

PHÂN TÍCH BIẾN ĐỘNG LÒNG DẪN SÔNG CHU QUA TÀI LIỆU ĐO ĐẠC VÀ ẢNH VIỄN THĂM

Nguyễn Thị Thu Huyền, PGS.TS Nguyễn Thanh Hùng, Vũ Đình Cường
Phòng Thí nghiệm Trọng điểm quốc gia về Động lực học sông biển

Phạm Quang Sơn
Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam

Tóm tắt: Trong những năm gần đây, vùng hạ lưu sông Chu phải đối mặt với tình trạng lòng dẫn bị biến động mạnh. Bên cạnh sự biến động lòng dẫn theo quy luật tương tác thủy thạch động lực tự nhiên của dòng sông, lòng dẫn sông Chu còn bị biến động do tác động của con người trên dòng chính như xây dựng hồ chứa thượng nguồn điều tiết dòng chảy, khai thác cát lòng sông. Bài báo giới thiệu một số kết quả nghiên cứu quá trình biến động lòng dẫn sông Chu đoạn từ hạ lưu hồ Cửa Đạt đến ngã ba Giàng thông qua số liệu đo đạc thực tế và ảnh viễn thám.

Từ khóa: sông Chu, diễn biến lòng dẫn, sạt lở bờ sông, tác động hồ chứa;

Summary: In recent years, Chu river, downstream of Cua Dat reservoir (Thanh Hoa province), has faced with river bed change severely. Beside of the river change due to hydrodynamics and sediment transport naturally, the river morphology has been changed due to impact of human activities on the main river, as building reservoir, and sand mining. This paper presents some initial results in analysing the river morphology from downstream of Cua Dat reservoir to the Giang bifurcation based on measurements data of topographic, geological data and remote sensing.

Keyword: Chu river, river evolution, river bank erosion, impact of reservoir.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1 Tổng quan về khu vực nghiên cứu

Sông Chu là phụ lưu lớn nhất của hệ thống sông Mã. Sông Chu dài 325km, phần chảy vào Việt Nam dài 160km, qua các huyện Quế Phong (Nghệ An), Thường Xuân, Thọ Xuân (Thanh Hóa) và nhập lưu với sông Mã tại ngã ba Giàng. Với điều kiện địa chất phân thành các khu vực rõ rệt: khu vực từ thượng nguồn sông Chu đến cửa Đạt phân bố nham thạch trong các đoạn này chủ yếu là trầm tích lục nguyên macma xen kẽ đá vôi; khu vực từ Cửa Đạt đến Bái Thượng có nhiều bãi bồi, tầng đá gốc nằm sâu; khu vực từ Cửa Đạt

đến Bái Thượng nền địa chất lòng sông chủ yếu là bùn sét, cuội sỏi lẫn cát màu; và khu vực từ Bái Thượng đến nhập lưu với sông Mã tại ngã ba Giàng nền địa chất lòng sông chủ yếu là cuội sỏi, đất cuội, cát, đất sét pha và bùn sét pha [4]. Trong nhiều năm gần đây, khí hậu biến đổi dẫn đến chế độ dòng chảy cũng biến đổi, việc điều tiết của các hồ chứa thượng nguồn Hòa Na, Cửa Đạt (hồ Cửa Đạt bắt đầu vận hành năm 2009) đã làm ảnh hưởng nhiều đến chế độ dòng chảy sông Chu. Thêm vào đó là các hoạt động xây dựng hồ điều tiết, đập chắn và hoạt động khai thác nguồn nước, khai thác cát ở các bãi sông, lòng sông đã làm biến đổi dòng chảy và mất cân bằng lượng bùn cát dẫn đến lòng dẫn hạ du bị biến đổi càng ngày nhiều.

Một trong những biểu hiện cụ thể của sự biến

Người phản biện: PGS.TS Lê Mạnh Hùng

Ngày nhận bài: 27/8/2014

Ngày thông qua phản biện: 24/9/2014

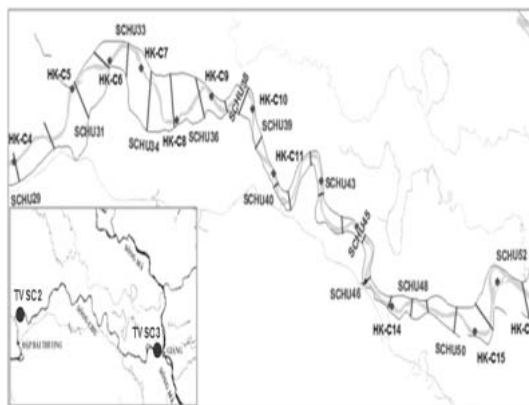
Ngày duyệt đăng: 24/4/2015

đổi hình thái đoạn sông Chu là hiện tượng xói lở bờ sông ở hạ lưu hồ Cửa Đạt, nhiều vị trí dọc tuyến sông Chu bị sạt lở nghiêm trọng. Nguyên nhân sơ bộ xác định là do một lượng lớn bùn được giữ lại tại các hồ chứa gây ra mất cân bằng bùn cát ở hạ du, cùng với các tác



Hình 1: Sạt lở mái đê tả sông Chu tại xã Thiệu Vũ năm 2012

động của con người đến dòng chảy và lòng dẫn. Để tìm giải pháp ổn định cho hệ thống đê điều cũng như các công trình trên sông nghiên cứu này phân tích biến động lòng dẫn sông Chu qua các giai đoạn từ số liệu đo đạc.



Hình 2. Vị trí mặt cắt đo địa hình, hố khoan địa chất và trạm khảo sát đo thủy văn trên đoạn sông nghiên cứu

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Phân tích hiện trạng và xác định biến động lòng dẫn sông Chu từ số liệu thực đo là một vấn đề phức tạp vì đòi hỏi nhiều số liệu trong quá khứ, đa dạng về loại số liệu như số liệu về thủy văn, số liệu về địa hình lòng dẫn, hình thái mặt bằng và số liệu địa chất. Do đó cần có cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu khác nhau. Trong nghiên cứu này đã kết hợp các phương pháp:

- Phương pháp tổng hợp, thống kê số liệu địa hình, thủy văn, địa chất thu thập được.
- Phương pháp phân tích tài liệu lịch sử: các tài liệu về địa hình, địa chất, thủy văn được so sánh, phân tích đánh giá biến động qua các thời kỳ khác nhau.
- Phương pháp viễn thám và GIS: phân tích ảnh viễn thám chụp khu vực nghiên cứu qua các thời điểm lịch sử để đánh giá biến động

lòng dẫn trên mặt bằng

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Biến động lòng dẫn gây sạt lở bờ sông và công trình đê điều

Kết quả điều tra thu thập số liệu cho thấy trên tuyến sông Chu trong những năm gần đây có một số trọng điểm xói lở lòng sông gây sạt lở bờ sông ảnh hưởng nghiêm trọng đến an toàn đê điều, làm hư hại (gây sạt chân kè hoặc sạt trượt mái đê) các công trình kè bảo vệ các vị trí sạt lở chủ yếu nằm về phía bờ đê tả sông Chu (Bảng 1).

Từ bảng số liệu có thể nhận thấy, các vị trí sạt lở hầu hết là tại các vị trí sông cong, dòng chảy có lưu tốc lớn áp sát bờ vào mùa lũ, các vị trí sạt lở đã được kè bảo vệ và ổn định trong giai đoạn 2006 - 2012. Tuy nhiên, đến năm 2013 rất nhiều điểm sạt lở đã xuất hiện tại các điểm xung yếu này.

Bảng 1: Vị trí các điểm sạt lở nghiêm trọng dọc tuyến sông Chu

TT	Địa danh	Vị trí theo Km đê	TG xảy ra sự cố	Mức độ thiệt hại
1	Đoạn kè xã Thọ Minh	K3,120-K3,320 tả Chu	2003-2005, 2013	Bị sạt lở cục bộ từng mảng, vách đứng
2	Đoạn kè Mau Xanh	K13+101- K13+300 tả Chu	2003-2005, 2013	Bị sụt hẫng chân, mái kè bị lốc lở
3	Đê, kè Vân Lộ -Bát Căng, xã Thọ Nguyên	K24,142-K25,226 hữu Chu	1996, 2003- 2005, 2013	Sạt trượt mái đê phía sông, bãi phía thượng lưu kè
4	Đê, kè Cánh Hạ, xã Thọ Trường - xã Thiệu Ngọc	K18,926-K20,2 tả Chu	2003-2005, 2013	Sạt lở
5	Đoạn đê, kè Thiệu Vũ	K24 - K25 tả Chu	2013	Sạt lở
6	Đoạn đê, kè Thiệu Tiến	K27,5 - K28,5 tả Chu	2013	Sạt lở
7	Đoạn đê, kè thuộc xã Thiệu Tâm	K38,0-K38,3 hữu Chu	2003-2005, 2013	Sạt bờ sát chân đê

Nguồn: Chi cục Đê điều và PCLB Thanh Hóa, 2013

3.2 Biến động lòng dẫn sông Chu qua tài liệu địa hình

Tài liệu địa hình lòng sông Chu thu thập được cho nghiên cứu gồm tài liệu mặt cắt ngang sông được đo đạc trong các năm 1999, 2008, 2011- 2014. Qua phân tích số liệu nhiều năm cho thấy:

- Đường lạch sâu có sự biến đổi đáng kể, những năm gần đây cao độ đáy sông có xu thế hạ thấp dần (Hình 3), đặc biệt là đoạn cách đập Cửa Đạt khoảng 10km lòng sông bị hạ thấp xuống gần 6 m (năm 2008 so với năm 1999). Trong giai đoạn 2011 - 2014, cao độ đáy sông đoạn từ sau đập Bái Thượng đến ngã ba Giàng có sự biến động lớn, tại khu vực cách đập Bái Thượng 15km về hạ lưu đáy sông bị xói sâu xuống khoảng 7m so với năm 1999, khu vực gần ngã ba Giàng xói sâu khoảng gần 5m.



Hình 3. Diễn biến cao độ lạch sâu dọc sông Chu từ sau hồ Cửa Đạt đến ngã ba Giàng

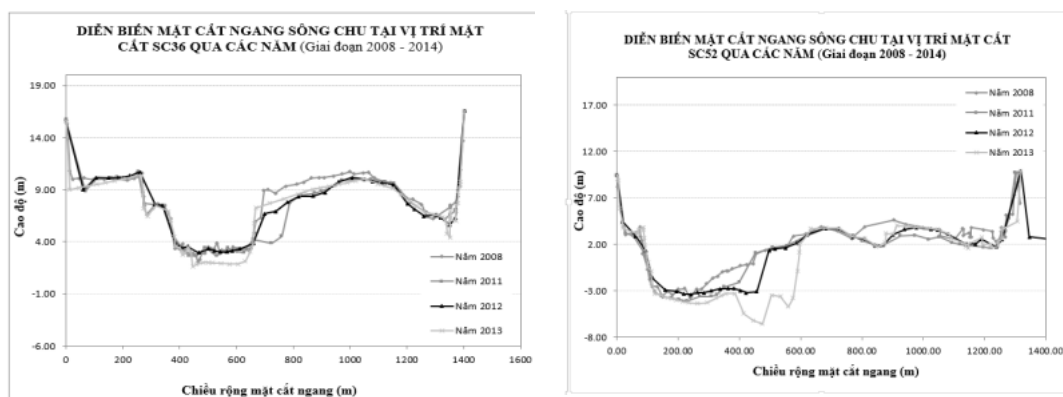
- **Mặt cắt ngang:** Chiều rộng mặt cắt ngang tại các vị trí so sánh biến đổi không nhiều, chênh lệch trung bình là 89 m, lớn nhất là 159m (tại mặt cắt SCHU47). Đối với cao trình đáy sông tại các vị trí qua các năm có sự biến đổi có năm lòng sông được bồi lên, có năm bị xói đi. Mức độ hạ thấp mặt cắt trên tuyến sông Chu từ mặt cắt SCH30 đến mặt cắt SCH52 lớn nhất là

5.42 m tại mặt cắt SCH32 và ít nhất là 0.16 tại mặt cắt SCH41. Một số mặt cắt như SCHU36, SCH37, SCH41 và sông Chu SCH52 có sự biến đổi mạnh: mặt cắt SCH36 lòng sông hạ thấp liên tục từ cao độ 2.89 m xuống 1.98 m, trung bình hơn 0.45 m/năm; mặt cắt SCHU37 dao động lớn nhất là 2.1m, từ cao độ 4.01 m

xuống 1.90 m; mặt cắt SCHU52 toàn bộ lòng sông bị hạ thấp, nhiều nhất là 7.6m, từ cao độ 1.08 m xuống -6.58 m. Với sự hạ thấp lòng sông như trên có thể là một trong những nguyên nhân dẫn đến sạt lở bờ sông xảy ra ở nhiều vị trí dọc sông Chu (Bảng 2 và Hình 4).

Bảng 2. Biến đổi cao độ đáy và chiều rộng lòng chính trên mặt cắt ngang sông Chu

Vị trí		Cao độ đáy thấp nhất (m)					Chiều rộng lòng chính (m)				
Tên mặt cắt	KC từ Cửa Đạt (m)	Năm 2008	Năm 2011	Năm 2012	Năm 2013	Chênh lệch lớn nhất	Năm 2008	Năm 2011	Năm 2012	Năm 2013	Chênh lệch lớn nhất
SC30	29359	3.24	4.22	4.4	3.4	1.17	379	351	380	349	31
SC32	34310	-5.50	-0.08	-0.09	-3.14	5.42	358	356	353	334	24
SC33	35866	1.09	1.6	1.48	4.73	3.64	333	346	263	346	83
SC34	37983	1.66	2.56	2.33	3.36	1.7	652	542	653	657	115
SC35	40264	0.94	-0.33	-0.51	-1.02	1.96	355	394	510	354	155
SC36	42180	2.09	2.66	2.97	1.63	1.34	399	409	399	351	58
SC37	44230	0.61	0.93	2.04	0.9	1.43	275	376	410	410	135
SC38	45852	-0.69	0.61	1.23	0.6	1.92	352	397	304	315	92
SC41	51188	0.39	0.52	0.39	0.55	0.16	387	322	325	431	109
SC42	53440	-1.34	-0.61	0.58	0.69	2.03	323	410	327	279	131
SC45	58924	-1.65	-0.96	-1.22	-1.04	0.69	310	195	311	311	116
SC46	60608	-3.90	-1.92	-1.19	-2.76	2.71	226	224	226	229	5
SC47	62319	-1.81	-2.13	-2.71	-3.48	1.67	276	219	307	378	159
SC48	63894	-3.89	-5.01	-4.85	-3.82	1.19	241	184	266	218	82
SC49	64908	-5.44	-5.68	-3.86	-5.3	1.82	187	237	236	214	50
SC50	66753	-1.60	-4.93	-4.3	-4.77	3.33	235	226	235	348	122
SC51	69330	-5.19	-4.83	-5.42	-6.52	1.69	247	300	318	296	71
SC52	72977	-3.74	-4.1	-3.39	-6.58	3.19	423	393	403	502	110



Hình 4. Diễn biến một số mặt cắt ngang trên sông Chu

3.3 Phân tích biến động lòng dẫn sông Chu qua tài liệu ảnh viễn thám

Nghiên cứu đã phân tích diễn biến vị trí đường bờ đoạn sông Chu từ sau hồ Cửa Đạt tới ngã ba Giảng qua các thời điểm (date) ảnh vệ tinh

Landsat (MSS, TM, ETM, OLI) và bản đồ địa hình UTM các năm từ 1965 đến 2013 (Hình 5). Các ảnh sử dụng có độ phân giải không gian từ 15m đến 30m, được xử lý trên hệ thống phần mềm PCI-Geomatica 9.1 [3].

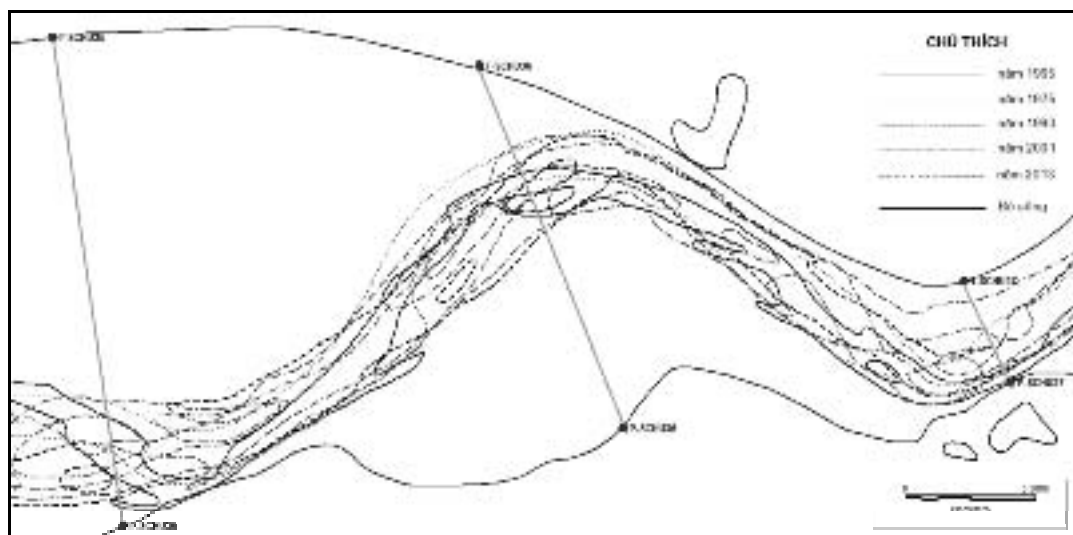
Bảng 3. Biến đổi chiều rộng lòng chính sông Chu trên ảnh viễn thám

Vị trí theo mặt cắt	Bề rộng lòng chính (m)					Ghi chú
	Năm 1965	Năm 1975	Năm 1990	Năm 2001	Năm 2013	
MC 29	135	176.7	137.9	140	158.7	
MC 30	224.5	111.2	190.5	165.3	224.4	
MC 31	264.4	213.5	233.9	157.1	168.6	
MC 32	130	157.3	96	141	203	
MC 33	154.4	206	120	130	150	
MC 34	180	250	130	160	390	
MC 35	250	200	300	190	200	
MC 36	170	130	170	270	270	
MC 37	41	172	170	87.1	260	
MC 38	140	175.3	125.3	117.8	234	
MC 39	69.5	147.8	126	153.7	207.5	
MC 40	126.8	184	193	200	240	
MC 41	100	135	108.2	92.8	170	
MC 42	119.4	156.4	114	180	228.5	
MC 43	109.4	119	146.3	143.9	169.5	
MC 44	110	120	130	130.3	230.5	

Vị trí theo mặt cắt	Bề rộng lòng chính (m)					Ghi chú
	Năm 1965	Năm 1975	Năm 1990	Năm 2001	Năm 2013	
MC 45	100.7	165.4	146.3	151.2	203	
MC 46	120	162	161.2	154.1	219.6	
MC 47	142.5	123.8	161	185.1	205	
MC 48	159.5	170	151.4	180	152.3	
MC 49	126.1	163	173.2	155.7	162.7	
MC 50	194	198.3	192.6	157.2	272.4	
MC 51	109.6	169.2	126	125.9	252.5	
MC 52	420	580	320	330	480	

Qua phân tích mặt bằng một số năm cụ thể 1965, 1975, 1990, 2001 và 2013 tại một số vị trí nghiên cứu cho thấy bề rộng lòng chính có sự biến đổi lớn có đoạn sông được mở rộng ra có đoạn sông bị thu hẹp đi, chênh lệch lớn nhất

là 260 m và bé nhất là 28,6 m và trung bình là 116.7 m . Một số bãi được hình thành hoặc mất đi như tại mặt cắt SCH35 (năm 1990), SCH36 (năm 1965), SCH37 (năm 2013).



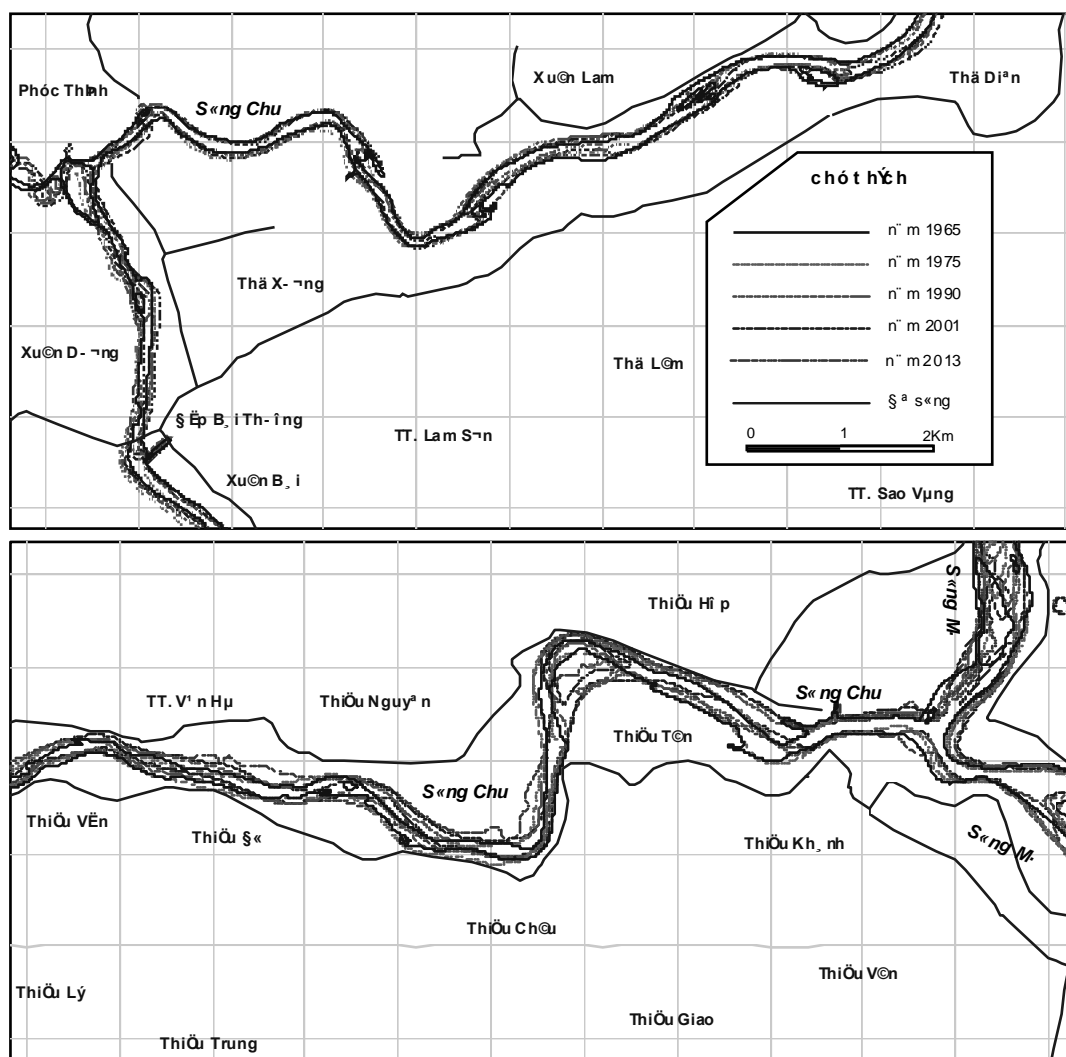
Hình 5. Biến động lòng dẫn sông Chu từ mặt cắt SCH35 đến SCH37 qua ảnh viễn thám

Qua phân tích cho thấy, trong 48 năm qua (1965-2013) lòng dẫn sông Chu biến động mạnh theo chiều ngang trong không gian nằm giữa hai tuyến đê tả-đê hữu. Một số vị trí có sự biến động lòng dẫn mạnh như: đoạn ngã ba sông Âm - sông Chu, đoạn Xuân Hòa - Tạo Lập, đoạn Xuân Yên - TT. Thọ Xuân, đoạn

Thiệu Phúc. Đặc biệt trên đoạn sông này có nhiều đỉnh cong, có bán kính cong (R) thay đổi rất lớn từ 350m đến 1.800m; như các đỉnh cong: Xuân Thiên - Thọ Diên (R=1.670m); đỉnh cong Tạo Lập – Xuân Hoà (R=1.270m); đỉnh cong Xuân Tân – Xuân Thành (R=750m); đỉnh cong Thiệu Vũ - Thiệu Toán (R=780m),

đỉnh cong Thiệu Châu - Thiệu Nguyên (R=950m), đỉnh cong Thiệu Hợp - Thiệu Tân (R=830m)... Những điểm bờ sông bị sạt lở mạnh được ghi nhận trong những năm vừa qua

cũng trùng với những nơi lòng dẫn biến dạng và phát triển mạnh của các đỉnh cong trên dòng sông Chu.



Hình 6. Biến động lòng dẫn sông Chu qua tư liệu ảnh viễn thám (giai đoạn 1965-2013)

3.4 Các yếu tố chính ảnh hưởng đến quá trình biến động lòng dẫn sông Chu

+ Ảnh hưởng của yếu tố thủy văn, thủy lực, bồi cát:

- Yếu tố thủy văn, thủy lực:

Mùa lũ trên sông Chu kéo dài từ tháng VII-X, chiếm 63%-73% tổng lượng dòng chảy của năm,

mùa cạn từ tháng XI-VI năm sau. Ba tháng có dòng chảy lớn nhất là các tháng VII-IX chiếm 52-60% lượng dòng chảy cả năm. Tháng có lượng dòng chảy lớn nhất là tháng IX, chiếm từ 20-24% tổng lượng dòng chảy cả năm.

Phân phối dòng chảy trung bình tháng trong năm của một số trạm sông Chu như sau:

Bảng 4. Dòng chảy trung bình các tháng tại một số trạm trên sông (m³/s)

Trạm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TB
Cửa Đạt	55.1	44.5	40.4	43	76.3	124	156	233	292	262	126	72.6	128
Mường Hinh	41.8	33.6	28.8	29.5	40.2	80.9	114	189	237	162	89.5	57.1	92.1
Xuân Khánh	32.5	19.1	13.6	17	51.8	124	156	296	471	286	155	60.3	140

Sự phân bố dòng chảy năm trên lưu vực phụ thuộc vào phân bố mưa và các nhân tố mặt đệm, địa chất, thổ nhưỡng của lưu vực. Vùng thượng nguồn sông Chu lượng dòng chảy tương đối nhỏ, sau khi qua biên giới Việt Lào, lượng dòng chảy tăng đáng kể. Từ Mường Hinh đến Bái Thượng do địa hình thuận lợi,

lưu lượng dòng chảy tăng, tại Cửa Đạt $M_0=20.51/s.km^2$.

Dòng chảy kiệt chiếm 26% tổng lượng dòng chảy năm, kéo dài 8 tháng từ tháng XI-VI. Tỷ lệ phân phối trung bình lượng dòng chảy các tháng mùa cạn so với dòng chảy năm tại một số trạm thủy văn trên sông Chu như bảng 5:

Bảng 5. Tỷ lệ dòng chảy kiệt tại một số trạm lưu vực sông Chu (%)

Trạm	XII	I	II	III	IV	V	VI
Mường Hinh	5	4	3	2.6	3	4	8
Cửa Đạt	5	4	3	2.7	3	4	7
Xuân Khánh	4	2	1	1	1	3	8

Lượng dòng chảy mùa kiệt tại Xuân Khánh giảm thấp nhất là do dòng chảy trên sông Chu đã bị chuyển vào hệ thống thủy nông sông Chu

từ đập dâng Bái Thượng.

Dòng chảy lũ lớn nhất sông Chu thường xuất hiện vào tháng IX, tần suất 41.5%

Bảng 6. Tần suất xuất hiện dòng chảy lũ tại trạm Cửa Đạt

Trạm	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Cửa Đạt	2.4	0	4.9	19.5	41.5	24.4	7

Trên sông Chu tại Xuân Khánh cường suất mực nước lũ bình quân khoảng 15-20 cm/h, cao nhất đạt 80-100 cm/h.

Kết quả khảo sát đo đạc thủy văn trên tuyến sông Chu, tại hai trạm TVSC2 thượng lưu ngã

ba sông Chu-sông Âm và TVSC3 thượng lưu ngã ba sông Chu-sông Mã trong mùa kiệt (từ ngày 10-15/5/2014 - vị trí các trạm như Hình 2) cho thấy lưu tốc dòng chảy trên tuyến sông Chu không lớn, trung bình đạt 0,5m/s, lưu tốc

dòng chảy lớn nhất tại trạm TVSC2 chỉ đạt 0,65 m/s, tại trạm TVSC3 do ảnh hưởng của thủy triều nên lưu tốc dòng chảy lớn hơn đạt 1,45 m/s [3].

Bảng 7. Các đặc trưng thủy văn, thủy lực tại trạm TVSC2 và TVSC3

Trạm đo	V_{\max} (m/s)	V_{TB} (m/s)	Q_{\max} (m ³ /s)	Q_{\min} (m ³ /s)
TVSC2	0.65	0.5	105	76
TVSC3 ^(*)	1.45	0.5	360	-304

Ghi chú: Trạm TVSC3^() là trạm ảnh hưởng của thủy triều*

Từ những thông kê trên cho thấy, dòng chảy trên sông Chu biến đổi mạnh theo thời gian và không gian: mùa kiệt kéo dài tám tháng và lượng dòng chảy chỉ chiếm khoảng 26% lượng dòng chảy năm làm bùn cát lòng sông và bờ sông bị bờ rời, trong khi đó lượng dòng chảy lũ lớn tập trung trong thời gian ngắn với cường độ suất lũ lên nhanh, lưu tốc dòng chảy lũ lớn đã làm sạt lở bờ và gây diễn biến bồi xói lòng dẫn nghiêm trọng. Đây cũng chính là một trong những nguyên nhân quan trọng nhất ảnh hưởng đến quá trình sạt lở bờ và biến động lòng dẫn sông Chu.

- Yếu tố bùn cát:

Theo tài liệu nghiên cứu trước đây [2], hàm lượng phù sa lớn nhất vào mùa lũ đạt 2,83 kg/m³ tại Xuân Khánh trên sông Chu ngày 10/8/1976. Hàm lượng bùn cát trung bình tại Xuân Khánh là 192 g/m³, trung bình tại sông Âm đạt 181 g/m³. Sông Chu chuyển về hạ du là 0,848 triệu tấn phù sa. Tại Xuân Khánh hệ số xâm thực đạt 114 tấn/km².

Theo tài liệu khảo sát đo đạc mới tại hai trạm TVSC2 và TVSC3 từ 10-15/5/2014, hàm lượng phù sa lớn nhất đạt 22,8 g/m³, nhỏ nhất chỉ đạt 7,2 g/m³ tại trạm TVSC2 và lớn nhất đạt 149,3 g/m³, nhỏ nhất đạt 3,6 g/m³ tại trạm TVSC3.

Như vậy, lượng bùn cát sông Chu chuyển về hạ du không dồi dào, thuộc vào mức trung bình và đang có xu thế giảm rõ rệt do các hồ chứa thượng nguồn đã giữ lại phần lớn lượng bùn cát trong lòng hồ. Sự thiếu hụt bùn cát này là nguyên nhân rất quan trọng gây sạt lở bờ và biến động lòng dẫn sông Chu.

+ Ảnh hưởng của yếu tố địa chất:

Kết quả khoan khảo sát địa chất lòng sông từ hạ lưu đập Bái Thượng đến hợp lưu sông Mã (Bảng 8) gồm 13 hố khoan từ HK-C4 đến HK-C17 (Hình 2) cho thấy vật liệu các lớp là bùn sét pha màu xám đen; lớp 2 là cát hạt to có sỏi sạn màu xám vàng, xám nâu, bão hòa nước chặt vừa; lớp 3 là đất cuội sỏi lẫn cát màu xám vàng, bão hòa nước chặt vừa-chặt; lớp 4 là sét pha màu xám nâu trạng thái chảy; lớp 5 là bùn sét pha lẫn trầm tích thực vật màu xám đen [3].

Theo các kết quả phân tích các lớp địa chất nhận thấy lớp đất 2, 3 có cường độ chịu tải cao, ít biến dạng, biến dạng từ trung bình đến lớn. Tuy nhiên cũng là lớp đất rời độ dính kết nhỏ dễ bị xói mòn dưới tác dụng của dòng nước. Trong khi đó lớp đất 1, 4 và 5 có cường độ chịu tải thấp và biến dạng rất mạnh, dưới tác dụng của dòng chảy dễ bị xói mòn bị xói mòn dưới tác dụng của dòng nước.

Bảng 8. Bảng tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của các lớp bùn cát lòng sông Chu

TT	Chỉ tiêu đặc trưng	Ký hiệu	Đơn vị	Lớp 1	Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5
1	Thành phần hạt Cuội sỏi > 2.0 mm Sỏi sạn: >2.0 mm Dăm sạn: >2.0mm Cát : 0.05-2.0mm Bụi : 0.005-0.05mm Sét : <0.005mm	P	%		16.7	78.3	36.0	29.9
			%	38.7	83.8	21.7	43.5	38.3
			%	30.3	0.2		20.5	31.8
			%	31.0	0.2			
2	Độ ẩm tự nhiên	W	%	69.4	18.9	6.9	31.7	70.6
3	Độ ẩm giới hạn chảy	W _t	%	56.3			29.9	66.0
4	Chỉ số dẻo	W _n	%	13.5			9.5	13.5
5	Dung trọng tự nhiên	γ_w	g/cm ³	1.54			1.91	1.53
6	Dung trọng khô	γ_c	g/cm ³	0.909			1.45	0.89
							0	5
7	Khối lượng riêng	Δ	g/cm ³	2.65	2.66	2.66	2.69	2.57
8	Độ lỗ rỗng	n	%	65.7			46.1	65.1
9	Hệ số rỗng tự nhiên	ε_0		1.915			0.85	1.86
							5	6
10	Độ bão hoà	G	%	96.0			99.8	97.1
11	Lực dính kết	C	kG/cm ²	0.015			0.02	0.02
							9	7
12	Góc ma sát trong	φ	độ	2 ^o 21'			2 ^o	2 ^o
							45'	44'
	Góc nghiêng của cát khi khô	α_c	Độ		26'			
	Góc nghiêng của cát khi ướt	α_w			21'			
13	Cường độ chịu tải qui ước	R ₀	kG/cm ²	0.2	2	>3	0.3	13

Như vậy, địa chất sông Chu đoạn từ sau đập Bái Thượng tới hợp lưu với sông Mã thuộc loại nền địa chất yếu, do kết cấu chủ yếu từ các loại vật liệu bờ rời có độ liên kết kém, do đó lòng sông dễ bị xói lở mạnh khi tốc độ

dòng chảy tăng cao trong mùa lũ, vượt ngưỡng kháng xói cho phép đối với những vật liệu bờ rời. Theo kết quả nghiên cứu của Vanoni (1975) đã công bố vận tốc dòng chảy có thể khởi động bùn cát đáy như sau:

Bảng 9. Vận tốc khởi động của các loại hạt bùn cát theo Vanoni (1975)

Loại hạt bùn cát	Kích cỡ hạt cát (mm)	Vận tốc khởi động (cm/s)
Cát rất thô	2.0-1.0	50
Cát thô	1.0-0.5	30
Cát trung bình	0.5-0.25	20
Cát mịn	0.25-0.125	18

Cát rất mịn	0.125-0.062	20
Bùn thô	0.062-0.031	25
Bùn trung bình	0.031-0.016	50
Bùn rất mịn	0.016-0.008	70

Từ cách xác định sơ bộ tốc độ dòng chảy giới hạn gây xói bờ, lòng dẫn như trên có thể thấy tốc độ giới hạn của dòng nước không gây xói lở lòng dẫn sông Chu không vượt quá ngưỡng cho phép (0.7 - 0.8m/s). Trong thực tế, vào mùa lũ tốc độ dòng chảy sông Chu rất lớn, thường vượt qua tốc độ giới hạn cho phép này gây ra xói lở mạnh và biến động lòng dẫn. Kết quả là sạt lở bờ xảy ra ở nhiều vị trí như đã trình bày ở bảng 1 và một số hình ảnh.

Ngoài ra, các tuyến đê ngăn lũ dọc sông Chu được xây đắp chủ yếu từ các loại vật liệu tại chỗ, có kết cấu bờ rời, độ liên kết kém; thường có độ ẩm bão hòa khi bị ngâm nước lâu ngày nên rất dễ bị trượt lở, đổ lở... cũng góp phần làm giảm đáng kể mức độ an toàn trong mùa mưa lũ kéo dài.

+ *Ảnh hưởng của các hoạt động kinh tế xã hội:*

Cùng với sự phát triển kinh tế xã hội trên lưu vực, con người ngày càng tác động nhiều hơn đến dòng chảy tự nhiên của sông phục vụ các hoạt động kinh tế xã hội. Một trong những tác động của con người có ảnh hưởng lớn nhất đến đoạn sông nghiên cứu là hoạt động xây dựng công trình thủy lợi (hồ chứa, đập dâng) và hoạt động khai thác cát lòng sông (đặc biệt là bơm

hút trực tiếp cát dưới lòng sông).

Trên dòng chính sông Chu thượng lưu có hai hồ chứa lớn đang hoạt động là hồ Cửa Đạt ($W = 1,364$ tỷ m^3), hồ Hòa Na ($W = 533$ triệu m^3), trung lưu có đập dâng Bái Thượng (đập cao 23,5m). Các công trình này có mặt tích cực là cắt giảm lũ cho hạ du trong mùa lũ, nâng cao đầu nước lấy nước tưới cho nông nghiệp. Hiện chưa có nghiên cứu chi tiết đánh giá ảnh hưởng tiêu cực của các công trình này đến dòng chảy sông Chu, tuy nhiên theo các nghiên cứu từ trước đến nay về tác động của hồ chứa đã chỉ ra ảnh hưởng tiêu cực của công trình hồ chứa là sẽ làm biến đổi chế độ thủy văn thủy lực của dòng chảy tự nhiên [7], [1], ngăn dòng bùn cát từ thượng nguồn, do đó sẽ gây biến đổi lòng dẫn hạ du. Có thể nói, biến động lòng dẫn đoạn sông nghiên cứu có tác động đáng kể của các hồ chứa thượng nguồn.

Trên tuyến sông Chu hoạt động khai thác cát trong những năm gần đây đã và đang bùng phát rất mạnh, gồm có hoạt động khai thác cát được cấp phép và khai thác cát trái phép. Từ 2008 đến 2013 tỉnh Thanh Hóa đã cấp phép khoan thăm dò và khai thác cát với tổng khối lượng khai thác cát khoảng 3,5 triệu mét khối (Bảng 10) trên tuyến sông Chu.

Bảng 10. Các điểm cấp phép khoan thăm dò và khai thác cát trên tuyến sông Chu

TT	Số Quyết định	Vị trí, diện tích, trữ lượng khai thác
1	Số 3715/QĐ-UBND Năm 2008	Thị trấn Vạn Hà (xã Thiệu Hưng) và xã Thiệu Nguyên, huyện Thiệu Hóa; trữ lượng: 885.159 m^3
2	Số 3716/QĐ-UBND Năm 2008	Xã Thiệu Tân, huyện Thiệu Hóa; Trữ lượng: 933.168 m^3
3	Số 3718/QĐ-UBND Năm 2008	Xã Thiệu Nguyên, huyện Thiệu Hóa; Trữ lượng: 817.068 m^3

TT	Số Quyết định	Vị trí, diện tích, trữ lượng khai thác
4	Số 3674/QĐ-UBND Năm 2011	Xã Thiệu Khánh, huyện Thiệu Hóa, tỉnh Thanh Hóa; DT : 4,5ha; trữ lượng: 219.746 m ³
5	Số 3339/QĐ-UBND Năm 2012	Xã Xuân Hòa, xã Xuân Tín và xã Thọ Lập, huyện Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa; DT: 7.0 ha; trữ lượng: 127.203 m ³
6	Số 3340/QĐ-UBND Năm 2012	Xã Thọ Thanh, huyện Thường Xuân, tỉnh Thanh Hóa; DT : 9,0 ha; trữ lượng: 51.395 m ³
7	Số 2909/QĐ-UBND Năm 2013	Tại mỏ cát số 11a lòng sông Chu đoạn thuộc xã Xuân Lai, huyện Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa; trữ lượng: 177.000 m ³
8	Số 2910/QĐ-UBND Năm 2013	Tại mỏ cát số 10 lòng sông Chu đoạn thuộc xã Thọ Trường, huyện Thọ Xuân, tỉnh Thanh Hóa; trữ lượng: 216.000 m ³

Nguồn tài liệu: Sở Tài nguyên và Môi trường Thanh Hóa, 2014

Các hoạt động khai thác cát trái phép diễn ra thường xuyên, khối lượng khai thác rất lớn và rất khó thống kê cụ thể. Tuy nhiên với những con số như trên đã cho thấy mức độ ảnh hưởng của hoạt động khai thác cát đến biến động lòng dẫn đoạn sông nghiên cứu là rất lớn.

IV. KẾT LUẬN

Qua việc phân tích biến động lòng dẫn sông Chu dựa vào tài liệu đo đạc lịch sử gồm tài liệu địa hình, thủy văn, địa chất, ảnh viễn thám và tài liệu khai thác công trình trên tuyến sông, nghiên cứu đã rút ra được một số kết luận sau:

Sơ bộ xác định được các yếu tố chính ảnh hưởng đến quá trình biến động lòng dẫn là: các yếu tố thủy văn (mực nước, lưu lượng và bùn cát) là yếu tố tác động vào quá trình thay đổi tự nhiên của lòng dẫn. Chế độ dòng chảy đã thay đổi cơ bản và bất lợi, trong khi đó địa chất lòng sông hạ lưu yếu dễ bị tác động của dòng chảy, đặc biệt là dòng chảy xiết vào mùa lũ gây xói liên tục. Hiện tượng xói sâu xảy ra chỉ trong vòng mấy năm gần đây. Mặt khác ảnh hưởng hoạt động của các hồ chứa trên thượng nguồn trong việc giữ dòng chảy, bao gồm cả lượng phù sa đã làm mất cân bằng bùn cát vùng hạ du hồ. Các hoạt động xây dựng hồ chứa điều tiết, đập ngăn dòng, hoạt

động khai thác cát đã làm mất cân bằng bùn cát nghiêm trọng, dẫn đến chế độ thủy động lực, bùn cát, địa hình lòng dẫn bị tác động rất nhiều.

Như vậy, những phân tích trên cho thấy lòng dẫn sông Chu biến đổi theo thời gian với xu thế xói sâu là chủ yếu, đây là một trong những nguyên nhân gây ra sạt lở bờ sông và gây nguy hiểm, mất ổn định đến công trình đê điều. Trong tương lai, nếu các tác động này đến chế độ dòng chảy, bùn cát không được can thiệp và điều chỉnh kịp thời thì lòng dẫn sông Chu khu vực hạ lưu đập Cửa Đạt sẽ còn biến động mạnh, với nhiều điểm sạt lở có cường độ mạnh hơn xảy ra trên diện rộng hơn.

Các nhận định về biến động lòng dẫn sông Chu cũng như về nguyên nhân gây biến động lòng dẫn trong nghiên cứu này mới căn cứ trên phân tích số liệu đo đạc lịch sử thu thập được về địa hình, địa chất và thủy văn và ảnh viễn thám. Mặt khác số liệu về đo đạc cũng còn hạn chế, trên sông Chu không có trạm thủy văn quan trắc bùn cát nào. Cần có những nghiên cứu sâu hơn với chuỗi số liệu đầy đủ hơn và các tính toán định lượng để làm sáng tỏ nguyên nhân và quy luật biến động lòng dẫn cũng như dự báo xói lở phục vụ phát triển kinh

tế xã hội.

Lời cảm ơn

Các tác giả của bài báo này xin được cảm ơn PGSTS. Lê Mạnh Hùng đã cho những ý kiến đóng góp quý báu trong quá trình nghiên cứu

và chỉnh sửa hoàn thiện bài báo. Nghiên cứu này nhận được kinh phí từ nguồn ngân sách nhà nước trong việc triển khai đề tài nghiên cứu thuộc chương trình nghiên cứu khoa học cấp nhà nước KC08/11-15.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Tuấn Anh và nnk, *Nghiên cứu dự báo xói lở hạ du sông lô-Gâm khi công trình thủy điện Tuyên Quang đưa vào vận hành phát điện và chống lũ*, Đề tài độc lập cấp nhà nước, Hà Nội 2007;
- [2]. Hồ Việt Cường, Lê Mạnh Hùng và nnk, *Khảo sát, nghiên cứu và lập dự án đầu tư xây dựng công trình xử lý sạt lở bờ biển Sầm Sơn, thị xã Sầm Sơn, tỉnh Thanh Hóa*, Hà Nội 2011;
- [3]. Nguyễn Thanh Hùng và nnk, *Nghiên cứu đánh giá tác động của các hồ chứa thượng nguồn đến biến động lòng dẫn hạ du, cửa sông ven biển hệ thống sông Mã và đề xuất giải pháp hạn chế tác động bất lợi nhằm phát triển bền vững*, Đề tài cấp nhà nước KC08-32/11-15, Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển, Hà Nội 2014-2015;
- [4]. Kixêlep P.G (chủ biên), *Sổ tay tính toán thủy lực*. NXB “Mir”. Matxcva, 1984 (Luu Công Đào, Nguyễn Tài dịch từ tiếng Nga);
- [5]. Nguyễn Quang Trung và nnk, *Nghiên cứu đề xuất giải pháp giảm thiểu ảnh hưởng của dòng chảy kiệt phục vụ sản xuất nông nghiệp, thủy sản vùng hạ du sông Cả và sông Mã*, Hà Nội 2013.
- [6]. Sở Nông nghiệp & PTNT Thanh Hóa, *Báo cáo đánh giá chất lượng đề điều trước lũ năm 2014 - tỉnh Thanh Hóa*, Thanh Hóa 2014.
- [7]. Vũ Tất Uyên, *Nghiên cứu dự báo biến đổi lòng dẫn sông Đà, sông Hồng khi thủy điện Hòa Bình vận hành*, Viện Khoa học Thủy Lợi, Đề tài KHCN 06.05 (1978-1985).
- [8]. Viện Quy hoạch Thủy lợi, *Quy hoạch phòng chống lũ hệ thống sông Mã*, Hà Nội 2010.
- [9]. Vanoni, V.A, (1975). *Sedimentation Engineering. ASCE Task Commitee for the preparation of the Mannual on Sedimentation of the Sedimentation Commitee of the Hydraulic Division* (reprinted 1977).