



Original Article

Late Pleistocene - Holocene Sedimentary Evolution of Nam Bo Plain and Correlation from the Ca Mau Peninsula to the Mekong River Delta in Middle-Late Holocene

Nguyen Thi Huyen Trang*, Tran Nghi, Dinh Xuan Thanh,
Nguyen Dinh Thai, Tran Thi Thanh Nhan

**VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

Received 10 October 2019

Revised 20 November 2019; Accepted 28 November 2019

Abstract: Located in southern Vietnam, the Southern plain is one of the largest in Asia. Within the coastal area, this study has indicated that there are two plains forming by different hydrodynamic mechanisms: the river dominated Mekong Delta plain and the tidal dominated plain of the Ca Mau peninsula. Studying lithofacies based on: (i) sedimentary parameters indicating environment of 29 boreholes in tidal flat and coastal plains, hundreds of surveyed surface sediment stations; (ii) stratigraphy seismic characteristics of the 21 seismic sections; and (iii) absolute age data, evolutionary history of late Pleistocene - Holocene sediments in the Southern plain and the relationship between the Mekong Delta and the tidal plain of the Ca Mau peninsula in the middle Holocene - late be clarified. Both plains are characterized by 3 lithofacies complexes corresponding to 3 phases of sea-level change: (i) lowstand alluvial facies complex (arLST Q_1^{3b}); (ii) coastal facies complex (amtTST Q_2^{1-2}) and shallow marine-lagoon greenish-gray clay facies (mtTST Q_2^{1-2}); (iii) the phase of the middle-late Holocene (Q_2^{2-3} HST) has a differentiation between the two plains. The Me Kong delta is characterized by three deltaic facies complexes: (1) the late middle-late Holocene buried submarine deltaic facies complex ($amh_1Q_2^{2-3}$); (2) late Holocene deltaic plain facies complex ($amh_2Q_2^3$) and modern submarine deltaic facies complex ($amh_3Q_2^3$). The tidal plain of Ca Mau peninsula is characterized by a complex of sandy bars, tidal plains and tidal channels. In the regressive process, four periods of relative sea-level stopped, creating three ancient shoreline (5ka BP, 2.5ka BP; and 1 ka BP). The delta plain is marked by deltaic lobes turning to the southeast sea, while the Ca Mau plain characterized by the sand bars that tend to change direction from the east (2.5 ka BP) to the southeast (0.5ka BP and 0.2ka BP).

Keywords: lithofacies, sequences stratigraphy, late Pleistocene - Holocene, Nam Bo plain.

* Corresponding author.

E-mail address: nguyentrang181@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4476>



Tiến hóa trầm tích Pleistocen muộn -Holocen đới bờ đồng bằng Nam Bộ và sự ghép nối đồng bằng triều bán đảo Cà Mau với đồng bằng châu thổ sông Mê Kông trong Holocen giữa-muộn

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

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

Nhận ngày 10 tháng 10 năm 2019

Chỉnh sửa ngày 20 tháng 11 năm 2019; Chấp nhận đăng ngày 28 tháng 11 năm 2019

Tóm tắt: Đồng bằng Nam Bộ, thuộc phía nam Việt Nam là một trong những đồng bằng lớn nhất ở Châu Á. Trong phạm vi khu vực đới bờ nghiên cứu đã cho thấy có sự tồn tại của hai đồng bằng được hình thành theo cơ chế thủy động lực khác nhau, đó là: đồng bằng châu thổ sông Mê Kông và đồng bằng triều bán đảo Cà Mau. Trên cơ sở phân tích đặc điểm tương trầm tích dựa trên: (i) các tham số trầm tích chỉ thị môi trường của 29 lỗ khoan vùng bãi triều và vùng đồng bằng ven biển, hàng trăm trạm khảo sát trầm tích tầng mặt; (ii) đặc điểm địa chấn địa tầng 21 tuyến địa chấn; và (iii) dữ liệu tuổi tuyệt đối, lịch sử tiến hóa trầm tích Pleistocen muộn -Holocen đồng bằng Nam Bộ cũng như mối liên hệ giữa đồng bằng châu thổ sông Mê Kông và đồng bằng triều bán đảo Cà Mau trong Holocen giữa – muộn đã được làm sáng tỏ. Cả 2 đồng bằng được đặc trưng bởi 3 nhóm tướng tương ứng với 3 pha thay đổi mực nước biển: (1) Nhóm tướng aluvi biển thấp (arLST Q_1^{3b}); (2) Nhóm tướng ven biển biển tiến (amtTST Q_2^{1-2}) và tướng sét xám xanh biển nông- vũng vịnh (mtTST Q_2^{1-2}); (3) Pha biển cao Holocen giữa -muộn (Q_2^{2-3} HST) có sự phân dị giữa 2 đồng bằng. Đồng bằng châu thổ sông Mê Kông được đặc trưng bởi 3 nhóm tướng châu thổ là: (i) Nhóm tướng châu thổ ngầm Holocen giữa muộn ($amh_1Q_2^{2-3}$) bị chôn vùi; (ii) Nhóm tướng đồng bằng châu thổ Holocen muộn ($amh_2Q_2^3$) và (iii) nhóm tướng châu thổ ngầm hiện đại ($amh_3Q_2^3$). Còn đồng bằng triều bán đảo Cà Mau được đặc trưng bởi nhóm tướng cồn cát, đồng bằng gian triều và lạch triều. Trong quá trình biển thoái của miền hệ thống trầm tích biển cao có 3 thời điểm mực nước biển dừng tương đối đã tạo ra 3 thế hệ đường bờ cổ (5ka BP, 2.5ka BP và 1ka BP). Trên đồng bằng châu thổ được đánh dấu bằng các thùy châu thổ quay lưng ra biển phía đông nam, còn trên đồng bằng triều bán đảo Cà Mau các cồn cát biển có xu thế đối hướng từ quay lưng về phía đông (đường bờ 2,500 năm Bp) đến phía đông nam (đường bờ 500 năm và 200 năm BP).

Từ khóa: Tướng trầm tích, địa tầng phân tập, Pleistocen muộn – Holocen, đồng bằng Nam Bộ.

* Tác giả liên hệ.

Địa chỉ email: nguyentrang181@gmail.com

<https://doi.org/10.25073/2588-1094/vnuees.4476>

1. Mở đầu

Đồng bằng Nam Bộ là đồng bằng có diện tích lớn nhất nước ta (gấp 3 lần đồng bằng Sông Hồng), được bồi đắp bởi vật liệu trầm tích của sông Mê Kông. Khu vực đới bờ đồng bằng Nam Bộ (từ cửa Tiểu tới mũi Cà Mau) giới hạn từ độ sâu khoảng 25m nước tiến sâu vào đất liền 15-20km (Theo Allen, Galoway, Wright, 1975) (hình 3). Về địa tầng và trầm tích luận Đệ Tứ của đới bờ Nam Bộ đã có nhiều tác giả quan tâm nghiên cứu.

Trong khu vực đồng bằng, bằng các phương pháp phân tích trầm tích, cổ sinh, tuổi tuyệt đối,... Nguyễn Văn Lập, Tạ Thị Kim Oanh, Tanabe, Tateishi, Kobayashi, Saito (2000, 2012) đã phác họa lịch sử phát triển địa chất của đồng bằng Nam Bộ trong Holocen qua nghiên cứu, phân tích các lỗ khoan, các mặt cắt địa chất, cũng như tổng hợp các kết quả phân tích tuổi C^{14} , tuổi OSL [1-4]. Đinh Văn Thuận (2005) đã tổng hợp những tư liệu về cổ sinh, đặc biệt đã xây dựng được những phức hệ sinh thái bào tử phấn hoa, cho phép tái thiết lập môi trường tích tụ trầm tích trong Holocen [5]. Nguyễn Huy Dũng và cộng sự (2000) nghiên cứu địa tầng trầm tích Đệ Tứ ở đồng bằng sông Cửu Long và đã chia ra các phân vị Pleistocen muộn, Holocen sớm, giữa, muộn (Q_1^3, Q_2^1, Q_2^2 và Q_2^3) [6]. Nguyễn Địch Dỹ (đề tài KC.09.06/06-10) đã thu thập, xử lý, phân tích và tổng hợp một số lượng lớn tài liệu, số liệu liên quan đến vùng cửa sông ven biển [7, 8]. Đề tài đã nghiên cứu khá chi tiết đặc điểm địa chất - địa mạo, xác định chính xác ranh giới Pleistocen - Holocen, xác lập mới hệ tầng Bình Đại có tuổi Q_2^1 [7, 9].

Tại vùng ngập nước (0-30m nước), báo cáo tổng hợp: “Điều tra địa chất và tìm kiếm khoáng sản rạn biển nông ven bờ Việt Nam (0-30m nước), tỷ lệ: 1:500.000”, của Nguyễn Biểu và nnk (2011) là công trình đầu tiên thực hiện điều tra cơ bản vùng biển ven bờ đồng bằng Nam Bộ [8]. Trong công trình này, trầm tích Pleistocen muộn đã được chia thành hai phân vị, các thành

tạo Holocen đã được phân chia thành 3 phân vị. Đặc điểm trầm tích Pleistocen muộn phân muộn, Holocen và quy luật phân bố trong vùng biển nông đã được đề cập đến. Đề án đã thực hiện hàng loạt các tuyến địa chấn nông phân giải cao vùng biển nông trên toàn lãnh hải Việt Nam nói chung và vùng biển ven bờ đồng bằng Nam Bộ nói riêng. Tuy nhiên các tuyến địa chấn này chỉ mới tiến hành trong phạm vi từ 15m nước trở ra, còn trong phạm vi từ 15m nước trở vào bờ chưa được thực hiện. Năm 2005-2010, Trung tâm Địa chất và Khoáng sản Biển đã triển khai đề án “Khảo sát, đánh giá tiềm năng tài nguyên khoáng sản vùng biển ven bờ tỉnh Sóc Trăng, tỷ lệ 1:100.000”, do Vũ Trường Sơn làm chủ nhiệm đã đánh giá tiềm năng khoáng sản vật liệu xây dựng. Với mạng lưới khảo sát địa vật lý, địa chất chi tiết, áp dụng nhiều phương pháp nghiên cứu hiện đại đề án đã làm sáng tỏ được đặc điểm địa chất vùng nghiên cứu [11]. Đinh Xuân Thành (KC09.13/11-15) đã liên kết và chính xác hóa những vấn đề liên quan đến lịch sử tiến hóa trầm tích Holocen vùng châu thổ ngàm sông Mêkong [12, 13]. Tiếp đến là các công trình nghiên cứu hợp tác giữa Viện Địa chất, Địa vật lý biển và CHLB Đức, giữa Viện Địa lý tài nguyên TP.HCM với Đại học Bắc Bắc Carolina (Mỹ)... [14-16]. Những công trình nghiên cứu nêu trên đã khảo sát hàng nghìn km tuyến địa chấn nông phân giải cao, lấy hàng trăm mẫu trầm tích tầng mặt bằng cuốc và ống phóng. Các kết quả nghiên cứu bước đầu đã làm sáng tỏ đặc điểm địa tầng, địa chấn địa tầng Pleistocen muộn - Holocen thêm lục địa Đông Nam Việt Nam nói chung và vùng biển nông ven bờ nói riêng.

Mặc dù vậy, cho đến nay vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào về nguồn gốc và lịch sử hình thành của bán đảo Cà Mau tiếp cận từ địa tầng phân tập trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển. Thậm chí nhiều tác giả còn cho rằng bán đảo Cà Mau là thuộc châu thổ sông Mê Kông, và vì vậy đồng bằng Nam Bộ được coi là châu thổ sông Mê Kông. Bài báo này sẽ giới thiệu lịch sử tiến hóa trầm tích Pleistocen muộn

-Holocen và cơ chế ghép nối đồng bằng triều bán đảo Cà Mau vào đồng bằng châu thổ sông Mê Kông trong Holocen muộn. Trên cơ sở phân tích tương tự dựa trên các tham số trầm tích chỉ thị môi trường, đặc điểm địa chấn địa tầng, dữ liệu tuổi tuyệt đối có thể thấy rõ trầm tích Pleistocen muộn - Holocene đới bờ Nam Bộ có cấu trúc của một phức tập (sequence) hoàn chỉnh gồm 3 miền hệ thống, trong đó mỗi miền hệ thống được đặc trưng bởi một nhóm tương trầm tích nhất định. Khu vực đồng bằng triều bán đảo Cà Mau so với khu vực châu thổ sông Mê Kông tuy giống nhau theo từng miền hệ thống song khác nhau về tương trầm tích.

2. Bối cảnh địa chất

2.1. Đặc điểm cấu trúc- kiến tạo

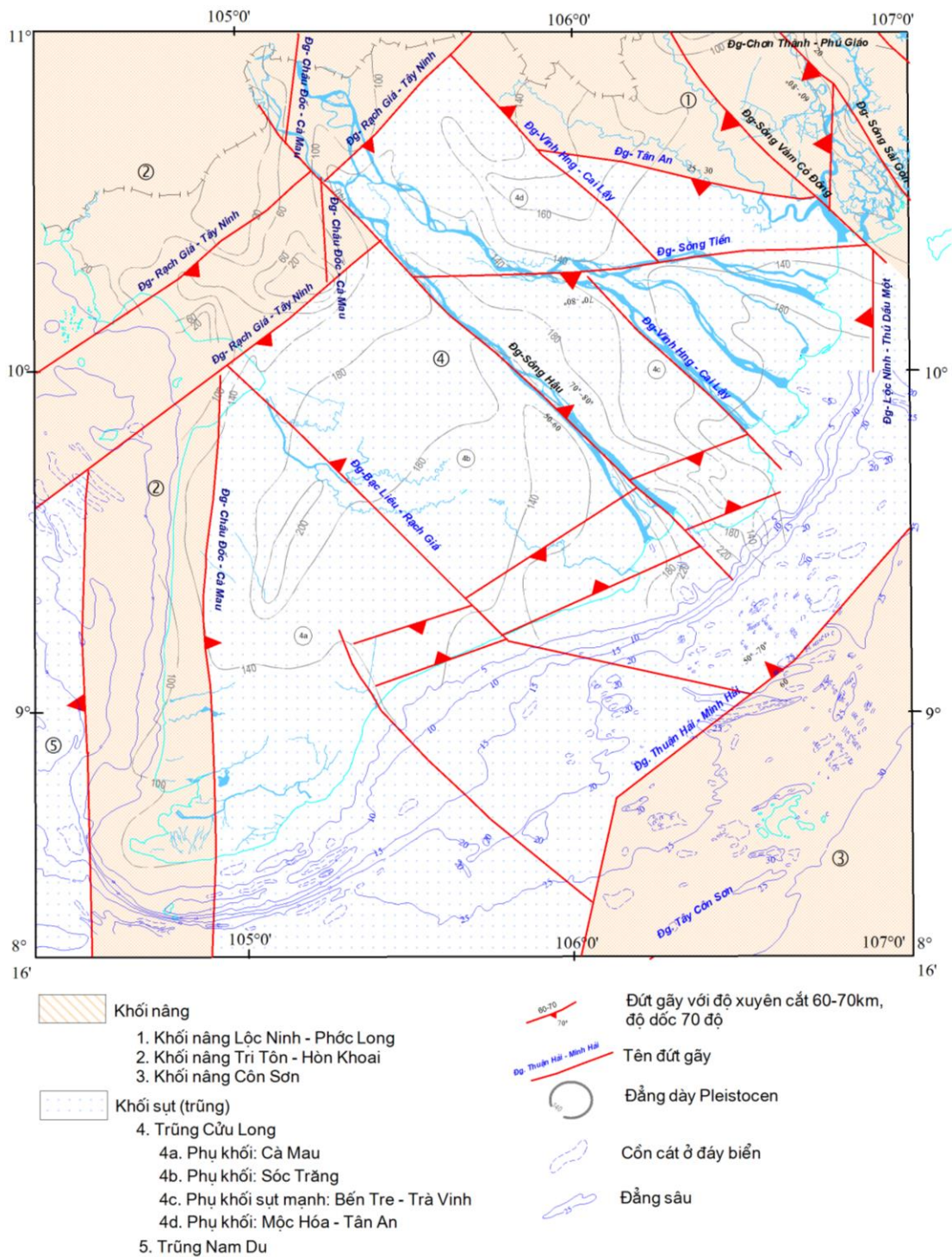
Địa hình bề mặt móng của trầm tích Đệ Tứ đới bờ đồng bằng Nam Bộ đặc trưng bởi vùng sụt ở trung tâm và đới nâng chạy vòng quanh khu vực nghiên cứu (Hình 1). Khối nâng Tri tôn – Hòn Khoai được thể hiện bởi sự hiện diện một dãy đảo chạy vòng quanh bao lấy bán đảo Cà Mau từ đảo Hòn Trúng Lớn, Hòn Trúng Nhỏ, Hòn Khoai, Hòn Đồi Mồi, Hòn Chuối đến quần đảo Nam Du, Hòn Rái và Hòn Tre (Hình 1, 3). Trong phần đất liền của đới bờ cũng có một đới nâng tương ứng chạy vòng quanh từ Trà Vinh qua Bạc Liêu rồi đến Hà Tiên. Tuy nhiên đới nâng phần đất liền bị chia cắt bởi các hệ thống đứt gãy tạo ra các khối sụt và khối nâng yếu. Những đứt gãy để lại dấu ấn quan trọng trước hết là đứt gãy Sông Tiền và đứt gãy Sông Hậu chạy theo hướng TB-ĐN đã khai sinh ra 2 dòng sông lớn cùng tên. Thứ đến là các đứt gãy quy mô nhỏ chạy theo các hướng TB-ĐN, BN và ĐB-TN đã chia cắt đồng bằng sông Mê Kông ra từng khối sụt mạnh, tiền đề khai sinh ra thung lũng sông Tiền và sông Hậu và các khối nâng yếu thuận lợi

cho quá trình hình thành các cồn cát cửa sông (Hình 1).

Các khối nâng tương đối này ở bán đảo Cà Mau là những “cái bẫy” cho sự hình thành hệ thống các cồn cát đóng vai trò như những “tâm bồi kết” để kiến lập nên các đồng bằng theo nguyên lý “tích tụ hồi quy trầm tích”. Các đới sụt lún là tiền đề cho quá trình hình thành vùng biển dạng vũng vịnh còn các cồn cát tựa như các hòn đảo giữa vịnh. Dần dần các vũng vịnh sẽ biến thành lạch triều như sông Cái Lớn chạy theo hướng TB-ĐN là ranh giới của 2 mảnh ghép đồng bằng triều bán đảo Cà Mau và đồng bằng châu thổ sông Mê Kông. Tương tự như vậy trong phạm vi của bán đảo Cà Mau có hàng loạt các “mảnh ghép” địa phương đã tạo ra các đồng bằng triều có quy mô nhỏ. Ranh giới các mảnh ghép chính là hệ thống lạch triều liên thông với biển.

2.2. Đặc điểm địa tầng phân tập trầm tích Đệ Tứ

Địa tầng trầm tích Đệ Tứ của đồng bằng Nam Bộ đã có quá nhiều quan điểm phân chia hệ tầng và tên gọi khác nhau vì vậy rất khó sử dụng được trong nghiên cứu trầm tích luận. Trên cơ sở tiếp cận khung địa tầng phân tập (do Trần Nghi, 2012, 2018 đề nghị [18, 19]) có liên hệ đối sánh với LK98-2 sâu 161m (xuyên hết trầm tích Đệ Tứ) ở khu vực bãi triều Gành Hào, Bạc Liêu, tác giả đã luận giải lịch sử tiến hóa trầm tích Pleistocen muộn, phần muộn-Holocen đới bờ đồng bằng Nam Bộ. Theo đó địa tầng phân tập trầm tích Đệ Tứ đồng bằng Nam Bộ được chia ra 5 phức tập tương ứng với 5 hệ tầng: (1) Phức tập 1 có tuổi Pleistocen sớm ($Sq_1 - Q_1^1$); (2) Phức tập 2 có tuổi Pleistocen giữa phần sớm ($Sq_2 - Q_1^{2a}$); (3) Phức tập 3 có tuổi Pleistocen giữa, phần muộn ($Sq_3 - Q_1^{2b}$); (4) Phức tập 4 có tuổi Pleistocen muộn, phần sớm ($Sq_4 - Q_1^{3a}$); (5) Phức tập 5 có tuổi Pleistocen muộn, phần muộn đến Holocen ($Sq_5 - Q_1^{3b} - Q_2$) (Hình 2).



Hình 1. Sơ đồ cấu trúc kiến tạo Đệ Tứ đồng bằng Nam Bộ.
(theo Nguyễn Huy Dũng, 1996 [6], Nguyễn Biểu, 2000 [10] và Cao Đình Triều, 2017 [17] - có bổ sung chỉnh sửa).

Thước tỷ lệ	Tuổi nguồn gốc	Cột địa tầng	Độ sâu	Dày lớp	Dày tầng	Tướng trầm tích	Ký hiệu tương	MHT	MNB	
7m						Phức hệ tướng bùn đồng bằng triều chứa than bùn (Q ₂ ³)	tdp	HST		
14	Sq5		12.0		29.8	Tướng sét vũng vịnh (Q ₂ ²) Tướng bùn đầm lầy than (Q ₂ ¹⁻²)	mt amt	TST		
21	Q ₁ ^{3b} -Q ₂		9.5			21.5	Phức hệ tướng aluvi biển thấp (Q ₁ ^{3b})	ar		LST
28			8.3		29.8	Phức hệ tướng bùn đồng bằng triều (Q ₁ ^{3a})	tdp	HST		
35			7.7		37.2	Phức hệ tướng sét đầm lầy - vũng vịnh (Q ₁ ^{3a})	mt amt	TST		
42	Sq4		37.5			56.0	Phức hệ tướng aluvi biển thấp (Q ₁ ^{3a})	ar		LST
49	Q ₁ ^{3a}		18.5			67.0	Phức hệ tướng bột sét châu thổ (Q ₁ ^{2b})	amh		HST
56			11		20	Phức hệ tướng sét đầm lầy - vũng vịnh (Q ₁ ^{2b})	mt amt	TST		
63			6			80.0	Phức hệ tướng aluvi biển thấp (Q ₁ ^{2b})	ar		LST
70	Sq3		67.0		4	Phức hệ tướng bột sét châu thổ (Q ₁ ^{2a})	amh	HST		
77	Q ₁ ^{2b}		74.0			87.0	Phức hệ tướng bùn - sét ven biển (Q ₁ ^{2a})	mt amt		TST
84			13		23	Phức hệ tướng cát sạn, bột sét aluvi biển thấp (Q ₁ ^{2a})	ar	LST		
91	Sq2		91.0			104.0	Phức hệ tướng bột sét pha cát châu thổ (Q ₁ ¹)	amh		HST
98	Q ₁ ^{2a}		6.5		30.5	Phức hệ tướng bùn cát sét ven biển (Q ₁ ¹)	mt amt	TST		
105			9.5			116.5	Phức hệ tướng aluvi biển thấp (Q ₁ ¹)	ar		LST
112	Sq1		126.0			140.5	Trầm tích biển nông ven bờ.			
119	Q ₁ ¹		14.5		20.5					
126										
133										
140										
147	N ₂									
154										
161										

Hình 2. Năm phức tập trầm tích Đệ Tứ tương ứng với năm hệ tầng minh giải theo LK 98-2 ở bãi triều Gành Hào, Bạc Liêu: Sq₁ - Q₁¹; Sq₂ - Q₁^{2a}, Sq₃ - Q₁^{2b}; Sq₄ - Q₁^{3a}, Sq₅ - Q₁^{3b}-Q₂.
(theo Hoàng Văn Thức, 1999 [20]-có bổ sung chỉnh sửa).

3. Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

3.1. Cơ sở tài liệu

Bài báo sử dụng, phân tích một khối lượng lớn số liệu thuộc đề tài KC09.13/11-15 [12], đề tài KC.09.06/06-10 [7], đề tài phân chia địa tầng N-Q của Nguyễn Huy Dũng [6], đề tài Điều tra địa chất và tìm kiếm khoáng sản rắn biển ven bờ Việt Nam (0 - 30m nước) [10], đề tài Khảo sát đánh giá tiềm năng tài nguyên khoáng sản vùng biển Sóc Trăng [11] và các công bố trong và ngoài nước khác. Các số liệu này bao gồm: 29 lỗ khoan vùng bãi triều và vùng đồng bằng ven biển, 21 tuyến địa chấn, hàng trăm trạm lấy mẫu trầm tích tầng mặt tại vùng ngập nước, dữ liệu tuổi tuyệt đối (47 mẫu phân tích huỳnh quang kích thích- OSL xác định tuổi giồng cát, 57 mẫu phân tích tuổi ¹⁴C từ vỏ sò ốc, thân cây, than bùn nằm trong trầm tích tại các lỗ khoan triều và ven biển). Sơ đồ vị trí lỗ khoan, tuyến địa chấn được

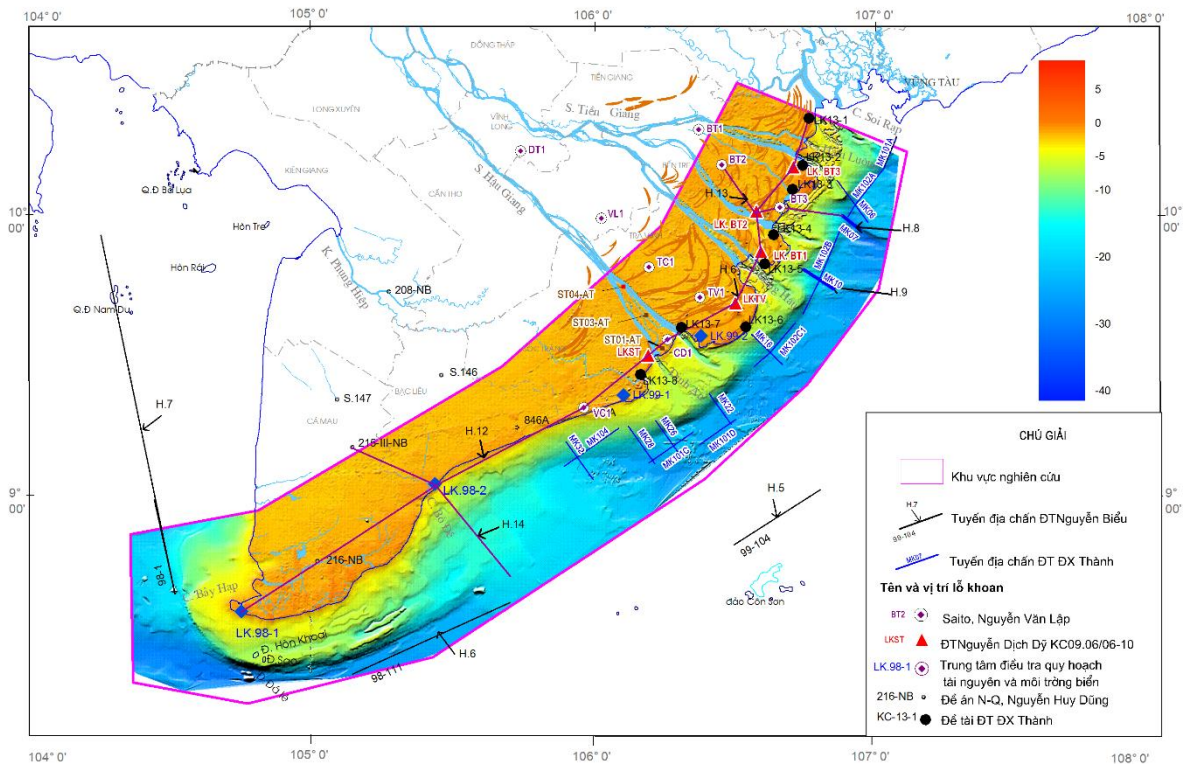
thu thập tổng hợp và xử lý từ các nguồn khác nhau trong công trình này thể hiện ở Hình 3.

3.2. Phương pháp luận

Trước hết, để hiểu biết lịch sử tiến hóa môi trường trầm tích Pleistocen muộn phần muộn – Holocen đới bờ đồng bằng Nam bộ cần dựa trên nhận thức về mối quan hệ nhân quả giữa sự thay đổi mực nước biển toàn cầu, bối cảnh địa động lực như là yếu tố nguyên nhân và trầm tích (bao gồm thành phần, cấu trúc) được coi là kết quả. Ba hướng tiếp cận chính nghiên cứu trầm tích Pleistocen muộn phần muộn – Holocen đới bờ đồng bằng Nam Bộ bao gồm:

3.2.1. Tiếp cận về mối quan hệ nhân quả giữa tương trầm tích và sự thay đổi mực nước biển toàn cầu

Mối quan hệ giữa chu kỳ tương trầm tích và chu kỳ phức tạp Đệ tứ trong mối quan hệ với 5



Hình 3. Cơ sở tài liệu trên nền bản đồ địa hình 3D vùng nghiên cứu.

chu kỳ thay đổi mực nước biển do ảnh hưởng của 5 chu kỳ băng hà/gian băng đã được chứng minh qua kết quả nghiên cứu chi tiết của đồng bằng Sông Hồng (bảng 1). Theo đó trầm tích Pleistocen muộn phần muộn - Holocen nằm trọn trong chu kỳ cuối, bao gồm 3 pha thay đổi mực nước biển: (1) Pha biển thoái Pleistocen muộn do ảnh hưởng của băng hà Wurm 2 (40-18 ngàn năm BP) tương ứng với miền hệ thống trầm tích biển thấp (Q_1^{3b} TST); (2) Pha biển tiến Flandrian trong Holocen sớm - giữa (18-5 ngàn năm BP), tương ứng với miền hệ thống trầm tích biển tiến (Q_2^{1-2}) TST; và (3) Pha biển cao Holocen giữa - muộn (5 ngàn năm tới nay) tương ứng với miền hệ thống biển cao (Q_2^{2-3} HST).

Châu Âu		Mỹ		Thời gian (ngàn năm)	Phức tạp và mực nước biển (Trần Nghi, 2016)
Gian băng	Băng hà	Gian băng	Băng hà		
Hiện tại		Holocene		5 - 0 18 - 5	Sq_5 Q_1^{3b} - Q_2
	wurm 2		Wisconsinian (Woodfordian)	40 - 18	Sq_4
W1 - W2		Wisconsinian		50 - 40	Q_1^{3a}
	wurm 1		Wisconsinian (Flandrian)	83 - 50	Q_1^{2b} Q_1^{2a}
R - W1		Sangamonian	Flandrian	130 - 83	Sq_3
	Riss		Linoian	191 - 130	Sq_2
W - R		Yarmouthian		400 - 191	Q_1^{2a}
	Mindel		Kasan	800 - 400	Q_1^{1b} Q_1^{1a}
G - M		Aflonian		1400 - 800	Sq_1
	Gunz		Nebraska	1900 - 1400	Q_1^1

Bảng 1. Mối quan hệ giữa các chu kỳ phức tạp, chu kỳ thay đổi mực nước biển ở Việt Nam với chu kỳ băng hà ở Châu Âu và Mỹ (Trần Nghi, 2014) [20]

3.2.2. Tiếp cận tiến hóa trầm tích

Tiến hóa trầm tích được thể hiện qua tính chu kỳ của tướng trầm tích và thành phần vật chất, chu kỳ sau lặp lại chu kỳ trước nhưng ở trình độ cao hơn.

3.2.3. Tiếp cận địa tầng phân tập

Địa tầng phân tập được hiểu là mối quan hệ của các phức hệ trầm tích với sự thay đổi mực nước biển chân tĩnh và chuyển động kiến tạo. Ranh giới biển thoái cực tiểu của một chu kỳ dao động mực nước biển được lấy làm ranh giới của một phức tập (sequence) (Trần Nghi, 2012, 2018) [18, 19]. Địa tầng phân tập được định

nghĩa như sau: “Địa tầng phân tập là sự sắp xếp có quy luật của 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”. Theo đó, mỗi chu kỳ trầm tích tương ứng với một phức tập. Trong đó 3 nhóm tướng của mỗi chu kỳ tương ứng với 3 miền hệ thống của một phức tập: (1) Nhóm tướng aluvi tương ứng với miền hệ thống trầm tích biển thấp (arLST); (2) Nhóm tướng ven biển, biển nông-vũng vịnh tương ứng với miền hệ thống trầm tích biển tiến (amt, mtTST) và (3) Nhóm tướng châu thổ tương ứng với miền hệ thống trầm tích biển cao (amhHST).

3.3. Các phương pháp nghiên cứu

3.3.1. Phương pháp nghiên cứu ngoài trời

Phương pháp nghiên cứu ngoài trời thực hiện trong hai đợt khảo sát năm 2013 và 2014 thuộc nhiệm vụ đề tài KC.09.13/11-15 bao gồm: khảo sát thực địa, viết nhật ký, chụp ảnh và mô tả lõi khoan. Những dấu hiệu quan trọng nhất quan sát bằng mắt thường là kiểu trầm tích, tỷ lệ cát/bùn, màu sắc, mùi vị, hàm lượng vật chất hữu cơ, hàm lượng vỏ sinh vật, cấu tạo các lớp trầm tích và nhận xét môi trường thành tạo.

3.3.2. Các phương pháp nghiên cứu trong phòng:

a) Phương pháp phân tích độ hạt

Phân tích độ hạt sử dụng bộ rây và pipet để tính hàm lượng % các cấp hạt (sạn, cát, bột, sét..) từ đó xây dựng các biểu đồ tích lũy độ hạt, biểu đồ phân bố độ hạt, tính toán các tham số Md , So , Sk , C/B để xác định chế độ thủy động lực của môi trường. Trong đó:

So là hệ số chọn lọc biến thiên từ 1 (min) đến 10 (max), đặc trưng cho độ chọn lọc của một thể trầm tích. So càng lớn độ chọn lọc càng kém và ngược lại;

Md (mm) là kích thước trung bình của các cấp hạt;

Sk là hệ số bất đối xứng. Khi $Sk > 1$ đỉnh đường cong phân bố lệch về bên trái, $Sk < 1$ - lệch về bên phải;

C/B là tỷ số hàm lượng cát trên hàm lượng bùn, biến thiên từ 0/9-9/0. Hàm lượng cát/bùn cho phép phân tích tương một cách chính xác.

Phân cấp độ hạt theo thang phi (ϕ) (Krumbein (1934, 1948); Uden (1914); Wentworth (1922)) [21-25], phân loại trầm tích theo biểu đồ phân loại trầm tích Cục Địa chất Hoàng Gia Anh (1979).

b) *Phương pháp phân tích lát mỏng thạch học bỏ rời trầm tích cát* cho phép xác định được thành phần khoáng vật hạt vụn tha sinh (thạch anh, fenspat, mảnh đá) và hệ số mài tròn.

c) *Phương pháp soi nổi* sử dụng kính hiển vi soi nổi xác định các thành phần: khoáng vật tạo đá (thạch anh, fenspat, mica, mảnh đá), khoáng vật nặng, vụn vỏ sinh vật (foram, sò, ốc...), mảnh thực vật ... đặc điểm màu sắc độ chọn lọc, độ mài tròn của hạt vụn. Mẫu tiến hành rửa sạch phần bột sét bằng rây 0,063mm, đem sấy khô rây và soi trên từng cấp rây sau đó tính toán để quy về thành phần trong toàn mẫu.

d) *Phương pháp phân tích tương và thành lập bản đồ tương đá-cổ địa lí* là phương pháp sử dụng một cách đồng bộ và liên hoàn các tham số trầm tích được phân tích trên cùng một mẫu nhằm khoanh định được các tương trầm tích khác nhau trên không gian theo các miền hệ thống (LST, TST, HST).

- Các tham số cơ học: Md, So, Ro, C/B;

- Các tham số khoáng vật chỉ thị môi trường biển: calcit, monmorilonit, siderit, glauconit.

- Các tham số địa hóa môi trường: pH, Eh, Kt, pH là chỉ số chỉ thị trường lực địa (pH <7), môi trường chuyển tiếp (pH=7.0-7.5), môi trường biển (pH>7.5). Eh (mv) là chỉ số thế năng oxy hóa-khử, chỉ thị cho môi trường oxy hóa (Eh >0) và môi trường khử (Eh<0). Kt (mgd/100g) là chỉ số cation trao đổi, chỉ thị cho môi trường lực địa (Kt <0.5); môi trường chuyển tiếp (Kt=0.5-1.0); môi trường biển (Kt>1.0).

- Hàm lượng và loại vật chất hữu cơ (TOC). Vật chất hữu cơ thượng đẳng thuộc rừng ngập mặn là môi trường đầm lầy ven biển.

e) *Phương pháp phân tích mặt cắt địa chấn nông phân giải cao*

Phương pháp phân tích mặt cắt địa chấn nông phân giải cao dựa trên cơ sở các mối tương quan giữa các đặc điểm của trường sóng địa chấn với các đặc điểm thạch học và tương trầm tích. Từ đó có thể phân chia ranh giới các phức tập và các miền hệ thống (LST, TST, HST).

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Đặc điểm tương trầm tích và quy luật phân bố

4.1.1. Đặc điểm tương trầm tích miền hệ thống biển thấp (LST)

Giai đoạn Pleistocen muộn phần muộn tương ứng với pha biển thoái do ảnh hưởng của băng hà Wurm 2 (40-18 ka BP). Trên một không gian rộng lớn từ đất liền đến độ sâu 100m nước, giai đoạn này được bao phủ bởi một nhóm tương aluvi điển hình.



Hình 4. Tương cát sạn đa khoáng lòng sông biển thấp ĐBSCL (arLST Q₁^{3b}).

(a. LK BT3-63.7-64m; b. LKBT2-79-79.3m).

- *Khu vực đồng bằng sông Mê Kông* nhóm tương aluvi gồm 5 tương: (1) Tương cát lòng sông; (2) Tương cát còn giữa sông; (3) Tương cát đê cát ven sông; (4) Tương bột sét bãi bồi; (5) Tương hồ-đầm lầy bãi bồi. Các tương này tạo thành một nhịp tương aluvi có độ hạt biến thiên từ thô đến mịn. Cát lòng sông đa khoáng, có độ chọn lọc và mài tròn kém được lắng đọng trong

môi trường dòng chảy một chiều với năng lượng thủy động lực mạnh (Bảng 2, Hình 4).

Tướng cát còn cát giữa sông có độ chọn lọc và mài tròn tốt hơn cát lòng sông ($S_o=1.3-1.6$; $R_o=0.5-0.7$). Theo phương thẳng đứng chúng có dạng thấu kính xen kẽ giữa tướng cát lòng sông và tướng bột sét bãi bồi, với bề dày thay đổi từ 10-20m và chiều rộng từ 1000-15000m. Bột sét bãi bồi có màu nâu đỏ phù sa, chọn lọc kém ($S_o > 2.5$), tỷ lệ cát/bùn tương đối thấp ($C/B = 2/8-4/6$), độ pH luôn luôn nhỏ hơn 7 ($pH = 6.5-6.8$) (bảng 2). Cấu tạo phân lớp sóng xiên đứt đoạn, được lắng đọng vào mùa nước lũ tràn bờ tạo nên một đồng bằng aluvi bằng phẳng và rộng lớn (Hình 18a). Sự phát triển vượn dài của hệ thống sông Mê Kông về phía đông giai đoạn Q_1^{3b} được minh họa một cách sinh động bởi những rãnh đào khoét, cắt xẻ trên mặt cát T98-104 chạy song song với bờ biển khu vực cửa Sông Hậu (Hình 5) và mặt cát MK10 chạy vuông góc với bờ (Hình 8).

- *Khu vực bán đảo Cà Mau* nhóm tướng aluvi có các tham số trầm tích và chỉ số địa hóa môi trường cũng tương tự như ở đồng bằng sông Mê Kông. Tuy nhiên nhóm tướng aluvi này có quy mô nhỏ hơn cả diện tích phân bố và bề dày trầm tích (Hình 13, h.17a). Điều đó được lý giải bởi sự ảnh hưởng của hệ thống đứt gãy yếu và vành đai nâng kiến tạo khu vực biển nông ven bờ là nguyên nhân tạo nên hệ thống lưu vực sông có quy mô nhỏ bé. Hệ thống này hoạt động gần như độc lập với hệ thống lưu vực sông Mê Kông.

Trên mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến T-98-111 chạy song song với bờ vùng biển Bạc Liêu thấy rõ dấu vết bào mòn cắt xẻ của lòng sông chảy từ đất liền qua Bạc Liêu ra biển giai đoạn biển thấp Pleistocen muộn, phân muộn ($arLSTQ_1^{3b}$) (Hình 6). Điều đó chứng tỏ dòng sông này chảy theo đứt gãy Hà Tiên-Bạc Liêu, đóng vai trò như một ranh giới của 2 cấu trúc địa chất khác nhau và tiền đề phát sinh dòng sông trong giai đoạn biển thoái Pleistocen muộn, phân muộn (Q_1^{3b}).

Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến T98-01 vùng biển phía Tây trong giai đoạn biển thấp Pleistocen muộn, phân muộn cũng thấy rõ dấu vết các lòng sông bào mòn cắt xẻ khá phổ biến (Hình 7).

4.1.2. Đặc điểm tướng trầm tích miền hệ thống trầm tích biển tiến (TST)

1) Đặc điểm nhóm tướng trầm tích ven biển thuộc miền hệ thống trầm tích biển tiến ($TSTQ_2^{1-2}$)

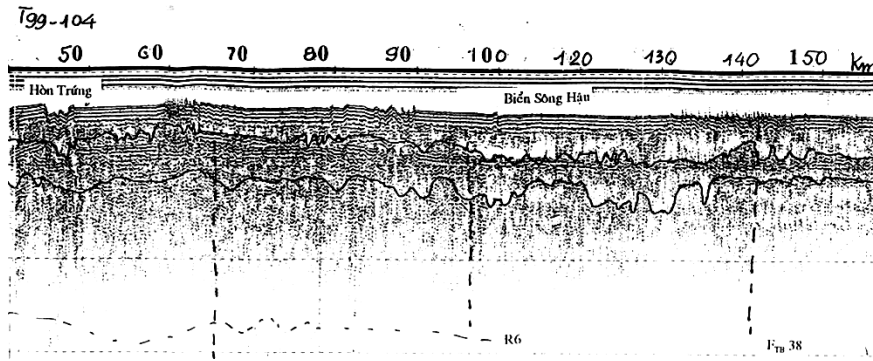
- *Nhóm tướng trầm tích ven biển Holocen sớm - giữa (Q_2^{1-2}) khu vực đồng bằng sông Mê Kông* gồm 3 tướng: (1) Nhóm tướng aluvi biển tiến (at $TSTQ_2^{1-2}$); (2) Tướng bùn cát châu thổ ngầm biển tiến (amt $TSTQ_2^{1-2}$); (3) Tướng cát bùn bãi triều biển tiến (amt $TSTQ_2^{1-2}$).

Pha biển tiến Flandrian kéo dài từ 18ka đến 6ka BP. Khi đường bờ của pha biển tiến còn ở cách xa đường bờ hiện đại thì trong khu vực đới bờ sông Tiền và sông Hậu vẫn đang hoạt động bình thường vì vậy chúng tạo ra một nhịp tướng aluvi điển hình như ở giai đoạn biển thấp và được gọi là nhịp tướng aluvi biển tiến có tuổi Holocen sớm (at $TSTQ_2^{1-2}$). Trong mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến MK-10 (Hình 8) thấy rõ nhịp tướng aluvi biển tiến phủ trên bề mặt bào mòn cắt xẻ xuống nhịp tướng aluvi biển thấp ($arLSTQ_1^{3b}$). Tuy nhiên có những khu vực đường bờ biển tiến đã tiếp cận tới đường bờ hiện đại thì ở đó sẽ hình thành tướng bùn cát châu thổ ngầm có cấu tạo nôm tăng trưởng có tuổi cùng tuổi với nhóm tướng aluvi biển tiến (amt Q_2^{1-2}) (Hình 8, Hình 9). Tướng cát bùn bãi triều biển tiến khu vực đồng bằng sông Mê Kông thuộc bãi triều hỗn hợp. Trầm tích có màu xám ghi, tỷ lệ cát/bùn (C/B) thay đổi từ 5/5 đến 7/3, độ chọn lọc kém chứa nhiều vụn vỏ sò và các hạt kết vón oxit Fe^{3+} có nguồn gốc do sóng bào mòn phá hủy tầng bột sét loang lổ bị laterit hóa tuổi Pleistocen muộn phân sớm (Q_1^{3a}) (Hình 10b, c, bảng 2).

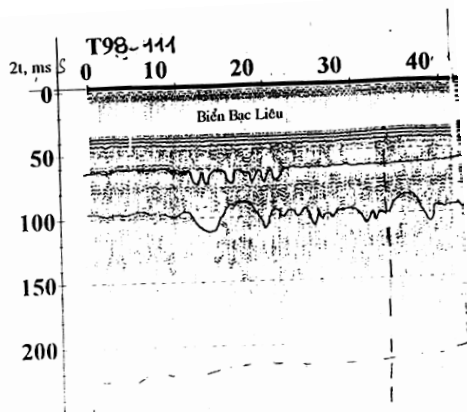
Bảng 2. Đối sánh các tham số trầm tích và tương trầm tích theo 3 miền hệ thống (LST, TST, HST) của phức tập (Q₁^{3b}-Q₂) đới bờ đồng bằng Nam Bộ

Miền hệ thống trầm tích	Đới bờ bán đảo Cà Mau						Đới bờ đồng bằng Sông Mê Kông						
	Tương trầm tích và miền hệ thống	Md (mm)	So	Cát/Bùn	pH	TOC (%)	Tương trầm tích và miền hệ thống	Md (mm)	So	Cát/Bùn	pH	TOC (%)	
HST Q ₂ ²⁻³	Nhóm tương biển ven bờ hiện đại (Q ₂ ³)*	0.01	1.3	8/2	7.6	0.5	- Tương bùn cát tiền châu thổ hiện đại (Q ₂ ³)*	0.05	1.3	9/1	7.5	0.5	
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-
		0.25	2.7	1/9	8.5	30.0		0.25	2.8	3/7	8.5	20.0	
	- Tương bùn cát đồng bằng triều chứa than bùn (tdpHST Q ₂ ²⁻³) - Tương sét lạch triều (tdcHST Q ₂ ²⁻³)	0.01	1.9	2/8	7.3	10	Tương bột sét ĐBCT (amh ₁ HST Q ₂ ³)	0.01	2.2	1/9	8.5	0.0	
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	
		0.23	2.4	4/6	7.8	100	0.18	2.5	3/7	8.8	2.0		
		0.01	1.7	1/9	7.4	5.0	Tương bùn cát tiền châu (amh ₂ HST Q ₂ ²⁻³)	0.01	1.9	3/7	7.6	0.5	
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	
		0.18	2.1	3/7	7.9	15.0	0.18	2.4	9/1	7.9	30		
		-	-	-	-	-	Tương sét Prodelta (amh ₃ HST Q ₂ ²⁻³)	<0.15	1.5	1/9	7.8	0	
-	-	-	-	-	-	-		-	-	-			
-	-	-	-	-	1.9	3/9	8.2	0.5					
TST Q ₂ ¹⁻²	Tương sét lagoon biển tiền cực đại (mtTSTQ ₂ ¹⁻²)	<0.10	1.4	1/9	7.5	0.5	Tương sét lagoon biển tiền cực đại (mtTSTQ ₂ ¹⁻²)	<0.10	1.4	1/9	7.7	0.5	
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	
	1.8	2/8	7.8	5.0	1.8	2/8	8.2	5.0					
	0.01	2.2	1/9	4.5	15	Tương bùn cát ven biển tiền (amtTSTQ ₂ ¹⁻²)	0.01	1.5	1/9	7.4	20		
-	-	-	-	-	-		-	-	-	-			
0.15	2.5	3/7	7.5	100	0.25	2.5	4/6	7.8	100				
Tương bùn cát đồng bằng triều biển tiến (tdpTSTQ ₂ ¹)	0.05	1.9	1/9	7.5	- Nhóm tương aluvi biển tiến (atTSTQ ₂ ¹) - Nhóm tương châu thổ ngầm biển tiến (amtTSTQ ₂ ¹)	0.1	1.6	1/9	7.6				
	-	-	-	-		-	-	-	-		-		
0.15	2.5	3/7	7.8	0.28	2.5	8/2	7.9						
LST Q ₁ ^{3b}	Nhóm tương aluvi biển thấp (arLST Q ₁ ^{3b})	0.01	1.8	2/8	6.8	1.5	Nhóm tương aluvi biển thấp (arLSTQ ₁ ^{3b})	0.02	1.5			0.5	
		-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	
0.25	2.5	8/2	7.2	2.8	0.50	2.3				2.3			

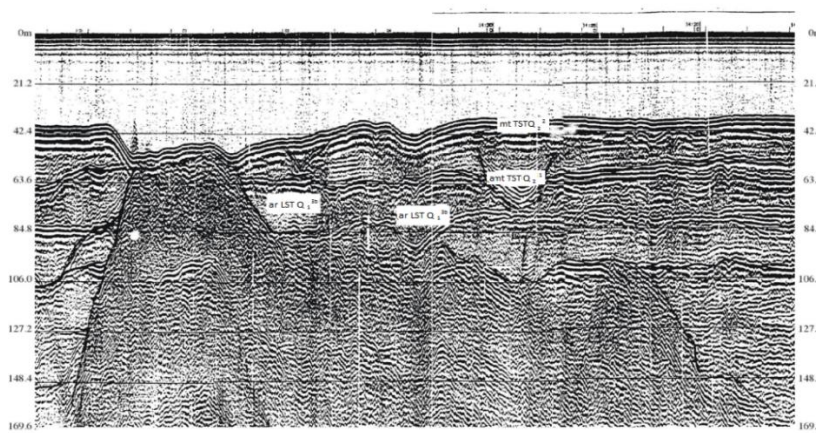
*Số liệu tổng hợp từ nguồn mẫu trầm tích tầng mặt đề tài KC09.13/11-15 [12] & Đề án: do TSKH. Nguyễn Biểu chủ nhiệm [8]. Các số liệu khác tổng hợp tại các lõi khoan thuộc các đề tài dự án khác nhau.



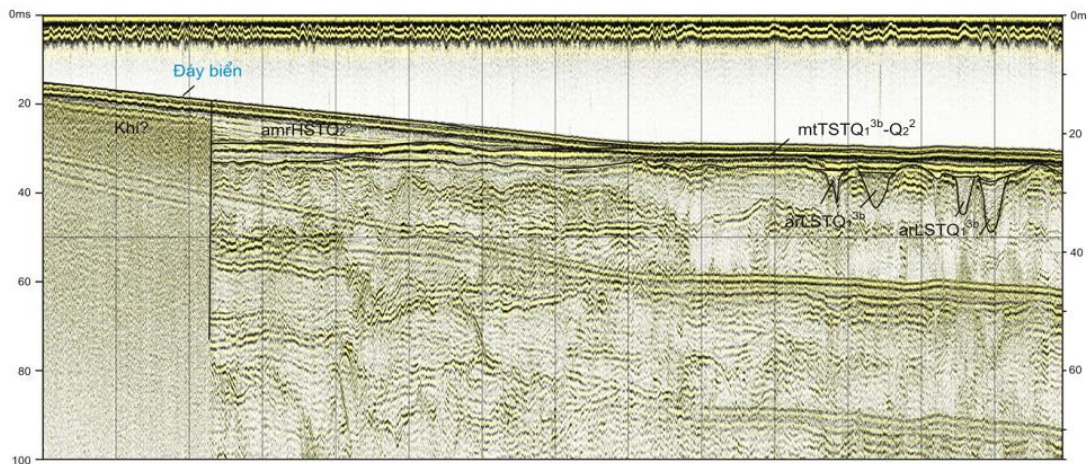
Hình 5. Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến T99-104 song song với bờ vùng biển cửa Sông Hậu đã chỉ ra ranh giới bào mòn cắt xẻ của Sông Hậu giai đoạn Q_1^{3b} (LST) và ranh giới bào mòn biển tiến giai đoạn Q_2^1 (TST) (nguồn: Nguyễn Biểu, 1999) [10].



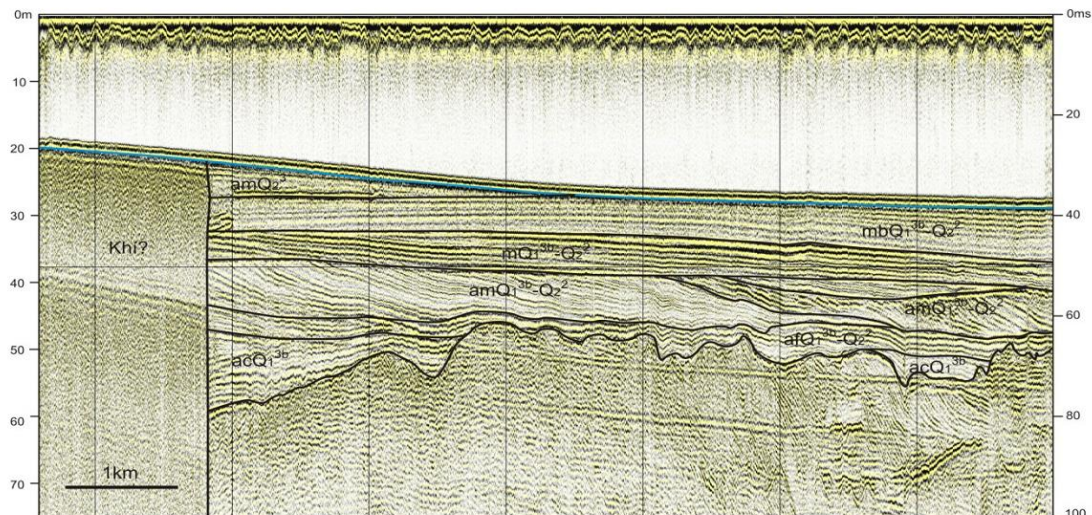
Hình 6. Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến T98-111 song song với bờ, vùng biển Bạc Liêu đã chỉ ra dấu vết cắt xẻ của lòng sông cổ giai đoạn biển thoái Pleistocen muộn phân muện Q_1^{3b} (LST) chảy từ Bạc Liêu ra biển Đông, và hệ thống lạch triều biển tiến Holocen sớm Q_2^1 (TST) đào khoét xuống trầm tích aluvi Q_1^{3b} (Nguồn: Nguyễn Biểu, 1999) [10].



Hình 7. Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến T-98-1 khu vực Biển Tây thấy rõ dấu vết cắt xẻ của lòng sông biển thấp Q_1^{3b} (Nguồn: Nguyễn Biểu, 1998) [10].

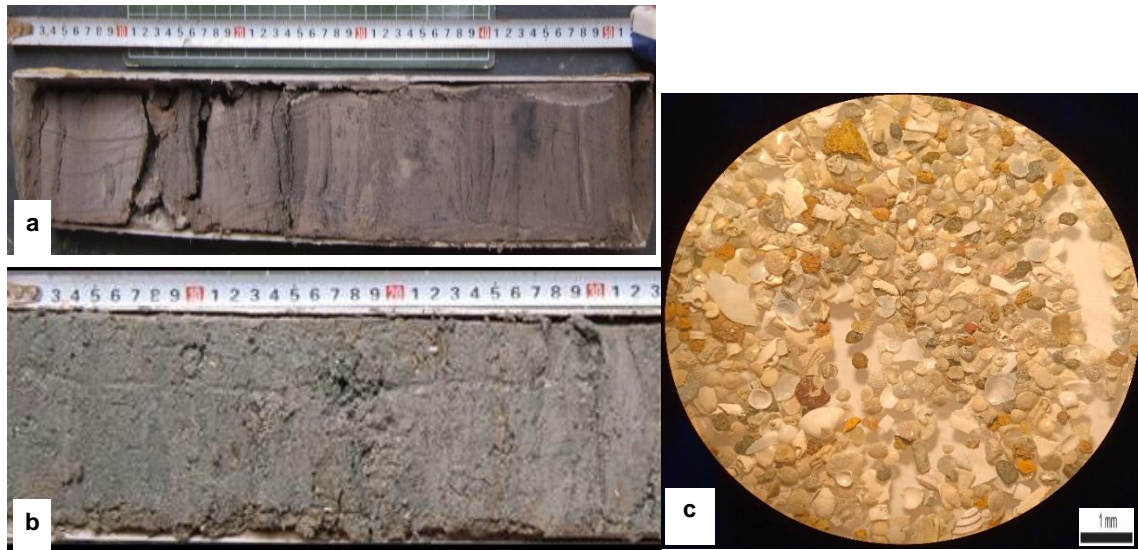


Hình 8. Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến MK10, chạy vuông góc với bờ vùng biển Sông Tiền chỉ ra bề mặt bào mòn cắt xẻ của lòng sông Tiền biển thấp Pleistocen muộn, phần muộn (arLSTQ₁^{3b}); tương sét xám xanh vũng vịnh biển tiến cực đại (mtTSTQ₂¹⁻²) và nhóm tương châu thổ ngầm biển cao (amHSTQ₂³).



Hình 9. Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao vuông góc với bờ vùng biển cửa Ba Lai, tuyến MK-07 đã chỉ ra trật tự của các nhóm tương (từ dưới lên) như sau:

- Nhóm tương aluvi biển thấp Pleistocen muộn, phần muộn (arLSTQ₁^{3b}) thấy rõ rãnh đào khoét sâu của lòng sông.
- Nhóm tương bùn cát châu thổ ngầm cấu tạo nềm tăng trưởng của pha biển tiến Flandrian (amt TSTQ₂¹).
- Nhóm tương bùn cát ven biển biển tiến Holocen sớm-giữa (amtTSTQ₂¹⁻²).
- Tương sét xám xanh vũng vịnh biển tiến cực đại Holocen giữa (6-5ka BP) (mtTSTQ₂¹⁻²).
- Nhóm tương châu thổ ngầm hiện đại có cấu tạo nềm tăng trưởng biển cao (amHSTQ₂^{3b}).
- Tương bùn cát biển nông hiện đại biển cao (mhHSTQ₂^{3b}).



Hình 10: Phức hệ trầm tích ven biển Holocen sớm - giữa (Q_2^{1-2}).

- a) Tầng bùn đầm lầy ven biển chứa than bùn biển tiến (tdfTST Q_2^{1-2}) bán đảo Cà Mau;
 b) Tầng cát bãi triều chứa vỏ sinh vật biển tiến (amtTST Q_2^{1-2}) ĐBSCL;
 c) Ảnh soi nổi cát bãi triều trên rây 0,5mm chứa nhiều foram và vỏ sò ốc (~50%).

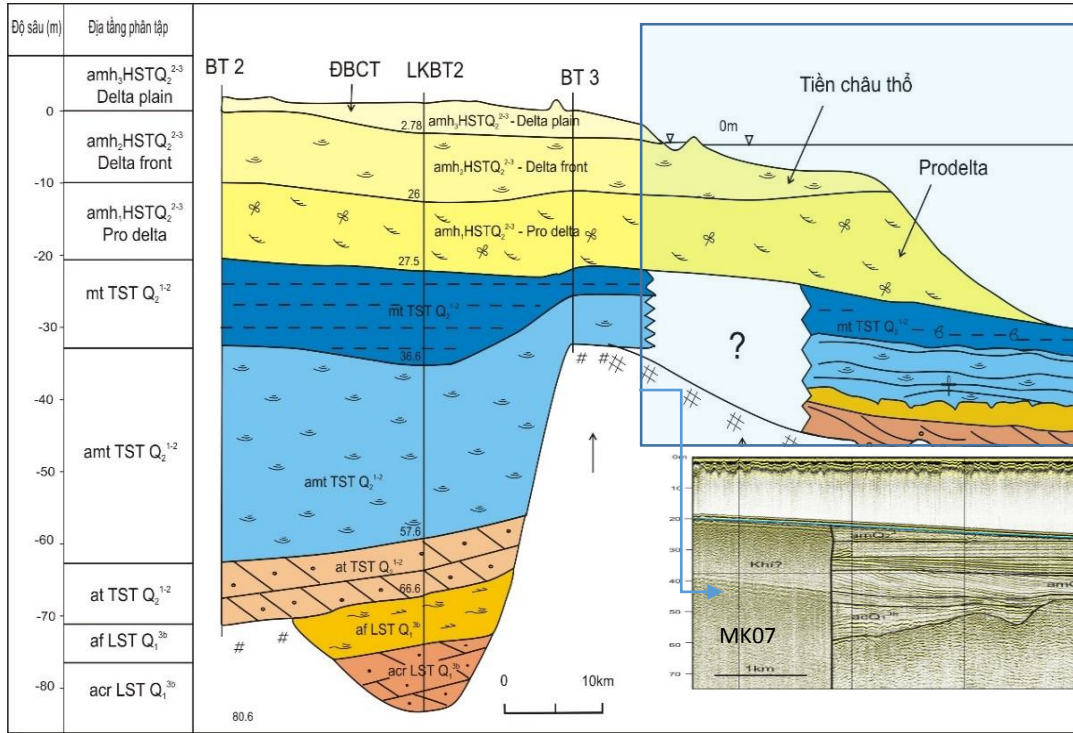
- Nhóm tương ven biển Holocen sớm - giữa (Q_2^{1-2}) khu vực bán đảo Cà Mau gồm 2 tầng:
 (1) Tầng bùn cát đồng bằng triều biển tiến (tdpTST Q_2^{1-2}) có tuổi tương đương với nhóm tương aluvi biển tiến và tương bùn cát châu thổ ngầm biển tiến của ĐBSCL. Trong thời kỳ này phần đất liền của đới bờ hiện đại của bán đảo Cà Mau hầu hết bị ngập triều và biến thành đồng bằng gian triều phát triển rực rỡ rừng ngập mặn ven biển; (2) Tầng bùn đầm lầy ven biển chứa than bùn (tdfTST Q_2^{1-2}). Thời kỳ này rừng ngập mặn bị chôn vùi và tương bùn cát đồng bằng triều biến thành tương bùn đầm lầy ven biển chứa than bùn (Hình 10a).

Trên bản đồ tương đá-cổ địa lý toàn bộ khuôn viên của đồng bằng Nam Bộ bị phủ bởi nhóm tương ven biển trải rộng từ đới bờ đến đường bờ 6-5ka BP (hình 20b). Tuy nhiên giữa 2 đồng bằng khác nhau cơ bản là ở bán đảo Cà Mau nhóm tương ven biển chủ yếu là tương bùn đầm lầy than bùn còn trên đồng bằng sông Mê Kông thì gồm một phức hệ đa tương trong đó tương bùn đầm lầy ven biển chỉ chứa than bùn dưới dạng các thấu kính mỏng phân bố rải rác.

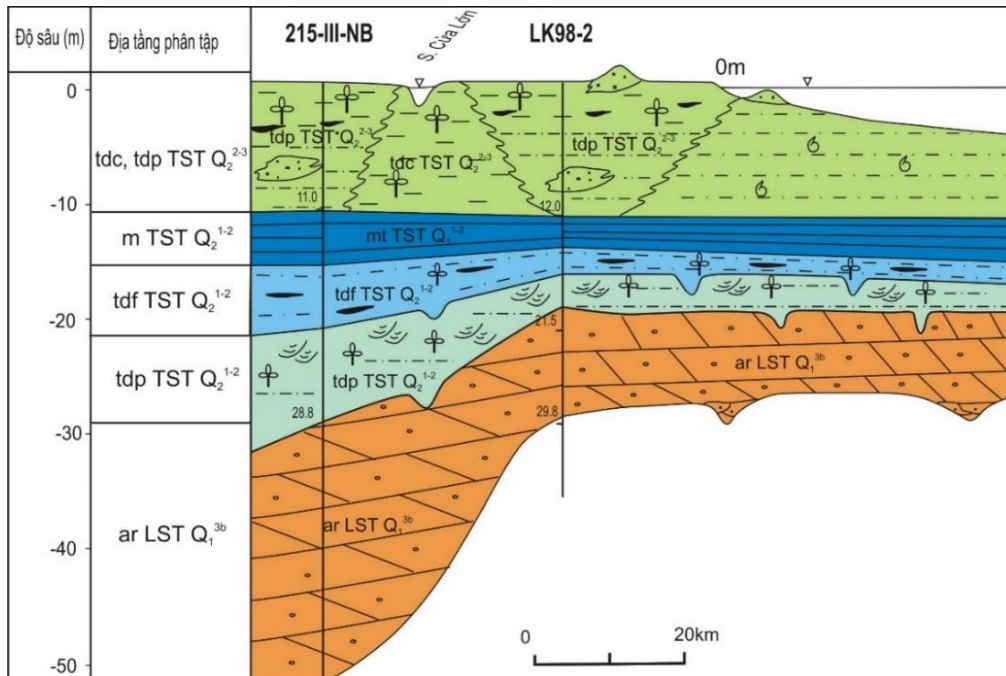
2) Đặc điểm nhóm tương sét biển nông-lagoon biển tiến cực đại (mtTST Q_2^{1-2})

Giai đoạn biển tiến Flandrian cực đại (6-5ka BP) biển ngập trên toàn bộ các đồng bằng Nam Bộ, đồng bằng Sông Hồng và các đồng bằng lagoon ven biển Miền Trung. Tuy nhiên mỗi khu vực khác nhau sẽ có một nhóm tương trầm tích đặc trưng khác nhau. Đối với đồng bằng sông Mê Kông thời kỳ này đặc trưng là tương sét xám xanh (Hình 11a). Hàm lượng sét chiếm trên 90% chủ yếu là sét monmorilonit và hydromica thứ đến là kaolinit. Độ pH thay đổi từ 7.8 - 8.9 đặc trưng cho môi trường biển nông-vũng vịnh.

Khác với sét xám xanh ở khu vực đồng bằng sông Mê Kông, khu vực bán đảo Cà Mau trong giai đoạn biển tiến cực đại đặc trưng là tương sét màu xám đen do chứa một hàm lượng vật chất hữu cơ nhất định thay đổi từ 1-5 (%) (Hình 11b; Bảng 2). Đây là hiện tượng phát triển kế thừa từ nhóm tương bùn đầm lầy than bùn sang nhóm tương sét xám đen vũng vịnh.



Hình 14. Mặt cắt tương đá -cổ địa lý trầm tích Pleistocen muộn - Holocen vuông góc với bờ khu vực Sông Hậu (vị trí mặt cắt xem hình 3).



Hình 15. Mặt cắt tương đá -cổ địa lý trầm tích Pleistocen muộn -Holocen (Q₁^{3b}-Q₂) vuông góc với bờ khu vực bán đảo Cà Mau (vị trí mặt cắt xem hình 3).

3) Đặc điểm tướng trầm tích giai đoạn biển cao Holocen giữa - muộn (6-5ka BP)

- Trên khu vực đới bờ châu thổ sông Mê Kông hình thành 2 nhóm tướng:

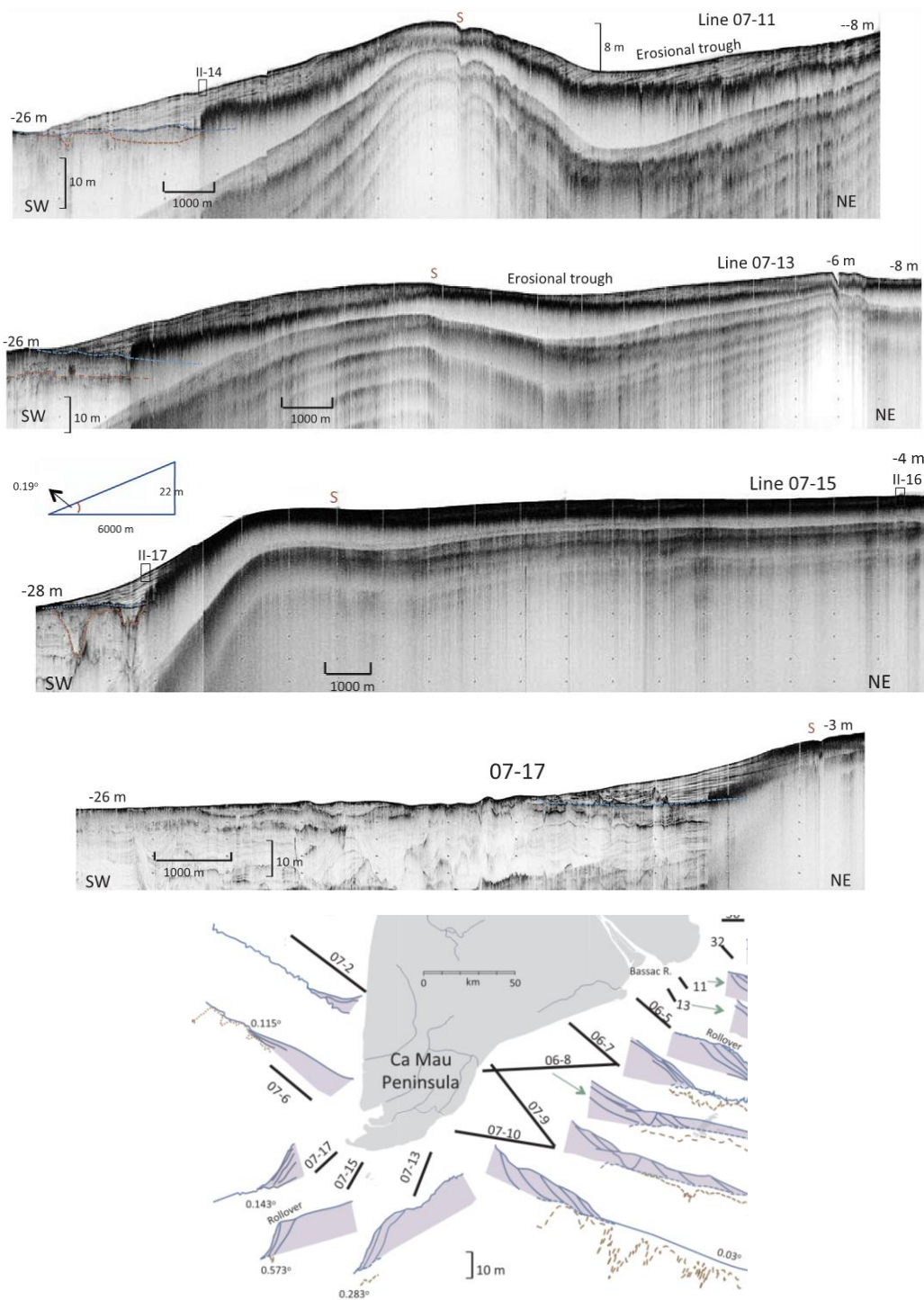
Nhóm tướng châu thổ ngầm biển cao bị chôn vùi ($amh_1HSTQ_2^{2-3}$) và nhóm tướng châu thổ hiện đại ($amh_2HSTQ_2^3$).

Nhóm tướng châu thổ ngầm biển cao bị chôn vùi gồm 3 tướng cộng sinh theo phương thẳng đứng, phân bố từ độ sâu 45-0m. (1) Tướng bùn sét prodelta ($amh_1HSTQ_2^{2-3}$) phân bố ở phần thấp nhất của nhóm tướng châu thổ ngầm thay đổi từ độ sâu 45m đến 40m, cấu tạo nê-m tầng trưởng tạo ra một ranh giới chéo với tướng sét xám xanh Holocen giữa. Ranh giới này có tuổi trẻ dần từ đất liền ra biển (từ Holocen giữa đến Holocen muộn). (2) Tướng bùn cát tiền châu thổ ($amh_2HSTQ_2^{2-3}$) phủ trên tướng bùn sét prodelta, có địa hình nghiêng thoải về phía biển. Nhóm tướng này chứa nhiều thấu kính cát có độ mài tròn và chọn lọc tốt, nguyên là các cồn cát cửa sông (sand bars). (3) Nhóm tướng bột sét chứa cát đồng bằng châu thổ ($amh_3HSTQ_2^3$) phủ trên tướng bùn cát tiền châu thổ (delta front) và bị phủ bởi tướng bột sét đồng bằng châu thổ hiện đại. Nhóm tướng thứ ba này gồm 3 tướng cơ bản: tướng bột sét bãi bồi châu thổ thường có màu nâu đỏ phù sa, có tỷ số cát/bùn (C/B) thay đổi từ 1/9-3/7 (Hình 12a); tướng cát cồn cát cửa sông và tướng cát cồn sông. Trong địa tầng tướng trầm tích này tồn tại dưới dạng các thấu kính cát có quy mô lớn. Những thấu kính chạy song song với bờ biển hiện đại nguyên là cồn cát cửa sông (sandy bars). Còn các thấu kính chạy vuông góc với đường bờ biển hiện đại thì đó là các cồn sông (cù lao) cổ.

Nhóm tướng châu thổ hiện đại biển cao ($amh_4Q_2^3$) gồm 3 tướng cộng sinh theo không gian từ đất liền ra biển. (1) Tướng bột sét đồng

bằng châu thổ biển cao (châu thổ trên cạn) ($amh_4HSTQ_2^3$) của khu vực nghiên cứu phân bố trên một không gian rộng lớn từ đường bờ hiện đại đến đường bờ cổ 1000 năm BP. Chúng có bề dày thay đổi từ 15-25m tạo một hình nê-m có ranh giới chéo với tướng bột sét đồng bằng châu thổ chôn vùi từ đất liền ra biển. Trên bề mặt của đồng bằng châu thổ hiện đại xuất hiện 3 thế hệ thùy châu thổ được cấu thành bởi các “chùm hoa” cồn cát hình lưỡi liềm quay lưng ra biển, đây chính là dấu ấn của 3 thế hệ đường bờ biển cổ: 1500-1000 năm; 700-500 năm và 100 năm đến nay (Hình 3, Hình 18). (2) Tướng bùn cát tiền châu thổ biển cao hiện đại ($amh_5HSTQ_2^3$) phân bố từ độ sâu 0-15m nước. Trong đó đới ngoài có địa hình bằng phẳng nghiêng thoải về phía biển khoảng 0.5-2°. Đới gần bờ của tiền châu thổ sông Mê Kông phát triển một nhóm tướng trong đó các tướng cộng sinh với nhau theo không gian là: tướng cồn cát cửa sông, tướng bùn lagoon cửa sông và tướng bùn cát bãi triều ven biển. (3) Tướng bùn sét prodelta biển cao hiện đại ($amh_6HSTQ_2^3$) phân bố ở độ sâu từ 15-20m nước tạo một sườn dốc (5-15°) hình quạt bao quanh vùng biển cửa sông Mê Kông hiện đại (Hình 3, 16).

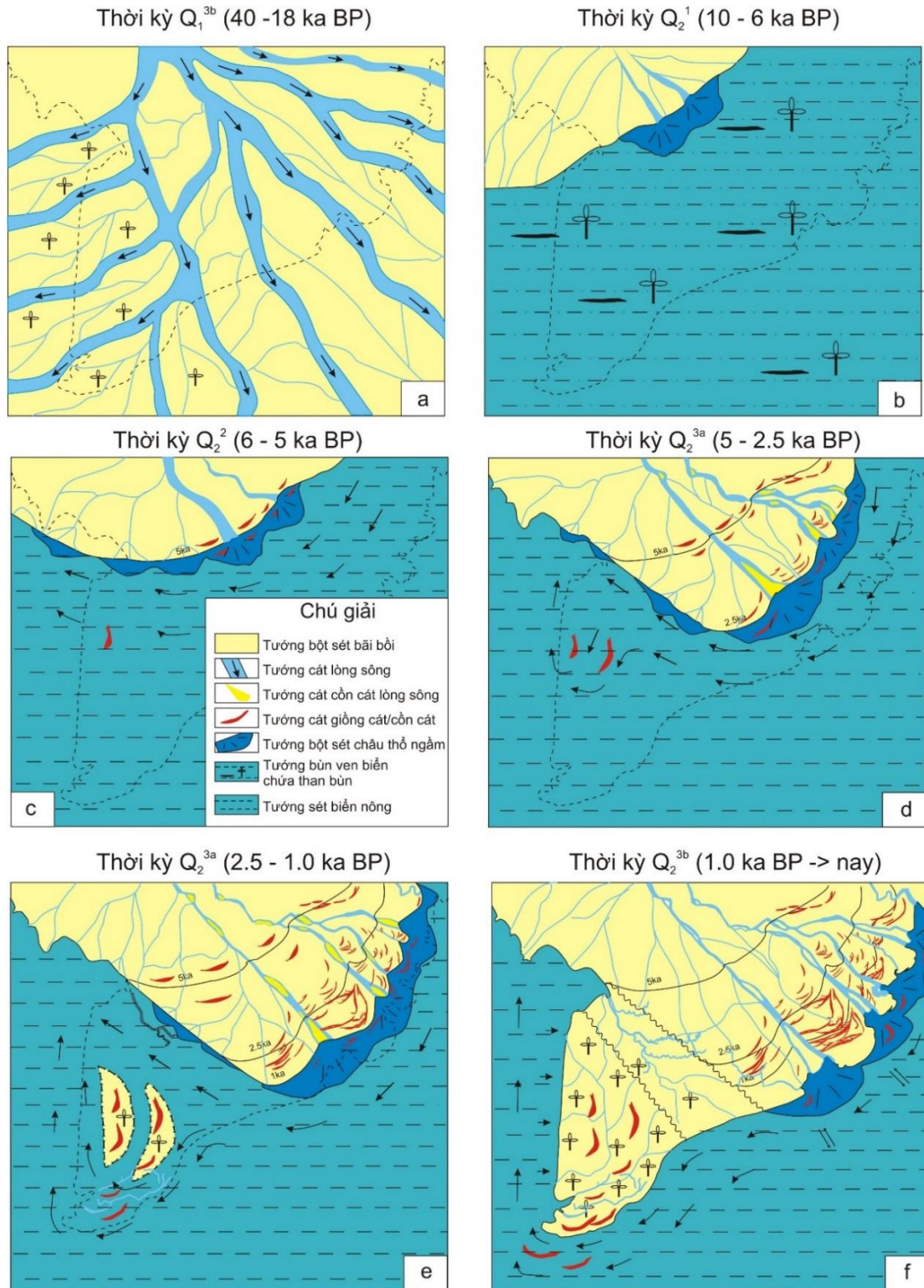
- Trong giai đoạn Holocen giữa -muộn ở đới bờ bán đảo Cà Mau hình thành các nhóm tướng trầm tích như sau: (1) Tướng sét lạch triều biển cao ($tdfHSTQ_2^{2-3}$). Đây là tướng có hàm lượng sét cao lắng đọng trực tiếp và lấp cạn các lạch triều diễn ra từ Holocen giữa đến Holocen muộn; (2) Tướng bùn cát đồng bằng triều chứa than bùn ($tdpHSTQ_2^{2-3}$) chuyển tướng từ nhóm tướng sét lạch triều. Tuy nhiên theo mặt cắt từ dưới lên nhóm tướng sét lạch triều bị thu hẹp dần nhường chỗ cho nhóm tướng bùn đầm lầy than bùn ngày càng được mở rộng; và (3) Nhóm tướng bùn xen cồn cát ngầm biển ven bờ ($mHSTQ_2^{3b}$).



Hình 16. Các mặt cắt tuyến địa chấn vùng biển bán đảo Cà Mau: Các tuyến 07-11, 07-13 thể hiện cồn cát ngầm hiện đại, được thành tạo do sóng và dòng chảy ven bờ; tuyến 09-15 thể hiện đồng bằng cát ven bờ có địa hình nghiêng thoải, hình thành sườn dốc về phía biển (nguồn: Liu, J.P. và nnk) [15].

Mức nước biển	Miền hệ thống	Tường trầm tích bán đảo Cà Mau		Cột địa tầng phân tậ		Tường trầm tích đồng bằng sông Cửu Long	
		Ký hiệu	Tường	KV Cà Mau	KVĐB S.Cửu Long	Tường	Ký hiệu
Biển dâng tương đối	HST Q ₁ ^{2,3}	mHST Q ₂ ³	Nhóm tường bùn xen cồn cát ngầm biển ven bờ			Tường bột sét ĐBCT hiện đại (amh ₆)	amh HST Q ₂ ³
				Tường bùn cát tiền châu thổ (amh ₅)			
				Tường sét prodelta (amh ₄)			
		tdp/tdf HST Q ₂ ²⁻³	Tường bùn cát đồng bằng triều chứa than bùn biển cao (tdp) Tường sét lạch triều biển cao (tdf)			Tường bột sét đồng bằng châu thổ (amh ₃)	amh HST Q ₂ ²⁻³
				Tường bùn cát tiền châu thổ (amh ₂)			
				Tường sét prodelta (amh ₁)			
Biển thoái Holocen giữa - muộn	TST Q ₁ ¹⁻²	mt TST Q ₂ ¹⁻²	Tường sét biển nông lagoon			Tường sét biển nông - lagoon biển tiến cực đại	mt TST Q ₂ ²
		tdf TST Q ₂ ¹⁻²	Tường bùn đầm lầy ven biển chứa than bùn, biển tiến			Tường cát bùn bãi triều biển tiến	amt TST Q ₂ ¹⁻²
		tdp TST Q ₂ ¹⁻²	Tường bùn cát đồng bằng triều biển tiến			Nhóm tường aluvi biển tiến (at) Tường bùn cát châu thổ ngầm biển tiến (amt)	at/amt TST Q ₂ ¹⁻²
Biển thoái W ₂	LST Q ₁ ^{3b}	ar LST Q ₁ ^{3b}	Nhóm tường aluvi biển thấp			Tường bột sét bãi bồi biển thấp (af) Tường cát lòng sông biển thấp (ac)	acr/afr LST Q ₁ ^{3b}

Hình 17. Cột địa tầng phân tậ tổng hợp trầm tích Pleistocen muộn - Holocen đới bờ đồng bằng Nam Bộ.



Hình 18. Các sơ đồ tương đá-cổ địa lý giai đoạn Pleistocen muộn -Holocen (Q_1^{3b} - Q_2).

4.2. Quá trình ghép nối của 2 đồng bằng trong Holocen giữa -muộn (Q_2^{2-3})

- Khái quát:

Giai đoạn từ 5-1ka BP là giai đoạn biển thoái. Mực nước biển hạ thấp xuống độ sâu -2m so với mực nước biển hiện tại và có 2 lần dừng tương đối lâu tạo ra 3 đường bờ cổ được ghi nhận bởi các minh chứng quan trọng sau đây:

(1) Ngấn biển cao 5m (có tuổi 6-5ka BP) và 2,5m (có tuổi 3-2.5ka BP) trên mực nước biển trên vách đá vôi ở Ninh Bình, Quảng Bình, Hà Tiên, Vịnh Hạ Long và trên vách đá cát kết ở đảo Phú Quốc [25];

(2) Các thùy cồn cát trên các đồng bằng châu thổ bồi tụ như Sông Hồng và sông Mê Kông [4];

(3) Tuổi 5ka BP của các đê cát trắng ven bờ ở ven biển Quảng Bình [12];

(4) Tuổi 1.5-1ka BP của thềm san hô ở độ sâu -2m ở Khánh Hòa [12, 26].

- Ở khu vực đồng bằng sông Mê Kông giai đoạn này hình thành Nhóm tướng châu thổ bồi tụ chôn vùi (amhHSTQ $_2^{2-3}$). Do động lực sông thống trị (Hình 19a) và khối lượng trầm tích dư thừa được tích tụ trong bồi cảnh mực nước biển hạ thấp đã hình thành 3 thế hệ đường bờ cổ (5ka BP; 2.5ka BP và 1ka BP) đánh dấu 3 thời kỳ ngưng nghỉ của mực nước biển trong quá trình biển thoái (Hình 18e, Hình 18f). Mỗi đường bờ cổ được đánh dấu bởi 1 cặp thùy cồn cát cửa sông châu thổ và đường bờ nằm ở vị trí giữa 2 thùy đó. Mỗi cồn cát có hình lưỡi liềm và cánh cung quay lưng ra biển được hình thành do phối hợp của 4 yếu tố động lực: sông, sóng, dòng chảy ven bờ và thủy triều.

Không gian giữa các thế hệ giồng cát 5ka - 2.5ka và 2.5-1ka BP đã hình thành Nhóm tướng bột sét đồng bằng châu thổ rộng lớn có địa hình nghiêng thoải về phía biển. Chúng được bồi tụ theo nguyên lý hồi quy trầm tích giữa các cồn cát cửa sông.

- Ở khu vực bán đảo Cà Mau trong giai đoạn này xuất hiện và phát triển các thế hệ cồn cát:

(1) Thời kỳ 5-2.5 ka BP. Từ khi đường bờ cồn ở vị trí 5ka BP phía đông và đông nam đồng

bằng Nam Bộ đang là vùng biển bao phủ (Hình 18c). Tuy nhiên từ khoảng 3-2.5ka BP bắt đầu xuất hiện các cồn cát ngầm ở khu vực U Minh thượng và khu vực Mũi Cà Mau. Các cồn cát này đầu tiên được hình thành dưới dạng cồn ngầm do địa hình đáy biển có xu thế nâng cao và phân dị tạo các bẫy tích tụ cát từ dòng chảy ven bờ vận chuyển phù sa từ cửa sông Mê Kông xuống. Các cồn cát được tôn cao nhanh và biến thành đảo trong bồi cảnh mực nước biển hạ thấp đáng kể và dòng chảy bồi tích ven bờ khi chảy qua vùng biển bán đảo Cà Mau bị giảm tốc độ đột ngột trước khi chảy vòng về biển Tây (Hình 18d).

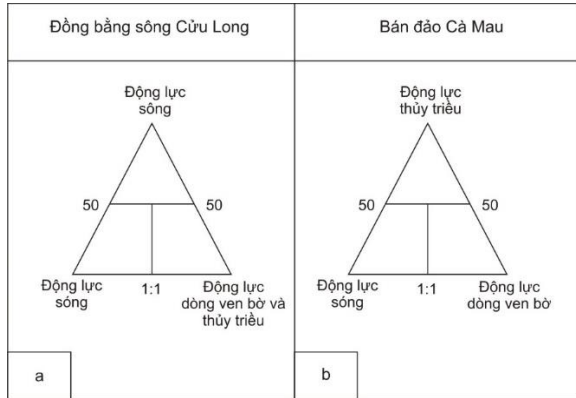
(2) Thời kỳ 2.5-1.0 ka BP mực nước biển hạ thấp xuống -2m so với mực nước biển hiện tại các cồn cát được mở rộng với một tốc độ nhanh thành các đồng bằng triều ngăn cách với nhau bởi các lạch triều tương đối rộng. Với vai trò động lực triều thống trị (Hình 19b) đồng bằng triều bán đảo Cà Mau chính thức được hình thành và ngăn cách với đồng bằng châu thổ sông Mê Kông bởi lạch triều khá lớn (Hình 18e).

(3) Thời kỳ 1.0 ka BP đến nay đồng bằng triều được mở rộng và hoàn thiện dần bởi các dòng bồi tích từ sông Mê Kông mang tới. Cùng với quá trình đó hệ thống lạch triều ngày càng được co hẹp lại tựa như các dòng sông trên đồng bằng triều như sông Cái Lớn, Cái Bé, sông Ông Đốc, sông Bãi Hấp...

Ở khu vực bờ biển phía Tây quá trình bồi tụ trầm tích theo hướng từ ngoài biển vào bờ theo nguyên lý “phân dị ngược”. Nghĩa là thành phần độ của trầm tích tầng mặt từ bờ ra khơi thô dần. Ở bãi triều hiện đại hàm lượng cát hạt sét chiếm trên 90%, trong khi đó ở độ sâu 15m nước là trầm tích bùn cát và trầm tích cát sạn ở độ sâu từ 25m nước trở ra. Điều đó được giải thích như sau: nguồn trầm tích có từ ngoài khơi do dòng chảy từ sông Mê Kông mang tới. Chúng được phân dị, tái vận chuyển và lắng đọng bởi dòng ngang của sóng. Vì vậy càng xa nguồn trầm tích càng mịn. Quá trình bồi tụ bãi triều sét xảy ra trong bồi cảnh đứt gãy hiện đại Hà Tiên-Cà Mau tái hoạt động nên đã tạo ra một đường bờ thẳng tắp chạy theo hướng bắc nam (Hình 18f).

Tại vùng biển Mũi Cà Mau hiện đang hình thành các cồn cát ngầm do tác động của sóng và

dòng bồi tích ven bờ tạo nên dạng địa hình gò gề lượn sóng (hình 18). Các cồn cát này đang có xu thế dịch chuyển theo hướng chảy của dòng bồi tích.



Hình 19. Các yếu tố thủy động lực khống chế quá trình vận chuyển, phân dị và lắng đọng trầm tích ở đồng bằng sông Mê Kông và bán đảo Cà Mau.
 a) Ở Đồng bằng sông Mê Kông có 3 nhóm thủy động lực: Sông, sóng, dòng chảy ven bờ và thủy triều. Trong đó động lực sông là chủ đạo; b) Ở bán đảo Cà Mau gồm 3 nhóm thủy động lực: động lực thủy triều, sóng và dòng chảy ven bờ. Trong đó thủy triều là chủ đạo.

5. Kết luận

1. Trầm tích Pleistocen muộn phần muộn-Holocen đới bờ đồng bằng Nam Bộ hình thành và phát triển theo một phức tập với 3 miền hệ thống trong mối quan hệ với sự thay đổi mực nước biển.
2. Giai đoạn biển thoái Pleistocen muộn phần muộn toàn bộ khu vực đồng bằng sông Mê Kông và đồng bằng bán đảo Cà Mau đều bị bao phủ bởi Nhóm tướng aluvi biển thấp (arLSTQ₁^{3b}). Trong đó hệ thống các lòng sông trên cả 2 khu vực đã bào mòn cắt xẻ mạnh mẽ tạo ra ranh giới dưới của phức tập (Q₁^{3b}-Q₂).
3. Miền hệ thống trầm tích biển tiến bắt đầu bằng pha biển tiến Holocen sớm-giữa (TSTQ₂¹⁻²) có sự phân hóa rõ rệt của 2 đồng bằng. Đới bờ đồng bằng sông Mê Kông phát triển các Nhóm tướng bùn cát bãi triều cửa sông estuary biển tiến

còn đới bờ bán đảo Cà Mau được thống trị bởi nhóm tướng bùn đầm lầy ven biển chứa than bùn.

Trong pha biển tiến cực đại đới bờ của 2 đồng bằng cơ bản giống nhau là bị chìm ngập trong môi trường biển nông-vũng vịnh. Tuy nhiên do ảnh hưởng tính kế thừa của nhóm tướng đầm lầy than bùn trước đó nên đới bờ bán đảo Cà Mau trầm tích sét chứa nhiều vật chất hữu cơ nên có màu xám đen còn đới bờ đồng bằng sông Mê Kông thì vẫn có màu xám xanh đặc trưng.

4. Trong giai đoạn biển cao (Holocen giữa - muộn) (HSTQ₂²⁻³) tiến hóa trầm tích của đới bờ 2 đồng bằng theo 2 cơ chế hoàn toàn khác nhau. Đới bờ đồng bằng châu thổ sông Mê Kông tiến hóa theo quy luật của một châu thổ bồi tụ dư thừa trầm tích động lực sông đóng vai trò chủ đạo. Trong lúc đó đới bờ của bán đảo Cà mau tiến hóa theo cơ chế lắp ghép các đồng bằng triều nhỏ thành đồng bằng triều lớn vật liệu trầm tích được mang đến do các dòng chảy ven bờ. Quá trình đó được khống chế bởi động lực thủy triều là chủ đạo.

5. Các lạch triều hiện đại trên đồng bằng bán đảo Cà Mau là ranh giới cuối cùng giữa các mảnh ghép đồng bằng triều, trong đó lạch triều sông Cái Lớn là ranh giới của 2 đồng bằng.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường Đại học Khoa học Tự nhiên trong đề tài mã số TN.19.13, sự giúp đỡ của Văn phòng các chương trình trọng điểm cấp nhà nước thuộc Bộ Khoa học và Công nghệ, Khoa Địa chất, Trường ĐH KHTN, Liên Đoàn Địa chất và Khoáng sản biển, Chương trình KC-09/06-10, KC-09/11-15 trong quá trình thu thập và xử lý số liệu. Nhân dịp này tập thể tác giả xin được bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc về sự giúp đỡ quý báu đó.

Tài liệu tham khảo

[1] T. Tamura, Y. Saito, N.V. Lap, T.T.K. Oanh, M.D. Bateman, D. Matsumoto, S.Yamashita, Origin and evolution of intertributary delta plains; insights from Mekong River delta,

- Geology 40 (2012) 303–306, <https://doi.org/10.1130/G32717.1>.
- [2] T.T.K. Oanh, N.V. Lap, M. Tateishi, I. Kobayashi, Y. Saito, T. Nakamura, Sediment facies and Late Holocene progradation of the Mekong River Delta in Bentre Province, southern Vietnam: an example of evolution from a tidedominated to a tide- and wave-dominated delta, *Sedimentary Geology* 152 (3e4) (2002) 313e325, [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(02\)00098-2](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(02)00098-2).
- [3] N.V. Lap, T.T.K. Oanh, M. Tateishi, Late Holocene depositional environments and coastal evolution of the Mekong River Delta, southern Vietnam, *Journal of Asian Earth Sciences* 18 (2000) 427–439, [https://doi.org/10.1016/S1367-9120\(99\)00076-0](https://doi.org/10.1016/S1367-9120(99)00076-0).
- [4] T. Tamura, Y. Saito, M.D. Bateman, N.V. Lap, T.T.K. Oanh, D. Matsumoto, Luminescence dating of beach ridges for characterizing multi-decadal to centennial deltaic shoreline changes during Late Holocene, Mekong River delta, *Marine Geology* 326–328 (2012) 140–153. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2012.08.004>.
- [5] D.V. Thuan, The palynological eco-assemblages in Holocene sediments of the Nam Bo plain, PhD Thesis, Hanoi University of Mining and Geology, 2005 (in Vietnamese).
- [6] N.H. Dung, Deviding stratigraphy of Neogene-Quaternary sediments and researching geological structure of Nam Bo plain, Collaboration project between the Southern Geological Mapping Division with the Southern Geological-Hydrogeological Federation, 2000 (in Vietnamese).
- [7] N.D. Dy, Research on river mouths and sedimentary environment changes in Holocene of coastal areas of Cuu Long river delta, serving socio-economic sustainable development, 2010, National projects, code KC09.06/06-10 (in Vietnamese).
- [8] T. Nghi, N.D. Dy, D.D. Lam, D.X. Thanh, N.D. Thai, T.T.T. Nhan, G.T.K. Chi, N.T.H. Trang, Evolution of Holocene depositional environments in the coastal area from the Tien river to Hau river mouths, *VNU Journal of Science, Earth Sciences* 26(4) (2010) 185-201. <https://js.vnu.edu.vn/EES/article/view/1788>.
- [9] N.D. Dy, D.D. Lam, V.V. Ha, N.T. Tan, D.M. Tuan, N.M. Quang, N.T.T. Cuc, New stratigraphic unit - The Early Holocene Binh Dai formation at the Estuary and coastal area of Cuu Long delta. *Viet Nam Journal of Earth Sciences* 32(4) (2010) 335-342 (in Vietnamese), <https://doi.org/10.15625/0866-7187/32/4/1037>.
- [10] N. Bieu, Geological investigation and exploration for coastal solid mineral resources (0 - 30m depth) in Vietnam at the scale of 1/500.000, Stored at the Center for Marine Geology and Mineral Resource, Hanoi, 2000 (in Vietnamese).
- [11] V.T. Son, Investigation and evaluation the potential of mineral resources in Soc Trang sea area at the scale of 1/100.000. Stored at the Center for Marine Geology and Mineral Resource, Hanoi, 2010 (in Vietnamese).
- [12] D.X. Thanh, 2015. Research on Holocene evolution of Mekong subaqueous delta for sustainable development, National projects, code KC09.13/11-15 (in Vietnamese).
- [13] D.X. Thanh, T. Nghi, P.N.H. Vu, N.D. Nguyen, N.D. Thai, Late Pleistocene - Holocene seismic and sequence stratigraphy of the Mekong subaqueous delta, Southern Vietnam, *Viet Nam Journal of Earth Sciences, Natural Sciences and Technology* 30(2S) (2014) 130-142 (in Vietnamese).
- [14] Z. Xue, J. P. Liu, D. DeMaster, N.V. Lap, T.T.K. Oanh, Late Holocene Evolution of the Mekong Subaqueous Delta, Southern Vietnam. *Marine Geology* 269 (2010) 46–60. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2009.12.005>.
- [15] Unverricht, W. Szczuciński, K. Statterger, R. Jagodziński, L.X. Thuyen, L.L. Kwong, Modern Sedimentation and Morphology of the Subaqueous Mekong Delta, Southern Vietnam, *Global and Planetary Change* 110 (2013) 223-235.
- [16] J.P. Liu, D. DeMaster, C.A. Nittrouer, E.F. Eidam, N.T. Thanh, A seismic study of the Mekong subaqueous delta: Proximal versus distal sediment accumulation, *Cont. Shelf Res.* 147 (2017) 197–212, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.csr.2017.07.009>.
- [17] C.D. Trieu, Southeast Asia lithosphere and manti, Publishing House of Natural Science and Technology, Ha Noi, 2017, 242p (in Vietnamese).
- [18] T. Nghi, Sedimentology, Vietnam National University Press, Hanoi, 2012, 471p (in Vietnamese).
- [19] T. Nghi, Sedimentary geology of Vietnam, Vietnam National University Press, Hanoi, 2018, 509p (in Vietnamese).
- [20] H.V. Thuc, Characteristics of material composition and historical development of

- sediment in the coastal areas of southwestern Vietnam, PhD. Thesis, Vietnam National University, Hanoi, 2002, 127p (in Vietnamese).
- [21] T. Nghi, D.X. Thanh, N.D. Nguyen, D.M. Tien, Pliocene-Quaternary geology of Vietnam continental shelf and adjacent. Vietnam National University Press, Hanoi, 2014, 506p (in Vietnamese).
- [22] W.C. Krumbein, Size frequency distributions of sediments, *Journal of Sedimentary Petrology* 4 (1934) 65–77.
- [23] W.C Krumbein, Size frequency distributions of sediments and the normal phi curve, *Journal of Sedimentary Petrology* 8 (1938) 84–90.
- [24] J.A. Udden, Mechanical composition of clastic sediments, *Bulletin of the Geological Society of America* 25 (1914) 655-744.
- [25] C.K. Wentworth, A scale of grade and class terms for clastic sediments, *Journal of Geology* 30 (1922) 377-392.
- [26] T. Nghi, D.X. Thanh, T.T.T Nhan, N.T.H. Trang, N.D Thai, P.T. Thao, N.T.T Nhung, T.T. Dung, Impact assessment of modern sea level rise to process coastal erosion in Vietnam and proposed solutions to respond, *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering* 1 (2013) 44-50 (in Vietnamese).