

# ĐẶC ĐIỂM THÀNH PHẦN, NGUỒN GỐC VÀ ĐIỀU KIỆN THÀNH TẠO CỦA CÁC XÂM NHẬP GABROID ĐÔI CHÂN, CAO TRỈ TRÊN CƠ SỞ TÀI LIỆU MỚI

BÙI AN NIÊN, HOÀNG HỮU THÀNH

## I. MỞ ĐẦU

Khối Đôi Chân và Cao Trỉ nằm liền kề nhau và cùng kéo dài theo phương ĐB-TN dọc cánh phía bắc của đứt gãy Sông Mã, cách thị trấn Ngọc Lặc (Thanh Hóa) 3 km về phía tây. Trên bình đồ (hình 1), chúng phân cách nhau bởi cánh đồng làng Sam; kích thước khối Đôi Chân chừng  $2 \times 3$  km và khối Cao Trỉ là  $1,5 \times 9$  km. Trong quá trình thành lập bản đồ địa chất tỷ lệ 1:500.000 phần Miền Bắc, E.P. Izokh đã xếp chúng vào phức hệ Cao Bằng có tuổi Kreta [2]. Trong những nghiên cứu tiếp theo, một số nhà địa chất coi các khối Đôi Chân, Cao Trỉ có mối liên quan về không gian và thời gian với khối gabroid Tri Năng (thuộc kiểu xâm nhập phân lớp) dựa trên cơ sở tuổi đồng vị 167 tr.n (Rb-Sr) đối với khối Đôi Chân, Cao Trỉ và 170 tr.n đối với khối Tri Năng [12]. Sự khác biệt tương đối về thời gian thành tạo giữa chúng được lý giải do các khối Đôi Chân, Cao Trỉ hình thành từ một lò magma trung gian? Về sau này (1976-1978), các tác giả bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 (tờ Ninh Bình) [14] cho gabroid của các khối Đôi Chân, Cao Trỉ có mối liên quan mật thiết với các đá basalt hệ tầng Cẩm Thủy tuổi Permi muộn. Trong quá trình hiệu đính tờ Ninh Bình, các thể xâm nhập mafic ở khu vực Cẩm Thủy, Bá Thước và tây Lang Chánh có thành phần tương tự khối Đôi Chân, Cao Trỉ được ghép vào phức hệ Điền Thượng (vP3 dt) [6]. Ngoài ra, trong công trình nghiên cứu về ophiolit Sông Mã [1], các nhà kiến tạo đã xem các thành tạo dạng đai mạch (diabas) xuyên cắt trong khối siêu mafic Núi Nưa liên quan nguồn gốc với các đá phun trào thành phần mafic hệ tầng Cẩm Thủy phân bố rộng rãi ở vùng lân cận. Những quan điểm vừa nêu trên cho thấy, liên quan đến nguồn gốc sinh thành cũng như thời gian thành tạo của các khối Đôi Chân và Cao Trỉ vẫn còn những ý kiến trái ngược nhau.

Để góp phần làm sáng tỏ hơn những vấn đề này, bài báo sẽ trình bày chi tiết các đặc điểm địa chất và thạch - địa hóa, đặc biệt là đặc điểm phân bố các nguyên tố đất hiếm và các nguyên tố vết, tiến hành đối sánh với các khối xâm nhập mafic khác cũng như với các thành tạo cùng thành phần phổ biến ở các khu vực lân cận. Đồng thời, trên cơ sở các tài liệu này, các tác giả nêu một số nhận định về bối cảnh địa động lực và đặc tính quặng hóa của chúng. Tư liệu dùng trong bài báo chủ yếu lấy từ kết quả nghiên cứu trực tiếp của tác giả trong nhiều năm qua cũng như tham khảo các tài liệu đã có trước đây.

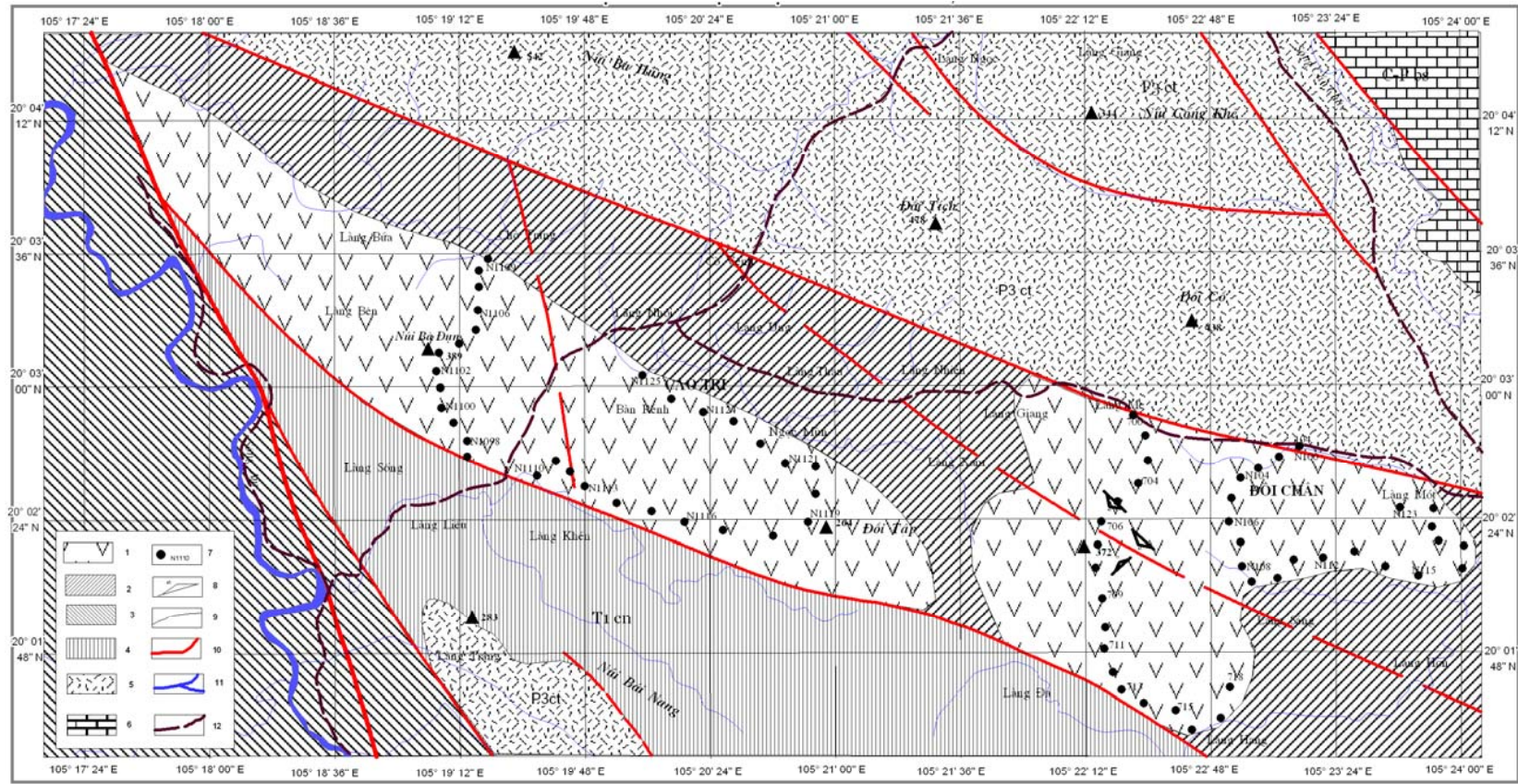
## II. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT

Bao trùm toàn bộ phía bắc khối Đôi Chân là các thành tạo basalt thuộc hệ tầng Cẩm Thủy ( $P_3 ct$ ). Các đá phiến sét, phiến silic xen đá vôi, sét vôi và vôi silic của hệ tầng Bản Cải ( $D_3 bc$ ) phân bố phần đông nam cũng như khu vực ngăn cách giữa hai khối và toàn bộ phần phía bắc của khối Cao Trỉ. Các thành tạo của hệ tầng Cờ Nồi ( $T_1 cn$ ) phủ toàn bộ phần phía nam của cả hai khối (hình 1); đứt gãy Sông Mã ngăn cách phần tây bắc khối Cao Trỉ tiếp xúc với các trầm tích phun trào hệ tầng Đồng Trâu ( $T_2a dt$ ).

### 1. Khối Đôi Chân

Mặt cắt khảo sát thứ nhất được thực hiện từ làng Mót lên theo triền đồi xuyên qua làng Bàn và dọc suối xuống làng Muồng, làng Xông. Mặt cắt thứ hai thực hiện từ Làng Me lên đỉnh 372 xuống khu vực làng Sảng, làng Đa...(hình 1).

Nghiên cứu dọc theo các lộ trình trên cho thấy khối Đôi Chân cấu tạo chủ yếu từ gabro hạt lớn sẫm màu và sáng màu, gabro hạt trung, gabro hạt nhỏ, gabrodiabas, diabas và congadiabas...Trong gabro



Chú thích:

- |  |   |                        |
|--|---|------------------------|
| 1. Các đá gabro, gabrodiaba, diaba, congadiaba,              | 6. Đá vôi dạng khối hệ tầng Bắc Sơn     | 9. Ranh giới địa chất. |
| 2. Đá vôi, phiến vôi, cát bột kết, phiến sét hệ tầng Bàn Cãi | 7. Điểm khảo sát và số hiệu             | 10. Đứt gãy kiến tạo.  |
| 3. Cát kết tù, cát bột kết, phiến sét hệ tầng Đồng Trấu      | 8. Phương cấu tạo của khoáng vật tạo đá | 11. Sông suối          |
| 4. Cát bột kết, phiến sét hệ tầng Cò Nòi                     |   | 12. Đường sá           |
| 5. Các đá phun trào bazan hệ tầng Cẩm Thủy                   |   |                        |

Hình 1. Sơ đồ địa chất - thạch học khối Đồi Chân, Cao Trì

sẫm màu đôi khi còn bắt gặp các ổ tinh thể pyroxen có kích thước lớn. Các đá gabro hạt nhỏ, gabrodiabas, diabas và congadiabas... phân bố ven rìa hoặc phân chưa bị bóc mòn mạnh ở các khu vực khác nhau của khối. Hầu hết các

đá có cấu tạo đồng nhất, hoặc phân dải rất rõ gồm các tinh thể pyroxen hình que dài 1-1,5 cm sắp xếp định hướng (200-230 °< 40-45°). Có thể do ảnh hưởng của đứt gãy cắt qua làm cho phần phía nam khối bị xê dịch, vì

thể tại yên ngựa gần đỉnh 372 quan sát thấy các tinh thể pyroxen dạng que trong gabro có hướng phân dải gần như ngược lại ( $350^\circ < 35^\circ$ ). Trong gabro sẫm màu thấy có quặng nhóm sulfur đa kim xâm tán 1-2 % (thậm chí đến 4-5 % trong loại hạt lớn). Gabro sáng màu (hạt vừa và nhỏ), gabrodiabas, diabas có lượng quặng nhóm oxid sắt xâm tán nhiều hơn. Kết quả khảo sát thực địa cho thấy khối có sự phân đới thành phần khá rõ : ngoài rìa là các đá diabas, congadiabas rồi đến gabro hạt vừa và nhỏ, tiếp theo là gabro hạt vừa và lớn trong trung tâm, phù hợp với các mô tả trước đây [14].

## 2. Khối Cao Trĩ

Mặt cắt khảo sát thứ nhất thực hiện từ làng Sống theo đường mòn lên đỉnh 389 xuống làng Chờ Tráng, làng Bứa. Dọc theo mặt cắt này hầu như chỉ gặp gabrodiabas hạt trung và diabas màu xanh xám nhạt có cấu tạo đồng nhất. Trong đá đều có chứa khoáng vật quặng nhóm oxid sắt xâm tán. Gabrodiabas hạt trung sẫm màu ở sườn phía đông bắc đỉnh 389 thường chứa nhiều khoáng vật quặng nhóm sulfur đa kim xâm tán.

Mặt cắt thứ hai thực hiện ở phía tây nam khối, từ làng Liều sang làng Khến và quanh khu vực Đồi Tập xuống làng Mùn, ra làng Bàn Rênh (Nước Xước)... Dọc mặt cắt chủ yếu gặp gabrodiabas và gabro hạt trung (cả sáng màu lẫn sẫm màu) với các dải tinh thể pyroxen dạng que sắp xếp định hướng như đã gặp ở khối Đồi Chân. Ngoài ra, theo mặt cắt này còn gặp cả biến loại sẫm màu hạt lớn tương tự gabro pegmatit. Trong tất cả các biến loại đá ở đây đều có chứa quặng xâm tán nhóm oxid sắt và sulfur đa kim nhiều khi đạt đến 4 % thể tích đá.

## III. ĐẶC ĐIỂM THẠCH HỌC VÀ ĐỊA HÓA

### 1. Đặc điểm thạch học

a) *Gabro* : loại đá gặp khá phổ biến, lộ ở những khu vực khối bị bóc mòn mạnh. Đá có cấu tạo đồng nhất, đôi khi định hướng yếu, kiến trúc gabro. Thành phần chủ yếu gồm plagioclas (55-60 %), clinopyroxen (30-35 %), biotit và khoáng vật quặng. Đối với biến loại hạt lớn, plagioclas có dạng tấm kéo dài, song tinh khá sắc nét theo luật albit, kích thước đạt đến 3-4 mm chiều rộng và kéo dài 5-7 mm, đôi khi đến 1 cm, hầu hết chưa bị biến đổi hoặc sericit hóa yếu dọc theo khe nứt tách. Clinopyroxen dạng tấm, kích thước  $3 \times 5$  mm, thường không màu, đôi khi phớt

hồng,  $CNg = 38-42^\circ$ ,  $Ng-Np = 0,023-0,026$ , góc  $-2V = 60-65^\circ$ , tương ứng với augit, một số bị biến đổi ven rìa hạt. Biotit dạng tấm nhỏ phân bố rải rác trong đá, màu nâu đỏ theo Ng, vàng chanh theo Np ; một số hạt bị gặm mòn dạng vũng vịnh và clorit hóa từng phần. Khoáng vật quặng của nhóm sulfur đa kim thường phân bố trong các khoảng trống giữa các khoáng vật màu. Trong gabro hạt trung, plagioclas bị xoxurit hóa khá mạnh, clinopyroxen bị tremolit hóa, biotit bị clorit hóa hầu hết. Đá thường có cấu tạo định hướng, đôi khi có kiến trúc khảm ofit. Trong gabro hạt nhỏ với kiến trúc dolerit, plagioclas dạng tinh thể nhỏ bị xoxurit hoá rất mạnh, phân bố hỗn độn; xen lấp giữa chúng là các hạt pyroxen tha hình cũng bị biến đổi.

b) *Gabronorit* : ít phổ biến, thành phần khoáng vật gồm có plagioclas (60-65 %), clinopyroxen (20-25 %), ortopyroxen (~10 %), biotit (2-5 %). Pyroxen bị amphibol hoá từng phần ; plagioclas hầu hết bị xoxurit hoá mạnh ở phần nhân. Các tấm amphibol chủ yếu là tremolit được hình thành do quá trình biến đổi hoàn toàn từ pyroxen, có kích thước trung bình, trong nhiều lát mỏng thấy chúng kéo dài theo một phương nhất định ; biotit dạng tấm hoặc vẩy nhỏ bị biến đổi khá mạnh ở ven rìa hạt. Trong đá còn chứa một lượng đáng kể các khoáng vật quặng nhóm sulfur, nhiều khi đạt đến 2 % thể tích đá.

c) *Diabas và diabas thạch anh* : hạt mịn phớt lục, thành phần gồm plagioclas 50-60 %, augit 33-37 %, còn lại là thạch anh, amphibol, apatit và quặng ; kiến trúc diaba điển hình, đôi khi khảm ofit.

Plagioclas hạt nhỏ, hình trụ, bị xoxurit hóa mạnh ở nhân. Pyroxen là loại augit thường không màu, đôi khi phớt hồng. Thạch anh dạng tha hình phân bố rải rác trong đá. Amphibol chủ yếu là loại thay thế pyroxen, có màu lục đến nâu lục ;  $c:Ng = 160$ ,  $-2V = 76$ .  $Ng-Np = 0,022$ , nhiều khi quan sát thấy amphibol bị biotit và clorit thay thế. Apatit có dạng lăng trụ nhỏ kéo dài, độ nổi rất cao, phân bố rải rác trong đá. Khoáng vật quặng chủ yếu là nhóm oxid sắt (magnetit, ilmenit) chiếm đến 2-3 % thể tích đá.

d) *Congadiabas* : có màu xám phớt lục, hạt nhỏ đến trung bình với thành phần gồm plagioclas (~50 %) ; thạch anh và feldspar kali (10-15 %) ; khoáng vật màu (30 %) bao gồm pyroxen (augit), hornblend, biotit. Khoáng vật quặng nhóm oxid sắt là chủ yếu và apatit chiếm chừng 3-5 %. Kiến trúc của đá là dạng vi pegmatit hoặc dạng ofit. Conga-

diaba chuyển từ từ sang granopyr với các hạt khoáng vật thường lớn hơn với kiến trúc thay đổi. Plagioclas trong các đá này có số hiệu dao động 35-44 ; albit gặp khá nhiều trong đá, rất có thể do quá trình anbit hóa muộn hơn.

d) Skarn phần lớn gặp ở rìa hoặc ngay trong khối với số lượng khá nhiều. Đá có màu xám, xám đen cấu tạo dải hoặc đồng nhất, thành phần gồm granat, magnetit, epidot, calcit và một số ít pyroxen.

Magnetit trong skarn gồm hai thể hệ : magnetit thể hệ 1 thành tạo cùng với quá trình hình thành skarn, phân tán trong đá, đôi khi đóng vai trò xi măng gắn kết các hạt granat. Magnetit thể hệ 2 thường tạo thành những mạch xuyên cắt skarn và các đá vây quanh. Có thể mở rộng sát Làng Sam liên quan với các khối xâm nhập gabroid nghiên cứu. Nét đặc trưng của magnetit thể hệ 2 là thường tạo thành những mạch quặng thuần túy có kích thước từ vài milimet, centimet đến hàng mét xuyên vào skarn, đá vôi và cả gabroid. Như vậy giữa gabroid và đá vôi (hệ tầng Bán Cãi) có một đới skarn giàu magnetit.

## 2. Đặc điểm địa hóa

### a) Nhóm các nguyên tố chính

Thành phần hóa học của gabroid (bảng 1) cho thấy các khối Đồi Chân, Cao Trĩ thuộc nhóm các đá mafic ( $MgO = 3,96-7,86\%$  ;  $SiO_2 = 46,02-50,44\%$ ) có hàm lượng kali trung bình ( $K_2O = 0,82-1,83\%$ ). Nhìn chung gabroid có hàm lượng FeO,  $TiO_2$  cũng như  $Na_2O$ ,  $K_2O$  cao hơn khá nhiều so với gabroid khối Tri Năng, Yên Chu [7, 8], song hàm lượng MgO, CaO hoàn toàn ngược lại, trong khi đó hàm lượng  $Al_2O_3$  lại gần tương đương ở các đá thuộc các khối khác. Tuy nhiên, nếu so với diabas xuyên cắt trong khối Núi Nưa và basalt thuộc hệ tầng Cẩm Thủy, gabroid khối nghiên cứu lại có hàm lượng FeO và  $TiO_2$  thấp hơn đôi chút. Có thể thấy rõ sự khác nhau tương đối qua mối tương quan giữa các oxid tạo đá của các khối Đồi Chân, Cao Trĩ và các khối Tri Năng, Yên Chu cũng như trong các đá mafic khác ở khu vực lân cận trên biểu đồ hình 2.

Quá trình phân dị thành phần các khối Đồi Chân, Cao Trĩ thể hiện trên biểu đồ AFM (hình 3a). Có thể thấy vai trò của sắt và tổng kiềm trội hơn hẳn so với magne, do vậy chúng thường phân bố ở phần cao hơn, chủ yếu nằm trong loạt tholeit. Các khối magma có đặc điểm phân dị kiểu này thường có triển vọng về quặng hóa sắt-titan [23]. Ngược lại, gabroid khối Tri Năng, Yên Chu (thuộc kiểu phân lớp) thường

phân bố ở phần thấp và nằm sát cạnh FM hơn, chúng tỏ trong quá trình phân dị, ban đầu magne và sắt đóng vai trò quan trọng, chỉ ở các sản phẩm phân dị cuối, vai trò của kiềm mới tăng lên, vì thế gabroid các khối này mang đặc tính của loạt kiềm-vôi rõ nét hơn. Những tính chất đặc trưng riêng biệt của các khối còn thể hiện rõ rệt trên biểu đồ tương quan  $SiO_2 - FeO/MgO$  (hình 3b). Như vậy, gabroid khối Đồi Chân, Cao Trĩ, cũng như basalt Cẩm Thủy và các đai mạch diabas trong khối Núi Nưa thuộc loạt tholeit, khác với gabroid khối Tri Năng, Yên Chu nghiêng về loạt kiềm-vôi.

### b) Nhóm các nguyên tố đất hiếm và nguyên tố vết

Kết quả phân tích hàm lượng các nguyên tố đất hiếm và các nguyên tố vết khác của các khối Đồi Chân, Cao Trĩ cũng như của các khối phân lớp (Tri Năng, Yên Chu) và basalt, diabas ở khu vực lân cận nêu ở bảng 2 và bảng 3. Trên biểu đồ phân bố đất hiếm chuẩn hóa theo chondrite (hình 4a), đường biểu diễn hàm lượng đất hiếm các khối Đồi Chân, Cao Trĩ và basalt hệ tầng Cẩm Thủy tách biệt thành một cụm riêng biệt, chúng hoàn toàn đồng dạng với nhau và có nét đặc trưng là nhóm các nguyên tố đất hiếm nhẹ thường cao hơn nhóm các nguyên tố đất hiếm nặng, không có dị thường âm Eu khá tương đồng với đặc điểm phân bố đá magma loạt tholeit sinh thành trong bối cảnh của đới hút chìm hoặc rìa mảng hội tụ [20]. Có thể giả định sự hình thành khối xâm nhập mafic nghiên cứu là do ảnh hưởng của quá trình ghép nối giữa hai mảng Indosinia và Nam Trung Hoa dọc theo khâu nối Sông Mã [13, 21] ; sự đụng độ của các mảng này đã mở ra các đường nứt lớn, tạo điều kiện cho dung thể magma thành phần mafic xuyên lên.

Đối với các khối gabroid phân lớp (Tri Năng, Yên Chu) lại có đường phân bố hàm lượng đất hiếm khác biệt hẳn, phần lớn chúng có dị thường Eu dương và sự chênh lệch giữa hàm lượng của các nguyên tố đất hiếm nhẹ và đất hiếm nặng không đáng kể (đường phân bố gần nằm ngang (hình 4a). Trong khi đó đường phân bố các nguyên tố đất hiếm của đai mạch diabas xuyên cắt trong khối Núi Nưa lại chiếm vị trí cao nhất, tách biệt với các đá của các khối Đồi Chân, Cao Trĩ cũng như các đá trong các khối Tri Năng, Yên Chu. Sự khác biệt này chứng tỏ các đá thuộc kiểu phân lớp và diabas xuyên cắt trong khối Núi Nưa có nguồn magma khác hẳn với nguồn của các khối Đồi Chân, Cao Trĩ và phun trào basalt hệ tầng Cẩm Thủy.

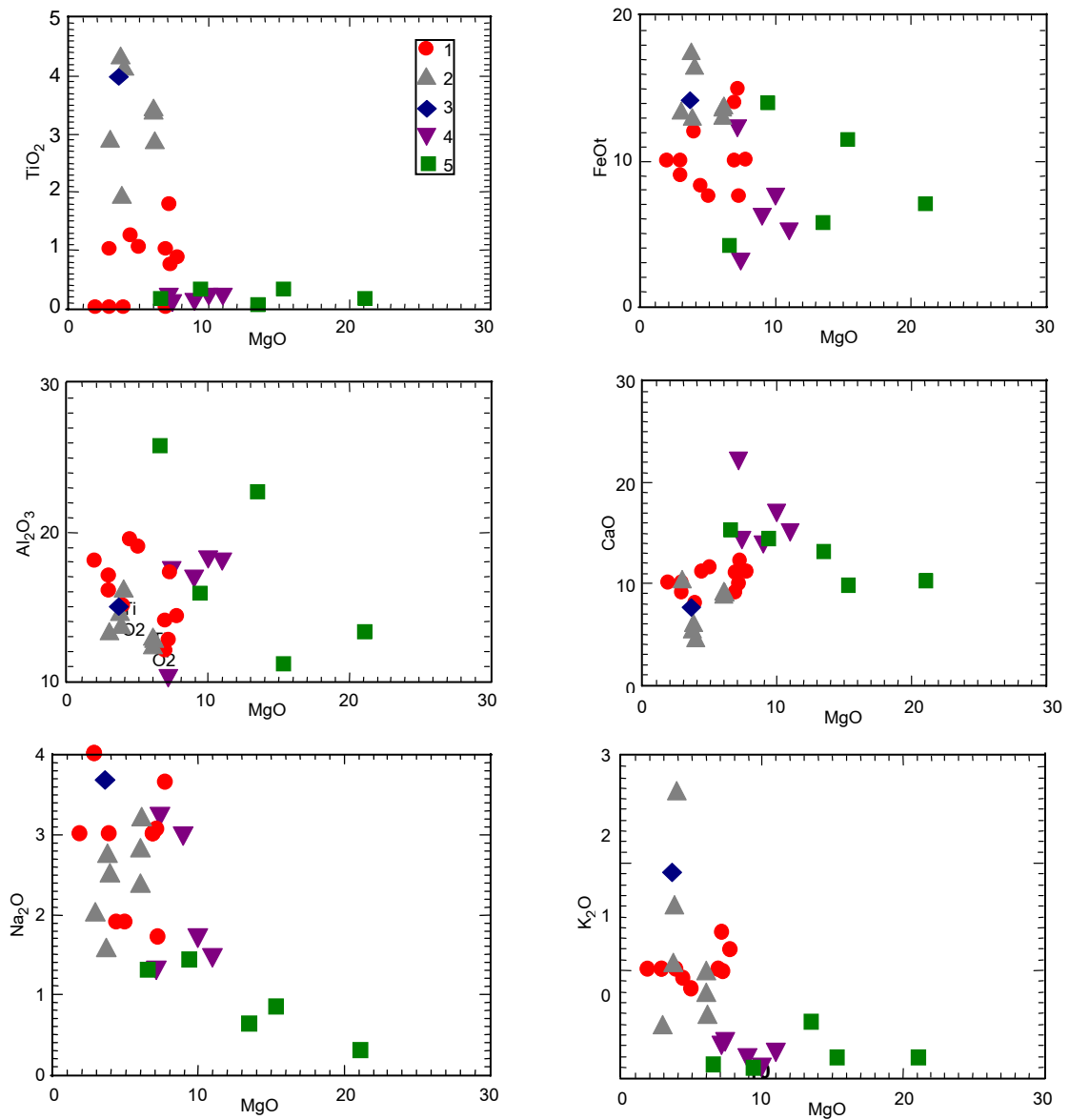
**Bảng 1. Thành phần hóa học (XRF, % tl) các đá của khối Đồi Chân, Cao Trĩ, Tri Năng, Yên Chu và các đá phân bố lân cận**

TT	SH Mẫu	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MKN	Tổng
1	N.100/87	49,20	1,24	19,5	9,15	0,13	4,48	11,08	1,89	0,91	0,16	-	97,74
2	N.117/87	48,71	0,74	17,23	8,40	0,12	7,34	12,12	1,71	0,98	0,13	-	97,48
3	N.123/87	49,51	1,04	18,96	8,37	0,12	5,06	11,56	1,90	0,82	0,17	-	97,51
4	N.1111	46,02	1,78	12,72	14,94	0,02	7,30	9,87	3,05	1,34	0,00	1,82	98,87
5	N.1112	49,06	0,87	14,33	10,02	0,01	7,85	11,13	3,64	1,18	0,00	1,22	99,31
6	700/79	46,04	1,78	12,73	14,84	0,02	7,34	9,86	3,06	1,32	0,06	1,00	98,05
7	706/79	50,44	0,84	16,21	10,51	0,05	3,14	9,18	4,63	1,82	0,39	1,65	98,86
8	710/79	50,06	0,83	15,22	12,74	0,04	4,12	8,84	3,44	1,83	0,15	0,98	98,25
9	712/79	49,04	0,92	18,04	10,48	0,06	2,74	10,26	3,72	1,32	0,10	1,23	98,91
10	714/79	49,64	1,03	17,02	9,46	0,07	3,96	10,74	4,17	1,44	0,14	1,17	98,84
11	715/79	49,14	0,91	14,93	10,07	0,08	7,86	11,14	3,64	1,54	0,10	1,50	100,91
12	CT.07/1	52,17	1,96	13,81	14,54	0,20	3,78	6,12	2,76	1,61	0,39	-	97,34
13	N.1203/1	46,08	3,40	12,44	13,52	0,26	6,06	8,95	2,84	0,80	0,55	2,26	97,46
14	N.1203/2	41,40	4,16	16,25	17,13	0,26	3,89	4,65	2,53	2,68	0,87	4,08	98,54
15	N.1203/3	45,70	2,92	13,37	14,06	0,20	2,91	10,43	2,03	0,50	0,39	2,38	100,07
16	N.1203/4	43,44	4,36	14,70	18,17	0,20	3,64	5,50	1,59	1,08	0,50	3,01	99,00
17	N.1203/5	47,60	2,88	12,85	14,41	0,20	6,11	9,16	3,23	0,59	0,38	1,92	99,05
18	N.1203/6	47,14	3,46	13,04	13,96	0,22	6,01	9,23	2,39	1,00	0,59	4,33	98,02
19	N.169/1	46,00	2,76	14,12	13,06	0,22	6,64	9,98	2,34	0,90	0,28	-	96,59
20	N.169/2	46,46	3,00	13,91	12,34	0,22	7,04	10,4	2,50	0,80	0,27	-	96,85
21	N.169/3	47,80	2,80	13,91	13,03	0,22	6,52	10,19	2,33	0,50	0,26	-	96,23
22	N.169/4	47,60	2,84	13,92	12,79	0,22	11,15	2,99	2,81	1,00	0,20	-	95,06
23	N.1200/1	46,12	2,49	13,27	13,57	0,19	6,15	10,28	2,22	0,50	0,32	2,18	98,97
24	N.1200/2	45,66	2,61	13,91	13,14	0,16	6,67	11,57	1,57	0,58	0,31	3,25	100,19
25	T.19000	45,67	3,97	15,01	15,79	0,20	3,61	7,61	3,68	1,91	0,72	-	98,17
26	732/86	44,40	0,20	10,20	12,27	0,15	7,10	22,20	1,30	0,30	0,00	0,80	98,92
27	736/86	44,20	0,20	18,20	7,50	0,10	10,00	17,04	1,70	0,10	0,00	1,20	100,24
28	746/86	45,30	0,20	18,06	5,20	0,10	11,00	15,10	1,47	0,24	0,00	2,10	98,77
29	766/86	49,60	0,10	17,49	3,10	0,006	7,40	14,35	3,23	0,34	0,00	1,30	97,16
30	770/86	48,82	0,11	16,90	6,16	0,01	8,95	13,86	2,98	0,19	0,00	0,99	98,97
31	B7204	44,47	0,14	25,73	4,55	0,13	6,72	15,15	1,29	0,11	0,20	1,54	100,03
32	N.1266	49,54	0,30	15,79	14,72	0,22	9,55	14,26	1,42	0,08	0,01	1,46	100,35
33	1/119	41,26	0,14	13,25	6,98	0,15	21,26	10,16	0,29	0,17	0,00	6,26	99,92
34	1/129	42,45	0,04	22,61	5,70	0,14	13,62	13,03	0,62	0,51	0,00	1,07	99,79
35	1/90	49,33	0,30	11,10	11,38	0,19	15,47	9,65	0,83	0,17	0,00	1,49	99,91

Chú thích (bảng 1-4) : **1-11.** Gabro, gabrodiabas... khối Đồi Chân - Cao Trĩ (1-5 phân tích tại Đài Loan, 6-11 phân tích tại Viện ĐC Viễn Đông, CHLB Nga), **12-24.** Basalt thuộc hệ tầng Cẩm Thủy (phân tích tại Đài Loan), **25.** Diabas dạng đai mạch trong siêu mafic khối Núi Nưa (phân tích tại Đài Loan), **26-30.** Gabroit khối Tri Năng (phân tích tại Viện ĐC và KVH, Phân viện Sibiri CHLB Nga), **31-35.** Gabroit khối Yên Chu (phân tích tại Viện ĐC và KVH, Phân viện Sibiri, CHLB Nga)

Nét đặc trưng của gabroid các khối Đồi Chân, Cao Trĩ và basalt Cẩm Thủy còn thể hiện ở đặc điểm cao titan, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, tương đối cao kiềm (chủ yếu là kiềm natri) và đặc điểm phân bố hàm lượng các nguyên

tố không tương thích chuẩn hóa với N-MORB hay PM, trên đó thể hiện sự tăng vọt hàm lượng của các nguyên tố Cs, Pb cũng như các nguyên tố lithophil bán kính ion lớn (Rb, Sr, Ba, Th...) và dị thường thấp



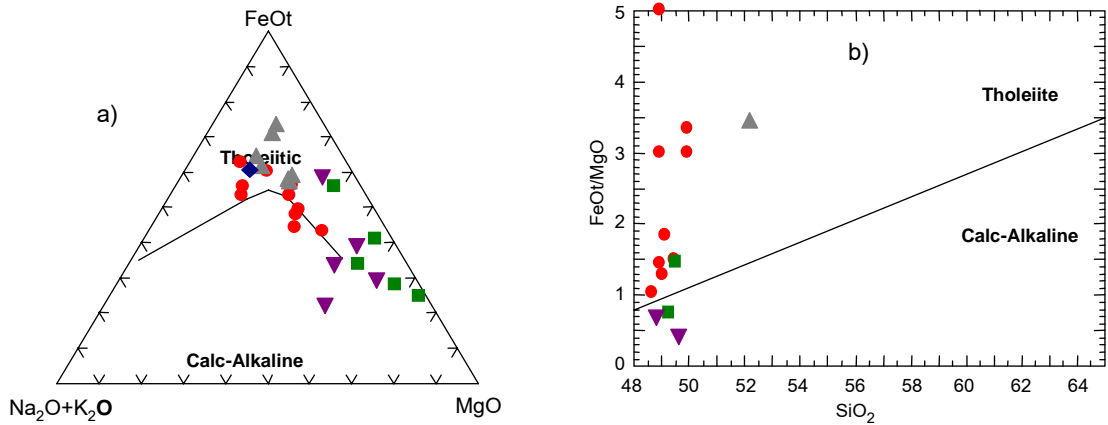
Hình 2. Tương quan giữa MgO với  $Al_2O_3$ , FeOt,  $TiO_2$ , CaO,  $Na_2O$  và  $K_2O$  trong gabroid khối Đồi Chân, Cao Trĩ ; basalt Cẩm Thủy; diabas dạng dai mạch trong khối Núi Nưa và gabroid thuộc kiểu phân lớp (Tri Năng, Yên chu)

Ký hiệu (hình 2-5) : 1. Gabroid Đồi Chân, Cao Trĩ, 2. Basalt Cẩm Thủy, 3. Diabas dạng dai mạch trong khối Núi Nưa, 4. Khối Tri Năng, 5. Khối Yên Chu

của các nguyên tố có trường bền vững cao như Ta, Nb (hình 4b), chứng minh thêm cho nguồn magma khác biệt với các khối phân lớp (Tri Năng, Yên Chu) cũng như diabas dạng dai mạch xuyên cắt trong khối Núi Nưa.

Mặt khác, các tham số địa hóa có thể còn cho biết sự khác biệt của các dung thể magma (cũng như vật liệu nguồn của các dung thể) hình thành các tổ

hợp đá magma khác nhau [3, 10, 11, 19]. Đáng chú ý nhất là các tỷ số  $(La/Lu)_{cn}$ ,  $(Ce/Yb)_{cn}$ ,  $(Ce/Sm)_{cn}$  và  $(Gd/Lu)_{cn}$ , bởi lẽ đây là những tham số địa hóa đặc trưng cho bản chất của dung thể magma nguyên sinh trong quá trình kết tinh phân đoạn, chỉ thị cho tính cùng magma (comagmatic). Ngoài ra các tỷ số  $(La/Ce)_{cn}$ ,  $(La/Sm)_{cn}$  và  $(Yb/Lu)_{cn}$ ... đặc trưng cho bản chất vật liệu nguồn trong quá trình nóng chảy



Hình 3. Quá trình phân dị của gabroid thuộc các khối khác nhau trên biểu đồ AFM (a) và SiO<sub>2</sub>-FeO/MgO (b)

Bảng 2. Hàm lượng các nguyên tố đất hiếm trong gabroid, gabrodiabas các khối Đồi Chân, Cao Trí và các đá khác trong khu vực nghiên cứu

TT	Sample	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
1	N.100/87	13,82	28,6	3,77	15,4	3,85	1,31	4,08	0,84	1,1	3,23	0,47	3,1	0,48	27,4
2	N.117/87	9,26	20,3	2,73	11,3	3,01	1,07	3,23	0,68	0,9	2,64	0,39	2,53	0,39	23,5
3	N.123/87	3,6	5,92	0,72	2,92	0,69	0,22	0,8	0,16	0,21	0,63	0,09	0,58	0,09	5,22
4	N.1111	10	22	3,2	12	2,9	1,0	3,5	0,61	0,80	2,3	-	2,5	0,37	18
5	N.1112	12	24	3,5	14	3,1	0,93	3,6	0,8	1,05	3,1	-	3	0,43	36
6	CT.07/1	16,2	34,8	4,61	19,9	4,75	1,65	5,15	0,97	1,23	3,61	0,51	3,35	0,52	31,7
7	T.19000	45,2	104,9	14,1	59,2	12,78	4,44	11,5	2,08	2,1	5,76	0,74	4,55	0,66	51
8	732/86	0,62	1,7	0,31	1,3	0,31	0,19	0,56	0,12	0,19	0,44	-	0,37	0,062	5,1
9	736/86	0,87	1,8	0,29	1,4	0,46	0,17	0,52	0,12	0,17	0,40	-	0,35	0,06	3,2
10	746/86	11	23	3,6	15	3,2	0,82	3,5	0,56	0,82	2,4	-	2,6	0,38	19
11	766/86	1,1	2,9	0,56	2,6	0,88	0,38	1,19	0,25	0,38	1	-	0,88	0,13	12,8
12	770/86	1,0	1,4	0,24	1,01	0,30	0,12	0,42	0,06	0,12	0,30	-	0,30	0,06	2,7
13	B7204	-	1,2	-	1	0,48	0,4	0,6	0,11	-	-	-	0,4	0,06	4
14	N.1266	2	6	-	-	-	0,00	-	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	10
15	1/119	0,25	0,94	0,19	0,94	0,31	0,13	0,5	0,13	0,19	0,5	-	0,44	0,06	6,2
16	1/129	7,7	16	2,3	8,6	2,1	0,82	2,6	0,56	0,75	2,3	-	2,1	0,31	27
17	1/90	0,52	1,2	0,23	1,2	0,40	0,11	0,57	0,11	0,17	0,52	-	0,46	0,06	4,0

tùng phân, chỉ thị cho tính cùng nguồn gốc (cogenetic) của các dung thể hình thành từ chúng.

Kết quả tính toán các tham số địa hóa đối với các đá của các khối Đồi Chân, Cao Trí, Tri Năng, Yên Chu và các đá khác phân bố ở khu vực lân cận cho thấy (bảng 4) :

Các tỷ số (La/Lu)<sub>cn</sub>, (Ce/Yb)<sub>cn</sub>, (La/Sm)<sub>cn</sub>... của các khối Đồi Chân, Cao Trí và basalt Cẩm Thủy có các giá trị tương đồng, giá trị (ΣREE)<sub>cn</sub> tăng dần từ xâm nhập (72,87-395,71) đến phun trào (414,09). Các tỷ số này đối với các khối phân lớp

thường có giá trị thấp nhất (68,41-279,61), trong khi đó diabas xuyên cắt trong khối Núi Nưa lại có giá trị cao nhất (909,10) (bảng 4). Sự khác biệt giữa chúng còn thể hiện qua các biểu đồ tương quan (hình 5 a,b,c) : gabroid của các khối Đồi Chân, Cao Trí và basalt Cẩm Thủy cụm thành một trường, tách biệt hẳn với các khối còn lại. Điều này chứng tỏ các khối Đồi Chân, Cao Trí kết tinh từ cùng một dung thể magma nguyên sinh với basalt hệ tầng Cẩm Thủy, khác hẳn với nguồn dung thể magma hình thành các khối Tri Năng, Yên Chu. Cũng trên biểu đồ (hình 5 a,b,c), diabas xuyên cắt trong khối Núi Nưa chiếm

**Bảng 3. Hàm lượng các nguyên tố vết trong gabroid, gabrodiabas các khối Đồi Chân, Cao Trĩ và các đá khác trong khu vực nghiên cứu**

TT	Sample	Co	Cu	Ni	Pb	P	Ba	Rb	Sr	U	Th	Ta	Nb	Hf	Zr
1	N.100/87	-	-	-	9,5	703	199	44	123	1,09	5,3	0,48	6,03	2,96	114
2	N.117/87	-	-	-	5,88	585	157	45	184	0,79	3,78	0,28	3,51	2,04	82,6
3	N.123/87	-	-	-	1,8	734	3,5	0,83	4,78	0,05	0,33	0,07	1,19	0,4	14,4
4	N.1111	20	12	17	-	-	-	37	128	0,80	4,5	0,42	6,1	2,3	95
5	N.1112	41	33	68	-	-	-	30	100	1,11	7,9	0,52	9,2	5,5	219
6	CT.07/1	-	-	-	6,22	1690	722	51,2	299	0,96	4,22	0,51	7,49	2,6	101
7	T.19000	-	-	-	6	3135	477	33,48	598	1,31	6,29	2,62	38,1	6,57	255
8	732/86	31	94	324	-	-	-	1,7	97	0,1	1,18	0,21	0,68	0,67	29
9	736/86	33	25	261	-	-	-	3,2	131	0,06	0,69	0,01	0,39	0,47	20
10	746/86	21	15	19	-	-	-	44	228	0,94	5,0	0,29	1,9	2,5	93
11	766/86	33	76	132	-	-	-	4,6	140	0,06	0,79	-	0,21	0,68	28
12	770/86	83	45	971	-	-	-	4,5	73	0,03	0,48	0,03	0,61	0,32	17
13	B7204	20	65	80	-	-	-	5	145	-	0,1	0,01	-	0,3	6
14	N.1266	29	57	77	-	-	157	7	95	0,50	0,50	0,00	2	-	15
15	1/119	89	71	1062	-	-	-	0,06	23	0,06	0,66	-	7,2	0,68	28
16	1/129	19	105	41	-	-	-	33	199	0,88	5,3	0,75	17	2,3	74
17	1/90	81	80	1715	-	-	-	1,1	25	0,06	0,46	0,04	0,59	0,31	12,3

**Bảng 4. Tham số địa hóa các nhóm nguyên tố đất hiếm của gabroid khối Đồi Chân, Cao Trĩ và các khối khác**

Số hiệu	( $\Sigma$ REE) <sub>cn</sub>	(La/Lu) <sub>cn</sub>	(Ce/Yb) <sub>cn</sub>	(Ce/Sm) <sub>cn</sub>	(La/Ce) <sub>cn</sub>	(La/Sm) <sub>cn</sub>	(Gd/Lu) <sub>cn</sub>	(Yb/Lu) <sub>cn</sub>	Sm/Nd	Rb/Sr
N.100/87	395,71	3,00	2,57	1,83	1,23	4,45	1,01	0,95	0,25	0,36
N.117/87	269,72	2,47	2,17	1,61	1,20	1,92	0,99	0,95	0,27	0,24
N.123/87	72,87	4,17	2,84	2,11	1,55	3,26	1,06	0,95	0,24	0,17
N.1111	261,28	2,82	2,43	1,86	1,16	2,16	1,23	0,99	0,24	0,29
N.1112	302,94	2,91	2,00	1,71	1,42	2,42	0,996	1,03	0,22	0,30
CT.07/1	414,09	3,30	2,88	1,55	1,19	1,84	1,20	0,96	0,24	0,17
T.1900	909,10	7,13	6,41	2,05	1,10	2,25	2,07	1,01	0,22	0,06
732/86	56,66	1,04	3,93	1,33	0,92	1,25	1,08	0,29	0,24	0,02
736/86	34,12	1,51	1,43	0,96	1,23	1,18	1,03	0,86	0,33	0,02
746/86	279,61	3,02	2,47	1,77	1,22	2,15	1,10	1,01	0,21	0,19
766/86	68,41	0,88	0,92	0,83	0,96	0,80	1,09	1,00	0,34	0,03
770/86	36,87	1,74	1,31	1,15	1,81	2,09	0,83	0,73	0,30	0,06
1/119	35,93	0,43	0,59	0,74	0,68	0,50	0,99	1,08	0,33	0,003
1/129	207,92	2,59	2,12	1,87	1,22	2,29	1,00	1,00	0,24	0,17
1/90	30,51	0,90	0,73	0,74	1,10	0,81	1,13	1,13	0,33	0,04

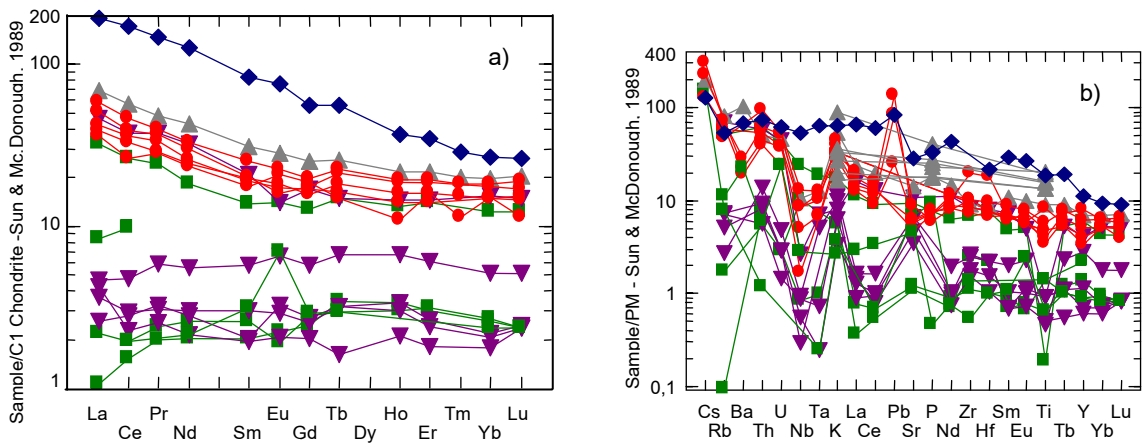
vị trí hoàn toàn khác cho thấy chúng được hình thành từ một nguồn dung thể magma độc lập, khác với cả các khối Đồi Chân, Cao Trĩ, basalt Cẩm Thủy cũng như các khối Tri Năng và Yên Chu.

Mặt khác, các tỷ số (Yb/Lu)<sub>cn</sub> và (La/Sm)<sub>cn</sub> trong các khối Tri Năng, Yên Chu, khối Đồi Chân, Cao Trĩ và basalt Cẩm Thủy, cũng như diabas xuyên

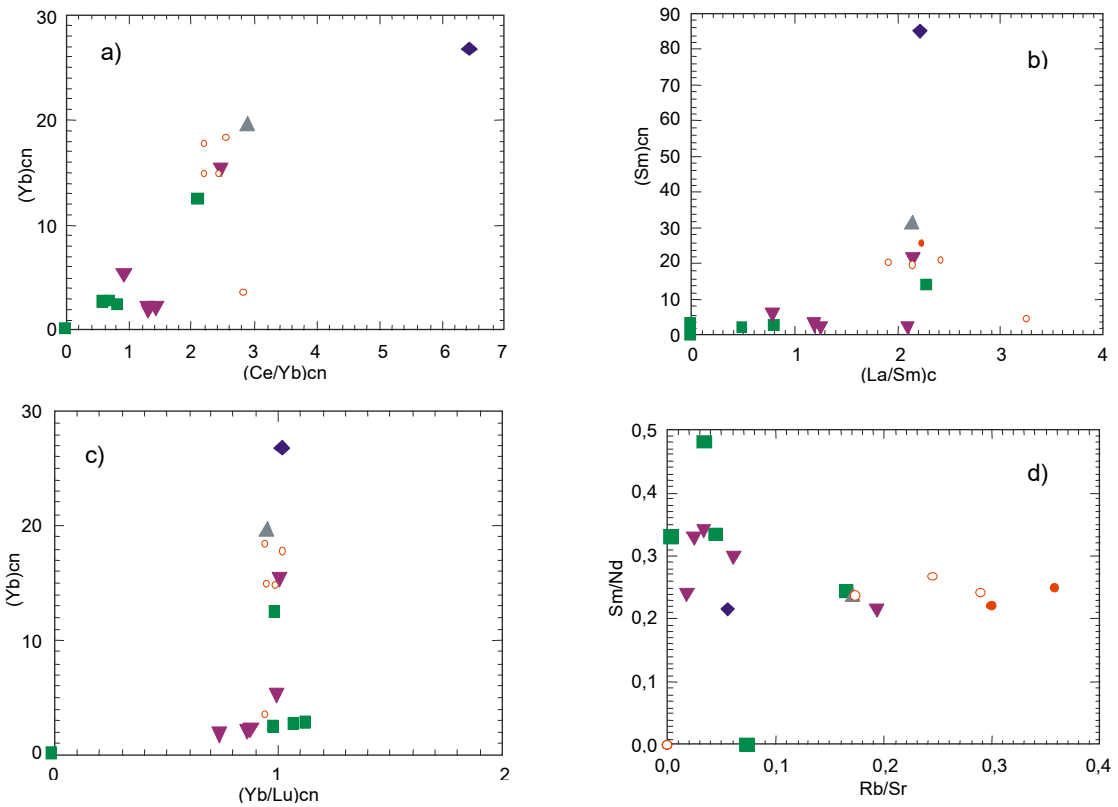
cắt trong khối Núi Nưa cũng khác nhau, chứng tỏ chúng không xuất sinh từ cùng một nguồn vật liệu ban đầu do nóng chảy từng phần (bảng 4).

Ngoài ra, sự khác biệt giữa các khối Đồi Chân, Cao Trĩ cũng như basalt Cẩm Thủy với các khối khác còn được thể hiện ở các tỷ số : Sm/Nd (thường thấp hơn) và Rb/Sr (cao hơn) so với các khối Tri Năng,





Hình 4. Đặc điểm phân bố các nguyên tố đất hiếm chuẩn hóa với chondrit (a) và đa nguyên tố chuẩn hóa với PM (b) (theo Sun & McDonough, 1989) của gabroid các khối Đồi Chân, Cao Tri và các khối phân lớp cũng như basalt, diabas ở các khu vực lân cận



Hình 5. Tương quan  $(Yb)_{cn} - (Ce/Yb)_{cn}$  (a),  $(Sm)_{cn} - (La/Sm)_c$  (b),  $(Yb)_{cn} - (Yb/Lu)_{cn}$  (c) và  $Sm/Nd - Rb/Sr$  (d) trong các đá của khối Đồi Chân, Cao Tri ; basalt Cẩm Thủy, gaboid các khối Tri Năng, Yên Chu và diabas dạng đai mạch trong khối Núi Nưa

Yên Chu ; diabas xuyên cắt trong khối Núi Nưa có tỷ số  $Sm/Nd$  cao hơn và  $Rb/Sr$  rất thấp. Trên biểu đồ hình 5d, các điểm biểu diễn của các khối phân lớp và diabas dạng đai mạch trong khối

Núi Nưa tập trung thành một cụm trùng với dãy Manti [18], trong khi đó các khối Đồi Chân, Cao Tri và basalt Cẩm Thủy tách thành một dải riêng xa dãy Manti.

Như vậy, từ những nét tương đồng về hàm lượng các nguyên tố đất hiếm, nguyên tố vết cũng như các tham số địa hóa của các khối Đồi Chân, Cao Trĩ và basalt Cẩm Thủy cho thấy chúng được hình thành từ một nguồn dung thể magma riêng biệt, khác hẳn với nguồn dung thể magma sinh thành các khối phân lớp và diabas dạng đai mạch xuyên cắt trong khối siêu mafic Núi Nưa.

## KẾT LUẬN

Không gian định vị các khối gabroid Đồi Chân, Cao Trĩ cũng như đặc điểm địa chất và thành phần vật chất của chúng, đặc biệt là các nguyên tố đất hiếm, các nguyên tố vết cho phép đưa ra một số nhận định sau đây :

1. Không thể xếp các khối Đồi Chân, Cao Trĩ vào cùng các thành tạo thuộc kiểu phân lớp (như Tri Năng, Yên Chu), mặc dù chúng khá gần gũi nhau về không gian. Cơ sở của kết luận này dựa trên các đặc trưng về thành phần thạch học, thành phần hóa học và sự khác biệt cơ bản giữa chúng về hàm lượng các nguyên tố hiếm - vết ; chúng khác biệt nhau cả về nguồn dung thể magma hình thành và có thể cả thời gian thành tạo.

2. Những nét tương đồng về hàm lượng các nguyên tố hiếm - vết và các tham số địa hóa của các khối Đồi Chân, Cao Trĩ và basalt hệ tầng Cẩm Thủy chứng tỏ chúng được hình thành từ cùng một dung thể magma. Với tài liệu hiện có, việc xếp chúng vào cùng một thời gian hình thành (Permi muộn) là khá hợp lý.

3. Những quan niệm trước đây về sự có mặt các đai mạch diabas trong khối Núi Nưa có mối liên quan về nguồn gốc cũng như thời gian thành tạo với các đá phun trào mafic phân bố lân cận (basalt thuộc hệ tầng Cẩm Thủy) là hoàn toàn không hợp lý, bởi lẽ giữa chúng có sự khác biệt rất cơ bản về hàm lượng các nguyên tố hiếm - vết cũng như các đặc trưng tham số địa hóa.

4. Tính đa dạng về thành phần thạch học cũng như hành vi địa hóa nguyên tố của các khối Đồi Chân, Cao Trĩ cho thấy chúng mang nét đặc trưng về khoáng hóa sắt - titan là chủ yếu. Mô sắt Làng Sam là minh chứng cho nhận định này.

Lời cảm ơn : tác giả chân thành cảm ơn sự hỗ trợ của Đề tài nghiên cứu cơ bản (mã số 70.85.06), Đề

tài hợp tác quốc tế Việt-Nga (theo Nghị định thư), các đồng nghiệp phòng magma Viện Địa chất - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam, các đồng nghiệp Viện Địa chất - Khoáng vật học Novosibirsk. Đặc biệt, tác giả chân thành cảm ơn Ts Hoàng Hữu Thành trước đây đã liên hệ với các đối tác và các đồng nghiệp tại Đài Loan phân tích thành phần hóa học và thành phần các nguyên tố hiếm, vết.

## TÀI LIỆU DẪN

[1] LÊ DUY BÁCH, VŨ MINH QUÂN, TRẦN QUỐC HÙNG, HOÀNG HỮU THÀNH, NGÔ GIA THẮNG, 1982 : Ophiolit Sông Mã. Tạp chí Các KH về TĐ, T. 4, 4, 97-106, Hà Nội.

[2] A.E. DOVJIKOV (chủ biên), 1965 : Địa chất miền Bắc Việt Nam, Nxb KHvKT, Hà Nội.

[3] P. HENDERSON, 1982 : Rare earth elements geochemistry. Pub. Unwin Hyman Ltd, London.

[4] TRẦN TRỌNG HOÀ (chủ biên), 1995 : Nghiên cứu magma Mezozoi-Kainozoi và tiềm năng chứa quặng của chúng (Tây Bắc - Trường Sơn). Báo cáo tổng kết đề tài KT-01-04, lưu trữ Viện TTTL QG, Hà Nội.

[5] TRẦN TRỌNG HOÀ, NGÔ THỊ PHƯỢNG, TRẦN TUẤN ANH, 2001 : Đặc điểm nhận dạng của các tổ hợp siêu mafic Việt Nam. Tạp chí Các KH về TĐ, T. 23, 4, 289-299, Hà Nội.

[6] NGUYỄN VĂN HOÀNH (chủ biên), 2004 : Hiệu đính bản đồ địa chất tờ Ninh Bình tỷ lệ 1:200.000, Lưu trữ TTTL Địa chất, Hà Nội.

[7] TRẦN QUỐC HÙNG, BÙI ẮN NIÊN, NGÔ THỊ PHƯỢNG, V.I. BOGNIBOV, A.I. GLOTOV, 1985 : Những tài liệu mới về địa chất, khoáng hoá và đặc điểm thạch hoá khối gabroit Tri Năng. Tạp chí Các KH về TĐ, T. 7, 4, 134-139, Hà Nội.

[8] TRẦN QUỐC HÙNG, BÙI ẮN NIÊN, 2003 : Về điều kiện thành tạo và thành phần magma ban đầu của gabroit khối Yên Chu. Tạp chí Các KH về TĐ, T. 25, 4PC, 434-441, Hà Nội.

[9] E.P. IZOKH, A.E. DOVJIKOV, 1981 : Sơ đồ magma tổng quát của Việt Nam. Bản đồ địa chất, 50, 13-32, Hà Nội.

[10] P.R. LIPIN. & G.A. MCKAY (eds), 1986 : Geochemistry and mineralogy of rare earth elements. Miner. Socie. Amer., V. 21, Wasington D.C.

[11] TRỊNH LONG, 1995 : Nguyên tố vết trong nghiên cứu thạch kiến tạo hiện đại. Tạp chí Địa Chất, **227**, 19-33, Hà Nội.

[12] BÙI QUANG LUÂN, NGUYỄN XUÂN HẪN, TRẦN QUỐC HÙNG, HOÀNG HỮU THÀNH, 1985 : Tuổi phóng xạ và nguồn gốc các đá gabroit miền Bắc Việt Nam. Tạp chí Các KH về TĐ, T. 7, **1**, 19-22, Hà Nội.

[13] LÊ VĂN MẠNH, NGUYỄN NGHIÊM MINH, 1998 : Đặc điểm kiến tạo các đới khâu Bắc Trung Bộ. Tạp chí Địa Chất, **425**, 28-34, Hà Nội.

[14] ĐÌNH MINH MỘNG (chủ biên), 1978 : Báo cáo địa chất tỷ lệ 1:200.000 tờ Ninh Bình. Lưu trữ TTTL Địa chất, Hà Nội.

[15] BÙI ẮN NIÊN, 2008 : Đặc điểm thành phần của cromspinel như một chỉ tiêu xác định thuộc tính các thành tạo mafic-siêu mafic (ví dụ các khối thuộc đới Sông Mã). Tạp chí Các KH về TĐ, T. 30, **3**, 199-209. Hà Nội.

[16] NGÔ THỊ PHƯỢNG, TRẦN TRỌNG HOÀ, HOÀNG HỮU THÀNH, TRẦN TUẤN ANH, 1999 : Các đặc điểm thạch địa hoá của các đá mafic Paleozoi đới Sông Mã - Tây Bắc Việt Nam. Tạp chí Các KH về TĐ, T. 21, **1**, 51-56, Hà Nội.

[17] G.V. POLYAKOV, NGUYỄN TRỌNG YÊM (chủ biên), 1996 : Các thành tạo mafic- siêu mafic Permi - Trias miền Bắc Việt Nam. Nxb KH và KT, 172 tr., Hà Nội.

[20] BÙI MINH TÂM, ĐỖ ĐÌNH TOÁT, 1996 : Thạch luận nguồn gốc các đá magma. Trường đại học KHTN, Hà Nội.

[21] PHAN TRƯỜNG THỊ, 1997 : Hoạt động biến chất và quá trình tạo núi Trường Sơn. Tạp chí Các KH về TĐ, T. 19, **3**, 169-178, Hà Nội.

[22] ĐÀO ĐÌNH THỰC, HUỲNH TRUNG (chủ biên), 1995 : Địa chất Việt Nam. Tập 2. Các thành tạo magma. Nxb KH và KT, Hà Nội.

[18] A.E. RINGWOOD, 1975 : Composition and petrology of the Earth's Mantle. Mc Grow-Hill Book company, New York.

[19] ROLLISON H.R., 1993. Using geochemical data : evaluation, presentation, interpretation. Longman Group Lmt., England.

[23] Багачев А.И., 1969. Некоторые петрохимические особенности никеленосных, титаносных и хромитосных интрузий, в кн: Вопросы л. изд-во ВСЕГЕИ.

## SUMMARY

**Characteristic on composition, origin and forming condations of the mafic intrusive of Doi Chan, Cao Tri mafic intrusive massive base on new data**

Detail researching on geological structures and material compositions (petrology, mineralogy, geochemistry) of the Doi Chan and Cao Tri massives reveals that :

The massives are consisted of gabbro, gabbro-norites, gabbro-diabases, diabases, congadiabases..., that are high in iron, titanium, phosphorus, medium alumium, and rich in potassium and sodium. The rocks are characterized by high contents of Rb, Sr, Ba, Th, Pb..., but anomaly with depletion of Ta, Nb. The distribution of major, rare earth, trace elements are similar to those of tholeite magmatic series, that are related to subduction zones or converging margins.

Geochemical significances of the Doi Chan and Cao Tri massives are similar to basalts of Cam Thuy formation but remarkably differ from layered intrusions of the Tri Nang, Yen Chu massives by geochemical parameters (La/Lu), (Ce/Yb), (La/Sm), (Yb/ Lu)... or Sm/Nd, Rb/Sr... These similar geochemical parameters between the Doi Chan and Cao Tri massives and Cam Thuy basalts show that, they were derived from the same magmatic source, and the main minerallization of these formations are iron and titanium.

*Ngày nhận bài : 09-7-2008*

*Viện Địa chất*