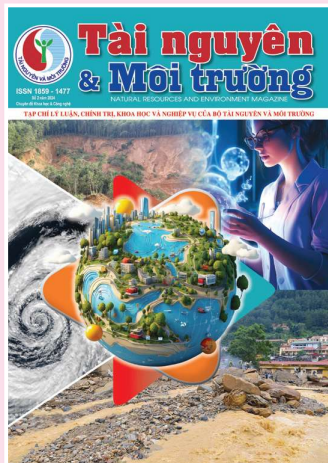




Tạp chí

TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Tổng Biên tập

TS. ĐÀO XUÂN HƯNG

Phó Tổng Biên tập

ThS. TRẦN THỊ CẨM THÚY

ThS. KIỀU ĐĂNG TUYẾT

Tòa soạn

Tầng 5, Lô E2, KĐT Cầu Giấy
Đường Đình Nghệ, Cầu Giấy, Hà Nội
Điện thoại: 024. 3773 3419
Fax: 024. 3773 8517

Văn phòng Thường trú tại TP. Hồ Chí Minh

Phòng A604, tầng 6, Tòa nhà liên cơ
Bộ TN&MT, số 200 Lý Chính Thắng,
phường 9, quận 3, TP. Hồ Chí Minh
Điện thoại: 028. 6290 5668
Fax: 028. 3899 0978

Phát hành - Quảng cáo

Điện thoại: 024. 3773 8517

Email

tnmtdientu@gmail.com
ISSN 1859 - 1477

Website

<http://www.tainguyenvamoitruong.vn>

Số Chuyên đề:

Khoa học và Công nghệ II/2024

Giấy phép xuất bản

Số 480/GP-BTTTT, Bộ Thông tin
và Truyền thông cấp ngày 27/7/2021

MỤC LỤC

3 Lời mở đầu

6 Vấn đề - Sự kiện

4 PGS.TSKH Nguyễn Xuân Hải: Triển khai chiến lược sở hữu trí tuệ đến năm 2030 của Bộ Tài nguyên và Môi trường

7 Minh Nguyễn: Ghi nhận kết quả trong công tác quản lý nhà nước về đo lường chất lượng của Bộ Tài nguyên và Môi trường

9 Bảo Lâm: Cần có chính sách nhằm tăng cường xã hội hoá hoạt động xây dựng tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật

10 TS. Nguyễn Đình Đáp: Phát triển khoa học, công nghệ và đổi mới sáng tạo trong bảo vệ môi trường

13 TS. Nguyễn Thị Thanh Hương: Phát triển, ứng dụng khoa học công nghệ vào quản lý và bảo vệ môi trường ở Việt Nam

17 Thu Thủy: Cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia đóng vai trò rất quan trọng trong tất cả các nền kinh tế quốc dân

19 Trần Anh Tuấn: Chuyển đổi số trong lĩnh vực đo đạc - bản đồ và thông tin địa lý, hiện thực hóa mục tiêu và đáp ứng yêu cầu thực tiễn

22 Đỗ Hùng: Cần có giải pháp đồng bộ về cảnh báo sớm nguy cơ trượt lở đất đá, lũ quét

6 Nghiên cứu - Trao đổi

25 PGS.TSKH Nguyễn Xuân Hải, TS. Lưu Thành Trung: Hệ thống hóa các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về môi trường đang áp dụng ở nước ta và một số đề xuất

28 Nguyễn Hồng Quang, Lê Hoàng Anh, Tạ Tuấn Anh: Kiến trúc tham chiếu hệ thống thông tin lĩnh vực môi trường phục vụ theo khung kiến trúc Chính phủ điện tử Việt Nam phiên bản 3.0, hướng tới Chính phủ số

32 Vũ Đức Mạnh, TS. Nguyễn Gia Trọng: Nghiên cứu về tương tác của cộng đồng đối với thiên tai, lũ lụt

36 TS. Nguyễn Gia Trọng & các Cộng Sự: Đề xuất mô hình cảnh báo thiên tai, lũ lụt cho các vùng ven biển dựa trên các mô hình trí tuệ nhân tạo

39 TS. Trịnh Thu Phương & các Cộng Sự: Hiện trạng việc kết nối giữa cộng đồng và các cơ quan liên quan trong vấn đề về chia sẻ thông tin phục vụ cảnh báo lũ quét, sạt lở đất đá

43 ThS. Trần Tuấn Anh & các Cộng Sự: Tình hình ứng dụng thông tin địa lý tình nguyện (VGI) ở Việt Nam

47 ThS. Trần Tuấn Anh & các Cộng Sự: Nghiên cứu đề xuất mô hình, giải pháp cập nhật dữ liệu địa lý dựa trên nền tảng WebGIS và khai thác thông tin địa lý từ cộng đồng

49 Vũ Đức Mạnh: Đề xuất quy trình hỗ trợ tự động hoá thành lập, cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ lớn theo kỹ thuật chụp ảnh số quang học, quét LiDAR và học máy

51 TS. Nguyễn Thanh Thủy & các Cộng Sự: Nghiên cứu giải pháp công nghệ hỗ trợ tự động hóa thành lập, cập nhật cơ sở dữ liệu nền địa lý tỷ lệ lớn theo kỹ thuật chụp ảnh số quang học và quét LiDAR

55 TS. Nguyễn Thanh Thủy & các Cộng Sự: Đề xuất giải pháp nâng cao khả năng tự động chuẩn hoá, đồng bộ, tích hợp cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia

- 58 **Phạm Công Khải:** Đánh giá khả năng ứng dụng của máy thu GNSS giá thành thấp trong đo đạc thành lập bản đồ địa chính
- 62 **ThS. Lê Duy Niếu:** Bản đồ cảnh báo lũ quét và nguy cơ sạt lở đất - Công cụ thiết yếu để vượt qua thách thức thiên tai
- 65 **Bùi Nguyễn Thu Hà, Nguyễn Thị Thu Hương:** Có 9 tác động tích cực trong giải quyết bài toán định giá đất
- 68 **ThS. Lê Chí Nhượng:** Xây dựng hệ thống cảnh báo sớm lũ quét và lở đất ở vùng núi và đồng bằng Việt Nam
- 72 **Dư Thục Nhi, Lê Thị Huỳnh Trâm, Trịnh Ngọc Tử Anh, Nguyễn Văn Tùng, Trịnh Thị Bích Huyền, Đặng Vũ Bích Hạnh:** Phân tích hình ảnh của một số chủng *Trichoderma* SPP. có khả năng kháng môi trường nồng độ muối cao
- 75 **Nguyễn Thụy Phương Uyên, Trần Tuyết Sương, Đỗ Hải Sâm, Thái Phương Vũ:** Đánh giá khả năng hấp phụ chất màu Methylene Blue trong môi trường nước bằng vật liệu Dolomite
- 78 **ThS. Nguyễn Thị Thu Hà:** Giải pháp thu gom, vận chuyển, xử lý chất thải rắn sinh hoạt tại huyện đảo Cô Tô, tỉnh Quảng Ninh
- 81 **Nguyễn Văn Hành, Lại Ngọc Dũng, Nguyễn Thị Ngọc Lâm, Bùi Thị Thu:** Một số kết quả các phương pháp đo sonar quét sườn, địa chất nông phân giải cao và đo sâu hồi âm đa tia trên hồ kẻ gồ
- 84 **Nguyễn Khắc Đức, Nguyễn Tuấn Trung, Trần Đức Thịnh, Dương Quang Dũng, Nguyễn Khánh Tiêm:** Nghiên cứu, áp dụng phương pháp địa chấn sóng mặt đa kênh sử dụng nguồn chủ động trong nghiên cứu địa chất công trình
- 89 **ThS. Phạm Văn Chung:** Công nghệ sử dụng những nguồn chất thải làm nguyên liệu sản xuất gạch tuynel bằng công nghệ mới thân thiện với môi trường
- 92 **Nguyễn Thị Dung, Nguyễn Thành Dương, Nguyễn Anh Minh:** Xác định hàm lượng Phenolic, Flavonoid và hoạt tính chống oxy hóa của dịch chiết keo ong góp phần bảo vệ môi trường
- 96 **ThS. Phạm Văn Tuấn:** Nghiên cứu áp dụng thử nghiệm mô hình thủy văn phân bố mô phỏng dòng chảy năm lưu vực Sông Hiếu
- 103 **Lê Tiến Dũng, Trần Văn Đức, Nguyễn Hữu Trọng, Trương Xuân Luận, Phạm Trung Hiếu, Trương Đức Tuấn:** Nguồn gốc biến chất tiếp xúc nhiệt trình độ thấp của “hệ tầng Yên Duyệt” khu vực tây bắc Thanh Hóa từ các đá trầm tích Triat sớm và ý nghĩa địa chất
- Tin Khoa học - Công nghệ**
- 111 **Ngọc Huyền:** 7 đề tài có kết quả được đưa vào quy định trong Luật Đất đai 2024
- 112 **Nhật Minh:** Lĩnh vực địa chất và khoáng sản: Đẩy mạnh ứng dụng công nghệ 4.0 trong phân tích, xử lý dữ liệu, sử dụng dữ liệu lớn (bigdata)
- 112 **Tú Anh:** Lĩnh vực biển và hải đảo: Đề xuất nội dung quy định về quản lý hoạt động lấn biển, phục vụ phát triển bền vững kinh tế biển Việt Nam
- 113 **Bảo Trâm:** Lĩnh vực Môi trường: Nhiều kết quả nghiên cứu đã góp phần vào việc hoàn thiện hệ thống văn bản hướng dẫn thi hành Luật Bảo vệ môi trường 2020
- 114 **Xuân Thành:** Lĩnh vực Khí tượng Thủy văn: Hoàn thiện cung cấp cơ sở khoa học cho hệ thống thông tin - cảnh báo sớm trượt lở đất đá, lũ quét khu vực miền núi, trung du Việt Nam
- 114 **Hoàng Phúc:** Lĩnh vực Biến đổi khí hậu: Đề xuất được các cơ chế, chính sách huy động nguồn lực từ doanh nghiệp trong việc ứng phó biến đổi khí hậu
- 115 **Nhật Nam:** Lĩnh vực Viễn thám: Đẩy mạnh ứng dụng công nghệ 4.0 trong phân tích dữ liệu viễn thám, xử lý dữ liệu lớn
- 115 **Việt Dũng:** Lĩnh vực đo đạc và bản đồ: Nghiên cứu khoa học đã đề xuất được bộ 55 chỉ tiêu phù hợp với Việt Nam để đánh giá quản lý đất đai theo 5 trụ cột
- 116 **Thanh Thảo:** Nhiều kết quả nghiên cứu đã bổ sung vào các quy định trong Luật Tài nguyên nước 2023
- 116 **Diệp Anh:** Chuyển đổi số về tài nguyên và môi trường

NGUỒN GỐC BIẾN CHẤT TIẾP XÚC NHIỆT TRÌNH ĐỘ THẤP CỦA “HỆ TẦNG YÊN DUYỆT” KHU VỰC TÂY BẮC THANH HÓA TỪ CÁC ĐÁ TRẦM TÍCH TRIAT SỚM VÀ Ý NGHĨA ĐỊA CHẤT

○ LÊ TIẾN DŨNG¹, TRẦN VĂN ĐỨC^{2*}, NGUYỄN HỮU TRỌNG³,
TRƯƠNG XUÂN LUẬN³, PHẠM TRUNG HIẾU⁴, TRƯƠNG ĐỨC TUẤN⁵

¹ Hội Khoáng thạch học Việt Nam, ² Bộ KHCN,

³ Đại học Mở-Địa chất, ⁴ Đại học quốc gia Hồ Chí Minh

⁵ Liên đoàn Bản đồ địa chất Miền Bắc. *Tác giả liên hệ: Trần Văn Đức

Tóm tắt

Phiên hiệu “hệ tầng Yên Duyệt” mức tuổi Permi muộn ($P_3yđ$) phân bố rộng rãi trong vùng tây bắc Việt Nam và khu vực tây bắc Thanh Hóa, có quan hệ gần bó và chuyển tiếp lên trên các thành tạo phun trào basalt hệ tầng Cẩm Thủy (P_3ct), được sử dụng rộng rãi trong các văn liệu. Các kết quả khảo sát và nghiên cứu của nhóm tác giả (2021-2024) cho thấy: các thành tạo địa chất hiện đang được mô tả trong hệ tầng Yên Duyệt khu vực tây bắc Thanh Hóa thực chất là các đá biến chất tiếp xúc nhiệt trình độ thấp có nguồn gốc từ các đá trầm tích nằm, nằm ven rìa các khối á phun trào diabas và basalt phức hệ Cẩm Thủy. Các hóa đá thân mềm hai mảnh *Monotis* sp. tuổi Triat muộn (T_3) trong mỏ than Thiên Linh, hóa đá san hô *Huayunophyllum* sp. tuổi Permi muộn (P_3) trong các quả bom (thể tù) đá hoa nằm trong các đá dăm kết tuf basalt tương phun nổ và dòng dung nham (pyroclastic basalt) khu Đồi Vọ (Cẩm Thủy) là bằng chứng rất tin cậy minh chứng nguồn gốc nguyên thủy các đá hiện đang mô tả trong hệ tầng Yên Duyệt chính là các trầm tích Mesozoi sớm hệ tầng Còi Nồi (T_1cn) và hệ tầng Suối Bàng (T_3n-rsb) phân bố rộng rãi trong vùng tây bắc Thanh Hóa và tây bắc Việt Nam. Với các kết quả nghiên cứu, một lần nữa cho thấy mức tuổi địa chất của phức hệ Cẩm Thủy đối rift nội lục Sông Đà trong khoảng Mesozoi muộn.

Từ khóa: tây bắc Thanh Hóa, biến chất, phân đới biến chất, tương á phun trào, tương phun nổ và dòng dung nham

Mở đầu

Hệ tầng Yên Duyệt lần đầu tiên được nhà địa chất Đinh Minh Mộng xác lập trong công tác đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 tờ Ninh Bình (Đinh Minh Mộng, 1976). Phiên hiệu hệ tầng Yên Duyệt từ đó cho đến nay được các nhà địa chất sử dụng trong các bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 và 1:50.000 và các chuyên khảo.

Các công trình đã được công bố gần đây của nhóm tác giả (Lê Tiến Dũng và nnk, 2018, 2021, 2022, 2023): các thành tạo magma mafic Cẩm Thủy

không phải là các đá núi lửa phân tầng. Chúng là một phức hệ á núi lửa, thể nằm dạng thấu kính, thể tường kích thước lớn, dạng vòm, thể tường vòng phân nhánh, thể vữa giả tầng mức tuổi Mesozoi muộn (trong khoảng Jura), lấp đầy các đứt nứt vỡ của rift nội lục Sông Đà. Phức hệ Cẩm Thủy gồm hai tổ hợp: tổ hợp 1, tương á phun trào, chiếm khối lượng chính, gồm diabas, basalt dạng khối; tổ hợp 2, tương phun nổ và dòng dung nham, có khối lượng nhỏ, gồm dăm kết tuf basalt, hyalobasalt, basalt hạnh nhân. Các khối á núi lửa lớn nhất kéo dài vài chục đến trên 100km, chiều rộng vài trăm mét đến 3-4km. Tiêu biểu là khối Cẩm Thủy diện tích 250 km², khối Phù Lương diện tích gần 50 km². Đã ghi nhận các đới biến chất tiếp xúc nhiệt (BCTXN) chiều rộng vài chục mét đến vài trăm mét nằm trên ranh giới tiếp xúc với các đá trầm tích lục nguyên carbonat Paleozoi và Mesozoi sớm. Trong bài báo này, trên cơ sở các tài liệu mới được thu thập, kết quả xác định tuổi các di tích cổ sinh mới được phát hiện, nhóm tác giả sẽ làm rõ hơn đặc điểm thành phần thạch học, nguồn gốc biến chất tiếp xúc nhiệt và vị trí tuổi địa chất của các thành tạo địa chất hiện đang được mô tả trong hệ tầng Yên Duyệt. Cũng qua bài báo này, một lần nữa có thêm bằng chứng xác minh tuổi và vị trí địa chất của các đá magma á phun trào phức hệ Cẩm Thủy trong khoảng Mesozoi muộn.

1. Khái quát bình đồ phân bố, thành phần thạch học, di tích hóa đá trên hệ tầng Yên Duyệt theo các tài liệu địa chất

Bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 tờ Ninh Bình (Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 2004), hệ tầng Yên Duyệt ($P_3yđ$) có hình vành khuyên bao quanh khối magma Cẩm Thủy, chiều rộng từ 300 đến 450m, nhiều đoạn bị vát mỏng tiếp xúc với các trầm tích Mesozoi qua các đứt gãy kiến tạo. Thành phần thạch học gồm cát kết, bột kết, đá phiến sét, thấu kính than antraxit và quặng sắt alit, đá vôi silic, chứa hóa đá trùng lỗ *Codonofusiella* sp. và thực vật *Giganiopteris* sp. dày 70 đến 100m. Chúng có quan hệ chuyển tiếp lên trên hệ tầng Cẩm Thủy (P_3ct)

gồm basalt aphyr, basalt porphyrit, tuf basalt dày 1500m; bị phủ không chính hợp bởi các đá trầm tích chủ yếu là sét kết hệ tầng Cò Nòi (T_1cn); quan hệ với hệ tầng chứa than Suối Bàng (T_3n-rsb) qua các đứt gãy kiến tạo.

Cùng mức tuổi Permi với hệ tầng Yên Duyệt, tại Ba Vì (Hà Nội), ven bờ trái hồ thủy điện Sông Đà (Hòa Bình), Phong Thổ (Lai Châu), Thuận Châu (Sơn La) và một số nơi khác còn có thêm hệ tầng Si Phay (P_{1-2sp}), hệ tầng Na Vang (P_2nv) (Tô Văn Thụ và nnk, 1997), điệp Bản Diệt (P_1bd) (Phan Cự Tiến, 1977), hoặc hệ tầng Bản Diệt (Tống Duy Thanh, Vũ Khúc, 2001). Rất đáng quan tâm, các đá vôi Na Vang (P_2nv) khu vực Nậm Xe (Phong Thổ) là môi trường chứa đất hiếm nguồn gốc nhiệt dịch (Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 2005) hoặc carbonatite (N. T. Chi and et al, 2008, Fig.1b).

Việc xác lập các phân vị địa tầng Yên Duyệt, Na Vang, Si Phay đã giải thích được bình đồ cấu trúc địa chất trong mối liên quan với việc xem các đá phun trào Cẩm Thủy và Viên Nam (P_3ct và T_1vn) có tuổi cổ, sớm hơn hệ tầng Cò Nòi (T_1cn); đã giải thích được sự tồn tại và khác biệt về thành phần thạch học so với các đá vây quanh. Tuy nhiên, trong vùng có cấu trúc uốn nếp tạo núi phức tạp như ở tây bắc Thanh Hóa (TBTH) cũng như tây bắc Việt Nam (TBVN) rất khó để tồn tại một tầng trầm tích chiều dày 70 đến vài trăm mét, tạo nên các hình vành khuyên lý tưởng bao quanh lấy khối basalt như trên các tờ BĐĐC tỷ lệ 1:200.000; về thành phần thạch học: các đá phiến silic màu xám tím trong hệ tầng Yên Duyệt ở Thanh Hóa, đá vôi trắng hệ tầng Na Vang ven Sông Đà đều là các đá trầm tích bị biến chất thấp (Lê Tiến Dũng và nnk, 2018, 2022, 2023).

Các phương pháp nghiên cứu

Phương pháp khảo sát địa chất: lựa chọn và lập các mặt cắt địa chất chi tiết, mô tả mối quan hệ nằm kề của các tổ hợp đá (tổ hợp thạch học), sưu tập các hóa thạch; đặc biệt quan tâm đến các tập đá có chứa hóa thạch định tầng đã được mô tả trong các văn liệu.

Phương pháp phân tích: chủ đạo là phân tích lát mỏng thạch học, xác định tên đá và các tổ hợp cộng sinh khoáng vật (THCSKV), mức độ biến đổi hậu sinh và biến chất của các đá trầm tích. Các mẫu hóa thạch được mô tả và xác định tuổi tại viện Khoa học địa chất Nam Kinh (Trung Quốc). Phương pháp chuyên gia: một số mặt cắt và vết lộ tiêu biểu đã được giới thiệu và thảo luận tại hiện trường cùng các nhà địa chất Trần Văn Trị, Trần Trọng Hòa, Nghiêm Nhật Mai.

2. Đặc điểm một số mặt cắt địa chất tiêu biểu

Các mặt cắt tiếp xúc trực tiếp giữa khối diabas Cẩm Thủy với các trầm tích Mesozoi

Bao gồm mặt cắt khu Cẩm Tâm, Phúc Do-mỏ than Thiên Linh, mỏ than Yên Duyệt (Cẩm Thủy),

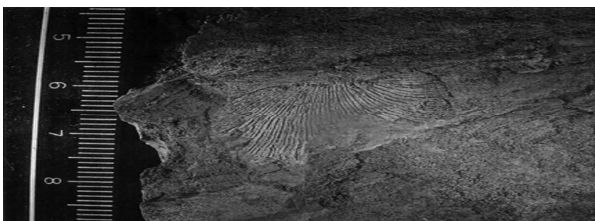
Rọc Đông và mặt cắt khu đông nam thị trấn Kim Tân (Thạch Thành), mặt cắt Phú Nghiêm-Ban Công, Làng Báng (Bá Thước). Đây là các mặt cắt đã được mô tả trong hệ tầng Yên Duyệt hoặc nằm trong ranh giới tiếp xúc kiến tạo giữa các khối á phun trào phức hệ Cẩm Thủy với các thành tạo trầm tích Mesozoi sớm (Cục Địa chất Việt Nam, 2004).

Các mặt cắt đều có tính phân đới biến chất. Nằm sát khối diabas Cẩm Thủy gồm các đá biến chất thấp thuộc đới chlorit, ra xa khối diabas chuyển dần thành các đá trầm tích biến chất yếu đới matagenes. Ra xa hơn nữa là các đá trầm tích nguyên thủy không bị biến chất, gồm sét kết, sét bột kết, sét than và cát kết màu hồng củ hệ tầng Cò Nòi và hệ tầng Suối Bàng. Đới chlorit: nằm sát khối magma, gồm đá phiến argilit, đá phiến đốm vết, cát kết dạng quarsit, đá sừng chlorit-epidot-anbit, thấu kính than antraxit, chiều rộng trung bình 400 đến 500m; phát triển cấu tạo khối phân dải định hướng, mặt cấu tạo phân dải định hướng kế thừa cấu tạo phân lớp của đá trầm tích nguyên thủy. Đới biến chất sớm (metagenes): gồm đá phiến sét, sét kết và cát kết thạch anh màu hồng, đá sét vôi tái kết tinh cấu tạo phân dải.

Mặt cắt Phúc Do-mỏ than Thiên Linh, đoạn từ TH.2001 đến TH.2005, gồm đá phiến argilit, đá phiến đốm vết màu xám tím, cấu tạo phân phiến thường, thuộc đới chlorit. Điểm quan sát TH.2001 (558644; 2229147) moong khai thác mỏ than Thiên Linh, là 1 trong ba mỏ than của hệ tầng Yên Duyệt (Cục Địa chất và Khoáng sản VN, 2004), đã tìm thấy các hóa thạch hai mảnh *Monotis* sp. bảo tồn tương đối tốt, tuổi Triat muộn (T3) trong các lớp sét than bị argilit hóa (Hình 1).



Hình 1a. Đá phiến argilit màu xám tro, cấu tạo phân lớp vừa, góc dốc 5 đến 100, chứa hóa đá *Monotis* sp tại vết lộ TH.2001 mỏ than Thiên Linh.



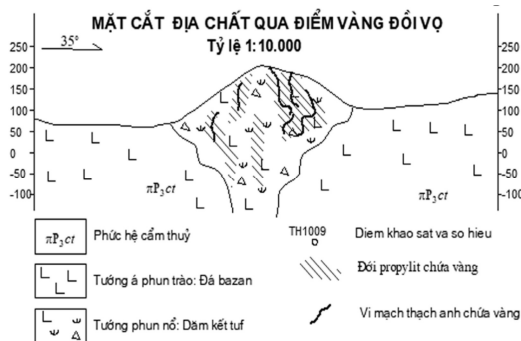
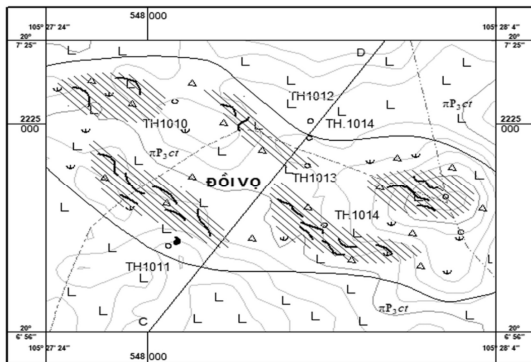
Hình 1b. Hóa đá *Monotis* sp. tại mỏ than Thiên Linh (Trương Đức Tuấn phát hiện tháng 5 năm 2024 tại vết lộ TH.2001. Viện KHĐC Nam Kinh, Trung Quốc gia công, chụp ảnh và định tuổi).

Các mặt cắt Rọc Đông (Thạch Thành), Phú Nghiê-Ban Công và Làng Báng (Bá Thuộc), các đá biến chất tiếp xúc nhiệt và khối diabas nằm trong đới đứt gãy biến dạng dẻo phương tây bắc-đông nam. Các đá bị biến dạng ép phiến đi cùng các cấu tạo vi uốn nếp. Rất đáng quan tâm, các điểm/mỏ kiểu quặng thạch anh-vàng Rọc Đông, Làng Báng, Cẩm Tâm đều có xu hướng phân bố và tập trung trong các đới biến chất tiếp xúc nhiệt.

Các mặt cắt trầm tích biến chất có hóa thạch định tầng tuổi Permian muộn

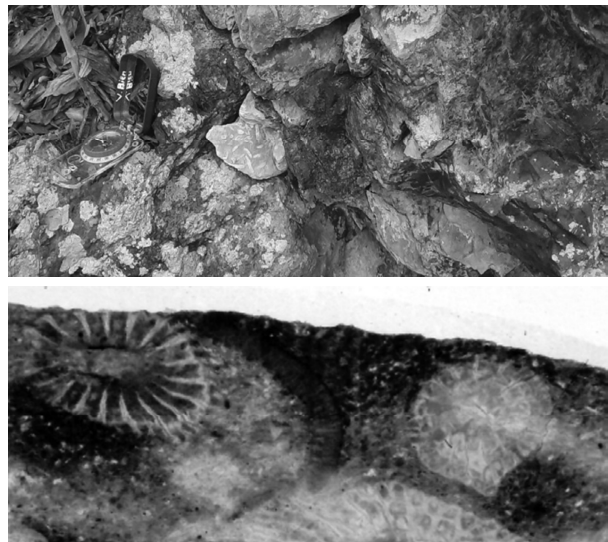
Bao gồm mặt cắt khu Đồi Vọ, khu làng Thạch Yên, và các mặt cắt nằm trong ranh giới phía tây nam khối Cẩm Thủy tiếp xúc với đá vôi Paleozoi hệ tầng Bản Páp và hệ tầng Bắc Sơn.

Mặt cắt khu Đồi Vọ (Cẩm Tâm, Cẩm Thủy) gồm khối dăm kết tuf basalt tướng phun nổ và dòng dung nham chiều rộng đến 0,6km, kéo dài gần 2km phương TB-ĐN. Xung quanh khối dăm kết tuf basalt, gồm các đá basalt cấu tạo khối và diabas tướng á phun trào; xa hơn nữa, về phía tây nam là các trầm tích lục nguyên carbonat Mesozoic (Hình 2).



Hình 2. Bình đồ và mặt cắt địa chất hòng núi lửa khu Đồi Vọ (Cẩm Tâm, Cẩm Thủy) có chứa hóa đá san hô *Huayunophyllum* sp.

Trong các đá dăm kết tuf basalt, có các quả bom (thể tù) bề mặt nhẵn, hình cầu, hình quả xoài kích thước 2-3cm đến 15-20cm đá vôi bị tái kết tinh thành đá hoa màu xám trắng, phân bố không định hướng. Trong nhiều thể tù, đã phát hiện các hóa thạch san hô *Huayunophyllum* sp. tuổi Permian muộn (P_3) bảo tồn tốt (Hình 3).



Hình 3. Các thể tù đá hoa trong dăm kết tuf basalt chứa hóa thạch (hình trái) và hóa thạch *Huayunophyllum* sp. (hình phải) khu Đồi Vọ (Nguyễn Văn Biên phát hiện tháng 11 năm 2022; viện Khoa học Địa chất Nam Kinh, Trung Quốc gia công, chụp ảnh và định tuổi)

Mặt cắt khu làng Thạch Yên (Thạch Thành). Nằm trùng với một đoạn của mặt cắt thị trấn Cẩm Thủy-Thạch Yên do nhà địa chất Đinh Minh Mộng, Phan Cự Tiến mô tả cho hệ tầng Cẩm Thủy (Đinh Minh Mộng, 1976; Phan Cự Tiến 1977). Thành phần thạch học bao gồm các đá basalt, diabas tướng á phun trào, dăm kết tuf basalt và hyalobasalt tướng phun nổ và dòng dung nham cùng các thấu kính đá vôi. Tại điểm lộ TH.277 (555.860, 2.241) gần làng Thạch Yên, các thấu kính đá vôi bị hoa hóa có phlogopit, chiều rộng quan sát 20 đến 30m. Theo mô tả của nhà địa chất Phan Cự Tiến (1977), trong khối đá vôi có chứa hóa đá trùng lỗ: *Pachyphloia*, *Sluffella*, *Geinitzina* tuổi Permian muộn (Vũ Khúc, Bùi Phú Mỹ, 1989). Nằm cách thể tù đá vôi trắng khoảng 800m trong trường phân bố tướng phun nổ và dòng dung nham, vết lộ TH.853 gặp nhiều thể tù (quả bom) đá vôi bị hoa hóa hình cầu, hình bầu dục, kích thước 2 -3cm đến 9-10cm, giống như đã gặp ở Yên Duyệt và Đồi Vọ... Từ các dẫn liệu trên, thấy rằng: thấu kính đá vôi màu trắng có chứa hóa đá Permian muộn khu làng Thạch Yên hoàn toàn giống với các quả bom đá vôi chứa hóa đá san hô tuổi Permian muộn ở khu Đồi Vọ. Chúng đều là các thể tù của các tầng đá carbonat cổ hơn, trong đó có hệ tầng Bắc Sơn, phân bố rộng rãi xung quanh thị trấn Cẩm Thủy.

Mặt cắt khu Điện Thượng: quan hệ xuyên cắt và tiếp xúc nóng trực tiếp giữa khối diabas Cẩm Thủy với các đá carbonat tuổi Devon hệ tầng Bản Páp. Mặt cắt địa chất kéo dài chừng 250m: phần ven rìa tiếp xúc với diabas, đá vôi tái kết tinh thành đá hoa màu xám trắng cấu tạo khối, chiều dày quan sát

50 đến 80m. Trong khối đá vôi bị hoa hóa, tại vết lộ TH.663 (526700; 2236642) có nhiều di tích huệ biển bảo tồn khá tốt (Hình 4).



Hình 4a. TH.663. Diabas cấu tạo khối xuyên cắt và gây biến chất đá vôi có chứa hóa đá huệ biển (ảnh Trần Trọng Hòa).

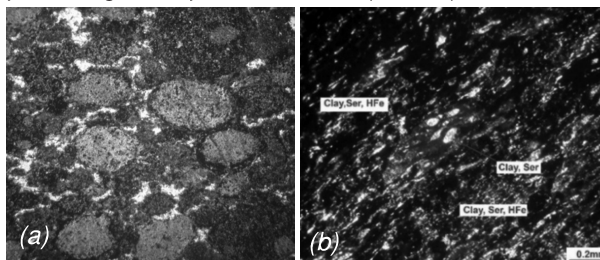


Hình 4b. Di tích huệ biển trong đá vôi hoa hóa tại TH.663 (ảnh Trương Xuân Luận)

3. Đặc điểm thạch học các đá biến chất tiếp xúc nhiệt-đôi chlorit tiêu biểu

Nhóm đá sét biến chất (metapelit)

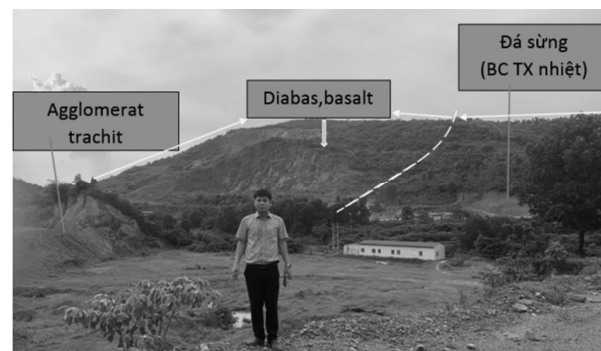
Có diện phân bố lớn nhất, nằm trên ranh giới giữa khối magma Cẩm Thủy với các tầng trầm tích Mesozoi sớm hệ tầng Cò Nòi và hệ tầng Suối Bàng. Thành phần thạch học tương đối đơn giản, gồm đá phiến argilit, đá phiến đốm vết (Hình 5).



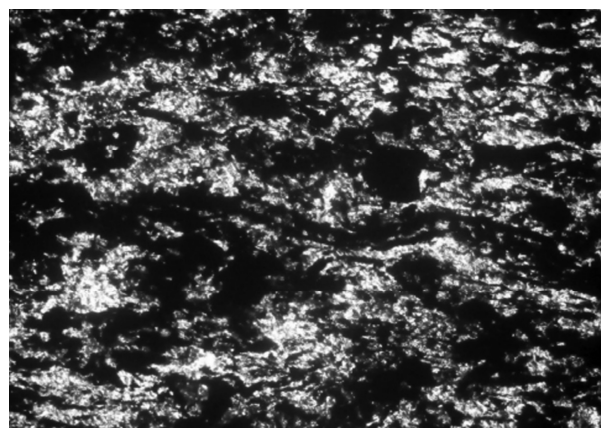
Hình 5. Đá phiến đốm vết TH.682 (a) và đá phiến argilit TH.01 (b) dưới kính hiển vi phân cực NK+, X25 (ảnh Nguyễn Thị Ly Ly, Nguyễn Hữu Trọng)

Đá phiến đốm vết: màu xám tím, cấu tạo phân phiến thường, có các tập hợp khoáng vật dạng ổ hoặc cực nhỏ hình thấu kính, kiến trúc vi vảy hạt biến tinh. Đá phiến argilit: màu xám phớt tím, cấu tạo khối phân dải, kiến trúc vi hạt vảy biến tinh, các khoáng vật phân bố định hướng, mặt phân phiến nằm trùng với mặt phân lớp nguyên thủy. Thành phần khoáng vật gồm các dải vi vảy sericit-thạch anh ít chlorit kích thước nhỏ, đôi chỗ có kích thước lớn (muscovit) xen với các dải vi hạt thạch anh-xericit. Ngoài thực địa: đá rất cứng, quan hệ chuyển tiếp với các đá sét kết màu tím hệ tầng Cò Nòi hoặc đá phiến sét màu đen hệ tầng Suối Bàng. Trong các văn liệu địa chất (Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam 2004, 2005), chúng thường được mô tả là đá silic, đá phiến silic trong hệ tầng Yên Duyệt.

Ngoài khu vực TBTH, các đá BCTXN nhóm metapelit còn được quan sát ở nhiều nơi, trong đó có khu mỏ đá basalt Suối Nảy, thị trấn Xuân Mai, Hà Nội (Tô Xuân Bản và nnk, 2008). Tại móng khai thác (Hình 6), các đá sừng thạch anh-chlorit- sericit nằm sát khối magma diabas.



Hình 6a. Vết lộ TH.135 (ảnh Trần Văn Đức)



Hình 6b. TH.135 (NK +, X 25) (ảnh Nguyễn Hữu Trọng)

Hình 6. Ảnh chụp hiện trường (1) và ảnh lát mỏng đá biến chất tiếp xúc nhiệt (2) nằm sát ven rìa phía Đông Nam khối basalt và diabas Viên Nam tại mỏ đá Suối Nảy (Xuân Mai, Hà Nội)

Kết quả phân tích ronghen các đá metapelite đối chlorit tổng hợp trên Bảng 1 (Tr. 108). Đã ghi nhận sự có mặt của khoáng vật feldspar đi cùng thạch anh, mica và chlorit. THCSKV tiêu biểu của metapelite: Thạch anh + Serixit + Chlorit ± Feldspar (1).

Theo J. D. Winter, (2001), Kurt Bucher and Martin Frey (2003) và F. S. Spear (1993), THCSKV Thạch anh + Serixit + Chlorit + Feldspar (1) phù hợp với các THCSKV nhóm metapelite thuộc đới chlorit, phần thấp nhất của tướng sừng anbit-epidot, nguồn gốc từ các đá sét nguyên thủy giàu nhôm. Điều kiện vật lý biến chất: nhiệt độ từ 320 đến 420°, loại áp suất thấp (Bảng 2 - Tr. 108).

Một mẫu phân tích đồng vị argon trên khoáng vật serixit trong đá phiến argillit khu mỏ đá Suối Này cho giá trị $100,82 \pm 12,7$ triệu năm, tương ứng với mức tuổi Creta (Bảng 3 - Tr. 108).

Nhóm đá carbonat biến chất (metacarbonat)

Có khối lượng lớn, nằm trên ranh giới tiếp xúc nóng giữa khối magma Cẩm Thủy với các tầng trầm tích carbonat hệ tầng Bản Páp, Bắc Sơn và Đồng Giao cũng như các thể từ đá vôi bị hoa hóa trong các đá dăm kết tuf basalt. Thành phần thạch học gồm các loại đá hoa hạt nhỏ, đá hoa có phlogopit. Tổ hợp công sinh khoáng vật tiêu biểu (Bảng 2): Ca + Do ± Phlg ± Chl ± Q (3); Ca + Do ± Ep ± Chl (4); Ca + Do (5).

Biến chất than

Khu vực Thanh Hóa, Ninh Bình, Hòa Bình và Hà Nội có các mỏ than nằm trong các trầm tích hệ tầng Suối Bàng và các mỏ than nằm trong "hệ tầng Yên Duyệt" (Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 2004, 2005). Thống kê và tổng hợp các đặc tính công nghệ của 9 mỏ than tiêu biểu, trong đó có mỏ than Thiên Linh, Yên Duyệt (Lê Tiến Dũng và nnk, 2022) cho thấy mức độ biến chất than không đồng đều, có tính phân đới. Cụ thể: các mỏ than nằm xa khối magma 15 đến 26km, hàm lượng chất bốc trung bình Vch = 20,2%, biến chất thấp nhân than gầy; các mỏ than nằm gần khối magma 0,5 đến 2,0km, hàm lượng chất bốc trung bình Vch = 6,7%, biến chất cao nhân than antacit.

Cùng với các hóa thạch Triat muộn mới được phát hiện ở mỏ than Thiên Linh, đặc điểm phân bố, tính chất công nghệ, thấy rằng: các mỏ than đều nằm trong hệ tầng Suối Bàng. Nguyên nhân gây ra tính phân đới biến chất do tác dụng của nguồn nhiệt từ các khối dung thể magma phức hệ Cẩm Thủy.

4. Minh giải các di tích cổ sinh khu vực Cẩm Thủy

Về hóa thạch *Monotis* sp. tuổi Triat muộn mới được phát hiện ở khu mỏ than Thiên Linh

Theo tài liệu của Vũ Khúc (1971), hệ Triat trong khu vực miền Bắc Việt Nam có 15 phức hệ hóa thạch tương ứng với 10 mức địa tầng. Các hóa đá *Monotis* sp. mới được phát hiện ở mỏ than Thiên

Linh tương đồng với phức hệ hóa thạch số 12: *Monotis* ex.gr. *scutiformis*. Hóa thạch *Monotis* được nhà địa chất Nguyễn Vĩnh tìm thấy lần đầu tiên vào năm 1965 ở đầu nguồn Sông Múa phía đông nam thị trấn Quang Huy (Phù Yên, Sơn La). Thành phần thạch học tại đây bao gồm cát kết, bột kết, đá phiến sét đen và ít lớp đá vôi tổng chiều dày 300m. Trên quy mô toàn cầu, theo tài liệu của JA Grant-Mackie (2015), *Monotis* tập trung với mật độ cao ở vùng ôn đới và vùng lạnh, xa đường xích đạo, trong đó tiêu biểu là vùng Alaska (64,0 vĩ độ bắc), New Zealand (41,0 vĩ độ nam). Tuy nhiên, cũng theo JA Grant-Mackie (2015), vẫn tìm thấy các chi *Monotis* phân bố trong vùng có vĩ độ thấp, trong khoảng 22,4 vĩ độ bắc và khoảng 10,0 vĩ độ nam. Đối sánh với cột địa tầng khu vực Đầm Đùn (Ninh Bình) (Toshifumi Komatsu, Yasunari Shigeta, and et all, 2022) và 15 phức hệ hóa đá trong địa tầng Triat miền bắc Việt Nam (Vũ Khúc, 1971), nhận thấy rằng: tầng chứa than tại khu mỏ Thiên Linh (Thanh Hóa) có hóa đá *Monotis* sp. nằm chuyển tiếp lên trên tầng chứa than khu mỏ Đầm Đùn (Ninh Bình) chứa hóa đá *Halobia convexa*, cùng mức tuổi Triat muộn.

Về các hóa thạch Permi muộn và Carbon-Permi trong các đá vôi khu vực TBTH và Sông Đà

Các hóa đá tiêu biểu gồm san hô *Huayunophyllum* sp. trong các thể từ đá hoa khu Đồi Vọ (Cẩm Tâm), huệ biển trong khối đá hoa Điện Thượng của nhóm tác giả; các hóa đá trùng lỗ do Phan Cự Tiến mô tả năm 1971 gồm *Pachyphloia*, *Sluffella*, *Getnitzina*, *Codonofusiella* sp., *Giganiopteris* sp. trong các thấu kính đá vôi đi cùng với các đá basalt hệ tầng Cẩm Thủy ở mặt cắt thị trấn Cẩm Thủy-làng Thạch Yến. (trang 192 trong Vũ Khúc, Bùi Phú Mỹ, 1989).

Theo các tài liệu đã được công bố của các nhà cổ sinh (Nguyễn Văn Liêm 1967, 1968; Lê Hùng, 1967; Tống Duy Thanh, Vũ Khúc 20005; Mai Hoàng Đầm và nnk, 2020), đây là các hóa thạch rất đặc trưng cho tầng đá vôi Paleozoi thượng. Nhưng như đá mô tả, các đá vôi hoa hóa chứa tập hóa thạch ở Đồi Vọ và gần làng Thạch Yến không cùng tổ hợp thạch học với đá basalt và diabas Cẩm Thủy. Chúng chỉ là các thể từ (xenolit) được lôi kéo lên từ các tầng đá móng, trong đó có hệ tầng Bắc Sơn phân bố khá rộng rãi trong khu vực Cẩm Thủy. Cũng theo các kết quả khảo sát mới nhất (Lê Tiến Dũng, Tô Xuân Bản và nnk, 2021; Lê Tiến Dũng, Nguyễn Hữu Trọng, 2022), các đá vôi bị hoa hóa chứa các hóa thạch tuổi Carbon-Permi như *Nankinella*, *Neoschwagerina*.v.v. đã được mô tả trong khu vực thủy điện Hòa Bình (Nguyễn Xuân Bao, 1972; Phan Trường Thị và nnk, 1974) nằm trong khối á phun trào basalt diabas cũng có đặc điểm tương tự. Các hóa đá tuổi Carbon-Permi ở đây không thể là cơ sở để củng cố thêm mức độ tin cậy cho giá trị tuổi đồng vị Rb-Sr 283 ± 21 triệu năm của tổ hợp đá phun trào vùng Đồi Bù (Hòa Bình) như cách luận

giải của Nguyễn Hoàng và đồng tác giả trong các công bố năm 2004 (Nguyễn Hoàng và nnk, 2004 a,b). Giá trị tuổi đồng vị 283 ± 21 triệu năm có lẽ phản ánh một quá trình địa chất nào đó xảy ra ở dưới sâu, trước khi khối dung nham đi lên và định vị tạo nên bình đồ cấu trúc địa chất đang quan sát được hiện nay.

Một số nhận xét thay cho lời kết luận

1. Khu vực TBTH và TBVN không tồn tại hệ tầng Yên Duyệt tuổi Permian muộn. Bản chất hệ tầng Yên Duyệt là các đá biến chất tiếp xúc nhiệt trình độ thấp tương ứng anbit-epdot trên các đá trầm tích hệ tầng Cò Nòi và hệ tầng Suối Bàng mức tuổi Triat nằm xung quanh các thể á phun trào phức hệ Cẩm Thủy. Các đá vôi và dolomit hệ tầng Bắc Sơn (C-Pbs) chiều dày trên 1000m, có khoáng tuổi xuyên suốt từ Carbon đến Permian muộn. Nhận xét này phù hợp với các nghiên cứu di tích cổ sinh và các công bố khoa học của nhà địa chất Nguyễn Văn Liêm từ năm 1967 (Nguyễn Văn Liêm, 1967), phù hợp với các ý kiến của Gatinski IU., Trần Văn Trị và nnk (1970, trang 28): “Trong Paleozoi muộn từ Carbon đến Permian muộn toàn lãnh thổ Việt Nam và Đông Nam Á nằm trong thời kỳ san bằng lớn nhất”.

2. Mức tuổi địa chất của phức hệ á núi lửa Cẩm Thủy chắc chắn sau quá trình thành đá của tầng trầm tích chứa than Suối Bàng có hóa đá Nori-Reti. Với các tài liệu địa chất hiện có, hợp lý nhất trong khoảng Jura sớm-giữa, tương ứng với giá trị $176,30 \pm 0,8$ và $164,00 \pm 0,8$ triệu năm theo các kết quả phân tích tuổi phóng xạ đá basalt Suối Bé trong công bố của Trần Tuấn Anh, Trần Trọng Hòa và nnk (2004). Trên bình đồ hiện đại chúng tạo nên các thể tường, tường vòng, dạng vòm “lấp đầy” và “hàn gắn” các đới nứt vỡ phương TB-ĐN. Nguồn gốc các đá basalt Cẩm Thủy đới rift nội

Bảng 1. Tổng hợp các kết quả phân tích ronghen các đá metapelite đới chlorit nằm sát các khối diabas Cẩm Thủy (Trung tâm Phân tích và Kiểm định địa chất, Cục Địa chất Việt Nam)

Nº	SHM	Vị trí lấy mẫu	Thành phần khoáng vật và khoáng hàm lượng (%)				
			Serixit (phengit, muscovit)	Chlorit	Thạch anh	Feldspat	K.vật khác
1	TH.61	Rọc Đồng	2-4	2-4	87-89	1-3	<1 Hématit
2	TH.135	Suối Này	4 - 6	4 - 6	25 - 27	55 - 57	5%Hématit
3	TH.135	Suối Này	8 - 10	3 - 5	29 - 31	48 - 50	5%Hématit

Bảng 2. Các THCSKV đới chlorit xung quanh các khối diabas phức hệ Cẩm Thủy

STT	Nhóm đá trầm tích nguyên thủy	Tổ hợp cộng sinh khoáng vật (THCSKV)	Điều kiện vật lý biến chất	
			Nhiệt độ (°C)	Nguồn tài liệu
1	Pelit (sét kết)	Q + Ser + Chl ± Feld (1)	400 đến 420	J. D. Winter, (2001) và F. S. Spear, 1993
2	Marn (sét vôi)	Ca + Chl + Ab ± Ep ± Do (2)	320 đến 410	Kurt Bucher and Martin Frey, 2003
3	Carbonat (đá vôi và dolomit)	Ca + Do ± Phlg ± Chl ± Q (3); Ca + Do ± Ep ± Chl (4); Ca + Do (5)	320 đến 410	H. G. F. Winkler, 2002

(Ký hiệu tên khoáng vật: Q-thạch anh, Ser-sericit, Ab-anbit, Chl-chlorit, Feld-feldspat, Do-dolomit, Ep-epidot, Phlg- phlogopit, Ca-canxit)

Bảng 3. Kết quả phân tích tuổi đồng vị argon trên khoáng vật serixit và đối sánh với tuổi địa chất mẫu đá phiến argilit khu vực mỏ đá Suối Này (Xuân Mai, Hà Nội)

STT	SHM	Tên đá	Tuổi phóng xạ (triệu năm)		Liên hệ tuổi địa chất
			Weighted Plateau	Total Fusion	
1	TH.135	Đá phiến argilit	$100,82 \pm 12,7$	Creta sớm đến Creta muộn	Creta sớm đến Creta muộn

lục Sông Đà là hệ quả của hoạt động tách giãn, nứt vỡ, vát mỏng vỏ thạch quyển kết hợp với nóng chảy và nâng lên của quyển mềm hoặc các chỗi manti (K. H. Olsen (Editer), 1995; Olivier Merle, 2011; Franco Pirajno, M. Santosh, 2014; Phan Trường Thị, 2006) xảy ra trong Mesozoi muộn.

3. Hoạt động magma của rift Sông Đà còn kéo dài qua giai đoạn Creta với khối á núi lửa felsic dạng vòm Tú Lệ quy mô trên 5000 km² mức tuổi 93 đến 118 triệu năm (Phạm Đức Lương và nnk, 2010) hoặc $79,30 \pm 0,3$ đến $73,30 \pm 0,3$ triệu năm (Trần Tuấn Anh, Trần Trọng Hòa và nnk 2004). Các trung tâm phun nổ gồm các đá agglomerat dazit, trachit (Trần Đăng Tuyết, 1989; Ngô Quang Toàn, 1989; Bùi Văn Đông, 2011) ở các đỉnh Ba Vì, Viên Nam độ cao trên 1000m mức tuổi dự đoán trong khoảng Creta muộn đến Paleocen phù hợp với kết quả phân tích $58,60 \pm 0,2$ triệu năm (Trần Tuấn Anh, Trần Trọng Hòa và nnk 2004) đánh dấu cho thời điểm kết thúc quá trình hoạt động magma của rift nội lục Sông Đà, kéo dài khoảng hơn 100 triệu năm (?) từ Jura sớm đến Paleogen.

Các nhận xét vừa nêu trên có những điểm mang tính dự đoán. Do đó, các vấn đề địa chất Tây bắc Việt Nam và đới rift nội lục Sông Đà cần được tiếp tục nghiên cứu, khảo sát, phân tích định lượng, tổng hợp và trao đổi trong các công trình tiếp theo.

Lời cảm ơn:

Bài báo được hoàn thành trong quá trình thực hiện đề tài KHCN “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ tiên tiến xác định nguồn gốc, điều kiện thành tạo, quy luật phân bố và tiềm năng khoáng sản vàng ẩn sâu trong cấu trúc nếp lồi tây bắc Thanh Hóa” mã số ĐTDL. CN-85/21. Nhóm tác giả cũng đã sử dụng và phân tích nhiều tài liệu của các nhà địa chất đã được công bố hoặc trong lưu trữ địa chất; sử dụng và cập nhật các kết quả nghiên cứu của Nhóm tác giả từ 2001 đến nay trong khu vực Tây bắc Việt Nam.

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Văn Đông, 2011. Đặc điểm tầng cuội kết núi lửa vùng Ba Vì và giá trị địa di sản của chúng. Luận văn ThS Chuyên ngành: Địa chất học; Mã số: 60 44 55 Hà Nội.

2. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 2004, 2005. *Bản đồ Địa chất và Khoáng sản Việt Nam tỷ lệ 1:200.000, tờ Ninh Bình, Hà Nội, Kim Bình-Lao Cai, Phong Sa Lý-Điện Biên Phủ, Hà Nội*. Nxb Địa chất, Hà Nội.
3. Đào Đình Thục, Huỳnh Trung (đồng chủ biên) 1995. *Địa chất Việt Nam. Tập II. Các thành tạo magma (Geology of Việt Nam. Vol. II. Magmatic formations)*: 360 tr. Cục ĐCVN, Hà Nội.
4. Đinh Minh Mộng, 1976. *Địa chất tờ Ninh Bình (F-48-XXXIV) tỷ lệ 1:200.000*. Lưu trữ Địa chất, HN.
5. Dovjikov A. E (chủ biên), 1965. *Địa chất miền Bắc Việt Nam*. Nxb KHKT, Hà Nội.
6. Đỗ Đình Toát, La Thị Chích, 1973. *Đặc điểm thạch học của tướng hống núi lửa vùng Hòa Bình-Suối Rút*. Tạp chí Địa chất, số 107, Hà Nội.
7. J. D. Winter, 2001. *An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River.
8. F. S. Spear, 1993. *Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature - time paths*. Mineralogical Society of America.
9. Gatinski IU., Trần Văn Trị, Isaev E., Lê Văn Cự, Kamenetski A., Kujenui N., Raskazov IU., Sukhov V, 1970. *Bản vẽ phân vùng kiến tạo miền Bắc Việt Nam*. TC Địa chất, số 89-90, HN. (trang 28).
10. JA Grant-Mackie, 2018. *Taxonomy of the Late Triassic bivalve Monotis*. New Zealand Journal of Geology and Geophysics, 58:3, 244-251
11. H. G. F. Winkler, 2002. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. Springer New York.
12. Kurt Bucher and Martin Frey, 2003. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. The Canadian Mineralogist (2003) 41 (6): 1525-1526.
13. Lê Hùng, Nguyễn Văn Liêm, 1967. *Đới có Schwagerina ở vùng Vạn Yên, vị trí địa tầng và ý nghĩa của nó đối với việc lập bản đồ địa chất*. TC Địa chất, số 66, HN.
14. Lê Tiến Dũng, Phùng Văn Hoài, Lê Thanh Mẽ, Phạm Văn Anh, Trần Trọng Phát, Nguyễn Thanh Tùng, Lê Cảnh Tuấn. 2001. *Về vị trí địa tầng của thành tạo phun trào basalt ở dọc sông Đà đoạn Tạ Bú - Pa Vinh (thuỷ điện Sơn La)*. Tạp chí Địa chất, số 261, Hà Nội.
15. Lê Tiến Dũng, Nguyễn Khắc Giảng, Phạm Trung Hiếu, Nguyễn Hữu Trọng, Tô Xuân Bản, 2018. *Đặc điểm thành phần thạch học các thành tạo trầm tích lục nguyên - carbonat và mối quan hệ với các đá núi lửa khu vực Tú Lệ*. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, tập 59, kỳ 5 (2018) 1-13. Hà Nội.
16. Lê Tiến Dũng, Tô Xuân Bản, Nguyễn Khắc Giảng, Trần Văn Đức, Nguyễn Hữu Trọng, Phạm Thị Vân Anh, Lưu Huy Linh, Đặng Tuấn Hùng, Lê Hồng Anh, Nguyễn Mai Dung, Trương Đức Tuấn, 2021. *Đặc điểm địa chất địa mạo và tài nguyên du lịch tự nhiên tỉnh Hoà Bình*. Tạp chí Địa chất số 375-376, Hà Nội.
17. Lê Tiến Dũng, Nguyễn Hữu Trọng, Trương Đức Tuấn, Nguyễn Khắc Giảng, Trương Xuân Luận, Tô Xuân Bản, Phạm Trung Hiếu, Trần Văn Đức, Hà Thành Như, Nguyễn Thị Ly Ly, Trần Bá Duy, Phạm Văn Nam, 2022. *Một số đặc điểm địa chất các thành tạo basalt-diabas Cẩm Thủy, Viên Nam mức tuổi Mesozoi muộn Tây Bắc Việt Nam*. Báo cáo Hội nghị toàn quốc khoa học Trái Đất và Tài nguyên với phát triển bền vững, Hà Nội.
18. Lê Tiến Dũng, Nguyễn Hữu Trọng, Tô Xuân Bản, Trương Đức Tuấn, Phạm Trung Hiếu, Lâm Thanh Nho, Nguyễn Văn Biên, Lê Duy Nguyên, Đồng Văn Giáp, Trần Văn Đức, Hà Thành Như, 2023. *Các tài liệu mới về phức hệ á núi lửa (sub-volcanic) Cẩm Thủy, mức tuổi Mesozoi muộn khu vực Tây bắc Thanh Hóa*. Tuyển tập báo cáo Hội nghị khoa học toàn quốc Địa hóa, môi trường và phát triển bền vững, HN.
19. Mai Hoàng Đảm, Vũ Thị Tuyền, 2020. *Đặc điểm thạch học và sự phân bố của trùng lỗ trong đá với Permian phía Nam lô 106, bể Sông Hồng*. Tạp chí Dầu khí, số 3-2020.
20. Nguyễn Đình Xoan, 1983. *Tìm kiếm than vùng Cẩm Thủy, Thanh Hóa*. Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.
21. Nguyễn Hoàng, Nguyễn Đắc Lư, Nguyễn Văn Can, 2004a. *Đá phun trào Paleozoi Sông Đà: tuổi Rb-Sr vùng Đồi Bù*. Tạp chí Địa chất, số 281, Hà Nội.
22. Nguyễn Hoàng, Nguyễn Đắc Lư, Nguyễn Văn Can, 2004b. *Đá phun trào Paleozoi Sông Đà: Vấn đề nguồn gốc và động lực manti*. Tạp chí Địa chất, số 283, Hà Nội.
23. Nguyen Hoang, Tran Thi Huong, Masatsugu Ogasawara, Le Duc Anh, Nguyen Thi Mai, Nguyen Thi Thu, Cu Sy Thang, Le Thi Phuong Dung, 2016. *Petrography and geochemistry of Permian basalts of the Cam Thuy formation and their relation to Song Da and Emeishan magmatic rocks*. Vietnam Journal of Earth Sciences Vol.38 (4) 372-392,
24. Nguyễn Văn Liêm, 1967. *Về vấn đề phân chia địa tầng Palêozoic thượng ở bản đồ địa chất miền Bắc Việt Nam tỷ lệ 1:500.000*. TC Địa chất, số 74, Hà Nội.
25. Nguyễn Văn Liêm 1968. *Lại bàn về việc phân chia địa tầng Paleozoi thượng trong công tác lập bản đồ địa chất miền Bắc Việt Nam*. Địa chất. 79-80: 42-45. Hà Nội.
26. N.T. Chi, M. J. F. Flowwer, and D.T. Hung, 2008. *Carbonatites in Phong Tho, Lai Chau province (NW Viet Nam): Their petrogenetic and relationship with Cenozoic potassic alkaline magmatism*. Advances in Geosciences Vol. 20: Solid Earth (2008)

27. Nguyễn Xuân Bao (chủ biên), 1972. *Địa chất vùng Hòa Bình - Suối Rút 1:100.000 (TN-F-48-115)*. Lưu trữ Địa chất, HN.

28. Phạm Đức Lương, Đặng Trần Huyền, Nguyễn Đình Hữu, Nguyễn Đức Phong, Nguyễn Thị Bích Thủy, 2010. *Tuổi đồng vị U-Pb zircon của các đá núi lửa ở Vông Chông, Tú Lệ*. TC Địa chất, số 320, HN.

29. Phan Cự Tiến, 1973a. *Vài nét về địa tầng Paleozoi muộn ở Tây Bắc Bắc Bộ*. Tạp chí Địa chất số 106, HN.

30. Phan Cự Tiến, 1973b. *Trầm tích Triat sớm ở Thanh Hóa*. Tạp chí Địa chất số 110, Hà Nội.

31. Phan Cự Tiến, 1977. *Về sự phân định các thống Pecmi muộn và Triat sớm ở tây bắc Bắc Bộ*. TC ĐC, số 131, HN.

32. Phan Trường Thị, Lê Văn Cự, Đỗ Đình Toát, Phan Văn Quỳnh, 1974. *Địa tầng và thạch học các đá núi lửa vùng Hòa Bình-Suối Rút*. Tạp chí Địa chất, số 113, Hà Nội.

33. Tô Văn Thụ (Chủ biên) 1977. *Báo cáo Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Phong Thổ, tỷ lệ 1:50.000*. Lưu trữ địa chất, Hà Nội.

34. Tô Xuân Bản, Phạm Trường Sinh, Lê Tiến Dũng, 2008. *Một số ý kiến về vị trí địa chất các thành tạo bazan tuyến Hoà Bình-Sơn La trên bản đồ địa chất*. Tuyển tập Báo cáo Hội nghị Khoa học đại học Mỏ-Địa chất lần thứ 17, số 21, Hà Nội.

35. Tống Duy Thanh, Vũ Khúc (chủ biên), 2005. *Các phân vị địa tầng Việt Nam*. Nxb Đại học Quốc gia, HN.

36. Toshifumi Komatsu, Yasunari Shigeta, Hung D. Doan, Ha T. Trinh, Hung B. Nguyen, Minh T. Nguyen, Nao Kusuhashi, Takanobu Tsuihiji, Takumi Maekawa, Julien Legrand and Makoto Manabe, 2017. *Upper Triassic (Carnian) mollusks from the Suoi Bang Formation in Me area, Ninh Binh Province, northern Vietnam*. Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. C, 43, pp. 1-10, December 22, 2017.

37. Trần Văn Trị và Vũ Khúc, 2009. *Địa chất và tài nguyên Việt Nam*. Nxb Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.

38. Tran Tuan Anh, Tran Trong Hoa, Ching-Ying Lan, Sun-Lin Chung, Ching-Hua Lo, Pei-Ling Wang and Merzman, S. A., 2004. *Mesozoic bimodal alkaline magmatism in Tu Le Basin, North Viet Nam: Constraints from geochemical and isotopic significances*. Journal of Geology B/24, 1-9.

39. Trịnh Ích, Phạm Hồng Quế, 1977. *Bàn thêm về than Triat muộn vùng đông nam Sông Đà*. TC ĐC, số 130, Hà Nội.

40. Vũ Khúc, Trịnh Thọ, Lê Tựu 1972. *Tài liệu mới về địa tầng Triat dưới-giữa vùng Thanh Hoá, Ninh Bình, Hoà Bình*. Địa chất. 102: 5-23. Hà Nội.

41. Vũ Khúc, Bùi Phú Mỹ (đồng chủ biên), 1989. *Địa chất Việt Nam*. Tập I. Địa tầng (Geology of Việt Nam. Vol. I. Stratigraphy): 378 tr. Tổng cục MĐC, Hà Nội.

42. Yue JP, Sun XM, Pham Trung Hieu, Wang PJ, Le Tien Dung, Liang YQ, Du JY. 2013. *Pre-Cenozoic Tectonic Attribute and Setting of the Song Da Zone, Viet Nam*. Geotectonica et Metallogenia, 37(4): 561-570. Yue JP, Sun XM, Pham Trung Hieu, Wang PJ, Le Tien Dung, Liang YQ, Du JY. 2013. *Pre-Cenozoic Tectonic Attribute and Setting of the Song Da Zone, Viet Nam*. Geotectonica et Metallogenia, 37(4): 561-570.

Low-grade thermal contact metamorphic origin of the “Yen Duyet Formation” in the northwestern region of Thanh Hoa from early Triassic sedimentary rocks and geological significance

Le Tien Dung¹, Tran Van Duc²,
Nguyen Huu Trong³, Truong Xuan Luan³,
Pham Trung Hieu⁴, Truong Duc Tuan⁵

Summary

The designated “Yen Duyet Formation” of Late Permian age (P_3yd) is widely distributed in the northwest of Vietnam and the northwest of Thanh Hoa, has close and transitional relationship with the basalt eruptions of the Cam Thuy Formation (P_3ct), which is widely used in the literature. The survey and research results of the author group (2021-2024) show that the geological formations currently described in the Yen Duyet Formation in the northwest of Thanh Hoa are actually low-grade thermal contact metamorphic rocks originating from sedimentary rocks located on the margins of the sub-eruptive massifs of diabas and basalts of the Cam Thuy Complex. The Late Triassic (T_3) bivalve mollusc fossils of *Monotis* sp. in the Thien Linh coal mine, the coral fossils of *Huayunophyllum* sp. The Late Permian age (P_3) in the marble xenoliths located in the basaltic tuff and pyroclastic basalt in the Doi Vo area (Cam Thuy) is very reliable evidence proving that the original origin of the rocks currently described in the Yen Duyet formation is the early Mesozoic sediments of the Coi Noi formation (T_1cn) and the Suoi Bang formation (T_3n-rsb) widely distributed in the northwest of Thanh Hoa and northwest of Vietnam. With the research results, it once again shows that the geological age of the Cam Thuy complex in the Song Da intracontinental rift zone is in the late Mesozoic range. ■

¹ Vietnam Petrochemical Association,

²Ministry of Science and Technology,

³University of Mining and Geology,

⁴Ho Chi Minh National University,

⁵Northern Geological Mapping Federation.