

# HIỆN TRẠNG VÀ XU THẾ BIẾN ĐỔI BỜ BIỂN QUẢNG NAM DƯỚI ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC BIỂN DÂNG

## CURRENT SITUATION AND TENDENCY OF COASTAL CHANGE IN QUANGNAM PROVINCE UNDER IMPACTS OF SEA LEVEL RISE

Dương Công Vinh<sup>1</sup>, Nguyễn Hiệu<sup>2</sup>, Đàm Minh Anh<sup>3</sup>, Trần Duy Vinh<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Phân hiệu trường Đại học Nông Lâm TP.HCM tại Gia Lai

<sup>2</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

<sup>3</sup>Trường Đại học Sư phạm, Đại học Đà Nẵng; minhahncsm@gmail.com

<sup>4</sup>Đại học Okayama, Nhật Bản

**Tóm tắt:** Vùng bờ biển Quảng Nam được cấu tạo chủ yếu bằng trầm tích cát, rất dễ biến đổi bởi ảnh hưởng của nhân tố tự nhiên và hoạt động của con người. Việc sử dụng ảnh vệ tinh Landsat kết hợp với những tính toán trong GIS sẽ dễ dàng nhận dạng và xác định được xu thế biến đổi của bờ biển. Kết quả cho thấy, ở bờ biển Quảng Nam hoạt động xói lở và bồi tụ luôn diễn ra trong giai đoạn 1990 - 2011. Tuy nhiên, hoạt động xói lở vẫn là hoạt động chiếm ưu thế với nhiều đoạn bị xói lở, đặc biệt là khu vực Cửa Đại và vũng An Hòa có xu hướng biến đổi phức tạp với tốc độ xói lở ở Cửa Đại là 31,1 m/năm và vũng An Hòa là 7,3 m/năm. Mô hình Bruun đã chỉ ra mức độ xói lở bờ cao nhất tại Cửa Đại và vũng An Hòa với các kịch bản các kịch bản nước biển dâng thấp và cao của Bộ Tài nguyên và Môi trường năm 2100 là 0,65 m, 0,97 m cùng các kịch bản 3 m và 5 m.

**Từ khóa:** Landsat; nước biển dâng; bờ biển; GIS; xói lở

### 1. Mở đầu

Quảng Nam có đường bờ biển dài 125 km, đặc điểm cấu tạo chủ yếu bởi trầm tích biển có tuổi từ Holocen trung - thượng đến Holocen thượng, khu vực phía Nam tỉnh thuộc Tam Hải, Chu Lai có một diện tích nhỏ trầm tích gió sinh Holocen thượng. Đây là dạng trầm tích dễ bị biến đổi bởi các nhân tố tự nhiên và con người.

Một trong những sự kiện tự nhiên quan trọng hiện nay là sự dâng lên của mực nước biển một cách nhanh chóng do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu. Tại Việt Nam, dựa trên các kết quả đo đạc nhiều năm tốc độ dâng của mực nước biển trung bình 2,8 mm/năm [1]. Ở khu vực Quảng Nam - Đà Nẵng, các kết quả quan trắc từ trạm Sơn Trà cho thấy xu thế biến đổi mực nước biển những năm qua là 2 mm/năm [3]. Cả lý thuyết và thực tiễn đều cho thấy, sự dâng lên của mực nước biển là một nguyên nhân quan trọng ảnh hưởng đến quá trình biến đổi địa hình bờ biển.

Trong bài báo này, chúng tôi sử dụng ảnh vệ tinh Landsat và mô hình Bruun để đánh giá hiện trạng biến đổi bờ biển và xu hướng biến đổi địa hình bờ biển Quảng Nam dưới ảnh hưởng của mực nước biển dâng.

### 2. Tài liệu và phương pháp

Để đánh giá hiện trạng và xu thế biến đổi bờ biển Quảng Nam do sự ảnh hưởng của nước biển dâng, các tài liệu được sử dụng trong bài báo này bao gồm ảnh vệ tinh Landsat TM và ETM+ có chất lượng tốt giai đoạn 1990 - 2011; mô hình số độ cao được thành lập từ bản đồ địa hình 1:25.000 do Nhà xuất bản Bản đồ xuất bản năm

**Abstract:** The coastal area located in Quangnam Province has been mainly formed by sandy sediments that are easily changed under the impacts of natural factors and human activities. The use of Landsat satellite images associated with the GIS manipulations will result in reliable identification for the trend of coastal changes. The results showed that the erosion and accretion were occurring in the period from 1990 - 2011. However, the erosion has dominated in many areas, particularly in Cuadai Estuary and Anhoa Pool, which has had complicated tendencies of coastal change with erosion rates of 31.1 m/year and 7.3 m/year, respectively. The application of the Bruun Model indicated that Cuadai Estuary and Anhoa Pool underwent the highest erosion levels by adopting the low and high scenarios suggested by Vietnamese Ministry of Natural Resources and Environment in 2100, with specific sea rise levels of 3 m and 5 m, respectively.

**Key words:** Landsat; sea level rise; coastal; GIS; erosion

2001, có bổ sung các thông tin địa mạo để chi tiết hoá và nội suy địa hình; mô hình số độ sâu được thành lập từ bản đồ địa hình đáy biển do liên đoàn Trắc địa địa hình thành lập năm 2001 cùng các công trình nghiên cứu có liên quan. Ảnh vệ tinh Landsat được sưu tập và phân chia vùng đất và nước để tách đường bờ biển dựa vào chỉ số MNDWI (Xu, 2006) [8]:  $MNDWI = (Band2 - Band5)/(Band2 + Band5)$ .

Bài báo sử dụng mô hình Bruun (Bruun, 1962, 1988), để đánh giá mức lùi đường bờ khi mực nước biển dâng. Mô hình Bruun chỉ ra rằng, vật liệu bờ rời bị xói lở từ bờ sẽ bị phát tán ở ngoài khơi. Khi mực nước dâng lên, các đợt sóng vỗ vào và làm xói các bờ phía trên làm cho đường bờ lùi vào trong. Quá trình xói lở đã cung cấp thêm vật liệu cho việc đắp cao lên cho các phần phía ngoài của trắc diện. Mô hình Bruun được mô tả như sau [9]:

$$R = \frac{L}{h + D} S \quad (m)$$

Với:

- L: khoảng cách từ đường bờ tới độ sâu h;
- h: độ sâu giới hạn vận chuyển trầm tích;
- D: chiều cao đụn cát khi mực nước biển tăng;
- S: độ cao mực nước biển dâng.

Các thông số trong mô hình Bruun được tính toán trong GIS dựa vào mô hình số độ cao, mô hình số độ sâu, ảnh vệ tinh Landsat. Trong đó, độ sâu giới hạn vận chuyển trầm tích (h) được tính toán theo phương pháp của Hallermeier [7] có giá trị là -3,8 m.

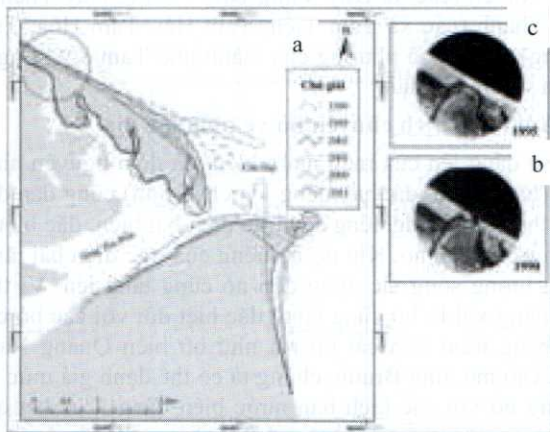
### 3. Hiện trạng và xu thế biến đổi bờ biển Quảng Nam

#### 3.1. Hiện trạng biến đổi bờ biển

Bờ biển là khu vực tương tác giữa biển và đất liền do đó luôn bị biến đổi theo thời gian do hoạt động xói lở và bồi tụ dưới sự ảnh hưởng của các yếu tố sóng, gió, thủy triều, nước biển dâng hay các hoạt động của con người... Các kết quả giải đoán ảnh viễn thám Landsat các năm 1990, 1995, 2001, 2005, 2009 và 2011 và tính toán trong GIS cho thấy, trên toàn bộ dải bờ biển Quảng Nam có những đoạn bị xói lở, những đoạn được bồi tụ, những đoạn cân bằng động. Tuy nhiên, hoạt động xói lở vẫn chiếm ưu thế với nhiều đoạn bị xói lở thường xuyên như: Điện Ngọc, Điện Dương (Điện Bàn), Cẩm An, khu vực cửa Đại (Hội An), Duy Hải (Duy Xuyên), Bình Dương (Thăng Bình), Tam Thanh (Tam Kỳ), Tam Tiến (Núi Thành) (Bảng 1). Trong đó, khu vực cửa Đại và vùng An Hòa là có những biến đổi phức tạp nhất.

**Bảng 1.** Kết quả tính toán tốc độ xói lở ở bờ biển Quảng Nam

| Huyện      | Đoạn bờ biển | Tốc độ xói lở trung bình (m/năm) |
|------------|--------------|----------------------------------|
| Điện Bàn   | Điện Ngọc    | 4,0                              |
|            | Điện Dương   | 2,6                              |
| TP. Hội An | Cẩm An       | 3,2                              |
|            | Cửa Đại      | 31,1                             |
| Duy Xuyên  | Duy Hải      | 5,3                              |
| Thăng Bình | Bình Dương   | 6,9                              |
| TP. Tam Kỳ | Tam Thanh    | 7,9                              |
| Núi Thành  | Tam Tiến     | 7,3                              |
|            | Vùng An Hòa  | 7,3                              |



**Hình 1.** Kết quả giải đoán ảnh vệ tinh Landsat khu vực cửa Đại thời kỳ 1990 - 2011

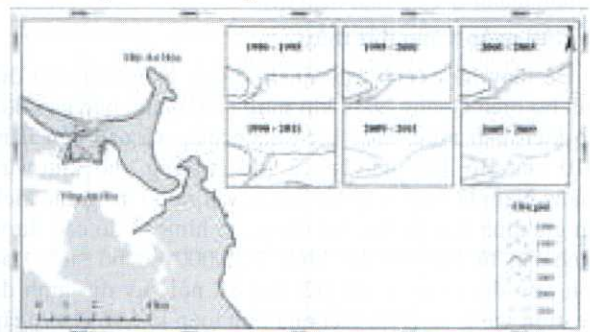
Ở khu vực Cửa Đại, quá trình biến đổi địa hình xảy ra phức tạp do tác động hỗn hợp các quá trình sông - biển. Đoạn bờ này có tốc độ xói lở qua các thời kỳ luôn cao hơn tốc độ bồi tụ, tốc độ xói lở trung bình 31,1 m/năm và tốc độ bồi tụ là 11,4. Đáng chú ý, cách phía Bắc cửa Đại khoảng 3 km, trên ảnh vệ tinh năm 1990 có một cửa sông do sông Đê Vông chọc thủng doi cát để đổ trực tiếp ra biển vào trận lũ cuối năm 1989 (Hình 1b). Trong lịch sử, cửa sông này đã từng tồn tại và có tên là cửa Tiểu Chiêm.

Sự tồn tại cửa sông này có thể là nguyên nhân làm hình dạng đường bờ hơi lồi. Sau đó, cửa sông này lại được lấp lại, nên trên ảnh vệ tinh năm 1995 cửa Tiểu Chiêm không còn quan sát thấy (Hình 1c).

Quá trình biến đổi địa hình khu vực cửa Đại, đó là sự dịch chuyển bờ về phía Nam. Phần phía Bắc cửa Đại là hiện tượng xói lở bờ, với tốc độ xói lở cực đại khoảng 140 m/năm. Sự dịch chuyển doi cát hình cánh cung án ngữ Bắc cửa Đại là minh chứng rõ ràng nhất của sự dịch chuyển về phía Nam của cửa Đại, đến năm 2001 doi cát đã dịch chuyển khoảng 1,5 km so với năm 1990, thời kỳ sau đó xuất hiện bồi tụ phía trong doi cát. Lịch sử phát triển doi cát này bắt nguồn từ đảo chắn tách biệt với cửa đại hình thành thời kỳ trước năm 1990 và đến trước năm 1990 đã nối vào đất liền. Sự dịch chuyển doi cát hình cánh cung vào đất liền ngăn cản dòng chảy của sông ra biển làm cho phần bờ phía Nam sông Thu Bồn bị xói lở mạnh trong thời kỳ 1995 - 2001, nhờ đoạn đê bảo vệ hoàn thành năm 2004 mà đoạn bờ Nam sông Thu Bồn đã tương đối ổn định. Phần doi cát phía Nam cửa Đại luôn bị biến đổi, trong giai đoạn 1998 - 1999 những trận lũ liên tiếp đã sang phẳng doi cát Nam cửa Đại, đến 2001 doi cát này được bồi tụ lại và sau năm 2001 doi cát bị san phẳng và ngày càng dịch chuyển sâu vào đất liền. Đồi về phía Nam cửa Đại hoạt động bồi tụ chiếm ưu thế với đoạn bờ được bồi tụ dài khoảng 2 km (Hình 1a).

Ở khu vực vùng An Hòa, quá trình biến đổi địa hình có sự khác nhau giữa Bắc và Nam mũi An Hòa. Phía Bắc mũi An Hòa là xu hướng dịch chuyển cửa về phía Nam tương tự cửa Đại. Sự dịch chuyển này kéo theo quá trình mở rộng cửa phía Bắc vùng An Hòa từ khoảng 300 m năm 1990 đến khoảng 600 m năm 2011 (Hình 2). Sự dịch chuyển doi cát Bắc cửa vùng An Hòa do quá trình bồi tụ buộc dòng chảy sông phải mở đường đi mới về phía đối diện gây ra hiện trạng xói lở bờ xã Tam Hải, đoạn bờ đối diện này còn được dân địa phương gọi là “cửa Lở” đã dịch chuyển sâu vào đất liền có nơi đến 1 km. Hoạt động xói lở có xu hướng tăng dần qua các năm.

Phía Nam mũi An Hòa đến ranh giới tỉnh Quảng Ngãi, bờ biển tương đối ổn định, quá trình xói lở và bồi tụ xen kẽ làm trắc diện bờ cân bằng.



**Hình 2.** Kết quả giải đoán ảnh vệ tinh Landsat khu vực vùng An Hòa thời kỳ 1990 - 2011

#### 3.2. Xu thế biến đổi bờ biển dưới ảnh hưởng của nước biển dâng

Mực nước biển luôn có sự thay đổi theo không gian và thời gian. Tuy nhiên những thập kỷ gần đây, mực nước

biển có xu hướng dâng nhanh chóng do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu. Từ năm 1993 - 2010 các số liệu đo đạc dùng vệ tinh TOPEX/Poseidon cho thấy, mực nước biển đã dâng cao  $3,1 \pm 0,4$  mm mỗi năm [4, 6].

Tại Việt Nam, các số liệu quan trắc từ các trạm hải văn dọc ven biển tốc độ dâng mực nước là 2,8 mm/năm (1993 - 2010) tương đương với quan trắc toàn cầu. Trong vòng 30 năm qua nước biển đã dâng 5 cm [1, 5]. Kịch bản nước biển dâng được Bộ Tài nguyên và Môi trường tính toán dựa trên các kịch bản: kịch bản phát thải thấp nhất (B1), kịch bản phát thải trung bình (B2) và kịch bản phát thải cao nhất (A1FI) của IPCC. Các kịch bản nước biển dâng được xây dựng cho 7 khu vực bờ biển Việt Nam. Kết quả của kịch bản cho thấy, mực nước biển dâng thêm 18 - 29 cm vào giữa thế kỷ 21 và đến cuối thế kỷ 21 mực nước biển dâng thêm 49 - 95 cm. Mức độ tăng giữa các khu vực có sự khác nhau, cao nhất là ở Cà Mau đến Kiên Giang và thấp nhất ở Móng Cái. Đối với Quảng Nam, kịch bản nước biển dâng được tính toán chung trong khu vực từ đèo Hải Vân đến mũi Đại Lãnh [1].

Cũng tương tự hầu hết dải địa hình vùng duyên hải miền Trung, địa hình đới bờ biển Quảng Nam đặc trưng bởi kiểu cấu trúc đầm phá - đê cát. Từ Tây sang Đông, địa hình chuyển từ các thành tạo địa hình sông - biển, biển - gió, bãi biển hiện đại có độ cao 0,5 - 20m. Với đặc điểm như vậy, một bộ phận địa hình thấp, bị ngập có khả năng trở thành đầm lầy hoặc đầm phá vĩnh viễn khi nước biển dâng. Nước biển dâng có khả năng làm giảm độ bao phủ của thực vật do sự thay đổi độ mặn, vì vậy mà tác động bào mòn của gió cũng tăng lên, đặc biệt đối với các đụn cát ven biển, trong khi đó nhiều loại thực vật thích nghi sẽ tăng độ bao phủ đối với các đụn cát và giảm xói lở, các đụn cát biển tiến cũng sẽ được hình thành. Đối với các khu vực quan trọng về sinh thái và các hoạt động kinh tế như vùng cửa sông, vùng vịnh, đầm phá sự dâng lên của mực nước biển làm mở rộng, tăng chiều sâu và ngày càng tiến sâu vào đất liền của những khu vực này [2]. Như vậy, nhận định chung đối với ảnh hưởng cho bờ biển Quảng Nam trong thời gian tới là sự gia tăng xói lở bờ biển làm thu hẹp và dẫn tới phá huỷ các cồn cát ven biển, mở rộng các vùng đất ngập nước, xói lở bờ sông và gia tăng tình trạng ngập lụt đồng thời tại nhiều đoạn bờ là sự hình thành các đụn cát biển tiến.

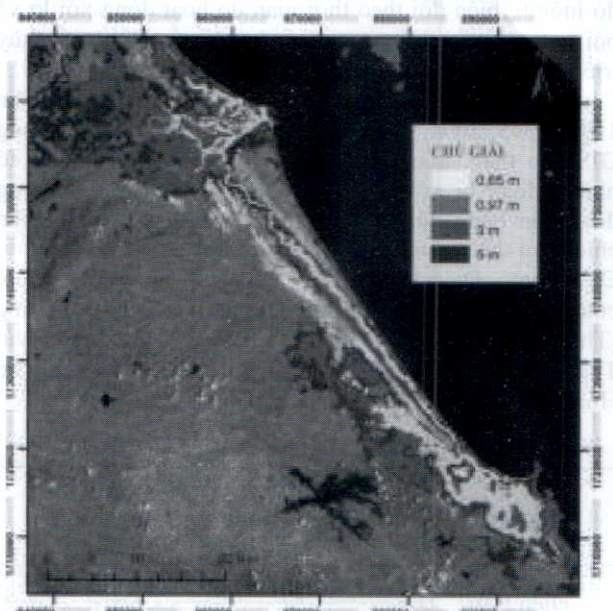
### Gây ngập vùng đất thấp

Để thấy một cách trực quan không gian biến đổi địa hình bờ biển Quảng Nam khi mực biển dâng, báo cáo dựa vào kịch bản mực nước biển dâng thấp và cao đến năm 2010 của Bộ Tài nguyên và Môi trường cho khu vực Quảng Nam là 0,65m và 0,97m, ngoài ra bổ sung các kịch bản giả định 3m và 5m. Sử dụng mô hình số độ cao được thành lập từ bản đồ địa hình 1:25.000 có bổ sung các thông tin địa mạo để chi tiết hoá và nội suy địa hình để xác định vùng bị ngập. Kết quả tính toán không gian ngập do mực nước biển dâng theo các kịch bản khác nhau được thể hiện trong Hình 3 và Bảng 2.

**Bảng 2.** Diện tích và phần trăm diện tích ngập khi nước biển dâng

| Nước biển dâng (m)                | 0,65  | 0,97  | 3     | 5     |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Diện tích ngập (km <sup>2</sup> ) | 111,6 | 141,4 | 357,8 | 623,3 |

| % diện tích ngập so với diện tích toàn tỉnh | 1,1 | 1,4 | 3,4 | 6,0 |
|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|---------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|



**Hình 3.** Sơ đồ phân cấp ngập bờ biển Quảng Nam theo các kịch bản nước biển dâng

Khi mực nước biển dâng mức 3 - 5 m, phần lớn các bãi bồi thấp và hầu hết diện tích của các thành tạo địa hình là bề mặt tích tụ sông - biển hiện đại, bãi biển hiện đại đều bị ngập, làm cho phần lớn diện tích đất thuộc thành phố Hội An, Điện Bàn (gồm các xã Điện Nam, Điện Phước, Điện Phong, Điện Thọ, thị trấn Vĩnh Điện), Duy Xuyên (các xã Duy Vinh, Duy Phước, Duy Thành), Núi Thành (các xã Tam Tiến, Tam Hải, Tam Hòa, Tam Giang) và một số phường của thành phố Tam Kỳ bị ngập chìm và nhiễm mặn.

### Xói lở và dịch chuyển bờ về phía lục địa

Sự dâng lên của mực nước biển, dù theo nguyên nhân nào (hạ lún mặt đất hay dâng lên chân tĩnh) cũng dẫn đến làm thay đổi độ nghiêng của trắc diện bãi biển, đặc biệt là phần trong của nó. Khi độ nghiêng của trắc diện bãi tăng, năng lượng sóng tác động đến nó cũng tăng lên. Vì thế, khả năng xói lở bờ cũng tăng, đặc biệt đối với các bờ cấu tạo bằng trầm tích cát bờ rời như bờ biển Quảng Nam. Dựa vào mô hình Bruun, chúng ta có thể đánh giá mức lùi đường bờ với các kịch bản nước biển dâng. Các kết quả tính toán cho thấy, mức lùi đường bờ giữa các đoạn bờ biển xem xét có sự khác biệt, dao động từ 20,4m đến 2106m. Dù ở kịch bản nào, đoạn bờ thuộc khu vực cửa Đại (Hình 4) và khu vực Bắc vùng An Hòa (Tam Tiến, Tam Hòa, Tam Hải) (Hình 5) có mức lùi lớn hơn với hai đoạn bờ còn lại. Khi mực nước biển dâng lên ở các mức càng cao đường bờ lùi vào sâu đất liền càng lớn. Điều này do nước biển dâng ở mức thấp, năng lượng sóng dễ dàng phá huỷ khu vực gần bờ, khi nước biển dâng ở mức cao hơn, hoạt động của sóng ảnh hưởng rộng vào sâu bên trong đất liền gây xói lở mạnh hơn.



**Hình 4.** Mức lùi đường bờ tương ứng với các kịch bản nước biển dâng ở khu vực Cửa Đại



**Hình 5.** Mức lùi đường bờ tương ứng với các kịch bản nước biển dâng ở khu vực Bắc vùng An Hòa

Sự khác biệt mức lùi đường bờ do tốc độ xói lở các đoạn bờ thấp thường cao hơn nhiều so với các bờ cao. Tại cửa Đại và vùng An Hòa các đụn cát có độ cao tương đối thấp (dao động trên dưới 2m) so với các đoạn bờ khác. Đối với các đoạn bờ cao, xói lở làm sập xuống bãi một khối lượng vật liệu khá lớn. Sóng biển phải mất thời gian để làm sạch đồng vật liệu này dưới chân vách xói. Sau đó mới tiếp tục đào khoét các chân vách, quá trình cứ như thế lặp đi lặp lại nhiều lần qua thời gian, đường bờ cứ lùi dần vào phía đất liền. Còn trên các đoạn bờ thấp thì ngược lại, khối vật liệu sập xuống bãi do xói lở ít, nên trong thời gian ngắn hơn so với ở các bờ biển có độ cao lớn hơn, thậm chí chỉ vài đợt sóng, khối vật liệu sẽ được dọn hết, và tình trạng xói lở lại bắt đầu tiếp diễn.

Mô hình Bruun chỉ xác định được mức lùi đường bờ do xói lở trên toàn đoạn bờ biển, nhưng trên nhiều đoạn

hoạt động bồi tụ vẫn diễn ra, minh chứng rõ nhất là kết quả nghiên cứu hiện trạng xói lở - bồi tụ ở trên vẫn có nhiều đoạn có tốc độ bồi tụ cao trong bối cảnh nước biển dâng trong thời kỳ 1990 - 2011. Hoạt động xói lở và bồi tụ là tổng hợp nhiều yếu tố, sự dâng lên của mực nước biển chỉ là một trong những yếu tố đó. Vì vậy, khi mực nước biển dâng kết hợp với các yếu tố khác như sóng, thủy triều, nguồn bồi tích... làm cho trên toàn bộ đoạn bờ biển Quảng Nam sẽ có những đoạn xói lở, bồi tụ hay đạt trạng thái cân bằng động.

#### 4. Kết luận

Địa hình bờ biển Quảng Nam luôn bị biến đổi, dựa vào kết quả giải đoán ảnh vệ tinh Landsat thời kỳ 1990 - 2011, kết hợp với các tính toán trong GIS, đã cho thấy nhiều đoạn bị xói lở nghiêm trọng. Đặc biệt, khu vực cửa Đại và vùng An Hòa có những biến đổi địa hình phức tạp với xu hướng là dịch chuyển cửa về phía Nam.

Dưới ảnh hưởng của mực nước biển dâng do biến đổi khí hậu toàn cầu, xu thế chung của bờ biển Quảng Nam là gia tăng ngập lụt ở những vùng đất thấp, mở rộng các vùng đất ngập nước, xói lở làm dịch chuyển bờ vào đất liền, hình thành nên các đụn cát biển tiến. Dựa mô hình Bruun và kết quả tính toán không gian ngập với các kịch bản nước biển dâng ở Quảng Nam cho thấy, khu vực cửa Đại và vùng An Hòa với đặc điểm địa hình thấp sẽ là khu vực chịu ảnh hưởng nhiều nhất của mực nước biển dâng.

#### Tài liệu tham khảo

- [1] Bộ Tài nguyên Môi trường, Kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng cho Việt Nam, 2011.
- [2] Đinh Văn Ưu, Nguyễn Nguyệt Minh, "Dao động dài kỳ mực nước biển ven bờ Việt Nam và những tác động của biến đổi khí hậu lên mực nước cực trị", *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* 25, Số 3S, 2009, tr 551-557.
- [3] Eric Bird (2008), *Coastal Geomorphology: An Introduction*, Second Edition, John Wiley & Sons Ltd.
- [4] John A. Church, Philip L. Woodworth, Thorkild Aarup, and Stanley Wilson. W, Wiley-Blackwell, *Understanding Sea-level Rise and Variability*, Blackwell Publishing Ltd, 2010.
- [5] Masahide Furukawa and Pham Thi Thuy Hanh, "Impact of sea level rise on coastal zone of Vietnam", *Bulletin of the College of Science, University of the Ryukyus*(84): 45-59.
- [6] Nguyễn Thọ Nhân, *Biến đổi khí hậu và Năng lượng*, NXB Tri thức, 2009.
- [7] Nicholas. Dr, Kraus. C, Larson Magnus and Randall Wise, *A, Coastal Engineering Technical Note - Depth of Closure in Beach-fill Design*, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Coastal and Hydraulics Laboratory 3909 Halls Ferry Road, Vicksburg, Mississippi, 2009.
- [8] Umitsu. M, L. T. K. Ho and Yamaguchi.Y, "Flood hazard mapping by satellite images and SRTM DEM in the Vu Gia - Thu Bồn alluvial plain, Central Viet Nam", *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science*, Volume XXXVIII, Part 8, 2010.
- [9] Werner Hennecke. G, Catharina Greve. A, Peter Cowell. J, Bruce Thom. G, "GIS-based modeling of sea-level rise impacts for coastal management in southeastern Australia", *GIS/EM4*, No. 242.