หญ้าแฝกสำหรับป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งไทย

*บุญจง ขาวสิทธิวงษ์**

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของบทความนี้ เพื่อศึกษาปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในประเทศไทยและส่งเสริมการใช้หญ้าแฝกในการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว จากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิและสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้อง พบว่า ประเทศไทยประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งหลายแห่งทั้งด้านอ่าวไทยและด้านทะเลอันดามัน รวมทั้งชายฝั่งแม่น้ำโขงชายแดนไทยด้วย การป้องกันแก้ไขทั้งในอดีตและปัจจุบันเน้นการใช้วิศวกรรมโครงสร้างเป็นสำคัญ โดยมีการสร้างแนวป้องกันด้วยโครงสร้างทางวิศวกรรม 97.8 กม. ในขณะที่ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งมีระยะทางยาวตลอดแนว 3148.23 กม. ถูกกัดเซาะในระดับปานกลางและรุนแรงรวม 830.07 กม. ดังนั้น ยังต้องสร้างแนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งอีกเป็นระยะทางยาวมาก การศึกษานี้ใคร่เสนอให้ส่งเสริมปลูกหญ้าแฝกร่วมกับ สนทะเล หรือมะพร้าว รวมทั้งพืชท้องถิ่นประเภทอื่นเป็นมาตรการป้องกันแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งแบบชีววิศวกรรม ซึ่งในต่างประเทศโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศหมู่เกาะต่าง ๆ ใช้มาตรการดังกล่าวแล้วได้ผลดี หรือใช้หญ้าแฝกเสริมโครงสร้างทางวิศวกรรมด้วยก็ได้และใคร่เสนอให้องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้นำในเรื่องนี้

คำสำคัญ: *หญ้าแฝก การกัดเซาะชายฝั่ง ชีววิศวกรรม*

* รองศาสตราจารย์ คณะบริหารการพัฒนาสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
เลขที่ 118 หมู่ 3 ถนนเสรีไทย แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร 10240
เมล: buddy_conne@hotmail.com

Vetiver Bioengineering for Coastal Erosion in Thailand

*Boonchong Chawsithiwong**

Abstract

This article aims to study the problems of coastal erosion in Thailand and enhance the vetiver bioengineering for solving those problems. This study has revealed the problems of coastal erosion both in the Gulf of Thailand and in the coast of Andaman Sea including in the Khong Riverside on the Thai-Laos boarder. Structural engineering has been mostly applied for the resolution of the mentioned problems. There are 97.8 km. of structural engineering has been built when the total 3148.23 km. coastal erosion are existing with 830.07 km. of severe and moderate coastal erosion. There are a lot of engineering works needed to be accomplished. This study would like to enhance the vetiver bioengineering which has gain success in many countries especially the island counties in prevention and resolution for coastal erosions in Thailand. Vetiver grass could be planted in coordination with coconut tree or coastal pine or other local plants. The vetiver bioengineering and structural engineering could be probably aggregated for the better resolution. This study has also recommended that the local government should play a leading role in these matters.

Keywords: *Vetiver, Coastal Erosion, Bioengineering*

* Associate Professor, School of Environmental Development Administration,
The National Institute of Development Administration
118 Moo 3, Sereethai Road, Klong-Chan, Bangkapi, Bangkok 10240, THAILAND.
E-mail: buddy_conne@hotmail.com

บทนำ

ประเทศไทยประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทั้งฝั่งทะเล และชายฝั่งแหล่งน้ำจืดต่าง ๆ ทั่วไป เป็นปัญหาที่ผู้รับผิดชอบภาครัฐควรให้ความสนใจ บทความวิชาการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในประเทศไทย และส่งเสริมการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในการป้องกันและแก้ไขปัญหาดังกล่าว

พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 9) ทรงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการอนุรักษ์ดินและน้ำโดยใช้หญ้าแฝก ทรงเชี่ยวชาญเรื่องหญ้าแฝกมาก และผลการวิจัยและพัฒนาในโครงการพระราชดำริได้ตีพิมพ์เผยแพร่ไปทั่วโลกจนเป็นที่ประจักษ์แก่องค์การและบุคคลที่เกี่ยวข้องกับหญ้าแฝกทั้งหลาย และเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2536 IECA (International Erosion Control Association) ได้มีมติทูลเกล้าฯ ถวายรางวัล The International Merit Award แด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ในฐานะที่ทรงเป็นแบบอย่างในการนำหญ้าแฝกมาใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำ และเมื่อวันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2536 ผู้เชี่ยวชาญเรื่องหญ้าแฝกเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำของธนาคารโลก (World Bank) ได้นำคณะเข้าเฝ้าทูลละอองธุลีพระบาททูลเกล้าฯ ถวายแผ่นเกียรติบัตรสำริดเป็นภาพรากหญ้าแฝกเป็นรางวัลสดุดีพระเกียรติคุณ (Award of Recognition) แด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวด้วย (RachabhatSuansunantha University, 1999)

ในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546 ณ ศาลาเริง วังไกลกังวล อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทรงมีพระราชดำรัสกับผู้เข้าเฝ้าให้ทุกหน่วยงานและหน่วยงานที่มีศักยภาพในการขยายพันธุ์หญ้าแฝก ร่วมมือกับกรมพัฒนาที่ดินในการผลิตกล้าหญ้าแฝกและแจกจ่ายกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการให้เพียงพอ (N.D.C. Think Tanks for Society, 2012)

วิทยาการและภูมิปัญญาท้องถิ่นของประเทศไทยเกี่ยวกับหญ้าแฝกไม่ด้อยกว่าประเทศใดในโลก จึงควรนำความรู้อันมีค่านี้มาใช้ให้เป็นประโยชน์มากเท่าที่จะทำได้ ในคราวที่มีการประชุมของสมาคมคลังสมอง วปอ. เพื่อสังคม ที่วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักรเมื่อเดือนกรกฎาคม 2555 ได้หยิบยกประเด็นการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งขึ้นถกแถลง และพิจารณาเห็นว่า แม้แผนแม่บทการพัฒนาและรณรงค์การใช้หญ้าแฝกอันเนื่องมาจากพระราชดำริฉบับที่ 5 พ.ศ. 2555 ถึง พ.ศ. 2559 ไม่ได้กำหนดให้มีการวิจัยและพัฒนาการใช้หญ้าแฝกในการแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล ผู้ทำการถกแถลงได้เสนอเห็นควรให้มีการวิจัยและพัฒนาสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเปรียบเทียบความสามารถการยึดพื้นดินของหญ้าแฝก ต้นสนชายทะเล และต้นมะพร้าว รวมทั้งการนำมาใช้ร่วมกันในการป้องกันและแก้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล แต่ในทางปฏิบัติจะกระทำได้อย่างไร ในบทความนี้ใคร่ค้นคว้าหาคำตอบต่อคำถามดังกล่าว

สถานการณ์การกัดเซาะชายฝั่งประเทศไทย

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยประสบปัญหาอุบัติภัยธรรมชาติอย่างรุนแรงหลายครั้ง เช่น ฝนตกหนักแผ่นดินถล่ม น้ำท่วมหนักกรุงเทพฯ สึนามิที่จังหวัดภูเก็ตและจังหวัดพังงา เป็นต้น แต่ผู้คนส่วนใหญ่มักลืมให้ความสำคัญกับปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทั้งฝั่งแม่น้ำ และฝั่งทะเลในประเทศไทย ซึ่งเป็นอุบัติภัยธรรมชาติที่สำคัญอีกประการหนึ่ง เนื่องจากนำมาซึ่งการสูญเสียที่ดินและเศรษฐกิจของชาติ กระทบต่อความมั่นคงของประเทศโดยตรง ผู้คนจำนวนมากได้รับความเดือดร้อนเสียหาย บ้านเรือนสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ถูกกลืนไปอยู่กลางน้ำ หรือถูกพัดลอยไปกับน้ำ ดังที่ปรากฏที่หมู่บ้านขุนสมุทรจีน จังหวัดสมุทรปราการ และอีกหลายจังหวัดที่ติดทะเลและฝั่งแม่น้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณพื้นที่ติดทะเลอ่าวไทย ทะเลอันดามัน และริมฝั่งแม่น้ำโขง

พื้นที่ชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาจากการกัดเซาะของคลื่นและลมทำให้ตะกอนจากที่หนึ่งไปทับถมในอีกที่หนึ่ง มีผลให้แนวของชายฝั่งเดิมเปลี่ยนไป บริเวณที่มีตะกอนเคลื่อนเข้าน้อยกว่าปริมาณตะกอนที่เคลื่อนออกถือว่าเป็นพื้นที่มีปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง (Khingkaew, 2012)

Songklanakarin University (2008) ร่วมกับธนาคารโลกและกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทำการประเมินสถานการณ์การกัดเซาะชายฝั่ง พบว่า การกัดเซาะในอัตรามากกว่า 5 เมตรต่อปีในหลายพื้นที่ และในอัตรา 1-5 เมตรในหลายพื้นที่เช่นกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 และภาพที่ 1

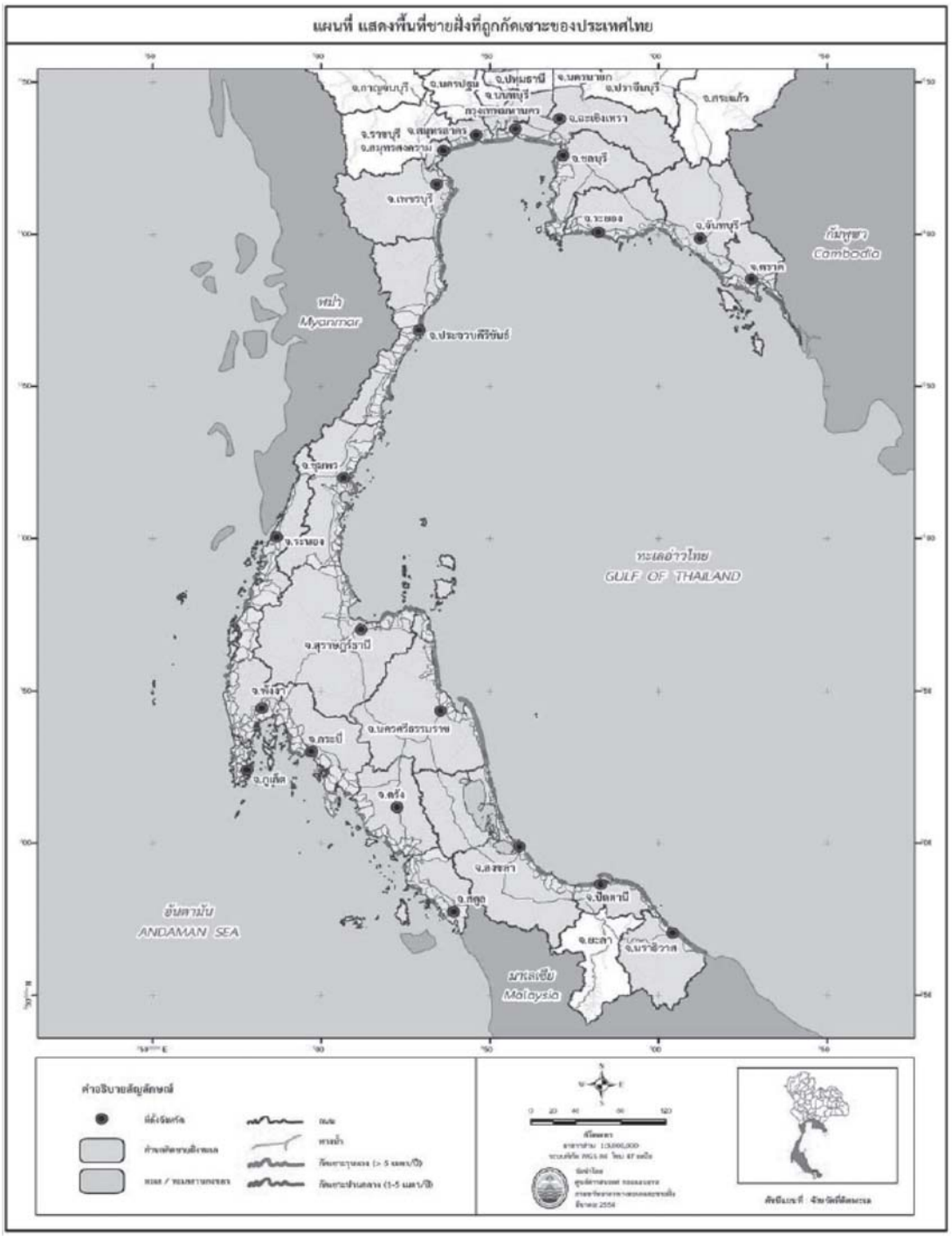
จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่า ด้านอ่าวไทยมีพื้นที่ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งถึง 239 ตำบล แนวความยาวชายฝั่งรวมประมาณ 2,050 กิโลเมตร มีแนวชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะประมาณ 730 กิโลเมตร แยกเป็นปัญหากัดเซาะชายฝั่งระดับปานกลาง (ต่ำกว่า 5 เมตรต่อปี) ประมาณ 500 กิโลเมตร และระดับรุนแรง (สูงกว่า 5 เมตรต่อปี) ประมาณ 230 กิโลเมตร โดยจังหวัดที่ประสบปัญหารุนแรงที่สุด ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีพื้นที่ถูกกัดเซาะรุนแรงราว 74 กิโลเมตร และถูกกัดเซาะปานกลางราว 50 กิโลเมตร รองลงมา ได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งอยู่บริเวณปากอ่าวไทย มีแนวชายฝั่งถูกกัดเซาะรุนแรงยาวประมาณ 32 กิโลเมตร และถูกกัดเซาะปานกลางยาวประมาณ 3 กิโลเมตร

ด้านทะเลอันดามัน มีแนวความยาวชายฝั่งราว 1,100 กิโลเมตร มีพื้นที่ประสบปัญหาประมาณ 80 ตำบล แนวชายฝั่งถูกกัดเซาะรุนแรงราว 25 กิโลเมตร และถูกกัดเซาะปานกลางราว 75 กิโลเมตร โดยจังหวัดที่ประสบปัญหารุนแรงที่สุด ได้แก่ จังหวัดระนอง มีแนวชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะรุนแรงยาวประมาณ 8 กิโลเมตร และถูกกัดเซาะปานกลางยาวประมาณ 12 กิโลเมตร รองลงมา ได้แก่ จังหวัดสตูล มีแนวชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะรุนแรงยาวประมาณ 7 กิโลเมตร และถูกกัดเซาะปานกลางยาวประมาณ 10 กิโลเมตร

ตารางที่ 1: พื้นที่การกัดเซาะชายฝั่งทะเลของจังหวัดต่าง ๆ ในประเทศไทย

ด้าน / จังหวัด	ข้อมูลจำนวนขอบเขตพื้นที่		ข้อมูลจำนวนพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ		ความยาวชายฝั่ง (กม.)	แนวชายฝั่งถูกกัดเซาะ (กม.)		
	อำเภอ	ตำบล	อำเภอ	ตำบล		ปานกลาง	รุนแรง	รวม
ด้านอ่าวไทย	216	1,424	66	239	2,055.18	501.81	228.22	730.03
1. จ.ตราด	7	38	3	16	184.30	46.63	-	46.63
2. จ.จันทบุรี	10	76	4	9	102.25	23.21	12.00	35.21
3. จ.ระยอง	8	58	3	15	104.48	53.66	-	53.66
4. จ.ชลบุรี	11	92	4	22	171.78	25.14	-	25.14
5. จ.ฉะเชิงเทรา	11	50	1	3	16.28	2.04	5.85	7.89
6. จ.สมุทรปราการ	6	50	3	6	50.21	3.22	31.47	34.69
7. จ.กรุงเทพมหานคร	50	154	1	1	5.81	-	5.71	5.71
8. จ.สมุทรสาคร	3	40	1	8	42.78	19.69	13.76	33.45
9. จ.สมุทรสงคราม	3	36	1	4	25.20	2.96	-	2.96
10. จ.เพชรบุรี	8	93	4	13	91.73	39.35	10.39	49.75
11. จ.ประจวบคีรีขันธ์	8	48	8	23	246.75	76.19	1.93	78.12
12. จ.ชุมพร	8	70	6	22	247.75	31.94	-	31.94
13. จ.สุราษฎร์ธานี	19	131	7	20	166.38	29.85	7.72	37.57
14. จ.นครศรีธรรมราช	23	169	6	25	244.99	53.21	73.66	126.87
15. จ.สงขลา	16	127	6	28	157.90	41.09	13.43	54.53
16. จ.ปัตตานี	12	115	6	18	138.83	37.67	24.27	61.94
17. จ.นราธิวาส	13	77	2	6	57.76	15.96	28.03	43.99
ด้านอันดามัน	41	271	25	81	1,093.04	74.98	25.06	100.04
18. จ.ระนอง	5	30	3	7	137.92	12.16	7.63	19.79
19. จ.พังงา	8	48	6	18	241.53	17.16	-	17.16
20. จ.ภูเก็ต	3	17	3	15	205.89	4.64	1.56	6.20
21. จ.กระบี่	8	53	5	17	216.31	16.55	5.08	21.63
22. จ.ตรัง	10	87	4	11	136.33	14.86	3.94	18.80
23. จ.สตูล	7	36	4	13	155.07	9.60	6.86	16.46
รวมชายฝั่งประเทศไทย	257	1,695	91	320	3,148.23	576.79	253.28	830.07

ที่มา: Department of Marine and Coastal Resources, 2011; Quoted in Khingkaew, 2012



ภาพที่ 1: แผนที่แสดงพื้นที่ชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะในประเทศไทย

ที่มา: Department of Marine and Coastal Resources, 2011

จากภาพที่ 1 จะเห็นได้ว่า การกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรงเกิดขึ้นในพื้นที่บริเวณตอนบนของอ่าวไทย เช่น สมุทรปราการ สมุทรสงคราม สมุทรสาคร และบางส่วนของจังหวัดเพชรบุรี สำหรับอ่าวไทยตอนล่าง จะพบการกัดเซาะชายฝั่งรุนแรงที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ปัตตานี และนราธิวาส สำหรับการกัดเซาะชายฝั่งด้านทะเลอันดามัน มีปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งน้อยกว่าด้านอ่าวไทยอย่างชัดเจน

สถานการณ์การกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรงในจังหวัดสมุทรปราการเกิดในหมู่บ้านขุนสมุทรจีน เดิมบริเวณชายฝั่งแถบนี้อุดมไปด้วยป่าชายเลน เมื่อป่าชายเลนถูกทำลายร่อยหรอไป ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งซึ่งเป็นผลพวงจึงปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนในช่วง 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมา โรงเรียน สถานที่ราชการ และชาวบ้านในชุมชน ต้องถอยร่นเข้าไปในแผ่นดินครั้งแล้วครั้งเล่า วัดขุนสมุทรจีนแต่เดิมอยู่ห่างจากชายฝั่งมาก ในเมื่อไม่นานมานี้วัดต้องอยู่กลางน้ำ ชาวบ้านได้ร่วมมือร่วมใจบริจาคเพื่ออนุรักษ์วัดเอาไว้ อย่างไรก็ตาม หากสาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่งยังไม่ได้รับการแก้ไข อนาคตวัดอาจจมน้ำจนไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ (Jaruponsakul, 2006 และ Natalaya, 1996)

อีกบริเวณพื้นที่หนึ่งที่น่าเป็นห่วง ได้แก่ พื้นที่บางขุนเทียนชายทะเล เป็นพื้นที่ของกรุงเทพมหานครที่ติดทะเล พบปัญหาการกัดเซาะรุนแรงเช่นกัน สิ่งก่อสร้างครั้งหนึ่งในอดีตอยู่ห่างทะเลมาก ปัจจุบัน พบว่า อยู่ในทะเลห่างฝั่งเป็นระยะทางยาวมาก (United Nations, 2008) กรุงเทพมหานครควรให้ความสนใจปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเป็นอย่างมากและไม่ควรประมาทในการป้องกันสึนามิด้วย สำหรับปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทางภาคใต้ด้านฝั่งทะเลอันดามัน พบว่า ชายหาดปากเม็ง อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง เป็นแหล่งท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจแห่งหนึ่งในจังหวัดตรัง กำลังประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งระดับรุนแรง แต่ก่อนมีต้นสนทะเลปลูกเป็นแถวซ้อนกันหลายแถว ปัจจุบันเหลือเพียงสองแถวเท่านั้น (The Secretariat of the House of Representatives, 2011) สำหรับที่ชายฝั่งจังหวัดสตูล ปัญหาการกัดเซาะหนักกว่าที่จังหวัดตรัง ประมาณเท่าตัว โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่บ้านทุ่งสะโบ๊ะ อำเภอทุ่งหว้า และบ้านบากันเกยถึงบ้านกลาง อำเภอเมือง รวมทั้งที่บ้านปากบารา อำเภอละงู

สถานการณ์การกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรงด้านอ่าวไทยตอนล่าง จังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นจังหวัดที่มีการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรงที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่บ้านหน้าโกฏิ และบ้านเนินนำทรัพย์ อำเภอหัวไทร รองลงมา ได้แก่ บ้านคลองท่าสูง และบ้านบางใบไม้ อำเภอท่าศาลา และพื้นที่อ่าวท้องชล อำเภอสิชล ตามลำดับ รวมความยาวของชายฝั่งที่ประสบปัญหาการกัดเซาะประมาณ 6 กิโลเมตร

ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งมิได้เกิดขึ้นตามชายฝั่งทะเลเท่านั้นแต่เกิดขึ้นตามชายฝั่งแม่น้ำสำคัญ ๆ ด้วย เช่น แม่น้ำโขง ซึ่งกั้นพรมแดนไทย-ลาว และมีความยาวตามพรมแดนถึง 330 กิโลเมตร รัฐบาลในอดีตได้สร้างเขื่อนกั้นป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งได้เพียง 40 กิโลเมตร ที่หนองคายถนน

หมายเลข 211 สิ้นงบประมาณสูงถึง 2,000 ล้านบาท (Songklanakarin University, 2008) หากจะสร้างให้ครบ 330 กิโลเมตร จะต้องใช้งบประมาณอีกมหาศาล และรัฐบาลปัจจุบันไม่มีนโยบายสานต่อโครงการนี้ ปราชญ์ชาวบ้านคนหนึ่ง ได้เสนอให้ใช้ยางรถยนต์บรรทุกขนาดใหญ่ทำเป็นที่ปลูกหญ้าแฝก นำมาเรียงต่อกันสร้างเป็นแนวป้องกันคลื่นบริเวณตลิ่ง

ธนาคารโลกได้เตือนไว้หลายปีมาแล้ว (World Bank, 2007) หากประเทศไทยมิได้สนใจป้องกันแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง อนาคตประเทศไทยพื้นที่จะหายไปและมีขนาดพื้นที่ประเทศเล็กลงกว่าเดิม ในอดีตประเทศไทยมีพื้นที่ประมาณ 513,115 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 321 ล้านไร่ ใหญ่เป็นอันดับที่ 50 ของโลก (Wikipedia Organization, 2012) ในอนาคตอาจเสียแชมป์อันดับที่ 50 ของโลกไปก็ได้

แนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง

แนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง หมายถึง การทำให้ชายฝั่งทะเลเกิดเสถียรภาพ (Coastal Stabilization) โดยมีเป้าหมายดำรงรักษาชายฝั่งไว้เหมือนเดิมหรือใกล้เคียงของเดิมที่สุดเมื่อเวลาผ่านไป การกัดเซาะชายฝั่งที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาสั้น ๆ เนื่องจากการเบี่ยงเบนทิศทางของกระแสน้ำและคลื่นทำให้เกิดการกัดเซาะหรือการทับถม (Erosion or Accretion) ของตะกอนตามแนวชายฝั่งได้ (Silvester and Hsu, 1997)

การป้องกันแก้ไขการกัดเซาะชายฝั่ง เป็นเรื่องจำเป็น การอพยพถอยร่นลึกเข้าไปในแผ่นดินถือเป็นการตั้งรับอย่างเดียว ปล่อยให้ทุกอย่างเป็นไปตามชะตากรรม ถ้าเป็นเช่นดังกล่าวการตั้งถิ่นฐานตามแนวชายฝั่งจึงมีแต่เรื่องเดือดร้อนกลุ้มใจไม่วายเว้น

การพยายามสร้างแนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งถือเป็นมาตรการเชิงรุกที่น่าสนับสนุน อาจทำได้โดยการสร้างเสถียรภาพของชายฝั่งทั้งแบบใช้โครงสร้าง หรือไม่ใช้โครงสร้าง การสร้างเสถียรภาพของชายฝั่งแบบใช้โครงสร้างมีหลายวิธี เช่น การสร้างกำแพงป้องกันคลื่น การสร้างเขื่อนป้องกันคลื่นนอกชายฝั่ง การสร้างแนวปะการังเทียมนอกชายฝั่ง การทำรอดักทราย การสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่น การสร้างหัวหาด การสร้างกล่องกะชุหิน การใช้เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก (ดังภาคผนวก) การสร้างเสถียรภาพของชายฝั่งแบบไม่ใช้โครงสร้าง มีหลายวิธีเช่นกัน ได้แก่ การถมทรายเสริมชายหาด การควบคุมการสูบน้ำใต้ดิน การปลูกพืชตามชายฝั่ง การปักไม้ไผ่ชะลอคลื่น การวางไส้กรอกทราย การปูด้วยผ้าใยสังเคราะห์ การวางกระสอบทราย

สำหรับการสร้างเสถียรภาพของชายฝั่งในประเทศไทย ส่วนใหญ่เป็นแบบมีโครงสร้าง มีความยาวรวมทั้งสิ้น 97.8 กม. ทั้งนี้เป็นความต้องการของท้องถิ่นเองเป็นสำคัญดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2: แนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งแบบมีโครงสร้าง

จังหวัด	ชื่อชายฝั่ง	ชนิดสิ่งก่อสร้าง	ความยาว
ตราด	หาดชึ่นบาน อ.คลองใหญ่	กำแพงกันคลื่น + หินทิ้ง	200 เมตร
	หาดราชการุน อ.คลองใหญ่	กำแพงกันคลื่น + หินทิ้ง	200 เมตร
	หาดบ้านปากคลองบางกระดาน อ.แหลมงอบ	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร
จันทบุรี	เกาะแมว – ประตูน้ำกรมชลฯ อ.แหลมสิงห์	กำแพงกันคลื่นพร้อมหินทิ้ง	2 กิโลเมตร
	บ้านคุ้งกระเบน อ.ท่าใหม่	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร
ระยอง ชลบุรี สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี	หาดตากวน อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	2.5 กิโลเมตร
	หาดแสงจันทร์ อ.เมือง	รอกันคลื่น 10 แนว	2.6 กิโลเมตร
	หาดสวนสน อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	4.5 กิโลเมตร
	ท่าเรือเพ อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	2 กิโลเมตร
	หาดแม่พิมพ์ อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	2.5 กิโลเมตร
	ปากน้ำระยองด้านตะวันออก อ.เมือง	กองหินกันคลื่น 3 กอง	500 เมตร
	ตลาดนาเกลือ อ.บางละมุง	กำแพงกันคลื่น	2 กิโลเมตร
	หาดนาจอมเทียน อ.พัทยา	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร
	หาดบางพระ อ.ศรีราชา	รอกันคลื่น 17 แนว	500 เมตร
	อ่าวอุดม อ.ศรีราชา	รอกันคลื่น + กองหินกันคลื่น	1 กิโลเมตร
	วัดอโศการาม – บางปู อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	4 กิโลเมตร
	บ้านกาหลง อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น + กองหินกันคลื่น	2 กิโลเมตร
	ดอนหอยหลอด อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร
	บ้านช่องแคบ – บ้านบางแก้ว อ.บ้านแหลม	กองหินกันคลื่น 14 กอง	2 กิโลเมตร
	แหลมบัว อ.บ้านแหลม	รอกันคลื่น 9 แนว	1.5 กิโลเมตร
	หาดเจ้าสำราญ อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร
	หาดโตนดน้อย อ.ชะอำ	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร
	บ้านบางเก่า อ.ชะอำ	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร
	ชะอำ – หนองแจง อ.ชะอำ	กำแพงกันคลื่น	4 กิโลเมตร
	พระราชวังมฤคทายวัน อ.ชะอำ	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร

ตารางที่ 2: แนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งแบบมีโครงสร้าง (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อชายฝั่ง	ชนิดสิ่งก่อสร้าง	ความยาว
ประจวบคีรีขันธ์	บ่อฝ้าย – หัวหิน ระยะทางรวม 5 กิโลเมตร อ.หัวหิน	กำแพงกันคลื่นเป็นระยะไม่ต่อเนื่อง	ประมาณ 2.5 กิโลเมตร
	บ้านคุ้งโตนด กิ่ง อ.สามร้อยยอด	กำแพงกันคลื่น	1.5 กิโลเมตร
	อ่าวประจวบ อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	2.5 กิโลเมตร
	หาดปราณคีรี อ.ปราณบุรี อ.บางสะพาน	กองหินกันคลื่น 3 กอง	1 กิโลเมตร
	ปากคลองบางสะพานใหญ่	กำแพงกันคลื่น	0.5 กิโลเมตร
	ชายฝั่งบ้านคั่นบันได	กำแพงกันคลื่น	200 เมตร
ชุมพร	หาดรายรี อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร
	บ้านปากหาด อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น + หินทิ้ง	500 เมตร
สุราษฎร์ธานี	ชายฝั่งบ้านพอด อ.ดอนสัก	กำแพงกันคลื่นอย่างหยาบ	2 กิโลเมตร
นครศรีธรรมราช	บ้านปากคลองท่าสูง อ.ท่าศาลา	กองหินกันคลื่น	1 กิโลเมตร
	บ้านหน้าโกฏิ–บ้านเนินนำทรัพย์ อ.หัวไทร	กำแพงกันคลื่น รอกันคลื่น ตะแกรงรองหิน	3.5 กิโลเมตร
	บ้านบางใบไม้ อ.ท่าศาลา	กองหินกันคลื่น และรอกันคลื่น	1 กิโลเมตร
	อ่าวท้องชล อ.สิชล	กำแพงหินทิ้งและตะแกรงรองหิน	500 เมตร
สงขลา	บ้านหาดแก้ว อ.สิงหนคร	รอกันคลื่น และกำแพงหินทิ้ง	500 เมตร
	บ้านปากบาง อ.จะนะ - อ.เทพา	กองหินกันคลื่น 3 กอง	2 กิโลเมตร
ปัตตานี	บ้านบะอิง – บ้านบางตาวา อ.หนองจิก	รอกันคลื่น 6 แนว พร้อมแนวกันคลื่น	2 กิโลเมตร
	แหลมตาชี อ.เมือง	รอกันคลื่น และกำแพงกันคลื่น	500 เมตร
	โรงเรียนดาโต อ.ปะนาเระ	กำแพงกันคลื่น	1 กิโลเมตร
นราธิวาส	หาดนราทัศน์ อ.เมือง	กำแพงกันคลื่น	1.5 กิโลเมตร
	หาดบ้านแม่แบ่ง–ปากคลองโกลก อ.ตากใบ	รอกันคลื่น 30 แนว และกองหินกันคลื่น	21 กิโลเมตร
ภูเก็ต	หาดเลพัง อ.ถลาง	กำแพงชิดหาดและการถมทรายบนหาด	1 กิโลเมตร

ตารางที่ 2: แนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งแบบมีโครงสร้าง (ต่อ)

จังหวัด	ชื่อชายฝั่ง	ชนิดสิ่งก่อสร้าง	ความยาว
พังงา	บ้านกลาง - แหลมน้ำจืด อ.เกาะยาวน้อย	กำแพงคอนกรีต	2 กิโลเมตร
กระบี่	หาดนพรัตน์ธารา อ.เมือง	กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กและกำแพงทิ้ง	2 กิโลเมตร
ตรัง	หาดปากเมง อ.สิเกา	กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กมีหินทิ้งอยู่ด้านหน้า	2.5 กิโลเมตร
สตูล	บ้านทุ่งสะโป๊ะ อ.ทุ่งหว้า	กำแพงหินทิ้งติดชายฝั่ง	2 กิโลเมตร
	บ้านปากบารา อ.ละงู	กำแพงคอนกรีตเสริมเหล็กมีหินทิ้งอยู่ด้านหน้า	1 กิโลเมตร
	บ้านบากันเกย – บ้านกลาง อ.เมือง	กำแพงคอนกรีต	2 กิโลเมตร

ที่มา: Department of Mineral Resources, 2001 และ 2002

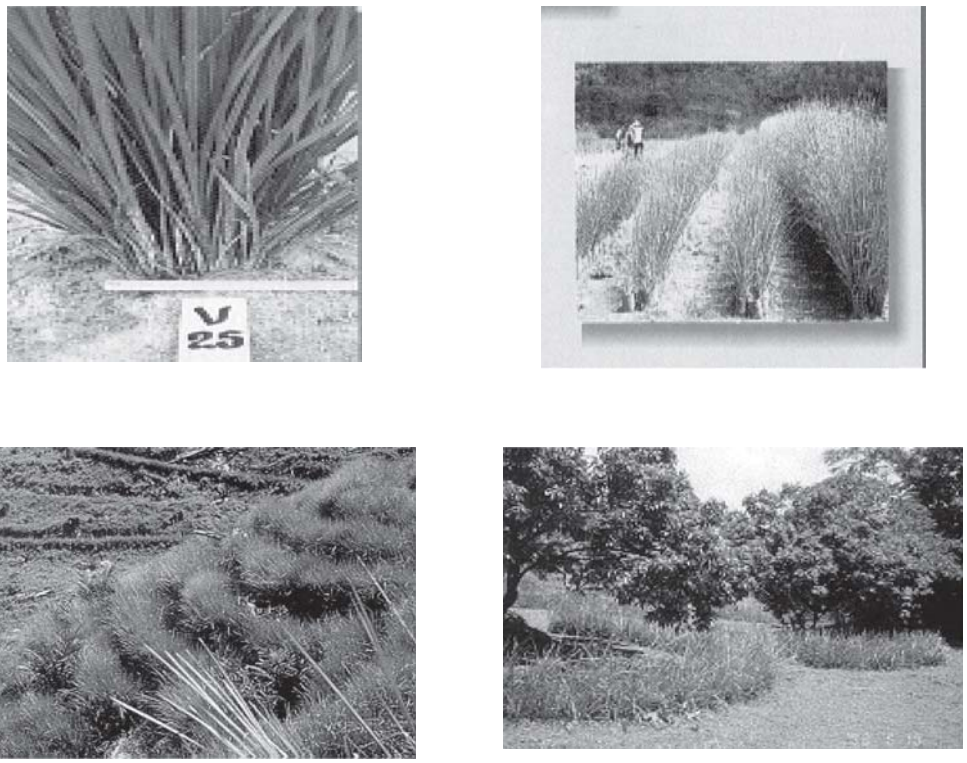
การใช้หญ้าแฝกสร้างเสถียรภาพชายฝั่ง

หญ้าแฝกมีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษว่า Vetiver grass และมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Vetivera zizanioides nash เป็นพืชอายุยืน ขึ้นเป็นกอ มีใบเป็นรูปขอบขนานแคบ ปลายสอบแหลมยาว 35-81 เซนติเมตร มีส่วนกว้างประมาณ 5-9 มิลลิเมตร สามารถสืบพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยและไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อจากส่วนลำต้นใต้ดิน หรือสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการให้ดอกและเมล็ดได้เช่นกัน ปกติหญ้าแฝกขยายพันธุ์เร็วโดยการแตกหน่อจากลำต้นใต้ดิน จากการศึกษา พบว่า หญ้าแฝกสามารถแตกแขนง เมื่อแขนงดังกล่าวมีการเจริญเติบโตและเพิ่มน้ำหนักมากขึ้น ทำให้หญ้าแฝกโน้มลงดิน และสามารถเจริญเติบโตเป็นกอหญ้าแฝกใหม่ได้ (Tantiwachakul, 2001)

หญ้าแฝกมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั้งในแอฟริกาและเอเชีย (Africa and Asia) ปัจจุบันแพร่หลายไปทั่วโลก (Pitarapreecha, 1999) ให้ข้อมูลว่าชาวไมซอร์ (Mysore) ในประเทศอินเดียปลูกหญ้าแฝกมานานราว 200 ปี แต่แนวคิดในการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในการอนุรักษ์ดินและน้ำเพิ่งเกิดขึ้นราว 50 ปีที่ผ่านมา ที่หมู่เกาะอินเดียตะวันตก บริษัทน้ำตาลบนเกาะฟิจิได้ปลูกหญ้าแฝกเพื่ออนุรักษ์ดินและน้ำในไร่อ้อย และประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี (Truong and Creightou, 1994) ในทำนองเดียวกัน ชาวไฮติ (Haiti) ใช้หญ้าแฝกปลูกป้องกันดินถล่มจากเชิงเขา ได้ผลดีเป็นที่น่าพอใจเช่นกัน (Mahowald, 2011 and Guam University, 2011)

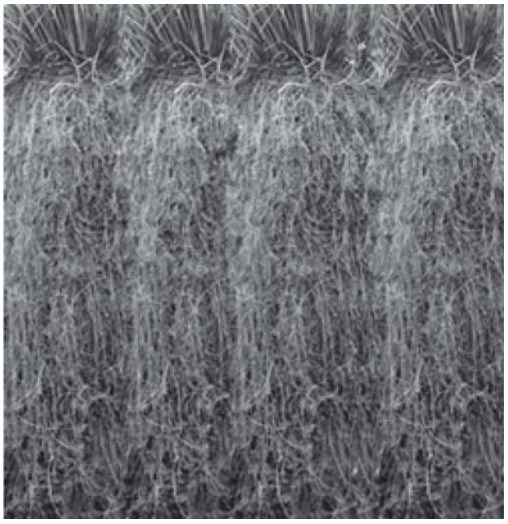
หญ้าแฝกเป็นพืชที่พบอยู่ทั่วไปตามธรรมชาติ ในโลกมีหญ้าแฝกราว 12 ชนิด แต่พบในประเทศไทย 2 ชนิดเท่านั้น ได้แก่ ชนิดหญ้าแฝกกลุ่ม และหญ้าแฝกดอน หญ้าแฝกกลุ่ม ได้แก่ พันธุ์สุราษฎร์ธานี กำแพงเพชร 2 ศรีลังกา สงขลา 3 และพันธุ์พระราชทาน ส่วนหญ้าแฝกดอน ได้แก่ พันธุ์ราชบุรี พันธุ์ประจวบคีรีขันธ์ พันธุ์ร้อยเอ็ด พันธุ์กำแพงเพชร 1 พันธุ์นครสวรรค์และเลย กรมพัฒนาที่ดินมีหน่วยงานวิจัยหญ้าแฝกและพัฒนาพันธุ์หญ้าแฝกกระจายในทุกจังหวัดทั่วประเทศ เพื่อแจกจ่ายหญ้าแฝกให้ประชาชนที่สนใจ (Land Development Department, 2012)

หญ้าแฝกมีข้อดีหลายประการ ได้แก่ มีการแตกหน่อรวมเป็นกอ เบียดกันแน่น ไม่ต้องดูแลมาก ขยายพันธุ์เองได้ด้วยหน่อ ระบบรากยาวสานกันแน่น และช่วยอุ้มน้ำ (ดังภาพที่ 2 และ 3) ด้วยคุณสมบัติที่ดีดังกล่าว จึงได้มีผู้นำไปใช้ในการอนุรักษ์ดินและน้ำกันอย่างแพร่หลาย



ภาพที่ 2: กอหญ้าแฝก

ที่มา: Kheyechiengrak, S. 2012.



ภาพที่ 3 รากหญ้าแฝกแน่นและยาว
ที่มา: Vetiver System Hawaii Ltd., 2013.

ในอดีตที่ผ่านมาจนกระทั่งสิ้นแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 พบว่า จำนวนพื้นที่ที่ได้รับการจัดทำระบบการอนุรักษ์ดินและน้ำมีน้อยมาก กล่าวคือ พื้นที่ที่มีปัญหาการอนุรักษ์ดินและน้ำเพื่อป้องกันการชะล้างพังทลายของดินมีประมาณ 109 ล้านไร่ แต่พื้นที่ที่มีการจัดทำระบบอนุรักษ์ดินและน้ำมีเพียง 14.5 ล้านไร่เท่านั้น (Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning, 2012) เมื่อสถานการณ์เป็นเช่นนี้ บทบาทของหญ้าแฝกในการอนุรักษ์ดินและน้ำในอนาคตยังมีอีกมาก

จากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นดังกล่าวในต่างประเทศ พบว่า ที่เกาะโมโลไค (Molokai) มีการใช้หญ้าแฝกปลูกสลับกับพืชชายฝั่งอื่น ๆ 3-5 ชั้นเป็นแนวยาว 6 กิโลเมตร ป้องกันการกัดเซาะชายหาดบริเวณแหล่งท่องเที่ยวคาอูน่าคาคาอิ (Kaunakakai) และได้ผลดีเป็นที่น่าพอใจ (Vetiver System Hawaii Ltd., 2010) ที่กวม และเปอร์โต ริโก้ ก็ประสบผลดีเช่นกัน (Rodriquez, 2011) เสียดายไม่มีภาพแสดง ทำให้สนใจที่จะไปดูให้เห็นด้วยตาตนเอง

เมื่อมีตัวอย่างการใช้ประโยชน์หญ้าแฝกในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งที่กล่าวแล้ว บทความนี้จึงใคร่สนับสนุนแนวคิดในการใช้หญ้าแฝกร่วมกับมะพร้าวและสนทะเลรวมถึงพืชท้องถิ่นอื่น ๆ ด้วย ในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเลที่เสนอโดยสมาคมคลังสมอง ว.ป.อ. นับเป็นความคิดใหม่ในประเทศไทยซึ่งยังไม่มีที่ใดดำเนินการมาก่อน และใคร่เสนอว่าควรทดลองเป็นตัวอย่างที่โครงการพระราชดำริที่ติดชายฝั่งทะเลและมีปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง หรือบริเวณแหล่งท่องเที่ยวสำคัญที่กำลังประสบปัญหาการกัดเซาะชายหาด โดยปลูกหญ้าแฝกเป็นแนวยาวถัดเข้ามาจากแนวมะพร้าวหรือแนวสนทะเล หากมีถนนหรือทางเดินเลียบชายหาดควรปลูกหญ้าแฝกริมถนนหรือทางเดินเป็น

แนวยาวด้านติดทะเล แต่ละแนวควรห่างกันราวหนึ่งเมตรจะปลูกซ้อนกันกี่แนวแล้วแต่พื้นที่จะอำนวย ถ้าปลูกได้ยิ่งมากแนวยิ่งดี ในพื้นที่กัดเซาะที่มีแนวป้องกันเชิงวิศวกรรมโครงสร้างอยู่แล้วอาจใช้หญ้าแฝกปลูกเสริมทำให้ได้ผลดียิ่งขึ้น (ดูภาคผนวก 3) ข้อควรคำนึงถึงคือไม่ควรปลูกหญ้าแฝกในบริเวณที่มีร่มเงา เนื่องจากหญ้าแฝกเป็นพืชชอบแดด และต้องดูแลให้ดีเมื่อแรกปลูกเนื่องจากต้องใช้เวลาราวปีกว่ารากจะสมบูรณ์สามารถเกาะยึดเม็ดดินได้ดี ดังนั้น อย่าใจร้อนและที่สำคัญเมื่อตัดสินใจใช้พื้นที่ปลูกหญ้าแฝกแล้วจะไม่ใช้พื้นที่ปลูกพืชอื่นตลอดไป

ประเด็นที่น่าตั้งข้อสังเกตอีกประเด็นหนึ่ง ได้แก่ หญ้าแฝกเป็นพืชน้ำจืดควรจะใช้หญ้าแฝกพันธุ์ไทยใด จึงจะสามารถทนความเค็มได้ดีในพื้นที่ชายฝั่งทะเล ดังนั้น ใคร่ขอให้หน่วยงานที่รับผิดชอบงานด้านการวิจัยและพัฒนาที่ดินทำการศึกษาเรื่องนี้เสียก่อนในเบื้องต้น เพื่อจะได้เลือกหญ้าแฝกพันธุ์ไทยที่เหมาะสมกับสภาพดินชายฝั่งทะเลไปใช้ประโยชน์ต่อไป อย่างไรก็ตาม ถ้ามีทางเลือกได้ควรปลูกหญ้าแฝกบริเวณพื้นที่ซึ่งไม่มีผลกระทบจากน้ำทะเล

ชายฝั่งหนึ่งประสบปัญหากัดเซาะแต่ชายฝั่งอีกแห่งใกล้เคียงพบดินงอก เช่น ชายฝั่งทะเลในอำเภอบ้านฉาง ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง แต่ชายฝั่งทะเลด้านหลังสำนักงานนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ประสบปัญหาดินงอก เป็นต้น (Aengchuen: Director of Mabtaput Industrial Estate, interviewed on September3, 2012) ดังนั้น ควรศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่ดินงอก และพื้นที่กัดเซาะชายฝั่งทะเลของไทยในภาพรวม อย่างไรก็ดี การจัดทำโครงการใดที่อาจส่งผลกระทบต่อการกัดเซาะชายฝั่งควรได้รับการพิจารณาอย่างรอบคอบเสียก่อน เพราะจะมีผู้ได้และผู้เสียประโยชน์จากโครงการดังกล่าว

สำหรับการกัดเซาะชายฝั่งแม่น้ำโขง พื้นที่หลายแห่งริมโขงฝั่งไทยประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งแต่ดินไปงอกฝั่งลาวหลายแห่ง ในทางกลับกัน พื้นที่กัดเซาะชายฝั่งแม่น้ำโขงฝั่งลาวหลายแห่งนำมาซึ่งพื้นที่ดินงอกหลายแห่งตามฝั่งโขงด้านประเทศไทย แต่ในกรณีดินที่ถูกกัดเซาะฝั่งไทย กลายเป็นการงอกของสันดอนกลางแม่น้ำโขง ทำให้ลาวได้เปรียบเนื่องจากพื้นที่สันดอนเกาะแก่งในแม่น้ำโขงเป็นของลาวทั้งหมดตามที่ฝรั่งเศสกำหนดไว้ตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 5 กรณีชายฝั่งแม่น้ำโขง พื้นที่กัดเซาะชายฝั่ง และพื้นที่ดินงอกควรมีการศึกษาสำรวจอย่างละเอียดเนื่องจากกระทบต่อความมั่นคงของชาติ แต่น่าเสียดายที่การประชุมสภาผู้แทนราษฎรเมื่อวันที่ 7 กันยายน 2011 สมาชิกสภาผู้แทนราษฎร พรรคประชาธิปัตย์ เสนอญัตติด่วนขอให้สภาผู้แทนราษฎรตั้งคณะกรรมการวิสามัญ พิจารณาศึกษาแนวทางการจัดการป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง หลังจากการอภิปรายญัตติด่วนดังกล่าว ได้มีการลงมติ ปรากฏว่า ที่ประชุมในวันดังกล่าวไม่เห็นด้วยกับการตั้งคณะกรรมาธิการวิสามัญตามที่ ส.ส. ร้องขอ ด้วยคะแนนเสียง 262 ต่อ 108 เสียง จึงเป็นเหตุให้ญัตติตกไป (Thai News Agency, 2011) เมื่อเป็นเช่นนี้จึงใคร่ฝากความหวังในการป้องกันแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งโดยใช้หญ้าแฝกร่วมกับพืชท้องถิ่นไว้กับชุมชนและองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นที่ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งได้โปรดพิจารณาดำเนินการตามความเหมาะสมต่อไปด้วย

สรุป

แนวคิดการใช้หญ้าแฝกร่วมกับมะพร้าวและสนทะเล รวมทั้งพืชท้องถิ่นอื่น ๆ เพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งในประเทศไทยยังไม่มีการนำไปสู่การปฏิบัติจริงในภาคสนาม แต่มีการใช้หญ้าแฝกสำหรับป้องกันการกัดเซาะในแหล่งน้ำจืดมากมายและได้ผลดีปัญหาอยู่ที่พันธุ์หญ้าแฝกใดจึงเหมาะสมกับสภาพดินเค็มได้ดียังอยู่ระหว่างการศึกษาอย่างไรก็ดี มีรายงานว่าการใช้หญ้าแฝกร่วมกับพืชท้องถิ่นในพื้นที่หลายแห่งในประเทศหมู่เกาะได้ผลดี แต่การใช้ร่วมกับมะพร้าวและสนทะเลไม่มีภาพปรากฏให้เห็น หากชุมชนท้องถิ่นไทยดำเนินการคามแนวคิดดังกล่าวและได้ผลดี ก็จะได้ชื่อว่าเป็นผู้นำของโลกในการใช้หญ้าแฝกร่วมกับมะพร้าวและสนทะเลสำหรับการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งทะเล น่าจะลองดูเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

Aengchuen, P. (Director of Mabtaput Industrial Estate), (2012). *Coastal Erosion in Mabtaput Industrial Estate*. Interviewed on September 3, 2012.

Department of Marine and Coastal Resources. (2011). *Management of Coastal Erosion in Thailand.* International Seminar on Coastal Erosion. Bangkok. The Ministry of Natural Resources and Environment.

Department of Mineral Resources. (2001). *Coastal Change in Andaman Sea*. Bangkok. The Ministry of Natural Resources and Environment.

Department of Mineral Resources. (2002). *Coastal Change in the Gulf of Thailand.* Bangkok. The Ministry of Natural Resources and Environment.

Guam University. (2011). *Bioengineering with Vetiver Grass on Guam*. Retrieved November 4, 2011 from www.vetiversolutions.info/2011/04/bioengneer

Jarupongsakul, T. (2006). *A Future Sea Level Rise: Its Impacts on the Coastal Erosion in Thailand.* Retrieved June 26, 2012 from www.greenpeace.org/ipcc-brief

Keyechiengrak, S. (2012). *Vetiver.* Office of Land Development (Area 3). Nakornrachasima Province.

Kingkaew, K. (2012). *GIS and Coastal Erosion.* Bangkok, Department of Pollution Control. Bangkok. The Ministry of Natural Resources and Environment.

Land Development Department. (2012). *Research and Development on Vetiver Species*. Retrieved June 20, 2012 from http://ldd.go.th

Mahowald, M. (2011). *Vetiver Grass for Erosion Control: Haiti Reconstruction*. Retrieved June 20, 2011 from www.haitireconstruction.ning.com

N.D.C. Think Tanks for Society. (2012). *Vetiver Grass for Coastal Erosion.* Bangkok. The National Defense College.

Natalaya, P. (1996). *Coastal Erosion in the Gulf of Thailand*. Retrieved September 1, 2012 from www.springerlink.comindex/R77

Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning.(2012). *Report on Thailand's Environment.2012.* Bangkok. The Ministry of Natural Resources and Environment.

Pitarapreecha, C. (1999). *Report on Pollution in Thailand 1999.* Bangkok. The Department of Pollution Control.

Rachabhat Suansunantha University. (1999). *Teacher of the Country*. Bangkok. Not Identified.

Rodriquez, A. 2011. *Proceeding of the Fifth International Conference on Vetiver*. The *Agriflora Vetiver Newsletter*. December 9, 2011.

Secretariat of the House of Representatives, (2011). *A Study Committee on Coastal Erosion Prevention and Control*. Bangkok. The Thai Parliament.

Silvester, R. & Hsu, R.C. (1997). *Coastal Stabilization. Singapore.* World Science Publishing.

Songklanakarin University. (2008). *Assessment of Thailand's Coastal Erosion*. Retrieved July 27, 2012 from www.gotoknow.org.th

Tantiwachakul, S.. (2001). *Under the His Majesty* (6th edition). Bangkok. Mattichon Publishing.

Thai News Agency. (2011). *Parliament Decided not to Have A Study Committee on Coastal Erosion.* Bangkok. The OrSoaMor Tor Public Company.

Truong, P. &Creighton, C. (1994). *Report on the Potential Weed Problem of Vetiver Grass and it's Effectiveness in Soil Erosion Control in Fiji.* Townsville. Department of Natural Resource Management of Fiji.

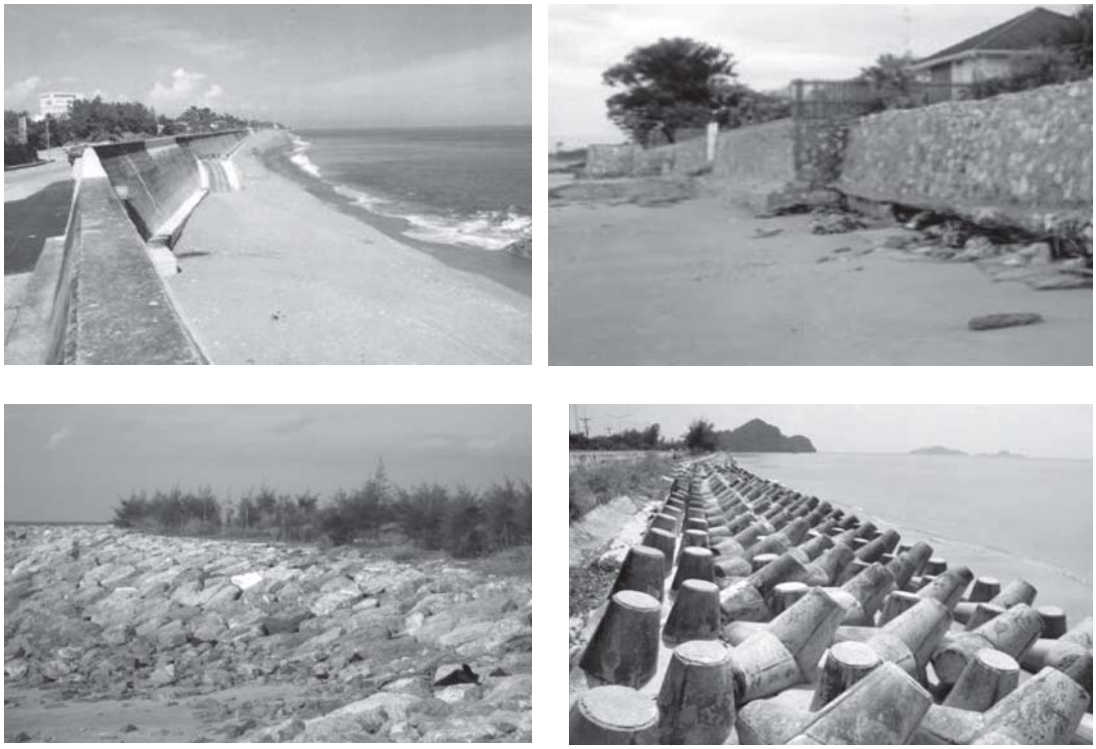
United Nations. (2008). *Thailand: Sustainable Approach to tackle Coastal Erosion*. Retrieved July 27, 2012 from www.irinews.org

Vetiver System Hawaii Ltd. (2010). *Vetiver's a Beach and Coral Saving Green Shield*. Retrieved August 12, 2010 from http://vetiversystemhawaii.blogspot.com

Vetiver System Hawaii Ltd. (2013). *We Install Grass Retaining Walls*. Retrieved April 27, 2013 from http://vetiversystems.com

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1: การสร้างเสถียรภาพชายฝั่งแบบใช้โครงสร้าง



(1) กำแพงป้องกันคลื่น

(2) เขื่อนป้องกันคลื่น

(3) กล่องกระชุหิน

(4) เสาคอนกรีตเสริมเหล็กป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง

ที่มาของภาพในภาคผนวก 1: Department of Marine and Coastal Resources, 2011

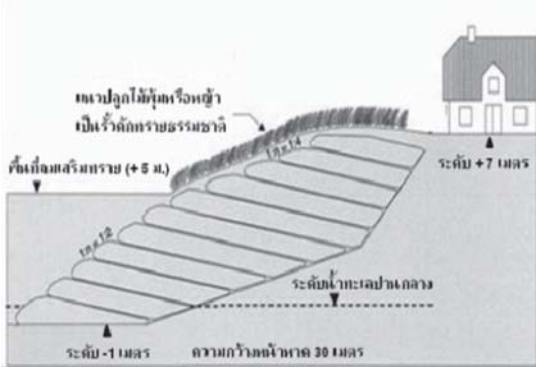
ภาคผนวก 2: การสร้างเสถียรภาพชายฝั่งแบบไม่ใช้โครงสร้าง

(1) การถมทรายเสริมชายหาด

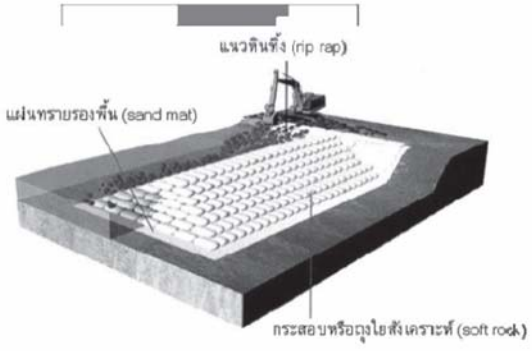
(2) การปลูกพืชตามชายฝั่ง

(3) การปักไม้ไผ่ชะลอคลื่น

(4) การวางไส้กรอกทราย



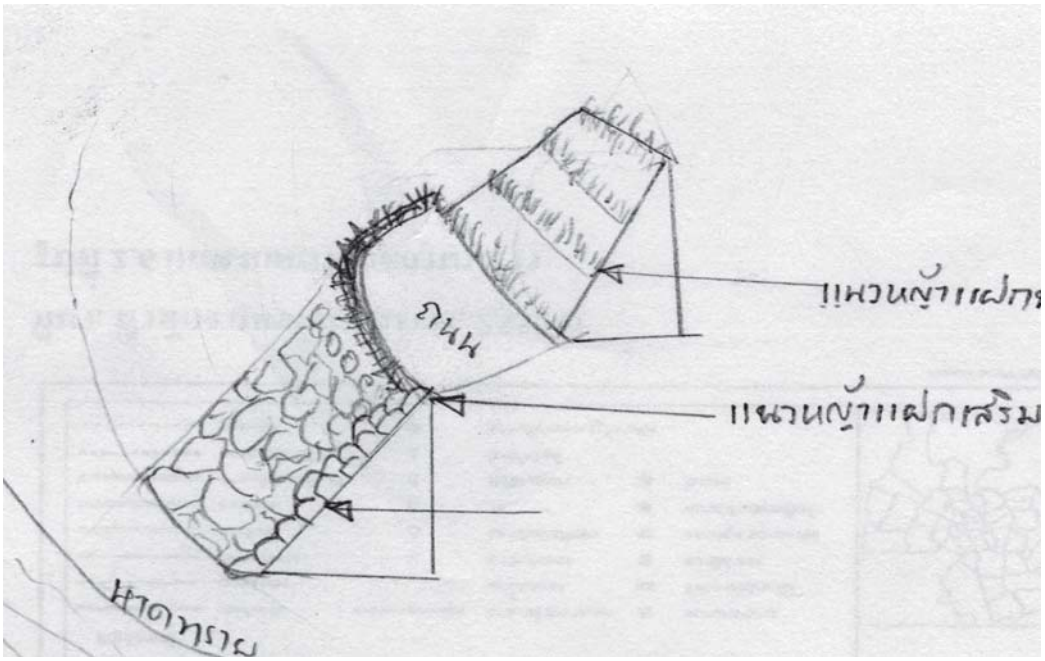
(5) การปูด้วยผ้าใยสังเคราะห์



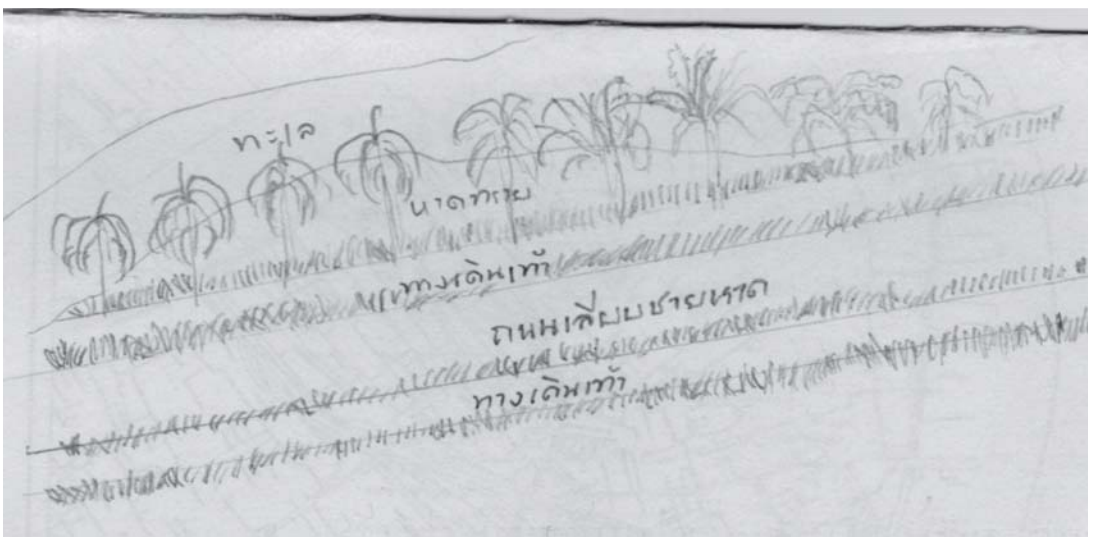
(6) การวางกระสอบทรายยักษ์

ที่มาของภาพในภาคผนวก 2: Department of Marine and Coastal Resources, 2011

ภาคผนวก 3: หญ้าแฝกกับโครงสร้างทางวิศวกรรมและชีววิศวกรรม



1) ชีววิศวกรรมเสริมวิศวกรรมแบบมีโครงสร้าง



2) ชีววิศวกรรมหญ้าแฝกร่วมกับมะพร้าว

ที่มาของภาพในภาคผนวก 3: ผู้เขียนบทความวาดเอง