TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Bài báo khoa học

Phân tích và đánh giá diễn biến xói lở và bồi tụ ở khu vực tỉnh Quảng Nam bằng ảnh viễn thám và GIS

Nguyễn Tiến Thành[1*]

[1]Khoa Vật lý–Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG–HCM; ntthanh@hcmus.edu.vn

*Tác giả liên hệ: ntthanh@hcmus.edu.vn; Tel.: +84–345095349
Ban Biên tập nhận bài: 6/3/2022; Ngày phản biện xong: 8/4/2022; Ngày đăng bài: 25/5/2022

Tóm tắt: Rút trích đường bờ dựa trên công nghệ viễn thám kết hợp GIS được đánh giá là một trong số các phương pháp tiếp cận xác định đường bờ biển khá đơn giản nhưng rất hiệu quả trên phạm vi rộng lớn. Bài báo sử dụng ảnh Landsat năm 2000–2021 để rút trích và phân tích diễn biến đường bờ tại khu vực tỉnh Quảng Nam. Kết quả cho thấy đường bờ tỉnh Quảng Nam xảy ra 2 quá trình xói lở và bồi tụ nhưng quá trình xói lở chiếm ưu thế hơn. Đặc biệt, khu vực Bắc Cửa Đại xói lở chiếm ưu thế hơn dao động khoảng 2,1–14,8 m/năm và mức độ giảm dần qua các năm, khu vực Nam Cửa Đại xói–bồi xảy ra xen kẽ qua từng giai đoạn và mức độ cũng giảm dần qua các năm, khu vực Duy Hải với Tam Tiến đường bờ tương đối ổn định nhưng xói lở vẫn chiếm ưu thế dao động khoảng 2,6–5,6 m/năm còn bồi tụ dao động khoảng 1,6–4,1 m/năm, ở khu vực Tam Tiến đến Tam hòa xói–bồi xảy ra xen kẽ với mức độ xói lở khoảng 1,6–7,4 m/năm, bồi tụ khoảng 1,4–5,3 m/năm. Nhìn chung, 4 giai đoạn ở cả 4 khu vực từ năm 2000–2021 đường bờ xói lở khoảng 2,4 m/năm, bồi tụ khoảng 2,3 m/năm và dần đạt trang thái cân bằng. Kết quả nghiên cứu có thể đóng góp những thông tin hữu ích cho các cơ quan chức năng của địa phương để có những giải pháp quy hoạch và quản lý vùng ven bờ.

Từ khóa: Rút trích đường bờ; GIS; Xói lở; Bồi tụ; Quảng Nam.

1. Mở đầu

Quảng Nam là tỉnh thuộc duyên hải Nam Trung Bộ, có 02 thành phố lớn là Hội An và Tam Kỳ thuộc dải ven biển, với đường bờ biển dài 80 km (phần trong lục địa) và nhiều cửa sông là nơi có tiềm năng lớn về phát triển du lịch, đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển kinh tế–xã hội của địa phương và trong khu vực [1].

Trong những năm gần đây, do điều kiện thời tiết cực đoan, nắng hạn kéo dài vào mùa khô, mùa mưa chịu sự tác động của gió mùa Đông Bắc, áp thấp nhiệt đới và thường có gió bão, đã tác động mạnh đến vùng ven biển tỉnh Quảng Nam dẫn đến tình trạng xói lở diễn ra rất nghiêm trọng với cường độ ngày càng mạnh hơn, ảnh hưởng đến đời sống và tài sản của người dân vùng ven biển [1]. Do đó, quan trắc diễn biến sự thay đổi đường bờ khu vực Quảng Nam là cần thiết cho công tác quản lý bền vững đường bờ ở khu vực này.

Công nghệ theo dõi biến động đường bờ được áp dụng rộng rãi trên thế giới, hiện nay đã có rất nhiều nghiên cứu sử dụng dữ liệu viễn thám để phân loại nước đất từ ảnh vệ tinh đa thời gian kết hợp với thông tin địa lý (GIS), sau đó chồng xếp để nhận dạng và đánh giá biến động đường bờ. Cụ thể, [2] đã sử dụng ảnh Landsat kết hợp với GIS để nghiên cứu sự thay đổi đường bờ ở cửa sông Göksu từ năm 1984–2011. [3] đã rút trích đường bờ từ ảnh vệ tinh đa thời gian (7 ETM+) kết hợp với GIS để nghiên cứu sự thay đổi đường bờ biển Marina từ

năm 2009 đến năm 2019. [4] đã nghiên cứu và trình bày sự thay đổi đường bờ biển Yanbu từ năm 1965–2019 bằng ảnh vệ tinh Landsat và GIS.

Bên cạnh đó, đã có rất nhiều nghiên cứu về biến động đường bờ được thực hiện ở Việt Nam trong những năm gần đây. Cụ thể, [5] đã tính toán tốc độ và xu hướng thay đổi của bờ sông Hồng từ khu vực Sơn Tây đến Gia Lâm (Hà Nội) bằng ảnh viễn thám giai đoạn 2007–2016 kết hợp với hệ thống thông tin địa lý (GIS). [6] đã sử dụng các chỉ số nước như NDWI, MNDWI, AWEI từ ảnh viễn thám Landsat 8 để xác định ranh giới nước và đất trên vùng bở biển Tây Việt Nam. [7] đã sử dụng ảnh viễn thám kết hợp với khảo sát đường bờ bằng DGPS–Promark2 kết quả cho thấy tốc độ xói mòi lớn hơn tốc độ bồi tụ ở khu vực Cửa Đại với nguyên nhân chính là do các công trình xây dựng và tác động của sóng. [8] đã sử dụng viễn thám kết hợp với mô hình Delft3D và Mike 11 để xác định nguyên nhân và chế độ xói lở và bồi tụ ở khu vực Cửa Đại, cho thấy quá trình xói–bồi xảy ra mùa Đông Bắc với nguyên nhân do tác động của sóng mùa gió Đông Bắc với độ cao sóng xấp xỉ 5 m với tần suất hơn 70%. [9] đã sử dụng Kỹ thuật Hệ thống Phân Tích Bờ biển Kỹ thuật số (DSAS) để tính toán thống kê tỉ lệ thay đổi bờ biển Quảng Nam từ 1990–2019, cho thấy bờ biển Quảng Nam xói lở và bồi tụ trong ba thập kỷ qua và xói lở nghiêm trọng nhất ở phía Bắc Cửa Đại, trong khi sự tiến triển đường bờ được ghi nhận ở khu vực phía Nam. [10] đã sử dụng mô hình Telemac kết hợp với modun thủy động lực học và sóng để nghiên cứu khu vực Cửa Đại, cho thấy xu hướng chính của dòng chảy và sóng hướng về phía Nam, dẫn đến xói lở đặc biệt vào mùa gió Đông Bắc và cũng bồi lắng ở vùng cửa sông.

Nhìn chung, phương pháp viễn thám cho thấy hiệu quả trong công việc giám sát và đánh giá biến động đường bờ trong phạm vi rộng lớn. Vì vậy bài báo này nhằm mục đích kết hợp ảnh Landsat với hệ thống thông tin địa lý (GIS), để giám sát biến động đường bờ tỉnh Quảng Nam phục vụ cho việc phân tích, đánh giá diễn biến xói lở và bồi tụ ở khu vực này trong giai đoạn từ năm 2000–2021.

2. Khu vực và phương pháp nghiên cứu

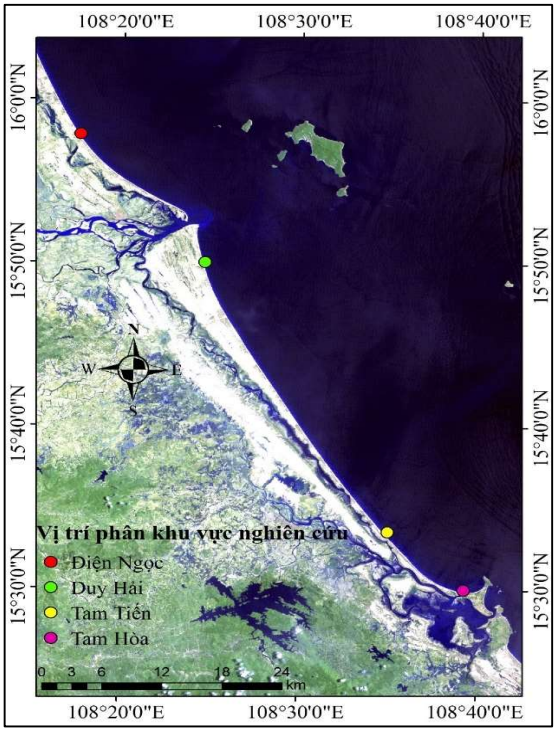
2.1. Khu vực nghiên cứu

Quảng Nam nằm ở tọa độ địa lý 14°54’ đến 16°13’ vĩ độ Bắc và 107°3’ đến 108°45’ kinh độ Đông, có diện tích tự nhiên là 10.438 km và dân số là 1,46 triệu người [11] (Hình 1). [12] Vĩ độ tương đối thấp nên hằng năm nhận được lượng bức xạ phong phú, đồng thời gần biển nên chịu sự tác động của nhiều yếu tố thời tiết khí hậu khác nhau như mùa Đông Bắc và Tây Nam.

Hình 1. Vị trí địa lý tỉnh Quảng Nam [13].

Ngoài ra, hằng năm bão, áp thấp tác động đến Quảng Nam năm nhiều 2–3 đợt, năm ít thì 1 đợt. Tốc độ gió trung bình 1,8 m/s ở Tam Kỳ và 1,3 m/s ở Trà My. Tốc độ gió mạnh nhất từ tháng 5–11 ở Tam Kỳ và 2–3 ở Trà My. Bên cạnh đó, ảnh hưởng của mực nước biển dâng và tác động của biến đổi khí hậu đã và đang là mối đe dọa đối với sự tồn tại của phố cổ Hội An, Mỹ Sơn, các công trình phục vụ du lịch…

Biến động đường bờ tỉnh Quảng Nam những năm gần đây diễn ra ngày càng nghiêm trọng, để tính toán sự điến động đường bờ, ta chia khu vực nghiên cứu làm 4 khu vực nhỏ. Khu vực bờ biển từ xã Điện Ngọc đến Bắc Cửa Đại (TP. Hội An) (khu vực 1), khu vực Nam Cửa Đại đến Duy Hải (khu vực 2), khu vực Duy Hải đến Tam Tiến (khu vực 3) và khu vực Tam Tiến đến Tam Hòa (khu vực 4) (Hình 2), trong đó khu vực 1, 2 và 4 là 3 khu vực chịu ảnh hưởng trực tiếp bởi cửa sông còn khu vực 3 là khu vực không chịu tác ảnh hưởng trực tiếp của cửa sông.



Hình 2. Khu vực nghiên cứu.

2.2. Dữ kiêu và quy trình thực hiện

2.2.1. Dữ liệu

Dữ liệu viễn thám sử dụng trong nghiên cứu là Landsat 8, các ảnh đã được nắn chỉnh và theo hệ quy chiếu WGS–84 UTM, áp dụng cho múi 48. Chất lượng ảnh rất tốt và ít bị ảnh hưởng bởi mây, sương mù. Nguồn dữ liệu ảnh Landsat được thu thập từ trang wed của Cơ quan địa chất Hoa Kỳ (USGS: http://www.glovis.usgs.gov) với độ phân giải là 30 m.

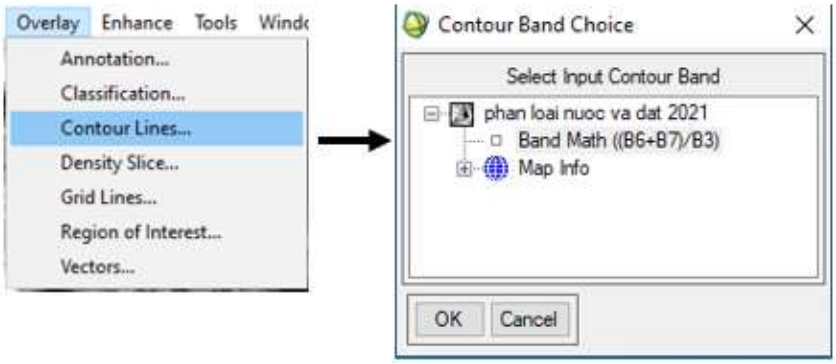
Bảng 1. Thu thập ảnh viễn thám

Khu vực	Ngày thu ảnh	Độ phân giải không gian	Ảnh Landsat
Quảng Nam	19/04/2000	30m	LC05
	16/07/2005	30m	LC05
	30/07/2010	30m	LC05
	13/08/2015	30m	LC08
	30/09/2021	30m	LC08

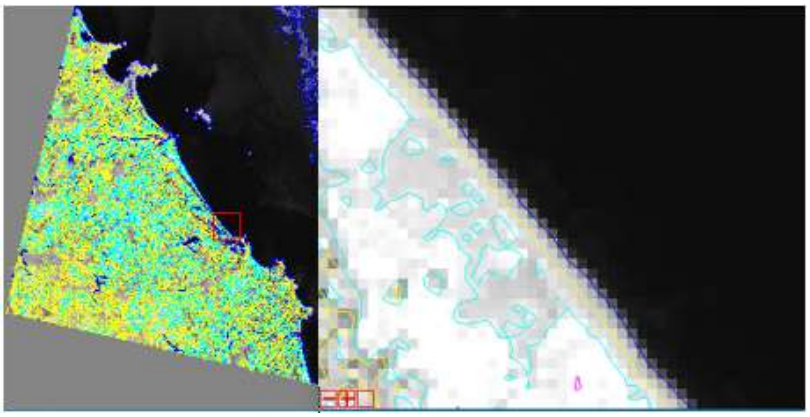
2.2.2. Quy trình thực hiện

Nghiên cứu sử dụng công cụ ENVI 4.7 để xử lý ảnh viễn thám qua các bước:

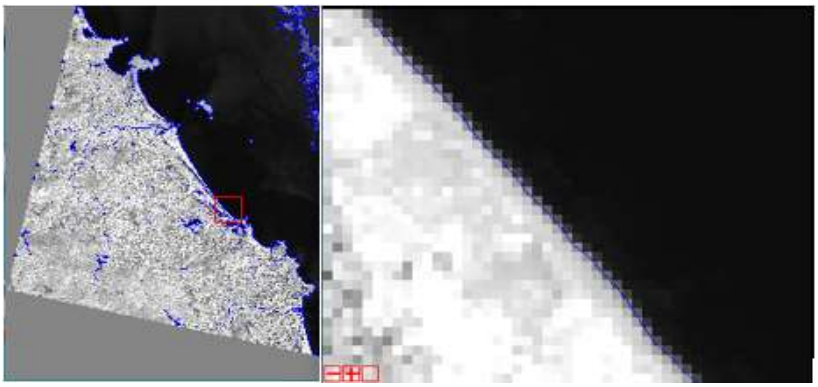
- Hiệu chỉnh hình học: nhằm loại bỏ những sai lệch xảy ra trong quá trình chụp ảnh và đưa ảnh về tọa độ chuẩn có thể tích hợp với các nguồn dữ liệu khác.
- Chuyển đổi dạng số sang giá trị phản xạ phổ, để giảm sự khác biệt giá trị phản xạ phổ của đối tượng ở các loại sensor khác nhau và giảm sự khác biệt giữa các ảnh khác nhau.
- Xử dụng công cụ Band Math để tạo ra ảnh có các chỉ số tách biệt giữa đất và nước và cuối cùng là rút trích đường bờ bằng công cụ Contuor Line (Hình 3–5) để làm nổi bật đường bờ trong ảnh tỷ số (Hình 6). Cụ thể, sau khi phân tách nước và đất sẽ sử dụng công cụ contour line để hiện thị tất cả các ngưỡng contour line (Hình 4), sau đó chọn ngưỡng contour line thích hợp để rút trích đường bờ và phân tích (Hình 5).



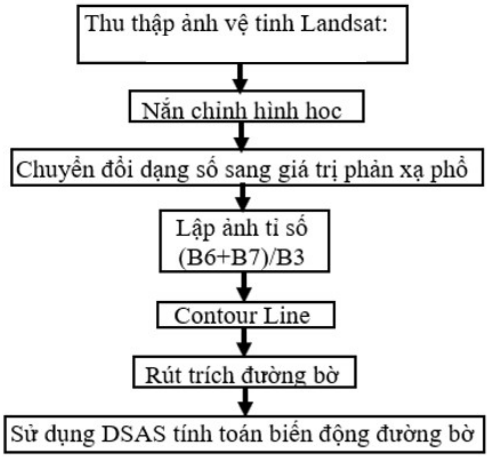
Hình 3. Chọn lệnh thực hiện Contour Line.



Hình 4. Trước khi chọn ngưỡng thích hợp.



Hình 5. Sau khi chọn ngưỡng thích hợp.



Hình 6. Quy trình thực hiện và dữ liệu ảnh viễn thám.

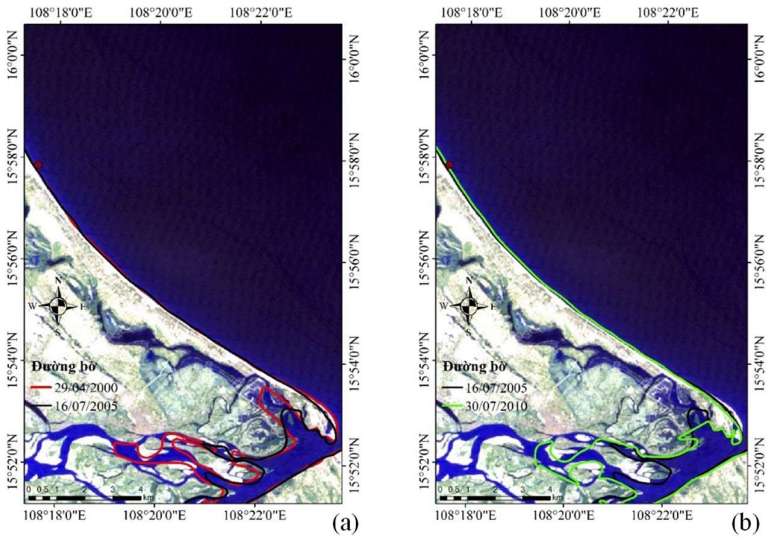
Sau khi rút trích đường bờ của các ảnh viễn thám ở khu vực Quảng Nam ta sẽ đánh giá được biến động đường bờ ở khu vực đó. Tuy nhiên đánh giá biến động đường bờ chỉ mang tính khách quan không định lượng một cách rõ ràng. Để có thể đánh giá sự biến động đường bờ một cách định lượng ta cần phải sử dụng công cụ DSAS (*Digital Shoreline Analysis System–Hệ thống phân tích đường bờ kỹ thuật số*) giúp cho người sử dụng có thể tính toán được mức độ thay đổi đường bờ theo thời gian dựa vào vị trí phức tạp của đường bờ [14].

Để vận hành được công cụ DSAS này đầu tiên phải tạo ra 2 thuộc tính là đường bờ (*Shorelines*) và đường gốc (*Baseline*) trong đó đường bờ là nơi chứa các đường bờ đã được chọn ra từ viễn thám còn đường gốc là đường được tạo ra do người sử dụng thiết lập với mục đích là tạo ra các đường trực giao (*Transect*) từ đường gốc cắt qua các đường bờ từ đó ta có thể tính được khoảng cách từ các đường bờ đến đường gốc và đường gốc ở đây được chọn là một đường thẳng song song với các đường bờ. Từ đó tính toán được mức độ thay đổi đường bờ qua các năm.

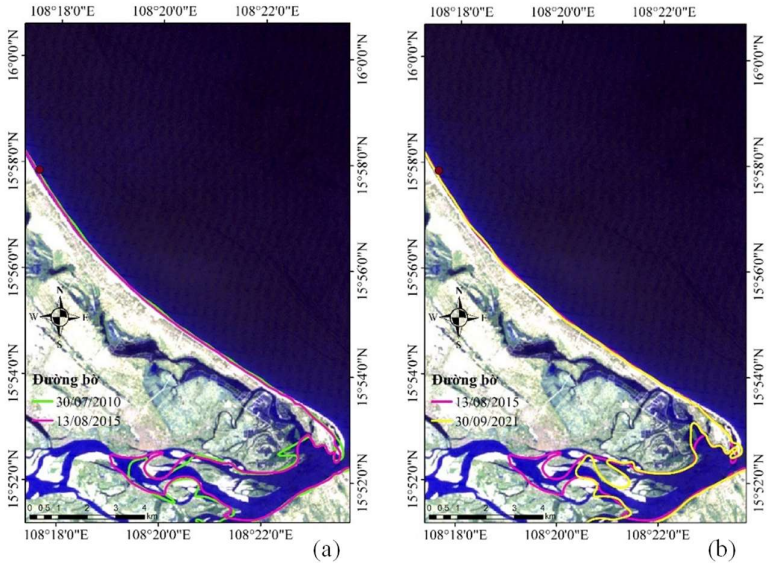
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Biến động đường bờ khu vực 1

Khu vực 1 từ xã Điện Ngọc đến Bắc Cửa Đại trong các năm từ 2000 đến 2021 đường bờ xảy ra quá trình xói lở và bồi tụ, nhưng quá trình xói lở chiếm ưu thế hơn so với quá trình bồi tụ, với xói lở đạt khoảng 3,9 m/năm, bồi tụ đạt khoảng 1.0 m/năm và xói lở xảy ra chủ yếu ở khu vực phía Bắc Cửa Đại. Cụ thể, giai đoạn 2000–2005 xói lở đạt khoảng 7,8 m/năm, bồi tụ khoảng 4 m/năm, còn ở khu vực Bắc Cửa Đại thì xói lở mạnh đạt khoảng 14,8 m/năm (Hình 7), ở năm 2005–2010 xói lở khoảng 9,2 m/năm, bồi tụ khoảng 6.5 m/năm, khu vực Bắc Cửa Đại xói lở khoảng 13,8 m/năm (Hình 7), giai đoạn 2010–2015 xói lở khoảng 7,1 m/năm, bồi tụ khoảng 2,5 m/năm, ở khu vực Bắc Cửa Đại xói lở khoảng 4,6 m/năm (Hình 8) và ở giai đoạn 2015–2021 xói lở khoảng 3,6 m/năm, bồi tụ khoảng 2,9 m/năm, khu vực Bắc Cửa Đại xói lở 2,1 m/năm (Hình 8). Nhìn chung quá trình xói lở qua các giai đoạn giảm dần, còn bồi tụ thì lại đan xen tăng giảm. [15] đã cho thấy tốc độ xói lở ở khu vực từ xã Điện Ngọc–Bắc Cửa Đại xói lở khoảng 9.31 m/năm, xói lở mạnh nhất khoảng 18,6 m/năm giai đoạn 2005–2018, ngoài ra xu hướng xói lở còn có sự tuyến tính tăng qua các năm. [16] đã cho thấy tình trạng xói lở mạnh vào mùa gió Đông Bắc trong giai đoạn 2002–2017 đoạn bờ biển chạy dọc theo đường Âu Cơ từ Cửa Đại về phía Đà Nẵng khoảng gần 2 km bị xói lở mạnh, nhiều đoạn bị lấn sâu vào đất liền có nơi lên tới 100 m.



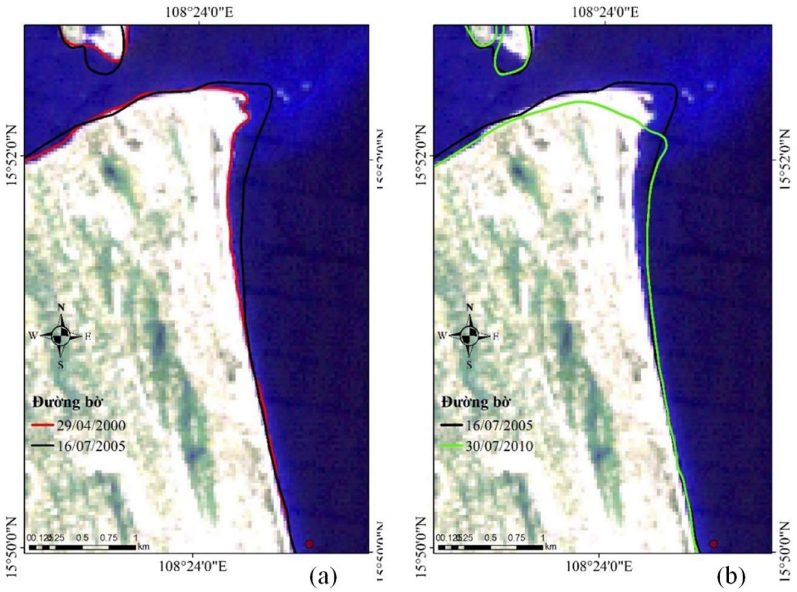
Hình 7. Biến động đường bờ khu vực 1 năm: (a) 2000–2005; (b) 2005–2010.



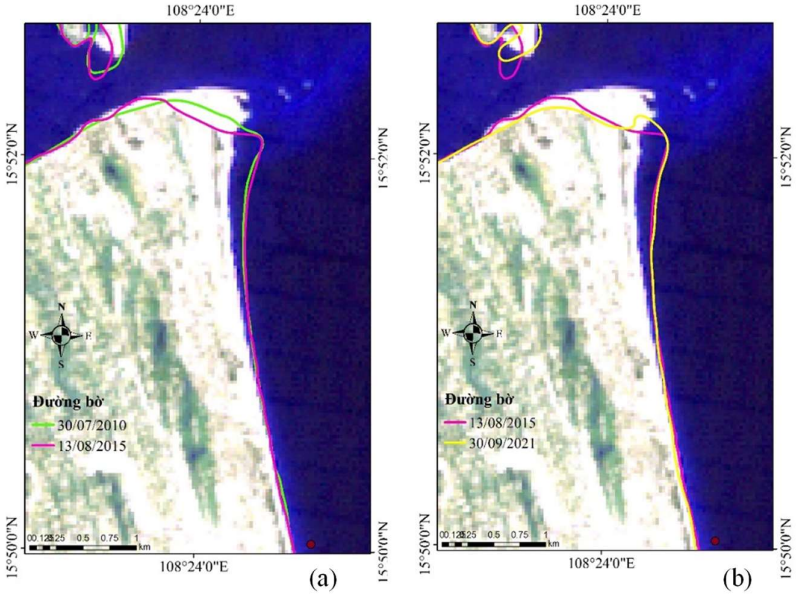
Hình 8. Biến động đường bờ khu vực 1 năm: (a) 2010–2015; (b) 2015–2021.

3.2. Biến động đường bờ khu vực 2

Ở khu vực 2 từ phía Nam Cửa Đại đến bãi biển Duy Hải quá trình xói lở và bồi tụ xảy ra xen kẽ nhau với mức độ tương đối đồng đều từ năm 2000–2021, xói lở đạt 5,9 m/năm còn bồi tụ đạt 6,2 m/năm. Cụ thể, giai đoạn 2000–2005 bồi tụ chiếm ưu thế khoảng 21 m/năm ở khu vực Nam Cửa Đại, xói lở khoảng 3 m/năm (Hình 9), giai đoạn 2005–2010 xói lở chiếm ưu thế khoảng 26 m/năm ở khu vực phía Nam Cửa Đại còn bồi tụ 2,8 m/năm (Hình 9). Ở giai đoạn 2010–2015 xói lở chiếm ưu thế khoảng 9.9 m/năm ở Nam Cửa Đại, bồi tụ 2,4 m/năm (Hình 10), giai đoạn 2015–2021 đường bờ có xu hướng ổn định hơn với xói lở đạt 4,2 m/năm và bồi tụ đạt 4,7 m/năm (Hình 10). Nhìn chung ở khu vực 2 quá trình xói lở và bồi tụ đều có xu hướng giảm dần và đường bờ dần ổn định hơn. [17] đã cho thấy đường bờ phía Nam Cửa Đại giai đoạn 1965–2003 liên tục được bồi tụ khoảng 12 m/năm. [18] cho thấy quá trình xói lở diễn ra với quy mô rộng hơn và khốc liệt hơn tại các khu vực xã Duy Hải, Tam Hải, Tam Quang.



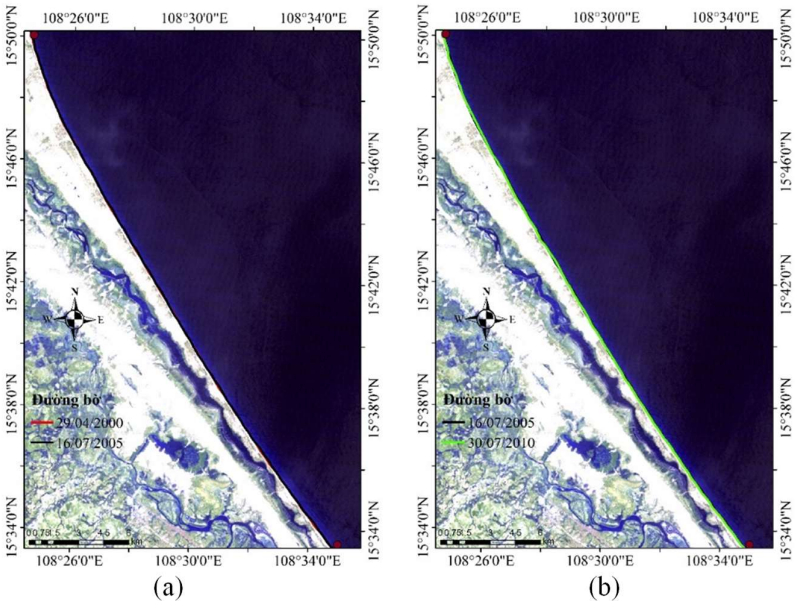
Hình 9. Biến động đường bờ khu vực 2 năm: (a) 2000–2005; (b) 2005–2010.



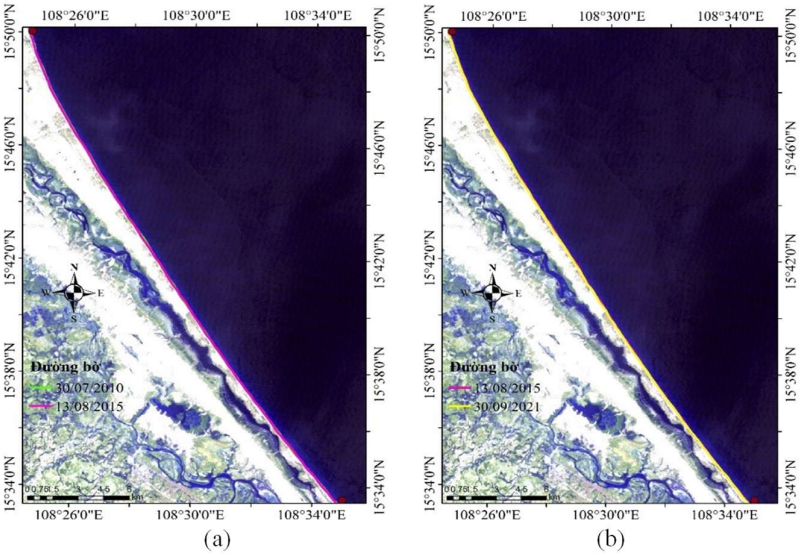
Hình 10. Biến động đường bờ khu vực 2 năm: (a) 2010–2015; (b) 2015–2021.

3.3. Biến động đường bờ khu vực 3

Từ Duy Hải đến bãi biển Tam Tiến ở khu vực 3 trong giai đoạn từ 2000–2021 quá trình xói lở và bồi tụ xảy xen kẽ nhau, tuy nhiên mức độ tương đối thấp và đường bờ có xu hướng ổn đỉnh hơn so với 2 khu vực trước đó, xói lở đạt 1,7 m/năm và bồi tụ đạt 1,1 m/năm. Cụ thể, giai đoạn 2000–2005 quá trình xói lở đạt 2.6 m/năm và bồi tụ đạt 4,1 m/năm (Hình 11), ở giai đoạn 2005–2010 xói lở đạt 5,6 m/năm và bồi tụ đạt 4,6 m/năm (Hình 11). Giai đoạn 2010–2015 xói lở đạt 4,1 m/năm còn bồi tụ đạt 3,9 m/năm (Hình 12), giai đoạn 2015–2021 xói lở đạt 4,3 m/năm, bồi tụ đạt 1,6 m/năm (Hình 12). [18] cho thấy đoạn bờ biển kéo dài từ xã Duy Hải đến xã Tam Tiến và bờ đông xã Tam Hải luôn có hiện tượng xói lở và bồi tụ diễn ra đan xen theo không gian và thời gian. Tuy nhiên, ở một số đoạn đã có công trình bảo vệ bờ nhưng vẫn bị sóng phá hoại trong thời gian có gió bão.



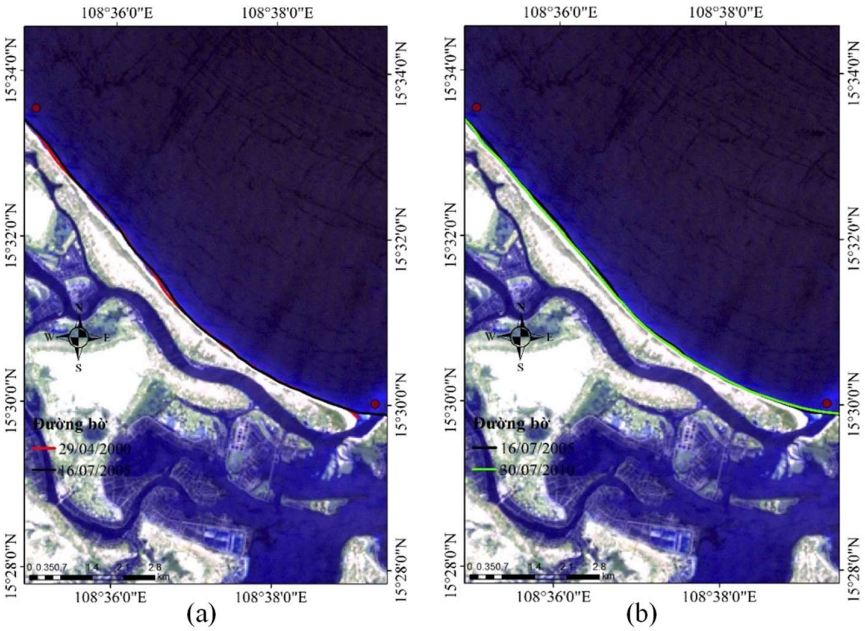
Hình 11. Biến động đường bờ khu vực 3 năm: (a) 2000–2005; (b) 2005–2010.



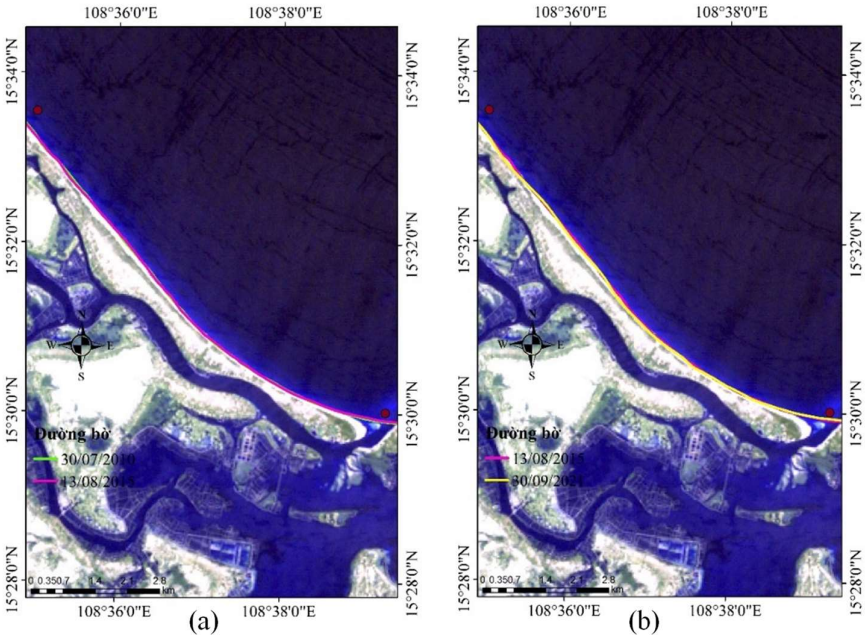
Hình 12. Biến động đường bờ khu vực 3 năm: (a) 2010–2015; (b) 2015–2021.

3.4. Biến động đường bờ khu vực 4

Ở khu vực 4 từ Tam Tiến đến Tam Hòa quá trình xói lở và bồi tụ xảy ra xen kẽ trong giai đoạn từ 2000–2021 với bồi tụ đạt 2,1 m/năm còn xói lở đạt 1,9 m/năm. Cụ thể, giai đoạn 2000–2005 bồi tụ chiếm ưu thế đạt khảng 5,3 m/năm còn xói lở đạt 1,6 m/năm (Hình 13), giai đoạn 2005–2010 xói lở chiếm ưu thế đạt khoảng 7,4 m/năm, bồi tụ đạt 2,7 m/năm (Hình 13). Ở giai đoạn 2010–2015 xói lở và bồi tụ xảy ra tương đối đồng đều, xói lở đạt 2,5 m/năm còn bồi tụ 2,3 m/năm (Hình 14), giai đoạn 2015–2021 xói lở chiếm ưu thế hơn, xói lở đạt 4,8 m/năm còn bồi tụ đạt 1,4 m/năm. Nhìn chung ở khu vực 4 quá trình xói lở xảy ra tăng giảm qua các giai đoạn, còn quá trình bồi tụ có xu hướng giảm dần qua các giai đoạn và bồi tụ tập trung chỉ yếu ở khu vực cửa sông Trường Giang. Tổng thể từ khu vực xã Điện Ngọc đến Tam Hòa ở 4 giai đoạn từ năm 2000–2021 xảy ra quá trình xói lở và bồi tụ, với xói lở đạt khoảng 2,4 m/năm còn quá trình bồi tụ đạt 2,3 m/năm và dần đạt trang thái cân bằng.



Hình 13. Biến động đường bờ khu vực 4 năm: (a) 2000–2005; (b) 2005–2010.



Hình 14. Biến động đường bờ khu vực 3 năm 2010 – 2015 và 2015 – 2021.

4. Kết luận

Nhìn chung khu vực đường bờ biển tỉnh Quảng Nam đều xảy ra 2 quá trình xói lở và bồi tụ, tuy nhiên quá trình xói lở chiếm ưu thế hơn ở cả 4 khu vực. Đặc biệt, khu vực Bắc Cửa Đại bị xói lở nghiêm trọng nhưng mức độ cũng giảm dần qua các giai đoạn, còn ở khu vực Nam Cửa Đại xói lở và bồi tụ xen kẽ qua từng giai đoạn, khu vực Duy Hải đến Tam Tiến đường bờ tương đối ổn định hơn nhưng xói lở vẫn chiếm ưu thế còn ở khu vực Tam Hòa xói–bồi cũng xảy ra xen kẽ nhưng bồi tụ chiếm ưu thế hơn và tập trung chủ yếu ở khu vực gần cửa sông Trường Giang.

Từ các kết quả thu được, cần tiếp tục giám sát, nghiên cứu và đánh giá biến động đường bờ tỉnh Quảng Nam trong thời gian tới để kịp thời có những giải pháp phòng chống xói lở để hạn chế ảnh hưởng tới cơ sở hạ tầng và người dân sinh sống vùng ven biển.

Hạn chế và hướng phát triển:

- Ảnh vệ tinh có độ phân giải không gian ở mức trung bình do đó cần có ảnh có độ phân giải cao hơn để phân tích, cũng như tăng mức độ tin cậy cho kết quả.
- Cần khảo sát thêm số liệu thực đo đường bờ ở khu vực nghiên cứu để so sánh với kết quả ảnh viễn thám từ đó thêm độ tin cậy cho kết quả rút trích đường bờ từ ảnh viễn thám.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.T.T.; Lựa chọn phương pháp nghiên cứu: N.T.T.; Xử lý số liệu: N.T.T.; Tính toán: N.T.T.; Phân tích kết quả: N.T.T.; Viết bản thảo bài báo: N.T.T.; Chỉnh sửa bài báo: N.T.T.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG–HCM trong khuôn khổ Đề tài mã số T2021–03.

Lời cam đoan: Tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tác giả, chưa được công bố ở đâu, không sao chép từ các nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Bình, T.V.; Mầu, L.Đ. Sự biến đổi hình thái địa hình bãi biển và cán cân vật liệu tại dải ven biển Quảng Nam. *Tuyển tập Nghiên Cứu Biển* **2016**, 22, 15–28.
2. Ciritci, D.; Türk, T. Automatic Detection of Shoreline Change by Geographical Information System (GIS) and Remote Sensing in the Göksu Delta, Turkey. *J. Indian Soc. Remote Sens.* **2019**, 233–243.
3. Thangaperumal, S.; Cyril Magimai Antoz, A.; Shivaharan, R., Marina shoreline change detectionusing remote sensing and GIS. *Int. J. Civil Eng. Technol*. **2020**, 85–96.
4. Abdoul Jelil, N. Monitoring long–term shoreline changes along Yanbu, Kingdom of Saudi Arabia using remote sensing and GIS techniques. *J. Taibah Univ. Sci*. **2020**, 762–776.
5. Nhan, N.T.; Tung, N.X.; Anh, B.T.B.; Thanh, N.X. Application of remote sensing, gis and digital shoreline analysis system (dsas) to assess the changes of the red river bank in the area from Son Tay to Gia Lam (Hanoi). *J. Mar. Sci. Technol*. **2018**, 267–277.
6. Tuan, T.A.; Nam, L.D.; Nguyet, N.T.A.; Hong, P.V.; Ngan, N.T.A.; Phuong, V.L. Interpretation of water indices for shoreline extraction from Landsat 8 oli data on the southwest coast of Vietnam. *J. Mar. Sci. Technol*. **2018**, 339–249.
7. Mau, L.Đ.; Trung, P.B.; Binh, T.V. Erosion features along cua dai beach, Hoi An city, Quang Nam province, Viet Nam. *J. Mar. Sci. Technol*. **2018**, 21–31.
8. Cham, D.D.; Minh, N.Q.; Lam, N.T.; Thanh, N.T. Identification of Erosion–Accretion Causes and Regimes Along the Quang Nam Coast, Vietnam. Proceedings of the 10th International Conference on Asian and Pacific Coasts (APAC 2019) Hanoi, Vietnam, September 25–28, **2019**, 809–814.
9. Quang, D.N.; Ngan, V.H.; Tam, H.S.; Viet, N.T.; Tinh, N.X.; Tanaka, H. Long–Term Shoreline Evolution Using DSAS Technique: A Case Study of Quang Nam Province, Vietnam. *J. Mar. Sci. Eng*. **2021**, *9(10)*, 1124.
10. Thông, N.; Duc, H.T.; Hung, P.Q.; Yen, T.H. Numerical study of sediment transport in Thu–Bon estuary and coastal areas of Hoi–An City. *IOP Conf. Series: Earth Environ. Sci.* **2022**, *964*, 1–11.
11. Cục Thống kê Quảng Nam, niên giám thống kê, 2015.
12. Trung tâm Khí tượng Thủy văn Quảng Nam. Báo cáo đặc điểm khí hậu thủy văn Quảng Nam giai đoạn 1980–2010, 2012.

13. https://quangnam.gov.vn/webcenter/portal/ubnd/pages_tin–tuc/chitiet?dDocName=PORTAL135230
14. Thieler, E.R.; Martine, D.; Ergul, A. The digital shoreline analysis system (DSAS) Version 4.0. An arcGIS extension for calculating shoreline change, USGS, Open – File Report 2008–1278, 2009.
15. Đông, N.H.; Thảo, Đ.T.P.; Hòa, D.T.T.; Hiền, T.T. Kết hợp sử dụng ảnh viễn thám Landsat và Sentinel–2 trong quá trình giám sát biến động bờ biển khu vực tỉnh Quảng Nam. *Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường* **2019**, *28*, 16–26.
16. Mầu, L.Đ. Đặc điểm xói lở, bồi tụ tại dải ven biển Quảng Nam. NXB Khoa học tự nhiên và Công nghệ, 2014, tr. 296.
17. Mầu, L.Đ. Đặc điểm bến đổi đường bờ tại khu vực Cửa Đại (Hội An) từ năm 1965–2003. *Tuyển Tập Nghiên Cứu Biển* **2006**, *XV*, 38–48.
18. Bình, T.V.; Mầu, L.Đ.; Thái, V.V. Một số vấn đề địa mạo phục vụ quản lý môi trường bờ biển tỉnh Quảng Nam. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển* **2019**, 79–91.

Analysis and assessment of erosion and deposition in Quang Nam province by remote sensing and GIS

Nguyen Tien Thanh[1]

[1] Faculty of Physics and Engineering Physics, VNUHCM–University of Science; ntthanh@hcmus.edu.vn

Abstract: Shoreline extraction based on remote sensing technology combined with GIS is evaluated as one of the approaches to defining coastlines quite simply but very effectively on a large scale. The article uses Landsat images from 2000 to 2021 to extract and analyze shoreline changes in Quang Nam province. The results show that the coastline of Quang Nam province has two processes of erosion and deposition, but the erosion process is more dominant. In particular, in the North Cua Dai area, erosion is more dominant, fluctuating from 2.1 to 14.8 m/year and decreasing over the years, while in the Southern Cua Dai area, erosion and deposition occurs alternately through stages and levels. The degree also decreases over the years, in Duy Hai and Tam Tien areas, the shoreline is relatively stable, but erosion still prevails, fluctuating around 2.6–5.6 m/year, while accretion fluctuates around 1.6–4.1 m/year. in the area of Tam Tien to Tam Hoa, erosion - deposition occurs alternately with the erosion rate of about 1.6–7.4 m/year, deposition of about 1.4–5.3 m/year. In general, in 4 stages in all 4 regions from 2000 to 2021, the shoreline erodes about 2.4 m/year, deposition is about 2.3 m/year and gradually reaches equilibrium. Research results can contribute useful information to local authorities to have solutions for planning and managing coastal areas.

Keywords: Shoreline extraction; GIS; Erosion; Deposition; Quang Nam.