

การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่รอบ อ่าวปัตตานี

Change in Shoreline around Pattani Bay

ครองชัย หัตถา

วท.ด.(ปฐพีวิทยา), ศาสตราจารย์

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Abstract

This study aims (1) to classify landforms of the shore around Pattani Bay, (2) to investigate the development of the shore in the past, and (3) to study change of the shore during 1969–2002. This survey research was conducted by analyzing topographic map, soil map, aerial photographs, and satellite images. It also includes fieldwork, data processing, maps created in ArcView and MapInfo Programs, research reports. The study reveals that the area around Pattani Bay consists of 5 types of landform; sand beach, sand ridge, old and recent lagoon, tidal flat, and former tidal flat. The total area is 507.90 square kilometers which is 59.3% of the studied area. As for the change during 1969–2002, it was found that there were 3.342 square kilometers of eroded area and 8.385 square kilometers of depositional area. The net change showed 5.043 square kilometers of increased area size, 0.153 square kilometers per year. The net change during 1986–2002 was higher than that during 1969–1986. Partially, this phenomenon might be resulted from groin at Laem Poh and deposit from channel excavation in Pattani estuary, during 1996–1997. The intensely eroded areas were in Baan talohsamilae and Bang Tawa. There were ripraps and

seawalls which could protect the shore from erosion to some extent. However, they caused the increasing erosion in neighboring area. Shores are landforms with high level of dynamic change; therefore, it is essential to study the change continuously in order to gain sufficient information for shore protection and proper coastal land use planning.

Keywords : Change in Shoreline, Pattani Bay

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่รอบอ่าวปัตตานี มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกหน่วยธรณีสัณฐานบริเวณชายฝั่งทะเลรอบอ่าวปัตตานี อธิบายพัฒนาการของชายฝั่งในอดีต และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเล ระหว่างปี 2512-2545 เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ดิน ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และการศึกษาสำรวจภาคสนาม การประมวลผลข้อมูลและจัดทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรม ArcView และโปรแกรม MapInfo และนำเสนอเป็นเอกสารรายงานการวิจัย (Research Report) ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่รอบอ่าวปัตตานีประกอบด้วยหน่วยธรณีสัณฐานที่เกี่ยวข้องกับการกระทำของทะเล รวม 5 หน่วย ได้แก่ หาดทราย (sand beach) สันทราย (sand ridge) ที่ลุ่มระหว่างสันทราย (old and recent lagoon) ที่ลุ่มน้ำทะเลขึ้นถึง (tidal flat) และที่ลุ่มน้ำทะเลเคยขึ้นถึง (former tidal flat) มีพื้นที่รวม 507.90 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 59.3 ของพื้นที่ที่ศึกษา การเปลี่ยนแปลงระหว่างปี 2512-2545 พบว่า ชายฝั่งมีพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ 3.342 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ทับถม 8.385 ตารางกิโลเมตร การเปลี่ยนแปลงสุทธิมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 5.043 ตารางกิโลเมตร

หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.153 ตารางกิโลเมตรต่อปี โดยระหว่างปี 2529-2545 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสุทธิสูงกว่าระหว่างปี 2512-2529 ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการสร้างเขื่อนดักทราย (groin) ที่ปลายแหลมโพธิ์และการทิ้งตะกอนการจากชุดลอกร่องน้ำปากแม่น้ำปัตตานี ที่มีการดำเนินการระหว่างปี 2539-2540 บริเวณที่มีการกัดเซาะรุนแรง ได้แก่ บ้านตาโละสะมิแลและบางตาวา มีการป้องกันชายฝั่งโดยใช้กองหิน (riprap) และกำแพงชายฝั่ง (seawall) ซึ่งสามารถป้องกันการกัดเซาะได้ในระดับหนึ่ง แต่ก็ทำให้เกิดการกัดเซาะบริเวณข้างเคียงเพิ่มขึ้น ชายฝั่งเป็นพื้นที่ธรณีสัณฐานที่มีการเปลี่ยนแปลงเชิงพลวัตสูง จึงควรมีการศึกษารายละเอียดและติดตามการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีข้อมูลที่ดีสำหรับการป้องกันชายฝั่งและการวางแผนการใช้ที่ดินชายฝั่งทะเลอย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : อ่าวปัตตานี การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง

บทนำ

พื้นที่ชายฝั่งทะเล (coastal areas) เป็นบริเวณแผ่นดินที่ได้รับอิทธิพลจากการกระทำของทะเลและกระบวนการชายฝั่ง (marine and terrestrial processes) ทั้งในอดีตและปัจจุบัน โดยที่ชายฝั่ง (shore) คือแนวนอกสุดของแผ่นดินที่ติดกับทะเล ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยมีการกัดเซาะ (erosion) และการทับถม (deposition) เกิดขึ้นตลอดเวลา (Garrison, 2007 : 316-317) แนวชายฝั่งทะเล (shoreline) ของแต่ละบริเวณในช่วงเวลาหนึ่งๆ จึงอาจเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไปตามความรุนแรงของกระบวนการที่มากกระทำ ได้แก่ คลื่น ลม กระแสน้ำชายฝั่ง น้ำขึ้นน้ำลง และการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล อันเนื่องมาจากภาวะโลกร้อน ฯลฯ

(Chernicoff and Whitney, 2007 : 614-619) รวมทั้งปัจจัยทางธรณีวิทยา เช่น การทรุดตัวและการยกตัวของชายฝั่ง โครงสร้างและชนิดของหิน ภูมิฐานบริเวณชายฝั่งและพื้นทะเล ปัจจัยทางนิเวศวิทยา เช่น พืชพรรณ ชายฝั่งและปัจจัยเกี่ยวกับมนุษย์ เช่น การใช้ที่ดิน การสร้างสิ่งปลูกสร้าง บริเวณชายฝั่ง และการป้องกันชายฝั่งทางวิศวกรรมในรูปแบบต่างๆ (Abbott, 2004 : 318-330)

ประเทศไทยมีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 2,667 กิโลเมตร ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งปรากฏทั่วไป ทั้งที่มีสาเหตุจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ โดยในระยะ 30 ปีที่ผ่านมา พื้นที่ชายฝั่งทะเลทั้งประเทศถูกกัดเซาะไปทั้งสิ้น 113,042 ไร่ (ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล , 2550 : 33) บริเวณชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยที่พบปัญหาการกัดเซาะเด่นชัดคือ อ่าวไทยตอนบน ตั้งแต่จังหวัดฉะเชิงเทรา ระยอง ชลบุรี สมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร สมุทรสงคราม และเพชรบุรี รวมระยะทางประมาณ 400 กิโลเมตร (นวรรตน์ ไกรพานนท์, 2544 : 25) บริเวณดังกล่าวมีการศึกษาวิจัยมากกว่า 20 ปี ปัจจุบันมีหน่วยงานต่างๆ ให้ความสนใจศึกษาวิจัยเพื่อหาวิธีการควบคุมป้องกันชายฝั่ง โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ในระดับวิกฤต ได้แก่ ชายฝั่งในเขตอำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ และเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร และบางอำเภอของจังหวัดเพชรบุรี (สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ, 2533 : 337)

สำหรับบริเวณอ่าวปัตตานี สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531) ได้รายงานว่ามี การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ทั้งการทับถม และการกัดเซาะ โดยปลายแหลมโพธิ์มีการสะสมตัวของตะกอนทรายระหว่างปี พ.ศ.2521-2524 คิดเป็นระยะทางประมาณ 150 เมตร โดยปลายแหลมได้เคลื่อนลงมาทางใต้ประมาณ 60 เมตร อย่างไรก็ตาม รายงานดังกล่าวระบุเพียงบางบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงสูง ส่วนรายงานของกรมทรัพยากรธรณี (2545) ระบุถึงอัตราการกัดเซาะของชายฝั่งบริเวณต่างๆ ของประเทศไทย

รวมทั้งอ่าวปัตตานี โดยจำแนกเป็นชายฝั่งที่มีอัตราการกัดเซาะสูง (มากกว่า 5 เมตรต่อปี) กัดเซาะปานกลาง (1-5 เมตรต่อปี) และชายฝั่งคงตัว (กัดเซาะไม่เกิน 1 เมตรต่อปี) รายงานการวิจัยที่ผ่านมาไม่ได้เน้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ทั้งระบบของหน่วยพื้นที่หนึ่ง ๆ ซึ่งมีทั้งการกัดเซาะและทับถม ทำให้ขาดความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งเชิงธรณีพลวัต (geodynamic) การแก้ปัญหาจึงมุ่งเน้นที่การป้องกันการกัดเซาะ เป็นผลให้พื้นที่ข้างเคียงได้รับผลกระทบไปด้วย (จักรกริส กสิสุวรรณ และคณะ, 2545 : 17-28) ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาอ่าวปัตตานี เพื่ออธิบายการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ทั้งระบบ ซึ่งจะช่วยให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งหมดแทนการอธิบายเฉพาะพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ ดังที่เคยมีการศึกษามาก่อนหน้านี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่รอบอ่าวปัตตานี มีวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อจำแนกหน่วยธรณีสัณฐานที่เกิดจากการกระทำของทะเลในอดีตและปัจจุบัน และอธิบายพัฒนาการของชายฝั่งบริเวณอ่าวปัตตานี
2. เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานีระหว่าง พ.ศ.2512-2545 โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม รวมทั้งการสำรวจภาคสนาม
3. เพื่ออธิบายแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งและเสนอแนะแนวทางการควบคุมป้องกันชายฝั่งที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และมีประสิทธิภาพสูง

ขอบเขตของการวิจัย

พื้นที่ศึกษาวิจัย ครอบคลุมชายฝั่งทะเลรอบอ่าวปัตตานี พื้นที่ประมาณ 856.49 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่อ่าวปัตตานีประมาณ 74 ตารางกิโลเมตร

โดยกำหนดพิกัดจากแผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1 : 50,000 ระวัง 5222 I และระวัง 5222 IV ประเด็นวิจัย ประกอบด้วย การจำแนกหน่วยธรณีสัณฐานชายฝั่ง พัฒนาการของชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ระหว่างปี 2512 – 2545 โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และการศึกษาลำรวจภาคสนาม

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รายงานเรื่องภูมิลักษณะอ่าวปัตตานี (ครอบชัย หัตถา, 2546 : 1) กล่าวถึงสภาพทั่วไปของอ่าวปัตตานี ดังนี้

อ่าวปัตตานี (Pattani Bay) ตั้งอยู่ตอนล่างของอ่าวไทย บริเวณลติจูด 6 องศา 53 ลิปดา ถึง 6 องศา 57 ลิปดาเหนือ และลองติจูด 101 องศา 14 ลิปดา ถึง 101 องศา 21 ลิปดาตะวันออก มีพื้นที่ผิวน้ำ 74 ตารางกิโลเมตร หรือ 4625 ไร่

ลักษณะธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเล มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทั้งการกัดเซาะและการทับถม ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภูมิประเทศชายฝั่งทะเลอย่างต่อเนื่อง อัตราการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลักต่อไปนี้ (คณิต ไช้มุขต์ และคณะ , 2545 : 1)

อิทธิพลของลมฟ้าอากาศ (Meteorological factor) ได้แก่ ฤดูกาล ปริมาณและการกระจายของฝน รูปแบบการตกของฝน ทิศทางและความเร็วของลม

อิทธิพลของอุทกวิทยา (Hydrological factor) ได้แก่ น้ำขึ้นน้ำลง กระแสน้ำชายฝั่งปริมาณและขนาดของตะกอนในแหล่งน้ำ และปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงสู่ทะเลบริเวณชายฝั่ง

อิทธิพลขององค์ประกอบทางธรณีวิทยา (Geological factor) ได้แก่ ลักษณะธรณีสัณฐานของชายฝั่ง ชนิดและลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาของชายฝั่ง

อิทธิพลขององค์ประกอบทางชีวภาพ (Biological factor) ได้แก่ ชนิด ปริมาณและความหนาแน่นของป่าชายเลนและพืชน้ำอื่น ๆ เช่น สาหร่ายและหญ้าทะเล สัตว์ชายฝั่ง และสัตว์หน้าดิน

รูปแบบการใช้ที่ดิน (Land use pattern) บริเวณชายฝั่ง เช่น ที่อยู่อาศัย นาเกลือ นากุ้ง พืชพรรณไม้ที่ปลูก รวมทั้งสิ่งก่อสร้างทางวิศวกรรมที่สร้างขึ้นเพื่อป้องกันชายฝั่ง

กระบวนการธรณีสัณฐานวิทยา (geomorphologic processes) บริเวณชายฝั่งทะเลได้รับอิทธิพลจากปัจจัยดังกล่าว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลตลอดเวลา การกัดเซาะทำให้เกิดลักษณะภูมิประเทศใหม่ๆ บริเวณแหลมและอ่าว (cape and bay) เช่น กลายเป็นหน้าผาสูงชันและหาดคลื่นเซาะ (cliff and wave – cut platform) โพรงหินชายฝั่ง (sea cave) สะพานหินชายฝั่ง (sea arch) เกาะหินโด่งหรือเกาะหินชะลุ (sea stack) เป็นต้น ส่วนภูมิประเทศที่เกิดจากการทับถม ได้แก่ หาดทราย (sand beach) สันดอนจะงอย (spit) สันดอนเชื่อมเกาะ (tombolo) สันดอนปากอ่าว (bay mouth bar) สันดอนจะงอยรูปตะขอ (hook) ดินดอนสามเหลี่ยม (delta) เป็นต้น (chernicoff and Whitney, 2007 : 622-632)

สำหรับการเปลี่ยนแปลงในรอบปีนั้น คลื่น ลม น้ำขึ้นน้ำลง และกระแสน้ำชายฝั่ง ทำให้การกัดเซาะและการทับถมบริเวณชายฝั่งเกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลักษณะที่เปลี่ยนแปลงมากในภาคใต้ เช่น การพังทลายของชายฝั่ง การเกิดหาดทรายใหม่และสันดอนนอกฝั่ง การปิดกั้นของทางน้ำและการตื่นขึ้นของสันดอนปากแม่น้ำ การเปลี่ยนแปลงของลักษณะชายฝั่งในหลายบริเวณจึงเป็นอุปสรรคต่อกิจกรรมบางอย่าง โดยเฉพาะการสัญจรทางน้ำ เช่น ปากแม่น้ำสายบุรี จังหวัดปัตตานี ปากแม่น้ำเพทา จังหวัดสงขลา และเป็นปัญหาเรื่องเขตแดนเช่นกรณี ร่องน้ำปากแม่น้ำโก-ลก จังหวัดนราธิวาส เป็นต้น อย่างไรก็ตาม บางบริเวณมีการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลดี เช่น การเกิด

สันจะงอยบริเวณปากแม่น้ำปากพ่อง จังหวัดนครศรีธรรมราช และสันจะงอยปากแม่น้ำปัตตานี ทำให้พื้นที่ตอนในเป็นอ่าวโดยมีแหลมกำบังคลื่นลม ทำให้เป็นแหล่งที่มีสัตว์น้ำอุดมสมบูรณ์ และสามารถใช้พื้นที่เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งได้ บางบริเวณที่เป็นสันดอนและหาดทรายสามารถใช้เป็นแหล่งท่องเที่ยวและแหล่งพักผ่อนได้เป็นอย่างดี (ครอบชัย หัตถา, 2531 : 35-40)

ประเทศไทยมีการกัดเซาะเพิ่มมากขึ้น จากการสำรวจของหน่วยงานต่างๆ พบว่า ปัญหาการกัดเซาะเกิดขึ้นทั้งในอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน มีสาเหตุทั้งจากธรรมชาติและการกระทำของมนุษย์ รายงานโครงการการศึกษาและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะตลิ่งริมทะเลด้านอ่าวไทยของกรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย ระบุว่าตลอดแนวชายฝั่งด้านอ่าวไทยมีการกัดเซาะในอัตรา 5-10 เมตรต่อปีหลายบริเวณ พื้นที่ที่ต้องเร่งป้องกันการกัดเซาะ คือ ธรรมสถานหาดทรายแก้ว อำเภอสิงหนคร จังหวัดสงขลา พื้นที่อำเภอท่าศาลา จังหวัดนครศรีธรรมราช บ้านบางตาพร อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี และบ้านเกาะฝ้าย อำเภอปากพ่อง จังหวัดนครศรีธรรมราช (สุภรนต์ ไรจนไพรวงศ์ , 2544 : 183)

สุภรนต์ ไรจนไพรวงศ์ (2533) รายงานว่า บริเวณอ่าวไทยตอนบนมีการกัดเซาะของชายฝั่งในหลายบริเวณ ตลอดแนวชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการสมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์ระหว่าง ปี 2512-2530 บริเวณที่กัดเซาะรุนแรงได้แก่ ฝั่งตะวันตกของปากแม่น้ำเจ้าพระยา ถูกกัดเซาะมากที่สุดถึง 500 เมตร ชายฝั่งเพชรบุรีที่บ้านบางแก้วและบ้านโตนดน้อย ถูกกัดเซาะ 240 เมตร และชายฝั่งหัวหินถูกกัดเซาะ 200 เมตร ขณะที่ ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล (2550) รายงานว่าในระยะเวลา 30 ปี ที่ผ่านมาพื้นที่ประเทศไทยถูกทะเลกัดเซาะประมาณ 113,042 ไร่ จุดที่กัดเซาะรุนแรง คือ บ้านขุนสมุทรจีน อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ และเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานครบางแห่งถูกกัดเซาะ

เข้ามามากกว่า 1 กิโลเมตร

บริเวณจังหวัดปัตตานี กรมทรัพยากรธรณี (2545) ได้เสนอรายงานผลการสำรวจการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย โดยศึกษาจากภาพถ่ายดาวเทียมและการสำรวจภาคสนาม พบว่าบริเวณจังหวัดปัตตานีมีชายฝั่งที่มีอัตราการกัดเซาะรุนแรง (มากกว่า 5 เมตร ต่อปี) หลายบริเวณ ได้แก่ ชายฝั่งบ้านบะอิ่ง บ้านบางตาพร บ้านตันหยงเปาว์ อำเภอหนองจิก บ้านดาโละสะมิแล บ้านท่ากุน บ้านท่าด่าน และบางส่วนของสันดอนจะงอยแหลมโพธิ์ อำเภอยะหริ่ง บริเวณที่มีการกัดเซาะปานกลาง (1-5 เมตรต่อปี) ได้แก่ ชายฝั่งบางตาพรตะวันออก บ้านเกาะแลหนัง บ้านบางราฟา อำเภอหนองจิก ชายฝั่งบ้านแหลมนก อำเภอเมืองปัตตานี ชายฝั่งบางบริเวณ มีการสะสมตัวของตะกอนเกิดเป็นที่ราบพอกพูน (accretionary plain) ได้แก่ ชายฝั่งบ้านรูสะมิแล อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ส่วนบริเวณที่เหลือนั้นส่วนใหญ่เป็นชายฝั่งคงตัว (stable coast) คือมีการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งในรอบปีเพิ่มขึ้นหรือลดลงไม่เกิน 1 เมตร ต่อปี

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้เทคนิควิธีการศึกษาข้อมูลจากแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศและภาพถ่ายดาวเทียม รวมทั้งการศึกษาสำรวจภาคสนาม การคำนวณพื้นที่และการจัดทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์และการเสนอรายงานเอกสารวิจัย (Research Report) โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลฐานความรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ภูมิลักษณะอ่าวปัตตานี (ครอบชัย หัตถา, 2546) แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี (คณิต ไช้มุขต์ และคณะ, 2541) และรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธรณีสัณฐานและดินจังหวัดปัตตานี (ไพบุลย์ ประโมจน์ย์ และคณะ , 2524)

2) กำหนดพื้นที่ศึกษาจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1 : 50,000 ระวัง 5222 I จังหวัดปัตตานี และระวัง 5222 IV อำเภอหนองจิก ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งในเขตอำเภอเมืองปัตตานี หนองจิก ยะหริ่ง ยะรัง และอำเภอปะนาเระ จังหวัดปัตตานี รวมพื้นที่ประมาณ 856.5 ตารางกิโลเมตร

3) จำแนกหน่วยธรณีสัณฐานโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-7 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2545 ร่วมกับแผนที่ดิน มาตราส่วน 1 : 50,000 ของกรมพัฒนาที่ดิน คำนวณพื้นที่และจัดทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรม ArcView แสดงหน่วยธรณีสัณฐานประเภทต่างๆ บริเวณพื้นที่รอบอ่าวปัตตานี

4) ศึกษาเปรียบเทียบแนวชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษาจากภาพถ่ายทางอากาศเดือนมีนาคม 2512 และ 2529 กับภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-7 เดือนมีนาคม 2545 โดยปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต คำนวณพื้นที่เปลี่ยนแปลงและจัดทำแผนที่ด้วยคอมพิวเตอร์ โปรแกรม ArcView

5) ตรวจสอบข้อมูลภาคสนามบริเวณชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลง รวมทั้งบริเวณหน่วยธรณีสัณฐานที่จำแนกไว้วิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในช่วงเวลาต่างๆ และเปรียบเทียบเชิงพื้นที่ในแต่ละบริเวณ อธิบายความสัมพันธ์กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องและเสนอแนะแนวทางการควบคุมป้องกันชายฝั่ง

6) เสนอผลการวิจัยในรูปแบบเอกสารการวิจัย บทความวิจัยสำหรับพิมพ์ในวารสารทางวิชาการและจัดทำสื่อสารสนเทศ Power Point สำหรับเสนอต่อที่ประชุมสัมมนาทางวิชาการที่เกี่ยวข้องและเผยแพร่สำหรับผู้สนใจทั่วไป

ผลการวิจัย

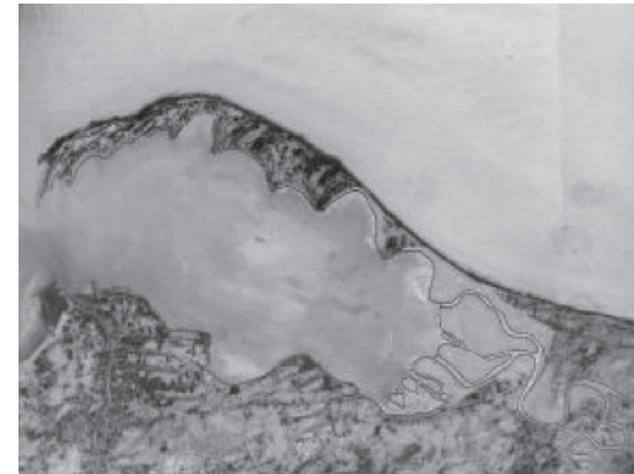
การวิจัยเรื่อง การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่รอบอ่าวปัตตานี เป็นการศึกษาเพื่อจำแนกหน่วยธรณีสัณฐานที่เกี่ยวข้องกับ

การกระทำของทะเลในอดีตและปัจจุบัน อธิบายพัฒนาการของชายฝั่งในอดีต ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งระหว่างปี พ.ศ.2512-2545 และวิเคราะห์ประสิทธิภาพและผลกระทบจากสิ่งก่อสร้างทางวิศวกรรมเพื่อป้องกันชายฝั่ง แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ดิน ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม และการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ผลการศึกษาที่สำคัญมี ดังนี้

การจำแนกหน่วยธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี พัฒนาการทางธรณีสัณฐานวิทยาของชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี ระหว่าง พ.ศ.2512-2545

เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลบริเวณต่าง ๆ ของอ่าวปัตตานี

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพและผลกระทบจากสิ่งก่อสร้างป้องกันชายฝั่ง



ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวปัตตานี

1) การจำแนกหน่วยธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี

ผลการจำแนกหน่วยธรณีสัณฐานจากภาพถ่ายดาวเทียม LAND-SAT-7 (กรมทรัพยากรธรณี, 2002) ร่วมกับแผนที่ดินมาตราส่วน 1 : 50,000 พบว่าพื้นที่ศึกษา 856.49 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยหน่วยธรณีสัณฐานที่เกี่ยวข้องกับการกระทำของทะเลในอดีตและปัจจุบัน 507.90 ตารางกิโลเมตร หรือร้อยละ 59.30 ประกอบด้วยหน่วยธรณีสัณฐาน หาดทราย (sand beach) 4.49 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.52) สันทราย (sand ridge) 192.39 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 22.46) ที่ลุ่มระหว่างสันทราย (old and recent lagoon) 1.18 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.14) ที่ลุ่มน้ำทะเลขึ้นถึง (tidal flat) 42.13 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 4.92) และที่ลุ่มน้ำทะเลเคยขึ้นถึง (former tidal flat) 267.71 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 31.26) ส่วนพื้นที่ที่เหลือประกอบด้วยหน่วยธรณีสัณฐานที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการกระทำของทะเล ได้แก่ ที่ราบตะกอนน้ำพาและที่ลาดเชิงเขา 342.47 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 39.99) และพื้นที่ไม่ได้จำแนก (เช่น พื้นที่เขตเมืองและย่านชุมชน) 6.12 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 0.71) ผลการจำแนกดังกล่าวแสดงในตาราง 1

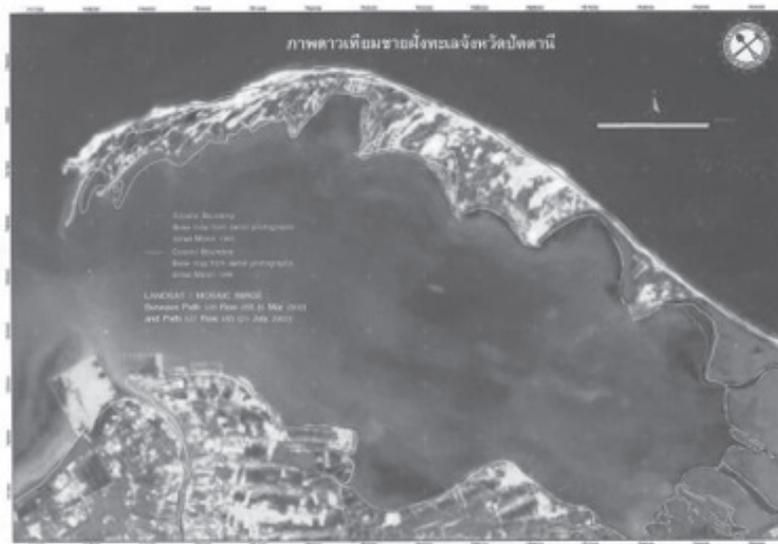
ตาราง 1 หน่วยธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี

หน่วยธรณีสัณฐาน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
หาดทราย	4.49	0.52
สันทราย	192.39	22.46
ที่ลุ่มระหว่างสันทราย	1.18	0.14
ที่ลุ่มน้ำทะเลขึ้นถึง	42.13	4.92
ที่ลุ่มน้ำทะเลเคยขึ้นถึง	267.71	31.26

หน่วยธรณีสัณฐาน	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
ที่ราบตะกอนน้ำพาและที่ลาดเชิงเขา	342.47	39.99
พื้นที่ไม่ได้จำแนก	6.12	0.71
รวมพื้นที่ศึกษา	856.49	100.00

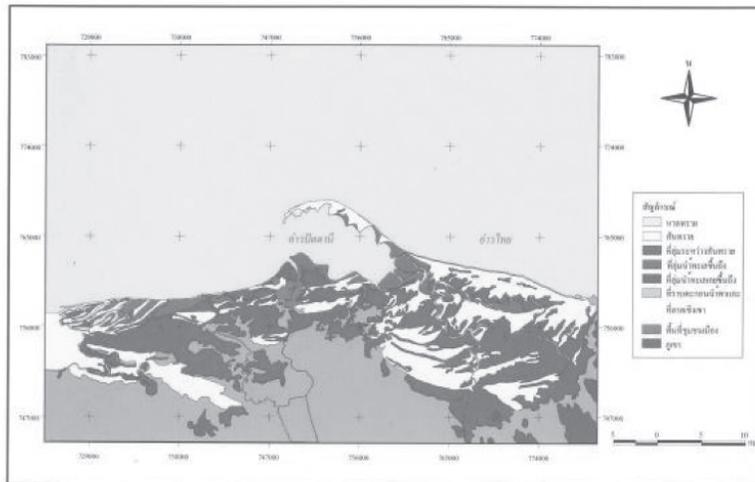


แผนที่หน่วยธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี



ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณอ่าวปัตตานี

แผนที่ หน่วยธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี



แผนที่หน่วยธรณีสัณฐานชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี

2) พัฒนาการทางธรณีสัณฐานวิทยาของชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี

ผลการศึกษาพบว่าบริเวณรอบอ่าวปัตตานีมีพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่เกิดจากการกระทำของทะเลทั้งในอดีตและปัจจุบัน ประกอบด้วยหน่วยธรณีสัณฐานสันทรายเก่า ที่ลุ่มระหว่างสันทราย ที่ลุ่มน้ำทะเลเคยขึ้นถึง ที่ลุ่มน้ำทะเลเล็ขึ้นถึงในปัจจุบัน และหาดทราย หน่วยธรณีสัณฐานดังกล่าวมีพัฒนาการต่อเนื่องมาตั้งแต่สมัยโฮโลซีน (Holocene) คือราว 5,500 ปีที่ผ่านมา ในช่วงเวลาดังกล่าวระดับน้ำทะเลสูงกว่าปัจจุบันราว 4-5 เมตร แนวชายฝั่งบริเวณอ่าวปัตตานีขณะนั้นอยู่ลึกเข้าไปจากแนวชายทะเลปัจจุบัน 5-15 กิโลเมตร บริเวณที่เป็นชะวากทะเลโบราณ (former estuary) คือปากแม่น้ำปัตตานีในอดีตอยู่ห่างจากปากแม่น้ำปัตตานีปัจจุบันเข้าไปเป็นระยะทางประมาณ 25 กิโลเมตร คือบริเวณที่เป็น บึงสะพานบาง ในเขตตำบลเกาะมาวี อำเภอยะรัง ในปัจจุบัน ต่อมาชะวากทะเลมีตะกอนมาทับถมจนกลายเป็นดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ (delta) และพัฒนาเป็นที่ราบตะกอนน้ำพารูปพัด (alluvial fan) ในเวลาต่อมา เนื่องจากตะกอนจากแม่น้ำถูกพัดพามาทับถมมากขึ้นเรื่อยๆ จนปิดทับตะกอนทะเลดั้งเดิมเอาไว้ภายใต้สภาพแวดล้อมใหม่ที่เป็นน้ำจืด (fluvial environment) การทับถมของตะกอนแม่น้ำบริเวณดังกล่าว ทำให้พื้นที่เดิมสูงขึ้นเหนือระดับน้ำทะเลราว 3-5 เมตร แม่น้ำจึงมีการปรับตัว เกิดทางน้ำโค้งตัว (meander) และมีการเปลี่ยนแปลงทางเดินของน้ำในหลายบริเวณ ปัจจุบันจึงปรากฏร่องรอยของทางน้ำเก่า (abandoned channel) หลายแห่งในพื้นที่ดังกล่าว และพบส่วนที่เหลือของทางน้ำเก่าในลักษณะบึงรูปโค้งหรือทะเลสาบรูปแอก (oxbow lake) หลายแห่ง ตลอดระยะทางประมาณ 20 กิโลเมตร ตามแนวที่ราบทางน้ำเก่าของแม่น้ำปัตตานี ชายฝั่งทะเลบริเวณอื่นๆ ของอ่าวปัตตานีมีการสะสมตัวของตะกอนภายใต้สภาพน้ำทะเล (marine environment) โดยมีคลื่นลมและกระแสน้ำชายฝั่งเป็นตัวพัดพาตะกอนมาทับถมภายในอ่าว เมื่อ

การสะสมตัวสูงขึ้นเหนือระดับน้ำทะเลก็จะปรากฏเป็นหน่วยธรณีสัณฐานใหม่ ขณะเดียวกัน ตะกอนจากบึงที่เกิดจากกระบวนการปรับระดับของพื้นที่ (denudation process) ก็ถูกพัดพาเคลื่อนย้ายไปสะสมภายในอ่าว โดยมีการชะล้างโดยฝน และการพัดพาโดยธารน้ำสายต่างๆ ที่ไหลลงสู่อ่าว ปัตตานี ชายฝั่งบางบริเวณจึงมีการสะสมตัวของตะกอนภายใต้สภาพน้ำกร่อย (brackish environment) ที่มีการผสมผสานกันระหว่างน้ำจืดจากบึงและน้ำเค็มจากทะเล ขณะที่ชายฝั่งโดยทั่วไปมีตะกอนมาสะสมเพิ่มมากขึ้น จนเป็นชายฝั่งพอกพูน (aggraded coast) ขณะเดียวกันระดับน้ำทะเลก็ค่อยๆ ลดระดับลงจนถึงระดับคงที่เมื่อราว 1,500 ปีที่ผ่านมา ในช่วงเวลานี้ น้ำทะเลลดต่ำลงนี้ ชายฝั่งก็งอกออกไปมากขึ้นเนื่องจากทะเลถดถอยออกไป ชายฝั่งจึงขยายออกไปแทนที่บริเวณที่เคยเป็นทะเล (prograded coast) จึงกล่าวได้ว่าที่ราบชายฝั่งทะเลของอ่าวปัตตานี เกิดจากการสะสมพอกพูนของตะกอนชายฝั่ง และการถดถอย (recession) ของทะเลไปพร้อมๆ กัน ส่วนระยะเวลาตั้งแต่ 1,500 ปี เป็นต้นมา ระดับน้ำทะเลมิได้ลดลงอีก พื้นที่ชายฝั่งที่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่จึงเกิดจากการทับถมของตะกอนที่เคลื่อนย้ายมา ขณะที่บางบริเวณก็ถูกกัดเซาะพัดพาเคลื่อนย้ายตะกอนออกไปบริเวณอื่น

3) การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี ระหว่าง ปี 2512-2545

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานีโดยใช้อากาศยานถ่ายภาพดาวเทียม LANDSAT- 7 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 6 มีนาคม 2545 เปรียบเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศที่บันทึกไว้เมื่อเดือนมีนาคม ปี 2512 และ 2529 ตามลำดับ พบว่าในระยะเวลา 33 ปี (พ.ศ.2512-2545) อ่าวปัตตานีมีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้น 8.385 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ลดลง 3.342 ตารางกิโลเมตร โดยมีผลการเปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้น 5.043 ตารางกิโลเมตร หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.153 ตารางกิโลเมตรต่อปี (ตาราง 1) เมื่อ

เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณต่างๆ ของอ่าวปัตตานี พบว่าบริเวณฝั่งซ้ายของปากแม่น้ำปัตตานีมีการเปลี่ยนแปลงสูงสุด โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 2.982 ตารางกิโลเมตร รองลงมาได้แก่ บริเวณสันดอนจะงอยแหลมโพธิ์ มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 1.298 ตารางกิโลเมตร บริเวณฝั่งขวาของปากแม่น้ำปัตตานี มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 0.621 ตารางกิโลเมตร และบริเวณตอนในของอ่าวปัตตานี มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 0.412 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ (ตาราง 2)

ตาราง 2 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี

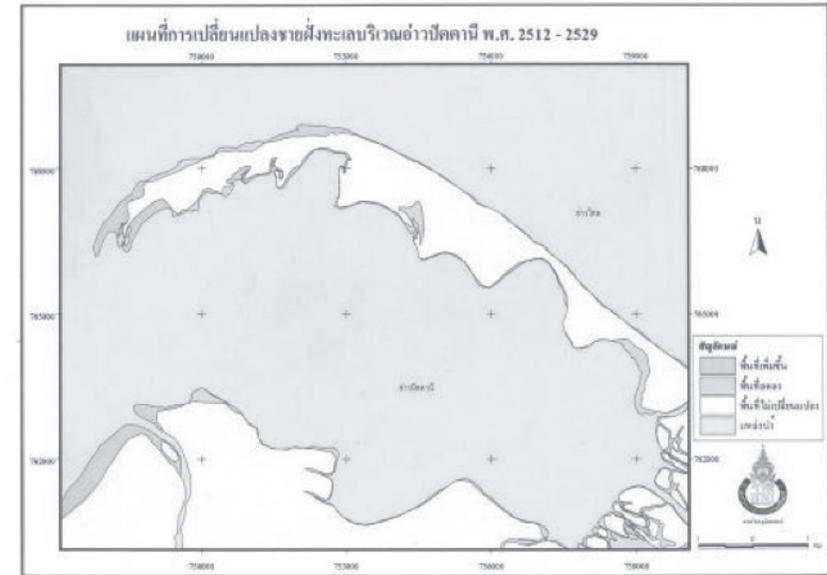
หน่วย : ตารางกิโลเมตร

ระยะเวลา (พ.ศ.)	พื้นที่ทับถม (เฉลี่ยต่อปี)	พื้นที่กัดเซาะ (เฉลี่ยต่อปี)	การเปลี่ยนแปลงสุทธิ (เฉลี่ยต่อปี)
2512-2529	2.995	1.961	1.034
	(0.176)	(0.115)	(0.061)
2529-2545	5.390	1.381	4.009
	(0.337)	(0.086)	(0.251)
รวม	8.385	3.342	5.043
2512-2545	(0.254)	(0.101)	(0.153)

จากตาราง 2 เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่าง ปี 2512-2529 และ ปี 2529-2545 พบว่า ระหว่าง ปี 2512-2529 อ่าวปัตตานี มีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้น 2.995 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ลดลง 1.961 ตารางกิโลเมตร โดยมีผลการเปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้น 1.034 ตารางกิโลเมตร หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.061 ตารางกิโลเมตรต่อปี ระหว่าง ปี 2529-2545

อ่าวปัตตานีมีพื้นที่ชายฝั่งเพิ่มขึ้น 5.390 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ลดลง 1.381 ตารางกิโลเมตร การเปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้น 4.009 ตารางกิโลเมตร หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.251 ตารางกิโลเมตรต่อปี

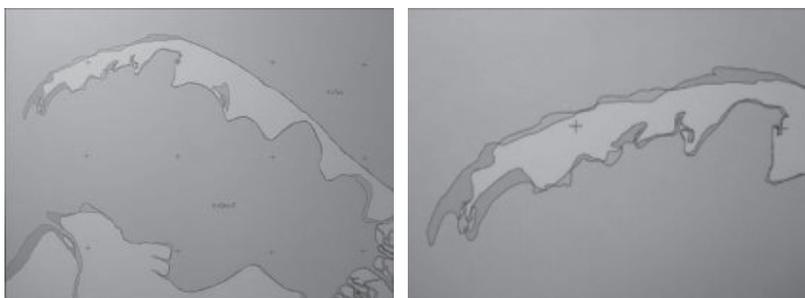
เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสุทธิในสองช่วงระยะเวลา คือ ระหว่างปี 2512-2529 และปี 2529-2545 พบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงสุทธิระหว่างปี 2529-2549 เพิ่มขึ้นสูงกว่าระหว่างปี 2512-2529 กล่าวคือ ระหว่างปี 2512-2529 พื้นที่ชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 0.061 ตารางกิโลเมตรต่อปี โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 0.176 ตารางกิโลเมตรต่อปีและพื้นที่ลดลง 0.115 ตารางกิโลเมตรต่อปี ขณะที่ระหว่างปี 2529-2545 มีการเปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.251 ตารางกิโลเมตรต่อปี โดยมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 0.337 ตารางกิโลเมตรต่อปี และพื้นที่ลดลง 0.086 ตารางกิโลเมตรต่อปี จะเห็นได้ว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงสุทธิระหว่างปี 2529-2545 เพิ่มขึ้นสูงกว่าปี 2512-2529 ประมาณ 4 เท่า ซึ่งเป็นผลจากการก่อสร้างเขื่อนกันทรายที่ปลายแหลมโพธิ์ เมื่อ ปี 2539 และการถมดินจากการขุดลอกร่องน้ำบริเวณฝั่งซ้ายของแม่น้ำปัตตานี ที่ดำเนินการโดยกรมเจ้าท่า กระทรวงคมนาคม ระหว่างปี 2539-2540 รวมทั้งการเพิ่มขึ้นตามธรรมชาติของตะกอนปากแม่น้ำและชายฝั่ง



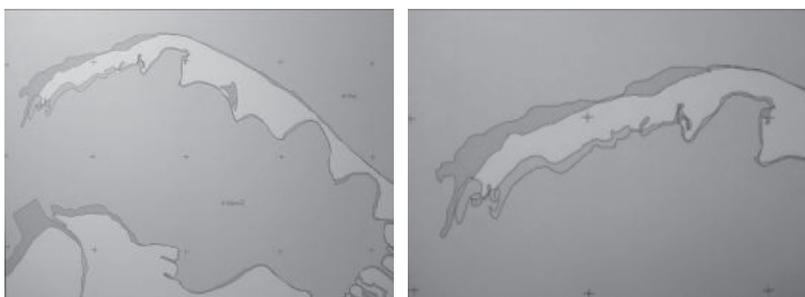
แผนที่การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี ปี 2512-2529



แผนที่การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวปัตตานี ปี 2529 -2545



ภาพอ่าวปัตตานีและแหลมโพธิ์ ปี 2512-2529



ภาพอ่าวปัตตานีและแหลมโพธิ์ ปี 2529-2545

ตาราง 3 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณต่าง ๆ ของอ่าวปัตตานี ระหว่างปี 2512-2529 และ 2529-2545

พื้นที่ชายฝั่ง	2512-2529		2529-2545		พื้นที่เปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้น (เฉลี่ยต่อปี)
	พื้นที่ทับถม	พื้นที่กัดเซาะ	พื้นที่ทับถม	พื้นที่กัดเซาะ	
ฝั่งซ้ายของปากแม่น้ำปัตตานี	1.198	0.002	1.786	0.000	2.982 (0.090)
ฝั่งขวาของปากแม่น้ำปัตตานี	0.223	0.326	0.825	0.101	0.621 (0.002)
ตอนในของอ่าวปัตตานี	0.395	1.036	1.022	0.239	0.142 (0.004)
สันดอนจะงอยแหลมโพธิ์	1.179	0.597	1.757	1.041	1.298 (0.039)
รวม	2.995	1.961	5.390	1.381	5.043 (0.153)

(1) ชายฝั่งบริเวณฝั่งซ้ายของปากแม่น้ำปัตตานี

พื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งซ้ายของปากแม่น้ำปัตตานี ตั้งแต่บ้านปากน้ำบ้านรัฐสะมิแล ไปจนถึงบ้านบางปลาหมอ ระยะทางประมาณ 7 กิโลเมตร เป็นบริเวณที่มีการทับถมของตะกอนชายฝั่งที่มีอนุภาคขนาดดินเหนียวถึงทรายแป้ง ตะกอนส่วนใหญ่ถูกพัดพามาโดยแม่น้ำปัตตานี เมื่อออกสู่ทะเล จึงเกิดการทับถมบริเวณชายฝั่งใกล้ปากแม่น้ำ ทำให้ชายฝั่งทะเลมีพื้นที่ขยายออกไปทุกปี บริเวณบ้านรัฐสะมิแล ระหว่างปี 2512-2529 ชายฝั่งทับถมออกไปเป็นระยะทาง 350 เมตร หรืออัตราการทับถมเฉลี่ย 20.6 เมตรต่อปี มีพื้นที่เพิ่มขึ้น 1.198 ตารางกิโลเมตร หรือ เฉลี่ย 0.071 ตารางกิโลเมตรต่อปี ส่วนระหว่างปี 2529-2545 มีพื้นที่เพิ่มขึ้นอีก 1.786 ตารางกิโลเมตร หรือเฉลี่ย 0.112 ตารางกิโลเมตรต่อปี สูงกว่าการเพิ่มในระยะแรกทั้งนี้ เนื่องจากเมื่อปี 2539 ได้มีการขุดลอกร่องน้ำปัตตานีและนำดินที่ขุดลอกได้จำนวนประมาณ 2 ล้านลูกบาศก์เมตร ถมพื้นที่ฝั่งซ้ายของปากแม่น้ำคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 0.8 ตารางกิโลเมตร ส่วนบริเวณอื่นๆ ยังคงมีการทับถมต่อไปเช่นเดิม ยกเว้นบริเวณชายฝั่งหลังแนวกองดินบริเวณมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ในระยะ 1-2 ปีแรก ชายฝั่งถูกคลื่นและกระแสน้ำกัดเซาะเป็น

4) เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลบริเวณต่างๆ ของอ่าวปัตตานี

ระยะทางประมาณ 500 เมตร เนื่องจากกระแสน้ำชายฝั่งหลังแนวกองดิน มีความปั่นป่วนรวมทั้งชายฝั่งบริเวณดังกล่าวได้รับตะกอนน้อยลงเนื่องจาก มีกองดินขวางกั้นอยู่ โดยกองดินและกำแพงทำหน้าที่เช่นเดียวกับเขื่อนกันทรายหรือรอกันคลื่น ซึ่งจะมีผลให้เกิดการกัดเซาะโดยกระแสน้ำหลังแนวเขื่อน (downdrift erosion) มีความรุนแรงกว่าปกติ จนกระทั่งชายฝั่งได้รับตะกอนเพิ่มเติม จึงหยุดการกัดเซาะและปรับสมดุลใหม่ โดยมีการทับถมเกิดขึ้นและชายฝั่งงอกออกไปเช่นเดิม ผลการเปลี่ยนแปลงสุทธิจึงมีพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง



ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณฝั่งซ้ายของปากแม่น้ำปัตตานี

(2) ชายฝั่งบริเวณฝั่งขวาของปากแม่น้ำปัตตานี

พื้นที่ชายฝั่งบริเวณปากน้ำฝั่งขวาของแม่น้ำปัตตานี ไปจนถึงบ้านบานา ตันหยงลูโละ และ บาราโหม ระยะทางประมาณ 10 กิโลเมตร อยู่ด้านในของอ่าวฝั่งตรงกันข้ามกับแหลมโพธิ์ เป็นบริเวณที่มีทั้งการทับถมและกัดเซาะ โดยมีการเปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้น 0.621 ตารางกิโลเมตร ในระยะเวลา 33 ปี บริเวณที่มีพื้นที่เพิ่มขึ้นได้แก่ บริเวณใกล้ปากแม่น้ำปัตตานี เขตอุตสาหกรรมและบริเวณที่ตั้งเรือนจำจังหวัดปัตตานี แต่อัตราการเพิ่มขึ้นเป็นไปอย่างช้าๆ เนื่องจากตะกอนจากแม่น้ำปัตตานีส่วนใหญ่ทับถมบริเวณฝั่งซ้ายของปากแม่น้ำซึ่งเป็นบริเวณทางออก (outlet) ของแม่น้ำปัตตานีที่

ไหลลงสู่ทะเลอ่าวไทย ส่วนปากแม่น้ำฝั่งขวาเป็นเขตน้ำตื้น บริเวณปากอ่าวมีตะกอนบางส่วนจากแม่น้ำปัตตานีฟุ้งกระจาย เมื่อปะทะกับน้ำทะเลไหลย้อนเข้ามาในอ่าว ชายฝั่งโดยรวมของบริเวณนี้จึงมีพื้นที่เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามเนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวบางส่วนถูกกำหนดให้เป็นเขตอุตสาหกรรมจำนวน 939 ไร่ เมื่อมีการปรับปรุงเขตอุตสาหกรรมในปี 2539 ได้มีการสร้างกำแพงริมหาดและถมดินปรับสภาพพื้นที่เพิ่มเติมจากเดิมเป็นระยะทางประมาณ 1,300 เมตร รวมทั้งได้สร้างที่จอดพักเรือบริเวณฝั่งขวาของปากแม่น้ำ โดยทำสะพานคอนกรีตยื่นออกไปเป็นระยะทางประมาณ 800 เมตร สิ่งก่อสร้างดังกล่าวมีผลให้การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งตามธรรมชาติถูกรบกวน การเคลื่อนย้ายของตะกอนชายฝั่งมีการปรับสมดุลใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม ส่วนชายฝั่งบริเวณอื่น ๆ ส่วนใหญ่มีความเสถียร กล่าวคือ อัตราการกัดเซาะหรือเพิ่มขึ้นมีน้อย ไม่เกิน 0.5 เมตร ต่อปี คงมีเฉพาะบริเวณชายฝั่งแคบๆ ที่บ้านแหลมนกและตันหยงลูโละที่มีอัตราการกัดเซาะระหว่าง 0.5-1 เมตรต่อปี เนื่องจากกระแสน้ำภายในอ่าวในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเข้ามาปะทะฝั่งโดยตรง ทำให้บริเวณบ้านแหลมนกไปจนถึงบ้านตันหยงลูโละ มีพื้นที่ชายฝั่งลดลงคิดเป็นพื้นที่ 0.427 ตารางกิโลเมตร ในระยะเวลา 33 ปี หรือเฉลี่ยลดลง 0.013 ตารางกิโลเมตรต่อปี

(3) ชายฝั่งบริเวณตอนในของอ่าวปัตตานี

พื้นที่ชายฝั่งตอนในของอ่าวปัตตานีตั้งแต่บ้านบาราโหมถึงบ้านตาโต๊ะ ระยะทางประมาณ 8 กิโลเมตร เป็นชายฝั่งที่มีป่าชายเลนขึ้นอยู่หนาแน่น เนื่องจากมีน้ำทะเลท่วมถึงตลอดเวลา สภาพดินเป็นดินเลนเนื้อละเอียดขนาดดินเหนียวและทรายแป้ง ตะกอนที่มาทับถมส่วนใหญ่ถูกพัดพามากับแม่น้ำยะหริ่งและคลองยามู เมื่อถึงบริเวณป่าชายเลนดังกล่าวแม่น้ำยะหริ่งได้แยกออกเป็น 3 สาย คือ คลองกอและ คลองตาเงาะ และคลองบางปู ตะกอนที่ถูกพัดพามากับน้ำส่วนใหญ่ทับถมภายในเขตป่าชายเลนและในคลองดังกล่าว

รวมทั้งในคลองสายย่อยเล็กๆ อีกหลายสาย เมื่อเปรียบเทียบชายฝั่งตั้งแต่ปี 2512 เป็นต้นมา พบว่ามีพื้นที่เพิ่มขึ้นสุทธิ 0.142 ตารางกิโลเมตร ในระยะเวลา 33 ปี โดยพบว่าบริเวณคลองเล็กๆ หลายแห่งในป่าชายเลนได้ตื่นขึ้นและหมดสภาพคลองไปเนื่องจากมีตะกอนทับถมจนเต็ม ส่วนบริเวณชายฝั่งที่มีพื้นที่ลดลง ได้แก่ บริเวณบ้านดาโต๊ะ ถึงปากคลองกอและระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร ชายฝั่งถูกกัดเซาะจากแนวเดิมประมาณ 200 เมตร ระหว่างปี 2512-2529 แต่หลังจากปี 2529 ก็มีการทับถมเพิ่มขึ้น ทำให้ชายฝั่งบางส่วนกลับเข้าสู่สภาพเดิม การเปลี่ยนแปลงสุทธิบริเวณนี้มีน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณอื่นเนื่องจากอยู่ลึกเข้าไปในอ่าว คลื่นลมไม่แรงจัด รวมทั้งมีป่าชายเลนคอยดักตะกอนและป้องกันการกัดเซาะบริเวณชายฝั่งได้เป็นอย่างดี ทำให้แนวชายฝั่งไม่เปลี่ยนไปจากเดิมมากนัก ส่วนบริเวณบ้านดาโต๊ะนั้นชายฝั่งมีการกัดเซาะเนื่องจากการหมุนวนของกระแสน้ำภายในอ่าว ตะกอนที่ถูกกัดเซาะจะถูกพัดพาไปทับถมบริเวณใกล้เคียง แต่ต่อมาพบว่าบริเวณดังกล่าวก็มีการทับถมเพิ่มมากขึ้น

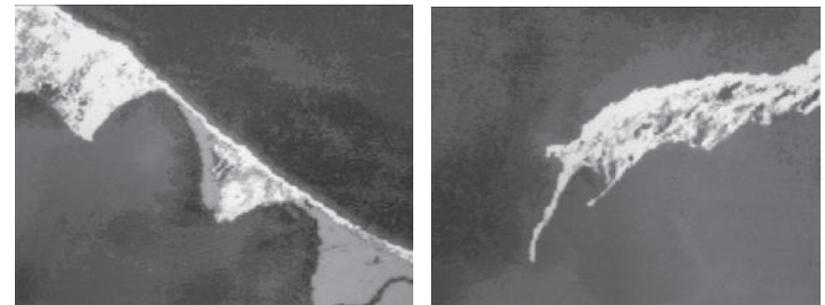


ภาพป่าชายเลนบริเวณตอนในของอ่าวปัตตานี

(4) ชายฝั่งบริเวณสันดอนจะงอยแหลมโพธิ์

พื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณสันดอนจะงอยแหลมโพธิ์ เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนทรายชายฝั่งยื่นออกไปในทะเล ทำให้พื้นที่ 2 ด้านของสันดอน

จะออยมีการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน โดยชายฝั่งด้านนอกของแหลมได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำชายฝั่งและคลื่นลมทะเลภายนอก คือ อ่าวไทยตอนล่าง ขณะที่ชายฝั่งด้านในของแหลมได้รับอิทธิพลจากการหมุนเวียนของกระแสน้ำภายในอ่าวเป็นส่วนใหญ่ การสร้างตัวของสันดอนจะงอยเป็นผลให้ปลายแหลมมีตะกอนทรายพอกพูนยื่นออกไปตลอดเวลา ขณะเดียวกันชายฝั่งด้านนอกและด้านในของแหลมก็มีการปรับตัวตามความรุนแรงของกระบวนกรชายฝั่ง อิทธิพลของกระแสน้ำและคลื่นลมที่เข้ามาปะทะชายฝั่งด้านนอกของแหลมโดยตรง ทำให้แนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยมีทั้งการกัดเซาะและทับถมเกิดขึ้นควบคู่กันไป ความรุนแรงของกระแสน้ำและคลื่นลมด้านนอกของแหลมมีมากกว่าแรงต้านทานของมวลน้ำภายในอ่าว ปัตตานี ทำให้ภูมิฐานของแนวชายฝั่งด้านนอกมีรูปลักษณะโค้งงอเข้าหาฝั่งตามแรงปะทะจากภายนอก หรือที่เรียกว่าสันดอนจะงอยแบบโค้งงอเข้าหาฝั่ง (recurved spit) ส่วนชายฝั่งด้านในของแหลมได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำภายในอ่าวที่หมุนเวียนตามแรงปะทะของลมผิวพื้นและการไหลของน้ำภายในอ่าว ทำให้เกิดชายฝั่งรูปโค้งพระจันทร์เสี้ยว (crescent curved shore) หลายแห่งตลอดแนวชายฝั่ง อันเนื่องจากการหมุนวนของกระแสน้ำภายในอ่าวเข้ามาปะทะชายฝั่งอย่างต่อเนื่อง ส่วนบริเวณที่มีการกัดเซาะรุนแรงได้แก่ชายฝั่งแหลมโพธิ์ด้านนอก



ภาพชายฝั่งทะเลบริเวณสันดอนจะงอยแหลมโพธิ์

บริเวณบ้านตาโละสะมิแล ระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร อัตราการกัดเซาะ ระหว่างปี 2512-2529 ประมาณ 5 เมตรต่อปี ต่อมาจึงได้มีการป้องกันชายฝั่ง โดยการนำหินมาทิ้งบริเวณที่มีการกัดเซาะรุนแรง ระยะทางประมาณ 200 เมตร ทำให้สามารถชะลอการกัดเซาะได้ชั่วคราว เนื่องจากในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือคลื่นได้ซัดทรายข้ามกองหินดังกล่าวไปปิดทับแนวถนนและข้ามไปทับถมด้านในของแหลม สภาพดังกล่าวเกิดขึ้นเป็นประจำเกือบทุกปี จึงต้องยกระดับแนวถนนให้สูงขึ้นกว่าเดิมและปรับปรุงแนวกองหินเพิ่มเติมอีกหลายครั้ง ปัจจุบันอัตราการกัดเซาะบริเวณดังกล่าวลดลง แต่บริเวณข้างเคียงยังมีการกัดเซาะเช่นเดิม อย่างไรก็ตามกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง (littoral drift) ได้พัดพาทรายที่ถูกกัดเซาะไปที่ทับถมบริเวณใต้แนวกระแสน้ำ ทำให้ชายฝั่งบริเวณถัดออกไปมีพื้นที่เพิ่มขึ้น การกัดเซาะและการทับถมเช่นนี้เกิดขึ้นสลับกันไปตลอดแนว ทำให้พื้นที่ส่วนสุดท้ายที่ปลายแหลมได้รับทรายเพิ่มขึ้นทุกปี โดยระหว่าง ปี 2512-2545 แหลมมีความยาวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยปีละ 30 เมตร แต่หลังจากการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นบริเวณใกล้ปลายแหลมทำให้อัตราการงอกของแหลมลดลงรวมทั้งทำให้รูปลักษณะของปลายแหลมเปลี่ยนไปจากเดิม

5) วิเคราะห์ประสิทธิภาพและผลกระทบจากสิ่งก่อสร้างป้องกันชายฝั่ง

(1) ชายฝั่งแหลมโพธิ์

การกัดเซาะและการทับถมบริเวณแหลมโพธิ์ เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงไปในแต่ละปีต่อเนื่องกัน บริเวณที่มีการกัดเซาะรุนแรงกว่าบริเวณอื่นๆ ได้แก่บริเวณบ้านตาโละสะมิแล ระยะทางประมาณ 2 กิโลเมตร จุดที่กระทบมากและมีการสร้างสิ่งก่อสร้างป้องกันชายฝั่งได้แก่บริเวณด้านตะวันออกของหมู่บ้านตาโละสะมิแล ตรงส่วนโค้งด้านนอกของแหลมและเป็นบริเวณที่แคบสุดของแหลม สภาพเดิมก่อนมีการสร้างถนน ทรายที่ถูกกัดเซาะถูก

คลื่นทะเลพัดสาดข้ามมาทับถมด้านในของแหลม ซึ่งเป็นป่าชายเลน ค่อยๆ ล่มตายไปเรื่อยๆ การทับถมของทรายด้านในของแหลมทำให้ส่วนแคบสุดนี้คงสภาพอยู่ได้ แม้ว่าด้านนอกของแหลมมีการกัดเซาะเพิ่มขึ้นทุกปี ราวปี 2533 มีการปรับพื้นถนนเดิมให้สูงขึ้นโดยการถมดินและหินคลุก ทำให้การกัดเซาะบริเวณดังกล่าวรุนแรงขึ้นอีก ทรายจากพื้นที่ทะเลถูกคลื่นซัดขึ้นมาถมผิวถนนในช่วงฤดูมรสุม จึงต้องมีการปรับระดับผิวถนนให้สูงขึ้นอีกหลายครั้ง ในปี 2539 มีการวางแนวกองหินระยะทางประมาณ 200 เมตร เมื่อใช้มาระยะหนึ่งจึงมีการเสริมกองหินให้แข็งแรงมากขึ้นและปูทับด้วยตาข่ายโลหะตลอดแนวกองหินดังกล่าว ปัจจุบันทางราชการได้ปรับผิวทางเป็นถนนลาดยาง แต่ในปีที่คลื่นลมแรงยังคงมีการกัดเซาะเสียหาย ต้องซ่อมแซมอยู่เสมอ นอกจากนั้นยังพบบริเวณที่มีการกัดเซาะใหม่ ห่างจากจุดเดิมไปทางปลายแหลม กระบวนการกัดเซาะเกิดขึ้นเช่นเดียวกับบริเวณบ้านตาโละสะมิแล การกัดเซาะเริ่มมาถึงถนนที่ไปสู่ปลายแหลม ปัจจุบันยังไม่มีมาตรการป้องกันการกัดเซาะบริเวณดังกล่าว

บริเวณปลายแหลมโพธิ์ซึ่งได้สร้างรอกันคลื่นจำนวน 1 ตัว ยื่นไปในทะเลระยะทาง 300 เมตร เมื่อปี 2539 หลังจากนั้นมึทรายถูกคลื่นถอยมายาทับถมบริเวณชายฝั่งเหนือรอกเพิ่มขึ้นทุกปี ปัจจุบันทรายได้ทับถมเต็มจนล้นแนวรอก เกิดเป็นแหลมใหม่บริเวณปลายรอกระยะทางประมาณ 500 เมตร ส่วนปลายแหลมเดิมมีการกัดเซาะจนเปลี่ยนรูปไปจากเดิม ผลจากการไม่มีทรายใหม่ไปชดเชยทำให้แนวสนทะเลถูกกัดเซาะล้มตายเป็นจำนวนมาก ป่าชายเลนบางส่วนโดยเฉพาะต้นโกงกางที่เจริญเติบโตได้ดีด้านในของปลายแหลมก็ล้มตายไปเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันปลายแหลมโพธิ์จึงมีรูปลักษณะและขนาดผิดไปจากปกติที่เป็นสันดอนจะงอยรูปโค้งตามกระแสน้ำชายฝั่ง ความกว้างของแหลมที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากมีทรายมาสะสมจำนวนมากบริเวณรอกันคลื่น ทำให้ปลายแหลมมีขนาดโตผิดปกติ การกัดเซาะบริเวณตอนกลางของแหลมก่อนถึงแนวกองทรายจึงรุนแรงขึ้นกว่าเดิม เพราะกระแส

น้ำและคลื่นถ่ายพลังงานไปยังปลายแหลมซึ่งอยู่ใต้กระแสน้ำได้น้อยกว่าเดิม เป็นสาเหตุเกิดพื้นที่กัดเซาะใหม่บริเวณตอนกลางของแหลมที่ปรากฏในปัจจุบัน



ภาพเขื่อนกันทรายและปลายแหลมที่เกิดขึ้นใหม่



ภาพการกัดเซาะบริเวณปลายแหลมเดิม

(2) ชายฝั่งบางตาวา

การก่อสร้างทางวิศวกรรมเพื่อป้องกันร่องน้ำและชายฝั่งในพื้นที่ตำบลบางตาวา เริ่มขึ้นเมื่อ ปี 2526 เมื่อชายฝั่งบางตาวาถูกกัดเซาะรุนแรงมาอย่างต่อเนื่อง ทางราชการจึงได้จัดวางกองหินตลอดแนวชายฝั่งประมาณ 400 เมตร สามารถป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งและชะลอความแรงของคลื่นได้ระดับหนึ่ง แต่การกัดเซาะที่ฐานของกองหินเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะใน

ช่วงมรสุมที่มีคลื่นลมแรง ทำให้กองหินทรุดต่ำลงเรื่อยๆ และคลื่นซัดข้ามกองหินไปกัดเซาะชายฝั่งเช่นเดิมอีก ในปี 2539 จึงได้สร้างแนวกำแพงคอนกรีตตามแนวกองหินเดิมและปรับปรุงพื้นที่หลังกำแพงเป็นถนน แต่เมื่อใช้มาระยะหนึ่ง การกัดเซาะส่วนฐานก็เกิดขึ้นอีก โดยเฉพาะในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งแต่เดือนตุลาคม-มกราคม เป็นช่วงเวลาที่คลื่นลมแรง กำแพงบางส่วนทรุดตัวและแตกร้าวเพิ่มขึ้นทุกปี จากการสัมภาษณ์ประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณริมทะเลหลังแนวกำแพงดังกล่าว ระบุว่ากำแพงป้องกันคลื่นที่สร้างขึ้น ไม่สามารถป้องกันคลื่นในฤดูมรสุมได้ น้ำทะเลถูกคลื่นซัดข้ามแนวกำแพงสูงถึง 2-3 เมตร ไปถึงบ้านเรือนของชาวบ้าน ทำให้ไม่สามารถอยู่อาศัยได้ในช่วงเวลาที่คลื่นลมแรง

ปี 2544 มีการปรับปรุงแนวกำแพงป้องกันแนวชายฝั่งใหม่โดยปรับแนวกำแพงให้ลาดเอียง เพื่อลดการปะทะโดยตรงของคลื่นและวางแท่งคอนกรีตสามขาเรียงซ้อนกัน 5 แถวบริเวณด้านหน้ากำแพงที่ติดกับทะเล โดยแท่งคอนกรีตถูกวางในแนวตั้งชิดกำแพง 2 แถวและวางแนวเอียงเพื่อรับกระแสคลื่นด้านนอก 3 แถว โดยดำเนินการในระยะแรกระยะทางประมาณ 200 เมตรหน้าหมู่บ้านบางตาวา เฉพาะบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นลมรุนแรงที่สุดก่อน ต่อมาเมื่อเห็นว่าเป็นผลดีจึงวางคอนกรีตสามขาหน้ากำแพงเพิ่มอีกเป็นระยะทาง 200 เมตร และ 400 เมตร ตามลำดับ จากการศึกษาพบว่า คอนกรีตสามขา ขนาดความสูง 1.25 เมตร น้ำหนักประมาณ 2 ตัน เมื่อวางเรียงซ้อนกันหลายแถวจะช่วยดูดซับแรงคลื่น ทำให้คลื่นสลายตัวไปหรือไม่ก็ลดขนาดลง จากคลื่นขนาดใหญ่เหลือเพียงคลื่นขนาดเล็กที่ไม่สามารถข้ามแนวกำแพงไปได้ จึงเป็นที่ยอมรับของชาวบ้านและใช้งานมาจนถึงปัจจุบัน

อย่างไรก็ตาม พื้นที่ชายฝั่งเมื่อสิ้นสุดแนวกำแพงที่สร้างขึ้น ยังคงมีการกัดเซาะบริเวณท้ายกระแสน้ำ (downdrift erosion) ทิศตะวันตกของแนวเขื่อน มีการกัดเซาะเป็นระยะทางประมาณ 1.5 กิโลเมตร ในระยะ 500 เมตรแรก

การกัดเซาะรุนแรงมากกว่าบริเวณอื่น เมื่อห่างออกไป การกัดเซาะลดลงเป็นลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากการสร้างหรือเชื่อมกันทรายเพิ่มขึ้นอีกจำนวน 3 ตัว ส่วนบริเวณใกล้แนวเขื่อนที่มีการกัดเซาะรุนแรงนั้น เนื่องจากไม่มีสิ่งก่อสร้างป้องกันชายฝั่ง คลื่นลมจึงเข้ากระทำอย่างรุนแรง แต่เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นที่สาธารณประโยชน์ไม่มีการตั้งบ้านเรือนจึงไม่กระทบต่อประชาชนยกเว้นการสูญเสียที่ดินและป่าชายเลนบางส่วนที่ชาวบ้านเคยปลูกไว้



ภาพการป้องกันชายฝั่งที่บางตา

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

พื้นที่ชายฝั่งทะเล เป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยกระบวนการชายฝั่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ การศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม แผนที่ภูมิประเทศ แผนที่ดินและการสำรวจภาคสนาม ทำให้สามารถจำแนกหน่วยธรณีสัณฐานชายฝั่งที่เกี่ยวข้องกับการกระทำของทะเลและกระบวนการชายฝั่งรวม 5 หน่วย คิดเป็นพื้นที่ 507.90 ตารางกิโลเมตรหรือร้อยละ 59.30 ของพื้นที่ศึกษา การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-7 ปี 2545 เปรียบเทียบกับภาพถ่ายทางอากาศ ปี 2529 และ 2512 พบว่าชายฝั่งทะเลบริเวณต่างๆของอ่าวปัตตานีมีการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกันไป โดยระหว่าง ปี 2512-2545 พื้นที่ชายฝั่งมีพื้นที่บวมรวม 8.385 ตาราง

กิโลเมตร พื้นที่กัดเซาะรวม 3.342 ตารางกิโลเมตร การเปลี่ยนแปลงสุทธิมีพื้นที่เพิ่มขึ้น 5.043 ตารางกิโลเมตร หรือเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.153 ตารางกิโลเมตรต่อปี โดยระหว่าง ปี 2529-2545 มีอัตราการเปลี่ยนแปลงสุทธิเพิ่มขึ้นสูงกว่า ระหว่าง ปี 2512-2529 ส่วนหนึ่งเป็นผลจากการสร้างเขื่อนกั้นทรายที่ปลายแหลมโพธิ์ และการทิ้งตะกอนจากการขุดลอกร่องน้ำปากแม่น้ำปัตตานี ที่มีการดำเนินการระหว่าง ปี 2539-2540 รวมทั้งการป้องกันชายฝั่งที่มีการกัดเซาะสูงที่ตาโละสะมิแล และบางตาวาตั้งแต่ปี 2539 เป็นต้นมา เขื่อนป้องกันชายฝั่งที่สร้างขึ้น ช่วยให้มีการสะสมตะกอนเหนือเขื่อนและป้องกันการกัดเซาะบริเวณนั้นๆได้ แต่ก็มีผลให้บริเวณข้างเคียงมีการกัดเซาะเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะบริเวณท้ายกระแสน้ำที่ไม่ได้รับตะกอนจากการเคลื่อนย้ายไปสะสม

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลแต่ละบริเวณที่มีความแตกต่างกันไปตามตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ทิศทางของคลื่น และกระแสน้ำที่มากกระทำกับชายฝั่ง ลักษณะทางกายภาพของชายฝั่งแต่ละบริเวณ รวมทั้งการก่อสร้างสิ่งป้องกันชายฝั่งและกิจกรรมของมนุษย์ที่เกี่ยวข้อง การศึกษาวิจัยเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ จึงควรดำเนินการอย่างต่อเนื่อง มีระเบียบวิธีวิจัยที่ดีและกำหนดพื้นที่วิจัยครอบคลุมหน่วยพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ (Geographical Unit) เช่น อ่าว แหลม ทะเลสาบ ชะวากทะเล หมู่เกาะ ฯลฯ แทนการศึกษาเฉพาะจุดหรือบริเวณที่มีปัญหา ทั้งนี้เพื่อให้มีข้อมูลที่ดีสำหรับการวางแผนป้องกันชายฝั่งทั้งระบบ และสามารถกำหนดแผนการใช้ที่ดินชายฝั่งทะเลได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. 2002. ภาพถ่ายดาวเทียมชายฝั่งทะเลจังหวัดปัตตานี **LANDSAT-7. MOSAIC IMAGE 2002**. กรุงเทพฯ : กรมทรัพยากรธรณี. 2545. รายงานวิชาการเรื่องการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย. กรุงเทพฯ : กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี .
- คณิต ไช้มุกต์, ครอบชัย หัตถา, นัยนา ศรีชัย , นุกุล รัตนดากุล และ สุนันท์ทิรา นิลแจ้ง. 2541. แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งรอบอ่าวปัตตานี. ปัตตานี : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ครอบชัย หัตถา. 2531. “ข้อสังเกตและการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงทางธรณีสัณฐานวิทยาของพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคใต้ของประเทศไทย”, **วารสารภูมิศาสตร์ สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย**. 13 (1) มีนาคม, 35-40.
- จักรกริส กลีสวรรณ, ดนุพล ตันนโยภาส และเขาวน ยงเฉลิมชัย. 2545. “การประยุกต์ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเลในภาคใต้ตอนล่างของประเทศไทย (ปัตตานีและนราธิวาส)”, **วารสารปาริชาติ**. 15 (1) เมษายน-กันยายน, 17-28.
- ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล. 2550. **มติชน**. วันที่ 24 มกราคม 2550. หน้า 33.
- นวรรตน์ ไกรพานนท์. 2544. “การจัดการชายฝั่งทะเล : ปัญหาแนวทางการจัดการ”, **วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ**. 17 (1) ธันวาคม, 23-55.
- ไพบูลย์ ประโมจณีย์ และคณะ. 2524. รายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างธรณีสัณฐานและดินจังหวัดปัตตานี. กรุงเทพฯ : กรมพัฒนาที่ดิน.
- สุกรานต์ โรจนไพรวงศ์. 2544. **สถานการณ์สิ่งแวดล้อมไทย 2542- 2543**. กรุงเทพฯ : อัมรินทร์ พรินตติ้ง แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ. 2533. “การกัดเซาะชายฝั่ง”, **วารสารภูมิศาสตร์**

- สมาคมภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย**. 15 (2) กรกฎาคม, 321- 337. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2531. **รายงานการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง**. กรุงเทพฯ : ฝ่ายวิเคราะห์ทรัพยากรสิ่งแวดล้อมจากภาพถ่าย.
- Abbot , Patrick L. 2004. **Natural Disastere**. New York : McGraw – Hill Companies.
- Chernicoff , Stanley and Donna Whitney. 2007. **Geology : An Introduction to Physical Geology**. New Jersey : Pearson Education, Inc.
- Garrison, Tom. 2007. **Oceanography : An Invitation to Marine Science**. Belwont : Thomson Brooks/cole.