

CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỰ PHÂN BỐ ĐỘ MẶN CỦA NƯỚC LỖ RỖNG TRONG LỚP TRẦM TÍCH BIỂN TUỔI ĐỆ TƯ VÙNG NAM ĐỊNH

HOÀNG VĂN HOAN¹, PHẠM QUÝ NHÂN²,
FLEMMING LARSEN³, NGUYỄN THẾ CHUYỂN⁴

Email: hoanghoandctv@gmail.com

¹Trường Đại học Mở - Địa chất

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

³Cục Địa chất Đan Mạch

⁴Trung tâm Quy hoạch và Điều tra Tài nguyên nước Quốc gia

Ngày nhận bài: 9 - 9 - 2013

1. Mở đầu

Trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội, cung cấp nước đóng một vai trò quan trọng. Dải ven biển tỉnh Nam Định kéo dài từ Giao Thủy đến Nghĩa Hưng, trong những năm vừa qua đã phát hiện, thăm dò và khai thác nước trong thấu kính nước nhạt lớn trong tầng chứa nước Pleistocen và Neogen. Tuy nhiên, những nghiên cứu sâu hơn về sự hình thành của thấu kính nước nhạt quý giá này vẫn còn nhiều hạn chế.

Theo kết quả quan trắc mực nước từ năm 1994 đến 2012, mực nước dưới đất trong tầng chứa nước Pleistocen đã suy giảm đến hơn 9 m và trung bình cho toàn vùng suy giảm từ 0,4m đến 0,7m mỗi năm [4]. Nguyên nhân hạ thấp mực nước chủ yếu là do khai thác, dẫn đến nguy cơ xâm nhập mặn gia tăng. Thêm vào đó, nằm ngay trên tầng chứa nước Pleistocen là lớp thấm nước yếu trầm tích biển có tổng hàm lượng chất rắn hòa tan (TDS) trong nước lỗ rỗng đạt hơn 30g/l (trong đó hàm lượng NaCl chiếm hơn 70%). Sự phân bố NaCl của nước lỗ rỗng trong lớp trầm tích biển theo chiều sâu phản ánh khả năng và mức độ xâm nhập mặn tầng chứa nước Pleistocen nói chung và thấu kính nước nhạt nói riêng. Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân bố này sẽ góp phần giải thích cơ chế xâm nhập mặn theo phương thẳng đứng do ảnh hưởng của lớp trầm tích biển trong vùng nghiên cứu.

2. Khái quát vùng nghiên cứu

2.1. Vị trí vùng nghiên cứu

Vùng nghiên cứu nằm ở phía đông nam đồng bằng Bắc bộ, bao gồm địa bàn các huyện Mỹ Lộc, Giao Thủy, Xuân Trường, Trực Ninh, Nam Trực, Ý Yên, Hải Hậu và Nghĩa Hưng thuộc tỉnh Nam Định.

2.2. Đặc điểm địa chất Đệ tứ vùng nghiên cứu

2.2.1. Thống Pleistocen

Hệ tầng Lệ Chi

Hệ tầng Lệ Chi (Q_{1lc}) có chiều sâu phân bố từ 79 đến 132,8m. Bề dày thay đổi từ 4 đến 26,2m. Các trầm tích của hệ tầng Lệ Chi phân bố trong các đới sụt kiến tạo kéo dài theo phương tây bắc - đông nam; thành phần thạch học gồm cát, bột, sét lẫn sạn. Về quan hệ địa tầng, các trầm tích của hệ tầng Lệ Chi phủ lên mặt bào mòn của hệ tầng Vĩnh Bảo và phía trên bị các trầm tích của hệ tầng Hà Nội phủ không chỉnh hợp (mặt cắt địa chất đặc trưng trong vùng nghiên cứu trên hình 1).

Hệ tầng Hà Nội

Hệ tầng Hà Nội ($Q_{1^{2-3}hn}$) phân bố rộng khắp trong vùng nghiên cứu, với chiều dày thay đổi từ 27 đến 67m. Căn cứ vào đặc điểm trầm tích và các tài liệu về cổ sinh, bào tử phấn và các chỉ số hóa lý

môi trường, các trầm tích của hệ tầng Hà Nội được chia làm 2 kiểu nguồn gốc: Trầm tích sông ($aQ_1^{2-3}hm$), chiều dày lớn nhất của hệ tầng được ghi nhận ở lỗ khoan LK55 là 55m, theo hướng từ tây sang đông bề dày trầm tích có xu hướng tăng dần từ ven rìa vào trung tâm, thành phần thạch học chủ yếu là cát, sạn sỏi; Trầm tích sông biển ($amQ_1^{2-3}hm$), các trầm tích này được bắt gặp ở độ sâu từ 63 đến 82,3m với bề dày trầm tích thay đổi từ 14,5 đến 33,7m; thành phần thạch học chủ yếu là cát hạt mịn cát pha, bột.

Hệ tầng Vĩnh Phúc

Hệ tầng Vĩnh Phúc (Q_1^3vp) không lộ trên mặt mà chỉ bắt gặp trong các lỗ khoan ở độ sâu từ 15 đến 60m, được chia làm hai kiểu nguồn gốc là trầm tích sông và trầm tích sông - biển; trầm tích sông (aQ_1^3vp) thường nằm lót đáy hệ tầng và được thành tạo trong môi trường sông với tướng lòng sông vùng đồng bằng ven biển, phân bố rộng rãi và bắt gặp tại tất cả các lỗ khoan với chiều dày từ 6 đến 29m. Thành phần thạch học bao gồm cát hạt nhỏ đến thô chứa sạn sỏi. Trầm tích sông - biển (amQ_1^3vp), gặp ở hầu hết các lỗ khoan trong vùng với thành phần trầm tích bao gồm cát, bột, sét lẫn tàn tích thực vật đôi nơi lẫn vỏ sò hén.

Về quan hệ địa tầng, các trầm tích của hệ tầng Vĩnh Phúc phủ không chỉnh hợp lên trên các trầm tích hạt mịn có nguồn gốc sông biển của hệ tầng

Hà Nội. Ở phía trên, việc bắt gặp bề mặt phong hóa của hệ tầng Vĩnh Phúc tại hầu hết các lỗ khoan đã thể hiện rõ ràng quan hệ không chỉnh hợp giữa hệ tầng Vĩnh Phúc và hệ tầng Hải Hưng ở phía trên.

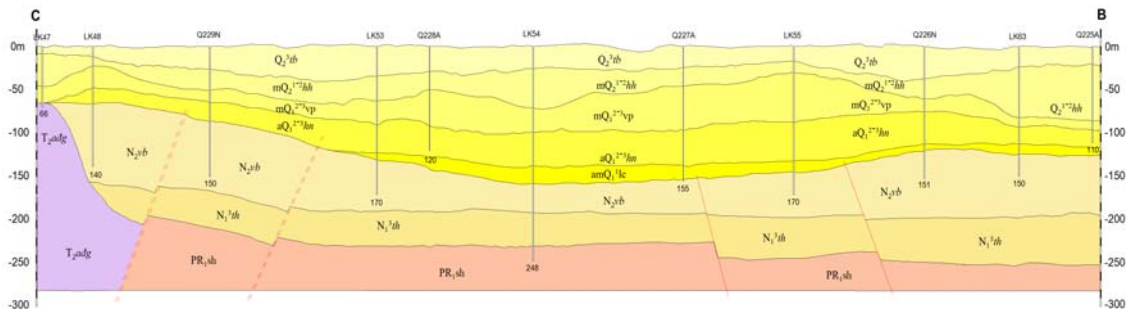
2.2.2. Thống Holocen

Hệ tầng Hải Hưng

Hệ tầng Hải Hưng ($Q_2^{1-2}hh$) không lộ trên mặt mà chỉ bắt gặp trong các lỗ khoan. Chúng phân bố rộng rãi với chiều dày từ 11,5 đến 39,1m. Căn cứ vào đặc điểm trầm tích và các thông số hóa lý môi trường các trầm tích của hệ tầng Hải Hưng chỉ bao gồm một kiểu nguồn gốc trầm tích biển. Về quan hệ địa tầng các trầm tích của hệ tầng Hải Hưng phủ không chỉnh hợp lên trên các trầm tích hạt mịn có nguồn gốc sông biển của hệ tầng Vĩnh Phúc. Còn ở phía trên chúng bị các trầm tích của hệ tầng Thái Bình phủ không chỉnh hợp.

Hệ tầng Thái Bình

Hệ tầng Thái Bình (Q_2^3tb) bao phủ toàn bộ diện tích vùng nghiên cứu. Chúng được phân chia chi tiết thành 3 phụ hệ tầng như sau: phụ hệ tầng Thái Bình dưới ($Q_2^3tb_1$) là khối lượng trầm tích được hình thành sau quá trình biển tiến Holocen; phụ hệ tầng Thái Bình giữa ($Q_2^3tb_2$) là khối lượng trầm tích được hình thành trong quá trình biển tiến; phụ hệ tầng Thái Bình trên ($Q_2^3tb_3$) là khối lượng trầm tích hiện đại được hình thành sau quá trình biển tiến.



Hình 1. Mặt cắt địa chất đặc trưng trong vùng nghiên cứu (vị trí mặt cắt CB trên hình 4)

3. Các quá trình chính liên quan tới sự phân bố và dịch chuyển vật chất trong các lớp trầm tích thềm nước yếu

Nội dung phần này sẽ đi sâu phân tích các quá trình dịch chuyển vật chất do ảnh hưởng của chênh lệch nồng độ và tỷ trọng; các quá trình liên quan tới sự phân bố và dịch chuyển vật chất trong các lớp trầm tích thềm nước yếu mà cụ thể là lớp trầm tích biển.

3.1. Quá trình khuếch tán phân tử

3.1.1. Khuếch tán phân tử trong môi trường chất lỏng

- Định luật Fick thứ nhất (khuếch tán ổn định): Khối lượng vật chất đi qua một đơn vị diện tích trong một đơn vị thời gian theo phương cho trước tỷ lệ thuận với gradien nồng độ của chất theo phương đó [10]:

$$J = -D^* \frac{dC}{dx} \quad (1)$$

Trong đó:

J - dòng khuếch tán (kg/m²/s);

C - nồng độ chất tan (kg/m³);

D^* - hệ số khuếch tán (m²/s);

$\frac{dC}{dx}$ - gradient nồng độ theo phương x ;

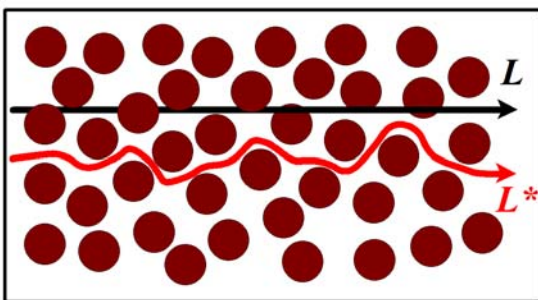
Dấu (-) là chỉ chiều khuếch tán theo gradient nồng độ từ nơi cao tới nơi thấp.

- Định luật Fick thứ hai (khuếch tán không ổn định): Dòng khuếch tán J và gradient nồng độ thay đổi theo thời gian.

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D^* \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (2)$$

3.1.2. Khuếch tán phân tử trong môi trường trầm tích

Khuếch tán phân tử trong môi trường trầm tích có tốc độ chậm hơn so với môi trường chất lỏng và không khí (hình 2). Tốc độ dòng khuếch tán phụ thuộc vào hệ số thành hệ của đất đá, hay nói cách khác là nó phụ thuộc vào độ lỗ rỗng của đất đá và hệ số uốn khúc của quãng đường dịch chuyển. Hệ số này quyết định bởi độ hạt, hình dạng và cách sắp xếp các hạt trong khung đất đá [1]. Định luật Fick áp dụng cho môi trường trầm tích như sau:



Hình 2. Quãng đường dịch chuyển trong môi trường chất lỏng và môi trường trầm tích

Định luật Fick thứ nhất: phương trình (1) trở thành:

$$J = -D^* \cdot \tau \cdot n \frac{dC}{dx} \quad (3)$$

Định luật Fick thứ hai: phương trình (2) trở thành:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D^* \cdot \tau \cdot n \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (4)$$

Trong đó: n là độ lỗ rỗng; τ là hệ số uốn khúc,

$$\tau = \frac{L}{L^*} < 1$$

Kết quả thí nghiệm với chất chỉ thị Clo trong môi trường trầm tích như sau:

Đối với môi trường sét $\tau = 0,28 \div 0,31$ [10].

Đối với môi trường sét pha $\tau = 0,13 \div 0,30$ [2].

3.2. Dịch chuyển chất hòa tan trong nước dưới đất do ảnh hưởng của tỷ trọng

Dịch chuyển chất hòa tan do chênh lệch tỷ trọng chất lỏng, chủ yếu bị ảnh hưởng bởi lực hấp dẫn. Trong cùng một hệ thống chứa nước, hiện tượng này có thể xuất hiện khi một chất lỏng có tỷ trọng lớn hơn (nước mặn) nằm phủ lên trên một chất lỏng khác có tỷ trọng nhỏ hơn (nước nhạt). Chính điều này gây nên sự dịch chuyển của vật chất hòa tan dưới tác dụng của áp lực lỗ rỗng và đối lưu tự do, có thể gọi là hệ thống đối lưu hỗn hợp [12]. Trong trường hợp này, chất lỏng nặng hơn sẽ tạo thành các dòng xâm nhập xuống chất lỏng nhẹ hơn [9].

Tuy nhiên, dòng thấm dạng này có thể bị ảnh hưởng bởi một số điều kiện khác như sự bất đồng nhất về tính thấm trong trầm tích có thể tăng hoặc giảm các “nêm” xâm nhập [11]; sự khác nhau về hình dạng lỗ hổng cũng dẫn tới sự bất đồng nhất về dòng xâm nhập trong vùng chất lỏng có tỷ trọng lớn hơn [12].

Định luật Darcy viết cho dòng chảy gây nên bởi ảnh hưởng của tỷ trọng (theo phương thẳng đứng) (hình 3) theo công thức sau:

$$v_z = -\frac{k_z}{\mu} \left[\frac{\partial P}{\partial z} + \rho g \right] \quad (5)$$

$$\text{Với: } k_z = K \frac{\mu}{\rho g} \quad (6)$$

Trong đó:

v_z : Vận tốc thấm theo phương thẳng đứng (m/s);

K : Hệ số thấm (m/s);

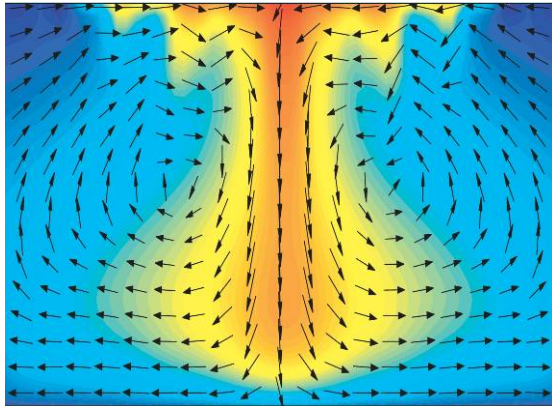
k_z : Hệ số thấm qua theo phương thẳng đứng (m²);

μ : Độ nhớt động lực (kg/m.s);

g : Gia tốc trọng trường (m/s²);

ρ : Tỷ trọng (kg/m³);

$\frac{\partial P}{\partial z}$: Gradient áp lực nước lỗ rỗng theo phương thẳng đứng.



Hình 3. Dịch chuyển chất hòa tan do ảnh hưởng của tỷ trọng [16]

Với sự dịch chuyển của nước dưới đất (nước lỗ rỗng) sẽ làm ảnh hưởng tới sự phân bố nồng độ các chất hòa tan và làm thay đổi miền tỷ trọng, đó chính là quá trình phân dị trọng lực.

4. Phương pháp và nội dung nghiên cứu

Để làm sáng tỏ sự phân bố hàm lượng muối trong nước lỗ rỗng của lớp trầm tích biển và các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân bố này, các tác giả đã kết hợp công tác thực địa và nghiên cứu, phân tích trong phòng thí nghiệm với các phương pháp và nội dung nghiên cứu chính sau:

4.1. Đo địa vật lý lỗ khoan

Đo địa vật lý lỗ khoan đã được áp dụng với hai phương pháp là phương pháp Gamma tự nhiên và phương pháp độ dẫn điện [5]. Phương pháp Gamma tự nhiên kết hợp với tài liệu mô tả khoan có thể sử dụng để phân chia địa tầng với độ chính xác cao. Phương pháp đo độ dẫn điện cho phép xác định khả năng dẫn điện của đất đá theo chiều sâu trong tại điểm và vùng nghiên cứu. Kết hợp hai phương pháp này chúng ta có thể xác định chính xác sự phân bố độ dẫn điện theo chiều sâu của từng loại đất đá. Công tác địa vật lý lỗ khoan được tiến hành đo tại 16 lỗ khoan phân bố đều trên toàn bộ vùng nghiên cứu (hình 4).

4.2. Khoan, lấy mẫu nguyên dạng

Từ kết quả đo địa vật lý lỗ khoan, có thể xác định được đối tượng và chiều sâu khoan, lấy mẫu nguyên dạng; đối tượng nghiên cứu là lớp trầm tích hạt mịn, thấm nước yếu, cách 5m lấy một ống mẫu.

4.3. Chiết, ép nước lỗ rỗng

Nước lỗ rỗng (pore water) bão hòa trong lớp thấm nước yếu trong vùng nghiên cứu được lấy ra bởi dụng cụ ép với áp suất cao được tạo bởi bình khí nén nitơ. Áp suất khí nén được điều chỉnh tùy thuộc vào trạng thái của mẫu và tăng dần theo thời gian; áp suất khí tối đa để ép được 90% nước lỗ rỗng của mẫu là 8atm.

4.4. Phân tích mẫu

Mẫu nước được phân tích ngay sau khi ép mẫu đối với các chỉ tiêu dễ bị biến đổi bởi môi trường và thời gian như Fe^{2+} , pH, H_2S ,... Ngoài ra, các chỉ tiêu cation, anion và thành phần đồng vị bền được gửi đến các phòng thí nghiệm có chức năng chuyên môn phân tích.

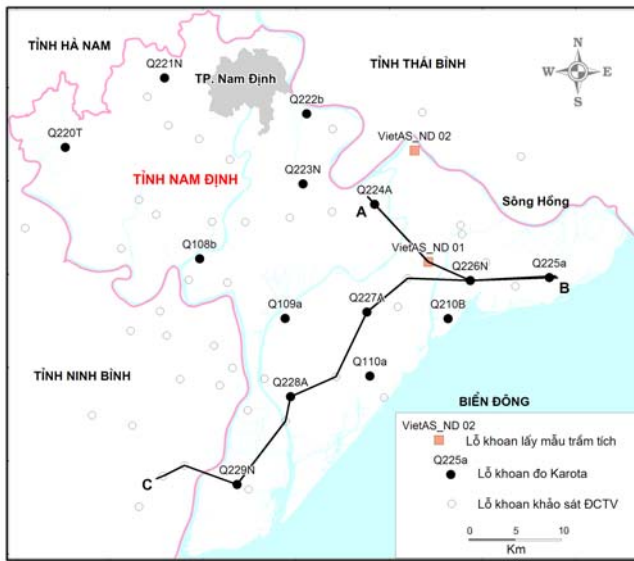
5. Kết quả nghiên cứu

5.1. Kết quả đo địa vật lý lỗ khoan

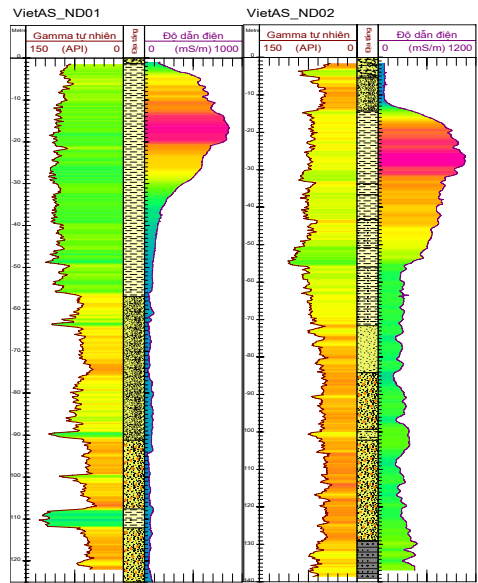
Từ kết quả đo gamma tự nhiên của đất đá kết hợp với kết quả mô tả, phân chia địa tầng trong quá trình khoan chúng ta có thể xác định và phân chia chính xác địa tầng lỗ khoan; phương pháp đo độ dẫn điện của đất đá cho biết sự phân bố độ dẫn điện theo chiều sâu. Kết hợp hai phương pháp này có thể xác định chính xác sự phân bố độ dẫn điện theo chiều sâu của từng lớp trầm tích.

Kết quả đo địa vật lý lỗ khoan cho thấy trong lớp thấm nước yếu (sét, sét pha, bột) có độ dẫn điện rất cao, thêm vào đó độ dẫn điện ở giữa lớp lớn hơn đáy lớp và mặt lớp (hình 6). Chiều dày lớp thấm nước yếu thay đổi từ 20 m (lỗ khoan Q 220T) đến 95 m (lỗ khoan Q227A) (bảng 1).

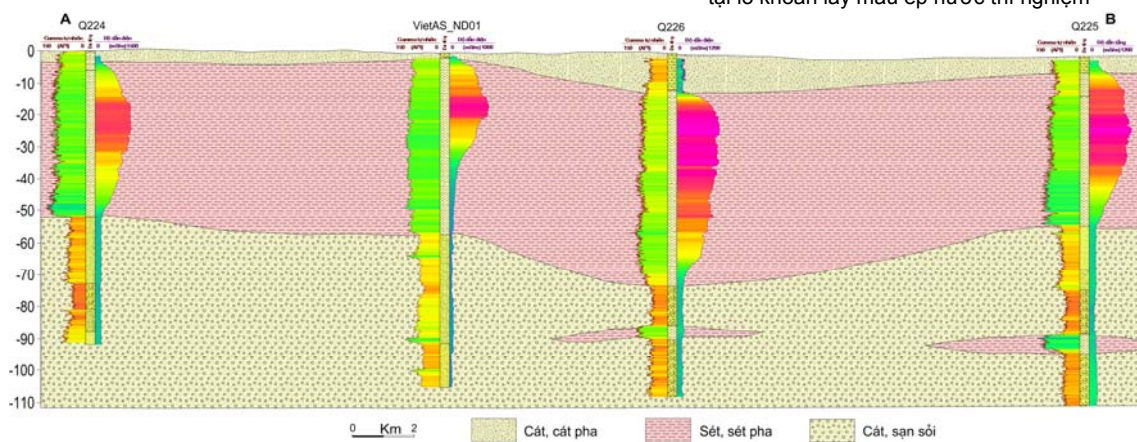
Trong trầm tích Đệ tứ vùng Đồng bằng Bắc bộ nói chung và vùng Nam Định nói riêng, khung đất đá (tầng) có thành phần hạt như nhau thì độ dẫn điện hay điện trở suất tương tự nhau. Từ kết quả đo đạc, phân tích thành phần hóa học nước lỗ rỗng đã chứng minh được khả năng khác nhau về tính dẫn điện của các lớp trầm tích phụ thuộc vào nước lỗ rỗng bão hòa trong đó (hình 5).



Hình 4. Sơ đồ vị trí lỗ khoan đo địa vật lý và lấy mẫu trầm tích



Hình 5. Kết quả đo địa vật lý tại lỗ khoan lấy mẫu ép nước thí nghiệm



Hình 6. Phân bố của lớp thấm nước yếu theo mặt cắt AB và phân bố độ dẫn điện trên mặt cát

Bảng 1. Kết quả xác định chiều dày lớp thấm nước yếu qua kết quả đo địa vật lý lỗ khoan

Lỗ khoan	Chiều dày lớp (m)	Lỗ khoan	Chiều dày lớp (m)
VietAS_ND01	61	Q226N	63
VietAS_ND02	50	Q227a	95
Q220T	20	Q228a	42
Q221N	52	Q229N	71
Q222b	42	Q210b	82
Q223N	55	Q108b	56
Q224a	48	Q109b	94
Q225a	42	Q110a	65

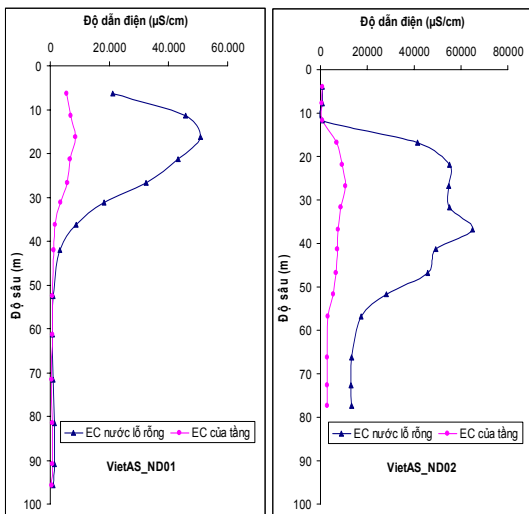
5.2. Kết quả phân tích thành phần hóa học nước lỗ rỗng

Kết quả phân tích mẫu nước lỗ rỗng, được chiết ép từ các lớp trầm tích thấm nước yếu môi trường biển, phân bố đều ở các độ sâu, tại 2 vị trí lấy mẫu VietAS_ND01 và VietAS_ND02 (hình 7) đã làm sáng tỏ thành phần hóa học của nước lỗ rỗng và xác định được khả năng tương quan giữa độ dẫn điện của nước lỗ rỗng và độ dẫn điện của tầng (hình 8), với hệ số tương quan cao ($R^2 = 0,9262$), khẳng định mức độ quan hệ là rất chặt. Kết quả này chỉ ra rằng độ dẫn điện của tầng, các lớp trầm tích môi trường biển vùng nghiên cứu là do chất lỏng bão hòa (nước lỗ rỗng) quyết định.

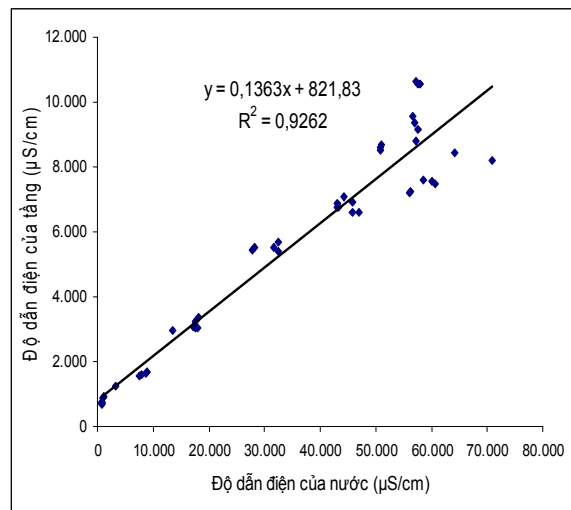
Tổng hàm lượng chất rắn hòa tan được tính toán trên cơ sở các anion: Cl, F, PO₄, HCO₃, SO₄, NO₂, NO₃ và Br; các cation: Na, K, Ca, Mg, NH₄, Fe và Mn. Hàm lượng muối NaCl tính toán trên cơ sở: 1 đơn vị Na⁺ (đơn vị Na⁺ = hàm lượng Na⁺/23) tương ứng 1 đơn vị Cl⁻ (đơn vị Cl⁻ = hàm lượng Cl⁻/35,5). Muối NaCl chiếm đa số khi số đơn vị Na⁺ chiếm tới 75% số đơn vị Cl⁻, điều này cho thấy các muối Clorua khác chỉ chiếm trung bình 25% muối Clorua

trong nước lỗ rỗng của lớp thấm nước yếu nguồn gốc biển vùng nghiên cứu (số đơn vị Cl⁻ dư so với Na⁺ trung bình là 67 đơn vị/1 mẫu).

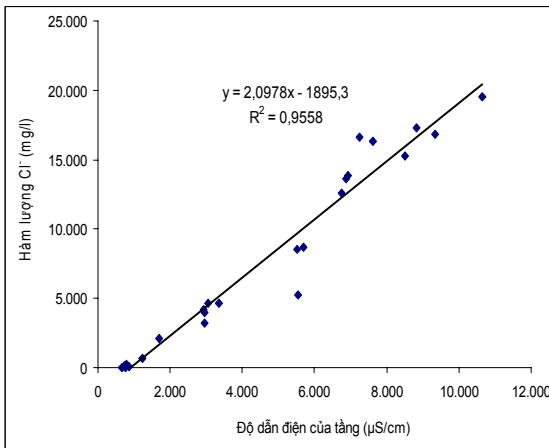
Đồ thị quan hệ giữa hàm lượng Cl⁻, Na⁺ và NaCl của nước lỗ rỗng với độ dẫn điện (EC) của tầng (hình 9-12) có hệ số tương quan tương ứng là R² = 0,9558; 0,9673 và 0,9488 cho thấy mối quan hệ này rất chặt với nhiều cặp số liệu.



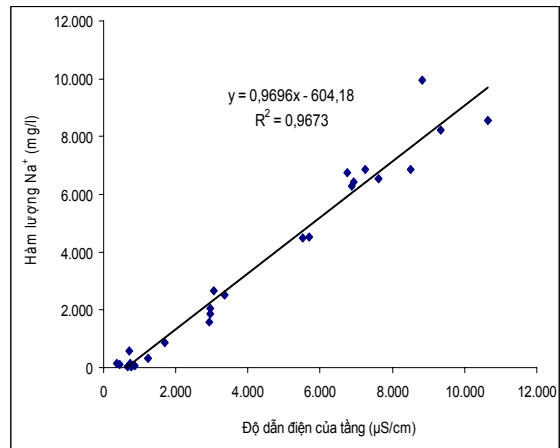
Hình 7. Sự biến đổi độ dẫn điện của tầng và của nước lỗ rỗng theo chiều sâu



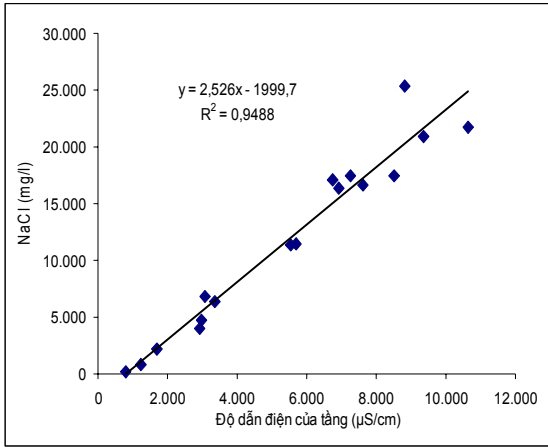
Hình 8. Tương quan giữa độ dẫn điện của tầng và độ dẫn điện của nước lỗ rỗng



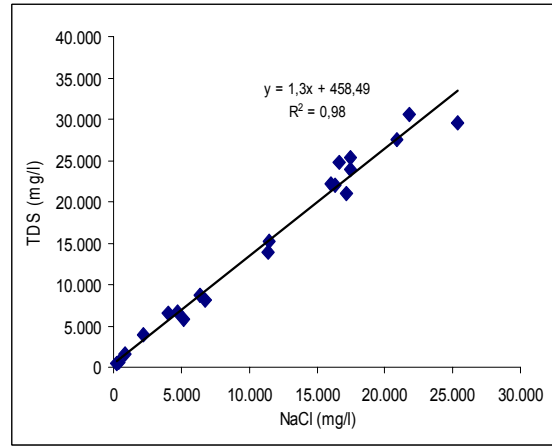
Hình 9. Đồ thị tương quan giữa hàm lượng Cl⁻ với độ dẫn điện của tầng



Hình 10. Đồ thị tương quan giữa hàm lượng Na⁺ với độ dẫn điện của tầng



Hình 11. Đồ thị tương quan giữa hàm lượng NaCl với độ dẫn điện của tầng

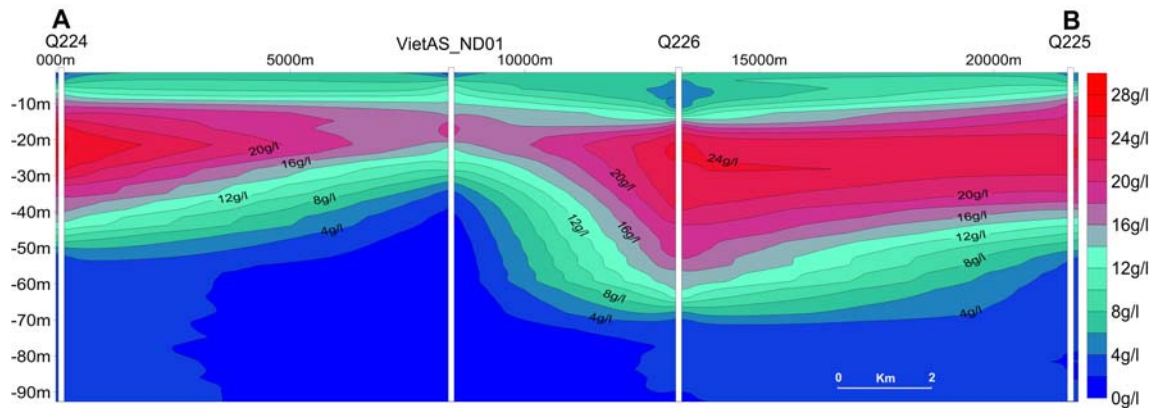


Hình 12. Đồ thị tương quan giữa hàm lượng NaCl với TDS của nước lỗ rỗng

Từ kết quả này cho phép tính toán hàm lượng Cl^- , Na^+ và NaCl (mg/l) bằng kết quả đo độ dẫn điện của tầng và kết quả đo địa vật lý lỗ khoan với phương trình tương quan $\text{Cl}^- = 2,0978 \text{ (EC)} - 1895,3$; $\text{Na}^+ = 0,9696 \text{ (EC)} - 604,18$ và $\text{NaCl} = 2,526 \text{ (EC)} - 1999,7$. Mặt khác, từ các kết quả nghiên cứu cho thấy quan hệ giữa hàm lượng NaCl và TDS cũng là quan hệ tuyến tính, tỷ lệ thuận với nhau và rất chặt (hình 12); với hàm lượng muối

NaCl chiếm trung bình hơn 70% hàm lượng TDS trong các mẫu phân tích.

Từ kết quả đo địa vật lý lỗ khoan và phân tích thành phần hóa học của nước lỗ rỗng cũng như các đồ thị tương quan cho thấy độ dẫn điện của khung đất đá bị chi phối và ảnh hưởng hoàn toàn bởi nước lỗ rỗng. Kết quả đo độ dẫn điện khung đất đá phản ánh sự phân bố độ mặn của các lớp trầm tích nói chung và lớp trầm tích biển nói riêng (hình 13).



Hình 13. Sự phân bố nồng độ muối NaCl trên mặt cắt tuyến AB

5.3. Kết quả phân tích đồng vị bền ^2H và ^{18}O trong nước lỗ rỗng

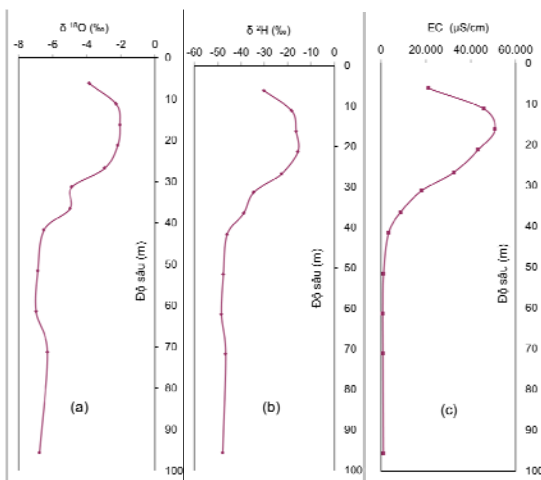
Kỹ thuật đồng vị ứng dụng trong nghiên cứu này nhằm xác định khả năng hòa trộn của nước có nguồn gốc khí tượng và nước có nguồn gốc biển. Hàm lượng của ^2H và ^{18}O trong nước thiên nhiên dao động trong phạm vi tương đối rộng rãi và tuân

theo quy luật: các giá trị $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ của nước mưa khí quyển giảm dần từ đại dương vào lục địa (gọi là hiệu ứng lục địa), bên cạnh đó xuất hiện các hiệu ứng độ cao cũng như dao động hàng năm (theo Fontes khi lên cao 100m các giá trị $\delta^2\text{H}$ giảm đi 0,2 ‰ và $\delta^{18}\text{O}$ giảm đi 0,3 ‰).

Quá trình chính ảnh hưởng đến các giá trị $\delta^2\text{H}$

và $\delta^{18}\text{O}$ là bốc hơi, ngưng tụ và trao đổi đồng vị. Thông qua các quá trình này sẽ xuất hiện sự phân tách đồng vị trong thủy quyển. Nguyên nhân chủ yếu trong sự phân tách đồng vị trong vòng tuần hoàn của nước là do áp lực hơi hay các điểm nóng chảy khác nhau của một loại đồng vị trong một phân tử. Thực tế cho thấy, áp lực hơi của nước nhẹ về mặt đồng vị (ví dụ: $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$) cao hơn áp lực hơi của nước với các đồng vị nặng. Vì vậy, trong tất cả các quá trình chuyển pha (quá trình bốc hơi, ngưng tụ hay hoà tan,...), đều phải tính đến sự phân tách đồng vị dẫn đến các hiệu ứng đồng vị cân bằng trọng lượng hay còn gọi là sự phân bố đồng vị trong một hệ thống tồn tại từ các phân tử của các loại đồng vị khác nhau.

Sự thay đổi thành phần đồng vị trong vỏ trái đất chủ yếu phụ thuộc vào quá trình hỗn hợp của các loại nước có nguồn gốc khác nhau. Điều đó cho phép xác định nguồn gốc của nước dưới đất và xác định được thành phần của từng loại nước trong hỗn hợp nghiên cứu, mối quan hệ giữa $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ với các nguồn gốc khác nhau của nước dưới đất và với quá trình trao đổi đồng vị khác nhau.



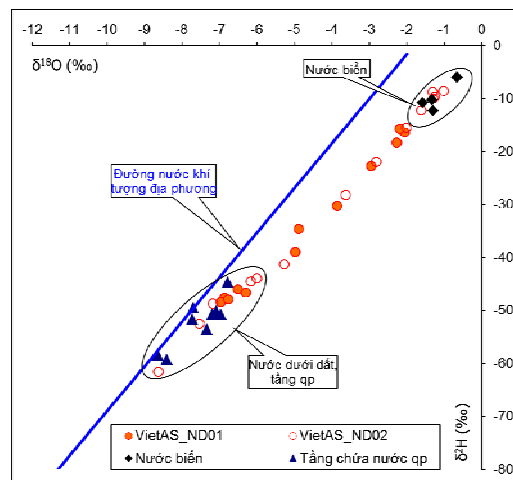
Hình 14. Sự phân bố theo chiều sâu tại lỗ khoan VietAS_ND01 của: a) $\delta^{18}\text{O}$, b) $\delta^2\text{H}$ và c) EC của nước lỗ rỗng

6. Thảo luận kết quả nghiên cứu

Từ kết quả đo địa vật lý lỗ khoan (phương pháp đo độ dẫn điện) và kết quả phân tích thành phần hóa học của nước lỗ rỗng cũng như các đô thị tương quan cho thấy độ dẫn điện của khung đất đá

Trong vùng nghiên cứu, mẫu nước phân tích hàm lượng của ^2H và ^{18}O nước lỗ rỗng trong mẫu đất lấy dọc theo chiều sâu lỗ khoan của lớp trầm nước yếu cho thấy giá trị $\delta^{18}\text{O}$ dao động từ -6,97 ‰ (độ sâu 61,50m) đến -1,02 ‰ (độ sâu 26,83m); Giá trị $\delta^2\text{H}$ dao động từ -61,50‰ (độ sâu 4,03 m) đến -8,51‰ (độ sâu 26,83m).

Các kết quả phân tích đồng vị bền cho thấy sự phân bố $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ theo chiều sâu có mối tương quan với sự phân bố của EC (hình 14); mặt khác, so sánh mối tương quan $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ của nước lỗ rỗng trong lớp trầm tích biển, nước biển và nước dưới đất tầng chứa nước qp trong vùng nghiên cứu (hình 15) cho thấy khả năng hòa trộn của nước trong tầng chứa nước qp (nguồn gốc khí tượng) và nước biển (nguồn gốc biển) trong lớp trầm tích biển. Trong lớp trầm nước yếu, tại những vị trí tiếp giáp với tầng chứa nước cho thấy nguồn gốc khí tượng thể hiện rõ rệt và càng dần về giữa lớp các giá trị $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ càng tiến gần tới giá trị của nước có nguồn gốc biển và nước biển. Giá trị $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ cùng với EC của nước lỗ rỗng phân bố theo chiều sâu cho thấy độ mặn của nước là do sự có mặt của nước nguồn gốc biển và tăng hoặc giảm theo mức độ mặn nhạt (thay đổi giá trị EC) của nước lỗ rỗng trong lớp trầm tích biển.



Hình 15. Tương quan giữa $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ nước lỗ rỗng trong lớp trầm tích biển, nước trong tầng qp và nước biển

bị chi phối và ảnh hưởng hoàn toàn bởi nước lỗ rỗng. Kết quả đo địa vật lý lỗ khoan hoàn toàn có thể sử dụng để xác định sự phân bố TDS của nước lỗ rỗng trong lớp trầm tích biển tại những độ sâu xác định từ phương trình tương quan đã nêu ra ở trên.

Khả năng hòa trộn giữa nước có nguồn gốc khí tượng (của tầng chứa nước Pleistocen) với nước nguồn gốc biển (nước biển) trong nước lỗ rỗng của lớp trầm tích biển được chứng minh qua tài liệu phân tích đồng vị bền. Sự phân bố $\delta^2\text{H}$ và $\delta^{18}\text{O}$ theo chiều sâu cho thấy sự có mặt của nước có nguồn gốc biển giảm dần về phía nóc và đáy lớp.

Các yếu tố chính ảnh hưởng tới sự phân bố TDS, các muối trong lớp trầm tích biển là quá trình khuếch tán phân tử do chênh lệch nồng độ và xáo trộn do chênh lệch tỷ trọng. Trên cơ sở mô phỏng quá trình dịch chuyển, biến đổi hàm lượng muối trong nước lỗ rỗng theo thời gian cho thấy: với hệ số thấm của lớp trầm tích biển $K \geq 10^{-7}\text{m/s}$ thì quá trình xáo trộn do chênh lệch tỷ trọng đóng vai trò chủ đạo và chiếm ưu thế hơn so với khuếch tán phân tử; với hệ số thấm $K < 10^{-7}\text{m/s}$ thì quá trình khuếch tán phân tử chiếm ưu thế hơn so với xáo trộn do chênh lệch tỷ trọng trong sự phân bố muối. Trong lớp của lớp trầm tích biển, khi hệ số thấm rất nhỏ (nhỏ hơn 10^{-8}m/s) thì sự phân bố này hoàn toàn bị ảnh hưởng bởi quá trình khuếch tán phân tử và khả năng cân bằng về sự phân bố các muối giữa phía dưới đáy và phía mặt lớp trầm tích theo chiều sâu càng tăng lên.

Các kết quả nghiên cứu nêu trên cho thấy sự phân bố các muối trong lớp trầm tích biển chịu ảnh hưởng bởi hai quá trình chính là khuếch tán phân tử và xáo trộn do chênh lệch tỷ trọng. Phía trên mặt lớp bị chi phối chủ yếu là do khuếch tán phân tử và phân dưới đáy lớp bị ảnh hưởng bởi cả xáo trộn do chênh lệch tỷ trọng và khuếch tán phân tử.

TÀI LIỆU DẪN

[1] Charles D. Shackelford, David E. Daniel, 1990: Diffusion in Saturated soil. Journal of Geotechnical Engineering 117, 467 - 484.

[2] Crooks, V. E. and Quigley, R. M., 1984: Saline leachate migration through clay: A comparative laboratory and field investigation. Can. Geotech. J., 21(2), 349 - 362.

[3] Đoàn Văn Cảnh, Lê Thị Lại, Hoàng Văn Hưng, Nguyễn Đức Rõ, Nguyễn Văn Nghĩa, 2005: Groundwater Resource Of Nam Định Province, J. of Geology, B/25, Hà Nội.

[4] Frank Wagner, Dang Tran Trung, Hoang Dai Phuc, Falk Lindenmaier, 2011: Assessment of

Groundwater Resources in Nam Dinh Province. Final Technical Report of improvement of Groundwater Protection in Vietnam, Ha Noi.

[5] Hoàng Văn Hoan, Flemming Larsen, 2007: Phương pháp xác định độ lỗ hổng hiệu dụng, hệ số thấm của tầng chứa nước và TDS của nước bằng phương pháp địa vật lý lỗ khoan, lấy ví dụ vùng đồng bằng sông Hồng. TC KHKT Mỏ - Địa chất, 20/10-2007. Hà Nội, 101-107.

[6] Hoan V. Hoang, Nhan Q. Pham, Flemming Larsen, Long V. Tran, Frank Wagner And Anders V. Christiansen, 2011: Processes Controlling High Saline Groundwater in the Nam Dinh Province, Vietnam. 2nd Asia-Pacific Coastal Aquifer Management Meeting October 18-21, 2011, Jeju Island, Korea.

[7] Hoàng Văn Hoan, Phạm Quý Nhân, Flemming Larsen, Trần Vũ Long, Nguyễn Thế Chuyên, Trần Thị Lưu, 2012: Ảnh hưởng của quá trình khuếch tán tới sự phân bố độ mặn của nước lỗ rỗng trong lớp trầm tích biển tuổi Đệ tứ khu vực Nam Định. Báo cáo hội nghị khoa học lần thứ 20, ĐH Mỏ - Địa chất. Hà Nội.

[8] Nguyễn Kim Ngọc, Kiều Văn Anh, Nguyễn Thị Hạ, Hoàng Văn Hoan, Đỗ Tiến Hùng, Hoàng Văn Hưng, Nguyễn Văn Lâm, Phạm Quý Nhân, Nguyễn Thị Thanh Thủy, 2005: Thủy Địa Hóa học. Nhà xuất bản Giao thông vận tải, Hà Nội, 315tr.

[9] Kooi H., Groen J., Leijnse A., 2000: Modes of seawater intrusion during transgressions, Water resources research, Vol. 36, No. 12, phương pháp 3581-3589.

[10] Rowe, R. K., Caers, C. J., and Barone, F., 1988: Laboratory determination of diffusion and distribution coefficients of contaminants using undisturbed clayey soil. Can. Geotech. J., 25, 108-118.

[11] Schincariol RA, Schwartz FW, Mendoza CA., 1997: Instabilities in variable density flows: stability and sensitivity analyses for homogeneous and heterogeneous media. Water Resour Res; 33(1), 31-41.

[12] Simmons CT, Fenstemaker TR, Sharp JM., 2001: Variable-density groundwater flow and solute transport in heterogeneous media approaches resolutions and future challenges. J Contam Hydrol; 52(1-4), 245-75.

[13] *Tanabe, S., Hori, K., Saito, Y., Haruyama, S., Vu, V.P., Kitamura, A.*, 2003a. Song Hong (Red River) delta evolution related to millen-nium-scale Holocene sea-level changes. *Quaternary Science Reviews* 22, 2345-2361.

[14] *Tanabe, S., Hori, K., Saito, Y., Haruyama, S., Doanh, L.Q., Sato, Y., Hiraide, S.*, 2003b: Sedimentary facies and radiocarbon dates of the Nam Dinh-1 core from the Song Hong (Red River) delta. Viet-nam. *Journal of Asian Earth Science* 21, 503-513.

[15] *Tanabe, S., Hori, K., Saito, Quang Lan Vu, Till J. J. Hanebuth, Quang Lan Ngo, Akihisa Kitamura*, 2006: Holocene evolution of Song Hong (Red River) delta system, north Vietnam. *Sedimentary Geology* 187, 29-61.

[16] *Weixing Guo and Christian D. Langevin*, 2002: User's Guide to SEAWAT: A computer program for simulation of three-dimensional variable-density groundwater flow, USGS, Florida, USA.

SUMMARY

Controlling factors to the distribution of salinity of porewater in Quaternary marine sediments in Nam Dinh area

This paper presents the results of studies and analysis, assessment the controlling factors to the distribution of salinity (mainly NaCl) in the Quaternary marine sedimentary in Nam Dinh area by using a combination of different methods such as boreholes logging, undisturbed sediment sampling, pore water squeezing, analysis of chemical and stable isotope compositions of pore water.

Based on the correlation between concentration of Cl^- , Na^+ ions and NaCl versus electrical conductivity of marine sediment at different depth according to geophysical borehole results determine the distribution of concentration of salinity (NaCl) of pore water at different depths. In addition, results from the analysis of stable isotopes $\delta^{18}\text{O}$ and $\delta^2\text{H}$ of porewater in the marine sedimentary layer show the mixing of marine water and meteoritic water in the sediments. distribution of NaCl of marine sediments is due to difference in density and molecular diffusion.