



Original Article

Some Sedimentary Environment Characteristics in the Mong Cai Coastal Area, Quang Ninh Province, Vietnam

Bui Thi Thanh Loan^{1,*}, Nguyen Huy Hoang², Nguyen Mai Luu²,
Le Van Nam², Pham Tien Dung¹, Nguyen Duc Ve²,
Le Nhu Sieu³, Dang Hoai Nhon², Tran Duc Thanh²

¹*Institute of Environment, Maritime University, 484 Lach Tray Street, Hai Phong City, Vietnam*

²*Institute of Marine Environment and Resources, VAST, 246 Da Nang, Hai Phong City, Vietnam*

³*Dalat Nuclear Research Institute, Vietnam Atomic Energy Institute,
1 Nguyen Tu Luc, Da Lat City, Lam Dong Province, Vietnam*

Received 18 March 2021

Revised 15 April 2021; Accepted 05 May 2021

Abstracts: The sedimentary environment characteristics in Mong Cai coastal area were assessed through pH, Eh, grain sizes, ²²⁶Ra, ²¹⁰Pb, S%, DO parameters. Mong Cai coastal area is mostly influenced by Ka Long river system that makes changes in the salinity, pH of water, pH and Eh of sediment, grain sizes, and sedimentation rates in the coastal area. There were six sediment types in the coastal area which were coarse sand, medium sand, fine sand, very fine sand, very coarse silt, and coarse silt. Fine sand was common in surface sediments; very fine sand was dominant in sediment core at Ka Long river mouth; coarse silt and very coarse silt were common in sediment core at Mui Ngoc. The average sedimentation rate at the Ka Long river mouth (0.72 cm/year) was higher than that at the Mui Ngoc (0.27 cm/year). The sedimentary environment was divided into 3 groups, the first group was marine characteristics higher than the terrigenous characteristic, the second group was terrigenous characteristics higher than marine characteristics, and the third group was marine characteristics. In sediment cores showed 3 stages. In stage 1, distribution fine sand, very fine sand, and very coarse silt, from 52 to 80 cm at the Ka Long river mouth and from 40 to 52 cm at the Mui Ngoc. In stage 2, distribution of very coarse silt, coarse silt, from 38 to 52 cm (1947 - 1877) at Ka Long river mouth with sedimentation rate from 0.08 to 0.31 cm/year, at the Mui Ngoc from 12 to 40 cm (1944 (12 -14 cm)) with sedimentation rate of 0.09 cm/year. In stage 3, distribution very coarse silt, very fine sand, fine sand, from 0 to 38 cm (1919 - 1961) at the Ka Long river mouth with sedimentation rate of 0.34 - 1.62 cm/year, at the Mui Ngoc from 0 to 12 cm (2019 - 1966) with sedimentation rate of 0.07 - 0.51 cm/year.

Keywords: Sediment, grain sizes, sedimentation rate, Mong Cai, Vietnam.

* Corresponding author.

E-mail address: loanbtt.vmt@vimaru.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4748>

Một số đặc điểm môi trường trầm tích biển ven bờ Móng Cái, Quảng Ninh, Việt Nam

Bùi Thị Thanh Loan^{1,*}, Nguyễn Mai Lựu², Nguyễn Huy Hoàng²,
Lê Văn Nam², Phạm Tiến Dũng¹, Nguyễn Đắc Vê²,
Lê Như Siêu³, Đặng Hoài Nhơn², Trần Đức Thạnh²

¹Viện Môi trường, Đại học Hàng Hải Việt Nam, 484 Lạch Tray, Hải Phòng, Việt Nam

²Viện Tài nguyên và Môi trường biển, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam,
246 Đà Nẵng, Hải Phòng, Việt Nam

³Viện Nghiên cứu Hạt nhân, Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam,
1 Nguyên Tử Lực, Đà Lạt, Lâm Đồng, Việt Nam

Nhận ngày 18 tháng 3 năm 2021

Chỉnh sửa ngày 15 tháng 4 năm 2021; Chấp nhận đăng ngày 05 tháng 5 năm 2021

Tóm tắt: Đặc điểm môi trường trầm tích biển ven bờ Móng Cái được đánh giá qua thành phần cấp hạt, pH, Eh, đồng vị phóng xạ ²²⁶Ra, ²¹⁰Pb, độ muối, oxy hòa tan. Vùng biển ven bờ Móng Cái chịu ảnh hưởng từ sông Ka Long tạo nên sự biến động về độ muối, pH nước biển, pH và Eh trầm tích, thành phần cấp hạt, tốc độ lắng đọng trầm tích ở ven bờ. Có 6 loại trầm tích phân bố ở ven bờ là cát thô, cát trung, cát mịn, cát rất mịn, bột thô và bột rất thô. Cát mịn phổ biến nhất ở tầng mặt, cát rất mịn phổ biến ở cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long, bột thô và bột rất thô phổ biến ở cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc. Tốc độ lắng đọng trầm tích trung bình ở cửa sông Ka Long (0,71 cm/năm) cao hơn so với ở Mũi Ngọc (0,27 cm/năm). Môi trường trầm tích biển ven bờ chia thành 3 nhóm, nhóm 1 ảnh hưởng của biển nhiều hơn của lục địa, nhóm 2 ảnh hưởng của lục địa nhiều hơn của biển, nhóm 3 ảnh hưởng của biển. Trong cột mẫu trầm tích chia thành 3 thời kỳ trầm tích. Thời kỳ đầu lắng đọng cát mịn, cát rất mịn và bột rất thô, từ độ sâu 52 – 80 cm ở cửa sông Ka Long và từ độ sâu 40 – 52 cm ở Mũi Ngọc. Thời kỳ giữa lắng đọng bột rất thô và bột thô, ở cửa sông Ka Long từ độ sâu 38 – 52 cm (1947 - 1877) có tốc độ lắng đọng trầm tích 0,08 - 0,31 cm/năm, ở Mũi Ngọc từ độ sâu 12 – 40 cm (1944 (12 cm)) có tốc độ lắng đọng trầm tích 0,09 cm/năm. Thời kỳ cuối lắng đọng bột rất thô, cát rất mịn, cát mịn, từ độ sâu 0 – 38 cm (2019 - 1961) ở cửa sông Ka Long có tốc độ lắng đọng trầm tích 0,34 - 1,62 cm/năm, ở Mũi Ngọc từ độ sâu 0 – 12 cm (2019 – 1966) có tốc độ lắng đọng trầm tích 0,07 - 0,51 cm/năm.

Từ khóa: Trầm tích, thành phần cấp hạt, tốc độ lắng đọng, Móng Cái, Việt Nam.

1. Mở đầu

Môi trường trầm tích gồm các thành phần nước, trầm tích, hình thái và động lực của môi trường [1], là nơi mà sinh vật sinh sống và phát

triển. Do vậy nếu môi trường thuận lợi sẽ tạo sự phát triển tốt cho các loài sinh vật, ngược lại môi trường không thuận lợi sẽ ảnh hưởng lên đời sống sinh vật. Hai hợp phần nước và trầm tích là các đặc trưng cơ bản để hiểu rõ đặc điểm môi

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: loanbtt.vmt@vimaru.edu.vn

<https://doi.org/10.25073/2588-1132/vnumps.4748>

trường ven bờ, chúng biến động theo thời gian và không gian dưới tác động của các quá trình tự nhiên và hoạt động nhân sinh.

Nghiên cứu của Cao Thi Thu Trang và cộng sự về chất lượng nước biển ven bờ Móng Cái [2] đã chỉ ra nguồn thải lục địa từ khu dân cư, hoạt động du lịch, chăn nuôi, nuôi trồng thủy sản và công nghiệp tác động đến môi trường biển ven bờ. Kết quả tính toán cho thấy nguồn thải tăng từ 1,16 đến 2,32 lần từ năm 2020 đến 2030 so với năm 2016. Các nghiên cứu về kim loại nặng trong trầm tích tầng mặt ở Trà Cổ cho thấy có sự gia tăng theo thời gian trong khoảng 10 năm từ 1999 đến 2010 [3]. Cột mẫu trầm tích ở đới gian triều có hàm lượng Cu, Pb, Zn, As, Cd thấp hơn quy chuẩn trầm tích của Việt Nam và hướng dẫn tạm thời về tiêu chuẩn chất lượng trầm tích của Canada (ISQG) nhưng có xu thế tăng lên theo thời gian [4]. Tại khu vực Trà Cổ các mẫu trong giai đoạn từ 2010 - 2014 có hàm lượng kim loại nặng, hóa chất bảo vệ thực vật, hydrocarbon thơm đa vòng, polychlorinated biphenyl đều nhỏ hơn QCVN 43: 2017 [5]. Một số kim loại nặng có hàm lượng cao trong trầm tích vịnh Tiên Yên - Hà Cối cho thấy As, Cu, Hg vượt ngưỡng ISQG của Canada [6].

Ở khu vực biển ven bờ Việt Nam, tốc độ lắng đọng trầm tích trong một số thủy vực được nghiên cứu bằng kỹ thuật đồng vị phóng xạ đã đánh giá được ảnh hưởng của quá trình tự nhiên và hoạt động nhân sinh đến môi trường thủy vực. Tốc độ lắng đọng trầm tích ở đầm phá miền Trung Việt Nam dao động từ 0,11 tới 3,44 cm/năm [7], ở bãi triều cửa sông Ba Lạt dao động từ 0,78 đến 1,2 cm/năm [8], ở cửa sông Bạch Đằng dao động từ 0,69 đến 0,82 cm/năm [9], ở Vịnh Hạ Long dao động từ 0,02 đến 1,56 cm/năm [10]. Tốc độ lắng đọng trầm tích trong các thủy vực tăng nhanh, có thể mở rộng diện tích các bãi triều ven biển. Tại những nơi có luồng giao thông thủy tốc độ lắng đọng trầm tích tăng nhanh sẽ làm nông luồng lạch và đáy thủy vực gây khó khăn cho tàu thuyền, do vậy nghiên cứu vấn đề này có ý nghĩa quan trọng với thủy vực ven bờ.

So với các vùng biển ven bờ khác của Việt Nam thì khu vực biển ven bờ Móng Cái – Quảng

Ninh còn ít thông tin nên cần nghiên cứu để tìm hiểu môi trường ở vùng này. Nghiên cứu này góp phần bổ sung đặc điểm cấp hạt trầm tích, pH trầm tích (pH_{TT}), thế năng oxy hóa khử (Eh), oxy hòa tan (DO), độ mặn (S‰), pH nước biển (pH_N), tốc độ lắng đọng trầm tích làm sáng tỏ đặc điểm môi trường trầm tích khu vực.

2. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Vùng biển ven bờ Móng Cái có ranh giới ở phía Bắc là đất liền thuộc thành phố Móng Cái, phía Nam tiếp giáp với Vịnh Bắc Bộ, phía Tây nằm trong vịnh Hà Cối, phía Đông giáp với cửa sông Ka Long và giáp với đường biên giới giữa Việt Nam và Trung Quốc. Sông Ka Long có chiều dài 65 km với diện tích lưu vực 773 km², chạy dọc biên giới Việt Nam – Trung Quốc, khi vào đến Việt Nam rẽ thành 2 nhánh với 1 nhánh chảy ra khu vực Mũi Ngọc ở cuối bán đảo Trà Cổ, cửa sông chính là ở giáp biên giới Việt Nam và Trung Quốc. Lưu lượng nước dao động từ 3,5 - 4 090 m³/s, trung bình 55,6 m³/s, hằng năm chảy ra biển khoảng 1,7 tỷ khối nước, tập trung vào tháng 7 – 9 [11]. Ven biển Móng Cái có chế độ thủy triều là nhật triều không đều, số giờ triều lên lớn hơn số giờ triều xuống, biên độ dao động lớn nhất là 4,67 m [12].

Theo Niên giám Thống kê tỉnh Quảng Ninh năm 2018 [13], thành phố Móng Cái có diện tích 51959 ha trong đó đất nông nghiệp khoảng 6257 ha, đất lâm nghiệp 27199 ha, đất chuyên dụng 2295 ha và đất ở 638 ha tương ứng với tỷ lệ phần trăm lần lượt là 12%, 52,3%, 4,4% và 1,2%. Nhiệt độ không khí trung bình các tháng dao động từ 16,5 °C - 29,4 °C, nhiệt độ thấp vào tháng 3, tháng 2 và tháng 1, cao vào tháng 5 đến tháng 9. Lượng mưa trung bình hằng tháng dao động từ 5,2 tới 844,7 mm, thấp vào tháng 1-3 và tháng 10 – 12, cao vào tháng 5-9, tổng lượng mưa cả năm 2 306,1 mm. Độ ẩm không khí dao động 75 – 88%, thấp vào tháng 2, 10, 12 và cao trong tháng 3-9. Dân số của thành phố Móng Cái là 103,8 nghìn người, mật độ dân số 199,8 người/km² [13].

Vùng biển ven bờ Móng Cái từ đường bờ về phía biển phân bố các dạng địa hình gồm bãi

biển, bãi triều, lạch triều và đường đẳng sâu 5 m và 10 m. Bãi biển phân bố ở bán đảo Trà Cỏ và đảo Vĩnh Thực. Bãi triều phân bố diện tích khá rộng ở vịnh Hà Cối và diện tích ít hơn ở cửa sông Ka Long. Các lạch triều kéo dài dạng tuyến có hướng Bắc - Nam và Đông - Tây ở độ sâu 5 m và 10 m. Đường đẳng sâu 5 m phân bố song song với bờ và gần bờ, đường đẳng sâu 10 m phân bố song song với bờ và khá xa bờ (Hình 1).

3. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu

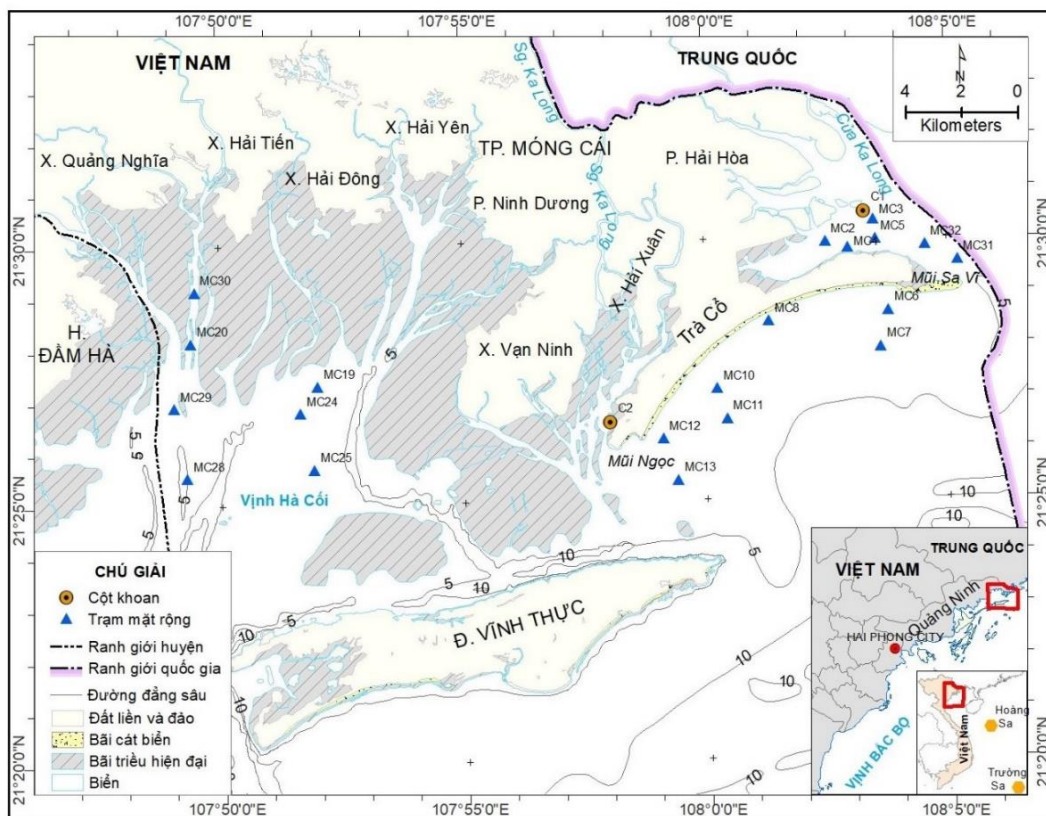
Trong tháng 3 năm 2020, tiến hành khảo sát 22 trạm, gồm 20 trạm mặt rộng thu mẫu nước và trầm tích (Hình 1) và 2 trạm thu 2 cột mẫu trầm tích. Các mẫu trầm tích được thu, bảo quản và phân tích theo các phương pháp sau:

Phương pháp lấy mẫu:

- Trầm tích tầng mặt thu bằng cốc Petersen kích thước 22,5 cm x 22,5 cm, sử dụng thìa nhựa thu ở 0-10 cm, trộn đều và đựng trong ống nhựa PP có nắp đã được làm sạch bằng axit HNO_3 10%. Cột mẫu trầm tích thu bằng khoan tay piston với ống thủy tinh hữu cơ đường kính 60 mm, sau khi thu mẫu sử dụng piston đẩy mẫu ra khỏi ống và cắt theo từng lát, từ 0-20 cm cắt dày 2 cm, từ 20-50 cm cắt dày 3 cm, từ 50 cm đến cuối cột mẫu cắt dày 4 cm.

Phương pháp đo nhanh các thông số nước và trầm tích:

Các máy được hiệu chỉnh và kiểm tra trước khi đo, pH và Eh trầm tích đo trực tiếp bằng máy pH 110 Oakton, pH nước biển đo bằng máy pH Mi105 (Rumani), độ muối (S‰) đo bằng khúc xạ kế Atago (Nhật), DO sử dụng máy đo YSI 550A (Mỹ).



Hình 1. Sơ đồ thu mẫu trầm tích và nước ven biển Thành phố Móng Cái.

Phương pháp phân tích thành phần cấp hạt:

Trong phòng thí nghiệm, mẫu trầm tích được hong khô ở 16 °C trong phòng điều hòa, sau đó đem phân tích thành phần cấp hạt, đồng vị phóng xạ ^{210}Pb và ^{226}Ra . Thành phần cấp hạt trầm tích được phân tích bằng rây và pipet. Lấy 20 g mẫu khô, thêm 100 ml nước cất vào mẫu sau đó cho 20-30 ml H_2O_2 30% để qua đêm loại bỏ vật chất hữu cơ, sử dụng rây 63 μm và nước cất để sàng ướt, rửa mặn và loại bỏ H_2O_2 dư. Phần cấp hạt lớn 63 μm nằm trên rây được sấy khô và rây trên các rây có kích thước khác nhau; phần cấp hạt nhỏ hơn rây 63 μm đọi lắng hết sau đó sử dụng ống xiphông hút bớt nước ra, tiếp đó thêm 1 ml NaOH 10% [14], để mẫu bình rung siêu âm 10 phút cho các hạt tách rời, sau đó cố định đến 1000 ml bằng nước cất 2 lần rồi đem phân tích bằng pipet. Hàm lượng phần trăm từng cấp hạt được tính sau đó tính toán trên phần mềm GRADISTAT [15], tên trầm tích theo thang phân loại Wentworth [16], các thông số của trầm tích như đường kính trầm tích (M_d), độ chọn lọc (S_0), độ lệch (S_k) tính toán theo Folk [17], ý nghĩa và các mức của các thông số trầm tích này được sử dụng để đánh giá điều kiện động lực môi trường.

Phương pháp xác định đồng vị phóng xạ:

Các đồng vị phóng xạ ^{210}Pb và ^{226}Ra trong mẫu trầm tích được phân tích tại Viện Nghiên cứu hạt nhân Đà Lạt. Tổng số 80 mẫu đồng vị phóng xạ gồm 40 mẫu ^{210}Pb và 40 mẫu ^{226}Ra , cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long (C1) có 40 mẫu (20 mẫu ^{210}Pb , 20 mẫu ^{226}Ra) từ độ sâu 0-50 cm, cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc (C2) có 40 mẫu (20 mẫu ^{210}Pb , 20 mẫu ^{226}Ra) được xác định dựa trên phương pháp sau:

Đồng vị ^{210}Pb được xác định thông qua con cháu của nó là ^{210}Po bằng phương pháp tách hóa phóng xạ và đo trên hệ phổ kế alpha. Mẫu được phân hủy hoàn toàn bằng phương pháp ướt với các axit HNO_3 và HF . Mẫu sau khi phân hủy được hòa tan trong dung dịch HCl 5M.

^{210}Po trong dung dịch mẫu được chiết bởi dung dịch Diethyl ammonium diethyl dithiocarbamate trong dung môi Chloroform.

^{210}Po được điện phân tự phát trên bề mặt đĩa bạc trong môi trường HCl 0,5 M, sau đó đem đo trên hệ phổ kế alpha để xác định hoạt độ phóng xạ của ^{210}Po . Nhiệt độ luôn được kiểm soát ở mức nhỏ hơn 80 °C trong toàn bộ quá trình phân tích ^{210}Po [18]. Hiệu suất tách hoá dựa trên chuẩn nội ^{209}Po , với giá trị trung bình khoảng 95%.

Đồng vị ^{226}Ra được đo trực tiếp trên hệ phổ kế gamma phòng thấp.

Phương pháp tính tuổi trầm tích:

Có nhiều mô hình tính tuổi trầm tích nhưng mô hình CIC và CRS được sử dụng rộng rãi. Mô hình CIC có thể bị sai số lớn khi có sự xáo trộn trầm tích ở tầng mặt, mô hình CRS có thể bị sai số lớn hoặc cho kết quả vô nghĩa nếu thiếu tính liên tục dữ liệu ^{210}Pb và ^{226}Ra trong cột mẫu trầm tích. Để khắc phục nhược điểm của mô hình CIC, các nhà nghiên cứu trên thế giới đã phải phân tích liên tục ^{210}Pb và ^{226}Ra trong các lớp trầm tích và sử dụng mô hình CRS để đạt được kết quả tốt hơn, tuy nhiên để tính được mô hình này phải phân tích nhiều mẫu hơn và tốn kém hơn. Mô hình tính tuổi trầm tích CRS hiện nay được sử dụng rộng rãi trên thế giới.

Tổng hoạt độ phóng xạ ^{210}Pb trong trầm tích có hai nguồn gốc, một nguồn đến từ chuỗi phóng xạ ^{238}U mà đồng vị mẹ của nó là ^{226}Ra có trong vỏ Trái Đất sinh ra và nguồn hoạt độ ^{210}Pb còn lại đến từ sự rơi lắng trực tiếp từ không khí ($^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$). Để định tuổi trầm tích thì phải tính được $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$, để loại bỏ nguồn ^{210}Pb do phân rã đến từ vỏ Trái Đất người ta tính hoạt độ chì dư ($^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$) = $^{210}\text{Pb}_{\text{tổng số}}$ - ^{226}Ra , kết quả lượng $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$ được sử dụng để tính tuổi bằng mô hình CRS.

Mô hình CRS được Krishnaswami đề xuất [19], sau này Appleby [20] và Robbins [21] phát triển mô hình và sửa chữa đến nay được sử dụng rộng rãi để tính tuổi trầm tích (1).

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln\left(\frac{A(0)}{A(x)}\right) \quad (1)$$

Trong đó:

t: thời gian (năm), λ là hằng số = 0,031.

A(0) tổng lượng chì dư trong toàn bộ cột mẫu trầm tích ($^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$).

$A(x)$ là lượng chi dư tích lũy đến độ sâu x trong cột mẫu trầm tích.

Theo đó, tốc độ lắng đọng trầm tích (vh) được tính theo công thức (2) trong đó vh - tốc độ lắng đọng trầm tích (cm/năm); l - bề dày lát cắt; t_n và t_{n-1} - là thời gian lần lượt được tính theo (1)

$$vh = \frac{l}{t_n - t_{n-1}} \quad (2)$$

Phương pháp phân tích thống kê:

Phân tích gom cụm (cluster) được thực hiện dựa trên kết quả kết quả phân tích tham số trầm tích (M_d , S_0 , S_k , pH_{TT} , Eh) và nước biển (pH_N , DO , độ muối). Gom cụm là kỹ thuật phân tích đa biến được sử dụng để gộp các thông số, các trạm có tính chất giống nhau dựa trên hệ số tương quan. Mục đích của kỹ thuật gom cụm là tìm ra các nhóm, trong mỗi nhóm giá trị các thông số giống nhau, tìm ra sự khác nhau giữa các nhóm. Dựa trên sự khác nhau giữa các nhóm để đánh giá điều kiện động lực môi trường trầm tích ở vùng biển ven bờ Móng Cái. Kỹ thuật này được thực hiện khi sử dụng phần mềm Origin Pro. 9.1.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Đặc điểm hóa lý của nước biển

pH của nước biển dao động 7,74 - 8,47 và trung bình 8,20 (Bảng 1). Nhìn chung pH thay đổi giữa các trạm đo, tại các vị trí gần cửa sông hoặc trong vịnh chịu ảnh hưởng của sông và lục địa thì giá trị $pH \leq 8,2$ (MC2, MC3, MC4, MC5, MC19, MC20, MC24, MC25, MC28, MC29, MC30, MC31, MC32), các điểm còn lại ít ảnh hưởng của nước lục địa hơn thì giá trị $pH > 8,2$ (MC6, MC7, MC8, MC10, MC11, MC13). Tại tất cả các vị trí, giá trị pH nước biển đều nằm trong ngưỡng quy chuẩn QCVN08:2015 [22] của Việt Nam (6,5 – 8,5).

DO trong nước biển ven bờ có hàm lượng dao động 5,80 - 6,78 mg/L, trung bình 6,20 mg/L (Bảng 1). Tại các điểm gần cửa sông và trong vịnh thì $DO < 6,2$ mg/L (MC2, MC3, MC4, MC5, MC19, MC20, MC24, MC25, MC28, MC29, MC30, MC31, MC32), tại các vị trí xa cửa sông và xa lục địa hàm lượng $DO > 6,2$ mg/L (MC6, MC7, MC8, MC10, MC11, MC12, MC13), so với QCVN08:2015 [22] (> 4 mg/L) thì DO trong nước đáp ứng QCVN08:2015.

Bảng 1. Một số thông số hóa lý của nước biển và trầm tích biển ven bờ Móng Cái

Giá trị	Nước			Trầm tích	
	pH_N	DO (mg/L)	Độ muối (‰)	pH_{TT}	Eh (mV)
Nhỏ nhất	7,74	5,80	21	6,70	-105,30
Lớn nhất	8,47	6,78	32	7,67	-52,20
Trung bình	8,20	6,20	28	6,95	-68,11
Độ lệch	0,21	0,32	3	0,21	11,38
QCVN08: 2015	6,5-8,5	$> 4,0$	-	-	-

Độ muối nước biển ven bờ dao động từ 21 – 32‰, trung bình 28‰ (Bảng 1). Tại những trạm chịu ảnh hưởng nhiều từ lục địa biểu hiện bằng độ muối ≤ 26 ‰ phân bố ở cửa sông Ka Long (MC2, MC3, MC4, MC5, MC30, MC32), những trạm ít chịu ảnh hưởng từ lục địa hơn thì độ muối dao động 27 - 29‰ phân bố ở trong vịnh Hà Cối (MC19, MC20, MC24, MC25, MC28, MC29, MC31) và các trạm chịu ảnh hưởng nhiều của biển thì độ muối > 30 ‰ phân bố ở trước bán đảo Trà Cổ (MC6 - MC13).

4.2. Đặc điểm môi trường trầm tích

4.2.1. pH trầm tích

pH trầm tích dao động từ 6,70 – 7,67 và trung bình 6,95 (Bảng 1). Nhìn chung giá trị pH trầm tích thấp hơn pH nước, các trạm gần cửa sông Ka Long, gần bờ và trong vịnh Hà Cối thì $pH < 7$ (MC2, MC3, MC5, MC6, MC10, MC19, MC20, MC24, MC25, MC28, MC29, MC30, MC32), những trạm xa cửa sông Ka Long phân bố phía

trước bán đảo Trà Cô giá trị pH > 7 (MC7, MC8, MC11, MC13, MC31).

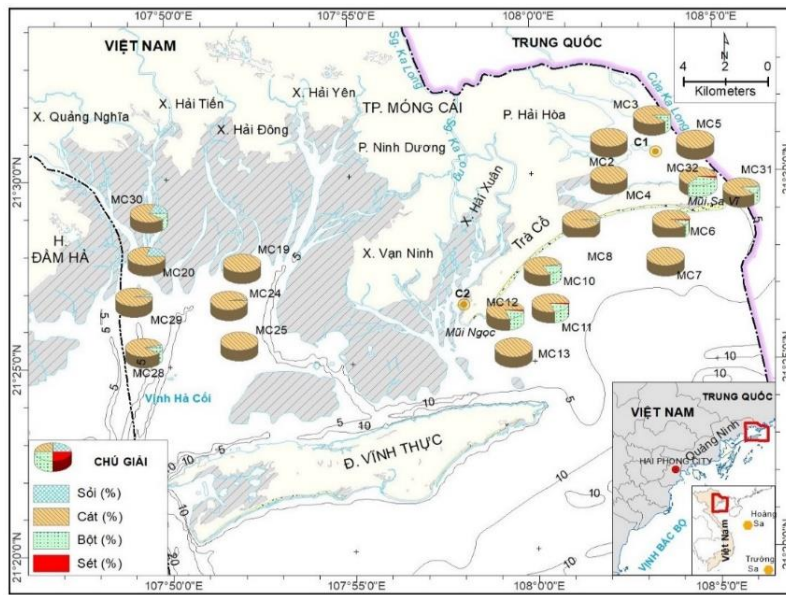
4.2.2. Eh trầm tích

Thế năng ôxi hóa khử (Eh) của trầm tích dao động từ -105,30 đến -52,20 mV, trung bình -68,11 mV (Bảng 1). Ở những trạm ven bờ gần cửa sông Ka Long và vịnh Hà Cối có giá trị Eh > -72 mV (MC2, MC3, MC4, MC5, MC6, MC10, MC12, MC19, MC20, MC24, MC25,

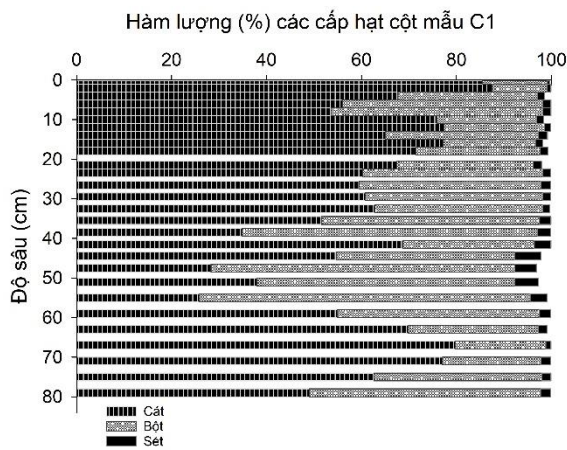
MC28, MC29, MC30, MC32), những trạm xa bờ hơn (MC8, MC11, MC13, MC31) có giá trị Eh < -72 mV thể hiện môi trường khử nhiều hơn so với trạm ven bờ.

4.2.3. Phân bố thành phần cấp hạt trầm tích

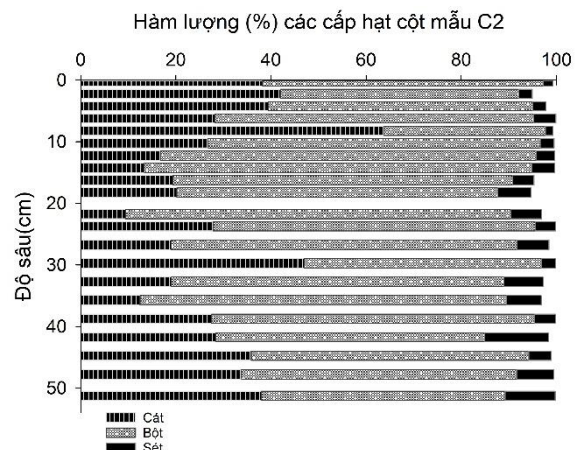
Trầm tích ở biển ven bờ Móng Cái có 6 loại là cát thô, cát trung, cát mịn, cát rất mịn, bột rất thô và bột thô.



a



b



c

Hình 2. Sơ đồ phân bố các cấp hạt trầm tích biển ven bờ Móng Cái (a-tầng mặt, b-cột mẫu C1, c-cột mẫu C2).

Cát thô ($M_d = 0,523 - 0,547$ mm)

Cát thô ít phổ biến chiếm 10%, chỉ duy nhất gặp ở tầng mặt khu vực vịnh Hà Cối (MC 20, MC30), không gặp trong cột mẫu trầm tích. Các cấp hạt sỏi dao động 17,20 - 20,48%, cát dao động 73,13 - 79,52%, bột dao động 0,0 - 9,07% và sét dao động 0,0 - 0,56% (Hình 2a). Độ chọn lọc (S_0) dao động 3,77 - 4,42 ứng với chọn lọc rất kém và độ lệch (S_k) dao động 0,29 - 0,34 thể hiện cấp hạt nghiêng về hạt thô.

Cát trung ($M_d = 0,324 - 0,417$ mm)

Cát trung chiếm 15% mẫu, phân bố ở vị trí có yếu tố động lực mạnh (MC31, MC13, MC29). Sỏi dao động 0 - 4,4%, cát dao động 88,2 - 100,0%, bột dao động từ 0 - 9,9%, sét dao động 0 - 0,6% (Hình 2a). S_0 dao động từ 1,7 - 2,8 và trung bình 2,3 phản ánh chọn lọc trung bình đến kém, S_k dao động (-0,1) - 0,1 phân bố cấp hạt thể hiện đối xứng.

Cát mịn ($M_d = 0,129 - 0,246$ mm)

Cát mịn xuất hiện trong cả tầng mặt và 2 cột mẫu trầm tích. Ở tầng mặt cát mịn phổ biến nhất chiếm 45% phân bố ở cửa sông Ka Long, vịnh Hà Cối và một phần trước mặt bán đảo Trà Cổ. Sỏi dao động 0 - 3,6%, cát dao động 80,8 - 100,0%, bột dao động 0,0 - 15,7%, sét dao động 0,0 - 1,4% (Hình 2a). S_0 dao động 1,6 - 2,9, trung bình 2,0 ứng với chọn lọc trung bình đến kém. S_k dao động từ (-0,2) - 0,5, trung bình 0,1 phản ánh cấp hạt nghiêng về hạt mịn đến rất thô.

Trong cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long, cát mịn phân bố ở độ sâu 62 - 70 cm chiếm tỷ lệ 7%. Các cấp hạt có cát dao động 69,8 - 79,8%, bột dao động 19,0 - 27,5%, sét dao động 1,2 - 1,8% (Hình 2b). S_0 dao động 3,037 - 3,504, trung bình 3,30 tương ứng với độ chọn lọc kém, S_k dao động từ (-0,304) - (-0,319), trung bình (-0,3) tương ứng với cấp hạt nghiêng về hạt rất mịn đến mịn. Trong cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc, cát mịn chỉ phân bố ở độ sâu 8 - 10 cm chiếm tỷ lệ 5%. Các cấp hạt có cát 63,7%, bột 34%, sét 1% (Hình 2c), S_0 là 3,756 ứng với chọn lọc kém, S_k là -0,237 ứng với cấp hạt nghiêng về hạt mịn.

Cát rất mịn ($M_d = 0,063 - 0,121$ mm)

Cát rất mịn phổ biến trong trầm tích tầng mặt và trong cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long, ít hơn trong cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc. Cát rất mịn chiếm 6/20 mẫu (30%) ở tầng mặt, phân bố gần mũi Sa Vĩ (MC6, MC7, MC8, MC32), gần cửa sông Ka Long và trước mặt bán đảo Trà Cổ (MC11, MC12). Các cấp hạt gồm sỏi dao động 0,0 - 0,5%, cát dao động 63,0 - 100%, bột dao động 0 - 34,6%, sét dao động 0 - 1,7% (Hình 2a). S_0 dao động 1,4 - 2,6 tương ứng với chọn lọc tốt đến kém, S_k dao động -0,2 - 0,4 ứng với cấp hạt nghiêng về hạt mịn đến hạt thô.

Ở cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long (C1), cát rất mịn chiếm tỷ lệ cao nhất trong số các loại trầm tích với 72%, phân bố từ độ sâu 0-38 cm, 58 - 62 cm, 70 - 83 cm. Các cấp hạt gồm cát dao động từ 49,0 - 87,6%, bột dao động từ 11,4 - 48,7%, sét dao động từ 0,6 - 2,4% (Hình 2b). S_0 dao động từ 1,8 - 3,6 ứng với chọn lọc trung bình đến kém, S_k dao động từ (-0,1) - 0,3 ứng với cấp hạt nghiêng về đối xứng đến hạt thô. Ở cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc (C2), cát rất mịn phân bố ở độ sâu 4 - 6 cm và 29 - 32 cm chiếm 10%. Trong đó cát dao động 39,4 - 47,0%, bột dao động 49,9 - 55,7%, sét dao động 2,7 - 3,0% (Hình 2c). S_0 dao động 3,279 - 3,764 tương ứng với độ chọn lọc kém, S_k dao động 0,224 - 0,434 ứng với cấp hạt nghiêng về phía hạt thô đến rất thô.

Bột rất thô ($M_d = 0,033 - 0,062$ mm)

Bột rất thô chỉ gặp trong cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long (C1), chiếm 21% và phân bố ở giữa cột mẫu từ 38 - 58 cm. Các cấp hạt gồm cát dao động 25,80 - 68,74%, bột dao động 27,69 - 69,67%, sét dao động 2,81 - 5,50% (Hình 2b). S_0 dao động từ 2,47 - 3,12 tương ứng với độ chọn lọc kém. S_k dao động - 0,47 - 0,32 tương ứng với cấp hạt nghiêng về hạt rất mịn đến hạt rất thô.

Trong cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc (C2), bột rất thô chiếm 45% phân bố xen kẽ trong cột mẫu ở 3 tầng là tầng mặt (0 - 4 cm, 6 - 8 cm, 10 - 12 cm), tầng giữa (23 - 26 cm) và tầng đáy (38 - 50cm). Các cấp hạt gồm cát dao động 26,76 - 42,01%, bột dao động 50,06 - 69,84%, sét dao động 2,06 - 13,41% (Hình 2c). S_0 dao động 2,09 - 6,04 ứng với chọn lọc kém đến rất kém, S_k dao

động -0,048 – 0,444 ứng với cấp hạt nghiêng về đối xứng đến hạt rất thô.

Bột thô (Md = 0,016 - 0,031 mm)

Bột thô chỉ có mặt trong cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc (C2) chiếm 40%, phân bố ở giữa và gần cuối cột mẫu (12 – 23 cm, 26 - 29 cm, 32 - 38 cm). Các cấp hạt gồm cát dao động 9,45 – 20,20%, bột dao động 67,45 - 81,55%, sét dao động 3,95 - 8,23% (Hình 2c). S₀ dao động 2,190 – 3,789 tương ứng với chọn lọc kém, S_k dao động - 0,264 – 0,307 ứng với cấp hạt nghiêng về hạt mịn đến hạt thô.

4.3. Tốc độ lắng đọng trầm tích

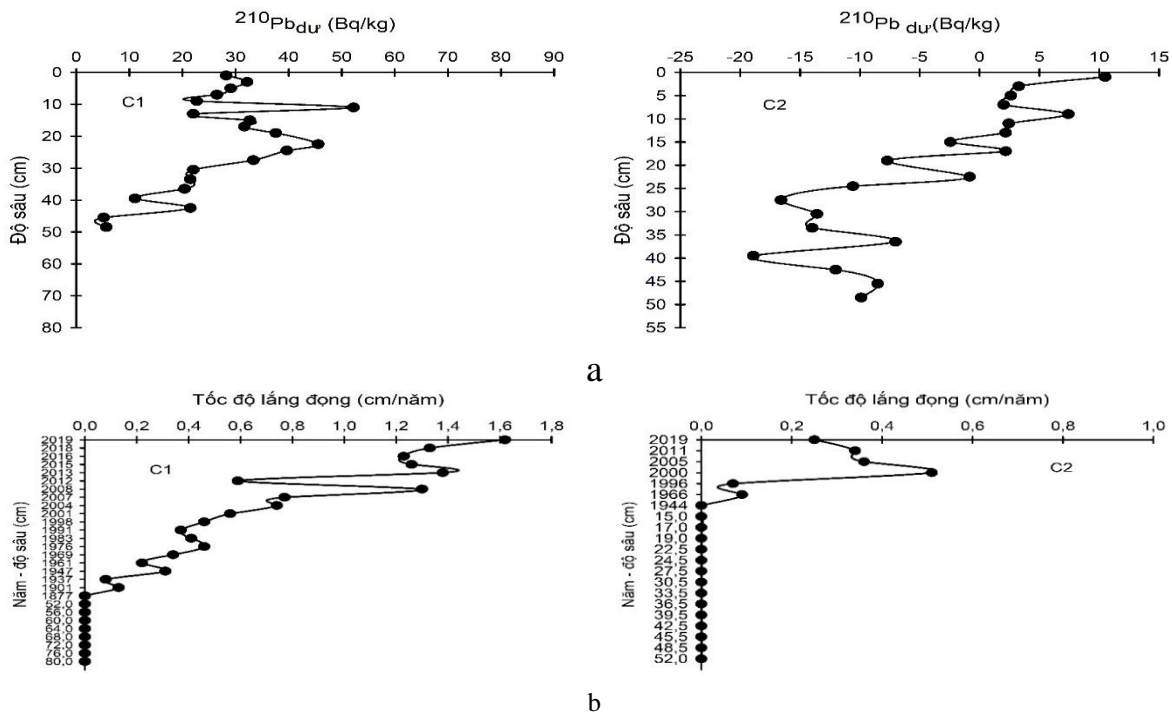
Trong cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long (C1), hoạt độ ²¹⁰Pb_{dur} dao động 5,18 – 52,24 Bq/kg (Hình 3a). Sự biến động hoạt độ ²¹⁰Pb_{dur} trong cột mẫu do sự thay đổi môi trường trầm tích dẫn đến thay đổi hoạt độ ²¹⁰Pb_{dur}, trong khoảng độ sâu từ 0 - 50 cm đến mặt đều thể hiện quá trình bồi tụ (²¹⁰Pb_{dur} > 0). Tuổi trầm tích cột mẫu tính từ độ sâu 0 đến 50 cm từ năm 1877 đến

năm 2019 (142 năm), tốc độ lắng đọng trầm tích dao động từ 0,08 - 1,62 cm/năm, trung bình 0,71 cm/năm (Hình 3b). Tốc độ lắng đọng trầm tích có thể chia 3 thời kỳ khác nhau:

- Thời kỳ đầu tiên từ độ sâu 52 – 80 cm không xác định được tuổi trầm tích và tốc độ lắng đọng trầm tích bởi ngoài hiệu quả tuổi ²¹⁰Pb (thời gian hiệu quả ²¹⁰Pb < 150 năm). Cấp hạt chiếm chủ yếu là cát mịn và cát rất mịn chiếm ưu thế, trầm tích chọn lọc kém và cấp hạt nghiêng về hạt thô, đối xứng, hạt mịn, hạt rất mịn.

- Thời kỳ giữa từ độ sâu 38 - 52 cm (1947 - 1877) tốc độ lắng đọng trầm tích đã tăng dần từ 0,08 đến 0,31 cm/năm. Thời kỳ này lắng đọng bột rất thô, trầm tích chọn lọc kém, cấp hạt nghiêng về hạt rất mịn, đối xứng và hạt rất thô.

- Thời kỳ cuối từ độ sâu 0 - 38 cm (2019-1961) tốc độ lắng đọng trầm tích liên tục tăng lên từ 0,34 đến 1,62 cm/năm (Hình 3b). Thời kỳ này lắng đọng cát rất mịn chiếm tuyệt đối, trầm tích chọn lọc kém đến trung bình, cấp hạt nghiêng về đối xứng, hạt nhỏ và hạt thô.



Hình 3. Hoạt độ phóng xạ ²¹⁰Pb_{dur} (a) và tốc độ lắng đọng trầm tích (b).

Trong cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc (C2), hoạt độ $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$ dao động từ 2,02 – 10,51 Bq/kg (Hình 3a), các giá trị $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$ mang giá trị âm không có giá trị tính tuổi trầm tích phân bố từ 14 – 50 cm. Thay đổi của hoạt độ $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$ có giá trị âm đến dương phản ánh quá trình tích tụ (+) và quá trình xói mòn (-), từ 0 – 14 cm phản ánh thời gian tích tụ trầm tích, từ 14 – 50 cm phản ánh thời kỳ xói mòn. Tuổi trong cột mẫu trầm tích tính từ độ sâu 0 - 14 cm là 75 năm (1944 - 2019), tốc độ lắng đọng trầm tích dao động từ 0,07 - 0,51 cm/năm, trung bình 0,27 cm/năm. Tại độ sâu cột mẫu 14 - 50 cm hoạt độ $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}} < 0$ phản ánh giai đoạn không có lắng đọng trầm tích hoặc do xói mòn diễn ra. Dựa vào giá trị hoạt độ $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$ và tốc độ lắng đọng trầm tích, cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc có thể chia thành 3 thời kỳ khác nhau:

- Thời kỳ đầu từ độ sâu 40 – 52 cm không quan sát được tốc độ lắng đọng trầm tích bởi hoạt độ $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}} < 0$ (Hình 3a), tích tụ bột rất thô, chọn lọc rất kém và cấp hạt nghiêng về đối xứng, hạt thô và rất thô.

- Thời kỳ giữa từ độ sâu 12 - 40 cm ứng với xói mòn từ độ sâu 14 - 40 cm và bắt đầu quan sát lắng đọng trầm tích 12 - 14 cm ứng với khoảng

thời gian trước đó đến năm 1944 (12 – 14 cm) tốc độ lắng đọng 0,09 cm/năm. Tích tụ bột thô, ngoài ra còn quan sát thấy cát rất mịn và bột rất thô nhưng ít, chọn lọc kém, cấp hạt nghiêng về hạt mịn, đối xứng, hạt thô và rất thô.

- Thời kỳ cuối bắt đầu từ độ sâu 0 - 12 cm (2019 - 1966) tốc độ lắng đọng trầm tích tăng cao dần từ 0,07 cm/năm đến 0,51 cm/năm (Hình 3b), tích tụ bột rất thô, cát mịn, cát rất mịn, trầm tích chọn lọc kém và rất kém, cấp hạt nghiêng về rất mịn, thô và rất thô.

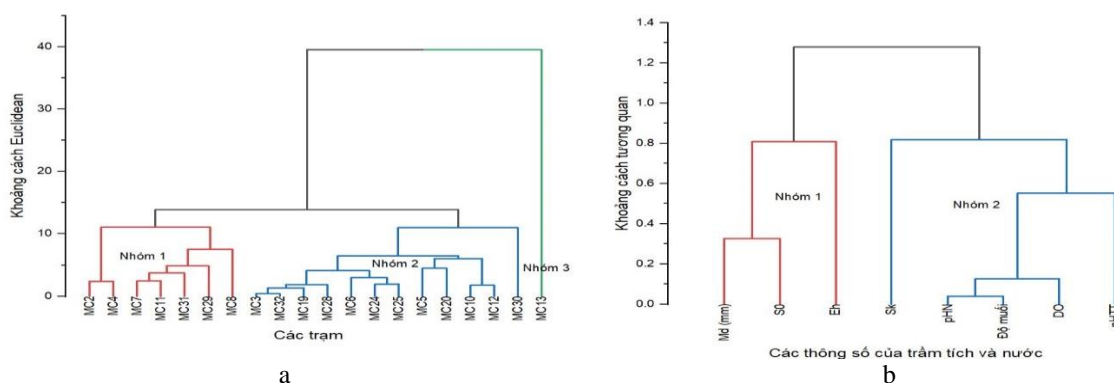
4.4. Động lực môi trường trầm tích tầng mặt

Động lực trầm tích biển ven bờ Móng Cái phân chia dựa trên cơ sở phân nhóm (cluster) môi trường của 20 trạm với 8 thông số trầm tích và nước, phân thành 3 nhóm môi trường khác nhau bởi các đặc trưng cơ bản của nước biển và trầm tích biển ven bờ (Bảng 2, Hình 4).

- Nhóm 1 có 7/20 trạm, phân bố chủ yếu ở vùng cửa sông Ka Long và trước bán đảo Trà Cổ, có độ muối phản ánh giao thoa giữa nước lục địa và nước biển, pH trầm tích > 7, cát mịn thống trị, độ chọn lọc trung bình, chịu tác động nhiều từ biển.

Bảng 2. Giá trị trung bình các thông số nước và trầm tích tầng mặt trong mỗi nhóm

Nhóm	Số trạm	Trầm tích					Nước			
		Md (mm)	S ₀	S _k	pH _{TT}	Eh (mV)	pH _N	DO (mg/L)	Độ muối (‰)	
1	7	0,212	1,933	0,081	7,05	-74,19	8,15	6,24	27,71	
2	12	0,219	2,461	0,128	6,83	-61,47	8,13	6,13	27,92	
3	1	0,372	1,667	-0,020	7,67	-105,30	8,47	6,74	32,00	



Hình 4. Sơ đồ các nhóm môi trường trầm tích ven bờ Móng Cái (a - nhóm các trạm, b - nhóm các thông số)

- Nhóm 2 có 12/20 trạm, phân bố ở vịnh Hà Cối, trước bán đảo Trà Cổ và cửa sông Ka Long, đặc trưng bởi tác động của biển thấp hơn so với nhóm 1, pH nước biển thấp, pH trầm tích thấp hơn nhóm 1, đường kính cát mịn trong nhóm này lớn hơn nhóm 1 và độ chọn lọc kém trầm tích kém, chịu tác động của lục địa và biển nhưng tác động của lục địa nhiều hơn biển.

- Nhóm 3 chỉ có 1/20 trạm phân bố ở Mũi Ngọc cách xa sông Ka Long, chịu tác động của biển nhiều, giá trị pH, độ muối và DO cao, độ chọn lọc trung bình.

Mỗi nhóm môi trường trầm tích đặc trưng bởi phân bố địa lý, tác nhân môi trường như sóng, thủy triều, dòng chảy, thành phần nước biển và nước sông tạo nên nét riêng biệt giữa các nhóm. Cả nhóm 1 và nhóm 2 đều chịu tác động của lục địa và biển nhưng động lực của biển tác động lên nhóm 1 nhiều hơn nhóm 2. Nhóm 3 ở vị trí ít chịu ảnh hưởng sông nhất, nên thể hiện môi trường biển rõ nhất (Bảng 2). Nhóm 1 và nhóm 3 phân bố ở cửa sông Ka Long và trước bán đảo Trà Cổ chịu tác động của biển nhiều hơn do trực tiếp tương tác qua lại với biển do vậy trầm tích chọn lọc trung bình, môi trường biển cũng thể hiện qua pH nước biển, pH trầm tích và DO cao hơn so với nhóm 2. Nhóm 2 được đảo Vĩnh Thực và bán đảo Trà Cổ chắn đã làm giảm tác động từ biển như sóng và thủy triều nên thành tạo trong môi trường yên tĩnh hơn, trầm tích chọn lọc kém ($S_0 > 2$), pH nước, pH trầm tích, DO chịu ảnh hưởng từ lục địa nhiều hơn nên có giá trị thấp hơn giá trị của nhóm 1 và 3.

Dựa vào tổ hợp các thông số trầm tích biển và nước biển có 2 nhóm môi trường bao gồm nhóm 1 ứng với động lực biển (M_d , S_0 , E_h), nhóm 2 ứng với động lực liên quan đến tương tác lục địa biển (S_k , DO, độ muối, pH nước và pH trầm tích). Độ muối và DO cùng nhóm thể hiện mối quan hệ đồng biến, quan hệ này liên quan đến do quá trình sinh học ở biển ven bờ, chịu ảnh hưởng khối nước lục địa do vậy độ muối tăng lên khi thủy triều dâng cao cùng với quá trình quang hợp của thực vật phù du trong nước biển diễn ra vào ban ngày dẫn đến tăng hàm lượng DO tăng cùng với tăng lên của độ mặn.

4.5. Động lực trầm tích trong 2 cột trầm tích

Trong cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long (C1) và cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc (C2), dựa vào thành phần trầm tích, tuổi, tốc độ lắng đọng trầm tích, tại mỗi cột có thể hiểu được quá trình lắng đọng trầm tích khác nhau ở mỗi vị trí.

Ở cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long tốc độ lắng đọng trầm tích lớn hơn ở cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc do khác nhau về nguồn cung cấp trầm tích, vị trí, chế độ động lực của môi trường. Ở vị trí cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long (C1) có chế độ động lực môi trường mạnh hơn so với ở cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc (C2) thể hiện bằng lắng đọng cát mịn và bột rất thô chiếm chủ yếu, trong khi ở cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc lắng đọng bột thô và bột rất thô chiếm ưu thế, vị trí cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long (C1) chịu ảnh hưởng nhiều khi gió mùa Đông Bắc và ít hơn khi về gió mùa Tây Nam, vị trí cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc (C2) khá yên tĩnh và ít chịu ảnh hưởng do được đảo Vĩnh Thực và bán đảo Trà Cổ che chắn. Vị trí cột mẫu trầm tích cửa sông Ka Long nằm trong cửa sông chính Ka Long nên nhận nhiều nguồn bồi tích từ sông mang ra trong khi vị trí cột mẫu trầm tích ở Mũi Ngọc (C2) nhận được ít nguồn bồi tích từ sông Ka Long (C1).

Tốc độ lắng đọng trầm tích ở vùng biển ven bờ Móng Cái nhìn chung thấp hơn một số thủy vực khác ở miền Bắc, miền Trung Việt Nam (Bảng 3). Sự khác nhau này do nguồn cung cấp trầm tích, động lực môi trường trầm tích (sóng, thủy triều, dòng chảy,...) dẫn đến khác nhau về tốc độ lắng đọng.

So với khu vực Tiên Yên – Đông Rui [23], vùng biển ven bờ Móng Cái có tốc độ lắng đọng trầm tích thấp hơn, diện tích lưu vực của sông Tiên Yên (1070 km²) lớn hơn so với sông Ka Long (773 km²) [11], với diện tích lưu vực lớn hơn nên khả năng bào mòn và cung cấp trầm tích cho vùng ven biển Tiên Yên – Đông Rui nhiều hơn. Hơn nữa vùng ven biển Tiên Yên – Đông Rui được chắn bởi các đảo nên động lực môi trường biển như sóng và dòng chảy đã giảm đi, chỉ còn tác động của thủy triều và tác động từ sông.

Bảng 3. Tốc độ lắng đọng trầm tích ở biển ven bờ Móng Cái và các vùng khác

Khu vực	Tốc độ (cm/năm)*	Mô hình sử dụng	Nguồn
Cửa sông Ka Long (C1)	0,08 - 1,62 (0,71)	CRS	Nghiên cứu này
Mũi Ngọc (C2)	0,07 - 0,51 (0,27)	CRS	Nghiên cứu này
Tiên Yên - Đồng Rui	0,11 - 1,31 (0,82)	CRS	[23]
Hạ Long-Bái Tử Long	0,02 - 1,56 (0,25)	CRS	[11]
Cửa Bạch Đằng	0,69 - 0,82 (0,76)	CIC	[10]
Cửa Ba Lạt	0,78 - 1,20 (0,99)	CIC	[9]
Đầm phá miền Trung	0,11 - 3,44 (0,61)	CRS	[8]

* nhỏ nhất - lớn nhất (trung bình)

Ở vịnh Hạ Long – Bái Tử Long, tốc độ lắng đọng nhỏ hơn so với biển ven bờ Móng Cái, mặc dù gần với các sông lớn như Bạch Đằng, sông Cẩm, nhưng vịnh Hạ Long ít nhận được nguồn bồi tích từ các sông mà chủ yếu nhận được nguồn bồi tích từ sự bào mòn quanh vịnh kể từ khi hoàn thành đắp đập Hòa Bình [24], các đảo chắn đã ngăn cản các dòng vật chất đi từ bên ngoài vào trong vịnh trong khi biển ven bờ Móng Cái nhận được trực tiếp nguồn cung cấp của sông Ka Long.

So với cửa Bạch Đằng và cửa Ba Lạt thì biển ven bờ Móng Cái có tốc độ lắng đọng trầm tích thấp hơn. Diện tích lưu vực sông của hệ thống sông Hồng là 160.000 km² và hệ thống sông Thái Bình 15.000 km² chảy ra cửa Đáy đến cửa Bạch Đằng [25], trong khi diện tích lưu vực sông Ka Long là 773 km² [11], nguồn cung cấp trầm tích từ bào mòn lưu vực của sông Ka Long nhỏ hơn nên tốc độ lắng đọng trầm tích tại cửa sông Ka Long cũng thấp hơn.

So với đầm phá miền Trung Việt Nam [10] thì tốc độ lắng đọng trầm tích ở biển ven bờ Móng Cái thấp hơn, chưa có tính toán diện tích lưu vực của các sông chảy vào đầm phá nhưng nhìn chung đầm phá có hình thái được che chắn bởi các cồn cát và các doi cát nên kín hơn so với biển ven bờ Móng Cái. Động lực từ biển cũng nhỏ đi bởi các cồn cát và doi cát đã giảm tác động của sóng, dòng chảy từ biển, biên độ dao động thủy triều trong đầm phá miền Trung < 2m thấp hơn so với biển ven bờ Móng Cái (> 4m) [12] nên dù có được cung cấp ít hơn nguồn vật liệu trầm tích từ bào mòn lưu vực thì khả năng giữ lại

trầm tích trong lòng đầm phá tốt hơn so với ven bờ hở như Móng Cái.

5. Kết luận

Biển ven bờ Móng Cái chịu ảnh hưởng của môi trường lục địa, tác động mạnh nhất ở cửa sông Ka Long và vịnh Hà Cối, ít hơn trước bán đảo Trà Cổ. Có 6 loại trầm tích phân bố ở ven bờ là cát thô, cát trung, cát mịn, cát rất mịn, bột rất thô, bột thô. Cát mịn phổ biến ở trầm tích tầng mặt, cát rất mịn phân bố phổ biến trong cột mẫu ở cửa sông Ka Long, bột thô và bột rất thô chiếm tỷ lệ lớn trong cột mẫu ở Mũi Ngọc.

Tốc độ lắng đọng trầm tích ở cửa sông Ka Long dao động từ 0,08 - 1,62 cm/năm, ở gần Mũi Ngọc dao động 0,07 - 0,51 cm/năm. Ba nhóm môi trường trầm tích ở ven bờ Móng Cái có sự khác nhau về động lực, nhóm 1 chịu ảnh hưởng của biển nhiều hơn lục địa phân bố ở vùng cửa sông Ka Long và trước bán đảo Trà Cổ, nhóm 2 ảnh hưởng lục địa nhiều hơn biển phân bố ở vịnh Hà Cối - bán đảo Trà Cổ và cửa sông Ka Long, nhóm 3 ảnh hưởng của biển phân bố ở Mũi Ngọc.

Trong cột mẫu trầm tích môi trường thể hiện 3 thời kỳ khác nhau. Thời kỳ đầu lắng đọng trầm tích cát mịn, cát rất mịn và bột rất thô từ độ sâu 52 – 80 cm ở cửa sông Ka Long và từ 38 – 50 cm ở Mũi Ngọc. Thời kỳ giữa lắng đọng trầm tích bột thô và bột rất thô, từ độ sâu 38 – 52 cm ở cửa sông Ka Long và từ độ sâu 12 – 40 cm ở Mũi Ngọc. Thời kỳ cuối lắng đọng bột rất thô, cát rất

mịn và cát mịn từ độ sâu 0 – 38 cm ở cửa Ka Long và từ độ sâu 0 – 12 cm ở Mũi Ngọc.

Lời cảm ơn

Báo cáo này là kết quả đề tài VAST06.04/20-21, BSTMV.25/15-18. Các tác giả xin chân thành cảm ơn Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã hỗ trợ kinh phí thực hiện nhiệm vụ này, tác giả xin cảm ơn phản biện đã đọc và góp ý cho bài báo.

Tài liệu tham khảo

- [1] H. E. Reineck, I. B. Singh, Depositional Sedimentary Environments With Reference to Terrigenous Clastics, Springer, Berlin Heidelberg, 1980.
- [2] C. T. T. Trang, P. T. Kha, L. V. Nam, N. V. Bach, N. V. Quan, N. T. M. Luu, Coastal Pollution Loads in Mong Cai City, Quang Ninh Province, Vietnameses, Vietnam Journal of Marine Science and Technology, Vol. 19, No. 3A, 2019, pp. 121-130, <https://doi.org/10.15625/1859-3097/19/3A/14297> (in Vietnameses).
- [3] D. H. Nhon, N. T. K. Anh, N. T. M. Luu, N. N. Anh, L. X. Sinh, Heavy Metal in Surface Sediment in the North Coastal Area of Viet Nam Period 1999 - 2009, Marine Environment and Resources, Vol. 15, 2010, pp. 147-160 (in Vietnameses).
- [4] D. H. Nhon, T. D. Thanh, D. V. Huy, P. S. Hai, N. M. Ha, T. D. Lan, D. Xiaoyong, N. D. Ve, Sedimentation Rates and Heavy Metal Concentrations in the Tidal Flats of North Vietnam, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 28, No. 5, 2019, pp. 3721-3733, <https://doi.org/10.15244/pjoes/99107>.
- [5] D. T. Nghi, C. T. T. Trang, L. V. Nam, D. H. Nhon, B. V. Vuong, P. T. Thu, V. D. Vinh, C. V. Thuoc, Monitoring and Analysis Marine Environment in North of Vietnam, Publishing House of Natural Sciences and Technology, Hanoi, 2018 (in Vietnameses).
- [6] T. D. Quy, N. T. Tue, M. T. Nhuan, Spatial Distribution of Trace Elements in Surface Sediments of Tien Yen Bay, Northeast Vietnam, Vietnam Journal of Earth Sciences, Vol. 34, No. 1, 2012, pp. 10-17, <https://doi.org/10.15625/0866-7187/34/1/1047> (in Vietnameses).
- [7] D. H. Nhon, N. N. Anh, N. D. Khang, B. V. Vuong, N. V. Quan, P. S. Hai, Sedimentation in Coastal Lagoons: Tam Giang - Cau Hai, Thi Nai and Nai in the Centre of Viet Nam, VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, Vol. 31, No.3, 2015, pp. 15-25, <https://js.vnu.edu.vn/EES/article/view/268> (in Vietnameses).
- [8] N. T. Tue, T. D. Quy, A. Amano, H. Hamaoka, S. Tanabe, M.T. Nhuan, K. Omori, Historical Profiles of Trace Element Concentrations in Mangrove Sediment from Ba Lat Estuary, Red River, Vietnam, Water Air and Soil Pollution, Vol. 223, 2012, pp. 1315-1330, <https://doi.org/10.1007/s11270-011-0947-x>.
- [9] B. V. Vuong, Z. F. Liu, T. D. Thanh, T. D. Lan, H. C. An, S. Tuo, D. H. Nhon, N. V. Quan, N. D. Ve, D. V. Huy, N. D. Khang, Initial Results of Study in Sedimentation Rate and Geochronology of Modern Sediments in the Bach Dang Estuary by the Methods of ²¹⁰Pb and ¹³⁷Cs Radio Tracer, Proceeding the Second National Conference of Marine Geology and Geophysics, Publishing House of Natural Science and Technology, Hanoi, 2013, pp. 306-315 (in Vietnameses).
- [10] D. H. Nhon, V. T. T. Hanh, J. Matthews, B. V. Vuong, D. V. Huy, N. D. Khang, P. S. Hai, Sedimentation Rates and Sediment Supply Sources to Ha Long Bay in the Past 150 Years, VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences, Vol. 32, No. 2, 2016, pp. 46-56, <https://js.vnu.edu.vn/EES/article/view/1650> (in Vietnamese).
- [11] T. D. Thanh, N. N. Anh, N. H. Cu, D.V. Huy, D. H. Nhon, N. T. K. Anh, Main Geosystematic Aspects of Tien Yen – Ha Coi Bay, Marine Environment and Resources, Vol. 12, 2008, pp. 5-27 (in Vietnameses).
- [12] N. N. Thuy, Tide in Viet Nam Sea, Science and Technical Publising House, Hanoi, 1984 (in Vietnameses).
- [13] Quang Ninh Statistics Office, Quang Ninh Statistical Yearbook 2018, Statistical Publishing House, Hanoi, 2019 (in Vietnameses).
- [14] R. E. Carver, Procedures in Sedimentary Petrology, Wiley-Interscience, New York, 1971.
- [15] S. J. Blott, K. Pye, GRADISTAT: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments, Earth Surface processes and landforms, Vol. 26, No.11, 2001, pp. 1237-1248, <https://doi.org/10.1002/esp.261>.
- [16] C. K. Wentworth, A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments, the Journal of

- Geology, Vol. 30, No. 5, 1922, pp. 377-392, <https://www.jstor.org/stable/30063207>.
- [17] R. L. Folk, Petrology of Sedimentary Rocks, Hemphill Publishing, Austin, Texas, 1980.
- [18] P. S. Hai, Determination of ^{210}Pb in Sediment and It's Application for Estimation of Dating Sediments, Journal Analysis Chemistry, Physic and Biology, Vol. 4, 1999, pp. 40-42 (in Vietnamese).
- [19] S. Krishnaswami, D. Lal, J. M. Martin, M. Meybeck, Geochronology of Lake Sediments, Earth and Planet Science Letter, Vol. 11, No. 1-5, 1971, pp. 407-414, [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(71\)90202-0](https://doi.org/10.1016/0012-821X(71)90202-0).
- [20] P. G. Appleby, F. Oldfield, The Calculation of ^{210}Pb Dates Assuming a Constant Rate of Supply of Unsupported ^{210}Pb to Sediment, Catena, Vol. 5, No. 1, 1971, pp. 1-8, [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(78\)80002-2](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(78)80002-2).
- [21] J. A. Robbins, Geochemical and Geophysical Applications of Radioactive Lead, in J. Nkagru (Ed.), The Biogeochemistry of Lead in the Environment, Elsevier, Netherlands, 1978, pp. 285-393.
- [22] Ministry of Natural Resource and Environment Vietnam, National Technical Regulation on Surface Water Quality – QCVN 08 MT:2015/BTNMT, 2015 (in Vietnamese).
- [23] D. H. Nhon, T. D. Thanh, D. V. Huy, N. T. K. Anh, N. M. Luu, N. D. Khang, P. S. Hai, N. M. Ha, P. T. Duc, L. T. B. Thuy, The Sedimentary Processes on Tidal Flats in The North of Vietnam: Initial Results and Implication Future, Symposium on Marine Science, Publishing House of Natural Science and Technology, Hanoi, 2013, pp. 164-178.
- [24] B. V. Vuong, Z. Liu, T. D. Thanh, C. A. Huh, D. H. Nhon, N. D. Ve, D. V. Huy, Intital Results of Study on Sedimentation Rate, Sediment Sources to Ha Long Bay: Evidence from the ^{210}Pb and ^{137}Cs Radiotracer, Vietnam Joural of Marine Science and Technology, Vol. 16, No. 1, 2016, pp. 54-63, <https://doi.org/10.15625/1859-3097/16/1/6527> (in Vietnamese).
- [25] J. D. Milliman, K. L. Farnsworth, River Discharge to the Coastal Ocean: A Global Synthesis, Cambridge University Press, Cambridge, 2011 .