บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พื้นที่ชายฝั่งตั้งแต่แหลมผักเบี้ยจังหวัดเพชรบุรีถึงเขาตะเกียบจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ตั้งอยู่บริเวณอ่าวไทยตอนบนฝั่งตะวันตก เป็นบริเวณที่มีผู้ให้ความสนใจศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับชายฝั่งบริเวณนี้เป็นจำนวนมากจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากชายฝั่งบริเวณดังกล่าวมีความสำคัญต่อประเทศไทยทั้งในแง่นิเวศวิทยาและเศรษฐกิจ ในแง่นิเวศวิทยาคือชายฝั่งบริเวณนี้มีความอุดมสมบูรณ์ของสัตว์และพืชพรรณตามธรรมชาติทั้งบนบกและในน้ำ ส่วนในแง่เศรษฐกิจคือการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์เช่น การเกษตรกรรม การตั้งแหล่งชุมชน การตั้งโรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงการท่องเที่ยว เป็นต้น

โดยปกติชายฝั่งจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งแบบกัดเซาะและงอกยื่น ตามสมดุลธรรมชาติ กล่าวคือบางช่วงเวลาชายฝั่งในบางแห่งอาจมีการกัดเซาะเกิดขึ้น แต่ในเวลาต่อมาชายฝั่งแห่งนั้นก็จะมีการงอกยื่นของชายฝั่งแทนที่บริเวณที่ถูกกัดเซาะไป เพราะความพยายามที่จะกลับสู่สมดุลของชายฝั่งเดิมโดยธรรมชาติ แต่ในบางครั้งพบว่าชายฝั่งที่มีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเป็นการกัดเซาะหรืองอกยื่นไม่สามารถปรับสภาพกลับมารูปแบบเก่าได้ ด้วยเหตุผลจากภาวะที่อำนวยและปรากฏการณ์ธรรมชาติและหรือการกระทำจากมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นย่อมส่งผลกระทบต่อนิเวศวิทยาของชายฝั่งอย่างแน่นอน

ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาหาสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งและแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหา จากทั้งภาครัฐและเอกชนด้วยการใช้เทคนิคและวิธีการที่แตกต่างกันไป โดยอาศัยพื้นฐานการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยต่างๆ ที่น่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งร่วมด้วย

เอกสารกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 สาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่ง

ปัจจัยและกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการกัดเซาะชายฝั่งมีมากมาย เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนและบ่อยครั้งมากระทำร่วมกัน เราอาจจำแนกว่ามี 2 ชนิด

ตารางที่ 2.1 สาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่ง

สาเหตุโดยธรรมชาติ	สาเหตุโดยมนุษย์
-ระดับน้ำทะเลสูงขึ้น -การแปรผันของแหล่งที่มาของตะกอนสู่ชายฝั่ง -คลื่นพายุ -แรงชะล้างจากคลื่นและคลื่นพายุ -การทำให้ผิวหน้าชายหาดราบลง -การขนส่งตะกอนเลียบชายหาด -การคัดเลือก(sorting)ตะกอนชายหาด	-แผ่นดินทรุดเนื่องจากการขุดเจาะเอาทรัพยากรใต้ดิน เช่น น้ำ แร่ธาตุ มาใช้ -การกีดขวางตะกอนที่เดินทางอยู่ -ตะกอนที่เข้ามาชายฝั่งลดน้อยลง -การรวมตัวของพลังงานคลื่นบนชายหาด -การแปรผันของระดับน้ำทะเลได้เพิ่มมากขึ้น -การเปลี่ยนแปลงสิ่งกำบังฝั่งทะเลตามธรรมชาติ -การเคลื่อนย้ายตะกอนออกจากชายหาด

ที่มา : CERC, 1984

สาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่งมีอยู่หลายประการตามที่ยกตัวอย่างในตารางที่ 2.1 แต่การเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งแต่ละแห่งก็จะมีความแตกต่างกันไป ตามปัจจัยที่แวดล้อมและเกี่ยวข้องกับบริเวณนั้นๆ และการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งก็มักจะไม่ได้เกิดจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งเท่านั้น ส่วนใหญ่พบว่าแต่ละปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงมักจะมีความเกี่ยวข้องซึ่งกันและกัน ซึ่งจะกล่าวเป็นลำดับดังนี้

คลื่น

ความสามารถและอานาเขตที่คลื่นอาจกัดเซาะฝั่งทะเลขึ้นอยู่กับตัวแปร 3 ชุดด้วยกันดังนี้

1) สิ่งแวดล้อมของคลื่น ณ ฝั่งทะเลนั้น ๆ เช่น ทิศทางในแนวสัมผัสกับคลื่นที่เดินทางเข้ามาสู่ฝั่ง (orthogonal fetch direction) ความสูงของคลื่นอย่างมีในสำคัญ (significant wave-height) ความถี่ของเหตุการณ์ที่มีคลื่นใหญ่ เช่น คลื่นสึนามิเป็นต้น

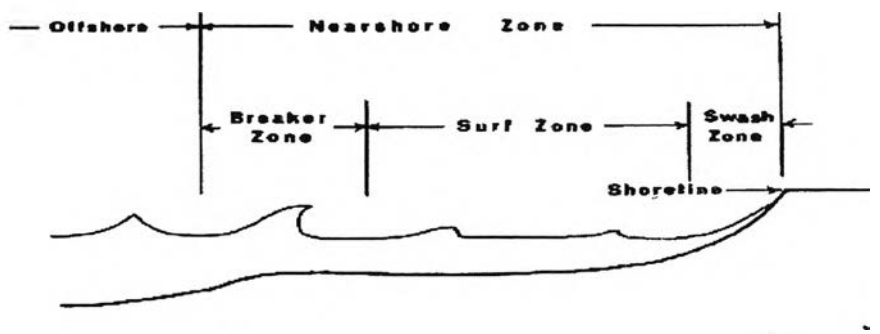
2) ธรณีวิทยาของฝั่งทะเล เรื่องนี้รวมถึงชนิดของหิน หรือศิลาวิทยา(lithology)โดยความแข็งและความซึมซับ (susceptibility) ในตัวของมันเองต่อกระบวนการกัดเซาะอย่างอยู่กับที่ (weathering) ทางฟิสิกส์และเคมี โครงสร้างทางธรณีวิทยา(ระนาบของพื้นฐาน(bedding planes) รอยต่อ รอยเลื่อน และรอยโค้งงอ) หินที่คลื่นสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการกัดเซาะและความอ่อนแอทางธรณีวิทยาในตัวของมัน ดังเช่น การกัดเซาะอยู่กับที่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับภูมิอากาศเมื่อดีต และสภาพระดับน้ำทะเลที่ผ่านมา

3) สัณฐานวิทยาของฝั่งทะเล เรื่องนี้รวมถึงรูปพรรณสัณฐานเมื่อมองจากอากาศและภูมิประเทศในตัวมัน(แหลมและอ่าวส่งเสริมในการหักเหคลื่อน ความสูงและมุมลาดชันของหน้าผา รวมทั้งภูมิประเทศของพื้นทะเล(ซึ่งมีอิทธิพลต่อการหักเหคลื่น เช่นกัน)

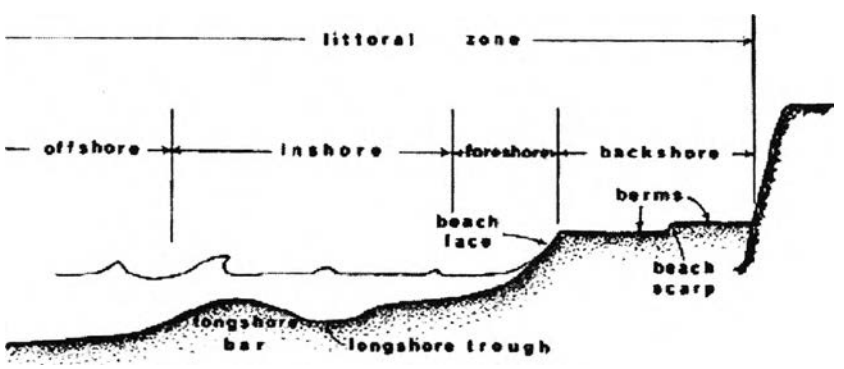
อย่างไรก็ตามในทางธรรมชาติ ไม่เพียงแต่คลื่นเท่านั้นที่กัดเซาะชายฝั่งแต่ยังมีการกระทำของน้ำขึ้นน้ำลง สภาพที่อยู่ใต้อิทธิพลของอากาศ(เช่น ภูมิอากาศ) และกิจกรรมทางชีวะซึ่งรวมถึงกิจกรรมของมนุษย์อาจมีส่วนทำให้เกิดการกัดเซาะของฝั่งทะเลขึ้นได้

กลไกของการกัดเซาะโดยคลื่นมีหลายชนิด ซึ่งกล่าวโดยสรุปถึงกระบวนการกัดเซาะโดยคลื่นดังนี้ คลื่นแตกบนหินที่มีฐานการเอียง (bedding) และมีรอยต่อหรือรอยเลื่อนสามารถก่อให้เกิดแรงดันทางชลศาสตร์(hydraulic) ขึ้นในช่องว่างในโครงสร้างเหล่านี้ ซึ่งทำให้หินอ่อนแอและพร้อมที่จะหลุดออกไป โดยกระบวนการดัดลำเลียง(quarrying) โดยที่คลื่นโยกย้ายหินที่อยู่อย่างหลวมๆออกไป หินที่โยกคลอนอาจอาจแตกหักโดยแรงของคลื่นโดยกระบวนการบด ด้วยแรงเสียดทาน(attrition) ดังเช่น การครูดไถ(abrasion) ซึ่งเกี่ยวกับการขัดถูของหินด้วยกันแล้วค่อยๆทำให้ หินกลมมนขึ้นและลดขนาดลง แล้วตะกอนที่ได้มาจากกระบวนการดัดลำเลียงและการบดด้วยแรงเสียดทานอาจถูกนำมาใช้เป็นดังเครื่องมือในการกัดเซาะโดยคลื่น เพื่อกัดเซาะหินต่อไปโดยกระบวนการเซือดเฉือน(corrasion) ซึ่งเป็นกระบวนการกัดเซาะอยู่กับที่เชิงกลของผิวหน้าหินด้วยการครูดไถ

แรงจากคลื่นสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชายหาดทรายได้ อธิบายกระบวนการของคลื่นและกระแสน้ำในบริเวณใกล้ฝั่งดังรูปที่ 2.1 การที่จะมี surf zone หรือไม่ รวมทั้งถ้ามี surf zone ขนาดความกว้างของมันจะขึ้นอยู่กับความลาดเอียงของชายหาด (beach slope) และขั้นตอนของน้ำขึ้นน้ำลง (tidal stage) ชายหาดที่มีความลาดเอียงน้อย ๆ และประกอบขึ้นด้วยทรายละเอียดจะมี surf zone กว้าง



รูปที่ 2.1 กระบวนการของคลื่นและกระแสน้ำในบริเวณใกล้ชายฝั่ง
(ที่มา : Komar, 1998)



รูปที่ 2.2 ด้านข้างของชายหาด (beach profile)
(ที่มา : Komar, 1998)

ในทางตรงกันข้าม ชายหาดลาดชันที่เป็นกรวดก็มักไม่ค่อยมี surf zone คลื่นแตกใกล้ชายฝั่งแล้วกลายเป็นคลื่น swash ที่วิ่งขึ้นไปแล้วไหลลงมาบนหน้าชายหาด ชายหาดที่มีความลาดชันปานกลางมักจะไม่มี surf zone ตอนน้ำขึ้น เมื่อคลื่นแตกใกล้กับชายฝั่งที่ลาดชัน แต่จะ

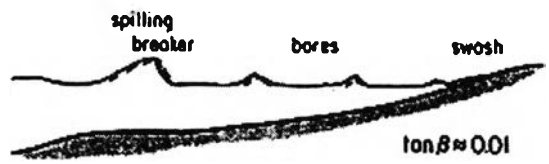
เกิดเป็น surf zone เมื่อตอนน้ำลงเมื่อคลื่นแตกตรงชายหาดค่อนข้างราบ ความแตกต่างของชนิดของชายหาดทำให้ Wright and Short(1983) จำแนกชายหาดออกเป็น 3 ชนิด ตามรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 ก. Dissipative beach มีรูปด้านข้างลาดเอียงน้อยจนกระทั้งคลื่นมาแตกตอนแรกที่นอกชายฝั่ง แล้วค่อยๆ สูญเสียพลังงานขณะเดินทางเรื่อยมาใกล้ฝั่งในแบบ breaking bores ข้ามผ่าน surf zone กว้าง ถ้าความสูงของคลื่นแตก (breaker) เพิ่มขึ้นระหว่างเกิดพายุ คลื่นก็จะแตกไกลออกไปนอกชายฝั่ง โดยมีการเพิ่มของพลังงานคลื่นที่เข้ามาน้อยที่สุดที่ตรงแนวชายฝั่งสัณฐานของชายหาดแบบนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อใช้ พลังงานของคลื่นลม

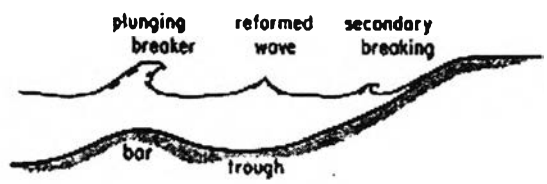
รูปที่ 2.3 ข. Intermediate beach เกี่ยวกับชนิดของสัณฐานชายหาดหลายชนิด ที่เป็น 3 มิติ บางพวกเกิดจากรูปแบบการไหลเวียนของน้ำอย่างซับซ้อน และระบบ bar-trough

รูปที่ 2.3 ค. Reflective beach คลื่นที่เดินทางเข้ามาแตกใกล้ฝั่ง โดยมีการสูญเสียน้อยมากก่อนที่จะมาถึงฝั่ง

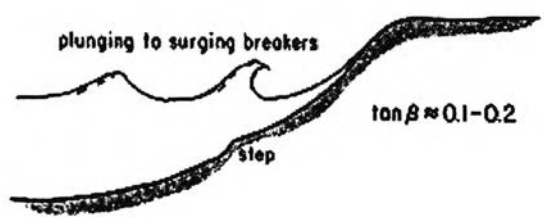
รูปที่ 2.3 ก **Dissipative Beach**



รูปที่ 2.3 ข **Intermediate Beach**



รูปที่ 2.3 ค **Reflective Beach**



รูปที่ 2.3 การจำแนกสัณฐานชายหาดตามแบบคลื่นและกระแสน้ำใกล้ฝั่ง
(ที่มา : Wright & Short, 1983)

สำหรับประเทศไทยเราจะมีหน้ามรสุมที่มีคลื่นลมแรง จะเกิดในช่วงต้นเดือนพฤษภาคมถึงกลางตุลาคม ฝั่งทะเลที่ติดกับทะเลอันดามัน และชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกจากชลบุรีถึงตราดจะเผชิญกับคลื่นสูง เกิดเป็นชายหาดชนิดรูปที่ 2.3 ค. Reflective beach ชายหาดแบบนี้จะเกิดในช่วงเดือนกลางพฤศจิกายนถึงมีนาคม สำหรับชายฝั่งทะเลภาคใต้ฝั่งตะวันออก จากเพชรบุรีถึงนราธิวาสด้วย ช่วงนี้หาดก็จะพังตามธรรมชาติ ช่วงเวลาที่เหลือหาดก็จะเป็นแบบชนิดรูปที่ 2.3 ก Dissipative beaches

กระแสน้ำ

เมื่อคลื่นเดินทางมาถึงฝั่งและแตกบนชายหาดที่ลาดเอียง มันก่อให้เกิดกระแสน้ำบริเวณใกล้ฝั่ง กระแสน้ำมีหลายรูปแบบขึ้นกับสภาพของคลื่นและชายหาด มันมีความสำคัญในการขนส่งตะกอนใกล้ฝั่งและเป็นตัวควบคุมสัณฐานของชายหาด ซึ่งอาจทำให้ชายหาดงอกยื่นหรือกัดเซาะได้ระบบกระแสน้ำที่เกิดจากคลื่นใกล้ฝั่งมี 2 แบบ

<u>ระบบการไหลเวียนเป็นเซล</u> (cell-circulation system) ซึ่งประกอบขึ้นด้วย กระแสน้ำรูปเห็ด(rip currents) และกระแสน้ำเลียบชายฝั่ง(longshore currents)ที่เกี่ยวข้องกันดังรูปที่ 2.4 ก

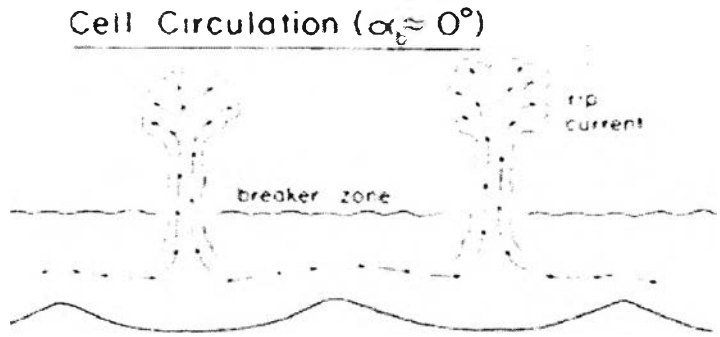
<u>กระแสน้ำเลียบชายฝั่ง</u> เกิดโดยคลื่นเดินทางเข้ามาอย่างเอียงๆ กับชายฝั่งดังรูปที่2.4 ค

รูปที่ 2.4 ข. เป็นแบบกลางระหว่างสองแบบแรก รูปแบบของกระแสน้ำที่ครอบคลุมการไหลเวียนใกล้ชายฝั่งขึ้นส่วนใหญ่กับการเอียงของคลื่นที่เข้ามาสู่ฝั่ง เมื่อคลื่นแตกโดยที่ยอดคลื่นของมันขนานกับแนวชายฝั่งกระแสน้ำจะเป็นรูปแบบเซลดังรูปที่ 2.4 ก. เห็นกระแสน้ำรูปเห็ดที่ไหลแรงเป็นลำแคบ ๆ ไหลออกไปจาก surf zone ถ้าคลื่นแตกเป็นมุมกับเส้นชายฝั่ง กระแสน้ำเลียบชายฝั่งที่เกิดจะไหลขนานกับชายฝั่ง และอยู่ในบริเวณแคบๆ ใกล้ฝั่งระหว่างคลื่นแตกและเส้นชายฝั่ง (shoreline) ดังรูปที่ 2.4 ค. กระแสน้ำชนิดนี้เองที่เป็นตัวนำพาเอาตะกอนเคลื่อนย้ายไปมารูปแบบปานกลางมักเกิดเมื่อคลื่นแตกเป็นมุมแคบๆกับชายฝั่ง หรือที่ซึ่งภูมิประเทศของชายหาดเป็นตัวควบคุม รูปแบบของการไหลเวียนใกล้ฝั่ง

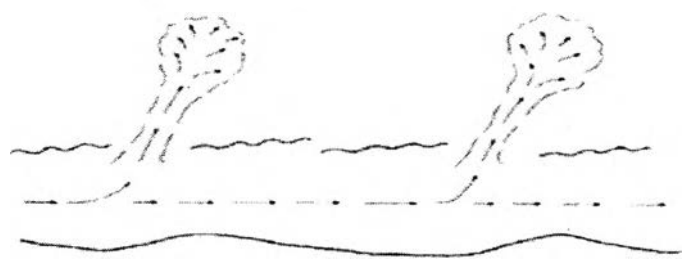
กระแสน้ำเหล่านี้เองที่บ่งบอกถึงทิศทางของการขนส่งตะกอน และก็จะทำให้รูปร่างของชายหาดเปลี่ยนแปลงไป สัณฐานของชายหาดบ่อยครั้งสะท้อนถึงรูปแบบของกระแสน้ำ และในทำนองเดียวกัน ภูมิประเทศของชายหาดก็กลายเป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งในการควบคุมรูปแบบของกระแสน้ำ บางครั้งเราไม่แน่ใจว่าอะไรมาก่อนกระแสน้ำหรือภูมิประเทศ

การกัดเซาะชายหาดโดยกระแสน้ำสามารถเห็นได้ชัดเจน จากแรงกระทำของกระแสน้ำจะอยู่แถวผิวหน้าของพื้นชายหาด ซึ่งแตกต่างจากคลื่นที่มีแรงกระแทกสูงไปจนถึงความสูงของยอดคลื่น ทิศทางของกระแสน้ำเลียบชายฝั่งว่าไหลออกมาทางใด

รูปที่ 2.4 ก



รูปที่ 2.4 ข



รูปที่ 2.4 ค

รูปที่ 2.4 รูปแบบของกระแสน้ำใกล้ฝั่งส่วนใหญ่ขึ้นกับมุมของคลื่นแตกเมื่อยอดคลื่น (wave crest) ขนานกับชายฝั่งมีการไหลเวียนเป็นเซลขึ้นมา เห็นกระแสน้ำรูปเห็ดไหลออกสู่ทะเลเด่นชัดเมื่อมีค่ามาก กระแสน้ำที่เกิดจากคลื่นจะไหลขนานกับฝั่งทะเล

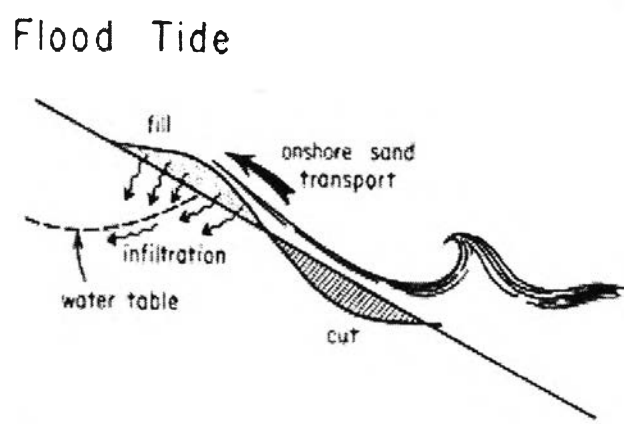
(ที่มา : Komar, 1998)

พายุ

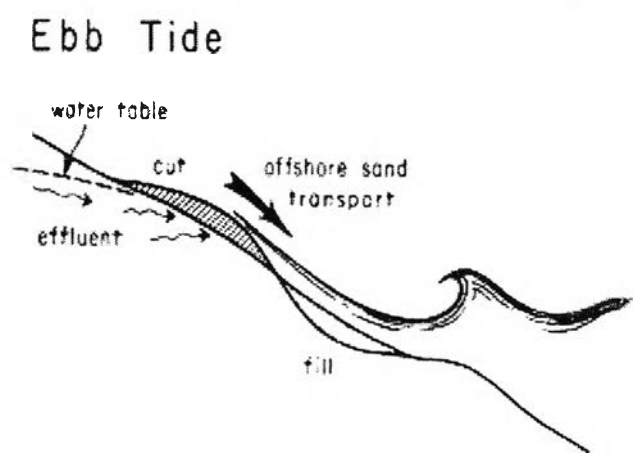
การกัดเซาะชายฝั่งจากพายุจะเป็นทำนองเดียวกับที่เกิดในช่วงมรสุม ซึ่งคลื่นลมแรงแต่ขนาดของคลื่นพายุ (storm surge) ใหญ่กว่าคลื่นลมทั่วๆไปมาก

น้ำขึ้นน้ำลง

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลทำให้ภูมิประเทศชายหาดเปลี่ยนแปลงได้ ปัจจัยตัวนี้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงชั่วโมงต่อชั่วโมงของน้ำขึ้นน้ำลง ที่มีคาบเดียว(ขึ้นและลงอย่างละหนึ่งครั้งต่อวัน) และคู่ (ขึ้นและลงอย่างละ 2 ครั้งต่อวัน) และคาบที่นานกว่าอันเนื่องมาจากผลต่างของเรนจ์น้ำมากในช่วงน้ำเกิด (spring tide) และน้ำตาย (neap tide)



รูปที่ 2.5 ก



รูปที่ 2.5 ข

รูปที่ 2.5 รูปด้านข้างของชายหาดแสดงผลของระดับน้ำที่มีต่อการตัดและการถม (รูปที่ 2.5 ก)ช่วงน้ำหลากเข้า flood tide (รูปที่ 2.5 ข)ช่วงน้ำหลากออก ebb tide (ที่มา : Komar, 1998)

ช่องทางน้ำผ่าน (Intel)

ตามธรรมชาติหรือที่มนุษย์ขุดขึ้นมาล้วนเป็นเหมือนที่ดักตะกอน และทำให้ชายฝั่งทะเลเปลี่ยนแปลงไป เพราะชายหาดบางที่อาจเกิดการกัดเซาะบริเวณต้นน้ำ (up-current) นอกจากนี้ในช่วงมรสุมกระแสน้ำ รูปเห็ด จะเกิดและนำพาเอาตะกอนบนชายหาดไหลออกไปสู่ทะเลลึกตรงช่องทางน้ำผ่านนี้ด้วย

รูปร่างของฝั่งทะเล

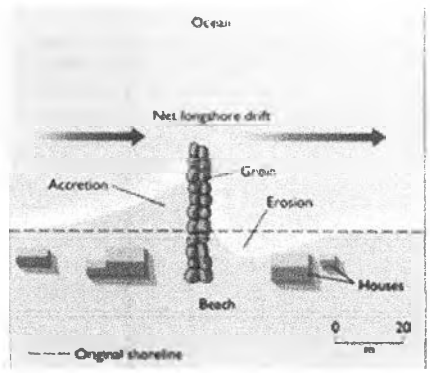
เป็นตัวควบคุมด้านสัณฐานวิทยาที่มีต่อคลื่นและกระแสน้ำ เช่น ฝั่งทะเลที่เป็นหน้าผามักจะถูกคลื่นกระแทกอย่างรุนแรง ทำให้เกิดเป็นแท่ง (stack) นอกจากนี้รูปร่างของฝั่งทะเลจะเป็นตัวทำให้คลื่นที่เดินทางเข้ามามีการหักเหไป

กิจกรรมมนุษย์

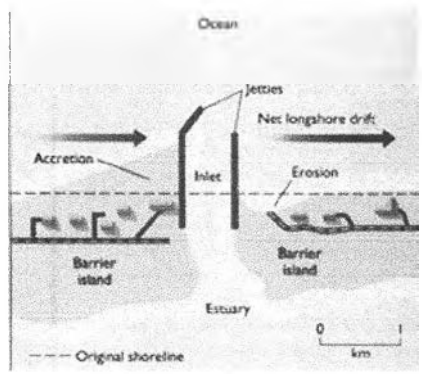
เมื่อพิจารณาฝั่งทะเลบางแห่งเป็นชนิดงอกยื่นตามธรรมชาติ แต่อาจกลายเป็นหาดพังได้เนื่องจากการเกิดพายุใหญ่ หรือกิจกรรมของมนุษย์ไปขัดขวางกระบวนการขนส่งตะกอนตามธรรมชาติ จึงทำให้ฝั่งทะเลแต่เดิมเป็นหาดงอกกลายเป็นหาดพังได้ กิจกรรมที่มนุษย์ที่ทำให้หาดพังเห็นได้ชัดเจนที่มาบตาพุด ซึ่งเดิมเป็นหาดปกติที่เกิดการกัดเซาะในหน้ามรสุมตะวันตก และหาดงอกยื่นในช่วงมรสุมตะวันออก ผลของการสร้างสะพานที่ยาวออกไปในทะเลได้ขัดขวางการขนส่งตะกอนโดยกระแสน้ำเลียบชายฝั่งที่มีทิศทางจากตะวันตกมาสู่ทิศตะวันออก เมื่อไม่มีตะกอนมาตามธรรมชาติ จึงทำให้การกัดเซาะจากคลื่นลมในฤดูมรสุมตะวันตกเพิ่มความรุนแรง พลังการกัดเซาะของคลื่นสูงถึงด้านบนของหาด แม้จะเป็นถนนก็ไม่สามารถทนทานต่อแรงคลื่นได้ และตอนฤดูที่คลื่นลมสงบตามปกติชายหาดควรงอกก็ไม่มีตะกอนมาเพิ่ม จึงทำให้หาดทรายทองเป็นหาดพังสมบูรณ์ หลังจากที่การนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดได้ดำเนินการถมทะเลด้านหน้าของบริเวณหาดทรายทองได้มีการสร้างเขื่อนถาวรจึงทำให้หาดไม่พังเพราะไม่มีคลื่นแรงๆ มากระแทกชายหาดนี้อีกต่อไป แต่ไม่ทราบว่าเขื่อนนี้จะมีอายุในการใช้งานไปนานเท่าไร

ในบริเวณที่ใช้เป็นขอบเขตการศึกษาก็เช่นกัน ที่ชายหาดชะอำ จ. เพชรบุรี หลังจากที่มีการสร้างท่าเทียบเรือประมงที่ปากคลองชะอำทำให้เกิดหาดพังอย่างรุนแรงในทิศใต้จากสะพานลงมา จะเห็นสิ่งก่อสร้างที่เป็นคอนกรีตพังทลายลงมาถึงจะมีการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่หลายสิบล้านบาท ก็คงช่วยบรรเทาความเดือดร้อนไปไม่นาน ณ ที่บางแห่งเท่านั้นก็ต้องมีการซ่อมแซมอีก

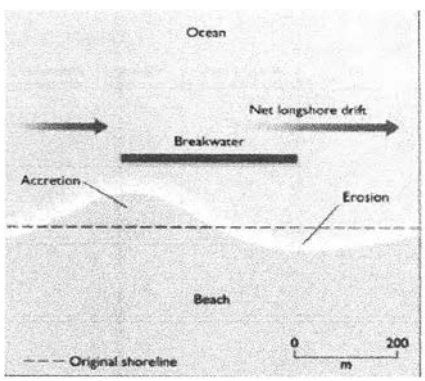
เนื่องจากพลังการกัดเซาะของคลื่นจะเพิ่มความรุนแรงไปอีก ถ้ามีการสร้างเขื่อนคอนกรีตทึบมาตั้งฉากกับทิศทางของคลื่น แทนที่จะเป็นหาดทรายธรรมชาติ การสร้างถาวรวัตถุที่เป็นโครงสร้างอยู่กับที่ (static structure) ไม่สามารถทนทานกับสิ่งแวดล้อมที่เคลื่อนไหวอยู่เสมอ (dynamic environment) ได้ บ่อยครั้งการบำรุงรักษารวมๆ กันมีมูลค่าแพงกว่าค่าก่อสร้างเมื่อตอนแรกเสียอีกด้วยซ้ำ



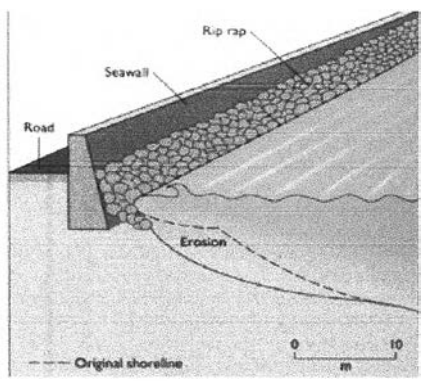
รูปที่ 2.6 ก Groin



รูปที่ 2.6 ข Jetties



รูปที่ 2.6 ค Breakwater



รูปที่ 2.6 ง Seawall

รูปที่ 2.6 การเคลื่อนที่และสะสมของตะกอนเมื่อมีสิ่งก่อสร้างกีดขวาง
(ที่มา : Wright & Short, 1983)

การป้องกันการกัดเซาะมีหลายวิธี แต่เท่าที่ยกตัวอย่างมาล้วนเป็นการก่อสร้างเขื่อนหรือสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ที่ต้องใช้งบประมาณมหาศาล แต่ทุกแห่งล้วนป้องกันได้เพียงชั่วคราวก็ต้องมีการบำรุงรักษา ทั้งนี้เป็นเพราะก่อนการก่อสร้างไม่ได้มีการศึกษาถึงสาเหตุของการกัดเซาะว่ามา

จากอะไรบ้าง บางแห่งอาจมีการศึกษาแต่เป็นไปอย่างไม่มีระบบหรือไม่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ การแก้ไขที่ปลายเหตุจึงไม่ใช่เป็นวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา

เทคนิคที่ใช้ศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งมีอยู่หลายวิธี สำหรับการศึกษานี้ได้นำเทคนิครีโมทเซนซิงมาใช้ในการสังเกตการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง ร่วมกับปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอื่นๆ ด้วยเพราะข้อดีของข้อมูลรีโมทเซนซิงที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานได้หลากหลายลักษณะ ในหัวข้อ 2.2 จึงได้อธิบายถึงพื้นฐานของเทคนิครีโมทเซนซิงและการใช้งานกับด้านวิทยาศาสตร์ทางทะเลเอาไว้ด้วย

2.2 พื้นฐานของรีโมทเซนซิง

2.2.1 หลักการของรีโมทเซนซิง

รีโมทเซนซิง (remote sensing) หรือการรับรู้ระยะไกลเป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่ง ที่ใช้ในการบันทึกคุณลักษณะของวัตถุต่างๆ ในการสะท้อนและหรือการแผ่รังสีของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าโดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง เราสามารถหาคุณลักษณะของวัตถุได้จากการสะท้อนหรือการแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุนั้นๆ เนื่องจากวัตถุต่างชนิดกันก็จะมีคุณลักษณะการสะท้อนแสงหรือการแผ่รังสีที่เฉพาะตัวแตกต่างกัน

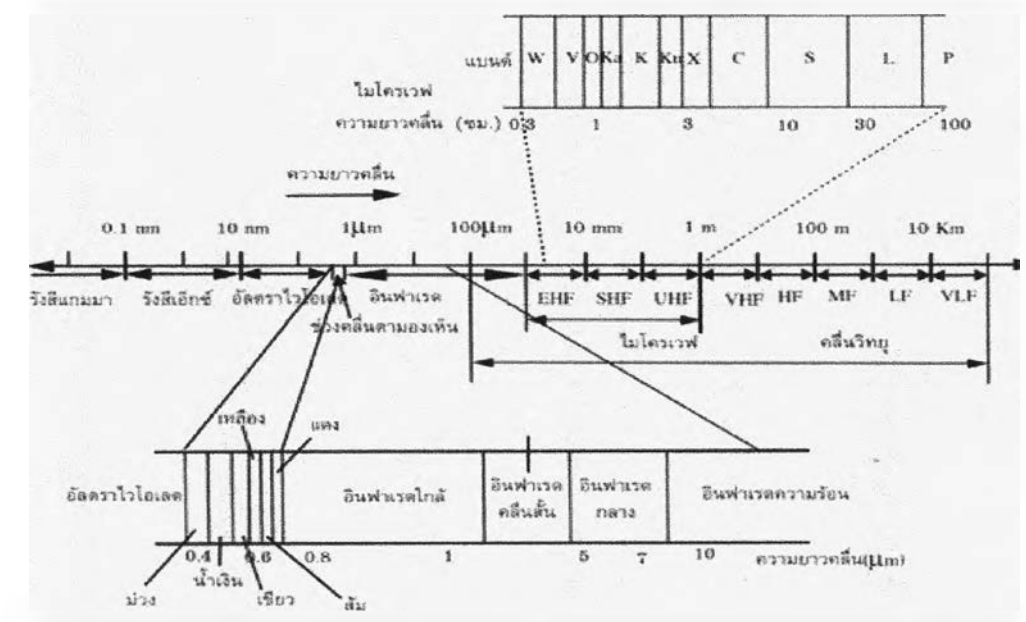
ความสามารถในการสะท้อน ดูดกลืน ส่งผ่าน และแผ่พลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งเป็นคุณลักษณะเฉพาะตัวของวัตถุแต่ละชนิดนี้เองที่ถูกนำมาใช้เป็นหลักการพื้นฐานของการเก็บข้อมูลด้วยระบบรีโมทเซนซิง ตัวอย่างเช่น สิ่งปกคลุมดินจำพวก พืชพรรณ ดิน และน้ำ จะให้ค่าการสะท้อนที่แตกต่างกัน พืชพรรณมีค่าการสะท้อนสูงในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ดินมีค่าการสะท้อนสูงเกือบทุกช่วงคลื่น ส่วนน้ำเกือบไม่มีการสะท้อนเลยในช่วงคลื่นอินฟราเรด เป็นต้น

ย่านพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ ได้แก่ ช่วงคลื่นอัตราไวโอเลตใกล้ (0.3-0.4ไมโครเมตร) ช่วงคลื่นตามองเห็น(0.4-0.7 ไมโครเมตร) ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้(near ifrared)ช่วงคลื่นอินฟราเรดสั้น(short wave infrared) อินฟราเรดความร้อน(thermal infrared)(0.7-14 ไมโครเมตร) และช่วงคลื่นไมโครเวฟ(microwave)(1 มิลลิเมตร-1เมตร)

รูปที่ 2.7 แสดงแถบคลื่นที่ใช้ในรีโมทเซนซิง ย่านแสงในช่วงอินฟราเรดใกล้และอินฟราเรดคลื่นสั้นในบางครั้งจะเรียกว่าอินฟราเรดคลื่นสะท้อนเพราะเป็นย่านที่ได้รับอิทธิพลจากการสะท้อน

พลังงานแสงอาทิตย์มากกว่าเกิดจากการแผ่รังสีบนพื้นโลก ในย่านอินฟราเรดความร้อนพลังงานส่วนใหญ่จะได้จากการแผ่รังสีของพื้นผิวซึ่งอิทธิพลจากการสะท้อนพลังงานแสงอาทิตย์น้อยมาก

ช่วงคลื่นตามองเห็นจะสัมพันธ์กับสีต่างๆ ซึ่งเมื่อเรียงลำดับจากความยาวคลื่นในย่านตามองเห็นจะได้ลำดับเป็นสีรุ้งคือ แดง แสด เหลือง เขียว น้ำเงิน คราม และม่วง ตามลำดับความยาวคลื่นมากไปน้อย



รูปที่ 2.7 แถบคลื่นที่ใช้ในรีโมทเซนซิง

(ที่มา : สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2546)

ข้อดีของการนำข้อมูลดาวเทียมมาใช้นั้น ก็เนื่องมาจากคุณลักษณะของข้อมูลดาวเทียมที่บันทึกด้วยระบบกล้องหลายช่วงคลื่น มีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากกล้องถ่ายภาพธรรมดาเพราะเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขที่มีความละเอียดของค่าการสะท้อนช่วงคลื่นแสง เป็นระดับความเข้มสีเทาหลายระดับ ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่มีปริมาณมากเหล่านี้ไปผลิตเป็นภาพขาวดำและภาพสีผสมตลอดจนนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น ข้อมูลที่บันทึกสามารถส่งมายังสถานีรับภาคพื้นดินได้ทันที(real time)การบันทึกข้อมูลเป็นบริเวณกว้าง(synoptic view) จึงได้ข้อมูลในลักษณะต่อเนื่องในระยะเวลาบันทึกภาพสั้น ซึ่งช่วยให้สามารถศึกษาสภาพแวดล้อมต่างๆ ในบริเวณกว้างต่อเนื่องในเวลาเดียวกันทั้งภาพ การบันทึกภาพได้หลายช่วงคลื่นในเวลาเดียวกัน ทำให้แยกวัตถุต่างๆ บนพื้นโลกได้อย่างชัดเจน การบันทึกภาพซ้ำบริเวณเดิม (repetitive

coverage) การโคจรกลับมายังจุดเดิมในเวลาท้องถิ่นอย่างสม่ำเสมอและในช่วงเวลาที่แน่นอนทำให้ได้ข้อมูลบริเวณเดียวกันหลายๆ ช่วงเวลา จึงสามารถเปรียบเทียบและติดตามการเปลี่ยนแปลงต่างๆ บนพื้นโลกได้เป็นอย่างดี และภาพจากดาวเทียมให้ความละเอียดหลายระดับจึงมีผลดีในการเลือกนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาด้านต่างๆ ตามความเหมาะสม

ข้อมูลที่รับรู้ระยะไกลเหล่านี้จะต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์ จะเป็นแบบอัตโนมัติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์และหรือการแปลด้วยสายตาแล้ว จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ ดังตัวอย่างที่แสดงดังนี้

- ด้านการเกษตร (Agriculture)
- ด้านธรณีวิทยา (Geology)
- ด้านสมุทรศาสตร์ (Oceanography)
- การทำแผนที่บริเวณ แหล่งน้ำตื้น (Shallow water mapping)
- ศึกษาทรัพยากรธรรมชาติที่ฟื้นตัวได้ (Renewable resources)
- ศึกษาด้านการชะล้างพังทลายของดิน (Soil erosion mapping)
- อุทกวิทยา (Hydrology)
- การทำแผนที่ (Cartography)
- ด้านอุตุนิยมวิทยา (Meteorology)
- ศึกษาด้านผังเมือง (Urban Planning studies)

2.2.2 การประยุกต์ใช้ข้อมูลรีโมทเซนซิงกับงานวิทยาศาสตร์ทางทะเล

แม้ว่าข้อมูลจากดาวเทียมจะยังมีข้อจำกัด ในการนำมาศึกษาทางสมุทรศาสตร์อยู่หลายประการแต่จากอดีตที่ผ่านมาก็ได้พิสูจน์ให้เห็นว่าดาวเทียมให้ข้อมูลที่มีคุณค่าในการสำรวจบริเวณกว้างใหญ่ในชั่วระยะเวลาเดียวกัน (Synoptic) ทำให้สังเกตหรือตรวจวัดตัวแปรทางสมุทรศาสตร์บางประเภทได้ และในบางกรณียังจะให้ผลดีกว่าการวัดโดยใช้เรือหรือท่อนลอยเสียอีก สำหรับความถูกต้องของข้อมูลนั้นยังประมาณได้ไม่แน่ชัดนัก เพราะยังขาดข้อยืนยันด้านความเที่ยงตรงของการวัด นอกจากนี้ยังต้องอาศัยข้อมูลประกอบอื่นๆ กล่าวได้ว่าข้อมูลจากดาวเทียมเป็นเพียงเครื่องมือส่วนหนึ่งทางสมุทรศาสตร์ การศึกษาปรากฏการณ์ใดๆ ให้เข้าใจถ่องแท้จำต้องอาศัยการสำรวจและการตรวจวัดในหลาย ๆ ด้านมาประกอบกัน ทางที่ดีแล้วจะต้องนำข้อมูลที่ผิวหน้าทะเล

และข้อมูลรีโมทเซนซิงมาเชื่อมโยงกันเพื่อที่จะปรับเทียมค่ากับค่าที่ตรวจจากพื้นผิว ณ จุดต่าง ๆ ทำให้ได้ค่าสัมพันธ์ซึ่งสามารถเชื่อมโยงภายในกลุ่มข้อมูล ตลอดจนขยายออกไปภายนอกกลุ่ม การวิเคราะห์ภาพถ่ายจากดาวเทียมจะไม่ให้ผลที่ดีพอ หากไม่มีการผสมสานกันระหว่างข้อมูลดาวเทียมและข้อมูลทางภูมิศาสตร์อื่น

อุปกรณ์ใช้สำรวจทางทะเลโดยเฉพาะนั้นมักจะได้รับการออกแบบให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน และมีความซับซ้อนแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับตัวพารามิเตอร์ที่ต้องการวัด เช่น การใช้ระบบในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น เพื่อตรวจวัดสิ่งต่าง ๆ ที่เรามองเห็นด้วยสายตา หรือการใช้ระบบไมโครเวฟ สำหรับตัวแปรที่มีคุณค่าการสะท้อนกลับของพลังงานคลื่นในทิศทางและความเร็วที่ต่างกัน ซึ่งจะเป็นตัวชี้บ่งถึงคุณสมบัติของตัวแปรนั้น ๆ ฉะนั้น จึงเป็นการสะดวกที่จะกล่าวถึงการใช้ประโยชน์จากภาพดาวเทียมทางด้านสภาวะแวดล้อมทางทะเล โดยใช้ระบบการถ่ายภาพเป็นหลัก สำหรับการนำข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมไปใช้ประโยชน์ในทางสมุทรศาสตร์นั้นมีด้วยกันหลายประเภทยกตัวอย่าง เช่น

<u>การแตกตัวของแพล็งค์ตอนพืช</u> (Phytoplankton bloom)

สีของน้ำทะเลสามารถใช้เป็นเครื่องบอกทั้งทางตรงและทางอ้อม ถึงบริเวณที่มีสิ่งมีชีวิตชุกชุม สารคลอโรฟิลล์เอซึ่งเป็นตัวชี้ถึงระดับความสมบูรณ์ทางชีวภาพมีค่าการสะท้อนแสงที่แตกต่างตามความเข้มข้นของสารและความยาวของคลื่นที่ตกกระทบ เราจึงนำหลักการนี้มาคำนวณหาปริมาณแพลงค์ตอนพืชของผิวหน้าทะเลได้จากค่าการสะท้อนแสงที่แตกต่างซึ่งวัดได้จากดาวเทียม แต่ทั้งนี้จะต้องนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลภาคสนามด้วยเพราะบางครั้งข้อมูลที่ได้จากดาวเทียมนั้นมีช่วงคลื่นที่ค่อนข้างกว้างเกินไปจึงยังไม่เหมาะสมต่อการศึกษาด้านนี้นัก

<u>ความขุ่นของน้ำ</u>

ในที่นี้หมายถึงสารแขวนลอยที่ปราศจากชีวิต ซึ่งส่วนใหญ่จะมีคุณสมบัติการสะท้อนแสงที่ต่างกัน ตัวอย่างเช่นภาพถ่ายจากดาวเทียมแลนด์แสท โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงแสงสีน้ำเงินและเขียวสามารถสังเกตความขุ่นได้อย่างชัดเจน จึงนำไปใช้ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่และการกระจายตัวของตะกอนได้ แต่ทั้งนี้จะต้องพิจารณาร่วมกับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับตะกอนด้วย เช่น ค่าดัชนีการหักเหของตะกอน ประเภทและขนาดของตะกอน เป็นต้น

การทิ้งของเสียลงทะเล

ภาพถ่ายจากดาวเทียมสามารถนำมาใช้ติดตามการแพร่กระจายของของเสียที่ถูกนำมาทิ้งลงทะเล เช่น การทิ้งของเสียพวกกรด (acid waste) หากรู้เวลาที่แน่นอนสามารถนำสารนี้เป็นเครื่องมือในการคำนวณหา eddy diffusion coefficient ทางแนวนอนได้โดยการวัดค่าเฉลี่ยกำลังสองของการกระจายตัวของกรดจากภาพถ่ายหลายๆภาพในบริเวณเดียวกัน แต่จะต้องมีการหาสหสัมพันธ์กับสภาพอากาศและสภาวะทางทะเลด้วย

สภาพพื้นท้องทะเล

โดยใช้ช่วงคลื่นตามองเห็นจากดาวเทียมแลนด์แสท-เอ็มเอสเอส-4 และ 5 ซึ่งสามารถทะลุผ่านชั้นน้ำลงไปได้พอสมควรในกรณีที่น้ำใส โดยแต่ละช่วงคลื่นจะทะลุลงไปที่ระดับความลึกต่างๆ กัน จึงใช้ในการทำแผนผังแสดงความลึกของน้ำอย่างหยาบๆ ได้สำหรับบริเวณที่น้ำไม่ลึกนัก

ขอบเขตระหว่างแผ่นดินและน้ำ

เราสามารถนำภาพถ่ายจากดาวเทียมมาใช้ประโยชน์ ในการแยกขอบเขตระหว่างดินและน้ำได้จากหลักการการสะท้อนแสงที่แตกต่างกันระหว่างดินและน้ำนั่นเอง จึงนำไปใช้ศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งได้

กระแสน้ำและการไหลเวียน

อาศัยรูปแบบของตะกอนแขวนลอยหรือลักษณะของสีน้ำ ที่มีความแตกต่างกันออกไป แล้วเปรียบเทียบภาพถ่ายหลายๆ ภาพ การที่ดาวเทียมแลนด์แสทถ่ายภาพบริเวณเดิมทุก 18 วัน (แลนด์แสท 1, 2, 3) และทุก 16 วัน (แลนด์แสท 4 และ 5) ทำให้ได้ภาพต่างระยะเวลา ซึ่งแม้จะหยาบมากเมื่อเทียบกับวงจรของน้ำขึ้นน้ำลง ซึ่งคือ 12 ½ ชม. และ 25 ชม. ก็ตาม แต่จากการถ่ายภาพอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานนับปีทำให้ได้ภาพของช่วงเวลาต่างๆ กัน ภายใน 1 วงจรน้ำขึ้น-น้ำลง ช่วยในการศึกษารูปแบบของกระแสน้ำขึ้น-น้ำลง จากการสังเกตความแตกต่างของมวลน้ำใสจากทะเล และมวลน้ำขุ่นจากแม่น้ำ

ปรากฏการณ์ผิวหน้าทะเล

จากหลักการการสะท้อนกลับหมดของแสง ดังนั้นเมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ตกกระทบกับวัตถุหรือผิวหน้าของวัตถุใดๆ ที่ผิวหน้าน้ำทะเลแล้วสัมพันธ์กับเงื่อนไขการสะท้อนกลับหมดของแสงพอดี สามารถนำแสงสะท้อนกลับที่วัดได้จากข้อมูลภาพดาวเทียมมาตรวจสอบสภาพผิวหน้า

น้ำที่เปลี่ยนแปรได้ เช่น การเปลี่ยนแปรของผิวหน้าน้ำทะเลจากกระแสลมหรือกระแสน้ำ คลื่นท้ายเรือขนาดใหญ่ (internal wave) ที่ทำให้เกิดริ้วรอยบนผิวหน้าและคราบน้ำมัน เป็นต้น

การสำรวจน้ำแข็ง

มักใช้ภาพจากดาวเทียมที่ถ่ายภาพ โดยระบบสแกนเนอร์ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็นและอินฟราเรดใกล้ ใช้สังเกตการเคลื่อนตัว การแยกประเภท และการก่อตัวของน้ำแข็งตลอดจนหาเส้นทางสำหรับการเดินเรือ ตัวอย่างดาวเทียมที่ใช้ประโยชน์ด้านนี้ได้แก่ดาวเทียมอุตุนิยมวิทยา ITOS และ NOAA

การทำแผนที่บริเวณชายฝั่ง

ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์แสท-เอ็มเอสเอส และทีเอ็ม สามารถนำมาใช้ทำเป็นแผนที่พืชพรรณ และการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณชายฝั่งที่ดี เช่น การกระจายตัวของป่าชายเลน พื้นที่เพาะเลี้ยงชายฝั่ง และคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งที่อาจมีอิทธิพลต่อการเพาะเลี้ยง นอกจากนี้ยังอาจใช้หาพื้นที่ที่มีศักยภาพสำหรับการเพาะเลี้ยงทั้งบนฝั่งและในทะเลอีกด้วย

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง รวมทั้งแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทั้งในไทยและต่างประเทศ และการศึกษาปัญหาของชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์ที่ผ่านมามีดังนี้

อิศราพร อิทธโร(2544) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลบางขุนเทียนตลอดจนมีการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีการอ้างถึงโดยทั่วไปว่าเป็นเหตุของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง ข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ ภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ต่างๆ ข้อมูลระดับน้ำทะเล ข้อมูลอุทกศาสตร์ ข้อมูลอุทุกวิทยา ข้อมูลปริมาณตะกอนขุดลอกบริเวณร่องน้ำสันดอน ข้อมูลป่าชายเลน และข้อมูลการทรุดตัวของแผ่นดิน แต่ท้ายที่สุดก็ยังไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ที่แน่ชัดได้เพราะข้อมูลที่นำมาศึกษายังไม่เพียงพอ

สมปรารถนา ฤทธ์พริ้ง(2545) นำภาพถ่ายทางอากาศมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งปากพนังรวมทั้งชายฝั่งใกล้เคียง ผลการศึกษาพบว่าชายฝั่งปากพนังมีการเปลี่ยนแปลงทั้งกัดเซาะและทับถมตลอดแนว ส่วนมากเกิดการทับถมโดยทับถมมากที่สุดในช่วงปี 2538-2542 และเกิดการกัดเซาะมากที่สุดในช่วงปี 2518-2538 ซึ่งเป็นช่วงปีที่เกิดพายุและเหตุการณ์พิเศษบริเวณอ่าวไทยตอนล่างมากกว่าช่วงปีอื่น บริเวณที่ถูกกัดเซาะอย่างรุนแรงคือชายฝั่งบริเวณบ้านเกาะฝ้าย-นำทรัพย์ มีอัตราการกัดเซาะสูงสุด 7.45 เมตร/ปี ในช่วงปี 2538-2542 ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากการสร้างคันกันทรายที่ปากคลองระบายน้ำบ่อคณฑีในปี 2527 แต่การศึกษาที่กล่าวมานี้ก็ยังไม่สามารถสรุปปัจจัยของการกัดเซาะได้อย่างแน่ชัดเช่นกัน เนื่องจากความหลากของปัจจัยปัญหา จึงมีการเพิ่มแหล่งข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์เช่น การใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมมาวิเคราะห์ด้วยเพื่อความเข้าใจที่กว้างขึ้น

อัปสรสุดา ศิริพงศ์ และคณะ(2545) ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจากภาพข้อมูลดาวเทียมระหว่างปี พ.ศ. 2532-2545 ชายฝั่งทะเล จ. เพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์พบว่าชายฝั่งส่วนใหญ่ มีการเปลี่ยนแปลงจากการกัดเซาะในระดับปานกลางจนถึงรุนแรงในหลายพื้นที่ เช่น บริเวณแหลมผักเบี้ย อำเภอชะอำ อำเภอหัวหิน เป็นต้น วิธีการหนึ่งในการวัดการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณใดบริเวณหนึ่งจากข้อมูลดาวเทียม สามารถทำได้โดยการเปรียบเทียบข้อมูลในช่วงเวลาที่ต่างกัน เพราะภาพดาวเทียมเป็นภาพที่ถูกบันทึกในช่วงเวลาที่ดาวเทียมผ่านบริเวณที่ศึกษา (snapshot) เมื่อเปรียบเทียบช่วงเวลาของภาพดาวเทียมรูปนั้นกับข้อมูลทางกายภาพอื่นๆ เช่น ลม จากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลง จากกรมเจ้าท่า ข้อมูลอัตราน้ำไหลจากแม่น้ำของกรมชลประทาน ฯลฯ

กฤติกา บุณยชาติพิสุทธิ์(2542) ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ของกิจกรรมมนุษย์กับการกัดเซาะชายฝั่ง โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ที่ดินบริเวณชายฝั่งกับการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลของจังหวัดเพชรบุรีและประจวบคีรีขันธ์ โดยคำนวณได้จากข้อมูลการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเล และการใช้ประโยชน์ที่ดินและสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากการศึกษาโดยเทคนิคโทรสัมผัส โดยใช้ข้อมูลรูปถ่ายทางอากาศ 3 ช่วงเวลา(1954 1991 และ 1994)และข้อมูลดาวเทียมแลนด์แสท-1 ช่วงเวลา (1991) และมีการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติร่วมด้วย พบว่าบริเวณชุมชนหนาแน่นเป็นบริเวณที่มีความน่าจะเป็นในการกัดเซาะชายฝั่งสูง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ(2532) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และบริเวณปากแม่น้ำเพชรบุรี แม่กลอง ท่าจีน และเจ้าพระยา ด้วยการนำผลการวิเคราะห์เส้นแนวชายฝั่ง จากแผนที่ภูมิประเทศปี พ.ศ. 2512 ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แสท-1 พ.ศ. 2516 ข้อมูลดาวเทียมแลนด์แสท-3 พ.ศ. 2522 และข้อมูลดาวเทียมแลนด์แสท-4 พ.ศ. 2530 มาซ้อนทับกัน(overlay) แล้วคัดลอกเป็นแผนที่แสดงการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งและคำนวณการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ศึกษา พบว่าชายฝั่งบริเวณนี้มีการเปลี่ยนแปลงทั้งกัดเซาะและงอกยื่น

กรมเจ้าท่า(2539) ได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษาร่วมศึกษาและออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนโดยใช้โปรแกรมสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมเพื่อแปลงข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ (ตัวแทนข้อมูลปี พ.ศ. 2510-2516) และข้อมูลดาวเทียมสปอท (ตัวแทนข้อมูลปี พ.ศ. 2536-2538) ให้อยู่ในระบบพิกัดเดียวกันแล้วจึงนำมาซ้อนทับกันเพื่อคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง

สุทัศน์ วีสกุล (2539) ได้ติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นรอบเขื่อนกันทราย และคลื่น (jetty) บริเวณปากคลองชะอำ จังหวัดแพชรบุรี ซึ่งสร้างเสร็จในปี พ.ศ. 2511 โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศปี พ.ศ. 2534 และแผนที่ร่องน้ำ พ.ศ. 2535 พบว่าหลังก่อสร้างโครงการไปแล้ว 24 ปี ทางด้านเหนือของเขื่อนมีการกัดเซาะ 88 เมตร ส่วนทางด้านใต้ของเขื่อนมีการทับถม 420 เมตร

สุภัทท์ วงศ์วิเศษสมใจ และคณะ(2531) ได้เลือกศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำเพชรบุรี ตลอดแนวชายฝั่งจังหวัดสมุทรปราการ สมุทรสาคร เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ ด้วยการหาเส้นชายฝั่งที่เปลี่ยนแปลงจากแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าชายฝั่งส่วนใหญ่ถูกกัดเซาะในอัตราที่น่าเป็นห่วง เช่นด้านตะวันตกของแม่น้ำเจ้าพระยาถูกกัดเซาะมากที่สุดถึง 500 เมตร ชายฝั่งเพชรบุรีที่บ้านบางแก้วและบ้านโตนดน้อยถูกกัดเซาะมากที่สุดถึง 240 เมตร ชายฝั่งหัวหินถูกกัดเซาะมากที่สุดถึง 200 เมตร

นเรศ จำบุญรอด และคณะ(2542) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณแหลมผักเบี้ยจังหวัดเพชรบุรี โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม 4 ช่วงเวลาได้แก่ปี พ.ศ. 2532 2536 2538 และ 2540

และเทคนิคการปรับพิกัดกับแผนที่ภูมิศาสตร์ปี พ.ศ. 2510 เพื่อความถูกต้องทางตำแหน่งของข้อมูลในภาพ แล้วนำภาพซ้อนทับกันเพื่อหาแนวการเปลี่ยนแปลง พบว่าป่าชายเลนบริเวณบริเวณนี้เปลี่ยนแปลงแบบงอกยื่นเพิ่มขึ้นทุกปี

บุศวรรณ โพธิทอง และคณะ(2544) ศึกษาสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบนด้วยการนำข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศปี พ.ศ. 2496 2518 และ 2536 วิเคราะห์ร่วมกับแผนที่ภูมิศาสตร์ปี พ.ศ. 2510 แสดงการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งจากการลากเส้นชายฝั่ง แล้วนำการเปลี่ยนแปลงมาวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยทางสมุทรศาสตร์อื่นๆ ด้วยทั้ง ลม คลื่น กระแสน้ำ น้ำขึ้นน้ำลงฯ พบว่าชายฝั่งอ่าวไทยตอนบนด้านเหนือมีการกัดเซาะสูงโดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำสายหลัก โดยในขณะที่พื้นที่ส่วนใหญ่ของชายฝั่งอ่าวไทยด้านตะวันตกและออกมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่การศึกษานี้ก็ยังไม่ได้ข้อสรุปที่แน่ชัดสำหรับสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากยังขาดข้อมูลที่จำเป็นในการวิเคราะห์

พรสิทธิ์ สิทธิวันชัย(2540) ศึกษาอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำต่อการเปลี่ยนแปลงท้องน้ำบริเวณปากแม่น้ำโกลกโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ ครอบคลุมการทบทวนทฤษฎีคลื่นและกระแสน้ำเทียบกับข้อมูลจากแบบจำลองชลศาสตร์ของกรมชลประธาน พบว่าคลื่นจะกัดเซาะบริเวณท้องทะเลในช่วงคลื่นแตกตัว ขึ้นมาทับถมบริเวณชายฝั่งและกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำจะพยายามหาทางออกสู่ทะเล ทำให้เกิดการกัดเซาะบริเวณปากแม่น้ำและเกิดการทับถมของตะกอนบริเวณสันดอนมากขึ้นการกัดเซาะและทับถมดังกล่าวจะมีมากขึ้นเมื่อปริมาณการไหลมากขึ้น แต่แบบจำลองนี้ก็ใช้ทำนายผลเฉพาะกรณีแหล่งตกตะกอนจากการกัดเซาะจากคลื่นเท่านั้น

Rao et al(1985) ได้นำเอาเทคนิคการสำรวจระยะไกลด้วยข้อมูลดาวเทียมเข้ามาใช้เป็นวิธีดำเนินการศึกษาเพื่อความสะดวกและมองเห็นภาพของบริเวณที่สนใจได้อย่างครอบคลุม และมีข้อดีหลายประการกว่าวิธีการอื่น โดยทำให้ได้ข้อมูลในการติดตามหลายช่วงเวลา ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเล และการศึกษาถึงสาเหตุของการกัดเซาะทำลายรวมถึงการติดตามลักษณะของชายฝั่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เป็นอย่างดี

Santarini et al(2001) ใช้กรณีศึกษาที่อ่าวบันเทน (Banten Bay) โดยนำเทคนิครีโมทเซนซิงเข้ามาใช้ในการสังเกตความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ซึ่งเป็นชายฝั่งแบบ หินผา ทราย และโคลน ทำให้เห็นภาพการเปลี่ยนแปลงอย่างครอบคลุม ซึ่งพบว่ากิจกรรมของมนุษย์มีผลกระทบต่อการ

เปลี่ยนแปลงทั้งทางตรงและทางอ้อม ทางตรงนั้นจะกระทบต่อการถดถอยของชายฝั่งและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างชายฝั่งแม่น้ำ ทางอ้อมเป็นผลเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน การลุกล้ำพื้นที่ป่าชายเลนทำให้แนวป้องกันชายฝั่งตามธรรมชาติสูญเสียไป

Xiaoge Z.(2001) ศึกษาโดยการประยุกต์เทคนิคริโมทเซนซิงเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของปากแม่น้ำเพิรล (Pearl River) ที่ฮ่องกงและมาเก๊าซึ่งยากที่จะวัดตามจำนวนและเวลา จึงใช้หลักการ "Neural Network Classifier" กับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพรีโมทเซนซิ่งหลายช่วงเวลาโดยการบ่งกลุ่มการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งของชายฝั่งแต่ละช่วงเวลาพบว่าการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่จากการใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น สนามบิน และสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ คือปัจจัยที่สำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงโดยมุ่งเน้นการติดตามการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมชายฝั่งในระยะยาวด้วย เป็นการนำข้อมูลดาวเทียม 3 ช่วงเวลามาใช้ภายในช่วง 25 ปีได้แก่ปี 1973, 1992 และ 1998 แล้วนำมาเทียบกับแผนที่ซึ่งรู้พิกัดทำให้ทราบแนวชายฝั่งที่แท้จริง ณ เวลาที่ต้องการ ประโยชน์ขอ้งการใช้ภาพดาวเทียมนี้เองทำให้การศึกษามีความสะดวกประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณ ซึ่งหากนำวิธีอื่นมาสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจากกิจกรรมมนุษย์เช่นนี้คงยากแก่การสังเกต

Pope&Theiler(2001) ศึกษาการพัฒนาอัลกอริทึมที่ใช้ในการซ้อนภาพดาวเทียมหลายช่วงเวลาให้เป็นแบบ Automated Image Registration(AIR) ซึ่งเน้นที่ภาพเป็นหลักเพื่อหลีกเลี่ยงการพิจารณาที่ต้องปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมมนุษย์ ต่างจากการแก้ไขความถูกต้องของภาพแบบโดยตรง (direct georeferencing) เป็นการนำคณิตศาสตร์เข้ามาวิเคราะห์เป็นหลักทำให้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมเพิ่มขึ้นอีก

Mahmoud(2002) ได้นำเทคนิคริโมทเซนซิงมาใช้ศึกษาที่บริเวณแหลมโรเซตตา (Rosetta Promontory) ที่ปากแม่น้ำไนล์ (Nile River) ในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา เน้นการใช้ข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ สังเกตการเปลี่ยนแปลงล่าสุดพิจารณาร่วมกับข้อมูลดาวเทียมหลายช่วงเวลาได้แก่ ปี 1984, 1986, 1991, 1995, 1997 และ 2000 ผลการศึกษาพบว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งอยู่ที่ 118.6 เมตร/ปี โดยที่การศึกษาอื่นในช่วง 10 ปีที่ผ่านมาพบว่าการเปลี่ยนแปลงต่ำสุดอยู่ที่ 18 เมตร/ปี และสูงสุดอยู่ที่ 230 เมตร/ปี การศึกษาแสดงให้เห็นว่าการกัดเซาะชายฝั่งมีผลมาจากกระบวนการชายฝั่ง การเคลื่อนย้ายตะกอน ระดับน้ำทะเล และการทรุดตัวของพื้นที่ แต่การใช้ประโยชน์พื้นที่และการวางแผนการก่อสร้างสิ่งปลูกสร้างต่างๆ ยังมีต่อไปโดยมิได้คำนึงถึงปัญหาและสาเหตุของการกัดเซาะที่เกิดกับชายฝั่ง ภาพถ่ายดาวเทียมทำให้ติดตามการเปลี่ยนแปลงที่

เกิดจากธรรมชาติและกิจกรรมมนุษย์ของพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง การสูญเสียชายฝั่งส่งผลต่อการเกษตรกรรม ด้านโบราณคดี อาคาร ถนน และแหล่งท่องเที่ยว ลักษณะพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ระดับต่ำ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลจึงมีผลสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลง โดยการกัดเซาะของชายฝั่งบริเวณนี้ก็มีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของเราเช่นเดียวกับที่เกิดกับชายฝั่งอื่นๆ ในโลก เพราะส่งผลต่อเศรษฐกิจและระบบนิเวศ การผลิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต เหล่านี้ เป็นต้น

Maktav et al(1999) ศึกษาการกัดเซาะของแนวชายฝั่งจากข้อมูลภาพดาวเทียมที่บริเวณทะเลสาบเทอร์คอส (Terkos Lake) ในประเทศตุรกีด้วยข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แสท-5-ทีเอ็มและสปอท ร่วมกับการพิจารณากับข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ในช่วงเวลายาว(long-term) แล้ววิเคราะห์ภาพด้วยการจัดกลุ่มของข้อมูลภาพและการซ้อนภาพของบริเวณเดียวกันในช่วงเวลาที่ต่างกัน ทำให้เห็นความเปลี่ยนแปลงตามแนวชายฝั่งเนื่องจากการกัดเซาะได้อย่างชัดเจน พร้อมกับวิเคราะห์ข้อมูลตามความสัมพันธ์กับข้อมูลอื่นๆ ด้วย

<u>สรุปเทคนิคที่ใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่ง</u>

จากการรวมรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการศึกษานี้ พบว่าปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเป็นเรื่องที่ถูกให้ความสำคัญทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ จึงมีการคิดค้นนำเทคนิคต่างๆ หลากหลายรูปแบบมาใช้วิเคราะห์และติดตามการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

- การวางหมุดอ้างอิงภาคสนาม(georeference point) วิธีการนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะจะได้ระยะการเปลี่ยนแปลงที่ถูกต้อง แต่ไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากต้องมีหน่วยงานรับผิดชอบดูแลเก็บข้อมูลและบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่องโดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานรับผิดชอบกับงานด้านชายฝั่งโดยตรง จึงยังไม่มีการเก็บข้อมูลในลักษณะนี้

- การศึกษาจากภาพหรือข้อมูลปีต่างๆ กัน เป็นการนำเทคนิคภาพถ่ายระยะไกลหรือที่รู้จักกันดีในชื่อข้อมูลจำพวกรีโมตเซนซิง เช่น ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ แผนที่ ข้อมูลภาพดาวเทียม ด้วยการนำแนวเส้นชายฝั่งจากแต่ละปีที่มีข้อมูลมาซ้อนทับกันและคำนวณหาระยะการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่ง สำหรับวิธีนี้มีความละเอียดของระยะการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งขึ้นอยู่กับชนิดของข้อมูล ความผิดพลาดจากผู้วิเคราะห์ และราคาข้อมูลที่มีความละเอียดสูงจะมีราคาสูงเช่นกัน

- การศึกษาจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยข้อมูลสมุทรศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงเช่น ข้อมูล ลม คลื่น กระแสน้ำ เป็นต้น นำมาวิเคราะห์ตามเงื่อนไขของแบบจำลอง แต่ละตัวทำให้สามารถทำนายการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งได้ แต่การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ทำนายกระบวนการที่เกิดขึ้นอาจยังไม่ครอบคลุมนัก มีความละเอียดถูกต้องที่จำกัดขึ้นกับรายละเอียดข้อมูลที่ใส่เข้าไป และการ verify แบบจำลอง เพราะประการสำคัญคือปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งมีอยู่หลายปัจจัย (พงศ์ศักดิ์ เสริมสาธนสวัสดิ์(2529))