

ƯỚC TÍNH TẢI LƯỢNG BÙN CÁT CỦA SÔNG TEDORI CẤP CHO BIỂN ISHIKAWA, NHẬT BẢN

Đặng Minh Hải¹

Tóm tắt: Trong những thập kỷ gần đây, các hoạt động khai thác cát sỏi (KTC) và xây dựng đập (XDĐ) trên sông Tedorì đã ảnh hưởng nghiêm trọng tới hình thái của sông và biển Ishikawa, Nhật Bản. Trong bài báo này, dựa vào bộ số liệu về địa hình của đoạn hạ lưu sông Tedorì trong 58 năm và các hoạt động của con người trên đoạn sông đó, ước tính về diễn biến của tải lượng bùn cát từ hạ lưu sông Tedorì cấp cho biển Ishikawa đã được thực hiện. Kết quả cho thấy, các hoạt động nạo vét lòng dẫn và KTC là nguyên nhân làm cho tải lượng bùn cát cấp cho biển Ishikawa giảm dần trong các giai đoạn từ năm 1950 đến năm 1991. Tải lượng bùn cát đạt giá trị nhỏ nhất $0.72 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$ trong giai đoạn 1972–1991. Trong giai đoạn 1991–2007, đập Tedorigawa được vận hành (năm 1981) cùng với việc cấm hoàn toàn các hoạt động KTC (năm 1991) nên tải lượng bùn cát đã khôi phục nhẹ tới trị số $1.02 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$. Tác động gián tiếp của các hoạt động KTC trong giai đoạn 0–7 km được coi là nguyên nhân gây nên hiện tượng xói bờ biển Ishikawa xảy ra sau so với quá trình xói lòng dẫn của đoạn hạ lưu sông Tedorì.

Từ khóa: Khai thác cát; xây dựng đập; sông Tedorì; biển Ishikawa; xói

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những thập kỷ gần đây, hiện tượng xói lở ngày càng gia tăng dọc theo bờ biển Nhật Bản. Nguyên nhân chủ yếu của tình trạng trên là do các hoạt động của con người đã làm giảm lượng bùn cát từ sông cấp cho biển. Để tìm được giải pháp hợp lý quản lý bùn cát trong sông và biển liền kề, việc ước tính tải lượng bùn cát cấp cho biển từ các sông chịu ảnh hưởng bởi các tác động của con người là hết sức cần thiết.

Các hoạt động của con người như nạo vét sông, KTC và XDĐ đã làm gián đoạn đường vận chuyển bùn cát từ sông tới biển. Syvitski & nnk (2005) đã ước tính rằng các hồ chứa đã làm giảm 1.4×10^9 tấn/năm bùn cát sông cấp cho biển toàn cầu. Liu & nnk (2008) đã chỉ ra ảnh hưởng các hoạt động của con người tới việc giảm vận chuyển bùn cát trong 10 sông lớn ở Trung Quốc. Trong một nghiên cứu về 169 sông chảy ra biển Mediterranean, Poulos & nnk (2002) đã tính toán rằng xây dựng đập đã giảm 35% cung cấp bùn cát so với trước đây. Rinaldi & nnk (2005) cho rằng các hoạt động KTC trên

sông cũng gây giảm lượng bùn cát từ sông chảy về biển và gây xói bờ biển.

Ảnh hưởng của các hoạt động KTC và XDĐ đến biến đổi hình thái của sông và biển liền kề ở Nhật Bản đã được nghiên cứu ở một số lưu vực sông biển của Nhật Bản. Sato & nnk (2004) đã chỉ ra rằng việc xây dựng đập Takashiba trên sông Samegawa và đập Shitoki trên sông Shitoki cùng với các hoạt động KTC gần khu vực cửa sông Samegawa đã gây xói bờ biển Nakoso. Huang (2011) đã chỉ ra mối liên hệ giữa xói bờ biển Enshunada và các hoạt động XDĐ và KTC trên sông Tenryu.

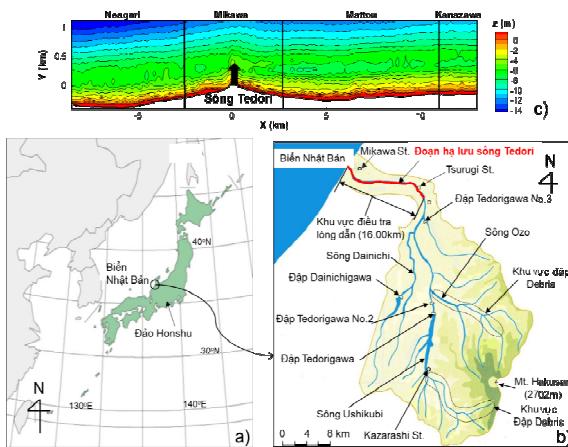
Tương tự như các lưu vực sông-biển khác ở Nhật Bản, trong những thập kỷ gần đây, các hoạt động KTC và XDĐ trên sông Tedorì đã gây nên hiện tượng xói bờ biển Ishikawa. Đã có một số nghiên cứu về mối liên hệ giữa các hoạt động KTC và XDĐ đến biến đổi hình thái của sông Tedorì (Dang & nnk, 2014) và biến đổi hình thái của biển Ishikawa (Yuhi, 2008). Tuy nhiên, việc ước tính định lượng diễn biến của tải lượng bùn cát từ sông Tedorì cấp cho biển Ishikawa vẫn chưa được thực hiện.

¹ Trường Đại học Thủy lợi

Trong bài báo này, dựa vào bộ số liệu về địa hình của đoạn hạ lưu sông Tedorì trong 58 năm và số liệu về các hoạt động của con người trên đoạn sông đó, tác giả đã ước tính diễn biến của tải lượng bùn cát từ hạ lưu sông Tedorì cấp cho biển Ishikawa. Thêm vào đó, nguyên nhân về việc trỗi pha giữa quá trình xói bờ biển Ishikawa và xói lòng dẫn đoạn hạ lưu sông Tedorì cũng sẽ được phân tích.

2. ĐẶC ĐIỂM VÙNG NGHIÊN CỨU

Sông Tedorì bắt nguồn từ núi Hakusan (có độ cao +2702 m trên mực nước biển) và đổ ra biển Nhật Bản tại thị trấn Mikawa (hình 1). Sông Tedorì có diện tích lưu vực 809 km² và chiều dài 72 km. Ba chi lưu chính của sông Tedorì gồm sông Ushikubi, sông Dainichi và sông Ozo. Đoạn hạ lưu của sông Tedorì được đề cập trong bài báo này bắt đầu cửa sông tới 16 km về phía thượng lưu (hạ lưu của đập Tedorigawa). Sông Tedorì là một trong số các sông có độ dốc lớn ở Nhật Bản, độ dốc tương ứng của toàn bộ sông và đoạn hạ lưu lần lượt là 0.037 và 0.0069. Chiều rộng của sông biến đổi từ 150 m đến 420 m. Hình thái của sông Tedorì là sông phân lạch. Dựa vào sự đồng nhất về độ dốc, chiều rộng và đường kính trung bình của bùn cát đáy, toàn bộ đoạn hạ lưu sông Tedorì được chia thành 4 đoạn gồm: 0 – 2 km, 2 – 7 km, 7 – 13 km và 13 – 16 km.



Hình 1. Vị trí vùng nghiên cứu (a), sơ đồ lưu vực nghiên cứu (b) và hình thái của biển Ishikawa (c)

Vùng nghiên cứu đặc trưng bởi khí hậu gió mùa được thổi từ biển Nhật Bản. Lượng mưa trung bình của khu vực là 2600 mm/năm ở vùng đồng bằng và từ 3300 đến 3600 mm/năm ở khu vực miền núi.

Gần đây, sông Tedorì bị ảnh hưởng bởi nhiều tác động của con người như nạo vét lòng dẫn, KTC, xây dựng các đập kiểm soát bùn cát và XDĐ đa mục tiêu. Những hoạt động này đã làm gián đoạn đường vận chuyển bùn cát từ sông ra biển. Từ những năm 1910, gần 150 đập kiểm soát bùn cát đã được xây dựng để kiểm soát và giám sát dòng bùn cát tại các đoạn thượng lưu của sông ở khu vực xung quanh núi Hakusan. Lượng bùn cát bị giữ bởi các đập kiểm soát bùn cát ước tính khoảng $9.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ đến năm 1991. Để nâng cao khả năng vận chuyển dòng chảy của sông Tedorì, các hoạt động nạo vét được thực hiện trong đoạn 0-4.8 km từ năm 1949 đến năm 1963. Lượng bùn cát đáy được nạo vét khoảng $2.1 \times 10^6 \text{ m}^3$. Đáng chú ý nhất là hoạt động KTC diễn ra mạnh mẽ trong phạm vi từ cửa sông đến 15 km về phía thượng lưu. Trong giai đoạn 1962-1991, khoảng $7.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ cát sỏi được cấp phép khai thác. Tuy nhiên, thể tích cát sỏi được khai thác thực tế lớn hơn nhiều so với trị số được cấp phép. Điều này đã ảnh hưởng đáng kể tới sự thay đổi lòng dẫn và quá trình vận chuyển bùn cát trong sông. Thêm vào đó, đập Tedorigawa bắt đầu vận hành năm 1981 và một số đập khác vận hành trước đó đã giữ lại tất cả tải lượng bùn cát đáy và một phần tải lượng bùn cát lơ lửng từ chi lưu Ushikubi. Đến năm 2005, tổng lượng bùn cát bị giữ lại ở đập Tedorigawa là khoảng $8.2 \times 10^6 \text{ m}^3$. Như vậy, các hoạt động của con người đã giảm một lượng lớn bùn cát của hạ lưu sông Tedorì và từ đó gây ra mất cân bằng giữa việc cung cấp và vận chuyển bùn cát trong lưu vực tổng hợp sông Tedorì – biển Ishikawa.

3. DỮ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

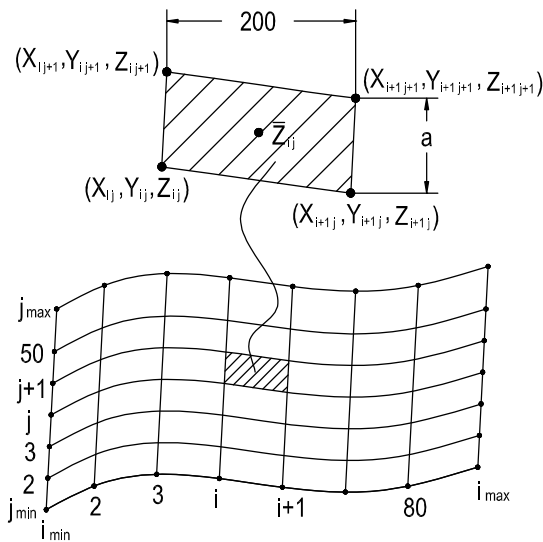
3.1 Dữ liệu

Bộ dữ liệu sử dụng trong bài báo này được cấp bởi Cục Phát triển vùng Hokuriku, thuộc Bộ Đất đai, hạ tầng và giao thông Nhật Bản (sau

đây gọi là HRDB), gồm có:

- Số liệu về địa hình lòng dẫn của 81 mặt cắt ngang sông (bố trí cách nhau 200 m dọc theo đoạn 0-16 km) được điều tra trong 6 năm (1950, 1960, 1970, 1979, 1991 và 2007);
- Thể tích cát sỏi được cấp phép để khai trên đoạn hạ lưu sông Tedori từ năm 1951 đến năm 1991;
- Thể tích bùn cát được nạo vét từ năm 1949 đến năm 1963.

3.2 Tính toán sự thay đổi thể tích bùn cát đáy



Hình 2. Sơ đồ tính toán

Đoạn hạ lưu sông Tedori dài 16 km bao gồm 81 mặt cắt ngang đặt cách nhau 200 m. Chiều rộng của mỗi mặt cắt ngang được giới hạn bởi 2 mốc cố định đặt trên bờ sông và được chia thành 50 đoạn bằng nhau bởi 51 điểm cố định. Tọa độ và cao trình lòng dẫn tại các điểm cố định trên các mặt cắt ngang được nội suy từ hai điểm gần nhất. Thể tích bùn cát đáy của lòng dẫn một đoạn sông ở năm thứ k được xác định như sau:

$$V_s^k = \frac{1}{2} \left| \sum_{j_{\min}}^{j_{\max}} \sum_{i_{\min}}^{i_{\max}} (x_i y_{j+1} - x_{i+1} y_j) \bar{z}_{ij} \right| \quad (1)$$

$$\bar{z}_{ij} = \frac{1}{4} (z_{ij} + z_{i+1j} + z_{ij+1} + z_{i+1j+1}) \quad (2)$$

Trong đó:

V_s^k : Thể tích bùn cát đáy của đoạn sông năm thứ k (m^3);

x_{ij}, y_{ij}, z_{ij} : Tọa độ và cao độ tại điểm thứ ij (m); $\bar{z}_{ij}$: Cao độ trung bình của ô lưới (m).

Biến đổi bùn cát lòng dẫn ΔV^k của năm thứ k là sự thay đổi thể tích bùn cát lòng dẫn của năm thứ k so với thể tích bùn cát lòng dẫn năm 1950.

3.2 Tính toán tải lượng bùn cát của sông Tedori cấp cho biển Ishikawa

Để tính toán tải lượng bùn cát của đoạn hạ lưu sông Tedori cấp cho biển Ishikawa, phương trình cân bằng bùn cát được thiết lập như sau:

$$Q_r = Q_v - (1 - \rho)dV_s - \beta V_{cs} \quad (3)$$

Trong đó:

Q_v là tải lượng bùn cát đến từ thượng lưu.

Theo Dang & nnk (2013) thì $Q_v = 0.28 \times 10^6 m^3/năm$ (trước năm 1981) và $Q_v = 0.11 \times 10^6 m^3/năm$ (sau năm 1981).

dV_s là tốc độ biến đổi thể tích bùn cát lòng dẫn ($m^3/năm$); dV_s của mỗi giai đoạn được xác định thông qua phân tích hồi quy phi tuyến chuỗi các giá trị ΔV^k trong giai đoạn đó.

V_{cs} là thể tích cát sỏi được cấp phép khai thác cho mục đích xây dựng và giao thông thủy trong đoạn sông ($m^3/năm$).

ρ là độ rỗng của lòng dẫn, $\rho = 0.25$.

β là hệ số kể đến độ rỗng của lòng dẫn và lượng cát sỏi khai thác lớn hơn lượng được cấp phép.

Q_r là tải lượng bùn cát từ đoạn hạ lưu sông Tedori cấp cho biển Ishikawa ($m^3/năm$).

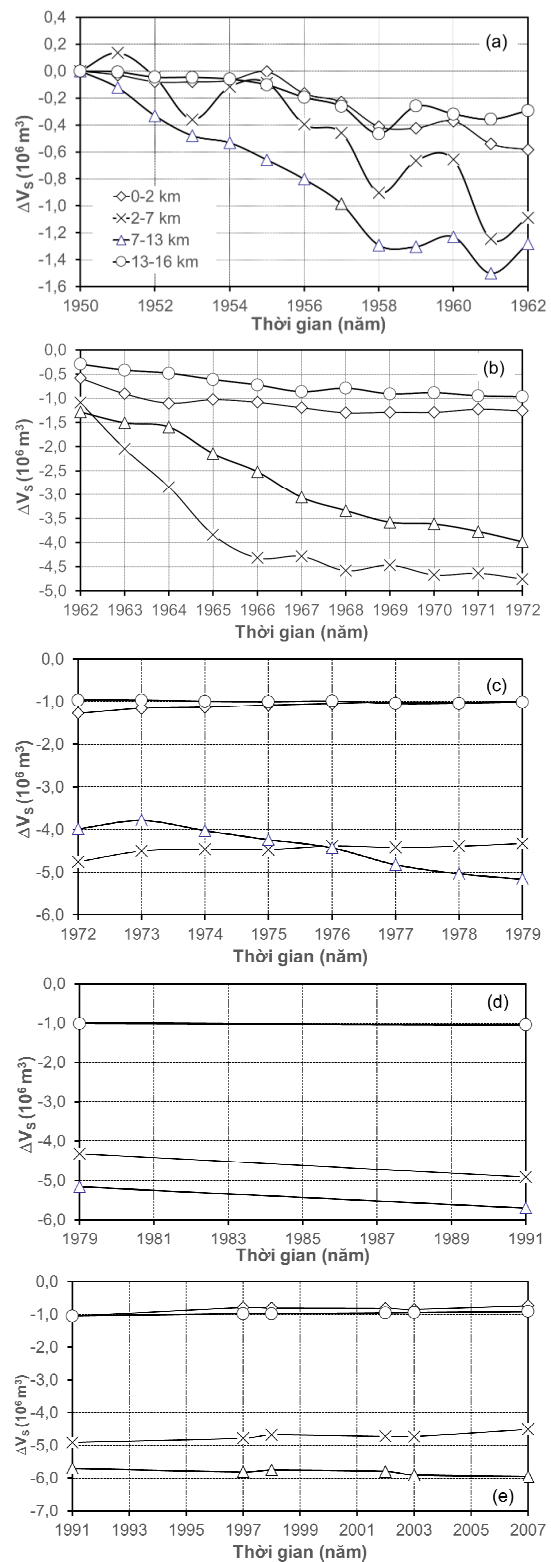
4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

4.1. Quá trình biến đổi lòng dẫn của đoạn hạ lưu sông Tedori

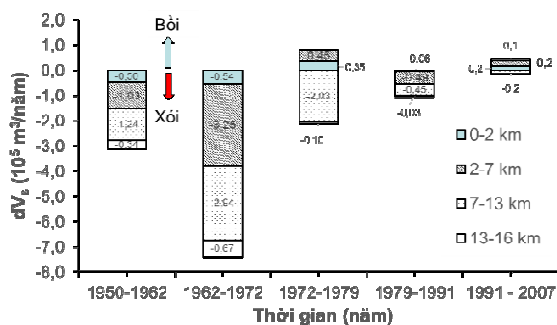
Cả 4 đoạn sông 0-2 km, 2-7 km, 7-13 km và 13-16 km của đoạn hạ lưu sông Tedori đều diễn quá trình xói lòng dẫn trong giai đoạn 1950-2007 (hình 3). Từ năm 1950 đến năm 1991, do ảnh hưởng của các hoạt động nạo vét lòng dẫn và KTC (hình 5) nên quá trình xói lòng dẫn diễn ra ở hầu hết các đoạn sông trong các thời kỳ, ngoại trừ hiện tượng bồi lòng dẫn xảy ra ở đoạn 0-2 km và 2-7 km từ năm 1972 đến năm 1979. Trong giai đoạn 1962-1972,

tốc độ xói lòng dẫn lớn nhất với trị số $3.35 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$ xảy ra ở đoạn 2-7 km, tiếp đến là tốc độ xói $2.94 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$ được quan sát trên đoạn 7-13 km (hình 4). Có thể nguyên nhân của hiện tượng trên là do lượng bùn cát với trị số $3.14 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$ và $1.73 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$ tương ứng được khai thác trong đoạn 2-7 km và 7-13 km từ năm 1962 đến năm 1972 (hình 5). Mặc dù lượng cát sỏi được khai thác trong đoạn 0-2 km và 2-7 km trong giai đoạn 1972-1979 lớn hơn so với lượng khai thác trong giai đoạn 1962-1972 nhưng hiện tượng bồi lòng dẫn lại xảy ra trong thời kỳ này. Việc xảy ra 4 trận lũ lớn hơn $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ trong giai đoạn 1972-1979 được cho đã mang một lượng lớn bùn cát từ thượng lưu về các đoạn sông hạ lưu 0-2 km và 2-7 km và gây nên hiện tượng bồi lòng dẫn như đã chỉ ra ở trên.

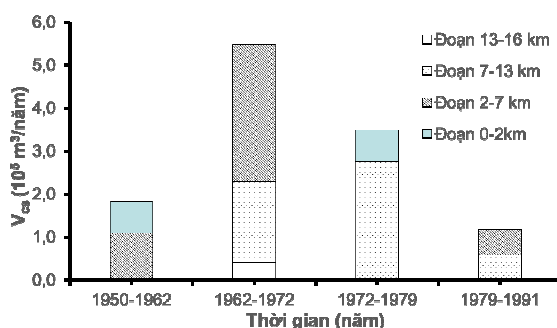
Ngược lại với khuynh hướng xói lòng dẫn phổ biến trước năm 1991, trong giai đoạn 1991-2007, hiện tượng bồi lòng dẫn được quan sát ở đoạn 0-7 km và 13-16 km và hiện tượng xói nhẹ vẫn tiếp tục xảy ra ở đoạn 7-13 km. Sau năm 1991, KTC bị cấm hoàn toàn trên sông Tedori nên hoạt động này không còn ảnh hưởng trực tiếp tới diễn biến hình thái của sông. Thay vào đó, tác động trực tiếp và gián tiếp của quá trình vận hành đập Tedorigawa (năm 1981) đã ảnh hưởng tới diễn biến hình thái trên các đoạn sông của đoạn hạ lưu sông Tedori. Trong giai đoạn này, chỉ còn tải lượng bùn cát đáy từ sông Ozo cấp cho đoạn hạ lưu sông Tedori. Việc giảm lưu lượng đỉnh lũ do vận hành đập Tedorigawa đã làm giảm khả năng vận chuyển bùn cát và làm cho thực vật sông phát triển mạnh. Khi thực vật sông phát triển sẽ giảm ứng suất kéo của dòng chảy lũ và vì vậy làm giảm khả năng vận chuyển bùn cát của sông ra biển. Do đó, lượng bùn cát đáy cung cấp từ sông Ozo phần lớn bị giữ lại ở đoạn hạ lưu sông Tedori mà không vận chuyển hết ra biển Ishikawa gây nên khuynh hướng bồi lòng dẫn ở đoạn hạ lưu sông Tedori.



Hình 3. Diễn biến lòng dẫn ở các đoạn khác nhau của hạ lưu sông Tedori (so sánh với lòng dẫn năm 1950)



Hình 4. Tốc độ thay đổi thể tích bùn cát lòng dẫn hạ lưu sông Tedori

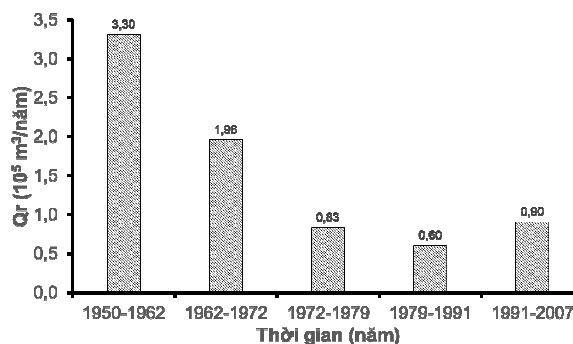


Hình 5. Mức độ khai thác cát của các giai đoạn khác nhau

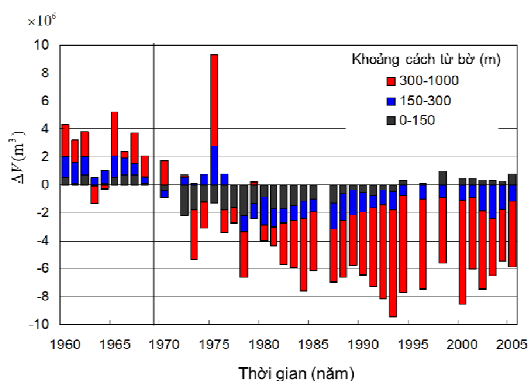
4.2 Tải lượng bùn cát từ sông Tedori cấp cho biển Ishikawa

Sông Tedori là nguồn chủ yếu cung cấp bùn cát cho biển Ishikawa. Hình 6 mô tả diễn biến của tải lượng bùn cát từ sông Tedori cấp cho biển Ishikawa qua 5 giai đoạn khác nhau từ năm 1950 đến năm 2007. Kết quả cho thấy tải lượng bùn cát cấp cho biển Ishikawa giảm đáng kể qua các giai đoạn và đạt giá trị nhỏ nhất vào giai đoạn 1972-1979 và 1979-1991 với tải lượng $0.72 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$. Việc giảm 71% tải lượng bùn cát từ sông đã gây nên hiện tượng thiếu hụt bùn cát cung cấp cho biển Ishikawa. Hình 7 cho thấy hiện tượng xói ở biển Ishikawa bắt đầu xảy ra từ năm 1972 và diễn ra ngày càng nghiêm trọng hơn sau khi đập Tedorigawa đi vào vận hành (năm 1981). Quá trình xói ở biển Ishikawa diễn ra sau 20 năm so với quá trình xói lòng dẫn ở đoạn hạ lưu sông Tedori (xảy ra từ năm 1950).

Nguyên nhân gây ra thời gian trễ của quá trình xói bờ biển so với quá trình xói lòng dẫn ở hạ lưu sông Tedori có thể là do ảnh hưởng gián tiếp của hoạt động KTC trên đoạn sông. Trong giai đoạn 1950-1972, khi các hoạt động KTC được thực hiện trên đoạn 0-7 km sẽ tạo ra các hố khai thác trong lòng dẫn. Miệng các hố khai thác sẽ là nơi độ dốc lòng dẫn của sông thay đổi đột ngột. Khi lưu lượng dòng chảy lớn (trong thời kỳ này xảy ra 4 trận lũ lớn hơn $2500 \text{ m}^3/\text{s}$ - lưu lượng có thể mang bùn cát ra biển) miệng hố khai thác sẽ bị xói cục bộ làm cho phạm vi hố khai thác mở rộng dần về phía thượng lưu và hạ lưu. Quá trình mở rộng các hố khai thác cát đóng góp một lượng đáng kể vào tải lượng bùn cát $2.49 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$ được dòng chảy mang đi cung cấp cho biển Ishikawa. Hiện tượng hố khai thác cát mở rộng về phía thượng lưu hàng km đã được quan sát bởi (Scott, 1973). Đến giai đoạn 1972 -1979, không xảy ra trận lũ có lưu lượng lớn hơn $2500 \text{ m}^3/\text{s}$ và các hoạt động khai thác cát được kiểm soát chặt chẽ hơn nên lòng dẫn của các đoạn sông 0-2 km và 2-7 km có khuynh hướng bồi tụ (hình 3c). Điều đó có nghĩa là lượng bùn cát sinh ra do xói lòng dẫn ở các đoạn thượng lưu được giữ lại ở đoạn 0 - 7 km thay vì vận chuyển ra biển Ishikawa. Vì vậy, tải lượng bùn cát mà sông Tedori cấp cho biển Ishikawa chỉ còn $0.72 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$ trong giai đoạn 1972-1979.



Hình 6. Tải lượng bùn cát từ sông Tedori cấp cho biển Ishikawa



Hình 7. Diễn biến hình thái của biển Ishikawa (Yuhi & nnk, 2009)

5. KẾT LUẬN

Hiểu rõ cơ chế ảnh hưởng của các hoạt động trên sông đến diễn biến tải lượng bùn cát của nó cung cấp cho biển liền kề có vai trò rất quan trọng trong việc quản lý bền vững sông và biển. Trong bài báo này, dựa vào bộ số liệu về địa hình của đoạn hạ lưu sông Tедori trong 58 năm và các hoạt động của con người trên đoạn sông đó, diễn biến của tải lượng bùn cát từ hạ lưu

sông Tедori cấp cho biển Ishikawa trong mối liên hệ với các hoạt động KTC và XĐĐ đã được làm sáng tỏ. Kết quả cho thấy các hoạt động KTC là nguyên nhân làm cho tải lượng bùn cát cấp cho biển Ishikawa giảm dần trong các giai đoạn từ năm 1950 đến năm 1991. Tải lượng bùn cát từ sông đạt giá trị nhỏ nhất $0.72 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$ trong các giai đoạn 1972-1979 và 1979-1991. Từ năm 1991, các hoạt động KTC trên đoạn hạ lưu sông Tедori bị cấm cùng việc vận hành đập Tедorigawa (từ năm 1981) nên tải lượng bùn cát cấp cho biển Ishikawa tăng nhẹ tới trị số $1.02 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{năm}$. Tác động gián tiếp của các hoạt động KTC trong giai đoạn 0-7 km được coi là nguyên nhân gây nên hiện tượng xói bờ biển Ishikawa xảy ra sau so với quá trình xói lòng dẫn của đoạn hạ lưu sông Tедori.

LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin gửi lời cảm ơn chân thành tới GS.Yuhi Masatoshi và PGS.Shynia Umeda của Đại học Tổng hợp Kanazawa, Nhật Bản đã hướng dẫn tác giả thực hiện một số công việc là tiền đề để phát triển nội dung của bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Dang, M. H., Umeda, S., and Yuhi, M. (2014), "Long-term riverbed response of lower Tедori River, Japan, to sediment extraction and dam construction", *Environmental Earth Sciences*, 72(8), 2971–2983.
- Dang, M. H., Yuhi, M., and Umeda, S. (2013), "Human impact on morphology and sediment budget in the Tедori River, Japan", *Advances in River Sediment Research*, 289–297.
- Huang, G. (2011), "Time lag between reduction of sediment supply and coastal erosion", *International Journal of Sediment Research*, 26(1), 27–35.
- Liu, C., Sui, J., and Wang, Z.-Y. (2008), "Sediment load reduction in Chinese rivers", *International Journal of Sediment Research*, 23(1), 44–55.
- Poulos, S. E., and Collins, M. B. (2002), "Fluvial sediment fluxes to the Mediterranean Sea: a quantitative approach and the influence of dams", *Geological Society, London, Special Publications*, 191(1), 227 LP-245.
- Rinaldi, M., Wyzga, B., and Surian, N. (2005), "Sediment mining in alluvial channels: Physical effects and management perspectives", *River Research and Applications*, 21(7), 805–828.
- Sato, S., Kajimura, T., Abe, M., and Isobe, M. (2004), "Sand Movement and Long-Term Beach Evolution in a Fluvial System Composed of the Samegawa River and the Nakoso Coast", *Coastal Engineering Journal*, 46(2), 219–241.
- Scott, K. M. (1973), "Scour and Fill in Tujunga Wash - A Fanhead Valley in Urban Southern California - 1969", *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 732(B), B1–B29.

- Syvitski, J. P. M., Vörösmarty, C. J., Kettner, A. J., and Green, P. (2005), “*Impact of Humans on the Flux of Terrestrial Sediment to the Global Coastal Ocean*”, Science, 308(5720), 376 LP-380.
- Yuhi, M. (2008), “*Impact of Anthropogenic Modifications of a River Basin on Neighboring Coasts: Case Study*”, Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering, 134(6), 336–344.
- Yuhi, M., Umeda, S., and Hayakawa, K. (2009), “*Regional analysis on the decadal variation of sediment volume in an integrated watershed composed of the Tedor River and the Ishikawa Coast, JAPAN*”, Journal of Coastal Research, Vol.II, 1701-1705.

Abstract:

**ESTIMATION OF SEDIMENT SUPPLY OF TEDORI RIVER
TO ISHIKAWA COAST, JAPAN**

In recent decades, sand and gravel mining and dam constructions conducted in the Tedor River have affected seriously morphology of both river and Ishikawa coast, Japan. This paper aims to estimate temporal variation in sediment supply of the lower Tedor river to Ishikawa coast using a dataset consisting of river topography and related human intervention over the period of 58 years. The results indicate that dredging activity and sand and gravel mining induced a decrease in sediment supply to the Ishikawa coast in the period of 1950 -1991. The sediment supply reached the lowest value at $0.72 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ during the period 1972 – 1991. Due to totally prohibited sand and gravel mining in 1991 together with Tedorigawa dam operation in 1981, the sediment supply slightly recovered to $1.02 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{yr}$ in the period of 1991 – 2007. Time lag between erosion occurred in the Ishikawa coast and that occurred in the lower Tedor river was attributed to the indirect effect of sand and gravel mining conducted in the reach of 0-7km upstream far from the river mouth.

Keywords: Sand and gravel mining, dam constructions, Tedor river, Ishikawa coast, sediment supply

Ngày nhận bài: 31/7/2018

Ngày chấp nhận đăng: 30/8/2018