

## Tốc độ lắng đọng và nguồn cung cấp vật liệu trầm tích vịnh Hạ Long trong 150 năm qua

Đặng Hoài Nhơn<sup>1,\*</sup>, Võ Thị Tường Hạnh<sup>2</sup>, Joy Matthews<sup>3</sup>, Bùi Văn Vượng<sup>1</sup>,  
Đình Văn Huy<sup>1</sup>, Nguyễn Đình Khang<sup>1</sup>, Nguyễn Mai Lựu<sup>1</sup>, Nguyễn Đắc Vệ<sup>1</sup>,  
Phạm Văn Lượng<sup>1</sup>, Phan Sơn Hải<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Viện Tài nguyên và Môi trường biển (IMER, VAST), 246 Đà Nẵng, Hải Phòng

<sup>2</sup>Viện Năng lượng nguyên tử Việt nam (VINATOM), 59 Lý Thường Kiệt, Hà Nội

<sup>3</sup>Phòng thí nghiệm đồng vị bền UC Davis, Đại học California, Hoa Kỳ

<sup>4</sup>Viện Nghiên cứu Hạt nhân, 1 Nguyên Tử Lực, Đà Lạt, Lâm Đồng

Nhận ngày 11 tháng 4 năm 2016

Chỉnh sửa ngày 21 tháng 6 năm 2016; Chấp nhận đăng ngày 28 tháng 6 năm 2016

**Tóm tắt:** Vịnh Hạ Long là nơi có cảnh quan đẹp và các hệ sinh thái đa dạng cao được con người sử dụng và khai thác trong phát triển kinh tế nên chịu tác động nhân sinh mạnh mẽ gây suy giảm môi trường đã và đang diễn ra ở môi trường Vịnh. Bằng đồng vị phóng xạ <sup>210</sup>Pb, <sup>226</sup>Ra đánh giá tốc độ lắng đọng trầm tích trong khoảng 150 năm trở lại đây, và đồng vị bền  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  và tỷ số C/N trong trầm tích đánh giá nguồn cung cấp trầm tích cho vịnh Hạ Long.

Tốc độ lắng đọng trầm tích ở vịnh Hạ Long dao động từ 0,02 - 1,56 cm/năm. Trong đó tốc độ lắng đọng trầm tích lớn nhất ở phía bắc Vịnh gần khu đồ thải của mỏ than Hà Tu, trung bình ở trung tâm Vịnh và phía tây Vịnh gần cửa sông Bạch Đằng và nhỏ nhất ở phía đông và phía nam Vịnh.

Trầm tích lắng đọng trong Vịnh có nguồn gốc từ 3 nhóm: Nhóm 1 chủ yếu phân bố ở phía tây và trung tâm Vịnh có nguồn gốc biển chịu nhiều tác động từ lục địa; Nhóm 2 phân bố ở các lớp sâu đáy Vịnh có nguồn gốc biển sau đó bị quá trình phong hóa lục địa do biển thoái hoặc tác động từ lục địa lớn; Nhóm 3 có nguồn gốc biển phân bố gần bờ, ít chịu sự chi phối khối nước lục địa nhưng chịu ảnh hưởng của thảm thực vật lục địa.

*Từ khóa:* Tốc độ lắng đọng trầm tích,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ , tỷ số C/N, vịnh Hạ Long.

### 1. Mở đầu

Tốc độ lắng đọng trầm tích trong thủy vực phản ánh vai trò của quá trình tự nhiên, tuy nhiên có ảnh hưởng của tác động nhân sinh đến quá trình lắng đọng trầm tích. Đi kèm với nó là nhiều tác động tiêu cực là nông hóa thủy vực

gây cản trở đến giao thông thủy, suy giảm chức năng hệ sinh thái của thủy vực. Vịnh Hạ Long, nơi được UNESCO phong tặng di sản về Thiên Nhiên thế giới và đa dạng Địa chất và Địa mạo, đang là điểm du lịch nổi tiếng ở Việt Nam và là điểm đến của du khách thế giới, chịu nhiều áp lực về môi trường biểu hiện bằng sự có mặt các chất ô nhiễm như hóa chất bảo vệ thực vật, PCBs, PAHs [1-3] chúng góp phần gây ra suy thoái địa hệ. Hiểu được nguồn cung cấp, tốc độ

\* Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-903462376  
Email: nhondh@imer.ac.vn

lắng đọng trầm tích sẽ giúp có giải pháp giảm thiểu các rủi ro đến môi trường thủy vực.

Đồng vị phóng xạ, đồng vị bền là một công cụ khá hiện đại được nhiều nước sử dụng làm công cụ giám sát môi trường, đánh giá những tác động của tự nhiên và con người tới môi trường và diễn biến môi trường theo thời gian. Đồng vị phóng xạ  $^{210}\text{Pb}$  và  $^{226}\text{Ra}$  được sử dụng để định tuổi các lớp trầm tích trong khoảng 200 năm trở lại đây. Đồng vị bền hay tỷ số đồng vị bền carbon  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C}$ ), nitơ  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ( $\delta^{15}\text{N}$ ) và tỷ số carbon/nitơ (C/N) được sử dụng nhận dạng nguồn vật chất hữu cơ trong môi trường. Đồng vị bền carbon  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C}$ ), nitơ  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ( $\delta^{15}\text{N}$ ) và tỷ số carbon/nitơ (C/N) trong trầm tích ở các thủy vực nhận được từ nhiều nguồn khác nhau từ thế giới sinh vật, từ trong đất bào mòn quanh thủy vực, từ không khí [4], mỗi nguồn khác nhau có những giá trị tỷ số đồng vị khác nhau. Trầm tích ghi nhận các tác động của tự nhiên và nhân sinh do vậy dùng nó để giải đoán các quá trình tự nhiên và tác động nhân sinh đã từng diễn ra tác động đến thủy vực [5].

Những nghiên cứu về giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  đầu tiên ở thế giới thực vật chia ra làm 2 nhánh là thực vật có mạch và thực vật không mạch, nhánh thực vật không mạch là các loài thực vật đơn bào phù du (tảo), nhánh thực vật có mạch là các thực vật đa bào (cây thân gỗ, cây thân thảo). Nhánh thực vật đa bào chia ra làm hai nhóm C4 (cây thân thảo như các loài cỏ) có giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  dao động (-22) - (-8) ‰ và nhóm C3 (cây thân gỗ) có giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  dao động (-33) - (-23) ‰, cả hai nhóm thực vật C3 và C4 này đều có tỷ số C/N > 20 [6]. Nhánh thực vật không mạch thực vật phù du giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  dao động từ (-28) - (-25) ‰ trong môi trường lục địa và trong môi trường biển dao động -24 ‰ tới -18 ‰, tỷ số C/N của tảo < 10. Khí quyển hòa tan  $\text{CO}_2$  vào thủy quyển rồi chuyển vào trầm tích có giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  (-7) - (-6) ‰. Nguồn trong hệ bicarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ) trong biển là + 1,5 ‰ [7-9]. Nguồn bào mòn đất  $\delta^{13}\text{C}$  dao động (-28,7) - (-23,4) ‰, tỷ số C/N dao động 10 - 20 [10-12]. Giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  trong môi trường là chỉ thị khá tốt,  $\delta^{15}\text{N}$  dao động từ 4 ‰ tới 10 ‰ trung bình 6 ‰ được cho là nguồn trong biển,  $\delta^{15}\text{N}$  dao động

từ -10 ‰ tới 10 ‰ trung bình 2 ‰ được cho là nguồn từ lục địa.

Trong nghiên cứu này bằng đồng vị bền ( $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ), đo nhanh môi trường, đồng vị phóng xạ ( $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ) đánh giá tốc độ lắng đọng trầm tích và nhận dạng các nguồn cung cấp vật chất cho vịnh Hạ Long, đánh giá ảnh hưởng tương tác các quá trình lục địa - biển qua sự ghi nhận các giá trị đồng vị bền trong các lớp trầm tích cột khoan theo thời gian.

## **2. Tài liệu và phương pháp nghiên cứu**

### *2.1. Tài liệu*

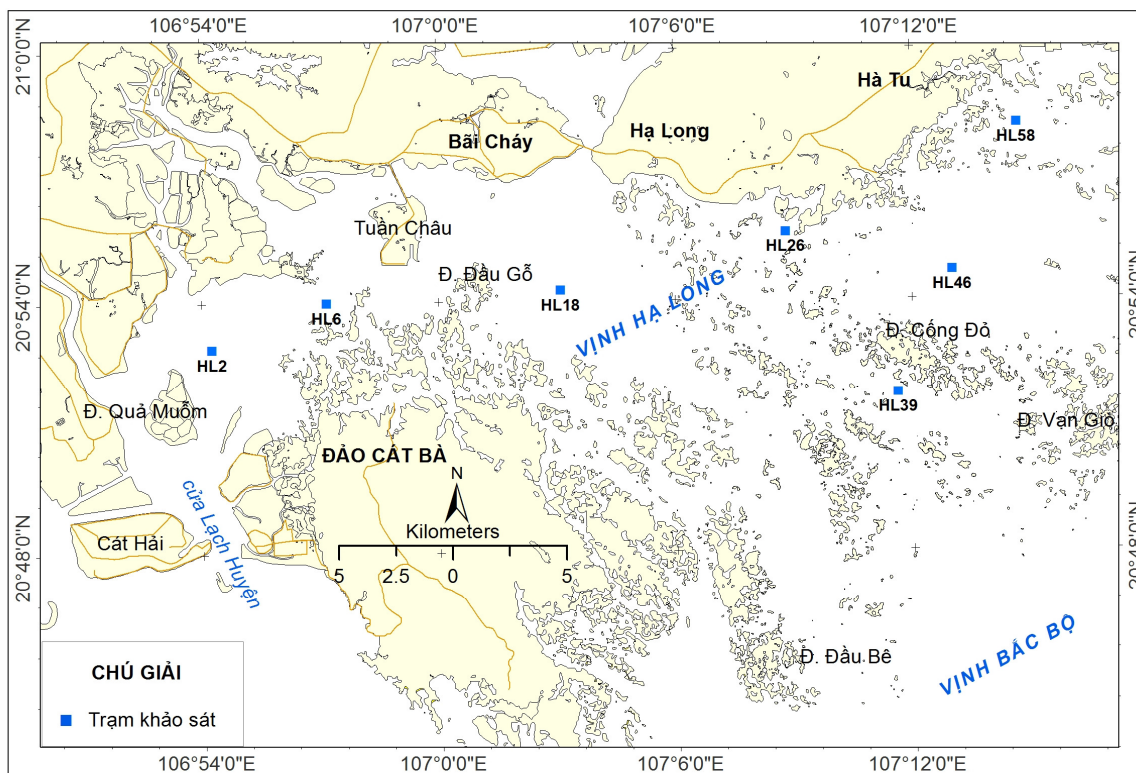
Trong tháng 6 năm 2014 đại diện cho mùa mưa, tiến hành khảo sát trên vịnh Hạ Long thu bảy cột khoan trầm tích có vị trí như hình 1. Tại các vị trí thu mẫu đo các thông số hóa lý của nước biển (pH, độ đục, độ muối, oxi hòa tan) và đo thông số địa hóa môi trường của trầm tích tầng mặt (pH và Eh). Các thông số của nước biển đo bằng máy WQC-22A của TOA, Eh và pH trong trầm tích đo bằng máy pH Oakton sau khi máy được chuẩn.

Thu 7 cột khoan trầm tích bằng ống phóng trọng lực với đường kính ngoài 75 mm, bên trong ống phóng là ống lót làm bằng thủy tinh hữu cơ với đường kính ngoài 64 mm. Các ống mẫu trầm tích được cắt 1 cm từ 0 - 1 cm, 2 cm từ 1 - 21cm, 3 cm từ 21 - 60 cm, mẫu được đựng trong ống nhựa polyetylen (PE) và bảo quản ở 4<sup>0</sup>C cho đến khi về phòng thí nghiệm và hong khô ở điều kiện điều hòa 16<sup>0</sup>C.

### *2.2. Phương pháp nghiên cứu*

#### *2.2.1. Phân tích thành phần độ hạt trầm tích*

Mẫu trầm tích đem phân tích thành phần độ hạt được xử lý loại bỏ muối bằng nước cất, loại bỏ các chất hữu cơ bằng  $\text{H}_2\text{O}_2$ , tách mẫu trầm tích ra làm 2 cấp hạt lớn hơn 0,063mm và nhỏ hơn 0,063mm. Sau đó phân tích trên rây với cấp hạt lớn hơn 0,063 mm, phân tích trên pipet với cấp hạt nhỏ hơn 0,063 mm, kết quả phân tích thành phần cấp hạt được phân loại trầm tích theo Folk và Ward 1957.



Hình 1. Sơ đồ thu mẫu lỗ khoan ở vịnh Hạ Long.

### 2.2.2. Tính tốc độ lắng đọng trầm tích

Để tính tốc độ lắng đọng trầm tích trong cột khoan phải sử dụng kết quả phân tích  $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$  có thời gian bán phân hủy 22,3 năm trong các lớp trầm tích lỗ khoan với mô hình CRS để tính tuổi và tốc độ lắng đọng trầm tích.

Phân tích  $^{210}\text{Pb}$  và  $^{226}\text{Ra}$  trong trầm tích:  $^{210}\text{Pb}$  trong trầm tích được hòa tan trong  $\text{HNO}_3$  và  $\text{HF}$ , dung dịch  $^{209}\text{Po}$  được đưa vào mẫu trước khi phá mẫu nhằm đánh giá hiệu suất của phương pháp. Các  $^{210}\text{Po}$  được sinh ra do  $^{210}\text{Pb}$  được cho hấp phụ trên đĩa bạc rồi đem đo dưới máy phân tích quang phổ alpha, độ thu hồi của phương pháp tính qua  $^{209}\text{Po}$  đạt 85–95%.  $^{226}\text{Ra}$  được đo trực tiếp trên máy quang phổ gamma.

Tính tuổi trầm tích sử dụng mô hình CRS, mô hình CRS được đề xuất bởi Krishnaswami [13], sau này hoàn thiện bởi Robbins và Appleby [14-16], tuổi trầm tích có giá trị

khoảng 200 năm. Tính tuổi trầm tích theo công thức (1), tốc độ lắng đọng trầm tích theo công thức (2). Phân tích  $^{210}\text{Pb}$  và  $^{226}\text{Ra}$  được tiến hành tại Viện Nghiên cứu Hạt nhân thuộc Viện Năng lượng nguyên tử Việt Nam.

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

Trong đó t: thời gian (năm),  $\lambda$  là hằng số = 0,031; A(0) tổng lượng  $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$  trong cột khoan; A(x) là lượng  $^{210}\text{Pb}_{\text{dur}}$  tích lũy đến độ sâu x.

$$\text{SR} = l/(t_2-t_1) \quad (2)$$

SR: tốc độ lắng đọng trầm tích cm/năm;  $t_1, t_2$  là thời gian được tính theo (1); l – bề dày lớp cắt.

### 2.2.3. Phân tích nguồn gốc trầm tích

Nguồn gốc trầm tích được xác định trên cơ sở kết quả phân tích các đồng vị bền  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ , tỷ số C/N trong các lớp trầm tích của cột khoan.

Bảng 1. Các thông số hóa lý của nước và địa hóa môi trường của trầm tích ở vịnh Hạ Long

TT	Trạm	Nước				Trầm tích	
		pH	Độ muối (‰)	Độ đục (mg/l)	DO (mg/l)	pH	Eh (mV)
1	HL2	7,9	8,9	22,9	6,8	7,2	-67,9
2	HL6	7,9	14,6	42,0	8,0	7,3	-72,4
3	HL18	7,9	17,9	28,0	7,3	7,2	-69,6
4	HL26	7,9	23,9	8,0	7,5	7,2	-69,6
5	HL39	8,0	25,2	5,5	6,7	7,0	-58,2
6	HL46	8,0	25,3	4,0	8,2	7,3	-72,2
7	HL58	7,9	25,8	8,0	6,6	7,1	-64,0

Phân tích các giá trị đồng vị bền ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ ) trong trầm tích bằng cách nghiền trầm tích và gói bằng con nhộng thiếc, đo trên khối phổ kế tỷ số đồng vị IRMS (Isotope Ratio Mass Spectrometry), hệ thống PDZ Europa 20-20 của hãng Sercon, Cheshire, Anh. Tỷ số đồng vị được tính bằng công thức (3). Phân tích này được tiến hành đo tại Trường Đại học California, Hoa Kỳ.

$$\delta X = \frac{R_S - R_{Std}}{R_{Std}} \cdot 1000 \quad (\text{‰}) \quad (3)$$

Trong đó X =  $^{13}\text{C}$  hoặc  $^{15}\text{N}$ ,  $R_S$  là tỷ số của  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  hoặc  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  của mẫu cần đo,  $R_{Std}$  là tỷ số của  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  hoặc  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  của mẫu chuẩn.  $\delta^{13}\text{C}$  của các mẫu chuẩn được so sánh với  $\delta^{13}\text{C}$  của V-PDB (Vienna Peedee Belemnite) và  $\delta^{15}\text{N}$  của các mẫu chuẩn được so sánh với  $\delta^{15}\text{N}$  không khí. Sai số của phép đo 0,2 ‰ đối với  $\delta^{13}\text{C}$  và 0,3 ‰ đối với  $\delta^{15}\text{N}$ . Tổng cacbon ( $C_{\text{tổng}}$ ) và tổng nitơ ( $N_{\text{tổng}}$ ) được tính toán bằng các so sánh diện tích peak của mẫu chuẩn đã biết trước hàm lượng với diện tích peak của mẫu cần đo trên khối phổ kế.

#### 2.3.4. Phương pháp xử lý thống kê

Trong bài báo sử dụng các giá trị thống kê, kỹ thuật gom cụm (phân nhóm theo thứ bậc), các kỹ thuật này sử dụng trên phần mềm Excel 2003 và phần mềm Origin Pro 9.0. Các giá trị thống kê được sử dụng là giá trị lớn nhất, giá trị nhỏ nhất, giá trị trung bình và giá trị độ lệch. Cơ sở của kỹ thuật phân nhóm là dựa vào kết quả đầu vào của mẫu với các thông số phân tích khác nhau, phần mềm Origin Pro 9.0 dựa vào các thông số đó sẽ chia thành các nhóm khác

nhau, mỗi nhóm có mẫu với các thông số tương đối giống nhau về kết quả. Trong nghiên cứu này dựa vào kỹ thuật phân nhóm để nhận biết nguồn cung cấp và hiệu quả trình của tự nhiên ở Vịnh.

### 3. Kết quả nghiên cứu

Các tính chất vật lý và chỉ tiêu địa hóa môi trường của nước biển vịnh Hạ Long gồm có pH, độ đục, độ muối, ôxi hòa tan, trong trầm tích có pH và Eh như bảng 1. Tại các trạm, giá trị pH nước luôn lớn hơn hoặc bằng 7,9 cho thấy khối nước khá ổn định giữa các trạm, độ muối chịu ảnh hưởng của khối nước lục địa gần cửa sông < 20 ‰, độ đục > 20 mg/l. Vùng ít chịu ảnh hưởng của sông Bạch Đằng có độ đục < 10 mg/l, độ muối > 20 ‰ (bảng 1). Hầu hết ôxi hòa tan trong nước đều > 6,2 mg/l. pH trầm tích thể hiện môi trường kiềm yếu  $7,0 \leq \text{pH} \leq 7,5$  và chế độ khử ( $\text{Eh} < 0$ ) (bảng 1).

Trong 7 cột lỗ khoan trầm tích ở trong vịnh Hạ Long phân bố 6 loại trầm tích theo phân loại của Folk và Ward 1957 gồm có cát rất nhỏ, bột rất lớn, bột lớn, bột trung, bột nhỏ và bột rất nhỏ (hình 2). Trong lỗ khoan HL2 phân bố 3 loại trầm tích là bột rất lớn ( $M_d = 0,035\text{mm}$ ), bột lớn ( $M_d = 0,017 - 0,026\text{mm}$ ) và bột trung ( $M_d = 0,009 - 0,015\text{mm}$ ). Trong lỗ khoan HL6 phân bố 3 loại trầm tích là bột rất lớn ( $M_d = 0,033\text{mm}$ ), bột trung ( $M_d = 0,008\text{mm}$ ) và bột nhỏ ( $M_d = 0,005 - 0,007\text{mm}$ ). Lỗ khoan HL18 phân bố trầm tích bột rất lớn ( $M_d = 0,034 - 0,049\text{mm}$ ), bột lớn ( $M_d = 0,017 - 0,030\text{mm}$ ), bột trung ( $M_d = 0,010 - 0,015\text{mm}$ ). Lỗ khoan

HL26 phân bố bột rất lớn ( $M_d = 0,047\text{mm}$ ), bột lớn ( $M_d = 0,016 - 0,029\text{mm}$ ) và bột trung ( $M_d = 0,012-0,013\text{mm}$ ). Lỗ khoan HL39 phân bố bột rất lớn ( $M_d = 0,042 - 0,045\text{mm}$ ), bột lớn ( $M_d = 0,021 - 0,027\text{mm}$ ), bột trung ( $M_d = 0,009 - 0,011\text{mm}$ ) và bột nhỏ ( $M_d = 0,008\text{mm}$ ). Lỗ khoan HL46 phân bố cát rất nhỏ ( $M_d = 0,083 - 0,084 \text{ mm}$ ), bột lớn ( $M_d = 0,016 - 0,027\text{mm}$ ), bột trung ( $M_d = 0,014\text{mm}$ ), bột nhỏ ( $M_d = 0,004\text{mm}$ ), bột rất nhỏ ( $M_d = 0,003\text{mm}$ ). Lỗ khoan HL58 phân bố bột rất lớn ( $M_d = 0,063\text{mm}$ ), bột lớn ( $M_d = 0,025\text{mm}$ ), bột trung ( $M_d = 0,008 - 0,015\text{mm}$ ), bột nhỏ ( $0,005 - 0,008\text{mm}$ ).

Tốc độ lắng đọng trầm tích (SR) và thời gian thành tạo trầm tích của các lỗ khoan thể hiện bảng 2. Tốc độ lắng đọng trầm tích dao động từ 0,02 - 1,56 cm/năm, tốc độ lắng đọng trầm tích lớn nhất ở phía bắc Vịnh (HL26) và trung tâm Vịnh (HL18) và phía tây (HL2), những nơi này gần khu vực đổ thải của mỏ than Hà Tu (HL26), vùng trung của đáy Vịnh (HL18) và gần cửa sông Bạch Đằng (HL2). Tốc độ lắng đọng trầm tích ở các khu vực khác còn lại nhìn chung có tốc độ lắng đọng trầm tích thấp hơn phân bố ở phía đông Vịnh (HL58, HL46) và phía nam Vịnh (HL39) (bảng 2, hình 2). Tốc độ lắng đọng trầm tích trong Vịnh phản ánh môi trường trầm tích khá rõ, ở một số cột khoan tốc độ lắng đọng trầm tích tăng theo thời gian trong khoảng 150 năm trở lại đây phân bố ở HL26, HL2, HL18, HL39, các trạm còn lại có tốc độ lắng đọng trầm tích có xu thế không rõ ràng (hình 2) HL6 và HL46. Tuổi của trầm tích

quan trắc được từ năm 1869 đến 2014 (bảng 2), độ sâu cột khoan quan trắc được tuổi 0 - 36 cm (bảng 2, hình 2).

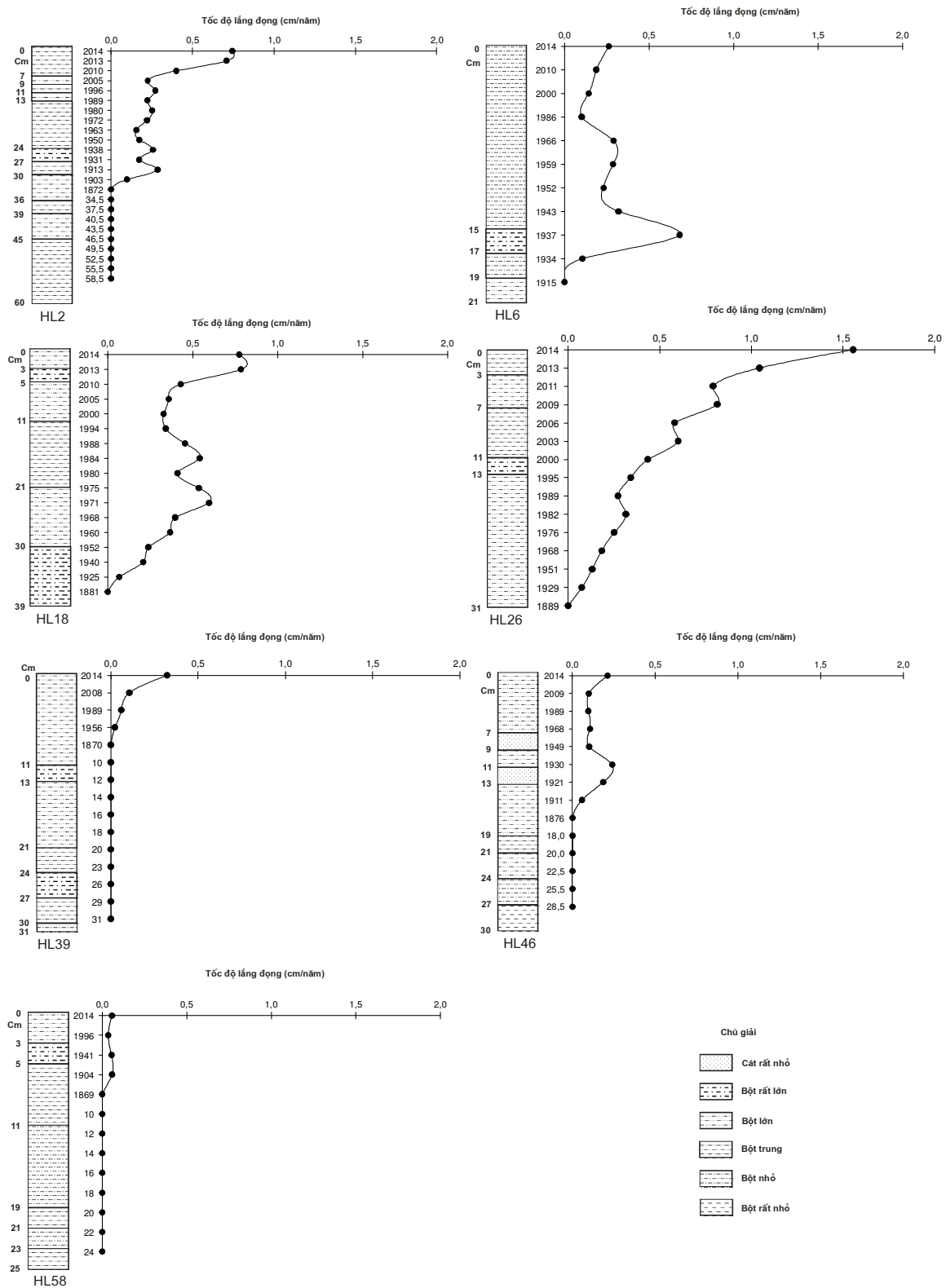
Hàm lượng tổng carbon ( $C_{\text{tổng}}$ ) trong trầm tích lỗ khoan dao động khá lớn 1104 – 22437 mg/kg khô, trung bình 11167 mg/kg khô (bảng 3). Hàm lượng tổng nitơ ( $N_{\text{tổng}}$ ) trong trầm tích lỗ khoan lớn nhất gặp ở trạm HL26, sau đến HL6, tại trạm HL58 có hàm lượng nhỏ nhất (bảng 3), hàm lượng  $N_{\text{tổng}}$  dao động 210 - 1072 mg/kg khô. Tỷ số C/N cao nhất gặp ở HL39 sau đến HL26 (bảng 3), giá trị C/N dao động từ 5 - 41. Giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  trong trầm tích nhỏ nhất ở HL2 tiếp theo HL26 và HL6, giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  lớn nhất ở HL39 sau đó đến HL58 (bảng 3), giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  dao động (-25,77) – (-6,54) ‰. Giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  trong trầm tích cao nhất ở HL39 tiếp đến HL46 và HL18, nhỏ nhất gặp ở HL58, giá trị  $\delta^{15}\text{N}$  dao động 1,84 - 5,20 ‰.

#### 4. Thảo luận

Tốc độ lắng đọng trầm tích trong vịnh Hạ Long nhìn chung khá nhỏ, chúng thay đổi theo thời gian ở mỗi vị trí khác nhau trong khoảng 150 năm qua, tốc độ lắng đọng trầm tích trung bình ở các vị trí nhỏ hơn 0,6 cm/năm. Tuy vậy trong các cột khoan trầm tích ghi nhận tốc độ lắng đọng trầm tích ở một số thời điểm cao hơn so với những thời điểm khác, trong cột khoan HL2 (1913, 2010, 2013, 2014), HL6 (1937), HL18 (1971, 1975, 1984, 2013, 2014), HL46 (1930).

Bảng 2. Tốc độ lắng đọng trầm tích (cm/năm) ở vịnh Hạ Long

TT	Trạm	Năm	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình	Độ lệch
1	HL2	1872-2014 (0-33cm)	0,10	0,74	0,30	0,19
2	HL6	1915-2014 (0-21cm)	0,10	0,68	0,26	0,17
3	HL18	1881-2014 (0-36cm)	0,21	0,78	0,45	0,17
4	HL26	1889-2014 (0-31cm)	0,08	1,56	0,53	0,41
5	HL39	1870-2014 (0-10cm)	0,02	0,32	0,13	0,13
6	HL46	1876-2014 (0-15cm)	0,06	0,24	0,14	0,07
7	HL58	1869-2014 (0-11cm)	0,04	0,06	0,05	0,01



Hình 2. Tốc lắng đọng trầm tích ở vịnh Hạ Long.

Bảng 3. Hàm lượng carbon, nitơ và đồng vị của nó trong trầm tích vịnh Hạ Long

Lỗ khoan	Tầng (cm)	Năm	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Carbon tổng (mg/kg)	Nitơ tổng (mg/kg)	Tỷ số C/N
HL2	1 - 3	2013	-23,99	4,38	8764	889	10
	21 - 24	1931	-25,66	2,50	10292	791	13
	42 - 45	-	-25,77	2,64	11557	795	15
HL6	1 - 3	2010	-22,59	4,31	9753	1050	9
	11 - 13	1952	-21,30	4,13	10114	930	11
	19 - 21	1915	-13,64	4,12	15585	835	19
HL18	1 - 3	2013	-16,72	5,20	8113	572	14
	9 - 11	1994	-18,01	4,82	7250	555	13
	21 - 24	1968	-21,58	3,11	2886	423	7
HL26	3 - 5	2011	-20,36	4,29	22437	1072	21
	11 - 13	2000	-20,73	4,15	21817	1072	20
	21 - 24	1968	-18,08	4,16	19367	847	23
HL39	3 - 5	1989	-11,02	5,15	9706	546	18
	11 - 13	-	-6,97	4,87	8362	361	23
	21 - 24	-	-6,54	4,72	13320	504	26
HL46	3 - 5	1989	-8,79	4,58	11607	532	22
	11 - 13	1921	-15,27	4,36	7493	578	13
	21 - 24	-	-18,01	4,58	13545	851	16
HL58	1-3	1986	-9,50	4,73	19192	466	41
	11 - 13	-	-13,67	1,88	2246	210	11
	21 - 23	-	-14,22	1,84	1104	218	5

Những sự kiện đó có thể liên quan đến một số thời điểm bão và lũ lụt lớn ở miền bắc Việt Nam làm tốc độ lắng đọng trầm tích tăng cao ở cột khoan, trận lụt năm 1913 và 1915 gây lũ lớn trên hệ thống sông Thái Bình (HL2) [17], trận lũ và lụt lớn năm 1937 ở Phả Lại (HL6) [18], các trận lụt lớn diễn ra vào năm 1968, 1971, 1984 ở đồng bằng Bắc Bộ (HL18) [17], vào các năm 2008, 2013 và 2014 (HL2, HL18, HL26) bão và mưa lớn vào Hải Phòng - Quảng Ninh gây mưa lớn và lũ quét [18]. Những sự kiện lũ lụt lớn ở lục địa cung cấp nguồn trầm tích lớn từ lục địa tới dải ven bờ vịnh Hạ Long, ở những thời điểm đó tốc độ lắng đọng trầm tích cao hơn

so với trước và sau các sự kiện bão lũ ở trong các cột khoan.

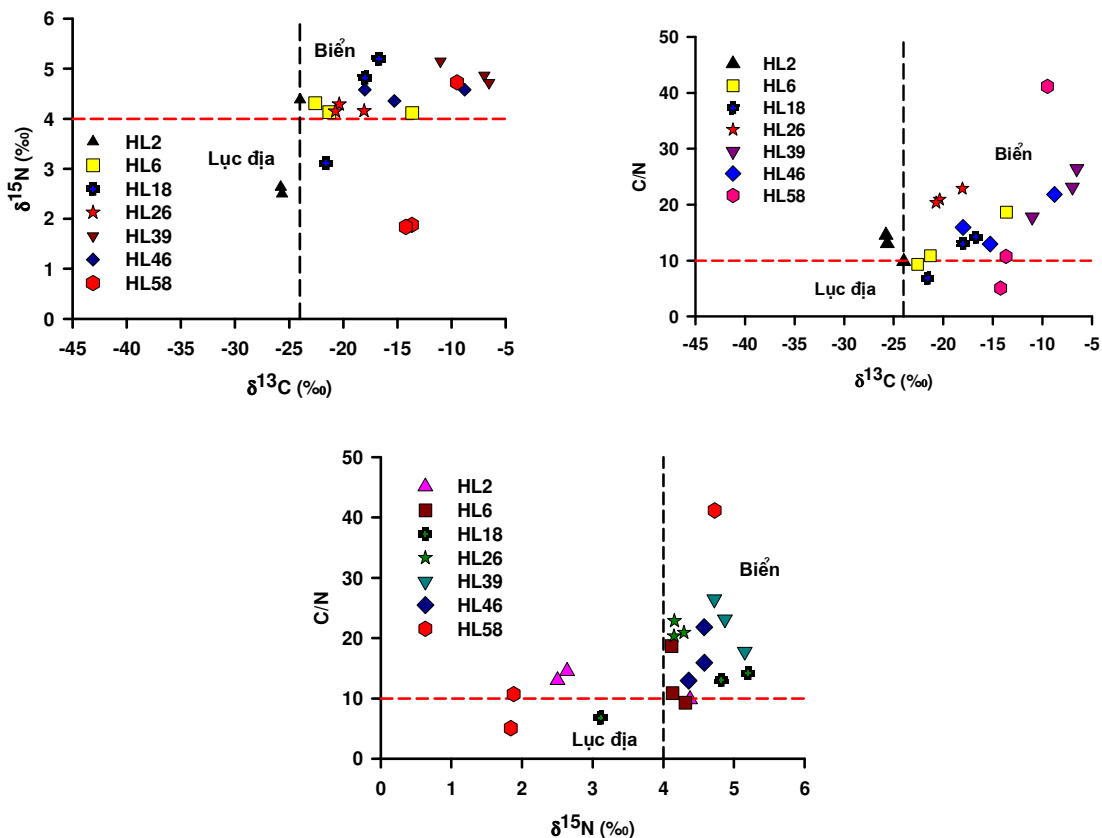
Dựa vào đồng vị bền  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  và tỷ số C/N nhận biết nguồn gốc vật liệu trầm tích ở vịnh Hạ Long theo thời gian ghi nhận có nguồn gốc trầm tích từ lục địa và từ biển. Trầm tích nguồn gốc lục địa có giá trị  $\delta^{13}\text{C}$  (-33) - (-24) ‰,  $\delta^{15}\text{N} < 4$  ‰, tỷ số C/N > 12, sự ảnh hưởng của môi trường lục địa thể hiện khá rõ ở HL2 nơi gần cửa Bạch Đằng ( $\delta^{13}\text{C} = (-25,77) - (-25,66)$  ‰,  $\delta^{15}\text{N} < 4$  ‰, C/N > 12). Trầm tích có nguồn gốc biển có  $\delta^{13}\text{C}$  (-7) - (-24) ‰,  $\delta^{15}\text{N} > 4$  ‰, tỷ số C/N < 10 thể hiện khá rõ ở HL6, HL26 HL18, HL39 và HL46. Một số lớp trầm tích thể

hiện nguồn gốc biển nhưng ảnh hưởng của lục địa ở HL18 lớp 21 – 24 cm (1968) ( $\delta^{15}\text{N} = 3,11\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = -21,58\text{‰}$ ,  $\text{C/N} = 7$ ) và HL58 ở 11-13cm và 21-23cm ( $\delta^{15}\text{N} = 1,84 - 1,88\text{‰}$ ;  $\delta^{13}\text{C} = (-13,67) - (-14,22)\text{‰}$ ,  $\text{C/N} = 5-11$ ) (hình 3, bảng 3).

Sử dụng phân tích nhóm (cluster) bằng phương pháp Hierarchical (Clusster method: Group average; Distance type: Euclidean) trên phần mềm OrginPro 9.1 thông số đầu vào  $\delta^{15}\text{N}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\text{C}_{\text{tổng}}$ ,  $\text{N}_{\text{tổng}}$  và  $\text{C/N}$  của 21 mẫu trong 7 cột khoan trầm tích đã chia thành 3 nhóm như hình 4, mỗi nhóm xác định khác nhau về nguồn gốc vật liệu trầm tích, thuộc tính của các nhóm ở trong bảng 4.

Nhóm 1 có nguồn gốc vật liệu trầm tích biển chịu ảnh hưởng lục địa gần nguồn cung cấp sông Bạch Đằng hiện tại biểu hiện rõ bằng độ mặn nước biển phân bố từ lợ đến mặn, độ đục cao. Nhóm 2 nguồn vật liệu có nguồn gốc

biển bị phong hóa lục địa do quá trình biển thoái hoặc quá trình lục địa ảnh hưởng mạnh, phân bố ở HL18 (21-24cm) vào năm 1968 biểu hiện bằng  $\delta^{15}\text{N} = 3,11\text{‰}$  sự kiện này có thể liên hệ với sự kiện các trận lũ lụt vào Quảng Ninh những năm 1968 đã mang nguồn trầm tích lục địa ra Vịnh, và HL58 (11-13cm và 21-23cm) là 2 lớp trầm tích màu vàng loang lổ được cho là trầm tích nguồn gốc biển bị phong hóa của hệ tầng Vĩnh Phúc phân bố ở đáy Vịnh có giá trị  $\delta^{15}\text{N} = 1,84 - 1,88\text{‰}$ . Nhóm 3 nguồn gốc trầm tích biển ít chịu ảnh hưởng của khối nước lục địa nhưng chịu ảnh hưởng của thực vật lục địa gồm hai nhóm thực vật C3 và C4 khá lớn đặc trưng bởi hệ số  $\text{C/N} > 20$  phân bố chủ yếu ở HL26 và HL58 (1-3cm), cả HL26 và HL58 nằm gần sát bờ biển và gần các khu đổ thải của các bãi thải than ở ven bờ Hạ Long đến Cẩm Phả.



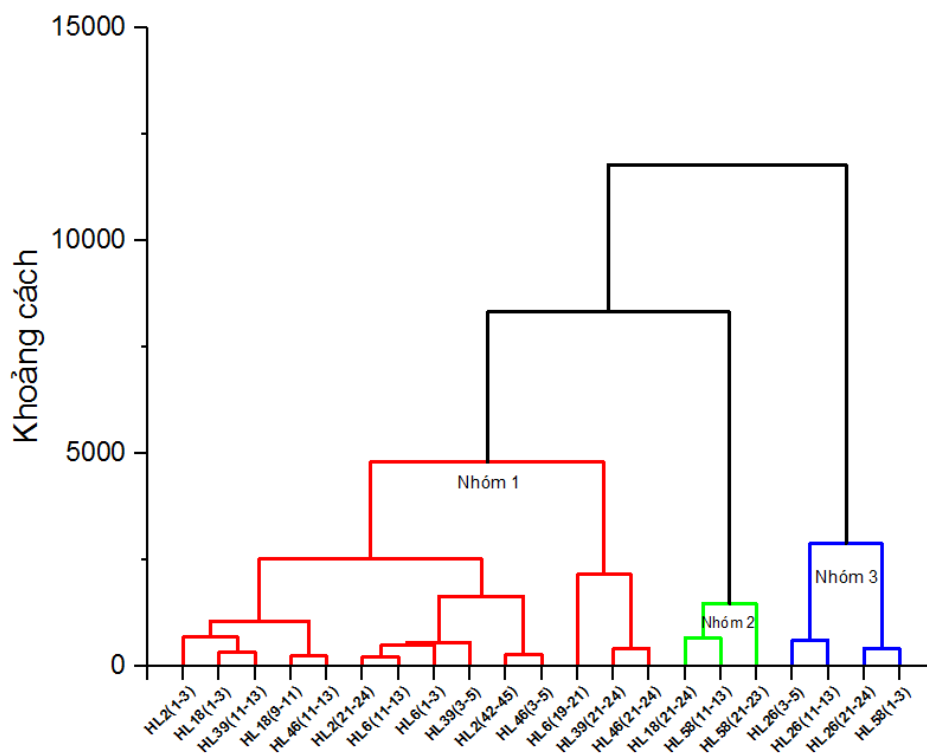
Hình 3. Đồ thị 2 thành phần giữa các đồng vị bền, tỉ số C/N.



Bảng 4. Một số đặc điểm của đồng vị bền, tỷ số C/N của 3 nhóm

Nhóm	Giá trị	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	Tổng carbon (mg/kg)	Tổng nitơ (mg/kg)	Tỷ số C/N
Nhóm 1	NN.	-25,77	2,50	7249,50	361,45	9,29
	LN.	-6,54	5,20	15585,17	1050,14	26,44
	TB.	-17,47	4,26	10255,89	711,72	15,53
	ĐL.	7,11	0,91	2439,26	214,40	5,48
Nhóm 2	NN.	-21,58	1,84	1103,56	209,59	5,06
	LN.	-13,67	3,11	2885,99	422,89	10,72
	TB.	-16,49	2,28	2078,67	283,49	7,54
	ĐL.	4,42	0,72	902,98	120,80	2,89
Nhóm 3	NN.	-20,73	4,15	19192,35	466,24	20,35
	LN.	-9,50	4,73	22436,79	1072,35	41,16
	TB.	-17,17	4,33	20703,33	864,39	26,33
	ĐL.	5,25	0,27	1664,72	285,89	9,95

Ghi chú: NN. - nhỏ nhất; LN. – lớn nhất; TB. – trung bình; ĐL. – độ lệch



Hình 4. Kết quả phân tích nhóm (cluster) của mẫu lỗ khoan trầm tích vịnh Hạ Long.

## 5. Kết luận

Tốc độ lắng đọng trầm tích trong 150 năm qua ở vịnh Hạ Long nhỏ, dao động từ 0,02 - 1,56 cm/năm, trung bình tại mỗi khu vực đều nhỏ hơn 0,6 cm /năm. Tốc độ lớn nhất là phía bắc Vịnh (HL26), dao động 0,08 - 1,56 cm/năm, trung bình 0,53 cm/năm. Tiếp đến là trung tâm Vịnh (HL18) dao động 0,21 - 0,78 cm/năm, trung bình 0,45 cm/năm và ở phía tây Vịnh (HL2, HL6) dao động 0,1 - 0,74 cm/năm, trung bình 0,26 - 0,30 cm/năm. Tốc độ lắng đọng trầm tích nhỏ ở phía đông (HL46 và HL58), dao động từ 0,04 - 0,24 cm/năm, trung bình 0,14 cm/năm và phía nam (HL39) tốc độ lắng đọng trầm tích dao động 0,02 - 0,32 cm/năm trung bình 0,13 cm/năm.

Nguồn gốc vật liệu trầm tích trong vịnh Hạ Long có 3 nhóm nguồn gốc khác nhau. Nhóm 1 có nguồn gốc biển chịu chi phối mạnh mẽ của lục địa có các đặc trưng  $\delta^{13}\text{C} = -17,47 \pm 7,11 \text{‰}$ ,  $\delta^{15}\text{N} = 4,26 \pm 0,91 \text{‰}$ , C/N =  $15,53 \pm 5,48$ . Nhóm 2 có nguồn gốc trầm tích biển bị phong hóa do quá trình biển thoái hoặc nguồn gốc biển nhưng bị tác động của lục địa mạnh mẽ, chúng phân bố ở lớp sâu của đáy vịnh có các đặc trưng  $\delta^{13}\text{C} = -16,49 \pm 4,42 \text{‰}$   $\delta^{15}\text{N} = 2,28 \pm 0,72 \text{‰}$ , C/N =  $7,54 \pm 2,89$ . Nhóm 3 có nguồn gốc trầm tích biển ít chịu ảnh hưởng khối nước lục địa nhưng chịu ảnh hưởng nhiều của thảm thực vật bậc cao lục địa đặc trưng bởi  $\delta^{13}\text{C} = -17,17 \pm 5,25 \text{‰}$ ,  $\delta^{15}\text{N} = 4,33 \pm 0,27 \text{‰}$  và C/N =  $26,33 \pm 9,95$ .

## Lời cảm ơn

Bài báo này là kết quả đề tài mã số VAST 06.03/14-15, bên cạnh đó nhận được sự hỗ trợ kinh phí của đề tài VAST 05.03/16-17, đề tài NĐT.01.CHN/15. Tập thể tác giả xin cảm ơn Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Bộ Khoa học và Công nghệ đã cấp kinh phí thực hiện các nhiệm vụ này.

## Tài liệu tham khảo

- [1] Hong S.H., et al., Persistent organochlorine residues in estuarine and marine sediments from Ha Long Bay, Hai Phong Bay, and Ba Lat Estuary, Vietnam. *Chemosphere*, Vol.72 (2008)1193.
- [2] Nghị Dương Thanh, et al. Đánh giá khả năng tích tụ sinh học chất ô nhiễm hữu cơ bền PCBs và PAHs vùng vịnh Hạ Long. Trong Tuyển Tập kỷ yếu Hội nghị Khoa học và Công nghệ biển, tập V (2011) 75. NXB. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
- [3] Nhon D.H., et al., Accumulation of persistent organic pollutants in sediment on tidal flats in the North of Vietnam. *VNU Journal of Science: Earth and Environmental Sciences*, Vol. 30, issue 3 (2014) 13.
- [4] Meyers, P. and J. Teranes, Sediment Organic Matter, in *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments*, W. Last and J. Smol, Editors. Springer Netherlands, (2001) 239.
- [5] Smol J. P., *Pollution of Lakes and Rivers: A Paleoenvironmental Perspective*. Malden, Oxford, Victoria: Blackwell Publishing, 2008.
- [6] Meyers P.A., Preservation of elemental and isotopic source identification of sedimentary organic matter. *Chemical Geology*, Vol. 114, issue 3-4 (1994) 289.
- [7] Parsons T.R., Particulate organic carbon in the sea., in *Chemical Oceanography*, J.P. Riley and G. Skirrow, Editors. Academic Press: London, England, (1975) 647.
- [8] Pocklington, R. and J.D. Leonard, Terrigenous Organic Matter in Sediments of the St. Lawrence Estuary and the Saguenay Fjord. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, Vol.36, issue 10, (1979), 1250.
- [9] Gearing J. N., The Use of Stable Isotope Ratios for Tracing the Nearshore-Offshore Exchange of Organic Matter, in *Coastal-Offshore Ecosystem Interactions*. Springer-Verlag, (1988) 69.
- [10] Ertel J.R. and Hedges J.I., The lignin component of humic substances: Distribution among soil and sedimentary humic, fulvic, and base-insoluble fractions. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 48, issue 10 (1984) 2065.
- [11] Prokopenko A., et al., The organic indexes in the surface sediments of Lake Baikal water system and the processes controlling their variation, in *International Project on Paleolimnology and Late Cenozoic Climate*, S. Horie and K. Toyoda, Editor. (1993) 49.

- [12] Prahł F.G., et al., Terrestrial organic carbon contributions to sediments on the Washington margin. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol.58, issue 14 (1994) 3035.
- [13] Krishnaswami S., et al., Geochronology of lake sediments. *Earth and Planet Science Letter*, Vol. 11, issue 1-5 (1971) 407.
- [14] Appleby P.G. and Oldfield F., The calculation of  $^{210}\text{Pb}$  dates assuming a constant rate of supply of unsupported  $^{210}\text{Pb}$  to sediment. *Catena*, Vol.5, issue 1 (1978) 1.
- [15] Appleby P.G. and Oldfield F., Applications of  $^{210}\text{Pb}$  to sedimentation studies, in *Uranium Series Disequilibrium Application to the Earth.*, Ivanovich M. and Harmon R.S., Editors. Clarendon Press: Oxford (1992) 731.
- [16] Robbins J.A., Geochemical and geophysical applications of radioactive lead, in *The Biogeochemistry of Lead in the Environment*, Nkagru J., Editor. Elsevier: The Netherlands (1978) 285.
- [17] Wikipedia. Các trận lũ lụt lớn ở Hà Nội và miền Bắc, 2014 [cited 2016 15/3].
- [18] Đ. Tâm. Quảng Ninh: Lũ ống nhấn chìm hàng trăm nhà dân. *Vietnamnet* 2013 [cited 2016 15/3].

## Sedimentation Rates and Sediment Supply Sources to Ha Long Bay in the Past 150 Years

Dang Hoai Nhon<sup>1</sup>, Vo Thi Tuong Hanh<sup>2</sup>, Joy Matthews<sup>3</sup>, Bui Van Vuong<sup>1</sup>, Dinh Van Huy<sup>1</sup>, Nguyen Dinh Khang<sup>1</sup>, Nguyen Mai Luu<sup>1</sup>, Nguyen Dac Ve<sup>1</sup>, Pham Van Luong<sup>1</sup>, Phan Son Hai<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Marine Environment and Resources (IMER), VAST, 246 Da Nang, Hai Phong, Vietnam*

<sup>2</sup>*Vietnam Atomic Energy Institute (VINATOM), 59 Ly Thuong Kiet, Ha Noi, Vietnam*

<sup>3</sup>*UC Davis Stable Isotope Facility, University of California, USA*

<sup>4</sup>*Nuclear Research Institute (NRI), VINATOM, 1 Nguyen Tu Luc, Da Lat, Lam Dong, Vietnam*

**Abstract:** The Ha Long bay with beautiful landscape and high biodiversity ecosystems being used by humans for economic development is being vigorously impacted by human life, resulting in causing the environmental degradation of Ha Long bay. By the analysis of  $^{210}\text{Pb}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  it is possible to judge sedimentation rates, and  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$  and the C/N ratio in sediment being considered the sources of sediment supply to Ha Long Bay.

Sedimentation rates in the Ha Long bay range from 0.02 - 1.56 cm/year. The highest sedimentation rate is in the North of the Bay near Ha Tu coal mine, the medium in the Centre of the Bay and the West near Bach Dang river mouth, and the lowest sedimentation rate is in the South and the East of the Bay.

The sources of sediment supply to Ha Long Bay are divided into three groups. The first group distributed in the West and the Centre of the Bay is marine source, but strongly affected by mainland environment. Second group distributed in deep layers of the Bay has the marine source and then it is weathered by regressive processes. The third group is marine source, distributed in near shore with a little affected of water from mainland, but it is affected strongly by the continental vegetation.

**Keywords:** Sedimentation rate,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{15}\text{N}$ , C/N ratio, Ha Long bay.