Lũ bùn đá

Đỗ Minh Đức, Khoa Địa chất
Trường Đại học Khoa học tự nhiên
Đại học Quốc gia Hà Nội.

1. Giới thiệu

Lũ bùn đá là những trận lũ xảy ra ở các sông miền núi và các dòng chảy tạm thời, mang theo nhiều vật liệu hòn mảnh cứng (tảng sắc cạnh, tảng tròn cạnh, dăm cuội, cát) và đất mịn loại hạt sét. Cũng giống như những trận lũ bất kỳ nào, lũ bùn đá xảy ra đột ngột và nhanh chóng, có tốc độ chảy lớn và tương đối lớn trong mấy tiếng đồng hồ (3 – 5 giờ trở lại), kèm theo những đợt sóng do dòng bị tắc nghẽn, nhưng sau đó lại được khai thông dưới sức ép của khối vật chất mang theo mỗi lúc một nhiều. Trong những trường hợp như vật, đôi khi thời gian kéo dài lũ bùn đá tăng đến 8 – 12 giờ. Lũ bùn đá không phải là một nét đặc trưng gì đó của chế độ dòng chảy, mà xảy ra bất ngờ, khi có sự qui tụ các điều kiện nhất định tạo nên chúng. Cho nên, nếu nói về thời gian hình thành của chúng, thì chỉ có thể nhắc đến một gia đoạn có khả năng xảy ra nhất. Lượng chứa vật liệu rắn trong lòng dòng lũ bùn đá có thể thay đổi trong phạm vi rộng từ 10 – 15 đến 40 – 60%.

Vì vậy, khác với trận lũ bình thường của sông miền núi, lũ bùn đá là một loại lũ có chứa nhiều và rất nhiều vật liệu rắn. Tất nhiên, khi dòng chảy chứa đầy vật liệu rắn, thì có sự chuyển từ lượng sang chất. Động năng của dòng chảy như vật tăng theo tỉ lệ thuận với tích số giữa khối lượng vật chất dịch chuyển và một nửa bình phương tốc độ chảy và nó trở nên có thể sản ra một công rất lớn về mặt địa chất. Sự khác biệt về chất đáng kể như vật của các trận lũ bùn đá cho phép ta xem chúng như là một loại hiện tượng địa chất.

Phần lớn các nhà nghiên cứu đề cho rằng các dòng lũ bùn đá có một độ lớn hơn 1,12 – 1,20l/m^3, đạt đến 1,50 – 1,90l/m^3. Tùy theo thành phần vật liệu rắn chiếm ưu thế mà các lũ bùn đá có thể gồm đá với nước, bùn với đá và bùn. Việc tách riêng loại sau cùng (bùn) ra thường là qui ước để thấy rằng lượng chứa vật liệu hòn mảnh thô không đáng kể và khối lượng vật chất chủ yếu chứa đầy lòng chảy gồm có vật liệu hạt nhỏ và sét. Như các số liệu thống kê cho thấy, trong tự nhiên chủ yếu có hai loại lũ bùn và đá đầu.

Nói chung, những lũ bùn đá - nước có thành phần rất không đồng nhất, gồm đá tảng tròn và sắc cạnh, dăm cuội, cát và chứa ít đất hạt minh loại sét, dễ bị cuốn mất khỏi lũ bùn đá trong quá trình nó dịch chuyển và tuyển chọn, cũng như khỏi những trầm tích do lũ bùn đá tạo nên ở các cửa sông ngòi miền núi và các dòng chảy tạm thời. Nhiều khi những trầm tích này là các vật liệu tích tụ hạt thô nhất như tảng sắc và tảng tròn cạnh, v.v… Mật độ vật trong dòng lũ bùn đá như vật, theo các dấu hiệu gián tiếp và theo tính toán thì thay đổi từ 1,15 đến 1,55l/m^3. Những dòng lũ gồm có đá và bùn cũng có thành vật chất hạt thô rất không đồng nhất, nhưng chúng lại chứa nhiều đất hạt mịn loại sét hơn. Những dòng lũ gồm đá và bùn chẳng những cố một độ cao hơn loại lũ gồm có đá và nước từ 1,20 – 1,30 đến 1,70 – 1,90l/m^3) mà còn có độ nhớt nhất định. Trầm tích của những dòng lũ gồm đá và bùn tạo thành loại đất dính, giống như những dòng chảy "đông đặc", những gờ, những lưỡi tựa như sông băng.

Các lũ bùn đá hoặc các dòng lũ bùn đá tạo nên một kiểu trầm tích lục địa nhất định gọi là lũ tích. Chúng thường hợp thành những nón vật phóng, những vật gấu và lớp phủ lũ tích ở các cửa sông miền núi, cửa suối và các dòng chảy tạm thời, ở các đồng bằng trước núi và các hố trũng giữa núi.

2. Điều kiện hình thành lũ bùn đá

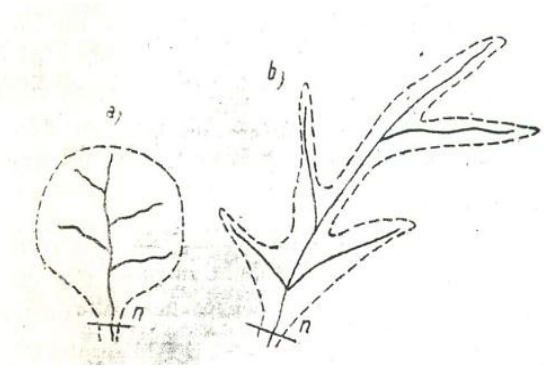
Cũng giống như bất kì một loại lũ nào, lũ bùn đá trước hết có liên quan với dòng nước chảy mạnh mẽ trên mặt (nước mưa và nước băng tuyết tan). Nước gây tác dụng rửa xói, rửa troi và mang chuyển vật liệu mềm rời tích tụ trong lưu vực của sông miền núi, của dòng chảy tạm thời, hoặc của một bộ phận nào đáo của chúng. Các số liệ thống kê cho thấy: trong tuyệt đại đa số các trường hợp, hiện tượng lũ bùn đá có liên quan với mưa rào mãnh liệt, ít trường hợp chúng hình thành khi băng tuyết tan dữ dội trên các núi. Đã từng biết những ví dụ nguồn cấp hỗn hợp của các lũ bùn đá gồm nước mưa và nước băng tuyết tan. Cuối cùng, các lũ bùn đá cũng xuất hiện khi thủng các hồ băng và các hồ không phải là băng, các bồn nước nhân tạo.

Như đã biết, sự cân bằng nước của các sông là:

$Q = x – (z + u)$.

Bởi vì hiện tượng lũ bùn đá xảy ra nhanh chóng và phát triển ở miền núi tức là những miền bị chia cắt mạnh; tại đây, trong phạm vị các lưu vự, lượng bốc hơi z và lượng thấm mất u rất ít so với lượng nước mưa và nước băng tuyết tan chảy đến x. Vì vật, lưu lượng của lũ Q phải lệ thuộc vào lượng nước mưa và nước băng tuyết tan chảy vào lưu vực, tốc độ và khả năng tuôn đông thời của chúng đến dòng chảy chính khởi sinh ra lũ bùn đá.

Tốc độ và khả năng tuôn đông thời của các loại nước đến dòng chảy chính thị do kích thước và hình dạng của lưu vực, độ dốc bề mặt địa hình quyết định. Trên hình 1,a ta thấy: ở điều kiện bồn có hình dạng đối xứn thì nước trên mặt đất chảy đến thuyến n cùng một lúc, làm cho mực nước dâng cao và lưu lượng tăng đột ngột. Khi các điều kiện khác đều như nhau, thì giá trị lưu lượng sẽ phụ thuộc và kích thước của bồn và cường độ của mưa. Trong điều kiện bồn không đối xứng thì dòng chảy trên mặt sẽ được điều chỉnh, ở các tuyến n lũ sẽ tăng dần, có thể kéo dài thời gian hơn, nhưng về giá trị (nếu các điều kiện khác đều như nhau) thì bé hơn so với trong bồn đối xứng.



Hình 1. Các dạng bồn lũ bùn đá

a – đối xứng; b – không đối xứng

Điều kiện khí hậu nhất là điều kiện vi khí hậu của nguồn nước cung cấp cho các sông miền núi, quyết định cường độ dòng chảy, tức là điều kiện thủy văn của dòng chảy mặt. Cho nên, các điều kiện đó là yếu tố hàng đầu và quan trọng nhất để hình thành lũ bùn đá. Điều này được xác nhận ở chỗ: các trường hợp xảy ra lũ bùn đá đều khá trùng hợp với các điều kiện khí tượng.

Lũ bùn đá có động năng phá hoại to lớn là do tác dụng các trọng lực. Trọng lực làm cho các khối khổng lồ nước với đá và bùn với đá dich chuyển với tốc độ lớn. Tác dụng của trọng lực đặc trưng cho thế năng địa hình và tỉ lệ thuận với độ cao chênh lệch của lưu vực so với góc xói mòn và với giá trị độ dốc địa hình. Vì vậy, những điều kiện địa mạo là yếu tố thứ hai, nhất thiết phải có để hình thành các lũ bùn đá.

Nhiều cuộc quan trắc chứng tở: có thể chia thung lũng của các sông có nguy cơ lũ bùn đá nhất ra làm 3 phần:

1. Phần trên (thượng nguồn của sông), ở đây thung lũng đượ mở rộng và có hình dạng cái phễu với sường hai bên dố, từ 30 – 40 đến 50 – 60^o), có chỗ dốc treo ngược bị lấp phủ bởi sản phẩm đá lở, vụn đá, có dấu vết của sụt lở, và các dạng chuyển dịch trượt. Sườn thường bị chia

cắt bởi các hố xói sâu, các mương xói và các rãng xói, theo đó nước mưa và nước băng tuyết tan từ các phía chảy về, tạo thành dòng chảy chính. Đó là phần chính của lưu vực sông, dòng lũ bùn đá hình thành chủ yếu ở đây. Diện tích phần này của lưu vực có thể khác nhau – từ mấy kilomet vuông đến hàng chục kilomet vuông. Ở đây độ dốc của lòng đứng dòng chảy chính đạt đến 30 – 50^o.

2. Phần giữa (chuyển tiếp) của thung lũng là hẻm vực, khe hẻm hoặc là phần hẹp của thung lũng có sườn hai bên dốc và cao. Độ dốc của lòng sông vẫn lớn: đến 25 – 30^o. Ở đây cả đến mùa cạn sông cũng chiếm hết toàn bộ đáy thung lũng, chảy thành một dòng hoặc thành nhiều dòng giữa những đống đá tảng, đá lăn và vật liệt hòn mảnh bé hơn. Về mùa lũ, dòng chảy tại đây đôi khi cũng chứa đầy vật liệu hòn mảnh do rửa xói lòng sông, các sườn thung lũng và các tích tụ ở chân sườn dốc.

3. Phần dưới (gần cửa) của thung lũng, dần dần chuyển thành đồng bằng trước núi hoặc trũng giữa núi. Phần này của thung lũng chủ yếu là miền chuyển đến và tích tụ vật liệu lũ tích. Tại đây độ dốc mặt cắt dọc của thung lũng thoải hẳn và động năng của dòng chảy cũng yếu đi.

Những điều kiên quan trọng nhất quyêt định sự hình thành của lũ bùn đá như sau:

1. Các điều kiện khí hậu và vi khí hậu của một vùng; liên quan với chúng là mưa phân phối không đều, hình thành mưa rào, tích lũy tuyết và băng cùng sự tan chảy dữ dội vào những thời kỳ nhất định trong mùa hè

2. Các điều kiện địa mạo – quyết định kích thước và hình dạng, vị trí độ cao của các lưu vực, độ dốc của bề mặt địa hình, cùng cấu trúc của các thung lũng sông miền núi và của các dòng nước tạm thời.

3. Các điều kiện địa chất – quyết định sự tích tụ vật liệu mềm rời trong các lưu vực hoặc tại một bộ phân nào đó của lưu vực; sự phát triển của các quá trình địa chất khác nhau (phong hóa, trọng lực, v.v…) tham gia vào việc hình thành nên vật liệu đó, cũng như các chuyển động kiến tạo trẻ và hiện đại.

4. Hoạt động của con người – làm mất cân bằng tự nhiên trong các lưu vực.

Nguyên nhân, động lực của các quá trình lũ bùn đá là dòng chảy trên mặt mạnh mẽ, do một số yếu tố gây nên như mưa rào, băng tuyết tan ồ ạt trên núi và đôi khi cả nước tuôn từ các bể chứa tự nhiên và nhân tạo bị vỡ.

3. Giải pháp phòng trừ lũ bùn đá

Các biện pháp phòng chống hiện tượng lũ bùn đá cần được xem xét lựa chọn theo từng trường hợp cụ thể, tùy theo kích thước, hình dạng và vị trí độ cao của bồn tập trung nước (lưu vực), các điều kiện cung cấp nước cho lũ bùn đá, sự phân bố các đoạn và các trung tâm tích đọng vật liệu rắn và các điều kiện khác hình thành dòng lũ bùn đá, xét đến quy mô có thể có của hiện tượng. Tổ hợp các biện pháp phòng chống lũ bùn đá gồm có:

1) Tổ chức đơn vị quan trắc chế độ trong phạm vi bồn tập trung nước và cùng có nguy cơ lũ bùn đá đe dọa;

2) Thiết lập những đới bảo vê;

3) Thực hiện công tác trồng cây để cải tạo đất;

4) Thực hiện công tác diều tiết dòng chảy nước mặt trên sườn dốc của bồn tập trung nước;

5) Xây dựng ác công trình điều chỉnh và thu gớp trong lòng các dòng chảy;

6) Xây dựng các mương kênh, các công tình tháo tiêu một cách có tổ chức các dòng lũ bùn đá;

7) Xây dụng các công tình bảo về và ngăn tránh;

8) Thực hiện công tác tuyên truyền, nâng cao hiểu biết và năng lực phòng ngừa lũ bùn đá.

Qua các danh mục vừa nêu, ta thấy rằng phòng chống các hiện tượng lũ bùn đá là công việc phức tạp, phải được tiến hành có hệ thống và chủ yếu là kịp thời, nghĩa là phải được thực hiện trước khi xảy ra tai biến dòng lũ bùn đá.

Côn tác quan trắc cảnh báo sớm lũ bùn đá cần phải tiến hành những quan trắc sau đây: khí tượng (nhiệt độ không khí, số lượng và sự phân bố của mưa, sự tích đọng các khối tuyết v.v…) thủy văn (lưu lượng và tốc độ của các dòng nước chảy, chế độ mực nước của chúng, cũng như chế độ của các hồ băng và các bồn chứa nước nhân tạo, chế độ của sông băng v.v…) địa chất (sự tích tụ vật liệu mềm rời ở những vùng có thể vị rửa trôi và rửa xói, sự hình thành các chỗ đất lở, đá đổ, trượt và các hiện tượng khác tạo nên những đống vật liệu mềm rời, làm thành những bờ chắn, bờ ngăn có tác dụng thúc đẩy các dòng lũ bùn đá nuy hiêm phát sinh). Quan trắc cần phải làm cơ sở cho việc dự báo ngắn ngày và dài ngày khả năng hình thành các dòng lũ bùn và khả năng ngăn chặn tai biến.

Trong pham vị các bồn tập trung nước cần thiết lập các đơi bảo vệ. Trong những đới này hạn chế hoặc cấm hẳn những hoạt động kinh tế và xây dựng nào làm suy giảm rừng cây, thảm cỏ, làm tơi xốp bề mặt đất đá, tạo nên những bãi đát thải và những đống vật liệu xốp rời, dễ bị rửa xói, v.v…

Trồng cây để cải tạo đất là dạng công tác quan trọng nhất trong loại các biện pháp phòng chống lũ bùn đá, có tác dụng tạo nên vị khí hậu nhất định trong phạm vi bồn tập trung nước, điều tiết dòng nước chảy trên bề mặt, củng cố và bảo vệ vật liệu mềm rời khỏi bị rửa trôi và rửa xói và còn có tác dụng đối với các nhân tố khác gây ra các dòng lũ bùn đá. Ở từng đoạn riêng biệt có thể kết hợp đào các rãng trên đỉnh và sườn núi, các rãnh tiêu nước, làm các bờ ngăn (bờ chắn dọc theo sườn dốc) và đánh bậc, san phẳng hoặc giảm độ dốc sườn.

Để điều tiết dòng chảy trên mặt trong các lòng sông, người ta xây các đập chắn, bờ chắn, công trình thu hút phù sa, các đê chắn phù sa, với các công trình và thiết bị lọc xuyên thấu, để phòng chống lũ bùn đá. Để chủ động tháo tiêu lũ bùn đá vòng tránh các công trình, khu dân cư đào các mương kênh – các đường xả lũ bùn đá, làm các đập nắn dòng, các máng hứng và các công trình khác. Xây các công trình bảo vệ, ngăn dữ dưới hình thức đê đập, để bảo vệ trực tiếp các thành phố, các công trình và các miền đất đai.

Tài liệu đọc thêm

1. Cruden DM, Varnes DJ (1996) Landslide types and processes. In: Turner A.K.; Shuster R.L. (eds.) Landslides: Investigation and Mitigation. Transportation Research Board, Special Report 247, pp 36–75.
2. Lomtadze V.Đ. Địa chất động lực công trình (bản dịch). *Nhà xuất bản Đại học và Trung học chuyên nghiệp*. Hà Nội 1982
3. Price D. G. (2009). Engineering Geology: Principles and Practice. *Springer*-Verlag Berlin Heidelberg. 450 pp.
4. Takahashi T. (2007). Debris flows: Mechanics, Prediction and Countermeasures. Taylor & Francis.
5. Varnes DJ (1978). Slope movement types and processes. In: Schuster R. L. & Krizek R. J. Ed., Landslides, analysis and control. Transportation Research Board Special Report No. 176, *National Academy of Sciences*, pp. 11–33.