

ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ GIS ĐỂ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ NHẠY CẢM TRƯỢT LỞ ĐẤT CÁC TỈNH BIÊN GIỚI TÂY BẮC VIỆT NAM

NGUYỄN TỨ DÀN, TRẦN ANH TUẤN, SARO LEE

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, cùng với những bất thường về thời tiết là hiện tượng chặt phá rừng bừa bãi làm cho những tai biến địa chất như trượt lở đất, lũ quét ngày một gia tăng, đặc biệt là các tỉnh biên giới Tây Bắc Việt Nam. Để tìm hiểu bản chất hiện tượng trượt lở đất, một loạt phương pháp nghiên cứu mới ra đời, trong đó có công nghệ viễn thám và hệ thống tin địa lý đã cho các kết quả khả quan. Các công trình nghiên cứu mới đây của Nguyễn Tứ Dàn và nkk [1-3], Trần Văn Thắng [7], Đào Văn Thịnh [8] và Saro Lee [6] đã đặt vấn đề xác định các điểm trượt lở đất bằng ảnh máy bay, ảnh vệ tinh và tiếp đó là áp dụng phương pháp xác suất thống kê, tính toán trên GIS đã cho các kết quả có sức thuyết phục. Tuy nhiên, hạn chế của phương pháp xác suất thống kê là kết quả tính toán phụ thuộc chủ yếu vào bản đồ các điểm trượt lở đất, bản đồ này lại được xây dựng do khảo sát thực địa là chính. ở các tỉnh biên giới Tây Bắc, nhiều nơi do đi lại khó khăn, thiếu tài liệu khảo sát và thông tin về trượt đất, bản đồ các điểm trượt làm cơ sở tính toán xác suất xuất hiện có thể chưa thật chính xác.

Để khắc phục những thiếu sót vừa nêu, dựa trên quan điểm tiếp cận hệ thống, các tác giả đã đi sâu phân tích các nguyên nhân chủ yếu có quan hệ với trượt lở đất để xây dựng bộ chỉ tiêu đánh giá. Tiếp đó, xác định các mối quan hệ giữa trượt lở đất với các yếu tố thành phần tại một vùng cụ thể là các tỉnh biên giới Tây Bắc. Bản đồ đánh giá tổng hợp nhạy cảm trượt lở đất các tỉnh biên giới Tây Bắc được thành lập từ những chỉ số cụ thể được tính toán dựa trên sự kết hợp giữa xác suất xuất hiện trượt lở trên thực tế và điểm số lý thuyết theo chỉ tiêu đánh giá.

II. TRƯỢT LỞ ĐẤT TẠI CÁC TỈNH BIÊN GIỚI TÂY BẮC VÀ NGUYÊN NHÂN

Các tỉnh biên giới Tây Bắc bao gồm : Lai Châu, Điện Biên, Sơn La với tổng diện tích khoảng 32.815 km², dân số thống kê năm 2002 khoảng 1.606.603 người, được giới hạn bởi tọa độ địa lý : 20° 33' 8" - 22° 49' 36" độ vĩ Bắc; 102° 10' 50" - 105° 1' 33" độ kinh Đông.

Những nhân tố chính ảnh hưởng đến trượt lở đất khu vực nghiên cứu có thể kể đến là :

1. *Địa hình* : đây là vùng núi cao, phát triển trên một miền hoạt động Tân kiến tạo nâng lên mạnh, tạo nên các dạng địa hình đặc trưng : đường phân thủy thể hiện rõ, các đỉnh nhọn và sắc, các sườn rất dốc, nhiều vách đứng, chia cắt sâu, các quá trình trượt, đổ lở xảy ra mạnh mẽ.

2. *Thủy văn* : mạng lưới sông suối dày, hướng sông chính thường trùng với các đứt gãy chính. Đại bộ phận lòng sông cao hơn mặt nước biển 100-200 đến 500-600m, do đó sông đang đào lòng mạnh, trác diện hẹp, bồi tụ ít và lăm thác ghềnh.

3. *Hoạt động Tân kiến tạo và động đất* : cùng với sự nâng cao, hoạt động đứt gãy hoạt động trở lại, trong đó đứt gãy Lai Châu - Điện Biên có biểu hiện hoạt động mạnh. Các đứt gãy trong nội bộ vùng Tây Bắc đã phân chia địa hình ra thành các khối khác nhau và tạo nên các đới cà nát làm tiền đề cho các quá trình ngoại sinh phát triển mạnh.

Về động đất, toàn bộ vùng Tây Bắc có thể năng tính địa chấn tương đối cao, cấp động đất ở mức trung bình và cao. Đới Tuần Giáo - Sơn La là một trong các đới động đất mạnh ở Việt Nam. Các ghi chép lịch sử đã xác nhận có nhiều trận động đất xuất hiện dọc đới này.

4. *Vỏ phong hoá* : vùng nghiên cứu có kiểu vỏ phong hóa ferrosialit (FeSiAl) rất phổ biến và chiếm phần lớn về diện tích, phát triển trên hầu hết các loại đá, và các dạng địa hình khác nhau. Chiều dày của kiểu vỏ phong hóa này từ 3 đến 40m, có chứa tổ hợp các khoáng vật như : kaolinit - hydromica - goethit, kaolinit - goethit - monmorilonit, kaolinit - goethit - hydromica. Đây là điều kiện rất thuận lợi cho quá trình trượt lở đất xảy ra.

5. *Lớp phủ thực vật* : hiện nay, diện tích rừng nguyên sinh trong vùng còn rất ít, phần lớn là rừng thứ sinh hoặc tái sinh ; đang ở trạng thái phục hồi, trữ lượng nghèo, tuy diện tích tương đối lớn.

III. XÁC ĐỊNH MỨC ĐỘ NHẠY CẢM TRƯỢT LỞ ĐẤT BẰNG CÔNG NGHỆ GIS

1. Lựa chọn tài liệu

Qua phân tích các điều kiện tự nhiên khu vực biên giới Tây Bắc có liên quan đến quá trình trượt lở, các tác giả đã lựa chọn một số chỉ tiêu chính cho quá trình đánh giá. Các chỉ tiêu này được xây dựng từ những tài liệu đã công bố, một số chỉ tiêu được thành lập mới (*bảng 1*).

Bên cạnh việc xây dựng bộ chỉ tiêu đánh giá, bằng phương pháp xử lý ảnh vệ tinh kết hợp với

điều tra thực địa, chúng tôi đã thành lập bản đồ phân bố các điểm trượt cho vùng nghiên cứu. Cùng với các tài liệu trên, đây là dữ liệu đầu vào cho quá trình đánh giá.

2. Xây dựng mô hình toán tổng quát và các bước đánh giá

a) Mô hình toán tổng quát

Kỹ thuật phân tích đa chỉ tiêu đòi hỏi kết quả đánh giá tổng hợp cho mỗi đối tượng phải là một chỉ số định lượng duy nhất, được tổng hợp theo những phương thức khác nhau từ các chỉ tiêu đơn lẻ, sau đó các chỉ số này sẽ được mã hóa lại dưới dạng bản đồ. Mô hình toán tổng quát được thể hiện như sau :

$$S = \sum_{i=1}^n (W_i * X_i) * \prod_{j=1}^m C_j$$

trong đó : S - chỉ số đánh giá tổng hợp, W_i - trọng số gán cho chỉ tiêu i, X_i - chỉ số đánh giá của chỉ tiêu i, C_j - giá trị (0 hoặc 1) của các mức chế ngự.

Các mức độ chế ngự được thể hiện theo thuộc tính Boolean (1 : true, 0 : false). Ví dụ : mức độ chế ngự của chỉ tiêu độ dốc đối với trượt lở đất được thể hiện như sau : 0 : với độ dốc < 50, 1 : với độ dốc > 50.

Bảng 1. Các chỉ tiêu lựa chọn cho quá trình đánh giá

Nhóm	Chỉ tiêu lựa chọn	Dữ liệu gốc	Tỷ lệ
	Thành phần và tính chất đất đá	Bản đồ địa chất	
	Mật độ đứt gãy		
Các yếu tố địa chất	Khoảng cách đến đới đứt gãy hoạt động	Bản đồ các đới đứt gãy hoạt động	1:500.000
	Nước dưới đất	Bản đồ địa chất thủy văn	
	Chấn động do động đất	Bản đồ phân vùng động đất	
	Quá trình phong hoá	Bản đồ vỏ phong hoá	
Các yếu tố địa hình	Độ dốc	Bản đồ địa hình	1:250.000
	Mật độ chia cắt ngang	ảnh vệ tinh	
	Mật độ chia cắt sâu		
Yếu tố khí hậu	Lượng mưa	Bản đồ lượng mưa trung bình năm	
Yếu tố bề mặt	Loại lớp phủ thực vật	Bản đồ rừng năm 2000	1:100.000

b) Các bước thực hiện đánh giá

- ① Đánh giá thành phần và chuẩn hóa dữ liệu
 - ◆ Đánh giá thành phần

Việc đánh giá thành phần được thực hiện bằng cách chia các hợp phần trong mỗi chỉ tiêu thành năm cấp nhạy cảm đối với quá trình trượt đất, đó là : rất

yếu, yếu, trung bình, mạnh và rất mạnh. Đây là thang chia chuẩn cho tất cả các chỉ tiêu được lựa chọn. Trong trường hợp đối với một số chỉ tiêu mà vùng nghiên cứu không có mặt một số hợp phần trong bảng phân loại của chúng thì sử dụng các hợp phần đó có mặt ở vùng rộng lớn hơn như toàn quốc để hạn chế tính cục bộ trong nghiên cứu. Tổng hợp đánh giá thành phần được trình bày trong *bảng 2*.

Bảng 2. Tổng hợp đánh giá thành phần các chỉ tiêu lựa chọn

Mức nhạy cảm	Độ dốc (°)	Mật độ chia cắt ngang (km/km ²)	Mật độ chia cắt sâu (m)	Mật độ đứt gãy (km/km ²)	Khoảng cách đến đới đứt gãy hoạt động (km)	Thành phần và tính chất đất đá	Vỏ phong hoá	Nước dưới đất (q : l/sm, Q : l/s)	Chấn động do động đất (M _{smax} , I _{0max})	Lượng mưa trung bình năm (mm)	Lớp phủ thực vật
Rất yếu (1)	< 5	< 0,12	< 550	< 0,05	> 5	Đá vôi, phun trào mafic, phun trào acid - trung tính, xâm nhập mafic - siêu mafic	Đới Saprolit	Hầu như không có khả năng khai thác nước dưới đất	Vùng phát sinh động đất cấp 6 lan truyền từ vùng phát sinh với I ₀ cao hơn	< 1600	Rừng giàu, rừng tre nứa, rừng hỗn giao, núi đá
Yếu (2)	5 - 15	0,12-0,28	550-750	0,05-0,2	3 - 5	Xâm nhập acid trung tính, biến chất	Vỏ phong hoá ferit	Nghèo nước, có thể lấy được ít nước trong vỏ phong hoá hoặc đới pha	Vùng phát sinh động đất (M _{smax} = 5,1 - 5,5, I _{0max} = 7), cấp 7 lan truyền từ vùng phát sinh với I ₀ cao hơn	1600-2000	Rừng trung bình, rừng non có trữ lượng
Trung bình (3)	15 - 25	0,28-0,40	750-900	0,2 - 0,4	1 - 3	Trầm tích vụn kết, xen lẫn đá vôi và đá phun trào	Vỏ phong hoá sialferit, alferit	Nghèo nước q < 0,2 l/sm, 0,1 < Q < 0,5 l/s	Vùng phát sinh động đất (M _{smax} = 5,6 - 6,0, I _{0max} = 7)	2000-2400	Rừng nghèo, rừng non chưa có trữ lượng, rừng trồng
Mạnh (4)	25 - 40	0,40-0,60	900-1.200	0,4 - 0,6	0 - 1	Trầm tích vụn kết	Vỏ phong hoá sialit	Tương đối giàu nước 0,2 < q < 0,5 l/sm, 0,5 < Q < 1,0 l/s	Vùng phát sinh động đất (M _{smax} = 6,1-6,5, I _{0max} = 8), cấp 8 lan truyền từ vùng phát sinh với I ₀ cao hơn	2400-2800	Đất trồng cây công nghiệp, đất trồng cây ăn quả, đất thổ cư, lúa màu
Rất mạnh (5)	> 40	> 0,60	> 1.200	> 0,6	0 (trong đới đứt gãy hoạt động)	Trầm tích vụn rời nhiều nguồn gốc	Vỏ phong hoá ferosialit	Giàu nước 0,2 < q < 0,5 l/sm, 1,0 < Q < 4 l/s	Vùng phát sinh động đất (M _{smax} = 6,6 - 7,0, I _{0max} = 8-9)	2800-3200	Nương rẫy, đất trồng có cỏ, cây bụi, cây gỗ rải rác

◆ Chuẩn hoá các chỉ tiêu

Sau quá trình đánh giá thành phần các chỉ tiêu được phân ra tương ứng với các mức nhạy cảm đã định. Trong bảng tổng hợp trên cho thấy các chỉ tiêu đều có đơn vị đo khác nhau, và một số chỉ tiêu còn mang tính chất định tính, do vậy chúng cần được đưa về một giá trị đo duy nhất để có thể so sánh được với nhau. Để thực hiện điều này, phương pháp thống kê sẽ được sử dụng để tính mật độ các điểm trượt lở trên diện tích từng mức nhạy cảm của từng chỉ tiêu. Mật độ này sẽ được chuẩn hóa và biểu diễn bằng phần trăm diễn đạt ý nghĩa mức độ quan trọng của mỗi thông số hoặc nhân tố trong mô hình và đây được coi là điểm đánh giá theo thực tế. Công thức xác định như sau :

$$X_{ij_tt} = \frac{A_{ij}}{S_j * \sum_{j=1}^n \frac{A_{ij}}{S_j}} * 100$$

trong đó : X_{ij_tt} - điểm chuẩn hóa theo thực tế của mức nhạy cảm j thuộc chỉ tiêu i (%), A_{ij} - số điểm trượt đất xuất hiện trong mức nhạy cảm j của chỉ tiêu i, S_j - diện tích của mức nhạy cảm j thuộc chỉ tiêu i.

Trong công thức trên, trường hợp nếu mức nhạy cảm j của chỉ tiêu i nào đó không thấy xuất hiện trượt đất tức $A_{ij}=0$, lúc đó sẽ thay thế giá trị mật độ (điểm chuẩn hoá theo thực tế) của mức nhạy cảm này bằng giá trị nhỏ nhất trong tập hợp các giá trị mật độ đã tính, tức lấy $\min(X_{ij_tt})$.

Trong thực tế, do nhiều nguyên nhân khác nhau, mật độ hay xác suất xuất hiện trên từng mức nhạy cảm của mỗi chỉ tiêu có thể không biến thiên tuyến tính theo sự tăng của các mức nhạy cảm. ảnh hưởng lớn nhất đến chỉ số này là các điểm trượt đất ở quá khứ chưa được điều tra chi tiết, đặc biệt với những vùng núi cao, việc đi lại khó khăn và chi phí tốn kém. Do vậy, trong nghiên cứu này chúng tôi kết hợp cả xác suất xuất hiện thực tế với điểm dựa trên lý thuyết và kinh nghiệm chuyên gia. Việc cho điểm số theo lý thuyết và kinh nghiệm chuyên gia đối với từng lớp trên từng chỉ tiêu được thực hiện theo *bảng 3*.

Điểm chuẩn hóa cuối cùng từng mức nhạy cảm của các chỉ tiêu được tính dựa trên sự kết hợp giữa xác suất xuất hiện trượt đất trên thực tế và điểm số lý thuyết theo công thức :

Bảng 3. Điểm chuẩn hóa theo lý thuyết

Mức nhạy cảm	Điểm gốc	Điểm chuẩn hóa (X_{ij_tt}) theo %
Trượt rất yếu	1	4
Trượt yếu	3	12
Trượt trung bình	5	20
Trượt mạnh	7	28
Trượt rất mạnh	9	36
Tổng	25	100

$$X_{ij} = \frac{X_{ij_tt} + X_{ij_lt}}{2}$$

trong đó : X_{ij} - điểm số chuẩn hóa của mức nhạy cảm j thuộc chỉ tiêu i, X_{ij_lt} - điểm số chuẩn hóa theo lý thuyết của mức nhạy cảm j thuộc chỉ tiêu i, X_{ij_tt} - điểm số chuẩn hóa theo thực tế của mức nhạy cảm j thuộc chỉ tiêu i.

Đây là cơ sở để xác định các chỉ số đánh giá thành phần của từng chỉ tiêu. Cụ thể cho từng chỉ tiêu được xác định ở *bảng 4*.

② Xác định trọng số và các mức chế ngự

◆ Xác định trọng số

Trọng số của mỗi chỉ tiêu được xác định dựa vào cơ sở lý thuyết về những nguyên nhân chủ yếu gây trượt đất, nhiều công trình nghiên cứu khác nhau và tham khảo ý kiến chuyên gia nghiên cứu trong lĩnh vực trượt lở đất. Theo phương pháp phân tích cấp bậc của Saaty - Saaty's Analytical Hierarchy Process (AHP), qua quá trình đánh giá, ma trận xác định trọng số được chỉ ra trong *bảng 5, 6*.

Sau khi ma trận so sánh được thiết lập, việc tính toán trọng số được thực hiện khi chia từng giá trị trong mỗi cột của ma trận cho tổng số giá trị trong cột đó, điều này sẽ cho ta một ma trận mới với các giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Giá trị trung bình trên mỗi dòng của ma trận này tương ứng với trọng số của chỉ tiêu nằm trên dòng đó.

◆ Xác định các mức chế ngự

Xác định mức chế ngự (domination) là việc phân chia chỉ tiêu phân tích theo giá trị kiểu Boolean (0 và 1) dựa vào cơ sở khoa học của quá trình trượt lở đất. Mức chế ngự nhận giá trị bằng 0 có nghĩa là ở đó quá trình trượt đất không xảy ra, ngược lại nếu mức chế ngự nhận giá trị bằng 1 thì ở đó chỉ số đánh giá tổng hợp giữ nguyên giá trị.

Bảng 4. Quan hệ giữa các chỉ tiêu với mật độ số điểm trượt và điểm chuẩn hóa

Các yếu tố chỉ tiêu	Cấp độ của các yếu tố	Số điểm trượt đã xảy ra trên từng cấp	Mật độ các cấp theo %	Điểm chuẩn hoá (%)
Độ dốc	Nhỏ hơn 5°	44	8,14	6,07
	Từ 5 đến 15°	189	23,37	17,68
	Từ 15 đến 25°	160	21,15	20,58
	Từ 25 đến 45°	30	21,52	24,76
	Trên 45°	2	25,82	3,91
Mật độ chia cắt ngang	Nhỏ hơn 0,12 km/km ²	11	9,21	6,61
	0,12 đến 0,28 km/km ²	75	20,26	16,13
	0,28 đến 0,40 km/km ²	119	20,56	20,28
	0,40 đến 0,60 km/km ²	173	21,98	24,99
	Trên 0,60 km/km ²	47	21,99	30,99
Mức độ chia cắt sâu	Nhỏ hơn 550 m	40	4	9,57
	Từ 550 đến 750 m	115	12	15,32
	Từ 750 đến 900 m	98	20	20,04
	Từ 900 đến 1200m	101	28	27,35
	Lớn hơn 1200	71	36	27,71
Mức độ đứt gãy	Nhỏ hơn 0,05 km/km ²	45	5,7033	4,85
	Từ 0,05 đến 0,2 km/km ²	134	12,5352	12,27
	Từ 0,2 đến 0,4 km/km ²	208	24,8479	22,42
	Từ 0,4 đến 0,6 km/km ²	34	28,6252	28,31
	Lớn hơn 0,6 km/km ²	4	28,2884	32,14
Khoảng cách đến đứt gãy	Lớn hơn 5 km	66	7,2475	5,62
	Từ 3 đến 5 km	60	19,9101	15,96
	Từ 1 đến 3 km	70	20,3921	20,20
	Từ 0 đến 1km	39	21,7583	24,88
	Trùng với đứt gãy	190	30,6920	33,35
Thành phần đất đá	Nhóm 1*	71	17,5871	10,79
	Nhóm 2	98	18,5079	15,25
	Nhóm 3	164	14,6865	17,34
	Nhóm 4	89	14,1441	21,07
	Nhóm 5	3	35,0745	35,54
Nước dưới đất	Nhóm 1	37	15,1291	9,56
	Nhóm 2	288	22,7945	17,40
	Nhóm 3	30	23,3462	21,67
	Nhóm 4	23	17,8684	22,93
	Nhóm 5	47	20,8618	28,43
Vỏ phong hoá	Nhóm 1	35	16,5315	10,27
	Nhóm 2	-	12,3073	12,15
	Nhóm 3	25	12,3073	16,15
	Nhóm 4	20	23,5519	25,78
	Nhóm 5	345	35,3020	35,65
Chấn động do động đất	Nhóm 1	-	16,6151	10,31
	Nhóm 2	102	22,3132	17,16
	Nhóm 3	-	16,6151	18,31
	Nhóm 4	103	16,6151	22,31
	Nhóm 5	220	27,8416	31,92
Lượng mưa trung bình năm	< 1600 mm	-	17,9591	10,98
	1600-2000 mm	97	20,4451	16,22
	2000-2400 mm	264	24,9925	22,50
	2400-2800 mm	57	17,9591	22,98
	2800-3200 mm	7	18,6443	27,32
Lớp phủ thực vật	Nhóm 1	20	15,4107	9,71
	Nhóm 2	38	12,8964	12,45
	Nhóm 3	55	28,9176	24,46
	Nhóm 4	39	24,1427	26,07
	Nhóm 5	273	18,6326	27,32

* Các nhóm từ 1 đến 5 tương ứng với các mức nhạy cảm trượt lở đất trong bảng 3

Bảng 5. Ma trận so sánh các chỉ tiêu trong mô hình đánh giá

Chỉ tiêu	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L
Độ dốc (A)	1	3	5	5	7	8	8	9	9	9	9
Thành phần đất đá (B)	1/3	1	3	3	5	6	6	7	7	7	7
Lượng mưa (C)	1/5	1/3	1	1	3	4	4	5	5	5	5
Nước dưới đất (D)	1/5	1/3	1	1	3	4	4	5	5	5	5
Vỏ phong hoá (E)	1/7	1/5	1/3	1/3	1	2	2	3	3	3	3
Khoảng cách đến đứt gãy hoạt động (F)	1/8	1/6	1/4	1/4	1/2	1	1	2	2	2	2
Mật độ đứt gãy (G)	1/8	1/6	1/4	1/4	1/2	1	1	2	2	2	2
Chấn động do động đất (H)	1/9	1/7	1/5	1/5	1/3	1/2	1/2	1	1	1	1
Mật độ chia cắt ngang (I)	1/9	1/7	1/5	1/5	1/3	1/2	1/2	1	1	1	1
Mật độ chia cắt sâu (K)	1/9	1/7	1/5	1/5	1/3	1/2	1/2	1	1	1	1
Loại lớp phủ thực vật (L)	1/9	1/7	1/5	1/5	1/3	1/2	1/2	1	1	1	1

Bảng 6. Ma trận xác định trọng số của các chỉ tiêu thành phần

Chỉ tiêu	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	Trọng số
Độ dốc (A)	0,3890	0,5198	0,4298	0,4298	0,3281	0,2857	0,2857	0,2432	0,2432	0,2432	0,2432	0,3310
Thành phần đất đá (B)	0,1297	0,1733	0,2579	0,2579	0,2344	0,2143	0,2143	0,1892	0,1892	0,1892	0,1892	0,2035
Lượng mưa (C)	0,0778	0,0578	0,0860	0,0860	0,1406	0,1429	0,1429	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1159
Nước dưới đất (D)	0,0778	0,0578	0,0860	0,0860	0,1406	0,1429	0,1429	0,1351	0,1351	0,1351	0,1351	0,1159
Vỏ phong hoá (E)	0,0556	0,0347	0,0287	0,0287	0,0469	0,0714	0,0714	0,0811	0,0811	0,0811	0,0811	0,0601
Khoảng cách đến đứt gãy hoạt động (F)	0,0486	0,0289	0,0215	0,0215	0,0234	0,0357	0,0357	0,0541	0,0541	0,0541	0,0541	0,0392
Mật độ đứt gãy (G)	0,0486	0,0289	0,0215	0,0215	0,0234	0,0357	0,0357	0,0541	0,0541	0,0541	0,0541	0,0392
Chấn động do động đất (H)	0,0432	0,0248	0,0172	0,0172	0,0156	0,0179	0,0179	0,0270	0,0270	0,0270	0,0270	0,0238
Mật độ chia cắt ngang (I)	0,0432	0,0248	0,0172	0,0172	0,0156	0,0179	0,0179	0,0270	0,0270	0,0270	0,0270	0,0238
Mật độ chia cắt sâu (K)	0,0432	0,0248	0,0172	0,0172	0,0156	0,0179	0,0179	0,0270	0,0270	0,0270	0,0270	0,0238
Loại lớp phủ thực vật (L)	0,0432	0,0248	0,0172	0,0172	0,0156	0,0179	0,0179	0,0270	0,0270	0,0270	0,0270	0,0238

Theo quan điểm chung của nhiều nhà nghiên cứu, trượt đất thông thường không xảy ra hoặc rất ít khi xảy ra ở mức độ dốc dưới 5°. Do vậy, chúng tôi chọn mức chế ngự nhận giá trị bằng 0 khi độ

dốc < 5°, bằng 1 ở các trường hợp khác. Kết quả này sẽ cho một lớp thông tin mới mang hai giá trị 0 và 1. Lớp thông tin này được sử dụng như một chỉ tiêu và sẽ được nhân với các chỉ tiêu đánh giá chính. Điều này cho phép loại bỏ những vùng, về mặt lý thuyết quá trình trượt đất ít xảy ra.

③ Thực hiện mô hình

Sau quá trình đánh giá thành phần và tính điểm số, trọng số cho tất cả các chỉ tiêu, các lớp thông tin đã được mã hoá thành dạng số. Để thuận lợi cho việc tính toán chúng tôi tiến hành raster hoá tất cả các chỉ tiêu này với kích thước pixel 100 × 100m. Kết quả quá trình này cho các file dữ liệu dạng raster với kích thước toàn bộ khu vực nghiên cứu là 2.492 hàng và 2.966 cột. Với sự trợ giúp của phần mềm Arcview 3.2, các lớp thông tin được chồng ghép theo mô hình :

$$LSI = \sum_{i=1}^n (X_i * W_i) * \prod_{j=1}^m C_j$$

(i = 1, 2, ..., n, j = 1, 2, ..., m, m ≤ n)

trong đó : LSI (Landslide Susceptibility Index) - chỉ số nhạy cảm trượt lở, X_i - chỉ số đánh giá của chỉ tiêu i , W_i - trọng số gán cho chỉ tiêu i , C_j - giá trị (0 hoặc 1) của các mức chế ngự, n - số các chỉ tiêu lựa chọn cho quá trình phân tích.

④ Đánh giá tổng hợp và phân loại

Cuối cùng là đánh giá theo các mức nhạy cảm khác nhau và thể hiện bằng bản đồ. Hiện nay, trong hầu hết các phần mềm GIS đều có những chức năng phân loại tự động các bản đồ chuyên đề với thuộc tính là một chuỗi số liên tục. Ở đây tác giả sử dụng

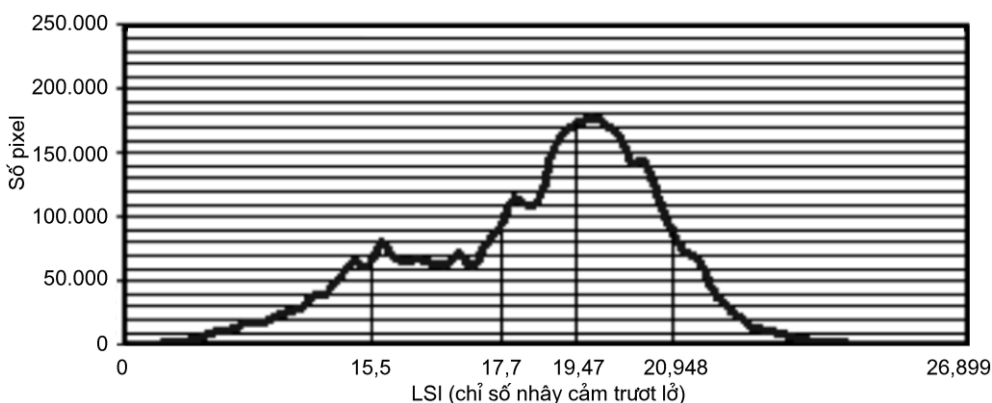
phương pháp phân loại tự động "ngắt tự nhiên" (Natural Breaks) theo chuỗi chỉ số đánh giá. Kết quả tính toán từ mô hình trên cho một file dữ liệu với giá trị LSI trong toàn bộ vùng nghiên cứu biến thiên từ 0 đến 26,899. Từ các chỉ số LSI chúng tôi phân thành 5 nhóm theo các mức nhạy cảm đã định. Biểu đồ phân phối của các giá trị LSI cho toàn bộ vùng nghiên cứu biểu hiện ở hình 1.

3. Kết quả đánh giá

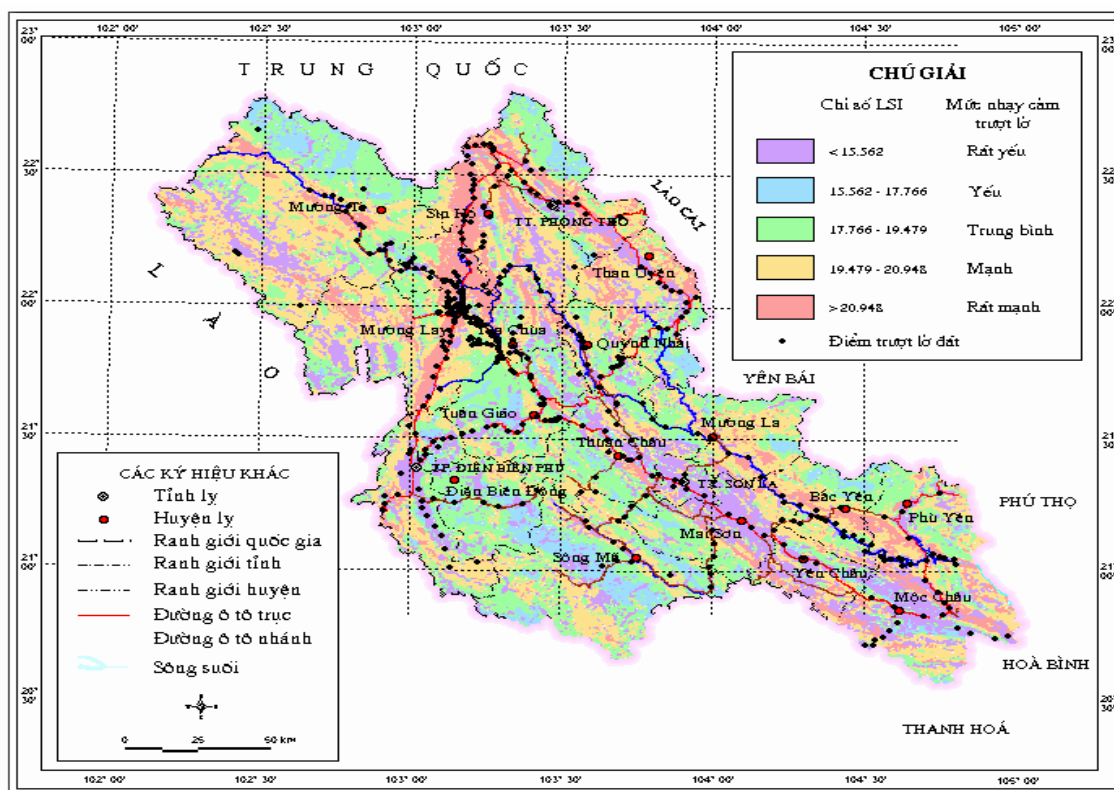
Bản đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở đất (hình 2) là kết quả của quá trình đánh giá tổng hợp dựa trên các thuộc tính của nhiều chỉ tiêu khác nhau. Các trị đánh giá tổng hợp LSI trong vùng nghiên cứu được phân thành 5 cấp nhạy cảm trượt lở với mức độ từ rất yếu đến rất mạnh.

- Vùng nhạy cảm trượt lở rất yếu (LSI < 15,562).
- Vùng nhạy cảm trượt lở yếu (LSI từ 15,562 đến 17,766).
- Vùng nhạy cảm trượt lở trung bình (LSI từ 17,766 đến 19,479).
- Vùng nhạy cảm trượt lở mạnh (LSI từ 19,479 đến 20,948).
- Vùng nhạy cảm trượt lở rất mạnh (LSI > 20,948).

Từ bản đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở đất các tỉnh biên giới Tây Bắc cho thấy : khu vực trượt lở có cấp độ mạnh đến rất mạnh tập trung ở khu vực thị xã Lai Châu cũ, huyện Mường Lay, Mường Tè và dọc các đới đứt gãy hoạt động mạnh như đới.



Hình 1. Biểu đồ phân phối giá trị LSI các tỉnh biên giới Tây Bắc Việt Nam



Hình 2. Bản đồ nhạy cảm trượt lở đất các tỉnh biên giới Tây Bắc Việt Nam

Những khu vực này phân bố đất đá dễ bị phá hủy, bị vỡ nhàu, đập vỡ mạnh, sườn núi phổ biến với độ dốc từ 25 đến 35°, là vùng thường xảy ra động đất.

Ngoài ra, những vùng có mức nhạy cảm trượt lở mạnh còn thấy rải rác một vài nơi, trong đó cần chú trọng đến một số vùng trong tỉnh Sơn La và thị xã Mường Lay thuộc tỉnh Điện Biên.

Những nơi này, mặc dù mức độ hoạt động cũng như quy mô trượt lở không lớn như các khu vực kể trên, song ở đây là nơi dân cư tập trung cao, có nhiều công trình dân dụng cũng như kinh tế - xã hội. Do vậy, khi nghiên cứu và đánh giá tai biến trượt lở cần chú trọng các biện pháp phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại đối với những khu vực này.

KẾT LUẬN

Bản đồ đánh giá độ nhạy cảm trượt lở đất các tỉnh biên giới Tây Bắc Việt Nam đã thể hiện một cách tổng quát về mức độ nhạy cảm trượt lở đất, trong đó vai trò của các đới đứt gãy hoạt động rất rõ nét. Các vùng có mức nhạy cảm trượt lở mạnh đến rất mạnh thường tập trung dọc theo các đới

đứt gãy này, đặc biệt là đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu.

Việc kết hợp phương pháp tính xác suất xuất hiện và đưa mức độ chế ngự vào chỉ số đánh giá tổng hợp đã loại bỏ hoàn toàn những khu vực thiếu số liệu để tính xác suất xuất hiện do đi lại khó khăn. Kết quả cuối cùng đã phản ánh được chính xác tính thực tế khách quan của đối tượng.

Từ kết quả nghiên cứu này cho phép đưa ra các quyết định về quy hoạch lãnh thổ, khai thác và sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên cũng như tìm biện pháp phòng chống và giảm thiểu các sự cố về môi trường, đặc biệt là trượt lở đất.

Bài báo này hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của Chương trình Nghiên cứu Cơ bản, đề tài có mã số : 7.198.06.

TÀI LIỆU DẪN

[1] NGUYỄN TỬ DẦN, NGUYỄN QUANG MỸ, 1998 : Xử lý tư liệu viễn thám để xác định lớp thông tin về cấu trúc kiến tạo trong mô hình nghiên

cứu tai biến địa chất. Tuyển tập các công trình Khoa học. Hội nghị Khoa học Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Ngành Địa lý. 78 - 84. Hà Nội.

[2] NGUYEN TU DAN, LE TRAM, 1999 : Using remote sensing data and GIS technology in modeling geological hazard in mountainous region : the study of Man Duc, Hoa Binh. Journal of Geology, series B, **13-14**, 263-266.

[3] NGUYEN TU DAN, DO HUY CUONG, TRAN ANH TUAN, 2004 : Probabilistic landslide hazard mapping using remote sensing and GIS at Northwest mountain area of Vietnam. The 3rd VAST - Hanoi University of Mining and Geology - JAPAN joint Workshop, 101- 106.

[4] TRẦN TRỌNG HUỆ, 2002 : Những kết quả nghiên cứu bước đầu về một số dạng tai biến địa chất nguy hiểm điển hình vùng Tây Bắc - Việt Nam. Trong : Động đất và một số dạng tai biến tự nhiên khác vùng Tây Bắc - Việt Nam, Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội, 146 - 154.

[5] MIA LAMMENS, WILLIAM DE GENST, 1999 : Phân tích tổ hợp dữ liệu không gian và thuộc tính. ứng dụng viễn thám và GIS trong quy hoạch môi trường, 211 - 238.

[6] SARO LEE, NGUYEN TU DAN, 2005 : Probabilistic landslide susceptibility mapping in the Lai Chau province of Vietnam : Focus on the relationship Between tectonic fractures and landslides. Environ Geol . **48**. 778 - 787. Spriger Verlag.

[7] TRẦN VĂN THẮNG, NGUYỄN TÚ DẦN, 2001 : Đặc điểm dập vỡ kiến tạo vỏ Trái Đất tỉnh Lai Châu và mối liên quan của chúng tới sự phát

sinh lũ bùn đá. Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, T. 23, **3**, 239-245. Hà Nội.

[8] ĐÀO VĂN THỊNH, 2004 : Các tai biến địa chất ở Tây Bắc Bộ, Tạp chí Địa Chất - Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, **285**, 199 - 206.

SUMMARY

Application of GIS technology to establish probabilistic landslide susceptibility map in the North West frontier provinces of Vietnam

The landslide phenomenon is a dangerous geological accident that usually occurs in mountains especial in Northwest frontier provinces in Vietnam.

To restrict the landslide we must determine causes and its foundation mechanism. This paper focus on analyzing causes for landslide phenomena to built evaluative criteria (e.g. the distance from faults, weathering crust's composition of rock types ; ground water; vegetation cover; slope ; rainfall...). From these criteria, the Landslide Susceptibility Index - LSI - will be determined. Beside, LSI will be also calculated from the probability of landslide appearing (in many years) on each criterion that combine with expert experiences. This calculation is based on specific math model in GIS environment. The calculated LSI will be the main basis to establish the sensitive landslide map in Northwest frontier provinces in Vietnam.

Ngày nhận bài : 8 -10- 2007

Phòng Viễn thám và GIS, Viện Địa chất và Địa Vật lý biển (IMGG)

Viện Địa chất và Khoáng sản Hàn Quốc (KIGAM)