Đặc điểm thạch học và tuổi đồng vị U–Pb zircon các thành tạo granitogneiss tuổi Silur sớm khu vực Chu Lai – Khâm Đức (Quảng Nam)

- **Đinh Quang Sang**
  Khoa Dầu khí, Trường Đại học Dầu khí Việt Nam
  Email: sangdq@pvu.edu.vn

(Bài nhận ngày 13 tháng 03 năm 2017, nhận đăng ngày 28 tháng 09 năm 2017)

TÓM TẮT

Các thành tạo granitogneiss tuổi Silur sớm khu vực Chu Lai – Khâm Đức (Quảng Nam) có diện lộ khoảng 330 km^2, kéo dài theo phương á vĩ tuyến phân bố dọc theo phía nam của đứt gãy Tam Kỳ - Phước Sơn, và chúng được xếp vào phức hệ Chu Lai, các nghiên cứu sau, các thành tạo này được gộp nhiều khối (Chu Lai, khối Ngọc Gle Lang, khối bắc thị trấn Khâm Đức và các khối nhỏ ở vùng Tu Mơ Rông) với tên gọi phức hệ Chu Lai - Tu Mơ Rông.Năm (05) mẫu đá của khu vực được chọn nghiên cứu chi tiết về đặc điểm thạch học chủ yếu là granitogneis và gneis biotite đại diện cho 3 khối (Chu Lai, Ngọc Gle Lang, và khối bắc thị trấn Khâm Đức). Sau đó, chúng được tuyển chọn tách các đơn khoáng zircon để nghiên cứu về hình dạng hạt và cấu trúc bên trong cũng như thành phần đồng vị U-Pb của 60 hạt đơn khoáng zircon. Tuổi kết tinh của năm mẫu này có giá trị tuổi từ 444 triệu năm (SVN63- gneis biotite) đến 426 triệu năm (SVN114 – granitogneis). Tuổi này chứng tỏ chúng được thành tạo vào khoảng 426–444 triệu năm, kéo dài khoảng 20 triệu năm. Chúng được xếp vào pha hoạt động magma - kiến tạo có tuổi từ cuối Ordovic đến Silur giữa của địa khối Kon Tum.

Từ khóa: *tuổi đồng vị, U-Pb, zircon, LA-ICP MS, granitogneis, Chu Lai*

MỞ ĐẦU

Các thành tạo granitogneis tuổi Silur sớm khu vực Chu Lai – Khâm Đức được xếp vào phức hệ Chu Lai (Huỳnh Trung và nnk, 1979) [1, 2], với khối chuẩn là khối Chu Lai, thuộc huyện Núi Thành, phía tây sân bay quân sự Chu Lai (cũ). Sau đó, các thành tạo này được N.X.Bao và nnk (2001) gộp các khối Chu Lai, khối Ngọc Gle Lang, khối bắc thị trấn Khâm Đức và các khối nhỏ ở vùng Tu Mơ Rông, đông Đak Tô phân bố theo dọc đứt gãy Tam Kỳ - Phước Sơn với tên gọi phức hệ Chu Lai - Tu Mơ Rông [3, 4]. Các thể granitoid dạng gneis này có mối liên quan mật thiết với các đá của phức hệ Khâm Đức - Đắc My và loạt Núi Vú, chúng có thế nằm chỉnh hợp với các đá biến chất phức hệ Khâm Đức - Đắc My, ranh giới giữa chúng rất mờ nhạt phản ánh sự chuyển tiếp từ đá phức hệ Khâm Đức - Đắc My sang đá phức hệ Chu Lai – Tu Mơ Rông.

Các thành granitogneis có diện lộ khoảng 330 km^2 với dạng kéo dài theo phương á vĩ tuyến phân bố phía bắc dọc theo đứt gãy Khâm Đức – Trà Bồng (Hình 1). Các nghiên cứu cho biết chúng là tổ hợp thạch kiến tạo va chạm Paleozoi sớm với hoạt động biến chất nhiệt và có tuổi xấp xỉ 450 triệu năm, như là hệ quả tạo núi va chạm giữa địa khối Kon Tum với cung đảo Núi Vú [3-7].

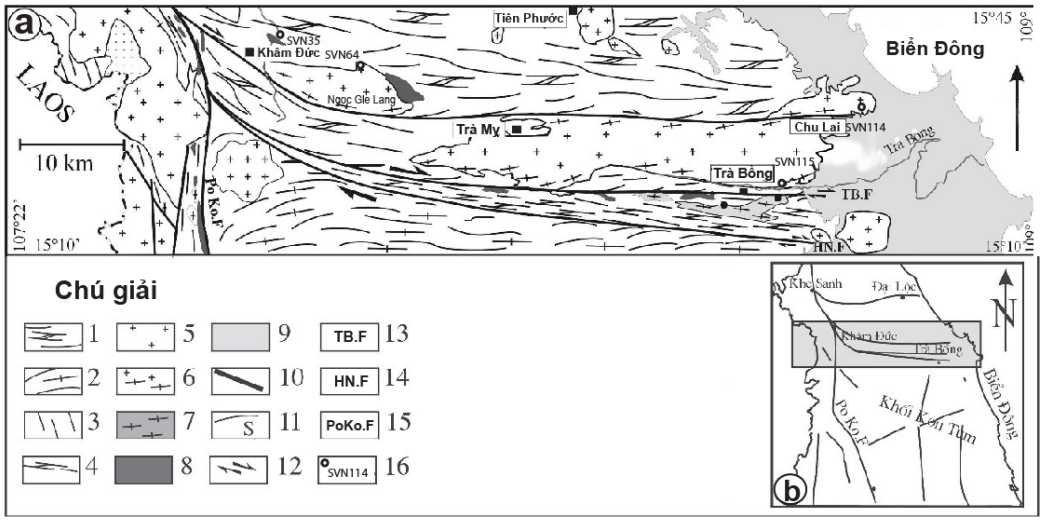
Đặc điểm địa chất

Khối Chu Lai ở phía tây tây nam thị trấn Núi Thành, huyện Núi Thành (Quảng Nam). Diện tích của khối khoảng 300 km^2. Khối có dạng kéo dài không đều đặn, nằm kẹp giữa đứt gãy lớn phương á vĩ tuyến: đứt gãy Tam Kỳ - Phước Sơn (phía bắc) và Khâm Đức - Trà Bồng (phía nam) (Hình 1).

Bao bọc xung quanh khối Chu Lai là các đá biến chất tướng epidote – amphibolite được xếp vào phức hệ Khâm Đức [2, 7]. Cấu trúc của khối Chu Lai khá phức tạp, thành phần thạch học đa dạng, bao gồm đá granite 2 mica, granite biotite, và granite sáng màu, chúng có cấu tạo gneis điển hình theo rìa khối, phần trung tâm khối, đá có kiến trúc ban biến tinh, các ban tinh feldspar potassium dạng mắt (Hình 2). Trong khối gặp nhiều ổ pegmatit hạt cực lớn (gồm turmalin và garnet). Đá có cấu tạo gneis mạnh mẽ dạng dải hoặc dạng mắt đặc trưng với định hướng của các khoáng vật trùng với phương biến dạng của đá vây quanh.

Trong phạm vi của khối Chu Lai còn gặp rất nhiều các đá tù có kích thước lớn khác nhau, thành phần là amphibolite, đá phiến kết tinh. Ven rìa khối, nhất là rìa phía nam gặp đới biến đổi ngoại tiếp xúc rộng hàng trăm mét có thành phần là các đá phiến bị lục hóa, thạch anh, microclin hóa,chlorite, epidote hóa có chứa sulfur. Các đá ở đây đều bị ảnh hưởng của các đứt gãy trẻ làm cho giập nát, mylonite hóa, nhất là rìa nam của khối (mẫu SVN115).

Khối Ngọc Gle Lang có dạng hình elip, kéo dài theo phương á vĩ tuyến, diện tích khoảng 100 km^2. Thành phần thạch học của khối chủ yếu là granite biotite dạng gneis, nằm chỉnh hợp trong bình đồ cấu trúc chung giữa các đá biến chất phức hệ Khâm Đức. Ở phần phía bắc granitogneis quan hệ chặt chẽ với amphibolite bị migmatite hóa mạnh mẽ và đá phiến kết tinh, ranh giới giữa chúng rất mờ nhạt. Phần phía nam đá của khối cũng tiếp xúc với đá phiến kết tinh phức hệ Khâm Đức và bị phức tạp hóa bởi các đứt gãy á vĩ tuyến và tây bắc, dọc các đứt gãy đã tạo thành những đới cà nát và mylonite hóa rất rộng.



Hình 1. Sơ đồ địa chất cấu trúc khu vực (đơn giản hóa theo các bản đồ địa chất, tỷ lệ 1/200.000)

Chú thích: 1- Đá phiến mica phức hệ Khâm Đức; 2- Đá phiến gneis phức hệ Ngọc Linh; 3- Đá phiến phức hệ Sa Thầy; 4- Đá bị cà nát dọc đới Khâm Đức – Trà Bồng; 5- Đá granitoid; 6- Đá granitogneis; 7- Đá orthogneis granodiorite, điorite; 8- Đá mafic và siêu mafic; 9- Trầm tích Đệ tứ; 10- Đứt gẫy; 11- Phương cấu trúc biến dạng phân phiến S1; 12- Chiều cắt phải; 13- Đứt gẫy Trà Bồng; 14- Đứt gẫy Hưng Nhượng; 15- Đứt gẫy Pô Kô; 16- Điểm lấy mẫu.

Khối Bắc Khâm Đức nằm về phía bắc thị trấn Khâm Đức, huyện Phước Sơn khoảng 15 km. Khối granitogneis bắc Khâm Đức có dạng thấu kính dẹt, bề rộng khoảng 2,5 km, kéo dài khoảng

12 km theo phương Đông Bắc – Tây Nam cũng chính là phương gneis của khối và phương phân phiến của đá vây quanh. Đá lộ rất đẹp, dọc theo lòng Sông Cái (sông Dak My) (Hình 3). Chúng xuyên chỉnh hợp lên đá phiến kết tinh và amphibolite của loạt Núi Vú – Khâm Đức, ranh giới không rõ ràng (dạng tiêm nhập nhằng nhịt theo mặt phiến ở rìa tiếp xúc). Thành phần thạch học gồm có granite biotite, granite 2 mica, granite alaskite và granosyenite. Đá có cấu tạo gneis điển hình, phổ biến kiến trúc nửa tự hình biến dư, đa số còn rõ kiến trúc tàn dư nửa tự hình. Một số nơi gặp kiến trúc ban biến tinh (mật độ ban biến tinh ít hơn ở khối Chu Lai). Các ban biến tinh là feldspar potassium màu trắng đục, kích thước lớn (0,5–2 cm^2) bị ôm bởi các dải khoáng vật tối màu hoặc nổi lưa thưa trên nền hạt nhỏ không đều. Ở khối này không rõ đới nội tiếp xúc song càng vào trung tâm khối gặp càng nhiều các ban tinh feldspar lớn, ra rìa hoặc không có, hoặc ít gặp. Ở rìa khối thường có cấu tạo dạng phiến, dạng dải, dạng đường và hàm lượng muscovite tăng cao, có khi tạo greisen hóa. Xung quanh khối, tồn tại đới ngoại tiếp xúc rộng hàng trăm mét, thành phần là các dải đá phiến lục chạy song song ranh giới theo phương Đông Bắc – Tây Nam. Ở đây các đá bị thạch anh hóa, kiềm hóa mạnh và phổ biến hiện tượng chlorite, epidote hóa chứa nhiều sulfur. Khối bị hệ thống đứt gãy á vĩ tuyến khống chế và làm phức tạp hóa, giập vỡ, mylonite hóa mạnh mẽ.

Ngoài ra, *khu vực Tu Mơ Rông* phổ biến khá nhiều khối nhỏ, kéo dài theo phương cấu trúc chung là đông bắc - tây nam (phía bắc - đông bắc xã Văn Lem và quanh Ngok Tuôm) trong trường đá biến chất hệ tầng Tắc Pỏ. Nổi bật nhất là các khối Ngok Tea và Ngok Tuôm [3].

Đặc điểm thạch học – khoáng vật

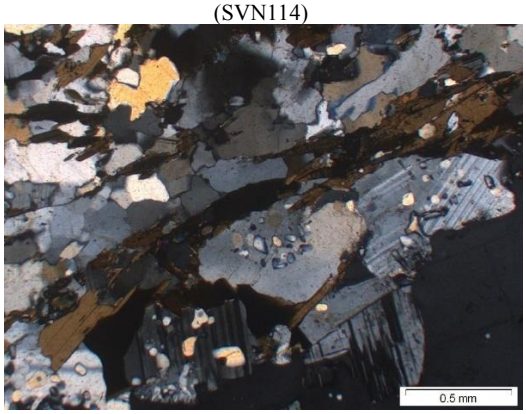
Granitogneis kiểu Tu Mơ Rông bao gồm các đá granite liên quan chặt chẽ về không gian và thời gian với các đá biến chất tướng amphibolite hệ tầng Tắc Pỏ. Thành phần thạch học gồm granite dạng gneis, plagiogranite dạng gneis, granite migmatite, rất ít granodiorite dạng gneis. Ngoài ra còn gặp các ổ pegmatoid. Migmatit thường ở rìa khối. Phổ biến nhất là migmatite dạng dải và migmatite dạng mắt. Có nơi, các mắt chỉ là một tinh thể microclin lớn tới 1–2 cm chứa các thể sót plagioclas. Giữa các loại đá trên có sự chuyển tiếp cả về thành phần lẫn kiến trúc và cấu tạo. Giữa migmatite và đá phiến kết tinh tướng amphibolite vây quanh có sự chuyển tiếp cài răng lược, nên rất khó phân định ranh giới giữa chúng.

Trong các khối trên được xếp vào phức hệ Chu Lai - Tu Mơ Rông phổ biến nhất là đá granite 2 mica [3]. Đá sáng màu, cấu tạo gneis điển hình, thường có kiến trúc dạng porphyr tàn dư, càng ra rìa khối cả kích thước lẫn hàm lượng các ban tinh đều giảm nhanh. Thành phần phần trăm của các khoáng vật như sau: plagioclas chiếm 24–39 %; feldspar potassium: 23–40 %; thạch anh: 26–34 %; biotit: 4–12 %; muscovite: 0–6 %, khoáng vật phụ gặp apatit, garnet, orthit, zircon. Ở trung tâm khối hàm lượng muscovite thấp hơn ở rìa khối, ở gần rìa khối nhất là đới nội tiếp xúc gặp đá có kiến trúc hạt nhỏ sáng màu hơn, có nơi gặp granite alaskite có cấu tạo định hướng ép dẹp. Trong các khối, khá phổ biến đá có hàm lượng biotite cao (> 5 %) đá có tên là granitogneis biotite, nhất là gần các thể đá tù hoặc trong đới hỗn nhiễm (biotite: 15–16 %). Một số nơi ở trung tâm khối, hàm lượng feldspar potassium tăng cao (59–61 %), đá chuyển sang granosyenite. Các đá hầu hết đều bị thạch anh hóa, microclin hóa, sericite hóa mạnh.

Thành phần thạch học của chúng bao gồm: các đá granitogneis, plagiogranite migmatite, granitogneis biotite, granitogneis hai mica, được đánh giá rất tương đồng với các thành tạo đá biến chất trong các giếng khoan dầu khí khu vực Mỏ Rồng [8].

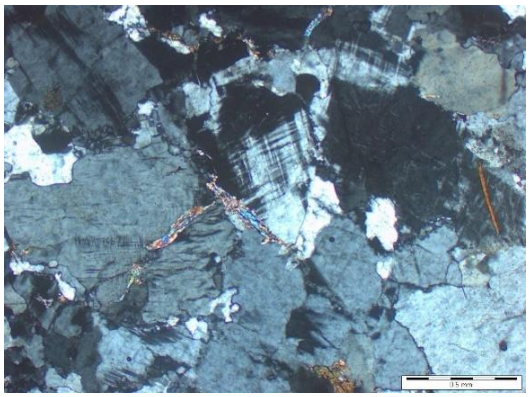
Hình 2. Vết lộ tại điểm khảo sát khối Chu Lai (SVN114)

Hình 3. Điểm khảo sát khối bắc Khâm Đức dọc lòng sông Dak My (lộ điểm SVN35)

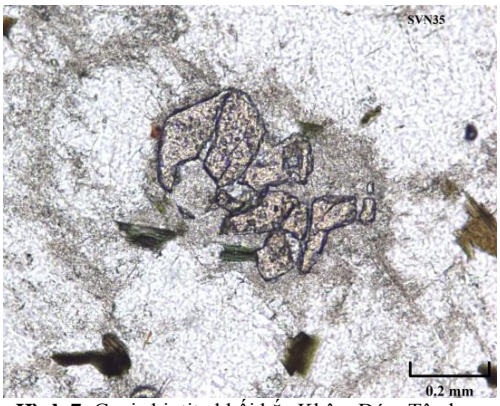


Hình 4. Gneis biotite khối Ngok Gle Lang. Đá có cấu tạo gneis điển hình, khoáng vật màu biotite sắp xếp định hướng rõ. Plagioclas và feldspar potassium mọc xen cho kiến trúc myrmekite (LM SVN63, 2Ni+)

Hình 5. Granitogneis có biotite khối Chu Lai. Khoáng vật màu biotite sắp xếp định hướng rõ đi cùng với chúng là các hạt zircon (LM SVN114, 2Ni+)



Hình 6. Granitogneis có biotite khối Chu Lai. Microclin thay thế từng phần orthoclas; Muscovite dạng tia mạch phân bố dọc theo khe nứt của các hạt feldspar. (LM SVN114, 2Ni+)



Hình 7. Gneis biotite khối bắc Khâm Đức. Tập hợp khoáng vật garnet (có nhiều đường nứt, độ nổi cao) đi cùng với biotite (Lm SVN35, 1Ni-)

Thành phần khoáng vật có ba khoáng vật phổ biến và có hàm lượng tương đương nhau là plagioclas, feldspar potassium và thạch anh. Tổ hợp cộng sinh khoáng vật: + plagioclas + feldspar potassium + thạch anh + biotite + muscovite + apatit ± zircon ±garnet± orthit ± quặng.

- *Plagioclas* là những hạt dạng lăng trụ, tấm bị gặm mòn, không màu dưới 1N-, kích thước hạt nhỏ nhất là 0,3 x 0,4 mm, hạt lớn nhất 1,4 x 1,6 mm, phổ biến 0,9 x 1 mm. Phần lớn các hạt plagioclas bị sét – sericite hóa, nhất là phần rìa hoặc trung tâm hạt.

Thành phần plagioclas xác định theo luật xong tinh albit trên tiết diện thẳng góc với mặt (010) cho giá trị góc tắt đối xứng cực đại Np^(010) = 12 - 16^0, tương ứng với oligolas - andesin (số hiệu của plagioclas N^0=27 – 35).

- *Feldspar potasium* gồm 2 loại tương ứng với orthoclas và microclin.

Orthoclas là những hạt có dạng tấm hoặc tha hình. Kích thước hạt thay đổi, hạt nhỏ nhất 0,3 x 0,5 mm, hạt lớn nhất 2,2 x 2,5 mm, phổ biến 0,8 x 1,2mm. Chiết suất thấp, mờ đục dưới $1N^-$, lấm tấm bẩn do bị kaolin hóa.

Microclin là những hạt có kích thước nhỏ và thay thế một phần hoặc hoàn toàn từ orthoclas. Microclin điển hình với kiến trúc song tinh mạng lưới, không màu dưới 1N-, không bị kaolin hóa.

- *Thạch anh* Có dạng tha hình, biến tinh, rìa méo mó răng cưa. Màu giao thoa xám trắng bậc 1, một số hạt tắt làn sóng. Kích thước phổ biến 0,5 - 1,6 mm, trong suốt, không màu và độ nổi thấp dưới $1N^-$. Một số tiết diện bám bụi bẩn bên nhám bẩn. Đôi khi chúng có dạng vân chữ, mọc xen trong orthoclas kiểu kiến trúc myrmekite dạng giun.

- *Biotite* là những hạt dạng tấm, vẩy. Kích thước phổ biến 0,1 x 0,8 mm. Dưới $1N^-$ chúng có tính đa sắc từ nâu sẫm đến vàng nhạt. Một số hạt bị muscovite, chlorite hóa yếu ở ven rìa, tắt thẳng.

- *Muscovite* là những hạt có dạng tấm, vẩy, có màu giao thoa sặc sỡ. Kích thước phổ biến 0,3 x 0,5 mm, không màu dưới $1N^-$, tắt thẳng.

- *Garnet* chiếm số lượng rất nhỏ trong mẫu, chỉ gồm vài hạt, không màu dưới $1N^-$, độ nổi cao, đẳng hướng tối đen hoàn toàn dưới $2N^+$.

- *Apatite*chiếm số lượng nhỏ trong mẫu, chỉ gồm vài hạt. Chúng có dạng lăng trụ dài, độ nổi cao và không màu dưới $1N^-$, màu giao thoa cao dưới $2N^+$.

- *Zircon* chiếm số lượng nhỏ, vài hạt trong mẫu. Chúng là những hạt có dạng lăng trụ chóp nhọn hai đầu, khảm trên thạch anh hay đi cùng biotit.

- *Orthite* chiếm số lượng ít, chúng thường có dạng lăng trụ, rất tự hình kích thước (0,2 x 0,6 mm) màu đỏ nâu, độ nổi cao, có tính đa sắc rõ: nâu đỏ đến nâu vàng, có song tinh đơn giản, và thường có cấu tạo đới rất đặc trưng.

- *Quặng* là những hạt góc cạnh, màu đen, không thấu quang.

PHƯƠNG PHÁP

Phương pháp phân tích U-Pb trong khoáng vật zircon

Các mẫu nghiên cứu trong bài báo này được lấy dọc theo đứt gãy theo đới đứt gãy á vĩ tuyến Tam Kỳ - Phước Sơn, bao gồm 3 khối chính sau: khối Chu Lai (SVN114 và SVN115), khối Ngok Gle Lang (SVN64) và khối Bắc thị trấn Khâm Đức (SVN35 và SVN35/2). Nhìn chung, năm (05) mẫu chọn xác định tuổi tuyệt đối U-Pb trên zircon của các mẫu nghiên cứu thể hiện một cách chi tiết đại diện cho các đá biến chất granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức. Các hạt zircon chủ yếu có dạng tự hình, dạng lưỡng tháp hai đầu, kích thước hạt dài thay đổi từ 80 đến 500 µm (Hình 8).

Các mẫu nghiên cứu cho bài báo này được phân tích tại Trung tâm nghiên cứu Khai thác Quặng mỏ đặt tại Trường ĐH Tasmania - Australia (CODES-UTAS). Về phương pháp phân

tích đồng vị U-Pb zircon bằng tổ hợp máy Laser ablation ICP-MS; quy trình tuyển chọn zircon và các tham số về tổ hợp máy Laser ablation ICP-MS có thể tham khảo trong các bài báo như [9, 10].

KẾT QUẢ

Các kết quả phân tích chi tiết được trình bày ở Bảng 1 và sai số các tỷ số và chúng được thể hiện trên các biểu đồ đường cong Tera-Wasserburg biểu diễn các kết quả phân tích (Hình 9). Kết quả tuổi ^{238}U - ^{206}Pb thích hợp nhất được hiệu chỉnh từ đồng vị ^{207}Pb sử dụng phần mềm Isoplot 3.0 [11] với sai số của đồng vị của chúng là 1-sigma. Các mẫu nghiên cứu mẫu này được lấy dọc theo đới đứt gãy á vĩ tuyến Tam Kỳ - Phước Sơn, bao gồm 3 khối chính sau: khối Chu Lai (SVN114 và SVN115), khối Ngok Gle Lang (mẫu SVN64) và khối Bắc thị trấn Khâm Đức (mẫu SVN35 và SVN35/2). Nhìn chung, năm (05) mẫu chọn xác định tuổi tuyệt đối U-Pb trên zircon của các mẫu nghiên cứu thể hiện một cách chi tiết cho các đá biến chất gneis thuộc phức hệ Chu Lai [1, 3, 5, 7]. Các hạt zircon chủ yếu có dạng tự hình, dạng lưỡng tháp hai đầu, kích thước hạt dài thay đổi từ 80 đến 500 µm (Hình 8).

Các kết quả phân tích chi tiết được trình bày ở Bảng 1, và sai số các tỷ số và chúng được thể hiện trên các biểu đồ đường cong Tera-Wasserburg biểu diễn các kết quả phân tích (Hình 9). Kết quả tuổi ^{238}U - ^{206}Pb thích hợp nhất được hiệu chỉnh từ đồng vị ^{207}Pb sử dụng phần mềm Isoplot 3.0 với sai số của đồng vị của chúng là 1-sigma [11].

SVN114 (Tọa độ 108.6958 ^{o}E, 15.3828 ^{o}N)

Mẫu SVN114 lấy tại mỏ khai thác đá phía bắc đỉnh Núi Trà (độ cạo ~ 400 m) và nằm phía Tây chợ thị xã Núi Thành (khu quân sự Chu Lai – cũ) cách QL1A ~1,5 km về hướng Tây.

Mẫu SVN114 là đá granitogneis biotite - garnet màu xám trắng đốm xanh đen hạt nhỏ - trung không đều, kích thước hạt phổ biến 0,5-1,5 mm, có kiến trúc porphyr rõ với các hạt feldspar có kích thước lớn đến 10 mm, đá có cấu tạo gneis, với tập hợp khoáng vật màu phân bố định hướng yếu. Mẫu được lựa chọn có đặc điểm còn tươi và chưa bị biến đổi. Những hạt zircon được tuyển chọn từ mẫu SVN114 có dạng lăng trụ dài chóp hai đầu và khá tự hình, từ trong suốt đến màu phớt nâu nhạt, kích thước lớn (trung bình ~200 x 80 µm). Hầu hết các hạt zircon đều có kiến trúc phân đới tăng trưởng rõ thể hiện nguồn gốc magma.

Kết quả tuổi đồng vị U-Pb của mười hai hạt zircon cho mẫu phân tích SVN114 có tuổi từ 413 – 435 triệu năm, riêng có một hạt có tuổi cổ hơn với gia trị tuổi là 451 triệu năm, được trình bày trên hình 9. Trên hình này cho thấy các hạt phân tích có tuổi phù hợp tập trung thành một nhóm (cumulative probability) có giá trị tuổi phổ biến trung bình (weighted mean age) tại điểm 426 ± 3 triệu năm MSWD (độ lệch bình phương trung bình) = 0,8, probability = 0,64, N = 11, thuộc giai đoạn Paleozoi sớm (Silur giữa), tuổi này là tuổi thành tạo của granitogneis trung tâm của khối Chu Lai của huyện Núi Thành (tỉnh Quảng Nam).

SVN115 (Tọa độ 108.6448 ^{o}E, 15.2416 ^{o}N)

Mẫu SVN115 lấy tại mỏ đá khai thác đá núi Bình Mỹ. Đây là đá granitogneis bị cà nát mạnh (mylonite), với kiến trúc dạng mắt (augen structure), là các ban biến tinh feldspar potassium (microclin) có kích thước lớn từ 2–8 mm, một số lớn đến 20 mm.

Những hạt zircon được tuyển chọn từ mẫu SVN115 có dạng lăng trụ dài chóp hai đầu và khá tự hình, từ trong suốt đến màu phớt nâu nhạt, kích thước lớn (trung bình ~100 x 70 µm). Hầu hết các hạt zircon đều có kiến trúc phân đới tăng trưởng rõ.

Kết quả tuổi đồng vị U-Pb của mười hai hạt zircon cho mẫu phân tích SVN115 có tuổi từ 427 - 438 triệu năm, được trình bày trên Hình 9. Trên hình này cho thấy các hạt phân tích có tuổi phù hợp tập trung thành một nhóm có giá trị tuổi phổ biến trung bình tại 432 ± 3 triệu năm (MSWD =

0,4, probability = 0,97, N = 12), thuộc giai đoạn Paleozoi sớm (Silur sớm – giữa), tuổi này là tuổi thành tạo của granitogneis rìa nam khối Chu Lai của huyện Núi Thành (tỉnh Quảng Nam).

SVN63 (Tọa độ 107.9067 ºE, 15.4377 ºN)

Mẫu SVN63 được lấy trên đường từ Làng Hồi đi Thị trấn Khâm Đức (QL14E – đường từ TP. Tam Kỳ - Phước Sơn) nằm ở rìa phía bắc khối Ngok Gle Lang (phía đông Thị trấn Khâm Đức ~15 km). Đá có màu xám trắng đến xanh đen hạt trung thô không đều, kích thước hạt 1,5 – 5 mm, có cấu tạo định hướng rõ (cấu tạo gneis), khoáng vật màu chiếm hàm lượng ~ 15 %, chủ yếu là biotite, chúng phân bố định hướng không đều, thường tập trung thành cụm có kích thước thay đổi, từ 1–2 mm đến ~30 mm.

Những hạt zircon được tuyển chọn từ mẫu SVN63 có dạng lăng trụ dài chóp hai đầu và khá tự hình, từ trong suốt đến màu phớt nâu nhạt, kích thước lớn (trung bình ~ 100 x 70 µm). Hầu hết các hạt zircon đều có kiến trúc phân đới tăng trưởng rõ thể hiện nguồn gốc magma (Hình 8).

Kết quả tuổi đồng vị U-Pb của mười hai hạt zircon cho mẫu phân tích SVN63 có tuổi từ 427 - 467 triệu năm, được trình bày trên. Trên hình này cho thấy các hạt phân tích có tuổi phù hợp tập trung thành một nhóm có giá trị tuổi phổ biến trung bình tại 444 ± 8 triệu năm (MSWD = 1,8, probability = 0,06, N = 11), thuộc giai đoạn Paleozoi sớm (ranh giới Ordovic và Silur), tuổi này là tuổi thành tạo của granitogneis rìa bắc của khối Ngok Gle Lang huyện Phước Sơn (tỉnh Quảng Nam). Trong kết quả này thấy có một hạt cho kết quả trẻ hơn là 327 ± 8 triệu năm (điểm màu xanh lá cây)được trình bày trên Hình 9.

SVN35 (Tọa độ 107.8233 ºE, 15.4946 ºN)

Mẫu SVN35 được lấy trong lòng sông Dak My (Sông Cái), phía bắc thị trấn Khâm Đức ~ 12 km (hướng đi về thị trấn Nam Giang (Bến Giằng cũ). Đá có màu xám trắng hạt trung thô không đều, kích thước hạt 1,5–5 mm, có cấu tạo định hướng yếu, khoáng vật màu chiếm ~7 %, chủ yếu là biotite, chúng phân bố định hướng không đều, thường tập trung thành cụm có kích thước thay đổi, từ 1–2 mm đến ~20 mm. Trong đá có nhiều ban biến tinh microclin, có kích thước lớn đến 7 mm.

Các hạt zircon được tuyển chọn từ mẫu SVN35 có dạng lăng trụ dài chóp hai đầu và khá tự hình, từ trong suốt đến màu phớt nâu nhạt, kích thước lớn (trung bình ~50 x 120 đến 80 x 180 microns). Hầu hết các hạt zircon đều có kiến trúc phân đới tăng trưởng rõ thể hiện nguồn gốc magma (Hình 8).

Kết quả tuổi đồng vị U-Pb của mười hai hạt zircon cho mẫu phân tích SVN35 có tuổi từ 424 - 440 triệu năm, được trình bày trên Hình 9. Trên hình này cho thấy các hạt phân tích có tuổi phù hợp tập trung thành một nhóm (cumulative probability) có giá trị tuổi trung bình tại điểm 433 ± 6 triệu năm (MSWD = 0,43; Probability = 0,91; N = 9), tuổi này được cho là tuổi kết tinh của granitotid khối bắc thị trấn Khâm Đức của huyện Phước Sơn (tỉnh Quảng Nam). Trong kết quả này thấy có hai hạt cho kết quả lớn hơn là 496 ± 10 triệu nămvà 848 ± 16 triệu năm (điểm màu xanh lá cây) được trình bày trên Hình 9.

Bảng 1. Kết quả phân tích đồng vị U-Pb trong từng hạt zircon của các thành tạo granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức (phương pháp phân tích LA-ICP MS)

Số hiệu	Hf (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	$^{238}U/^{206}Pb$	±1σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±1σ	$^{208}Pb/^{232}Th$	±1σ	Tuổi $^{238}U/^{206}Pb$ (Tr.n)	±1σ
SVN114: Mean (*) = 426±3 Triệu năm, MSWD (**)= 0,79, probability = 0,64 (n=11)												
SVN114_1	11672	38	383	467	14,50	0,23	0,0547	0,0018	0,0222	0,00055	**430**	**7**
SVN114_2	13135	350	3180	4655	14,52	0,18	0,0557	0,0008	0,0223	0,00026	**429**	**5**
SVN114_3	13126	96	803	1307	14,87	0,20	0,0566	0,0011	0,0227	0,00036	**419**	**5**
SVN114_4	10703	18	229	217	14,53	0,25	0,0603	0,0019	0,0230	0,00048	**426**	**7**
SVN114_5	12611	294	2994	3868	15,10	0,28	0,0558	0,0010	0,0215	0,00035	**413**	**8**
SVN114_6	12948	119	651	1516	13,74	0,25	0,0592	0,0015	0,0274	0,00059	451	8
SVN114_7	12156	46	486	633	14,33	0,31	0,0562	0,0015	0,0225	0,00048	**435**	**9**
SVN114_8	14324	128	873	1957	14,52	0,28	0,0559	0,0013	0,0228	0,00048	**429**	**8**
SVN114_9	13862	211	1517	2982	14,65	0,22	0,0563	0,0009	0,0227	0,00028	**425**	**6**
SVN114_10	11784	30	340	393	14,58	0,15	0,0562	0,0012	0,0228	0,00035	**427**	**4**
SVN114_11	13115	186	1464	2580	14,68	0,14	0,0565	0,0007	0,0228	0,00029	**424**	**4**
SVN114_12	12002	46	482	605	14,42	0,17	0,0565	0,0010	0,0229	0,00032	**432**	**5**
SVN115: Mean = 432±3 Triệu năm, MSWD = 0,35, probability = 0,97 (n=12)												
SVN115_1	11881	241	1981	3238	14,49	0,16	0,0557	0,0006	0,0223	0,00021	**430**	**5**
SVN115_2	13458	383	2149	5380	14,34	0,12	0,0551	0,0005	0,0220	0,00021	**435**	**4**
SVN115_3	13395	228	1469	3399	14,53	0,16	0,0561	0,0007	0,0223	0,00023	**429**	**5**
SVN115_4	14519	97	268	1499	14,27	0,21	0,0560	0,0009	0,0229	0,00043	**436**	**6**
SVN115_5	12153	221	1558	3036	14,44	0,18	0,0581	0,0007	0,0236	0,00026	**430**	**5**
SVN115_6	15305	176	948	2517	14,45	0,19	0,0563	0,0006	0,0209	0,00025	**431**	**5**
SVN115_7	11052	102	1181	1289	14,60	0,21	0,0565	0,0008	0,0216	0,00024	**427**	**6**

Số hiệu	Hf (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	$^{238}U/^{206}Pb$	±1σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±1σ	$^{208}Pb/^{232}Th$	±1σ	Tuổi $^{238}U/^{206}Pb$ (Tr.n)	±1σ
SVN115_8	11364	223	2287	2840	14,34	0,17	0.0568	0,0006	0,0219	0,00024	**434**	**5**
SVN115_9	14236	269	905	3939	14,40	0,14	0,0564	0,0006	0,0236	0,00027	**432**	**4**
SVN115_10	12535	207	1392	2830	14,38	0,21	0,0588	0,0008	0,0227	0,00025	**432**	**6**
SVN115_11	15069	312	1353	3879	13,72	0,18	0,0844	0,0012	0,0377	0,00059	**438**	**6**
SVN115_12	14218	130	689	1815	14,36	0,24	0,0568	0,0009	0,0260	0,00042	**433**	**7**
SVN63: Mean = 444±8 Triệu năm, MSWD = 1,8, probability = 0,06 (n=11)												
SVN63_1	13468	113	620	1657	14,24	0,40	0,0598	0,0051	0,0225	0,00108	**435**	**12**
SVN63_2	9481	14	115	166	13,41	0,41	0,0509	0,0053	0,0227	0,00114	**467**	**14**
SVN63_3	16901	25	119	468	19,08	0,45	0,0593	0,0043	0,0179	0,00168	*327*	*8*
SVN63_4	10419	21	160	263	13,91	0,26	0,0601	0,0054	0,0212	0,00093	**445**	**9**
SVN63_5	11894	64	368	874	14,25	0,22	0,0566	0,0028	0,0214	0,00076	**437**	**7**
SVN63_6	11018	30	172	424	14,42	0,30	0,0547	0,0041	0,0213	0,00105	**433**	**9**
SVN63_7	12156	69	353	973	14,52	0,29	0,0565	0,0035	0,0212	0,00074	**429**	**9**
SVN63_8	11060	56	404	742	14,43	0,32	0,0562	0,0038	0,0211	0,00080	**432**	**10**
SVN63_9	11462	134	962	1840	13,80	0,35	0,0593	0,0040	0,0206	0,00071	**449**	**11**
SVN63_10	12304	107	535	1496	13,50	0,23	0,0519	0,0040	0,0208	0,00101	**463**	**8**
SVN63_11	11038	43	274	581	13,75	0,25	0,0564	0,038	0,0209	0,00082	**452**	**8**
SVN63_12	11834	58	409	774	13,90	0,25	0,0559	0,0034	0,0215	0,00074	**448**	**8**
SVN35: Mean = 433±6 Triệu năm, MSWD = 0,43, probability = 0,91 (n=9)												
SVN35_1	10264	28	229	320	12,60	0,26	0,0515	0,0042	0,0233	0,00098	*496*	*10*
SVN35_2	10621	37	350	474	14,22	0,27	0,0566	0,0041	0,0203	0,00086	**438**	**8**
SVN35_3	11437	67	576	904	14,73	0,21	0,0537	0,0030	0,0203	0,00070	**424**	**6**
SVN35_4	11177	39	136	248	7,11	0,13	0,0680	0,0056	0,0391	0,00215	*848*	*16*

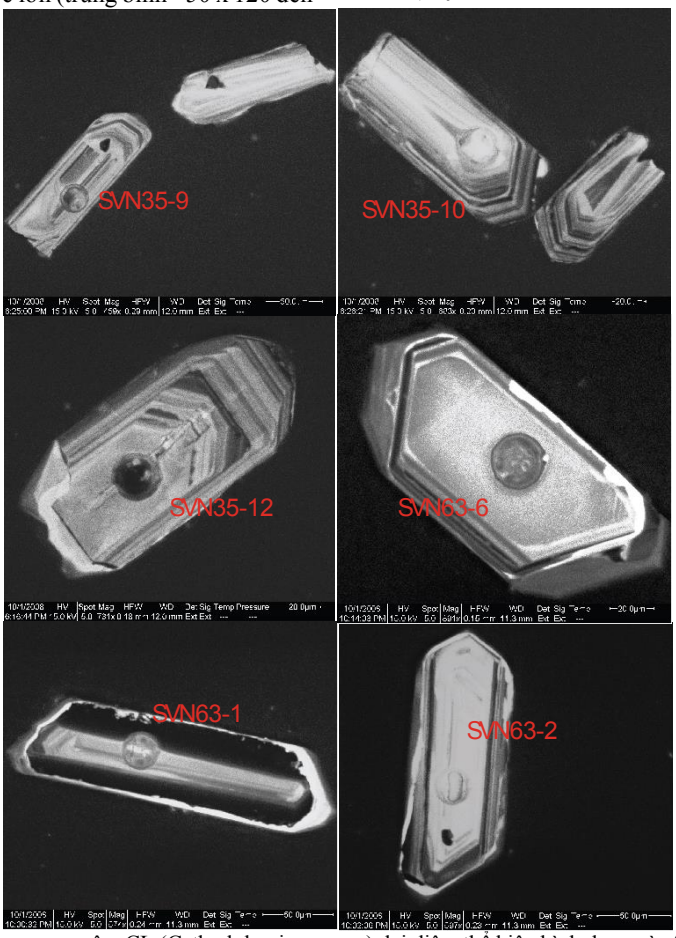
Số hiệu	Hf (ppm)	Pb (ppm)	Th (ppm)	U (ppm)	$^{238}U/^{206}Pb$	±1σ	$^{207}Pb/^{206}Pb$	±1σ	$^{208}Pb/^{232}Th$	±1σ	Tuổi $^{238}U/^{206}Pb$ (Tr.n)	±1σ
SVN35_5	8907	20	259	234	14,23	0,33	0,0519	0,0049	0,0206	0,00085	**440**	**10**
SVN35_6	11640	24	153	345	14,52	0,30	0,0575	0,0044	0,0215	0,00102	**428**	**9**
SVN35_7	12257	38	231	568	14,21	0,35	0,0587	0,0067	0,0202	0,00146	**437**	**11**
SVN35_8	10721	113	1596	1468	14,91	0,53	0,0582	0,0070	0,0200	0,00108	*417*	*15*
SVN35_9	10371	33	399	416	14,25	0,38	0,0613	0,0047	0,0213	0,00086	**434**	**12**
SVN35_10	10655	14	134	190	14,31	0,83	0,0661	0,0100	0,0218	0,00196	**430**	**25**
SVN35_11	12592	35	195	490	14,25	0,21	0,0583	0,0039	0,0230	0,00113	**436**	**7**
SVN35_12	11068	34	334	441	14,30	0,41	0,0620	0,0062	0,0221	0,00121	**432**	**13**
SVN35/2: Mean = 432,5±3,5 Triệu năm, MSWD = 4,4, probability = 0,00 (n=12)												
SVN35/2_1	10855	82	1043	993	14,55	0,07	0,0567	0,0006	0,0210	0,00042	**428**	**2**
SVN35/2_2	12203	20	136	277	14,40	0,09	0,0564	0,0011	0,0209	0,00063	**433**	**3**
SVN35/2_3	10998	34	312	432	14,15	0,07	0,0555	0,0009	0,0212	0,00050	**440**	**2**
SVN35/2_4	12426	36	288	486	14,55	0,08	0,0580	0,0010	0,0215	0,00055	**429**	**2**
SVN35/2_5	10341	55	581	692	14,55	0,07	0,0570	0,0008	0,0209	0,00046	**428**	**2**
SVN35/2_6	7924	18	106	237	14,15	0,09	0,0693	0,0014	0,0251	0,00078	**440**	**3**
SVN35/2_7	11212	22	187	290	14,19	0,12	0,0600	0,0017	0,0213	0,00068	**439**	**4**
SVN35/2_8	9550	19	198	235	14,17	0,09	0,0582	0,0013	0,0211	0,00058	**440**	**3**
SVN35/2_9	11189	30	188	422	14,19	0,10	0,0572	0,0013	0,0206	0,00079	**439**	**3**
SVN35/2_10	12514	34	233	431	14,05	0,07	0,0662	0,0010	0,0241	0,00062	**443**	**2**
SVN35/2_11	11172	59	717	728	14,63	0,11	0,0586	0,0013	0,0215	0,00077	**426**	**3**
SVN35/2_12	11464	38	198	335	10,00	0,33	0,0748	0,0020	0,0221	0,00060	**431**	**7**

(*) Kết quả tuổi ^{238}U - ^{206}Pb (Triệu năm) thích hợp được hiệu chỉnh từ đồng vị ^{207}Pb sử dụng phần mền Isoplot 3.0 (Ludwig 2003) với sai số đồng vị của chúng là 1-sigma;
(**) MSWD (Mean Square of the Weighted Deviation): Độ lệch bình phương trung bình.

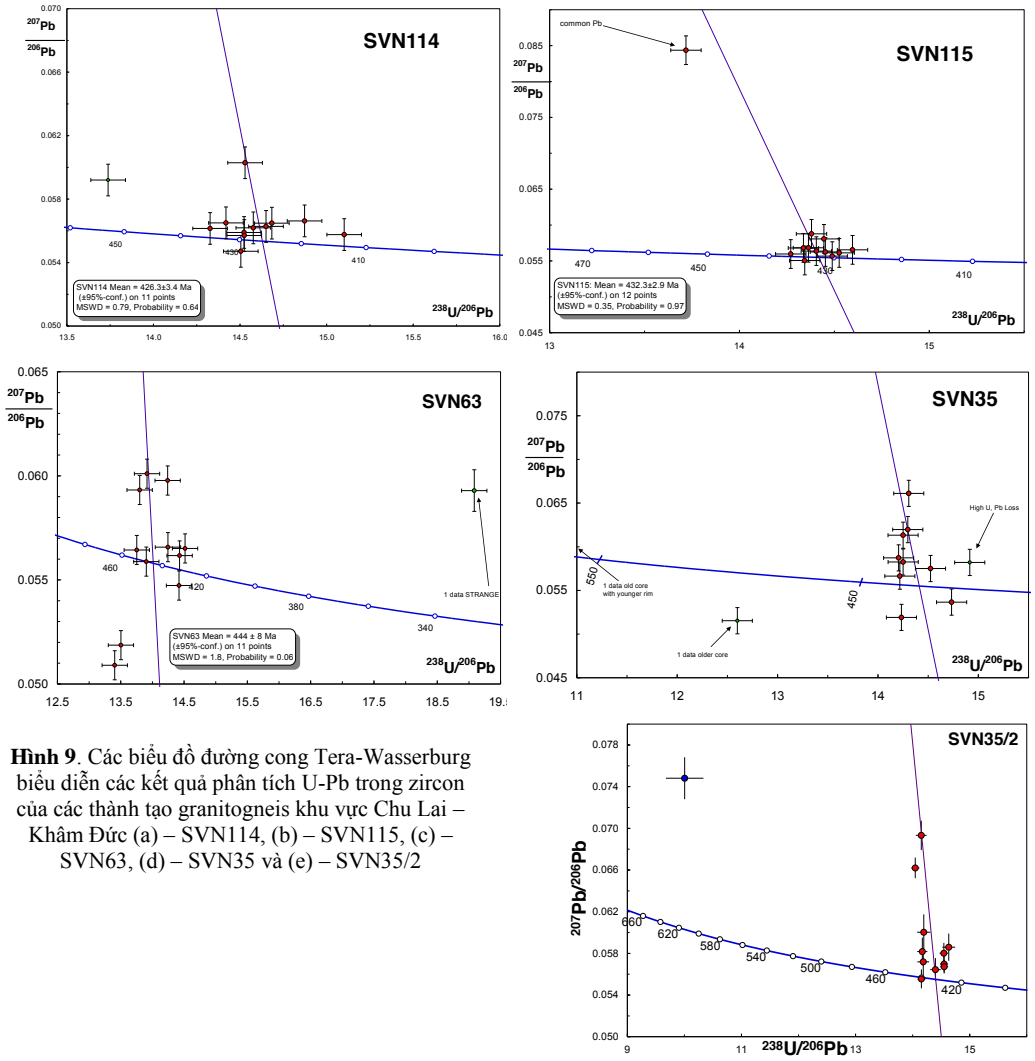
SVN35/2 (Tọa độ 107.81804 ^{o}E, 15.53056 ^{o}N)

Mẫu SVN35/2 được lấy cùng lộ điểm với mẫu SVN35, trên taluy đường QL14 (hướng đi lên thị trấn Nam Giang (Bến Giằng cũ), phía bắc thị trấn Khâm Đức ~ 12 km. Đá có màu xám trắng đến xanh đen hạt trung không đều, kích thước hạt 1,5 – 3 mm, có cấu tạo định hướng rõ (cấu tạo gneis), khoáng vật màu chiếm hàm lượng ~ 20 %, chủ yếu là biotite và horblend. Các hạt zircon được tuyển chọn từ mẫu SVN35/2 có dạng lăng trụ dài chóp hai đầu và khá tự hình, từ trong suốt đến màu phớt nâu nhạt, kích thước lớn (trung bình ~50 x 120 đến 80 x 150 microns). Hầu hết các hạt zircon đều có kiến trúc phân đới tăng trưởng rõ thể hiện nguồn gốc magma.

Kết quả tuổi đồng vị U-Pb của mười hai hạt zircon cho mẫu phân tích SVN35/2 có tuổi từ 424 - 440 triệu năm, được trình bày trên Hình 9. Trên hình này cho thấy các hạt phân tích có tuổi phù hợp tập trung thành một nhóm có giá trị tuổi trung bình tại điểm 432,7 ± 3,7 triệu năm (MSWD = 4,4, probability = 0, N = 12), tuổi này được cho là tuổi kết tinh của granitogneis khối bắc thị trấn Khâm Đức (huyện Phước Sơn, tỉnh Quảng Nam).



Hình 8. Ảnh phát quang cực âm CL (Cathodoluminescence) đại diện, thể hiện hình dạng và cấu trúc của các tinh thể zircon tiêu biểu từ các thành tạo granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức. Các ký hiệu tương ứng với số hiệu kết quả phân tích từ bảng 1. Hầu hết các hạt zircon phân tích có cấu trúc phân đới tự hình, chúng phản ánh nguồn gốc magma thực thụ. Các vòng tròn nhỏ (đường kính ~20 µm) là vị trí phân tích LA ICP MS U-Pb zircon (Ảnh chụp sau khi đã phân tích mẫu).



Hình 9. Các biểu đồ đường cong Tera-Wasserburg biểu diễn các kết quả phân tích U-Pb trong zircon của các thành tạo granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức (a) – SVN114, (b) – SVN115, (c) – SVN63, (d) – SVN35 và (e) – SVN35/2

THẢO LUẬN

Theo tài liệu các nghiên cứu trước đây cũng từng đề cập về tuổi thành tạo granitogneis của địa khối Kon Tum [1-3, 5-7]. Các thành tạo granitogneis khối Chu Lai lần đầu tiên được xác định bằng phương pháp tuổi đồng vị của hệ Rb – Sr của đá tổng, cho giá trị 1324, 772 và 530 triệu năm (W. Hurley. 1972) [16]. Sau đó, các thành tạo này được xác định bằng phương pháp K-Ar phân tuổi cho là 286 triệu năm [2]. Bùi Minh Tâm và nnk (2008) [5] cũng ghi nhận tuổi granitogneis Chu Lai là 509 ± 8 triệu năm. Các giá trị tuổi trên cho thấy khi không sử dụng cùng một phương pháp sẽ cho các giá trị tuổi khác nhau. Đây cũng là vấn đề cho thấy tính phức tạp về nguồn gốc của tuổi thành tạo của các thành tạo biến chất thuộc kiểu phức hệ Chu Lai – Tu Mơ Rông ở khu vực Chu Lai – Khâm Đức.

Tuy nhiên, với độ tin cậy của phương pháp LA-ICP-MS U-Pb của 5 mẫu với số lượng 60 hạt

khoáng vật zircon trong nghiên cứu này (Bảng 1), có thể coi là tuổi thành tạo của các đá granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức. Tuổi này chứng tỏ chúng được thành tạo vào khoảng 426 – 444 triệu năm (từ cuối Ordovic đến Silur giữa - $O_3 – S_2$) (bảng 2), kéo dài khoảng 20 triệu năm, gần tương đồng kết quả tuổi tham khảo của Vũ Thị Hảo (2016) là trung bình 453±16 triệu năm (phân tích U-Pb zircon tại phòng LA-ICP-MS Vật lý địa cầu và Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc) [12].

Ngoài ra, tác giả ghi nhận thêm một số tuổi khác so với tuổi thành tạo của chúng. Đầu tiên là các giá trị tuổi trên tuổi thành tạo ghi nhận được ở phần nhân các hạt zircon di sót, độ tuổi trung bình 496±10 triệu năm và 848±16 triệu năm (kết quả hạt zircon của mẫu SVN35_1 và SVN35_4) thuộc khoảng tuổi Neo-Proterozoic – Cambri. Tuổi này được xem là tuổi của nguồn vật liệu ban đầu được sót lại trong quá trình tái kết tinh và thành tạo của chúng. Giá trị tuổi thứ hai nhỏ hơn tuổi thành tạo của các đá granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức ghi nhận được là 327±8 triệu năm (kết quả hạt zircon của mẫu SVN63_3, bảng 1). Tuổi này được xem là tuổi biến chất về sau của chúng.

Bảng 2. Kết quả tuổi đồng vị U-Pb trong zircon của các thành tạo granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức (Phân tích bằng LA-ICP MS)

STT	Số hiệu	Kinh độ đông	Vĩ độ bắc	Khối	Tên đá	Tuổi (tr. n)	±1σ
1	SVN114	108,6958	15,3828	Chu Lai	Granitogneis	426	3
2	SVN115	108,6448	15,2416	Chu Lai	Mylonitic gneis	432	3
3	SVN63	107,9067	15,4377	Ngok Gle Lang	Gneis biotit	444	8
4	SVN35	107,8233	15,4946	Bắc Khâm Đức	Gneis biotit	433	6
5	SVN35/2	107,8180	15,5306	Bắc Khâm Đức	Gneis biotite – hornblend	432,7	3,7
6	V1123	108^0 41’ 01”	15^0 24’ 16”	Chu Lai	Granitogneis 2 mica	453	16

Ghi chú:

Mẫu 1–5: Kết quả của tác giả phân tích tại Trung tâm nghiên cứu Khai thác Quặng mỏ Trường Đại học Tasmania - Australia (CODES-UTAS).

Mẫu 6: Tham khảo của Vũ Thị Hảo (2016), Kết quả phân tích tại phòng LA-ICP-MS Vật lý địa cầu và Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học Trung Quốc [12].

Giai đoạn tuổi này cũng đã được ghi nhận nhiều nơi ở Việt Nam và trên thế giới, như tuổi của phức hệ Đại Lộc [13, 14], một số nơi ở địa khối Kon Tum [15]. Giai đoạn này trên thế giới ghi nhận bối cảnh kiến tạo va chạm giữa hai mảng Indochina và South China để thành lập Cathaysialand vào đầu Paleozoic khi đang di chuyển lên phía Bắc lúc mở biển Paleo-Tethys. Như vậy, có thể nhận định rằng, quá trình thành tạo tuổi của các đá granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức là sản phẩm từ sự tái nóng chảy vỏ lục địa Indochina ban đầu trong bối cảnh va chạm mảng trong Paleozoic sớm [3, 5, 7, 13].

Các giai đoạn tuổi trung bình 496±10 triệu năm và 848±16 triệu năm của một vài hạt zircon, tương ứng với giai đoạn khoảng tuổi Neo-Proterozoic – Cambri. Tuổi này là của các vật liệu zircon di sót, chúng được mang lên do nóng chảy và kết tinh các đá granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức. Như vậy, đây có thể là một giai đoạn magma thực thụ trước đó, hình thành lên các đá cổ trước khi có va chạm kiến tạo xảy ra để hình thành

các đá biến chất granitogneis khu vực Chu Lai – Khâm Đức. Giai đoạn 327±8 triệu năm tìm thấy ở một hạt zircon tương ứng với giai đoạn Carbon muộn, đánh dấu cho một giai đoạn biến chất về sau của chúng.

KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu chi tiết về đặc điểm thạch học – khoáng vật các thành tạo granitogneis và gneis biotit khu vực dọc theo đứt gãy Khâm Đức – Trà Bồng (lấy từ 03 khối: Chu Lai, Ngọc Gle Lang, và khối bắc thị trấn Khâm Đức) và kết quả phân tích thành phần đồng vị U-Pb của 60 hạt đơn khoáng zircon của năm mẫu lấy từ 3 khối trên, kết quả xác định được tuổi kết tinh cho các khối này có giá trị tuổi từ 444 triệu năm (gneis biotit) đến 426 triệu năm (đá granitogneis). Tuổi này chứng tỏ chúng được thành tạo vào khoảng 426–444 triệu năm, kéo dài khoảng 20 triệu năm. Chúng được xếp vào pha hoạt động magma - kiến tạo có tuổi từ cuối Ordovic đến Silur giữa đại diện cho khu vực rìa bắc địa khối Kon Tum.

Lời cảm ơn: *Bài báo được tài trợ bởi Trường Đại học Dầu khí Việt Nam (PVU) trong khuôn khổ đề tài mã số GV1517. Gia công mẫu, phân tích và xác định tuổi đồng vị U-Pb trong zircon được thực hiện tại Trung tâm nghiên cứu Khai thác Quặng mỏ đặt tại Trường ĐH Tasmania - Australia (CODES-UTAS). Tham gia thực địa có sự giúp đỡ của TS. Trịnh Văn Long (Tổng hội Địa chất Việt Nam), TS. Đỗ Văn Lĩnh (Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam), và các đồng nghiệp của Trường ĐH Dầu khí Việt Nam - PVU. Tác giả bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến các tập thể và các cá nhân nêu trên.*

Petrographic characteristics and zircon U-Pb geochronology of granitogneiss rocks in the Chu Lai - Kham Duc area (Quang Nam province)

- **Dinh Quang Sang**
  Petrovietnam University

ABSTRACT

The early Palaeozoic granitogneiss association in the Chu Lai - Kham Duc area (Quang Nam) is a large area of hundreds of km^2, along southern of the East – West ductile deformation zones (Tam Ky – Phuoc Son fault zone), which is studied in detail in different geologic maps scales by the geologists, which is named Chu Lai complex. The five samples studied in detail are composed mainly of granitogneiss and biotite gneiss from the Chu Lai - Kham Duc area. The samples were crushed and large zircons were extracted. The in-situ zircon U–Pb geochronology was conducted on five samples (60 zircons in total) of age between 444 Ma and 426 Ma. These ages indicated the prolonged magmatic – tectonic period between the late Ordovician and middle Silurian in Kon Tum massif.

Key works: *geochronology, U-Pb, zircon, LA-ICP MS, granitogneiss, Chu Lai complex*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Huỳnh Trung, Nguyễn Đức Thắng và nnk, 1979. Các thành tạo xâm nhập granitoid khối Đại Lộc, Sa Huỳnh, Chu Lai. Liên đoàn Bản đồ địa chất, Hà Nội (1979).

[2]. Đào Đình Thục, Huỳnh Trung, Địa chất Việt Nam. Tập II - Các thành tạo magma. Cục địa chất Việt Nam, Hà Nội (1995).

[3]. Nguyễn Xuân Bao (chủ biên), Báo cáo thuyết minh bản đồ Kiến tạo – Sinh khoáng

Miền Nam Việt Nam, tỷ lệ 1:500.000. Lưu trữ Liên đoàn Bản đồ Địa chất Miền Nam, TP. Hồ Chí Minh (2001).

[4]. Nguyễn Xuân Bao, Dương Văn Cầu, Trịnh Đình Long, Các đới kiến tạo phần đất liền Nam Việt Nam. *Tạp chí Địa chất*, Loạt A, số 352-354, 7-12, 11–27, Hà Nội (2015).

[5]. B.M. Tâm (chủ biên), Hoạt động magma Việt Nam. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội (2010).

[6]. T.T. Hòa (chủ biên), Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp nhà nước: "Nghiên cứu điều kiện thành tạo và quy luật phân bố khoáng sản quý hiếm liên quan đến hoạt động magma khu vực miền Trung và Tây Nguyên". Lưu trữ Viện Địa Chất – Viện Khoa học và Công Nghệ, Hà Nội (2005).

[7]. Trần Văn Trị, Vũ Khúc (đồng chủ biên), Địa chất và Tài nguyên Việt Nam. NXB Khoa học Tự nhiên và Công Nghệ, Hà Nội (2009).

[8]. P.T. Đắc, P.Đ. Hiến, Các đá móng magma ở mỏ Rồng, tuổi thành tạo và khả năng chứa dầu của chúng, Hội nghị khoa học kỷ niệm 20 năm thành lập NXLD Vietsovpetro, Vũng Tàu (2002).

[9]. Đinh Quang Sang, Đặc điểm thạch học và tuổi đồng vị U–Pb zircon các thành tạo granitoid vùng Nam Bến Giằng, Quảng Nam, *Tạp chí Phát triển KH & Công nghệ, ĐH Quốc Gia*, tập 14/2011, T4, 17–31 (2011).

[10]. Phạm Trung Hiếu, Nguyễn Thị Bích Thủy, Nguyễn Thị Dung, Bùi Thế Vinh, Quy trình phân tích tuổi đồng vị U-Pb zircon bằng phương pháp LA-ICP-MS, *Tạp chí Địa chất*, Loạt A, số 352-354, 7-12, 188–198, (2015).

[11]. K.R. Ludwig, Isoplot 3.0: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel, Special Publication 4. Berkeley Geochronology Center, Berkeley (2003).

[12]. Vũ Thị Hảo, Đặc điểm thạch học, thạch địa hóa và nguồn gốc thành tạo granitoid khối Chu Lai - Núi Thành - Quảng Nam. Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học Tự Nhiên, ĐHQG-HCM (2016).

[13]. P.T. Hieu, N.T. Dung, N.T.B. Thuy, N.T. Minh, P. Minh, U-Pb ages and Hf isotopic composition of zircon and bulk rock geochemistry of the Dai Loc granitoid complex in Kon Tum massif: Implications for early Paleozoic crustal evolution in Central Viet Nam, *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 111, 5, 326–336 (2016).

[14]. F. Roger, H. Maluski, A. Leyreloup, C. Lepvrier, P.T. Thi, U–Pb dating of high temperature metamorphic episodes in the Kon Tum Massif (Vietnam), *Journal of Asian Earth Sciences*, 30, 565–572 (2007).

[15]. T.T. Hai, K. Zaw, J.A. Halpin, T. Manaka, S. Meffre, C.K. Lai, Y. Lee, L.V. Hai, D.Q. Sang, The Tam Ky-Phuoc Son Shear Zone in central Vietnam: Tectonic and metallogenic implications, *Gondwana Research*, 26, 144–164 (2014).

[16]. P.M. Hurley, H.W. Fairbairn, Sb-Sr ages in Vietnam: 530 Million years event, *Bulletin of the Geological Society of American*, 86, 797–806 (1972).