

TIẾN TỚI VIỆC CẢNH BÁO SÁT THỰC NHỮNG KHÔNG GIAN CÓ NGUY CƠ CAO ĐỐI VỚI MỘT SỐ DẠNG TAI BIẾN THIÊN NHIÊN THƯỜNG GẶP Ở VIỆT NAM

Đào Đình Bắc*, Đặng Văn Bào*, Nguyễn Huệ*, Trần Thanh Hà**

1. Một số vấn đề phương pháp luận

1.1. Lũ lụt, lũ quét ở Việt nam diễn ra theo quy luật phi địa đới

Là một quốc gia nằm trong khu vực nhiệt đới gió mùa, hằng năm Việt Nam phải gánh chịu những thiệt hại to lớn gây nên bởi một số dạng tai biến thiên nhiên đặc trưng cho đới tự nhiên này, như bão - lụt, lũ quét, lũ quét - bùn đá và trượt lở đất.

Tuy các dạng tai biến này có thể xảy ra ở khắp nơi trên thế giới, nhưng chúng có mối liên hệ rõ nét hơn với những đặc trưng nhiệt đới gió mùa là *mưa nhiều* và *mưa theo mùa*, dẫn tới sự dư thừa nước và độ ẩm trong khí quyển và trong tầng bề mặt thạch quyển, nhiều khi gây ra sự di chuyển dữ dội của nước và của lớp phủ đất đá vụn.

Các tài liệu thống kê cho thấy rằng những hiện tượng thiên tai này mang tính địa ô diễn ra theo quy luật phi địa đới nên không thể tránh khỏi, mà chỉ có thể giảm thiểu thiệt hại bằng con đường cảnh báo và dự báo sự xuất hiện của chúng để có biện pháp phòng tránh thích hợp.

1.2. Cảnh báo khí tượng - thủy văn chỉ có giá trị bao quát những khu vực rộng lớn

Vì sự phát sinh của những dạng tai biến nói trên đều liên quan đến vận động của không khí, của nước trên mặt và nước dưới đất, nên biện pháp dự báo và cảnh báo khí tượng - thủy văn có tầm quan trọng hàng đầu và thực tế từ lâu khoa học đã đạt được những kết quả khả quan trong dự báo thời gian và không gian hoạt động của những thiên tai này.

Ở Việt Nam, một số nghiên cứu đã tổng kết được những ngưỡng khá cụ thể về lượng, cường độ và thời đoạn mưa dẫn đến sự xuất hiện của lũ lụt và lũ quét. Có thể lấy ví dụ kết quả nghiên cứu theo hướng này đối với vùng núi Tây Bắc Việt Nam. Những số liệu thống kê lượng mưa qua các năm ở khu vực cho thấy thiên tai thường xảy ra vào những năm có tổng lượng mưa cao (bảng 1).

Bảng 1. Mối quan hệ giữa tổng lượng mưa năm và tai biến lũ quét - bùn đá ở tỉnh Lai Châu (cũ)

Năm	Lượng mưa (mm)	Tai biến lũ quét - lũ bùn đá
1988	1724,9	ít xảy ra
1989	1960,8	ít xảy ra
1990	2440,0	Trượt lở ở Nậm He, lũ quét ở Tx. Lai Châu (cũ), lũ quét

*GS.TS, PGS.TS, TS, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG Hà Nội

**Viện Việt Nam học và Khoa học phát triển, ĐHQG Hà Nội

		- bùn đá tại Mường Lay
1991	2040,0	ít xảy ra
1992	1860,0	ít xảy ra
1993	2050,0	ít xảy ra
1994	2490,0	Trượt lở và lũ quét - bùn đá lớn ở Mường Lay
1995	2286,8	ít xảy ra
1996	2415,0	Trượt lở, lũ bùn đá mạnh trên toàn vùng, lũ quét ở thị xã Lai Châu (cũ)

Nguồn: Báo cáo tổng kết đề tài Điều tra cơ bản, Viện Địa Chất, Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ quốc gia Hà Nội, 1997 [1].

Bảng 1 cho thấy mỗi khi lượng mưa đo được ở trạm Lai Châu (cũ) vượt quá con số 2400mm/năm, ở đây đều đã xảy ra tai biến lũ lớn trên sông Nậm Lay, hoặc lũ quét - bùn đá trên các suối nhánh của nó trên sườn phía đông của thung lũng. Con số 2400mm/năm trong chừng mực nào đó cho ta ý niệm về một ngưỡng tổng lượng mưa năm nguy hiểm, nhưng chắc chắn là mỗi vùng phải có ngưỡng riêng.

Về cường độ mưa, số liệu thống kê cho thấy có những ngưỡng như là điều kiện cần để xảy ra lũ quét, nhưng cũng dao động đáng kể (bảng 2). Ngày nay, các cơ quan phòng chống bão lũ coi ngưỡng 150mm trong 1 - 2 giờ là nguy hiểm, tuy nhiên có khi chỉ mưa 100mm trong 2 - 3 giờ đã xảy ra lũ quét - bùn đá, như ở Ba Khe Yên Bái năm 2006.

Bảng 2. Các ngưỡng mưa gây lũ quét quan sát được trong 27 trận lũ quét

Thời đoạn (giờ)	1	3	6	12	24
Ngưỡng mưa (mm)	100	120	140	180	220

Nguồn: Theo Cao Đăng Dư [2]

Trên tầm vĩ mô, dự báo khí tượng - thủy văn hiện nay đã có thể cho chúng ta biết khi nào thì có nguy cơ xảy ra lũ quét và ngập úng, nghĩa là có giá trị cảnh báo cho những khu vực rộng đang có hoàn lưu gây mưa lớn, song lại không chỉ ra được một cách sát thực những địa điểm nào sẽ bị thiệt hại nặng để giúp người dân chủ động phòng tránh. Đó chính là một điều bất cập cần phải được khắc phục, bởi vì trên thực tế tai biến chết người thường chỉ tập trung vào những địa điểm xung yếu, trừ những trận lũ lịch sử.

1.3. Dùng phương pháp địa mạo có thể cảnh báo sát thực những không gian có nguy cơ tại biến cao.

Khi có mưa lũ lịch sử, lũ quét và ngập úng có thể xảy ra ở khắp nơi, tuy nhiên vẫn thấy các dạng tai biến nguồn gốc khí tượng - thủy văn này gắn với những dạng địa hình và những khung cảnh địa mạo nhất định. Nhưng rất tiếc là trong phần lớn trường hợp người ta vẫn không định nghĩa được những dạng địa hình nguy hiểm ấy là gì, nên không thể cảnh báo đạt hiệu quả. Ví dụ như trong bài báo “Cần quy hoạch lại các điểm

dân cư ở miền núi TB để tránh tai biến lũ lụt”(ngày 22 tháng 8 năm 2008) tác giả cũng chỉ biết nói rằng làng Dao ở Bảo Yên bị lũ cuốn trôi do đặt trên đất thấp cửa rừng, hoặc ở xã Ý Tý huyện Bát Xát tỉnh Lào Cai có bản bị hủy diệt hoàn toàn do nằm ở đáy thung lũng thấp trũng., mà không gọi rõ được đó là phần đáy mở rộng dị thường của những thung lũng có dạng ống chỉ, v.v. Trong tình hình đó, việc chỉ rõ những địa điểm đặc biệt nhạy cảm, tức là *cảnh báo sát thực* có ý nghĩa cấp bách, thậm chí có ý nghĩa sống còn đối với cư dân các vùng chịu tai biến. Những địa điểm nhạy cảm như thế chỉ có thể xác định trên cơ sở nghiên cứu điều kiện mặt đệm, tức là cấu trúc địa mạo và cấu tạo địa chất vùng.

Với giả thuyết rằng, một mặt, sự vận động mang tính kịch phát của nước và không khí là động lực chính gây ra sự dịch chuyển của những khối lượng lớn đất đá vụn, mặt khác, tính chất của dòng lũ lại phụ thuộc vào điều kiện vận động của nước trong tầng mặt thạch quyển và có xảy ra tai biến hay không còn tùy thuộc vào tương tác của nó với mặt đệm, tức là với các cấu trúc địa chất - địa mạo. Vì vậy, một điều có tầm phương pháp luận trong nghiên cứu giảm thiểu thiệt hại tai biến là bên cạnh việc cung cấp thông tin khí tượng - thủy văn, các *dấu hiệu cảnh báo phải mang định hướng địa chất - địa mạo*, điều mà cho tới nay vẫn còn ít được quan tâm.

Như vậy, theo chúng tôi, dự báo khí tượng thủy văn cung cấp thông tin về **điều kiện cần**, như *những thông tin nền*, đối với sự xuất hiện của tai biến, còn những thông tin về địa chất - địa mạo (*mặt đệm*) sẽ xác định **những điều kiện đủ** [3] để những hiện tượng này có thể gây tai họa tại những địa điểm cụ thể: trên không gian rộng lớn đang diễn ra hoàn lưu gây mưa lũ, những địa điểm xung yếu về địa mạo - địa chất sẽ là những nơi có nguy cơ xảy ra tai biến, tương tự như tại những điểm giao cắt của *hàng* và *cột* trong *một ma trận*:

Bài viết đề cập đến 3 nhóm tai biến chính là **bão lụt, lũ quét, lũ quét - bùn đá** và **tai biến trượt lở đất** rút ra từ những nghiên cứu được thực hiện cả ở đồng bằng cũng như ở miền núi trong nhiều năm qua của nhóm nghiên cứu tai biến thuộc ĐHKHTN, ĐHQG Hà Nội.

2. Những dấu hiệu địa mạo cảnh báo tai biến lũ lụt trên đồng bằng hạ lưu sông

Đối với lũ lụt, người ta đã chỉ ra được những *tình huống khí tượng - thủy văn* nguy hiểm, ví dụ như khi có sự kết hợp tác động của hoàn lưu bão với dải hội tụ nhiệt đới và hoàn lưu gió mùa đông bắc. Trong bài viết này chúng tôi không đề cập lại vấn đề này, mà xem như là điều kiện tiên quyết đã có sẵn.

Trên quan điểm nghiên cứu tai biến lũ lụt, các đồng bằng hạ lưu sông và đồng bằng ven biển Việt Nam được chia ra 2 loại: có đê và không có đê ngăn lũ.

2.1. Đồng bằng không có đê ngăn lũ

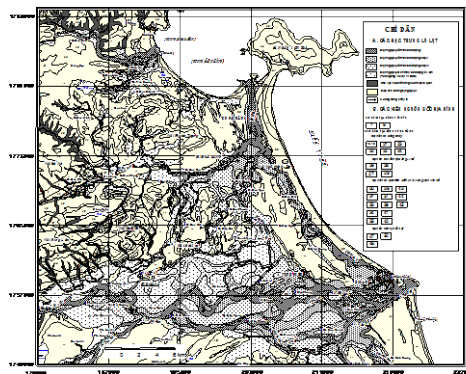
2.1.1. Cảnh báo các diện tích ngập lụt

Nghiên cứu tai biến lũ lụt đồng bằng hạ lưu sông Thu Bồn cho thấy trên các đồng bằng không có đê ngăn lũ, con người chưa *an cư*, mà hằng năm đều nơm nớp nỗi lo nơi ở bị ngập lụt. Tuy nhiên, không phải toàn bộ đồng bằng hạ lưu bị ngập lụt, và

nếu có bị ngập thì cũng với mức độ khác nhau. Nhiệm vụ cảnh báo sát thực ở đây là phải chỉ ra được những diện tích nào đương nhiên bị ngập và mức độ ngập là bao nhiêu [9].

Theo lý thuyết địa mạo, đã là dạng địa hình *bãi bồi* thì đương nhiên hằng năm đều bị ngập lụt, thời gian ngắn hay dài, mức ngập sâu hay nông là tùy nơi. Theo logic đó, chúng tôi đã đưa ra sáng kiến thành lập một loại bản đồ địa mạo chuyên dụng mới, gọi là *bản đồ địa mạo cảnh báo ngập lụt* (hình 1), trên đó các đối tượng thể hiện chỉ gồm 3 loại là:

- Địa hình bãi bồi sông - đương nhiên bị ngập hằng năm (theo định nghĩa);
- Địa hình các bậc thềm sông - có thể bị ngập trong mưa lũ lịch sử (theo định nghĩa);
- Tất cả những dạng địa hình còn lại - không thể bị ngập lụt

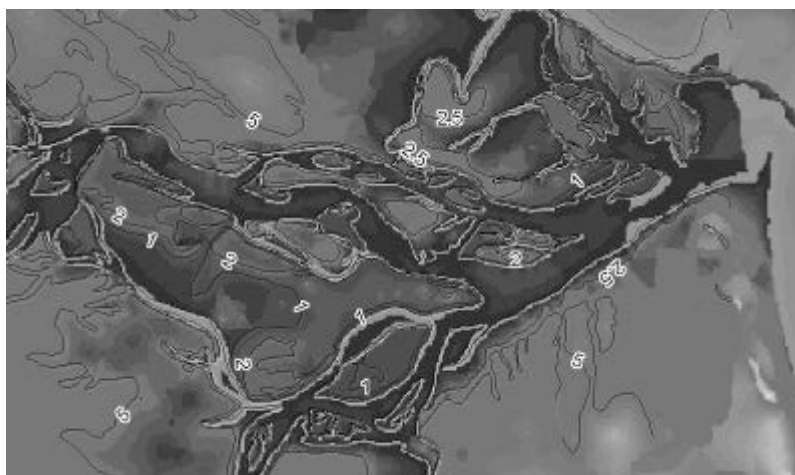


Hình 1. Bản đồ địa mạo cảnh báo lũ lụt đồng bằng hạ lưu sông Thu Bồn

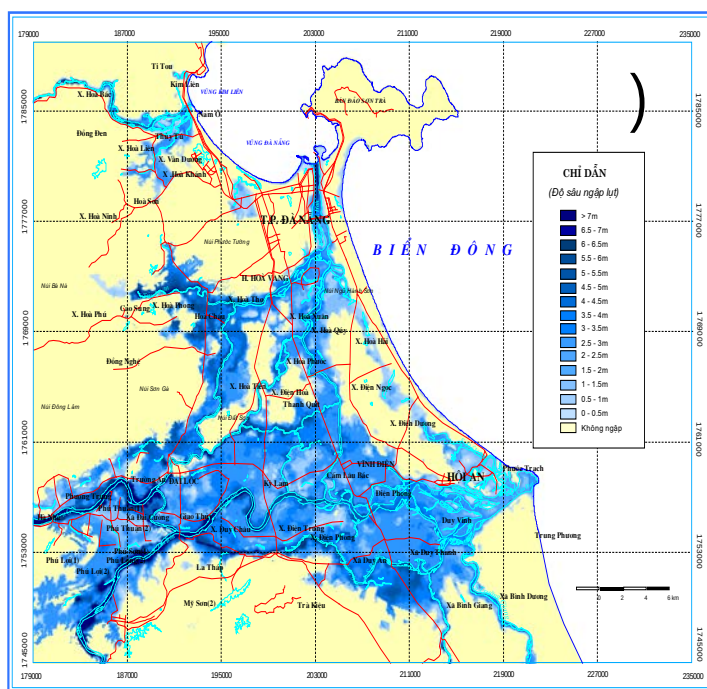
Chỉ dẫn các đơn vị địa mạo: 1 - Sườn bóc mòn dốc trên 20^0 ; 6 - Sườn rửa trôi nghiêng thoải $8 - 20^0$; 18, 19 - Các bậc thềm cao (Q_{II}), (Q_{III}^1); 20 - Thềm tích tụ bậc I cao 10 - 15m, tuổi Q_{III}^2 ; 21 - Bãi bồi cao, cao 4 - 8m, tuổi Q_{IV}^{1-2} ; 22 - Bãi bồi thấp, cao 3 - 4m, tuổi Q_{IV}^{2-3} ; 23 - Bãi cát ven lòng, cao 2 - 3m, tuổi Q_{IV}^3 ; 24 - Lòng sông và bãi cát thấp ven lòng hiện đại; 26 - Thềm tích tụ sông - biển cao 8 - 15m, tuổi Q_{III2}^{1-2} ; 27 - Bề mặt tích tụ sông - biển cao 4 - 6m, tuổi Q_{IV} ; 28 - Bề mặt tích tụ sông - biển cao 3 - 4m, tuổi Q_{IV}^{2-3} ; 29 - Bề mặt tích tụ sông - biển cao 1 - 3m, tuổi Q_{IV3}^1 ; 30 - Bề mặt tích tụ biển đầm lầy cao 3 - 5m, tuổi Q_{IV}^2 ; 31 - Bề mặt tích tụ biển đầm lầy cao 2 - 3m, tuổi Q_{IV}^{2-3} ; 33 - Bề mặt tích tụ đầm phá, tuổi Q_{IV}^{2-3} ; 34 - Bề mặt tích tụ đầm phá, tuổi Q_{IV3}^1 ; 35 - Bề mặt tích tụ đầm phá, tuổi Q_{IV3}^2 ; 36 - Thềm tích tụ vũng vịnh cao 8 - 12m, tuổi Q_{III}^2 ; 37 - Bề mặt tích tụ vũng vịnh cao 4 - 6m, tuổi Q_{IV}^2 ; 39 - Thềm mài mòn - tích tụ: 38 (Q_{II}); 39 (Q_{III}^1); 40 (Q_{III}^2); 41 - Thềm tích tụ cát biển tuổi Pleistocen; 42 - Thềm tích tụ cát biển cao 10 - 15m, tuổi Q_{III}^2 ; 43 - Thềm tích tụ cát biển cao 4 - 6m, tuổi Holocen giữa; 44 - Thềm tích tụ cát biển cao 2 - 3m, tuổi Q_{IV3}^1 ; 45 - Bãi biển hiện đại; 47 - Bề mặt tích tụ sông - sườn tích - lũy tích, tuổi Q_{IV} ; 48 - Bề mặt tích tụ sườn tích - lũy tích, tuổi Đệ tứ; 50 - Đê cát tích tụ biển được gió tái tạo, tuổi Q_{IV}^{2-3} .

Còn độ sâu ngập lụt thì căn cứ vào ngăn nước ngập ứng với những cấp báo động khác nhau để khoanh vẽ; riêng đối với các dải trũng nằm kẹp giữa các đụn cát ven biển (các bar cổ), như thung thũng sông Đề Võng hoặc rất nhiều dải trũng tương tự từ Huế đến Quảng Ngãi, có hướng chạy song song với bờ biển và nằm vuông góc

với hướng lan truyền của dòng lũ thì có thể cảnh báo bằng phương pháp GIS thông qua biện pháp làm dày đường đồng mức [4, 5], (hình 2, 3).



Trên đồng bằng sông Thu Bồn, sau mỗi trận lũ, người ta lại thấy có những biến đổi rõ nét trong địa hình do dòng lũ gây nên, mà chúng tôi gọi là những *di chỉ lũ lụt*. Những biến đổi ấy có khi có tác dụng tốt, như bồi đắp một lớp phù sa màu mỡ, song phần lớn là gây thiệt hại, thậm chí gây thảm họa cho cư dân địa phương, cho dù là bồi tụ hay xâm thực. Nghiên cứu chi tiết các di chỉ lũ lụt từ Huế đến Quảng Ngãi, chúng tôi đã xác lập được những dấu hiệu địa mạo - địa chất cảnh báo những không gian có nguy cơ tại biến cao.



Hình 3. Bản đồ độ sâu ngập lụt tương ứng với

2.1.2. Tai biến liên quan đến các lòng sông cổ tái hoạt động trong các đợt lũ
- Vùng nước xoáy phía hạ lưu cống và cầu cạn

Kết quả đoán đọc ảnh máy bay cùng những chuyến khảo sát thực địa và được kiểm chứng bằng những nguồn tài liệu địa chất Độ Tứ đo vẽ chính xác đã cho phép vạch ra hàng loạt lòng sông cổ phân bố có quy luật trên dải đồng bằng châu thổ sông Thu Bồn - sông Hàn. Ở đây có tới 2 hệ thống lòng sông cổ tuổi khác nhau ($Q_{IV} 2 - 3$ và $Q_{IV} 3$), và do không có đê ngăn lũ nên mỗi khi nước lũ vừa mấp mé tràn bờ, nước sẽ chảy trong ba hệ thống lòng sông đan quyện vào nhau (kể cả hệ thống lòng sông hiện



Hình 4. Lòng sông cổ tái hoạt động trong mùa lũ 1998, tạo vụng xoáy sâu 13m gây sập cầu đường sắt Bàu Tai

tại). Vì vậy, nghiên cứu và vẽ lại hệ thống những dòng chảy này sẽ giúp ta xác định được chính xác hướng chảy và vị trí những đường trục động lực của các dòng chảy trong lũ. Đây là một việc làm có ý nghĩa ứng dụng cao, bởi vì liên quan với những trục động lực hồi sinh trong lũ này là những vụ tai biến đáng kể, như gây ra hiện tượng nước chảy xoáy mạnh phía hạ lưu các cống hoặc cầu cạn của những tuyến đường nằm vuông góc với hướng truyền của dòng chảy lũ, nếu khẩu độ của cống không đủ cao và đủ rộng. Điển hình là trường hợp sập cầu đường sắt tại Bàu Tai: trận lũ lịch sử 1998 đã làm cho dòng nước sau khi vượt qua gầm cầu với khẩu độ quá hẹp đã tạo ra một vụng xoáy sâu 13m, rộng 70 - 80m (hình 4). Độ sâu 13m vừa bằng độ sâu của tầng đất yếu (sét vũng vịnh) và cũng là độ sâu của móng cầu đường sắt này, vì vậy các móng cầu đã bị treo chơi vơi trong vụng nước và sập đổ. Việc cảnh báo sát thực trong trường hợp này là phải chỉ ra những cầu cạn và cống có khẩu độ quá hẹp so với lũ lớn tại địa phương và những móng cầu nào chưa xuyên qua độ sâu của tầng đất yếu.

- Lòng sông cổ tái sinh gây hiện tượng cắt cổ khúc uốn

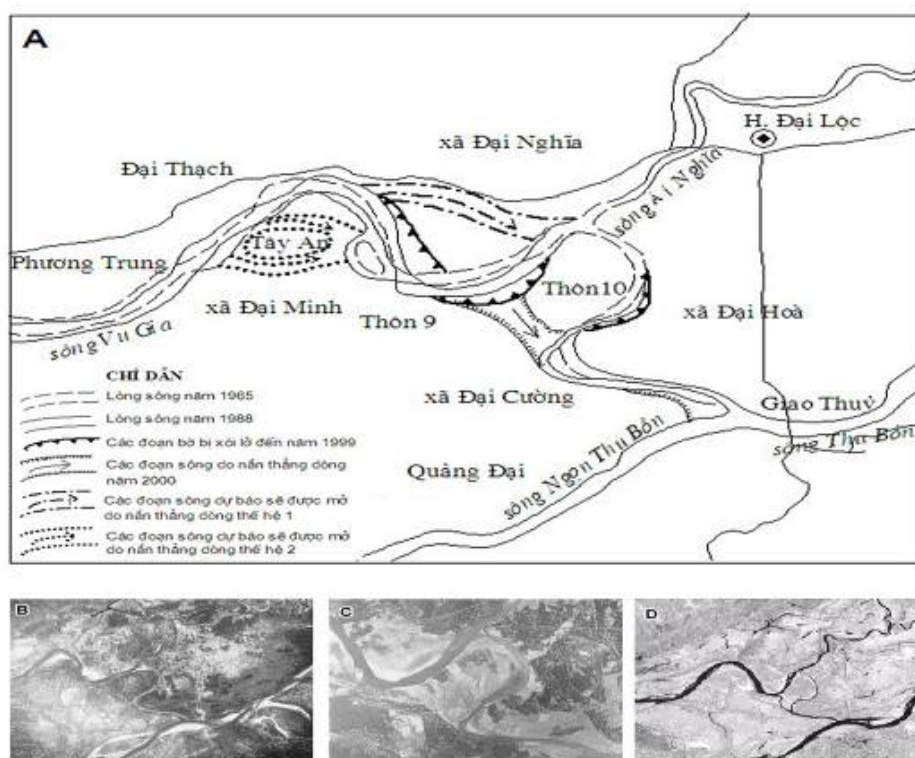


Hình 5. Lòng sông cổ ở đầu phía đông cầu Kỳ Lam trước và sau khi cắt cổ khúc uốn bị cắt, trở thành lòng sông chính

Một dạng tai biến nặng nề khác trên đồng bằng không có đê ngăn lũ là hiện tượng lòng sông cổ được lũ làm sống lại để trở thành những lòng sông hiện đại thực sự, với độ sâu và chiều rộng ngang tầm với lòng sông chính đang hoạt động, như

trường hợp tái xuất hiện sau trận lũ 12/1999 của một lòng sông mới ở đầu phía đông cầu xe lửa Kỳ Lam - tại địa phận thôn Kỳ Long 1 (hình 5).

Trên thực tế, đây là hiện tượng dòng lũ cắt đứt cổ khúc uốn tại vị trí của một lòng cổ để rút ngắn đường chảy và tăng độ dốc mặt nước. Đoạn lòng sông cổ này tồn tại như một rãnh trũng nông từ rất lâu, đến mức dân địa phương đã quên mất rằng nó từng là một lòng sông thực thụ nên đã đến định cư tại đây. Hậu quả là họ và phải gánh chịu tình trạng tai biến rất phức tạp: làng xóm bị xói lở mất ruộng đất, nhà cửa, một bộ phận bị cô lập khỏi đất liền và có thể bị xoá sổ vào pha nước lũ dâng cao kịch phát sau đó. Một sự kiện tương tự đã xảy ra vào năm 2001, khi khúc uốn tại Ái Nghĩa của sông Thu Bồn bị cắt cổ khiến cho nhánh lớn của Ái Nghĩa là sông Yên bị suy giảm và do đó nguồn cung cấp nước ngọt cho thành phố Đà Nẵng bị thiếu hụt nghiêm trọng (hình 6).. Thế là kịch bản mà chúng tôi cảnh báo một năm trước đó [QG99 - 10] đã trở thành hiện thực. Nhiệm vụ cảnh báo sát thực ở đây là phải chỉ ra những khúc uốn có lòng sông cổ tại vị trí cổ khúc uốn có nhiều khả năng tái hoạt động.



Hình 6. Sơ đồ dự báo sự nắn thẳng dòng chảy sông Vu Gia (Thu Bồn) tại khu vực Đại Cường - Đại Nghĩa (A), ảnh máy bay năm 1965 (B), 1998 (C) và Landsat TM năm 2001 (D)

2.1.3. Tai biến do xâm thực giạt lùi trên các công trình bị lũ tràn qua

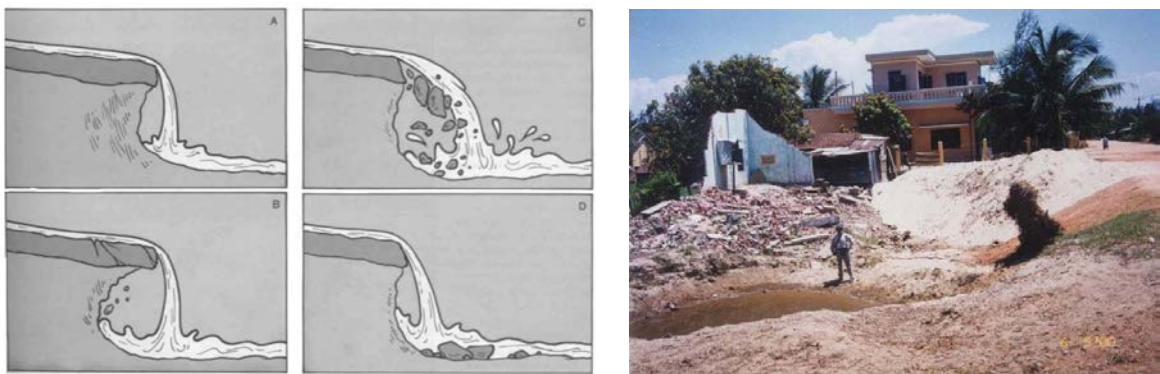
Khi nước lũ tràn ngập bề mặt công trình dạng tuyến chừng vài chục centimet là lúc còn có sự chênh lệch đáng kể của mực nước phía trước và phía sau các vật chướng ngại đó, gây ra hiện tượng xói lở do xâm thực giạt lùi mạnh các taluy phía hạ lưu và nhiều khi gây ra tai biến.

Những công trình bị phá hoại thường là các mái đập tràn, mái đường sắt và đường ô tô. Trận lũ cuối năm 1999 ở Miền Trung đã làm sạt lở hàng chục km nền đường sắt Bắc Nam và rất nhiều đoạn QL.1A, vì chúng là những vật cản chắn ngang

hướng chảy của dòng nước lũ. Đặc biệt, lũ quét từ phía sông Túy Loan (Đà Nẵng) đổ xuống đồng bằng đã làm sạt lở đoạn mái đường sắt dài gần 1 km ở phía nam cầu Đỏ, làm sạt lở chân cầu Non Nước bắc qua sông Cấm Biên (sông Đê Vông) và làm đổ 3 ngôi nhà phía sau chân cầu. Trận lũ quét này còn tác động khá xa về phía nam trong thung lũng sông Đê Vông, gây ra xâm thực giạt lùi làm sập đổ 4 ngôi nhà phía sau đập Điện Dương (Hình 7).

Trận lũ lớn năm 1998 đã làm sập 7 ngôi nhà bán kiên cố trong dãy phố bên lề phía đông đường ô tô dọc sông Thu Bồn, khu vực Nông Sơn 1 gần ga Nông Sơn, khi ngọn lũ tràn qua được những khoảng trống giữa các ngôi nhà và gây xói lở do xâm thực giạt lùi. Con lũ lịch sử tháng 12 năm 1999 lại phá hủy một trong số những ngôi nhà ấy khi đã được xây dựng lại cũng bằng chính cơ thức phá hủy của năm trước. Nơi xảy ra tai biến trùng với vị trí đường talweg của một lòng sông cổ phía sau dãy phố, nên đây cũng chính là một trường hợp tai biến do lòng sông cổ tái hoạt động.

Những vụ tai biến trên cảnh báo các nhà quy hoạch đô thị và giao thông phải xác định cho được những vị trí có nguy cơ bị dòng lũ xâm thực giạt lùi để hoặc là tăng cường độ vững chắc cho các ta luy phía hạ lưu công trình, hoặc là phải tránh xây dựng nhà cửa tại những nơi có nhiều nguy cơ tai biến thuộc loại này.



Hình 7. Hiện tượng xâm thực giạt lùi và lũ quét gây xâm thực giạt lùi phá hủy công trình ở đầu đập Điện Dương

2.1.4. Tai biến do bồi lấp

Khi dòng lũ có động năng đặc biệt lớn, nó tạo thành những ngọn nước xối thẳng vào vật chướng ngại và gây ra xâm thực với cường độ đột biến. Những ngọn lũ như vậy thường xuất hiện đột ngột ở cuối những đoạn sông thẳng hoặc sau vài khúc uốn có độ uốn khúc nhỏ, tiếp đến là đoạn bờ lồi có độ cong lớn chặn ngang dòng cuồng lưu. Trong những trường hợp như vậy, nếu bờ sông cấu tạo bằng vật liệu bờ rời, như các đê cát ven lòng chứa nhiều cát rời, bột và sét, ngọn lũ sẽ thúc mạnh vào vật cản yếu ớt và dễ bị tổn thương đó để tạo ra hố xâm thực lớn, đưa vào dòng nước những vật liệu bờ rời vừa bị khuấy động đó. Ngay sau đó, hoạt lực sẽ giảm đi đột ngột và gây ra tích tụ ở ạt trên bề mặt bãi bồi gần đấy, thường là ở hai bên bờ của lòng dòng chảy mới được tạo ra, hoặc cũng có thể đưa sang tích tụ trên bờ đối diện của lòng sông cũ. Hiện tượng bồi tụ này có thể là có lợi nếu đó là bồi tích mịn có tác dụng tăng độ phì, nhưng thông thường là có hại bởi vì gây ra bồi lấp đất trồng, như sông Thu Bồn đã nhiều lần gây ra

tai họa do bồi lấp từ 20 đến 120 cm cát trên bề mặt hàng nghìn hecta đồng ruộng màu mỡ (các năm 1998, 1999). Cần nhấn mạnh thêm là những dải tích tụ này không phân bố tràn lan, mà tập trung thành gò luống ven hai bờ các lòng sông cổ.

Như vậy, dấu hiệu cảnh báo sát thực ở đây là những đoạn sông thẳng nằm ở thượng lưu của khúc uốn có độ cong lớn, nhất là nếu phía trước những đoạn sông thẳng này lại sẵn có những đoạn lòng sông chết với đường talweg rõ rệt.

2.2. Đồng bằng có đê ngăn lũ

Đối với những đồng bằng có đê ngăn lũ, tai biến lũ lụt tập trung trong 2 hiện tượng chủ yếu là ngập úng và sạt lở bờ hoặc vỡ đê.

2.2.1. Cảnh báo các diện tích ngập úng

Trên quan điểm địa mạo và từ thực tiễn của đồng bằng Bắc Bộ, có thể nói rằng những diện tích ngập úng chỉ liên quan đến các ô trũng có kích thước khác nhau và đều gắn với dạng địa hình bãi bồi, mặc dù không ít trường hợp trong các đô thị lớn hiện tượng ngập úng có nguyên nhân do việc quy hoạch xây dựng và hệ thống tiêu thoát nước không khoa học. Thực ra, cả trong trường hợp này các diện tích úng ngập cũng liên quan đến những dạng vi và trung địa hình của bãi bồi sông.

Các khu đất trũng bị ngập úng vào mùa lũ có thể được gộp thành 3 nhóm:

- Các ô trũng lớn là di tích của bề mặt châu thổ nằm ở khu vực giữa sông chưa được phù sa sông lấp đầy, như ô trũng Hà Nam Ninh, ô trũng Hải Hưng, ô trũng Nho Quan, ô trũng Chương Mỹ - Mỹ Đức, v.v. Đáy của các ô trũng này chỉ cao hơn mực nước biển chưa đầy 2 m, nghĩa là thấp hơn các vùng đất bao quanh tới 3 - 4 m, và do đó trở thành những túi nước tự nhiên - các vùng chiêm trũng xưa kia.

- Các vùng đầm lầy và những đoạn lòng sông chết lớn nhỏ khác nhau nằm ở phần bãi bồi trũng trung tâm cách lòng sông chính vài ba trăm mét, nép sau các gò cao ven lòng sông mà nay hầu hết đã được tôn cao thành đê nhân tạo. Điển hình là những vùng đất trũng và đầm lầy như Yên Sở, Linh Đàm, Vân Trì, Đàm Long, Đàm Vạc, v.v..., của Hà Nội.

- Loại thứ ba gồm những rãnh trũng nhỏ phân cách các gò bờm ngựa trên bãi bồi cao ven lòng sông, tạo thành những dải đất trũng thấp xen kẽ với những gò cao chưa bị san gạt mà ta thấy ngay trong nền thành phố hiện nay.

- Ngoài ra còn những diện tích bãi bồi ngoài đê hằng năm đều bị ngập nước theo mùa.

Việc cảnh báo sát thực các diện tích có nguy cơ bị ngập úng trong trường hợp này tựu trung lại là phải khoanh vẽ được tất cả những vùng đất thấp - trũng nêu trên. Nhiệm vụ này hoàn toàn khả thi nhờ việc thành lập bản đồ địa mạo theo nguyên tắc nguồn gốc phát sinh và được chi tiết hoá nhờ làm dày đường bình độ bằng công nghệ GIS. Phương pháp này có thể sử dụng được đối với châu thổ sông Hồng vì độ cao bề mặt của nó biến thiên rất không đáng kể theo chiều dòng chảy (10cm/km).

2.2.2. Tai biến do sự cố đê điều

Hệ thống đê sông Hồng có chiều dài tới hơn 1.665 km và càng ngày càng được đắp cao thêm nên về mùa lũ phải chịu áp lực thủy tĩnh và thủy lực rất lớn. Đê rất dài nên có nhiều chỗ xung yếu, nhất là ở những khúc ngoặt. Khúc đê ở Văn Giang phía dưới Hà Nội vỡ đến 18 năm liền dưới thời Pháp thuộc (năm 1915 đê vỡ đến 45 chỗ khác nhau), năm 1971 lại bị vỡ ở Mai Lâm, v.v. Mỗi lần vỡ đê sông Hồng là một lần dân ta phải chịu tai họa lụt lội, vì vậy, nhiều cuộc thảo luận sôi nổi đã diễn ra ngay từ thế kỉ 19 về vấn đề “giữ đê hay bỏ đê” và hiện nay một số nhà địa chất vẫn nêu lại vấn đề này, thậm chí có người cho rằng ông cha ta đã sai lầm khi đắp đê làm gián đoạn tiến trình của chu kỳ trầm tích trên châu thổ, làm cho “châu thổ Bắc Bộ đã chết trong tuổi vị thành niên của nó”. Nhưng rõ ràng là không thể bỏ đê được mà chỉ có cách củng cố cho nó vững chắc hơn (đến nay đê đã cao tới hơn 14m, cao hơn mức nước lũ lịch sử cao nhất và thân đê đã rộng tới 50m.).

Trên quan điểm địa mạo, những chỗ xung yếu của thân đê có thể phát sinh vì những nguyên nhân sau đây:

- Nước sông có thể bị ứ lại và phù sa lắng đọng nhiều do có những vật chướng ngại như các mố cầu, lũy tre, cây cối và nhà cửa của làng ven sông, các đê quai và đê ngang đắp thẳng góc với hướng dòng chảy;

- Mạch sủi do thân đê bị tổ mối đục rỗng, do khe nứt đất hiện đại;

- Mạch sủi do thân đê đè lên các đoạn lòng sông cổ, nơi có nham tương trầm tích thuộc loại đất yếu (than bùn đầm lầy); (hình đường/đê cắt qua lòng sông cổ).

- Những đoạn chân đê bị xâm thực bờ trực tiếp tác động gây xói lở nguy hiểm. Bình thường thì hiện tượng này khó xảy ra, vì đê nhân tạo thường được đắp trên cơ sở những đê thiên nhiên, nghĩa là ở vị trí biên của đai uốn khúc. Tuy vậy, điều này vẫn xảy ra, như trường hợp chân đê Liên Trì Đan Phượng và Mê Linh bị uy hiếp đến mức báo động vào tháng 10 năm 2008. Nguyên nhân chính xác của những sự cố này còn chưa rõ, nhưng rất có thể là liên quan đến sự cải biến của hệ thống khúc uốn sông Hồng cho phù hợp với điều kiện mới về lưu lượng và độ dốc trắc diện dọc mặt nước sông do có đập thủy điện Hoà Bình theo hướng giảm chiều dài của bước khúc uốn và thu hẹp bớt chiều rộng đai uốn khúc tại khu vực này (?).

Như vậy đã rõ, việc cảnh báo sát thực tai biến liên quan đến sự cố đê điều là phải tập trung xác định tất cả những nhân tố nói trên để có những biện pháp khắc phục cần thiết và kịp thời.

3. Những dấu hiệu địa mạo cảnh báo tai biến lũ quét và lũ quét - bùn đá ở miền núi

Lũ quét và lũ quét - bùn đá là dạng tai biến thường gặp ở miền núi phía bắc Việt Nam, nhất là trên khu vực khối nâng Việt Bắc và miền Tây Bắc. Đây là những trận lũ xảy ra bất ngờ, duy trì trong một thời gian ngắn và có sức tàn phá lớn. Nhìn chung có thể phân biệt 2 dạng lũ quét chính là lũ quét vỡ dòng trên sông suối lớn và lũ quét chứa nhiều bùn đá (gọi là lũ quét - bùn đá) trên các lưu vực suối nhỏ và dốc.

Các nhà khí tượng - thủy văn đã tổng kết được những ngưỡng khá cụ thể về lượng, cường độ và thời đoạn mưa dẫn đến sự xuất hiện của dạng tai biến này mà ở

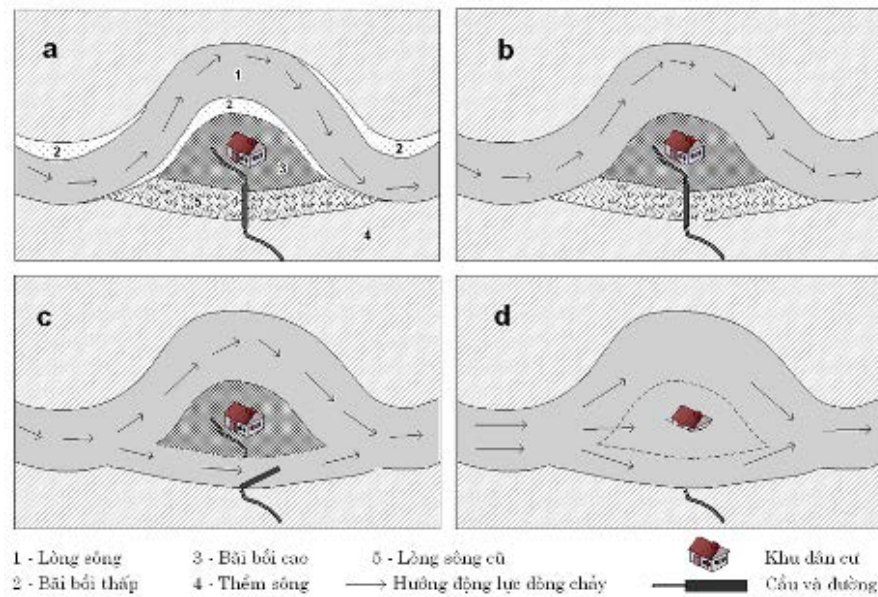
đây chúng tôi không bàn thêm nữa. Theo ý tưởng chủ đạo của bài viết này, chúng tôi tập trung vào việc xác định những điều kiện cụ thể về địa mạo và địa chất, tức là điều kiện mặt đệm, có thể dẫn đến sự hình thành 2 kiểu lũ quét này. Trong cả hai trường hợp đều cần có yếu tố tăng lưu lượng và tốc độ dòng chảy đột biến nhờ sự giải phóng năng lượng khi các đập chắn tạm thời tự nhiên hoặc nhân tạo bị đổ vỡ, nghĩa là xảy ra hiện tượng vỡ dòng đột ngột.

3.1. Tai biến do lũ quét vỡ dòng trên sông suối lớn

Đây là một dạng lũ quét rất nguy hiểm đối với những điểm dân cư dưới đáy các thung lũng sông suối lớn ở miền núi. Kịch bản điển hình của nó bao gồm 2 pha rõ rệt. - Pha thứ nhất: do mưa có cường độ lớn kéo dài vài ba ngày, thường là mưa lũ lịch sử, làm cho mực nước sông tăng lên đáng kể, gây ngập lụt đáy thung lũng, nơi có những điểm dân cư đông đúc được bố trí trên các gò sót của bậc thềm hoặc của chính bãi bồi hiện đại. Tại những địa điểm như vậy, đáy thung lũng thường mở rộng, lòng sông uốn khúc dị thường với những đoạn lòng sông cổ sẵn sàng tái hoạt động mỗi khi có lũ lớn. Cuối pha này, các điểm dân cư đã bị nước cô lập thành đảo chơi vơi giữa biển nước cuồn cuộn chảy. - Pha thứ 2: nước lũ dồn dập kéo về, nhanh chóng dâng cao, quét mạnh và hủy diệt các thôn bản nói trên (Hình 9). Nguyên nhân gây ra dòng lũ quét pha 2 này thường là do các khúc sông phía thượng lưu vốn đã bị thu hẹp, lại bị các khối trượt lở lớn phát sinh trong mấy ngày mưa liên tục chắn dòng biến thành hồ tạm thời, khi đập chắn này bị vỡ dòng lũ lao xuôi dòng như thác đổ. Đó chính là kịch bản đã được ghi nhận trong trận lũ quét lịch sử năm 1964 ở thung lũng sông Ngọn Thu Bồn tại xã Quế Sơn và xã Quế Lâm thuộc huyện Quế Sơn, trong đó các thôn Ông Toàn, Bình Yên khi ấy sau khi bị nước lũ cô lập bởi pha đầu, đã bị nhấn chìm và bị quét sạch trong pha thứ 2.

Một kịch bản tương tự đã diễn ra trên suối Nậm He và sông Nậm Lay tại vị trí thị xã Lai Châu cũ ngày 7 tháng 6 năm 1990. Do mưa to và kéo dài nước đã dâng lên mạnh, khôi phục lòng sông cổ chảy qua đoạn thị xã Lai Châu (cũ) làm cho một phườn và một số công trình xây dựng, trại chăn nuôi gà, bến ô tô bị cô lập trong biển nước; trong cùng thời gian đó suối nhánh Nậm He bị khối trượt lở lớn chặn dòng tại bản Huổi Sáy, nước dâng lên thành hồ, sau đó vỡ dòng dồn xuống Nậm Lay, quét mạnh toàn bộ phần thấp bị cô lập nói trên gây thiệt hại nặng nề về người và tài sản.

Như vậy, dấu hiệu cảnh báo sát thực ở đây đã rõ: tất cả những đoạn thung lũng miền núi mở rộng đột ngột trước và sau những đoạn thu hẹp nhạy cảm với quá trình trượt lở đều là những địa điểm có nguy cơ tai biến cao. Có thể nêu làm ví dụ những đoạn thung lũng có đáy hình ống chỉ như Mường Vi, Mường Hum, Ý Tý ở huyện Bát Xát tỉnh Lào Cai, v.v., những nơi có thể hoặc đã từng phải chứng kiến tai biến tương tự.



Hình 8. Sơ đồ diễn biến của hiện tượng khôi phục lòng sông cũ, cô lập và gây thiệt hại cho dân cư sinh sống trên các bãi ven sông

- Sông mùa kiệt
- Sông vào mùa lũ thường năm
- Lòng sông cũ được khôi phục vào pha đầu của trận lũ lớn đặc biệt
- Dòng lũ quét tràn ngập và nhấn chìm bộ phận bị cô lập trước đó.

3.2. Tai biến do lũ quét chứa nhiều bùn đá, hay là lũ quét - bùn đá

Lũ quét bùn - đá là một dạng lũ quét có hàm lượng vật rắn cao, có sức tàn phá rất lớn, khi kết thúc thường để lại những khối tích tụ trầm tích hỗn độn đặc trưng, gọi là lũ tích. Trong vài chục năm trở lại đây, hiện tượng này đã trở nên phổ biến ở miền núi nước ta và là một dạng tai biến thiên nhiên có độ lặp lại cao, gây thiệt hại to lớn về người và của.

Ngày nay các nhà nghiên cứu đều nhất trí rằng để kiểu lũ quét bùn - đá này có thể xảy ra, nhất thiết phải có hiện tượng vỡ dòng, nghĩa là dòng chảy phải bị nghẽn lại bởi những khối trượt lở giàu đất đá vụn từ 2 bên sườn thung lũng đưa xuống chặn ngang lòng suối, tạo thành đập chắn tạm thời, rồi sau khi đập bị chọc thủng, dòng cuồn lưu sẽ cuốn theo bùn đá của thân đập mà tạo thành lũ quét với hàm lượng vật rắn cao, có thể tới 10 - 15% [7,12,13,15]. Người ta còn đưa ra thêm một số điều kiện tiên quyết như: - mưa cường độ lớn, kéo dài vài ba ngày liên tục; - có cấu tạo địa chất - thạch học và trạng thái mặt đệm thuận lợi: suối nhỏ, độ dốc lớn, lưu vực quay về hướng đón gió - mưa, trên sườn có lớp vỏ phong hoá dày, dễ bị trượt lở hoặc sụp đổ khi có mưa kéo dài, v.v.

Như vậy, cơ chế phát sinh và cách thức vận hành của quá trình tai biến này đã khá rõ, nhưng chưa cụ thể đến mức có thể cho phép cảnh báo sát thực được, bởi vì tập hợp những điều kiện tiên quyết còn chung chung, có thể gặp ở bất cứ nơi nào trên địa bàn miền núi nước ta vốn nắng lắm, mưa nhiều, vỏ phong hoá thường khá dày, v.v. Vì vậy, cần phải tìm ra những điều kiện biên chặt chẽ hơn và dễ phát hiện hơn.

Qua những điều mô tả trên đây có thể suy ra 2 điều kiện địa mạo then chốt là: - phải có nguồn vật liệu vụn phong phú và nhạy cảm với trượt lở; - phải dễ dàng tạo được đập chắn tạm thời để dẫn tới sự vỡ dòng. Nếu coi hình thể khí tượng thủy văn thích hợp là điều kiện cần, thì những yếu tố không chế trực tiếp 2 điều kiện then chốt này có thể xem như điều kiện đủ để cảnh báo sát thực dạng tai biến nguy hiểm này.

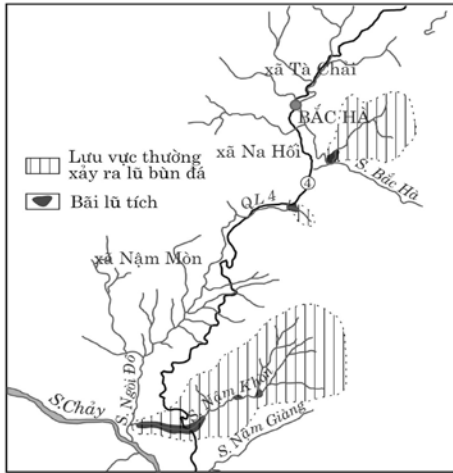
Những nghiên cứu của chúng tôi đã cho phép chỉ ra các dấu hiệu địa chất - địa mạo cụ thể đối với 2 kịch bản lũ quét bùn - đá thường gặp ở miền núi Việt Nam, đó là: - khi thung lũng suối có cấu tạo dạng ống chỉ và - khi thung lũng suối có cấu tạo thông thường, nhưng có lượng vật chất vụn rất dồi dào và nhạy cảm với quá trình trượt lở.

3.2.1. Lũ quét - bùn đá trong các thung lũng suối dạng ống chỉ

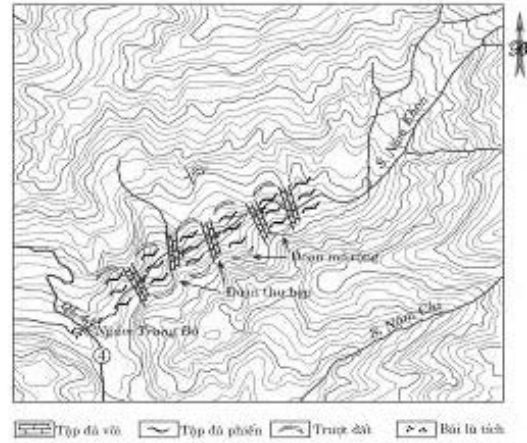
Nghiên cứu của chúng tôi về lũ quét bùn - đá ở Bắc Hà, tỉnh Lào Cai [7] cho thấy mối liên hệ chặt chẽ giữa hiện tượng lũ quét bùn đá loại nhỏ nhưng phổ biến khác thường trên sườn tây và tây nam bình sơn Bắc Hà với cấu trúc địa chất và đặc điểm địa mạo của các thung lũng suối. Vào tháng 5 - 2002, trên đoạn đường dài 24 km từ chân vách phía TN thuộc địa phận xã Trung Đô tới bề mặt bình sơn quanh thị trấn Bắc Hà đã quan sát được tới 5 - 6 điểm còn dấu vết rõ ràng của chúng: những bãi đá lũ tích phủ trên bề mặt vườn cây ăn quả ven thung lũng, ven chân tường những ngôi nhà và công trình bị tàn phá hoặc những đám tích tụ hỗn độn cạnh ngàm qua suối Nậm Khòn, thậm chí trên nón phóng vật của một khe xói cỡ trung bình.

Tất cả những thung lũng suối gây lũ quét - bùn đá này đều có một số đặc điểm chung là: - có dạng thẳng, với những đoạn mở rộng và thu hẹp xen kẽ nhau như hình ống chỉ (gọi là thung lũng xuyên thủng), cắt vuông góc với đường phương của cấu trúc địa chất đơn nghiêng; - Đơn nghiêng được cấu thành bằng 2 tập đá xen kẽ nhịp nhàng: tập đá phiến biến chất, còn tập kia là đá vôi bị hoa hoá (hình 9, 10).

Hai yếu tố này đã đóng vai trò quyết định làm phát sinh lũ quét - bùn đá ở đây: tập đá phiến biến chất bị phong hoá hoá học sâu sắc tạo ra lớp vỏ phong hoá dày hàng chục mét chứa nhiều sét và mảnh vụn nên dễ dàng bị trượt lở tạo ra đoạn thung lũng mở rộng (tới 100m), còn tập đá vôi bị hoa hoá không có lớp vỏ phong hoá đáng kể, nên tạo thành đoạn thung lũng thu hẹp (khoảng 15m). Khi có mưa liên tục 2 - 3 ngày, đoạn sườn đá phiến bị trượt lở mãnh liệt phần do tác dụng trực tiếp của trọng lực, phần do suối xâm thực ngang mạnh đào khoét chân sườn. Vật liệu trượt lở được dòng nước cuốn xuôi dòng rồi bị ứ lại tại nơi tập đá hoa thu hẹp đáy suối làm xuất hiện tình thế thuận lợi cho kiểu lũ quét - bùn đá vỡ dòng, như đã mô tả ở trên.



Hình 9. Nhiều lưu vực nhỏ trên sườn TN bình sơn Bắc Hà có lũ bùn - đá tháng 5 - 2002



Hình 10. Thung lũng s. Nậm Khôn có đáy dạng ống chỉ cắt vuông góc với đơn nghiêng đá phiến - đá vôi

Như vậy, các dấu hiệu cảnh báo sát thực trong trường hợp này là: - cấu trúc địa chất đơn nghiêng có tập cứng xen tập mềm đủ dày; - thung lũng dạng ống chỉ cắt vuông góc với đường phương của đơn nghiêng. Đây cũng chính là những dấu hiệu chỉ thị để vận dụng có hiệu quả phương pháp GIS trong việc xác định các không gian nhạy cảm với dạng tai biến này.

3.2.2. Lũ quét - bùn đá trong các thung lũng suối dạng thông thường

Nghiên cứu của chúng tôi về hiện tượng lũ quét - bùn đá đặc biệt nghiêm trọng trên đoạn thung lũng Nậm Lay dài khoảng 10km ở huyện Mường Lay (cũ), tỉnh Điện Biên đã làm sáng tỏ những dấu hiệu cảnh báo đối với dạng tai biến này theo kịch bản thứ hai [8].

Tại đây, trong 10 năm cuối thế kỷ trước, cứ khoảng 2 năm lại diễn ra một đợt lũ quét - bùn đá gây thiệt hại to lớn về người và của (các năm 1990, 1994, 1996 và 1998). Điều đặc biệt là hiện tượng này chỉ tập trung trong phạm vi xã Lay Nưa với chiều dài gần 4 kilomet.

Khác với trường hợp ở bình sơn Bắc Hà, tại đây cả 4 dòng suối nhỏ (Huổi Phán, Huổi Ló, Huổi Piên và Huổi Mới) nơi xảy ra lũ quét - bùn đá mãnh liệt đều không có đoạn thu hẹp đột ngột, song hiện tượng thành tạo những đập và hồ tạm thời vẫn xảy ra. Nguyên nhân là do trên sườn của các dòng suối này có lớp vật liệu vụn rất dày (bao gồm lớp vỏ phong hoá bờ rời và lớp sườn tích cổ dày từ 5 - 6 m tới hàng chục mét) dễ dàng bị trượt - lở hàng loạt vào lòng suối để chặn ngang đáy thung lũng của chúng.

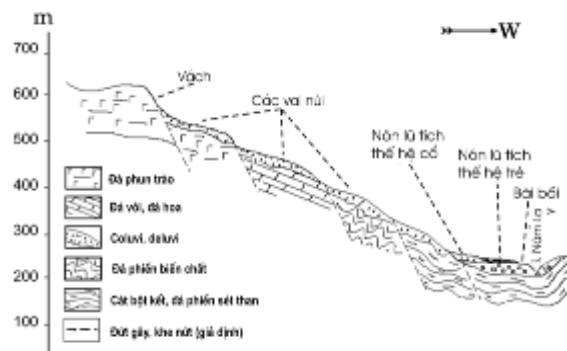
Như vậy, sự hiện diện của lớp vật liệu vụn rất dày và dễ trượt lở trên sườn thung lũng suối là *dấu hiệu cảnh báo thứ nhất*: vì chúng rất nhiều nên kể cả khi đáy suối không bị thu hẹp vẫn đủ sức làm tắc nghẽn dòng, tạo ra đập và hồ tạm thời.

Nhóm dấu hiệu cảnh báo thứ hai gồm những tác nhân đã tạo ra sự phong phú đến mức dị thường của lớp vật liệu bờ rời dễ trượt - lở này.

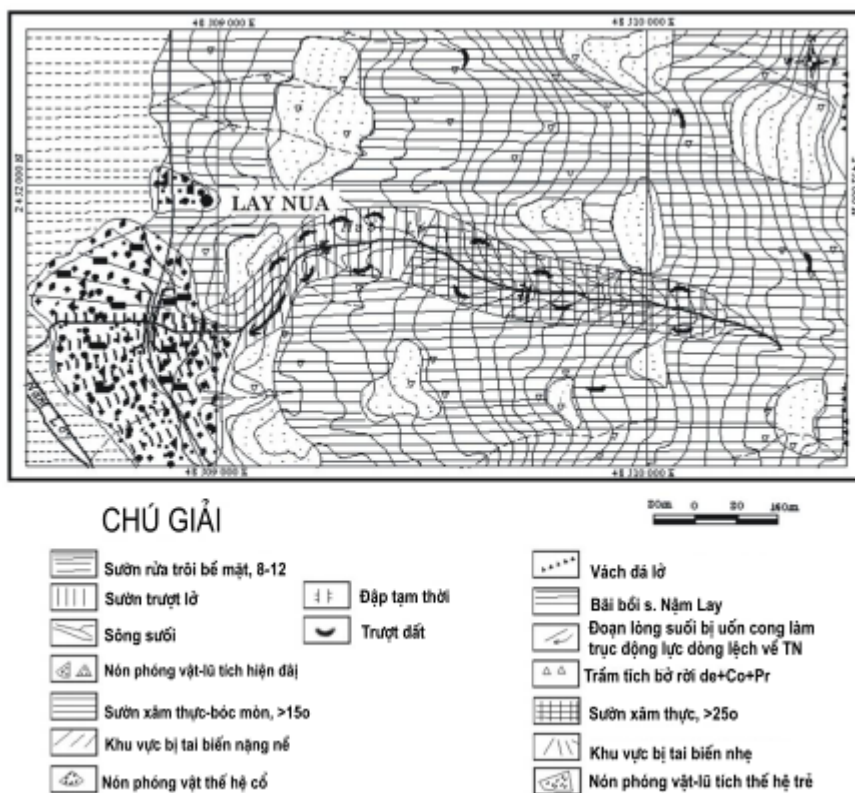
Bằng phép phân tích địa mạo và cấu trúc - kiến tạo [1], chúng tôi đã đi tới một số kết luận rất đáng chú ý về những nguyên nhân của dị thường này, đó là:

- Do tác dụng của trượt băng Điện Biên - Lai Châu mà sườn bên phải của thung lũng Nậm Lay có dạng *vách dốc kéo dài kiểu lineament* (đồng thời cũng là vách phía tây của cao nguyên Tủa Chùa), lại được cấu tạo phía trên bởi các loại đá cứng (đá bazan và đá vôi) làm tiền đề cho kiểu phát triển *sườn giạt lùi song song* (*pediment hoá* trong những thời kỳ khô hạn đầu và giữa kỉ Đệ Tứ) kèm theo sự tích lũy phong phú vật liệu deluvi và coluvi dưới chân vách (Hình 11). Đó chính là nguồn cung cấp vô tận vật liệu vụn cho những đợt trượt lở đất ồ ạt tại đây khi có điều kiện khí tượng - thủy văn thích hợp.

Mặt khác, điều thu hút sự chú ý của chúng tôi một cách đặc biệt là vì sao những hiện tượng này (sự phong phú vật liệu vụn, trượt lở ồ ạt và lũ quét - bùn đá) chỉ tập trung trên chiều dài 4km thuộc địa bàn xã Lay Nưa nằm bên sườn phải thung lũng s. Nậm Lay? Đi quá về 2 phía bắc và nam cũng như về phía sườn tả ngạn thung lũng không gặp biểu hiện của tai biến lũ quét - bùn đá.



Hình 11. Mặt cắt địa mạo thung lũng Nậm Lay qua địa bàn xã Lay Nưa



Hình 13. Bản đồ địa mạo thể hiện lũ quét - bùn đá ở Huổi Ló, xã Lay

Kết quả phân tích cấu trúc - kiến tạo cho thấy địa bàn đặc thù này trùng khớp với một *đới siết trượt kiến tạo trẻ* cắt ngang thung lũng Nậm Lay và tất cả 4 con suối nhỏ được nhắc tới ở trên đều tập trung tại đây, đều chảy dọc theo những khe nứt lớn gần vuông góc với đứt gãy chính Lai Châu - Điện Biên, trong khi từ rìa phía bắc của

xã Lay Nura (bản Bắc) đến thị xã Lai Châu (cũ) trên chiều dài suốt 6 km không có một dòng suối nhánh nào! Cũng tại địa bàn xã Lay Nura này, đáy thung lũng Nậm Lay mở rộng 1,5 lần và tạo ra một khúc uốn rộng khác thường dạng hình thang (Hình 12) như một *bồn trứng trẻ kiểu pull apart*.

Nằm trọn vẹn trong đới siết trượt trẻ như vậy, cho nên đất đá trên địa bàn xã Lay Nura dường như bị càn nát cao độ, trở thành nguồn cung cấp vô tận vật liệu vụn cho lũ quét - bùn đá từng diễn ra nhiều lần ở đây (ít nhất có thể nhận ra 2 thế hệ nón lũ tích chồng gối lên nhau với bề dày tổng cộng ở phần đỉnh nón tới hơn chục mét, Hình 14). Vừa là siết trượt, lại vừa tách giãn trong quá trình tạo bồn trứng trẻ (chủ yếu là những biểu hiện đứt gãy thuận) nên đã xuất hiện hàng loạt khe nứt ngang lớn định hướng cho dòng chảy của 4 dòng suối tập trung ở đây. Toàn bộ những yếu tố động lực nội sinh đó lại diễn ra trong khung cảnh mặt cắt ngang và mặt cắt thẳng đứng của thung lũng Nậm Lay vừa có những loại đá với thành phần thạch học cứng, giòn (đá vôi, đá bazan bị phiến hóa) ở phần trên, mềm yếu và trơn (đá phiến sét than) ở phần đáy là tiền đề cho sự hình thành phong phú và lâu dài lớp phủ vật liệu vụn cho quá trình trượt lở và tạo lũ quét - bùn đá.

Điều đó đã khiến cho Xã Lay Nura có 4 con suối thì cả 4 đều có những nón phóng vật - lũ tích lớn gần như nằm kề nhau, nhiều thế hệ chồng gối lên nhau, vật liệu hết sức hỗn độn (Hình 14), trong khi tại các xã lân cận không gặp quang cảnh đó.

Thực tiễn trên cho thấy sự có mặt của *đới giáp vỡ kiến tạo kết hợp với hoàn cảnh địa mạo thuận lợi* là một trong những dấu hiệu cảnh báo sát thực sự phát sinh lũ quét - bùn đá trong những thung lũng suối có hình dạng thông thường, nhưng có lượng vật chất vụn dồi dào và nhạy cảm với quá trình trượt lở.

4. Cảnh báo sát thực hiện tượng trượt đất và trượt - lở đất theo mức độ nguy hại

Hiện tượng trượt đất, xét về mức độ nguy hiểm, cần được chia thành 3 loại: trượt từ từ (ít nguy hiểm), trượt tiến hoá thành trượt - lở (nguy hiểm), trượt dạng dòng bùn đá (rất nguy hiểm).

Nhờ những nghiên cứu của các nhà địa chất và địa mạo công trình, từ lâu người ta đã biết được các nhân tố quy định sự xuất hiện và diễn biến của loại tai biến này. Tuy nhiên, đó mới chỉ là cơ sở để nhận biết hiện tượng, còn để cảnh báo mức độ nguy hại và cách thức gây tai biến của chúng thì cần phải tìm ra những dấu hiệu chuyên biệt hơn rất nhiều.

Những nghiên cứu của chúng tôi hơn 10 năm qua về dạng tai biến này ở miền núi Tây Bắc cho thấy có 3 kiểu vận động trượt - lở rất khác nhau về



Hình 12: Sơ đồ ảnh đứt gãy, khe nứt kiến tạo, khúc uốn hình thang tại khu vực thị trấn Mường Lay

mức độ gây hại:

1 - Kiểu trượt chậm chạp hầu như không gây chết người vì người ta bao giờ cũng có đủ thời gian để tìm ra các phương tiện giảm nhẹ thiệt hại. Do tính chất diễn biến từ từ, nên mọi dấu hiệu hình thái đều phù hợp với sơ đồ kinh điển, vì vậy có thể đặt tên là *trượt đất kinh điển*;

2 - Kiểu trượt đất thứ hai lúc đầu và phần lớn thời gian cũng vận động từ từ, chậm chạp, nhưng sau khi đã tích lũy năng lượng đến mức vượt trội rõ rệt so với hợp phần trọng lực gây chống trượt thì chuyển sang tách sườn hoặc đổ lở. Vì tính đột ngột của chúng, mà con người thường phải chịu tổn thất nặng nề về tính mạng và tài sản. Do sau khi xảy ra, chúng cũng để lại dấu vết hình thái của một hố trượt điển hình và do lúc đầu cũng trượt từ từ, chỉ khác là thân khối trượt bị vỡ vụn rồi lăn tung tóe xuống chân dốc, nên chúng tôi gọi là trượt đất tiến hóa thành trượt - lở, hay ngắn gọn hơn là *trượt - lở đất*.

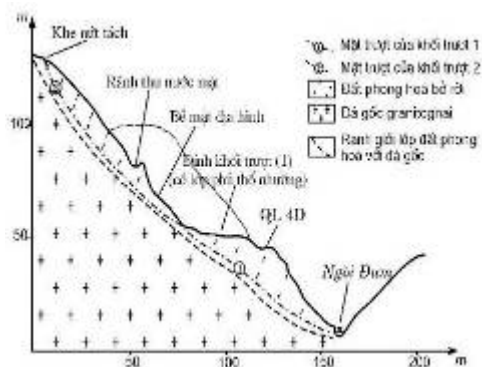
3 - Kiểu trượt đất thứ 3 được một số nhà nghiên cứu gọi là *dòng bùn đá* [9] hoặc *trượt chảy* [7], là một dạng tai biến trọng lực đặc biệt nguy hiểm. Dạng vận động này cũng thuộc loại vận động trượt đất nhưng dưới dạng *trượt chảy*, nghĩa là có sự tham gia trực tiếp và với vai trò nổi trội của nước mưa và nước dưới đất. Do có lớp vỏ phong hoá dày, giàu sét mà tầng trầm tích bờ rời trên mặt bị sũng nước khi có mưa kéo dài, bị *trượt chảy* như dòng bùn đá sền sệt rồi sau đó hoạt động theo cơ thức *trượt đẩy* nên sức công phá rất lớn, thường gây thảm họa chết người.

Tìm hiểu được những nét đặc thù của môi trường địa động lực ứng với từng kiểu theo cách phân chia trên, chúng ta sẽ xác định được những dấu hiệu cảnh báo mức độ tai biến sát thực.

Theo sơ đồ nghiên cứu này, chúng tôi đã phân tích hiện trạng và cơ thức hoạt động của hàng loạt khối trượt đất trên địa bàn tỉnh Lào Cai và đi tới những nhận định sau đây.

Trượt đất kinh điển: Điển hình cho nhóm trượt đất kinh điển, chúng tôi xem xét khối trượt lớn tại km 112 + 100m trên Quốc lộ 4D đoạn Lào Cai-Sa Pa (hình 15)

Đây là một khối trượt đất có thân trượt còn nguyên khối, hình thành ở nơi phân cách giữa 2 loại đá có thành phần thạch học và đặc điểm cấu trúc khác nhau: thân khối trượt được cấu tạo bằng đá phiến biến chất đưa từ phía đỉnh sườn xuống, còn đá tại chỗ granitơ-nai bị nén ép làm xuất hiện cấu tạo dạng dải cắm về phía Ngòi Dum với góc cắm trên 50° . Về cấu trúc kiến tạo, khối trượt cũng chịu ảnh hưởng của một đới phá huỷ kiến tạo nhỏ phương TB - ĐN [7], khiến cho đất đá bị cà nát mạnh, đôi chỗ đá gốc đã trở thành bờ rời gồm cát, sạn pha sét.



Hình 15. Mặt cắt khối trượt đất kép tạo vị trí

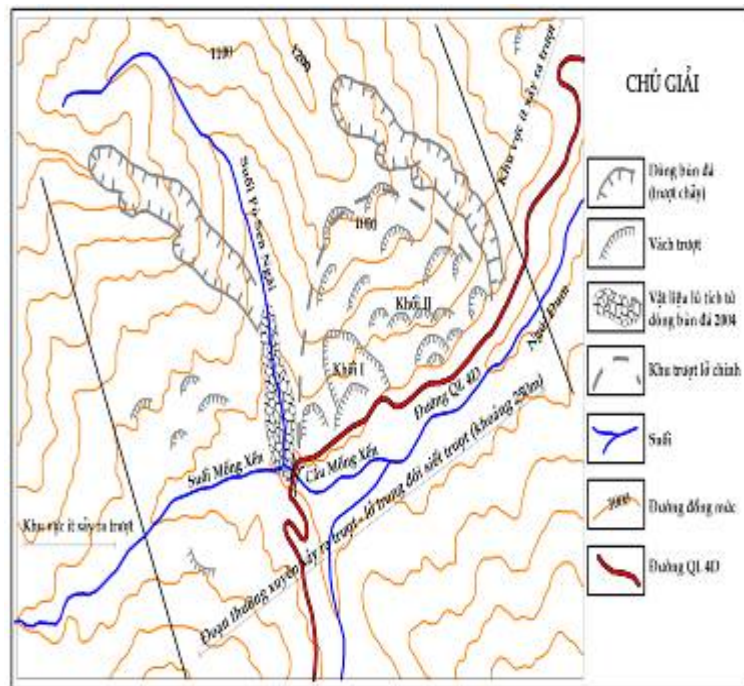
Điều đáng chú ý là thân khối trượt phát triển trong loại *đá có kết cấu vững chắc, tương đối đồng nhất* cả trong đới saprolit cũng như trong đới litoma, thuộc loại *trượt tĩnh tiến* và *đã đạt*. Tựa vào mặt đỉnh của nó cũng đang xảy ra một khối trượt thứ 2, nhưng cả 2 đều còn giữ được nguyên khối. Mặc dù độ dốc địa hình khá lớn, lượng mưa và độ ẩm cao, nhưng nó vẫn chỉ trượt rất chậm, đến mức trên mặt đỉnh của nó vẫn duy trì được đường ô tô (QL.4D) khá an toàn (3 - 4 năm mới phải khắc phục lún một lần, chừng hơn 1m).

Từ ví dụ này và được kiểm chứng qua nhiều khối trượt tương tự, có thể nhận xét rằng yếu tố quyết định là tính đồng nhất về thạch học của thân khối trượt và vị trí tựa vào gốc xói mòn địa phương của nó. Như vậy, kiểu trượt này không gây tai biến chết người và thực tế cho thấy có thể chung sống được với chúng. Đó là một *dấu hiệu cảnh báo* rất có ý nghĩa.

Trượt - lở đất: Ví dụ điển hình nhất cho nhóm này là khối trượt - lở cạnh cầu Mống Xén tại km 119+100m trên QL. 4D từ Lào Cai đi Sa Pa (hình 16).

Nét nổi bật của trường hợp này là không còn thấy rõ được những thân trượt, mà chỉ là một khung cảnh hỗn độn những vật liệu đổ lở cùng những vách trượt rõ nét. Trong các vật liệu trượt lở có thể thấy cả những vật liệu mịn như sét, bột, cát, sạn nằm vẩy quanh những khối đá granit to lớn á kiềm phong hoá dở dang.

Phân tích khung cảnh địa động lực ở khu vực cầu Mống Xén và những trường hợp tương tự cho thấy rõ vai trò nổi trội của các nhân tố thạch học và mức độ dập vỡ kiến tạo. Về mặt thạch học, đây là nơi xuất lộ của 2 nhóm đá khác nhau: granodiorit của pha xâm nhập sớm và granit á kiềm tiêm nhập của pha thứ 2 với ranh giới dạng cài răng



Hình 16. Khu vực trượt - lở mạnh và dòng bùn đá phía ĐB cầu Mống Xén

lược. Hiện tượng ấy tự nó đã làm cho khu vực này bị giập vỡ mạnh khác thường. Mặt khác, đây là nơi gặp nhau của 3 đứt gãy nhỏ và vô số khe nứt kiến tạo thể hiện rõ trong địa hình. Sự giập vỡ tạo ra hệ thống khe nứt dạng kẻ ô cùng với đặc điểm vốn có của đá granit khiến cho kiểu phong hoá đồng tâm rất phát triển. Đó chính là nhân tố gây ra *tính không đồng nhất cao độ của lớp vỏ phong hoá* ở đới litoma và đặc biệt là trong đới saprolit, làm cho nước dưới đất có điều kiện lưu thông mạnh nhưng không đồng đều, dẫn tới hiện tượng xói ngầm như một dạng tiềm thực đặc biệt. Khung cảnh đó đã khiến cho thân các khối trượt đất có độ gắn kết rất yếu, không thể giữ được tính

nguyên khối của mình, dễ dàng và tất yếu phải chuyển hoá thành trượt - lở, thậm chí là đổ lở. Rất có thể đới cà nát này trùng khớp với một kiểu cấu trúc phá hủy đặc biệt, gọi là *đới siết trượt nội mảng*.

Chính do độ gập võ cao như vậy mà trên 3 quả núi kề nhau ở phía bắc và tây bắc cầu Móng Xén có tới 12 *khối trượt - lở* cỡ từ trung bình đến rất lớn (Hình 13), trong đó có những khối có mặt trượt trùng hoàn toàn với mặt khe nứt kiến tạo. Tất cả những khối trượt này đều gắn với cùng một mực vai núi cao 300m so với đáy suối, di tích của một pediment thung lũng cổ.

Một khung cảnh địa động lực hiện đại như trên chính là nguyên nhân gây ra *kiểu trượt đất tiến hoá thành trượt - lở rất nguy hiểm* cạnh cầu Móng Xén, nơi trong khoảng 10 năm qua đã có tới 4 lần gây tai biến làm chết hơn 10 người và vẫn chưa dừng lại.

Có thể nói, những dấu hiệu địa động lực nêu trên là *dấu hiệu cảnh báo* rất có ý nghĩa về dạng tai biến này: *một khi chúng đã xảy ra thì không còn cơ hội để ngăn lại hoặc khắc phục bằng những biện pháp công trình thông thường*. Cách giảm thiểu thiệt hại duy nhất là giảm tải trọng, hạ cấp sườn, điều mà đến nay tỉnh Lào Cai mới nhận ra sau khi đã tiêu tốn một cách vô vọng hơn chục tỉ đồng vào việc thi công các biện pháp công trình.

Dòng bùn đá

Diễn hình cho kiểu trượt đất này là những *dòng bùn đá* ở khu vực cầu Móng Xén các năm 1998 và 2004 và ở thôn Sùng Hoảng, x. Phìn Ngan, h. Bát Xát năm 2004. Tháng 8 năm 1998, tại phía đông cầu Móng Xén khoảng 150m, hàng nghìn mét khối đất đá sột sệt từ sườn trượt chảy xuống đường, đổ xuống Ngòi Dum, vùi lấp 12 ngôi nhà, làm chết 8 người dân và khách du lịch, làm tắc nghẽn giao thông nhiều ngày. Năm 2004 lại xảy ra một vụ nữa ở phía TB cầu: dòng bùn đá đổ ập xuống từ sườn núi cao 400 m so với đáy suối, chặn ngang lòng suối gây ra lũ bùn đá trên một đoạn dài hơn 100m, làm hư hại một ngôi nhà và cướp đi 2 mạng người (Hình 6). Cũng năm 2004, tại thôn Sùng Hoảng, xã Phìn Ngan đã xảy ra vụ trượt chảy kinh hoàng: dòng bùn đá chảy xuống từ vai núi cao khoảng 400m so với đáy suối, cũng tạo ra đập tạm thời rồi tràn xuống vùi sâu hoàn toàn 4 nhà dân tại đây, làm chết toàn bộ 23 người đang có mặt trong thôn.

Nghiên cứu điều kiện địa động lực khu vực phát sinh các *dòng bùn đá* này, có thể rút ra một số dấu hiệu có ý nghĩa cảnh báo như sau:

- Cả 3 trường hợp đều cùng xảy ra trong một đới siết trượt kiến tạo chung từ khu vực cầu Móng Xén vắt ngang qua dải núi phân thủy tây bắc của Ngòi Dum tới Phìn Ngan;
- Cả 3 trường hợp đều hình thành trong lớp vỏ phong hoá dày, giàu sét của loại đá granit á kiềm, khi bị sũng nước dài ngày đã tạo ra khối vật liệu hỗn hợp sền sệt dễ trượt;
- Cả 3 trường hợp đều diễn ra dọc theo nương xói ở giai đoạn sơ sinh nhưng kích thước khá lớn, và sau khi kết thúc đều để lại một rãnh trũng sâu, vách dốc đứng;

các mương xói đều sinh ra trên khe nứt kiến tạo hoặc tại ranh giới giữa 2 thể địa chất - thạch học khác nhau (có điều kiện thu hút nước mưa và nước dưới đất mạnh hơn xung quanh).

- Cả 3 trường hợp đều gắn với một bậc địa hình vai núi thuộc loại bề mặt san bằng chưa hoàn thành, nghĩa là có điều kiện để tạo ra lớp vỏ phong hoá dày, phát triển sâu sắc;

- Trước khi xảy ra, tại đỉnh của cả 3 dòng trượt chảy này đều đã có vết nứt dạng vòng cung báo hiệu về khả năng xảy ra trượt đất.

- Nếu những dòng bùn đá này xảy ra ở xa cửa suối chính về phía nguồn thì có thể dẫn tới hiện tượng tạo đập tạm thời và lũ quét - bùn đá.

Trong mọi trường hợp, tác nhân hàng đầu là độ gập vỡ kiến tạo cao, đá tạo vỏ phong hoá kém đồng nhất, giàu sét, lớp phủ vật liệu vụn phong phú và độ ổn định kém của sườn...

5. Kết luận

- Các tai biến thiên nhiên liên quan đến sự vận động của nước trên mặt và nước dưới đất như bão lụt, lũ quét đều thuộc loại tai biến khí tượng - thủy văn nên điều kiện tiên quyết cho sự phát sinh của chúng phải là chế độ mưa và các tình huống gây mưa lũ đặc biệt; vì vậy phải dùng các phương pháp khí tượng - thủy văn để cảnh báo và dự báo chúng. Tuy nhiên, các tình huống gây mưa lũ, nhất là lũ lịch sử, đều bao quát những không gian rộng, nên chỉ có giá trị cảnh báo cho những diện tích lớn. Trong khi đó tai biến gây thiệt hại nặng nề thường mang tính chất điểm, tức là chỉ xảy ra tại những địa điểm xung yếu, trừ những tình huống mưa bão, lũ lịch sử. Do vậy, các dữ liệu khí tượng - thủy văn mới chỉ là những điều kiện cần.

- Khi nước lũ vận động trên mặt đất, dòng nước sẽ tương tác với mặt đệm. Cách phản ứng của mặt đệm sẽ tạo thuận lợi hoặc cản trở dòng nước và tùy theo đó mà dạng tai biến nào sẽ xảy ra. Chính do đặc điểm không đồng nhất của mặt đệm mà xuất hiện những địa điểm xung yếu. Khi dòng cuồn lưu năng lượng cao gặp phải khu vực mặt đệm xung yếu sẽ nảy sinh kiểu tương tác kịch phát và đó chính là tai biến. Như vậy, điều kiện mặt đệm xung yếu, trước hết là cấu trúc địa hình và kiến tạo - thạch học, là những điều kiện đủ để gây ra tai biến.

- Cảnh báo sát thực các dạng tai biến được đề cập trong nghiên cứu này có nghĩa là xác định những địa điểm tương tác xung yếu giữa các điều kiện cần về khí tượng - thủy văn với các điều kiện đủ về mặt đệm, giống như tìm những điểm giao cắt giữa hàng và cột trong một bảng ma trận. Việc làm này hoàn toàn khả thi nếu có được các số liệu khí tượng - thủy văn chính xác và những tài liệu địa mạo - địa chất (địa hình các đới gập vỡ kiến tạo có lớp vỏ phong hoá dày) đủ để phát hiện những cấu trúc xung yếu trước tác động của các tác nhân địa động lực ngoại sinh.

** Công trình này là kết quả của đề tài nghiên cứu cơ bản mã số 70.28.06 do Bộ Khoa học và Công nghệ tài trợ.*

[1] Cao Đăng Dư, *Tai biến thiên nhiên (phản lũ lụt và lũ quét)*. Tài liệu giáo khoa, trường ĐHKHTN Hà Nội, 1999. 144 tr.

[2] Nguyễn Trọng Yêm và nnk., *Điều tra đánh giá hiện tượng trượt - lở nguy hiểm và kiến nghị các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ thiệt hại ở một số vùng trọng điểm thuộc tỉnh Lào Cai*, Báo cáo khoa học của Đề án, Lào Cai - 2000, tr. 92.

[3] Đào Đình Bắc, Đặng Văn Bào, Vũ Văn Phái, Nguyễn Hiệu. *Nghiên cứu tai biến thiên nhiên trên cơ sở phương pháp địa mạo phục vụ phát triển đô thị dải đồng bằng ven biển Đà Nẵng - Quảng Ngãi, Đề tài Đặc biệt cấp ĐHQG Hà Nội, mã số QG 99 - 10, Hà Nội, 1/2002.*

[4] Đào Đình Bắc và nnk., *”Ứng dụng công nghệ GIS để cảnh báo lũ bùn đá và tìm địa điểm xây dựng thủy điện nhỏ, lấy ví dụ ở Lào Cai”*, TCKH ĐHQG, Hà Nội, T. XXI, No. 1. AP, 2005, tr. 28 - 36

[5] Leone F. et al, *L’evaluation de la vulnerabilite aux mouvement de terrains: pour une meilleure quantification du risque*, Grenoble, Revue de Geographie alpine, tome 84, vol.no 1, 1996

[6] Đào Đình Bắc và nnk. *“Vấn đề cảnh báo - dự báo tai biến thiên nhiên đảm bảo độ an toàn cho các điểm dân cư miền núi”*, TCKH ĐHQG Hà Nội, T. XXII, No 4 /2006, tr. 1 - 12.

[7] Đào Đình Bắc và nnk., *”Lũ bùn - đá và những dấu hiệu cảnh báo rút ra từ kết quả nghiên cứu trên sườn tây nam bình sơn Bắc Hà”*, TCKH ĐHQG Hà Nội, T. XX, No.4AP /2004, tr.1 - 8.

[8] Đào Đình Bắc và nnk.. *“Pattern and determinant agents of debris and mud flash flood in the Lay Nua commune, the former Muong Lay district, Dien Bien province”* (VNU Journal of Science, Earth Sciences, ĐHQG Hà Nội, T. XXIII - No 4/2007, tr. 203 - 212.

[9] Cao Đăng Dư, Nguyễn Trọng Yêm, *Nguy cơ lũ quét - lũ bùn đá ở miền núi Bắc Bộ và kiến nghị một số giải pháp phòng tránh*, Chương trình KT - 08, Hội thảo khoa học *“Trượt - lở & Lũ quét - lũ bùn đá”*, Hà Nội, 2005.

[10] Đặng Văn Bào, Nguyễn Hiệu, Đào Đình Bắc, *“Nghiên cứu địa mạo phục vụ cảnh báo tai biến lũ lụt trên lưu vực sông Ngọn Thu Bồn, đoạn từ Tân An đến Quế Trung”*, Tuyển tập công trình, HN KH Địa lý - Địa chính ĐHQG HN & Hội Địa lý VN, 2006, tr. 215 - 220.