

ĐẶC ĐIỂM TRẦM TÍCH VÀ LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN TRONG KỶ ĐỆ TƯ KHU VỰC CỒN NỎI, KIM SƠN, NINH BÌNH

LÊ CẢNH TUÂN¹, LÊ TIẾN DŨNG², VŨ QUANG LÂN³,
LA MAI SƠN³, NGUYỄN QUANG MIỀN⁴, ĐINH XUÂN TRƯỜNG⁵

¹Trường ĐH Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, Thị trấn Cầu Diễn, Từ Liêm, Hà Nội;

²ĐH Mỏ - Địa chất, Đông Ngạc, Từ Liêm, Hà Nội

³Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Bắc, Nguyễn Văn Cừ, Long Biên, Hà Nội;

⁴Viện Khảo cổ học; ⁵Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Ninh Bình

Tóm tắt: Nghiên cứu các mẫu thu được trong lỗ khoan LK.CN1 tại Cồn Nổi, Kim Sơn, Ninh Bình, kết hợp với tài liệu đo địa chấn nông phân giải cao, phân tích các thể hệ bản đồ địa hình, ảnh vệ tinh, ảnh hàng không và đối sánh với tài liệu khu vực, có thể đưa ra các kết luận:

- Các trầm tích Đệ tứ ở khu vực nghiên cứu bao gồm trầm tích sông-biển tuổi Pleistocen sớm (amQ_1^1), trầm tích sông-biển tuổi Pleistocen giữa-muộn, phần sớm (amQ_1^{2-3}); trầm tích sông-biển, biển tuổi Pleistocen muộn, phần muộn (am,mQ_1^3); trầm tích sông-biển, biển tuổi Holocen sớm- giữa (am,mQ_2^{1-2}) và các trầm tích được thành tạo trong môi trường cửa sông ven biển tuổi Holocen muộn (amb, amQ_2^3).

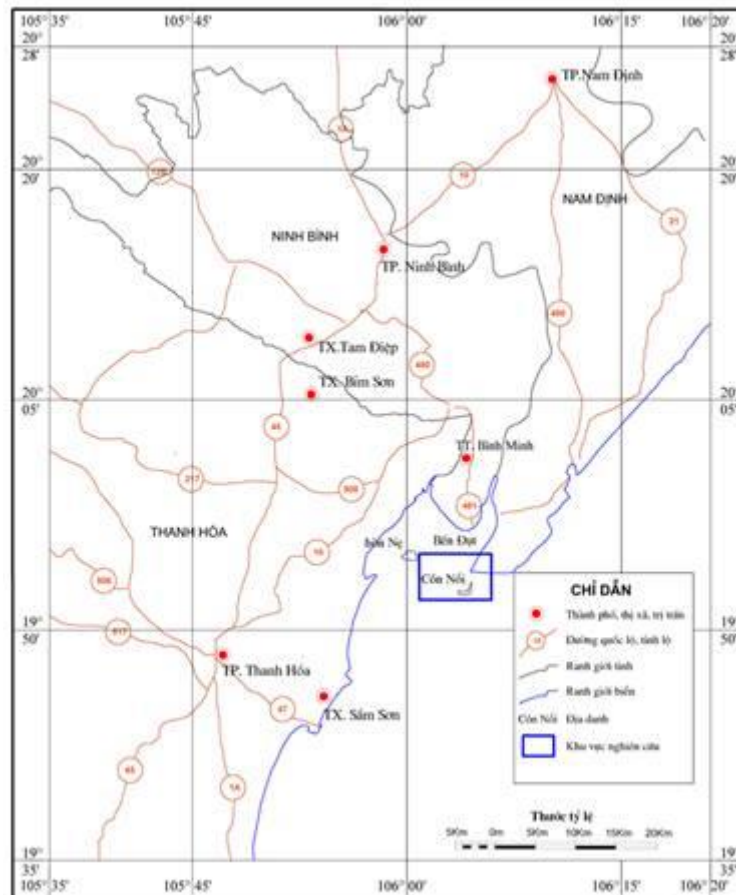
- Trong kỷ Đệ tứ, ở khu vực nghiên cứu ít nhất đã diễn ra 4 lần biển tiến xảy ra vào Pleistocen sớm, Pleistocen giữa-muộn, phần sớm; Pleistocen muộn, phần muộn và Holocen sớm - giữa; kết quả đã hình thành 4 nhịp trầm tích. Mỗi nhịp trầm tích bắt đầu bằng các trầm tích thuộc môi trường lục địa và kết thúc là trầm tích hạt mịn được hình thành trong môi trường cửa sông và môi trường biển; cuối mỗi nhịp đã xảy ra biển lùi, tạo ra các gián đoạn trầm tích mà dấu hiệu là các trầm tích hạt mịn có màu sắc loang lổ ở phần trên của mỗi nhịp trầm tích và các lòng sông cổ được thể hiện rõ nét trên các băng địa chấn.

- Trong thời gian tới, Cồn Nổi có xu thế dịch chuyển về phía tây nam cùng với hướng dịch chuyển của đỉnh Cửa Đáy. Vào khoảng 40-60 năm nữa, đỉnh Cửa Đáy sẽ nằm cách vị trí hiện nay 5,2 km về phía tây nam, cách Hòn Nẹ về phía đông nam khoảng 12km, cách vị trí Cồn Nổi hiện nay khoảng 8,5 km về phía tây nam. Cồn cát mới tương lai (tương tự Cồn Nổi) nằm cách vị trí hiện nay khoảng 5,2 km về phía tây nam.

I. MỞ ĐẦU

Về các trầm tích Đệ tứ và lịch sử phát triển trong kỷ Đệ tứ của vùng ven biển đồng bằng Sông Hồng đã được nhiều tác giả nghiên cứu [1, 2, 4-11]; kết quả nghiên cứu của các tác giả này đã có nhiều dẫn liệu quan trọng về đặc điểm trầm tích và lịch sử phát triển vùng ven biển đồng bằng Sông Hồng trong kỷ Đệ tứ.

Năm 2013, trong khuôn khổ Đề tài: “Điều tra đánh giá tổng hợp điều kiện địa chất tự nhiên, môi trường khu vực Cồn Nổi và vùng đất ngập nước ven biển trên địa bàn tỉnh Ninh Bình phục vụ quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, an ninh quốc phòng” [3], các tác giả thi công lỗ khoan LK.CN1 tại Cồn Nổi, nghiên cứu các trầm tích thu được trong lỗ khoan, kết hợp với tài liệu đo địa chấn nông phân giải cao ở khu vực Cửa Đáy đã thu được những dẫn liệu mới bổ sung cho công tác nghiên cứu các trầm tích Đệ tứ và lịch sử phát triển địa chất trong kỷ Đệ tứ ở khu vực Cồn Nổi, Kim Sơn, Ninh Bình (Hình 1) nói riêng và vùng ven biển đồng bằng Sông Hồng nói chung.



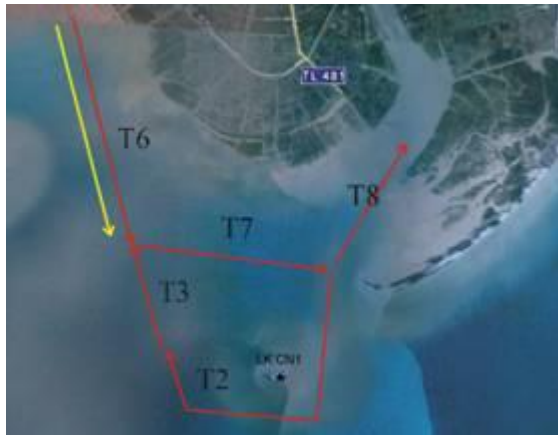
Hình 1. Sơ đồ vị trí vùng nghiên cứu.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Phương pháp địa chấn nông phân giải cao

Phương pháp này được sử dụng để nghiên cứu cấu trúc địa chất tầng nông ở trên đất liền và ở ngoài biển, có độ sâu phân bố khoảng một vài trăm mét trở lại, phục vụ nghiên cứu cấu trúc địa chất, đặc điểm địa chất công trình và tìm kiếm khoáng sản.

Đã tiến hành khảo sát địa chấn nông xung quanh khu vực Cửa Đáy, Ninh Bình với tổng chiều dài 11,5 km chia thành 6 tuyến. Lộ trình các tuyến đo bắt đầu từ cửa sông Đáy đi về phía nam, vòng quanh Cồn Mờ theo hướng đông, sau đó chuyển theo hướng đông bắc vào Cửa Càn. Tuyến cuối cùng đi theo lạch Lèn, nằm về phía Bắc Cồn Nổi 2 km để ra dòng sông Đáy. Việc xử lý tài liệu tách ra các tuyến T2, T3, T6, T7 và T8 (Hình 2). Việc luận giải các băng địa chấn nông phân giải cao được liên hệ với địa tầng trầm tích qua tài liệu khoan sâu.



Hình 2. Sơ đồ các tuyến đo địa chấn nông phân giải cao và vị trí lỗ khoan LK.CN1 tại Cồn Nổi.



Ảnh

1. Quang cảnh vị trí lỗ khoan LK.CN1.

2. Phương pháp khoan

Lỗ khoan LK.CN1 được thi công tại khu vực trung tâm Cồn Nổi; tọa độ $X=612628$ m, $Y=2197737$ m, cao độ $+0,6$ m (Ảnh 1, Hình 2), chiều sâu khoan là 90 m. Mẫu lõi khoan được mô tả chi tiết tại thực địa, trên cơ sở cột địa tầng trầm tích lỗ khoan, lựa chọn các loại mẫu phân tích phù hợp để nghiên cứu thành phần vật chất và điều kiện môi trường thành tạo trầm tích.

3. Các phương pháp nghiên cứu khác

Ngoài hai phương pháp nêu trên, các tác giả còn tiến hành phân tích ảnh vệ tinh, ảnh hàng không, phân tích bản đồ địa hình qua các thời kỳ, lộ trình khảo sát, lấy và phân tích mẫu các loại.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Kết quả giải đoán các băng địa chấn nông phân giải cao

1/ Qua giải đoán các băng địa chấn nông phân giải cao, đã xác định được 4 tập trầm tích Đệ tứ, từ trên xuống là các tập A, B, C, D và đá gốc. Ranh giới giữa các tập trầm tích thể hiện tương đối rõ trên cơ sở trường sóng địa chấn đồng pha khá liên tục, phản xạ tương đối mạnh. Đặc điểm của các tập trầm tích như sau:

- Tập A ở trên cùng sát đáy biển, đặc trưng là các trường sóng song song nằm ngang; ứng với thành phần trầm tích là sét bột, bột sét bờ rời. Bề dày tập: 15-18 m.

- Tập B đặc trưng là trường sóng đồng nhất, nằm ngang phản xạ vừa, đôi nơi trường sóng uốn lượn, không đồng nhất; tương ứng với các lớp sét bột xen kẽ với cát bột lòng sông, cửa sông. Bề dày tập thay đổi từ 10 - 40 m tùy theo vị trí đo.

- Tập C gồm các trường sóng đồng nhất, phản xạ trung bình, đôi chỗ bị gián đoạn; tương ứng với cát bột xen kẽ với sét bột phân lớp mỏng. Bề dày tập: 20-70 m.

- Tập D bao gồm trường sóng phản xạ yếu, đôi chỗ bị uốn cong, tương ứng với thành phần trầm tích chủ yếu là cát bột, xen kẽ với bột sét. Bề dày tập: 10-60 m.

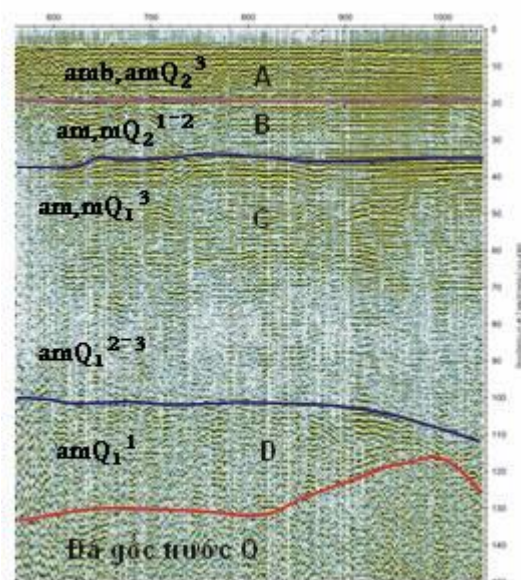
2/ Khi liên hệ với cột địa tầng Đệ tứ trong lỗ khoan, tập A tương ứng với các trầm tích Holocen muộn (Q_2^3), tập B tương ứng với các trầm tích Holocen sớm-giữa (Q_2^{1-2}), tập C tương ứng với các trầm tích Pleistocen giữa-muộn, phần sớm và Pleistocen muộn, phần muộn (Q_1^{2-3} , Q_1^3), còn tập D tương ứng với các trầm tích Pleistocen sớm (Q_1^1).

3/ Ranh giới trầm tích Đệ tứ và đá gốc (là trầm tích Neogen hoặc đá gấn kết tuổi Mesozoi) dao động trong khoảng độ sâu 100-140 m.

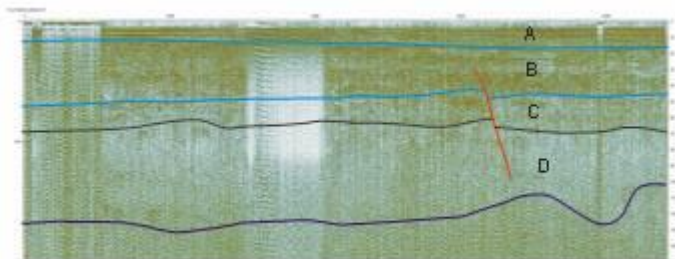
4/ Các biểu hiện đào khoét lòng như trong mặt cắt tuyến T3 ở độ sâu 18-33 m, chiều rộng đến gần 100 m (Hình 3) ở vị trí cách trung tâm Cồn Nổi 4-4,5 km về phía đông bắc, chứng tỏ hệ thống

dòng chảy trong Holocen ở khu vực khảo sát có tính phân nhánh, chuyển dòng; đặc trưng cho điều kiện cửa sông ven biển.

5/ Trong tầng trầm tích Holocen, có dấu hiệu đứt gãy trên băng địa chấn nông phân giải cao tuyến T6, bắt đầu ở độ sâu 25-30 m (Hình 4), được dự đoán phát triển theo phương tây bắc - đông nam, mặt đứt gãy cắm về phía tây nam, góc dốc 60-70°. Đây là các bằng chứng về các hoạt động tân kiến tạo, liên quan với sự tái hoạt động của hệ thống đứt gãy phương tây bắc - đông nam rất phổ biến trong phần đất liền. Tuy nhiên, quy mô của đứt gãy không lớn và các biểu hiện mang tính cục bộ (chỉ có trên mặt cắt tuyến T6).



Hình 3. Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến T3 (trên mặt cắt này, ranh giới giữa trầm tích Q_1^{2-3} với trầm tích Q_1^3 không rõ)



Hình 4. Mặt cắt địa chấn nông phân giải cao tuyến T6 thể hiện đứt gãy cắt qua các tập B, C và D

2. Địa tầng trầm tích Đệ tứ khu vực Cồn Nổi, Kim Sơn, Ninh Bình

Qua phân tích cột địa tầng lỗ khoan LK.CN1, kết hợp với tài liệu địa chất khu vực, địa tầng trầm tích Đệ tứ ở khu vực Cồn Nổi, Kim Sơn, Ninh Bình từ dưới lên như sau:

a) Pleistocen hạ, trầm tích sông-biển (amQ_1^1)

Lỗ khoan LK.CN1 chưa khoan hết trầm tích Đệ tứ nên chưa biết đầy đủ địa tầng trầm tích Đệ tứ ở lỗ khoan này; tuy nhiên, qua tổng hợp tài liệu ở khu vực ven biển đồng bằng Ninh Bình, nằm ở phần thấp của trầm tích Đệ tứ là các trầm tích tuổi Pleistocen sớm có diện phân bố hẹp, chỉ gặp chúng trong các hố sụt cục bộ. Thành phần trầm tích chủ yếu là hạt mịn, gồm sét bột, bẽ dày thay đổi từ 8,4-25,9 m; trầm tích được thành tạo trong môi trường cửa sông ven biển.

Về quan hệ địa tầng, các trầm tích Pleistocen sớm (Q_1^1) phủ không chỉnh hợp trên hệ tầng Vĩnh Bảo ($N_2 vb$), còn phía trên chúng bị các trầm tích Pleistocen giữa-muộn, phần sớm phủ không chỉnh hợp lên trên.

b) Pleistocen trung-thượng, phần dưới, trầm tích sông-biển (amQ_1^{2-3})

Trong khu vực Cồn Nổi, trầm tích sông-biển tuổi Pleistocen giữa-muộn, phần sớm được mô tả trong lỗ khoan LK.CN1, từ độ sâu 90 - 67,3 m. Thành phần gồm các lớp bột sét; sét, sét bột màu xám, xám vàng lẫn ít cát hạt mịn xen kẽ nhau, phần trên có màu sắc loang lổ. Thành phần khoáng

vật (%) gồm: thạch anh: 40, kaolinit: 20, ilit: 15, feldpat: 5, albit: 5, geothit: 5, rất ít monmorilonit. Chiều dày của các trầm tích này lớn hơn 22,7 m.

Mở rộng ra vùng ven biển tỉnh Ninh Bình, các trầm tích sông-biển tuổi Pleistocen giữa-muộn, phần sớm phân bố ở độ sâu từ 86,5 - 15 m, bề dày thay đổi từ 7 - 28,5 m.

Về quan hệ địa tầng, tuy LK.CN1 chưa khoan qua trầm tích này, song tài liệu nghiên cứu khu vực cho thấy chúng có quan hệ phủ không chỉnh hợp trên các trầm tích Pleistocen sớm hoặc các đá cổ hơn, còn phía trên chúng bị trầm tích Pleistocen muộn phủ không chỉnh hợp.

c) Pleistocen thượng, phần trên (Q_1^3)

- Trầm tích sông-biển (amQ_1^3)

Trong lỗ khoan LK.CN1, trầm tích sông-biển tuổi Pleistocen muộn, phần muộn được mô tả trong đoạn từ 67,3 đến 54,5 m, thành phần gồm cát thô đến hạt mịn, bột màu xám, xám xanh; phần dưới có lẫn sạn thạch anh và mảnh đá cát kết; phần trên có hàm lượng bột tăng cao hơn. Dày 12,8 m.

- Trầm tích biển (mQ_1^3)

Trong lỗ khoan LK.CN1, các trầm tích này phân bố ở độ sâu từ 54,5 - 40,5 m. Thành phần là sét, sét bột loang lổ, trong sét có lẫn di tích vỏ sò. Dày 14 m.

Tổng chiều dày trầm tích Pleistocen muộn tại lỗ khoan này là 26,8 m.

Về quan hệ, trầm tích Pleistocen muộn, phần muộn phủ không chỉnh hợp trên trầm tích Pleistocen giữa-muộn, phần sớm; còn ở phía trên, chúng bị phủ bởi các trầm tích Holocen.

d) Holocen hạ-trung (Q_2^{1-2})

- Trầm tích sông-biển (amQ_2^{1-2})

Tại lỗ khoan LK.CN1, các trầm tích sông-biển tuổi Holocen sớm-giữa phân bố ở độ sâu từ 40,5 - 38 m. Thành phần trầm tích gồm cát, bột sét màu xám xanh, xám đen, xám tro lẫn mùn thực vật, vỏ sò; trạng thái dẻo mềm. Dày 2,5 m.

Thành phần độ hạt trung bình (%): sét: 25; bột: 34; cát: 41. Thành phần khoáng vật (%) gồm: thạch anh: 30, ilit: 22, kaolinit: 14, chlorit: 14, albit: 5, feldpat: 10, geothit: 5, rất ít monmorilonit. Trong các lớp trầm tích có chứa bào tử phần hoa (BTPH): *Polypodium* sp., *Osmunda* sp., *Avicennia* sp., *Compositae*, *Morus* sp., *Pinus* sp., *Cycas* sp., *Acanthus* sp., *Cyperus* sp.

- Trầm tích biển (mQ_2^{1-2})

Ở LK.CN1, trầm tích biển tuổi Holocen sớm-giữa phân bố ở độ sâu từ 38 - 22,5 m, chúng nằm chuyển tiếp trên trầm tích sông-biển cùng tuổi. Thành phần trầm tích gồm bột sét, cát hạt mịn màu xám xanh, xám vàng lẫn mùn thực vật, vảy mica. Dày 15,5 m.

Trong trầm tích có chứa phong phú vi cổ sinh (VCS): *Ammonia japonica*, *A. beccarii*, *Quinqueloculina* sp., *Elphidium*, *Cibicides* sp., *Discorbina orbicularis*, *Nomionina depressula*, *Pseudorotalia* sp.

Kết quả phân tích tuổi C^{14} mẫu ở độ sâu 23 m là 5080 ± 170 năm.

Ở lỗ khoan LK.CN1, trầm tích Holocen sớm-giữa có bề dày 18 m, chúng phủ không chỉnh hợp trên các trầm tích Pleistocen muộn, phần muộn, phía trên chúng bị phủ không chỉnh hợp bởi các thành tạo trầm tích Holocen muộn.

e) Holocen thượng (Q_2^3)

Các trầm tích Holocen muộn phân bố trên diện rộng, chiếm toàn bộ bề mặt địa hình của diện tích nghiên cứu. Một phần diện tích bị bán ngập nước, một diện tích nhỏ xung quanh khu Cồn Nổi được nổi lên trên mặt nước thường xuyên. Trầm tích Holocen muộn tại lỗ khoan LK.CN1 phân bố

đến độ sâu 22,5 m, tại lỗ khoan LK29 ở Bến Đụt [3], chúng phân bố đến độ sâu 19,8 m. Chiều dày trầm tích thay đổi từ 5-10 m đến 25 m, bao gồm các trầm tích sông-biển - đầm lầy (amb) và sông-biển (am).

- Trầm tích sông - biển - đầm lầy (ambQ₂³)

Trầm tích sông - biển - đầm lầy tuổi Holocen muộn phân bố rộng khắp trên toàn diện tích công tác. Tại lỗ khoan LK.CN1, chúng nằm ở độ sâu từ 22,5 - 6,3 m; tại lỗ khoan LK29 [3], chúng phân bố ở độ sâu từ 19,8 - 5,0 m. Theo mặt cắt lỗ khoan LK.CN1 từ 22,5 - 6,3 m gồm cát hạt mịn, bột cát, sét màu nâu, nâu đỏ có lẫn mùn thực vật, vỏ sò. Dày 16,2 m.

Kết quả phân tích tuổi tuyệt đối bằng phương pháp C¹⁴ mẫu ở độ sâu từ 22,5 - 19,5 m là 860±330 năm, ở độ sâu từ 8,7 - 8,0 m là 760 ±353 năm.

Trong trầm tích chứa nhiều VCS: *Ammonia*, *Miliolinella*, *Discorbis*, *Spiroloculina* và tảo: *Coscinodiscus*, *Cyclotella*, *Navicula*...

- Trầm tích sông biển (amQ₂³)

Đây là các thành tạo Hiện đại, nằm ở phần trên cùng của các mặt cắt. Trên khu vực Cồn Nổi, tại lỗ khoan LK.CN1 từ 6,3-0 m là cát hạt mịn, bột màu xám vàng có lẫn nhiều vảy mica, trạng thái bờ rời. Thành phần khoáng vật (%) gồm: thạch anh: 56, ilit: 15, kaolinit: 5, chlorit: 8, albit: 6, feldpat: 5, geothit: 5, monmorilonit rất ít.

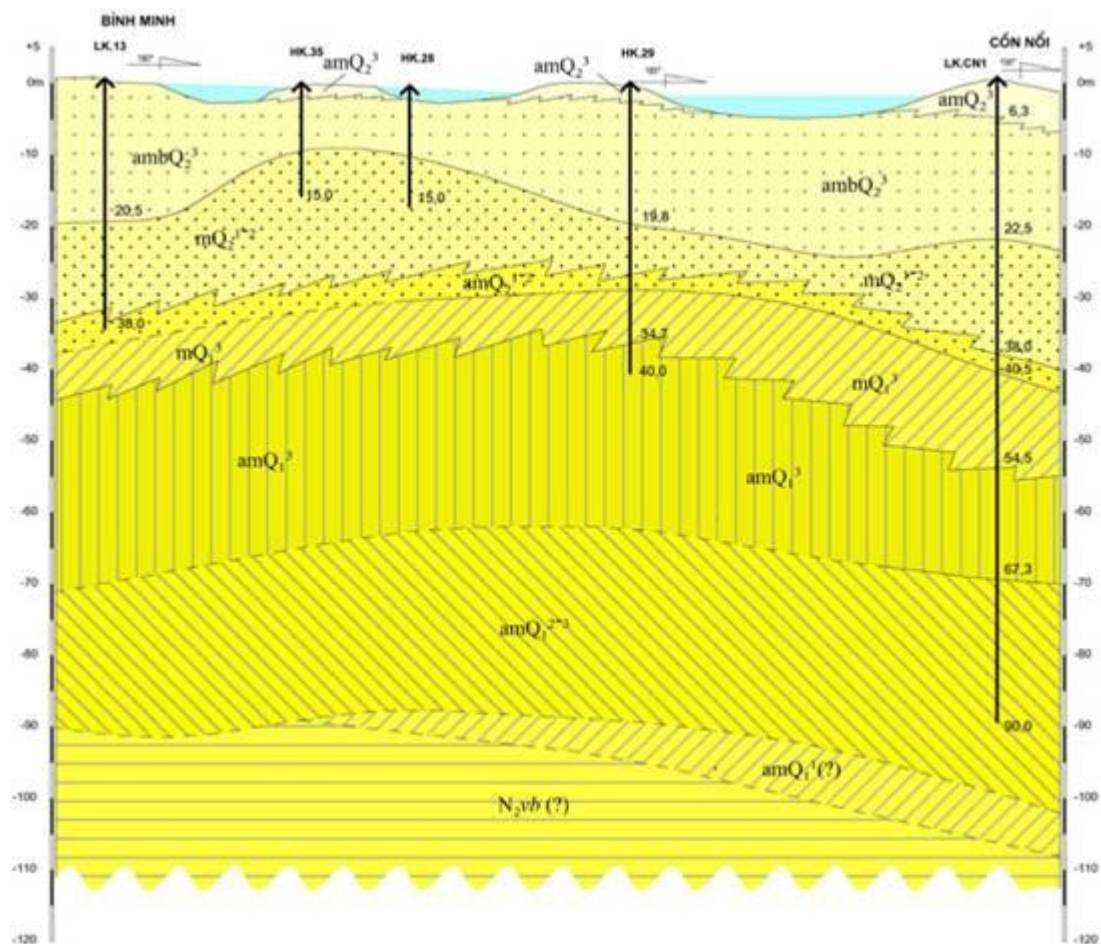
Tại lỗ khoan LK29 [3] ở khu Bến Đụt, trầm tích này phân bố ở độ sâu từ 5 đến 0 m. Thành phần tương tự như đã mô tả trong lỗ khoan LK.CN1.

3. Lịch sử phát triển vùng ven biển Kim Sơn, Ninh Bình trong kỷ Đệ tứ

Trên cơ sở tổng hợp các kết quả đo địa chấn nông phân giải cao, tài liệu lỗ khoan LK.CN1, đối sánh với tài liệu địa chất khu vực qua việc thành lập mặt cắt liên hệ các trầm tích Đệ tứ từ đất liền ra biển (Hình 5), có thể lập lại lịch sử phát triển khu vực Cồn Nổi nói riêng, vùng ven biển Kim Sơn, Ninh Bình nói chung trong kỷ Đệ tứ như sau:

- Thời kỳ Pleistocen sớm (Q₁¹)

Sau khi được hình thành trong điều kiện môi trường biển nông ven bờ, các trầm tích Pliocen (N₂²) phân bố ở ven rìa nam đồng bằng Sông Hồng được nâng lên chịu quá trình phong hóa, bào mòn. Tại LK37NB (độ sâu 60-56 m) và LK48NB (độ sâu 70-63 m) ở Yên Mô và Kim Sơn đã phát hiện lớp laterit đá ong phát triển trên bề mặt các trầm tích Pliocen [8]. Thời gian gián đoạn trầm tích có thể kéo dài đến đầu Pleistocen sớm hoặc đầu Pleistocen giữa; vì thế có nơi gặp trầm tích tuổi Pleistocen sớm (Q₁¹) phân bố trong các hố sụt cục bộ phủ trên trầm tích Pliocen, có nơi lại gặp trầm tích Pleistocen giữa - muộn, phần sớm (Q₁²⁻³) nằm phủ không chỉnh hợp trên trầm tích Pliocen hoặc đá gấn kết tuổi Mesozoi.



Hình 5. Mặt cắt liên hệ trầm tích Đệ tứ từ thị trấn Bình Minh ra Cồn Nổi.

Đặc điểm của trầm tích Pleistocen sớm là có độ hạt khá mịn. Trong trầm tích khá nghèo BTPH, song với sự có mặt các phổ phần vùng ven biển như *Acrostichum* sp., *Hibiscus* sp., *Acanthus* sp. ở phần trên mặt cắt và các giá trị địa hoá môi trường Kt: 1,1; Eh: 48 mV cho thấy trầm tích được thành tạo trong môi trường cửa sông ven biển có tính oxy hoá yếu. Với những dẫn liệu về đặc điểm trầm tích, cổ sinh, chỉ số địa hóa môi trường cho thấy vào cuối thời kỳ Pleistocen sớm đã xảy ra quá trình biển tiến, song đường bờ biển vẫn nằm trên vùng thềm lục địa hiện nay, phía ngoài khu vực nghiên cứu, khu vực nghiên cứu nói riêng và vùng ven biển đồng bằng Sông Hồng có môi trường trầm tích là vùng cửa sông ven biển.

- Thời kỳ Pleistocen giữa-muộn, phần sớm (Q_1^{2-3})

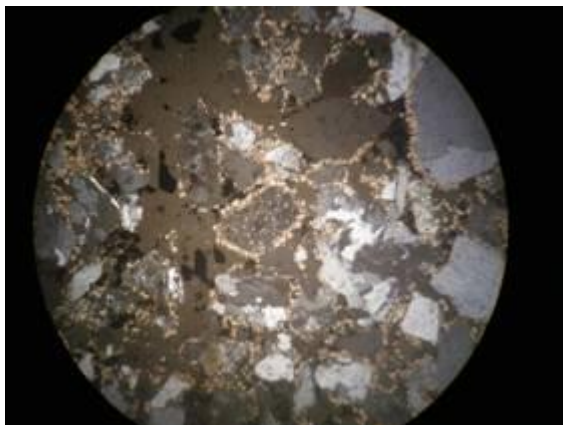
Trầm tích tuổi Q_1^{2-3} có độ hạt giảm dần từ dưới lên trên, phản ánh quá trình biển tiến. Kết quả nghiên cứu ở vùng ven biển tỉnh Ninh Bình [8] cho thấy, trong trầm tích ở phần cao của hệ tầng có tập hợp BTPH chủ yếu gồm *Polypodiaceae* sp., *Gleichenia* sp., *Lygodium* sp., *Schizae* sp., *Cyathea* sp., *Angiopteris* sp., *Osmunda* sp., *Sonneratia* sp., *Acrostichum* sp., *Quercus* sp., *Euphorbia* sp., *Rhus* sp., *Rubia* sp... có tuổi Pleistocen giữa-muộn. Sự có mặt của thực vật vùng ven biển như *Sonneratia*, *Acrostichum* trong trầm tích hạt mịn và các giá trị địa hoá môi trường pH: 6,7 - 7,6; $Fe^{+2}/s/corg$: 0,19 - 0,2; Kt: 0,64 - 1,0; Eh: 20 - 100 mV [9] cho thấy trầm tích được thành tạo trong điều kiện môi trường cửa sông ven biển có tính oxy hoá yếu - trung bình.

Sau khi được hình thành, trầm tích tuổi Pleistocen giữa-muộn, phần sớm lại được nâng lên, chịu quá trình phong hóa; các lớp trầm tích có màu sắc loang lổ với kết vón oxyt sắt ở phần trên của trầm tích là dấu hiệu cho thời kỳ gián đoạn trầm tích này [8, 9].

- Thời kỳ Pleistocen muộn, phần muộn (Q_1^3)

Vào đầu Pleistocen muộn, phần muộn ở vùng nghiên cứu là môi trường trầm tích lục địa sau đó chuyển sang môi trường ven biển và biển. Trong lớp trầm tích lót đáy của trầm tích này ở độ sâu từ 67,3 - 60 m có chứa các mảnh đá màu nâu, khá cứng chắc. Mảnh đá lớn nhất đến 3-4 cm,

sắc cạnh; dưới kính hiển vi là cát kết thạch anh, xi măng lấp đầy có thành phần carbonat (Ảnh 2). Sự có mặt các hạt vụn đá cát kết thạch anh sắc cạnh là dấu tích chế độ lục địa cùng các trầm tích gần nguồn cung cấp vật liệu.



Ảnh 2. Cát kết hạt thô, mảnh vụn trong đoạn từ 67 - 63 m (25X, nicon⁺).



Ảnh 3. Tầng sét nguồn gốc biển bị laterit hóa mạnh (ở độ sâu từ 38,5 - 54,5 m).

Đặc điểm trầm tích Pleistocen muộn, phần muộn được chia làm ba phần khá rõ rệt, dưới cùng là trầm tích hạt thô lẫn dăm sạn thạch anh hoặc mảnh đá, có màu xám, tương ứng với tướng sông; phần giữa trầm tích hạt mịn có màu xám, xám tro lẫn di tích thực vật tương ứng với trầm tích sông-biển; phần trên thường có màu xám xanh, xám vàng loang lổ tương ứng với trầm tích biển bị phong hóa [9]. Tại LK37NB [8] đã phát hiện trong trầm tích Pleistocen muộn, phần muộn (được xếp vào hệ tầng Vĩnh Phúc) chứa tập hợp vi cổ sinh khẳng định nguồn gốc biển và tuổi Pleistocen muộn của trầm tích chứa chúng [8].

Cuối thời kỳ này, mực nước biển lùi xa, các trầm tích biển được hình thành trước đó bị phơi trên mặt địa hình, chịu tác động phong hóa nên có màu sắc loang lổ rất đặc trưng (Ảnh 3). Có nơi tạo lớp laterit cứng chắc dày tới 1 m (LK1NB) [9].

- Thời kỳ Holocen sớm - giữa (Q_2^{1-2}): Bước vào đầu thời kỳ Holocen sớm-giữa, khi đường bờ biển còn nằm ở xa, khu vực Cồn Nổi nằm trong môi trường chuyển tiếp có tích tụ các trầm tích vùng cửa sông ven biển (am), đến Holocen giữa, khi biển tiến cực đại, tại khu vực nghiên cứu đã có các thành tạo vùng biển nông ven bờ. Trầm tích Holocen sớm-giữa có hai phần rõ rệt, phần dưới là các trầm tích sông-biển, phần trên là trầm tích biển. Chúng tiêu biểu và phản ánh một thời kỳ biển tiến trong Holocen sớm - giữa. Trong khoảng đầu của Holocen sớm-giữa, vùng nghiên cứu thuộc môi trường đồng bằng ven biển; vào khoảng cuối Holocen sớm-giữa là môi trường vùng vịnh, biển nông. Trong trầm tích sông-biển thường nghèo di tích cổ sinh; trầm tích biển thường chứa phong phú vi cổ sinh đặc trưng cho môi trường biển: *Ammonia japonica*, *A. beccarii*, *Quinqueloculina* sp., *Elphidium*, *Cibicides* sp., *Discorbina orbicularis*, *Nomionina depressula*, *Pseudorotalia* sp., tảo và BTPH. Sự có mặt của vi cổ sinh, thực vật ngập mặn và tảo mặn ở phần trên của mặt cắt hệ tầng cũng như các giá trị địa hoá môi trường Kt: 1,15; pH: 7,5 và ngắn mài mòn của sóng biển cùng vỏ hầu ở chân núi đá vôi vùng Ninh Bình là những bằng chứng tin cậy để xác nhận hoạt động lâu dài của biển trong Holocen giữa ở vùng nghiên cứu [9].

- Thời kỳ Holocen muộn (Q_2^3): Sau biển tiến cực đại vào Holocen giữa, mực nước biển lại rút dần ra khỏi đồng bằng Sông Hồng. Tại khu vực nghiên cứu, kết quả phân tích C^{14} mẫu ở độ sâu 23 m cho tuổi tuyệt đối là 5080 ± 170 năm và ở độ sâu 22,5 m là 860 ± 330 năm cách ngày nay, là bằng chứng cho thấy sau biển tiến cực đại vào Holocen giữa có một thời gian gián đoạn trầm tích khá dài đã xảy ra, thể hiện trong cột địa tầng LK.CN1 ở khoảng độ sâu từ 23 - 22,5 m. Thời gian gián đoạn trầm tích này chứng tỏ khu vực nghiên cứu đã nhô lên trên mực nước biển, chịu chế độ phong hóa.

Trong Holocen muộn, ở khu vực nghiên cứu chủ yếu là môi trường cửa sông. Đây là thời kỳ lấn ra biển mạnh mẽ của đồng bằng ở khu vực Cửa Đáy do được cung cấp bởi nguồn phù sa dồi dào của hệ thống sông Hồng. Qua kết quả phân tích C^{14} mẫu ở độ sâu 20-22,5 m cho tuổi 860 ± 330 năm và ở độ sâu 8-8,7 m cho tuổi 760 ± 250 năm, có thể thấy tốc độ trầm tích trung bình trong thời gian này khoảng 14 m (bề dày) trong 100 năm.

Điểm đáng chú ý là trong khoảng vài trăm năm gần đây, sự phát triển của khu vực Kim Sơn, Ninh Bình gắn liền chặt chẽ với những đợt quai đê lấn biển. Việc đắp đê lấn biển đã làm cho quá trình lắng đọng trầm tích không theo quy luật tự nhiên, nghĩa là trầm tích không được lắng đọng trên bề mặt đồng bằng mà lắng đọng ngay trên các lòng sông và bãi bồi ven biển phía ngoài đê. Trong sử sách Việt Nam, đê được nói đến đầu tiên là vào thời Lý Bí (tức Lý Bôn - Lý Nam Đế). Đến đời nhà Trần, công việc đắp đê được coi trọng, nhằm giữ cho nước lũ không tràn vào đồng ruộng. Tháng 3 năm Mậu Thân (1248, vua Trần Thái Tông sai quan ở các lộ đắp đê ở hai bên bờ sông Hồng từ đầu nguồn tới biển.

Công cuộc quai đê lấn biển ngăn mặn, trong khu vực ven biển Ninh Bình sớm nhất có lẽ diễn ra trong khoảng thế kỷ thứ XV, thuộc đời Hậu Lê. Theo Đinh Văn Viễn ở Đại học Hoa Lư (Ninh Bình), đê Hồng Đức ở Ninh Bình được đắp vào các năm 1471, 1472, dài gần 30 km, chạy suốt từ cửa biển Đại Nha (chỗ làng Phụng Công, Khánh Cường, Yên Khánh) tới cửa Thần Phù (nay thuộc xã Yên Lâm, Yên Mô). Hiện nay, đê này đã thành đường - đường Hồng Đức - đường 58B thuộc huyện Yên Khánh và một phần đường 59 thuộc huyện Yên Mô.

Trong quá trình đắp đê, cha ông ta hoàn toàn dựa vào địa hình, địa vật tự nhiên. Đó là việc lợi dụng các dải cồn cát để lấn ra phía biển. Để có được diện mạo như ngày nay, vùng Kim Sơn, Ninh Bình đã trải qua nhiều lần quai đê lấn biển.

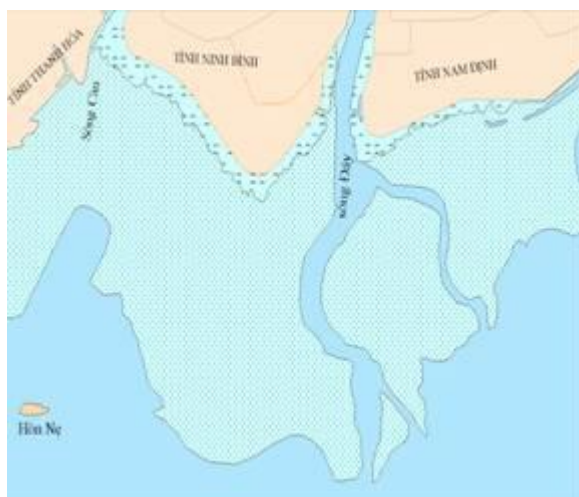
4. Xu thế phát triển của Cồn Nổi trong thời gian tới

Cồn Nổi hiện nay có hình bán nguyệt được quan sát rất rõ trên ảnh máy bay hoặc ảnh vệ tinh. Các nghiên cứu của các tác giả trên cơ sở phân tích bản đồ địa hình từ năm 1965 đến nay, kết hợp với phân tích các ảnh vệ tinh, ảnh hàng không cho thấy Cồn Nổi chỉ mới hình thành sau năm 1965, thời gian hình thành nên Cồn Nổi chưa đầy 50 năm (Hình 6-8).

Qua phân tích bản đồ địa hình qua các thời kỳ và quan sát thực địa có thể thấy sự phát triển của Cồn Nổi như sau:

Trên bản đồ địa hình UTM năm 1965: khu vực Cồn Nổi hiện nay vẫn nằm trong vùng nước sâu, chưa hề nổi lên trên mặt nước. Đỉnh cửa Đáy nằm trên đường vĩ tuyến phía dưới Hòn Nẹ rất nhỏ, khoảng dưới 1 km. Dòng sông Đáy phân nhánh, uốn khúc, khác xa với địa hình dòng chảy hiện tại.

Trên bản đồ địa hình UTM năm 2005: khu Cồn Nổi xuất hiện dưới hai diện tích nhỏ với tổng diện tích khoảng 80 ha. Xung quanh khu đất nổi này là phần nước khá sâu. Đỉnh cửa Đáy đã dịch chuyển về phía nam so với vĩ độ đảo Hòn Nẹ khoảng 4 km.



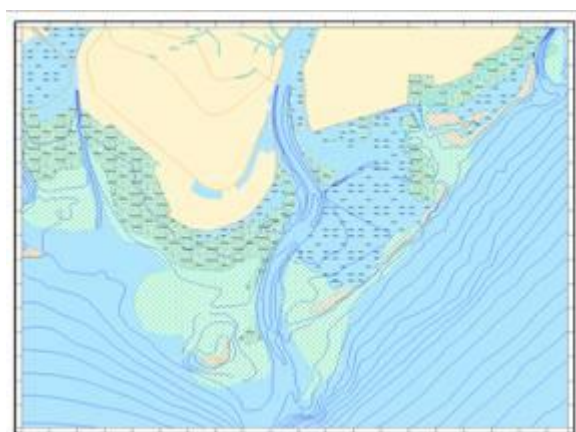
Trên bản đồ địa hình và tư liệu ảnh hàng không năm 2010: Cồn Nổi có hình trăng khuyết, hướng phần lõm về phía nam. Diện tích đất nổi trên mặt nước khoảng 39 ha. Độ cao tuyệt đối lớn nhất đến +1,1 m. Đỉnh cửa Đáy nằm cách đường vĩ độ Hòn Ne khoảng 7,7 km.

Hình 7. Tư liệu bản đồ địa hình khu cửa Đáy năm 2005.

Trên bản đồ địa hình và tư liệu ảnh hàng không năm 2010: Cồn Nổi có hình trăng khuyết, hướng phần lõm về phía nam. Diện tích đất nổi trên mặt nước khoảng 39 ha. Độ cao tuyệt đối lớn nhất đến +1,1 m. Đỉnh cửa Đáy nằm cách đường vĩ độ Hòn Ne khoảng 7,7 km.

Các kết quả khảo sát năm 2012 - 2013: phần đất Cồn Nổi hình trăng khuyết, hướng phần lồi về phía nam, diện tích khoảng 30 ha, nhưng đã dịch chuyển về phía tây nam khoảng 1,1 km.

Sự dịch chuyển của Cồn Nổi về phía tây nam có thể nhận biết được nếu so sánh và quan sát vị trí của miếu thờ Thần linh. Miếu Thần linh được xây dựng cách đây khoảng 7-8 năm, nằm ở trung tâm Cồn. Nhưng hiện nay, miếu thờ đã nằm trong đới ngập nước khi triều lên, cách trung tâm Cồn đến hàng trăm mét. Các quan sát cho thấy, rìa phía đông nam của bãi cát Cồn Nổi đang bị xói lở, với tốc độ khá mạnh (Ảnh 4). Rất nhiều cây phi lao nằm trong khu rừng trồng ở mép phía Đông Nam đã bị phá hủy, dòn thành đống do sóng. Các quan sát hình dạng đường sóng cát trên mặt đáy biển cũng cho thấy xu hướng dịch chuyển về phía tây và tây nam của bãi cát Cồn Nổi.



Hình 8. Tư liệu bản đồ địa hình khu Cửa Đáy năm 2010.

Ảnh 4. Vết tích xói mòn, sụt lở ở phần rìa phía đông nam Côn Nôi.

Dự báo sự di chuyển đỉnh Cửa Đáy và Cồn Nổi (Hình 9):

Căn cứ vào bản đồ địa hình khu vực Cửa Đáy hệ UTM xuất bản năm 1965, đỉnh Cửa Đáy nằm ở khoảng tọa độ X=615938 m và Y=2200303 m, cách Hòn Nẹ về phía đông - đông nam 10 km.

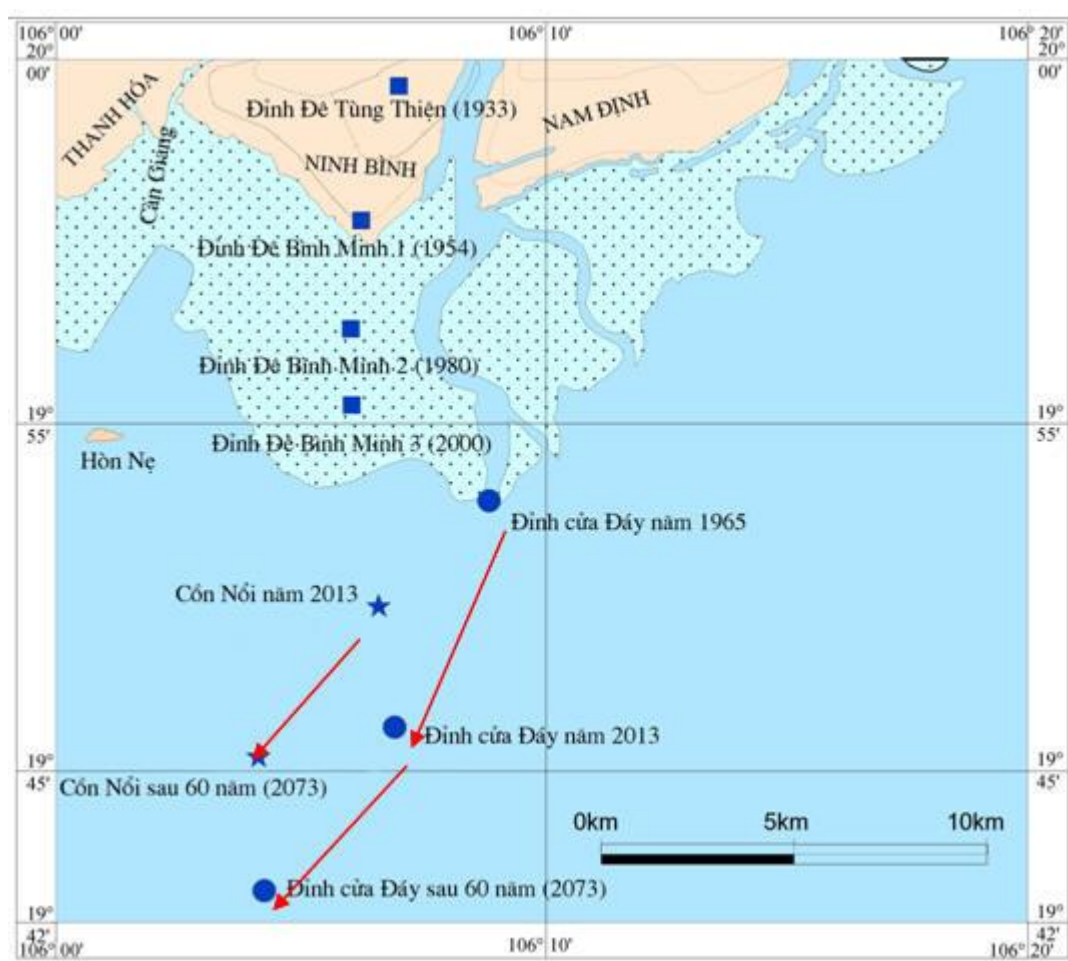
Đỉnh Cửa Đáy vào năm 2013 có tọa độ $X=613489$ m và $Y=2194525$ m nằm cách đỉnh Cửa Đáy năm 1965 khoảng 6,3 km về phía tây nam.

Như vậy, sau gần 50 năm, từ 1965 - 2013, đỉnh Cửa Đáy đã di chuyển một khoảng cách 6,3 km về phía tây nam, tốc độ di chuyển đỉnh Cửa Đáy trung bình 131 m/năm. Tốc độ này, tương tự tốc độ dịch chuyển của các Cồn Cát trong khoảng thời gian từ năm 1933 - 2000 là 112 m/năm (Hình 8).

Căn cứ vào các số liệu vừa trình bày, có thể dự đoán, khoảng 40-60 năm nữa, đỉnh Cửa Đáy sẽ di chuyển đến tọa độ $X=610218$ m và $Y=2190269$ m, nằm cách vị trí hiện nay 5,2 km về phía tây nam. Lúc đó, vị trí đỉnh Cửa Đáy sẽ nằm cách Hòn Nẹ về phía đông nam khoảng 12 km, cách vị trí Cồn Nổi hiện nay khoảng 8,5 km về phía tây nam.

Cồn cát mới tương lai (tương tự Cồn Nổi) vào năm 2073 có tọa độ $X=610218$ m và $Y=2190269$ m, nằm cách vị trí Cồn Nổi hiện nay khoảng 5200 m về phía tây nam (Hình 9).

Các dự báo trên đây mang tính tương đối, chưa tính đến hiện tượng nước biển dâng cũng như những tác động của các yếu tố bất thường của thiên nhiên.



Hình 9. Sơ đồ hướng dịch chuyển đỉnh Cửa Đáy và bãi cát Cồn Nổi từ năm 1933 đến nay và dự báo sau 60 năm.

IV. MỘT SỐ VẤN ĐỀ THẢO LUẬN

Ở khu vực nghiên cứu, trong kỷ Đệ tứ có ít nhất 4 lần gián đoạn trầm tích, xảy ra vào đầu Pleistocen sớm (Q_1^1), Pleistocen giữa-muộn, phần sớm (Q_1^{2-3}), cuối Pleistocen muộn (Q_1^3) - đầu Holocen sớm (Q_2^1) và cuối Holocen giữa - đầu Holocen muộn (Q_2^{2-3}). Trong đó, gián đoạn trầm tích sau biển tiến cực đại vào Holocen giữa thể hiện trong cột địa tầng LK.CN1 ở khoảng độ sâu từ 23 - 22,5 m rất đáng được lưu ý. Bởi lẽ theo các nghiên cứu trước đây, sau biển tiến Holocen giữa, có một thời kỳ mực biển hạ thấp hơn mực biển hiện nay, sau đó biển lần trở lại [5, 8, 10]; song quá trình trầm tích ở vùng ven biển diễn ra gần như liên tục, không có gián đoạn kéo dài như

đã nêu ở trên. Nguyên nhân gây ra các gián đoạn trầm tích có liên quan với các kỳ băng hà trong kỷ Đệ tứ và hoạt động nâng tần kiến tạo địa phương. Tuy nhiên, vai trò của mỗi yếu tố nêu trên có tác động như thế nào đến đặc điểm trầm tích và lịch sử phát triển khu vực nghiên cứu là vấn đề cần tiếp tục được làm sáng tỏ. Sự hình thành và phát triển của Cồn Nổi nói riêng, sự lấn nhanh ra biển của khu vực Cửa Đáy nói chung trong bối cảnh biển tiến hiện đại cũng là vấn đề cần được quan tâm nghiên cứu tiếp theo.

V. KẾT LUẬN

Qua việc phân tích tài liệu lỗ khoan LK.CN1, kết hợp với tài liệu địa chấn nông phân giải cao và phân tích các thể hệ bản đồ địa hình, ảnh hàng không, ảnh vệ tinh có thể kết luận như sau:

1/ Móng cấu trúc trước Đệ tứ ở khu vực Cửa Đáy là các trầm tích Neogen hoặc các thành tạo Mesozoic phân bố từ độ sâu 100-140 m trở xuống.

2/ Các trầm tích Đệ tứ ở khu vực nghiên cứu bao gồm trầm tích sông-biển tuổi Pleistocen sớm (amQ_1^1); trầm tích sông-biển tuổi Pleistocen giữa-muộn, phần sớm (amQ_1^{2-3}); trầm tích sông-biển, biển tuổi Pleistocen muộn, phần muộn (am, mQ_1^3); trầm tích sông-biển, biển tuổi Holocen sớm-giữa (am, mQ_2^{1-2}) và các trầm tích được thành tạo trong môi trường cửa sông ven biển tuổi Holocen muộn (amb, amQ_2^3).

3/ Trong kỷ Đệ tứ, ở khu vực nghiên cứu ít nhất đã diễn ra 4 lần biển tiến vào Pleistocen sớm; Pleistocen giữa-muộn, phần sớm; Pleistocen muộn, phần muộn và Holocen sớm-giữa; kết quả đã hình thành 4 nhịp trầm tích. Mỗi nhịp trầm tích bắt đầu bằng các trầm tích thuộc môi trường lục địa và kết thúc là trầm tích hạt mịn hình thành trong môi trường cửa sông và môi trường biển; cuối mỗi nhịp đã xảy ra biển lùi, tạo ra các gián đoạn trầm tích mà dấu hiệu là các trầm tích hạt mịn có màu sắc loang lổ ở phần trên của mỗi nhịp trầm tích và các lòng sông cổ được thể hiện rõ nét trên các băng địa chấn.

Trong thời kỳ Holocen muộn, ở khu vực nghiên cứu chủ yếu là môi trường trầm tích cửa sông. Trong thời gian vài chục năm gần đây, khu vực Cửa Đáy lấn ra biển với tốc độ nhanh do được cung cấp bởi nguồn phù sa dồi dào từ hệ thống sông Hồng.

4/ Trong thời gian tới, Cồn Nổi có xu thế dịch chuyển về phía tây nam cùng với hướng dịch chuyển của đỉnh Cửa Đáy. Số liệu tính toán cho thấy khoảng 40-60 năm nữa, đỉnh Cửa Đáy sẽ di chuyển đến tọa độ $X=610218$ m và $Y=2190269$ m, nằm cách vị trí hiện nay 5,2 km về phía tây nam. Lúc đó, vị trí đỉnh Cửa Đáy sẽ nằm cách Hòn Nẹ về phía đông nam khoảng 12 km, cách vị trí Cồn Nổi hiện nay khoảng 8,5 km về phía tây nam. Cồn cát mới tương lai (tương tự Cồn Nổi) vào năm 2073 có tọa độ $X=610218$ m và $Y=2190269$ m, nằm cách vị trí hiện nay khoảng 5200 m về phía tây nam.

VĂN LIỆU

1. **Doãn Đình Lâm, 2003.** Lịch sử tiến hoá trầm tích Holocen châu thổ Sông Hồng. *Luận án TS Địa chất. Lưu trữ Thư viện Quốc gia. Hà Nội.*

2. **Hoàng Ngọc Kỹ, 2010.** Địa chất và Môi trường Đệ tứ Việt Nam. *Nxb Khoa học và Kỹ thuật. Hà Nội.*

3. **Lê Tiến Dũng và nnk, 2013.** Điều tra đánh giá tổng hợp điều kiện địa chất tự nhiên, môi trường khu vực Cồn Nổi và vùng đất ngập nước ven biển trên địa bàn tỉnh Ninh Bình phục vụ quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, an ninh quốc phòng. *Lưu trữ Sở KHCNMT tỉnh Ninh Bình.*

4. **Ngô Quang Toàn, 1995.** Đặc điểm trầm tích và lịch sử phát triển các thành tạo Đệ Tứ ở phần đông bắc đồng bằng Sông Hồng. *Luận án PTS Địa lý - Địa chất. Lưu trữ Thư viện Quốc gia. Hà Nội.*

5. **Nguyễn Đức Tâm, 1981.** Lịch sử hình thành các đồng bằng ven biển Việt Nam. *TC Khảo Cổ học số 4. Hà Nội.*

- 6. Nguyễn Đức Tâm, 2011.** Vấn đề biến đổi khí hậu hiện đang diễn ra. *TC Địa chất A/326. Hà Nội.*
- 7. Vũ Quang Lâm, 1996.** Đặc điểm trầm tích và lịch sử phát triển địa chất trong giai đoạn Holocen vùng rìa đông nam đồng bằng Sông Hồng. *Tuyển tập Báo cáo Hội nghị khoa học lần thứ 12, Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Hà Nội.*
- 8. Vũ Quang Lâm, Vũ Nhật Thắng, 1997.** Những dẫn liệu mới về địa chất Đệ tứ vùng Thái Bình - Nam Định và phụ cận. *Bản đồ địa chất số Xuân 1997. Hà Nội.*
- 9. Vũ Quang Lâm và nnk, 2001.** Báo cáo địa chất - khoáng sản, địa mạo vùng độ thị Ninh Bình. *Lưu trữ Liên đoàn BĐDCMB. Hà Nội.*
- 10. Vũ Quang Lâm, 2004.** Changes of sea level during late Peistocene - Holocene in the Red River delta. *Stratigraphy of Quaternary system in deltas of Vietnam. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam và Sở Địa chất Nhật Bản. Hà Nội.*
- 11. Yoshiki Saito, Susumu Tanabe, Vũ Quang Lâm, Till J.J., Hanebuth, Ngô Quang Toàn, Akihisa Kitamura, 2004.** Stratigraphy and Holocene evolution of the Song Hong (Red River) delta, Northern Vietnam. *Stratigraphy of Quaternary system in deltas of Vietnam. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam và Sở Địa chất Nhật Bản. Hà Nội.*