

BƯỚC ĐẦU KHẢO SÁT HÀM LƯỢNG CARBON HỮU CƠ KHÔNG TAN (POC) TRONG MÔI TRƯỜNG NƯỚC VÙNG HẠ LƯU HỆ THỐNG SÔNG HỒNG

VŨ HỮU HIẾU¹, LÊ THỊ PHƯƠNG QUỲNH¹, GARNIER JOSETTE²,
HENRI ETCHEBER³, DƯƠNG THỊ THÚY⁴, HỒ TÚ CƯỜNG⁴

Email: hieuvh84@yahoo.com

¹*Viện Hóa học các Hợp chất thiên nhiên - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

²*Trường Đại học Paris VI, Paris 75005 - Cộng hòa Pháp*

³*Trường Đại học Bordeaux I, Bordeaux - Cộng hòa Pháp*

⁴*Viện Công nghệ Môi trường - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

1. Mở đầu

Carbon hữu cơ không tan (Particulate organic carbon, POC) cùng với carbon hữu cơ hòa tan (DOC) là hai dạng tồn tại chính của carbon hữu cơ trong môi trường nước. Tải lượng carbon được chuyển tải từ sông ra biển là một thành phần quan trọng của chu trình carbon toàn cầu [7]. Gần đây, các ước tính về tổng tải lượng carbon hữu cơ từ sông trên thế giới đổ ra biển đạt 0,4 Gt/năm, trong đó 55% ở dạng carbon hữu cơ hoà tan và 45% ở dạng carbon hữu cơ không tan. Cả hai dạng trên đều có nguồn gốc chủ yếu từ các bề sinh quyển Trái Đất, được biết đến như carbon hữu cơ có nguồn gốc sinh vật, bao gồm carbon hữu cơ từ sinh khối sống, rác thải và đất [10].

Tải lượng carbon hữu cơ vận chuyển qua hệ thống sông ngòi từ đất liền ra đại dương chịu ảnh hưởng của các quá trình tự nhiên và hoạt động của con người trong lưu vực. Tải lượng carbon hữu cơ 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. Bên cạnh đó, tải lượng carbon 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 [7, 9].

POC là một trong những chỉ số quan trọng để đánh giá chất lượng nước sông, dùng để xác định

hàm lượng carbon hữu cơ trong chất rắn lơ lửng. Chất rắn lơ lửng bao gồm các nguyên tố, các hợp chất tách ra từ hệ động, thực vật và các chất hữu cơ bị hấp phụ trên bùn và đất sét. Sự phân hủy POC cùng với hàm lượng của nó trong nước và trong trầm tích đóng một vai trò quan trọng trong chất lượng nước sông vì nó làm giảm hàm lượng oxy hòa tan và làm tăng nhu cầu oxy sinh học [10].

Nghiên cứu về POC trong nước sông đã được tiến hành ở nhiều quốc gia trên thế giới, tuy nhiên, ở Việt Nam các nghiên cứu về vấn đề này còn rất hạn chế. Bài báo giới thiệu kết quả bước đầu xác định hàm lượng POC, tìm hiểu mối quan hệ của chúng với lưu lượng nước và hàm lượng cát bùn lơ lửng trong môi trường nước hệ thống sông Hồng vùng hạ lưu, từ Hà Nội đến các phân lưu chính (sông Trà Lý, Ba Lạt, Ninh Cơ và sông Đào) trong thời gian từ tháng 4/2009 đến tháng 4/2010. Các kết quả thu được góp phần đánh giá chất lượng nước hệ thống sông Hồng và làm cơ sở dữ liệu cho các nghiên cứu tiếp theo về tính toán tải lượng carbon đổ ra biển của hệ thống sông Hồng, cũng như tạo cơ sở khoa học cho việc bảo vệ và quản lý nguồn nước có hiệu quả ở Việt Nam.

2. Đối tượng và nội dung nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Hệ thống sông Hồng có diện tích lưu vực khoảng 156.451 km² (51,2% diện tích thuộc lãnh thổ Việt Nam, 47,9% thuộc lãnh thổ Trung Quốc và 0,9% thuộc lãnh thổ Lào).

Khí hậu và chế độ thủy văn: Lưu vực sông Hồng thuộc vùng khí hậu nhiệt đới. Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 10, thường chiếm 85-90% tổng lượng mưa năm. Lưu lượng nước trung bình tại 5 trạm quan trắc trên sông Hồng và các nhánh chính (giai đoạn từ 4/2009 đến 4/2010) là: 1789m³/s tại trạm Hà Nội, 521m³/s tại trạm Nam Định, 328m³/s tại trạm Quyết Chiến, 143m³/s tại trạm Trục Phương. Riêng trạm Ba Lạt, hiện nay chỉ có số liệu đầy đủ về mực nước và một vài số liệu rải rác về lưu lượng nước. Vì vậy, nghiên cứu này mới chỉ khảo sát hàm lượng POC tại trạm Ba Lạt mà chưa đề cập tới quan hệ giữa hàm lượng POC và lưu lượng nước.

Dân số và tình hình sử dụng đất: Mật độ dân cư thấp nhất ở lưu vực sông Đà (<100 người.km⁻²) và cao nhất ở vùng đồng bằng châu thổ (>1000 người.km⁻²). Trong toàn bộ lưu vực sông Hồng, đất rừng và đất đồng cỏ chiếm phần lớn (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%).

Hồ chứa và điều tiết nước: trong lưu vực sông Hồng có 2 hồ chứa lớn: hồ Hòa Bình và hồ Thác Bà với chức năng là các hồ thủy điện, cung cấp nước tưới cho nông nghiệp và điều tiết lũ. Hồ Hòa Bình nằm trên sông Đà, là hồ chứa lớn nhất Việt Nam với diện tích mặt nước là 218km² và trữ lượng là 9,5km³. Hồ Thác Bà được đưa vào sử dụng năm 1972, nằm trên sông Chảy có diện tích mặt thoáng là 234km², trữ lượng 3,6km³.

Đối tượng nghiên cứu của bài báo này là hàm lượng POC trong nước hệ thống sông Hồng vùng hạ lưu.

2.2. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

Thời gian và vị trí lấy mẫu: Các mẫu nghiên cứu được lấy hàng tháng trong thời gian từ tháng 4/2009 đến tháng 4/2010 tại trạm thủy văn Hà Nội và 4 trạm thủy văn trên các phân lưu chính của sông Hồng trước khi đổ ra biển Đông: trạm Ba Lạt (tỉnh Thái Bình) trên trục chính sông Hồng; trạm Trục Phương (tỉnh Nam Định) trên sông Ninh Cơ; trạm Nam Định (tỉnh Nam Định) trên sông Đào; và trạm Quyết Chiến (tỉnh Thái Bình) trên sông Trà Lý (hình 1). Bốn vị trí trên các phân lưu chính được lựa chọn nhằm thu được số liệu về hàm lượng POC phục vụ cho nghiên cứu tiếp theo về tính toán tổng tải lượng POC của sông Hồng đổ ra biển.



Hình 1. Các vị trí lấy mẫu tại hạ lưu hệ thống sông Hồng

Các mẫu nước được lấy theo đúng tiêu chuẩn Việt Nam 5996-1995 và được lọc ngay bằng giấy lọc Whatman GF/F (sau khi đã được sấy khô ở 550°C). Các mẫu giấy sau lọc chứa chất rắn lơ lửng được axit hoá bằng HCl 10% và được sấy ở 60°C trong 24h, sau đó được phân tích bằng thiết bị LECO CS 125. Các phép đo được lặp lại 3 lần và lấy kết quả trung bình (khoảng tin cậy 90%).

3. Kết quả và thảo luận

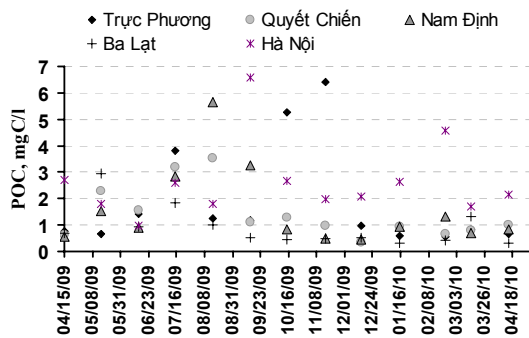
3.1 Hàm lượng POC trong nước sông Hồng

Bảng 1 cho thấy giá trị trung bình hàm lượng POC của sông Hồng ở trạm Trục Phương và trạm Hà Nội là lớn nhất (1,797 và 1,727 mgC/l tương ứng), tiếp đến là trạm Nam Định (1,414 mgC/l), trạm Quyết Chiến (1,329 mgC/l) và nhỏ nhất là trạm Ba Lạt (0,904 mgC/l).

Bảng 1. Hàm lượng POC trong nước sông Hồng tại các vị trí quan trắc

STT	Vị trí lấy mẫu	Hàm lượng POC, mgC/l	
		Giá trị trung bình	Giá trị lớn nhất - nhỏ nhất
1	Trục Phương	1,797	6,406 - 0,552
2	Quyết Chiến	1,329	3,522 - 0,347
3	Nam Định	1,414	5,637 - 0,446
4	Ba Lạt	0,904	2,943 - 0,304
5	Hà Nội	1,727	6,596 - 0,466

Tại mỗi trạm quan trắc, hàm lượng POC dao động tương đối lớn trong thời gian từ tháng 4/2009 đến tháng 4/2010. Hầu hết các giá trị POC lớn nhất tại các trạm được ghi nhận vào thời điểm mùa mưa (từ tháng 5 đến tháng 10) và các giá trị nhỏ nhất quan trắc thấy trong mùa khô (hình 2). Các giá trị lớn nhất cao hơn các giá trị nhỏ nhất tại các trạm quan trắc Hà Nội, Nam Định, Trục Phương, Quyết Chiến và Ba Lạt lần lượt là 14; 13; 12; 10 và 10 lần.



Hình 2. Biến đổi hàm lượng POC tại các vị trí quan trắc trong thời gian 4/2009-4/2010

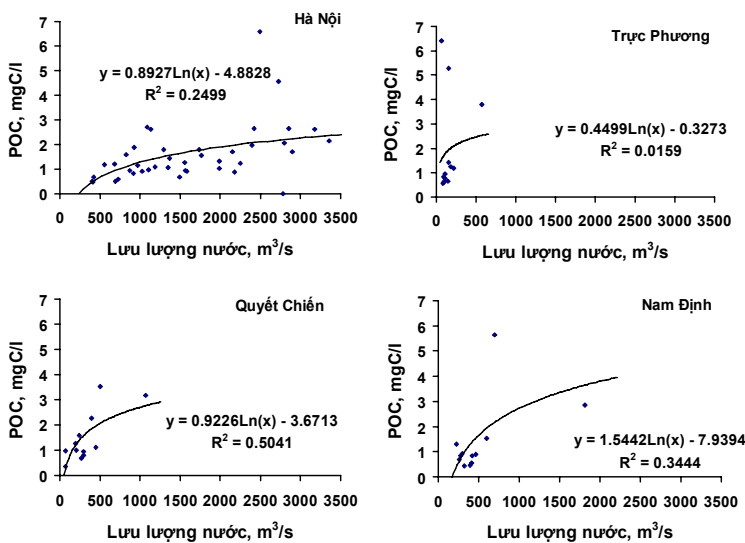
Meybeck [8] cho rằng hàm lượng POC trong các hệ thống sông trên thế giới có giá trị trong khoảng rộng, từ 1 đến 30mg/l, trung bình đạt 5mg/l. Gần đây, hàm lượng POC đã được khảo sát đối với một số hệ thống sông trên thế giới như sau: sông Luodingjiang (Trung Quốc): 0,141-6,328mg/l [10]; sông Yangtze (Trung Quốc): 0,372-0,972mg/l [12]; sông Lanyang Hsi (Đài Loan): 0,206-1,750mg/l;

sông Ordra (Ba Lan): 1,200-12,700mg/l; sông Mississippi (Mỹ): 0,107-0,842 mg/l,...

3.2. Mối liên hệ giữa hàm lượng POC và lưu lượng nước sông

Hàm lượng POC biến đổi theo mùa [2, 5]. Nhìn chung, hàm lượng POC tại các vị trí quan trắc đều cao vào mùa mưa khi lưu lượng nước sông tăng, giảm vào mùa khô khi lưu lượng nước sông giảm. Hình 3 cho thấy mối quan hệ theo chiều thuận của POC và lưu lượng nước sông tại các vị trí quan trắc.

Điều này cũng đã được quan sát thấy ở nhiều hệ thống sông trên thế giới như sông Yangtze, Changjiang, Luodingjiang,... phản ánh ảnh hưởng của quá trình xói mòn, rửa trôi carbon hữu cơ từ đất trong lưu vực [9]. Khi lượng mưa trong lưu vực tăng (làm gia tăng lưu lượng nước sông) kéo theo lượng đất đá bị rửa trôi và đồng thời carbon hữu cơ trong đất bị rửa trôi gia tăng, dẫn đến làm tăng hàm lượng POC trong nước sông.



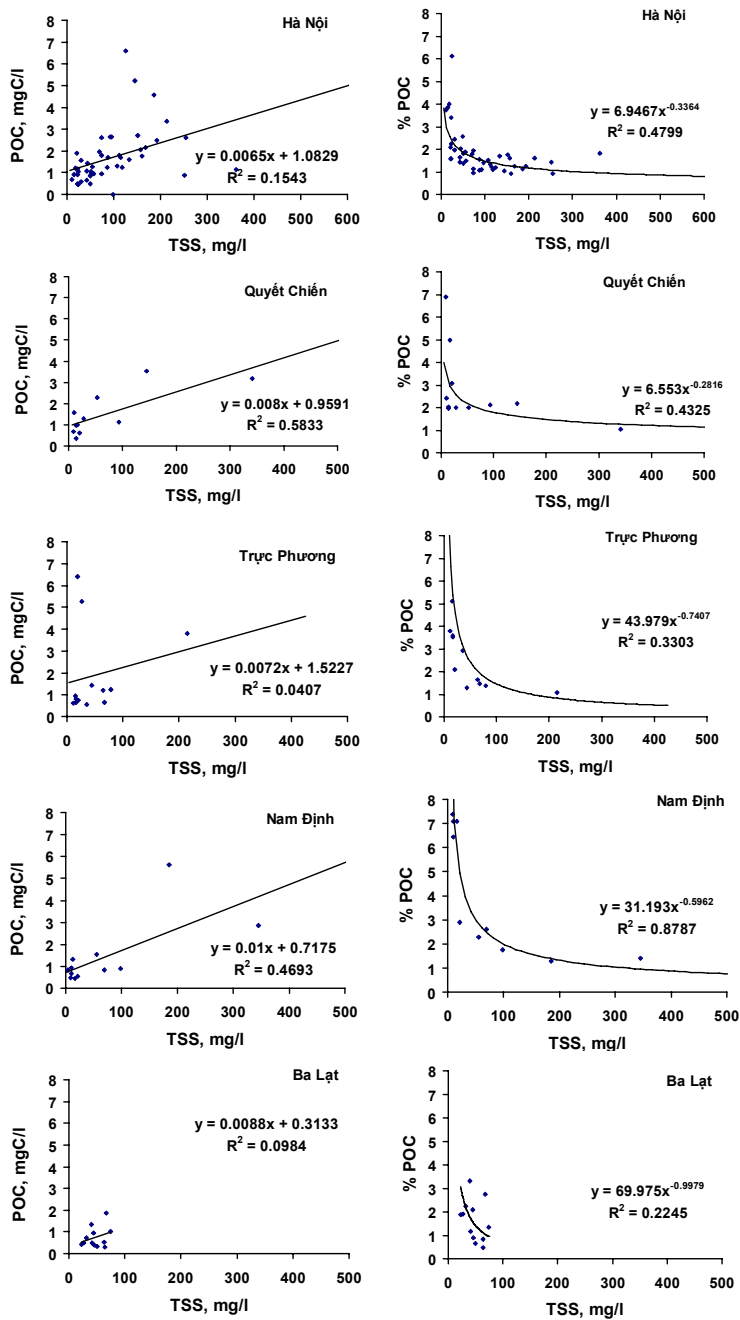
Hình 3. Mối quan hệ giữa hàm lượng POC và lưu lượng nước tại các trạm quan trắc trên sông Hồng giai đoạn 4/2009 - 5/2010

3.3. Mối liên hệ giữa hàm lượng POC và hàm lượng chất rắn lơ lửng

Hàm lượng POC trong nước sông có thể biểu diễn bằng phần trăm (%) so với tổng chất rắn lơ lửng (TSS) hoặc biểu diễn bằng nồng độ (mg/l). Giá trị của % POC trong chất rắn lơ lửng tại các vị trí quan trắc dao động rất lớn, từ 0,49 đến 45,75 %, trung bình đạt 1,86; 3,47;

6,68; 5,88 và 2,22% tại các trạm Hà Nội, Quyết Chiến, Trục Phương, Nam Định và Ba Lạt tương ứng. Các giá trị này cao hơn so với một số sông khác trên thế giới như sông Changjiang (1,16%) [13]; sông Xijiang (1,20%) [11]; sông Brahmaputra (0,50%), sông Huanghe (0,53%) [4] và gần với sông Congo (6,5%) [3].

Mối liên quan giữa hàm lượng POC (hoặc % POC trong chất rắn lơ lửng) và chất rắn lơ lửng trong nước sông tại các vị trí quan trắc được trình bày ở hình 4, cho thấy hàm lượng POC tăng theo tỷ lệ thuận với hàm lượng chất rắn lơ lửng trong nước sông. Điều này có thể giải thích là do POC có nguồn gốc chủ yếu từ hàm lượng carbon hữu cơ trong đất, theo quá trình xói mòn và rửa trôi, được chuyển tải vào các hệ thủy văn.



Hình 4. Biểu diễn mối quan hệ giữa hàm lượng POC và % POC với hàm lượng TSS tại các trạm quan trắc trên sông Hồng trong thời gian tháng 4/2009 - 4/2010

Hình 4 cũng cho thấy % POC trong chất rắn lơ lửng lại giảm khi hàm lượng TSS tăng. Mối quan hệ này cũng đã được quan sát đối với hầu hết các sông trên thế giới [1, 6, 7]. Có một số cách giải thích cho mối quan hệ giữa hàm lượng carbon không tan (POC) và tổng chất rắn lơ lửng như sau: (i) hàm lượng TSS cao sẽ làm giảm ánh sáng trong

nước sông, điều này hạn chế sự phát triển của tảo và làm giảm sự đóng góp carbon “bản địa”; (ii) cùng với sự xói mòn đất mạnh, POC trong nước sông có thể bị pha loãng do các chất khoáng có nguồn gốc từ xói mòn đất lục địa hoặc do quá trình tái dịch chuyển chất khoáng từ đáy sông; (iii) sự xói mòn cơ học với cường độ khác nhau ảnh hưởng khác nhau tới các tầng đất khác nhau. Sự xói mòn cơ học chậm chủ yếu xảy ra tại tầng đất bề mặt. Với sự xói mòn đất tăng lên, đất trong tầng sâu hơn và chứa ít carbon hữu cơ hơn sẽ bị rửa trôi vào sông. Vì vậy, sự xói mòn mạnh tại các tầng đất sâu sẽ làm tăng ít hơn hàm lượng carbon hữu cơ trong nước sông [7, 9].

4. Kết luận

Kết quả khảo sát cho thấy, hàm lượng POC trung bình giữa các trạm quan trắc dao động với biên độ không quá lớn, biến đổi trong khoảng 0,904 mg/l (trạm Ba Lạt) đến 1,797 mg/l (trạm Trục Phương). Hàm lượng POC tại tất cả các trạm quan trắc đều tăng tỉ lệ thuận với lưu lượng nước sông và hàm lượng tổng chất rắn lơ lửng, đồng thời %POC trong cát bùn lơ lửng lại giảm khi hàm lượng TSS tăng. Các mối liên hệ này phản ánh các quá trình xói mòn, rửa trôi xảy ra mạnh mẽ trong lưu vực, và có ảnh hưởng trực tiếp tới hàm lượng POC trong nước sông. Tuy nhiên, đây chỉ là các kết quả nghiên cứu ban đầu. Cần mở rộng quy mô quan trắc về hàm lượng POC trong nước sông và thu thập đầy đủ số liệu về lưu lượng nước sông để có thể tính toán chính xác về tổng tải lượng POC của sông Hồng đổ ra biển.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được hoàn thành trong đề tài “Đánh giá nguy cơ gây phì dưỡng môi trường nước lưu vực sông Hồng (Việt Nam): tác động trực tiếp của con người và biến đổi khí hậu.”, mã số 105.09.89.09. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc Gia (NAFOSTED) đã tài trợ kinh phí thực hiện.

TÀI LIỆU DẪN

- [1] *Balakrishna K, Probst JL.*, 2005: Organic carbon transport and C-N ratio variations in a large tropical river: Godavari as a case study, India. *Biogeochemistry* 73:457-73.
- [2] *BaralkiEwicz D., Siepak J.*, 1994: The contents and variability of TOC, POC and DOC concentration natural waters. *Polish Journal of Environmental studies.* 3, 2.
- [3] *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.
- [4] *Dianjun, G., Longjun, Z., Liqing J.*, 2009: The effects of estuarine processes on the fluxes of inorganic and organic carbon in the Yellow River estuary. *Journal of Ocean University of China* ISSN 1993-5021, 8, 352-358.
- [5] *DoJliDo J., DMitruk U.*, 2002: Total Organic Carbon. *Water and Sewage Systems* 9, 167.
- [6] *Gao QZ, Tao Z, Yao GR, Ding J, Liu ZF,* *Liu KX.*, 2007: Elemental and isotopic signatures of particulate organic carbon in the Zengjiang River, southern China. *Hydrol Process* 21:1318-27.
- [7] *Ludwig W, Probst JL, Kempe S.*, 1996: Predicting the oceanic input of organic carbon by continental erosion. *Glob. Biogeochem. Cycles* 10(1):23-41.
- [8] *Meybeck M.* 1982: Carbon, nitrogen and phosphorus transport by world rivers. *American Journal of Science.* 282: 401-405.
- [9] *Ouyang Y.*, 2003: Simulating dynamic load of naturally occurring TOC from watershed into a river. *Wat. Res.* 37, 823.
- [10] *Zhang S., Lua X.X., Sunb H., Hanb J., Higgitt D.L.*, 2009: Geochemical characteristics and fluxes of organic carbon in a human-disturbed mountainous river (the Luodingjiang River) of the Zhujiang (Pearl River), China. *Science of the Total Environment* 407, 815-825.
- [11] *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.
- [12] *Wu Y, Dittmarb T., Ludwichowskic K.U, Kattner G, Zhang J., Zhu Z.Y, Koch B.P.*, 2007: Tracing suspended organic nitrogen from the Yangtze Rivercatchment into the East China Sea. *Marine Chemistry* 107, 367-377.
- [13] *Wu, Y., Zhanga, J., Liu, S.M., Zhang, Z.F., Yao, Q.Z., Hong, G.H. and Cooper, L.*, 2007: Sources and distribution of carbon within the Yangtze River system. *Estuarine, Coastal and Shelf*, 13-25.

SUMMARY

Preliminary observation of particulate organic carbon (POC) contents in water environment of the downstream of Red River system

POC (particulate organic carbon) is one of major forms of organic carbon in water. It plays an important role in assessment of river water quality. The observed results in period from April 2009 to April 2010 at the gauging stations in downstream of the Red River showed that the average concentration of POC of the Red River at Truc Phuong and Hanoi stations were the highest (1.797 and 1.727 mg.l⁻¹, respectively) followed by Nam Dinh station (1.414 mg.l⁻¹), Quyet Chien station (1.329 mg.l⁻¹), and the lowest value (0.904 mg.l⁻¹) at the Ba Lat station. The POC concentration at all observed stations showed positive correlation with water discharge and total suspended solids, but the percentage of POC contents in total suspended solids decreased with increasing total suspended solids contents. All that introduced the strong erosion and leaching processes in the watershed and its impacts to the POC content in the Red River system.