

ประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดกลางบริเวณหาดสะกอม จังหวัดสงขลา

Meiofauna Community at Sakom beach, Songkhla Province

วาริก เส็นนาฮู อัครเดช แหลมกา และสุธินี หิมยิ*

Varig Sennahu, Akaradech Leamka and Sutinee Himyi

โปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

Program of Biology and Applied Biology, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University

*Corresponding author e-mail: sutineeh@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดกลางบริเวณหาดสะกอม อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่าง 5 สถานี จำนวน 3 ครั้ง ในเดือนเมษายน เดือนมิถุนายน และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2556 พบสัตว์หน้าดินขนาดกลางทั้งหมด 14 กลุ่ม รวมทั้งตัวอ่อนของโคพีพอดและตัวอ่อนโพลิชีต ความชุกชุมรวมเฉลี่ยในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาอยู่ในช่วง 163 – 2,995 ตัว/10 ตร.ซม. สถานีที่ 3 พบมากที่สุดและน้อยที่สุดในสถานีที่ 1 ได้เดือนตุลาคมทะเลเป็นกลุ่มเด่นซึ่งมีความชุกชุมมากที่สุด (32 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือหมี่น้ำ (30 เปอร์เซ็นต์) ฟอแรมมินิเฟอรา (19 เปอร์เซ็นต์) และโพลิชีต (5 เปอร์เซ็นต์) ตามลำดับ การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของสัตว์หน้าดินขนาดกลางพบว่าทุกสถานีในเดือนสิงหาคมมีความคล้ายคลึงกับเดือนอื่น ๆ น้อยที่สุด (70 เปอร์เซ็นต์) ส่วนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินขนาดกลางกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม พบว่า เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ และเปอร์เซ็นต์ทรายหยาบมาก เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดกลางในบริเวณนี้มากที่สุด

คำสำคัญ: สัตว์พื้นท้องน้ำขนาดกลาง ปัจจัยสิ่งแวดล้อม อ่าวไทยตอนล่าง

Abstract

The meiofauna communities at Sakom beach, Thepha District of Songkhla province were collected at the 5 stations for 3 times during April, June and August 2013. The results showed 14 meiofaunal taxa including copepod nauplii and polychaete larvae. The average densities in each station ranged from 151 – 2,995 ind/10 cm². The station 3 had the highest density, whereas the lowest density found in station 1. Nematoda was the dominant group showing the most abundant (32%) followed by Tardigrada (30%), Sarcomastigophora (19%) and Polychaeta (5%) respectively. Cluster analysis revealed that the meiofauna communities at all stations in August were the least similarity to other months. In addition, the canonical correspondence analysis showed that the percentages of organic matter and very coarse sand of sediment type were closely related to the habitat of meiofauna occurring in this area.

Keywords: meiofauna, environmental factor, lower gulf of Thailand

คำนำ

สัตว์หน้าดินขนาดกลาง (meiofauna หรือ meiobenthos) เป็นกลุ่มสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีขนาดตั้งแต่ 63 – 1,000 ไมครอน (Giere, 1993) ส่วนใหญ่อาศัยแทรกตัวอยู่ระหว่างเม็ดดินรวมถึงซากเปลือกหอยและซากปะการัง ซึ่งสามารถพบได้ในเกือบทุกแหล่งที่อยู่อาศัย ทั้งในสภาพที่เป็นดินโคลนและดินทราย เช่น ไส้เดือนตัวกลมทะเล (nematode) หมี่น้ำ (tardigrade) โคพีพอดพื้นทะเล (harpacticoid copepod) ไคนอรินช์ (kinorhynch) ฟอแรมมินิเฟอรา (foraminiferan) แก๊สโตรทริชส์ (gastrotrich) เป็นต้น (Higgins and Thiel, 1988) สัตว์หน้าดินกลุ่มนี้มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ซึ่งนอกจากจะเป็นอาหารสำคัญสำหรับสัตว์น้ำ (Schuckel *et al.*, 2013) แล้ว ยังสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมได้โดยเฉพาะไส้เดือนตัวกลมทะเล (Monthum, 2003) โดยการใช้สัดส่วนความหนาแน่นของไส้เดือนตัวกลมทะเลกับโคพีพอด (N:C) ซึ่งพบว่าบริเวณที่สภาพแวดล้อมยังไม่เสื่อมโทรมสัดส่วนดังกล่าวมีค่าน้อย เนื่องจากความหนาแน่นของไส้เดือนตัวกลมทะเลมีค่าใกล้เคียงกับโคพีพอด แต่ในบริเวณที่สภาพแวดล้อมมีความเสื่อมโทรมมักพบไส้เดือนตัวกลมทะเลมากกว่าโคพีพอด (Warwick, 1981 cited in Vincx and Heip, 1987) ยิ่งไปกว่านั้นการที่พบจำนวนชนิดสัตว์ลดน้อยลง ในขณะที่บางชนิดที่ทนทานสูงจะเพิ่มจำนวนขึ้นมาก เป็นสัญญาณที่บ่งบอกถึง สภาพแวดล้อมที่กำลังเสื่อมโทรม (Word *et al.*, 1977)

หาดสะกอมเป็นชายฝั่งทะเลที่ตั้งอยู่ในอำเภอเทพา จังหวัดสงขลา มีความยาวเป็นระยะทางประมาณ 12 กิโลเมตร จากบ้านปากบางสะกอม ตำบลสะกอมจนถึงตำบลเกาะสะบ้า (Sakom Subdistrict Administration Organization, 2013: online) ปัจจุบันพื้นที่บางแห่งของหาดสะกอมมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างชายฝั่งทะเลเนื่องมาจากการกัดเซาะโดยกระบวนการทางธรรมชาติ โดยเฉพาะคลื่นและลมที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และการกัดเซาะจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งเป็นแหล่งท่องเที่ยว เช่น การสร้างโรงแรม ที่พัก และถนนเลียบชายฝั่ง เป็นต้น (Kingkaew, 2012: online) การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมจากสาเหตุดังกล่าวนี้ เป็นการกวนตะกอนซึ่งมีผลโดยตรงต่อปริมาณอินทรีย์วัตถุ (Hall, 1994) และอาจจะส่งผลกระทบต่อประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดกลางบริเวณชายหาดสะกอม จากการศึกษาของ Grémare *et al.* (2003) พบว่าการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้มีผลต่อประชาคมสิ่งมีชีวิต ทำให้มีความชุกชุมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สัตว์กลุ่มนี้จึงถูกนำมาใช้ในการติดตามตรวจสอบสภาพแวดล้อม โดยดูจากประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดกลางประกอบกับลักษณะของตะกอนดินซึ่งเป็นปัจจัยทางกายภาพที่สำคัญต่อการแพร่กระจาย (Grzelak *et al.*, 2009) เพื่อนำมาใช้เป็นดัชนีชี้วัดสภาพแวดล้อมบริเวณชายฝั่ง (Bagrares *et al.*, 2015)

ดังนั้นการศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดกลางบริเวณหาดสะกอม จังหวัดสงขลา ควบคู่กับการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม นอกจากจะนำมาใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์และความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดกลางแล้วยังสามารถนำมาใช้ประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งของหาดสะกอม อำเภอเทพา จังหวัดสงขลาได้

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดกลางบริเวณหาดสะกอม จังหวัดสงขลา (Figure 1) จำนวน 3 ครั้ง ในเดือนเมษายน มิถุนายน และสิงหาคม พ.ศ. 2556 สุ่มเก็บตัวอย่างในเขตน้ำขึ้นน้ำลงทั้งหมด 5 สถานี แต่ละสถานีห่างกันประมาณ 2 กิโลเมตร บันทึกพิกัดทางภูมิศาสตร์และที่ตั้งของสถานีเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือบอกตำแหน่งบนผิวโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS) เก็บตัวอย่างโดยใช้กระบอบพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร กดลึกลงไปใต้ดิน 5 เซนติเมตร สถานีละ 3 ซ้ำ รักษาตัวอย่างด้วยฟอร์มาลดีไฮด์เป็นกลาง 4 เปอร์เซ็นต์ นำตัวอย่างตะกอนดินที่ได้มารองด้วยถุงกรองขนาดตา 42 ไมโครเมตร เพื่อแยกสัตว์หน้าดินขนาดกลางออกจากตะกอนดิน (Pfannkuche and Thiel, 1988) จากนั้นนำมารักษาสภาพด้วยแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำไปจำแนกและนับจำนวน ส่วนปัจจัยสิ่งแวดล้อมตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ความเค็มน้ำโดยใช้แฮนด์รีแฟรคโตมิเตอร์ ของ ATAGO พีเอชน้ำโดยใช้พีเอชมิเตอร์ อุณหภูมิและดินโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ รวมทั้งเก็บตัวอย่างตะกอนดินทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินขนาดกลางโดยใช้กระบอบพลาสติกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร กดลึกลงไปใต้ดิน 5 เซนติเมตร ใส่ถุงพลาสติกเก็บในที่เย็นเพื่อนำไปวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินตามวิธีของ Walkley and Black ที่ดัดแปลงแล้ว (Nelson and Sommers, 1982) และขนาดอนุภาคดิน โดยใช้วิธีร่อนดินที่อบแห้งแล้วผ่านตะแกรงร่อนขนาด 1 มิลลิเมตร 0.5 มิลลิเมตร และ 0.063 มิลลิเมตร ตามลำดับ แล้วชั่งน้ำหนักของดินที่เหลืออยู่บนตะแกรงร่อนแต่ละขนาด จากนั้นคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์นำมาเทียบกับตารางของ Wentworth (Kenny and Sotheran, 2013)

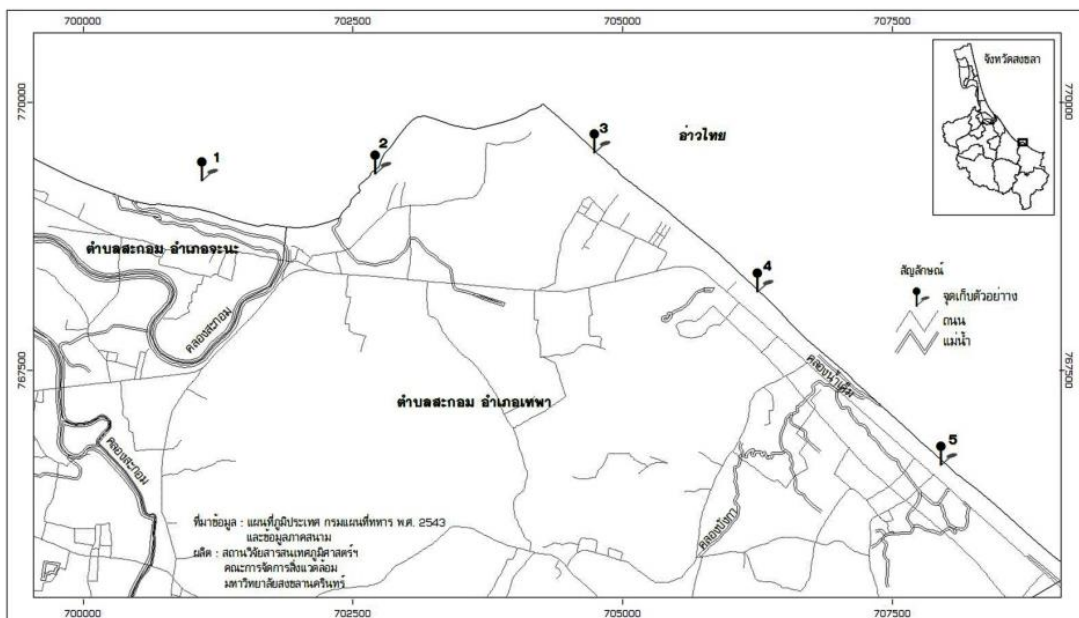


Figure 1 Location of the sampling stations at Sakom beach, Songkhla Province (GEO-Informatics Research Center for Natural Resource and Environmental, 2014)

2. การวิเคราะห์ทางสถิติ

2.1 การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดกลาง (ชนิดและความชุกชุม) ระหว่างสถานีและในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง ด้วยการวิเคราะห์ Cluster analysis (CA) โดยใช้ วิธีการจัดกลุ่ม UPGMA (Unweight pair group average method) และดัดแปลงข้อมูลเป็น $\log(x+1)$

2.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดกลางในแต่ละสถานี ด้วยการวิเคราะห์ Canonical correspondences analysis (CCA) โดยข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ได้คัดเลือกเฉพาะชนิดที่มีความชุกชุมสัมพัทธ์ตั้งแต่ 1 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป และดัดแปลงข้อมูลเป็น $\log(x+1)$

ผลการวิจัย

1. ความหลากหลายและความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดกลาง

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดกลางบริเวณหาดสะกอม จังหวัดสงขลา ในเดือนเมษายน มิถุนายน และสิงหาคม พ.ศ. 2556 พบสัตว์หน้าดินขนาดกลางทั้งหมด 14 กลุ่ม ซึ่งจัดอยู่ใน 11 ไฟลัม (Table 1) ได้แก่ Sarcomastigophora, Ciliophora, Gnathostomulida, Nematoda, Gastrotricha, Rotifera, Kinorhyncha, Annelida, Tardigrada, Arthropoda และ Acari พบตัวอ่อน 2 กลุ่มคือ ตัวอ่อนของโพลิซีต และตัวอ่อนระยะนอเพเลียสของโคพีพอด ความชุกชุมรวมของสัตว์หน้าดินขนาดกลางที่พบทั้งหมดในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาอยู่ในช่วง 163 – 2,995 ตัว/10 ตร.ซม. เมื่อพิจารณาในแต่ละสถานี พบว่าจุดที่ 3 มีความชุกชุมเฉลี่ยสูงสุด ($1,228 \pm 42$ ตัว/10 ตร.ซม.) โดยเฉพาะเดือนมิถุนายน ซึ่งพบมากถึง 2,990 ตัว/10 ตร.ซม. (Figure 2A) และมีไส้เดือนตัวกลมทะเล หมีน้ำเป็นกลุ่มเด่นที่พบมากที่สุด ในขณะที่จุดอื่นๆ มีความชุกชุมอยู่ในช่วง 163 – 783 ตัว/10 ตร.ซม. ส่วนความหลากหลายในแต่ละสถานีพบว่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยพบความหลากหลายอยู่ในช่วง 12 – 14 กลุ่ม (Table 1)

ไส้เดือนตัวกลมทะเลเป็นกลุ่มที่มีความชุกชุมมากที่สุด อยู่ในช่วง 88 – 1,326 ตัว/10 ตร.ซม. และพบหลากหลายสกุล (Figure 3) โดยเฉพาะ *Metepsilonema* ซึ่งเป็นสกุลเด่นที่พบมากที่สุด กลุ่มที่พบรองลงมาคือ หมีน้ำ แม้มีความหลากหลายในระดับสกุลน้อย (3 สกุล) แต่กลับพบชุกชุมมากอยู่ในช่วง 11 – 1,100 ตัว/10 ตร.ซม. โดยเฉพาะสกุล *Batillipes* ในขณะที่ฟอแรมมินิเฟอรา (Sarcomastigophora) แม้มีความชุกชุมน้อยกว่า (อยู่ในช่วง 100 – 373 ตัว/10 ตร.ซม.) แต่กลับพบหลากหลายสกุล (7 สกุล) ส่วนโพลิซีตพบมากในสถานีที่ 4 (233 ตัว/10 ตร.ซม.) รองลงมาจากไส้เดือนตัวกลมทะเล

ในเชิงเวลาพบว่า เดือนมิถุนายนมีความชุกชุมเฉลี่ยสูงสุด (1,042 ตัว/10 ตร.ซม.) รองลงมาคือ เดือนเมษายน (467 ตัว/10 ตร.ซม.) และสิงหาคม (440 ตัว/10 ตร.ซม.) ตามลำดับ ส่วนความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดกลางพบว่า เดือนสิงหาคมมีความหลากหลายมากที่สุด (15 กลุ่ม) ส่วนเดือนมิถุนายนและเดือนเมษายนมีความหลากหลายเท่ากันคือ 10 กลุ่ม

Table 1 List of meiofaunal taxa found by sampling stations and months. Figures in parenthesis indicate maximum density (ind/10 cm²), Ap, April; J, June; Au, August. Under lines indicate month of maximum density.

Taxa	Abbre	Station				
		1	2	3	4	5
Sarcomastigophora	Sar	Ap, J, <u>Au</u> (100)	Ap, J, <u>Au</u> (167)	Ap, <u>J</u> , Au (373)	Ap, J, <u>Au</u> (156)	Ap, J, <u>Au</u> (189)
Ciliophora	Cil	<u>Ap</u> , J, Au (12)	Ap, J, Au (2)	Ap, Au (1)	Ap, <u>J</u> (3)	Ap, J (2)
Gnathostomulida	Gna	Au (10)	Au (21)	J, <u>Au</u> (10)	J, <u>Au</u> (10)	J, <u>Au</u> (11)
Nematoda	Nem	Ap, <u>J</u> , Au (88)	Ap, <u>J</u> , Au (117)	Ap, <u>J</u> , Au (1,326)	Ap, <u>J</u> , Au (378)	Ap, <u>J</u> , Au (297)
Gastrotricha	Gas	<u>Ap</u> , J, Au (26)	<u>Ap</u> , J, Au (25)	Ap, <u>J</u> , Au (36)	Ap, J, <u>Au</u> (37)	<u>Ap</u> , J, Au (27)
Rotifera	Rot	-	Au (1)	-	Au (2)	-
Kinorhyncha	Kin	Ap (1)	Ap (1)	Au (1)	-	-
Polychaeta	Pol	Ap, J, <u>Au</u> (16)	Ap, J, <u>Au</u> (63)	Ap, J, <u>Au</u> (73)	Ap, J, <u>Au</u> (233)	Ap, J, <u>Au</u> (43)
Polychaeta larva	Poll	Au (4)	Au (3)	Au (2)	J, <u>Au</u> (3)	J, <u>Au</u> (5)
Tardigrada	Tar	<u>Ap</u> , J, Au (11)	<u>Ap</u> , J, Au (442)	Ap, <u>J</u> , Au (1,100)	Ap, <u>J</u> , Au (143)	<u>Ap</u> , J, Au (545)
Ostracoda	Ost	Ap, J, <u>Au</u> (6)	Ap, <u>J</u> , Au (3)	Ap, <u>J</u> , Au (17)	<u>Ap</u> , J, Au (3)	<u>Ap</u> , J, Au (27)
Copepoda	Cop	Ap, <u>J</u> , Au (12)	Ap, <u>J</u> , Au (168)	Ap, <u>J</u> , Au (24)	Ap, J, <u>Au</u> (13)	Ap, J, <u>Au</u> (102)
Nauplius Copepod	Nau	Ap, J, <u>Au</u> (8)	Ap, <u>J</u> , Au (108)	Ap, <u>J</u> , Au (102)	Ap, J, <u>Au</u> (15)	<u>Ap</u> , J, Au (26)
Acari	Aca	-	-	-	Au (2)	Au (2)
Unknown	-	Au (2)	Au (1)	-	-	-
Number of taxa		12	14	13	13	12
Total Abundance (Mean ± SE)		178.5 ± 5.8	628.5 ± 15.1	1,227.6 ± 41.9	501.0 ± 13.7	682.8 ± 20.4

2. ความคล้ายคลึงของสัตว์หน้าดินขนาดกลาง

การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงกันของสัตว์หน้าดินขนาดกลางในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง (Figure 2B) เดือนเมษายน มิถุนายน และสิงหาคม พ.ศ. 2556 ทั้ง 5 สถานี พบว่าเมื่อพิจารณาที่ระดับความคล้ายคลึง 73.7 เปอร์เซ็นต์ สามารถแบ่งกลุ่มสัตว์หน้าดินขนาดกลางออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 (G1) ประกอบด้วยทุกสถานีในเดือนสิงหาคมซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นๆ มากที่สุด ส่วนกลุ่มที่ 2 (G2) คือสถานี 1 เดือนมิถุนายน มีความคล้ายคลึงกับกลุ่มที่ 3 (G3) และ 4 (G4) ประมาณ 72.5 เปอร์เซ็นต์

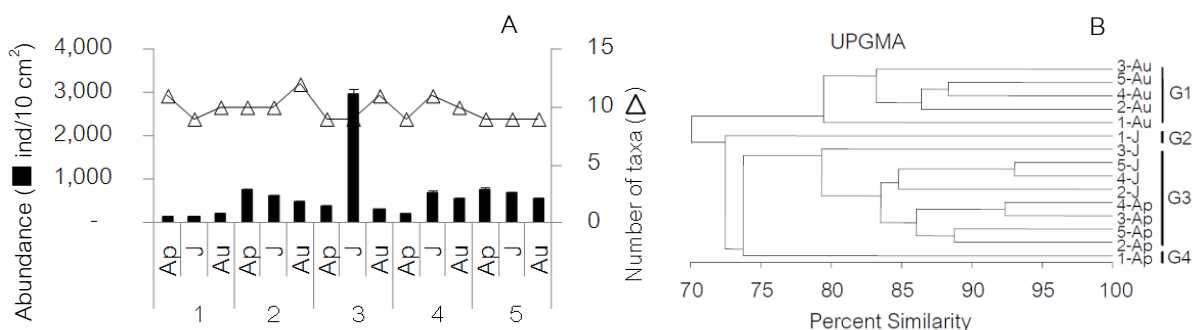


Figure 2 Abundance (ind/10cm²; averaged across three samples per stations; bar are ± SE) and number of taxa of meiofauna (A) Cluster analysis of meiofauna (B) at Sakom beach, Songkhla Province in April – August 2013, Ap, April; J, June; Au, August

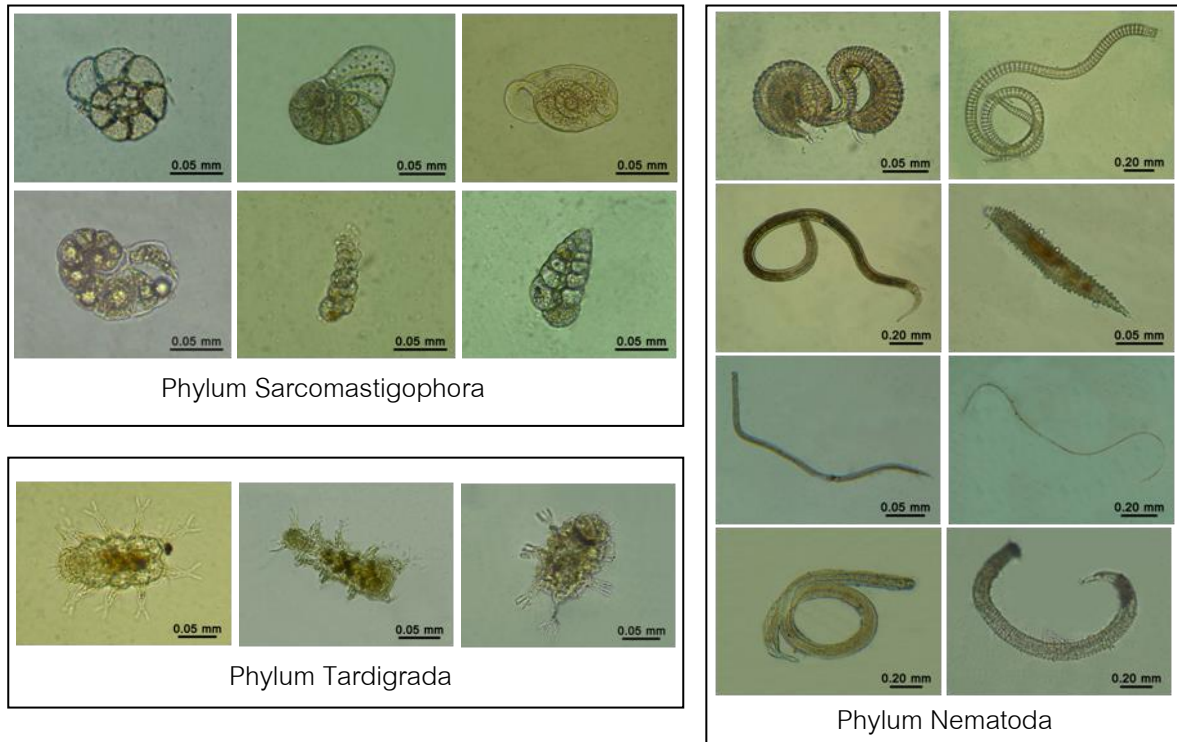


Figure 3 Dominant meiofauna found at Sakom beach, Songkhla Province in April – August 2013

3. ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาพบว่า ฟิเอซของน้ำ (Figure 4A) ในทุกสถานที่มีค่าอยู่ในช่วง 8.0 – 8.4 เดือนเมษายน มีค่าฟิเอซเฉลี่ยต่ำสุดและสูงสุดในเดือนสิงหาคม ในขณะที่ความเค็มน้ำ (Figure 4B) มีค่าอยู่ในช่วง 29 – 32 พีพีที และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนสิงหาคมและสูงสุดในเดือนเมษายน โดยสถานที่ที่ 4 มีความเค็มเฉลี่ยต่ำสุด ส่วนอุณหภูมิน้ำ (Figure 4C) พบว่ามีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิดิน (Figure 4D) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 32 – 37 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามพบว่าส่วนใหญ่มีค่าสูงในเดือนเมษายน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดิน (Figure 4E) มีค่าอยู่ในช่วง 0.08 – 0.26 เปอร์เซ็นต์ โดยส่วนใหญ่มีค่าต่ำในเดือนมิถุนายนและมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายน ยกเว้นจุดที่ 1 ที่พบว่ามีค่าต่ำสุดในเดือนเมษายน (0.08 เปอร์เซ็นต์) และสูงสุดในเดือนมิถุนายน (0.22 เปอร์เซ็นต์) ส่วนขนาดอนุภาคดิน (Figure 4F) ในทุกสถานพบว่าส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นตะกอนดินแบบทรายละเอียด (Fine sand) ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 0.063 – 0.5 มิลลิเมตร คิดเป็น 82.32 – 95.05 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตะกอนดินที่หยาบเป็นตะกอนดินแบบทรายหยาบ (Coarse sand) มีขนาดตั้งแต่ 0.5 – 1 มิลลิเมตร คิดเป็น 3.94 – 10.80 เปอร์เซ็นต์ ตะกอนดินแบบทรายหยาบมาก (Very coarse sand) มีขนาดตั้งแต่ 1 – 2 มิลลิเมตร คิดเป็น 0.78 – 6.74 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตะกอนดินแบบทรายแป้งและอนุภาคดินเหนียว (Silt-Clay) มีขนาดน้อยกว่า 0.063 มิลลิเมตร คิดเป็น 0.07 – 0.23 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าสถานที่ที่ 1 มีปริมาณตะกอนดินทรายละเอียดสูงที่สุด และสถานที่ที่ 3 มีปริมาณทรายหยาบมาก

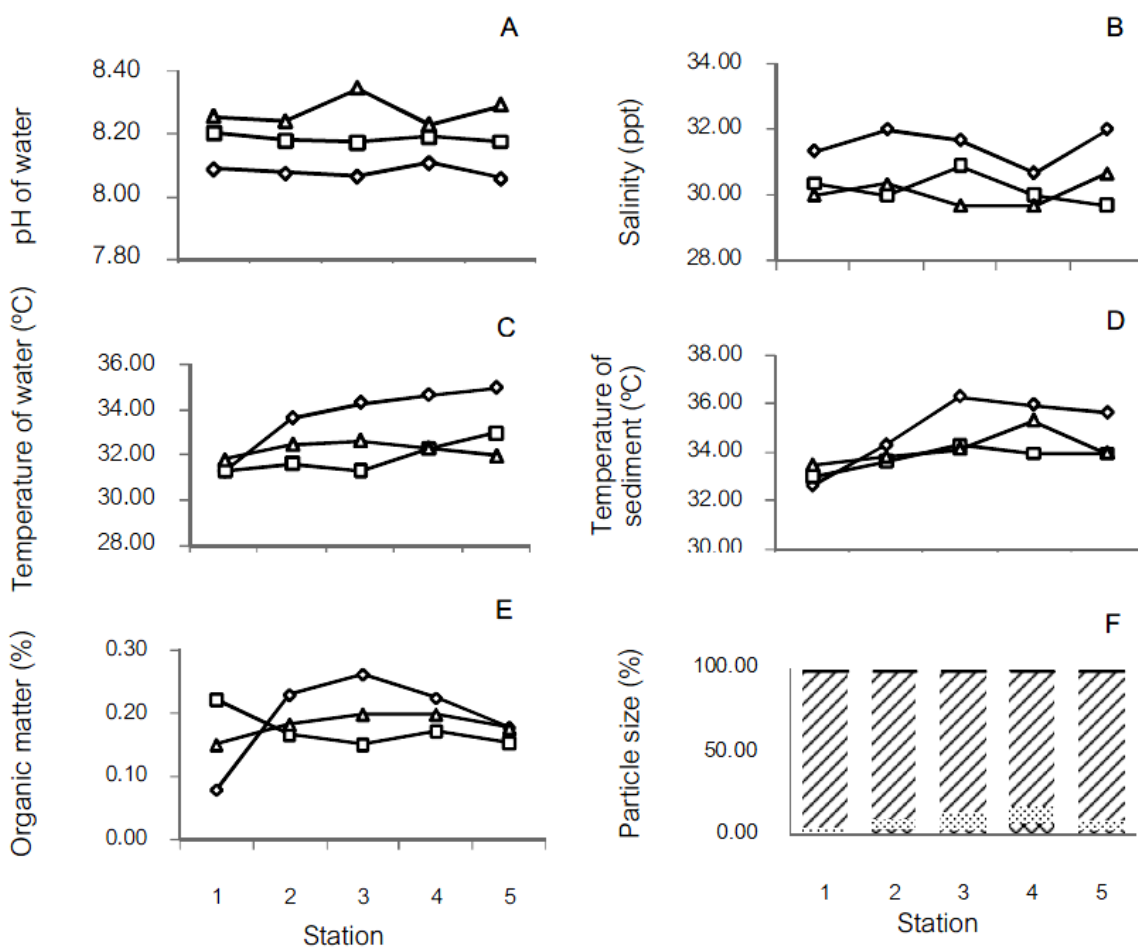


Figure 4 pH of water (A), Salinity (B), Temperature of water (C), Temperature of sediment (D), Organic matter (E) and Particle size (F) at Sakom beach, Songkhla province in April – August 2013
 April (◇), June (□), August (△), Very coarse sand (◇), coarse sand (□), Fine sand (△)
 Silt-Clay (■)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับสัตว์หน้าดินขนาดกลาง

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและสัตว์หน้าดินขนาดกลางบริเวณหาดสะกอมในแต่ละสถานีพบว่า ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับสัตว์หน้าดินขนาดกลาง ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) เปรอร์เซ็นต์ทรายหยาบมาก (Very coarse sand) พีเอชของน้ำ (pH) และความเค็มของน้ำ (Sal) โดยปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดกลางมากที่สุด รองลงมาคือเปอร์เซ็นต์ทรายหยาบมาก อย่างไรก็ตามพบว่าสัตว์หน้าดินขนาดกลางแต่ละกลุ่มมีความสัมพันธ์กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมแตกต่างกันออกไป เช่น โคพีพอด (Cop) และหมี่น้ำ (Tar) พบชุกชุมมากบริเวณที่มีอินทรีย์วัตถุและเปอร์เซ็นต์ทรายหยาบมากค่อนข้างสูง ในขณะที่ได้เดือนตัวกลมทะเล (Nem) ฟอแรมมินิเฟอรา (Sar) และแก๊สโทรทริซส์ (Gas) พบมากในบริเวณที่มีอินทรีย์วัตถุและเปอร์เซ็นต์ทรายหยาบมากค่อนข้างต่ำ (Figure 5)

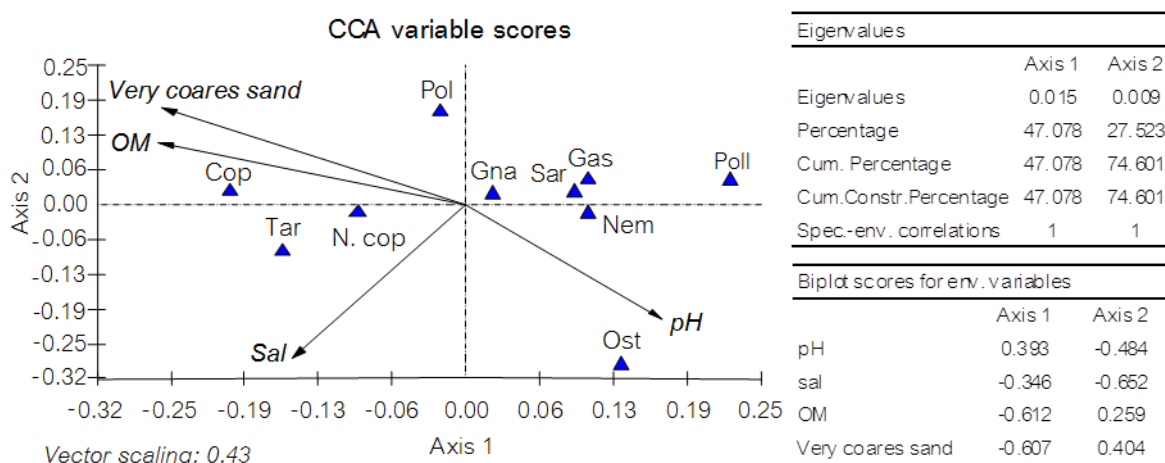


Figure 5 Canonical correspondences analysis indicates that the environmental variable related to meiofauna community at Sakom beach, Songkhla Province in April – August 2013

วิจารณ์ผล

คุณภาพน้ำ เช่น ความเค็มและอุณหภูมิบริเวณหาดสะกอมมีค่าสูงในเดือนเมษายนและมีแนวโน้มลดลงในเดือนมิถุนายนและสิงหาคม พ.ศ. 2556 เนื่องจากเดือนมิถุนายนและสิงหาคมเป็นช่วงที่เข้าสู่ฤดูฝนซึ่งได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีฝนตกมากทำให้ความเค็มและอุณหภูมิของน้ำทะเลลดลง ประกอบกับบางบริเวณที่ทำการศึกษายู่ใกล้ปากน้ำเทพาและปากคลองสะกอมตลอดจนลำน้ำสาขาต่างๆ ในพื้นที่ แตกต่างจากค่าพีเอชที่พบว่ามีความใกล้เคียงกันในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง โดยมีค่าเป็นต่างเล็กน้อย ซึ่งยังคงมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง (Pollution Control Department, 2014)

การศึกษาคุณภาพดินพบว่า ลักษณะตะกอนดินบริเวณหาดสะกอมทุกสถานีมีลักษณะเป็นตะกอนดินทรายละเอียด โดยเฉพาะจุดที่ 1 ที่มีเปอร์เซ็นต์ตะกอนดินทรายละเอียดสูงที่สุด อาจเนื่องมาจากสถานีที่ 1 เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้ปากคลองสะกอมทำให้กระแสน้ำพัดพาตะกอนดินลงมายังชายฝั่ง ซึ่งในช่วงฤดูมรสุมตะกอนดินจะถูกพัดพาเป็นปริมาณมากออกสู่ทะเล และเกิดการสะสมของกรวดและทรายบริเวณปากแม่น้ำ ส่วนตะกอนดินแบบทรายแป้งและดินเหนียวซึ่งมีน้ำหนักเบาจึงถูกพัดพาโดยคลื่นออกจากฝั่ง สามารถเคลื่อนย้ายไปตามกระแสน้ำและตกในบริเวณที่ได้รับการรบกวนจากกระแสน้ำน้อยกว่า (Tanyaros, 2007) สำหรับอินทรีย์วัตถุเฉลี่ยบริเวณหาดสะกอมมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของอินทรีย์วัตถุบริเวณชายฝั่งทั่วโลกซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.05 – 3.00 เปอร์เซ็นต์ (Hyland *et al.*, 2000)

ความชุกชุมรวมของสัตว์หน้าดินขนาดกลางที่พบทั้งหมดในแต่ละสถานีตลอดการศึกษาพบว่า สถานีที่ 3 มีความชุกชุมเฉลี่ยสูงสุดโดยเฉพาะในเดือนมิถุนายน อาจเนื่องมาจากสถานีที่ 3 เป็นสถานีที่อยู่ห่างจากปากคลองสะกอม ทำให้พบสัตว์หน้าดินขนาดกลางมากกว่าบริเวณอื่นๆ สอดคล้องกับการศึกษาของ Monthum (2002) ที่พบว่าบริเวณที่อยู่ห่างจากปากคลองแต่ละระดับออกไปพบได้เดือนตัวกลมทะเลมากกว่าบริเวณที่อยู่ใกล้ปากคลอง อาจเนื่องมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ เช่น ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และลักษณะตะกอน

ดินที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์เหล่านี้ ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า สถานีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินสูงกว่าจุดอื่นๆ จึงอาจเป็นแหล่งอาหารให้กับสัตว์หน้าดินขนาดกลาง โดยเฉพาะกลุ่มไส้เดือนตัวกลมทะเลและหมีน้ำที่พบว่ามีความชุกชุมมากกว่ากลุ่มอื่นอย่างชัดเจนในสถานีนี้ ในขณะที่สถานี 1 พบสัตว์หน้าดินขนาดกลางน้อยที่สุด อาจเนื่องมาจากบริเวณนี้มีเปอร์เซ็นต์ทรายละเอียดสูงแต่มีทรายหยาบน้อยกว่าสถานีอื่นๆ ประกอบกับบริเวณนี้อยู่ใกล้กับปากคลองซึ่งอาจได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดที่ไหลมาจากคลองสะกอม จึงอาจส่งผลให้สัตว์มีความชุกชุมน้อยกว่าสถานีอื่นๆ ส่วนความหลากหลายในแต่ละสถานีแม้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน (12 – 14 กลุ่ม) แต่พบว่าสถานีที่ 2 มีความหลากหลายมากที่สุด อาจเนื่องมาจากบริเวณนี้อยู่ห่างออกไปจากปากคลองสะกอมและแหล่งชุมชน จึงถูกรบกวนน้อยทำให้พบสัตว์หลากหลายกลุ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Riera *et al.* (2012) ซึ่งพบว่าปริมาณน้ำจืดที่ไหลมาจากแม่น้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประชาคมสัตว์หน้าดินขนาดกลางบริเวณอ่าวลอสคริสเตียนอสประเทศสเปน โดยพบความหลากหลายและความชุกชุมต่ำในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด

การศึกษานี้พบไส้เดือนตัวกลมทะเลเป็นกลุ่มเด่นที่มีความชุกชุมมากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาในหลายพื้นที่ทั้งแหล่งหญ้าทะเล ทะเลสาบสงขลาและหาดทราย (Angsupanich *et al.*, 1996; Angsupanich *et al.*, 1997; Monthum, 2003; Monthum, 2008; Pleumarom, 2010; Harguinteguy *et al.*, 2012) กลุ่มเด่นที่พบรองลงมาคือหมีน้ำ เช่นเดียวกับบริเวณหาดทรายของชายฝั่งทางตะวันออกเฉียงใต้ของเมืองริโอเดอจาเนโร ประเทศบราซิล ที่พบหมีน้ำมีความชุกชุมมาก (1,556 – 13,125 ตัว/10 ตร.ซม.) โดยพบว่าหมีน้ำและไส้เดือนตัวกลมทะเลเป็นกลุ่มเด่นคิดเป็นร้อยละ 92 ของกลุ่มสัตว์ที่พบทั้งหมด เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลและลักษณะของตะกอนดิน โดยบริเวณดังกล่าวมีตะกอนดินเป็นแบบทรายละเอียดซึ่งมีผลต่อช่องว่างระหว่างเม็ดดิน จึงทำให้พบกลุ่มสัตว์เหล่านี้มีชุกชุมมาก (Albuquerque *et al.*, 2007) แตกต่างจาก Coull (1988) ที่รายงานว่า โคฟีพอดพื้นทะเล มักเป็นกลุ่มเด่นพบรองลงมาจากไส้เดือนตัวกลมทะเลโดยเฉพาะบริเวณที่มีลักษณะตะกอนดินเป็นแบบทรายหยาบ แต่บริเวณหาดสะกอมมีลักษณะตะกอนดินส่วนใหญ่เป็นแบบทรายละเอียดมากกว่าทรายหยาบ จึงอาจส่งผลให้บริเวณนี้พบไส้เดือนทะเลและหมีน้ำเป็นกลุ่มเด่น

ในเชิงเวลา พบว่าสัตว์หน้าดินขนาดกลางส่วนใหญ่มีความชุกชุมมากในเดือนมิถุนายน โดยเฉพาะสถานีที่ 3 ซึ่งพบไส้เดือนตัวกลมทะเลและหมีน้ำชุกชุมมาก (1,326 และ 1,100 ตัว/10 ตร.ซม. ตามลำดับ) อาจเนื่องมาจากกลุ่มสัตว์เหล่านี้สามารถพบได้ในเกือบทุกแหล่งที่อยู่อาศัย (Higgins and Thiel, 1988) และสามารถปรับตัวได้ดีต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ ส่งผลให้มีความชุกชุมมากบริเวณชายฝั่ง (Monthum, 2002) อีกทั้งการเปลี่ยนแปลงสภาพปัจจัยสิ่งแวดล้อมระหว่างฤดูกาลส่งผลต่อการแพร่กระจายของหมีน้ำและไส้เดือนตัวกลมทะเลในแต่ละพื้นที่ (Albuquerque *et al.*, 2007; Sawangraruks *et al.*, 2010) ทำให้พบสัตว์เหล่านี้เพิ่มขึ้นเมื่อสภาพแวดล้อมอยู่ในภาวะที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ในขณะที่เดือนสิงหาคมแม้พบความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดกลางน้อยที่สุด แต่พบว่ามีความหลากหลายมากที่สุด เช่นเดียวกับ Angsupanich *et al.* (1996) ที่พบสัตว์หน้าดินขนาดกลางมีความหลากหลายมากในเดือนสิงหาคมเช่นเดียวกัน อาจเนื่องมาจากเดือนสิงหาคมอยู่ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งมีฝนตกลงมาบ้าง ส่งผลให้ความเค็มและอุณหภูมิของน้ำมีค่าลดลง

ประกอบกับน้ำฝนที่ตกลงมาชะล้างธาตุอาหารต่างๆ ลงสู่ทะเลและเป็นอาหารให้กับสัตว์หน้าดินขนาดกลาง ส่งผลให้พบความหลากหลายเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและสัตว์หน้าดินขนาดกลางบริเวณหาดสะกอม ในแต่ละสถานีพบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุและเปอร์เซ็นต์ทรายหยาบมีความสัมพันธ์กับความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดกลางมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสัตว์หน้าดินขนาดกลางใช้เป็นแหล่งอาหารในการดำรงชีวิต จากการศึกษาของ Angsupanich *et al.* (1997) พบว่าบริเวณที่อยู่ใกล้กับแหล่งปล่อยอินทรีย์วัตถุพบความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดกลางมากที่สุด ซึ่งอินทรีย์วัตถุมีผลต่อความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินขนาดกลางทำให้ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และลดลงตามปริมาณของอินทรีย์วัตถุ (Monthum, 2003) ส่วนเปอร์เซ็นต์ทรายมีผลต่อช่องว่างระหว่างเม็ดดินซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่ให้กับสัตว์เหล่านี้ จึงพบสัตว์มากขึ้นด้วย (Albuquerque *et al.*, 2007) Giere (1993) กล่าวว่าลักษณะตะกอนดินและช่องว่างระหว่างเม็ดดินเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความหลากหลายและความชุกชุมของหมี่น้ำ

เมื่อพิจารณาสัดส่วนความหนาแน่นของไส้เดือนตัวกลมทะเลกับโคพีพอดพบว่ามีความมากที่สุด ในสถานีที่ 3 คือ 35 ในขณะที่สถานีอื่น ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 1- 10 จากรายงานของ Warwick (1981 cited in Vincx and Heip, 1987) พบว่าบริเวณที่สภาพแวดล้อมยังไม่เสื่อมโทรม สัดส่วนควรมีค่าน้อยกว่า 40 สำหรับบริเวณที่เป็นตะกอนดินโคลน และน้อยกว่า 10 สำหรับบริเวณที่มีลักษณะตะกอนดินทราย ซึ่งบริเวณหาดสะกอมมีลักษณะตะกอนดินเป็นดินทราย จึงอาจสรุปได้ว่าคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณหาดสะกอมจังหวัดสงขลาส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี ยกเว้นสถานีที่ 3 ที่บ่งบอกว่าสภาพแวดล้อมมีความเสื่อมโทรม สอดคล้องกับการศึกษาบริเวณชายฝั่งประเทศฟิลิปปินส์ที่พบว่าบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากภาวะมลพิษน้อยมีค่าสัดส่วนน้อยกว่า 10 แต่ในบริเวณที่ที่ได้รับผลกระทบสัดส่วนมีค่าอยู่ในช่วง 30 - 39 (Bagares *et al.*, 2015) อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการศึกษาเพียงช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น ดังนั้นเพื่อให้ข้อมูลมีความสมบูรณ์มากขึ้นจึงควรศึกษาให้ครอบคลุมในทุกฤดูกาลรวมถึงปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ที่อาจจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของสัตว์หน้าดินขนาดกลาง

สรุป

การศึกษานี้พบสัตว์หน้าดินขนาดกลางทั้งหมด 14 กลุ่ม 11 ไฟลัม ได้แก่ Nematoda เป็นกลุ่มเด่นที่มีความชุกชุมมากที่สุด รองลงมาคือ Tardigrada, Sarcomastigophora, Arthropoda, Annelida, Gastrotricha, Gnathostomulida, Ciliophora, Acari, Rotifera และ Kinorhyncha ตามลำดับ เดือนสิงหาคมมีความหลากหลายมากที่สุด ในขณะที่เดือนมิถุนายนมีความชุกชุมของสัตว์หน้าดินขนาดกลางสูงสุด ส่วนปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะความเค็มของน้ำส่วนใหญ่มีค่าสูงในเดือนเมษายน สำหรับลักษณะตะกอนดินส่วนใหญ่พบว่าเป็นตะกอนดินทรายละเอียด มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในตะกอนดินค่อนข้างน้อย (0.08 – 0.26 เปอร์เซ็นต์) อย่างไรก็ตามพบว่ามีปริมาณอินทรีย์วัตถุและลักษณะตะกอนดินมีความสัมพันธ์กับการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินขนาดกลางในแต่ละแหล่งที่อยู่อาศัย

คำขอบคุณ

ขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่างที่อนุเคราะห์เครื่อง GPS ในการเก็บตัวอย่าง ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาชีววิทยาและชีววิทยาประยุกต์ที่สนับสนุนการทำวิจัยและอำนวยความสะดวก ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่อนุเคราะห์ตะแกรงร่อนดินใช้สำหรับวิเคราะห์ดินในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Angsupanich, S., Phromthong, I. and Srichuer, K. 1997. Meiofauna in Thale Sap Songkhla, a lagoonal lake in southern Thailand. *Journal of the Science Society of Thailand* 23: 347 – 358.
- Angsupanich, S., Ruchirayanyong, J. and Tochua, S. 1996. Distribution and abundance of meiofauna in the sandy beaches of Nakorn Si Thammarat and Songkhla provinces. *Thai Fisheries Gazette* 49(5): 425 – 435. [in Thai]
- Albuquerque, E.F., Brandão Pinto, A.P., d'Alcântara de Queiroz, A. and Veloso, V.G. 2007. Spatial and temporal changes in interstitial meiofauna on a sandy ocean beach of South America. *Brazilian Journal of Oceanography* 55(2): 121 – 131.
- Bagares, J.C., Oco, A.B., Genardino, R.P. and Vedra, S.A. 2015. Potential use of nematode-copepod index in assessing pollution thresholds in selected coastal areas of Northern Mindanao, Philippines. *International Journal of Research in Biosciences* 4 (3): 37 – 41.
- Coull, B.C. 1988. Ecology of the marine meiofauna. In: *Introduction to the Study of Meiofauna*. edited by Higgins, R.P. and Thiel, H. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. pp. 18 – 38.
- GEO-Informatics Research Center for Natural Resource and Environmental. 2014. Location of the sampling sites at Sakom beach, Songkhla Province. Faculty of Environmental Management, Prince of Songkla, Songkhla.
- Giere, O. 1993. *Meiobenthology: The Microscopic Fauna in Aquatic Sediments*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin. 328 p.
- Grémare, A., Amouroux, J.M., Cauwet, G., Charles, F., Courties, C., DeBovee, F., Dinet, A., Devenon, J.L., Durrieu de Madron, X., Ferre, B., Fraunie, P., Joux, F., Lantoine, F., Lebaron, P., Naudin, J.J., Pujo-Pay, M. and Zudaire, L. 2003. The effects of a strong winter storm on physical and biological variables at a shelf site in the Mediterranean. *Oceanologica Acta* 26: 407 – 419.

- Grzelak, K., Kotwicki, L., and Szczucinski, W. 2009. Monitoring of sandy beach meiofaunal assemblages and sediments after the 2004 tsunami in Thailand. *Polish Journal of Environmental Studies* 18(1): 43 – 51.
- Hall, S.J. 1994. Physical disturbance and marine benthic communities: life in unconsolidated sediments. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 32: 179 – 239.
- Harguinteguy, C.A., Cofré, M.N. and Pastor de Ward, C.T. 2012. Change in the meiofauna community structure of sandy beaches of the Nuevo Gulf (Chubut, Argentina). *Papéis Avulsos de Zoologia (São Paulo)* 52(34): 411 – 422.
- Higgins, R.P. and Thiel, H. 1988. *Introduction to the Study of Meiofauna*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 488 p.
- Hyland, J., Karakassis, I., Magni, P., Petrov, A. and Shine, J. 2000. Summary Report: Results of initial planning meeting of the United Nations Educational, Scientific and Cultural organization (UNESCO), Benthic Indicator Group. 70 p.
- Kenny, A.J. and Sotheran, I. 2013. Characterising the physical properties of seabed habitats. In: *Methods for the Study of Marine Benthos*. 4th ed., edited by Eleftheriou, A. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester. pp. 47 – 96.
- Kingkaew, K. 2012. Coastal erosion and Geographic Information Systems. Water Quality Management Bureau Pollution Control Department. [online] Available from <http://wqm.pcd.go.th/water/images/stories/agriculture/journal/2555/geocoastalerosion.pdf> [2013, January 21]
- Monthum, Y. 2002. Free-living Marine Nematodes Community at the Mouths of the Canals around Khung Krabaen Bay, Chanthaburi Province. Master Thesis of Science (Marine Science). Kasetsart University. Bangkok. 158 pp. [in Thai]
- Monthum, Y. 2003. Meiofauna communities of the seagrass bed at Ao Tha len, Krabi Province. Proceedings of 41th Kasetsart University Annual Conference: Fisheries. Bangkok. February 3 – 7, 2003. pp. 61 – 68. [in Thai]
- Monthum, Y. 2008. Ecology of free-living Marine Nematodes in Tha Len Bay Seagrass Bed, Krabi Province. Doctor of Philosophy (Marine Science). Kasetsart University. Bangkok. 213 pp. [in Thai]
- Nelson, D.W. and Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter. In *Method of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties*, 2nd ed., edited by Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. American Society of Agronomy, Inc. and Soil Science Society of America, Inc. Wisconsin. pp. 539 – 579.

- Pfannkuche, O. and Thiel, H. 1988. Sample processing. In Introduction to the Study of Meiofauna. edited by Higgins, R.P. and Thiel, H. Smithsonian Institution Press. Washington, D.C. pp. 134 – 145.
- Pleumarom, S. 2010. Free-living Marine Nematodes community on Seagress Blades at Tha Len Bay, Krabi Province. Master Thesis of Science (Marine Science). Kasetsart University. Bangkok. 189 pp. [in Thai]
- Pollution Control Department. 2014. Marine Water Quality Standard. Pollution Control Department. Bangkok. 7 pp.
- Riera, R., Núñez, J., and Brito, M.C. 2012. Influence of a freshwater runoff on temporal variations of an intertidal meiofaun assemblage. *Vie Et Milieu-Life And Environment* 62(3): 105 – 114.
- Sakom Subdistrict Administration Organization. 2013. Location Sakom Beach. In tourist attraction syn. [online] Available from <http://www.sakomthepha.go.th/index.php?options=travel&mode=detail&id=617> [2013, January 22]
- Sawangarreruks, S., Yaowasooth, P. and Prempre, T. 2010. Nematode diversity at Thachin River mouth, Samut Sakhon Province. *Journal of Fisheries Technology Research* 4(1): 92 – 106. [in Thai]
- Schuckel, S., Sell A.F., Kihara, T.C., Koeppen. A., Kroncke, I. and Reiss, H. 2013. Meiofauna as food source for small-sized demersal fish in the southern North Sea. *Helgoland Marine Research* 67(2): 203 – 218.
- Tanyaros, S. 2007. Introduction to Marine Science. Odian Store. Bangkok. 280 pp. [in Thai]
- Vincx, M. and Heip, C. 1987. The use of meiobenthos in pollution monitoring studies: A review. ICES, C.M. E33: 1 – 18.
- Word, J.Q. Myers, B.L. Mearns, A.J. 1977. Animals that are indicators of marine pollution. In: Coastal Water Research Project Annual Report, 1977. El Segundo, CA. pp. 199 – 206.