

DIỄN BIẾN LÒNG SÔNG TIỀN ĐOẠN TỪ BIÊN GIỚI VIỆT NAM-CAM-PU-CHIA QUA THỊ TRẤN TÂN CHÂU VỀ ĐẾN ĐẦU CÙ LAO LONG KHÁNH

PTS. Bùi Đạt Trâm

Trạm Dự báo và Phục vụ KTTV An Giang

Hiện tại, dọc sông Tiền, sông Hậu và sông Vàm Nao có nhiều đoạn sông đang có diễn biến lòng sông rất phức tạp, gây ra thiệt hại về người và của cho nhân dân sống ven sông. Đoạn sông Tiền từ biên giới Việt Nam-Cam-pu-chia (VN-CPC) kéo dài 16 km xuôi về hạ lưu đến tận đầu cù lao Long Khánh là một điển hình trong số những đoạn sông đó. Sau đây trình bày một số kết quả khảo sát và nghiên cứu bước đầu về diễn biến lòng sông của đoạn sông Tiền vừa nêu.

I. Mô tả tóm tắt hiện trạng địa hình lòng sông của đoạn sông nghiên cứu

1. Hệ thống cù lao nằm trong lòng dẫn

Theo [6], trong suốt chiều dài 16 km, đoạn sông Tiền từ biên giới VN-CPC về đến đầu cù lao Long Khánh, trong lòng dẫn nổi lên nhiều cù lao như đầu đoạn có cù lao Côn Cỏ và cù lao Mới, giữa đoạn có cù lao Chính Sách, cuối đoạn có cù lao Long Khánh và Cái Vừng. Hệ thống cù lao này đã làm cho dòng chảy sông Tiền chia dòng phân nhánh đến 4 lần. Từ một dòng, qua cù lao Côn Cỏ phân thành hai nhánh, tiếp theo đó qua cù lao Mới phân thành ba nhánh, rồi lại thu về một dòng, sau đó qua cù lao Chính Sách lại phân thành hai nhánh, rồi lại thu về một dòng và đến cuối đoạn lại bị phân thành ba nhánh bởi cù lao Long Khánh và Cái Vừng.... Đây là đoạn sông có hình dạng hỗn hợp vừa thẳng vừa cong. Từ đầu đoạn xuôi về hạ lưu khoảng 10km có lòng dẫn khá thẳng, tiếp đó 6km còn lại là cua cong gấp khúc tới 90^0 thường gọi là cua cong Tân Châu. Hệ thống cù lao trong lòng dẫn đoạn sông này khá già nua, thường bị sụp lở đất hai bên bờ của phân đầu khá mạnh, đuôi cù lao phát triển về hạ lưu ở mức trung bình, nhìn chung có qui luật chuỗi dân theo hướng dòng chảy về hạ lưu.

2. Luồng lạch sâu, độ dốc mái bờ, độ dốc đáy sông và độ rộng lòng sông

Phân tích số liệu 160 mặt cắt ngang đo sâu được đánh số từ mặt cắt số 1- đầu đoạn - đến mặt cắt số 160 - cuối đoạn, mỗi mặt cắt cách nhau 100m [6], thấy rằng:

- Luồng lạch: đầu đoạn sông kéo dài về hạ lưu 5km, lạch sâu luôn luôn đi sát bờ hữu, sau đó lệch dần sang bờ tả và đi sát bờ tả suốt chiều dài 5km cho đến tận đỉnh cua cong Tân Châu, từ đỉnh cua cong Tân Châu lạch sâu lại lệch dần sang bờ hữu và đi sát bờ hữu suốt chiều dài 3km, tiếp đó lạch sâu đi xa dần bờ hữu để đến cuối đoạn lại lệch sang bờ tả.

- Độ dốc mái bờ: Hai bên bờ sông hình thành các khu vực bị đào xói lòng dẫn, sụp lở đất bờ sông hoặc bị bồi tương ứng với luồng lạch sâu vừa trình bày trên. Cụ thể bên bờ hữu, 6km đầu đoạn bị sụp lở đất bờ sông với tốc độ 3m/năm và có độ dốc mái bờ là 22,7%, 5km tiếp theo bị bồi tụ về bãi bồi Đuôi Cá ngay đầu cửa kênh Vàm Săng, tiếp đó suốt chiều dài 3km qua thị trấn Tân Châu lại bị sụp lở đất nghiêm trọng với tốc độ 4m/năm và có độ dốc mái bờ lớn nhất tới 44,5% và 2km cuối đoạn lại bị bồi mạnh. Trong khi đó bên bờ tả, 6km đầu đoạn bờ sông ổn định, 6km tiếp theo đi qua huyện Hồng Ngự bị xói lở nghiêm trọng với tốc độ 8m/năm và độ dốc mái bờ là 28,3%, còn 4km cuối đoạn lại bị bồi nhẹ hoặc xói lở nhẹ.

- Độ dốc đáy sông: Đầu đoạn sông tại mặt cắt số 1 (MC1), cao trình đáy D_{min} là -17m, sau đó nông dần đến MC60 cao trình D_{min} chỉ còn ở mức -10m, với phân đoạn đầu này có độ dốc đáy sông là -1,2‰. Tiếp theo là phân đoạn giữa kéo dài từ MC60 đến MC140, đầu phân đoạn có cao trình D_{min} là -10m và cuối là -43m (đây chính là trung tâm vực sâu của cua cong Tân Châu), tạo ra độ dốc đáy sông tới 4,1‰ gấp gần 4 lần độ dốc đáy sông của phân đoạn đầu còn lại phân đoạn cuối có cao trình D_{min} đầu phân đoạn là -43m và cuối là -6m, tạo ra độ dốc đáy sông rất lớn tới -18,5‰.

- Độ rộng lòng sông ứng với mực nước $H = 1,00m$: Đầu đoạn sông tại MC1 có độ rộng là 1080m, tăng dần cho đến M60 là 1500m, từ đó giảm dần cho đến M140 còn 500m, sau đó lại mở rộng dần cho đến cuối đoạn tại M160 là 1800m.

Qua các đặc trưng hình học của đoạn sông Tiên từ biên giới VN-CPC về đến cù lao Long Khánh vừa trình bày trên, cho thấy chúng biến đổi theo không gian rất phức tạp. Nghiên cứu xác định bằng định tính hay định lượng các mối quan hệ giữa các đặc trưng hình học đó với nhau và giữa chúng với dòng chảy lòng, dòng chảy phù sa, cấu tạo địa chất đáy sông và ven bờ, khí hậu và những hoạt động kinh tế của con người, tổ hợp các mối quan hệ ấy một cách logic và khoa học thành qui luật diễn biến lòng sông, trên cơ sở đó đề xuất phương hướng chỉnh trị cho đoạn sông này là hết sức cấp thiết.

II. Nguyên nhân gây ra diễn biến lòng sông ở đoạn sông nghiên cứu

1. Các yếu tố dòng chảy

a. Dao động của các thành phần tuần hoàn và không tuần hoàn trong mực nước sông

Đoạn sông nghiên cứu chịu ảnh hưởng sâu sắc của lũ sông Mê-kông. Tại Tân Châu trung tâm của đoạn sông có $H_{\max}/\text{năm}$ thường xuất hiện vào tháng X rồi giảm dần cho đến tháng IV năm sau thì xuất hiện $H_{\min}/\text{năm}$. Biên độ $H_{\max}/\text{năm} - H_{\min}/\text{năm}$ khá lớn dao động từ 4,00m đến 6,00m. Từ tháng IV lũ sông Mê-kông về, mực nước hạ lưu sông Cửu Long lên cao dần, nước trong sông ngấm vào đất, rồi tràn bờ làm ngập đồng ruộng hai ven bờ sông. Ở mực nước đỉnh lũ lớn, toàn bộ đồng ruộng của đồng bằng sông Cửu Long bị ngập, trong đó khu vực Tân Châu - Hồng Ngự sâu tới 4m, đây là pha nước từ sông xâm nhập vào đất bờ sông. Sau đỉnh lũ, lũ rút dần khỏi đồng ruộng vào sông chính và từ sông chính lũ rút dần ra biển, đây là pha nước trên mặt đất và sau đó là nước trong lòng đất tiêu rút vào lòng sông. Hoạt động tổng hợp của hai pha này có chu kỳ 365 ngày, góp phần làm bờ bực và nhão đất gây mất ổn định bờ sông, nhất là trong điều kiện nền địa chất trầm tích mềm yếu dọc hai bờ sông Tiền mà chúng tôi sẽ trình bày trong các phần sau.

Đoạn sông nghiên cứu còn chịu ảnh hưởng mạnh mẽ của chế độ bán nhật triều biển Đông. Tại Tân Châu, biên độ triều lên và xuống hàng ngày trong những ngày kiệt nhất tới 1,20m, tạo điều kiện cho nước sông xâm nhập vào lòng đất ven hai bờ sông khi triều lên và ngược lại nước từ trong lòng đất hai bên bờ sông tiêu rút vào lòng sông khi triều rút. Quá trình này tuy không có cường độ mạnh nhưng chu kỳ lại ngắn chỉ có 24 giờ cũng góp phần quan trọng làm cho đất hai bên bờ sông Tiền vốn đã mềm yếu dễ bị nhão và dẫn đến sụt lở.

b. Lưu lượng nước và tốc độ dòng chảy

Dòng chảy hạ lưu sông Cửu Long rất lớn, song phân bố không đều theo không gian và có sự tương phản sâu sắc giữa mùa lũ và mùa kiệt. Trong bài này không đi sâu tính toán dòng chảy cho đoạn sông nghiên cứu, mà chỉ tập trung xác định lưu lượng tạo lòng (Q_{TL}) và tốc độ dòng chảy tương ứng (V_{TL}), là hai đặc trưng có tầm quan trọng đến quá trình diễn biến lòng sông.

Q_{TL} là một loại lưu lượng nào đó, mà tác dụng tạo lòng của nó trên cơ bản bằng tác dụng tạo lòng tổng hợp của quá trình lưu lượng nhiều năm. Như vậy, Q_{TL} không phải là lưu lượng kiệt, nhưng cũng không phải là lưu lượng lũ lớn nhất. Hiện nay có nhiều phương pháp xác định Q_{TL} [7], như phương pháp

lưu lượng tạo lòng tương đương của H.A.Raranhixu (1), phương pháp tính lưu lượng tạo lòng dựa theo mực nước tạo lòng - mực nước lũ ngang với cao trình bãi bồi già của Saphenat (2), phương pháp tính lưu lượng tạo lòng của Makaveep coi lưu lượng tạo lòng có quan hệ với tích số $Q^{mPJ}(3)$, hoặc theo kết quả nghiên cứu của các nước Tây Âu, trong trường hợp sông thiên nhiên chưa chỉnh trị lòng sông, có thể tính hai lưu lượng tạo lòng, Q_{TL} cho mùa lũ ứng với mực nước đỉnh lũ có tần suất 5% đến 10% và Q_{TL} cho mùa kiệt ứng với mực nước kiệt có tần suất 25% đến 40% (4).

Căn cứ vào tình hình thực tế tài liệu lưu lượng hiện có của sông Tiên tại mặt cắt Tân Châu và một số tài liệu điều tra khảo sát theo chuyên đề trong nhiều năm qua, sử dụng phương pháp (2) xác định mực nước tương ứng với cao trình bãi già hai bên bờ đoạn sông nghiên cứu là 3,00m, ứng với lưu lượng là $17200\text{m}^3/\text{s}$ và tốc độ dòng chảy là 1,71m/s. Theo phương pháp (4) tính ra được Q_{TL} cho sông Tiên qua mặt cắt Tân Châu vào mùa lũ là $29.800\text{m}^3/\text{s}$ ứng với mực nước đỉnh lũ có tần suất 10% là 4,87m và mùa kiệt là $4500\text{m}^3/\text{s}$ ứng với mực nước kiệt có tần suất 40% là -0,23m, từ đó tính ra được V_{TL} mùa lũ là 2,74m/s và mùa kiệt là 0,664m/s.

Kết quả tính toán cho thấy lưu lượng tạo lòng của đoạn sông nghiên cứu là rất lớn, nó chính là động lực quan trọng hàng đầu tác động lên các hạt cát bùn của đáy sông và bờ sông gây ra diễn biến lòng sông. Chỉ cần so sánh với sông Hậu để nhận ra điều đó. Trên Vàm Nao, sông Hậu chuyển tải lượng nước nhỏ hơn sông Tiên ít nhất đến bốn lần, do đó sức công phá của dòng nước đối với đáy và bờ sông Hậu nhỏ hơn nhiều so với sông Tiên, trên thực tế bờ và đáy sông Hậu đoạn trên Vàm Nao nhìn chung khá ổn định. Trong khi đó đoạn dưới Vàm Nao, sông Hậu được sông Vàm Nao bổ sung dòng chảy làm cho sông Tiên và sông Hậu có lưu lượng gần tương đương, dẫn đến hệ quả là sông Hậu đoạn dưới Vàm Nao có cường độ diễn biến lòng sông khá mạnh mẽ, điển hình là đoạn chảy qua thị xã Long Xuyên.

2. Các yếu tố phù sa

a. Độ lớn của hạt cát bùn sông và hai bên bờ sông

Theo kết quả phân tích cấp phối hạt phù sa lơ lửng hạ lưu sông Cửu Long [4] và phân tích mũi khoan LK203 sâu trên 160m của Liên đoàn địa chất 8 [2] cho thấy đất ven bờ sông và đáy của đoạn sông nghiên cứu có đường kính hạt phổ biến $d = 0,1\text{mm}$ đến $0,0005\text{mm}$ chiếm tới trên 75%, $d = 1\text{mm}$ đến $0,3\text{mm}$ chiếm 1,3%.

b. Tốc độ khởi động U_0

Nếu không có sự chuyển dịch của cát bùn đáy sông thì sẽ không có diễn biến lòng sông. Một hạt cát bùn đáy sông muốn chuyển dịch đến một vị trí khác cần có tốc độ khởi động của nó là U_0 . Rõ ràng là, nếu tốc độ dòng

nước càng lớn hơn tốc độ khởi động U_0 thì diễn biến lòng sông xảy ra càng mạnh. Có nhiều công thức tính U_0 , trong đó công thức của Gontrarop [6] chính xác hơn và trong thực tế được dùng nhiều hơn:

$$U_0 = \lg (8,8h/d) * (2agd/1,75)^{1/2} \quad (1)$$

ở đây: d - đường kính hạt cát bùn (m), h - độ sâu dòng nước (m), g - gia tốc trọng trường, a - hệ số Acsimet được tính bằng công thức $a = (\gamma_s - \gamma)/\gamma$, trong đó γ_s là trọng lượng riêng của cát bùn và γ là trọng lượng riêng của nước.

Thay giá trị d của hạt cát bùn thô nhất là 1mm và các giá trị độ sâu trung bình của dòng nước ứng với Q_{TL} mùa kiệt của sông Tiên là 13,60m vào công thức (1), cho ta kết quả $U_0 = 0,707\text{m/s}$, lớn hơn V_{TL} mùa kiệt và nhỏ hơn nhiều so với V_{TL} mùa lũ. Như vậy, có thể nhận định rằng, đào xói lòng sông Tiên đoạn đang nghiên cứu diễn ra mạnh mẽ chủ yếu là trong mùa lũ.

c. Sức mang bùn cát và hàm lượng phù sa

Sức mang bùn cát của dòng nước S có vai trò quan trọng đến diễn biến lòng sông. Nếu lượng ngậm bùn cát thực tế của dòng nước lớn hơn S thì lòng sông bị bồi lắng và ngược lại nếu nhỏ hơn S thì lòng sông bị đào xói. Hiện tại có nhiều công thức tính S [7], trong đó công thức của Giamarin được dùng khá phổ biến:

$$S = 0,022 (V/\omega)^{3/2} (RJ)^{1/2} \quad (2)$$

Ở đây: ω là độ thô thủy lực (m/s), R là bán kính thủy lực (m), V là tốc độ bình quân của dòng chảy (m/s).

Khi ứng dụng công thức này cần xác định ranh giới của độ thô thủy lực (tốc độ lắng chìm đều của bùn cát) ω , tuy chưa được nghiên cứu kỹ, song qua phân tích tính toán cấp phối hạt và dòng chảy của đoạn sông, chúng tôi lấy trong phạm vi $0,002\text{m/s} \leq \omega \leq 0,008\text{m/s}$, trung bình là $0,005\text{m/s}$. Thay các trị số R, J và V ứng với Q_{TL} là $17200\text{m}^3/\text{s}$ của đoạn sông cùng với ω vào công thức (2) tính ra được sức mang bùn cát của dòng chảy là 4870g/m^3 .

ω (m/s)	J	V (m/s)	R (m)
0,005	0,00006	1,71	20,40

Hàm lượng phù sa lơ lửng của đoạn sông nghiên cứu lớn nhất thường xuất hiện vào giữa mùa lũ. Tại Tân Châu hàm lượng phù sa bình quân trong 6 tháng mùa lũ khoảng 600g/m^3 và hàm lượng phù sa bình quân tháng lớn nhất khoảng 1050g/m^3 , nhỏ hơn nhiều so với sức mang bùn cát của dòng chảy trên đoạn sông nghiên cứu, do đó để giải phóng năng lượng dư thừa, dòng nước đã tích cực đào xói bùn cát đáy và hai bên bờ sông gây ra diễn biến lòng sông khá nghiêm trọng tại các vị trí như cửa khẩu Vĩnh Xương, Hồng Ngự và Tân Châu.

3. Các yếu tố địa chất

Cũng theo kết quả phân tích mũi khoan LK203 vừa nêu trên, tại các khu vực Tân Châu, ngoài phân cấp phối hạt vừa trình bày trên, còn cho thấy tầng trầm tích phù sa ở khu vực này dày tới từ 59m đến 81m. Vật liệu trầm tích gồm cát hạt mịn, bột cát, bột sét và xuống sâu dưới 40m đến 50m gặp cát thô chứa nhiều sạn sỏi. Độ chênh lệch giữa mực nước tĩnh và mực nước hạ thấp trong các tầng chứa nước khoảng 8m, lưu lượng đạt gần 7l/s và tỷ lưu lượng là 0,6l/s/m, theo chỉ tiêu của N.I.Tolxkhin thì đạt mức trung bình [1]. Chỉ tiêu cơ lý của lớp đất kể từ mặt đất xuống sâu 16m có tỷ lệ kết dính lớn hơn 45%, độ bão hoà đạt tới trên 90%, độ nhão bình quân là 0,83, lực dính kết trung bình trên 0,24kg/cm³ và góc ma sát trên 15°. Tất cả các thông số này cho ta thấy điều kiện địa chất thủy văn dọc đoạn sông nghiên cứu khá bất lợi cho ổn định mái bờ và đáy sông.

4. Các yếu tố khí hậu và hoạt động kinh tế của con người

Khí hậu đồng bằng sông Cửu Long có sự tương phản sâu sắc giữa mùa khô và mùa mưa, rõ nét nhất là yếu tố mưa[3]. Khu vực Tân Châu có lượng mưa năm trung bình khoảng 1350mm, trong đó tập trung vào 6 tháng mùa mưa tới trên 80%. Trong 6 tháng mùa khô lượng mưa quá ít lại có nền nhiệt độ cao làm cho nước trên mặt đất và trong lòng đất bốc hơi lớn, đất khô nứt nẻ tạo điều kiện cho nước mưa và nước lũ thấm thấu, ngấm và bão hoà trong lòng đất, để rồi sau mùa lũ và trong mùa khô, nước từ trong lòng đất lại theo các mạch ngấm rút vào lòng sông trong điều kiện địa tầng như đã phân tích ở các phần trên góp phần gây ra sụp lở đất bờ sông một cách dễ dàng.

Dọc sông Tiền đoạn đang nghiên cứu có nhiều kênh rạch lớn có hướng dòng chảy vuông góc với hướng dòng chảy của sông chính có tác dụng làm triệt giảm tốc độ dòng chảy ven bờ của sông chính nơi có cửa kênh, làm cho phù sa bồi lắng ngay đầu các cửa kênh, lâu ngày hình thành các bãi bồi rộng lớn và bền vững như bãi bồi đầu cửa kênh Vàm Sáng, Vĩnh An,...có tác dụng lái hướng dòng chảy rất rõ ràng [5,6]. Trong lòng dẫn sông Tiền tại khu vực thị trấn Tân Châu qua các đợt khảo sát địa hình đã phát hiện có nhiều vật cản lớn như tàu đắm, nhà sụp lở xuống sông bị dòng chảy xô dón lại [6]...có tác dụng ngăn cản và làm đổi hướng dòng chảy.

Việc xây dựng các công trình như nhà cửa, kho tàng, nhà máy,... sát hai bên bờ sông đã tạo ra áp lực lớn làm rung đất và nén đất, góp phần gây ra hiện tượng chuôi đất làm sụp lở bờ sông khu vực thị trấn Tân Châu là một thí dụ điển hình.

III. Độ biến động lòng sông của đoạn sông nghiên cứu

Diễn biến lòng sông bao gồm các biến động đáy và bờ. Sản sinh ra hai biến động này là sức cản của cát (F) chống lại sự chuyển động với áp lực thủy động (P) theo chiều dòng nước tác động lên cát lòng sông.

1. Độ biến động đáy sông theo chiều dọc

V.M. Lotchin cho rằng có thể dùng tỷ số giữa hai lực F và P để biểu thị mức ổn định đáy sông theo chiều dọc sông:

$$\varphi_h = \frac{F}{P} = \frac{\alpha g(P_s - P) (\pi d^3 / 6)}{\lambda (\pi d^2 / 4) \gamma (v^2 / g)} \quad (3)$$

Bỏ qua các hằng số, cho lưu tốc tỷ lệ thuận với độ dốc I, qua một số bước biến đổi và rút gọn, ta có:

$$\varphi_h = (d^3 / d^2 I) = d / I \quad (4)$$

trong đó: d là đường kính hạt phù sa lơ lửng (mm), I là độ dốc mặt nước (mm/m hoặc m/km).

Công thức (4) mới chỉ xét đến lưu tốc bình quân dòng chảy, sau này Makaveep xét lưu tốc đáy và đưa ra công thức:

$$\varphi_h = d / (hI) \quad (5)$$

trong đó: d là đường kính hạt phù sa lơ lửng và h là độ sâu bình quân của dòng nước có cùng đơn vị, I là độ dốc mặt nước không thứ nguyên.

Phù sa lơ lửng trong đoạn sông nghiên cứu qua mặt cắt Tân Châu có đường kính hạt bình quân $d = 0,0005\text{m}$, độ sâu dòng nước của đoạn sông ứng với $Q_{TL} = 17200 \text{ m}^3/\text{s}$ là 20,40m, độ dốc mặt nước của đoạn sông trong mùa lũ là 0,00006, thay vào công thức (5) tính ra được $\varphi_h = 0,41$, nếu tính theo công thức (4) được $\varphi_h = 0,08$ (như vậy mức độ biến động lòng sông theo chiều dọc của đoạn sông nghiên cứu là rất lớn, có thể xếp ngang hàng với đoạn sông trên và dưới Cao Thôn của sông Hoàng Hà - Trung Quốc).

2. Độ biến động đáy sông theo chiều rộng

Phân tích kỹ mối quan hệ giữa các yếu tố trong công thức (3,4,5), thấy rằng chúng không phản ánh được mức độ biến động của lòng sông trên mặt bằng và theo độ rộng sông. Có thể dùng công thức sau đây của Antunin để biểu thị độ biến động của lòng sông theo mặt bằng và độ rộng sông:

$$\varphi_s = BI^{1/5} / Q^{1/2} \quad (6)$$

trong đó: B - độ rộng ứng với lưu lượng tạo lòng (m), I - độ dốc mặt nước và Q - lưu lượng tạo lòng (m^3/s).

Thay $Q_{TL} = 17200\text{m}^3/\text{s}$, $B_{TL} = 1000\text{m}$ và $L_{TL} = 0,00006$ vào công thức (6) tính ra được $\varphi_s = 0,61$, tức rất lớn, chứng tỏ độ ổn định theo mặt bằng và độ rộng của đoạn sông nghiên cứu rất kém.

IV. Kết luận

Qua một số vấn đề vừa trình bày trên, cho thấy đoạn sông Tiên chảy từ biên giới VN-CPC qua thị trấn Tân Châu về đến đầu cù lao Long Khánh đang có diễn biến đáy và bờ sông với cường độ mạnh. Đây là một đoạn sông lớn nằm vào đầu nguồn dòng chảy của sông Tiên (phần Việt Nam) đi qua một khu vực kinh tế khá sôi động của hai tỉnh Đồng Tháp và An Giang, trong đó có cửa khẩu quốc tế Vĩnh Xương và thị trấn thương mại Tân Châu nổi tiếng, do đó cần tiếp tục nghiên cứu để nắm chắc quy luật diễn biến lòng sông, sớm tìm ra được phương án chỉnh trị hợp lý cho đoạn sông này.

Tài liệu tham khảo

1. P.P. Klimentov. Phương pháp điều tra địa chất thủy văn. Tổng cục Địa chất, Hà Nội, 1977.
2. Phan Văn Giảng. Báo cáo điều tra địa chất thủy văn ven sông Tiên và sông Hậu. Đoàn địa chất 804 - Liên đoàn địa chất 8, tháng 11 năm 1995.
3. Phạm Ngọc Toàn và Phan Tất Đắc. Khí hậu Việt Nam. NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, 1978.
4. Bùi Đạt Trâm. Đặc điểm độ hạt cát bùn lơ lửng hạ lưu sông Cửu Long. Tập san KTTV, số 9, 1993, trang 20-24.
5. Bùi Đạt Trâm. Đặc điểm thủy văn tỉnh An Giang. UBKHKT An Giang xuất bản năm 1985.
6. Bùi Đạt Trâm. Khảo sát địa hình lòng sông các đoạn sông đặc biệt dọc sông Tiên, sông Hậu và sông Vàm Nao. Chương trình nghiên cứu diễn biến lòng sông Tiên, sông Hậu và sông Vàm Nao chảy qua địa bàn tỉnh An Giang, UBND tỉnh An Giang, năm 1995.
7. Trường Đại học thủy lợi. Động lực học sông ngòi. NXB Nông thôn, Hà Nội, 1981.