

TỔ HỢP CÁC PHƯƠNG PHÁP TÍNH TỐC ĐỘ XÓI MÒN TẠI LƯU VỰC SÔNG HỒNG

NGUYỄN VĂN PHỔ, ĐOÀN THỊ THU TRÀ,
HOÀNG TUYẾT NGÀ, PHẠM AN CƯƠNG

MỞ ĐẦU

Với tốc độ gia tăng dân số như hiện nay, xói mòn đã trở thành vấn đề môi trường cấp thiết. Thông thường, quá trình xói mòn xảy ra mạnh nhất tại các nước kém phát triển với điều kiện canh tác lạc hậu, dân số phát triển nhanh, phải phá rừng để lấy đất canh tác. Các công trình nghiên cứu xói mòn được triển khai mạnh mẽ ở các nước phát triển từ cuối thế kỷ 19 và cho tới nay, công tác này đã trở thành quốc sách phát triển của nhiều quốc gia.

Tổng hợp các tài liệu đã công bố trong và ngoài nước có thể thấy hiện chưa có phương pháp nào hoàn thiện đánh giá định lượng vật chất xói mòn đáp ứng yêu cầu phản ánh đúng đắn khối lượng, động thái mang đi vật chất theo bề mặt và chiều sâu của mặt cắt đất. Nguyên nhân chính là ở chỗ vật chất bị rửa trôi thường là những thực thể địa chất không có giới hạn không gian rõ nét, không phân thành các hệ cá thể độc lập để có thể mô phỏng được. Các cách tiếp cận gián tiếp, ngay cả những phương pháp tốn kém, cũng chỉ mang tính giả định, gần đúng.

Song, vấn đề đánh giá định lượng vật chất xói mòn vẫn là một nhu cầu thực tế không thể chối bỏ. Thực tiễn sản xuất và đời sống đòi hỏi phải ước lượng được vật chất mang đi do xói mòn, xác định được các yếu tố khống chế quá trình này để từ đó dự báo được chiều hướng diễn biến và hạn chế nguy cơ nó.

Tuy nhiên, tùy theo góc độ chuyên môn khác nhau, người ta đề ra các mô hình tiếp cận nghiên cứu xói mòn khác nhau. Theo các nhà nghiên cứu thổ nhưỡng thì xói mòn gắn liền với quá trình rửa trôi bề mặt và mất đất, do đó nghiên cứu xói mòn

thường đi theo khuynh hướng thực nghiệm. Đối với các nhà khí tượng thủy văn thì nghiên cứu xói mòn do dòng chảy thường liên quan tới dòng bùn cát trong sông. Còn theo quan điểm của các nhà địa chất thì xói mòn không chỉ là quá trình rửa trôi trên mặt mà còn bao hàm toàn bộ quá trình mang đi vật chất từ các đá trong các điều kiện trên mặt.

Với mục tiêu nghiên cứu ứng dụng, trong nghiên cứu xói mòn lưu vực sông Hồng, chúng tôi đã sử dụng các kết quả của các mô hình tính toán khác nhau theo các khuynh hướng kể trên.

1. Mô hình thực nghiệm mất đất phổ dụng

Thực chất của phương pháp này là nghiên cứu trên các bãi thử nghiệm được xây dựng điển hình cho mỗi loại cảnh quan tự nhiên và tính lượng đất bị xói mòn.

Năm 1958, W.H. Wischmeier, D.D. Smith và các cộng sự bắt đầu tổng hợp các số liệu đã có để xây dựng phương trình mất đất phổ dụng (*Universal Soil Loss Equation - USLE*). Phương trình này nhanh chóng trở thành một mô hình tính toán xói mòn được sử dụng rộng rãi nhất; đã được hoàn thiện vào năm 1978 (*Wischmeier and Smith, 1978*) và có dạng:

$$A = K \times R \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

trong đó: A - lượng mất đất theo đại lượng đất mất đi trên đơn vị diện tích ($tấn/km^2.năm$) được biểu thị dưới dạng hàm của các thừa số sau: lượng mưa và rửa trôi (hệ số xói mòn do mưa) R , hệ số xói mòn đất K , chiều dài sườn dốc L , độ dốc S , trình độ quản lý đất và hoa màu C , hiện trạng lớp phủ P . Mô hình USLE đã áp dụng thành công trên phạm vi toàn cầu, ở các địa phương có địa hình và các điều kiện độ dốc khác nhau.

Tại lưu vực sông Hồng, từ những năm 60 của thế kỷ trước, ở miền Bắc đã xây dựng được nhiều trạm thực nghiệm nghiên cứu xói mòn, đánh giá ảnh hưởng của từng yếu tố đến quá trình xói mòn.

- Trạm thực nghiệm nghiên cứu xói mòn Cầu Hai (Phủ Thọ) nghiên cứu ảnh hưởng của độ tàn che rừng trồng đối với xói mòn ;

- Trạm thực nghiệm nghiên cứu xói mòn Sơn Động (Hà Bắc) ;

- Trạm theo dõi ảnh hưởng của mưa đến xói mòn Noong Lay (Thuận Châu - Sơn La) ;

- Trạm nghiên cứu chống xói mòn Hoà Bình.

Các kết quả nghiên cứu tại các trạm thực nghiệm hoặc đánh giá ảnh hưởng của từng yếu tố tự nhiên đối với xói mòn hoặc xây dựng các biện pháp canh tác nông nghiệp, chống xói mòn trên đất dốc (bảng 1).

Bảng 1. Kết quả đo đạc lượng đất bị rửa trôi tại các trạm thí nghiệm
(Nguồn : Thái Phiên, Đỗ Tử Siem, 2000)

Địa điểm	Độ dốc (độ)	Phương thức canh tác	Lượng đất bị rửa trôi (T/ha/năm)
Ba Vi	8-10	Không chống xói mòn	2-5
Lương Sơn	18-20	Không chống xói mòn	18-30
Thái Ninh	18-20	Có băng cây xanh	35,4
Đồng Ràng		Trồng sắn, không băng cây xanh	11,7
Phương Linh		Sắn xen lạc + băng đừa	36,9

Vận dụng phương trình mất đất phổ dụng, trên cơ sở các tài liệu thực nghiệm của các trạm nghiên cứu xói mòn đã có, các nhà nghiên cứu đã dùng thuật toán thống kê tính các tham số của phương trình để đưa ra các mô hình ứng dụng cho các điều kiện cụ thể. A. D. Ivanovski và Ia.V. Kornev (1952) đã xây dựng tại trạm thực nghiệm Novosilbirk và xây dựng mô hình sau :

$$M = A.I^{0,75} L^{1,5} X^{1,50} \quad (2)$$

$$Y = A.I^{0,75} L^{0,5} X^{1,50} \quad (3)$$

trong đó : M - lượng đất rửa trôi, Y - lượng đất rửa trôi trên 1 đơn vị diện tích, I - độ dốc sườn (tang góc dốc), L - khoảng cách từ đường chia nước (chiều dài sườn m), X - cường độ mưa ($> 0,2$ mm/phút), A - hệ số tính đến các nhân tố khác.

Dựa trên các số liệu của các trạm thực nghiệm, đồng thời vận dụng có cải biên công thức tính lượng đất mất của Ia. Kornev, Đỗ Hưng Thành (1979-1982) đã tính lượng đất mất cho mỗi ô vuông, tập hợp và xây dựng bản đồ phân bố tiềm năng xói mòn gia tốc Tây Bắc : 5 kiểu cho 5 cấp xói mòn.

Với sự phát triển của công nghệ tin học người ta đã ứng dụng phương pháp viễn thám và hệ thông tin địa lý (GIS) để thành lập bản đồ xói mòn đất trên cơ sở kết hợp với các số liệu quan trắc được của các phương pháp truyền thống. Thông qua phân tích, xử lý và chồng ghép các lớp thông tin để tạo ra thông tin trợ giúp quyết định, đó là bản đồ xói mòn.

Trên lưu vực sông Hồng, dựa vào quy trình xử lý và tính toán, người ta đã thành lập được bản đồ xói mòn tiềm năng và bản đồ xói mòn thực. Tại khu vực nghiên cứu, phân ra các cấp xói mòn như sau :

a) Bản đồ xói mòn tiềm năng, phân ra 9 cấp xói mòn, cụ thể là :

Cấp 1 : 0-50 tấn/ha/năm.

Cấp 2 : 50-500 tấn/ha/năm.

Cấp 3 : 500 -1.500 tấn/ha/năm.

Cấp 4 : 1.500-3.000 tấn/ha/năm.

Cấp 5 : 3.000- 4.500 tấn/ha/năm.

Cấp 6 : 4.500 - 6.000 tấn/ha/năm.

Cấp 7 : 6.000-7.500 tấn/ha/năm.

Cấp 8 : 7.500-9.000 tấn/ha/năm.

Cấp 9 : > 9.000 tấn/ha/năm.

b) Bản đồ xói mòn thực, phân ra 10 cấp xói mòn :

Cấp 1 : 0-20 tấn/ha/năm.

Cấp 2 : 20-50 tấn/ha/năm.

Cấp 3 : 50-100 tấn/ha/năm.

Cấp 4 : 100 -300 tấn/ha/năm.

Cấp 5 : 300-500 tấn/ha/năm.

Cấp 6 : 500-700 tấn/ha/năm.

Cấp 7 : 700-900 tấn/ha/năm.

Cấp 8 : 900-1.500 tấn/ha/năm.

Cấp 9 : 1.500-2.000 tấn/ha/năm.

Cấp 10 : > 2.000 tấn/ha/năm.

2. Phương pháp nghiên cứu xói mòn theo modul dòng bùn cát

Bản chất của mô hình này là coi quá trình xói mòn là quá trình đất do tác dụng của dòng chảy trở thành bùn cát và lắng đọng ở các địa hình bồi tụ của lưu vực hay chảy vào sông.

Về thực chất, đây vẫn là mô hình thực nghiệm dựa vào các trạm quan trắc. Theo nhiều nhà nghiên cứu thì lượng bùn cát lắng đọng trong sông không thể xem là tổng lượng đất bị xói mòn vì chưa tính đến lượng phù sa lơ lửng và lượng đất lắng đọng ở các địa hình bồi tụ khác trong các lưu vực phức tạp. Phương pháp nghiên cứu xói mòn theo mô hình dòng chảy rắn cũng được tiến hành ở nhiều nơi theo quan điểm dòng bùn cát trong sông là hàm số của mưa, địa hình và diện thu nước.

Tương quan giữa lượng xói mòn đất và lượng bùn cát theo dòng chảy được S.M. White đưa ra năm 1989 :

$$S = A \times Dr \quad (4)$$

trong đó A - lượng đất xói mòn bề mặt (tấn), Dr - hệ số gia nhập bùn cát ($Dr = 10(r/l)$, r - độ chênh cao lưu vực, l - chiều dài sườn theo suối chính).

Nhiều tác giả đã xây dựng các quan hệ kinh nghiệm giữa đặc trưng dòng bùn cát với các nhân tố ảnh hưởng mà chủ yếu là lớp dòng chảy và diện tích lưu vực.

- Theo Bowie (Mỹ, 1975) :

$$DR = 0,488 - 0,006 A = 0,01 Q \quad (5)$$

- Theo Mou và Meng (Trung Quốc, 1980) :

$$DR = 1,29 + 1,37 \ln D - 0,025 \ln A \quad (6)$$

trong đó : A - diện tích lưu vực, Q - lưu lượng dòng chảy năm, D - mật độ lưới sông.

Dựa trên phân tích hệ số tương quan lựa chọn yếu tố trội đối với xói mòn, Vi văn Vị (1981) đã thiết lập mô hình biểu thị tiềm lực xói mòn :

$$K = \frac{\delta h \sin \Phi}{R} \left(\frac{M_z d_z}{C} \right) \quad (7)$$

trong đó K - tiềm lực xói mòn (K càng lớn lượng xói mòn càng lớn), δh - độ sâu dòng chảy do mưa gây ra (xác định theo bản đồ phân bố mưa), Φ - độ dốc trung bình lưu vực, R - độ che phủ thực vật (%), C - phân trăm loại hạt mịn trong đất ($d < 0,01$

mm), M_z - độ bão hòa nước của đất (thường dùng giá trị trung bình = 26 %), d_z - độ phân tán trong nước của đất (%), δ - tỷ trọng dòng nước đục (T/m^3).

Đồng thời dựa trên số liệu thực nghiệm, ông đã xây dựng công thức tính lượng xói mòn và modul dòng chảy cát bùn cho từng vùng theo công thức sau :

$$F = A.K^a \quad (8)$$

$$f = B.k^b \quad (9)$$

trong đó : F - lượng xói mòn trên sườn dốc, f - modul dòng chảy cát bùn trong sông, A, a, B, b... các hệ số.

Dựa vào các tài liệu thủy văn, ước tính được lượng bùn cát trung bình vận chuyển trong năm ở Lai Châu (sông Đà) $WR = 53,1.10^6$ tấn và hệ số xâm thực phần lưu vực từ Lai Châu đến Tạ Bú là 1.540 tấn/ km^2 .năm.

Ở sông Thao, hệ số xâm thực tại Lào Cai vào khoảng 1160 tấn/ km^2 .năm và lượng chuyển cát hàng năm là $WR = 47,5.10^6$ tấn. Từ Lào Cai đến Yên Bái, tác dụng xâm thực giảm đi nhiều chỉ còn $WR = 40,9.10^6$ tấn, vì thế bùn cát ở sông Thao chủ yếu do phần trên Lào Cai cung cấp.

Trên sông Lô, lượng chuyển cát bình quân năm ở Hà Giang là $2,81.10^6$ tấn và hệ số xâm thực $f = 336$ tấn/ km^2 .năm.

Trên cơ sở các số liệu modul dòng chảy cát bùn Viện Khí tượng - Thủy văn (1977) đã xây dựng sơ đồ phân vùng xói mòn hiện tại miền Bắc trong đó toàn miền phân làm 6 vùng ứng với 6 cấp modul dòng chảy cát bùn : > 450 tấn/năm/ km^2 , 300-450 tấn/năm/ km^2 , 200-300 tấn/năm/ km^2 , 150-200 tấn/năm/ km^2 , 80-150 tấn/năm/ km^2 , < 80 tấn/năm/ km^2 .

3. Phương pháp đồng vị nghiên cứu xói mòn

Theo quan điểm địa hóa học thì quá trình phong hóa là khởi điểm của xói mòn hóa học và quá trình này đã dẫn đến sự phân bố lại các nguyên tố hóa học và các đồng vị trong môi trường di chuyển. Nếu đánh giá được quá trình phân bố lại của các nguyên tố thông qua đặc tính địa hóa của một số nguyên tố đặc trưng, ta có thể xác định được tốc độ mang đi của vật chất bị xói mòn. Trong quá trình vận chuyển vật chất xói mòn thì thành phần của dòng chảy trong lưu vực chính là trung bình hóa thành phần vật chất

xói mòn tại lưu vực. Như vậy dựa vào sự biến đổi về thành phần các nguyên tố (đặc biệt là các nguyên tố vết) từ đá gốc tới các sản phẩm phong hóa có thể xác định được tốc độ mang đi của vật chất và đó chính là tốc độ xói mòn.

Tuy nhiên vấn đề đặt ra là phải lựa chọn được nguyên tố vết có hành vi địa hóa rất đặc trưng đã được nghiên cứu khá kỹ, đồng thời có khả năng xác định được chính xác hàm lượng của nó trong nước sông và cả trong các đá gốc tại lưu vực. Theo kinh nghiệm, trong số các nguyên tố vết người ta chọn urani là nguyên tố có hành vi địa hóa rất đặc trưng; mặt khác nguyên tố này có nhiều đồng vị mà mối tương quan giữa chúng có thể sử dụng vào việc tính toán chính xác hơn tốc độ xói mòn (L.M. Norderman, 1980).

Mô hình toán học của phương pháp :

$$W = \frac{1}{S} \times \frac{\Delta m}{\Delta f} = \frac{E_c D - E_r P}{E_r S} \quad (10)$$

trong đó : E_c - hàm lượng urani hòa tan trong nước sông, E_r - hàm lượng urani trong đá gốc, E_p - hàm lượng urani trong nước mưa, S - diện tích lưu vực, D - lưu lượng nước sông, P - lượng mưa, W - lượng vật chất hòa tan vận chuyển trong sông ($\text{tấn}/\text{km}^2/\text{năm}$).

$$\frac{\Delta H}{\Delta t} = \frac{E_r D (A_r - A_s)}{d E_r S (A_r - A_s)} \quad (11)$$

trong đó : $\Delta H/\Delta t$ - tốc độ hạ thấp địa hình ($\text{cm}/10^3 \cdot \text{năm}$), d - khối lượng riêng của đất đá, A_e - tỷ lệ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ trong nước sông, A_s - tỷ lệ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ trong đất, A_r - tỷ lệ $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ trong đá gốc.

Dựa vào những đặc điểm của hệ thống sông Hồng, chúng tôi đã triển khai lấy mẫu trên các lưu vực sông lớn và phân lưu :

- Trên sông Thao tại Trấn Yên (Yên Bái),
- Trên sông Đà tại Hoà Bình,
- Trên sông Lô tại Việt Trì,
- Trên sông Chảy tại bến phà Hiên (Yên Bái).

16 bộ mẫu trong đợt lấy mẫu từ năm 1999 đến năm 2001 đã được gửi phân tích tại Viện Địa hóa Vernatsky (Moskva) để phân tích đồng vị urani trong các mẫu trong cặn khô, vật chất lơ lửng và nước lọc.

Các kết quả thu được đã cho phép chúng tôi tính toán và xử lý số liệu bước đầu theo phương

pháp đồng vị urani trong môi trường, sơ bộ tính được tốc độ xói mòn ở một số lưu vực nhỏ thuộc lưu vực sông Hồng như sau (bảng 2):

Bảng 2. Kết quả tính tốc độ xói mòn theo hàm lượng vết của urani

Tên lưu vực	Độ hạ thấp địa hình ($\text{cm}/10^3 \cdot \text{năm}$)	Lượng vật chất xói mòn ($\text{tấn}/\text{km}^2/\text{năm}$)
Sông Đà	39,53	1185,83
Sông Thao	17,70	530,86
Sông Chảy	82,31	2469,43
Sông Lô	21,93	657,99
Sông Hồng	42,56	1276,95

KẾT LUẬN

Những kết quả tính toán bước đầu về tốc độ xói mòn tại lưu vực sông Hồng bằng các phương pháp nêu trên khá phù hợp với những đánh giá của các nhà nghiên cứu trước đây. So sánh các kết quả nghiên cứu xói mòn bằng các phương pháp này với nhau chúng tôi nhận thấy có những sai khác không đáng kể, điều này cho thấy mức độ tin cậy của các phương pháp tương đối cao, đồng thời chỉ ra tốc độ xói mòn của lưu vực sông Hồng là lớn. Tuy nhiên, phạm vi áp dụng của từng phương pháp có những khác biệt do tính ưu việt cũng như những hạn chế của từng mô hình tính toán.

Phương pháp thực nghiệm theo phương trình Wischmeier cho phép tính được lượng đất bề mặt bị rửa trôi do xói mòn theo diện, do đó thường được ứng dụng để tính lượng mất đất và chất dinh dưỡng trong nông nghiệp. Hạn chế là khó ứng dụng ở những khu vực không có khả năng thu được dữ liệu thực tế để tính các thông số; mặt khác, không chính xác khi tính toán ở những lưu vực rộng lớn và phức tạp.

Cũng như phương pháp Wischmeier, phương pháp modul dòng chảy rắn và hệ thông tin địa lý là những phương pháp thực nghiệm, chưa đề cập đến lượng vật chất xói mòn mang đi, đó chính là các chất hòa tan mang theo dòng chảy.

Khắc phục được nhược điểm này, phương pháp urani trong môi trường cho phép xác định được tốc độ xói mòn trung bình của toàn bộ lưu vực và tính đến cả ba dạng vật chất của quá trình xói mòn là chất rắn, lơ lửng và hòa tan. Bên cạnh đó, phương pháp này cũng có những nhược điểm,

đó là việc phân tích mẫu khá tốn kém, mức độ chính xác của kết quả phụ thuộc rất nhiều vào tất cả các bước thực hiện, kể từ khâu lấy mẫu, xử lý, phân tích và tính toán kết quả. Chỉ cần một sai sót nhỏ cũng sẽ cho một sai số rất lớn.

Chính vì vậy, việc sử dụng tổng hợp các phương pháp nghiên cứu xói mòn tại lưu vực sông Hồng là một vấn đề cần thiết mang ý nghĩa khoa học và bổ trợ cho nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] J.A.S. ADAMS, OSMOND, J.K. and J.J.W. ROGER, 1959 : The Geochemistry of thorium and uranium. Phys. Chem. Of the Eath.
- [2] PHẠM VĂN CỤ, 1994 : Tổng quan tình hình phát triển và ứng dụng hệ thống tin địa lý trong nghiên cứu môi trường tự nhiên và sử dụng lãnh thổ. Nxb KHvKT, Hà Nội.
- [3] CAO ĐĂNG DUY, 2000 : Đánh giá tốc độ xói mòn theo lượng bùn cát trong sông.
- [4] Y. MIYAKE, K. SHARUHASHI, Y. SIRIMURA, 1973 : The isotopic ratio $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ in sea water. Records of Oceanogr. Works in Japan.
- [5] W.S. MOORE, 1967 : Amazon and Misisipi river concentration of uranium and radium isotopes. Earth and Planet Sc. Lett.
- [6] NGUYỄN QUANG MỸ, HOÀNG XUÂN CƠ và nnk., 1983 : Nghiên cứu điều kiện hình thành và

phát triển xói mòn đất nông nghiệp Tây Nguyên. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội

[7] L.M. NORDEMAN, 1980 : Use of $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ disequilibrium in measuring chemical Weathering rate of rocks. Geoch. Et cosmo. Acta. Vol. 44.

[8] THÁI PHIÊN, NGUYỄN TỬ SIÊM, 1999 : Đất đồi núi Việt Nam, thoái hoá và phục hồi. Nxb Nông nghiệp, Hà Nội.

[9] NGUYỄN VĂN PHỔ, 1995 : Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân nghiên cứu vận động địa chất và dự báo ảnh hưởng của chúng tới một số công trình ở lưu vực sông Hồng. Báo cáo tổng hợp đề tài KC-09-07.

SUMMARY

The combination of methods applied in study of erosion in Red River basin

Erosion is exogenetic process, which affect ecological and socio - economical environment. This process dissemination occurred widely in Viet Nam and it becomes hazard. So, the study of erosion is an important problem in Viet Nam. There are many different methods to study erosion due to point of view.

In this paper, the authors introduce the methods determining erosional rate in Red River basin, include Wischmeier, sand - mud flow modul, uranium in environment and remote sensing method.

Ngày nhận bài : 17-9-2003

Viện Địa chất - TTKHTN & CNQG