

## TÁC ĐỘNG CỘNG HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU VÀ KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI TRONG NGHIÊN CỨU DỰ BÁO VÀ PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI KHU VỰC VEN BIỂN MIỀN TRUNG VIỆT NAM

LƯU ĐỨC HẢI<sup>1</sup>, NGUYỄN THỊ HOÀNG LIÊN<sup>1</sup>, TRẦN THANH HẢI<sup>2</sup>, NGUYỄN THỊ NỤ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Hà Nội; <sup>2</sup>Trường Đại học Mô - Địa chất, Hà Nội

**Tóm tắt:** Bài báo trình bày một số kết quả phân tích bước đầu về tác động cộng hưởng của biến đổi khí hậu và kiến tạo Hiện đại trong nghiên cứu dự báo và phòng chống thiên tai khu vực ven biển miền Trung Việt Nam. Bằng phương pháp sơ đồ nhận thức có thể phân chia các tai biến thiên nhiên thành ba nhóm lớn: thiên tai phát sinh từ đặc điểm kiến tạo Hiện đại và Tân kiến tạo; thiên tai phát sinh từ tác động của biến đổi khí hậu và thiên tai phát sinh do cộng hưởng (tích hợp) của tai biến địa chất bắt nguồn từ đặc điểm kiến tạo Hiện đại và tai biến phát sinh do biến đổi khí hậu. Dựa vào số liệu và khảo sát thực tế, các tác giả đã chứng minh sự tồn tại của các thiên tai là kết quả tác động cộng hưởng hoặc tích hợp của tai biến địa chất phát sinh đặc điểm kiến tạo Hiện đại với tai biến môi trường do nguyên nhân biến đổi khí hậu ở nhiều vùng ven biển miền Trung Việt Nam; cụ thể như tình bất ổn định của vùng cửa sông chịu tác động cộng hưởng của cấu trúc đứt gãy địa chất hiện đại ở bờ biển và biến đổi khí hậu tại các vùng cửa sông; tác động cộng hưởng của nâng hạ địa hình do kiến tạo Hiện đại và dâng cao mực nước biển do biến đổi khí hậu tạo ra tình trạng úng ngập và xói lở bờ biển; dịch chuyển dòng chảy và cửa sông do tác động thay đổi chế độ thủy văn và hải văn cộng hưởng với quá trình hoạt động mạnh mẽ của các đứt gãy địa chất.

### I. MỞ ĐẦU

Theo các quan niệm địa chất hiện đại, Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại là các vận động địa chất - địa mạo đang diễn ra hiện nay hoặc gần đây và ảnh hưởng của chúng có tác động và quyết định trực tiếp tới hình thái bề mặt Trái đất hiện tại [4]. Các vận động kiến tạo Hiện đại được biểu hiện ở các mức độ khác nhau bởi hàng loạt dấu hiệu địa chất, địa mạo, trầm tích và các hoạt động địa chất khác nhau, điển hình nhất là: động đất, núi lửa phun trào, chuyển động đứt gãy, biến dạng bề mặt Trái đất do nâng hạ kiến tạo, thay đổi địa hình, thay đổi chế độ và hình thái của các dòng chảy trên mặt và biến dạng đường bờ biển... [2].

Ở góc độ khác, bề mặt Trái đất đang chịu tác động mạnh mẽ của các thay đổi

trong chu trình hoàn lưu khí quyển, thủy quyển và dâng cao mực nước biển do biến đổi khí hậu, được gọi tên là “Sự ấm lên toàn cầu” [5]. Tương tác giữa hai nhóm tác động trên tới hình thái bề mặt Trái đất đã và đang được các nhà khoa học quan tâm nghiên cứu [6, 7, 12, 19].

Khu vực ven biển miền Trung Việt Nam đã và đang là nơi biểu hiện tai biến địa chất xuất phát từ hoạt động Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại [17], nước biển dâng [19] với các dạng điển hình: xói lở - bồi tụ [14, 16, 18, 19] và động đất [9].

Bài báo đề cập đến mối quan hệ và tương tác giữa các tác động của Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại với sự gia tăng tác động của biến đổi khí hậu khu vực ven biển miền Trung. Trong đó, tập trung vào những vùng chịu sự chi phối và tác

động tiêu cực đồng thời của cả hai nhóm tác động trên. Việc phân tích, đưa ra các dự báo về các loại tai biến và vùng chịu cộng hưởng của hai nhóm tác động nêu trên đóng góp tích cực cho công tác phòng chống tai biến thiên nhiên ở nước ta, chúng thường được nghiên cứu tương đối độc lập từ góc độ Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại hoặc biến đổi khí hậu.

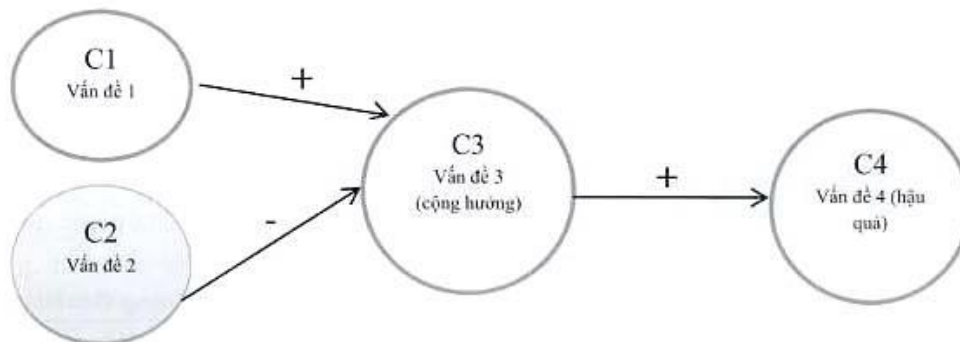
## II. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để giải quyết nhiệm vụ đặt ra, cách tiếp cận chủ yếu trong nghiên cứu của các tác giả là tiếp cận tổng hợp tác động đồng thời của Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại với biến đổi khí hậu. Do đó, phương pháp luận chủ yếu để thực hiện nhiệm vụ là phương pháp sơ đồ nhận thức [6, 13].

Phương pháp sơ đồ nhận thức đã được Bart Kosko phát triển vào năm 1986 [8]. Ban đầu phương pháp được sử dụng trong

các nghiên cứu thuộc lĩnh vực khoa học xã hội để tính toán và hiểu được hành vi của các hệ thống xã hội, về sau được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khoa học tự nhiên. Sơ đồ nhận thức đơn giản tương tự như bản đồ thể hiện mối quan hệ “nhân-quả” (Hình 1). Các vấn đề được liên kết thông qua các mũi tên thể hiện cho quan hệ nhân-quả. Các mũi tên thường gán cho dấu “+” hoặc dấu “-”. Tuy nhiên, nếu mũi tên giữa hai vấn đề mang dấu “+” thì sự tăng lên của vấn đề này dẫn đến sự tăng lên của vấn đề kia; ngược lại, nếu mũi tên mang dấu “-” thì sự tăng lên của vấn đề này lại làm suy giảm của vấn đề kia.

Theo Hironori Kato [6], sơ đồ nhận thức là phương pháp tiếp cận có hiệu quả để phân tích các vấn đề phức tạp, trong đó chỉ ra nguyên nhân hình thành vấn đề, các bên liên quan và các phương hướng giải quyết vấn đề.



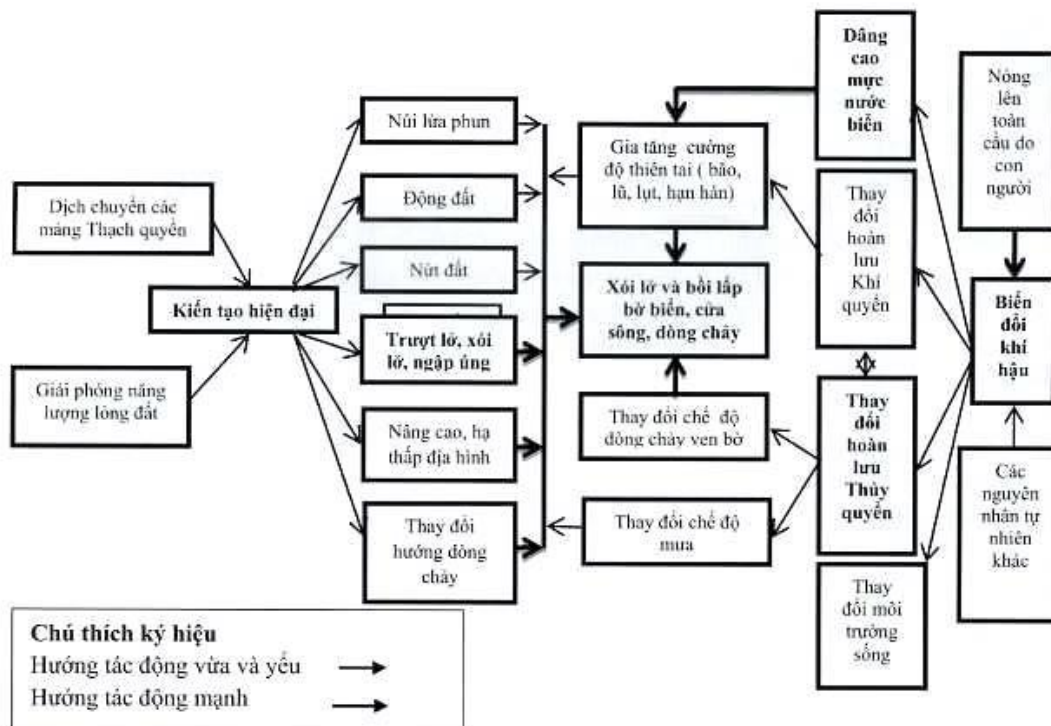
Hình 1. Sơ đồ nhận thức “nhân-quả” đơn giản.

Tác động cộng hưởng của tai biến địa chất do kiến tạo Hiện đại và Tân kiến tạo với các tác động của biến đổi khí hậu vùng ven biển miền Trung Việt Nam rất phức tạp, mặc dù tác động của tai biến địa chất do Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại, cũng như tác động của biến đổi khí hậu đã được phân tích và chỉ ra trong nhiều nghiên cứu riêng biệt thuộc ngành địa chất [9, 14, 16, 17, 18, 19] và ngành khí tượng thủy văn chuyên ngành biến đổi khí hậu [1].

## III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 1. Xây dựng sơ đồ tác động cộng hưởng của tai biến địa chất và tai biến do biến đổi khí hậu

Dựa vào phương pháp xây dựng sơ đồ nhận thức và các nghiên cứu đã được đề cập trên có thể phác thảo Sơ đồ tác động cộng hưởng của tai biến địa chất do kiến tạo Hiện đại và Tân kiến tạo và tai biến do biến đổi khí hậu vùng ven biển miền Trung Việt Nam (Hình 2).



Hình 2. Sơ đồ tác động cộng hưởng của tai biến địa chất do Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại và tai biến do biến đổi khí hậu vùng ven biển miền Trung Việt Nam.

Theo sơ đồ trên Hình 2, có thể phân chia thiên tai vùng ven biển thành 3 nhóm cơ bản: thiên tai do phát sinh từ tai biến địa chất có nguyên nhân Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại (tai biến địa chất); thiên tai do tai biến có nguyên nhân từ biến đổi

khí hậu (tai biến do biến đổi khí hậu); thiên tai có nguyên nhân từ tác động cộng hưởng của tai biến địa chất và tai biến do biến đổi khí hậu. Các loại hình tai biến thiên nhiên (thiên tai) thuộc các nhóm trên có thể liệt kê trong Bảng 1.

Bảng 1. Phân loại thiên tai (tai biến thiên nhiên) vùng ven biển miền Trung Việt Nam

Thiên tai có nguyên nhân phát sinh từ đặc điểm Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại	Thiên tai có nguyên nhân phát sinh từ tác động của biến đổi khí hậu	Thiên tai có nguyên nhân cộng hưởng (tích hợp) của tai biến địa chất và tai biến phát sinh do biến đổi khí hậu
Núi lửa phun,	Bão, giông, lốc	Xói lở bờ biển
Động đất	Lũ, lũ quét, lũ ống	Bồi lấp cửa sông
Sóng thần	Ngập lụt	Bồi lấp dòng chảy
Nứt đất	Khô hạn	Trượt lở
Nâng cao địa hình	Nước dâng do bão	Xói lở bờ sông
Sụt lún và hạ thấp địa hình	Nắng nóng	Nhiễm mặn
Thay đổi dòng chảy	Rét đậm, rét hại	Ngập úng, sa mạc hóa (?)
Đổ lở, trượt lở	Xói mòn	

Các loại tai biến địa chất vùng ven biển miền Trung Việt Nam và vai trò của

Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại tới các tai biến địa chất đã được đề cập trong

nhiều công trình nghiên cứu chuyên ngành địa chất - địa vật lý của các nhà khoa học [9, 14, 17]. Các tác giả Lê Từ Sơn và Nguyễn Đình Xuyên [9] đã xây dựng danh mục các trận động đất vùng Nam Trung Bộ và ven biển trong giai đoạn năm 1870-2006 và cho rằng phần lớn các trận động đất có cường độ  $M < 5,5$  đều nằm ngoài biển. Phan Trọng Trinh và nnk [17] nêu lên vai trò của hoạt động kiến tạo trẻ và kiến tạo Hiện đại đối với các dạng tai biến địa chất miền Trung: nứt đất, trượt lở đất, động đất và sóng thần (?). Trong đó nhấn mạnh tới các số liệu thống kê về tác động của hoạt động nâng Tân kiến tạo: hiện tượng nứt đất chiếm 27%, 17% hiện tượng trượt đất liên quan đến đứt gãy, 81% vị trí sụt lở bờ sông và bờ biển nằm trong đới đứt gãy đang hoạt động.

Các tai biến có nguyên nhân biến đổi khí hậu đang là đối tượng nghiên cứu của nhiều đề tài khoa học thuộc Chương trình mục tiêu quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu, đã được công bố trong các công trình [14, 18, 19]. Phạm Khả Túy và nnk [14] trong quá trình nghiên cứu xói lở - bồi tụ bờ biển Quảng Bình - Phú Yên đã đưa ra 5 nhóm nguyên nhân gây xói lở - bồi tụ: hoạt động nhân sinh, động năng vận chuyên bùn cát của dòng chảy và sóng, tiến hóa tự nhiên, hoạt động kiến tạo Hiện đại cục bộ, biến đổi động lực hình thái. Vũ Văn Phái và nnk [19], trên cơ sở so sánh thống kê số lượng các đoạn bờ biển Việt Nam bị xói lở từ năm 1949 đến nay đã nêu lên ảnh hưởng gia tăng của dâng cao mực nước biển tới hiện trạng xói lở bờ biển. Trần Hữu Tuyên [18], dựa trên tính toán năng lượng sóng ở đới ven biển Bình Trị Thiên đã đi đến kết luận cường độ bồi tụ - xói lở bờ biển tỷ lệ thuận với năng lượng sóng, nên xói lở bờ biển khu vực xảy ra mạnh nhất vào các tháng 10, 11, 12 khi năng lượng sóng lớn, còn bồi tụ xảy ra vào các tháng 3, 4, 5 khi bờ biển khu vực nhận năng lượng sóng trung bình.

Tác động “gia cường” của tai biến địa chất bởi tai biến môi trường do biến đổi khí hậu ở Việt Nam đã được hai tác giả Nguyễn Ngọc Trục và Vũ Cao Minh [12] đề cập trong công trình, theo đó, biến đổi khí hậu toàn cầu làm gia tăng nhiệt độ Trái đất, thay đổi lưu lượng và tần suất mưa, thay đổi tần suất và cường độ bão và dâng cao mực nước biển đang làm “gia cường” các dạng tai biến địa chất như: xói lở bờ biển, úng ngập và lầy hóa lãnh thổ, gia tăng nhiễm mặn đất và các tầng nước ngầm, “gia cường” lũ quét và lũ bùn đá, mức độ nguy hiểm của động đất.

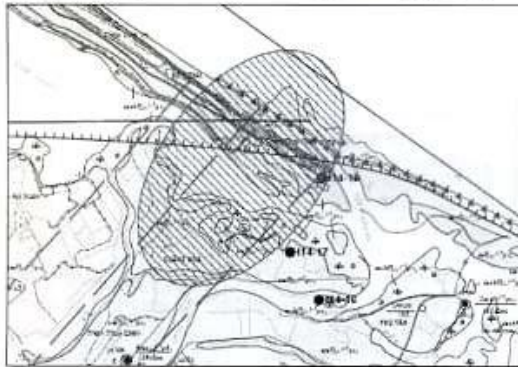
Tác động “cộng hưởng” của tai biến địa chất do Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại với tai biến môi trường do biến đổi khí hậu khu vực miền Trung Việt Nam có thể chứng minh thông qua một số bằng chứng: mối quan hệ giữa các biểu hiện cấu trúc đứt gãy hiện đại ở khu vực bờ biển với hiện tượng xói lở và bồi tụ bờ biển, mối quan hệ giữa nâng hạ địa hình do kiến tạo Hiện đại với hiện tượng gia tăng ngập úng và xói lở bồi tụ bờ biển, mối quan hệ giữa biểu hiện đứt gãy địa chất với sự dịch chuyển dòng chảy và xói lở - bồi tụ các cửa sông... Minh chứng cho lập luận trên có thể dẫn ra ví dụ về hiện tượng thay đổi chế độ xói lở và bồi tụ tại các cửa sông Thuận An, cửa Đại và cửa Đà Rằng. Theo quan niệm của các nhà địa chất, khi có mặt các đứt gãy địa chất đang hoạt động thì quá trình xói lở là chủ đạo, nên hiện tượng thay đổi chế độ xói lở và bồi tụ có nguyên nhân là tác động cộng hưởng của hoạt động của đứt gãy và thay đổi chế độ thủy động lực học do biến đổi khí hậu gây ra.

## **2. Xác lập mối quan hệ giữa biểu hiện cấu trúc đứt gãy hiện đại khu vực bờ biển với hiện tượng xói lở - bồi tụ bờ biển**

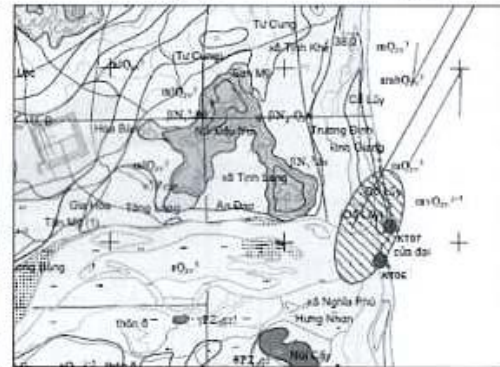
Mối quan hệ giữa biểu hiện cấu trúc đứt gãy và hiện tượng xói lở bờ biển các tỉnh miền Trung từ Thừa Thiên - Huế đến Bình Thuận được minh họa trong Hình 3. Mối quan hệ rõ ràng giữa biểu hiện đứt gãy với trượt lở, xói lở tại bờ biển miền

Trung có thể giải thích bởi các tác động cộng hưởng của hoạt động đứt gãy địa

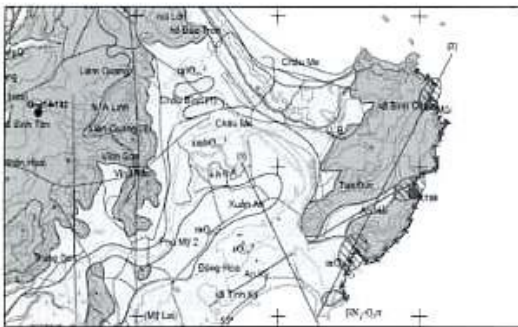
chất với tác động của sóng, dòng chảy và nước biển dâng (do biến đổi khí hậu).



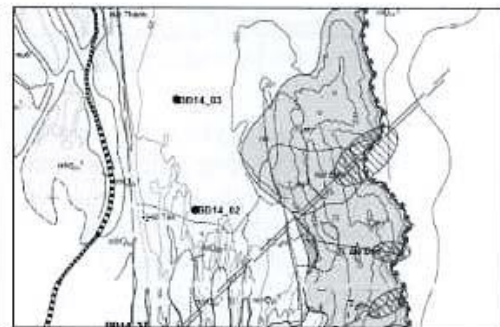
a) Biểu hiện đứt gãy và xói lở của Thuận An, Thừa Thiên - Huế



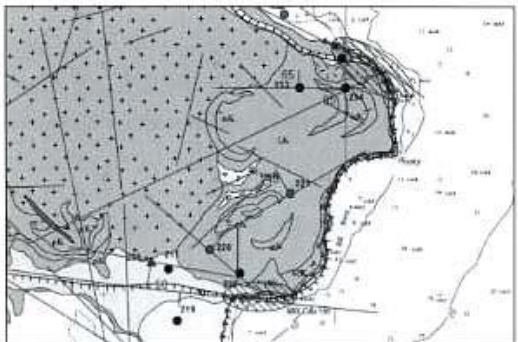
b) Biểu hiện đứt gãy và xói lở ở Cửa Đại, Quảng Nam



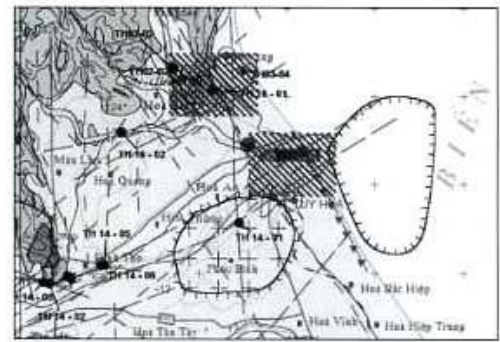
c) Biểu hiện đứt gãy và xói lở bờ biển Chu Lai, Quảng Ngãi



d) Biểu hiện đứt gãy và xói lở ở bán đảo Phương Mai, Bình Định



e) Biểu hiện đứt gãy và xói lở bờ biển ở Khánh Hòa



f) Biểu hiện đứt gãy và xói lở của sông Đà Rằng, Phú Yên

Hình 3. Quan hệ giữa biểu hiện đứt gãy và xói lở bờ biển các tỉnh miền Trung Việt Nam.

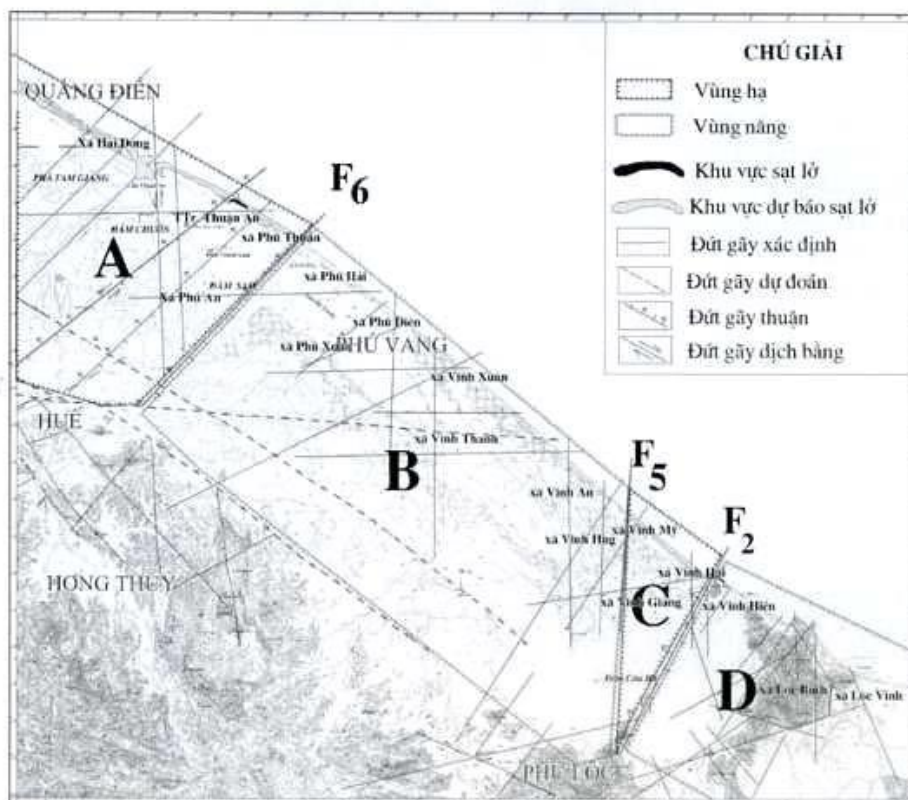
### 3. Mối quan hệ giữa nâng hạ địa hình bờ biển với tình trạng ngập úng và xói lở bồi tụ

Mối quan hệ giữa nâng hạ địa hình do kiến tạo Hiện đại và Tân kiến tạo

và tình trạng gia tăng ngập úng địa hình và xói lở bờ biển có thể nhận thấy ở nhiều địa điểm trong khu vực như ở vùng ven biển Thừa Thiên - Huế; bờ biển Hội An, tỉnh Quảng Nam, vùng

ven biển thuộc thành phố Tuy Hòa, tỉnh Phú Yên; huyện Diên Khánh, tỉnh Khánh Hòa... Việc hạ thấp địa hình do kiến tạo Hiện đại đã cộng hưởng với dâng cao mực nước biển do biến đổi khí hậu làm gia tăng ứng ngập vùng đất có địa hình hạ thấp, cùng với gia tăng xói lở bờ biển, bờ sông.

Dựa vào các sơ đồ nâng hạ địa hình vùng ven biển Thừa Thiên - Huế (Hình 4), có thể giải thích nguyên nhân gia tăng ngập úng và xói lở bờ biển ở vùng hạ địa hình trong các xã (Phú Thuận, Phú An, Hải Dương) so với các xã ở vùng nâng địa hình (Phú Hải, Phú Điền, Phú Xuân và Vĩnh Xuân, Vĩnh Thành, Vĩnh An và Vĩnh Hưng).



Hình 4. Sơ đồ tổng hợp nâng hạ địa hình vùng ven biển Thừa Thiên - Huế.

#### 4. Mối quan hệ giữa dịch chuyển dòng chảy sông và xói lở - bồi tụ cửa sông với kiến tạo Hiện đại

Mối quan hệ giữa dịch chuyển dòng chảy và xói lở bồi tụ cửa sông với tác động cộng hưởng dịch chuyển của cấu trúc đứt gãy vùng cửa sông và tại biển môi trường do biến đổi khí hậu có thể minh chứng tại 3 cửa sông điển hình gồm cửa Thuận An, cửa Đại và cửa Đà Ràng.

Tại cửa Thuận An, theo tư liệu của Lê Văn Ân [15], từ năm 1404 cho đến nay,

cửa sông đã nhiều lần thay đổi vị trí từ năm 1404-1498, cửa sông là cửa Eo, nằm ở cuối làng Thái Dương Hạ; từ giai đoạn năm 1498-1740 cửa sông chính là cửa Sứ cũng nằm ở làng Thái Dương Hạ; từ giai đoạn năm 1740-1901, cửa chính là cửa Eo nằm ở làng Hòa Duân; từ giai đoạn năm 1901-1949, cửa Eo bị lấp, cửa chính là cửa Sứ mở ra ở làng Thuận An; tháng 11/1999 sau trận lũ lịch sử, dòng chảy tại Thuận An tạo ra thêm 2 cửa mới, đó là cửa Hòa Duân và cửa Hải Dương. Tình

trạng bất ổn về xói lở và bồi tụ ở cửa Thuận An thường được gắn với sự biến động của sóng biển và thủy triều cùng với sự thay đổi của nguồn nước sông Hương do biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, dựa vào sơ đồ địa chất (Hình 3a, 4), tính bất ổn của cửa biển Thuận An liên quan chặt chẽ với chế độ hoạt động của cấu trúc địa hào hình thành trên các hệ thống đứt gãy đang hoạt động của vùng.

Phân tích tình trạng xen kẽ xói lở và bồi tụ bờ biển Cửa Đại, Quảng Nam; các tác giả Phạm Bá Trung và Lê Phước Trình [16] bằng mô hình thủy động lực học đưa ra kết luận đường bờ có góc nghiêng so với trường sóng hướng N khi nhỏ hơn hoặc bằng  $14^\circ$  thì sẽ bị xói lở, còn nếu lớn hơn sẽ bồi tụ. Kết luận trên không thể giải thích đầy đủ về tình trạng xen kẽ giữa xói lở và bồi tụ trên bờ biển cửa Đại khá thẳng (Hình 3b) và xu hướng dịch chuyển liên tục cửa sông về phía nam với tốc độ trung bình 50 m/năm [16, tr. 490]. Việc giải thích sẽ rõ ràng, nếu cho rằng bên cạnh tác động của biến đổi khí hậu do thay đổi hướng sóng và dòng chảy, còn có nguyên nhân “cộng hưởng” gây ra bởi dịch chuyển do kiến tạo Hiện đại (Hình 3b).

Dịch chuyển cửa sông Đà Rằng biểu hiện bằng hiện tượng xói lở bờ phía Bắc và bồi lấp bờ phía Nam thường được giải thích bởi các nguyên nhân thay đổi chế độ thủy văn sông Ba do biến đổi khí hậu và xây dựng các đập thủy điện trong lưu vực, cũng như việc bơm hút cát biển phía ngoài cửa sông. Tuy nhiên, với sơ đồ địa chất (Hình 3f) thể hiện rõ các hệ thống đứt gãy hiện đại theo 3 hướng (á kinh tuyến, TB-ĐN và ĐB-TN) và các vùng nâng và hạ gần cửa sông; hiện tượng dịch chuyển dòng chảy sông Đà Rằng (sông Ba) và dịch chuyển cửa sông có thể giải thích bằng tương tác “cộng hưởng” của tai biến địa chất phát sinh do kiến tạo

Hiện đại và tai biến môi trường do biến đổi khí hậu.

#### IV. KẾT LUẬN

Bằng phương pháp sơ đồ nhận thức có thể phân chia thiên tai vùng cửa sông ven biển miền Trung thành 3 nhóm lớn: thiên tai có nguyên nhân phát sinh từ đặc điểm Tân kiến tạo và kiến tạo Hiện đại của khu vực; thiên tai có nguyên nhân phát sinh từ tác động của biến đổi khí hậu; thiên tai có nguyên nhân cộng hưởng (tích hợp) của tai biến địa chất và tai biến do biến đổi khí hậu nêu trên.

Do mối quan hệ và tương tác phức tạp giữa tai biến địa chất và các tai biến do biến đổi khí hậu, thiên tai hình thành do “cộng hưởng” của hai loại tai biến trên thường chưa được phân tích và ít được đề cập trong các nghiên cứu đã công bố trước đây về thiên tai khu vực ven biển miền Trung Việt Nam. Các số liệu và tư liệu thực tế trình bày trong bài chứng minh tồn tại các thiên tai là kết quả của tác động “cộng hưởng” của tai biến địa chất và tai biến do biến đổi khí hậu, cụ thể:

Tính bất ổn định của vùng cửa sông chịu tác động “cộng hưởng” của cấu trúc đứt gãy địa chất hiện đại với tác động do biến đổi khí hậu, thể hiện ở hiện tượng xói lở - bồi tụ bờ biển tại cửa Thuận An, Thừa Thiên - Huế; cửa Đại, Quảng Nam; Chu Lai, Quảng Ngãi; bán đảo Phương Mai, Bình Định; cửa Đà Rằng, Phú Yên; Tình trạng ngập úng và xói lở ở vùng ven biển do tác động “cộng hưởng” của nâng hạ địa hình do kiến tạo Hiện đại và dâng cao mực nước biển do biến đổi khí hậu tại vùng ven biển Thừa Thiên - Huế, thành phố Tuy Hòa, tỉnh Phú Yên, huyện Diên Khánh, tỉnh Khánh Hòa...; Thiên tai dịch chuyển dòng chảy và xói lở bồi tụ cửa sông là kết quả “cộng hưởng” của sự thay đổi chế độ thủy văn của sông và dòng chảy biển do biến đổi khí hậu với hoạt động của các đứt gãy địa chất hiện đại. Dạng thiên tai này

đang diễn ra ngày các phức tạp tại cửa Thuận An trên sông Hương, cửa Đại trên sông Thu Bồn, cửa Đà Rằng trên sông Đà Rằng (hạ lưu sông Ba).

*Lời cảm ơn:* Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Ban chủ nhiệm đề tài “Nghiên cứu, đánh giá kiến tạo hiện đại khu vực ven biển miền Trung Việt Nam và vai trò của nó đối với các tai biến thiên nhiên phục vụ dự báo và phòng tránh thiên tai trong điều kiện biến đổi khí hậu”, mã số BĐKH.42; thuộc Chương trình khoa học và công nghệ phục vụ Chương trình mục tiêu Quốc gia ứng phó với biến đổi khí hậu, mã số KHCN-BĐKH/11-15 đã tạo điều kiện và kinh phí cho việc thực hiện nghiên cứu này.

#### VĂN LIỆU

- 1. Bộ Tài nguyên và Môi trường.** Kịch bản Biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam; 2009, 2011. *Hà Nội*.
- 2. Burbank D.W. and Anderson R.S., 2011.** Tectonic Geomorphology. *Blackwell Science*.
- 3. Field C.B., Barros V., Stocker T.F., Qin D., Dokken D.J., Ebi K.L., M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (Eds.) 2012.** Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. IPCC-2012. *Cambridge University Press*, 582 pp.
- 4. Hancock P.L. and Williams G.D., 1986.** "Neotectonics". *Journal of the Geological Society*; v. 143, p. 325-326; doi: 10.1144/gsjgs.143.2.0323.
- 5. IPCC, 2007.** Climate Change 2007: The physical science basis. *Cambridge University Press 2007*.
- 6. Hironori Kato, 2011.** Problem-structuring methods based on a cognitive mapping approach in book "Sustainability Science". *United University Press, Tokyo - New York - Paris, p.122-144*.
- 7. Karl Stattegger, 2008.** Holocene Evolution and Actual Geologic Processes in The Coastal Zone of South Vietnam. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển lần thứ 1. *Nxb KH&CN, tr.42-53*.
- 8. Kosko B., 1986.** Fuzzy Cognitive Map. *International Journal of Man-Machine Studies, Vol. 24, p.65-75, 1986*.
- 9. Lê Tử Sơn, Nguyễn Đình Xuyên, 2008.** Hoạt động động đất vùng Nam Trung Bộ và ven biển. Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển lần thứ 1. *Nxb KH&CN, 2008, tr.510-519*.
- 10. McGuire B. and Maslin M.A. (Editors), 2013.** Climate Forcing of Geological Hazards, Wiley-Blackwell.
- 11. Milliman J.D. and Haq B.U., 1996.** Sea-Level Rise and Coastal Subsidence: Causes, Consequences, and Strategies. *Springer, 369 p*.
- 12. Nguyễn Ngọc Trục, Vũ Cao Minh, 2008.** Vấn đề gia cường tai biến địa chất - môi trường ở Việt Nam liên quan đến biến đổi khí hậu toàn cầu và nước biển dâng. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển lần thứ 1. Nxb KH&CN, tr.667-676*.
- 13. Nguyễn Thị Hoàng Liên, Lưu Đức Hải, Nguyễn Khánh Linh, 2014.** Sử dụng phương pháp sơ đồ nhận thức về giá điện để phân tích các yếu tố ảnh hưởng tới chính sách phát triển năng lượng tái tạo ở Việt Nam. *TC Khoa học ĐHQGHN: Khoa học Tự nhiên, Tập 30, Số 4S, tr.99-105*.
- 14. Phạm Khả Tuy, Trần Văn Tân, Thái Duy Kế, 2005.** Hiện trạng và nguyên nhân xói lở - bồi tụ bờ biển ở các tỉnh Miền Trung (từ Quảng Bình đến Phú Yên). *Tuyển tập Hội nghị Khoa học 60 năm Địa chất Việt Nam, tr.516-526. Hà Nội*.



15. **Lê Văn Ân, 2006.** Sự biến động cửa Thuận An thuộc đầm phá Tam Giang - Cầu Hai và giải pháp hạn chế. *Tuyển tập Hội thảo khoa học, Đại học Sư phạm Hà Nội, tr.41-45. Hà Nội.*
16. **Phan Bá Trung, Lê Phước Trình, 2005.** Về tình trạng xen kẽ xói lở, bồi tụ bờ biển cửa Đại (Hội An) và điểm mốc chuyên đổi của chúng. *Tuyển tập Khoa học Hội nghị Khoa học 60 năm Địa chất Việt Nam, tr.485-492. Hà Nội.*
17. **Phan Trọng Trinh, Bùi Văn Thơm, Hoàng Quang Vinh, Ngô Văn Liêm, Nguyễn Văn Hường, Mai Thanh Tân, Nguyễn Đăng Túc, Nguyễn Hồng Phương, 2008.** Vai trò của hoạt động kiến tạo trẻ và kiến tạo Hiện đại tới tai biến địa chất miền Trung và vùng biển lân cận. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển lần thứ 1; Nxb KH&CN, tr.154-164. Hà Nội.*
18. **Trần Hữu Tuyên, 2005.** Mối quan hệ giữa năng lượng sóng và hoạt động bồi tụ - xói lở ở đới ven biển Bình Trị Thiên. *Tuyển tập Khoa học Hội nghị Khoa học 60 năm Địa chất Việt Nam, tr.496-501. Hà Nội.*
19. **Vũ Văn Phái, Nguyễn Hiệu, Đào Mạnh Tiến, 2008.** Xói lở bờ biển Việt Nam và ảnh hưởng của mực nước biển đang dâng lên. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học Địa chất biển lần thứ 1; Nxb KH&CN, tr.658-666. Hà Nội.*

#### SUMMARY

##### **Integrated impacts of climate change and modern tectonics in research on forecasting and preventing natural hazards in the coastal zone of Central Việt Nam**

*Lưu Đức Hải, Nguyễn Thị Hoàng Liên, Trần Thanh Hải, Nguyễn Thị Nụ*

The paper presents analysis results of integrated impacts of climate change and modern tectonics in research on forecast and prevention of natural hazards in the coastal zone of central Việt Nam. Based on cognitive maps, natural hazards could be divided into three groups: natural hazards caused by characteristics of modern tectonics and neotectonics; natural hazards caused by impacts of climate change; and natural hazards caused by integrated impacts of geo-hazards caused by characteristics of modern tectonics and hazards caused by climate change. The authors have confirmed the existence of hazards caused by impacts of geo-hazards of modern tectonics and neotectonics integrated with environmental hazards of climate change in the coastal zone of Central Vietnam. Those hazards include: instability of the estuaries affected by integrated impacts of modern geo-fault structure in the coastal zone and climate change in Thuận An (Thừa Thiên - Huế), Cửa Đại (Quảng Nam), Đà Rằng (Phú Yên) estuaries; integrated impacts of terrain lifting caused by modern tectonics and sea level rising caused by climate change which lead to flooding and coastal erosion in Thừa Thiên - Huế, Tuy Hòa, Phú Yên, etc.; shifting of currents and estuaries caused by impacts of change in hydrological and oceanographical regimes integrated with activities of geo-fault structure in Thuận An estuary (Thừa Thiên - Huế), Đà Rằng estuary (Phú Yên), etc.

*Người biên tập: PGS.TS Nguyễn Phương.*