

ÁP DỤNG PHƯƠNG PHÁP DÙNG CÁC CHỈ SỐ LƯỢNG MƯA ẢNH HƯỞNG NGẮN HẠN VÀ DÀI HẠN ĐỂ CẢNH BÁO THIÊN TAI Bùn ĐÁ Ở MỘT SỐ KHU VỰC CỦA VIỆT NAM

Nguyễn Thanh Thủy⁽¹⁾, Nguyễn Sơn Hùng⁽²⁾

⁽¹⁾Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu

⁽²⁾CTI Engineering, Co. Ltd., Tokyo, Nhật Bản

Ngày nhận bài 26/2/2018; ngày chuyển phản biện 29/2/2018; ngày chấp nhận đăng 20/3/2018.

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu các phương pháp cảnh báo khả năng xuất hiện thiên tai bùn đá được sử dụng ở Nhật Bản và nghiên cứu tính khả thi của phương pháp dùng các chỉ số lượng mưa ảnh hưởng ngắn hạn và dài hạn cho một số khu vực ở Việt Nam (khu vực Mai Châu - Hòa Bình, khu vực Mù Căng Chải - Yên Bái và khu vực Mường La - Sơn La). Kết quả tính toán cho thấy, khi áp dụng phương pháp này để cảnh báo cho khu vực Mai Châu có thể phát hiện được 75% số vụ trượt lở đất đã xảy ra trong quá khứ, cho khu vực Mù Căng Chải có thể cảnh báo được trận lũ quét xảy ra ngày 3/8/2017. Khả năng cảnh báo của phương pháp này cho vụ sạt lở đất tại khu vực Mường La xảy ra cùng ngày cũng đã được minh chứng. Phương pháp này có thể áp dụng dễ dàng ở các khu vực khác, nơi mà có đầy đủ số liệu mưa và số liệu thống kê liên quan đến thiên tai bùn đá.

Từ khóa: Thiên tai bùn đá, trượt lở đất, chỉ số lượng mưa ảnh hưởng, cảnh báo.

1. Mở đầu

Thiên tai bùn đá bao gồm trượt lở đất (TLĐ) và lũ bùn đá (LBĐ) là những thiên tai trực tiếp hay gián tiếp gây ra thiệt hại nặng nề về người và tài sản, làm tổn hại môi trường thông qua sự di chuyển phạm vi rộng của đất đá [10]. Hàng năm vào mùa mưa lũ, thiên tai bùn đá thường xuyên xảy ra tại vùng miền núi Việt Nam. Theo số liệu thống kê của Ban Chỉ đạo Trung ương về Phòng chống thiên tai, từ năm 2000 - 2014 đã xảy ra 250 đợt lũ quét, sạt lở ảnh hưởng tới các vùng dân cư, làm chết và mất tích 646 người, bị thương gần 351 người; ảnh hưởng nặng nề đến kinh tế, tổng thiệt hại ước tính 3.300 tỉ đồng. Theo tài liệu phục vụ Hội nghị trực tuyến về công tác phòng chống lũ, lũ quét và sạt lở đất ngày 20/8/2014 của Bộ Tài nguyên và Môi trường, thống kê hiện trạng trượt lở đất đá trên địa bàn của 8 tỉnh Bắc Bộ và 2 tỉnh Trung Bộ, tổng số điểm trượt có trên 10.200 điểm. Từ các số liệu này cho thấy số điểm có tiềm năng phát sinh thiên tai TLĐ và LBĐ là rất lớn và phân bố

trên địa bàn rộng, không thể giải quyết nhanh chóng bằng biện pháp công trình mà biện pháp phi công trình để phòng tránh hay giảm thiểu thiệt hại tối đa là quan trọng và cấp bách.

Nhật Bản là một quốc gia có rất nhiều thiên tai bùn đá xảy ra hàng năm và có tiềm lực tài chính cao nhưng cũng phải đặt trọng tâm vào biện pháp phi công trình vì số địa điểm có nguy cơ xảy ra thiên tai bùn đá rất lớn. Trong bài báo này, các phương pháp đang được sử dụng để cảnh báo phát sinh thiên tai bùn đá trên thế giới, đặc biệt ở Nhật Bản đã được phân tích. Trên cơ sở đó xem xét tính khả thi để đề xuất áp dụng mô hình thích hợp cho Việt Nam.

2. Tổng quan vấn đề và phương pháp nghiên cứu ngưỡng mưa cảnh báo trượt lở đất

Tác nhân gây ra thiên tai bùn đá gồm tác nhân cơ học (địa hình, địa chất, thảm phủ thực vật,...) và tác nhân phát động (mưa, tuyết tan, động đất, hoạt động núi lửa,...) [10]. Phần lớn các thiên tai bùn đá trên thế giới được kích hoạt bởi mưa cường độ lớn hay kéo dài. Mưa làm tăng áp lực nước lỗ hổng trong đất, làm giảm sức kháng cắt của vật liệu, sườn dốc mất ổn định, gây ra trượt đất [2]. Trên thế giới đã có rất nhiều công

*Liên hệ tác giả: Nguyễn Thanh Thủy
Email: nt-thuy@hotmail.com

trình nghiên cứu về quan hệ giữa thiên tai bùn đất bằng cách xác định các ngưỡng mưa (ví dụ như: cường độ và thời gian mưa) có thể phát sinh trượt lở đất. Có hai cách tiếp cận để xác định ngưỡng mưa phát sinh, đó là theo phương pháp vật lý và kinh nghiệm. Hướng tiếp cận vật lý xem xét các quá trình vật lý cơ bản, sử dụng các mô hình thủy văn và tính toán ổn định [3,5]. Tuy nhiên, phương pháp này yêu cầu một lượng lớn số liệu như mực nước ngầm, các thông số địa chất thủy văn, địa hình địa mạo, mà ít khu vực nào có đầy đủ thông tin [4]. Hướng tiếp cận thứ hai là dựa vào nguyên lý thống kê về các số liệu lượng mưa và các vụ sạt lở đất đã xảy ra trong quá khứ. Các ngưỡng mưa thông dụng nhất được sử dụng bao gồm ngưỡng cường độ mưa và thời gian mưa [7], ngưỡng mưa lũy tích [6], và ngưỡng mưa ảnh hưởng [11]. Ngưỡng cường độ mưa và thời gian mưa được áp dụng khá hiệu quả với những trượt lở đất nông, được kích hoạt bởi khoảng thời gian mưa ngắn. Còn ngưỡng mưa lũy tích được sử dụng để xem xét trượt lở đất ở tầng sâu [6]. Ngưỡng mưa ảnh hưởng có thể đánh giá được ảnh hưởng của lượng mưa trước đó đến mực nước ngầm, độ ẩm đất và vì vậy đóng vai trò như một nhân tố chuẩn bị của trượt lở đất [9].

Ở Việt Nam, Mai Thành Tân (2015) [2] đã xác định ngưỡng mưa gây trượt lở đất khu vực Mai Châu, Hòa Bình dựa trên cơ sở quan hệ giữa lượng mưa tại ngày xảy ra trượt lở đất và lượng mưa 3 ngày, 5 ngày, 7 ngày, 10 ngày và 15 ngày trước đó. Lê Đức An (2010) [1] cũng đã nghiên cứu tìm ngưỡng mưa gây trượt lở đất ở tỉnh Hà Giang bằng cách xác định quan hệ giữa hai pha mưa khác nhau: pha 1 là pha chuẩn bị, với các trận mưa nối tiếp nhau làm tăng độ ẩm của đất, giảm độ gắn kết vật liệu và độ ổn định của sườn dốc; pha 2 là pha tác động, với một trận mưa lớn bất thường, trực tiếp gây ra trượt lở đất.

3. Các mô hình cảnh báo được sử dụng ở Nhật Bản

Trong bài báo này, các mô hình được Bộ Quản lý đất đai, Hạ tầng giao thông và Du lịch của Nhật Bản (MLIT) sử dụng được giới thiệu [12].

3.1. Hai yếu tố chính gây ra thiên tai bùn đá: Lượng mưa ảnh hưởng ngắn hạn và dài hạn

Tính ổn định của mái dốc đất đá bị chi phối trực tiếp bởi mực nước ngầm và độ ẩm của đất đá trong mái dốc. Nếu mực nước ngầm và độ ẩm cao, độ liên kết, kết dính của đất đá sẽ giảm nhanh và phát sinh trượt lở. Mực nước ngầm và độ ẩm trong sườn dốc lại chịu ảnh hưởng lớn của (i) lượng mưa gần thời điểm phát sinh thiên tai (gọi tắt lượng mưa ảnh hưởng ngắn hạn); và, (ii) lượng mưa cách xa thời điểm phát sinh thiên tai (gọi tắt lượng mưa ảnh hưởng dài hạn). Tùy theo loại thiên tai mà mức độ ảnh hưởng của 2 yếu tố chính này thay đổi. Ví dụ, đối với các trượt lở đất sâu, nhân tố chi phối chính là mực nước ngầm trong tầng đất sâu nên trong trường hợp này yếu tố lượng mưa ảnh hưởng dài hạn quan trọng hơn. Đối với các trượt lở đất nông thì mức độ ảnh hưởng của lượng mưa ngắn hạn lớn hơn.

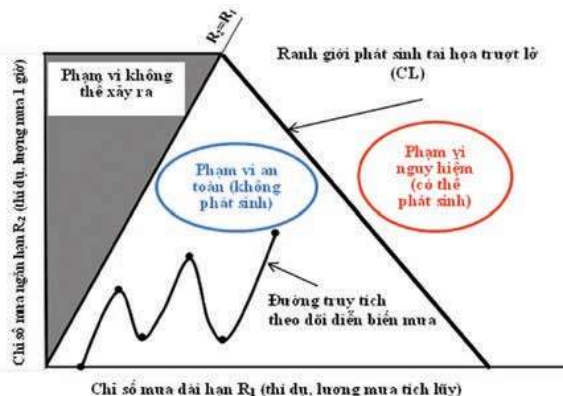
3.2. Phương pháp dùng lượng mưa lũy tích

Năm 1984, Bộ Quản lý đất đai, Hạ tầng giao thông và Du lịch của Nhật Bản (MLIT) lập Sổ tay hướng dẫn “Lập ngưỡng mưa dùng để phát tin cảnh báo và chỉ thị tránh nạn thiên tai bùn đá” (trong thực tế chỉ cảnh báo lũ bùn đá). Mô hình xác định trận mưa đang diễn biến có nguy cơ phát sinh ra tai họa hay không (Hình 1).

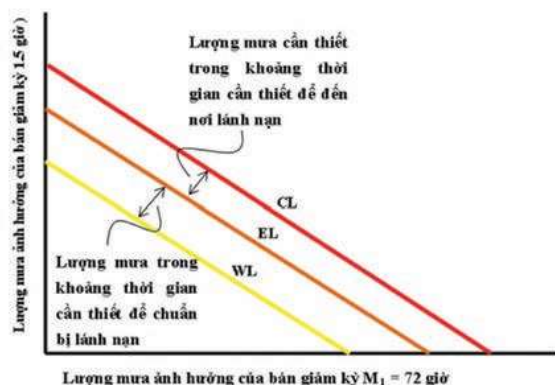
Chỉ tiêu của lượng mưa được dùng là lượng mưa 1 giờ và lượng mưa lũy tích đến thời điểm 1 giờ trước khi thiên tai phát sinh. Ranh giới phát sinh thiên tai (CL-Critical Line) được lập từ dữ liệu của lượng mưa và thực tế xảy ra hay không xảy ra của thiên tai. Sau khi xác định ranh giới CL, tính khoảng thời gian cần thiết để người dân di chuyển đến nơi tránh nạn và tính lượng mưa trung bình trong khoảng thời gian đó. Ranh giới cảnh báo (EL-Evacuation Line) được thiết lập bằng cách hạ thấp đường CL xuống một khoảng bằng lượng mưa trong khoảng thời gian cần thiết để di chuyển tránh nạn. Tương tự, đường ranh giới cảnh báo (WL-Warning Line) được thiết lập bằng cách hạ thấp đường EL xuống một khoảng bằng lượng mưa trong khoảng thời gian cần thiết để người dân chuẩn bị lánh nạn (Hình 2).

Phương pháp cảnh báo như sau: Đối với trận mưa đang diễn biến, hai chỉ tiêu mưa ngắn hạn và dài hạn được tính toán từng thời điểm (ví dụ mỗi 10 phút hoặc mỗi giờ cho thời hạn ngắn và mỗi ngày cho thời hạn dài) và vẽ đường truy tích

(track-line) theo dõi diễn biến mưa (Hình 1). Khi đường truy tích mưa vượt ranh giới cảnh báo (WL) thì phát lệnh cảnh báo, và khi vượt ranh giới (EL) thì chỉ thị tránh nạn.



Hình 1. Sơ đồ cơ bản của mô hình cảnh báo thiên tai bùn đá



Hình 2. Tương quan giữa các ranh giới WL, EL và CL

Phương pháp dùng lượng mưa lũy tích có nhược điểm là không xét đến ảnh hưởng của bốc hơi, hấp thụ thực vật, thấm xuống tầng nước ngầm trong khoảng thời gian từ lúc có mưa đến lúc thiên tai phát sinh. Trong thực tế, cùng một lượng mưa nhưng ảnh hưởng đến phát sinh thiên tai sẽ nhỏ nếu nó cách xa thời điểm thiên tai phát sinh. Vì trong khoảng thời gian này bốc hơi hay hấp thụ nước của thực vật trên sườn dốc sẽ làm giảm ảnh hưởng của mưa. Để tránh nhược điểm này, khái niệm “lượng mưa ảnh hưởng” đã được sử dụng.

3.3. Phương pháp dùng lượng mưa ảnh hưởng

Vào năm 1993, Sổ tay hướng dẫn trên được nâng cấp lần thứ nhất, sử dụng lượng mưa ảnh hưởng để xác định ranh giới phát sinh lũ bùn đá

và trượt lở đất [14]. Lượng mưa ảnh hưởng (R_e) với thời gian giảm nửa tác động, dưới đây gọi tắt là bán giảm kỳ (M) của lượng mưa (R) được định nghĩa như sau:

“Lượng mưa ảnh hưởng (R_e) với bán giảm kỳ (M) của lượng mưa (R) là lượng mưa (R) giảm xuống một nửa sau (M) giờ”.

$$R_e = \sum a_i R_i \quad (1)$$

R_e (mm): lượng mưa ảnh hưởng (mm);

R_i (mm): lượng mưa giờ thứ i trước khi thiên tai phát sinh;

a_i : thông số chỉ mức độ ảnh hưởng của lượng mưa (R_i) đến phát sinh của thiên tai:

$$a_i = (0,5)^{i/M} \quad (2)$$

M (giờ): bán giảm kỳ (là khoảng thời gian lượng mưa (R) giảm xuống còn một nửa. Thuật ngữ này tương tự với thuật ngữ “chu kỳ bán rã” được dùng trong vật lý).

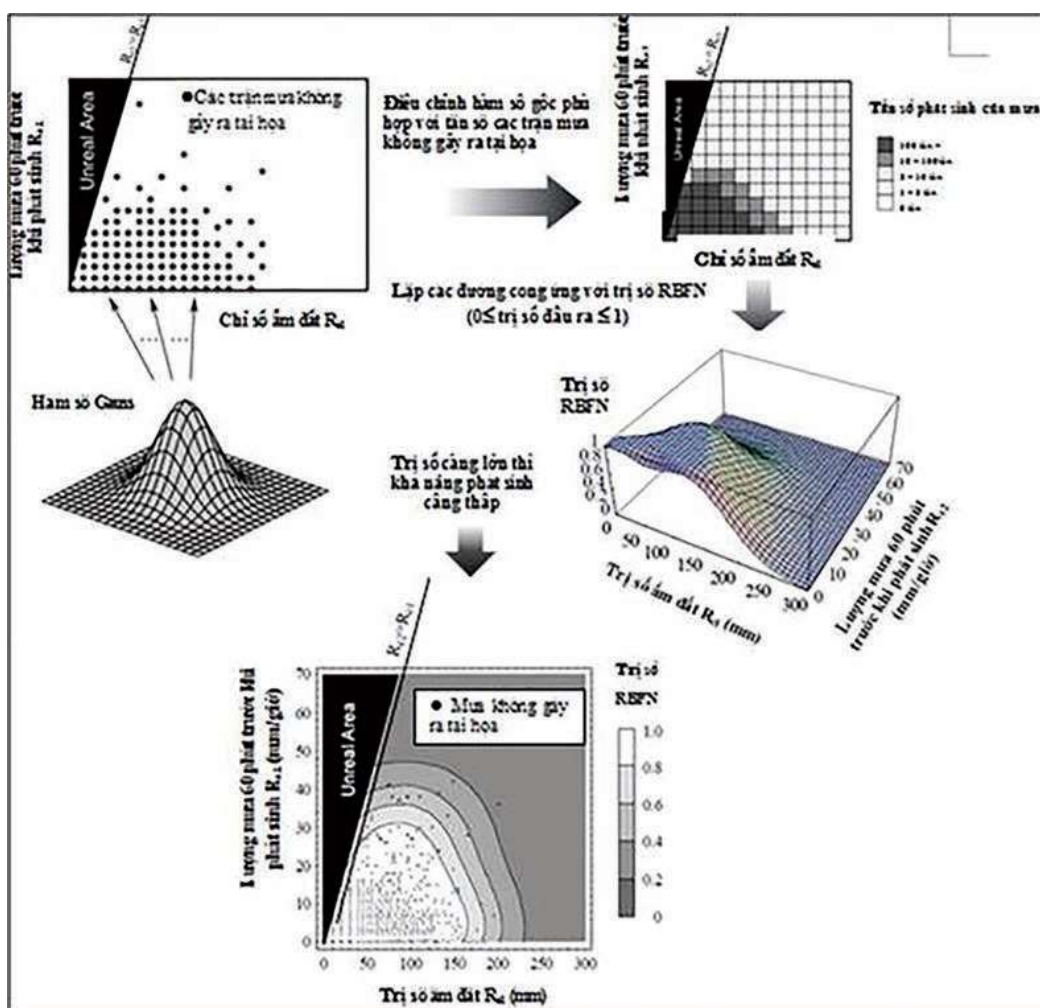
Hai chỉ tiêu lượng mưa được dùng là lượng mưa ảnh hưởng với bán giảm kỳ dài hạn $M_1=72$ giờ và ngắn hạn $M_2=1,5$ giờ.

3.4. Phương pháp dùng lượng mưa ảnh hưởng và chỉ số ẩm đất

Vào năm 2003, Sổ tay hướng dẫn trên được nâng cấp lần thứ hai. Đối với chỉ tiêu của lượng mưa dài hạn, ngoài lượng mưa ảnh hưởng R_e của $M_1=72$ giờ, người sử dụng Sổ tay có thể dùng chỉ số chỉ mức độ ẩm trong sườn dốc do mưa gây ra, ở đây gọi ngắn gọn là chỉ số ẩm đất [17]. Chỉ số ẩm đất được tính bằng mô hình TANK có 3 tầng, là tổng lượng trừ nước trong 3 bể chứa (nước mặt, sát bề mặt và nước ngầm).

3.5. Phương pháp liên kết của MLIT và JMA

Vào năm 2005, MLIT và Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (JMA) liên kết đề xuất mô hình cảnh báo mới (được gọi phương pháp liên kết giữa MLIT và JMA) [13]. Như vậy, Sổ tay hướng dẫn trên được nâng cấp lần thứ ba. Chỉ tiêu của lượng mưa dài hạn và ngắn hạn được cố định là chỉ số ẩm đất và lượng mưa 60 phút trước khi thiên tai phát sinh. Một đặc điểm quan trọng mới của mô hình này là áp dụng phương pháp RBFN (Radial Basis Function Network) vào dữ liệu mưa và thực tế xảy ra hay không xảy ra của thiên tai để xác định ranh giới phán đoán phát sinh thiên tai (CL) (Hình 3).



Hình 3. Phương pháp liên kết của MLIT và JMA

Trong thực tế, số lần phát sinh thiên tai bùn đá rất ít, nếu chỉ sử dụng dữ liệu thống kê sẽ khó xác định chính xác được CL. Do đó, phương pháp RBFN được đề xuất áp dụng với hy vọng có thể xác định CL khách quan hơn.

Tuy nhiên mô hình cảnh báo mới này có một số nhược điểm như sau:

- (i) Các thông số của mô hình TANK cố định.
- (ii) Khoảng thời gian của chỉ tiêu lượng mưa ngắn hạn được cố định là 1 giờ. Trong khi đó, tùy theo loại thiên tai bùn đá (ví dụ trượt lở sâu hay nông, lũ bùn đá), điều kiện địa chất, địa hình, thực vật,... bán giảm kỳ (M) cần thay đổi cho thích hợp.
- (iii) Ý nghĩa của RBFN không rõ ràng và khó hiểu. Ngoài ra, giao điểm của các đường đẳng trị RBFN với trục hoành và giao điểm với đường thẳng $R_{e1} = R_{e2}$ (Hình 3) có tần suất phát sinh không bằng nhau. Mà theo lý thuyết các điểm

nằm trên đường đẳng trị RBFN phải có tần suất xuất hiện bằng nhau [13].

3.6. Phương pháp dùng chỉ số lượng mưa ảnh hưởng ngắn hạn và dài hạn

Năm 2015, căn cứ vào các thành quả nghiên cứu nhiều năm, giáo sư Kosugi Kenichirou của trường đại học Kyoto đã khai thác mô hình mới dùng 2 chỉ số ảnh hưởng của lượng mưa dài hạn (R_{e1}) (bán giảm kỳ M_1) và ngắn hạn (R_{e2}) (bán giảm kỳ M_2) để cảnh báo phát sinh trượt lở đất và lũ bùn đá [15, 16]. Phương pháp này không cố định trị số của M_1 và M_2 mà từ dữ liệu lượng mưa của quá khứ để tìm trị số thích hợp cho vùng có tiềm năng phát sinh trượt lở đất hay lũ bùn đá. Nghiên cứu cũng đã chứng minh hiệu quả của mô hình cho nhiều trường hợp trượt lở đất và lũ bùn đá ở Nhật Bản [16]. Phương pháp này có những ưu điểm chính như sau:

(i) Đơn giản, dễ hiểu, dễ áp dụng vào thực tế.
(ii) Chỉ cần số liệu của lượng mưa có thể lập mô hình cảnh báo. Nếu có số liệu lượng mưa giờ thì có thể cảnh báo thời điểm thiên tai bùn đá phát sinh đến đơn vị giờ. Nếu chỉ có số liệu mưa ngày có thể cảnh báo thời điểm phát sinh đến đơn vị ngày.

(iii) Có thể cảnh báo nhiều loại thiên tai bùn đá. Tùy theo loại thiên tai bùn đá, có thể chọn trị số thích hợp của bán giảm kỳ để tính lượng mưa ảnh hưởng.

Do các ưu điểm nói trên, phương pháp này đã được lựa chọn để nghiên cứu tính khả thi cho trường hợp ở Việt Nam. Căn cứ vào đặc tính của phương pháp và điều kiện về số liệu lượng mưa ở Việt Nam có 2 cách tiếp cận như sau:

- **Cảnh báo trước nhiều ngày:** Đặc tính phát sinh của thiên tai bùn đá cho thấy ngoài lượng mưa xảy ra gần trước khi phát sinh, thiên tai còn chịu chi phối của lượng mưa ảnh hưởng dài hạn trước đó. Do đó, nếu chỉ dùng lượng mưa dự báo, xác xuất cảnh báo đúng đã giảm một nửa. Mặt khác, mặc dù có nhiều khó khăn trong dự báo mưa, nhưng đối với lượng mưa đã xảy ra nhiều ngày trước khi thiên tai phát sinh có thể tính dễ dàng và chính xác với số liệu thực đo của trạm khí tượng hay trạm thủy văn. Do đó, khi chỉ tiêu lượng mưa ảnh hưởng dài hạn R_{e1} sắp vượt ngưỡng mưa cảnh báo (CL), cơ quan có thể thông

báo người dân trong các vùng có tiềm năng phát sinh thiên tai bùn đá nên cảnh giác nếu khi có mưa lớn hay rất to để người dân cảnh giác và theo dõi dự báo mưa. Loại cảnh báo này không cần nhiều đầu tư kinh phí và có thể thực hiện ngay, đồng thời có ưu điểm lớn là cho người dân cũng như đơn vị phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn có nhiều thời gian kêu gọi cảnh giác và chuẩn bị ứng phó khi thiên tai xảy ra.

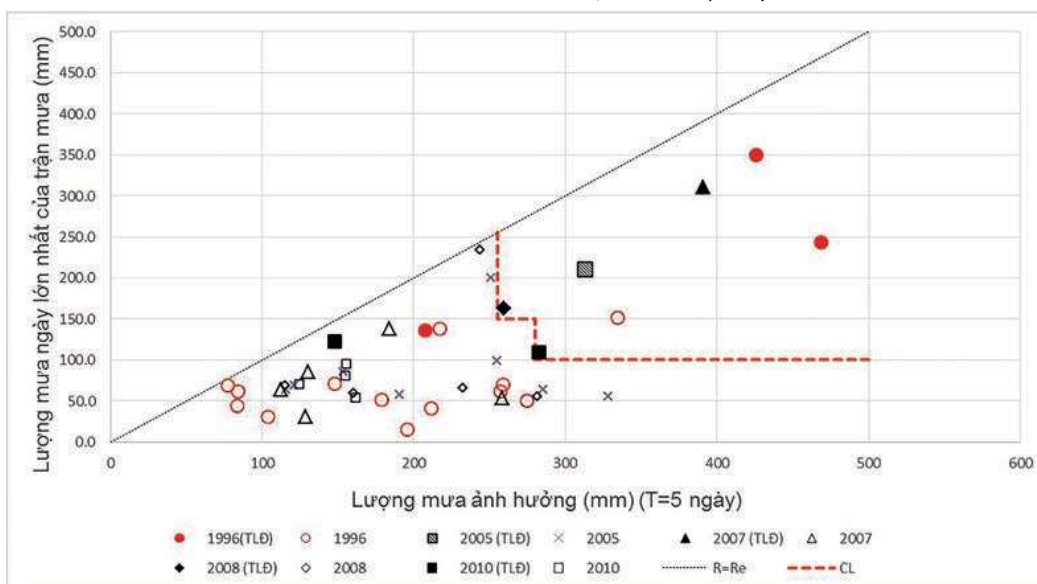
- **Cảnh báo trước vài giờ:** Được sử dụng trong trường hợp có trạm đo mưa tự động và hệ thống tự động tính đường truy tích theo dõi diễn biến mưa như trong Hình 1. Hiện nay ở Nhật Bản loại cảnh báo này cũng được sử dụng với trạm đo mưa đến đơn vị phút. Vì không có số liệu lượng mưa giờ và thống kê chi tiết đến giờ phút của phát sinh thiên tai nên chưa thực hiện được nghiên cứu tính khả thi của loại cảnh báo này.

4. Nghiên cứu tính khả thi của phương pháp đối với cảnh báo trước nhiều ngày

4.1. Khu vực Mai Châu tỉnh Hòa Bình

Số liệu lượng mưa ngày của trạm Mai Châu, tỉnh Hòa Bình được thu thập từ năm 1990 đến 2014. Tài liệu về ngày phát sinh trượt lở đất được tham khảo từ bài báo của Mai Thành Tân vào năm 2015 [2].

a. Ngưỡng mưa (ranh giới) phán đoán phát sinh trượt lở đất (TLĐ)



Hình 4. Quan hệ giữa lượng mưa ngày lớn nhất của trận mưa và lượng mưa ảnh hưởng (M=5 ngày) của những năm có xảy ra trượt lở đất

Đối với các vùng có tiềm năng trượt lở đất ở Mai Châu thuộc tỉnh Hòa Bình có thể dùng 2 chỉ tiêu lượng mưa ảnh hưởng của bán giảm kỳ $M_1=5$ ngày và $M_2=0$ (lượng mưa ngày) để phán đoán phát sinh của TLĐ. Ranh giới phán đoán phát sinh TLĐ (CL) chung cho khu vực Mai Châu có thể lập như đường chấm đỏ trong Hình 4. Từ hình có thể thấy khi lượng mưa ngày $R>100\text{mm}$ và lượng mưa ảnh hưởng giảm bán kỳ 5 ngày $>250\text{ mm}$ thì có nguy cơ phát sinh TLĐ.

b. Kết quả cảnh báo trong các năm có TLĐ xảy ra

Trong Hình 4 các điểm nằm trên đường chấm màu đỏ (ranh giới phát sinh thiên tai, CL) là các trận mưa mà mô hình cho biết có phát sinh trượt lở đất (TLĐ) nông. Những ký hiệu có tô màu là các trận mưa có phát sinh TLĐ trong thực tế. Trong 8 trận TLĐ, mô hình cảnh báo được 6 trận (75%). Có 2 trận không thể cảnh báo được là 13/9/1996 và 18/7/2010, nghĩa là trong thực tế đã có phát sinh TLĐ nhưng nằm trong phạm vi không phát sinh. Lý do có thể giải thích như sau:

(i) Vì ngưỡng mưa được xác định trong Hình 4 dùng để cảnh báo cho TLĐ nông (vì M_1 ngắn, 5 ngày), trong khi đó trận mưa xảy ra ngày 13/9/1996 là trận mưa thứ 3 trong chuỗi mưa dài và thiên tai xảy ra tại thời điểm này thuộc loại TLĐ sâu. Do đó, lượng mưa ảnh hưởng với bán giảm kỳ $M_1= 30$ ngày đã được chọn, thì có

thể phát hiện được vụ TLĐ sau này.

(ii) Còn trận 18/7/2010 có lượng mưa ảnh hưởng thấp có thể là do khả năng chặt phá rừng làm thay đổi lớn độ ổn định ở sườn dốc. Trận mưa này gây TLĐ ở Phúc Sạn, Tân Mai và Mai Châu mà kết quả phân tích cho thấy ngưỡng mưa của các trận gây TLĐ ở các vùng này có xu thế thấp dần:

Phúc Sạn:

1996 ($R_{e1}=469\text{mm}$, $R_{e2}=243\text{mm}$);

2007 ($R_{e1}=391\text{mm}$, $R_{e2}=310\text{mm}$);

2008 ($R_{e1}=259\text{mm}$, $R_{e2}=163\text{mm}$);

2010 ($R_{e1}=148\text{mm}$, $R_{e2}=123\text{mm}$);

Tân Mai:

1996 ($R_{e1}=426\text{mm}$, $R_{e2}=350\text{mm}$);

2008 ($R_{e1}=259\text{mm}$, $R_{e2}=163\text{mm}$);

2010 ($R_{e1}=148\text{mm}$, $R_{e2}=123\text{mm}$);

Mai Châu:

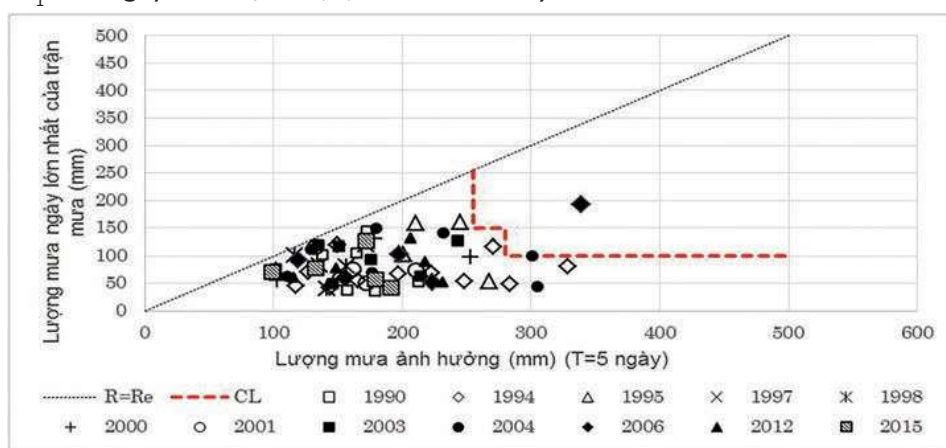
2005 ($R_{e1}=313\text{mm}$, $R_{e2}=210\text{mm}$);

2010 ($R_{e1}=148\text{mm}$, $R_{e2}=123\text{mm}$).

Do đó, nguyên nhân của TLĐ có thể dự đoán là do mật độ thảm phủ thực vật bị giảm.

Ngoài ra, có 1 trận mưa nằm trong phạm vi phát sinh TLĐ nhưng trong thống kê không có xảy ra: 23/8/1996. Nguyên nhân có thể là do trận mưa rất to cách 8 ngày trước (15/8/1996) đã phát sinh TLĐ nên sau đó không phát sinh thêm nữa.

c. Kết quả cảnh báo trong các năm không có TLĐ xảy ra



Hình 5. Quan hệ giữa lượng mưa ngày lớn nhất của trận mưa và lượng mưa ảnh hưởng ($M=5$ ngày) của những năm không có xảy ra trượt lở đất

Trong số năm không có báo cáo xảy ra TLĐ của thời gian thống kê 1990-2014, tất cả là 16 năm, kết quả cảnh báo như trong Hình 5. Kết quả cho thấy chỉ trong năm 2006 có xảy ra trận

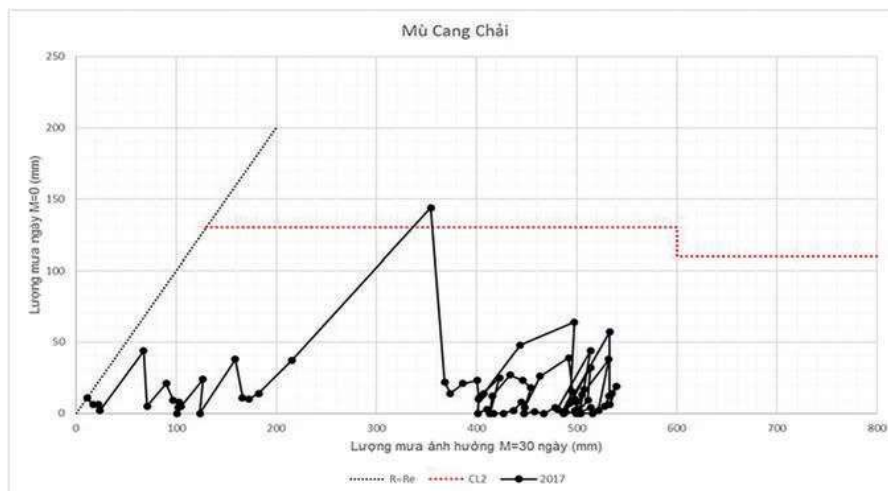
TLĐ vào ngày 19/8/2006, lượng mưa ngày là 193 mm và lượng mưa ảnh hưởng của bán giảm kỳ $M=5$ ngày là 339 mm. Cả 2 chỉ tiêu đều rất lớn nên khả năng phát sinh rất cao, có thể trong

thống kê về TLĐ đã thiếu thông tin của trận mưa này. Tuy nhiên, ngay cả trường hợp giả sử này không đúng cũng cho thấy kết quả cảnh báo rất tốt vì chỉ sai 1 lần trong 16 năm.

Như vậy, mặc dù chỉ dùng số liệu lượng mưa ngày của trạm Mai Châu nhưng có thể phát hiện gần đúng hết các trận trượt lở đất (TLĐ) ở khu vực Mai Châu tỉnh Hòa Bình bao gồm Phúc Sơn, Tân Mai, Mai Châu, Pù Pin.

4.2. Khu vực Mù Căng Chải tỉnh Yên Bái

Với số liệu lượng mưa ngày tại trạm thủy



Hình 6. Ngưỡng mưa phát sinh trượt lở đất và đường truy tích diễn biến tính bằng lượng mưa ngày lớn nhất ($M=0$ ngày) và lượng mưa ảnh hưởng ($M=30$ ngày) của các trận mưa từ 14/6/2017 đến 29/8/2017

Theo Đài phát thanh truyền hình Yên Bái vào ngày 3/7/2017 do mưa đã có ngập lụt ở Tổ 9, 10 và trượt lở đất tại Tổ 7, 8 của thị trấn, và sạt lở đất QL 32 tại 305km+980. Mưa lớn làm mực nước hồ thủy điện Khao Mang dâng cao làm QL 32 ngập 100m có nơi ngập sâu hơn 1m. Vào khoảng 13 giờ ngày 3/7/2017 tại bản Sáng Nhù, xã Mồ Dề, Mù Căng Chải có sạt lở đất làm sập nhà dân làm chết 1 trẻ em. Dùng kết quả trên có thể giải thích nguyên nhân của trận lũ quét 3/8/2017 như sau. Diễn biến lượng mưa ngày ở trạm Mù Căng Chải như Hình 7. Từ đó có thể thấy lượng mưa ngày của ngày 2/8 và 3/8 không lớn, chỉ là 48 mm và 64 mm. Do đó, có thể kết luận rằng mưa đã gây ra trượt lở đất vào ngày 3/7/2017 làm bùn đất và cây khô chảy xuống hạ lưu, làm nghẹt các cửa thoát nước của các suối nhỏ ở thượng nguồn, tạo thành các đập tự nhiên nhỏ, đến khi lượng dòng chảy vượt quá

văn Mù Căng Chải từ năm 1975 đến 2006, ranh giới phát sinh TLĐ được xác định như đường chấm đỏ trong Hình 6. Khả năng cảnh báo của mô hình này được kiểm định với vụ TLĐ xảy ra vào ngày 3/7/2017, một tháng trước khi trận lũ quét 3/8/2017 xảy ra. Vị trí của đường truy tích theo dõi diễn biến mưa bằng lượng mưa ảnh hưởng tính từ ngày 14/6/2017 cho thấy R_{e1} ($M=30$ ngày) = 354mm, và lượng mưa ngày R_{e2} ($M=0$ ngày) = 144mm, vượt ranh giới phát sinh TLĐ.

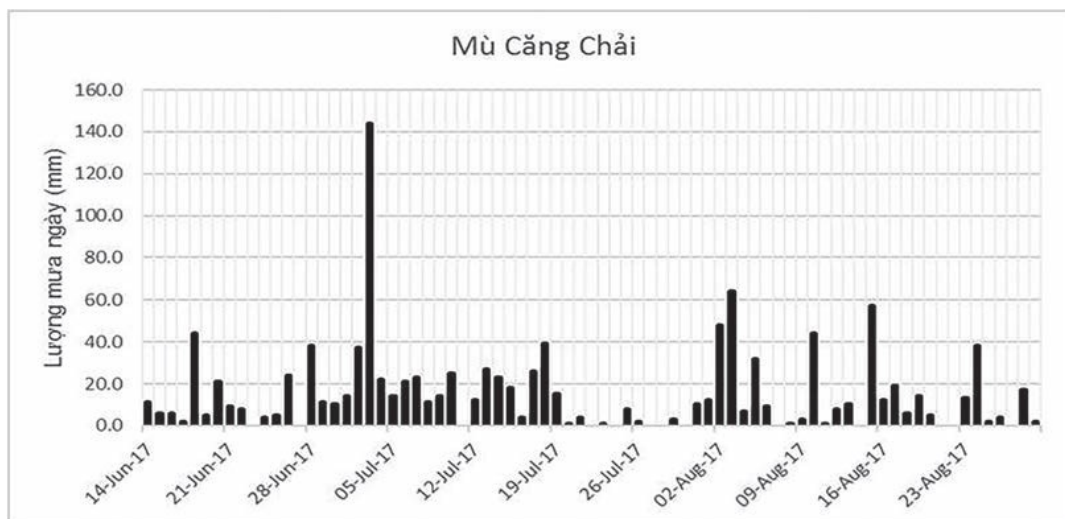
sức chứa của chúng, đập vỡ gây lũ quét ngày 3/8 sau đó. Điều này phù hợp với kết luận nguyên nhân gây ra lũ quét ở Mù Căng Chải vào ngày 3/8/2017 của Hoàng Minh Tuyển (2017) [8].

4.3. Khu vực Mường La tỉnh Sơn La

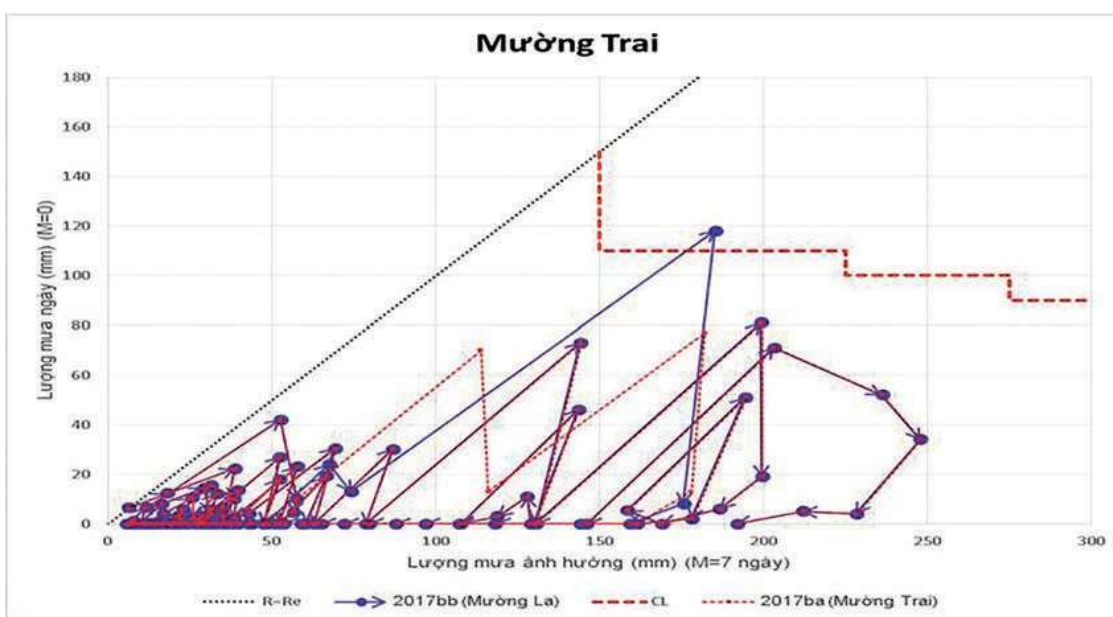
Để định ranh giới phát sinh thiên tai bùn đá phương pháp thống kê về thiên tai bùn đá của 1994, 1999 và 2011 - 2016 của tỉnh Sơn La và số liệu lượng mưa ngày tại trạm Mường Trai gần khu vực Mường La đã được sử dụng. Ranh giới phát sinh TLĐ được xác định là đường chấm mập màu đỏ trong Hình 8. Mô hình này được dùng để xem xét khả năng cảnh báo của thiên tai bùn đá đã xảy ra ngày 3/8/2017 của khu vực này. Đường truy tích mưa của trận mưa ngày 3/8/2017 của trạm Mường Trai, đường chấm đỏ trong Hình 8, cho thấy không vượt qua ranh giới phát sinh TLĐ. Tuy nhiên, nếu dùng số liệu mưa của trạm Mường La (đường màu xanh) cho thấy

đường truy tích mưa vượt qua ranh giới phát sinh TLĐ. Trong thực tế, trạm đo mưa Mường La gần địa điểm xảy ra thiên tai hơn trạm Mường

Trai. Do đó, có thể nói đây là ví dụ cho thấy tầm quan trọng của việc quan trắc đo lường mưa ở các khu vực có nguy cơ thiên tai lũ bùn đá.



Hình 7. Diễn biến lượng mưa ngày từ 14/6/2017 đến 29/8/2017



Hình 8. Kết quả dự đoán trận thiên tai ngày 3/8/2017 tại khu vực Mường La tỉnh Sơn La

5. Kết luận

Kết quả áp dụng thử sơ bộ của phương pháp dùng chỉ số lượng mưa ảnh hưởng dài hạn và ngắn hạn cho khu vực Mai Châu, Mù Căng Chải và Mường La cho thấy khả năng ứng dụng tương đối tốt của phương pháp này trong việc xây dựng mô hình cảnh báo trước nhiều ngày đối với thiên tai lũ bùn đá ở Việt Nam. Mô hình này đơn giản dễ áp dụng và không cần nhiều chi phí để thực hiện

nên có thể khai triển ngay. Đối với công tác cảnh báo trước vài giờ chưa được xem xét cụ thể cho trường hợp ở Việt Nam nhưng căn cứ vào kết quả của cảnh báo trước nhiều ngày trong bài báo này và thành công cảnh báo trước vài giờ ở Nhật Bản, có thể thấy được tính khả thi của cảnh báo trước vài giờ ở Việt Nam cũng cao.

Để nâng cao mức độ chính xác cảnh báo của mô hình, ngoài dữ liệu mưa, tài liệu về thống kê của thiên tai lũ bùn đá như ngày giờ phát sinh, vị

trí, quy mô và các điều kiện liên quan địa chất thủy văn, thảm thực vật, hoạt động dân sinh nơi

phát sinh thiên tai rất cần thiết và quan trọng để xác định được trị số của bán giảm kỳ M thích hợp.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Đức An (2010), “Một phương pháp nghiên cứu ngưỡng mưa nhằm cảnh báo trượt lở đất”, *Tạp chí các khoa học về trái đất*, 32(2), 97-105.
2. Mai Thành Tân, Ngô Văn Liêm, Đoàn Anh Tuấn, Nguyễn Việt Tiến (2015), “Phân tích tương quan giữa trượt lở đất và lượng mưa khu vực Mai Châu – Hoà Bình”, *Tạp chí khoa học đại học quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 31(4), 51-63.
3. Frattini P., Crosta G and Sosio R. (2009), “Approaches for defining thresholds and return periods for rainfall – triggered shallow landslides”, *Hydrological Processes*, 23(10), 1444-1460.
4. Guzzetti F., Peruccacci S., Rossi M. and Stark C.P., “Rainfall thresholds for the initiation of landslides in central and southern Europe”, *Meteorology and Atmosphere Physics*, 98(3), 239-367.
5. Iveron R.M (2000), “Landslide triggering by rain infiltration”, *Water Resources Research*, 36 (7), 1897-1910.
6. Martelloni G., Segoni S., Fanti R. and Catani F. (2012), “Rainfall thresholds for the forecasting of landslide occurrence at regional scale”, *Landslides*, 9(4), 485-495.
7. Saito H., Nakayama D. and Matsuyama H. (2010), “Relationship between the initiation of a shallow landslide and rainfall intensity – duration thresholds in Japan”, *Geomorphology*, 118(1), 167-175.
8. Hoang Minh Tuyen, Luong Huu Dung, Le Tuan Nghia (2017), “Flash flood events in Mu Cang Chai and Muong La on August 3, 2017- causes and prevention measures”, *Journal of Climate Change Science*, 3, 61-67.
9. Vaz T., Zêzere J.L., Pereira S., Oliveira S.C., Garcia R.A.C. and Quaresma I. (2017), “Regional rainfall thresholds for landslide occurrence using a centenary database”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, <https://doi.org/10.5194/nhess-2017-362>.
10. World meteorological Organization (2011), *Management of sediment-related risks, Intergrated flood management tools series*, No.12, 52 pages.
11. Zêzere J.L., Trigo R.M. and Trigo I.F. (2005), “Shallow and deep landslides induced by rainfall in the Lisbon region (Portugal): assessment of relationships with the North Atlantic Oscillation”, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5, 331-344.
12. 国土交通省・気象庁 (2012), “土砂災害に関わる情報のこれまでの経緯”, 土砂災害への警戒の呼びかけに関する検討会の第1回の資料5
Bộ Quản lý đất đai, Hạ tầng giao thông và Du lịch và Cơ quan Khí tượng của Nhật Bản (2012), “Quá trình từ trước đến nay của công tác thông báo thông tin cảnh giác và tránh nạn thiên tai bùn đá”.
13. 国土交通省河川局砂防部, 気象庁情報部, 国土技術政策総合研究所 (2005), “国土交通省河川局砂防部と気象庁情報部の連携による土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法”
Bộ Quản lý đất đai, Hạ tầng giao thông và Du lịch và Cơ quan Khí tượng của Nhật Bản (2005), “Lập ngưỡng mưa dùng để cảnh báo và tránh nạn thiên tai bùn đá theo phương pháp liên kết giữa MLIT và JMA”.
14. 建設省河川局砂防部 (1993), “総合土砂災害対策検討会における提言及び検討結果”.
Bộ Xây dựng Nhật Bản (1993), “Đề xuất và kết quả xem xét của Nhóm xem xét đối sách tổng hợp cho thiên tai bùn đá”.
15. 小杉賢一朗 (2015), “斜面崩壊の誘因となった降雨の評価手法”, 砂防学会誌、67 (5) 、12-23.
Kenichirou Kosugi (2015), “Phương pháp đánh giá các trận mưa phát sinh trượt lở đất”, *Tạp chí Kỹ thuật kiểm soát xói mòn Nhật Bản*, 67(5), 12-23.

16. 小杉賢一郎, 三道義己、藤本将光、山川陽祐、正岡直也、水山高久、平松晋也、福山泰治郎、地頭蘭 隆 (2014), “関数モデルを用いた深層崩壊の要因となる基岩地下水位変動の解析”、砂防学会誌、66 (6)、3-14.
Kosugi, K., Sando, Y., Fujimoto, M., Yamakawa, Y., Masaoka, N., Mizuyama, T., Hiramatsu, S., Fukuyama, T., Jitousono, T (2014), “Dùng mô hình hàm số để phân tích biến động mực nước ngầm như một yếu tố phát sinh trượt lở đất sâu”, Tạp chí Kỹ thuật kiểm soát xói mòn Nhật Bản, 66(6), 3-4.
17. 国土技術政策総合研究所 (2001), “土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法”, 国総研資料 5号.
Viện nghiên cứu quốc gia về quản lý lãnh thổ và hạ tầng cơ sở (NILIM, 2001), “Các phương pháp lập ngưỡng mưa tiêu chuẩn dùng cảnh giác và tránh nạn thiên tai bùn đá”.

APPLY THE METHOD USING TWO SHORT AND LONG TERM ANTECEDENT PRECIPITATION INDICES FOR WARNING SEDIMENT DISASTER IN SOME AREAS OF VIET NAM

Nguyen Thanh Thuy⁽¹⁾, Nguyen Son Hung⁽²⁾

⁽¹⁾Viet Nam Institute of Meteorology, Hydrology and Climate change

⁽²⁾CTI Engineering, Co. Ltd., Tokyo, Nhật Bản

Received: 26 February 2018; Accepted: 20 March 2018

Abstract: This paper introduces some methods used in Japan for warning sediment disasters and a feasibility study of the method using two short and long term antecedent precipitation indices for some areas in Viet Nam (Mai Chau area – Hoa Binh province, Mu Cang Chai area – Yen Bai province and Muong La area – Son La province). The results indicated that the model using this method could detect 75% land slides that occurred in Mai Chau area. In addition, the model built for Mu Cang Chai area was verified to be able to predict the debris flow occurred on August 3th 2017. The occurrence of the landslides in Muong La area on the same day also could be predicted if using the warning model. This demonstrated the effectiveness of the method for warning sediment disasters. The proposed method could be easily applied to other regions where the rainfall data and historical sediment disaster events are sufficiently recorded.

Keywords: Sediment disasters, antecedent precipitation index, warning system.