

PHÂN TÍCH BIẾN ĐỘNG ĐƯỜNG BỜ KHU VỰC BỜ BIỂN CỬA SÔNG HẬU BẰNG TƯ LIỆU VIỄN THÁM

Nguyễn Ngọc Tiến^{1*}, Đỗ Huy Cường¹, Đinh Văn Ưu²,
Nguyễn Thọ Sáo², Trần Anh Tuấn¹, Lê Đình Nam¹

¹Viện Địa chất và Địa vật lý biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

*E-mail: nntien@imgg.vast.vn

Ngày nhận bài: 14-11-2017

TÓM TẮT: Dữ liệu ảnh vệ tinh Landsat đa thời gian trong thời gian từ 1989 đến 2016 với 4 ảnh (1989, 2001, 2009 và 2016) được sử dụng để phân tích biến động đường bờ khu vực bờ biển cửa sông Hậu. Các phương pháp ảnh tỷ số với kỹ thuật phân ngưỡng để chiết tách các đường bờ ở các thời điểm trên ảnh vệ tinh có sẵn đã được áp dụng. Hệ thống phân tích đường bờ ENVI 5.1, eCognition và ArcGIS 10.3 được sử dụng để tính toán tỷ lệ biến động đường bờ biển được thống kê từ một trong những vị trí đường bờ lịch sử. Kết quả phân tích cho thấy: Biến động đường bờ khu vực bờ biển cửa sông Hậu có xu thế bồi tụ trong giai đoạn từ năm 1989 - 2016 (27 năm) với diện tích bồi tụ dao động trong khoảng từ 162,68 ha đến 1.210,83 ha. Trong khi đó, diện tích xói chỉ dao động trong khoảng 0,002 ha đến 183,53 ha. Các kết quả nghiên cứu này sẽ tạo tiền đề cho các nghiên cứu tiếp theo để tính toán sự thay đổi địa hình đáy sông cho vùng ven biển cửa sông Hậu.

Từ khóa: Sông Hậu, viễn thám, bờ biển.

GIỚI THIỆU

Vùng hạ lưu đồng bằng sông Cửu Long phụ thuộc rất nhiều vào nguồn trầm tích từ thượng nguồn sông Mê Kông để duy trì đường bờ biển, bãi và bù lún. Lượng trầm tích trên hệ thống sông Mê Kông ngày càng thiếu hụt do bị giữ lại sau các đập thủy điện, hồ chứa. Vì vậy, khu vực đồng bằng sông Cửu Long, trong đó có sông Hậu, đang phải đối mặt với hiện tượng lún và xói lở nhanh hơn, mất đất trên diện rộng và dễ bị tác động hơn bởi lũ lụt và nước biển dâng [1, 2].

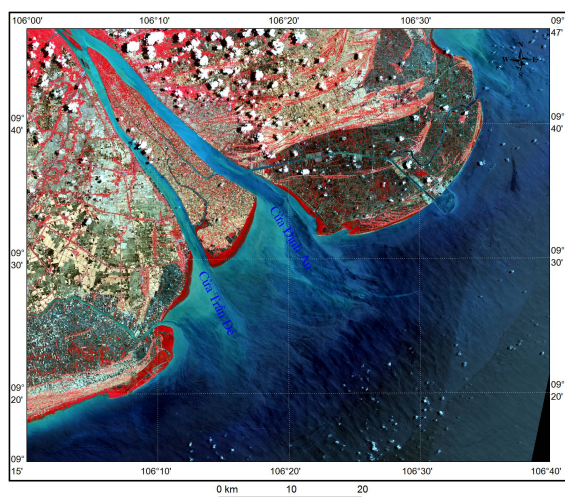
Sông Hậu là một nhánh sông lớn của hệ thống sông Cửu Long, giữ vai trò quan trọng trong đời sống kinh tế của nhân dân Nam Bộ, nhất là vùng cửa sông Hậu (Định An - Tranh Đề), nơi có quá trình phát triển phức tạp do tác động của các yếu tố tự nhiên cũng như hoạt

động của con người. Những tác động của yếu tố tự nhiên và hoạt động của con người gây ra hiện tượng xói lở - bồi tụ, sụt lún, dịch chuyển bãi hoặc những biến động của đường bờ [3]. Các hiện tượng này ảnh hưởng rất lớn tới hoạt động giao thông thủy, bến cảng, luồng lạch và khu dân cư ở vùng ven biển.

Quy mô và mức độ ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên và các hoạt động của con người ở lưu vực sông Mê Kông và sông Hậu, cùng với các tác động còn chưa được nhận biết rõ ràng của quá trình biến đổi khí hậu toàn cầu [4-6], gây ra hiện tượng xói lở ở vùng cửa sông ven biển diễn biến phức tạp và cần được làm sáng tỏ. Việc định lượng quy mô về tốc độ bồi tụ, xói bờ biển và xác định được mối liên hệ cơ học trực tiếp và gián tiếp giữa hiện tượng bồi, xói với sự ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên và các hoạt động của con người có vai trò quan

trọng trong việc xây dựng các luận điểm phục vụ dự báo và cảnh báo biến động, phòng chống, quản lý định hướng phát triển bền vững đối với vùng nghiên cứu.

Bằng nguồn tư liệu viễn thám, chủ yếu là các ảnh vệ tinh Landsat có độ phân giải cao, thực trạng bồi tụ, xói lở và mất đất ở vùng cửa sông Hậu trong khoảng thời gian từ năm 1989 đến năm 2016 đã được nghiên cứu lượng hóa góp phần làm sáng tỏ quá trình biến động vùng bờ biển cửa sông trong khu vực.



Hình 1. Phạm vi nghiên cứu
[Nguồn: Ảnh Landsat 7]

Bảng 1. Dữ liệu ảnh Landsat và mức thủy triều tại thời điểm thu ảnh

Bộ cảm	Cột/hàng	Ngày/tháng/năm	Giờ địa phương	Độ phân giải (m)	Mức thủy triều quy đổi theo độ cao (cm)
TM	125/53	16/04/1989	02:42:00	30 m	100 cm
TM	125/53	11/12/2001	02:42:00	30 m	-50 cm
ETM+	125/53	09/12/2009	04:13:56	30 m	80 cm
OLI	125/53	02/5/2016	03:14:00	30 m	-100 cm

Phương pháp nghiên cứu và xử lý ảnh vệ tinh

Ảnh vệ tinh Landsat các năm 1989, 2001, 2009, 2016 được hiệu chỉnh hình học và tăng cường với phần mềm ENVI 5.1 về lưới chiếu UTM, hệ tọa độ VN-2000, zone 48 với độ phân giải 30m, sau đó được lọc nhiễu bằng phương pháp lọc Sobel Edge Detector trong phần mềm IDRISI [8] làm rõ đường bờ. Ảnh Landsat được hiệu chỉnh khí quyển và hiệu chỉnh phổ nhằm đưa giá trị số về giá trị phản xạ. Chiết xuất

CƠ SỞ DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Cơ sở dữ liệu

Bản đồ địa hình bờ tỷ lệ 1:5.000, lưới chiếu UTM, kính tuyến trục trung ương 1.050 và 1.080 múi 30, hệ tọa độ, độ cao Quốc gia VN2000 năm 2009 do Trung tâm Dịch vụ tư vấn Công nghệ viễn thám và Địa tin học, Trung tâm Viễn thám Quốc gia cung cấp.

Các số liệu khảo sát địa hình đáy biển và cửa sông bao gồm 16 hạng mục theo các tỷ lệ 1:500 đến 1:10.000, hệ tọa độ VN2000 năm 2009 thuộc Dự án luồng cho tàu biển lớn vào sông Hậu do Công ty Cổ phần Tư vấn Thiết kế Cảng - Kỹ thuật biển (Portcoast) cung cấp.

Dữ liệu ảnh vệ tinh gồm ảnh Landsat TM gồm 7 kênh đa phổ với độ phân giải 30 m, ảnh ETM+ gồm 1 kênh toàn sắc với độ phân giải 15m và 7 kênh đa phổ với độ phân giải 30 m (bảng 1), tần suất thu nhận được ảnh có độ che phủ mây khu vực nghiên cứu nhỏ hơn 10%. Đường bờ thu nhận qua quá trình xử lý ảnh vệ tinh là các vector dạng đường và được làm trơn [7] để giảm thiểu sự khác biệt về độ phân giải mặt đất của ảnh vệ tinh đến sản phẩm đường bờ.

đường bờ bán tự động bằng kết hợp sử dụng ENVI 5.1 và eCognition. Nguyên tắc xử lý ảnh vệ tinh nhằm tách đường bờ từ ảnh là tách biệt các pixel nước với các pixel khác. Biên tập và hiệu chỉnh lại đường bờ cửa sông Hậu qua các thời kỳ bằng phần mềm ArcGIS. Các polygon nước được chuyển sang dạng đường và được kiểm tra so sánh với ảnh vệ tinh nhằm chỉnh sửa các lỗi phát sinh trong quá trình xử lý số.

Dựa trên tính chất vật lý của phổ ảnh vệ

ting viễn thám và công thức ảnh tỷ số Kênh 5/Kênh 2 được cải tiến bằng kỹ thuật của Winarso G và các cộng sự để áp dụng phân ranh hai lớp đất và nước [7]. Đối với Landsat TM và +ETM, Kênh 5 được thay thế bằng (Kênh 5 + Kênh 7) trong công thức ảnh tỷ số. Do đó, công thức cải tiến cho Landsat TM và +ETM là (Kênh 5 + Kênh 7)/Kênh 2. Đối với Landsat MSS, công thức ảnh tỷ số cải tiến được thực hiện dựa trên tính chất ảnh tương đồng cho từng kênh phổ. Vì thế, Kênh 6 thay thế cho Kênh 5, và Kênh 4 thay thế cho Kênh 2, được công thức cải tiến cho Landsat MSS là (Kênh 6 + Kênh 7)/Kênh 4 [8]. Kết quả khi đã phân lớp đất và nước, dữ liệu được chuyển từ dạng raster sang vector và xuất ra đường mực nước.

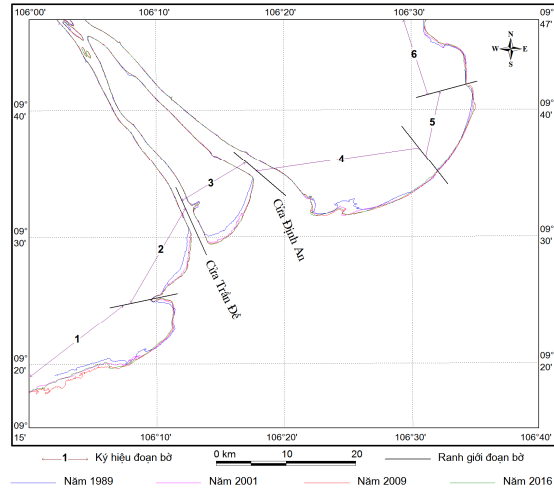
Biến động diện tích vùng bờ (ha), diện tích đất mất đi hoặc diện tích được mở rộng và gắn liền với sự thay đổi vị trí đường bờ, đã được tính toán trong khoảng cách đơn vị là 1 km dọc bờ, giữa các ảnh thuộc hai giai đoạn liên tiếp (1989 - 2001, 2001 - 2009, 2009 - 2016 và tổng diện tích từ năm 1989 - 2016), sau đó chia diện tích biến động cho thời (tính theo năm) giữa hai khoảng thời gian.

Hiệu chỉnh tác động do thủy triều tại các thời điểm thu ảnh

Đường bờ theo định nghĩa phải được quy chiếu về một mức thủy triều nào đó, kết quả hiệu chỉnh sẽ phụ thuộc vào độ dốc khu vực ven biển tại thời điểm thu nhận ảnh và các điều kiện thời tiết khác. Khu vực cửa sông ven biển cửa sông Hậu, mực nước ở cửa sông và biển ở các thời điểm ảnh chụp dao động trong khoảng từ -100 cm đến 120 cm quy đổi theo độ cao. Vì vậy, dao động thủy triều ảnh hưởng rất lớn đến các đường bờ nước được chiết xuất từ các ảnh vệ tinh trong 4 thời điểm trong các năm 1989, 2001, 2009, 2016. Để xác định biến động, đường bờ được qui về một mức thủy triều chung theo phương pháp nội suy thường áp dụng cho đường bình độ ở một mức độ cao chuẩn nào đó [9]. Trong nghiên cứu này, mức thủy triều cao nhất 80 cm năm 2009 được chọn làm mức chuẩn để quy chiếu các thời điểm khác nhau, đây cũng là thời điểm mà việc khảo sát địa hình đáy biển và địa hình bờ tại thực địa ở khu vực nghiên cứu được thực hiện. Kết quả khi quy chiếu tất cả các thời điểm về mức thủy triều năm 2009 thu được trong hình 2.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

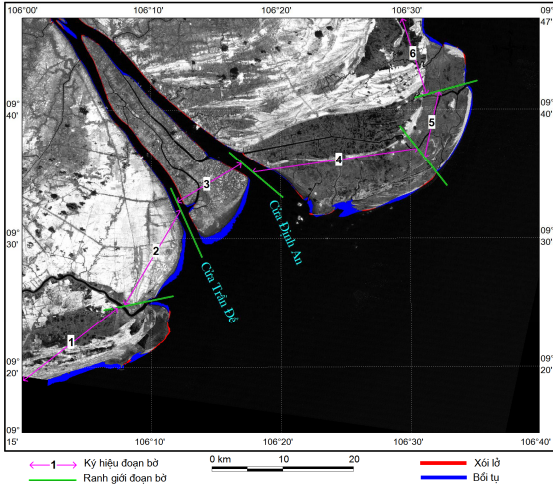
Các đường bờ sau khi được chiết tách từ các ảnh vệ tinh Landsat và hiệu chỉnh sự tác động của thủy triều được chồng lên nhau sử dụng công cụ GIS trong phần mềm ArcGIS để thành lập bản đồ biến động đường bờ tại bốn thời điểm 1989, 2001, 2009, 2016 (hình 2).



Hình 2. Biến động đường bờ và các đoạn tính diện tích bồi - xói (ha)

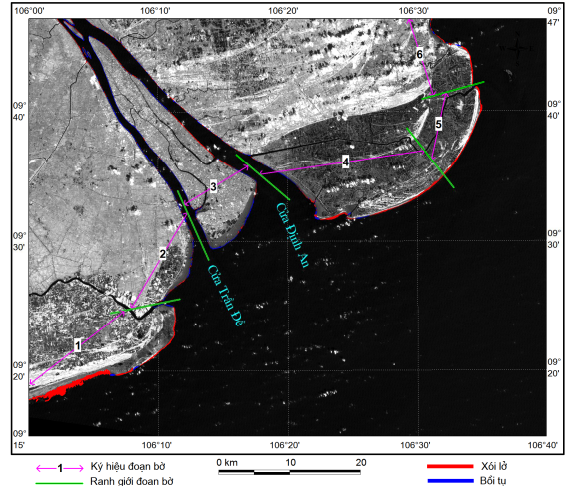
Biến động đường bờ biển vùng cửa sông Hậu trong giai đoạn 1989 đến 2016 được mô tả cho 6 đoạn đường bờ biển (hình 2): Đoạn 1 gồm đường bờ biển thuộc thị xã Vĩnh Châu, đoạn 2 gồm đường bờ biển thuộc huyện Long Phú, đoạn 3 gồm đường bờ biển An Thạnh 3 thuộc Cù Lao Dung tỉnh Sóc Trăng. Đoạn 4, đoạn 5 và đoạn 6 là các đoạn bờ biển thuộc vùng Duyên hải tỉnh Trà Vinh.

Các kết quả thể hiện ở các hình 3, hình 5 và bảng 2 trong hai giai đoạn 1989 - 2001 và 2009 - 2016 cho thấy sự suy giảm mạnh về diện tích trong đoạn bờ 1, từ 911,11 ha xuống còn 38,81 ha, đoạn bờ 2, từ 470,16 ha xuống 21,69 ha, đoạn bờ 3, từ 759,60 ha xuống 40,58 ha, đoạn bờ 4, từ 704,51 ha xuống 47,03 ha. Đoạn bờ 5 và bờ 6 giảm mạnh diện tích bồi tụ, từ 167,61 ha xuống còn 0,24 ha. Điều này có nghĩa, trong giai đoạn từ 1989 - 2001 xu thế bồi tụ chiếm ưu thế, đến giai đoạn từ 2009 - 2016 xu thế xói lở xảy ra mạnh và diện tích bị mất xảy ra ở đoạn bờ 1 và đoạn bờ 4 giá trị xói lở trong khoảng 40 ha đến 74 ha.



Hình 3. Biến động đường bờ giai đoạn từ năm 1989 - 2001

Bên cạnh đó, xu hướng xói lở trong hai giai đoạn nêu trên tăng khá mạnh trong các đoạn bờ. Giai đoạn 1989 - 2001 hiện tượng xói lở xảy ra mạnh mẽ và tăng dần ở các đoạn bờ 6, bờ 4 và bờ 1 với diện tích xói lở dao động trong khoảng từ 13,61 ha đến 74,41 ha. Các đoạn bờ 2, bờ 3, bờ 5 ít xói lở với diện tích xói lở chỉ dao động trong khoảng 0,001 ha đến 0,11 ha. Trong khi đó, trong giai đoạn từ 2009 - 2016 hiện tượng xói lở xảy ra khắp trên các đoạn bờ với diện tích xói lở trong khoảng từ 9,02 ha đến 835,28 ha, đoạn bờ 1 xói lở mạnh nhất với diện tích xói lở lớn nhất.

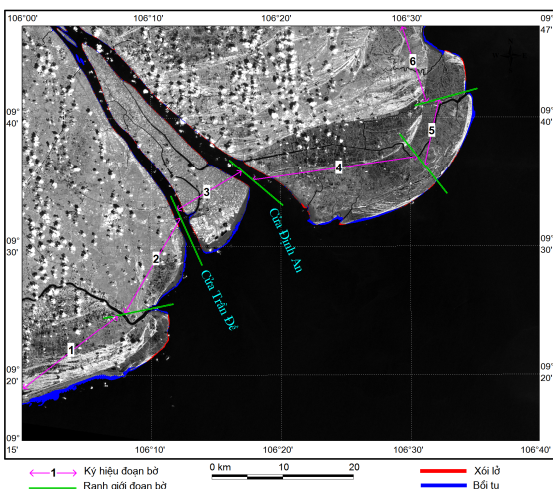


Hình 5. Biến động đường bờ giai đoạn từ năm 2009 - 2016

Khu vực Duyên hải (đoạn 4, đoạn 5, đoạn 6) thuộc tỉnh Trà Vinh có sự xen kẽ giữa xói lở và bồi tụ. Phía bắc (đoạn 5, đoạn 6) xói lở mạnh trong giai đoạn từ năm 2009 đến năm 2016. Hiện tượng bồi tụ chi phối mạnh ở phía nam khu vực Duyên hải (đoạn 4) trong giai đoạn 1989 đến 2001, diện tích bồi tụ lên tới 704,51 ha (hình 3, bảng 2) và cũng xảy ra hiện tượng bồi tụ trong giai đoạn 2001 đến 2009 nhưng diện tích dao động trong khoảng 293,5 ha (hình 4, bảng 2). Giai đoạn 2009 đến 2016 xảy ra hiện tượng xói lở, diện tích xói lở lên tới 231,18 ha (hình 5, bảng 2).

Nguyên nhân gây ra hiện tượng này có thể do khu vực chịu chi phối của chế độ dòng chảy thủy triều vào ra cửa sông Cung Hầu với tốc độ dòng chảy trung bình vào khoảng 0,4 - 0,6 m/s, cùng với tác động trực tiếp của sóng (cao trung bình từ 0,5 - 0,7 m), đặc biệt là khi có gió mùa Đông Bắc [10]. Lực xung kích do sóng biển đã trực tiếp phá vỡ kết cấu bờ, bào mòn chân bờ, chuyển các dạng vật liệu kết cấu bờ và đáy (chủ yếu là bùn sét và cát mịn [11]) thành dạng lơ lửng sau đó chúng được vận chuyển đi xuống phía nam vùng Duyên hải bởi dòng chảy đòng bờ, dòng triều và hoàn lưu Biển Đông [10].

Khu vực Cù Lao Dung (đoạn 3) được bồi tụ trong các thời đoạn từ năm 1989 cho đến năm 2016, mặc dù hiện tượng xói lở vẫn xảy ra nhưng diện tích xói rất nhỏ chỉ dao động trong khoảng từ 0,002 - 0,0256 ha. Trong khi đó,



Hình 4. Biến động đường bờ giai đoạn từ năm 2001 - 2009

diện tích bồi trong giai đoạn 1989 - 2001 đạt 759,60 ha và giảm dần trong các giai đoạn sau, trong giai đoạn từ 2009 - 2016 đoạn này cũng đã lấn ra biển với diện tích 40,58 ha.

Đoạn bờ 1 có xu thế lấn ra biển trong hai giai đoạn từ năm 1989 đến năm 2009, diện tích lấn ra biển trong cả hai giai đoạn lên tới trên 18 km². Đến giai đoạn từ năm 2009 đến 2016,

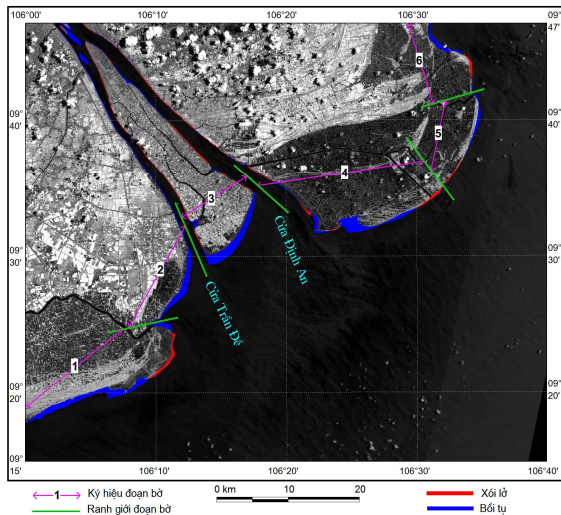
hiện tượng xói lở diễn ra mạnh với diện tích đất mất đi khoảng 835,28 ha (hình 3, hình 4, hình 5, bảng 2). Nguyên nhân chính gây ra hiện tượng xói lở này có thể do sự thiếu hụt trầm tích từ thượng nguồn sông Mê Kông cung cấp cho vùng bờ và nhiều khả năng trong giai đoạn này ảnh hưởng của đập thủy điện là nguyên nhân giữ lại trầm tích.

Bảng 2. Thống kê diện tích xói lở, bồi tụ các đoạn bờ theo các giai đoạn

Đoạn bờ	Giai đoạn 1989 - 2001		Giai đoạn 2001 - 2009		Giai đoạn 2009 - 2016	
	Xói lở (ha)	Bồi tụ (ha)	Xói lở (ha)	Bồi tụ (ha)	Xói lở (ha)	Bồi tụ (ha)
Đoạn bờ 1	74,41	911,11	54,60	903,25	835,28	38,81
Đoạn bờ 2	0,02	470,16	0,44	147,90	13,49	21,69
Đoạn bờ 3	0,01	759,60	1,33	171,35	9,02	40,58
Đoạn bờ 4	50,78	704,51	39,96	293,56	231,18	47,03
Đoạn bờ 5	0,11	151,79	4,31	144,81	159,94	0,24
Đoạn bờ 6	13,81	167,61	30,76	114,70	84,74	12,37

Ngoài ra, hoạt động khai thác cát lòng sông với khối lượng lớn, hoạt động nạo vét, thông luồng lạch và các tác động của các yếu tố tự nhiên như sóng, dòng chảy và gió cũng gây nên hiện tượng xói lở mạnh tại đoạn bờ biển này [12].

đến 1.210,83 ha, trong đó đoạn bờ 1 có diện tích bồi tụ trong 27 năm là lớn nhất. Tổng diện tích xói lở trong 27 năm (từ năm 1989 đến năm 2016) dao động trong khoảng 0,002 ha đến 183,53 ha. Trong đó, các đoạn bờ 1, bờ 4, bờ 5, bờ 6 có xu thế xói lở trong những năm gần đây.



Hình 6. Biến động đường bờ trong cả giai đoạn từ năm 1989 - 2016

Tổng diện tích xói lở - bồi tụ từ năm 1989 đến năm 2016 (27 năm) (hình 6, bảng 3) thể hiện xu thế bồi tụ chiếm ưu thế trong cả giai đoạn với diện tích bồi tụ dao động từ 162,68 ha

Theo kết quả nghiên cứu về đánh giá hiện trạng vùng cửa sông Hậu [3], quy luật bồi - xói vùng cửa sông Hậu mang tính chất mùa. Quá trình này thường xảy ra đan xen, tốc độ xói trung bình đạt 4,5 m/năm và tốc độ bồi là 9,5 m/năm. Đoạn bờ biển nằm giữa hai cửa sông Định An - Tranh Đề (thuộc Cù Lao Dung) có xu thế lấn ra biển, tốc độ bồi tụ trung bình là 30 m/năm. Tốc độ lấn ra biển trung bình nhiều năm cho toàn vùng dao động trong khoảng 80 m/năm. Trong khi đó, theo kết quả phân tích ảnh viễn thám [13] cho thấy: Hiện tượng xói lở - bồi tụ vùng bờ biển Định An từ năm 1989 đến năm 2001 có tốc độ trung bình là 4,5 m/năm và tỷ lệ bồi tụ trung bình là 9,5 m/năm. Bờ biển tại khu vực cửa Trần Đề chiếm ưu thế với tỷ lệ bồi tụ trung bình là 75 m/năm ở bờ trái và 15 m/năm ở bờ phải. Bờ biển Cù Lao Dung có tỷ lệ bồi tụ trung bình 30 m/năm. Nguyên nhân dẫn đến hiện tượng xói lở đường bờ biển vùng đồng bằng sông Cửu Long nói chung và đường bờ vùng ven biển sông Hậu nói riêng là do sự suy giảm đáng kể trầm tích lơ lửng từ sông Mê Kông đến vùng ven bờ biển và sự suy giảm này

có thể có mối liên hệ với việc các đập thủy điện giữ lại trầm tích, hoạt động khai thác cát vì mục đích thương mại trên quy mô lớn ở các sông và dọc các kênh rạch ở vùng đồng bằng và lún đất do khai thác nước ngầm [12]. Ngoài ra, sự thay đổi lưu lượng trên sông cũng như các điều kiện về sóng và gió trong thời gian nêu trên cũng phần nào gây nên hiện tượng xói lở tại vùng nghiên cứu.

Bảng 3. Tổng diện tích xói lở - bồi tụ trong giai đoạn từ năm 1989 đến năm 2016

Đoạn bờ	Tổng diện tích xói lở - bồi tụ từ năm 1989 đến năm 2016	
	Xói lở (ha)	Bồi tụ (ha)
Đoạn bờ 1	183,53	1.210,83
Đoạn bờ 2	0,02	625,82
Đoạn bờ 3	0,002	961,17
Đoạn bờ 4	117,06	840,24
Đoạn bờ 5	30,21	162,68
Đoạn bờ 6	66,28	231,70

KẾT LUẬN

Xu thế bồi tụ mạnh xảy ra ở vùng bờ biển cửa sông Hậu trong giai đoạn từ năm 1989 đến năm 2001 với diện tích bồi tụ dao động trong khoảng 151,79 ha đến 911,11 ha và xu thế xói lở mạnh trong giai đoạn từ 2009 đến 2016 với diện tích xói lở dao động trong khoảng 9,02 ha đến 835,28 ha. Xét tổng thể trong giai đoạn từ năm 1989 đến năm 2016, khu vực ven bờ cửa sông Hậu bị ảnh hưởng của quá trình xói lở và bồi tụ trên diện rộng. Xói lở bờ trong giai đoạn từ năm 2009 đến năm 2016 đã ảnh hưởng đến trên 50% chiều dài bờ biển trong khu vực. Khu vực bờ trái sông Hậu (đoạn 1) trong giai đoạn từ năm 1989 đến cuối năm 2008, xu thế bồi tụ diễn ra mạnh mẽ, diện tích bồi trong giai đoạn này lên tới 903,25 ha. Tuy nhiên, hiện tượng xói lở mạnh trong những năm gần đây (từ năm 2009 - 2016, diện tích xói lở 835,28 ha) đã gây ra thiệt hại về của cải, an sinh xã hội trong vùng. Tính tổng cả giai đoạn từ năm 1989 đến năm 2016 (27 năm) thì riêng đoạn 1 diện tích mất đất (biển lấn bờ) lên tới 183,5 ha (bảng 1) lớn nhất toàn khu vực.

Lời cảm ơn: Công trình nghiên cứu này sử dụng phương pháp và kinh phí bởi đề tài thuộc các hướng KHCN ưu tiên cấp Viện Hàn lâm

Khoa học và Công nghệ Việt Nam mã số VAST05.06/18-19

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ericson, J. P., Vörösmarty, C. J., Dingman, S. L., Ward, L. G., and Meybeck, M., 2006. Effective sea-level rise and deltas: causes of change and human dimension implications. *Global and Planetary Change*, **50**(1), 63-82.
2. Syvitski, J. P., Kettner, A. J., Overeem, I., Hutton, E. W., Hannon, M. T., Brakenridge, G. R., Day, J., Vörösmarty, C., Saito, Y., Giosan, L., and Nicholls, R. J., 2009. Sinking deltas due to human activities. *Nature Geoscience*, **2**(10), 681-686.
3. Hoa Mạnh Hùng, Nguyễn Quang Thành, Phan Thị Thanh Hằng, 2008. Động lực phát triển vùng cửa sông Hậu (cửa Định An - Tranh Đề). *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, **30**(2), 130-135.
4. State of the Basin Report 2010. Mekong River Commission, Vientiane, Lao PDR. 232 pp. ISBN 978-993-2080-57-1.
5. Boateng, I., 2012. GIS assessment of coastal vulnerability to climate change and coastal adaption planning in Vietnam. *Journal of Coastal Conservation*, **16**(1), 25-36.
6. Thanh, N. D., Thao, N. D., Takagi, H., and Esteban, M., 2014. Climate change in the coastal regions of Vietnam. *Coastal Disasters and Climate Change in Vietnam: Engineering and Planning Perspectives*, 175-198.
7. Winarso, G. J., and Budhiman, S., 2001. The potential application remote sensing data for coastal study. [Paper] presented at the 22nd Asian conference on remote sensing, 5-9 November 2001, Singapore. Centre for remote imaging, sensing and processing (CRISP), National University of Singapore.
8. Thieler, E. R., Himmelstoss, E. A., Zichichi, J. L., and Ergul, A., 2009. The Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0-an ArcGIS extension for calculating shoreline change (No. 2008-1278). *US Geological Survey*.

9. Xu, H., 2006. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International journal of remote sensing*, **27**(14), 3025-3033.
10. Nguyễn Ngọc Tiến, 2014. Nghiên cứu chế độ thủy động lực tại vùng biên ven bờ cửa sông Mê Kông. *Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển*, **14**(4), 310-319.
11. Nguyễn Trung Thành, Phùng Văn Phách, Nguyễn Hồng Lĩnh, Daniel Unverricht, 2010. Một số đặc trưng phân bố trầm tích bề mặt trên phần châu thổ ngàm ven bờ biển đồng bằng sông Cửu Long. *Tuyển tập báo cáo: Hội nghị Khoa học kỷ niệm 35 năm Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*. Tr. 129-133.
12. Anthony, E. J., Brunier, G., Besset, M., Goichot, M., Dussouillez, P., and Nguyen, V. L., 2015. Linking rapid erosion of the Mekong River delta to human activities. *Scientific reports*, **5**, srep14745.
13. Nguyen, V. T., Zheng, J. H., and Luong, P. H., 2011. Morphological evolution of navigation channel in Dinh An estuary, Vietnam. In *Proceedings of The 7th IAHR Symposium on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics* (pp. 486-492).

SHORELINE CHANGE ANALYSIS WITH REMOTESENSING SENSED DATA IN THE HAU RIVER MOUTH AREA

Nguyen Ngoc Tien¹, Do Huy Cuong¹, Dinh Van Uu²,
Nguyen Tho Sao², Tran Anh Tuan¹, Le Dinh Nam¹

¹*Institute for Marine Geology and Geophysics, VAST*

²*Hanoi University of Science, VNU*

ABSTRACT: Multi-temporal Landsat data are used for this study over the period of 1989 to 2016 with imageries of 1989, 2001, 2009 and 2016. Band rationing method and threshold technique are applied for the coastline extraction. The Digital Shoreline Analysis System ENVI 5.1, eCognition and ArcGIS 10.3 are used to calculate shoreline rate-of-change statistics from multiple historical shoreline positions. The results show that shoreline change in the Hau river mouth area has a trend of deposition between 1989 and 2016 (27 years) with the accretion area ranging from 162.68 ha to 1,210.83 ha. Meanwhile, the erosion area only ranges from 0.002 ha to 183.53 ha. The results obtained from this study set a stage for new studies to understand the morphological changes of the river mouths in the Mekong Delta and coastal areas of Hau river.

Keywords: Hau river, remote sensing, shoreline.