

# HANG ĐỘNG NÚI LỬA - ĐIỂM NHẤN ĐẶC BIỆT CÓ GIÁ TRỊ NỔI BẬT TOÀN CẦU CỦA CÔNG VIÊN ĐỊA CHẤT TOÀN CẦU UNESCO ĐẮK NÔNG

LA THẾ PHÚC<sup>(1)(\*)</sup>, HIROSHI TACHIHARA<sup>(2)</sup>, TSUTOMU HONDA<sup>(2)</sup>,  
LƯƠNG THỊ TUẤT<sup>(1)</sup>, BÙI VĂN THƠM<sup>(3)</sup>, PHẠM ĐÌNH SẮC<sup>(1)</sup>, NGUYỄN KHẮC SỬ<sup>(5)</sup>,  
NGUYỄN TIẾN HÓA<sup>(6)</sup>, VŨ TRỌNG TẤN<sup>(6)</sup>, NGUYỄN TIẾN SƠN<sup>(6)</sup>,  
NGUYỄN LỢI LỘC<sup>(6)</sup>, ĐINH XUÂN HOÀNG<sup>(6)</sup>, NGUYỄN THANH TÙNG<sup>(7)</sup>,  
ĐẶNG THỊ HẢI YẾN<sup>(1)(8)</sup>, NGUYỄN TRUNG MINH<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam;

<sup>(2)</sup> Hội Hang động Núi lửa Nhật Bản (VSS);

<sup>(3)</sup> Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam;

<sup>(4)</sup> Viện Sinh thái và Tài nguyên Sinh vật, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam;

<sup>(5)</sup> Hội Khảo cổ học Việt Nam;

<sup>(6)</sup> Liên đoàn Bản đồ Địa chất Việt Nam, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam;

<sup>(7)</sup> Công ty Cổ phần Đầu tư Phú Gia Phát - HCM.

<sup>(8)</sup> Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

<sup>(\*)</sup>Tác giả liên hệ; e-mail: laphuc@gmail.com

**Tóm tắt:** Hang động núi lửa ở khu vực Krông Nô, tỉnh Đắk Nông được phát hiện năm 2007, được khảo sát và đo vẽ chi tiết từ năm 2012 - 2017, được nghiên cứu tổng thể về di sản địa chất - đa dạng sinh học - di sản văn hóa và sinh địa hóa môi trường từ năm 2017 đến nay. Về địa chất: các hang động ở Krông Nô có nguồn gốc nguyên sinh/nội sinh, trong khi các cửa/miệng hang lại chủ yếu có nguồn gốc thứ sinh/ngoại sinh. Các thành tạo nội thất trong hang động núi lửa Krông Nô rất phong phú, đa dạng và là những bằng chứng khoa học xác thực chứng minh cho nguồn gốc nội sinh và cơ chế thành tạo hang do thoát khí - co rút thể tích của dòng dung nham. Về sinh học: đây là môi trường sống của nhiều loài sinh vật, trong đó có những loài đặc hữu chỉ bắt gặp sống trong hang động núi lửa Krông Nô. Về di sản văn hóa: hang động Krông Nô chứa các di tích khảo cổ, đặc biệt là di cốt người tiền sử, rất hiếm gặp ở Tây Nguyên và hang động núi lửa trên thế giới. Môi trường sinh - địa hóa trong hang động núi lửa Krông Nô rất thích nghi cho việc bảo tồn vật chất hữu cơ, xương, răng động vật cũng như di cốt người tiền sử. Giá trị nổi bật toàn cầu của hệ thống hang động núi lửa ở đây đã được xác lập trên cả ba lĩnh vực di sản địa chất, sinh học và văn hóa/khảo cổ tiền sử. Tất cả các giá trị di sản của hang động núi lửa Krông Nô đã được nghiên cứu, xác lập tổng thể để bảo tồn, phục vụ cộng đồng và khai thác du lịch, góp phần phát triển bền vững kinh tế xã hội. Bài viết này giới thiệu một số kết quả nghiên cứu nổi bật bước đầu về di sản trong các hang động núi lửa Krông Nô của Công viên Địa chất Toàn cầu UNESCO Đắk Nông.

**Từ khóa:** hang động núi lửa, di sản địa chất, di tích tiền sử, công viên địa chất, Đắk Nông.

## 1. Giới thiệu

Đợt khảo sát thực địa năm 2007 của đề tài “Điều tra nghiên cứu DSĐC để xây dựng công viên địa chất (CVĐC) và bảo vệ môi trường khu vực thác Trinh Nữ, huyện Cư Jút, tỉnh Đắk Nông, Việt Nam” do UNESCO tài khóa 2006-2007, Bảo tàng Địa chất là cơ quan chủ trì; La Thế Phúc cùng các cộng sự được anh Nguyễn Thanh Tùng dẫn đường vào khảo sát các “hang dơi” trong Khu rừng Đặc dụng Cảnh quan Đray Sáp. Kết quả khảo sát đã phát hiện đây chính là các hang động núi lửa. Phát hiện này đã được công bố rộng rãi ở nhiều hội nghị khoa học trong và ngoài nước, các tạp chí chuyên ngành và hàng chục ngàn tờ rơi tuyên truyền, quảng bá... đã thu hút sự quan tâm chú ý của các nhà khoa học trong và ngoài nước, trong đó có Hội Hang động Núi lửa Nhật Bản (Vulcano-Speleological Society - VSS). Được sự đồng ý của cấp thẩm quyền, VSS đã chính thức cùng tham gia khảo sát thực địa từ năm 2012-2017, đã đo vẽ chi tiết được 16 hang trong tổng số 45 hang (Tachihara, 2018; Phúc, 2019).

DSĐC hang động núi lửa ở Krông Nô được nghiên cứu, xác lập để xây dựng hồ sơ di sản cho bộ hồ sơ CVĐC, trong khuôn khổ đề tài KHCN cấp tỉnh “Nghiên cứu, điều tra đánh giá DSĐC, xây dựng CVĐC khu vực Krông Nô, tỉnh Đắk Nông” (2016-2018) (Phúc, 2018).

Dấu vết khảo cổ tiền sử trong 10 hang động núi lửa ở Krông Nô được phát hiện và khảo sát chi tiết; trong đó, hang C6.1 đã được thăm dò/thăm sát trong khuôn khổ 2 đề tài KHCN, gồm: đề tài cấp cơ sở “*Điều tra tìm kiếm di chỉ khảo cổ trong CVĐC núi lửa Krông Nô, tỉnh Đắk Nông*” (1/2017-10/2017) và đề tài cấp Viện Hàn lâm KH&CN VN “*Nghiên cứu, điều tra thăm dò (thăm sát) khảo cổ hang động núi lửa thuộc huyện Krông Nô, tỉnh Đắk Nông*” (1/2017-12/2017) thuộc dự án “*Xây dựng bộ sưu tập mẫu vật Quốc gia về thiên nhiên Việt Nam*” của Viện Hàn lâm KH&CN VN (Phúc, 2017).

Trường Đại học Quốc gia Hà Nội đã phê duyệt thực hiện đề tài “*Nghiên cứu đặc điểm hình thành và phân bố hang động núi lửa Tây Nguyên và Đông Nam Bộ*” (2017-2020), mã số QG.17.23 do PGS.TS Đặng Văn Bào, Khoa Địa lý làm Chủ nhiệm. Kết quả nghiên cứu đề tài đã xác lập điều kiện hình thành, phát triển và các tiêu chí, dấu hiệu cho việc xác định quy luật phân bố hang động núi lửa; đề xuất các giải pháp bảo tồn gắn với phát triển du lịch sinh thái trong vùng phân bố hang động núi lửa ở Tây Nguyên và Đông Nam Bộ.

Sở Khoa học và Công nghệ Đắk Nông đã phê duyệt thực hiện đề tài “*Mô hình không gian thực tế ảo và sản phẩm công nghệ 3D phục vụ bảo tồn hệ thống hang động núi lửa và phát triển du lịch bền vững ở Đắk Nông*” (6/2019 - 01/2021) do ThS.KTS. Nguyễn Quang Huy, Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế làm chủ nhiệm. Đề tài đã và đang ứng dụng công nghệ thông tin, scan 3D một số hang động núi lửa ở Krông Nô để trưng bày ảo, phục vụ tuyên truyền quảng bá và khai thác du lịch.

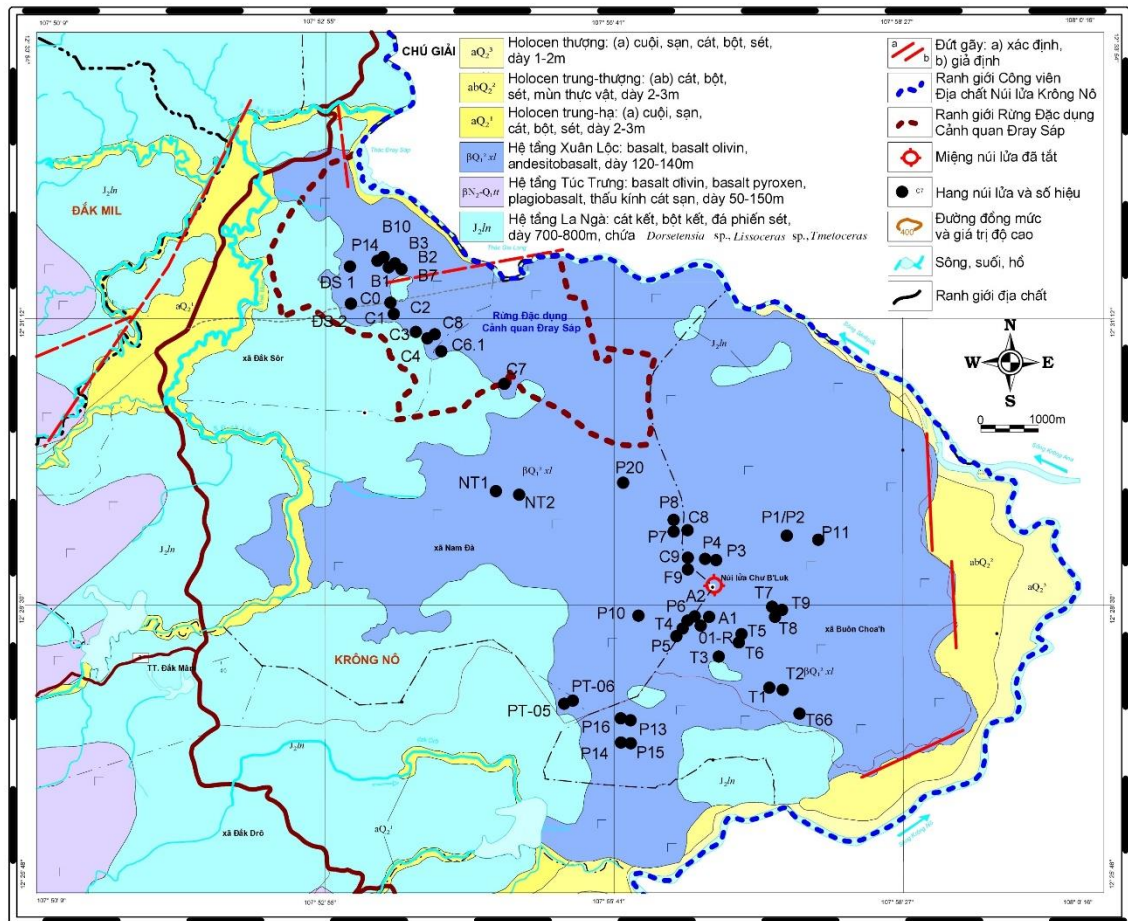
Hang động núi lửa Krông Nô chính thức được triển khai nghiên cứu đồng bộ, liên ngành trong khuôn khổ đề tài “*Nghiên cứu giá trị di sản hang động, đề xuất xây dựng bảo tàng bảo tồn tại chỗ ở Tây Nguyên; lấy thí dụ hang động núi lửa ở Krông Nô, tỉnh Đắk Nông*” (8/2017-8/2020), mã số TN17/T06, thuộc chương trình Tây Nguyên giai đoạn 2016-2020 (Phúc, 2020). Kết quả của đề tài này có nhiều phát hiện mới có giá trị về di sản trên cả 3 lĩnh vực DSĐC, ĐDSH, DSVH; đã tạo nên điểm nhấn đặc biệt, thu hút cộng đồng trong và ngoài nước, sẽ được trình bày cụ thể ở mục 3.

## **2. Phương pháp nghiên cứu**

Sau khi tổng hợp kế thừa các tài liệu liên quan, để tìm kiếm phát hiện và nghiên cứu chi tiết di sản trong hang động, tác giả đã sử dụng các phương pháp nghiên cứu chủ yếu sau:

### **2.1. Phương pháp viễn thám**

Là phương pháp rất hiệu quả trong việc khoanh định các biểu hiện địa chất lý thú liên quan đến cảnh quan địa mạo, miệng núi lửa, hang động núi lửa, hồ nước, thác nước. Ngoài việc kế thừa các kết quả phân tích giải đoán ảnh viễn thám có trước, ngay tại thực địa vào mùa khô, tác giả đã sử dụng triệt để ảnh google map và ảnh flycam (drone). Hang động núi lửa hầu hết có cửa hang là những hố trũng sâu từ vài mét đến hàng chục mét. Các hố trũng sâu 2-10m thường là những cửa hang thứ sinh, được hình thành do sập lở trần hang nên cây cối ở đây quanh năm tươi tốt (do không bị khô hạn, không ảnh hưởng bởi cháy rừng/đốt rẫy) - để lại màu xanh trên nền ảnh màu cà phê cháy. Các hố trũng sâu >10m thường là những cửa hang nguyên sinh, được hình thành do thoát khí của dòng dung nham, không có cây mọc - để lại trên nền ảnh màu cà phê cháy dưới dạng một hố trũng nhỏ màu đen. Kết quả khảo sát thực địa đã ghi nhận được tính xác thực và hiệu quả tìm kiếm hang động của phương pháp này đạt tới 70-80%.



Hình 1: Sơ đồ phân bố hang động núi lửa ở Krông Nô, Đắk Nông (Theo bản đồ địa chất và khoáng sản (Thắng, 1998), có bổ sung tài liệu thực tế (Phúc, 2020).

## 2.2. Phương pháp điều tra xã hội học/phỏng vấn người dân

Việc thu thập các thông tin về hang động và di sản hang động núi lửa theo phương pháp này được thực hiện thông qua hình thức phỏng vấn người dân (đặc biệt là người dân bản địa), tiếp đó thuê người được phỏng vấn trực tiếp dẫn đường đến tới các hang động. Phương pháp này đã được chứng minh là rất hiệu quả trong tìm kiếm và khảo sát chi tiết hang động núi lửa ở Tây Nguyên khi được kết hợp với kết quả giải đoán ảnh viễn thám.

## 2.3. Phương pháp khảo sát thực địa, thu thập tài liệu nguyên thủy

Khảo sát thực địa đã được tiến hành theo 2 mức độ: sơ bộ và chi tiết. Khảo sát điều tra chi tiết được tiến hành trên cơ sở định hướng sau khi có kết quả khảo sát sơ bộ; nhằm thu thập tài liệu nguyên thủy một cách chi tiết cho các lĩnh vực chuyên môn (địa chất, sinh học, văn hóa); đánh giá hiện trạng di sản, các yếu tố xâm hại di sản và hiện trạng bảo tồn di sản; quay phim chụp ảnh, xác lập các giá trị của DSĐC... làm cơ sở khoa học cho việc xây dựng hồ sơ di sản, đánh giá, phân loại, xếp hạng di sản và đề xuất các giải pháp bảo tồn, quản lý và khai thác phát triển bền vững.

## 2.4. Phương pháp thống kê, phân loại hiện vật và di sản

Nội dung phân loại di sản được thể hiện theo 2 góc độ: phân loại học và phân loại xếp hạng. Đối với phân loại học: trên cơ sở các tài liệu thu thập, tổng hợp, khảo sát điều tra thực địa; hiện vật, di sản, trong vùng nghiên cứu đã được xác lập, thống kê phân loại theo các quy định chuyên ngành của từng thể loại di sản. Với mỗi loại di sản của mỗi lĩnh vực (địa chất, sinh học, văn hóa) sẽ có cơ sở lý thuyết phân loại khác nhau. Các mẫu vật/hiện vật thu thập, đều được các chuyên gia có trình độ chuyên môn cao giám định, hiệu chỉnh, mô tả, thống kê phân loại theo quy định chuyên ngành. Đối với phân loại xếp hạng di sản sẽ được tiến thành theo các tiêu chí riêng biệt của từng loại hình di sản, không thuộc phạm vi của bài viết này.

Ngoài ra, tác giả còn sử dụng nhiều phương pháp phân tích mẫu các loại, như: thạch học, khoáng vật trầm tích, hóa, ronghen, từ cảm, vi cổ sinh, C14; vi sinh; đo nhiệt độ, độ pH, độ ẩm... trong hang và trong

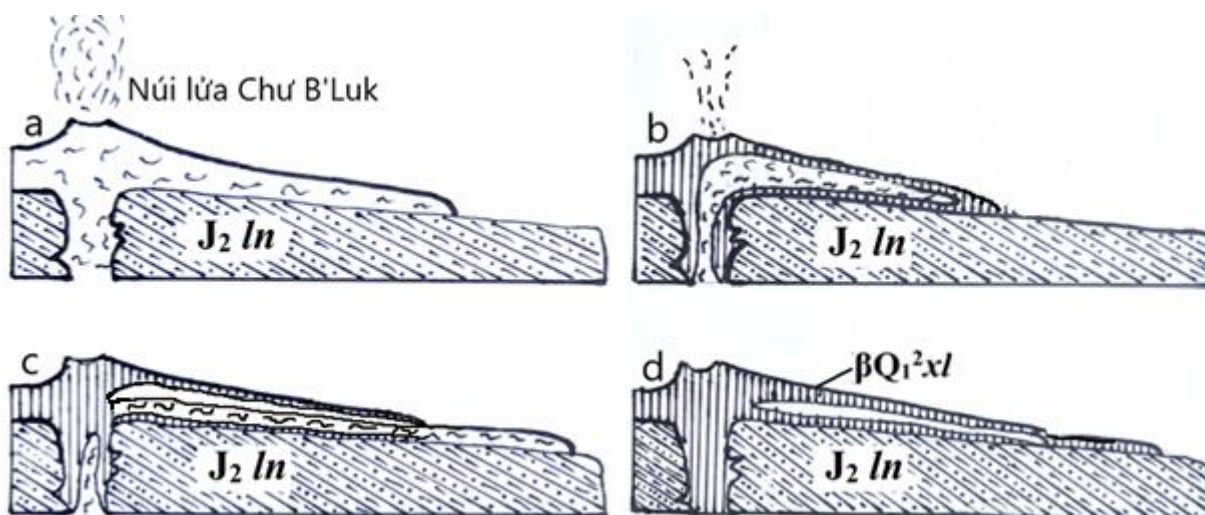
trầm tích tầng văn hóa, nhằm nghiên cứu môi trường sinh-địa-hóa trong hang động và môi trường cổ địa lý để phục vụ nghiên cứu bảo tồn di sản, phục dựng sinh cảnh thời tiền sử để khai thác các giá trị di sản phục vụ phát triển du lịch... (Phúc, 2020).

### 3. Kết quả nghiên cứu

Tính đến nay, kết quả tìm kiếm đã phát hiện thêm 5 hang động mới, 2 hang có di tích khảo cổ, đo vẽ chi tiết thêm 5 hang; nâng tổng số hang đã được phát hiện lên 50 hang, trong đó có 12 có di tích khảo cổ, 21 hang đã được đo vẽ chi tiết với tổng chiều dài ~8.073m (Phúc, 2017; 2020) (Hình 1). Đây là hệ thống hang động núi lửa có quy mô, độ dài và tính độc đáo bậc nhất Đông Nam Á và Trung Quốc (Phúc, 2015; 2020), phân bố trong diện đá basalt hệ tầng Xuân Lộc (Thắng, 1998).

#### 3.1. Nguồn gốc và cơ chế thành tạo các hang động ở khu vực Krông Nô

Tất cả các hang động núi lửa ở khu vực Krông Nô đều có nguồn gốc nguyên sinh (Phúc, 2015; Tachihara, 2018; Bào, 2020), được hình thành trong quá trình phun trào và nguội lạnh của dòng dung nham với cơ chế thoát khí và co rút thể tích (Hình 2). Khi dòng dung nham có độ nhớt thấp, giàu chất bốc phun trào và tuôn chảy trên bề mặt địa hình, bề mặt tiếp xúc với không khí sẽ nguội lạnh, đông cứng trước và tạo thành khuôn cứng dạng vòm. Trong khi đó, lượng khí trong dòng dung nham được tách ra và bốc lên phía trên, bị ngăn bởi vòm cứng không thoát ra được khỏi ống dung nham và tích tụ ở phần dưới vòm cứng bên trong vòm ống dung nham, tạo nên trong ống dung nham có 2 thể riêng biệt là thể khí và thể lỏng. Thể khí luôn có xu hướng gia tăng do nguồn cung cấp từ họng núi lửa/trộn lẫn trong dung nham, bốc lên và thoát ra khỏi thể dung nham; do tương tác nhiệt giữa dung nham và môi trường xung quanh (thảm thực vật, bùn đất, nước...). Sự gia tăng của thể khí làm tăng áp suất (tăng áp) trong ống dung nham, đẩy thể lỏng/dòng dung nham trong ống chảy nhanh và mạnh hơn. Khi núi lửa ngừng phun trào, nguồn cung cấp dung nham và nguồn nhiệt sẽ bị ngắt;



Hình 2. Sơ đồ mô phỏng cơ chế thành tạo hang động núi lửa ở Krông Nô: a- Dòng dung nham phun trào; b- Vỏ ngoài đông cứng trước, tạo khuôn ống dung nham; c- Khí tích tụ trong ống, dung nham tiếp tục chảy; d- Núi lửa ngừng phun trào, dung nham co rút và đông cứng tạo thành hang.

khi đó sẽ xảy ra hiện tượng co rút thể tích, cân bằng trọng lực và nguội lạnh toàn bộ, tạo thành hang ống dung nham. Đây cũng chính là nguyên nhân/nguyên lý tạo nên miệng núi lửa của phun trào trung tâm có hình phễu và khe thoát dòng. Kết quả phân tích tuổi đồng vị K/Ar từ 12 mẫu đá basalt của núi lửa Chư B'Luk cho kết quả dao động trong khoảng  $(0,689 \pm 0,16)$  đến  $(0,199 \pm 0,14)$  triệu năm. Trong đó có 3 mẫu lấy trong hang, gồm: mẫu ở trần hang C6.1 là  $0,689 \pm 0,16$  triệu năm, ở ngắn dung nham cao nhất trong hang C2 là  $0,671 \pm 0,17$  triệu năm, ở sàn hang C1 là  $0,668 \pm 0,12$  triệu năm (Phúc, 2018; 2020). Qua đó cho thấy 3 hang này có thể được thành tạo ở đợt phun trào đầu tiên của núi lửa Chư B'Luk và sau đó có các dòng dung nham của pha phun trào trẻ hơn chảy qua (Tachihara, 2018; Phúc, 2020).

Ngoài ra, ở CVĐC Đăk Nông còn có một số ít hang có nguồn gốc thứ sinh - đó là những hang hàm ếch, được thành tạo theo cơ chế bào mòn xâm thực ngang tại ranh giới tiếp xúc giữa hai pha phun trào basalt/basalt và basalt/trầm tích lục nguyên của hệ tầng La Ngà. Tiêu biểu cho loại này có các hang hàm

ếch ở thác Đray Sáp, thác Trinh Nữ, thác Lưu Ly v.v. Các hang thứ sinh này có quy mô nhỏ, không được đo vẽ và nghiên cứu chi tiết (Phúc, 2020).

Di sản trong hang động núi lửa rất phong phú và đa dạng với sự có mặt đầy đủ 3 nhóm di sản: DSĐC, ĐDSH và DSVH (Phúc, 2020).

### 3.2. Di sản địa chất hang động núi lửa

Theo phân loại của Bộ Tài nguyên và môi trường, DSĐC trong hang động núi lửa Krông Nô, Đắk Nông có 7 kiểu: A, B, C, D, E, I, F (Phúc, 2020). Để tiện theo dõi, các thành tạo nội thất trong hang động núi lửa được phân loại DSĐC một cách tương đối theo các thuộc tính chủ đạo mà nó có được.

- *Di sản địa chất kiểu A - Cổ sinh*: Hóa thạch khuôn cây đặc trưng trong hang động núi lửa Krông Nô được tìm thấy trong các hang C2, C3 và C4. Các hang này được hình thành từ dòng dung nham xuất phát từ miệng núi lửa Chư B'Luk, chảy về hướng bắc tây bắc. Dòng dung nham chảy tràn trên địa hình cổ đã phá hủy thể giới sinh vật trên đường đi của chúng, trong đó có thảm thực vật. Đối với những cành/cây nhỏ, dòng dung nham sẽ nhanh chóng thiêu hủy hoàn toàn mà không để lại dấu vết. Đối với những cây to, để cháy được, thân cây phải hấp thụ lượng nhiệt lớn và khi hấp thụ nhiệt thì nước trong cây sẽ thoát ra. Cây càng to (Hình 3), lượng nước trong cây thoát ra càng nhiều, lượng nhiệt hấp thụ để cháy càng lớn với thời gian càng dài. Đây là nguyên nhân dẫn



Hình 3. Cây Gòn (Phúc, 2018).



Hình 4. Khuôn Cây Gòn (?) ở hang C3 (Phúc, 2018).



Hình 5. Cửa hang thứ sinh (hang C1) (Phúc, 2018).



Hình 6. Cửa hang (P20) nguyên sinh sâu 26m (Phúc, 2018).

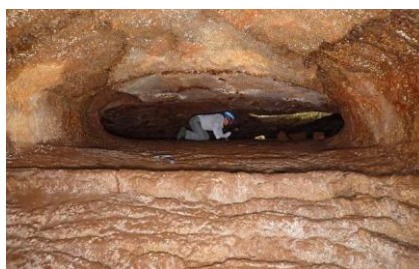
đến hiện tượng dung nham quấn quanh thân cây tươi (to) sẽ bị nguội lạnh và đông cứng do giảm nhiệt, tạo nên khuôn dung nham đông cứng bọc lấy thân cây. Khi thân cây bắt đầu được cháy trong khuôn dung nham đã đông cứng ở điều kiện tự nhiên thì chỉ tỏa ra nhiệt lượng  $<1000^{\circ}\text{C}$  (trong khi nhiệt độ của dòng dung nham nóng chảy khoảng  $1.100-1.400^{\circ}\text{C}$ ), cho nên nhiệt lượng tỏa ra do thân cây bị cháy không đủ làm tái nóng chảy khuôn dung nham đã đông cứng. Kết quả thân cây bị cháy hủy hoàn toàn và để khuôn cây (Hình 4). (Phúc, 2020). Sự hiện diện khá phổ biến của các khuôn cây trong vách các hang động núi lửa nói riêng, trong đá basalt nói chung ở khu vực đã phản ánh môi trường cổ địa lý lúc núi lửa Chư B'Luk phun trào là khu rừng nhiệt đới. Hóa thạch khuôn cây trong hang đã làm tăng sự hấp dẫn, thu hút du khách đến thăm quan thưởng ngoạn.

- *Di sản địa chất kiểu B - Địa mạo*: Mỗi hang động núi lửa là một thực thể DSĐC kiểu B - Địa mạo, phụ kiểu B<sub>1</sub> - Hang động. Các DSĐC thuộc kiểu này trong hang động núi lửa bao gồm: các loại cửa hang, đặc điểm phân nhánh - phân tầng, cấu trúc “ống-trong-ống”, vòm hang/vòm khí, giếng trời, cửa sổ dung nham, nút dung nham, hồ dung nham, thác dung nham, cột dung nham, bóng dung nham, ngán dung nham, kệ dung nham, men dung nham, lớp bám thành hang, dung nham pahoehoe v.v.

Cửa hang được hình thành theo 2 phương thức chủ yếu là: thứ nhất là sụt lở/sập tràn hang tạo thành cửa thứ sinh (Hình 5) - chiếm chủ yếu ( $>80\%$ ); và thứ hai là thoát khí của dòng dung nham tạo nên cửa nguyên sinh (Hình 6) - chiếm thứ yếu ( $<20\%$ ) số hang trong hệ thống hang động núi lửa ở Krông Nô (Phúc, 2020). Những hang có cửa nguyên sinh sâu thẳng đứng ( $>25\text{m}$ ) như hang P8 và P20 là khá độc đáo, thu hút công chúng, rất thích nghi cho khai thác du lịch mạo hiểm.



Hình 7. Phân nhánh hang C8 (Phúc, 2020).



Hình 8. Tầng hang trên (dài ~100m) trong hang T66 (Phúc, 2020).



Hình 9. Cửa xuống tầng thấp của hang T66 (Phúc, 2020).

Sự phân nhánh của hang (Hình 7) phụ thuộc vào độ dốc của bề mặt địa hình cổ. Khi núi lửa phun trào, dòng dung nham chảy xuôi theo địa hình thấp. Nếu địa hình là những trũng hẹp và dốc, động năng của dòng dung nham lớn thì hang không phân nhánh, điển hình là các hang C9, P3, PT6, P8, P20. Ngược lại, nếu độ dốc địa hình thấp, dòng dung nham chảy chậm thì hang phân nhánh; địa hình càng bằng phẳng thì độ mở của nhánh hang càng lớn, điển hình là hang C7 (độ mở của nhánh có nơi  $>80^{\circ}$ ) (Tachihara, 2018; Phúc, 2020).

Sự phân tầng của hang được hình thành khi động năng dòng dung nham lớn, chảy trên địa hình phức tạp với những gờ nổi cao. Khi vấp phải các gờ nổi cao của địa hình sẽ xảy ra hiện tượng phân chia dòng/hướng chảy: dòng chảy theo hướng cũ - chảy trên địa hình cao hơn sẽ tạo nhánh hang ở tầng cao hơn; dòng chảy theo hướng mới - chảy ở địa hình thấp hơn sẽ tạo thành hang nhánh ở vị trí thấp hơn. Sự phân tầng cũng có thể do có sự liên thông ngẫu nhiên của các hang được thành tạo ở các giai đoạn phun trào khác nhau; hoặc có sự gặp gỡ của các dòng dung nham khác nhau (nhưng chênh lệch độ cao) trong cùng pha phun trào. Hiện tượng phân tầng điển hình được thể hiện ở các hang C0 và T66 (Hình 8; 9). Ngoài ra, cấu trúc “ống-trong-ống” rất độc đáo trong hang C7 phản ánh tính chất đa kỳ của quá trình hình thành hang (Tachihara, 2018; Phúc, 2020).

Vòm tụ khí (Hình 10), giếng trời (Hình 11; 12) được hình thành khi dung nham chứa nhiều chất bốc, khí trong dung nham thoát ra, bốc lên trên và bị chặn bởi lớp vỏ ống dung nham đang đông cứng, không thoát ra được. Áp suất khí trong ống dung nham ngày càng gia tăng do nguồn khí dung nham được cấp liên tục từ nguồn núi lửa và càng gia tăng khi dòng dung nham tương tác với thảm thực vật trên đường di chuyển. Kết quả sẽ làm căng phồng và tạo ra những vòm khí tại những nơi xung yếu của ống dung nham. Nếu áp suất khí đủ lớn, vòm hang sẽ bị nổ/vỡ tung và khí thoát ra ngoài, tạo thành cửa hang nguyên sinh (Hình 6) hay giếng trời nguyên sinh (Hình 11). Tại các vòm khí, lớp phủ trần hang thường mỏng, kết cấu yếu nên dễ bị sập lở do quá trình ngoại sinh, tạo nên giếng trời thứ sinh (Hình 12) và các cửa hang thứ sinh rất phổ biến trong hệ thống hang động núi lửa Krông Nô (Tachihara, 2018; Phúc, 2020).

Ngấn dung nham là dấu vết của các dòng dung nham pha sau từng chảy qua lòng hang còn được lưu lại trên thành/tường hang. Khi dòng dung nham có động năng lớn chảy vào



Hình 10. Vòm tụ khí và nấm phát quang trong hang C8 (Phúc, 2020).



Hình 11. Giếng trời nguyên sinh ở hang C8 nhìn từ bên ngoài (ảnh trái) và nhìn từ bên trong (ảnh phải) (Phúc, 2020).





Hình 12. Sụt lở vòm khí tạo giếng trời thứ sinh ở hang C7 (Phúc, 2018).



Hình 13. Ngấn dung nham trên tường hang C7(Phúc, 2018).



Hình 14. Ngấn dung nham ở hang C6.1(Phúc, 2018).



Hình 15. Lớp bám thành hang cuộn ở hang T1 (Phúc, 2018)

hang, nó sẽ tương tác mạnh với thành hang, bào mòn thành hang và tạo nên ngấn dung nham (Hình 13) lõm vào thành hang. Khi dòng dung nham có động năng thấp hơn và chảy chậm trong hang, xảy ra hiện tượng bám dính của dung nham vào thành hang, dần dần được đông cứng và tạo nên ngấn bám (Hình 14)/lớp bám thành hang (Hình 15), kệ dung nham, đê dung nham v.v. Các hang C2, C6.1, C6', C7, C8, T66 v.v. còn rõ dấu tích của nhiều ngấn dung nham (4 - 7 ngấn); các hang C0, C2, C6.1, C6', T1.v.v. còn rõ dấu tích của các thể hệ lớp bám thành hang, kệ dung nham, đê dung nham. Mỗi ngấn tương đương với một đợt/pha phun trào có dòng dung nham chảy vào hang (Tachihara, 2018; Phúc, 2020)



Hình 16. Basalt cầu gối ở hang T1 (Phúc, 2018).



Hình 17. Nhũ nguyên sinh dạng hoa hồng ở hang P13 (Phúc, 2018).



Hình 18. Nhũ thứ sinh trong hang C0 (Phúc, 2018).



Hình 19. Basalt lỗ hồng tại hang A1(Phúc, 2018).

- Di sản địa chất kiểu C - *Cổ môi trường*: thuộc kiểu này có basalt cầu gối và men dung nham. Basalt cầu gối (Hình 16) được hình thành do dòng dung nham pha sau chảy vào hang ngập nước, điền hình là hang T1. Các lớp men dung nham (khá phổ biến trong các hang) được hình thành khi dòng dung nham pha sau chảy vào lòng hang, làm tái nóng chảy và men hóa lớp ngoài của trần và tường hang. Các hóa thạch khuôn cây trong hang động núi lửa ngoài giá trị DSĐC kiểu A (cổ sinh) còn chứa đựng giá trị DSĐC kiểu C, phản ánh môi trường phun trào là rừng nhiệt đới với nhiều cây thân gỗ lớn (Phúc, 2020).

- Di sản địa chất kiểu D - *Đá*; thuộc kiểu này trong hang có basalt bọt/lỗ hồng (Hình 19), dung nham pahoehoe, dung nham A'a, các loại thạch nhũ (Hình 17; 18), basalt đồ đồng, bóng dung nham, thủy tinh basalt v.v. Những thành tạo nội thất này tạo nên sự phong phú và đa dạng cho diện mạo bên trong của hang động núi lửa, đồng thời là cơ sở phân biệt hang nội sinh và ngoại sinh, minh chứng cho cơ chế/nguồn gốc thành tạo hang (Phúc, 2020).

- Di sản địa chất kiểu E - *Địa tầng* là ranh giới giữa các pha/đợt phun trào basalt, được thể hiện qua các ngấn dung nham (Hình 13; 14), các thể hệ lớp bám thành hang, các lớp trần hang; ranh giới giữa thác dung nham, cột dung nham, đê dung nham... với trần - tường - sàn hang. Các thành tạo này cũng mang nội hàm của di sản địa mạo vì chúng tạo ra những cảnh quan ngoạn mục trong hang (Tachihara, 2018; Phúc, 2020).

- Di sản địa chất kiểu F - *Khoáng vật, khoáng sản*; gồm basalt bọt, basalt lỗ hồng (Hình 19) bắt gặp trong đa số hang động ở Krông Nô, được hình thành từ dung nham giàu chất bốc (khí H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>...) (Tachihara, 2018; Phúc, 2020).

- Di sản địa chất kiểu I - *Kiến tạo*, biểu hiện dưới dạng các khe nứt kiến tạo, chúng được phân biệt với các khe nứt đồng sinh (do co ngót thể tích khi đông cứng dung nham) trong hang động núi lửa ở chỗ: chúng xuyên cắt qua tất cả các pha phun trào trong hang (Phúc, 2020).

Qua đó, có thể thấy rằng mỗi hang động núi lửa là một thực thể DSĐC kép, tổ hợp của nhiều kiểu DSĐC. Những DSĐC trong hang động có giá trị khoa học giáo dục và thẩm mỹ, là minh chứng cho nguồn gốc và

co chế thành tạo hang động. Mỗi thành tạo nội thất có thể chứa nhiều giá trị khoa học và mang nội hàm của nhiều kiểu DSĐC. Do đó, hang động núi lửa được coi là phòng giáo cụ trực quan sinh động tuyệt vời cho nghiên cứu, giảng dạy và học tập về núi lửa và hang động núi lửa.



Hình 20. Cây dây leo mọc dày đặc ở trước cửa hang (Phúc, 2017 - 2020)



Hình 21. Dương xỉ mọc ở cửa hang (Phúc, 2017-2020)



Hình 22. Rêu ở khu vực cửa hang (Phúc, 2017-2020)



Hình 23. Nấm hoại sinh trong lòng hang T66 (Phúc, 2017-2020)



Hình 24. Một số loài tạm cư trong hang động núi lửa Krông Nô (Phúc, 2017-2020)

Hình 25: Loài bọ cạp *Chaerilus chubluk* (đặc hữu trong hang động núi lửa Krông Nô)

### 3.3. Đa dạng sinh học trong hang động núi lửa

- *Đa dạng động vật*: hang động núi lửa Krông Nô là nơi tạm trú và quần tụ của nhiều loài động vật hoang dã, có từ thú đến côn trùng, như: heo, chồn, cày, nhím, sóc, chuột, kỳ đà, kỳ nhông, dơi, rắn, cóc, ếch, nhái, bọ cạp...; đây là những “cư dân tạm trú” trong hang động núi lửa Krông Nô (Hình 24), trong đó có nhiều loài có trong sách đỏ Việt Nam cần được bảo vệ bảo tồn.

- *Đa dạng động vật không xương sống* (gồm cả côn trùng). Nghiên cứu khu hệ động vật không xương sống hang động núi lửa khu vực Krông Nô đã bắt gặp 240 cá thể bao gồm: 54 họ thuộc 7 lớp, 21 bộ. Kết quả đã định danh được 69 loài sinh vật, có nhiều loài có thể là loài mới cho khoa học và đặc hữu cho hang động núi lửa Krông Nô, trong đó đã công bố quốc tế một loài mới trên thế giới: loài bọ cạp *Chaerilus Chubluk* (mang tên núi lửa Chư B’Luk, đặc hữu cho hang động núi lửa Krông Nô (Wilson, Sác, Hằng, 2020) (Hình 25).

Giá trị đa dạng sinh học hang động ở đây là đã thiết lập chuỗi thức ăn cân bằng sinh học, duy trì thế giới tự nhiên của các sinh vật sống trong hang núi lửa. Trong số các loài mới được phát hiện thì bọ cạp là loài có giá trị kinh tế, có thể khai thác nuôi trồng, góp phần phát triển kinh tế địa phương. Các loài mới phát hiện khác đang tiếp tục được nghiên cứu để công bố quốc tế. Đa dạng sinh học hang động núi lửa ở CVĐC Đắc Nông đã và đang gây sự quan tâm đặc biệt và thu hút nghiên cứu của các nhà sinh vật học trong nước và quốc tế.



### 3.4. Di tích khảo cổ tiền sử trong hang động núi lửa Krông Nô

Di tích khảo cổ tiền sử trong hang động núi lửa ở Krông Nô đã được phát hiện và đào hố thám sát năm 2017 (Phúc, 2017); được khai quật 2 hang C6' và C6.1 năm 2018-2019 (theo quyết định số 52/QĐ-BVHTTDL ngày 09/01/2018 của Bộ Văn hóa Thể thao và Du lịch về việc khai quật khảo cổ) trong khuôn khổ đề tài TN17/T06.

Kết quả khai quật 13m<sup>2</sup> từ 2 đồng đá tại khu vực cửa hang C6' cho thấy sự có mặt một tầng văn hóa mỏng (<0,3m), dưới đáy có các hòn đá có dấu hiệu bị lửa đốt. Các vết tích văn hóa còn lại bao gồm: xương, răng động vật hoang dã (34 mẫu xương, răng, sừng động vật; 2 vỏ ốc cùng lượng lớn xương và vỏ ốc/nhuễn thể vụn nát màu xám trắng không thu thập được) do con người săn bắt được và bỏ lại sau bữa ăn; nhưng không có di cốt người tiền sử, minh chứng đây là một di tích trại săn tạm thời (Sử, 2020; Phúc 2020).

Kết quả khai quật 10,3m<sup>2</sup> trầm tích ở khu vực cửa hang C6.1 có độ sâu nhất tới 1,85m (đến tận nền đá gốc basalt) đã xác lập: tầng văn hóa dày 1.85m, chia thành 2 lớp văn hóa: lớp muộn (lớp trên: dày 35-40cm, niên đại C<sup>14</sup> là 5,5 - 4,0 ngàn năm BP) và lớp sớm (lớp dưới: dày 145-150cm, niên đại C<sup>14</sup> là 7,0 - 5,5 ngàn năm BP). Các dấu tích được tìm thấy gồm 6 hố đất đen (bếp và hố rác bếp), 7 mộ táng (trong đó có 2 cá thể đàn ông cao trên 1,8m). Hiện vật thu được bao gồm hàng vạn hiện vật các loại: đồ đá, đồ gốm, xương răng động vật, vỏ vụn nhuyễn thể (có cả ốc biển), thổ hoàng, tinh thể pyrit, tinh thể thạch anh, đá nguyên liệu... (Hình 26). Tất cả tư liệu khai quật cho phép xác định: người tiền sử đã sử dụng hang C6.1 là nơi cư trú, chế tác công cụ và chôn cất người quá cố (di tích cư trú - xưởng - mộ táng) liên tục trong khoảng thời gian ít nhất là từ 7,0 - 4,0 ngàn năm BP. Đặc điểm tổ hợp công cụ, lối sống và táng thức mang đậm nét của cư dân Hòa Bình. Di tích hang C6.1 đã được khai quật theo hướng bảo tồn tại chỗ để phục vụ cộng đồng, khai thác phát triển du lịch. Phát hiện Di tích khảo cổ/di cốt người tiền sử trong hang C6.1 năm 2018 đã được rất nhiều báo chí, tạp chí trong và ngoài nước cũng như phương tiện thông tin đại chúng đưa tin; đã được Bộ KH&CN và Hội Nhà báo Việt Nam bình chọn là một trong những sự kiện khoa học công nghệ nổi bật (Sử, 2019; Phúc, 2020).

Ngoài 2 hang đã được khai quật nêu trên, trong hệ thống hang động núi lửa Krông Nô còn có hang chứa dấu tích của nghi thức tôn giáo (?), sẽ được khai quật và công bố trong thời gian tới (Phúc, 2020).

Di tích khảo cổ tiền sử trong hang C6.1 có giá trị nổi bật toàn cầu đã được ghi nhận, đặc biệt trong đó là di cốt người tiền sử - rất hiếm gặp trong hang động núi lửa trên thế giới (Sử, 2019; Phúc 2018, 2020). Điều này đã thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học và các tổ chức nghiên cứu khoa học trong nước và quốc tế, trong đó có các chuyên gia và tổ chức nghiên cứu khoa học có uy tín hàng đầu thế giới như Trung tâm Geogenetics, Viện Toàn cầu của Đại học Copenhagen (Center for Geogenetics, Global Institute, University of Copenhagen) của Đan Mạch đã và đang hợp tác với Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam để đầu tư nghiên cứu chuyên sâu. Kế hoạch hợp tác nghiên cứu chi tiết đã được hoạch định từ năm 2019, kết quả nghiên cứu đã và đang được xác lập, đang tuần tự được biên tập để công bố quốc tế (Phúc, 2020).



Hình 26: Hộp sọ người tiền sử và một số hiện vật trong hố khai quật tại hang C6.1

### 3.5. Môi trường địa - hóa - sinh trong hang động núi lửa Krông Nô

- *Thành phần thạch học trầm tích:* trầm tích trong hang có dải tần độ hạt rất lớn: hạt thô, bao gồm khối tầng - tầng - lẫn ít mảnh dăm basalt chiếm khối lượng chủ yếu (>90%), phân bố rải rác ở cửa hang và một số vị trí khác trong hang, đặc biệt là nơi trần hang có độ gắn kết yếu. Đây là sản phẩm tại chỗ, do sập lở của trần/vòm và tường hang tạo thành. Trầm tích hạt mịn có cát (ít), bột sét chiếm khối lượng nhỏ trong hang, nhưng liên quan đến di tích khảo cổ tiền sử. Trong hố khai quật, trầm tích hạt mịn (bột sét) thường chứa các mảnh vỏ nhuyễn thể, than tro, vụn xương các loại và các loại di vật khác - do con người tạo nên.

- *Thành phần khoáng vật trầm tích:* kết quả phân tích mẫu các loại đã xác lập được các khoáng vật chủ yếu sau: canxit -  $\text{CaCO}_3$ ; aragonite -  $\text{CaCO}_3$ ; lime -  $\text{CaO}$ ; keo oxit silic -  $\text{SiO}_2.n\text{H}_2\text{O}$ ; keo oxit sắt -  $\text{Fe}_2\text{O}_3.n\text{H}_2\text{O}$ ; oxit mangan -  $\text{MnO}_2$ ; manhetit -  $\text{FeO.Fe}_2\text{O}_3 (\text{Fe}_3\text{O}_4)$ ; ilmenite -  $\text{FeTiO}_3$ ; gipsit -  $\text{Al}(\text{OH})_3$ . Trong đó, các khoáng vật carbonat thứ sinh: canxit, aragonite, lime chiếm phần lớn trong thành phần khoáng vật trầm tích của tầng văn hóa. Sự có mặt của các khoáng vật carbonat thứ sinh trong tầng văn hóa được lý giải là do con người mang các thức ăn động vật (đặc biệt là nhuyễn thể) có hàm lượng canxi cao vào hang và chính phế thải của loại thức ăn này là nguồn gốc của sự gia tăng đột biến hàm lượng các khoáng vật carbonat thứ sinh trong tầng văn hóa.

- *Thành phần hóa học trầm tích:* theo diện rộng, các hợp phần chính có biên độ dao động khá cao, do mẫu được lấy từ nhiều vị trí khác nhau so với vị trí thấm đột nước mưa từ trần xuống nền hang. Theo chiều sâu của tầng văn hóa: các hợp phần chính có biên độ dao động hàm lượng nhỏ hơn/ổn định hơn. So sánh hàm lượng  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  trong trầm tích (theo diện rộng) ở nền hang cao hơn nhiều, nhưng hàm lượng  $\text{CaO}$  và  $\text{MgO}$  lại thấp hơn rất nhiều so với trầm tích trong hố khai quật. Hàm lượng  $\text{CaO}$  (42,73%) trong hố khai quật cao hơn hàng chục lần hàm lượng  $\text{CaO}$  (~3%) ở nền hang là do có nguồn gốc từ các vỏ vụn nhuyễn thể do con người mang vào như đã trình bày ở trên.

- *Nhiệt độ, độ ẩm và độ pH:* nhiệt độ trong hang khá ổn định, giao động trong khoảng 22 - 26°C cho dù trên nóc hang ở phía ngoài có thể cao >38°C, độ ẩm trung bình 50 - 95% tùy theo mùa khô hay mùa mưa, độ pH dao động trong khoảng 6,2 - 6,8 (axit yếu - trung tính). Trong khi ở hố khai quật/trong tầng văn hóa có pH dao động trong khoảng 6,8 - 7,5 (trung tính - kiềm yếu), độ ẩm của trầm tích tầng văn hóa 40 - 60% (thấp) làm xương không bị hòa tan.

- *Môi trường vi sinh:* đa dạng vi sinh trong hang động núi lửa Krông Nô thấp hơn môi trường ngoài hang động hàng ngàn đến 10 ngàn lần (theo kết quả nghiên cứu của PGS. Đặng Thị Cẩm Hà (Phúc, 2018).

Tất cả các dẫn liệu trên chứng tỏ rằng hang C6.1 có những điều kiện rất tốt cho việc bảo tồn di cốt người và xương răng động vật mà các nơi khác ở Tây Nguyên không có được. Cụ thể là: nhiệt độ trong hang ổn định (22 - 26°C), hàm lượng  $\text{CaO}$  trong trầm tích tầng văn hóa rất cao (42,73%, cao hơn trong xương người và động vật), rất nghèo vi sinh so với môi trường ngoài hang, môi trường trầm tích có tính kiềm. Các dẫn liệu trên đồng thời cho phép giải thích trầm tích của tầng văn hóa trong hang C6.1 có nguồn gốc nhân sinh, được tích tụ trong thời gian dài (5 - 6 ngàn năm) một cách ngẫu nhiên do bám dính và phân hủy từ các nguồn nguyên liệu, thức ăn (thú rừng, cây cối, củ quả hạt lá, nhuyễn thể...) do người tiền sử mang từ ngoài vào hang và các chất thải trong cuộc sống sinh tồn của người tiền sử (Phúc 2020).

### 4. Thảo luận

- *Về nguồn gốc hang động ở Krông Nô:* Đây là vấn đề từng được nhiều nhà khoa học đặt ra sau khi các hang động ở Krông Nô được phát hiện (2007). Xuất phát từ hiện tượng được quan sát vào mùa mưa: tại khu vực Rừng Đặc dụng Cảnh quan Dray Sáp và núi lửa Chư B'Luk có những trận mưa như trút nước nhưng trên bề mặt diện phân bố basalt ở đây vẫn không xuất hiện các dòng nước mặt. Vậy nước mưa đã biến đi đâu? Liệu có thể nước đã được tích đọng lại rồi tạo áp lực công phá, bào mòn, rửa trôi những nơi xung yếu (tro, vụn núi lửa) xen kẹp giữa các tầng đá basalt tạo nên hệ thống hang động có nguồn gốc ngoại sinh ở khu vực này? Các nghiên cứu nêu trên về hang động Krông Nô đã cho thấy: toàn bộ nội thất trong hang (trừ một số ít nhũ thứ sinh) đều có thành phần là đá basalt, đã được thành tạo đồng sinh với quá trình phun trào - nguội lạnh dung nham basalt. Dấu vết các dòng chảy dung nham trong hang chủ yếu phản ánh hướng của dòng dung nham được bắt nguồn từ núi lửa Chư B'Luk. Dấu vết các vòm tụ khí, hướng thoát của các bọt khí, nhũ nguyên sinh xiên chéo (lệch hướng trọng lực theo chiều giảm áp, do vòm tụ khí phá vỡ trần hang), hồ dung nham, dấu tích các dòng dung nham chảy ngược v.v., đều phản ánh rất rõ cơ chế thành tạo "thoát khí - co rút thể tích" của các hang động dung nham. Các thành tạo "men dung nham" và các thể hệ lớp bám trên trần/tường hang là những minh chứng rõ nét cho các pha phun trào dung nham sinh

sau chảy vào lòng hang, bám dính, làm tái nóng chảy và men hóa đá basalt trên trần/tường hang mà chỉ trong các hang động đồng sinh với hoạt động núi lửa (nguồn gốc nguyên sinh) mới có. Còn lý do nước mưa đã “biến mất” khỏi bề mặt sau những trận mưa lớn là do nước đã tiêu thoát theo hệ thống khe nứt dày đặc trong các tập đá basalt lỗ hồng ở bề mặt khu vực này.

- Về nguồn gốc tầng trầm tích ở cửa hang C6.1: Có một quan điểm ban đầu từng cho rằng tầng trầm tích dày 1,85m trong hồ khai quật hang C6.1 là do nước mưa đã đưa các vật liệu phong hóa từ phía trên cửa hang xuống, dần dần tích tụ lại, tạo nên tầng trầm tích này. Quá trình tích tụ trầm tích tự nhiên này được giả thiết là đã xảy ra đồng thời với giai đoạn người tiền sử cư trú tại đây. Tuy nhiên, kết quả khai quật và nghiên cứu cho thấy rằng tất cả những vật chất có trong tầng văn hóa, bao gồm các công cụ đá, mảnh tước, hài cốt, các di tích vật chất hữu cơ (xương động vật, vỏ nhuyễn thể v.v.) đều do con người đưa vào hang, cùng với các sản phẩm đào thải trong hoạt động sinh tồn kéo dài hàng ngàn năm đã tạo nên tầng văn hóa/tầng trầm tích nhân sinh này.

- Các vấn đề về nhân chủng học, nguồn gốc và sự chiếm cư của cư dân tiền sử trong hang C6.1: Về nhân chủng học, theo phân tích giải phẫu học, bước đầu cho thấy: các hộp sọ được khôi phục rất gần với sọ người Úc (thổ dân) và cũng gần với sọ cổ Mái đá Nước (văn hóa Hòa Bình), Cồn cổ Ngựa (thời đại Đá mới Việt Nam) v.v., nhưng lại khác xa người Mongol, và Bản Chiang (Thái Lan...). Trong số các bộ di cốt khai quật được, có di cốt của Mộ 1 và Mộ 5b có chiều cao ~1,85m là điều chưa từng gặp đối với các di cốt người cổ ở Việt Nam. Chiều cao này chỉ tương ứng với các cư dân Negro. Đó là câu hỏi hóc búa cho các nhà nghiên cứu và đòi hỏi phải tiếp tục tiến hành các nghiên cứu sâu hơn. Nghiên cứu về nhân chủng học người cổ đòi hỏi phải có đầu tư lớn, tiến hành các phép phân tích hiện đại như DNA từ xương, từ đất và các phân tích hiện đại khác rất tốn kém. Hợp tác song phương giữa Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam với Trung tâm Geogenetics (Đan Mạch) trong tương lai gần sẽ làm sáng tỏ vấn đề này.

### 5. Kết luận và kiến nghị:

- Các kết quả phát hiện và nghiên cứu trên đây đã xác lập hệ thống hang động núi lửa Krông Nô có giá trị nổi bật toàn cầu. Tuy vậy, đây mới chỉ là kết quả sơ bộ mang tính khởi đầu, khai mở và định hướng nhiều vấn đề nghiên cứu mới chuyên môn đa ngành/liên ngành liên quan như: địa chất học - sinh học - nhân chủng học và du lịch; bảo tồn di sản và khai thác phát huy các giá trị di sản cho sự phát triển bền vững trong liên kết vùng và hội nhập.

- Hang động núi lửa Krông Nô rất có giá trị khoa học và thực tiễn. Về mặt khoa học: đây là một bảo tàng ngoài trời về các DSĐC hang động núi lửa, là bộ giáo cụ trực quan thiên nhiên sinh động cho công tác nghiên cứu, giảng dạy và học tập trong nhiều lĩnh vực tự nhiên (địa chất, đa dạng sinh học, cổ địa lý, biến đổi khí hậu v.v.) và văn hóa (di tích tiền sử, nhân chủng học, lịch sử phát triển con người ở Tây Nguyên nói riêng và khu vực Đông Nam Á nói chung). Về thực tiễn, hang động núi lửa ở đây là điểm nhấn đặc biệt, thu hút cộng đồng trong nước và quốc tế đến nghiên cứu, học tập, thăm quan thưởng ngoạn; là nguồn tài nguyên rất giá trị để khai thác du lịch, phát triển bền vững kinh tế xã hội.

- Cần có các biện pháp bảo vệ bảo tồn khẩn cấp di sản hang động núi lửa Krông Nô và sớm đầu tư nghiên cứu, xử lý độ an toàn hang động trước khi mở cửa đón khách tham quan.

- Cần tiếp tục đẩy mạnh công tác tuyên truyền, nâng cao nhận thức cộng đồng về bảo tồn và khai thác di sản ở CVĐC Đăk Nông.

- Cần tiếp tục đầu tư triển khai các nghiên cứu chuyên ngành, đa ngành, liên ngành liên quan đến hang động núi lửa Krông Nô để phục vụ tốt nhất công cuộc bảo tồn và khai thác hiệu quả di sản ở CVĐC Đăk Nông.

(Bài viết này là kết quả thực hiện đề tài TN17/T06, thuộc Chương trình Tây Nguyên giai đoạn 2016 - 2020).

### Văn liệu

Hiroshi Tachihara, Yuriko Chikano, 2018. Vietnam volcanic cave 2012-2017 survey report. NPO Vulcano-Speleological Society, Japan.

Đặng V. Bào, Ngô V. Liêm, Trần V. Tri, 2020. Đặc điểm hình thành và quy luật phân bố hang động núi lửa Tây Nguyên và Đông Nam Bộ từ góc nhìn của nghiên cứu địa mạo. *Tạp chí Địa chất, loạt A, số 371-372/2020, tr.214-227.*

La T. Phúc, Hiroshi Tachihara, Tsutomu Honda, Trương Q. Quý, Lương T. Tuất, 2015. Di sản địa chất hang động núi lửa độc đáo ở Đăk Nông đã được phát hiện và xác lập kỷ lục. *Tạp chí Địa chất, loạt A, số 349, 1-2, tr.28-38.*

**La T. Phuc, Nguyen K. Su, Vu T. Duc, Luong T. Tuat, Phan T. Toan, Nguyen T. Tung, Nguyen T. Minh, 2017.** New discovery of prehistoric archaeological remnants in volcanic caves in Krongno, Dak Nong Province. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 39 (2), Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi, p. 97-108. DOI: <https://doi.org/10.15625/0866-7187/39/2/9186>.

**La T. Phúc và nnk, 2018.** Báo cáo “Nghiên cứu, điều tra đánh giá DSĐC, xây dựng CVĐC khu vực Krông Nô, tỉnh Đắk Nông” (2016-2018). Lưu trữ tại Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam, Hà Nội.

**La T. Phuc, Luong T. Tuat, Hiroshi Tachihara, Tsutomu Honda, Bui V. Thom, Nguyen B. Hung, Tran M. Duc, Nguyen T. Minh, 2019.** Volcanic caves in Vietnam. *Earth Life*, DOI: [https://doi.org/10.29003/m876.0514-7468.2020\\_42\\_1/13-23](https://doi.org/10.29003/m876.0514-7468.2020_42_1/13-23).

**La T. Phúc và nnk, 2020.** Báo cáo “Nghiên cứu giá trị di sản hang động, đề xuất xây dựng bảo tàng bảo tồn tại chỗ ở Tây Nguyên; lấy thí dụ hang động núi lửa ở Krông Nô, tỉnh Đắk Nông” (2017-2020), mã số TN17/T06. Lưu trữ tại Bảo tàng Thiên nhiên Việt Nam, Hà Nội.

**Nguyễn Đ. Thắng, 1998.** Địa chất và khoáng sản nhóm từ Bu Prang, tỷ lệ 1:200.000. *Trung tâm Thông tin Lưu trữ Địa chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.*

**Nguyễn K. Sử, 2019.** Khảo cổ học hang động núi lửa: Một loại hình di sản độc đáo ở Việt Nam (trường hợp hang C6.1 Krông Nô). *Khoa học Xã hội Nhân văn, Tạp chí Khoa học Công nghệ Việt Nam, Bộ Khoa học và Công nghệ, số 10 năm 2019, tr.44-48.*

**Wilson R. Lourenco, Phạm Đ. Sắc, Trần Hằng, 2020.** The genus *Chaerilus* Simon, 1877, in Vietnam with the description of a new species found in a volcanic cave (Scorpiones, Chaerilidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, 125 (1), 19-28, 2020.

[www.vulcanospeleology.org](http://www.vulcanospeleology.org)

[www.fs.usda.gov/detailfull/coconino/learning/nature-science/](http://www.fs.usda.gov/detailfull/coconino/learning/nature-science/); “Lava river museum” in Arizona, USA.