



## Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn>



# Đặc điểm tai biến địa chất vùng trung - hạ lưu lưu vực Sông Vu Gia - Thu Bồn và một số giải pháp phòng tránh và giảm thiểu tác động

Phạm Thị Hương<sup>1,\*</sup>, Nguyễn Xuân Quang<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Khoa Khoa học và Kỹ thuật địa chất, Trường Đại học Mỏ- Địa chất, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

#### Quá trình:

Nhận bài 25/3/2017  
Chấp nhận 20/4/2017  
Đăng online 28/4/2017

#### Từ khóa:

Sông Vu Gia - Thu Bồn  
Kiến tạo hoạt động  
Tai biến địa chất  
Xói lở bờ sông  
Xâm thực bờ biển

### TÓM TẮT

Vùng trung - hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn có cấu trúc địa chất và địa mạo phức tạp. Trong khu vực tồn tại các loại đá biến chất, trầm tích và magma tuổi từ Tiền Cambri đến Kainozoi trong đó các trầm tích Đệ Tứ bao phủ phần lớn vùng hạ lưu của lưu vực. Các thành tạo nói trên bị nhiều hệ thống đứt gãy và khe nứt có quy mô khác nhau phát triển chủ yếu theo phương đông bắc - tây nam, tây bắc - đông nam, á vĩ tuyến và á kinh tuyến cắt qua. Một số hệ thống đứt gãy hoạt động trong Tân kiến tạo, thể hiện bởi các dấu hiệu như sự biến dạng các thành tạo địa chất trẻ, nâng hạ kiến tạo, biến đổi hình thái các hệ thống thủy văn. Trong phạm vi khu vực tồn tại các tai biến như trượt lở, xói lở bờ sông và xói lở bờ biển. Chúng bị khống chế bởi các vận động kiến tạo nội sinh kết hợp với một số tác nhân ngoại sinh khác. Trượt lở thường liên quan tới các đới dập vỡ kiến tạo, xói lở bờ sông thường xảy ra ở vị trí giao nhau với đứt gãy hoạt động hoặc nơi dòng chảy đổi hướng do dịch chuyển kiến tạo, còn xói lở bờ biển thường xảy ra ở khu vực bị sụt lún kiến tạo dẫn tới nước biển dâng tương đối. Để giảm thiểu tai biến trượt lở, một giải pháp khả thi là kết hợp giữa giảm tải mái dốc, thoát nước và xây dựng các bờ kè thích hợp. Để phòng tránh xói lở bờ sông, có thể sử dụng các tường chắn Iowa vanes và phân hóa dòng chảy kết hợp kè bờ. Đối với xói lở bờ biển, xây dựng các đập phá sóng gần bờ kết hợp với kè bờ và quy hoạch quản lý đới bờ bền vững là giải pháp khả thi nhất khi tính tới bối cảnh sụt lún bề mặt do kiến tạo được tăng cường bởi nước biển dâng lâu dài do biến đổi khí hậu toàn cầu.

© 2017 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

## 1. Mở đầu

Vùng trung - hạ lưu lưu vực Sông Vu Gia - Thu Bồn và lân cận (Hình 1) là nơi có cấu trúc địa chất rất phức tạp, thể hiện bởi sự có mặt của nhiều

thành tạo địa chất có tuổi và nguồn gốc khác nhau (Hình 1; Nguyễn Văn Trang, 1986; Cát Nguyên Hùng, 1996), Các thành tạo địa chất này bị biến thường xuyên xảy ra các hiện tượng tai biến địa chất như trượt lở, xói lở hoặc bồi tụ bờ sông, xói lở bờ biển, gây ảnh hưởng lớn về kinh tế - xã hội trong khu vực (Đào Mạnh Tiến, 2004; Nguyễn Chí Trung, 2011; Trần Thanh Hải, 2015;

\*Tác giả liên hệ

E-mail: [phamthihuong.ts@gmail.com](mailto:phamthihuong.ts@gmail.com)

Hoàng Ngô Tự Do, 2016). Đặc biệt, trong bối cảnh biến đổi khí hậu và nước biển dâng, các tai biến trên càng trở nên trầm trọng làm cho khu vực này bị tác động tiêu cực và tổn thương cao hơn (Trần Thanh Hải, 2015). Trong các nghiên cứu trước đây, các nguyên nhân gây tai biến địa chất đã được xác định sơ bộ, trong đó nhiều nghiên cứu đã xác định các yếu tố cấu trúc địa chất và dịch chuyển kiến tạo hiện đại là nguyên nhân quan trọng của tai biến địa chất (Trần Tân Văn, 2002; Phan Trọng Trịnh, 2012; Trần Thanh Hải, 2015). Do vậy, xác định được sự tồn tại của các dịch chuyển kiến tạo hiện đại vùng trung lưu và hạ lưu sẽ có ý nghĩa quan trọng trong việc dự báo tai biến địa chất khu vực, nhằm đưa ra các giải pháp phòng tránh và giảm thiểu tai biến địa chất, thích ứng với các diễn biến môi trường bất lợi trong điều kiện biến đổi khí hậu. Tuy nhiên, các công trình nghiên cứu trước đây chỉ dừng lại việc nghiên cứu bản chất các hoạt động kiến tạo hiện đại và tân kiến tạo mà chưa chỉ ra được mối quan hệ của nó cũng như ảnh hưởng với tai biến địa chất.

Vì vậy, để làm sáng tỏ mối quan hệ giữa kiến tạo hiện đại với địa mạo và ảnh hưởng của nó với tai biến địa chất, nghiên cứu này đã tiến hành nhận dạng các yếu tố địa chất tân kiến tạo và hiện đại cũng như xác định ý nghĩa của chúng đối với một số dạng tai biến địa chất điển hình nhất trong khu vực trung và hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn dựa trên cơ sở sử dụng một tổ hợp phương pháp phân tích viễn thám đa thời gian, khảo sát thực địa, phân tích cấu tạo địa chất và mô hình hóa. Trên cơ sở các kết quả đó, một số giải pháp phòng tránh và giảm thiểu tai biến địa chất được đề xuất.

## 2. Khái quát đặc điểm địa chất khu vực trung - hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn

Khu vực trung - hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn nằm trong khu vực có đặc điểm kiến tạo phức tạp. Vùng nghiên cứu nằm trong phạm vi của Á Địa khu Nam - Ngãi, phía bắc giáp đai tạo núi Đà Nẵng - Se Kong, phía nam giáp với Á Địa khu Ngọc Linh (Trần Văn Trị và Vũ Khúc, 2009). Các tài liệu đo vẽ địa chất gần đây (Cát Nguyên Hùng, 1996; Nguyễn Văn Trang, 1986) cũng như các nghiên cứu chuyên đề khác (Trần Văn Trị và Vũ Khúc, 2009; Trần Thanh Hải, 2015; Nguyễn Trường Giang và Trần Thanh Hải, 2017; Tran et al., 2014) cho thấy nền địa chất của khu vực nghiên cứu khá phức tạp, đặc trưng bởi nhiều

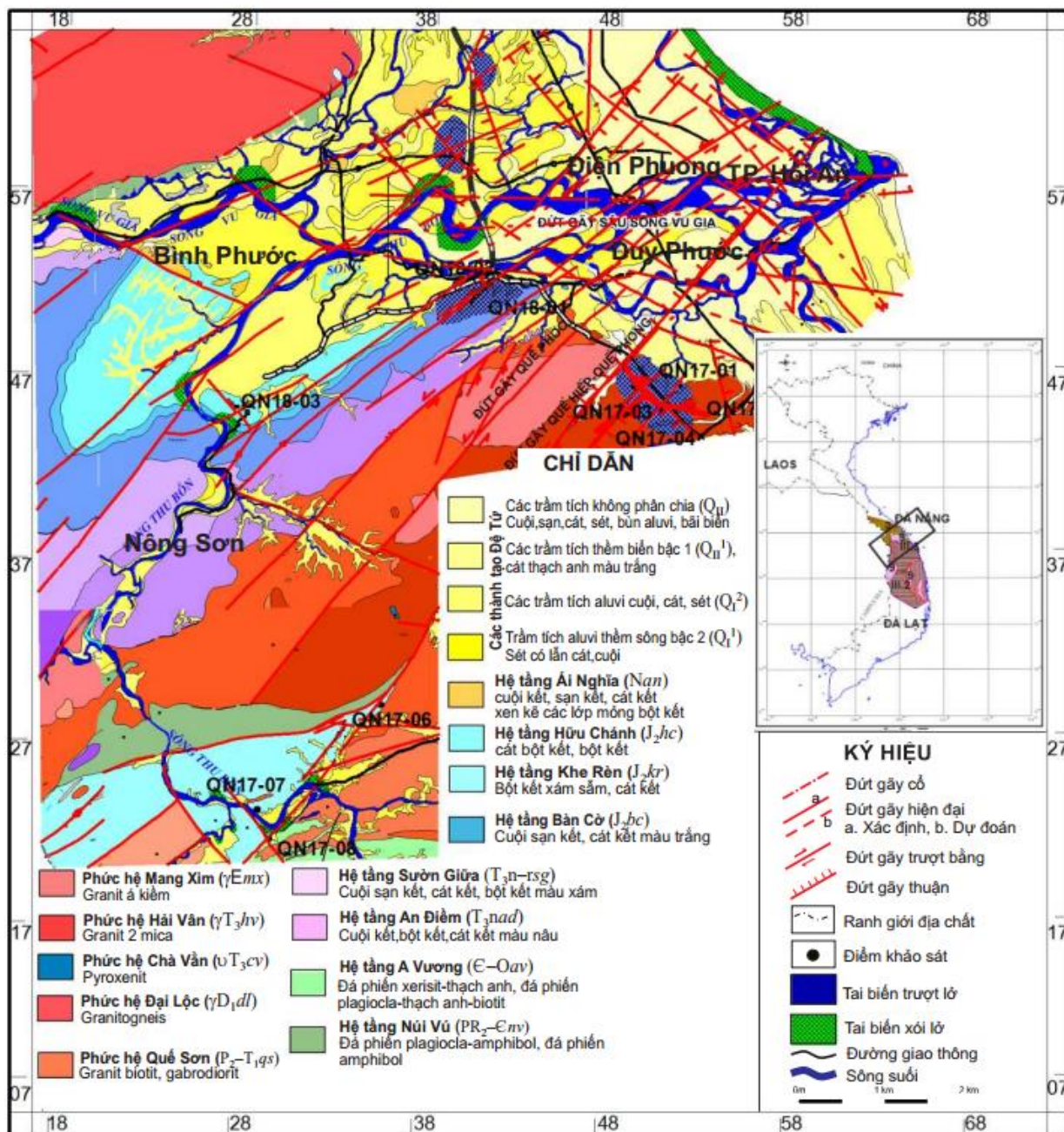
thành tạo trầm tích và magma có tuổi và nguồn gốc khác nhau, trải qua quá trình biến dạng địa chất đa kỳ phức tạp. Trên cơ sở tổng hợp các tài liệu hiện có, kết hợp với các số liệu nghiên cứu mới ở đây, một số đặc điểm địa chất chính của khu vực có thể tóm tắt như sau (Hình 1).

### 2.1. Đặc điểm thành phần vật chất

a. Về địa tầng, trong vùng nghiên cứu có mặt các thành tạo trầm tích và phun trào bị biến chất có tuổi cổ nhất là Neoproterozoic đến Cambri sớm thuộc Phức hệ Núi Vú ( $PR_3-E_1nv$ ) phân bố ở rìa nam của khu vực (Hình 1). Nằm trên chúng nhưng không rõ quan hệ là các thành tạo lục nguyên carbonat của Hệ tầng A Vương ( $E_3av$ ) nằm ở rìa bắc của các thành tạo Mesozoic (Hình 1). Các thành tạo trầm tích Mesozoic khá phổ biến và phân bố ở phần bắc trung tâm của vùng, tạo thành 1 cấu trúc kéo dài đông bắc - tây nam (Hình 1). Chúng bao gồm các trầm tích lục nguyên dạng molas xám tuổi Trias muộn thuộc các hệ tầng An Điền ( $T_{3n-rad}$ ) và Sườn Giữa ( $T_{3n-rsg}$ ) phủ bất chỉnh hợp lên các thành tạo cổ hơn (Hình 1B). Các trầm tích tuổi Jura phủ bất chỉnh hợp lên các đá tuổi Trias, bao gồm các trầm tích lục địa hạt thô đến mịn gồm các đá cuội kết, cát kết, cát bột kết, sét kết thuộc các hệ tầng Bàn Cờ ( $J_1bc$ ) và Khe Rèn ( $J_1kr$ ) tuổi Jura sớm, và Hệ tầng Hữu Chánh tuổi Jura trên ( $J_2hc$ ) (Hình 1B).

Các thành tạo trầm tích Kainozoic bao phủ phần lớn diện tích vùng hạ lưu của sông Vu Gia - Thu Bồn. Phần dưới cùng là các trầm tích vụn thô tuổi Neogen thuộc hệ tầng Á Nghĩa ( $Nan$ ) phân bố thành dải nhỏ rải rác trong khu vực nghiên cứu. Lớp phủ trầm tích Đệ Tứ phân bố rộng rãi trên vùng nghiên cứu và bao gồm nhiều kiểu nguồn gốc khác nhau (Hình 1B). Phần dưới cùng là các thành tạo tương biến tuổi Holocen trung ( $mQ_{IV}^2$ ). Phủ trên chúng là các thành tạo Holocen giữa - trên gồm các trầm tích sông - biển - đầm lầy thuộc hệ tầng Cẩm Hà ( $ambQ_2^{2-3}ch$ ), các trầm tích sông - biển của Hệ tầng Nam Phước ( $amQ_2^{2-3}np$ ) và các thành tạo nguồn gốc biển - gió ( $mvQ_2^{2-3}$ ). Trên cùng là các thành tạo Holocen thượng có nguồn gốc sông ( $aQ_2^3$ ) và biển ( $mQ_2^3$ ).

b. Về Magma xâm nhập các thành tạo magma xâm nhập phân bố khá rộng rãi trong vùng nghiên cứu (Cát Nguyên Hùng, 1996, Nguyễn Văn Trang, 1986) và bao gồm các phức hệ sau (Hình 1B). Cổ nhất là Phức hệ Đại Lộc ( $gyS_4-D_1$ ) gồm các đá

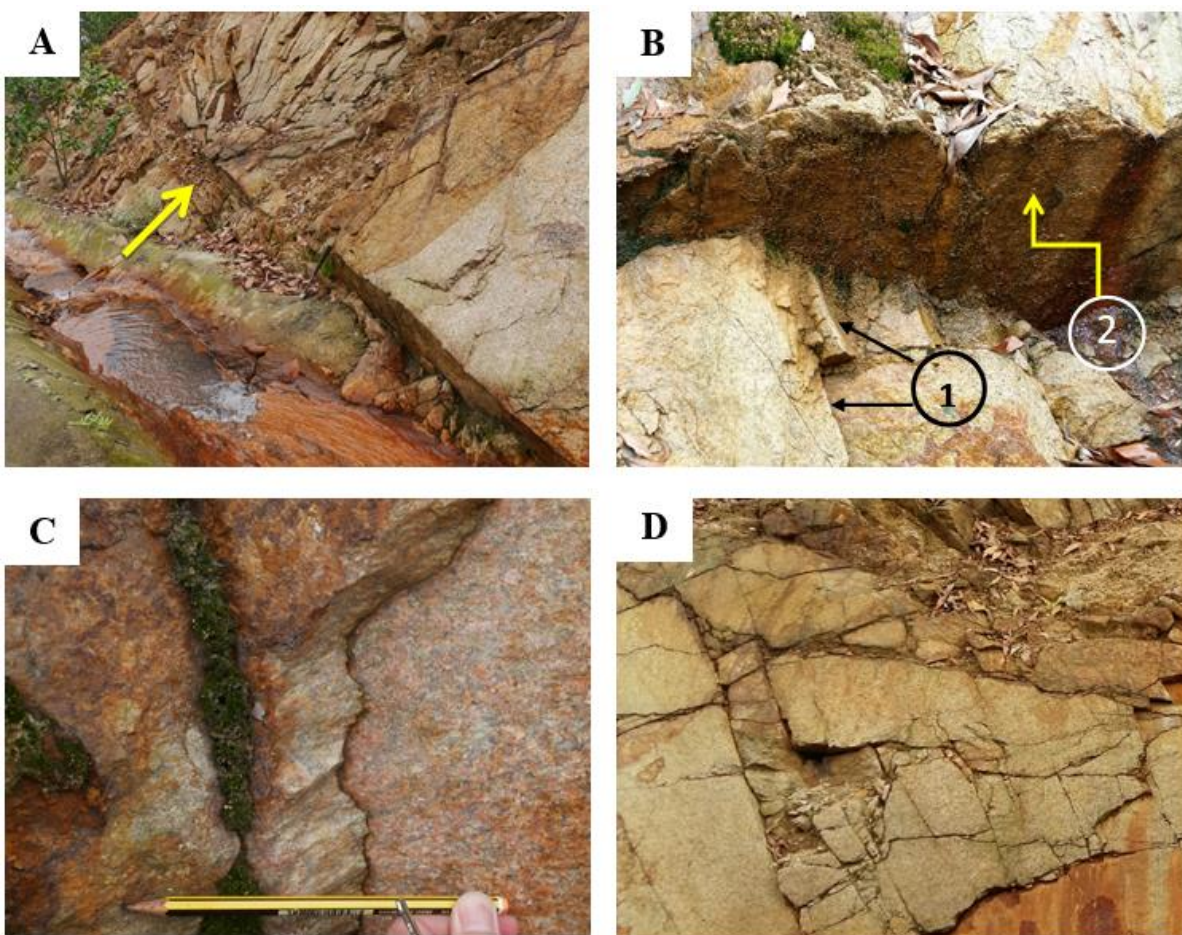


Hình 1. A- Vị trí lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn trong Hình B; B- Sơ đồ địa chất khái quát khu vực trung - hạ lưu lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn (chỉnh sửa và bổ sung theo tài liệu của Cát Nguyên Hùng (1996) và Nguyễn Văn Trang (1985))

granitogneis có tuổi khoảng 415 triệu năm (Nguyễn Trường Giang và Trần Thanh Hải, 2016). Phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn ( $g\delta b q$ ) có tuổi khoảng 290 đến 250 triệu năm (Nguyễn Trường Giang và Trần Thanh Hải, 2016) với thành phần chủ yếu gồm diorit đến granit; Phức hệ Chà Ván tuổi Trias muộn gồm các khối nhỏ piroxenit lộ ra ở phía nam và đông nam khu vực nghiên cứu. Các thành tạo xâm nhập granit Kiểu S tuổi Trias muộn

được xếp vào Phức hệ Hải Vân ( $\gamma a T_3/n$ ) (Trần Văn Trị và Vũ Khúc, 2009) phân bố khu vực phía tây (Hình 1B). Trẻ nhất là Phức hệ Mang Xim có tuổi giả định là Eoxen ( $\delta \gamma E_{mx}$ ) (Cát Nguyên Hùng, 1996) gồm các đá granosyenit porphyr, syenit thạch anh lộ ra các thể nhỏ ở khu vực rìa phía tây và tây bắc khu vực nghiên cứu.

## 2.2. Đặc điểm biến dạng kiến tạo



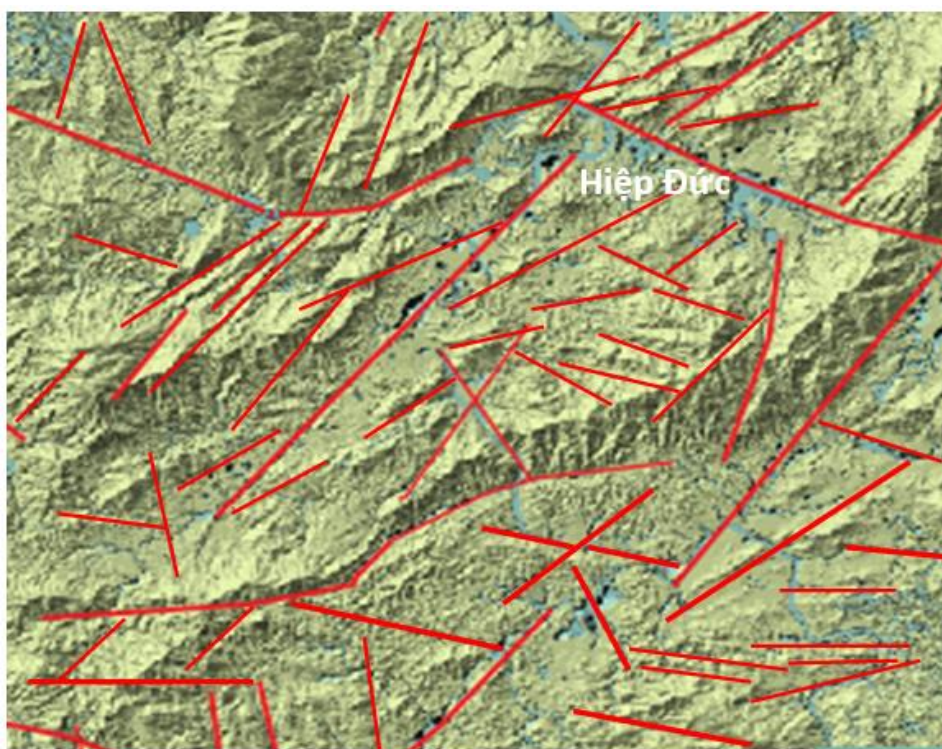
Hình 2. A. Đới dập vỡ kiến tạo (mũi tên) nằm trong đới đứt gãy thuận phương đông bắc - tây nam quan sát được tại Vết lộ QN17-04 (Tam Lộc, Thăng Bình). B. Sự tồn tại các mặt trượt giao cắt nhau thể hiện mối quan hệ xuyên cắt giữa 2 hệ thống đứt gãy (1) và (2) có tuổi khác nhau quan sát tại Vết lộ QN17-04. C. Dạng cấu tạo bậc trượt của hệ thống đứt gãy trượt bằng trái phương đông bắc - tây nam quan sát tại khu vực xã Tam Lộc - Thăng Bình (QN17-04); D. Các hệ thống khe nứt giao nhau trong đá granit Phúc hệ Hải Vân làm cho đá bị dập vỡ mạnh mẽ quan sát tại Điểm lộ QN17-04 (Tam Lộc, Thăng Bình).

### 2.2.1. Đặc điểm chung

Các tài liệu nghiên cứu hiện có (ch., Cát Nguyên Hùng, 1996; Nguyễn Văn Trang, 1986; Tran et al., 2014, Trần Thanh Hải, 2015) cho thấy các đá trong khu vực nghiên cứu bị biến dạng rất mạnh mẽ qua các thời kì khác nhau. Sự tồn tại của các cấu tạo kiến tạo được hình thành trong nhiều môi trường biến dạng khác nhau, từ dẻo đến giòn phát triển theo nhiều pha biến dạng khác nhau (Tran et al., 2014) làm cho cấu trúc khu vực hết sức phức tạp. Trong nghiên cứu này, đã xác định được sự tồn tại của nhiều hệ thống đứt gãy phát triển một cách có quy luật theo nhiều phương khác nhau (Hình 1B) dựa trên hàng loạt dấu hiệu

trực tiếp (Hình 2) và gián tiếp nhờ kết quả phân tích ảnh viễn thám và DEM (Hình 3), trong đó nhiều hệ thống có tác động mạnh mẽ tới sự hình thành địa mạo hiện tại và tai biến địa chất trong khu vực. Bên cạnh đó, dấu hiệu của các vận động kiến tạo hiện đại cũng có thể xác định được nhờ hàng loạt dấu hiệu địa mạo-kiến tạo khác nhau (Burbank and Anderson, 2011). Trên cơ sở phân tích các tài liệu hiện có và kết quả khảo sát thực địa dấu hiệu trực tiếp và gián tiếp và thu thập tài liệu hiện có, có thể bước đầu là phân loại các hệ thống đứt gãy theo tuổi và quy luật phân bố của chúng như sau.

#### a. Các đứt gãy phương á vĩ tuyến



Hình 3. Kết quả phân tích lineament trên cơ sở sơ đồ sơ đồ DEM của vùng trung lưu Sông Thu Bồn đoạn qua Hiệp Đức cho thấy sự phát triển mạnh mẽ của các hệ thống lineament liên quan tới các đứt gãy (đường màu đỏ) tác động tới sự hình thành địa hình khu vực. Chú ý rất nhiều đoạn đứt gãy cắt qua và làm dịch chuyển hoặc định hướng dòng chảy của sông suối (các đường màu xanh). Cũng chú ý 3 hệ thống lineament phương á vĩ tuyến tuyến, tây bắc - đông nam và đông bắc - tây nam, trong đó hệ thống đông bắc - tây nam phát triển mạnh và cắt qua các hệ thống khác và làm biến dạng các hệ thống thiên văn hiện đại, chứng tỏ chúng có lịch sử trẻ nhất.

Các hệ thống đứt gãy phương á vĩ tuyến được nhận dạng trong các nghiên cứu trước đây là các hệ thống cổ nhất, có ý nghĩa trong việc hình thành bồn trũng Quảng Nam và sông Thu Bồn nói chung (Cát Nguyên Hùng, 1996; Nguyễn Văn Trang, 1986) (Hình 1B). Chúng thường bị cắt qua và làm dịch chuyển hoặc bị xóa nhòa bởi các cấu tạo trẻ hơn (Hình 3). Chúng thường bị các trầm tích Đệ Tứ phủ trên. Đôi chỗ chúng bị các hoạt động trẻ hơn làm tái hoạt động. Một số biểu hiện có thể quan sát được là các mặt trượt hoặc các đới dăm kết hoặc đới biến đổi. Các hệ thống đứt gãy này cắt qua các đá cổ, bị phủ lên bởi các vật liệu trầm tích Đệ Tứ, đôi chỗ bị phong hóa và bị tái hoạt động bởi các hoạt động kiến tạo muộn hơn.

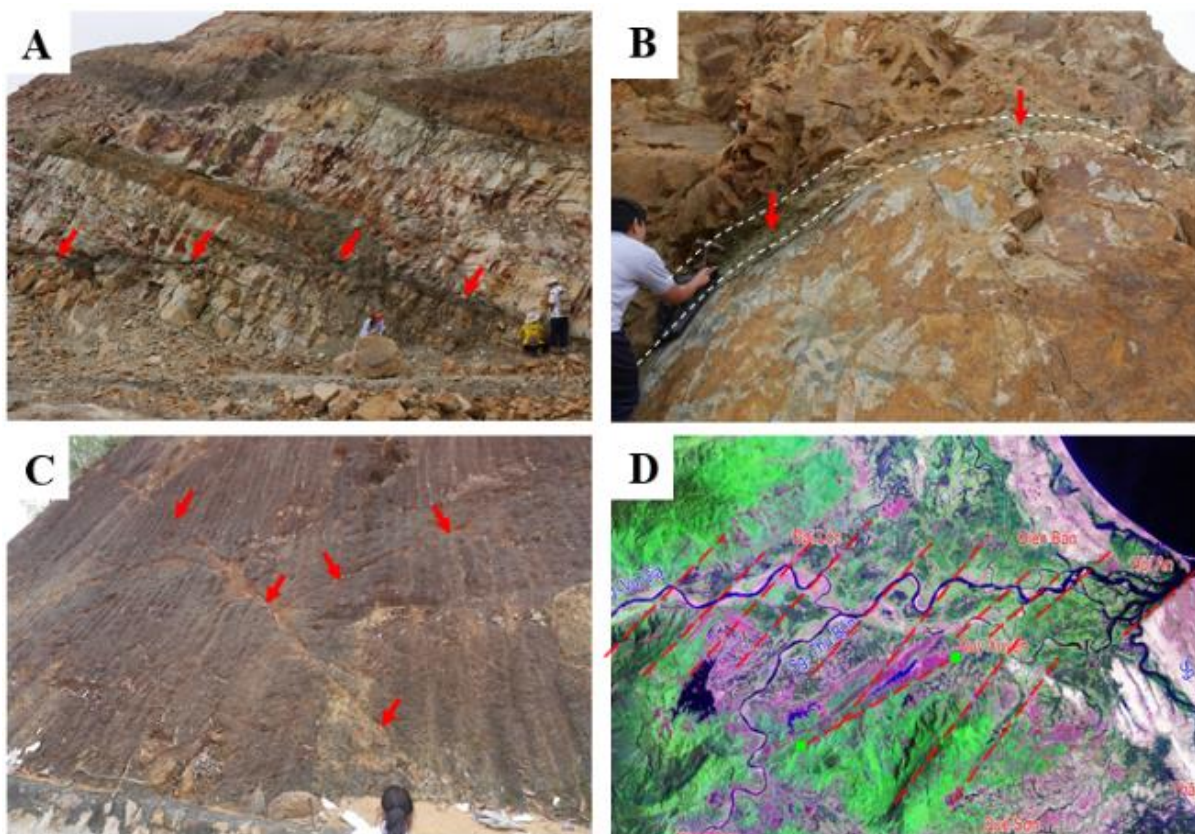
#### b. Các đứt gãy phương tây bắc - đông nam

Trong khu vực nghiên cứu, các hệ thống đứt gãy này khá phổ biến (Hình 1B, 3). Các dấu hiệu hoạt động của hệ thống đứt gãy này thể hiện khá

rộng rãi bằng các dấu hiệu trực tiếp như các mặt trượt, các đới dập vỡ và dăm kết hoặc dăm mùn không gắn kết. Ở một số khu vực, các đứt gãy phương này còn có biểu hiện bằng sự định hướng hoặc dịch chuyển của sông, suối hoặc tạo thành các khối nâng và hạ trong Đệ Tứ (Hoàng Ngô Tự Do, 2016) chứng tỏ một số đứt gãy thuộc phương này hoạt động trong thời kỳ tân kiến tạo hoặc hiện đại (Trần Thanh Hải, 2015).

#### c. Các đứt gãy phương đông bắc - tây nam

Đây là hệ thống đứt gãy phát triển khá mạnh mẽ (Hình 1B, 4) và có tác động mạnh mẽ tới địa mạo khu vực nghiên cứu. Các đứt gãy thuộc hệ thống này có biểu hiện hoạt động muộn, thường cắt qua và làm dịch chuyển các cấu trúc cổ hơn nói trên. Sự tồn tại và hoạt động của hệ thống đứt gãy này được xác định bằng các dấu hiệu trực tiếp như mặt trượt với gờ và bậc trượt, đới dập vỡ. Đặc biệt là rất nhiều đới đứt gãy theo phương này có các



Hình 4. A. Một đới đứt gãy lớn phương đông bắc - tây nam (đánh dấu bằng các mũi tên đỏ dốc về tây bắc quan sát được ở vùng Chiêm Sơn. B. Một đới mùn đứt gãy của đới đứt gãy phương đông bắc - tây nam cắt qua một mặt trượt lớn của đứt gãy cổ hơn phương tây bắc - đông nam phát triển trong đá granit quan sát được tại Chiêm Sơn. C. Đới đứt gãy cắt qua vỏ phong hóa chứng tỏ hoạt động đứt gãy xảy ra muộn. D. Ảnh viễn thám Landsat khu vực trung và hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn cho thấy sự uốn cong và định hướng của các đoạn sông thường trùng với các hệ thống đứt gãy phương đông bắc - tây nam (đường màu đỏ).

đới dập vỡ và mùn đứt gãy không gắn kết, hoặc đứt gãy cắt qua vỏ phong hóa của đá (Hình 4). Bên cạnh đó, sự dịch chuyển đột ngột của các hệ thống sông suối dọc theo đứt gãy quan sát được ở nhiều nơi (Hình 3) cũng liên quan trực tiếp tới các hệ thống đứt gãy này. Những dấu hiệu trên cho thấy các đứt gãy phương đông bắc - tây nam là hệ thống trẻ nhất và có thể đang hoạt động trong thời gian gần đây (Trần Thanh Hải, 2015).

### 2.2.2. Đặc điểm đứt gãy hiện đại

Có nhiều khái niệm về đứt gãy hoạt động hay đứt gãy hiện đại (active fault) ra đời trên thế giới (National Research Council, 1986; Burbank and Anderson, 2011; Keller and Pinter, 2001). Một số nghiên cứu (Keller and Pinter, 2001) cho rằng đứt gãy hiện đại được nhận xét là đứt gãy hoạt động trong vòng 10 nghìn năm trở lại đây. Ngược lại,

một số nghiên cứu khác lại cho rằng đứt gãy hoạt động có thể xảy ra cách đây hàng trăm ngàn năm (xem Trần Thanh Hải, 2015). Tuy nhiên tất cả các nghiên cứu đều cho rằng đứt gãy hoạt động hay hiện đại là các cấu trúc xảy ra trong thời gian gần đây và hiện có thể đang hoạt động, ảnh hưởng trực tiếp tới địa hình địa mạo hiện tại của 1 khu vực. Trong khu vực lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn, hệ thống đứt gãy và khe nứt hiện đại cũng phát triển khá phổ biến thể hiện bởi sự biến dạng mạnh mẽ các yếu tố địa chất được hình thành gần đây như cắt qua và làm dịch chuyển lớp vỏ phong hóa, dịch chuyển các lớp trầm tích trẻ (Hình 2, 5).

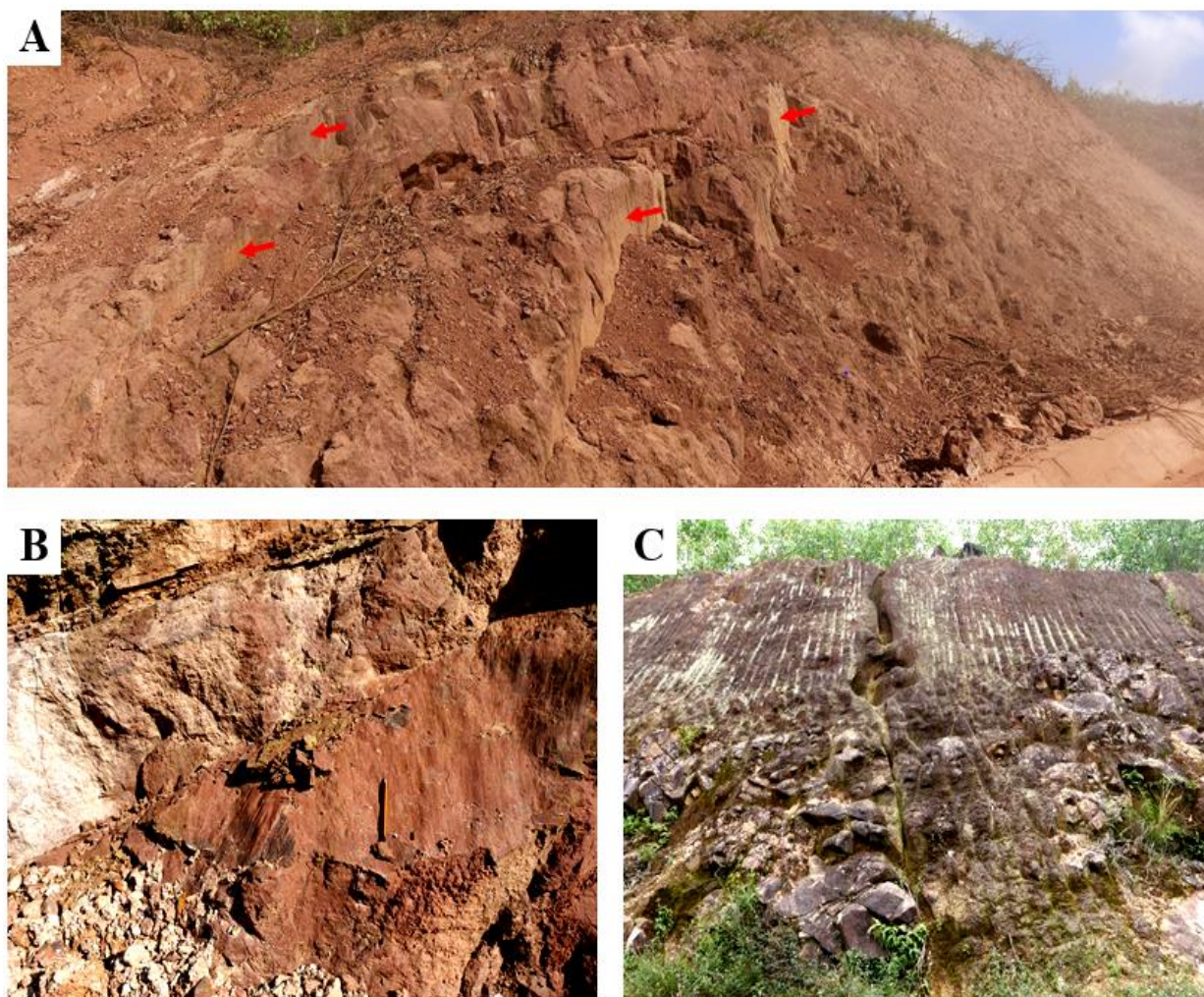
Ngoài ra hoạt động của đứt gãy hiện đại được gián tiếp thể hiện bởi sự chi phối địa hình do các đứt gãy này tạo nên như sự dịch chuyển hoặc biến dạng các hệ thống thủy văn và sự hình thành các

vách đứt gãy, các bồn trũng hiện đại và các yếu tố địa mạo khác (e.g., National Research Council, 1986; Burbank and Anderson, 2011; Douglas et al., 2001) khá phổ biến trong khu vực (Hình 1B, 5).

### 2.2.3. Đặc điểm nâng hạ kiến tạo hiện đại

Ngoài những biểu hiện của đứt gãy hiện đại nói trên, vùng nghiên cứu còn bị chi phối hết sức mạnh mẽ bởi các vận động nâng hoặc hạ kiến tạo trong giai đoạn tân kiến tạo và hiện đại. Các dấu hiệu của vận động nâng hạ kiến tạo biểu hiện rõ rệt nhất bởi hình thái và sự dịch chuyển của hệ thống thủy văn theo thời gian, sự tạo thành các bậc thềm, các trũng địa hình hoặc các sống nâng cục

bộ, sự hình thành các bãi triều hoặc xâm thực bờ biển (National Research Council, 1986; Burbank and Anderson, 2001). Trong khu vực nghiên cứu, các biểu hiện của nâng kiến tạo bao gồm quá trình nắn thẳng dòng sông đi cùng sự xâm thực dọc do sự hạ thấp mực cơ sở sự tạo thành hàng loạt các thềm sông liên tiếp nhau (Hình 6B), sự dịch chuyển của hệ thống dòng chảy theo 1 hướng do sự nâng và làm nghiêng nền địa chất (Hình 6A), thoái hóa dòng sông và nâng cao đáy sông (Hình 6A, 6C), sự phát triển của mạng thủy văn dạng tỏa tia, mở rộng của bãi triều theo thời gian do biển thoái tương đối. Các dấu hiệu của sự sụt lún được thể hiện rõ ràng bởi sự uốn khúc của sông và



Hình 5. A. Một đới đứt gãy phương đông bắc - tây nam với các mặt trượt (mũi tên đỏ) cắt qua các đá trầm tích Trias muộn bị phong hóa quan sát được ở vùng Quế Sơn. B. Một phần của mặt trượt trong Hình A, cho thấy các đường trượt và gờ trượt (theo hướng cây bút) phát triển trên sản phẩm phong hóa của đá gốc, chứng tỏ sự hoạt động của đứt gãy xảy ra gần đây. C. Một đứt gãy cắt qua cả vỏ phong hóa và đá gốc trong các đá magma quan sát được ở vùng Tam Lộc, Thăng Bình.

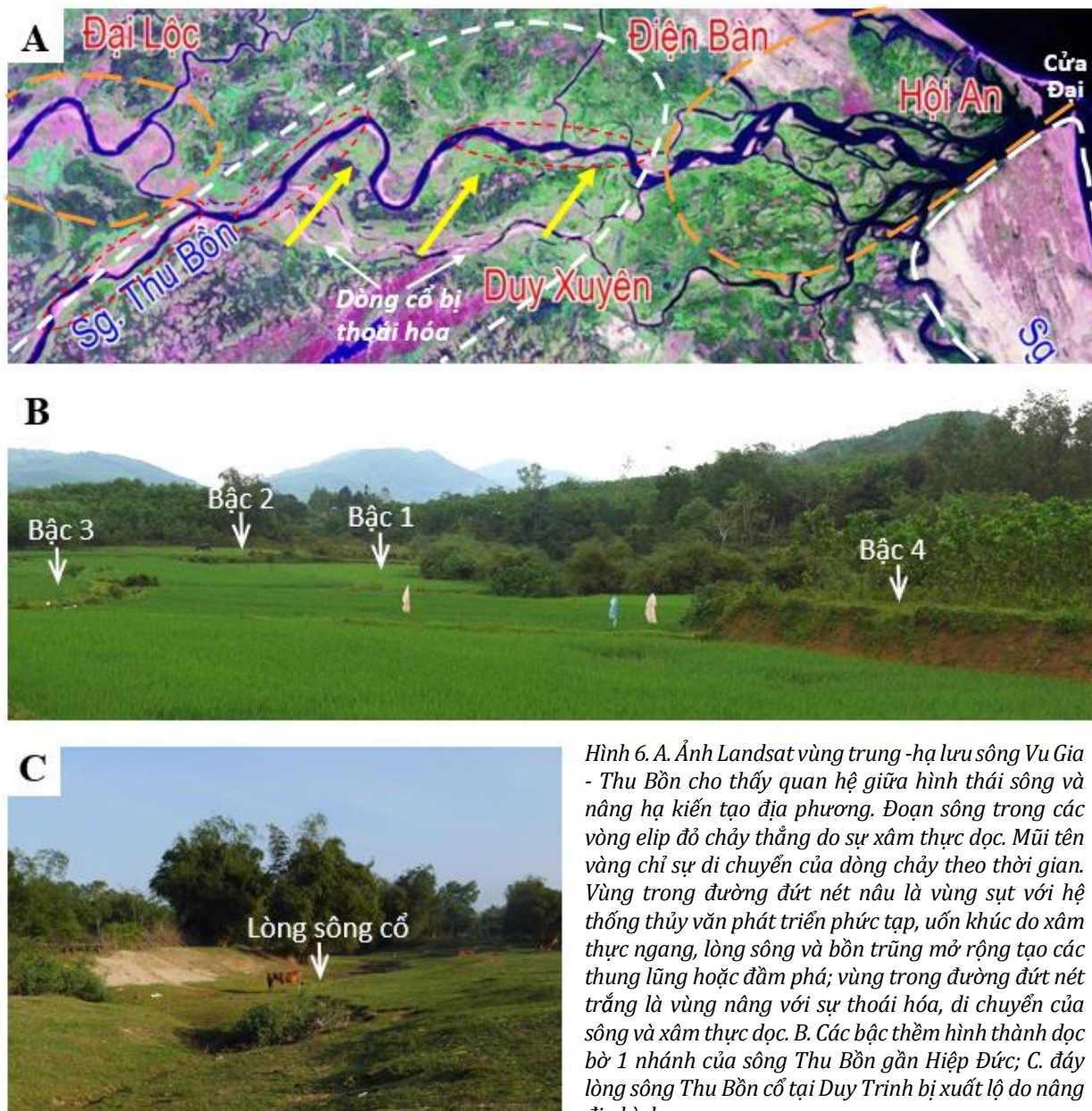
sự phân nhánh phức tạp của sông do sự cân bằng hoặc nâng cao mực cơ sở, sự mở rộng của lòng sông và sự hình thành các bồn trũng giữa núi hoặc đầm phá (Hình 6A), sự xâm thực của biển vào đất liền và phá hủy bờ biển do nâng cao mực cơ sở dọc bờ biển Bắc Cửa Đại (Hình 1B, Hình 6A).

### 3. Đặc điểm tai biến địa chất

Trong phạm vi khu vực trung - hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn tồn tại nhiều dạng tai biến địa chất khác nhau phát triển dọc thung lũng sông hoặc các hệ thống đường giao thông, và dọc đới

ven biển. Một số tai biến đang diễn ra phức tạp và ảnh hưởng lớn tới kinh tế xã hội và cuộc sống người dân. Kết quả khảo sát thực địa kết hợp với tổng hợp các kết quả nghiên cứu khác và đối sánh với các văn liệu tiêu chuẩn (Bell, 1993; Cruden and Varnes, 1996; Hung et al., 2001) cho phép phân loại các tai biến địa chất trong khu vực nghiên cứu thành các nhóm sau. 3.1. Trượt lở

Hiện tượng di chuyển của các vật liệu dọc theo cách bờ vách hoặc sườn dốc. Trong khu vực nghiên cứu thường hay gặp các hiện tượng đá lở, đá trượt, đất trượt, đất trườn.



Hình 6. A. Ảnh Landsat vùng trung - hạ lưu sông Vu Gia - Thu Bồn cho thấy quan hệ giữa hình thái sông và nâng hạ kiến tạo địa phương. Đoạn sông trong các vòng elip đỏ chảy thẳng do sự xâm thực dọc. Mũi tên vàng chỉ sự di chuyển của dòng chảy theo thời gian. Vùng trong đường đứt nét nâu là vùng sụt với hệ thống thủy văn phát triển phức tạp, uốn khúc do xâm thực ngang, lòng sông và bồn trũng mở rộng tạo các thung lũng hoặc đầm phá; vùng trong đường đứt nét trắng là vùng nâng với sự thoái hóa, di chuyển của sông và xâm thực dọc. B. Các bậc thềm hình thành dọc bờ 1 nhánh của sông Thu Bồn gần Hiệp Đức; C. đáy lòng sông Thu Bồn cổ tại Duy Trinh bị xuất lộ do nâng địa hình.



Các hiện tượng đá lở hoặc đất trượt thường xảy ra ở các vùng lộ đá gốc bị đập vỡ mạnh mẽ do sự giao nhau của các hệ thống khe nứt hoặc đứt gãy dọc theo các bờ vách dốc hoặc thẳng đứng như các mái dương của đường, vờ sông, vách núi... (Hình 7A). Đất trượt hoặc đất trườn thường xảy ra nơi đá bị đập vỡ mạnh, tạo vỏ phong hóa dày kết hợp với bờ vách dốc và tác động của nước trên mặt (Hình 7A).

### 3.2. Xói lở bờ sông

Hiện tượng tai biến diễn ra phổ biến và khá phức tạp phức tạp tại nhiều đoạn và chi lưu của sông Vu Gia - Thu Bồn đặc biệt là ở khu vực trung lưu, nơi có mật độ dân số cao nên ảnh hưởng lớn tới môi trường và đời sống dân cư trong khu vực (Hình 7B, Đỗ Quang Thiên và Trần Hữu Tuyên, 2005; Nguyễn Chí Trung, 2011). Theo kết quả phân tích ảnh viễn thám, trong giai đoạn từ năm 1975 đến năm 2014, có đoạn sông từ Quảng Huế tới Thạch Mỹ bị xói ở liên tục về phía bắc với biên độ dịch chuyển tính toán được là 120m. Nhiều đoạn sông khác cũng có mức độ dịch chuyển lòng sông theo chiều ngang tới hàng trăm m (Đặng Đình Đoan, 2014).

### 3.3. Xói lở bờ biển

Xảy ra mạnh mẽ dọc bờ biển Bắc Cửa Đại (Hình 1B, 4) và tác động mạnh mẽ tới khu vực ven biển. Dọc theo khu vực này trên chiều dài hơn 5

km, biển liên tục lấn vào bờ và phá hủy các hệ thống đê bao và các công trình được xây dựng kiên cố để chắn sóng (Hình 8). Theo kết quả phân tích ảnh viễn thám đa thời gian giai đoạn 1975 đến năm 2014 và các kết quả nghiên cứu trước đây bờ biển bị ăn sâu vào đất liền ít nhất vài trăm m dọc chiều dài bờ biển là 5 km (Đặng Đình Đoan, 2009, 2014; Lê Đình Mậu, 2006) (Hình 8).

### 4. Mối quan hệ giữa các vận động kiến tạo và tai biến địa chất vùng trung - hạ lưu lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn và một số giải pháp giảm thiểu tác động

Kết quả nghiên cứu này kết hợp với các nghiên cứu gần đây (Trần Tân Văn, 2002; Đào Mạnh Tiến, 2004; Phan Trọng Trinh, 2012; Trần Thanh Hải, 2015; Hoàng Ngô Tự Do, 2016) cho thấy các vị trí xảy ra tai biến địa chất thường là các vị trí có các biểu hiện hoạt động kiến tạo tích cực, đặc biệt là sự tồn tại của các khối nâng, hạ kiến tạo hoặc dọc theo các đới đứt gãy hoạt động. Kết quả khảo sát này cũng cho thấy các hiện tượng như xói lở bờ biển hoặc bờ sông do các tác nhân khí hậu/thủy văn như sóng, bão, suy giảm nguồn trầm tích hoặc thậm chí do các tác động nhân sinh (Trần Văn Bình, 2014; Võ Công Hoàng và nnk, 2016) mà chưa tính tới các vận động mang tính quy luật của các yếu tố nội sinh là không hợp lý. Do đó, việc đưa ra các giải pháp khắc phục hoặc phòng tránh như xây dựng các công trình chỉnh trị chống lại các tai biến này đã không mang lại hiệu quả dẫn tới sự phá hủy chính các công trình phòng tránh tai biến.



Hình 7. A. Hiện tượng đá trượt và đất trượt dọc vách taluy đường quan sát được ở Chiêm Sơn. Chú ý phần trên của vết lộ đã được gia cố bằng lưới thép để chống trượt nhưng hệ thống gia cố này không hiệu quả và bị phá hủy. B. Hiện tượng xói lở xảy ra dọc 1 nhánh của Sông Thu Bồn đoạn gần Hiệp Đức.

Hầu hết nguyên nhân gây tai biến địa chất cộng hưởng từ nhiều yếu tố địa chất nội ngoại sinh và nhân sinh như đặc điểm thành phần của nền địa chất, sự tồn tại các cấu trúc dập vỡ và các hoạt động kiến tạo hiện đại kết hợp với các yếu tố khí hậu, thời tiết hoặc yếu tố nhân sinh. Trong đó nhóm yếu tố nội sinh bao gồm lại được xem là những nguyên nhân sâu xa thúc đẩy các tai biến

địa chất (Strecker, 2007; Hilley and Arrowsmith, 2008). Chính vì vậy, cần xem xét nguyên nhân sâu xa của các tai biến, từ đó có các giải pháp phù hợp nhất nhằm giảm thiểu và phòng tránh tác động của các tai biến này.

#### 4.1. Đối với trượt lở

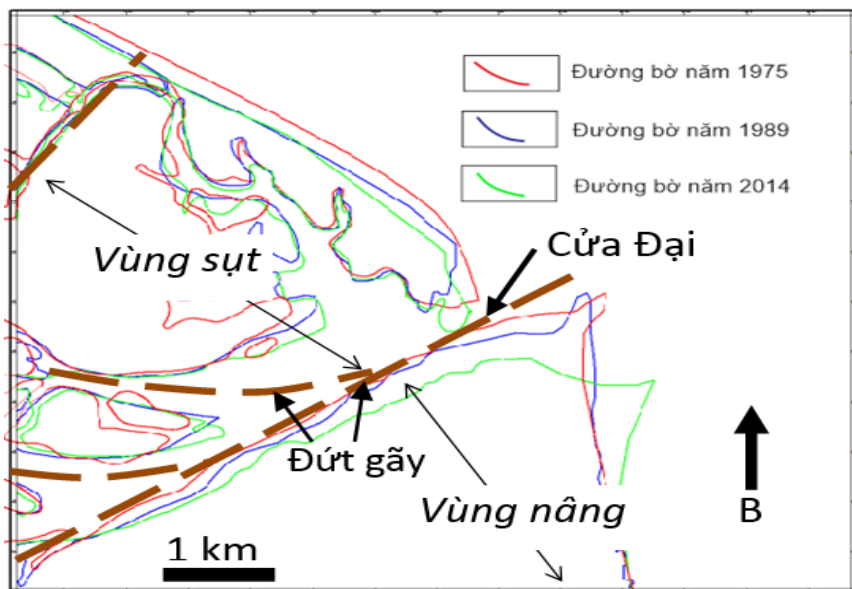
Như trên đã trình bày dạng tai biến trượt lở đều xảy ra tại các vị trí đất đá bị dập vỡ mạnh do chịu sự tác động của hoạt động đứt gãy, dập vỡ, tạo thành các đới xung yếu (Hình 10). Khi kết hợp với độ dốc của địa hình hoặc các hoạt động ngoại sinh như phong hóa, nước trên mặt và các tác động nhân sinh dẫn tới tai biến trượt lở trong đó hiện tượng đá đổ hoặc đá trượt thường liên quan tới sự dập vỡ của khối đá bởi các hệ thống mặt vỡ giao cắt nhau tạo các khối tảng. Đối với hiện tượng đất trượt hay trượt thì thường liên quan tới các đới phong hóa sâu, tạo thành lớp vỏ phong hóa giàu sét dày và dễ hấp thu nước trên mặt. Trong trường hợp mất cân bằng lực do gia tăng lượng nước trong đới và trở nên mềm yếu do sét trương nở, các khối này dễ dàng trượt xuống gây tai biến (Bell, 1993).

Như vậy hiện tượng trượt lở trong khu vực nghiên cứu không chỉ do tác động của một hiện tượng địa chất riêng rẽ mà có thể là hậu quả của sự kết hợp nhiều yếu tố địa chất khác nhau.

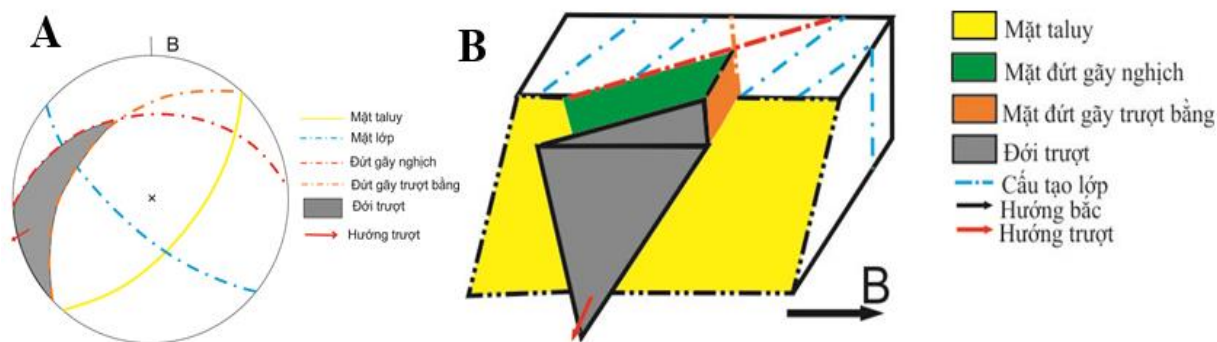
Do vậy, việc sử dụng một giải pháp chống trượt lở duy nhất sẽ không đem lại kết quả mong muốn. Để giảm thiểu tác động của sự trượt, cần giảm làm giảm lực gây trượt bằng cách giảm độ dốc của vách taluy, xây dựng hệ thống ống và



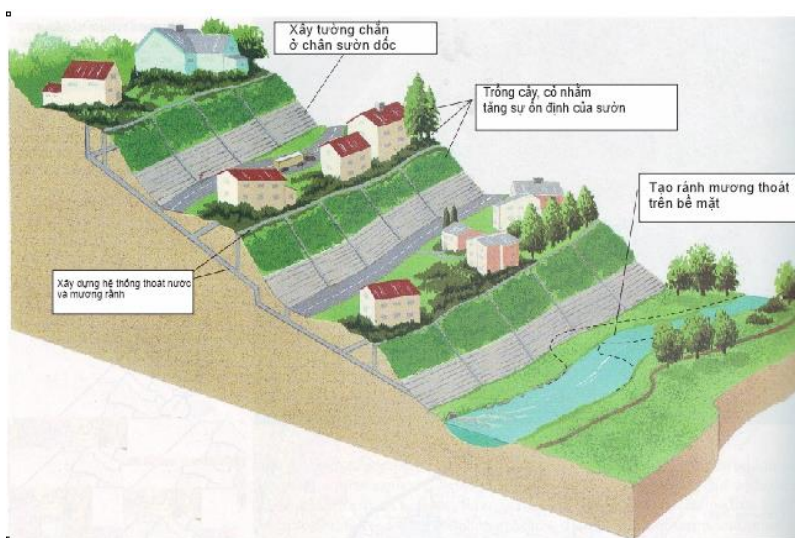
Hình 8. Một đoạn bờ biển Cửa Đại bị xói lở do sóng đánh đã được gia cố bằng bao cát năm 2016 nhưng không hiệu quả. Biển tiếp tục lấn vào bờ và gây xói ở bờ biển nghiêm trọng.



Hình 9. Kết quả phân tích biến động đường bờ khu vực Cửa Đại cho thấy đường bờ ở phía bắc Cửa Đại bị xâm thực liên tục từ 1975 đến



Hình 10. A. Biểu đồ mạng chiếu lập thể thể hiện mối quan hệ giữa các cấu tạo mặt giao nhau tạo ra các khối địa chất và tương quan của chúng với tai biến trượt lở tại vết lộ QN18-02 Duy Trinh; B. Mô phỏng hiện tượng trượt lở tại đoạn đường cao tốc Quảng Nam - Đà Nẵng tại điểm QN18-02 dưới tác động của các cấu trúc địa chất.



Hình 11. Giải pháp chống trượt lở đồng bộ bằng kết hợp nhiều giải pháp khác nhau cho vùng nghiên cứu.

mương thoát nước tạo dòng chảy thoát nước kết hợp gia cố vách taluy bằng geocell, các tường chắn, và trồng cỏ (Hình 11)

#### 4.2. Đối với xói lở bờ sông

Xói lở bờ sông thường xuất hiện tại các đoạn uốn cong của sông do xâm thực ngang và thường trùng với các đới đập vỡ hoặc đứt gãy tân kiến tạo hoặc hoạt động (Hình 1B, 12). Bên cạnh đó, tại các vị trí này, động năng của dòng chảy cũng diễn biến phức tạp trong đó dòng mặt, dòng đáy (Hình 12; Iowa Department of Natural Resources, 2006) và hoạt động của dòng lư (nếu có) cũng diễn biến phức tạp (Đỗ Quang Thiên và Trần Hữu Tuyên, 2005). Hiện tượng xói lở gia tăng ở những vị trí

xung yếu về địa chất, trong khi đó chế độ nâng hạ kiến tạo nâng hạ kiến tạo lại đóng vai trò tạo ra sự dịch chuyển lòng sông hoặc thúc đẩy các quá trình xâm thực dọc hoặc ngang Ngoài ra, độ rắn chắc của nền địa chất cũng đóng vai trò giảm thiểu tác động của xói lở. Trong trường hợp lớp phủ Đệ Tứ dày hoặc đá bị đập vỡ, phong hóa mạnh mẽ sẽ thúc đẩy tốc độ xói lở.

Có nhiều giải pháp kè bờ chống xói lở bờ sông được đưa ra trên thế giới (e.g., Iowa Department of Natural Resources, 2006; United States Department of Agriculture, 1996). Tuy nhiên 1 giải pháp có tính đến tác động của vận động kiến tạo hiện đại hầu hết chưa được đề cập.

Giải pháp hữu hiệu là phải giảm thiểu được tác động của dòng chảy vào bờ gây xói lở của đoạn bờ sông bị đập vỡ và tác động liên tục của cả vận động kiến tạo và động lực dòng chảy. Trên cơ sở phân tích các giải pháp hiện có (Iowa Department of Natural Resources, 2006; United States Department of Agriculture, 1996), nghiên cứu này đề xuất 1 giải pháp tổng hợp là xây dựng các tường chắn giữa sông để giảm thiểu dòng chảy và tạo khoảng trống bồi lắng trầm tích phía sau tường chắn, kết hợp gia cố bờ sông bằng bờ kè ở bên phía bờ lồi bằng rọ đá, geocell... nhằm đón dòng nước mặt có động năng lớn và đẩy sang phía bờ lõm góp phần hạn chế xói lở ở bờ lồi đồng thời tạo ra sự bồi lắng phía sau các tường

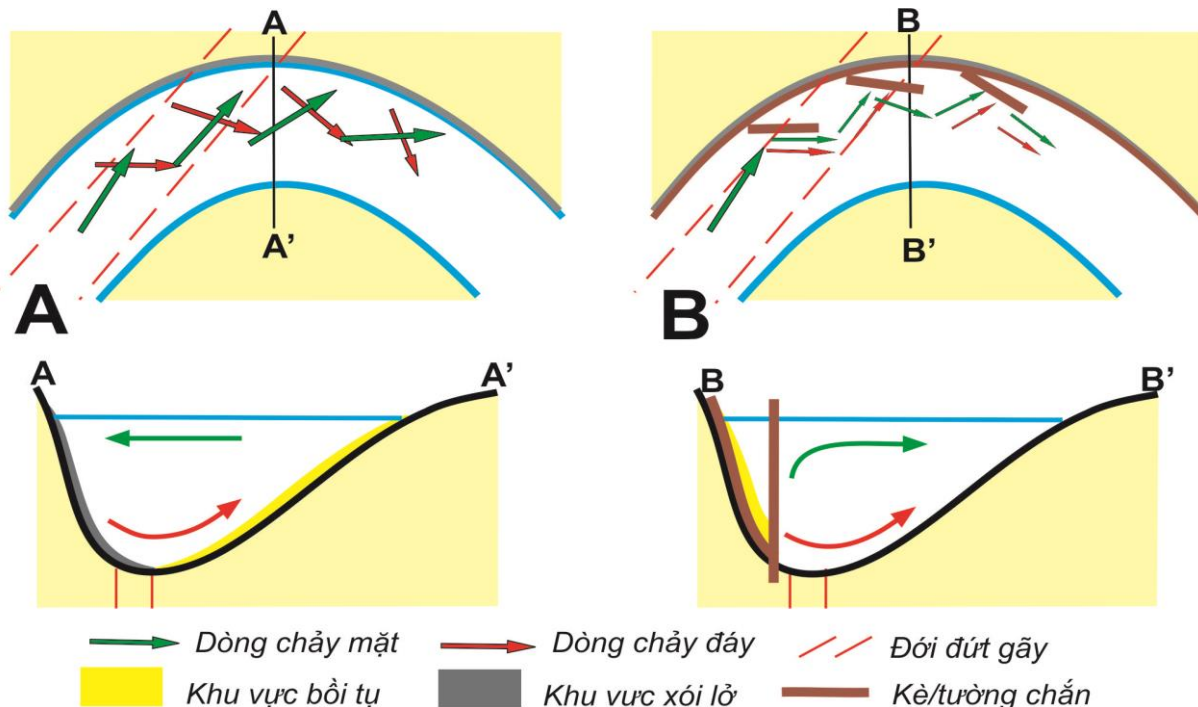
chấn và ổn định bờ sông phía bị xâm thực (Hình 12B).

### 4.3. Đối với xói lở bờ biển

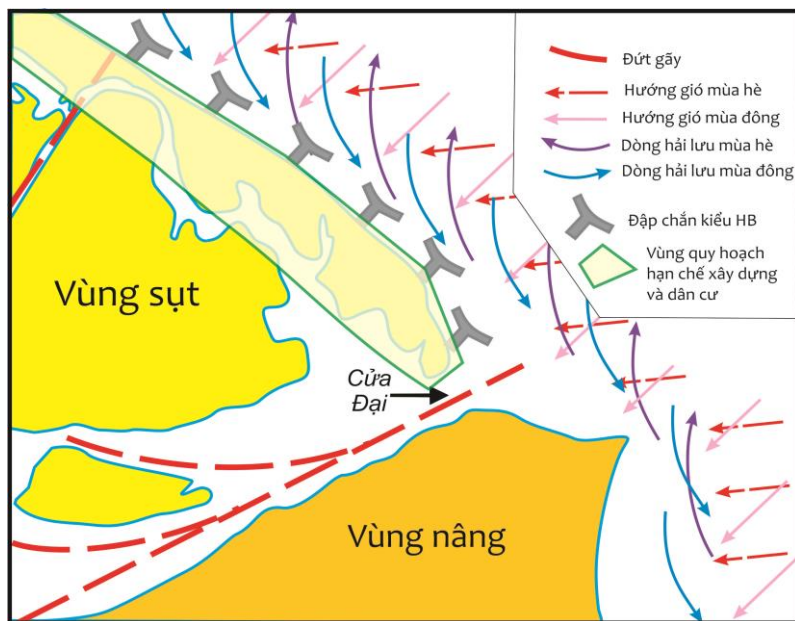
Phân tích các yếu tố cấu trúc kiến tạo và địa mạo vùng ven biển Cửa Đại cho thấy có sự khác biệt lớn giữa hai khu vực Bắc và Nam Cửa Đại. Các nghiên cứu hiện có (Trần Thanh Hải, 2015; Hoàng Ngô Tự Do, 2016) cho thấy khu vực Bắc Cửa Đại là vùng đang sụt lún tương đối (xem phần trên) còn vùng Nam Cửa Đại đang ở trong chế độ nâng. Trong thời gian gần đây đường bờ biển khu vực Bắc Cửa Đại liên tục bị phá hủy (Hình 9). Xâm thực bờ biển làm cho bãi biển khu vực phía bắc bị xóa sổ. Các kết quả nghiên cứu gần đây nói trên cũng cho thấy sự sụt lún ở khu vực Bắc Cửa Đại được khống chế bởi hàng loạt đứt gãy (Hình 1B) trong đó có đứt gãy Cửa Đại (Hình 1B, 4) dẫn tới sự sụt lún của khối Bắc Cửa Đại (Hình 9) và sự dâng cao tương đối của mực nước biển dẫn tới sự xâm thực của biển vào đất liền (National Research Council, 1986; Burbank and Anderson, 2011). Bên cạnh đó các tác nhân khí hậu như dòng biển, bão, gió mùa, thủy triều, dòng hải lưu, thiếu hụt nguồn trầm tích (Trần Văn Bình, 2014; Võ Công Hoàng và

nnk, 2016) cũng tác động mạnh tới đới ven biển và các tác động cộng hưởng này hệ quả là dẫn tới hiện tượng xói lở bờ biển trong khu vực (Trần Thanh Hải 2015). Thực tế khảo sát cho thấy vùng bờ biển Bắc Cửa Đại bị xói lở thường xuyên, không phụ thuộc vào điều kiện thời tiết nhưng có mức độ tàn phá mạnh hơn ở giai đoạn từ tháng 11 đến tháng 4.

Để hạn chế tác động của xói lở bờ biển trong khu vực nghiên cứu cần có sự kết hợp của tổ hợp các giải pháp công trình và phi công trình nhằm đạt hiệu quả tối đa hạn chế hậu quả của loại tai biến này. Trước đây, các giải pháp xây kè, đê chắn sóng dọc bờ đã không phát huy hiệu quả (Hình 8). Nguyên nhân sâu sa là các giải pháp này không hạn chế được cường độ sóng tác động vào bờ và các kè, tường chắn nằm trên 1 nền địa chất không ổn định, dễ dàng bị sóng và dòng đáy đào khoét chân chân đế dẫn đến sụp đổ. Để bảo vệ bờ biển trong trường hợp nền địa chất đang sụt lún và không bền vững, nghiên cứu này đề xuất giải pháp xây dựng các đập phá sóng xa bờ kiểu HB (Headland Breakwaters) (Hardaway and Gunn, 2011; Jackson et al, 2015) tương tự như đối với Vịnh Chesapeake (USA) nhằm giảm cường độ hoạt động của sóng vào bờ và do đó sẽ giảm lượng



Hình 12. A. Mô phỏng 1 đoạn sông uốn khúc bị tác động của xói lở và quan hệ của các dòng chảy trên mặt và dưới đáy sông. B. Giải pháp tổng hợp bao gồm xây dựng tường chắn kết hợp kè bờ sông để thay đổi hướng và cường độ dòng chảy tác động vào bờ xói của sông.



Hình 13. Sơ đồ mô phỏng thiết kế hệ thống đập phá sóng kiểu HB để hạn chế ảnh hưởng của sóng vào bờ biển ở Bắc Cửa Đại và đề xuất khu vực hạn chế xây dựng và dân cư, bảo đảm việc giảm tác động của xói lở bờ biển trong bối cảnh nước biển dâng và sụt lún của đới bờ. Hướng gió và dòng hải lưu theo các mùa được tổng hợp theo tài liệu của Bộ Giáo dục và Đào tạo (2016).

bào mòn bờ biển, đồng thời sẽ tạo ra môi trường thuận lợi để bồi lắng trầm tích dọc bờ. Các đập chắn này thường là các đập nhỏ, đặt trong vùng nước nông cách bờ từ vài trăm mét đến hàng km (Hardaway and Gunn, 2011; Jackson et al, 2015) (Hình 13). Bên cạnh đó, để gia cố thêm bờ biển, có thể sử dụng các giải pháp xây dựng các hệ thống kè bờ phủ trên bởi các kết cấu bê tông khối phức hình để phá sóng.

Tuy nhiên, do khu vực Bắc Cửa Đại đang tiếp tục sụt lún do kiến tạo, trong bối cảnh biến đổi khí hậu nước biển dâng, mực nước biển trong khu vực sẽ tiếp tục dâng cao (Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012) và do đó biển sẽ tiếp tục xâm thực vào đất liền trong tương lai. Trong trường hợp này, để hạn chế tối đa ảnh hưởng của tai biến xói lở bờ biển, cần thiết lập giải pháp quy hoạch dân cư hợp lý và bền vững dọc đới ven biển trong các khu vực đang sụt lún hiện đại nhằm đảm bảo an toàn cho các khu dân cư ven biển (Hình 13).

#### 4. Kết luận

Vùng trung lưu lưu vực sông Vu Gia -Thu Bồn có đặc điểm cấu trúc địa chất, địa mạo khá phức tạp, trong đó các cấu trúc khu vực và địa phương

được hình thành và phát triển trong nhiều giai đoạn và vẫn tiếp tục hoạt động đến hiện nay. Các biểu hiện hoạt động tân kiến tạo bao gồm sự tồn tại các hệ thống đứt gãy và khe nứt trẻ, sự vận động nâng và hạ kiến tạo theo phương thẳng đứng với các dấu hiệu trực tiếp rõ ràng.

Các vận động kiến tạo hiện đại không chỉ tạo nên hình thái địa mạo phức tạp cho vùng nghiên cứu mà còn là nguyên nhân tác động trực tiếp tới sự hình thành các loại tai biến địa chất, trong đó phổ biến nhất là các hiện tượng trượt lở, xói lở bờ sông và xói lở bờ biển. Các tai biến địa chất này thường có liên quan chặt chẽ và khống chế bởi cấu trúc của đá móng cũng như các vận động kiến tạo hiện đại.

Trên cơ sở phân tích mối quan hệ giữa tai biến địa chất với các yếu tố địa chất và tác động của kiến tạo hiện đại, nghiên cứu này đã đề xuất một số giải pháp giảm thiểu tác động của các tai biến địa chất trong khu vực. Như vậy, việc nhận dạng đúng đắn đặc điểm cấu trúc khu vực và xác định bản chất của chúng có vai trò quan trọng đối với dự báo tai biến địa chất, không chỉ đối với vùng nghiên cứu mà còn đối với nhiều khu vực khác có điều kiện địa chất, địa mạo và các yếu tố ngoại sinh khác tương tự ở khu vực miền Trung.

#### Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được thực hiện với sự tài trợ về kinh phí của Đề tài cấp nhà nước 'Nghiên cứu tác động của hoạt động tân kiến tạo đối với sự biến đổi dòng chính các lưu vực sông khu vực Miền Trung phục vụ bảo vệ các dòng sông, thử nghiệm cho lưu vực sông Vu Gia - Thu Bồn' 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 BĐKH.13/16-20 do PGS.TS. Trần Thanh Hải làm chủ nhiệm.

#### Tài liệu tham khảo

Bell, F.G, 1993. *Engineering Geology*. Blackwell Scientific Publication.

- Burbank, D.W. and Anderson, R.S., 2011. *Tectonic Geomorphology*. Blackwell Science.
- Cát Nguyễn Hùng (Chủ biên), 1996. Báo cáo đo vẽ bản đồ địa chất và tìm kiếm khoáng sản tỉ lệ 1:50.000 nhóm tờ Đà Nẵng - Hội An. *Báo cáo đề tài*. Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.
- Cruden D.M., Varnes D.J, 1996. Landslide types and processes. In: Turner A.K.; Shuster R.L. (eds) *Landslides: Investigation and Mitigation. Transp Res Board, Spec Rep 247*, 36-75.
- Đặng Đình Đoàn, 2009. Đánh giá biến động bờ biển khu vực cửa sông Thu Bồn bằng công nghệ viễn thám - GIS. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* 25, 15-20.
- Đặng Đình Đoàn, 2014. *Nghiên cứu diễn biến hình thái khu vực cửa sông Thu Bồn và đề xuất các biện pháp giảm thiểu tác động bất lợi phục vụ phát triển kinh tế xã hội*. Luận án Tiến sĩ Kỹ thuật, Trường Đại học Thủy Lợi.
- Đào Mạnh Tiến (Chủ biên), 2004. Điều tra địa chất, khoáng sản, địa chất môi trường và tai biến đại chất vùng biển Nam Trung Bộ từ 0-30 m nước ở tỷ lệ 1:100.000 và một số vùng trọng điểm ở tỷ lệ 1:50.000. *Báo cáo đề tài*. Lưu trữ Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam. Hà Nội.
- Đỗ Quang Thiên và Trần Hữu Tuyên, 2005. Các kiểu xói lở bờ sông Thu Bồn và tác động của nó đến môi trường khu vực. *Tuyển tập Báo cáo hội nghị Khoa học và Công nghệ lần thứ 9*, Đại học Bách Khoa TP Hồ Chí Minh.
- Hardaway, C.S.Jr., and Gunn, J.R., 2011. A brief history of headland breakwaters for shore protection in Chesapeake Bay, USA, *Shore & Beach* 78, 4/ 79, No. 1, 1-9.
- Hilley, G.E., and Arrowsmith, J.R., 2008. California Geomorphic response to uplift along the Dragon's Back pressure ridge, *Geology* doi: 10.1130/G24517A.1 *Geology* 36, 367-370.
- Hoàng Ngô Tự Do, 2016. *Đặc điểm địa chất đệ tứ và tài nguyên nước dưới đất khu vực đồng bằng ven biển tỉnh Quảng Nam*. Luận án tiến sĩ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- Hungr, O., Evans, S.G., Bovis, M., and Hutchinson, J.N., 2001. Review of the classification of landslides of the flow type. *Environmental and Engineering Geoscience* 7, 221-238.
- Iowa Department of Natural Resources, 2006. How to control streambank erosion. Iowa Department of Natural Resources, in cooperation with the Natural Resources Conservation Service, U.S. Department of Agriculture.
- Jackson, N.L., Harley, M.D., Armaroli, C., and Nordstrom, K.F., 2015. Beach morphologies induced by breakwaters with different orientations". *Geomorphology* 239, 48-57.
- Lê Đình Mậu, 2006. Đặc điểm biến đổi đường bờ tại khu vực Cửa Đại (Hội An) từ năm 1965 đến 2003. *Tuyển tập Nghiên cứu Biển XV*, 38-48.
- National Research Council (NRC), 1986. *Active Tectonics: Impact on Society. Study in Geophysics*. The National Academic Press.
- Nguyễn Chí Trung, 2011. *Nghiên cứu đặc điểm địa chất Holocen lưu vực sông Thu Bồn - Vu Gia (Quảng Nam- Đà Nẵng)*. Luận án Tiến sĩ Địa chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.
- Nguyễn Trường Giang và Trần Thanh Hải, 2016. Sự thành tạo magma đa thể hệ dọc theo rìa của Bồn trũng Nông Sơn, miền Trung Việt Nam và ý nghĩa kiến tạo của nó. *Tạp chí Địa chất: Loạt A* 356 (3-4), 37-49.
- Nguyễn Văn Trang (Chủ biên), 1986. Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Tam Kỳ - Hiệp Đức. Lưu trữ Tổng cục Địa chất, Hà Nội.
- Phan Trọng Trịnh, 2012. *Kiến tạo trẻ và địa động lực hiện đại vùng biển Việt Nam và kế cận*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ.
- Strecker, M.R., Alonso, R.N., Bookhagen, B., Carrapa, B., Hilley, G.E., Sobel, E.R., and Trauth, M.H., 2007. Tectonics and climate of the southern central Andes, *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 35, 747-78.
- Trần Tân Văn, 2002. *Báo cáo đánh giá tai biến địa chất ở các tỉnh ven biển miền trung từ Quảng Bình đến Phú Yên, hiện trạng, nguyên nhân, dự báo và đề xuất biện pháp phòng tránh giảm thiểu hậu quả*. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng Sản, Hà Nội.

Trần Thanh Hải, 2015. 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. *Báo cáo Đề tài cấp Nhà nước*. MS. BDKH.42. Lưu trữ Cục thông tin KHCN, Bộ KHCN.

Trần Văn Bình, 2014. *Nghiên cứu địa mạo phục vụ quản lý môi trường bờ biển tỉnh Quảng Nam*. Luận văn Thạc sĩ Khoa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Trần Văn Trị và Vũ Khúc (Đồng Chủ biên), 2009. *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. Hà Nội.

Tran, H.T., Zaw, K., Halpin, J.A, Manaka, T., Meffre,

S., Lee, Y., Le, V.H., Lai, C.K, Dinh, S., 2014. The Tam Ky-Phuoc Son Shear Zone in Central Vietnam: Tectonic and metallogenic implications. *Gondwana Research* 26, 144-164.

United States Department of Agriculture, 1996. Streambank and Shoreline Protection. In Engineering Field Handbook. Natural Resources Conservation Service, United States Department of Agriculture.

Võ Công Hoang, Hitoshi Tanaka và Nguyễn Trung Việt, 2016. Diễn biến hình thái vùng cửa sông Cửa Đại - Hội An theo chu kỳ dài hạn: Phần 2 mối liên hệ giữa thay đổi hình thái cửa sông và xói lở bờ biển. *Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường* 54: 19-23.

## ABSTRACT

### Geological hazards in the middle and lower portion of Vu Gia - Thu Bon river catchment and prevention and mitigation measures

Huong Thi Pham <sup>1</sup>, Quang Xuan Nguyen <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Geology Geosciences and Geoengineering, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam.

The middle and lower portions of Vu Gia - Thu Bon catchment are underlain by complex structure and morphology. The area comprises many sedimentary and magmatic rocks of Precambrian to Cenozoic in which Quaternary sediments cover most of the lower river basin. These rocks are cut by many fault and fracture systems of different sizes, which dominantly trend northeast-southwest, northwest - southeast, longitudinally and latitudinally. Some fault systems were active during Neotectonics, evident by the deformation of young geological assemblages, uplift and subsidence, and modification of drainage systems. Within the study area, many types of geological hazards such as landslides, river bank erosion and coastal erosion are occurred. They are commonly controlled by endogenic movements in combination with other exogenic processes. Landslides commonly occur within the zones of strong faulting or fracturing of the rocks. River bank erosion commonly takes place at the intersection of river with active faults or the change of flow direction due to uplift or subsidence. Coastal erosion takes place in the areas of subsidence that leads to relative sea level rise. For mitigation of landslide risks, a workable solution is to unload the slope block and reduce the slope angle, draining of water together with enforcement of the slope with suitable dams. For the river bank erosion mitigation, a combination Iowa vanes construction and reinforcement of the river bank by geogrids and grass growing is a suitable solution for unstable banks. For the mitigation of coastal erosion, constructing near-shore headland breakwaters and reinforcement of the shore by geogrids, together with a sustainable coastal management planning is one of the effective way to reduce the risks of coastal erosion in the context of coastal zone subsidence coupled with long-term sea level rise caused by global climate change.