

ĐƯỜNG BỜ CỎ VÀ RANH GIỚI CHÉO CÁC MIỀN HỆ THỐNG TRẦM TÍCH PLEISTOCEN MUỘN-HOLOCEN KHU VỰC BẮC BỘ VÀ BẮC TRUNG BỘ

TRẦN NGHĨ, NGUYỄN THỊ TUYẾN, ĐINH XUÂN THÀNH, NGUYỄN ĐÌNH NGUYỄN,
TRẦN THỊ THIANY NHÂN, NGUYỄN ĐÌNH THÁI, NGUYỄN THỊ HUYỀN TRANG

Viện nghiên cứu Địa môi trường và thích ứng biển đổi khí hậu

Tóm tắt: Đường bờ cỏ và ranh giới chéo của các miền hệ thống trầm tích trong Pleistocen muộn-Holocen có mối quan hệ nhân quả với sự thay đổi mực nước biển toàn cầu. Trong khu vực lãnh thổ Bắc Bộ quan hệ giữa tướng trầm tích Pleistocen muộn-Holocen và sự thay đổi mực nước biển được thể hiện qua sự phân bố các dãy cộng sinh tướng theo 3 miền hệ thống: 1) Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) được đặc trưng bởi 4 đường bờ cỏ và một dãy cộng sinh tướng: cuội tảng deluvi, cuội sạn proluvi, cát bột aluvi và cát bột sét châu thổ biển thoái (dr, pr, ar, amrLST). Dãy cộng sinh tướng này nằm phủ trên bề mặt bão mòn của trầm tích Pleistocen muộn, phần sớm thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc kéo dài từ 50000-20000 năm BP; 2) Miền hệ thống trầm tích biển tiền (TST) được đặc trưng bởi 4 đường bờ cỏ và một dãy cộng sinh tướng từ biển vào đất liền: tướng cát bùn cửa sông, cát bột aluvi, sét đầm lầy ven biển, sét xám xanh vùng vịnh biển tiền (amt, ambt, at, mtTST). Dãy cộng sinh tướng này tạo nên một ranh giới chéo từ 18000 năm đến 6000 năm BP phủ trực tiếp trên bề mặt bão mòn biển tiền; 3) Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) được đặc trưng bởi 4 đường bờ cỏ và một dãy cộng sinh tướng: sét sườn, bùn cát tiền châu thổ, cát bùn đồng bằng châu thổ. Dãy cộng sinh tướng biển cao tạo nên một ranh giới chéo với miền hệ thống trầm tích biển tiền kéo dài từ 5000 năm đến nay.

I. MỞ ĐẦU

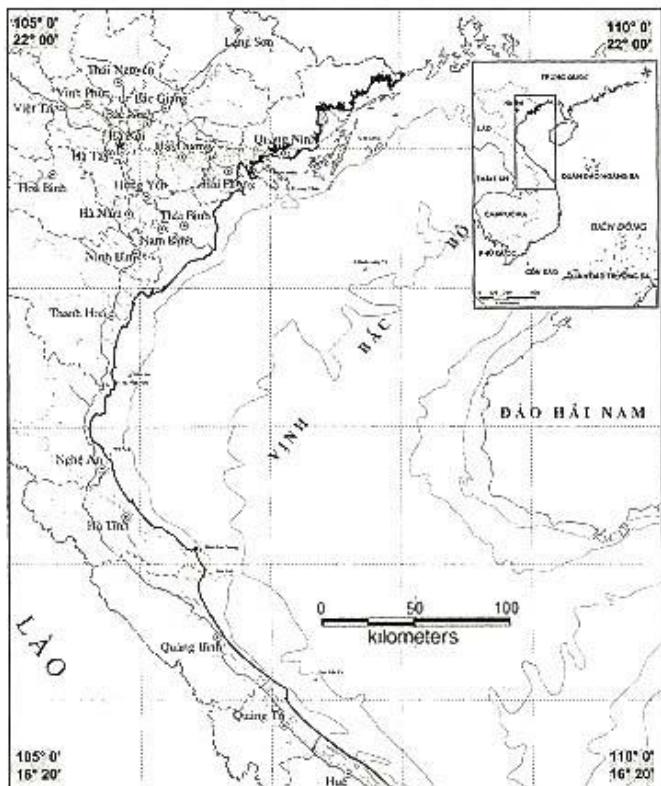
Kết quả nghiên cứu của bài báo được tích hợp từ các nguồn tài liệu nghiên cứu ngoài thực địa với nhiều mục tiêu khác nhau, các số liệu phân tích mẫu, các thiết đồ mô tả lỗ khoan [4, 5, 7, 10, 13, 14, 15], các số liệu phân tích tuổi tuyệt đối (Bảng 1), các báo cáo đề tài [4, 5, 7, 10], các bài báo công bố liên quan đến địa tầng Đệ tứ [17, 18, 19, 20, 21, 23], địa tầng phân tập [1, 2, 6], sự thay đổi mực nước biển [3, 9, 13, 17]. Trong quá trình triển khai phương án do về bản đồ địa chất Đệ tứ tờ Thái Bình - Nam Định tỷ lệ 1:200.000 (Hoàng Ngọc Kỳ chủ biên, 1973) [8] và tỷ lệ 1:50.000 (Vũ Nhật Thắng chủ biên) [23], các tác giả đã tiến hành khoan 13 lỗ khoan máy xuyên qua trầm tích Đệ tứ. Đồng thời, đã thu thập, mô tả và phân tích

hàng nghìn mẫu các loại theo các chỉ tiêu: phân tích cấp hạt và tính toán các tham số độ hạt: kích thước hạt trung bình các cấp hạt (Md); độ chọn lọc (So); hệ số bắt đổi xứng (Sk), thành phần mảnh vụn (thạch anh, felspat, mảnh đá), khoáng vật sét (kaolinit, hydromica, montmorillonit), vật chất hữu cơ, các cation trao đổi (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) và các chỉ tiêu địa hóa môi trường (pH, Eh). Tuy nhiên với khối lượng tài liệu đồ sộ thu được như vậy nhưng vẫn chưa được khai thác một cách triệt để vào mục tiêu nghiên cứu trầm tích luận nhằm làm sáng tỏ sự khác nhau giữa ranh giới địa tầng và địa tầng phân tập, chu kỳ trầm tích trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển.

Bài báo trình bày một cách hệ thống quy luật phân bố và cơ chế hình thành

các đường bờ cõi theo các ranh giới chéo giữa các miền hệ thống trầm tích từ trên đất liền xuống biển và ngược lại. Đồng thời bài báo làm sáng tỏ quy luật quan hệ giữa các miền hệ thống

trầm tích và dãy cộng sinh tương trong Pleistocene muộn - Holocen trên lanh thổ Bắc Bộ (Hình 1) và 3 đường ranh giới chéo xuyên thời từ 50.000 năm BP đến nay [20].



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ CƠ SỞ TÀI LIỆU

1. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu về địa tầng phân tập đã có khá nhiều công trình công bố khác nhau về địa tầng phân tập và không gian tích tụ trầm tích [18, 19]. Tuy nhiên các công trình này chưa làm sáng tỏ được mối quan hệ nhân quả giữa địa tầng phân tập và tương trầm tích. Nghiên cứu địa tầng phân tập của trầm tích Đệ tứ đồng bằng sông Hồng tác giả đã lấy chu kỳ trầm tích và cộng sinh tương trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển toàn cầu làm tư tưởng chủ đạo.

Từ những kết quả nghiên cứu thực tiễn của Việt Nam, tập thể tác giả đã đưa

ra 02 định nghĩa về địa tầng phân tập và không gian tích tụ trầm tích như hai hướng tiếp cận trong nghiên cứu địa tầng phân tập và lịch sử tiến hóa trầm tích trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển và chuyển động kiến tạo.

a) Định nghĩa địa tầng phân tập

“Địa tầng phân tập là sự sắp xếp thành dãy liên tục của các tương và nhóm tương trầm tích trong khung địa tầng theo không gian và thời gian trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển toàn cầu”. Theo định nghĩa này nghiên cứu địa tầng phân tập thực chất là một nhiệm vụ trong phạm trù nghiên cứu trầm tích luận và coi phân tích tương là trung tâm của vấn đề.

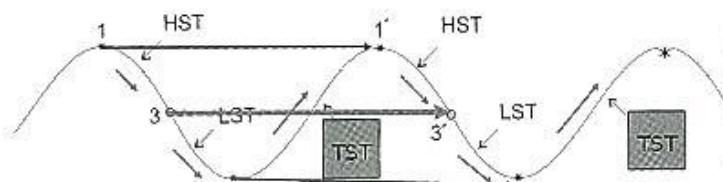
b) Định nghĩa không gian tích tụ trầm tích

"Không gian tích tụ trầm tích của một miền hệ thống trong Đệ tứ là miền lảng động trầm tích bắt đầu từ ranh giới của miền xâm thực và miền tích tụ đến trung tâm của một bể trầm tích". Trong đó, miền hệ thống trầm tích là toàn bộ không gian xảy ra tích tụ trầm tích trong một giai đoạn nhất định của chu kỳ dao động mực nước biển. Theo định nghĩa này không gian tích tụ trầm tích của 3 miền hệ thống: miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST), miền hệ thống trầm tích tiến (TST) và miền hệ thống trầm tích cao (HST) của mỗi phác tập trong 5 phác tập của trầm tích Đệ tứ [19] thường được tính từ nhôm tướng cuối tầng deluvia ra trung tâm của bể trầm tích trên thềm lục địa. Như vậy ngoại trừ diện phân bố của các tướng và

đường bờ liên tục thay đổi còn không gian tích tụ trầm tích gần như không thay đổi theo thời gian địa chất. Trong quá trình biến thoái dãy cộng sinh tướng thay thế nhau liên tục và sắp xếp có trật tự theo quy luật. Để phân biệt cộng sinh tướng theo pha biến thoái thêm chữ r vào các kí hiệu. Ví dụ: ar, amr, mr để chỉ các tướng của pha biến thoái; còn at, amt, mt để chỉ các tướng thuộc pha biến tiến.

c) Chu kỳ trầm tích và các miền hệ thống trong mối quan hệ với chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu

Trên cơ sở đường cong chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu, Trần Nghi (2012) đã chọn chu kỳ trầm tích theo kiểu 3 (chu kỳ 33°) (Hình 2) [19]. Theo cách chọn ranh giới này thì sẽ thấy rõ sự tương thích giữa phác tập (sequence) và chu kỳ trầm tích.



Hình 2. Ranh giới chu kỳ trầm tích và ranh giới phác tập (sequence) 11', 22' và 33' là các cách phân chia ranh giới các chu kỳ trầm tích khác nhau.

d) Ba mặt cắt địa chất trầm tích tiêu biểu

Trong tất cả các môi trường trầm tích khác nhau có 3 mặt cắt địa chất trầm tích tiêu biểu như sau:

- Mặt cắt biển thoái (mr → amr)

Thành phần độ hạt từ dưới lên của mặt cắt biển thoái có dạng dưới mìn trên thô. Tương ứng với quy luật thay đổi độ hạt có sự sắp xếp các tướng trầm tích như sau: tướng sét biển nông → tướng cát bột châu thổ.

- Mặt cắt biển tiến (amt → mt)

Thành phần độ hạt biển thiên theo quy luật dưới thô trên mìn tương ứng với sắp xếp các tướng như sau: tướng cát bột

aluvi → tướng cát bãi triều → tướng sét biển nông.

- Mặt cắt aluvi (ac → af)

Mặt cắt aluvi không hề liên quan đến biển và có thành phần độ hạt dưới thô trên mìn tương ứng với tướng cát lòng sông (dưới), tướng bột-sét bãi bồi (giữa) và tướng sét hồ-dầm lầy (nằm trên) (Hình 3).

Định nghĩa đường bờ cát

Từ các kết quả nghiên cứu địa chất Đệ tứ và đường bờ cát trên thềm lục địa Việt Nam [18, 19, 20] có thể định nghĩa đường bờ cát trong Đệ tứ như sau: "Đường bờ cát là một bậc thềm mài mòn hoặc mài mòn - tích tụ trong quá khứ địa chất có cùng một tuổi, cùng một độ cao trên đất liền

hoặc cùng một độ sâu dưới đáy biển do mực nước biển dừng lại trong một thời

gian tương đối dài trong quá trình biến thoái hoặc biển tiến”.

A	B	C
Mặt cát trầm tích biển thoái amrp → amrf → amrd	Mặt cát trầm tích biển tiến at → amt → mt	Mặt cát trầm tích aluvial ac → af → al
Cát bùn DBCT	Sét biển nông	Sét hổ-dầm lầy
Bột sét tiền châu thổ	Cát bột biển ven bờ	Bột sét bãi bồi
Sét prodelta	Cát bột aluvial	Cát lòng sông

Hình 3. Ba mặt cát địa chất trầm tích tiêu biểu cho mọi môi trường trầm tích khác nhau.

Tiêu chí xác định đường bờ cát:

- Có mặt các tướng trầm tích ven biển
 - + Tướng cuộn sạn bãi triều có độ mài tròn phân bố khuôn theo đường dốc sâu;
 - + Tướng cát bãi triều chọn lọc và mài tròn tốt;
 - + Tướng đê cát ven bờ và sét lagun;
 - + Tướng sét than, than bùn và sét lagun.
- Có mặt các thềm biển và ngắn biển cá trên đất liền và dưới đáy biển:
 - + *Thềm biển* là một đới có địa hình bằng phẳng hoặc nghiêng thoái phân bố trên đất liền hoặc dưới đáy biển đánh dấu mực nước biển (MNB) đã dừng một thời gian lâu dài khiến cho sóng và triều đã làm nhiệm vụ mài tròn hoặc mài tròn - tích tụ.
 - + *Ngắn biển* là vết lõm sâu vào vách đá gốc trên đất liền hoặc vách các mán tiêu san hô dưới biển, có cùng độ cao hoặc độ sâu do hoạt động mài tròn cơ học của sóng và hòa tan bằng phong

thức hóa học khi mực nước biển dừng lại một thời gian tương đối lâu trong gian đoạn biến thoái hoặc biển tiến.

Định nghĩa ranh giới chéo

“Ranh giới chéo là ranh giới của hai đơn vị trầm tích có tuổi kéo dài (xuyên thời) trong một khoảng thời gian nhất định”. Ví dụ: Ranh giới giữa đơn vị trầm tích biển tiến Flandrian với đơn vị trầm tích biển thoái Pleistocen trùng trùng với bề mặt bào mòn biển tiến kéo dài từ 18.000 năm đến 5.000 năm BP.

2. Cơ sở tài liệu

Để thực hiện bài báo, tác giả đã sử dụng các tài liệu lỗ khoan cũng như thu thập các tài liệu phân tích mẫu: mẫu độ hạt (Bảng 1), mẫu phân tích thành phần khoáng vật, mẫu khoáng vật sét, mẫu phân tích hàm lượng vật chất hữu cơ,... và mẫu tuổi tuyệt đối ^{14}C (Bảng 2).

Bài báo đã sử dụng kết quả phân tích 300 mẫu độ hạt, 10 mẫu thạch học bờ rìa, từ 13 lỗ khoan máy của phương án đo vẽ bản đồ địa chất Đề tứ Tò Thái

Bình - Nam Định tỷ lệ 1:200.000 (Hoàng Ngọc Ký chủ biên, 1973) và tỷ lệ 1:50.000 (Vũ Nhật Thắng chủ biên). Đây là nguồn số liệu quý, xử lý được

các số liệu này góp phần phân chia được ranh giới các miền hệ thống trầm tích và các đường bờ cát trên lãnh thổ Bắc Bộ.

Bảng 1. Kết quả phân tích độ hạt lỗ khoan LK56ND

Dộ sâu (m)	Cát (%)	Bột (%)	Sét (%)	So	Md (mm)
3	8,0	64,0	28,0	2,79	0,027
4,5	47,7	45,6	6,8	1,67	0,095
6	27,0	48,0	25,0	3,19	0,038
7,5	73,7	26,3	0,0	1,42	0,138
8,5	75,3	24,7	0,0	1,38	0,139
-9	65,7	34,3	0,0	1,66	0,126
11,5	25,8	43,3	30,9	2,68	0,034
13	16,0	60,0	24,0	2,56	0,026
14,5	10,1	64,6	25,4	2,00	0,02
15,5	12,1	66,5	21,5	1,93	0,021
18	4,0	61,0	35,0	3,20	0,019
18,5	4,6	61,5	34,0	2,30	0,017
19	12,0	68,0	20,0	2,35	0,058
20	8,3	20,3	71,4	1,78	0,007
20,5	8,0	68,0	24,0	2,66	0,052
25,5	16,0	56,0	28,0	3,38	0,062
26,5	6,0	21,4	72,6	1,52	0,008
27,5	4,0	82,0	14,0	1,73	0,061
28	3,5	16,3	79,6	1,31	0,007

Bảng 2. Kết quả phân tích tuổi trầm tích theo ^{14}C

TT	Ký hiệu mẫu, lỗ khoan	Địa danh (tọa độ)	Vật liệu	Dộ sâu (m) (so với mặt đất)	Tuổi (năm Bp)	Nguồn tài liệu	Nơi phân tích-Phòng Thí nghiệm
1	GA164844	Giao An, ND $20^{\circ}15'26''$ $106^{\circ}30'57''$	Gastropod	2,4	130 ± 40	Tanabe [15]	Mỹ
2	ND-1	Vụ Bản, ND $20^{\circ}22'22''$ $106^{\circ}08'48''$	Thực vật	3,2	505 ± 50	Haruyama [14]	Nhật Bản
3	GT-1	Giao Yên, Giao Thùy, ND $20^{\circ}15'33''2$ $106^{\circ}28'55''6$	Sò ốc	0,5-1,0	560 ± 30	Doãn Đinh Lâm [5]	Úc
4	NB164794	Gia Viễn, NB $20^{\circ}20'05''$ $106^{\circ}27'09''6$	Gỗ cây	3,5	970 ± 40	Tanabe [15]	Mỹ
5	CS-8	Tử Cát, Thái Hòa, Kiến Xương, TB	Thực vật	2,5-3,0	1340 ± 50	Doãn Đinh Lâm [5]	ANSTO AMS, Sydney Úc

TT	Ký hiệu mẫu, lỗ khoan	Địa danh (tọa độ)	Vật liệu	Độ sâu (m) (so với mặt đất)	Tuổi (năm BP)	Nguồn tài liệu	Nơi phân tích-Phòng Thí nghiệm
6	SC-2 OZF845	Bình Minh, Vũ Thu, TB	Thực vật	0,4-0,5	1410±40	Đoàn Đinh Lâm [5]	ANSTO AMS, Sydney Úc
7	CS-3	Lê Lợi, Kiến Xương, TB 20°26'37"7 106°27'38"7	Thực vật	2,8 - 3,0	1610±4	Đoàn Đinh Lâm [5]	ANSTO AMS, Sydney Úc
8	HP336/3/2	Hội xuyên, Gia Lộc, HD	Gỗ cây	2	4145±50	Hoàng Ngọc Kỳ [8]	Cộng hòa DC Đức
9	ND-1	Vụ Bản, ND 20°22'22" 106°08'48"	Thực vật	5,05	5280±30	Haruyama [14]	Nhật Bản
10	VDC-25	Tam Cốc, NB 20°13'42" 105°55'47"	Hàu	4,5 - 4,6	5300±60	Đoàn Đinh Lâm [5]	Úc
11	HNK-7	Mản Bac, Tam Diệp, NB	Vỏ động vật thân mềm	1,6	6860 ±110	Nguyễn Quang Miên [11]	Viện Khảo cổ học Việt Nam (KCIIVN)
12	MT-1	Mẽ Trì, Thanh Xuân, HN	Than bùn	3,0	7100±40	Trần Nghi [17]	Viện KCIIVN
13	168815	Thụy Lôi, HY 20°41'05" 106°08'48"	Gỗ cây	27,9	8490±40	Tanabe [15]	Mỹ
14	HNK-34	Hồng Thuận, Giao Thủy, ND	Gỗ cây	50	12340 ±115	Nguyễn Quang Miên [11]	Viện KCIIVN

Ghi chú: ND: Nam Định, TB: Thái Bình, HD: Hải Dương, HN: Hà Nội

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Các đường bờ cõi trong giai đoạn từ Pleistocene muộn đến nay

a) Miền hệ thống trầm tích biển thấp của phirc tập Q_1^{3b} - Q_2 có tuổi trong khoảng 50.000-20.000 năm BP:

Ranh giới đơn vị trầm tích có tuổi từ 50000 đến 20000 năm BP được đặc trưng bởi dãy cộng sinh tướng cuội tầng deluvi, cuội sạn proluvi, cát sạn lòng sông, bột sét bãi bồi, sét bột chum thô biển thoái nối tiếp nhau thành một dãy cộng sinh từ sườn núi thượng nguồn sông Hồng đến độ sâu 100-120 m nước: drLST→ prLST→ arLST→ amrLST.

b) Miền hệ thống trầm tích biển tiến của phirc tập Q_1^{3b} - Q_2 có tuổi trong khoảng 18.000- 6.000 năm BP

Ranh giới đơn vị trầm tích có tuổi từ 18000 đến 6000 năm BP chạy từ độ sâu 100 m nước đến độ cao 5 m, được đặc trưng bởi dãy cộng sinh tướng theo mặt cắt từ dưới lên trên và theo ranh giới chéo từ biển vào đất liền:

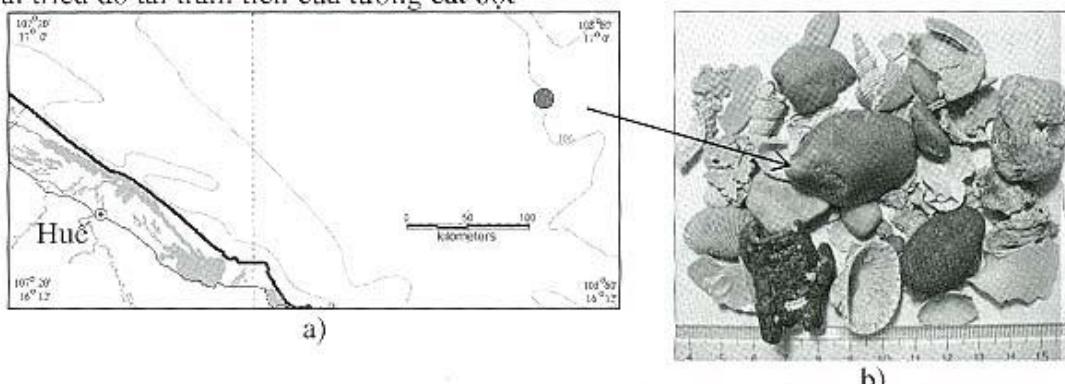
- Từ dưới lên theo mặt cắt trong phần đất liền: tướng cát bột aluvi biển tiến, cát bãi triều, bùn cát cửa sông hình phễu, sét xám xanh vũng vịnh: atTST→ amtTST→ mtTST;

- Từ biển vào đất liền được đánh dấu bởi 4 đường bờ cõi: ở độ sâu 100 m nước, 55-60 m nước, 25-30 m nước và ở độ cao 5 m, được đặc trưng bởi dãy cộng sinh tướng biển tiến: tướng cát bãi triều, bùn cát cửa sông hình phễu, bùn sét biển nông, sét xám xanh vũng vịnh nông, cuội

sạn aluvi ven rìa đồng bằng, tướng cuội sạn proluvi và tướng cuội tầng deluvi.

Đường bờ ở độ sâu 100 m nước: Khởi đầu của miền hệ thống trầm tích biển tiền là tướng cuội sạn thạch anh và vỏ sinh vật bãi triều do tái trầm tích của tướng cát bột

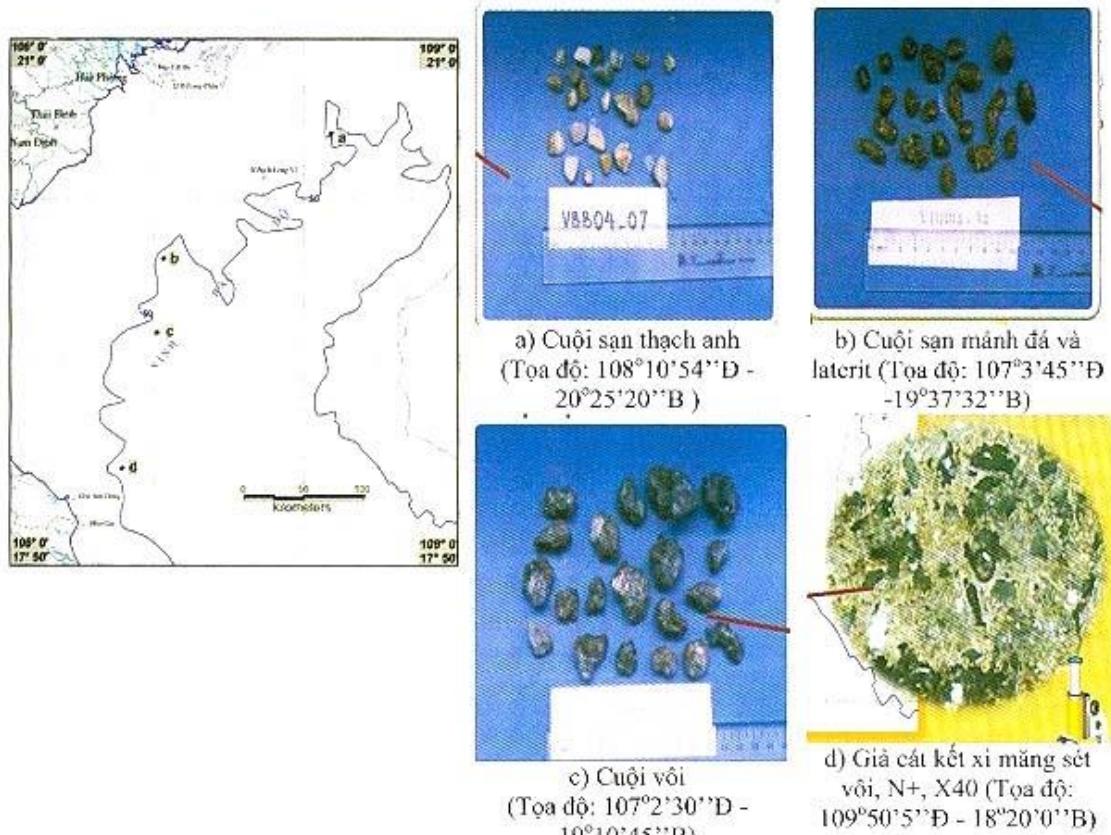
của sông châu thổ và tướng cuội sạn lục nguyên lẩn vụn vỏ sinh vật có tuổi 18000 năm BP phân bố ở độ sâu 100 m nước. Trầm tích có độ chọn lọc trung bình và độ mài tròn tốt ($Ro>0,7$) do hoạt động mạnh của sóng mạnh (Hình 4).



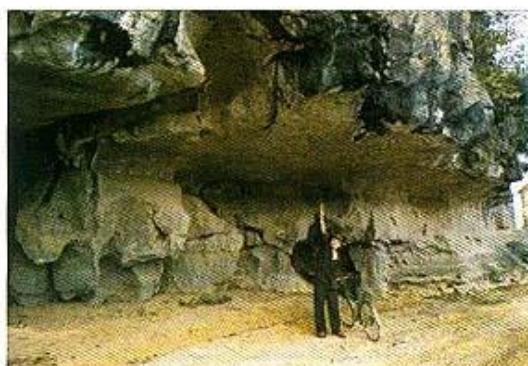
Hình 4. a) Đường bờ có ở độ sâu 100 m nước ở Thừa Thiên - Huế ; b) thành phần cuội sạn lẩn vụn vỏ sinh vật đánh dấu bắt đầu của miền hệ thống trầm tích biển tiền (TST), tọa độ: $16^{\circ}45'35''N$ - $108^{\circ}48'1''E$.

Đường bờ ở độ sâu 55-60 m nước: Đường bờ 55-60 m nước có tuổi khoảng 16.000-15.000 năm BP (Hình 5) tạo ra một bậc thềm mài mòn tích tụ khá rộng chạy khuôn theo đường dâng sâu. Trong khu vực vịnh Bắc Bộ đường bờ 55-60 m nước đặc trưng bởi 2 tướng: 1) tướng cuội sạn thạch anh bãi triều và 2) tướng “cuội” sét vôi bãi triều. Các hạt cuội thạch anh và “cuội” sét vôi được mài tròn tốt chứng tỏ chúng được thành tạo trong môi trường có sóng hoạt động mạnh. Thành phần của “cuội” sét vôi được xác định từ lát mỏng thạch học dưới kính hiển vi phân cực có dạng như một đá cát kết xi măng sét và calcit kiến trúc cơ sở. Thành phần hạt vụn tha sinh bao gồm thạch anh và mảnh đá silic, đá phiến mài tròn trung bình. Các hạt “cuội” sét vôi và cuội sạn thạch anh đều có độ mài tròn tốt, được tích tụ trong bãi triều có sóng hoạt động mạnh. Tuy nhiên “cuội” sét vôi có lịch sử hình thành hoàn toàn khác với cuội sạn thạch anh. Cuội thạch anh có nguồn gốc từ lục địa do sông mang ra biển trong pha biển thoái Pleistocene muộn (Q_1^{3b}) do ảnh hưởng của băng hà Wurm2. Còn “cuội” vôi được hình thành trải qua 3 giai đoạn:

1) *giai đoạn lắng đọng các hạt cát lục nguyên ven biển* trong pha biển thoái của Pleistocene muộn phản sớm do ảnh hưởng của băng hà Wurm 1; 2) *giai đoạn hình thành tầng trầm tích sét vôi biển nông chứa cát* của pha biển tiền Pleistocene muộn phản sớm (Q_1^{3a}) do ảnh hưởng của gian băng Wurm1-Wurm2 (biển tiền Vĩnh Phúc). Thành phần cát ven biển bị trộn lẫn vào sét vôi biển nông là do dòng chảy đáy tái vận chuyển và tái phân bố trầm tích; 3) *giai đoạn biến trầm tích sét vôi chứa cát thành “đá sét vôi chứa cát”* khá rắn chắc không phải qua *giai đoạn thành đá* mà do calcit tái kết tinh làm nhiệm vụ xi măng gắn kết trong quá trình tầng trầm tích này bị “phơi” ra khi biển thoái xuồng đến độ sâu 100-120 m do ảnh hưởng của băng hà Wurm2; (4) *giai đoạn tạo “cuội” sét vôi* là liên quan đến sự ngưng nghỉ của mực nước biển tại độ sâu 55-60 m nước trong pha biển tiền Flandrian. Sóng vỗ bờ đã bào mòn tầng “đá sét vôi chứa cát” biển thành những mảnh vụn sắc cạnh sau đó bị mài tròn và lắng đọng trong môi trường bãi triều cùng với các thành phần lục nguyên khác do sông mang ra.



Hình 5. Đường bờ cõi 55-60 m nước ở vịnh Bắc Bộ.



Hình 6. Ngần biển cao 5 m có tuổi 6.000-5.000 năm BP ở Gia Viễn - Ninh Bình (Tọa độ: $105^{\circ}52'42''\text{Đ}$ - $20^{\circ}12'40''\text{B}$).

Đường bờ ở độ sâu 25-30 m nước:
Đầu hiệu nhận biết đường bờ cõi là sự có mặt một đới đầm sâu 25-30 m trên đó có các tướng trầm tích đặc trưng cho đới bờ: tướng cát cồn cát cửa sông tàn dư có độ chọn lọc và mài tròn tốt, tướng cát bãi triều mài tròn tốt chứa sạn laterit mài tròn tốt, tướng than bùn đầm lầy ven biển.

Đường bờ ở độ cao 4,5-5 m: Ở ven biển Việt Nam và các đảo ven bờ có thể quan sát thấy ngần biển cao 4,5-5 m (so với MNB, Hình 6) trên vách các khối đá vôi như ở Ninh Bình, Hạ Long, Hà Tiên, Quảng Bình, đá cát kết Creta ở đảo Phú Quốc. Đây chính là mực nước biển đạt độ cao cực đại của biển tiền Flandrian và dừng lại 1.000 năm (từ 6.000-5.000 năm BP) trước khi chuyển sang pha biển thoái Holocen muộn. Trên đồng bằng Bắc Bộ dấu hiệu nhận biết của đường bờ cõi này là sự có mặt của các mỏ than bùn thuộc tướng đầm lầy ven biển cõi có tuổi từ 6.000-4.500 năm BP (Bảng 1, Hình 7).

c) Các đường bờ trong miền hệ thống trầm tích biển cao (HST)

Đường bờ cao 2,5 m có tuổi 3.000-2.500 năm BP: Đầu hiệu nhận biết đường bờ này là ngần biển cao 2,5 m và thế hệ giòng cát đầu tiên trên đồng bằng sông Hồng. Các giòng cát hình lưỡi liềm phân

nhánh quay lùng ra biển nằm trên đồng bằng châu thổ cao nguyên là các cồn cát cửa sông được thành tạo do sóng và dòng chảy ven bờ. Chúng nối đuôi nhau chạy theo hình vòng cung có bán kính hẹp (Hình 7).

Đường bờ cao 1,5 m có tuổi 1.500-1.000 năm BP: Đường bờ này được đánh dấu bởi thế hệ giồng cát thứ 2 phân nhánh thành 2 thùy mỗi thùy có 4 giồng cát hình lưỡi liềm quay lùng ra biển nối đuôi nhau thành một hình vòng cung có bán kính rộng đồng tâm với giồng cát thế hệ thứ nhất (Hình 7).

Đường bờ cao 1 m có tuổi 500 năm BP thuộc đồng bằng châu thổ thấp: Đường bờ này thực chất là một dải bờ được đánh dấu bởi 2 thế hệ giồng cát (Hình 7) và 4 thùy

châu thổ phân bố từ bắc cửa Trà Lý đến lỗ khoan 109NĐ, Hải Hậu. Chúng chạy song song với nhau và song song với thế hệ thứ nhất và thứ hai tạo nên một hình quạt đồng tâm và bán kính tăng dần (Hình 7).

Đường bờ cao 0,5 m có tuổi 200 năm BP thuộc đồng bằng châu thổ thấp: Đây là một thế hệ đường bờ thể hiện sự phân đị rõ rệt. Khu vực cửa sông Ba Lạt vẫn duy trì tính chất của một châu thổ bồi tụ phát triển một thùy châu thổ hoàn chỉnh với 6 giồng cát có quy mô lớn (Hình 7). Trong lúc đó, cửa sông Trà Lý và cửa sông Thái Bình chuyển sang trạng thái cân bằng, còn cửa Hà Lạn (Nam Định) thì bắt đầu bị xói lở. Vì vậy, từ 200 năm đến đường bờ hiện đại các khu vực bờ biển nói trên chấm dứt quá trình tạo cồn cát cửa sông.



Hình 7. Bản đồ biểu diễn 5 thế hệ đường bờ của miền hệ thống biển cao (HIST): 5 m (6.000-5.000 năm BP); 2,5 m (3.000-2.500 năm BP); 1,5 m (1.500-1.000 năm BP); 1 m (500 năm BP); và 0,5 m (200 năm BP).

2. Cộng sinh tướng và ranh giới chéo các MHTT Pleistocen muộn-Holocen

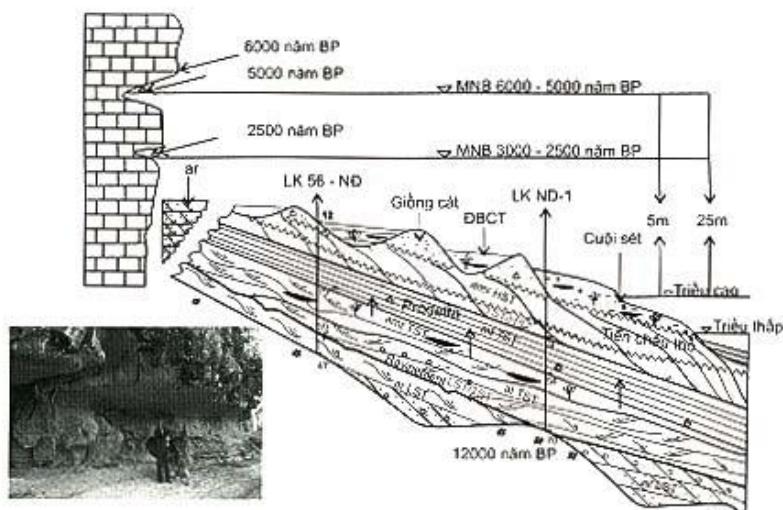
a) *Cộng sinh tướng và ranh giới chéo 50.000 năm đến 20.000 năm BP:* Miền hệ thống trầm tích biển thấp bắt đầu từ 50.000 năm đến 20.000 năm BP tạo nên một ranh giới chéo giữa MHTT biển thấp và miền hệ thống trầm tích biển cao (LST/HST) xuyên thời không trùng hợp với ranh giới

thời địa tầng đã nói ở trên. Mực nước biển hạ thấp dần và đường bờ dịch chuyển từ trên đất liền của đồng bằng sông Hồng xuống đến độ sâu 100 m nước. Trong phạm vi khu vực hạ lưu châu thổ sông Hồng chỉ có mặt nhóm tướng aluvi. Tuy nhiên do sụt lún kiến tạo trong Pleistocen muộn-Holocen khá mạnh nên trầm tích aluvi vùng hạ lưu châu thổ sông Hồng bị

nhấn chìm xuống độ sâu trên 60 m (Hình 8). Công thức cộng sinh tướng theo ranh giới chéo của miền hệ thống trầm tích biển thấp là: LST = ar → amr.

b) Cộng sinh tướng và ranh giới chéo 18000 năm đến 6000 năm BP: Ranh giới này bắt đầu từ 18.000 năm BP ở độ sâu 100 m nước, 12.340 ± 110 năm BP ở độ sâu 50 m ở Giao Thủy (Nam Định), 7.100 năm BP ở độ sâu 3,5 m ở Mễ Trì (Hà Nội) và 5.380 ± 50 ở Tam Cốc (Ninh Bình) (Bảng 1). Đây chính là ranh giới “chéo” giữa miền hệ thống trầm tích biển thấp và miền hệ thống trầm tích biển tiền (TST/LST) tạo nên bờ mặt bào mòn biển

tiền (ravinement). Tường trầm tích liên tục thay đổi từ nhóm tướng cát bùn ven biển biển tiền (amt) sang nhóm tướng cát bột aluvi biển tiền (at) và tướng sét đầm lầy ven biển biển tiền (ambt). Kết thúc pha biển tiền Holocen mục nước biển đạt cực đại ở độ cao 5 m và dừng lại khoảng 1.000 năm (6.000-5.000 năm BP) (Hình 9). Trong thời gian này đồng bằng sông Hồng bị chìm ngập trong môi trường vũng vịnh nông (mt) [5, 17, 20, 21]. Công thức cộng sinh tướng theo ranh giới chéo của miền hệ thống trầm tích biển tiền là: TST = amt → at → amtb → mt.



Hình 8. Mô hình mặt cắt biểu thị ranh giới chéo của bờ mặt bào mòn biển tiền TST-LST và ranh giới chéo giữa HST và TST của đồng bằng sông Hồng.

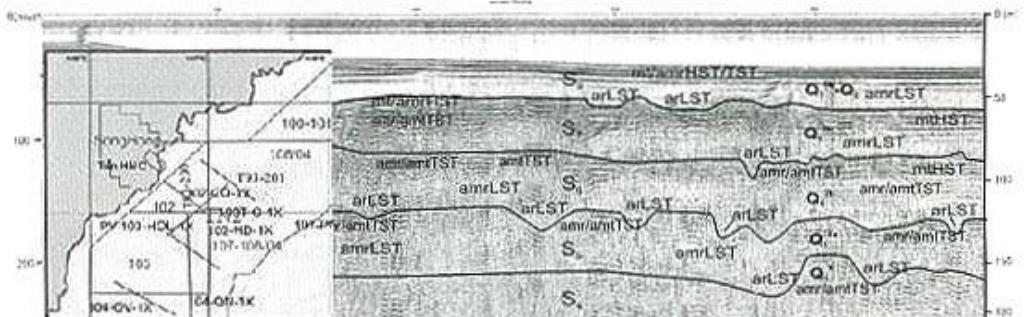


Hình 9. Sơ đồ mặt cắt tổng hợp ranh giới chéo 3 miền hệ thống (LST/HST, TST/LST, HST/TST) trong Pleistocene muộn - Holocen khu vực Bắc Bộ.

c) *Ranh giới chéo 5.000 năm BP* đến nay: Ranh giới giữa miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) và miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) cũng là một ranh giới chéo xuyên thời từ 5.000 năm đến nay. Trong khu vực hạ lưu châu thổ sông Hồng, các tướng trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển cao được sắp xếp thành một dãy cộng sinh tướng theo thời gian (từ dưới lên) và theo không gian từ đất liền ra biển như sau: tướng sét sườn châu thổ (amr_1), nhóm tướng bột sét pha cát tiền châu thổ (amr_2), nhóm tướng cát, cát bột đồng bằng châu thổ (amr_3). Cũng

theo hướng này trầm tích trẻ dần và có cấu tạo nêm lân phủ trên tầng sét xám xanh môi trường vũng vịnh được gọi là bờ mặt ngập lụt cực đại Holocen giữa. Quá trình tăng trưởng của miền hệ thống trầm tích biển cao diễn ra theo 4 chu kỳ (5.000-2.500 năm BP, 2.500-1.000 năm BP, 1.000-500 năm BP và 500 năm BP đến nay). Mỗi điểm dừng của đường bờ cõi tạo ra một đới thùy chau thổ nở rộ một "chùm hoa" cồn cát cửa sông (Hình 9, 10). Công thức cộng sinh tương theo miền hệ thống trầm tích biển cao:

HST = amr₁ → amr₂ → amr₃



Hình 10. Mật cát địa chấn nông phân giải cao tuyến TN2 chỉ ra các tảng cát cồn chấn của sông biển thoái và đê cát ven bờ biển tiền bì chôn vùi.

IV. THẢO LUẬN

Trong khoảng độ sâu 0-100 m nước trên tất cả vùng biển Việt Nam nói chung và khu vực Bắc Trung Bộ đến Vịnh Bắc Bộ nói riêng đã phát hiện thấy 3 đới đường bờ cõi liên quan đến pha biển tiền Flandrian là: 90-100 m nước (có tuổi 18.000 năm BP), 55-60 m nước (có tuổi trung bình 15.000 năm BP) và 25-30 m nước (có tuổi trung bình 12.000 năm BP) [20, 21]. Những dấu ấn minh chứng cho các đới bờ cõi là sự có mặt các tướng cuội sạn bãi triều, các đê cát ven bờ và các sóng cát chạy dọc theo các độ sâu này. Trên phần đất liền đường bờ cõi phân bố ở độ cao 5 m, được biểu hiện bởi các ngăn biển trên vách đá vôi ở Ninh Bình có tuổi 5.000 năm BP. Đây là mực nước biển cao nhất của pha biển tiền Flandrian.

Một loạt các đường bờ cõi Holocen muộn (5.000 năm đến 1.000 năm BP) trên đồng bằng Bắc Bộ phân bố theo độ cao giảm dần từ 2,5 m (3.000-2.500 năm BP) đến 1,5 m (1.500-1.000 năm BP). Trong khi ở Khánh Hòa đường bờ cõi này lại nằm ở độ sâu 2 m so với mực nước biển hiện đại. Điều đó được lý giải bởi sự bồi tụ tăng trưởng mạnh mẽ của châum thuộc sông Hồng trong Holocen muộn.

Dấu ấn đường bờ cõi dưới thềm lục địa đường bờ cõi biển thoái Pleistocen muộn không lộ ra trên đáy biển mà bị chôn vùi ở các độ sâu khác nhau. Trong mặt cắt địa chấn nông phân giải cao được biểu thị bởi các cồn cát circa sông cõi nằm kế cận với các lòng sông cõi có dạng đào khoét hoặc các đê cát bị chôn vùi (Hình 10). Tuy nhiên, ở độ sâu 100-120 m nước không

phai là một đường bờ cõi mà là một đới bờ cõi rộng, có 2 lớp theo phương thẳng đứng, ranh giới của 2 lớp này trùng với ranh giới của LST và TST: lớp dưới là tướng cát bột cửa sông châu thổ biển thoái (LST) (khoảng 20.000 năm BP) có độ chọn lọc và mài tròn trung bình đến kém, phân bố từ 100 m đến 120 m nước và lớp trên phân bố ở độ sâu 100 m nước có tuổi 18.000 năm BP (Hình 10).

Hệ thống trầm tích biển thấp được thành tạo trong giai đoạn biển thoái từ mực nước biển trung bình đến cực tiêu. Khi biển thoái sẽ tạo ra một nhịp trầm tích aluvi hạt thô phân bố từ trên đất liền xuống thềm lục địa, không gian tích tụ trầm tích được lắp đầy bởi một dãy cộng sinh tướng có tuổi trẻ dần từ đất liền ra biển như sau: Tường cát bột aluvi biển thoái chuyển sang tướng bột sét châu thổ biển thoái ($arLST \rightarrow amrLST$).

Miền hệ thống trầm tích biển tiến được hình thành khi mực nước biển dâng từ vị trí thấp nhất đến vị trí cao nhất của một chu kỳ mực nước biển chân tĩnh. Trong khu vực nghiên cứu, các tướng chuyển đổi và thay thế dần từ tướng châu thổ biển tiến (amt) \rightarrow tướng cát bột aluvi biển tiến (at) \rightarrow tướng sét dầm lầy ven biển biển tiến (ambt) \rightarrow tướng sét xám xanh vững vịnh (mt). Ranh giới giữa LST/TST là bờ mặt bào mòn biển tiến (Ravinement) (Hình 8, Hình 9).

Miền hệ thống trầm tích biển cao hình thành khi mực nước biển hạ thấp từ vị trí cao nhất đến vị trí trung gian giữa hai điểm cực trị của một chu kỳ dao động mực nước biển chân tĩnh. Giai đoạn này, tại khu vực hạ lưu châu thổ sông Hồng xuất hiện các tướng cộng sinh với nhau theo không gian từ lục địa ra biển: tướng sét sườn châu thổ (amr_1) \rightarrow tướng bột sét pha cát tiền châu thổ (amr_2) \rightarrow tướng cát, cát bột đồng bằng châu thổ (amr_3). Ranh giới giữa TST/HST là ranh giới gián đoạn trầm tích giữa tướng

cát bột châu thổ của miền hệ thống trầm tích biển cao phủ trên tướng sét xám xanh vững vịnh của miền hệ thống trầm tích biển tiến.

Mỗi chu kỳ thay đổi mực nước biển tạo ra một phức tạp bao gồm 3 miền hệ thống. Tường trầm tích là tế bào của các miền hệ thống. Đồng thời, các dãy cộng sinh tướng trầm tích theo không gian sẽ xác lập nên các miền hệ thống. Trong khu vực nghiên cứu quy luật quan hệ giữa các miền hệ thống trầm tích và dãy cộng sinh tướng trong Pleistocene muộn - Holocen được thể hiện qua sự chuyển tướng từ đất liền ra biển như sau: tướng cát sạn lòng sông \rightarrow tướng bột sét đồng bằng châu thổ \rightarrow tướng cát, bùn cát tiền châu thổ \rightarrow tướng bùn sườn châu thổ.

V. KẾT LUẬN

1. Từ Pleistocene muộn đến Holocen liên quan đến 3 pha thay đổi mực nước biển toàn cầu tương ứng với 3 miền hệ thống trầm tích (LST, TST, HST) cấu thành một phức tạp hoàn chỉnh (một sequence).

2. Miền hệ thống trầm tích biển thấp diễn ra từ 50.000-20.000 năm BP đã để lại các đường bờ cõi dưới dạng ngắn biển và bậc thềm mài mòn, mài mòn - tích tụ ven rìa đồng bằng Bắc Bộ ở các độ cao: 15 m, 10 m và 8 m.

3. Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) diễn ra từ 18.000 năm BP ở độ sâu 100 m nước đến 6.000 năm BP ở độ cao 5 m với 4 đường bờ cõi từ biển vào đất liền: ở độ sâu 100 m nước, 55-60 m nước, 25-30 m nước và độ cao 5 m.

4. Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) đã để lại 4 đường bờ trên lanh thổ đồng bằng sông Hồng có độ cao thấp dần và tuổi trẻ dần từ đất liền ra biển: 2,5 m (3.000-2.500 năm BP), 1,5 m (1.500-1.000 năm BP), 1 m (500 năm BP), 0,5 m (200 năm BP).

6. Ba ranh giới chéo của địa tầng phân tách Pleistocene muộn-Holocen nhận biết

một cách dễ dàng và hoàn toàn khác với các ranh giới ngang của thời địa tầng là ranh giới mang tính ước lệ vì không bao giờ tìm thấy ranh giới này trùng hợp với ranh giới tongoose hoặc các đơn vị trầm tích.

Lời cảm ơn: "Bài báo được hoàn thành nhờ sự hỗ trợ của số liệu phân tích mẫu từ các lỗ khoan máy và số liệu nghiên cứu tầng mặt của phương án do về bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 và 1:50.000 tờ Thái Bình - Nam Định. Nhân dịp này lập thể tác giả xin cảm ơn sự tạo điều kiện hết sức thuận lợi của Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam".

VĂN LIỆU

1. Allen G.P., and Posamentier H.W., 1993. Sequence Stratigraphy and facies model of an incised valley fill: the Gironde estuary, France. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol 63, no., pp.378-391.
2. Allen G.P., and Posamentier H.W., 1994. Transgressive facies and sequence architecture in mixed tide and wave dominated incised valleys: example from the Gironde Estuary, France. In incised Valley Systems: Origin and Sedimentary Sequences. *SEPM Special Publication 51*, pp. 225-240.
3. D.S. van Maren, P. Hoekstra, 2004. Seasonal variation of hydrodynamics and sediment dynamics in a shallow subtropical estuary: the Ba Lat River, Việt Nam. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 60, 529-540.
4. Do Minh Đức, Mai Trọng Nhuan, Chu Văn Ngôi, Trần Nghi, Đào Manh Tiến, Tj. C.E. van Weering, G.D. van den Bergh, 2007. Sediment distribution and transport at the nearshore zone of the Red River delta, Northern Việt Nam. *J. of Asian Earth Sciences* 29, 558-565.
5. Doãn Đình Lâm, 2003. Tiến hóa trầm tích Holocen châu thổ Sông Hồng. *Luận án tiến sĩ địa chất*, ĐHQGHN.
6. Emery D., and Myers K.J., 1996. Sequence Stratigraphy. Oxford, U.K. Blackwell, p.297.
7. Häglund M. and P. Svensson, 2002. Coastal erosion at Hai Hau beach in the Red River delta, Viet Nam. *Master thesis in Lund University*.
8. Hoàng Ngọc Kỳ (*Chủ biên*), 1978. Địa chất và khoáng sản 1:200.000 tờ Hà Nội. *Lưu trữ Địa chất*. Hà Nội.
9. Kazuaki Hori, Susumu Tanabe, Yoshiki Saito, Shigeko Haruyama, Viet Nguyen, Akihisa Kitamura, 2004. Delta initiation and Holocene sea-level change: example from the Song Hong (Red River) delta, Việt Nam. *Sedimentary Geology* 164, 237-249.
10. Kazuaki Hori, Susumu Tanabe, Yoshiki Saito, Shigeko Haruyama, Viet Nguyen, Akihisa Kitamura, 2004. Delta initiation and Holocene sea-level change: example from the Song Hong (Red River) delta, Việt Nam. *Sedimentary Geology* 164, 237-249.
11. Nguyễn Quang Miên, Lê Khánh Phòn, 2000. Some results of C14 dating in investigation on Quaternary geology and geomorphology in Nam Định - Ninh Bình area, Việt Nam. *J. Geology*, B/15:106-109. Hà Nội.
12. Nguyễn Thị Hồng Liệu, 2006. Holocene evolution of the Central Red River Delta, Northern Việt Nam, lithological and mineralogical investigations. *PhD Thesis*, University Greifswald.
13. Steve Mathers, Jan Zalasiewicz, 1999. Holocene Sedimentary architecture of the Red River Delta, Việt Nam. *Journal of Coastal Research*, 15, 314-325.
14. Susumu Tanabe, Kazuaki Hori, Yoshiki Saito, Shigeko Haruyama, Le Quoc Doanh, Yoshio Sato, Shigenobu Hiraide, 2003. Sedimentary facies and radiocarbon dates of the ND

- (Nam Định) – 1 core sediments obtained from the Song Hong (Red River) delta, Việt Nam. *J. of Asian Earth Sciences*, 21, 503-513.
15. Susumu Tanabe, Kazuaki Hori, Yoshiki Saito, Shigeko Haruyama, Van Phai Vu, Akihisa Kitamura, 2003. Song Hong (Red River) delta evolution related to millennium-scale Holocene sea-level changes. *Quaternary Science Reviews* 22, 2345-2361.
 16. Susumu Tanabe, Yoshiki Saito, Quang Lan Vu, Till J.J. Hanebuth, Quang Lan Ngo, Akihisa Kitamura, 2006. Holocen Evolution of the Song Hong (Red River) delta system, Northen Việt Nam. *Sedimentary Geology*, 187, 29-61.
 17. Trần Nghi và nnk, 2005. Địa chất biển. Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội.
 18. Trần Nghi, 2010. Trầm tích luận trong địa chất biển và dầu khí. Tái bản lần thứ nhất. Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội.
 19. Trần Nghi, 2012. Trầm tích học. Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội.
 20. Trần Nghi (*Chủ biên*), Đinh Xuân Thành, Nguyễn Đình Nguyên, Đào Mạnh Tiến, 2015. Địa chất Pliocen - Dệ tứ vùng biển Việt Nam và kế cận. Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội.
 21. Trần Nghi, Đinh Xuân Thành, Nguyễn Đình Thái, Giáp Thị Kim Chi, Nguyễn Thị Tuyết Nhung và nnk, 2011. Tốc độ dâng cao và hạ thấp mực nước biển từ 18000 năm đến nay trên lãnh thổ Việt Nam. Các công trình nghiên cứu Địa chất và Địa vật lý biển. Tập XII. ISSN 1859-3070. NXB KHTN&CN, Hà Nội.
 22. Vũ Nhật Thắng (*Chủ biên*), 1996. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Thái Bình - Nam Định tỷ lệ 1:50.000. Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.
 23. Zhen Li, Yoshiki Saito, Eiji Matsumoto, Yongji Wang, Susumu Tanabe, Quang Lan Vu, 2006. Climate change and human impact on the Song Hong (Red River) delta, Việt Nam, during Holocene. *Quaternary International* 144.

SUMMARY

Acient shoreline stratigraphy and cross-boundary of depositional systems of the Late Pleistocene - Holocene sedimentary systems tract in Northern Việt Nam

Trần Nghi, Nguyễn Thị Tuyền, Đinh Xuân Thành, Nguyễn Đình Nguyên, Trần Thị Thanh Nhàn, Nguyễn Đình Thái, Nguyễn Thị Huyền Trang

Acient shoreline and cross-boundary of depositional systems tracts in late Pleistocene - Holocene related to global sea level fluctuation. In the Northern area of Việt Nam, the relationship between late Pleistocene - Holocene sedimentary facies and sea level change was displayed through the distribution of facies paragenetic sequences at three depositional systems tracts: 1) Lowstand systems tract (LST) is characterized by 4 acient shorelines and a lithofacies paragenetic sequence: deluvial cobble (dr), proluvial gravel (pr), aluvial silty sand (ar) and regressive deltaic clay silty sand (amr LST). This paragenetic sequence overlies the erosive surface of late Pleistocene sediment and its early part belongs to Vĩnh Phúc Formation from 50 ka to 20 ka BP; 2) Transgressive systems tract (TST) characterized by 5 acient shorelines and a facies paragenetic sequence elongated from the sea to the mainland including: estuary muddy sand (amt), alluvial silty sand (ambt), coastal marshy sand (at), and transgressive bay greenish clay facies (mt TST). This facies paragenetic sequence constituted a cross-boundary between 18 ka to 6 ka BP which overlie directly ravinement surface; 3) Highstand systems tract (HST) is characterized by 5 acient shorelines and a facies paragenetic sequence including: prodelta clay, delta front sandy mud, deltaic plain muddy sand and modern submarine deltaic facies group. This sequence constituted a cross-boundary to the transgressive systems tracts from 5 ka BP to present.

Người biên tập: PGS.TS Doãn Đình Lâm.