

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU TỔNG HỢP QUÁ TRÌNH XÓI LỞ VÀ BỒI LẤP ĐOẠN HẠ LƯU SÔNG THU BỒN TỪ GIAO THỦY ĐẾN CỬA ĐẠI

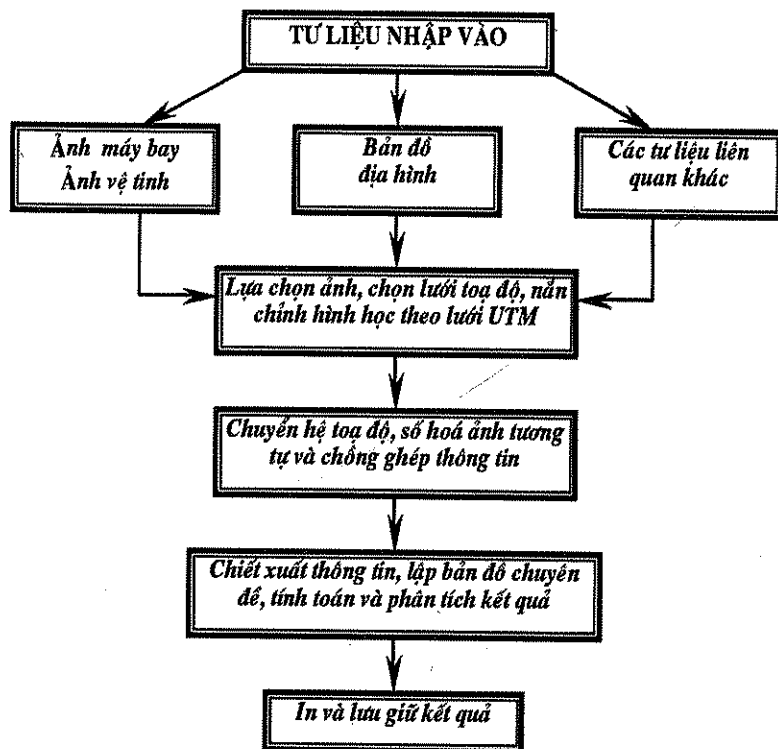
NCS. Đỗ Quang Thiên, Đại học Khoa học - Huế

Nhằm đánh giá định lượng cường độ biến dạng lòng dẫn đoạn hạ lưu từ Giao Thủy đến Cửa Đại trong điều kiện tự nhiên, tác giả đã sử dụng tổ hợp các phương pháp nghiên cứu khác nhau: Phân tích tư liệu viễn thám - GIS kết hợp phân tích thực trạng, cường độ hoạt động địa động lực, kiểm toán ổn định bờ dốc, thủy văn - hình thái lòng dẫn và phương pháp mô hình toán thủy lực. Kết quả nghiên cứu tổng hợp trên đoạn sông đang xét cho thấy, quá trình xói lở, bồi lấp và cắt dòng đang diễn tiến rất phức tạp với cấp độ phổ biến từ trung bình đến mạnh.

1. Phương pháp phân tích tư liệu viễn thám - GIS kết hợp phân tích thực trạng

Công tác đánh giá, dự báo quá trình xói - bồi lòng dẫn sông Thu Bồn được thực hiện trên cơ sở phân tích và giải đoán thông tin trên

các ảnh máy bay, ảnh vệ tinh Radarsat, Aster, bản đồ địa hình UTM xuất bản từ năm 1965 đến 2005 với qui trình xử lý có thể tóm tắt theo hình 1.



Hình 1. Sơ đồ tóm tắt qui trình xử lý thông tin ảnh và bản đồ

Người phản biện: TS. Nguyễn Kiên Dũng

Chọn lưới chiếu UTM (hệ qui chiếu quốc tế WGS-84) tương ứng với hệ qui chiếu và hệ tọa độ quốc gia mới của Việt Nam (VN-2000) làm chuẩn để tiến hành nắn chỉnh hình học các tư liệu không gian khi xử lý thông tin ảnh và bản đồ. Các dữ liệu ảnh tương tự (ảnh in trên giấy) được quét và chuyển sang dữ liệu số, sau đó xử lý trên các phần mềm khác nhau như Photoshop, MapInfo, Geographic Transformer... Kết quả xử lý cuối cùng được chuyển sang dạng ảnh bitmap và lưu giữ thành bản đồ biến dạng lòng dẫn. Nhìn chung bản đồ giải đoán ảnh viễn thám được kiểm chứng và hiệu chỉnh lại bằng các lộ trình khảo sát thực trạng nên khá phù hợp với kết quả nghiên cứu xói - bồi bằng các phương pháp địa chất truyền thống. Ngoài ra, để đánh giá mức độ nguy hại

do hoạt động của sông gây ra, 2 tiêu chí về cường độ và tốc độ xói lở (bồi lấp) đã được sử dụng). Trong đó, cường độ xói lở được đánh giá bằng hệ số xói lở (K_e - %) và bề rộng xói lở (B_e - m) đến thời điểm đo đạc. Còn cường độ bồi lấp được đặc trưng bằng hệ số bồi lấp (K_{ab} - %) và diện tích cát lấp (S_{ab} - h_a) đến thời điểm đo đạc. Trong đó, hệ số xói lở (bồi lấp) là tỷ số phần trăm giữa tổng chiều dài các đoạn bờ sông bị xói lở (bồi lấp) đến thời điểm đo đạc với chiều dài đoạn sông nghiên cứu. Đối với tốc độ xói lở V_e (m/năm) được đánh giá bằng bề rộng bờ bị xói lở sau một đơn vị thời gian là năm hoặc 1 trăn lữ, còn tốc độ bồi lấp bằng bề dày của tầng cát lấp (m_a) đối với lòng sông (mm/năm) hoặc vùng kế cận 2 bên bờ sông (m/năm) bảng 1, 2.

Bảng 1. Thang đánh giá động lực xói lở bờ sông

Cường độ xói lở và mức độ nguy hại			Tốc độ xói lở	
Thang bậc	Hệ số xói lở K_e (%)	Bề rộng bờ sông bị xói lở B_e (m)	Thang bậc	Xói lở (V_e) (m/năm)
Mạnh, rất nguy hại, rất nghiêm trọng	> 30	> 10	Nhanh, mạnh	> 10
Trung bình, nguy hại, nghiêm trọng	30 - 10	10 - 2	Trung bình	10 - 2
Yếu, ít nguy hại, ít nghiêm trọng	< 10	< 2	Yếu, chậm	< 2

Bảng 2. Thang đánh giá động lực bồi lấp lòng sông và vùng kế cận 2 bên dòng sông

Cường độ bồi lấp và mức độ nguy hại			Tốc độ bồi lấp		
Thang bậc	Hệ số bồi lấp K_{ab} (%)	Diện tích bồi lấp S_a (m^2)	Thang bậc	Bề dày bồi lấp m_a	
				Lòng sông (mm/năm)	Vùng kế cận (m/năm)
Mạnh, rất nguy hại, rất nghiêm trọng	> 30	> 50.000	Nhanh, mạnh	> 10	> 1.5
Trung bình, nguy hại, nghiêm trọng	30 - 10	50.000 - 500	Trung bình	10 - 1	1.5 - 0.2
Yếu, ít nguy hại, ít nghiêm trọng	< 10	< 500	Yếu, chậm	< 1	< 0.2

Kết quả nghiên cứu cho thấy đoạn hạ lưu sông Thu Bồn đã xây dựng trên 20.000m kè, nhưng hoạt động xói - bồi vẫn xảy ra với qui mô, cường độ đáng lo ngại, nhiều nơi gây phá

hủy các công trình bảo vệ bờ. Đặc biệt là khu vực Giao Thủy, Điện Phong, Cẩm Nam - Cẩm Kim và Cửa Đại, quá trình xói - bồi đang diễn biến rất phức tạp, thuộc cấp độ rất nghiêm

trọng $K_e = 47.9\%$ (1999) và $K_e = 31.6\%$ (2006) và $K_{ab} = 41.3\%$ (1999 - 2006). Bên cạnh đó, hoạt động bồi lấp cũng thuộc cấp độ mạnh và rất nghiêm trọng với hệ số bồi lấp $K_{ab} = (18600/45.000) \times 100 = 41.3\%$, tổng chiều dài bồi lấp $L_{ab} = 18600m$, diện tích bồi lấp $S_a = 820ha$. Tốc độ bồi lấp (V_{ab}) từ 2-3 đến 20-30m/năm (bờ sông), bề dày bồi lấp 0.1-0.2 đến 0.6m (vùng kế cận).

2. Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực

Sử dụng cơ sở lý thuyết của phương pháp ma trận định lượng môi trường để xây dựng thang phân cấp mức độ tác động của các yếu tố tự nhiên - kỹ thuật (TN - KT) đối với quá

trình xói - bồi sông ngòi:

$$K = \sum_{i=1}^n I_i M_{ij} = I_1 M_{1j} + I_2 M_{2j} + I_3 M_{3j} + \dots + I_n M_{nj}$$

Với I_i là hệ số tầm quan trọng của yếu tố thứ i (hệ số tác động hay trọng số); M_{ij} : chỉ số mức độ (cường độ) tác động của yếu tố môi trường thứ i có cường độ tác động j ; j : số cấp cường độ tác động của yếu tố môi trường thứ i ; n : số yếu tố tác động. Thang phân cấp cường độ hoạt động địa động lực được phân chia theo hệ số địa động lực: $KĐĐL = K/K_{max}$. Với K là tổng đại số hoạt động địa động lực khu vực; K_{max} : tổng đại số lớn nhất về hoạt động địa động lực khu vực.

Bảng 3. Chọn lựa các yếu tố tác động chính trong địa hệ TN - KT sông ngòi

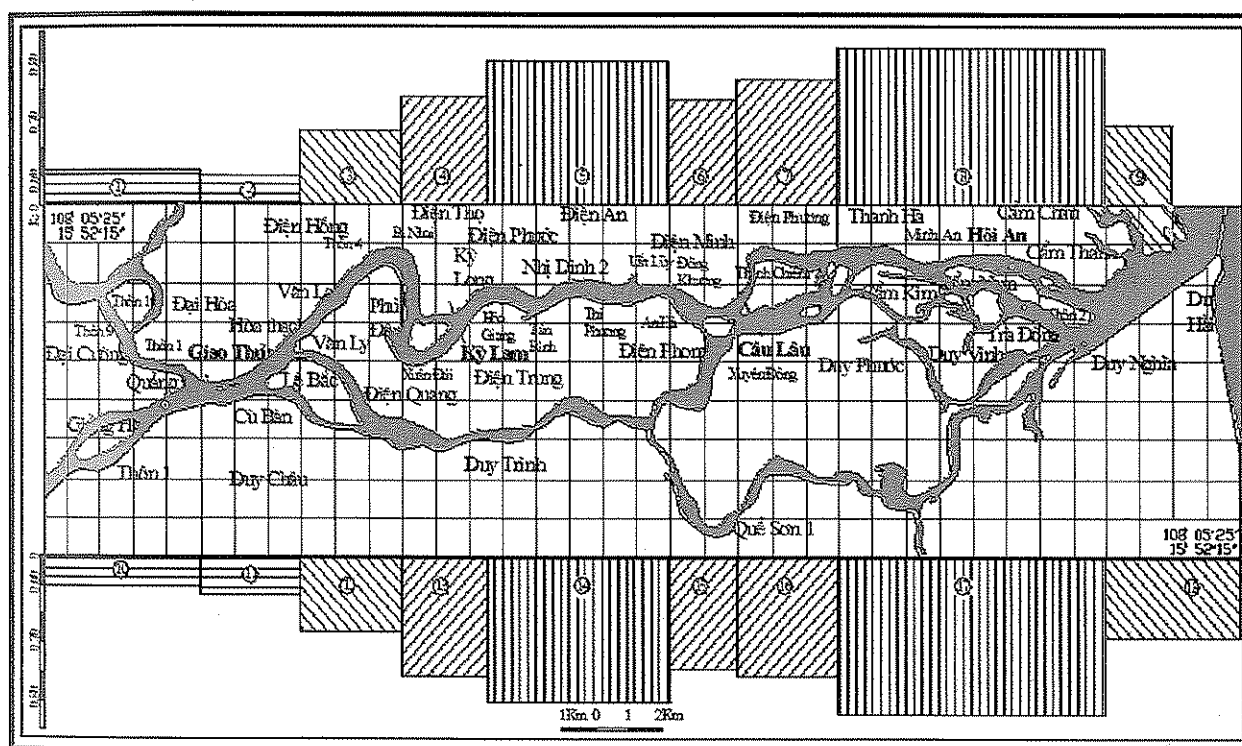
Hợp phần Môi trường địa chất	Hợp phần Chế độ dòng chảy	Hợp phần Hoạt động KT - CT
1. Thành phần thạch học và tính chất kháng xâm thực (I_A)	1. Mưa liên quan với bão, áp thấp nhiệt đới và gió mùa Đông Bắc (I_1)	1. Khai thác cát sỏi đáy sông và đất sét ở bờ sông (I_M)
2. Đứt gãy, thể nằm của đất đá so với hướng dòng chảy (I_B)	2. Lưu lượng dòng chảy (I_j)	2. Phân bố dân cư và khai thác kinh tế ở lưu vực và trên sông (I_N)
3. Vận động tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại (nâng) (I_C)	3. Hàm lượng phù sa lơ lửng (I_K)	3. Xây dựng hồ chứa và khai thác khoáng sản, đập ngăn mặn, cầu đường, kênh mương, trạm bơm nước thủy lợi, kè chống xói lở (I_O)
4. Quan hệ thủy lực của nước dưới đất và nước sông (trao đổi nước) (I_D)	4. Thủy triều và nước dâng (I_L)	
5. Địa hình lưu vực (độ cao - I_{E1} , độ dốc - I_{E2} , diện tích lưu vực - I_{E3} , mức độ che phủ thực vật - I_{E4}) (I_E)		
6. Hình thái lòng dẫn (mức độ uốn khúc - I_{F1} , chiều cao bờ - I_{F2} , bãi bồi - I_{F3}) (I_F)		

Bảng 4. Bảng phân cấp hệ số tầm quan trọng của các yếu tố môi trường

Cấp độ hệ số tầm quan trọng của yếu tố môi trường (I_i)	Tiêu chí đánh giá mức độ quan trọng của yếu tố môi trường	
Cấp 1	1	Yếu tố môi trường rất ít quan trọng
Cấp 2	2	Yếu tố môi trường có vai trò ít quan trọng
Cấp 3	3	Yếu tố môi trường có vai trò quan trọng trung bình
Cấp 4	4	Yếu tố môi trường có vai trò quan trọng
Cấp 5	5	Yếu tố môi trường rất quan trọng

Bảng 5. Bảng phân cấp cường độ tác động của yếu tố môi trường

Cấp độ tác động của yếu tố môi trường (j)		Tiêu chí đánh giá cường độ tác động của yếu tố môi trường
Cấp 1	1	Tác động rất yếu
Cấp 2	2	Tác động yếu
Cấp 3	3	Tác động trung bình
Cấp 4	4	Tác động mạnh
Cấp 5	5	Tác động rất mạnh



- K: 0.60-0.65, Cường độ hoạt động ĐDL yếu với tính ổn định cao, không hoặc ít có nguy cơ phát sinh xói - bồi
- K: 0.71-0.75, Cường độ hoạt động ĐDL mạnh với tính ổn định thấp, có nguy cơ phát sinh xói - bồi mạnh
- K: 0.66-0.70, Cường độ hoạt động ĐDL trung bình với tính ổn định tương đối cao, ít có nguy cơ phát sinh xói - bồi
- K: 0.76-0.80, Cường độ hoạt động ĐDL rất mạnh với tính ổn định khá thấp, rất có nguy cơ phát sinh xói - bồi mạnh

Hình 2. Bản đồ phân vùng cường độ hoạt động địa động lực đoạn hạ lưu sông Thu Bồn

Trên cơ sở phân tích, chọn lọc những yếu tố tác động có tính đặc trưng đã được đánh giá định lượng, tiên quyết và bao trùm lên các yếu tố khác cũng như nhất quán về cấp độ hệ số tầm quan trọng và chỉ số mức độ tác động của các yếu tố tác động trong địa hệ tự TN - KT thung lũng sông Vu Gia - Thu Bồn (bảng 3, 4, 5), chúng tôi tiến hành xây dựng thang phân cấp mức độ tác động của các yếu tố TN - KT

đối với quá trình xói - bồi sông ngòi, thiết lập ma trận tính toán và phân vùng cường độ hoạt động địa động lực (ĐDL) với kết quả như sau: Cường độ hoạt động ĐDL rất mạnh (KĐDL = 0.76 - 0.80) có tính ổn định thấp, chiếm phần lớn các khu bờ (33.3%), rất có nguy cơ phát sinh mạnh các quá trình xói - bồi. Vì thế, tuyệt đối không nên qui hoạch xây dựng (QHXD) các công trình kinh tế, dân sinh ở các khu bờ

này; Cường độ hoạt động ĐĐL mạnh ($K_{ĐĐL} = 0.71 - 0.75$) chiếm 21.1% với độ ổn định tương đối thấp, có khả năng phát sinh hoạt động xói - bồi, nên hạn chế QHXD các công trình, nhất là các công trình qui mô lớn; Cường độ hoạt động ĐĐL trung bình ($K_{ĐĐL} = 0.66 - 0.70$) chiếm 28.3% có độ ổn định tương đối cao, ít có khả năng xảy ra xói - bồi mạnh, có thể khai thác các đoạn bờ này để phục vụ dân sinh, kinh tế - xã hội; Cường độ hoạt động ĐĐL yếu ($K_{ĐĐL} = 0.60 - 0.65$) chiếm tỷ lệ thấp nhất 18.4%, với khả năng ổn định cao, ít hoặc không có khả năng phát sinh quá trình xói - bồi. Nên qui hoạch lâu dài để ổn định dân sinh - kinh tế ở những đoạn bờ này [2],[5] (hình 2).

3. Phương pháp kiểm toán trượt - xói lở bờ sông

Để làm sáng tỏ hơn vai trò của quá trình trượt đất trong sự biến dạng bờ sông Thu Bồn, tác giả tiến hành kiểm toán độ ổn định trượt bờ sông bằng phần mềm SLOPE/W DEFINE Version 5.11 (Canada). Phần mềm này được thiết lập bằng phương pháp số để tính toán hệ số ổn định trượt nhỏ nhất (K_{min}) của bờ sông theo tiêu chí sau: $K_{min} < 0.8$: Khối đất có độ ổn định trượt thấp và rất dễ xảy ra trượt; $K_{min} = 0.8 - 1.2$: Khối đất đang ở trạng thái cân bằng giới hạn và quá trình trượt sẽ xảy ra khi hình thái hoặc tính chất đất đá của bờ sông bị thay đổi theo hướng bất lợi; $K_{min} > 1.2$: Khối đất ở trạng thái cân bằng bền và rất khó xảy ra trượt. Trên cơ sở các tài liệu đo đạc địa hình, thủy văn, khảo sát địa chất công trình cho 06 khu bờ có nguy cơ trượt cao vào tháng 5 năm 2005, tác giả tiến hành chọn sơ đồ và phương pháp kiểm toán cũng như các đặc trưng hình thái bờ sông, điều kiện địa chất thủy văn, tính chất cơ lý đất đều xuất phát từ đặc điểm địa chất - thạch học và điều kiện làm việc bất lợi nhất của bờ sông trong mùa mưa lũ. Từ kết quả kiểm toán dễ dàng nhận thấy K_{min} có giá trị từ 0.8 đến 1.2, một số vị trí bờ $K_{min} = 1.351 - 1.380$. Chứng tỏ các bờ dốc chọn lọc để tính

toán đang ở trạng thái cân bằng giới hạn và bờ sông bị xói lở không phải do mất ổn định trọng lực mà do tác động xâm thực của dòng chảy lũ, quá trình trượt trọng lực chỉ đóng vai trò thứ yếu. Kết quả trên cũng cho thấy, bờ sông đoạn hạ lưu rất dễ xảy ra trượt, nhất là các khu bờ ở Cù Bàn, Nhị Dinh và thôn 1 - Duy Phước. Đó là những khu bờ đang diễn ra khai thác cát, đất sét. Do vậy, cần có các biện pháp để hạn chế các hoạt động này [3].

4. Phương pháp quan hệ thủy văn - hình thái lòng dẫn

Cơ sở tài liệu tính toán gồm các tài liệu điều tra thực địa từ năm 2000 đến nay, số liệu đo đạc 10 mặt cắt ngang, 03 mặt cắt dọc và các thông số thủy văn trên sông Thu Bồn tháng 4 - 5 năm 2006, số liệu phân tích thành phần hạt cát sỏi đáy sông, số liệu quan trắc các đặc trưng thủy văn cơ bản mùa lũ: mực nước, lưu lượng, vận tốc, hàm lượng phù sa từ năm 1979 đến 2006 của các trạm Nông Sơn, Thành Mỹ, Giao Thủy, Câu Lâu và Hội An. Do các trạm này không có đầy đủ các số liệu nên chúng tôi tiến hành đo đạc các đặc trưng thủy văn cơ bản từ ngày 14 đến ngày 21 tháng 11 năm 2000, riêng số liệu quan trắc mực nước có từ ngày 10 tháng 11 (trạm Giao Thủy) đến ngày 2 tháng 12 năm 2000 (trạm Hội An). Kết quả đo đạc ở các tuyến quan trắc được chỉnh lý và sử dụng để tính lưu lượng bình quân ngày của dòng chảy tại 2 trạm Giao Thủy và Câu Lâu. Dựa vào các tài liệu này, tác giả đã sử dụng phương pháp Makaveev để xác định lưu lượng tạo lòng ứng với giá trị tại trạm Giao Thủy và Câu Lâu đạt trị số lớn nhất lần lượt là $1063m^3/s$ và $756 m^3/s$. Kết quả tính toán cho thấy, các mặt cắt đều có hệ số quan hệ hình dạng tương đối lớn ($k = 2.73 - 5.10$), chứng tỏ hình dạng mặt cắt ngang của sông đang bị mất cân đối và không ổn định, nhất là các đoạn Giao Thủy, Văn La, An Hà, Cẩm Kim. Chỉ số ổn định ngang S_s cũng rất lớn và biến đổi rộng $0.99 - 5.45$, tức là bờ sông đang ở trạng thái không ổn định, rất dễ xảy ra xói ngang. Ngược

lại, chỉ số ổn định dọc lại rất thấp ($SI = 0.12 \times 10^{-3} - 1.01 \times 10^{-3}$), càng chứng tỏ đáy sông rất kém ổn định. Như vậy, các thông số hình thái của đoạn sông nghiên cứu đều đặc trưng cho trạng thái kém ổn định của lòng dẫn theo chiều dọc lẫn chiều ngang, đang trong xu thế biến động, do đó khi có lũ lớn hoạt động xói - bồi sẽ xảy ra [1].

5. Phương pháp mô hình toán

Với mục đích nghiên cứu hoạt động xói - bồi đoạn hạ lưu sông Thu Bồn trong điều kiện tự nhiên, ngoài các phương pháp đã trình bày tác giả sử dụng mô hình toán thủy lực HEC - RAS Version 4.0 của USA, được phát hành tháng 11/2006 để làm phương tiện nghiên cứu và dự báo chủ yếu. Trong đó, các số liệu đầu vào gồm các thông số hình học của đoạn sông, đặc trưng trầm tích tại biên thượng lưu, đặc trưng bùn cát đáy tại các mặt cắt. Các tháng mùa khô, lưu lượng dòng chảy nhỏ và biến đổi không lớn nên chọn bước thời gian tính toán là $t = 5$ ngày, các tháng mùa lũ lưu lượng dòng chảy lớn và biến đổi mạnh nên bước thời gian $t = 1$ ngày. Riêng các đặc trưng thủy văn như mực nước, lưu lượng, tổng khối lượng bùn cát tại biên thượng lưu Nông Sơn (MCH75) và số liệu mực nước tại biên hạ lưu Hội An (MCH1) được xác định theo chế độ dòng chảy năm (1979 - 2006) trong điều kiện tự nhiên. Kết quả tính toán tốc độ xói - bồi trung bình trên một năm cho thấy, quá trình xói sâu xảy ra từ Giao Thủy đến Lệ Bắc với tốc độ 0.2 - 1.4m/năm, tốc độ bồi lấp xảy ra mạnh nhất tại khu vực Điện Phong (1.72 - 2.94m/năm), Câu Lâu (1.39 - 2.11m/năm) và Hội An (từ 1.01 - 1.53 m/năm) [4].

6. Đánh giá tổng hợp hoạt động xói - bồi hạ lưu sông Thu Bồn thông qua các kết quả nghiên cứu khác nhau

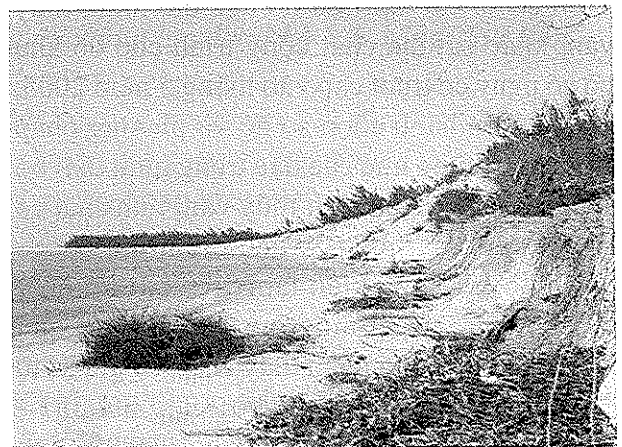
Nhằm đánh giá định lượng cường độ biến dạng lòng dẫn đoạn hạ lưu từ Giao Thủy đến Cửa Đại trong điều kiện tự nhiên, nhất thiết phải đánh giá tổng hợp hoạt động xói - bồi

thông qua các kết quả nghiên cứu nêu trên, làm cơ sở đối chiếu, so sánh và khẳng định lại một lần nữa về tình hình xói lở, bồi lấp trên đoạn sông đang xét. Kết quả tổng hợp các số liệu tính toán từ nhiều phương pháp nghiên cứu (bảng 6) cho thấy, trên đoạn sông đang xét quá trình xói lở, bồi lấp và cắt dòng đang diễn tiến rất phức tạp với cấp độ phổ biến từ trung bình đến mạnh, trong đó kết quả nghiên cứu bằng những phương pháp khác nhau không có sự khác biệt đáng kể. Đặc biệt là đoạn sông Giao Thủy - Văn La, Kỳ Long - An Hà và Thanh Hà - Cẩm Thanh, hoạt động xói - bồi đang diễn ra mạnh mẽ nhất. Ngoài ra, đoạn sông Văn La - Kỳ Long và Kỳ Long - An Hà rất có nguy cơ xảy ra hiện tượng cắt dòng trong thời gian tới. Do vậy, cần có các biện pháp hữu hiệu phòng chống và giảm thiểu hiện tượng này nhằm bảo vệ môi trường địa chất vùng hạ lưu nói chung và phố cổ Hội An nói riêng.

7. Kết luận

- Đã sử dụng tổ hợp các phương pháp nghiên cứu theo chiến thuật phân tích - tiếp cận hệ thống để nghiên cứu sự biến đổi môi trường địa chất do hoạt động xói - bồi sông ngòi ở điều kiện tự nhiên.

- Kết quả nghiên cứu xói - bồi sông Thu Bồn không có sự khác biệt đáng kể giữa các phương pháp nghiên cứu khác nhau, trong đó quá trình xói - bồi lòng dẫn đoạn hạ lưu phổ biến từ cấp độ từ trung bình đến mạnh



Bảng 6: Bảng đánh giá tổng hợp hoạt động xói - bồi hạ lưu sông Thu Bồn trong điều kiện tự nhiên

STT	Đoạn sông/ chiều dài (km)	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực		Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc		Phương pháp thủy văn - hình thái lòng dẫn			Phương pháp mô hình toán thủy lực	Đánh giá tổng hợp hoạt động xói - bồi		
		Tốc độ xói lở Ve (m/năm)/ thang bậc	Diện tích bồi lấp Sab (m ²)/ thang bậc	Cường độ địa động lực KĐĐL	Thang bậc đánh giá	Hệ số ổn định trượt Kimin	Đánh giá nguy cơ xây ra trượt bờ	Hệ số quan hệ hình dạng k	Chỉ số ổn định ngang Ss	Chỉ số ổn định dọc Sl.10 ⁻³			Đánh giá nguy cơ mất ổn định lòng dẫn	Tốc độ bồi (xói) V (m/năm)
1	Giao Thủy đến Văn La 4,2km	1-7 Yếu đến trung bình	590.000 Mạnh	0.607 - 0.622	Yếu	0.941	Trung bình, trượt bờ xảy ra khi hình thái, tính chất đất đá bờ sông biến đổi theo hướng bất lợi	4.92	5.45	1.01	Mất cắt ngang bị mất cân đối lớn, bờ sông có độ ổn định rất thấp và rất dễ xảy ra xói ngang, hoạt động bồi lấp > xâm thực sâu.	Xói sâu 0.14-0.79	Mạnh	Bờ hữu bồi, bờ tả xói, lòng dẫn đang xâm thực và áp sát bờ tả
2	Văn La đến Bị Nhai 4,5km	4-9 Trung bình	180.000 Mạnh	0.660 - 0.684	Trung bình			4.05	2.60	1.00		Trung bình	Có nguy cơ xây ra hiện tượng cắt dòng	
3	Bị Nhai đến Kỳ Long 3,8km	5-20 Trung bình đến mạnh	1.000.000 Mạnh	0.716 - 0.727	Mạnh	1.073	Thấp, trượt bờ xảy ra khi hình thái, tính chất đất đá bờ sông biến đổi theo hướng bất lợi	2.73 - 3.68	1.94 - 2.56	0.63 - 0.73	Mất cắt ngang sông bị mất cân đối trung bình, bờ sông có độ ổn định từ trung bình đến cao dễ xảy ra xói ngang, hoạt động bồi lấp và xâm thực sâu xảy ra đan xen nhau.	Bồi lấp 0.70-2.53	Trung bình	Hoạt động cắt dòng xảy ra vào mùa lũ 1998-1999
4	Kỳ Long đến An Hà 6,8km	0.5-40 Yếu đến mạnh	915.000 Mạnh	0.760 - 0.782	Rất mạnh	0.993	Trung bình, trượt bờ xảy ra khi hình thái, tính chất đất đá bờ sông biến đổi theo hướng bất lợi	2.81 - 3.87	1.81 - 3.15	0.50 - 0.52		Bồi lấp 1.31-2.94	Mạnh	Bờ tả bồi, bờ hữu xói, lòng dẫn đang bị xâm thực, có nguy cơ xây ra cắt dòng

STT	Đoạn sông/ chiều dài (km)	Phương pháp phân tích ảnh viễn thám + phân tích thực trạng		Phương pháp cường độ hoạt động địa động lực		Phương pháp kiểm toán ổn định bờ dốc		Phương pháp thủy văn - hình thái lòng dẫn			Phương pháp mô hình toán thủy lực	Đánh giá tổng hợp hoạt động xói - bồi	
		Tốc độ xói lở Ve (m/năm)/ thang bậc	Diện tích bồi lấp Sab (m ²)/ thang bậc	Cường độ địa động lực KĐĐL	Thang bậc đánh giá	Hệ số ổn định trượt Kmin	Đánh giá nguy cơ xảy ra trượt bờ	Hệ số quan hệ hình dạng k	Chỉ số định ngang Ss	Chỉ số ổn định đọc SI.10 ⁻³			Đánh giá nguy cơ mất ổn định lòng dẫn
5	An Hà đến Cầu Lâu 3.0km	0.5-1 Yếu	1.000.000 Mạnh	0.727 - 0.735	Mạnh	1.380	Rất thấp, bờ sông khó có nguy cơ xảy ra trượt	3.43	1.08	0.48	Bồi lấp 1.39-2.12	Yếu	Bờ và lòng đang ổn định
6	Cầu Lâu đến Thanh Hà 3.5km	1-5 Yếu đến Trung bình	2.460.000 Mạnh	0.738 - 0.745	Mạnh	0.830	Cao, trượt bờ xảy ra khi hình thai hoặc tính chất đất đá bờ sông biến đổi theo hướng bất lợi	3.11 - 5.11	0.99 - 2.30	0.20 - 0.25	Bồi lấp 1.45-2.11	Trung bình	Bờ đang ổn định, lòng đang bị bồi lấp
7	Thanh Hà đến Cẩm Thanh 10.4km	3-5 Trung bình	2.460.000 Mạnh	0.760 - 0.789	Rất mạnh	1.351	Rất thấp, bờ sông khó có nguy cơ xảy ra trượt	2.53	1.12	0.12	Bồi lấp 0.62-1.96	Mạnh	Hoạt động xói - bồi xảy ra đan xen nhau
8	Cẩm Thanh đến Cửa Đại 5.0km	3-6 Trung bình	Mạnh	0.660 - 0.695	Trung bình	-	-	-	-	-	Bồi lấp	Trung bình	Bờ hữu xói, bờ tả bồi, lòng dẫn đang bị bồi lấp

Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Quang Thiên, Hoàng Ngô Tự Do. "Phương pháp quan hệ thủy văn - hình thái lòng dẫn trong nghiên cứu dự báo quá trình bồi - xói sông Hương", Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học kỷ niệm 60 năm thành lập ngành địa chất Việt Nam, Hà Nội, tr.409-414, 2005.
2. Đỗ Quang Thiên. "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 296/9-10/2006, Hà Nội tr.87-95, 2006.
3. Đỗ Quang Thiên. "Vai trò của quá trình trượt trọng lực trong sự biến dạng bờ sông Thu Bồn", Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất, tr.30-35, số 2/2007, Trường Đại học Mỏ Địa chất, Hà Nội, tr.30-35.
4. Đỗ Quang Thiên, Đỗ Minh Toàn "Sử dụng mô hình toán thủy lực Hec-Ras tính toán diễn biến xói - bồi đoạn hạ lưu sông Thu Bồn vào 5 ngày lũ tháng 10/2006", Tạp chí Khí tượng Thủy văn, tr. 30-37. số 559, 2007.
5. Đỗ Quang Thiên (2005), Phân chia các kiểu cấu trúc môi trường địa chất và đánh giá tổng hợp mức độ hoạt động thủy thạch động lực khu vực hạ lưu sông Thu Bồn, Báo cáo đề tài KHCN cấp Bộ, mã số B2004-07-06, Huế.