

# NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA MÔI TRƯỜNG TRẦM TÍCH TẦNG MẶT VÙNG BIỂN PHAN THIẾT - HỒ TRÀM (0 - 30 M NƯỚC) PHỤC VỤ SỬ DỤNG BỀN VỮNG TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN

Mai Trọng Nhuận<sup>(1)</sup>, Trần Đăng Quy<sup>(1)</sup>, Nguyễn Tài Tuệ<sup>(1)</sup>

Đào Mạnh Tiến<sup>(2)</sup>, Nguyễn Thị Hồng Huế<sup>(1)</sup>, Nguyễn Thị Hoàng Hà<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, <sup>(2)</sup> Liên Đoàn Địa chất Biển

## 1. Mở đầu

Nằm ở phía đông bắc của miền Đông Nam Bộ, vùng biển Phan Thiết - Hồ Tràm (0 - 30 m nước) có nguồn tài nguyên biển, khoáng sản, vị thế, kỳ quan địa chất, đất ngập nước đa dạng và phong phú, thuận lợi cho sự phát triển kinh tế. Việc khai thác sử dụng tài nguyên thiên nhiên ở đây đã và đang ảnh hưởng xấu tới môi trường trầm tích, cường hóa tai biến, đe dọa phát triển bền vững. Vùng biển này đã có một số công trình nghiên cứu về địa chất, địa mạo, thủy văn, động lực biển của Viện Hải dương học Nha Trang, Liên đoàn Địa chất Biển và Cục Bảo vệ Môi trường. Nhưng các kết quả nghiên cứu về tác động của khai thác tài nguyên thiên nhiên và địa hóa môi trường biển vẫn còn rất sơ lược. Vì vậy, cần thiết phải nghiên cứu địa hóa môi trường trầm tích nhằm hướng tới sử dụng hợp lý tài nguyên và bảo vệ môi trường biển. Bài báo này góp phần nhỏ vào việc giải quyết vấn đề đó.

## 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến địa hóa môi trường trầm tích tầng mặt

### 2.1. Nhóm yếu tố địa lý tự nhiên

Phần lục địa có các núi sót xen với các đồng bằng nhỏ ven biển. Cấu thành nên đồng bằng là các trầm tích biển, sông-biển tuổi Đệ tứ với độ dốc nghiêng thoải ra phía biển, gần biển có hệ thống các cồn cát, đụn cát. Đáy biển của vùng dốc thoải đều, riêng khu vực cạnh các mũi nhô có dạng dốc đứng.

Mạng lưới sông suối trong khu vực thưa và ngắn, gồm có bốn sông chính là Cái, Cà Ty, Phan, Dinh. Khí hậu mang tính chất nhiệt đới gió mùa. Vào mùa mưa, lượng mưa gấp 3,87 lần lượng bốc hơi, mùa khô lượng mưa bằng 0,19 lần lượng bốc hơi. Vì vậy, lưu lượng trung bình năm của các sông đều thấp ( $10 - 15 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) và giảm mạnh trong mùa khô dẫn đến nước sông bị ô nhiễm tức thời. Hàm lượng trầm tích trung bình năm chỉ đạt  $40 - 50 \text{ g} \cdot \text{m}^{-3}$ .

Thủy triều mang tính hỗn hợp, nhưng thiên về nhật triều. Mùa đông, dòng chảy biển có hướng tây nam, tốc độ đạt tới  $50 \text{ cm.s}^{-1}$ . Mùa hè, dòng chảy biển có hướng đông bắc, tốc độ dưới  $25 \text{ cm.s}^{-1}$ . Bùi Hồng Long (2000) đã tính toán rằng trong mùa hè, bồi tích có hướng vận chuyển lên phía bắc trung bình  $1.333.026 \text{ m}^3.\text{năm}^{-1}$ , chiếm 46 %. Mùa đông và mùa chuyển tiếp, dòng bồi tích vận chuyển xuống phía nam trung bình  $1.533.261 \text{ m}^3.\text{năm}^{-1}$ , chiếm 54 % [1].

Đào Mạnh Tiến và cộng sự (2004) đã xác định các thành tạo địa tầng trong vùng có tuổi từ Jura sớm đến Đệ tứ [3]. Giới Mesozoi gồm hệ tầng Đắc Krông ( $J_1dk$ ) và hệ tầng Nha Trang ( $Knt$ ). Giới Kainozoi gồm hệ tầng Suối Tâm Bó ( $N_2stb$ ) và 13 phân vị thuộc hệ Đệ tứ. Các thành tạo magma xâm nhập lộ ra ở ven bờ chiếm diện tích nhỏ thuộc hai phức hệ là Đèo Cả ( $G/Kđc$ ) và Phan Rang ( $Gp/Epr$ ) nên ít ảnh hưởng tới đặc điểm địa hóa của trầm tích.

## 2.2. Nhóm yếu tố kinh tế - xã hội

Hệ thống cảng biển khá phát triển bao gồm các cảng: Mũi Né, La Gi, Bình Châu chủ yếu để đáp ứng hoạt động đánh bắt thủy sản. Tổng số tàu thuyền hiện có của vùng là 4.568 chiếc với tổng công suất khai thác là 254.000 CV [2]. Tại các cảng lớn, hoạt động xả thải của tàu thuyền gây ô nhiễm nghiêm trọng môi trường nước và trầm tích, đặc biệt là ô nhiễm dầu. Tình trạng sử dụng chất nổ và hóa chất trong đánh bắt thủy sản còn phổ biến, gây ảnh hưởng không nhỏ tới chất lượng môi trường [7].

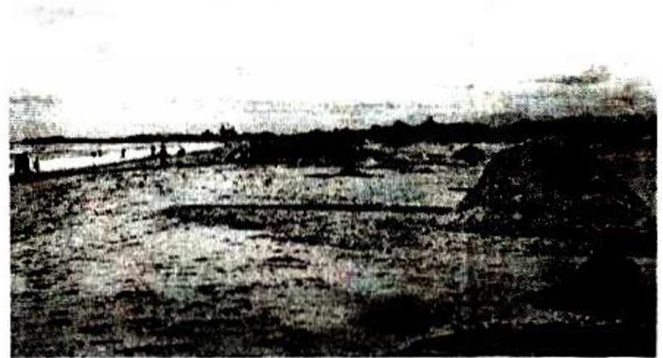
Đất ngập nước trong vùng chủ yếu sử dụng vào mục đích nuôi trồng và đánh bắt thủy sản, du lịch. Hoạt động nuôi tôm ven biển phát triển mạnh với tổng diện tích là 112.090 ha. Tình trạng nuôi trồng tự phát, khai thác bừa bãi nguồn tài nguyên (nước ngầm, phá rừng ngập mặn) gây ảnh hưởng xấu tới môi trường. Nước thải từ các đầm nuôi không được xử lý mà đổ thẳng ra biển. Hoạt động du lịch biển rất phát triển góp phần to lớn vào sự phát triển kinh tế - xã hội nhưng cũng làm nảy sinh nhiều vấn đề về môi trường. Các chất thải từ hoạt động này vẫn chưa được thu gom, xử lý mà cho chảy tràn, tự ngấm vào đất hoặc vớt thải trên bãi biển.

Vùng ven biển rất giàu có về khoáng sản. Các loại có giá trị công nghiệp là ilmenit, zircon, cát thủy tinh, vật liệu xây dựng. Ilmenit và zircon tập trung trong các thân quặng Chùm Găng, Gò Đình (xã Tân Thành, Tân Thuận) và một số thân quặng thuộc xã Tân Hải. Cát thủy tinh tập trung nhiều ở Hàm Tân (1.400 ha), Hàm Thuận Nam (400- 600 ha). Khai thác nguồn tài nguyên khoáng sản sẽ mang lại thu nhập lớn cho ngân sách. Mặt trái của hoạt động này là phá hủy cảnh quan (hình 1, 2), thay đổi chế độ thủy thạch động lực và tăng lượng bụi, độc tố, phóng xạ trong môi trường (hình 3). Khai thác ilmenit dẫn

đến giảm diện tích rừng phòng hộ, xói lở bờ, tăng nguy cơ nhiễm mặn và tăng độ đục của nước biển. Hầu hết các cơ sở khai thác đều không tiến hành phục hồi môi trường.



Hình 1. Khai thác Ilmenit làm biến đổi cảnh quan môi trường, Tân Hải - Hàm Tân



Hình 2. Khai thác Ilmenit trái phép, Tân Thuận - Hàm Thuận Nam



Hình 3. Tác động của khai thác tài nguyên thiên nhiên ven biển tới môi trường trầm tích biển

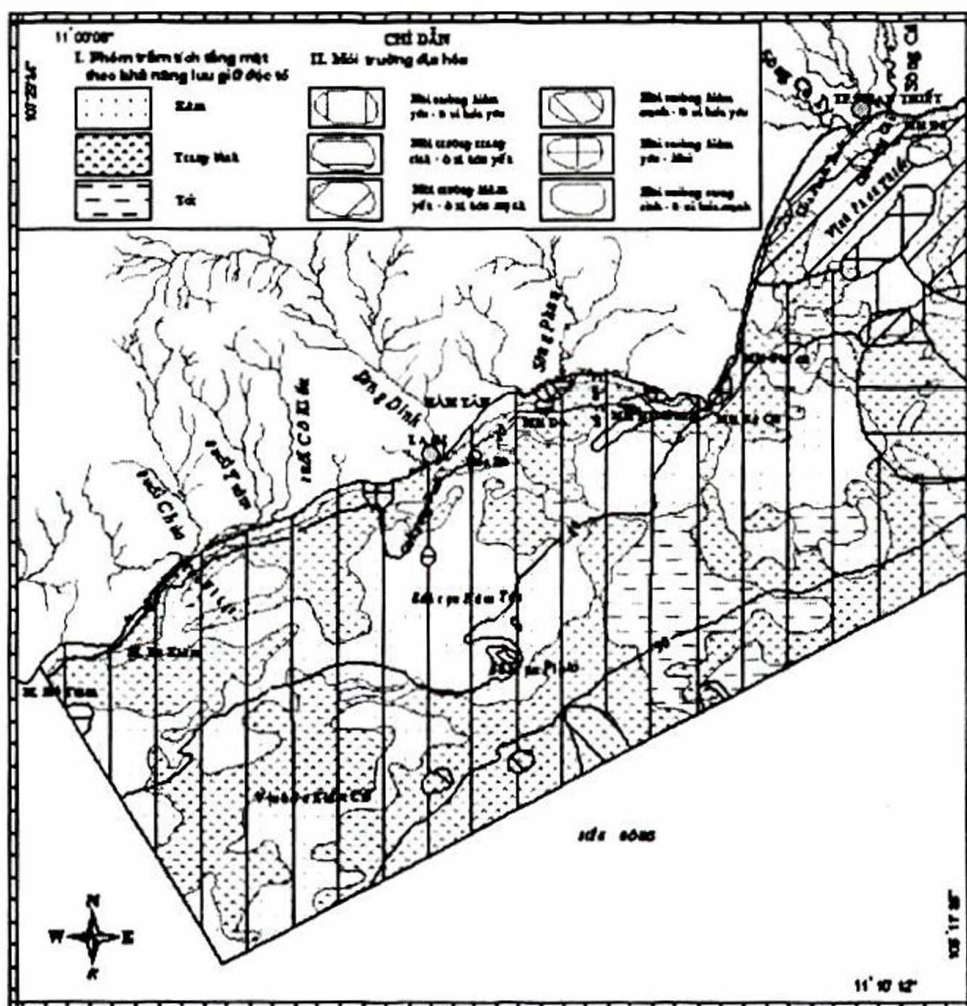
Hoạt động công nghiệp chủ yếu là chế biến nông - thủy sản trong các khu công nghiệp Phan Thiết, Hàm Tân. Nước thải thường bị ô nhiễm hữu cơ, dầu mỡ và vi sinh. Các chất thải rắn chủ yếu là vỏ sò ốc và mùn bã hữu cơ.

Tổng dân số trong vùng tuy không lớn nhưng lại tập trung tại các đô thị (Phan Thiết, Lagi, Bình Châu) gây áp lực lớn cho môi trường. Nước thải tại các khu đô thị này chưa được thu gom, tập trung xử lý nên các sông chảy qua có nguy cơ ô nhiễm rất cao. Tỷ lệ thu gom rác thải sinh hoạt thấp [8], lượng còn lại nhân dân tự đổ xuống sông, biển, tự đốt bỏ... ảnh hưởng xấu đến môi trường.

### 3. Đặc điểm phân bố trầm tích tầng mặt

Trần Nghi và cộng sự (2003, 2004) đã phân chia trầm tích tầng mặt trong vùng thành 12 loại khác nhau [9, 10]. Trên quan điểm địa hóa môi trường, 12 loại trầm tích này có thể gộp thành ba nhóm theo khả năng lưu giữ độc tố ở các mức kém, trung bình

và cao (hình 4). Nhóm trầm tích có khả năng lưu giữ độc tố kém gồm sạn cát, cát sạn, cát lẫn sạn, cát và vụn san hô phân bố khá phổ biến. Ngoài diện tích nhỏ hẹp chạy dọc ven bờ ra đến độ sâu 5 - 7 m thuộc bãi triều hiện đại, chúng còn phân bố rộng rãi ở khoảng độ sâu 10 - 25 m nước. Nhóm trầm tích có khả năng lưu giữ độc tố trung bình gồm sạn cát bùn, cát bùn sạn, cát bùn lẫn sạn và cát bột chiếm diện tích lớn nhất. Chúng phân bố thành hai đới gần bờ và xa bờ bao quanh nhóm có khả năng lưu giữ độc tố kém. Nhóm trầm tích có khả năng lưu giữ độc tố cao gồm cát bùn sạn, bùn cát lẫn sạn và bùn cát phân bố khá hạn chế ở đông nam mũi Kê Gà.

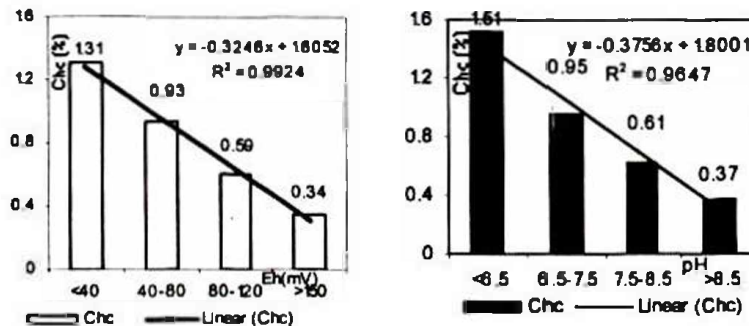


Hình 4. Sơ đồ địa hóa môi trường trầm tích theo Eh, pH vùng biển Phan Thiết - Hồ Tràm (0 - 30 m nước)

#### 4. Đặc điểm môi trường địa hóa

Sự phân hủy cacbon hữu cơ sau giai đoạn lắng đọng trầm tích có tính chất quyết định đến môi trường địa hóa, khả năng hấp phụ, di chuyển các nguyên tố [5]. Hàm lượng trung bình (HLTB) của cacbon hữu cơ là 0,67 % và biến động mạnh ( $V = 93,98 \%$ ), thay

đổi trong khoảng 0,07 - 4,32 %. Giữa cacbon hữu cơ và pH, Eh có mối quan hệ tuyến tính tỷ lệ nghịch (hình 5). So với hai vùng biển lân cận thì HLTB của cacbon hữu cơ trong trầm tích vùng Phan Rí - Phan Thiết (0,53 %) [6] thấp hơn còn vùng Hồ Tràm - Vũng Tàu (1,13 %) [7] lại cao hơn, tức là có xu thế tăng dần từ biển Phan Rí đến biển Vũng Tàu do tăng mật độ sông suối và mức độ hoạt động nhân sinh.



Hình 5. Mối liên hệ tuyến tính giữa cacbon hữu cơ và Eh, pH của trầm tích (n = 249 mẫu)

Giá trị pH dao động trong khoảng rộng (5,03 - 8,56), môi trường thay đổi từ a xít đến kiềm mạnh. Tuy nhiên, pH ít biến động, tập trung trong khoảng 7,5 - 8,5 (chiếm gần 90 %) chứng tỏ môi trường kiềm yếu chiếm ưu thế. Điểm nổi bật nhất của pH là có sự thay đổi đột ngột trong trầm tích ở khu vực từ mũi Chê Ka đến đông nam mũi Kê Gà. Sự biến đổi pH này phản ánh sự biến đổi của hàm lượng cacbon hữu cơ và ảnh hưởng lớn đến sự phân bố của các ion trong trầm tích. Giá trị Eh dao động rất mạnh (-218 - 190 mV), môi trường thay đổi từ khử sang ô xi hóa. Giá trị Eh thường gặp là 80 - 150 mV, chiếm 75,9 % đồng nghĩa với việc môi trường ô xi hóa yếu chiếm ưu thế.

Theo Eh và pH, môi trường địa hóa của trầm tích tầng mặt có thể chia ra thành 6 loại chính (hình 4): 1/. Trung tính - ô xi hóa yếu ( $6,5 < \text{pH} < 7,5$ ,  $40 \text{ mV} < \text{Eh} < 150 \text{ mV}$ ) ở phía đông nam mũi Chê Ka; 2/. Trung tính - ô xi hóa mạnh ( $6,5 < \text{pH} < 7,5$ ,  $\text{Eh} > 150 \text{ mV}$ ) gặp hạn chế ở phía nam mũi Đá và tây nam cửa sông Cà Ty; 3/. Kiềm yếu - khử ( $7,5 < \text{pH} < 8,5$ ,  $\text{Eh} < 40 \text{ mV}$ ) ở vịnh Phan Thiết; 4/. Kiềm yếu - ô xi hóa yếu ( $7,5 < \text{pH} < 8,5$ ,  $40 < \text{Eh} < 150 \text{ mV}$ ) chiếm tỷ lệ gần như tuyệt đối, trải đều diện tích nghiên cứu; 5/. Kiềm yếu - ô xi hóa mạnh ( $7,5 < \text{pH} < 8,5$ ,  $150 \text{ mV} < \text{Eh}$ ) ở xung quanh vịnh Phan Thiết; 6/. Kiềm mạnh - ô xi hóa yếu ( $\text{pH} > 8,5$ ,  $40 < \text{Eh} < 150 \text{ mV}$ ) ở phía đông nam bãi cạn Plisto và mũi Núi Nham, mũi Đò.

## 5. Đặc điểm phân bố các nguyên tố

### 5.1. Đặc điểm phân bố

As có hệ số tập trung (Td, tỷ số giữa HLTB trong trầm tích biển của vùng và trầm tích biển nông thế giới) là 0,5, các nguyên tố Cu, Mn, Zn, Pb đều có hệ số tập trung rất

nhỏ, từ 0,04 - 0,11. HLTB của chúng đều nhỏ hơn, thậm chí là nhiều lần, so với hàm lượng trung bình trong trầm tích biển nông (0 - 30 m nước) Việt Nam (HLTBN). Khoảng dao động hàm lượng rộng, hệ số biến phân (V) lớn chứng tỏ rằng chúng phân bố không đồng đều (bảng 1). Tuy nhiên, HLTB của chúng lại không thay đổi giữa đới 0 - 10 m nước và đới 10 - 20 m nước (bảng 2), ngoại trừ Mn có xu thế tăng cao ở đới 0 - 10 m nước (46 ppm) và giảm mạnh khi ra đới 20 - 30 m nước (29 ppm). Trầm tích của khu vực có sự tập trung cao nhất các nguyên tố này là phía đông nam mũi Kê Gà.

Tuy 5 nguyên tố trên không tập trung trong trầm tích nhưng trong nước biển lại có sự tập trung, thậm chí là rất cao như Pb (Ta = 28,3). Sự tập trung các nguyên tố vi lượng trong trầm tích biển phụ thuộc rất nhiều vào sự lắng đọng của các keo sắt, mangan, nhôm, hữu cơ. Trong nước biển, Mn tập trung cao (Td = 2,7) với HLTB là  $5,4 \cdot 10^{-3} \text{ mg.l}^{-1}$ . Trong điều kiện môi trường nước biển phổ biến của vùng (Eh = 0,4-1,5 V, pH = 8), trạng thái bền vững của Mn là dạng hòa tan  $\text{Mn}^{2+}$ . Hơn nữa, quá trình quang hợp cũng góp phần khử  $\text{MnO}_2$  ở dạng hạt keo thành  $\text{Mn}^{2+}$ . Chính vì vậy nên có sự tập trung Mn cao trong nước biển nhưng lại không tập trung trong trầm tích dẫn đến sự không tập trung của các nguyên tố khác. Riêng Zn có hoạt tính hóa học mạnh, các muối của nó có tích số tan lớn nên tồn tại chủ yếu dưới dạng  $\text{Zn}^{2+}$  và  $\text{ZnCl}$  hòa tan trong nước biển. Trong nước biển vùng nghiên cứu, cả 5 nguyên tố này đều thấy có sự giảm dần hàm lượng từ đới 0 - 10 m nước, đặc biệt là các cửa sông, ra ngoài khơi và tăng dần hàm lượng từ tầng mặt xuống tầng đáy. Điều này chứng tỏ hoạt động nhân sinh ven biển và dòng chảy sông là nguồn cung cấp khá lớn của các nguyên tố này.

**Bảng 1. Tham số thống kê của các nguyên tố trong trầm tích tầng mặt (n = 253 mẫu)**

Thống số	Cu	Mn	Zn	Pb	As	Sb	Hg	B	Br	I
Ctb	1,5	33,0	1,3	2,2	0,5	2,0	0,21	13,0	10,0	4,0
Cmin	0,3	1,0	0,4	0,5	0,1	1,0	0,10	2,0	2,0	1,0
Cmax	14,0	430,0	7,6	20	5,0	5,0	0,70	25,0	31,0	9,0
S	1,5	51,0	1,3	1,6	0,8	0,8	0,08	4,0	4,0	1,0
V	100,0	153,0	100,0	71,5	162,0	39,4	38,03	31,2	41,3	23,5
HLTBN	13,0	175,3	17,2	6,2	1,1	2,7	0,40	32,9	12,6	5,5
HLBTG	40,0	850,0	20,0	20,0	1,0	1,4	0,03	20,0	6,0	1,0
Td	0,04	0,04	0,06	0,11	0,50	1,45	7,01	0,64	1,62	3,86

Ghi chú: Ctb, Cmin, Cmax lần lượt là hàm lượng trung bình, nhỏ nhất và lớn nhất (ppm), V là hệ số biến phân (%), Td là mức độ tập trung (tỷ số của Ctb và HLBTG) và là đại lượng không có thứ nguyên.

Sb tập trung trong trầm tích với mức độ thấp (1,45) còn Hg lại tập trung rất cao (7,01). Hai nguyên tố này có khoảng dao động hàm lượng và hệ số biến phân nhỏ (bảng 1),

HLTB giữa đới ven bờ (0 - 10 m nước) và đới ngoài khơi (10 - 30 m nước) tương đương nhau (bảng 2). Chúng có hàm lượng cao trong trầm tích ở phía đông nam mũi Kê Gà và dải ven bờ từ mũi Kê Gà đến mũi Hồ Tràm.

**Bảng 2. Hàm lượng trung bình (ppm) của các nguyên tố trong trầm tích ở các đới khác nhau theo độ sâu**

Khu vực	Cu	Mn	Pb	Zn	As	Sb	Hg	B	Br	I
1	1,4	46	2,3	1,3	0,5	2,0	0,19	12,3	10,4	4,2
2	1,5	29	2,2	1,3	0,5	2,0	0,22	13,0	9,5	4,3
3	1,5	33	2,2	1,3	0,5	2,0	0,21	12,8	9,7	4,2

Ghi chú: 1/ đới 0 - 10 m nước (n = 59); 2/ đới 10 - 30 m nước (n = 194); 3/ toàn vùng 0 - 30 m nước

Trong nước biển của vùng, Sb không tập trung ( $T_a = 1$ ), Hg lại tập trung yếu ( $T_a = 1,5$ ). Sự phân bố của Sb khá đồng đều còn Hg lại chia thành hai đới rõ rệt. Đới hàm lượng Hg cao nằm trong phạm vi gần bờ bên trong khoảng độ sâu 20 m nước và đới hàm lượng Hg thấp hơn nằm kế tiếp từ khoảng độ sâu 20 m nước trở ra. Như vậy, nguồn cấp Hg quan trọng là từ hoạt động nhân sinh ven biển và do sông vận chuyển đến.

Trong trầm tích, I tập trung mạnh (3,86), Br tập trung yếu (1,62) còn B không tập trung (0,64) (bảng 1). Tuy nhiên, HLTB của chúng, đặc biệt là B, vẫn nhỏ hơn so với HLTB VN. Ba nguyên tố này đều có khoảng dao động hàm lượng nhỏ, hệ số biến phân thấp, HLTB ít thay đổi giữa các đới (bảng 2). Trong nước biển vùng nghiên cứu, cả ba nguyên tố này đều không tập trung và phân bố khá đồng đều. Như vậy, I và Br không tập trung trong nước biển nhưng lại tập trung trong trầm tích do I, Br từ nước biển tích tụ vào trong bùn biển theo cơ chế hấp phụ, nhất là bùn có chứa vật liệu hữu cơ (sinh vật biển sau khi chết sẽ gom I, Br lại) làm giảm hàm lượng của chúng trong nước biển. Trong nước biển, dưới tác dụng của các chất ô xi hoá ( $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{4+}$ ,  $O_2$ ) I chuyển hóa thành  $I_2$ . Ngoài ra, nhờ tác động của một số chất khử mà  $IO_3^-$  cũng chuyển hóa thành  $I_2$ .  $I_2$  dễ dàng thâm nhập vào khí quyển góp phần làm giảm I trong nước biển. Br cũng có cơ chế tương tự.

Như vậy, HLTB của các nguyên tố trong trầm tích vùng nghiên cứu thấp hơn, thậm chí là nhiều lần so với HLTB VN. Nguyên nhân là do vùng có độ dốc đáy biển lớn, sự đối lưu nước tốt, mạng lưới thủy văn và hoạt động nhân sinh kém phát triển hơn so với các vùng ven biển khác của Việt Nam.

Các nguyên tố Cu, Pb, Mn, As, Hg, Sb có hàm lượng thấp trong trầm tích vịnh Phan Thiết nhưng ở phía đông nam mũi Kê Gà lại thấy có sự tập trung cao là do khu vực này có sự biến đổi pH đột ngột của trầm tích từ mức thấp ở vịnh Phan Thiết sang mức cao hơn và là nơi tập trung các trầm tích hạt mịn. Thật vậy, khu vực phía nam vùng cũng có giá trị pH và Eh tương đương với khu vực này nhưng không thấy có sự tập trung các nguyên tố. Hơn nữa, qua bảng 3 thấy rằng HLTB của hầu hết các nguyên tố đều tỷ lệ thuận với hàm lượng bùn của trầm tích vùng nghiên cứu.

HLTB các nguyên tố Mn, Pb, As, Sb, B, I có xu thế tăng dần theo chiều từ biển Phan Rí đến biển Vũng Tàu với cường độ ngày càng mạnh (bảng 4) do sự tăng mật độ sông suối và cường độ hoạt động nhân sinh từ vùng Phan Rí đến vùng Vũng Tàu.

**Bảng 3. Biến thiên hàm lượng (ppm) các nguyên tố theo tỷ lệ bùn (%) trong trầm tích tầng mặt**

Bùn	Mn	Cu	Pb	Zn	Sb	As	Hg	B	Br	I
0-30	26,93	1,50	2,06	1,30	1,91	0,45	0,20	12,13	9,28	4,08
30-50	44,38	1,65	2,69	1,57	2,18	0,62	0,23	14,42	11,74	4,53
>50	46,58	1,47	2,57	1,20	2,52	0,76	0,24	14,14	10,60	4,62

**Bảng 4. So sánh HLTB (ppm) của các nguyên tố với hai vùng biển lân cận**

Vùng biển	Cu	Mn	Zn	Pb	As	Sb	Hg	B	Br	I
Phan Rí - Phan Thiết	2,0	29,5	3,6	1,6	0,6	1,8	0,20	11,8	13,3	3,5
Phan Thiết - Hồ Tràm	1,5	33,0	1,3	2,2	0,5	2,0	0,21	13,0	10,0	4,0
Hồ Tràm - Vũng Tàu	1,9	284,6	3,0	4,1	3,0	2,6	0,21	17,8	20,8	5,6

### 5.2. Mối liên hệ giữa sự phân bố của nguyên tố và môi trường địa hóa

Có thể thấy rằng các kim loại có xu thế tập trung cao trong môi trường kiềm mạnh (pH > 8,5), các phi kim (nhóm halogen) lại có xu thế tập trung cao trong môi trường trung tính (bảng 5). Các kim loại vi lượng tách khỏi môi trường nước do tham gia vào việc hình thành hoặc hấp phụ trên bề mặt các hạt rắn và lắng đọng xuống trầm tích. Trong cột trầm tích, khi xảy ra quá trình biến đổi thành đá sỏi, pH giảm thì các kim loại này được giải phóng, trở lên linh động, di chuyển ngược lên phía trên cột trầm tích và quay trở lại môi trường nước [4] nên pH càng cao thì hàm lượng của chúng càng tăng. Ngoại trừ Zn không biểu thị mối liên hệ này là do nó có hoạt tính hóa học mạnh. Đối với B, Br và I được sinh vật hấp thụ rất mạnh. Vì vậy, sự tăng hàm lượng của chúng khi pH giảm liên quan đến sự tăng hàm lượng cacbon hữu cơ trong trầm tích.

**Bảng 5. Biến thiên hàm lượng (ppm) các nguyên tố theo pH trong trầm tích (n = 253 mẫu)**

pH	Mn	Cu	Pb	Sb	As	Hg	Zn	B	Br	I
6,5-7,5	26,15	0,97	1,86	1,92	0,23	0,19	3,89	17,69	17,15	5,31
7,5-8,5	28,74	1,27	2,24	1,99	0,35	0,20	1,07	12,69	9,02	4,28
>8,5	84,88	1,63	2,88	2,08	0,70	0,16	1,00	11,75	9,50	4,00



**Bảng 6. Biến thiên hàm lượng (ppm) các nguyên tố theo Eh (mV) trong trầm tích (n = 253 mẫu)**

Eh	Mn	Sb	As	Cu	Pb	Zn	Hg	B	Br	I
< 40	105,03	2,18	0,41	1,06	2,44	2,38	0,16	13,41	13,61	4,41
40 - 80	32,50	1,85	0,24	1,24	2,86	1,55	0,20	13,00	8,55	4,25
80 - 120	27,43	2,04	0,36	1,30	2,24	0,98	0,21	13,25	9,19	4,45
> 150	14,67	1,50	0,17	1,04	1,32	2,95	0,14	8,94	10,72	2,89

Nhóm Halogen có xu thế tập trung cao trong môi trường khử và ô xi hóa yếu liên quan chặt chẽ với hàm lượng cacbon hữu cơ (bảng 6). Còn các kim loại thì mối liên hệ này phức tạp hơn. Tuy nhiên, chúng có thể phân biệt ra hai trường hợp là môi trường khử thì hàm lượng tăng gồm Mn, Sb, As, và ngược lại môi trường khử thì hàm lượng giảm gồm Cu, Pb, Zn, Hg. Khi Eh giảm, các hydroxit và ôxi-hydroxit của Fe và Mn sẽ bị hòa tan, chuyển sang dạng Fe<sup>2+</sup> và Mn<sup>2+</sup> linh động kéo theo sự giải phóng các nguyên tố do chúng hấp phụ vào môi trường. Điều này giải thích sự tăng hàm lượng Mn, Sb và As khi Eh giảm trong trầm tích tầng mặt của vùng. Thật vậy, Mn có tương quan âm với Eh ( $r = -0,328$ ), tương quan dương với Sb ( $r = 0,366$ ) và As ( $r = 0,564$ ), không tương quan với các nguyên tố còn lại. Khi Eh giảm, Cu, Pb, Zn, Hg có xu hướng kết tủa thành các sunphua khó hòa tan trên bề mặt các hạt rắn hoặc hình thành các hợp chất phức cơ kim của lưu huỳnh gắn chặt trên bề mặt các hạt silicat nên hàm lượng của chúng giảm khi Eh giảm.

Về lý thuyết, hàm lượng cacbon hữu cơ và các nguyên tố tỷ lệ thuận với nhau. Đối với trầm tích của vùng nghiên cứu, hàm lượng các nguyên tố cao nhất khi cacbon hữu cơ đạt khoảng 0,5 - 1,5 % (phổ biến là 1,0 - 1,5 %) (bảng 7). Nếu trầm tích chứa ít cacbon hữu cơ thì lượng cacbon hữu cơ này có thể sẽ phân hủy hết ở trên bề mặt trong quá trình lắng đọng nên hàm lượng các nguyên tố trong trầm tích thấp. Nếu trầm tích chứa nhiều cacbon hữu cơ thì lượng cacbon hữu cơ này không kịp phân hủy hết và bị chôn vùi cùng với trầm tích. Chính lượng cacbon hữu cơ bị chôn vùi này sẽ kích thích sự đào bới của các sinh vật sống đáy, tăng khả năng xáo trộn của trầm tích, tăng chiều sâu ranh giới ô xi hóa - khử dẫn đến không thuận lợi cho sự tồn tại các nguyên tố dưới dạng hấp phụ.

**Bảng 7. Biến thiên hàm lượng các nguyên tố (ppm) theo cacbon hữu cơ trong trầm tích tầng mặt**

Chc (%)	Mn	Cu	Pb	Zn	Sb	As	Hg	B	Br	I
0 - 0,5	30,37	1,24	2,04	1,38	1,89	0,33	0,18	12,51	9,71	4,15
0,5 - 1,0	29,21	1,52	2,46	1,39	2,37	0,67	0,24	13,23	10,32	4,37
1,0 - 1,5	65,15	2,67	2,36	1,07	2,21	1,09	0,28	14,68	11,16	4,47
1,5 - 2,0	30,48	1,90	3,10	0,72	1,86	0,45	0,20	12,29	7,05	4,38
2,0 - 2,5	23,33	1,50	1,17	0,62	1,67	0,22	0,27	11,17	6,33	3,83

## 6. Nguy cơ ô nhiễm trầm tích tầng mặt bởi thủy ngân

Nhìn chung, chất lượng môi trường trầm tích của vùng vẫn còn khá tốt. Hàm lượng các kim loại nặng đều nằm trong giới hạn cho phép đối với tiêu chuẩn trầm tích của Canada. Tuy nhiên, trầm tích tầng mặt có nguy cơ ô nhiễm bởi Hg. Số trạm có hàm lượng Hg vượt mức hiệu ứng có ngưỡng (TEL) là 213 trạm trên tổng số 253 trạm quan trắc (chiếm 84,19 %) với cường độ từ yếu đến rất mạnh (bảng 8). Các trạm này không tập trung ở một khu vực nhất định mà trải đều trên diện tích nghiên cứu. Hiện tại, nguy cơ này vẫn chưa thể hiện ra vì hàm lượng vẫn nhỏ hơn mức hiệu ứng có thể (PEL) nhưng nếu không có biện pháp quan trắc và bảo vệ thì nguy cơ đó sẽ trở thành hiện thực.

**Bảng 8. Nguy cơ ô nhiễm trầm tích tầng mặt bởi Hg (ppm)**

Số trạm	Tỷ lệ (%)	Hàm lượng	TBTG	TEL	Cường độ
213	84,19	0,13 - 0,70	0,03	0,13	1,00 - 5,38

## 7. Kiến nghị về các giải pháp bảo vệ môi trường, sử dụng bền vững tài nguyên

Biện pháp bảo vệ môi trường hiệu quả nhất là việc ngăn chặn tại nguồn gây ô nhiễm bằng cách sử dụng bền vững tài nguyên, xử lý chất thải, đẩy mạnh công tác tuyên truyền, giáo dục về môi trường. Nguồn gây ô nhiễm ven biển trong vùng bao gồm chất thải từ khai thác và sử dụng tài nguyên khoáng sản, tài nguyên vị thế (hình 3) và từ các khu dân cư tập trung. Đối với các khu dân cư tập trung cần thiết phải quy hoạch các bãi thải và tăng cường năng lực cho công tác thu gom rác thải. Cần phải thành lập các trạm quan trắc chất lượng môi trường nước và trầm tích. Nghiêm cấm việc xả thải dầu cặn xuống biển.

Sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên là việc khai thác, sử dụng tài nguyên này nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội nhưng không tác động xấu tới môi trường, cảnh quan và không làm phương hại tới khả năng đáp ứng nhu cầu sử dụng tài nguyên của thế hệ mai sau. Do đó, khai thác bền vững tài nguyên thiên nhiên phải hạn chế đến mức thấp nhất chất thải gây hại ra môi trường, phục hồi cảnh quan, sinh thái, cân đối hài hòa lợi ích giữa các bên... Cần thiết xây dựng và triển khai mô hình sử dụng bền vững tài nguyên khoáng sản, đất ngập nước. Vì vậy, khai thác sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên và đất ngập nước là giải pháp tốt nhất để hạn chế chất thải và bảo vệ môi trường trầm tích.

Mặt khác, vùng ven biển Phan Thiết - Hồ Tràm có khả năng đối lưu nước rất tốt, không có đảo che chắn, hầu như không còn rừng ngập mặn, ít trầm tích có khả năng

lưu giữ độc tố cao nên các chất gây ô nhiễm từ hoạt động trên dễ dàng phát tán ra xa bờ, làm suy giảm chất lượng môi trường trầm tích. Do đó, sử dụng bền vững các loại tài nguyên này góp phần quan trọng hạn chế các bất lợi của điều kiện thủy thạch động lực ở đây đối với việc bảo vệ môi trường.

Ngoài ra, cần thiết phải tiến hành nâng cao năng lực quản lý nhà nước về bảo vệ môi trường của đội ngũ cán bộ địa phương thông qua các lớp tập huấn. Đẩy mạnh công tác truyền thông, nâng cao nhận thức của cộng đồng về bảo vệ môi trường, đẩy mạnh nghiên cứu khoa học công nghệ về bảo vệ môi trường tại địa phương.

## 8. Kết luận

Theo pH và Eh, có thể chia môi trường địa hóa trầm tích của vùng thành sáu kiểu chính. Giữa cacbon hữu cơ và pH, Eh của trầm tích có mối liên hệ tuyến tính tỷ lệ nghịch.

Trong trầm tích, các nguyên tố chia thành ba nhóm theo mức độ tập trung: tập trung mạnh ( $T_d > 2$ ) gồm Hg và I; tập trung yếu ( $1 < T_d < 2$ ) gồm Sb và Br; không tập trung ( $T_d < 1$ ) gồm Cu, Pb, Zn, Mn, As, B.

Sự tập trung các nguyên tố Cu, Pb, Mn, As, Hg, Sb trong trầm tích ở đông nam mũi Kê Gà là do sự biến đổi pH trầm tích đột ngột và phân bố của trầm tích hạt mịn. Các nguyên tố Pb, As, Sb, I, B có xu thế tăng dần HLTB theo chiều từ biển Phan Rí đến biển Vũng Tàu với mức độ mạnh dần. HLTB các nguyên tố trong trầm tích của vùng đều thấp hơn so với HLTBVN.

Các kim loại có xu thế tập trung cao trong môi trường kiềm mạnh. Mn, Sb, As có hàm lượng cao trong môi trường khử còn Cu, Pb, Zn và Hg lại có hàm lượng cao trong môi trường ô xi hóa. Các halogen có xu thế tập trung cao trong môi trường trung tính và môi trường khử. HLTB các nguyên tố trong trầm tích cao nhất khi cacbon hữu cơ đạt 0,5 - 1,5 %.

Chất lượng môi trường trầm tích tầng mặt của vùng còn khá tốt nhưng có nguy cơ ô nhiễm bởi Hg.

Để ngăn chặn và hạn chế ô nhiễm môi trường trầm tích biển cần sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên và đất ngập nước đi đôi với việc tăng cường công tác quản lý, tuyên truyền, giáo dục và nghiên cứu khoa học về bảo vệ môi trường nói chung và môi trường biển ven bờ Phan Thiết - Hồ Tràm nói riêng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bùi Hồng Long và nnk, *Điều tra các điều kiện tự nhiên, môi trường, nguồn lợi vùng ven bờ vịnh Phan Thiết và xây dựng định hướng phát triển bền vững*, Lưu trữ tại Phân viện Hải dương học tại Nha Trang, 2000.

2. Cục Thống kê tỉnh Bình Thuận (2005), *Niên giám thống kê tỉnh Bình Thuận năm 2004*.
3. Đào Mạnh Tiến và nnk, *Thành lập bản đồ địa chất vùng biển Phan Thiết - Hồ Tràm từ 0 - 30 m nước, tỷ lệ 1: 100.000*, Lưu trữ tại Liên đoàn Địa chất Biển, Hà Nội, 2004.
4. G. Nelson Eby, *The principle of enviromental geochemistry*, Thomson learning Academic Resource Center, 2004.
5. Horst D. Schulz and Matthias Zabel, *Marine Geochemistry*, Springer-Verlag Berlin - Heidelberg, Printed in Germany, 2000.
6. Mai Trọng Nhuận và nnk, *Thành lập bản đồ hiện trạng địa chất môi trường vùng biển Phan Ri - Phan Thiết từ 0 - 30 m nước, tỷ lệ 1: 100.000*, Lưu trữ tại Liên đoàn Địa chất Biển, Hà Nội, 2003.
7. Mai Trọng Nhuận và nnk, *Thành lập bản đồ hiện trạng địa chất môi trường vùng biển Hồ Tràm - Vũng Tàu từ 0 - 30 m nước, tỷ lệ 1: 100.000*, Lưu trữ tại Liên đoàn Địa chất Biển, Hà Nội, 2004.
8. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bình Thuận, 2001. *Báo cáo hiện trạng môi trường tỉnh Bình Thuận năm 2000*.
9. Trần Nghi và nnk, *Thành lập bản đồ trầm tích tầng mặt vùng biển Phan Ri - Phan Thiết từ 0 - 30 m nước, tỷ lệ 1: 100.000*, Lưu trữ tại Liên đoàn Địa chất Biển, Hà Nội, 2003.
10. Trần Nghi và nnk, *Thành lập bản đồ trầm tích tầng mặt vùng biển Phan Thiết - Hồ Tràm từ 0 - 30 m nước, tỷ lệ 1: 100.000*, Lưu trữ tại Liên đoàn Địa chất Biển, Hà Nội, 2004.

VNU. JOURNAL OF SCIENCE, Nat., Sci., & Tech., T.XXIII, N<sub>o</sub>1, 2007

## STUDY CHARACTERISTICS OF SEDIMENT ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY OF PHAN THIẾT - HỒ TRÀM NEAR-SHORE ZONE FOR SUSTAINABLE USE OF NATURAL RESOURCES

Mai Trong Nhuan<sup>(1)</sup>, Tran Dang Quy<sup>(1)</sup>, Nguyen Tai Tue<sup>(1)</sup>

Dao Manh Tien<sup>(2)</sup>, Nguyen Thi Hong Hue<sup>(1)</sup>, Nguyen Thi Hoang Ha<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Department of Geology, College of Science, <sup>(2)</sup> Marine Geology Union

Geochemical environment of sediment in Phan Thiết - Hồ Tràm near-shore zone could be divided into six main types based on pH and Eh. Organic carbon and pH, Eh have a linear inverse proportion relationship and they influence on chemical elements content in the sediment. Based on accumulation level, these elements could be divided into three groups: high accumulation level group including Hg, I, low accumulation level group including Sb, Br, non-accumulation level group including Cu, Pb, Zn, Mn,

As, B. The content of Pb, As, Sb, I, B in the sediments gradually increases from Phan Rí near-shore area to Hồ Tràm one. The average content of elements in the sediment of this area is lower than that in the sediment of the whole Vietnamese near-shore zone. The content of the above mentioned elements in the sediment is lower than the Canadian standard for marine sediment but have potential to be contaminated by Hg. The best way to prevent marine sediment environment pollution is sustainable use of mineral, wetland and other natural resources, enhancement of environment protection awareness, education and research as well as environment mangement. Study sediment environmental geochemistry of Phan Thiết - Hồ Tràm near-shore zone contributes to sustainable use of the resources and protection marine environment.