

การประยุกต์ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล เพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงของ แนวชายฝั่งในภาคใต้ตอนล่าง ประเทศไทย (ปัตตานีและนราธิวาส)

Application of Remote Sensing Data for Coastline Change Monitoring in Lower Southern Thailand (Pattani and Narathiwat)

จักรกริส กสิสุวรรณ¹, ดนุพล ตันนโยภาส² และ เขาว์น ยงเฉลิมชัย³

บทคัดย่อ

การประยุกต์เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อเฝ้าติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง ตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึงปากน้ำตาไก๊ จังหวัดนราธิวาส รวมเป็นระยะทาง 154 กิโลเมตร ด้วยวัตถุประสงค์ที่สำคัญคือ ข้อมูลภาพเชิงตัวเลขของดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM จำนวน 2 ช่วง เวลา (ปี พ.ศ.2531 และ ปี พ.ศ. 2540-2541)

ด้วยการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขจากภาพสีผสมช่วงคลื่น 1, 5 และ 4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) ที่ผ่านเทคนิคการยืดภาพโดยวิธีการยืดภาพแบบชี้กำลัง (Exponential Stretching) พบว่าขอบเขตแนวชายฝั่งมีความชัดเจนกว่าภาพสีผสมอื่นๆ จากนั้น จำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับด้วยวิธี Isodata Clustering และ K-mean Clustering และเพิ่มความถูกต้องของขอบแนวชายฝั่งด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ซึ่งวิธี Maximum

¹ วท.ม. (การจัดการสิ่งแวดล้อม) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

² Ph.D. (Applied Geology) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเหมืองแร่และวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

³ Docteur de l'INA-PG (Remote Sensing) ภาควิชาธรณีศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Likelihood Classification เป็นวิธีที่ได้ผลดีที่สุด สำหรับการคำนวณพื้นที่การเปลี่ยนแปลง ด้วยการแปลงข้อมูลแนวชายฝั่ง ในรูปของข้อมูลเชิงภาพ (Raster data) เป็นข้อมูลเชิงทิศทาง (Vector data)

โดยการเปรียบเทียบแนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียมระหว่าง ปี พ.ศ.2531 กับ ปี พ.ศ.2540-41 พบพื้นที่การเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่ประมาณ 4.64 ตารางกิโลเมตร ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่กัดเซาะ 1.82 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ทับถม 2.82 ตารางกิโลเมตร

จากการสำรวจภาคสนามพบพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเด่นชัด 5 บริเวณ ประกอบด้วย บริเวณแหลมโพ บริเวณหาดบางมะรวด บริเวณปากน้ำสายบุรี บริเวณปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว และบริเวณคาบสมุทรตากใบ ถึงปากน้ำตากใบ โดยเฉพาะสันดอนจะงอยทรายแหลมโพที่ยื่นออกมาในอัตราประมาณ 50 เมตรต่อปี และบริเวณพื้นที่แนวชายฝั่งอื่นๆ ที่ได้รับการบกรวมจากสภาวะทางสมุทรศาสตร์

สาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งสามารถแยกออกได้ 2 ประการ ประการแรก คือ จากสิ่งก่อสร้างของมนุษย์ ประการต่อมาคือ สภาพแวดล้อมธรรมชาติ เช่น กระแสน้ำเลียบชายฝั่ง กระแสนม คลื่นตลอดจนลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นต้น

บทนำ

แนวชายฝั่ง (Coastline) เป็นพื้นที่รอยต่อระหว่างทะเลกับแผ่นดินที่มีลักษณะรูปแบบธรณีสัณฐานเฉพาะ สภาพทางธรณีสัณฐานแนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ทั้งสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการกระทำธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์

พื้นที่ชายฝั่งตะวันออกตอนล่างของภาคใต้โดยเฉพาะชายฝั่งจังหวัดสงขลา ปัตตานีและนราธิวาสเป็นพื้นที่ที่สำคัญและอยู่ในเขตสามเหลี่ยมเศรษฐกิจ (Indonesia-Malaysia-Thailand Growth Triangle: IMG-GT) ที่มีศักยภาพในการพัฒนาและวางแผนยุทธศาสตร์ทางเศรษฐกิจสูง โดยเฉพาะการพัฒนาเป็นศูนย์กลางเส้นทางคมนาคมขนส่งทางน้ำที่จะเปิดสู่ฐานน้ำสากลในอนาคต (สุวิทย์ วิบุลย์เศรษฐ์, 2539)

เทคนิคการรับรู้จากระยะไกล (Remote sensing) เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งได้อย่างทันสมัยทั้ง ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลารวมทั้งมีความถูกต้องในระดับที่สามารถยอมรับได้ ทำสามารถติดตามรายงานและประเมินผลการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง อันมีผลต่อการตัดสินใจและวางแผนในการใช้ที่ดินบริเวณแนวชายฝั่งได้อย่างถูกต้องในอนาคต

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของธรณีสัณฐานแนวชายฝั่ง ด้านอ่าวไทยในปัจจุบัน ตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึง ปากแม่น้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส อันมีผลมาจากปรากฏการณ์ธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์
2. เพื่อศึกษาเทคนิคของการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบเบ็ดเสร็จที่เหมาะสมต่อการประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งพื้นที่ดังกล่าว

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึงปากแม่น้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส รวมระยะทาง 154 กิโลเมตร (ภาพประกอบ 1) ในการวิจัยได้ใช้ข้อมูล

ภาพประกอบ 1 ภาพแสดงบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งอย่างชัดเจน

วัสดุและอุปกรณ์

1. ข้อมูลเชิงตัวเลข (Digital data) ของภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ Thematic Mapper: TM บรรจุในกล่องเทปขนาด 8 มิลลิเมตร เก็บในรูปของ BIL (Band interleaved by line) ดังรายการในตาราง 1

ตาราง 1 คุณลักษณะของข้อมูลดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ที่ได้นำมาศึกษา

ชุดภาพ (Scene)	แนว/ แถว	วันที่บันทึก	จำนวน ช่วงคลื่น	ปริมาณเมฆ				เวลาบันทึก ภาพ
				Q1	Q2	Q3	Q4	
ปัตตานี	128/55	20 เมษายน 2541	7	7	9	3	1*	15.08 น.
		29 กรกฎาคม 2531		5	9	8	2*	15.01 น.
ปัตตานี	127/55	28 พฤษภาคม 2540	7	6	9	0*	3	14.52 น.
		7 สิงหาคม 2531		4	3	0*	2	14.55 น.
นราธิวาส	127/56	28 พฤษภาคม 2540	7	0*	0	2	3	14.53 น.
		7 สิงหาคม 2531		0*	0	1	1	14.55 น.

หมายเหตุ * หมายถึงตำแหน่งของพื้นที่ที่ทำการศึกษา

2. คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการแม่ข่าย Windows NT Server and Workstation พร้อมคอมพิวเตอร์ลูกข่าย PC Pentium 166 MMX

3. โปรแกรมประมวลผลภาพเชิงตัวเลข โปรแกรม INTERGRAPH ประกอบด้วยชุดคำสั่ง

- ชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MGE Base Imager (MBI)
- ชุดคำสั่งส่วนจำเพาะ MGE Advance Imager (MAI)

4. อุปกรณ์แสดงผลการพิมพ์ ได้แก่

- เครื่องพิมพ์ภาพสี (Printer) Hewlett Packard Deskjet รุ่น 1600 และ 692C

5. อุปกรณ์อื่น ๆ ประกอบการวิจัย

- เครื่องกวาดภาพสี Hewlett Packard ScanJet 4c ขนาด A4
- เครื่องอ่านเทปแม่เหล็กขนาด 8 มิลลิเมตร ยี่ห้อ Exabyte
- ชุดเครื่องมือหาพิกัดทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (GPS) ยี่ห้อ Trimble

วิธีการประมวลผลภาพเชิงตัวเลข

1. การพิจารณาช่วงคลื่นและเทคนิคการเน้นภาพ

การพิจารณาช่วงคลื่นจาก 7 ช่วงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ TM ซึ่งในแต่ละช่วงคลื่นมีคุณสมบัติการตรวจจับที่แตกต่างกัน สำหรับการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งพบว่าช่วงคลื่น 1-5-4 (น้ำเงิน-เขียว-แดง) ที่ผ่านเทคนิคการเน้นภาพด้วยวิธีการยืดภาพแบบชี้กำลัง (Exponential stretching) สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างหาดทรายและน้ำได้ดีที่สุด (Lillesand and Kiefer, 1994) โดย

ช่วงคลื่นที่ 1 ให้รายละเอียดของหาดทราย จะปรากฏเป็นสีขาว

ช่วงคลื่นที่ 5 ให้รายละเอียดของความชื้นของพื้นดิน จะปรากฏเป็นสีเขียว
ช่วงคลื่นที่ 4 ให้รายละเอียดของพืชพรรณ จะปรากฏเป็นสีแดง และรายละเอียดของน้ำ
จะปรากฏเป็นสีดำเพราะน้ำดูดซับรังสีทุกช่วงคลื่น

2. การปรับแก้เชิงเรขาคณิต

การปรับแก้เชิงเรขาคณิตสามารถทำได้โดยการกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point: GCP) เช่น จุดตัดของถนน สะพาน เป็นต้น ให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษามากที่สุดบนภาพถ่ายเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลา พร้อมปรับแก้ด้วยวิธีแบบ Cubic convolution ที่ให้ความถูกต้องสูงสุด (Intergraph, 1994) แต่ก็ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนในระดับที่ยอมรับได้ดังตารางที่ 2

ตาราง 2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนของการปรับแก้เชิงเรขาคณิตของภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 2 ช่วงเวลา

ชุดภาพ	จำนวนจุด GCP	ค่าความคลาดเคลื่อน มาตรฐาน (จุดภาพ)	ความคลาดเคลื่อน (เมตร)
ปัตตานี (128/55)	18	0.529	15.87
ปัตตานี (127/55)	22	0.413	12.39
นราธิวาส (127/56)	26	0.516	15.48

หมายเหตุ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน=1 หมายถึง ความคลาดเคลื่อนขนาด 1 จุดภาพ (30x30ตารางเมตร)

3. การจำแนกประเภทข้อมูล

ด้วยการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับ (Unsupervised classification) ของภาพถ่ายดาวเทียมโดยโปรแกรม INTERGRAPH ที่จัดกลุ่มข้อมูล (class) ตามลักษณะรังสีสัญญาณภาพที่ได้รับออกเป็นกลุ่มข้อมูลคร่าวๆ พบว่าการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธี Isodata clustering สามารถจำแนกหาทรายได้ดีกว่าการจัดกลุ่มด้วยวิธี K-mean clustering เมื่อพิจารณาจากค่า J-M Distance ที่เข้าใกล้ 2 มากกว่า (Intergraph, 1995) ดังตาราง 3

หลังจากนั้นเพื่อเพิ่มความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลจึงนำภาพถ่ายมาจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ (Supervised classification) อีกครั้งหนึ่ง โดยการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training area) พร้อมพิจารณากลุ่มข้อมูลที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับประกอบไปด้วย ซึ่งพบว่าการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับด้วยวิธี Maximum Likelihood Classification ให้ค่าความถูกต้องมากกว่าวิธี Parallelepiped Classification และ Minimum Distance Classification โดยพิจารณาจากจำนวนร้อยละของค่าความถูกต้องเฉลี่ย (Average accuracy) และค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall accuracy) ในตารางเมทริกซ์ความผิดพลาด (Campbell, 1987 and Intergraph, 1995) ดังตาราง 4

ตาราง 3 แสดงค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance ของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบไม่กำกับ

ชุดภาพ (Scene)	แนว/ แถว	ค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance ของวิธี K-mean Clustering		ค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance ของวิธี Isodata Clustering	
		ภาพถ่าย ปี พ.ศ.2540-41	ภาพถ่าย ปี พ.ศ.2531	ภาพถ่าย ปี พ.ศ.2540-41	ภาพถ่าย ปี พ.ศ.2531
ปัตตานี	128/55	1.877	1.885	1.933	1.922
ปัตตานี	127/55	1.816	1.846	1.908	1.904
นราธิวาส	127/56	1.851	1.841	1.915	1.904

หมายเหตุ ค่าระยะทางเฉลี่ย J-M Distance มีค่าระหว่าง 0.0-2.0 (Intergraph, 1995) โดยมีเกณฑ์ดังนี้
ค่า J-M Distance = 2.0 หมายถึง กลุ่มของข้อมูลแยกออกจากกันอย่างสมบูรณ์
ค่า J-M Distance ≤ 1.4 หมายถึง กลุ่มของข้อมูลยังมีการซ้อนทับหรือปะปนกัน

ตาราง 4 ตารางแสดงจำนวนร้อยละของค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ
ในภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.2540-2541

ชุดภาพ		วิธีการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ					
		Minimum Distance		Parallelepiped		Maximum Likelihood	
		AA (%)	OA (%)	AA (%)	OA (%)	AA (%)	OA (%)
ชุดภาพ	ปัตตานี (128/55)	80.36%	87.06%	10.51%	7.91%	88.95%	91.81%
	ปัตตานี (127/55)	87.80%	88.55%	62.04%	46.48%	90.72%	90.49%
	นราธิวาส (127/56)	78.81%	74.66%	49.73%	53.32%	83.66%	82.72%
	ค่าเฉลี่ย	82.32%	83.42%	40.76%	35.90%	87.78%	88.34%

หมายเหตุ AA (%) = Average accuracy (%) OA (%) = Overall accuracy (%)

4. การแปลงข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง

หลังจากการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับ ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มข้อมูลเป็นกลุ่มๆ ลักษณะเนื้อเอกพันธ์ (Homogeneous) ตามค่าการสะท้อนแสงที่ใกล้เคียงกัน จากนั้นนำภาพที่ได้มาผ่านเทคนิคการกรองภาพแบบการกรองภาพเปลี่ยนน้อย (Low Pass Filtering : LPF) ขนาดหน้าต่างกรองภาพ 11x11 เพื่อให้ได้ภาพที่มีความต่อเนื่องของจุดภาพ แต่กลุ่มข้อมูลยังอยู่ในรูปของข้อมูลเชิงภาพ

(Raster data) ที่ไม่สามารถนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ จึงจำเป็นต้องแปลงข้อมูลจากข้อมูลเชิงภาพเป็นข้อมูลเชิงทิศทาง (Vector data) เพื่อให้ได้ขอบแนวชายฝั่งจากภาพถ่ายดาวเทียม ปี พ.ศ.2531 และ ปี พ.ศ.2540-41 หลังจากนั้นจึงนำเส้นขอบแนวชายฝั่งทั้ง 2 ช่วงเวลา มาซ้อนทับกัน และผนึกเส้นขอบแนวชายฝั่งทั้ง 2 ช่วงเวลาเข้าด้วยกันเกิดเป็นพื้นที่รูปปิด ที่เกิดจากการเหลื่อมล้ำกันของเส้นขอบแนวชายฝั่งทั้ง 2 ช่วงเวลา เพื่อให้สามารถคำนวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงต่อบนชุดคำสั่งส่วนจำเพาะโอราเคิล

ผลการศึกษา

ตลอดแนวชายฝั่งตั้งแต่แหลมโพถึงปากน้ำตากใบ รวมระยะทาง 154 กิโลเมตร พบการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่ 4.64 ตร.กม. โดยเป็นพื้นที่การกัดเซาะ 1.82 ตร.กม. (ร้อยละ 39.22) และพื้นที่ทับถม 2.82 ตร.กม. (ร้อยละ 60.78) ซึ่งมี 5 บริเวณที่น่าสนใจ (ภาพประกอบ 1) เพราะเป็นบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจนและมีความสำคัญต่อสังคมและเศรษฐกิจ ตลอดจนสิ่งแวดล้อมบริเวณดังกล่าว ดังสรุปไว้ในตาราง 5

ตาราง 1 บริเวณพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งอย่างชัดเจน

บริเวณ	ลักษณะของการเปลี่ยนแปลง/พื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง (ตารางกิโลเมตร)		
	การกัดเซาะ	การทับถม	รวม
1. แหลมโพ	0.15	0.53	0.68
2. หาดบางมะรวด	0.19	0.49	0.68
3. ปากน้ำสายบุรี	0.06	0.24	0.30
4. ปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว	0.04	0.17	0.21
5. คาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ	0.30	0.07	0.37
พื้นที่รวมทั้งหมด (5 บริเวณ)	0.74 (40.66%)	1.50 (53.19%)	2.24 (48.28%)
พื้นที่รวมตลอดแนวชายฝั่ง	1.82 (100%)	2.82 (100%)	4.64 (100%)

1. แหลมโพ อ.เมือง จ.ปัตตานี

แนวชายฝั่งบริเวณแหลมโพส่วนใหญ่มีลักษณะการยื่นตัวออก เนื่องจากการทับถมของตะกอนทราย ที่ถูกพัดพามากับกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง มีความกว้างมากที่สุด 342 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.22 ตารางกิโลเมตร และกัดเข้ามาตอนกลางของตัวแหลมโพก็มีการทับถมเป็นบางส่วนคิดเป็นพื้นที่ 0.21 ตารางกิโลเมตร มีความกว้างมากที่สุด 214 เมตร สำหรับส่วนของปลายแหลมโพมีลักษณะยื่นปลายออกและลงลงมาในทิศใต้ (230 องศา) เข้าหาอ่าวปากปัตตานีเป็นระยะทาง 499 เมตร คิดเป็นพื้นที่ที่ยื่นออก 0.06 ตารางกิโลเมตร พื้นที่มีความลาดชัน 2-4 องศา แต่สำหรับบริเวณแนวชายฝั่งด้านในของแหลมโพ (ด้านปากอ่าวปัตตานี) ลักษณะแนวชายฝั่งมีการกัดเซาะคิดเป็นพื้นที่รวม 0.08 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 2)

2. หาดบางมะรวด อ.ปานาเระ จ.ปัตตานี

แนวชายฝั่งบริเวณนี้เริ่มตั้งแต่แหลมบางมะรวดไปทางทิศตะวันตกจนถึงบริเวณบ้านปานาเระ เป็นระยะทาง 5,180 เมตร หลังจากการสร้างรอก (Groin) (กว้าง 5 ม.,ยาว 300 ม.) เพื่อป้องกันตะกอนทรายทับถมปิดปากคลอง

บางมะรวด มีผลต่อทิศทางการกระแสน้ำทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งเป็นระยะทาง 1,015 เมตร ลึก 247 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.19 ตารางกิโลเมตร และนำตะกอนไปทับถมบริเวณหาดชลาลัย บ้านปนากระเป็นระยะทาง 2,535 เมตร กว้างประมาณ 200-500 เมตร คิดเป็นพื้นที่รวม 0.49 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 3)

3. ปากน้ำสายบุรี อ.สายบุรี จ.ปัตตานี

จากการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่นบริเวณปากน้ำสายบุรี ทำให้เกิดการทับถมของตะกอนทรายบริเวณด้านขวาของเขื่อน ตั้งแต่หาดวาสกรี บ้านปากน้ำถึงบ้านบางตาหยาด เป็นแนวยาว 2,227 เมตร กว้าง 250 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.17 ตารางกิโลเมตร ส่วนแนวชายฝั่งบริเวณด้านซ้ายของเขื่อนตั้งแต่บริเวณบ้านบาโงถึงบ้านลุ่ม มีการกัดเซาะเป็นแนวยาว 1,528 เมตร ลึกเข้ามา 90 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.06 ตารางกิโลเมตร แม้จะมีการป้องกันโดยการสร้างกำแพงกันคลื่น (Seawall) ก็ยังไม่สามารถต้านทานความรุนแรงของคลื่นได้ นอกจากนี้ยังพบพื้นที่ทับถมบริเวณด้านซ้ายติดกับเขื่อนเป็นแนวยาว 497 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.07 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 4)

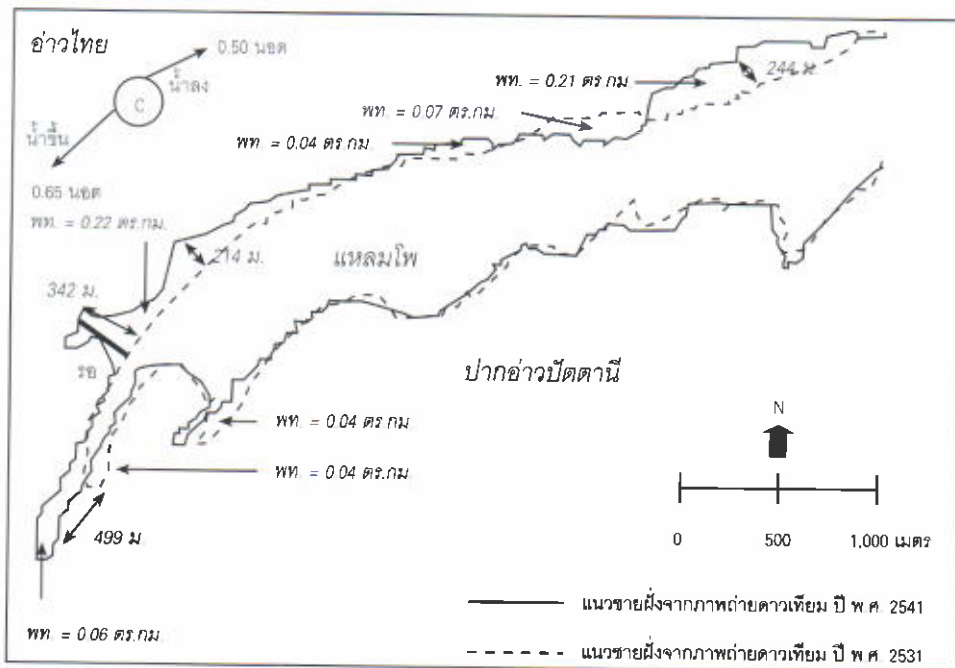
4. ปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว อ.เมือง จ.นราธิวาส

ลักษณะของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำบางนรามีความใกล้เคียงกับปากน้ำสายบุรี คือ มีการก่อสร้างเขื่อนกันทรายและคลื่น สภาพพื้นที่มีความลาดชัน 4-5 องศา พบการทับถมของตะกอนทรายทั้ง 2 ด้านของเขื่อน คือ ด้านขวาเป็นแนวยาว 834 เมตร กว้าง 210 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.12 ตารางกิโลเมตร ส่วนด้านซ้ายเป็นแนวยาว 934 เมตร กว้าง 84 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.04 ตารางกิโลเมตร นอกจากนี้บริเวณหาดนราทัศน์ถูกกัดเซาะจนเป็นรูปโค้ง คิดเป็นพื้นที่ 0.03 ตารางกิโลเมตร พื้นที่มีความลาดชัน 4-5 องศา

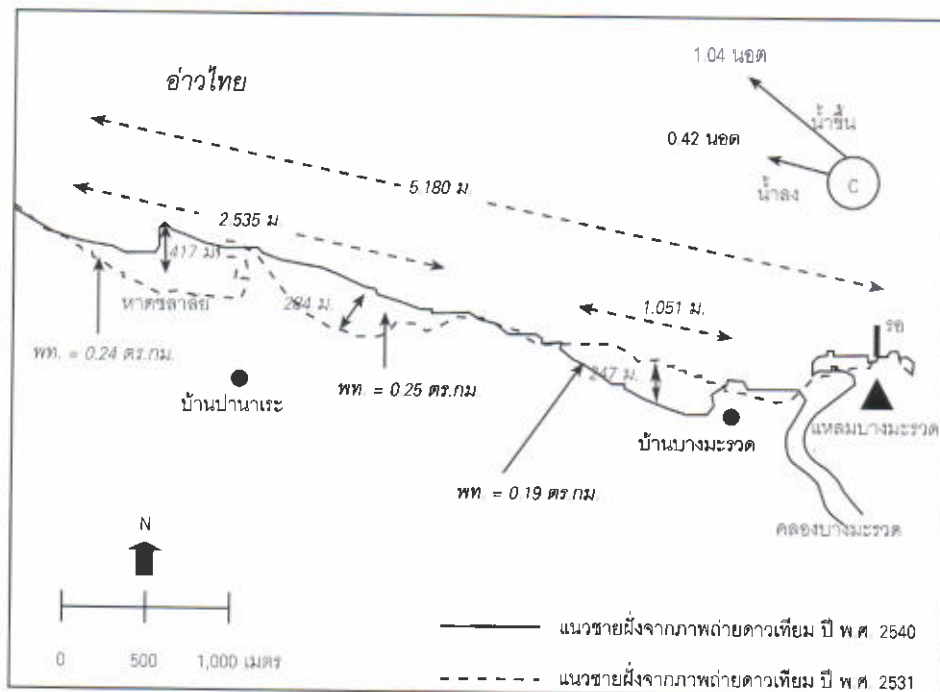
สำหรับบริเวณแนวชายฝั่งอ่าวมะนาว มีการกัดเซาะเป็นแนวยาว 538 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.01 ตารางกิโลเมตร พื้นที่มีความลาดชัน 4 องศา แต่บริเวณที่ติดกับเขาดันหยงมีการทับถมเป็นพื้นที่ 0.01 ตารางกิโลเมตร (ภาพประกอบ 5)

5. คาบสมุทรตากใบจนถึงปากน้ำตากใบ อ.ตากใบ จ.นราธิวาส

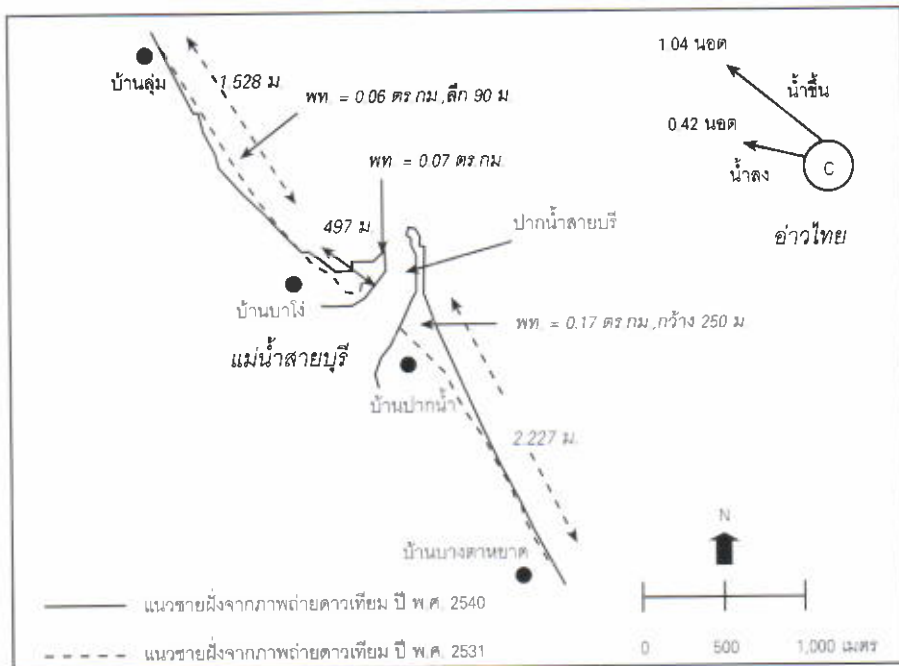
แนวชายฝั่งบริเวณนี้ตั้งแต่บ้านคลองตันถึงปากน้ำตากใบมีความยาว 12,435 เมตร โดยพบทั้งบริเวณที่เกิดการทับถมและการกัดเซาะ ซึ่งพื้นที่ที่เกิดการทับถมคิดเป็นพื้นที่รวม 0.07 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่ที่เกิดการกัดเซาะคิดเป็นพื้นที่รวม 0.30 ตารางกิโลเมตร โดยบริเวณที่มีการกัดเซาะมากที่สุดคือ บริเวณบ้านคลองตัน กัดเซาะลึกเข้ามา 108 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.12 ตารางกิโลเมตร ส่วนบริเวณปากน้ำตากใบ (ฝั่งประเทศไทย) ที่บ้านตาบา พบการกัดเซาะ 719 เมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.04 ตารางกิโลเมตร พื้นที่มีความลาดชัน 2 องศา (ภาพประกอบ 6)



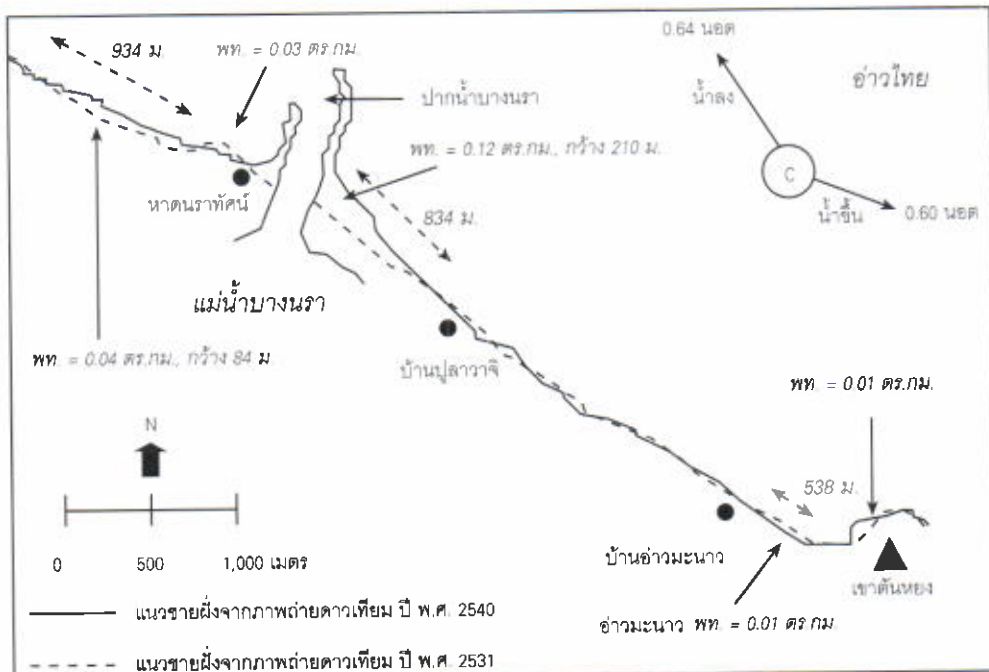
ภาพประกอบ 2 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณแหลมโพ



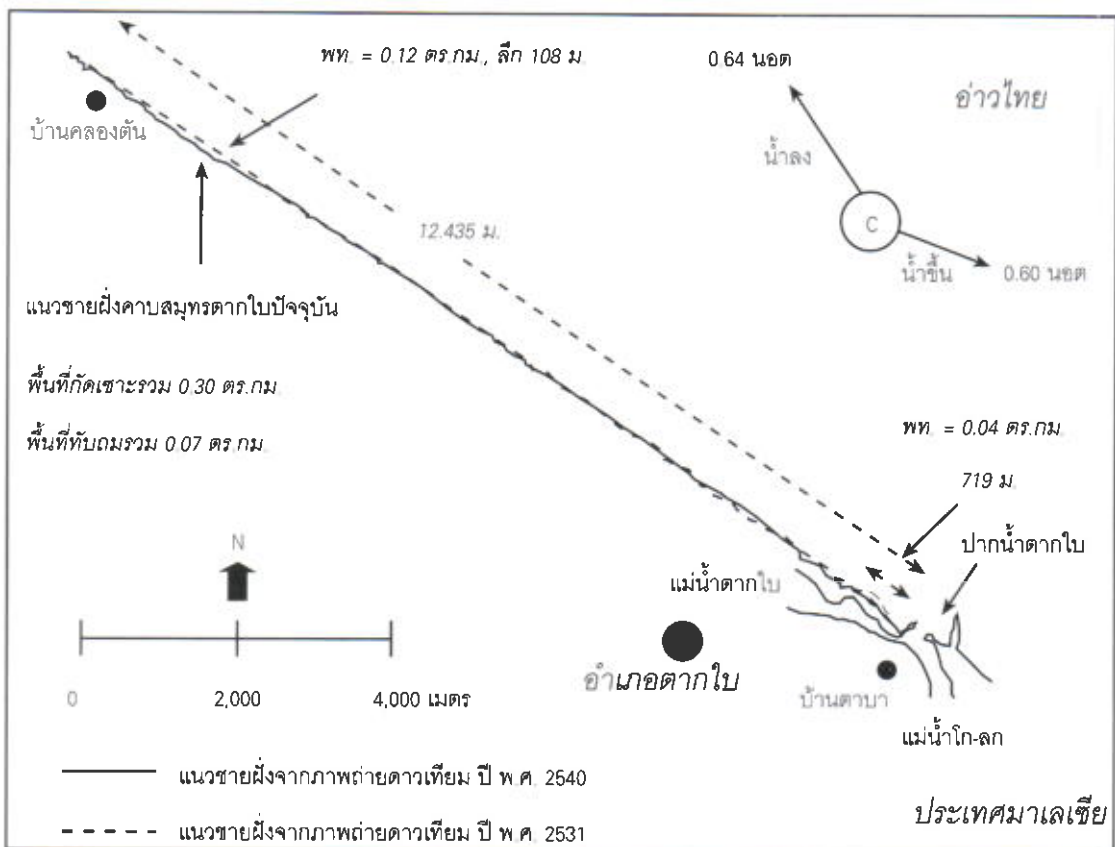
ภาพประกอบ 3 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณหาดบางมะหวด



ภาพประกอบ 4 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำสายบุรี



ภาพประกอบ 5 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว



ภาพประกอบ 6 การเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งบริเวณคาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ

สรุปผล

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี ถึงปากน้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพเชิงตัวเลขจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT-5 ระบบ Thematic Mapper: TM ระหว่างปี พ.ศ. 2531 และ พ.ศ. 2540-41 พบแนวชายฝั่งมีการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 4.64 ตารางกิโลเมตร โดยแยกเป็นพื้นที่กัดเซาะ 1.82 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 39.22 และพื้นที่ทับถม 2.82 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 60.78

พื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน 5 บริเวณ คือ บริเวณแหลมโพ บริเวณหาดบางมะรวด บริเวณปากน้ำสายบุรี บริเวณปากน้ำบางนราถึงอ่าวมะนาว และบริเวณคาบสมุทรตากใบถึงปากน้ำตากใบ ซึ่งสาเหตุหลักของการเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มาจากกระแสน้ำเลียงชายฝั่ง การก่อสร้างเขื่อนกันทราย ลักษณะคลื่น และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

เอกสารอ้างอิง

สุวิทย์ วิบุลย์เศรษฐ์. 2539. “โครงการสามเหลี่ยมเศรษฐกิจ”, รัฐสภาสาร. 44(สิงหาคม 2539), 1-12

Cambell, J.B. 1987. **Introduction to Remote Sensing**. United State of America : A Division of Guilford Publications, Inc.

Intergraph. 1995 **MGE Advanced Imager(MAI). User's Guide for the Windows NT Operating System**. Alabama : Intergraph Corporation.

_____. 1994 **MGE Base Imager(MBI). User's Guide for the Windows NT Operating System**. Alabama : Intergraph Corporation.

Lillesand, T.M. and Kiefer,.R.W. 1994. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 3rd ed. United States of America : John Wiley & Sons, Inc.