NGHIÊN CỨU QUẢN LÝ XÓI MÒN ĐẤT TRÊN QUY MÔ LƯU VỰC

Kết quả nghiên cứu dài hạn ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến dòng chảy và xói mòn đất tại lưu vực Đồng cao

Phạm Đình Rĩnh[1], Trần Đức Toàn[1],
Nguyễn Duy Phương[1], Đỗ Duy Phái[1]
D. Orange[2], J. Louis Janeau[2], C. Valentin[2].

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Những thay đổi nhanh chóng về canh tác nông nghiệp trên đất dốc ở vùng Đông Nam Á nhằm đáp ứng nhu cầu lương thực do áp lực gia tăng dân số, đã làm cho đất ngày càng trở lên thoái hóa (Fox and Vogler, 2005; Lacombe *et al.*, 2010). Những nghiên cứu ở dạng ô thửa nhỏ (Sidle *et al.*, 2006; Hai An Phan Ha *et al.*, 2012) cho thấy rằng xói mòn ở vùng Đông Nam Á đang trở nên ngày càng rõ rệt. Những ảnh hưởng trong hoạt động sản xuất nông nghiệp trên vùng thượng lưu đến vùng hạ lưu vẫn chưa được biết rộng rãi bởi những khó khăn trong việc đưa kết quả nghiên cứu từ ô thửa nhỏ ra phạm vi lưu vực (Bruijnzeel, 2004). Số liệu xói mòn đất vẫn rất hạn chế ở cấp độ đo đếm lưu vực và thời gian nghiên cứu ngắn hạn. Ở Việt nam, diện tích đất đồi núi chiếm 3/4 tổng diện tích tự nhiên, nhưng độ che phủ đất dốc lại thấp (bình quân < 30%), địa hình bị chia cắt nên rất khó khăn cho việc kiểm soát và hạn chế xói mòn đất ở vùng đồi núi. Cho đến nay đã có rất nhiều công trình nghiên cứu về xói mòn đất trên đất dốc, tuy nhiên mới chỉ thực hiện ở dạng ô thửa nhỏ, số liệu xói mòn chỉ thông qua quy đổi lượng đất mất từ nghiên cứu diện nhỏ nên dẫn đến không chính xác và rất khó áp dụng để đánh giá xói mòn đất ở diện tích lớn. Vì vậy, mục tiêu của nghiên cứu này là đánh giá ảnh hưởng của các hình thức sử dụng đất khác nhau trên đất dốc trong lưu vực đến sự thay đổi chất lượng đất để sản xuất nông lâm nghiệp bền vững. Nghiên cứu được thực hiện tại Đồng Cao trên diện tích 50 ha, sử dụng thiết bị quan trắc đồng bộ về thủy văn và đất mất theo nước (huyền phù). Bài viết này tổng hợp kết quả nghiên cứu xói mòn của 13 năm (2001 - 2013) ở các lượng mưa và trên các cây trồng khác ở quy mô lưu vực.

2. MỤC TIÊU NGHIÊN CỨU

Đánh giá ảnh hưởng của các hình thức sử dụng đất khác nhau trên đất dốc trong lưu vực đến sự thay đổi chất lượng đất để sản xuất nông lâm nghiệp bền vững. Đánh giá

[1] Viện Thổ nhưỡng Nông hóa.
[2] Trung tâm phát triển Pháp.

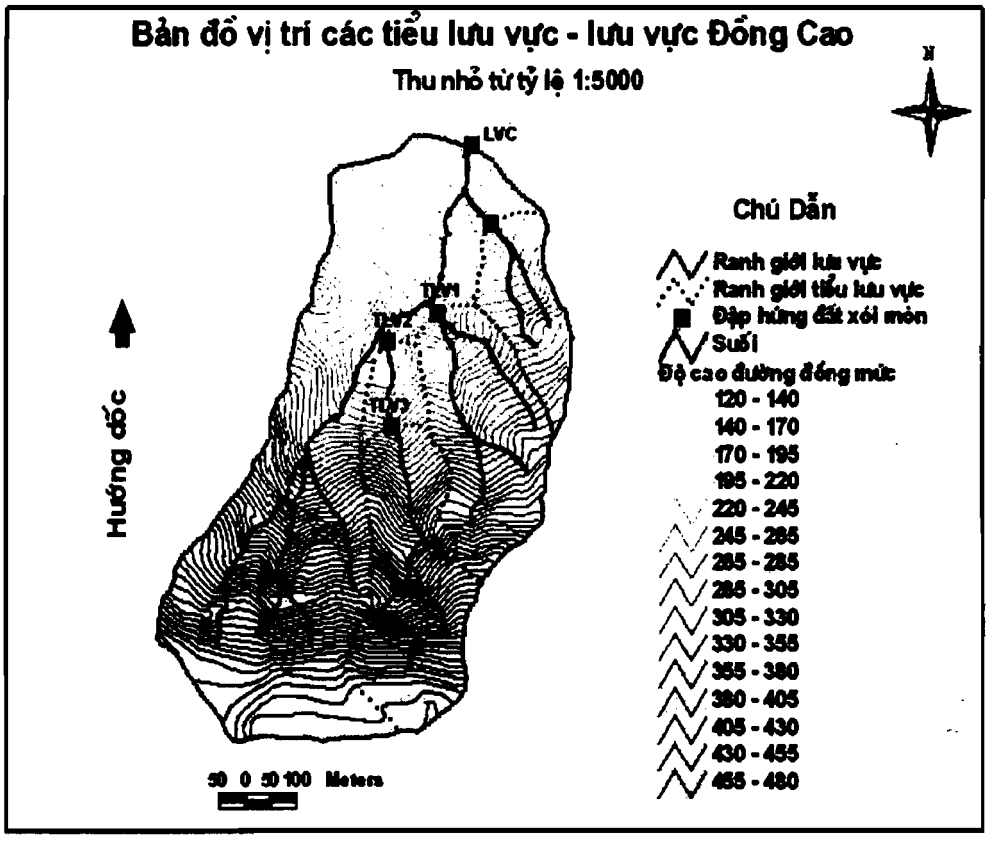
được: (i) mức độ xói mòn đất thông qua việc thay đổi các hình thức sử dụng đất trong lưu vực; (ii) sự khác biệt giữa lượng đất mất và huyền phù trôi theo dòng nước trong quá trình xói mòn đất; (iii) lượng dinh dưỡng mất đi theo xói mòn.

3. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

3.1. Vật liệu nghiên cứu

- Đất: đất đỏ vàng biến đổi trên đá phiến thạch sét tại thôn Đồng Cao, xã Tiến Xuân, huyện Thạch Thất, Hà Nội.

- Quy mô: diện tích lưu vực là 50 ha với 4 tiểu lưu vực (TLV) và lưu vực chính (LVC).



Hình 1. Sơ đồ bố trí TLV và LVC - cây trồng

TLV1: năm 2001 - 2002 trồng sắn thuần; giai đoạn 2003 - 2007 trồng keo, 2007 đến nay: bỏ hóa.

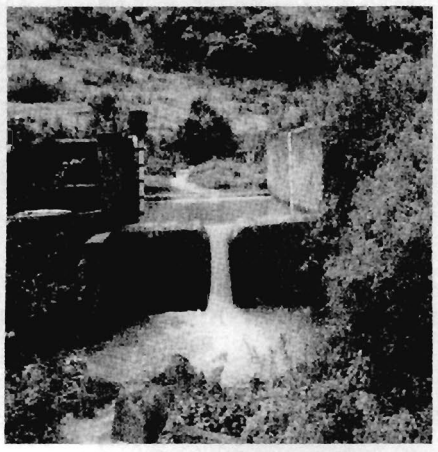
TLV2: năm 2001 - 2002 trồng sắn thuần; giai đoạn 2003 - 2005 trồng cỏ chăn nuôi (Bracaria Juzisiensis) kết hợp trồng xen cây rừng trám, táu. Từ năm 2006 tiếp tục trồng rừng (trám, táu, keo).

TLV3: năm 2001 - 2002 sắn thuần. Từ năm 2003 sắn xen keo (nông lâm kết hợp) đến năm 2006 keo mọc tốt bỏ sắn, chỉ còn rừng keo tai tượng.

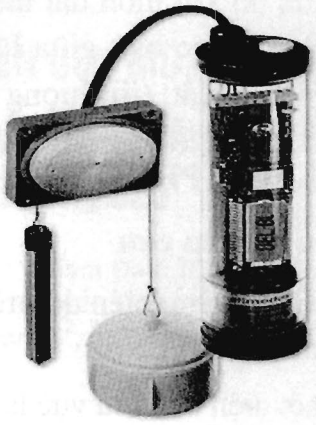
TLV4: rừng tự nhiên xen cây bụi (hoàn toàn ở trạng thái tự nhiên).

LVC: lưu vực chính là cửa thoát cuối cùng của lưu vực và là tổng hợp tất cả các tiểu lưu vực.

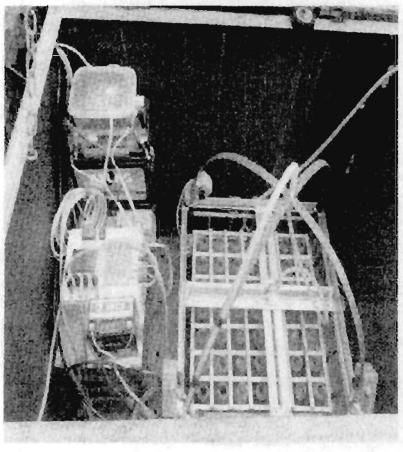
- Thiết bị quan trắc: mỗi tiểu lưu vực và lưu vực chính đều được xây dựng một đập quan trắc, trên mỗi đập quan trắc đều có các thiết bị quan trắc như máy ghi mực nước, máy lấy mẫu tự động (hình 2).



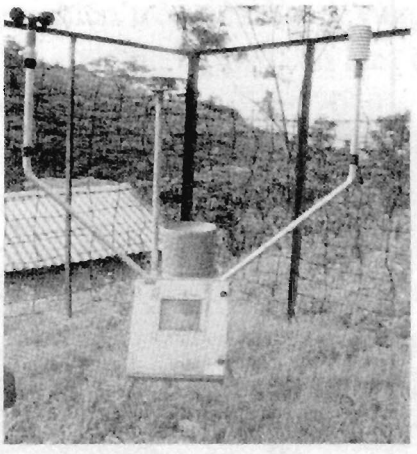
a. Đập hứng xói mòn



b. Máy ghi mực nước



c. Máy lấy mẫu tự động



d. Trạm khí tượng

Hình 2. Thiết bị nghiên cứu

3.2. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu các thông số khí hậu thời tiết: lượng mưa, cường độ mưa, nhiệt độ, độ ẩm không khí, tốc độ gió, bức xạ mặt trời, được đo bằng trạm khí tượng tự động đặt tại lưu vực nghiên cứu.

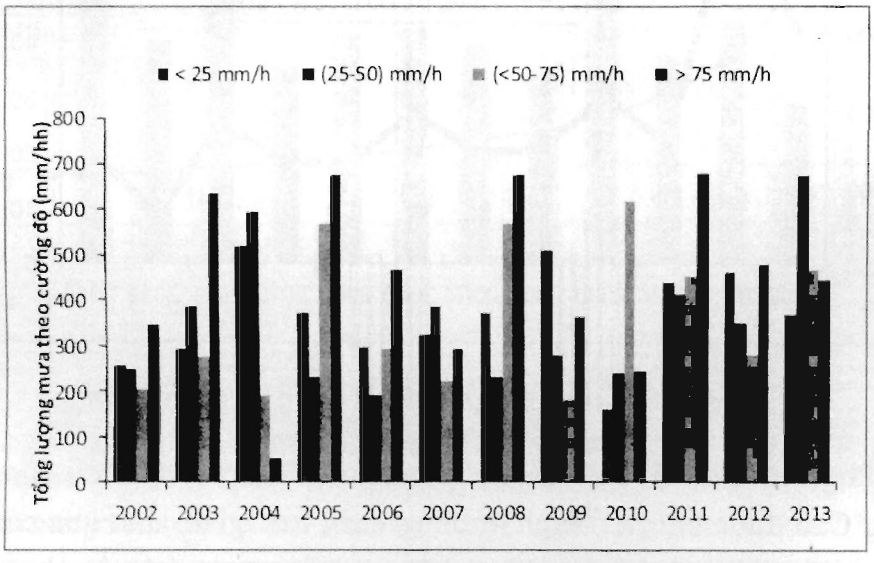
- Định lượng xói mòn: được xác định thông qua quan trắc trực tiếp (đất trôi và huyền phù): các đập hứng được xây dựng để quan trắc đo đếm lưu lượng nước và để hứng toàn bộ lượng đất trôi và lượng huyền phù qua từng lưu vực. Lượng đất trôi đọng lại tại đập hứng được cân đong đo đếm theo phương pháp cân trọng lượng đất trôi từng xô đất đối với những trận mưa có lượng đất trôi ít, đối với những trận mưa có lượng đất trôi nhiều được tính toán lượng đất trên một m^3 và xác định cho toàn đập hứng. Lượng đất trôi được cân đo cho từng trận mưa và lấy mẫu xác định độ ẩm để xác định trọng lượng đất khô bị mất. Lượng huyền phù được xác định thông qua hệ thống lấy mẫu nước tự động theo mực nước (ASS - Automatic sediment sampler) theo từng trận mưa và tổng lượng nước ra (Water discharge) của trận mưa đó.

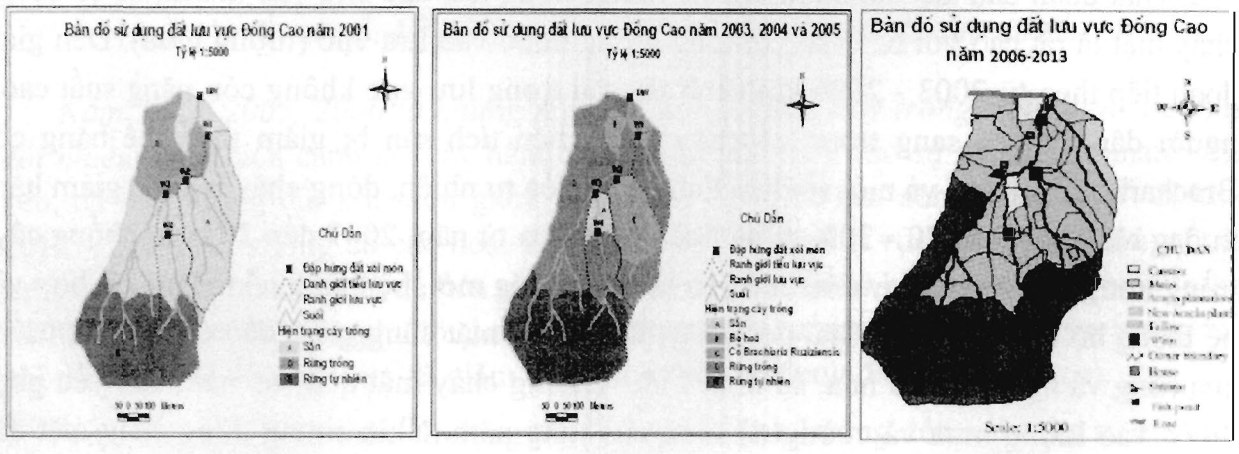
- Nghiên cứu lượng dinh dưỡng mất: lượng dinh dưỡng mất được tính thông qua số liệu phân tích mẫu đất và tổng lượng đất xói mòn.

4. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

4.1. Kết quả nghiên cứu điều kiện khí hậu và cây trồng trong lưu vực

Lượng mưa và cường độ mưa là yếu chính gây ra xói mòn đất. Chính vì vậy, khi nghiên cứu về cường độ lượng mưa quan hệ với xói mòn, tác giả Norman Hudson (1981) đã phân loại lượng mưa ra các ngưỡng sau: ở ngưỡng 25 - 50 mm/giờ chỉ gây xói mòn yếu đến trung bình, 50 - 75 mm/giờ xói mòn mạnh và > 75 mm/giờ xói mòn rất mạnh. Áp dụng nghiên cứu lượng mưa và cường độ mưa đến xói mòn tại lưu vực Đồng Cao cho thấy: tổng lượng mưa và cường độ lượng mưa có sự khác nhau qua các năm. Những năm lượng mưa có cường độ mưa lớn hơn 75 mm/giờ là năm 2003, 2005, 2008. 2011, 2012 và 2013. Những năm lượng mưa có cường độ nhỏ hơn 25 mm/giờ là năm 2004, 2006, 2007, 2009. Sự khác nhau này là nguyên nhân dẫn đến thay đổi về lượng nước chảy tràn và đất mất trong lưu vực.

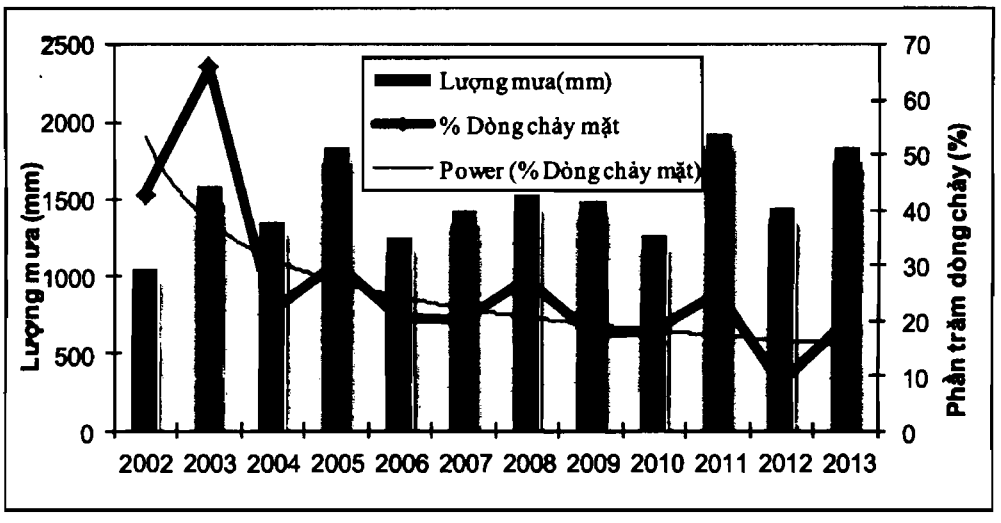




Hình 3. Lượng mưa và cây trồng trong các năm nghiên cứu

Cây trồng trong lưu vực thay đổi theo từng giai đoạn khác nhau và được chia ra các giai đoạn chính như sau: giai đoạn năm 2001 đến năm 2002, cây trồng chủ yếu là sắn thuần chiếm trên 50% tổng diện tích lưu vực (xem hình 3). Giai đoạn thứ 2 (năm 2003 đến năm 2005) là giai đoạn diện tích sắn trong lưu vực bị giảm chỉ còn 7% diện tích lưu vực toàn bộ, diện tích trồng sắn chuyển sang trồng cỏ và sắn xen keo. Giai đoạn thứ 3 từ năm 2006 đến năm 2012 diện tích trồng cỏ chuyển thành bỏ hóa và sắn xen keo cũng chuyển thành chuyên keo, bởi vì keo đã phát triển và sự cạnh tranh dinh dưỡng làm cho canh tác sắn không cho năng suất, chính vì thế cây trồng trong lưu vực chủ yếu là keo, bỏ hóa và trồng rừng mới, diện tích sắn chỉ chiếm khoảng 2% diện tích đất lưu vực.

4.2. Ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến dòng chảy mặt trong lưu vực



Hình 4. Phần trăm dòng chảy qua các năm nghiên cứu

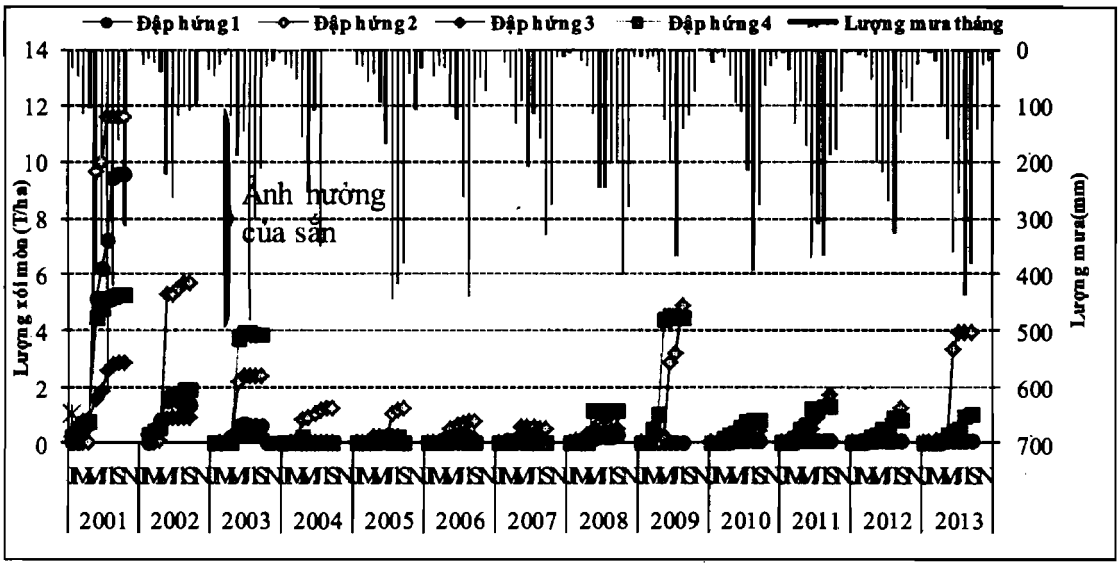
Quá trình nghiên cứu dài hạn về lượng mưa, độ che phủ đất đến dòng chảy mặt ở lưu vực Đồng Cao được chỉ ra ở hình 4: dòng chảy mặt giảm dần qua các năm nghiên cứu. Giai đoạn đầu khi mà hệ thống cây trồng trong lưu vực chủ yếu là sắn, hệ số dòng chảy mặt là rất cao với 65% so với tổng lượng nước vào lưu vực (lượng mưa). Đến giai đoạn tiếp theo từ 2003 - 2006 khi canh tác sắn trong lưu vực không còn năng suất cao, người dân chuyển sang trồng cỏ chăn nuôi, diện tích sắn bị giảm thay thế bằng cỏ Bracharia, cỏ Ruzzis và một số diện tích để bỏ hóa tự nhiên, dòng chảy mặt đã giảm hẳn xuống chỉ còn lại từ 20 - 30%. Giai đoạn tiếp theo từ năm 2007 đến 2013 hệ thống cây trồng trong lưu vực ít thay đổi, chủ yếu là rừng trồng mới, hệ thống nông lâm kết hợp và hệ thống bỏ hóa lâu năm. Giai đoạn này dòng chảy mặt cũng giảm dần do sự phát triển của rừng và hệ thống bỏ hóa, sự khác biệt về dòng chảy mặt qua các năm chủ yếu phụ thuộc vào lượng mưa và cường độ mưa của từng năm. Nhìn chung dòng chảy mặt đã giảm dần theo các năm nghiên cứu thủy văn trong lưu vực.

4.3. Ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến xói mòn đất tại lưu vực Đồng Cao

Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của thay đổi sử dụng đất đến xói mòn tại các tiểu lưu vực cho thấy: năm 2001 lượng đất xói mòn cao nhất tại tiểu lưu vực 3, (sắn thuần) xấp xỉ 12 tấn/ha/năm, ở tiểu lưu vực 1 là 8 tấn/ha/năm, ở tiểu lưu vực 2 là 6 tấn/ha/năm và ở tiểu lưu vực 4 đạt giá trị xói mòn thấp nhất (rừng) 2 tấn/ha/năm (hình 5).

Sau một năm, đến năm 2002, diện tích trồng sắn giảm ở tiểu lưu vực 1 do trong năm này lượng mưa rất ít và cường độ mưa thấp nên lượng đất xói mòn giảm hẳn. Lượng xói mòn cao nhất ở tiểu lưu vực 3 là 4 tấn/ha/năm, ở đập 1 và đập 2 dưới 2 tấn/ha/năm.

Năm 2003 là năm đặc biệt vì lượng mưa tập trung rất nhiều vào tháng 7 với tổng lượng có cường độ > 75 mm/giờ là 650 mm. Mặc dù lượng mưa lớn và tập trung nhưng khi diện tích canh tác sắn giảm thì lượng xói mòn cũng giảm nhiều. Lượng đất xói mòn chủ yếu tập trung vào một số trận mưa tháng 7 và cao nhất là ở lưu vực 2 (đập 2) với lượng gần 4 tấn/ha/năm do người dân làm đất trồng cỏ. Lượng đất mất tại đập 3 là 2 tấn/ha/năm còn ở đập 1 và đập 4 lượng đất xói mòn chỉ hơn 1 tấn/ha/năm, đây là các tiểu lưu vực trồng rừng theo phương pháp làm đất tối thiểu.



Hình 5. Ảnh hưởng của lượng mưa và che phủ đến xói mòn đất tại các tiểu LV

Năm 2004, 2005, 2006 là những năm mà có hệ thống cây trồng trong lưu vực thay đổi nhiều. Diện tích canh tác cấy hàng năm giảm hẳn thay vào sự phát triển nhanh của keo, đã làm lượng đất xói mòn giảm rất nhiều. Càng về các năm sau (2007 - 2011 - 2012 - 2013) do không có các hoạt động canh tác trong lưu vực, cây trồng chủ yếu là keo, rừng trồng bổ sung và để hóa cho cây rừng tự tái sinh, thì lượng đất xói mòn trong các tiểu lưu vực chủ yếu phụ thuộc vào lượng mưa và cường độ mưa. Vì vậy, lượng đất xói mòn tại các tiểu lưu vực đã giảm theo hình thức sử dụng đất.

Việc thay đổi hình thức sử dụng đất không chỉ ảnh hưởng đến xói mòn tại các tiểu lưu vực mà còn ảnh hưởng đến lượng đất xói mòn ở lưu vực chính (bảng 1).

Bảng 1. Lượng đất trôi và huyền phù (kg/ha) đo ở đập chính trong các năm

Năm	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Đất trôi	3.960	450	509	83	281	257	309	1.253	389	446	606	276	342
Huyền phù	5.180	3.010	5.668	713	1.728	1.428	1289	1.590	830	955	1.160	768	1.270
Tổng	9.140	3.460	6.177	796	2.009	1.685	1.598	2.843	1.219	1.401	1.766	1.044	1.612

Quan trắc xói mòn trong thời gian dài cho thấy: lượng đất xói mòn nhiều nhất là năm 2001 (9,14 tấn đất/ha/năm), do năm này lượng mưa cao và hệ thống cây trồng trong lưu vực chủ yếu là sắn. Năm 2002, lượng đất xói mòn giảm rất nhiều còn 3,46 tấn/ha/năm bởi vì lượng mưa năm này ít hơn so với năm năm 2001 (hình 2) và toàn bộ diện tích sắn tại lưu vực 1 đã được thay thế bằng keo. Năm 2003, do ảnh hưởng của lượng mưa và cường độ lớn vào đúng thời điểm người dân làm đất trồng cỏ đã làm cho lượng đất xói mòn lớn hơn so với năm 2002 (6,18 tấn/ha/năm). Tuy nhiên, ngay 1 năm sau lượng đất xói mòn đã giảm rất nhiều chỉ còn 0,79 tấn/ha/năm do trong năm 2004 lượng mưa rất thấp và cỏ đã phát triển tốt. Năm 2005, 2006 lượng đất xói mòn tăng lên cao hơn so với năm 2004 bởi vì lượng mưa và cường độ lớn (hình 2). Từ năm 2007 đến năm 2013, cây trồng trong lưu vực không có sự biến động lớn, lúc này lượng đất xói mòn chủ yếu phụ thuộc vào lượng mưa, đất xói mòn đạt dưới 2 tấn/ha/năm, riêng trong năm 2008 đã đạt gần 3 tấn/ha/năm, nguyên nhân do tổng lượng mưa có cường độ lớn hơn 75 mm/giờ là 675 mm.

Kết quả nghiên cứu ở bảng 1 cũng chỉ ra lượng đất mất ở dạng huyền phù luôn cao hơn từ 3 đến 4 lần so với lượng đất mất đọng lại tại đập hứng. Ngoại trừ năm 2001 do người dân làm đất cuốc, xới để trồng sắn đúng vào thời điểm lượng mưa tập trung nhiều và năm 2007, 2008 do người dân mở đường đi trong lưu vực, lượng đất thu được tại đập hứng cao tương đương so với với lượng đất thu được dạng huyền phù.

Tóm lại: lượng đất xói mòn diễn biến có sự khác nhau qua các năm nhưng không có sự khác biệt lớn, ngoại trừ năm 2001 và 2003. Tuy nhiên, lượng đất xói mòn đi theo quy luật giảm dần qua các năm nghiên cứu.

4.4. Ảnh hưởng của xói mòn đến mất dinh dưỡng trong lưu vực

Bảng 2. Tổng lượng dinh dưỡng mất đi theo xói mòn tại lưu vực Đồng Cao

Năm	Đất mất (kg/ha)	Tổng lượng dinh dưỡng mất (kg/ha)			
		OM	N	P_2O_5	K_2O
2001	9.140	632	28,7	28,8	14,6
2002	3.460	62	6,4	2,6	22,3
2003	6.177	367	16,4	10,4	23,0
2004	879	36	1,3	1,6	1,3
2005	2.009	106	10,9	10,1	2,2
2006	1.685	29	3,4	2,5	4,8

Năm	Đất mất (kg/ha)	Tổng lượng dinh dưỡng mất (kg/ha)			
		OM	N	P_2O_5	K_2O
2007	1.598	46	3,8	1,3	5,2
2008	2.762	65	4,5	3,3	4,8
2009	1.219	24	1,8	0,8	1,8
2010	1.401	32	2,2	1,2	2,3
2011	1.766	42	2,9	1,4	2,5
2012	1.044	26	2,1	1,0	1,9
2013	1.612	45	2,3	1,3	2,4

Dinh dưỡng mất trong đất được xác định thông qua tổng lượng đất xói mòn và hàm lượng dinh dưỡng đất: các giai đoạn thay đổi sử dụng đất đã làm cho đất xói mòn giảm, đồng thời giảm lượng dinh dưỡng mất. Kết quả nghiên cứu chỉ ra sau 13 năm quan trắc cho thấy lượng dinh dưỡng mất phụ thuộc vào lượng đất xói mòn. Ngoại trừ có trường hợp khác biệt như 2008 đất xói mòn nhiều hơn năm 2005 nhưng lượng dinh dưỡng mất trong đất ít hơn. Sự khác này là do lượng mưa tập trung lớn vào một một khoảng thời gian gần nhau (tháng 8) lượng hữu cơ, N và P_2O_5 thu được trong đất mất bởi sự bào mòn liên tục bề mặt lưu vực của nhiều trận mưa trong thời gian ngắn. Mặc dù, một số năm có sự khác nhau về lượng dinh dưỡng mất nhưng về xu hướng chung lượng dinh dưỡng đã giảm dần. So với những năm đầu tiên lượng dinh dưỡng đã giảm từ 8 đến 11 lần so với năm trồng sắn: hàm lượng OM đã giảm từ 632 kg/ha/năm xuống còn 40 kg/ha/năm. Hàm lượng N cũng giảm từ 28,7 kg/ha/năm xuống còn khoảng 2 - 3 kg/ha/năm. Hàm lượng P_2O_5 cũng giảm từ 29 kg/ha/năm xuống còn 1 - 1,4 kg/ha/năm và tương tự hàm lượng K_2O cũng giảm từ 15 kg/ha/năm xuống còn 2 - 2,5 kg/ha/năm.

Điều đó chứng tỏ rằng nếu có biện pháp sử dụng đất thích hợp hay có biện pháp canh tác hợp lý trên đất dốc thì có thể làm giảm đáng kể xói mòn, dẫn đến lượng dinh dưỡng mất theo đất cũng ít đi, có nghĩa chất lượng đất dần được bảo vệ và ổn định.

5. KẾT LUẬN

- Sự thay đổi sử dụng đất trong lưu vực đã tác động mạnh đến dòng chảy mặt và xói mòn đất hơn là sự thay đổi lượng mưa, đặc biệt là sự thay đổi từ trồng sắn thuần sang trồng cỏ và rừng.

- Trồng cỏ Bracaria và canh tác theo hướng nông lâm kết hợp (sắn xen keo) đã làm giảm dòng chảy mặt đồng thời giảm lượng đất xói mòn rất đáng kể (chỉ 2 tấn/ha/năm) so với lượng đất xói mòn khi trồng sắn thuần (9,14 tấn/ha/năm).

- Lượng đất mất ở dạng huyền phù trong toàn bộ lưu vực nhiều hơn 4 đến 5 lần, so với lượng đất mất lắng đọng thu được tại các đập hứng xói mòn.

- Hàm lượng dinh dưỡng mất đi tỷ lệ thuận với tổng lượng đất xói mòn. Sau 13 năm quan trắc lượng đất xói mòn trên toàn lưu vực giảm, dẫn đến hàm lượng dinh dưỡng mất trong lưu vực cũng giảm xuống khoảng 10 lần so với năm đầu tiên trồng sắn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Bruijnzeel, L.A., (2004) Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? Agriculture, Ecosystems and Environment, Vol. 104, pp 185 - 228.
2. Fox, J., & Vogler, J. (2005) Land - use and land - cover change in montane mainland Southeast Asia. Environmental Management, Vol. 36, pp. 394 - 403.
3. Hai An Phan Ha, Huon S., Henry des Tureaux T., Orange D., Jouquet P., Valentin C., De Rouw A., Toan Tran Duc. (2012) Impact of fodder cover on runoff and soil erosion at plot scale in a cultivated catchment of North Vietnam. Vol. 16, pp 177 - 178.
4. Norman Hudson, (1981): effect of rainfall intensity on soil erosion level at different scale, using rainfall simulation in Brasil, pp 92 - 95.
5. Phien T; T D Toan; L Nguyen; D D Phai and N V Ga, (2001) Soil erosion management at the Watershed Level for Sustainable Agriculture and forestry in Vietnam, pp 189 - 251.
6. Toan, T D; T Phien; D Orange; N D Phuong; N V Thiet and P V Rinh (2003), Soil erosion management at Watershed Level for Sustainable Agriculture and Forestry in Vietnam, Annual report for MSEC - Vietnam.
7. Trần Đức Toàn, Phạm Đình Rĩnh, Đỗ Duy Phái, Nguyễn Văn Thiết, Didier Orange, Pascal Posiky Ảnh hưởng của các phương thức sử dụng đất tới xói mòn và lượng nước chảy tràn tại Lưu vực Đồng cao, Báo cáo khoa học hàng năm từ 2005 đến 2009.

SUMMARY

IMPACT OF LAND USE CHANGES ON SURFACE RUNOFF, SOIL EROSION AND NUTRIENT LOSS AT WATERSHED LEVEL: A LONG - TERM CASE STUDY OF DONG CAO WATERSHED

Preservation and protection of soil quality from erosion plays an important role in agricultural sustainable management. Soil erosion has been being a hot spot on sloping cultivated lands, especialy on tropical zone. Soil quality protection for agricultural sustainability is a challenge in current and future to soil scientists, agronomists and policy makers. Cultivation methods and/or land use pattern change in the process of agricultural production are the causes inducing different levels of soil erosion on the sloping land. Our 13 - year study (from 2001 to 2013) hopes to draw a clear picture on impact of different land use changes to soil erosion as well as soil quality changes in the process of agro - forestry production. Dong Cao watershed located in Dong Cao village, Tien Xuan commune. Fifty hectares (50 ha) of studied watershed is devided into four sub - watersheds with different land use patterns. The results after long term monitoring showed that: land use pattern changes largerly impact on soil erosion than the changes in rainfall intensity. That impact was gradually improved when changing from cassava to Bracaria grass and then to reforestation (as current situation in the watershed). Impact of Bracaria grass plantation and reforestation on runoff coefficient from 65% to 30% to 20% was caused of soil erosion is reduced notably from 9.14 tons/ha (cassava monoculture) to 2 tons/ha/year. After 13 years monitoring of the soil erosion under different land use types at watershed level, it was found that soil erosion has been reduced in an order of reforestation < agro - forestry combination < forage plantation < cassava monoculture. In the components of soil erosion, the suspended load is 4 - 5 times larger than bed loads. The reduction of soil erosion due to land use change also leading to the reduction of nutrient loads, accompanied with soil erosion, of 9 - 10 times compared to that of the first year cassava cultivation.

Key words: soil erosion; Land use change; agro - forestry; Watershed; sloping cultrivated lands; nutrient loss.

VIỆN THỔ NHƯỠNG NÔNG HÓA

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC VÀ CHUYỂN GIAO CÔNG NGHỆ

QUYỂN 6

Kỷ niệm 45 năm thành lập Viện (1969 - 2014)

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP
HÀ NỘI - 2014