

ẢNH HƯỞNG CỦA HỆ THỐNG HỒ CHỨA ĐẾN TẢI LƯỢNG CACBON HỮU CƠ KHÔNG TAN CỦA SÔNG ĐÀ TRONG GIAI ĐOẠN 1960 - 2014

IMPACT OF THE RESERVOIRS ON THE POC FLUXES OF THE DA RIVER OVER THE PERIOD 1960 - 2014

Lê Thị Phương Quỳnh^{1,*},
Phùng Thị Xuân Bình², Phạm Thị Mai Hương³

TÓM TẮT

Sông Đà với diện tích lưu vực đạt 51285km² là sông nhánh lớn nhất của hệ thống sông Hồng. Các nghiên cứu trước đây cho thấy ảnh hưởng lưu giữ rõ rệt cát bùn lơ lửng trong các hồ chứa được xây dựng trên sông Đà. Bài báo này trình bày kết quả tính toán tải lượng cacbon hữu cơ không tan của hệ thống sông Đà trong chuỗi thời gian từ 1960 - 2014 dưới yếu tố tác động của việc xây dựng và vận hành liên hồ chứa Hòa Bình và Sơn La. Kết quả cho thấy tải lượng POC của hệ thống sông Đà vào những năm 1990s giảm rõ rệt (82%), sau khi hồ chứa Hòa Bình đi vào hoạt động. Sau khi hồ chứa Sơn La được vận hành, tải lượng POC của hệ thống sông Đà tiếp tục suy giảm thêm 7%.

Từ khóa: Sông Đà; Sơn La; Hòa Bình; hồ chứa; tải lượng cacbon hữu cơ.

ABSTRACT

The Da river with its river basin of 51285 km² is the largest tributary of the Red River system. Some previous studies showed the strong retention of suspended solids in the reservoirs dammed on the Da River. The present paper introduces the calculation results on the particulate organic carbon (POC) fluxes of the Da River over the period 1960 - 2014, under the impact of impoundment of superposed reservoirs, Hoa Binh and Son La. The results showed that a strong reduction of the POC fluxes (82%) at the outlet of the Da River was observed in 1990s since the completion of the Hoa Binh reservoir. After that, the impoundment of the Son La reservoir accelerated to result in a substantial decline (7%) of the POC fluxes of the Da River.

Keywords: Da River; Son La; Hoa Binh; reservoir; particulate organic carbon.

¹Viện Hóa học các Hợp chất thiên nhiên, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

²Trường Đại học Điện lực

³Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: quynltp@gmail.com

Ngày nhận bài: 15/01/2018

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 01/04/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/04/2018

1. GIỚI THIỆU

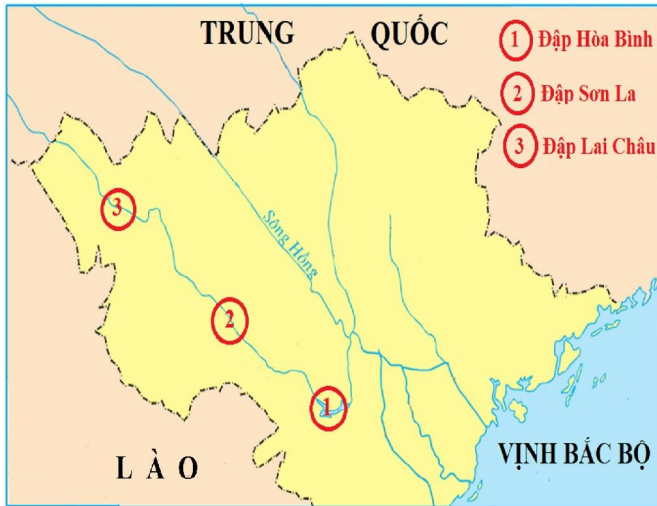
Cacbon hữu cơ không tan (Particulate organic carbon POC) là một trong hai dạng tồn tại chính của cacbon hữu cơ trong môi trường nước.... Chuyển tải POC trong các

dòng sông, liên quan tới chu trình cacbon toàn cầu, chịu ảnh hưởng của hai yếu tố: tự nhiên và con người. Tải lượng POC tăng do nạn phá rừng, xây dựng cầu đường, gia tăng dân số... và giảm do việc xây dựng các hồ chứa trong lưu vực sông [2]. Bên cạnh đó, tải lượng cacbon hữu cơ còn chịu ảnh hưởng của quá trình phong hoá, xói mòn trong lưu vực, chế độ khí hậu, thảm thực vật, địa chất - địa mạo, địa kiến tạo và thành phần khoáng hóa, cấu trúc của đá và đất trong lưu vực. Vì vậy, tải lượng POC của hệ thống sông phản ánh một phần các quá trình phong hóa, rửa trôi, xói mòn và các tác động của con người trong lưu vực. Ước tính về tổng tải lượng cacbon hữu cơ từ sông trên thế giới đổ ra biển đạt 0,4.10⁹ tấn/năm, trong đó 55% ở dạng cacbon hòa tan và 45% ở dạng cacbon không tan [1].

Mặt khác, POC trong môi trường nước là một trong những chỉ số quan trọng để đánh giá chất lượng và sinh thái nước sông. Trên thực tế, cacbon hữu cơ trong nước ở một hàm lượng nhất định là nguồn cung cấp dinh dưỡng quan trọng cho các thủy sinh vật. Tuy nhiên, khi hàm lượng cacbon hữu cơ cao hơn nhu cầu dinh dưỡng của các hệ sinh thái thủy vực sẽ gây ảnh hưởng xấu đến đời sống của các sinh vật, gây ô nhiễm môi trường nước (ô nhiễm chất hữu cơ). Sự phân hủy POC trong nước và trong trầm tích đóng một vai trò quan trọng trong chất lượng nước sông vì nó làm giảm hàm lượng oxi hòa tan và làm tăng nhu cầu oxi sinh học. Đây là một trong những nguyên nhân chính làm cho các loài sinh vật trong nước giảm hoạt động hoặc bị chết, gây mất cân bằng hệ thủy sinh thái. Chính vì vậy, việc xác định hàm lượng POC và tải lượng POC trong các hệ thống sông là điều rất cần thiết.

Các nghiên cứu gần đây cho thấy việc vận hành hai hồ chứa Hòa Bình và Sơn La đã làm tải lượng chất rắn lơ lửng của hệ thống sông Đà giảm đáng kể [10]. Tải lượng chất rắn lơ lửng giảm kéo theo giảm tải lượng các nguyên tố gắn kết với chất rắn lơ lửng như nitơ, photpho và cacbon (C), có thể gây các tác động đáng kể tới môi trường và các hoạt động sinh thái ở vùng cửa sông và ven biển, thậm chí còn có thể tác động tới sinh thái vùng thềm lục địa đối với một số sông lớn trên thế giới [1]. Vì vậy, trong nghiên cứu này,

chúng tôi đánh giá sự thay đổi hàm lượng và tải lượng POC của sông Đà nơi đã và đang được xây dựng hệ thống liên hồ chứa nhằm đánh giá ảnh hưởng của các hồ chứa này tới chuyển tải POC của hệ thống sông Đà trong chuỗi thời gian từ 1960 - 2014.



Hình 1. Hệ thống liên hồ chứa Sơn La và Hòa Bình trên sông Đà

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Sông Đà bắt nguồn từ vùng núi cao (độ cao trung bình đạt 2000m thuộc tỉnh Vân Nam (Trung Quốc). Sông Đà có chiều dài khoảng 1010km với diện tích toàn bộ lưu vực đạt 51.285 km². Độ dốc lưu vực đạt 37,0‰.

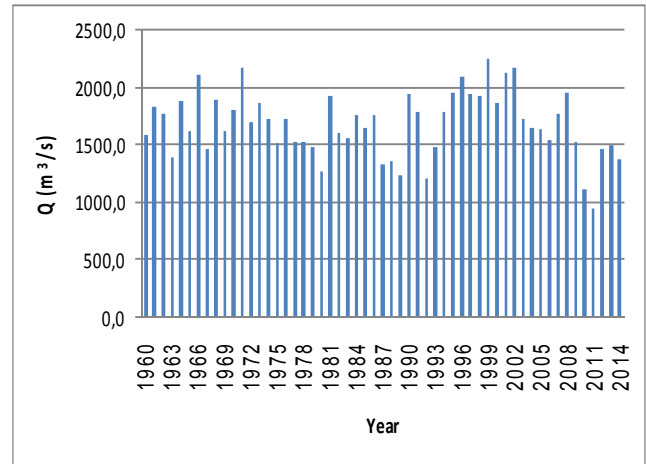
Tài nguyên nước trong tiểu lưu vực sông Đà là phong phú, các sông suối trong tiểu lưu vực sông Đà có độ dốc lớn tạo ra tiềm năng thủy điện lớn nhất trong các sông Việt Nam. Trên sông Đà, hiện nay có 2 hồ chứa lớn đã đi vào hoạt động, hồ thủy điện Hòa Bình và hồ thủy điện Sơn La. Một số thông số chính của 2 hồ chứa này được trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. Một số thông số hồ Hòa Bình và Sơn La

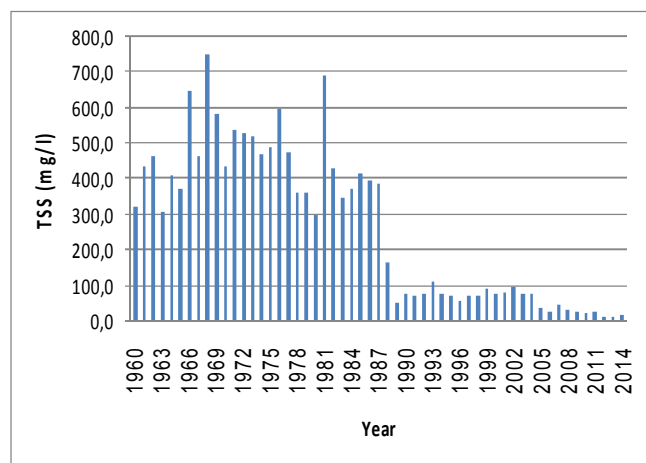
Các thông số	Hồ Hòa Bình	Hồ Sơn La
Năm vận hành	1989	2010
Diện tích lưu vực, km ²	51,285	43,760
Dung tích nước, Mm ³	9,5	9,3
Diện tích mặt thoáng, km ²	208	224
Mức nước trung bình, m	115	215
Độ sâu trung bình, m	50	60

2.2. Thu thập dữ liệu và tính toán hàm lượng cát bùn lơ lửng

Lưu lượng nước trung bình ngày và hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình ngày tại trạm thủy văn Hòa Bình trên sông Đà được thu thập cho giai đoạn 1960 - 2014. Hình 2 biểu diễn giá trị trung bình năm về hàm lượng cát bùn lơ lửng và lưu lượng nước tại trạm Hòa Bình cho giai đoạn 1960 - 2014.



(a)



(b)

Hình 2. Lưu lượng nước (a) và hàm lượng cát bùn lơ lửng (b) trung bình năm tại trạm thủy văn Hòa Bình trong giai đoạn 1960-2014

2.3. Tính toán hàm lượng và tải lượng POC nước sông Đà

Dựa vào phương trình thể hiện mối quan hệ giữa hàm lượng cát bùn lơ lửng và hàm lượng POC trong giai đoạn 2008 - 2010 trong nghiên cứu trước đây của chúng tôi, hàm lượng POC trong nước sông Đà tại trạm thủy văn Hòa Bình đã được tính toán theo công thức như sau:

$$Y = 0,007 x + 0,2921$$

Trong đó:

Y: hàm lượng POC trung bình ngày, mgC/l

x: hàm lượng cát bùn lơ lửng trung bình ngày, mg/l

Tải lượng POC theo năm của sông Đà tại hạ lưu được tính theo công thức sau:

$$F_{\text{POC}(\text{năm } x)} = \sum C_i Q_i (1000.24.60.60.10^{-6})$$

Trong đó:

i: số ngày của 1 năm, từ ngày 1 đến ngày 365

C_i: hàm lượng POC trung bình ngày, mg/l

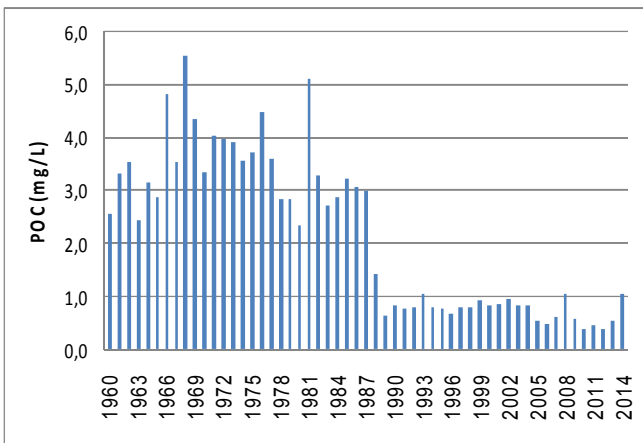
Q_i: lưu lượng nước trung bình tháng, m³/s

F_{POC(năm x)}: tải lượng POC của một năm, tấn/năm

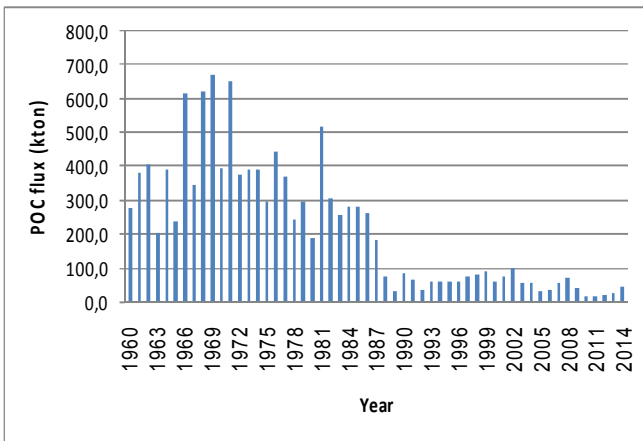
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Hàm lượng POC trong nước sông Đà

POC là chỉ số thể hiện hàm lượng cacbon hữu cơ trong chất rắn lơ lửng. Trên thực tế, hàm lượng cacbon trong nước sông thường có nguồn gốc từ sinh khối thực vật phù du hoặc từ quá trình rửa trôi, xói mòn đất đá trong lưu vực. Kết quả tính toán cho thấy hàm lượng POC trong nước sông Đà tại trạm thủy văn Hòa Bình biến đổi trong khoảng rộng, từ 0,4 - 5,6mgC/l, trung bình đạt 2,1mgC/l trong toàn bộ giai đoạn 1960 - 2014. Trong giai đoạn trước khi có hồ chứa Hòa Bình (1960 - 1989), hàm lượng POC đạt trung bình 3,4mgC/l, trong khoảng 0,6 - 5,6mgC/l. Trong giai đoạn sau khi có thêm hồ chứa Sơn La (2011 - 2014), hàm lượng POC suy giảm rõ rệt, đạt trung bình 0,6 mgC/l, trong khoảng 0,4 - 1,0mgC/l.



Hình 3. Hàm lượng POC trung bình trong nước sông Đà, trạm Hòa Bình trong giai đoạn 1960 - 2014



Hình 4. Tải lượng POC trong nước tại hạ lưu sông Đà, trạm Hòa Bình trong giai đoạn 1960 - 2014

Tác giả Meybeck [11] cho rằng hàm lượng POC trong các hệ thống sông trên thế giới có giá trị trong khoảng rộng từ 1 - 30mgC/l, trung bình đạt 5mgC/l. Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng POC tại trạm quan trắc Hòa Bình trên sông Đà gần với một số hệ thống sông trên thế giới như: sông Luodingjiang (Trung Quốc): 0,1 - 6,3 mg/l [5], sông Yangtze (Trung Quốc): 0,4 - 1,0mg/l [8], sông Congo

(Congo): 1,6 - 2,3mg/l [3]; sông Ayeyarwady - Thanlwin (Myanmar): 1,2 - 7,6 mgC/l [9] và thấp xa so với sông Mississippi (Mỹ): 16,9mgC/l [15]....

3.2. Tải lượng POC trong nước sông Đà

Kết quả tính toán cho thấy tải lượng POC trong nước sông Đà tại trạm thủy văn Hòa Bình biến đổi trong khoảng rộng, từ 13,1.10³ - 671,1.10³ tấn/năm, trung bình đạt 213,1.10³ tấn/năm trong toàn bộ giai đoạn 1960 - 2014. Vào mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 10), tải lượng POC lớn hơn so với mùa khô trong tất cả các năm quan trắc. Tải lượng POC vào mùa mưa đạt trung bình khoảng 90% so với tổng tải lượng POC của toàn năm.

Trong giai đoạn trước khi có hồ chứa Hòa Bình (1960 - 1989), tải lượng POC đạt trung bình 346,0.10³ tấn/năm, trong khoảng 30,1.10³ - 671,1.10³ tấn/năm (bảng 2). Như vậy, sau khi có hồ chứa Hòa Bình, tải lượng POC giảm 82%. Từ khi có thêm hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động, tải lượng POC giảm thêm 7%. Nghĩa là, sau khi có cả hai hồ chứa Hòa Bình và Sơn La đi vào hoạt động, tổng tải lượng POC của hệ thống sông Đà giảm 89%. Điều này chỉ rõ vai trò quan trọng của các hồ chứa trên sông Đà trong việc lưu giữ POC.

Bảng 2. Lưu lượng nước trung bình năm và tải lượng POC (giá trị trung bình năm, cao nhất - thấp nhất) của sông Đà tại trạm Hòa Bình trong giai đoạn 1960 - 2014

	Lưu lượng nước, m ³ /s	Tải lượng POC, 10 ³ tấn/năm
Giai đoạn 1960 - 2014	1681 (2257 - 940)	106,4 (671,1 - 13,1)
Giai đoạn 1960 - 1989	1671 (2175 - 1265)	346,0 (671,1 - 30,1)
Giai đoạn 1990 - 2009	1819 (2257 - 1211)	61,1 (98,7 - 30,2)
Giai đoạn 2010 - 2014	1274 (1492 - 940)	23,7 (46,6 - 13,1)

Ảnh hưởng của các hồ chứa tới việc lưu giữ cát bùn lơ lửng và các chất gắn kết, đặc biệt POC, đã được quan trắc ở nhiều sông ở Châu Á, ví dụ, sông Hoàng Hà (Yellow River) [14], sông Trường Giang (Yangtze River) [8], sông Congo [9]... Trước đây, các dòng sông này hàng năm đều đổ ra biển một lượng lớn cát bùn lơ lửng. Tuy nhiên, từ khi các hồ chứa được xây dựng, tải lượng POC của các hệ thống sông này đã suy giảm khoảng 50%. Điều này cũng đúng khi quan trắc biến đổi dài năm về tải lượng cát bùn lơ lửng và tải lượng POC của hệ thống sông Đà. Nghiên cứu trước đây của các tác giả [10] cho thấy trong giai đoạn 1960 - 2008, khi xuất hiện hồ chứa thủy điện Hòa Bình (1989), tải lượng cát bùn lơ lửng của sông Đà giảm mạnh. Tải lượng POC trong nghiên cứu này cũng cho thấy sự giảm mạnh khi có hồ chứa Hòa Bình và Sơn La như đã nói trên.

Việc gia tăng xây dựng các hồ chứa trên các dòng sông ở Việt Nam nói chung và sông Đà nói riêng, sẽ làm giảm chuyển tải cát bùn lơ lửng và POC của các hệ thống sông. Hơn nữa, ảnh hưởng của việc xây dựng liên hồ chứa có thể

sẽ phức tạp hơn nhiều so với ảnh hưởng của hồ chứa đơn trong việc lưu giữ cát bùn lơ lửng và các chất gắn kết, ví dụ như trường hợp xây dựng liên hồ chứa trong các sông Minjiang [12] và thượng nguồn sông Mekong [13]. Vì vậy, đối với sông Đà, hiện nay đang có 2 hồ chứa thủy điện được vận hành, trong tương lai không xa, sẽ có thêm hồ chứa Lai Châu được đưa vào sử dụng, tải lượng cát bùn lơ lửng, cũng như các chất gắn kết, đặc biệt POC, chắc chắn sẽ còn suy giảm thêm nữa. Gia tăng hàm lượng POC trong các hồ chứa có thể liên quan đến gia tăng bốc thoát khí CO₂ và CH₄, ảnh hưởng đến biến đổi khí hậu toàn cầu. Đồng thời, suy giảm tải lượng cát bùn lơ lửng đổ ra biển cùng với suy giảm các chất gắn kết (C, N, P), có thể gây xói mòn bờ biển và ảnh hưởng đến hệ sinh thái vùng cửa sông ven biển.

Với tải lượng POC trung bình đạt 2846 kgC/km²/năm, trong khoảng từ 256 - 13087 kgC/km²/năm trong giai đoạn 1960 - 2014, sông Đà có tải lượng POC gần với một số sông trên thế giới như sông Thanlwin-Ayeyarwady (Myanmar): 2400 - 10400 kgC/km²/năm [3], sông Yellow: 5452 kgC/km²/năm [6]; sông Yangtze: 3300 kgC/km²/năm [8]; sông Pearl: 1060 kgC/km²/năm [5]; và cao hơn một số sông trên thế giới như sông Mississippi: 278 kgC/km²/năm [15]; sông Amazon 833 kgC/km²/năm [14], sông Congo 500 kgC/km²/năm [19],... Điều này phần nào phản ánh sự khác biệt về tốc độ xói mòn, địa chất, hiện trạng sử dụng đất và việc xây dựng các hồ chứa trong các lưu vực sông.

4. KẾT LUẬN

Tải lượng POC trong nước sông Đà tại trạm thủy văn Hòa Bình biến đổi trong khoảng rộng, từ 13,1.10³ - 671,1.10³ tấn/năm, trung bình đạt 213,1.10³ tấn/năm trong toàn bộ giai đoạn 1960 - 2014. Hầu hết tải lượng POC (90%) được chuyển tải vào mùa mưa.

Sau khi có hồ chứa Hòa Bình, tải lượng POC tại trạm Hòa Bình giảm 82%. Từ khi có thêm hồ chứa Sơn La đi vào hoạt động, tải lượng POC giảm thêm 7%. Điều này thể hiện rõ vai trò của hồ chứa Hòa Bình và Sơn La trong việc lưu giữ POC trong các hồ chứa này. Giai đoạn sau năm 2014, có thêm hồ chứa Lai Châu đi vào hoạt động (*hồ chứa Lai Châu hoàn thành năm 2015, nhà máy thủy điện Lai Châu hoàn thành năm 2016*), tải lượng POC của hệ thống sông Đà còn suy giảm thêm nữa và cần được tiếp tục nghiên cứu trong thời gian tới.

LỜI CẢM ƠN

Tập thể tác giả chân thành cảm ơn Quỹ Khoa học và Phát triển Quốc gia (mã số 105.09-2012.10) và Quỹ APN-NFS (mã số ARCP2014-03CMY-Quỳnh) đã tài trợ kinh phí thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ludwig W., Probst J.L., Kempe S., 1996, *Predicting the oceanic input of organic carbon by continental erosion*. Global Biogeochemical Cycles 10, 23-41.
- [2]. Bauer J.E., Cai W.J., Raymond P.A., Bianchi T.S., Hopkinson C.S., Regnier P.A., 2013, *The changing carbon cycle of the coastal ocean*. Nature 504: 61-70, DOI: 10.1038/nature12857

- [3]. Bird M.I., Robinson, RAJ, Win, ON, Sandar, Aye K., Mi Win K., Aye M., Lhaing Win S., Lu X.X., Higgitt D.L., Swe A., Tun T., Hoey T.B., 2008, *A preliminary estimate of organic carbon transport by the Ayeyarwady (Irrawaddy) and Thanlwin (Salween) Rivers of Myanmar*. Quaternary International 186 (1): 113-122, DOI: 10.1016/j.quaint.2007.08.003.

- [4]. Hu B., Li J., Bi N., Wang H., Wei H., Zhao J., Xie L., Zou L., Cui R., Li S., Liu M., Li G., 2015, *Effect of human-controlled hydrological regime on the source, transport, and flux of particulate organic carbon from the lower Huanghe (Yellow River)*. Earth Surface Processes and Landforms, DOI : 10.1002/esp.3702

- [5]. Zhang S., Lu X.X., Sun H., Han J., Higgitt D.L., 2008, *Geochemical characteristics and fluxes of organic carbon in a human-disturbed mountainous river (the Luodingjiang River) of the Zhujiang (Pearl River), China*.

- [6]. Ran L., Lu X.X., Sun H., Han J., Li R., 2013, *Spatial and seasonal variability of organic carbon transport in the Yellow River, China*. Journal of Hydrology 498: 76-88.

- [7]. Sun H.G., Han J., Lu X.X., Zhang S.R., Li D., 2010, *An assessment of the riverine carbon flux of the Xijiang river during the past 50 years*. Quaternary international, doi: 10.1016/j.quaint.2010.03.002.

- [8]. Wu Y., Zhang J., Liu S.M., Zhang Z.F., Yao Q.Z., Hong G.H., Cooper L., 2007, *Sources and distribution of carbon within the Yangtze River system*. Estuarine, Coastal and Shelf Science 71: 13-25.

- [9]. Coynel A., Seyler P., Etcheber H., Meybeck M., Orange D., 2005, *Spatial and seasonal dynamics of total suspended sediment and organic carbon species in the Congo River*. Global Biogeochemical Cycles 19: GB4019, DOI:10.1029/2004GB002335.

- [10]. Dang T.H., Coynel A., Orange D., Blanc G., Etcheber H., Le LA., 2010, *Long-term monitoring (1960-2008) of the river-sediment transport in the Red River Watershed (Vietnam): Temporal variability and dam-reservoir impact*. Science of the Total Environment 408: 4654-4664.

- [11]. Meybeck M., 1982, *Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers*. American Journal of Science 282: 401-405.

- [12]. Xu J., Yan Y., 2010, *Effect of reservoir construction on suspended sediment load in a large river system: thresholds and complex response*. Earth Surface Processes and Landforms 35: 1666-1673. DOI: 10.1002/esp.2006.

- [13]. Kumm M., Lu X. X., Wang J. J., Varis O., 2010, *Basin-wide sediment trapping efficiency of emerging reservoirs along the Mekong*. Geomorphology, 119(3): 181-197.

- [14]. Moreira-Turcq P., Seyler P., Guyot J.L., Etcheber H., 2003, *Exportation of organic carbon from the Amazon River and its main tributaries*. Hydrological processes 17: 1329-1344.

- [15]. Bianchi T.S., Wysocky L.A., Stewart M., Filley T.R., McKee B.A., 2007, *Temporal variability in terrestrially-derived sources of particulate organic carbon in the lower Mississippi River and its upper tributaries*. Geochimica et Cosmochimica Acta 71: 4425-4437.