

ĐẶC ĐIỂM PHÂN BỐ MẶN NHẠT NƯỚC LỖ RỒNG TRONG CÁC TRẦM TÍCH TUỔI HOLOCEN PHÍA TÂY NAM CHÂU THỔ SÔNG HỒNG

TRẦN THỊ LỰU¹, PHẠM QUÝ NHÂN², TRẦN NGHĨ¹, FLEMMING LARSEN³

¹ Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Hà Nội, Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội

² Trường Đại học Tài Nguyên và Môi Trường Hà Nội, Cầu Diễn, Từ Liêm, Hà Nội; ³ Cục Địa chất Đan Mạch

Tóm tắt: Trong Holocen, dao động mực nước biển, hoạt động nâng hạ kiến tạo và tốc độ lắng đọng trầm tích đã quyết định sự hình thành nên các tướng trầm tích khác nhau gồm các trầm tích cửa sông-vũng vịnh, các trầm tích châu thổ và các trầm tích sông phân bố theo chiều từ dưới lên trên. Sử dụng tổ hợp các phương pháp nghiên cứu bao gồm địa vật lý lỗ khoan, phương pháp trường chuyển, phân tích thành phần hóa học nước lỗ rồng đã cho thấy các trầm tích biển Holocen vẫn còn chứa nước mặn tàn dư với độ tổng khoáng hóa tăng dần theo hướng từ lục địa ra biển. Các kết quả nghiên cứu cũng chỉ ra rằng, nước lỗ rồng trong các trầm tích cửa sông vũng vịnh có độ tổng khoáng hóa cao hơn so với nước lỗ rồng các trầm tích châu thổ. Ngoài ra, dựa trên các tài liệu nghiên cứu xác định thành phần độ hạt trầm tích, thành phần khoáng vật cũng như các tài liệu nghiên cứu về trầm tích Đệ tứ công bố trước đây đã góp phần làm sáng tỏ quy luật phân bố mặn nhạt của nước lỗ rồng trong các trầm tích tuổi Holocen vùng nghiên cứu. Đây là cơ sở giải thích cho nguồn gốc nhiễm mặn của nước dưới đất trong các tầng chứa nước Holocen và Pleistocen.

I. MỞ ĐẦU

Vùng châu thổ sông Hồng là nơi tập trung đông dân cư với nhu cầu sử dụng nước dưới đất (NDĐ) rất lớn. Tuy nhiên, NDĐ trong các tầng chứa nước (TCN) Holocen và Pleistocen bị nhiễm mặn ở nhiều nơi, không những ở khu vực ven biển mà còn ở sâu trong lục địa [6, 9, 12]. Nước bị nhiễm mặn ở các khu vực cửa sông ven biển có thể được lý giải là do xâm nhập mặn (XNM) từ biển vào các TCN. Tuy nhiên, ở nhiều vị trí sâu trong đất liền như các khu vực Phú Xuyên, Phú Lý với khoảng cách tới bờ biển 70 km thì có lẽ không thể lý giải là do xâm nhập mặn hiện đại trực tiếp từ biển gây nên. Trên cơ sở nghiên cứu lịch sử phát triển vùng châu thổ sông Hồng thời kỳ Holocen [3, 4, 10, 13-15, 17-19] có thể thấy rằng sự dao động mực nước biển từ thời kỳ 11.000 năm trước hiện tại cho đến nay đã hình thành nên các tầng trầm tích có

nguồn gốc khác nhau như trầm tích cửa sông vũng vịnh, trầm tích châu thổ, trầm tích sông. Sự khác biệt về môi trường thành tạo trầm tích, kết hợp với quá trình XNM và rửa mặn đã dẫn đến sự khác biệt về độ mặn nhạt của nước lỗ rồng (NLR) trong các trầm tích theo cả không gian (theo hướng từ lục địa ra biển) và thời gian (theo hướng từ dưới lên trên). Việc sử dụng tổ hợp các phương pháp địa vật lý (ĐVL), phân tích thành phần hóa học (TPHH) của NLR sẽ đánh giá được sự biến thiên về độ mặn, nhạt của NLR trong các tầng trầm tích Holocen theo thời gian cũng như sự ảnh hưởng đến mức độ mặn, nhạt của NDĐ trong các TCN.

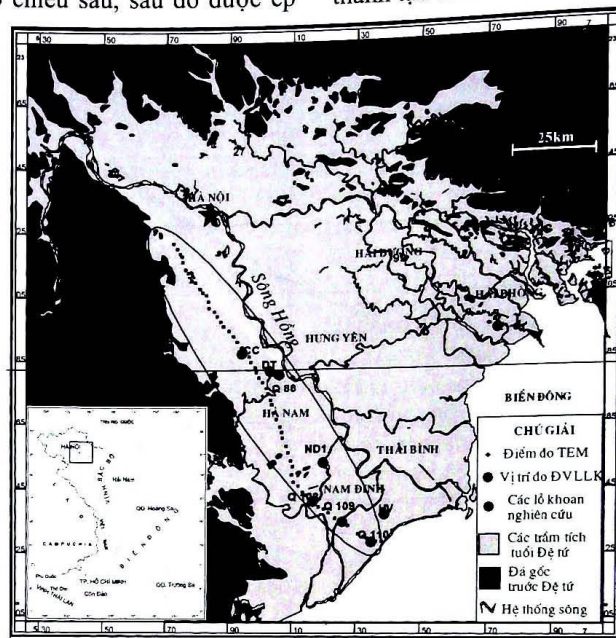
II. CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Khoan địa tầng lấy mẫu trầm tích nguyên dạng

Vị trí lỗ khoan lấy mẫu nguyên dạng thuộc huyện Duy Tiên, tỉnh Hà Nam được bố trí cạnh lỗ khoan Q88 của mạng quan

trắc quốc gia (Hình 1) do vậy tên của lỗ khoan được đặt là Q88-VA để tiện cho việc so sánh và đối chiếu các kết quả nghiên cứu. Mẫu trầm tích nguyên dạng được lấy theo chiều sâu, sau đó được ép

lấy NLR và phân tích TPHH của NLR. Các thí nghiệm xác định thành phần độ hạt và thành phần khoáng vật sét cũng được thực hiện để xác định môi trường thành tạo trầm tích.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu (giới hạn bởi hình elip) và các điểm nghiên cứu.

2. Ép chiết nước lỗ rỗng và phân tích thành phần hóa học

Mục đích của ép chiết nước là lấy được NLR từ các mẫu sét để tiến hành phân tích một số chỉ tiêu như độ tổng khoáng hóa (TDS), độ dẫn điện, pH, hàm lượng các ion chính của NLR. Các mẫu NLR được ép từ mẫu trầm tích với mật độ là 01 mẫu NLR/~3 m lõi khoan. Nước lỗ rỗng chứa trong mẫu trầm tích được chiết ra bởi thiết bị ép sử dụng áp suất cao tạo bởi bình khí nén nitơ nhằm bảo vệ mẫu khỏi tác động của khí quyển. Số lượng mẫu NLR thu được là 22 mẫu trên tổng số 57 m lõi khoan.

3. Xác định thành phần độ hạt

Thành phần độ hạt là thông số quan trọng bởi nó phản ánh năng lượng, cơ chế và môi trường lắng đọng trầm tích [11].

Thành phần độ hạt của các mẫu cát được xác định bằng phương pháp rây, trong khi các mẫu bột sét được xác định bằng phương pháp tỷ trọng. Các mẫu phân tích độ hạt theo chiều sâu được đưa ra trong Bảng 1:

Bảng 1. Độ sâu các mẫu được xác định thành phần độ hạt

Mẫu sét	6,9 m
	24,9 m
	33,8 m
	45 m
	51,9 m
Mẫu cát	19 m
	22 m
	55,3 m
	57,4 m

Kết quả được phân chia theo phần trăm khối lượng của từng nhóm độ hạt gồm sét (<2 μm), bột mịn (2-20 μm), bột thô (20-63 μm), cát mịn (63-200 μm), cát trung (200-630 μm), cát thô (630-1000 μm) (Dựa theo thang phân chia của Cục Địa chất Mỹ). Thành phần bột sét được tính bằng phần trăm tích lũy cỡ hạt <63 μm .

4. Xác định thành phần khoáng vật sét

Các mẫu sét được tiến hành xác định thành phần khoáng vật có trong mẫu. Mẫu định hướng được thực hiện cho cỡ hạt <2 μm được chuẩn bị theo phương pháp pipet như sau:

Mẫu bão hòa Mg làm khô ở nhiệt độ thường;

Mẫu bão hòa Mg và thêm Glycerol;

Mẫu bão hòa K làm khô ở nhiệt độ thường và nung ở nhiệt độ 300°C trong vòng 1 giờ;

Tổ hợp khoáng vật sét là một chỉ thị xác định môi trường thành tạo trầm tích, giúp luận giải điều kiện hình thành trầm tích trong mối liên hệ với các kết quả đo đạc tính toán khác.

5. Phương pháp trường chuyển (TEM)

Phương pháp trường chuyển (Transient Electromagnetic Sounding-TEM) hay còn gọi là phương pháp miền thời gian. Trong phương pháp này, biên độ của tín hiệu điện là một hàm của thời gian. Đây là phương pháp đã được nhiều tác giả trên thế giới sử dụng trong nghiên cứu đánh giá xâm nhập mặn nước dưới đất ở vùng ven biển [1, 5, 7, 8, 16]. Trong nghiên cứu này, tuyến đo TEM được bố trí kéo dài từ khu vực Nam Hà Nội tới vùng biển Nam Định. Tổng số điểm đo TEM là 63, khoảng cách giữa 2 điểm đo liền kề là 2 km (Hình 1). Tổng hợp kết

quả đo theo tuyến nghiên cứu sẽ xây dựng được mặt cắt điện trở suất của môi trường trầm tích, từ đó đánh giá được độ mặn, nhạt của NLR trong trầm tích dựa trên tương quan giữa điện trở suất của tầng với độ dẫn điện và tổng độ khoáng hóa của NLR.

6. Địa vật lý lỗ khoan (ĐVLLK)

Trong nghiên cứu này, thông số được đo là độ dẫn điện của tầng trầm tích với mục đích nghiên cứu sự biến đổi độ mặn nhạt của NLR theo chiều sâu tại một số lỗ khoan. Đây là thông số cung cấp thông tin gián tiếp về độ dẫn điện của tầng trầm tích và của NLR chứa trong nó, tức là cung cấp thông tin tổng hợp của cả 2 đối tượng trầm tích và NLR. Các trầm tích hạt mịn chứa NLR nồng độ muối lớn sẽ có độ dẫn điện của tầng cao hơn so với các trầm tích hạt thô chứa NLR có nồng độ muối nhỏ. Các vị trí được tiến hành ĐVLLK gồm Q88, Q108, Q109, Q110 (Hình 1).

7. Mối liên quan giữa điện trở suất, độ dẫn điện và tổng độ khoáng hóa

Độ dẫn điện của tầng (có giá trị là nghịch đảo của điện trở suất) được quyết định bởi cả 2 yếu tố là thành phần trầm tích và NLR chứa trong nó. Do đó, đối với cùng một loại trầm tích nhưng NLR trong nó có TPHH khác nhau sẽ dẫn đến độ dẫn điện của tầng cũng khác nhau. Mối liên quan giữa điện trở suất của tầng và điện trở suất của bản thân NLR được thể hiện qua công thức do Archie đưa ra năm 1942.

$$F = \frac{\rho_t}{\rho_n} \quad (1)$$

Trong đó: F: hệ số thành hệ; ρ_t : điện trở suất của tầng; ρ_n : điện trở suất của NLR.

Thước tỷ lệ (m)	TDS (mg/l)	Độ sâu (m)		Đề đầy lốp (m)	Cột địa tầng	Mô tả thạch học
		Từ (m)	Đến (m)			
3		0		5.6		Đất trồng trọt chủ yếu là bột, cát lẫn sét pha
6	446	5.6	5.6	1.2	●	Sét nâu
	328	6.8	6.8	1.2		Sét bột nâu dẻo chảy
9	333	8.0	8.0	1.7		Cát pha sét nâu
	285	9.7	9.7	2.3		Sét nâu dẻo
12		12.0	12.0			Cát mịn bão hòa nước
	256			3.0		
15		15.0	15.0			Cát mịn - trung
	209			3.0		
18		18.0	18.0		○	Cát mịn - trung lẫn vật chất hữu cơ
	323			3.0		
21		21.0	21.0		○	Sét
	810			2.5		
24		23.5	23.5		●	
	1965					
27				6.5		Sét lẫn bột
	3180					
30						
	3475					
33		33.0	33.0	2.5	●	Sét nâu xám
	3660					
36		35.5	35.5			Sét nâu
	3255			6.1		
39						
	3240					
42		41.6	41.6	2.9		Sét nâu xám
	2995					
45		44.5	44.5	3.0	●	Cát pha
	271					
48		47.5	47.5			
	2010					
51				9.0	●	Sét pha bột, cát mịn
	1585					
54					○	
	1360					
57		56.5	56.5		○	Cát thô - trung
	1600					
60		58.0	58.0			
63						Sạn sỏi lẫn cát
66						

Hình 2. Thiết đồ lỗ khoan Q88VA và vị trí các mẫu thí nghiệm
 Các mẫu sét phân tích độ hạt và thành phần khoáng vật ● Các mẫu cát phân tích thành phần độ hạt ○

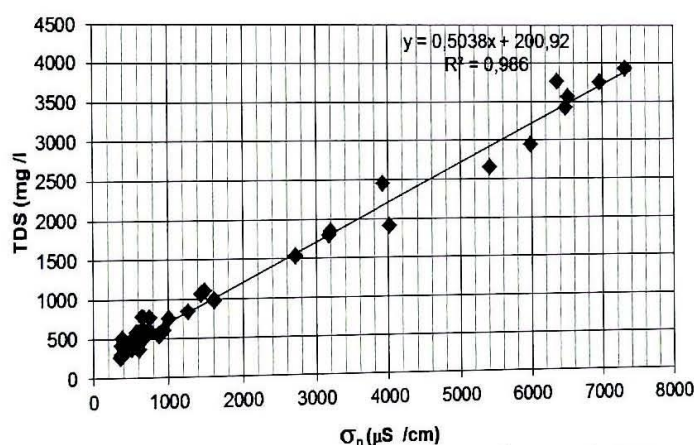
Trong công trình này, hệ số thành hệ của các lớp đất đá được xác định thông qua các số liệu về độ dẫn điện của tầng từ kết quả đo ĐVL lỗ khoan và độ dẫn điện của NLR ép từ các mẫu trầm tích. Hệ số thành hệ tính toán được kết hợp với số liệu điện trở suất của tầng thu được từ phương pháp TEM sẽ tính được điện trở suất của NLR bằng việc áp dụng công thức (1).

Theo kết quả phân tích thành phần hóa học của NLR thì độ tổng khoáng hóa (TDS) và độ dẫn điện của NLR (σ_n) có

mối quan hệ tuyến tính với phương trình tương quan như sau (Hình 3):

$$\text{TDS (mg/l)} = 0,5 \cdot \sigma_n + 200 \text{ (}\mu\text{S/cm)} \quad (2)$$

Từ số liệu độ dẫn điện của các kết quả đo ĐVL sẽ tính được TDS của NLR dựa trên công thức 2 và ngược lại. Khi đó sẽ xác định được phân bố mặn nhạt của NLR dựa trên các số liệu điện trở suất hoặc độ dẫn điện của NLR thu được, ranh giới phân chia điện trở suất và độ dẫn điện của tầng cho các loại nước chứa trong các trầm tích khác nhau được đưa ra trong Bảng 2.



Hình 3. Đồ thị tương quan giữa TDS và độ dẫn điện của NLR.

Bảng 2. Khoảng phân chia ranh giới các loại hình nước theo điện trở suất và độ dẫn điện của tầng tương ứng theo kết quả địa vật lý lỗ khoan (ĐVLK)

Loại NLR	Trầm tích	Điện trở suất của tầng $\rho_t (\Omega.m)$	Độ dẫn điện của tầng $\sigma_t (mS/m)$
Nước nhạt	Sét	15-25	40-67
	Bột/cát	25-100	10-40
	Cát/sạn	100-200	5-10
Nước lợ	Sét	3-15	67-333
	Cát/sạn	15-150	6,7-67
Nước mặn	Sét	0,5-3	333-2000
	Cát/sạn	<20	>50

III. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH

1. Kết quả phân tích thành phần hóa học nước lỗ rỗng lỗ khoan Q88-VA

Theo kết quả phân tích TPHH của NLR cho thấy ở lớp trầm tích trên cùng (bề dày khoảng 21 m) NLR có TDS < 1000 mg/l. Ở độ sâu lớn hơn, độ tổng khoáng hóa tăng

dần và đạt cực đại ở mức khoảng 3985 mg/l tại độ sâu 34 m, sau đó lại giảm dần về mức khoảng 1873 mg/l ở độ sâu 57 m (Bảng 3; Hình 4).

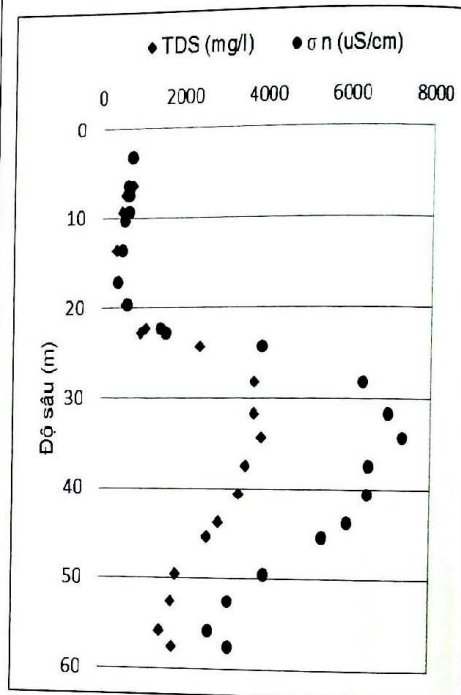
Kết quả phân tích TPHH của NLR chỉ ra rằng ở tầng trầm tích trên cùng (từ 0-21 m), nước lỗ rỗng có loại hình chủ yếu là

bicarbonat canxi magie, trong khi ở trong tầng sét bên dưới, nước lỗ rỗng có loại hình chủ yếu là clorua natri hoặc clorua natri-magie... (Bảng 3). Ngoài ra, độ dẫn điện của tầng và tổng độ khoáng hóa có cùng xu thế biến đổi theo chiều sâu cùng với sự biến đổi về thành phần thạch học của trầm tích (Hình 4). Theo tài liệu khoan địa tầng (Hình 2), lớp trầm tích trên cùng

với bề dày 12 m có thành phần chủ yếu là sét, sét pha bột màu nâu. Từ độ sâu 12 m đến 21 m các trầm tích chủ yếu gồm cát hạt mịn, cát mịn-trung. Ở độ sâu từ 21 m tới 57 m, các trầm tích hạt mịn có thành phần chủ yếu là sét, sét lẫn bột màu nâu đến nâu xám. Kết quả phân tích thành phần độ hạt cho các mẫu được trình bày trong phần 5.

Bảng 3. Độ tổng khoáng hóa và loại hình nước lỗ rỗng

Độ sâu (m)	TDS(mg/l)	Loại hình nước
3	756,8	Ca-Mg-HCO ₃
6	770,9	Ca-Mg-HCO ₃
7	594,9	Ca-Mg-HCO ₃
9	504,0	Ca-Mg-HCO ₃ -Cl
10	577,9	Ca-Mg-HCO ₃ -Cl
13	369,5	Ca-HCO ₃
16	427,9	Ca-Mg-HCO ₃
19	611,1	Ca-Mg-HCO ₃
22	1112,6	Na-HCO ₃ -Cl
23	1001,2	Na-Cl-HCO ₃
24	2477,4	Na-Cl-HCO ₃
27	3809,4	Na-Cl-H 3
31	3810,9	Na-Cl
34	3985,0	Na-Cl-HCO ₃
37	3618,1	Na-Cl
40	3471,6	Na-Cl
43	2990,6	Na-Cl
45	2696,3	Na-Cl
49	1946,9	Na-Cl
52	1835,9	Na-Mg-Cl
55	1554,2	Na-Mg-Cl
57	1873,5	Na-Mg-Cl

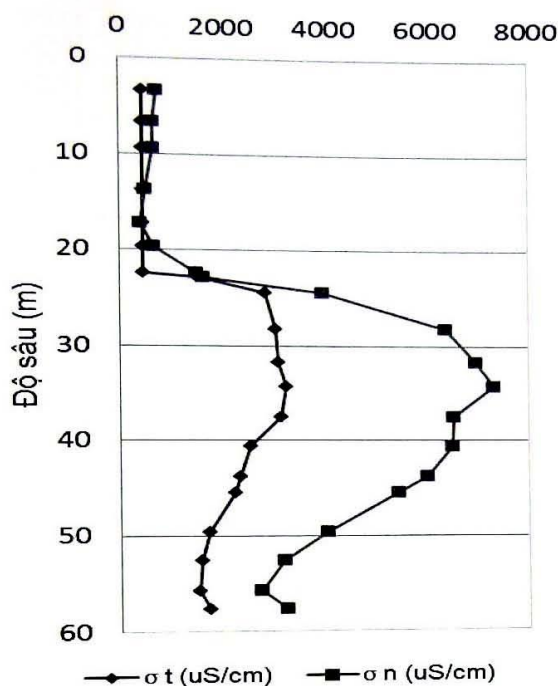


Hình 4. Biểu đồ biểu diễn sự biến thiên tổng độ khoáng hóa (TDS) và độ dẫn điện (σ_n) của NLR trong trầm tích.

2. Kết quả địa vật lý lỗ khoan

Bên cạnh tài liệu phân tích trực tiếp thành phần hóa học NLR, tài liệu ĐVLLK ở một số vị trí cũng chứng minh sự tồn tại của nước biển trong tầng trầm tích hạt mịn này. Hình 6 là kết quả đo ĐVLLK ở vị trí LK Q88 và Q109. Kết quả cho thấy, tại vị trí LK Q88, độ dẫn điện của tầng của lớp sét (22-57 m) cao

hơn rất nhiều so với các lớp bên trên và bên dưới. Rõ ràng, thành phần thạch học và hàm lượng muối của NLR đã ảnh hưởng đến độ dẫn điện của tầng. Ở lớp trầm tích trên cùng (từ 0-22 m) nơi chứa NLR nhạt, độ dẫn điện của tầng và độ dẫn điện của NLR gần như bằng nhau, hệ số thành hệ biến đổi trong khoảng 1,1 đến 1,6 (Hình 5).



Hình 5. Biểu đồ biểu diễn sự biến thiên độ dẫn điện của tầng và của NLR trong lỗ khoan Q88-VA.

Tuy nhiên, khi thành phần thạch học và hàm lượng muối của NLR thay đổi, độ dẫn điện của tầng và của NLR cũng biến đổi theo nhưng không cùng xu thế (Hình 6, từ 22 m trở xuống). Điều này được lý giải bởi độ dẫn điện của tầng không những phụ thuộc vào NLR mà còn phụ thuộc vào thành phần thạch học. Hệ số thành hệ của trầm tích tầng dần và có giá trị biến đổi trong khoảng 2,1 đến 2,5.

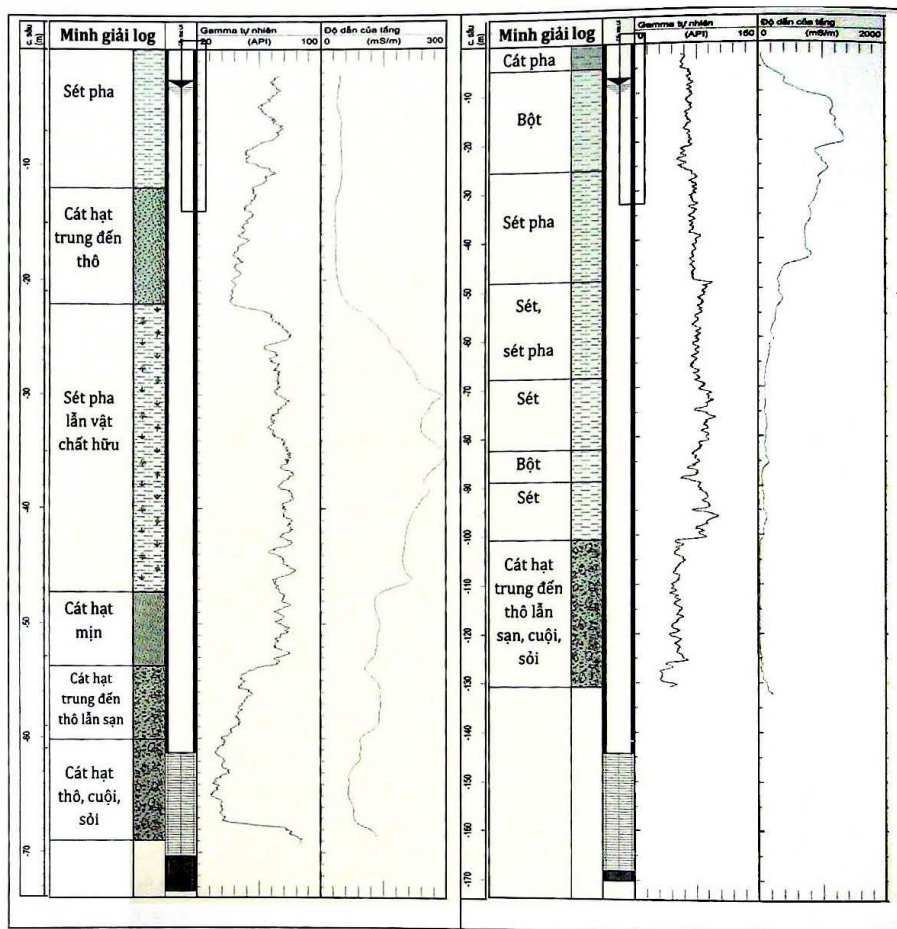
Sự tồn tại của NLR mặn còn được minh chứng bởi kết quả đo ở lỗ khoan Q109, vị trí có tầng sét dày lên tới 110 m nhưng độ dẫn điện của tầng không đồng nhất theo suốt bề dày của lớp sét. Ở lớp sét trên cùng (phân bố từ 10-60 m) độ dẫn điện của tầng lớn tuy nhiên ở lớp sét liền kề bên dưới độ dẫn điện của tầng lại rất thấp (Hình 6). Điều đó chứng tỏ hàm lượng muối của NLR trong 2 tầng sét này là khác nhau, tầng sét bên trên có độ dẫn điện của tầng cao là do NLR có hàm lượng muối lớn, ngược lại tầng sét bên dưới có độ dẫn điện của tầng thấp là bởi

NLR có hàm lượng muối nhỏ hơn. Điều này sẽ được trình bày cụ thể trong mục thảo luận.

3. Kết quả đo trường chuyên (TEM)

Mặt cắt điện trở suất của tầng được xây dựng dựa trên kết quả đo TEM dọc theo thung lũng tây nam sông Hồng (Hình 1). Trên cơ sở số liệu điện trở suất của tầng thu được, có thể đánh giá về độ mặn, nhạt của NLR trong các trầm tích tuổi Holocen theo không gian và thời gian như sau (Hình 7).

Đoạn 1: Ở đoạn này NLR chứa trong trầm tích Holocen là nước nhạt, phân bố ở vùng phía nam Hà Nội với khoảng cách trên tuyến là 23 km (Hình 7). Phù trên mặt là các trầm tích sét, sét pha có điện trở suất khoảng 25-30 Ωm , tiếp đến là lớp cát, cát pha với điện trở suất của tầng dao động từ 30 Ωm đến 100 Ωm . Dựa trên kết quả tính toán ở Bảng 2 có thể kết luận nước chứa trong tầng trầm tích Holocen là nước nhạt.



Hình 6. Tài liệu địa vật lý lỗ khoan của LK Q88 (trái) và Q109 (phải).

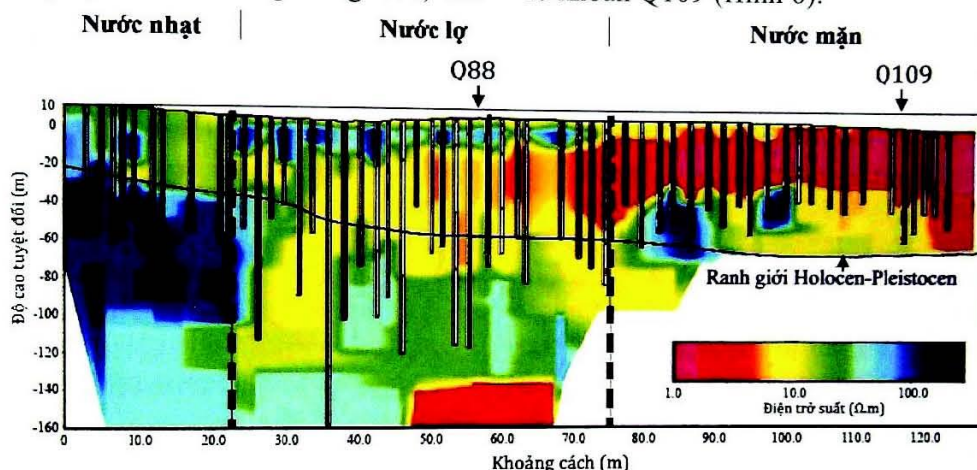
Đoạn 2: Đây là khu vực kéo dài từ nam Hà Nội đến vùng Lý Nhân (Hà Nam) với khoảng cách trên tuyến là 52 km. Ở đoạn này, tầng trầm tích bề mặt có điện trở suất trong khoảng 15-25 Ωm cho thấy nước chứa trong tầng sét này là nước nhạt. Bên dưới là TCN Holocen- vị trí có điện trở suất dao động trong khoảng 50-100 Ωm do vậy nước trong tầng trầm tích này cũng là nước nhạt. Điều này phù hợp với kết quả phân tích mẫu NLR và ĐVLLK của LK Q88. Ở lớp sét bên dưới, độ dẫn điện của tầng dao động trong khoảng 5-

15 Ωm và có xu thế tăng dần theo hướng TB-ĐN. Dựa trên kết quả tính toán ở Bảng 2 và giá trị điện trở suất của tầng sét chứng tỏ NLR chứa trong lớp sét bên dưới TCN Holocen là nước lợ với hàm lượng muối của NLR tăng dần từ nam Hà Nội tới khu vực Lý Nhân.

Đoạn 3: Khoảng cách trên tuyến là 50 km (Hình 7), kéo dài từ khu vực Lý Nhân tới ven biển Nam Định. Lớp sét trên cùng có bề dày mỏng, phân bố không đồng đều và có điện trở suất của tầng biến đổi từ 10-3 Ωm theo hướng

TB-1DN. Điều này minh chứng cho sự chuyển tiếp về độ mặn của NLR theo không gian. Bên dưới là lớp sét tuổi Holocen có điện trở suất tương đối đồng nhất và có giá trị biến đổi trong khoảng 1-5 Ωm . Đây là tầng sét chứa nước mặn đến lợ. Khác với đoạn 2, ở đoạn 3 này TCN qh phân bố không đồng đều, đôi

nơi bị vắng mặt. Bên dưới tầng sét Holocen chứa nước mặn/lợ là tầng sét chứa NLR nhạt, điều đó được minh chứng bởi giá trị điện trở suất của lớp sét này khoảng 20 Ωm . Kết quả đo TEM này cũng phù hợp với kết quả đo độ dẫn điện của tầng của tầng sét Pleistocen tại vị trí lỗ khoan Q109 (Hình 6).



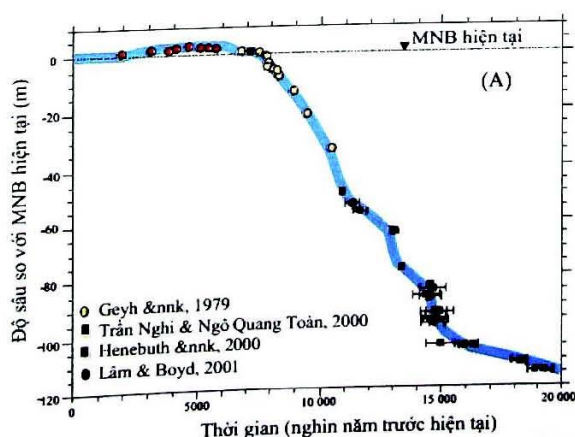
Hình 7. Mặt cắt điện trở suất dọc thung lũng cổ nam Sông Hồng.

IV. THẢO LUẬN

1. Quy luật phân bố mặn nhạt của nước lỗ rỗng

Độ mặn, nhạt của NĐĐ trong các TCN cũng như của NLR trong các lớp sét chịu ảnh hưởng của sự kết hợp giữa quá trình XNM từ biển với quá trình rửa mặn diễn ra kể từ khi các tầng trầm tích biển (MNB) thành. Sự dao động mực nước biển (MNB)

dẫn tới sự thay đổi vị trí đường bờ của nó [3,10,19], đồng thời hình thành nên các tầng trầm tích biển, sông biển tương ứng [4, 19]. Mực nước biển đã tăng dần từ mức -110 m nước ở thời điểm 18.000 năm trước hiện tại, đạt cực đại tại thời điểm khoảng 6000 năm ở mức +3 m nước so với mực nước biển hiện tại, sau đó lại giảm dần tới vị trí như ngày nay (Hình 8).



Hình 8. Đường dao động MNB thời kỳ Pleistocen muộn-Holocen (Tanabe & nnk, 2006).

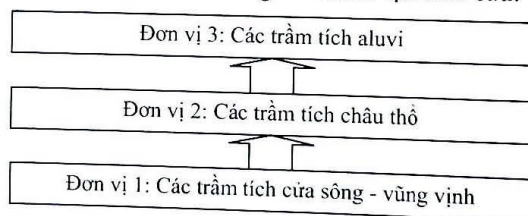
Vào thời kỳ biển thoái, các tầng trầm tích chứa nước mặn trước đó bị rửa mặn, tuy nhiên tốc độ rửa mặn tại từng vị trí cụ thể phụ thuộc vào nhiều yếu tố như mức độ mặn nhạt ban đầu của NLR, nguồn bổ cập nước nhạt, thời gian rửa mặn, đặc điểm thành phần độ hạt trầm tích và mức độ ảnh hưởng của biển ... Kết quả đo địa vật lý và phân tích TPHH của NLR đã chỉ ra rằng, các trầm tích biển tuổi Holocen vẫn còn chứa nước mặn tàn dư. Độ tổng khoáng hóa của NLR trong các trầm tích Holocen có xu thế chung là tăng dần từ lục địa ra biển và tăng dần theo chiều từ trên xuống theo chiều giảm dần của độ hạt trầm tích (Hình 6, Hình 7). Kết quả đo ĐVLLK Q109 (Hình 6) cho thấy, tầng sét phân bố ở độ sâu từ 10-60 m là các trầm tích biển tuổi Holocen chứa nước lỗ rỗng mặn trong khi tầng sét phân bố từ độ sâu từ 60 m đến 110 m được hình thành vào thời kỳ biển tiến Pleistocen muộn, thời kỳ biển thoái sau đó kéo dài tới 70 nghìn năm làm rửa mặn NLR chứa trong nó nên NLR là nước nhạt. Với bề dày lớn và độ thấm nhỏ, đây chính là tầng sét bảo vệ TCN qp bên dưới trong thời kỳ biển tiến Flandrian. Thời gian rửa mặn của NLR trong trầm tích Holocen chưa đủ dài kết hợp với quá trình XNM hiện đại từ biển vào nên hàm lượng muối của NLR cao

hơn so với trong tầng trầm tích Pleistocen bên dưới.

2. Lịch sử tiến hóa các trầm tích Holocen

Trong số nhiều yếu tố ảnh hưởng đến lịch sử tiến hóa trầm tích thì mối tương quan giữa tốc độ lắng đọng trầm tích, hoạt động kiến tạo và dao động MNB giữ vai trò chủ đạo. Vào thời kỳ biển thoái, sự lắng đọng liên tục các trầm tích hạt vụn bị gián đoạn thay vào đó là quá trình bào mòn, rửa trôi. Ngược lại, vào thời kỳ biển tiến trầm tích hạt vụn được vận chuyển, lắng đọng và tích tụ lại hình thành nên các tầng trầm tích với kích thước hạt biến đổi theo hướng dòng chảy. Các pha biển tiến, biển thoái xen kẽ nhau đã tạo điều kiện hình thành nên các tầng trầm tích cách nước và chứa nước tương ứng.

Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết địa tầng phân tập [11], nghiên cứu tổ hợp cộng sinh tướng trong mối quan hệ với dao động MNB, kết hợp với các số liệu như đề cập trên đây cũng như dựa vào kết quả phân tích tướng trầm tích, kết hợp với phân tích, đánh giá tương quan tốc độ ngập chìm và tốc độ lắng đọng trầm tích cho phép phân chia các đơn vị trầm tích Holocen vùng CTSH theo thời gian thành tạo như sau:



a) Các trầm tích cửa sông-vùng vịnh:

Theo các văn liệu đã công bố, các trầm tích Holocen được tính là các trầm tích có tuổi từ 11.000 năm cho đến hiện tại [4]. Thời kỳ Holocen sớm kéo dài từ 11.000 năm đến 6.000 năm là thời kỳ biển tiến nhanh vào đồng bằng với tốc độ 9 mm/năm. Theo Trần Đình Tô & nnk

(1991), tốc độ lún chìm của trũng sông Hồng trong giai đoạn kiến tạo hiện đại xấp xỉ 1 mm/năm. Như vậy tốc độ ngập chìm của CTSH trong thời kỳ đầu Holocen sớm đạt khoảng 10 mm/năm. Tốc độ này lớn hơn nhiều lần tốc độ lắng đọng trầm tích trong Holocen sớm 3-5 mm/năm [4]. Điều đó cho thấy tốc độ

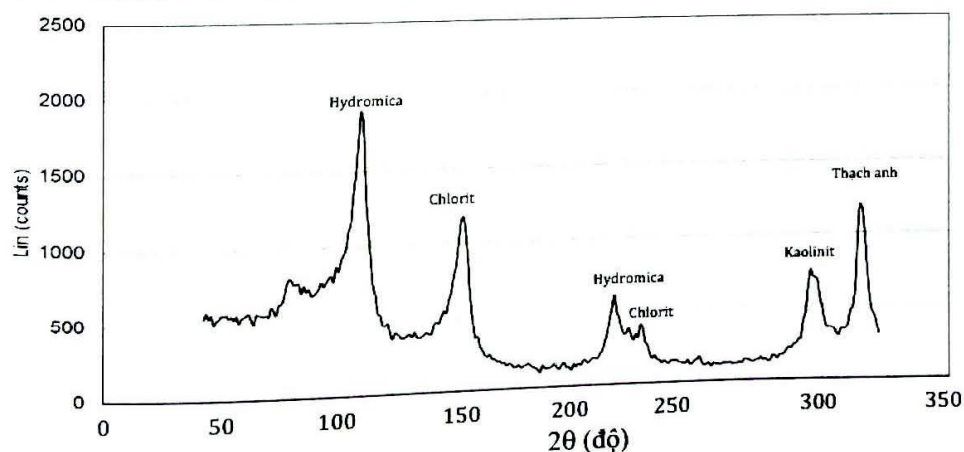
dâng của MNB cộng với tốc độ sụt lún kiến tạo đã làm cho vùng trũng sông Hồng trở thành cửa sông và thu nhận vật liệu cả từ sông và từ biển. Vị trí đường bờ biển dịch chuyển nhanh lên Phú Xuyên (Hà Tây). Các khu vực như vùng xung quanh Hà Nội, vùng Hưng Yên... trở thành đầm lầy rộng lớn. Các loài thực vật phát triển mạnh mẽ trong môi trường đầm lầy. Khi nước biển dâng cao cực đại vào cuối Holocen sớm các loại cây này bị chôn vùi và tạo thành than bùn đặc trưng có màu xám đen, xám nâu.

Dựa trên kết quả định tuổi trầm tích của Tanabe & nnk (2006) và Doãn Đình Lâm (2003), kết hợp với số liệu phân tích thành phần độ hạt và khoáng vật của các mẫu trầm tích từ lỗ khoan Q88-VA trên đây có thể kết luận các trầm tích Holocen phân bố từ độ sâu 21-57 m là các trầm

tích cửa sông vũng vịnh. Các trầm tích này bao gồm chủ yếu là bột sét chứa vật liệu hữu cơ và các tàn tích sinh vật như các quần thể hàu, hà là những quần thể động vật hai mảnh đặc trưng cho môi trường cửa sông - vũng vịnh. Có thể thấy hàm lượng bột sét của các mẫu sét rất lớn đạt tới 99,6% minh chứng thêm rằng các trầm tích được thành tạo trong điều kiện động lực dòng chảy yếu. Bên cạnh đó, hàm lượng khoáng vật sét cũng là một chỉ thị để phản ánh môi trường thành tạo của trầm tích. Kết quả đo nhiễu xạ Ronghen cho các mẫu sét cho thấy thành phần khoáng vật bao gồm hydromica-chlorit-kaolinit (Hình 9). Đây là tổ hợp khoáng vật sét đặc trưng cho giai đoạn thành tạo trầm tích trong môi trường vũng vịnh nông của CTSH khi bị ngập chìm dưới MNB thời kỳ Holocen sớm giữa.

Bảng 3. Phân trầm khối lượng theo độ hạt các mẫu sét

STT	Tên mẫu	% Sét + Bột	>63 μm	63-20 μm	20-2 μm	<2 μm
1	Q88-24,9 m	61,4	39,5	23,9	26,3	10,4
2	Q88-33,8 m	99,6	0,4	17,4	60,4	21,8
3	Q88-45 m	76,3	23,9	27,2	33,1	15,8



Hình 9. Giản đồ Ronghen mẫu sét ở độ sâu 33,8 m (lỗ khoan Q88-VA).

b) Trầm tích châu thổ:

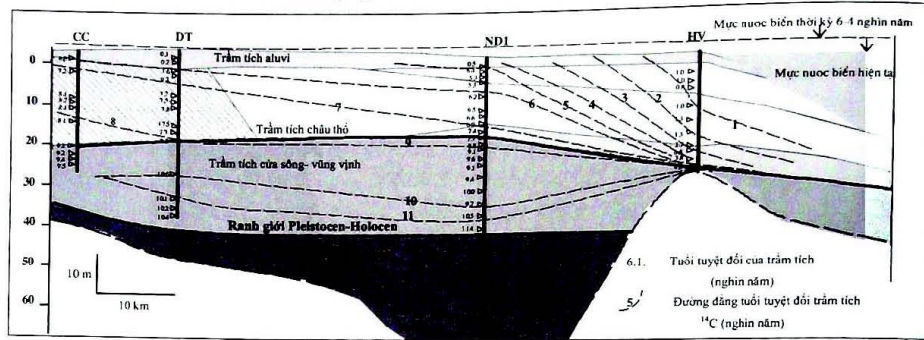
Đây là giai đoạn khi mà tốc độ sụt lún chìm của CTSH nhỏ hơn tốc độ lắng đọng trầm tích. Giai đoạn này bắt đầu từ cuối Holocen sớm, khi tốc độ dâng của MNB

giảm chỉ còn 1-2 mm/năm. Chế độ biển lùi bắt đầu từ Holocen giữa, khi đó tốc độ bồi tụ vùng cửa sông lớn hơn tốc độ sụt lún chìm. Các trầm tích châu thổ bắt đầu được hình thành, vùng cửa sông trước kia là

cửa sông thì nay được dần lấp đầy trở thành châu thổ và mở rộng về phía biển theo chiều rút của đường bờ.

Các trầm tích châu thổ ở trung sông Hồng bao gồm các trầm tích thuộc tướng cát, bột lòng phân lưu, tướng sét bột vùng nông gian lưu, tướng sét đầm lầy [3, 4]. Các trầm tích châu thổ này phủ lên

trên các trầm tích cửa sông-vùng vịnh được hình thành trong giai đoạn trước. Nước lỗ rỗng trong các trầm tích tướng châu thổ có thành phần nhạt hơn so với nước trong các trầm tích cửa sông- vùng vịnh. Các trầm tích châu thổ phân bố từ độ sâu 21-5 m với chiều dày thay đổi theo hướng từ lục địa ra biển (Hình 10).



Hình 10. Đặc điểm phân bố các các tầng trầm tích tuổi Holocen dọc thung lũng nam sông Hồng (Thành lập theo tài liệu của Tanabe & nnk, 2006; vị trí các lỗ khoan xem Hình 1).

c) Trầm tích aluvi:

Sau thời kỳ châu thổ được hình thành, biển rút nhanh và đạt tới vị trí đường bờ như ngày nay, các trầm tích aluvi được hình thành. Hoạt động của sông chiếm ưu thế hơn so với biển và làm thay đổi phân bố các tướng trầm tích trên bề mặt châu thổ được thành tạo trước đó. Do chênh lệch địa hình nhỏ nên các con sông không thể chuyển tải hết các vật liệu ra biển mà để lại một phần trên bề mặt châu thổ: Các trầm tích aluvi được hình thành phủ lên trên các trầm tích châu thổ với bề dày biến đổi từ 0,5 m đến 5 m (Hình 11). Nước lỗ rỗng trong các trầm tích aluvi đều là nước nhạt.

V. KẾT LUẬN

Dao động mực nước biển trong Holocen kết hợp với quá trình sụt lún kiến tạo và bồi tụ của hệ thống sông đã làm hình thành nên các tướng trầm tích khác nhau phủ lên trên các trầm tích Pleistocen.

Thời kỳ Holocen sớm-giữa là thời kỳ hình thành nên các trầm tích cửa sông- vùng vịnh lót đáy tầng trầm tích Holocen. Phủ bên trên các trầm tích cửa sông-vùng vịnh này là các trầm tích châu thổ và trên cùng là các trầm tích aluvi.

Trong các trầm tích cửa sông-vùng vịnh, kết quả đo ĐVL và phân tích thành phần hóa học NLR đều cho thấy NLR chứa trong tầng trầm tích cửa sông-vùng vịnh có hàm lượng muối cao hơn so với NLR trong tầng trầm tích châu thổ và aluvi bên trên. Hàm lượng muối của NLR có xu thế giảm dần theo chiều hướng từ dưới lên trên.

Theo không gian, độ mặn nhạt của NLR trong các tầng trầm tích có xu thế tăng dần theo chiều hướng từ lục địa ra biển. Trên cùng là các trầm tích aluvi hình thành vào thời kỳ biển thoái, là tầng trầm tích chứa nước nhạt. Phía sâu trong lục địa, khu vực phía nam Hà Nội, NLR trong các tầng trầm tích đều là nước nhạt. Tuy

nhiên, phân bố độ mặn nhạt của NLR có sự khác biệt cả về không gian và thời gian, phụ thuộc vào điều kiện hình thành của các trầm tích, tốc độ rửa mặn và xâm nhập mặn trong các thời kỳ.

Sử dụng tổ hợp các phương pháp đo đạc thực tế đã đưa ra được bức tranh phân bố mặn nhạt của NLR chứa trong trầm tích Holocen. Đây là tầng trầm tích gồm chủ yếu các trầm tích hạt mịn, không thể lấy mẫu nước phân tích trực tiếp nên việc sử dụng kết hợp, đối sánh giữa các phương pháp gián tiếp (phương pháp địa vật lý) và trực tiếp (phân tích thành phần hóa học của NLR) góp phần làm sáng tỏ phân bố của các tầng trầm tích biển sâu trong lục địa cũng như góp phần vào giải quyết bài toán về nguồn gốc nhiễm mặn của nước dưới đất trong các tầng chứa nước.

VĂN LIỆU

1. Auken E., Jørgensen F., Sørensen K., 2003. Large-scale TEM investigation for groundwater. *Explor Geophysics* 34:188-194.
2. Buckley D.K., Hinsby K., Manzano M., 2001. Application of geophysical borehole logging techniques to examine coastal aquifer paleohydrogeology. In: Paleowaters in coastal Europe: evolution of groundwater since the late Pleistocene. *Geol. Soc. Spec. Publ.* 189:251-270.
3. Doãn Đình Lâm, 2003. Lịch sử tiến hóa trầm tích Holocen châu thổ sông Hồng. Luận án Tiến sĩ Địa chất. *Thư viện Quốc gia Hà Nội*, 129 tr.
4. Doãn Đình Lâm, 2004. Sự hình thành và tiến hóa thung lũng cắt xẻ Đệ tứ muộn châu thổ sông Hồng. *TC Dầu khí*, 7:9-18. Hà Nội.
5. Goldman M., Gilad D., Ronen A., and Melloulb A., 1991. Mapping of seawater intrusion into the coastal aquifer of Israel by the time domain electromagnetic method. *Geosurveying*, Volume 28, pp. 153-174.
6. Luu T. Tran, Flemming Larsen, Nhan Q. Pham, Anders V. Christiansen, Nghi Tran, Hung V. Vu, Long V. Tran, Hoan V. Hoang, Klaus Hinsby, 2012. Origin and extent of fresh groundwater, salty palaeowaters and recent saltwater intrusions in the Red River flood plain aquifers, Vietnam. *Hydrogeology Journal*, 20/7:1295-1313.
7. Kafri U., Goldman M., Lang B., 1997. Detection of subsurface brines, freshwater bodies and the interface configuration in between by the time domain electromagnetic method in the Dead Sea Rift, Israel. *Environmental Geology*, Volume 31:42-49.
8. Mills T., Hoekstra P., Blohm M., Evans L., 1988. Time-domain electromagnetic soundings for mapping sea-water intrusion in Monterey County, California. *Groundwater* 26:771-782.
9. Nguyễn Thị Hạ, 2005. Sự hình thành thành phần hóa học NDĐ trong trầm tích Đệ Tứ vùng đồng bằng Bắc Bộ và ý nghĩa của nó đối với cung cấp nước. Luận án Tiến sĩ Địa chất. *Thư viện Quốc gia Hà Nội*.
10. Trần Nghi, Ngô Quang Toàn, 1991. Đặc điểm các chu kỳ trầm tích và lịch sử tiến hóa địa chất Đệ tứ của đồng bằng sông Hồng. *TC Địa chất*, A/206-207:65-77. Hà Nội.
11. Trần Nghi, 2012. Giáo trình Trầm tích học. *Nxb ĐHQG Hà Nội*.
12. Thuy Thanh Nguyen, Akira Kawamura, Thanh Ngoc Tong, Naoko Nakagawa, Hideo Amaguchi, Romeo Gilbuena Jr, 2014. Hydrogeochemical characteristics of groundwater from the two main aquifers in the Red River Delta, Vietnam. *Journal of Asian Earth Sciences*, 93:180-192.

13. Hori K., Tanabe S., Saito Y., Haruyama S., Nguyen V., Kitamura A., 2004. Delta initiation and Holocene sea-level change: example from the Song Hong (Red River) delta, Vietnam. *Sediment Geol* 164:237-249.
14. Lam D.D., Boyd W.E., 2003. Holocene coastal stratigraphy and the sedimentary development of the Hai Phong area of the Bac Bo plain (Red River delta). *Vietnam Aust Geogr* 34:177-194.
15. Mathers S., Zalasiewicz J., 1999. Holocene sedimentary architecture of the Red River Delta, Vietnam. *J. Coastal Research* 15:314-325.
16. Nielsen L., Jørgensen N.O., Gelting P., 2007. Mapping of the freshwater lens in a coastal aquifer on the Keta Barrier (Ghana) by transient electromagnetic soundings. *J. Appl. Geophys* 62:1-15.
17. Tran N., Ngo Q.T., Do T.V.T., Nguyen D.M., Nguyen V.V., 1991. Quaternary sedimentation of the principal deltas of Vietnam. *J. SE Asian Earth Sci* 6:103-110.
18. Tanabe S., Hori K., Saito Y., Haruyama S., Le Q.D., Sato Y., Hiraide S., 2003a. Sedimentary facies and radiocarbon dates of the Nam Dinh-1 core from the Song Hong (Red River) delta, Vietnam. *J. Asian Earth Sci* 21:503-513.
19. Tanabe S., Saito Y., Quang L.V., Hanebuth T.J.J., Quang L.N., Kitamura A., 2006. Holocene evolution of the Song Hong (Red River) delta system, northern Vietnam. *Sediment Geol* 187:29-61.
20. Trần Đình Tô, Dương Chí Công, Nguyễn Đình Tú, 1991. Những kết quả đầu tiên nghiên cứu chuyển động thẳng đứng trũng Sông Hồng, Địa chất - Tài nguyên. *Nxb KHKT, Hà Nội*.

SUMMARY

Distribution of salty porewater in Holocene marine clay sediments in the Southwest of Red River Delta

Trần Thị Lựu, Phạm Quý Nhân, Trần Nghi, Flemming Larsen

In the Holocene, the formation of various sedimentary facies was determined by sea level fluctuations, tectonic lifting and sedimentation rates and has been resulted in estuarine-gulf sediments, the delta and river sediments are distributed from the bottom to the top of these sediments. Using a combination of research methods including borehole geophysics, field transfer methods, pore water chemical analysis, it was found that Holocene sediments still contain residual saltwater with aggregates. Based on the data of geophysical borehole logging, transient electro-magnetic soundings and the chemical composition of pore water, the distribution of fresh, brackish, and salty porewater in Holocene clay sediments in the Southwest of the Red River delta were clarified with an increasing gradually from the mainland to the sea. The results of the study also show that pore water in the sediment of the estuarine lagoon has higher total mineralization compared to the pore water of the delta. Moreover, the data of grainsize analysis, clay mineral composition of these sediments were used to reconstruct the development of Holocene sediments and explain the distribution of different porewater types in these Holocene sediments. These data and assessments will also be used to explain the origin of saltwater in Holocene and Pleistocene aquifers.

Người biên tập: TS. Đặng Đình Phúc.