

Đặc điểm thành phần vật chất các đá magma Mesozoi muộn - Kainozoi sớm vùng Bình Thuận (Đông Nam Đà Lạt) và khoáng sản liên quan

TS. Nguyễn Trung Chí

Viện Dầu khí Việt Nam

TS. Ngô Văn Minh

Trung tâm Kiểm định và Công nghệ Địa chất

Trên cơ sở đặc điểm thạch học, địa hóa nguyên tố chính và nguyên tố vết của các thành tạo magma vùng Bình Thuận (Đông Nam đới Đà Lạt), nhóm tác giả đã làm rõ được tính đồng magma của các thành tạo núi lửa Nha Trang với các đá granitoid Đèo Cả, thuộc loạt kiềm - vôi, kiểu magma trộn lẫn giữa granite kiểu - I và S, đồng thời cho thấy quy luật tiến hóa magma của đới Đà Lạt theo 3 mức thời gian tương ứng với 3 tổ hợp núi lửa - xâm nhập được hình thành trong bối cảnh kiến tạo rìa lục địa tích cực kiểu Andơ với các kiểu sinh khoáng đặc trưng của chúng. Bằng việc đối sánh với các mô hình thạch kiến tạo - sinh khoáng cùng kiểu bối cảnh kiến tạo ở Chi Lê, các tác giả cho rằng dị thường từ cực lớn ở Bình Thuận có thể liên quan với một mỏ sắt magnetit - hematit kiểu nguồn gốc phun trào ignimbrite và andesit Nha Trang. Đặc biệt có thể tìm kiếm các mỏ thiếc và wolfram kiểu greisen liên quan nguồn gốc với các thành tạo granitoid Đèo Cả. Ngoài ra, các thành tạo granitoid phức hệ Định Quán ($J_3 - K_1$ đq), phức hệ Đèo Cả ($K_2 - E$ đc) và phức hệ núi lửa Nha Trang (K_2 nt) được xác định là thành phần chủ yếu của đá móng nứt nẻ bể Cửu Long và trở thành tầng chứa dầu quan trọng, là đối tượng khai thác dầu chủ yếu ở bể Cửu Long [8].

1. Giới thiệu

Các nhà địa chất Việt Nam thường gọi dị thường từ hàng không vùng Bình Thuận thuộc Đông Nam đới Đà Lạt là "dị thường từ Ga Lãng" và nó được ghi nhận như là một dị thường từ cực lớn, có khả năng liên quan với một mỏ sắt có quy mô lớn hơn Thạch Khê (Hà Tĩnh) [3]. Để làm rõ hơn bản chất của dị thường từ này cần phải tiến hành hàng loạt nghiên cứu điều tra địa chất, trong đó việc nghiên cứu các đá magma là một nhiệm vụ rất cơ bản. Bằng phương pháp nghiên cứu thạch luận nguồn gốc trên quan điểm kiến tạo mảng, kế thừa các tài liệu nghiên cứu có trước, nhóm tác giả đã tiến hành khảo sát đo vẽ, thu thập tài liệu, phân tích hàng trăm lát mỏng thạch học, hàng chục mẫu silicat và nguyên tố vết của các thành tạo magma trong diện tích có dị thường từ. Các thành tạo magma đó bao gồm: tổ hợp granitoid Định Quán ($\delta\gamma J_3 - K_1$ đq), tổ hợp granitoid Đèo Cả ($\gamma K_2 - E$ đc) và các thành tạo phun trào hệ tầng Nha Trang (K_2 nt). Việc nghiên cứu các thành tạo magma này góp phần làm sáng tỏ đặc điểm thành phần vật chất và nguồn gốc kiến tạo hình thành các đá móng magma nằm lót dưới các trầm tích Đệ Tam ở rìa Đông Nam thềm lục địa Việt Nam cũng như nguyên nhân nứt nẻ và trở thành tầng chứa

dầu quan trọng và được coi là đối tượng khai thác dầu chủ yếu nhất ở bể Cửu Long [8].

2. Đặc điểm thạch học khoáng vật

Tổ hợp các đá granitoid Định Quán ($\delta\gamma J_3 - K_1$ đq) phân bố chủ yếu ở phía Bắc và Đông Bắc vùng Bình Thuận và hoàn toàn nằm ngoài dị thường từ (xem mặt cắt), trong diện tích nghiên cứu hầu như không gặp lộ gốc do đó ít được tập trung nghiên cứu.

2.1. Các thành tạo núi lửa hệ tầng Nha Trang (K_2 nt)

2.1.1. Hệ tầng Nha Trang - phụ hệ tầng dưới ($\lambda K_2 nt_1$)

Các đá của phụ hệ tầng dưới phân bố chủ yếu ở phần hai bên rìa phía Bắc và Nam của vùng Ga Lãng, có một ít ở vùng trung tâm, với thành phần bao gồm: andesit, andesitodacit, dacit và cuội, sạn kết tuf andesit [2]. Đặc biệt các đá phun trào và mảnh vụn núi lửa của phụ hệ tầng thường gắn bó chặt chẽ có lẽ đồng magma với granitoid Định Quán và bị các granitoid của phức hệ này xuyên cắt. Việc xếp chúng vào phụ hệ tầng dưới hệ tầng Nha Trang ($K_2 nt_1$) có hợp lý hay không sẽ được thảo luận ở những phần sau.

Các đá andesit có màu xám xanh lục, lục đậm, hạt mịn, kiến trúc porphyre với nền hyalopilit hoặc pilotacxic, cấu tạo khối hoặc dòng chảy, đôi khi có lỗ rỗng; lượng ban tinh trong đá thay đổi nhiều từ 10 - 40% hầu như không gặp olivin mà chỉ gặp pyroxen (augit), biotit, hornblend. Nền gồm các vi tinh plagioclas (andesin), biotit, hornblend, pyroxen, vi hạt magnetit, zircon và thủy tinh bị clorit hóa (30 - 40%). Andesit thường bị biến đổi carbonate, sausrut, epidot, zoisit hóa (mẫu C.650/3GL).

Andesitodacit có màu xám xanh, xám lục nhạt, có thành phần tương tự như andesit nhưng thường có hàm lượng thạch anh cao hơn. Còn khoáng vật màu là biotit, pyroxen ít gặp hơn (mẫu P.27238).

Dacit có màu xám xanh đến xám nhạt, hạt mịn nhỏ, kiến trúc porphyr với nền hyalopilit, đôi khi vi khảm, cấu tạo dòng chảy hoặc dạng khối, hạnh nhân. Thành phần gồm ban tinh plagioclas (10 - 35%), hornblend (2 - 5%), biotit, thạch anh. Nền thủy tinh hyalopilit. Khoáng vật phụ apatit, epidot (mẫu P.17698).

Cuội sạn kết tuf andesit và andesitodacit có màu xám xanh lục, xanh lốm đốm nâu, kiến trúc mảnh vụn đá phun trào và tinh thể với nền thủy tinh hyalopilit đặc trưng. Cấu tạo khối. Thành phần mảnh vụn gồm: andesit (15%), dacit, mảnh thủy tinh, plagioclas (3%), biotit bị clorit hóa 2 - 3%, thạch anh 3 - 5%. Nền gắn kết 60% chủ yếu là thủy tinh, ít vi tinh plagioclas, clorit, carbonate. Kích thước các mảnh đá và tinh thể thường không đều từ 1 - 6mm. Olivin rất hiếm gặp trong một vài mẫu andesit, ở dạng ban tinh nhỏ, hạt tròn, không màu.

Các đá của phụ hệ tầng dưới nói chung thường bị propylit hóa, thạch anh hóa và thường có khoáng hóa sulfur ở những đới xung yếu, có khả năng liên quan với vàng (Au).

2.1.2. Hệ tầng Nha Trang - phụ hệ tầng trên ($\alpha K_2 nt_2$)

Thường phân bố ở phần trung tâm và trải rộng về phía Bắc, quan hệ của chúng với phụ hệ tầng dưới không rõ ràng, các đá phun trào acid của phụ hệ tầng trên thường phủ trên các đá phun trào trung tính của phụ hệ tầng dưới và trên các thành tạo granitoid Định Quán, đồng thời lại bị các đai mạch granitoid Đèo Cả xuyên cắt. Điều đó cho thấy 2 thành tạo magma phun trào này có lẽ khác nhau về nguồn gốc hoặc độ sâu thành tạo, nhưng hiện được ghép chung vào một hệ tầng đá phun trào tuổi K_2 [7].

Sưu tập mẫu phun trào acid hiện được liệt vào phụ hệ tầng trên hệ tầng Nha Trang trong vùng Ga Lãng [4] bao gồm ryodacit, ryolit, ryolit porphyre thạch anh, felsit và tuf

ryolit, tuf dạng ignimbrit với những đặc điểm thạch học của từng loại đá như sau:

Dacit: màu xám xanh nhạt, kiến trúc porphyre với nền hyalopilit, spherolit, đôi khi có vi khảm; cấu tạo khối, dòng chảy, vi lỗ rỗng hoặc hạnh nhân. Thành phần ban tinh có biotit (8 - 10%), plagioclas (6 - 8%), thạch anh (3 - 5%). Nền thủy tinh bị biến đổi thành clorit, vi hạt thạch anh, felspat và quặng.

Ryodacit màu xám tro, xám xanh, kiến trúc porphyre với nền vi khảm, vi felsit; cấu tạo khối đôi khi dòng chảy yếu, lượng ban tinh 20 - 30% chủ yếu là biotit, felspat kali, thạch anh. Nền vi hạt thạch anh, felspat, thủy tinh acid bị sét hóa mạnh mẽ.

Ryolit và ryolit porphyre thạch anh có màu xám nhạt, xám tro hoặc phớt tím, nâu nhạt; kiến trúc porphyre với nền felsit và thủy tinh bị biến đổi không đều, có các cầu trạng spherolit. Ban tinh chiếm 20 - 25% gồm thạch anh, felspat. Đối với ryolit porphyre thạch anh thường có nền vi hạt cầu và ban tinh thạch anh là chủ yếu.

Felsit: hạt mịn màu xám nhạt hoặc phớt hồng nhạt, chứa ít ban tinh (0 - 3%) với nền felsit điển hình, đặc biệt có cấu tạo phân dải mịn song song.

Tuf ryolit và tuf dạng ignimbrit có màu xám nhạt, có nhiều mảnh đá phun trào nền tím nhạt. Đá có kiến trúc vụn tinh thể với nền tro núi lửa bị biến đổi (75 - 60%). Cấu tạo dòng chảy, phân dải không đều. Thành phần gồm vụn tinh thể plagioclas (10 - 20%), thạch anh (1 - 8%), felspat kali (3 - 6%) và hornblend. Ngoài ra còn gặp một số cuội sạn kết tuf núi lửa (pyroclastic).

2.2. Các đá xâm nhập granitoid Đèo Cả ($\gamma K_2 - E đc$)

Các đá granitoid Đèo Cả phân bố rải rác ở địa khối Kon Tum và phổ biến rộng rãi trong phạm vi đới Đà Lạt. Chúng xuyên cắt các thành tạo trầm tích tuổi Jura hệ tầng Bản Đôn (J_{1-2} bđ), xuyên cắt các thành tạo granitoid Định Quán và các thành tạo trầm tích phun trào hệ tầng Đơn Dương (K đđ). Trong vùng núi Ga Lãng, chúng phân bố rất hạn chế ở phía Đông Bắc nhưng lại khá phổ biến ở phần phía Nam và Đông Nam, đồng thời xuyên cắt các đá phun trào của hệ tầng Nha Trang nói chung ($K_2 nt$) [9].

Thành phần thạch học chủ yếu bao gồm: granite biotit hạt nhỏ, màu xám phớt hồng, kiến trúc dạng porphyre với ban tinh felspat mà chủ yếu là felspat kali có màu hồng thít, hàm lượng 15%; kích thước ban tinh trung bình 7 - 9mm, phân bố không đều, trong nền kiến trúc hạt nhỏ đều, sáng màu.

Pha đá mạch chủ yếu là các đá granite aplit, aplit, pegmatit có sulfur. Chúng tạo thành các mạch nhỏ với kích thước 0,2 - 0,5m hoặc 2 - 3m. Các mạch xuyên theo hướng Đông Bắc - Tây Nam hoặc á vĩ tuyến. Các đai mạch granite phân bố trong phạm vi các khối xâm nhập đôi khi gặp ở đới ngoại tiếp xúc. Đặc điểm khoáng vật chủ yếu là fenspat kali (orthoclase), plagioclas là những lăng trụ không đều, có cấu tạo đới nhưng không nhiều, một số hạt lớn là oligoclas - andesin ($N^\circ = 28 - 37$). Loại hạt nhỏ là albit ($N^\circ = 3 - 5$), song tinh theo luật albit - carbat. Đa số chúng có phần nhân đều bị sericit hóa.

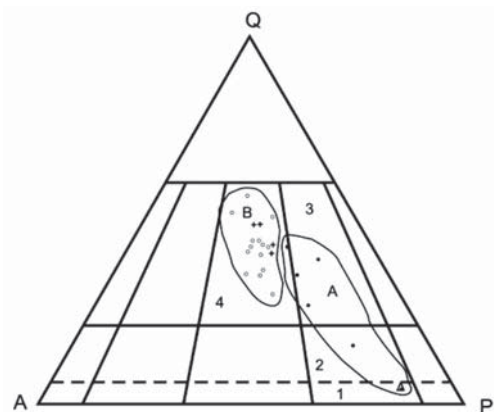
3. Đặc điểm thạch địa hóa

3.1. Các thành tạo núi lửa hệ tầng Nha Trang ($K_2 nt$)

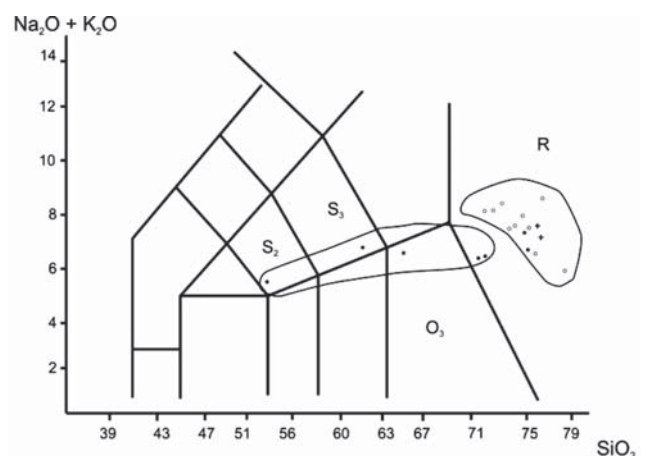
3.1.1. Hệ tầng Nha Trang - phụ hệ tầng dưới ($K_2 nt_1$)

Kết quả phân tích hóa học của các đá núi lửa phụ hệ tầng dưới hệ tầng Nha Trang vùng Bình Thuận được trình bày trong Bảng 1. Các biểu đồ từ Hình 1 - 6 cho thấy các đá núi lửa của phụ hệ tầng dưới thuộc nhóm trachyandesitobazan, trachyandesit, dacit và ryodacit thuộc loạt kiềm - vôi, có hàm lượng kiềm trung bình. Các đá có độ chứa kali trung bình đến hơi cao (Biểu đồ Taylor), song natri trội hơn kali, $Na_2O/K_2O = 0,5 - 1$ (trường sodic, Hình 4), đại đa số giàu canxi (chỉ số $C^* > 0,3$), độ chứa nhôm thấp (chỉ số $Al^* < 1,1$), và chỉ số $K^* > 0,5$ thuộc loạt kiềm - vôi (CA). Andesit trong vùng nghiên cứu so với andesit của Daly (1933) nói chung có hàm lượng SiO_2 và Al_2O_3 thấp hơn chút ít, CaO và MgO khá gần gũi. Còn trong dacit lại có SiO_2 thấp, tổng sắt và CaO lại cao hơn. Trên biểu đồ Gotini và Ritman (Hình 6), chúng rơi vào trường các đá phun trào cung đảo (cung rìa lục địa) có chỉ số kiềm thấp hơn so với các đá phun trào của phụ hệ tầng trên.

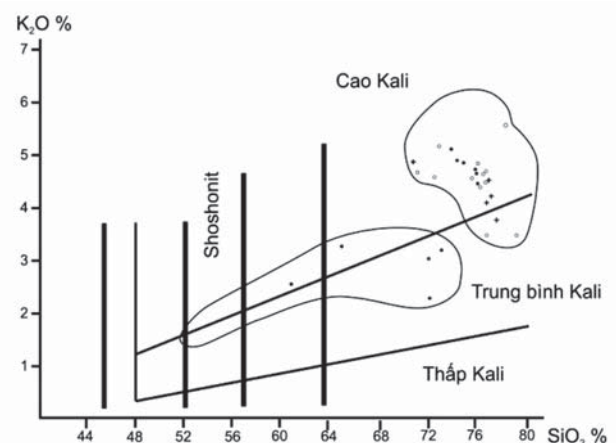
Về đặc điểm nguyên tố không tương hợp (Bảng 1): thấy rằng tỷ lệ trung bình $Rb/Sr = 2,4$ gần gũi với granite cung núi lửa kiểu Chi Lê ($Rb/Sr = 1,82$). Trên các biểu đồ ở Hình 7, 8, 13 và 14 cho thấy chúng hoàn toàn cùng loạt, cùng kiểu magma với các đá granitoid Đèo Cả, bị các đá thuộc pha 1 của thành tạo Đèo Cả xuyên cắt hoặc có lúc chuyển tiếp về mặt thành phần, phải chăng chúng đồng magma với nhau trong cùng một tổ hợp núi lửa - pluton loạt kiềm - vôi, kiểu trộn lẫn giữa I và S-granite, đặc trưng cho hoạt động magma rìa lục địa tích cực kiểu Andơ ở giai đoạn giữa của sự hút chìm vỏ đại dương xuống vỏ lục địa. Điều này hoàn toàn phù hợp với phân chia bố cảnh kiến tạo khu vực của Nguyễn Xuân Tùng và Trần Văn Trị (1992) [10].



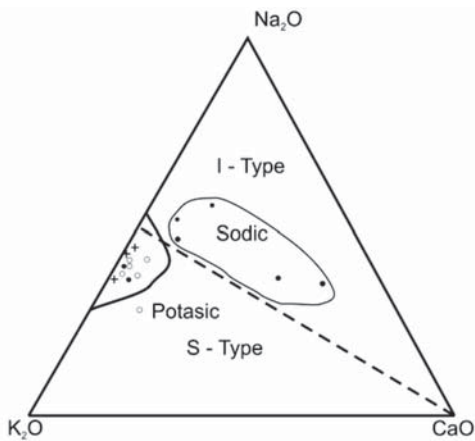
Hình 1. Biểu đồ QAP (phân loại - gọi tên đá) theo thành phần khoáng vật modal (theo Streckeisen, 1976); 1: Trường các đá monzodiorit; 2: Trường các đá monzodiorit thạch anh, monzogabro thạch anh bazan và andesit; 3: Trường các đá granodiorit; 4: Trường các đá granite và ryolit; Δ: Hệ tầng Nha Trang; (●): Phụ hệ tầng dưới; (○): Phụ hệ tầng trên; (+): Phụ hệ tầng Đèo Cả



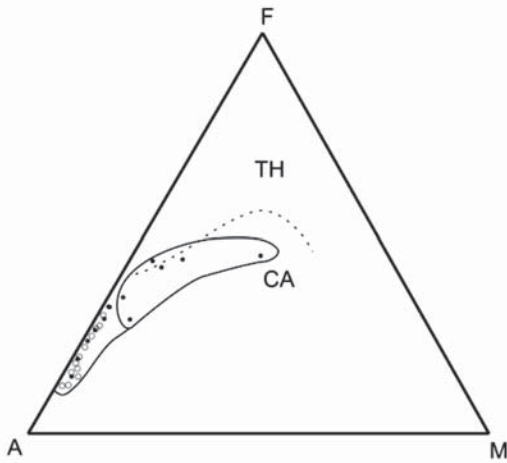
Hình 2. Biểu đồ TAS (theo Le Bas và nnk, 1986) phân loại gọi tên các đá núi lửa; S_2 : trường các đá trachyandesitobazan; S_3 : Trường các trachyandesit; R: trường các đá ryolit; ký hiệu như Hình 1



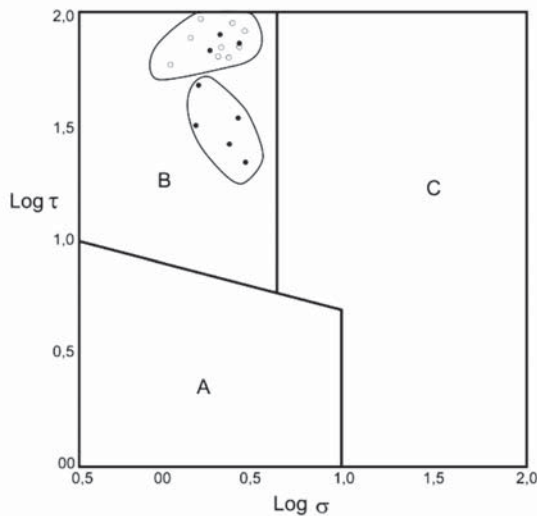
Hình 3. Biểu đồ phân chia các đá bazan (với $SiO_2 > 48\%$), andesitobazan, andesit, dacit và ryolit theo các kiểu thấp kali, trung bình kali và cao kali (theo Peccerillo và Taylor, 1976); ký hiệu như Hình 1



Hình 4. Biểu đồ Na_2O-K_2O-CaO (%wt) phân chia loại sodic, potasic (theo Poldervart, 1953) tương ứng với loạt sodic là trường granite kiểu I và với loạt potasic là trường granite kiểu S (theo A.J.White và B.W.Chappell, 1974); ký hiệu như Hình 1



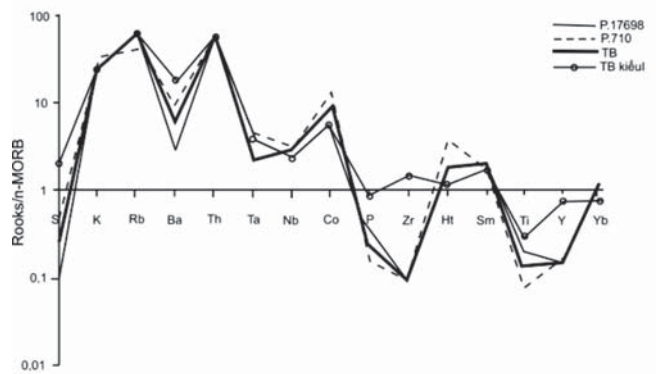
Hình 5. Biểu đồ AMF phân chia loạt tholeiit (TH) và loạt kiềm-vôi (CA) (Theo Irvine và Baragar, 1968) $A = Na_2O + K_2O$; $F = FeO^*$; $M = MgO$; Ký hiệu như Hình 1



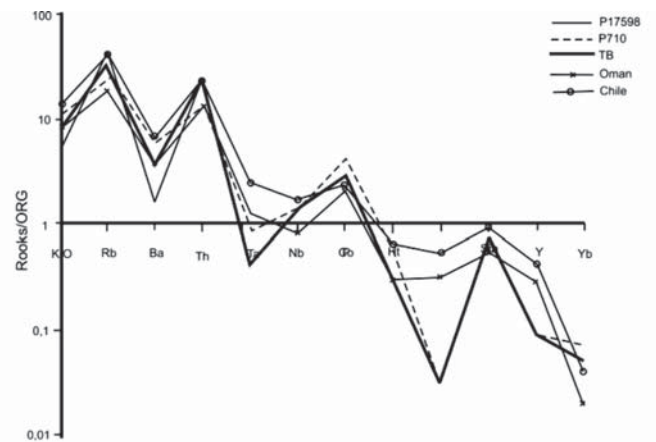
Hình 6. Biểu đồ Gotini và Ritman A, 1973 phân chia các kiểu kiến tạo các đá phun trào; A: Trường phun trào kiểu không tạo núi; B: Trường các đá phun trào đại tạo núi và cung đảo; nếu loạt natri thuộc trường A, nếu loạt kali thuộc trường B; ký hiệu như Hình 1

3.1.2. Hệ tầng Nha Trang - phụ hệ tầng trên hệ ($K_2 nt_2$)

Số liệu phân tích hóa học nguyên tố chính và nguyên tố không tương hợp của phụ hệ tầng này khá nhiều (Bảng 1), do vậy các nhận định về đặc điểm địa hóa của chúng sẽ có độ tin cậy cao hơn. Trên các biểu đồ QAP, TAS, Taylor, các đá phun trào phụ hệ tầng trên đều rơi vào trường ryodacit, rhyolit là chủ yếu thể hiện tính acid - cao kali, tỷ lệ $K_2O/Na_2O > 1$ (Hình 4), chúng là các đá phun trào acid trội kali thuộc loạt kiềm - vôi (biểu đồ AFM - Hình 5) đồng thời có chỉ số $K^* > 0,5$, $C^* < 0,3$ và $Al^* > 1,1$ đá khá giàu nhôm, thuộc loạt quá bão hòa nhôm. So sánh với tiêu chuẩn phân loại kiểu S-granite của White và Chappell (1974), thì các phun trào acid này thuộc loạt kiềm - vôi (CA), kiểu S-granite. Mặt khác trên biểu đồ Gotini - Ritman (Hình 6) chúng rơi vào trường B, trường các đá phun trào của đại tạo núi với giá trị logτ từ 1,5 - 2,0 và giá trị logσ từ -0,5 - 0,65 tương ứng.

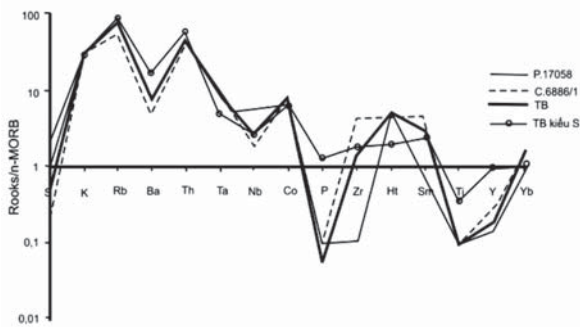


Hình 7. Biểu đồ phân bố các nguyên tố không tương hợp chuẩn hóa với N-MORB của các đá phun trào hệ tầng Nha Trang - phụ hệ tầng dưới (Knt_1) (theo Condie, 1989). Giá trị N-MORB (theo Wood, 1979); giá trị trung bình kiểu I (theo Whalen, 1987)

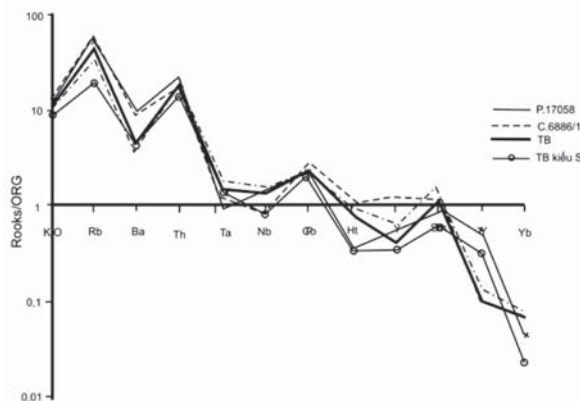


Hình 8. Biểu đồ phân bố các nguyên tố không tương hợp chuẩn hóa với granite sống núi đại dương (ORG) cho các đá phun trào hệ tầng Nha Trang - phụ hệ tầng dưới (Knt_1). Giá trị granite cung núi lửa kiểu Chi Lê và granite đồng va chạm kiểu Oman (theo Pearce, 1984)

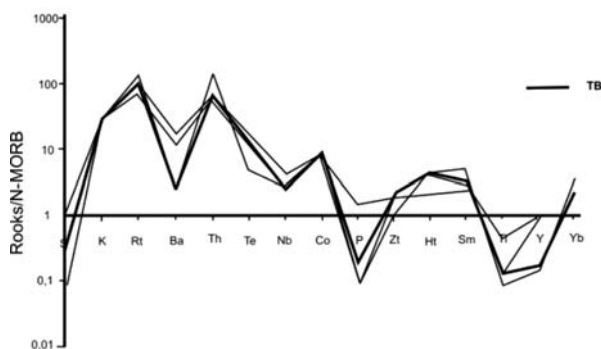
Khi khảo sát về sự phân bố các nguyên tố không tương hợp trong các đá phun trào acid này, nhóm tác giả thấy chúng cũng rất phù hợp với nhận xét rút ra ở trên (Hình 9, 10, 13, 14). Các đá phun trào acid phụ hệ tầng trên có đường phân bố các nguyên tố không tương hợp gần gũi với kiểu S-granite (Whalen, 1987) và giống với các granite đồng va chạm (syn-COLG) kiểu Oman (Pearce,



Hình 9. Biểu đồ phân bố các nguyên tố không tương hợp chuẩn hóa với N-MORB của các đá phun trào hệ tầng Nha Trang - phụ hệ tầng trên (Knt.) (theo Condie, 1989). Giá trị N-MORB (theo Wood, 1979); giá trị trung bình kiểu I (theo Whalen, 1987)



Hình 10. Biểu đồ phân bố các nguyên tố không tương hợp chuẩn hóa với granite ORG của các đá phun trào hệ tầng Nha Trang - phụ hệ tầng trên (Knt.). Giá trị granite cung núi lửa kiểu Chi Lê và granite đồng va chạm kiểu Oman (theo Pearce, 1984)



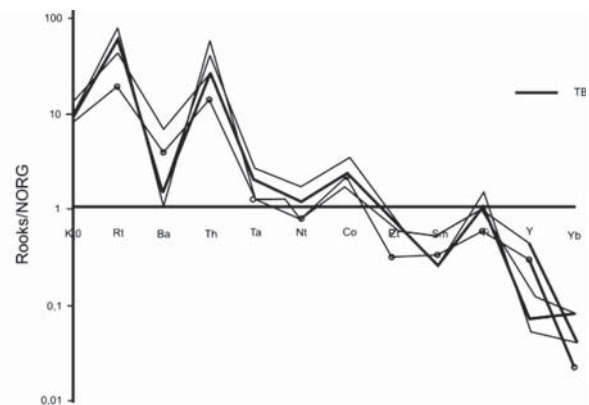
Hình 11. Biểu đồ phân bố các nguyên tố chuẩn hóa theo N-MORB của các đá granitoid phức hệ Đèo Cả (theo Condie, 1989). Giá trị N-MORB (theo Wood, 1979); giá trị trung bình kiểu S (theo Whalen, 1987)

1984). Tuy nhiên hàm lượng Hf hơi cao và P lại hơi thấp hơn so với các kiểu chuẩn được so sánh.

3.2. Các đá xâm nhập granitoid Đèo Cả ($\gamma K_2 - E đc$)

Các kết quả phân tích nguyên tố chính và nguyên tố không tương hợp của các đá granitoid Đèo Cả trong vùng nghiên cứu được trình bày ở Bảng 1. Hàm lượng SiO_2 thay đổi từ 70 - 77%, trung bình khoảng 73,5%, hàm lượng trung bình Na_2O khoảng 3,3%, $K_2O = 4,5\%$, hàm lượng CaO giảm dần khi SiO_2 tăng. Tổng lượng kiềm dao động từ 6 - 8% và kali trội hơn natri với $K_2O/Na_2O > 1$ (Hình 4). Trên biểu đồ QAP, hầu hết các đá rơi vào trường granite thực thụ thuộc loạt kiềm - vôi (Hình 5) cao kali ($K^* > 0,5$), chúng thuộc loạt quá bão hòa nhôm ($Al^* > 1,1$) và thấp canxi ($C^* < 0,3$). Với những đặc trưng địa hóa như vậy, theo White và Chappell (1974), Whalen (1987), các đá granitoid Đèo Cả trong vùng Ga Lăng, Bình Thuận thuộc kiểu S-granite.

Các nguyên tố không tương hợp của chúng khi chuẩn hóa với bazan sống núi đại dương kiểu bình thường (N-MORB) và granite sống núi đại dương (ORG) cho thấy các granitoid Đèo Cả giống với mẫu chuẩn granite kiểu S và thuộc kiểu granite đồng va chạm (syn-COLG), phụ kiểu va chạm giữa cung đảo với lục địa - mà điển hình là ở vùng vịnh Oman và Bolivia (Pearce, 1984). Trên các biểu đồ từ Hình 1 - 14, nhóm tác giả nhận thấy các đá granitoid Đèo Cả cùng loạt và cùng kiểu magma với phun trào phụ hệ tầng trên hệ tầng Nha Trang, về quan hệ không gian chúng xuyên cắt các đá phun trào acid đó với mức tuổi (K_2) theo tài liệu hiện nay. Thực tế, các tài liệu trên cho thấy chúng cùng nguồn gốc thành tạo trong cùng một chế độ kiến tạo (syn-COLG). Nói cách khác, chúng là một tổ hợp núi lửa - pluton rất đặc trưng cho sự tiến hóa của một đới va chạm kiểu rìa lục địa tích cực.



Hình 12. Biểu đồ phân bố địa hóa các nguyên tố không tương hợp chuẩn hóa với granite (ORG) của các đá granitoid phức hệ Đèo Cả. Giá trị granite cung núi lửa kiểu Chi Lê và granite đồng va chạm kiểu Oman (theo Pearce, 1984)

Bảng 1. Kết quả phân tích hóa học các nguyên tố chính và nguyên tố vết các đá magma hệ tầng Nha Trang, phụ hệ tầng dưới và granitoid Đèo Cả

| | Hệ tầng Nha Trang, phụ hệ tầng dưới | | | | | | Granitoid Đèo Cả | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| | C.650 | P.27238 | P.5740/1 | P.710 | P.17698 | Oman | P.23404 | I.224/1 | P.28566 | P.2860 | P.28597 | P.28585 | TB kiểu S |
| SiO ₂ | 60,960 | 64,900 | 71,720 | 72,100 | 72,300 | 72,300 | 70,760 | 75,960 | 76,100 | 76,860 | 77,640 | 77,660 | 70,270 |
| TiO ₂ | 0,590 | 0,510 | 0,210 | 0,110 | 0,320 | 0,260 | 0,380 | 0,160 | 0,110 | 0,130 | 0,140 | 0,130 | 0,480 |
| Al ₂ O ₃ | 17,430 | 16,940 | 13,790 | 14,300 | 14,620 | 14,110 | 14,730 | 12,920 | 13,400 | 12,790 | 12,930 | 12,790 | 14,100 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,450 | 0,320 | 1,460 | 0,490 | 0,990 | 2,330 | 2,610 | 1,020 | 1,050 | 0,950 | 0,600 | 0,720 | 0,560 |
| FeO | 5,010 | 4,870 | 4,120 | 2,490 | 1,500 | 0,000 | 0,360 | 0,420 | 0,270 | 0,330 | 0,240 | 0,180 | 2,870 |
| MnO | 0,170 | 0,140 | 0,160 | 0,130 | 0,070 | 0,100 | 0,060 | 0,040 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,020 | 0,060 |
| MgO | 1,400 | 1,030 | 0,370 | 0,280 | 0,890 | 2,190 | 0,610 | 0,000 | 0,000 | 0,180 | 0,050 | 0,090 | 1,420 |
| CaO | 4,560 | 3,000 | 0,780 | 0,910 | 1,110 | 2,630 | 0,200 | 0,060 | 0,000 | 0,060 | 0,130 | 0,000 | 2,030 |
| Na ₂ O | 4,240 | 3,340 | 3,370 | 3,970 | 4,350 | 2,700 | 3,620 | 3,340 | 3,040 | 3,590 | 3,250 | 3,520 | 2,410 |
| K ₂ O | 2,600 | 3,270 | 3,020 | 4,570 | 2,200 | 3,380 | 4,790 | 4,230 | 3,840 | 4,160 | 3,650 | 4,190 | 3,960 |
| P ₂ O ₅ | 0,150 | 0,110 | 0,000 | 0,020 | 0,040 | 0,150 | 0,060 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,150 |
| Mkn | 0,500 | 0,670 | 0,000 | 0,000 | 0,790 | - | 1,160 | 0,950 | 1,460 | 0,440 | 0,960 | 0,600 | 0,000 |
| H ₂ O ⁻ | 0,000 | 0,020 | 0,090 | 0,050 | 0,060 | - | 0,240 | 0,080 | 0,280 | 0,030 | 0,140 | 0,140 | 0,000 |
| Σ | 99,060 | 99,120 | 99,090 | 99,420 | 99,240 | 100,150 | 99,580 | 99,190 | 99,590 | 99,560 | 99,770 | 100,050 | 98,110 |
| Logτ | 1,349 | 1,426 | 1,696 | 1,973 | 1,506 | | | | | | | | |
| Logσ | 0,146 | 0,300 | 0,153 | 0,399 | 0,166 | | | | | | | | |
| Na/K | 1,630 | 1,020 | 1,020 | 0,870 | 1,980 | | | | | | | | |
| Sm | | | | 6,100 | 7,600 | 5,200 | 7,500 | 7,600 | 13,700 | 7,600 | | 14,200 | 7,020 |
| Ce | | | | 147,000 | 57,000 | 73,200 | 130,000 | 63,000 | 63,000 | 62,000 | | 102,000 | 64,000 |
| Yb | | | | 3,400 | 5,300 | 1,640 | 3,100 | 5,300 | 10,600 | 6,200 | | 8,200 | 3,280 |
| Zr | | | | 10,000 | 10,000 | 108,000 | 410,000 | 200,000 | 100,000 | 180,000 | | 160,000 | 165,000 |
| Rb | | | | 104,000 | 167,000 | 76,000 | 175,000 | 248,000 | 324,000 | 234,000 | | 202,000 | 217,000 |
| Hf | | | | 6,000 | - | 2,700 | 9,000 | 5,900 | 6,000 | 5,800 | | 6,200 | 2,880 |
| Ba | | | | 270,000 | 83,000 | 201,000 | 119,200 | 65,000 | 82,000 | 59,000 | | 51,000 | 468,000 |
| Sr | | | | 46,000 | 10,000 | 117,000 | 71,000 | 10,000 | 10,000 | 10,000 | | 42,000 | 120,000 |
| Ta | | | | 0,600 | - | 0,900 | 0,700 | 1,800 | 0,680 | 2,410 | | 1,600 | 0,640 |
| La | | | | - | 24,600 | 35,300 | - | - | 31,000 | - | | - | - |
| U | | | | - | 4,500 | - | - | - | 6,200 | - | | - | 6,000 |
| Th | | | | 15,300 | 21,800 | 11,100 | - | - | 46,200 | 32,100 | | 31,900 | 18,000 |
| Sc | | | | - | - | - | 4,700 | 1,900 | - | - | | - | 8,000 |
| Nb | | | | 14,000 | 12,500 | 8,000 | 13,900 | 15,700 | 10,000 | 8,500 | | 9,800 | 12,000 |
| Y | | | | 6,600 | 5,600 | 20,000 | 3,800 | 9,400 | 3,700 | 4,700 | | 4,600 | 32,000 |

Ghi chú: TB kiểu I = trung bình granite kiểu I. TB kiểu S = trung bình granite kiểu S (theo J.B.Whalen, 1987); Chi Lê = trung bình granite cung núi lửa kiểu Chi Lê (VAG) (Pearce, 1984); Oman = trung bình granite (Syn-COLG) kiểu Oman (Pearce, 1984). Hàm lượng nguyên tố chính theo % trọng lượng, nguyên tố vết theo ppm.

Căn cứ vào mức độ hoạt động của đới benioff có thể chia ra cung hoạt động (Active arcs) và cung không hoạt động (Inactive volcanic arcs) hoặc tùy theo mối quan hệ với vỏ lục địa và đại dương để chia ra cung rìa mảng lục địa tức là cung nằm trên lục địa nhưng ở gần rìa lục địa và cung đảo đại dương là cung nằm bên trong đại dương nhưng thường gần rìa đại dương (K.C.Kondie, 1989).

Cung rìa mảng lục địa được đặc trưng bởi sự có mặt

của đá núi lửa thuộc loạt kiềm - vôi và hầu như có thành phần acid hoặc trung tính, cũng có khi là bazơ nhưng rất hiếm gặp. Chúng bao gồm các cấu trúc núi lửa phân tầng mà chiếm ưu thế là các đá mảnh vụn núi lửa (pyroclastic) acid, các lớp phủ dung nham và ignimbrit hoặc dung nham andesit và các đá phun trào có thành phần trộn lẫn magma. Các khoáng sản liên quan với cung rìa lục địa kiểu này có các mỏ điển hình trên thế giới gồm mỏ đồng

Bảng 2. Kết quả phân tích hóa học các nguyên tố chính và nguyên tố vết các đá magma hệ tầng Nha Trang, phụ hệ tầng trên

| | Hệ tầng Nha Trang, phụ hệ tầng trên | | | | | | | | | | | | | | | | | Chi Lê | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 317/T2 | C.527/3 | 461/T1 | 471/T1 | 517/T2 | 525/T3 | 532/T2 | 538/T2 | 340/T3 | P.17658 | P.17655 | P.17669 | C.365/1 | C.477/1 | C.317/2 | C.665/1 | P.28579 | | P.17724 | P.17787 |
| SiO ₂ | 72,880 | 72,940 | 73,840 | 73,980 | 74,000 | 74,320 | 74,380 | 74,420 | 74,560 | 75,300 | 75,440 | 76,140 | 76,260 | 76,280 | 76,300 | 76,580 | 76,880 | 78,220 | 78,800 | 74,500 |
| TiO ₂ | 0,120 | 0,110 | 0,130 | 0,130 | 0,120 | 0,120 | 0,130 | 0,140 | 0,120 | 0,150 | 0,150 | 0,130 | 0,140 | 0,140 | 0,090 | 0,140 | 0,140 | 0,350 | 0,150 | 0,160 |
| Al ₂ O ₃ | 12,520 | 12,840 | 13,530 | 12,520 | 12,830 | 12,520 | 12,630 | 12,840 | 13,530 | 12,920 | 13,220 | 12,940 | 16,230 | 12,950 | 11,920 | 12,980 | 13,080 | 15,830 | 11,420 | 12,520 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,110 | 1,110 | 1,480 | 1,150 | 1,150 | 1,320 | 1,570 | 1,580 | 1,270 | 1,080 | 0,990 | 1,140 | 1,170 | 1,150 | 0,470 | 0,500 | 0,540 | 1,780 | 1,140 | 1,000 |
| FeO | 1,170 | 3,390 | 0,620 | 1,530 | 1,170 | 1,440 | 1,270 | 0,780 | 0,470 | 0,220 | 0,330 | 0,420 | 0,330 | 0,300 | 1,910 | 0,330 | 0,450 | 1,560 | 0,420 | 0,000 |
| MnO | 0,015 | 0,160 | 0,022 | 0,034 | 0,017 | 0,033 | 0,031 | 0,022 | 0,015 | 0,030 | 0,030 | 0,040 | 0,030 | 0,030 | 0,080 | 0,030 | 0,030 | 0,100 | 0,050 | 0,010 |
| MgO | 0,000 | 0,560 | 0,120 | 0,030 | 0,060 | 0,000 | 0,120 | 0,000 | 0,000 | 0,050 | 0,050 | 0,050 | 0,090 | 0,090 | 0,180 | 0,140 | 0,190 | 0,370 | 0,000 | 0,070 |
| CaO | 0,420 | 0,650 | 0,340 | 0,380 | 0,340 | 0,420 | 0,340 | 0,500 | 0,420 | 0,130 | 0,130 | 0,200 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 1,240 | 0,000 | 0,290 |
| Na ₂ O | 3,320 | 3,200 | 3,710 | 3,770 | 3,660 | 3,730 | 3,750 | 3,460 | 3,870 | 3,350 | 3,090 | 3,070 | 3,500 | 3,390 | 3,410 | 3,240 | 2,240 | 3,080 | 2,490 | 3,560 |
| K ₂ O | 5,170 | 4,240 | 5,020 | 4,700 | 4,890 | 4,690 | 4,790 | 4,350 | 4,850 | 4,900 | 4,650 | 4,590 | 4,270 | 4,220 | 3,470 | 4,330 | 4,320 | 5,580 | 3,450 | 5,510 |
| P ₂ O ₅ | 0,004 | 0,000 | 0,000 | 0,002 | 0,009 | 0,007 | 0,008 | 0,000 | 0,001 | 0,010 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,040 | 0,020 | 0,010 |
| Mkn | 2,670 | 0,000 | 1,050 | 0,870 | 0,950 | 0,890 | 0,860 | 1,030 | 1,680 | 1,530 | 1,040 | 0,270 | 0,830 | 0,890 | 0,180 | 0,750 | 1,290 | 0,270 | 1,440 | 0,940 |
| H ₂ O ⁻ | 0,390 | 0,000 | 0,310 | 0,240 | 0,220 | 0,210 | 0,290 | 0,180 | 0,420 | 0,080 | 0,170 | 0,050 | 0,150 | 0,080 | 0,060 | 0,190 | 0,150 | 0,010 | 0,150 | 0,000 |
| Σ | 99,790 | 99,200 | 100,170 | 99,340 | 99,420 | 99,700 | 100,170 | 99,300 | 100,210 | 99,750 | 99,290 | 99,050 | 102,010 | 99,530 | 98,070 | 99,210 | 99,310 | 102,430 | 99,430 | 99,560 |
| Logr | 1,888 | 1,893 | 1,828 | 1,878 | 1,883 | 1,865 | 1,834 | 1,826 | 1,949 | 1,805 | 1,830 | 1,880 | 1,959 | 1,834 | 1,976 | 1,842 | 1,889 | 1,541 | 1,775 | - |
| Logσ | 0,382 | 0,267 | 0,365 | 0,393 | 0,373 | 0,355 | 0,366 | 0,288 | 0,276 | 0,324 | 0,266 | 0,024 | 0,259 | 0,241 | 0,153 | 0,232 | 0,104 | 0,386 | -0,006 | - |
| Na/K | 0,642 | 0,750 | 0,740 | 0,740 | 0,750 | 0,800 | 0,780 | 0,800 | 0,600 | 0,680 | 0,660 | 0,670 | 0,820 | 0,800 | 0,980 | 0,750 | 0,520 | 0,660 | 0,720 | - |
| Sm | 13,200 | | | | | | | | | 6,000 | 10,200 | 10,200 | 8,500 | 6,400 | 8,200 | 7,600 | | | | 8,400 |
| Ce | 78,000 | | | | | | | | | 67,000 | 96,000 | 68,000 | 71,000 | 56,000 | 81,000 | 95,000 | | | | 85,500 |
| Yb | 5,600 | | | | | | | | | 3,100 | 6,300 | 5,400 | 5,400 | 4,600 | 4,700 | 4,000 | | | | 3,120 |
| Zr | 196,000 | | | | | | | | | 10,000 | 326,000 | 10,000 | 71,000 | 395,000 | 10,000 | 10,000 | | | | 184,000 |
| Rb | 131,000 | | | | | | | | | 159,000 | 238,000 | 175,000 | 179,000 | 175,000 | 196,000 | 176,000 | | | | 169,000 |
| Hf | 7,600 | | | | | | | | | 7,500 | 9,400 | 7,700 | 7,600 | 7,700 | 8,400 | 7,400 | | | | 5,730 |
| Ba | 162,000 | | | | | | | | | 475,000 | 124,000 | 110,000 | 147,000 | 159,000 | 122,000 | 403,000 | | | | 331,000 |
| Sr | 38,000 | | | | | | | | | 249,000 | 10,000 | 38,000 | 11,000 | 10,000 | 75,000 | 20,000 | | | | 93,000 |
| Ta | 1,000 | | | | | | | | | 0,800 | 1,300 | 1,000 | 1,200 | 1,300 | 1,300 | 0,900 | | | | 1,750 |
| La | - | | | | | | | | | 38,000 | - | - | - | - | - | - | | | | 40,100 |
| U | - | | | | | | | | | 2,300 | - | - | - | - | - | - | | | | - |
| Th | - | | | | | | | | | 14,000 | - | - | - | - | - | - | | | | 20,330 |
| Sc | 3,300 | | | | | | | | | - | 4,400 | 3,600 | 3,900 | 3,400 | 3,800 | 6,800 | | | | - |
| Nb | 11,900 | | | | | | | | | 23,800 | 7,200 | 11,600 | 14,900 | 10,200 | 15,300 | 7,700 | | | | 17,000 |
| Y | 6,800 | | | | | | | | | 4,600 | 4,600 | 4,500 | 8,600 | 5,500 | 8,300 | 5,400 | | | | 30,000 |

Ghi chú: TB kiểu I = trung bình granite kiểu I. TB kiểu S = trung bình granite kiểu S (theo J.B.Whalen, 1987); Chi Lê = trung bình granite cùng núi lửa kiểu Chi Lê (VAG) (Pearce, 1984); Oman = trung bình granite (Syn-COLG) kiểu Oman (Pearce, 1984). Hàm lượng nguyên tố chính theo % trọng lượng, nguyên tố vết theo ppm.

porphy, mỏ thiếc, wolfram, mỏ vàng, mỏ sắt magnetit - hematit - apatit, mỏ thủy ngân, trong số đó các mỏ vàng hiếm gặp hơn (K.C.Kondie, 1989).

Những tài liệu nghiên cứu về địa vật lý, về quặng hóa của vùng Ga Lăng, Bình Thuận thuộc đới Đà Lạt liên quan với các tổ hợp magma của cung rìa lục địa tích cực đã gợi cho chúng tôi việc liên hệ dị thường từ hàng không lớn này là do kiểu mỏ sắt magnetit - hematit - apatit gây nên. Ví dụ điển hình cho kiểu này là một số mỏ sắt ở Chi Lê, Mexico, mặc dù nguồn gốc của chúng đến nay vẫn còn tranh luận là nguồn gốc phun trào, xâm nhập hoặc trầm tích phun trào [5].

Ở Bắc Chi Lê có mỏ Ellaco tuổi Pliocen - Pleistocen, xuất hiện các dòng chảy ignimbrit và dung nham andesit dày khoảng 20m và đi cùng với các đá ryolit. Chúng là những tổ hợp của các miệng núi lửa nhỏ bao quanh rìa một hệ thống núi lửa lớn. Quặng sắt là magnetit - hematit có hàm lượng 50% Fe và trữ lượng trên một tỷ tấn. Các dấu hiệu địa hóa được chấp nhận là các dòng chảy phun trào bắt nguồn từ các trầm tích chứa sắt Paleozoi nằm bên dưới [5] được động viên tập trung bởi các đá xâm nhập ở dưới sâu. Phía Nam Chi Lê có các mỏ sắt MZ-KZ với kiểu quặng tương tự liên quan với các đá andesit và một số lại liên quan với các thể xâm nhập batholit kiểu I và kiểu S-granite của đại động Andơ có nguồn gốc nhiệt dịch (Bockstrom, 1977).

Một ví dụ nữa về mỏ sắt ở Siera Medre Oecidental (Mexico) được xem như nằm trong cấu trúc cung magma và nguồn cung cấp chủ yếu của quặng sắt hematit - magnetit - martit là do các đá phun trào ryolit của một chuỗi dày đặc liên tiếp các phức hệ miệng núi lửa của cung magma này.

Liên hệ với những mô hình kiểu mỏ sắt nêu trên với vùng "dị thường từ Ga Lăng", chúng ta hy vọng có một mỏ sắt magnetit - hematit tương tự. Quặng sắt có lẽ liên quan với phun trào acid của hệ tầng Nha Trang với các vỉa theo kiểu dòng chảy ignimbrit và dung nham bao quanh các hệ thống núi lửa. Việc khoanh định về vị trí không gian các hệ thống núi lửa và các dòng ignimbrit, các dung nham acid là một dấu hiệu tìm kiếm mỏ quặng sắt này. Đồng magma với phun trào phụ hệ tầng trên hệ tầng Nha Trang là các granite kiểu S (pha 2 của các thành tạo granitoid Đèo Cả) trong cùng một bối cảnh cung magma rìa lục địa có thể tìm kiếm các mỏ thiếc và wolfram (kiểu greizen chứa cassiterit). Phía Đông - Đông Bắc vùng Ga Lăng đã có những biểu hiện của khoáng hóa thiếc và đã được tìm kiếm đánh giá ở khu vực Du Long - Ma Ti.

Tài liệu tham khảo

1. K.C.Condie. *Plate tectonic and Crustal Evolution*. Pergamon Press, New York. 1989.
2. Vũ Như Hùng, Nguyễn Đức Thắng. *Các thành tạo trầm tích nguồn núi lửa Mesozoi muộn vùng Đà Lạt*. Tạp chí Địa chất. 1988: p. 187 - 189.
3. Ngô Văn Minh, Tăng Mười, Tô Văn Hòa. *Nhận định ban đầu về bản chất địa chất dị thường từ Ga Lăng*. Tạp chí Địa chất. 1997; loạt A (242): p. 35 - 41.
4. Ngô Văn Minh, Nguyễn Trung Chí, Trần Ngọc Thái. *Phát hiện sắt tự sinh trong dăm kết tuf ryolit và vấn đề bản chất địa chất dị thường từ Ga Lăng*. Tạp chí Địa chất. 1998; A (248): p. 47 - 55.
5. A.H.G.Mitchell and M.S.Garson. *Mineral Deposite and global tectonic setting*. Academic Press. London - New York. 1981.
6. J.A.Pearce, et al. *Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks*. J. Petrol. 1984; 25: p. 956 - 983.
7. Hoàng Phương và nnk. *Báo cáo Địa chất và Khoáng sản tỷ lệ 1/50.000 nhóm tờ Phan Thiết*. Lưu trữ Liên đoàn Bản đồ Địa chất miền Nam, Tp. Hồ Chí Minh và Lưu trữ Địa chất, Hà Nội, Bd 248. 1998.
8. Ngô Thường San, Cù Minh Hoàng. *Kiến tạo Mezo - Kainozoi và sự hình thành tầng chứa móng nút nê bẽ Cửu Long*. Tạp chí Dầu khí. 2009; 3: p. 15 - 21
9. Đào Đình Thực, Huỳnh Trung và nnk. *Địa chất Việt Nam - Tập II: Các thành tạo magma*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật. 1995.
10. Nguyễn Xuân Tùng, Trần Văn Trị và nnk. *Thành hệ địa chất và địa động lực Việt Nam*. Nhà xuất bản Khoa học Kỹ thuật. 1992.
11. A.J.R.White, B.W.Chappell. *Granitoid types and their distribution in the Lachlan Fold Belt, Southeastern Australia*. Geol. Soc. Am. Mem. 1983; 159: p. 21 - 24.
12. Dương Đức Kiềm và nnk. *Báo cáo kết thúc Đề tài "Bản đồ kiến tạo và sinh khoáng Bắc Bộ"*. Lưu trữ Tổng cục Địa chất. 2002.
13. Nguyễn Xuân Bao và nnk. *Báo cáo kết thúc Đề tài "Bản đồ kiến tạo và sinh khoáng Nam Trung Bộ"*. Lưu trữ Tổng cục Địa chất. 1998.