

LỤT KARST Ở VIỆT NAM, LẤY VÍ DỤ KHU VỰC ĐÁ VÔI QUẢNG BÌNH

Nguyễn Tiến Hải¹, Vũ Hải Đăng¹, Nguyễn Kiên Dũng²

¹Viện Địa chất và Địa vật lý biển

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Tóm tắt

Trên cơ sở đánh giá mối tương quan giữa lưu lượng mưa, mức thấm nước của mặt đệm, khả năng lưu trữ và tiêu thoát nước của khu vực, có thể đánh giá nguy cơ lụt karst ở 2 khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng và Tân Hóa - Minh Hóa, Quảng Bình như sau: Các khu vực xảy ra lụt karst điển hình là trũng rìa núi Phong Nha (thị trấn Phong Nha), trũng giữa núi Tân Hóa (xã Tân Hóa) và phần lớn hệ thống hang động Chuột - Tú Làn. Nguyên nhân chính có thể gây lụt karst ở Phong Nha và Tân Hóa là nước do mưa với lưu lượng mưa liên tục từ 200 mm trở lên. Nguy cơ xảy ra lụt karst ở khu vực Tân Hóa cao hơn so với ở Phong Nha về mức độ và thời gian ngập lụt.

Để ứng phó với tai biến lụt karst, các giải pháp ứng phó như sau: i) ở khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng: tạo điều kiện thông thoáng hoặc mở rộng đường tiêu thoát nước cho dòng sông Son kết hợp có thể xây dựng hồ chứa nước phía hạ lưu; ii) ở khu vực Tân Hóa - Minh Hóa: giải pháp hiệu quả nhất là hướng mở lối tiêu thoát nước từ dòng Rào Nam và có thể kết hợp xây dựng hồ chứa nước ở phía thượng nguồn (trong khu vực không đá vôi ở Quy Đạt); iii) trong hoạt động du lịch hang động, cần hết sức thận trọng và có phương án đối phó khi tiến hành du lịch tại đây trong mùa mưa (nhất là đối với các hang động ở Tân Hóa).

Từ khóa: Lụt karst; Phong Nha; Tân Hóa; Hang động; Quảng Bình.

Abstract

Floods in limestone areas (Karst) in Vietnam, a case study at limestone terrain in Quang Binh province

Assessing the correlation between rainfall regime, water permeability at the buffer surface, storage capacity of the terrain and drainage of the rivers, it is shown that the areas in Phong Nha - Ke Bang and Tan Hoa - Minh Hoa area in Quang Binh province that are vulnerable to Karst flooding are the low terrain along the mountain in Phong Nha Town, the low valley between the mountains in Tan Hoa and most of the Karst caves of the Chuot - Tu Lan cave system in Tan Hoa area. The floods in limestone formation in Phong Nha and Tan Hoa area are due to continuous rainfall with rainfall regime up to 200 mm or more. The flooding risk in Tan Hoa area is higher than in Phong Nha in terms of danger and duration.

To respond to flood in limestone formation, in Phong Nha - Ke Bang area, it is recommended to facilitate the flow of the Son River and build downstream reservoir. In Tan Hoa - Minh Hoa area, the most effective solution should be the drainage channel from Rao Nam River and build reservoirs in Quy Dat upstream area (where there is no limestone). During rainy seasons, cave tourism activities should be halted or closely monitored (especially in Tan Hoa caves).

Key words: Karst flooding; Phong Nha; Tan Hoa; Cave; Quang Binh.

1. Mở đầu

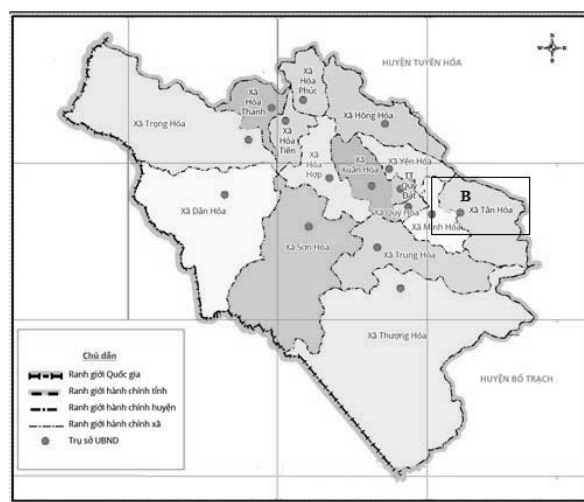
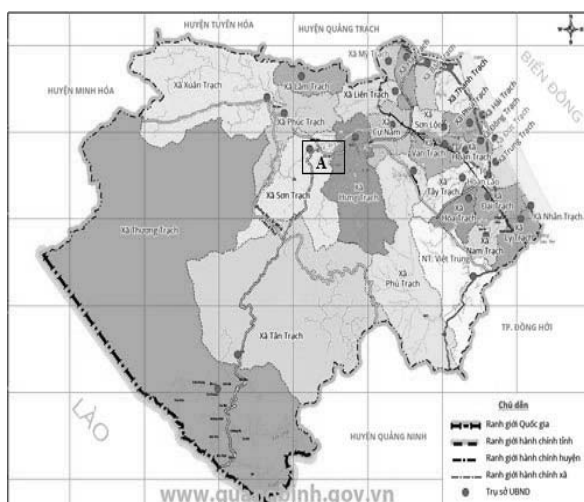
Lụt karst (sử dụng cho ngập lụt ở địa hình đá vôi) là hiện tượng ngập lụt diễn ra ở địa hình trũng thấp trong khu vực các thành tạo đá vôi (hoặc đá vôi chiếm chủ yếu). Về bản chất, ngập lụt xảy ra ở khu vực địa hình đá vôi và ở địa hình các đá khác là giống nhau, nhưng do đặc điểm của địa hình đá vôi có những đặc trưng riêng khác các thành tạo khác, vì vậy, nguy cơ và mức độ ngập lụt ở khu vực địa hình đá vôi có sự khác biệt. Ngập lụt ở địa hình đá vôi thường xảy ra nhanh, mức độ ngập cao, thời gian ngập kéo dài kéo dài hơn.

Cho đến nay, các nghiên cứu (kể cả trong và ngoài nước) về lụt karst chủ yếu là nghiên cứu hiện tượng, hoạt động (tai biến) ngập lụt diễn ra ở khu vực địa hình trũng đá vôi dưới góc độ tương tự như xảy ra ở các khu vực địa hình trũng khác. Do vậy, các nghiên cứu này vẫn thuộc dạng nghiên cứu về vấn đề lụt thông thường. Dưới góc độ, hoạt động ngập lụt xảy ra mà động thái của nguồn nước gây ra, nước tiêu thoát và đặc điểm nơi xảy ra ngập lụt có mối quan hệ chặt chẽ với các thành tạo đá vôi,

Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam cho triển khai thực hiện đề tài cấp Viện Hàn lâm mã số VAST05.05/17-18, trong đó đặt ra vấn đề lụt liên quan với các thành tạo đá vôi, không là vấn đề lụt xảy ra ở địa hình trũng đá vôi. Có thể nói, thông qua đề tài, “khái niệm” lụt karst lần đầu tiên được đưa ra với đúng nghĩa của nó và nghiên cứu về lụt karst lần đầu tiên được thực hiện.

Cũng như hiện tượng ngập lụt khác, kết quả nghiên cứu về lụt karst luôn có giá trị cao về nhiều mặt, nhất là giá trị về thực tiễn (đặc biệt là giá trị đối với hoạt động du lịch hang động karst). Về khoa học, kết quả nghiên cứu còn góp phần làm sáng tỏ các đặc trưng diễn hình của quá trình xảy ra ngập lụt ở khu vực địa hình đá vôi có nhiều hang động karst.

Việt Nam là nước có các thành tạo đá vôi phân bố khá rộng ở nhiều nơi được chia thành 8 khu vực [2, 6], trong đó khu vực địa hình đá vôi phía Tây Quảng Bình (Khu vực nghiên cứu gọi tắt là KVNC) là một trong những khu vực điển hình về tính đa dạng địa hình và hệ thống hang động karst.



Hình 1: Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu: A. Khu vực Phong Nha (Sơn Trạch, Bố Trạch); B. Khu vực Tân Hóa (Tân Hóa. Minh Hóa) [quangbinh.gov.vn].

Trong khu vực này, một di sản liên quan với đá vôi được thế giới công nhận là Di sản Thiên nhiên thế giới, đó là Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng [2]. Hiện nay, tại khu vực Vườn Quốc gia Phong Nha - Kẻ Bàng (huyện Bố Trạch) và trùng đá vôi Tân Hóa (huyện Minh Hóa), các hoạt động kinh tế - xã hội phát triển khá mạnh, nhất là hoạt động du lịch hang động và du lịch mạo hiểm. Tuy nhiên, đối với KVNC (khu vực địa hình đá vôi nói chung) có một số hạn chế, trong đó nổi bật là sự có mặt của hoạt động (tai biến thiên nhiên) lũ lụt mà hậu quả tiêu cực của nó gây ra cho con người và môi trường là không nhỏ, sự kiện chấn động thế giới với 13 người bị mắc kẹt trong hang động Tham Luang Nang Non (Thái Lan) trong 9 ngày (23/6 - 02/7/2018) là một ví dụ. Trên thực tế, hai khu vực đá vôi Phong Nha và Tân Hóa đã xảy ra nhiều trận lụt lớn trong mùa mưa hàng năm, nhất là những năm từ 1990 trở lại đây, mà hậu quả đã tác động rất lớn đến phát triển kinh tế - xã hội và nhân sinh của địa phương nói riêng, Quảng Bình nói chung.

Trên cơ sở đánh giá mối tương quan giữa lưu lượng mưa, mức thấm nước của mặt đệm, khả năng lưu trữ và tiêu thoát nước của khu vực gắn với các đặc trưng của địa hình đá vôi thông qua tài liệu điều tra, đánh giá về điều kiện tự nhiên, tai biến lũ lụt trong tháng 4 - 5/2017 và tháng 4 - 5/2018 (do các tác giả trực tiếp thực hiện), bản đồ địa chất, địa hình và ảnh viễn thám, bài báo bước đầu làm sáng tỏ các đặc trưng về tai biến thiên nhiên lụt karst (nguyên nhân, phương thức, cơ chế, mức độ,...) ở hai khu vực là trùng ven núi Phong Nha và trùng giữa núi Tân Hóa thuộc khu vực địa hình núi đá vôi phía Tây Quảng Bình (Hình 1). Hy vọng, kết quả của bài viết, ngoài giá trị khoa học, có thể là cơ sở phục vụ cho công tác ứng phó

tai biến lụt và phát triển kinh tế - xã hội ở KVNC nói riêng và ở các khu vực đá vôi khác của Việt Nam nói chung.

2. Phương pháp và tài liệu nghiên cứu

Các phương pháp chính thực hiện là kế thừa tài liệu, khảo sát thực tế (với các thiết bị đo sâu cầm tay, thước dây, máy ảnh,...), phân tích ảnh viễn thám, tích hợp tài liệu.

Về hiện tượng (tai biến) ngập lụt ở một khu vực, khả năng ngập lụt có thể xảy ra phụ thuộc vào mối tương quan giữa lượng nước cung cấp và lượng nước được điều tiết của khu vực (lưu chuyển, lưu trữ, tiêu thoát,...).

Lượng nước cung cấp cho một khu vực chủ yếu có từ các nguồn: nước mưa, nước dưới đất (nước ngầm), nước từ hoạt động nhân sinh (hồ đập, nước thải công nghiệp, sinh hoạt,...). Nguồn nước này trong quá trình được “chuyển tải” đến một khu vực nào đó, thì chúng được điều tiết bởi hệ thống cảnh quan ở khu vực đó, chủ yếu là yếu tố: cấu trúc mặt đệm và địa hình trùng (sông, suối, hồ đầm,... và ngày nay có hồ chứa nước nhân tạo). Mặt đệm là hệ thống động tự nhiên của bề mặt Trái đất, nơi bộc lộ sự tương tác hoạt động của thạch quyển, thủy quyển, sinh quyển, khí quyển và các hoạt động phát triển của con người, là diễn trường chủ yếu của các tai biến thiên nhiên [8]. Hiểu đơn giản: “Mặt đệm là khoảng không gian địa lý bề mặt Trái đất, được giới hạn phía trên là khí quyển và phía dưới là ranh giới hoạt động của nước dưới đất tầng nông”.

Do khả năng điều tiết nước bề mặt của cảnh quan địa lý không phải là vô hạn và phụ thuộc vào nhiều yếu tố, vì vậy, khi lượng nước cung cấp vượt quá khả năng điều tiết của cảnh quan, làm cho dòng chảy mặt vượt trên mức bình thường và

Nghiên cứu

gây ra hiện tượng ngập lụt tại các địa hình trũng thấp trong khu vực (công thức 1).

$$\frac{N_{cc}}{N_{dt}} > 1 : \text{Gây ngập lụt (trị số này càng lớn, mức độ ngập càng rộng và sâu).}$$
$$\leq 1 : \text{Không gây ngập lụt}$$

Trong đó: N_{cc} là lượng nước cung cấp; N_{dt} : lượng nước điều tiết ở khu vực.

Lượng nước cung cấp có thể gây ngập lụt chủ yếu phụ thuộc vào nguồn nước mưa (hoặc có thể do sự cố hồ chứa nhân tạo ở khu vực, nếu có).

Lượng nước cung cấp chủ yếu lượng nước do mưa được tính theo diện tích lưu vực khu vực (Sl_v) và lưu lượng mưa (L_m): $N_{cc} = Sl_v \times L_m$ (1)

Lượng nước điều tiết ở khu vực bao gồm: $N_{dt} = N_{th} + N_{tr} + N_{nh} + N_{tt}$ (2)

Trong đó: N_{th} là nước thấm mặt đệm; N_{tr} : lượng nước trữ tự nhiên có thể ở địa hình trũng thấp (dưới mức ngập lụt, thường là mức nước trong mùa cạn); N_{nh} : lượng nước trữ nhân tạo (hồ, đập nhân tạo); N_{tt} : lượng nước tiêu thoát tự nhiên ở khu vực (do sông hoặc dòng chảy trên mặt, bốc hơi, lưu giữ do thực vật,...).

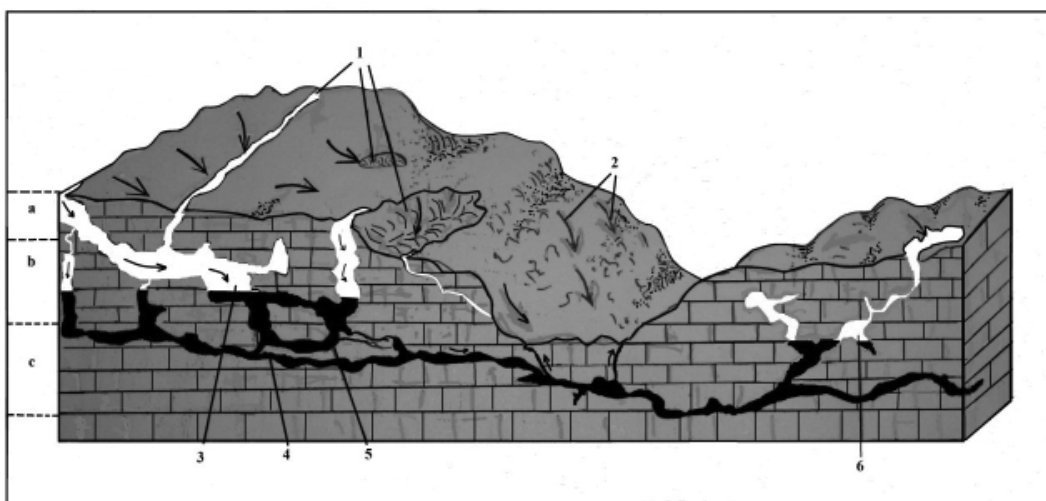
Trong trường hợp ngập lụt (N_{cc}/N_{dt}

> 1), mức độ (độ sâu) có thể ngập nước ở khu vực là: $h = (N_{cc} - N_{dt})/Str$ (3)

Trong đó: Str là diện tích trũng bị ngập lụt.

Nước thấm mặt đệm (N_{th}) phụ thuộc chủ yếu vào độ thấm của hay bản chất của mặt đệm (đặc điểm và thành phần vật chất). Đối với các vật liệu trầm tích bờ rời, độ thấm rất cao, trong khi ở đá vôi, do không có cấu trúc mặt đệm. Vì vậy, khả năng thấm nước của đá vôi gần như bằng không và quá trình lưu chuyển nước bề mặt ở khu vực địa hình đá vôi có đặc trưng riêng.

Theo các nhà nghiên cứu [5, 6] quá trình lưu chuyển của nước bề mặt trong khu vực địa hình đá vôi diễn ra chủ yếu dưới 3 dạng sau (Hình 2): i) di chuyển chảy tràn trên bề mặt từ địa hình cao đến nơi địa hình thấp (còn gọi là đới hấp thụ nước mặt); ii) di chuyển thẳng đứng (đới nước chảy thẳng đứng) từ trên bề mặt địa hình xuống phía dưới thông qua các hang động, khe nứt; iii) đới nước chảy ngang: nước di chuyển trong lòng núi từ nơi cao đến nơi thấp thông qua hệ thống các hang động và cuối cùng chảy ra các sông, suối, địa hình trũng thấp lộ thiên bên ngoài.



Hình 2: Sơ đồ thể hiện quá trình lưu chuyển nước ở địa hình karst [5]

1. Nước di chuyển xuống dưới theo hang, động, khe nứt; 2. Dòng chảy mặt; 3. Hệ thống hang động; 4. Dòng chảy ngầm thông nhau hoàn toàn; 5. Dòng chảy ngầm thông nhau chưa hoàn toàn; 6. Hang động không ngập nước; a. Đới hấp thụ nước mặt; b. Đới nước chảy thẳng đứng; c. Đới nước chảy ngang.

Như vậy, ở khu vực địa hình đá vôi, nhiều hang động, lượng nước mưa (ngoài một lượng nhỏ được lưu giữ trong các hang động có độ cao đáy thấp hơn mực nước cơ sở địa phương) hầu như được lưu chuyển hết từ các khu vực địa hình cao xuống khu vực địa hình thấp (trũng) với tốc độ khá cao (vài giờ đến 1 - 2 ngày); và do vậy, thường gây ngập rất nhanh ở nơi địa hình trũng thấp.

3. Khu vực nghiên cứu

3.1. Đặc điểm khí hậu

Do lưu vực sông Gianh nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa với 2 mùa rõ rệt là mùa khô và mùa mưa. Mùa khô kéo dài từ tháng 4 đến tháng 8, còn mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 3 năm sau [2, 4]. Lượng mưa trong khu vực hàng năm khá lớn với mức trung bình năm từ 2.000 mm đến 2.500 mm, đặc biệt ở khu vực giáp ranh biên giới Việt Nam - Lào, lượng mưa có thể đạt tới 3.000 mm/năm. Số ngày mưa trong năm có thể hơn 160 ngày (trong khi ở ven biển là 135 ngày/năm) [4].

Trong những năm gần đây, chế độ mưa ở khu vực có nhiều biến động, đặc biệt là có nhiều đợt mưa lớn, mưa kéo dài. Chính vì vậy, các tai biến thiên nhiên (TBTN) trong khu vực ngày càng gia tăng về mức độ và cường độ, nhất là tai biến lụt karst.

3.2. Đặc điểm địa hình - địa mạo

Trong khu vực, địa hình - địa mạo được tạo nên bởi chủ yếu là các thành tạo đá vôi đan xen ít địa hình các thành tạo phi đá vôi (phi karst) [2, 3, 4, 5].

+ Địa hình núi đá vôi

Ở khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng (Hình 3a), địa hình đá vôi chiếm hầu hết diện tích khu vực nghiên cứu (Hình 1b). Địa hình núi đá vôi bị chia cắt rất mạnh với nhiều vách dựng đứng, nhiều đỉnh

lớn chồm và nhiều hang động. Các đỉnh núi đá vôi cao trong khu vực có: Phu Tai (1.174 m), Co Unet (1.150 m),...[2, 4]. Tại khu vực này, có 3 hệ thống hang động mà qua đó nguồn nước được lưu chuyển theo hướng chủ đạo Tây - Đông và đều đổ vào sông Son ở khu vực động Phong Nha: hệ thống hang động Phong Nha, hệ thống hang động Vòm và hệ thống hang động Rục Mòn [2].

Tại khu vực Tân Hóa - Minh Hóa (Hình 3b), địa hình núi đá vôi phân bố chủ yếu tạo thành 2 dải khá hiểm trở, độ cao từ vài chục đến vài trăm mét và hơn, gần như song song nhau dọc theo sông Gianh (phương Tây bắc - Đông nam). Tại khu vực này, hệ thống hang động (chủ yếu là hang động ngầm) phát triển mạnh ở phần Bắc - Đông bắc của trũng Tân Hóa, trong đó điển hình là hệ thống hang động Chuột - Tú Làn.

+ Địa hình núi không đá vôi (phi karst)

Ở Phong Nha - Kẻ Bàng, địa hình phi karst chiếm diện tích khoảng 1/3 diện tích khu vực với một dải hẹp (chiều rộng 1 - 2 km) kéo dài từ phía Tây bắc xuống khu vực Đông nam và một diện tích khá lớn ở khu vực Tây nam, ngoài ra còn có một diện tích nhỏ ở rìa Tây khu vực (Hình 3a). Các đỉnh núi cao trong khu vực địa hình này có: Phu Tốc Vu (1.000 m), Mã Tắc (1.068 m),... Đặc trưng chính của địa hình núi phi karst là sườn khá thoải với độ chia cắt kém (độ dốc sườn núi dao động chủ yếu 25 - 30°).

Ở khu vực Tân Hóa - Minh Hóa, địa hình núi phi karst chiếm diện tích lớn và phân bố gần như bao quanh địa hình núi karst và trũng Tân Hóa (Hình 3b).

+ Địa hình trũng thấp

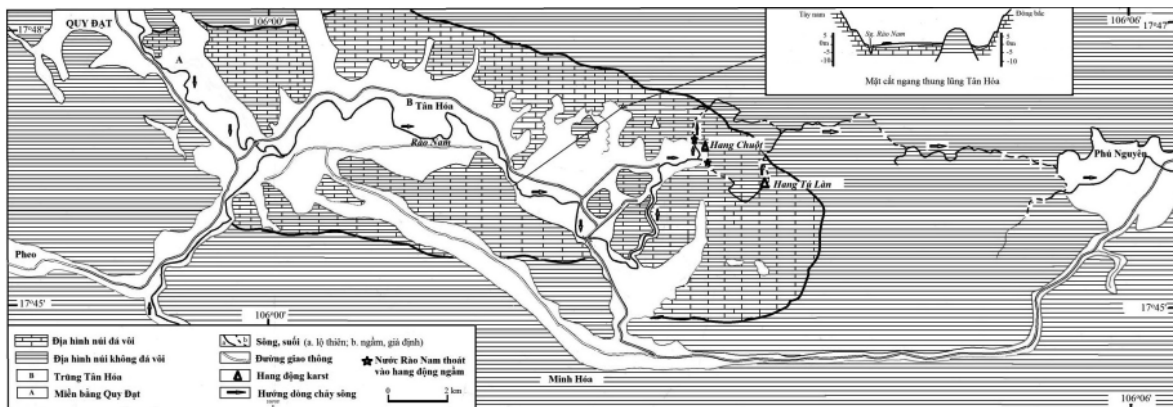
Trong khu vực nghiên cứu, địa hình trũng thấp chiếm diện tích nhỏ với 2 trũng thấp lớn là trũng rìa núi Phong Nha và

Nghiên cứu

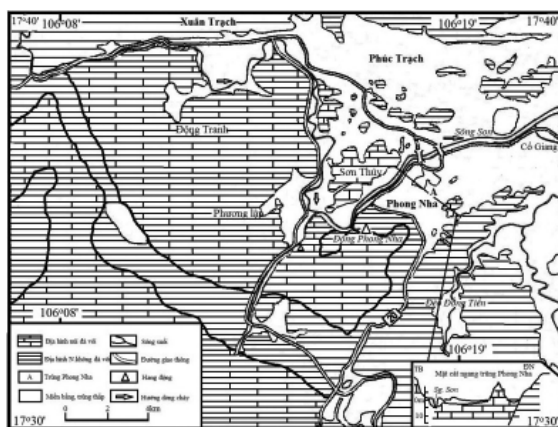
trũng giữa núi Tân Hóa, ngoài ra là một số trũng thấp nhỏ phân bố rải rác trong địa hình núi. Hai trũng thấp Phong Nha và Tân Hóa (Hình 4b) có bề mặt tương đối bằng phẳng với vật chất bề mặt (mặt đệm) chủ yếu là cát, bột, sạn bờ rời. Hai trũng thấp này là nơi tập trung chủ yếu dân cư và các cơ sở kinh tế ở khu vực, đây cũng là nơi xảy ra ngập lụt khi trong khu vực xảy ra mưa lớn.

3.3. Đặc điểm địa chất - kiến tạo

Ở khu vực nghiên cứu, ngoài các thành tạo đá vôi (hệ tầng Bắc Sơn C - Pbs có chiều dày 700 - 900 m), còn có mặt các thành tạo khác - đó là các thành tạo lục nguyên thuộc các hệ tầng: Đông Thọ ($D_3frđt$), Cát Đằng ($D_3fmcđ$), Đông Thọ ($D_3frđt$), La Khê (C_{lk}) và trầm tích Đệ tứ ([3] có tham khảo bổ sung Sơ đồ Địa chất - Khoáng sản, 1/50.000 Quảng Bình của Lê Tiến Dũng và cộng sự, 2003).



(b)



(a)

Hình 3: Sơ đồ khu vực trũng rìa núi Phong Nha, Bố Trạch (a) và trũng giữa núi Tân Hóa, Minh Hóa (b) trong khu vực địa hình đá vôi phía Tây Quảng Bình

Hệ tầng Đông Thọ có thành phần gồm: cát kết thạch anh hạt vừa xen các lớp bột kết, đá phiến sét chứa vật chất hữu cơ, chiều dày 350 - 450 m. Hệ tầng Cát Đằng dày khoảng 400 - 450 m gồm các đá màu xám đen, xám xanh: đá vôi, đá sét, vôi sét, cát bột kết, đá vôi vân đỏ. Hệ tầng La Khê có thành phần là: đá phiến sét, bột kết, cát kết dạng quazit,... chiều dày 300 - 500 m. Các trầm tích Đệ tứ (sông và sông - lũ) có thành phần chủ yếu là: cuội, sạn, cát và bột, chiều dày 1 - 2 m.

Tại hai khu vực nghiên cứu, các hệ

tầng Đông Thọ, Cát Đằng và La Khê chủ yếu tạo nên địa hình núi phi karst, còn hệ tầng Bắc Sơn tạo nên địa hình karst. Các trầm tích Đệ tứ phân bố dọc các sông suối và bề mặt các địa hình trũng thấp trong khu vực.

Về cấu trúc - kiến tạo, khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng và Tân Hóa - Minh Hóa (khu vực Tây Quảng Bình nói chung) phân bố chủ yếu trên đới cấu trúc Long Đại [3]. Đới cấu trúc này là đới cấu trúc uốn nếp phức tạp, tạo nên dãy núi Trường Sơn có phương chung chủ đạo Tây bắc -

Đông nam. Các đứt gãy ở đây cũng phát triển chủ yếu theo phương Tây bắc - Đông nam và á kinh tuyến đã tạo điều kiện cho hệ thống hang động phát triển mạnh theo 2 phương này.

3.4. Đặc điểm thủy văn

Các sông trong khu vực đá vôi về mùa khô thường có mực nước rất thấp, đôi nơi tạo nên các suối cạn, nhưng khi có mưa, mực nước dâng cao khá nhanh và rút cũng nhanh.

Ở khu vực Phong Nha, hệ thống sông chính là sông Troóc - sông Son. Sông Troóc khởi nguồn từ Nam Cồn Roòng, chảy ngầm qua nhiều hang động ngầm theo hướng Đông bắc rồi đổ vào sông Son qua động Phong Nha. Sông Troóc có các chi lưu là sông Nghèn, sông Bồng với lòng hẹp và nước chảy khá mạnh. Sông Son có phần thượng nguồn là sông Chày và Rào Bồng Lai. Sông Son là con sông chính thu và thoát, tiêu thoát nước bề mặt cho khu vực đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng (Hình 3a).

Ở Tân Hóa, sông Rào Nam (còn gọi là Rào Nan, Hình 4c) trong thung lũng Tân Hóa giữa 2 hệ thống núi chạy song song với sông Gianh.

Ngoài các sông nổi, trong khu vực đá vôi còn có nhiều “sông ngầm”. Các sông ngầm chính là các hang động ngầm karst, trong đó có nhiều hang động ngầm phát triển nối tiếp với các sông nổi trên mặt, tạo nên kiểu sông hỗn hợp nổi - ngầm. Trong khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng, hệ thống sông, suối ngầm và sông hỗn hợp đã tạo thành một hệ thống với 3 nhánh chính là: nhánh hang động Phong Nha, nhánh hang động Vòm và nhánh hang động Rục Mòn, cùng đổ vào sông Son [2]. Ở khu vực Tân Hóa - Minh Hóa, hệ thống sông hỗn hợp nổi - ngầm, ngầm phát triển khá mạnh, trong đó điển hình là hệ thống “sông hang động” Chuột - Tú Làn phát triển trên hệ thống hang động có nhiều đoạn nằm khá thấp so với mực nước cơ sở địa phương.

Các sông ở khu vực đá vôi ở Tân Hóa - Minh Hóa, cho đến nay, vẫn được nhận định là đổ nước vào sông Gianh, nhưng chưa phát hiện được rõ mức độ lộ thiên hay ngầm của dòng này trước khi đổ vào sông Gianh.

3.5. Đặc điểm thảm thực vật

Trong khu vực địa hình đá vôi, phần lớn diện tích địa hình núi được che phủ bởi rừng nguyên sinh, khu vực không có rừng che phủ chiếm diện tích nhỏ là địa hình trũng và các khe hẻm [2, 4].

4. Kết quả

4.1. Đánh giá khả năng cung cấp và điều tiết nước bề mặt ở khu vực đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng và Tân Hóa - Minh Hóa

Do trong 2 khu vực nghiên cứu, nguồn lượng nước dưới đất (nước ngầm) và nguy cơ từ nước hồ đập nhân tạo không đáng kể, không có. Vì vậy, nguồn nước cung cấp và có thể gây ngập lụt địa hình trũng trong khu vực chính là nguồn nước mưa.

Trên cơ sở các tài liệu [2, 3, 4, 5] ảnh viễn thám và khảo sát, điều tra thực tế của nhóm tác giả trong tháng 4 - 5/2017 và tháng 4 - 5/2018, có thể định lượng khái quát các thông số liên quan đến tai biến lụt karst ở 2 khu vực địa hình đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng và Tân Hóa - Minh Hóa được thể hiện trong các Bảng 1, 2 và 3.

Lượng nước cấp (Ncc) được tính theo lưu lượng mưa trên toàn bộ lưu vực có trũng cần đánh giá mức ngập lụt (Bảng 1). Mức độ ngập lụt tính theo diện tích của trũng thấp với bề mặt quy ước là bằng phẳng.

Lượng nước thấm (Nth) được tính cho khu vực địa hình có vật chất là đá khác với vỏ phong hóa dày trung bình 1m và thành phần chính là cát, bột, sét (hệ số rỗng tính trung bình: 0,2 % [1].

Bảng 1. Định lượng diện tích lưu vực và trữ nước ở khu vực nghiên cứu

Khu vực	Lưu vực cấp nước			Trữ nước	
	Diện tích tự nhiên (km ²)	Diện tích theo vật chất (km ²)		Diện tích trữ lộ thiên (km ²)	Diện tích hang động ngầm
		Đá vôi	Đá khác		
Phong Nha - Kẻ Bàng	~ 156,0	~ 121,6	~ 34,4	~ 18,0 (trũng Phong Nha)	(không đáng kể)
Quy Đạt - Tân Hóa	~ 103,0	~ 5,4	~ 97,6	~ 4,7 (trũng Tân Hóa)	(không đáng kể)

Lượng nước lưu trữ được tính cho khả năng lưu trữ thông thường của sông, hồ (với mức độ cao mực nước cao nhất bắt đầu có thể tràn bờ gây ngập lụt, Bảng 2).

Bảng 2. Định lượng khả năng lưu trữ nước của địa hình trũng trong khu vực đá vôi Quảng Bình

Khu vực	Hệ thống sông suối*			Khả năng trữ nước** (m ³)
	Tổng chiều dài (km)	Chiều ngang trung bình** (m)	Độ sâu cột nước trung bình** (m)	
Phong Nha - Kẻ Bàng	38,0	80,0	5,0	15.200.000
Tân Hóa - Minh Hóa	40,0	80,0	5,0	16.000.000

*. Tính chung cả hồ, đầm có trong khu vực;

** Tính đến mức cao nhất chưa gây ngập lụt.

Về khả năng tiêu thoát nước (Ntt, Bảng 3), ở khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng, lượng nước có thể được tiêu thoát chủ yếu thông qua hệ thống sông Son (chiều rộng trung bình sông là ~ 200 m, độ sâu cột nước trung bình: 5 m và tốc độ dòng chảy: 5 m/s [4]); còn ở khu vực Tân Hóa - Minh Hóa, khả năng tiêu thoát nước chủ

yếu thông qua Rào Nam kết nối với dòng “ngầm, dòng nổi” thuộc hệ thống hang Chuột - Tú Làn (ước tính mặt cắt trung bình chung của “sông ngầm” Rào Nam”: chiều rộng 20 m, chiều cao 10 m và tốc độ dòng chảy tối đa 3 m/s trong điều kiện nước cấp đầy đủ kín hang động).

Bảng 3. Định lượng khả năng tiêu thoát nước (qua sông, suối) ở khu vực đá vôi Quảng Bình

Khu vực	Kích thước dòng chảy (m)		Tốc độ dòng chảy (m/s)	Khả năng tiêu thoát (m ³ /giờ)
	Chiều ngang trung bình	Chiều sâu trung bình		
Phong Nha - Kẻ Bàng*	200,0***	5,0***	5,0	18.000.000
Tân Hóa - Minh Hóa**	20,0	10,0	3,0	2.160.000

*. Tính cho dòng thoát chính: sông Son;

** Tính cho dòng thoát chính: hệ thống “sông ngầm” Chuột - Tú Làn;

***. Tính với mức cao nhất chưa gây ngập lụt.

4.2. Tương quan giữa lượng nước cung cấp - điều tiết và nguy cơ ngập lụt ở hai trũng Phong Nha và Tân Hóa

Từ các giá trị về lượng nước cung cấp và khả năng điều tiết nước bề mặt của khu vực, theo công thức (1), có thể định lượng được nguy cơ ngập lụt (lụt karst) với các mức khác nhau phụ thuộc vào chế độ mưa ở 2 trũng Phong Nha

và Tân Hóa (Bảng 4). Theo đó, ở trũng Phong Nha, hiện tượng ngập lụt có thể bắt đầu xảy ra khi lượng mưa trong khu vực đạt trên 200 mm và có thể ngập sâu từ 1,5 m đến 2,5 m với lượng mưa 400 - 500 mm; còn ở trũng Tân Hóa, tương ứng là: 200 mm (bắt đầu gây ngập) và mức ngập 4,5 - 6,5 m nếu lượng mưa đạt tới 400 - 500 mm.

Bảng 4. Định lượng khái quát nguy cơ lụt karst do mưa ở khu vực đá vôi Quảng Bình

Khu vực	Lượng mưa (mm)	Ncc (m ³)	Ndt (m ³)				Mức ngập nguy cơ (m)
			Nth	Ntr	Nhd	Ntt (m ³ /giờ)	
Phong Nha - Kẻ Bàng	100	15.600.000	688.000	15.200.000	0	18.000.000	-1,02
	200	31.200.000					-0,15
	300	46.800.000					0,72
	400	62.400.000					1,59
	500	78.000.000					2,45
Tân Hóa - Minh Hóa	100	10.300.000	1.952.000	16.000.000	0	2.160.000	-2,89
	200	20.600.000					0,10
	300	30.900.000					2,29
	400	41.200.000					4,48
	500	51.500.000					6,68

Ncc: nước cung cấp; Nth: nước thấm; Ntr: nước trữ; Nhd: nước hồ đập; Ntt: nước tiêu thoát.

Thời gian ngập lụt phụ thuộc vào lượng nước có thể gây ngập lụt và khả năng tiêu thoát nước ở khu vực; theo các dữ liệu trên, có thể thấy: ở trũng Phong Nha, nếu lượng mưa liên tục là 300 mm, 400 mm và 500 mm, thì thời gian ngập lụt (độ cao mức ngập giảm dần theo thời gian) tương ứng là 0,72 giờ, 1,58 giờ và 2,45 giờ mức độ tương ứng. Với lượng mưa tương tự, ở trũng Tân Hóa, thời gian ngập lụt là: 4 giờ; 9,8 giờ và 14,5 giờ.

5. Thảo luận

Từ các kết quả trên, có thể đưa ra một số nhận định, đánh giá sau:

Các khu vực chính, chủ yếu có thể bị ngập lụt (lụt karst): i) ở khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng: trũng rìa núi Phong Nha (thị trấn Phong Nha) và một số hang động ngầm có độ cao dưới mực nước cơ sở địa phương (mức bình thường không gây ngập lụt), thời gian ngập lụt hang động thường ngắn hơn so với ở trũng; ii) ở khu vực Tân Hóa - Minh Hóa: trũng giữa núi Tân Hóa (xã Tân Hóa) và phần lớn hang động karst thuộc hệ thống hang động Chuột - Tú Làn; thời gian ngập lụt hang động dài hơn so với ở trũng.

Về nguyên nhân chính có thể gây ngập lụt cho các địa hình trũng thấp ở khu vực địa hình đá vôi Tây Quảng Bình đó

là nguồn lượng nước mưa trong khu vực với lưu lượng từ 200 mm trở lên (mưa liên tục). Trên thực tế, trận mưa với lưu lượng 271 mm ngày 03/10/2007 (do bão Lekima) đã gây ngập lụt thị trấn Phong Nha với mức trung bình 10 - 15 cm; còn trận mưa từ 300 đến trên 500 mm ngày 15/10/2013, do bão Nari (bão số 11) kết hợp không khí lạnh đã làm ngập lụt nặng nề khu vực: tại Phong Nha, nước ngập 1 - 3 m và tại Tân Hóa, nước ngập 1 - 2,5 m (nguồn: <http://www.quangbinh.gov.vn>).

Về mức nguy cơ lụt: nguy cơ ngập lụt ở trũng Tân Hóa cao hơn so với ở trũng Phong Nha cả về mức độ và thời gian ngập lụt trong cùng một điều kiện chế độ mưa.

Ngoài ra, theo kết quả trên cũng cho thấy khả năng gia tăng mức ngập sâu theo chế độ mưa gia tăng ở trũng Tân Hóa là lớn, nhanh với mức cao, trong khi ở trũng Phong Nha - mức tăng và độ sâu ngập thấp hơn khá nhiều.

Từ đó, có thể đưa ra khuyến nghị các giải pháp ứng phó với tai biến lụt karst ở khu vực như sau: i) ở khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng: tạo điều kiện thông thoáng hoặc mở rộng đường tiêu thoát nước cho dòng sông Son kết hợp có thể xây dựng hồ chứa nước phía hạ lưu; ii) ở khu vực Tân Hóa - Minh Hóa: giải pháp hiệu quả

nhất là hướng mở lối tiêu thoát nước từ dòng Rào Nam (ngoài hệ thống hang động) và có thể kết hợp xây dựng hồ chứa nước ở phía thượng nguồn (trong khu vực không có đá vôi); iii) trong hoạt động du lịch hang động, cần hết sức thận trọng và cần có phương án đối phó khi tiến hành trong mùa mưa (nhất là đối với các hang động ở Tân Hóa)

6. Kết luận

Trong vùng địa hình đá vôi phía Tây Quảng Bình, trung rìa núi Phong Nha và trung giữa núi Tân Hóa là 2 khu vực chính xảy ra ngập lụt đặc trưng cho tai biến lụt karst ở Việt Nam.

Tai biến lụt xảy ra ở khu vực địa hình đá vôi phụ thuộc chủ yếu vào nguồn nước mưa và khả năng tiêu thoát nước của khu vực. So với khu vực địa hình không có đá vôi, ngập lụt ở khu vực đá vôi thường diễn ra lớn hơn về tốc độ và thời gian ngập lụt.

Nguy cơ xảy ra lụt karst ở khu vực Tân Hóa cao hơn so với ở Phong Nha về mức độ và thời gian ngập lụt. Ngập lụt có thể xảy ra ở trung Phong Nha và Tân Hóa khi lưu lượng mưa liên tục trong khu vực đạt mức từ 200 mm trở lên.

Giải pháp hiệu quả nhất có thể ứng phó với tai biến lụt karst đối với 2 trung Phong Nha và Tân Hóa là tạo điều kiện tiêu thoát nước nhanh cho khu vực khi xảy ra mưa lớn tại đây.

Trong hoạt động phát triển kinh tế - xã hội ở 2 khu vực Phong Nha và Tân Hóa, nhất là hoạt động du lịch hang động, cần hạn chế tối đa hoạt động trong mùa mưa. Trong trường hợp cần thiết phải hoạt động trong hang động vào mùa mưa, nhất thiết phải có phương án đảm bảo an toàn hoặc ứng cứu khi xảy ra sự cố ngập lụt (đặc biệt đối với hệ thống hang động Chuột - Tú Làn ở Tân Hóa).

Lời cảm ơn: Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của đề tài cấp Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam: “Nghiên cứu đánh giá một số tai biến thiên nhiên điển hình (lụt karst, trượt lở đất, xói lở bờ sông) ở lưu vực sông Gianh; đề xuất các giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiên tai và khai thác hợp lý lãnh thổ” (Mã số: VAST.05.05/17 - 18).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Cao Văn Chí, Trịnh Văn Cương (2003). *Cơ học đất*. Nxb Xây dựng, Hà Nội.
- [2]. Trần Nghi và nnk (2003). *Di sản Thiên nhiên thế giới Phong Nha - Kẻ Bàng, tỉnh Quảng Bình, Việt Nam*. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.
- [3]. Trần Tính (chủ biên) và nnk (1996). *Bản đồ Địa chất và khoáng sản, 1/200.000 tờ Mahaxay - Đồng Hới*. Cục Địa chất Việt Nam, Hà Nội.
- [4]. Trần Thanh Toàn (chủ biên) và nnk (1991). *Quảng Bình: Điều kiện tự nhiên, tài nguyên môi trường, kinh tế - xã hội và phát triển*. Ban KH&KT tỉnh Quảng Bình, Đồng Hới.
- [5]. Trần Tân Văn và nnk (2002). *Phát triển bền vững các vùng đá vôi ở Việt Nam*. Hội nghị quốc tế Liên ngành về Phát triển và Biến đổi các vùng đá vôi, Viện Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
- [6]. Bộ Xây dựng (2006). *Chỉ dẫn kỹ thuật công tác khảo sát địa chất công trình cho xây dựng trong vùng karst*. Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam (TCXDVN 366:2006), Biên soạn lần 1, Hà Nội.
- [7]. Mc Cuen R.H (1989). *Hydrologic Analysis and Design*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 107632.
- [8]. Cao Đăng Dư và nnk (1995). *Nghiên cứu nguyên nhân lũ quét và biện pháp phòng chống*. Báo cáo đề tài khoa học, Viện Khí tượng - Thủy văn.

BBT nhận bài: 24/11/2018; Phản biện
xong: 05/12/2018