาณ 0.5-1.2 (รูปที่ 19) สำหรับระหว่างจุดแม้ไม่แตกต่างทางสถิติ แต่มีแนวโน้มให้เห็นว่าจุดที่ 1 ของทุกสถานีจะมีค่าต่ำที่สุด จากนั้นค่าจะมากขึ้น โดยจะคงที่ หรือขึ้นลงแปรผันไปขึ้นอยู่กับหาด สำหรับดัชนีความสม่ำเสมอแม้ผลของ ANOVA จะไม่มีความแตกต่างเนื่องจากปัจจัยที่ทำการทดสอบใดเลย แต่ผลที่ออกมาจะมีรูปแบบเช่นเดียวกันดัชนีความหลากหลาย

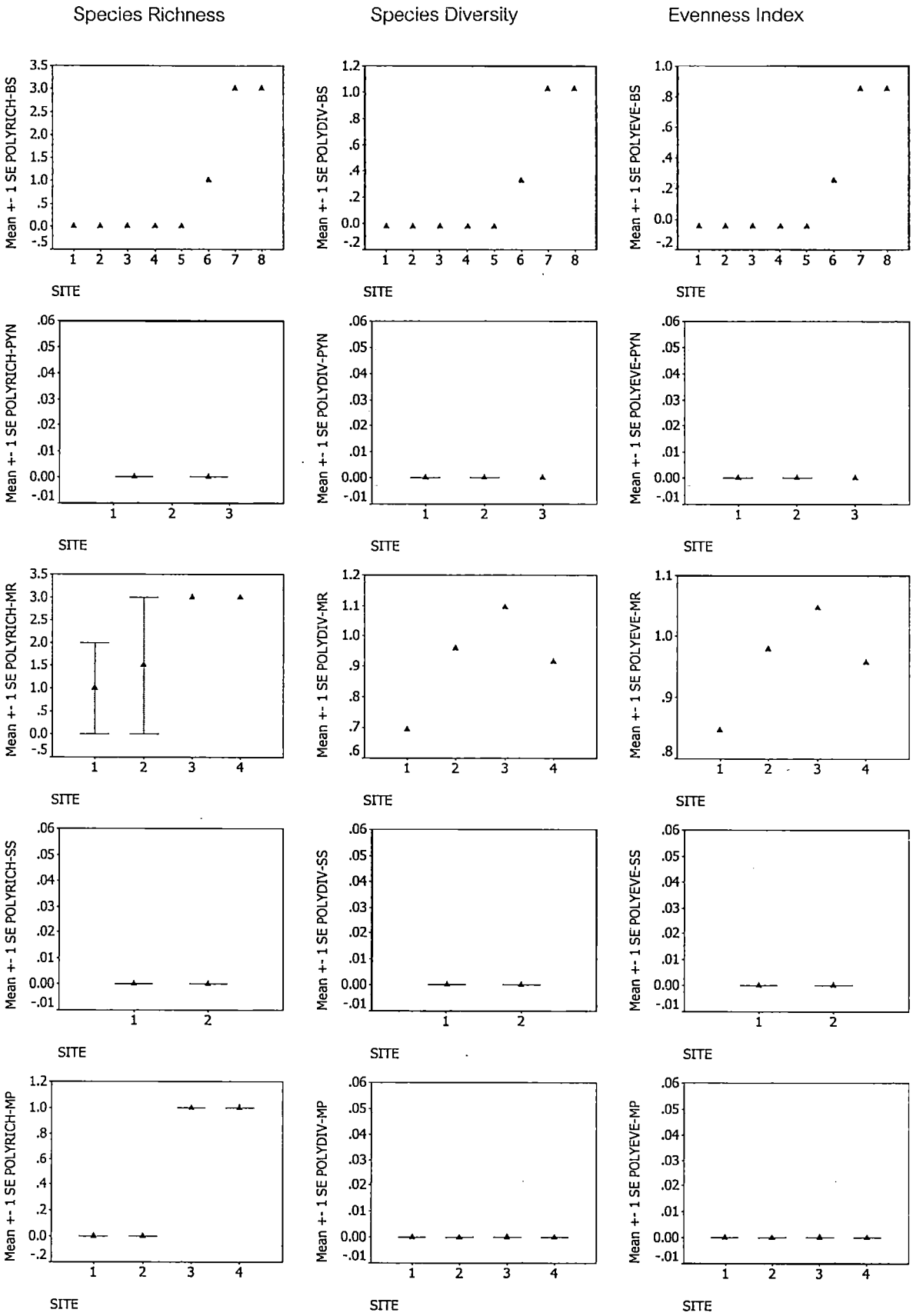
ผลข้างต้นชี้ให้เห็นความแตกต่างของประชาคมสัตว์หน้าดินบนหาดทรายต่างๆของภาคตะวันออก โดยความแตกต่างระหว่างหาดน่าจะมาจากลักษณะของหาดที่ต่างกัน รวมถึงสภาพสิ่งแวดล้อม และการกระจายพันธุ์ของสัตว์กลุ่มต่างๆที่ไม่เหมือนกัน สำหรับในแต่ละหาดเองมีรูปแบบการกระจายพันธุ์ที่เห็นได้เด่นชัด คือ สัตว์บนเขตที่อยู่เหนือแนวน้ำใต้ดิน จะมีน้อยกว่าสัตว์ในจุดของเขต surf zone และมีรูปแบบที่คล้ายกันในทั้งสัตว์ทั้ง 4 กลุ่มหลัก

ตารางที่ 7 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (F) ของพารามิเตอร์ด้านประชาคมของสัตว์ทะเลหน้าดิน 4 กลุ่มจากหาดทรายในภาคตะวันออก 18 หาด

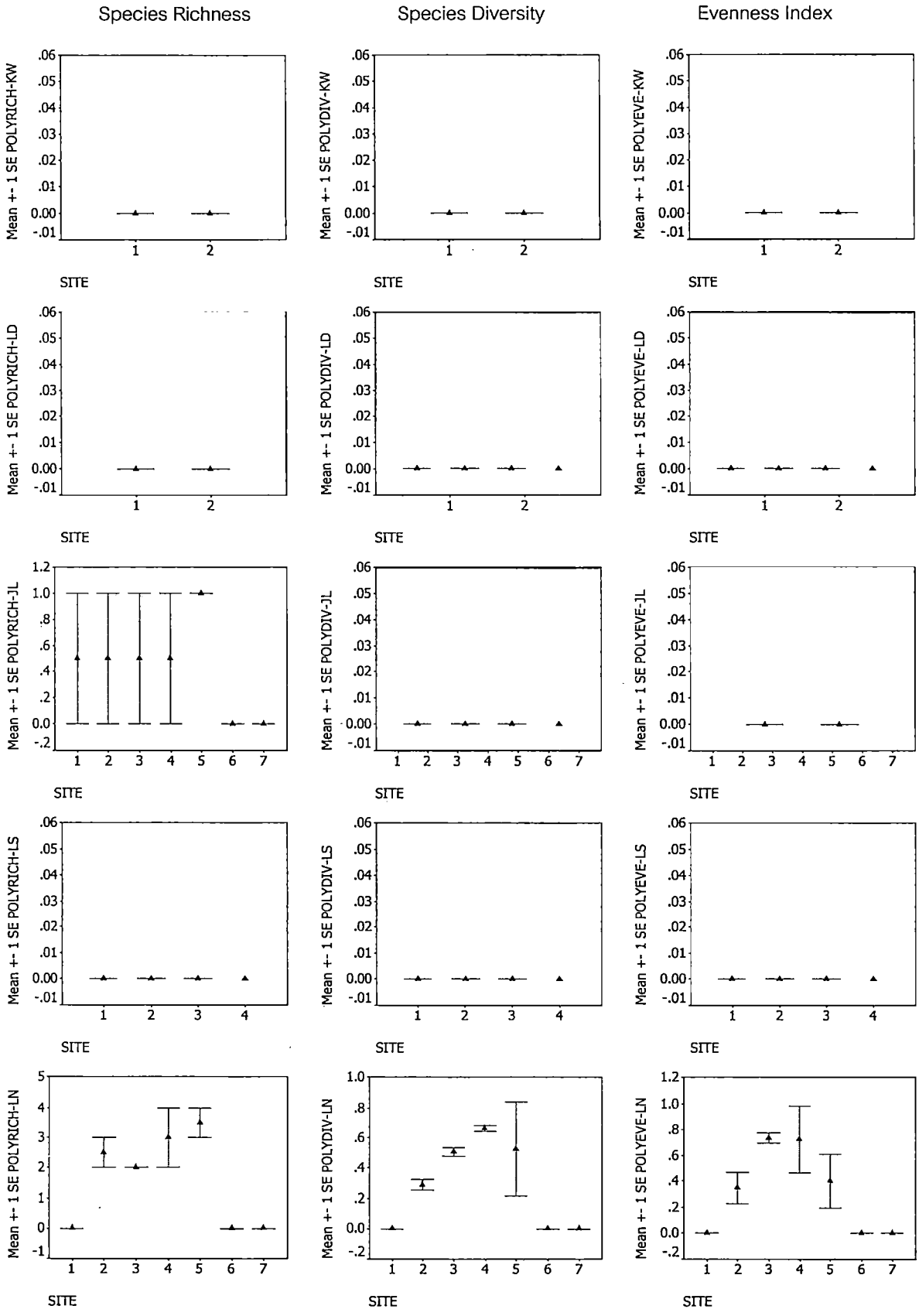
		Polycheata			Crustacea			Gastropoda			Bivalvia		
	Df	Richness	Diversity	Evenness	Richness	Diversity	Evenness	Richness	Diversity	Evenness	Richness	Diversity	Evenness
Beach	17	**4.312**	**3.281**	2.385	**19.826**	18.493	0.864	**4.845**	3.055	3.053	**10.449**	**8.085**	6.625
	27.75												
Station (Beach)	16	1.083	0.792	0.752	0.556	0.815	2.839	0.888	0.542	0.542	0.695	1.139	0.915
	19.20												
Zone	2	3.382	5.491	1.563	1.472	0.68	0.421	3.887	0.799	0.799	3.468	10.816	12.747
	5.42												
Site (Zone)	5	**5.839**	0.231	0.355	**2.583**	4.763	1.62	1.29	0.325	0.325	**3.589**	1.132	0.705
	47.28												
Beach*Zone	22	2.122	0.242	0.283	2.959	1.569	1.374	0.945	0.559	0.558	1.873	2.554	1.618
	30.02												
Beach*Site	52	1.134	1.555	1.719	1.1	0.245	0.794	1.589	7.821	7.808	**2.252**	0.753	0.631
	43.58												
Station*Zone	17	1.406	1.237	**2.756**	0.527	1.048	0.943	1.369			1.199	0.867	1.161
	43												
Station*Site	43												
	0												



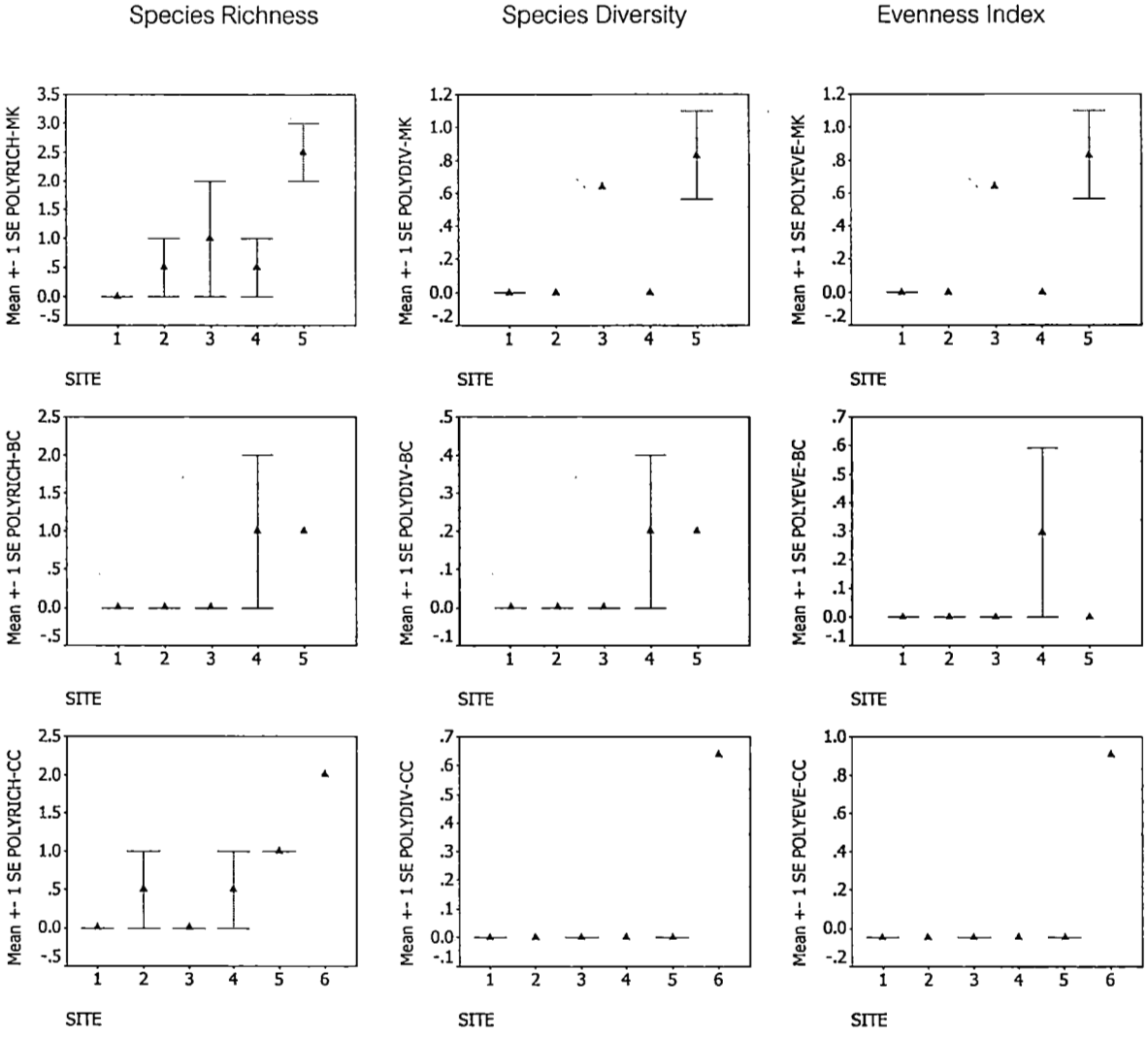
รูปที่ 16 พารามิเตอร์ด้านประชาคมของ Polychaeta ที่พบบนหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE POLYRICH-BS
Mean +- 1 SE POLYDIV-BS
Mean +- 1 SE POLYEVE-BS
Mean +- 1 SE POLYRICH-PYN
Mean +- 1 SE POLYDIV-PYN
Mean +- 1 SE POLYEVE-PYN
Mean +- 1 SE POLYRICH-MR
Mean +- 1 SE POLYDIV-MR
Mean +- 1 SE POLYEVE-MR
Mean +- 1 SE POLYRICH-SS
Mean +- 1 SE POLYDIV-SS
Mean +- 1 SE POLYEVE-SS
Mean +- 1 SE POLYRICH-MP
Mean +- 1 SE POLYDIV-MP
Mean +- 1 SE POLYEVE-MP
SITE

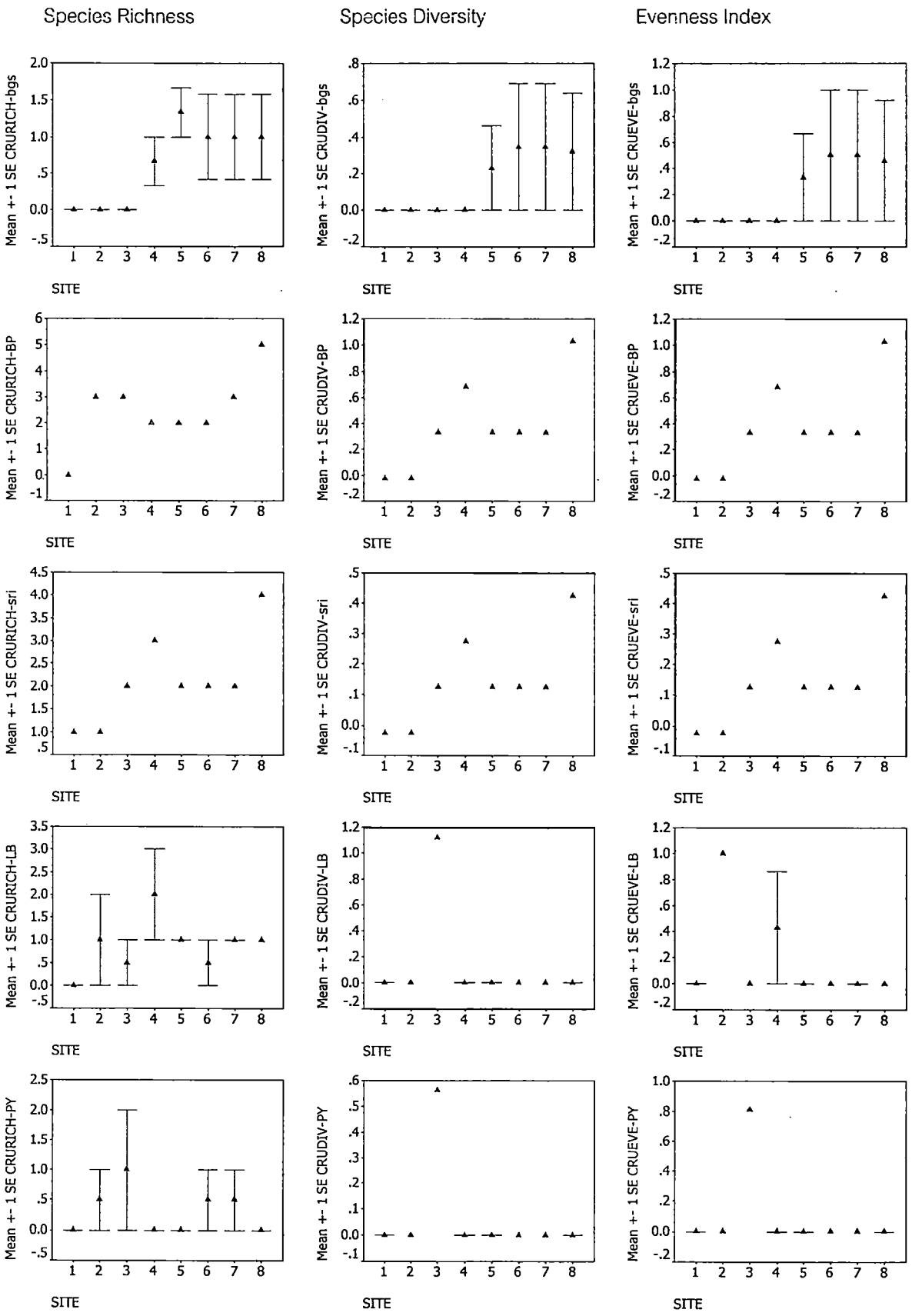
รูปที่ 16 (ต่อ)


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE POLYRICH-KW
Mean +- 1 SE POLYDIV-KW
Mean +- 1 SE POLYEVE-KW
Mean +- 1 SE POLYRICH-LD
Mean +- 1 SE POLYDIV-LD
Mean +- 1 SE POLYEVE-LD
Mean +- 1 SE POLYRICH-JL
Mean +- 1 SE POLYDIV-JL
Mean +- 1 SE POLYEVE-JL
Mean +- 1 SE POLYRICH-LS
Mean +- 1 SE POLYDIV-LS
Mean +- 1 SE POLYEVE-LS
Mean +- 1 SE POLYRICH-LN
Mean +- 1 SE POLYDIV-LN
Mean +- 1 SE POLYEVE-LN
SITE

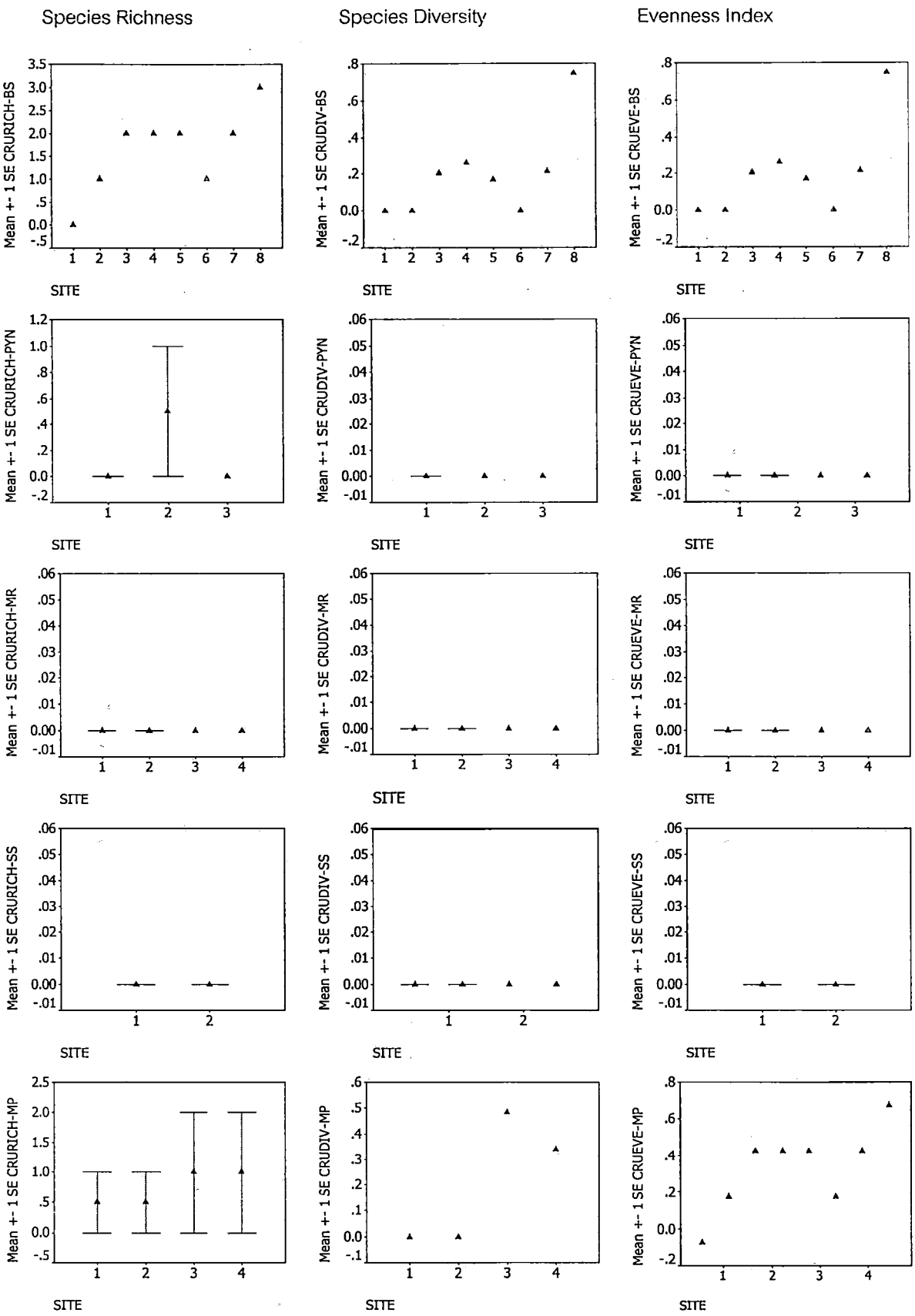
รูปที่ 16 (ต่อ)


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE POLYRICH-MK
Mean +- 1 SE POLYDIV-MK
Mean +- 1 SE POLYEVE-MK
Mean +- 1 SE POLYRICH-BC
Mean +- 1 SE POLYDIV-BC
Mean +- 1 SE POLYEVE-BC
Mean +- 1 SE POLYRICH-CC
Mean +- 1 SE POLYDIV-CC
Mean +- 1 SE POLYEVE-CC
SITE

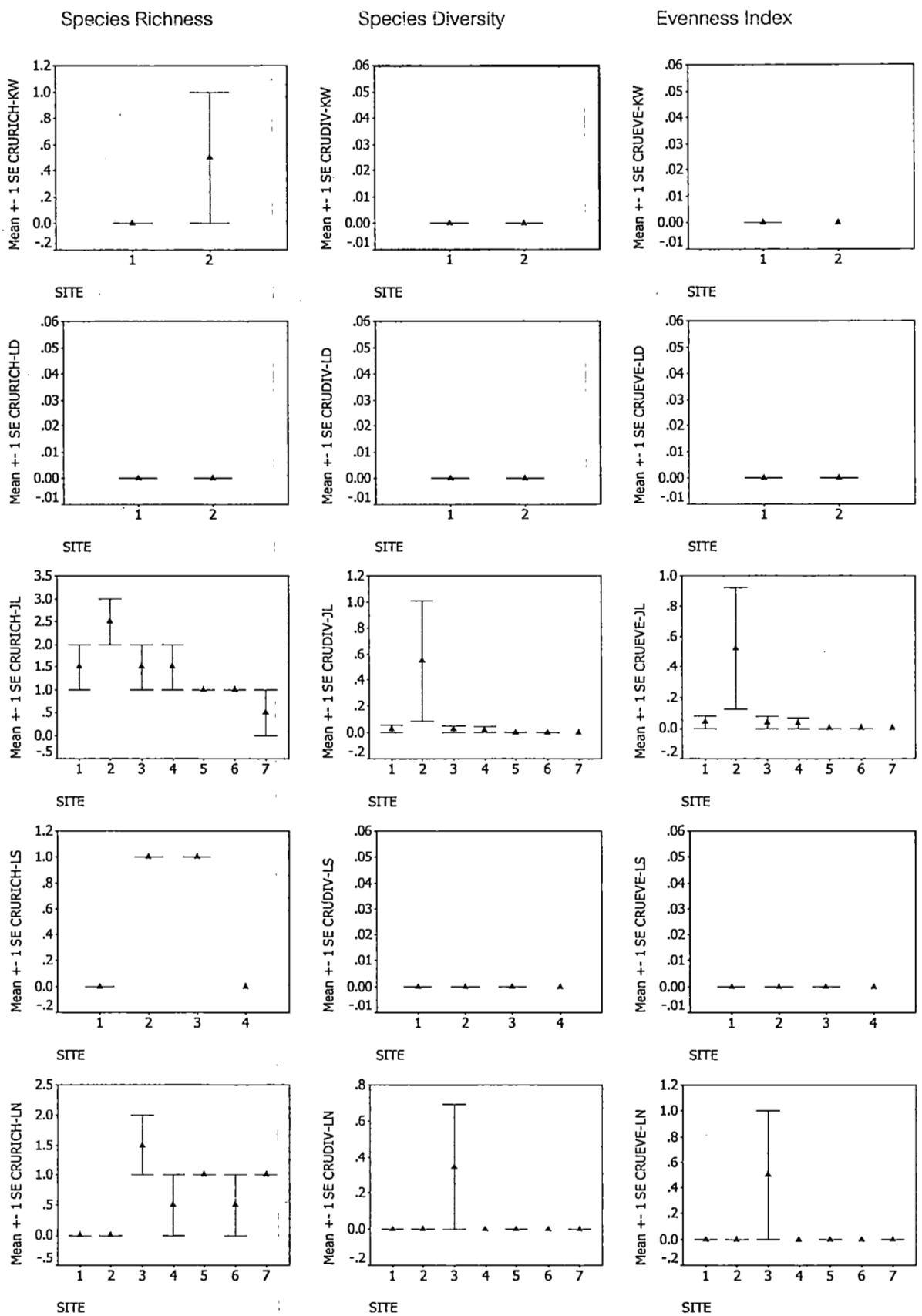
รูปที่ 16 (ต่อ)



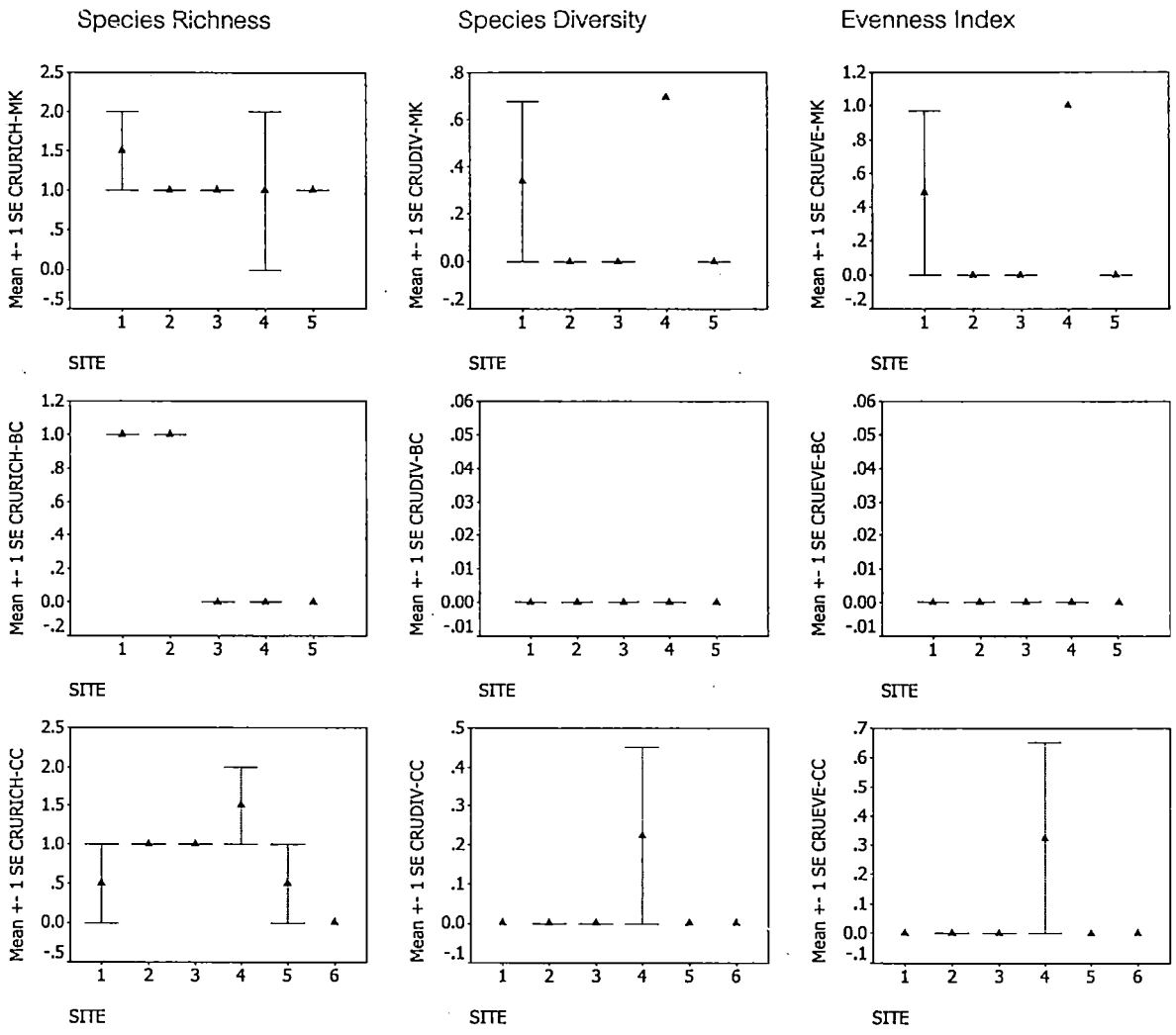
รูปที่ 17 พารามิเตอร์ด้านประชาคมของ Crustacean ที่พบบนหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE CRURICH-BS
Mean +- 1 SE CRUDIV-BS
Mean +- 1 SE CRUEVE-BS
Mean +- 1 SE CRURICH-PYN
Mean +- 1 SE CRUDIV-PYN
Mean +- 1 SE CRUEVE-PYN
Mean +- 1 SE CRURICH-MR
Mean +- 1 SE CRUDIV-MR
Mean +- 1 SE CRUEVE-MR
Mean +- 1 SE CRURICH-SS
Mean +- 1 SE CRUDIV-SS
Mean +- 1 SE CRUEVE-SS
Mean +- 1 SE CRURICH-MP
Mean +- 1 SE CRUDIV-MP
Mean +- 1 SE CRUEVE-MP
SITE

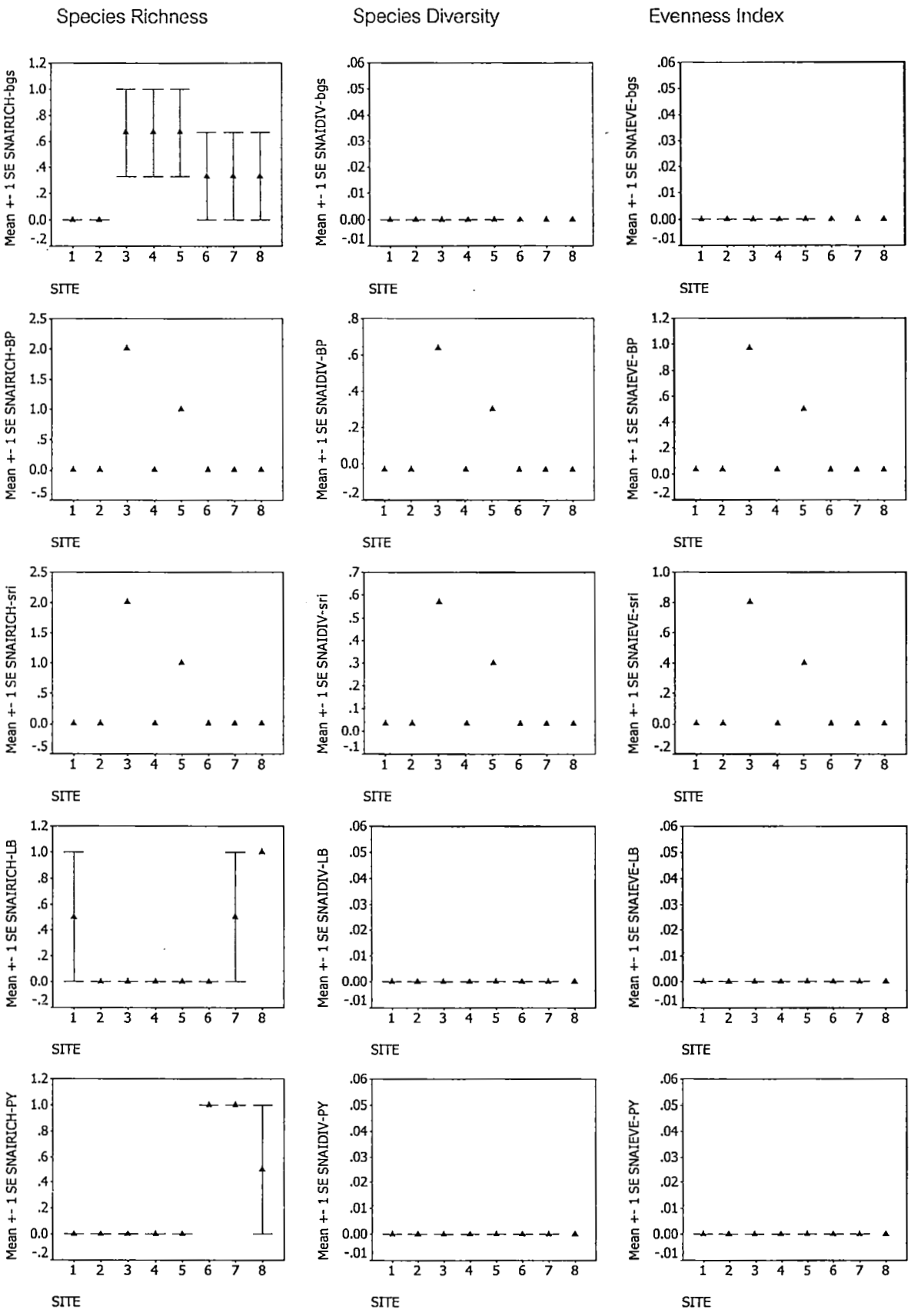
รูปที่ 17 (ต่อ)


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE CRURICH-KW
Mean +- 1 SE CRUDIV-KW
Mean +- 1 SE CRUEVE-KW
Mean +- 1 SE CRURICH-LD
Mean +- 1 SE CRUDIV-LD
Mean +- 1 SE CRUEVE-LD
Mean +- 1 SE CRURICH-JL
Mean +- 1 SE CRUDIV-JL
Mean +- 1 SE CRUEVE-JL
Mean +- 1 SE CRURICH-LS
Mean +- 1 SE CRUDIV-LS
Mean +- 1 SE CRUEVE-LS
Mean +- 1 SE CRURICH-LN
Mean +- 1 SE CRUDIV-LN
Mean +- 1 SE CRUEVE-LN
SITE

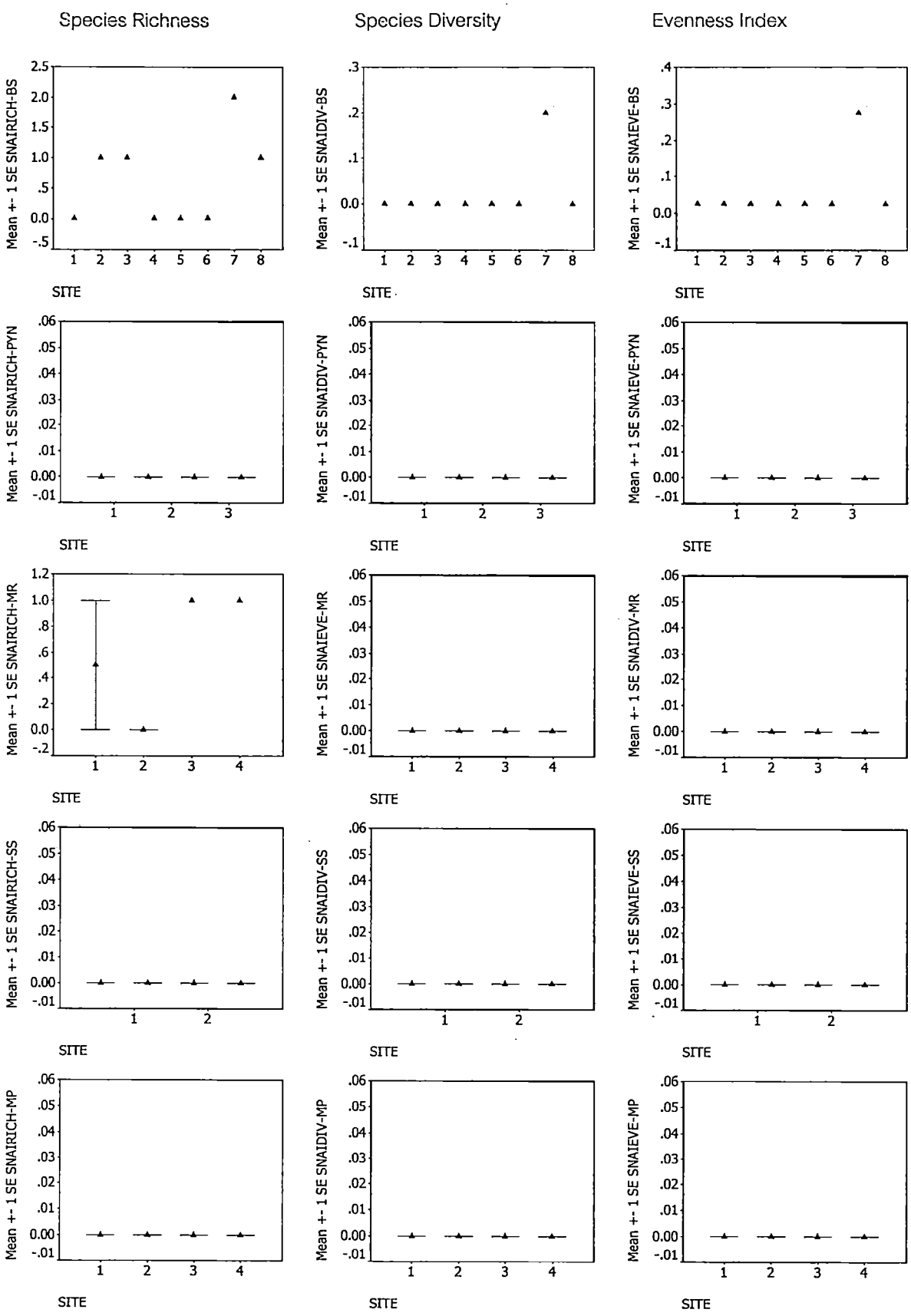
รูปที่ 17 (ต่อ)


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE CRURICH-MK
Mean +- 1 SE CRUDIV-MK
Mean +- 1 SE CRUEVE-MK
Mean +- 1 SE CRURICH-BC
Mean +- 1 SE CRUDIV-BC
Mean +- 1 SE CRUEVE-BC
Mean +- 1 SE CRURICH-CC
Mean +- 1 SE CRUDIV-CC
Mean +- 1 SE CRUEVE-CC
SITE

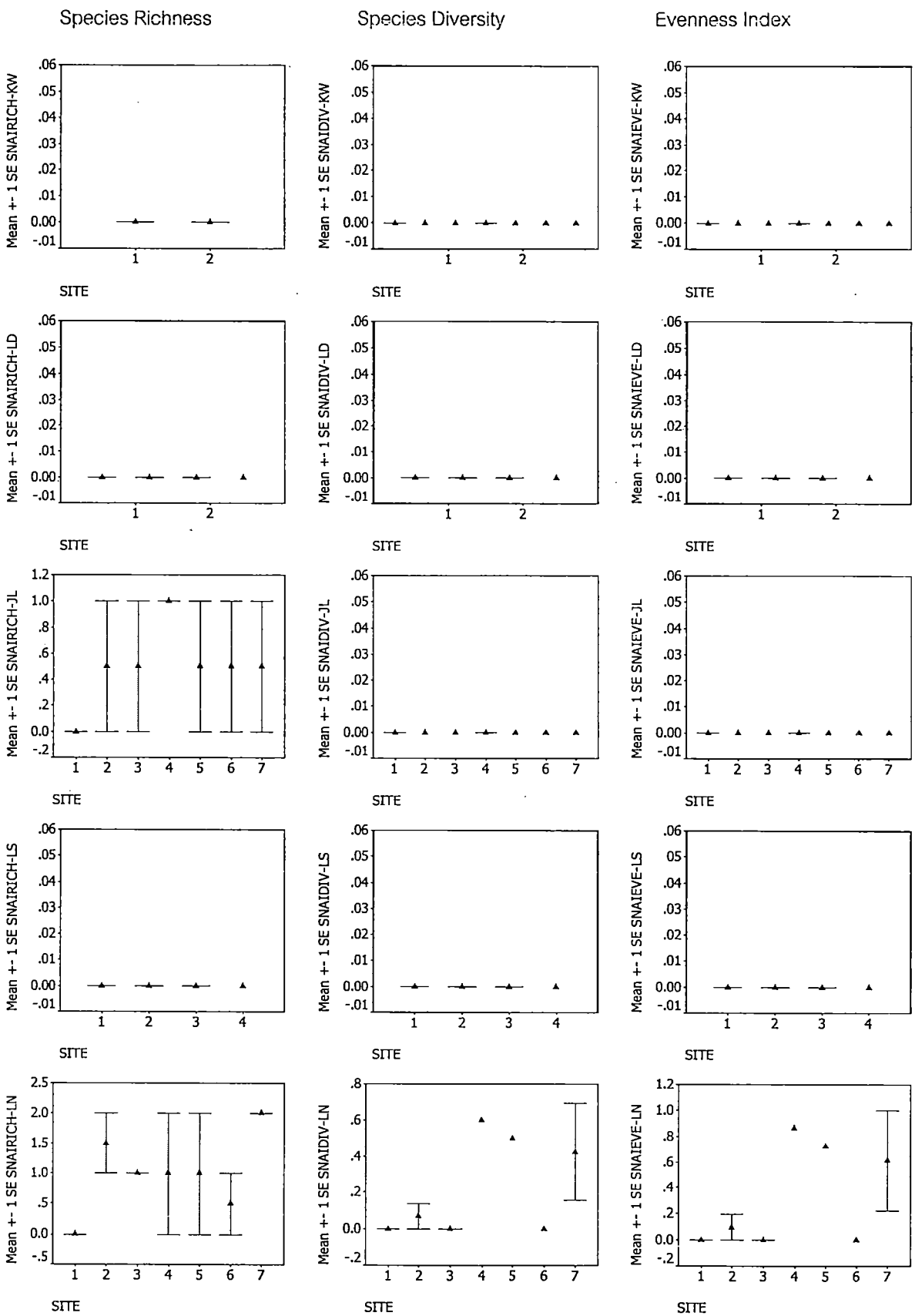
รูปที่ 17 (ต่อ)



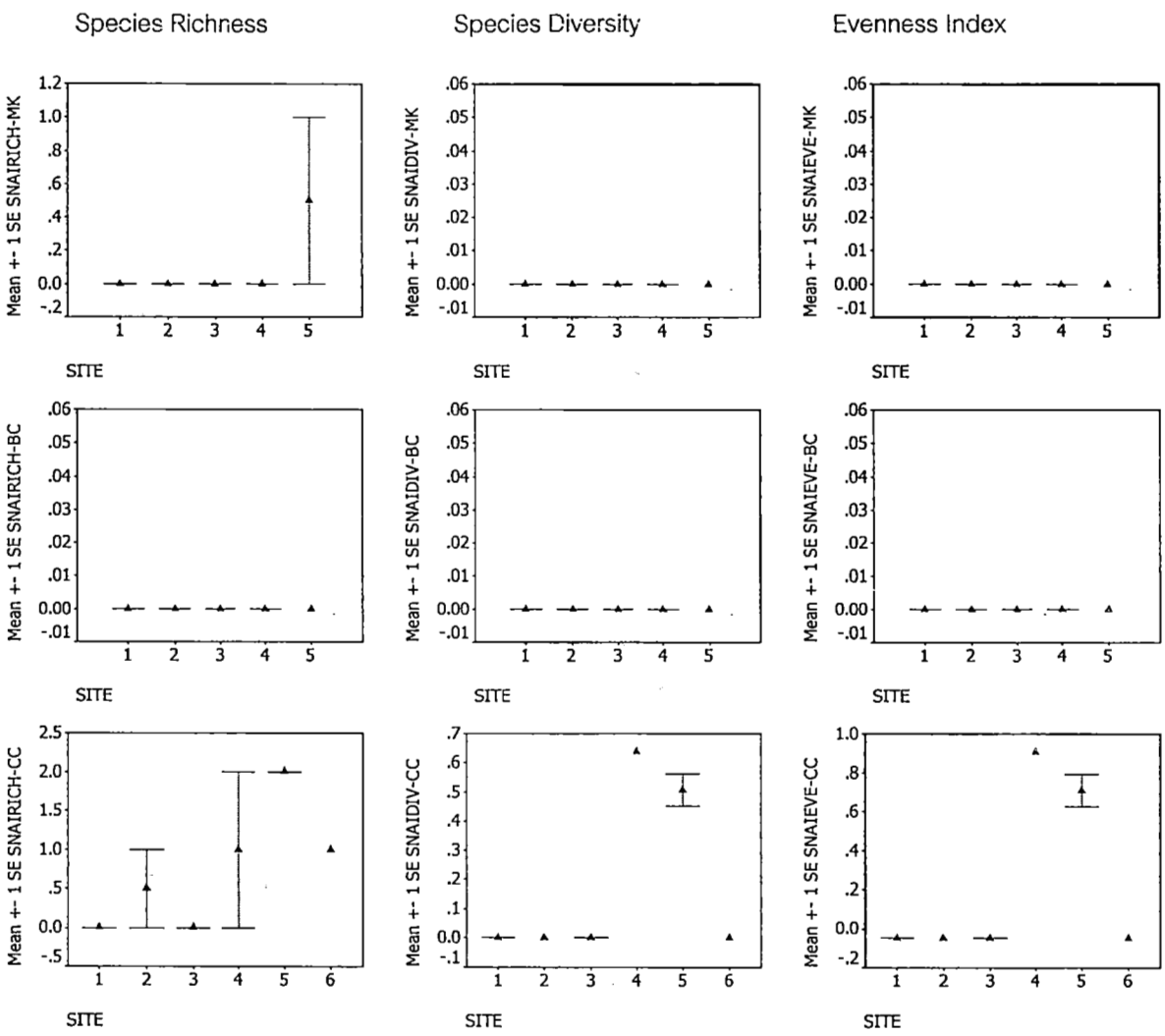
รูปที่ 18 พารามิเตอร์ด้านประชาคมของ Gastropoda ที่พบบนหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE SNAIRICH-BS
Mean +- 1 SE SNAIDIV-BS
Mean +- 1 SE SNAIEVE-BS
Mean +- 1 SE SNAIRICH-PYN
Mean +- 1 SE SNAIDIV-PYN
Mean +- 1 SE SNAIEVE-PYN
Mean +- 1 SE SNAIRICH-MR
Mean +- 1 SE SNAIEVE-MR
Mean +- 1 SE SNAIDIV-MR
Mean +- 1 SE SNAIRICH-SS
Mean +- 1 SE SNAIDIV-SS
Mean +- 1 SE SNAIEVE-SS
Mean +- 1 SE SNAIRICH-MP
Mean +- 1 SE SNAIDIV-MP
Mean +- 1 SE SNAIEVE-MP
SITE

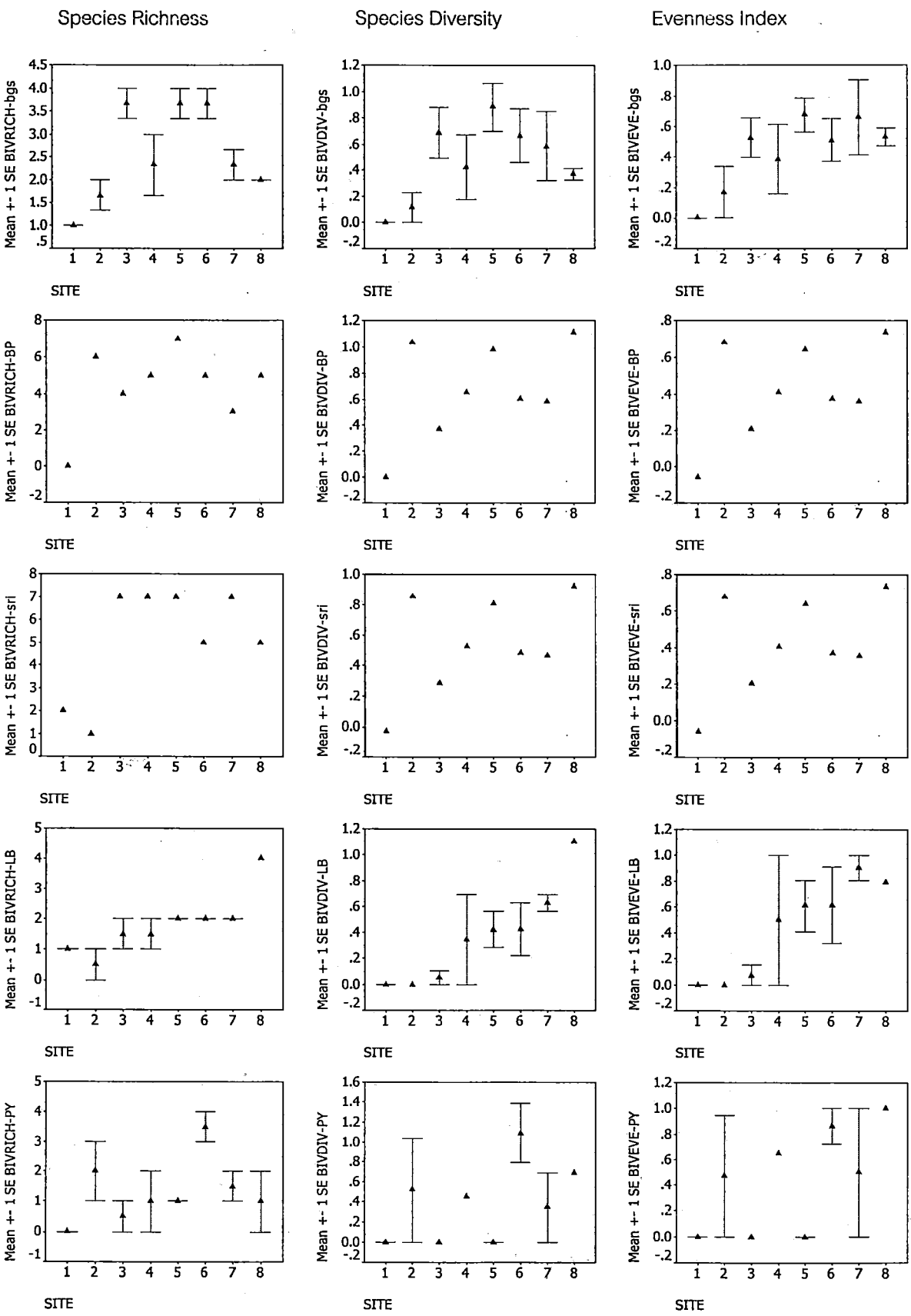
รูปที่ 18 (ต่อ)


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE SNAIRICH-KW
Mean +- 1 SE SNAIDIV-KW
Mean +- 1 SE SNAIEVE-KW
Mean +- 1 SE SNAIRICH-LD
Mean +- 1 SE SNAIDIV-LD
Mean +- 1 SE SNAIEVE-LD
Mean +- 1 SE SNAIRICH-JL
Mean +- 1 SE SNAIDIV-JL
Mean +- 1 SE SNAIEVE-JL
Mean +- 1 SE SNAIRICH-LS
Mean +- 1 SE SNAIDIV-LS
Mean +- 1 SE SNAIEVE-LS
Mean +- 1 SE SNAIRICH-LN
Mean +- 1 SE SNAIDIV-LN
Mean +- 1 SE SNAIEVE-LN
SITE

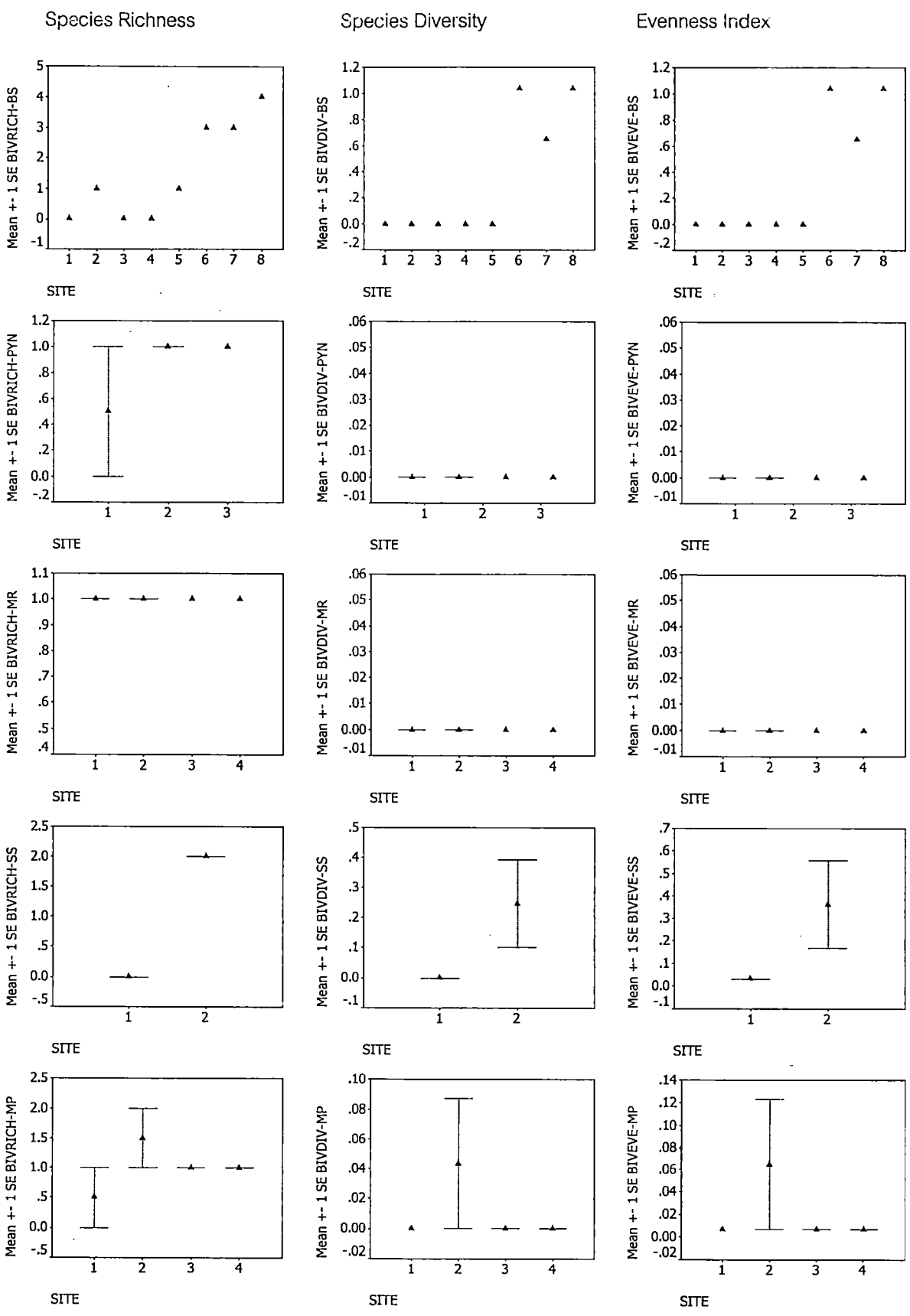
รูปที่ 18 (ต่อ)


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE SNAIRICH-MK
Mean +- 1 SE SNAIDIV-MK
Mean +- 1 SE SNAIEVE-MK
Mean +- 1 SE SNAIRICH-BC
Mean +- 1 SE SNAIDIV-BC
Mean +- 1 SE SNAIEVE-BC
Mean +- 1 SE SNAIRICH-CC
Mean +- 1 SE SNAIDIV-CC
Mean +- 1 SE SNAIEVE-CC
SITE

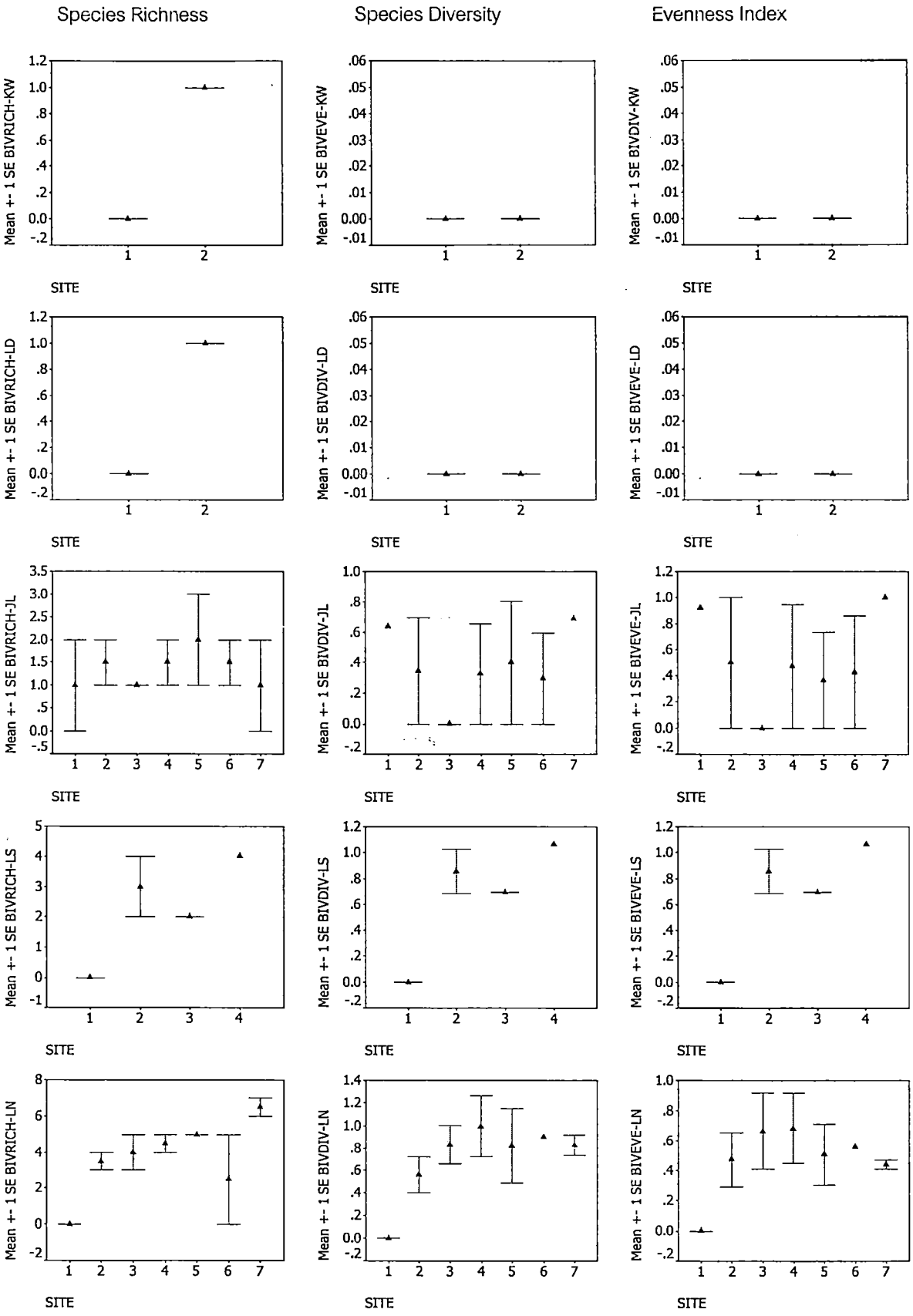
รูปที่ 18 (ต่อ)



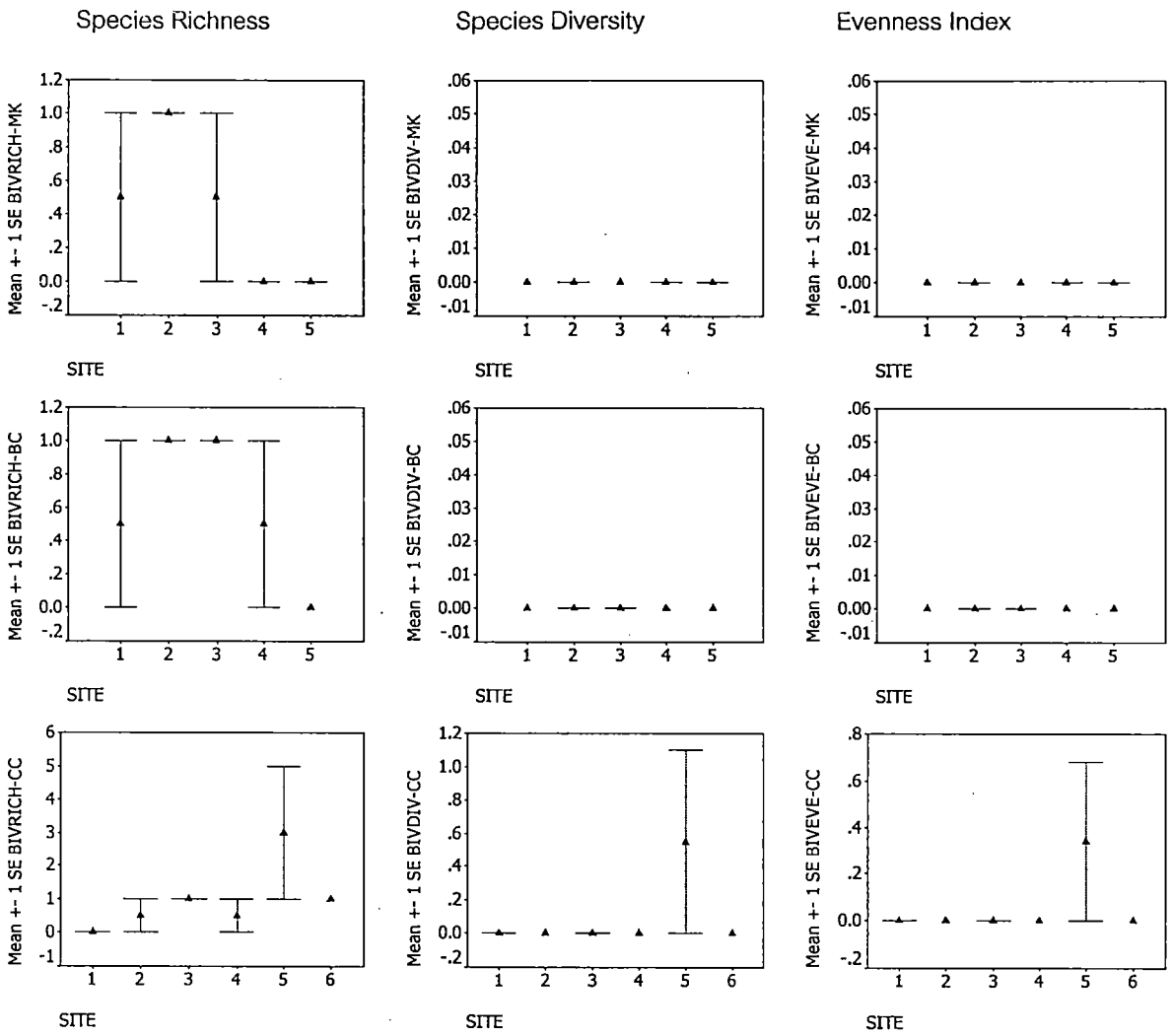
รูปที่ 19 พารามิเตอร์ด้านประชาคมของ Bivalvia ที่พบบนหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE BIVRICH-BS
Mean +- 1 SE BIVDIV-BS
Mean +- 1 SE BIVEVE-BS
Mean +- 1 SE BIVRICH-PYN
Mean +- 1 SE BIVDIV-PYN
Mean +- 1 SE BIVEVE-PYN
Mean +- 1 SE BIVRICH-MR
Mean +- 1 SE BIVDIV-MR
Mean +- 1 SE BIVEVE-MR
Mean +- 1 SE BIVRICH-SS
Mean +- 1 SE BIVDIV-SS
Mean +- 1 SE BIVEVE-SS
Mean +- 1 SE BIVRICH-MP
Mean +- 1 SE BIVDIV-MP
Mean +- 1 SE BIVEVE-MP
SITE

รูปที่ 19 (ต่อ)


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE BIVRICH-KW
Mean +- 1 SE BIVEVE-KW
Mean +- 1 SE BIVDIV-KW
Mean +- 1 SE BIVRICH-LD
Mean +- 1 SE BIVDIV-LD
Mean +- 1 SE BIVEVE-LD
Mean +- 1 SE BIVRICH-JL
Mean +- 1 SE BIVDIV-JL
Mean +- 1 SE BIVEVE-JL
Mean +- 1 SE BIVRICH-LS
Mean +- 1 SE BIVDIV-LS
Mean +- 1 SE BIVEVE-LS
Mean +- 1 SE BIVRICH-LN
Mean +- 1 SE BIVDIV-LN
Mean +- 1 SE BIVEVE-LN
SITE

รูปที่ 19 (ต่อ)


Species Richness
Species Diversity
Evenness Index
Mean +- 1 SE BIVRICH-MK
Mean +- 1 SE BIVDIV-MK
Mean +- 1 SE BIVEVE-MK
Mean +- 1 SE BIVRICH-BC
Mean +- 1 SE BIVDIV-BC
Mean +- 1 SE BIVEVE-BC
Mean +- 1 SE BIVRICH-CC
Mean +- 1 SE BIVDIV-CC
Mean +- 1 SE BIVEVE-CC
SITE

รูปที่ 19 (ต่อ)

3.4.3 องค์ประกอบชนิด

การพิจารณาองค์ประกอบชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดิน ใช้ข้อมูลความชุกชุม (abundance) และข้อมูลมวลชีวภาพ (biomass) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

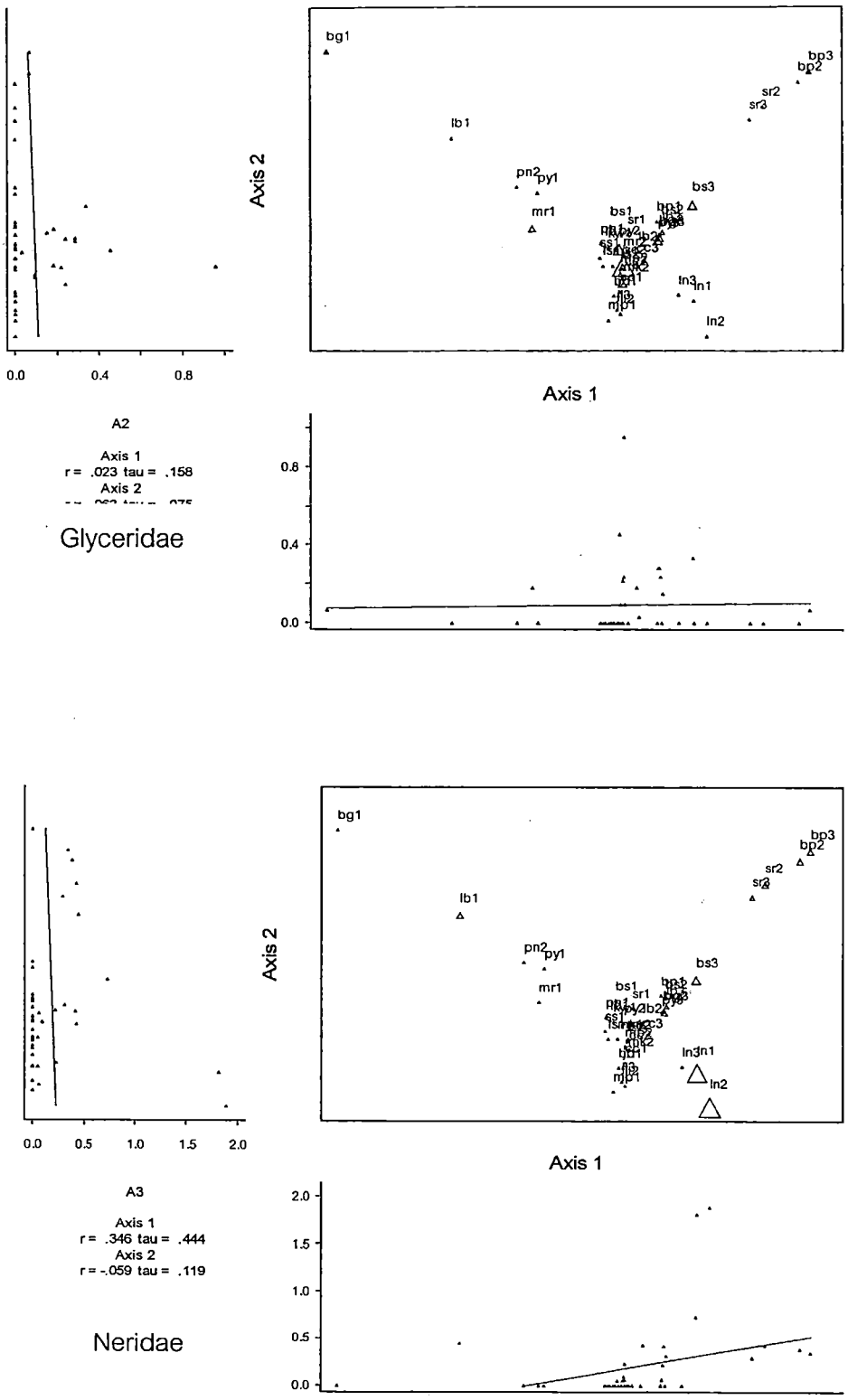
ก. ความชุกชุม (abundance)

ผลจาก Principal Component Analysis (PCA) ชี้ให้เห็นว่ามี 6 component ที่อธิบายความแปรปรวนมากกว่า 5% อธิบายความแปรปรวนได้รวม 84.8% (ตารางที่ 8) เฉพาะ 2 component แรกอธิบายความแปรปรวนได้ 43.2%

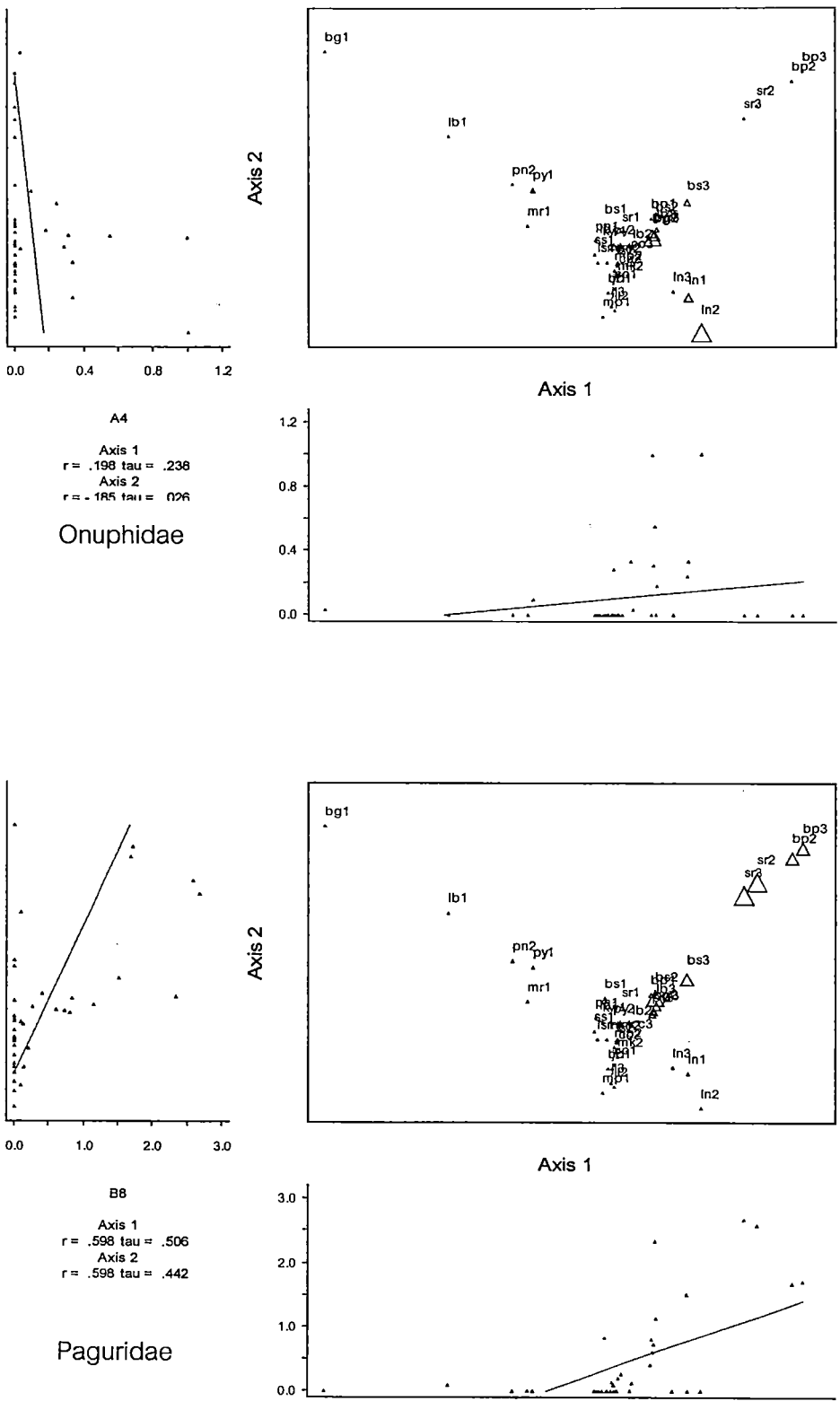
ตารางที่ 8 PCA จากข้อมูลความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่พบบนหาดทรายในภาคตะวันออกของประเทศไทย แสดงค่า Eigenvalue และสัดส่วนความแปรปรวน

AXIS	Eigenvalue	% of Variance	Cum.% of Var.	Eigenvalue
1	91.600	24.232	24.232	24.444
2	71.866	19.012	43.244	19.470
3	66.709	17.648	60.892	16.983
4	46.083	12.191	73.083	15.325
5	23.274	6.157	79.240	14.082
6	21.129	5.589	84.829	13.087
7	13.181	3.487	88.316	12.258
8	10.732	2.839	91.155	11.547
9	7.440	1.968	93.124	10.926
10	4.327	1.145	94.268	10.373

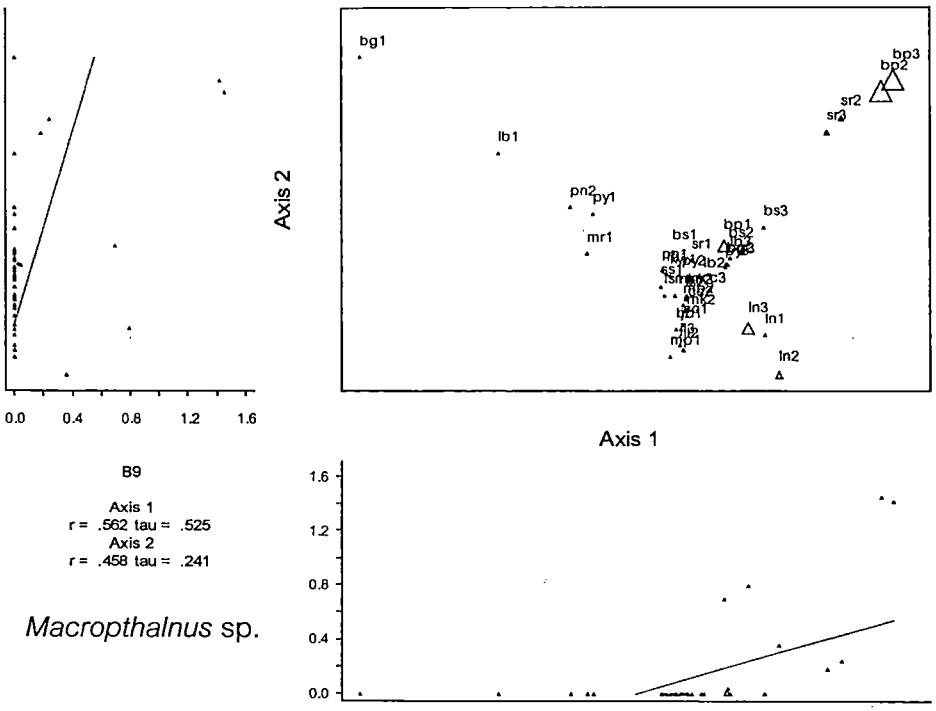
ผลของสอง component แรกแสดงให้เห็นว่ามีการแบ่งกลุ่มของหาดทรายและเขตบนหาดทราย (Zone) ที่ทำการศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม โดยที่กลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นส่วนใหญ่ จะมีความชุกชุมขององค์ประกอบชนิดที่คล้ายคลึงกัน โดยสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบมากในกลุ่มนี้ได้แก่ Glyceridae กลุ่มที่ 2 ได้แก่ เขตที่ 2 และ 3 ของบางพระและศรีราชา พบว่า ความชุกชุมของ Paguridae, *Macropthalnus* sp., *Venerupis decussata*, *Natica* sp., *Meretrix lusonia*, *Crice venus*, *Tellina* sp. และ Neridae แตกต่างมากกว่าที่อื่นๆ กลุ่มที่ 3 ได้แก่ หาดบางแสนเขต 1, แหลมฉบังเขต 1, พัทยาเขต 1, หาดพยูน-น้ำรินเขต 2 และหาดแม่รำพึงเขต 1 พบว่ามีความชุกชุมของ *Donax* sp.3, *Tellina* sp. และ Neridae แตกต่างมากกว่าที่อื่นๆ และกลุ่มที่ 4 ได้แก่ เขตที่ 1, 2 และ 3 ของหาดลานทราย พบว่ามีความชุกชุมของ Neridae, Onuphidae, *Macropthalnus* sp. และ *Natica* sp. แตกต่างมากกว่าที่อื่นๆ (รูปที่ 20)



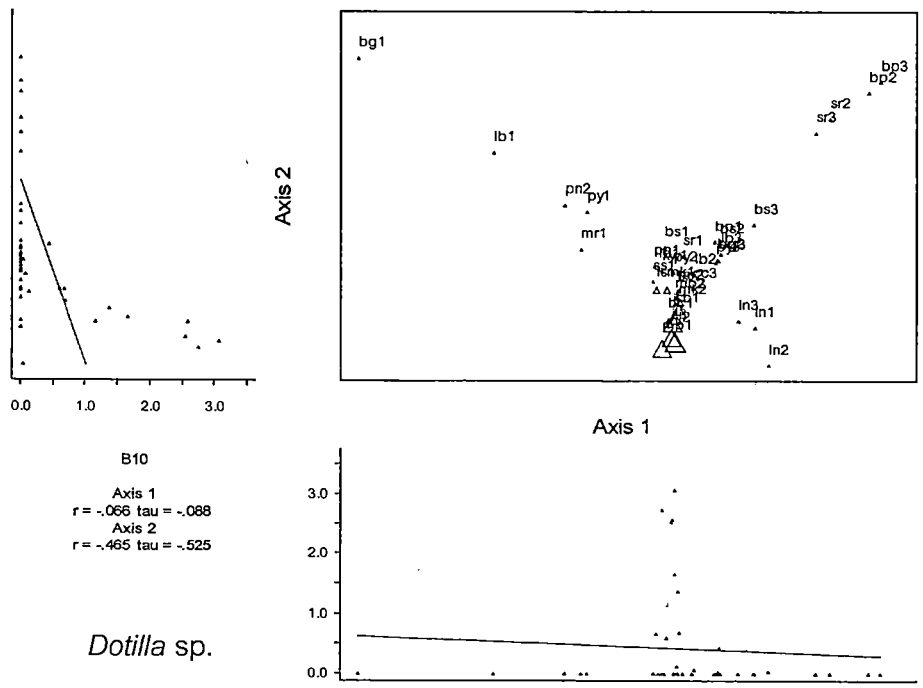
รูปที่ 20 กราฟแสดง component scores จาก component ที่ 1 และ 2 ของจุดศึกษาของหาดทรายต่างๆ และกราฟความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดิน กลุ่ม/ชนิดตามจุดศึกษา
ก) Glyceridae และ ข) Neridae



รูปที่ 20 (ต่อ) ค) Onuphidae และ ง) Paguridae

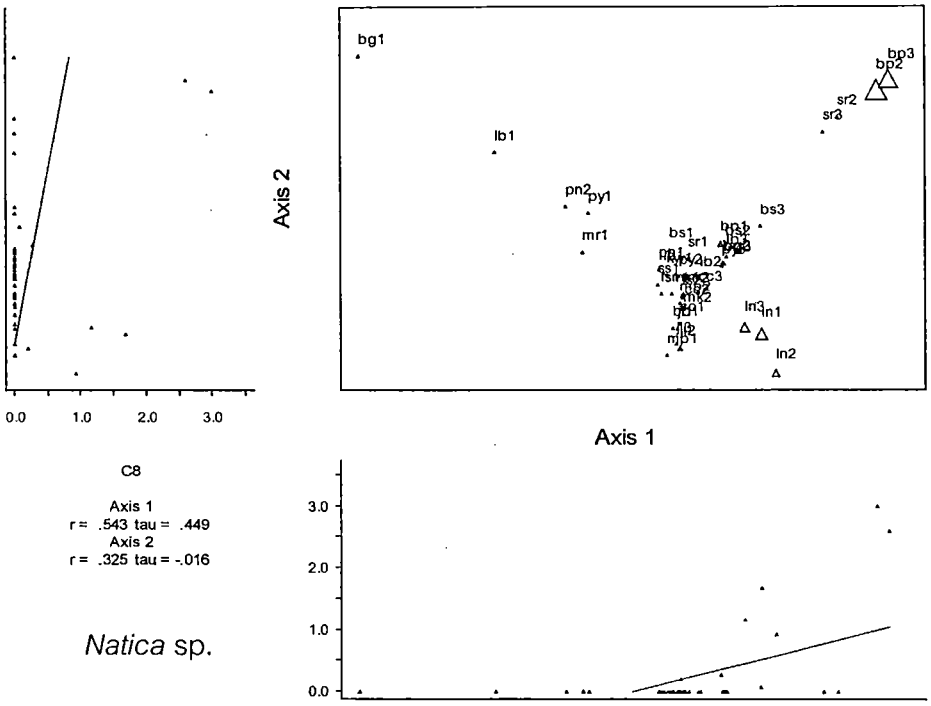


Macropthalnus sp.

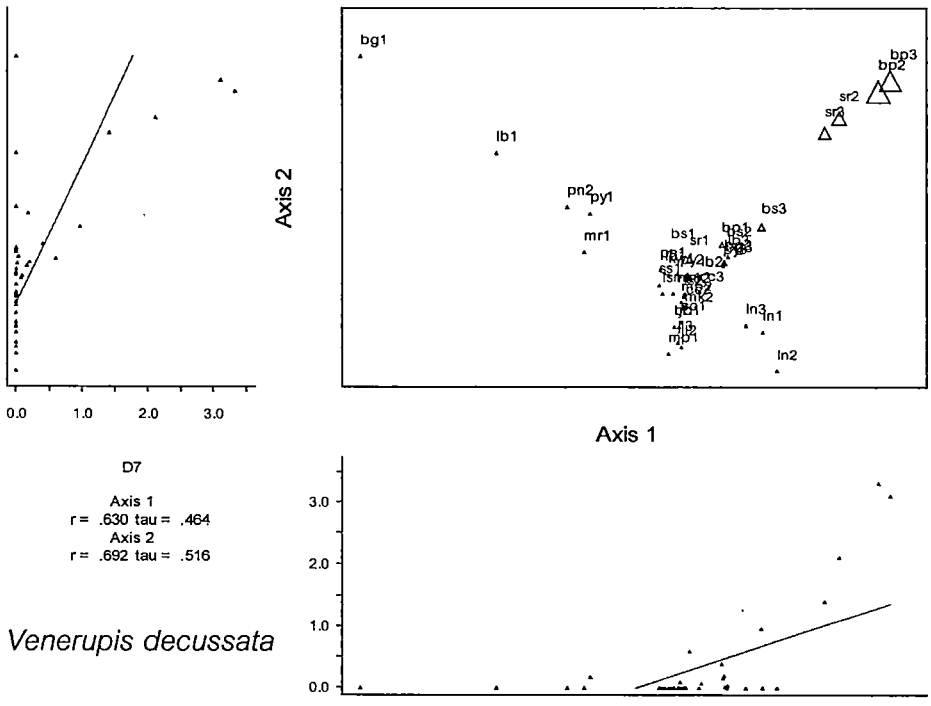


Dotilla sp.

รูปที่ 20 (ต่อ) จ) *Macropthalnus* sp. และ ฉ) *Dotilla* sp.

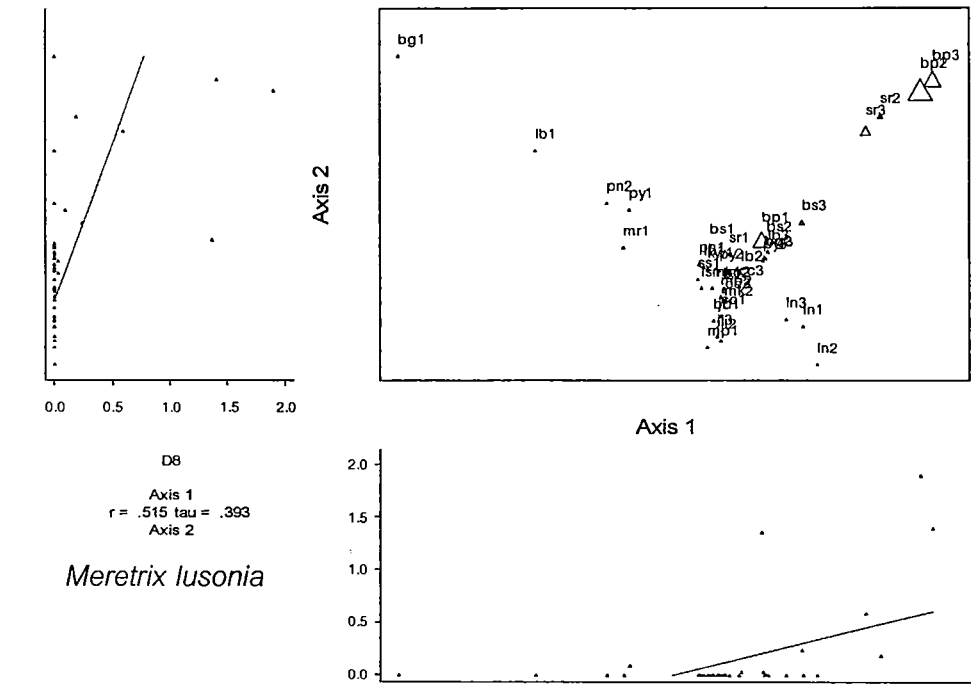


Natica sp.

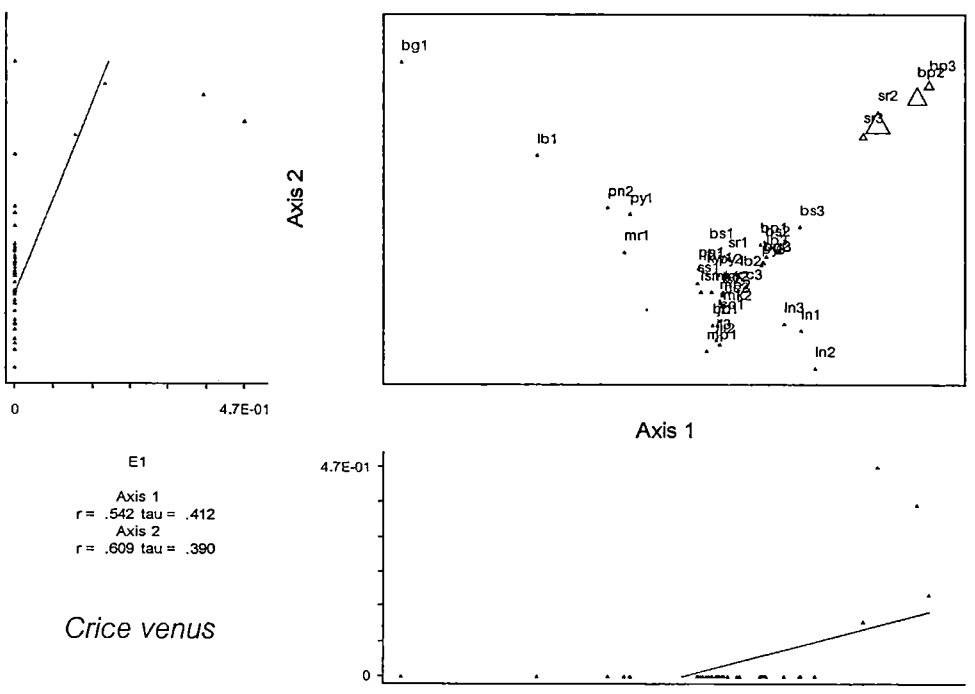


Venerupis decussata

รูปที่ 20 (ต่อ) ช) *Natica* sp. และ ซ) *Venerupis decussata*

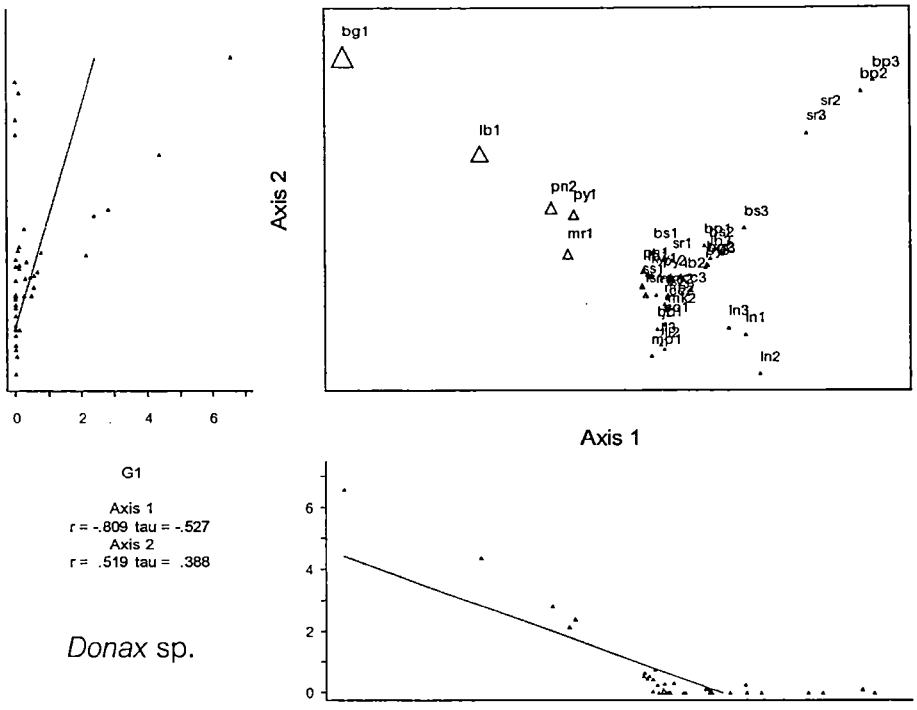


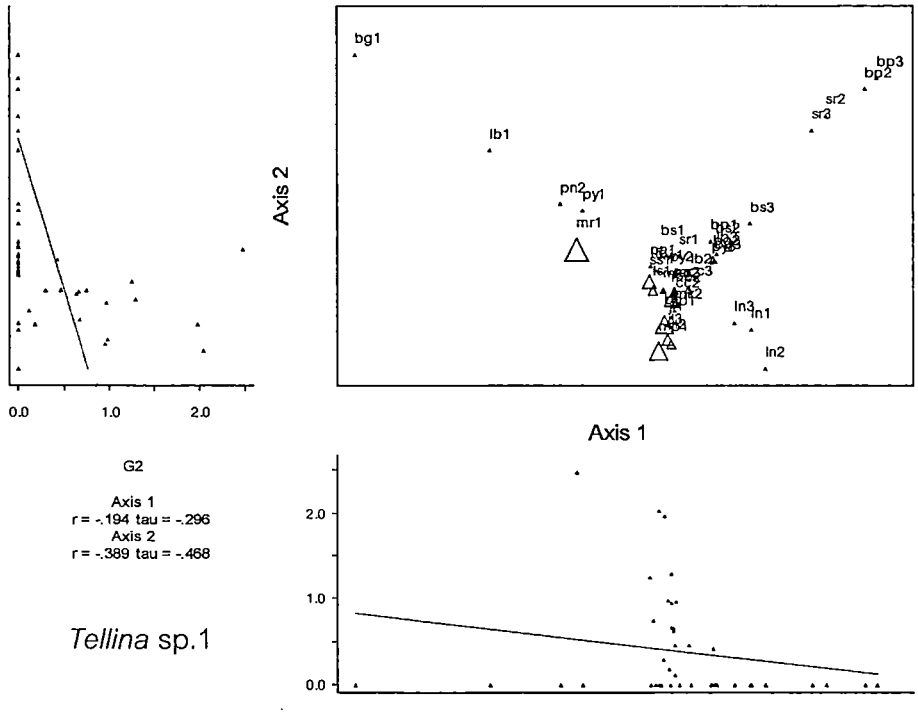
Meretrix lusonia



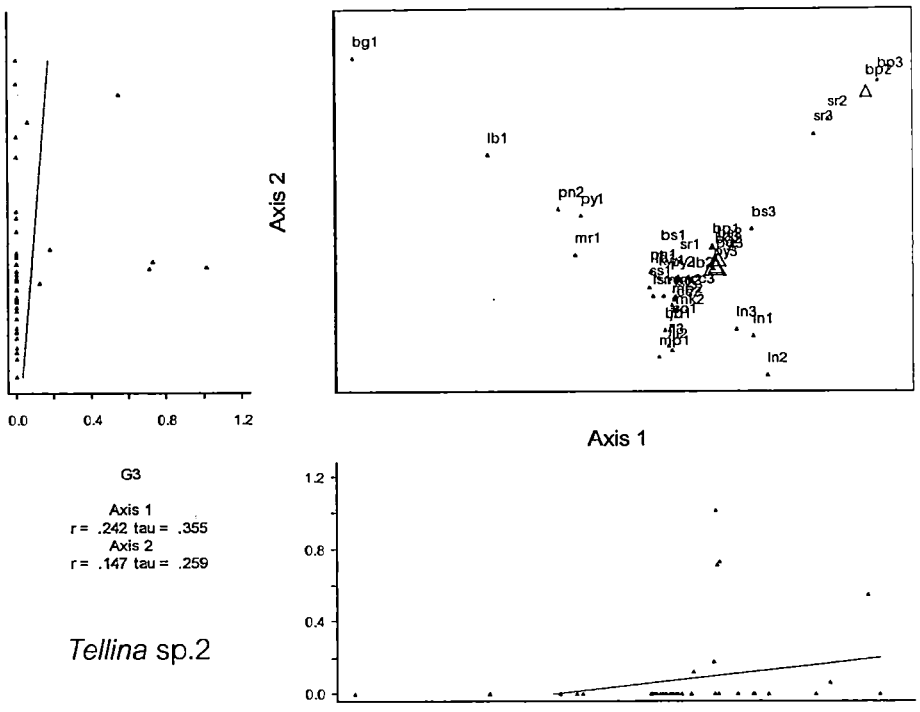
Crice venus

รูปที่ 20 (ต่อ) ฌ) *Meretrix meretrix* และ ญ) *Crine venus*





รูปที่ 20 (ต่อ) ฎ) *Donax* sp. และ ฏ) *Tellina* sp.1



รูปที่ 20 (ต่อ) ฐ) *Tellina* sp.2

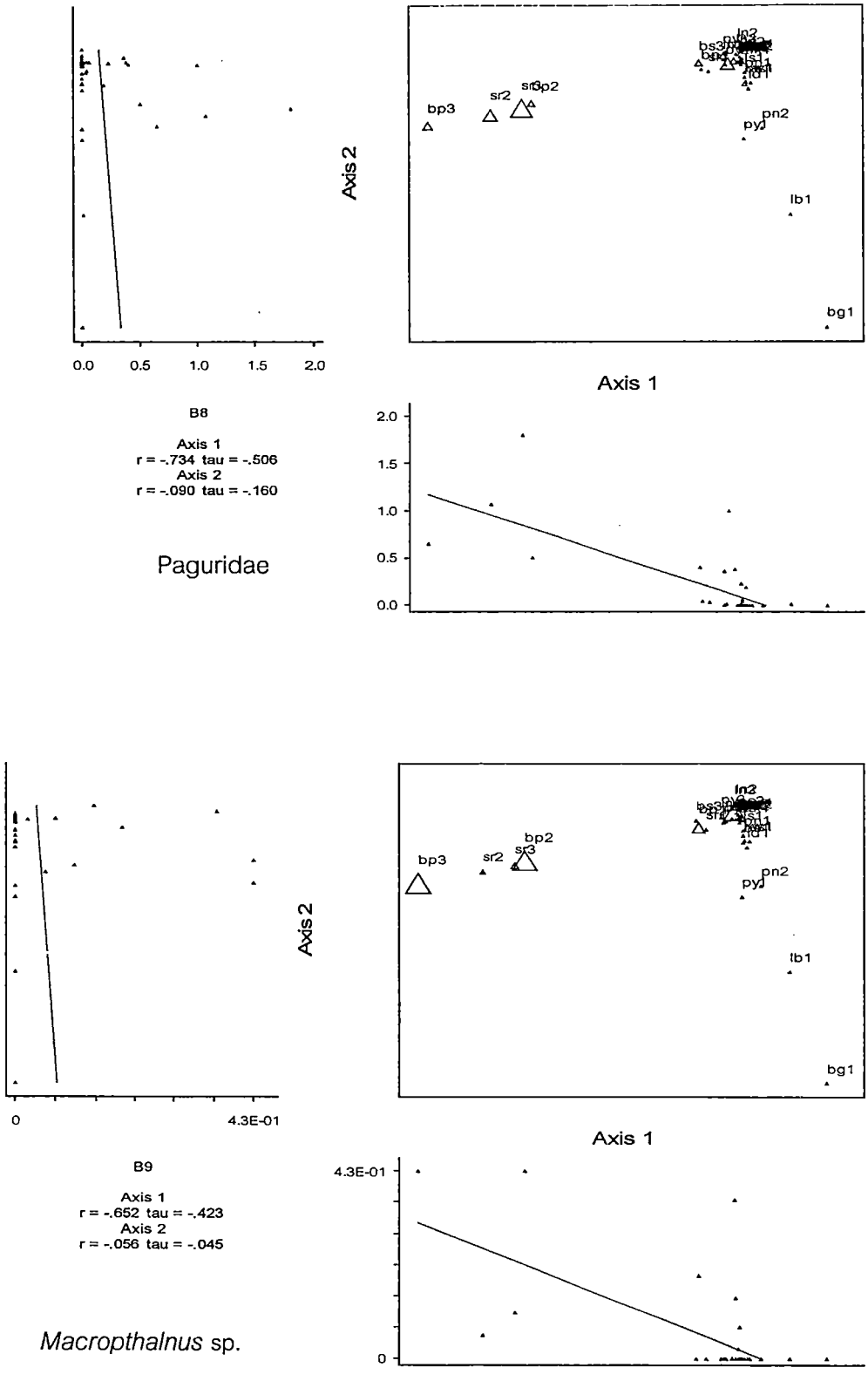
ข. มวลชีวภาพ (biomsss)

ผลจาก Principal Component Analysis (PCA) ชี้ให้เห็นว่ามี 5 component ที่อธิบายความแปรปรวนมากกว่า 5% อธิบายความแปรปรวนได้รวม 88.2% (ตารางที่ 9) และเฉพาะสอง component แรกอธิบาย 65.1%

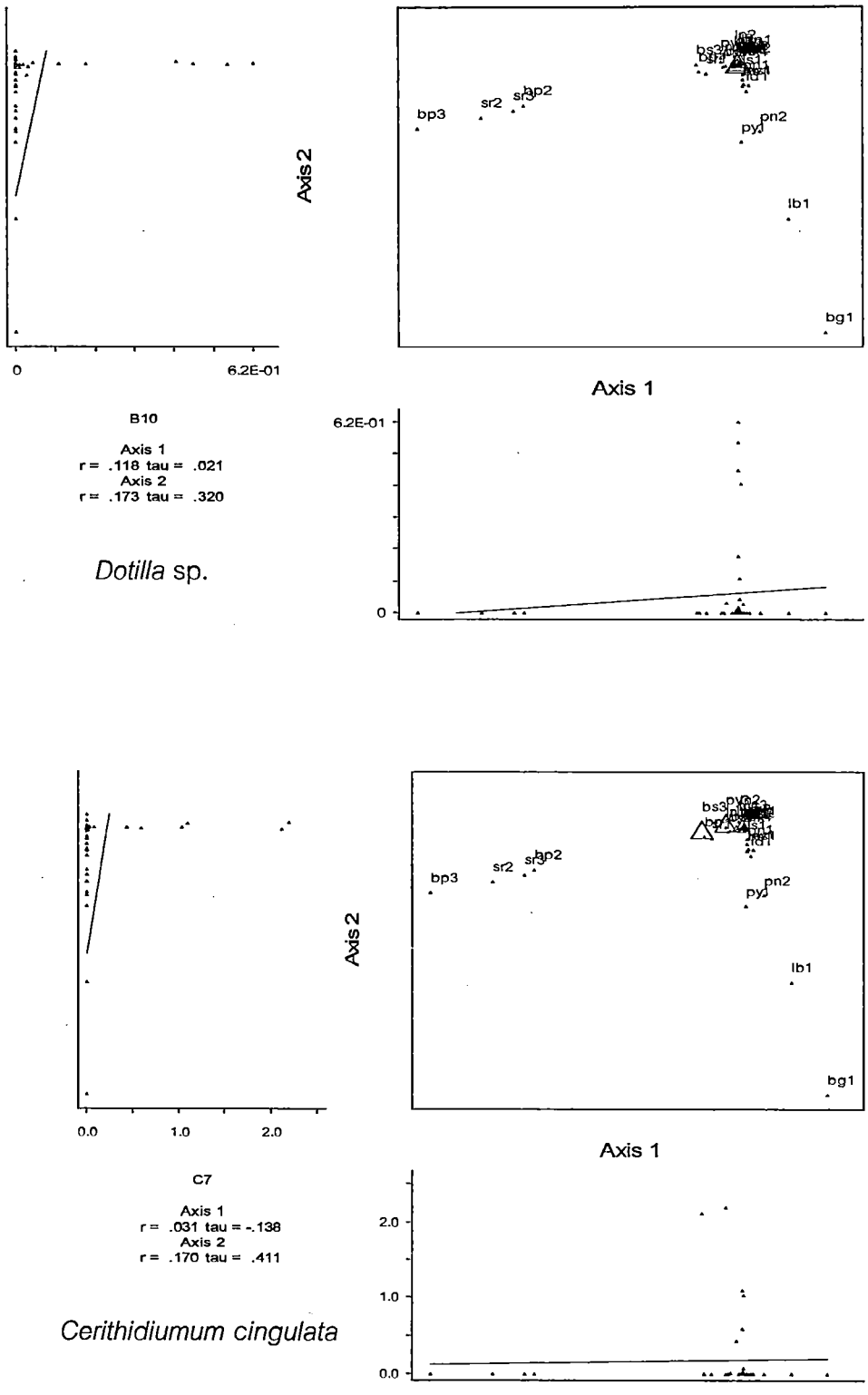
ตารางที่ 9 PCA จากข้อมูลมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่พบบนหาดทรายในภาคตะวันออกของประเทศไทย แสดงค่า Eigenvalue และสัดส่วนความแปรปรวน

AXIS	Eigenvalue	% of Variance	Cum.% of Var.	Eigenvalue
1	69.335	40.406	40.406	11.096
2	42.336	24.672	65.078	8.838
3	16.520	9.627	74.705	7.709
4	12.642	7.368	82.073	6.957
5	10.494	6.115	88.188	6.392
6	4.015	2.340	90.528	5.941
7	3.148	1.835	92.363	5.564
8	2.855	1.664	94.026	5.242
9	2.392	1.394	95.420	4.960
10	2.063	1.202	96.622	4.709

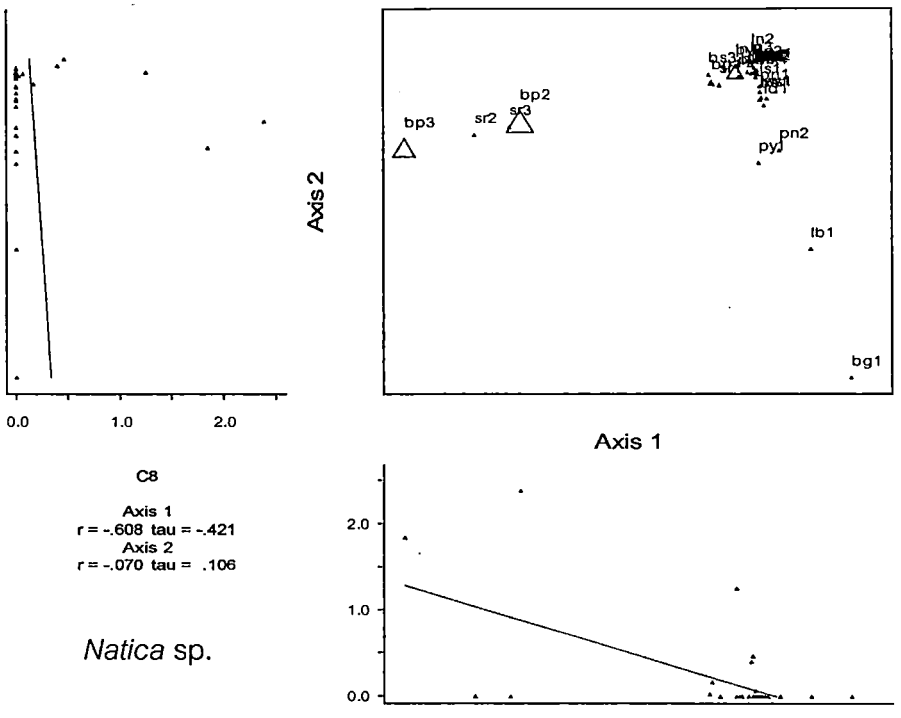
ผลจาก PCA สอง component แรกแสดงให้เห็นว่ามีการแบ่งกลุ่มของหาดทรายและเขตบนหาดทราย (Zone) ที่ทำการศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม โดยที่กลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นส่วนใหญ่ จะมีมวลชีวภาพขององค์ประกอบชนิดที่ใกล้เคียงกัน สัตว์ทะเลหน้าดินที่พบมีมวลชีวภาพมากของกลุ่มนี้ได้แก่ *Dotilla* sp., Cerithidiumum cingulatum และ *Tellina* sp. กลุ่มที่ 2 ได้แก่ เขตที่ 2 และ 3 ของบางพระและศรีราชา พบว่า มวลชีวภาพของ *Macropthalnus* sp., Pagridae, *Venerupis decussata*, *Natica* sp. และ *Meretrix lusonia* แตกต่างมากกว่าที่อื่นๆ กลุ่มที่ 3 ได้แก่ หาดบางแสนเขต 1, แหลมฉบังเขต 1, พัทยาเขต1 และหาดพยูน-น้ำรินเขต1 พบว่ามีมวลชีวภาพของ *Donax* sp.3 แตกต่างมากกว่าที่อื่นๆ (รูปที่ 21)



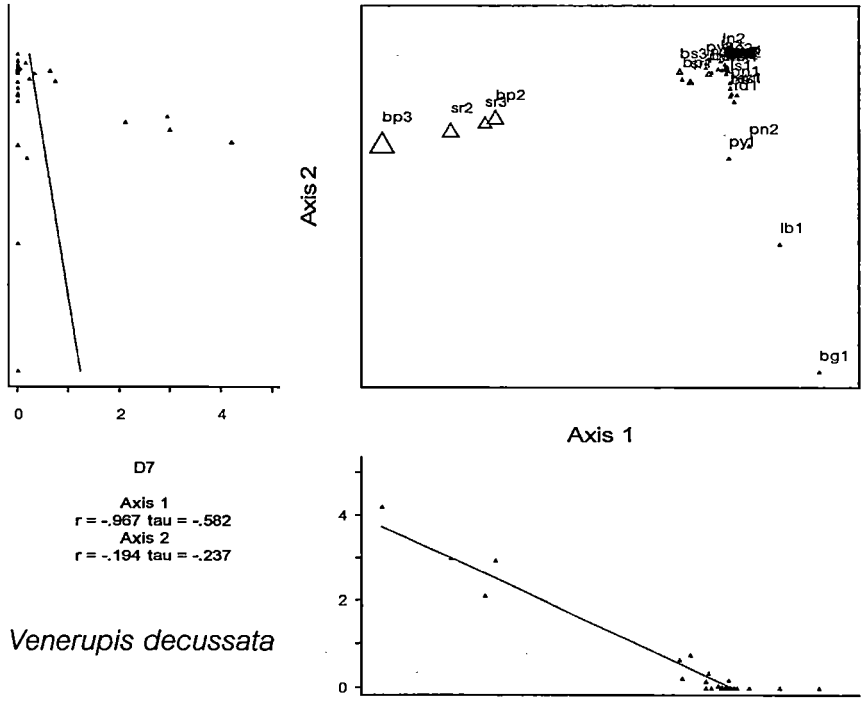
รูปที่ 21 กราฟแสดง component scores จาก component ที่ 1 และ 2 ของจุดศึกษาของหาดทรายต่างๆ และกราฟมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดิน กลุ่ม/ชนิดตามจุดศึกษา
ก) Paguridae และ ข) *Macropthalnus* sp.



รูปที่ 21 (ต่อ) ค) *Dotilla* sp. และ ง) *Cerithidiumum cingulata*

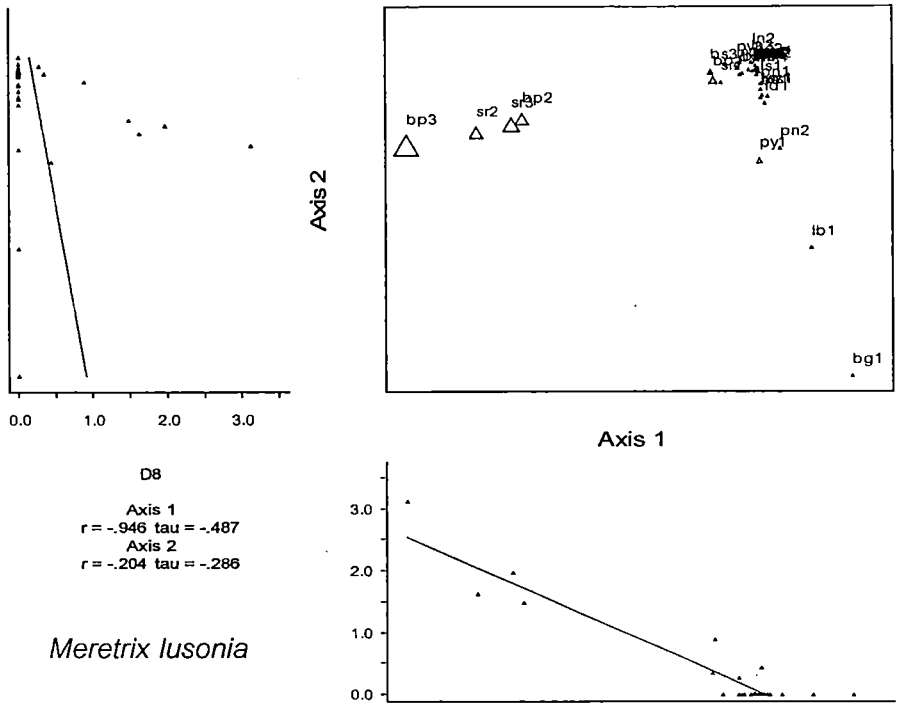


Natica sp.

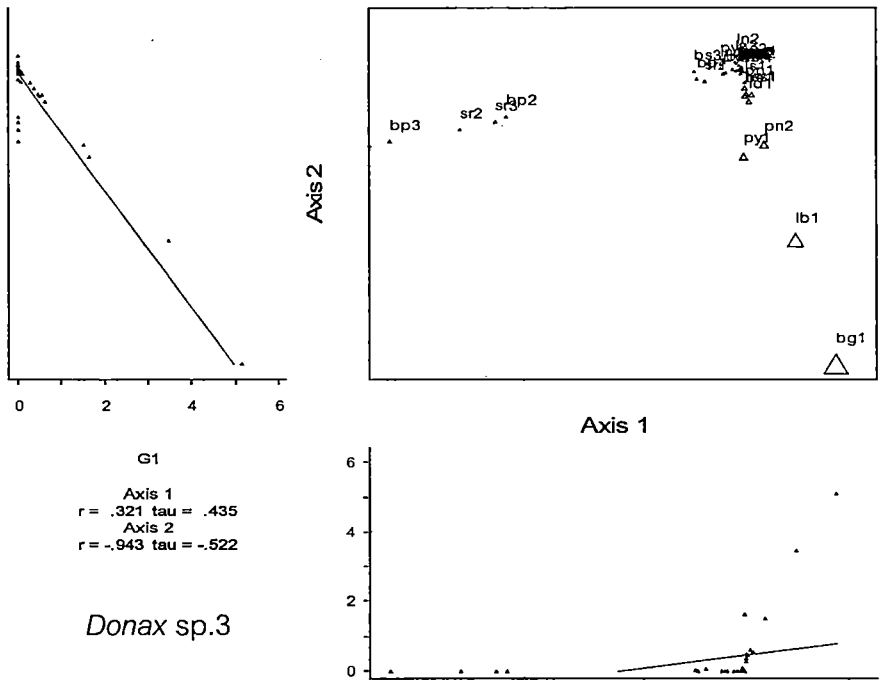


Venerupis decussata

รูปที่ 21 (ต่อ) จ) *Natica* sp. ฉ) *Venerupis decussata*

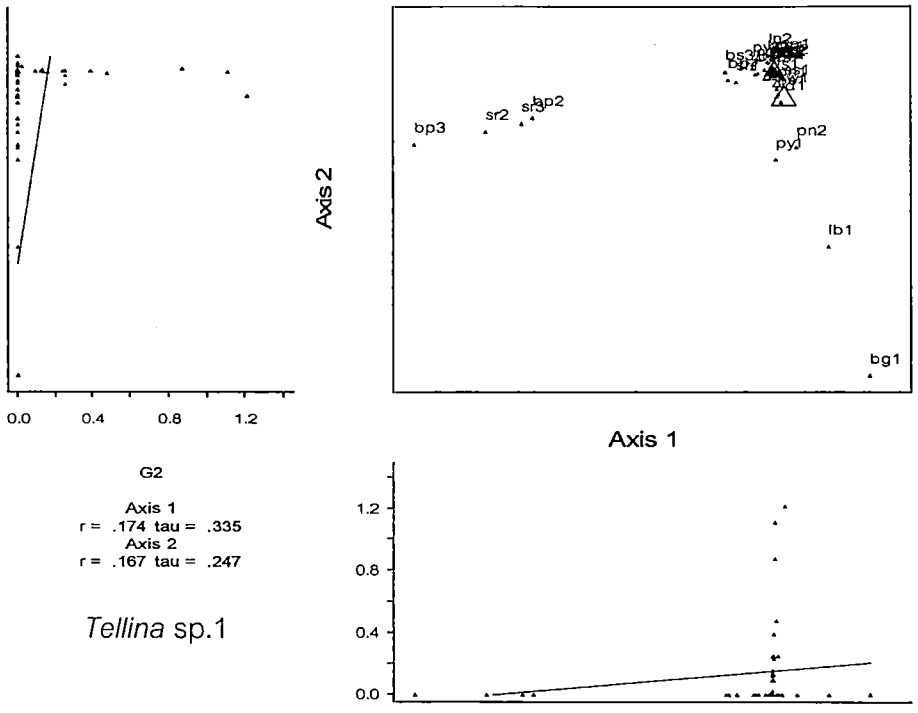


Meretrix lusonia



Donax sp.3

รูปที่ 21 (ต่อ) ช) *Meretrix lusonia* และ ซ) *Donax* sp.3



รูปที่ 21 (ต่อ) ฌ) *Tellina* sp.1

3.5 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมของถิ่นที่อยู่

ตัวแปรพื้นฐานทางสิ่งแวดล้อมของถิ่นที่อยู่ พิจารณาได้จาก คุณสมบัติทางกายภาพและปริมาณธาตุอาหารในน้ำระหว่างอนุภาค ขนาดของอนุภาคทราย และปริมาณอินทรีย์สารในทราย

3.5.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ 4 ตัวแปร คือ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (DO) ความเค็ม และอุณหภูมิ ของน้ำระหว่างอนุภาคทราย (ตารางที่ 10) พบว่าทุกตัวแปรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากปัจจัยร่วมระหว่าง สถานี*จุดเก็บตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างแต่ไม่เหมือนกันในแต่ละสถานี จากความแตกต่างของปัจจัยร่วมระหว่างสถานี*จุดเก็บตัวอย่างทำให้ไม่สามารถสรุปผลของปัจจัยหลักทั้งสองได้ อย่างไรก็ตามสำหรับปัจจัยร่วมระหว่างหาด*จุดเก็บตัวอย่าง ในทั้ง 4 ตัวแปร พบว่าไม่มีความแตกต่าง ทำให้สามารถสรุปผลเนื่องจากหาดและจุดเก็บตัวอย่างได้ ซึ่งพบว่าตัวแปรทั้ง 4 มีความแตกต่างระหว่างสถานี แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง ยกเว้นปริมาณ DO อย่างไรก็ตามเพื่อให้เห็นผลในแต่ละหาดจึงพิจารณาผลเฉพาะระหว่างหาด และจุดเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 22-25) รายละเอียดของแต่ละตัวแปรมีดังนี้

ความเค็ม (รูปที่ 22) เห็นได้ชัดว่ามีความแตกต่างระหว่างหาดอย่างเด่นชัด โดยเฉพาะหาดบางพระ-ศรีราชา (2) หาดเจ้าหลาว และหาดในจังหวัดตราดทั้ง 4 หาด มีความเค็มต่ำกว่าหาดทรายอื่นๆมาก โดยเฉพาะหาดทรายในจังหวัดตราดทั้งหมดมีความเค็มต่ำกว่า 5 ส่วนในพัน ซึ่งถือว่าต่ำมากแม้จะเป็นน้ำทะเลชายฝั่ง สำหรับหาด

ทรายอื่นๆพบว่าความเค็มมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 28-32 ส่วนในพัน สำหรับจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 8 จุดมีความแตกต่างระหว่างกันไม่มากนัก และมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่คล้ายกันในทุกหาดที่ทำการศึกษาคือ จุดที่ 1 ซึ่งเป็นจุดที่มีน้ำไหลออกจากแผ่นดิน (water line) มีความเค็มต่ำกว่าจุดอื่นๆ และจุดที่ 8 ซึ่งเป็นน้ำทะเลมักพบว่ามีความเค็มสูงที่สุดเมื่อเทียบกับจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ

ความเป็นกรด-ด่าง (รูปที่ 23) พบว่ามีความแตกต่างระหว่างหาดที่ทำการศึกษาบ้าง โดยเฉพาะที่หาดบางแสนและวอนนภาที่ pHมีค่าเฉลี่ย 7-7.5 ต่ำกว่าหาดอื่นๆอย่างเห็นได้ชัด โดยหาดส่วนใหญ่มีค่า pH เฉลี่ย 8-8.5 ยกเว้นหาดในจังหวัดจันทบุรีที่มีค่าเฉลี่ย 7.5-8 สำหรับผลระหว่างจุดเก็บตัวอย่างในแต่ละหาดพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

อุณหภูมิ (รูปที่ 24) พบว่ามีความแตกต่างระหว่างหาดที่ทำการศึกษา โดยแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ หาดบางแสน ถึง หาดแม่พิมพ์ (ยกเว้น หาดพยูน-น้ำริน) ที่อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่า 30-35°C และ คุ้งวิมาณ ถึง หาดชาญชล11-18 ที่อุณหภูมิเฉลี่ยมีค่า 26-30°C สำหรับผลระหว่างจุดเก็บตัวอย่างในแต่ละหาดพบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (รูปที่ 25) พบว่ามีความแปรปรวนของค่า DO ระหว่างจุดเก็บตัวอย่างของแต่หาดมากกว่าความแตกต่างระหว่างหาดซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน พบว่า DO ของจุดเก็บตัวอย่างที่ 8 หรือน้ำทะเลชายฝั่งที่ใช้เป็นจุดอ้างอิง มีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับเขตอื่น และมีค่าใกล้เคียงกันทุกหาด โดยมีค่าเฉลี่ย 6-8.5 ppm ส่วนจุดเก็บตัวอย่างอื่นมีค่าเฉลี่ย 1-5 ppm

3.5.2 ปริมาณธาตุอาหารในน้ำระหว่างอนุภาคทราย

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของธาตุอาหารในน้ำระหว่างอนุภาคทราย 4 ชนิด (ตารางที่ 11) พบว่าธาตุอาหารทั้งหมดมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากปัจจัยร่วมระหว่าง สถานี*จุดเก็บตัวอย่าง และหาด*จุดเก็บตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง จะไม่เหมือนกันในแต่ละสถานี และไม่เหมือนกันในแต่ละหาด (ยกเว้น Nitrite) จากความแตกต่างของปัจจัยร่วมทำให้ไม่สามารถสรุปผลของปัจจัยหลักได้ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาขนาดของความแปรปรวน (MS) พบว่าความแปรปรวนของเกือบทุกตัวแปรมาจากจุดเก็บตัวอย่างและหาดมากกว่า สถานี ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความแตกต่างระหว่างสถานีในแต่ละหาดของธาตุอาหารต่างๆมีน้อย ดังนั้นจึงพิจารณาผลเฉพาะระหว่างหาด และจุดเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 26-29) รายละเอียดของธาตอาหารแต่ละตัวมีดังนี้

ไนเตรท (รูปที่ 26) พบว่ามีความแตกต่างระหว่างสถานี ในบางจุดเก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะที่หาดบางพระ-ศรีราชา และหาดพัทยาที่จุดเก็บตัวอย่างในเขตคลื่นแตกตัว มีค่าไนเตรท 0.05 – 0.08 μg/L ซึ่งสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างในหาดอื่นๆ อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่พบไนเตรทมีค่าเฉลี่ย 0.01 – 0.03 μg/L

ไนไตรท์ (รูปที่ 27) พบว่ามีรูปแบบใกล้เคียงกับไนเตรท โดยแบ่งออกได้เป็น 2 กุ่ม คือกลุ่มที่พบไนไตรท์มีค่าเฉลี่ย 0.006-0.012 μg/Lได้แก่ หาดบางแสน-วอนนภา หาดบางพระ-ศรีราชา และหาดที่ศึกษาในจังหวัดจันทบุรีทั้งหมด ส่วนกลุ่มที่สองพบไนไตรท์มีค่าเฉลี่ย 0.004-0.006 μg/L

ฟอสเฟต (รูปที่ 28) พบมีความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างในแต่ละหาดน้อยมาก ส่วนความแตกต่างระหว่างหาด มีไม่มากเช่นกัน ที่มีความแตกต่างชัดเจนได้ แก่ หาดบางพระ-ศรีราชา พบฟอสเฟตสูงกว่าใน

หาดอื่นๆมากมีค่าเฉลี่ย 0.15-0.20 μg/L ขณะที่หาดบางแสน-วอนนภา พบฟอสเฟตน้อยกว่าหาดอื่นอย่างเห็นได้ชัด มีค่าเฉลี่ย 0.01 μg/L ขณะที่หาดทรายอื่นๆพบฟอสเฟตเฉลี่ย 0.02-0.06 μg/L

ซิลิเกต (รูปที่ 29) พบว่ามีความผันแปรของซิลิเกตในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง และแต่ละสถานีมาก โดยหาดบางพระ-ศรีราชา หาดพยูน-น้ำริน และแหลมสิงห์ ถึงหาดชาญชล พบซิลิเกตสูงสุดเฉลี่ย 0.025 - 0.030 μg/L ขณะที่หาดที่เหลืออื่นๆมีซิลิเกตเฉลี่ย 0.022 - 0.024 μg/L

3.5.3 องค์ประกอบของอนุภาคและปริมาณอินทรีย์สารในทราย

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอนุภาคทรายขนาดต่างๆ 6 ขนาด และปริมาณอินทรีย์สารในทราย (ตารางที่ 12) ชี้ให้เห็นว่าอนุภาคทุกขนาด และปริมาณอินทรีย์สารสัมพัทธ์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากปัจจัยร่วมระหว่าง สถานี*จุดเก็บตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง จะไม่เหมือนกันในแต่ละสถานี นอกจากนี้ อนุภาคขนาด >2มม., 0.5-1 มม. และ 0.125-0.21 มม. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจาก หาด*จุดเก็บตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างไม่เหมือนกันในแต่ละหาด จากความแตกต่างของปัจจัยร่วมทำให้ไม่สามารถสรุปผลของปัจจัยหลักได้ อย่างไรก็ตามหากพิจารณาขนาดของความแปรปรวน (MS) พบว่าความแปรปรวนของเกือบทุกตัวแปรมาจากหาดมาก ยกเว้นอนุภาคทรายขนาด 0.063-0.125 มม. ส่วนความแปรปรวนจากจุดเก็บตัวอย่างมีมากสำหรับอนุภาคขนาด >2 มม., 1-2 มม., 0.5-1 มม. และ 0.125-0.21 มม. สำหรับสถานีเป็นแหล่งของความแปรปรวนของอนุภาคขนาด 0.063-0.125 มม. จากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าความแตกต่างระหว่างสถานีในแต่ละหาดของอนุภาคขนาดต่างๆและปริมาณสารอินทรีย์ในทราย มีน้อย ดังนั้นจึงพิจารณาผลเฉพาะระหว่างหาด และจุดเก็บตัวอย่าง (รูปที่ 30-36) รายละเอียดของแต่ละขนาดอนุภาคและสารอินทรีย์มีดังนี้

อนุภาคขนาด >2มม (รูปที่ 30) พบมากที่หาดบางพระ-ศรีราชาพบเฉลี่ย 30-55% และบางเสร่พบเฉลี่ย 18-22% หาดที่เหลือพบน้อยกว่า 10% ส่วนระหว่างจุดเก็บตัวอย่างนั้นแม้มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน แต่จุดที่ 1 ของเกือบทุกหาดพบอนุภาคขนาด >2มม มากกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ

อนุภาคขนาด 1-2 มม (รูปที่ 31) พบมากทุกหาดของจังหวัดชลบุรี เฉลี่ย 10-30% หาดที่เหลือพบต่ำกว่า 10% ขณะที่หาดอื่นๆพบเฉลี่ยต่ำกว่า 10% ส่วนระหว่างจุดเก็บตัวอย่างนั้นแม้มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน แต่จุดที่ 1 ของเกือบทุกหาดพบอนุภาคขนาด 1-2มม มากกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ

อนุภาคขนาด 0.5-1 มม (รูปที่ 32) มีความแตกต่างระหว่างหาดอย่างเห็นได้ชัด โดยพบอนุภาคขนาดนี้เพิ่มมากขึ้นตั้งแต่หาดแหลมฉบัง ถึง หาดแหลมเสด็จ พบเฉลี่ย 20-50% ขณะที่หาดอื่นที่เหลือพบเฉลี่ย 5-25% สำหรับความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างของแต่ละหาดนั้นมีรูปแบบที่ไม่แน่นอน

อนุภาคขนาด 0.21-0.5 มม (รูปที่ 33) มีความแตกต่างระหว่างสถานี และมีความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่าง แต่มีรูปแบบที่ไม่แน่นอน ทั้งนี้หาดทราย 4 หาดในจังหวัดตราดมีอนุภาคขนาดนี้สูงที่สุด เฉลี่ย 50-80%พบ ขณะที่หาดอื่นพบเฉลี่ยน้อยกว่า คือ 30-60% ยกเว้น หาดบางพระ-ศรีราชา หาดแหลมฉบัง หาดบางแสร่ หาดพยูน-น้ำริน หาดคุ้งวิมาณ และหาดแหลมเสด็จ ที่พบเฉลี่ยต่ำกว่า 20% ส่วนระหว่างจุดศึกษามีรูปแบบที่น่าสนใจคือจุดที่ 1 ของทุกหาดพบอนุภาคขนาดนี้น้อยกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ

อนุภาคขนาด 0.125-0.21 มม (รูปที่ 32) มีความแตกต่างระหว่างหาดพอสมควร โดยหาดที่พบอนุภาคขนาดนี้มากได้แก่หาดแหลมสิงห์ที่พบเฉลี่ย 60% และพบลดลงมาจนถึงหาดชาญชลในจังหวัดตราด นอกจากนี้ยัง

พบมากที่หาดบางแสน-วอนนภา พบเฉลี่ย 20-40% และหาดบางเสร่พบเฉลี่ย 20% พบมากตั้งแต่หาดแหลมฉบังถึง หาดแหลมเสด็จ พบเฉลี่ย 20-50% สำหรับความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มพบในจุดเก็บตัวอย่างในเขตคลื่นแตกตัวมากกว่า เขตที่สูงกว่า

อนุภาคขนาด 0.063-0.125 มม (รูปที่ 32) อนุภาคนี้พบน้อยมากในหาดทรายส่วนใหญ่ โดยหาดที่พบมากกว่าหาดอื่นๆมีเพียง 4 หาด ได้แก่ หาดบางแสน-วอนนภา หาดบางพระ-ศรีราชา หาดพัทยา และหาดแหลมสิงห์ พบเฉลี่ย 1-7% สำหรับความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างเฉพาะหาดที่พบ จุดเก็บตัวอย่างในเขตคลื่นแตกตัวพบอนภาคขนาดนี้สูงกว่าจุดในเขตอื่น

ปริมาณอินทรีย์สาร (รูปที่ 33) ปริมาณอินทรีย์สารในทรายของหาดที่ทำการศึกษาส่วนใหญ่พบมีค่าต่ำกว่า 2% มีเฉพาะหาดบางแสน-วอนนภาเท่านั้นที่มีค่าสูงถึง 5-10% นอกจากนี้มีอีก 4 หาด คือ หาดบางพระ-ศรีราชา หาดแหลมฉบัง หาดพัทยา และ หาดลานทราย ที่มีแนวโน้มพบปริมาณอินทรีย์มากกว่าหาดอื่น สำหรับความแตกต่างระหว่างจุดเก็บตัวอย่างนั้นเห็นได้ชัดว่าจุดที่ 1 จะมีปริมาณอินทรีย์สารน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับจุดอื่นๆ

ตารางที่ 10 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ความเค็ม และอุณหภูมิ ของน้ำในระหว่างอนุภาค

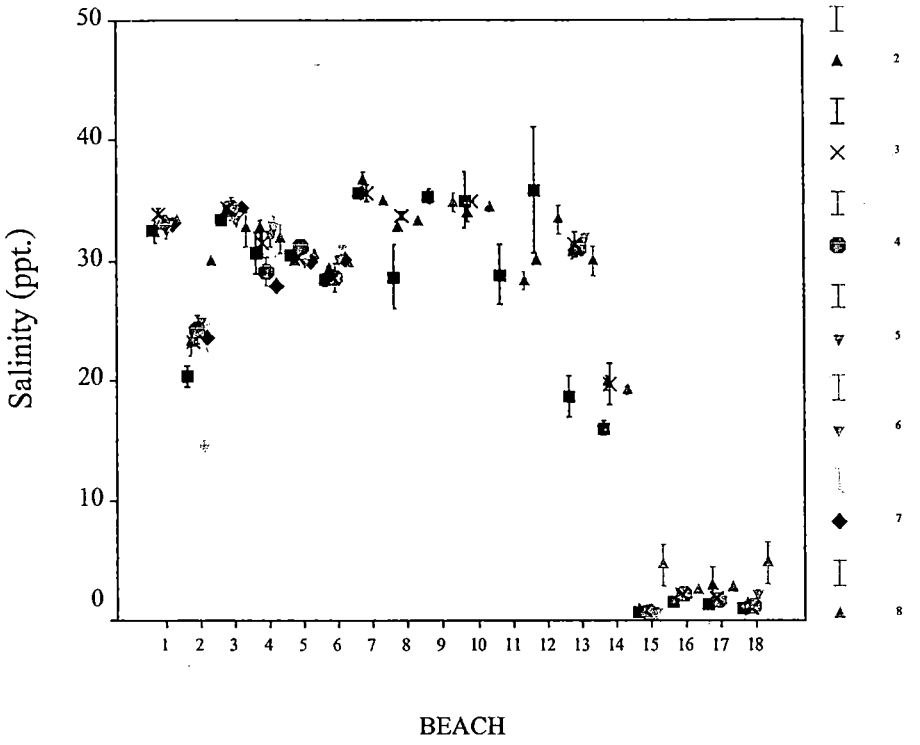
			Salinity			PH			Temperature			Dissolved Oxygen		
Source		Df	MS	F	Sig.	MS	F	Sig.	MS	F	Sig.	MS	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	1	289904.5	9148.33	0	33683.61	82217	0	491031.1	9761.45	0	8050.31	1322.56	0
	Error	10	31.69			0.41			50.30			6.09		
BEACH	Hypothesis	17	5221.78	178.92	0	3.35	8.06	0	123.91	2.65	0.033	47.38	7.61	0
	Error	14	29.19			0.42			46.82			6.23		
STATION	Hypothesis	16	28.29	1.90	0.038	0.42	0.92	0.55	45.58	1.68	0.076	6.28	0.88	0.60
	Error	60	14.86			0.454			27.11			7.16		
SITE	Hypothesis	7	31.95	2.14	0.053	0.28	0.61	0.75	22.90	0.84	0.558	146.85	20.42	0
	Error	60	14.92			0.46			27.25			7.19		
BEACH * SITE	Hypothesis	76	19.59	1.32	0.132	0.11	0.24	1	26.65	0.99	0.529	5.92	0.83	0.78
	Error	60	14.84			0.45			27.07			7.15		
SITE * STATION	Hypothesis	60	14.92	3.87	0	0.46	4.82	0	27.25	43.18	0	7.19	5.94	0
	Error	351	3.86			0.09			0.63			1.21		

ตารางที่ 11 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของ สารอาหารที่สำคัญของน้ำในระหว่างอนุภาค

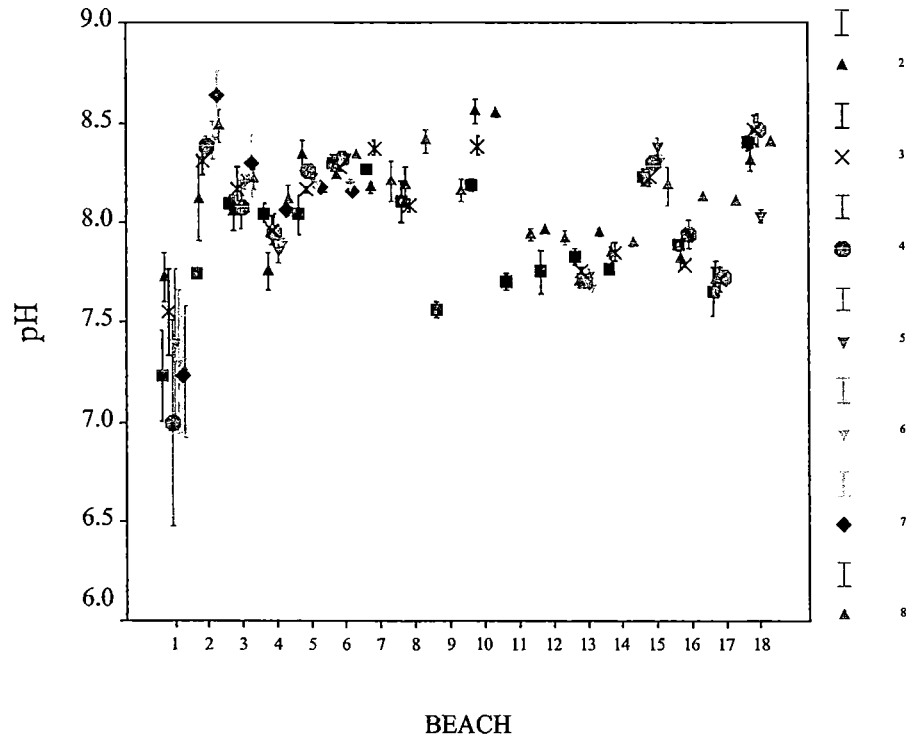
		Nitrate				Nitrite				Phosphate				Silicate			
Source		df	MS	F	Sig.	df	MS	F	Sig.	df	MS	F	Sig.	df	MS	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	1	1.34	1708	0	1	.03	823.93	0	1	1.99	423.62	0	1	0.62	35764.09	0
	Error	14	7.86E-04			9	4.22E-05			13	4.71E-03			5	1.74E-05		
BEACH	Hypothesis	17	2.41E-03	3.57	0.009	17	6.13E-05	2.37	0.049	17	4.14E-02	9.50	0	17	1.42E-04	18.43	0
	Error	15	6.74E-04			15	2.58E-05			15	4.36E-03			15	7.71E-06		
STATION	Hypothesis	16	6.24E-04	2.63	0.004	16	2.49E-05	2.49	0.006	16	4.16E-03	3.40	0	16	7.49E-06	1.81	0.051
	Error	55	2.38E-04			60	1.00E-05			60	1.23E-03			60	4.14E-06		
SITE	Hypothesis	7	1.39E-03	5.82	0	7	9.50E-06	0.95	0.477	7	2.91E-03	2.37	0.033	7	2.55E-05	6.14	0
	Error	55	2.39E-04			60	1.00E-05			60	1.23E-03			60	4.15E-06		
BEACH * SITE	Hypothesis	76	8.47E-04	3.57	0	76	1.15E-05	1.15	0.289	76	2.69E-03	2.20	0.001	76	1.17E-05	2.83	0
	Error	55	2.37E-04			60	9.96E-06			60	1.22E-03			60	4.12E-06		
SITE * STATION	Hypothesis	55	2.38E-04	5.04	0	60	1.00E-05	3.19	0	60	1.23E-03	5.23	0	60	4.15E-06	3.50	0
	Error	847	4.72E-05			877	3.15E-06			877	2.35E-04			877	1.18E-06		
REPLICATION	Hypothesis	2	9.13E-05	1.94	0.145	2	1.67E-05	5.32	0.005	2	4.47E-05	0.19	0.827	2	1.02E-05	8.64	0
	Error	847	4.72E-05			877	3.15E-06			877	2.35E-04			877	1.18E-06		

ตารางที่ 12 สรุปผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของอนุภาคทรายขนาดต่างๆกัน

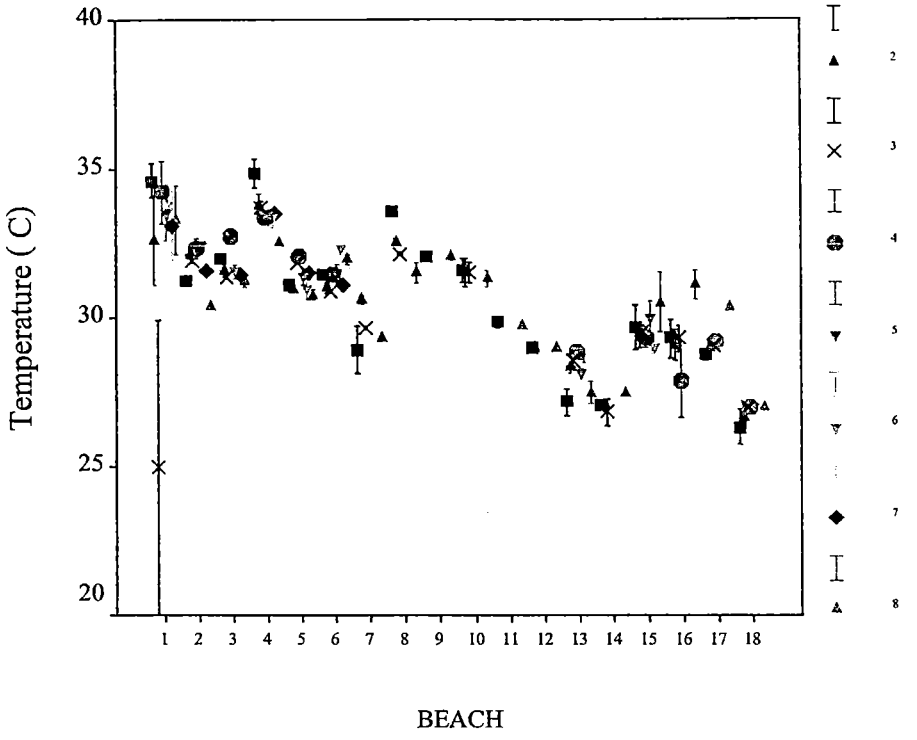
Source		> 2 mm.				1-2 mm.				0.5-1 mm.				0.21-0.5 mm.			
		df	MS	F	Sig.	Df	MS	F	Sig.	df	MS	F	Sig.	df	MS	F	Sig.
BEACH	Hypothesis	17	3267.208	57.563	0	17	1656.511	28.403	0	17	4656.806	12.448	0	17	11799.6	14.783	0
	Error	13.599	56.759			12.841	58.321			13.913	374.114			14.054	798.169		
STATION	Hypothesis	16	57.715	0.799	0.681	16	60.993	0.601	0.871	16	376.179	0.923	0.548	16	798.59	0.992	0.477
	Error	61	72.226			61	101.554			61	407.531			61	804.978		
SITE	Hypothesis	7	439.267	6.082	0	7	246.299	2.425	0.029	7	1200.118	2.945	0.01	7	1493.687	1.856	0.093
	Error	61	72.226			61	101.554			61	407.531			61	804.978		
BEACH * SITE	Hypothesis	74	152.603	2.113	0.001	74	135.733	1.337	0.122	74	852.698	2.092	0.002	74	805.639	1.001	0.502
	Error	61	72.226			61	101.554			61	407.531			61	804.978		
SITE * STATION	Hypothesis	61	72.226	3.539	0	61	101.554	3.039	0	61	407.531	3.404	0	61	804.978	3.223	0
	Error	352	20.411			352	33.415			352	119.72			352	249.759		
		0.125- 0.21 mm.				0.063- 0.125 mm.				Organic							
		Df	MS	F	Sig.	Df	MS	F	Sig.	df	MS	F	Sig.				
BEACH	Hypothesis	17	2581.866	11.084	0	17	57.039	1.455	0.233	17	159.615	27.789	0				
	Error	14.656	232.927			15.333	39.204			10.708	5.744						
STATION	Hypothesis	16	228.275	1.448	0.15	16	37.569	2.944	0.001	16	6.56	0.346	0.989				
	Error	61	157.65			61	12.763			61	18.949						
SITE	Hypothesis	7	790.245	5.013	0	7	19.416	1.521	0.177	7	20.202	1.066	0.396				
	Error	61	157.65			61	12.763			61	18.949						
BEACH * SITE	Hypothesis	74	577.997	3.666	0	74	6.996	0.548	0.993	74	14.612	0.771	0.858				
	Error	61	157.65			61	12.763			61	18.949						
SITE * STATION	Hypothesis	61	157.65	2.262	0	61	12.763	7.688	0	61	18.949	2.276	0				
	Error	352	69.691			352	1.66			352	8.324						



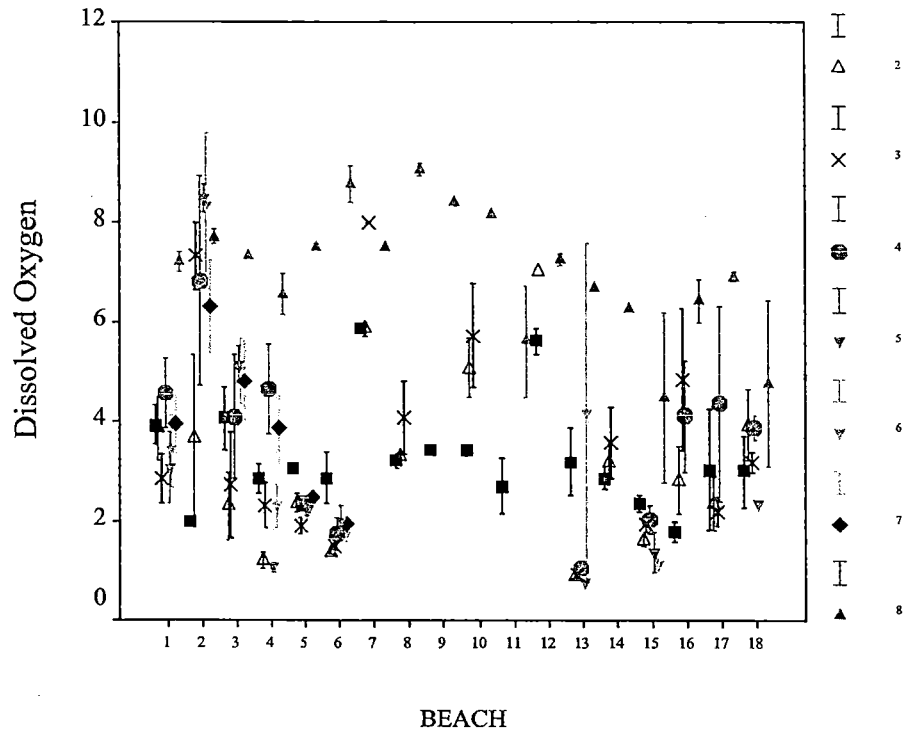
รูปที่ 22 ความเค็มเฉลี่ย (±SE) ของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก



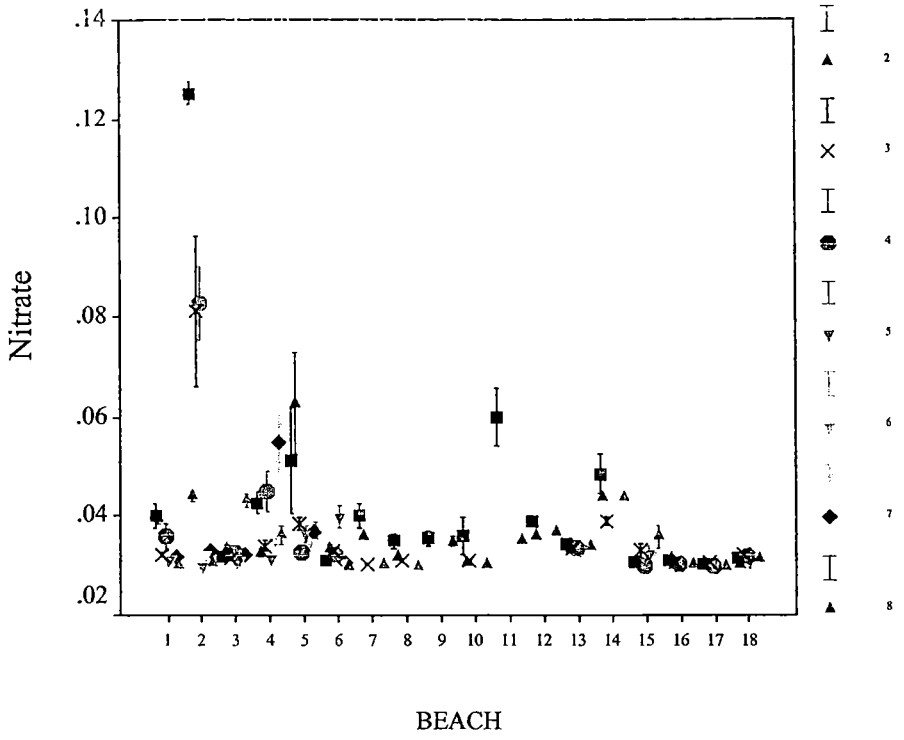
รูปที่ 23 ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย (±SE) ของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก



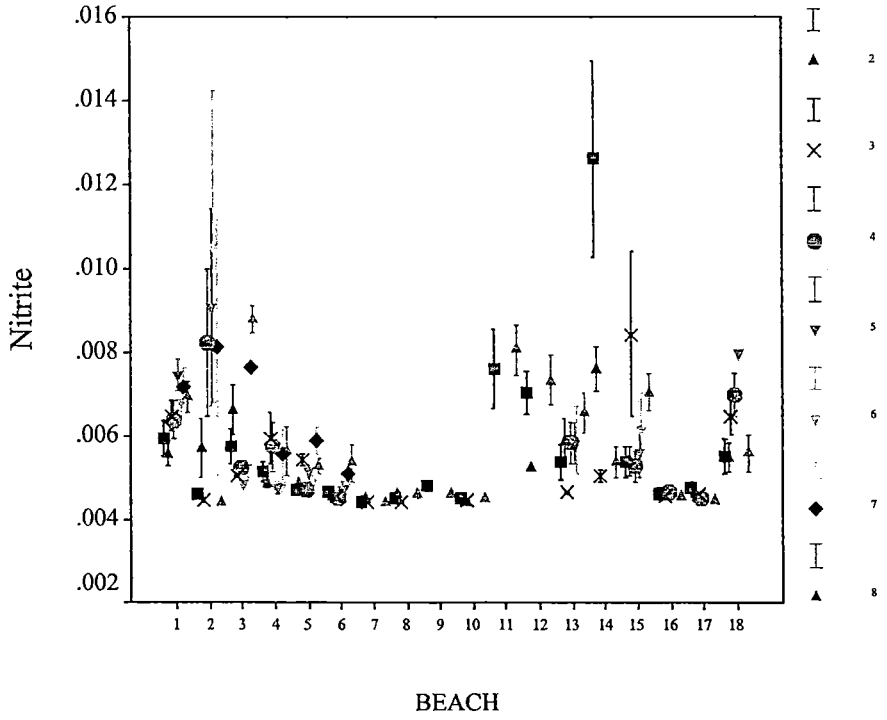
รูปที่ 24 อุณหภูมิเฉลี่ย เฉลี่ย (±SE) ของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขต ของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก



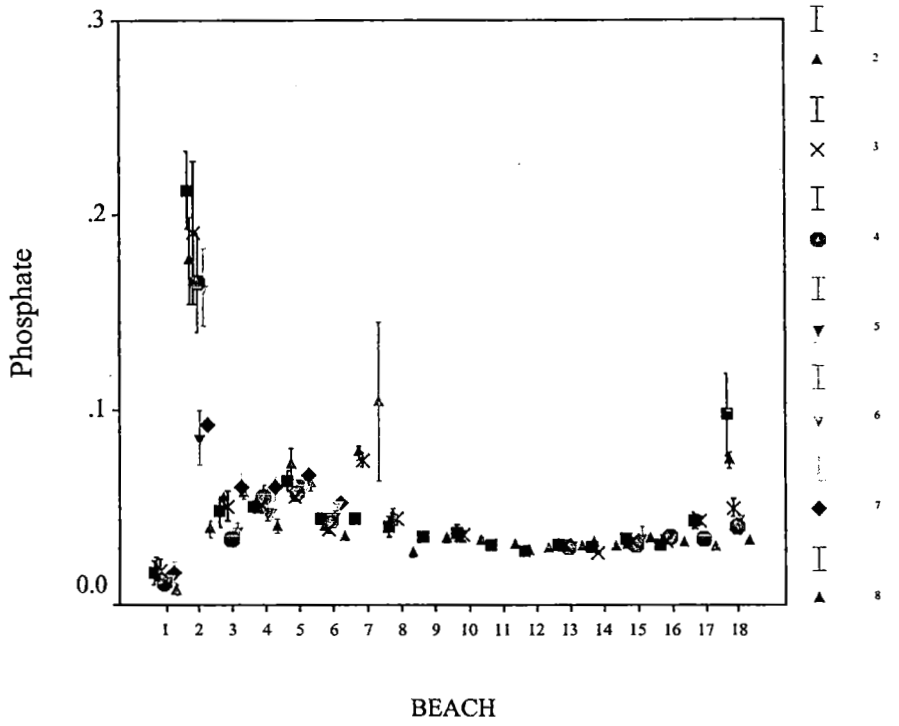
รูปที่ 25 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำเฉลี่ย (±SE) ของน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขต ของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก



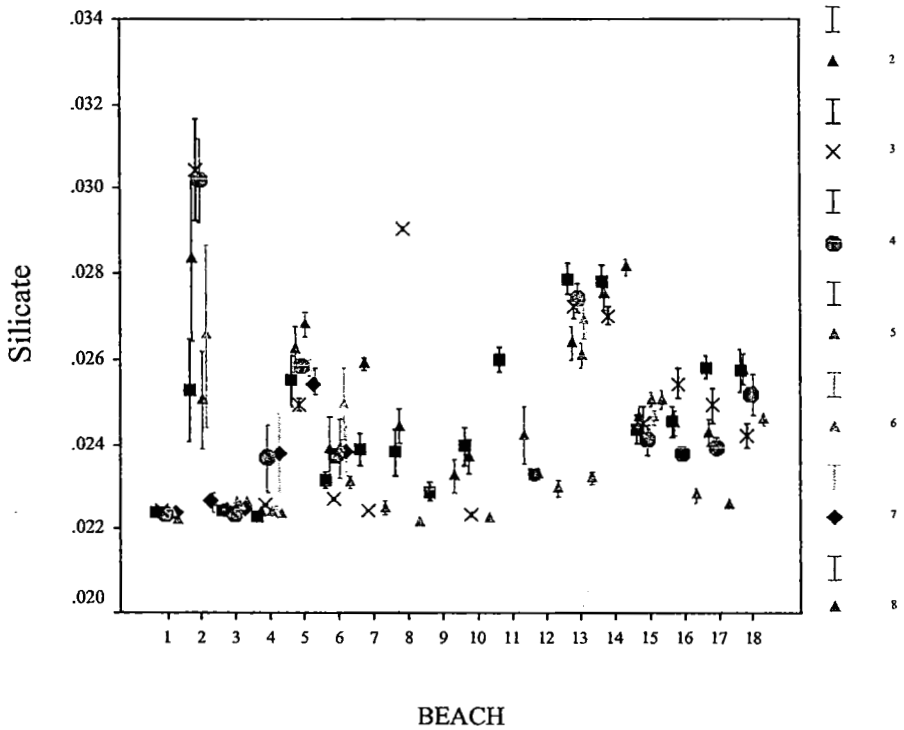
รูปที่ 26 ปริมาณไนเตรตเฉลี่ย (±SE) ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขต ของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก



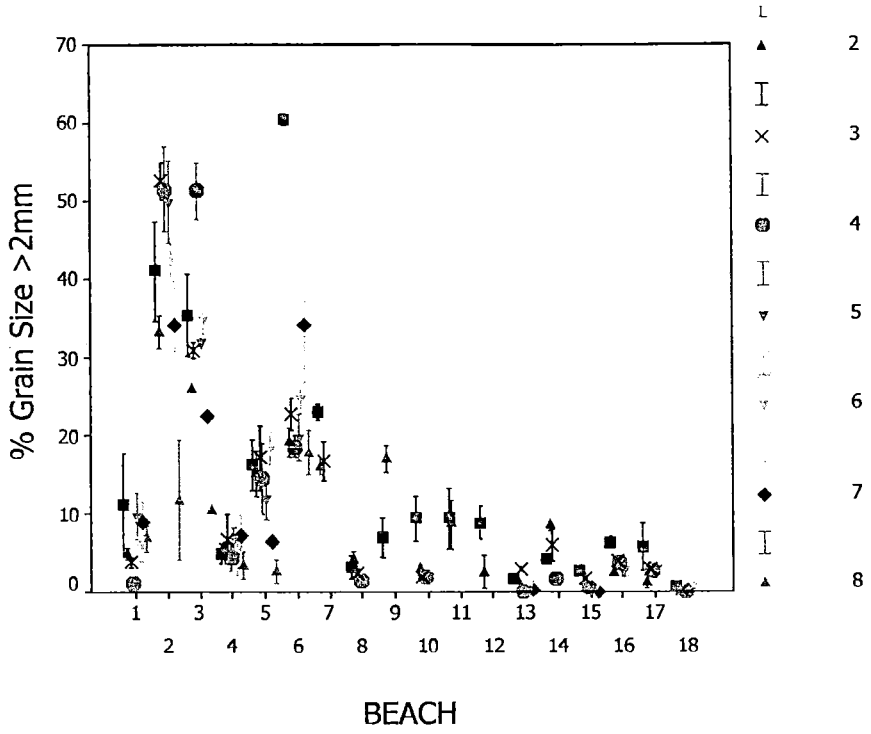
รูปที่ 27 ปริมาณไนไตรท์เฉลี่ย (±SE) ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขต ของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก



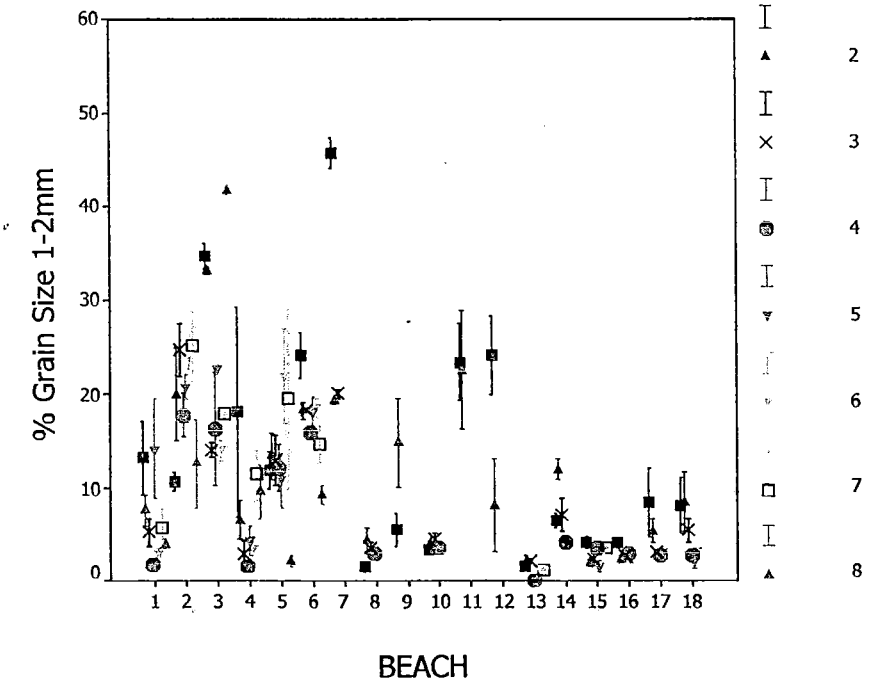
รูปที่ 28 ปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ย (±SE) ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขต ของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก



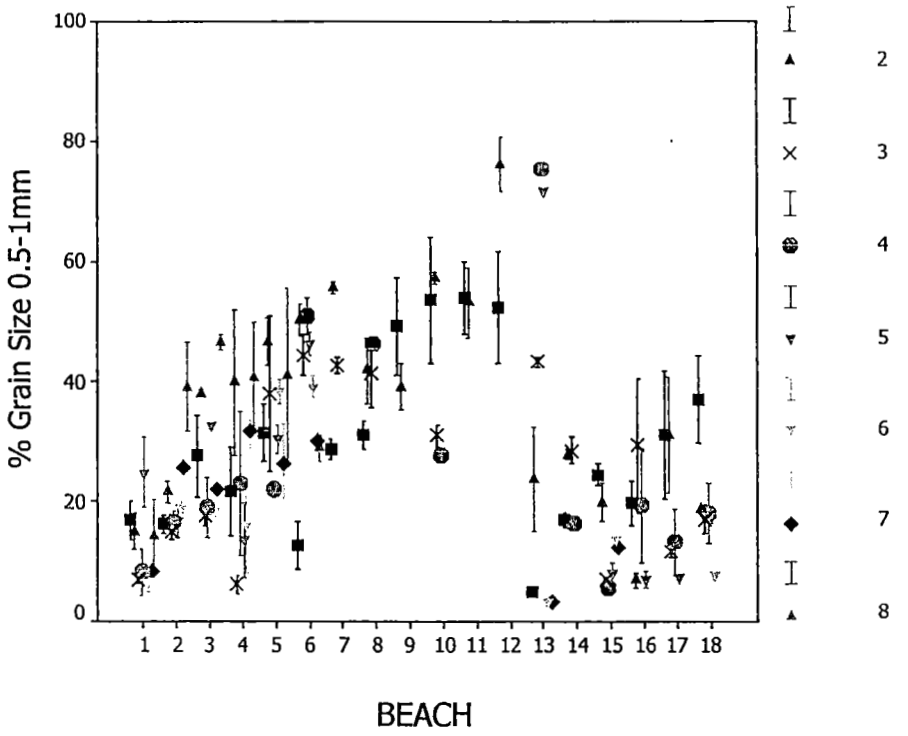
รูปที่ 29 ปริมาณซิลิเกตเฉลี่ย (±SE) ในน้ำที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาคทราย บน 8 เขต ของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก



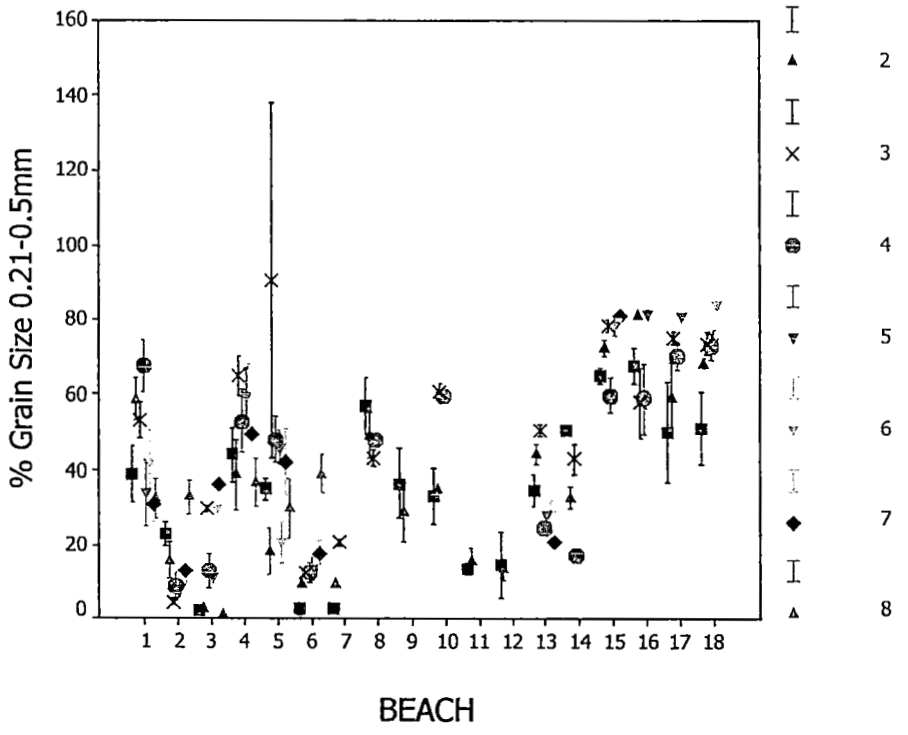
รูปที่ 30 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด >2 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่ง ในภาคตะวันออก



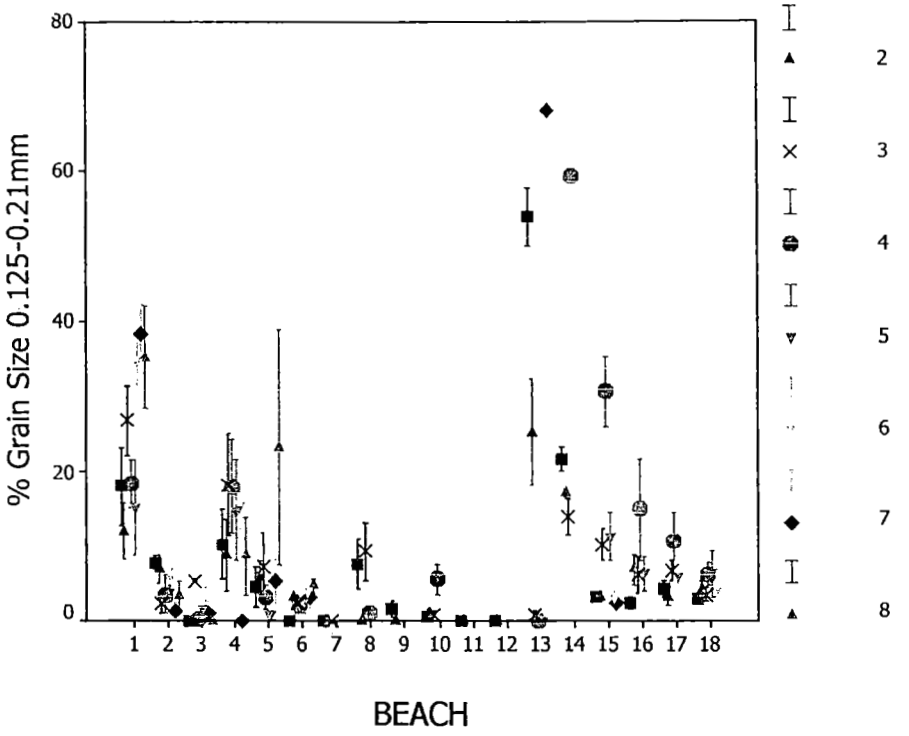
รูปที่ 31 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 1-2 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่ง ในภาคตะวันออก



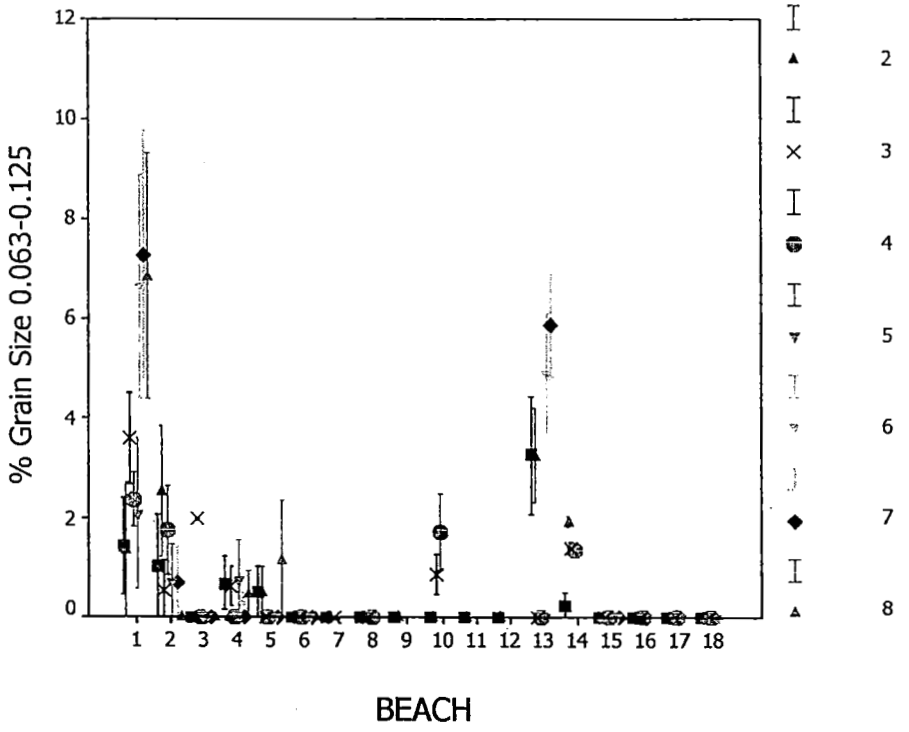
รูปที่ 32 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 0.5-1.0 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่ง ในภาคตะวันออก



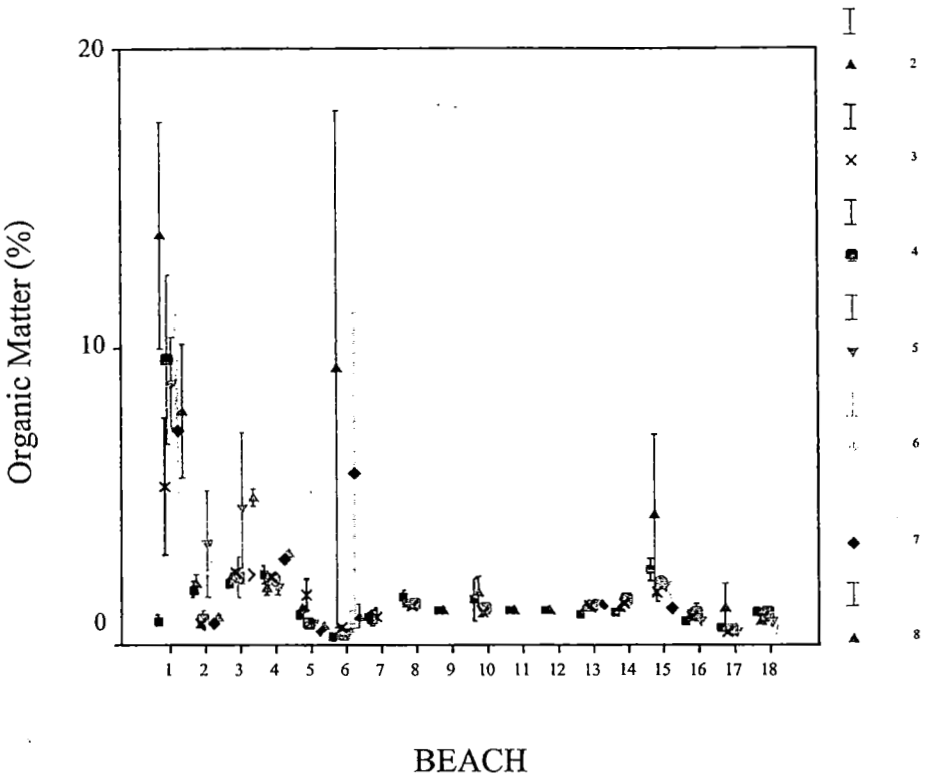
รูปที่ 33 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่ง ในภาคตะวันออก



รูปที่ 34 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 0.125-0.21 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่ง ในภาคตะวันออก



รูปที่ 35 ปริมาณสัมพัทธ์ของอนุภาคทรายขนาด 0.063-0.125 มม บน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่ง ในภาคตะวันออก



รูปที่ 36 ปริมาณอินทรีย์สารในทรายบน 8 เขตของหาดทราย 18 แห่งในภาคตะวันออก

3.6 ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่กับสิ่งแวดล้อมของที่อยู่อาศัย

3.6.1 ความชุกชุม

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของสัตว์แต่ละชนิด/กลุ่มกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม แสดงไว้ในตารางที่ 13 ความสัมพันธ์พิจารณาแยกตามกลุ่มของสัตว์ทะเลหน้าดินมีดังนี้

ความชุกชุมของ Polycheata ทุกครอบครัวไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย แต่มีความสัมพันธ์กับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร และ 0.21-0.5 มิลลิเมตร โดย Orbinidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร และ Neridae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร ความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย พบมีความสัมพันธ์กับ DO (ออกซิเจนที่ละลายน้ำ), ความเค็ม, อุณหภูมิ และไนไตรท์ โดย Neridae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับความเค็ม Lumbrineridae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิ Eunicidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม และ Maldanidae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับไนไตรท์

ความชุกชุมของ Crustacea ทุกกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย แต่มีความสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคทรายทุกขนาด โดย Paguridae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Macropthalnus* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร *Dotilla*

sp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร และ 0.125-0.21 มิลลิเมตร Xanthidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร Alpheidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร Palaemonidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.063-0.125 มิลลิเมตร และสำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย มีความสัมพันธ์กับ DO, ความเค็ม, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต โดย Paguridae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับความเค็ม *Macropthalnus* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต และ Alpheidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO และฟอสเฟต

ความชุกชุมของ Gastropoda ทุกกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย แต่มีความสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร, 1-2 มิลลิเมตร และ 0.21-0.5 มิลลิเมตร โดย *Natica* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ *Nerita* sp.1 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับขนาดอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตรและ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร สำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย มีความสัมพันธ์กับ DO, ความเค็ม, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต โดย *Natica* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต *Polinices* sp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม *Nerita1* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์, ฟอสเฟต

ความชุกชุมของ Bivalvia ในกลุ่ม *Gafrarium* sp., *Crassostrea cuculata*, *Donax* sp.3 และ *Tellina* sp.2 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย สำหรับความสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์กับอนุภาคทรายทุกขนาด โดย *Anomalocadia squamosa* และ *Venerupis decussata* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาดและ 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Meretrix lusonia* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร *Meretrix meretrix* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Gafrarium* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.125-0.21 มิลลิเมตร และ 0.063-0.125 มิลลิเมตร *Crice venus* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Dosinia* sp.1 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร *Dosinia* sp.2 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.125-0.21 มิลลิเมตร *Dosinia* sp.5 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 1-2 มิลลิเมตร *Irus* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร *Crassostrea cuculata* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร, 0.125-0.21 มิลลิเมตร และ 0.063-0.125 มิลลิเมตร *Trachycardium* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร *Mya arenaria* มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร, 1-2 มิลลิเมตร และ 0.5-1 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Arcuatula arcuatulai*, *Glossus* sp. และ *Mactra* sp.1 มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Tellina* sp.1 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร *Tellina* sp.2 มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบ

ตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.125-0.21 มิลลิเมตร และ 0.063-0.125 มิลลิเมตร *Mactra* sp.3 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร และสำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์กับ pH, DO, ความเค็ม, อุณหภูมิ, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต โดย *Anomalocadia squamosa* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับความเค็ม *Venerupis decussata* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต *Meretrix lusonia* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์, ฟอสเฟต และซิลิเกต *Meretrix meretrix*, *Crassostrea cuculatal*, *Arcuatula arcuatulai* และ *Glossus* sp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม *Gafrarium* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอุณหภูมิ แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับฟอสเฟต *Crice venus* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับค่า DO และฟอสเฟต *Dosinia* sp.1 และ *Lucinid* sp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิ *Dosinia* sp.3 มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ pH *Mya arenaria* และ *Mactra* sp.1 มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ DO และความเค็ม *Tellina* sp.2 มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ pH แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับความเค็ม

ความชุกชุมของ Echinodermata ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร และสำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์แบบตามกันกับไนเตรท ฟอสเฟต และซิลิเกต

3.6.2 **มวลชีวภาพ**

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของสัตว์แต่ละชนิด/กลุ่มกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม แสดงไว้ในตารางที่ 14 ความสัมพันธ์พิจารณาแยกตามกลุ่มของสัตว์ทะเลหน้าดินมีดังนี้

มวลชีวภาพของ Polycheata ทุกครอบครัวไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย แต่มีความสัมพันธ์กับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร, 0.5-1 มิลลิเมตร และ 0.21-0.5 มิลลิเมตร โดย Neridae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร Eunicidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และสำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย Neridae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม Lumbrineridae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิ Eunicidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO Maldanidae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับไนไตรท์ และ Nephtyidae มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม

มวลชีวภาพของ Crustacea ทุกกลุ่มไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย แต่มีความสัมพันธ์กับอนุภาคทรายทุกขนาด โดย *Portunus* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 1-2 มิลลิเมตร Paguridae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Macropthalnus* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร *Dotilla* sp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.125-0.21 มิลลิเมตร Alpheidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร Palaemonidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด6 *Emerita* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร และสำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย Paguridae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับความเค็ม *Macropthalnus* sp. มี

ความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์, ไนเตรท และฟอสเฟต Alpheidae มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO และฟอสเฟต และ Amphipoda มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม

มวลชีวภาพของ Gastropoda มีเพียง *Clea* sp.1 ที่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย ส่วนความสัมพันธ์กับอนุภาคทรายจะมีความสัมพันธ์กับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร, 1-2 มิลลิเมตร และ 0.21-0.5 มิลลิเมตร โดย *Natica* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ *Nerita* sp.1 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับขนาดอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตรและ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร สำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย มีความสัมพันธ์กับ DO, ความเค็ม, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต โดย *Natica* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต *Polinices* sp. มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม *Nerita1* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์, ฟอสเฟต

มวลชีวภาพของ Bivalvia ในกลุ่ม *Gafrarium* sp., *Crassostrea cuculata*, *Donax* sp.3 และ *Tellina* sp.2 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย สำหรับความสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์กับอนุภาคทรายทุกขนาด โดย *Anomalocadia squamosa*, *Venerupis decussata*, *Meretrix lusonia* และ *Crice venus* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Meretrix meretrix* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Gafrarium* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.125-0.21 มิลลิเมตร และ 0.063-0.125 มิลลิเมตร *Dosinia* sp.1 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร *Dosinia* sp.2 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.125-0.21 มิลลิเมตร *Dosinia* sp.5 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 1-2 มิลลิเมตร *Irus* sp. และ *Trachycardium* sp. มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร *Crassostrea cuculata* และ *Tellina* sp.2 มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.125-0.21 มิลลิเมตร และ 0.063-0.125 มิลลิเมตร *Mya arenaria* มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร, 1-2 มิลลิเมตร และ 0.5-1 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Mactra* sp.1 มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร *Mactra* sp.3 มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร และสำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย มีความสัมพันธ์กับ pH, DO, ความเค็ม, อุณหภูมิ, ไนไตรท์ และฟอสเฟต โดย *Anomalocadia squamosa* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับความเค็ม *Venerupis decussata* และ *Meretrix lusonia* มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์ และฟอสเฟต *Meretrix meretrix*, *Mya arenaria*, *Arcuatula arcuatulai*, *Glossus* sp. และ *Mactra* sp.1 มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็ม *Dosinia* sp.1 และ *Lucinid* sp.1มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิ *Tellina* sp.2 มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับ pH แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับความเค็ม

มวลชีวภาพของ Echinodermata ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย แต่มีความสัมพันธ์แบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาด >2 มิลลิเมตร และ 1-2 มิลลิเมตร แต่มีความสัมพันธ์แบบผกผัน

กับอนุภาคทรายขนาด 0.21-0.5 มิลลิเมตร และสำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทรายมีความสัมพันธ์แบบตามกันกับ DO, ไนเตรท และฟอสเฟต

โดยสรุป ความชุกชุมและมวลชีวภาพของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ส่วนมากจะไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ (organic matter) ในทราย มีเพียง Bivalvia ในกลุ่ม *Gafrarium* sp., *Crassostrea cuculata*, *Donax* sp.3, *Tellina* sp.2 และ Gastropoda ในกลุ่ม *Clea* sp.1 เท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์ ซึ่งลักษณะความสัมพันธ์จะเป็นแบบตามกัน หากมีความสัมพันธ์กับขนาดอนุภาคทราย ส่วนมากจะเป็นแบบตามกันกับอนุภาคทรายขนาดใหญ่และขนาดเล็ก แต่ผกผันกับอนุภาคทรายขนาดปานกลาง และสำหรับความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทรายส่วนมาก จะเป็นแบบตามกันกับ DO, ไนไตรท์, ไนเตรท, ฟอสเฟต และซิลิเกต แต่ผกผันกับ pH, ความเค็ม และอุณหภูมิ

ตารางที่ 13 Pearson's correlation coefficients แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่กับขนาดอนุภาคและคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย

	ขนาดอนุภาคทราย (มิลลิเมตร)							คุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย							
	>2	1-2	0.5-1	0.21-0.5	0.125-0.21	0.063-0.125	organic	pH	DO	ความเค็ม	อุณหภูมิ	ไนไตรท์	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
Orbinidae	-0.11	-0.083	**0.163***	0.013	-0.086	-0.039	-0.018	0.044	-0.008	0.128	0.11	-0.107	-0.047	-0.01	0.044
Glyceridae	-0.036	-0.051	0.002	0.061	-0.005	0.145	0.089	0.038	0.04	0.14	0.152	-0.051	-0.063	-0.019	0.023
Neridae	-0.067	-0.135	**-0.192***	**0.206***	0.029	-0.009	0.096	0.089	-0.131	**-0.306***	0.001	0.056	-0.084	-0.059	-0.015
Onuphidae	-0.055	-0.044	-0.125	0.104	0.139	-0.011	0.054	0.067	-0.051	-0.038	0.101	0.006	-0.035	-0.067	0.038
Lumbrineridae	-0.004	0.005	-0.043	0.055	-0.04	-0.017	0.041	0.014	-0.017	0.079	-0.3*	0.029	-0.038	-0.038	0.025
Spionidae	-0.081	-0.063	0.151	-0.007	-0.074	-0.027	-0.041	0.076	0.031	0.106	0.067	-0.093	-0.058	0.015	0.053
Eunicidae	0.04	-0.023	-0.116	0.106	-0.049	-0.057	-0.061	0.023	**0.171***	**-0.192***	-0.034	0.006	-0.08	0.023	-0.005
Arabellidae	0.073	0.07	0.111	-0.104	-0.038	-0.029	-0.03	0.036	-0.008	0.046	0.018	-0.055	-0.026	0.015	0.015
Maldanidae	-0.088	-0.086	-0.121	0.113	0.094	-0.046	-0.007	0.062	-0.071	**-0.223***	-0.02	**0.207***	-0.039	-0.042	0.028
Nephtyidae	-0.075	-0.077	-0.112	0.114	0.064	-0.039	-0.01	0.053	-0.093	-0.192	-0.027	0.1	-0.041	-0.039	0
Matuta sp.	-0.024	-0.035	0.125	0.092	-0.013	-0.025	-0.034	0.039	-0.077	0.015	0.009	-0.066	0.101	0.051	0.145
Thalarita sp.	0.016	0.027	0.05	-0.032	-0.037	-0.028	-0.034	0.078	0.155	0.005	0.025	0.113	-0.021	0.119	-0.048
Portunus sp.	0.086	0.142	0.061	-0.102	-0.058	-0.049	0.025	0.053	0.109	0.121	0.087	0.006	-0.024	0.007	-0.093
Paguridae	**0.378***	**0.329***	0.038	**-0.255***	-0.118	-0.051	0.048	0.13	0.151	**0.219***	-0.08	0.054	0.034	0.123	-0.091
Macropthalnus sp.	**0.417***	**0.184***	-0.1	-0.142	-0.091	-0.013	-0.033	0.14	**0.303***	-0.105	0.062	**0.26***	**0.325***	**0.592***	**0.188***
Dotilla sp.	**-0.164***	**-0.182***	**0.153***	-0.06	**0.152***	0.062	-0.104	-0.012	-0.156	0.078	-0.07	-0.038	-0.077	-0.081	0.147
Xanthidae	**0.219***	**0.229***	0.061	**-0.175***	-0.096	-0.057	0.041	0.084	0.134	0.111	0.057	0.077	-0.053	0.074	-0.108

ตารางที่ 13 (ต่อ)

	ขนาดอนุภาคทราย (มิลลิเมตร)							คุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย							
	>2	1-2	0.5-1	0.21-0.5	0.125-0.21	0.063-0.125	organic	pH	DO	ความเค็ม	อุณหภูมิ	ไนไตรท์	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
Alpheidae	**0.215***	0.119	0.015	-0.119	-0.065	-0.015	-0.059	0.092	**0.218***	-0.007	0.05	0.122	0.151	**0.413***	0.051
Panaeidae	0.003	-0.038	0.092	-0.05	-0.005	-0.036	-0.009	0.033	-0.017	0.052	0.062	-0.029	-0.007	0.04	-0.046
Palaemonidae	0.055	-0.026	-0.038	-0.062	0.075	**0.325***	-0.038	0.005	-0.021	0.068	-0.01	0.073	-0.048	0.014	-0.051
Emerita sp.	-0.076	-0.034	0.038	0.051	-0.057	-0.003	-0.045	0.071	0.046	0.105	0.003	-0.079	-0.047	-0.034	-0.068
Amphipoda	-0.054	-0.08	-0.073	0.126	-0.034	0.01	-0.068	0.056	0.072	-0.047	-0.042	-0.092	-0.078	-0.027	-0.052
Umbonium vestiarum	-0.022	0.015	-0.029	0.04	-0.02	-0.028	-0.003	0.013	-0.035	0.026	0.066	-0.011	0.06	0.032	-0.06
Cerithidiumum cingulata	0.04	0.063	-0.018	-0.029	-0.004	0.019	0.001	0.035	-0.044	0.078	0.046	-0.037	-0.023	0.004	-0.006
Natica sp.	**0.364***	0.138	-0.09	-0.116	-0.07	-0.036	0.021	0.105	**0.295***	-0.076	0.057	**0.209***	**0.24***	**0.384***	**0.198***
Polinices sp.	-0.084	-0.089	-0.049	0.144	-0.059	-0.04	-0.055	0.109	0.032	**-0.198***	-0.085	0.157	-0.032	0.025	0.025
Neritina sp.	-0.058	-0.047	-0.045	0.073	0.012	-0.028	-0.032	0.042	0.04	-0.131	-0.06	-0.02	-0.038	-0.016	0.017
Nerita sp.1	**0.366***	**0.2***	-0.037	**-0.181***	-0.066	-0.032	-0.019	0.107	**0.419***	-0.001	0.074	**0.287***	0.089	**0.385***	0.112
Nerita sp.2	0.137	0.04	-0.037	-0.041	-0.026	0.035	0.003	0.015	-0.039	0.069	0.024	0.044	-0.02	0.023	-0.054
Terebridae sp.	0.144	0.108	0.023	-0.097	-0.047	-0.028	0.053	0.019	0.047	0.072	0.046	-0.022	-0.023	-0.027	-0.058
Clea sp.1	0.062	0.072	0.095	-0.103	-0.038	-0.028	0.166	0.042	-0.012	0.035	0.022	-0.048	-0.034	-0.001	-0.034
Clea sp.2	-0.115	-0.11	-0.129	0.179	0.029	-0.06	-0.04	0.079	-0.165	**-0.296***	-0.057	-0.019	-0.077	-0.059	-0.007
Anomalocardia squamosa	**0.352***	**0.248***	0	**-0.188***	-0.121	-0.05	0.042	0.086	0.141	**0.17***	-0.106	0.041	-0.067	0.045	-0.133

ตารางที่ 13 (ต่อ)

	ขนาดอนุภาคทราย (มิลลิเมตร)							คุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย							
	>2	1-2	0.5-1	0.21-0.5	0.125-0.21	0.063-0.125	organic	pH	DO	ความเค็ม	อุณหภูมิ	ไนไตรท์	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
Venerupis decussata	**0.564***	**0.26***	-0.071	**-0.253***	-0.101	-0.017	-0.007	0.116	0.416*	0.037	0.073	0.241*	0.264*	0.573*	0.206*
Meretrix lusonia	**0.371***	**0.173***	-0.038	-0.174	-0.068	-0.003	0.007	0.082	0.268*	0.013	0.013	0.164	0.457*	0.503*	0.172*
Meretrix meretrix	-0.124	-0.103	-0.144	0.192*	0.029	-0.062	-0.036	0.095	-0.159	-0.306*	-0.032	0.047	-0.063	-0.072	0.013
Gafrarium sp.	-0.033	0.013	-0.139	-0.009	0.183*	0.182*	0.333*	-0.092	0.054	0.126	0.181*	0.112	0.053	-0.272*	-0.154
Crice venus	**0.375***	**0.168***	-0.025	**-0.176***	-0.082	-0.013	0.009	0.07	**0.247***	0.08	-0.012	-0.015	0.163	**0.259***	0.065
Dosinia sp.1	**0.22***	0.136	-0.031	-0.087	-0.078	-0.02	0.011	0.051	0.062	0.123	**-0.306***	0.009	-0.052	0.009	-0.095
Dosinia sp.2	-0.048	-0.04	-0.043	-0.079	**0.261***	0.014	-0.02	-0.005	0.022	-0.02	-0.063	-0.03	0.016	-0.044	0.082
Dosinia sp.3	-0.054	-0.081	-0.092	0.085	0.045	0.137	0.116	**-0.209***	-0.026	0.09	-0.01	0.045	-0.03	-0.002	-0.079
Dosinia sp.4	-0.057	-0.048	-0.069	0.12	-0.04	-0.028	-0.028	0.038	-0.103	-0.138	-0.029	-0.036	-0.027	-0.013	-0.001
Dosinia sp.5	0.008	**0.26***	0.081	-0.127	-0.055	-0.028	0.063	0.042	0.082	0.072	0.022	0.092	-0.027	0.039	-0.053
Siliqua ridiata	0.144	0.108	0.023	-0.097	-0.047	-0.028	0.053	0.019	0.047	0.072	0.046	-0.022	-0.023	-0.027	-0.058
Veneridae	-0.045	-0.075	-0.113	0.077	0.095	0.02	0.054	-0.047	-0.091	0.093	0.077	-0.032	0.006	-0.053	-0.077
Irus sp.	**0.294***	0.128	-0.009	-0.133	-0.078	-0.046	0.043	0.04	0.07	0.115	0.056	-0.047	-0.048	-0.026	-0.091
Lucinidae sp.1	0.109	0.075	-0.025	-0.028	-0.056	-0.033	0	0.039	0.107	0.077	**-0.397***	-0.028	-0.04	-0.021	-0.06
Lucinidae sp.2	0.054	0.001	0.008	-0.013	-0.03	-0.028	-0.034	0.027	-0.056	0.045	0.015	-0.027	-0.038	0.018	-0.013
Crassostrea cuculata	-0.041	-0.121	**-0.205***	0.046	**0.247***	**0.321***	**0.314***	-0.142	-0.019	**0.189***	0.142	0.065	-0.057	-0.06	-0.142
Trachycardium sp.	**0.242***	0.061	-0.048	-0.078	-0.047	0.018	0.002	0.026	-0.044	0.094	0.031	0.025	-0.032	0.028	-0.073

ตารางที่ 13 (ต่อ)

	ขนาดอนุภาคทราย (มิลลิเมตร)							คุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย							
	>2	1-2	0.5-1	0.21-0.5	0.125-0.21	0.063-0.125	organic	pH	DO	ความเค็ม	อุณหภูมิ	ไนไตรท์	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
Corbura modeata	-0.058	-0.047	-0.045	0.073	0.012	-0.028	-0.032	0.042	0.04	-0.131	-0.06	-0.02	-0.038	-0.016	0.017
Anodontia edentula	0.045	0.072	0.036	-0.042	-0.055	-0.028	-0.041	0.033	-0.032	0.044	0.033	-0.024	-0.025	0.054	0.097
Mya arenaria	**-0.155***	**-0.16***	**-0.215***	**0.285***	0.023	-0.086	0.035	0.118	**-0.18***	**-0.425***	-0.03	0.106	-0.094	-0.1	0.013
Arcuatula arcuatulai	-0.107	-0.098	**-0.152***	**0.193***	0.02	-0.057	-0.013	0.078	-0.12	**-0.282***	-0.017	0.112	-0.053	-0.067	0.029
Glossus sp.	-0.093	-0.101	**-0.138***	**0.154***	0.058	-0.051	-0.029	0.065	-0.138	**-0.248***	-0.046	-0.002	-0.067	-0.055	-0.011
Donax sp.1	0.122	0.031	0.011	-0.052	-0.044	-0.022	-0.043	0.025	-0.068	0.045	0.021	-0.035	0.074	0.145	0.025
Donax sp.2	0.054	0.001	0.008	-0.013	-0.03	-0.028	-0.034	0.027	-0.056	0.045	0.015	-0.027	-0.038	0.018	-0.013
Donax sp.3	-0.005	0.042	-0.091	0.042	0.009	0.061	**0.425***	-0.057	0.023	0.083	0.085	0.06	0.055	-0.147	-0.078
Tellina sp.1	-0.093	-0.096	**0.153***	0.002	-0.06	-0.04	-0.087	0.028	0.001	0.027	0.02	-0.092	-0.012	-0.047	0.066
Tellina sp.2	-0.014	-0.104	**-0.192***	0.034	**0.211***	**0.35***	**0.414***	**-0.236***	0.016	**0.229***	0.151	0.113	0.054	-0.024	-0.159
Tellina sp.3	-0.068	-0.058	-0.082	0.111	0.007	-0.011	-0.033	0.037	-0.093	-0.14	-0.044	-0.036	-0.027	-0.021	0.019
Mactra sp.1	-0.123	-0.135	**-0.173***	**0.21***	0.055	-0.068	-0.017	0.086	**-0.166***	**-0.335***	-0.052	0.021	-0.086	-0.073	-0.002
Mactra sp.2	-0.051	-0.064	-0.098	0.067	0.095	-0.011	0.045	-0.036	-0.079	0.057	0.037	0.127		-0.109	-0.069
Mactra sp.3	-0.054	-0.057	**0.188***	-0.059	-0.055	-0.028	-0.047	0.03	-0.03	0.044	0.022	-0.027	-0.013	0.072	0.042
Echinodermata	**0.46***	**0.185***	-0.076	**-0.196***	-0.065	0.018	-0.041	0.047	0.142	0.001	0.057	0	**0.447***	**0.638***	**0.239***

ตารางที่ 14 Pearson's correlation coefficients แสดงความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่กับขนาดอนุภาคและคุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย

	ขนาดอนุภาคทราย (มิลลิเมตร)							คุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย							
	>2	1-2	0.5-1	0.21-0.5	0.125-0.21	0.063-0.125	organic	pH	DO	ความเค็ม	อุณหภูมิ	ไนไตรท์	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
Orbinidae	-0.125	-0.105	0.136	0.023	-0.049	0.009	0.052	0.011	-0.039	0.132	0.142	-0.076	-0.006	-0.085	-0.022
Glyceridae	-0.004	0.051	0.015	0.002	-0.033	0.01	0.011	0.051	-0.006	0.12	0.106	-0.045	-0.028	-0.004	0.034
Neridae	-0.019	-0.077	**-0.184***	**0.161***	0.015	0.002	0.077	0.104	-0.12	**-0.22***	0.004	0.009	-0.049	-0.045	-0.034
Onuphidae	0.02	0.037	-0.006	0.083	0.021	-0.035	-0.002	0.072	-0.088	0.035	0.067	-0.014	0.023	0.035	0.096
Lumbrineridae	-0.01	-0.003	-0.052	0.065	-0.036	-0.015	0.05	0.011	-0.014	0.081	**-0.33***	0.035	-0.039	-0.048	0.015
Spionidae	-0.048	-0.056	0.044	0.042	-0.06	0.026	-0.036	0.091	0.16	0.077	0.05	-0.07	-0.047	-0.025	0.026
Eunicidae	**0.149***	0.059	-0.084	-0.003	-0.042	-0.048	-0.033	0.043	**0.254***	-0.097	0.005	0.099	-0.069	0.073	0.011
Arabellidae	0.073	0.07	0.109	-0.109	-0.039	-0.029	-0.03	0.035	-0.007	0.045	0.018	-0.055	-0.031	0.013	0.013
Maldanidae	-0.087	-0.085	-0.116	0.111	0.091	-0.045	-0.006	0.061	-0.065	**-0.222***	-0.02	**0.207***	-0.039	-0.041	0.031
Nephtyidae	-0.077	-0.077	-0.117	0.11	0.079	-0.04	-0.009	0.054	-0.089	**-0.196***	-0.024	0.14	-0.038	-0.04	0.006
Matuta sp.	-0.031	-0.031	0.082	0.004	-0.022	-0.005	-0.038	0.009	-0.062	-0.021	-0.022	-0.059	0	-0.004	0.146
Thalarita sp.	0.016	0.027	0.05	-0.032	-0.037	-0.028	-0.034	0.078	0.155	0.005	0.025	0.113	-0.021	0.119	-0.048
Portunus sp.	0.049	**0.258***	0.072	-0.134	-0.064	-0.036	0.059	0.049	0.106	0.09	0.033	0.076	-0.034	0.031	-0.068
Paguridae	**0.26***	**0.346***	0.046	**-0.218***	-0.11	-0.063	0.043	0.118	0.161	**0.195***	-0.153	0.052	-0.012	0.08	-0.096
Macropthalnus sp.	**0.278***	0.101	-0.135	-0.04	-0.062	0.034	0.039	0.05	**0.169***	-0.139	0.02	**0.261***	**0.222***	**0.401***	0.12
Dotilla sp.	**-0.168***	-0.184	0.076	-0.047	**0.227***	0.096	-0.101	-0.006	-0.13	0.076	-0.082	-0.009	-0.075	-0.078	0.148
Xanthidae	0.133	0.141	0.058	-0.117	-0.069	-0.044	0.031	0.069	0.142	0.072	0.055	0.063	-0.036	0.057	-0.085

ตารางที่ 14 (ต่อ)

	ขนาดอนุภาคทราย (มิลลิเมตร)							คุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย							
	>2	1-2	0.5-1	0.21-0.5	0.125-0.21	0.063-0.125	organic	pH	DO	ความเค็ม	อุณหภูมิ	ไนไตรท์	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
Alpheidae	0.208*	0.119	0.017	-0.117	-0.067	-0.021	-0.061	0.098	0.246*	-0.01	0.051	0.149	0.087	0.39*	0.051
Panaeidae	0.057	0.036	0.123	-0.111	-0.032	-0.038	-0.027	0.041	-0.012	0.058	0.041	-0.054	-0.032	0.026	-0.012
Palaemonidae	0.044	-0.034	-0.053	-0.074	0.113	0.437*	-0.032	-0.008	0.002	0.064	-0.021	0.109	-0.043	0.008	-0.059
Emerita sp.	-0.071	-0.09	-0.124	0.178	-0.03	-0.044	-0.057	0.019	0.099	-0.204*	-0.079	-0.076	-0.066	-0.04	-0.023
Amphipoda	-0.045	0.05	0.152*	-0.075	-0.059	-0.026	-0.03	-0.012	0.046	0.055	-0.014	-0.006	0.033	-0.035	0.036
Umbonium vestiarum	-0.022	0.015	-0.029	0.04	-0.02	-0.028	-0.003	0.013	-0.035	0.026	0.066	-0.011	0.06	0.032	-0.06
Cerithidiumum cingulata	0.01	0.142	-0.041	-0.046	0.019	0.062	0.03	0.032	-0.037	0.095	0.054	-0.034	0	0.005	0.021
Natica sp.	0.375*	0.14	-0.087	-0.124	-0.07	-0.032	0.022	0.1	0.292*	-0.07	0.056	0.19*	0.259*	0.403*	0.206*
Polinices sp.	-0.071	-0.08	-0.041	0.13	-0.06	-0.034	-0.049	0.093	0.035	-0.169*	-0.072	0.157	-0.027	0.002	0.034
Neritina sp.	-0.058	-0.047	-0.045	0.073	0.012	-0.028	-0.032	0.042	0.04	-0.131	-0.06	-0.02	-0.038	-0.016	0.017
Nerita sp.1	0.386*	0.211*	-0.036	-0.191*	-0.073	-0.035	-0.026	0.112	0.422*	-0.004	0.077	0.289*	0.095	0.428*	0.122
Nerita sp.2	0.137	0.04	-0.037	-0.041	-0.026	0.035	0.003	0.015	-0.039	0.069	0.024	0.044	-0.02	0.023	-0.054
Terebridae sp.	0.144	0.108	0.023	-0.097	-0.047	-0.028	0.053	0.019	0.047	0.072	0.046	-0.022	-0.023	-0.027	-0.058
Clea sp.1	0.062	0.072	0.095	-0.103	-0.038	-0.028	0.166*	0.042	-0.012	0.035	0.022	-0.048	-0.034	-0.001	-0.034
Clea sp.2	-0.091	-0.088	-0.119	0.133	0.062	-0.048	-0.027	0.06	-0.132	-0.233*	-0.045	-0.022	-0.062	-0.052	-0.02
Anomalocardia squamosa	0.331*	0.262*	0.008	-0.191*	-0.117	-0.049	0.05	0.078	0.117	0.168*	-0.097	0.037	-0.068	0.034	-0.131

ตารางที่ 14 (ต่อ)

	ขนาดอนุภาคทราย (มิลลิเมตร)							คุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย							
	>2	1-2	0.5-1	0.21-0.5	0.125-0.21	0.063-0.125	organic	pH	DO	ความเค็ม	อุณหภูมิ	ไนไตรท์	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
Venerupis decussata	**0.42***	**0.25***	-0.036	**-0.211***	-0.092	-0.026	-0.018	0.114	**0.423***	0.02	0.066	**0.308***	0.052	**0.411***	0.089
Meretrix lusonia	**0.328***	**0.261***	0.02	**-0.204***	-0.107	-0.046	-0.017	0.135	**0.417***	0.039	-0.018	**0.288***	0.047	**0.375***	0.025
Meretrix meretrix	-0.114	-0.1	-0.14	**0.171***	0.049	-0.057	-0.035	0.082	-0.155	**-0.283***	-0.042	0.03	-0.067	-0.066	-0.003
Gafrarium sp.	-0.04	-0.033	-0.146	0.019	**0.174***	**0.21***	**0.283***	-0.097	0.04	0.03	0.13	0.085	-0.013	**-0.217***	-0.13
Crice venus	**0.382***	**0.154***	-0.021	**-0.17***	-0.09	-0.034	0.026	0.057	0.103	0.117	0.01	-0.027	0.021	0.093	-0.049
Dosinia sp.1	**0.157***	**0.206***	0.005	-0.11	-0.08	-0.016	0.033	0.055	0.079	0.126	**-0.24***	0.055	-0.05	0.023	-0.096
Dosinia sp.2	-0.048	-0.04	-0.043	-0.079	**0.261***	0.014	-0.02	-0.005	0.022	-0.02	-0.063	-0.03	0.016	-0.044	0.082
Dosinia sp.3	-0.048	-0.056	-0.083	0.075	0.039	0.086	-0.018	-0.043	-0.005	0.068	-0.029	-0.004	-0.02	0.023	-0.054
Dosinia sp.4	-0.057	-0.048	-0.069	0.12	-0.04	-0.028	-0.028	0.038	-0.103	-0.138	-0.029	-0.036	-0.027	-0.013	-0.001
Dosinia sp.5	0.008	**0.26***	0.081	-0.127	-0.055	-0.028	0.063	0.042	0.082	0.072	0.022	0.092	-0.027	0.039	-0.053
Siliqua ridiata	0.144	0.108	0.023	-0.097	-0.047	-0.028	0.053	0.019	0.047	0.072	0.046	-0.022	-0.023	-0.027	-0.058
Veneridae	-0.04	-0.055	-0.105	0.03	0.145	0.053	0.118	-0.041	-0.048	0.084	0.044	0	0.044	-0.106	-0.072
Irus sp.	**0.286***	0.129	-0.005	-0.134	-0.076	-0.045	0.045	0.037	0.062	0.112	0.056	-0.044	-0.045	-0.024	-0.088
Lucinidae sp.1	0.113	0.076	-0.025	-0.029	-0.057	-0.033	0	0.04	0.109	0.079	**-0.395***	-0.029	-0.041	-0.021	-0.061
Lucinidae sp.2	0.054	0.001	0.008	-0.013	-0.03	-0.028	-0.034	0.027	-0.056	0.045	0.015	-0.027	-0.038	0.018	-0.013
Crassostrea cuculata	-0.045	-0.093	**-0.183***	0.005	**0.285***	**0.272***	**0.266***	-0.104	0.083	0.162	0.153	0.043	-0.051	-0.129	-0.126
Trachycardium sp.	**0.291***	0.065	-0.04	-0.099	-0.057	-0.02	-0.001	0.031	-0.028	0.086	0.026	-0.02	-0.036	0.02	-0.066

ตารางที่ 14 (ต่อ)

	ขนาดอนุภาคทราย (มิลลิเมตร)							คุณภาพน้ำระหว่างอนุภาคทราย							
	>2	1-2	0.5-1	0.21-0.5	0.125-0.21	0.063-0.125	organic	pH	DO	ความเค็ม	อุณหภูมิ	ไนไตรท์	ไนเตรท	ฟอสเฟต	ซิลิเกต
Corbura modeata	-0.058	-0.047	-0.045	0.073	0.012	-0.028	-0.032	0.042	0.04	-0.131	-0.06	-0.02	-0.038	-0.016	0.017
Anodontia edentula	0.045	0.072	0.036	-0.042	-0.055	-0.028	-0.041	0.033	-0.032	0.044	0.033	-0.024	-0.025	0.054	0.097
Mya arenaria	**-0.154***	**-0.161***	**-0.213***	**0.272***	0.043	-0.086	0.024	0.113	-0.184	**-0.424***	-0.039	0.078	-0.099	-0.1	0.007
Arcuatula arcuatulai	-0.091	-0.076	-0.129	0.128	0.074	-0.046	-0.014	0.064	-0.101	**-0.224***	-0.019	**0.222***	-0.031	-0.041	0.031
Glossus sp.	-0.086	-0.094	-0.126	0.147	0.045	-0.047	-0.026	0.061	-0.127	**-0.23***	-0.043	-0.005	-0.062	-0.05	-0.012
Donax sp.1	0.047	-0.024	0.113	-0.06	-0.062	-0.032	-0.048	0.006	-0.113	0.063	-0.001	-0.026	0.052	0.076	0.08
Donax sp.2	-0.04	-0.034	-0.038	0.045	0.03	-0.028	-0.038	0.027	-0.056	0.045	0.015	-0.027	-0.038	0.018	-0.013
Donax sp.3	0.014	0.075	-0.086	0.01	0.016	0.091	**0.362***	-0.058	0.021	0.087	0.093	0.059	0.072	-0.15	-0.079
Tellina sp.1	-0.027	-0.023	0.098	-0.003	-0.078	-0.057	-0.06	0.006	0.024	0.04	0.025	-0.105	0	-0.047	0.017
Tellina sp.2	0.094	-0.016	**-0.175***	-0.045	**0.185***	**0.322***	**0.393***	**-0.225***	0.117	**0.208***	0.151	0.16	0.165	0.047	-0.091
Tellina sp.3	-0.081	-0.07	-0.092	0.055	0.136	0.004	-0.038	0.028	-0.065	-0.126	-0.069	-0.043	-0.016	-0.04	0.059
Mactra sp.1	-0.109	-0.123	**-0.156***	**0.193***	0.042	-0.061	-0.009	0.078	-0.149	**-0.299***	-0.045	0.008	-0.078	-0.067	-0.008
Mactra sp.2	-0.051	-0.064	-0.098	0.067	0.095	-0.011	0.045	-0.036	-0.079	0.057	0.037	0.127	.	-0.109	-0.069
Mactra sp.3	-0.054	-0.057	**0.188***	-0.059	-0.055	-0.028	-0.047	0.03	-0.03	0.044	0.022	-0.027	-0.013	0.072	0.042
Echinodermata	**0.473***	**0.168***	-0.077	**-0.195***	-0.066	0.017	-0.036	0.065	0.233*	0.006	0.059	0.011	**0.44***	**0.615***	0.282

บทที่ 4
วิเคราะห์ผลการศึกษาและสรุป

การศึกษาระบบนิเวศหาดทรายในประเทศไทยมีอยู่จำกัดมาก (วิภูษิต มัณฑะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ, 2541) หาดทรายเป็นทรัพยากรชายฝั่งทะเลที่มีอยู่เฉพาะแหล่งที่ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด จึงง่ายต่อการถูกรบกวนทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพ เพราะขนาดของอนุภาคใหญ่ทำให้ง่ายต่อการถูกพัดพาจากคลื่น ลม และกระแสน้ำ โดยเฉพาะเมื่อสมดุลย์ของชายฝั่งนั้นเปลี่ยนแปลงไปจากสาเหตุทั้งทางธรรมชาติและจากมนุษย์ ทำให้เกิดการกัดเซาะของหาดทรายขึ้น (สิน สินสกุล และคณะ, 2542) ทางชีวภาพนั้นการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารบริเวณชายฝั่งทำให้เกิด Eutrophication มีผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตบนหาดทราย และเมื่อเกิดการทับถมของอินทรีย์สารและโคลนมากขึ้นก็ทำให้ลักษณะทางกายภาพของหาดทรายสูญสิ้นไปได้ การศึกษาระบบนิเวศหาดทรายครั้งนี้จะทำให้ทราบลักษณะและสภาพปัจจุบันของหาดทรายในภาคตะวันออกของประเทศไทย โดยเฉพาะความหลากหลายทางชีวภาพและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดการวิเคราะห์ผลการศึกษาแบ่งเป็นหัวข้อหลักที่สำคัญได้ดังนี้

4.1 ลักษณะและชนิดของหาดทราย

บริเวณที่พบหาดทรายในภาคตะวันออกจะอยู่กระจายตลอดแนวชายฝั่งของภาคตะวันออก ความไม่ต่อเนื่องของหาดทรายเกิดจากลักษณะของชายฝั่งที่เป็นทางน้ำจากแผ่นดินที่มีขนาดใหญ่พอที่ทำให้เกิดการทับถมของดินตะกอนจากแผ่นดินเกิดเป็นหาดโคลนและป่าชายเลน ส่วนบริเวณที่เป็นหาดทรายมักจะอยู่ห่างจากทางน้ำนี้ นอกจากนี้ยังน่าจะขึ้นกับลักษณะทางธรณีวิทยาของชายหาดแต่ละแห่งด้วย

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าหาดทรายในภาคตะออกมีความกว้างตามภาคตัดขวางไม่มากนัก เมื่อน้ำลงต่ำสุดความกว้างของหาดจะไม่เกิน 200 เมตร เมื่อพิจารณาจัดจำแนกชนิดของหาดทรายตาม Mclachlan and Jaramillo (1995) โดยพิจารณาความกว้างของเขตที่อยู่เหนือและใต้ระดับน้ำใต้ดิน (water line) ได้ดังนี้

Relective sandy beach เป็นหาดที่มีทั้งเขตทรายแห้งและเขตคลื่นแตกตัวแคบและชันมาก ทรายที่พบเป็นองค์ประกอบหลักจะเป็นทรายหยาบ (> 0.5 มม) ที่พบได้แก่ หาดพยูน-น้ำริน และหาดแสงจันทร์

Intermediate sandy beach (หรือ Relective fine sand) เป็นหาดที่มีเขตทรายแห้งแคบ แต่เขตคลื่นแตกตัวกว้าง องค์ประกอบหลักของทรายเป็นทรายละเอียดถึงละเอียดมาก ซึ่งหาดส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาเป็นหาดชนิดนี้

Dissipative sandy beach เป็นหาดที่มีเขตทรายแห้งกว้าง แต่เขตคลื่นแตกตัวแคบ ทรายที่พบส่วนใหญ่เป็นทรายละเอียดมากที่พบในการศึกษา ได้แก่ หาดแม่รำพึง หาดสวนสน และหาดแม่พิมพ์

ทั้งนี้การศึกษาระบบนิเวศหาดทรายในประเทศไทย มีเฉพาะการศึกษาของ Dexter (1996) ที่มีการจัดจำแนกชนิดหาดทรายทางด้านตะวันตกของเกาะภูเก็ต โดยหาด reflective sandy beach ที่พบได้แก่ หาดทรายแก้ว หาดไม้ขาว และหาดกมาลา intermediate sandy beach ได้แก่ หาดนายทอน หาดบางเทา หาดสุริน หาดกะรน และหาดกะตะ ขณะที่หาดทราบแบบ dissipative sandy beach ได้แก่ หาด ไนยาง หาดป่าตอง และหาดกะตะ

จากความแตกต่างของชนิดของหาดทรายดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อหาดทรายในภาคตะวันออก ที่ส่วนใหญ่มีอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำอยู่ในระดับปานกลาง และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของอนุภาคทรายในแต่ละหาด และสีของทรายพบว่ามีความแตกต่างกันแสดงให้เห็นแหล่งกำเนิดของทรายที่แตกต่างกัน

4.2 ประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่

4.2.1 สภาพโดยทั่วไป

หาดทรายในภาคตะวันออกที่ทำการศึกษาพบมีสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่อยู่เพียง 5 กลุ่มหลัก รวม 76 taxon ซึ่งต่ำกว่าหาดทรายของเกาะภูเก็ตที่ Dexter (1996) รายงานพบสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ 7 กลุ่มใหญ่ 138 ชนิด ความแตกต่างของจำนวนชนิดที่พบขึ้นกับความถี่ของการเก็บตัวอย่าง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้แต่ละหาดเก็บข้อมูลเพียงครั้งเดียวในขณะที่ Dexter (1996) เก็บข้อมูลแต่ละหาดหลายครั้ง นอกจากนี้หากพิจารณาจำนวนชนิดที่พบในแต่ละหาดแล้วพบว่าหาดทรายในภาคตะวันออกของประเทศไทย พบสัตว์น้อยกว่าหาดทรายของภูเก็ตที่พบ 44-75 ชนิด (Dexter, 1996) โดยทั่วไปจำนวนชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่พบในแต่ละหาดจากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วง 1-22 ชนิด เฉลี่ย 10 ชนิด/หาด ขณะที่ในภาคตะวันออกของประเทศไทยมีการศึกษาเฉพาะพื้นที่มีเฉพาะข้อมูลของหาดบางแสน-วอนนภา เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) พบสัตว์ 7 กลุ่ม 22 ชนิด และวิภูษิต มัณฑะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ (2543) พบสัตว์เพียง 4 กลุ่ม 6 ชนิด

เมื่อพิจารณากลุ่มของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ พบว่ามีความแตกต่างระหว่างหาดทรายที่ทำการศึกษา ผลการศึกษาครั้งนี้พบหอยสองฝาเป็นสัตว์กลุ่มเด่นโดยพบถึง 43.8%ของจำนวนชนิด 79.24% ของความชุกชุมรวม และ 86.02%ของมวลชีวภาพรวม ขณะที่ Dexter(1996) รายงานว่าสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่พบเด่นในแต่ละหาดจะแตกต่างกันออกไปเมื่อพิจารณาตามความชุกชุม เช่น หาดไนยาง หาดกะตะ และหาดนายหาน พบ Polychaete และ Crustacean แต่หาดป่าตองกลับพบหอยเสียบ (*Donax* sp.) และ mysid เป็นกลุ่มหลัก เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) รายงานจากการศึกษาเมื่อปี พ.ศ 2534 พบว่าสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ที่พบเป็นกลุ่มหลักของหาดบางแสนเมื่อพิจารณาจากความชุกชุม และมวลชีวภาพ ได้แก่ Polychaete, Crustacea และ Mollusc

เป็นที่น่าสังเกตว่าหาดป่าตองของภูเก็ตเป็นหาดที่เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ มีโรงแรมและกิจกรรมการท่องเที่ยวที่หนาแน่นและยาวนาน รวมทั้งเคยมีรายงานการเกิดปัญหา Eutrophication คล้ายกับหาดหาดบางแสน-วอนนภา ซึ่งหาดเหล่านี้พบหอยเสียบมีความชุกชุมสูงมาก (วิภูษิต มัณฑะจิตร, 2540) แต่ก็มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างฤดูกาลมาก (วิภูษิต มัณฑะจิตร และมนัสวงษ์ ฮวดไฉ, 2543, Dexter, 1996) เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2536) พบหอยเสียบมีความชุกชุมเฉลี่ย 1-164 ตัว/ม^2 และมวลชีวภาพเฉลี่ย 0.24-0.80 กรัม/เมตร^2 ซึ่งต่ำกว่ารายงานอื่นๆและผลการศึกษาในครั้งนี้มาก การที่พบหอยเสียบไม่สูงมากอาจเนื่องจากตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างไม่อยู่ในตำแหน่งที่อยู่ของหอยเสียบ ทั้งนี้ขอบเขตการกระจายพันธุ์ของหอยเสียบบนหาดทรายแคบมากอยู่เฉพาะในเขตที่มีน้ำไหลซึมออกมาจากแผ่นดินเท่านั้น (Donn *et al.*, 1986)

Dexter (1996) สรุปว่าการพบหอยเสียบมากที่หาดป่าตองเป็นผลเนื่องมาจากการมี benthic diatom อยู่หนาแน่นในบริเวณถิ่นที่อยู่ของหอยเสียบ แต่ยังไม่มีข้อมูลที่แสดงให้เห็นว่ามีปัจจัยสิ่งแวดล้อมใดที่เกี่ยวข้องกับความชุกชุมของ benthic diatom ในบริเวณนี้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ford *et al.* (1999) ที่พบว่าการแปรผันของตัวอ่อนสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดทรายขึ้นกับปริมาณสาหร่ายทะเลที่เป็นแหล่งของอินทรีย์สารและอาหาร

ของสัตว์ทะเลหน้าดิน Dugan and McLachlan (1999) แสดงให้เห็นว่าหอยเสียบ (*Donax serra*) นอกจากจะไม่มีการเคลื่อนย้ายระหว่างเขตบนหาดทรายตามการขึ้นลงของน้ำแล้ว ยังมีการเคลื่อนที่ตามแนวขนานฝั่งน้อยมาก แม้จะมีอิทธิพลของกระแสน้ำชายฝั่ง (longshore current)

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวัดคุณสมบัติของน้ำที่ไหลออกมาจากแผ่นดินตามแนวของ water line เพื่อต้องการทราบว่ามีอิทธิพลของน้ำจืดจากแผ่นดินต่อระบบนิเวศหาดทรายหรือไม่อย่างไร ผลแสดงให้เห็นว่าน้ำที่ไหลซึมออกมาดังกล่าวไม่ได้เป็นน้ำทะเลที่ถูกกักอยู่ในระหว่างอนุภาคทรายขณะน้ำขึ้นเท่านั้น แต่ยังมีน้ำจืดที่เป็นน้ำใต้ดินไหลออกมาผสมด้วย ทั้งนี้มีหลักฐานที่แสดงได้คือความเค็มของน้ำทะเลเฉพาะในเขต water line จะต่ำกว่าในและน้ำทะเลในบริเวณใกล้เคียง นอกจากนี้พบว่าหาดทรายบางแห่ง เช่น หาดบางแสน-วอนนภา บางพระ และศรีราชา มีธาตุอาหารโดยเฉพาะ ไนเตรท ฟอสเฟต และ ซิลิเกต ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช สูงกว่าในเขตคลื่นแตกตัว และน้ำทะเลในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่ทำให้พบ benthic diatom ชุกชุมมากในบริเวณนี้ และน่าจะมีผลต่อเนื่องถึงการกระจายพันธุ์ของหอยเสียบในบริเวณนี้เช่นกัน แต่เนื่องจากยังไม่มีหลักฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง benthic diatom กับปริมาณธาตุอาหารในน้ำระหว่างอนุภาค จึงควรมีการศึกษาเรื่องนี้ต่อไป

การพบหอยเสียบมากบริเวณหาดทรายที่มีกิจกรรมของชุมชนมาก มีธาตุอาหารในน้ำระหว่างอนุภาคมาก ซึ่งมีอิทธิพลต่อสาหร่ายทะเลและต่อหอยเสียบ ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการใช้หอยเสียบเป็นดัชนีทางชีวภาพ (Bioindicator) เพื่อชี้วัดวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมของหาดทรายและน้ำทะเลชายฝั่งได้

4.2.2 ความแตกต่างระหว่างหาดหาดทราย

ความหลากหลายของชนิด และความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินของแต่ละหาดที่ทำการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างกันสาเหตุน่าจะมาจากชนิดของหาดทรายที่แตกต่างกัน ตารางที่ 12 แสดงผลเปรียบเทียบการศึกษาประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ในภูมิภาคต่างๆของโลกทั้งเขตร้อนและอบอุ่น (ดัดแปลงจาก Dexter, 1996) พบว่าหาดทรายต่างๆมีความผันแปรของจำนวนชนิดที่พบสูงมากคือ 12-132 ชนิด ทั้งนี้ Dexter (1996) ชี้ให้เห็นว่าความแปรผันของจำนวนชนิดที่พบจะสัมพันธ์กับชนิดของหาดทราย โดยหาดทรายที่อยู่ในที่ที่คลื่นลมสงบจะมีความหลากหลายของจำนวนชนิดมากที่สุด และลดลงตามความรุนแรงของคลื่นลมที่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้หาดทรายที่มีคลื่นลมสงบมักอยู่ใกล้กับระบบนิเวศอื่น เช่น หาดโคลน และแหล่งหญ้าทะเล ที่ทำให้มีความหลากหลายของแหล่งที่อยู่มาก และมีสิ่งมีชีวิตหลากหลายมากขึ้น

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าแบ่งหาดทรายออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ พบสัตว์มากมีความชุกชุม และมวลชีวภาพเฉลี่ย 2000 ตัว/0.25 ม^2 และ 300-400 กรัม/0.25 ม^2 ซึ่งได้แก่หาดบางแสน และหาดวอนนภา กลุ่มที่พบปานกลางมีความชุกชุมและมวลชีวภาพเฉลี่ย 100-300 ตัว/0.25 ม^2 และ 50-100 กรัม/0.25 ม^2 ได้แก่ หาดบางพระ ศรีราชา แหลมฉบัง พัทยา บางเสร่ ลานทราย และมุกแก้ว และกลุ่มที่พบสัตว์น้อยมีความชุกชุมและมวลชีวภาพเฉลี่ย <100 ตัว/0.25 ม^2 และ <50 กรัม/0.25 ม^2 หาดพยูน แม่รำพึง สวนสน แม่พิมพ์ คุ้งวิมาน แหลมเสด็จ บานชื่น และ ชาญชล ทั้งนี้ความแตกต่างของความชุกชุมของสัตว์ที่พบจะขึ้นกับชนิดของหาดทรายที่สัมพันธ์กับความกว้างของแต่ละเขต ซึ่งหาดแบบที่มีเขตที่สัตว์อาศัยอยู่ได้มากจึงมีความชุกชุมและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูงที่สุด นั้นคือหาดแบบ Intermediate ที่มีเขตคลื่นแตกตัวกว้างที่สุด ในลำดับต่อมาจะเป็นหาดแบบ Dissipative ที่มีเขตคลื่นแตกตัวสั้น แต่มีเขตทรายแห้งกว้างมาก และท้ายสุดหาดแบบ Reflective ทั้งสองเขตจะแคบมาก Dexter (1996) ชี้ให้เห็นว่าหาดทรายที่พบสัตว์ชุกชุมมากจะเป็นหาดที่ได้รับอิทธิ

พลของคลื่นลมน้อย และเมื่ออิทธิพลของคลื่นลมมากขึ้น ความชุกชุมจะลดลง (ตารางที่ 15) อย่างไรก็ตามยังมีปัญหาในการพิจารณาว่าหาดใดเป็นหาดที่ได้รับคลื่นลมมาก หรือรับคลื่นลมน้อย ทั้งนี้การพิจารณาน่าจะเริ่มจากลักษณะของหาดซึ่งสะท้อนให้เห็นผลรวมของอิทธิพลของคลื่นและลม โดย Reflective มีคลื่นลมน้อย Intermediate มีคลื่นลมปานกลาง และ Dissipative มีอิทธิพลของคลื่นและลมมาก ซึ่งขัดแย้งกับการพิจารณาของ Dexter (1996) ที่พิจารณาว่า Reflective มีคลื่นลมมาก Intermediate มีคลื่นลมปานกลาง และ Dissipative มีอิทธิพลของคลื่นและลมน้อย ดังนั้นหากลักษณะของหาดเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดความชุกชุมและความหลากหลายของสัตว์ คลื่นและลมก็จะเป็นปัจจัยรอง ซึ่งหากหาดแบบ Intermediate เป็นหาดที่มีสัตว์มากที่สุด ดังนั้นหาดที่ได้รับอิทธิพลจากคลื่นและลมปานกลางก็น่าจะเป็นหาดที่มีสัตว์มากที่สุด ขณะที่หาดที่มีอิทธิพลจากคลื่นและลมมากและน้อย จะมีสัตว์น้อยกว่า

4.2.3 การแบ่งเขตแหล่งที่อยู่อาศัย

การแบ่งเขตแหล่งที่อยู่อาศัยในแต่ละหาดยังเป็นเรื่องที่ผู้ที่ทำการศึกษาระบบนิเวศหาดทรายให้ความสนใจ (Haynes and Quinn, 1995; Dexter, 1996) โดยมีการแบ่งสองระบบที่เป็นที่ยอมรับกันคือ ระบบของ Dahl (1952) และระบบของ Salvat (1964, 1966, 1967) ทั้งนี้รูปแบบการแบ่งเขตของสัตว์ทะเลที่พบมักมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดย Haynes and Quinn (1995) ได้สรุปไว้เป็น 4 รูปแบบ คือ 1) species diversity เพิ่มขึ้นเมื่อเขตตามระดับน้ำทะเล (tidal height) ลดลง 2) ความชุกชุมของ infauna เพิ่มขึ้นเมื่อเขตตามระดับน้ำทะเลลดลง 3) องค์ประกอบชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ในแต่ละเขตตามระดับน้ำทะเลแตกต่างกัน และ 4) แต่ละเขตตามระดับน้ำจะมีสิ่งมีชีวิตชนิดเด่นที่ถือเป็นลักษณะของแต่ละเขต จากการศึกษาครั้งนี้ได้ผลสอดคล้องกับข้อสรุปข้อที่ 3 และ 4 แต่ข้อที่ 1 และ 2 พบว่ามีความผันแปรขึ้นกับกลุ่มของสัตว์ที่พบในแต่ละหาด

จากข้อสรุปของ Haynes and Quinn (1995) เป็นผลจากการศึกษาหาดทรายที่มี polychaete เป็นกลุ่มเด่น ซึ่ง polychaete เป็นสัตว์กลุ่มที่ฝังตัวอยู่ในทรายและต้องการความชุ่มชื้นสูงดังนั้นจึงพบมากขึ้นตามเขตที่ต่ำลงตามระดับน้ำ แต่การศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีความแปรผันในระหว่างผลการศึกษาของแต่ละหาดมาก โดยหาดทรายที่พบหอยสองฝาเป็นกลุ่มหลัก เช่นหาดบางแสน-วอนนภา ซึ่งหอยสองฝาเหล่านี้มักพบมากในเขตที่มีน้ำไหลออกมาจากแผ่นดิน และพบน้อยลงตามเขตที่ต่ำลงตามระดับน้ำ ขณะในหาดที่พบ crustacea, gastropoda หรือ polychaete เป็นกลุ่มหลักจะให้ผลเหมือนกับ Haynes and Quinn (1995)

ในกรณีของข้อสรุปที่ 3 และ 4 นั้นเป็นเรื่องที่สอดคล้องกัน เพราะการที่สิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆมีความต้องการถิ่นที่อยู่ที่ต่างกัน ทำให้มีการเลือกอยู่ในที่ที่เหมาะสมและหากสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้มากก็จะเป็นสิ่งมีชีวิตเด่นในเขตนั้นๆ ซึ่งจะมีผลให้โครงสร้างประชาคมของแต่ละเขตแตกต่างกัน ผลการศึกษานี้นอกจากพบว่าโครงสร้างประชาคมของแต่ละเขตแตกต่างกันแล้ว สามารถสรุปสิ่งมีชีวิตเด่นที่เป็นลักษณะของแต่ละเขตได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ในเขตทรายแห้งจะมีความหลากหลาย และความชุกชุมต่ำที่สุด สัตว์ที่พบมากในเขตนี้เป็นพวก crustacean เช่น จั๊กจั่นทะเล และ isopod ซึ่งเป็นสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาอื่นๆที่ผ่านมาว่าสัตว์ในเขตนี้เป็นพวกที่หายใจจากอากาศ และเคลื่อนที่ได้ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาครั้งนี้พบสัตว์มีความหลายหลายต่ำมาก และความชุกชุมต่ำมากเช่นกัน สาเหตุเกิดจากพื้นที่การเก็บตัวอย่าง และวิธีการเก็บตัวอย่างไม่เหมาะสมกับสัตว์ที่เคลื่อนที่ได้เร็ว แม้จะสังเกตเห็นสัตว์บางกลุ่ม เช่น ปูลม ก็ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ นอกจากนี้พบว่าหาดทรายที่ศึกษาหลายพื้นที่เขตนี้เป็นเขตที่มีการรบกวนจากมนุษย์มากที่สุด

สำหรับในเขตคลื่นแตกตัวนั้น สัตว์ที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกที่ไม่ชอบอยู่ในที่แห้ง ทั้งนี้แบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มคือกลุ่มที่อยู่บนหน้าดินที่สามารถฝั่งตัวอยู่ใต้ผิวทรายได้ ซึ่งกลุ่มนี้จะมีการเคลื่อนที่หาอาหารได้เร็ว สัตว์ในกลุ่มนี้ได้แก่ crustacea และหอยฝาเดียว ส่วนกลุ่มที่สองเป็นพวกที่ฝังตัวอยู่ใต้ดิน ซึ่งได้แก่ Polychaete เป็นที่น่าสังเกตว่าในการศึกษาครั้งนี้พบสัตว์ในไฟลัม Echinodermata น้อยมากทั้งปลิงทะเล และดาวทะเล ทั้งนี้พบเฉพาะอีแปะทะเลเพียงชนิดเดียวเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Dexter (1996) ที่พบสัตว์ในไฟลั่มนี้เพียง 4 ชนิดเท่านั้น และ เสาวภาคย์ ประจงการ และสมถวิล จริตควร (2534) ไม่พบสัตว์ไฟลั่มนี้บนหาดบางแสนเลย

4.3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบนหาดทราย

4.3.1 ทราย

ทรายถือเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญกับการดำรงชีวิตของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ โดยเฉพาะชนิดที่ฝังตัวอยู่ในทราย ทั้งนี้เพราะขนาดของอนุภาคจะมีส่วนกับปริมาณของน้ำและอากาศ และอาหาร ทั้งนี้หากทรายมีขนาดใหญ่จะมีช่องว่างมาก เป็นที่อยู่ของสัตว์ที่แทรกอยู่ระหว่างอนุภาค จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าหาดทรายที่ทำการศึกษาทั้ง 18 หาด มีองค์ประกอบของอนุภาคที่แตกต่างกัน และยังมีความแตกต่างระหว่างเขตบนหาดทรายด้วย

ทั้งนี้พบว่าหาดทรายบริเวณอ่าวไทยตอนในทั้งหมด ตั้งแต่หาดบางแสน จนถึงหาดบางเสร่ พบเป็นทรายหยาบ (>1 มม.) มากกว่าหาดทรายที่อยู่ตอนนอกออกไป ซึ่งหาดตอนนอกตั้งแต่หาดพยูน จ.ระยอง จนถึงหาดชาญชล จ.ตราด พบว่าทรายที่พบเป็นทรายละเอียด 0.125 – 1 มม. ทั้งนี้น่าจะแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของคลื่นลมในทั้งสองบริเวณได้ โดยหาดทรายในอ่าวไทยตอนในได้รับอิทธิพลของคลื่น-ลมน้อยกว่าหาดทรายที่อยู่ตอนนอกออกมา ซึ่งสอดคล้องกับชนิดของหาดที่พบ ที่หาดแบบ dissipative ที่พบทรายละเอียดที่สุด ส่วนหาดทรายแบบ reflective จะเป็นทรายหยาบ

สำหรับความแตกต่างของทรายที่พบในแต่ละเขตของหาดทรายนั้น มีรูปแบบที่ค่อนข้างชัดเจนที่ในเขตคลื่นแตกตัวทรายที่พบจะเป็นทรายละเอียดมาก ขณะที่ในเขตทรายแห้งที่มีการพัดพาของอนุภาคทรายมาก พบว่ามีทรายหยาบมาก ทั้งนี้เพราะว่าในเขตคลื่นแตกตัวมีการพัดพาอนุภาคทรายเป็นเวลายาวนาน ทรายขนาดที่เข้ามาสะสมจึงเป็นทรายละเอียดที่มีความอยู่ตัว ขณะที่เขตทรายแห้งจะเป็นเขตที่ยังมีการเคลื่อนย้ายของทรายอยู่ ทั้งนี้อนุภาคที่ถูกเคลื่อนย้ายได้ง่ายจะเป็นอนุภาคขนาดใหญ่เพราะมีแรงเกาะระหว่างอนุภาคน้อย ดังนั้นทรายในเขตทรายแห้งจึงง่ายต่อการถูกรบกวนทางกายภาพ มากกว่าทรายในเขตคลื่นแตกตัว การที่ทรายในเขตต่างๆมีขนาดอนุภาคต่างกัน มีผลโดยตรงกับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ ซึ่งในเขตทรายแห้งที่ทรายไม่ค่อยอยู่ตัวสัตว์ที่อาศัยอยู่จึงเป็นพวกที่อยู่บนผิวทรายและเคลื่อนที่ได้เร็วมากกว่าจะฝังตัวอยู่กับที่เหมือนกับสัตว์ที่อยู่ในเขตคลื่นแตกตัว

นอกจากองค์ประกอบของอนุภาคแล้ว ปริมาณสารอินทรีย์ที่พบในองค์ประกอบของทราย ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสัตว์ทะเลหน้าดินเช่นกัน ทั้งนี้โดยปกติปริมาณอินทรีย์สารของระบบนิเวศหาดทรายจะมีน้อย เนื่องจากถูกพัดพาได้ง่าย ซึ่งผลจากการศึกษาครั้งนี้ก็มีแนวโน้มเช่นเดียวกัน โดยพบว่าหาดส่วนใหญ่ทรายมีสารอินทรีย์อยู่เพียง 1-2% เท่านั้น อย่างไรก็ตามพบว่ามีหาดทราย 3-4 แห่งที่มีปริมาณอินทรีย์สารสูงมาก ซึ่งได้แก่ บางแสน-วอนนภา บางพระ-ศรีราชา แหลมฉบัง และพัทยา ซึ่งหาดทั้งหมดอยู่ตอนในของอ่าวไทย และเป็นแหล่งท่องเที่ยวหรือแหล่งชุมชนหนาแน่น โดยเฉพาะบางแสนพบมีสารอินทรีย์สูงมาก เฉลี่ยถึง 5-14% การที่พบอินทรีย์สารในทรายมากบนหาดทราย อาจถือว่าไม่ใช่เรื่องปกติ และอาจเป็นสัญญานถึงการเสื่อมสภาพของหาดทรายจากการที่มีสารอินทรีย์มาสะสมมากขึ้น ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนถึงการเสื่อมสภาพของหาดทรายจากการทับถมของ

อินทรีย์สารได้แก่ หาดทรายของอำเภอศรีราชาในส่วนระหว่างเกาะลอย และท่าเทียบเรือประมง ที่เดิมมีแผนจะทำการเก็บข้อมูล แต่เนื่องจากลักษณะของหาดที่กลายเป็นหาดโคลน จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนมาศึกษาหาดทางด้านเหนือของเกาะลอย การที่หาดทรายของศรีราชาเสื่อมสภาพน่าจะเป็นจากการขยายตัวของชุมชนที่ทำให้มีการปล่อยน้ำเสียและขยะลงมามาก ประกอบกับการสร้างถนนเชื่อมต่อเกาะลอยกับแผ่นดิน ซึ่งเป็นการขวางการหมุนเวียนของน้ำ ทำให้การแลกเปลี่ยนมวลน้ำกับทะเลภายนอกมีจำกัด ในที่สุดทำให้เกิดการสะสมและตกตะกอนของอินทรีย์สารเหล่านี้ ซึ่งการเปลี่ยนสภาพนี้ยังพบได้ที่หาดบางพระ และหาดวอนนภา ซึ่งก็น่าติดตามดูว่าจะเสื่อมสภาพลง หรือจะสามารถฟื้นตัวกลับมาเองได้

สำหรับความแตกต่างของอินทรีย์สารในทรายระหว่างหาดต่างๆแล้ว ยังพบแนวโน้มที่บริเวณเขตทรายแห้งจะมีปริมาณอินทรีย์สารต่ำกว่าในเขตคลื่นแตกตัว แสดงให้เห็นถึงการสะสมของอินทรีย์สารที่จะเกิดบริเวณเขตคลื่นแตกตัว

4.3.2 น้ำระหว่างอนุภาค

น้ำและความชื้นถือเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตต่อสัตว์ทะเลหน้าดินบนหาดทรายทั้งทางตรง ในการรักษาความชื้นของร่างกายและเป็นแหล่งในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนเพื่อการหายใจ ส่วนทางอ้อมมีผลต่ออาหารที่สัตว์เหล่านี้สามารถใช้ในการดำรงชีวิตได้ เนื่องจากสัณฐานวิทยาของหาดทรายที่มีอนุภาคไม่เกาะตัวกัน ดังนั้นเป็นโอกาสให้น้ำจากแผ่นดินจากระบบน้ำใต้ดินซึมออกมาผสมกับน้ำบริเวณชายฝั่งได้ น้ำจืดจากแผ่นดินเหล่านี้จะมีผลต่อระบบน้ำบริเวณชายฝั่ง และระบบนิเวศของหาดทรายอย่างไรยังไม่มีผู้ใดทราบ

การศึกษานี้จึงเป็นครั้งแรกที่ศึกษาอิทธิพลของน้ำจากแผ่นดินต่อระบบนิเวศหาดทรายในประเทศไทย ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่ามีน้ำจากแผ่นดินในระบบของน้ำใต้ดินไหลออกสู่ชายฝั่งในบริเวณที่เป็นหาดทราย ทั้งนี้ตัวแปรที่ยืนยันการเจือปนของน้ำจืดจากแผ่นดิน ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจน โดยพบว่าคุณสมบัติของน้ำระหว่างอนุภาคในเขต water line จะมีความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าน้ำทะเล และน้ำในเขตอื่น แต่มีอุณหภูมิสูงกว่า

การที่มีน้ำจืดไหลออกมานี้ จะมีอิทธิพลต่อระบบนิเวศหาดทรายอย่างไรจะขึ้นกับคุณสมบัติทางเคมีของน้ำโดยเฉพาะสารอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช ทั้งนี้ปริมาณสารอาหารในน้ำระหว่างอนุภาคเฉพาะเขต water line มีความแปรผันระหว่างหาดทรายที่ทำการศึกษามาก แสดงให้เห็นว่าเป็นปัจจัยที่เฉพาะ ขึ้นกับแต่ละพื้นที่ ทั้งนี้ผลการศึกษามีผลที่น่าสนใจคือ กรณีของบางพระ และ ศรีราชา พบว่าค่าของสารอาหารทุกตัวที่ทำการศึกษา มีค่าสูงมาก แต่สัตว์ที่พบมีปริมาณไม่สูงนัก แต่เมื่อพิจารณาจากสภาพของหาดทรายที่มีการทับถมของโคลนและอินทรีย์สาร จึงน่าสนใจว่ามีการปนเปื้อนของอินทรีย์สารจากบ้านเรือน ผ่านระบบน้ำใต้ดิน สู่บริเวณชายฝั่งทะเลหรือไม่ ทั้งนี้การปนเปื้อนเกิดได้จากระบบห้องน้ำที่เป็นระบบบ่อเกรอะ บ่อซึม

และที่น่าสนใจอีกคือ หาดบางแสน-วอนนภา ที่กลับพบว่ามีฟอสฟอรัสและซิลิเกตมีค่าต่ำกว่าหาดอื่น ขณะที่ ไนเตรท และไนไตรท์มีค่าใกล้เคียงกับหาดอื่น ทั้งที่หาดบางแสนมีการใช้ประโยชน์จากการท่องเที่ยวหนาแน่นมาก ประมาณกันว่ามีนักท่องเที่ยวมาเยือนปีละไม่ต่ำกว่า 3 ล้านคน อย่างไรก็ตามกลับพบว่าบริเวณหาดทรายพบหอยเสียบซุกซุมมาก ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่สารอาหารสำคัญเหล่านี้จะถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมาก นอกจากนี้หอยเสียบยังเป็นหอยขนาดเล็กที่มีวงจรชีวิตสั้น จากความสัมพันธ์ระหว่าง สารอาหาร แพลงก์ตอนพืชในทราย และหอยเสียบ จึงทำให้มีสารถูกปล่อยออกสู่ภายนอกน้อย ตรวจวัดได้ต่ำ อย่างไรก็ตามจากการที่หอยเสียบเป็นเป้าหมายที่สำคัญทั้งจากการประมง และจากนักท่องเที่ยวที่มีการเก็บการอย่างมาก การที่เก็บหอยเสียบ

ออกจากระบบมากเกินไปจนมีผลกระทบต่อประชากรของมัน อาจทำให้ระบบการกรองสารอาหารเสียไปได้ ซึ่งสิ่งที่น่าจะเกิดขึ้นคือการมีประชากรของแพลงก์ตอนพืชมากเกินไป จนทำให้ตายและทับถม และเมื่อมีสารอาหารถูกปล่อยออกมามากขึ้นอาจทำให้พืชหรือสาหร่ายอื่นๆเจริญขึ้นมาแทนได้ ซึ่งก่อให้เกิด Eutrophication นั่นเอง

สรุปผลการศึกษา

วัตถุประสงค์ข้อแรกของการศึกษาครั้งนี้เพื่อต้องการทราบลักษณะทางนิเวศวิทยาของหาดทรายในภาคตะวันออก ซึ่งผลจากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าจากหาดทรายที่ทำการศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินทั้งหมด 18 หาด สามารถแบ่งหาดตามลักษณะทางสัณฐานวิทยา อนุภาคทราย อิทธิพลของคลื่นลม และประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ ได้เป็น 3 แบบ คือ

1) หาดทราย reflective ที่เป็นหาดหน้าแคบ มีทรายหยาบ ได้รับอิทธิพลจากคลื่นลมน้อย และประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่มีความชุกชุมและความหลากหลายต่ำ ซึ่งหาดที่ถูกจัดอยู่ในประเภทนี้ได้แก่ หาดพยูน และหาดน้ำริน และหาดแสงจันทร์

2) หาดทราย Intermediate เป็นหาดที่มีเขตทรายแห้งแคบ แต่เขตคลื่นแตกตัวกว้าง องค์ประกอบหลักของทรายเป็นทรายละเอียดถึงละเอียดมาก เพราะได้รับอิทธิพลของคลื่นปานกลาง เป็นหาดที่มีความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินสูงที่สุดเมื่อเทียบอับหาดชนิดอื่น หาดส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาจัดอยู่ในแบบนี้

3) หาดทราย dissipative เป็นหาดที่มีเขตทรายแห้งกว้าง แต่เขตคลื่นแตกตัวแคบ ทรายที่พบส่วนใหญ่เป็นทรายละเอียดมาก ทั้งนี้มีอิทธิพลของคลื่นลมมากทำให้เกิดการเกลี่ยทรายเป็นแนวกว้าง เนื่องจากเขตคลื่นแตกตัวแคบจึงมีความชุกชุมและความหลากหลายของสัตว์ที่พบสูงนัก หาดที่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ได้แก่ หาดแม่รำพึง หาดสวนสน และหาดแม่พิมพ์

ทั้งนี้ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศหาดทรายในบริเวณนี้ได้แก่คลื่นลม ที่มีผลต่อการกำหนดชนิดของหาด และสิ่งมีชีวิตที่พบนั่นเอง นอกจากนี้ปัจจัยเฉพาะพื้นที่ที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศนี้คือน้ำจากแผ่นดินที่จะนำพาธาตุอาหารมาสู่หาดทรายและน้ำบริเวณชายฝั่ง ผลจากการศึกษาในครั้งนี้ยังชี้ให้เห็นว่าหาดทรายในภาคตะวันออกถูกรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์มาก เนื่องจากมีประชากรอยู่หนาแน่นจากการที่เป็นทั้งแหล่งเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการท่องเที่ยว รูปแบบการรบกวนหากรุนแรงจะมีผลทางกายภาพคือเกิดการกัดเซาะทำให้หาดหายไป และหากไม่รุนแรงเช่นการเพิ่มขึ้นของของเสียจากแผ่นดิน จะมีผลเปลี่ยนแปลงคุณภาพของหาดทรายทั้งทางชีวภาพและทางกายภาพ ทั้งนี้ปัญหาที่เกิดขึ้นและมีแนวโน้มจะขยายวงกว้างออกไป คือการเกิด Eutrophication ที่พบเกิดบ่อยขึ้นและกระจายออกเป็นวงกว้างขึ้น หาดที่มีรายงานการเกิด Eutrophication มากในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ได้แก่ หาดบางแสน-วอนนภา บางพระ ศรีราชา พัทยา และจอมเทียน

เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพของหาดทรายในภาคตะวันออกของหาดทราย จึงควรศึกษาในเรื่องนี้ให้ให้มากขึ้น

ตารางที่ 15 การเปรียบเทียบผลการศึกษาประชาคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายของเขตร้อนและเขตอบอุ่น (ดัดแปลงจาก Dexter, 1996)

Locality	Type	Wave exp.	Sampling (replicate and size)	Sample area (m^2)	Species richness	No. ind.	Abundance (ind. M^{-2})	Biomass ($g.m^{-2}$)	Source
Troia, Portugal	VP	1		1.48	132	10926	7382		Dexter (1990)
Singapore	VP	2		-	88	75893	-		Vohra (1971)
Nai Yang, Thailand	VP	3	(4-5) x (0.02-0.03) m^{-2}	4.72	75	6894	1461		Dexter (1996)
Towra Point, Australia	P	4		13.20	48	24778	1877		Dexter (1984)
Trafaria, Portugal	P	3		4.72	51	10353	2194		Dexter (1990)
Dolls Point, Australia	P	6		12.20	41	8457	693		Dexter (1984)
Naos, Panama	P	1		27.00	47	66462	2462		Dexter (1979)
Cape Peterson, Australia	P	1	5 x 0.38 m^{-2}	131.1	41	116495	121 – 4284		Haynes and Quinn (1995)
Patong, Thailand	SE	4	(4-5) x (0.02-0.03) m^{-2}	5.80	52	4922	849		Dexter (1996)
Kata, Thailand	SE	2	(4-5) x (0.02-0.03) m^{-2}	5.80	72	4489	774		Dexter (1996)
N. Calolina, USA	SE	10		28.25	41	29219	1034		Dexter (1984)
Ocean Beach, Australia	SE	11		7.20	22	1856	258		Dexter (1984)
Shimmey, Panama	SE	12		27.00	22	5115	189		Dexter (1979)
Sao Torpes, Portugal	SE	13		5.76	24	1402	243		Dexter (1990)
La Perouse, Australia	SE	14		10.60	12	5569	525		Dexter (1984)
Nai Harn, Thailand	SE	15	(4-5) x (0.02-0.03) m^{-2}	3	44	3081	1034		Dexter (1996)
Bangsean, Thailand	SE		11 x 0.25 m^{-2}	275	22		0.76-55.62	0.65	Prachokam and Jaritkhuan (1993)
Bangsean, Thailand	SE		7 x 0.25 m^{-2}	63	6		256.6		Manthachitra and Houdchi (2000)
East of Thailand			5 x 0.25 m^{-2}	218.75	76	40572	185.5	33.35	This study
Chonburi, Thailand	P		7 x 0.25 m^{-2}	98.75		32710	331.2	103.72	This study
Rayong, Thailand	SE		5 x 0.25 m^{-2}	28.75		1160	40.4	6.36	This study
Chantaburi, Thailand	SE		5 x 0.25 m^{-2}	28.25		1396	38.4	3.37	This study
Trat, Thailand	SE		5 x 0.25 m^{-2}	55		5306	96.4	19.96	This study

บรรณานุกรม

จุมพล สงวนสิน (2531) *สัตว์พื้นทะเลบริเวณอ่าวระยอง*. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลฝั่งตะวันออก กรมประมง เอกสารวิชาการฉบับที่ 4 : 45 หน้า

ชินวัฒน์ พิทักษ์สาลี (2523) *อนุกรมวิธานของปูเสฉวนในประเทศไทย*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ยุทธนา สุคันธกุล (2541) *กลุ่มสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดเล็กบนหาดทรายของจังหวัดชลบุรี*. ปัญหาพิเศษ ภาควาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

หรรษา จรรย์แสง (2532) *ความหลากหลายของระบบนิเวศทางน้ำในประเทศไทย*. เอกสารประกอบการสัมมนา ชีววิทยา ครั้งที่7 เรื่อง "ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย" .

สมถวิล จริตควร (2535) *ชีววิทยาทางทะเล*. ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 249 หน้า

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2540, 2541) *การศึกษาเพื่อกำหนดรูปแบบ* การท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ทางทะเล. กรุงเทพฯ : การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม (2540) *สถานภาพทรัพยากรชายฝั่งทะเลของประเทศไทย พ.ศ. 2539-2540*

สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ (2539) Density and biomass of macrobenthic fauna in sheltered mangrove streams, the andaman sea, Thailand. *วารสารการประมง*. 41(4) : 313-321

สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์ และ ประจวบ โมฆรัตน์ (2542) การศึกษาประชาคมสัตว์พื้นทะเลขนาดใหญ่ บริเวณอ่าวสะปำ จังหวัดภูเก็ต. *วารสารการประมง*. 52(3) : 221-240

สุชาติ สว่างอารีย์รักษ์, สุธารัตน์ ชนะสกุลนิยม และ ประจวบ โมฆรัตน์ (2540) การสำรวจสัตว์พื้นทะเลบริเวณอ่าวตังเข็น จังหวัดภูเก็ต. *วารสารการประมง*. 50(5) : 402-409

สุชาติ อุปถัมป์, มาลียา เครือตราชู, เยาวลักษณ์ จิตรามวงศ์ และศิริวรรณ จันทเตมีย์ (2538) *สังขวิทยา*. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 517 หน้า

สุวลักษณ์ นาทีกาญจนลาภ (2535) *ที่ลุ่มชายฝั่ง*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เสาวภาคย์ ประจงการ และ สมถวิล จริตควร (2536) *ความชุกชุมและการแพร่กระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสน จังหวัดชลบุรี*. การประชุมทางวิชาการ ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31.

ศริวรรณ โตเชื้อ, จิรพร รุจิระยรรยง และ เสาวภา อังสุภานิช (2540) การแพร่กระจายและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดเล็กบริเวณหาดทราย จ.นครศรีธรรมราช และ จ.สงขลา. *วารสารการประมง*. 50(1) : 425-435

วรรณา วงษ์วานิช (2539) *ภูมิศาสตร์การท่องเที่ยว*. ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 509 หน้า

วิภูษิต มัณฑะจิตร (2540) *การวิเคราะห์ทางสถิติและการออกแบบการทดลอง (ทางวาริชศาสตร์)*. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 205 หน้า

วิภูษิต มัณฑะจิตร (2540) *อิทธิพลของแผนการเก็บตัวอย่างต่อการประเมินความชุกชุมของหอยเสียบ (Donax faba Chemnitz)*. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 5(2):53-69

วิภูษิต มัณฑะจิตร และ มนัสวงษ์ ฮวดไฉ (2543) สังคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายของ

วิภูษิต มัณฑะจิตร และ มนัสวงษ์ ฮวดไฉ (2543) สังคมสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บนหาดทรายของหาดบางแสนและหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี. *วารสารการประมง* 53(3) : 248-260.

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ (2516) *ธรณีวิทยา*. ไทยวัฒนาพานิช. กรุงเทพฯ

Aiyun, D. and Siliang, Y. (1991) *Crabs of the Chaina Seas*. Sprinser. Verlag Berlin Heidelberg, New York. 682pp.

Akberali, H.B. (1981) Effect of Copper (Cu^{++}) on an Isolated Tissue Preparation from the Bivalve, *Scrobicularia plana* (da Costa). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 52:115-120

Al-Khafaji, A.W., and Anderland, O.B. (1992) *Geotechnical engineering and soil testing*. Saunders College Publishing. USA

Aryuthaka, C. (1991) Meiofauna community in Kung Kraben Bay, Chanthaburi, East Thailand. *Thai. Mar. Fish. Res. Bull*. 2:47-57

Berman, M.S. and Heinle, D.R. (1980) Modification of the Feeding Behaviour of Marine Copepods by Sublethal Concentrations of Water Accommodated Fuel Oil. *Marine Biology*. 56:59-64

Berelson, W.M., Heggie, D., Longmore, A., Kilgore, T., Nicholson, G. and Skyring, G. (1998) Benthic nutrient recycling in Port Phillip Bay, Australia. *Castal Shelf Science* 46:917 – 934.

Boaden, P.J.S. (1985) *An Introduction to coastal ecology*. pp. 58 - 77. Introduction to the study of meiofauna. Washington. Smithsonian Insitution

Brown, A.C. and Mclachlan, A. (1990) *Ecology of Sandy Shores*. Elsevier Sciences Publishers B.V. Amsterdam. 328 pp.

Casto, P. and Huber, M.E. (1992) *Marine biology*. Mosby-Year Book. Inc. U.S.A. 614 pp.

Cawthorne, D.F. (1978) Tolerance of Some Cirripede Nauplii to Fluctuating Salinities. *Marine Biology*. 46:321-325

Clask, R.B. (1992) *Marine pollution*. Great Britain : Bookcraft (Bath) Ltd.

Coull, B.C. (1988) *Ecology of Marine meiofauna*. In: Higgins, P.R. and Thiel, H.(eds.).

Dance, P.S. (1990) *The Collectors Encyclopedia of Shells*. London. pp. 288

Dahl, E. (1952) *Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches*. Oikos. 4:1-27

Davenport, J. (1981) The Opening Response of Mussels (*Mytilus edulis* L.) Exposed to Rising Seawater Concentrations. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 61:667-678

Davenport, J. and Manley, A.R. (1978) The Detection of Heightened Seawater Copper Concentrations by the Mussel *Mytilus edulis*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 58:843-850

Day, J.H. (1967a) *Polychaeta of Southern Africa.* Part I Errantia. British Museum (Nat.Hist.).458 pp.

Day, J.H. (1967b) *Polychaeta of Southern Africa.* Part II Sedentaria. British Museum (Nat.Hist.). 458 pp.

De–Casabiance, M.L., Laugier, T., Marinho–Soriano, E. (1997) Season changes of nutrients in water and sediment in a Mediterranean lagoon with shellfish farming activity (Thau Lagoon, France). *Mar. Sci* 54(5):905-916.

Defeo, O. and Alava A.D. (1995) Effect of human activity on long-term trends in sandy beach population: the wedge clam (*Donax hanleyanus*) in Uruguay. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 123: 73-82

Dexter, M. (1996) Tropical sandy beach communities of Phuket Island, Thailand. *Phuket Mar. Biol. Cent. Bull.* 61:1-28

Donn, T.E., Jr, Clarke, D.J., McLachlan, A. and du Toit, P. (1986) Distribution and abundance of *Donax serra* Roding (Bivalvia: Donacidae) as related to beach morphology. I Semilunar migrations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 102:121-131

Dugan, J.E. and McLachlan, A. (1999) An assessment of longshore movement in *Donax serra* Roding (Bivalvia: Donacidae) on an exposed sandy beach. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 234:111-124

Dybern, B. (1972) *Marine pollution and sea life* (M. Ruivo, ed.). London : Fishing News.

Falter, J.L., and Sansone,F.J. (1999) Shallow pore water sampling in reef sediments. *Coral Reefs.* 19: 93 –97.

Fenchel , T. and Riedle, R. J. (1970) The sulfide system : a new biotic community underneath the oxidised layer of marine sand bottoms. *Mar.Biol. 7:* 255-268

Ford, R.B., Thrush, F.H. and Probert, P.K. (1999) Macrobenthic colonisation of disturbances on an tidal sandflat: the influence of season and buried algae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 191:163-174

Giere, O. (1993) *Meiobenthology* . Springer – Verlag. Germany 328 pp.

Hagerthey, S.E., and Kerfoot, W.C. (1998) Grounwater flow influences the biomass and nutrient ratios of epibenthic algae in a north temperate seepage lake. *Limnology and Oceanography.* 43: 1227 – 1242.

Hall, P.O.J. (1984) Chemical fluxes at the sediment – seawater interface: in – situ Investigations with benthic chambers.

Harkantra, S.N. (1982) Studies on sublittoral macrobenthic fauna of the inner Swansea Bay. *Indian J. Mar. Sci.* 10:75-79

Haynes, D. and Quinn, G.P. (1995) Temporal and spatial variability in community structure of a sandy intertidal beach, Cape Paterson, Victoria, Australia. *Mar. Freshwater Res.* 46:931-941

Hohpina, P. and Vongpromek, R. (1998) Non-marine heavy-mineral placers in the Gulf of Thailand. Proceedings of the 4th International Scientific Symposium, "Role of Ocean Sciences for Sustainable Development". 210-222

Landen, A., and Hall, P.O.J. (1998) Seasonary variation of dissolved and adsorbed amino acids and ammonium in a near shore marine sediment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 170: 67-84.

Maeda, M. and Tanaka S. (1982) The seasonal change in Collembolan community of sandy beach. *Jap. J. Ecol.* 32:483-489

McConnaughey, B.H. (1983) Introduction to marine biology. "4 th ed." St.louis : Mosby.

Mclachlan, A. (1983) Sandy beach ecology – a review . *In Sandy Beaches as Ecosystems (ed. A.Mclachlan & T. Erasmus)* ,321 – 380

Mclachlan, A. (1996) Phisical factors in benthic ecology : effect of changing sand particle size on beach fauna. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 131: 205-217

Mclachlan, A. and Jaramillo. (1995) Zonation on sandy beaches. *J. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review.* 33:305-335

Morrisey, D.J., Howitt, L., Underwood A.J. and Stark J.S. (1992) Spatial variation in soft-sediment benthos. *Mar.Ecol.Prog.Ser.* 81:197-204

Mortimer, R.J.G. (1998) Sediment – water exchange of nutrients in the intertidal zone of the Humber Estuary. *Marine Pollution Bulletin.* 37, 261 – 267.

Olausson, E., and Cato, I. (1980) *Chemistry and biogeochemistry of estuaries.* Chichester ; New York : Wiley.

Pearson, T.H. and Rosenberg R. (1978) Macrobenthic succession in relation to organic environment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 16:229-311

Percy, J.A. (1976) Responses of Arctic marine crustaceans to crude oil and tainted food. *Environmental Pollution.* 10:155-162

Peter, G.M., Maher, W.A., Krikowa, F., Roach, A.C., Jeswani, H.K., Barford, J.P., Gomes, V.G. and Reiblr, D.D. (1999) Selenium in sediments, pore waters and benthic Infauna Of Lake Macquariw. *Marine Environment Research.* 47:491 – 508.

Peterson, C.H. (1991) Intertidal zoanation of marine invertebrates in sand and mud. *American Scientist* 79:236-249

Pollock, L.W. (1971) *Ecology of intertidal meio benthos. Washington* . Smithsonian : Insitution Press.

Riley, J.P., and Chester, R. (1971) *Introduction to marine chemistry.* Academic Press. London

Roy, M. H., (1997) *Pollution causes, Effects and control* (3rd ed.). The University of Birmingham. Hartholls Ltd. UK.

Salvat, B. (1964) Les condition hydrodynamiques interstitielles des sediment meubles intertidaux et la repartition verticale de la jeuve endogee. *C.R.Acad.Sci.Paris.* 259:1576-1579

Sheppard, C., Price, A. and Roberts, C. (1992) Marine ecology of Arabian region. Academic Press. London. 347 pp.

Shumway, S.E. (1978) Activity and respiration in the anemone, *Metridium senile* (L.) exposed to salinities fluctuations. *Journal of Experimental Marine Biological and Ecology*. 33:85-92

Somerfield, P.J. and Gage, J.D. (2000) Community structure of the benthos in Scottish Sea-lochs. *Marine Biology*. Vol.136. pp.1133-1145

Strickland, J.D.H., and Parsons, T.R. (1972) *A Pratical handbook of seawater analysis*. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa

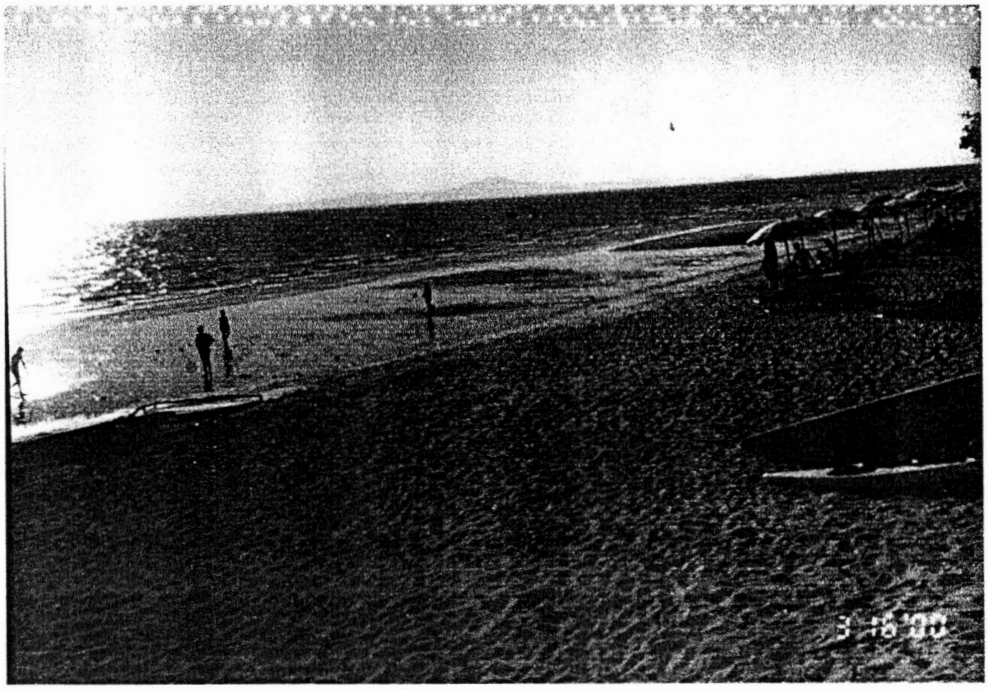
Tait, R.V. (1981) *Elements of marine ecology*. UK : Butterworth & Co (Publisher) Ltd.

Underwood, A.J., and Chapman, M.G. (1995) *Coastal marine ecology of temperate*. University of New South Wales press. Australia 341 pp.

ภาคผนวก

รูปที่ 37 หาดบางแสน-วอนนภาพ มีเขตคลื่นแตกตัวกว้าง จัดอยู่ในประเภท Intermediate ปัจจุบันมีการเกิดการ bloom ของสาหร่ายทำให้เกิดการเน่าเสียของน้ำเกือบทุกปี

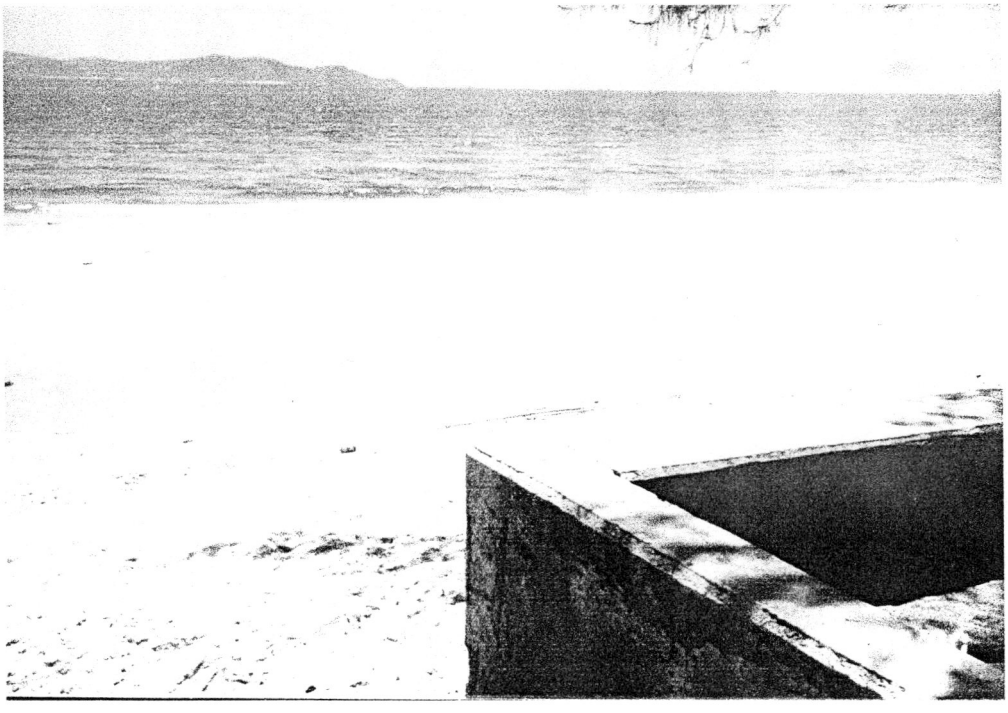
รูปที่ 38 ท่าเรือแหลมฉบัง หาดทรายค่อนข้างกว้าง เป็นสถานที่ท่องเที่ยว พักผ่อน มีร้านอาหาร เป็นท่าเทียบเรือของเรือขนาดเล็กและขนาดใหญ่



รูปที่ 39 หาดจอมเทียน หาดทรายค่อนข้างกว้าง เป็นสถานที่ท่องเที่ยว มีกิจกรรมชายฝั่งมาก

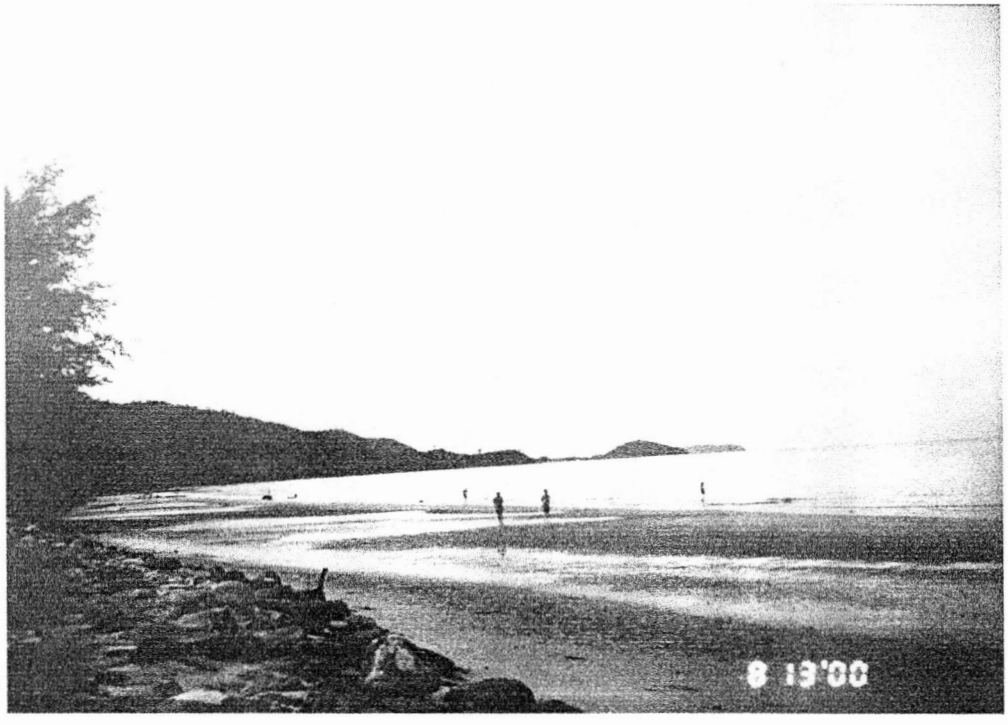
รูปที่ 40 หาดทรายทอง ปัจจุบันไม่หลงเหลือให้เห็นลักษณะของหาดทราย เนื่องจากชายฝั่งถูกกัดเซาะ มีการก่อสร้างถนนและนำหินมาถมบริเวณชายฝั่ง

รูปที่ 41 หาดแสงจันทร์ หาดทรายชัน ส่วนของ surf zone แคบ เป็นหาดแบบ Reflective Beach



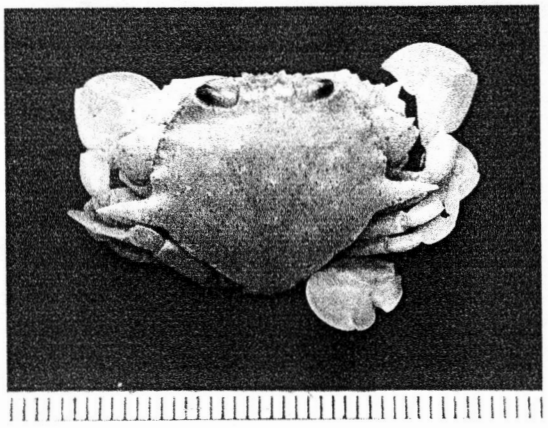
รูปที่ 42 หาดสวนสน ส่วนของ upper water line zone กว้าง แต่ส่วนของ surf zone แคบ จัดเป็นหาดแบบ Dissipative Beach

รูปที่ 43 หาดแม่พิมพ์ หาดทรายกว้างปานกลาง เป็นที่ตั้งของร้านอาหาร

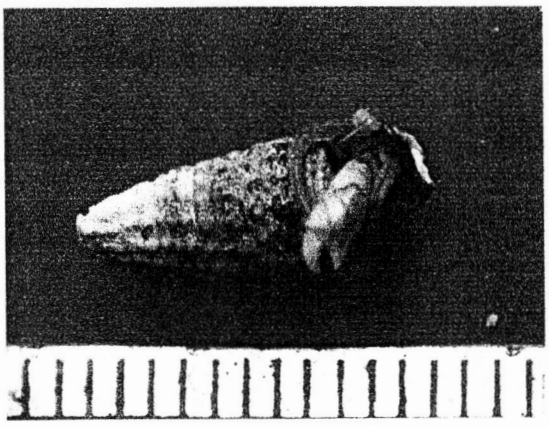


รูปที่ 44 หาดมุกแก้ว หาดทรายกว้างปานกลาง มีการก่อสร้างที่พักตากอากาศ และมีการนำหิน มาถมบริเวณชายฝั่ง

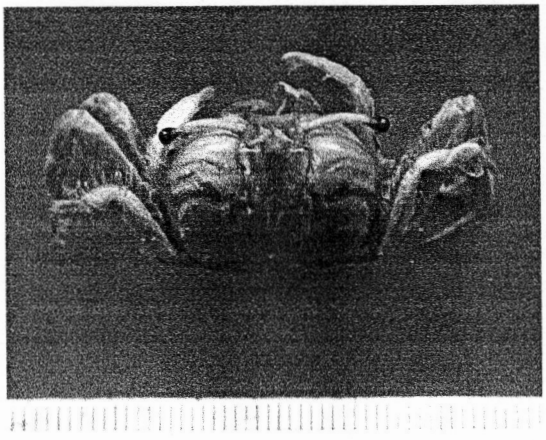
รูปที่ 45 หาดชาญชล หาดทรายกว้างปานกลาง มีการก่อสร้างที่พักตากอากาศ และมีการสร้างสะพานยื่นลงไปในทะเล



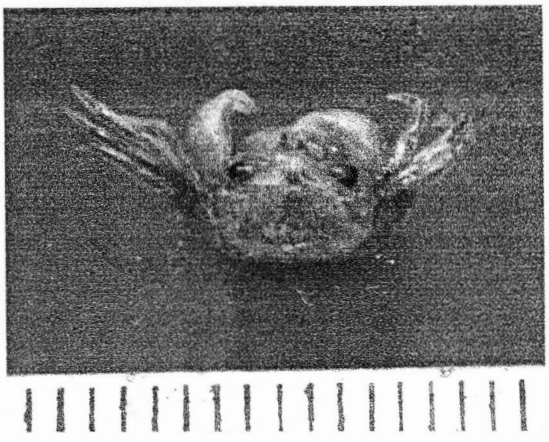
Matuta sp.



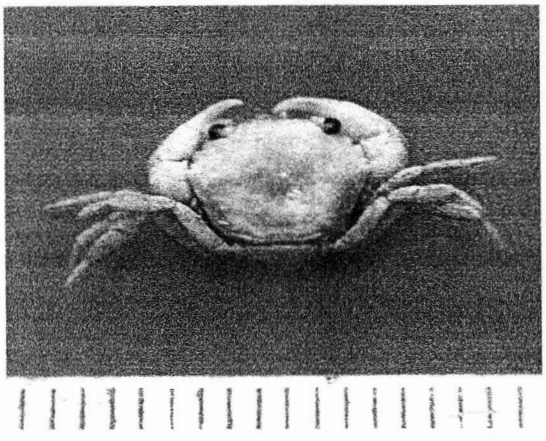
Paguridae



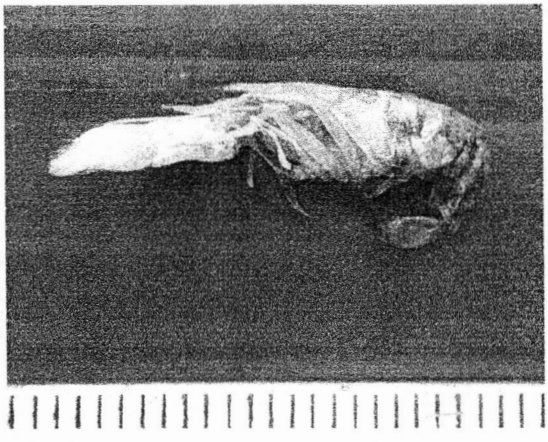
Macropthalnus sp.



Dotilla sp.

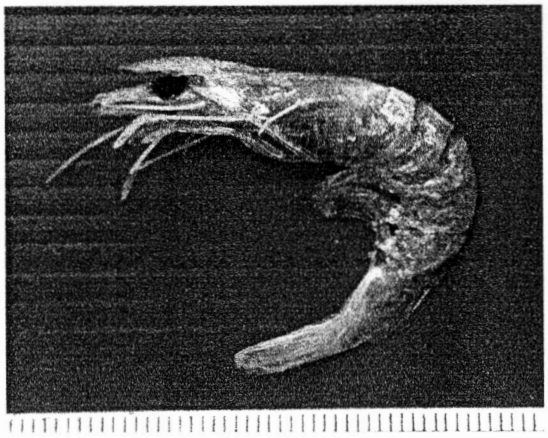


Xanthidae

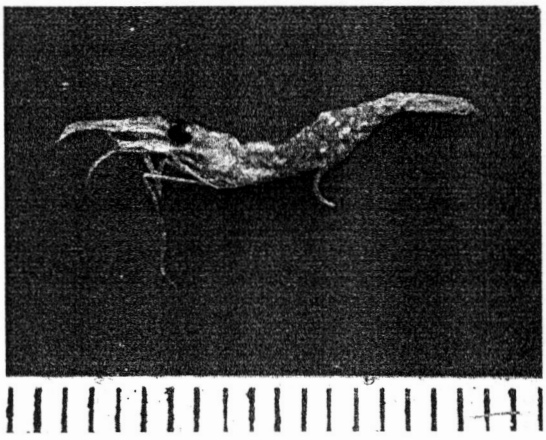


Alpheidae

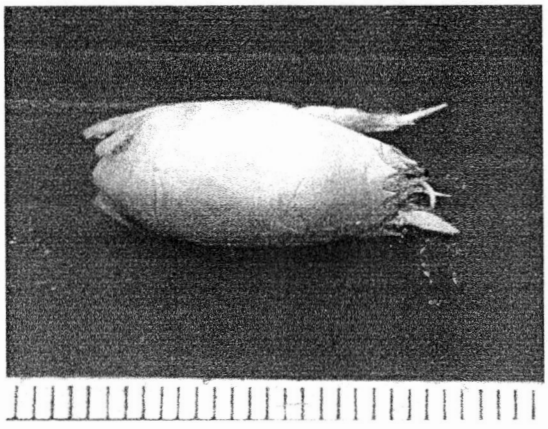
รูปที่ 46



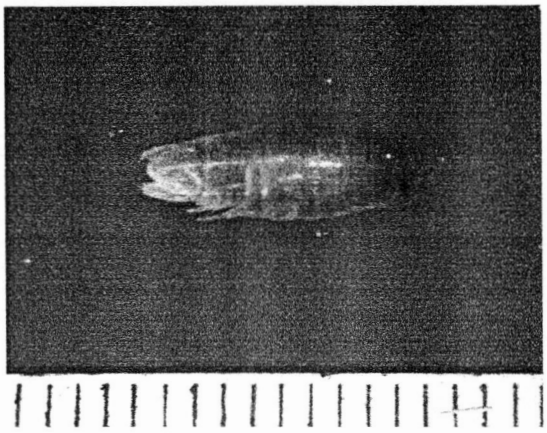
Panaeidae



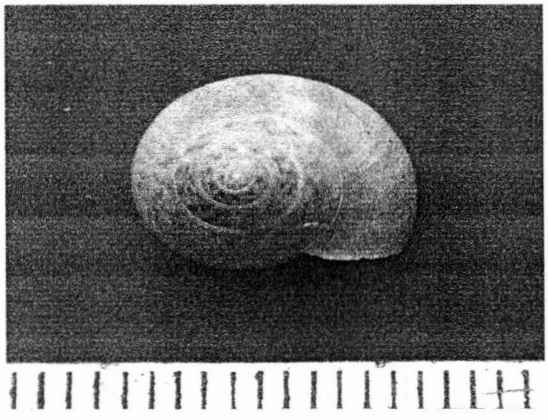
Palaemonidae



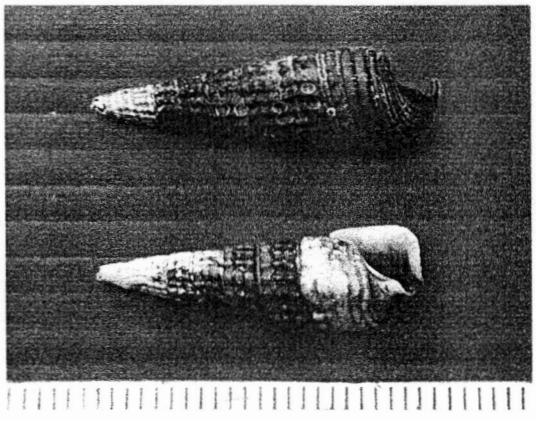
Emerita sp.



Isopoda

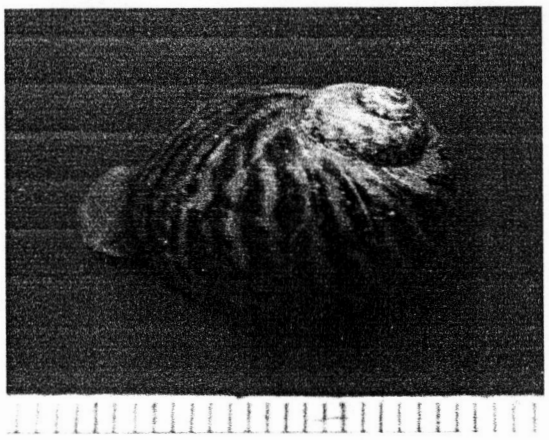


Umbonium vestiarum



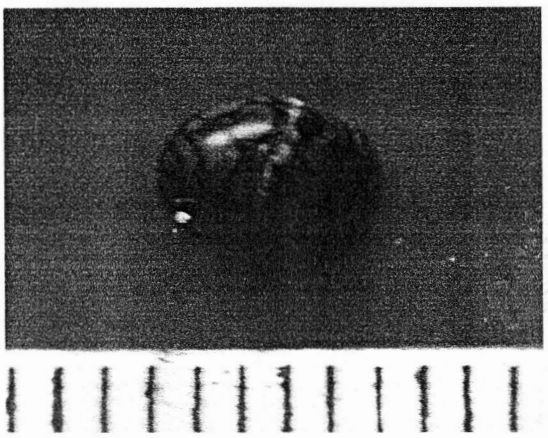
Cerithidiumum cingulata

รูปที่ 47

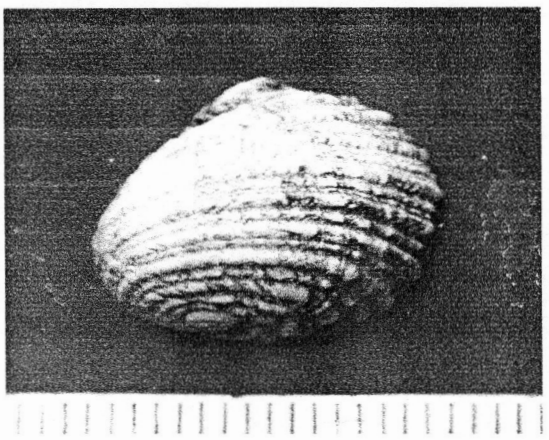


Natica sp.

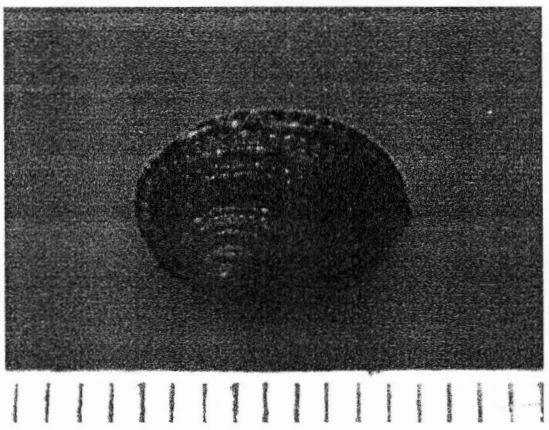
Polinices sp.



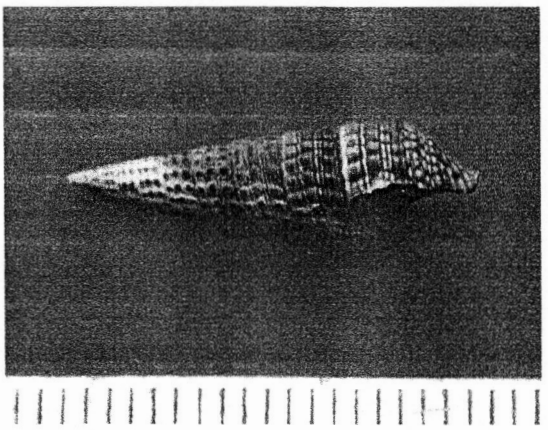
Neritina sp.



Nerita sp.1

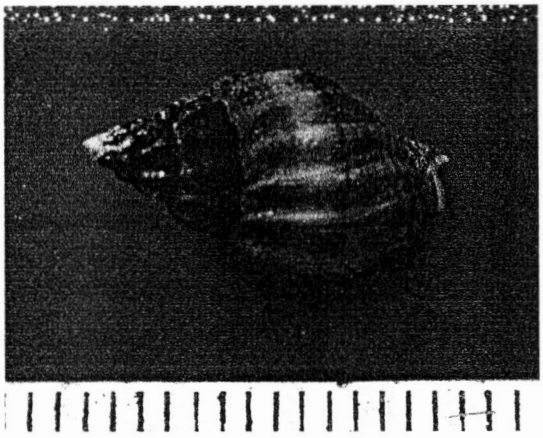


Nerita sp.2

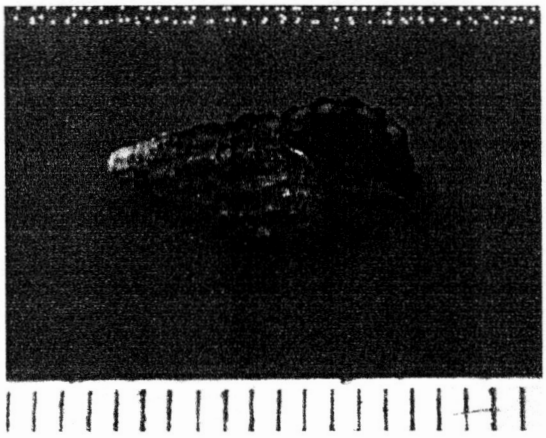


Terebra sp.

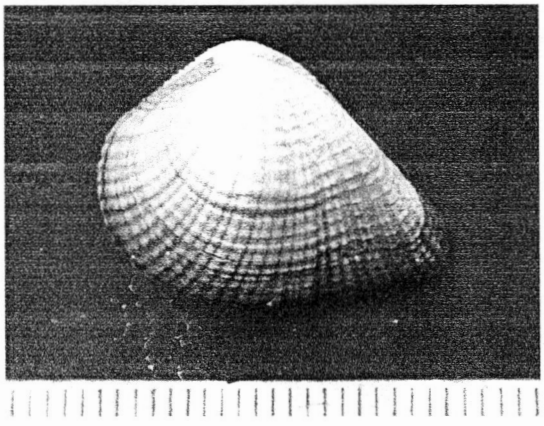
รูปที่ 48



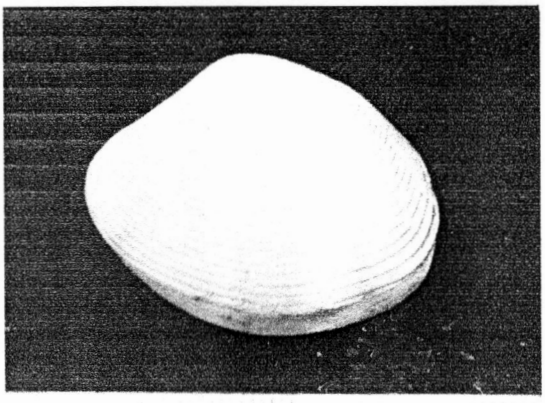
Clea sp.1



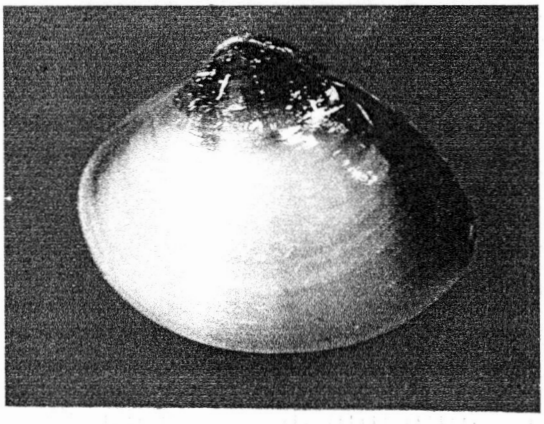
Clea sp.2



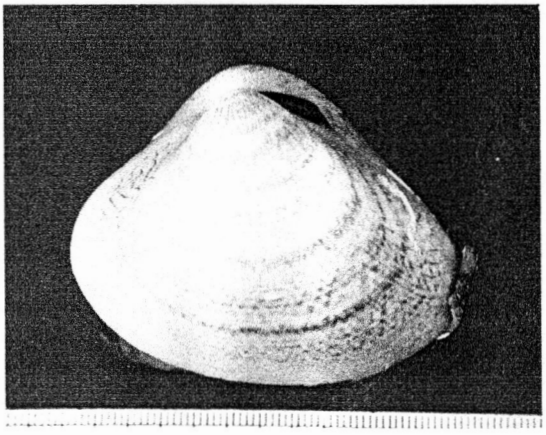
Anomalocardia squamosa



Venerupis decussata

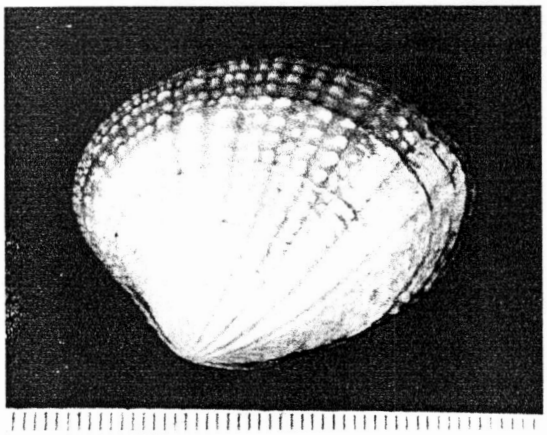


Meretrix lusonia

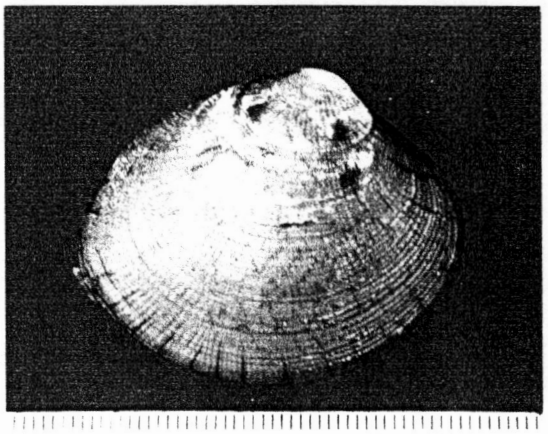


Meretrix meretrix

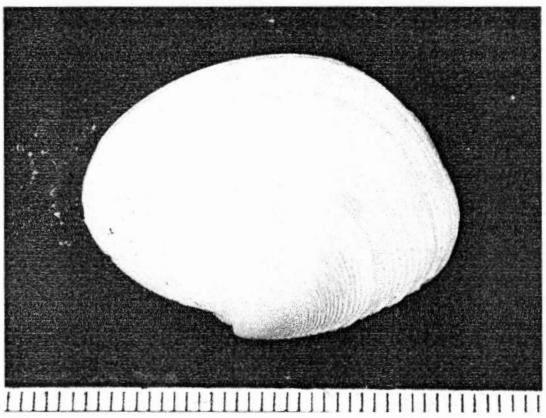
รูปที่ 49



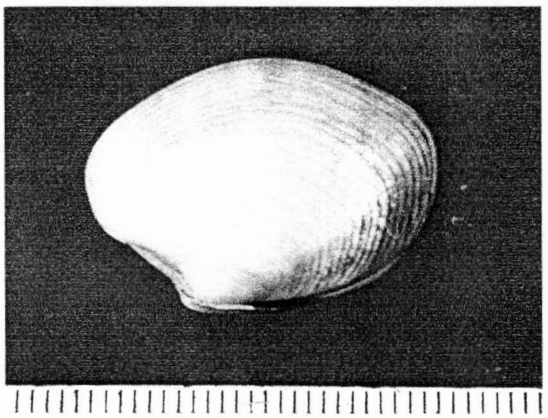
Gafrarium sp.



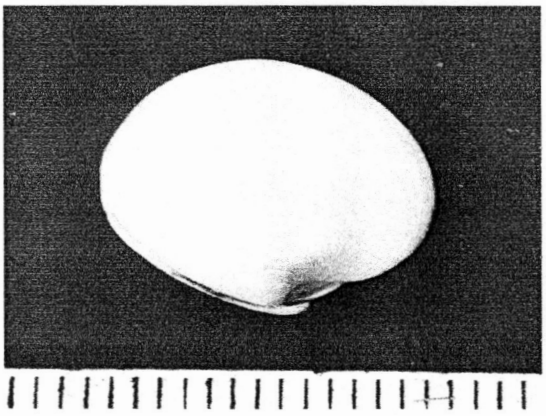
Crice venus



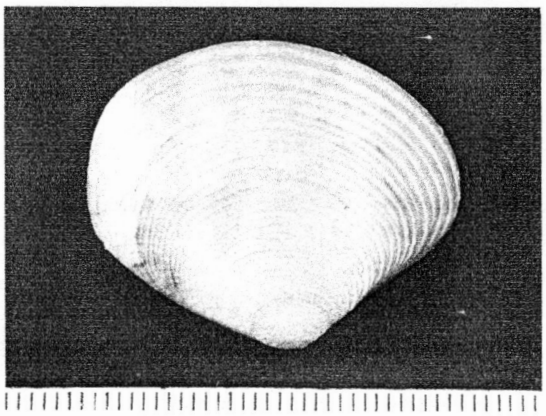
Dosinia sp.1



Dosinia sp.2

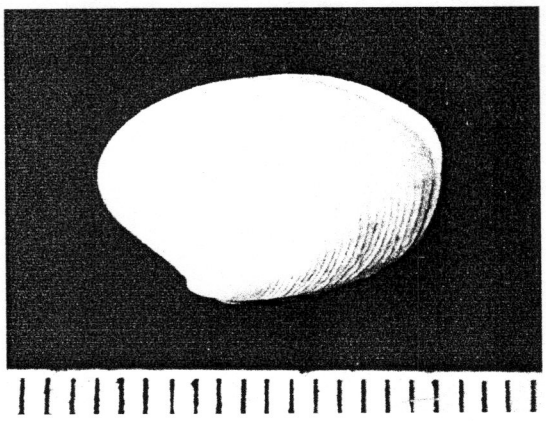


Dosinia sp.3

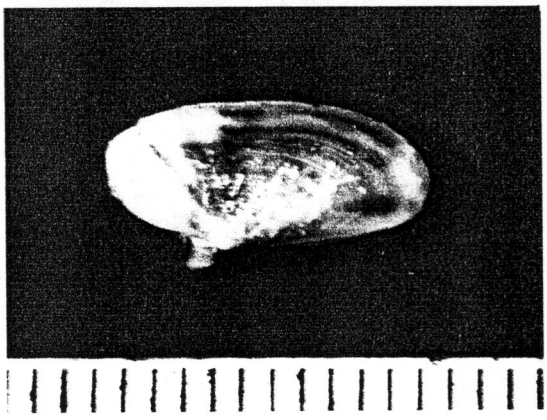


Dosinia sp.4

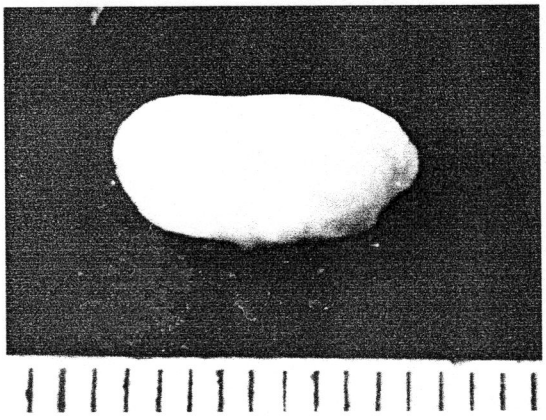
รูปที่ 50



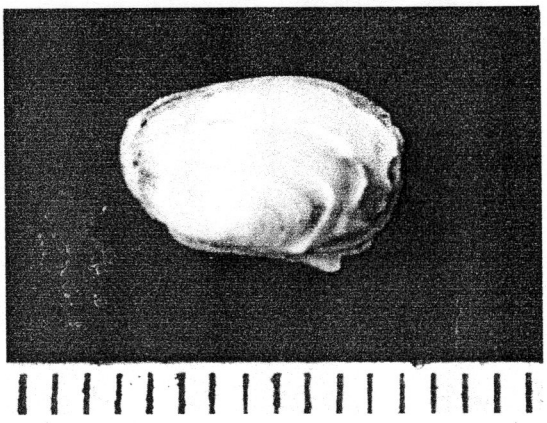
Dosinia sp.5



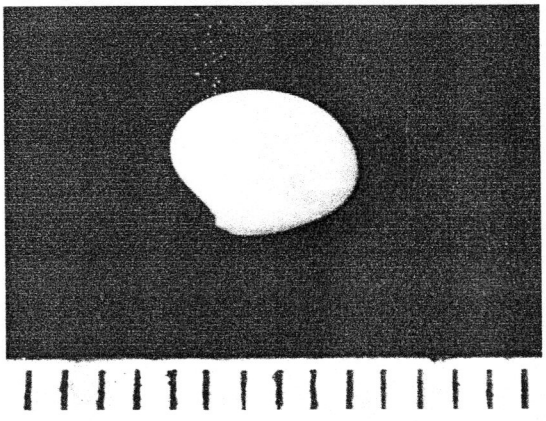
Siliqua ridiata



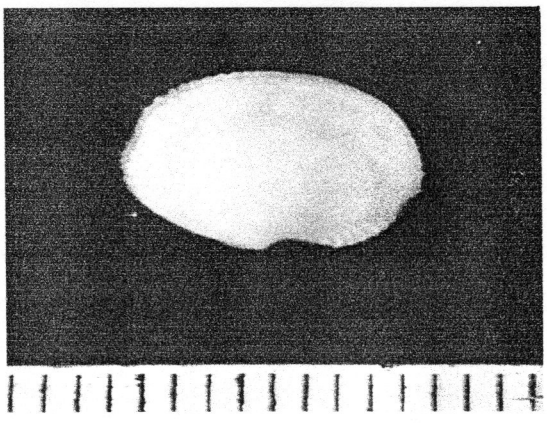
Veneridae



Trus sp.

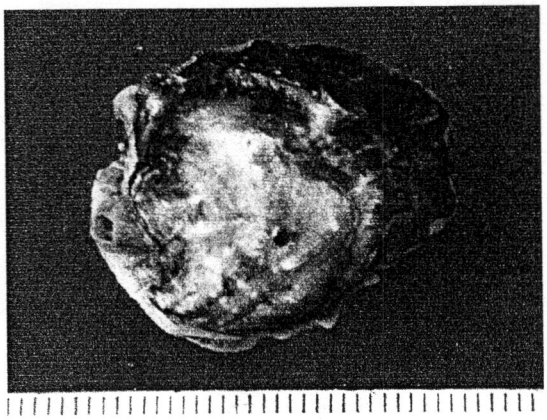


Lucinid sp.1

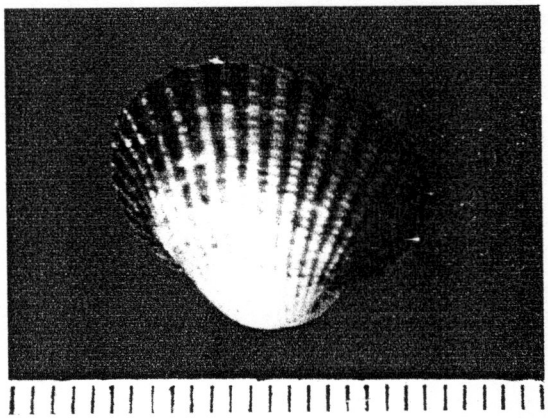


Lucinid sp.2

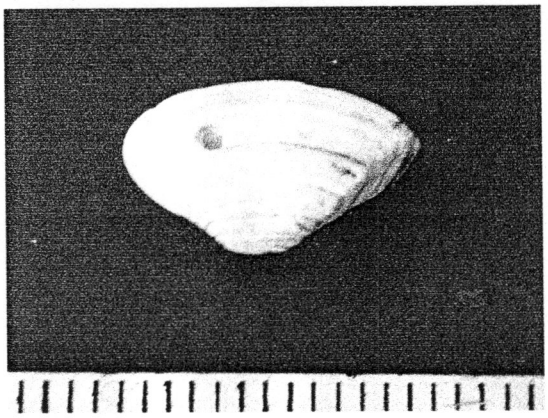
รูปที่ 51



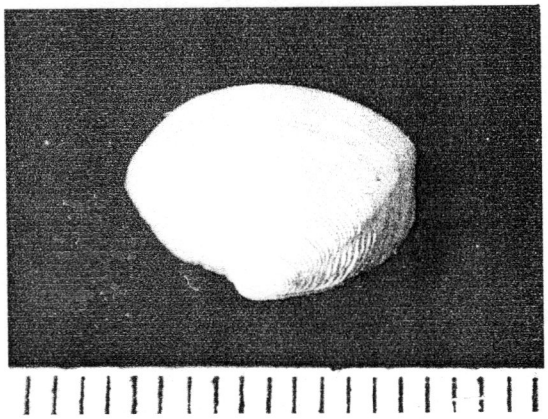
Crassostrea cuculata



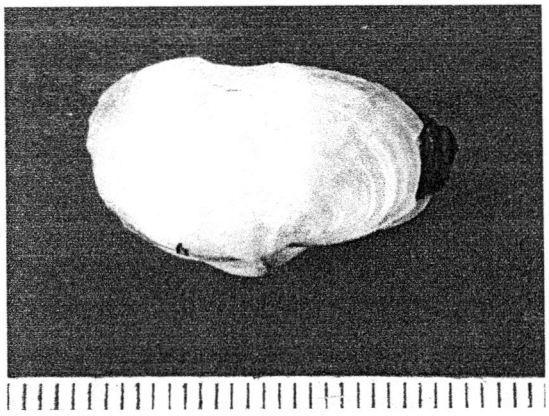
Trachycardium sp.



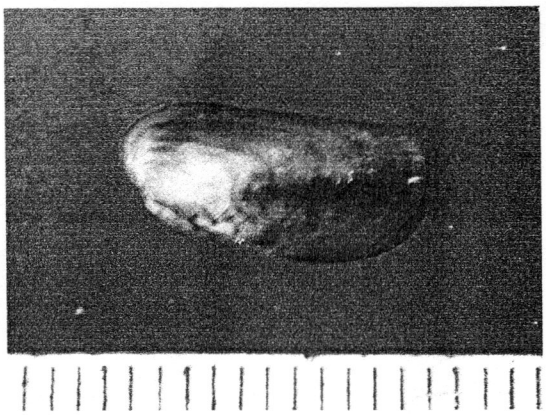
Corbula modesta



Anodontia edentula



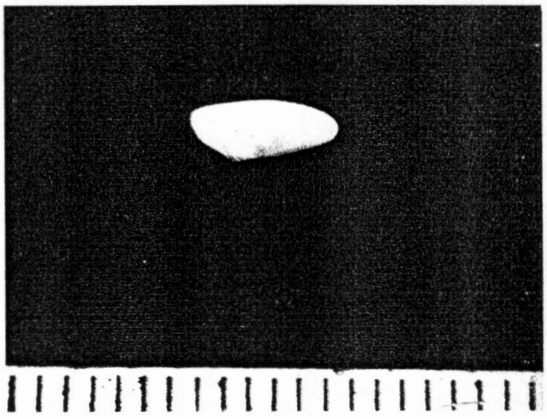
Mya arenaria



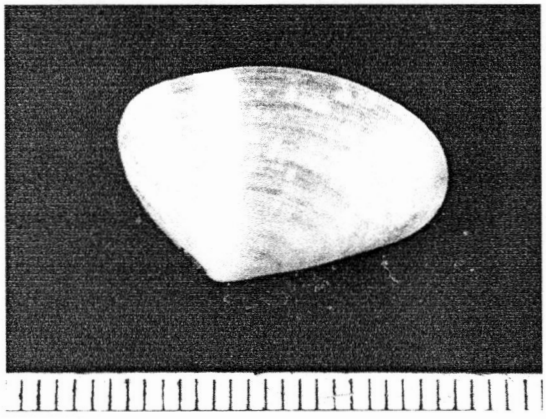
Arcuatula arcuatulai

รูปที่ 52

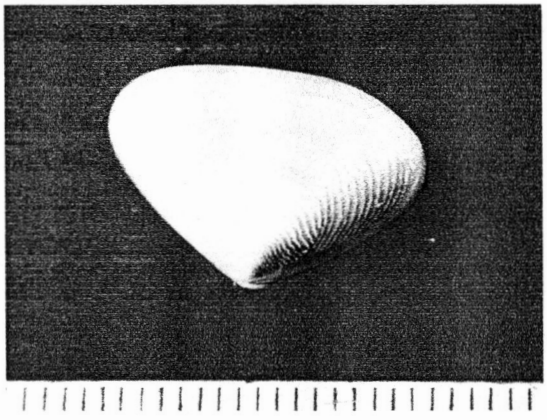
Glossus sp.



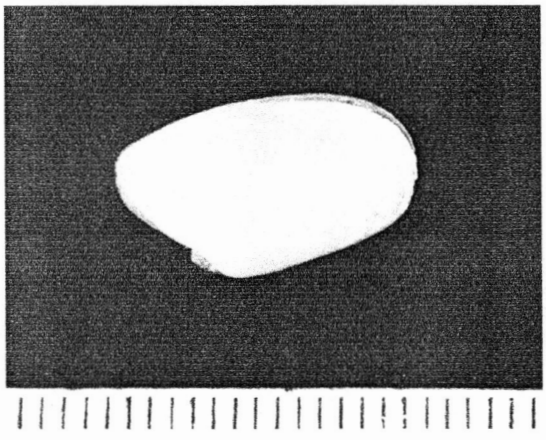
Donax sp.1



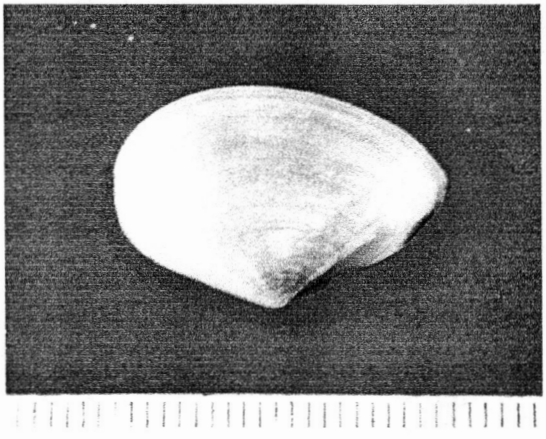
Donax sp.2



Donax sp.3



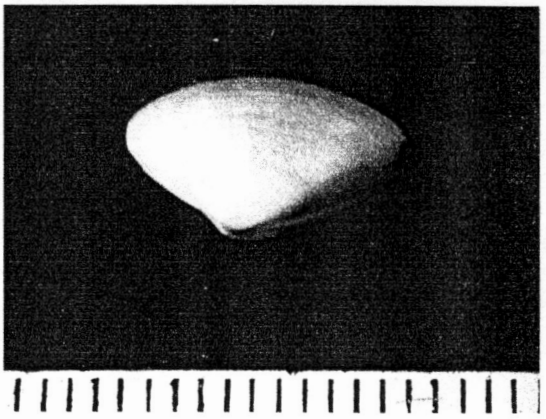
Tellina sp.1



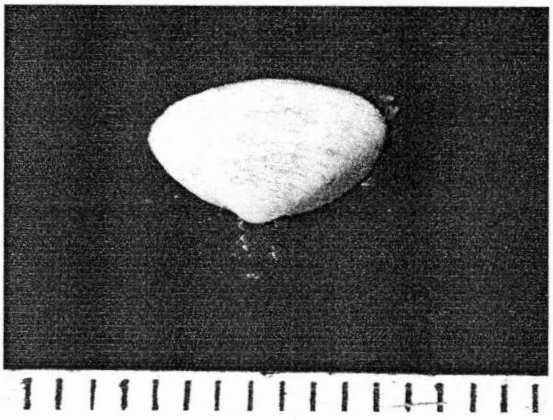
Tellina sp.2

รูปที่ 53

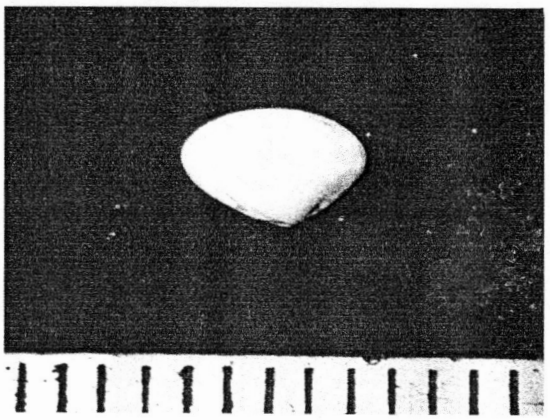
Tellina sp.3



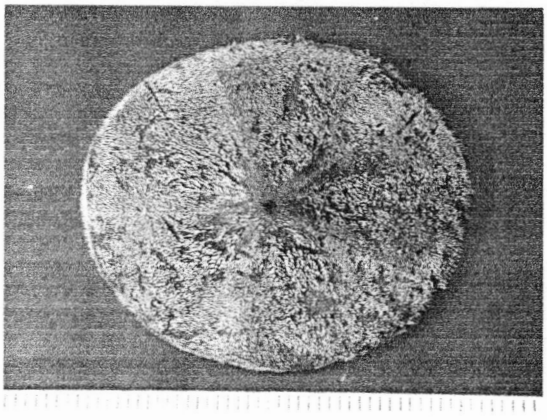
Mactra sp.1



Mactra sp.2



Mactra sp.3



Laganidae

รูปที่ 54