

# MỘT SỐ ĐẶC ĐIỂM TRẦM TÍCH TÀNG MẶT VÙNG CỒN NỒI, HUYỆN KIM SƠN, TỈNH NINH BÌNH

LÊ THỊ NGỌC TÚ, LÊ TIỀN DŨNG, HOÀNG VĂN LONG, VŨ LÊ TÚ

*Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Phường Đức Thắng, Quận Bắc Từ Liêm, Hà Nội*

**Tóm tắt:** Vùng Cồn Nổi nằm ở cửa sông Đáy, thuộc địa phận huyện Kim Sơn, tỉnh Ninh Bình. Đây là một trong những vùng lắng đọng trầm tích điển hình cho quá trình tương tác sông-biển. Ngoài ra, vùng này còn có ý nghĩa quan trọng trong quy hoạch phát triển kinh tế biển của địa phương. Kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả cho thấy thành phần trầm tích trên bề mặt vùng Cồn Nổi chủ yếu là cát, cát bột, bột cát có lẫn nhiều vảy mica. Quá trình tương tác tổng hợp giữa các yếu tố dòng chảy sông Đáy, sóng, thủy triều và nguồn cung cấp vật liệu trầm tích dẫn đến sườn phía đông nam vùng Cồn Nổi đặc trưng bởi các hạt thô, chịu chế độ xói lở là chủ yếu, trong khi sườn phía tây, tây nam lại tích tụ trầm tích hạt mịn. Cồn Nổi có xu hướng dịch chuyển về phía tây. Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy sự thiếu hụt nguồn trầm tích do việc xây đắp các công trình thủy điện ở thượng lưu hệ thống sông Hồng, sông Đà được cho là nguyên nhân chính dẫn đến sự xói lở vùng ven biển phía Tây Bắc Bộ nói chung và vùng Cồn Nổi nói riêng.

## I. MỞ ĐẦU

Vùng cửa sông ven biển Ninh Bình là nơi hàng năm tiếp nhận lượng trầm tích khá lớn từ lục địa qua các cửa sông Ba Lạt, Ninh Cơ (Nam Định) và cửa sông Đáy (Ninh Bình). Trong phạm vi khu vực ven biển Ninh Bình, xu hướng bồi lắng trầm tích luôn diễn ra mạnh mẽ, các tàu lớn thường khó ra vào. Dòng trầm tích từ các con sông đổ ra vùng biển Ninh Bình góp phần hình thành nên các doi cát ven biển, tăng nhanh quá trình lấn biển mở rộng đất đai.

Vùng Cồn Nổi nằm vị trí giữa cửa sông Đáy và sông Tống Càn, thuộc vùng biển tỉnh Ninh Bình. Trung tâm Cồn Nổi nằm cách đất liền khoảng 6-8 km có tọa độ địa lý  $106^{\circ}4'30.88632''$  và  $19^{\circ}52'18.890112''$ ; Cồn Nổi, trên ảnh vệ tinh có hình vàng trắng, kéo dài phương á vĩ tuyến khoảng 0,55 km (Hình 1). Khu vực này có diện tích mở rộng hay thu hẹp tương ứng với sự xuống và lên của thủy triều.

Cồn Nổi là nơi chịu tác động của các chế độ động lực phức tạp với tác động và

ảnh hưởng của các yếu tố như sóng, dòng chảy, thủy triều, nguồn cung cấp vật liệu trầm tích từ sông đưa ra. Nghiên cứu trầm tích tầng mặt vùng Cồn Nổi nhằm góp phần làm sáng tỏ đặc điểm di chuyển, lắng đọng vật liệu trầm tích, mối liên quan của các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình tích tụ trầm tích và xu hướng dịch chuyển của Cồn theo thời gian.

## II. ĐẶC ĐIỂM TỰ NHIÊN KHU VỰC NGHIÊN CỨU

### 1. Đặc điểm địa chất

Theo kết quả nghiên cứu và tài liệu thu thập [1] cho thấy một số nét khái quát về đặc điểm địa chất khu vực:

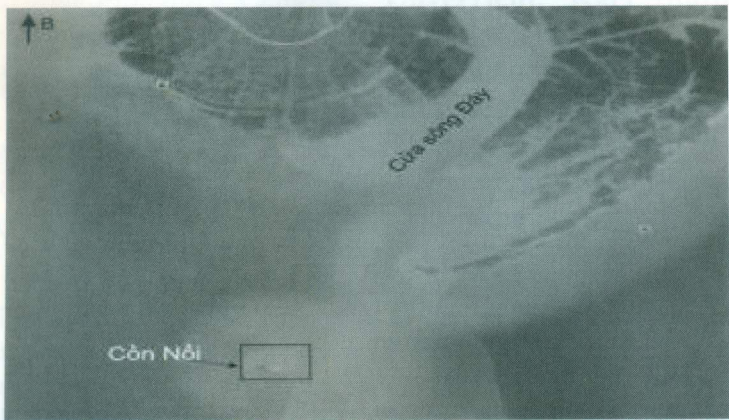
**a) Về mặt địa tầng:** Trầm tích Đệ tứ có chiều dày hơn 140 m bao gồm các thành tạo Pleistocen và Holocen. Các trầm tích Pleistocen gồm các hệ tầng Lê Chi, Hà Nội và Vĩnh Phúc. Các trầm tích Holocen gồm các hệ tầng Hải Hưng và Thái Bình nằm ở độ sâu từ 0 m đến 50 m.

**b) Các hoạt động tân kiến tạo:** Trên các mặt cắt địa chấn nông phân giải cao [1] đã ghi nhận sự có mặt các đứt gãy



trẻ, cắt qua các trầm tích Holocen dưới-  
giữa và Pleistocen. Các đứt gãy có  
phương tây bắc - đông nam và á kinh  
tuyến kế thừa các đứt gãy đã được phát

hiện trong khu đất liền trên nền đá cứng.  
Quy mô và cường độ của các đứt gãy  
tương đối nhỏ, biên độ dịch chuyển  
không lớn.



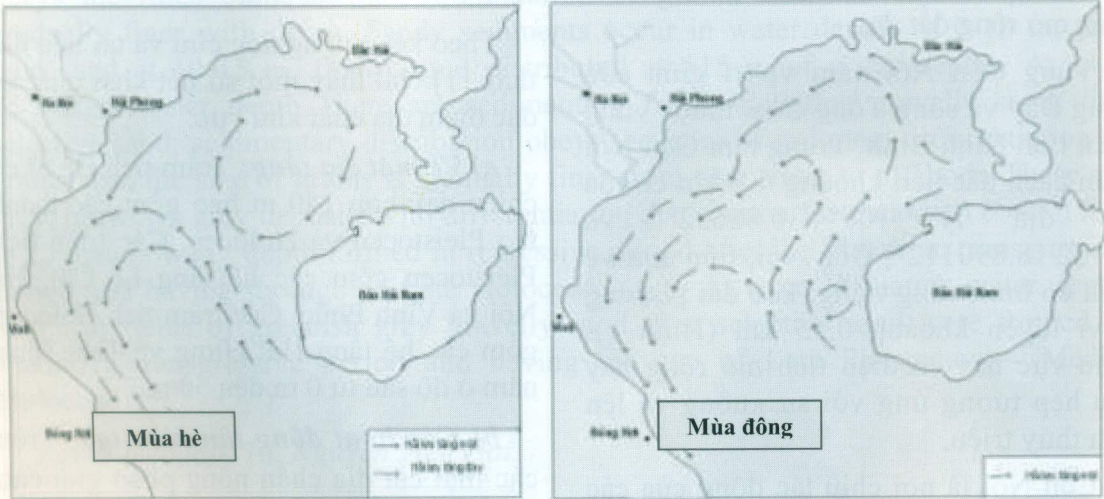
Hình 1. Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu. Tọa độ địa lý 106°4'30.88632" Đ  
và 19°52'18.890112" B (Nguồn: Ảnh vệ tinh Quikbird).

**2. Đặc điểm thủy động lực vùng nghiên cứu**

Vùng biển Ninh Bình có chế độ nhật  
triều đều với biên độ triều lớn, nằm trong  
vành đai khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa,  
nên động lực thủy triều đóng vai trò quan  
trọng cho sự thành tạo và phát triển địa  
hình ở đây.

Bờ biển Ninh Bình có dạng đường  
cong lõm của bờ tây Vịnh Bắc Bộ, thấp  
và khá bằng phẳng, hình thành chủ yếu từ  
phù sa các cửa sông đưa ra. Địa hình vùng  
cửa sông ven biển Ninh Bình có độ sâu  
không lớn, độ dốc nhỏ.

**a) Chế độ hải văn:** Dọc theo đới ven  
bờ phía tây Vịnh Bắc Bộ thường có các  
dòng chảy do hoạt động của sóng, gió tạo  
ra. Hướng chảy chung của các dòng chảy  
này là ĐB-TN (Hình 2). Tuy nhiên qua  
quan sát của nhiều nhà nghiên cứu thấy  
rằng, dòng chảy này khi đến gần cửa Đáy  
lại đổi hướng B-N do tác động của dòng  
chảy của sông Đáy. Yếu tố này phần nào  
hạn chế sự tương tác vật liệu giữa sóng và  
dòng sông đưa đến khu vực và do đó làm  
cho các thành tạo trầm tích tầng mặt ở  
vùng nghiên cứu có nguồn gốc sông trội  
hơn nguồn gốc biển.



Hình 2. Sơ đồ dòng hải lưu khu vực Vịnh Bắc Bộ mùa hè và mùa đông [1].



**Thủy triều:** Hoạt động thủy triều của Cồn Nổi mang đặc điểm chung của vùng ven biển Vịnh Bắc Bộ thuộc chế độ nhật triều không đều. Mỗi tháng có 22-25 ngày nhật triều và 5-6 ngày bán nhật triều. Những ngày triều lớn trong tháng biên độ thủy triều dao động 2-4 m, còn những ngày triều thấp biên độ thủy triều dao động 1-2 m.

**Dòng triều:** Ở các vùng bãi triều ngập nước khi triều lên, nổi cạn khi triều xuống thường tạo nên các dòng triều chảy gần vuông góc với đường bờ. Trong diện tích bãi triều này có mặt các dòng triều lớn thường xuyên có nước, nơi có các thuyền nhỏ có thể ra vào, còn lại là các dòng tạm thời. Hướng chảy gần B-N hoặc ĐB-TN.

**Dòng hải lưu:** Chế độ dòng chảy vùng biển ven bờ Việt Nam chịu sự chi phối mạnh mẽ của hai mùa gió, đồng thời cũng chịu ảnh hưởng không nhỏ của yếu tố hình thái đáy biển. Xu hướng chung của dòng chảy ven bờ là từ bắc xuống nam (Hình 2). Chế độ dòng hải lưu có tác động đến đặc điểm phân bố của các trầm tích bãi triều hiện đại ở khu vực cửa sông ven biển.

**Sóng biển:** Sóng biển tham gia mạnh mẽ vào quá trình di chuyển vật liệu cũng như phá hủy đường bờ và lắng đọng vật liệu. Các đặc trưng của sóng ở vùng biển ven bờ Việt Nam phụ thuộc chủ yếu vào chế độ gió của hai mùa chính (mùa đông và mùa hè) và đặc điểm địa hình. Khu vực nghiên cứu chịu tác động của sóng biển có đặc trưng: mùa đông - theo hướng đông, đông bắc và mùa hè - thịnh hành theo hướng nam, đông nam.

**b) Chế độ thủy văn vùng cửa sông:** Hàng năm, hệ thống sông Hồng - Thái Bình cung cấp khoảng 120 tỷ m<sup>3</sup> nước và 114 tấn phù sa cho vùng ven bờ [5]. Lượng phù sa này chủ yếu qua 9 cửa sông chính: Bạch Đằng, Cấm, Lạch Tray, Văn Úc, Thái Bình, Trà Lý, Ba Lạt, Ninh Cơ và Đáy. Trong đó, Cồn Nổi chịu tác động

trực tiếp từ các cửa sông Ba Lạt, Ninh Cơ và Đáy. Chế độ dòng chảy của các sông này cũng như các sông thuộc hệ thống sông Hồng - Thái Bình có đặc điểm là biến động mạnh theo mùa.

Vật liệu trầm tích được vận chuyển theo các sông này tập trung chủ yếu vào các tháng mùa mưa (từ tháng 6 tới tháng 9 hàng năm); các tháng còn lại lưu lượng chảy rất nhỏ. Trong mùa mưa, lưu lượng chảy trung bình của các sông ra biển biến đổi trong khoảng 300-2.200 m<sup>3</sup>/s, trong khi các tháng mùa khô, lưu lượng nước trung bình chỉ dao động quanh giá trị 50-300 m<sup>3</sup>/s [5].

### **3. Một số yếu tố ảnh hưởng đến sự phân bố trầm tích bề mặt vùng Cồn Nổi**

Ngoài yếu tố quan trọng nhất là các dòng bùn cát từ sông Đáy, sông Hồng và sông Ninh Cơ đưa ra và dòng biển từ phía đông bắc ven bờ biển di chuyển xuống, quá trình vận chuyển vật liệu trầm tích vùng Cồn Nổi chịu ảnh hưởng của một số yếu tố như thủy triều, gió và sóng.

**a) Ảnh hưởng của thủy triều:** Với biên độ triều khá lớn, thủy triều có thể làm tăng cường hoặc hạn chế sự phát tán của vật liệu trầm tích từ vùng cửa sông ra phía ngoài. Hoạt động của thủy triều ảnh hưởng đến phân bố vật liệu trầm tích theo không gian cũng như tác động đến sự di chuyển của vật liệu trầm tích. Trong mùa mưa, tác động của thủy triều rõ ràng nhất, còn vào mùa khô do dòng bùn cát từ lục địa đưa ra nhỏ nên những tác động của thủy triều cũng khá nhỏ.

**b) Ảnh hưởng của gió:** Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, chịu ảnh hưởng chủ yếu của gió mùa Đông Bắc, gió Tây Nam và Đông Nam. Gió Đông Nam trong pha triều lên vào mùa mưa làm cho lớp nước biển trên mặt và cả đáy tiến sâu hơn hướng về phía lục địa. Trong pha triều xuống, gió hướng đông nam cũng làm tăng cường sự xáo trộn vật liệu trầm tích trong cột nước ở



phía ngoài vùng ảnh hưởng của nước sông, làm cho vùng nước có vật liệu trầm tích mở rộng ra phía ngoài hơn. Ở thời kỳ nước lớn, gió Đông Nam làm cho khối nước biển xâm nhập sâu hơn vào vùng cửa sông (lớn hơn cả gió Đông), giảm hàm lượng vật liệu trầm tích ở tầng mặt phía ngoài [6]. Theo hướng gió này, thời điểm triều lên, tác động của sóng kết hợp sẽ di chuyển vật liệu trầm tích tích tụ về phía bắc, tây bắc Cồn Nổi. Sự tương tác giữa tác động của gió, thủy triều với dòng chảy của sông Đáy hình thành nên một doi cát nhọn ở phía bắc. Trầm tích lơ lửng, sét, bột nhẹ hơn được di chuyển về phía bắc Cồn và di chuyển vào phía trong phần lõm hình bán nguyệt (về phía đê Bình Minh 3).

**c) Ảnh hưởng của sóng:** Trong mùa khô, lượng nước và vật liệu trầm tích từ sông đưa ra nhỏ nên những tác động của sóng-gió mặc dù làm hạn chế sự phát tán vật liệu trầm tích ra phía ngoài, tăng cường xâm nhập của nước biển vào sâu các sông nhưng ảnh hưởng đó khá nhỏ. Vào mùa mưa, những ảnh hưởng của sóng-gió đến vận chuyển vật liệu trầm tích ở vùng cửa sông ven biển Ninh Bình được thể hiện rõ rệt hơn [3].

### III. ĐẶC ĐIỂM TRẦM TÍCH TẦNG MẶT VÀ DỰ BÁO XU THẾ BIẾN ĐỘNG CỦA VÙNG CỒN NỔI VÀ VÙNG LÂN CẬN

#### 1. Cách tiếp cận

Hiện nay, có nhiều quan niệm khác nhau về trầm tích tầng mặt. Tuy nhiên, đa số các nhà khoa học đều cho rằng: trầm tích tầng mặt là lớp trầm tích bờ rời có thành phần thạch học tương đối đồng nhất lộ ra ở phần trên của bề mặt địa hình đáy, đang chịu tác động mạnh mẽ của quá trình biến đổi ngoại sinh hoặc chịu sự chi phối của quá trình thủy thạch động lực hiện đại cũng như chịu sự tác động trực tiếp của con người.

Để làm sáng tỏ đặc điểm trầm tích tầng mặt, tập thể tác giả đã tiến hành lấy mẫu

trầm tích bờ rời trên bề mặt địa hình vùng Cồn Nổi để phân tích độ hạt, xác định tên và phân chia các trường trầm tích. Việc phân cấp độ hạt theo Wentworth (1922) [8] được sử dụng thống nhất trong các văn liệu của Hiệp hội các nhà trầm tích quốc tế (International Association of Sedimentologists-IAS).

#### 2. Đặc điểm trầm tích tầng mặt khu vực nghiên cứu

Trên cơ sở tổng hợp và luận giải kết quả phân tích độ hạt, kết hợp với tài liệu mô tả và khảo sát thực địa, các tác giả đã thành lập được sơ đồ phân bố trầm tích tầng mặt của vùng Cồn Nổi và vùng lân cận. Bề mặt địa hình vùng Cồn Nổi có một phần diện tích bị ngập nước và phần bán ngập nước. Các thành tạo trầm tích hiện đại trên bề mặt Cồn Nổi, theo kết quả phân tích thành phần độ hạt, gồm: cát, bột cát và cát bột. Đặc biệt trầm tích tầng mặt khu vực nghiên cứu có lẫn nhiều vảy mica (biotit và muscovit) và có sự tồn tại của thực vật và động vật.

Cát thường tập trung ở phần diện tích Cồn Nổi không bị ngập nước. Thành phần phân cấp hạt trung bình, gồm: cát 94 %, bột 6 %. Bột cát tập trung ở phía bắc, tây bắc, tây nam Cồn Nổi (đặc biệt là khu vực nuôi trồng thủy hải sản); thành phần phân cấp hạt trung bình gồm: sét 10%, bột 45%, cát 45%. Cát bột thường phân bố ven dòng chảy sông Đáy và phía nam, đông nam Cồn Nổi. Thành phần hạt trung bình sét 6%; bột 37%, cát 57% (Phân chia cấp hạt theo Cục Địa chất Hoàng gia Anh) [1].

Cát hạt có kích thước lớn nằm ở ven cửa sông, hoặc khu vực giới hạn mức triều lên-xuống, những khu vực này có tốc độ dòng chảy lớn và có sự tác động mạnh mẽ của sóng, thủy triều. Trầm tích hạt mịn nằm ở trung tâm khu vực nghiên cứu, cách xa dòng chảy sông Đáy, sông Tống Càn và ít chịu tác động của sóng biển. Sự phân bố các



cấp hạt bề mặt khu vực nghiên cứu là phù hợp với quy luật phân bố vật liệu trầm tích.

### 3. Luận giải về sự biến động của Cồn Nổi theo thời gian và không gian

Sự phân bố trầm tích bề mặt khu vực nghiên cứu chịu sự tác động quan

trọng nhất là các dòng bùn cát từ sông Đáy đưa ra và dòng biển từ phía đông bắc xuống (Hình 3). Ngoài ra, quá trình vận chuyển vật liệu trầm tích vùng Cồn Nổi chịu ảnh hưởng bởi các yếu tố: thủy triều, gió và sóng.

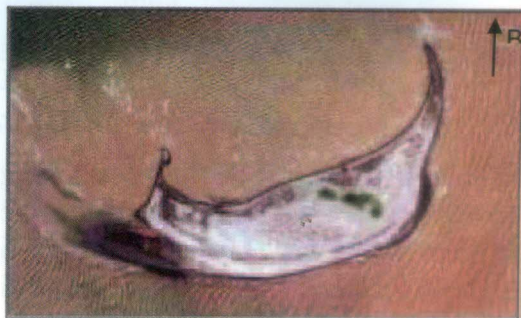


Hình 3. Vật liệu trầm tích từ cửa Đáy di chuyển dọc đường bờ từ phía đông bắc xuống (Nguồn ảnh vệ tinh: Quickbird chụp năm 2008) [1].

Khu vực nghiên cứu nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, chịu ảnh hưởng chủ yếu của gió mùa Đông Bắc, gió Tây Nam và Đông Nam và ảnh hưởng mạnh nhất là chế độ gió mùa Đông Nam. Theo hướng gió này, kết hợp với hướng dòng chảy từ đông bắc về tây nam (Hình 2 và 3) và dòng chảy dọc bờ cũng từ hướng đông bắc về tây nam, tạo nên sự tương tác ngược chiều giữa dòng chảy của sông, dòng chảy dọc bờ với hướng đổ của sóng. Sự tương tác giữa tác động của gió, thủy triều với dòng chảy của sông Đáy làm cho năng lượng dòng chảy suy giảm nhanh và vật liệu trầm tích được lắng đọng nhanh chóng, hình thành nên một cồn cát cong hình lưỡi liềm gọi là Cồn Nổi (Hình 4). Cồn Nổi đóng vai trò như một đê chắn tự nhiên với mặt cong hướng ra phía ngoài và chịu sự tác động trực tiếp của sóng và thủy triều.

Kết quả của quá trình tương tác này là sườn phía đông nam của Cồn Nổi chịu tác động trực tiếp của sóng và thủy triều nên chịu chế độ xói mòn là chủ yếu (Hình 5). Bằng chứng rõ ràng nhất cho hiện tượng

này là hoạt động xói lở vào tận chân các cây phi lao (Hình 5) và làm sập đổ cột mốc trắc địa ở khu vực nghiên cứu. Khu vực này chỉ tồn tại các trầm tích hạt thô (cát) đại diện cho năng lượng dòng chảy mạnh. Ngược lại, ở sườn phía tây và tây bắc, Cồn Nổi được bảo vệ bởi mặt ngoài, ít chịu ảnh hưởng của sóng biển và thủy triều trong khi dòng chảy từ cửa sông Đáy tương đối yếu, vì vậy khu vực phía tây và tây bắc Cồn Nổi có chế độ năng lượng dòng chảy yên tĩnh hơn. Do vậy phần phía trong chủ yếu lắng đọng các trầm tích hạt mịn (bùn, sét) và hiện đang được người dân địa phương khai thác để nuôi trồng thủy sản.



Hình 4. Hình thái vùng Cồn Nổi và hướng sóng đổ từ phía đông nam về tây bắc (Nguồn ảnh vệ tinh).



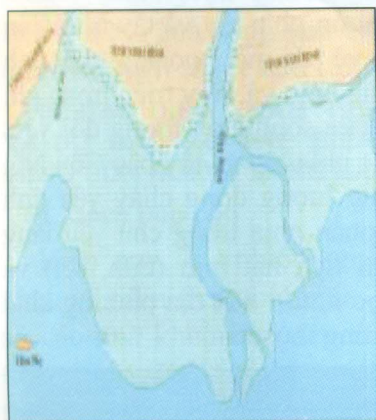
Trong mùa khô, lượng nước và vật liệu trầm tích từ sông đưa ra nhỏ nên những tác động của sóng-gió mặc dù làm hạn chế sự phát tán vật liệu trầm tích ra phía ngoài, tăng cường xâm nhập của nước biển vào sâu các sông nhưng ảnh hưởng đó khá nhỏ. Vào mùa mưa, những ảnh hưởng của sóng-gió đến vận chuyển vật liệu trầm tích ở vùng cửa sông ven biển Ninh Bình được thể hiện rõ ràng hơn.

Qua khảo sát thực địa, các tác giả nhận thấy ở phía tây nam vùng Cồn Nổi vật

liệu trầm tích chứa nhiều vảy mica kích thước tương đối lớn (1-3 mm). Khu vực này tương đối khuất sóng, thoải, chiều cao sóng cát 0,5-0,7 mm, cho thấy tác động của sóng tới sự phân dị trầm tích khu vực này yếu hơn, dẫn tới phân bố trầm tích bột cát, cát bùn. Tổng hợp các tác động của thủy triều, sóng, gió, vật liệu trầm tích từ cửa sông Đáy, cửa Ninh Cơ, Ba Lạt di chuyển dọc đường bờ biển theo dòng hải lưu ven bờ có thể nhận định Cồn Nổi có xu hướng được bồi tụ và mở rộng về phía tây nam.



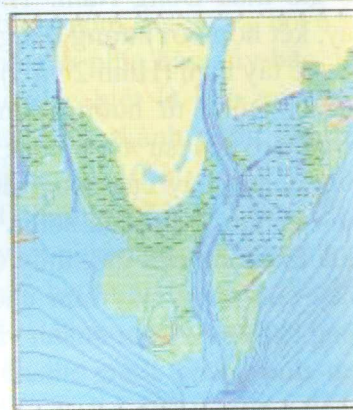
Hình 5. Sườn đông nam vùng Cồn Nổi bị xói lở mạnh mẽ do tác động trực tiếp của sóng và thủy triều (Ảnh: Lê Thị Ngọc Tú).



(1965)



(2005)



(2010)

Hình 6. Đặc điểm trầm tích vùng Cồn Nổi và vùng lân cận qua các thời kỳ.

Vào năm 1965: Vật liệu trầm tích vùng 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.

Vào năm 2005: Đã thể hiện khu Cồn Nổi xuất hiện dưới hai diện tích nhỏ 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 đường vĩ tuyến đi qua đảo Hòn Nẹ khoảng 4 km.



Vào năm 2010: Cho thấy đỉnh cửa Đáy nằm cách đường vĩ tuyến đi qua Hòn Nẹ khoảng 7,7 km.

Các kết quả khảo sát năm 2012-2013: Phần đất Cồn Nổi có hình cánh cung với phần lồi hướng về phía biển, nhưng đã dịch chuyển về phía tây nam khoảng 1,1 km.

Có thể thấy trong giai đoạn Holocen muộn, vùng Kim Sơn, Ninh Bình bị hạ lún, nhưng nhờ có lượng phù sa cung cấp dồi dào cho nên khu vực vẫn có xu thế tiến chậm ra biển. Ở đây cũng phải nhấn mạnh các nhân tố ngoại sinh và tác động của bàn tay con người. Trong vài thập kỷ gần đây, do tác động của quá trình xây dựng các đập thủy điện trên thượng nguồn sông Đà và sông Hồng nên một lượng lớn vật liệu trầm tích bị giữ lại trong các hồ thủy điện làm mất đi sự cân bằng giữa nguồn trầm tích được cung cấp hàng năm với lượng trầm tích bị xói lở. Điều này làm tăng thêm mức độ xói lở Cồn Nổi trong thời gian vừa qua do lượng trầm tích bổ sung bị thiếu hụt.

#### IV. KẾT LUẬN

Trên cơ sở các kết quả phân tích đặc điểm trầm tích tầng mặt, hình thái và động lực học trầm tích kết hợp tài liệu ảnh viễn thám của vùng Cồn Nổi cho phép tập thể tác giả đưa ra một số kết luận sau:

Trầm tích trên bề mặt vùng Cồn Nổi chủ yếu là cát hạt mịn, bột cát và cát bột có lẫn nhiều vảy mica được tích tụ trong giai đoạn Holocen muộn và Hiện đại.

Hiện nay, Cồn Nổi có xu hướng dịch chuyển, thay đổi hình dạng do sự tác động của động lực sông, biển và sông-biển hỗn hợp.

Ảnh hưởng của quá trình tương tác giữa gió, thủy triều, hướng dòng biển di chuyển từ hướng đông bắc theo đường bờ biển xuống, kết hợp với dòng chảy từ sông Đáy ra biển có ảnh hưởng mạnh mẽ

tới xu thế phân bố trầm tích tầng mặt và hình dạng doi cát Cồn Nổi.

#### VĂN LIỆU

**1. Lê Tiến Dũng và nnk, 2013.** Báo cáo “Điều tra đánh giá tổng hợp điều kiện địa chất tự nhiên, môi trường vùng 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 KHCN tỉnh Ninh Bình.*

**2. Lê Tiến Dũng và nnk, 2006.** Điều tra xác lập các cơ sở dữ liệu về địa hình và địa chất thủy văn khu du lịch Tràng An tỉnh Ninh Bình. *Lưu trữ Sở KHCN tỉnh Ninh Bình.*

**3. Nguyễn Văn Cư, 2006.** Bãi bồi ven biển cửa sông Bắc Bộ Việt Nam. *Viện khoa học và Công nghệ Việt Nam. Hà Nội.*

**4. Nguyễn Xuân Hiền, Dương Ngọc Tiến, Nguyễn Thọ Sáo, 2012.** Tính toán và phân tích xu thế bồi tụ, xói lở khu vực Cửa Đáy. *Hội thảo khoa học Quốc Gia về KT, TV, MT & BDKH, lần thứ XV, Viện KH KTTV&MT, Tập 2, tr.241-246.*

**5. Vũ Duy Vĩnh, 2012.** Nghiên cứu đặc điểm vận chuyển trầm tích lơ lửng vùng ven biển Hải Phòng bằng mô hình Delft3D. Luận văn thạc sỹ chuyên ngành Hải dương học; Mã số 60 44 97. *Trường Đại học Khoa học Tự nhiên. Hà Nội.*

**6. Vũ Thị Hoài Thu, Nguyễn Xuân Huyền, 2009.** Đặc điểm trầm tích và xu thế phát triển bãi bồi Kim Sơn (Ninh Bình). *TC Các Khoa học về Trái đất 31/2:148-157. Hà Nội.*

**7. Simons D.B. and Senturk F., 1992.** “Sediment Transport Technology - Water and Sediment Dynamics”. *Water Resources Publications.*

**8. Wentworth, 1922.** Grain size classification.