

## Geomorphology and the natural hazard of Huong coastal estuaries

Nguyen Cong Quan<sup>1,2,\*</sup>, Pham Van Hung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Geological Sciences, VAST, Vietnam*

<sup>2</sup>*Graduate University of Science and Technology, VAST, Vietnam*

E-mail: [cong.quan.1584@gmail.com](mailto:cong.quan.1584@gmail.com)

Received: 28 March 2017; Accepted: 30 December 2017

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

### Abstract

The geomorphological features and related geological hazards of the estuarine and coastal area of the Huong river are concluded from latest synthetic data. The estuarine terrain of Huong river was the result of interaction amongst neo and modern tectonic activities with exogenic dynamic factors as marine, marine - fluvial and fluvial. The estuary of Huong river is placed on the northwest - southeast neo - modern tectonic Quang Dien - Phu Vang depressed plate which has 3 local depressed blocks where then were filled by marine, marine - fluvial and fluvial sediment. The marine sediment was mostly distributed on the northwestern and southeastern blocks while the central block was mostly filled by marine - fluvial sediment. The terrain of coastal and estuarine area of Huong river had 18 types, they have changed dramatically within spatial and sequential dimension for those periods: Pliocene - early Pleistocene, middle - late Pleistocene, early - middle Holocene and late - modern Holocene. During Pliocene - early Pleistocene and middle-late Pleistocene, weak uplifting movement to the north of the area had created the denudation surfaces, erosion and abrasion terraces with heights over 20 m, whereas the depressed area to the east had been filled by several hundred meters of fluvial and fluvial - marine sediment. In the early - middle Holocene, depressing movement and retrogradation caused the marine and fluvial - marine sediment accumulated rapidly up to tens of meters. In the last phase of late-modern Holocene, weak depressing combined with moderate uplifting movement happened, hence the accumulation of fluvial, fluvial - marine - marsh sediments. The shoreline of studied area had changed dramatically in the modern Holocene. In the early-middle Holocene, the shoreline was about 20 km inland of Quang Dien - Inner Citadel area and about 15 km of Phu Vang area. The strong morphodynamic process occurred and caused erosion - accretion of the coastal estuarine of Huong river, and changed the modern shoreline locations. At Thuan An inlet, erosion happened by the foot of coastal dunes at the rate of 6.4 m annually; but there was only accretion in Hai Duong coast. The bank of Huong river was also eroded, especially from Tuan junction to Tam Giang lagoon, and the most seriously erosion locations area La Khe commune, Bang Lang - Thuy Bang, Long Ho - Xuoc Du, Thien Mu pagoda and Dia Linh - Huong Vinh.

**Keywords:** Geomorphology, coastal estuary, Huong river.

## Đặc điểm địa mạo và tai biến tự nhiên liên quan ở vùng cửa sông ven biển sông Hương

Nguyễn Công Quân<sup>1,2,\*</sup>, Phạm Văn Hùng<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

<sup>2</sup>Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Việt Nam

\*E-mail: [cong.quan.1584@gmail.com](mailto:cong.quan.1584@gmail.com)

Nhận bài: 28-3-2017; Chấp nhận đăng: 30-12-2017

### Tóm tắt

Trên cơ sở tổng hợp tài liệu nghiên cứu mới cho phép nêu lên những đặc điểm địa mạo vùng cửa sông ven biển sông Hương và các tai biến địa chất liên quan. Địa hình vùng cửa sông ven biển sông Hương hình thành và phát triển dưới tác động chủ yếu của các yếu tố chuyển động Tân kiến tạo - hiện đại vỏ Trái đất, động lực biển, sông - biển và sông. Vùng cửa sông ven biển sông Hương hình thành trên khối sụt lún Tân kiến tạo - hiện đại có phương tây bắc - đông nam Quảng Điền - Phú Vang và gồm 3 khối sụt cục bộ được lấp đầy các trầm tích biển, sông - biển và sông. Các trầm tích biển phân bố phổ biến trên khối sụt Quảng Điền và Phú Lộc, còn khối sụt Huế - Phú Vang phân bố chủ yếu là các trầm tích sông - biển. Địa hình vùng cửa sông ven biển sông Hương gồm 18 đơn vị địa mạo, biến động mạnh mẽ theo không gian và thời gian, gồm các thời kỳ: Pliocen-Pleistocen sớm, Pleistocen giữa-muộn, Holocen sớm-giữa và Holocen muộn-hiện đại. Trong Pliocen - Pleistocen sớm và Pleistocen giữa-muộn, chuyển động nâng yếu ở phía tây tạo các bề mặt bóc mòn, thềm xâm thực và mài mòn cao > 20 m, sụt lún ở phía đông được bồi lấp các trầm tích sông, sông - biển có chiều dày hàng trăm mét. Trong Holocen sớm-giữa, chuyển động hạ lún và biển tiến sâu vào lục địa, quá trình bồi tụ trầm tích biển, sông - biển diễn ra với chiều dày đạt hàng chục mét. Trong Holocen muộn-hiện đại, chuyển động nâng, hạ lún phân dị, hoạt động bồi tụ có nguồn gốc sông, sông-biển-dầm lầy khá phổ biến. Đường bờ biển biến động mạnh mẽ trong thời kỳ Đệ tứ muộn. Thời kỳ Holocen sớm-giữa, đường bờ biển nằm sâu trong đất liền hiện nay khoảng 20 km như ở Quảng Điền, Thành Nội); 15 km như ở Phú Vang. Do các quá trình địa mạo động lực (xói lở và bồi tụ) diễn ra mạnh mẽ đã gây nên tai biến xói lở, bồi tụ ở vùng cửa sông ven biển sông Hương và làm cho đường bờ hiện nay bị biến động theo không gian và thời gian. Tại cửa biển Thuận An, xói lở liên tục chôn các cồn cát dọc bờ biển, có chiều rộng từ 150–180 m, tốc độ xói lở 6,4 m/năm; tại bờ biển xã Hải Dương, bồi tụ phát triển mạnh mẽ. Bờ sông Hương bị xói lở diễn ra trên từng đoạn từ Ngã ba Tuần đến phá Tam Giang; điểm xói lở nghiêm trọng xảy ra ở Thôn La Khê, Bằng Lăng - Thủy Bằng, Long Hồ - Xước Dũ, Hương Hồ, Hương Thọ và Địa Linh - Hương Vinh.

**Từ khóa:** Địa mạo, Cửa sông ven biển, sông Hương.

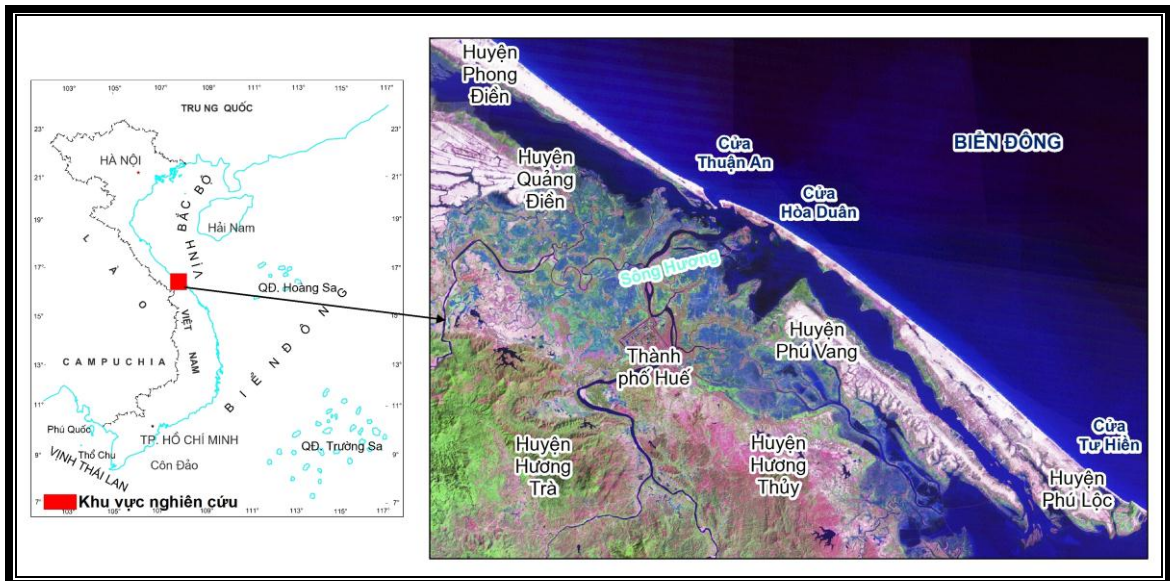
### MỞ ĐẦU

Vùng cửa sông ven biển (VCSVB) là nơi có vị trí địa lý đặc biệt, đa dạng và phong phú về tài nguyên, nơi sông đổ ra biển có bản chất độc đáo, tạo nên cảnh quan riêng và nơi tranh

chấp mãnh liệt giữa đất liền và biển. Trong công trình này, phạm vi nghiên cứu là VCSVB sông Hương, từ bãi triều thấp khi mức triều kiệt vào tới đất liền khoảng 15–20 km, nơi không còn chịu tác động của yếu tố biển.

VCSVB sông Hương (hình 1) là một bộ phận của dải đồng bằng ven biển Thừa Thiên-Huế, có vị trí quan trọng trong phát triển kinh tế, xã hội và an ninh quốc phòng. Cho đến nay, VCSVB sông Hương đã được đề cập trong nhiều công trình nghiên cứu ở mức độ, khía cạnh khác nhau về địa mạo, địa chất, kiến tạo, địa động lực hiện đại và tai biến tự nhiên phục vụ phát triển kinh tế, xã hội, phòng chống thiên tai và bảo vệ môi trường. Phần lớn các công trình đều khẳng định, địa hình VCSVB sông Hương là sản phẩm của các quá trình tương tác sông - biển, biển và chuyển động kiến tạo hiện đại của vỏ Trái đất. Trong đó, chuyển động nâng, hạ kiến tạo cùng với việc lấp đầy trầm tích

sông - biển, biển đóng vai trò chủ đạo trong hình thành dải đồng bằng tích tụ VCSVB sông Hương. Trên VCSVB sông Hương chủ yếu phân bố các trầm tích Đệ Tứ bao gồm: Hệ tầng Phú Vang ( $Q_2^3 pv$ ), Phú Bài ( $Q_2^{1-2} pb$ ), Phú Xuân ( $Q_1^3 px$ ) và Quảng Điền ( $Q_1^{2-3} qđ$ ) có chiều dày đến hàng trăm mét [1]. Trên cơ sở phân tích các tài liệu viễn thám, khảo sát thực địa và tổng hợp các tài liệu nghiên cứu mới về địa mạo, địa chất, kiến tạo, địa động lực hiện đại cho phép nêu lên những đặc điểm cơ bản về địa mạo, các quá trình động lực hiện đại ở VCSVB sông Hương làm cơ sở khoa học cho quy hoạch sử dụng hợp lý tài nguyên lãnh thổ và phòng tránh thiên tai có hiệu quả.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu trên ảnh vệ tinh Landsat 8, năm 2015

## PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ CƠ SỞ TÀI LIỆU

Các phương pháp chủ đạo nghiên cứu đặc điểm địa mạo và quá trình động lực hiện đại ở VCSVB bao gồm: Các phương pháp phân tích viễn thám, khảo sát thực địa, phân tích địa mạo, địa chất, phương pháp bản đồ và phân tích tổng hợp.

### Phương pháp nghiên cứu

#### Phương pháp phân tích viễn thám

Viễn thám vừa là công cụ, vừa là phương pháp ứng dụng có hiệu quả trong nghiên cứu địa mạo, phân tích biến động địa hình VCSVB.

Phân tích ảnh viễn thám cho phép xác lập các dạng nguồn gốc địa hình và sự biến động của chúng: Đồi - thềm xâm thực, thềm mài mòn, tích tụ, cồn cát, bar, đường bờ, sườn bờ, hồ móng ngựa, lòng sông cổ,...); các quá trình địa mạo động lực (xói lở, bồi tụ) diễn ra trong khu vực nghiên cứu. Đặc biệt, phân tích ảnh viễn thám cho phép khoanh định chính xác ranh giới các dạng địa hình, giải đoán thành phần thạch học cũng như nguồn gốc phát sinh của chúng. Ngoài ra, bằng các dấu hiệu gián tiếp còn cho phép xác lập các cấu trúc kiến tạo hiện đại (các nâng, hạ lún địa phương, các đới phá huỷ đứt

gây hoạt động) [2, 3]. Trên thực tế, các cấu trúc kiến tạo hiện đại tồn tại dưới dạng một cảnh quan rất đặc biệt bao gồm các yếu tố về địa hình, mạng lưới thủy văn, thực vật, thổ nhưỡng,... Chúng là những dấu hiệu gián tiếp để giải đoán cấu trúc nâng, hạ lún và đứt gãy hoạt động. Các tư liệu viễn thám: Landsat TM, Landsat MSS, Landsat-8 các năm 1989, 1990, 2005, 2010, 2013, 2015 và SPOT-5 có độ phân giải từ 10–30 m và bản đồ địa hình tỷ lệ 1/50.000, 1/25.000 các năm 1965, 2002, 2010, 2015 đã sử dụng để phân tích, giải đoán các đơn vị địa mạo, nguồn gốc phát sinh và tuổi của chúng; xây dựng các bản đồ trác lượng hình thái địa hình: DEM, mật độ chia cắt ngang, chia cắt sâu, độ dốc và các mặt cắt địa mạo ở VCSVB sông Hương.

#### **Phương pháp khảo sát thực địa**

Phương pháp khảo sát thực địa là chủ đạo trong nghiên cứu địa mạo, cho phép xác lập các đơn vị địa mạo cùng những đặc trưng riêng của chúng và đặc điểm biến động địa hình VCSVB. Ngoài thực địa, đo vẽ chi tiết sự biến dạng địa hình thung lũng sông, các nón phóng vật, vạt gấu sừn tích; thiết lập các mặt cắt địa mạo, khoanh định ranh giới các đơn vị địa mạo,... Trên cơ sở kết hợp phân tích viễn thám và khảo sát thực địa cho phép xác định cấu trúc các đơn vị địa mạo, nguồn gốc và phân bố của các dạng địa hình; từ đó cho phép xác lập đặc điểm địa mạo khu vực nghiên cứu.

#### **Phương pháp phân tích địa mạo, địa chất**

Phân tích biến dạng bề mặt sừn, các thềm, bãi bồi,... cho phép xác định các đặc trưng về hình thái, nguồn gốc các đơn vị địa mạo và tuổi của chúng. Nghiên cứu sự biến dạng của các bề mặt thềm, bãi bồi, lòng sông cổ, pedimen sừn có nguồn gốc và độ cao khác nhau cho phép xác định quy luật phân bố, nguồn gốc và lịch sử phát triển địa hình khu vực. Trên cơ sở phân tích đối sánh sự phân bố, nguồn gốc, tuổi của các trầm tích Đệ tứ với các dạng địa hình cho phép xác lập các bề mặt đồng nguồn gốc và tuổi của địa hình VCSVB; đồng thời cho phép xác lập lịch sử phát triển địa hình ở khu vực này. Ngoài ra, phân tích sự biến đổi chiều dày trầm tích Đệ tứ, đặc biệt là các trũng sụt lún Đệ tứ cho phép xác lập cơ chế hình thành, lịch sử phát triển địa hình khu vực nghiên cứu.

#### **Phương pháp bản đồ**

Bản đồ vừa là phương tiện thể hiện các đối tượng tự nhiên một cách khách quan vừa là phương pháp nghiên cứu của ngành Các khoa học về Trái đất. Hay nói cách khác, phương pháp bản đồ vừa là phương pháp nghiên cứu, vừa là thể hiện các kết quả nghiên cứu. Trong công trình này, các kết quả nghiên cứu về địa mạo và biến động địa hình VCSVB được thể hiện lên bản đồ theo nguyên tắc bề mặt cùng nguồn gốc và tuổi. Từ đó cho phép phân tích đánh giá đặc điểm địa mạo, biến động địa hình và các tai biến địa chất liên quan ở khu vực nghiên cứu.

#### **Phương pháp phân tích tổng hợp**

Phân tích tổng hợp các kết quả nghiên cứu cho phép đánh giá đặc điểm địa mạo cũng như những quá trình động lực hiện đại VCSVB sông Hương cùng các tai biến địa chất liên quan. Công trình này đã sử dụng các tài liệu đo vẽ địa mạo, địa chất của các tác giả trước đây [1, 4] và những kết quả nghiên cứu mới bằng phân tích viễn thám, khảo sát thực địa trong thời gian gần đây của chính tác giả. Nguồn tài liệu khá phong phú về địa mạo, địa chất, kiến tạo và địa động lực hiện đại đã được phân tích tổng hợp, cho phép nêu lên những đặc điểm cơ bản về địa mạo, biến động địa hình, địa động lực hiện đại và các tai biến địa chất ở VCSVB sông Hương.

#### **Cơ sở tài liệu**

Công trình này trình bày những kết quả phân tích xử lý số liệu, tài liệu thu thập từ các nguồn khác nhau trong thời gian qua ở VCSVB sông Hương:

Công trình đã sử dụng các tài liệu đo vẽ địa chất tỷ lệ 1/50.000 của Phạm Huy Thông và nnk., (1997), điều tra địa chất đô thị Huế tỷ lệ 1/25.000 của Hồ Vương Bính và nnk., (1995) và một số công trình nghiên cứu chuyên đề của các nhà khoa học trong thời gian qua [4–8].

Công trình đã phân tích các tư liệu viễn thám: Landsat 5, Landsat 7, Landsat-8 các năm 1989, 1990, 2005, 2010, 2013, 2015, Sentinel 2 và SPOT-5 có độ phân giải từ 10–30 m và bản đồ địa hình tỷ lệ 1/50.000, 1/25.000 các năm 1965, 2002, 2010, 2015 nhằm khoanh định các đơn vị địa mạo (hình thái, nguồn gốc và tuổi địa hình).

Công trình đã xây dựng các bản đồ DEM, trắc lượng hình thái địa hình (mật độ chia cắt ngang, chia cắt sâu, độ dốc) và các mặt cắt địa mạo, địa chất ở VCSVB sông Hương tỷ lệ 1/50.000 và 1/25.000.

Các kết quả khảo sát đo vẽ chi tiết ngoài thực địa các năm 2014–2016 và phân tích nghiên cứu trong phòng cho phép xây dựng bản đồ địa mạo VCSVB sông Hương theo nguyên tắc bề mặt cùng nguồn gốc và tuổi, tỷ lệ 1/50.000. Trên cơ sở đó cho phép đánh giá đặc điểm địa mạo và biến động địa hình khu vực nghiên cứu.

## **ĐẶC ĐIỂM ĐỊA MẠO VÙNG CỬA SÔNG VEN BIỂN SÔNG HƯƠNG**

### **Các yếu tố thành tạo địa hình**

Quá trình hình thành và phát triển địa hình VCSVB sông Hương chịu tác động của các yếu tố ngoại sinh (hoạt động phong hoá bóc mòn, xâm thực, mài mòn, tích tụ...) và nội sinh (chuyển động kiến tạo hiện đại của vỏ Trái đất, hoạt động của các phá hủy đứt gãy tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại).

Dòng chảy ven bờ, sóng, thủy triều có những đặc trưng riêng tác động tích cực trong hình thành và phát triển địa hình ở VCSVB sông Hương. Đây là vùng biển mở. Ở vùng biển nông ngoài đới sóng vỡ đến độ sâu 20 m, dòng triều có phương đông bắc - tây nam. VCSVB sông Hương thuộc chế độ bán nhật triều không đều. Tại VCSVB sông Hương, biên độ triều thuộc loại nhỏ so với dọc bờ biển Việt Nam. Trong kỳ nước cường, biên độ triều tại cửa Thuận An khoảng 0,6 m. Giữa kỳ nước cường và kỳ nước kém, độ lớn triều chênh lệch nhau không nhiều. Sự thay đổi mực nước không đóng vai trò chính hình thành VCSVB sông Hương. Khi mực nước dâng cao hơn, khả năng sóng vỡ được vào lớp đất cao hơn của bờ biển lớn hơn, do vậy dễ gây xói lở hơn [9, 10]. Dòng triều không những có khả năng đưa các hạt trầm tích lơ lửng đi xa, mà còn có khả năng bào mòn các bar, val cát ngầm, sườn bờ ngầm. VCSVB sông Hương là một vùng biển thoáng, có địa hình thềm lục địa trong đới sóng vỡ khá dốc, về mùa đông dòng chảy sóng phát triển mạnh ở ven bờ chủ yếu là sóng hướng bắc và đông bắc, cường độ, tần suất của các sóng này mạnh hơn và cũng ổn định hơn các sóng trong

mùa hè. Thành phần này đóng vai trò chính trong quá trình vận chuyển bùn cát dọc bờ. Trong thời gian mùa hè, dòng sóng phát triển ở ven bờ với các hướng sóng chính là đông, đông nam. Với đặc trưng của vùng biển hở có biên độ thủy triều thấp, đáy biển ven bờ có độ dốc khá lớn cho nên đới sóng vỡ hẹp lại nằm sát đường bờ. Hướng, độ lớn của dòng chảy thường trùng với hướng sóng. Mùa hè, hướng dòng chảy dọc bờ hướng từ nam lên, mùa đông có hướng ngược lại. Tốc độ dòng chảy dọc bờ biển từ 0,3–1 m/s và đạt giá trị lớn nhất ở phía trong vùng sóng vỡ. Tốc độ và hướng của dòng chảy vuông góc với đường bờ, biến đổi rất phức tạp, tùy thuộc vào độ cao của sóng, địa hình đáy ven bờ và chúng biến thiên từ 0,2–1,5 m/s [5, 9, 11]. Như vậy, động lực của dòng ven bờ có vai trò quan trọng trong hình thành và phát triển địa hình VCSVB sông Hương.

Chế độ dòng chảy của sông là yếu tố có tác động đến VCSVB sông Hương trong quá trình diễn ra xói lở và bồi tụ. Hàng năm, trung bình sông Hương đưa ra biển hàng triệu tấn phù sa [9]. Toàn bộ lượng phù sa trên đổ ra biển qua cửa Thuận An. Dòng chảy cát bùn trong mùa mưa chiếm từ 85–95% lượng cát bùn năm. Lưu lượng cát bùn lớn nhất thường xuất hiện trùng với tháng có lượng dòng chảy lớn nhất với tỷ trọng cát bùn trong tháng này chiếm từ 40–60% lượng cát bùn cả năm. Lưu lượng cát bùn mùa kiệt thường có giá trị rất nhỏ và ít biến đổi do lượng nước cung cấp cho sông suối chủ yếu là nước ngầm nên độ đục ổn định. Lượng cát bùn nhỏ nhất kéo dài từ 2–3 tháng, và có lượng cát bùn từng tháng chiếm dưới 1% lượng cát bùn năm. Tháng có lượng bùn cát nhỏ nhất cũng xuất hiện trùng với tháng có lượng dòng chảy nước nhỏ nhất vào tháng 6–7. Như vậy, dòng chảy cát bùn trên lưu vực sông Hương thuộc khu vực này là không lớn. Do đó, tác động của dòng chảy cát bùn chuyển từ thượng nguồn xuống hạ du đổ ra biển chỉ có vai trò nhất định, nhưng không phải là chính trong hình thành địa hình ở VCSVB sông Hương.

Tác động hỗn hợp của sông và biển có vai trò nhất định trong hình thành địa hình ở VCSVB. Ở khu vực ven bờ ngoài, dòng tổng hợp là kết quả tương tác của hầu hết các dòng thành phần, trong đó chủ yếu là dòng sông, dòng triều và dòng sóng dọc bờ. Sự tương tác

giữa chúng, hoặc triệt tiêu dần hoặc cộng hưởng tốc độ làm cho cả hướng và trị số tốc độ luôn biến đổi phụ thuộc vào chu kỳ dao động mực nước ngày đêm của thủy triều, của mùa gió tác động và chế độ thủy văn của sông Hương. Ở phía đông cửa Thuận An, sự tương tác giữa dòng triều và dòng sóng diễn ra khá mạnh do ở đây cả 2 thành phần này đều có động năng lớn [7, 9–16]. VCSVB sông Hương có bãi triều nông và trải rộng. Nguồn bùn cát chính cung cấp cho vùng cửa sông là từ sông ngòi đưa ra và phần lớn được vận chuyển vào mùa lũ ở các trạng thái lơ lửng, di đầy và bán di đầy. Ngược lại, các cỡ hạt thô có khả năng lắng đọng lại ở những vùng có điều kiện động lực mạnh hơn, nhất là các vùng nước chảy quanh, phát triển thành các bãi cát ngầm. Địa hình đáy biển ven bờ có độ dốc lớn cộng với mặt biển thoáng, biên độ thủy triều nhỏ, dòng chảy sông chỉ mạnh vào mùa lũ nên sóng và dòng ven bờ có điều kiện áp sát vào bờ để phá hủy, xâm thực, vận chuyển, sắp xếp lại vật liệu dưới dạng các cồn, doi, val cát kéo dài dọc theo đường bờ biển tạo nên kiểu bờ biển mài mòn - san bằng, kiểu cửa sông thẳng.

Vai trò động lực của gió ngoài việc tác động trực tiếp lên vùng bờ, còn kết hợp với sóng gây nên áp lực đối với vùng ven bờ biển. Chúng đóng vai trò vận chuyển, di chuyển và vun cao dần các val cát, tạo nên các val bờ và các đụn cát có độ cao từ 5–15 m ở khu vực nghiên cứu. Khu vực này thường xuyên chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc vào mùa đông và gió mùa Đông Nam vào mùa hè, nên các hướng sóng tác động trực tiếp đến VCSVB sông Hương. Đây là những nhân tố chính tạo ra áp lực sóng vỗ bờ, dòng ven bờ có cường độ mạnh, đóng vai trò chính hình thành bờ biển mài mòn, thành tạo các doi, bar và val cát kéo dài dọc theo bờ biển và lấp đầy cửa sông [4, 9, 10].

Hoạt động phong hoá bóc mòn diễn ra thường xuyên, trong đó đá gốc bị phá hủy, bị biến đổi cả về thành phần lẫn tính chất cơ lý, từ trạng thái cứng chắc thành trạng thái mềm bở rất dễ bị xói mòn, mài mòn. Quá trình phong hoá hoá học là chủ đạo và thuận lợi trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm của vùng nghiên cứu. Đương nhiên, trong quá trình phong hoá, hoạt động của vật chất hữu cơ, đặc biệt là vi sinh vật

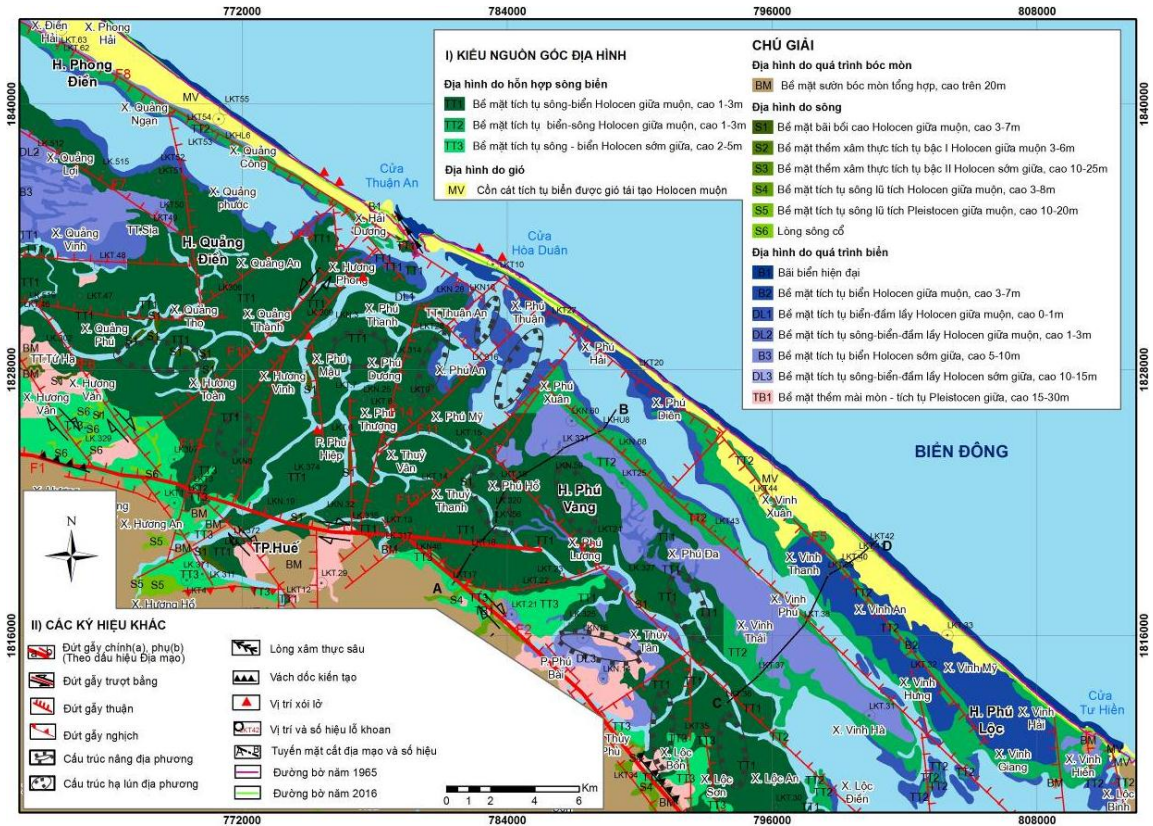
đã giữ vai trò hết sức quan trọng [4, 12]. Trong điều kiện của các sườn dốc, hoạt động phá hủy đứt gãy kiến tạo, các thành tạo địa chất càng bị phong hóa mạnh mẽ; vật liệu bờ rời cát, sạn, sét, bột và các mảnh đá dăm bờ rời càng dễ bị xói mòn, mài mòn dưới tác động của động lực sông, suối và biển. Hoạt động xói lở bờ biển cũng như tích tụ ở VCSVB xảy ra thường xuyên.

Chuyển động nâng ở phía tây, hạ lún ở phía đông của VCSVB sông Hương và hoạt động của các đứt gãy kiến tạo hiện đại có vai trò quan trọng trong hình thành và phát triển địa hình [3–6, 8, 13]. Bình đồ cấu trúc khu vực nghiên cứu gồm: Khối nâng ở phía tây và khối sụt lún ở phía đông có ranh giới là đới đứt gãy f1, f2 phản ánh rõ nét cấu trúc địa hình. Khối nâng tạo núi Tân kiến tạo nằm ở phía tây nam khu vực nghiên cứu và phân dị thành các khối cấu trúc bậc cao hơn. Trên khối nâng phân bố chủ yếu các dạng địa hình đồi, núi bóc mòn - xâm thực, thêm mài mòn có độ cao > 20 m. Phần lớn diện tích VCSVB sông Hương nằm trên khối sụt lún Tân kiến tạo có phương tây bắc - đông nam bị khống chế bởi đứt gãy f1, f2. Khối cấu trúc này bị phân dị thành các khối sụt bậc cao hơn có ranh giới là các đứt gãy có phương tây bắc - đông nam và đông bắc - tây nam: Khối tây bắc, khối trung tâm và khối đông nam. Các khối tây bắc và đông nam sụt lún yếu; khối trung tâm sụt lún mạnh. Trong Pliocen - Đệ tứ, vỏ Trái đất khu vực nghiên cứu nằm trong bối cảnh địa động lực nén ép theo phương á kinh tuyến và kiểu trường trượt-giãn [3, 6]. Do vậy, hoạt động trượt bằng - thuận chiếm ưu thế và xu thế tách giãn tăng lên rõ rệt từ tây sang đông. Các hệ thống đứt gãy phát triển và hoạt động trong tân kiến tạo gồm: phương tây bắc - đông nam f2, f3, f4; phương đông bắc - tây nam f9, f10, f11 và đứt gãy phương á kinh tuyến f12, f13 (hình 2–4). Như vậy, chuyển động tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại diễn ra khá mạnh mẽ ở VCSVB sông Hương. Chuyển động nâng lên, hạ xuống phân dị theo phương đông bắc - tây nam và tây bắc - đông nam cùng với hoạt động tích cực của các đứt gãy đã góp phần quan trọng trong hình thành địa hình VCSVB sông Hương, đồng thời thúc đẩy các quá trình xói lở và bồi tụ phát triển. Chuyển động hạ lún hiện đại vỏ Trái đất và hoạt động hiện đại của đứt gãy thuận, gây nên hiện tượng xói lở bờ biển, bờ sông, như đã và đang diễn ra ở dải ven bờ Cửa Thuận An, xói lở bờ

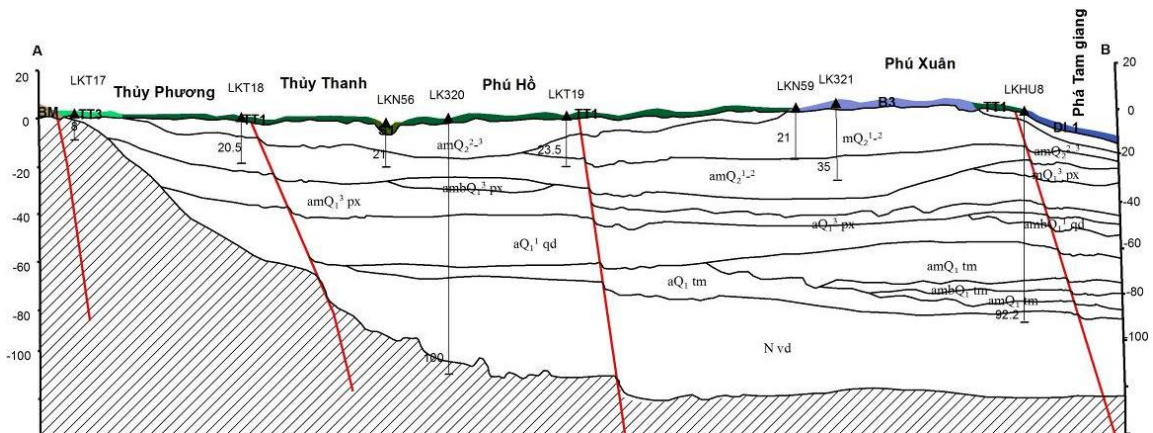
sông đang diễn ra ở đoạn bờ chạy qua Hương Hồ, Phú Thượng, Hương Vinh, ... Chuyển động hạ lún điều hoà diễn ra trong điều kiện lượng bồi tích cung cấp lớn, tốc độ lắng đọng trầm tích lớn, làm cho lục địa ngày càng mở rộng hơn về phía biển như ở Phú Vang, Phú Lộc.

**Đặc điểm địa mạo**

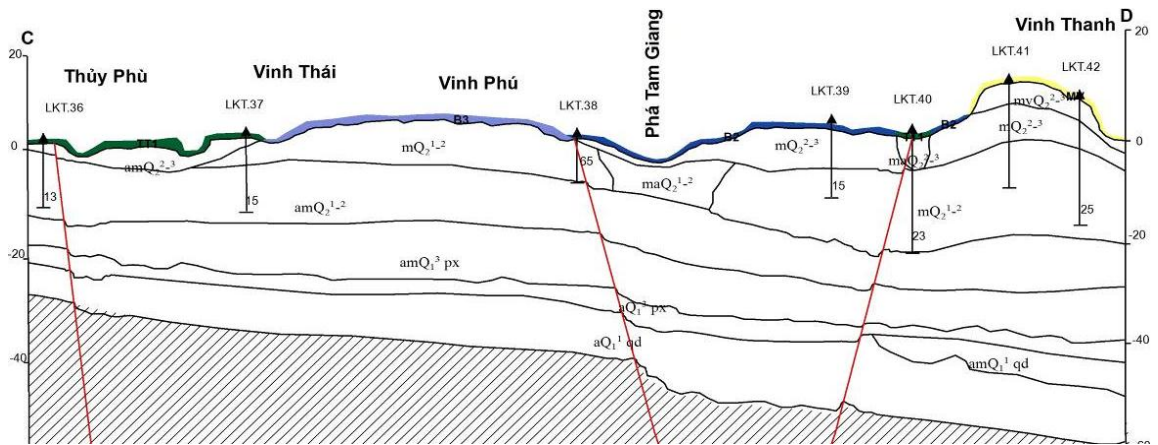
Địa hình VCSVB sông Hương rất đa dạng và phức tạp, bao gồm các dạng địa hình có nguồn gốc bóc mòn, tích tụ của sông, sông - biển và mài mòn, tích tụ của biển (hình 2-4).



Hình 2. Bản đồ địa mạo vùng cửa sông ven biển sông Hương (thu từ tỷ lệ 1:50.000)



Hình 3. Mặt cắt địa mạo theo tuyến AB vùng cửa sông ven biển sông Hương (thu từ tỷ lệ 1:50.000) [Nguồn: Phạm Huy Thông (1997), có chỉnh sửa của tác giả]



Hình 4. Mặt cắt địa mạo theo tuyến CD vùng cửa sông ven biển sông Hương (Thu từ tỷ lệ 1:50.000) [Nguồn: Phạm Huy Thông (1997), có chỉnh sửa của tác giả]

**Địa hình do quá trình bóc mòn**

Các dạng địa hình bóc mòn tổng hợp phân bố chủ yếu ở phía tây, tây nam VCSVB sông Hương, phát triển trên cấu trúc nâng tân kiến tạo và hiện đại, bao gồm các bề mặt sườn bóc mòn, bóc mòn - xâm thực, thềm xâm thực. Chúng phân bố ở Hương Hồ, phía nam thôn Kim Ngọc, Gia Khô, Nguyệt Biều, Dương Xu, Ân Hạ. Bề mặt tồn tại dưới dạng đồi và núi thấp có độ cao tương đối bằng nhau. Ngay trên bề mặt lộ ra đá gốc, rải rác phủ lớp vỏ phong hoá màu xám vàng mỏng. Độ dốc trung bình từ 15–25°. Bề mặt hình thành vào Pliocen muộn - Pleistocen. Ngoài ra, bề mặt sườn bóc mòn - tích tụ phân bố ở Hương Hồ, Trần Bôi, Tuần, phía nam Hương Thủy. Bề mặt này có độ dốc trung bình từ 10–15°. Trên bề mặt phần lớn có lộ đá gốc, nhưng ở nhiều nơi có lớp trầm tích eluvi-deluvi với thành phần là sạn thạch anh, mảnh đá gốc lẫn bột sét màu vàng, vàng đỏ. Bề mặt bị phân cắt bởi rãnh xói, suối cạn.

**Địa hình do sông**

Địa hình tích tụ sông, lũ phân bố dọc theo thung lũng sông Hương. Bề mặt tích tụ lòng sông nửa cuối Holocen muộn phát triển rộng rãi ở khu vực nghiên cứu, bề dày rất mỏng từ vài chục centimet tới mét. Bề mặt phân bố dọc lòng sông Hương và một số sông nhỏ khác. Các trầm tích của bề mặt này là cát, vỏ sò hén hiện đại. Bề mặt tích tụ bãi bồi thấp nửa cuối Holocen muộn được cấu tạo bởi bột cát màu xám vàng, bột sét màu xám nâu, vật chất hữu

cơ màu xám đen. Bề mặt phân bố trên các bãi bồi thấp của sông Hương (khu vực Phú Xuân, dưới gầm cầu đường sắt, Triệu Sơn Đông). Bề mặt bãi bồi cao có tuổi cuối Holocen muộn, có thành phần vật chất là bột sét màu xám vàng, xám nâu, vật chất hữu cơ màu xám đen; phân bố dọc hai bờ sông Hương theo các dải cát hẹp (bắc phá Tuần, tây Lương Quan, Bình Hòa). Bề mặt thềm sông bậc I có tuổi đầu Holocen muộn được cấu tạo từ bột, cát màu xám vàng, sạn, bột sét màu nâu, ít vật chất hữu cơ màu xám đen; phân bố rải rác dọc sông Hương, Ngọc Hồ, Phá Tam, Nam Hoà. Bề mặt khá bằng phẳng, bị phá huỷ bởi xâm thực ngang dọc các sông. Bề mặt tích tụ thềm sông bậc II có tuổi Holocen sớm-giữa phân bố ở các dải hẹp dọc sông Hương, sông Tả Trạch và Hữu Trạch (nam Ngọc Hồ, Kim Ngọc, Nam Hoa, Dương Phận). Bề mặt được cấu tạo từ cuội, sỏi thành phần là thạch anh, quartzit, cát, bột, sét màu xám nâu, xám vàng, có độ chọn lọc và phân lớp tốt. Bề mặt này tương đối bằng phẳng, đôi chỗ gợn sóng với độ nghiêng thoải. Bề mặt tích tụ lũ tích có tuổi Holocen, độ dốc từ 15–25°, được cấu tạo bởi tầng, cuội, sỏi thành phần đa khoáng, cát bột, sét vàng nâu. Bề mặt tích tụ sông - lũ tích có tuổi Đệ tứ phát triển trên vùng nâng tân kiến tạo dưới dạng các dải nhỏ phân bố dọc các thung lũng sông, suối ở sườn núi. Bề mặt được cấu tạo bởi tầng, cuội, sỏi thành phần đa khoáng, cát bột sét màu vàng nâu. Bề mặt tích tụ sông - lũ tích có tuổi Pleistocen giữa-muộn được cấu tạo từ tầng, cuội, cát, bột,



sét thành phần đơn khoáng, độ mài mòn kém - trung bình, sắp xếp hỗn độn. Bề mặt này phân bố ở tây nam thôn Kim Ngọc, dọc sườn đồi với độ dốc từ 5–15°.

### **Địa hình do hỗn hợp sông - biển**

Các dạng địa hình tích tụ sông - biển phân bố chủ yếu ở phía đông VCSVB sông Hương, phát triển trên khối sụt lún tân kiến tạo Quảng Điền - Phú Vang. Các thành tạo trầm tích Đệ tứ đa nguồn gốc thuộc hệ tầng Phú Vang, Phú Bài, Phú Xuân và Quảng Điền tạo nên dải đồng bằng tích tụ ở khu vực này. Địa hình tích tụ hỗn hợp sông - biển, sông - biển - đầm lầy phân bố phổ biến ở phần trung tâm của khu vực nghiên cứu. Bề mặt tích tụ sông biển - đầm lầy nửa cuối Holocen muộn phân bố rất rộng rãi trên khu vực nghiên cứu. Hầu như toàn bộ vùng trũng thấp của đồng bằng VCSVB sông Hương đều thuộc bề mặt này. Bề mặt này phân bố ở phía tây Thành Nội, Hương Thủy, Phú Vang. Đây là bề mặt có diện phân bố lớn nhất. Bề mặt này được cấu thành từ các tích tụ hỗn hợp sông biển - đầm phá với thành phần là bột, sét, cát chứa vật chất hữu cơ màu đen và sét. Bề mặt tích tụ sông - biển - đầm phá nửa đầu Holocen muộn được cấu tạo từ cát thạch anh hạt trung, hạt thô lẫn bột sét màu xám, vỏ sò hên, sét và được sếp vào nguồn gốc biển là chủ yếu. Bề mặt phân bố ở Hương Phong, Phú Thượng, Am Truyền, Phó Mỹ... Bề mặt tích tụ sông - biển Holocen giữa-muộn được cấu tạo từ cát màu xám vàng, bột sét màu vàng nâu và phân bố tương đối rộng rãi trên đồng bằng VCSVB sông Hương: Khu vực Thành Nội, hai bờ sông Hương từ Long Hồ Thượng đến Thủy Tó; từ Thủy Dương đến Thủy Lương. Bề mặt tích tụ sông - biển nửa cuối Pleistocen muộn phân bố ở khu vực tây, tây nam núi Ngự Bình; khu vực từ bắc Hồ Châu Sơn đến sân bay Phú Bài. Bề mặt được cấu thành từ cát, sạn lẫn bột sét màu vàng đỏ, kết cấu chặt xít, đôi nơi bị laterit hoá yếu. Bề mặt này khá bằng phẳng, bị phân cắt yếu và có độ cao từ 15–22 m.

### **Địa hình do biển**

Địa hình tích tụ biển phân bố rộng khắp ở VCSVB sông Hương có tuổi từ Holocen sớm đến hiện đại, gồm các bề mặt thềm, các bãi, cồn cát,... Bãi biển hiện đại là dải cát ngập nước kéo dài suốt bờ biển của VCSVB sông Hương với chiều sâu từ vài chục centimet đến vài mét.

Bề mặt có độ dốc từ 0–5°, nghiêng về phía biển. Đoạn bãi từ Thái Dương Thượng đến bãi biển Thuận An đang có tích tụ khá mạnh, nhất là khu vực cửa Thuận An. Đoạn bờ biển Thuận An đến Kê Sung đang xảy ra xói lở yếu. Toàn bộ bãi biển đều có cấu tạo bằng cát (thành phần là thạch anh, mica, ít vỏ sò). Quá trình địa mạo động lực diễn ra vừa bồi tụ, vừa xói lở. Bề mặt tích tụ biển Holocen muộn phân bố dọc bờ biển (phía đất liền) kéo dài từ Thái Dương Thượng đến Kê Sung. Bề mặt này được hình thành vào cuối Holocen muộn do quá trình tích tụ tạo nên, chủ yếu do hoạt động của biển và một phần do dòng phù sa của sông Hương. Bề mặt cao 1–2 m và cấu thành từ cát thạch anh hạt trung - thô màu xám, xám nhạt, xám sáng lẫn mảnh ngao, sò ốc. Bề rộng của dải cát này dao động từ 10–200 m. Bề mặt tích tụ nửa đầu Holocen muộn phân bố rộng rãi dọc bờ biển, dài 15 km, rộng từ 250–500 m, hình thành đồng thời với bề mặt tích tụ biển gió. Bề mặt này cấu thành từ cát thạch anh vàng nhạt chứa sạn khoáng ilmenit. Hiện tại bề mặt này khá bằng phẳng, đôi chỗ hơi gợn sóng, thoải, dốc nghiêng về phía biển. Bề mặt tích tụ biển Holocen sớm-giữa phân bố ở Đông Gi, Đông Sơn, Lô Xa Đông, Phú Lương. Bề mặt được cấu thành từ cát thạch anh màu xám, cát lẫn vật chất hữu cơ, ít sét bột màu xám đen. Bề mặt tích tụ biển - đầm lầy nửa cuối Holocen muộn phân bố ở dọc hai bờ của phá Tam Giang, vùng Thanh Lam dưới dạng các dải hẹp, bề rộng từ vài chục mét đến 500 m. Bề mặt này cấu tạo từ cát màu xám, xám đen, giàu tạp chất hữu cơ, di tích động vật, sét nâu xám. Bề mặt thường bị ngập lụt vào mùa mưa. Bề mặt tích tụ biển - đầm lầy nửa đầu Holocen muộn phân bố chủ yếu ở khu vực An Thủy, nam Vụng Thanh Lam, Xuân Ô, Quảng Xuyên, Ba Lăng, Thanh Thủy, Đông Gi, Đông Lộc, nam Hoa Đà Tây và một dải kéo dài từ Nhị Túy đến nam Hoà Long. Ngoài ra, bề mặt này còn diện nhỏ ở phía tây khu vực nghiên cứu như: Cổ Bưu, Triệu Sơn Tây, Triệu Sơn Trang. Bề mặt cấu thành từ cát màu xám, xám đen, bột cát, ít vật chất hữu cơ màu đen. Bề mặt tích tụ đầm lầy nửa cuối Holocen muộn được cấu thành từ cát lẫn bột, sét, di tích thân cây, vật chất hữu cơ, vỏ sò hên. Bề mặt phân bố trên một diện tích nhỏ, hẹp ở Đông Gi, Đông Lộc, Huỳnh An (đông huyện Hương Thủy và Phú Tân). Đặc điểm hình thành của bề mặt này

là kích thước nhỏ hẹp, dạng ô van. Bề mặt thêm biên mài mòn - tích tụ cao từ 15–30 m, tương đối bằng phẳng, đôi chỗ có dạng đôi thoải mềm mại, phân cắt yếu. Độ dốc của bề mặt thêm dao động từ 0–5°. Bề mặt thêm biên nằm giữa bề mặt bóc mòn - tích tụ và các bề mặt tích tụ. Đây là dấu ấn cổ xưa ở ven bờ biển, tạo nên thêm biên có các tích tụ trên đó đã bị bóc mòn. Bề mặt hình thành vào Pleistocen giữa-muộn.

### **Địa hình do biển - gió**

Địa hình tích tụ biển - gió phân bố hạn chế ở dọc bờ biển của khu vực nghiên cứu. Bề mặt tích tụ biển - gió Holocen muộn được cấu tạo bởi cát màu xám vàng, phân bố dọc ven biển từ Thái Dương Thượng đến thôn Cư Lại dưới dạng dải dơi, đụn cát có độ cao từ 10–30 m. Dải dơi cát này có bề mặt sườn đông thoải, dốc từ 5–15° và sườn tây dốc từ 15–25°. Quặng sa khoáng ilmenit nằm trong cấu tạo của bề mặt này được phát triển ở Thái Dương Thượng và từ An Dương đến Kê Sung. Bề mặt tích tụ biển - gió Holocen sớm-giữa phân bố chủ yếu ở khu vực Xuân Ổ, Thượng An Hạ, Hoa Đa Tùy. Khu vực từ Thần Phù đến Chiết Bi Hạ. Bề mặt được cấu tạo bởi cát thạch anh hạt nhỏ màu trắng, độ chọn lọc tốt, sạch và cát thủy tinh.

### **Đặc điểm biến động địa hình và tai biến địa chất liên quan**

#### **Đặc điểm biến động địa hình**

Địa hình VCSVB sông Hương bị biến động rất phức tạp theo thời gian và không gian; qua các thời kỳ khác nhau: Pliocen - Pleistocen sớm, Pleistocen giữa-muộn, Holocen sớm-giữa và Holocen muộn-hiện đại.

Trong thời kỳ Pliocen - Pleistocen sớm và Pleistocen giữa-muộn, chuyển động nâng lên ở phía tây khu vực nghiên cứu với sự hoạt động mạnh mẽ của các quá trình xâm thực, bóc mòn, rửa trôi bề mặt diễn ra. Chúng bao gồm các bề mặt sườn bóc mòn, bóc mòn - rửa trôi, bóc mòn - tích tụ, thêm biên mài mòn và sườn kiến tạo. Núi phát triển trên khối nâng mạnh tân kiến tạo bao gồm các dãy núi Hoàng Gáy ở cực tây nam; núi Đồng Hoàng, núi Khô Quan ở phía nam; núi Đồng Kiều, núi Kim Phụng ở phía tây và các núi khác như: Núi Ngự Bình, núi Động Miêu... đều được hình thành bởi chuyển động nâng mạnh trong tân kiến tạo. Các núi này có độ cao 100–400 m với độ dốc sườn

> 25°. Các quá trình sườn xảy ra chủ yếu là bóc mòn tổng hợp và bóc mòn - rửa trôi. Trên các đỉnh núi Hoàng Gay, Động Hoàng còn tồn tại các mảnh sót bề mặt san bằng cổ. Các núi ở tây và tây nam có độ cao lớn > 500 m, độ dốc sườn > 35° và quá trình bóc mòn xảy ra mạnh mẽ. Các núi Ngự Bình, Tam Thai, Khê Quan hình thành do nâng mạnh địa phương trên phong nâng yếu và trung bình trong tân kiến tạo. Trên bề mặt địa hình núi còn tồn tại lớp phủ trầm tích bờ rời deluvi, proluvi, eluvi có chiều dày vài mét, ở nhiều chỗ lộ đá gốc là các thành tạo granit của phức hệ Bà Nà, lục nguyên, lục nguyên biến chất. Núi phát triển trên khối nâng trung bình tân kiến tạo phân bố ở Hương Hồ, nam thôn Kim Ngọc, thôn Gia Kho, Nguyệt Biểu, Dương Xuân Hạ. Địa hình núi kiểu này có độ cao từ 150–200 m, mật độ phân cắt trung bình, độ dốc sườn từ 15–25°. Phần đỉnh của các dãy núi này hình thành mặt san bằng do quá trình nâng tương đối đồng đều trong tân kiến tạo. Ngay trên bề mặt sườn, tồn tại lớp phủ vỏ phong hoá và trầm tích eluvi, deluvi, proluvi mỏng; nhiều chỗ lộ đá gốc. Núi và đồi phát triển trên khối nâng yếu tân kiến tạo bao gồm các núi thấp, đồi dạng bát úp, phân bố chủ yếu ở phía nam QL1A, nam thành phố Huế, dọc bờ trái sông Hương - Tả Trạch; độ cao từ 20–100 m. Bề mặt sườn các núi thấp và đồi bát úp bị phân cắt trung bình, độ dốc sườn từ 5–15° và trên đó có phủ một lớp vỏ phong hóa, dày khoảng 5 m với thành phần là dăm thạch anh, mảnh đá gốc lẫn bột sét màu vùng, vàng đỏ. Hệ thống mương xói, suối cạn phát triển mạnh mẽ. Ở nam QL1A phân bố dải đồi thấp bằng phẳng, độ dốc từ 0–5°, được xếp vào bề mặt thêm biên mài mòn cao 20–30 m. Đây là mức đường bờ cao nhất trong tân kiến tạo để lại di tích trên địa hình. Trên các dải địa hình núi - đồi phát triển các bề mặt tích tụ nhỏ hẹp proluvi, aluvi-proluvi, deluvi-proluvi.

Trong thời kỳ Holocen sớm-giữa, biển tiến sâu vào lục địa, chuyển động hạ lún diễn ra ở phía đông khu vực nghiên cứu, hình thành đồng bằng tích tụ nguồn gốc sông biển và biển, phân bố thành dải kéo dài theo phương tây bắc - đông nam từ xã Hương Phong đến xã Phú Lương - Phú Đa. Bề mặt tương đối bằng phẳng, được cấu tạo bởi cát thạch anh hạt trung, hạt thô lẫn bột sét màu xám, vỏ sò hén làm gạch

ngôi. Ở rìa nam VCSVB sông Hương, dạng địa hình này phân bố rộng rãi: Dọc QL1A, khu thành nội Huế, Hương Hồ, Hương Long, Hương An, Hương Thủy, bắc sân bay Phú Bài. Bề mặt đồng bằng được cấu tạo từ cát màu xám vàng, bột sét màu vàng nâu, rất bằng phẳng, có kết cấu vững chắc, ít bị ngập lụt hàng năm. Trên bề mặt hiện tại là khu dân cư cổ đô Huế và các công trình hạ tầng cơ sở khác. Bề mặt đồng bằng có độ cao trung bình từ 5–10 m, có chỗ đạt 20 m như ở Đền Nam Giao, tương đối bằng phẳng, được cấu tạo từ cát, sạn lẫn bột sét màu vàng đỏ, kết cấu chặt xít, đôi nơi bị lalerit yếu. Đồng bằng tích tụ nguồn gốc sông - biển - đầm phá phân bố rộng rãi và chiếm phần lớn diện tích của đồng bằng Huế. Hầu hết diện tích huyện Phú Vang và Hương Thủy thuộc kiểu đồng bằng này. Bề mặt đồng bằng được cấu tạo bởi bột, cát, sét, vật chất hữu cơ màu đen. Các dạng địa hình tích tụ biển và biển - đầm lầy phân bố dọc bờ biển và đầm phá hiện đại, từ phá Tam Giang - Thái Dương Thượng đến Kê Sung - Ba Lũng. Địa hình biển gồm 4 bậc khác nhau: Bãi biển hiện đại ngập nước, dải cát ven biển, cồn cát cao 3–5 m dọc bờ biển và dải cát cao 5–10 m ở tây nam Vụng Đông.

Trong thời kỳ Holocen muộn-hiện đại, chuyển động nâng, hạ lún phân dị diễn ra ở phía đông khu vực nghiên cứu, hình thành địa hình bằng bằng tích tụ biển - đầm phá, phân bố thành các dải hẹp ven hai bờ phá Tam Giang, đầm An Truyền và chia làm hai mức: Bãi triều lầy sạt bờ đầm phá và đồng bằng tích tụ biển - đầm phá cao 1–2 m. Các dạng địa hình này thường xuyên bị ngập lụt hàng năm và bị nhiễm mặn. Chúng có thành phần trầm tích khác nhau: Cát bột màu đen, vật chất hữu cơ và cát thạch anh nâu xám, vàng nhạt, cát thạch anh vàng nhạt; cát hạt trung - đến nhỏ xám trắng. Các dải cồn cát ven biển phân bố thành dải hẹp dọc bờ biển từ Thái Dương Thượng đến Kê Sung. Chúng được cấu tạo từ cát thạch anh màu xám vàng, lẫn bột dưới dạng các cồn, đụn cát cao từ 10–30 m. Các đụn cát có sườn phía đông dốc 5–10°, phía tây dốc 10–20°. Dải cồn cát này cản trở nước biển tràn vào đồng bằng Huế và gây khó khăn cho việc thoát nước từ đồng bằng ra biển trong mùa mưa lũ. Ngoài các dạng địa hình nói trên, còn có dạng địa hình khác như các bãi bồi cao và thấp dọc sông Hương, địa

hình tích tụ sông - đầm phá bị lầy hoá phân bố rải rác trên một số diện tích rất hẹp.

### ***Quá trình địa mạo động lực hiện đại và tai biến địa chất***

Trên khu vực nghiên cứu phân biệt rất rõ các quá trình địa mạo động lực: Xói mòn, xâm thực, xói lở và tích tụ của sông; mài mòn, xói lở và tích tụ của biển. Trong đó, phải kể đến các quá trình đã diễn ra với cường độ mạnh, gây bất lợi cho đời sống cư dân địa phương như: Xói lở, bồi tụ của sông và biển.

Quá trình xói lở bờ sông và biển diễn ra khá mạnh mẽ. Tuy bờ biển ở vùng này thuộc kiểu biển mở và có biểu thị bờ biển đang bị lùi dần về phía đất liền với tốc độ khoảng 10 m/năm, song ở đây lại ít thấy xuất hiện các vách xói lở bờ do sóng vỗ bờ tạo ra (hiện chỉ gặp vách xói duy nhất đang hoạt động ở bờ biển phía tây bắc cửa Thuận An). Vách xói lở cắt vào các cồn cát, dài 120 m, cao 4 m, xảy ra khi thủy triều lên cao, sóng đã đập vào chân vách gây lở cát. Quá trình này diễn ra liên tục, vách xói lở lùi dần về phía đất liền. Quá trình xói lở bờ sông gây ra ở nhiều đoạn thuộc hạ lưu sông Hương hậu quả nghiêm trọng đến đời sống của cư dân địa phương [6, 8, 9, 12, 13, 15]. Trong nhiều năm qua tại vùng cửa biển Thuận An xuất hiện tượng xói lở liên tục chân các cồn cát dọc bờ biển. Sự xuất hiện cũng như biến động nhanh địa hình ở các cửa biển mới phản ánh một qui luật “tự điều chỉnh lại” của thiên nhiên. Diễn biến xói lở - bồi tụ vùng ven biển cửa Thuận An trong những năm qua rất phức tạp. Đoạn xói mạnh nhất từ năm 1965 đến 1999 nằm kề thị xã Thuận An; vùng bờ xói có chiều rộng từ 150–180 m, tốc độ xói lở 6,4 m/năm, đã ảnh hưởng lớn tới an toàn khu du lịch và vùng dân cư đang phát triển ở thị xã Thuận An. Ở vùng đầm phá Tam Giang - Cầu Hai, một số dải cát thấp ven biển đã bị phá hủy và mở ra một số cửa biển mới trong đó có khu vực thôn Hải Dương và làng Hoà Duân. Tại vị trí cửa Hoà Duân, xói lở diễn ra liên tục trong khoảng thời gian dài, chiều rộng cửa 620 m, chỗ sâu nhất tới 7 m. Vị trí cửa Hải Dương là vùng đất thấp phía bắc cửa Thuận An. Khi mới mở cửa này rộng 280 m, sau đó tự bồi lại vào cuối năm 1999 - đầu năm 2000.

Từ những kết quả điều tra thực địa và tổng hợp các nguồn tài liệu nghiên cứu trước đây

cho thấy, quá trình xói lở bờ sông Hương đã và đang diễn ra ngày một mạnh mẽ hơn. Đoạn sông Tả Trạch phía nam ngã ba Tuần, trước mùa lũ năm 1999 hiện tượng bồi - xói xảy ra liên tiếp và xen kẽ nhau, hiện tượng xói ngang xảy ra trung bình 10–12 m, đôi chỗ quá trình xâm thực đã đạt tới đá gốc. Xói lở diễn ra cả hai phía bờ, điển hình nhất là đoạn xói lở tại bờ bắc từ thôn Dương Phẩm đến ngã ba Tuần có chiều dài khoảng 1.600 m, chiều rộng lớn nhất của đoạn xói lở lên tới 10 m. Đoạn sông Hữu Trạch, hiện tượng bồi - xói hai bờ xảy ra xen kẽ nhau. Trong đó đáng lưu ý là đoạn sông gần ngã ba Tuần, xói lở xảy ra trên cả hai bờ sông: Tại thôn Kim Ngọc - Hương Thọ xói lở bờ dài 600 m. Riêng đoạn bờ ở Lăng Minh Mạng (bờ bắc) bị xói lở rất nghiêm trọng với chiều dài >800 m, ăn sâu vào bờ 25 m. Đoạn sông từ ngã ba Tuần đến Ngọc Hồ dài khoảng 4 km xói tới đá gốc: Thôn Hải Cát (Hương Thọ), Ngọc Hồ, thôn Bằng Lăng (Cự Chánh). Xói lở bờ nam tại thôn Dương Xuân với chiều dài 800 m, thôn Hải Cát 900 m và khu vực xã Hương Thọ 2.000 m, có nơi ăn sâu vào bờ đến 21,5 m (hình 5). Ngoài ra, xói lở và lũ cao đã gây thiệt hại và ảnh hưởng tới độ an toàn của chân Điện Hòn Chén (bờ bắc), tuyến tỉnh lộ 549 và bên phả công ty khai thác đá. Tại Ngọc Hồ, hiện tượng xói lở đã đạt tới đá gốc, ngược lại, ở Long Hồ quá trình xói lở vẫn tiếp tục. Lòng dẫn vào mùa khô rộng từ 180–280 m, nơi hẹp nhất gần các đỉnh cong chỉ rộng khoảng 120–130 m, độ sâu đáy sông thay đổi từ 3–5 m (Ngọc Hồ) đến 8–16 m (Long Hồ). Hiện tượng xói lở yếu xảy ra cả hai bờ, riêng đoạn bờ bắc Long Hồ - Xước Dũ có địa hình cao, vách xói lở khá dốc, dài khoảng 2.200 m. Đây là đoạn bờ bị xói lở dài nhất của sông Hương với độ cao bờ bị xói lở từ 0,2–5,5 m và chiều rộng vùng xói từ 0,2–5,2 m, mức độ ăn sâu vào bờ trung bình 3 m/năm. Với xu thế diễn biến lòng sông tự nhiên như vậy, trong tương lai rất có khả năng xảy ra hiện tượng cắt dòng của sông Hương tại Hương Hồ (so với bản đồ địa hình 1986 thì lòng sông hiện nay lệch sang bờ bắc gần 70 m). Đoạn từ đỉnh cong Long Hồ đến cồn Hến là đoạn sông chính chảy qua thành phố Huế với chiều dài khoảng 9 km, do đó có rất nhiều công trình bảo vệ bờ được xây dựng từ những năm qua nhằm hạn chế tối đa khả năng

xói lở bờ sông Hương thuộc khu vực thành phố Huế. Trong đó, các đoạn bờ xói lở mạnh như ở thôn Nguyệt Biều - xã Thủy Biều (dài 700 m), chùa Linh Mục (dài 650 m, bề rộng từ 0,4–2,2 m, cao 0,3–2,8 m). Đoạn từ Linh Mục đến Cồn Hến, xói lở cục bộ dạng hàm ếch. Tại thôn Địa Linh, bờ sông bị xói lở tương đối mạnh với chiều dài đoạn bờ bị xói trên 150 m và có nơi khoét sâu vào đến 5 m, làm cho 11 hộ bị mất nhà và 20 hộ khác phải di dời khẩn cấp. Như vậy, đoạn sông Hương từ ngã ba Tuần đến phá Tam Giang có khoảng 17 vị trí xói lở với tổng chiều dài đường bờ bị xói lở là 12.330 m, trong đó bờ bắc có chiều dài xói lở khoảng 7.900 m và bờ nam khoảng 4.430 m. Tùy theo từng khu vực mà mức độ xói lở của mỗi đoạn bờ có khác nhau, nhưng nhìn chung các vị trí xói lở có chiều rộng thay đổi từ 0,2–25 m và chiều cao từ 0,2–5,5 m. Trong đó, những vị trí xói lở quan trọng nhất là: Thôn La Khê, thôn Bằng Lăng - Thủy Bằng, khu vực Long Hồ - Xước Dũ, khu vực chùa Linh Mục và Địa Linh - Hương Vinh.

Hoạt động bồi tụ diễn ra rộng khắp trên đáy biển, cửa sông, dọc theo các dòng sông, trên các trũng và dòng sông cổ. Bồi tụ ở sườn bờ ven đồng bằng đang diễn ra khá mạnh mẽ với các lớp bùn cát. Đó là sự hình thành các doi cát ngầm kéo dài song song với bờ biển, giữa các gờ ngầm. Bồi tụ ở cửa sông Hương rất phát triển. Một lượng lớn vật liệu bóc mòn gồm cát, bột, sét mịn ở dạng keo và lơ lửng, từ thượng lưu đổ vào biển. Khi ra khỏi cửa sông, năng lượng dòng chảy giảm xuống đột ngột và điều kiện lý hoá môi trường thay đổi, nên vật liệu mang theo dòng chảy một phần được lắng xuống ngay vùng cửa sông, một phần được các dòng ven bờ tiếp tục đưa đi xa để rồi tiếp tục được lắng đọng trên đáy biển ven bờ. Vùng cửa Thuận An đã trở thành vùng tích tụ. Giữa các doi cát ngầm là dòng ngầm của sông Hương phát triển ra phía biển. Theo dòng ngầm đó, phù sa sông tiếp tục đổ vào biển rồi được phân phối lại bởi sóng, gió và các dòng biển. Các doi cát ngầm gồm chủ yếu là cát vừa và nhỏ. Loại bùn sét gặp ở xa cửa hơn và sâu dưới 14 m. Tích tụ này đã làm cho vùng biển cửa sông ở đây trở nên nông; khi triều ròng, các doi cát ngầm gần nhô lên mặt biển và tạo nên cảnh tượng đáy biển thì nông hơn đáy sông trong đất liền. Tích tụ vùng cửa sông đã ảnh hưởng đến

khả năng tiêu thoát nước của sông Hương, gây nên lũ lụt trên đồng bằng tràm trọng hơn. Mặt khác, tích tụ này còn làm cho cảng cửa Thuận An không trở thành cảng nước sâu để tàu lớn có thể ra vào được mặc dù cửa Thuận An nằm trên vùng biển mở, thoáng. Một lượng bùn, cát, sét do lũ tạo ra được bồi lấp trên mặt ở đồng trũng thấp như: Cam Thủy, Cam Thanh, Triệu

Giang,... Lớp sét bùn do lũ tạo ra dày tới 0,6–1 m phủ trên sét bột màu nâu bước đầu bị feralit hoá. Trên các trũng này rất phong phú thực vật, tảo đầm lầy và tích tụ đã tạo ra tầng sét bột giàu vật chất hữu cơ có màu xám, xám đen. Một số trũng bị ngập nước quanh năm phát triển kiểu sinh thái đầm lầy và có điều kiện tạo than bùn như ở Phước Sa.



Hình 5. Xói lở bờ sông Hương tại Hương Thọ và Lăng Vua Gia Long [Ảnh: Phạm Văn Hùng]

Đọc theo lòng sông, ở bờ lồi, phù sa tích tụ hình thành các bãi bồi như ở Nham Biều, Trung Kiên, Triệu Giang trên sông Hương và nhiều nơi dọc sông Cam Lộ. Thông thường các bãi bồi là yếu tố địa mạo không ổn định, bị biến đổi mạnh về kích thước, hướng phát triển do chế độ thủy động lực của dòng sông thường xuyên thay đổi. Các bãi bồi được cấu tạo bởi cát, bột, sét màu nâu đỏ là loại đất màu mỡ cho sản xuất nông nghiệp. Trên đáy sông còn xuất hiện tích tụ ở lòng sông do dòng chảy mang vật liệu từ vùng bóc mòn tới. Tích tụ đó thường là cát thô, sỏi, sạn, cuội. Biến động mạnh nhất trên đoạn sông này là cồn Giã Viên và bãi bồi bên cầu Gia Hội. Cồn Giã Viên nổi lên giữa sông đã phân cách dòng chảy của sông, làm cho vận tốc và lực dòng nước yếu đi tạo điều kiện cho việc lắng đọng trầm tích ở đáy sông. Ngoài ra, lượng vật chất bị bào mòn ở đáy sông tại khu vực này còn được tải đến khu vực cầu Phú Xuân, Trảng Tiền, tạo nên những cù lao ngầm với quy mô khá lớn, xấp xỉ kích thước cồn Giã Viên. Đoạn sông dọc cồn Hên có độ sâu giảm hẳn và đáy sông đang bị bồi lấp dần. Đoạn sông từ Cồn Hên đến phá Tam Giang dài > 16 km, có chiều rộng thay đổi từ 100–150 m (Bao Vinh) đến 300–350 m (Tiên Nộn), độ sâu đáy sông 3–5 m, lớn nhất khoảng 14 m và nằm lệch về phía bờ bắc (Bao Vinh) (hình 2).

## KẾT LUẬN

Địa hình VCSVB sông Hương hình thành và phát triển dưới tác động chủ yếu của các yếu tố chuyển động tân kiến tạo - hiện đại của vỏ Trái đất, động lực biển, sông - biển và sông. Địa hình VCSVB sông Hương hình thành trên khối sụt lún tân kiến tạo - hiện đại có phương tây bắc - đông nam Quảng Điền - Phú Vang. Khối Quảng Điền - Phú Vang được cấu thành từ các khối sụt cục bộ: Quảng Điền, Phú Vang và Phú Lộc; được lấp đầy chủ yếu bởi các trầm tích biển, sông - biển và sông thuộc các hệ tầng Quảng Điền, Phú Xuân, Phú Bài và Phú Vang. Các trầm tích biển phân bố phổ biến trên khối sụt tây bắc và đông nam, còn khối sụt trung tâm phân bố chủ yếu là các trầm tích có nguồn gốc sông - biển.

Địa hình VCSVB sông Hương gồm 18 đơn vị địa mạo có đặc điểm hình thái, nguồn gốc và tuổi khác nhau. Chúng gồm các nhóm nguồn gốc bóc mòn - xâm thực, xâm thực - tích tụ, tích tụ sông; mài mòn, tích tụ biển; tích tụ sông - biển - đầm lầy. Địa hình bóc mòn - xâm thực, xâm thực - tích tụ, mài mòn phân bố chủ yếu ở phía tây khu vực nghiên cứu, phát triển trên khối nâng yếu Tân kiến tạo - hiện đại. Địa hình tích tụ biển, sông - biển, sông, đầm lầy chủ yếu phân bố ở phía đông khu vực nghiên cứu, phát triển trên khối sụt lún tân kiến tạo - hiện đại

được lấp đầy bởi các trầm tích Đệ tứ có nguồn gốc khác nhau.

Địa hình VCSVB sông Hương bị biến động mạnh mẽ theo không gian và thời gian với các thời kỳ khác nhau: Pliocen - Pleistocen sớm, Pleistocen giữa-muộn, Holocen sớm-giữa và Holocen muộn-hiện đại. Trong Pliocen - Pleistocen sớm và Pleistocen giữa-muộn, chuyển động nâng yếu ở phía tây tạo các bề mặt bóc mòn, bóc mòn - xâm thực, thềm xâm thực và mài mòn, cao > 40 m; sụt lún ở phía đông được bồi lấp các trầm tích sông, sông - biển với chiều dày hàng trăm mét. Trong Holocen sớm-giữa, chuyển động hạ lún và biển tiến sâu vào lục địa đến 15–20 km, quá trình bồi tụ trầm tích biển, sông - biển diễn ra khá mạnh mẽ, chiều dày đến hàng chục mét. Trong Holocen muộn-hiện đại, chuyển động phân di, hạ lún, nâng yếu, biển thoái, hoạt động bồi tụ chủ yếu có nguồn gốc sông, sông - biển - đầm lầy.

Các đường bờ biến động mạnh mẽ trong Holocen - hiện đại. Thời kỳ Holocen sớm-giữa, đường bờ biển nằm sâu trong đất liền hiện nay khoảng 20 km như ở Quảng Điền, Thành Nội; 15 km như ở Phú Vang, Phú Lộc. Do các quá trình địa mạo động lực diễn ra mạnh mẽ đã gây nên tai biến xói lở, bồi tụ ở VCSVB sông Hương và làm cho đường bờ sông, bờ biển hiện nay bị biến động theo không gian và thời gian so với năm 1965. Tại cửa biển Thuận An xói lở liên tục chân các cồn cát dọc bờ biển, có chiều rộng từ 150–180 m, tốc độ xói lở 6,4 m/năm. Tại cửa Hoà Duân (chiều rộng cửa 620 m, chỗ sâu nhất tới 7 m), xói lở diễn ra liên tục trong khoảng thời gian dài; cửa Hải Dương là vùng đất thấp phía bắc cửa Thuận An, quá trình bồi tụ phát triển. Đường bờ có chỗ tiến vào lục địa, có chỗ tiến ra biển với biên độ khác nhau, đạt từ vài chục mét đến hàng trăm mét (500 m ở đông bắc Tân Mỹ). Đoạn bờ biển Thái Dương Thượng - Kê Sung có xu thế tiến vào lục địa do quá trình xói lở phát triển. Quá trình bồi lấp phát triển mạnh mẽ ở đầm An Truyền, vụng Thất Lam và vụng Đông.

## TÀI LIỆU DẪN

- [1] Nguyễn Địch Dỹ (chủ biên) và nnk., 2016. Địa tầng trầm tích Đệ tứ ở Việt Nam. *Nxb. Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội*. 200 tr.
- [2] Nguyễn Ngọc Thạch, Phạm Xuân Cảnh, Hà Thị Bích Phượng, Trần Thanh Hải, 2016. Tách chiết các thông tin về đặc điểm kiến tạo hiện đại trên cơ sở phân tích ảnh viễn thám và xử lý không gian GIS khu vực duyên hải Nam Trung Bộ. *Tạp chí Địa chất*, số 355, Tr. 44–55.
- [3] Bùi Văn Thơm, 2002. Đặc điểm đứt gãy tân kiến tạo khu vực Bắc Trung Bộ. *Luận án Tiến sĩ Địa chất, Viện Địa chất, Hà Nội*.
- [4] Đặng Văn Bào 1996. Đặc điểm địa mạo dải đồng bằng ven biển Huế-Quảng Ngãi, *Luận án Phó Tiến sĩ, Hà Nội*.
- [5] Nguyễn Hữu Cừ, 1994. Hình thái, cấu trúc và tiến hóa hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai. *Tuyển tập báo cáo hội thảo khoa học về đầm phá Thừa Thiên-Huế, Hải Phòng*.
- [6] Phạm Văn Hùng, Nguyễn Công Quân, 2016. Đặc điểm đứt gãy hoạt động và tai biến xói lở bờ biển vùng cửa sông ven biển Bắc Trung Bộ. *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, 38(1), 46–58.
- [7] Trần Đức Thạnh, 2000. Biến động đầm phá Tam Giang - Cầu Hai và hậu quả môi trường sinh thái. *Tạp chí TTKH&CN* 28(2).
- [8] Nguyễn Đình Hòe, 1994. Một số đặc điểm địa động lực nội sinh hiện đại và tác động của chúng đối với hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai. *Tuyển tập báo cáo hội thảo khoa học về đầm phá Thừa Thiên-Huế, Hải Phòng*.
- [9] Nguyễn Văn Cư, Phạm Quang Sơn, 2000. Diễn biến bờ biển Huế - Thuận An dưới góc độ địa lý tự nhiên. *Tạp chí TTKH&CN*, (27).
- [10] Trần Hữu Tuyên, 2003. Nghiên cứu quá trình bồi tụ, xói lở ở đới ven biển Bình Trị Thiên và các kiến nghị các giải pháp phòng chống. *Luận án Tiến sĩ Địa chất, Trường Đại học Mở - Địa chất, Hà Nội*.
- [11] Vũ Văn Phái, 1996. Địa mạo khu bờ biển hiện đại Trung Bộ Việt Nam. *Luận án PTS khoa học Địa lý - Địa chất, Đại học Quốc gia Hà Nội*.
- [12] Bùi Thắng, 2010. Tác động của hoạt động địa chất nhân sinh đến môi trường ở Thừa Thiên-Huế. *Luận án Tiến sĩ địa chất, Hà Nội*.

- [13] Đỗ Quang Thiên, Trần Hữu Tuyên, 2002. Mối quan hệ giữa cấu trúc địa chất với quá trình bồi xói hạ lưu sông Hương. *Tạp chí khoa học Đại học Huế*, số 11/2002.
- [14] Phí Thị Phương Thảo, Lê Thị Dung, 2016. Đặc điểm địa chất Tân kiến tạo vùng ven biển Thừa Thiên-Huế đoạn từ Thuận An đến Cảnh Dương và ý nghĩa của chúng đối với tai biến địa chất. *Tạp chí Địa chất*, số 355, Tr. 9–21.
- [15] Lê Xuân Hồng, 1996. Đặc điểm xói lở bờ biển Việt Nam. *Luận án PTS Khoa học Địa lý - Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên - Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội.*
- [16] Nguyễn Công Quân, Phạm Văn Hùng, 2016. Đặc điểm địa mạo động lực vùng cửa sông ven biển sông Mã, tỉnh Thanh Hóa. *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, 38(1), 59–65.