

Đặc điểm thạch địa hóa granite kiềm khối Mùòng Hum, đới Phan Si Pan, Tây Bắc Việt Nam

- Phạm Minh
- Phạm Trung Hiếu
- Nguyễn Kim Hoàng

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 26 tháng 09 năm 2016, nhận đăng ngày 26 tháng 07 năm 2017)

TÓM TẮT

Các đá granite kiềm khối Mùòng Hum phân bố ở Tây Bắc đới Phan Si Pan. Đá có cấu tạo dạng phân dải hoặc dạng gnies rõ rệt, hướng phân dải trùng với phương cấu trúc tây bắc-đông nam. Chúng chủ yếu gồm các khoáng vật, plagioclase (~20–35 %), alkaline feldspar (~30–50 %), thạch anh (~25–35 %), arfvedsonite (~1–2 %), aegirine (~1–3%), biotite (~1–5%). Granite kiềm khối Mùòng Hum có đặc điểm địa hóa: tỷ lệ $10.000 \times \text{Ga}/\text{Al} = 4,70\text{--}4,93$, giá trị $\text{A}/\text{CNK} = 0,87\text{--}0,90$, dị thường Eu âm và dị thường Ba, Sr, Ti và P. Những đặc điểm khoáng vật tạo đá và đặc điểm địa hóa này cho thấy

Từ khóa: Mùòng Hum, granite kiềm, A-granit

MỞ ĐẦU

Khu vực Phan Si Pan nói riêng và Tây Bắc Việt Nam nói chung có vị trí địa lý gần với Nam Trung Hoa, nằm trong khu vực ghép nối của nhiều vi mảng lục địa. Khu vực Phan Si Pan, Tây Bắc Việt Nam là một khu vực quan trọng trong quá trình tiến hóa của Đông Nam Á và các khu vực xung quanh. Về mặt kiến tạo, khu vực trải qua nhiều giai đoạn hoạt động magma và lịch sử tiến hóa rất tương đồng với địa khối Dương Tử phía Nam Trung Hoa. Dựa vào kiến tạo cho thấy khu vực đới Phan Si Pan trải qua ba giai đoạn tạo kiến tạo chính: Indosini, Yenn Sơn, và va chạm mảng giữa hai lục địa Âu-Á và Ấn Độ [17]. Những năm gần đây, các đá A-granit ở đới Phan Si Pan đã được các nhà địa chất trong và ngoài

granite kiềm khối Mùòng Hum thuộc loại A-granit. So sánh với các granite kiềm khu vực phụ cận giai đoạn Permi muộn-Triat sớm, cho thấy đặc điểm địa hóa granite kiềm khối Mùòng Hum tương đồng với các granite kiềm Phu Sa Phìn, Phan Si Pan, Yê Yên Sơn và Nậm Xe-Tam Đường Tây Bắc Việt Nam cũng như granite kiềm Taihe và Panzhihua Nam Trung Hoa. Đới Phan Si Pan có thể là một phần bị dị chuyển của các thành tạo magma rộng lớn Emeishan do hoạt động dịch trượt trái của đới trượt Sông Hồng trong giai đoạn Kainozoi.

nước nghiên cứu. Các đá A-granit ở đới Phan Si Pan cho thấy có nét tương đồng với các đá A-granit khu vực Emeishan, Nam Trung Hoa, và các mỏ quặng lớn như mỏ Fe-Ti-V và Ni-Cu-PGE khu vực Emeishan liên quan đến A-granit. Do đó, đới Phan Si Pan có thể có các mỏ quặng liên quan đến A-granit như khu vực Emeishan. Tuy nhiên, đới Phan Si Pan bị nén ép theo hướng tây bắc-đông nam do sự va chạm mảng Nam Trung Hoa và Đông Dương dọc theo đới khâu Sông Mã cũng nhưng bị nén ép do hoạt động trượt ngang của đới trượt Sông Hồng [6]. Do đó, các giai đoạn kiến tạo về sau đã phá hủy hoặc gây biến đổi các thành tạo địa chất có trước, gây khó khăn cho việc xác định đặc điểm thạch địa hóa

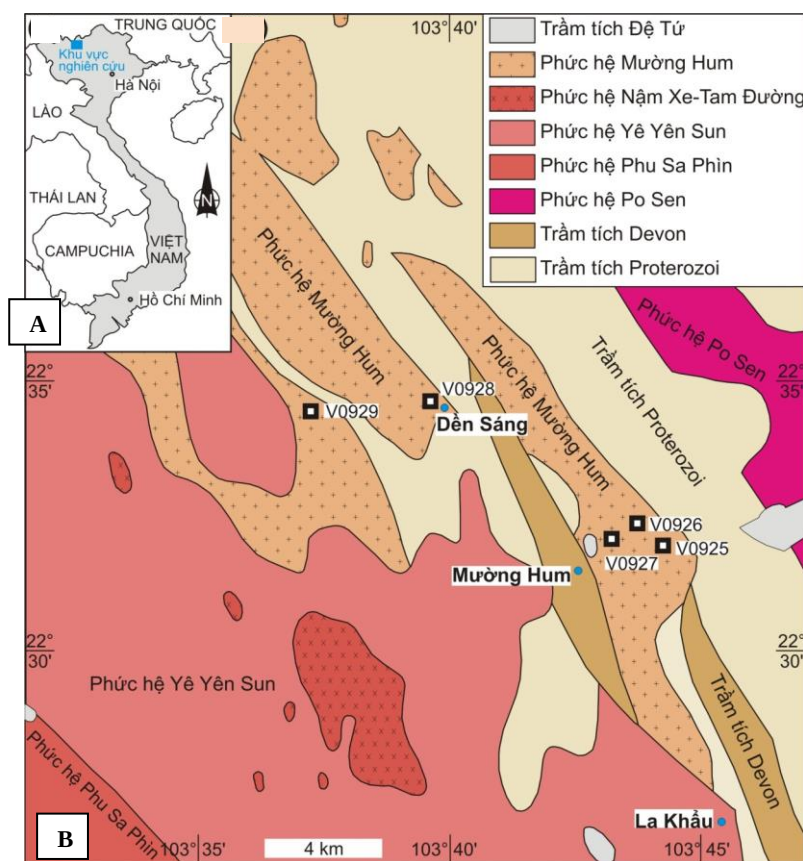
cũng như xác định các mối quan hệ địa chất ngoài thực địa. Hơn nữa, các đá A-granite thường cho thấy các loại khoáng đi kèm như Sn, W, Mo, Bi, Nb và F. Do đó, việc xác định chính xác đặc điểm thạch địa hóa granite kiềm khối Mường Hum, đới Phan Si Pan có ý nghĩa qua trong trong việc xác lập lại lịch sử tiến hóa khu vực Tây Bắc Việt Nam nói riêng và Đông Dương nói chung, cũng như giúp cho việc định hướng tìm kiếm và thăm dò khoáng sản có hiệu quả hơn.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

Đặc điểm địa chất các thành tạo granite kiềm khối Mường Hum

Granite kiềm khối Mường Hum hiện diện ở trên đới Phan Si Pan, trong đó khối lớn nhất là khối Mường Hum, ở phía đông thị trấn Mường Hum thuộc huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai (Hình

1A). Khối này có dạng kéo dài theo hướng tây bắc-đông nam hơn 20 km, từ đèo Bàn Xèo đến suối Nậm Pồ Hồ. Trên bình đồ cấu trúc, granite kiềm khối Mường Hum thường có dạng hình nêm, thấu kính, xuyên chỉnh hợp hoặc xuyên cắt với góc nhỏ qua các thành tạo trầm tích biến đổi của hệ tầng Suối Chiềng (Hình 1B) [20]. Ngoài thực địa các thành tạo granite kiềm khối Mường Hum thường bị nén ép kéo dài theo hướng tây bắc-đông nam (Hình 2A), có màu xám đến xám trắng, hạt nhỏ, cấu tạo định hướng rõ rệt với các dải mỏng sáng màu-sẫm màu xen kẽ nhau (Hình 2B). Granite kiềm khối Mường Hum thường bị xuyên cắt bởi các pha đá mạch có thành phần chủ yếu là thạch anh và xuyên cắt qua các đá trầm tích có trước.

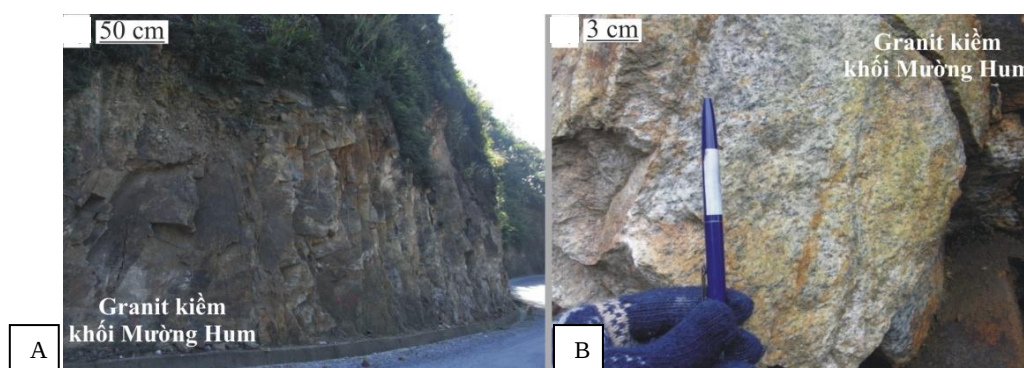


Hình 1. Sơ đồ các thành tạo magma xâm nhập khu vực Phan Si Pan, Tây Bắc Việt Nam và vị trí lấy mẫu (theo tài liệu bản đồ tỷ lệ 1:200.000 tờ Kim Bình-Lào Cai [4])

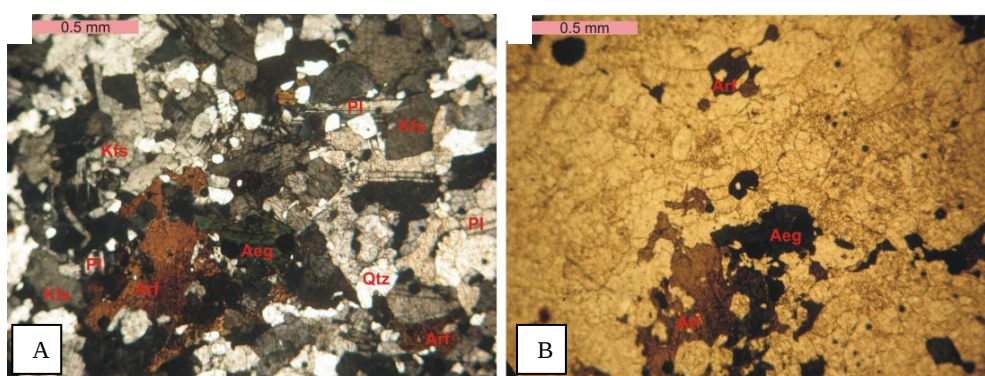
Mẫu nghiên cứu

Mẫu phân tích được lấy tại khối Mùòng Hum, đới Phan Si Pan, Tây Bắc Việt Nam (Hình 1). Các thành tạo granite kiềm khối Mùòng Hum ngoài thực địa có kiến trúc hạt nhỏ, cấu tạo định hướng rõ với các dải mỏng sáng màu-sẫm màu xen kẽ nhau (Hình 2B). Thành phần khoáng vật của granite kiềm khối Mùòng Hum thay đổi

trong khoảng từ syenite đến granite kiềm. Thành phần khoáng vật chủ yếu gồm: Plagioclase (~20–35 %), alkaline feldspar (~30–50 %), thạch anh (~25–35 %), arfvedsonite (~1–2 %), aegirine (~1–3 %), biotite (~1–5 %) (Hình 3). Các phụ thường thấy là zircon, ít hơn có quặng, epidote.



Hình 2. Đặc điểm địa chất các thành tạo granite kiềm khối Mùòng Hum: (A) Granite kiềm khối Mùòng Hum bị nén ép dập vỡ; (B) Granite kiềm khối Mùòng Hum màu xám trắng, hạt thô, dạng dải định hướng



Hình 3. Mẫu lát mỏng V0927 của granite kiềm khối Mùòng Hum: (A) ảnh lát mỏng dưới 2 nicol, (B) ảnh lát mỏng dưới 1 nicol. Aeg=Aegirine, Arf= Arfvedsonite, Kfs= Alkaline feldspar, Pl= Plagioclase, Qtz= Thạch anh

Phương pháp phân tích

Các nguyên tố chính được phân tích bằng phương pháp XRF-MS (X-ray fluorescence mass spectrometer) và các nguyên tố vết (bao gồm các nguyên tố đất hiếm) được phân tích bằng phương pháp ICP-MS (an Agilent 7500s inductively coupled plasma mass spectrometry) tại phòng thí nghiệm Actlabs Innovative Technologies,

Canada. Các mẫu đá tươi chưa bị biến đổi, thu thập tại khối Mùòng Hum được nghiền thành bột và sau đó được ray cho tới độ hạt nhỏ hơn 200 mesh. Tất cả các mẫu bột được sấy khô tại nhiệt độ 110 °C trong khoảng 3 giờ và bị phân rã bằng acid HNO₃ trước khi đưa vào máy phân tích nguyên tố chính và nguyên tố vết. Chi tiết quá trình phân tích có thể tham khảo tại [2].

KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Năm mẫu thạch địa hóa được phân tích, đại diện cho các đá granite kiềm khối Mùòng Hum, đới Phan Si Pan, Tây Bắc Việt Nam. Kết quả phân tích hàm lượng các nguyên tố chính và nguyên tố vết của granite kiềm khối Mùòng Hum được trình bày cụ thể trong Bảng 1. Granite kiềm khối Mùòng Hum có hàm lượng SiO_2 cao và khoảng dao động khá hẹp 72,82–76,43 wt%, trung bình 74,85 wt%. Nghèo hàm lượng Al_2O_3 và dao động khoảng 10,79–11,55 wt%, trung bình 11,15 wt%. Tổng kiềm cao ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) 8,96–10,60 wt% và tỷ lệ $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ dao động khoảng 1,52–4,10. Hầu hết các mẫu đều có hàm lượng TiO_2 (0,19–0,34 wt%), Fe_2O_3 (2,65–3,81 wt%), MnO (0,01–0,04 wt%), MgO (0,01–0,13 wt%), CaO (0,19–0,36 wt%) và P_2O_5 (0,01–0,07 wt%) thấp. Tổng hàm lượng nguyên tố đất hiếm của granite kiềm khối Mùòng Hum dao động $\sum\text{REE}=484,78$ ppm đến $\sum\text{REE}=781,40$ ppm, trung bình $\sum\text{REE}=650,90$ ppm, trong đó các nguyên tố đất hiếm nhẹ chiếm chủ yếu (trung bình $\sum\text{LREE}=591,61$ ppm), các nguyên tố đất hiếm nặng chiếm thứ yếu (trung bình $\sum\text{HREE}=59,29$ ppm).

Theo hệ thống phân loại các đá granite của Barbarin (1999), tập hợp khoáng vật và đặc điểm thạch địa hóa granite kiềm khối Mùòng Hum cho thấy gần gũi với granite kiểu A. Các khoáng vật aegirine và arfvedsonite (Hình 3) là đặc trưng tiêu biểu cho loại đá A-granite [3]. Về đặc điểm địa hóa, hàm lượng SiO_2 với ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) (Hình 4A) cho thấy tất cả các mẫu đều rơi vào trường granite kiềm. Hơn nữa, granite kiềm khối Mùòng Hum có A/CNK (0,87–0,90) và A/NK (0,91–0,93) thuộc loạt bão hòa kiềm (peralkaline) (Hình 4B). Biểu đồ tương quan hàm lượng SiO_2 với K_2O (Hình 4C) cho thấy các đá granite kiềm khối Mùòng Hum chủ yếu rơi vào trường cao potassium và shoshonite với tỷ lệ $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (1,52–4,10) > 1. Chỉ số 10000 Ga/Al và hàm lượng Zr (Hình 4D) cho thấy các đá granite kiềm

khối Mùòng Hum rơi vào trường A-granite. Đối sánh granite kiềm khối Mùòng Hum với các đá granite kiềm khu vực lân cận (Phan Si Pan, Phu Sa Phìn, Nậm Xe-Tam Đường và Yên Yên Sun) và khu vực Panxi (Panzhihua và Taihe) (Hình 4) trong giai đoạn Permian-Triassic sớm cho thấy granite khối Mùòng Hum có đặc điểm granite kiềm thuộc loạt bão hòa kiềm, cao potassium và thuộc đá A-granite giống với đặc điểm granite kiềm Phan Si Pan, Phu Sa Phìn, Nậm Xe-Tam Đường, Yên Yên Sun (Tây Bắc Việt Nam) [15], [16], [19] và phức hệ Panzhihua, Taihe (Panxi, Nam Trung Hoa) [13].

Các nguyên tố đất hiếm được chuẩn hóa theo chondrite [18] (Hình 5A) cho thấy các đá granite kiềm khối Mùòng Hum có độ nghiêng âm, điều này cho thấy hàm lượng đất hiếm nặng (HREE) nghèo hơn so với hàm lượng đất hiếm nhẹ (LREE). Hàm lượng Eu dao động trong khoảng 1,05 ppm đến 2,27 ppm và đặc trưng bởi dị thường âm của Eu mạnh ($\text{Eu}/\text{Eu}^*=0,19\text{--}0,51$). Dị thường Eu âm cho thấy các đá granite kiềm khối Mùòng Hum được thành tạo bằng quá trình phân dị kết tinh của magma mafic. Chuẩn hóa theo thành phần manti nguyên thủy [18] (Hình 5B) cho thấy các đá granite kiềm khối Mùòng Hum biểu hiện dị thường âm rõ ràng các nguyên tố Ba, Sr, P và Ti được cho là liên quan đến phân dị kết tinh plagioclas, apatit, ilmenit, titanomagnetit. Những đặc điểm nguyên tố vết trên cho thấy granite kiềm khối Mùòng Hum giống với đặc điểm A-granite [12]. Hơn nữa, granite kiềm khối Mùòng Hum đều rơi vào trường granite nội mảng (within plate granite) (Hình 6A) và thuộc trường thiết lập nội mảng (A_1 -type granit, [9]) (Hình 6B).

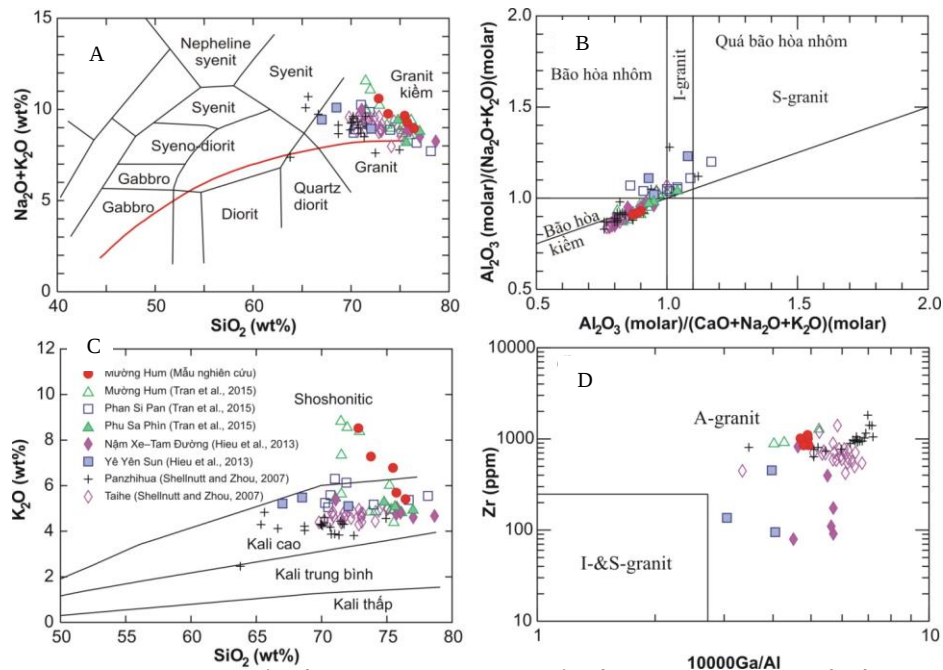
Đối sánh granite kiềm khối Mùòng Hum với các đá granite kiềm khu vực lân cận (Phan Si Pan, Phu Sa Phìn, Nậm Xe-Tam Đường và Yên Yên Sun) và khu vực Panxi (Panzhihua và Taihe) trong giai đoạn Permian-Triassic sớm cho thấy đặc điểm nguyên tố vết được chuẩn hóa theo thành phần chondrite và manti nguyên thủy của

granite kiềm khối Mùong Hum (Hình 5C, D, E, F, G và H) giống với đặc điểm đá granite kiềm Phan Si Pan, Phu Sa Phìn, Nậm Xe-Tam Đường, Yên Yên Sun (Tây Bắc Việt Nam) và granite kiềm Panzhihua, Taihe (Panxi, Nam Trung Hoa). Các đá granite kiềm khu vực lân cận (Phan Si Pan, Phu Sa Phìn, Nậm Xe-Tam Đường và Yên Yên Sun) và khu vực Panxi (Panzhihua và Taihe) cho thấy các đá granite kiềm nay hết đều rơi vào trường granite nội mảng (within plate granite) (Hình 6A) và thuộc trường thiết lập nội mảng (A_1 -type granite) (Hình 6B) giống như granite kiềm khối Mùong Hum [13], [15], [16], [19].

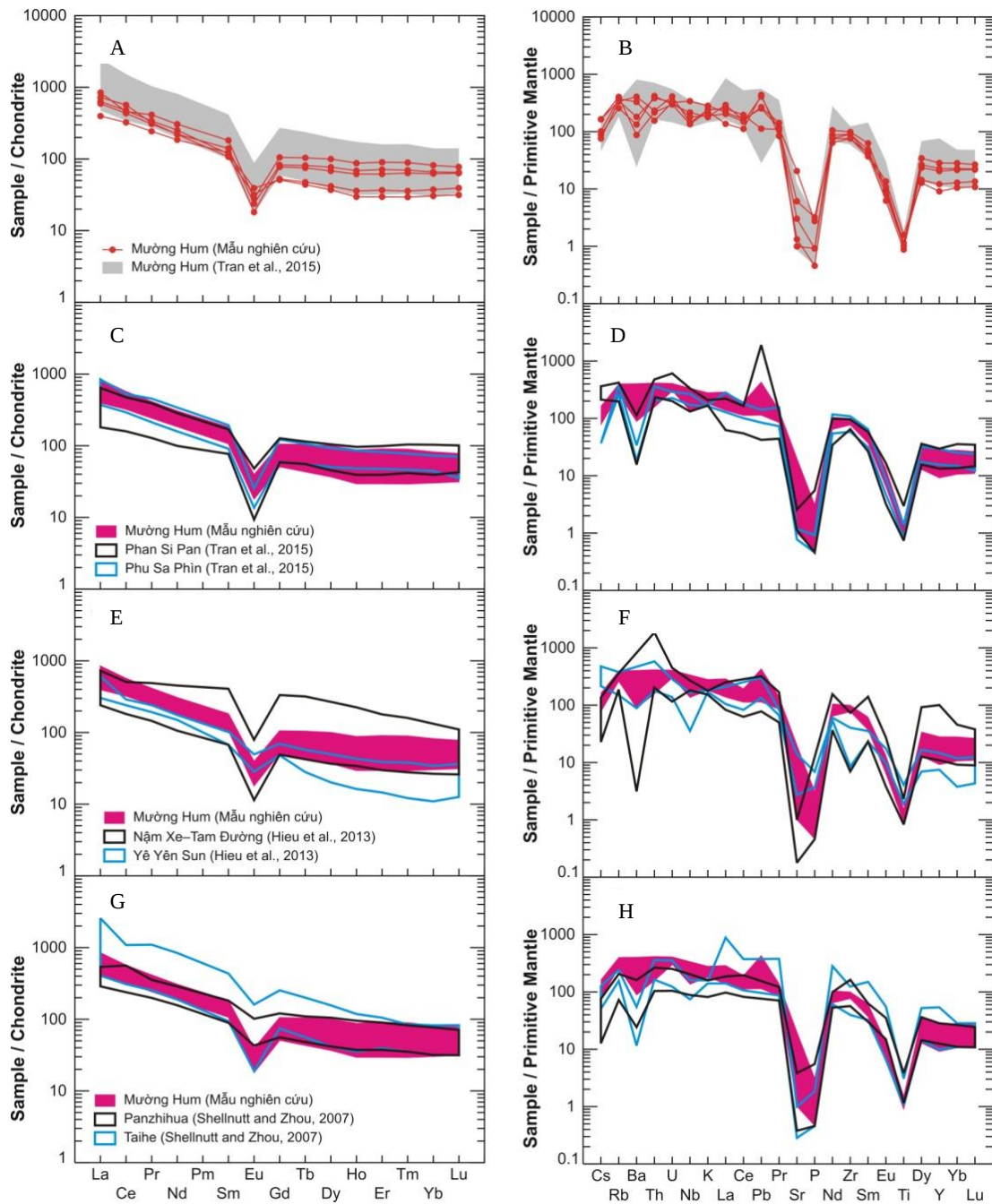
Nhiệt độ bão hòa zircon cho thấy granite kiềm khối Mùong Hum có nhiệt độ kết tinh từ 936 °C đến 971 °C > 850 °C (Hình 7). Nhiệt độ kết tinh của granite kiềm khối Mùong Hum cao hơn so với nhiệt độ kết tinh của I-granite và tương đồng với nhiệt độ kết tinh của A-granite [3]. Đối sánh với các đá khu vực lân cận (Phan Si Pan, Phu Sa Phìn, Nậm Xe-Tam Đường, Yên Yên Sun, Panzhihua và Taihe) cho thấy hầu hết các

đá có nhiệt độ kết tinh cao hơn 850 °C (ngoại trừ một số mẫu granite kiềm Nậm Xe-Tam Đường và Yên Yên Sun) [13], [15], [16], [19].

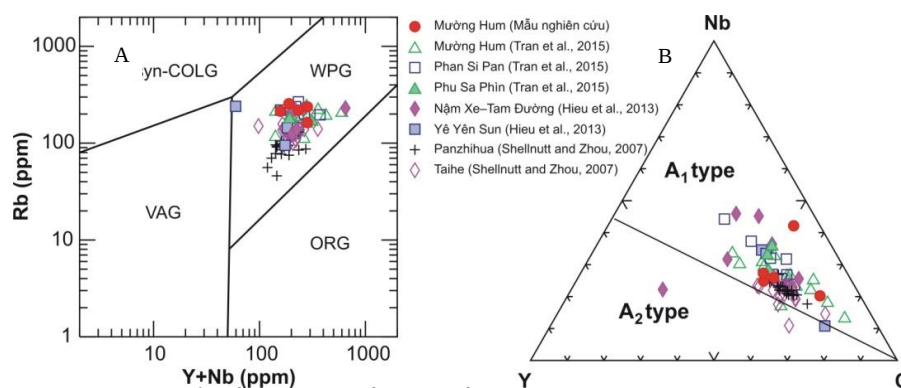
Đặc điểm nguyên tố chính cho thấy phân dị kết tinh của amphibol, feldspar hoặc biotite có thể làm tăng hàm lượng nguyên tố SiO_2 và đồng thời giảm hàm lượng nguyên tố Al_2O_3 , Na_2O , MgO , Fe_2O_3 , và CaO . Hàm lượng MgO thấp là do quá trình phân dị kết tinh khoáng vật giàu Mg như olivin, pyroxen và hornblend. Thêm vào đó, đặc điểm nguyên tố vết cho thấy khoáng vật kiềm aegirine và arfvedsonite được cho là do sản phẩm của quá trình phân dị kết tinh từ các đá mafic, chứ không phải từ các đá trung tính và acid [10]. Các dị thường Ba, Sr, Ti, và Eu (Hình 5) cho thấy granite kiềm khối Mùong Hum thông qua quá trình phân dị kết tinh hình thành. Dị thường Ti là tiêu biểu cho quá trình phân dị ilmenite hoặc titanite. Điều này tương đồng với quá trình phân dị kết tinh của các đá mafic cao Ti Sông Đà (Hình 8).



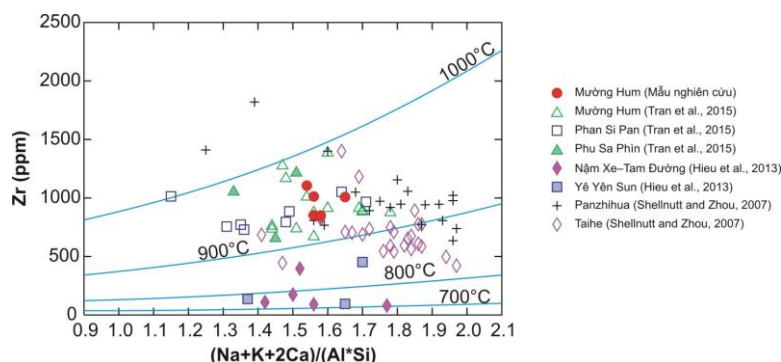
Hình 4. (A) SiO_2 -(Na_2O+K_2O): biểu đồ phân loại đá [14]; (B) Biểu đồ tương quan giữa chỉ số kiềm và chỉ số bão hòa nhôm phân chia các loại magma [5]; (C) K_2O - SiO_2 : biểu đồ tương quan hàm lượng potassium [1]; và (D) Zr - $10,000 \times Ga/Al$: biểu đồ phân loại granite [12]



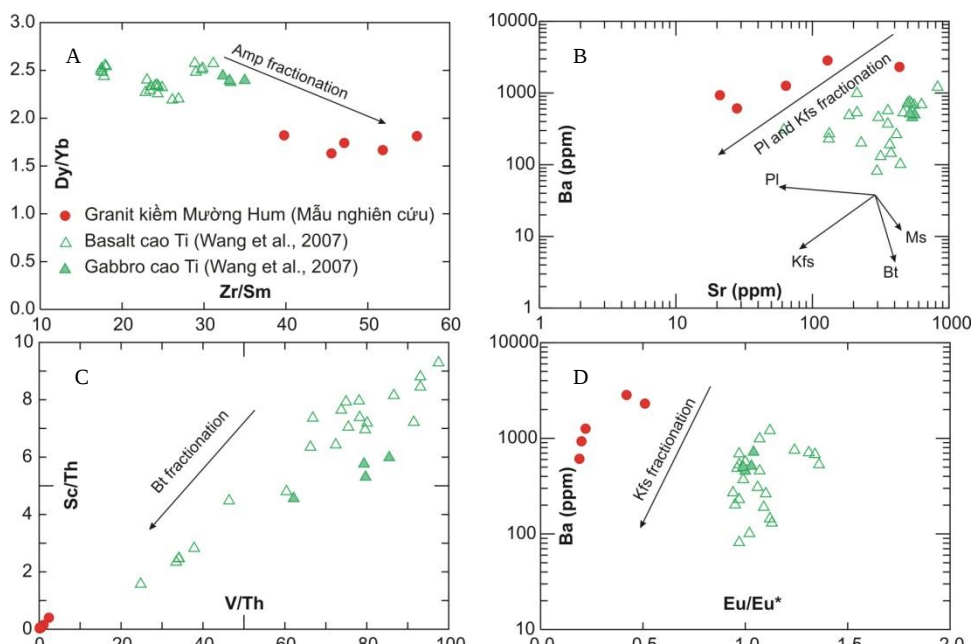
Hình 5. Sơ đồ phân bố nguyên tố đất hiếm chuẩn hóa theo chondrite và theo thành phần manti nguyên thủy [18]



Hình 6. (A) (Y+Nb)-Rb: biểu đồ phân định bối cảnh kiến tạo [11]. Các trường: VAG-granite cung núi lửa; syn-COLG-granite đồng chậm mảng; WPG- granite nội mảng; ORG-granite sông núi giữa đại dương. (B) Nb-Y-Ce: biểu đồ phân định loại A-granite [9]



Hình 7. Nhiệt độ bão hòa zircon của granite kiềm khối Mương Hum [8]



Hình 8. (A) Zr/Sm-Dy/Yb, (B) Sr-Ba, (C) V/Th-Sc/Th, và (D) Eu/Eu*-Ba: biểu đồ so sánh sự phân dị kết tinh của granite kiềm khối Mương Hum với các đá mafic cao Ti Sông Đà. Amp = amphibole, Pl = plagioclase, Kfs = alkaline feldspar, Bt = biotite, Ms = Muscovite

KẾT LUẬN

Granite kiềm khối Mường Hum, đới Phan Si Pan, Tây Bắc Việt Nam gần gũi với granite kiểu A. Chúng có thể thành tạo do quá trình phân dị kết tinh từ các đá mafic cao Ti. Quá trình địa động lực thành tạo granite kiềm khu vực Phan Si Pan có thể giống với granite kiềm khu vực Panxi, Nam Trung Hoa vào giai đoạn Permi muộn-Triat sớm.

Lời cảm ơn: Chúng tôi xin cảm ơn GS. Yongjae Yu, đã giúp đỡ trong quá trình thực hiện thí nghiệm XRF-MS và ICP-MS. Cảm ơn các cán bộ của Bộ môn Thạch học và Khoáng sản, Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên-ĐHQG Tp.HCM đã tạo điều kiện thuận lợi để tác giả hoàn thành bài báo này. Nghiên cứu này được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG Tp. HCM), đề tài mã số C2016-18-10.

Geochemical characteristics of the Muong Hum alkaline granite in the Phan Si Pan zone, Northwestern Vietnam

- **Pham Minh**
- **Pham Trung Hieu**
- **Nguyen Kim Hoang**

University of Science, VNU-HCM

ABSTRACT

Alkaline granites of the Muong Hum are distributed mainly in the NW Phan Si Pan zone. The granite closely has striped or clear gneissoid structures, coinciding with general NW-SE trends. It consists mainly of plagioclase (~20–30 %), alkaline feldspar (~30–50 %), quartz (~20–25 %), biotite (~1–5 %), aegirine (~1–3 %), and riebeckite (~1–2 %). It has $10,000 \times \text{Ga}/\text{Al}$ ratios of 4.70–4.93, A/CNK values of 0.87–0.90, and negative Eu-anomalies as well as apparent depletion of Ba, Sr, Ti, and P. The mineral assemblages and chemical characteristics show

Key words: Mường Hum, alkaline granite, A-granite

that it is typical of A-type granites. Compared with other adjacent Late Permian to Early Triassic A-type granitic plutons, geochemical characteristics of the Muong Hum granite are similar to the Phu Sa Phìn, Phan Si Pan, Ye Yen Sun, and Nam Xe-Tam Duong granites in NW Vietnam as well as the Taihe, and Panzhihua granites in SW China. Thus, the Phan Si Pan zone must have been a displaced portion of the Emeishan large igneous province. This might be a direct result of the left-lateral Cenozoic Red River shear zone.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. Peccerillo, S.R. Taylor, Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks in the Kastamonu area, Northern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 58, 63–81 (1976).
- [2]. A. Polat, P.W.U. Appel, B. Fryer, B. Windley, R. Frei, I.M. Samson, H. Huang,

Trace element systematics of the Neoproterozoic Fiskensæset anorthositic complex and associated meta-volcanic rocks, SW Greenland: Evidence for a magmatic arc origin. *Precambrian Research*, 175, 87–115 (2009).

- [3]. B. Barbarin, A review of the relationships between granitoid types, their origins and their geodynamic environments. *Lithos*, 46, 605–626 (1999).
- [4]. B.P. Mỹ, Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam tỷ lệ 1:200.000 tờ Kim Bình-Lào Cai (F - 48 - VIII VÀ F - 48 - XIV), (1995).
- [5]. C.D. Frost, J.M. Bell, B.R. Frost, K.R. Chamberlain, Crustal growth by magmatic underplating: isotopic evidence from the northern Sherman batholith. *Geology* 29, 515–518 (2001).
- [6]. C.Y. Lan, S.L. Chung, J.J.S. Shen, C.H. Lo, P.L. Wang, T.T. Hoa, H.H. Thanh, S.A. Mertzman, Geochemical and Sr-Nd isotopic characteristics of granitic rocks from northern Viet Nam. *Journal of Asian Earth Sciences*, 18, 267–280 (2000).
- [7]. C.Y. Wang, M.F. Zhou, L. Qi, Permian flood basalts and mafic intrusions in the Jinping (SW China)-Song Da (northern Vietnam) district: mantle sources, crustal contamination and sulfide segregation. *Chemical Geology*, 243, 317–343 (2007).
- [8]. E.B. Watson, T.M. Harrison, Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma types. *Earth and Planetary Science Letters*, 64, 295–304 (1983).
- [9]. G.N.Eby, Chemical subdivision of the A-type granitoids: petrogenetic and tectonic implications. *Geology*, 20, 641–644 (1992).
- [10]. H. Martin, B. Bonin, R. Capdevila, B.M. Jahn, J. Lameyre, Y. Wang, The Kuqi peralkaline granitic complex (SE China): petrology and geochemistry. *Journal of Petrology*, 35, 983–1005 (1994).
- [11]. J.A. Pearce, N.B. Harris, A.G. Tindle, Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25, 956–983 (1984).
- [12]. J.B. Whalen, K.L. Currie, B.M. Chappell, A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contribution to Mineralogy and Petrology*, 95, 407–419 (1987).
- [13]. J.G. Shellnutt, M.F. Zhou, Permian peralkaline, peraluminous and metaluminous A-type granites in the Panxi district, W China: their relationship to the Emeishan mantle plume. *Chemical Geology*, 242, 286–316 (2007).
- [14]. M. Wilson, Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach. Springer, 466 (1989).
- [15]. P.T. Dung, Thạc luận granitoid Phanerozoic khối nâng Phan Si Pan và triển vọng khoáng sản liên quan, Luận án tiến sĩ, Viện địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam (2013).
- [16]. P.T. Hieu, F.K. Chen, N.T.B. Thuy, N.Q. Cuong, S.Q. Li, Geochemistry and zircon U-Pb ages and Hf isotopic compositions of Permian alkali granitoids of the Phan Si Pan Zone in northwestern Vietnam. *Journal of Geodynamics*, 69, 106–121 (2013).
- [17]. P. T. Hiếu, F. Chen, Tuổi và nguồn gốc thành tạo các đá alkali granite khu vực Phan Si Pan : chứng liệu tin cậy từ LA-ICP-MS U-PB zircon và tổ hợp đồng vị Hf. *Tạp chí KHKT Mô-Địa chất*, 34, 6–10 (2011).
- [18]. S.S. Sun, W.F. McDonough, Chemical and isotopic systematics of oceanic basalt: implications for mantle compositions and processes. *Geological Society London Special Publications*, 42, 313–345 (1989).
- [19]. T.H. Tran, C.Y. Lan, T. Usuki, J.G. Shellnutt, T.D. Phan, T.A. Tran, N.C. Pham, T.P. Ngo, A.E. Izokh, A.S. Borisenko, Petrogenesis of Late Permian silicic rocks of Tu Le basin and Phan Si Pan uplift (NW Vietnam) and their association with the Emeishan large igneous province. *Journal of Asian Earth Sciences*, 109, 1–19 (2015).
- [20]. T.V. Tri, V. Khúc, Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. Nhà xuất bản khoa học tự nhiên và Công nghệ (2009).

Bảng 1. Nguyên tố chính (wt%) và nguyên tố vết (ppm) các thành tạo granite kiềm khối Mường Hum

Mẫu	V0925	V0926	V0927	V0928	V0929	Mẫu	V0925	V0926	V0927	V0928	V0929
SiO ₂	75,47	72,82	76,43	75,73	73,78	Sr	28	434	21	64	129
TiO ₂	0,19	0,34	0,22	0,22	0,25	Zr	852	1008	1106	1013	850
Al ₂ O ₃	11,12	11,55	10,79	11,26	11,04	Nb	96,3	242,0	154,0	129,0	102,0
Fe ₂ O _{3t}	2,98	3,03	2,65	2,82	3,81	Cs	1,3	0,8	0,7	1,3	0,6
MnO	0,037	0,044	0,023	0,038	0,008	Ba	610	2309	931	1262	2839
MgO	0,03	0,08	0,01	0,09	0,13	Hf	21,5	23,4	29,8	24,6	21,0
CaO	0,19	0,36	0,21	0,26	0,20	Ta	10,30	28,40	9,77	10,10	8,16
Na ₂ O	2,88	2,08	3,55	3,60	2,48	Pb	31	18	19	29	8
K ₂ O	6,78	8,52	5,41	5,69	7,28	Th	18,40	13,20	35,50	32,50	19,80
K ₂ O/Na ₂ O	2,35	4,10	1,52	1,58	2,94	U	6,24	6,78	6,26	6,94	8,65
P ₂ O ₅	0,01	0,06	0,02	0,02	0,07	La	94,0	150,0	200,0	140,0	172,0
LOI	0,74	1,51	1,13	0,75	0,98	Ce	198	291	281	266	347
Total	100,4	100,4	100,4	100,5	100,0	Pr	23,1	32,3	39,2	29,2	30,3
Fe*	0,99	0,97	1,00	0,97	0,96	Nd	86,4	118,0	143,0	104,0	103,0
A/CNK	0,89	0,87	0,89	0,90	0,89	Sm	18,7	18,0	27,8	21,5	16,4
A/NK	0,92	0,91	0,92	0,93	0,92	Eu	1,05	2,27	1,63	1,38	1,83
Sc	1	2	1	2	8	Gd	15,90	10,50	21,60	16,90	10,80
V	9	14	4	6	47	Tb	2,81	1,64	3,88	3,04	1,77
Cr	30	40	20	30	40	Dy	17,30	9,39	25,30	19,50	10,60
Co	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	Ho	3,49	1,68	4,95	3,88	2,03
Ni	19	19	19	19	19	Er	10,20	4,91	14,90	11,80	6,08
Cu	9	80	9	9	9	Tm	1,620	0,751	2,270	1,780	0,912
Zn	200	50	100	170	40	Yb	10,60	5,18	13,90	11,20	6,36
Ga	29	30	28	28	28	Lu	1,610	0,800	1,970	1,650	0,998
Rb	256	237	163	219	214	Y	93,1	41,3	129,0	103,0	55,3

$$A/CNK = Al_2O_3/(CaO + Na_2O + K_2O); A/NK = Al_2O_3/(Na_2O + K_2O); Eu/Eu^* = Eu_N/(Sm_N * Gd_N)^{1/2}$$