



Tuổi đồng vị U-Pb của zircon trong các thành tạo xâm nhập khối Bến Giằng - Quảng Nam

Phạm Trung Hiếu^{*1}, Huỳnh Trung^{1,2}

¹Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Tp. HCM

²Hội Địa chất Thành phố Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài: 25 - 5 - 2014

Chấp nhận đăng: 15 - 4 - 2015

ABSTRACT

U-Pb zircon age of quartz diorite from Ben Giang intrusive complex in the Ben Giang area, Quang Nam Province

Ben Giang intrusive complex in the Ben Giang area, Quang Nam province, is one of the constituents of the Kon Tum Massif. It is composed of gabrodiorite, diorite, quartz diorite, granodiorite and granite. Rocks are primarily types of quartz diorite minerals include plagioclase 48~63%, quartz 20~33%, alkali feldspar 0~10%, hornblende 3-8%, biotite 5~15%.

Zircons separated from a quartz diorite sample in the Ben Giang complex were chosen to determine the protolithic age for the complex. Twelve LA-ICP-MS U-Pb zircon analyses yielded concordant ages concentrated at 479 Ma (weighted mean). These results indicate the protolithic age of the quartz diorite (primary magma crystallization age) is Paleozoic (ca. 479 Ma).

©2015 Vietnam Academy of Science and Technology

1. Mở đầu

Các thành tạo magma xâm nhập phức hệ Bến Giằng, trong đó khối Bến Giằng là khối chuẩn của phức hệ, được Huỳnh Trung và Nguyễn Xuân Bao 1979 xác lập trong công tác nghiên cứu lập bản đồ địa chất tỷ lệ 1:500.000 phần lãnh thổ phía nam Việt Nam (từ Quảng Trị trở vào). Phức hệ Bến Giằng gồm nhiều khối phân bố phía tây và phía bắc địa khối Kon Tum (hình 1), được gọi chung là đới (địa khối) Trường Sơn Nam. Trong chuyên khảo “Magma Việt Nam tập II” khối Bến Giằng được xếp vào phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn, nhíp magma Paleozoi muộn (Đ.Đ. Thục và nnk, 1995). Gần đây trong chuyên khảo “Địa chất và Tài nguyên Việt Nam” được xuất bản năm 2009, khối Bến Giằng cũng được các tác giả xếp vào phức hệ

Bến Giằng - Quế Sơn, tuổi P_{2-3} bg (T.V. Trị và V. Khúc, chủ biên, 2009).

Cho đến nay đã có nhiều công trình nghiên cứu về tuổi kết tinh cho khối Bến Giằng. Thông qua mối quan hệ địa chất các đá xâm nhập của khối xuyên cắt các thành tạo trầm tích phun trào hệ tầng Núi Vú (E_2-O_{1nv}) và bị phủ bởi trầm tích hệ tầng Nông Sơn (T_3ns) (Đ.Đ. Thục và nnk, 1995), tuổi của khối được xếp vào khoảng Paleozoi giữa D_3-C_1 (H. Trung và nnk 2004). Các nghiên cứu tuổi đồng vị bằng phương pháp K-Ar, U-Pb zircon cho các giá trị tuổi khác nhau là 251 tr.n, 271 tr.n, 300 tr.n, 308 tr.n, 363 tr.n (Đ.Đ. Thục và nnk, 1995). Các giá trị tuổi đồng vị K-Ar cho giá trị khác xa nhau từ vài chục triệu năm tới hàng trăm triệu năm? Điều đó cho thấy tuổi kết tinh của khối còn nhiều vấn đề tồn tại, cần tiếp tục được nghiên cứu.

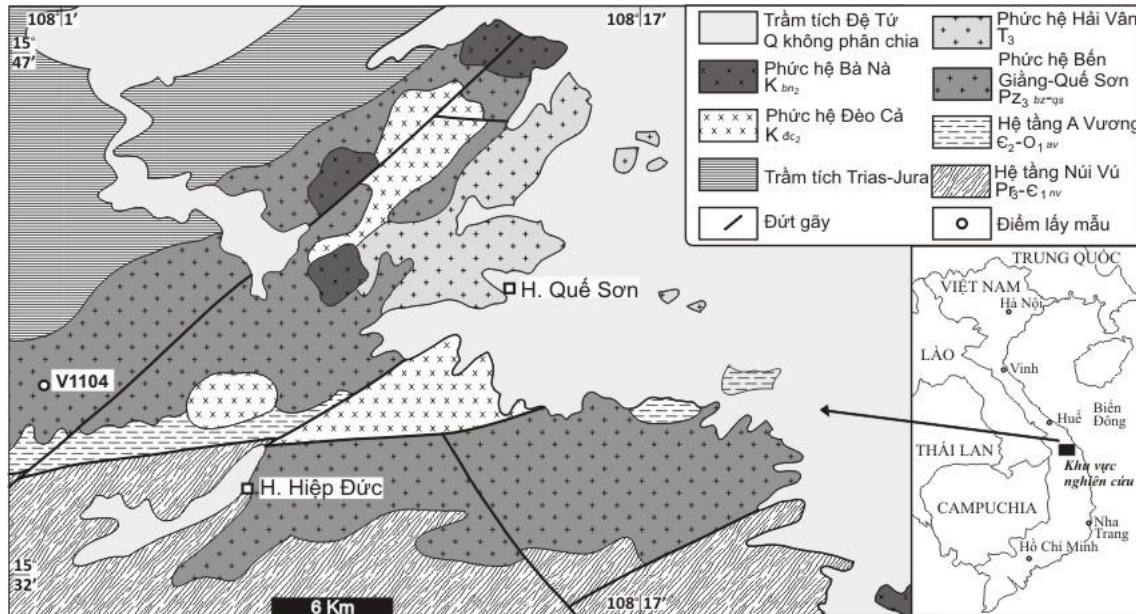
*Tác giả liên hệ, Email: pthieu@hcmus.edu.vn

Bài báo này công bố những kết quả nghiên cứu mới về tuổi kết tinh magma diorit thạch anh khối Bến Giằng trên cơ sở các phân tích LA-ICP-MS U-Pb zircon. Kết quả nghiên cứu này cung cấp những thông tin mới, góp phần xác định thời gian thành tạo của khối Bến Giằng.

2. Đặc điểm địa chất khối Bến Giằng

Phức hệ Bến Giằng phân bố chủ yếu ở địa khối Kon Tum, tạo thành những khối có diện tích từ vài chục km² đến hàng trăm km² có dạng gần bằng thưng hoặc méo mó (hình 1). Đặc trưng cho phức hệ này là khối Bến Giằng, có diện tích khoảng 100 km². Các thành tạo xâm nhập của khối Bến Giằng chia làm 3 pha xâm nhập và pha đá mạch. Pha 1 có diện tích nhỏ (chiếm khối lượng khoảng 30%) với thành phần thạch học là gabrodiorit, diorit, diorit thạch anh. Pha 2 có diện tích lớn (chiếm khoảng 60% tổng diện tích) với thành phần thạch học chủ yếu là granodiorit và pha 3 có diện tích nhỏ nhất (chiếm khoảng 10%) và xuất hiện không đồng đều ở các khối khác của phức hệ với thành phần thạch học chủ yếu là granit giàu plagioclase. Các đá mạch là plagiogranit porphy, diorit pocphy và ít hơn là specxactit. Chúng xuyên cắt các thành tạo phun trào trầm tích hệ tầng Núi Vú (E₂-O₁nv) và các thành tạo trầm tích hệ tầng Long Đại (O₃-Slđ) gây biến chất tiếp xúc nhiệt mạnh mẽ, tuy nhiên những

đổi biến chất nhiệt tiếp xúc này thường hẹp. Hệ tầng Núi Vú bao gồm các thành tạo đá phiến lục, đá sừng với nhiều ban biến tinh hornblend (đôi chỗ còn tàn dư pyroxen xiên), chiếm khoảng 5-15%. Kích thước các ban biến tinh hornblend thay đổi từ vài mm đến nhỏ hơn 6mm, phân bố không đồng đều. Phần nền chứa felspar (plagioclas), epidot, clorit, thạch anh, và các khoáng vật quặng. Ngoài ra còn gặp đá sừng thạch anh, feldspar biotit có andalusit, sừng hornblend - biotit, epidot; sừng pyroxen-granat có thạch anh, biotit, feldspar. Trong granodiorit khối Bến Giằng còn gặp thể đá tù với kích thước nhỏ, vừa hơi tròn cạnh, đôi khi góc cạnh, méo mó. Thành phần thạch học của các thể tù là các đá phiến sừng. Các thể tù kích thước từ vài cm đến vài chục cm hình dạng méo mó không đều, thường gặp trong các thành tạo xâm nhập pha một và pha hai. Các đá của khối thường bị biến đổi nhiệt dịch không đều: plagioclas bị xotxuarit hóa mạnh; hornblend thường bị clorit hóa, biotit bị clorit hóa, epidot hóa, feldspar kali bị caolin hóa. Ngoài ra, đôi nơi còn gặp các ban biến tinh microclin màu hồng. Chúng có kích thước từ vài mm đến cm và phân bố không đồng đều. Quá trình microclin hóa xảy ra dưới ảnh hưởng của các thành tạo xâm nhập granitoid phức hệ Quê Sơn, làm thay đổi thành phần hóa học ban đầu của đá, và làm tăng hàm lượng K₂O (H. Trung và N.X. Bao, 1979).

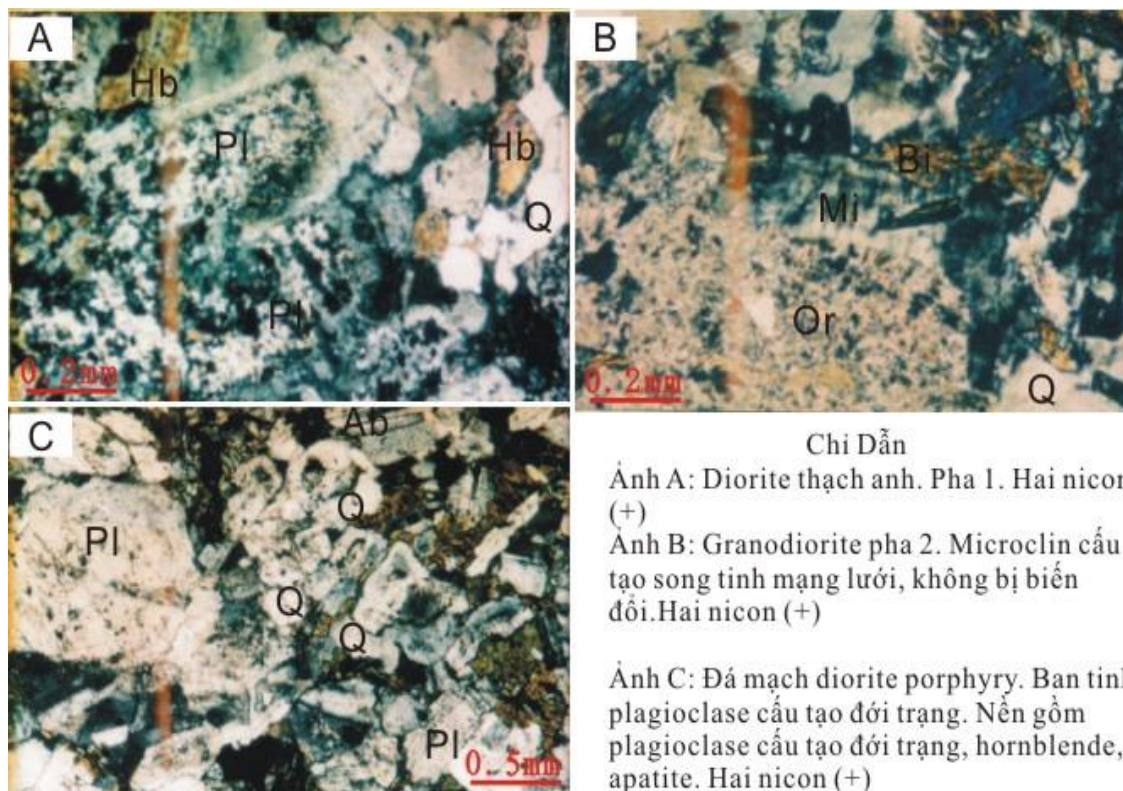


Hình 1. Sơ đồ phân bố các thành tạo magma xâm nhập Paleozoi - Mezozoi sớm và vị trí lấy mẫu V1104 (theo tài liệu bản đồ tỷ lệ 1:200.000 tờ Hội An)

Các đá pha một - diorit và diorit thạch anh màu xám, cấu tạo khối, hạt vừa đến lớn (hình 2A). Thành phần khoáng vật: plagioclas 48-63%, thạch anh 20-33%, feldspar kali 0-10%, hornblend 3-8%, biotit khoảng 5-15%. Các đá pha hai - granodiorit (hình 2B) màu xám trắng, cấu tạo định hướng, hạt không đều, kiến trúc nửa tự hình, hàm lượng khoáng vật màu hornblend, biotit khoảng 15-20%, plagioclas 43-60%, thạch anh (15%-20%), feldspar kali 8-15%. Các đá pha ba - granit biotit màu

hồng, cấu tạo khối, xuyên cắt các đá pha 1 và pha 2. Thành phần khoáng vật: plagioclas 30-35%, thạch anh 25-30%, feldspar kali 30-35%, biotit 5-8%, hornblend 3-5% (hình 2C).

Khoáng hóa liên quan với các thành tạo xâm nhập của phức hệ Bến Giàng bao gồm vàng, chì và kẽm. Ở đới tiếp xúc ngoài, trong các thành tạo hệ tầng Núi Vú (C_2-O_{1nv}) bị propilit hóa có vàng bạc kèm sulfua (pyrit).



Hình 2. Đặc điểm thành phần khoáng vật dưới kính hiển vi phân cực; các ký hiệu Pl: plagioclase, Hb: hornblend, Q: thạch anh, Mi: microclin, Bi: biotit, Ab: apatit

3. Mẫu nghiên cứu và phương pháp phân tích

3.1. Mẫu nghiên cứu

Mẫu diorit thạch anh V1104 thuộc khối Bến Giàng trong nghiên cứu này được lấy tại tọa độ địa lý 15°35'036N và 108°07'457"E. Diorit thạch anh có cấu tạo khối, đôi chỗ có dạng gneis. Các khoáng vật màu hornblend, biotit đôi chỗ bị clorit hoá (hình 2A); khoáng vật phụ gặp trong đá chủ yếu gồm sphen, zircon, apatit; ngoài ra còn có khoáng vật quặng chiếm khoảng 1-2% trong đá.

3.2. Phương pháp phân tích LA-ICP-MS

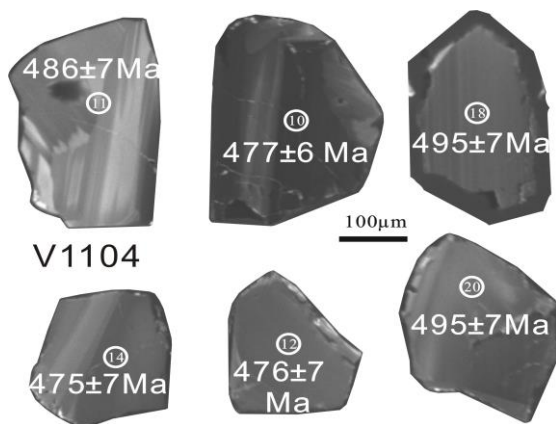
Zircon được tuyển bằng phương pháp nghiền, đãi và nhặt hạt dưới kính hiển vi soi nổi. Đại bộ phận zircon có dạng lắng trụ ngắn, tròn cạnh, chiều dài khoảng 90µm-210µm. Sau khi tuyển, zircon được gắn vào một vòng tròn nhựa epoxy, và được đánh bóng bằng giấy ráp, kích cỡ khác nhau, để lộ phần trung tâm hạt, khi phân tích bằng phương pháp LA-ICP-MS mẫu thường được mài khoảng 1/3 bề dày hạt. Mẫu zircon sau khi đánh bóng, được phân tích đặc điểm cấu trúc phân đôi zircon

bằng phương pháp kính hiển vi điện tử quét (SEM) tại Viện Địa chất và Địa vật lý Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc. Điểm phân tích LA-ICP-MS U-Pb thực hiện cho các vị trí điểm phân tích có đường kính 32 μ m, thường chọn tại nhân tinh thể và tại rìa mọc chông của một số tinh thể khi đã quan sát, phân tích ảnh âm cực phát quang. Điểm phân tích thường được chọn bề mặt các hạt zircon sạch, không chứa vết nứt, không chứa bao thể. Các thí nghiệm phân tích được tiến hành tại Phòng thí nghiệm MC-LA-ICPMS Viện Địa chất và Địa vật lý, Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc. Quy trình chuẩn bị mẫu, kỹ thuật phân tích và tính toán bằng các phần mềm phương pháp LA-ICP-MS U-Pb trong nghiên cứu này hoàn toàn tương tự kỹ thuật đã được chúng tôi trình bày chi tiết (P.T. Hiếu và nk, 2009).

4. Kết quả và thảo luận

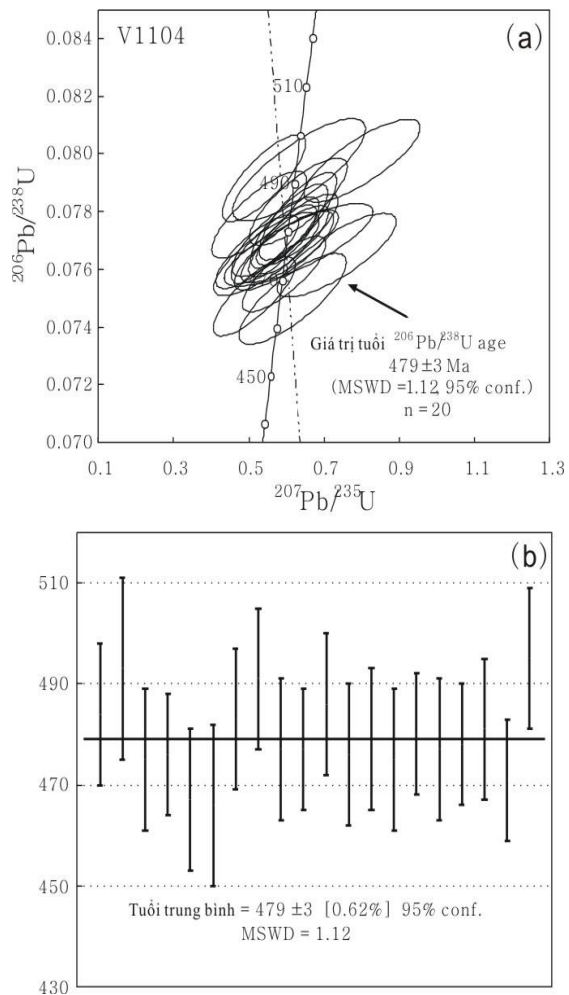
4.1. Tuổi kết tinh diorit thạch anh khối Bến Giằng

Trong nghiên cứu này chúng tôi lựa chọn một mẫu phân tích tuổi đồng vị U-Pb đại diện cho pha 1 diorite thạch anh của khối Bến Giằng (V1104), mẫu lựa chọn có đặc điểm còn tươi hoặc ít bị biến đổi. Các hạt zircon trong nghiên cứu này có dạng kiểu magma điển hình, phân bố rõ, và kiến trúc đồng nhất (ảnh SEM hình 3), tỷ lệ Th/U dao động trong phạm vi từ 0,52 đến 1,11, tỷ lệ này lớn hơn 0, 1, chủ yếu lớn hơn 0, 4 chứng tỏ zircon được hình thành từ dung thể magma (Williams and Claesson, 1987; Kinny et al., 1990).



Hình 3. Ảnh SEM zircon từ diorit thạch anh khối Bến Giằng. Các vòng tròn nhỏ là vị trí phân tích tuổi và kết quả tuổi Ma (Tr.n.)

Tổng số phân tích được thực hiện trên 20 hạt zircon, kết quả phân tích được trình bày trong bảng 1 và biểu đồ concordia hình 4a. Các kết quả tuổi đồng vị $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ dao động từ 466tr.n đến 495tr.n. Kết quả phân tích dao động trong phạm vi hẹp, trên biểu đồ trùng hợp biểu diễn tuổi $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ (hình 4a), chúng tập trung gần với đường cong concordia và cho tuổi trung bình tương ứng với 479 ± 3 tr.n (hình 4b), tuổi này được coi là tuổi kết tinh của diorit thạch anh khối Bến Giằng.



Hình 4. Biểu đồ biểu diễn kết quả phân tích U-Pb zircon bằng phương pháp LA-ICP-MS mẫu V1104 (a) và biểu đồ tính giá trị tuổi trung bình (b); ký hiệu MSWD là giá trị trung bình trọng lượng, conf là độ tin cậy

Bảng 1. Kết quả phân tích tuổi U-Pb zircon bằng phương pháp LA-ICP-MS diorit thạch anh khối Bến Giằng

SHM	Th/U	Tỷ lệ đồng vị				Tuổi (Ma)					
		²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	1σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	1σ
V1104											
-1	1.11	0.04928	0.00982	0.52761	0.10325	0.07789	0.00123	484	7	430	69
-2	0.83	0.05818	0.01390	0.63339	0.14428	0.07945	0.00145	493	9	498	90
-3	0.52	0.05095	0.01017	0.54614	0.11423	0.07653	0.00118	475	7	442	75
-4	0.67	0.04866	0.00870	0.52188	0.09001	0.07661	0.00104	476	6	426	60
-5	0.93	0.04907	0.00889	0.51412	0.08908	0.07506	0.00112	467	7	421	60
-6	0.78	0.05953	0.01163	0.61632	0.11649	0.07498	0.00129	466	8	488	73
-7	0.74	0.06547	0.03648	0.62960	0.08412	0.07784	0.00124	483	7	496	52
-8	0.99	0.04876	0.00844	0.53976	0.09018	0.07916	0.00123	491	7	438	59
-9	0.67	0.05291	0.00910	0.56669	0.09353	0.07687	0.00111	477	7	456	61
-10	0.94	0.05684	0.01031	0.60800	0.10597	0.07679	0.00103	477	6	482	67
-11	0.90	0.05820	0.01054	0.63170	0.10659	0.07834	0.00124	486	7	497	66
-12	0.93	0.05573	0.01052	0.59314	0.10822	0.07664	0.00112	476	7	473	69
-13	0.91	0.05304	0.00928	0.57101	0.09444	0.07713	0.00113	479	7	459	61
-14	0.76	0.06841	0.01262	0.73374	0.12872	0.07649	0.00119	475	7	559	75
-15	1.11	0.05871	0.00883	0.62856	0.08860	0.07738	0.00101	480	6	495	55
-16	0.77	0.05978	0.01469	0.63190	0.16195	0.07685	0.00117	477	7	497	101
-17	0.83	0.05669	0.00842	0.60529	0.08658	0.07698	0.00101	478	6	481	55
-18	0.86	0.05634	0.00812	0.60637	0.08356	0.07750	0.00119	481	7	481	53
-19	0.83	0.05643	0.00890	0.59356	0.09076	0.07584	0.00107	471	6	473	58
-20	0.92	0.07228	0.01197	0.80056	0.12598	0.07977	0.00117	495	7	597	71

4.2. Ý nghĩa địa chất

Những nghiên cứu tuổi đồng vị bằng phương pháp U-Pb zircon gần đây ở địa khối Kon Tum cho thấy khu vực tồn tại hai giai đoạn magma-kiến tạo trong Phanerozoic, bao gồm các hoạt động biến chất 250-260 triệu năm (Tr.n) của tướng granulit phức hệ Kan Nack và tướng amphibolit phức hệ Ngọc Linh (Carter et al., 2001; Nagy et al., 2001; Tran Ngoc Nam et al., 2001), và pha magma-kiến tạo 440-470 Tr.n. Những kết quả mới này là những chứng liệu tuổi tin cậy về thời gian hoạt động của các pha nhiệt-kiến tạo ở địa khối Kon Tum, đặc biệt pha kiến tạo giai đoạn “Caledoni” khá phổ biến trong khu vực địa khối Kon Tum đã được phát hiện trong những năm gần đây (Carter et al., 2001; T.N. Nam, 2004; N.V. Vượng và nnk, 2004; N.Q. Luật và nnk, 2012; N.T. Dung và nnk, 2015).

Tuổi U-Pb zircon của khối Bến Giằng là 479 tr.n, các kết quả tuổi tập trung và không phát hiện các vật liệu tàn dư, là bằng chứng cho sự hoạt động giai đoạn “Caledoni”. Sau hoạt động magma-kiến tạo của giai đoạn này, giai đoạn Permi-Trias hoạt động mạnh mẽ hơn làm xóa nhòa đi các giai đoạn trước, ảnh hưởng của sự mất Pb trong quá trình phân rã cũng như sự bảo tồn không hoàn toàn của các hệ đồng vị K-Ar dẫn tới việc định tuổi bằng các phương pháp K-Ar cho mức tuổi khác nhau. Trong quá trình nghiên cứu chúng tôi còn

phát hiện các thành tạo granitoid giai đoạn Pecmi (phức hệ Quê Sơn) xuyên cắt khối Bến Giằng tạo các mức tuổi zircon ở khoảng tuổi ~270 Ma, tuổi này gần gũi với tuổi của Hoa et al., 2008 đã công bố trước đây. Như vậy với kết quả phân tích bằng phương pháp LA-ICP-MS U-Pb zircon các thành tạo khối Bến Giằng cho tuổi 479 tr.n, tuổi này có thể coi là tuổi kết tinh của chúng.

Về kiến tạo giai đoạn Caledoni khu vực rìa bắc địa khu Kon Tum đến nay vẫn còn nhiều ý kiến khác nhau, như chúng được thành tạo trong bối cảnh rìa lục địa thụ động, do quá trình mảng đại dương (Paleotethys) hút chìm vỏ lục địa (địa khối Kon Tum) trong giai đoạn Silur sớm - Devon sớm (T.V. Trị, V. Khúc, chủ biên, 2009); magma cung đảo (Nagy et al., 2001); là kết quả của sự va chạm nội mảng giữa Dương Tử và Cathaysia (Usuki et al., 2009); hay chúng là sản phẩm của tạo núi nội lục (N.K. Quoc, 1986); hay là kết quả của sự va chạm giữa hai mảng Nam Trung Hoa và Đông Dương (Usuki et al., 2009).

Các nghiên cứu khu vực Nam Trung Hoa, phần lớn các tác giả đồng ý giai đoạn hoạt động magma trong suốt Caledoni, tuổi của chúng tập trung trong khoảng 370-552 Ma (Zhu and Long, 1997) liên quan tới tạo núi nội lục (kết quả của sự va chạm nội mảng giữa Dương Tử và Cathaysia) (Wang

et al., 2007), giai đoạn này các đá magma phân bố khá rộng trên nền Nam Trung Hoa, chủ yếu là các thành tạo granit kiểu S chiếm 81%, các thành tạo granit kiểu I chiếm khoảng 19% (Zhu and Long, 1997). Sự khác biệt lớn giữa các đá Caledoni rìa bắc địa khu Kon Tum mảng Đông Dương và Nam Trung Hoa là các giá trị về tuổi nguồn T_{DM1} , các thành tạo Nam Trung Hoa dao động trong phạm vi 1,6-2,0 tỷ. năm (Zhou and Long, 2003), còn giá trị tuổi nguồn của các thành tạo magma tuổi Caledoni khu vực nghiên cứu có giá trị dao động trong phạm vi 800-900 tr.n (N.Q. Luật và nnk, 2012; và tài liệu chưa công bố của tác giả). Các giá trị ϵ_{Nd} , ϵ_{Hf} khu vực Nam Trung Hoa chủ yếu cho giá trị âm (-), còn những nghiên cứu về các giá trị ϵ_{Hf} khu vực Kon Tum, các tài liệu đã công bố (N.Q. Luật và nnk, 2012) và số liệu của chúng tôi (chưa công bố) cho thấy chúng chủ yếu có giá trị dương (+). Những kết quả trên cho thấy các đá được thành tạo do nóng chảy cục bộ và phân dị kết tinh từ các nguồn vật liệu khác nhau. Tuy nhiên, để có thể hiểu rõ hơn về cơ chế địa động lực thành tạo nên các đá magma này cần bổ sung các nghiên cứu mang tính định lượng cao và mở rộng diện tích nghiên cứu sang các khu vực phụ cận phía Tây mảng Đông Dương, mới có thể hiểu rõ hơn lịch sử tiến hóa địa chất khu vực.

5. Kết luận

Tuổi kết tinh của diorit thạch anh khối Bến Giằng được xác định bằng phương pháp LA-ICP-MS U-Pb zircon là 479 tr.n.

Khối Bến Giằng hoàn toàn khác biệt về thời gian thành tạo với phức hệ Quế Sơn (granitoid Quế Sơn), vì vậy có thể tách chúng ra thành một phức hệ độc lập.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin cảm ơn TS. Yang Yueheng, phòng thí nghiệm MC-LA-ICP-MS viện Hàn lâm khoa học Trung Quốc, đã giúp đỡ trong quá trình thực hiện thí nghiệm. Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ phát triển khoa học và công nghệ quốc gia (NAFOSTED), đề tài mã số 105.03-2011.23. Trong quá trình hoàn thiện bài báo cảm ơn ý kiến quý báu của hai phản biện.

Tài liệu dẫn

- A. Carter, D. Roque, C. Bristow, P. Kinny, 2001: Understanding Mesozoic accretion in Southeast Asia: Significance of Triassic thermotectonism (Indosinian orogeny) in Vietnam. *Geology*, 29 (3), 211-214.
- Nguyễn Thị Dung, Phạm Trung Hiếu, Nguyễn Trung Minh, 2015: Tuổi đồng vị U-Pb của zircon trong đá granitogneis phức hệ Đại Lộc và ý nghĩa địa chất của nó. *Tc. Các khoa học về Trái Đất*, T.37, 1, 28-35.
- Tran Trong Hoa, Tran Tuan Anh, Ngo Thi Phuong, Pham Thi Dung, Tran Viet Anh, Andrey E. Izokh, Alexander S. Borisenko, C.Y. Lan, S.L. Chung, C.H.Lo., 2008: Permo-Triassic intermediate-felsic magmatism of the Truong Son belt, eastern margin of Indochina. *Comptes Rendus Geoscience*, 340, 112-126.
- Phạm Trung Hiếu, Lê Thanh Mỹ, Vũ Lê Tú, Nguyễn Thị Bích Thủy, 2009: Tuổi đồng vị U-Pb zircon trong granit phức hệ Yên Sơn Tây Bắc Việt Nam và ý nghĩa của nó. *Tc. Các Khoa học về Trái Đất*, T.31, 1, 23-29.
- P.D. Kinny, J.R. Wijbrans, D.O. Froude, I.S. Williams and W. Compston., 1990: Age constraints on the geological evolution of the Narryer Gneiss Complex, Western Australia, *Australia Journal of Earth Sciences*, 37, 51-69.
- Nguyễn Quang Luật, Phạm Trung Hiếu, Nguyễn Tiến Thành, 2012. Tuổi U-Pb zircon và thành phần đồng vị Hf của gabrodiorit khối A-Bung, vùng Đăk Krông - A Lưới. *Tạp chí Địa chất*, A329, 19-29.
- E.A. Nagy, H. Maluski, C. Lepvrier, U. Scharer, P.T. Thi, A. Leyreloup and V.V. Tich, 2001: Geodynamic significance of the Kontum Massif in Central Vietnam: Composite $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and U-Pb ages from Paleozoic to Triassic, *J. Geol.*, 109, 755-770.
- Tran Ngoc Nam, 1998: Thermotectonic events from early Proterozoic to Miocene in the Indochina craton: implication of K-Ar ages in Vietnam. *J. Asian Earth Sci.*, 16, 475-484.
- Trần Ngọc Nam, 2004: Tuổi đồng vị U-Pb của zircon 436 triệu năm trong phức hệ Sông Re ở địa khối Kon Tum và ý nghĩa của nó, *Tạp chí Địa chất*, A281, 18-23.
- Trần Ngọc Nam, Y. Osanai, N. Nakano, Hoàng Hoa Thám, 2004: Biến chất nhiệt độ siêu cao Permi-Trias: Va chạm lục địa ở địa khối Kon Tum? *TC Địa chất*, A285, 1-8.
- Nguyen Kinh Quoc and Pham Duc Luong, 1986: The great stages of volcanic activities in Vietnam. *Proc. 1st Conf.*

Tạp chí Các Khoa học về Trái Đất, 37 (2), 156-162

- Geol. Indochina, 1: 179-190. Hanoi.
- Đào Đình Thục, Huỳnh Trung, 1995: Địa chất Việt Nam. Tập II. Magma. Cục Địa chất Việt Nam. Hà Nội, 359 tr.
- Trần Văn Trị, Vũ Khúc (chủ biên), 2009: Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. Nxb. Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội, 390tr.
- Huỳnh Trung, Nguyễn Xuân Bao, 1979: Về quy luật phân bố các thành tạo magma xâm nhập ở miền Nam Việt Nam. Địa chất và khoáng sản-công trình của Liên đoàn bản đồ Địa chất. Quyển 1, 111-136, Hà Nội.
- Huỳnh Trung, Trần Phú Hưng, Lê Đức Phúc, Trần Đại Thắng, Đinh Quang Sang, Bùi Thị Luận, Trịnh Nguyễn Hùng Vỹ, Trương Chí Cường, Phạm Quang Vinh, 2004: Các thành tạo magma xâm nhập phần phía Nam Việt Nam (từ Quảng Trị trở vào). Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực các KHTĐ. Đại học Quốc Gia Hồ Chí Minh, 3-35.
- T. Usuki, C. Y. Lan, T. F. Yui, 2009: Early Paleozoic medium-pressure metamorphism in central Vietnam: evidence from Shrimp U-Pb zircon ages. *Geosciences Journal*, 13(3): 245-256.
- Y. Wang, W. Fan, G. Zhao, S. Ji and T. Peng, 2007: Zircon U-Pb geochronology of gneissic rocks in the Yunkai massif and its implications on the Caledonian event in the South China Block. *Gondwana Research*, 12, 404-416.
- I.S. Williams and S. Claesson, 1987: Isotopic evidence for the Precambrian provenance and Caledonian metamorphism of high grade paragneisses from the Seve Nappes, Scandinavian Caledonides: II. Ion microprobe zircon U-Th-Pb: Contribution to Mineralogy and Petrology, 97, 205-217.
- X. H. Zhou, 2003: My thinking about granite genesis of South China. *Geological Journal of China Universitys*, 9 (4): 556-565 (in Chinese with English abstract).
- C. L. Zhu, B. Long. 1997: Evolution of granitoids in Southern China. *Geotectonica et Metallogenia*, 21 (2): 181-188 (in Chinese).
- Nguyễn Văn Vượng, Vũ Văn Tích, Hansen Bent, 2004: Áp dụng phương pháp Tims U/Pb xác định tuổi kết tinh của khối Đại Lộc. *Tc. Khoa học về Trái Đất*, T.26, 3, 202-207.