

ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ CÁC NGUYÊN TỐ VI LƯỢNG TRONG TRẦM TÍCH TẦNG MẶT VỊNH TIÊN YÊN

TRẦN ĐĂNG QUY¹, NGUYỄN TÀI TUỆ², MAI TRỌNG NHUẬN¹

Email: quytd@vnu.edu.vn

¹Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội

²Trung tâm Nghiên cứu Môi trường Biển (CMES) - Trường Đại học Ehime, Nhật Bản

Ngày nhận bài: 16 - 7 - 2011

1. Mở đầu

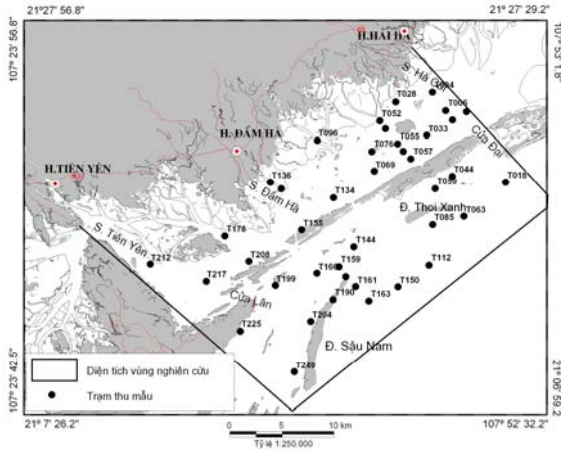
Hàm lượng và sự phân bố của các nguyên tố vi lượng (NTVL) trong trầm tích biển đã thu hút được rất nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học trên thế giới [4, 6, 12-14, 16, 17, 22, 25]. Sự tập trung cao của NTVL trong trầm tích biển có thể gây ảnh hưởng đến các hệ sinh thái biển và con người thông qua quá trình sinh địa hóa. Các NTVL trong trầm tích có xu thế gia tăng hàm lượng so với trầm tích 50 - 100 năm trước [5, 12]. Các nghiên cứu về NTVL trong trầm tích cần phải tiếp tục thực hiện vì: trầm tích có thể là nguồn thứ cấp phát tán NTVL ra môi trường nước; và có thể chỉ ra lịch sử ô nhiễm môi trường biển vì trầm tích có tính ổn định hơn nước [26].

Các nghiên cứu về NTVL trong trầm tích biển ở Việt Nam hiện nay vẫn còn rất hạn chế, một vài NTVL được nghiên cứu sơ bộ trong các Chương trình biển như: Chương trình biển 48.06.14, Chương trình biển 48-06-02 hoặc được lồng ghép trong các công trình thành lập bản đồ địa chất môi trường biển (Mai Trọng Nhuận, 2001, 2006, 2007, Phạm Văn Thanh, 2009). Vấn đề này đã được chú trọng trong thời gian gần đây trong các đề tài cấp nhà nước như: Đề tài KC.09.22; Đề tài KC.09.05/06-10; Đề tài KC.09-22 nhằm hướng tới việc sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên. Các nghiên cứu cho thấy có mối liên hệ giữa sự gia tăng hàm lượng NTVL trong trầm tích biển với sự gia tăng phát triển kinh tế trên đới bờ, gây suy thoái môi trường, suy giảm đa dạng sinh học [18-20, 23] và gia tăng sự tích lũy trong sinh vật [3, 7-9, 20]. Sự phân bố và ô nhiễm NTVL trong trầm tích vịnh Tiên Yên đã được đề cập trong quá trình

lập bản đồ địa chất môi trường biển ven bờ Việt Nam (Mai Trọng Nhuận, 1997, 2007), trong đề tài KC.09.05/06-10, trong quy hoạch nuôi trồng thủy sản huyện Tiên Yên (Mai Trọng Nhuận, 2002) và các nghiên cứu của Nguyễn Thị Thục Anh [1]. Tuy nhiên, các nghiên cứu này vẫn còn chưa đầy đủ, tỷ lệ nghiên cứu nhỏ nên kết quả còn nhiều hạn chế. Sự thiếu hụt thông tin này đã gây khó khăn cho công tác quy hoạch sử dụng bền vững tài nguyên thiên nhiên vịnh Tiên Yên. Mục tiêu của nghiên cứu này là làm sáng tỏ đặc điểm phân bố, mức độ ô nhiễm, ảnh hưởng của tỷ lệ cấp hạt mịn và tổng carbon hữu cơ (TOC) tới các NTVL trong trầm tích vịnh Tiên Yên. Kết quả nghiên cứu góp phần xây dựng cơ sở dữ liệu khoa học cho việc định hướng sử dụng bền vững tài nguyên, bảo vệ môi trường ở vịnh.

Vịnh Tiên Yên nằm ở phía đông bắc của tỉnh Quảng Ninh, rộng khoảng 9km, dài khoảng 57km (Trần Đức Thạnh, 2006). Phạm vi không gian của vịnh kéo dài từ cửa sông Tiên Yên lên đến Móng Cái, giới hạn về phía tây bởi dãy đảo chắn Cái Bàu - Vĩnh Thục. Phạm vi nghiên cứu trong bài báo này bao gồm phần lớn diện tích vịnh Tiên Yên và vùng biển bên ngoài (*hình 1*). Các sông chính đổ vào vịnh là Ba Chẽ và Tiên Yên ở phía tây nam, Đàm Hà và Hà Cối ở phía tây bắc với đặc điểm là sông nhỏ và tải lượng trầm tích ít. Vịnh trao đổi nước với vùng biển thông qua Cửa Mô, Cửa Tiểu, Cửa Đại, cửa Bò Vàng, và cửa Đầu Tán. Chế độ triều trong vịnh có tính chất nhật triều thuần nhất với biên độ cực đại có thể tới 4,0m. Sóng trong vịnh không lớn do được che chắn bởi dãy đảo Cái Bàu - Vĩnh Thục. Dòng chảy trong vịnh không lớn và bị chi phối bởi dòng triều, mạnh tại các cửa vịnh. Về

phía tây vịnh là hệ thống bãi triều rộng lớn bao gồm rừng ngập mặn (gần 5.000ha) và bãi triều không phủ thực vật (khoảng 13.000ha). Hoạt động nhân sinh quanh vịnh chủ yếu là nuôi trồng và khai thác thủy sản, không có các khu đô thị hay khu công nghiệp lớn xung quanh vịnh.



Hình 1. Sơ đồ khu vực nghiên cứu và vị trí thu mẫu

2. Phương pháp nghiên cứu

Hoạt động khảo sát thực địa được tiến hành vào tháng 7 năm 2007; trong quá trình khảo sát thực địa thu thập 36 mẫu trầm tích tầng mặt (hình 1). Mẫu trầm tích được lấy bằng gàu inox, đóng vào túi PE và bảo quản lạnh ở nhiệt độ dưới 4°C cho đến khi phân tích. Các trạm khảo sát được lấy tọa độ ngoài thực tế bằng hệ thống định vị toàn cầu GPS version 7.2, sau đó đưa lên bản đồ bằng phần mềm Map Infor version 9.0, sử dụng nền địa hình quốc gia tỷ lệ 1:50.000 của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2000. Mẫu trầm tích được sấy khô ở nhiệt độ 60°C đến khối lượng không đổi. Mẫu trầm tích khô qua các bước xử lý khác nhau được phân tích độ hạt bằng phương pháp rây và pipet, phân tích TOC đồng thời với đồng vị bền ^{13}C bằng máy phân tích tỷ số khối lượng đồng vị (IRMS) (ANCA-SL, PDZ Europa, Ltd.), phân tích NTVL bằng phương pháp Khối phổ plasma cảm ứng (ICP-MS) (Elan 9000, PerkinElmer).

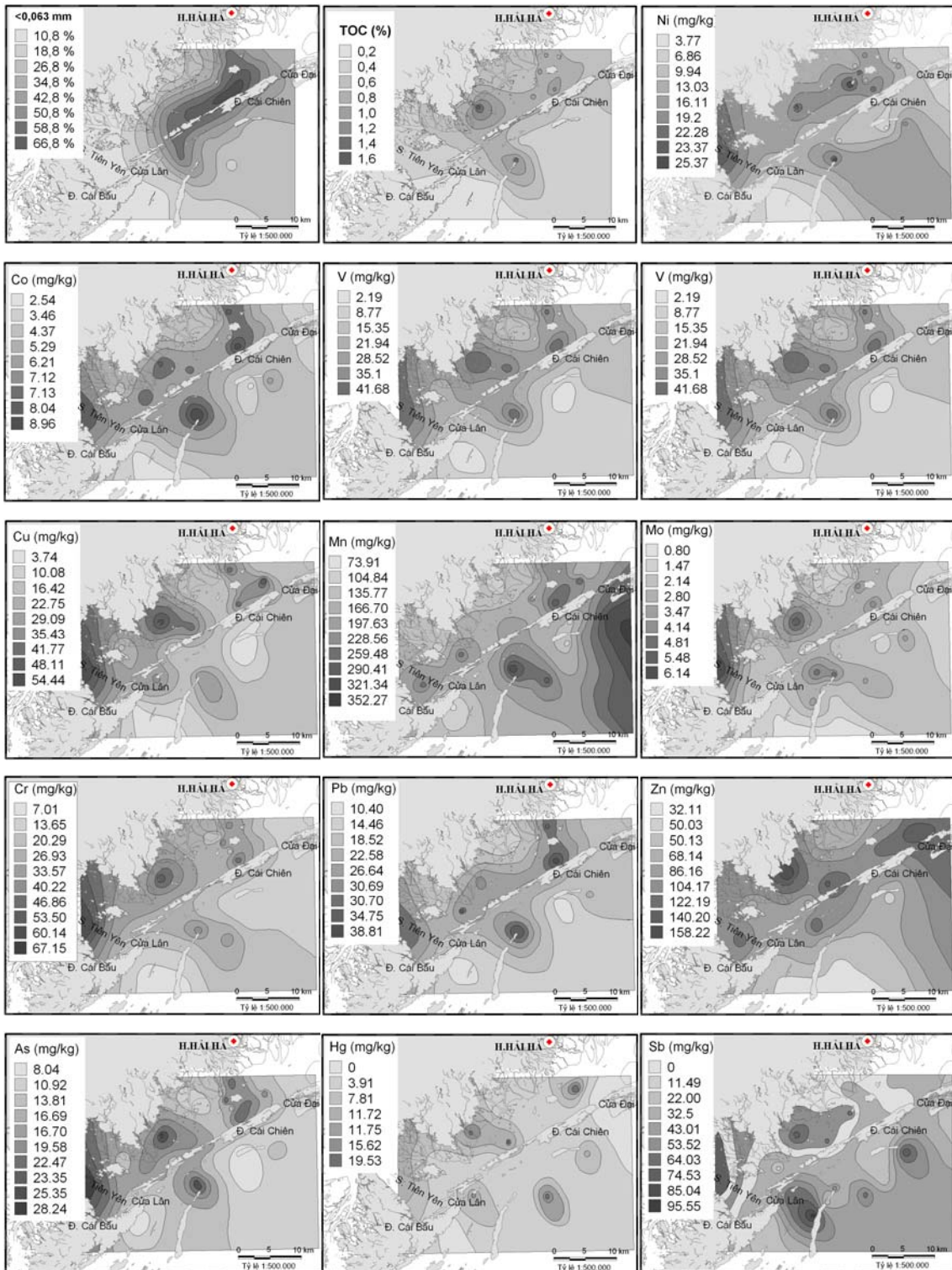
3. Kết quả và thảo luận

Trầm tích tầng mặt trong vùng chủ yếu là cát bùn, bùn cát, cát. Trầm tích cát bùn và bùn cát phân bố ở phía trong vịnh và trầm tích cát phân bố ở vùng biển bên ngoài các đảo chắn. Trên sơ đồ phân bố tỷ lệ cấp hạt mịn (<0,065mm) thấy rõ trầm tích có tỷ lệ cấp hạt mịn cao nằm ở trung tâm vịnh,

từ Hòn Miều ra đến bên ngoài cửa Bò Vàng rồi sau đó giảm dần ra xung quanh cả về phía trong bờ lẫn phía ngoài biển (hình 2). Như vậy, đặc điểm địa hình ảnh hưởng mạnh đến sự phân bố tỷ lệ cấp hạt mịn của trầm tích (<0,063mm). Do hệ thống đảo chắn bên ngoài nên môi trường trong vịnh khá yên tĩnh, thuận lợi cho sự tích tụ các trầm tích hạt mịn ở gần bờ phía tây các đảo chắn.

Hàm lượng TOC trong trầm tích tầng mặt tương đối thấp, thường gặp trong khoảng 0,2-1,23%, trung bình là 0,72 % (bảng 1). Kết quả thống kê hàm lượng TOC cho thấy 50 % số mẫu nằm trong phạm vi 0,53 - 1,05 % và 75 % số mẫu nằm trong khoảng 0,34 - 1,12 %. Hàm lượng TOC cao nhất lên đến 2,02 % trong trầm tích trước cửa sông Đầm Hà và phía bắc đảo Sậu Nam, thấp nhất là 0,20 % gặp trong trầm tích ở phía tây nam, giữa đảo Sậu Nam và đảo Cái Bàu. Hàm lượng TOC thể hiện rõ xu thế giảm dần từ giữa vịnh cả về phía đất liền lẫn về phía biển, khu vực trong vịnh cao hơn vùng biển bên ngoài (hình 2). Như vậy, do ảnh hưởng của các đảo chắn mà vật chất hữu cơ do sông vận chuyển từ trong đất liền ra hoặc từ dải rừng ngập mặn phía tây vịnh chủ yếu lắng đọng ở trong vịnh, cao nhất ở gần bờ phía tây dãy đảo chắn và rất ít được vận chuyển ra vùng vịnh bên ngoài. Hơn nữa, khả năng hấp phụ vật chất hữu cơ của trầm tích hạt mịn cao hơn so với trầm tích hạt thô liên quan đến diện tích bề mặt của trầm tích [11, 15]. Chính vì vậy mà sự phân bố của hàm lượng TOC có những nét tương đồng với sự phân bố của tỷ lệ cấp hạt mịn.

Hệ số tập trung $T_d = C_{tb}/C_n$, trong đó: C_{tb} và C_n lần lượt là hàm lượng trung bình của NTVL trong khu vực nghiên cứu và trong trầm tích biển nông thế giới (HLBTBG) theo A.P. Vinogradov (1967) [24]. Kết quả tính toán cho thấy: trong 13 NTVL thì Ni, Co, V, Cu, Cd, Mn, Mo, Cr, Pb, Zn có hàm lượng thấp hơn so với HLTBTG; As, Hg, Sb có hàm lượng cao hơn HLTBTG, thậm chí là cao hơn nhiều lần như Sb. Hàm lượng Co, Mn, Pb, Zn tương đối ổn định; hàm lượng Ni, Mo, Cr, As, Sb biến động mạnh; hàm lượng V, Cd, Cu, Hg biến động rất mạnh trong trầm tích tầng mặt. Chính sự không ổn định này nên mặc dù nhiều NTVL có hệ số T_d dưới 1,0 nhưng tại từng khu vực riêng lẻ lại có sự tập trung cao gây ô nhiễm trầm tích. Tuy nhiên, các NTVL có xu thế chung là tập trung cao trước các cửa sông; phía trong vịnh cao hơn vùng biển phía ngoài; thấp nhất ở phía nam đảo Sậu Nam và phía đông đảo Cái Chiên (hình 2). Sự phân bố này khá tương đồng với sự phân bố của tỷ lệ cấp hạt mịn và hàm lượng TOC trong trầm tích.



Hình 2. Sơ đồ phân bố tỷ lệ cấp hạt mịn, hàm lượng TOC và các kim loại vi lượng trong trầm tích tầng mặt khu vực vịnh Tiên Yên

Bảng 1. Hàm lượng NTVL (mg/kg) và TOC (%) trong trầm tích tầng mặt vịnh Tiên Yên

| | Ni | Co | V | Cu | Cd | Mn | Mo | Cr | Pb | Zn | As | Hg | Sb | TOC |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|------|
| Giá trị trung bình | 15,7 | 6,3 | 25,5 | 24,7 | 0,08 | 215,4 | 3,0 | 28,6 | 25,0 | 99,2 | 17,1 | 6,6 | 46,0 | 0,72 |
| Hệ số biến phân hàm lượng (%) | 49,6 | 37,1 | 68,0 | 72,5 | 75,0 | 37,7 | 53,5 | 54,1 | 39,1 | 38,4 | 43,6 | 134,7 | 62,5 | 42,0 |
| Giá trị nhỏ nhất | 3,8 | 2,5 | 2,2 | 3,7 | 0,00 | 73,9 | 0,8 | 7,0 | 10,4 | 32,1 | 5,2 | 0,0 | 11,5 | 0,20 |
| Giá trị lớn nhất | 34,6 | 11,7 | 68,0 | 67,1 | 0,24 | 383,2 | 7,5 | 73,4 | 51,0 | 212,3 | 34,0 | 39,1 | 116,6 | 2,02 |
| Hệ số Td | 0,11 | 0,16 | 0,18 | 0,19 | 0,20 | 0,25 | 0,33 | 0,33 | 0,56 | 0,76 | 1,7 | 6,6 | 46,0 | |

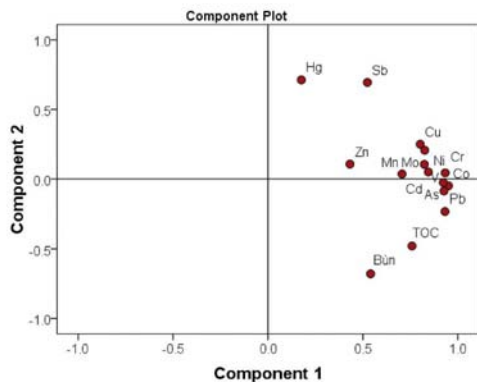
Dựa trên phân tích mối tương quan, 13 NTVL có thể chia làm hai nhóm (bảng 2). Nhóm thứ nhất gồm 10 NTVL Ni, Co, V, Cd, Cu, Mn, Mo, Cr, Pb, As có mối tương quan cặp đồng biến từ trung bình đến rất chặt chẽ với nhau. Nhóm thứ hai gồm ba NTVL Zn, Hg, Sb còn lại thường không thể hiện mối tương quan hoặc tương quan yếu với nhóm thứ nhất vì hàm lượng ba NTVL này không ổn định, có nhiều mẫu có hàm lượng dưới giới hạn phát hiện của phép phân tích. Hàm lượng TOC và tỷ lệ cấp hạt mịn thường có tương quan yếu tới trung bình, một số ít là tương quan chặt với các NTVL nhóm thứ nhất, không tương quan với nhóm NTVL thứ hai. Dưới tác động của TOC và tỷ lệ cấp hạt mịn, phần lớn mối tương quan giữa các NTVL nhóm

thứ nhất bị giảm tính chặt chẽ, một số ít là không thay đổi; và làm tăng tính chặt chẽ đối với nhóm NTVL thứ hai. Như vậy, có thể nhận thấy giữa các NTVL và hàm lượng TOC, tỷ lệ cấp hạt mịn có mối liên hệ khá chặt chẽ với nhau. Kết quả phân tích nhân tố cho thấy, thành phần chính thứ nhất và thứ hai lần lượt hấp thụ 59,52 % và 12,51 % độ biến động của số liệu. Trên biểu đồ phân tích thành phần chính cho thấy, tất cả 13 kim loại và TOC, tỷ lệ cấp hạt mịn đều nằm về bên phải của thành phần chính thứ nhất (hình 3). Theo thành phần chính thứ hai, hàm lượng TOC và tỷ lệ cấp hạt mịn có giá trị thấp nhất; 11 NTVL nằm tập trung xung quanh giá trị không; Hg và Sb nằm cách xa các NTVL còn lại và có giá trị lớn nhất.

Bảng 2. Ma trận tương quan cặp của các NTVL, TOC, tỷ lệ cấp hạt mịn trong trầm tích tầng mặt vịnh Tiên Yên (n=36)

| | Ni | Co | V | Cd | Cu | Mn | Mo | Cr | Pb | Zn | As | Hg | Sb | TOC | FGZ |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|------|
| Ni | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Co | 0,82 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | |
| V | 0,73 | 0,88 | 1,00 | | | | | | | | | | | | |
| Cd | 0,66 | 0,72 | 0,70 | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| Cu | 0,61 | 0,70 | 0,72 | 0,67 | 1,00 | | | | | | | | | | |
| Mn | 0,61 | 0,77 | 0,60 | 0,56 | 0,49 | 1,00 | | | | | | | | | |
| Mo | 0,72 | 0,77 | 0,75 | 0,65 | 0,56 | 0,47 | 1,00 | | | | | | | | |
| Cr | 0,82 | 0,88 | 0,87 | 0,75 | 0,74 | 0,59 | 0,83 | 1,00 | | | | | | | |
| Pb | 0,75 | 0,93 | 0,90 | 0,71 | 0,67 | 0,68 | 0,72 | 0,84 | 1,00 | | | | | | |
| Zn | 0,26 | 0,29 | 0,49 | 0,34 | 0,44 | 0,22 | 0,40 | 0,28 | 0,31 | 1,00 | | | | | |
| As | 0,71 | 0,90 | 0,89 | 0,71 | 0,71 | 0,68 | 0,76 | 0,87 | 0,88 | 0,29 | 1,00 | | | | |
| Hg | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,29 | 0,31 | 0,03 | 0,25 | 0,18 | 0,01 | 0,18 | 0,13 | 1,00 | | | |
| Sb | 0,53 | 0,48 | 0,35 | 0,46 | 0,61 | 0,42 | 0,56 | 0,49 | 0,32 | 0,23 | 0,44 | 0,39 | 1,00 | | |
| TOC | 0,57 | 0,67 | 0,72 | 0,64 | 0,59 | 0,34 | 0,51 | 0,67 | 0,78 | 0,36 | 0,67 | -0,06 | 0,03 | 1,00 | |
| FGZ | 0,40 | 0,51 | 0,48 | 0,40 | 0,28 | 0,31 | 0,29 | 0,44 | 0,63 | 0,21 | 0,46 | -0,22 | -0,12 | 0,78 | 1,00 |

Ghi chú: in đậm là tương quan với $p \leq 0,01$, in đậm nghiêng là tương quan với $p \leq 0,05$, FGZ là tỷ lệ cấp hạt mịn.



Hình 3. Biểu đồ phân tích thành phần chính xác các NTVL, TOC và tỷ lệ cấp hạt mịn trong trầm tích tầng mặt

Bảng 3 trình bày kết quả phân tích phương sai đa nhân tố đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng TOC và tỷ lệ cấp hạt mịn tới hàm lượng NTVL trong trầm tích tầng mặt. Với mức ý nghĩa $p \leq 0,05$ của tiêu chuẩn Fisher, sự phân bố và hàm lượng 11 NTVL Ni, Co, V, Cd, Cu, Mn, Mo, Cr, Pb, Zn, As chịu ảnh hưởng của hàm lượng TOC nhưng Hg và Sb lại không chịu ảnh hưởng. Tương tự, sự phân bố và hàm lượng 8 NTVL Ni, Co, V, Cd, Cr, Pb,

Zn và As chịu ảnh hưởng của tỷ lệ cấp hạt mịn còn 5 NTVL Cu, Mn, Mo, Hg và Sb lại không chịu ảnh hưởng. Tuy nhiên, tác động cộng tính của cả hai nhân tố này có ảnh hưởng đến sự phân bố và hàm lượng 11 kim loại Ni, Co, V, Cd, Cu, Mn, Mo, Cr, Pb, Zn, As; không ảnh hưởng tới phân bố và hàm lượng hai kim loại Hg và Sb.

Tất cả các kết quả trên đều cho thấy hàm lượng TOC và tỷ lệ cấp hạt mịn có ảnh hưởng đến hàm lượng các NTVL trong trầm tích và mối quan hệ giữa chúng là tương quan đồng biến. Hàm lượng NTVL thường tập trung cao trong trầm tích có tỷ lệ cấp hạt mịn cao và hàm lượng TOC cao là do các NTVL ít khi tồn tại độc lập trong môi trường biển mà thường tồn tại dưới dạng hấp phụ trên bề mặt hạt mịn và vật chất hữu cơ. Như vậy, có thể thấy vai trò quan trọng của yếu tố địa hình đến sự phân bố và hàm lượng các NTVL trong trầm tích tầng mặt vịnh Tiên Yên. Yếu tố địa hình mà cụ thể là các đảo chắn đã tác động đến sự phân bố của tỷ lệ cấp hạt mịn, đồng thời cùng với tỷ lệ cấp hạt mịn của trầm tích tác động đến sự phân bố của vật chất hữu cơ, cuối cùng là thông qua các yếu tố này tác động đến sự phân bố của NTVL trong trầm tích.

Bảng 3. Phân tích phương sai đa nhân tố đánh giá ảnh hưởng của hàm lượng TOC và tỷ lệ cấp hạt mịn tới sự phân bố và hàm lượng các NTVL trong trầm tích tầng mặt

| Mặt | Ni | | Co | | V | | Cd | | Cu | | Mn | | Mo | |
|-----------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|-------------|------|--------------|------|
| | F | Sig. | F | Sig. | F | Sig. | F | Sig. | F | Sig. | F | Sig. | F | Sig. |
| TOC | 16,48 | 0,00 | 28,26 | 0,00 | 36,95 | 0,00 | 24,03 | 0,00 | 18,59 | 0,00 | 4,41 | 0,04 | 11,76 | 0,00 |
| < 0,063 mm | 6,55 | 0,02 | 11,80 | 0,00 | 10,06 | 0,00 | 6,51 | 0,02 | 2,99 | 0,09 | 3,64 | 0,07 | 3,06 | 0,09 |
| TOC * (< 0,063) | 18,71 | 0,00 | 34,68 | 0,00 | 50,54 | 0,00 | 28,61 | 0,00 | 24,68 | 0,00 | 4,63 | 0,04 | 16,95 | 0,00 |
| | Cr | | Pb | | Zn | | As | | Hg | | Sb | | | |
| | F | Sig. | F | Sig. | F | Sig. | F | Sig. | F | Sig. | F | Sig. | | |
| TOC | 28,31 | 0,00 | 53,20 | 0,00 | 4,94 | 0,03 | 27,31 | 0,00 | 0,12 | 0,73 | 0,03 | 0,86 | | |
| < 0,063 mm | 8,12 | 0,01 | 22,31 | 0,00 | 1,64 | 0,21 | 9,17 | 0,01 | 1,73 | 0,20 | 0,51 | 0,48 | | |
| TOC * (< 0,063) | 40,26 | 0,00 | 66,35 | 0,00 | 4,81 | 0,04 | 39,02 | 0,00 | 0,01 | 0,93 | 0,35 | 0,56 | | |

Ghi chú: F - Tiêu chuẩn Fisher, Sig. - mức ý nghĩa, in đậm là có chịu ảnh hưởng với $p \leq 0,05$

Hệ số địa tích lũy (I_{geo}) được G. Müller (1979) [10] đề nghị để đánh giá mức độ ô nhiễm NTVL trong trầm tích. Hệ số I_{geo} được xác định bởi $I_{geo} = \log_2 (C_n/1,5B_n)$, với C_n là hàm lượng NTVL trong mẫu, B_n là hàm lượng NTVL nền lấy theo hàm lượng trung bình trong đá phiến sét của K.K. Turekian và K.H. Wedepohl (1961) [21], 1,5 là hệ số hiệu chỉnh. Theo I_{geo} , mức độ ô nhiễm các NTVL được chia ra làm 7 nhóm: không ô nhiễm (≤ 0); từ không ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình (0 - 1); ô nhiễm trung bình (1 - 2); từ ô nhiễm trung bình đến ô nhiễm nặng (2 - 3); ô nhiễm nặng (3 - 4); ô nhiễm nặng đến ô nhiễm rất nặng (4 - 5); và ô

nhiễm rất nặng (> 5). Kết quả tính toán cho thấy, Ni, V, Cd, Mn, Cr không gây ô nhiễm; Co, Cu từ không gây ô nhiễm đến ô nhiễm nặng; Mo, Pb, Zn, As từ không gây ô nhiễm đến ô nhiễm trung bình; Hg từ không gây ô nhiễm đến ô nhiễm rất nặng; Sb gây ô nhiễm từ trung bình đến rất nặng.

Hệ số nhiễm bản (CF) được sử dụng để đánh giá mức độ tích lũy NTVL trong trầm tích. Hệ số CF được xác định theo công thức $CF = C_m/C_n$, trong đó, C_m là hàm lượng NTVL trong mẫu, C_n là hàm lượng NTVL nền cũng lấy theo hàm lượng trung bình trong đá phiến sét của K.K. Turekian và

K.H. Wedepohl (1961) [21]. Từ hệ số CF, G. Müller (1979) [10] đã tính hệ số tải ô nhiễm (PLI): $PLI = \sqrt[n]{CF_1 * CF_2 * CF_3 * \dots * CF_n}$, trong đó, $CF_1, CF_2, CF_3, \dots, CF_n$ lần lượt là hệ số nhiễm bẩn của các kim loại vi lượng thứ 1, 2, 3, ..., n. Theo PLI, mức độ ô nhiễm tổng các NTVL trong trầm tích được phân thành 5 cấp: $1 > PLI$ - Không ô nhiễm; $1 < PLI < 3$ - Ô nhiễm nhẹ; $3 < PLI < 12$ - Ô nhiễm trung bình; $12 < PLI < 48$ - Ô nhiễm nặng; $PLI > 48$ - Ô nhiễm rất nặng [2]. Kết quả tính toán cho thấy, Co, Cu, Mo, Pb, Zn, As, Hg, Sb đã gây nhiễm bẩn trầm tích tầng mặt với hệ số CF > 1. Trong 36 mẫu thì hệ số PLI nhỏ nhất là 0,3 và lớn nhất là 2,0, trong đó 20 mẫu có hệ số $PLI \leq 1$ và 16 mẫu có hệ số $PLI > 1$. Nghĩa là, có 16/36 mẫu trầm tích tầng mặt quan sát trên toàn vịnh đã bị ô nhiễm các NTVL ở mức độ nhẹ.

Đánh giá chất lượng trầm tích theo Igeo và CF cho biết mức độ tích lũy NTVL so với hàm lượng

nền. Theo PLI cho phép đánh giá chất lượng tổng thể về NTVL của trầm tích. Tuy nhiên, để khẳng định hàm lượng các NTVL trong trầm tích đã tác động xấu đến sinh vật thủy sinh chưa cần đánh giá chất lượng trầm tích theo ISQGs (CCME, 2000). Đối sánh với ISQGs, trầm tích tầng mặt vịnh Tiên Yên đã bị ô nhiễm bởi 6/13 NTVL bao gồm Cu, Cr, Pb, Zn, As và Hg (bảng 4). Theo đó, ô nhiễm As và Hg xảy ra trên diện rộng với tần suất bắt gặp lần lượt là 34/36 và 28/36 mẫu; ô nhiễm Cr chỉ có ở các cửa sông Đầm Hà, Đường Hoa và phía bắc đảo Sâu Nam. Ô nhiễm Cu, Pb, Zn trong trầm tích quan sát thấy ở phía đông bắc vịnh và các cửa sông Đường Hoa, Đầm Hà, bắc đảo Sâu Nam và cửa Bò Vàng. Kim loại ô nhiễm mạnh nhất là Hg với hệ số ô nhiễm (Ttc) đối với mức hiệu ứng có ngưỡng (TEL) là 1,9 - 300, thậm chí vượt cả mức hiệu ứng có thể (PEL), sau đó là Cu với hệ số ô nhiễm là 1,0-14,3, As gây ô nhiễm với hệ số 1,1-4,7, ba kim loại Cr, Pb, Zn gây ô nhiễm với hệ số 1,0-1,7.

Bảng 4. Ô nhiễm các NTVL trong trầm tích tầng mặt so với ISQG

| Kim loại | Hàm lượng (mg/kg) | Hệ số (Ttc) | Số mẫu ô nhiễm | Khu vực ô nhiễm |
|----------|-------------------|-------------|----------------|--|
| Cr | 52,5 - 73,4 | 1,0 - 1,4 | 4/36 | Các cửa sông Đầm Hà và Đường Hoa, bắc đảo Sâu Nam |
| Pb | 30,3 - 51,0 | 1,0 - 1,7 | 10/36 | Các cửa sông Đầm Hà và Đường Hoa, bắc đảo Sâu Nam |
| Zn | 124,2 - 212,3 | 1,0 - 1,7 | 10/36 | Đông bắc vịnh, cửa sông Đường Hoa, bắc đảo Sâu Nam |
| As | 7,9 - 34,0 | 1,1 - 4,7 | 34/36 | Toàn vịnh |
| Cu | 19,1 - 267,1 | 1,0 - 14,3 | 17/36 | Đông bắc vịnh, cửa sông Đường Hoa, cửa Bò Vàng |
| Hg | 0,2 - 39,1 | 1,9 - 300 | 28/36 | Ven biển từ cửa sông Hà Cối đến cửa sông Đường Hoa, bắc đảo Sâu Nam, bắc cửa Đại |

4. Kết luận

Địa hình đóng vai trò quan trọng trong sự phân bố của TOC, tỷ lệ cấp hạt mịn và hàm lượng các NTVL trong trầm tích tầng mặt vịnh Tiên Yên và hệ quả là ô nhiễm NTVL trong trầm tích vịnh. Do sự chi phối của địa hình mà hàm lượng TOC và tỷ lệ cấp hạt mịn tập trung cao ở trung tâm vịnh, hàm lượng các NTVL có xu thế giảm dần từ bờ ra khơi, từ phía đông bắc xuống phía tây nam. Hàm lượng TOC, tỷ lệ cấp hạt mịn có ảnh hưởng đến môi trường, sự phân bố và hàm lượng các NTVL.

Lời cảm ơn: Tập thể tác giả chân thành cảm ơn ThS. Phạm Tiến Đức và PGS.TSKH. Lưu Văn Bôi đã giúp đỡ trong quá trình phân tích các NTVL, TS. Omori trong quá trình phân tích hàm lượng TOC, các Đề tài TN-11-31, QGTĐ 09-04, QGTĐ 10.31 đã hỗ trợ kinh phí cho nghiên cứu này.

TÀI LIỆU DẪN

- [1] Nguyễn Thị Thục Anh và Nguyễn Khắc Giảng, 2006: Hiện trạng ô nhiễm kim loại nặng của trầm tích bãi triều cửa sông vùng vịnh Tiên Yên - Hà Cối, Quảng Ninh: Tạp chí Địa chất, số 293, trang 1-10.
- [2] Belzunce M. J., Solaun, O., Franco, J., Valencia, V., and Borja, A., 2001: Accumulation of organic matter, heavy metals and organic compounds in surface sediments along the Nevió estuary (Northern Spain): Marine Pollution Bulletin, v.42, p.1407-1411.
- [3] Đặng Thúy Bình, Nguyễn Thanh Sơn, Nguyễn Thị Thu Nga, 2006: Nghiên cứu sự tích lũy kim loại nặng trong Ốc Hương và một số đối tượng thủy sản (Vẹm, Hải sâm, Rong Sụn) tại đảo Điệp

Son, vịnh Vân Phong, Khánh Hòa: Tạp chí Khoa học - Công nghệ thủy sản, số 03-04, tr. 44-52.

[4] *Buccolieri A., Buccolieri, G., Cardellicchio, N., Dell'Atti, A., Di Leo, A., and Maci, A.*, 2006: Heavy metals in marine sediments of Taranto Gulf (Ionian Sea, Southern Italy): *Marine Chemistry*, v.99, p.227-235.

[5] *Cardoso A., Boaventura, G., Silva, E., and Brod, J.*, 2001: Metal distribution in sediments from the Ribiera bay, Rio de Janeiro - Brazil: *Journal of Brazilian Chemical Society*, v.12, p.767-774.

[6] *Carman C.M.I., Xiang-Dong, L., Gan, Z., Onyx, W.H.W., and Yok-Sheung, L.*, 2007: Trace metal distribution in sediments of the Pearl River Estuary and the surrounding coastal area, South China: *Environmental Pollution*, v.147, p.311-323.

[7] *Phạm Thị Hồng Hà, Nguyễn Văn Khánh, và Lê Thị Quế*, 2009: Nghiên cứu tích lũy kim loại nặng chì (Pb) và cadmium (Cd) ở loài Sò Lông (*Anadara subcrenata* Lischke) và Ngao dầu (*Meretrix Meretrix* Linnaeus) vùng cửa sông thành phố Đà Nẵng: *Tạp chí Sinh học*, số 31(3), tr.87-93.

[8] *Nguyễn Văn Khánh và Phạm Văn Hiệp*, 2009: Nghiên cứu sự tích lũy kim loại nặng cadmium (Cd) và Chì (Pb) của loài Hến (*Corbicula* Sp.) vùng cửa sông ở thành phố Đà Nẵng: *Tạp chí Khoa học và Công nghệ*, số 1(30), 83-89.

[9] *Nguyễn Văn Khánh, Võ Văn Minh, Phạm Thị Hồng Hà, và Dương Công Vinh*, 2010: Hàm lượng As, Pb tích lũy trong loài Hến (*Corbicula* sp.) và Hàu sông (*Ostrea rivularis* Gould, 1981) tại cửa sông Cu Đê, thành phố Đà Nẵng: *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, tập 1, tr.27-35.

[10] *Müller G.*, 1979: Schwermetalle in den sedimenten des Rheins - VeraE' nderungenseit 1971: *Umschau*, v. 79, p.778-783.

[11] *Muller P. J.*, 1977: C/N ratios in Pacific deep-sea sediments: effect of inorganic ammonium and organic nitrogen compounds sorbed by clays: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v.41, p.765-776.

[12] *Owens M., and Cornwell J.*, 1995: Sedimentary evidence for decreased heavy metal input to the Chesapeake bay: *AMBIO*, v. XXIII, p.30-36.

[13] *Pekey H.*, 2006: The distribution and sources of heavy metals in Izmit Bay surface

sediments affected by a polluted stream: *Marine Pollution Bulletin*, v.52, p.1197-1208.

[14] *Prudente S. M., Ichihashi, H., and Tatsukawa, R.*, 1994: Heavy metal concentrations in sediments from Manila bay, Philippines and inflowing rivers: *Environmental Pollution*, v. 86, p. 83-88.

[15] *Rojas N., and Silva N.*, 2005: Early diagenesis and vertical distribution of organic carbon and total nitrogen in recent sediments from southern Chilean fjords (Boca del Guafo to Pulluche Channel): *Investigaciones Marinas*, v.33, p.183-194.

[16] *Roussiez V., Ludwig, W., Probst, J.-L., and Monaco, A.*, 2005: Background levels of heavy metals in surficial sediments of the Gulf of Lions (NW Mediterranean): An approach based on ¹³³Cs normalization and lead isotope measurements: *Environmental Pollution*, v. 138, p.167-177.

[17] *Sari E., and Cagatay M. N.*, 2001: Distributions of heavy metals in the surface sediments of the Gulf of Saros, NE Aegean Sea: *Environment International*, v.26, p.169-173.

[18] *Trần Đức Thanh*, 2009: Nguy cơ suy thoái môi trường và suy giảm đa dạng sinh học Vịnh Hạ Long: *Tạp chí Hàng hải*, tr.53-54.

[19] *Phạm Văn Thơm, Lê Thị Vinh, Dương Trọng Kiểm, Nguyễn Hồng Thu, và Phạm Hữu Tâm*, 2006: Ảnh hưởng của các hoạt động kinh tế đối với chất lượng môi trường đầm Thủy Triều - Vịnh Cam Ranh: *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển*, số 3, tr.66-77.

[20] *Nguyễn Ngọc Tuấn, Nguyễn Giăng, Nguyễn Thanh Tâm, Lê Như Tôn, và Minh Trương Tri*, 2008: Đánh giá hàm lượng một số kim loại nặng Cu, Pb, Cd, Hg và As trong nước, trầm tích và một số vịnh vật (Vẹm xanh và Sò lông) tại vùng đầm Nha Phu, tỉnh Khánh Hòa: *Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học*, số 13, tr.100-105.

[21] *Turekian K. K., and Wedepohl K. H.*, 1961: Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust: *Geological Society of America Bulletin*, v.72, p.175-192.

[22] *Valdés J., Vargas, G., Sifeddine, A., Ortlieb, L., and Guinez, M.*, 2005: Distribution and enrichment evaluation of heavy metals in Mejillones Bay (23°S), Northern Chile: *Geochemical and statistical approach: Marine Pollution Bulletin*, v.50, p.1558-1568.

[23] Lê Thị Vinh, Phạm Văn Thơm, Nguyễn Hồng Thu, Dương Trọng Kiểm, và Phạm Hữu Tâm, 2007: Hành vi của các yếu tố dinh dưỡng và kim loại nặng trong khu vực cửa sông Cái và vịnh Nha Trang: Tạp chí Khoa học và Công nghệ Biển, tập 3, tr.31-43.

[24] Vinogradov A. P., 1967: Introduction in geochemistry of ocean: Moscow, Russian, Nauka, 142p.

[25] Zhang L., Ye, X., Feng, H., Jing, Y., Ouyang, T., Yu, X., Liang, R., Gao, C., and Chen, W., 2007: Heavy metal contamination in western Xiamen Bay sediments and its vicinity, China: Marine Pollution Bulletin, v.54, p.974-982.

[26] Zwolsman J., Van Eck, G., and Burger, G., 1996: Spatial and temporal distribution of trace metals in sediments from the Scheldt estuary, south-west Netherlands: Estuarine, Coastal and Shelf Science, v.43, p.55-79.

SUMMARY

Spatial distribution of trace elements in surface sediments of Tien Yen Bay, northeast Vietnam

The Tien Yen Bay in Quang Ninh province (northeast Vietnam) is abundant in natural resources, such as mangrove ecosystems, wetlands, and other biological resources. These ecosystems are highly sensitive to environmental pollution (i.e., trace element concentration). Yet, there still remains a major deficiency of information on trace element concentrations from the region. The purpose of this study was to examine the spatial distribution of 13 trace elements (Ni, Co, V, Cd, Cu, Mn, Mo, Cr, Pb, Zn, As, Hg, Sb) in surface sediments of Tien Yen Bay, in order to understand the mechanisms of trace element concentrations and to assess sediment quality. The results showed that the surface sediments were composed of sandy mud, muddy sand, and sand. The trace elements were highly concentrated in sediments close to river mouths and were decreased toward offshore and southeastern part of the bay. The trace elements positively correlated with each other. The trace element concentrations were controlled by the TOC content and the fine sediment grain size (<0,063mm). According to the Canadian ISQGs, Geo-accumulation index, and Pollution load index, the surface sediments were contaminated by trace elements (As, Hg, Sb, Cu, Pb, Zn, Cd, Cr, Mo).