บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สาเหตุของการกัดเซาะแนวชายฝั่งที่จาเตามธรรมชาติ

2.1 1 การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล

การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างช้าๆ และอาศัยระยะเวลาที่ยาวนาน การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเนื่องจากน้ำทะเลที่มีระดับสูงขึ้นนั้น ทำให้แนวชายฝั่งถอยเข้าไปในแผ่นดิน ส่วนของชายฝั่งจะถูกน้ำทะเลท่วมนั้นจะเกิดการปรับตัวเกิดขึ้น ซึ่งทำให้โครงร่างชายฝั่งเปลี่ยนไปจากเดิม

2.1.2 การแปรฝันของปริมาณตะกอนจากแผ่นดิน

การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศอากาศของโลก เป็นสาเหตุทำให้เกิดความแห้งแล้งในบางพื้นที่ซึ่งส่งผลให้ตะกอนที่ถูกชะล้างจากแผ่นดินสู่แม่น้ำไปยังชายฝั่งมีปริมาณน้อยลง ซึ่งทำให้ชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำเกิดการกัดเซาะขึ้น เพราะปกติแล้วตะกอนจากแม่น้ำจะเข้ามาเสริมตะกอนที่สูญเสียไปในทะเลเนื่องจากกระบวนการต่างๆบริเวณปากแม่น้ำ ทำให้ชายฝั่งไม่เกิดการกัดเซาะ แต่เมื่อปริมาณตะกอนจากแผ่นดินน้อยลงทำให้ชายฝั่งสูญเสียตะกอนมากว่าได้รับ ทำให้ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะเกิดขึ้น

2.1.3 คลื่น

คลื่นที่เคลื่อนที่จากทะเลลึกเข้ามาในบริเวณชายฝั่งซึ่งตื้นกว่า คลื่นนั้นจะเกิดการหักเหขึ้นเนื่องจากลักษณะพื้นทะเลและความลึกของน้ำทะเลที่เปลี่ยนไป ในบางบริเวณคลื่นเกิดการหักเหมารวมกันทำให้บริเวณนั้นมีคลื่นสูงและแรงมากว่าปกติ เช่นบริเวณแหลมชายฝั่ง แต่ในบางบริเวณคลื่นจะหักเหออกจากกันทำให้ความแรงของคลื่นน้อยกว่าปกติเช่นในบริเวณอ่าว ซึ่งความแรงของคลื่นจะเป็นตัวหนึ่งที่บอกความรุนแรงของการกัดเซาะ ถ้าบริเวณใดมีคลื่นแรงก็จะเกิดการกัดเซาะที่รุนแรง แต่ถ้าบริเวณใดคลื่นไม่แรงการกัดเซาะก็จะลดลง เพราะพลังงานของคลื่นที่

ต่างกัน เมื่อคลื่นซัดเข้าสู่ชายฝั่งพลังงานที่มากับคลื่นจะทำให้ชายฝั่งเกิดกัดเซาะขึ้น เพราะทรายบริเวณชายฝั่งจะถูกกัดเซาะและถูกขนส่งไปยังบริเวณอื่นของชายฝั่ง เช่น นอกฝั่ง ทำให้บริเวณชายฝั่งนั้นการสูญเสียทรายไป

2.1.4 คลื่นพายุ

คลื่นทะเลที่ความสูงชันและรุนแรงอันเกิดจากพายุ เมื่อเคลื่อนที่เข้ามาในบริเวณชายฝั่งจะเป็นตัวการทำให้ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะอย่างรุนแรงและรวดเร็ว เนื่องจากคลื่นพายุนั้นมี พลังงานมาก เมื่อซัดเข้าสู่ชายฝั่งจะทำให้ชายฝั่งเกิดการพังทลายอย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นน้ำทะเลจำนวนมากที่ถูกคลื่นพายุที่ซัดขึ้นไปกองบนชายฝั่งก็ไหลกลับคืนสู่ทะเล พร้อมทั้งพาทรายจำนวนมากที่พังทลายไหลกลับลงไปด้วย ทำให้ชายฝั่งสูญเสียทรายจำนวนมาก ชายฝั่งจึงเกิดการกัดเซาะอย่างรุนแรง

2.1.5 ลมทะเล

ลมทะเลที่มีกำลังแรงเมื่อพัดเข้าสู่ชายฝั่ง เป็นสาเหตุที่ทำให้ชายฝั่งเกิดการกัดเซาะได้เช่นกัน คือเมื่อลมทะเลพัดเข้าปะทะกับชายฝั่งก็พัดเอาทรายบนชายหาดไปกองรวมกันยังบริเวณหลังชายหาดเกิดเป็นเนินทราย ทำให้ชายหาดเกิดการการกัดเซาะขึ้น

2.1.6 การขนส่งตะกอนตามแนวชายฝั่ง

กระแสน้ำตามแนวชายฝั่ง (longshore current) เป็นกระแสน้ำนี้เกิดจากคลื่นหัวแตกที่เคลื่อนที่ทำมุมเข้าสู่ชายฝั่ง กระแสน้ำนี้จะเคลื่อนที่ขนานกับแนวชายฝั่ง ซึ่งทำให้เกิดการขนส่งตะกอนทรายตามแนวชายฝั่งขึ้น การขนส่งตะกอนตามแนวชายฝั่งนี้สามารถทำให้เกิดการกัดเซาะในบริเวณชายฝั่งขึ้นได้ ถ้าตะกอนทรายในบริเวณชายฝั่งใดถูกขนส่งออกไปมากกว่าตะกอนทรายที่ได้รับ

2.1.7 น้ำขึ้นน้ำลง

น้ำขึ้นน้ำลงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดการกัดเซาะของชายหาดได้ โดยพบว่าในช่วงน้ำลงจะทำให้เกิดการกัดเซาะขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องอาศัยกระบวนการอื่นในบริเวณชายฝั่งร่วมด้วย คือคลื่นและระดับน้ำในชายหาด ในช่วงเวลาน้ำขึ้นเมื่อคลื่นที่ซัดเข้าหาชายหาดจะนำน้ำทะเลไปกองบนชายหาด ต่อจากนั้นน้ำทะเลที่กองบนหาดจะไหลกลับสู่ทะเล แต่จะไม่ไหลกลับด้วยความแรงมากนัก เนื่องจากน้ำทะเลส่วนหนึ่งจะซึมลงไปในชายหาดทำให้ปริมาณน้ำทะเลที่ไหลกลับลดลง แต่ในขณะที่น้ำลงนั้นน้ำทะเลที่ไหลกลับสู่ทะเลจะไหลกลับด้วยความแรงที่มากกว่าปกติ เนื่องจากปริมาณน้ำทะเลที่ไหลกลับมีมาก ทั้งนี้เป็นเพราะในช่วงเวลาที่น้ำลงนั้น น้ำทะเลที่ถูกคลื่นซัดไปกองบนชายหาดจะซึมลงไปในชายหาดได้น้อย เนื่องจากระดับน้ำในหาดมีมาก และขณะที่น้ำลง ระดับน้ำทะเลจะลดลงเร็วกว่าระดับน้ำในชายหาดทำให้ระดับน้ำในชายหาดสูงกว่าระดับน้ำทะเล ระดับน้ำในชายหาดที่สูงกว่านี้ทำให้มีน้ำจะซึมออกมาจากชายหาด น้ำที่ซึมออกมาจากชายหาดเมื่อรวมกับน้ำทะเลที่คลื่นซัดมาจะทำให้ปริมาณน้ำทะเลที่ไหลกลับสู่ทะเลมีมาก และไหลกลับสู่ทะเลจะไหลด้วยความแรง น้ำทะเลที่ไหลกลับทะเลด้วยความแรงนี้เองจะนำทรายบริเวณชายหาดออกไปในทะเลได้มาก (Duncan, 1964) ทำให้ชายหาดเกิดการกัดเซาะขึ้น

2.2 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งที่เกิดจากสิ่งก่อสร้างทางวิศวกรรมในบริเวณชายฝั่ง

2.2.1. กำแพงกันคลื่น (Seawalls)

เป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขนานกับชายฝั่ง เพื่อป้องกันการพังทลายชายฝั่ง แต่แทนที่จะป้องกันการกัดเซาะได้ กลับเพิ่มการกัดเซาะให้มากกว่าเดิม เพราะคลื่นที่ซัดเข้าสู่ฝั่งนั้นพลังงานที่มากับคลื่นจะกระทบกับกำแพงกันคลื่นอย่างรุนแรง แทนที่พลังงานที่มากับคลื่นจะค่อยๆสลายตัวเมื่อเคลื่อนที่เข้าสู่ชายหาดตามธรรมชาติ คลื่นที่กระทบกับกำแพงกันคลื่นด้วยความรุนแรงจะทำให้ชายฝั่งด้านหน้าของกำแพงกันคลื่นเกิดการพังทลาย และเมื่อคลื่นเหล่านั้นเคลื่อนที่กลับสู่ทะเลจะพาทรายด้านหน้าของกำแพงกันคลื่นที่เกิดการพังทลายไปด้วย ซึ่งจะทำให้เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งขึ้น

2.2.2 Groins

เป็นสิ่งก่อสร้างมีลักษณะเป็นกำแพง ทำด้วยหิน ไม้ หรือคอนกรีต ซึ่งจะสร้างยื่นออกไปในทะเล Groins จะขวางกั้นการขนส่งตะกอนตามแนวชายฝั่ง (longshore sediment transport) ทำให้เกิดการงอกของชายฝั่ง ในด้านตามน้ำ (down-drift) เพราะตะกอนที่เคลื่อนที่ตามแนวชายฝั่งจะถูก Groins ขวางกั้น เมื่อตะกอนมีรวมกันมากๆจะเกิดการตกตะกอน และในที่สุดจึงทับถมกันเป็นชายหาดขึ้นใหม่ ส่วนด้านต้นน้ำ (up-drift) จะเกิดการกัดเซาะของชายฝั่งขึ้น เนื่องจากมีแต่ตะกอนที่ออกไปไม่มีตะกอนเคลื่อนเข้ามาทดแทน เพราะถูก Groins ขวางกันไว้

2.2.3 Jetties

เป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นขนาบกับร่องน้ำทั้งสองข้าง เพื่อป้องกันตะกอนที่ขนส่งตามแนวชายฝั่งที่เคลื่อนไปทับถมในบริเวณร่องน้ำ ซึ่งทำให้ร่องน้ำเกิดการตื้นเขิน ร่องน้ำนี้อาจเป็นแม่น้ำหรือ ทางเข้าท่าเรือ แต่ Jetties นั้นก็มีผลทำให้แนวชายฝั่งเกิดการเปลี่ยนแปลง เนื่องจาก Jetties ไปขวางกั้นการขนส่งตะกอนตามแนวชายฝั่ง ทำให้เกิดการงอกของชายฝั่งในด้านตามน้ำ ส่วนด้านต้นน้ำจะเกิดการกัดเซาะของชายฝั่ง นอกจากนั้น Jetties ที่สร้างในบริเวณปากแม่น้ำอาจทำให้เกิดสันดอนบริเวณปากแม่น้ำขึ้นได้ เพราะตะกอนที่มาจากแม่น้ำเมื่อเคลื่อนที่ถึงบริเวณปากน้ำ ก็จะถูกกระทำด้วยแรงที่เกิดจากน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้ตะกอนเคลื่อนที่ช้าลงแล้วตกตะกอนเกิดเป็นสันดอนในที่สุด

2.2.4 **เขื่อนกันคลื่น** (Breakwater)

เป็นสิ่งก่อสร้างที่สร้างขึ้นเพื่อป้องกันท่าเรือจากคลื่นที่ซัดเข้ามาอย่างรุนแรง โดยการวางตัวของเขื่อนกันคลื่นจะขึ้นอยู่กับทิศทางของคลื่นที่ทำอันตรายกันตัวท่าเรือเป็นสำคัญ แต่เขื่อน-กันคลื่นนั้น ก็ส่งผลกระทบต่อแนวชายฝั่งเหมือนกับสิ่งก่อสร้างในบริเวณชายฝั่งแบบอื่นๆ เนื่องจากเขื่อนกันคลื่นไปขวางกั้นการขนส่งตะกอนตามแนวชายฝั่ง โดยทำให้เกิดการงอกของชายฝั่งในด้านตามน้ำ และทำให้เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งอย่างรุนแรงในด้านต้นน้ำ

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างการขนส่งของตะกอนแขวนลอยในบริเวณชายฝั่ง และการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่ง

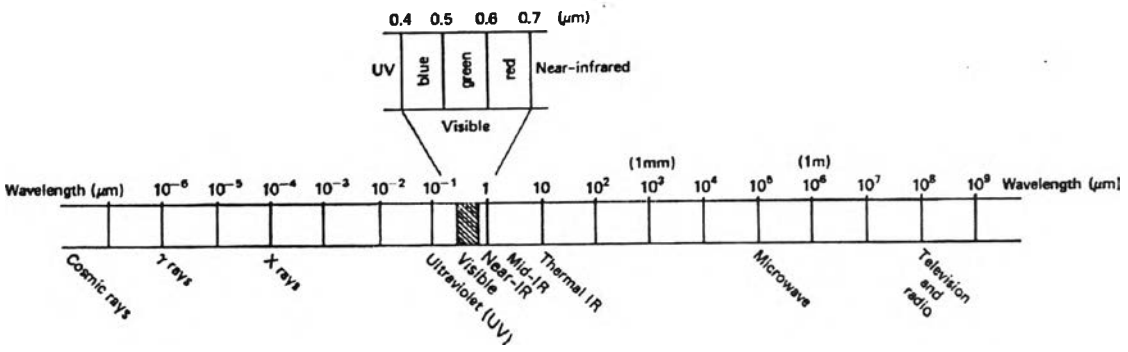
การขนส่งของตะกอนแขวนลอยที่เกิดขึ้นในบริเวณชายฝั่งนั้น มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะชายฝั่ง ซึ่งโดยทั่วไปการกระจายของตะกอนแขวนลอยขึ้นกับระบบการขนส่งตะกอนในบริเวณชายฝั่งซึ่งอยู่ภายใต้อิทธิพลของกระแสน้ำในบริเวณชายฝั่ง โดยทิศทางการไหลของกระแสน้ำในบริเวณชายฝั่งในแต่ละแห่งก็จะต่างกัน บางแห่งอาจมีทิศเดียว บางแห่งอาจมีสองทิศ แต่ในแต่ละบริเวณของชายฝั่งจะมีทิศการไหลของกระแสน้ำสุทธิอยู่ ซึ่งทิศทางของกระแสน้ำชายฝั่งสุทธินี้มีผลสำคัญต่อลักษณะชายฝั่งในบริเวณดังกล่าว (Davies, 1980)

เมื่อกระแสน้ำบริเวณชายฝั่งไหลไปทิศใดทิศหนึ่ง ในฤดูใดฤดูหนึ่ง ชายฝั่งในบริเวณที่กระแสน้ำชายฝั่งไหลมาจะขนส่งทรายในบริเวณนั้นมาด้วย ทำให้ชายฝั่งในบริเวณดังกล่าวเกิดการกัดเซาะขึ้น ส่วนในชายฝั่งที่กระแสน้ำชายฝั่งไหลไป กระแสน้ำชายฝั่งก็จะนำทรายดังกล่าวไปทับถม ทำให้ชายฝั่งในบริเวณนั้นเกิดการงอกขึ้น สลับสับเปลี่ยนไปในแต่ละฤดู ซึ่งทำให้ลักษณะแนวชายฝั่งก็จะเปลี่ยนไปในแต่ละฤดูเช่นกัน แต่กระนั้นลักษณะแนวชายฝั่งทะเลก็อยู่ในสมดุล คือ ในแต่ละบริเวณของชายฝั่งทะเลมีทั้งการกัดเซาะและการทับถม สลับกันไปตลอดเวลา จนกระทั่งมีการก่อสร้างเกิดขึ้นในบริเวณชายฝั่งตัวอย่างเช่น การสร้างท่าเรือและพื้นที่อุตสาหกรรมด้วยการถมทะเลยื่นออกไปในทะเลนั้นจะทำให้รูปแบบของกระแสน้ำบริเวณชายฝั่งเปลี่ยนไป ก็จะทำให้การขนส่งตะกอนในบริเวณชายฝั่งที่มีอยู่เดิมเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งมีผลต่อลักษณะของแนวชายฝั่งตามมา สิ่งก่อสร้างเหล่านี้จะขวางกั้นการขนส่งตะกอนในบริเวณชายฝั่ง ทำให้ด้านตามน้ำ (down-drift) ซึ่งเป็นด้านหนึ่งของท่าเรือเกิดการงอกอย่างรวดเร็ว ส่วนอีกด้านหนึ่งของท่าเรือที่เป็นด้านต้นน้ำ (up-drift) เกิดการกัดเซาะของชายฝั่งเกิดขึ้น เนื่องจากสมดุลของตะกอนที่เข้าออกบริเวณนั้นเสียไป ชายฝั่งในบางบริเวณก็จะเกิดการงอกอย่างถาวร ส่วนในบางบริเวณก็จะเกิดการกัดเซาะอย่างถาวร

2.4 หลักการและทฤษฎีการสำรวจระยะไกลด้วยดาวเทียม

การสำรวจระยะไกล หรือ รีโมทเซนซิ่ง (remote sensing) เป็นวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงหนึ่งที่ใช้ในการ จำแนก บ่งบอก หรือวิเคราะห์คุณลักษณะของวัตถุต่างๆ โดยปราศจากการสัมผัสกับวัตถุโดยตรง (คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อน หรือแผ่ออกจากวัตถุมักจะเป็นต้นกำเนิดของข้อมูลที่สำรวจจากระยะไกล อย่างไรก็ดีตัวกลางอื่นๆเช่น ความโน้มถ่วงหรือสนามแม่เหล็ก ก็อาจนำมาใช้ในการสำรวจระยะไกลได้เช่นกัน โดยการสำรวจจากระยะไกลจากดาวเทียมที่อาศัยการแผ่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากวัตถุนั้น อาศัยคุณสมบัติที่ว่าเมื่อวัตถุใดมีอุณหภูมิสูงกว่า 0 องศาสัมบูรณ์จะมีคุณสมบัติในการแผ่รังสีออกมาของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นต่างๆ กัน รูป 2.1 แสดงแถบพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum)



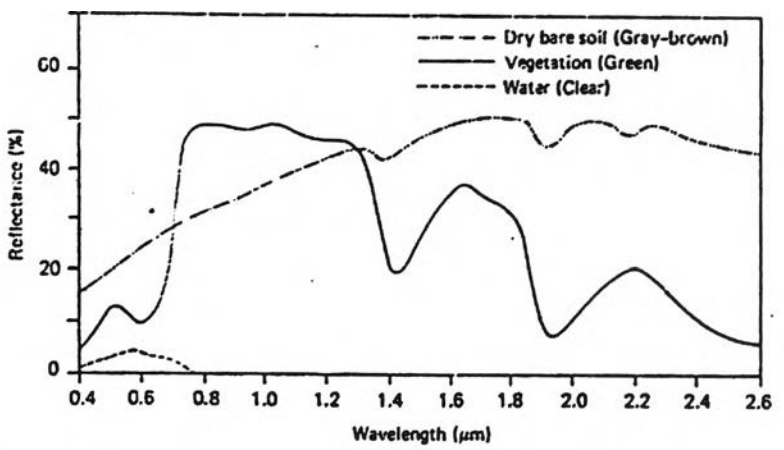
รูป 2.1 แถบพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (ที่มา : Lillesand และ Kiefer, 1979)

การแผ่รังสีของวัตถุต่างๆ ที่อุณหภูมิหนึ่งๆ จะอยู่ในลักษณะของแถบคลื่น(spectrum) ประกอบด้วย ความยาวคลื่นหลายๆ ความยาวคลื่นมารวมกัน แต่จะมีความยาวคลื่นสูงสุดอยู่ที่ความยาวคลื่นใดความยาวคลื่นหนึ่ง (λ_{max}) โดย λ_{max}นี้ขึ้นกับอุณหภูมิของวัตถุ ที่อุณหภูมิสูง ค่าของ λ_{max}จะมีค่าต่ำ ที่อุณหภูมิต่ำ ค่าของ λ_{max}จะมีค่าสูง การศึกษาข้อมูลการสำรวจระยะไกลที่อาศัยพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีในธรรมชาติ เช่น ดวงอาทิตย์ นั้นเรียกว่า Passive remote sensing แต่ถ้าอุปกรณ์รับสัญญาณเป็นตัวผลิตพลังงานออกมาเองแล้วทำการรับสัญญาณที่สะท้อนกลับจากวัตถุ อีกทีหนึ่ง เรียกว่า Active remote sensing

การศึกษาข้อมูลระยะไกล มีหลักการสำคัญคือพลังงาน ซึ่งในกรณีที่เป็น Passive remote sensing ต้นกำเนิดคือดวงอาทิตย์แผ่พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาผ่านชั้นบรรยากาศ ซึ่งทำให้มีการสูญเสียพลังงานไปบางส่วน เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาระหว่างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับบรรยากาศ เมื่อพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าตกกระทบวัตถุบนผิวโลก จะเกิดปฏิกิริยาระหว่างวัตถุบนผิวโลกกับพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า บางส่วนของพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะสะท้อนกลับสู่บรรยากาศ ในขณะที่บางส่วนถูกดูดกลืนโดยวัตถุบนผิวโลก และบางส่วนที่เหลือจากการดูดกลืน

ก็ถูกส่งผ่านไปยังระดับที่ลึกกว่า พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนกลับสู่บรรยากาศจะเข้าสู่อุปกรณ์รับสัญญาณ ดังนั้นพลังงานที่วัดได้โดยอุปกรณ์รับสัญญาณ อาจประกอบด้วยพลังงานที่สะท้อนจากวัตถุปฏิกิริยากับชั้นบรรยากาศ และพลังงานที่สะท้อนจากก้อนเมฆ ค่าที่วัดได้ขึ้นอยู่กับสภาวะในชั้นบรรยากาศ มุมของดวงอาทิตย์ มุมของอุปกรณ์รับสัญญาณ และคุณสมบัติในการสะท้อน การดูดกลืน และการส่งผ่านของวัตถุ

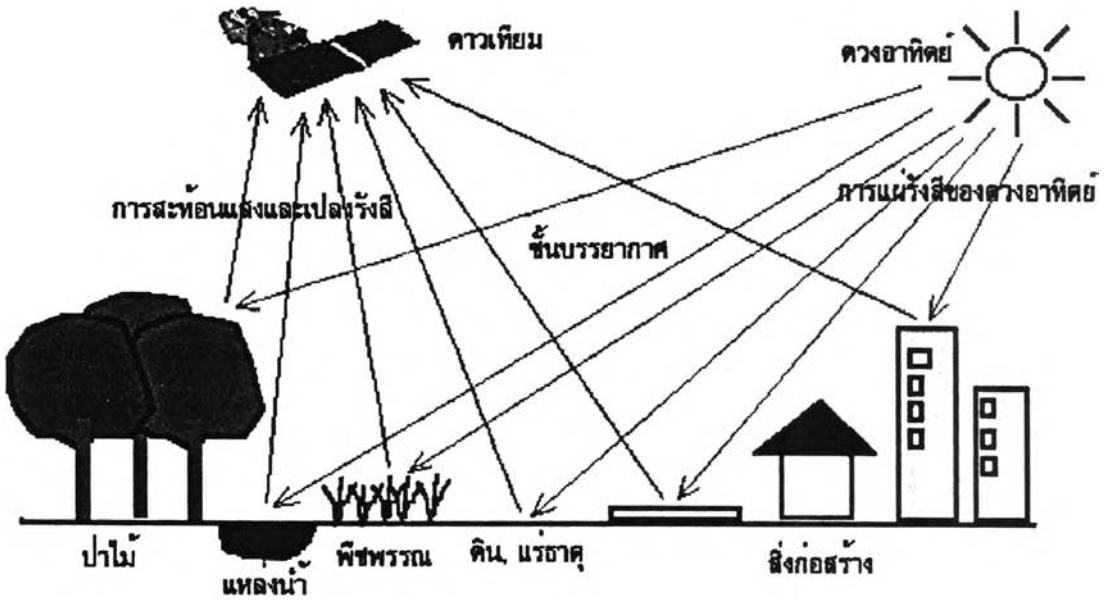
การสะท้อน ณ ความยาวคลื่นต่างๆ ของวัตถุใด วัตถุหนึ่ง มีลักษณะเฉพาะตัวที่เรียกว่า spectrum signature วัตถุต่างชนิดกันจะมี spectrum signature ต่างกัน เมื่อนำค่าสะท้อนแสงในช่วงคลื่นต่างๆมาพล็อตจะได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าการสะท้อนกับความยาวคลื่น (spectral reflectance curve) ดังตัวอย่างในรูป 2.2 แสดงค่า spectral signature ของพืชสีเขียว ดินที่โล่ง-แห้ง และน้ำใส หลักการของ spectral signature นี้เมื่อได้ ข้อมูลจากการสะท้อนของวัตถุบนผิวโลกมา และนำมาเทียบเคียงกับ signature ต้นแบบของ สิ่งที่ทราบ เช่น จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ หรือภาคสนาม ทำให้ทราบวัตถุนั้นคือสิ่งใด



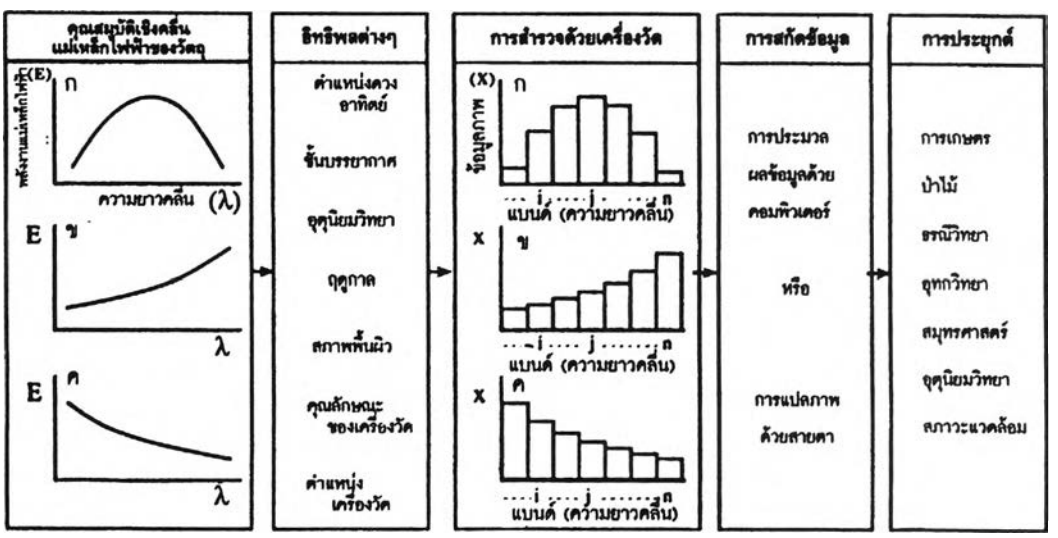
รูป 2.2 ค่าการสะท้อนแสงของพืช , น้ำ และดิน (ที่มา : Lillesand และ Kiefer, 1979)

โดยเครื่องมือที่นำมาใช้ในการวัดค่าพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าที่สะท้อนหรือแผ่ออกจากวัตถุ เรียกว่า เครื่องวัดจากระยะไกล (remote sensor)หรือ เครื่องวัด (sensor) ตัวอย่างเช่น กล้องถ่ายรูป หรือ เครื่องกวาดภาพ(scanner) ยานพาหนะที่ใช้ติดตั้งเครื่องวัด เรียกว่ายานสำรวจ(platform) ได้แก่เครื่องบินหรือดาวเทียม

หลักการนี้แสดงในรูป 2.3 และ 2.4 แสดงขั้นตอนในการสำรวจระยะไกล โดยยกตัวอย่างวัตถุ 3 ประเภท ที่ตรวจวัดโดยใช้เครื่องวัดที่ใช้ช่วงคลื่นที่ให้คุณลักษณะทางพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ตลอดจนอิทธิพลต่างๆที่มีต่อสัญญาณคลื่น ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกลเหล่านี้ จะผ่านการวิเคราะห์แบบอัตโนมัติโดย ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ หรือ การแปลด้วยตาแล้วจึงนำไปประยุกต์ ในด้านการเกษตร การใช้ที่ดิน ป่าไม้ ธรณีวิทยา อุทกวิทยา สมุทรศาสตร์ อุตุนิยมวิทยา และสภาพแวดล้อม ฯลฯ



รูป 2.3 การเก็บข้อมูลโดยการสำรวจระยะไกล



รูป 2.4 ขั้นตอนการสำรวจจากระยะไกล (ที่มา : คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

2.5 การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมดาวเทียม Landsat ในการศึกษาตะกอนแขวนลอยในบริเวณชายฝั่งทะเล

การศึกษาคุณภาพแหล่งน้ำใดๆไม่สามารถศึกษาด้วยดาวเทียมได้ทุกพารามิเตอร์ เนื่องจากเป็นการศึกษาโดยใช้โทรสัมผัส ซึ่งพารามิเตอร์นั้นๆ ต้องมีการแสดงผลโดยที่เครื่องของดาวเทียมสามารถรับได้ ตัวอย่าง เช่น สี, ความขุ่น, ความขรุขระของผิวหน้า เป็นต้น ดังนั้นสิ่งที่ก่อให้เกิดสี เช่น คลอโรฟิลล์ สารอินทรีย์ หรือ สิ่งที่ทำให้เกิดความขุ่น เช่น ตะกอนแขวนลอย จึงสามารถที่จะศึกษาด้วยการสำรวจข้อมูลจากระยะไกลได้ (ลดาวัลย์ อินทปาชัย, 2533) ดาวเทียม Landsat ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านการสำรวจทรัพยากรแผ่นดิน แต่มีการศึกษาทางด้านชายฝั่ง เช่นการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนแสงของ Landsat กับค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย และคลอโรฟิลล์ ได้มีการศึกษากันแพร่หลายพอสมควร การหาค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ทำได้โดยการทำ sea truth ซึ่งหมายถึงการวัดพารามิเตอร์ต่างๆ ตามวิธีมาตรฐานทางสมุทรศาสตร์ โดยออกปฏิบัติการในภาคสนาม เพื่อนำมาตรวจสอบกับข้อมูลที่ได้รับจากการสำรวจระยะไกล จากประสบการณ์ที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นว่าพารา-มิเตอร์พื้นฐานที่ทำการตรวจสอบได้ด้วยการสำรวจจากระยะไกล ได้แก่ คลอโรฟิลล์ ตะกอน-แขวนลอยสารอินทรีย์ (yellow substance) อุณหภูมิ และสีของน้ำทะเล มีนักวิจัยหลายท่านที่ได้ทำการศึกษาและหาความสัมพันธ์เพื่อสามารถทราบค่าในเชิงปริมาณ (calibration) ของตะกอนแขวนลอย และคลอโรฟิลล์ จากข้อมูลดาวเทียม

2.6 การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเล

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเล โดยใช้เทคนิคการสำรวจข้อมูลในระยะไกลนั้น พบว่ามีข้อดีหลายประการกว่าวิธีการอื่น โดยทำให้ได้ข้อมูลในการติดตามหลายระดับ ซึ่งทำให้สามารถมองเห็นการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเล และทำการศึกษาสาเหตุของการกัดเซาะทำลาย รวมถึงติดตามลักษณะของชายฝั่งทะเลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้เป็นอย่างดี (Rao, Nair and Raju, 1985) โดยการวัดการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเล ในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ทำได้โดยการเปรียบเทียบข้อมูลดาวเทียมในช่วงเวลาที่ต่างกันโดยดูการเปลี่ยนแปลงของค่าการสะท้อนแสงในบริเวณนั้น ถ้าในบริเวณใดมีค่าการสะท้อนแสงมากขึ้นแสดงว่าในบริเวณนั้นมีการงอกของชายฝั่งทะเลเกิดขึ้น แต่ถ้าบริเวณใดมีค่าการสะท้อนแสงลดลงแสดงว่าในบริเวณนั้นมีการกัดเซาะของชายฝั่งทะเลเกิดขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำและทรายที่มีความต่างกัน

โดยน้ำมีคุณสมบัติการสะท้อนแสงน้อยกว่าทราย (El-Reay et al, 1999) ซึ่งวิธีการเปรียบเทียบข้อมูลดาวเทียมดังกล่าว ทำให้เราสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลจากอดีตถึงปัจจุบัน ดังนั้นในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลครั้งนี้จึงเลือกวิธีดังกล่าวมาใช้

2.7 ดาวเทียม LANDSAT

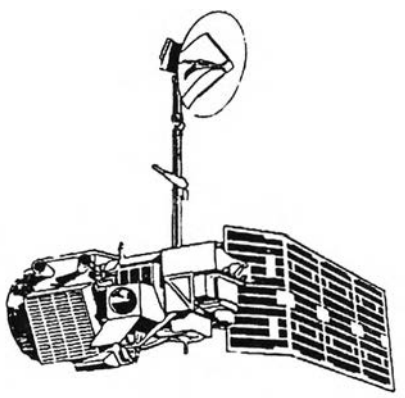
ดาวเทียม Landsat เป็นดาวเทียมที่ใช้ในการสำรวจทรัพยากร ซึ่งเป็นขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา(National Aeronautics and Space Administration, NASA) ปัจจุบันโครงการดาวเทียม Landsat นี้ได้เปลี่ยนความรับผิดชอบจากองค์การ NASA ไปขึ้นกับองค์การ NOAA (Nation Oceanographic and Atmospheric Administration) ดาวเทียม Landsat เป็นดาวเทียมที่มีการโคจรแบบ polar orbit คือ การโคจรรอบโลกในแนวเหนือ-ใต้ เป็นวงผ่านขั้วโลกใช้เวลาในการกลับมาที่เดิมทุก 18 วัน สำหรับ Landsat 1,2 และ 3 และ 16 วัน สำหรับ Landsat 4 และ 5 มีความสม่ำเสมอในการกลับมาถ่ายภาพ ณ จุดเดิมด้วยความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 37 กิโลเมตร (Lillesand และ Kiefer, 1979)

สำหรับเครื่องรับสัญญาณบนดาวเทียม Landsat มี 3 ระบบ คือ

1) ระบบ RBV (Return Beam Vidicon) camera
2) ระบบการกวาดหลายช่วงคลื่น (Multispectral Scanner , MSS)
3) ระบบ TM (Thematic Mapper)

ปัจจุบันบนดาวเทียม Landsat 4 และ 5 (รูป 2.5) มีเครื่องรับสัญญาณระบบ TM ซึ่งเป็นเครื่องรับสัญญาณที่นิยมใช้ในการศึกษา ระบบ TM เป็นระบบที่มีเครื่องวัดระดับการแผ่รังสี (radiance level) จากพื้นผิวโลก แบ่งเป็นช่วงคลื่น (band) ทั้งหมด 7 ช่วงคลื่น (ตาราง 2.1) ระบบ TM นี้ ได้รับการปรับปรุงมาจากระบบ MSS โดยเพิ่มความสามารถในการบันทึกระดับการแผ่รังสีในแต่ละช่วงคลื่นขึ้น และมีช่วงคลื่นแคบลง ทำให้มีความสามารถในการแยกแยะวัตถุต่างๆ ดีขึ้น นอกจากนี้ยังได้รวมช่วงคลื่นอินฟราเรดความร้อนไว้ด้วย เพื่อสำรวจอุณหภูมิพื้นผิวต่างๆ มีรายละเอียดของภาพ (resolution) 30 เมตร (ยกเว้นแบนด์ 6 120 เมตร) ทำให้สามารถแยกรายละเอียดบนพื้นผิวโลกได้เล็กที่สุดประมาณ 30 x 30 ตารางเมตร (pixel size)

สำหรับการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลจากเครื่องรับระบบ TM ซึ่งติดตั้งอยู่บน Landsat 4 และ 5 มีวงโคจรสูงจากผิวโลกเป็นระยะทาง 705 กิโลเมตร วงโคจรแต่ละดาวเทียมเป็น "path" และลำดับภาพที่ถ่ายในแต่ละ path และ "row" โดยแต่ละเฟรมจะมีการซ้อนเหลื่อมกันด้านข้างประมาณ 7.6 % ที่เส้นศูนย์สูตร และเพิ่มขึ้นเมื่อโคจรเข้าสู่ขั้วโลกทั้ง 2 ด้าน ทั้งนี้เนื่องจากความกว้างของแนวที่ดาวเทียมบันทึกข้อมูลเท่ากับ 185 กิโลเมตรคงที่ตลอดแนวโคจร (ลดาวัลย์ อินทปาชัย, 2533)



รูป 2.5 ดาวเทียม Landsat 4 และ 5 (ที่มา : คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ , 2540)

การใช้ดาวเทียม Landsat ในการศึกษาข้อมูลจากระยะไกลมีความสำคัญและให้ประโยชน์อย่างกว้างขวางหลายอย่าง (ตาราง 2.2) ทั้งในทางสมุทรศาสตร์ รวมถึงการศึกษาทางด้านชายฝั่งด้วย (รายละเอียดของคุณสมบัติของดาวเทียม Landsat แสดงในภาคผนวก ก)

ตาราง 2.1 ช่วงคลื่นของระบบ TM บนดาวเทียม Landsat

แบนด์	ช่วงคลื่น(μm)	สนามมุมมองณ ขณะนั้น	คุณสมบัติและการประยุกต์ใช้
1	น้ำเงิน (0.45-0.52)	30 เมตร	ผ่านทะลุผิวน้ำได้ดีซึ่งเป็นประโยชน์ในการทำแผนที่ชายฝั่ง ศึกษาคุณภาพน้ำชายฝั่ง
2	เขียว (0.52-0.60)	30 เมตร	สะท้อนสีเขียวมีประโยชน์ในการประเมินความแข็งแรงของพืช และตรวจสอบหาปริมาณคลอโรฟิลล์
3	แดง (0.63-0.69)	30 เมตร	ดูดกลืนสีเขียวอย่างมาก ใช้สำหรับแยกชนิดพืชพรรณ
4	อินฟราเรดใกล้ (0.76-0.90)	30 เมตร	แยกน้ำและแผ่นดินได้ ชัดเจนมีประโยชน์ในการกำหนดชีวะมวลและจำแนกแหล่งน้ำ
5	อินฟราเรดคลื่นสั้น (1.55-1.75)	30 เมตร	แยกความชื้นได้ดี สามารถให้รายละเอียดปริมาณความชื้นของพืชพรรณ และความชื้นดิน และแยกความแตกต่างระหว่างหิมะกับเมฆ
6	อินฟราเรดความร้อน (10.40-12.50)	120 เมตร	แยกความชื้นดินและพืชพรรณ ดูอุณหภูมิผิวน้ำทะเล
7	อินฟราเรดกลาง (2.08-2.35)	30 เมตร	แยกลักษณะแตกต่างทางธรณีวิทยาได้ดี

ตาราง 2.2 ตัวอย่างการใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat TM

(ที่มา EOSAT.cite in Rajan, 1991)

การรวมแบนด์(Band Combinations) (R,G,B)	การประยุกต์ใช้
3,2,1	สามารถใช้ศึกษาในบริเวณน้ำตื้นและดูความขุ่นของน้ำ
4,5,3	แสดงรอยต่อระหว่างน้ำและแผ่นดินได้ดี ดูชนิดและความอุดมสมบูรณ์ของพืชพรรณ และแสดงให้เห็นดินที่มีความชื้นต่างกัน
4,3,2	สีแดงที่ปรากฏจะแสดงถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของพืชพรรณ ฉะนั้นจึงใช้โทนของสีแดงเพื่อดูสุขภาพของพืชพรรณ และใช้สีน้ำเงินเพื่อแสดงความหนาแน่นของชุมชน
7,4,2	สีเขียวที่ปรากฏจะแสดงพืชพรรณ และโทนของสีเขียวแสดงปริมาณน้ำในพืชพรรณ

2.8 การศึกษาตะกอนแขวนลอยโดยใช้ดาวเทียม Landsat ในอดีต

Klemas (1973) ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยเพื่อใช้ติดตาม (natural tracer) การไหลเวียนของกระแสน้ำ โดยใช้ ดาวเทียม ERTS - 1 (Landsat – 1(MSS)) พบว่าข้อมูลใน แบนด์ 5 ความยาวคลื่น 0.6 – 0.7 ไมโครเมตร ให้ผลดีที่สุดในการแสดงความแตกต่าง(contrast) ของตะกอนแขวนลอย

Welby (1978) ได้วิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat ในช่วงเวลา 5 ปี ที่แสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอย โดยพบว่ารูปแบบการเคลื่อนตัวของน้ำในบริเวณ Croatan และ Pamlic ในรัฐ Carolina เหนือมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการกัดกร่อนผุพังของพื้นโลกและชายฝั่งทะเลบริเวณนั้น

Robinson and Srisaengthong (1981)ใช้ภาพจาก Landsat MSS ทำการศึกษาเอสทูรี่และบริเวณชายฝั่งของ Solent โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ได้จากการทำ sae truth และค่าสะท้อนแสงจากภาพ Landsat MSS พบว่ามีความสอดคล้องกัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการใช้ Landsat MSS ในการทำนายความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจากภาพได้

Delu and Shuren (1989) ได้ทำการศึกษาการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำ Mingjiang โดยใช้ข้อมูลจาก Landsat MSS และTM ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1975 ถึง 1987 และได้สร้างสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนแสงของ MSS และ TM band 3 กับความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ได้จากการทำ Sea Truth โดยได้ความสัมพันธ์คือ

$$R(MSS\ 5) = 0.05058 + 0.0421 \log(S)$$

$$R(TM\ 3) = 0.506081 + 0.0812 \log(S)$$

ค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวงลอยบริเวณปากแม่น้ำอยู่ในช่วง 51 – 186 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ยังทราบรูปแบบการแพร่กระจายและการเคลื่อนตัวของตะกอนแขวนลอยด้วย

อัปสรสุดา ศิริพงศ์ (2522) ได้นำข้อมูลจากดาวเทียม Landsat ในมาใช้ในการศึกษาสิ่งแวดล้อมล้อมบริเวณพังงา รวมทั้งการศึกษารูปแบบการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอยใน

บริเวณผิวน้ำ พบว่ามีลำของตะกอนจากแม่น้ำไหลลงสู่อ่าวพังงา และอ่าวลึกตอนใน ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้กระแสน้ำในแม่น้ำจะแรงกว่ากระแสน้ำเนื่องจากน้ำขึ้น และพบว่ากระแสน้ำเกิดจากลมมี 2 วงใหญ่ ทางด้านตะวันออก และตะวันตกของเกาะยาวน้อย และเกาะยาวใหญ่ ในทิศตามเข็มนาฬิกา วงทางด้านอ่าวลึกแรงกว่าด้านอ่าวพังงา และกระแสน้ำไหลจากอ่าวพังงาผ่านช่องปากพระออกสู่ทะเลอันดามัน

จิรวรรณ อ.ใบหยกวิจิตร (2525) ได้ทำการศึกษาตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง โดยใช้วิเคราะห์ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat มาทำการวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเปรียบเทียบวิธี MLR (Maximum Likelihood Ratio) ซึ่งอาศัยค่าสถิติจากข้อมูลตัวอย่างนำมาใช้คำนวณค่าเงื่อนไขความน่าจะเป็น เพื่อใช้ในการตัดสินจำแนกประเภทข้อมูลของแต่ละจุดภาพกับวิธี DTA (Decision Tree Algorithm) ซึ่งทำได้โดยการหาค่าพิสัยของความเข้มข้น แต่ละชนิดของตะกอนแขวนลอยจากการเขียนตารางการตัดสินใจ (decision tree) จากนั้นกำหนดให้ข้อมูลที่ตกอยู่ในพิสัยของตะกอนที่หาไว้แล้วนั้น เป็นข้อมูลประเภทนั้นๆ พบว่าการวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี MLR ให้ความถูกต้องใกล้เคียงกับภูมิประเทศจริงมากกว่าวิธี DTA และจากการวิเคราะห์ข้อมูลของพื้นที่เดียวกันในคนละเวลา ได้รับการยืนยันจากการวิเคราะห์ทั้งสองวิธีว่าการแพร่กระจายของตะกอนแขวงลอยบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง มีทิศทางที่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของลมประจำถิ่น

ลดาวัลย์ อินทปาชัย (2533) ได้ศึกษาตะกอนแขวนลอยและคลอโรฟิลล์ ในบริเวณเอสทูรี่ของคลองหงาว จังหวัดระนอง ในระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2531-มีนาคม พ.ศ. 2532 ได้ศึกษาโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat และเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์กัน พบว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของตะกอนแขวนลอยเป็นไปตามฤดูกาล ซึ่งในช่วงฤดูฝนจะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยมากกว่าฤดูแล้ง และจากข้อมูลดาวเทียมพบว่าฤดูฝนปากคลองหงาวจะได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำกระบุรีและคลองระนอง ซึ่งมีการทำเหมืองแร่บริเวณต้นคลอง ส่วนในฤดูแล้งคลองระนองจะมีผลต่อคลองหงาว รวมทั้งกระแสน้ำจากน้ำขึ้นน้ำลงก็มีผลต่อการกระจายของตะกอนแขวนลอยด้วย ปริมาณ คลอโรฟิลล์-เอ มีการกระจายที่ได้รับอิทธิพลจากป่าชายเลนในบริเวณคลองหงาวเอง เนื่องจากได้รับธาตุอาหารที่มาจากป่าชายเลน

พิจารณาการ สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อนำข้อมูลดาวเทียมมาหาความสัมพันธ์กับปริมาณตะกอนแขวนลอย และคลอโรฟิลล์-เอ พบว่าแบนด์3 มีความสัมพันธ์กับตะกอนแขวนลอย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.87 ในขณะที่ความสัมพันธ์ของคลอโรฟิลล์กับข้อมูลดาวเทียมมีค่อนข้างต่ำ

Narasimhan (1984) ได้รับการศึกษาคุณภาพน้ำในบริเวณทะเลสาบสงขลา โดยใช้ดาวเทียม Landsat ซึ่งเขาได้ใช้การวิเคราะห์ Mutiple linear regression ในการสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าการสะท้อนแสงกับพารามิเตอร์ของคุณภาพน้ำ และสามารถนำมาสร้างรูปแบบการแพร่กระจายของความขุ่นและความเค็มในทะเลสาบสงขลาได้

Kovantanakul (1986) ทำการศึกษาการแพร่กระจายของตะกอนแขวนลอยในบริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat เช่นกัน ซึ่งได้ทำการศึกษาทั้งเชิงคุณภาพและปริมาณ โดยการเน้นภาพโดยใช้กรรมวิธีทางคอมพิวเตอร์ เพื่อเน้นรูปแบบของตะกอนด้วยเทคนิคการเฉือนภาพ และการสร้างภาพสีผสมเท็จ พร้อมทั้งพบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และค่าการสะท้อนแสงจากดาวเทียม มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.95 ซึ่งมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาตะกอนแขวนลอยโดยอาศัยข้อมูลดาวเทียม ที่ผ่านมาในอดีตเห็นได้ว่าเราสามารถใช้ข้อมูลดาวเทียม เพื่อศึกษาตะกอนแขวนลอยในบริเวณผิวน้ำได้ดี ซึ่งดูได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ได้จากปริมาณตะกอนแขวนลอยกับการสะท้อนแสงจากข้อมูลดาวเทียมที่มีค่าค่อนข้างสูง โดยช่วงความยาวคลื่นที่สามารถแสดงลักษณะตะกอนแขวนที่ค่อนข้างชัดเจนอยู่ในช่วงความยาวคลื่น ประมาณ 0.6 – 0.7 ไมครอน การใช้ข้อมูลดาวเทียมเพื่อศึกษาตะกอนแขวนลอยจึงมีประโยชน์เป็นอย่างยิ่งคือ นอกจากข้อมูลดาวเทียมสามารถแสดงแสดงถึงตะกอนแขวนลอยที่บอกให้ทารบถึงการกระจายแล้วยังได้พื้นที่ศึกษาที่กว้าง และช่วงเวลาที่ต่างกันอีกด้วย

2.9 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลโดยใช้ดาวเทียม Landsat ในอดีต

Ly (1993) ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat TM ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลบริเวณจังหวัดระยอง โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมในปี 1987 1990 และ1992 จำนวน 3 ภาพมาทำการเปรียบเทียบกัน โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมทั้งในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ พบว่า

ชายฝั่งทะเลในบริเวณทางด้านตะวันตกของท่าเทียบเรือมาตาพุด และปากแม่น้ำระยอง มีการงอกของชายฝั่งทะเลมากที่สุด

El-Raey et al (1999) ได้ใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat MSS และข้อมูลความลึกน้ำทะเล ศึกษาการงอกและการกัดเซาะชายหาด บริเวณ Damietta-Port Said ประเทศอียิปต์ โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมช่วงปี 1987 ถึง 1990 จำนวน 3 ภาพ คือ ปี 1987 1983 และ1990 มาทำการเปรียบเทียบกัน พบว่าสามารถหารูปแบบการงอกและการกัดเซาะของชายฝั่งทะเล คำนวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่เปลี่ยนแปลงไป และหาแนวโน้มการงอกและการกัดเซาะของชายฝั่งทะเลในบริเวณดังกล่าวได้

ดนุพล ตันนโยภาส, จักรกริส กสิสุวรรณ และ เชาว์ ยงเฉลิมชัย (2543) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลตั้งแต่แหลมโพ จังหวัดปัตตานี จนถึงปากน้ำตากใบ จังหวัดนราธิวาส ในช่วง 10 ปี โดยประยุกต์เทคนิคการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศเชิงภูมิศาสตร์ โดยใช้ข้อมูลดาวเทียม Landsat TM สองช่วงเวลาคือในปี พ.ศ. 2531 และ 2540-41 และแผนที่ภูมิประเทศ 1 : 50,000 พ.ศ. 2530 ผ่านขั้นตอนการประมวลผลภาพ ด้วยการผสมสี (1-5-4) การยืดภาพแบบยกกำลัง และการจำแนกข้อมูลแบบกำกับและไม่กำกับ การกรองภาพแบบความถี่ต่ำผ่าน และการเปลี่ยนข้อมูลเชิงภาพไปสู่ข้อมูลในเชิงทิศทาง แล้วนำข้อมูลดาวเทียมที่ถูกแปลงรูป มาไว้ในชั้นข้อมูลเพื่อวางประกบซ้อนทาบกันและคำนวณพื้นที่ที่เปลี่ยนแปลง

จากเทคนิคดังกล่าว แผนที่ภูมิประเทศ กับข้อมูลดาวเทียม Landsat TM สองช่วงเวลา พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงคิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 7.89 ตารางกิโลเมตร (ทับถม 5.02 และกัดเซาะ 2.87 ตารางกิโลเมตร) และ 4.64 ตารางกิโลเมตร (ทับถม 2.82 และกัดเซาะ 1.82 ตารางกิโลเมตร)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเล โดยใช้ข้อมูลดาวเทียมที่ผ่านมาในอดีต เห็นได้ว่า ข้อมูลดาวเทียมนั้นเป็นเครื่องมือที่ใช้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเลที่มีประสิทธิภาพชนิดหนึ่ง โดยสามารถทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงได้ทั้งในเชิงคุณภาพ ซึ่งหมายถึงรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งทะเล และในเชิงปริมาณคือสามารถคำนวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ นอกจากนั้นการใช้ข้อมูลดาวเทียมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวชายฝั่งทะเล ทำให้เราสามารถได้ข้อมูลลักษณะชายฝั่งทะเลในหลายช่วงเวลาต่อเนื่องกัน และได้พื้นที่ชายฝั่งทะเลที่กว้างในเวลาเดียวกัน