

ĐẶC ĐIỂM TRẦM TÍCH VÀ DAO ĐỘNG MỨC NƯỚC BIỂN TRONG HOLOCEN Ở ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

ĐỖ VĂN LĨNH, NGUYỄN HUY DŨNG, NGUYỄN HUỖNH THIÊN HƯƠNG, PHẠM THẾ TÀI
NGUYỄN ĐẠN VŨ, TRỊNH MINH PHƯƠNG, TRẦN VĂN TOÀN, BÙI THẾ VINH, HUỖNH HỒ

Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam, 200 Lý Chính Thắng, Quận 3, Tp. Hồ Chí Minh

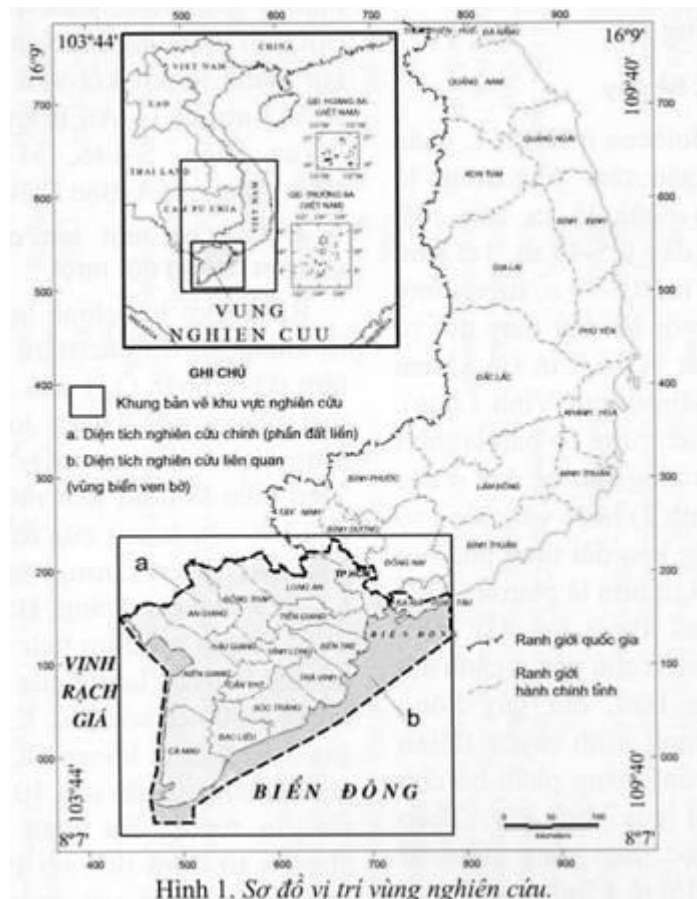
Tóm tắt: Trầm tích Holocen ở đồng bằng Sông Cửu Long đặc trưng bởi 5 phân vị địa tầng: Q_2^1 ; $Q_2^{2_1}, Q_2^{2_2}$; $Q_2^{3_1}, Q_2^{3_2}$ tương ứng với bề dày thay đổi từ 0,5-40 m, 1-33 m, 0,8-25 m, 0,5-22,5 m, 0,5-10 m. Gặp chủ yếu trong lo khoan (Q_2^1 ; $Q_2^{2_1}$) hoặc lộ ra trên mặt ($Q_2^{2_2}$, $Q_2^{3_1}$, $Q_2^{3_2}$), mặt cắt kiểu thô-mịn, mịn-thô xen nhiều vật chất hữu cơ. Phân lớp chủ yếu là ngang - xiên nghiêng (Q_2^1); song song (SS) - xiên chéo ($Q_2^{2_1}$); lượn sóng SS, đứt đoạn, hỗn độn ($Q_2^{2_1}$) lượn sóng- SS không liên tục ($Q_2^{3_1}$); SS-không đều, hỗn độn ứng với màu sắc xám trắng, xám xanh, vàng, nâu, đen; nguồn gốc sông, sông biển, biển là chính. Tốc độ lắng đọng trầm tích trung bình thay đổi từ nhỏ nhất 0,11 mm/năm, đến lớn nhất 11,5 mm/năm, trung bình 5,8 mm/năm với xu thế giảm dần từ Holocen giữa đến nay.

Dao động mực nước biển ở đồng bằng Sông Cửu Long gồm 02 vĩ kỳ: cuối Pleistocen muộn-đầu Holocen sớm đến 6,0 Ka, BP là vĩ kỳ biển tiến cực đại, mực nước biển dâng là 4,0-4,5 m so với mực nước biển hiện tại vào khoảng 6,0 Ka, BP. Từ 6,0 Ka- nay là vĩ kỳ biển lùi với 4 đợt: 1) Từ 4,5-5,7 Ka; 2) Từ 3,5- 2,5 Ka; 3) Từ 2,5-1,5 Ka; 4) Từ 1,5 Ka - nay. Cao độ mực nước biển ứng với đợt 2 và đợt 3 là 2,8-3,3 m và 0,7-1,3 m. Biển lùi đợt 1 và đợt 4 vẫn chưa rõ di chỉ ngấn biển để lại. Hiện tại, mực nước biển có xu thế dâng, dự báo mực nước biển dâng cực đại trong tương lai ở đồng bằng Sông Cửu Long cao nhất chỉ đạt 4,0-4,5 m và mất ít nhất 600 năm nữa nếu tốc độ dâng lặp lại là 7,5 mm/năm. Điều này có nghĩa là 100 năm tới mực nước biển sẽ dâng thêm 0,75 m ở đồng bằng Sông Cửu Long.

I. MỞ ĐẦU

Các trầm tích Holocen ở đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) đã được nghiên cứu ở mức độ khác nhau từ những năm đầu Thế kỷ 20 đến nay [1- 26], Đồng thời, sự thay đổi mực nước biển ở ĐBSCL cũng được đề cập, phân tích trong các công trình nghiên cứu gần đây [2, 7, 10, 12, 13, 16-21, 24-26]. Nghiên cứu đặc điểm trầm tích và dao động mực nước biển trong Holocen có ý nghĩa khoa học và thực tiễn sâu sắc giúp phát triển kinh tế - xã hội, ngoài ra còn phục vụ việc dự báo, ứng phó với biến đổi khí hậu, mực nước biển dâng. Vùng nghiên cứu trong công trình này là phần đất liền được giới hạn trong khung tọa độ: từ 104°23'37" đến 107°35" kinh độ Đông; từ 8°17'54" đến 11°10'45" vĩ độ Bắc. Phía đông và đông nam của vùng giáp Biển Đông, phía tây và tây nam là vịnh Thái Lan, phía tây bắc tiếp giáp với Campuchia (Hình 1). Nguyễn Huy Dũng và nnk [11] đã phân chia các trầm tích Holocen nói riêng và các trầm tích Đệ tứ nói chung theo nguyên tắc *nguồn gốc* và *tuổi* và được liên kết trên toàn diện tích ĐBSCL. Các trầm tích Holocen ở ĐBSCL là một thực thể địa chất phổ biến và ngăn cách với trầm tích cổ hơn bởi *bề mặt bất chỉnh hợp*, nhiều chỗ bị laterit hóa. Các công trình nghiên cứu trước đây cho rằng có một đợt *biển tiến cực đại* xảy ra khá rộng rãi, còn để lại các di chỉ đến ngày nay [10, 12, 24]. Tuy nhiên đặc trưng trầm tích, tốc độ lắng đọng trầm tích, vai trò của các đứt gãy có biểu hiện hoạt động trong Holocen chi phối quy luật phân bố trầm tích cũng như cao độ cực đại, lịch sử tiến hoá biển tiến Flandrian ở ĐBSCL còn chưa thống nhất. Bài báo này sẽ góp phần làm sáng tỏ các tồn tại nêu trên dựa trên các kết quả khảo sát địa chất ở ĐBSCL năm 2012-2015 của tập thể tác giả với 2.266 km lộ trình khảo sát và 1.063 điểm khảo sát; kết quả phân tích 7 mẫu độ hạt, 4 mẫu cơ lý đất toàn diện, 7 mẫu Bào tử phân hoa, 7 mẫu Vi cổ sinh, 6 mẫu Roentgen định lượng khoáng vật sét, 6 mẫu nhiệt định lượng khoáng vật sét, 6 mẫu hóa sét toàn diện, 13 mẫu Eh sét bùn, 4 mẫu cation trao đổi. Đồng

thời giải đoán hơn 1.800 ảnh máy bay chụp từ năm 1956 đến năm 1972 trên diện tích ĐBSCL, ảnh Landsat, ảnh Rada từ năm 1972 đến năm 2013. Đo và phân tích cấu trúc trầm tích từ 17 mặt cắt. Liên hệ địa tầng trầm tích Holocen 4 tuyến phương ĐB-TN và 6 tuyến phương TB-ĐN, thành lập đường cong dao động mực nước biển trong thời kỳ Holocen ở ĐBSCL. Ngoài ra, bài báo đã sử dụng, kế thừa một số tài liệu hiện có [1-26].



II. ĐẶC ĐIỂM TRẦM TÍCH HOLOCEN Ở ĐBSCL

1. Ranh giới và phân chia địa tầng trầm tích Holocen

Cho đến nay, ở ĐBSCL nói riêng và ở Việt Nam nói chung, các nhà nghiên cứu [10, 14, 16, 17] chưa thống nhất ranh giới giữa Pleistocen và Holocen (Q_1^3/Q_2). Ranh giới giữa các nhịp trầm tích xác định chủ yếu dựa trên các mặt bất chỉnh hợp hoặc sự chuyển trạng thái thô-mịn, mịn thô phản ánh đặc điểm dao động mực nước biển (biển tiến, cực đại, biển thoái, biển dừng). Từ các kết quả nghiên cứu, trầm tích Holocen vùng ĐBSCL được phân chia thành 5 phân vị địa tầng với các kiểu nguồn gốc trầm tích: Holocen hạ (Q_2^1): nguồn gốc sông (a), sông biển (am), biển (m) và đầm lầy (ab, mb, amb); Holocen trung, phần dưới ($Q_2^2_1$): nguồn gốc biển (m); Holocen trung, phần trên ($Q_2^2_2$): sông-đầm lầy (ab), nguồn gốc sông-biển (am), biển (m); biển-đầm lầy (mb); Holocen thượng, phần dưới ($Q_2^3_1$): nguồn gốc sông-đầm lầy (ab), sông-biển (am), biển (m); Holocen thượng, phần trên ($Q_2^3_2$): nguồn gốc sông (a), sông-biển (am), sông-đầm lầy (ab), biển (m), biển-đầm lầy (mb) (Bảng 1).

2. Diện phân bố, bề dày

Các trầm tích Holocen ở ĐBSCL phân bố khá rộng rãi gặp chủ yếu trong lỗ khoan (Q_2^1 , $Q_2^{2_1}$) hoặc lộ ra trên mặt ($Q_2^{2_2}$, Q_2^3) với bề dày 0,5-40 m, 1-33 m, 0,8-25 m, 0,5-22,5 m, 0,5-10 m tương ứng (Hình 3, Bảng 1) với bề dày thay đổi từ 0,5 m đến dày nhất là 76,8 m (lỗ khoan 209, huyện Bình Minh, tỉnh Vĩnh Long). Một trong những đặc trưng cơ bản là trầm tích Holocen có sự tăng cao bề dày ở các rãnh đào khoét (Hình 2) hoặc vát mỏng rõ rệt, hoặc vùng nâng kéo dài theo phương các đứt gãy TB-ĐN, ít hơn là phương ĐB - TN: ở các rãnh đào khoét lấp đầy trầm tích Holocen phát triển chủ yếu ở cánh sụt dọc đứt gãy Sông Hậu, đứt gãy Sông Tiền, đứt gãy phương kinh tuyến (Hình 2), ngược lại các vùng nâng phân bố chủ yếu dọc cánh trôi của đứt gãy. Theo phương TB-ĐN, dọc theo sông Hậu, bề dày trầm tích thay đổi từ 15 m đến 53,3 m (LK.8 Cần Thơ), 76,8 m (LK.209 Bình Minh). Theo phương ĐB-TN, các trầm tích Holocen cũng có bề dày tăng dần từ TN (từ 28,8m khu vực Cà Mau), qua khu vực Phụng Hiệp (dày 55 m) đến Tam Bình, Vĩnh Long (dày 60m); khu vực Mỹ Tho (bề dày 40m) (Hình 2). *Điều đó chứng tỏ rằng các đứt gãy hoạt động trong Holocen ở vùng nghiên cứu đã chi phối nhất định đến quy luật phân bố các thành tạo trầm tích trong Holocen.*

3. Cấu tạo, thạch học, nguồn gốc, màu sắc

Trầm tích Holocen vùng ĐBSCL được đặc trưng bởi 5 tầng cấu trúc với các đặc điểm khác nhau, tương ứng với các khoảng tuổi từ cổ đến trẻ: Q_2^1 ; $Q_2^{2_1}$, $Q_2^{2_2}$; $Q_2^{3_1}$; $Q_2^{3_2}$ (Bảng 1). Bắt đầu một chu kỳ trầm tích mới-biến tiến với thành phần hạt thô (cuội, sỏi, sạn), phủ bất chỉnh hợp lên trên bởi tầng sét mịn nguồn gốc biển, tuổi Pleistocen muộn ($mQ_1^{3_2}$) bị phong hóa loang lổ, nhiều chỗ tạo thành laterit kết vón (lỗ khoan: 828- Kiên Lương; 11-An Biên, 804-Rạch Sỏi, 9-Tân Hiệp, S-146, 31-Mỹ Tho, 216- Năm Căn, 846A-Bạc Liêu).

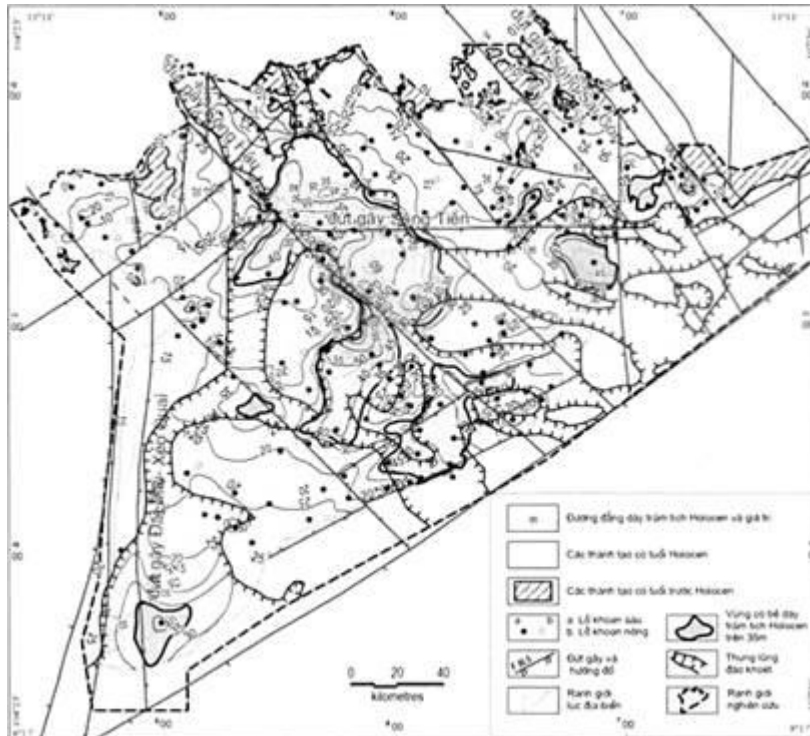
4. Các bề mặt bất chỉnh hợp hoặc chuyển tương đột ngột

Ranh giới bất chỉnh hợp gặp ở một số lỗ khoan, ở đó các trầm tích có tuổi trẻ hơn ($Q_2^{2_2}$ hoặc Q_2^3) phủ trực tiếp trên bề mặt phong hóa laterit loang lổ của các trầm tích cổ hơn (mQ_2^1 hoặc $amQ_2^{2_1}$). Tiêu biểu là trầm tích $mQ_2^{2_2}$ phủ trên bề mặt kết vón latent của trầm tích $mQ_2^{2_1}$ ở LK.828a (Kiên Lương) tại độ sâu 3,5 m; LK.829 (Áp Cờ Trắng, Hà Tiên) ở độ sâu 2 m. Tương tự, trầm tích $amQ_2^{2_2}$ phủ trên bề mặt kết vón laterit của trầm tích $mQ_2^{2_1}$ tại LK. 804 (Rạch sỏi, Kiên Giang) ở độ sâu 3,5 m và lỗ khoan HG1 (Phụng Hiệp, Hậu Giang) tại độ sâu 10 m... Ranh giới chuyển tương đột ngột khá phổ biến, chuyển từ trầm tích sét bột hoặc sét bột chứa mùn thực vật (trầm tích $amQ_2^{2_1}$) sang sét bột cát chứa vỏ sò hoặc cát mịn (trầm tích $mQ_2^{2_2}$)... gặp trong lỗ khoan 10 (thị xã Sóc Trăng) ở độ sâu 10 m; LK.218 (Ben Tre) ở độ sâu 4,5 m; LK.211 (Long Mỹ, Hậu Giang) ở độ sâu 10 m và LK.31 (Tp. Mỹ Tho) ở độ sâu 7,8 m.

Bảng 1. Đặc điểm chủ yếu trầm tích Holocen vùng đồng bằng Sông Cửu Long

Ghi chú: *Kết quả phân tích mới; Foram: Foraminifera; L*: Leptocylindrus danicus; BTP: Bào tử phấn; SS: song song; M:mjn;

Ký hiệu	Tuổi (năm)	Nguồn gốc	Phân bố	Đầy (m)	Kiến trúc/Cấu tạo	Màu sắc	Thành phần vật chất
Q ₂ ³	2.500 -nay	b, mb, m, ab, am, a	Bãi bồi ven sông, suối lớn (sông Tiền, sông Hậu, Vàm Cỏ), bãi biển dọc bờ biển từ Vũng Tàu đến Kiên Giang, gặp trong các lỗ khoan ở độ sâu từ 0 m đến 10 m	0,5 - 10	N-M/SS không đều, không liên tục đến hỗn độn	Xám, xám đen, nâu	Trầm tích (b): Sét, bột, than bùn; (mb): Cát bột, sét, di tích thực vật; (m): Cát, bột, sét vô sò; (ab): Sét pha bột lẫn nhiều mùn thực vật; (am): Sét bột màu nâu, chứa mảnh vỏ sò; (a): Sét, sét bột
Q ₂ ³ ₁	3.500-2.500	ab, mb, m, am, a	Đồng bằng ven biển các tỉnh: Cà Mau, Bạc Liêu và Sóc Trăng, "giồng cát" và trũng giữa "giồng" các tỉnh: Tiền Giang, Bến Tre và Trà Vinh. Trong các LK từ 0 m đến độ sâu 26 m	0,5-22,5	N-M/lượn sóng, SS không liên tục	Nâu, nâu đen	Trầm tích (ab): Cát bột, sét, di tích thực vật, than bùn; (mb): Sét bột có di tích sinh vật; (m): Cát mịn lẫn ít bột; (am): Sét, bột, cát; (a): cát, cát pha bột, sét
Q ₂ ²	6000-3.500	ab, am, m, mb	Lộ ra từ giồng Vũng Liêm trở về phía tây bắc (các vùng: Đồng Tháp Mười, giữa sông Tiền, sông Hậu, tứ giác Long Xuyên,...), gặp trong các LK từ 0 m đến độ sâu 36 m	0,8 - 25	N-M/SS lượn sóng; đứt đoạn, hỗn độn	Xám nâu, nâu đen	Sông - đầm lầy (ab): sét, bột, di tích thực vật, than bùn; (am): sét, bột, cát lẫn di tích thực vật. Biển (m): cát, bột, sét; (mb): cát, sét, di tích thực vật
Q ₂ ² ₁	8.000-6000	m	Tồn tại dạng đoạn sót thềm biển cao 2-4 m khu vực Hà Tiên - Kiên Lương (Kiên Giang), Tịnh Biên, Tri Tôn (An Giang), Vĩnh Hưng, Mộc Hóa (Long An), trong các LK từ 0 m đến độ sâu 35 m	1-33	M-T/ngang SS, xiên chéo	Xám xanh, xám trắng, vàng, nâu	Trầm tích (m): sét, sét-bột màu xám, xám xanh, đôi chỗ lẫn cát-bột chứa vỏ sò, chứa nhiều di tích vỏ sò, ốc
Q ₂ ¹	11.700 (?) -8000	mb, am, a	Dạng đoạn thềm sót (am Q ₂ ¹), cao 3-4 m, rải rác dọc biên giới Việt Nam - Campuchia (các vùng Vĩnh Hưng, Mộc Hóa, Đức Huệ, tỉnh Long An), chủ yếu gặp trong các LK từ độ sâu 1,5 m đến 76,8 m	0,5 - 40	T-M/ngang SS, xiên nghiêng	Xám trắng, xám vàng, nâu	Trầm tích (mb): cát, sét, di tích thực vật; (am): bột, sét, cát; (a): cuội, sỏi, cát, bột, sét



Hình 2. Sơ đồ đẳng bề dày các trầm tích Holocen vùng ĐBSCL (khoảng giá trị là 5 m)

5. Cổ sinh, môi trường, cơ lý đất trầm tích Holocen muộn

Kết quả phân tích 7 mẫu Vi cổ sinh (Foraminifera) đã bổ sung thêm các đại biểu: *Nonion ex gr. schwageri*, *Spirolina acicularis*, *Spirolina* sp và khẳng định môi trường trầm tích đối với các trầm tích hỗn hợp biển - đầm lầy tuổi Holocen muộn (mb Q₂³), *Fursenkoina* sp, cho các trầm tích biển tuổi Flolocen giữa-muộn (mQ₂²) (Bảng 1). Kết quả phân tích 7 mẫu Bào tử phân hoa cho thấy các phức hệ Bào tử phân hoa thực vật hạt trần, hạt kín: *Bidulphia regia*, *Pleurosigma affine*, *Asteromphalus elegans*, *Gyrosigma balticum*, *Leptocyli ndruss danicus* là các giống loài tiêu biểu cho môi trường nước lợ.... đối với các trầm tích hỗn hợp biển - đầm lầy Holocen muộn (mbQ₂³) (Bảng 1). Kết quả phân tích 4 mẫu cơ lý đều lấy trong trầm tích sét-bột, sét ở bờ sông cần Thơ và Kiên Giang cho thấy cả 4 phân vị: (amQ₂²; mbQ₂³; aQ₂³; mQ₂³) thuộc loại đất yếu. Nhìn chung, các trầm tích Holocen ở vùng ĐBSCL thuộc loại đất yếu, chứa phong phú các di tích Vi cổ sinh, Bào tử phân hoa, tảo *Diatomea*.

6. Tốc độ lắng đọng trầm tích Holocen

Kết quả ước tính bề dày trầm tích và khoảng tuổi ¹⁴C thu thập từ 06 lỗ khoan [18, 21] cho thấy tốc độ lắng đọng trầm tích Holocen (V) từ dưới lên ở LK.BT3 thay đổi từ 5,3 mm/năm đến 5,4 mm/năm, trung bình gia quyền là 5,4 mm/năm. Tốc độ trầm tích Holocen ở LK. BT2 thay đổi từ 6,6 mm/năm đến 3,5 mm/năm, trung bình là 5,7 mm/năm; ở LK.VL1 thay đổi từ 4,2 mm/năm đến 0,5 mm/năm, trung bình là 2,6 mm/năm; ở LK.TC1 thay đổi từ 4,2 mm/năm đến 2,0 mm/năm, trung bình là 2,8 mm/năm; ở LK. DT1 thay đổi từ 4,3 đến 2,4 mm/năm, trung bình là mm/năm; ở LK.TV1 thay đổi từ 7,7 mm/năm đến 5,9 mm/năm, trung bình là 6,8 mm/năm. Theo kết quả xác định của khảo cổ học ở di tích Gò Cây Thị A, Gò Cây Thị B, mẫu than ở độ sâu 3 m (?) tại đây được xác định bằng phương pháp C¹⁴ cho kết quả 1840±60 năm BP. Tốc độ lắng đọng trầm tích

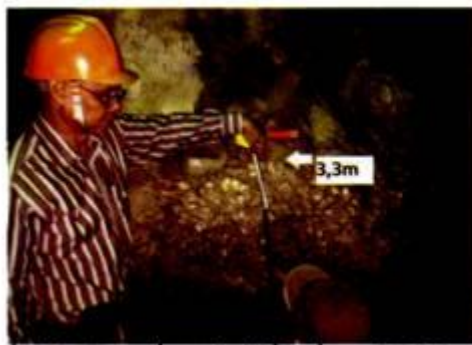
Holocen tại đây ước tính trung bình là 1,6 mm/năm. Về cơ bản, tốc độ lắng đọng trầm tích trung bình trong suốt Holocen ở ĐBSCL là 5,8 mm/năm, nhỏ nhất từ 0,11 mm/năm đến 0,5 mm/năm (LK.VL1, nhịp Q_2^1 tương ứng), đến lớn nhất đạt 7,7-11,5 mm/năm (LK.TV1-nhịp $Q_2^{3.1}$ tương ứng) và xu thế giảm dần từ Holocen sớm cho đến nay (Bảng 1).

III. DAO ĐỘNG MỰC NƯỚC BIỂN TRONG HOLOCEN Ở ĐBSCL

1. Các dấu tích các đợt đường bờ, thêm cỏ ở ĐBSCL trong Holocen

Các ngán nước biển cổ: Kết quả khảo sát thực địa của các tác giả (KQBS) cho thấy ở khu vực Hà Tiên - Kiên Lương - Hòn Chông, ở chân các sườn núi đá vôi tại Chùa Hang, núi Hang Cây Ót (Hầm Sấu), núi Công Bà Tài, núi Nước, núi Cà Đanh,... từ dưới lên gặp ngán nước biển cổ (khá phổ biến, ăn sâu vào chân, sườn núi đá vôi ở 3 mức độ cao (so với mực nước biển hiện tại) gồm: 1) mức ngán nước biển cổ cao 0,7-1,3 m; 2) mức cao 2,8-3,3 m; 3) mức cao 4-4,5 m (không kể mức nước biển hiện đại) (Ảnh 1-6). Đặc biệt, di tích các vỏ sò ở ngán nước biển trong núi đá vôi ở Chùa Hang với mức cao 2,8-3,3 m có tuổi tuyệt đối ^{14}C là 3.100 ± 80 năm BP [14] (Hình 5). Tại vách các khối núi đá vôi kể trên còn ghi nhận các vết nước biển cổ (ít phổ biến, độ dài ngắn, kém rõ và ăn sâu vào vách núi đá vôi trung bình 0,2-0,5 m) với 3 mức độ cao: 7-7,5 m; 10-10,5 m; và 15-16 m (Hình 4). Sự thành tạo của các ngán (và vết) nước biển cổ là dấu tích của các đợt biển dừng trong quá khứ, có lẽ trong Pleistocen muộn.

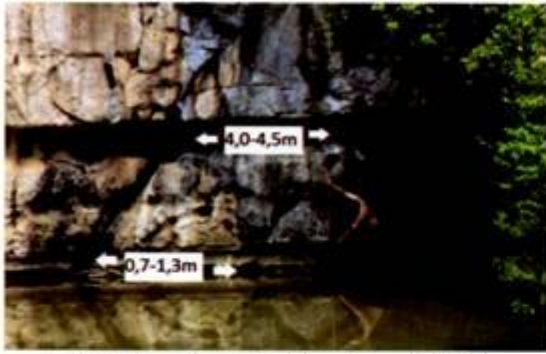
Các thế hệ giồng cát và tuổi tuyệt đối: giồng cát là dạng địa hình khá phổ biến ở các tỉnh: Tiền Giang, Trà Vinh, Bến Tre, Sóc Trăng... là dấu tích của bờ biển cổ, thể hiện quá trình biển dừng. Tuổi các giồng cát cổ nhất từ 5,7 ngàn năm đến 4,5 ngàn năm (Ka) BP là giồng Cai Lậy - Nhị Quý và trẻ nhất giồng Đông Hải (Trà Vinh) có tuổi 39 ± 10 năm cách ngày nay [16, 20] (Hình 6). Dựa vào quy mô phân bố, tuổi thành tạo, các giồng cát cổ ở ĐBSCL có thể phân chia 4 thế hệ giồng cát cổ: *thế hệ thứ nhất*, là các giồng Cai Lậy, Nhị Quý cổ nhất có tuổi khoảng 5,6-4,5 Ka năm BP; *thế hệ thứ hai* 3,5-2,5 Ka năm BP là Giồng Vũng Liêm, Giồng cầu Kè; *thế hệ thứ ba* 1,5-2,5 Ka năm BP (Giồng Trà Vinh, Giồng Trôm) và *thế hệ thứ tư* từ 1,5 Ka năm BP đến nay (Giồng Đĩnh, Giồng Cục, Long Hoà Trường). *Các bậc thêm biển:* ở khu vực Mũi Nai - Hà Tiên), xã Bình An (huyện Kiên Lương) tỉnh Kiên Giang, khu vực Bảy Núi (huyện Tịnh Biên và huyện Tri Tôn) đã phát hiện 4 bậc thêm biển với các mức độ cao: 2-4 m tuổi Holocen giữa (Q_2^2); 5-15 m, tuổi Pleistocen muộn-thời muộn ($Q_1^{3.2}$); 20-40 m, tuổi Pleistocen muộn-thời sớm ($Q_1^{3.1}$) và 50-80 m, tuổi Pleistocen sớm (Q_1^1) [23]. KQBS cho thấy bậc thêm biển cao 2- 4 m (Hình 5) liên quan đến đợt biển tiến cực đại trong Holocen.



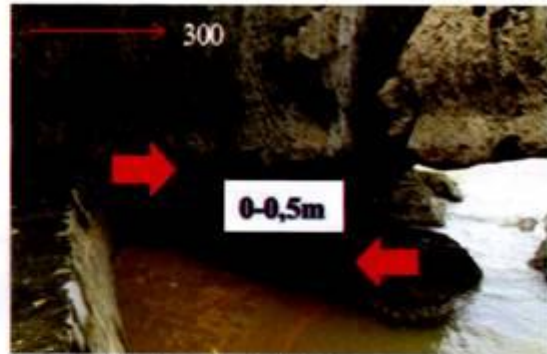
Ảnh 1. Đo ngán nước biển cổ cao 2,8-3,3 m cổ di chỉ vỏ sò, tại Chùa Hang.



Ảnh 2. Ngán nước biển cổ cao 0,7-1,3 m, phía Tây Chùa Hang.



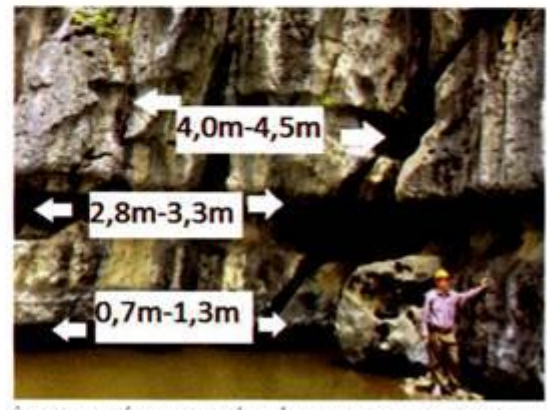
Ảnh 3. Đo ngăn nước biển cổ cao 0,7-1,3 m, 4,0-4,5 m từ dưới lên tại Núi Nước (mức nước trong hồ).



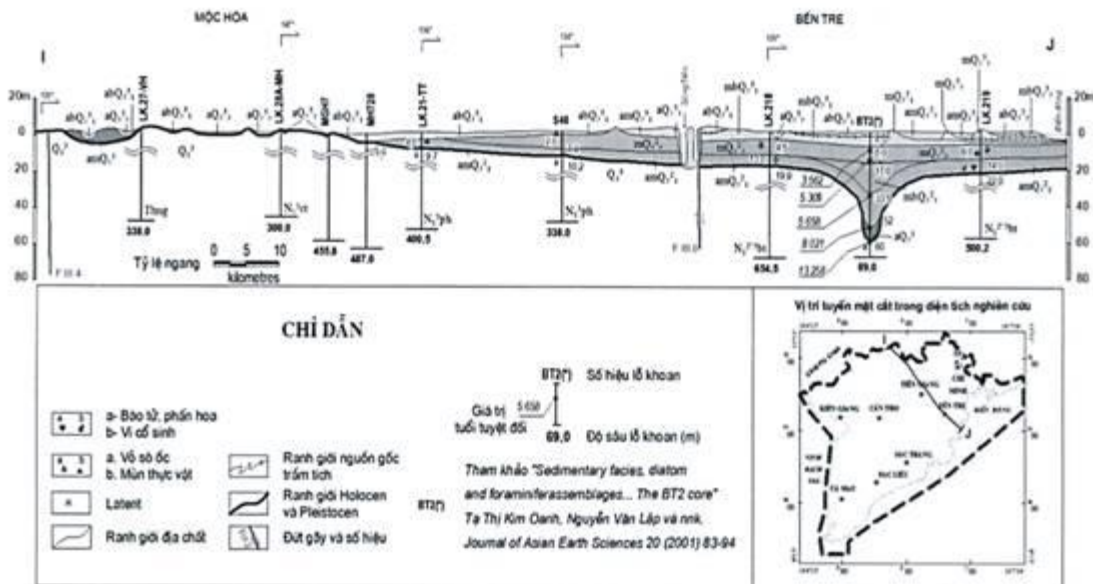
Ảnh 4. Ngăn nước biển hiện tại cao 0-0,5 m, Đòng Chùa Hang.



Ảnh 5. Dấu vết ngăn nước biển cổ cao 16 m, tại Núi Nước.



Ảnh 6. Ngăn nước biển cổ cao 0,7-1,3 m, 2,8-3,3 m, 4,0-4,5 m tại Núi Hang Cây Ổt (Hang Cá Sấu).



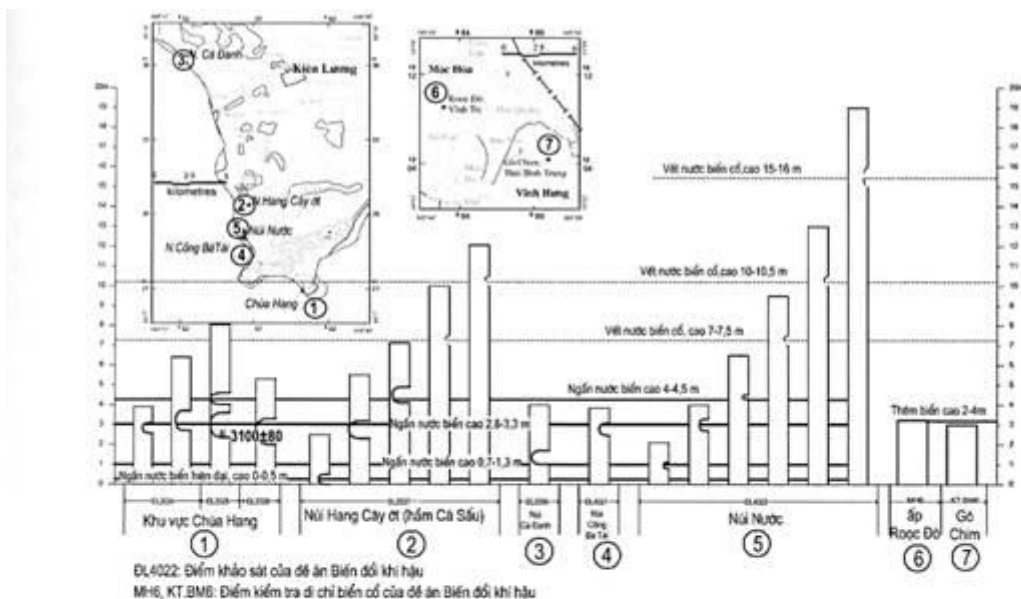
Hình 3. Mặt cắt liên hệ địa tầng trầm tích Holocen theo đường IJ.

Các dấu hiệu khác: gặp ranh giới bất chỉnh hợp, trong đó các trầm tích có tuổi trẻ hơn (Q_2^2 hoặc Q_2^3) phủ trực tiếp trên bề mặt phong hóa laterit loang lổ của các trầm tích cổ hơn

(mQ_2^{-1} hoặc amQ_2^{-1}) như ở LK828a (Kiên Lương); LK 829 (Áp Cờ Trắng, Hà Tiên); LK 804 (Rạch Sỏi, Kiên Giang)... hoặc ranh giới chuyển tương đột ngột tại lỗ khoan 10 (thị xã Sóc Trăng) ở độ sâu 10 m; LK218 (Bến Tre) ở độ sâu 4,5 m; LK211 (Long Mỹ, Hậu Giang) ở độ sâu 10 m; LK 31 (thành phố Mỹ Tho) ở độ sâu 7,8 m...

2. Mực nước biển cao nhất trong Holocen

a) Tuổi và độ cao mực nước biển cao nhất trong Holocen: Trên cơ sở KQBS và tổng hợp tài liệu, các tác giả bài báo này cho rằng trong Holocen, biển tiến sau đó thoái và chỉ đạt cực đại một lần (hay còn gọi là biển tiến cực đại Flandrian). Torn Tamura và nnk [20] cho rằng biển tiến cực đại vào khoảng 6 Ka năm BP trước khi tạo giồng cát ở Tây Bắc thị trấn Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang khoảng 10 km có tuổi 5.570 ± 260 năm cách ngày nay. Nói cách khác, mực nước biển đạt cao nhất trong Holocen xảy ra vào thời gian trước khi biển rút để lại giồng cát cổ này hay biển tiến cực đại vào khoảng 6.000 năm cách đây là hợp lý.



Hình 4. Liên kết các ngấn nước biển-thềm biển khu vực Hà Tiên - Hòn Chông - Mộc Hoá - Vĩnh Hưng

Điểm kiểm tra di chỉ biển cổ	
<p>①</p> <p>Dự án Biến đổi khí hậu, năm 2015</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vị trí: Ấp Rọc Đờ, xã Vĩnh Trị, huyện Mộc Hoá, tỉnh Long An - Từ 0-0,5m: Cát bột lẫn sét - Kết quả phân tích mẫu độ hạt MH6/1: + Cát: 59,9%, Bột: 21,98%, Sét: 18,12% + Các thông số độ hạt: <ul style="list-style-type: none"> * Đường kính trung bình (M_d): 0,135 * Hệ số chọn lọc (So): 2,74 * Hệ số không đối xứng (Sk): 0,237 + Thành phần khoáng vật tạo đá trong cát (cấp hạt 1-0,1mm): <ul style="list-style-type: none"> * Thạch anh: 96-96% * Mảnh đá + sét: 3-4% * Felspat: ít + Khoáng vật nặng (cấp hạt 0,5-0,1mm): <ul style="list-style-type: none"> * Turmalin: rất ít <p>MH6</p> <p>MH6/1</p> <p>②</p> <p>KT.BM6</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vị trí: Gò Chìm, xã Thái Bình Trung, huyện Vĩnh Hưng, tỉnh Long An - Từ 0-0,5m: Cát bột lẫn sét 	<p>Thu thập từ Dự án Đo vẽ BĐDC và TKKS nhóm 4 Hà Tiên - Phú Quốc, tỷ lệ 1/50.000 (Nhật ký địa chất Quyển số 2, Nguyễn Huy Dũng, năm 1995) [9]</p> <p>③</p> <p>HP.3129</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vị trí: thị xã Hà Tiên, tỉnh Kiên Giang - Từ 0-0,2m: Cát lẫn ít sạn màu xám nâu, vàng nâu bờ rời - Từ 0,2-0,6m: Sét bột màu nâu đen, xuống dưới lẫn ít cát loang lổ vàng - Kết quả phân tích mẫu độ hạt: 3129/1/0-0,2 <ul style="list-style-type: none"> + Sạn sỏi: 13,05% + Cát: 44,7% + Bột: 22,75% + Sét: 19,5% 3129/2/0,2-0,6 <ul style="list-style-type: none"> + Sạn sỏi: 0,75% + Cát: 4,4% + Bột: 17,35% + Sét: 77,5% <p>④</p> <p>HP.3203</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vị trí: xã Bình An, huyện Kiên Lương, tỉnh Kiên Giang - Từ 0-0,5m: Sét lẫn cát chứa mùn thực vật

Hình 5. Di chỉ thêm mài mòn - tích tụ ứng với thời kỳ cực đại biển tiến Flandrian.

Về độ cao của mực nước biển, ở vùng ĐBSCL tồn tại các ngấn nước biển cổ rõ nét và phổ biến ở 3 mức phân bố có độ cao: 0,7-1,3 m; 2,8-3,3 m; 4-4,5 m. Sự có mặt di tích các vỏ sò tại ngấn nước biển trong núi đá vôi ở Chùa Hang (trung đương ngấn nước biển ở độ cao 2,8-3,3 m) có tuổi tuyệt đối ^{14}C là 3.100+80 năm BP [14], điều này chứng tỏ ngấn nước biển cổ ở độ cao 4-4,5 m phải có tuổi trước 3.100+80 năm BP. KQBS cho thấy bậc thềm cao 2-4 m chủ yếu là thềm mài mòn - tích tụ, tuổi Holocen giữa (Q_2^2) (Hình 4, 5). Để tạo thềm tích tụ biển cao 2-4 m thì mực nước biển khi đó không thấp hơn 4 m. Trong khi đó, bậc thềm cao 5-15 m thuộc tuổi Pleistocen muộn (Q_1^3) [15], có nghĩa là trong Holocen mực nước biển sẽ thấp hơn 5 m.

b) Phân bố đường bờ biển cổ thời kỳ mực nước biển cao nhất trong Holocen:

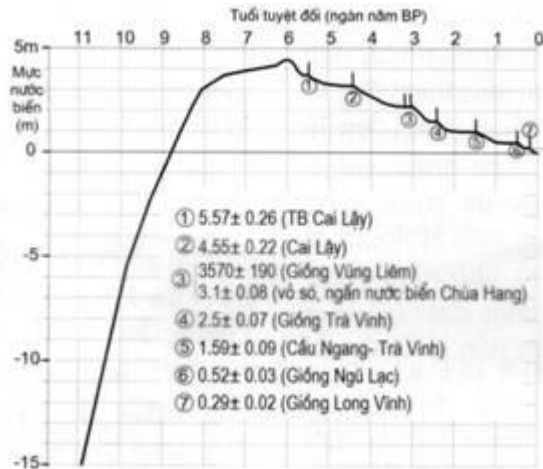
KQBS ở khu vực Mộc Hóa, Vĩnh Hưng, đặc biệt là phía sau trường tiểu học Võ Thị Sáu (điểm khảo sát MH6) thuộc ấp Roọc Đô, xã Vĩnh Trị, huyện Mộc Hóa, tỉnh Long An, ở khu vực Gò Chim (KT.BM6), xã Thái Bình Trung, huyện Vĩnh Hưng, đã xác định có lớp cát màu xám sáng, độ chọn lọc trung bình đến cao, hệ số bất đối xứng thấp phản ánh môi trường sông-biển (Hình 5), phân bố trên gò thấp (độ cao tuyệt đối trên 3,0 m), địa hình gò khu vực Mộc Hóa - Vĩnh Hưng phân bố rải rác kéo dài theo phương (170- 350°). Trên các bề mặt các gò gặp lớp bột cát màu xám vàng, xám trắng, phân cách với lớp bên dưới rõ ràng. Điều đó chứng tỏ các trầm tích này và bề mặt địa hình các gò bị mài mòn và mài mòn - tích tụ là di chỉ để lại của môi trường sông-biển của đợt biển tiến cực đại Flandirian và khá phù hợp với độ cao ngấn nước biển cổ ở độ cao 4-4,5 m phổ biến ở núi Cống Bà Tài, núi Hang Cây Ót (Hang Cá sấu), Núi Nước (Hình 4, 5 và Ảnh 3, 6).

Như vậy, có một đợt biển tiến tràn vào đồng bằng sông Cửu Long và dừng lại ở độ cao 4-4,5 m đủ để tạo nên ngấn nước biển cổ và thềm mài mòn - tích tụ cao 2-4 m. Nếu xét dao động thuận tuý mực nước biển ở đồng bằng sông Cửu Long (không xét nâng, hạ kiến tạo) có thể sơ bộ xác định đới đường bờ cổ (phân bố ở độ cao từ 4 m trở lên) chủ yếu phân bố ngoài địa phận Việt Nam (có thể thuộc Campuchia). Riêng ở khu vực Tp. Hồ Chí Minh, đới đường bờ biển cổ này phân bố ở vùng Hóc Môn, Củ Chi ở độ cao từ 4-4,5 m trở lên.

4. Lịch sử dao động mực nước biển trong Holocen ở ĐBSCL

Cuối Pleistocen - đầu Holocen (khoảng 9.5 Ka [16, 17]) hoặc 11,7 Ka [10] biển bắt đầu tiến vào ĐBSCL trước tiên theo các thung lũng đào khoét.

Sau đó, biển tiến nhanh vào đất liền với tốc độ khoảng 11,6 mm/năm, trung bình là 7,5 mm/năm [8] đến khoảng 8.000 năm BP thì tràn ngập toàn vùng, xâm nhập gần Phnôm Pênh [25], hình thành trầm tích Holocen sớm (Q_2^1). Biển tiếp tục tiến và sau đó duy trì mức đứng cao, đạt cực đại ở độ cao +4 m đến +4,5 m (Hình 6) vào thời gian xấp xỉ 6.000 năm cách ngày nay. Lúc này, mực nước biển tạm thời “ngưng nghỉ”. Di chỉ để lại là các thềm biển cao 2-4 m, tạo ngấn nước cao 4,0-4,5 m (núi Cống Bà Tài, núi Hang Cây Ót, Núi Nước...) (Ảnh 3, Ảnh 6) và sự phát triển các thành tạo trầm tích tuổi Holocen giữa, phần sớm (Q_2^2) bắt gặp ở hầu hết trong các lỗ khoan trong vùng nghiên cứu. Tiếp đến, nước biển từ từ hạ thấp và ngưng nghỉ một thời gian ở vào các khoảng 5,7-4,5 Ka đến 3,5 Ka năm BP (Hình 6) với di chỉ để lại là thể hệ giồng cát thứ nhất Cai Lậy - Nhị Quý và thể hệ giồng cát thứ hai Vũng Liêm - Cầu Kè và trầm tích tương ứng là các trầm tích Holocen giữa, phần muộn (Q_2^2), tương sông, sông biển lộ ra trên mặt hoặc bị phủ bởi trầm tích Holocen muộn (Hình 3). Các ngấn nước biển phổ biến gặp ở Chùa Hang, Núi Nước, Núi Cống Bà Tài, Núi Hang Cây Ót với độ cao mực nước biển từ (+2,8)-(+3,3) m (Ảnh 1-3, Hình 4).



Hình 6. Sơ đồ dao động mực nước biển trong Holocen ở ĐBSCL.

Từ 3,5 Ka đến 2,5 Ka năm BP biển tiếp tục lùi dần xen các khoảng dừng, tương ứng (Hình 6). Di chỉ để lại là *thế hệ giồng cát cổ thứ ba* đại diện là Giồng Trà Vinh - Giồng Trôm (2450±120 năm BP) [20] với quy mô kéo dài hàng vài chục km và chủ yếu phát triển các tràm tích tuổi Holocen muộn, phần sớm gặp phần lớn lộ ra trên mặt (Hình 3) và các ngấn biển cổ còn bắt gặp tại Chùa Hang, Núi Cống Bà Tài, Núi Hang Cây Ót, Núi Bà Đanh, Núi Nước với mức cao độ 0,7-1,3 m (Ảnh 1-3).

Trong khoảng từ 2,5-0 Ka năm BP, biển tiếp tục rút từ từ với sự xen kẽ các thời kỳ mực nước biển ngưng nghỉ. Di chỉ để lại *thế hệ giồng cát thứ tư gặp* có khoảng tuổi từ 2,5 Ka năm BP đến ngày nay như: Giồng Đình, Giồng Cục (xấp xỉ 1,0 Ka, 1,6 Ka), Giồng Ngũ Lạc tuổi 520±30 năm, giồng Long Vĩnh: 290±20 năm; loạt giồng Trường Long Hòa có các tuổi: 178±10 năm, 69±10 năm, giồng Đông Hải có tuổi 39+10 năm BP [16, 20] ở Trà Vinh; Giồng Ba Tri, Giồng Chôm ở Bến Tre; giồng Gò Công (tuổi 0,4 Ka±0,02), Gò Công Tây (1,52 Ka±0,08) ở Tiền Giang và phát triển chủ yếu các tràm tích biển Holocen muộn, phần muộn lộ ra trên mặt vùng nghiên cứu...

Hiện tại mực nước biển đang có xu thế dâng lên với tốc độ trung bình toàn cầu (Vtbtchn) khoảng 1,6-1,8 mm/năm (IPCC). Trên cơ sở lịch sử lặp lại cực đại cao độ mực nước biển dâng và tốc độ trung bình toàn cầu cho phép dự báo độ cao cực đại mực nước biển dâng trong tương lai ở ĐBSCL cao nhất chỉ đạt 4,0-4,5m và nếu đạt cao độ này mất ít nhất 2.500 năm tới; nếu xen các đợt ngưng nghỉ, ít nhất cần 5.000-6.000 năm nữa. Nếu lặp lại tốc độ mực nước dâng trung bình là 7,5 mm/năm từ 10.000 năm BP đến 6.000 năm BP và để đạt cao độ +4,5 m, ít nhất mất 600 năm nữa.

V. KẾT LUẬN

Tràm tích Holocen ở đồng bằng Sông Cửu Long được đặc trưng mặt cắt kiến trúc thô-mịn, mịn-thô xen nhiều vật chất hữu cơ, gồm 5 phân vị địa tầng: Holocen hạ (Q_2^1); Holocen trung, phần dưới ($Q_2^2_1$); Holocen trung, phần trên ($Q_2^2_2$); Holocen thượng, phần dưới ($Q_2^3_1$); Holocen thượng, phần trên ($Q_2^3_2$). Ranh giới là các mặt bất chỉnh hợp và chuyển tương thô, mịn. Gặp chủ yếu trong

lỗ khoan (Q_2^1 , Q_2^{21}) hoặc lộ ra trên mặt (Q_2^{22} , Q_2^3) với bề dày 0,5-40 m, 1-33 m, 0,8-25 m, 0,5-22,5m, 0,5-10 m tương ứng. Tổng bề dày trầm tích Holocen không quá 76,8 m với sự tăng cao bề dày ở các vùng sụt lún, đào khoét dọc các đứt gãy phương TB-ĐN, kém hơn là phương ĐB-TN. Phân lớp chủ yếu là ngang - xiên nghiêng (Q_2^1); song song (SS)-xiên chéo (Q_2^{21}); lượn sóng ss, đứt đoạn, hỗn độn (Q_2^{22}); lượn sóng- SS không liên tục (Q_2^{31}); SS-không đều, hỗn độn (Q_2^{32}) ứng với màu sắc thay đổi từ xám trắng, xám xanh, vàng, nâu, đen là chính có nguồn gốc chủ yếu: sông, sông- biển, biển, đầm lầy. Tốc độ trung bình lắng đọng trầm tích: trong suốt Holocen là 5,8 mm/năm, thay đổi từ nhỏ nhất 0,11- 0,5 mm/năm đến lớn nhất đạt 7,7-11,5 mm/năm với xu thế giảm dần từ Holocen giữa cho đến nay.

Đặc trưng dao động mực nước biển ở ĐBSCL được chia làm 2 vĩ kỳ: từ cuối Pleistocen muộn - đầu Holocen sớm đến 6,0 Ka năm BP là vĩ kỳ biển tiến và đạt cực đại cao độ 4,0-4,5 m so với mực nước biển hiện tại vào khoảng 6,0 Ka trước đây (BP). Từ 6,0 Ka đến nay là vĩ kỳ biển lùi là chính với 04 đợt biển dừng. Di chỉ để lại là 04 thế hệ giồng cát cổ với tuổi cách ngày nay: 1) từ 4.5-5,7 Ka; 2) từ 3,5-2,5 Ka; 3) từ 2,5 Ka đến 1,5 Ka và 4) từ 1,5 Ka đến nay với cao độ mực nước biển ứng với đợt 2 và đợt 3 là 2,8-3,3 m, 0,7-1,3 m. Biển lùi đợt 1 (tuổi 4.5-5,7 Ka năm BP) và đợt 4 (tuổi 1,5 Ka đến nay) vẫn chưa rõ di chỉ ngắn biển để lại, có lẽ do tốc độ biển lùi nhanh hoặc hàm lượng acid trong nước biển giảm? Vấn đề cần được tiếp tục nghiên cứu.

Hiện tại mực nước biển có xu thế dâng lên, dự báo cực đại mực nước biển dâng trong tương lai ở ĐBSCL cao nhất chỉ đạt 4,0-4,5 m và mất ít nhất 2500 năm tới; nếu xen các đợt ngưng nghỉ, ít nhất cần 5.000-6.000 năm nữa và tối thiểu cần 600 năm nữa nếu tốc độ dâng lặp lại là 7,5 mm/năm. Điều này có nghĩa trong khoảng 100 năm tới ở ĐBSCL mực nước biển sẽ dâng thêm 0,75 m.

Lời cảm ơn: Bài báo này là một phần kết quả của dự án: “Điều tra, đánh giá địa động lực hiện đại để hoàn thiện kịch bản biến đổi khí hậu và đề xuất giải pháp thích ứng ở đồng bằng Sông Cửu Long” thuộc Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu (MTQBĐKH) được Bộ Tài nguyên và Môi trường phê duyệt và triển khai từ 2012 đến 2015. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn!

VĂN LIỆU

- 1. Cao Đình Triều, Phạm Huy Long, Đỗ Văn Linh, Lê Văn Dũng, Cao Đình Trọng, 2013.** Địa động lực hiện đại lãnh thổ Việt Nam. *Nxb KHTN&CN.*
- 2. Des E. Walling, 2008.** *The Changing Sediment Load of the Mekong River. Source: Ambio, Vol. 37, No. 3, Mekong at the Crossroads, pp. 150-157 Published by: Springer on behalf of Royal Swedish Academy of Sciences Stable.*
- 3. Đỗ Văn Linh, 2010.** Lịch sử phát triển kiến tạo Kainozoi lãnh thổ Nam Trung Bộ và mối liên quan với động đất. *Luận án tiến sĩ địa chất. Thư viện Khoa học Tổng hợp Tp. Hồ Chí Minh, 186 trang.*
- 4. Lê Đức An, 2012.** Địa mạo Việt Nam. Cấu trúc - Tài nguyên - Môi trường. *Nxb Khoa học tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội.*
- 5. Lê Hữu Tuấn, Nguyễn Thị Mộng Lan, Tạ Thị Kim Oanh, 2012.** Đặc điểm môi trường trầm tích ven biển và thay đổi đường bờ Trà Vinh đồng bằng sông Cửu Long. *TC Các Khoa học về Trái đất, số 3: 350-358. Hà Nội.*
- 6. Ma Công Cọ, Hà Quang Hải và nnk, 1988.** Báo cáo kết quả lập bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản thành phố Hồ Chí Minh, tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

7. **Ngô Quang Toàn, 1999.** Vô phong hóa và trầm tích Đệ tứ Việt Nam (Thuyết minh bản đồ vô phong hóa và trầm tích Đệ tứ Việt Nam, tỷ lệ 1:1.000.000). *Cục ĐC&KS Việt Nam.*
8. **Nguyễn Địch Dĩ (Chủ biên), 1996.** Địa chất Đệ tứ và đánh giá tiềm năng khoáng sản liên quan. *Đề tài KT 01-07. Chương trình Khoa học và Công nghệ nhà nước. KT-01.*
9. **Nguyễn Địch Dĩ, Doãn Đình Lâm và nnk, 2010.** Phân vị địa tầng mới- Hệ tầng Bình Đại, tuổi Holocen sớm vùng cửa sông ven biển châu thổ sông Cửu Long. *TC Các khoa học về Trái đất, số 4, tr 335-342. Hà Nội.*
10. **Nguyễn Địch Dĩ (Chủ biên), 2012.** Biến động cửa sông và môi trường trầm tích Holocen - Hiện đại vùng ven biển châu thổ sông Cửu Long. *Nxb KHTN&CN. Hà Nội.*
11. **Nguyễn Huy Dũng và nnk, 2003.** Phân chia địa tầng trầm tích N-Q và nghiên cứu cấu trúc địa chất đồng bằng Nam Bộ. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
12. **Nguyễn Đức Tâm, Đỗ Tuyết, 1994.** Địa chất Đệ tứ Việt Nam (Thuyết minh bản đồ địa chất Đệ tứ Việt Nam, tỷ lệ 1:500.000). *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
13. **Nguyễn Đức Tâm, 2011.** Về vấn đề biến đổi khí hậu hiện đang diễn ra. *TC Địa chất, A/326:1-16. Hà Nội.*
14. **Nguyễn Ngọc Hoa và nnk, 1991.** Báo cáo kết quả đo vẽ BĐĐC và TKKS nhóm tờ Đồng Bằng Nam Bộ. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
15. **Nguyễn Xuân Bao và nnk, 1994.** Thuyết minh tóm tắt địa chất và khoáng sản, tỷ lệ 1:200.000 (hiệu đính) các tờ: Sài Gòn, Châu Đốc, Long Xuyên, Sóc Trăng, Trà Vinh - Côn Đảo, Hà Tiên - Phú Quốc, Bạc Liêu, Cà Mau. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
16. **Phùng Văn Phách, 2010.** Nghiên cứu tiến hoá đới ven biển đồng bằng sông Cửu Long và vùng thềm lục địa kề cận trong Holocen - Hiện đại phục vụ phát triển bền vững (2008-2009). *Báo cáo tổng kết đề tài. Viện ĐC&ĐVL biển. Hà Nội.*
17. **Rik Tjallingii, Karl Stattegger, Andreas Wetzel, Phung Van Phach, 2010.** Infilling and flooding of the Mekong River incised valley during deglacial sea-level rise. *Quaternary Science Reviews 29: 1432el444.*
18. **Ta Thi Kim Oanh, Van Lap Nguyen, Masaaki Tateishi, Iwao Kobayashi, Susumu Tanabe, Yoshiki Saito, 2002.** Holocene delta evolution and sediment discharge of the Mekong River, southern Vietnam. *Quaternary Science Reviews 21: 1807-1819.*
19. **Tạ Thị Kim Oanh, Nguyễn Văn Lập, Huỳnh Thị Thanh Tâm, Nguyễn Thị Mộng Lan, Phạm Công Luyện, 2012.** Trầm tích giồng cát huyện Duyên Hải tỉnh Trà Vinh và tiến hóa Holocen châu thổ sông Cửu Long. *TC Các khoa học về Trái đất, số 3:335-340.*
20. **Toru Tamura, Yoshiki Saito, V. Lap. Nguyen, T.K. Oanh Ta, Mark D. Bateman, Dan Masumoto, and Shota Yamashita, 2012.** Origin and evolution of interdistributary delta plains; insights from Mekong River delta. *Geology 40: 303-306.*
21. **Trần Nghi, Nguyễn Địch Dĩ, Đinh Xuân Thành, Ngô Quang Toàn, 2012.** Địa tầng trầm tích thềm lục địa Việt Nam tiếp cận từ địa tầng phân tập. *Tuyển tập Báo cáo khoa học Hội nghị khoa học Địa chất biển toàn quốc lần thứ 2. Hà Nội-Hạ Long. Nxb KH&CN. Hà Nội.*
22. **Trịnh Đánh và nnk, 1998.** Báo cáo đề án: Địa tầng Phanerozoic Tây Nam Bộ (từ sông Tiền về phía Tây và Tây Nam, kể cả đảo). *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*
23. **Trương Công Đương và nnk, 1998.** Báo cáo kết quả đo vẽ BĐĐC và TKKS nhóm tờ Hà Tiên - Phú Quốc tỷ lệ 1: 50.000. *Lưu trữ Địa chất. Hà Nội.*

24. Vũ Văn Phái, Dương Tuấn Ngọc, Lưu Thành Chung, 2013. Những bằng chứng địa mạo về sự thay đổi mực nước biển trên dải bờ biển Nam Bộ trong giai đoạn từ Holocen giữa đến nay. *Tuyển tập Báo cáo khoa học Hội nghị khoa học Địa chất biển toàn quốc lần thứ 2. Hà Nội - Hạ Long. Nxb KHTN&CN. Hà Nội.*

25. Ulrike Proske, Till J.J. Hanebuth, Hermann Behling, Van Lap Nguyen, Thi Kim Oanh Ta and Bui Phat Diem, The Holocene, 2010. The palaeoenvironmental development of the northeastern Vietnamese Mekong River Delta since the mid Holocene. *The Holocene 20(8): 1257-1268.*

26. Ulrike Proske, Till J.J. Hanebuth, Hermann Behling, Van Lap Nguyen, Thi Kim Oanh Ta, and Bui Phat Diem, 2010. The palaeo- environmental development of the northeastern Vietnamese Mekong River Delta since the mid Holocene. *Ulrike Proske, Faculty of Geosciences, University of Bremen, Klagenfurter Strasse 2, 28359 Bremen, German: 1257- 1268.*