Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội:
Các Khoa học Trái đất và Môi trường
Website: https://js.vnu.edu.vn/EES

Địa hóa nguyên tố chính và nguyên tố vết của các trầm tích hệ tầng Đồng Ho, Quảng Ninh và ý nghĩa của chúng trong việc xác định điều kiện cổ môi trường

Nguyễn Văn Vượng*, Lường Thị Thu Hoài

Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 16 tháng 5 năm 2018
Chỉnh sửa ngày 30 tháng 5 năm 2018; Chấp nhận đăng ngày 31 tháng 5 năm 2018

Tóm tắt: Trầm tích hệ tầng Đồng Ho bao gồm các lớp cuội sạn kết, cát kết xen kẹp các lớp sét chứa asphalt, chứa than ở khu vực Quảng Ninh được coi là các đá mẹ có tiềm năng sinh dầu lộ ra trên đất liền, tương đương với các đá mẹ trong các bể trầm tích Đệ Tam trên thềm lục địa Đông Nam Á. Nghiên cứu sự biến động hàm lượng các nguyên tố chính và nguyên tố vết từ 13 mẫu đặc trưng cho các lớp trầm tích cho phép phân chia hệ tầng Đồng Ho thành 2 phần: phần dưới đặc trưng bởi sự biến động không rõ ràng, trong khi phần trên xu thế biến động rõ ràng. Các chỉ báo cổ môi trường và chỉ số phản ánh mức độ phong hóa, biến đổi hóa học CIA, CIW, PIA và CPA của các lớp trầm tích hệ tầng Đồng Ho đều thuộc loại cao từ 85-99%. Tỷ số V/Ni thay đổi từ 0,14 đến 1,52, V/Cr thay đổi từ 0,02 đến 0,52 chỉ thị cho môi trường có mặt oxy hòa tan và vật liệu hữu cơ có nguồn gốc lục địa. Trầm tích hệ tầng Đồng Ho được hình thành từ sự tái lắng đọng trong môi trường hồ nước ngọt lục địa của các đá trầm tích có trước, trong điều kiện khí hậu ẩm ướt, có mặt oxy hòa tan với lượng mưa trung bình ước tính 1533mm/năm±181mm trước khi chuyển sang môi trường ẩm ướt và có tính khử trong quá trình thành đá.

Từ khóa: Nguyên tố chính, nguyên tố vết, địa hóa, Đồng Ho, cổ môi trường.

1. Mở đầu

Việc xác định nguồn cấp vật liệu và điều kiện hình thành trầm tích vụn cơ học có ý nghĩa quan trọng trong nghiên cứu và khôi phục điều kiện cổ môi trường thành tạo trầm tích [1-3]. Điều này đặc biệt có ý nghĩa đối với nghiên cứu sự biến đổi của môi trường trầm tích, vùng nguồn xâm thực và điều kiện khí hậu trong quá khứ địa chất. Đối với các đá chứa dầu, việc xác định làm sáng tỏ nguồn cấp vật liệu, quá trình vận chuyển, môi trường hình thành và quá trình kiến tạo liên quan có ý nghĩa lớn cho công tác tìm kiếm thăm dò [4]. Có nhiều cách tiếp cận để nghiên cứu nguồn cấp vật liệu trầm tích và sự thay đổi điều kiện cổ môi trường. Cách tiếp cận truyền thống chủ yếu dựa vào nghiên cứu đặc điểm cấu trúc phân lớp trầm tích, đặc điểm

*Tác giả liên hệ. ĐT.: 84-984815186.
Email: vuongnv@vnu.edu.vn
https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4254

phân bố độ hạt, độ mài tròn và sự phân bố tướng trầm tích trong không gian để luận giải về quá trình vận chuyển và lắng đọng trầm tích [5], xác định đường bờ cổ [6], hoặc dựa trên đặc điểm hóa thạch động thực vật để xác định cổ môi trường [7]. Ngoài ra còn có nhiều cách tiếp cận dựa trên cơ sở phân tích xác định tuổi đồng vị phóng xạ của tập hợp các hạt vụn trầm tích như mica, zircon [8] hoặc dựa vào phân tích hàm lượng các nguyên tố chính, nguyên tố vết [9-11] để luận giải về điều kiện xâm thực và sự thay đổi nguồn cấp vật liệu và điều kiện môi trường.

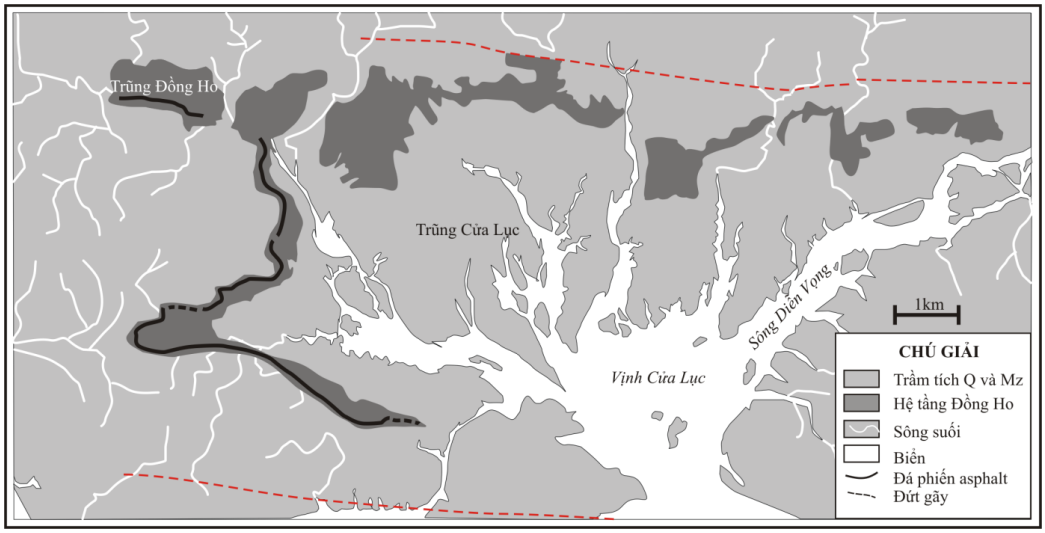
Trầm tích hệ tầng Đồng Ho bao gồm các lớp cuội sạn kết, cát kết xen kẹp các lớp sét chứa asphalt, chứa than được coi là các đá có tiềm năng sinh dầu lộ ra trên đất liền, tương đương với các đá mẹ trong các bể trầm tích Đệ Tam trên thềm lục địa Đông Nam Á [12, 13]. Các kết quả nghiên cứu vết in lá thực vật có mặt trong các lớp bột sét chứa than cho tuổi Miocen, tuy nhiên các nghiên cứu về bào tử phấn hoa cho thấy các trầm tích hệ tầng Đồng Ho chứa các tập hợp bào tử phấn hoa với các dạng bào tử phấn đặc trưng cho tuổi Oligocene [14].

Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng cách tiếp cận từ góc độ nghiên cứu sự thay đổi thành phần hóa học các nguyên tố chính và nguyên tố vết của 13 mẫu trầm tích được lựa chọn từ 40 mẫu thu thập theo mặt cắt dọc suối Đồng Ho, Hoành Bồ kết hợp với các nghiên cứu thực địa và đặc điểm trầm tích để luận giải về nguồn cấp vật liệu và điều kiện cổ môi trường hình thành các trầm tích chứa dầu hệ tầng Đồng Ho tuổi Oligocen ở khu vực Hoành Bồ, Quảng Ninh. Cách tiếp cận dựa trên đặc điểm địa hóa trầm tích để luận giải về nguồn cấp vật liệu, và điều kiện cổ khí hậu đã được áp dụng thành công cho cả các thành tạo trầm tích Creta bị biến đổi trong quá trình tạo núi Alpơ [15].

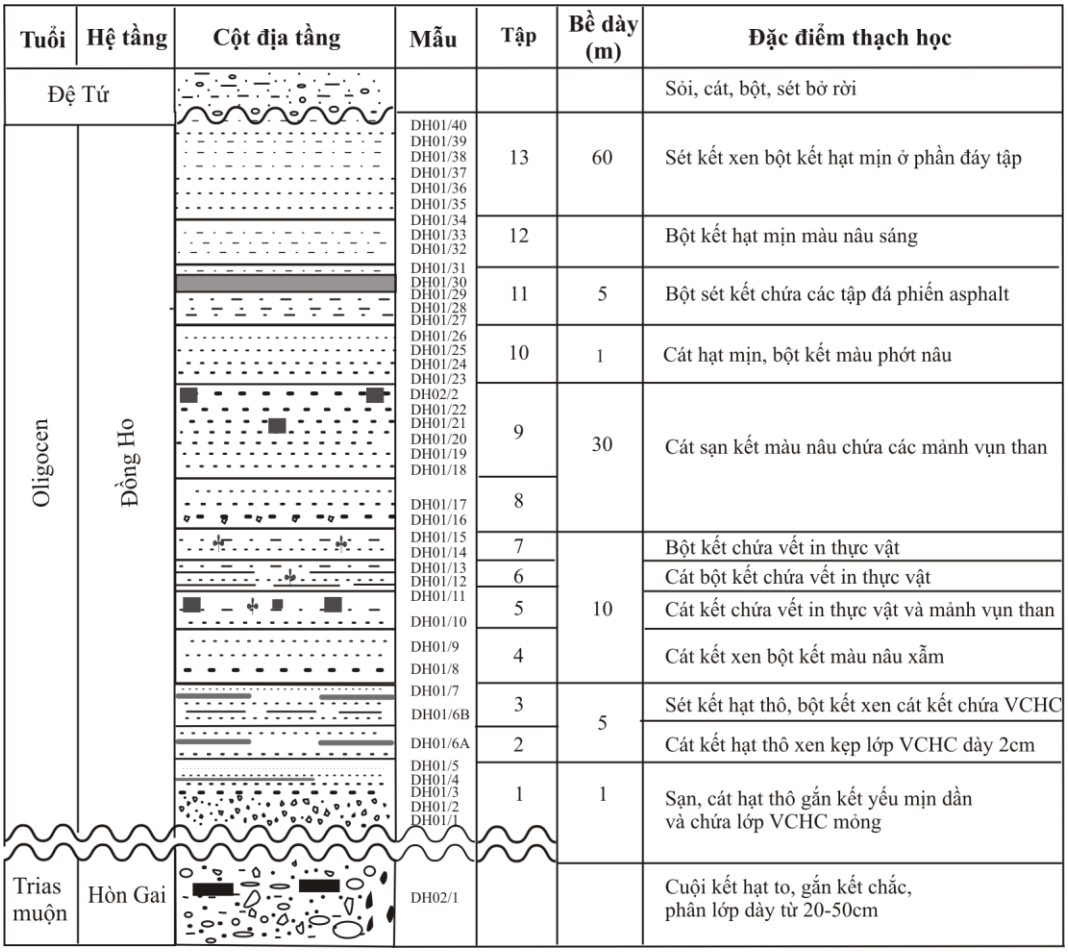
2. Phương pháp và mẫu nghiên cứu

2.1. Phương pháp nghiên cứu thực địa

Mối quan hệ địa chất và đặc điểm cấu trúc nội tầng của trầm tích hệ tầng Đồng Ho ở khu vực Hoành Bồ được nghiên cứu chi tiết ở mặt cắt suối Đồng Ho và nghiên cứu bổ sung ở các diện lộ trầm tích lân cận thị trấn Trới. Việc khảo sát và đo vẽ được tiến hành từ cầu Đồng Ho ngược suối đi qua đập nước lên đến diện lộ của các đá cuội kết hạt thô của hệ tầng Hòn Gai. Trật tự địa tầng và đặc điểm chi tiết của các lớp trầm tích hệ tầng Đồng Ho được thể hiện ở Hình 2.



Hình 1. Sơ đồ phân bố các trầm tích hệ tầng Đồng Ho [17].



Hình 2. Cột địa tầng trầm tích thành lập tại suối Đồng Ho và vị trí lấy mẫu.

2.2. Mẫu phân tích và phương pháp phân tích

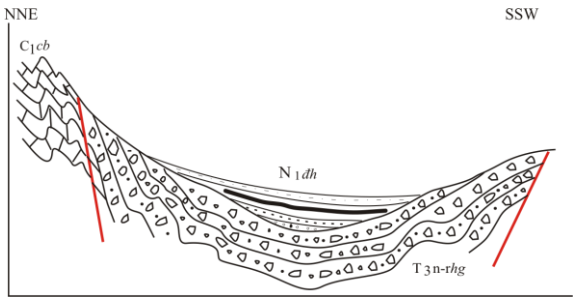
Các mẫu trầm tích được lấy chi tiết theo từng lớp, theo từng tập và được bảo quản cẩn thận để phục vụ công tác phân tích địa hóa. Tổng cộng 40 mẫu trầm tích và 02 mẫu hạt vụn than đại diện cho các lớp đã được lấy từ ở các vị trí địa tầng khác nhau. Để phục vụ phân tích địa hóa các nguyên tố chính và nguyên tố vết, 13 mẫu đại diện cho các lớp từ thô đến mịn và lớp chứa than, chứa asphalt đã được lựa chọn ở các vị trí khác nhau trong mặt cắt để phân tích thành phần nguyên tố chính và nguyên tố vết (Bảng 1). Trong đó, mẫu DH02-1 là mẫu sét than nằm trong hệ tầng Hòn Gai. Hàm lượng nguyên tố chính và một số nguyên tố vết được phân tích tại phòng thí nghiệm Địa chất Địa kỹ thuật và Thích ứng với Biến đổi khí hậu bằng thiết bị XRF Shimazu 1800. Mẫu phân tích được loại bỏ carbonat thứ sinh, sấy khô ở nhiệt độ thấp, để nguội, nghiền mịn đến cấp hạt cỡ 0,02mm và được trộn với bột polyteryne làm chất kết dính sau đó được nén dưới áp lực 20Mpa để tạo thành mẫu phân tích hình đĩa trụ có khối lượng khoảng 3g. Số lượng xung tia X được chuyển thành hàm lượng nguyên tố thông qua chương trình tính toán của thiết bị phân tích. Các mẫu được phân tích ở chế độ phát hiện toàn bộ các nguyên tố, sau đó được phân tích định lượng với các nguyên tố phát hiện được trong mẫu. Các mẫu được phân tích đồng thời cùng với mẫu chuẩn. Sai số đối với các nguyên tố chính và nguyên tố vết có hàm lượng lượng hơn 10ppm là dưới ±5%. Với các nguyên

tố vết có hàm lượng nhỏ hơn 10ppm sai số trong khoảng ±10% đến ±15%.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Đặc điểm cấu trúc địa chất các trầm tích hệ tầng Đồng Ho

Trầm tích hệ tầng Đồng Ho lộ ra thành dải không liên tục trên diện tích khoảng 40km^2 ở quanh vùng cửa sông Diễn Vọng, trên đường ô tô Trới. Khảo sát mặt cắt chi tiết tại suối Đồng Ho của chúng tôi cho thấy các thành tạo trầm tích của hệ tầng Đồng Ho phủ bất chỉnh hợp góc trên trầm tích cuội kết đa khoáng của hệ tầng Hòn Gai và chuyển tiếp lên các đá của hệ tầng Tiêu Giao. Góc bất chỉnh hợp dao động trong khoảng 15-20 độ, góc phương vị đường phương của các lớp nằm trên và nằm dưới bề mặt bất chỉnh hợp thay đổi từ 0 đến 25 độ. Các lớp trầm tích của hệ tầng Đồng Ho tạo thành các nếp lõm tương đối đẳng thước, quy mô nhỏ hoặc tạo thành các khối đơn nghiêng đổ về phía đông đông nam, do chuyển động kiến tạo muộn hơn gây nên (Hình 3).



Hình 3. Mặt cắt địa chất trũng Đồng Ho.

Quan sát các cấu trúc bên trong các tập trầm tích cho thấy, tại mặt cắt suối Đồng Ho, trầm tích chủ yếu có cấu tạo phân lớp mỏng, song song. Trầm tích có xu hướng mịn dần từ dưới lên trên. Các lớp trầm tích ở phần đáy hệ tầng thường là cuội sạn hạt nhỏ, độ chọn lọc kém, mức độ gắn kết yếu, chuyển dần sang các lớp mỏng bột kết chứa sét, và vật chất hữu cơ. Trong mô tả tại [14], các trầm tích cuội kết hạt thô màu xám sáng không chứa vật chất hữu cơ có thế nằm cắm dốc về đông đông nam và tạo thành địa hình cao, phân lớp dày được xếp và phần thấp của hệ tầng Đồng Ho. Tuy nhiên, các quan sát của chúng tôi cho thấy các lớp cuội kết hạt lớn đó nằm dưới bề mặt bất chỉnh hợp, vì vậy chúng không thuộc hệ tầng Đồng Ho mà thuộc hệ tầng Hòn Gai.

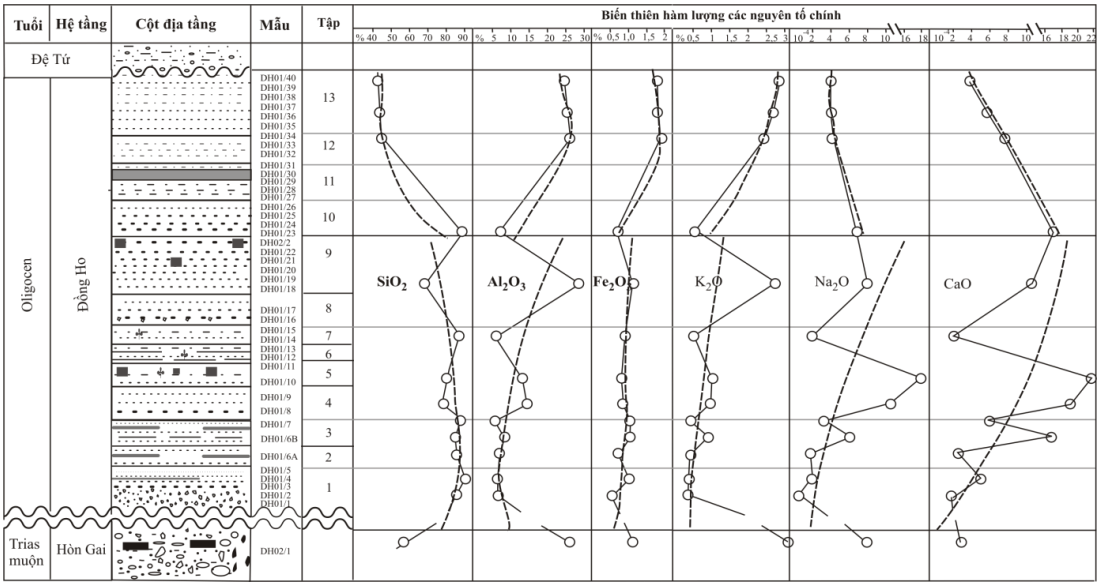
3.2. Biến đổi hàm lượng nguyên tố chính và nguyên tố vết

Kết quả phân tích hàm lượng các nguyên tố chính và một số nguyên tố vết được trình bày trong Bảng 1 và được biểu diễn theo trật tự địa tầng tương ứng với các lớp trầm tích trong Hình 4 và Hình 5. Sự biến thiên hàm lượng SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O, Na_2O và CaO theo mặt cắt dọc suối Đồng Ho thể hiện có sự thay đổi tương đối rõ nét tại ranh giới giữa tập 9 và tập 10 và thể hiện bằng đường đứt đoạn. Dựa trên sự thay đổi hàm lượng nguyên tố chính có thể chia mặt mặt cắt suối Đồng Ho thành 2 phần. Phần dưới, bao gồm các tập từ 1 đến 9, phần trên bao gồm các tập từ 10 đến 13. Hàm lượng SiO_2 có xu hướng cao và ít dao động ở phần dưới, sau đó có xu hướng giảm và tương đối đồng nhất ở phần trên. Trong khi đó, hàm lượng Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O thể hiện xu hướng tương đối thấp ở phần dưới và tăng cao hơn ở phần trên. Trong khi đó, hàm lượng Na_2O và CaO thể hiện xu hướng ngược lại với sự tăng cao đột biến ở phần giữa tập 5 và 6.

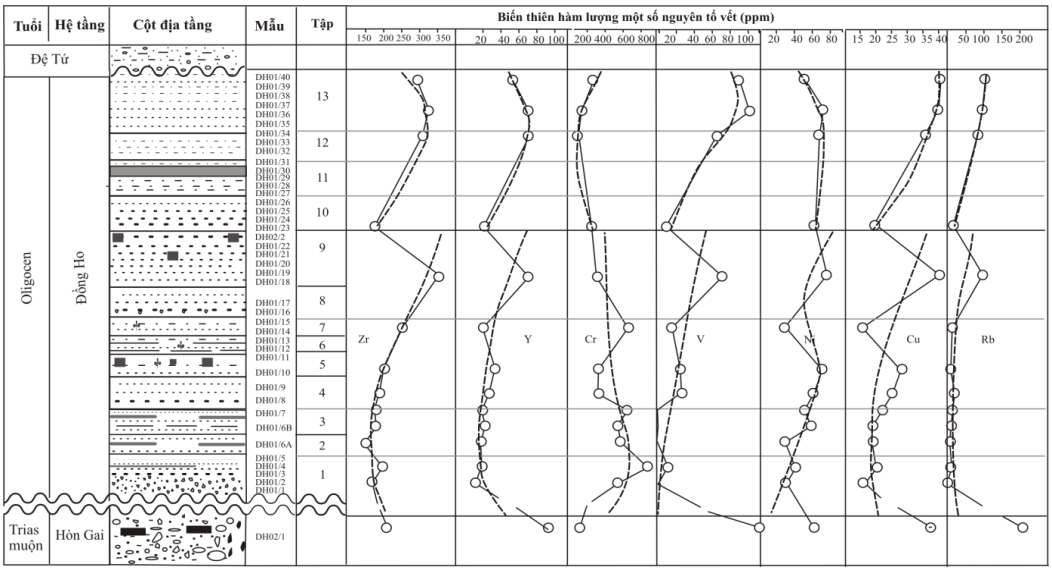
Hàm lượng một số nguyên tố vết cũng thể hiện quy luật biến thiên tương tự với hàm lượng các nguyên tố chính với sự thay đổi rõ nét ở khoảng ranh giới giữa tập 9 và tập 10. Hàm lượng nguyên tố Zr, Y, Cu, Rb có xu hướng tương đối cao ở phần đáy sau đó giảm cực tiểu ở các tập 2 và 3 sau đó tăng lên đến tập 9 sau đó giảm đột ngột ở ranh giới giữa tập 9 và 10. Từ tập 10 hàm lượng của chúng có xu hướng tăng cao nhất ở lớp sét của tập 12 sau đó lại giảm. Như vậy, có thể thấy rõ hàm lượng nguyên tố Zr, Y, Cu, Rb thấp nhất ở tập 2 và 3 sau đó tăng đến tập 9. Ở Phần đáy của tập 10, hàm lượng của chúng thấp sau đó tăng cao ở phần đáy tập 13 rồi có xu hướng giảm đến hết mặt cắt. Nhóm 3 nguyên tố Cr, V và Ni cũng có thể chia thành

2 phần với ranh giới là nóc của tập 9. Phần dưới của mặt cắt, từ tập 1 đến tập 9, sự biến thiên của hàm lượng Cr, V, Ni không thể hiện rõ quy luật, các giá trị hàm lượng dao động xung quanh đường trung bình với xu hướng giảm nhẹ của Cr, tăng nhẹ của V và Ni từ tập 1 lên đến hết tập 9. Từ tập 10 đến tập 13, V và Ni có xu hướng tăng ở tập 12 sau đó giảm, còn Cr có xu hướng giảm ở tập 12 và tăng lên sau đó.

Nhóm các nguyên tố vết khác bao gồm Nb, Sr, La, Ce hầu như không phát hiện được ở phần dưới của mặt cắt. Trong khi đó, các mẫu ở phần trên mặt cắt hàm lượng các nguyên tố này tương đối dễ phát hiện.



Hình 4. Biến thiên hàm lượng nguyên tố chính theo mặt cắt suối Đồng Ho.



Hình 5. Biến thiên hàm lượng một số nguyên tố vết theo mặt cắt suối Đồng Ho.

Như vậy, xu hướng biến đổi hàm lượng các nguyên tố chính và nguyên tố vết có sự thay đổi mang tính quy luật ở khoảng ranh giới tập 9 và tập 10. Các quan sát mặt cắt địa chất trầm tích tại suối Đồng Ho cho thấy, phần dưới của hệ tầng, các trầm tích có mức độ chọn lọc và phân dị thấp, thường chứa các mảnh vụn than của hệ tầng Hòn Gai, xen kẹp trong các lớp trầm tích hạt thô và các lớp sét bột bề dày thay đổi nhanh. Khi qua ranh giới tập 9 và 10, trầm tích tương đối đồng nhất hơn, thể hiện tính phân lớp hài hòa có quy luật hơn, độ chọn lọc của trầm tích tốt hơn. Với các dẫn liệu về địa hóa các nguyên tố chính và nguyên tố vết trong nghiên cứu này, hoàn toàn có thể chia mặt cắt hệ tầng Đồng Ho thành 2 phần mà các phương pháp khác không cho phép phân chia chi tiết. Sự phân dị và khác biệt về hàm lượng các nguyên tố chính và nguyên tố vết của từng phần liên quan mật thiết đến điều kiện hình thành chúng.

Bảng 1. Kết quả phân tích hàm lượng nguyên tố chính và một số nguyên tố vết

Sample	DH02-01	DH01-03	DH 01_04	DH01-06	DH01-6B	DH01-07	DH01-08	DH01-14	DH 01_19	DH 01_23	DH01-34	DH01-36	DH01-40
						Oxit (%)							
SiO2	52.33	87.30	90.57	85.73	84.53	87.40	76.20	88.07	65.34	90.68	45.77	45.05	43.79
TiO2	0.73	0.17	0.21	0.19	0.22	0.17	0.27	0.18	0.87	0.16	0.92	0.86	0.79
Al2O3	26.51	7.01	7.2	7.73	8.10	6.30	13.81	6.46	28.9	7.3	26.91	25.87	23.22
Fe2O3	1.11	0.64	1.15	0.78	1.16	1.10	0.82	0.90	1.19	0.74	1.91	1.74	1.78
MnO	0.13	0.01	0.07	0.03	0.02	0.08	0.03	0.01	0.11	0.01	0.19	0.17	0.13
MgO	0.49	0.01	0.06	0.10	0.05	0.03	0.10	0.02	0.59	0.1	0.27	0.26	0.23
CaO	0.03	0.02	0.05	0.03	0.13	0.06	0.19	0.02	0.11	0.17	0.08	0.06	0.04
Na2O	0.08	0.01	0.02	0.02	0.06	0.03	0.11	0.02	0.08	0.07	0.04	0.04	0.04
K2O	4.37	0.42	0.53	0.60	0.77	0.53	1.02	0.51	2.66	0.61	2.32	2.69	2.79
P2O5	0.06	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.06	0.02	0.06	0.06	0.05
Sum	85.85	95.61	99.88	95.23	95.07	95.73	92.57	96.20	99.91	99.86	78.46	76.80	72.86
LOI	14.16	4.32	0.12	4.53	4.79	4.21	7.25	3.71	0.09	0.14	21.59	23.22	27.14
						Nguyên tố vết (ppm)							
V	95.43	-	15.32	-	-	-	20.45	15.04	68.12	9.58	57.72	89.60	84.90
Cr	142.17	539.73	887.59	660.64	574.87	680.94	288.50	635.52	282.11	260.89	150.21	171.12	208.40
Ni	64.46	29.67	38.94	34.67	58.86	52.50	65.65	31.58	76.32	66.67	68.27	76.84	55.98
Cu	38.36	15.18	21.54	18.41	17.93	18.68	25.13	15.15	41.05	16.96	37.28	39.14	40.74
Zn	85.34	n.dt	16.26	16.44	662.74	435.15	1212.01	-	209.39	517.17	244.31	184.05	123.19
Nb	23.93	-	6.86	-	-	-	-	-	29.67	4.53	30.89	30.11	26.14
Rb	226.39	-	17.93	18.13	20.17	15.84	28.81	15.51	100.86	18.58	87.39	97.85	106.48
Sr	98.27	-	15.47	14.53	17.86	-	22.30	-	66.59	14.75	79.62	73.98	67.55
Y	91.04	17.01	23.02	20.59	24.18	20.68	32.85	21.33	71.77	23.23	69.68	71.08	56.77
Zr	194.85	162.16	203.13	152.68	180.95	183.82	190.73	258.59	351.42	167.97	303.02	319.74	276.87
Pb	34.57	27.30	37.01	21.93	49.39	34.74	62.56	-	72.93	25.71	69.74	92.96	74.74
La	63.38	-	7.66	-	-	-	27.98	-	42.43	19.46	50.48	51.37	38.88
Ce	146.05	-	29.32	-	-	-	63.95	28.21	104.65	47.14	109.65	118.26	86.87
Nd	23.18	-	7.15	-	-	-	15.10	-	16.94	6.49	14.96	19.40	9.87

4. Thảo luận

4.1. Điều kiện phong hóa

Thành phần đá gốc, quá trình phong hóa hóa học, quá trình vận chuyển vật liệu trầm tích là các yếu tố chính khống chế đặc điểm địa hóa các đá trầm tích. Các nghiên cứu hành vi địa hóa của các nguyên tố trong quá trình phong hóa đều có chung kết luận rằng các nguyên tố nhóm kiềm và kiềm thổ như Na, Ca, Sr có độ linh động cao, trong khi các nguyên tố Al, Fe, Ti, Zr và một vài nguyên tố đất hiếm khác không linh động [16]. K, Rb và Mg thường được coi như không linh động và hấp phụ bởi các khoáng vật sét, tuy nhiên chúng cũng thể di chuyển trong điều kiện phong hóa xảy ra mạnh mẽ ở các vùng nhiệt đới mưa nhiều [17]. Sự khác biệt về tính linh động của 2 nhóm nguyên tố này trong quá trình phong hóa đã được Nesbitt và nnk [18] sử dụng để tính chỉ số biến đổi hóa học CIA (Chemical Index of Alteration) thể hiện mức độ phong hóa. Chỉ số này được tính theo công thức tỷ lệ phân tử như sau:

$$CIA=Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O)x100$$

Chỉ số này không nhạy cảm khi lượng K_2O ngoại lai xuất hiện trong quá trình phong hóa và sản phẩm trầm tích. Do vậy, một số chỉ số khác được sử dụng như chỉ số phong hóa hóa học CIW (Chemical Index of Weathering) [19] và chỉ số biến đổi của Plagioclas PIA (Plagioclase Index of Alteration) [20]. Ngoài ra, để loại trừ ảnh hưởng của hàm lượng CaO ngoại lai, chỉ số CPA (Chemical Proxy of Alteration) được [21] áp dụng. Các chỉ số này được tính theo công thức sau:

$$CIW=Al_2O_3/(Al_2O_3+CaO+Na_2O)x100$$

$$PIA=[(Al_2O_3-K_2O)/(Al_2O_3+CaO+Na_2O-K_2O)]x100$$

$$CPA =100xAl_2O_3/(Al_2O_3+Na_2O)$$

Giá trị các chỉ số CIA và CIW cao phản ánh mức độ phong hóa hóa học diễn ra triệt để và sản phẩm phong hóa sẽ chủ yếu là thạch anh, kaolinite và hydroxit nhôm. Chỉ số PIA của plagioclase không bị phong hóa là 50, chỉ số này càng gần 100 thì mức độ biến đổi của plagiocal thành sét càng cao.

Bảng 2. Các chỉ số phản ánh mức độ phong hóa trong quá khứ để tạo ra các lớp trầm tích hệ tầng Đồng Ho

Sample	CIA	CIW	PIA	CPA
DH01-40	88.01	99.43	99.35	99.75
DH01-36	89.33	99.35	99.26	99.76
DH01-34	90.85	99.27	99.20	99.78
DH 01_23	*87.04*	*94.50*	*93.99*	*98.45*
DH 01_19	89.98	98.86	98.74	99.55
DH01-14	91.25	98.94	98.85	99.59
DH 01_10	87.62	94.85	94.39	97.75
DH01-08	89.48	96.36	96.05	98.69
DH01-07	89.44	97.44	97.19	99.10
DH01-6B	87.37	96.01	95.58	98.79
DH01-06	91.36	99.02	98.93	99.61
DH 01_04	91.15	98.31	98.16	99.55
DH01-03	93.17	99.13	99.07	99.68
DH02-01	84.32	99.32	99.17	99.52

Bảng 2 thể hiện các kết quả tính toán các chỉ số phản ánh mức độ phong hóa tạo ra các tập trầm tích của hệ tầng Đồng Ho. Cả 4 chỉ số đều có giá trị rất cao và phản ánh mức độ phong hóa cổ tạo ra các trầm tích gần như triệt để. Các chỉ số này chỉ phản ánh mức độ khái quát chung nhất về mức độ biến đổi, phong hóa trong quá trình thành tạo các lớp trầm tích mà không phản ánh được sự biến động chi tiết hơn giữa hai phần trên và phần dưới của hệ tầng Đồng Ho, mặc dù cả 4 chỉ số đều có sự thay đổi rõ ở ranh giới giữa tập 9 và tập 10, tương ứng với mẫu DH01-23.

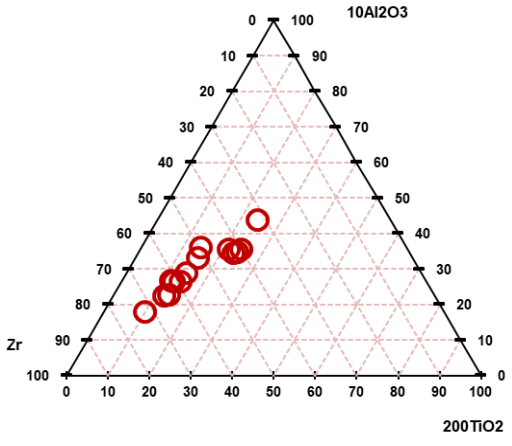
4.2. Điều kiện cổ môi trường

Việc vắng mặt các nguyên tố vết đặc trưng cho các đá có nguồn gốc magma mafic, siêu mafic đến axit, hoặc biến chất cao trong tất cả các mẫu phân tích cho thấy vật liệu trầm tích hệ tầng Đồng Ho nhận được chủ yếu từ các đá trầm tích lục nguyên có trước. Ngoài ra, việc không xác định được sự có mặt của nguyên tố B trong tất cả các mẫu phân tích cho thấy không có yếu tố của môi trường biển trong quá trình

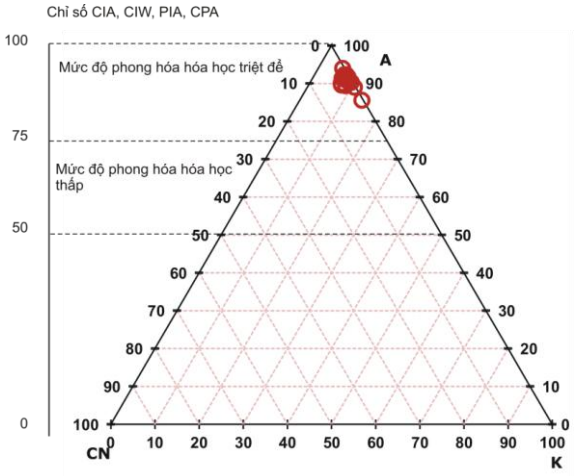
trầm tích. Sự phân bố của các nguyên tố trong các trầm tích hạt mịn liên quan chủ yếu đến quá trình phong hóa từ đá gốc. Để loại bỏ sự can nhiễu của phong hóa đến việc xác định nguồn cấp vật liệu, chúng tôi sử dụng biểu đồ 3 hợp phần Al_2O_3-TiO_2-Zr [22] để xem xét xu hướng chọn lọc và mối quan hệ của vật liệu trầm tích với nguồn cung cấp. Kết quả được biểu diễn trên hình 6 cho thấy xu hướng dịch chuyển về phía đỉnh Zr, đặc trưng bằng sự thay đổi tỷ số Al_2O_3/Zr và liên quan đến sự tái lặng đọng của từ các đá trầm tích [23]. Biểu đồ 3 hợp phần A-CN-K kết hợp với biểu đồ CIA, CIW, PIA và CPA cho thấy tất cả các mẫu đều nằm ở cạnh AK và rơi vào gần đỉnh A (hình 7). Điều này phản ánh vật liệu trầm tích của hệ tầng Đồng Ho nhận được từ các đá được phong hóa triệt để có nguồn gốc tái trầm tích.

Loại bỏ yếu tố đá gốc và địa hình, thì cường độ của quá trình phong hóa hóa học phụ thuộc chủ yếu vào vĩ độ, lượng mưa và nhiệt độ [17]. Shekdon và nnk (2002) [24] đã sử dụng số liệu địa hóa nguyên tố chính kết hợp với chỉ số phong hóa hóa học để ước lượng lượng mưa trung bình năm MAP (Mean Annual Precipitation) cho các đá trầm tích Eocen-Oligocen vùng Oregon theo công thức hồi quy với hệ số tương quan khá cao với sai số là ±181mm/năm.

$$MAP = 221e^{0.0197*CIW}$$



Hình 6. Biểu đồ 3 hợp phần phản ánh xu hướng thay đổi của tỷ số Al_2O_3/Zr.



Hình 7. Biểu đồ tam giác A-CN-K, trong đó A; CN và K tương ứng với số mol Al_2O_3, $CaO+Na_2O$ và K_2O kết hợp với các chỉ số CIA, CIW, PIA, CPA.

Áp dụng công thức trên cho các mẫu trầm tích Đồng Ho ta có kết quả ước lượng lượng mưa trung bình năm là 1522mm/năm trong quá trình hình thành các tập trầm tích từ số 1 đến số 13. Giá trị này tương đương với giá trị lượng mưa trung bình năm hiện nay.

Như vậy, giá trị MAP và các chỉ số phản ánh mức độ phong hóa hóa học cao ghi nhận lại trong các trầm tích hệ tầng Đồng Ho cho thấy điều kiện khí hậu ẩm ướt đã tồn tại từ lúc hình thành trầm tích Đồng Ho tuổi Oligocen.

Tỷ số các nguyên tố vết là một trong những chỉ thị cho điều kiện môi trường trong quá trình hình thành trầm tích [25, 26], trong đó V, Ni, Cr là các chỉ thị quan trọng và hay được sử dụng đối với các trầm tích vụn cơ học. Tỷ lệ tương đối của V/Ni trong trầm tích bị chi phối bởi môi trường hình thành, tỷ số V/Ni>3 chỉ thị cho môi trường có vật liệu liệu hữu cơ nguồn gốc biển, tỷ số V/Ni ttrong khoảng từ 3 đến 1,9 chỉ thị cho môi trường ít ô xy hòa tan, vật liệu hữu cơ có nguồn gốc hỗn hợp lục địa và biển, dưới 1,9 chỉ thị cho môi trường giàu oxy hòa tan và vật liệu hữu cơ có nguồn gốc lục địa [27]. Nguyên tố Cr thường không bị ảnh hưởng trực tiếp bởi quá trình oxy hóa khử, tỷ số V/Cr>2 phản ánh môi trường trầm tích nghèo ô xy hòa tan, V/Cr<2 phản ánh môi trường trầm

tích có mặt oxy hòa tan [28]. Tỷ số V/Ni của các mẫu trầm tích Đồng Ho dao động từ 0,14 đến 1,52 và thấp ở phần dưới, cao hơn ở phần trên. Sự biến thiên như vậy phản ảnh môi trường lắng đọng trầm tích Đồng Ho có mặt oxy hòa tan và vật liệu hữu cơ có nguồn gốc thực vật lục địa. Tương tự, tỷ số V/Cr của các mẫu phân tích đều nhỏ hơn 1 và cũng tương ứng với môi trường có mặt oxy hòa tan.

Các dẫn liệu trên đưa đến nhận định trong giai đoạn Oligocen, điều kiện cổ môi trường hình thành trầm tích đặc trưng bởi môi trường ẩm ướt, có mặt oxy hòa tan. Tuy nhiên, việc vật liệu hữu cơ chuyển hóa thành than và asphalt trong trầm tích hệ tầng Đồng Ho hiện nay cho thấy sự có mặt của môi trường khử trong quá trình thành đá diễn ra sau quá trình lắng đọng trầm tích. Như vậy, điều kiện cổ môi trường hình thành các trầm tích Đồng Ho ban đầu có đặc tính của môi trường ẩm ướt có mặt oxy hòa tan sau đó chuyển sang môi trường ẩm ướt mang tính khử.

5. Kết luận

Khảo sát chi tiết mặt cắt suối Đồng Ho kết hợp với phân tích địa hóa nguyên tố chính và một số nguyên tố vết cho phép phân chia hệ tầng Đồng Ho thành 2 phần, phần dưới dày khoảng 46m đặc trưng bởi sự đan xen của trầm tích hạt thô với các lớp mỏng hạt mịn phân lớp mỏng chứa hóa thạch vết in lá và các mảnh vụn than. Phần trên dày khoảng 60m có đặc trưng là cát bột sét kết phân lớp mỏng và đồng nhất, chứa lớp trầm tích asphalt. Sự phân bố hàm lượng các nguyên tố chính và nguyên tố vết ở hần dưới thể hiện quy luật không rõ ràng, trong khi phần trên sự biến thiên hàm lượng có quy luật tương đối rõ.

Các chỉ số phản ánh mức độ phong hóa, biến đổi hóa học CIA, CIW, PIA và CPA của các lớp trầm tích hệ tầng Đồng Ho đều thuộc loại cao. Trầm tích hệ tầng Đồng Ho được hình thành từ sự tái lắng động các đá trầm tích có trước mà không có sự tham gia của các thành phần đá gốc magma và biến chất. Chúng được lắng đọng trong môi trường hồ nước ngọt lục địa.

Điều kiện khí hậu ẩm ướt giàu oxy đã tồn tại từ Oligocen với lượng mưa trung bình được ước tính là 1533mm/năm±181mm và tồn tại trong suốt quá trình hình thành trầm tích hệ tầng Đồng Ho và chuyển dần sang môi trường ẩm ướt và khử trong quá trình thành đá.

Lời cảm ơn

Bài báo này được hoàn thành với tài trợ của đề tài cấp Đại học Quốc gia mã số QG14-09. Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

Tài liệu tham khảo

[1] Xu, F., B. Hu, Y. Dou, X. Liu, S. Wan, Z. Xu, X. Tian, Z. Liu, X. Yin, and A. Li, Sediment provenance and paleoenvironmental changes in the northwestern shelf mud area of the South China Sea since the mid-Holocene. Continental Shelf Research, 2017. 144: p. 21-30.

[2] Greggio, N., B.M.S. Giambastiani, B. Campo, E. Dinelli, A. Amorosi, and S. Tyrrell, Sediment composition, provenance, and Holocene paleoenvironmental evolution of the Southern Po River coastal plain (Italy). Geological Journal, 2017. p. 1-15.

[3] Yanguang Dou, S.Y., Zhenxia Liu, Peter D. Clift, Xuefa Shi, Hua Yu and Serge Berne, Provenance discrimination of siliciclastic sediments in the middle Okinawa Trough since 30 ka: Constraints from rare earth element compositions Marine Geology, 2010. 275(1-4): p. 212-220.

[4] Scott, R.A., H. R. Smyth, A. C. Morton, and N. Richardson, Sediment Provenance Studies in Hydrocarbon Exploration and Production. Geological society, london, special publications, 2014. 386.

[5] Wysocka, A. and A. Świerczewska, Lithofacies and depositional environments of Miocene deposits from tectonically-controlled basins (Red River Fault Zone, northern Vietnam). Journal of Asian Earth Sciences, 2010. 39(3): p. 109-124.

[6] Nghi, T., Địa chất trầm tích Việt nam. 2017: Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội. 509.

[7] Böhme, M., J. Prieto, S. Schneider, N.V. Hung, D.D. Quang, and D.N. Tran, The Cenozoic on-

shore basins of Northern Vietnam: Biostratigraphy, vertebrate and invertebrate faunas. Journal of Asian Earth Sciences, 2011. 40(2): p. 672-687.

[8] Long, H.V., P.D. Clift, D. Mark, H. Zheng, and M.T. Tan, Ar–Ar muscovite dating as a constraint on sediment provenance and erosion processes in the Red and Yangtze River systems, SE Asia. Earth and Planetary Science Letters, 2010. 295(3–4): p. 379-389.

[9] Gesa, K., P.L.d. Boer, R.B. Pedersen, and T.E. Wong, Provenance of Pliocene sediments and paleoenvironmental changes in the southern North Sea region using Samarium–Neodymium (Sm/Nd) provenance ages and clay mineralogy. Sedimentary Geology 2004. 171: p. 205 – 226.

[10] Kaifeng, Y., F. Lehmkuhl, B. Diekman, V. Nottebaum, and G. Stauch, Major and trace elements documented paleoenvironmental and provenance signatures as inferred from the lacustrine sequence of Orog Nuur, southern Mongolia. Geophysical Research Abstracts, 2016. Vol. 18, (EGU2016-1896): p. 1896.

[11] Saito, S., Major and trace element geochemistry of sediments from east greenland continental rise: an implication for sediment provenance and source area weathering, in Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, , A.D. Saunders, H.C. Larsen, and S.W. Wise, Jr., Editors. 1998.

[12] Petersen, H.I., H.P. Nytoft, and L.H. Nielsen, Characterisation of oil and potential source rocks in the northeastern Song Hong Basin, Vietnam: indications of a lacustrine-coal sourced petroleum system. Organic Geochemistry, 2004. 35 p. 493–515.

[13] Petersen, H.I., V. Tru, L.H. Nielsen, N.A. Duc, and H.P. Nytoft, Source rock properties of lacustrine mudstones and coals (oligocene dong ho formation), onshore Song Hong basin, northern Vietnam. Journal of Petroleum Geology, , 2005. 28: p. 19 - 38.

[14] Thanh, T.D., V. Khúc, Đ.T. Huyên, Đ.N. Trưởng, Đ. Bạt, N.Đ. Dỹ, N.H. Hùng, P.H. Thông, P.K. Ngân, T.H. Phương, T.H. Dần, T.T. Thắng, T.V. Trị, and T.V. Long, Các phân vị địa tầng Việt Nam. 2005: Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội. 504.

[15] Hofer, G., M. Wagreich, and S. Neuhuber, Geochemistry of fine-grained sediments of the upper Cretaceous to Paleogene Gosau Group (Austria, Slovakia): Implications for paleoenvironmental and provenance studies. Geoscience Frontiers, 2013. 4: p. 449-468.

[16] Nesbitt, H.W., G. Markovics, and R.C. price, Chemical processes affecting alkalis and alkaline earths during continental weathering. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1980. 44(11): p. 1659-1666.

[17] Chao Li and S. Yang, Is chemical index of alteration (CIA) a reliable proxy for chemical weathering in global drainage basins? Amerian Journal of Science, 2010. 310: p. 111e127.

[18] Nesbitt, H.W. and G.M. Young, Early Proterozoic climates and plate motions inferred from major element chemistry of lutites. Nature, 1982. 299: p. 715-717.

[19] Harnois, L., The C.I.W. index: a new chemical index of weathering. Sedimentary Geology, 1988. 55: p. 319–322.

[20] Fedo, C.M., H.W. Nesbitt, and G.M. Young, Unraveling the effect of potassium metasomatism in sedimentary rocks and paleosols, with implications for paleoweathering conditions and provenance. Geology 1995. 23 p. 921–924.

[21] Buggle, B., B. Glaser, U. Hambach, N. Gerasimenko, and S. Markovic, An evaluation of geochemical weather indices in loess-paleosol studies. . Quaternary International 2011. 240, : p. 12-21.

[22] Garcia, D., J. Coehlo, and M. Perrin, Fractionation between TiO2 and Zr as a measure of sorting within shale and sandstone series (northern Portugal). European Journal of Mineralogy 1991. 3: p. 401–414.

[23] Mongelli, G., S. Critelli, F. Perri, M. Sonnino, and V. Perrone, Sedimentary recycling, provenance and paleoweathering from chemistry and mineralogy of Mesozoic continental redbed mudrocks, Peloritani mountains, southern Italy. Geochemical Journal, 2006. 40: p. 197-209.

[24] Sheldon, N.D., Gregory J. Retallack, and Satoshi Tanaka, Geochemical Climofunctions from North American Soils and Application to Paleosols across the Eocene-Oligocene Boundary in Oregon. The Journal of Geology, 2002. 110(6): p. 687-696.

[25] Harris, N., K. Freeman, R. D. Pancost, T. White, and G. Mitchell, The character and origin of lacustrine source rocks in the Lower Cretaceous synrift section, Congo Basin, west Africa. AAPG Bulletin, 2004. 88(8): p. 1163-1184.

[26] MacDonald, R., D. Hardman, R. Sprague, Y. Meridji, W. Mudjiono, J. Galford, M. Rourke, M. Dix, and M. Kelton, Using Elemental Geochemisty to Improve Sandstone Reservoir Characterization: a Case Study From the Unayzah

A Interval of Saudi Arabia. Vol. 52. 2011. 344-356.

[27] Galarraga, F., K. Reategui, A. Martïnez, M. Martínez, J.F. Llamas, and G. Márquez, V/Ni ratio as a parameter in palaeoenvironmental characterisation of nonmature medium-crude oils from several Latin American basins. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2008. 61(1): p. 9-14.

[28] Jones, B. and D.A.C. Manning, Comparison of geochemical indices used for the interpretation of palaeoredox conditions in ancient mudstones. Chemical Geology, 1994. 111(1): p. 111-129.

Major and Trace Elements Geochemistry of Dong Ho Sediments (Quang Ninh, Viet Nam): Imlication for Paleoenvironmental Condition

Nguyen Van Vuong, Luong Thi Thu Hoai

Faculty of Geology, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam

Abstract: The Dong Ho sedimentary formation consists of gravel, sand and sandstone, mudstone interbeded with asphalt layer or oil shale cropping out at Quang Ninh is considered as outcrop of petroleum potential source rock and correlated to source rock of the Cenozoic basins on the continental shelf of Southeast Asia. Geochemical investigation of major and trace elements content variation from 13 typical samples selected from diferent layers leads to divide the Dong Ho formation into two parts: the lower part characterized by unclear variation while the upper part exposing a more clear trend. The paleoenvironmental proxy and the CIA, CIW, PIA and CPA indices of the Dong Ho formation revealed high weathering intensity. V/Ni and C/Cr s vary from 0.14 to 1.52; and from 0.02 to 0.52 respectively indicate to oxic depositional environment. The provenance of the Dong Ho sedimentary layers come from the recycling of sedimentary source rocks and deposited within freshwater lacustrine environment dominated by humid climate with estimated mean annual rainfall of 1533 mm/yr±181 mm before changing to wet and reduction environment during diagenesis.

Keywords: Major element, trace element, geochemistry, Dong Ho, paleoenvironment.