

# LIÊN HỆ GIỮA TẢI LƯỢNG CHẤT RẮN LƠ LŨNG VỚI TẢI LƯỢNG CỦA MỘT SỐ NGUYÊN TỐ (P, N VÀ C) TRONG NƯỚC HỆ THỐNG SÔNG HỒNG

LÊ THỊ PHƯƠNG QUỲNH, DƯƠNG THỊ THÙY, NGHIỆM XUÂN ANH, CHÂU VĂN MINH

## 1. MỞ ĐẦU

Chất rắn lơ lửng được chuyển tải từ sông ra biển đóng vai trò rất quan trọng trong các chu trình sinh-địa-hoá toàn cầu của rất nhiều nguyên tố. Martin và Meybeck (1979) cho rằng khoảng 90% tải lượng toàn cầu của một số nguyên tố như photpho hoặc sắt đã và đang được chuyển tải ra biển cùng với chất rắn lơ lửng. Ludwig và cộng sự (1996) chỉ ra rằng 45% tổng lượng cacbon hữu cơ trên toàn cầu được đổ ra biển dưới dạng chất rắn.

Trong những năm gần đây, trên thế giới, các tác động của con người đã làm tăng tải lượng các chất dinh dưỡng như N và P do gia tăng sử dụng phân bón, đồng thời giảm tải lượng silic và cát bùn lơ lửng do quá trình xây dựng và vận hành các hồ chứa lớn trong các lưu vực sông. Điều này dẫn đến tỷ số N/P và N/Si thay đổi, dự báo nguy cơ phì dưỡng môi trường nước vùng ven biển, đặc trưng bởi sự phát triển bùng nổ của một số loài tảo, trong đó có tảo độc, gây mất cân bằng sinh thái, ảnh hưởng nghiêm trọng đến môi trường nước mặt.

Hệ thống sông Hồng ở Việt Nam là một ví dụ điển hình của sông ngòi vùng Đông Nam Á, chịu tác động mạnh mẽ của con người. Tải lượng chất rắn lơ lửng của hệ thống sông này được đánh giá là xếp thứ 15 trên thế giới (Milliman và Syvitski, 1992) và là con sông có hàm lượng chất rắn lơ lửng lớn nhất Việt Nam. Trong bài báo này, chúng tôi bước đầu nghiên cứu mối liên hệ giữa tải lượng chất rắn lơ lửng chuyển tải ra biển với tải lượng của một số nguyên tố hoá học khác (photpho, nitơ và cacbon) của hệ thống sông Hồng.

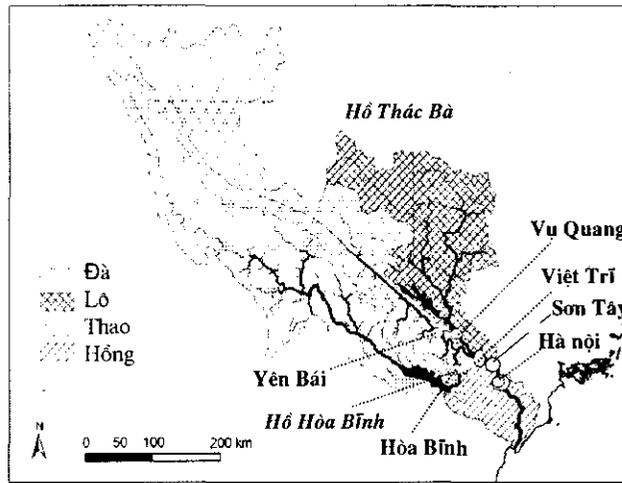
## 2. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ HỆ THỐNG SÔNG HỒNG

**Vị trí địa lý:** Diện tích lưu vực đạt khoảng 156 450 km<sup>2</sup>, trong đó, 50,3% diện tích nằm trong lãnh thổ Việt Nam. Sông Hồng (sông Thao) bắt nguồn từ vùng núi tỉnh Vân Nam (Trung Quốc), chảy qua một số tỉnh Lào Cai, Yên Bái, Vĩnh Phúc, Hà Nội, Hải Hưng ... rồi đổ ra biển qua 4 cửa: Ba Lạt, Lạch Giá, Trà Lý và Đáy. Hai nhánh phụ lớn của sông Hồng là sông Đà và sông Lô gặp nhánh chính sông Thao tại Việt Trì, tạo thành vùng đồng bằng châu thổ rộng lớn trước khi đổ ra biển Đông (hình 1).

**Chế độ khí hậu - thủy văn:** Lưu vực sông Hồng nằm trong vùng khí hậu (bán) - nhiệt đới gió mùa. Lượng mưa trung bình năm đạt 1590 mm (1997 - 2004). Lượng bốc hơi tiềm năng có giá trị trung bình trong khoảng 880 - 1150 mm.năm<sup>-1</sup>. Lưu lượng nước trung bình (1997 - 2004) tại Sơn Tây đạt khoảng 3577 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

**Dân số và tình hình sử dụng đất:** Dân số trong lưu vực đạt 30 triệu người theo thống kê năm 1997. Mật độ dân cư phân bố rất khác nhau, thấp nhất ở tiểu lưu vực sông Đà (101 người.km<sup>-2</sup>) và cao nhất ở vùng đồng bằng châu thổ (1174 người.km<sup>-2</sup>). Trong toàn bộ lưu vực sông Hồng, đất rừng và đất đồng cỏ chiếm phần lớn ở thượng nguồn lưu vực (34% và 24%

tương ứng), đất trồng cây công nghiệp chiếm 13%, đất trồng lúa chiếm 8% và đất đô thị chỉ chiếm một phần rất nhỏ (< 1%).



Hình 1. Hệ thống sông Hồng và các vị trí lấy mẫu

**Hồ chứa và điều tiết nước:** Hai hồ chứa lớn là hồ Hoà Bình (trên sông Đà) với diện tích mặt thoáng là 208 km<sup>2</sup>, trữ lượng là 9,5 km<sup>3</sup> và hồ Thác Bà (trên hệ sông Lô - Gâm - Chày) với diện tích mặt thoáng là 235 km<sup>2</sup>, trữ lượng là 2,94 km<sup>3</sup>. Trong tương lai không xa, một số hồ chứa khác sẽ đi vào vận hành như hồ Sơn La (diện tích mặt thoáng là 440 km<sup>2</sup>, trữ lượng là 29,5 km<sup>3</sup>, phía thượng nguồn hồ Hoà Bình) và hồ Tuyên Quang (diện tích mặt thoáng là 42 km<sup>2</sup>, trữ lượng là 3 km<sup>3</sup>, trên hệ thống sông Lô - Gâm - Chày).

**Lấy mẫu, bảo quản và phân tích:** Các mẫu nước được lấy hàng tháng trong năm 2003 tại các trạm thủy văn Yên Bái (sông Thao), Hoà Bình (sông Đà), Vu Quang (sông Lô), tại Sơn Tây và Hà Nội (sông Hồng), theo đúng tiêu chuẩn Việt Nam 5996 - 1995 và được lọc bằng giấy lọc GF/F (sau khi giấy lọc đã được sấy khô ở 550°C). Phân mẫu nước lọc và phân cận trên giấy lọc được bảo quản lạnh và riêng biệt. Phốtpho tổng và nitơ tổng được xác định trên mẫu nước không lọc bằng phương pháp của Rodier (1984). Tổng cacbon hữu cơ hoà tan (DOC) được xác định trên máy phân tích tổng cacbon hữu cơ ANATOC II (hãng SGE, Úc) thuộc Viện Hoá học các hợp chất thiên nhiên; tổng cacbon hữu cơ không tan (POC) được xác định trên phần chất rắn lơ lửng trên giấy lọc GF/F (Whatman) và được phân tích bằng máy phân tích cacbon DC -180 (Dohrman) tại Phòng thí nghiệm UMR Sisyphe 7619, Trường Đại học Paris VI.

### 3. HÀM LƯỢNG CHẤT RẮN LƠ LŨNG TRÊN HỆ THỐNG SÔNG HỒNG

Trên thế giới, các yếu tố ảnh hưởng đến hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước sông đã được nghiên cứu rất nhiều. Các yếu tố tự nhiên như khí hậu, địa mạo, thổ nhưỡng đóng vai trò rất quan trọng. Bên cạnh đó, các tác động của con người như phá rừng, canh tác đất, khai thác khoáng sản, làm đường giao thông, đô thị hoá cũng đã làm tăng khoảng 50% tổng tải lượng chất rắn lơ lửng trên toàn cầu trong khoảng 2000 năm gần đây [4]. Tuy nhiên, việc xây dựng các hồ chứa lại làm giảm đáng kể tải lượng chất rắn lơ lửng trong những năm gần đây. Vorosmarty

(2003) ước tính rằng có khoảng 30% tổng tải lượng chất rắn lơ lửng đã được lưu giữ trong các hồ chứa lớn trên thế giới.

Trong 50 năm gần đây, tải lượng chất rắn lơ lửng hàng năm của hệ thống sông Hồng đổ ra biển có giá trị biến đổi trong khoảng rộng, phụ thuộc vào các điều kiện khí tượng - thủy văn và việc xây dựng các hồ chứa. Nguyễn Viết Phổ (1984) chỉ ra rằng tải lượng chất rắn lơ lửng hệ thống sông Hồng trong giai đoạn 1958 - 1971 vào khoảng  $111.10^6$  tấn.năm<sup>-1</sup>, biến đổi từ giá trị thấp nhất vào năm khô hạn (1963) là  $56.10^6$  tấn.năm<sup>-1</sup> cho đến năm có lũ lớn (1971) là  $202.10^6$  tấn.năm<sup>-1</sup>. Tổng tải lượng cát bùn lơ lửng tại Sơn Tây giảm từ  $114.10^6$  tấn.năm<sup>-1</sup> trong giai đoạn 1958 - 1985 xuống còn  $73.10^6$  tấn.năm<sup>-1</sup> trong giai đoạn 1986-1997, sau khi hồ thủy điện Hoà Bình đi vào hoạt động (Nguyễn Viết Phổ và cộng sự, 2003). Gần đây, giá trị này được xác định tại hạ lưu sông Hồng vào năm 2003 lại thấp hơn rất nhiều, khoảng 26-  $41.10^6$  tấn.năm<sup>-1</sup>.

#### 4. MỐI QUAN HỆ GIỮA TẢI LƯỢNG CHẤT RẮN LƠ LỬNG VÀ CHUYỂN TẢI CỦA MỘT SỐ NGUYÊN TỐ (PHÓTPHO, NITƠ VÀ CÁC BÓN)

Hàm lượng chất rắn lơ lửng, chế độ ánh sáng và thủy văn đóng vai trò quan trọng trong chu trình sinh địa hoá của các hệ thủy sinh thái. Kim loại nặng, các chất hữu cơ, vi sinh vật gây bệnh, các chất dinh dưỡng như photpho, nitơ và một lượng đáng kể vật chất hữu cơ được gắn kết với chất rắn lơ lửng. Các kết quả quan trắc trong giai đoạn 2003 - 2004 trong nước hệ thống sông Hồng cho thấy hàm lượng các chất dinh dưỡng (N và P) và chất rắn lơ lửng trong mùa mưa cao hơn so với mùa khô. Hàm lượng chất rắn lơ lửng trên sông Thao cao hơn rất nhiều so với sông Đà và sông Lô (bảng 1).

*Bảng 1. Hàm lượng trung bình chất rắn lơ lửng (SS) và hàm lượng trung bình photpho (P) trong chất rắn lơ lửng tại các trạm trên hệ thống sông Hồng và sông đô thị Nhuệ - Tô Lịch Nhuệ trong năm 2003*

Hàm lượng	Thao	Đà	Lô	Sơn Tây	Nhuệ	Tô lịch
SS, mg L <sup>-1</sup>	697	74	170	363,5	50	70
P trong chất rắn lơ lửng, mgP.gSS <sup>-1</sup>	0,43	0,68	0,85	0,95	11	18

##### *Photpho dạng không tan và chất rắn lơ lửng*

Hàm lượng photpho trong chất rắn lơ lửng (SS) ở các sông trên thế giới vào khoảng 1,15 mgP.g<sup>-1</sup> (Meybeck, 1982). Phần thượng nguồn sông Hồng, hàm lượng trung bình photpho trong chất rắn lơ lửng (mgP.gSS<sup>-1</sup>) thay đổi từ 0,43 mgP.gSS<sup>-1</sup> trên sông Thao, tới 0,85 mgP.gSS<sup>-1</sup> trên sông Lô. Trên nhánh sông chính về phía hạ lưu, hàm lượng trung bình photpho trong chất rắn lơ lửng cao hơn, vào khoảng 0,95 mgP.gSS<sup>-1</sup> tại Sơn Tây và lên tới 18 mgP.gSS<sup>-1</sup> trên sông đô thị (sông Tô Lịch) (bảng 1). Hàm lượng photpho trong chất rắn lơ lửng tăng từ thượng nguồn tới hạ lưu cũng đã được quan sát thấy trên sông Seine (Nemery, 2003): tăng từ 1 mgP.gSS<sup>-1</sup> trong các dòng sông suối nhỏ chảy qua vùng đất nông nghiệp tới 6 mgP.gSS<sup>-1</sup> ở hạ lưu sông Seine sau khi chảy qua thành phố Paris.

Bảng 1 cho thấy hàm lượng photpho trung bình tại các sông vùng đồng bằng sông Hồng cao hơn rất nhiều so với các sông nhánh ở thượng nguồn, phản ánh ảnh hưởng đáng kể của tác động của con người trong vùng đồng bằng tới quá trình hấp phụ photpho lên chất rắn lơ lửng.

Tải lượng trung bình photpho trong chất rắn lơ lửng trên hệ thống sông Hồng được tính dựa trên hàm lượng photpho trong chất rắn lơ lửng và tải lượng chất rắn lơ lửng (bảng 2).

*Bảng 2.* Tải lượng chất rắn lơ lửng và tải lượng photpho trong chất rắn lơ lửng xác định tại hạ lưu các sông (Thao, Đà, Lô) và hạ lưu sông Hồng năm 2003

Tải lượng	Thao	Đà	Lô	Hồng
Chất rắn lơ lửng, $10^6$ tấn.năm <sup>-1</sup>	22,5	6,5	9,8	41,0
Photpho trong chất rắn lơ lửng, $10^6$ kgP.năm <sup>-1</sup>	9,7	4,4	8,3	38,9

Tổng tải lượng photpho trong chất rắn lơ lửng đổ ra biển đạt  $38.9 \cdot 10^6$  kgP.năm<sup>-1</sup> và tổng tải lượng photpho đổ ra biển của hệ thống sông Hồng đạt  $51 \cdot 10^6$  kgP.năm<sup>-1</sup> [1]. Và như vậy, photpho trong chất rắn lơ lửng chiếm 76,3% tổng tải lượng photpho của hệ thống sông Hồng đổ ra biển.

### *Nitơ dạng không tan và chất rắn lơ lửng*

Tổng nitơ hữu cơ (TON, mgN.L<sup>-1</sup>) được xác định dựa trên khảo sát 10 đợt mẫu nước tại Sơn Tây và xác định được mối quan hệ với chất rắn lơ lửng (SS, mgSS.L<sup>-1</sup>) như sau:  $TON = 0,4 + 0,0013 \cdot SS$  ( $r^2 = 0,91$ ). Dựa trên phương trình này, hàm lượng nitơ trong chất rắn lơ lửng của hệ thống sông Hồng vào khoảng  $0,87$  mgN.g<sup>-1</sup> tại trạm Sơn Tây.

Tải lượng nitơ trong chất rắn lơ lửng tại Sơn Tây sẽ là  $98,4 \cdot 10^6$  kgN.năm<sup>-1</sup>. Tổng tải lượng nitơ (bao gồm hai dạng không tan và hoà tan) của sông Hồng đổ ra biển đạt  $169 \cdot 10^6$  kgN.năm<sup>-1</sup> [1]. Như vậy, lượng nitơ dạng rắn đổ ra biển theo chất rắn lơ lửng chiếm khoảng 58,2%.

### *Cácbon dạng không tan và chất rắn lơ lửng*

Kết quả phân tích một số mẫu cacbon hữu cơ không tan (POC) và cacbon hữu cơ dạng hoà tan (DOC) được biểu diễn trên bảng 3. Tải lượng cacbon hữu cơ dạng không của sông Hồng đổ ra biển (tính theo các số liệu tại trạm Sơn Tây) sẽ đạt  $180,5 \cdot 10^6$  kgC.năm<sup>-1</sup>, chiếm khoảng 30,8% tổng tải lượng cacbon hữu cơ của hệ thống sông Hồng đổ ra biển.

*Bảng 3.* Hàm lượng cacbon hữu cơ hoà tan DOC và cacbon hữu cơ không tan POC trong nước hệ thống sông Hồng

Thông số	Thao	Đà	Lô	Hồng
POC, mgC.L <sup>-1</sup>	2,3	0,2	0,9	1,6
DOC, mgC.L <sup>-1</sup>	2,6	2,5	2,6	3,6

## 5. KẾT LUẬN

Hàng năm, hệ thống sông Hồng đổ ra biển vào khoảng  $41 \cdot 10^6$  tấn chất rắn lơ lửng trong giai đoạn 1997-2004, tương ứng với modul tải lượng chất rắn lơ lửng là  $280$  tấn.km<sup>-2</sup>.năm<sup>-1</sup>. Giá trị

này biến đổi hàng năm, phụ thuộc lớn vào chế độ khí hậu thủy văn, địa mạo và các tác động của con người trong lưu vực.

Theo đánh giá sơ bộ của chúng tôi, với giả thiết toàn bộ tải lượng photpho, cacbon, nitơ trong chất rắn lơ lửng tại trạm Sơn Tây sẽ đổ ra biển thì tải lượng các chất photpho, cacbon hữu cơ và nitơ trong chất rắn lơ lửng của sông Hồng sẽ vào khoảng  $38,9.10^6$  kgP.năm<sup>-1</sup>;  $98,4.10^6$  kgN.năm<sup>-1</sup> và  $180,5.10^6$  kgC.năm<sup>-1</sup> (năm 2003). Và như vậy, photpho, nitơ và cacbon hữu cơ trong chất rắn lơ lửng chiếm khoảng 76,3%; 58,2 % và 30,8% trong tổng tải lượng photpho, tổng tải lượng cacbon hữu cơ và tổng tải lượng nitơ của hệ thống sông Hồng chuyển tải ra biển. Tuy nhiên, đây chỉ là các ước tính ban đầu và cần có nhiều nghiên cứu sâu hơn, đặc biệt là cần xác định hàm lượng các nguyên tố trên ở dạng rắn tại các nhánh cửa biển sông Hồng nơi nhận một lượng nước thải đáng kể từ vùng đồng bằng sông Hồng.

*Lời cảm ơn.* Công trình này được thực hiện trong khuôn khổ đề tài IFS W 4210-1. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Quý Khoa học quốc tế IFS.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Le Thi Phuong Quynh, Billen G., Garnier J., Theyry S., Fezard C. and Chau V. M. - Nutrient budgets of the Red River basin (Vietnam and China), *Global Biogeochemical cycles* **19** GB 2022, doi:10.1029/2004GB002405, 2005.
2. Ludwig W., Probst J.L., and Kempe S. - Predicting the oceanic input of organic carbon by continental erosion, *Global Biogeochemical Cycles* **10** (1) (1996) 23-41.
3. Meybeck M. - Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers, *Am.J.Sci.* **282** (1982) 401-450.
4. Milliman J. D., Syvitski J. P. M. - Geomorphic/tectonic control of sediment discharge to the ocean: the importance of small mountainous rivers, *The Journal of Geology* **100** (1992) 525-544.
5. Némery J. - Origine et devenir du phosphore dans le continuum aquatique de la Seine, des petits bassins à l'estuaire. Rôle du phosphore échangeable sur l'eutrophisation, Thèse Univ. Paris 6, 2003, p. 258.
6. Nguyen Viet Pho, Vu Van Tuan and Tran Thanh Xuan - *Water resources in Vietnam*. Vietnamese Institute of Meteorology and Hydrology, Agricultural Editor (in Vietnamese), 2003.
7. Rodier J. - *L'analyse de l'eau*, 7ème édition. Dunot (ed.), France, 1984, p. 1365.
8. Vorosmarty C. J., Meybeck M., Fekete B., Sharma K., Green P., and Syvitski J. P. M. - Anthropogenic sediment retention: major global impact from registered river impoundments, *Global and Planetary Change* **39** (2003) 169-190.
9. Walling D. E and Fang D. - Recent trends in suspended sediment loads of the world's rivers, *Global and Planetary Change* **39** (2003) 111-126.

### SUMMARY

#### PRELIMINARY STUDY ON SUSPENDED SOLIDS LOADING RELATED WITH SOME ELEMENTS (P, N AND C) DELIVERIES OF THE RED RIVER SYSTEM

Sediments transported by rivers to coastal waters play an important role in the global biogeochemical cycles of many elements. The Red River where suspended solids are in high

level, transports a significant amount of nutrients (P and N) and carbon to the Chinese Sea. Our estimate of the suspended solids loading of the Red River is about  $41.10^6 \text{ t.yr}^{-1}$ , corresponding to a specific load of  $280 \text{ t.km}^{-2}.\text{yr}^{-1}$ . Using measurements of the particulate phosphorus, organic carbon and organic nitrogen contents of the suspended materials in the different Red River tributaries, we estimated the present these element deliveries by the Red River to be  $38.9.10^6 \text{ kgP yr}^{-1}$ ;  $98.4.10^6 \text{ kgN. yr}^{-1}$  and  $180.5 10^6 \text{ kgC.yr}^{-1}$ . The results also showed that phosphorus, nitrogen and carbon associated with the suspended solids flux were about of 76.3%; 58.2 % and 30.8% of total phosphorus, nitrogen and organic carbon deliveries transported to the Chinese Sea.

*Địa chỉ:*

*Nhận bài ngày 5 tháng 12 năm 2007*

Lê Thị Phương Quỳnh, Nghiêm Xuân Anh, Châu Văn Minh,  
Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên, Viện KH và CN Việt Nam.  
Dương Thị Thủy,  
Viện Công nghệ Môi trường, Viện KH và CN Việt Nam.