ผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ต่อสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณชายหาดบางแสน และหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี

EFFECT OF ANTHROPOGENIC ACTIVITIES ON BENTHIC MACROFAUNA IN BANG SAEN AND WONNAPA BEACHS, CHONBURI PROVINCE

*ณัฐกิตทิ์ โตอ่อน**

Natthakitt To-orn*

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

Faculty of Agricultural Technology and Agro-Industry, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi.

***Corresponding author, e-mail:** *jumpleng@hotmail.com*

Received: *April 3, 2018;* **Revised:** *June 8, 2018;* **Accepted:** *July 6, 2018*

บทคัดย่อ

ศึกษาผลกระทบของกิจกรรมมนุษย์ที่มีต่อสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่และปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณชายหาดบางแสนและชายหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี โดยแต่ละชายหาดกำหนดแนวเก็บตัวอย่างออกเป็น 3 สถานี แต่ละสถานีห่างกัน 100 เมตร แต่ละสถานีแบ่งออกเป็น 2 สถานีย่อย คือ บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) และบริเวณห่างจากน้ำขึ้นสูงสุด 10 เมตร ผลการศึกษาพบสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งสิ้น 3 กลุ่ม ได้แก่ ไส้เดือนทะเล (Polychaetes) หอย (Molluscs) และครัสตาเซียน (Crustaceans) จำนวนชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสน (12 ชนิด) พบมากกว่าหาดวอนนภา (9 ชนิด) ความหนาแน่นและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดวอนนภา (4-704 ตัวต่อตารางเมตร และ 0.07-70.77 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ) มีค่ามากกว่าบริเวณชายหาดบางแสน (12-80 ตัวต่อตารางเมตร และ 0.13-58.00 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ) เนื่องจากพบไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. และแอมฟิพอด (Amphipods) ชุกชุม คุณสมบัติของดินตะกอนทั้งขนาดอนุภาคและปริมาณสารอินทรีย์ ความเค็ม และความเป็นกรด-ด่างของน้ำในดินเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สัมพันธ์กับการกระจายและความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดิน

คำสำคัญ: กิจกรรมของมนุษย์ หาดทราย สัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ จังหวัดชลบุรี

Abstract

The anthropogenic impacts on benthic macrofauna and environmental factors in Bang Saen and Wonnapa beaches, Chon Buri Province were investigated. Three sampling stations were set every 100 m along transect line of each beach. Each station was divided into 2 subsamplings: high water (innermost) station and 10 m offshore (outermost) station. Three taxa of macrofauna were recorded namely polychaetes, bivalves and crustaceans.

The number of species of benthic fauna was higher in Bang Saen (12 species) than Wonnapa (9 species). The abundance and biomass of benthic macrofauna in Wonnapa (4-704 inds m^{-2} and 0.107-70.77 g m^{-2}, respectively) were higher than those in Bang Saen (12-80 inds m^{-2} and 0.13-58.00 g m^{-2}, respectively) due to the abundance of orbiniid polychaete, *Scoloplos* sp. and amphipods. The sediment properties including grain size composition and organic matter content, salinity and pH of the interstitial water were the main factors related to distribution and density of benthic macrofauna in these areas.

Keywords: Anthropogenic Activities, Sandy Beach, Benthic Macrofauna, Chon Buri Province

บทนำ

หาดทรายเป็นระบบนิเวศชายฝั่งทะเลบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นดินและน้ำทะเลที่มีคุณค่าและความสำคัญทางด้านนิเวศวิทยาทางทะเล ซึ่งนอกจากช่วยป้องกันแผ่นดินชั้นในจากคลื่นลมตามธรรมชาติแล้ว ยังเป็นแหล่งอาศัยและแหล่งหาอาหารของสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดจนเกิดเป็นระบบนิเวศที่มีความซับซ้อน รวมทั้งยังเป็นแหล่งอนุบาลของสัตว์น้ำวัยอ่อน เช่น พวกเต่าทะเล แมงดาทะเล เป็นต้น ความสำคัญทางด้านการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ หาดทรายนับเป็นบริเวณชายฝั่งที่มีการใช้ประโยชน์อย่างมากจากกิจกรรมของมนุษย์ในหลายรูปแบบ ทั้งด้านแหล่งอาหารจากการทำประมงพื้นบ้าน เช่น การจับสัตว์น้ำบริเวณชายหาด อาชีพเก็บหอยเสียบหรือเพรียงทราย เป็นต้น เป็นแหล่งท่องเที่ยวชายทะเลเพื่อการพักผ่อนและกิจกรรมสันทนาการ เช่น กีฬาทางน้ำ เป็นท่าเทียบเรือท่องเที่ยวและเรือประมง เป็นชุมชนที่พักอาศัย โรงแรมและสถานที่พักตากอากาศริมทะเล และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ทั้งนี้ การใช้ประโยชน์พื้นที่หาดทรายจากกิจกรรมของมนุษย์ดังกล่าวส่งผลกระทบด้านมลพิษต่อระบบนิเวศชายฝั่งทะเล เช่น การเพิ่มปริมาณของเสีย น้ำทิ้ง และสิ่งปฏิกูลลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น มีผลให้คุณภาพน้ำทะเลและดินตะกอนพื้นทะเลบริเวณชายหาดเสื่อมโทรมลง ส่งผลกระทบต่อความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ [1-4] ตลอดจนคุณภาพชีวิตของมนุษย์ เช่น ทัศนียภาพด้านการท่องเที่ยว และกีฬาทางน้ำ รวมถึงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เป็นต้น

สัตว์ทะเลหน้าดินมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนหมุนเวียนธาตุอาหารและสารอินทรีย์ และเป็นตัวเชื่อมต่อกับผู้บริโภคตามลำดับขั้นการบริโภค (Trophic Levels) ในห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) ที่มีความซับซ้อน สัตว์ทะเลหน้าดินสามารถนำมาใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศหาดทราย [3, 5-7] เนื่องจากเป็นพวกที่อาศัยอยู่ตามพื้นดิน เมื่อเกิดมลภาวะบริเวณชายฝั่งจะได้รับผลกระทบโดยตรงทำให้ชนิดและจำนวนลดลง [5] สัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มฉวยโอกาส (Opportunistic Species) เป็นพวกที่มีช่วงชีวิตสั้นและมีการกระจายกว้างทางภูมิศาสตร์ เป็นพวกที่เหมาะสมสำหรับการใช้ติดตามสภาพแวดล้อม เช่น แอมฟิพอด [8] และไส้เดือนทะเล [6-7] เป็นต้น Vieira; et al. [2] สรุปจากหลายการศึกษาถึงผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ที่มีต่อสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณหาดทราย พบว่าการขยายตัวของสังคมเมืองมีผลต่อขนาดประชากรของแอมฟิพอด (Amphipods) *Atlantorchestoidea brasiliensis* (วงศ์ Talitridae) และไอโซพอด (Isopods) *Excirolana braziliensis* นอกจากนี้กิจกรรมการท่องเที่ยวบริเวณชายหาดยังมีผลต่อการลดจำนวนของพวกปูลม *Ocypode quadrata*

การศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินและปัจจัยสิ่งแวดล้อมในบริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี ซึ่งเป็นบริเวณชายหาดที่มีการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมของมนุษย์ที่แตกต่างกัน โดยบริเวณชายหาดบางแสนเป็นแหล่งท่องเที่ยวชายทะเลที่สำคัญทั้งของชาวไทยและชาวต่างประเทศ ซึ่งมีแนวโน้มของจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้นทุกปี จากรายงานสถิติการท่องเที่ยวบางแสนในช่วงปี พ.ศ. 2550-2558 พบว่ามีนักท่องเที่ยวและนักทัศนาจรเพิ่มขึ้นจำนวน 69,040 คน หรือคิดเป็น 57.44% โดยในปี พ.ศ. 2550 มีนักท่องเที่ยวและนักทัศนาจร จำนวน 1,201,883 คน ส่วนในปี พ.ศ. 2558 มีจำนวน 1,892,284 คน [9] ส่วนบริเวณชายหาดวอนนภาเป็นแหล่งชุมชนประมงพื้นบ้านและท่าเทียบเรือประมง บริเวณชายหาดทั้งสองแห่งนี้มีรายงานพบสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มหลักประกอบด้วยไส้เดือนทะเล หอยและครัสตาเซียน โดยเฉพาะไส้เดือนทะเลวงศ์ Orbiniidae, Glyceridae, Nereidae, Onuphidae และ Lumbrinereidae หอยเสียบ *Donax faba* และปูลม Ocypodidae โดยมีลักษณะของดินตะกอนทั้งขนาดอนุภาคและปริมาณสารอินทรีย์เป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการกระจายและความชุกชุม [5, 10-11] แม้เคยมีการศึกษาบ้างแล้วในอดีตแต่การใช้ประโยชน์จากชายหาดทั้งสองแห่งยังคงมีต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน การศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ครั้งนี้สามารถใช้ประเมินผลกระทบจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของมนุษย์จากบริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภา รวมทั้งยังสามารถใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศชายหาดทรายทั้งสองแห่งนี้ รวมถึงทราบชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

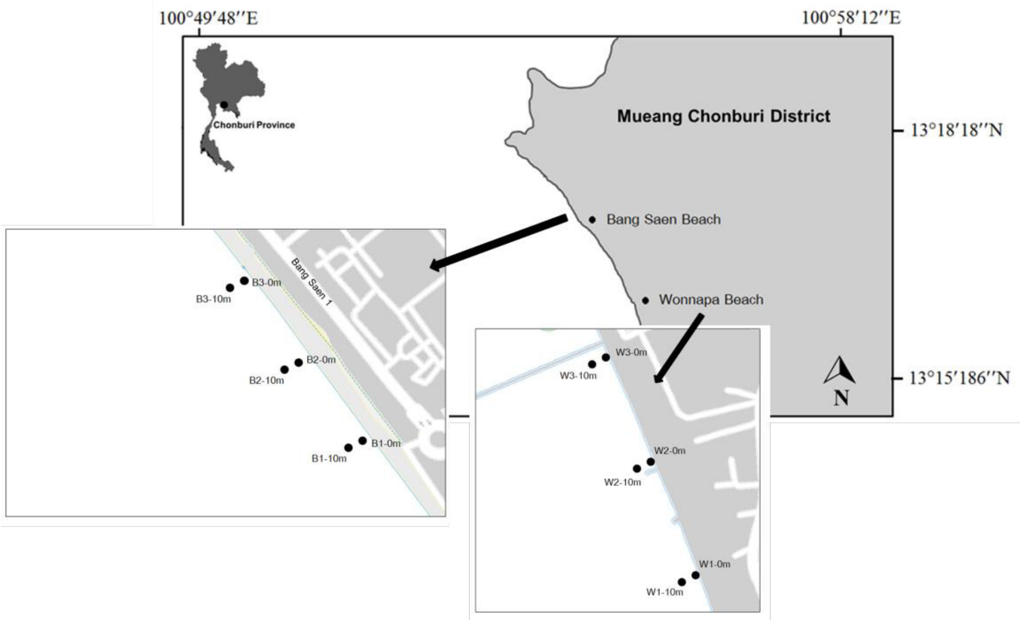
1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบชนิด ความหนาแน่นและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสน และหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี

2. เพื่อหาความสัมพันธ์ของสัตว์ทะเลหน้าดินและปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

ทำการศึกษาบริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภา ตำบลแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี บริเวณชายหาดทั้งสองแห่งอยู่ต่อเนื่องกันมีความยาวประมาณ 5 กิโลเมตร มีลักษณะเป็นชายหาดน้ำตื้นที่เปิดรับคลื่นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ [10] โดยบริเวณชายหาดบางแสนเป็นแหล่งท่องเที่ยวทางทะเลที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก ในช่วงปี พ.ศ. 2550-2558 มีนักท่องเที่ยวและนักทัศนาจรมากถึง 1.2-1.9 ล้านคน [9] ส่วนบริเวณชายหาดวอนนภาเป็นแหล่งชุมชนประมงพื้นบ้านที่มีการทำประมงขนาดเล็ก แปรรูปอาหารทะเล โรงงานน้ำปลา เป็นที่ตั้งของโรงบำบัดน้ำเสียของตำบลแสนสุข [10] บริเวณชายหาดมีสะพานปลาเป็นที่จอดเรือของชาวประมง ทำการศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงของชายหาดทั้งสองแห่ง โดยแต่ละชายหาดทำการวางแนวศึกษา (Line Transect) ตามความยาวของชายหาด แบ่งออกเป็น 3 สถานี (บริเวณ) ระยะห่างกันประมาณ 100 เมตร และแต่ละจุดจะแบ่งออกเป็น 2 สถานีย่อย คือ (1) สถานีบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) และ (2) สถานีที่มีระยะห่างออกไปจากบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด 10 เมตร โดยสถานีบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) ของชายหาดบางแสนและชายหาดวอนนภาจะประกอบด้วย B1-0m, B2-0m, B3-0m และ W1-0m, W2-0m, W3-0m ตามลำดับ ส่วนสถานีที่มีระยะห่างออกจากบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด 10 เมตร ประกอบด้วย B1-10m, B2-10m, B3-10m และ W1-10m, W2-10m และ W3-10m ตามลำดับ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงชายหาดบางแสนและชายหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี

การเก็บตัวอย่างภาคสนาม

ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดินช่วงน้ำลงในเดือนกันยายน 2560 โดยใช้ตารางสี่เหลี่ยมนับสัตว์ (Quadrat) ขนาด 0.25 ตารางเมตร วางสุ่มลงบนพื้นดินแต่ละสถานีย่อย จำนวน 3 ครั้ง (3 ซ้ำต่อสถานี) จากนั้นใช้พลั่วมือขุดดินภายในตารางสี่เหลี่ยมทั้งหมดจากชั้นผิวดินลึกลงไปประมาณ 10 เซนติเมตร นำตัวอย่างดินทั้งหมดมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดตา 0.5 มิลลิเมตร เพื่อแยกเอาสัตว์ทะเลหน้าดินออกมา และดองด้วยน้ำยาฟอร์มาลิน 10 เปอร์เซ็นต์ นำกลับมาจำแนกชนิด นับจำนวน และชั่งน้ำหนักในห้องปฏิบัติการ ทำการเก็บตัวอย่างดินในแต่ละสถานีย่อยเพื่อวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินตะกอนและปริมาณสารอินทรีย์ในดิน ตรวจวัดคุณภาพน้ำในดินขณะเก็บตัวอย่าง ได้แก่ วัดความเค็มของน้ำ (Salinity) ด้วย Hand-Held Refractometer ATAGO (ATC-S/Mill-E) วัดอุณหภูมิของน้ำ (Temperature) ด้วยเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท และวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วย pH Meter (HI98191 HANNA Waterproof Portable pH/ORP/ISE Meter)

การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดินที่เก็บจากภาคสนามมาล้างผ่านตะแกรงขนาดช่องตา 0.5 มิลลิเมตร จากนั้นนำมาใส่ในน้ำยารักษาสภาพด้วยเอทานอล (Ethanol) ความเข้มข้น 80 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำการจำแนกชนิดโดยใช้เอกสารของ [12-14] นับจำนวนสัตว์ทะเลหน้าดินแต่ละชนิดเพื่อหาความหนาแน่นภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo-Microscope) มีหน่วยเป็นตัวต่อตารางเมตร และชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณหามวลชีวภาพมีหน่วยเป็นกรัม (น้ำหนักเปียก) ต่อตารางเมตร ศึกษาคุณสมบัติของดินตะกอนโดยวิเคราะห์ขนาดอนุภาคดิน (Particle Size) ด้วยวิธีการร่อนผ่านตะแกรงอัตโนมัติ (Mechanical Sieving Method) แล้วนำมาเปรียบเทียบลักษณะดินจากตารางของ Wentworth [15] วิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน

(Total Organic Matter) ด้วยวิธีการเผา (Ignition Loss) [16]

การวิเคราะห์ข้อมูล

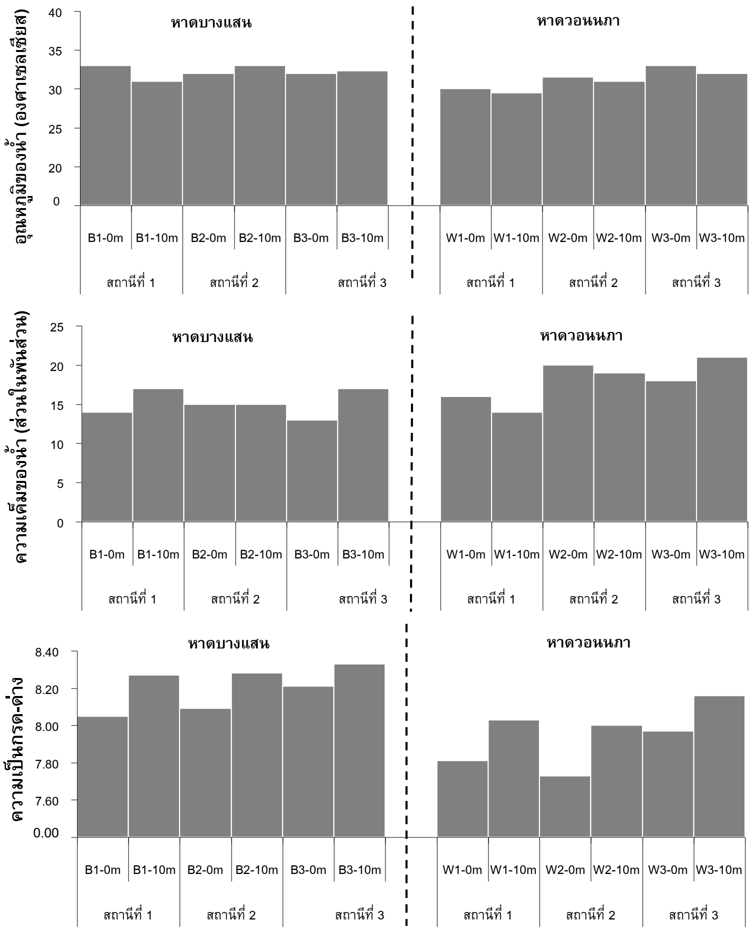
ทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบชนิด ความหนาแน่น มวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินขนาดใหญ่ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมระหว่างชายหาดทั้งสองแห่ง ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมกับสัตว์ทะเลหน้าดิน โดยการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ (Pearson's Correlation Coefficients)

ผลการวิจัย

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณชายหาดบางแสนและชายหาดวอนนภา

คุณภาพน้ำในดิน (ตารางที่ 1) พบอุณหภูมิของน้ำบริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภามีค่าในช่วง 31.0-33.0 และ 29.5-33.0 องศาเซลเซียส ตามลำดับ อุณหภูมิของน้ำบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) และสถานีห่างออกไป 10 เมตร มีค่าใกล้เคียงกัน ความเค็มของน้ำบริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภามีค่าในช่วง 13-17 และ 14-21 ส่วนในพันส่วน ตามลำดับ ความเค็มของน้ำบริเวณชายหาดบางแสนในบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) มีค่าค่อนข้างต่ำกว่าบริเวณห่างออกไป 10 เมตร ความเป็นกรด-ด่างของน้ำบริเวณชายหาดบางแสนมีค่าในช่วง 8.05-8.33 สูงกว่าชายหาดวอนนภา (7.73-8.16) ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) มีค่าต่ำกว่าบริเวณที่ห่างออกไป 10 เมตร

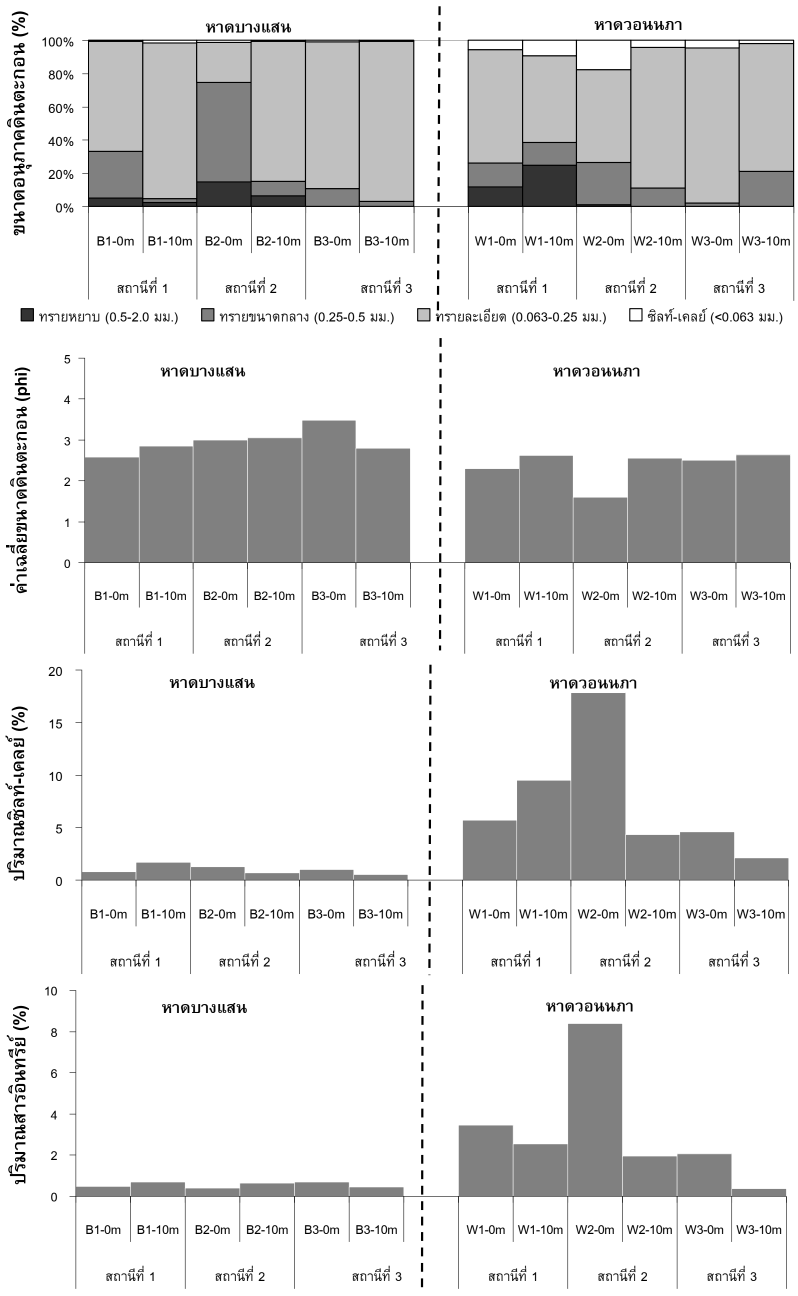
คุณสมบัติของดินตะกอน (ภาพที่ 3) พบอนุภาคดินส่วนใหญ่เป็นทรายละเอียด (Fine Sand) (ขนาดอนุภาค 0.063-0.25 มิลลิเมตร) บริเวณชายหาดบางแสนพบอนุภาคดินทรายละเอียดในช่วง 52.08-93.56% ยกเว้นสถานีที่ 2 บริเวณเขตน้ำขึ้นสูงสุด (B2-0m) พบเนื้อดินส่วนใหญ่เป็นทรายขนาดกลาง (Medium Sand) (ขนาดอนุภาค 0.25-0.5 มิลลิเมตร) มีสัดส่วนถึง 60.04% ขององค์ประกอบเนื้อดินทั้งหมด ส่วนหาดวอนนภาพบอนุภาคทรายละเอียดในช่วง 24.06-96.30% สำหรับค่าเฉลี่ยขนาดอนุภาคดิน (Median Grain Size) พบว่าบริเวณชายหาดบางแสน (2.58-3.48 phi (Ø)) มีขนาดค่อนข้างเล็กกว่าบริเวณชายหาดวอนนภา (1.6-2.64 phi) ปริมาณซิลท์-เคลย์หรืออนุภาคเนื้อดินละเอียด (Silt & Clay Fraction) ในบริเวณชายหาดบางแสน (0.54-1.68%) มีค่าต่ำกว่าชายหาดวอนนภา (2.10-17.86%) ปริมาณสารอินทรีย์ในดินมีความสัมพันธ์ทางตรงกับปริมาณซิลท์-เคลย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r = 0.9611, $p < 0.05$, n = 12) โดยบริเวณชายหาดบางแสน (0.39-1.68%) มีค่าต่ำกว่าหาดวอนนภา (0.37-8.39%)



ภาพที่ 2 คุณภาพน้ำในดินในพื้นที่ศึกษาชายหาดบางแสนและชายหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี

องค์ประกอบชนิด ความหนาแน่นและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดิน

สัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี พบทั้งสิ้น 3 กลุ่ม ประกอบด้วยกลุ่มไส้เดือนทะเล (Polychaetes) หอย (Molluscs) และครัสตาเซียน (Crustaceans) กลุ่มไส้เดือนทะเลพบจำนวน 6 วงศ์ ได้แก่ Orbiniidae, Spionidae, Capitellidae, Opheliidae, Nereidae และวงศ์ Glyceridae โดยไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. (วงศ์ Orbiniidae) พบเป็นกลุ่มเด่นบริเวณชายหาดวอนนภา กลุ่มหอยพบหอยสองฝา (Bivalves) จำนวน 4 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Lucinidae, Tellinidae, Donacidae และวงศ์ Veneridae พวกหอยเสียบ *Donax faba* (วงศ์ Donacidae) และหอยตลับ *Meretrix meretrix* (วงศ์ Veneridae) เป็นชนิดเด่นบริเวณชายหาดบางแสน ส่วนหอยสองฝา *Lucina* sp. (วงศ์ Lucinidae) พบมากบริเวณชายหาดวอนนภา ครัสตาเซียนพบพวกแอมฟิพอด (Amphipods) และปูเสฉวน *Diogenes avarus* (วงศ์ Diogenidae) แอมฟิพอดเป็นกลุ่มเด่นบริเวณหาดวอนนภา



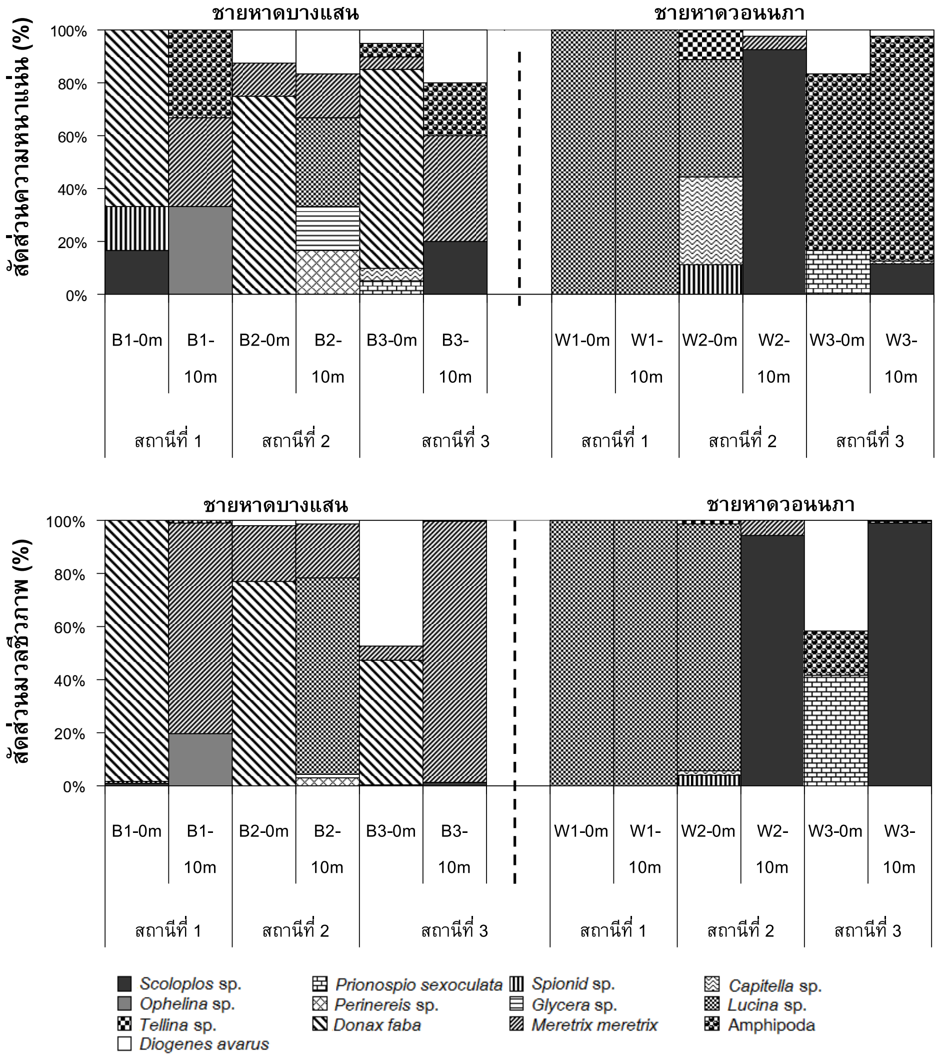
ภาพที่ 3 ขนาดอนุภาคดินตะกอน ค่าเฉลี่ยขนาดอนุภาคดินตะกอนในพื้นที่ศึกษา บริเวณชายหาดบางแสนและชายหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี

ชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสน พบ 12 ชนิด กลุ่มไส้เดือนทะเลพบมากที่สุด (7 ชนิด) รองลงมาคือหอย (3 ชนิด) และครัสตาเซียน (2 ชนิด) คิดเป็น 58.33%, 25.00% และ 16.67% ของจำนวนชนิดทั้งหมดตามลำดับ ชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) ส่วนใหญ่เป็นไส้เดือนทะเลวงศ์ Orbiniidae, Spionidae และ Capitellidae หอยเสียบ *Donax faba* และหอยตลับ *Meretrix meretrix* ส่วนบริเวณห่างออกไป 10 เมตร พบไส้เดือนทะเลวงศ์ Orbiniidae, Opheliidae, Nereidae, Glyceridae และหอยตลับ *Meretrix*

meretrix สถานีที่ 3 บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (B3-0m) พบมากที่สุด (6 ชนิด) บริเวณหาดวอนนภา พบ 9 ชนิด ประกอบด้วยไส้เดือนทะเล (4 ชนิด) หอย (3 ชนิด) และครัสตาเซียน (2 ชนิด) คิดเป็น 44.44%, 33.33% และ 22.22% ตามลำดับ บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) ส่วนใหญ่เป็นไส้เดือนทะเลวงศ์ Spionidae, Capitellidae และหอยสองฝา *Lucina* sp. และ *Tellina* sp. ส่วนบริเวณห่างออกไป 10 เมตร พบไส้เดือนทะเลวงศ์ Opheliidae แอมฟิพอด และปูเสฉวน *Diogenes avarus* สถานีที่ 1 บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (W1-0m) และห่างออกไป 10 เมตร (W1-10m) พบหอยสองฝา *Lucina* sp. เพียงหนึ่งชนิด

ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสนพบในช่วง 12-80 ตัวต่อตารางเมตร หอยสองฝาพบมากที่สุด รองลงมาคือไส้เดือนทะเล และครัสตาเซียน คิดเป็น 68.75%, 16.67% และ 14.58% ของความหนาแน่นทั้งหมด ตามลำดับ บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) พบหอยเสียบ *Donax faba* ชุกชุม (73.53%) ส่วนบริเวณห่างออกไป 10 เมตร พบหอยตลับ *Meretrix meretrix* (28.57%) หอยสองฝา *Lucina* sp. (14.29%) แอมฟิพอด (14.29%) และปูเสฉวนปู *Diogenes avarus* (14.29%) (ภาพที่ 4) สถานีที่ 3 บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (B3-0m) มีความหนาแน่นสูงสุด (80 ตัวต่อตารางเมตร) เนื่องจากพบหอยเสียบ *Donax faba* ชุกชุม (60 ตัวต่อตารางเมตร) บริเวณหาดวอนนภาพบในช่วง 4-704 ตัวต่อตารางเมตร ครัสตาเซียนพบมากที่สุด รองลงมาคือ ไส้เดือนทะเลและหอยสองฝา คิดเป็น 68.52%, 27.62% และ 3.85% ตามลำดับ บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) พบหอยสองฝา *Lucina* sp. (31.25%) และไส้เดือนทะเล *Capitella* sp. (วงศ์ Capitelldae) (18.75%) ส่วนบริเวณห่างออกไป 10 เมตร เป็นพวกแอมฟิพอด (69.12%) และไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. (26.50%) (ภาพที่ 4) ความหนาแน่นมีค่าสูงสุดในสถานีที่ 3 บริเวณห่างจากน้ำขึ้นสูงสุด 10 เมตร (W3-10m) (704 ตัวต่อตารางเมตร) เนื่องจากพบแอมฟิพอดชุกชุม (600 ตัวต่อตารางเมตร) รองลงมาคือสถานีที่ 2 บริเวณห่างออกไป 10 เมตร (W2-10m) (162 ตัวต่อตารางเมตร) พบไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. ชุกชุม (150 ตัวต่อตารางเมตร) ส่วนความหนาแน่นต่ำสุดพบในสถานีที่ 1 บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (W1-0m) และบริเวณห่างออกไป 10 เมตร (W1-10m) พบหอยสองฝา *Lucina* sp. เพียงบริเวณละ 4 ตัวต่อตารางเมตร

มวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสนพบในช่วง 0.13-58.00 กรัมต่อตารางเมตร หอยสองฝามีมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาคือครัสตาเซียน และไส้เดือนทะเล คิดเป็น 65.39%, 33.96% และ 0.65% ของมวลชีวภาพทั้งหมด ตามลำดับ บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) และบริเวณห่างออกไป 10 เมตร พบส่วนมากเป็นมวลชีวภาพของหอยเสียบ *Donax faba* (42.00% และ 96.76% ตามลำดับ) (ภาพที่ 4) สถานีที่ 3 บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (B3-0m) มีค่ามากที่สุด (58.00 กรัมต่อตารางเมตร) เนื่องจากมวลชีวภาพของหอยเสียบ *Donax faba* และปูเสฉวน *Diogenes avarus* (27.32 และ 27.52 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ) บริเวณชายหาดวอนนภาพบในช่วง 0.07-70.77 กรัมต่อตารางเมตร ไส้เดือนทะเลมีมวลชีวภาพมากที่สุด รองลงมาคือหอยสองฝา และครัสตาเซียน คิดเป็น 92.57%, 7.15% และ 0.28% ตามลำดับ บริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) พบส่วนใหญ่เป็นหอยสองฝา *Lucina* sp. (93.29%) ส่วนบริเวณห่างออกไป 10 เมตร พบเป็นไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. (89.33%) (ภาพที่ 4) สถานีที่ 2 บริเวณห่างจากน้ำขึ้นสูงสุด 10 เมตร (W2-10m) มีมวลชีวภาพสูงสุด (70.77 กรัมต่อตารางเมตร) เนื่องจากมวลชีวภาพของไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. (66.67 กรัมต่อตารางเมตร)



ภาพที่ 4 สัดส่วนความหนาแน่น และสัดส่วนมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินในพื้นที่ศึกษาชายหาดบางแสนและชายหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี

ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ทะเลหน้าดินและปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ทะเลหน้าดินกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 2) พบความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด ไส้เดือนทะเลทั้งหมด และครัสตาเซียนทั้งหมด แสดงความสัมพันธ์ทางตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความเค็มของน้ำในดิน (r = 0.585, 0.580, 0.552 ; $p < 0.05$ ตามลำดับ) ไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. และแอมฟิพอดมีความสัมพันธ์ทางตรงกับความเค็มของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r = 0.540, 0.552; $p < 0.05$) ส่วนหอยสองฝาทั้งหมดมีแนวโน้มความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็มของน้ำ (r = -0.510; $p > 0.05$) โดยเฉพาะหอยเสียบ *Donax faba* มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเค็มของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r = -0.583; $p < 0.05$) หอยตลับ *Meretrix meretrix* แสดงความสัมพันธ์ทางตรงกับความเป็นกรด-ด่างของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r = 0.560; $p < 0.05$) ส่วนหอยสองฝา

Lucina sp. มีแนวโน้มความสัมพันธ์แบบผกผันกับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (r = -0.517; p > 0.05) ความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด และไส้เดือนทะเลทั้งหมดมีแนวโน้มความสัมพันธ์แบบผกผันกับขนาดอนุภาคทรายหยาบ (r = -0.312, -0.372; p > 0.05 ตามลำดับ) ส่วนหอยสองฝา *Lucina* sp. มีความสัมพันธ์ทางตรงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณซิลท์-เคลย์และปริมาณสารอินทรีย์ในดิน (r = 0.795; 0838; p < 0.05 ตามลำดับ) ขณะที่หอยตลับ *Meretrix meretrix* มีแนวโน้มความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณซิลท์-เคลย์ และปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (r = -0.436, -0.381; p > 0.05 ตามลำดับ)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ทะเลหน้าดินกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมบริเวณชายหาดบางแสนและชายหาดวอนนภา จังหวัดชลบุรี

	อุณหภูมิของน้ำ	ความเค็มของน้ำ	ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ	ทรายหยาบ	ทรายขนาดกลาง	ทรายละเอียด	ซิลท์-เคลย์	สารอินทรีย์
สัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด	0.087	0.585*	0.129	-0.312	0.078	0.087	-0.138	-0.204
ไส้เดือนทะเลทั้งหมด	-0.088	0.580*	-0.064	-0.372	-0.060	0.184	-0.016	-0.041
ไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp.	-0.121	0.540*	-0.043	-0.322	-0.059	0.176	-0.064	-0.095
หอยทั้งหมด	0.188	-0.510	0.131	-0.119	0.271	-0.132	-0.117	-0.056
หอยสองฝา *Lucina* sp.	-0.131	0.213	-0.517	0.092	0.060	-0.266	0.795*	0.838*
หอยเสียบ *Donax faba*	0.205	-0.583*	0.211	-0.078	0.269	-0.100	-0.311	-0.275
หอยตลับ *Meretrix meretrix*	0.109	-0.031	0.560*	-0.309	-0.168	0.341	-0.436	-0.381
ครัสตาเซียนทั้งหมด	0.101	0.552*	0.147	-0.238	0.076	0.062	-0.138	-0.211
แอมฟิพอด	0.095	0.552*	0.142	-0.234	0.076	0.059	-0.132	-0.206

หมายเหตุ: *แสดงความสัมพันธ์ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05 (p < 0.05)

สรุปและอภิปรายผล

องค์ประกอบชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภาครั้งนี้พบคล้ายคลึงกับการศึกษาในปี พ.ศ. 2534 [5] และปี พ.ศ. 2541 [10-11] บริเวณชายหาดบางแสนในปี พ.ศ. 2534 พบไส้เดือนทะเล ครัสตาเซียนและหอยเป็นกลุ่มหลัก ส่วนใหญ่เป็นไส้เดือนทะเลวงศ์ Orbiniidae, Glyceridae, Onuphidae และ Lumbrinereidae หอยเสียบและหอยตลับ [5] ในปี พ.ศ. 2541 บริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภาพบส่วนใหญ่เป็นกลุ่มหอยโดยเฉพาะหอยเสียบ *Donax faba* พบชุกชุม [10] และในช่วงเวลาเดียวกัน (ปี พ.ศ. 2541) บริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภาพบกลุ่มไส้เดือนทะเล ครัสตาเซียนและหอยเป็นกลุ่มหลักโดยมากเป็นไส้เดือนทะเลวงศ์ Orbiniidae, Glyceridae, Nereidae, Onuphidae และ Lumbrinereidae และพวกหอยทับทิม *Umbonium vestiarium* หอยตลับ *Meretrix meretrix* และหอยเสียบ *Donax* spp. [11] องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบในการศึกษานี้อาจแตกต่างบ้างจากการศึกษาในอดีต ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนจุดเก็บตัวอย่างและความกว้างของชายหาดในช่วงเวลาน้ำลง เนื่องจากสัตว์ทะเลหน้าดินที่อาศัยอยู่บริเวณหาดทรายจะมีการกระจายแตกต่างกันตาม

แนวเขตของหาดทราย บริเวณชายหาดบางแสนและหาดวอนนภาพบหอยเสียบเฉพาะตอนบนของหาด ปูเสฉวนและปูการ์ตูนพบเฉพาะตอนกลางหาด แม่เพรียงพบเฉพาะตอนล่างของหาด ส่วนหอยทับทิมพบเฉพาะตอนกลางและตอนล่างของหาด โดยมีคุณสมบัติของตะกอนทรายเป็นปัจจัยที่สำคัญในการกำหนดการกระจาย ส่วนฤดูกาลมีผลกระทบน้อยต่อการกระจายของสัตว์ทะเลหน้าดิน [10] ทั้งนี้ เมื่อทำการเปรียบเทียบผลการศึกษาครั้งนี้ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน (เดือนกันยายน 2560) กับการศึกษาบริเวณชายหาดบางแสนในปี พ.ศ. 2534 [5] ในช่วงฤดูฝน (เดือน กรกฎาคม และ สิงหาคม 2534) เช่นเดียวกัน พบว่าองค์ประกอบชนิดและการกระจายของสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มเด่นมีความคล้ายคลึงกัน โดยเฉพาะไส้เดือนทะเลวงศ์ Orbiniidae และหอยเสียบ *Donax faba* พบชุกชุม

จำนวนชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณชายหาดบางแสน (12 ชนิด) พบมากกว่าบริเวณหาดวอนนภา (9 ชนิด) ส่วนความหนาแน่นและมวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดินพบว่าบริเวณชายหาดบางแสน (12-80 ตัวต่อตารางเมตร และ 0.13-58.00 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ) มีค่าต่ำกว่าบริเวณหาดวอนนภา (4-704 ตัวต่อตารางเมตร และ 0.07-70.77 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ) เนื่องจากหาดวอนนภาพบการเพิ่มจำนวนของสัตว์ทะเลหน้าดินบางกลุ่มโดยเฉพาะพวกที่มีรายงานพบชุกชุมในบริเวณชายฝั่งที่มีผลกระทบจากการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์สูง เช่นไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp., *Capitella* sp. [17-19] และพวกแอมฟิพอด [20] เป็นต้น ไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. พบชุกชุมมากบริเวณห่างจากน้ำขึ้นสูงสุด 10 เมตร (W2-10m และ W3-10m) ซึ่งส่งผลให้บริเวณนี้มีมวลชีวภาพสัตว์ทะเลหน้าดินสูงกว่าบริเวณอื่น ไส้เดือนทะเล *Capitella* sp. และหอยสองฝา *Lucina* sp. พบชุกชุมบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) (W2-0m) ซึ่งเป็นบริเวณที่ดินตะกอนมีปริมาณสารอินทรีย์สูงมาก (8.39%) de-la-Ossa-Carretero; et al. (2011) [19] ศึกษาไส้เดือนทะเลบริเวณหาดทรายพบว่าบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงมักพบไส้เดือนทะเล *Laeonereis acuta* (วงศ์ Nereidae), *Capitella capitata, Heteromastus filiformis* (วงศ์ Capitellidae), *Scoloplos (Leodamas)* sp. (วงศ์ Orbiniidae) และ *Cirriformia tentaculata* (วงศ์ Cirratulidae) เป็นกลุ่มเด่น โดยเฉพาะไส้เดือนทะเล *Scoloplos (Leodamas)* sp. มีความชุกชุมมากบริเวณดินตะกอนละเอียดและมีปริมาณสารอินทรีย์สูงการพบความชุกชุมของแอมฟิพอดในบริเวณห่างจากน้ำขึ้นสูงสุด 10 เมตร (W3-10m) บริเวณท่าเทียบเรือหาดวอนนภาอาจบ่งชี้สภาวะการเพิ่มของปริมาณสารอินทรีย์สูงด้วยเช่นกัน บริเวณนี้เป็นสะพานท่าเทียบเรือขึ้นปลาที่ชาวประมงหามาได้จากทะเล การเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์จากน้ำล้างปลาและเศษชิ้นส่วนปลาที่ตกลงสู่ทะเลส่งผลให้แอมฟิพอดเพิ่มความชุกชุม โดยทั่วไปแล้วแอมฟิพอดสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Bioindicators) ของระบบนิเวศชายหาดที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ [3] เนื่องจากแอมฟิพอดเป็นพวกที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม จำนวนชนิดและความหนาแน่นจะลดลงเมื่อเกิดสภาวะมลพิษ อย่างไรก็ตามแอมฟิพอดชนิด *Ampelisca brevicornis* สามารถทนต่อมลพิษ โดยการปรับตัวด้านพฤติกรรมการขุดรูและการกินอาหารซึ่งทำให้พวกมันสามารถเพิ่มจำนวนมากขึ้นในบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์สูงเช่นกัน [20] นอกจากนี้การพบองค์ประกอบชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินส่วนใหญ่เป็นกลุ่มไส้เดือนทะเล แสดงถึงสภาพระบบนิเวศที่มีการรบกวนหรือเสื่อมสภาพ ซึ่งในสภาวะดังกล่าวมักพบสัดส่วนจำนวนชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มเด่นมีความแตกต่างกันออกไป โดยมักพบจำนวนชนิด

ของครัสตาเซียนและหอยลดลงขณะที่จำนวนชนิดและความหนาแน่นของไส้เดือนทะเลเพิ่มขึ้น [21]

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวกำหนดความชุกชุมของสัตว์ทะเลหน้าดินในบริเวณชายหาดประกอบด้วยคุณสมบัติของดินตะกอนทั้งขนาดอนุภาคดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์ตลอดจนความเค็มของน้ำในดิน และความเป็นกรด-ด่างของน้ำในดิน โดยเฉพาะปริมาณสารอินทรีย์ในดินพบว่าบริเวณชายหาดบางแสนมีค่าอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (0.39-1.68%) และมีค่าต่ำกว่าเมื่อเทียบกับหาดวอนนภา (0.37-8.39%) ทั้งนี้ ปริมาณสารอินทรีย์สูงบริเวณหาดวอนนภามีแหล่งกำเนิดจากบริเวณหาดเอง ซึ่งไม่ได้รับอิทธิพลการเพิ่มของปริมาณสารอินทรีย์จากหาดบางแสนมาสู่หาดวอนนภา [10] โดยเฉพาะบริเวณน้ำขึ้นสูงสุด (0 เมตร) ในสถานีที่ 2 (W2-0m) (8.39%) ปริมาณสารอินทรีย์ในบริเวณตอนล่างของหาดที่ระยะห่างออกจากน้ำขึ้นสูงสุด 10 เมตร มีค่าต่ำกว่าบริเวณตอนบนของหาดอาจมีผลจากอิทธิพลของคลื่นและการท่วมถึงของน้ำทะเลในการพัดพาสารอินทรีย์ออกจากบริเวณตอนบนของหาด การศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่าบริเวณชายหาดวอนนภาซึ่งเป็นแหล่งชุมชนประมงพื้นบ้านเป็นบริเวณที่มีผลกระทบจากการเพิ่มของปริมาณสารอินทรีย์สูงมากกว่าบริเวณชายหาดบางแสนซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยว เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบชนิด ความหนาแน่นและสัดส่วนชนิดและความหนาแน่นของสัตว์ทะเลหน้าดิน รวมทั้งปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน สัตว์ทะเลหน้าดินกลุ่มไส้เดือนทะเล *Scoloplos* sp. และแอมฟิพอด สามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้มลภาวะจากปริมาณสารอินทรีย์สูงและติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมบริเวณชายหาด อย่างไรก็ตามด้วยลักษณะของหาดที่เป็นแบบ Intermediate ที่มีอิทธิพลของคลื่นขนาดปานกลางเป็นครั้งคราว ประกอบกับองค์ประกอบของอนุภาคดินตะกอนเป็นทรายละเอียดถึงทรายขนาดกลาง [10] มีส่วนช่วยพัดพาสารอินทรีย์ออกนอกบริเวณและลดการสะสมปริมาณสารอินทรีย์สูงจากกิจกรรมมนุษย์บริเวณชายหาด

เอกสารอ้างอิง

[1] Ahn, I.Y.; and Choi, J.W. (1998). Macrobenthic communities impacted by anthropogenic activities in an intertidal sand flat on the west coast (Yellow Sea) of Korea. *Marine Pollution Bulletin*. 36: 808-817.

[2] Vieira, J.V., Borzone, C.A., Lorenzi, L.; and de Carvalho, F.G. (2012). Human impact on the benthic macrofauna of two beach environments with different morphodynamic characteristics in southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography.* 60(2): 135-148.

[3] Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D.S., Schlacher, T.A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M.; and Scapini, F. (2009). Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 81: 1-12.

[4] Bessa, F., Cunha, D., GonÇalves, S.C.; and Marques, J.C. (2013). Sandy beach macrofaunal assemblages as indicators of anthropogenic impacts on coastal dunes. *Ecological Indicators*. 30: 196-204.

[5] Prachokarn, S.; and Jaritkhuan, S. (1993). Abundance and distribution of benthic macrofauna in Bangsaen beach, Chonburi province. In *Proceedings of the 31st Kasetsart University Annual Conference: Home Economics, Science, Engineering, Agro-Industry, Economics and Business Administration, Education, Humanities, Natural Resources and Environmental Economics*. pp. 594-605. Bangkok: Kasetsart University.

[6] Papageorgiou, N., Arvanitidis, C.; and Eleftheriou, A. (2006). Multicausal environmental severity: a flexible framework for microtidal sandy beaches and the role of polychaetes as an indicator taxon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 70: 643-653.

[7] Dean, H.K. (2008). The use of polychaetes (Annelida) as indicator species of marine pollution: a review. *Revista de Biologia Tropical*. 56: 11-38.

[8] Bessa, F., Rossano, C., Nourisson, D., Gambineri, S., Marques, J.C.; and Scapini, F. (2013). Behaviour of *Talitrus saltator* (Crustacea: Amphipoda) on a rehabilitated sandy beach on the European Atlantic Coast (Portugal). *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 117: 168-177.

[9] Saensuk Municipality. (2017). *Tourism Statistic in 2007-2015.* Retrieved February 26, 2017, from http://www.saensukcity.go.th/news/tourism-statistics.html

[10] Manthachitra, V.; and Houdchi, M. (2000). Macrobenthic assemblage on the sandy beach of Bangsean and Wonnapa Beaches, Chonburi Province. *Thai Fisheries Gazette.* 53(3): 248-260.

[11] Srichantapong, K. (2002). *Macrobenthic community on sandy beaches of the east of Thailand.* Dissertation, Master's degree (Environmental Science). Chonburi: Graduate school Burapha University.

[12] Day, J.H. (1967). *A Monograph on the Polychaeta of Southern Africa, Past 1 Errantia*. The British Museum, London: Eyre and Spottiswoode Limited.

[13] Fauchald, K. (1977). *The Polychaete Worms Definitions and Keys to the Orders, Families and Genera*. Los Angeles: The Natural History Museum.

[14] Swennen, C., Moolenbeek, R.G., Ruttanadakul, N., Hobbelink, H., Dekker, H.; and Hajisamae, S. (2001). *The Molluscs of the Southern Gulf of Thailand.* Thai Studies in Biodiversity No. 4. Bangkok: the Biodiversity Research and Training Program (BRT).

[15] Buchanan, J.B. (1971). Sediment analysis. In *Methods for the study of marine benthos* (*Holme, N.A. and McIntyre, A.D., eds.).* pp. 32-52. Oxford: Blackwell Science.

[16] Nelson, D.W., Sommers, L.E. (1982). Total carbon, organic carbon and organic matter. In *Methods of soil analysis Part 2 (Page, A.L., ed.).* pp. 539-579. Agronomy Monographs 9. ASA and SSSA, Madison. WI.

[17] Pearson, T.H.; and Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography Marine Biology Annual Review.* 16: 229-311.

[18] Diaz, R.J.; and Rosenberg, R. (1995). Marine benthic hypoxia: a review of its ecological effects and the behavioural responses of benthic macrofauna. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 33: 245-303.

[19] Reis, M.D.O, Morgado, E.H, Denadai, M.R.; Amaral, A.C.Z. (2000). Polychaete zonation on sandy beaches of São Sebastião Island, São Paulo State, Brazil. *Rev. Bras. Oceanogr.* 48(2): 107-117.

[20] de-la-Ossa-Carretero, J.A., Del-Pilar-Ruso, Y., Giménez-Casalduero, F., Sánchez-Lizaso, J.L.; and Dauvin, J.C. (2011). Sensitivity of amphipods to sewage pollution. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* doi:10.1016/j.ecss.2011.10.020

[21] Paphavasit, N., Wattayakorn, G, Piumsomboon, A.; and Sivaipram, I. (2005). *Bangpakong River Estuarine Ecosystem.* Bangkok: Chulalongkorn University.