

HOẠT ĐỘNG MAGMA PERMI-TRIAS LIÊN QUAN TỚI GẮN KẾT ĐỊA KHỐI ĐÔNG DƯƠNG VÀ ĐỊA KHU LIÊN HỢP VIỆT - TRUNG

Trần Trọng Hòa¹, Trần Tuấn Anh¹, Phạm Ngọc Cẩn¹, Izokh A.E.², Goryachev N.A.³,
Usuki T.⁴, Phạm Thị Dung¹, Phạm Thị Phương Liên¹, Bùi Ân Niên¹

¹Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Địa chất - Khoáng vật học, Phân viện Siberi, Viện HLKH Nga

³Viện Nghiên cứu Quốc gia Đông Bắc, Phân viện Viễn Đông, Viện HLKH Nga

⁴Viện Khoa học Trái đất, Viện Hàn lâm Khoa học Đài Loan

ABSTRACT

Permian – Triassic magmatism related to Indochina-Viet Trung amalgamation Permian-Triassic magmatic formations include plutonic and volcanic rocks vary from ultramafic-mafic to felsic with geochemical characteristic range from tholeiite through calc-alkaline to alkaline).

Late Permian (264 - 257 Ma) plutonic and volcanic of tholeiite series, consisting of metabasalts, meta-dolerite, gabbro, diorite and plagiogranite, distribute along the Song Ma suture zone. They are characterized by low Ti, high Na and depleted La, Ce; bulk rock $\epsilon\text{Nd} (t)$ and zircon $\epsilon\text{Hf} (t)$ range from (+ 4.6) to (+7.6) and (+13) to (+14), respectively. These rocks are thought to be mantle origin.

Permian-Triassic intermediate-acidic volcanic and plutonic complexes of calc-alkaline and high K calc-alkaline series consist of I- and S-type granitoids. The I-type granitoids and associated andesite-dacite-rhyolite have relatively homogeneous geochemical characteristics (ASI values = 0.9-1.2; $I_{\text{Sr}} = 0.705-0.710$; $\epsilon\text{Nd} (t) = (-2)-(-9)$). However, they were formed in two separately stages. The early stage (260-252 Ma) is thought to be related with active continental margin while the later stage (248-228 Ma) is thought to be related with post-collisional environment. On the other hand, S-type granitoids are characterized by high alumina minerals (garnet, muscovite, sillimanite and cordierite) and crustal origin magmas (ASI = 1.1-1.4; $I_{\text{Sr}} = 0.710-0.730$; $\epsilon\text{Nd} (t) = (-9) - (-13)$). These rocks were formed in 255-240 Ma and thought to be related with syn-collisional environment. Gabbro, monzogabbro and alkaline lamprophyre (minette) were formed in 257-228 Ma.

The Permian-Trias magmatic complexes are products of the convergent of Indochina block and Viet - Trung composite terrain with impact of mantle plume.

1. MỞ ĐẦU

Các sản phẩm của hoạt động magma Permi-Trias liên quan đến gắn kết địa khối Đông Dương và địa khu liên hợp Việt-Trung phổ biến ở đai uốn nếp Trường Sơn, trên lãnh thổ Việt Nam và Lào, kéo dài từ khu vực biên giới Việt Nam - Lào - Trung Quốc ở phía bắc, khuôn theo đới đứt gãy Sông Mã, chạy dọc dãy Trường Sơn đến địa khu Kon Tum. Chúng bao gồm các thành tạo xâm nhập và núi lửa có thành phần phức tạp, từ mafic-siêu mafic đến axit với bản chất địa hóa khác nhau (tholeiite, kiềm vôi, kiềm vôi cao kali và kiềm).

Các nghiên cứu gần đây tập trung làm sáng tỏ bản chất kiến tạo của chúng, trong đó chủ yếu cho rằng chúng là sản phẩm của hoạt động magma liên quan tới quá trình hút chìm về phía tây của khối Nam Trung Hoa xuống dưới khối Đông Dương dẫn đến đóng kín Paleotethys trong Permi-Trias và gắn kết địa khối Đông Dương với địa khu liên hợp Việt - Trung (Nam Trung Hoa) (Hieu et al., 2015; Shi et al., 2015; Wang et al., 2016; Qian et al., 2019). Tuy nhiên, cũng có những ý kiến cho rằng hút chìm chưa hẳn là cơ chế chủ đạo dẫn đến hình thành các tổ hợp magma Permi-Trias ở

đây, mà plume manti, cá biệt đó là plume Emeishan cũng có vai trò trong việc thành tạo các magma này, ít nhất cũng là nguồn nhiệt cung cấp cho các quá trình đó cũng như việc hình thành các đá biến chất nhiệt độ siêu cao (Faure et al., 2018).

Báo cáo trình bày kết quả tổng hợp các tài liệu nghiên cứu của các tác giả báo cáo này về tổ hợp magma và tham khảo các công bố khác có thể cho phép đưa ra một số nhận xét mới về bản chất địa hóa và kiến tạo của chúng. Các tài liệu được sử dụng bao gồm các kết quả phân tích thành phần khoáng vật, địa hóa, đồng vị và tuổi đồng vị trong các nghiên cứu của 10 năm trở lại đây.

2. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA, ĐỒNG VỊ CỦA CÁC TỔ HỢP MAGMA PERMI-TRIAS VÀ NGUỒN GỐC MAGMA

Các tài liệu về thành phần địa hóa, đồng vị của các tổ hợp magma núi lửa và xâm nhập Permi-Trias cho phép phân chia các loạt magma sau: loạt tholeiite, loạt kiềm vôi, kiềm vôi cao kali và kiềm.

Các tổ hợp magma loạt tholeiite bao gồm meta-basalt, meta-dolerite, diorite và plagiogranite. Diorite và plagiogranite tuổi Permi muộn (263-257 tr.n; U-Pb, zircon, Hoa et al., 2016) được xác định ở khu vực Sop Bao (Lào), thuộc đới khâu Sông Mã. Đặc điểm phân bố các nguyên tố đất hiếm của meta-basalt tương tự như N-MORB còn dolerite giống E-MORB. Giá trị $\epsilon\text{Nd}(t)$ đá tổng và $\epsilon\text{Hf}(t)$ zircon trong meta-basalt, diorite và plagiogranite tương ứng dao động trong khoảng (+4,6) - (+7,6) và (+13) - (+14) (Tài liệu chưa công bố), minh chứng cho nguồn gốc manti của các magma thuộc loạt này. Về bản chất kiến tạo, có thể cho rằng chúng là sản phẩm của hoạt động magma liên quan tới giai đoạn hút chìm sớm.

Các tổ hợp magma trung tính - axit loạt kiềm vôi và kiềm vôi cao kali tuổi Permi-Trias rất đa dạng bao gồm (andesite) - dacite - rhyolite, (diorite) - granodiorite - granite. Dựa vào đặc điểm địa hóa, các granitoid có thể phân thành kiểu I, kiểu S và kiểu A. Trong phạm vi đai uốn nếp Trường Sơn, phổ biến nhất là các granitoid kiểu I và kiểu S; granitoid kiểu A chỉ gặp dưới dạng các thể nhỏ hoặc đai mạch có thành phần syenite (phức hệ Măng Xim; Tri and Khuc, Editors, 2011) và chưa được nghiên cứu chi tiết. Các granitoid kiểu I thường tạo thành các khối có đặc tính phân dị dài (gabbro-diorite-granodiorite-granite-leucogranite), thường có mối liên quan chặt chẽ với các đá núi lửa andesite-dacite-rhyolite đồng magma. Trong tổ hợp cộng sinh khoáng vật của granitoids có mặt phổ biến amphibol, sphen và orthit. Các thông số địa hóa đặc trưng của đá xâm nhập và núi lửa: cao Mg#, ASI = 0,9-1,1 (có thể đến 1.2), $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ thường > 1,3 (trong các đá loạt cao kali, tỷ lệ này có thể là 1-0,8), khá giàu các nguyên tố đất hiếm nhẹ. Các đặc điểm đồng vị của đá núi lửa và xâm nhập loạt kiềm vôi và kiềm vôi cao kali: I_{Sr} dao động trong khoảng 0,705-0,709 (đôi khi đến 0,710), $\epsilon\text{Nd}(t)$ đá tổng và $\epsilon\text{Hf}(t)$ zircon tương ứng là (-8,8) - (-1,3) và (-8) - (-1,4) (Hieu et al., 2015; Shi et al., 2015; Wang et al., 2016; Qian et al., 2019; Tài liệu của các tác giả chưa công bố). Tuổi mô hình $T_{\text{DM2}} = 1.4-1.8$ tỷ năm (đối với đá tổng) và 1,2-2,2 tỷ năm (đối với zircon). Các đặc điểm này chứng tỏ chúng có nguồn gốc từ magma được hình thành do nóng chảy từng phần vỏ dưới, hoặc trộn lẫn. Tuổi thành tạo các đá núi lửa và granitoids loạt kiềm vôi và kiềm vôi cao kali kéo dài, trong khoảng 270-230 tr.n., trong đó, các đá Permi thuộc giai đoạn hút chìm, còn Trias giữa-muộn thuộc giai đoạn sau va chạm (Hoa et al., 2008; Hieu et al., 2015; Shi et al., 2015).

Các granitoid kiểu S bao gồm các biến loại chứa biotite và muscovite. Trong số khoáng vật cao nhôm, ngoài muscovite, khá phổ biến sillimanite, cordierite và garnet. Trong chúng rất phổ biến zircon di sót có tuổi cổ (0.9-2.6 tỷ năm). Thành phần hóa học đặc trưng giàu nhôm (ASI $\geq 1,1$), thuộc loạt kiềm vôi cao kali ($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 1,5-2,0$), giàu các nguyên tố đất hiếm nhẹ, $[\text{La}/\text{Sm}]_{\text{N}}$, $[\text{La}/\text{Yb}]_{\text{N}}$ và $[\text{Gd}/\text{Yb}]_{\text{N}}$ tương ứng là 3,2-4,6, 8,8-20,9 và 1,6-3,8 và có $\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0,42-0,65$. Tỷ lệ đồng vị I_{Sr} cao (0,710-0,740), giá trị $\epsilon\text{Nd}(t)$ đá tổng và $\epsilon\text{Hf}(t)$ zircon thấp, tương ứng là (-9,0)-(-13) và (-44)-(-8,2) phù hợp với tuổi mô hình Hf từ 4,1 đến 1,8 tỷ năm. Các thông số này chứng tỏ các granitoid kiểu S xuất sinh từ magma có nguồn gốc vỏ trên. Tuổi thành tạo của các granite kiểu S biến thiên trong khoảng khá rộng theo các khu vực khác nhau, từ 255 (Hoa et al., 2016) đến 238 tr.

n. (Thanh et al., 2019), tập trung trong khoảng 251-245 tr. n., tương ứng với giai đoạn đồng va chạm.

Đáng chú ý trong giai đoạn 255-240 tr. n., cùng với sự hình thành các granitoid kiểu S, xuất hiện khá phổ biến các xâm nhập gabbro và monzogabbro chứa (giàu) biotite và amphibol có đặc trưng địa hóa của các loại magma kiềm vôi (phức hệ Phú Lộc, Trung VN: 255-240 tr.n., vùng Muang Khoun ở Trung Lào: 257 tr.n). Chúng thường chứa ilmenite và titan-magnetit đôi khi khá giàu; về địa hóa: giàu các nguyên tố đất hiếm nhẹ, dị thường âm Eu, khá nghèo Nb, Ta; $I_{Sr} = 0,7048-0,707$, $\epsilon Nd(t) = (+2,2)$. Xét theo các đặc điểm khoáng vật, địa hóa và đồng vị, gabbro và monzogabbro Permi-Trias là sản phẩm của magma nguồn manti nhưng có thể đã bị hỗn nhiễm bởi vật chất vỏ. Có thể cho rằng gabbro và S-granite là các tổ hợp mafic - felsic kiểu tương phản, đặc trưng cho các hoạt động magma giai đoạn đồng va chạm của đai uốn nếp Trường Sơn, điều mà E.P. Izokh (1965) đã mô tả cách đây hơn nửa thế kỷ ở MBVN.

Hoạt động magma á kiềm (và kiềm) Permi-Trias dạng đai mạch và xâm nhập nhỏ trong đai tạo núi Trường Sơn biểu hiện rõ rệt ở trên địa khu Kon Tum và rìa bắc của nó. Phổ biến là minet, granite porphyre và syenite. Thành phần khoáng vật của minet chủ yếu là orthoclase, plagioclase, clinopyroxene, phlogopite (Anh et al., 2006). Về mặt địa hóa, minet thuộc loại cao kiềm, kiểu kiềm kali và siêu kiềm kali, cao magnesi, thấp nhôm, thấp titan: $MgO = 4,1-12,3$ % tl.; $K_2O+Na_2O = 3,4-11,1$ % tl.; $K_2O/Na_2O = 1,7-3,4$; khá giàu các nguyên tố Ni, Co, Rb, Sr, các nguyên tố đất hiếm nhẹ so với các nguyên tố đất hiếm nặng ($La_N/Yb_N = 17,1-38,6$); tương đối nghèo Nb, Ta. Các đặc trưng đồng vị của minet như sau: $I_{Sr} = 0,71422-0,7184$; $^{143}Nd/^{144}Nd_i = 0,511835-0,512555$ ($\epsilon Nd = 4,0-(-10,1)$); $^{206}Pb/^{204}Pb = 18,678-19,138$; $^{207}Pb/^{204}Pb = 15,678-15,684$; $^{208}Pb/^{204}Pb = 38,978-39,145$. Với các đặc trưng này, dung thể magma của minet xuất phát từ manti dạng thạch quyển á lục địa (Anh et al., 2008). Tuổi thành tạo của minet được xác định bằng U-Pb (zircon, SHRIMP) là 257-250 tr.n. (tài liệu chưa công bố), bằng Ar-Ar là 228-242 tr.n (Anh et al., 2006).

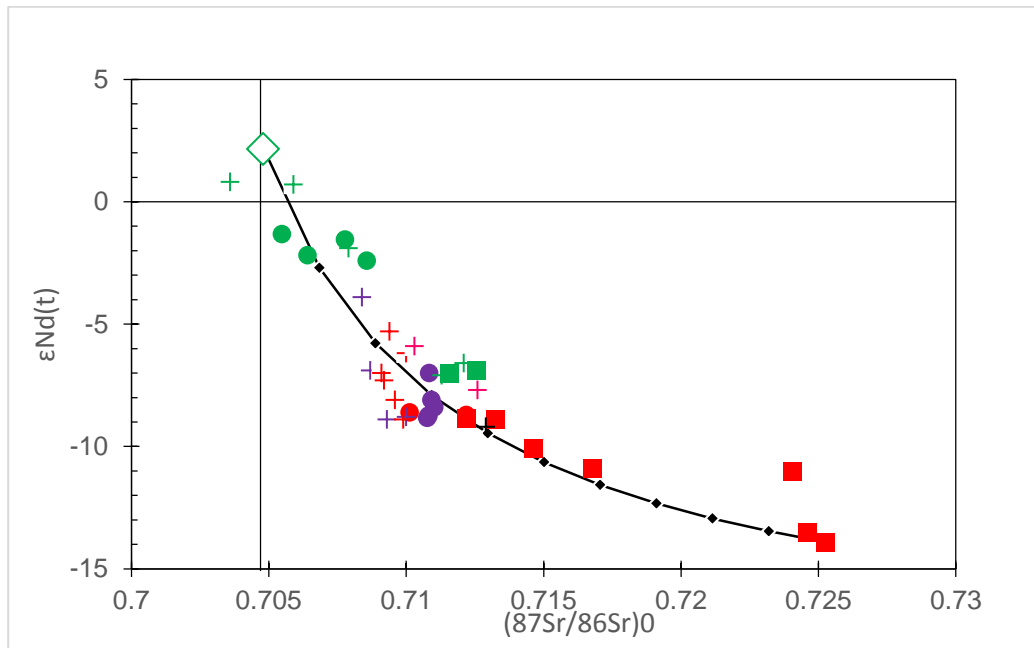
3. THẢO LUẬN VÀ KẾT LUẬN

Cho đến nay, vấn đề giai đoạn hoạt động của các kiểu magma chưa được làm rõ, mặc dù ngày càng có nhiều kết quả phân tích tương đối chính xác (U-Pb zircon) tuổi thành tạo của chúng. Vì thế, việc phân chia các hoạt động magma liên quan tới hút chìm, va chạm và sau va chạm còn chưa có sự thống nhất giữa các nghiên cứu khác nhau (Hieu et al., 2015; Shi et al., 2015; Hoa et al., 2016; Wang et al., 2016; Qian et al., 2019). Tổng hợp các nghiên cứu của mình, các tác giả báo cáo này phân chia: giai đoạn hút chìm (270-260 tr.n.) bao gồm các tổ hợp magma (núi lửa và pluton) tholeiite và kiềm vôi (kiểu I-granite); giai đoạn va chạm gắn kết khối Đông Dương với địa khu liên hợp Việt - Trung ứng với khoảng 255-245 tr.n., bao gồm các granitoid kiểu S và gabbro, monzogabbro. Minh chứng cho sự kiện này là hoạt động biến chất áp suất cao và nhiệt độ siêu cao xuất hiện ở khối Kon Tum (Osanai et al., 2004).

Các tổ hợp núi lửa - pluton kiểu I-granite phổ biến dưới dạng các đai núi lửa - pluton như Sầm Nưa - Hoàn Sơn và trên khối Kon Tum được thành tạo trong khoảng 240-220 tr.n. ứng với giai đoạn sau va chạm. Các đá kiềm dạng xâm nhập nhỏ và đai mạch (syenite, minet, granite porphyre) có lẽ cũng thuộc giai đoạn này và có thể là các biểu hiện kết thúc hoạt động magma tạo núi Indosini trong đai uốn nếp Trường Sơn. Tuy nhiên, đây là vấn đề còn cần được nghiên cứu thêm để làm sáng tỏ, do tuổi thành tạo của minet (250-255 tr.n.; U-Pb zircon) không ủng hộ cho mô hình này. Đáng chú ý, các đá kiềm như minet và syenite như thế này chưa thấy mô tả trong đai uốn nếp Loei ở phía tây của địa khối Đông Dương.

Khá nhiều mô hình nguồn magma cho các tổ hợp núi lửa - pluton và pluton kiềm vôi (kiểu I- và S-granite) đã được đề xuất, chủ yếu cho rằng vai trò nóng chảy các chất nền khác nhau thuộc vỏ dưới hoặc hỗn hợp vỏ dưới và vỏ trên (Hieu et al., 2015; Shi et al., 2015; Wang et al., 2016; Qian et al., 2019). Tuy nhiên, việc tổng hợp các thông số đồng vị Sr và Nd của các tổ hợp magma cả kiểu I và kiểu S granite cho thấy mô hình trộn lẫn magma có vẻ phù hợp cho lý giải nguồn gốc của các

magma tương đối đa dạng về biểu hiện nhưng khá đồng nhất về các đặc điểm địa hóa và đồng vị (Hình 1).



Hình 1. Biểu đồ tương quan $\epsilon_{Nd}(t)$ và I_{Sr} cho các đá núi lửa và pluton Permi-Trias đai uốn nếp Trường Sơn (dữ liệu của các tác giả báo cáo chưa công bố) cho thấy các đá magma Indosini có thể có nguồn gốc trộn lẫn giữa dung thể trẻ với dung thể vỏ Paleoproterozoi.

Vấn đề cơ chế hình thành các magma Permi - Trias đai uốn nếp Trường Sơn cũng được thảo luận trong những năm gần đây. Phổ biến nhất là mô hình hút chìm khối Nam Trung Hoa xuống dưới địa khối Đông Dương (Hoa et al., 2008; Hieu et al., 2015; Shi et al., 2015; Wang et al., 2016; Qian et al., 2019). Tuy nhiên, cũng có những ý kiến cho rằng chỉ riêng cơ chế hút chìm như vậy chưa đủ để lý giải sự có mặt của các đá biến chất áp suất cao và nhiệt độ siêu cao ở địa khu Kon Tum, mà cần có nguồn nhiệt khác. Để giải quyết vấn đề này, đề xuất của một số nhà nghiên cứu về tác động của plume manti đối với quá trình thành tạo các đá biến chất áp suất cao và nhiệt độ siêu cao đã gây sự chú ý, cá biệt, đó là sự cung cấp nhiệt từ plume manti cho thạch quyển Đông Dương (Faure et al. 2018, Owada et al., 2016). Wang và cộng sự (2016) cho rằng quá trình tạo rift Sông Đà và hút chìm về phía tây Sông Mã (của khối Nam Trung Hoa) có liên quan đến plume Emeishan (Wang et al., 2016). Biểu hiện tác động của plume đối với sự thành tạo các tổ hợp magma Permi-Trias đai uốn nếp Trường Sơn có thể là sự có mặt gabbro và monzogabbro giàu ilmenite - titanomagnetite, các yếu tố địa hóa của A-granite trong các granitoid loạt kiềm vôi cao kali ($Ga/Al^* \cdot 10000 > 3$) và phổ biến các đá kiềm và siêu kiềm kali như syenite, minet trong giai đoạn cuối của hoạt động magma Permi-Trias. Các tác giả báo cáo này coi các biểu hiện đó là chứng cứ ủng hộ cho quan điểm về vai trò của plume manti trong thành tạo các tổ hợp magma Permi-Trias của đai uốn nếp Trường Sơn.

Lời cảm ơn

Báo cáo này là kết quả của Đề tài nghiên cứu cơ bản thuộc Quỹ phát triển KHCN Quốc gia (NAFOSTED) mã số 105.01-2015.32; đề tài hợp tác quốc tế liên ngành giữa viện HLKHCNVN và Phân viện Siberi (Viện HLKH Nga) mã số QTRU 03.01/18-19 và đề tài KHCBTĐ.01/18-20.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Hoa, T. T., Anh, T. T., Phuong, N. T., Dung, P. T., Anh, T. V., Izokh, A. E., Borisenko, A. S., Lan, C. Y., Chung, S. L., and Lo, C. H., 2008, Permo-Triassic intermediate-felsic magmatism of the Truong Son belt, eastern margin of Indochina: Comptes Rendus Geoscience, v. 340, p. 112-126.

- [2]. Hoa Tran Trong, Usuki T., Lan C.Y., Thi Dung Pham, Tuan Anh Tran, Thi Phuong Ngo, 2016. Permian - Trias orogenic granitoids in NW Truong Son Fold Belt (NE Laos). Permian – Triassic orogenic granitoids in NW Truong Son Fold Belt (NE Laos). International Symposium “Geodynamics and Geohazards in Vietnam and Neighboring Regions. Hanoi 23th – 25th October 2016. Publ. House for Science and Technology.
- [3]. Masaaki Owada, Yasuhito Osanai, Nobuhiko Nakano, Tatsuro Adachi, Ippei Tokano, Tran Van Tri and Hiroo Kagam, 2016. Late Permian plume-related magmatism and tectonothermal events in the Kontum Massif, Central Vietnam. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, Volume 111, Pages 181-195.
- [4]. Michel Faure, Van Vuong Nguyen, Luong Thi Thu Hoai, Claude Lepvrier, 2018. Early Paleozoic or Early-Middle Triassic collision between the South China and Indochina Blocks: The controversy resolved? Structural insights from the Kon Tum massif (Central Vietnam). *Journal of Asian Earth Sciences* 166 (2018) 162–180.
- [5]. Osanai Y., Nakano N., Owada M., Tran Ngoc Nam, Toyoshima T., Tsunogae T., Pham Binh, 2004. Permo-Triassic ultrahigh temperature metamorphism in the Kontum Massif, central Vietnam. *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 99, 225-241.
- [6]. Pham, T. H., Yang, Y. Z., Do, Q. B., Nguyen, B. T., Le, T. D., Chen, F., 2015, Late Permian to Early Triassic crustal evolution of the Kontum massif, central Vietnam: zircon U-Pb ages and geochemical and Nd-Hf isotopic composition of the Hai Van granitoid complex. *International Geology Review*, v. 57, p. 1877-1888.
- [7]. Shi, M.F., Lin, F.C., Fan, W.Y., Deng, Q., Cong, F., Tran, M.D., Zhu, H.P., Wang, H., 2015. Zircon U-Pb ages and geochemistry of granitoids in the Truong Son terrane, Vietnam: tectonic and metallogenic implications. *J. Asian Earth Sci.* 101, 101–120.
- [8]. Tran Van Tri and Vu Khuc (Editors), 2011. *Geology and Earth Resources of Vietnam*. Publishing House For Science and Technology, VAST, Hanoi, Vietnam, 634pp.
- [9]. Trần Tuấn Anh, Trần Trọng Hòa, A.E. Izokh, A.S. Borisenko, A.V. Travin, 2006. Age constraints on the petrogenesis of lamprophyre from south Central Việt Nam. *Journal of GEOLOGY*, Series B, No 27/2006, p.23-29.
- [10]. Tran Van Thanh, Pham Trung Hieu, Pham Minh, Do Van Nhuan and Nguyen Thi Bich Thuy, 2019. Late Permian-Triassic granitic rocks of Vietnam: the Muong Lat example. *International Geology Review* <https://doi.org/10.1080/00206814.2018.1561335>.
- [11]. Xin Qian, Yuejun Wang, Yuzhi Zhang, Yanhua Zhang, Vongpaseuth Senebouttalath, Aimei Zhang, Huiying He, 2019. Petrogenesis of Permian–Triassic felsic igneous rocks along the Truong Son zone in northern Laos and their Paleotethyan assembly. *Lithos* 328–329 (2019) 101–114.
- [12]. Shifeng Wang, Yasi Mo, Chao Wang, Peisheng Ye, 2016. Paleotethyan evolution of the Indochina Block as deduced from granites in Northern Laos. *Gondwana Research* 38; 183–196.