

HOẠT ĐỘNG KARST CỦA KHỐI ĐÁ VÔI PHONG NHA - KÈ BÀNG DƯỚI GÓC ĐỘ ĐỊA CHẤT

Nguyễn Thị Ngọc Yên

Đại học Bách Khoa Đà Nẵng

Trần Thị Phương An, Đỗ Quang Thiên

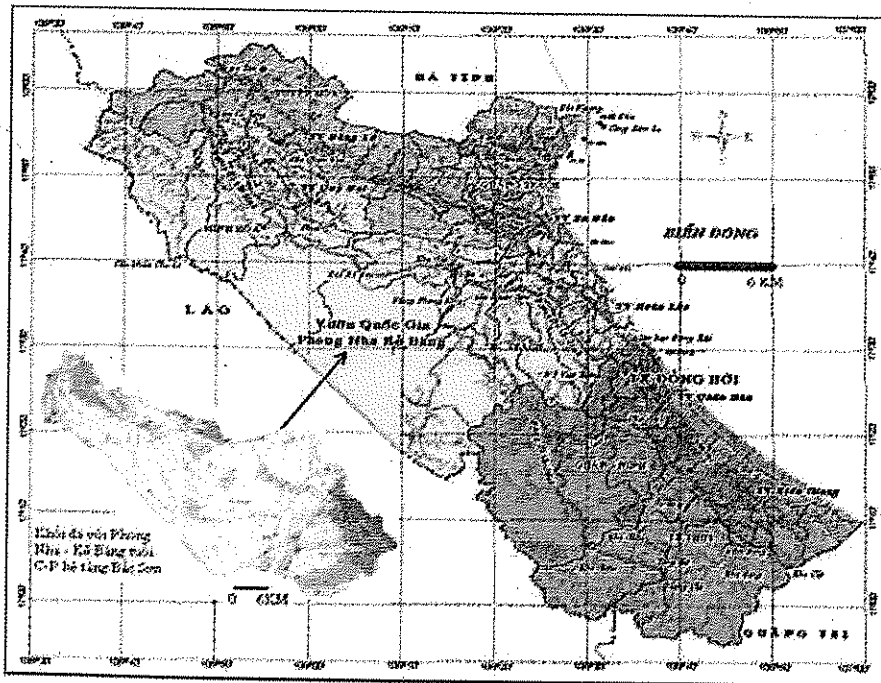
Đại học Khoa học Huế

1. Khái quát về vùng nghiên cứu

Khối đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng nằm về phía tây bắc tỉnh Quảng Bình và được giới hạn bởi toạ độ địa lý: $17^{\circ}20'$ - $17^{\circ}48'$ vĩ độ bắc và $105^{\circ}46'$ - $106^{\circ}24'$ kinh độ đông (hình 1). Chiều dài lớn nhất đạt 70 km, kéo dài từ đèo Mụ Giạ đến núi U Bò theo hướng tây bắc - đông nam. Chiều rộng lớn nhất khoảng 31 km kéo dài theo hướng đông bắc - tây nam từ Tây Gát, xã Xuân Trạch (huyện Bố Trạch) đến biên giới Việt - Lào. Toàn bộ khối đá nằm về phía tây nam sông Gianh, thuộc địa phận 9 xã của 2 huyện Minh Hoá và Bố Trạch. Phía bắc khối đá vôi được giới hạn bởi quốc lộ 15A, phía nam, tây nam tiếp giáp với Lào; phía tây giới hạn bởi quốc lộ 561 (quốc lộ 12A cũ), phía đông, đông nam giáp các xã Trường Sơn (huyện Quảng Ninh), Phú Định và Hưng Trạch

(huyện Bố Trạch) và được giới hạn bởi sườn đông của dãy núi U Bò (Hình 1).

Đây là khối đá vôi lớn, cổ nhất Châu Á và được hình thành cách đây 400 triệu năm. Hoạt động karst của các khối đá vôi nói chung rất nhạy cảm đối với sự phát sinh - phát triển nhiều tai biến địa chất tự nhiên, nhân sinh đồng hành khác và có tác động tích cực lẫn tiêu cực đến môi trường, dân sinh, kinh tế và an ninh quốc phòng của khu vực. Do vậy, việc nghiên cứu phân tích tác động của các yếu tố tự nhiên đến hoạt động Karst của khối đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng như là cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp khoa học công nghệ, nhằm bảo vệ di sản thiên nhiên này, hướng đến việc khai thác hợp lý và bảo vệ môi trường địa chất lãnh thổ.



Hình 1. Vị trí khối đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng trong tỉnh Quảng Bình

2. Các khái niệm về vấn đề nghiên cứu

Trước hết, cần thống nhất một số khái niệm, quan niệm liên quan đến quá trình Karst. Thực tế khảo sát và nghiên cứu hoạt động Karst ở một số khu vực: Non Nước (Đà Nẵng), Lao Bảo - Cam Lộ (Quảng Trị) và Phong Nha - Kẻ Bàng (Quảng Bình),... cho thấy: Karst là một quá trình địa động lực ngoại sinh đặc biệt, có tác động mạnh mẽ trong cải biến môi trường địa chất, cũng như ảnh hưởng tiêu cực lẫn tích cực đến sự phát triển kinh tế - xã hội của mỗi quốc gia, mỗi lãnh thổ. Do vậy, ngay từ cuối thế kỷ 19 đã có nhiều chuyên gia, nhiều ngành khoa học chuyên sâu nghiên cứu vấn đề này và đã có khá nhiều định nghĩa về Karst của các tác giả khác nhau. Tuy vậy, trên quan điểm địa chất động lực công trình, chúng tôi cho rằng: Karst là một quá trình xảy ra khi nước trên mặt và nước dưới đất tiếp xúc với các đá có khả năng dễ bị hoà tan, khi đó nước sẽ hoà tan (xói mòn hóa học), xâm thực (xói mòn cơ học) cuốn trôi đá dễ hoà tan và hình thành nên các dạng địa hình trên mặt cũng như các hang động ngầm rất đặc trưng.

Chúng ta đều biết, bất kỳ một quá trình địa động lực nào phát sinh đều do nhiều yếu tố ảnh hưởng khác nhau chi phối. Như vậy, có thể hiểu yếu tố ảnh hưởng là những yếu tố tự nhiên hay nhân sinh, có tác động gây ra hay hỗ trợ, kìm hãm các quá trình địa động lực phát sinh - phát triển. Còn nguyên nhân là các yếu tố ảnh hưởng tự nhiên hoặc nhân sinh mang tính chất động, có tác dụng gây ra các quá trình địa động lực. Trong đó, nguyên nhân chính (nguyên nhân cơ bản) là nguyên nhân trực tiếp gây ra quá trình địa động lực. Nguyên nhân phụ là nguyên nhân gián tiếp gây ra quá trình địa động lực. Tác nhân là nhân tố thực thi các tác động hay thực hiện các nguyên nhân. Chẳng hạn như: tác dụng hoà tan là nguyên nhân gây ra quá trình Karst, nhưng tác nhân gây ra hoà tan là nước. Điều kiện là yếu tố ảnh hưởng tự nhiên có tác dụng hỗ trợ hay kìm hãm quá trình địa động lực. Chẳng hạn như trong quá trình karst, đá vôi là điều kiện cho quá trình hoà tan.

Từ các quan niệm nêu trên, trong báo cáo này chúng tôi xem tác động của các yếu tố ảnh hưởng

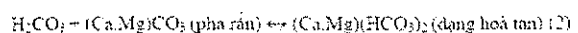
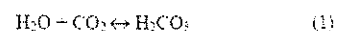
đến hoạt động Karst như là nguyên nhân. Trong đó, nguyên nhân trực tiếp gồm: tác động hoà tan, xâm thực của nước, còn nguyên nhân gián tiếp gồm: tác động của mưa, vận động tân kiến tạo, hoạt động kinh tế - công trình. Các yếu tố ảnh hưởng được xem như là điều kiện gồm: cấu trúc địa chất, đặc điểm địa hình, khí hậu - thủy văn, địa chất thủy văn.

3. Nguyên nhân và điều kiện phát sinh - phát triển quá trình Karst

Từ trước đến nay, khi nghiên cứu quá trình Karst, rất ít tác giả đi sâu phân tích nguyên nhân gây ra quá trình động lực ngoại sinh này. Hầu hết, các tác giả chỉ đề cập đến sự hoà tan, xem tác động hoà tan như là nguyên nhân trực tiếp, duy nhất gây ra quá trình Karst và hình thành địa hình Karst ở nhiều nơi trên thế giới. Không chỉ có vậy, mà nhiều tác giả quan điểm về Karst còn chưa đầy đủ, thậm chí thiếu chính xác. Các tác giả không nói rõ tác nhân nào hoà tan đá (nước mặt hay nước dưới đất, nước tự nhiên hay các chất lỏng khác). Ngoài ra, nước mặt cũng như nước dưới đất cũng chỉ hoà tan đá có khả năng hoà tan và cũng chỉ có thể xảy ra trong nước có chứa lượng CO_2 ăn mòn lớn, vượt xa lượng CO_2 cân bằng. Theo chúng tôi, tác động hoà tan của nước chính là nguyên nhân bao trùm, nhưng quá trình bóc mòn Karst không chỉ do quá trình hoà tan (bóc mòn hoá học) của nước gây ra, mà còn do hoạt động xâm thực (bóc mòn cơ học) của nước chảy trên mặt và dưới đất. Do vậy, nguyên nhân trực tiếp gây ra quá trình Karst phải bao gồm tác động hoà tan và xâm thực của nước mặt, nước dưới đất đối với đá có khả năng hoà tan như dưới đây.

Tác dụng hoà tan của nước

Chúng ta đều biết, nước mặt cũng như nước dưới đất chỉ có tác dụng hoà tan đối với các đá có khả năng hoà tan, tuy nhiên tác dụng hoà tan chỉ xảy ra khi nước có chứa nhiều lượng CO_2 ăn mòn. Quá trình hoà tan đá vôi trong nước có chứa nhiều khí CO_2 ăn mòn xảy ra theo phương trình phản ứng thuận nghịch sau:



Trong trường hợp nước chứa hàm lượng cacbonit ăn mòn ít thì lượng axitcacbonic sẽ sinh ra ít, dẫn đến tương tác giữa nó với đá vôi (tác dụng hoà tan) bị hạn chế. Lúc đó, quá trình hòa tan đá vôi sẽ không xảy ra nếu hàm lượng khí CO² không vượt quá lượng khí CO² cân bằng. Khi lượng khí CO² lớn, vượt quá lượng khí CO² cân bằng thì hàm lượng axitcacbonic sẽ sinh ra lớn, gây hoà tan đá vôi và tạo nên bicacbonat canxi Ca(HCO³)². Ngoài ra, để quá trình hoà tan xảy ra thì bên cạnh tác dụng hòa tan của khí CO², nước phải chứa ít ion pha cứng, bởi vì khi nước chứa nhiều ion pha cứng thì tạo nên môi trường quá bão hoà nên quá trình hoà tan đá vôi sẽ dừng lại. Từ nghiên cứu thực nghiệm, Xocolov D.X. đã chứng minh trong nước chứa nhiều các muối khác gốc, bước đầu sẽ làm tăng khả năng hoà tan, nhưng đến một giới hạn nào đó (tùy thuộc loại muối) thì sự gia tăng hàm lượng muối sẽ làm giảm độ hoà tan của nước.

Tác dụng xâm thực của nước

Ngoài tác dụng hoà tan, khi vận động nước thường tạo ra áp lực thủy động có tác dụng gây xâm thực cơ học. Nước vận động trên mặt chính là nguyên nhân gây xâm thực cơ học, tạo ra các dạng địa hình Karst như: các núi sót, các tháp Karst đỉnh nhọn, các khối núi Karst có đỉnh sắc nhọn,... Cùng với tác dụng xâm thực cơ học trên mặt, nước cũng gây ra quá trình xâm thực cơ học vào các khe nứt của đá vôi và mở rộng các khe nứt thành các hang động ngầm.

Bên cạnh các nguyên nhân trực tiếp là tác dụng hoà tan và xâm thực cơ học của nước, quá trình Karst còn bị chi phối bởi một số nguyên nhân gián tiếp khác như: các hoạt động kinh tế công trình, lượng mưa và vận động tân kiến tạo.

Lượng mưa

Đối với khu vực có lượng mưa càng lớn thì tốc độ cầu dòng chảy mặt cũng như dòng ngầm càng mạnh, dẫn đến cường độ trao đổi nước và tuần hoàn nước trong các tầng đá gần bề mặt càng lớn, do đó quá trình hòa tan và rửa lũa cũng tương ứng tăng theo, tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển quá trình Karst. Vì vậy, vào mùa mưa quá trình Karst phát triển với cường độ mạnh hơn nhiều so với mùa khô. Theo số liệu phân tích mẫu nước lấy ở Uran (Nga) cho thấy hàm lượng HCO³⁻, Ca⁺⁺ vào mùa mưa chiếm trên 50%, còn mùa khô chỉ chiếm 2 - 3% hàm lượng các ion chứa ở trong nước Karst (Xocolov D.X). Thật vậy, theo số liệu phân tích mẫu nước tại 2 đợt vào mùa mưa tại khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng cũng cho thấy hàm lượng HCO³⁻, Ca⁺⁺ chiếm 215,40*100/236.97 = 90.9% (12/2009) và 201,21*100/236.78 = 84.98% (12/2009) tổng các hàm lượng các ion chứa ở trong nước. Kết quả phân tích 11 mẫu nước tại phòng thí nghiệm của Liên đoàn qui hoạch, điều tra tài nguyên nước miền Trung được trình bày trên bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Kết quả phân tích các chỉ tiêu thủy địa hóa nước Karst vào tháng 12/2009

Chỉ tiêu phân tích	PN 1	PN 3	PN 4	PN 5	PN 6	Trung bình
	(mg/l)(me/l)	(mg/l)(me/l)	(mg/l)(me/l)	(mg/l)(me/l)	(mg/l)(me/l)	
HCO ₃	216.61/3.5510	219.66/3.6010	31.01/0.3084	198.31/3.2510	173.90/2.8508	167.90
CO ₃ ²⁻	0.00/0.0000	0.00/0.0000	0.00/0.0000	0.00/0.0000	0.00/0.0000	0.00
SO ₄ ²⁻	1.15/0.0240	1.68/0.0350	1.38/0.0288	2.14/0.0446	1.31/0.0273	1.53
Cl	8.15/0.2296	10.65/0.2994	7.09/0.1997	9.22/0.2597	8.86/0.2496	8.79
NO ₃	2.34/0.0410	1.74/0.0281	0.84/0.0135	1.49/0.0240	0.88/0.0142	1.50
Ca ²⁺	63.13/3.1565	59.12/2.9560	13.05/0.6515	50.12/2.506	52.10/2.6050	47.50
Mg ²⁺	6.69/0.3375	11.55/0.9625	2.43/0.2025	6.69/0.3375	7.30/0.6083	6.93
Na	2.23/0.0970	3.10/0.1348	2.58/0.1122	1.88/0.0817	2.06/0.0896	2.37
K ⁺	0.33/0.0090	0.33/0.0090	0.37/0.0146	0.36/0.0287	0.35/0.0090	0.44
Fe ²⁺	0.01/0.0005	0.01/0.0005	0.02/0.0011	0.01/0.0005	0.01/0.0005	0.01
pH	8.29	8.27	7.87	8.37	8.33	236.97

Bảng 2. Kết quả phân tích các chỉ tiêu thủy địa hóa nước Karst vào tháng 8/2010

Chỉ tiêu phân tích	PN 7 (mg/l)/(me/l)	PN 8 (mg/l)/(me/l)	PN 9 (mg/l)/(me/l)	PN 10 (mg/l)/(me/l)	PN 11 (mg/l)/(me/l)	PN 12 (mg/l)/(me/l)	Trung bình (mg/l)
HCO ₃	143.39/2.3507	140.34/2.3006	140.34/2.3006	146.44/2.4007	138.64/2.6007	164.75/2.7008	150.10
CO ₃ ²⁻	0.00/0.0000	0.00/0.0000	0.00/0.0000	0.00/0.0000	0.00/0.0000	0.00/0.0000	0.00
SO ₄ ²⁻	8.29/0.1708	7.10/0.1479	7.46/0.1554	9.70/0.2021	7.81/0.1627	8.12/0.1692	8.04
Cl ⁻	14.18/0.3994	13.93/0.4494	14.18/0.3994	14.18/0.3994	19.50/0.5492	17.73/0.4993	16.31
NO ₃	3.36/0.0542	3.19/0.0515	2.73/0.0440	2.94/0.0474	5.07/0.0818	2.72/0.0439	3.33
Ca ²⁺	50.10/2.5050	46.10/2.4549	49.10/2.4549	49.10/2.4549	33.11/2.6553	53.11/2.7555	51.10
Mg ²⁺	4.26/0.3547	4.86/0.4053	4.86/0.4053	4.86/0.4053	3.63/0.3040	3.04/0.2533	4.25
Na ⁺	2.40/0.1043	2.23/0.0970	2.58/0.1122	3.10/0.1348	3.27/0.1422	3.45/0.1500	2.93
K ⁺	0.33/0.0090	0.33/0.0090	0.33/0.0290	0.33/0.0145	0.33/0.0181	0.33/0.0145	0.48
Fe ²⁺	0.31/0.0168	0.33/0.0176	0.35/0.0188	0.16/0.0086	0.10/0.0053	0.23/0.0125	0.23
pH	8.36	8.31	8.35	8.31	8.30	8.32	236.78

Lãnh thổ nghiên cứu có lượng mưa trung bình hằng năm khá lớn đạt 2000-2500mm, lại nhận được một lượng nước không nhỏ từ các vùng đá phi Karst, nhưng hầu hết các sông suối trong khu vực và lân cận gần như không có dòng chảy trên mặt (hoặc không đáng kể) là minh chứng cho các dòng chảy ngầm dọc hệ thống hang động trong khu vực phát triển rất mạnh, góp phần thúc đẩy sự phát triển của quá trình Karst hóa xảy ra mạnh hơn ở vùng nghiên cứu. Hơn nữa, mùa mưa ở đây lại tập trung từ tháng 8 đến tháng 1 năm sau, tức là vào mùa mát và lạnh nên khả năng hoà tan của nước cũng được tăng cường.

Vận động tân kiến tạo

Vận động tân kiến tạo khu vực có vai trò rất lớn đối với xu thế phát triển Karst theo phương thẳng đứng và quy mô của các hình thái Karst. Trước hết, đối với khu vực bị nâng tân kiến tạo theo chế độ xen kẽ giữa các pha nâng và các pha kiến tạo bình ổn, sẽ gặp Karst phát triển theo xu hướng xuống sâu, cùng với sự hình thành các bậc hang động. Trong đó bậc hang phân bố càng cao, thì Karst có tuổi càng cổ và thường là Karst chết. Thời đoạn ngừng nghỉ (bình ổn tương đối) sau pha nâng càng kéo dài, càng có điều kiện hình thành các hang động qui mô càng lớn, thậm chí hình thành cả cao nguyên Karst rộng lớn. Kết quả nghiên cứu các đặc điểm phân bố các hang động theo phương thẳng đứng ở nước ta, cho thấy: do ảnh hưởng của vận động nâng tân kiến

tạo, hang động Karst đã hình thành 5 bậc, bậc thấp nhất 0 – 4m đến bậc cao nhất 100 – 120 m (ở Đông Bắc) và 150 - 180 m (ở Tây Bắc) [3,4,7,8,9].

Đối với lãnh thổ bị nâng tân kiến tạo liên tục trong thời gian dài ngày, ngoài việc hình thành các bậc hang động có qui mô lớn, còn gặp các giếng Karst sâu có kích thước, hình dáng biến đổi phức tạp theo phương thẳng đứng. Ngược lại, vận động sụt lún tân kiến tạo lại tạo điều kiện cho quá trình Karst phát triển theo hướng đi lên, nên các bậc hang động thấp bị lấp nhét dần và có thể biến thành Karst chết.

Khu vực nghiên cứu có chế độ vận động tân kiến tạo với xu hướng chung là nâng lên, xen các thời kỳ ổn định đã thúc đẩy sự phát triển quá trình Karst xuống sâu, cùng với sự hình thành các bậc hang động có qui mô lớn. Tại vùng Phong Nha - Kẻ bàng, đến nay đã phát hiện được ít nhất là 4 mực cửa hang theo độ cao tương đối: mực 0m là mực sông suối hiện nay, mực 20±5m, mực 40±10m và mực 90±10m. Cả 4 mực cửa hang đều được xác nhận ở hang Vượt thuộc hệ thống hang Vòm (huyện Bố Trạch) với độ cao cụ thể là 0; 24; 43 và 93 m. Chính nguyên nhân này đã tạo nên hệ thống hang động ngầm hùng vĩ trong khu vực nghiên cứu và Phong Nha – Kẻ Bàng được mệnh danh là vương quốc của những hang động.

Hoạt động kinh tế - công trình

Hầu hết các hoạt động kinh tế - công trình của con người như: xây dựng hồ chứa nước, khai thác

nước dưới đất, khai đào các hố móng, các công trường khai thác lộ thiên,... cũng như thải các loại nước thải có tính ăn mòn vào môi trường tự nhiên, đã làm biến đổi môi trường địa chất, tạo điều kiện thúc đẩy quá trình Karst phát triển hoặc tái hoạt động.

Quá trình Karst không chỉ phụ thuộc vào các nguyên nhân, mà còn bị khống chế bởi một số điều kiện cơ bản dưới đây:

Cấu trúc địa chất

Các yếu tố địa chất có ảnh hưởng đến hoạt động Karst phải kể đến bao gồm: Thành phần khoáng hoá của đá; đặc điểm kiến trúc, cấu tạo, thể nằm của đá Karst; Đặc điểm đứt gãy, khe nứt kiến tạo và quan hệ thể nằm giữa các thành tạo Karst hoá với đá phi Karst.

Trước hết là thành phần khoáng hoá của đá, các đá có khả năng hoà tan trong nước như: muối mỏ dễ hoà tan nhất (> hơn 320 g/l), thạch cao (2,1 - 2,6 g/l), đá vôi đolômit khó hoà tan hơn với giá trị vài trăm miligam trong một lít nước. Trong thực tế, các khoáng vật tạo đá chủ yếu bị hoà tan đều có cấu trúc tinh thể. Quá trình hoà tan đá trong nước thực chất là quá trình phá vỡ mạng tinh thể, chuyển các ion của mạng tinh thể khoáng vật vào trong nước dưới tác dụng của lực hút các ion và phân tử nước. Khả năng hoà tan của các khoáng vật trước hết phụ thuộc tổng năng lượng của mạng tinh thể của chúng, tổng năng lượng mạng tinh thể càng lớn thì khả năng hoà tan càng bé và ngược lại. Ngoài ra, khả năng bị hoà tan của các đá còn phụ thuộc vào cấu trúc tinh thể, tạp chất trong đá, nhiệt độ, áp suất của nước.

Bên cạnh thành phần khoáng hóa thì đặc điểm kiến trúc, cấu tạo, thể nằm của đá Karst cũng có ảnh hưởng lớn đến địa hình và hình thái Karst. Thật vậy, điều kiện thể nằm, mức độ nứt nẻ, vỡ vụn của đá Karst quyết định khả năng xâm nhập của nước vào trong đá bị hoà tan. Những đá có khả năng hoà tan bị che phủ, ngăn cách bởi các trầm tích không có

khả năng thấm nước, thì Karst phát triển yếu hay nói chung là không phát triển. Nếu trầm tích che phủ có khả năng thấm nước tốt, chiều dày nhỏ hoặc đã bị hoà tan lộ ra ngay trên mặt thì Karst phát triển dễ dàng và mạnh mẽ hơn. Đối với các đá nằm ngang thì Karst phát triển gần như đồng đều theo diện tích phân bố đá hòa tan, đối với các đá xếp nghiêng hoặc dốc đứng thì Karst phát triển xuống sâu, còn các đá có thể nằm đơn nghiêng thì Karst phát triển vừa theo phương lớp vừa theo hướng dốc.

Tiếp theo là đặc điểm đứt gãy, khe nứt kiến tạo, đặc biệt là mức độ nứt nẻ và hướng phát triển của khe nứt không những quyết định mức độ phát triển Karst, mà còn quyết định phương và hình thái Karst. Thực tiễn nghiên cứu Karst ở Việt Nam cho thấy nơi nào đá vôi bị các đứt gãy kiến tạo chia cắt và đới nứt nẻ tăng cao, nơi đó Karst sẽ phát triển mạnh với nhiều giếng, hang động Karst. Các hệ thống khe nứt, đứt gãy, đới phá huỷ kiến tạo và những nơi giao nhau của chúng hình thành nên các rãnh, đường, các hành lang, hang động thông thường, có nơi hình thành các sông ngầm và các loại hình Karst khác. Ngoài ra, độ khe nứt và mức độ đập vỡ của đá cũng tạo điều kiện dễ dàng cho sự thâm nhập, vận động của nước dưới đất, tăng cường khả năng hòa tan và tạo nên những hang hốc có qui mô lớn.

Cuối cùng là quan hệ thể nằm giữa các thành tạo Karst hoá với phi Karst, thông thường khu vực nào có khối đá Karst xuất lộ, thì nơi đó Karst phát triển và ngược lại. Cho dù đá Karst có dễ dàng hoà tan đến mấy, nhưng lại bị chôn vùi dưới các khối đá phi Karst có bề dày lớn, không chứa nước và thấm nước thì quá trình Karst cũng không phát triển được.

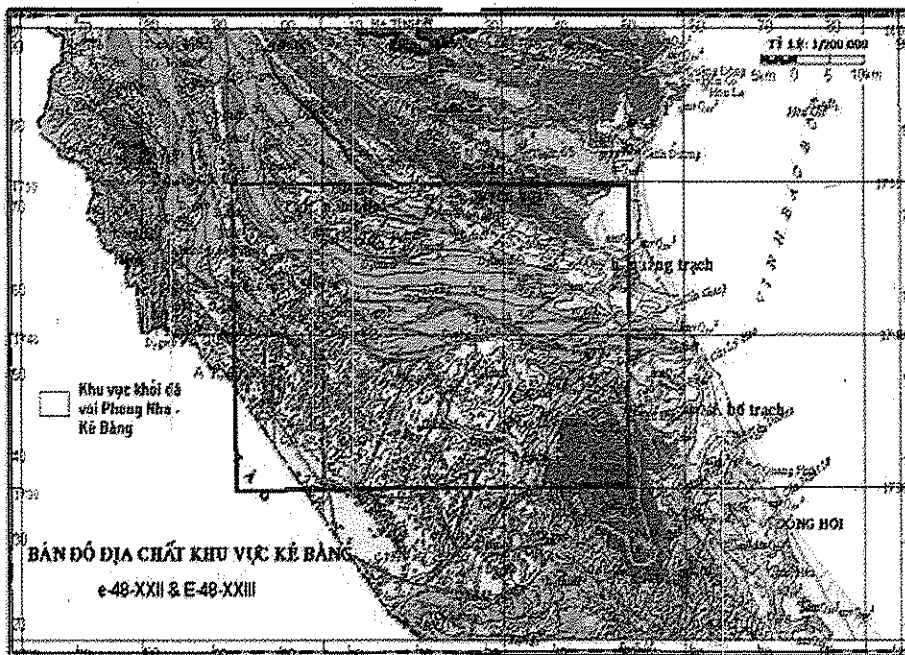
Khu vực núi đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng được cấu tạo chủ yếu từ các đá cacbonat có tuổi Carbon - Permian thuộc hệ tầng Bắc Sơn (C-Pbs) (hình 2). Phần lớn các đá có độ tinh khiết cao, cấu tạo khối hoặc phân lớp dày với những vách đá dựng đứng, xếp lớp, đỉnh lờm chờm (hình 3).

Mức độ che phủ của các thành tạo phi Karst trên khối núi đá vôi rất thấp, và do đó bề mặt khối đá vôi lộ ra với diện tích rất lớn, đã tạo điều kiện thuận lợi cho nước dễ dàng tiếp xúc, thâm nhập sâu vào bên trong khối đá, làm cho quá trình Karst phát triển cả

ở trên mặt lẫn dưới sâu. Kết quả phân tích thành phần hóa học của đá vôi vùng Phong Nha - Kẻ Bàng với thành phần trung bình của các ôxyt được thể hiện bảng 3.

Bảng 3. Kết quả phân tích thành phần của đá vôi khu vực Phong Nha – Kẻ Bàng

Chỉ tiêu phân tích	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CKT	MKN	SO ₃
Hàm lượng, %	52,67	1,01	0,26	0,06	0,87	40,77	0,13



Hình 2. Bản đồ địa chất khu vực Kẻ Bàng

Từ bản đồ địa chất trên hình 2, dễ dàng nhận thấy khu vực núi đá vôi đang xét bị đập vỡ mạnh bởi sự phá huỷ của các hệ thống đứt gãy theo các phương chính là: Đông Bắc - Tây Nam, Tây Bắc - Đông Nam, á kinh tuyến và kém phổ biến hơn là á vĩ tuyến. Chính hệ thống đứt gãy chằng chịt trên khối đá vôi nghiên cứu và tác động của quá trình phong hóa, đã tạo điều kiện cho nước dễ dàng xâm nhập vào các khối đá, làm tăng khả năng hòa tan do trong nước chứa các chất axit tham gia phản ứng với đá vôi. Các hệ thống đứt gãy này đóng vai trò quan trọng trong quá trình Karst hoá để tạo ra các dạng Karst trên mặt và Karst ngầm. Ngoài các thung lũng được định hướng khá rõ nét theo phương của đứt gãy, các dạng địa hình âm khép kín trong khối đá vôi cũng được tập trung kéo dài theo các đới đập vỡ. Như

vậy, hệ thống hang động với qui mô lớn của khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng được hình thành do ảnh hưởng của các khe nứt kiến tạo, sau đó là quá trình phong hóa vật lý và hoá học đã gặm mòn, hoà tan, rửa trôi qua hàng triệu năm qua.

Đặc điểm địa hình

Các đặc điểm địa hình có tác dụng đáng kể đến sự phát triển Karst. Thực tế nghiên cứu cho thấy địa hình càng cao và dốc thì rất thuận lợi cho Karst phát triển. Tuy nhiên nếu mặt đất quá dốc hoặc quá thoải thì lại hạn chế sự phát triển Karst. Ảnh hưởng của độ dốc địa hình đến cường độ phát triển Karst đã được Xocolov D.X. quan trắc ở Uran (Ngà) với kết quả như sau: Khi độ dốc mặt đất <0,02 có 124 phẫu Karst, ở độ dốc 0,02 – 0,04 có 224 phẫu, nhưng khi

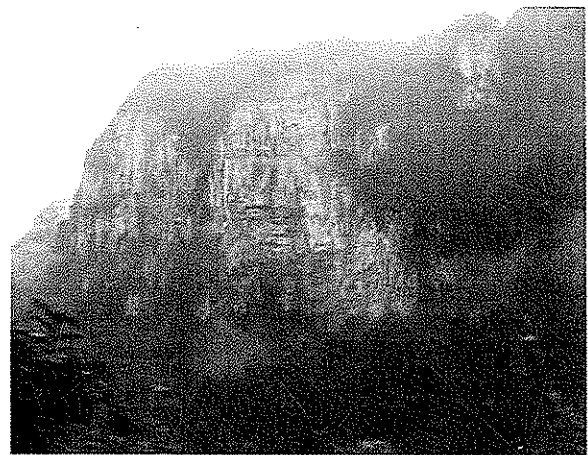
độ dốc tăng lên 0,04 – 0,06 thì số lượng phễu giảm xuống 81, độ dốc từ 0,06 – 0,2 còn 41 phễu và > 0,1 chỉ còn 30 phễu. Lớp phủ thực vật cũng có vai trò cung cấp CO₂ và các axit hữu cơ cho nước, tạo điều kiện thúc đẩy quá trình Karst xảy ra mạnh hơn. Thông thường ở vùng núi, Karst phát triển mạnh, đa dạng, xuống sâu hơn do địa hình ở vùng núi bị phân cắt mạnh. Sự vận động của nước mặt và nước ngầm diễn cũng diễn ra mạnh, nên quá trình xâm thực - bóc mòn bề mặt càng diễn ra với tốc độ cao hơn làm cho bề mặt đá bị hoà tan lộ ra, tạo điều kiện cho nước tiếp xúc, xâm nhập sâu vào trong khối đá, do đó quá trình Karst ở vùng núi thường phát triển cả ở trên mặt lẫn dưới sâu. Đối với vùng đồng bằng, các đá có khả năng bị hoà tan thường nằm dưới lớp phủ. Do địa hình bằng phẳng ít thay đổi, nên khả năng trao đổi nước và thâm nhập xuống sâu kém, vì vậy Karst phát triển yếu. Khối núi đá vôi trên hình 3 cho thấy, lớp phủ thực vật thân gỗ có mức độ che phủ không đồng đều, ngoài tác động phá vỡ khối đá vôi qua hệ thống rễ cây, hệ thực vật còn cung cấp một lượng lớn khí CO₂, các axit hữu cơ được xem như là tác nhân thúc đẩy quá trình Karst diễn ra mạnh hơn.

Địa hình lãnh thổ nghiên cứu phần lớn là vùng núi đá vôi, phát triển hầu như liên tục với thành phần tương đối đồng nhất và có chiều dày lớn hơn 600 - 1000m. Song địa hình bị chia cắt mạnh mẽ bởi các hệ thống đứt gãy nêu trên đã tạo điều kiện cho sự vận động của nước mặt và nước ngầm diễn ra mạnh hơn, do đó quá trình xâm thực, bóc mòn bề mặt phát triển mạnh. Địa hình phi Karst chỉ chiếm diện tích tương đối nhỏ, phân bố ở các phạm vi giáp ranh bao gồm: các dãy núi dạng vòm, khối tầng của các đá xâm nhập granitoid phân bố ở phía Đông của khối đá vôi đang xét; dãy núi bóc mòn của các đá trầm tích lục địa màu đỏ tuổi Creta ở khu vực đèo Mụ Giạ và phần cực Nam của khối đá vôi với độ cao 1200 - 1600m, có vai trò quan trọng trong việc tạo bồn thu nước cho khối đá vôi và dãy núi thấp khối tầng - bóc mòn trên các đá trầm tích lục nguyên. Hầu hết các kiểu địa hình nêu trên đều là lưu vực cung cấp nước cho quá trình Karst, tạo điều kiện thuận lợi thúc đẩy quá trình Karst trong khu vực phát

triển mạnh cả trên mặt và dưới sâu.

Đặc điểm khí hậu - thủy văn

Các yếu tố khí hậu có ảnh hưởng trực tiếp và rất lớn đối với quá trình Karst. Ở những lãnh thổ có chế độ khí hậu gió mùa, Karst diễn biến không đồng đều trong năm, trong đó Karst phát triển mạnh vào mùa mưa lũ. Thông thường Karst phát triển trong nhiều đới địa lý khác nhau, nhưng chỉ những nơi có điều kiện khí hậu ẩm và thừa ẩm, lượng bốc hơi ít thì Karst mới phát triển mạnh nhất. Trong điều kiện này, dòng chảy mặt và dòng chảy ngầm phát triển mạnh làm tăng khả năng trao đổi nước, thúc đẩy quá trình hoà tan. Mặt khác, thảm thực vật cũng phát triển phong phú, nên các quá trình sinh học, phong hoá cùng các quá trình khác phát triển mạnh mẽ, tạo ra khí cacbonic và tăng thêm tính ăn mòn của nước đối với đá cacbonat. Ngược lại, trong điều kiện khí hậu khô, lượng bốc hơi nhiều, thì đá ở các tầng cận bề mặt bị rửa trôi không đáng kể, cho nên quá trình Karst không phát triển hoặc phát triển không đáng kể. Cùng với chế độ khí hậu, thì đặc điểm thủy văn và mạng sông suối lãnh thổ nghiên cứu lại có ảnh hưởng đối nghịch với hoạt động Karst. Mạng lưới thủy văn càng dày đặc, càng tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình vận động trao đổi nước, thúc đẩy Karst phát triển xuống sâu cùng với quá trình xâm thực sâu của sông suối. Tuy nhiên, Karst phát triển xuống sâu mạnh bao nhiêu, thì mạng thủy văn mặt càng nghèo đi và địa hình Karst càng hoang vắng, khắc nghiệt bấy nhiêu.



Hình 3. Bề mặt đá vôi dựng đứng bị chia cắt rất mạnh và hệ thực vật che phủ không đều

Phong Nha – Kẻ Bàng nằm trong khu vực khí hậu nhiệt đới ẩm gió mùa. Trong điều kiện này dòng chảy mặt, ngầm biến động theo mùa và phát triển mạnh, làm tăng khả năng trao đổi nước Karst với nước mặt và nước ngầm, thúc đẩy quá trình hòa tan vào mùa mưa nhiều. Mặt khác, trong điều kiện khí hậu nhiệt đới ẩm, các quá trình sinh học, phong hóa và các quá trình khác phát triển mạnh mẽ, tạo ra khí cacbonic và làm tăng thêm tính ăn mòn của nước đối với đá vôi. Khu vực có nhiệt độ trung bình năm đạt 23-25°C, sự dao động nhiệt độ giữa ngày và đêm rất lớn, biên độ nhiệt trong ngày cũng lớn, đặc biệt vào những ngày hè nóng bức, biên độ thường trên 10°C, mùa đông sự dao động nhiệt vẫn trên 8°C, đã làm cho khối đá vôi bị nứt nẻ mạnh, tạo điều kiện cho nước dễ dàng thâm nhập sâu vào bên trong khối đá, thúc đẩy quá trình Karst hóa xảy ra mạnh mẽ hơn (Bảng 4).

Điều kiện địa chất thủy văn

Trong các yếu tố địa chất thủy văn, đáng lưu ý nhất là mực nước, mực thủy áp, độ phong phú nước, độ thấm nước, khả năng trao đổi nước Karst với nước mặt và nước dưới đất khác, tổng độ khoáng hóa và thành phần hóa học của nước. Đá có mức độ thấm nước càng lớn, nước càng dễ xâm nhập

sâu vào trong đá, đá càng dễ bị hoà tan và hoà tan càng nhiều, càng tạo điều kiện cho quá trình Karst phát triển. Khả năng trao đổi nước Karst với nước mặt và nước dưới đất khác càng mạnh, càng tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát sinh, phát triển quá trình Karst. Khi bị hoà tan, các ion trong mạng tinh thể khoáng vật sẽ di chuyển vào trong nước làm cho nồng độ của chúng trong nước tăng lên. Đồng thời quá trình hoà tan làm cho lượng khí CO² trong nước giảm, do đó khả năng hoà tan của nước giảm đi nhanh chóng. Quá trình trao đổi nước sẽ làm cho quá trình hoà tan được tiếp tục do có sự bổ sung lượng CO² cũng như các chất có khả năng hoà tan khối đá.

Theo kết quả khảo sát, tại khu vực nghiên cứu lưu lượng các mạch lộ, suối ngầm Karst thay đổi từ 0,5 đến 0,75 l/s, đôi khi đến 2 – 3 l/s, tổng độ khoáng hóa M = 0,17 - 0,5 g/l. Kết quả phân tích thành phần hóa học nước Karst khu vực nghiên cứu thể hiện bảng 1, 2.

Với những yếu tố thuận lợi về thạch học, cấu trúc, kiến tạo, địa hình, khí hậu – thủy văn, quá trình Karst hoá ở khối đá vôi Phong Nha - Kẻ Bàng phát triển khá mạnh, điều đó đã tạo nên sự đa dạng của địa hình, nhiều hình thái Karst được thành tạo ở cả trên mặt lẫn dưới sâu.

Bảng 4. Một số yếu tố khí hậu tại các trạm khí tượng xung quanh khu vực Phong Nha - Kẻ Bàng

Các yếu tố khí hậu	Trạm Tuyên Hoà	Trạm Ba Đồn	Trạm Đồng Hới
Nhiệt độ trung bình năm	23,8°C	24,3°C	24,6°C
Nhiệt độ cực tiểu	5,9°C tháng 1	7,6°C tháng 12	7,7°C tháng 1
Nhiệt độ cực đại	40,1°C	40,1°C	42,2°C
Tổng lượng mưa năm	2266,5 mm	1932,4 mm	2159,4 mm
Số ngày mưa trong năm	159 ngày	130 ngày	135 ngày
Lượng mưa ngày lớn nhất	403 mm	414 mm	415 mm
Số ngày mưa phùn	18 (tháng 1,2,3)	9,3 (tháng 11)	17 (tháng 12)
Độ ẩm không khí trung bình	84%	84%	83%
Độ ẩm tối thấp trung bình	66%	67%	68%
Số ngày có sương mù	47 (tháng 7,8,9)	20 (tháng 9,10)	13,8 (tháng 9,10)
Lượng bốc hơi trong năm	1031 mm	1035 mm	1222 mm

4. Kết luận

- Nguyên nhân trực tiếp gây ra quá trình Karst phải bao gồm tác động hoà tan và xâm thực của nước mặt, nước dưới đất đối với đá có khả năng hoà

tan. Tác dụng hòa tan chỉ xảy ra khi nước có chứa nhiều khí CO², chứa ít ion pha cứng. Tác dụng xâm thực của nước là nguyên nhân tạo ra các dạng hình thái Karst trên mặt và dưới sâu.

- Quá trình Karst bị chi phối bởi các nguyên nhân gián tiếp như: tác động của mưa, vận động tân kiến tạo và hoạt động kinh tế công trình của con người. Khu vực nghiên cứu có lượng mưa dao động tương đối lớn, vận động kiến tạo với xu hướng chung là nâng lên xen thời kỳ bình ổn là điều kiện thuận lợi

cho sự phát triển quá trình Karst.

- Quá trình Karst còn bị khống chế bởi một số điều kiện địa chất, đặc điểm địa hình, khí hậu - thủy văn và điều kiện địa chất thủy văn như đã phân tích ở trên.

Tài liệu tham khảo

1. Boscarev P.F.(1963), *Tuyển tập nghiên cứu Karst*, NXB ĐHTH Permí.
2. Canh Nguyen Van, Thanh Nguyen, Thien Quang Do (2009), *Predictive potential danger zonation of karstic subsidence in Cam Lo District Quang Tri Province and proposal of appropriate managing and preventing solutions*, *Geokarst 2009, Internal symposium on geology, Natural resources and hazards in karst regions, Hanoi, Viet Nam*, page 87-93.
3. Do Tuyet et al, 2004, "Characteristics of humid tropical karst of VietNam", *Proced. of the Intern. Trans-disciplinary conf. on development and conservation of karst regions*.
4. *Geokarst 2009, Internal symposium on geology, Natural resources and hazards in karst regions, Hanoi, Viet Nam*.
5. Lomtadze V.Đ (1979), *Địa chất động lực công trình* NXB Đại học và trung học chuyên nghiệp, Hà Nội.
6. Nguyễn Quang Mỹ, Vũ Văn Phái (1997), *Khái quát về Karst Việt Nam*, NXB ĐHQG Hà Nội.
7. Nguyễn Thanh, 2002, *Địa động lực công trình*, *Giáo trình nội bộ ĐHKH Huế*.