

ỨNG DỤNG KỸ THUẬT HẠT NHÂN TRONG NGHIÊN CỨU XÓI MÒN, SUY THOÁI ĐẤT NÔNG NGHIỆP VÀ TRẦM TÍCH HỒ

TS Phan Sơn Hải

Viện trưởng Viện Nghiên cứu hạt nhân

Viện Năng lượng Nguyên tử Việt Nam

Các đồng vị phóng xạ rơi lắng (^7Be , ^{137}Cs , ^{210}Pb) đã được ứng dụng để đánh giá tốc độ xói mòn và hiệu quả của các giải pháp chống xói mòn đất dốc ở Tây Nguyên trên quy mô lưu vực. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi không áp dụng các biện pháp bảo vệ đất, tốc độ xói mòn có thể lên tới 42 tấn/ha/năm ở độ dốc 25-35°. Các đồng vị phóng xạ này cũng được dùng để đánh giá ảnh hưởng của đất xói mòn trên lưu vực đến các công trình thủy lợi như hồ chứa, đập phía hạ lưu. Việc kết hợp các đồng vị phóng xạ rơi lắng với đồng vị bền là xu thế mới có nhiều ưu thế trong nghiên cứu nguồn gốc trầm tích, nhận biết sớm các vùng có nguy cơ suy thoái đất đối với các lưu vực rộng, giúp quản lý và khai thác lưu vực hiệu quả trong bối cảnh biến đổi khí hậu đang ngày càng có những diễn biến phức tạp như hiện nay.

Mở đầu

Vào năm 1997, phương pháp sử dụng các đồng vị phóng xạ rơi lắng (^7Be , ^{137}Cs , ^{210}Pb) để khảo sát tốc độ xói mòn, trầm tích đã được nghiên cứu, phát triển tại Viện Nghiên cứu hạt nhân. Ngay sau đó, kỹ thuật này đã được áp dụng để xác định tốc độ bồi lấp hồ và ảnh hưởng của quá trình xói mòn lưu vực tại 6 hồ thủy lợi chính trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng trong giai đoạn 1998-2000. Từ đó đến nay, kỹ thuật đồng vị phóng xạ tiếp tục được ứng dụng hiệu quả trong nhiều lĩnh vực như: khảo sát, đánh giá bồi lấp lòng hồ thủy điện với chu kỳ đo lặp lại sau 5-7 năm; đánh giá tốc độ xói mòn đất quy mô đồng ruộng hoặc lưu vực; xác định hiệu suất của các giải

pháp chống xói mòn trên đồng ruộng... Với đặc trưng là rất nhạy với các thiết bị ghi đo, các đồng vị phóng xạ đã và đang đóng vai trò làm chất chỉ thị cho nhiều quá trình môi trường, trong đó nghiên cứu quá trình xói mòn đất và vận chuyển trầm tích là những ứng dụng điển hình.

Sự xuất hiện ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb trong môi trường

Đồng vị ^{137}Cs xuất hiện trong môi trường do các vụ thử vũ khí hạt nhân trong khí quyển vào những năm 50 và 60 của thế kỷ XX. Trong giai đoạn này, một lượng lớn ^{137}Cs bốc lên tầng bình lưu và tại đó vận chuyển khắp toàn cầu trước khi rơi lắng trở lại mặt đất. Sự rơi lắng trở lại mặt đất của ^{137}Cs theo thời gian đã được

ghi nhận bởi các trạm quan trắc trên cả Bắc lẫn Nam bán cầu với đặc điểm chung là: bắt đầu ghi nhận được ^{137}Cs vào khoảng năm 1954, nồng độ tăng lên và đạt cực đại vào khoảng 1963-1964, giảm xuống trong những năm sau đó và đến khoảng năm 1984 thì hầu như không còn phát hiện được nữa.

Đồng vị ^7Be là một đồng vị phóng xạ tự nhiên, sinh ra do tia vũ trụ tương tác với các nguyên tử oxy và nitơ trong khí quyển. Tốc độ sản sinh ^7Be trong khí quyển đối với một vùng là tương đối ổn định, tạo ra thông lượng rơi lắng khá đồng đều trên mặt đất.

Đồng vị ^{210}Pb được sinh ra từ đồng vị mẹ ^{238}U có sẵn trong đất đá. Trong chuỗi phóng xạ tự nhiên

từ ^{238}U đến ^{210}Pb , có đồng vị ^{222}Rn trung gian dạng khí. Một phần khí ^{222}Rn khuếch tán vào khí quyển và phân rã thành ^{210}Pb . Sự rơi lắng trở lại của ^{210}Pb từ khí quyển đã cung cấp thêm cho lớp đất và trầm tích bề mặt một lượng ^{210}Pb ngoài phần nó được sinh ra trong đất đá. Lượng ^{210}Pb vượt trội đã được dùng để nghiên cứu xói mòn đất và tốc độ tích tụ trầm tích.

Người ta đã chứng minh được rằng, khi ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb rơi lắng xuống mặt đất, chúng bị các hạt đất hấp phụ rất nhanh bằng cách trao đổi vị trí với các nguyên tố khác và rất khó giải hấp trong hầu hết các môi trường. Do đó, mỗi khi có sự vận chuyển, phân bố lại đất bề mặt đều dẫn đến sự vận chuyển, phân bố lại ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb . Vì thế, các đồng vị phóng xạ này đóng vai trò là chất chỉ thị cho quá trình xói mòn đất bề mặt và vận chuyển trầm tích.

Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong nghiên cứu xói mòn, trầm tích

Sử dụng các đồng vị rơi lắng để xác định tốc độ xói mòn, rửa trôi đất canh tác

Do liên kết bền với các hạt đất khi rơi lắng xuống mặt đất, các đồng vị ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb là những chất chỉ thị lý tưởng giúp nghiên cứu quá trình xói mòn, phân bố lại đất bề mặt trên quy mô toàn lưu vực. Nguyên lý của kỹ thuật chỉ thị đồng vị này khá đơn giản. Khi một vị trí nào đó đang bị xói mòn dần thì lượng các đồng vị ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb tại đó cũng bị giảm dần vì một phần của chúng đã bị mất đi cùng với đất bị rửa trôi. Ngược lại, tại vị trí đang bồi dần lên thì lượng ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb tại đó cũng tăng lên. Bằng cách so sánh lượng các đồng vị rơi lắng này tại từng điểm lấy mẫu trên lưu vực với số lượng của chúng tại một vị trí bằng phẳng,



Ứng dụng phương pháp trồng chè theo đường đồng mức có thể làm giảm tốc độ xói mòn từ 35-40%

không bị xói mòn, chúng ta đánh giá được tốc độ xói mòn hoặc bồi tụ tại các vị trí lấy mẫu khảo sát trong vùng lưu vực. Tốc độ xói mòn đất là một chỉ số cho biết nguy cơ và mức độ suy thoái đất canh tác. Do có thời gian sống khác nhau, các đồng vị ^7Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb có khả năng cung cấp thông tin về xói mòn, rửa trôi đất bề mặt trong các khoảng thời gian khác nhau. Đồng vị ^7Be cung cấp thông tin xói mòn trong một giai đoạn ngắn, vài tuần đến vài tháng; ^{137}Cs có thể cho biết lịch sử xói mòn trong khoảng 50 năm gần đây và ^{210}Pb cung cấp thông tin xói mòn trong khoảng 100 năm.

Các đồng vị này đã được sử dụng để khảo sát, đánh giá tốc độ xói mòn đất cho nhiều vùng trong khu vực Tây Nguyên nói chung và tỉnh Lâm Đồng nói riêng trong những năm gần đây. Ưu điểm cơ bản của kỹ thuật này là chỉ cần đến thực địa lấy mẫu một lần duy nhất với quy mô khảo sát tùy ý, từ phạm vi một vài ha đến cả lưu vực rộng vài trăm km^2 (ví

dụ như trường hợp khảo sát xói mòn đối với một phần lưu vực hồ Hàm Thuận rộng 270 km^2). Kỹ thuật đồng vị ^7Be cho phép xác định nhanh hiệu suất giữ đất của các giải pháp chống xói mòn trên đồng ruộng, cung cấp thông tin về mô hình phân bố lại đất bề mặt sau khi có giải pháp chống xói mòn. Từ đó giúp xác định được các mô hình canh tác tối ưu trong bảo vệ đất, chống xói mòn, hoặc chỉ ra các khiếm khuyết của mô hình chống xói mòn đang tồn tại.

Các nghiên cứu gần đây trên vùng Lâm Đồng chỉ ra rằng, khi không áp dụng biện pháp giảm thiểu xói mòn đất, tốc độ xói mòn có thể lên tới 42 tấn/ha/năm ở độ dốc $25-35^\circ$, dẫn đến mất khoảng 1.200 kg/ha/năm chất hữu cơ và một lượng đáng kể các chất dinh dưỡng cho cây trồng kèm theo. Để bảo vệ đất, giảm thiểu xói mòn, nhiều mô hình canh tác hợp lý đã được áp dụng trong vùng đất dốc như dùng băng chắn cây phân xanh, canh tác theo đường đồng mức đối với cây chè, canh

tác theo bậc thang đối với cây cà phê, trồng xen chè giữa các băng bậc thang cà phê, tạo bồn trồng xung quanh gốc cà phê... Kết quả khảo sát tốc độ xói mòn đất trên các mô hình canh tác này bằng kỹ thuật đồng vị phóng xạ cho thấy, các mô hình canh tác này có thể làm giảm tốc độ xói mòn đất từ 36-60%. Ví dụ như trên đất dốc 18-20°, trồng chè theo đường đồng mức, hàng cách 1,4 m làm giảm xói mòn khoảng 35-40%; làm bồn trồng tại gốc cà phê trên đất dốc khoảng 10-15° có tác dụng làm giảm tốc độ xói mòn 42-45%; trồng cà phê theo băng bậc thang, xen cây chè giữa các bậc làm giảm tốc độ xói mòn đến 52%; trồng rau trên ruộng bậc thang làm giảm tốc độ xói mòn đến 60%.

Có thể hình dung rằng, chỉ cần giảm thiểu tốc độ xói mòn đất khoảng 45-50% thì với hơn 13 triệu ha đất dốc của Việt Nam, có thể làm lợi được hàng trăm triệu USD hàng năm do giữ lại được hữu cơ và các chất dinh dưỡng khác như N, P, K trong đất.

Đánh giá tốc độ bồi lắng các hồ chứa

Đất bị xói mòn trên các lưu vực sẽ chảy về phía hạ lưu, lắng đọng trong vùng trũng thấp một phần và phần còn lại lắng đọng trong sông hồ. Hệ quả là các hồ chứa bị bồi lấp, giảm thể tích chứa nước, giảm tuổi thọ toàn bộ công trình. Đồng vị ^{210}Pb có khả năng cho biết lịch sử bồi lắng các hồ chứa trong vòng 100-120 năm. Khi kết hợp kỹ thuật đồng vị ^{210}Pb với phương pháp đo độ sâu nước bằng sóng siêu âm, có thể xác định được các thông số sau: (i) Thể tích bồi lắng toàn hồ; (ii) Thể tích còn lại của hồ; (iii) Địa hình lòng hồ tại thời điểm khảo sát; (iv) Thể tích bồi lắng cục bộ; (v) Dự báo tốc độ bồi lắng và tuổi thọ của hồ.

Phương pháp trên đã được dùng để khảo sát, đánh giá bồi lắng cho 6 hồ thủy lợi chính trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng (Tuyến Lâm, Suối Vàng, Tây Di Linh, Prô, Đa Tênh và Đa Hàm) và các hồ thủy điện trong vùng Đông Nam Bộ và Tây Nguyên như: Đa Nhim, Hàm Thuận, Đa Mi, Trị An, Thác Mơ với chu kỳ khảo sát 5-7 năm lặp lại một lần.

Với xu thế hiện nay về nhu cầu quản lý và khai thác bền vững các lưu vực sông, từ vấn đề xói mòn đất, bồi lắng công trình thủy đến nguy cơ lũ lụt..., kỹ thuật hạt nhân có nhiều ưu thế trong việc cung cấp các thông tin về lịch sử xói mòn lưu vực, khả năng bảo vệ đất của các giải pháp canh tác bền vững trên quy mô lưu vực, nguồn gốc trầm tích trong sông hồ, các vùng có nguy cơ suy thoái đất cao... Việc sử dụng kết hợp các đồng vị phóng xạ ^{7}Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb và các đồng vị bền (^{12}C , ^{13}C) cho phép chúng ta thu nhận được các thông tin cần thiết. Trong một nghiên cứu thử nghiệm trên lưu vực hồ thủy điện Hàm Thuận (do Viện Nghiên cứu hạt nhân thực hiện), kỹ thuật này đã cung cấp các thông tin bổ ích sau: i) Tốc độ xói mòn đất thay đổi từ 0,6-42,2 tấn/ha/năm, tăng dần từ đất rừng, cây lâu năm và cao nhất là cây hàng năm. Trong nhóm cây lâu năm thì đất trồng điều có tốc độ xói mòn cao nhất, sau đến đất trồng dâu và cuối cùng là đất trồng chè hoặc cà phê; ii) Hàng năm có hàng trăm tấn đất bị rửa trôi khỏi lưu vực, kéo theo hàng trăm tấn chất hữu cơ bị mất đi. Có khoảng 52% lượng đất xói mòn bị giữ lại tại hồ Hàm Thuận, gây bồi lấp khoảng 420.000 m³ mỗi năm, phần còn lại bồi lắng trong hệ thống sông suối của lưu vực; iii) Trong số trầm tích gây bồi lấp hồ Hàm Thuận thì đất trồng cà phê đóng góp 66%, đất trồng chè

đóng góp 17%, cây hàng năm đóng góp 6%, rừng trồng góp 6% và rừng tự nhiên góp 4%; iv) Trong lưu vực có khá nhiều mô hình canh tác có khả năng bảo vệ đất, chống xói mòn trên đất dốc được thực hiện bởi các hộ dân với hiệu suất giữ đất nằm trong khoảng 30-50%.

Việc sử dụng kỹ thuật hạt nhân để giúp tối ưu hóa các thông số của mô hình bảo vệ đất là cần thiết nhằm nâng cao hiệu suất giữ đất, từ đó triển khai áp dụng rộng rãi các mô hình canh tác tối ưu trên vùng đất dốc nhằm hướng đến một nền nông nghiệp bền vững trên vùng đất này. Việc quản lý và khai thác tối ưu lưu vực còn làm giảm dòng chảy bề mặt, giảm nguy cơ lũ lụt vùng hạ du, giảm nguy cơ gây ô nhiễm nguồn nước mặt và kéo dài tuổi thọ các công trình thủy trong vùng.

Kết luận

Các đồng vị phóng xạ có sẵn trong tự nhiên như ^{7}Be , ^{137}Cs và ^{210}Pb đã chứng tỏ là công cụ hiệu quả để đánh giá tốc độ xói mòn đất ở quy mô lưu vực, đánh giá hiệu suất bảo vệ đất của các mô hình canh tác hoặc giải pháp chống xói mòn. Việc dùng kết hợp các đồng vị phóng xạ này với các đồng vị bền của cacbon có khả năng cung cấp nhiều thông tin bổ ích về nguồn gốc trầm tích, về các vùng có nguy cơ suy thoái đất trên lưu vực. Các thông tin liên kết giữa quá trình xói mòn và trầm tích sẽ giúp chúng ta quản lý và khai thác lưu vực hiệu quả hơn, nhất là trong bối cảnh tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu ngày càng rõ nét.