



ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP VÀ TIẾN HOÁ TRẦM TÍCH ĐỆ TỨ ĐỚI BỜ ĐÈO NGANG ĐẾN ĐÈO HẢI VÂN VÀ KHOÁNG SẢN RẪN LIÊN QUAN

Đào Bùi Đình

Bộ Tài nguyên và Môi trường

Trần Nghi, Đinh Xuân Thành, Nguyễn Đình Thái

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

Nguyễn Quang Luật,

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Nguyễn Thị Phương Thảo

Viện Nghiên cứu Địa môi trường và Thích ứng biến đổi khí hậu

Email: phuongthao289@gmail.com

TÓM TẮT

Địa tầng phân tập và tiến hoá trầm tích Đệ Tứ đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân lần đầu tiên mới được nghiên cứu. Trên cơ sở mô hình địa tầng phân tập của Trần Nghi (2012) đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân có 5 phức tập phát triển theo chu kỳ từ dưới lên tương ứng với 5 chu kỳ băng hà/gian băng: (1) phức tập 1: Pleistocen sớm (Q_1^1); (2) phức tập 2: Pleistocen giữa, phần sớm (Q_1^{2a}), (3) phức tập 3: Pleistocen giữa, phần muộn (Q_1^{2b}); (4) phức tập 4: Pleistocen muộn, phần sớm (Q_1^{3a}); (5) phức tập 5: Pleistocen muộn, phần muộn-Holocen (Q_1^{3b} - Q_2). Mỗi phức tập có 3 miền hệ thống trầm tích từ dưới lên; mỗi miền hệ thống trầm tích tương ứng với một phức hệ tương đá: (1) Miền hệ thống biển thấp (LST) ứng với phức hệ tương cát bùn aluvi (S_m aLST) và phức hệ tương cát đụn (S_m vLST); (2) Miền hệ thống biển tiến (TST) ứng với phức hệ tương bùn cát ven biển và tương bùn vũng vịnh (M_s ab,TST) và tương cát đê cát ven bờ (S_m TST); (3) Miền hệ thống biển cao (HST) ứng với phức hệ tương bùn cát sông - vũng vịnh (M_s abHST) và tương cát đụn (S_m vHST). Tiến hoá trầm tích được thể hiện bằng sự gia tăng hệ số trường thành (Mt) từ 0,2 (phức tập 1) đến 0,8 (phức tập 5).

Từ khoá: địa tầng phân tập, miền hệ thống biển thấp, miền hệ thống biển tiến, miền hệ thống biển cao, phức hệ tương đá, tiến hoá trầm tích.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nghiên cứu địa tầng phân tập và tiến hoá trầm tích Đệ Tứ đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân thực chất là nghiên cứu mối quan hệ nhân-quả giữa quá trình trầm tích với sự thay đổi mực nước biển toàn cầu và chuyển động kiến tạo. Đây là đới bờ điển hình về giá trị du lịch bởi nơi đây có nhiều bãi tắm sạch và đẹp, phong cảnh hữu tình, tính đa dạng và độc đáo về địa chất và địa mạo với một cặp đôi hoàn hảo là đê cát ven bờ và lagoon cộng sinh với nhau. Mối quan hệ giữa 5 chu kỳ phức tập (sequence) với 5 chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu do 5 chu kỳ băng hà/gian băng và cấu trúc địa chất độc đáo đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân được coi là mẫu hình (case study)

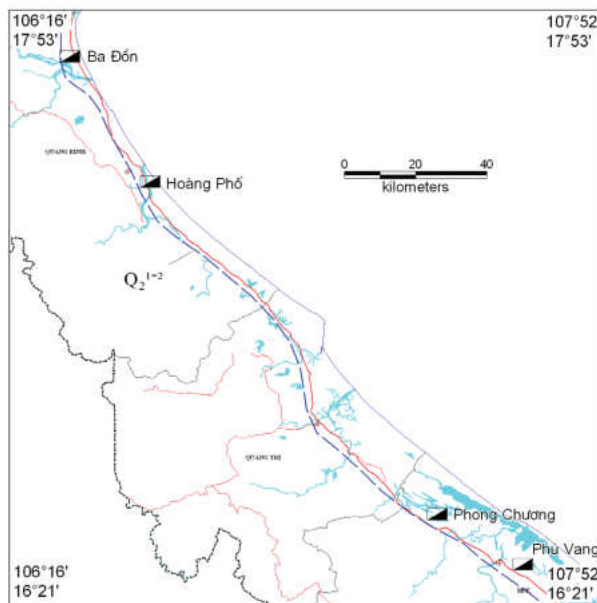
điển hình nhất của Việt Nam. Nội dung bài báo này sẽ giới thiệu tường minh mối quan hệ đa chiều và biện chứng mang tính triết học nói trên.

Nghiên cứu địa chất Đệ Tứ phần đất liền ven biển Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân đều liên quan đến đo vẽ bản đồ ở các tỷ lệ khác nhau: (1) Tỷ lệ 1/200.000 có Trần Tính, Nguyễn Quang Trung (1996) thành lập bản đồ địa chất Mahaxay-Đồng Hới; Nguyễn Xuân Dương, Đỗ Văn Chi (1996) thành lập bản đồ địa chất Lệ Thủy-Quảng Trị. Tuy nhiên, ở tỷ lệ 1/200.000 và mục tiêu là đo vẽ bản đồ địa chất chung nên các tác giả không phân chia chi tiết địa tầng Đệ Tứ. (2) Ở tỷ lệ 1/50.000 các tác giả mới xây dựng thang địa tầng tổng hợp về trầm tích Đệ Tứ: Phạm Huy Thông (1997) thành



lập bản đồ địa chất Đệ Tứ nhóm từ Huế; Đỗ Văn Long (2000) thành lập bản đồ địa chất Đệ Tứ từ Quảng Trị. Các tác giả đã xây dựng cột địa tầng Đệ Tứ với 5 hệ tầng: Tân Mỹ (Q_1^{1tm}); Quảng Điền ($Q_1^{2-3}qđ$); Phú Xuân (Q_1^{3px}); Phú Bài ($Q_2^{1-2}pb$); Phú Vang ($Q_2^{2-3}pv$). Tuy nhiên, thang địa tầng này vẫn theo quan điểm của Hoàng Ngọc Kỳ (1973), Ngô Quang Toàn (1988, 1991), Vũ Nhật Thắng (1994) [1,2,3,10].

Năm 1991-2001 Nguyễn Biểu và Trần Nghi đã nghiên cứu và thành lập loạt bản đồ trầm tích tầng mặt và loạt bản đồ tướng đá thạch động lực trên toàn bộ đới biển nông ven bờ (0-30 nước) của Việt Nam trong đó có khu vực Đèo Ngang-Đèo Hải Vân. Đây là bản đồ lịch sử được sử dụng để đối chứng với bản đồ tướng đá thạch động lực hiện tại đã chỉ ra sự biến động trầm tích tầng mặt theo thời gian xảy ra hết sức nhanh chóng. Đặc biệt có một trường trầm tích cát ven bờ mới được thành tạo do tái trầm tích vật liệu cồn cát bị xói lở trong giai đoạn mực nước biển dâng và biến đổi khí hậu cực đoạn [4,5].



H.1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu: 16o21' -17o53' N, 106o16'-107o52'E

Nhìn từ góc độ trầm tích luận, địa tầng, địa tầng phân tập và lịch sử tiến hoá trầm tích và khoáng sản liên quan thì có thể nhấn mạnh một số tồn tại từ kết quả đã nghiên cứu của các nhà địa chất Đệ Tứ Việt Nam như sau:

1) Những nội dung hoàn toàn chưa được nghiên cứu:

- Về tướng đá-cổ địa lý và chu kỳ các phức hệ tướng trong mối quan hệ với các chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu. Đây là cơ sở khoa học để thay đổi nhận thức về quan điểm phân chia thời địa tầng của trầm tích Đệ Tứ;

- Về địa tầng phân tập (sequence stratigraphy) chưa được nghiên cứu nên thang địa tầng trầm tích Đệ Tứ đã lỗi thời nhưng hơn 50 năm nay Cục Địa chất Việt Nam vẫn cho phép sử dụng;

- Đặc điểm trầm tích và quy luật phân bố của chúng theo không gian và thời gian (thạch học, khoáng vật tạo đá và khoáng vật chỉ thị môi trường, các tham số Md, So, Sk, Ro và địa hoá môi trường trầm tích (pH, Eh, Kt) là những tri thức chuyên sâu về trầm tích luận đóng vai trò quan trọng trong phân tích tướng và chu kỳ trầm tích. Từ đó giúp nghiên cứu chi tiết về địa tầng phân tập, thiết lập được các chu kỳ phức tạp trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển toàn cầu và chuyển động kiến tạo.

2) Những nội dung đã được nghiên cứu nhưng có nhiều tồn tại cần giải quyết:

- Phân chia 5 hệ tầng và tuổi của chúng chủ yếu dựa vào thang địa tầng của Hoàng Ngọc Kỳ và nnk thành lập cho trầm tích Đệ Tứ đồng bằng Sông Hồng. Thang địa tầng này bao gồm 5 hệ tầng: hệ tầng Lệ Chi (Q_1^1), hệ tầng Hà Nội (Q_1^{2-3}), hệ tầng Vĩnh Phúc (Q_1^{3b}), hệ tầng Hải Hưng (Q_2^{1-2}) và hệ tầng Thái Bình (Q_2^{2-3}) tồn tại những vấn đề bất hợp lý như sau: (1) Bỏ sót một phức hệ tướng trầm tích cát bùn aluvi nằm trên hệ tầng Vĩnh Phúc (hoặc hệ tầng Phú Xuân) và dưới hệ tầng Hải Hưng; (2) do bỏ sót phức hệ tướng này nên tuổi ranh giới giữa nóc hệ tầng Vĩnh Phúc (ĐBŞH) hay Phú Xuân (ĐB Trị-Thiên) (30ka BP) và đáy hệ tầng Hải Hưng (ĐBŞH) hay Phú Bài (ĐB Trị Thiên) (10Ka BP) là hết sức vô lý. Tồn tại này đến nay vẫn chưa được Cục địa chất Việt Nam thay đổi:

- Hệ tầng Hải Hưng và Phú Bài có tuổi 7 ka năm dày trung bình khoảng 15 m, hệ tầng Thái Bình và Phú Vang có tuổi 3 ka năm, dày trung bình 10 m về mặt khối lượng hoàn toàn không tương xứng với hệ tầng Hà Nội và Quảng Điền có tuổi 530 ka năm và dày trung bình 70 m. Bởi lẽ đối với trầm tích Đệ



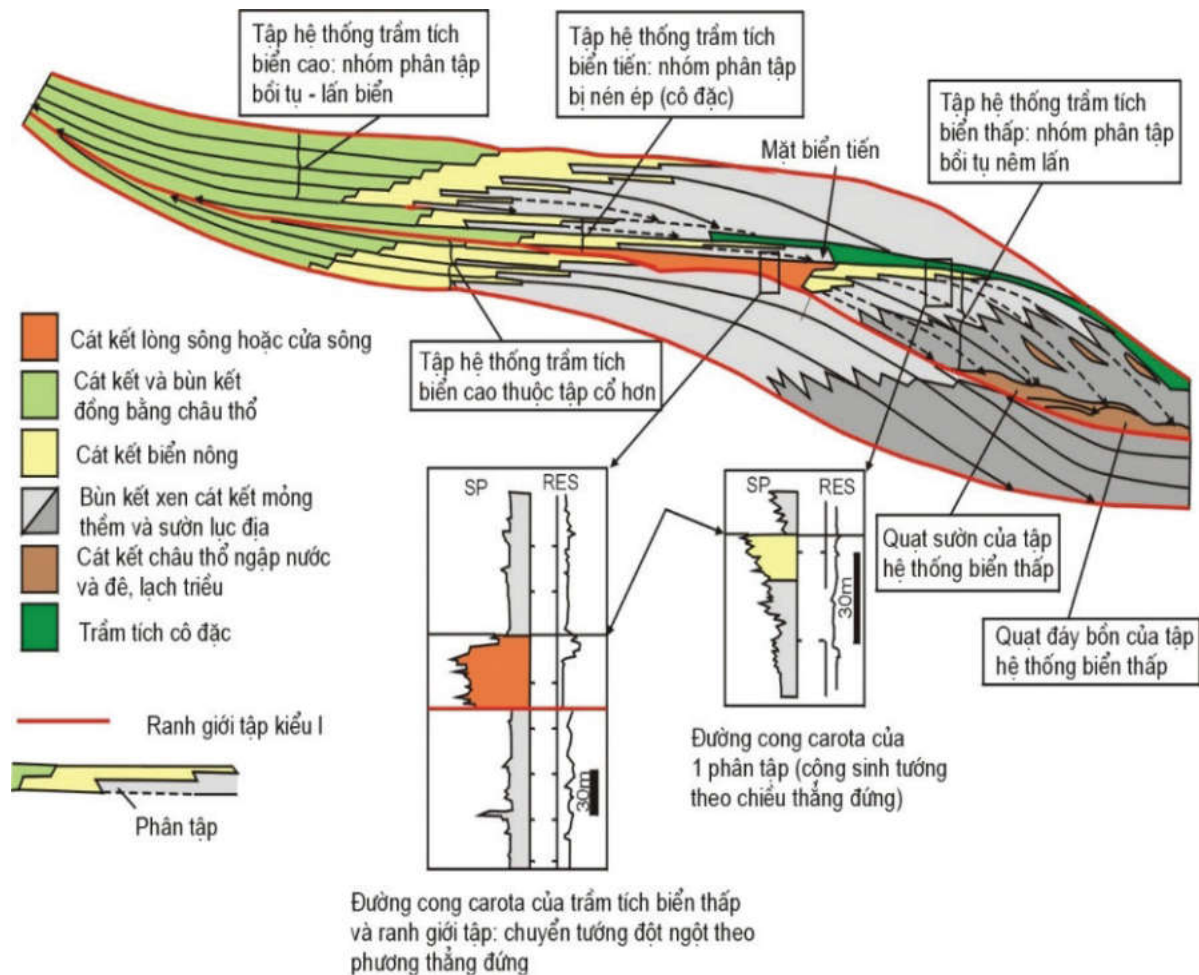
Từ không có hoá thạch định tầng và cũng không có tuổi tuyệt đối nên các tác giả phân chia hệ tầng là theo dấu hiệu cảm tính bằng mắt thường và không dựa trên cơ sở trầm tích luận như chu kỳ tướng đá và địa tầng phân tập.

- Các kí hiệu môi trường được sử dụng tùy tiện hoàn toàn không sử dụng các chỉ tiêu được phân tích từ mẫu trầm tích ở trong phòng thí nghiệm. Ví dụ, a (aluvi), m (biển nông), am (sông-biển)... là môi trường chứ không phải nguồn gốc. Tuy

nhien, khi đã xác định môi trường tất yếu phải dùng 3 nhóm tiêu chí: nhóm tiêu chí tham số cơ học (So, Ro, Sk, Q); các khoáng vật chỉ thị môi trường biển (calcit, monmorillonit, siderit, dolomit, glauconit); các chỉ tiêu địa hoá môi trường (pH, Eh, Kt).

- Cách gọi môi trường không chính xác. Không có môi trường nào là biển-đầm lầy (mb) mà chỉ có môi trường hồ-đầm lầy, bãi bồi thấp đầm lầy hoá, bãi triều lầy (đầm lầy ven biển) (amb).

3) Những tồn tại trong nghiên cứu địa tầng phân tập của Wagoner và nnk (2003)



H.2. Mô hình địa tầng phân tập theo J.C. Van Wagoner, R.M. Mitchum, K.M. Campipn, V.D. Rahmanian (2003)

Nhận xét mặt cắt Hình H.2:

Hình H.2 là mặt cắt địa tầng phân tập của Wagoner và nnk (2003) hiện nay được các nhà địa chất trên thế giới và Việt Nam coi là một mô hình có tính giáo học về địa tầng phân tập, tuy nhiên mô

hình này theo tác giả thì có nhiều thiếu sót cả về lý luận và thực tiễn. Có thể nhấn mạnh một số thiếu sót sau đây:

- Ở đây, Wagoner chỉ vẽ bắt đầu từ tương châu thổ ngậm trở ra mà bỏ qua các tướng phần



đất liền của một bể trầm tích, vì vậy mặt cắt này không đại diện. Phần đất liền còn một loạt phức hệ tướng cộng sinh như sau: phức hệ tướng dăm tầng tàn tích, phức hệ tướng cuội cát lẫn tầng deluvi, phức hệ tướng cuội sạn cát proluvi, phức hệ tướng cát bùn aluvi và nhóm tướng bùn cát đồng bằng châu thổ;

- Phía bên trái mặt cắt gồm 2 nhóm tướng châu thổ ngầm “bồi tụ lấn biển” biển cao (HST) chồng phủ trực tiếp lên nhau, đồng thời ở bên phải ở đới sườn lục địa tập hệ thống trầm tích “bồi tụ nêmlấn” biển thấp của 2 phức tập này cũng chồng phủ trực tiếp lên nhau theo phương thẳng đứng mà ở giữa không có trầm tích biển tiến?;

- Tác giả ký hiệu màu đỏ là cát kết lòng sông hoặc cửa sông là không chính xác. Trong phân tích tướng không có khái niệm “hoặc” vì chỉ có tướng cát lòng sông biển thấp (aLST) (môi trường lục địa) và tướng cát bùn lòng cửa sông biển thấp (amLST) (môi trường châu thổ) cộng sinh và chuyển tướng dần theo thời gian từ môi trường châu thổ bị môi trường aluvi thay thế trong cùng một phức tập trong thời gian mực nước biển hạ thấp dần diện phân bố của phức hệ tướng aluvi được mở rộng dần đến gần đường bờ biển thoái thấp nhất;

- Tướng châu thổ ngầm “bồi tụ lấn biển” biển cao (HST) chuyển tướng sang tướng “bồi tụ nêmlấn biển thấp” (LST) theo chiều ngang trong cùng một phức tập là điều phi lý. Điều này không có trong thực tế và không phù hợp với quy luật cộng sinh tướng của một bể trầm tích;

- Mặt cắt không thể hiện sự cộng sinh tướng của các pha biển thấp (LST), biển tiến (TST) và biển cao (HST) trong một chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu: (a) ba phức hệ tướng của 3 miền hệ thống phải chồng phủ lên nhau theo 2 ranh giới chéo; (c) tác giả vẽ bề dày trầm tích của tập “bồi tụ nêmlấn” biển thấp ở chân thềm dày hơn 3 lần bề dày của tập “bồi tụ lấn biển” biển cao châu thổ ngầm ven bờ là mâu thuẫn với nguyên lý phân dị và lắng đọng trầm tích. Vì vậy, không tìm thấy bất cứ một mặt cắt trầm tích nào ở trong Đệ Tứ ở Việt Nam;

- Khi xây dựng mô hình địa tầng phân tập tức là lúc môi trường trầm tích nguyên thủy trầm tích bờ rời nên không thể gọi là cát kết, bùn kết và trầm tích cô đặc mà chỉ gọi tướng trầm tích cát, bùn, sét

ở trạng thái bờ rời. Khái niệm “trầm tích cô đặc” là không có nội hàm về thạch học đá trầm tích. Nếu trầm tích bùn sét bị nén ép biến thành đá thì gọi là sét kết hay argilit cho đến giai đoạn biến sinh chứ không gọi là “cô đặc”.

2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp nghiên cứu

a/ Phương pháp luận

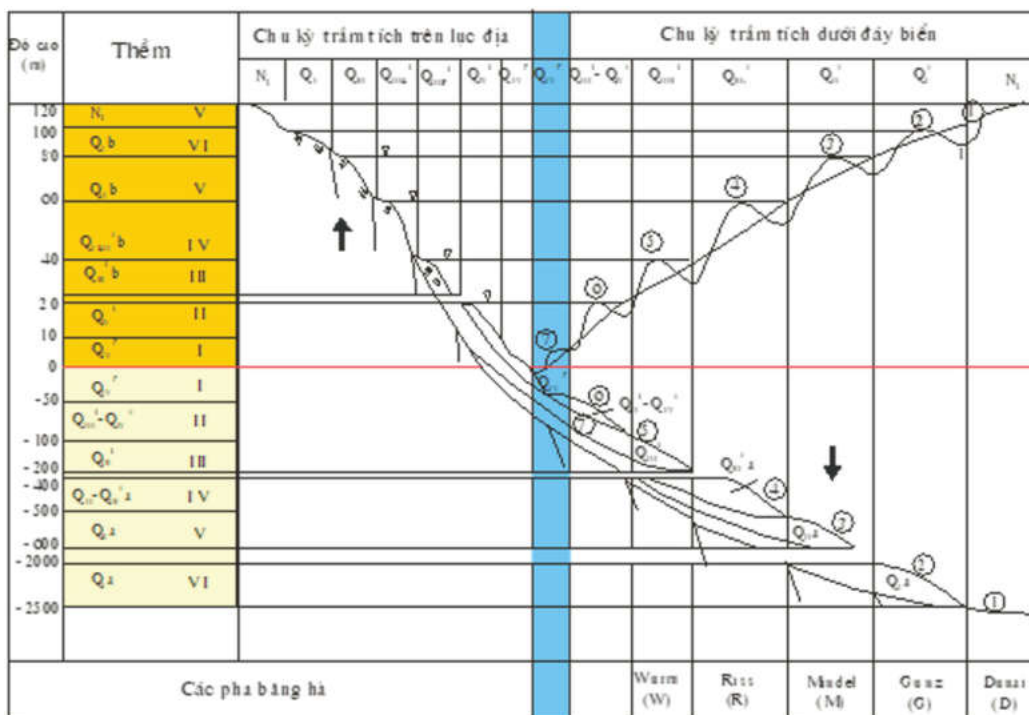
Nghiên cứu lịch sử tiến hoá trầm tích Đệ Tứ đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân phải dựa trên mối quan hệ nhân-quả của 3 yếu tố: quá trình trầm tích, sự thay đổi mực nước biển toàn cầu và chuyển động kiến tạo. Trong đó sự thay đổi mực nước biển là nguyên nhân trực tiếp còn chuyển động kiến tạo là nguyên nhân sâu xa. Mối quan hệ này đã được ứng dụng thành công cho đồng bằng Sông Hồng và đới bờ Bình Thuận-Ninh Thuận và đã được công bố quốc tế (Trần Nghi et al, 2021, 2022, 2023). Trong đó tác giả phân chia được 5 phức tập do ảnh hưởng của 5 chu kỳ băng hà và gian băng như sau: (1) Chu kỳ băng hà Gunz/G-M tạo phức tập 1 có tuổi Pleistocen sớm (Q_1^1); (2) Chu kỳ băng hà Mindel/M-R tạo phức tập 2 có tuổi Pleistocen giữa, phần sớm (Q_1^{2a}); (3) Chu kỳ băng hà Riss/R-W1 tạo phức tập 3 có tuổi Pleistocen giữa, phần muộn (Q_1^{2b}); (4) Chu kỳ băng hà Wurm1/W1-W2 tạo phức tập 4 có tuổi Pleistocen muộn, phần sớm (Q_1^{3a}); (5) Chu kỳ băng hà Wurm2/biển tiến Flandrian tạo phức tập 5 có tuổi Pleistocen muộn, phần muộn-Holocen ($Q_1^{3b}-Q_2$) [6,7].

Trên đất liền ven biển và dưới đáy biển thềm lục địa Việt Nam Trần Nghi (1995, 2023) đã vẽ 8 đường bờ cổ như là 8 bậc thềm dưới đáy biển: trên đất liền ven biển có 1 đường bờ cổ cao 5 m (Q_2^2), còn dưới đáy biển của thềm lục địa có 7 đường bờ cổ ở các độ sâu khác nhau: 30 m (Q_2^{1-2}), 60 m ($Q_1^{3b}-Q_2^1$), 100 m (Q_1^{3b}), 500 m (Q_1^{3a}), 1000 m (Q_1^{2b}), 2000 m (Q_1^{2a}), 2500 m (Q_1^1) (Trần Nghi, 1995, 2010).

Đường bờ càng ở độ sâu lớn thì có tuổi càng cổ, còn trên đất liền ven biển thềm biển càng cao thì tuổi càng cổ. Đỉnh của các đê cát trắng thạch anh cao 5 m ở Đồng Hới có tuổi 5 ka BP. Đáy chính là đường bờ cổ Holocen giữa tương ứng với ngấn biển cao 5 m có tuổi 5,5 ka BP trên vách đá vôi ở Phong Nha-Kẻ Bàng (Trần Nghi, 2000).



H.3. Mối quan hệ giữa thềm biển trên đất liền ven biển và đường bờ cổ (thềm biển) dưới thềm lục địa (Trần Nghi, 2002).



Bảng 1. Bảng đối sánh giữa chu kỳ trầm tích- chu kỳ thay đổi mực nước biển và chu kỳ băng hà

Địa tầng trầm tích		Chu kỳ trầm tích		
		Chu kỳ	Công thức tích hợp tương đá và miền hệ thống	
Q_1^{m, S_1}	HST		S_{mv} HST	Phức hệ tương cát dụn
	TST		$M_{amt, mt}$ TST	Phức hệ tương bùn cát ven biển-vũng vịnh
	LST		S_{ar} LST	Phức hệ tương cát bùn aluvi
$Q_1^{S_2}$	HST		S_{alg} HST	Phức hệ tương cát bùn sông-lagoon
	TST		$M_{amt, mt}$ TST	Phức hệ tương bùn cát ven biển-vũng vịnh
	LST		S_{ar} LST	Phức hệ tương cát bùn aluvi
$Q_1^{S_3}$	HST		S_{algh} HST	Phức hệ tương cát bùn sông-lagoon
	TST		$M_{amt, mt}$ TST	Phức hệ tương bùn cát ven biển
	LST		S_{ar} LST	Phức hệ tương cát bùn aluvi
$Q_1^{S_4}$	HST		S_{algh} HST	Phức hệ tương cát bùn sông - lagoon
	TST		$M_{amt, mt}$ TST	Phức hệ tương bùn cát ven biển-lagoon
	LST		S_{ar} LST	Phức hệ tương cát bùn aluvi

b/ Các phương pháp nghiên cứu

* Phương pháp phân tích độ hạt và xử lý số liệu

Phân tích độ hạt theo thang Φ (Folk, 1935): $\Phi = -\log_2 d$, trong đó: d là kích thước hạt (mm). Kết quả xử lý số liệu phân tích độ hạt sẽ cho ta 4 tham số trầm tích quan trọng:

Md (mm): kích thước trung bình của các cấp hạt; So: hệ số chọn lọc; Sk: hệ số bất đối xứng [6].

Theo phân cấp của thang phi ranh giới giữa cát và bột là cấp hạt 0,063mm. Tổng (%) các cấp hạt <0,063 mm gọi là bùn (M); tổng (%) các cấp hạt >0,063 mm được kí hiệu là S.

S được tính theo công thức sau: $S = 1 - M$

* Phương pháp phân tích lát mỏng thạch học bờ rời

Lát mỏng thạch học bờ rời được chế tạo từ trầm tích bờ rời. Tính ưu việt của phương pháp này so với phương pháp soi kính 2 mắt là: (1) Xác định chính xác thành phần và hàm lượng (%) các khoáng vật vụn tha sinh



đóng vai trò tạo đá như thạch anh đơn tinh thể, đa tinh thể, plagioclas, orthocla, microclin, mảnh đá silic, mảnh đá phun trào, mảnh đá phiến, hạt kết vón laterit...; (2) xác định chính xác hệ số mài tròn (Ro) và hệ số cầu (Sf). [6, 7]

* Phương pháp xác định độ mài tròn hạt vụn khoáng vật tha sinh (Trần Nghi, 2002)

Trên lát mỏng thạch học từ trầm tích bờ rời cho phép xác định được hệ số mài tròn (Ro) chọn lọc tuyệt đối theo công thức sau: $Ro = 1 - 0.1N$; Trong đó: Ro là hệ số mài tròn biến thiên từ 0 (min) đến 1 (max); N là số góc lồi của hạt vụn được xác định trên lát mỏng thạch học [6, 7].

* Phương pháp tính hệ số trưởng thành (Mt) của trầm tích (Trần Nghi, 2012)

Hệ số Mt hết quan trọng sử dụng để đánh giá trình độ tiến hoá của một thể trầm tích đặc biệt là lịch sử tiến hoá của toàn bộ trầm tích Đệ Tứ theo 5 phức tập từ Q_1^1 đến Q_2^3 .

Công thức tính Mt như sau: $Mt = Ro / So + M$; Trong đó Ro là hệ số mài tròn (biến thiên từ 0→1); Q là hệ số thạch anh (biến thiên từ 0→1). So là hệ số chọn lọc, khi $So \geq 1$, khi $So = 1$ thì mẫu được chọn lọc tuyệt đối, khi $So > 2,12$ thì mẫu chọn lọc kém. M là hệ số bùn (biến thiên từ 0→1). Mt biến thiên từ 0→1. Mt=0 khi Ro=0 hạt vụn chưa được mài tròn thuộc eluvi phân bố cạnh vùng xâm thực; Mt=1 khi Ro=1, So=1, M=0. [6, 7]

* Phương pháp minh giải địa chất từ các mặt cắt địa chấn nông phân giải cao:

Minh giải địa chất từ các mặt cắt địa chấn nông phân giải cao do GS. Trần Nghi đề nghị (2021), nội dung của phương pháp như sau [14]:

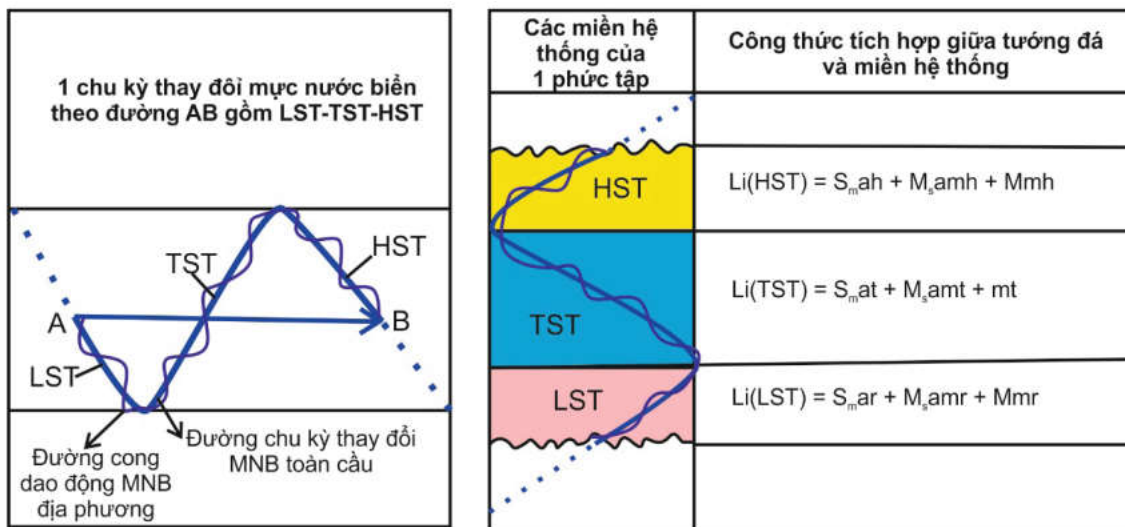
- Xác định đứt gãy: cấp đứt gãy, kiểu đứt gãy, tuổi đứt gãy;
- Xác định ranh giới và tuổi các phức tập (sequence);
- Xác định ranh giới các miền hệ thống (LST, TST, HST);
- Phân tích tương và môi trường trầm tích từ trường sóng địa chấn;
- Xác định công thức tích hợp giữa các phức hệ tương và miền hệ thống trầm tích.

* Mô hình địa tầng phân tập (Trần Nghi, 2012, 2017)

Mô hình địa tầng phân tập do Trần Nghi đề nghị năm 2002 và tiếp tục được hoàn thiện trong nhiều năm nghiên cứu Trầm tích Dầu khí và Trầm tích Đệ Tứ trên phần đất liền và trên thềm lục địa Việt Nam (2012, 2015 và 2018).

Mô hình địa tầng phân tập này đã được bổ sung sửa chữa và hoàn thiện như hình 4. Mô hình này là biểu đạt mối quan hệ giữa chu kỳ tương trầm tích và chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu, mực nước biển địa phương và chuyển động kiến tạo địa phương [12, 13, 14].

H.4. Mô hình Địa tầng phân tập tích hợp giữa chu kỳ thay đổi MNB, tương trầm tích và miền hệ thống (Trần Nghi, 2022)



Chú giải:

- $S_{m,a}$: phức hệ tương cát bùn aluvi

- $M_{s,am}$: phức hệ tương bùn cát sông-biển

- Mm: phức hệ tương bùn biển nông



Mô hình này gồm 4 nội dung quan trọng:

- Đường cong chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu được lý tưởng hoá thành hình sin trong đó ranh giới chu kỳ được vạch từ vị trí trung bình giữa mực nước biển cực đại và cực tiểu. Tuy nhiên, trong các pha biển tiến và biển thoái có tính chu kỳ là nguyên nhân tạo chu kỳ trầm tích còn có các pha biển dâng và biển hạ thường xảy ra nhưng không có chu kỳ là nguyên nhân tạo các nhịp trầm tích trong địa tầng (Hình H.2);

- Ranh giới chu kỳ này là một ranh giới chéo trùng với ranh giới phức tập (sequence). Đây là bề mặt gián đoạn trầm tích biểu hiện dưới 2 dạng: (1) gián đoạn bào mòn cát xẻ do sóng trên môi trường lục địa và (2) gián đoạn dưới nước biểu hiện bằng chuyển đổi đột ngột thành phần độ hạt bùn cát biển cao (M_s HST) sang cát bùn biển thấp (S_m LST);

- Theo phương thẳng đứng mỗi một phức tập có 3 miền hệ thống (LST, TST, HST): (1) Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) bắt đầu của một phức tập (sequence), kéo dài từ bề mặt gián

đoạn trầm tích đến bề mặt bào mòn biển tiến (TS); (2) Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) kéo dài từ bề mặt bào mòn biển tiến đến bề mặt biển tiến cực đại (MFS) hay còn gọi là đồng bằng ngập lụt; (3) Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) kết thúc một phức tập, kéo dài từ bề mặt ngập lụt biển tiến cực đại đến bề mặt bào mòn biển thấp (LST);

- Dựa trên 2 tham số thạch học (S và M), môi trường trầm tích (a, am, m) và 3 miền hệ thống (LST, TST, HST) có thể thành lập 2 nhóm công thức cộng sinh tương như sau:

+ Nhóm công thức theo không gian (vuông góc với bờ) gồm 3 công thức thành lập theo 3 miền hệ thống:

$$Li(LST) = S_m aLST \rightarrow M_s amLST \rightarrow MmLST$$

$$Li(TST) = S_m aTST \leftarrow M_s amTST \leftarrow MmTST$$

$$Li(HST) = S_m aHST \rightarrow M_s amHST \rightarrow MmHST$$

+ Nhóm công thức theo thời gian (từ dưới lên) gồm 3 công thức đại diện 3 vị trí môi trường khác nhau (lục địa, chuyển tiếp, biển nông xa bờ).

Bảng 2. Công thức tổng quát các phức hệ tương theo 3 miền hệ thống

Môi trường	Lục địa	Chuyển tiếp	Biển nông xa bờ
Miền hệ thống HST	M_s HST	M_s HST	M_s Mhst
Miền hệ thống TST	M_s am, MmTST	M_s am, MmTST	MmTST
Miền hệ thống LST	S_m aLST	S_m aLST	M_s aLST

Chú thích: S_m a- phức hệ tương cát bùn; M_s am- phức hệ tương bùn cát sông- biển; Mm- phức hệ tương bùn biển nông.

Những ưu việt của mô hình Trần Nghi so với các mô hình địa tầng phân tập khác là:

- Mô hình chỉ sử dụng 3 miền hệ thống theo 3 pha biển thấp, biển tiến và biển cao của một chu kỳ thay đổi mực nước biển tạo ra 1 phức tập (sequence) chứ không sử dụng đơn vị phân tập (parasequence) và nhóm phân tập (parasequence set).

- Mỗi miền hệ thống được đặc trưng bởi một phức hệ tương trầm tích phân bố cộng sinh theo thời gian (mặt cắt địa chất trầm tích) và theo không

gian tích tụ trầm tích (từ phần đất liền ra đến trung tâm của một bể trầm tích).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

a/ Địa tầng phân tập

Định nghĩa địa tầng phân tập (Trần Nghi, 2018): “Địa tầng phân tập là sự sắp xếp cộng sinh các chu kỳ phức hệ tương đá theo không gian và thời gian theo khung địa tầng trong mối quan hệ với chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu”. Mỗi một chu kỳ phức hệ tương đá được gọi là một phức tập



(sequence), ranh giới giữa chúng là bề mặt gián đoạn trầm tích có tính chất khu vực.

Hệ thống phân loại của địa tầng phân tập trầm tích Đệ Tứ:

- Phức tập gồm 3 Phức hệ tương.
- 1 miền hệ thống gồm 1 phức hệ tương.
- 1 phức hệ tương gồm các nhóm tương và tương trầm tích.

b/ Đặc điểm và quy luật phân bố các phức tập và miền hệ thống trầm tích đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân

Trầm tích Đệ Tứ đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân có 5 phức tập tương ứng với 5 chu kỳ phức hệ tương đá đối với cả 4 đới cấu trúc phân bố liên tiếp nhau từ đất liền ra biển được đặc trưng bởi 4 đơn vị địa mạo-trầm tích trên bề mặt: (1) đới sụt lún tương đối mạnh phía tây tạo đồng bằng sông-vũng vịnh thấp; (2) đới sụt lún mạnh dạng địa hào tạo lagoon (đầm phá) chạy dọc bờ cộng sinh với cồn cát ven bờ; (3) đới nâng dạng địa lũy ven bờ tạo cồn cát ven bờ; (4) đới sụt lún mạnh đơn nghiêng biển ven bờ tạo sườn bờ ngầm.

Trầm tích Đệ Tứ cả 4 đới đều có 5 phức tập tương ứng với 5 chu kỳ phức hệ tương đá.

*** Địa tầng phân tập đới sụt lún tương đối mạnh tạo đồng bằng thấp ven rìa phía tây**

Trầm tích Đệ Tứ có bề dày thay đổi từ 102 m ở Quảng Bình, đến 90 m ở Quảng Trị và 175 m ở Thừa Thiên-Huế (Hình H.3, H.4, H.5, H.6). Tuy

bề dày khác nhau nhưng cả 3 vùng trầm tích Đệ Tứ đều có 5 phức tập ($Q_1^1, Q_1^{2a}, Q_1^{2b}, Q_1^{3a}, Q_1^{3b}-Q_2$). Mỗi phức tập đều có 3 miền hệ thống: (1) Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) được đặc trưng bởi phức hệ tương cát bùn aluvi ($S_{m}aLSTQ_1^1$). Phức hệ tương cát bùn aluvi được thành tạo vào 5 pha biển thấp tạo nên một nhịp aluvi gồm 2 tương: tương cát sạn lòng sông phủ trên bề mặt bào mòn cát xẻ của lòng sông ranh giới của 5 phức tập, có độ chọn lọc và mài trong kém ($So > 2,5; Ro < 0,5$); tương bùn bãi bồi trầm tích được lắng đọng trong mùa lũ tạo nên 5 đồng bằng bồi tích kết thúc miền hệ thống biển thấp; (2) Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) được đặc trưng bởi phức hệ tương biển tiến gồm nhóm tương bùn cát đầm lầy ven biển (M_samTST) và nhóm tương bùn vũng vịnh biển tiến (MmtTST); (3) Phức hệ tương bùn cát sông-vũng vịnh biển cao (M_sabHST) tạo nên 5 đồng bằng kết thúc 5 phức tập. Phức hệ tương này gồm 2 nhóm tương: nhóm tương cát bùn lòng sông cửa sông ($S_{m}abLST$) và nhóm tương bùn cát bãi bồi sông-vũng vịnh (M_sabHST). Phức hệ tương bùn cát đồng bằng sông-vũng vịnh hiện đại có hình bán nguyệt ven rìa phía Tây được hình thành trong Holocen giữa-muộn ($M_sabHST Q_2^{2-3}$). Tuy nhiên, quá trình hoạt động nhân sinh cải tạo tầng thổ nhưỡng, đắp đập đào kênh mương làm thủy lợi và khai thác cát trên sông đã làm thay đổi đặc điểm vận chuyển và lắng đọng trầm tích theo quy luật tự nhiên.

THUỐC TỶ LỆ	GHỒN	HỆ	PHỨC TẬP	MIỀN HỆ THỐNG		TUƠNG TRẮM TÍCH	CHU KỲ TRẮM TÍCH	HỆ TẢNG	CHU KỲ TRẮM TÍCH	CHU KỲ BANG HẢ	ĐẶC ĐIỂM TRẮM TÍCH				
				CÔNG THỨC	KỶ HIỆU							CHU KỲ TRẮM TÍCH	HỆ TẢNG	CHU KỲ TRẮM TÍCH	CHU KỲ BANG HẢ
145-174				HST	$S_{\alpha}ph$ Q_1^1						$Md = 0.5 - 0.02 \text{ mm}$ $So = 1.7 - 2.5$ $Ro = 0.5 - 0.8$ $Q = 0.5 - 0.8$				
175-199				TST	$S_{\alpha}mt$ Q_1^1	18.0	HT	Q_1^1	C_1	G - M	$Md = 0.75 - 0.05 \text{ mm}$ $So = 1.3 - 2.8$ $Ro = 0.6 - 0.9$ $Q = 0.7 - 0.9$				
200-224				LST	$S_{\alpha}r$ Q_1^1	7.0				G	$Md = 1.0 - 0.1 \text{ mm}$ $So = 2.5 - 3.0$ $Ro = 0.3 - 0.5$ $Q = 0.35 - 0.45$				
225-250											1.9 Ma				

H.5. I-Phức tập Pleistocen sớm (Q_1^1)

THUỐC TỶ LỆ	GHỒN	HỆ	PHỨC TẬP	MIỀN HỆ THỐNG		TUƠNG TRẮM TÍCH	CHU KỲ TRẮM TÍCH	HỆ TẢNG	CHU KỲ TRẮM TÍCH	CHU KỲ BANG HẢ	ĐẶC ĐIỂM TRẮM TÍCH				
				CÔNG THỨC	KỶ HIỆU							CHU KỲ TRẮM TÍCH	HỆ TẢNG	CHU KỲ TRẮM TÍCH	CHU KỲ BANG HẢ
114-138				HST	$S_{\alpha}ph$ Q_1^{2a}						$Md = 0.25 - 0.01 \text{ mm}$ $So = 1.5 - 2.8$ $Ro = 0.5 - 0.7$ $Q = 0.45 - 0.6$				
139-163				TST	$S_{\alpha}mt$ Q_1^{2a}	18.6	HT	Q_1^{2a}	C_1	M - R	$Md = 0.25 - 0.01 \text{ mm}$ $So = 1.5 - 3.5$ $Ro = 0.5 - 0.8$ $Q = 0.5 - 0.7$				
164-188				LST	$S_{\alpha}r$ Q_1^{2a}	9.4				M	$Md = 1.5 - 0.1 \text{ mm}$ $So = 2.5 - 3.0$ $Ro = 0.25 - 0.45$ $Q = 0.35 - 0.5$				
189-213											600				

H.5. II-Phức tập Pleistocen giữa, phần sớm (Q_1^{2a})



THƯỚC TỶ LỆ	GHƠI	HỆ	PHỨC TẬP	TƯỜNG TRẮM TÍCH		CHIỀU DÀY LỚP	HỆ TĂNG	CHU KÝ TRẮM TÍCH	CHU KÝ BẢNG HÀ	ĐẶC ĐIỂM TRẮM TÍCH		
				CÔNG THỨC	KÝ HIỆU							
											MIỀN	HỆ THỐNG
1:1000	1	H	HST	S _{alg}	Q _{1^a}	4.2		HST	83	Md = 0.25 - 0.01 mm So = 1.5 - 2.8 Ro = 0.5 - 0.8 Q = 0.45 - 0.8		
				S _{am}	Q _{1^b}	9.4	HT	TST	R	W1	Md = 0.25 - 0.01 mm So = 1.6 - 2.5 Ro = 0.5 - 0.8 Q = 0.6 - 0.9	
				S _{ar}	Q ₂	4.0						
				S _{ar}	Q ₂	2.4						
			LST	Q ₂	5.6			LST	R	Md = 1.5 - 0.1 mm So = 2.5 - 3.5 Ro = 0.25 - 3.0 Q = 0.35 - 0.5		
			LST	Q ₂	14.0			LST	R			

H.5. III-Phức tập Pleistocen giữa, phần muộn (Q12b)

THƯỚC TỶ LỆ	GHƠI	HỆ	PHỨC TẬP	TƯỜNG TRẮM TÍCH		CHIỀU DÀY LỚP	HỆ TĂNG	CHU KÝ TRẮM TÍCH	CHU KÝ BẢNG HÀ	ĐẶC ĐIỂM TRẮM TÍCH		
				CÔNG THỨC	KÝ HIỆU							
											MIỀN	HỆ THỐNG
1:1000	1	H	HST	S _{alg}	Q _{1^a}	2.3		HST		Md = 0.5 - 0.01 mm So = 1.3 - 2.5 Ro = 0.6 - 0.8 Q = 0.5 - 0.9		
				S _{am}	Q _{1^b}	4.3				40		
				S _{ar}	Q ₂	2.0	HT			W1	W2	Md = 0.25 - 0.01 mm So = 1.5 - 2.8 Ro = 0.5 - 0.8 Q = 0.4 - 0.9
				S _{ar}	Q ₂	17.4				TST	50 ka	
			LST	Q ₂					W1			
			LST	Q ₂						LST	Md = 0.5 - 0.02 mm So = 2.5 - 2.9 Ro = 0.35 - 0.5 Q = 0.45 - 0.65	

H.5. IV-Phức tập Pleistocen muộn, phần sớm (Q1_{3a})

THƯỚC TỶ LỆ	GHƠI	HỆ	PHỨC TẬP	TƯỜNG TRẮM TÍCH		CHIỀU DÀY LỚP	HỆ TĂNG	CHU KÝ TRẮM TÍCH	CHU KÝ BẢNG HÀ	ĐẶC ĐIỂM TRẮM TÍCH		
				CÔNG THỨC	KÝ HIỆU							
											MIỀN	HỆ THỐNG
1:1000	1	H	HST	S _{alg}	Q _{1^a}	2.0				Md = 0.25 - 0.01 So = 1.5 - 2.5 Ro = 0.5 - 0.7 Q = 0.4 - 0.8		
				S _{am}	Q _{1^b}	6.0						
				S _{ar}	Q ₂	8.5					5 ka	
				S _{ar}	Q ₂	12.5	HT				Flandrian	
			LST	Q ₂	7.3					TST	Md = 0.25 - 0.1 mm So = 1.2 - 2.5 Ro = 0.5 - 0.9 Q = 0.7 - 1.0	
			LST	Q ₂	6.7					W2	Md = 1.5 - 0.05 mm So = 2.5 - 3.0 Ro = 0.3 - 0.5 Q = 0.45 - 0.6	
			LST	Q ₂	4.4					LST		

H.5. V-Phức tập Pleistocen muộn, phần muộn-Holocen (Q1_{3a})

H.5. Năm phức tập của LKHu7 (Thừa Thiên - Huế) bao gồm:

$$S_1: Q_1; S_2: Q_1^{2a}; S_3: Q_1^{2b}; S_4: Q_1^{3a}; S_5: Q_1^{3b}-Q_2$$

H.6. Cảnh quan trầm tích- địa mạo đới bờ khu vực Thuận An, Thừa Thiên - Huế

a, b: Đới bờ khu cực Đồng Hới, Quảng Bình:
a - gồm 3 đới: đới lagoon (sông Nhật Lệ); đới cồn cát Bảo Ninh và đới biển ven bờ đới đồng bằng thấp sông-lagoon; b - đồng bằng huyện Quảng Ninh (ảnh Trần Nghi, 2019).

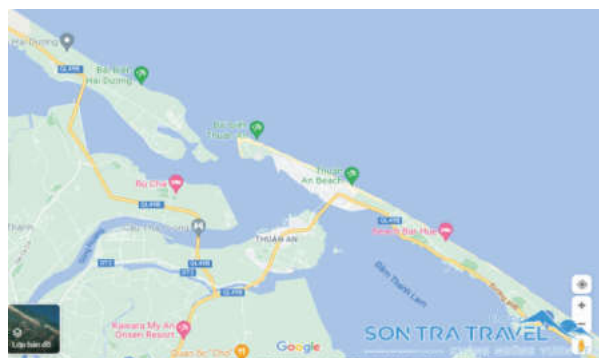
c - Cảnh quan địa hình-địa mạo đới bờ khu vực Thừa Thiên-Huế gồm 4 đới từ đất liền ra biển (từ trái sang phải): đới đồng bằng; đới lagoon, đới cồn cát và đới biển ven bờ.



H.6a



H.6b



H.6c

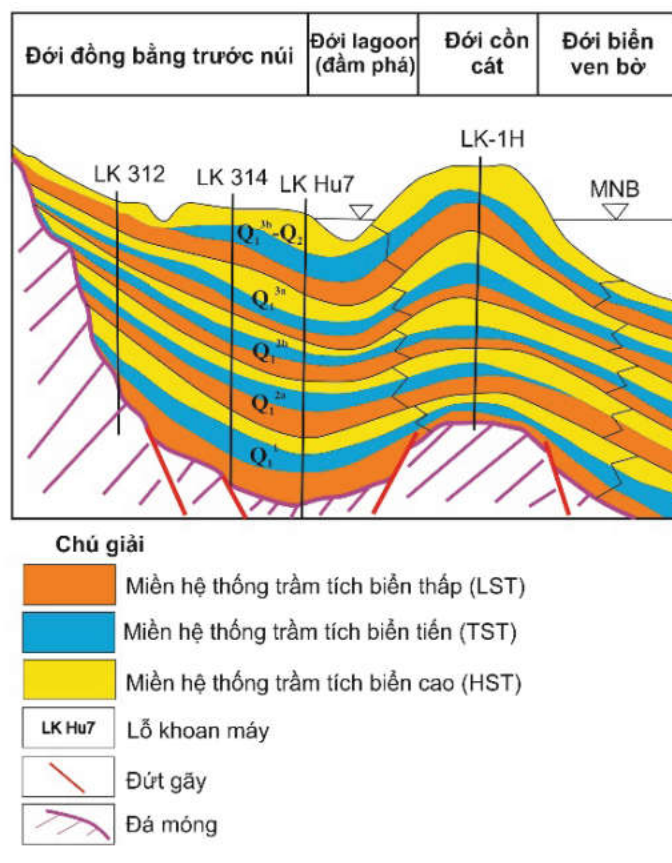
*** Địa tầng phân tập đới sụt lún mạnh dạng địa hào tạo lagoon (đầm phá) ven biển**

Đới này trầm tích Đệ Tứ cũng có 5 phức tập tương ứng với 5 chu kỳ phức hệ tướng đá tương tự như đới đồng bằng nhưng có chiều dày lớn hơn do quá trình đứt gãy hoạt động liên tục từ đầu Đệ Tứ đến nay. Hiện tượng phá Tam Giang-Cầu Hai và sông Nhật Lệ chảy dọc bờ biển theo phương tây bắc-đông nam cộng sinh với cồn cát phía ngoài là minh chứng cho sự cân bằng giữa sụt lún và đềm bù trầm tích. Mỗi phức tập có 3 miền hệ thống: (1) Miền hệ thống biển thấp (LST) được đặc trưng bởi phức hệ tướng cát bùn aluvi (S_m aLST). Phức hệ tướng này cũng tương tự đới đồng bằng thấp phía tây là gồm 2 nhóm tướng là nhóm tướng lòng sông và nhóm tướng bãi bồi tạo nên một nhịp aluvi theo phương thẳng đứng. Trầm tích có độ mài tròn và chọn lọc kém (hình 5); (2) Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) được đặc trưng bởi phức hệ tướng bùn lagoon (MlgTST); (3) Miền hệ thống trầm tích biển cao được đặc trưng bởi phức hệ tướng bùn cát lagoon. Phức hệ tướng này được thành tạo từ Holocen giữa-muộn đến nay (M_s IgHST Q_2^{2-3}).

*** Địa tầng phân tập đới nâng tạo đê cát ven bờ và cát đụn do gió**

Các phức tập và miền hệ thống trầm tích của cồn cát ven biển được thành tạo liên tục theo thời gian của 5 chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu. Tuy nhiên, các đơn vị địa tầng phân tập này thể hiện trong không gian 3D không theo trật tự chồng phủ lên nhau mà tạo thành những “mảnh ghép rời rạc”. Nguyên nhân của hiện tượng này là do 2 yếu tố: (1) hoạt động của gió; (2) hoạt động kiến tạo nâng cao cồn cát sau mỗi chu kỳ trầm tích. Theo quy luật đó từ sự phân bố rời rạc có thể sắp xếp lại trật tự của cột địa tầng phân tập theo 5 chu kỳ tương ứng với 5 chu kỳ phức hệ tướng của đới đồng bằng thấp trước núi hình bán nguyệt phía tây và đới sụt lún mạnh tạo lagoon: $Q_1^1, Q_1^{2a}, Q_1^{2b}, Q_1^{3a}, Q_1^{3b}-Q_2$. Mỗi phức tập bao

gồm 3 miền hệ thống: (1) Miền hệ thống biển thấp (LST) được đặc trưng bởi phức hệ tướng cát đụn do gió. Trầm tích cát thường có màu vàng nhạt, cấu tạo khối và phân lớp xiên chéo rộng (Hình H.5). Các cồn cát hiện đại thường có cấu tạo hình lưới liềm 2 sườn bất đối xứng sườn dốc hướng về phía đất liền. Điều đó chứng tỏ cát đụn là kết quả tại tạo của đê cát ven bờ và hướng gió biển thổi vào đất liền luôn luôn thống trị trong lịch sử tiến hoá của cồn cát (hình ; (2) Miền hệ thống trầm tích biển tiến được đặc trưng bởi phức hệ tướng cát đê cát ven bờ (sandy barrier bar). Cát có màu trắng, cấu tạo phân lớp ngang không hoàn chỉnh hoặc cấu tạo phân lớp xiên chéo do sóng. Hàm lượng thạch anh rất cao luôn luôn lớn hơn 95%, thậm chí cát trắng của Holocen giữa nhiều nơi đạt 100% (Ba Đồn, Hải Lăng). Độ chọn lọc và mài tròn rất tốt ($So_{tb}=1,2$; $Ro_{tb}=0,8$).



H.7. Mặt cắt cấu trúc 5 chu kỳ địa tầng phân tập khu vực Thuận An, Thừa Thiên - Huế.



a

b

c

H.8. a - Phức hệ tương cát đê cát ven bờ biển tiến phức tập 4 ($S_m TST Q_1^{3a}$) bị phong hoá theo phương thức thấm đọng; b - Phức hệ tương cát cát đụn do gió biển cao phức tập 5 ($S_{mv}HST Q_1^{3b}$) (30-18ka BP) phủ trên phức hệ tương cát đụn biển cao phức tập 4 ($SHSTQ_1^{3a}$) (40-30ka BP); c - Phức hệ tương cát đê cát ven bờ cao 5m, biển tiến Holocen giữa, phức tập 5 ($S_m TST Q_2^2$).

(Ảnh: Trần Nghi, 2019; Lệ Thủy - Quảng Bình)



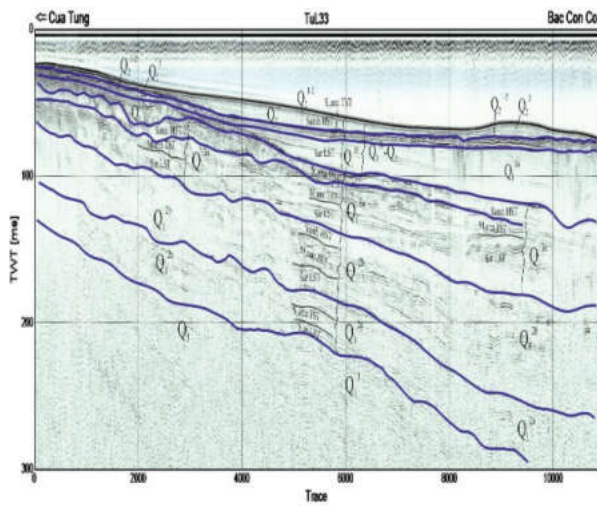
H.9. Cồn cát hình lưới liềm quay lưng ra biển; sườn dốc hướng về đất liền

(Ảnh: Trần Nghi 2019, phía Nam Đồng Hới, Quảng Bình).

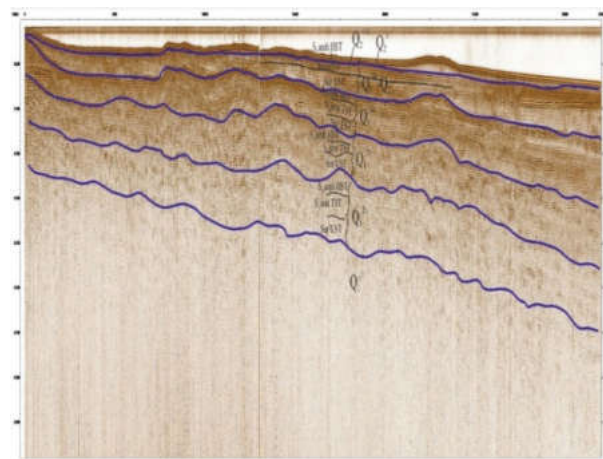
*** Địa tầng phân tập đới sụt lún đơn nghiêng ven bờ**

Địa tầng phân tập đới sụt lún đơn nghiêng ven bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân được nghiên cứu nhờ minh giải mặt cắt địa chấn nông phân giải cao. Trên cơ sở các trường sóng của 3 mặt cắt địa chấn nông phân giải cao ở ven biển Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên - Huế (Hình H.10) cho phép xác định được ranh giới 5 phức tập và ranh giới 3 miền hệ thống. Ranh giới phức tập được vạch theo ranh giới lồi lõm của tập phản xạ trắng trong đó các trường sóng địa chấn thô nét phân bố lộn xộn có xu thế nghiêng về một hướng và đứt đoạn; (2) Xác định được ranh giới của các miền hệ thống. Ranh

giới giữa LST-HST chính là ranh giới các phức tập. Ranh giới giữa LST-TST là ranh giới giữa trường sóng thô lộn xộn, phản xạ trắng, tần số thấp biểu hiện trầm tích hạt thô môi trường lòng sông, tương cát bùn aluvi biển thấp ($S_{m,a}LST$) với trường sóng mịn nằm ngang song song, phản xạ tần số cao biểu hiện trầm tích hạt mịn, tương bùn biển nông biển tiến ($MmTST$). Ranh giới này là bề mặt bào mòn biển tiến (TS) do sóng và triều, hoạt động khi đường bờ dịch chuyển từ ngoài thềm lục địa vào trong đất liền. Ranh giới giữa TST-HST là ranh giới giữa trường sóng mịn, ngang song song của bề mặt ngập lụt cực đại ($MMFS$) với trường sóng tương đối mịn cấu tạo nê-m-tăng trường, phức hệ tương châu thổ ngầm ($M_s amHST$) (Hình H.10).



a-CP09-Tu33



b-BH11-TU27

H.10. Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao vùng biển ven bờ Quảng Trị (a) và Thừa Thiên - Huế (b) thể hiện rõ 5 phức tạp của trầm tích Đệ Tứ: Q₁¹; Q₁^{2a}; Q₁^{2b}; Q₁^{3a}; Q₁^{3b}-Q₂.

*** Tiến hoá trầm tích và khoáng sản rắn liên quan**

Khoáng sản rắn là một thực thể trầm tích tích đặc biệt gồm 2 nhóm: (1) nhóm sa khoáng; (2) nhóm trầm tích cát. Hai nhóm khoáng sản này là sản phẩm của quy luật phân dị triệt để theo phương thức trọng lực và phân dị độ hạt từ trầm tích đa khoáng, độ mài tròn và chọn lọc kém trở thành cát ít khoáng và đơn khoáng có độ mài tròn tốt và chọn lọc tốt (bảng 3). Quá trình tiến hoá đó được biểu thị bởi hệ số trưởng thành (Mt) do Trần Nghi đề xuất (1991): $Mt=(Q+Ro)/(So+Li)$, trong đó Mt biến thiên từ 0 đến 2. Q - hệ số thạch anh biến thiên từ 0 đến 1; Ro- hệ số mài tròn biến thiên từ 0 đến 1. So - hệ số chọn lọc (≥ 1). Li - hệ số sét biến thiên từ 0 đến 1.

Tuy nhiên, trong quá trình áp dụng vào phân tích tương trong địa tầng phân tập Trần Nghi đã tách hệ số thạch anh ra khỏi công thức để xem xét riêng và hệ số trưởng thành (Mt) được tính dựa trên 3 tham số tiêu biểu là hệ số mài tròn (Ro), hệ số chọn lọc (So) hệ số bùn (M). $Mt=Ro/(So+M)$. Trong đó, Mt - hệ số trưởng thành, biến thiên từ 0 (min) đến 1 (max); Ro - hệ số mài tròn hạt vụn (theo phương pháp Trần Nghi, 2002); So – hệ số chọn lọc; M - hệ số bùn (bột+sét). Đối với trầm tích Đệ Tứ đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân giá trị hệ số Mt và Q tăng giảm theo chu kỳ và có xu thế

tăng dần từ phức tạp thứ nhất (Q₁¹) đến phức tạp thứ 5 (Q₁^{3b}-Q₂) (bảng 3).

5 chu kỳ phức hệ tương đá và biến thiên của hai tham số Mt và Q cũng tăng -giảm theo chu kỳ trong xu thế tiến hoá theo chu kỳ trong trầm tích đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân đối với 4 đới cấu trúc đã làm sáng tỏ mối quan hệ nhân-quả giữa quá trình tiến hoá trầm tích với 5 chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu và hoạt động kiến tạo trong Đệ Tứ. Tiến hoá trầm tích này là minh chứng cho quá trình tái trầm tích nhiều lần và lâu dài bởi động lực của dòng chảy đáy ven bờ từ bắc xuống nam trong Đệ Tứ, tác dụng dồn đẩy cát từ ngoài khơi vào bờ do các dòng ngang của sóng trong các pha biển tiến. Nguồn vật liệu cát khổng lồ có ở đáy biển thềm lục địa được mang ra do tất cả các dòng sóng trên đất liền trong các pha biển thoái. Sau đó dòng chảy đáy ven bờ và biển nông làm nhiệm vụ tái vận chuyển, tái phân dị và tái phân bố trầm tích cát theo các thể hệ đường bờ cổ ở độ cao 5 m và các độ sâu: 30 m, 60 m, 100 m, 500 m, 1000 m, 2000 m, và 2500 m.

Trong khu vực đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân cát vật liệu xây dựng phân bố trên cồn cát và đới đường bờ cổ sâu 30m có tuổi Pleistocen muộn-Holocen sớm với một khối lượng có thể nói là vô tận. Tuy nhiên, vấn đề khai thác tài nguyên này cần phải phân tích chi phí lợi ích lấy nguyên



tác phát triển bền vững làm kim chỉ nam. Sự có mặt của phức hệ tương cát đê cát ven bờ và cát đụn do gió là tiền đề để tìm kiếm sa khoáng. Bởi lẽ, sa khoáng là sản phẩm phân dị trọng lực của khoáng vật nặng nhiều lần từ cát thạch anh do sóng. Chúng được làm giàu thành các lớp cát đen có tỷ trọng lớn hơn 3 gồm ilmenit, zircon, monasit, casiterit, leucocen,... Trong đới bờ Đèo Ngang đến

Đèo Hải Vân sa khoáng biểu hiện nhiều nơi trong các đê cát ven bờ song triển vọng không lớn. Tiến hoá trầm tích đã mang lại những kết quả hết sức lý thú trong giai đoạn tạo các đê cát trắng ven bờ đã xuất hiện các mỏ thủy tinh pha lê ở Ba Đồn (Quảng Bình) và Hải Lăng (Quảng Trị). Cát có hàm lượng thạch anh đạt 100%, hệ số trường thành $Mt=0,9$ có thể coi đây là đỉnh cao của sự tiến hoá.

Bảng 3. Tiến hoá trầm tích được thể hiện qua hệ số Mt và Q

Các phức tập	Đới đồng bằng thấp phía tây		Đới lagoon ven biển		Đới cồn cát ven biển		
	Miền hệ thống	Mt	Q	Mt	Q	Mt	Q
$Q_1^{3b}-Q_2$	ab,lg,mvHST	0,25	0,59	0,25	0,65	0,90	0,99
	am,lg,mvTST	0,24	-	0,24	-	0,86	1,00
	a,mvLST	0,23	0,58	0,23	0,63	0,75	0,99
Q_1^{3a}	abHST	0,26	0,60	0,24	0,60	0,76	0,98
	am,lgTST	0,23	-	0,22	-	0,78	0,99
	a,mvLST	0,21	0,53	0,21	0,58	0,75	0,98
Q_1^{2b}	ab,lg,mvHST	0,22	0,55	0,25	0,57	0,76	0,98
	am,lg,mvTST	0,21	-	0,23	-	0,78	0,99
	a,mvLST	0,20	0,51	0,23	0,55	0,74	0,96
Q_1^{2a}	ab,lg,mvHST	0,23	0,53	0,24	0,56	0,75	0,98
	am,lg,mvTST	0,19	-	0,19	-	0,78	0,99
	a,mvLST	0,18	0,47	0,18	0,49	0,75	0,98
Q_1^1	ab,lg,mvHST	0,20	0,48	0,21	0,52	0,76	0,97
	am,lg,mvTST	0,18	-	0,18	-	0,71	0,98
	a,mvLST	0,15	0,45	0,17	0,45	0,70	0,95

4. KẾT LUẬN

1. Kết quả nghiên cứu địa tầng phân tập trầm tích Đệ Tứ đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân được áp dụng mô hình của Trần Nghi (2012, 2023). Bản chất của mô hình này là phân chia các phức tập dựa trên các chu kỳ phức hệ tương đá có quan hệ nhân-quả với các chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu. Đồng thời, mô hình này sử dụng 3 đơn vị miền hệ thống trầm tích (LST, TST, HST) thay cho các đơn vị phân tập (paraquence) và nhóm phân tập (parasequence set);

2. Đới bờ trầm tích Đệ Tứ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân có 4 đới cấu trúc: (1) đồng bằng thấp ven rìa phía tây; (2) lagoon (đầm phá) chạy dọc bờ biển; (3) cồn cát chạy dọc bờ cộng sinh với lagoon; (4) sườn bờ ngầm (0-30 m nước). Chúng là kết

quả của quá trình hoạt động địa chất nội sinh và ngoại sinh;

3. Tất cả 4 đới cấu trúc theo chiều ngang nói trên đều có 5 phức tập (sequences) nối tiếp nhau theo phương thẳng đứng: $Q_1^1, Q_1^{2a}, Q_1^{2b}, Q_1^{3a}, Q_1^{3b}-Q_2$. 5 phức tập tương ứng với 5 phức hệ tương đá có quan hệ nhân-quả với 5 chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu do ảnh hưởng của 5 chu kỳ băng hà/gian băng: Gunz/G-M; Mindel/M-R; Riss/R-W1; Wurm1/W1-W2; Wurm2/biển tiến Flandrian;

4. Mỗi đới cấu trúc được đặc trưng bởi 1 cột địa tầng phân tập với đặc điểm phức hệ tương đá đặc thù:

- Đới sụt lún ven rìa tạo đồng bằng thấp: cột địa tầng phân tập có 5 phức tập, mỗi phức tập được đặc trưng bởi 3 miền hệ thống tương ứng



với 3 phức hệ tương đá: S_m aLST; M_s am,IgTST; M_s ab,IgHST;

- Đới sụt lún dạng địa hào tạo lagoon: cột địa tầng có 5 phức tập, mỗi phức tập có 3 miền hệ thống tương ứng với 3 phức hệ tương đá: S_m aLST; MIgTST; MIgHST;

- Đới nâng dạng địa lũy tạo cồn cát: cột địa tầng có 5 phức tập, mỗi phức tập có 3 miền hệ thống tương ứng với 3 phức hệ tương đá: S_m vLST; S_m , S_m vTST; S_m vHST;

- Đới sụt lún đơn nghiêng biển ven bờ (0-30m nước) được xác định 5 phức tập từ mặt cắt địa chấn nông phân giải cao.

5. Tiến hoá trầm tích Đệ Tứ đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân diễn ra theo 5 chu kỳ phức hệ tương đá. Chu kỳ sau lặp lại chu kỳ trước nhưng mức độ trưởng thành (Mt) cao hơn. Các phức hệ

tương aluvi của chu kỳ 1, 2, 3 (Q_1^1 , Q_1^{2a} và Q_1^{2b}) hầu hết là đa khoáng, độ chọn lọc và mài tròn rất kém ($Ro_b=0,25$; $So_b=2,8$) nhưng khi đến chu kỳ 4 và 5 (Q_1^{3a} , $Q_1^{3b}-Q_2$). Theo chiều hướng đó hệ số Mt tăng dần từ 0,15 đến 0,25; hệ số Q tăng từ 0,45 đến 0,65. Riêng đối với đới cồn cát hệ số Mt tăng từ 0,70 đến 0,90; hệ số thạch anh tăng từ 0,95-1,00; đây là giai đoạn đỉnh cao của tiến hoá trầm tích;

6. Khoáng sản rắn trong đới bờ Đèo Ngang đến Đèo Hải Vân có 3 loại hình nổi bật: (1) cát xây dựng hiện diện với một khối lượng vô cùng lớn trên các cồn cát và trên đáy biển ở đới đường bờ cỡ 25-30 m nước; (2) sa khoáng phân bố xen kẽ trong phức hệ tương cát đê cát ven bờ tuổi Holocen giữa (Q_2^2), trong tương cát bãi triều hiện đại và tương cát đờ đường bờ cỡ 25-30 m nước; (3) cát thủy tinh pha lê chính là các thực thể cát trắng tuổi Holocen giữa (Q_2^2) □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam (1998), Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam tỷ lệ 1/200.000 các tờ Hà Tĩnh-Kỳ Anh, Đồng Hới, Lệ Thủy-Quảng Trị, Hương Hóa-Huế-Đà Nẵng. Hà Nội.
2. Nguyễn Xuân Dương, Đỗ Văn Chi (1996), Bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1:200.000 tờ Lệ Thủy-Quảng Trị. Lưu trữ Tổng Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
3. Đỗ Văn Long (2000), Đo vẽ bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Quảng Trị. Lưu trữ Tổng Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
4. Trần Nghi, Đào Mạnh Tiến và nnk (2007), Bản đồ địa chất Biển Đông và các vùng kế cận tỷ lệ 1:1.000.000. Đề tài cấp nhà nước mã số KC.09-23. Lưu trữ Bộ Khoa học và Công nghệ.
5. Trần Nghi (Chủ trì) (2009), Thành lập bản đồ trầm tích tầng mặt và thạch động lực vùng biển cửa Thuận An đến cửa Ninh Chữ và từ Hàm Tân đến Vũng Tàu từ 0-30m nước tỷ lệ 1:500.000. Trung tâm Địa chất và Khoáng sản biển, Hà Nội.
6. Trần Nghi (2010), Trầm tích luận trong địa chất biển và dầu khí. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội, 329 tr.
7. Trần Nghi (chủ biên), Đinh Xuân Thành, Nguyễn Đình Nguyên, Đào Mạnh Tiến (2015), Địa chất Pliocen-Đệ Tứ vùng biển Việt Nam và kế cận. Nhà xuất bản Đại học Quốc gia Hà Nội, 506 tr.
8. La Thế Phúc (2002), Luận án tiến sỹ “Đặc điểm và lịch sử phát triển các thành tạo trầm tích Đệ tứ đới biển nông vùng Bắc trung Bộ Việt Nam”. Lưu trữ Trường đại học Khoa học Tự nhiên.
9. Lê Anh Thắng (2015), Điều tra đặc điểm địa chất, địa động lực, địa chất khoáng sản, địa chất môi trường và dự báo tai biến địa chất vùng biển Thừa Thiên - Huế - Bình Định (0-60m nước), tỷ lệ 1:100.000. Lưu trữ Trung tâm Điều tra tài nguyên - môi trường biển phía bắc.
10. Phạm Huy Thông (1997), Báo cáo địa chất và khoáng sản nhóm tờ Huế tỷ lệ 1:50.000. Lưu trữ Tổng Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
11. Trần Tính, Nguyễn Quang Trung (1996), Bản đồ địa chất khoáng sản tỷ lệ 1:200.000 tờ MaHaXay-Đồng Hới. Lưu trữ Tổng Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
12. Tran Nghi và nnk (2019), Sequence stratigraphy of the Quaternary sediments in the Red river delta and its stratigraphic significance. Journal of GEOLOGY, series B, No, 49-50/2019, p.1-18

13. Tran Nghi et al (2020), Quaternary Sedimentary Cyclic in relation to the Global Sea Level Changes in the Red River Delta of Vietnam. Journal of GEOLOGY, series B, No, 51-52/2020, p.12-31 .

14. Tran Nghi et al (2021), Late Pleistocene-Holocene Sedimentary Evolution in the coastal zone of the Red River Delta. Heliyon Journal homepage: www.cell.com/heliyon 7 (2021) e05872.

15. Tran Nghi et al (2023), Significance of Sequence stratigraphy Research in the Assessment of Groundwater Potential of Quaternary Sediments in Vietnam's Ninh Thuan-Binh Thuan area. ISSN 0024-4902, Lithology and Mineral Resources, 2023, Vol. 58, No. 5, pp. 478–500. © Pleiades Publishing, Inc., 2023.

LỜI CẢM ƠN

Nội dung bài báo được sự giúp đỡ và tạo điều kiện của Trường Đại học Mở - Địa chất, Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Bắc, Liên Đoàn Địa chất và Khoáng sản biển thuộc Cục Địa chất Việt Nam, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội.

SEQUENCE STRATIGRAPHY AND EVOLUTION OF QUATERNARY SEDIMENTS AND RELATED SOLID MINERAL RESOURCES IN COASTAL ZONE OF DEO NGANG TO DEO HAI VAN REGION

Dao Bui Din

Ministry of Natural Resources and Environment

Tran Nghi, Dinh Xuan Thanh, Nguyen Dinh Thai

Hanoi University of Mining and Geology

Nguyen Quang Luat

VNU University of Science

Nguyen Thi Phuong Thao

Research Institute of Geoenvironment and Climate change adaptation

ABSTRACT

The sequence stratigraphy and evolution of Quaternary sediments in the Deo Ngang to Deo Hai Van coastal zone have been studied for the first time. Based on the sequence stratigraphic model proposed by Tran Nghi (2012), the Binh-Tri-Thien coastal zone has 5 sequences that evolved cyclically from bottom up corresponding to 5 glacial/interglacial cycles: (1) sequence 1: Early Pleistocene (Q_1^1); (2) Sequence 2: Early middle Pleistocene (Q_1^{2a}), (3) Sequence 3: Late middle Pleistocene (Q_1^{2b}); (4) Sequence 4: Early late Pleistocene (Q_1^{3a}); (5) Sequence 5: Late late Pleistocene to Holocene (Q_1^{3b} - Q_2). Each sequence has 3 sedimentary systems tract from the bottom up. Each sedimentary systems tract corresponds to a facies complex: (1) The lowstand systems tract (LST) corresponds to the aluvial muddy sand facies complex (S_m aLST) and the dune sand facies complex (S_m vLST); (2) The transgressive systems tract (TST) corresponds to the coastal sandy mud facies complex and the bay mud facies complex (M_s ab,bTST) and the coastal sandy barrier bar sand facies (S_m TST); (3) The highstand systems tract (HST) corresponds with the alluvial-bay sand facies complex (M_s abHST) and sand dune facies (S_m vHST). Sedimentary evolution is shown by an increase in the maturity coefficient (M_t) of sand from 0,2 (sequence 1) to 0,8 (sequence 5).

Keywords: Sequence stratigraphy, lowstand systems tract, transgressive systems tract, highstand systems tract, facies complex, sedimentary evolution.

Ngày nhận bài: 18/10/2023;

Ngày gửi phản biện: 20/10/2023;

Ngày nhận phản biện: 28/11/2023;

Ngày chấp nhận đăng: 02/12/2023.

Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo: Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam.