

Tuổi U-Pb zircon LA-ICP-MS và thành phần đồng vị Hf trong andesit khu vực đèo Rù Rì - Nha Trang và ý nghĩa địa chất

Nguyễn Hữu Trọng^{1*}, Lê Tiên Dũng¹, Phạm Trung Hiếu²

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất Hà Nội

²Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia TP Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 2/1/2018; ngày chuyển phân biên 5/1/2018; ngày nhận phân biên 6/2/2018; ngày chấp nhận đăng 26/2/2018

Tóm tắt:

Zircon được tuyển từ các đá phun trào andesit khu vực đèo Rù Rì - Nha Trang, Khánh Hòa, được xác định tuổi bằng phương pháp LA-ICP-MS U-Pb. Các kết quả phân tích thành phần đồng vị U-Pb trên các hạt zircon cho thấy tuổi kết tinh của andesit là $100,9 \pm 1,7$ triệu năm (tr.n), tương ứng với Creta muộn. Giá trị $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ dao động trong phạm vi từ (-)0,6 đến (+)10,7, chủ yếu cho giá trị dương, chỉ có một giá trị âm là (-)0,6 cho thấy nguồn vật liệu thành tạo các đá phun trào andesit chủ yếu từ manti, trong quá trình hình thành có sự tham gia của vật liệu vỏ lục địa.

Từ khóa: Andesit, đồng vị Hf, hệ tầng Nha Trang, tuổi U-Pb zircon.

Chỉ số phân loại: 1.5

Mở đầu

Các thành tạo phun trào andesit phân bố ở khu vực đèo Rù Rì - Nha Trang, Khánh Hòa đối Đà Lạt được nhiều nhà địa chất trong và ngoài nước quan tâm nghiên cứu. Trong công tác đo vẽ bản đồ địa chất 1:200.000 loạt Nha Trang - Đà Lạt [1, 2], A. Belousov và nhóm nghiên cứu lần đầu tiên xác lập hệ tầng Nha Trang, trong đó các đá andesit đèo Rù Rì được xếp vào tuổi Creta muộn. Trên quy mô khu vực, các đá của hệ tầng Nha Trang phân bố nhiều ở Nam Trung Bộ và Đông Nam Bộ, trên địa bàn các tỉnh Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận, Lâm Đồng và Bà Rịa - Vũng Tàu. Thành phần thạch học của mặt cắt hệ tầng Nha Trang khu vực này chủ yếu bao gồm andesit, ryolit, ryolit phân dải, tuf dacit, tuf felsit, ryolit phân dải và ryolit porphy. Chúng được xem như là sản phẩm thuộc đai núi lửa - pluton Nha Trang - Đà Lạt trong khoảng tuổi Mesozoi muộn.

Các tài liệu điều tra khảo sát địa chất cho thấy, các đá phun trào Mesozoi muộn Nha Trang - Đà Lạt có liên quan với nhiều khoáng sản kim loại đa kim và vàng bạc. Tiêu biểu nhất là các điểm quặng vàng Đá Bàn (xã Ninh An, Ninh Hòa) và điểm quặng vàng đèo Rù Rì (xã Vĩnh Phương, thành phố Nha Trang), tỉnh Khánh Hòa [1]. Điểm Rù Rì, vàng phân bố trong các đá phun trào andesit, andesitodacit bị biến chất nhiệt dịch thạch anh hóa, epidot hóa, chlorit hóa và propylit

hóa. Trong các đới biến chất nhiệt dịch chiều rộng 0,2 đến 5 m, phát triển nhiều gân mạch, chuỗi mạch thạch anh dày vài cm đến 0,7 m. Thành phần khoáng vật quặng từ 10 đến 30%, gồm hematit, magnetit, pyrit, chalcopirit, limonit; hàm lượng Au từ 3 đến 10 g/t; trung bình đến 6 g/t [1, 2].

Đối tượng nghiên cứu trong công trình này là các đá andesit, nằm trong cùng mặt cắt địa chất với các đá phun trào ryolit trong khu vực đèo Rù Rì. Đây là một bộ phận nhỏ nằm trong đai xâm nhập - núi lửa Mesozoi Nha Trang - Đà Lạt. Các thành tạo magma xâm nhập và phun trào có thành phần chủ yếu từ trung tính đến acid.

Trong nghiên cứu này, chúng tôi sử dụng phương pháp phân tích U-Pb zircon LA-ICP-MS và thành phần đồng vị Hf để xác định tuổi thành tạo và nguồn gốc vật liệu hình thành nên andesit. Đây là kết quả nghiên cứu định lượng về đồng vị đầu tiên được thực hiện cho các thành tạo phun trào hệ tầng Nha Trang, hy vọng sẽ mang lại những hiểu biết mới về quá trình thành tạo chúng.

Mẫu và phương pháp phân tích

Vị trí lấy mẫu

Các đá andesit được lấy trong moong khai thác đá ngay tại khu vực đèo Rù Rì, có tọa độ địa lý $12^{\circ}18'30''$;

*Tác giả liên hệ: Email: huutronghung@gmail.com

U-Pb zircon LA-ICP-MS and Hf composition in andesite of Ru Ri pass - Nha Trang and its geological significance

Huu Trong Nguyen^{1*}, Tien Dung Le¹, Trung Hieu Pham²

¹Hanoi University of Mining and Geology

²University of Science, VNU-HCM city

Received 2 January 2018; accepted 26 February 2018

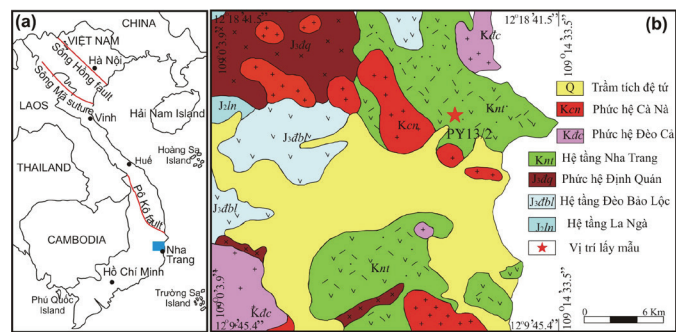
Abstract:

Zircons separated from an andesite sample in the Nha Trang formation, in the Khanh Hoa province were dated to determine the protolith age for the complex. Thirty LA-ICP-MS U-Pb zircon analyses gave concordant ages concentrated at 100.9 ± 1.7 Ma, corresponding to the late cretaceous period. These results indicated the protolith age of the rhyolite (primary magma crystallization age). The $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ component values ranged from (-0.6) to $(+10.7)$, mainly for positive value and only one negative value (-0.6) . It showed that the source of the material forming the andesite eruptions was mainly from mantle, and the continental crust material took part in the formation of the involvement.

Keywords: Andesite, Hf isotope, Nha Trang formation, U-Pb zircon age.

Classification number: 1.5

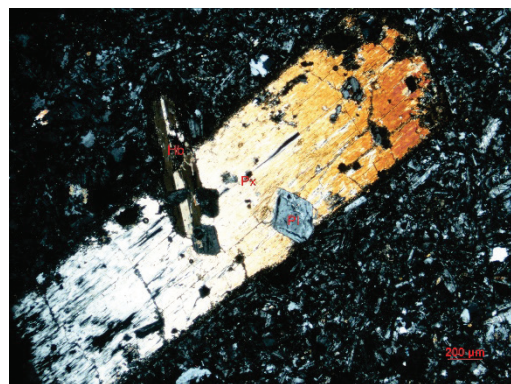
$109^{\circ}10'19''$; cách thành phố Nha Trang khoảng 5 km về phía Bắc (hình 1). Andesit có màu xanh lục, lục đậm, điểm mịn, kiến trúc porphyr với nền kiến trúc hyalopilit hoặc pilotacid; cấu tạo khối. Các ban tinh 15% gồm plagioclase, pyroxen, hornblend. Nền gồm các vi tinh plagioclase, hornblend, pyroxen, biotit và thủy tinh núi lửa bị chlorit hóa. Khoáng vật phụ có magnetit, zircon. Khoáng vật thứ sinh gồm carbonat, zosit, epidot (hình 2 và 3).



Hình 1. Sơ đồ vị trí khu vực nghiên cứu (a); sơ đồ địa chất, vị trí lấy mẫu theo bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 từ Nha Trang (b).



Hình 2. Ban tinh plagioclase trong andesit, lát mỏng PY13/2, (+), X10.



Hình 3. Ban tinh pyroxen trong andesit (+), X10.

Các ký hiệu Px: Pyroxen, Hb: Hornblend, Pl: Plagioclase.

Phương pháp phân tích

Các hạt zircon được tuyển tách từ mẫu nghiên cứu tại Công ty TNHH kỹ thuật phân tích Thương Phổ (Vũ Hán, Trung Quốc). Mẫu đá andesit số hiệu PY13/2 được nghiền tới cấp hạt 0,27-0,10 mm; đãi lấy các khoáng vật nặng bằng bàn đãi; phân loại các khoáng vật theo tỷ trọng; tuyển từ để tách các khoáng vật nhiễm từ; tách chọn zircon ở hợp phần không từ tính bằng dung dịch nặng Bromoform (CHBr_3); lựa chọn phân loại zircon dưới kính hiển vi soi nổi. Dưới

kính hiển vi soi nổi, chọn các hạt zircon hoàn chỉnh về hình dạng có kích thước từ lớn đến nhỏ, loại bỏ những hạt zircon chứa bao thể, zircon có vết nứt trên bề mặt.

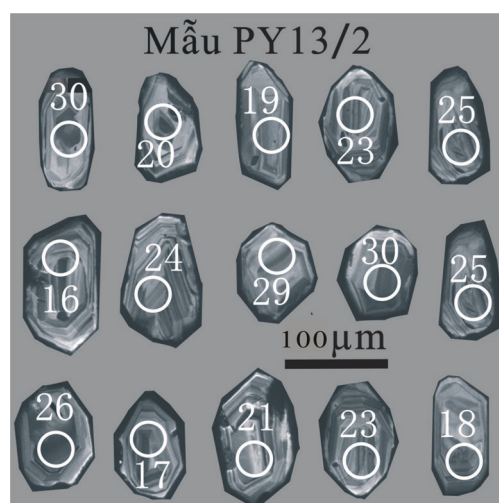
Các hạt zircon sau khi tuyển chọn, có số lượng trên 150 hạt, được dán lên mặt tấm thủy tinh bằng băng dính 2 mặt, sau đó dùng vòng tròn nhựa PVC (đường kính khoảng 13 mm dày 7-10 mm) dính bao lại tất cả những hạt zircon đó, phần rỗng trong vòng tròn nhựa PVC được lấp đầy bằng một hỗn hợp dung dịch pha trộn theo tỷ lệ nhất định gồm chất keo công nghiệp và Triethanolamine ($C_6H_{15}NO_3$). Tiếp theo, mẫu được đưa vào tủ sấy ở nhiệt độ 40-60°C, thời gian từ 2-3 ngày với mục đích làm cho hỗn hợp dung dịch gắn kết và gắn chặt với hạt zircon. Sau thời gian trên, loại bỏ tấm kính dính ở một mặt ra và tiến hành mài mòn hạt zircon bằng giấy nháp có độ hạt khác nhau với mục đích làm lộ phần trung tâm hạt để tiến hành nghiên cứu cấu trúc bên trong zircon, đồng thời lựa chọn các hạt phân tích.

Mẫu zircon sau khi mài tới phần trung tâm và được đánh bóng, lựa chọn những hạt tự hình, không có khuyết tật để phân tích tuổi. Các phân tích LA-ICP-MS U-Pb được tiến hành ở các vùng phân đới khác nhau trong từng tinh thể zircon, thiết bị gồm có ICP-MS và thiết bị bào mòn bề mặt bằng Laser. Trong quá trình thực hiện thí nghiệm sử dụng He hoặc Ar làm vật chất tải khí mài mòn, sử dụng phương pháp bào mòn đơn điểm, trong quá trình phân tích sử dụng điểm bào mòn có đường kính 34 μm . Quá trình phân tích tuổi zircon sử dụng mẫu chuẩn 91500, tỷ số đồng vị của mẫu dùng phần mềm Glitter (ver4.0, Macquarie University) để tính tuổi và dùng Isoplot (ver2.49) để hoàn thành biểu đồ tuổi chỉnh hợp. Đồng vị Hf trong đơn khoáng zircon được phân tích trùng với vị trí phân tích tuổi U-Pb zircon, thiết bị bao gồm khối phổ kế đẳng ly từ Neptune nhiều đầu tiếp nhận và hệ thống lấy mẫu laser chuẩn phân tử Geolas 193 nm. Các phân tích tuổi đồng vị zircon U-Pb và đồng vị Hf đều được thực hiện tại Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia, Đại học Địa chất Trung Quốc (Vũ Hán). Đường kính bào mòn của điểm phân tích đồng vị Hf là 44 μm , thời gian bào mòn cho phân tích một điểm khoảng 25 giây, độ sâu bào mòn của 1 điểm khoảng 40-50 μm . Trước mỗi lần phân tích đều phân tích mẫu chuẩn 91500 và GJ-1 để kiểm tra mức độ ổn định của thiết bị và dựa vào đó hiệu chỉnh sai số có tính quy luật [3, 4].

Kết quả và thảo luận

Ảnh chụp âm cực phát quang (CL)

Ảnh âm cực phát quang (CL) chụp các khoáng vật zircon đại diện từ mẫu PY13/2 (hình 4). Tổng quan hình ảnh các khoáng vật zircon cho thấy các hạt zircon có kích thước vừa và lớn từ 80-200 μm , có dạng lăng trụ dài và lăng trụ ngắn,



Hình 4. Ảnh CL các tinh thể zircon được lấy từ mẫu đá andesit PY13/2. Các vòng tròn nhỏ (đường kính 34 μm) là vị trí phân tích LA-ICP-MS U-Pb và chữ số tương ứng trong vòng tròn là các điểm phân tích mẫu.

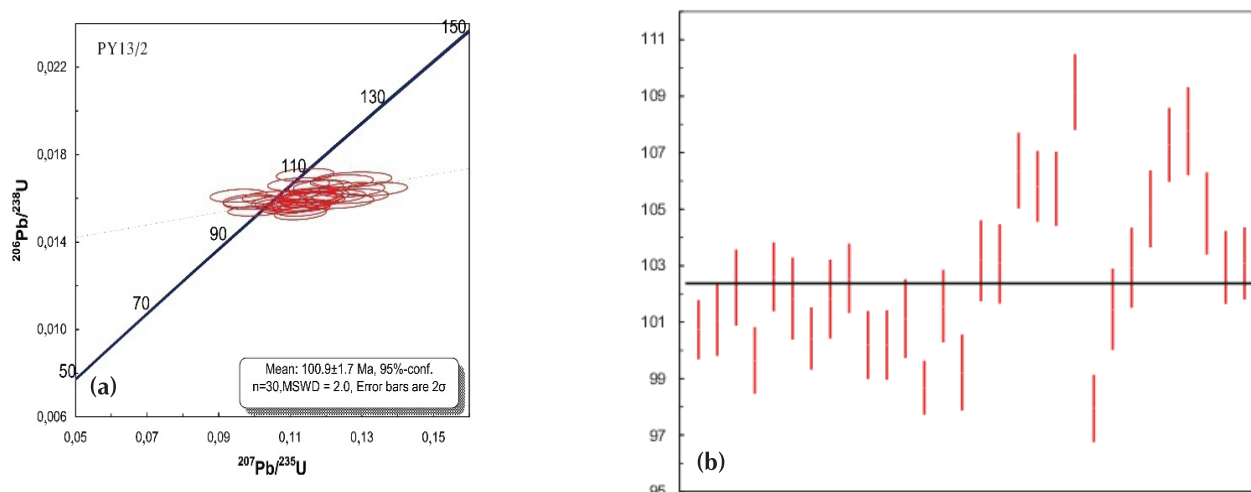
với cấu tạo phân đới rõ ràng, cấu trúc phân đới điển hình, bên trong khá rõ nét, cấu trúc phân đới với nhân zircon như các hạt 16, 23, 25, 30, hay cấu trúc phân đới thông thường với các hạt còn lại. Với cấu trúc bên trong những hạt zircon này cho thấy chúng có cấu trúc điển hình kiểu magma.

Tuổi đồng vị U-Pb zircon

Kết quả phân tích đồng vị U-Pb zircon được tổng hợp trong bảng 1, các hạt phân tích được thực hiện trên 30 hạt đơn khoáng zircon khác nhau cho thấy, tỷ số Th/U > 0,1, dao động từ 0,48-0,81 (bảng 1), chứng tỏ zircon được hình thành từ dung thể magma [5, 6]. Hầu hết các hạt zircon được phân tích cho mức tuổi từ 98 tr.n (hạt 11) đến 109 tr.n (hạt 27). Các giá trị tuổi đều nằm sát với đường cong Concordia (hình 5a). Giá trị tuổi trung bình $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ là 100,9 $\pm$ 1,7 tr.n (hình 5b). Các kết quả phân tích và tính toán chứng tỏ tất cả các hạt zircon đều được kết tinh đồng thời từ một dung thể magma, không có các hạt zircon di sót tuổi cổ hơn. Theo các nghiên cứu địa chất trước đây cho thấy, các đá andesit dạng khối khu vực đèo Rù Rì và andesit đã được mô tả trong hệ tầng Nha Trang xuyên cắt hoặc phủ lên trên các đá trầm tích lục nguyên tuổi Jura sớm - giữa loạt La Ngà, tại đập Ba Ra, sông Lòng Sông, andesit Nha Trang bị granit Đèo Cả tuổi Creta muộn xuyên cắt và gây biến chất tiếp xúc nhiệt [1, 2], thêm vào đó trong nghiên cứu này chúng được xác định bằng phương pháp U-Pb zircon LA-ICP-MS cho tuổi 100,9 $\pm$ 1,7 tr.n, tuổi này có thể coi là tuổi kết tinh của chúng vào giai đoạn Creta sớm. Tuổi này gần gũi với tuổi của các thành tạo xâm nhập granitoid phức hệ Định Quán - Đèo Cả khu vực đới Đà Lạt mà các tác giả trước đã công bố [7-10].

Bảng 1. Kết quả phân tích tuổi đồng vị zircon U-Pb của andesit hệ tầng Nha Trang, khu vực đèo Rù Rì.

SHM	Th/U	Tuổi đồng vị						Tuổi tr.n			
		$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	1σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	1σ
PY13/2-1	0,547	0,0496	0,0023	0,1075	0,0048	0,0157	0,0002	101	1,0	104	4,4
-2	0,496	0,0467	0,0030	0,1004	0,0060	0,0158	0,0002	101	1,3	97,2	5,5
-3	0,493	0,0535	0,0030	0,1156	0,0060	0,0160	0,0002	102	1,3	111	5,4
-4	0,543	0,0517	0,0024	0,1093	0,0049	0,0156	0,0002	99,6	1,2	105	4,5
-5	0,706	0,0525	0,0024	0,1153	0,0051	0,0160	0,0002	103	1,2	111	4,6
-6	0,609	0,0537	0,0034	0,1150	0,0068	0,0159	0,0002	102	1,4	111	6,2
-7	0,674	0,0526	0,0026	0,1131	0,0055	0,0157	0,0002	100	1,1	109	5,0
-8	0,594	0,0535	0,0028	0,1154	0,0056	0,0159	0,0002	102	1,4	111	5,1
-9	0,567	0,0479	0,0026	0,1048	0,0054	0,0160	0,0002	103	1,2	101	5,0
-10	0,498	0,0518	0,0026	0,1102	0,0054	0,0157	0,0002	100	1,2	106	5,0
-11	0,499	0,0535	0,0023	0,1129	0,0048	0,0153	0,0002	97,9	1,2	109	4,4
-12	0,813	0,0561	0,0033	0,1225	0,0072	0,0159	0,0002	101	1,4	117	6,5
-13	0,725	0,0522	0,0026	0,1128	0,0057	0,0157	0,0002	100	1,2	108	5,2
-14	0,579	0,0503	0,0029	0,1080	0,0058	0,0158	0,0002	101	1,4	104	5,3
-15	0,610	0,0470	0,0024	0,1001	0,0050	0,0154	0,0002	98,7	1,0	96,8	4,6
-16	0,738	0,0579	0,0033	0,1268	0,0071	0,0161	0,0002	103	1,4	121	6,4
-17	0,541	0,0464	0,0026	0,0992	0,0053	0,0159	0,0002	102	1,3	96,0	4,9
-18	0,481	0,0432	0,0024	0,0956	0,0053	0,0161	0,0002	103	1,2	92,7	4,9
-19	0,508	0,0536	0,0025	0,1135	0,0050	0,0155	0,0002	99,2	1,4	109	4,6
-20	0,555	0,0597	0,0028	0,1335	0,0061	0,0164	0,0002	105	1,3	127	5,5
-21	0,510	0,0525	0,0029	0,1155	0,0061	0,0161	0,0002	103	1,4	111	5,6
-22	0,633	0,0531	0,0030	0,1172	0,0061	0,0161	0,0002	103	1,4	113	5,5
-23	0,583	0,0489	0,0025	0,1123	0,0057	0,0166	0,0002	106	1,3	108	5,2
-24	0,574	0,0552	0,0027	0,1223	0,0058	0,0161	0,0002	103	1,3	117	5,3
-25	0,503	0,0514	0,0023	0,1170	0,0052	0,0165	0,0002	106	1,2	112	4,7
-26	0,659	0,0527	0,0025	0,1191	0,0054	0,0165	0,0002	106	1,2	114	4,9
-27	0,462	0,0484	0,0023	0,1142	0,0054	0,0171	0,0002	109	1,2	110	4,9
-28	0,690	0,0539	0,0026	0,1244	0,0058	0,0168	0,0002	107	1,2	119	5,3
-29	0,507	0,0551	0,0033	0,1273	0,0074	0,0169	0,0002	108	1,5	122	6,7
-30	0,577	0,0565	0,0027	0,1271	0,0061	0,0164	0,0002	105	1,4	122	5,5



Hình 5. Biểu đồ biểu diễn kết quả phân tích zircon U-Pb mẫu PY13/2 andesit hệ tầng Nha Trang bằng phương pháp LA-ICP-MS (a); sơ đồ phân bố tuổi trung bình (b).

Thành phần đồng vị Hf và nguồn vật liệu hình thành andesit khu vực đèo Rù Rì

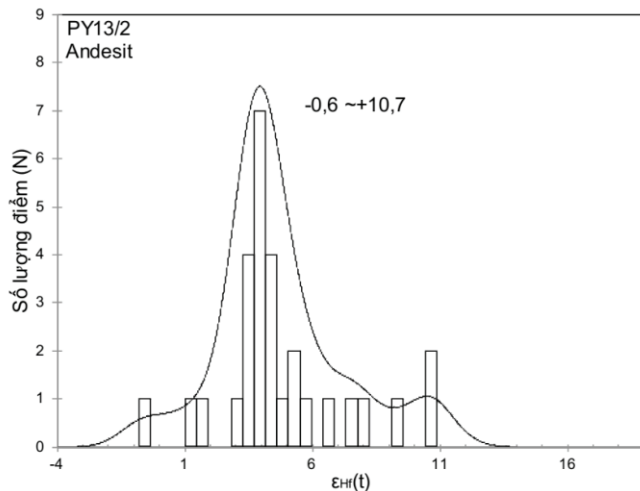
Thành phần đồng vị Hf được phân tích trực tiếp từ các hạt đơn khoáng zircon đồng thời với phân tích đồng vị U-Pb (bảng 2). Kết quả phân tích cho thấy tỷ lệ đồng vị $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ dao động trong phạm vi từ 0,000706 đến 0,002537. Đa số các kết quả phân tích cho giá trị $<0,002$, với kết quả này cho thấy nguồn vật liệu nóng chảy có cùng nguồn manti. Tỷ số $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ tương đối đồng đều, từ 0,282692 đến 0,283011. Nếu như sử dụng thời gian $t = 100,9$ tr.n để tính giá trị $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ thì kết quả dao động trong phạm vi từ (-)0,6 đến (+)10,7 (hình 6), chủ yếu cho giá trị dương, chỉ có duy nhất một giá trị âm là (-)0,6 chứng tỏ rằng nguồn magma thành tạo các đá phun trào andesit hệ tầng Nha Trang chủ yếu là từ các đá có nguồn gốc manti hoặc có sự tham gia chủ yếu của bộ phận mới sinh thành của vỏ lục địa, giá trị âm có thể minh chứng thời gian thành tạo hệ tầng có sự tham gia của vật chất vỏ lục địa (hình 7). Các giá trị $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ andesit đèo Rù Rì khá tương đồng với giá trị $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ phức hệ Định Quán - Đèo Cả [9], nhiều khả năng chúng có chung nguồn gốc thành tạo.

Tuổi mô hình giai đoạn 1 ($T_{\text{dm}1}$) dao động trong khoảng từ 342 tr.n đến 805 tr.n (trung bình 600 ± 25 Ma), tuổi mô hình giai đoạn 2 ($T_{\text{dm}2}$) dao động từ 429 tr.n đến 1064 tr.n (trung bình 792 ± 34 Ma). Kết quả này cho thấy vật liệu có thành phần manti ban đầu có tuổi Neoproterozoic. Theo các nghiên cứu gần

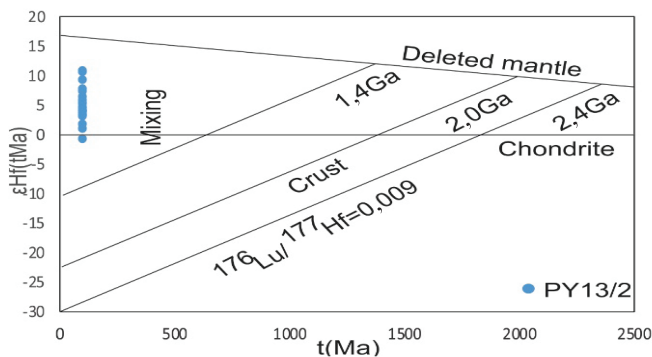
Bảng 2. Thành phần đồng vị Hf trong zircon mẫu PY13/2 đá andesit khu vực đèo Rù Rì.

SHM	$^{176}\text{Yb}/^{177}\text{Hf}$	$^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$	$^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ ($t=100,9$ tr.n)	$\epsilon_{\text{Hf}}(t)$	$T_{\text{dm}1}$ (Tr.n)	$T_{\text{dm}2}$ (Tr.n)
PY13/2-1	0.046170	0.001381	0.282805	0.282803	3.3	639	844
-2	0.061525	0.001734	0.282695	0.282692	-0.6	805	1064
-3	0.036950	0.001165	0.282815	0.282812	3.6	623	818
-4	0.029645	0.000941	0.282813	0.282811	3.6	621	826
-5	0.033044	0.001113	0.282807	0.282805	3.4	632	842
-6	0.036112	0.001109	0.282823	0.282821	3.9	610	808
-7	0.024501	0.000865	0.282822	0.282820	3.9	608	811
-8	0.037015	0.001297	0.282864	0.282862	5.4	554	728
-9	0.037978	0.001175	0.282828	0.282826	4.1	604	799
-10	0.021859	0.000706	0.282807	0.282805	3.4	626	840
-11	0.029115	0.000909	0.282828	0.282827	4.1	599	798
-12	0.082758	0.002537	0.282744	0.282739	1.0	751	970
-13	0.032948	0.001058	0.282835	0.282833	4.4	592	785
-14	0.021309	0.000756	0.282859	0.282857	5.2	554	737
-15	0.027529	0.000925	0.282845	0.282843	4.7	576	765
-16	0.040460	0.001325	0.282758	0.282756	1.6	706	936
-17	0.029600	0.001010	0.282826	0.282824	4.0	605	803
-18	0.023495	0.000750	0.282825	0.282824	4.1	601	802
-19	0.046819	0.001323	0.282798	0.282796	3.1	649	859
-20	0.042458	0.001202	0.282807	0.282804	3.4	635	840
-21	0.035383	0.001087	0.282823	0.282821	3.9	610	808
-22	0.064191	0.001728	0.282836	0.282833	4.4	601	784
-23	0.055358	0.001560	0.282872	0.282869	5.6	547	712
-24	0.037522	0.001290	0.282893	0.282891	6.4	513	670
-25	0.052696	0.001486	0.282919	0.282916	7.3	479	619
-26	0.041839	0.001220	0.282928	0.282926	7.7	461	599
-27	0.056723	0.001607	0.283014	0.283011	10.7	342	429
-28	0.037567	0.001072	0.282967	0.282965	9.0	405	521
-29	0.026057	0.000827	0.283008	0.283006	10.5	344	439

đây cho thấy đới Đà Lạt không xuất hiện giai đoạn hoạt động magma Neoproterozoi, giai đoạn hoạt động magma này trước kia có thể tồn tại, tuy nhiên chúng bị xóa nhòa hoặc tái nóng chảy hoàn toàn trong giai đoạn Yển Sơn.



Hình 6. Biểu đồ phân bố giá trị $\epsilon_{Hf}(t)$ mẫu PY13/2.



Hình 7. Biểu đồ tương quan giữa giá trị $\epsilon_{Hf}(t)$ và tuổi $^{206}Pb/^{238}U$ mẫu PY13/2.

Kết luận

Với các tài liệu nêu trên, có thể đưa ra các kết luận sau đây:

1. Tuổi thành tạo zircon trong andesit hệ tầng Nha Trang khu vực đồi Rú Rì (Nha Trang) xác định bằng phương pháp U-Pb zircon, LA-ICP-MS là $100,9 \pm 1,7$ tr.n tương ứng với Creta sớm.
2. Với các giá trị $\epsilon_{Hf}(t)$ dao động từ $(-0,6$ đến $(+10,7$,

các đá phun trào đồi Rú Rì được kết tinh chủ yếu từ magma có nguồn gốc manti, và có sự tham gia một phần vật chất vỏ lục địa. Vật liệu thành tạo chúng khá tương đồng với các thành tạo granitoid Định Quán - Đèo Cả.

LỜI CẢM ƠN

Quá trình lấy mẫu và khảo sát thực địa có sự giúp đỡ của các thầy, cô thuộc Bộ môn Khoáng thạch và địa hóa (Khoa Khoa học và kỹ thuật địa chất, Trường Đại học Mở - Địa chất). Quá trình thực hiện thí nghiệm có sự giúp đỡ của GS Liu YongSheng, Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia, Đại học Địa chất Trung Quốc (Vũ Hán). Các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Đức Thắng và nnk (1998), *Bản đồ địa chất và khoáng sản Việt Nam, tỷ lệ 1:200.000*.
- [2] A.P. Belousov, Nguyễn Đức Thắng, Bùi Phú Mỹ, Vũ Hùng (1984), "Về sự phân chia các thành tạo núi lửa Mesozoi muộn Nam Trung Bộ", *Địa chất Khoáng sản Việt Nam*, **II**, tr.92-100.
- [3] Y.S. Liu, S. Gao, Z.C. Hu, C.G. Gao, K. Zong, and D. Wang (2010), "Continental and oceanic crust recycling-induced melt-peridotite interactions in the Trans-North China Orogen: U-Pb dating, Hf isotopes and trace elements in zircons from mantle xenoliths", *Journal of Petrology*, **v51**, pp.537-571.
- [4] Y.S. Liu, Z.C. Hu, S. Gao, D. Gunther, J. Xu, C.G. Gao and H.H. Chen (2008), "In situ analysis of major and trace elements of anhydrous minerals by LA-ICP-MS without applying an internal standard", *Chemical Geology*, **v257**, pp.34-43.
- [5] Y.B. Wu, Y.F. Zheng (2004), "Genesis of zircon and its constraints on interpretation of U-Pb age", *Chinese Science Bulletin*, **v49**, pp.1554-1569.
- [6] Phạm Trung Hiếu, Y.Z. Yang, D.Q. Binh, T.B.T. Nguyen, L.T. Dung & F. Chen (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*, **v57(15)**, pp.1877-1888.
- [7] Nguyen Thi Bích Thuy, Muharrem Satir, Wolfgang Siebel, Torsten Vennemann, Trinh Van Long (2004a), "Geochemical and isotopic constraints on the oetrigenesis of granitoids from Dalat zone, southern Vietnam", *Journal of Asian Earth Sciences*, **v23**, pp.467-482.
- [8] Nguyen Thuy Thi Bích, Muharrem Satir, Wolfgang Siebel, Fukun Chen (2004b), "Granitoid in the Dalat zone, Southern Vietnam age constraints on magmatism and regional geological implications", *J. Earth Sci. (Geol. Rusndsch)*, **v93**, pp.329-340.
- [9] J.G. Shellnutt, C.Y. Lan, T. Van Long, et al. (2013), "Formation of Cretaceous Cordilleran and post-orogenic granites and their microgranular enclaves from the Dalat zone, southern Vietnam: Tectonic implications for the evolution of Southeast Asia", *Lithos*, **v182**, pp.229-241.
- [10] Phạm Trung Hiếu (2015), "Tuổi đồng vị U-Pb zircon granodiorit phức hệ Định Quán - Đèo Cả khu vực Trường Xuân, Khánh Hòa và ý nghĩa địa chất", *Tạp chí Phát triển khoa học và công nghệ*, **18(T6)**, tr.5-11.