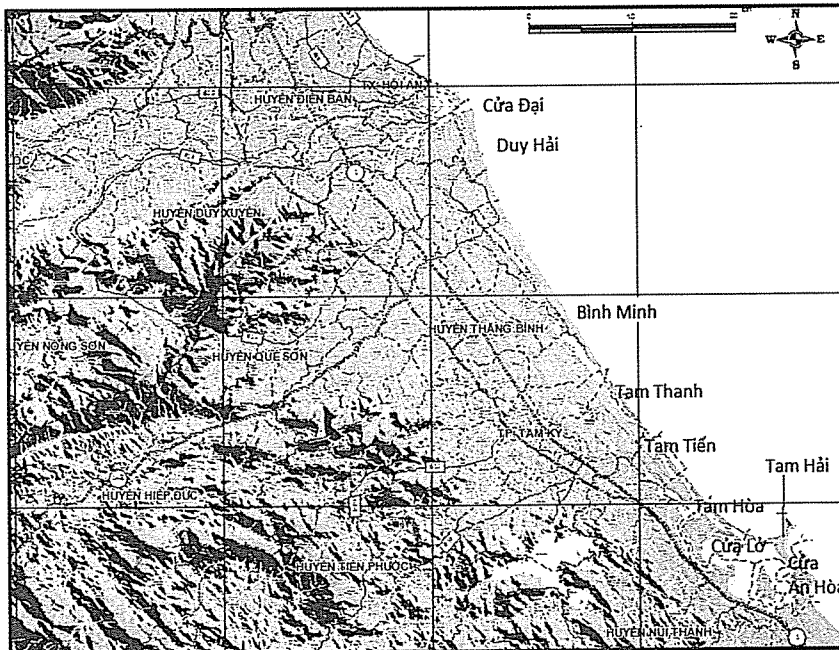


TÍNH TOÁN CÂN BẰNG BÙN CÁT PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU XÓI LỞ - BỒI LẤP ĐỚI VEN BIỂN QUẢNG NAM

TS. Đỗ Quang Thiên, ThS. Nguyễn Thị Nở - Đại học Huế

Tên cơ sở các tài liệu quan trắc sóng, gió hàng ngày và theo 8 hướng của năm 2008 tại trạm hải văn Sơn Trà, nhóm tác giả đã sử dụng phương pháp tính toán cân bằng bùn cát để đánh giá hoạt động xói lở - bồi lấp khu vực nghiên cứu. Kết quả tính toán cho thấy, tổng lượng bùn cát tải vào trong một năm là 248.078 m³ nhỏ hơn tổng lượng bùn cát đổ ra biển là 596.689 m³, cùng với kết quả nghiên cứu thực trạng đã khẳng định khu vực cửa sông ven biển Quảng Nam đang bị xói lở với tốc độ trung bình khoảng 4 m/năm.

1. Mở đầu



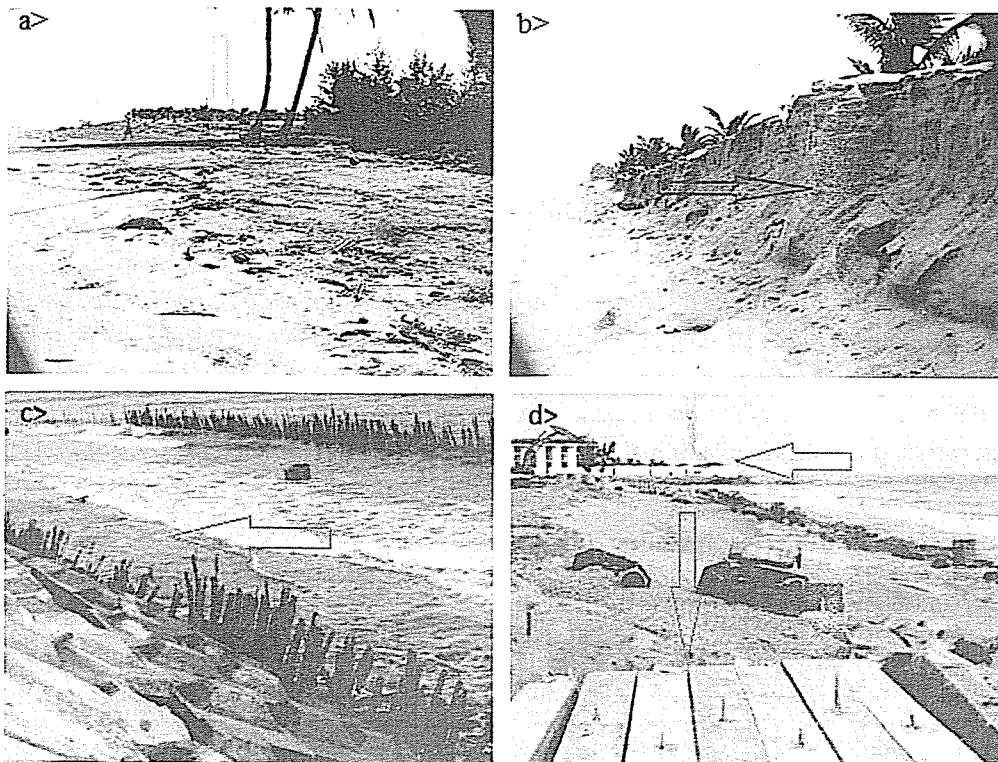
Hình 1. Bản đồ khu vực ven biển tỉnh Quảng Nam

Quảng Nam có bờ biển dài 125 km, phân bố gần như song song với thủy vực Trường Giang thông qua Cửa Đại (Hội An) ở phía bắc và Cửa Lở (Núi Thành) ở phía nam. Bờ biển lãnh thổ nghiên cứu là một dải cát dài, có vai trò như một con đê biển tự nhiên bảo vệ các khu vực dân cư, các công trình trọng điểm về kinh tế, chính trị, văn hóa, xã hội và an ninh, quốc phòng của tỉnh. Tuy vậy, vài chục năm gần đây, hoạt động xói lở cửa sông, bờ biển liên tục ăn sâu vào đất liền với tốc độ từ 2- 3 m đến 20 - 30 m/năm, thậm chí có nơi đến 40 - 50 m/năm như: Cửa Đại, Tam Thanh, Cửa Lở sau mỗi mùa mưa lũ, đe dọa trực tiếp đến tính mạng của người dân, nhiều công trình, cơ sở hạ tầng, nhà dân phải di dời đi nơi khác. Ngược lại vào mùa khô, các cửa

sông lại bị bồi lấp nhanh và tích tụ một khối lượng lớn bùn cát lớn, gây ách tắc giao thông đường thủy, thoát lũ và ảnh hưởng đến dân sinh,... Do vậy, để cung cấp cơ sở khoa học phục vụ công tác phòng chống xói - bồi bờ biển, cửa sông vùng nghiên cứu, chúng tôi tiến hành phân tích, đánh giá định lượng quá trình địa động lực đang xét theo phương pháp tính toán cân bằng bùn cát, cùng với các kết quả nghiên cứu hiện trạng vào tháng 7/2011 và tháng 4/2012 để nhận định 2 quá trình xói - bồi nêu trên, quá trình nào chiếm ưu thế ở vùng nghiên cứu.

2. Vài nét về thực trạng xói lở, bồi lấp và công tác chính trị vùng cửa sông, ven biển Quảng Nam

Người đọc phản biện: TS. Nguyễn Kiên Dũng



Hình 2. Hoạt động xói lở bờ biển ở khu vực cửa Đại

(a- Vết tích tàn phá của lũ tại Cửa Đại; b- Xói lở tàn phá khu vực bờ Nam Cửa Đại; c- Xói lở ăn sâu vào sát bờ kè; d - Xói lở uy hiếp công trình đang xây dựng và công trình đã đưa vào sử dụng ở khu vực ven biển phường Cửa Đại)

Có thể nói vùng bờ biển, cửa sông tỉnh Quảng Nam quá trình bồi - xói thường xảy ra luân phiên nhau và hình thái đường bờ có sự biến đổi lớn do trường sóng hướng bắc (N) với cường độ mạnh tác động khi có bão, áp thấp nhiệt đới và gió mùa Đông Bắc,... Thực tế khảo sát cho thấy, quá trình xói lở và bồi lấp vùng cửa sông, ven biển Quảng Nam diễn ra khắp mọi nơi với tổng chiều dài xói lở trên 16 km, tốc độ xói lở biến đổi theo không gian và thời gian từ vài mét (Điện Ngọc, Tam Tiến, Tam Hòa,...), 10-20 m/năm (Bình Hải, Bình Nam,...) đến 40-50 m/năm (Cửa Đại, Bình Minh, Tam Thanh, Cửa Lở). Trong đó, 2 đoạn có chiều dài xói lở < 200 m, 6 đoạn có chiều dài xói lở từ 200 đến 1000 m, 6 đoạn có chiều dài xói lở từ 1000 đến 2000 m, 3 đoạn có chiều dài xói lở từ 2000 đến 6000 m và lớn hơn 6000 m có 1 đoạn. Nếu tính toàn bộ những đoạn bờ biển bị triều cường xâm thực, ảnh hưởng nghiêm trọng đến dân sinh, thì Quảng Nam có đến 60 km đường bờ, chiếm đến 48% chiều dài đường bờ biển của Quảng Nam, một tỷ lệ khá lớn so với các tỉnh ven biển miền Trung. Đặc biệt, từ năm 2009 đến nay, hoạt động xói lở bờ biển, cửa sông vẫn diễn ra với qui mô

và cường độ khá mạnh, tác động trực tiếp đến an sinh xã hội. Trong đó, những vị trí có tốc độ xói lở mạnh và ảnh hưởng trực tiếp đến dân sinh, kinh tế - xã hội, quốc phòng,... như Duy nghĩa, Cửa Đại, Duy Hải, Tam Thanh, Cửa Lở,... Mặc dù, một số vị trí đã được xây dựng các công trình chỉnh trị, nhưng vẫn không chống chọi nổi sức công phá của sóng biển. Quá trình xói lở vẫn tiếp tục uy hiếp và phá hủy Kè An Lương - Duy Hải, 2 đoạn đê chắn sóng ở Cửa Lở với tổng chiều dài gần 500 m gần như bị phá hủy hoàn toàn sau cơn bão số 9 năm 2009, kè Tam Thanh dài 2947 m cũng bị phá hủy nhiều vị trí dưới chân kè,...

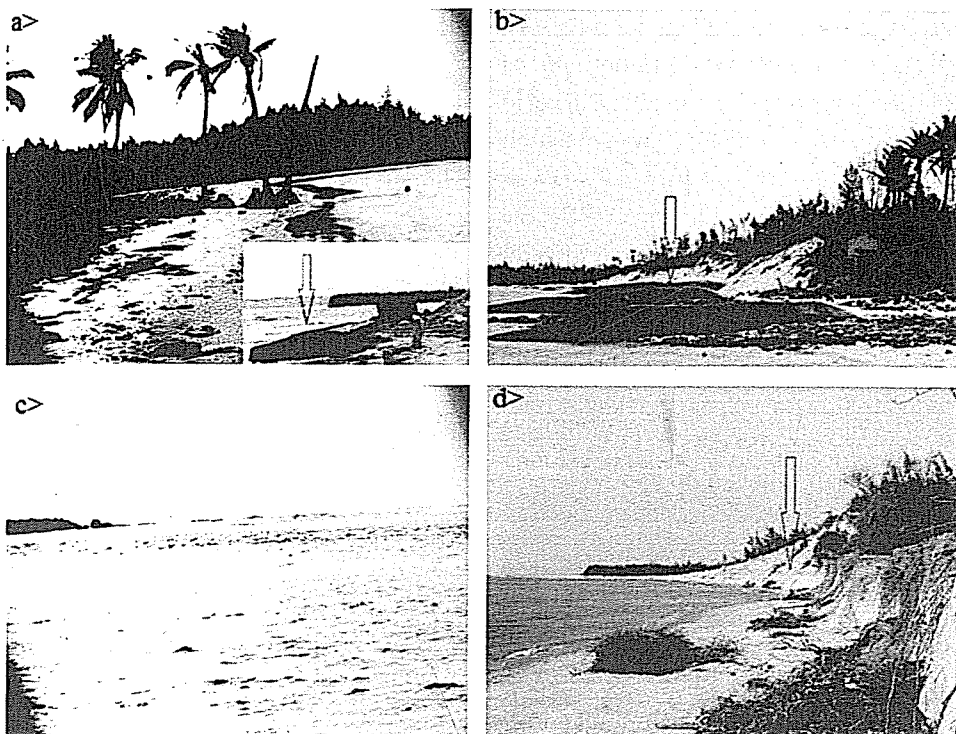
Chúng ta đều biết, vùng ven biển miền Trung nói chung và Quảng Nam nói riêng là nơi chịu ảnh hưởng tổng hợp của cả chế độ hải văn và thủy văn, cùng với sự chi phối của mùa khí hậu, nên quá trình xói lở - bồi lấp cửa sông ven biển của lãnh thổ nghiên cứu mang những đặc thù về mùa rất rõ rệt. Đó là hiện tượng xói lở bờ Nam và mở rộng các cửa sông Cửa Đại, Cửa Lở vào mùa lũ, hiện tượng bồi lấp hình thành các bãi cát chắn ngang cửa sông vào mùa kiệt. Thật vậy, Cửa Đại

cũng như Cửa Lở liên tục dịch chuyển về phía nam trong nhiều thập niên qua với tốc độ trung bình vài chục mét trên năm, đặc biệt là bờ nam Cửa Đại xói lở đạt tốc độ 50 m/năm. Từ năm 2009 đến nay, quá trình xói lở đã xâm thực sát trục đường khoảng 850 m và ăn sâu vào đất liền hàng trăm mét. Bãi biển Cửa Đại dài hơn 7 km, có cảnh quan đẹp, tiềm năng phát triển du lịch rất lớn, nhiều khách sạn, khu nghỉ dưỡng, nhà hàng và các khu dân cư đang mọc lên. Nếu hoạt động xói lở vẫn diễn biến như những năm qua thì nguy cơ cắt đứt tuyến đường Cửa Đại và xóa sạch khu du lịch sinh thái biển Hội An, các khu dân cư... là vấn đề không thể tránh khỏi. Công trình đê kè An Lương - Duy Hải dài 1026 m hoàn thành năm 2007, với mục đích ngăn sóng biển xâm thực đất liền, bảo vệ hơn 600 hộ dân các thôn An Lương, Trung Phường (Duy Hải) và thôn Thuận An (Duy Nghĩa) cũng bị xói lở nghiêm trọng, nhiều đoạn bờ bị sụt lún và hư hỏng nặng.

Tiếp theo là dải cồn cát Tam Thanh, nằm kẹp giữa Biển Đông và sông Trường Giang, có vai trò như một con đê biển tự nhiên, bảo vệ nhiều khu dân cư rộng lớn, các công trình trọng điểm về kinh tế, chính trị, văn hóa, xã hội và an ninh, quốc phòng của tỉnh Quảng Nam. Tuy vậy, xói lở bờ biển trong nhiều năm qua đang diễn biến rất phức tạp, hiện tượng xói lở ở khu vực này không những xảy ra phía bờ biển mà còn ở phía sông Trường Giang với tốc độ 30-35 m/năm, làm cho dải cát ven biển đang thu hẹp dần, đe dọa khu du lịch Tam Thanh, đường quốc phòng và hàng trăm hộ dân ven biển. Ngoài các thôn Trung Thanh, Hạ Thanh, Thượng Thanh bị xói lở rất mạnh, địa hình thấp, rất có khả năng sẽ biến thành cửa biển trong tương lai gần, thì các thôn Thanh Tân, Thanh Đông, Tỉnh Thủy cũng đang bị xói lở uy hiếp nghiêm trọng. Trước tình hình đó, năm 2007 Nhà nước đã đầu tư xây dựng kè chắn sóng dài gần 3 km dọc bờ biển Tam Thanh từ thôn Tỉnh Thủy đến thôn Hạ Thanh. Nhưng mấy mùa lũ gần đây, sóng biển đã phá hủy gần 2 km kè, trong đó có 400 m kè bị hư hỏng và sụt lún nghiêm trọng, nhiều đoạn đê phải dịch chuyển ra khỏi trục đê 2 - 3 m, đe dọa tính mạng và tài sản của gần 100 hộ dân sống trong khu vực này. Hiện tại, ở một số vị trí người dân đã chủ động đắp bao cát dọc bờ biển để chắn sóng tạm thời. Năm 2011, Nhà nước tiếp tục đầu tư xây dựng đê, kè biển Tam Thanh giai đoạn II nhằm phòng, chống lụt bão, nước biển dâng, hạn chế thiệt hại do thiên tai gây ra, phát triển kinh tế - xã hội, góp phần bảo đảm an ninh, quốc phòng vùng ven biển. Giai

đoạn này xây dựng thêm 4 km đê kè bờ biển xã Tam Thanh và kè bờ tả sông Trường Giang với tổng chiều dài 7,30 km, qua các thôn: Thanh Đông, Thanh Tân, Thượng Thanh, Hạ Thanh, riêng Kè sông Trường Giang gồm 2 tuyến: Tuyến 1 từ cuối thôn Thanh Đông đến tuyến kè đã xây dựng ở đầu thôn Thượng Thanh với chiều dài 5920 m, tuyến 2 từ tuyến kè đã đầu tư xây dựng ở cuối thôn Thượng Thanh đến ranh giới của xã Tam Tiến với chiều dài 1380 m, cao 4 - 6 m.

Đoạn bờ biển cuối cùng có tốc độ xói lở rất mạnh nằm phía nam lãnh thổ Quảng Nam là đoạn Tam Hòa, Cửa Lở, Tam Hải, huyện Núi Thành. Hoạt động xói lở bờ biển, cửa sông của khu vực này trong những năm qua đã "xóa sổ" nhiều làng mạc và diện tích đất, 300 hộ dân thôn 5, xã Tam Hải phải dời đi nơi khác. Hiện nay, xói lở đang uy hiếp thôn 4, lấy đi 1/3 diện tích đất (10 ha) của thôn này và 14 hộ dân phải di dời đi nơi khác. Bờ nam Cửa Lở bị xói lở liên tục làm cho ốc đảo Tam Hải ngày càng thu hẹp dần. Trước đây, người dân địa phương đã trồng dừa, đan màn tre chắn sóng để chống xói lở, sau đó Nhà nước đã đầu tư xây dựng 2 đoạn kè chắn sóng (tháng 5/2009) với tổng chiều dài 497 m nhưng đều không có tác dụng bởi sức công phá của sóng biển. Tại khu vực cửa biển An Hòa, quá trình xói lở cũng đang diễn biến rất phức tạp với chiều dài trên 500 m theo hình vòng cung, đe dọa nhiều công trình dân sinh và quân sự, một số công trình chỉ cách bờ biển bị xói lở từ 20 đến 40 m. Nếu không có biện pháp chỉnh trị kịp thời, nguy cơ cắt hẳn mũi đất cửa biển An Hòa, thuộc thôn 2, xã Tam Quang trong những mùa lũ tới là vấn đề không thể tránh khỏi. Hiện nay, Nhà nước đang triển khai dự án tuyến kè chống xói lở và đường cứu hộ, cứu nạn, ổn định dân cư, phát triển kinh tế tại xã Tam Hải với chiều dài 8 km nhằm ngăn chặn tình trạng xói lở, bảo vệ diện tích đất canh tác và các khu dân cư ven biển.



Hình 3. Hoạt động xói lở bờ biển ở khu vực Cửa Lở

a- Vết tích tàn phá làng mạc và công trình xây dựng do sóng biển ở Cửa Lở; b- 2 đoạn đê chắn sóng Cửa Lở dài gần 500 m gần như bị sóng biển phá hủy hoàn toàn năm 2009; c- Nguy cơ sóng biển sẽ ngoạm hết dải cồn đụn cát hẹp chắn bờ Tam Hòa trong điều kiện mực nước biển ngày càng dâng cao; d- Bờ nam Cửa Lở tiếp tục bị xói lở sau mỗi mùa lũ.

Nhìn chung, quá trình xói lở bờ biển, cửa sông Quảng Nam đang diễn ra với tốc độ rất nhanh với chiều dài quá lớn. Trong đó, đáng lưu ý là dải cồn đụn cát chắn bờ hiện tại kéo dài trên 35 km từ xã Bình An đến Tam Hòa chỉ rộng từ 1000 m (Bình An) đến 30 - 100 m (Tam Thanh, Tam Hoà), còn đoạn bờ bị xói lở ở Tam Hải lại kéo dài đến 9 km, tức là trong quá khứ và hiện tại biển đã lấn sâu vào đất liền ở Tam Hoà tới 3- 4 km. Sự thu hẹp dải cồn đụn cát chắn bờ phía nam tỉnh Quảng Nam vốn có chiều rộng tới 3- 4 km (hẹp hơn một ít so với khu vực Duy Hải) đến trạng thái mất ổn định (nguy cơ biến mất) chắc chắn là do tác động xói lở của sóng biển trong thời gian dài vừa qua. Thực tế khảo sát càng khẳng định trong điều kiện mực nước biển ngày càng dâng cao, thì khả năng sóng biển sẽ "ngoạm" hết dải cồn đụn cát hẹp chắn bờ phía nam này trong thời gian ngắn là điều tất yếu. Do đó, việc xây dựng cấp tốc các công trình chỉnh trị sông Trường Giang, cũng như kè biển phường Cửa Đại, An Lương, Tam Thanh, Cửa Lở, Tam Hải, cửa An Hòa, Tam Quang,... là vấn đề hết sức cấp bách, bảo vệ diện tích

đất canh tác và các khu dân cư ven biển, ổn định dân sinh, kinh tế - xã hội và phát triển bền vững lãnh thổ ven biển Quảng Nam.

3. Tính toán cân bằng bùn cát vùng cửa sông ven biển Quảng Nam

Như đã đề cập ở trên, hoạt động xói - bồi vùng cửa sông ven biển Quảng Nam chịu tác động chủ yếu chế độ thủy văn của hệ thống sông Vu Gia - Thu Bồn và chế độ hải văn biển. Tuy vậy, trong vùng nghiên cứu chỉ có duy nhất trạm hải văn Sơn Trà (Đà Nẵng), cho nên để đánh giá định lượng quá trình xói - bồi, chúng tôi tiến hành phân tích, sử dụng số liệu quan trắc sóng, gió tính theo ngày, theo 8 hướng trong năm 2008 của trạm hải văn này (Bảng 1). Tuy nhiên, thực tế nghiên cứu cho thấy, hoạt động xói lở - bồi tụ vùng nghiên cứu chỉ chịu tác động của 4 hướng sóng: bắc (N), đông bắc (NE), đông (East-E), đông nam (SE). Trong đó, sóng cấp II có độ cao 0.75 - 1.25 m chiếm tỷ lệ phần trăm cao nhất (51,52%) và sóng theo hướng SE, N, NE là chủ yếu (Bảng 1).

Bảng 1. Tần suất xuất hiện của sóng theo các hướng, các cấp năm 2008 (%)

Hướng Cấp	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Tổng
1 (0,25-0,75m)	31,78								
2 (0,75-1.25m)	14,18	12,66	1,35	15,62	0,9	1,89	2,33	2,6	51,52
3 (1,25-2,00m)	3,14	3,05	0,63	2,51	0,18	0,54	0,18	1,16	11,4
4 (2,00-3,50m)	1,34	1,26	0,27	1,08	0	0	0	0,45	4,39
5 (>3,50m)	0,09	0,45	0	0,36	0	0	0	0	0,9
Tổng	18,75	17,42	2,25	19,57	1,08	2,43	2,52	4,21	100

Ngoài ra, để thực hiện nghiên cứu này, chúng tôi đã tiến hành các lộ trình khảo sát thực địa, đo đạc 18 vị trí và lấy 12 mẫu phân tích độ hạt dọc theo đới bờ biển từ Cửa Đại đến Cửa Lở vào tháng 7/2011 và 12-16/4/2012, cùng với các kết quả nghiên cứu của Vũ Văn Ninh, Trịnh Nguyên Tính, Đặng Huy Rằm (1999); Phạm Huy Tiến, Nguyễn Văn Cư (2001); Lê Phước Trình, Phạm Bá Trung (2003, 2005); Đỗ Quang Thiên, Nguyễn Thanh (2010, 2011),...

Hiện trạng xói lở - bồi tụ bờ biển khu vực nghiên cứu được đánh giá thông qua phương pháp tính toán cân bằng nguồn bùn cát đưa vào bờ vùng biển ven bờ và tải ra biển khơi từ đoạn biển ven bờ nghiên cứu. Cụ thể là dòng bùn cát do sóng tải dọc bờ và chéo bờ cũng như bùn cát từ sông ngòi đưa vào biển ven bờ. Các bước tính toán được trình bày như sau:

a. Xác định hướng vận chuyển bùn cát chéo bờ

Do tác động của sóng, bùn cát cấu tạo bờ bị xói lở và vận chuyển dọc theo bờ cũng như chéo bờ. Nhằm xác định hướng chuyển tải bùn cát và khối lượng chuyển tải bùn cát chéo bờ của đới ven biển Quảng Nam, chúng tôi tiến hành xác định hướng di chuyển ra

(xói lở) hay vào bờ (bồi lấp) ứng với các cấp sóng và các hướng khác nhau theo quan hệ được K.Horikawa đề xuất như dưới đây:

$$\frac{h_{w0}}{L_{w0}} \bar{C}_s \times \operatorname{tg} \left\{ ^{-0,27} \times \left(\frac{d}{L_{w0}} \right)^{0,67} \right\} \quad (1)$$

Trong đó: $X = C_s \times \operatorname{tg} \left\{ ^{-0,27} \times \left(\frac{d}{L_{w0}} \right)^{0,67} \right\}$; h_{w0} , L_{w0} là chiều

cao, chiều dài sóng biển đới xa bờ, m; tg là độ dốc đáy biển; d là đường kính bình quân hạt cát bụi di chuyển ra - vào bờ, mm; C_s : Hằng số xét đến khả năng xói lở hoặc bồi tụ bùn cát.

Từ biểu thức (1), nếu giá trị về trái lớn hơn giá trị về phải thì sẽ xảy ra quá trình chuyển tải bùn cát từ bờ ra khơi, tức là bờ biển bị xói lở. Ngược lại, nếu giá trị của về trái nhỏ hơn giá trị về phải sẽ xảy ra quá trình chuyển tải bùn cát từ khơi vào bờ, tức là bờ biển được bồi tụ. Các tham số sóng biển được xác định qua số liệu qua trắc sóng ở trạm hải văn Cồn Cỏ và thí nghiệm xác định đường kính trung bình của 12 mẫu cát lấy dọc theo đới bờ Quảng Nam. Kết quả tính toán, xác định hướng di chuyển bùn cát của đới bờ biển nghiên cứu được thể hiện trên bảng 2.

Bảng 2. Kết quả xác định hướng di chuyển bùn cát đới bờ Quảng Nam

Hướng	Cấp sóng	h_{w0} (m)	L_{w0} (m)	$\frac{h_{w0}}{L_{w0}}$	$\operatorname{tg} \left\{ ^{-0,27} \right\}$	d_{50} (m)	C_s	X	Hướng vận chuyển bùn cát
N	1	0,43	8,6	0,05	3,614	0,000365	16,5	0,07	Bồi tụ
	2	0,74	14,8	0,05	-	-	-	0,048	Xói lở
	3	1,23	24,6	0,05	-	-	-	0,034	Xói lở
	4	2,26	48,43	0,05	-	-	-	0,022	Xói lở
	5	4,47	89,4	0,05	-	-	-	0,014	Xói lở
NE	1	0,4	8	0,05	-	-	-	0,078	Bồi tụ
	2	0,78	15,6	0,05	-	-	-	0,047	Xói lở
	3	1,24	24,8	0,05	-	-	-	0,035	Xói lở
	4	2,32	46,4	0,05	-	-	-	0,022	Xói lở
	5	4,66	93,2	0,05	-	-	-	0,014	Xói lở

E	1	0,42	8,4	0,05	-	-	-	0,071	Bồi tụ
	2	0,73	14,6	0,05	-	-	-	0,049	Xói lở
	3	1,24	24,8	0,05	-	-	-	0,034	Xói lở
	4	1,92	38,4	0,05	-	-	-	0,026	Xói lở
SE	1	0,39	7,8	0,05	-	-	-	0,074	Bồi tụ
	2	0,73	14,6	0,05	-	-	-	0,013	Xói lở
	3	1,22	24,4	0,05	-	-	-	0,011	Xói lở
	4	2,25	45	0,05	-	-	-	0,0084	Xói lở

Từ kết quả tính toán trên bảng 2, chúng ta thấy sóng cấp 1 theo 4 hướng đều gây bồi tụ, còn sóng cấp 2 đến cấp 4 theo các hướng đều gây ra xói lở vùng ven bờ và cửa sông nghiên cứu.

b. Đánh giá khối lượng bùn cát chuyển tải dọc bờ

Để đánh giá khối lượng bùn cát chuyển tải dọc bờ biển Quảng Nam do tác động của sóng biển (Q_{sl}), chúng tôi sử dụng phương pháp năng lượng sóng theo các hướng sóng i , cấp độ sóng j và thời gian tác động t_j qua công thức sau:

$$Q_{sl} = q_{sl} \times B_s \times t \quad (\text{tấn}) \quad (2)$$

Trong đó: q_{sl} là suất tải bùn cát dọc bờ và được tính bằng công thức:

$$q_{sl} = 0,401 \times E_{lwb} \quad (\text{T/m.ngđ})$$

E_{lwb} là năng lượng sóng dọc bờ được tính:

$$E_{lwb} = 0,177 \times \Delta w \times g^3 / 2 \times h_{wb}^{5/2} \times \sin \alpha_b \times \cos \alpha_b \quad (\text{T/m.ngđ})$$

B_s : Bề rộng đới biển ven bờ được xác định theo:

$$B_s = H_s / \tan \beta \quad (\text{m})$$

t là thời gian tác động (ngđ)

Kết quả tính toán khối lượng bùn cát chuyển tải dọc bờ đới vùng nghiên cứu được trình bày chi tiết trên bảng 3.

Từ bảng 3 dễ dàng nhận thấy khối lượng bùn cát di chuyển theo hướng Đông Nam SE (ra) là $Q_{slout} = 18.126,58 \text{ (m}^3\text{)}$ lớn hơn khối lượng bùn cát di chuyển vào theo hướng Tây Bắc NW (vào) là $Q_{slin} = 15.974,82 \text{ (m}^3\text{)}$.

Bảng 3. Kết quả tính toán khối lượng bùn cát chuyển tải dọc bờ biển Quảng Nam

Hướng	Cấp	h_{wb} (m)	α_b (°)	B_s (m)	t (ngđ)	E_{lw} T.m/ngđ	q_{sl} m ³ /mngđ	Q_{sl} (m ³)	Hướng di chuyển bùn cát về phía	
									SE	NW
N	II	0,28	64°9	853,58	36,44	0,09	0,036	1119,76	SE	
	III	0,84	-	-	8,07	1,41	0,565	3891,94	SE	
	IV	1,25	-	-	3,44	3,837	1,539	4518,98	SE	
	V	2,13	-	-	0,23	14,41	5,778	1134,36	SE	
NE	II	0,29	11°5	-	32,54	0,047	0,019	527,73	SE	
	III	0,84	-	-	7,84	0,677	0,271	1813,55	SE	
	IV	1,25	-	-	3,24	1,828	0,733	2027,18	SE	
	V	2,24	-	-	1,15	7,859	3,151	3093,08	SE	
E	II	0,30	37°45	-	3,47	0,132	0,053	156,98		NW
	III	0,63	-	-	1,62	0,846	0,339	468,77		NW
	IV	1,27	-	-	0,69	4,46	1,788	1053,08		NW
SE	II	0,27	27°43	-	40,03	0,086	0,034	1161,74		NW
	III	0,7	-	-	6,45	0,936	0,375	2064,6		NW
	IV	1,3	-	-	2,77	4,401	1,765	4173,2		NW
	V	2,47	-	-	0,92	21,9	8,782	6896,45		NW
Tổng khối lượng bùn cát:									18126	15974

c. Xác định khối lượng bùn cát chuyển tải chéo bờ

Nhằm xác định khối lượng bùn cát chuyển tải chéo bờ biển Quảng Nam do tác động của sóng biển (Q_{ssdj}), chúng tôi sử dụng công thức R.Kajima như sau:

$$Q_{ssdj} = q_{ssdj} \times L_d \times t \quad (m^3) \quad (3)$$

Trong đó: L_d là chiều dài đoạn liên đới bờ tính toán từ cửa Đại đến cửa Lở, $L_d=70$ km

t : Thời gian xuất hiện sóng theo hướng và cấp trong năm (ngđ)

q_{ssdj} : Suất tải bùn cát chéo bờ ($m^3/km.ngđ$), được

tính theo công thức:

$$q_{ssdj} = 3 \times v_0 \times d \times (\Psi_m - \Psi_c) \times \Psi_m^{1/2} \quad (m^3/km.ngđ)$$

$$Y_m: \text{Tham số Shields, } Y_m = \frac{f_w \cdot U_m^2}{2 \left(\frac{\Delta s - \Delta w}{\Delta w} \right) g \cdot d_{50}}$$

f_w : Yếu tố ma sát đáy, $f_w = 0,03$.

U_m : Vận tốc chuyển động vòng cực đại của bùn cát theo phương ngang, (m/s)

$$U_m = \frac{h_{wb}}{2} \sqrt{g/h_s}$$

Y_c : Tham số Shields giới hạn trung bình, $Y_c = 0,08$.

Bảng 4. Kết quả tính toán khối lượng bùn cát chuyển tải chéo bờ biển Quảng Nam

I	Cấp	h_{wb} (m)	t (ngđ)	Tần suất (%)	f_w	v_0 (cm/s)	U_m (m/s)	Ψ_m	q_{ssdj} ($m^3/km.ngđ$)	Q_{ssdj} (m^3)	
										Q_{ssdjin}	$Q_{ssdjout}$
N	2	0,28	36,44	14,18	0,03	3,85	0,19	0,92	2,94	7.499	
	3	0,83	8,07	3,14	-	-	0,55	7,72	77,36		43.701
	4	1,25	3,44	1,34	-	-	0,83	17,58	267,08		64.313
	5	2,13	0,23	0,09	-	-	1,41	50,76	1.314,33		211.600
NE	2	0,29	32,54	18,66	-	-	0,2	1,02	3,42	7.790	
	3	0,84	7,84	3,05	-	-	0,55	7,72	77,36		42.455
	4	1,25	3,24	1,26	-	-	0,83	17,58	267,08		60.574
	5	2,24	1,15	0,45	-	-	1,48	55,92	1.521,37		120.470
E	2	0,30	3,47	1,35	-	-	0,21	1,12	4,01	975	
	3	0,63	1,62	0,63	-	-	0,42	4,42	33,19		3.765
	4	1,27	0,69	0,27	-	-	0,84	18,01	276,91		13.375
SE	2	0,27	40,03	15,62	-	-	0,18	0,82	2,42	6.797	
	3	0,7	6,45	2,51	-	-	0,46	5,40	44,95		20.297
	4	1,3	2,77	1,08	-	-	0,86	18,88	297,88		57.758
	5	2,47	0,92	0,36	-	-	1,63	67,78	2.029,44		130.696
										23061	578563

Từ kết quả tính toán ở bảng 4 cho thấy khối lượng bùn cát chuyển tải chéo bờ ra biển là rất lớn $Q_{ssdjout}=578.563$ (m^3) và do các sóng cấp 3, 4, 5 gây ra, còn khối lượng bùn cát chéo bờ đưa từ biển vào là $Q_{ssdjin}=23.061$ (m^3) do sóng cấp 2 gây ra.

d. Xác định khối lượng bùn cát do sông ngòi đưa vào vùng biển ven bờ

Do dòng chảy sông Tam Kỳ bị ngăn bởi đập Phú Ninh, còn sông Trường Giang thì phân bố gần sông với bờ biển, nên tốc độ dòng chảy nhỏ và lượng bùn cát bổ cập cho vùng bờ biển nghiên cứu từ các sông này thông qua Cửa Lở là không đáng kể. Do vậy, trong tính toán cân bằng bùn cát, chúng tôi chỉ xét đến nguồn bùn cát chủ yếu từ sông Thu Bồn. Khối lượng bùn cát trung bình năm của sông Thu Bồn vào khoảng $1,202 \times 10^6$ tấn. Tuy nhiên, không phải toàn bộ

lượng phù sa lơ lửng đó đều tải ra biển, lượng phù sa tải ra biển có vai trò ảnh hưởng đến hoạt động xói - bồi vùng bờ khu vực nghiên cứu chỉ bằng 50% lượng phù sa đổ ra biển. Trên cơ sở đó, qui ước lấy phù sa đổ ra biển bằng 40% lượng phù sa của sông Thu Bồn, tức là 480.800 tấn. Lúc đó, thể tích bùn cát lơ lửng tải ra biển là $418.087 m^3$ ($480800T/1.15T/m^3$), trong đó khối lượng thể tích bùn cát lơ lửng là $1,15T/m^3$. Thể tích phù sa tải vào đới biển ven bờ Quảng Nam là $209.043 m^3$ ($0,5 \times 418087$).

e. Tính toán cân bằng bùn cát đới biển ven bờ Quảng Nam và đánh giá hoạt động xói lở - bồi tụ bờ biển vùng nghiên cứu

Từ các kết quả tính toán ở trên, tiến hành tính toán cân bằng bùn cát (Q_{net}) cho đới biển ven bờ vùng nghiên cứu theo công thức sau:

$$Q_{\text{net}} = \Sigma Q_{\text{sin}} - \Sigma Q_{\text{sout}} \quad (4)$$

Trong đó:

Tổng lượng bùn cát đưa vào gây bồi tụ vùng bờ biển và cửa sông Quảng Nam:

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{\text{sin}} (+) &= Q' + Q_{\text{sl}(E+SE)} + Q_{\text{ssdin}} \\ &= 209.043 + 15.974 + 23.061 = 248.078 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

Tổng lượng bùn cát đưa ra gây xói lở vùng bờ biển và cửa sông Quảng Nam:

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{\text{sout}} (-) &= Q_{\text{sl}(N+NE)} + Q_{\text{ssdout}} \\ &= 18.126 + 578.563 = 596.689 \text{ (m}^3\text{)} \end{aligned}$$

Lượng cân bằng bùn cát:

$$Q_{\text{net}} = 248.078 - 596.689 = -348.611 \text{ (m}^3\text{)}$$

Tốc độ xói lở trung bình năm vùng bờ biển, cửa sông Quảng Nam trên chiều dài $L=70$ km từ Cửa Đại đến Cửa Lở và chiều cao trung bình của bờ biển là $h=5$ m được xác định theo công thức sau:

$$\bar{v}_a = \frac{Q_{\text{net}}}{L \cdot h} = 4.35 \text{ (m/năm)}$$

Như vậy, kết quả dự báo hoạt động xói lở - bồi lấp bờ biển cửa sông theo phương pháp tính toán cân bằng bùn cát có thể khẳng định vùng bờ biển cửa sông Quảng Nam chủ yếu diễn ra hoạt động xói lở ($Q_{\text{net}} = -348.611 \text{ m}^3 < 0$) do tác động của sóng biển với tốc độ trung bình khoảng 4.35 m/năm. Số liệu này về cơ bản khá phù hợp với hiện trạng xói lở - bồi tụ của khu vực nghiên cứu trong quá khứ và hiện tại như đã trình bày ở trên. Thật vậy, hoạt động xói lở xảy ra khắp bờ biển vùng nghiên cứu từ Điện Ngọc, Duy Nghĩa, Duy Hải, đến Bình Hải, Bình Minh, Bình Nam, Tam Thanh, Tam Tiến, Tam Hòa, Tam Hải, ... trong nhiều thập niên qua và hiện nay là minh chứng cho vấn đề này.

4. Định hướng giải pháp phòng chống xói - bồi bờ biển vùng nghiên cứu

Hoạt động xói lở, bồi lấp bờ biển, cửa sông là một quá trình hết sức phức tạp với các đặc điểm và nguyên nhân khác nhau. Do vậy, cần phải có sự kết hợp có cơ sở khoa học giữa các công tác phòng chống, phòng tránh, thích nghi và chỉnh trị, nhằm giảm thiểu các tác động do sóng gây ra. Ngoài các biện pháp mềm cơ bản như: Giáo dục truyền thông cộng đồng; Hạn chế chặt phá cây cối và khai thác vật liệu, khoáng sản trên các sông và biển; Di dời dân cư và các công trình ra khỏi nơi có nguy cơ hoặc đang xảy ra xói lở mạnh; Hạn chế xây dựng các công trình và tập trung dân cư ở vùng ven biển, cửa biển; Nâng cao hiệu quả của công tác dự báo, quan trắc khí tượng thủy văn; Xây dựng hồ chứa để điều tiết lượng

nước giữa 2 mùa để giảm thiểu sự thiếu hụt bùn cát ở cửa sông, ... thì các giải pháp cứng thường được áp dụng để hạn chế tác động trực tiếp của các nguyên nhân chính gây ra xói lở, bồi tụ bờ nhằm bảo vệ bãi biển, giữ đường bờ ổn định và hạn chế mất mát lượng bùn cát như: xây dựng các công trình tường bờ chắn sóng; Đập biển phá sóng; Đắp đê bờ chắn sóng; Tạo các bãi biển nhân tạo; Mỏ hàn, ... Tuy vậy, khi chọn lựa và thiết kế các công trình chỉnh trị cần phải xem xét kỹ lưỡng tác động của nó đối với môi trường xung quanh trên cơ sở xây dựng các mô hình toán thủy văn - thủy lực, mô hình vật lý, ...

Giải pháp tường bờ chắn sóng thường được xây dựng ở nơi có dân cư đông đúc, hoặc có các công trình quan trọng. Tường chắn sóng cần phải đặt ở những nơi có nền đất ổn định, bãi biển phải có chiều rộng, chiều dài đủ lớn để làm giảm năng lượng sóng đến chân công trình. Có thể áp dụng giải pháp này cho khu vực xói lở mạnh như: Cửa Đại, Cửa Lở, Tam Thanh, ...; Đập phá sóng là công trình kiên cố được bố trí song song với bờ nhằm triệt tiêu, giảm độ cao của sóng vỗ và tạo điều kiện để tích tụ cát sau đập. Dòng bùn cát dọc bờ vùng nghiên cứu khá lớn, nên có thể áp dụng giải pháp này ở khu vực Cửa Đại, Cửa Lở kết hợp với công trình chặn dòng; Đắp đê chắn sóng vừa chống được xói lở bờ, vừa chống nước biển tràn bờ gây mặn hóa. Giải pháp này thích ứng với lún không đều nên không đòi hỏi có nền đất ổn định, chi phí của công trình thấp và phá sóng hiệu quả hơn do bề mặt đê không bằng phẳng; Mỏ hàn là hệ thống công trình được bố trí chéo bờ hoặc vuông góc với bờ nhằm hạn chế sự di chuyển của nguồn bồi tích dọc bờ. Giải pháp này tuy đơn giản, dễ thi công, giá thành thấp, nhưng không có hiệu quả khi năng lượng sóng lớn. Trước đây, tại Cửa Lở cũng đã xây dựng 2 mỏ hàn với tổng chiều dài 500 m, nhưng cơn bão số 9/2009 đã phá hủy gần như hoàn toàn; Cuối cùng là giải pháp tạo các bãi biển nhân tạo (nuôi bãi) bằng cách chuyển cát từ ngoài khơi vào hoặc đưa cát có kích thước đủ lớn từ nơi khác đến nhằm khống chế dòng bùn cát chéo bờ tại chỗ, không tải ra biển khơi. Giải pháp này rất phù hợp cho những vùng bờ tập trung dân cư, khu du lịch và bãi tắm, ... với hiệu quả nhanh và đảm bảo cảnh quan môi trường. Bờ biển vùng nghiên cứu được cấu tạo bởi cát hạt nhỏ đến trung có đường kính $d_{50} = 0.365$ mm, do vậy muốn sử dụng giải pháp này cần phải dùng cấp phối cát có đường kính thỏa mãn đẳng thức (1). Theo tính toán của chúng tôi, phải lựa chọn

cát có đường kính hạt $d_{50} / 2,39$ mm.

5. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu ở trên có thể rút ra một số kết luận và kiến nghị dưới đây:

- Khu vực nghiên cứu là nơi chịu ảnh hưởng của của chế độ hải văn và thủy văn của sông Trường Giang, Tam Kỳ, Thu Bồn thông qua Cửa Đại và Cửa Lở. Tuy vậy, lượng bùn cát góp phần vào hoạt động xói lở - bồi tụ vùng cửa sông ven biển nghiên cứu chủ yếu là từ sông Thu Bồn và dòng bùn cát dọc bờ, chéo bờ di chuyển theo hướng đông nam, tây bắc. Do chế độ thủy - hải văn vùng nghiên cứu có sự chênh lệch lớn vào mùa cạn và mùa lũ nên cường độ bồi tụ - xói lở bờ biển và cửa sông có sự khác biệt và biến đổi mạnh theo không gian và thời gian.

- Kết quả tính toán cân bằng dòng bùn cát đưa vào và tải ra biển khơi vùng nghiên cứu cho thấy lượng

cân bằng bùn cát có giá trị $Q_{net} < 0$, đã khẳng định vùng cửa sông ven biển của lãnh thổ nghiên cứu có quá trình xói lở chiếm ưu thế và xảy ra trên diện rộng. Hiện trạng xói lở trên khắp các cửa sông, bờ biển Quảng Nam trong quá khứ và hiện tại là minh chứng cho kết quả nghiên cứu này.

- Trong những năm tới của thế kỷ 21, quá trình xói lở bờ biển, cửa sông có nhiều khả năng xảy ra với cường độ mạnh hơn do tác động của các hiện tượng thời tiết đặc biệt và mực nước biển dâng liên quan với tan băng trên thế giới. Vùng nghiên cứu là nơi tập trung các khu dân cư, đô thị, khu du lịch, sinh thái, khu công nghiệp cùng với các hoạt động kinh tế ngư nghiệp và là hành lang kinh tế trọng điểm miền Trung (Liên chiểu – Dung Quất), do đó trong hoạch định quy hoạch chỉnh trị xói lở - bồi tụ bờ biển, cửa sông cần phải kết hợp các giải pháp mềm với các giải pháp cứng trên cơ sở phát triển bền vững lãnh thổ này.

Tài liệu tham khảo

1. Horikawa K. (1998), *Nearshore dynamics and coastal processes*, University of Tokyo Press.
2. Phạm Huy Tiến, Nguyễn Văn Cư (2001), *Nghiên cứu dự báo phòng chống sạt lở bờ biển miền Trung (từ Thanh Hóa đến Bình Thuận)*, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp nhà nước, Hà Nội.
3. Đỗ Quang Thiên (2006), *Xác định mức độ hoạt động thủy thạch động lực đoạn hạ lưu sông Thu Bồn từ Giao Thủy đến Cửa Đại*, Tạp chí Địa Chất, Loạt A, Số 296/8-10/2006, Hà Nội, tr.87-95.
4. Do Quang Thien, Nguyen Thanh, Do Minh.Toan (2007), "Using outlooks on assessment of sensitive degree of-geological environment for studying deposition and erosion along river system (apply to the downstream of Thu Bon river, from Giao thuy to Cua Dai), *Proceedings of the international Symposium, Ha Noi Geoengineering 2007, New Challenges in Geosystem Engineering and Exploration*, 22 November 2007, page 240-245.
5. Do Quang Thien (2008), "Assessment of siltation and erosion processes along Vu Gia-Thu Bon river system according to the analysis of satellite images and field surveys, *Climate change and the sustainability, proceedings of the 2nd international symposium, Ha Noi*, page 203-214.
6. Đỗ Quang Thiên (2010), *Nghiên cứu dự báo biến động lòng dẫn sông Thu Bồn sau khi vận hành hệ thống công trình thủy điện bậc thang ở thượng lưu*, Báo cáo tổng kết đề tài KHCN cấp Bộ B2009-DH01-76, Huế, 75 trang.
7. Đỗ Quang Thiên (2010), *Nhận định bước đầu về sự hình thành, thoái hóa và đánh giá khả năng nạo vét sông Trường Giang phục vụ chiến lược an sinh xã hội, phát triển bền vững đới ven biển Quảng Nam*. Tạp chí Địa kỹ thuật, số 2, Hà Nội, Tr51-54.
8. Đỗ Quang Thiên, Lê Trần Mỹ Ngọc, Lê Văn Việt, Trần Thị Phương An (2011), *Cần có hệ thống các giải pháp bảo vệ sự ổn định thủy vực sông Trường Giang. Kỷ yếu hội thảo KH & CN phục vụ phát triển KT - XH vùng Nam trung bộ - Tây Nguyên*, Bộ KH & CN, Tr. 101-111, Quảng Nam.
9. Phạm Bá Trung, Lê Phước Trình (2005), *Về tình trạng xen kẽ xói lở, bồi tụ bờ biển cửa Đại (hội An) và điểm mốc chuyển đổi của chúng*, Tuyển tập báo cáo HNKH kỷ niệm 65 năm thành lập ngành địa chất Việt Nam, Tr. 485-492.