

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการสร้างแนวสลายพลังงานคลื่นต่อเสถียรของตะกอน
ในพื้นที่ชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ (อ่าวไทยตอนใน)

Effect of breakwater construction on sediment stability in coastal erosion areas
(Inner Gulf of Thailand)



โดย

นางสาวสรลณี

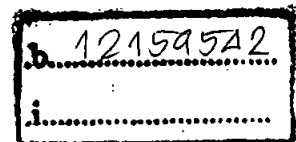
ชูฉิม

47040576

ร.พ.

ศ 354 อ

เลขหมู่..... 2550
เลขทะเบียน..... 104650
วันเดือนปี..... - 5 พ.ศ. 2552



ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

Department of Fisheries Science Faculty of Agricultural Technology

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Bangkok 10520

ใบรับรองปัญหาพิเศษ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

เรื่อง ผลของการสร้างแนวสลายพลังงานคลื่นต่อเสถียรของตะกอน ในพื้นที่ชายฝั่งที่มี
การกัดเซาะ (อ่าวไทยตอนใน)

Effect of breakwater construction on sediment stability in coastal erosion areas
(Inner Gulf of Thailand)

ชื่อนักศึกษา นางสาวสรลณี ชูฉิม

ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. อนุรักษ์ เจริญพรนิพัทธ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

(ดร. อนุรักษ์ เจริญพรนิพัทธ์)

ภาควิชารับรองแล้ว



(ดร. ปวีณา ทวีกิจการ)

หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง

วันที่ ๑๐ เดือน พ.ศ. ๒๕๖๗

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ผลของการสร้างแนวสลายพลังงานคลื่นต่อเสถียรของตะกอน ในพื้นที่ชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ (อ่าวไทยตอนใน)

Effect of breakwater constructions on sediment stability in coastal erosion area
(Inner Gulf of Thailand)

บริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่มีการกัดเซาะ พื้นที่ชายฝั่งจะเกิดการหายไปและการสะสมตัวของตะกอนเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ทำให้ขาดตะกอนแขวนลอยที่มาเติมตะกอนชายฝั่งลดลง ซึ่งส่งผลต่อความเสถียรของตะกอน จึงได้ป้องกันความรุนแรงของการกัดเซาะชายฝั่งโดยการสร้างแนวสลายพลังงานคลื่นเพื่อลดการกัดเซาะชายฝั่ง และเพิ่มความเสถียรของตะกอนหลังแนวสลายพลังงานคลื่น โดยมีปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสถียรของตะกอน คือ EPS (Extracellular Polymeric Substances) Chlorophyll และ diatom จึงทำการศึกษาผลของการสร้างแนวสลายพลังงานคลื่นต่อความเสถียรของตะกอนในพื้นที่ชายฝั่งอ่าวไทยตอนในที่มีการกัดเซาะ 3 พื้นที่ ดังนี้คือ 1) ตำบลโคกขาม ซึ่งมีแนวไม้ไผ่เป็นแนวสลายพลังงานคลื่น และตำบลพันท้ายนรสิงห์ ซึ่งมีแนวไม้ไผ่กรอกทรายเป็นแนวสลายพลังงานคลื่น ซึ่งตั้งอยู่ฝั่งซ้ายของแม่น้ำท่าจีน อ. เมือง จ.สมุทรสาคร 2) บริเวณศูนย์วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์ มีแนวหินทิ้งเป็นแนวสลายสลายซึ่งตั้งอยู่ฝั่งซ้ายของแม่น้ำแม่กลอง จ.สมุทรสงคราม และ 3) หลังวัดหงษ์ทอง อ.บางปะกง จ. ฉะเชิงเทรา มีแนวไม้ไผ่กรอกทรายเป็นแนวสลายพลังงานคลื่น พบว่าปริมาณความเข้มข้นของ EPS และปริมาณของคลอโรฟิลล์ ด้านหลังสลายพลังงานคลื่นมีค่าสูงกว่าด้านหน้าแนวสลายพลังงานคลื่น และไดอะตอมจะส่งผลต่อปริมาณ EPS เนื่องจากไดอะตอมเป็นตัวปล่อย EPS ขณะที่มีการเคลื่อนที่ การที่มีตะกอนสะสมเพิ่มขึ้นหลังแนวสลายพลังงานคลื่นนั้นประกอบด้วยปริมาณ EPS ที่สูงขึ้นหลังแนวสลายพลังงานคลื่นแสดงว่าตะกอนมีความเสถียรมากขึ้นด้วย

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	I
สารบัญตาราง	II
สารบัญภาพ	III
สารบัญภาคผนวก	IV
คำนำ	1
ตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	12
ผลการสำรวจ	18
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	22
ข้อเสนอแนะ	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	26

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การกักเชื้อและการสะสมตัวของชายฝั่งบริเวณอ่าวไทย และทะเลอันดามัน	6
2	ชนิดของไดอะตอม	20

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	พื้นที่อ่าวไทยตอนใน	2
2	แผนที่ตั้งของอ่าวไทยตอนในบริเวณที่มีการกัดเซาะ	4
3	แนวสลายพลังงานคลื่นแบบแนวไม้ไผ่	14
4	แนวสลายพลังงานคลื่นแบบได้กรอกทราย	15
5	แนวสลายพลังงานคลื่นแบบแนวหินทิ้ง	15
6	ความเข้มข้นของ colloid EPS ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่น	18
7	ความเข้มข้นของ polymer EPS ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่น	19
8	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่น	20

สารบัญภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS แนวไม้ไผ่วันที่ 1	28
2	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS แนวไม้ไผ่วันที่ 2	29
3	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS แนวไม้ไผ่วันที่ 3	30
4	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS ใต้กรอก ทราย ต. พันท้ายนรสิงห์	31
5	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS ใต้กรอกทรายวัดหงษ์ทอง	32
6	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS แนวหินทิ้ง	33
7	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ polymer EPS แนวไม้ไผ่ที่ 1	34
8	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS แนวไม้ไผ่ที่ 2	35
9	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS แนวไม้ไผ่ที่ 3	36
10	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS ใต้กรอกทราย ต. พันท้ายนรสิงห์	37
11	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS ใต้กรอกทรายวัดหงษ์ทอง	38
12	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPSแนวหินทิ้ง	39
13	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แนวไม้ไผ่	40
14	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แนวใต้ กรอกทราย ต. พันท้ายนรสิงห์	41
15	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แนวใต้ กรอกทราย วัดหงษ์ทอง	42
16	ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอแนวหินทิ้ง	42

คำนำ

ระบบนิเวศบริเวณชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนในในปัจจุบันประสบปัญหาการกัดเซาะอันเนื่องมาจากทั้งการกระทำของมนุษย์และการกระทำของธรรมชาติ พื้นที่บางส่วนของบริเวณชายฝั่งทะเลหายไป และทำให้ระบบนิเวศบริเวณนั้นเสื่อมโทรมลง หน่วยงานต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องจึงได้หาวิธีการลดความรุนแรงของการกัดเซาะสร้างแนวสลายพลังงานคลื่น โดยพยายามในแต่ละพื้นที่ให้มีรูปแบบแตกต่างกันไปเพื่อป้องกันการกัดเซาะแนวชายฝั่งทะเล พื้นที่ที่ทำการศึกษาอยู่บริเวณอ่าวไทยตอนในมีแนวสลายพลังงานคลื่น 3 แบบ คือ แนวไม้ไผ่ แนวไม้กรอกทราย และแนวหินทิ้ง

การเปลี่ยนแปลงความเสถียรของตะกอนบริเวณชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับทิศทางความเร็วของกระแสน้ำและกระแสนลม กระบวนการหนึ่งที่เป็นกระบวนการหลักที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความเสถียรของตะกอนคือ กระบวนการทางชีวภาพ ได้แก่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีความสัมพันธ์ต่อการสังเคราะห์แสงของไดอะตอม หรือแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เมื่อมีการเคลื่อนที่ก็จะปล่อยสารอินทรีย์ออกมาภายนอกเซลล์ (EPS : Extracellular Polymeric Substances) ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้ตะกอนเสถียรได้มากขึ้น

รายงานฉบับนี้ ได้ทำการสำรวจถึงปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของตะกอนคือ ปริมาณสารอินทรีย์ที่ปล่อยออกมาภายนอกเซลล์ (EPS) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และไดอะตอม

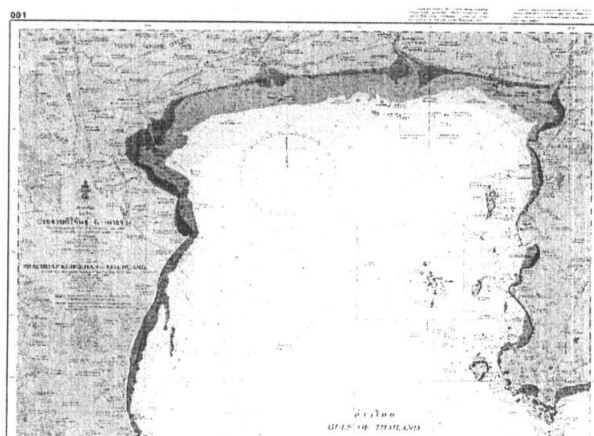
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อความเสถียรของตะกอน
2. ศึกษาประสิทธิภาพของแนวสลายพลังงานคลื่นแบบต่างๆ
3. ศึกษาความเสถียรของตะกอนบริเวณหน้าและหลังแนวสลายพลังงานคลื่น

ตรวจเอกสาร

ลักษณะของอ่าวไทยตอนใน

อ่าวไทยตอนในมีบริเวณตั้งแต่บ้านแหลมเข้าสู่บ้านบางตะบูน บ้านยี่สาร บ้านคลองโคก บ้านแหลมใหญ่ อันเป็นเขตติดต่อ สมุทรสงคราม-เพชรบุรีและแม่น้ำแม่กลองส่งตะกอนมาตกสะสมเกิดเป็นฟุ้งอกและดินดอนชายฝั่งมากมายหลายดอน โดยแม่น้ำแม่กลองเป็นแม่น้ำที่สะอาดที่สุดและมีปริมาณตะกอนมากกว่าแม่น้ำทุกสาย คือ 90 ตัน/ตารางกิโลเมตร แม่น้ำเพชรบุรี 46 ตัน/ตารางกิโลเมตร จากการที่กระแสน้ำจืดจากปากแม่น้ำซึ่งพัดพาตะกอนสารอาหาร จากในแผ่นดินฟุ้งออกไปปะทะกับน้ำเค็มในอ่าวและหมุนวนตกตะกอนเป็นดินดอนสามเหลี่ยมดินดอนรูปพัด บริเวณปากแม่น้ำนี้เป็น อากาศที่เกิดขึ้นแก่แม่น้ำเป็นสำคัญทั้งหมดทั้ง 5 สาย ที่ไหลออกสู่ทะเลที่บริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยที่อ่าวไทยตอนบนมีความกว้างเพียง 60 ไมล์ ทะเลหรือประมาณ 112 กิโลเมตร และมีความยาวลงไปเท่า ๆ กัน มีลักษณะเป็นอ่าวที่แคบมาก แต่มีแม่น้ำถึง 5 สายไหลออกสู่ทะเล ในบริเวณที่จำกัดไล่จากตะวันออกมาตะวันตกคือ แม่น้ำบางปะกงที่แปดริ้ว แม่น้ำเจ้าพระยาที่ปากน้ำ แม่น้ำท่าจีนที่ มหาชัย แม่น้ำแม่กลองและแม่น้ำเพชรบุรีที่บ้านแหลม (ภาพที่1)เกิดตกตะกอนเป็นดินดอนชายฝั่งมากบ้างน้อยบ้างตามแต่ปริมาณตะกอนของแต่ละสายน้ำ ทำให้บริเวณอ่าวไทยตอนบนเป็นทะเลตื้นมีสีน้ำขุ่นข้นเหมือนสีน้ำในคลองเต็มไปด้วยตะกอนอันเป็นที่เริ่มของสารอาหารตั้งต้น(จุลชีพ)ที่ให้กำเนิดห่วงโซ่อาหารทั้งแพลงก์ตอนและไรน้ำ คือจุลชีพพวกล่องลอยขนาดเล็กที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นไปจนถึงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าตลอดจนไขของกุ้ง หอย ปู ปลา เคย ในระดับลึกเฉลี่ยเพียง 15 กิโลเมตร ในปริมาตรที่กว้างยาวด้านละประมาณ 112 กิโลเมตรนี้ คือ สภาพแวดล้อมที่ไม่มีที่ใดในโลกนี้จะเสมอเหมือน (www.sarakadee.com)



ภาพที่ 1 พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยตอนใน

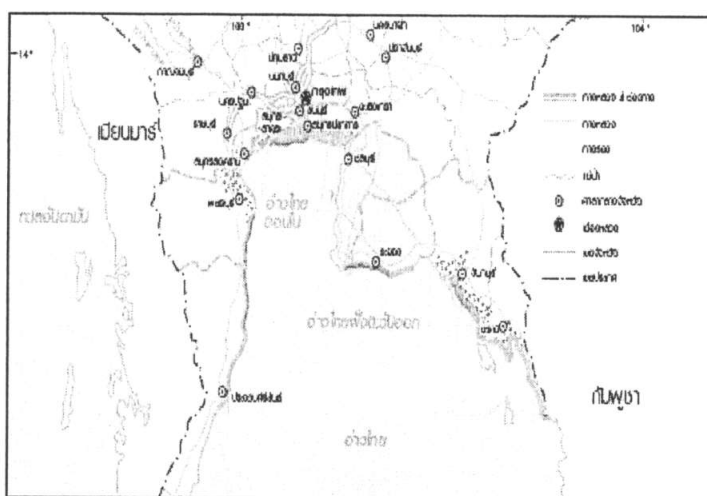
ที่มา: กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ

ปากแม่น้ำทุกสายจะมีสันดอนเกิดขึ้นโดยธรรมชาติเกิดจากน้ำจืดและน้ำเค็มไหลมาปะทะกันเกิดเป็นระบบนิเวศ 3 น้ำ จืด-กร่อย-เค็ม หรือระบบนิเวศปากแม่น้ำ อันเป็นระบบนิเวศที่มีความอุดมสมบูรณ์ ยิ่งกว่าระบบนิเวศใดใด ในโลกนี้และก่อกำเนิดชีวิตที่มีความหลากหลายทางชีวภาพมากที่สุดทั้งแพลงก์ตอนที่เป็นสิ่งมีชีวิตที่เล็กที่สุดไปสู่เคยที่ใช้ทำกะปิ กุ้ง หอย ปู ปลา ป่าชายเลน สัตว์น้ำวัยอ่อนที่อาศัยหลบคลื่นลมอยู่ในอ่าวในตื้นนี้ตลอดจน สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์บก สัตว์ปีก จากแพลงก์ตอนไปสู่ กุ้ง หอย ปู ปลา ไปสู่คน ปศุสัตว์ทั้งชุมชนพืช ชุมชนสัตว์ที่หลากหลายเหลือคณานับนี้ล้วนเกิดขึ้นเองเป็นวัฏจักรที่ธรรมชาติสร้างสรรค์ขึ้น โดยมนุษย์ไม่ต้องเพาะเลี้ยงไม่ต้องไถหว่านปักดำ ไม่ต้องให้ปุ๋ย (www.sarakadee.com)

มนุษย์เพียงรู้จักศึกษาถิ่นที่อยู่และอุปนิสัยของสัตว์และพืชเหล่านี้แล้วสร้างเครื่องมือที่เหมาะสมสอดคล้องเช่น เคย ที่ใช้ทำกะปิจะอาศัยอยู่ชายป่าที่ระดับน้ำสูงประมาณ 1 เมตร หอย นานาชนิด ปลาตุ๊กทะเล ปูนานาชนิด แล้วสร้างคอกหอยแครง ปักหอยแมลงภู่ หยอดหอยหลอด ป้องเคย อวนลอยปู อวนลากแคะ เป๊ะ ก่า ทั้งนี้โดยไม่ต้องเพาะไม่ต้องให้อาหารจะมีสถานที่ใดในแผ่นดินที่จะมีศักยภาพความสามารถแบบนี้หลงเหลืออยู่อีกไหมในประเทศนี้ นอกจากป่าซึ่งก็ได้ถูกทำลายไปแทบหมดสิ้นแผ่นดินที่มีอยู่ มนุษย์ล้วนต้องลงแรง ถากถาง กั้นสร้าง ไถหว่าน ปักดำ ใส่ปุ๋ย ฉีดน้ำยาให้อาหาร แผ่นน้ำที่เห็นจึงมีไผ่พื้นที่ว่างเปล่า หากเต็มไปด้วยชีวิตในทุกอณูน้ำทุกตารางนิ้ว ทุกตารางไร่ ดังนั้นความหมายสำคัญอันหาที่เปรียบไม่ได้ของอ่าวไทยตอนบนบริเวณปากแม่น้ำทั้ง 5 สาย ก็คือการทำนบเป็นพื้นที่ให้กำเนิดเป็นแหล่งผลิตอาหารโดยที่คนเราไม่ต้องไปลงทุน เพาะเลี้ยง ไถหว่านใดใดเลย กระบวนการก่อกำเนิดชีวิตจำนวนมหาศาลจะดำเนินไปเอง (www.sarakadee.com)

ปัญหาความขัดแย้งเรื่องการใช้ทรัพยากรจนเป็นการถกถวญ แย่งชิงเอาจากประชาชนกระจายตัวและเกิดขึ้นทั่วไปในภูมิภาคของประเทศเป็นปัญหาใหญ่ของสังคมไทยและมีแนวโน้มว่าจะขยายใหญ่ลุกลามบานปลายสร้างผลกระทบมหาศาลทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม สุขภาพ สิ่งแวดล้อมและแยกขาดกันไม่ได้ระหว่างการเคลื่อนไหวของประชาชนกลุ่มที่ได้รับผลกระทบ ปัญหาหลักเกิดจากการผูกขาดการตัดสินใจนโยบายสาธารณะโดยบุคคลกลุ่มบุคคลและอยู่ในวงจำกัดอย่างขาดการมีส่วนร่วมโครงการถนนตัดอ่าวเป็นหนึ่งในจำนวนนั้นที่ต้องผ่านการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจทุกระดับภายใต้สิ่งแวดล้อมปีนี้ที่การันตีตัวเองว่า สิ่งแวดล้อมไม่มีการผูกขาด

ยิ่งมากมายขึ้นเมื่อป่าต้นน้ำถูกทำลายกลายเป็นพื้นที่การเกษตร ป่าชายเลนที่เคยกักเก็บตะกอนกลับกลายเป็นพื้นที่นาุ้ง กลายเป็นท่าเรือ ฯลฯ น้ำทะเลไหลวนเวียนอยู่ในอ่าวไทยตอนในถึง 49 วันก่อนไหลออกสู่อ่าวไทยตอนนอก ทำให้เกิดตะกอนแขวนลอยและตกทับถมลงพื้น บางครั้งฝนตกหนัก ฤดูอาหารมีมาก เกิดปรากฏการณ์ "ซีปัลลาพ" หรือแพลงก์ตอนพืชเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว บางครั้งน้ำเปลี่ยนเป็นสีแดงกินระยะทางหลายกิโลเมตร (www.talaythai.com)



ภาพที่ 2 แผนที่ที่ตั้งของอ่าวไทยตอนในบริเวณที่มีการกัดเซาะ
ที่มา : Bhatt et al. (2007)

ลักษณะการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอ่าวไทย

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอ่าวไทยแบ่งเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่

- 1) ชายฝั่งคงสภาพ (Stable coast) เป็นชายฝั่งที่มีการปรับสมดุลตามธรรมชาติ คือ ในฤดูกาลหนึ่งมีการกัดเซาะ แต่อีกฤดูกาลหนึ่งมีการสะสมตัวในอัตราที่เกือบเท่ากันหรือเท่ากัน
- 2) ชายฝั่งสะสมตัว (Depositional coast) เป็นชายฝั่งมีการสะสมตะกอนในพื้นที่ ทำให้ชายฝั่งพอกพูนสูงขึ้น หรือมีพื้นที่ก่อกั้นยาวออกไปในทะเล โดยตะกอนมาจากหลายแหล่ง เช่น จากบริเวณใกล้เคียงที่ถูกกัดเซาะ หรือมาจากทะเลในช่วงที่เกิดลมพายุพัดตะกอนเข้าหาฝั่ง หรือตะกอนแผ่นดินที่มากับแม่น้ำลำคลอง
- 3) ชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ (Erosional coast) เป็นกระบวนการทางธรณีวิทยาที่ทำให้หินและตะกอนทั้งหลายที่ประกอบกันอยู่ในพื้นที่หลุดร่วงหรือเคลื่อนที่ไปจากตำแหน่งเดิม โดยคลื่นลม กระแสน้ำขึ้นน้ำลง รวมถึงสัตว์และมนุษย์ การกัดเซาะชายฝั่งทำให้พื้นที่ชายฝั่งหดหายไป หรือชายทะเลถอยร่นเข้าไปในแผ่นดิน

โดยอัตราการกัดเซาะชายฝั่งแบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ 1.กัดเซาะรุนแรง มากกว่า 5 เมตรต่อปี และ 2.กัดเซาะปานกลาง ตั้งแต่ 1 - 5 เมตรต่อปี (Bhatt *et al.*, 2007)

การกัดเซาะชายฝั่งและภัยธรรมชาติ

ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งและภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นตามแนวชายฝั่งของประเทศไทย ได้กลายเป็นประเด็นปัญหาเร่งด่วนที่สุดปัญหาหนึ่งที่มีการกล่าวถึงกันมาก การกัดเซาะชายฝั่งเป็นกระบวนการทางธรรมชาติโดยเฉพาะจากอิทธิพลของลม คลื่น และกระแสน้ำ แต่เมื่อใดที่มีอิทธิพลของมนุษย์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจะส่งผลให้ปัญหาทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น การกัดเซาะที่เกิดขึ้นทางฝั่งทะเล อันดามันมีสาเหตุจากธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ฝั่งอ่าวไทยซึ่งมีอัตราการกัดเซาะรุนแรงที่สุดนั้น เป็นผลจากการกระทำของมนุษย์ โดยเฉพาะกิจกรรมการทำเหมืองทราย การก่อสร้างโครงสร้างต่างๆตามแนวชายฝั่ง เช่น สะพาน ท่าเทียบเรือ เขื่อนหรือกำแพงกันคลื่น การทรุดตัวของแผ่นดินอันเนื่องมาจากการสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล ล้วนเป็นปัจจัยที่เร่งให้เกิดการกัดเซาะมากขึ้น นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น การแผ้วถางป่าชายเลนเพื่อทำบ่อเลี้ยงปลา และนาุ้ง อาจทำให้ความสามารถในการบรรเทาปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งของพื้นที่นั้นลดน้อยลง (Bhatt *et al.*, 2007)

อัตราการกัดเซาะ

ในแต่ละปีแนวชายฝั่งกว่า 600 กิโลเมตร เผชิญกับปัญหาการกัดเซาะในอัตราที่มากกว่า 1 เมตร จากผลการศึกษาในปี 2548 พบว่าร้อยละ 11 และร้อยละ 2 ของแนวชายฝั่งอ่าวไทย และทะเลอันดามันตามลำดับ มีอัตราการกัดเซาะมากกว่า 5 เมตรต่อปี (ตารางที่ 1) ซึ่งเท่ากับการสูญเสียพื้นที่ดินบริเวณชายฝั่งถึง 2 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นมูลค่าประมาณ 156 ล้านบาทต่อปี ในแต่ละปี ถ้าแนวโน้มของการกัดเซาะยังคงเป็นเช่นนี้ต่อไป ในอีก 4 ปีข้างหน้า ประเทศไทยอาจต้องสูญเสียพื้นที่ดินซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเกาะเสม็ดไปอย่างถาวร พื้นที่อุตสาหกรรมเกือบทั้งหมดในประเทศไทย จัดเป็นพื้นที่ที่มีอัตราการกัดเซาะชายฝั่งสูงที่สุด โดยมีการจัดอันดับพื้นที่ซึ่งประสบปัญหาในชั้นวิกฤติไว้ 30 บริเวณ ซึ่งอยู่ในพื้นที่ของจังหวัดตราด-จันทบุรี สมุทรปราการ-แม่น้ำท่าจีน (อ่าวไทยตอนใน) เพชรบุรี-ประจวบคีรีขันธ์ และนครศรีธรรมราช (Bhatt *et al.*, 2007) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การกัดเซาะและการสะสมตัวของชายฝั่งบริเวณอ่าวไทย และทะเลอันดามัน

ลักษณะชายฝั่งทะเล	ฝั่งอ่าวไทย (ร้อยละ)	ฝั่งทะเลอันดามัน (ร้อยละ)
ชายฝั่งทะเลคงสภาพ	63	84
ชายฝั่งทะเลสะสมตัว	8	4
ถูกกัดเซาะมากกว่า 5 เมตรต่อปี	11	2
ถูกกัดเซาะ 1-5 เมตรต่อปี	18	10

ที่มา: (Bhatt *et al.*, 2007)

การสูญเสียพื้นที่ดินและระบบสาธารณูปโภค

ไม่เฉพาะแต่การสูญเสียพื้นที่ดินเท่านั้น การกัดเซาะชายฝั่งยังนำมาซึ่งความสูญเสีย ในส่วนของเส้นทางคมนาคม ระบบไฟฟ้า พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่เพาะปลูก และระบบสาธารณูปโภคที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เมื่อประเมินมูลค่าความสูญเสียดังกล่าวออกมาเป็นตัวเงินจะพบว่าสูงมาก แต่ปัญหานี้ไม่ได้มีแต่เฉพาะเรื่องของมูลค่าที่เป็นเงินตราเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นกับชุมชนชุมชนสมุทรจีน (Bhatt *et al.* 2007)

ภัยธรรมชาติ

เนื่องด้วยประเทศไทยมีแนวชายฝั่งที่ทอดยาว และมีหลายจังหวัดที่อยู่ติดชายฝั่งทะเล จึงอาจถูกโจมตีจากภัยธรรมชาติทางน้ำหลายอย่างด้วยกัน ซึ่งนับวันยิ่งจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งและสร้างความเสียหายอย่างรุนแรง โดยฝั่งอ่าวไทยเป็นบริเวณที่อาจเกิดแผ่นดินถล่ม น้ำท่วมฉับพลัน และพายุไต้ฝุ่น ในขณะที่ฝั่งทะเลอันดามันอาจเกิดคลื่นยักษ์สึนามิหรือผลกระทบอื่น ๆ ซึ่งเกิดจากแผ่นดินไหวที่รุนแรง เช่น การยุบตัวของแผ่นดิน หรือการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง (Bhatt *et al.*, 2007)

สาเหตุการกัดเซาะชายฝั่งทะเล

ความรุนแรงของการกัดเซาะชายฝั่งที่เกิดขึ้นตลอดแนวทะเลอันดามันและอ่าวไทยนำมาซึ่งความเสี่ยงหลายประการต่อชุมชนท้องถิ่น แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นไปตามธรรมชาติและไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ก็ตามแต่กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ได้ไปกระตุ้นให้การกัดเซาะตามธรรมชาติ และการสะสมตัวของตะกอน เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง จนส่งผลกระทบต่อพื้นที่แนวชายฝั่ง (สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทยปี, 2550) ชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะโครงสร้างชายฝั่ง และแม่น้ำ ได้รับผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์ และธรรมชาติ เช่น การกระทำของคลื่นลมในทะเล การเกิดพายุ (Shin *et al.*, 2007) ซึ่งพอสรุปปัจจัยหลักที่เป็นสาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่งได้ 2 ปัจจัย

1. ปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติ

- คลื่น ลม และกระแสน้ำ คลื่น ลม และกระแสน้ำ เป็นกลไกธรรมชาติที่ทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่ง การเคลื่อนที่ของลมและกระแสน้ำได้พัดพาทรายออกไปจากพื้นที่ที่ไม่มีการป้องกัน การกัดเซาะรูปแบบนี้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตามฤดูกาล ได้ฝุ่น และการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศอื่นๆ

- การลดลงของพื้นที่ป่าชายเลน ซึ่งเป็นแนวป้องกันทางธรรมชาติที่ช่วยรักษาแนวชายฝั่งทะเลไม่ให้ถูกกัดเซาะโดยคลื่นลมและกระแสน้ำชายฝั่ง

- การทรุดตัวของแผ่นดิน พบว่าพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (พ.ศ. 2521-2524) มีอัตราการทรุดตัวของแผ่นดินมากกว่า 10 เซนติเมตรต่อปี ในบริเวณชานเมืองย่านตะวันออก ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวมีพื้นที่ถูกกัดเซาะมากถึง 6,419 ไร่ ทำให้พื้นที่ถูกกัดเซาะชายฝั่งทะเลมากกว่าการงอกของชายฝั่งทะเลประมาณ 3,350 ไร่

- การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก ในอนาคต ซึ่งในอีก 100 ปี อุณหภูมิจะสูงขึ้น 2-4 องศา น้ำแข็งขั้วโลกละลายลงสู่ทะเล ทำให้ระดับน้ำทะเลทั่วโลกจะสูงขึ้นอีก 30-100 เซนติเมตร

- การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล มีความสัมพันธ์ไม่ว่าทางใดก็ทางหนึ่งกับการทรุดตัวของแผ่นดิน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือทั้ง 2 อย่าง ร่วมกัน โดยระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้คลื่นและกระแสน้ำขยายวงกว้างมากขึ้น (Bhatt et al., 2007)

2. ปัจจัยที่เกิดจากมนุษย์

- การใช้น้ำใต้ดิน และแผ่นดินทรุด การทรุดตัวของแผ่นดินเป็นการที่ระดับพื้นดินลาดต่ำลงเรื่อย ๆ ส่งผลให้การกัดเซาะที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติขยายวงกว้างมากขึ้น เนื่องจากกระแสน้ำสามารถไหลไปยังพื้นที่ที่อยู่ต่ำกว่าได้ การใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างไม่เหมาะสม เช่น บ่อเลี้ยงปลา หรือเลี้ยงกุ้ง ล้วนแต่เร่งกระบวนการกัดเซาะให้เกิดเร็วขึ้น ทั้งนี้สาเหตุสำคัญของการทรุดตัวของแผ่นดินที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ คือ การสูบน้ำใต้ดินมาใช้มากเกินไป

- การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่ง การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งโดยปราศจากการวางแผนที่เหมาะสมและการบังคับตามกฎหมาย เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่เร่งให้การกัดเซาะชายฝั่งเป็นไปอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น ทั้งนี้กิจกรรมที่นำมาซึ่งความเสียหาย เช่น การดูดทราย การเปลี่ยนแปลงสันทราย และการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างในทะเลเช่น กำแพงกันคลื่น ท่าเรือ รวมถึงการขุดร่องน้ำเดินเรือ โดยสิ่งเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อกระบวนการทางธรรมชาติของการกัดเซาะและการตกตะกอน

- การเสื่อมโทรมของปะการัง และการสูญเสียป่าชายเลน ป่าชายเลนรวมทั้งแนวปะการัง และแหล่งหญ้าทะเล ช่วยปกป้องการกัดเซาะได้เป็นอย่างดี เพราะลดความสูงของคลื่นที่พัดเข้าสู่ชายฝั่ง และยังช่วยยึดหรือดักจับตะกอนอีกด้วย

- การลดลงของตะกอนจากแม่น้ำ เขื่อนและโครงการพัฒนาด้านเกษตรกรรม บางโครงการสร้างขึ้นกีดขวางทางน้ำ จำกัดการไหลตามธรรมชาติของตะกอน ส่งผลให้ปริมาณตะกอนมายังชวากทะเลน้อยลง แม้ว่าปริมาณตะกอนที่มากเกินไปจะจัดเป็นมลภาวะรูปแบบหนึ่ง แต่การควบคุมปริมาณการไหลตะกอนให้เหมาะสมก็เป็นสิ่งจำเป็น ทั้งนี้เพื่อเป็นการรักษาเสถียรภาพของแนวชายฝั่ง (Bhatt *et al.*, 2007)

การป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง และการแก้ปัญหาจากผลกระทบที่เกิดจากภัยธรรมชาติ

แนวชายฝั่งทะเลของประเทศไทยกำลังประสบปัญหาการกัดเซาะอย่างรุนแรง ในขณะที่ต้องใช้เงินลงทุนอย่างมหาศาลในการป้องกันปัญหาการกัดเซาะและบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้น แต่ทว่าค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปจากการที่ไม่ดำเนินการใดๆ เลยนั้น กลับพบว่ามีมูลค่าสูงกว่าหลายเท่าตัว ทั้งนี้ การแก้ไขปัญหามหาภัยธรรมชาติถือเป็นทางเลือกหลัก แต่ในเชิงกลยุทธ์แล้ว จำเป็นต้องผสมผสานมาตรการอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เชิงวิศวกรรมเข้าไปด้วย เช่น การอนุรักษ์ป่าชายเลน และพื้นที่ชุ่มน้ำ การใช้กลไกการเฉลี่ยค่าใช้จ่าย (Cost-sharing) ในกลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากประสบการณ์ที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่าความพยายามในการบรรเทาปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร หากปราศจากความร่วมมือของหน่วยงานหลัก อันประกอบด้วย หน่วยงานส่วนกลาง หน่วยงานส่วนท้องถิ่นชุมชน และเจ้าของที่ดินซึ่งได้รวมกัน ทำให้ทราบว่าการที่มีหน่วยงานจากส่วนกลางเป็นหน่วยงานหลัก ในการขับเคลื่อนกระบวนการดังกล่าวก็นับเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง (Bhatt *et al.*, 2007)

ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรภาพของตะกอน

ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับทิศทางความเร็วของกระแสน้ำและกระแสนลม รวมทั้งคุณสมบัติของตะกอน นอกจากนี้บริเวณพื้นที่ท้องน้ำมีพวกไดอะตอม และแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กอาศัยอยู่ ซึ่งจะเป็นตัวที่ทำให้ตะกอนเกาะตัว ส่วนใหญ่จะมีการปล่อยสาร EPS (Extracellular Polymeric substance) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวประสานระหว่างอนุภาคตะกอนให้มีการเกาะตัวเร็วขึ้น ซึ่งจะทำให้บริเวณนั้นมีความอุดมสมบูรณ์มาก และจากการศึกษาพบว่าบริเวณดังกล่าวคือ บริเวณป่าชายเลนหรือบริเวณฝั่งที่ตื้นกว่าเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์ไปด้วยสิ่งมีชีวิตนานาชนิด และเป็นแหล่งขยายพันธุ์ที่ดีด้วย ส่วนทางเสถียรภาพทางชีวภาพของตะกอนบริเวณสิ่งมีชีวิตดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ นั้น อาจจะมีตะกอนบางบริเวณที่จับตัวเป็นก้อน เนื่องจากสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่มีพฤติกรรมใน

การชอนตัวอยู่โดยใช้ตะกอนคลุมตัว หรือบางพวกมีการกินตะกอนและคายออกมา จึงทำให้ตะกอนที่คายออกมาจับตัวกัน (Gleizon *et al.*, 2003)

1) แสงที่เปลี่ยนแปลงในรอบวัน

โดยปริมาณแสงที่ส่องผ่านน้ำในรอบวันเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสถียรภาพของตะกอน (Sediment Stability) ซึ่งจะส่งผลต่อการเคลื่อนตัวของตะกอนและการเคลื่อนตัวของน้ำด้วย Friend *et al.* (2003) และจากการศึกษาของ Defew *et al.* (2004) พบว่าปริมาณแสงที่ส่องผ่านน้ำมีผลต่อปริมาณสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยพบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับแสงปกติมีปริมาณไดอะตอมหรือแพลงก์ตอนพืชมากกว่ากลุ่มทดลองในที่มืด

2) EPS (Extracellular Polymeric Substances)

EPS คือ สารอินทรีย์ที่ปล่อยออกมาภายนอกเซลล์ของพวกไดอะตอมและแบคทีเรีย ซึ่งการปล่อย EPS จะถูกปล่อยออกมาขณะที่ไดอะตอมเคลื่อนที่ นอกจากนี้ EPS ยังได้มาจากการปล่อยของสัตว์หน้าดินและแบคทีเรีย (Tolhurst *et al.*, 2007) เป็นสารประกอบพวกน้ำตาล โดย EPS จะมี 2 ชนิด คือสารประกอบน้ำตาลโมเลกุลต่ำ ละสารประกอบน้ำตาลที่มีโมเลกุลสูง (Perkint *et al.*, 2004) โดยทำการสกัดหาปริมาณ EPS ในตะกอนสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งมักใช้สารพวกแอลกอฮอล์ (EDTA) ในการสกัดเอาน้ำตาลโมเลกุลสูงออกมา ส่วนน้ำตาลโมเลกุลต่ำนั้นมักนิยมแยกโดยใช้น้ำ แล้วนำมาทำการปั่นเหวี่ยงแล้วเปรียบเทียบกับดิกลูโคส ปริมาณสาร EPS นี้จะช่วยเพิ่มความเสถียรของตะกอนให้ดีขึ้น โดยทำหน้าที่เป็นตัวประสานระหว่างอนุภาคตะกอนที่แขวนลอยอยู่ให้เกิดการตกตะกอนเร็วขึ้น และปัจจัยทางธรรมชาติยังมีผลต่อการผลิต EPS คือ การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมเป็นสาเหตุทำให้สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ปล่อยสาร EPS เคลื่อนที่จึงทำให้ปริมาณ EPS ลดลงหรือเพิ่มขึ้นตามกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ (Lui *et al.*, 2004)

3) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยปริมาณแสงที่ส่องผ่านน้ำในรอบวันเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความเสถียรภาพของตะกอน (Sediment Stability) เพราะบริเวณพื้นท้องน้ำมีพวกไดอะตอมและแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็กอาศัยอยู่ ซึ่งจะเป็นตัวที่ทำให้ตะกอนเกาะตัว โดยถ้ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มาก ปริมาณสิ่งมีชีวิตที่อาศัยก็จะมาตามไปด้วย และยังส่งผลการสังเคราะห์แสงของไดอะตอม ทำให้ส่งผลไปถึงปริมาณ EPS ด้วย Lundkvist *et al.* (2006)

4) ไดอะตอม

ขณะที่ไดอะตอมมีการเคลื่อนที่จะมีการปล่อยสารอินทรีย์ออกมาภายนอกเซลล์ (EPS) ซึ่งเป็นตัวที่ทำให้ตะกอนมีการเกาะตัว และไดอะตอมยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อความเสถียรของตะกอน Lundkvist *et al.* (2006) ไดอะตอมมีหน้าที่ปล่อยสาร EPS เพื่อทำให้ตะกอน

เสถียร นอกจากนี้ไดอะตอมยังสามารถปล่อยสาร 2 ชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติต่างจาก EPS โดยยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย รวมทั้งยังมีสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นจำพวกแบคทีเรีย meiofauna และ macrofauna ที่สามารถปล่อยสาร EPS ได้ EPS ที่ได้จากไดอะตอมเป็นสารอินทรีย์จำพวก คาร์บอน (De brouwer et al, 2005)

การป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งจังหวัดสมุทรสาคร

จุดประสงค์ที่ทำการศึกษจังหวัดสมุทรสาคร

1. เพื่อดำรงรักษาระบบนิเวศชายฝั่งทะเลและสภาพวิถีชีวิตของชุมชนชายฝั่งทะเลควบคุมไปกับการพัฒนาชุมชนชายฝั่งทะเล บริเวณตำบลพันท้ายนรสิงห์ และตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร

2. เพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเล ด้วยการปักแนวไม้ไผ่เพื่อสลายแนวพลังงานคลื่นสู่ทะเลและเสริมปริมาณตะกอนบริเวณหลังแนวไม้ไผ่

3. เพื่อฟื้นฟูระบบนิเวศป่าชายเลน โดนการสนับสนุนให้ประชาชนปลูกป่าชายเลนในพื้นที่ของตนเองที่มีปัญหาการกัดเซาะ เมื่อป่าชายป่าชายเลนในพื้นที่ของตนเองมีปัญหาการกัดเซาะเมื่อป่าชายเลนเจริญเติบโตจะช่วยเสริมสร้างแนวธรรมชาติในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง

4. เพื่อเป็นพื้นที่ทดลองในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง โดยให้พื้นที่อื่นๆใช้เป็นแนวทางแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งต่อไป

ปัจจุบันประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและอันดามันได้รับผลกระทบอันเนื่องมาจากความแปรปรวนของท้องทะเลก่อให้เกิดความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลงทิศทางของกระแสน้ำ ลม เป็นผลให้ชายฝั่งทะเลบริเวณดังกล่าว มีการกัดเซาะอย่างรุนแรง รวมทั้งมีการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณชายฝั่งทะเล โดยผิดหลักการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการสร้างสิ่งก่อสร้างเพื่อเป็นที่อยู่อาศัย การเกษตรกรรมโดยเฉพาะการเลี้ยงสัตว์น้ำในบริเวณพื้นที่ชายป่าเลน ซึ่งทำให้พื้นที่ป่าชายเลนถูกบุกรุกทำลายสูญเสียนพื้นที่เป็นจำนวนมาก เป็นปัจจัยเสริมให้มีการกัดเซาะชายฝั่งทะเลมากขึ้น พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยและอันดามันมีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 2600 กิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ 17 จังหวัด จากการศึกษาพบว่าบริเวณชายฝั่งทะเลได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะอย่างรุนแรง มีอัตราการกัดเซาะเฉลี่ยมากกว่า 5 เมตรต่อปี ได้แก่จังหวัดบริเวณอ่าวไทยตอนบนและอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เช่น จันทบุรี ระยอง ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ กรุงเทพฯ เพชรบุรี เป็นต้น โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ทะเลชายฝั่งสมุทรสาครมีอัตราการกัดเซาะรุนแรงปานกลางมีระยะทางประมาณ 1 – 5 เมตรต่อปี ก่อให้เกิดปัญหาความเดือดร้อนทางด้านที่อยู่อาศัยและพื้นที่เกษตรกรรมรวมทั้งระบบนิเวศชายฝั่ง (coastal ecosystem) เนื่องจากพื้นที่ดินกรรมสิทธิ์ได้ถูกกัดเซาะเสียหายจมอยู่ในทะเล ดังกล่าวซึ่งได้มีการคิดวางแผนและมาตรการที่จะป้องกันพื้นที่

ชายฝั่งไม่ให้อีกกัดเซาะอีกต่อไป จึงได้ร่วมกันจัดทำโครงการแก้ปัญหา การกัดเซาะและฟื้นฟูที่ ชายฝั่งทะเลจังหวัดสมุทรสาคร โดยมีส่วนร่วมของประชาชนร่วมกับองค์กรภาครัฐโดยเฉพาะกรม ทรัพยากรชายฝั่งทะเล

(<http://www.dmcr.go.th/modules.php?name=News&file=article&sid=309>)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างตะกอน
2. Grab
3. Refractometer
4. pH meter
5. DO meter
6. Secchi disc
7. GPS
8. Thermometer
9. ขวดเก็บน้ำตัวอย่าง
10. ถังลากแพลงตอน
11. กล้องจุลทรรศน์
12. Centrifuge
13. Suction pump
14. Test tube with lid
15. Rack
16. Shaker
17. Spectrophotometer
18. โหลทดลอง
19. กระดาษกรอง
20. ถังพลาสติก
21. ถังดำ
22. หนั่งยาง
23. แสลดำ
24. สายออกซิเจนและหัวทราย
25. Hot air oven
26. เครื่องซั่งสาร
27. Plastic test tube with lid
28. Erlenmeyer flask

29. Volumetric flask
30. Pipette
31. Micropipette
32. เครื่องวัดความเข้มข้น
33. Beaker
34. Cylinder
35. แท่งแก้วคนสาร
36. ข้อนตักสาร
37. Distilled water
38. Vortex mixer
39. Cuvette

สารเคมี

1. Concentrated sulphuric acid
2. D-glucose
3. 0.1 M EDTA
4. 5% phenol
5. 96% Ethanol

วิธีการศึกษา

สำรวจพื้นที่ชายฝั่งที่มีการกัดเซาะบริเวณอ่าวไทยตอนในที่มีการสร้างแนวสลายพลังงานคลื่น (แนวไม้ไผ่ แนวไม้กรอกทราย และแนวหินทิ้ง) เพื่อดูความเสถียรของตะกอนบริเวณหน้าและหลังแนวสลายพลังงานคลื่น

พื้นที่ที่ทำการศึกษา

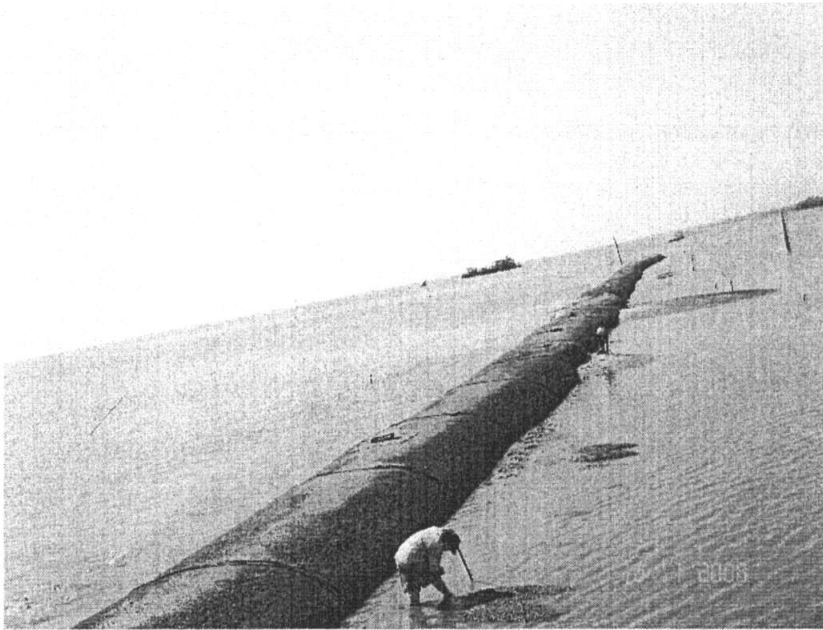
1. ต.โคกขาม และต.พันท้ายนรสิงห์ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร
2. ศูนย์วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์ และดอนหอยหลอด จ.สมุทรสงคราม
3. วัดหงษ์ทอง อ.บางปะกง จ.ฉะเชิงเทรา

ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีการกัดเซาะชายฝั่งและบริเวณดังกล่าวมีการทำแนวสลายพลังงานคลื่นแบบต่างๆ เพื่อลดความรุนแรงของการกัดเซาะ แนวสลายพลังงานคลื่นในพื้นที่ที่ทำการศึกษาพื้นที่ ต.โคกขาม มีแนวไม้ไผ่เป็นแนวสลายพลังงานคลื่น(ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 แนวสลายพลังงานคลื่นแบบแนวไม้ไผ่

พื้นที่ ต.พันท้ายนรสิงห์ มีแนวได้กรอกทรายเป็นแนวสลายพลังงานคลื่นและพื้นที่ วัดหงษ์
ทอง อ.บางปะกง มีแนวได้กรอกทรายเป็นแนวสลายพลังงานคลื่น (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 แนวสลายพลังงานคลื่นแบบได้กรอกทราย

พื้นที่ศูนย์วิทยาศาสตร์และดาราศาสตร์ และดอนหอยหลอด มีแนวหินทิ้งเป็นแนวสลาย
พลังงานคลื่น



ภาพที่ 5 แนวสลายพลังงานคลื่นแบบแนวหินทิ้ง

วิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างตะกอนมาทำการวิเคราะห์หาค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ EPS เพื่อให้เป็นข้อมูลพื้นฐาน

1. การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ

1.1 ทำให้ตะกอนฟุ้งตัวในน้ำในแต่ละภาชนะ

1.2 ดูดตัวอย่างน้ำขึ้นมาจากภาชนะ ภาชนะละ 10 มิลลิลิตร

1.3 กรองน้ำผ่านกระดาษกรอง GF/F (ขนาด 0.7 ไมโครเมตร) แล้วนำตะกอนที่ติดบนกระดาษกรองพร้อมกระดาษกรองใส่หลอดทดลอง

1.4 เติม 96% เอทานอลลงไปหลอดละ 5 มิลลิลิตร

1.5 เก็บไว้ในที่มืดอย่างน้อย 20 ชั่วโมง

1.6 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที

1.7 ดูดน้ำใสๆด้านบนไปวัดค่าดูดกลืนแสงในเครื่อง Spectrophotometer โดยวัดที่ความยาวคลื่น 665 และ 750 นาโนเมตร

1.8 นำค่าที่วัดได้มาคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในสูตรคำนวณดังนี้

$$C_v = \frac{10^4 \times e \times A(665-750)}{83 \times vol \times l}$$

เมื่อ

C_v = ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัม / ลิตร)

e = ปริมาณของเอทานอลที่ใช้ในการสกัดคลอโรฟิลล์ เอคือ 5 มิลลิลิตร

A = ค่าดูดกลืนแสง

vol = ปริมาตรของน้ำที่ผ่านกระดาษกรอง

l = ความยาวของคิวเลตในหน่วย มิลลิเมตร ใช้ 10 มิลลิเมตร

83 = ค่าสัมประสิทธิ์ของการดูดกลืนแสงของ 96%เอทานอล (ลิตร/กรัม/ซม.)

2. การวิเคราะห์ค่าปริมาณสารอินทรีย์ที่ปล่อยออกมานอกเซลล์ (EPS) ในตะกอน

2.1 กวนตะกอนให้ฟุ้งกระจายขึ้นมา

2.2 ดูดน้ำขึ้นมา 2 มิลลิลิตร

2.3 เติมน้ำกลั่นลงในหลอดทดลองหลอดละ 1 มิลลิลิตร

2.4 ปิดฝาให้สนิทแล้วนำไปเข้าเครื่องเขย่าเป็นเวลา 16 ชั่วโมง

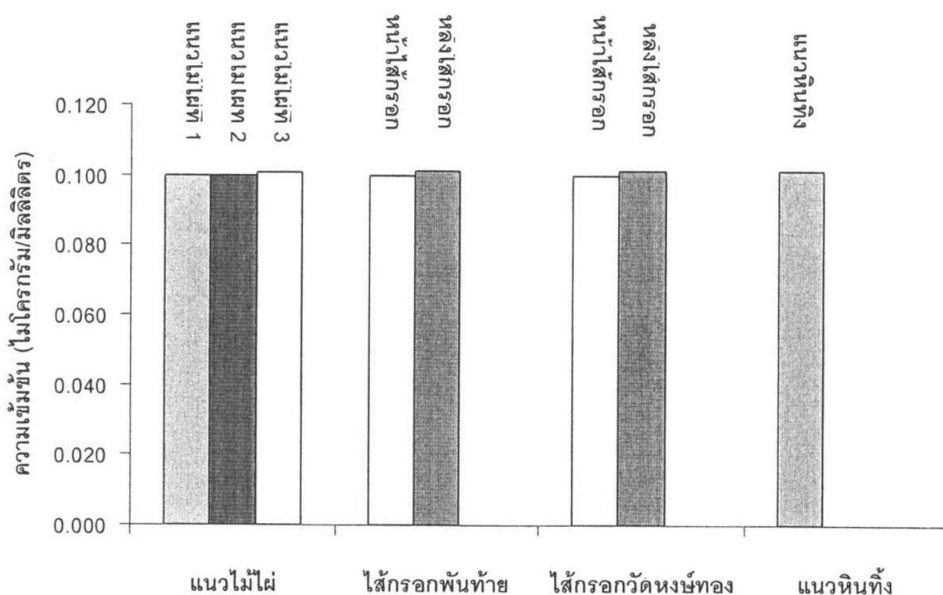
2.5 นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3600 รอบ/นาที เป็นเวลา 15 นาที

- 2.6 ดูดน้ำใส่ตุ๋นด้านบนขึ้นมา 2 มิลลิลิตร ย้ายใส่หลอดทดลองที่ทนกรด
- 2.7 ส่วนที่เหลือในหลอดทดลองเดิมให้เติมน้ำกลั่นลงไป 1.7 มิลลิลิตร และเติม 0.1 M EDTA ลงไปหลอดละ 0.3 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าอีกเป็นเวลา 16 ชั่วโมง
- 2.8 นำส่วนที่ดูดขึ้นมาใส่หลอดทดลองใหม่แล้วเติม 5% ฟีนอล หลอดละ 1 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากันโดนเครื่อง Vortex mixer
- 2.9 รับประทานซิลฟิวริกเข้มข้นลงไปหลอดละ 5 มิลลิลิตร แล้วทิ้งไว้ 20 นาที ที่อุณหภูมิห้องจนเป็นสีเหลืองอมน้ำตาล จากนั้นเขย่าให้เข้ากัน
- 2.10 นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงโดยใช้ความยาวคลื่น 485 นาโนเมตร
- 2.11 นำไปคำนวณจากสมการมาตรฐาน เพื่อหาความเข้มข้นของ EPS ในตะกอน
- 2.12 ส่วนที่เก็บไว้ (Polymer) มาเข้าขั้นตอนเดิมจากข้อ 5 และ ข้อ 8 – 11 ตามลำดับ

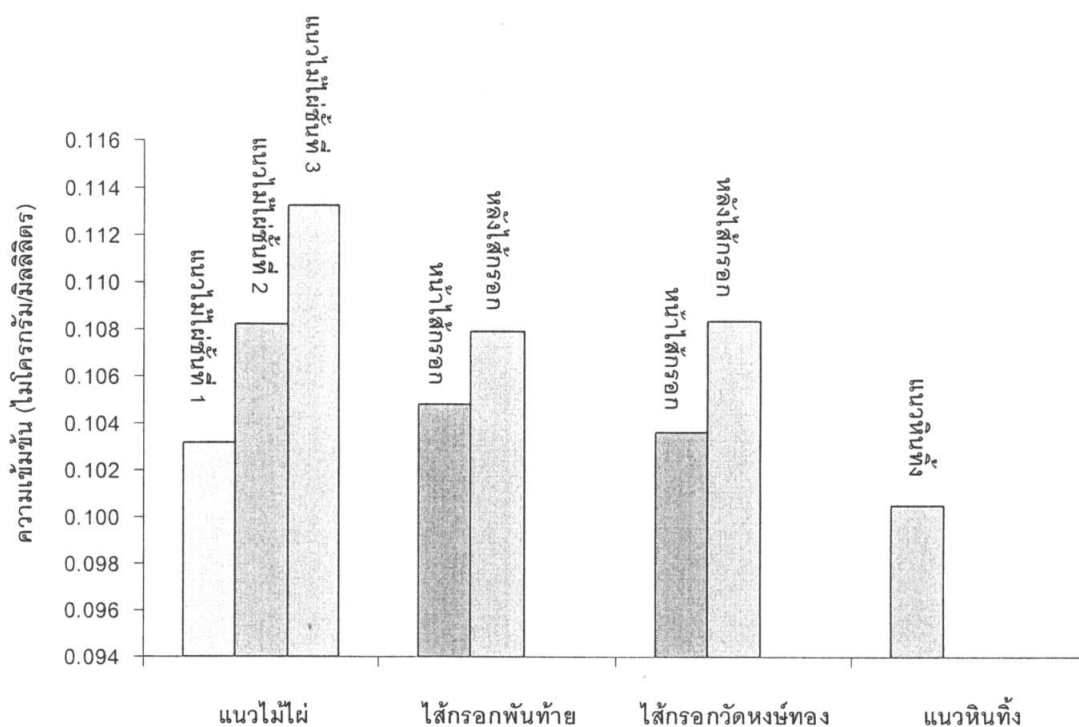
ผลการสำรวจ

1. สารประกอบอินทรีย์ที่ปล่อยออกมาจากเซลล์ (Extracellular Polymeric Substances)

ความเข้มข้นของ EPS ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่นมีค่าความเข้มข้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่มีแนวโน้มว่าด้านหลังแนวสลายพลังงานคลื่นมีปริมาณ EPS เพิ่มขึ้นพบว่าบริเวณแนวไม้ไผ่ชั้นที่ 2 และ 3 มีความเข้มข้นของ EPS สูงขึ้น บริเวณแนวได้กรอกทราย มีความเข้มข้นของ EPS ด้านหลังแนวได้กรอกทรายสูงกว่าด้านหน้าแนวได้กรอกทราย และบริเวณแนวหินทิ้งมีความเข้มข้นของ EPS ค่อนข้างน้อย (ภาพที่ 6 และภาพที่ 7)



ภาพที่ 6 ความเข้มข้นของ colloid EPS ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่น



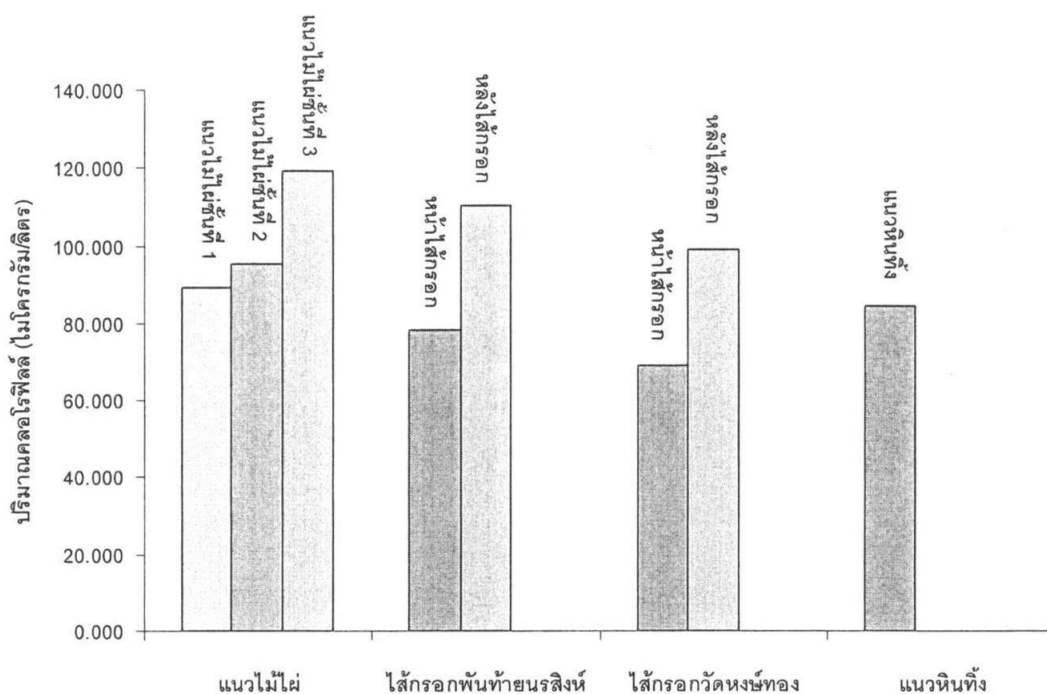
ภาพที่ 7 ความเข้มข้นของ polymer EPS ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่น

จากการวิเคราะห์จึงสามารถบอกได้ว่าการสะสมของตะกอนด้านหลังแนวสลายพลังงานคลื่นเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีปริมาณ EPS เพิ่มขึ้น โดยผลที่ได้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ ปราโมทย์ และคณะ (2550) ซึ่งทำการศึกษาระดับของตะกอนบริเวณที่มีแนวม้วนเป็นแนวสลายพลังงานคลื่น โดยพบว่าด้านหลังแนวม้วนแต่ละแนวมีการสะสมของตะกอนเพิ่มขึ้น

2. คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll-a)

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่นมีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งพบว่าบริเวณแนวม้วนขั้นที่ 2 และ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เพิ่มขึ้น บริเวณไส้กรองทราย มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ด้านหลังไส้กรองสูงกว่าด้านหน้าไส้กรอง และบริเวณแนวหินทิ้งมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ค่อนข้างน้อย

โดยจะเห็นได้ว่าความเข้มข้น EPS (Extracellular Polymeric Substances) และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละแนวสลายพลังงานคลื่น

3. ไดอะตอม

พบไดอะตอมบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จ. สมุทรสาคร ทั้งหมด 7 ชนิด ไดอะตอมที่พบมากที่สุดคือ *Thalassiothrix* sp. บริเวณปากแม่น้ำบางปะกง จ. ฉะเชิงเทรา ทั้งหมด 7 ชนิด ไดอะตอมที่พบมากที่สุดคือ *Navicula* sp. และบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จ. สมุทรสงคราม ทั้งหมด 4 ชนิด ไดอะตอมที่พบมากที่สุดคือ *Nitzschia* sp. (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ชนิดของไดอะตอมที่พบในบริเวณปากแม่น้ำทั้ง 3 พื้นที่ที่ทำการศึกษา

ปากแม่น้ำท่าจีน	ปากแม่น้ำบางปะกง	ปากแม่น้ำแม่กลอง
<i>Navicula</i> sp.	<i>Pleurosigma</i> sp.	<i>Pleurosigma</i> sp.
<i>Thalassiothrix</i> sp.	<i>Synedra</i> sp.	<i>Navicula</i> sp.
<i>Nitzschia</i> sp.	<i>Thalassionema</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Pleurosigma</i> sp.	<i>Navicula</i> sp.	<i>Gyrosigma</i> sp.
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp.	
<i>Thalassionema</i> sp.	<i>Pseudonitzschia</i> sp.	
<i>Surirella</i> sp.	<i>Entomoneis</i> sp.	

ผลที่ได้จากการสำรวจพบว่าชนิดของไดอะตอมที่พบเป็นชนิด pinnate ทั้งหมด ไดอะตอมชนิดนี้จะอาศัยอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ และไดอะตอมพวกนี้ก็เป็นตัวที่ปล่อยสาร EPS ออกมาขณะที่มีการเคลื่อนที่ ซึ่งทำให้เกิดความเสถียรของตะกอน

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการสำรวจพื้นที่ชายฝั่งที่มีการกัดเซาะบริเวณอ่าวไทยตอนใน สามารถสรุปได้ว่า ปริมาณ EPS และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีผลต่อความเสถียรของตะกอน จากการวิเคราะห์พบว่า บริเวณหลังแนวไม้ไผ่มีความเข้มข้น EPS และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงที่สุด โดยแนวไม้ไผ่ที่ 3 มีปริมาณ EPS สูงที่สุดรองลงมาคือ แนวไม้ไผ่ที่ 2 และแนวไม้ไผ่ที่ 1 ตามลำดับ บริเวณแนวไม้ไผ่ที่ 3 พบความเข้มข้น EPS และปริมาณคลอโรฟิลล์ด้านหลังกรอกทรายสูงกว่าหน้าไม้ไผ่ที่ 3 และบริเวณแนวหินทิ้งมีความเข้มข้น EPS น้อยที่สุด ถ้าเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแนวสลายพลังงานคลื่นแต่ละชนิดพบว่าแนวไม้ไผ่มีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาเป็นแนวไม้ไผ่ที่ 2 และแนวหินทิ้ง ตามลำดับ ซึ่งสามารถสังเกตได้จากความเข้มข้นของ EPS ถ้ามีปริมาณ EPS สูงก็จะทำให้ความเสถียรของตะกอนสูงด้วย โดยจะสอดคล้องกับผลการทดลองของ Perkins *et al.* ที่กล่าวว่าปริมาณ EPS สูงขึ้นด้วยเนื่องจาก EPS เป็นดัชนีวัดความเสถียรของตะกอนด้วย Birben *et al.* ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของแนวสลายพลังงานคลื่นโดยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมตัวของตะกอนได้แก่ ระยะทางระหว่างแนวสลายพลังงานและชายฝั่ง ความยาวของแนวสลายพลังงานคลื่น ช่องว่างระหว่างแนวสลายพลังงานคลื่น ความสูงของคลื่นและแนวสลายพลังงานคลื่น

ข้อเสนอแนะ

- ควรศึกษาถึงสาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่งในบริเวณนั้นให้แน่ชัด เพื่อไม่ให้เกิดการสูญเปล่าในการสร้างแนวสลายพลังงานคลื่น เพราะใช้เงินลงทุนจำนวนมาก
- แนวสลายพลังงานคลื่นส่วนใหญ่ใช้โครงสร้างแข็ง เมื่อมีระยะเวลาเพิ่มขึ้นจะเกิดการทรุดตัวลง เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่หนักและสร้างอยู่บนดินอ่อน

เอกสารอ้างอิง

- ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ .2549 *ตีพิมพ์*
 ปราโมทย์ ไศจิสุพร และ ศุภิชัย ตั้งใจตรง. 2550. ประสิทธิภาพของแนวไม้ไผ่รวกในการป้องกันการ
 กัดเซาะชายฝั่งทะเล. รูปแบบการปลูกป่าชายเลนเพื่อฟื้นฟูและป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง
 2006 ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- Bhatt, N., C, Poonyanuch., H, Anna van der., H, Waraporn., I, Patchamuthu.,P,
 Tanyathon., P, Nat., S, Jitendra., T, Pamornrat., V, Sutthana. And U,
 Manida.2006. รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย ปี 2549. หน่วยงานราชการ
 ธนาคารโลก องค์การความร่วมมือระหว่างประเทศ องค์การพัฒนาเอกชน และนักวิจัยอิสระ.
- Birben, A.R., I.H., Ozolcer., S. Karasu., and M.I., Komurcu. 2007. Investigation of the
 effect of offshore breakwater parameters on sediment accumulation. Ocean
 engineering 34: 284 – 302.
- De brouwer, J.E.C., K. Wolfstein., G.K., Ruddy., and T.E.R., Stal. 2005. Biogenic
 Stabilization of intertidal sediments: the importance of extracellular polymer
 substances produced by benthic diatoms: *Microbial ecology* 49: 501 – 502.
- Defew, E.C., R.G. Perkins, and D.M. Paterson. 2004. The influence of light and
 temperature interactions on a natural estuarine microphytobenthic assemblage.
Biofilm 1: 21-30.
- Friend, P.L., M.B. Collins, and P.M. Holligan. 2003. Day-light variation of intertidal flat
 sediment properties in relation to sediment stability. *Estuarine coastal and shelf
 science* 58: 663-675.589-597.
- Gleizon, P., A.G. Punt, and M.G. Lyons. 2003. Modelling hydrodynamics and sediment
 flux within a macrotidal estuary: problem and solutions. *The science of the total
 environment* 314-316:
- Lui, Y.Q., Y., Lui., and J.H., Tay. 2004. The effect of extracellular polymeric substances
 on the formation and stability of biogranules. *Microbiol Biotechnol* 65: 143 – 148.
- Lundkvist, M., M. Grue., P.L., Friend. and M.R. Flindt. 2006. The relative contribution of
 physical and microbiological factors to cohesive sediment stability *Continental
 Shelf Research*. p - .

Perkins, R.G., D.M., Paterson, H. Sun, J. Watson, and M.A., Player. 2004. Extracellular polymeric substance: quantification and use in erosion experiment. *Continental Shelf Research* 24: 1623 – 1635.

Perkins, R.G., I.R., Davidson, D.M., Paterson, H. Sun, J. Watson, and M.A., Player. 2006. Low – temperature SEM imaging of polymer structure in engineered and natural sediments and the implications regarding stability. *Geoderma* 134: 48 - 55.

Shin, E.C. and Y.I. Oh 2007. Coastal erosion prevention by geotextile tube technology. *Geotextile and Geomembrance* 25: 264 – 277.

Tolhurst, T.J., G. Gust., and D.M. Paterson. 2002. The influence of an extracellular polymeric substance (EPS) on cohesive sediment stability. *Marine science* 5: 409 – 425.

<http://www.talay-thai.com>

<http://www.sarakadee.com>

<http://www.dmcg.go.th/modules.php?name=News&file=article&sid=309>

ภาคผนวก

สารละลายที่ใช้ในการศึกษา

วิธีการเตรียม 96% Ethanol

Concentrated Ethanol	96	มิลลิลิตร
Distilled water	4	มิลลิลิตร

วิธีการเตรียม 0.1 EDTA

EDTA (M=372.24 กรัม/โมล)	37.224	กรัม
Distilled water	1	ลิตร

เก็บสารละลายไว้ในตู้เย็น

วิธีการเตรียม 5% phenol

Phenol	5	กรัม
Distilled water	95	มิลลิลิตร

ก่อนนำฟีนอลมาซึ่งต้องนำไปอุ่นใน water bath จนละลายเป็นน้ำก่อน เนื่องจากฟีนอลแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง และการเก็บรักษาสารละลาย ควรเก็บไว้ในขวดที่บดที่ไม่โดนแสงและเก็บไว้ในตู้เย็น

วิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐาน Standard ของ D-glucose

D-glucose (0.010 กรัม)	10	มิลลิกรัม
Distilled water	100	มิลลิลิตร

ตารางผนวกที่ 1 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS แนวไม้ไผ่วันที่ 1

แนวไม้ไผ่วันที่ 1		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
A1-1	0.061	0.100
A1-2	0.065	0.100
A2-1	0.066	0.100
A2-2	0.071	0.100
A3-1	0.078	0.100
A3-2	0.069	0.100
B1-1	0.075	0.100
B1-2	0.061	0.100
B2-1	0.066	0.100
B2-2	0.073	0.100
B3-1	0.074	0.100
B3-2	0.073	0.100
C1-1	0.079	0.100
C1-2	0.077	0.100
C2-1	0.063	0.100
C2-2	0.064	0.100
C3-1	0.084	0.100
C3-2	0.087	0.100

ตารางผนวกที่ 2 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS แนวไม้ไผ่วันที่ 2

แนวไม้ไผ่วันที่ 2		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
A1-1	0.071	0.100
A1-2	0.082	0.100
A2-1	0.090	0.100
A2-2	0.093	0.100
A3-1	0.097	0.101
A3-2	0.069	0.100
B1-1	0.092	0.100
B1-2	0.076	0.100
B2-1	0.106	0.101
B2-2	0.098	0.101
B3-1	0.089	0.100
B3-2	0.085	0.100
C1-1	0.130	0.101
C1-2	0.086	0.100
C2-1	0.133	0.101
C2-2	0.119	0.101
C3-1	0.138	0.101
C3-2	0.113	0.101

ตารางผนวกที่ 3 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS แนวไม้ไผ่วันที่ 3

แนวไม้ไผ่วันที่ 3		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
A1-1	0.089	0.100
A1-2	0.082	0.100
A2-1	0.094	0.100
A2-2	0.098	0.101
A3-1	0.086	0.100
A3-2	0.089	0.100
B1-1	0.097	0.101
B1-2	0.092	0.100
B2-1	0.088	0.100
B2-2	0.091	0.100
B3-1	0.103	0.101
B3-2	0.106	0.101
C1-1	0.121	0.101
C1-2	0.119	0.101
C2-1	0.134	0.101
C2-2	0.139	0.101
C3-1	0.128	0.101
C3-2	0.133	0.101

ตารางผนวกที่ 4 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colliod EPS ใต้รอกทราย
ต.พันท้ายนรสิงห์

ใต้รอกทราย ต.พันท้ายนรสิงห์		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
S1-1	0.093	0.100
S1-2	0.089	0.100
S1-3	0.095	0.100
S1-4	0.088	0.100
S1-5	0.081	0.100
S1-6	0.094	0.100
T1-1	0.107	0.101
T1-2	0.105	0.101
T1-3	0.126	0.101
T1-4	0.115	0.101
T1-5	0.133	0.101
T1-6	0.120	0.101

ตารางผนวกที่ 5 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colloid EPS ใ้กรอกทราย
วัดหนึ่งห้อง

ใ้กรอกทรายวัดหนึ่งห้อง		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
S1-1	0.047	0.100
S1-2	0.04	0.100
S1-3	0.038	0.100
S1-4	0.042	0.100
S1-5	0.052	0.100
S1-6	0.048	0.100
T1-1	0.104	0.101
T1-2	0.11	0.101
T1-3	0.107	0.101
T1-4	0.099	0.101
T1-5	0.118	0.101
T1-6	0.121	0.101

ตารางผนวกที่ 6 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Colloid EPS แนวหินทิ้ง

	แนวหินทิ้ง	
	Absorbance 485 nm	Concentration
ท1-1	0.228	0.102
ท1-2	0.256	0.103
ท1-3	0.093	0.100
ท1-4	0.085	0.100
ท1-5	0.110	0.101
ท1-6	0.087	0.100
ว1-1	0.078	0.100
ว1-2	0.075	0.100
ว1-3	0.195	0.102
ว1-4	0.186	0.102
ว1-5	0.096	0.100
ว1-6	0.074	0.100

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS แนวไม้ไผ่ที่ 1

แนวไม้ไผ่วันที่ 1		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
A1-1	0.212	0.102
A1-2	0.274	0.103
A2-1	0.162	0.101
A2-2	0.182	0.102
A3-1	0.189	0.102
A3-2	0.192	0.102
B1-1	0.613	0.108
B1-2	0.627	0.108
B2-1	0.597	0.108
B2-2	0.602	0.108
B3-1	0.755	0.110
B3-2	0.632	0.108
C1-1	0.839	0.111
C1-2	0.782	0.110
C2-1	0.746	0.110
C2-2	0.871	0.112
C3-1	0.912	0.112
C3-2	0.908	0.112

ตารางภาคผนวกที่ 8 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS แนวไม้ไผ่ที่ 2

แนวไม้ไผ่วันที่ 2		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
A1-1	0.198	0.102
A1-2	0.202	0.102
A2-1	0.465	0.106
A2-2	0.408	0.105
A3-1	0.292	0.103
A3-2	0.246	0.103
B1-1	0.291	0.103
B1-2	0.287	0.103
B2-1	0.919	0.112
B2-2	0.858	0.112
B3-1	0.895	0.112
B3-2	0.562	0.107
C1-1	0.685	0.109
C1-2	0.694	0.109
C2-1	1.138	0.116
C2-2	1.214	0.117
C3-1	0.865	0.112
C3-2	0.971	0.113

ตารางภาคผนวกที่ 9 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS แนวไม้ไผ่ที่ 3

แนวไม้ไผ่วันที่ 3		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration ($\mu\text{g/ml.}$)
A1-1	0.215	0.102
A1-2	0.223	0.102
A2-1	0.473	0.106
A2-2	0.435	0.105
A3-1	0.316	0.104
A3-2	0.354	0.104
B1-1	0.368	0.104
B1-2	0.389	0.105
B2-1	0.102	0.101
B2-2	0.986	0.113
B3-1	0.896	0.112
B3-2	0.917	0.112
C1-1	0.875	0.112
C1-2	0.659	0.109
C2-1	1.745	0.124
C2-2	1.695	0.124
C3-1	0.973	0.113
C3-2	0.964	0.113

ตารางภาคผนวกที่ 10 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS ใ้กรอกทราย
ต.พันท้ายนรสิงห์

ใ้กรอกทราย ต.พันท้ายนรสิงห์		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
S1-1	0.247	0.103
S1-2	0.181	0.102
S1-3	0.506	0.106
S1-4	0.504	0.106
S1-5	0.541	0.107
S1-6	0.400	0.105
T1-1	0.688	0.109
T1-2	0.629	0.108
T1-3	0.807	0.111
T1-4	0.825	0.111
T1-5	0.348	0.104
T1-6	0.354	0.104

ตารางภาคผนวกที่ 11 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS ใ้สกัดทราย
วัดหนึ่งห้อง

ใ้สกัดทรายวัดหนึ่งห้อง		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration ($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
S1-1	0.147	0.101
S1-2	0.181	0.102
S1-3	0.306	0.104
S1-4	0.384	0.105
S1-5	0.441	0.105
S1-6	0.424	0.105
T1-1	0.598	0.108
T1-2	0.629	0.108
T1-3	0.707	0.109
T1-4	0.725	0.110
T1-5	0.538	0.107
T1-6	0.654	0.109

ตารางภาคผนวกที่ 12 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณ Polymer EPS แนวหินทิ้ง

แนวหินทิ้ง		
Station	Absorbance 485 nm	Concentration($\mu\text{g} / \text{ml}.$)
ว1-1	0.039	0.100
ว1-2	0.050	0.100
ว1-3	0.212	0.102
ว1-4	0.219	0.102
ว1-5	0.053	0.100
ว1-6	0.025	0.099
ท1-1	0.399	0.105
ท1-2	0.532	0.107
ท1-3	0.158	0.101
ท1-4	0.143	0.101
ท1-5	0.086	0.100
ท1-6	0.070	0.100

ตารางภาคผนวกที่ 13 ค่าดูดกลืนแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แนวไม้ไผ่

Station	Concentration(I)
A1-1	24.096
A1-2	36.145
A2-1	42.169
A2-2	114.458
A3-1	72.290
A3-2	132.530
B1-1	96.386
B1-2	96.386
B2-1	36.145
B2-2	48.193
B3-1	66.266
B3-2	42.169
C1-1	138.554
C1-2	90.361
C2-1	24.096
C2-2	18.072
C3-1	30.120
C3-2	90.361

ตารางภาคผนวกที่ 14 ค่าดูดกลิ่นแฉงจากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แนวไส้กรอกทราย
ต.พันท้ายนรสิงห์

Station	Concentration(I)
A1-1	12.048
A1-2	18.072
A2-1	36.145
A2-2	18.072
A3-1	12.048
A3-2	18.072
B1-1	18.072
B1-2	30.120
B2-1	42.169
B2-2	24.096
B3-1	36.146
B3-2	24.096

ตารางภาคผนวกที่ 15 ค่าดูดกลิ่นแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แนวไส้กรอกทราย
วัดหงษ์ทอง

Station	Concentration(l)
A1-1	156.627
A1-2	162.651
A2-1	108.434
A2-2	114.458
A3-1	144.578
A3-2	138.554
B1-1	144.578
B1-2	144.578
B2-1	162.651
B2-2	162.651
B3-1	150.602
B3-2	138.554
C1-1	192.771
C1-2	173.494
C2-1	180.723
C2-2	174.699
C3-1	174.699
C3-2	162.651

ตารางภาคผนวกที่ 16 ค่าดูดกลิ่นแสงจากการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ แนวหินทิ้ง

station	ศูนย์ดาราศาสตร์	ดอนหอยหลอด
1	120.482	114.458
2	84.337	108.434
3	48.193	102.410