

Coastal zones of the Red river delta and Yangtze river delta

Vu Duy Vinh*, Nguyen Minh Hai

Institute of Marine Environment and Resources, VAST, Vietnam

*E-mail: vinhvd@imer.vast.vn

Received: 30 December 2018; Accepted: 24 July 2019

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

Abstract

The Red river delta coastal area (Vietnam) and Yangtze river delta coastal area (China) not only play an important role in developmental process of each country but also show typical characteristics of hydrodynamics and sediment dynamics of estuaries and delta coastal areas. Based on previous studied results of hydro-sediment dynamics in two delta coastal zones that were published, this paper gives a comparison of hydrodynamics and sediment dynamics of the coastal zones of Red river and Yangtze river. The results showed that there are some similar features of these two regions such as riverine hydrology, decreased fluvial sediment flux due to the dam, grain size of suspended sediment, alongshore sediment and morphological change. Besides, these two regions also have some distinct characteristics such as tidal regime and residual field currents.

Keywords: Comparison, dynamics, sediment, coastal, Red river, Yangtze river.

So sánh một số đặc điểm động lực và trầm tích ven bờ châu thổ sông Hồng và Dương Tử

Vũ Duy Vinh*, Nguyễn Minh Hải

Viện Tài nguyên và Môi trường biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

*E-mail: vinhvd@imer.vast.vn

Nhận bài: 30-12-2018; Chấp nhận đăng: 24-7-2019

Tóm tắt

Vùng ven bờ châu thổ sông Hồng (Việt Nam) và Dương Tử (Trung Quốc) không chỉ đóng vai trò rất quan trọng trong quá trình phát triển của mỗi nước mà còn mang các đặc trưng về động lực - trầm tích tiêu biểu cho vùng cửa sông ven bờ châu thổ. Dựa trên các kết quả phân tích tổng hợp từ những nghiên cứu liên quan trước đó đã được thực hiện ở hai vùng ven bờ châu thổ, bài báo này sẽ phân tích so sánh một số đặc trưng về động lực-trầm tích ở hai vùng ven bờ châu thổ sông Hồng và Dương Tử. Các kết quả cho thấy một số điểm tương đồng của 2 vùng này như chế độ thủy văn sông, dòng bùn cát bị giảm mạnh do ảnh hưởng của các đập chứa trên thượng lưu, đặc điểm cấp hạt của trầm tích lơ lửng, xu thế di chuyển của dòng bùn cát dọc bờ và đặc điểm biến động địa hình đáy. Bên cạnh đó, giữa hai vùng này cũng có một số điểm khác biệt như chế độ thủy triều, trường dòng chảy dư.

Từ khóa: So sánh, động lực, trầm tích, ven bờ, sông Hồng, sông Dương Tử.

MỞ ĐẦU

Lưu vực sông Hồng nằm ở phía bắc Việt Nam, có diện tích lưu vực lớn thứ 2 ở Việt Nam và thứ 4 ở Đông Nam Á sau Mekong, Irrawaddy và Chao Phraya [1]. Diện tích lưu vực của sông Hồng vào khoảng 160 ngàn km², với độ dài khoảng 1.100 km. Nguồn nước của sông Hồng được cung cấp chủ yếu các sông Đà, Thao và sông Lô (hình 1), sau đó chảy ra vùng ven bờ châu thổ sông Hồng (CTSH) vào Biển Đông qua 9 cửa chính là Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc, Thái Bình, Trà Lý, Ba Lạt, Ninh Cơ và Đáy.

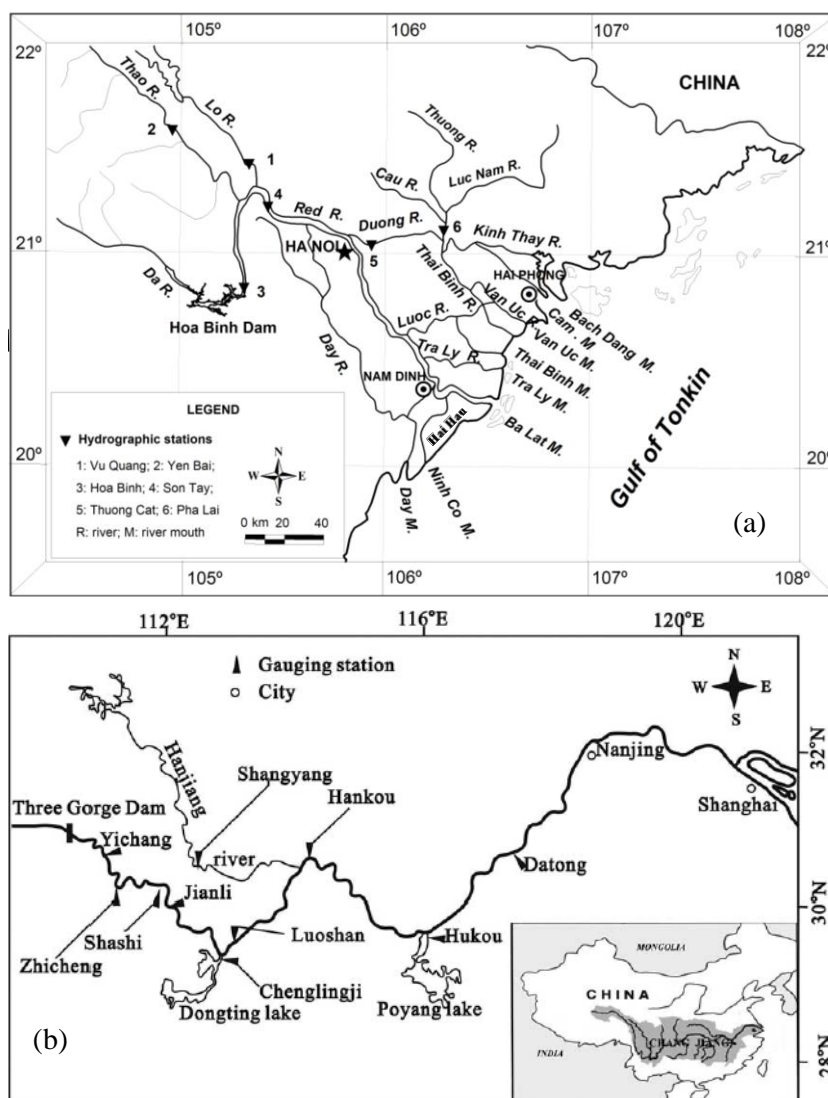
Sông Dương Tử (hay còn gọi là Trường Giang- Changjiang) là sông có diện tích lưu vực đứng thứ 9 trên thế giới, độ dài trên 6.300 km - dài nhất châu Á và dài thứ 3 trên thế giới [2]. Sông Dương Tử bắt nguồn từ cao nguyên Tây Tạng ở độ cao 5.342 m so với mực nước biển, chảy qua Thanh Hải, Vân Nam, Hồ Bắc,

Vũ Hán, An Huy và Giang Tô. Cuối cùng đi qua Thượng Hải và đổ vào biển Đông Trung Hoa qua 2 cửa chính là nhánh phía bắc (North Branch) và nhánh phía nam (South Branch) (hình 1).

Cả vùng CTSH và châu thổ sông Dương Tử (CTSĐT) đều gắn liền với lịch sử, văn hóa và quá trình phát triển của Việt Nam và Trung Quốc. Đây là những nơi tập trung các cơ sở kinh tế quan trọng và đông dân cư (24 triệu người ở CTSH và 114 triệu dân ở CTSĐT). Hai vùng ven bờ này đều tiếp nhận lượng nước và bùn cát rất lớn từ lưu vực sông Hồng và lưu vực sông Dương Tử. Nguồn vật chất này đã tạo ra những vùng duyên hải rộng lớn, không chỉ có ý nghĩa rất lớn đối với sự phát triển kinh tế xã hội (KTXH) của mỗi nước mà còn mang các đặc trưng về động lực - trầm tích tiêu biểu cho vùng cửa sông châu thổ khu vực Đông và Đông Nam châu Á [1, 2]. Vì vậy đã có rất nhiều

ngiên cứu liên quan về các đặc trưng thủy văn trên lưu vực sông, các điều kiện thủy động lực (TĐL), đặc điểm vận chuyển bùn cát (VCBC)

và biến động địa hình đáy ở ven bờ của mỗi khu vực CTSH và CTSDT [1–9].



Hình 1. Lưu vực sông Hồng (a) [1] và sông Dương Tử (b) [3]

Mặc dù có nhiều nghiên cứu liên quan về vấn đề này nhưng cho đến nay, chưa có công bố nào ở Việt Nam về việc so sánh các điều kiện về thủy văn, động lực-trầm tích giữa hai vùng cửa sông ven bờ CTSH và CTSDT. Dựa trên các kết quả phân tích tổng hợp từ những nghiên cứu liên quan trước đó đã được thực hiện ở hai vùng ven bờ châu thổ, bài viết này sẽ cung cấp thêm những hiểu biết về đặc điểm thủy văn, TĐL, VCBC và biến động địa hình

đáy ở vùng ven bờ CTSH và CTSDT. Qua đó cũng sẽ làm nổi bật lên một số điểm khác biệt và tương đồng về điều kiện động lực, trầm tích ở hai vùng cửa sông ven biển này.

TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Trong bài báo này, phương pháp chủ đạo là phân tích tổng hợp các kết quả nghiên cứu đã được công bố về động lực, trầm tích ở hai vùng cửa sông Hồng và cửa sông Dương Tử. Các kết

quả nghiên cứu về vùng cửa sông Hồng bao gồm dòng nước, trầm tích từ lưu vực ra vùng cửa sông, ảnh hưởng của đập Hoà Bình đến phân phối dòng nước và trầm tích ra vùng ven biển, các điều kiện động lực và trầm tích ở vùng cửa sông ven biển. Đây là những kết quả nghiên cứu của chính tác giả trong luận án “Suspended sediment dynamics in Red river distributaries and along the Red river delta: focus on estuarine processes and recent balances” [10]. Ngoài ra, bài viết cũng sử dụng số liệu đo mực nước tại trạm hải văn Hòn Dấu; các số liệu đo đạc về dòng chảy, trầm tích của đề tài “Nghiên cứu xây dựng luận cứ phục vụ lập qui hoạch các bãi bồi bùn cát do nạo vét trên địa bàn Hải Phòng - ĐT.MT.2015.721” trong các đợt khảo sát tháng 11-2015, tháng 1, 5 và 7 năm 2016. Để so sánh với điều kiện động lực, trầm tích ở vùng cửa sông ven bờ CTSH, các kết quả nghiên cứu tương ứng ở vùng cửa sông Dương Tử của các tác giả phía Trung Quốc đã công bố cũng đã được thu thập và phân tích.

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Dòng nước và trầm tích

Tổng lượng chảy hằng năm của sông Hồng tại trạm Sơn Tây biến đổi mạnh theo thời gian trong khoảng 80 tỷ m³/năm (năm 2010) đến 161 tỷ m³/năm (năm 1971). Lượng chảy trung bình trong thời gian này là 110 tỷ m³. Tổng lượng chảy trung bình năm thời kỳ 1960–1979

là 116 tỷ m³ và trong thời kỳ 1989–2010 là 106 tỷ m³ [1].

Bảng 1. So sánh một số đặc trưng sông Hồng và Dương Tử

Sông	Diện tích (ngàn km ²)	Độ dài (km)	Lượng chảy (tỷ m ³)
Hồng	160	1.100	106–116
Dương Tử	1.800	6.300	900

Lưu lượng chảy của sông Dương Tử là khoảng 900 tỷ m³/năm (đứng thứ 5 trên thế giới) và độ dài khoảng 6.300 km (bảng 1) [2]. Dòng chảy của sông Dương Tử cũng biến động mạnh theo thời gian và qua các thời kỳ. Trong thời kỳ giữa năm 1950–2002, tổng lượng chảy trung bình khoảng 905 tỷ m³, thời kỳ trước khi đập Tam Hiệp (1993–2002) đã tăng lên 964 tỷ m³. Sau khi có đập Tam Hiệp, tổng lượng chảy giảm xuống còn 838 tỷ m³/năm [11].

Cả sông Hồng và sông Dương Tử đều có nguồn nước biến động mạnh theo mùa. Ở sông Hồng, khoảng 80% tổng lượng chảy năm tập trung vào các tháng mùa mưa (từ tháng 6 đến tháng 9 hằng năm), trong khi các tháng còn lại chỉ chiếm khoảng 20% tổng lượng chảy năm [1]. Tương tự như vậy, ở sông Dương Tử, lượng chảy trong các tháng mùa mưa (tháng 5 đến tháng 10), chiếm khoảng 80% tổng lượng chảy hằng năm, các tháng mùa khô từ tháng 11 năm trước đến tháng 4 năm sau chỉ chiếm khoảng 20% tổng lượng chảy hằng năm [7, 12].

Bảng 2. So sánh một số đặc trưng trầm tích sông Hồng và Dương Tử

Sông	Hàm lượng trầm tích (mg/l)			Tổng lượng vận chuyển (triệu tấn)		
	Mùa mưa	Mùa khô	Năm	Mùa mưa	Mùa khô	Năm
Hồng*[1]	1250	202	1027	108,6	3,3	119,9
Dương Tử**[13]	647	221	504	383,4	67,7	451

Ghi chú: *: 1960–1979 ; **: 1875–1985.

Hàm lượng TTLL trung bình nhiều năm của sông Hồng tại Sơn Tây là 1.030 mg/l. Trong khi đó hàm lượng TTLL trung bình của sông Dương Tử trong thời kỳ 1875–1985 tại trạm thủy văn Datong là 504 mg/l [13]. Cũng giống như lưu vực sông Hồng, hàm lượng TTLL của sông Dương Tử biến động mạnh theo mùa: Trong mùa mưa, hàm lượng TTLL trung bình 647 mg/l, ngược lại vào mùa khô giá trị trung bình trong nhiều năm là 221 mg/l (bảng 2).

Tổng lượng vận chuyển trầm tích lơ lửng của sông Hồng là khoảng 120 triệu tấn/năm. Trong đó tập trung chủ yếu vào mùa mưa (108,6 triệu tấn) và rất nhỏ vào mùa khô (3,3 triệu tấn). Ở sông Dương Tử, tổng lượng trầm tích lơ lửng lớn hơn khoảng gần 4 lần so với sông Hồng với giá trị khoảng 451 triệu tấn/năm (mùa mưa chiếm khoảng 85% với giá trị là 383,4 triệu tấn, còn lại vào mùa khô khoảng 67,7 triệu tấn).

Ảnh hưởng của các đập chứa

Cả sông Hồng và sông Dương Tử đều có các đập chứa lớn ở trên thượng lưu. Đập Hòa Bình trên sông Đà (một trong 3 phụ lưu của sông Hồng) được xây dựng tháng 11 năm 1979 và hoàn thành vào tháng 12 năm 1988, đập Hòa Bình có dung tích chứa khoảng 9,35 tỷ m³ nước (thứ 53 trên thế giới, 2012).

Đập Tam Hiệp (Three Gorges Dam) trên sông Dương Tử được xây dựng từ 2003, hoàn thành tích nước và đưa vào sử dụng từ 2010 [14]. Đây là đập lớn 21 về dung tích chứa trên thế giới với lượng nước trữ khoảng 39,3 tỷ m³ nước.

Sau khi các đập chứa này hoàn thành và đi vào hoạt động đã có những ảnh hưởng quan trọng đến dòng bùn cát của các sông này. Hàm lượng trầm tích lơ lửng giảm mạnh trong mùa mưa. Hàm lượng trầm tích lơ lửng ở sông Hồng đã giảm từ 1.027 mg/l (trước khi có đập Hòa Bình) xuống còn 397 mg/l. Trong khi đó, sau khi có đập Tam Hiệp, hàm lượng trầm tích lơ lửng trên sông Dương Tử cũng giảm mạnh qua các thời kỳ, đặc biệt là sau khi đập Tam Hiệp vận hành, hàm lượng trầm tích lơ lửng đã giảm từ giá trị trung bình 420 mg/l xuống còn 136 mg/l (bảng 3).

Bảng 3. So sánh một số đặc trưng trầm tích sông Hồng và Dương Tử

Sông	Giai đoạn	Hàm lượng trầm tích (mg/l)			Tổng lượng vận chuyển (triệu tấn)		
		Mùa mưa	Mùa khô	Năm	Mùa mưa	Mùa khô	Năm
Hồng	1960–1979 [1]	1250	202	1027	108,6	3,3	119,9
	1989–2010 [1]	536	104	397	40,3	1,9	46,1
	2008–2015 [10]	124	126	125	6,65	5,21	11,85
Dương Tử	1971–2002 [15]	690	200	420	65	368	433
	2003–2013 [16]			173			145
	2013–2015 [16]			136			118

Sự suy giảm của hàm lượng TTLL đã kéo theo sự suy giảm của dòng trầm tích từ sông đưa ra biển. Dòng trầm tích trước khi có đập Hòa Bình của sông Hồng đã giảm từ 120 triệu tấn/năm xuống còn 46 triệu tấn/năm (giảm 62%). Trong khi dòng bùn cát sông Dương Tử cũng giảm mạnh từ 443 triệu tấn/năm xuống còn 145 triệu tấn/năm (giảm 67%). Xu hướng giảm dòng bùn cát từ cả 2 hệ thống sông do ảnh hưởng của đập hiện nay vẫn tiếp tục diễn ra và càng ngày càng trầm trọng hơn (bảng 3).

Thành phần, cấp hạt trầm tích lơ lửng

Thành phần và cấp hạt của TTLL là các tham số có ảnh hưởng quan trọng đến các quá trình động lực trầm tích ở vùng cửa sông ven

bờ. Các khảo sát, phân tích gần đây cho thấy kích thước hạt (D_{50}) của trầm tích lơ lửng ven bờ CTSH dao động trong khoảng từ 17,6 đến 77 μm [10]. Kích thước hạt của TTLL cũng thể hiện sự biến đổi rõ rệt theo mùa. Trong đó, vào mùa chuyển tiếp, kích thước hạt TTLL có giá trị trung bình 60,24 μm , lớn hơn so với mùa mưa (49,14 μm) và mùa khô (52,66 μm).

Tỷ lệ % của các cấp hạt cũng có sự biến đổi rõ rệt theo mùa. Vào mùa mưa và mùa khô, tỷ lệ các hạt mịn và hạt vừa chiếm 34,22–38,22%, trong khi hạt thô chỉ chiếm 25–27,6%. Ngược lại trong mùa chuyển tiếp, tỷ lệ thể tích hạt mịn chỉ chiếm khoảng 24% còn lại là các cấp hạt vừa và thô [10].

Bảng 4. So sánh kích thước hạt TTLL ven bờ sông Hồng và Dương Tử trong mùa mưa

Sông	Đường kính hạt (μm)			Vận tốc lắng đọng của hạt (mm/s)		
	Trung bình	Max	Min	Trung bình	Max	Min
Hồng [10]	39,4	71,2	27,4	0,13	0,29	0,07
Dương Tử [17]	36,2	95	14	0,17	0,6	0,04

Vận tốc lắng đọng trung bình của các hạt TTLL khu vực cửa Cẩm - Nam Triệu dao động trong khoảng 0,13–0,22 mm/s. Trong đó vận tốc lắng đọng của hạt TTLL cao nhất vào mùa

chuyển tiếp (0,22 mm/s), sau đó giảm dần trong mùa khô (0,15 mm/s) và nhỏ nhất vào mùa mưa (0,13 mm/s), bảng 4.

So sánh với các đặc trưng về kích thước hạt của TTLL ven bờ CTSH và Dương Tử (bảng 4) cho thấy có sự tương đồng nhất định giữa kích thước hạt và vận tốc lắng đọng của hạt TTLL. Ở vùng ven bờ CTSDT, tỷ lệ hạt sét chiếm tới 40%, còn lại khoảng 54% là bùn và chỉ có khoảng 6% là cát [17]. Điều này cho thấy tỷ lệ bùn, sét ở đây cao hơn rõ rệt so với vùng ven bờ CTSH.

Thủy triều ven bờ CTSH và Dương Tử

Dao động mực nước (ĐMNL) ở vùng cửa sông ven bờ CTSH thuộc kiểu nhật triều đều điển hình với hầu hết số ngày trong tháng là nhật triều, bán nhật triều chỉ xuất hiện 2–3 ngày trong kì nước kém. Trong một pha triều có một lần nước lớn và một lần nước ròng. Trong một tháng mặt trăng có hai kỳ nước cường, mỗi kỳ 11–13 ngày, biên độ trung bình dao động 2,6–3,6 m và hai kỳ nước kém, mỗi kỳ 3–4 ngày có biên độ 0,5–1,0 m. Sóng triều có tính chất sóng đứng với ưu thế thuộc các sóng nhật triều O_1 , K_1 có biên độ 70–90 cm, trong khi các sóng bán nhật triều M_2 , S_2 chỉ có vai trò thứ yếu với biên độ khá nhỏ (dưới 10 cm) [18].

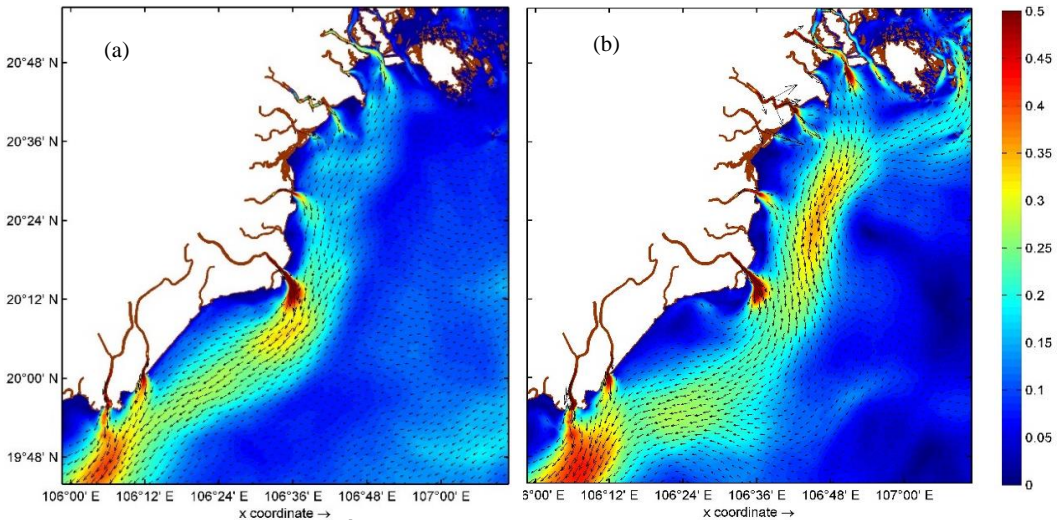
Thủy triều ở vùng ven bờ châu thổ sông Dương Tử có biên độ trung bình với độ lớn triều khoảng 2,66 m trong kỳ triều kém, đến 5 m trong kỳ triều cường [17]. Khác với chế độ

thủy triều mang tính nhật triều đều ở ven bờ CTSH thủy triều ven bờ sông Dương Tử mang tính nhật bán nhật nhiều không đều. Biên độ của sóng triều M_2 có thể đạt trên 100 cm, và sóng S_2 cũng dao động quanh giá trị 40 cm. Trong khi sóng triều O_1 và K_1 ở ven bờ CTSDT có giá trị lần lượt nhỏ hơn 25 cm và 16 cm [9].

Dòng triều ở ven bờ CTSH khi đạt cực đại vào kỳ triều cường cũng chỉ khoảng trên dưới 1,0 m/s ở các cửa sông và nhỏ hơn 0,8 m/s ở vùng ven bờ [5]. Trong khi đó, dòng triều cực đại trong pha triều xuống 2,8 m/s và 1,8 m/s trong pha triều lên của kỳ triều cường ở ven bờ CTSDT. Trong kỳ triều kém, dòng triều cực đại ở ven bờ sông Dương Tử cũng lên tới 1,6 m/s trong pha triều xuống và 1,2 m/s trong pha triều lên [17].

Điều kiện dòng chảy ven bờ CTSH và Dương Tử

Các kết quả nghiên cứu và mô phỏng cho thấy trường dòng chảy ven bờ CTSH luôn luôn biến động theo dao động của mực nước thủy triều. Dòng chảy tổng hợp có định hướng từ phía ngoài vào vùng cửa sông ven bờ trong pha triều lên. Ngược lại vào pha triều xuống, dòng chảy tổng hợp định hướng từ bờ, vùng cửa sông ra phía ngoài [3, 4, 19].



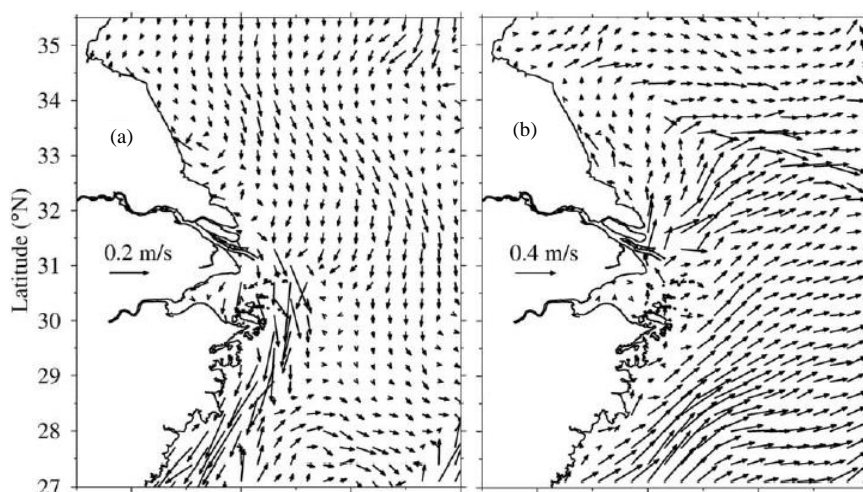
Hình 2. Trường dòng chảy dư tầng mặt ven bờ CTSH: a- Trong mùa khô (tháng 1 năm 2014); b- Trong mùa mưa (tháng 9 năm 2014) [10]

Các kết quả tính toán cũng cho thấy trường dòng dư ở khu vực này có xu hướng tăng dần

độ lớn từ vùng cửa sông ven bờ phía đông bắc đến các cửa sông ven bờ phía tây nam (hình 2).

Như vậy, vận tốc dòng dư thể hiện sự đóng góp rất lớn của các khối nước sông. Dưới ảnh hưởng của lực Coriolis, các khối nước sông có xu hướng di chuyển về phía tây nam, ở vùng ven bờ và các cửa sông phía tây nam của vùng ven bờ CTSH, tốc độ dòng dư tăng lên, điều này thể hiện ảnh hưởng của các khối nước sông được tích lũy do sự di chuyển từ vùng phía đông bắc xuống.

Trong cả hai mùa đều cho thấy dòng dư khá lớn trên tầng mặt nhưng giảm mạnh ở các tầng nước sâu hơn. Điều này cho thấy sự di chuyển của khối nước ven bờ CTSH chủ yếu diễn ra ở các lớp nước tầng mặt. Trong khi đó dòng dư lớn hơn ở các cửa sông so với vùng xa bờ cho thấy vai trò của các khối nước sông đóng góp cho trường dòng chảy dư lớn hơn so với vai trò của trường gió.



Hình 3. Trường dòng chảy dư tầng mặt ven bờ CTSDT: a- Trong mùa khô (tháng 1 năm 2014); b- Trong mùa mưa (tháng 9 năm 2014) [10]

Những nghiên cứu trước kia về dòng dư ở vùng ven bờ CTSH cho thấy có sự biến động mạnh theo mùa của trường dòng dư dưới ảnh hưởng của trường gió [20–22]. Dinh Van Manh và Yanagi [20, 21] đã cho thấy dòng dư trong mùa khô ở vùng ven bờ CTSH định hướng theo phương tây hoặc tây nam. Trong khi vào mùa mưa, dòng dư có hướng ngược lại. Tuy nhiên trong những nghiên cứu này đã không tính đến ảnh hưởng của các khối nước sông. Vì vậy dòng dư trong những nghiên cứu đó chủ yếu là thành phần dòng chảy do gió gây ra. Van Maren [22] cũng đã thông báo rằng trong cả hai mùa (mưa và khô) đều tồn tại dòng chảy hướng về phía tây nam trong lớp nước gần mặt ở vùng ven bờ Ba Lạt.

Ở khu vực ven bờ sông Dương Tử, dựa trên mô hình ECOM-si, Luo et al., [23] đã thiết lập mô hình để mô phỏng chế độ TĐL ven bờ sông Dương Tử, các kết quả tính toán cho thấy dòng dư ở ven bờ châu thổ sông Dương Tử chịu tác động lớn bởi trường gió biến đổi theo mùa và

dòng nước ấm Đài Loan (Taiwan Warm Current).

Các kết quả mô phỏng của Luo et al., [23] cho thấy rõ ràng vai trò của trường gió và dòng chảy ấm Đài Loan đến dòng dư ở khu vực này lớn hơn ảnh hưởng của dòng chảy sông. Vào mùa khô do ảnh hưởng của gió bắc-đông bắc, dòng dư tầng mặt có hướng chủ yếu nam, nam-tây nam (hình 3a). Tuy nhiên ở tầng đáy, lại chịu ảnh hưởng của dòng chảy ấm Đài Loan nên dòng dư có hướng ngược lại. Trong mùa mưa, do ảnh hưởng của trường gió nam-tây nam, dòng dư tầng mặt hướng lên phía bắc-đông bắc, ngược với hướng của nước sông và bị lệch về phía đông-đông bắc ở phía ngoài cửa sông (hình 3b). Trong khi đó ở tầng đáy, dòng dư được tăng cường về, kết hợp với dòng ấm Đài Loan nên vẫn có giá trị khá lớn, thậm chí lớn hơn cả dòng dư ở tầng mặt [23].

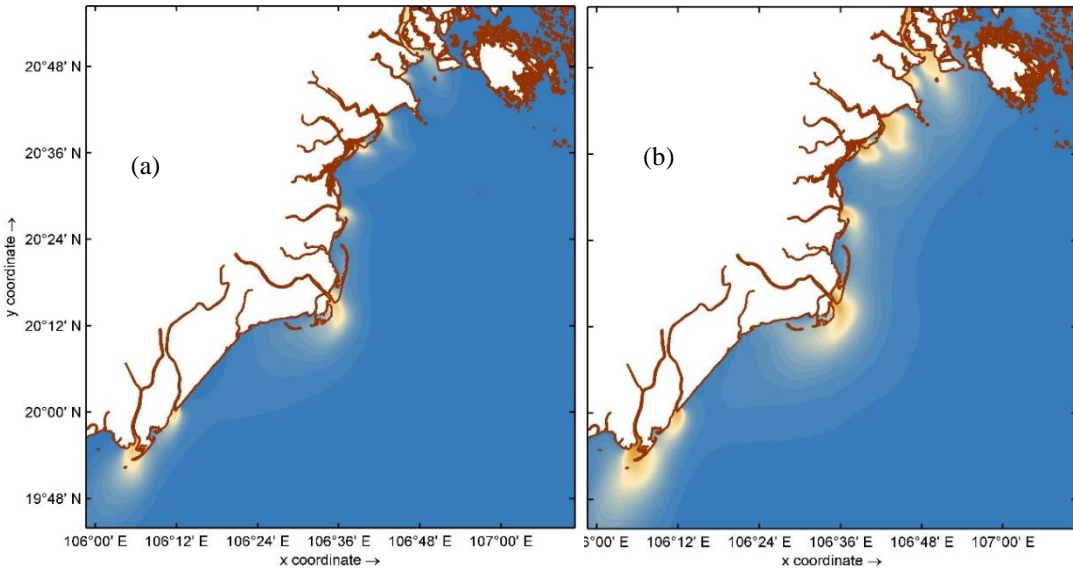
Như vậy có thể thấy dòng dư ở ven bờ CTSH và sông Dương Tử có sự khác nhau tương đối. Sự tuần hoàn về hướng của dòng dư

ở ven bờ sông Dương Tử giúp giữ lại bùn cát, trầm tích ở vùng cửa sông. Trong khi dòng dư ở ven bờ CTSH hướng chủ yếu về phía nam-tây nam lại làm tăng cường VCBC đi ra ngoài vùng cửa sông ven bờ xuống phía nam của vùng ven bờ châu thổ.

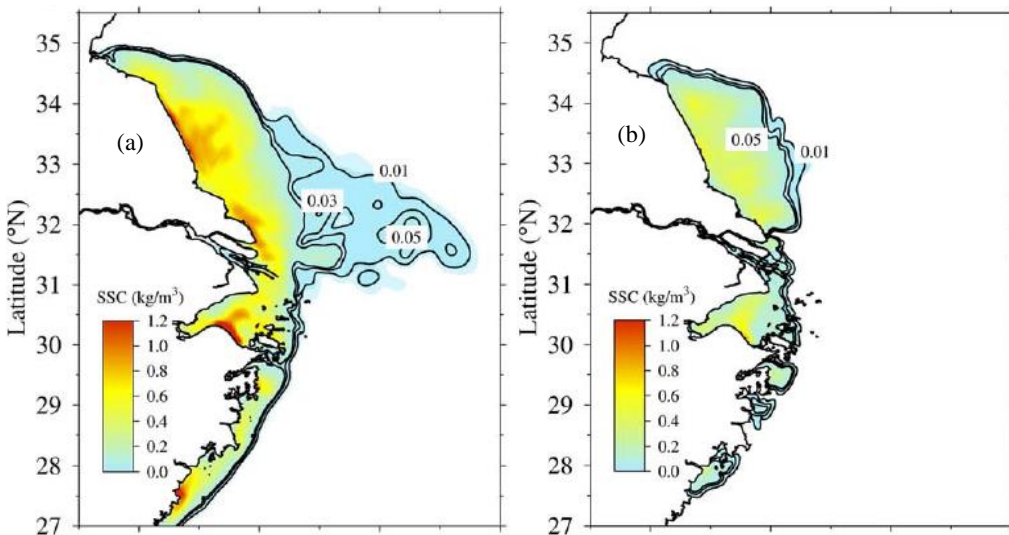
Đặc điểm phân bố và vận chuyển trầm tích lơ lửng

Phân bố TTLL ở vùng ven bờ CTSH thể hiện sự biến động rõ rệt theo mùa (hình 4). Tuy

nhien, sau khi có đập Hòa Bình, dòng nước và bùn cát từ hệ thống sông đưa ra vùng ven bờ CTSH đã giảm mạnh so với trước kia [1]. Vì vậy, phần lớn trầm tích đã bị lắng đọng, giữ lại phía trong hoặc ngay các cửa sông trong điều kiện không có ảnh hưởng của sóng gió [22]. Khi độ cao sóng và vận tốc gió tăng lên đã làm tăng cường quá trình xói đáy, quá trình tái lơ lửng và vận chuyển trầm tích từ các vùng cửa sông ven bờ đi các khu vực khác.



Hình 4. Phân bố TTLL (mg/l) tầng mặt ở vùng ven bờ CTSH: a- Trung bình trong tháng 1 năm 2014; b- Trung bình tháng 10 năm 2014 [10]



Hình 5. Phân bố TTLL tầng mặt ven bờ CTSDT: a- mùa khô; b- mùa mưa [23]

Ở vùng ven bờ CTSDT, các kết quả tính toán mô phỏng từ mô hình ECOM-si [23] cho thấy hàm lượng TTLL ven bờ sông Dương Tử biến động từ 10–500 mg/l. Đáng chú ý là phân bố TTLL ở khu vực này biến động rõ rệt theo mùa nhưng thể hiện ảnh hưởng của trường gió lớn hơn ảnh hưởng của các khối nước trong sông đưa ra.

Phạm vi phân bố và ảnh hưởng của của TTLL trong mùa khô lớn hơn rõ rệt so với mùa mưa (hình 5). Điều này thể hiện xu thế xói diễn ra mạnh trong mùa khô và xói lở chính là nguyên nhân làm tăng hàm lượng TTLL trong nước ở khu vực này trong mùa khô. Đây cũng là điểm giống với phân bố TTLL ở vùng ven bờ CTSH.

Trường hợp không có ảnh hưởng của sóng gió, phân bố và vận chuyển trầm tích ở ven bờ châu thổ sông Dương Tử chủ yếu do

sự tương tác của dòng chảy sông và dòng triều. Các kết quả tính toán mô phỏng [23] cho thấy không có sự khác biệt đáng kể giữa mùa mưa và mùa khô: Vùng có hàm lượng TTLL cao hơn lệch nhiều về phía bắc-đông bắc vùng cửa sông.

Dòng bùn cát ven bờ CTSH và CTSDT

Các kết quả phân tích tính toán trong những năm gần đây cho thấy dòng bùn cát của hệ thống sông Hồng đã giảm mạnh so với trước kia, kết quả tính toán cho thấy dòng TTLL từ sông Hồng (trạm Sơn Tây) đã giảm mạnh xuống chỉ còn trung bình 11,85 triệu tấn/năm. Sự suy giảm này cũng kéo theo suy giảm dòng bùn cát ra vùng cửa sông ven bờ, trung bình trong các năm giai đoạn 2008–2015, dòng TTLL từ sông đưa ra ven bờ đã giảm mạnh và chỉ còn khoảng 8,35 triệu tấn/năm (bảng 5).

Bảng 5. Dòng nước (tỷ m³) và TTLL (triệu tấn) trong bình năm (2008–2015) ở Sơn Tây và qua các cửa sông [10]

Sông/cửa sông	Mùa khô		Mùa mưa		Cả năm	
	Q (x 10 ⁹ m ³)	M (x 10 ⁶ t)	Q (x 10 ⁹ m ³)	M (x 10 ⁶ t)	Q (x 10 ⁹ m ³)	M (x 10 ⁶ t)
Hồng (Sơn Tây)	41,31	5,21	53,54	6,65	94,85	11,85
Cửa sông	32,72	1,76	89,48	6,59	122,20	8,35

Cũng tương tự như sự phân bố của TTLL, sự vận chuyển của dòng TTLL dọc bờ cũng biến đổi mạnh theo những tác động của trường sóng gió và dòng bùn cát từ lục địa đưa ra. Trong điều kiện lặng sóng gió, dòng bùn cát ít di chuyển, TTLL từ sông đưa ra chủ yếu tập trung ngay tại các cửa sông. Dòng bùn cát dọc bờ qua các mặt cắt có giá trị rất nhỏ (khoảng 0,3–130 ngàn tấn). Đáng chú ý là dòng bùn cát dọc bờ giữa các vùng cửa sông (như mặt cắt Đồ Sơn, Trà Lý, Ba Lạt và Văn Lý) rất nhỏ [10].

Tổng hợp các kết quả theo mùa và vai trò của các hướng sóng gió khác nhau đã cho thấy xu thế di chuyển của dòng bùn cát dọc bờ trung bình năm ở ven bờ CTSH. Các kết quả này cho thấy dòng bùn cát dọc bờ có xu hướng tăng từ vùng ven bờ phía đông bắc xuống vùng ven bờ phía tây nam: tăng từ 1,73 triệu tấn tại mặt cắt Đồ Sơn lên 2,41 triệu tấn tại mặt cắt Cửa Đáy. Kết quả này cũng cho thấy dòng bùn cát ven bờ CTSH chủ yếu di chuyển xuống phía tây nam (chiếm khoảng 28,9% tổng lượng bùn cát từ sông đưa ra) trong khi di chuyển lên phía đông

bắc (phía vịnh Hạ Long-Bái Tử Long) rất nhỏ (0,93 triệu tấn, chiếm khoảng 11% tổng lượng bùn cát từ sông đưa ra).

Ở ven bờ sông Dương Tử, xu thế vận chuyển của dòng bùn cát đã có nhiều thay đổi từ 14 ngàn năm trước cho đến thời gian gần đây [24]. Trong đó xu thế VCBC ở vùng ven bờ từ khoảng 7.000 năm trở lại đây khá giống với xu thế hiện tại. Các kết quả nghiên cứu đã công bố cho thấy phần lớn bùn cát từ sông đưa ra vận chuyển về phía nam, tây nam, chiếm khoảng 32% tổng lượng bùn cát từ sông đưa ra [25]. Khoảng 47% tổng lượng bùn cát tích lũy ở cửa sông và ven bờ. Trong khi có khoảng 21% bồi lắng ở phía ngoài châu thổ ngầm [25, 26]. Kết quả nghiên cứu của [27] cũng cho thấy có khoảng 30% bùn cát từ sông Dương Tử đi xuống phía nam. Các kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng lượng bùn cát từ sông Dương Tử ra vùng biển sâu hầu như không đáng kể [28, 29].

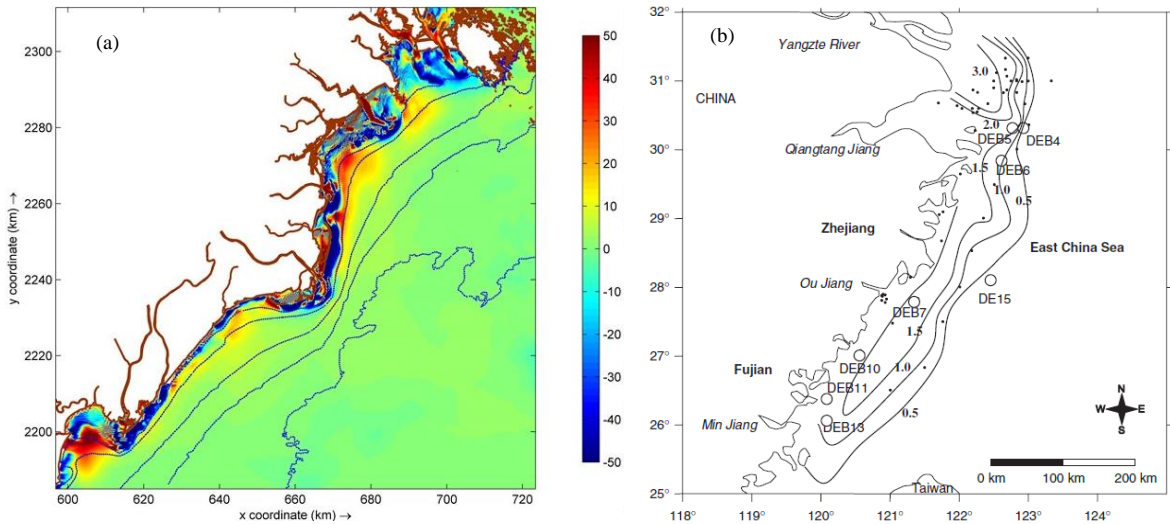
Đặc điểm biến động địa hình đáy

Biến động địa hình đáy là kết quả của các quá trình TĐL và VCBC trong khu vực. Trong

điều kiện không có ảnh hưởng của sóng, biến động địa hình đáy ở vùng ven bờ CTSH khá nhỏ và chỉ thể hiện xu thế bồi ở các cửa sông, nơi tiếp nhận nguồn trầm tích từ lục địa đưa ra. Tốc độ bồi khu vực này trong mùa mưa phổ biến trong khoảng 1–8 mm, cao hơn mùa khô với giá trị phổ biến khoảng 1–4 mm [10].

Địa hình đáy ven bờ CTSH đã có thay đổi rõ rệt khi có tác động của trường sóng gió. Theo đó những hướng sóng khác nhau tác động trong mùa mưa hoặc mùa khô đều có ảnh hưởng khác nhau đến địa hình đáy ở khu vực

này. Tổng hợp từ kết quả tính toán mô phỏng cho từng trường hợp riêng rẽ đã cho thấy bức tranh về biến động địa hình đáy ở khu vực nghiên cứu trong mùa khô, mùa mưa và tổng cộng cả năm. Theo đó xu thế bồi/xói xen kẽ (tốc độ khoảng 5–30 mm) xảy ra ở vùng nước nông (nhỏ hơn 6 m độ sâu) xảy ra trong cả mùa mưa và mùa khô. Xu thế bồi xuất hiện ở khoảng độ sâu 6–10 m với tốc độ khoảng 5–25 mm diễn ra ở vùng ven bờ phía đông bắc và tây nam ven bờ châu thổ. Ở vùng nước sâu hơn 10 m, xu hướng bồi tụ chiếm ưu thế tuyệt đối [10].



Hình 6. Biến động địa hình đáy (mm) trung bình năm ở ven bờ CTSH (a) [10] và tốc độ bồi tụ (cm) trung bình năm ven bờ châu thổ sông Dương Tử hiện đại (b) [26]

Tổng hợp các kết quả trong cả mùa mưa và mùa khô về biến động địa hình đáy cả năm ở khu vực này cho thấy xu thế không ổn định địa hình ở vùng nước nông (nhỏ hơn 10 m độ sâu): bồi xói xen kẽ với tốc độ khoảng 2–30 mm/năm ở gần bờ và bồi tụ với tốc độ khoảng 10–50 mm/năm ở gần và phía trong các cửa sông. Một số vùng bồi (15–50 mm) cũng xuất hiện ở vùng nước có độ sâu 6–10 m ở phía nam Hòn Dấu, cửa Văn Úc, Thái Bình, khu vực Văn Lý-Hải Hậu và phía nam cửa Đáy (hình 6a). Ở độ sâu khoảng 10–25 m, xu thế bồi tụ là chủ yếu với tốc độ bồi giảm dần từ 10–30 mm/năm giảm dần tới dưới 10 mm/năm ra phía ngoài khơi) [10].

Trong khi đó tốc độ bồi lắng ven bờ CTSDT cũng được đánh giá qua phân tích đồng vị phóng xạ tại các cột khoan. Kết quả nghiên

cứu đã công bố cho thấy tốc độ bồi lắng trung bình ở khu vực này phổ biến dao động trong khoảng từ 5–20 mm/năm (hình 6b). Cá biệt ở vùng sát cửa sông Dương Tử, tốc độ bồi lắng có thể lên tới 20–30 mm/năm [26]. Như vậy có thể nói cũng có sự tương đồng nhất định về tốc độ bồi lắng ở ven bờ CTSDT và CTSH.

KẾT LUẬN

Là 2 vùng ven bờ châu thổ sông lớn của Việt Nam và Trung Quốc, vùng ven bờ CTSH và ven bờ CTSDT có nhiều điểm tương đồng và khác biệt liên quan đến động lực và trầm tích. Trong đó các điểm tương đồng bao gồm:

Chế độ thủy văn sông biến động rõ rệt theo mùa, dòng bùn cát và nước cung cấp cho vùng ven bờ chỉ tập trung chủ yếu vào mùa mưa.

Dòng nước và bùn cát từ 2 hệ thống sông đều rất lớn nhưng bị tác động mạnh của các đập chứa thượng nguồn. Sau khi có các đập chứa thượng nguồn, chế độ phân phối nước theo mùa đã bị thay đổi. Hàm lượng TTLL trong nước sông giảm mạnh. Dòng bùn cát của sông Hồng (tại trạm Sơn Tây) đã giảm khoảng 62% so với trước khi có đập Hòa Bình. Trong khi dòng bùn cát của sông Dương Tử (tại trạm Datong) cũng giảm 67%.

Đặc điểm thành phần TTLL có sự tương đồng về kích thước hạt, thành phần hạt mịn, hạt trung và hạt thô ở 2 vùng châu thổ.

Dòng bùn cát dọc bờ 2 hai vùng châu thổ đều đi về phía nam-tây nam nhiều hơn (khoảng 29% ở sông Hồng và 30% ở sông Dương Tử).

Tốc độ bồi lắng ở 2 vùng ven bờ CTSH và CTSDT đều phổ biến trong khoảng 10–30 mm/năm.

Ở hai vùng ven bờ CTSH và Dương Tử cũng có 1 số điểm khác biệt về điều kiện động lực, trầm tích:

Chế độ thủy triều ở ven bờ CTSH là nhật triều đều, trong khi ven bờ CTSDT là bán nhật triều không đều. Biên độ triều ở ven bờ CTSH nhỏ hơn.

Dòng chảy ven bờ CTSDT rất phức tạp, chịu nhiều tác động của các dòng chảy và hoàn lưu ở các khu vực xung quanh. Dòng dư ở ven bờ CTSH chịu nhiều ảnh hưởng của các khối nước sông, trong khi ở ven bờ CTSDT, dòng dư tác động bởi chế độ gió và các hoàn lưu khu vực.

Lời cảm ơn: Bài báo nhận được sự hỗ trợ về tài liệu của đề tài NĐT.01.CHN/15 và ĐT.MT.2017.792. Các tác giả xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ quý báu đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Vinh, V. D., Ouillon, S., Thanh, T. D., and Chu, L. V., 2014. Impact of the Hoa Binh dam (Vietnam) on water and sediment budgets in the Red river basin and delta. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(10), 3987–4005, doi:10.5194/hess-18-3987-2014.
- [2] Milliman, J. D., and Farnsworth, K. L., 2013. River discharge to the coastal ocean: a global synthesis. *Cambridge University Press*.
- [3] Dai, Z., Du, J., Li, J., Li, W., and Chen, J., 2008. Runoff characteristics of the Changjiang River during 2006: effect of extreme drought and the impounding of the Three Gorges Dam. *Geophysical Research Letters*, 35(7), L07406, doi: 10.1029/2008GL033456.
- [4] Vu Duy Vinh, Dinh Van Uu, 2013. The influence of wind and oceanographic factors on characteristics of suspended sediment transport in Bach Dang estuary. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 13(3), 216–226. Doi: <https://doi.org/10.15625/1859-3097/13/3/3526>
- [5] Vu Duy Vinh, Tran Duc Thanh, 2014. Characteristics of current variation in the coastal area of Red river delta - results of research using the 3D numerical model. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 14(2), 139–148. Doi: <https://doi.org/10.15625/1859-3097/14/2/4480>.
- [6] Vu Duy Vinh, Bui Van Vuong, 2013. The influence of wind and some hydrological factors on morphological change in Red river coastal area. *Proceedings of the second national scientific conference on Marine geology, Ha Noi-Ha Long*, October 2013, pp. 285–294.
- [7] Guo, L., Van der Wegen, M., Roelvink, J. A., and He, Q., 2014. The role of river flow and tidal asymmetry on 1-D estuarine morphodynamics. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 119(11), 2315–2334. doi:10.1002/2014JF003110.
- [8] Jia, J., Gao, J., Cai, T., Li, Y., Yang, Y., Wang, Y. P., ... and Gao, S., 2018. Sediment accumulation and retention of the Changjiang (Yangtze river) subaqueous delta and its distal muds over the last century. *Marine Geology*, 401, 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2018.04.005>.

- [9] Zhu, J., Wu, H., and Li, L., 2015. Hydrodynamics of the Changjiang Estuary and adjacent seas. In *Ecological Continuum from the Changjiang (Yangtze river) Watersheds to the East China Sea Continental Margin* (pp. 19–45). Springer, Cham. Doi:10.1007/978-3-319-16339-0_2
- [10] Vu Duy Vinh, 2018. Suspended sediment dynamics in Red river distributaries and along the Red river delta: focus on estuarine processes and recent balances. *PhD thesis. Submitted to University of Science and Technology of Hanoi*, pp. 173
- [11] Yang, S. L., Xu, K. H., Milliman, J. D., Yang, H. F., and Wu, C. S., 2015. Decline of Yangtze river water and sediment discharge: Impact from natural and anthropogenic changes. *Scientific reports*, 5(1), 1–14.
- [12] Erfeng, Z., Xiqing, C., and Xiaoli, W., 2003. Water discharge changes of the Changjiang river downstream Datong during dry season. *Journal of Geographical Sciences*, 13(3), 355–362.
- [13] Chen, Z., Li, J., Shen, H., and Zhanghua, W., 2001. Yangtze River of China: historical analysis of discharge variability and sediment flux. *Geomorphology*, 41(2–3), 77–91. [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(01\)00106-4](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(01)00106-4).
- [14] Wang, J., Sheng, Y., Gleason, C. J., and Wada, Y., 2013. Downstream Yangtze river levels impacted by Three Gorges Dam. *Environmental Research Letters*, 8(4), 044012.
- [15] Dai, Z., Fagherazzi, S., Mei, X., and Gao, J., 2016. Decline in suspended sediment concentration delivered by the Changjiang (Yangtze) river into the East China Sea between 1956 and 2013. *Geomorphology*, 268, 123–132.
- [16] Yang, H. F., Yang, S. L., Xu, K. H., Milliman, J. D., Wang, H., Yang, Z., ... and Zhang, C. Y., 2018. Human impacts on sediment in the Yangtze river: A review and new perspectives. *Global and Planetary Change*, 162, 8–17.
- [17] Guo, C., He, Q., Guo, L., and Winterwerp, J. C., 2017. A study of in-situ sediment flocculation in the turbidity maxima of the Yangtze Estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 191, 1–9.
- [18] Duy Vinh, V., Ouillon, S., and Van Uu, D., 2018. Estuarine Turbidity Maxima and variations of aggregate parameters in the Cam-Nam Trieu estuary, North Vietnam, in early wet season. *Water*, 10(1), 68.
- [19] Vu Duy Vinh, Sylvain Ouillon, 2014. Effects of coriolis force on current and suspended sediment transport in the coastal zone of Red river delta. *Vietnam Journal of Marine Science and Technology*, 14(3), 219–228. Doi: <https://doi.org/10.15625/1859-3097/14/3/5159>.
- [20] Manh, D. V., and Yanagi, T., 1998. A three-dimensional numerical model of tide and tidal current in the Gulf of Tongking. *Oceanographic Literature Review*, 1(45), 15–22.
- [21] Manh, D. V., and Yanagi, T., 2000. A study on residual flow in the Gulf of Tongking. *Journal of oceanography*, 56(1), 59–68.
- [22] Van Maren, D. S., 2007. Water and sediment dynamics in the Red river mouth and adjacent coastal zone. *Journal of Asian Earth Sciences*, 29(4), 508–522. doi:10.1016/j.jseaes.2006.03.012
- [23] Luo, Z., Zhu, J., Wu, H., and Li, X., 2017. Dynamics of the sediment plume over the Yangtze Bank in the Yellow and East China Seas. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 122(12), 10073–10090. <https://doi.org/10.1002/2017JC013215>
- [24] Liu, J. P., Xu, K. H., Li, A. E. A., Milliman, J. D., Velozzi, D. M., Xiao, S. B., and Yang, Z. S., 2007. Flux and fate of Yangtze River sediment delivered to the East China Sea. *Geomorphology*, 85(3–4), 208–224.
- [25] Saito, Y., Yang, Z., and Hori, K., 2001. The Huanghe (Yellow river) and Changjiang (Yangtze river) deltas: a review on their characteristics, evolution and sediment discharge during the Holocene. *Geomorphology*, 41(2–3), 219–231.

- [26] Liu, J. P., Li, A. C., Xu, K. H., Velozzi, D. M., Yang, Z. S., Milliman, J. D., and DeMaster, D. J., 2006. Sedimentary features of the Yangtze river-derived along-shelf clinoform deposit in the East China Sea. *Continental Shelf Research*, 26(17–18), 2141–2156.
- [27] Milliman, J. D., Huang-Ting, S., Zuo-Sheng, Y., and Mead, R. H., 1985. Transport and deposition of river sediment in the Changjiang estuary and adjacent continental shelf. *Continental Shelf Research*, 4(1–2), 37–45.
- [28] Shen, H. T., 2001. Material Flux of the Changjiang Estuary. *China Ocean Press, Beijing*, pp. 176. (in Chinese).
- [29] Hu, D.X., Yang, Z. S., 2001. Key Processes of the East China Sea Flux. *China Ocean Press, Beijing*. 204 p. (in Chinese, with English Summary).