

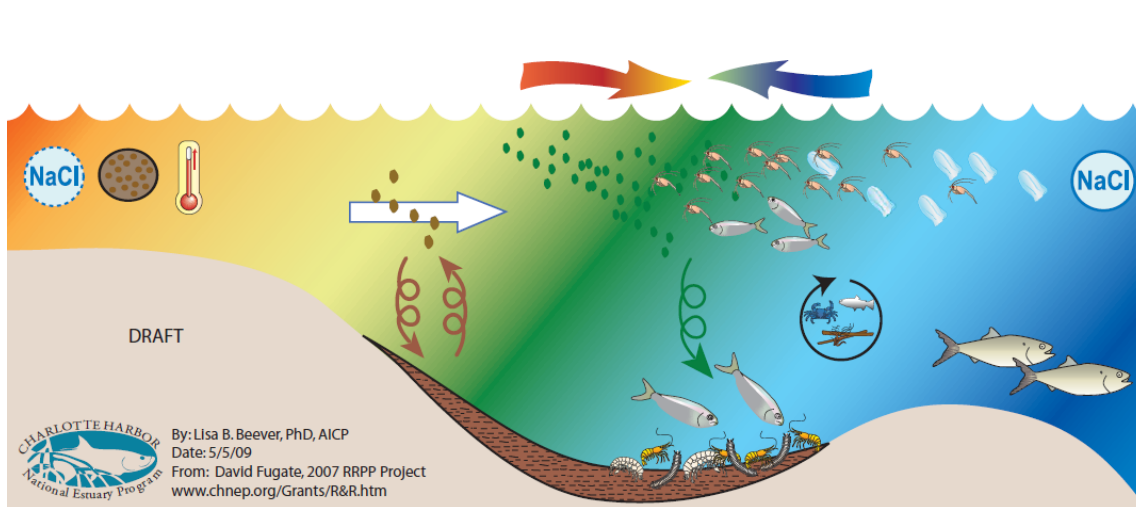
ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TOÁN NGHIÊN CỨU VÙNG NƯỚC ĐỤC NHẤT Ở VÙNG CỬA SÔNG BẠCH ĐẰNG

VŨ DUY VĨNH, TRẦN ĐỨC THẠNH

Viện Tài nguyên và Môi trường Biển

Tóm tắt: Các nghiên cứu về động lực và tương tác sông biển - biển ở vùng cửa sông gần đây đã biết đến sự xuất hiện của vùng nước đục nhất (Maximum Turbidity Zone - MTZ) so với xung quanh. Đây là nơi giàu dinh dưỡng liên quan đến tài nguyên sinh vật phong phú, nhưng cũng là nơi có khả năng tích lũy cao các chất gây ô nhiễm. Các kết quả nghiên cứu bằng mô hình Delf 3D đã cho phép phát hiện các vùng MTZ này ở vùng cửa sông Bạch Đằng. Chúng có quy mô và vị trí luôn biến đổi theo vai trò ảnh hưởng của dòng vật chất từ lục địa ra biển theo mùa và dao động mực nước thủy triều. MTZ có vị trí xa nhất cách bờ khoảng 15km vào pha triều xuống mùa mưa. Vào mùa khô, chúng có qui mô nhỏ và vị trí xuất hiện gần bờ hơn.

I. MỞ ĐẦU



Hình 1. Sơ đồ mô tả khái niệm vùng nước đục nhất ở cửa sông (MTZ) [2]

Các vùng cửa sông (VCS) chỉ chiếm chưa tới 10% diện tích bề mặt đại dương thế giới [14] nhưng lại có một vai trò rất quan trọng trong chu trình vật chất toàn cầu. Gần đây, các nghiên cứu về động lực và tương tác lục địa - biển ở VCS đã phát triển mạnh mẽ, trong đó nổi bật lên vấn đề về sự xuất hiện của vùng nước đục nhất (Maximum Turbidity Zone - MTZ), (hình 1). Đây là nơi hội tụ - tương tác của khối nước sông nằm trên có hàm lượng chất lơ lửng cao hơn nằm trên khối nước biển mặn có tỷ trọng lớn hơn nằm ở phía dưới hình thành nên nêm mặn [1, 5, 7, 14]. MTZ không chỉ là nơi lắng đọng, tích tụ vật chất từ

lục địa đưa ra, rất giàu các chất dinh dưỡng [15] mà cũng là nơi tích tụ các hoá chất độc hại và kim loại nặng [3, 4, 18]. Các chất gây ô nhiễm tại đây được hấp thụ vào sinh vật phù du, qua các chuỗi thức ăn ảnh hưởng đến toàn bộ hệ sinh thái khu vực. Mặt khác, MTZ là nơi có nguồn thức ăn phong phú nên các loài cá và sinh vật khác tập trung đến đây sinh sống và đẻ trứng [8, 10]. Vì vậy, nghiên cứu tương tác sông - biển thông qua cơ chế hình thành, sự xuất hiện, vị trí và các yếu tố môi trường ở MTZ ở VCS có ý nghĩa khoa học và thực tiễn.

VCS Bạch Đằng nằm giữa Hải Phòng và Quảng Ninh hàng năm nhận được trên 10km^3 nước từ lục địa và dao động thủy triều khá lớn, cực đại 4,35m, chế độ sóng và dòng chảy sông biển đổi mạnh theo mùa. Bài báo này trình bày các kết quả bước đầu trong việc ứng dụng mô hình toán học nghiên cứu vùng nước đục nhất - một hệ quả của quá trình tương tác lục địa - biển tại VCS này.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Tài liệu

Các tài liệu liệu gió, sóng, mực nước và độ muối tại trạm hải văn Hòn Dấu từ năm 1970 đến 2007.

Số liệu quan trắc, lưu lượng nước và hàm lượng trầm tích lơ lửng ở các sông Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc và Thái Bình trong thời gian gần đây.

Tài liệu địa hình từ các bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50000, hệ lưới chiếu VN2000 ở khu vực ven biển Hải Phòng.

Cơ sở dữ liệu hằng số điều hòa thủy triều FES2004 [16] và cơ sở dữ liệu nhiệt muối World Ocean Atlas 2005 [9].

2. Phương pháp

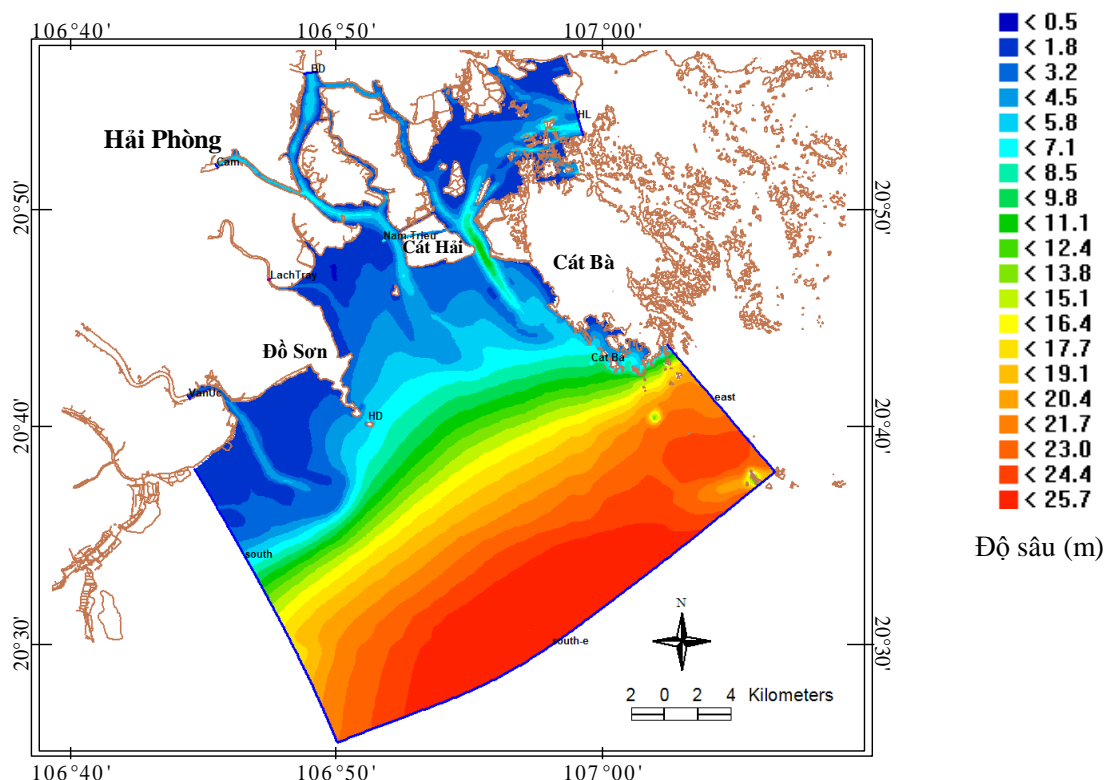
Phương pháp chính là thiết lập một mô hình toán học tổng hợp (mô hình Delf-3D) sóng - dòng chảy - thủy triều và vận chuyển trầm tích lơ lửng cho khu vực ven bờ cửa Bạch Đằng.

Khu vực tính toán và độ sâu được số hoá từ bản đồ địa hình khu vực ven biển Hải Phòng từ các mảnh ghép F48-83, F48-82, F48-94 và F48-95. Đây là các bản đồ địa hình 1:50000 hệ tọa độ UTM - VN2000, do Trung tâm Trắc địa Bản đồ, Bộ Tài nguyên và Môi trường xuất bản năm 2004. Ngoài ra, còn có một số tài liệu địa hình được đo đạc bổ sung gần đây.

Kích thước và phạm vi miền tính được thể hiện ở hình 2, với chiều đông Bắc - Tây Nam khoảng 34km và Tây Bắc - Đông Nam khoảng 65km. Hệ thống lưới cong trục giao đã được chọn sử dụng để tính toán với các ô lưới có kích thước từ 40,4 đến 415,1m và toàn bộ miền tính được chia làm 257×460 điểm. Chiều thẳng đứng từ mặt xuống đáy được chia làm 5 lớp độ sâu, mỗi lớp bằng $20\%H$ (H là độ sâu tại mỗi điểm tính).

Mô hình thủy động lực được áp dụng tính toán cho 2 trường hợp: mùa mưa từ 0h ngày 01/8/2007 đến 0h ngày 30/8/2007 và mùa khô từ 0h ngày 1/3/2007 đến 0h ngày 30/3/2008. Bước thời gian tính toán của mô hình thủy động lực là 0,5 phút. Các quá trình

vật lý được tính đến trong mô hình bao gồm lực Coriolis, ma sát đáy, nhiệt độ nước và độ muối, vận tốc và hướng gió.



Hình 2. Lưới độ sâu của miền tính

Điều kiện ban đầu của mô hình thủy động lực được chọn là giá trị 0 cho mực nước, nhiệt độ và độ muối. Ở những lần chạy lại sau, điều kiện ban đầu sử dụng *restart file* từ kết quả của lần chạy trước đó.

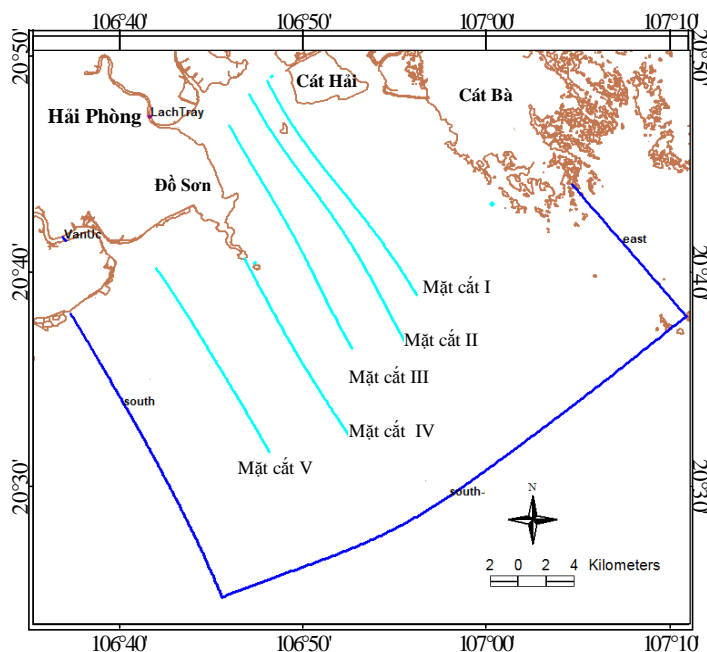
Điều kiện biên mở. Điều kiện về nhiệt độ, độ muối và dao động mực nước ở các biên mở phía biển của mô hình thủy động lực sử dụng kết quả NESTHD của một mô hình khác có phạm vi miền tính lớn hơn bao bên ngoài [21].

Tại các biên mở của các sông chính, điều kiện biên về lưu lượng nước, hàm lượng trầm tích lơ lửng được sử dụng từ kết quả khảo sát thủy văn của nhóm CAMELIA trong mùa mưa 2008 và mùa khô năm 2009 ở các cửa sông chính của Hải Phòng [12].

Nhằm đánh giá biến đổi của dòng chảy, độ muối từ lục địa ra phía biển, 5 mặt cắt hướng Tây Bắc - Đông Nam gần trùng hướng chảy chính tại cửa sông Bạch Đằng đã được thiết lập (hình 3). Trong số này, Mặt cắt I gần trùng trục luồng Nam Triệu và Mặt cắt IV không chế giữa khu vực Đông Bắc và Tây Nam bán đảo Đồ Sơn.

Để kiểm chứng hiệu chỉnh các kết quả tính toán của mô hình, chúng tôi đã tiến hành so sánh các kết quả tính toán và quan trắc về vận tốc dòng chảy, mực nước, hàm

lượng trầm tích lơ lửng trong khu vực nghiên cứu và nhận thấy sự phù hợp tương đối giữa số liệu mực nước tính toán và mực nước quan trắc tại Hòn Dấu trong tháng 8/2007 và tháng 3/2008. Sau hiệu chỉnh, các hệ số tương quan tương ứng lần lượt là 0,9716 và 0,9658 trong mùa mưa và mùa khô. Sai số này có thể chấp nhận được trong điều kiện địa hình phức tạp và biên độ dao động mực nước khu vực tính khá lớn.



Hình 3. Vị trí các mặt cắt tính toán

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

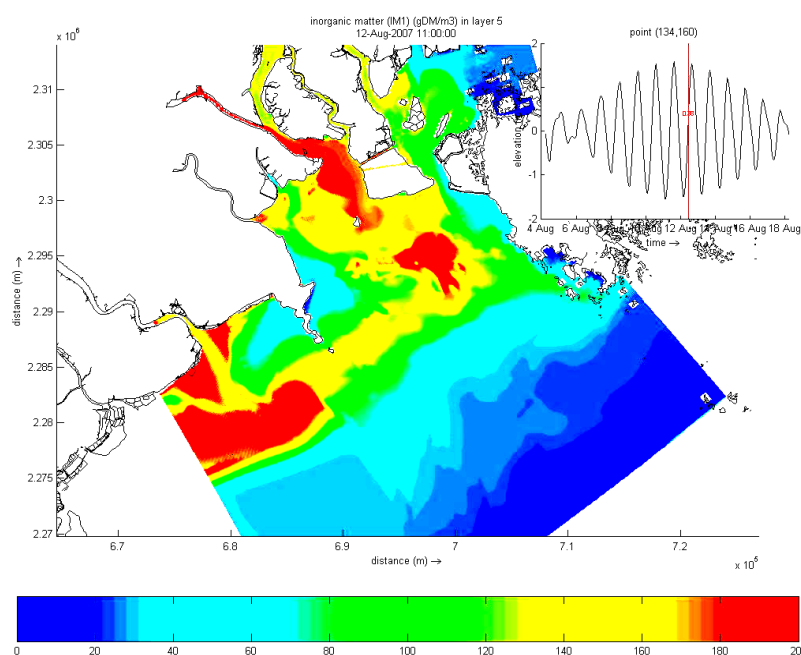
1. Phân bố trầm tích lơ lửng vùng cửa sông Bạch Đằng

Các kết quả nghiên cứu về MTZ có sử dụng công cụ toán học là mô hình [6, 11, 13, 17, 19, 20, 22] đã chỉ ra rằng hoàn lưu mật độ (gravitational circulation) do chênh lệch tỷ trọng giữa nước ngọt và nước mặn, sự lắng đọng của trầm tích lơ lửng và sự tái lơ lửng do bào mòn đáy dưới tác động của dòng triều là ba nguyên nhân chính tạo thành MTZ.

Kết quả tính toán mô phỏng của chúng tôi cho thấy, ngoài chế độ động lực, đặc điểm phân bố và cấu trúc muối thì sự xuất hiện của các MTZ VCS Bạch Đằng có liên quan đến sự phân bố của trầm tích lơ lửng (TTLL) phụ thuộc vào dao động mực nước và biến đổi mùa của dòng vật chất từ lục địa đưa ra.

Trong pha triều xuống, dòng trầm tích từ sông phát triển mạnh nhất ra phía ngoài biển. Vào mùa mưa, vùng nước có hàm lượng TTLL khoảng 40mg/l có thể xuất hiện cách các cửa sông khoảng 20-23km (đối với tầng mặt) và 15-18km đối với tầng đáy. Vùng nước có hàm lượng trầm tích lơ lửng cao trên 150mg/l ở tầng mặt trải rộng từ cửa sông ra xa khoảng 15-18km, trong khi ở tầng đáy chỉ rộng hơn 3km. Ở tầng đáy tồn tại một vùng nhỏ

phía ngoài, có thể là một MTZ, có hàm lượng trầm tích lơ lửng tương đối cao so với xung quanh (hình 4). Vào mùa khô, hàm lượng và lưu lượng bùn cát sông đưa ra đều giảm nên phạm vi phân bố của TTLL gần các cửa sông với hàm lượng khá nhỏ, dưới 80mg/l. Sự chênh lệch về phạm vi hàm lượng TTLL giữa tầng đáy và tầng mặt cũng tương tự mùa mưa. Tại tầng đáy cũng xuất hiện một số MTZ khá nhỏ với hàm lượng TTLL khoảng 70mg/l ở Tây Nam đảo Cát Hải.



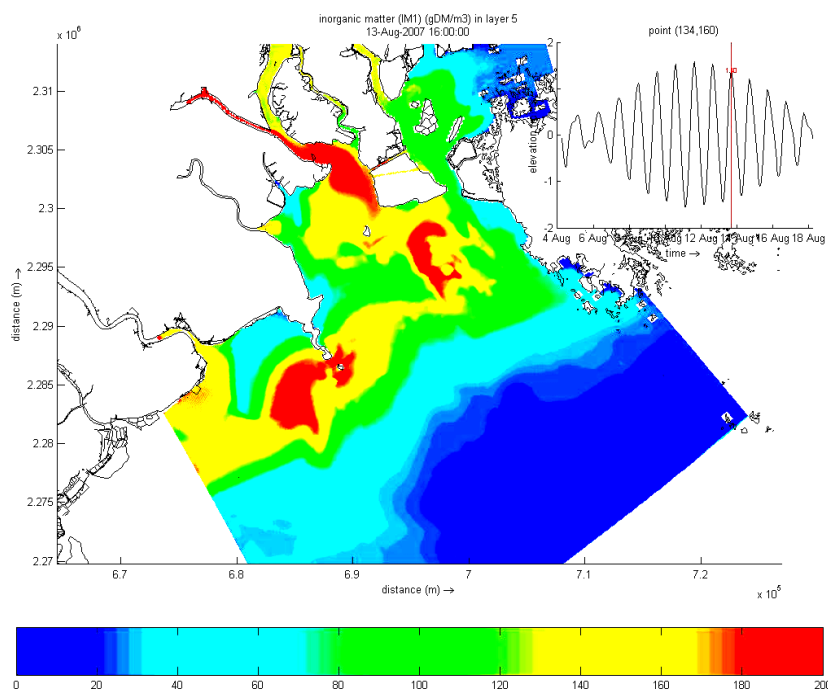
Hình 4. Phân bố trầm tích lơ lửng tầng đáy VCS Bạch Đằng vào mùa mưa (triều lên)

Trong pha triều lên, trong khi khối nước có hàm lượng TTLL cao từ lục địa vẫn tiếp tục đưa ra thì khối nước biển với độ mặn cao di chuyển về phía lục địa. Sự tương tác giữa hai khối nước này khiến phạm vi ảnh hưởng của khối nước có hàm lượng TTLL cao bị thu hẹp đáng kể so với khi nước ròng. Do ảnh hưởng của dòng triều có hướng Đông Bắc, một phần lượng trầm tích ở phía Tây Nam bán đảo Đồ Sơn đã được vận chuyển lên và một số vùng MTZ nhỏ thấy xuất hiện ở tầng đáy VCS Bạch Đằng. Lưu lượng và hàm lượng TTLL giảm đáng kể trong mùa khô và ở pha triều này không thấy dòng trầm tích bổ sung cho VCS Bạch Đằng từ phía Tây Nam bán đảo Đồ Sơn.

Ở thời điểm nước lớn, ảnh hưởng của các khối nước biển vào lục địa lớn nhất. Vào mùa mưa, vùng nước có hàm lượng TTLL cao từ sông bị dồn sát về phía Tây Nam đảo Cát Hải. Một phần TTLL từ phía Tây Nam bán đảo Đồ Sơn được đẩy lên phía Đông Bắc (hình 5). Các nêm mặn lấn mạnh tương tác với dòng TTLL vẫn được dòng chảy sông đẩy dồn ra đã góp phần tạo nên một số MTZ, có thể được nhận thấy qua phân bố TTLL ở tầng đáy. Vào mùa khô, khi dòng TTLL từ lục địa đưa ra không lớn thì vào pha triều lên, ảnh hưởng của khối nước biển đã chiếm ưu thế tuyệt đối trong sự tương tác lục địa - biển ở VCS. Các khối nước biển với hàm lượng TTLL nhỏ tiến sát vào các cửa sông, đồng thời

không thấy sự vận chuyển TTLL vào VCS Bạch Đằng từ Tây Nam Đồ Sơn và không xuất hiện các MTZ như trong mùa mưa.

Trong pha triều xuống vào mùa mưa, phạm vi vùng nước sông có hàm lượng TTLL cao mở rộng ra phía biển. Ở lớp nước tầng đáy cũng xuất hiện vùng MTZ. TTLL từ VCS Bạch Đằng di chuyển về phía đông nhiều hơn và di chuyển xuống phía Tây Nam bán đảo Đồ Sơn khá nhỏ. Trong mùa khô, tải lượng TTLL từ lục địa đưa ra nhỏ, nên dù dòng triều chảy xuống, nhưng khối nước có hàm lượng TTLL cao cũng không mở rộng ra phía ngoài được và theo chiều nằm ngang của TTLL ở VCS không thể hiện rõ sự xuất hiện của MTZ.



Hình5. Phân bố trầm tích lơ lửng tầng đáy VCS Bạch Đằng vào mùa mưa (nước lớn)

2. Trắc diện trầm tích lơ lửng và vùng đục nhất ở VCS Bạch Đằng

Các kết quả tính toán cho thấy các trắc diện TTLL theo chiều thẳng đứng ở VCS Bạch Đằng thể hiện rõ sự tương tác sông - biển biến đổi theo pha dao động mực nước triều và biến động mùa của hàm lượng và lượng của TTLL.

2.1. Biến động trong mùa mưa

Trong kỳ triều kém, biên độ dao động triều khá nhỏ nên ảnh hưởng các khối nước biển có hàm lượng TTLL nhỏ đến vùng cửa sông không lớn. Vào pha triều xuống của kỳ triều kém, khối nước sông có hàm lượng TTLL cao phát triển ra phía ngoài, dù không lớn như pha triều lên. Trên các mặt cắt I và II, khối nước có hàm lượng TTLL trên 100mg/l mở rộng ra phía ngoài khoảng 5-10km. Đáng chú ý là trên mặt cắt I thấy xuất hiện một vùng nhỏ cách cửa sông khoảng 10-12km ở phía ngoài có hàm lượng TTLL khá lớn, khoảng trên 170mg/l. Đó chính là một MTZ. Trên mặt cắt II cũng thấy một MTZ tương tự, nhưng phạm vi nhỏ hơn. Do lưu lượng TTLL từ cửa Lạch Tray không lớn nên ở mặt

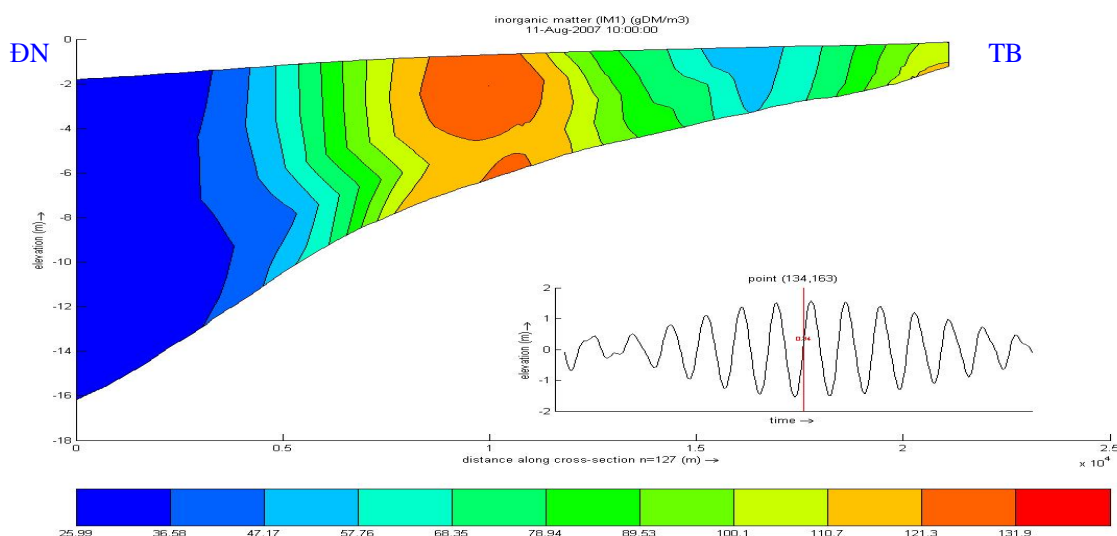
cắt III không thấy xuất hiện MTZ. Phân bố TTLL trên các mặt cắt IV và V cũng không có gì đáng chú ý.

Trong pha triều lên của kỳ triều kém, khối nước biển dồn vùng nước có hàm lượng TTLL cao về phía các cửa sông và các đường đẳng hàm lượng TTLL ở phía tiếp giáp với các khối nước biển khá dày. Phân bố của TTLL trên các mặt cắt đều thể hiện xu hướng chung là giảm dần hàm lượng ra phía ngoài. Riêng tại mặt cắt V phía ngoài cửa Văn Úc, có một vùng hàm lượng TTLL khá cao nằm cách cửa sông khoảng 10-12km. Đây cũng có thể là một MTZ tại khu vực này.

Trong kỳ triều cường, tương tác sông-biển diễn ra mạnh mẽ hơn, cả khi tải lượng trầm tích lơ lửng từ sông và biên độ dao động mực nước triều đều lớn. Vào pha triều xuống, ảnh hưởng của khối nước có hàm lượng TTLL cao là lớn nhất, sự tương tác của hai khối nước sông-biển được thể hiện trên trục diện TTLL tại vị trí dao động cách bờ khoảng 15-22km. Trên các mặt cắt đều thấy xuất hiện những vùng có hàm lượng cao hơn những khu vực khác. Các trục diện TTLL I và II khá giống nhau, đều có vùng MTZ xuất hiện cách bờ khoảng 8-15km với qui mô khác nhau. Ở phía ngoài các MTZ này, hàm lượng TTLL giảm mạnh theo hướng ra biển, nhưng lại khá đồng nhất theo chiều sâu. Tải lượng TTLL từ sông Lạch Tray nhỏ, nên trên mặt cắt III, MTZ xuất hiện ở ngay sát ngoài cửa sông. Hàm lượng TTLL ở mặt cắt này cũng biến động giảm mạnh theo hướng ra biển nhưng ít biến động theo độ sâu. Mặt cắt IV nằm xa các cửa sông và chịu tác động đồng thời của các khối nước từ biển và từ phía đông bắc và tây nam bán đảo Đồ Sơn nên hàm lượng TTLL biến động phức tạp. Trên mặt cắt này xuất hiện một số MTZ ở tầng mặt trong khi ở tầng đáy hàm lượng TTLL trong nước khá nhỏ. Có thể do độ muối cao ở tầng đáy và ở phía ngoài biển đã khiến cho dòng TTLL không lớn rất khó xâm nhập. Tại mặt cắt V, do ảnh hưởng mạnh của dòng TTLL từ sông Văn Úc nên cũng xuất hiện MTZ ở phía ngoài, cách bờ khoảng 10km. Xung quanh MTZ này, hàm lượng TTLL biến đổi nhanh theo chiều ngang và hầu như không thay đổi theo độ sâu.

Trong pha triều lên của kỳ triều cường, dưới tác động của dòng triều và khối nước từ biển hướng vào bờ, vùng nước có hàm lượng TTLL cao bị đẩy trở lại vùng cửa sông. Tuy nhiên, do tải lượng TTLL từ sông đưa ra lớn lên vẫn tồn tại vùng nước có hàm lượng TTLL cao ở phía ngoài các cửa sông. Sự tương tác sông-biển trong pha triều này đã tạo thành những vùng nước có hàm lượng TTLL khá cao so với khu vực xung quanh. Tại mặt cắt I xuất hiện một vùng MTZ khá nhỏ ở sát phía trong cửa sông, trên mặt cắt này thấy sự phân bố khá đồng nhất về hàm lượng TTLL theo độ sâu. Trong khi dọc theo mặt cắt hướng ra biển, hàm lượng TTLL giảm dần, tại vị trí cách bờ khoảng 15km còn xuất hiện thêm một vùng có hàm lượng TTLL khoảng 90-110mg/l. Trên mặt cắt II trong pha triều này xuất hiện một MTZ tại ngay phía ngoài cửa sông, cách bờ ra khoảng 3-5km, với hàm lượng TTLL trên 140mg/l và một vùng khác có hàm lượng TTLL tương đối cao khoảng 80-110mg/l, cách bờ khoảng 12-15km. Trên mặt cắt III ở phía ngoài cửa sông Lạch Tray, ta thấy rất rõ một MTZ cách bờ khoảng 12-15km và hàm lượng TTLL xung quanh biên động khá mạnh theo chiều ngang (hình 6), ít biến động theo độ sâu. Tại mặt cắt IV, MTZ đã bị đẩy dần khoảng 1.5-2km về phía bờ từ vị trí của nó trong pha triều xuống và một lưỡi nước mặn ở phía dưới có thể là nguyên nhân khiến hàm lượng TTLL ở các lớp nước phía trên lớn hơn so với các lớp nước tầng đáy. Xu hướng biến động chung của TTLL trên

mặt cắt 5 là vị trí của MTZ bị đẩy lùi về phía cửa sông, cách bờ khoảng 8-10km, hàm lượng TTLL quanh MTZ ít biến đổi và khá đồng nhất theo độ sâu.



Hình 6. Trắc diện trầm tích lơ lửng tại mặt cắt III - mùa mưa

Pha triều lên - nước lớn là khoảng thời gian ảnh hưởng lớn nhất của biển tại VCS. Phân tích các mặt cắt TTLL vào thời gian này cho thấy do sự tương tác sông-biển với ưu thế của các khối nước từ biển vào, nên khối nước sông có hàm lượng TTLL cao bị đẩy sát vào các cửa sông. Tuy biến đổi khác nhau, nhưng các MTZ xuất hiện ở các mặt cắt II, III và V. Trên các mặt cắt II và III, xuất hiện những vùng có hàm lượng TTLL cao hơn so với xung quanh, nhưng vẫn thấp hơn hàm lượng TTLL phía trong sông.

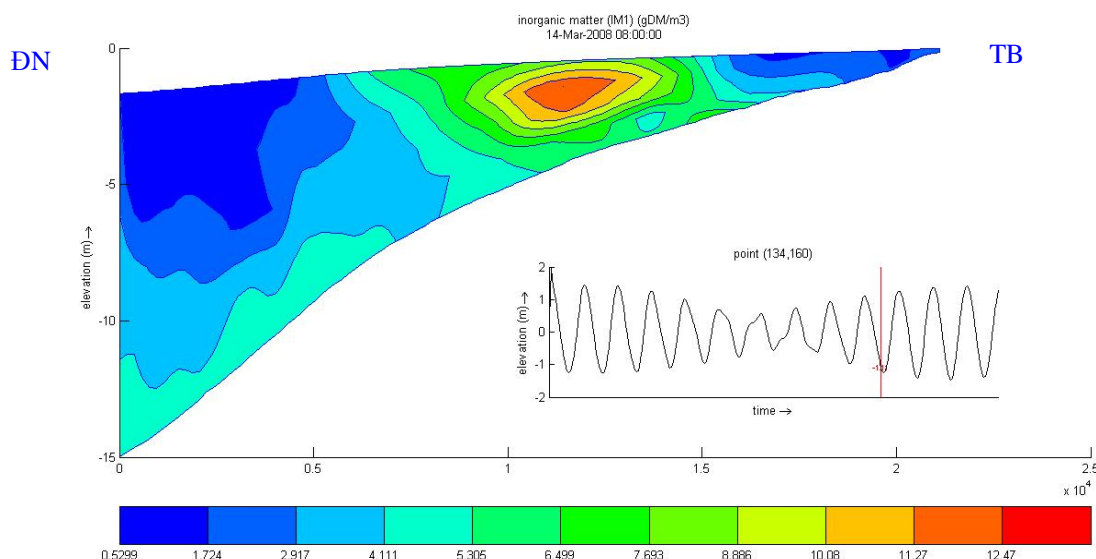
Diễn biến phân bố theo trắc diện của TTLL trong pha triều xuống có xu thế ngược lại với khi triều lên. Trong sự tương tác sông-biển khi triều xuống chịu ảnh hưởng của các khối nước có hàm lượng TTLL cao, được tăng cường thêm khi dòng chảy sông cùng hướng với dòng triều. Hàm lượng TTLL biến động mạnh cả theo chiều ngang và theo độ sâu. Các MTZ xuất hiện trở lại và có xu hướng dịch chuyển dần ra phía ngoài.

2.2. Biến động trong mùa khô

Xu hướng biến động của TTLL theo trắc diện mùa khô về cơ bản cũng tương tự mùa mưa. Tuy nhiên, lưu lượng nước sông, tải lượng và hàm lượng TTLL giảm rõ rệt so với mùa mưa có tác động lớn đến tương tác sông-biển và sự hình thành các MTZ ở VCS Bạch Đằng.

Trong pha triều xuống, ảnh hưởng của khối nước từ biển vào nhỏ tạo điều kiện cho khối nước sông có hàm lượng TTLL cao hơn ra xa phía ngoài. Lưu lượng và hàm lượng TTLL trên nền chung khá nhỏ. Tại mặt cắt I và II, TTLL khối nước sông ở tầng mặt di chuyển ra phía ngoài nhanh hơn, trong khi ở tầng đáy sự di chuyển này chậm hơn do cản trở của khối nước biển có tỷ trọng cao. Kết quả là ở phía ngoài vùng tiếp giáp giữa các khối nước sông-biển, hàm lượng TTLL ở các lớp nước phía trên có giá trị cao hơn các lớp nước tầng đáy. Cũng ở hai mặt cắt này, xuất hiện các MTZ nhỏ ngay phía ngoài cửa sông,

cách bờ khoảng 3-5km, có hàm lượng TTLL cao (trên 50mg/l). Trên mặt cắt III, mặc dù hàm lượng TTLL khá nhỏ nhưng cũng xuất hiện một vùng MTZ cách bờ khoảng 5-6km. TTLL ở các mặt cắt còn lại không thể hiện rõ xu hướng biến động do hàm lượng TTLL (hình 7). Các mặt cắt còn lại đều có hàm lượng TTLL trong nước rất nhỏ và không thể hiện rõ quy luật biến đổi.



Hình 7. Trắc diện trầm tích lơ lửng tại mặt cắt III - mùa khô

Trong pha triều lên, khối nước biển đẩy khối nước sông với hàm lượng TTLL cao hơn về phía các cửa sông. Khác với trường hợp triều lên của mùa mưa, hàm lượng TTLL biến động mạnh cả theo hướng ra phía biển và theo độ sâu. Mặc dù hàm lượng TTLL khá nhỏ nhưng trên các mặt cắt đều xuất hiện các MTZ với hàm lượng TTLL khá lớn so với xung quanh.

Tương tự mùa mưa, nhưng trong kỳ triều cường mùa khô sự tương tác giữa khối nước biển và nước sông có hàm lượng TTLL cao diễn ra ngay tại cửa sông và có thể bị đẩy sâu vào trong các sông. Mặc dù hàm lượng TTLL khá nhỏ, nhưng trên các mặt cắt III và V cũng thấy xuất hiện những vùng nhỏ có hàm lượng TTLL lớn hơn xung quanh.

IV. KẾT LUẬN

Một trong những kết quả của sự tương tác lục địa - biển ở VCS Bạch Đằng là sự xuất hiện của các MTZ ở phía ngoài một số cửa sông. Quy mô và vị trí của chúng cũng luôn biến đổi theo vai trò ảnh hưởng của dòng vật chất từ lục địa và dao động mực nước thủy triều. Các MTZ có vị trí xa nhất cách bờ khoảng 15km vào thời điểm nước ròng của mùa mưa. Vào mùa khô chúng có quy mô nhỏ và vị trí xuất hiện gần bờ hơn.

Các MTZ di chuyển dọc theo mặt cắt hướng từ cửa sông ra phía ngoài, tuy nhiên, chúng có thể tạo ra sự bồi lắng ở một vị trí nào đó trên mặt cắt và môi trường trầm tích tại đó sẽ khác biệt nhiều so với xung quanh.

Các MTZ là nơi tập trung các chất dinh dưỡng và cả chất ô nhiễm từ lục địa vì vậy nó

có ý nghĩa quan trọng ở khía cạnh môi trường và sinh thái. Đây là vấn đề có ý nghĩa thực tiễn, cần được mở rộng phạm vi cho toàn vùng ven bờ châu thổ sông Hồng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Bowden, K.F., 1984.** Turbulence and mixing in estuaries. In: Kennedy, V.S. (Ed.), *The Estuary as a Filter*. Acad. Press, Orlando, pp. 15-26.
2. **Charlotte harbor national estuary program, 2009.** CHNEP Citizens Advisory Committee Meeting, CAC 7-15-09, pg 151. <http://www.chnep.org>.
3. **Cauwet, G., Mackenzie, F.T., 1993.** Carbon inputs and distribution in estuaries of turbid rivers: the Yang Tze and Yellow rivers (China). *Marine Chemistry* 43, 235-246.
4. **Fishes T R., 1991.** Phytoplankton nutrients and turbiding in the Chaspeak, Delaware and Hudson estuaries, 16(1). 104-112.
5. **Gordeev, V.V., Shevchenko, V.P., 1995.** Chemical composition of suspended sediments in the Lena river and its mixing zone. In: Kassens, H., et al. (Ed.), *Berichte zur Polar- und Meeresforschung*. AWI Bremerhaven, pp. 154-169.
6. **Hamblin, P.F., 1989.** Observations and model of sediment transport near the turbidity maximum of the upper Saint Lawrence estuary. *Journal of Geophysical Research* 94 (C10): 14419-14428.
7. **Jiufa, L., Chen, Z., 1998.** Sediment resuspension and implications for turbidity maximum in the Changjiang Estuary. *Marine Geology* 148: 117-124.
8. **John L L, 1993.** Estuarine front. How important are they? *Estuarine* , 16(1): 1-11.
9. **Johnson D.R., H. E. Garcia, and T. P. Boyer, 2005.** World Ocean Database 2005:Tutorial, NODC Internal Report 19, U.S. Government Printing Office, Wash., D.C., 18 pp.
10. **Julian J D, Jean - Claude D, Grant R I, et al., 1989.** Abundance of rainbow smelt in relation to the maximum turbidity zone and associate macroplanktonic fauna of the middle St. Lawrence Estuary. *Estuarine* , 12 (2): 66-81.
11. **Kistner, D.A., Pettigrew, N.R., 2001.** A variable turbidity maximum in the Kennebec Estuary. *Estuaries* 24: 680- 687.
12. **Lefebvre J.P. , S. Ouillon, Vu Duy Vinh, R. Arfi, Do Trong Binh, J.Y. Panché, X. Mari, J.P. Torréton, 2009.** Hydro-sedimentary behaviour of the Cam and Bach Dang estuaries flowing into the Haiphong bay. Physical Part of the HAIPHONG project (funded by EC2CO).
13. **Lin, J., Kuo, A.Y., 2003.** A model study of turbidity maxima in the York River Estuary, Virginia. *Estuaries* 26: 1269-1280.
14. **Lisitsyn, A.P., 1995.** The marginal filter of the ocean. *Oceanology* 34 (5), 671-682 (engl. transl.).
15. **Lucotte, M., 1989.** Organic carbon isotope ratios and implications for the maximum turbidity zone of the St Lawrence upper estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 29: 293-304.

16. Lyard F., F. Lefevre, T. Letellier, and O. Francis, 2006. Modelling the global ocean tides: modern insights from FES2004. *Ocean Dynamics*, 56: 394-415: 2006.
17. Sheng Fangting, 1995. A new reconization of estuaries tubidity maximum in china. *Advance in Earth Sciences*, 10(2): 210-213.
18. Shi, Z., Kirby, R., 2003. Observations of fine suspended sediment processes in the turbidity maximum at the north passage of the Changjiang Estuary, China. *Journal of Coastal Research* 19: 529-540.
19. Simpson, J.E., 1997. *Gravity Currents in the Environment and the Laboratory*, second ed. Cambridge University Press, Cambridge, 244 pp.
20. Wang Hui, 1998. Several basic problem of marine ecosystem modeling. *Oceanologia et Limnologia Sinica*, 29(2): 341-346.
21. WL|Delft Hydraulics, 1999. *Delft3D-FLOW User Manual Version 3.05, Delft3D-Waq User Manual Version 3.01, Delft3D-Part User Manual Version 1.0* WL| Delft Hydraulics, Delft, Netherlands.
22. Wolanski, E., Spagnol, S., 2003. Dynamics of the turbidity maximum in King Sound, tropical Western Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 56: 877-890.

APLICATION NUMERICAL MODEL TO STUDY ON MAXIMUM TURBIDITY ZONES IN BACH DANG ESTUARY

VU DUY VINH, TRAN DUC THANH

Summary: Recent researches on dynamics of land- sea interaction in estuaries have discovered a zone with very high turbidity or maximum turbidity zone (MTZ). This zone is rich in the nutrients concerning abundance of marine biological resources, and high in potential of pollutant accumulation. The studied using Delf-3D Model in this paper has discovered MTZ in Bach Dang Estuary. Its scale and location are changed by river discharge in seasons, and tidal oscillation. The furthest location of MTZ in this estuary is about 15km from shoreline during the ebb tide in rainy season. In the dry season, it is smaller in scale and moves closed to the coast.

Ngày nhận bài: 22 - 12 - 2011

Người nhận xét: TS. Trần Đình Lân