

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Trần Ngọc Diễn

NGHIÊN CỨU TƯỞNG ĐÁ - CỔ ĐỊA LÝ VÀ ĐỊA TẦNG
PHÂN TẬP TRẦM TÍCH PLEISTOCEN MUỘN - HOLOCEN
ĐỐI BỜ CHÂU THỔ SÔNG HỒNG

Chuyên ngành: Địa chất học

Mã số: 9440201.01

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT

HÀ NỘI - 2024

Công trình được hoàn thành tại:

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

Người hướng dẫn khoa học 1: **PGS.TS. Đinh Xuân Thành**

Khoa Địa chất-Trường Đại học KHTN-Đại học Quốc gia Hà Nội.

Người hướng dẫn khoa học 2: **PGS.TS. Nguyễn Tài Tuệ**

Khoa Địa chất-Trường Đại học KHTN-Đại học Quốc gia Hà Nội.

Phản biện 1: PGS.TS. Cao Đình Triều

Viện HL KH&CN VN

Phản biện 2: PGS.TS. Khương Thế Hùng

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Phản biện 3: PGS.TS. Trần Tuấn Dũng

Viện HL KH&CN VN

Luận án đã được bảo vệ trước Hội đồng cấp ĐHQG chấm luận án tiến sĩ
Hợp tại: Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN

Vào hồi 8 giờ 30 phút, ngày 11 tháng 10 năm 2024

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam

- Trung tâm Thư viện và Tri thức số, Đại học Quốc gia Hà Nội

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của luận án

Vùng đới bờ đồng bằng Sông Hồng đang đứng trước tai biến thiên nhiên như xói lở bờ biển, cửa sông, ngập lụt và xâm nhập mặn. Có thể xác định hai nguyên nhân cơ bản: (1) nguyên nhân sâu xa là sự dâng cao mực nước biển toàn cầu và sụt lún kiến tạo; (2) nguyên nhân trực tiếp là thiếu hụt trầm tích. Nghiên cứu tương đá-cổ địa lý và địa tầng phân tập trầm tích giai đoạn Pleistocen muộn-Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng nhằm thiết lập lại lịch sử phát triển địa chất trầm tích giai đoạn Pleistocen muộn-Holocen khu vực đồng bằng ven biển cũng như phân biên nông ven bờ, liên kết địa tầng giữa lục địa và biển, góp phần dự báo xu thế biến đổi của châu thổ trong tương lai là nhiệm vụ cấp thiết cần thực hiện.

2. Mục tiêu của luận án

Làm sáng tỏ đặc điểm thành phần vật chất, môi trường thành tạo của các trầm tích Pleistocen trên - Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng, từ đó rút ra quy luật tiến hóa trầm tích trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu:

Đối tượng nghiên cứu là các trầm tích Pleistocen trên - Holocen của đới bờ châu thổ Sông Hồng. Phạm vi nghiên cứu từ bờ đến độ sâu 30m nước và phần ven bờ trong đất liền khoảng 50km.

4. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu thành phần vật chất, tương trầm tích giai đoạn Pleistocen muộn - Holocen ($Q_1^3b-Q_2$) đới bờ châu thổ Sông Hồng (thành phần độ hạt, thạch học, khoáng vật và hóa học).

- Nghiên cứu đặc điểm tương đá - cổ địa lý trầm tích đới bờ châu thổ Sông Hồng, trong giai đoạn Pleistocen muộn - Holocen.

- Nghiên cứu địa tầng phân tập và tiến hóa trầm tích Pleistocen trên - Holocen, đới bờ châu thổ Sông Hồng trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển.

5. Luận điểm bảo vệ

+ **Luận điểm 1:** Trong phạm vi đới bờ châu thổ Sông Hồng, trầm tích Pleistocen trên - Holocen có mặt 22 tướng trầm tích đặc trưng cho ba miền hệ thống trầm tích: 1) Miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST) gồm 4 tướng trầm tích; 2) Miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) gồm 6 tướng trầm tích; 3) Miền hệ thống trầm tích biển cao (HST) gồm 12 tướng trầm tích.

+ **Luận điểm 2:** Trầm tích Pleistocen trên - Holocen là một chu kỳ trầm tích liên quan đến chu kỳ thay đổi mực nước biển toàn cầu do ảnh hưởng của chu kỳ băng hà cuối cùng, gồm ba giai đoạn: 1) Biển thoái Pleistocen muộn, phần muộn; 2) Biển tiến Flandrian và 3) Biển thoái sau biển tiến Flandrian.

6. Những điểm mới của luận án

- Xác lập 22 tướng trầm tích Pleistocen trên - Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng. Trong đó xác lập mới 04 tướng trầm tích thuộc phân châu thổ ngầm, liên kết với các tướng trầm tích trên đồng bằng châu thổ theo không gian và thời gian, được minh chứng bằng cột địa tầng lỗ khoan, băng địa chấn nông phân giải cao, các phân tích chi tiết về thành phần thạch học, môi trường trầm tích và tuổi tuyệt đối ^{14}C .

- Xác lập các thành tạo aluvi lấp đầy lòng sông cổ giai đoạn Pleistocen muộn - Holocen sớm ở độ sâu đến 70m. Qua đó, xác lập các tướng trầm tích aluvi biển tiến và hướng dòng chính của Sông Hồng cổ thời kỳ Pleistocen muộn chảy qua khu vực cửa Ba Lạt (hiện tại).

- Chu kỳ trầm tích cuối cùng của Đệ tứ ở đới bờ châu thổ Sông Hồng có tuổi Pleistocen muộn - Holocen (Q_1^{3b} - Q_2) tương ứng với 03 giai đoạn: 1) Biển thoái Pleistocen muộn, phần muộn (Q_1^{3b}); 2) Biển tiến Pleistocen muộn - Holocen sớm - giữa (Q_1^{3b} - Q_2^{1-2}) và 3) Biển thoái Holocen giữa - muộn (Q_2^{2-3} - nay).

7. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

- Ý nghĩa khoa học:

+ Luận án góp phần làm sáng tỏ đặc điểm thành phần vật chất, quy luật phân bố tướng trầm tích Pleistocen trên - Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng.

+ Luận án đã làm rõ hơn lịch sử tiến hóa trầm tích Pleistocen trên - Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển.

- Ý nghĩa thực tiễn:

Kết quả nghiên cứu của luận án là cơ sở để nhận định xu thế phát triển của đới bờ trong tương lai, góp phần vào công tác quy hoạch, phát triển kinh tế - xã hội nhằm phát triển bền vững dải ven biển đồng bằng châu thổ Sông Hồng.

8. Bố cục của luận án

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan đới bờ châu thổ Sông Hồng

Chương 2: Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

Chương 3: Đặc điểm tướng đá - cổ địa lý giai đoạn Pleistocen muộn - Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng

Chương 4: Địa tầng phân tập và tiến hóa trầm tích Pleistocen trên - Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng

Kết luận.

Tài liệu tham khảo.

Chương 1. TỔNG QUAN ĐỐI BỜ CHÂU THỔ SÔNG HỒNG

1.1. Khái niệm đối bờ

Luận án sử dụng khái niệm đối bờ theo Theo Allen, Galoway, Wright (1975), có chỉnh sửa theo Trần Nghi (2014). Theo cách phân loại này, đối bờ châu thổ Sông Hồng gồm 2 đơn vị cơ bản: Phần đồng bằng châu thổ và đồng bằng châu thổ ngầm.

1.2. Tổng quan nghiên cứu

1.2.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

Châu thổ sớm được các nhà khoa học trên thế giới quan tâm. Nhiều hướng nghiên cứu như nghiên cứu cấu trúc châu thổ; đặc điểm tướng trầm tích; tiến hoá các thành tạo trầm tích Holocen vùng cửa sông ven biển các châu thổ; nghiên cứu đặc trưng hình thái và tổ hợp tướng trầm tích; nghiên cứu quá trình động lực sông-sóng-thủy triều thống trị hay chiếm ưu thế; nghiên cứu quá trình dao động mực nước biển; mối quan hệ giữa dao động mực nước biển với tiến hoá trầm tích; địa tầng phân tập,...

1.2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

a) *Nghiên cứu châu thổ*: nghiên cứu trầm tích luận tập trung chủ yếu vào đồng bằng châu thổ sông Hồng và sông Cửu Long. Nhiều hướng nghiên cứu về châu thổ được các tác giả trong nước tiếp cận nghiên cứu bằng những phương pháp và quan điểm khác nhau, dẫn đến kết quả nghiên cứu cũng khác nhau.

b. *Tình hình nghiên cứu địa chất và trầm tích Holocen khu vực biển ven bờ*: vùng biển nông ven bờ được tiến hành điều tra cơ bản về nguồn lợi thủy sản, điều kiện tự nhiên và tài nguyên khoáng sản. Các chương trình biển cấp Quốc gia được thực hiện.

1.2.3. Tổng quan nghiên cứu về địa tầng phân tập: đến nay trên thế giới tồn tại nhiều mô hình ĐTPT khác nhau. Mỗi mô hình có những điểm mạnh, điểm yếu khác nhau và được ứng dụng tốt cho những bối

cảnh kiến tạo riêng biệt. Tại Việt Nam, nhiều tác giả áp dụng phương pháp ĐTPT trong nghiên cứu của mình.

1.3. Đặc điểm khí hậu, thủy văn, hải văn

1.3.1. Khí hậu: Khí hậu nhiệt đới gió mùa nóng ẩm, có 2 mùa rõ rệt là mùa mưa và mùa khô. Mùa hè nắng nóng trùng với mùa mưa, kéo dài từ tháng 4 đến tháng 10. Mùa đông từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau với thời tiết lạnh, trùng với mùa khô.

1.3.2. Thủy văn: Mạng thủy văn dày đặc, gồm 02 hệ thống sông chính là Sông Hồng, sông Đáy với nhiều phân lưu, các sông và phân lưu đổ ra biển tại 06 cửa lớn nhỏ khác nhau.

1.3.3. Hải văn: Thủy triều có tính chất chuyển tiếp từ nhật triều đều sang nhật triều không đều. Dao động mực nước biển bao gồm mực nước có chu kỳ thiên văn (thủy triều) và mực nước dâng (rút) do các điều kiện khí tượng gây ra như gió mùa, bão...

1.4. Đặc điểm địa chất

1.4.1. Địa tầng:

- Thành tạo trước Đệ tứ gồm các hệ tầng: Thái Ninh (PR_1tn), Kiến An (S_2-D_1ka), Dưỡng Động (D_1-2dd), Đồ Sơn (D_2ds), Phở Hàn (D_3-C_1ph), Cát bà (C_1cb), Bắc Sơn ($C-Pbs$), Đồng Giao ($T_2đg$), Hòn Gai (T_{3n-hg}), Tiên Hưng (N_1^3th) và Vĩnh Bảo (N_2vb).

- Thành tạo Đệ tứ gồm các hệ tầng: Lệ Chi (Q_1^1lc), Hà Nội ($Q_1^{2-3a}hn$), Vĩnh Phúc ($Q_1^{3b}vp$), Hải Hưng ($Q_2^{1-2}hh$) và Thái Bình (Q_2^3tb).

1.4.2. Đặc điểm cấu trúc-kiến tạo: vùng nằm trên võng KZ, sinh thành từ Paleogene giữa muộn, chùng lên các kiến trúc không đồng nhất. Có thể coi đây là đới rift hoạt động mạnh trong KZ. Móng của bồn trũng có cấu tạo khối do sự hoạt hoá của các hệ thống đứt gãy phương TB-ĐN, chia trũng thành ba đới: TN, Trung Tâm, ĐB.

Chương 2. CƠ SỞ TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở tài liệu

+ Trực tiếp thi công và phân tích chi tiết 30 lỗ khoan sâu trên lục địa và 10 lỗ khoan biển, thuộc Dự án “Điều tra, đánh giá đặc điểm cấu trúc địa chất, địa chất công trình, đề xuất các giải pháp khai thác, sử dụng lãnh thổ, phục vụ xây dựng và phát triển hạ tầng dải ven biển Việt Nam”

+ Thực hiện gia công phân tích mới 300 mẫu độ hạt; 10 mẫu soi nổi phân tích thành phần khoáng vật; 10 mẫu lát mỏng thạch học; 20 mẫu khoáng vật sét; 20 mẫu phân tích thành phần hóa silicat; 30 mẫu phân tích các chỉ tiêu địa hóa môi trường,.. tại phòng thí nghiệm Khoa Địa chất, trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội; 09 mẫu đồng vị phóng xạ ^{14}C bằng phương pháp AMS tại phòng thí nghiệm Direct AMS, Hoa Kỳ.

+ Thực hiện và minh giải 22 mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tại vùng biển ven bờ có độ sâu từ 0 đến -20m.

+ Thu thập kết quả 700 mẫu độ hạt và 70 cột địa tầng lỗ khoan ven biển, bãi triều và trên đồng bằng do các Liên đoàn địa chất, Trung tâm Quy hoạch và Điều tra tài nguyên-môi trường biển khu vực phía bắc, Trường đại học Khoa học Tự nhiên thực hiện đã được tổng hợp và sử dụng.

+ 200km tuyến địa chấn nông phân giải cao thuộc Dự án: “Điều tra, đánh giá đặc điểm cấu trúc địa chất, địa chất công trình, đề xuất các giải pháp khai thác sử dụng lãnh thổ phục vụ xây dựng và phát triển hạ tầng dải ven biển Việt Nam”.

+ Đề án đo vẽ lập bản đồ địa chất và khoáng sản nhóm tờ Thái Bình-Nam Định, tỷ lệ 1:50.000.

+ Đề tài KT01-07 “Địa chất Đệ tứ và đánh giá tiềm năng khoáng liên quan”.

+ Đề án “Điều tra địa chất và tìm kiếm khoáng sản rạn biển nông ven bờ Việt Nam (0-30m nước), tỷ lệ 1:500.000”.

+ Đề tài KC.09/16-20 “Nghiên cứu diễn biến và dự báo xu thế biến động các địa hệ khu vực ven biển từ cửa Ba Lạt đến cửa Đáy từ Holocen đến nay”.

Chương 3. ĐẶC ĐIỂM TƯỚNG ĐÁ-CỔ ĐỊA LÝ
GIẢI ĐOẠN PLEISTOCEN MUỘN - HOLOCEN ĐỐI BỜ
CHÂU THỔ SÔNG HỒNG

3.1. Đặc điểm tướng trầm tích Pleistocen trên, phần trên-Holocen đối bờ châu thổ Sông Hồng

3.1.1. Nhóm tướng trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển thấp (aQ_1^{3b} LST)

- 1) Tướng cát lòng sông (ar LST Q_1^{3b}): Hàm lượng cát từ 60-80%, độ chọn lọc và mài tròn trung bình ($S_o = 1,6-2,2$; $R_o = 0,5-0,6$).
- 2) Tướng cát bãi giữa sông (arb LST Q_1^{3b}): Hàm lượng cát > 70%, độ chọn lọc và mài tròn trung bình đến tốt ($S_o = 1,3-1,8$; $R_o = 0,5-0,7$); hàm lượng thạch anh > 50% so với các mảnh vụn tha sinh (Q, F, R).
- 3) Tướng cát bột bãi ven lòng (arlv LST Q_1^{3b}): Hàm lượng cát > 70%, độ chọn lọc và mài tròn tốt ($S_o = 1,3-1,5$; $R_o = 0,5-0,8$).
- 4) Tướng bột sét bãi bồi (arf LST Q_1^{3b}): Hàm lượng cát < 30%, bột sét > 70%. Độ chọn lọc kém ($S_o > 3,0$).

3.1.2. Nhóm tướng trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển tiến (Q_1^{3b} - Q_2 TST)

- 5) Tướng cát sạn, cát lòng sông (at TST Q_1^{3b}): trầm tích cát sạn, cát lòng sông phân bố dọc theo đáy thung lũng cắt xẻ Đệ tứ muộn theo nhánh từ qua lỗ khoan ND-1 qua lỗ khoan GAT.1 ra cửa Ba Lạt hiện tại. Trầm tích cát sạn, cát lòng sông phân bố ở độ sâu 45-70m tại ND-1, độ sâu 54,5-70m tại vị trí lỗ khoan GAT.1, với thành phần chủ yếu là cát thô, trung đến mịn chứa vẩy mica ngoài ra có ít thành phần là bột sét và các vật liệu đi kèm như mùn thực vật.
- 6) Tướng bột sét đồng bằng ngập lụt (at TST Q_1^{3b}): trầm tích đồng bằng ngập lụt được thành tạo ở xa lòng dẫn khi nước lũ tràn bờ, thành phần đặc trưng bởi những trầm tích hạt mịn và giàu mùn thực vật. Tại lỗ khoan GAT.1 chúng phân bố ở độ sâu từ 52,4-54,5m và ở độ sâu 48,1-46,8m tại ND-1, thành phần gồm bột sét màu nâu, độ hạt trung bình $M_d < 0,05\text{mm}$, độ chọn lọc từ trung bình đến kém ($S_o = 1,5-3$), cấu trúc phân lớp ngang song song.

7) Tầng cát bùn đầm lầy ven biển (at TSTQ₁^{3b}-Q₂¹⁻²): trầm tích đặc trưng là cát đa khoáng chủ yếu là cát thạch anh lithic, có độ chọn lọc và mài tròn kém (So=2,5; Ro=0.3). Trầm tích aluvi biển tiến phân bố ở độ sâu 20,5-45m tại ND-1; 22,6-41,3m tại DT, 23,8-29,4m tại CC, 29,8-35m tại VN, 34,5-45m tại NB và 36,6-40,2m tại GA.

8) Tầng bùn cát đồng bằng triều (am TSTQ₁^{3b}-Q₂¹⁻²): tại vị trí lỗ khoan GAT.1, trầm tích cát, chứa vụn vỏ sinh vật bãi triều phân bố từ 52,4m đến 49,6m. Thành phần chủ yếu là cát hạt mịn màu xám, kích thước hạt trung bình động từ 0,05-0,15mm, độ chọn lọc trung bình đến kém (So từ 1,5-2,5) có cấu tạo đặc trưng gồm các riềm cát mỏng sét bột trong tập cát.

9) Tầng bùn đầm lầy gian triều ven biển và cửa sông estuary (am TSTQ₁^{3b}-Q₂²): trầm tích bột sét cửa sông vũng vịnh phân bố ở độ sâu từ 49,6-38m tại vị trí lỗ khoan GAT.1, độ sâu 26,2-30m tại DT, độ sâu 36-45m tại ND-1 với thành phần chủ yếu là bột sét màu nâu, kích thước hạt trung bình dao động từ 0,02-0,04mm, độ chọn lọc kém (So từ 2-2,5m), hàm lượng bùn >50%, pH=7,0-7,5; độ chọn lọc kém (So>3,5).

10) Tầng bùn biển nông ven bờ (m TSTQ₁^{3b}-Q₂²): trầm tích yếu là bột sét màu nâu cấu tạo phân lớp dày, kích thước hạt trung bình từ 0,01-0,02mm, độ chọn lọc kém, So từ 2,1-2,3. Trầm tích hiếm gặp các hóa thạch mảnh vỏ, mùn thực vật phân hủy hoàn toàn.

3.1.3. Nhóm tầng trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển cao (Q₂²⁻³HST)

11) Tầng sét bột chân châu thổ (m HSTQ₂²⁻³): tại vị trí lỗ khoan GAT.1, trầm tích sét bột chân châu thổ phân bố ở độ sâu từ 38-32m, thành phần trầm tích chủ yếu gồm sét bột màu xám xanh, nâu xám xen các tập trầm tích bào mòn gồm cát phân lớp mỏng chứa nhiều mảnh vỏ. Sét bột có kích thước hạt trung bình (Md) từ 0,02-0,03mm, độ chọn lọc rất kém So phổ biến từ 2,5-3,5 cấu trúc phân lớp dày. Các tập cát phân lớp mỏng song song có chứa nhiều mảnh vỏ gặp ở độ sâu từ 35,35-37,57m và độ sâu từ 36,6-36,8m. Trầm tích chứa phong phú và đa dạng hóa thạch Trùng lỗ, hóa thạch có kích thước lớn, tô điểm bề mặt rất rõ, một số

loài điển hình sống ở biển nông tương đối xa bờ như *Pseudorotalia indopacifica*, *Textularia foliacea*, *Biggenerina nodosaria*,...

12) Tầng cát bột sét tiền châu thổ (m HSTQ₂²⁻³): Phân bố ở độ sâu từ 30-11m tại vị trí lỗ khoan GAT.1, thành phần chủ yếu là bột sét màu nâu phân lớp dày và các tập cát mịn phân lớp song song, gợn sóng, xiên chéo (Ảnh 3.8). Bột sét có kích thước độ hạt trung bình từ 0,02-0,04mm, độ chọn lọc kém So từ 2,2-2,4, kích thước hạt trung bình 0,06-0,07mm, độ chọn lọc kém So từ 2,3-2,6.

13) Tầng cát cồn cát chắn cửa sông (a HSTQ₂²⁻³): phân bố ở độ sâu từ 4-11m tại GAT.1, thành phần chủ yếu là cát chứa bột sét, hàm lượng cát tăng và thô dần từ dưới lên, kích thước hạt trung bình Md từ 0,03-0,08mm, độ chọn lọc kém, So từ 2-3,3. Trầm tích nghèo hóa thạch Trùng lỗ cả về số lượng cá thể và thành phần giống loài, kích thước hóa thạch nhỏ, rất nhỏ, tường vỏ mỏng, dễ vỡ. Chỉ bắt gặp 3 loài *Quinqueloculina* sp.; *Ammonia tepida*; *Ammonia* sp. đặc trưng cho môi trường cửa sông, bãi triều ven biển.

14) Tầng sét, bột sét bãi triều (am HSTQ₂²⁻³): phân bố ở độ sâu từ 4-1,5m tại GAT.1, thành phần chủ yếu là cát mịn và bột sét màu nâu, nâu xám có chứa mùn thực vật, cấu tạo phân lớp xiên chéo mỏng nằm xen kẽ, kích thước hạt trung bình Md từ 0,01-0,03mm, độ chọn lọc kém So từ 1,5-2,5.

15) Tầng cát lòng sông hiện đại (a HSTQ₂²⁻³): trầm tích cát lòng sông là các thành tạo cát thô, thường gặp cả các mảnh thân cây, vỏ cây, các mảnh vỏ động vật thân mềm, màu vàng nhạt, cấu tạo phân lớp xiên đồng hướng. Hàm lượng cát từ 70,4 đến 80,1%, bột sét từ 19,9 đến 29,5%; độ mài tròn và chọn lọc kém với (So) từ 1,7 đến 3,2; kích thước hạt trung bình (Md) từ 0,15 đến 0,45mm. Cát có hàm lượng thạch anh từ 65 đến 80%, mảnh đá từ 15 đến 20%. Trầm tích tương nghèo di tích sinh vật, nếu có chỉ là các mảnh vụn mollusca nước ngọt.

16) Tầng bùn cát đồng bằng châu thổ cao (am HSTQ₂²⁻³): trầm tích có hàm lượng bột sét chiếm trên 70%, độ chọn lọc kém (So>3,5).

17) Tướng cát cồn cát tàn dư (a HSTQ₂²⁻³): cồn cát có hình lưỡi liềm và cánh cung không đối xứng quay lưng ra biển. Các cồn cát có bề rộng từ 1.000-5000m, chiều cao từ 3-7m và chiều dài từ 5000-20.000m. Các cồn cát có hàm lượng cát >60%, độ mài tròn và chọn lọc từ trung bình đến tốt (Ro=0,4-0,7; So=1,3-1,9).

18) Tướng bùn cát đồng bằng châu thổ thấp (am HSTQ₂²⁻³): thành phần trầm tích chủ yếu là sét bột với hàm lượng chiếm trên 75%, độ chọn lọc kém (So>3), pH=7.2- 7,8; Kt = 1,2-1,5.

19) Tướng cát cồn cát chắn cửa sông (a HSTQ₂²⁻³): trầm tích này phân bố ở cồn Vành, cồn Thoi khu vực cửa Ba Lạt. Hàm lượng cát tập trung cao, nhưng cấp hạt cát lại có mức dao động khá lớn từ 25,60 đến 70,45%; Hàm lượng sét và bột cũng có sự thay đổi đáng kể, bột chiếm từ 20,67 đến 60,10%, sét từ 9 đến 25%; Cấp độ hạt trung bình Md từ 0,07 đến 0,15mm; Giá trị So từ 1,24 đến 2,80; Giá trị Sk từ 0,8 đến 0,15; Trầm tích có độ chọn lọc và mài tròn tốt (So=1.4; Rotb=0.6). Thành phần hạt vụn chủ yếu là thạch anh chiếm từ 55 đến 65%, mảnh vụn đá từ 25 đến 30%, feldspar từ 5 đến 10%, mica < 5%. Mảnh vụn sinh vật không đáng kể. Khoáng vật nặng phong phú với hàm lượng 1,2% bao gồm: ilmenite, amphibol, spen, zircon, turmalin, magnetit. Trong đó thường gặp hơn là ilmenite, amphibol, zircon.

20) Tướng sét bột cát bãi triều (m HSTQ₂²⁻³): các thành tạo của bãi gian triều có cấu trúc trầm tích độ hạt thô dần ra phía biển và mịn dần từ dưới lên. Thông thường ở đới gian triều có thể chia thành bãi triều thấp, bãi triều trung và bãi triều cao. Tương ứng với ba đơn vị trầm tích là bãi cát triều (sand flat), bãi triều hỗn hợp (mixed flat) và bãi bùn (mud flat).

21) Tướng bột sét tiền châu thổ (m HSTQ₂²⁻³): tại vị trí lỗ khoan NĐ19.03 phân bố ở độ sâu từ 0-4,8m, gồm: sét bột xen kẹp các tập cát mịn dày 0,1m phân lớp ngang song song, đôi chỗ phân lớp gợn sóng, trầm tích có chứa vảy mica. Thành phần trầm tích gồm: cát chiếm 0,9-11,9%, bột: chiếm 37,2-48,0%, sét: chiếm 43,2-60,3%, giá trị (Md): 0,003-0,006mm; (So): 3,07-4,00; (Sk): 0,64-1,17. Tập cát xen kẹp có

thành phần trầm tích gồm: cát chiếm 82,0-84,5%, bột chiếm 11,0-12,0%, sét chiếm 3,5-7,0%, giá trị (Md): 0,71-0,73mm; (So): 2,36-2,71; (Sk): 0,18-0,22.

22) Tầng sét sườn châu thổ (m HSTQ₂²⁻³): thành phần chủ yếu là bột sét màu nâu cấu tạo phân lớp dày kích thước hạt trung bình từ 0,01-0,02mm, độ chọn lọc kém, So từ 2,1-2,3. Trầm tích hiếm gặp các mảnh vỏ. Trầm tích không bắt gặp hóa thạch Foraminifera.

3.2. Cổ địa lý đới bờ châu thổ Sông Hồng trong Pleistocen-Holocen

3.2.1. Giai đoạn Pleistocen muộn, phần muộn (Q₁^{3b}): pha biển thoái do ảnh hưởng của băng hà Wurm 2 (30-18 ka BP) dẫn đến không gian rộng lớn khu vực đồng bằng Sông Hồng từ đất liền đến độ sâu -100m nước được bao phủ bởi một phức hệ tương aluvi điển hình. Cổ địa lý giai đoạn Pleistocen muộn, phần muộn vùng đới bờ CTHS bắt đầu với tương cát lòng sông phân bố dọc theo lòng các nhánh của hệ thống Sông Hồng cổ. Trong đó, nhánh chạy từ Hà Nội qua Hưng Yên và đổ ra khu vực cửa Ba Lạt (Nam Định) là một trong những nhánh sông sâu nhất và lớn nhất. Hướng vận chuyển vật liệu trầm tích theo hướng dòng chảy các sông từ lục địa ra phía biển.

3.3.2. Giai đoạn Holocen sớm-giữa (Q₂¹⁻²): vùng đới bờ CTHS bắt đầu là trầm tích cát sạn, cát lòng sông. Tương cát bùn đầm lầy ven biển (atQ₁^{3b}-Q₂¹⁻²TST) phủ trực tiếp trên nhóm tương aluvi biển thoái (arQ₁^{3b}). Trong giai đoạn đầu biển thoái Flandrian khi đường bờ còn nằm ngoài đường bờ hiện đại trong phạm vi đồng bằng Sông Hồng vẫn đang hoạt động của sông vì vậy nhíp aluvi này được gọi là aluvi biển tiến (at). Môi trường trầm tích từ đầm lầy ven biển chuyển sang vũng vịnh-biển nông, ddầm lầy ven biển được đặc trưng bởi tương bùn sét. Môi trường đầm lầy ven biển đã thống trị 2 ngàn năm (10-8ka BP) trùng hợp với đới ven biển hiện đại. Trong giai đoạn này đã hình thành hệ sinh thái rừng ngập mặn, hệ sinh thái cửa sông estuary và hệ sinh thái bãi triều lầy. Giai đoạn này, do mực nước biển dâng nên đường bờ luôn có xu hướng tiến vào trong đất liền. Hướng dòng chảy dọc theo đới bờ từ đông bắc xuống tây nam.

3.2.3. *Giai đoạn Holocen giữa-muộn (Q_2^{2-3}):* biến động môi trường trầm tích chịu ảnh hưởng của: (1) Sự lún kiến tạo; (2) Sự thay đổi mực nước biển; (3) Quá trình bồi tụ đền bù trầm tích dư thừa. Đồng thời với quá trình biến thoái Holocen giữa muộn đới bờ CTHS đã diễn ra 2 quá trình nối tiếp nhau: (1) Theo phương thẳng đứng: tướng bột sét và tướng sét châu thổ ngầm biến thoái; (2) Theo phương nằm ngang (từ đất liền ra biển) các tướng phân bố theo trật tự sau đây: tướng cát, bột sét đồng bằng châu thổ cao -> tướng cát, bùn sét đồng bằng châu thổ thấp -> tướng cát, cát bùn tiền châu thổ -> tướng sét sườn châu thổ hiện đại.

Chương 4. ĐỊA TẦNG PHÂN TẬP VÀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN TRẦM TÍCH PLEISTOCEN MUỖN-HOLOCEN ĐỚI BỜ CHÂU THỔ SÔNG HỒNG

4.1. Dao động mực nước biển trong Pleistocen – Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng

1) *Biến thoái Pleistocen muộn, phần muộn:* Giai đoạn pleistocen muộn, phần muộn tương ứng với pha biến thoái do ảnh hưởng của băng hà Wurm 2 (40-18 ka BP). Giai đoạn này, trên một không gian rộng lớn từ đất liền đến độ sâu -100m nước được bao phủ bởi một phức hệ tướng aluvi điển hình. Trên mặt cắt địa chất trầm tích Pleistocen muộn chạy từ khu vực Hà Nội qua Hưng Yên đến Nam Định thấy rõ một nhịp tướng aluvi biến thoái (arQ_1^{3b} LST) nằm trên bề mặt bào mòn cắt xẻ của lòng sông biến thoái trên hệ tầng Vĩnh Phúc (Q_1^{3a} vp).

2) *Giai đoạn biển tiến Flandrian:* Trong giai đoạn đầu biển tiến Flandrian khi đường bờ còn nằm ngoài đường bờ hiện đại trong phạm vi đồng bằng Sông Hồng vẫn đang hoạt động của sông vì vậy nhịp aluvi này được gọi là aluvi biển tiến. Biển tiến Flandrian tiến vào khu vực đới bờ châu thổ Sông Hồng qua cửa thung lũng cắt xẻ Đệ tứ muộn phân bố ở khu vực cửa Ba Lạt. Tốc độ dâng của mực nước biển giai đoạn đầu Holocen sớm khá nhanh, làm cho khu vực nghiên cứu ngập chìm nhanh chóng, hình thành các tướng trầm tích estuary-vũng vịnh.

3) *Giai đoạn biển thoái sau biển tiến Flandrian*: diễn ra vào khoảng thời gian từ 6.000-5.000 năm BP đến nay.

4.2. Lựa chọn mô hình địa tầng phân tập

Mô hình ĐTPT của Trần Nghi (2014): “Địa tầng phân tập là sự sắp xếp có quy luật của các nhóm tướng hoặc phức hệ tướng 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 và chuyển động kiến tạo”.

4.3. Đặc điểm địa chấn địa tầng trầm tích Pleistocen muộn, phần muộn-Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng

4.3.1. Các ranh giới địa chấn địa tầng

- *Ranh giới dưới của tập (SB)*: Ranh giới dưới của tập là giới hạn của thành tạo Pleistocen muộn, phần muộn-Holocen. Đặc điểm nổi bật của ranh giới là bề mặt bất chỉnh hợp góc bị đào khoét, chia cắt mạnh mẽ. Bề mặt ranh giới gồ ghề, mấp mô, biên độ phản xạ vừa đến mạnh, độ liên tục tốt phát triển trên toàn vùng nghiên cứu.

- *Ranh giới biển tiến (TS)*: Ranh giới biển tiến TS đặc trưng là một ranh giới tương đối phẳng, đôi chỗ quan sát thấy hoạt động đào khoét nhẹ hoặc uốn cong theo hình thái ranh giới SB ở bên dưới.

- *Ranh giới ngập lụt cực đại (MFS)*: Ranh giới này là một bề mặt nằm ngang, phản xạ mạnh, dễ nhận ra trên mặt địa chấn. Bên trên ranh giới là một trường sóng song song liên tục, biên độ phản xạ trung bình đến mạnh, tần số trung bình, khuôn theo địa hình. Bên dưới ranh giới thường là trường sóng địa chấn liên tục tốt, á song song đến song song, biên độ phản xạ từ yếu đến mạnh.

4.3.2. Đặc điểm trường sóng địa chấn

- *Tập địa chấn thuộc miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST)*:

Được đặc trưng bởi hai dạng phản xạ: 1) Phản xạ dạng xiên chéo, liên tục, biên độ phản xạ kém đến trung bình, tần số cao, phản ánh môi trường thành tạo sông-biển (am). 2) Dạng phản xạ thứ 2 có phần bên dưới đặc trưng bởi phản xạ dạng lấp đầy các dòng chảy, có biên độ phản xạ kém; phần trên được đặc trưng bởi các phản xạ dạng xiên chéo,

biên độ phản xạ kém đến trung bình, tần số cao, phản ánh môi trường tích tụ aluvi.

- *Tập địa chấn thuộc miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST):*

Được biểu hiện bởi hai trường sóng: 1) Trường sóng nằm trên có các phản xạ nằm ngang song song, biên độ phản xạ kém, tần số thấp, biểu hiện môi trường trầm tích nguồn gốc biển vũng vịnh (m). 2) Trường sóng nằm dưới có dạng lượn sóng, á song song và có đôi chỗ bị rối, phản ánh môi trường trầm tích đầm lầy ven biển (mb).

- *Tập địa chấn thuộc miền hệ thống trầm tích biển cao (HST):*

Nằm phía trên bề mặt ngập lụt cực đại, được đặc trưng bởi ba trường sóng, tương ứng với ba tướng địa chấn, mb, am và m.

4.4. Địa tầng phân tập trầm tích Pleistocen muộn, phần muộn-Holocen đới bờ châu thổ Sông Hồng

4.4.1. Miền hệ thống trầm tích biển thấp

Miền hệ thống biển thấp là tập hợp các thành tạo trầm tích hình thành trong giai đoạn mực nước biển hạ từ mức cực đại đến cực tiểu và dâng tương đối chậm trong khi tốc độ trầm tích lại tương đối cao. Trong khu vực nghiên cứu, miền hệ thống trầm tích này gặp trong hầu hết các mặt cắt địa chấn nông phân giải cao và trong các lỗ khoan. Quan sát rõ ranh giới trong lỗ khoan GAT1.

Miền hệ thống biển thấp được giới hạn bởi 2 bề mặt: i) Bề mặt bào mòn biển thấp (LES- lowstand erosion surface) hình thành trong quá trình bào mòn các thành tạo trầm tích lắng đọng trong chu kỳ trước. Quá trình bào mòn này tạo nên một bất chỉnh hợp, trong trường hợp này cũng được gọi là một ranh giới tập (SB), đánh dấu sự kết thúc một tập trầm tích và bắt đầu một tập trầm tích mới; ii) Bề mặt biển tiến (TS) hoặc bào mòn biển tiến (RS-ravinement surface) hình thành khi tốc độ tạo không gian tích tụ vượt quá tốc độ cung cấp trầm tích.

Bề mặt bào mòn biển thấp có độ sâu từ 35 đến 75m so với mực nước biển trung bình. Nhìn chung bề mặt này nghiêng theo hướng từ lục địa ra biển. Khu vực ven bờ phía tây nam đồng bằng châu thổ Sông

Hồng và phía tây bắc cửa Ba Lạt, bề mặt này nổi tương đối cao. Phần tây nam cửa Ba Lạt và phía ngoài khơi bề mặt này chìm sâu tạo ra vùng trũng sâu tới 80m ở trước cửa Ba Lạt. Các trũng này có dạng hẹp, kéo dài dạng tuyến đây chính là các thung lũng sông bị đào khoét trong giai đoạn biển thoái đầu pleistocen muộn, phần muộn (Q_1^{3b}) khi bờ biển vươn ra đến độ sâu -120m nước.

4.4.2. Miền hệ thống trầm tích biển tiến

Miền hệ thống trầm tích biển tiến bao gồm các tướng trầm tích hình thành trong suốt giai đoạn mực nước biển tương đối dâng với tốc độ lớn hơn tốc độ cung cấp trầm tích, được giới hạn dưới bề mặt biển tiến (TS-transgressive surface) hoặc bề mặt bào mòn biển tiến (RS) và giới hạn trên bởi bề mặt ngập lụt cực đại (MFS-maximum flooding surface).

Trên băng địa chấn, bề mặt ngập lụt cực đại là bất chỉnh hợp phản xạ mạnh đến trung bình, liên tục trong phần bên trong của toàn bộ các mặt cắt. Bên trên ranh giới có trường sóng nghiêng song song với liên tục biên độ phản xạ yếu đến trung bình phủ lên. Bên dưới ranh giới đặc trưng bởi trường sóng ngang song song. Độ sâu của bề mặt ngập lụt cực đại khu vực nghiên cứu dao động từ 27-30,5m so với mực nước biển hiện tại. Tại độ sâu 20-25m nước bề mặt này gần trùng với bề mặt đáy biển do trầm tích Holocen muộn ở đây rất mỏng. Trong các lỗ khoan trên đồng bằng châu thổ Sông Hồng, bề mặt ngập lụt cực đại là đáy của tướng trầm tích prodelta

4.4.3. Miền hệ thống trầm tích biển cao

Biển tiến cực đại cách ngày nay 5000 năm và đạt độ cao khoảng +5m đã được chứng minh bằng những dấu ấn hết sức rõ nét cả hình thái ngắn biển đặc trưng, các đê cát trắng ven bờ và tuổi tuyệt đối đã được nghiên cứu nhiều nơi trên lãnh thổ Việt Nam. Giai đoạn hạ thấp mực nước biển Holocen muộn này đóng vai trò quyết định kiến lập nên các đồng bằng rộng lớn như đồng bằng Bắc Bộ, đồng bằng Nam Bộ và các đồng bằng ven biển Miền Trung.

4.5. Tiến hóa trầm tích Pleistocen muộn-Holocen

4.5.1. Giai đoạn biển thoái Pleistocen muộn, phần muộn (khoảng 30.000 đến 18.000 năm BP):

Giai đoạn bồi lấp thung lũng cắt xẻ diễn ra vào cuối Pleistocen muộn phần muộn-giữa Holocen sớm khi biển tiến vào khu vực qua hệ thống thung lũng cắt xẻ Đệ tứ muộn. Trước khi biển tiến vào vùng nghiên cứu, quá trình phong hoá bóc mòn các trầm tích thuộc hệ tầng Vĩnh Phúc là quá trình chủ đạo. Hoạt động cắt xẻ và tích tụ một nhóm tướng trầm tích aluvi gồm 2 tướng (từ dưới lên): tướng cát lòng sông đa khoáng có độ chọn lọc, mài tròn kém phủ trực tiếp trên bề mặt bào mòn của lòng sông và tướng bột sét bãi bồi. Tướng cát lòng sông phân bố thành 2 dải chạy từ đất liền ra biển. Dải cát lòng sông thứ nhất chạy từ Hưng Yên về Hải Hậu (Nam Định) gặp ở độ sâu từ 75-56m có bề dày từ 15-25m. Đây là lòng sông chính của Sông Hồng cổ.

4.5.2. Giai đoạn biển tiến Holocen sớm-giữa (18.000 đến 5.000 năm BP)

Giai đoạn biển tiến Holocen sớm-giữa tương ứng với miền hệ thống trầm tích biển tiến (Q_1^{3b} - Q_2^2) TST gồm 3 nhóm tướng từ dưới lên.

- Nhóm tướng aluvi biển tiến (at): Bắt đầu pha biển tiến, từ độ sâu 100m nước, đường bờ cổ của băng hà Wurm 2 (18 ngàn năm BP), mực nước biển dâng cao với tốc độ 5 mm/năm. Khi đường bờ dịch chuyển từ độ sâu 100 m nước lên độ sâu 30m nước rồi nhưng trên phần đất liền Sông Hồng vẫn đang hoạt động bình thường và tạo nên một nhịp tướng cát bột aluvi.

Các mặt cắt địa chấn nông phân giải cao thấy rõ 2 nhịp trầm tích aluvi (atTST và arLST).

- Phức hệ tướng trầm tích chuyển tiếp sông-biển biển tiến Holocen sớm-giữa (11-6 ngàn năm BP) (amt TST Q_2^{1-2}): Theo hướng đường bờ dịch chuyển từ độ sâu 5m nước vào phía đất liền bắt đầu thấy rõ động lực biển thắng thế động lực của sông Hồng và xuất hiện một loạt tướng trầm tích biển tiến có cấu tạo onlap tạo nên một đơn vị trầm tích Q_2^{1-2} nằm dưới tập sét xám xanh biển tiến cực đại Holocen giữa

- Nhóm tướng biển tiến cực đại (6-5 ngàn năm BP) gồm 2 tướng:
(1) Tướng sét xám xanh vũng vịnh phủ hầu hết diện tích của CTHS. Đây chính là bề mặt ngập lụt (marine flooding surface); (2) Tướng sét đầm lầy và tướng sét đầm lầy tạo than ven biển phân bố bám sát đường bờ cổ 5 ngàn năm.

4.5.3. Giai đoạn biển thoái Holocen giữa-muộn (5000 năm BP đến nay)

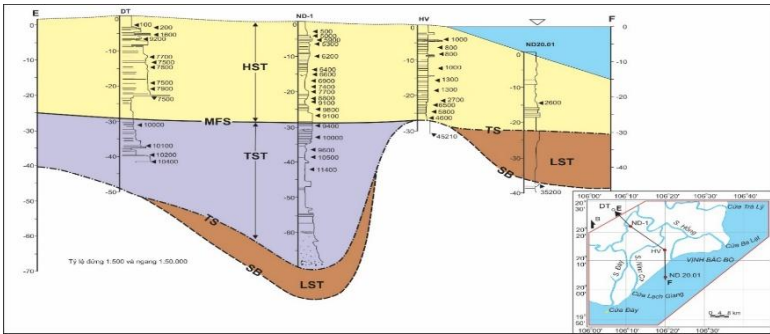
Giai đoạn biển thoái Holocen muộn hình thành và tiến hóa CTHS tương ứng với miền hệ thống trầm tích biển cao. Giai đoạn biển thoái Holocen giữa-muộn (Q_2^{2-3}) CTHS được bồi đắp mạnh mẽ. Đường bờ dịch chuyển từ đất liền ra biển theo 3 chu kỳ tăng trưởng. Mỗi chu kỳ được đánh dấu bằng một đới đường bờ cổ. Trên đồng bằng Sông Hồng có 3 đới đường bờ cổ có tuổi 3000-2500 năm BP, 1500-1000 năm BP và 500-200 năm. Mỗi thế hệ đường bờ cổ có mặt 2 chùm giồng cát đối xứng qua cửa sông Cổ có dạng như một chùm hoa được gọi là thùy châu thổ.

Quá trình tăng trưởng châu thổ theo cơ chế “còn ghép còn” trong bồi cảnh dư thừa trầm tích. Đồng thời với quá trình tăng trưởng nhóm tướng châu thổ nhóm tướng aluvi cũng tăng trưởng theo và phủ bất chỉnh hợp trên bề mặt bào mòn của tướng đồng bằng châu thổ tạo nên 2 tổ hợp cộng sinh tướng: (1) Tổ hợp cộng sinh tướng theo không gian (từ đất liền ra biển gồm các nhóm tướng aluvi → đồng bằng châu thổ → châu thổ ngầm; Theo mặt cắt (theo thời gian) từ dưới lên gồm nhóm tướng prodelta → tiền châu thổ → đồng bằng châu thổ.

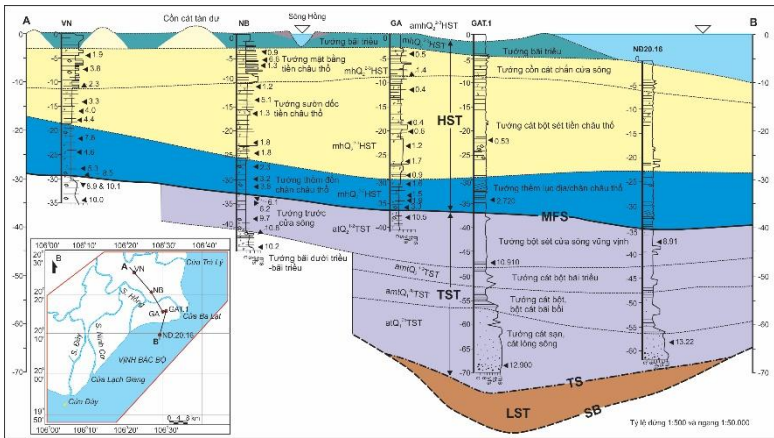
+ Nhóm tướng aluvi hiện đại phủ bất chỉnh hợp trên nhóm tướng đồng bằng châu thổ.

+ Nhóm tướng châu thổ chôn vùi nằm trên phần đất liền gồm 3 tướng (từ dưới lên): Tướng sét prodelta; Tướng bùn cát tiền châu thổ; Tướng bột sét và tướng giồng cát ĐBCT

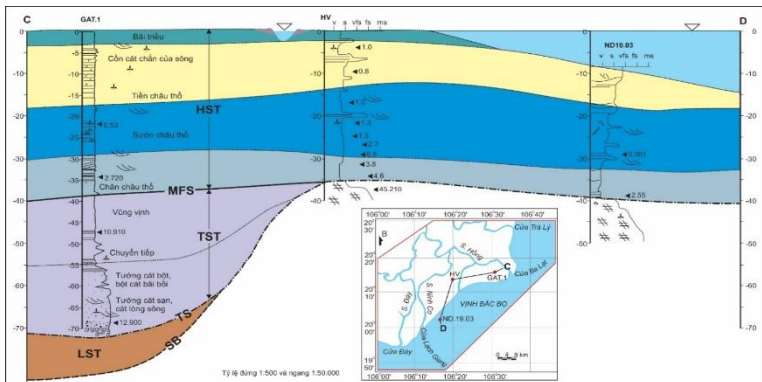
+ Nhóm tướng châu thổ ngầm.



Sơ đồ liên kết tương trầm tích đới bờ châu thổ Sông Hồng (tuyến E-F)



Sơ đồ liên kết tương trầm tích đới bờ châu thổ Sông Hồng (tuyến A-B)



Sơ đồ liên kết tương trầm tích đới bờ châu thổ Sông Hồng (tuyến C-D)

4.6. Biến động bãi bồi ven biển châu thổ Sông Hồng

4.6.1. Quá trình hình thành và phát triển các bãi bồi

Quá trình hình thành và phát triển châu thổ cũng như các bãi bồi ven biển CTHS có mối liên quan mật thiết với dao động mực nước biển sau đợt băng hà cuối cùng. Các tướng trầm tích châu thổ được xác định tại lỗ khoan GAT gồm 5 tướng trầm tích (tướng chân châu thổ, tướng cát bột sét tiền châu thổ, tướng cồn cát chắn cửa sông, tướng cát bột sét bãi triều hỗn hợp, tướng sét bột aluvi đồng bằng châu thổ), các lỗ khoan HV và NĐ19.03 cũng bắt gặp nhóm tướng trầm tích châu thổ. Từ mặt cắt các lỗ khoan, thông qua tướng trầm tích và tuổi tuyệt đối có thể thấy thời gian bắt đầu hình thành châu thổ được ghi nhận sớm hơn ở khu vực Hải Hậu, tướng trầm tích chân châu thổ bắt đầu hình thành tại lỗ khoan HV (vùng bãi bồi cao của Hải Hậu) có tuổi 4.600 năm BP và tại lỗ khoan NĐ19.03 (vùng biển ven bờ Hải Hậu -10m nước) là sau 2.813 năm BP. Trong khi đó tại lỗ khoan LKGAT (vùng bãi bồi cao khu vực cửa Ba Lạt) trầm tích chân châu thổ có tuổi 2.740 năm BP.

4.6.2. Biến động các bãi bồi trong giai đoạn Holocen hiện đại

- Biến động bãi bồi khu vực cửa Ba Lạt:

Cửa Ba Lạt chịu tác động xen kẽ của quá trình bồi và xói với ưu thế là hoạt động bồi tụ, đường bờ dịch chuyển ra phía biển với kiểu địa mạo cửa sông lồi, nhô ra so với đường bờ bởi sự hình thành các bar cát cửa sông kết hợp với phát triển các bãi triều sau bar. Tính từ năm 1912 đường bờ ở khu vực cửa sông dịch ra phía biển lớn nhất là 8,5km. Bãi bồi mở rộng dần theo cơ chế lắng đọng trầm tích vùng cửa sông có động lực sóng và sông chiếm ưu thế.

Theo cơ chế này bãi bồi lớn dần theo thời gian và vươn ra phía biển dưới dạng các mũi nhô hình cánh cung, trong hơn 100 năm qua với diện tích bồi khoảng lần tại cửa Ba Lạt đạt khoảng 10.800 ha, với phần lớn diện tích nằm ngoài đê biển hiện nay.

- Biến động bãi bồi ven biển Giao Thủy-Hải Hậu:

Từ 1912 đến nay có sự biến động do xói lở là chủ yếu, đường bờ có xu thế dịch chuyển vào phía đất liền. Hơn 100 năm qua dải bãi bồi ven biển Giao Thủy- Hải Hậu từ cửa Ba Lạt đến cửa Lạch Giang (không tính phạm vi phần cửa sông) chịu tác động xói lở là chủ yếu, đường bờ dịch chuyển khá sâu vào trong đất liền, trung bình khoảng hơn 1.000m tính từ năm 1912 đến nay.

- Biến động bãi bồi ven biển từ cửa Lạch Giang đến bãi bồi Kim Sơn:

Từ cửa Lạch Giang – cửa Đáy và lân cận đã có những biến động rất mạnh bởi quá trình bồi tụ-xói lở và thiên về trạng thái bồi tụ rất mạnh. Vùng bãi bồi ven biển Nghĩa Hưng – Kim Sơn sau gần 100 năm có diện tích mở rộng tới 18.100ha. Ven biển huyện Nghĩa Hưng: trong giai đoạn từ năm 1921 đến 2020, bờ biển Nghĩa Hưng đã lấn ra biển từ 6,5km (phía cửa Lạch Giang) đến 15,6km (phía cửa Đáy). Ven biển huyện Kim Sơn: sau gần 100 năm đường bờ lấn về ra biển từ 6,6km (phía cửa Lạch Càn) đến 11,6km (phía cửa Đáy). Khu vực các cửa sông: Cửa Đáy và cửa Lạch Giang là những cửa sông lớn ở phía Nam châu thổ sông Hồng; ngoài chức năng tiêu thoát nước lũ, các cửa sông này còn là các tuyến giao thông thủy quan trọng, nhưng chúng đã có nhiều biến động do thiên nhiên và các hoạt động chính trị.

KẾT LUẬN

1. Trầm tích Pleistocen trên-Holocen khu vực đới bờ châu thổ Sông Hồng gồm 22 tướng với ba nhóm được xếp vào 3 miền hệ thống trầm tích đặc trưng cho quá trình dao động mực nước biển và môi trường thành tạo, gồm:

- Nhóm tướng trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển thấp (aQ_1^{3b} -LST) gồm: cát lòng sông; cát bãi giữa sông; cát bột bãi ven lòng và bột sét bãi bồi.

- Nhóm tướng trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển tiến (Q_1^{3b} - Q_2^1 TST) gồm: cát sạn, cát lòng sông; bột sét đồng bằng ngập lụt; bùn đầm lầy ven biển; bùn cát đồng bằng triều; bùn đầm lầy gian triều ven biển và cửa sông estuary; bùn biển nông ven bờ.

- Nhóm tướng trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển cao (Q_2^{2-3} HST) gồm: sét bột chân châu thổ; cát bột sét tiền châu thổ; cát còn cát chắn cửa sông; sét, bột sét bãi triều; cát lòng sông; bùn cát đồng bằng châu thổ cao; cát còn cát tàn dư; bùn cát đồng bằng châu thổ thấp; cát còn cát chắn cửa sông; sét bột cát bãi triều; bột sét tiền châu thổ và sét sườn châu thổ (prodelta).

2. Trong giai đoạn Pleistocen muộn-Holocen, khu vực đới bờ châu thổ Sông Hồng tồn tại một phức tập (sequence) với 3 miền hệ thống trầm tích:

- Miền hệ thống trầm tích biển thấp-LST hình thành trong giai đoạn biển thoái phân bố dọc theo các thung lũng sông bị đào khoét trong giai đoạn biển thoái đầu pleistocen muộn, phần muộn (Q_1^{3b}). Miền hệ thống trầm tích biển thấp được giới hạn bởi 2 bề mặt: Bề mặt bào mòn biển thấp (LES) hình thành trong quá trình bào mòn các thành tạo trầm tích lắng đọng trong chu kỳ trước và bề mặt biển tiến (TS) hình thành khi tốc độ tạo không gian tích tụ vượt quá tốc độ cung cấp trầm tích.

- Miền hệ thống trầm tích biển tiến-TST hình thành trong giai đoạn biển tiến Flandrian, gồm các thành tạo trầm tích Cửa sông-Bãi triều

-Estuary-Vũng vịnh. Miền hệ thống trầm tích biển tiến được giới hạn dưới bề mặt biển tiến (TS) hoặc bề mặt bào mòn biển tiến (RS) và giới hạn trên bởi bề mặt ngập lụt cực đại (MFS).

- Miền hệ thống trầm tích biển cao-HST hình thành trong giai đoạn biển thoái sau biển tiến cực đại Flandrian, gồm các thành tạo trầm tích Prodelta-Tiền châu thổ-Bãi triều-Đồng bằng châu thổ. Miền hệ thống trầm tích biển cao được giới hạn dưới bởi bề mặt ngập lụt cực đại (MFS) và giới hạn trên là bề mặt hiện tại của đới ven bờ châu thổ Sông Hồng.

3. Lịch sử tiến hoá trầm tích Pleistocen muộn, phần muộn-Holocen khu vực ven bờ châu thổ Sông Hồng trải qua ba giai đoạn:

- Giai đoạn biển thấp (khoảng 30.000 đến 18.000 năm BP), hình thành các thành tạo trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển thấp (LST).

- Giai đoạn biển tiến (18.000 đến 5.000 năm BP) hình thành các thành tạo trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST) gồm hai phụ giai đoạn: Giai đoạn 18.000 đến 10.000 năm Bp (sát trước Holocen sớm đến Holocen giữa Q_2^1 - Q_2^2); Giai đoạn 10.000 đến 5.000 năm Bp (Biển tiến cực đại Holocen giữa).

- Giai đoạn biển cao (5.000 năm BP đến nay) hình thành các thành tạo trầm tích thuộc miền hệ thống trầm tích biển cao (HST).

4. Trong 100 năm qua, biến động các bãi bồi ven biển châu thổ Sông Hồng đặc trưng bởi (1) vùng bồi tụ do sông và sóng thống trị tại các bãi bồi khu vực Cửa Ba Lạt và bãi bồi Nghĩa Hưng, (2) vùng bồi tụ do triều và sóng thống trị khu vực bãi bồi Kim Sơn và (3) vùng xói lở do sóng thống trị tại bãi bồi ven biển Hải Hậu.

- Khu vực cửa Ba Lạt và bãi bồi Nghĩa Hưng được bồi tụ liên tục theo cơ chế sông và sóng thống trị với đặc điểm tương bar cát ven bờ với bãi triều hỗn hợp sau bar. Cửa Ba Lạt vẫn đang trong giai đoạn phát triển của thùy châu thổ và tiếp tục bồi lắng theo cơ chế sông và sóng thống trị, có xu thế phát triển cửa sông lệch về phía đông nam.

- Khu vực bãi bồi ven biển Hải Hậu và một số xã ven biển phụ cận thuộc huyện Giao Thủy quá trình xói lở vẫn tiếp tục diễn ra theo quy luật tự nhiên của một thềm châu thổ ở giai đoạn lụi tàn.

- Khu vực bãi bồi Kim Sơn hoạt động của thủy triều tiếp tục vận chuyển các vật liệu bồi đắp các cồn ngầm phát triển thành vùng bán ngập, các bãi triều ven biển và tiếp tục phát triển thành đồng bằng bồi tích. Bãi bồi Kim Sơn lấn ra biển theo cơ chế sông và triều thống trị, với cấu trúc bãi triều theo mặt cắt từ dưới lên gồm 3 phần: (1) bãi cát triều, (2) bãi triều hỗn hợp và (3) bãi triều bùn sét.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **Trần Ngọc Diễm**, Vũ Văn Hà, Nguyễn Tiến Thành, Nguyễn Thị Thu Cúc, Nguyễn Minh Quảng, Dương Tuấn Ngọc, Vũ Ngọc Tuyên, Ngô Thị Đào, Đặng Minh Tuấn, Nguyễn Thanh Hằng. *Đặc điểm tương trầm tích Holocen châu thổ ngàm Sông Hồng tại lỗ khoan KMB.ND19.03*. Tạp chí Địa chất, Loạt A, số 369-370/2020, tr.1-13.
2. Tran Nghi, Do Tien Hung, Trinh Hoai Thu*, Renat Shakirov, Nadezhda Syrbu**, Ngo Quang Toan, Hoang Anh Kien, Tran Thi Thuy Huong, Natalia Lee, Dinh Xuan Thanh, Tran Thi Thanh Nhan, Nguyen Thi Huyen Trang, Nguyen Thi Phuong Thao, Tran Thi Dung, and **Tran Ngoc Dien**. *The Relationship between Sequence Stratigraphy and Groundwater of Quaternary Sediments in Relation to Global Sea-level Change in the Downstream Red River Delta Area*. ISSN 0024-4902, Lithology and Mineral Resources, 2022, Vol. 57, No. 5, pp. 449-471.
3. **Tran Ngoc Dien**, Vu Van Ha*, Amelie Paszkowski, Nguyen Minh Quang, Ngo Thi Dao, Nguyen Thi Min, Dang Xuan Tung, Nguyen Chi Dung, Vu Ngoc Tuyen, Nguyen Khanh Tung, Tran Ngoc Huan. *The late Pleistocene-Holocene sedimentary evolution in the Ba Lat River mouth area of the Red River Delta*. Vietnam Journal of Earth Sciences, 2023, 1-16.