

# Đặc điểm thạch học và thành phần hoá học của khoáng vật trong các mạch sẫm màu khu vực Nhị Hà, Ninh Thuận và ý nghĩa của chúng

Nguyễn Minh Tài, Phạm Trung Hiếu

**Tóm tắt**—Các đá mạch sẫm màu khu vực Nhị Hà theo phương ĐB-TN và TB-ĐN, chủ yếu xuyên cắt qua granitoid tuổi Creta phức hệ Định Quán và bị các trầm tích Đệ tứ phủ lên. Dựa vào thành phần thạch học và kiến trúc, chia thành hai loại đá mạch sẫm màu gồm: diabaz, diabaz porphyry. Thành phần hoá học của các khoáng vật được xác định bằng phương pháp EPMA: plagioclas chủ yếu là labrador (An 60,80%), oligoclas (An từ 12,31 đến 14,29%), đôi chỗ bị albit hóa (An từ 6,75 đến 8,46%); pyroxen có thành phần tương ứng augit (W<sub>041,80</sub> En<sub>44,22</sub> Fs<sub>13,98</sub> đến W<sub>043,40</sub> En<sub>37,50</sub> Fs<sub>19,10</sub>) và diopsid (W<sub>045,45</sub> En<sub>42,48</sub> Fs<sub>12,07</sub> đến W<sub>048,16</sub> En<sub>40,02</sub> Fs<sub>11,81</sub>); amphibol trong phun trào basalt khu vực Nhị Hà là magnesio-hastingsit (thuộc nhóm amphibol Ca). Khoáng vật thứ sinh phổ biến là chlorit, epidot và sericit. Khoáng vật chlorit là loại pycnochlorit với tỉ số Fe/(Fe+Mg) <0,6 hình thành ở nhiệt độ khoảng 150 ~ 325°C. Các khoáng vật quặng trong các mạch sẫm màu, bao gồm pyrit, chalcopyrit, ilmenit, magnetit, titanomagnetit, titanit (sphen) và một ít rutil.

**Từ khóa**—Ninh Thuận, diabaz, diabaz porphyry, basalt, EPMA (microsond)

## 1 GIỚI THIỆU

Các mỏ quặng có giá trị kinh tế có thể liên quan đến các đá mạch sẫm màu như mỏ platinum, chrom, nickel ở Great Dyke, Zimbawwe. Ngoài ra, mỏ đồng liên quan đến các đá diabaz khu vực Qunjsai, Trung Quốc [17], v.v.... Nguồn gốc hình thành đá mạch liên quan nhiều đến trôi manti (mantle plume) như các mạch sẫm màu thuộc tỉnh thạch học magma lớn Emeishan (Emeishan Large Igneous Province), tây nam Trung Quốc [9]; nguồn

gốc từ hoạt động của magma khu vực rìa lục địa tích cực của các mạch sẫm màu phức hệ Hiei, Tây Nam Nhật Bản [7] và các mạch dolerit khu vực Singhbhum, Ấn Độ [13], thông qua đó chúng ta có thể hiểu biết lịch sử tiến hóa của khu vực nghiên cứu. Như vậy, việc nghiên cứu đá mạch không chỉ có ý nghĩa về mặt lý luận mà còn có ý nghĩa thực tiễn trong việc tìm kiếm khoáng sản đi cùng với chúng.

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày các kết quả nghiên cứu chi tiết về thạch học - khoáng vật, thành phần hoá học của các khoáng vật tạo đá chính, các khoáng vật thứ sinh và khoáng vật quặng.

## 2 PHƯƠNG PHÁP

**Phương pháp sử dụng kính hiển vi điện tử quét (SEM)**

SEM (Scanning Electron Microscope) là hệ thống thiết bị được sử dụng để tạo ra ảnh với độ phân giải cao của bề mặt mẫu bằng cách sử dụng một chùm các electron hẹp quét trên bề mặt mẫu. Các mẫu đá mạch sẫm màu sau khi mài lát mỏng, để đảm bảo bề mặt phân tích đạt yêu cầu, đánh bóng bề mặt này với bột đánh bóng kim cương dạng sệt (diamond paste), kích cỡ hạt 0,1µm, sau đó phủ lên bề mặt lát mỏng một lớp vàng hoặc carbon. Các lát mỏng thạch học này được phân tích dưới kính hiển vi và chụp ảnh điện tử tán xạ ngược BSE (Backscattered Electron image) bằng thiết bị JEOL JSM-6390A dưới hiệu điện thế 15V tại Đại Học Hiroshima, Nhật Bản nhằm xác định các vị trí và các khoáng vật ở lát mỏng thạch học cần phân tích bằng phương pháp EPMA.

**Phương pháp phân tích vi dò điện tử (EPMA)**

EPMA (Electron probe micro-analyzer) hay còn gọi là phương pháp microsond với nguyên lý

sử dụng chùm tia điện tử kích thước  $\mu\text{m}$ , quang phổ tán xạ bước sóng và phổ tán xạ năng lượng giúp phân tích thành phần hoá học tại vị trí phân tích, có thể lập bản đồ phân bố các nguyên tố hoá học bằng phương pháp này. Trong nghiên cứu này, bán kính của chùm electron là  $3\mu\text{m}$  đối với pyrit,  $4\mu\text{m}$  đối với plagioclas, pyroxen, amphibol và các khoáng vật quặng,  $5\mu\text{m}$  cho chlorit dưới hiệu điện thế 15KV. Thí nghiệm thực hiện bởi máy vi dò JXA-8200 tại phòng thí nghiệm Đại Học Hiroshima, Nhật Bản.

### Địa chất khu vực và vị trí lấy mẫu

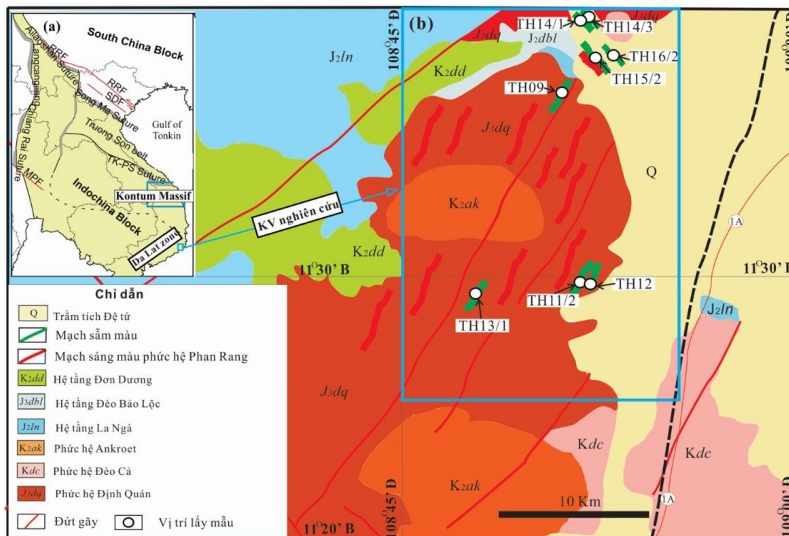
#### Địa chất khu vực

Đới Đà Lạt nằm ở phía Nam Việt Nam, phân bố phổ biến các granitoid tuổi Creta thuộc các phức hệ Định Quán – Đèo Cả, Ankrøet và các thành tạo phun trào, trầm tích tuổi Jura – Creta [10, 12, 16]. Các đá xuyên cắt qua các thành tạo trên phổ biến là các đá mạch sáng màu và sẫm màu, trong đó đá mạch sáng màu và granit đi cùng với nó có tiềm năng sinh khoáng thiếc ở các đai mạch xâm nhập nông [11]. Khu vực Nhị Hà nằm ở phía đông đới Đà Lạt (Hình 1a). Các đá mạch sẫm màu trong vùng nghiên cứu có kích thước nhỏ từ 0,2–1m hoặc nằm rải rác trên các trầm Đệ tứ, phổ biến theo phương ĐB-TN và TB-ĐN, chúng chủ yếu xuyên

cắt qua các xâm nhập granitoid tuổi Creta phức hệ Định Quán (Hình 1b). Các nghiên cứu trước kia đã xếp chúng vào phức hệ Cù Mông, Phan Rang cho tuổi Paleogen. Tuy nhiên các nghiên cứu về tuổi đồng vị (K-Ar, Ar-Ar) trong đề tài sinh khoáng, 1999 của Nguyễn Đức Thắng đã xếp các thành tạo đá mạch sáng màu và sẫm màu đi cùng với granitoid Đèo Cả và Định Quán có tuổi Creta muộn – Paleogen ( $K_2 - E$ ) [2]. Các nghiên cứu trước đã khoan định được diện tích phân bố, đặc điểm thạch học của đá, tuy nhiên, chưa công bố các kết quả mang tính định lượng về thành phần hóa học của các khoáng vật có trong đá mạch sẫm màu khu vực này.

#### Vị trí lấy mẫu

Các mẫu đá mạch sẫm màu được thu thập chủ yếu ở khu vực Nhị Hà, tỉnh Ninh Thuận. Vị trí lấy mẫu có tọa độ địa lý như sau: TH09 ( $11^{\circ}37'12,1''$  Bắc;  $108^{\circ}51'09,3''$  Đông); TH11/2 ( $11^{\circ}29'48,5''$  Bắc;  $108^{\circ}51'50''$  Đông); TH12 ( $11^{\circ}29'48,8''$  Bắc;  $108^{\circ}51'55,2''$  Đông); TH13/1 ( $11^{\circ}29'19,9''$  Bắc;  $108^{\circ}47'48,9''$  Đông); TH14/1 và TH14/3 ( $11^{\circ}40'34,2''$  Bắc;  $108^{\circ}52'07,2''$  Đông); TH15/2 ( $11^{\circ}38'22,7''$  Bắc;  $108^{\circ}52'41,1''$  Đông) và TH16/2 ( $11^{\circ}38'10,3''$  Bắc;  $108^{\circ}52'22,9''$  Đông) (Hình 1).



**Hình 1.** (a) Vị trí nghiên cứu trong sơ đồ phân bố địa khối Đông Dương (theo M. Sone, I. Metcalfe, 2008 [15]); (b) Sơ đồ địa chất các đá mạch sẫm màu khu vực Nhị Hà, Ninh Thuận (trích lược và chỉnh sửa từ bản đồ địa chất và khoáng sản Đà Lạt – Cam Ranh [10]) và vị trí lấy mẫu

### 3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### **Kết quả phân tích thạch học**

Đá mạch sẫm màu khu vực Nhị Hà có màu xám xanh, kiến trúc vi tinh. Thành phần khoáng vật chính của đá mạch sẫm màu bao gồm: plagioclas 45-60%, pyroxen 20-30%, quặng 5-10%. Dưới kính hiển vi, các khoáng vật chủ yếu là plagioclas và pyroxen; các khoáng vật biến đổi thứ sinh như chlorit, epidot, sericit, carbonat và albit; các khoáng vật quặng là: pyrit, chalcopyrit, magnetit, ilmenit, titanit (sphen) Dựa theo thành phần khoáng vật và kiến trúc, có thể chia đá mạch sẫm màu khu vực Nhị Hà thành 2 loại, bao gồm: diabaz, diabaz porphyry.

Diabaz: Dưới kính hiển vi, đá có kiến trúc diabaz (Hình 2b), các tinh thể plagioclas tự hình nằm xen chéo nhau nổi trên nền pyroxen (chủ yếu là augit). Khoáng vật biến đổi thứ sinh phổ biến là chlorit và sericit (Hình 2b&c). Khoáng vật quặng chủ yếu là ilmenit, magnetit, titanomagnetit và rutil.

Diabaz porphyry: ban tinh plagioclas, pyroxen (chủ yếu là clinopyroxen), đôi hạt có dạng phân đới và nền chủ yếu gồm plagioclas, pyroxen với kích thước nhỏ. Các khoáng vật biến đổi thứ sinh: chlorit, eidot (Hình 2d) và carbonat. Khoáng vật quặng chủ yếu là pyrit, đôi hạt có kích thước lớn 1,5x2 mm (Hình 2e), chalcopyrit, magnetit, ilmenit.

Phun trào basalt: ban tinh plagioclas và pyroxen (chủ yếu là clinopyroxen); nền ẩn tinh (Hình 2f). Khoáng vật quặng chủ yếu là pyrit có dạng hạt nhỏ (0,15–0,2mm) phân bố rải rác trong mẫu. Ngoài ra còn có các khoáng vật quặng như magnetit, ilmenit và titanit (sphen).

#### **Thành phần hóa học của các khoáng vật**

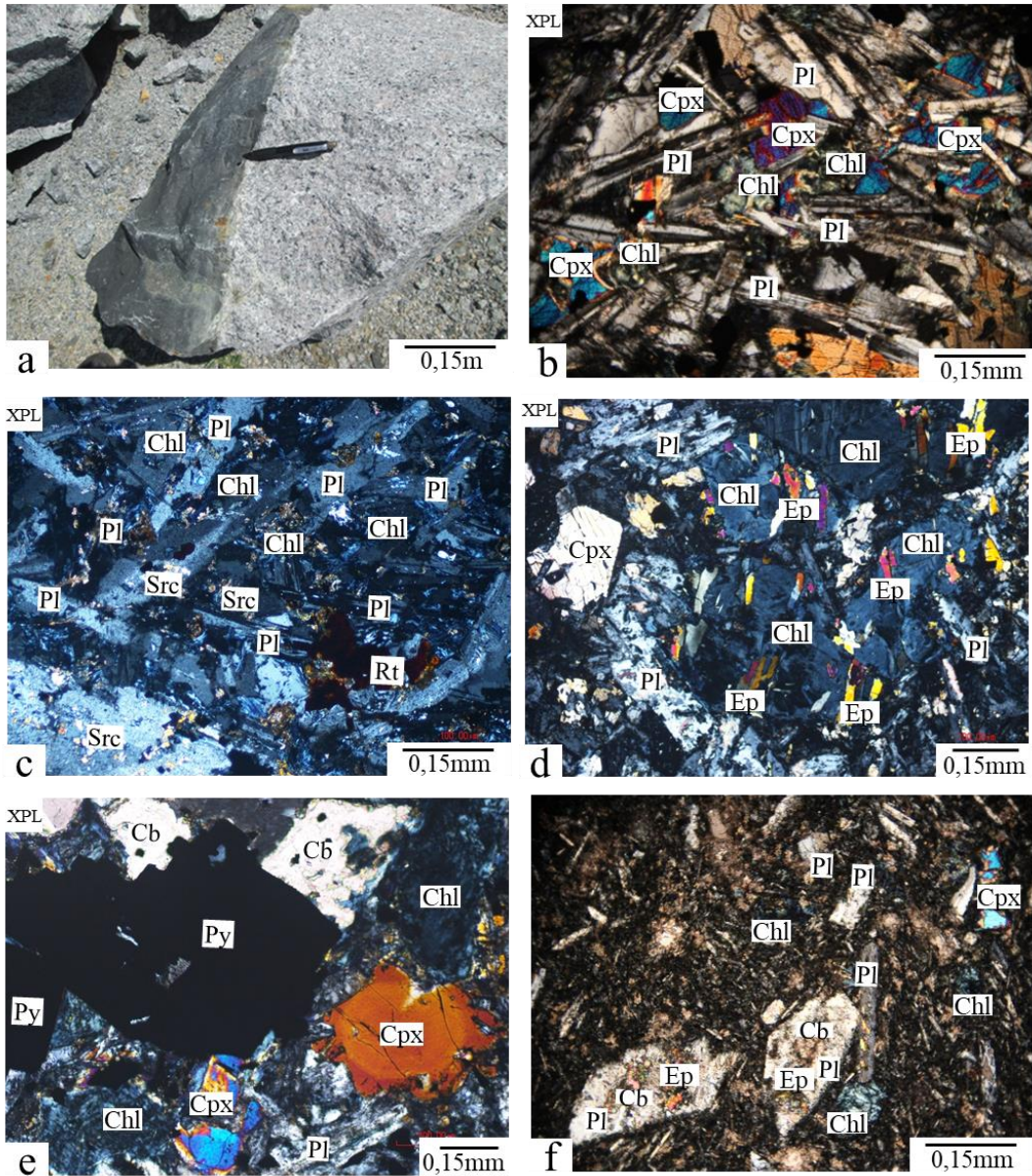
##### *Plagioclas*

Có hàm lượng từ 45-60%, gồm những tinh thể lẳng trụ ngắn hoặc kéo dài, từ tự hình đến nửa tự hình, chiết suất cao hơn nhựa, dưới kính hiển vi, plagioclas có thành phần từ albit đến labradorit. Kích thước phổ biến 0,4x0,2 mm; 0,6x0,25 mm; 0,7x0,3 mm. Có cấu tạo song tinh đa hợp theo luật albit. Plagioclas bị biến đổi thứ sinh phổ biến như sericit, epidot (sausurit hoá).

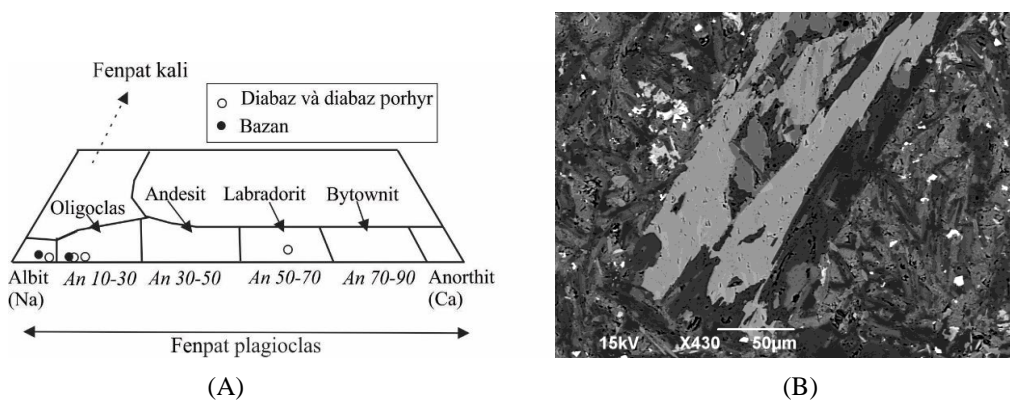
Về thành phần hóa học, plagioclas có thành phần chủ yếu là labrador (An 60,80%), oligoclas (An từ 12,31 đến 14,29%), đôi chỗ bị albit hóa (An từ 6,75 đến 8,46%) (Hình 3A; Bảng 1). Ở mẫu basalt và diabaz (TH14/1 và TH15/2) có hiện tượng albit hóa ven rìa hoặc ở phần nhân plagioclas khá phổ biến (Hình 3B).

##### *Amphibol trong mẫu basalt*

Amphibol phân bố chủ yếu ở nền, dạng kéo dài kích thước nhỏ từ 10-100 $\mu$ m. Về thành phần hóa học, amphibol thuộc nhóm amphibol Ca, tên gọi là magnesio-hastingsit khá tương đồng với amphibol trong basalt của phức hệ Hiei (Hình 4; Bảng 2).



**Hình 2.** (a) Hình ảnh thực địa đá mạch sẫm màu ~0,2m xuyên cắt granit phức hệ Định Quán; (b) Diabaz: kiến trúc diabaz gồm plagioclas tự hình, giữa chúng được lấp đầy bởi pyroxen xiên đơn; (c) Diabaz: plagioclas bị biến đổi sericit; chlorit phân bố đều khắp mẫu, có kiến trúc hạnh nhân, lấp đầy vào lỗ trống; (d) Diabaz porphyry: ban tinh pyroxen xiên đơn, pyroxen bị biến đổi hoàn toàn bởi chlorit và epidot; (e) Diabaz porphyry: ban tinh là pyroxen xiên đơn phân đôi, đôi hạt bị chlorit hóa hoàn toàn, pyrit tự hình 1,5x2 mm cùng khoáng vật carbonat, chlorit; (f) Basalt: các ban tinh plagioclas bị biến đổi thứ sinh ở phần nhân trên nền ảm tinh. Chú thích: XPL= 2 Nicol; Pl=plagioclas; Cpx=clinopyroxen; Chl=chlorit; Cb=carbonat; Ep=epidot; Py=pyrit; Src=sericit, Rt=rutil



**Hình 3.** (A) Thành phần plagioclas đá mạch sẫm màu Nhị Hà (theo Deer và nnk., 1963 [3]); (B) Plagioclas bị albit hóa (phần màu đen) ở rìa và nhân plagioclas, có thể có amphibol xuất hiện cùng các sản phẩm biến đổi thứ sinh của plagioclas. Ảnh điện tử tán xạ ngược (BSE). LM TH14/1

**Bảng 1.** Thành phần hóa học của plagioclas trong các đá mạch sẫm màu và basalt khu vực Nhị Hà được phân tích bằng phương pháp EPMA (% khối lượng)

Mẫu	TH16/2	TH14/1		TH13/1	TH14/3	TH15/2
Tên đá	Diabaz porhyr	Basalt		Diabaz porhyr	Diabaz	Diabaz
Khoáng vật	Pla	Pla	Pla	Pla	Pla	Pla
SiO <sub>2</sub>	52,390	65,04	66,801	65,682	65,471	66,878
TiO <sub>2</sub>	0,110	0,03	0,036	0	0	0,024
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	29,000	21,67	20,602	21,789	21,821	21,013
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,030	0,00	0,000	0	0,001	0,006
FeO	0,700	0,07	0,317	0,051	0,157	0,106
MnO	0,020	0,01	0,000	0,028	0,007	0
MgO	0,100	0,02	0,004	0	0,002	0,005
CaO	12,430	2,56	1,437	2,656	3,07	1,783
Na <sub>2</sub> O	4,170	10,01	10,880	10,155	10,096	10,577
K <sub>2</sub> O	0,380	0,07	0,146	0,013	0,109	0,116
Tổng	99,330	99,48	100,223	100,374	100,734	100,508
O=16						
Si	2,396	2,880	2,925	2,881	2,863	2,925
Ti	0,004	0,001	0,001	0	0	0
Al	1,563	1,131	1,063	1,127	1,125	1,083
Fe <sup>3+</sup>	0,027	0,000	0,012	0	0,006	0
Fe <sup>2+</sup>	0,000	0,002	0,000	0,002	0	0,004
Mg	0,001	0,000	0,000	0,001	0	0
Ca	0,609	0,121	0,067	0,125	0,1445	0,084
Na	0,370	0,860	0,924	0,864	0,856	0,897
K	0,022	0,004	0,008	0,001	0,006	0,006
Anorthit CaAl <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	60,80	12,31	6,75	12,62	14,29	8,46
Anbit NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	36,96	87,31	92,44	87,31	85,10	90,88
Orthoclas KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	2,24	0,38	0,82	0,07	0,60	0,66
	Labradorit	Oligoclas	Albit	Oligoclas	Oligoclas	Albit

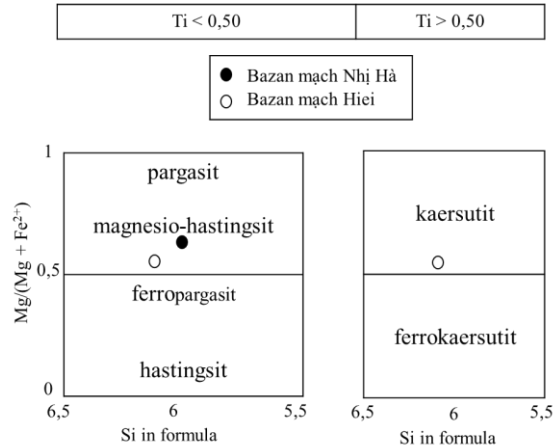
Pyroxen

Chiếm từ 20-30%, phổ biến là pyroxen xiên đơn, ít hơn là pyroxen trục thoi. Chúng bị biến đổi thứ sinh chlorit hoá, đôi hạt bị biến đổi chlorit, eidot gần như hoàn toàn. Quan sát dưới kính hiển vi, pyroxen bị biến đổi chlorit hóa (từ 10-25%).

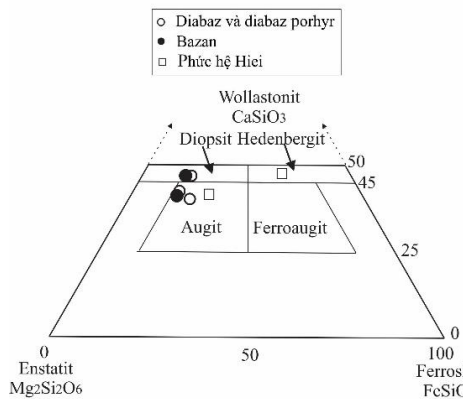
Pyroxen xiên đơn: Có dạng lăng trụ dài hoặc lăng trụ ngắn hoặc dạng hạt tha hình. Kích thước phổ biến 0,3x0,2 mm đến 0,5x0,25 mm, lớn nhất 1x0,5 mm đến 2x 0,75mm. Dưới 1 Nicol: không màu, không có tính đa sắc, có cát khai một phương rõ ràng, một số tiết diện hai phương cát khai 87°. Dưới 2 Nicol: có bậc màu giao thoa cao nhất là xanh lục, góc tắt C^Ng từ 30° đến 55°.

Về thành phần hóa học, pyroxen xiên đơn trong các mạch sẫm màu và của phức hệ Hiei đều có thành phần chủ yếu là augit ( $Wo_{41,80}En_{44,22}Fs_{13,98}$  đến  $Wo_{43,40}En_{37,50}Fs_{19,10}$ ) và diopsid ( $Wo_{45,45}En_{42,48}Fs_{12,07}$  đến  $Wo_{48,16}En_{40,02}Fs_{11,81}$ ) (Hình 5A; Bảng 3). Pyroxen xiên đơn mạch sẫm màu phức hệ Hiei có hàm lượng Fe cao hơn của các mạch sẫm màu khu vực Nhị Hà. Đôi hạt trong mẫu diabaz porhyr và basalt có dạng phân đôi, hàm lượng wollastonit ( $Ca_2Si_2O_6$ ) trong mẫu diabaz porphyry tăng lên ở phần rìa (Hình 5B), còn ở mẫu basalt hàm lượng wollastonit giảm ở phần rìa (Bảng 3).

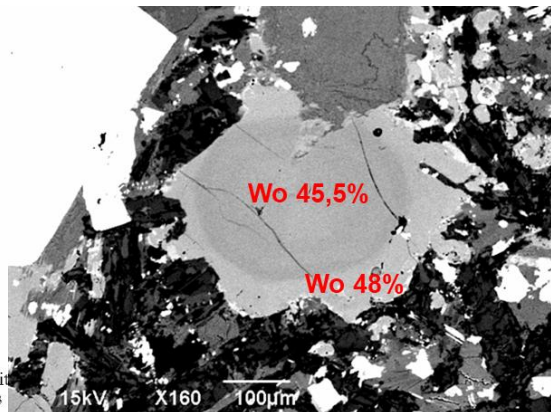
Pyroxen trục thoi: Dưới kính hiển vi, pyroxen có dạng lăng trụ dài, tự hình. Kích thước phổ biến 1x0,2 mm đến 1,5x0,25 mm. Xuất hiện rất ít trong mẫu, thường có dạng cát khai một phương hoàn toàn.



Hình 4. Phân loại amphibol của các phun trào basalt khu vực Nhị Hà và của phức hệ Hiei, Tây Nam Nhật Bản [7] (theo Leake et al., 1997 [8])



(A)



(B)

Hình 5. (a) Phân loại pyroxen của các đá mạch sẫm màu khu vực Nhị Hà và của phức hệ Hiei (theo Deer et al., 1997 [4]); (b) Pyroxen xiên đơn phân đôi, diabaz porphyry. Ảnh điện tử tán xạ ngược (BSE). LM TH16/2

**Bảng 2.** Thành phần hóa học của amphibol Ca trong basalt khu vực Nhị Hà phân tích bằng phương pháp EPMA và của mạch sẫm màu phức hệ Hiei (% khối lượng)

Mẫu	TH14/1	Phức hệ Hiei [7]	
Tên đá	Basalt	Basalt	
Khoáng vật	Amphibol	Amphibol	
SiO <sub>2</sub>	41,75	41,18	42,77
TiO <sub>2</sub>	4,43	4,57	3,84
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,52	11,19	10,73
FeO	11,34	15,49	15,81
MnO	0,29	0,37	0,32
MgO	13,81	11,93	12,26
CaO	10,95	10,97	10,39
Na <sub>2</sub> O	2,46	2,59	2,49
K <sub>2</sub> O	0,97	0,37	0,28
Tổng	96,53	98,92	99,02
Số O	O=23		

Mẫu	TH14/1	Phức hệ Hiei [7]	
Si	5,912	6,127	6,310
Al IV	1,800	1,873	1,690
Al VI	0,000	0,088	0,175
Ti	0,471	0,511	0,431
Fe <sup>3+</sup>	0,432	-	-
Fe <sup>2+</sup>	0,911	1,927	1,950
Mn	0,035	0,046	0,040
Mg	2,916	2,643	2,696
Ca	1,662	1,748	1,642
Na	0,676	0,747	0,713
K	0,176	0,070	0,053
Mg/(Mg+Fe <sup>2+</sup> )	0,762	0,578	0,580
Loại amphibol	Magnesian-hastingsit	Kaersutit	Magnesian-hastingsit

### *Chlorit và epidot*

Chlorit: có dạng tấm kéo dài hoặc dạng vảy nhỏ tha hình thay thế một phần hay hoàn toàn pyroxen hoặc lấp đầy vào các khoáng trống tạo kiến trúc hạnh nhân trong đá. Dưới 1 Nicol: có đa sắc rõ ràng vàng lục nhạt – lục đậm. Dưới 2 Nicol: màu giao thoa chlorit dị thường xanh lục đậm hoặc xám đen, tắt thẳng. Về thành phần hóa học (Bảng 4), pycnochlorit là loại chlorit phổ biến nhất trong các mạch sẫm màu diabaz và diabaz porhyr khu vực Nhị Hà và mạch sẫm màu phức hệ Hiei, riêng phun trào basalt thuộc loại conrundophilit với hàm lượng Si thấp hơn (Hình 6).

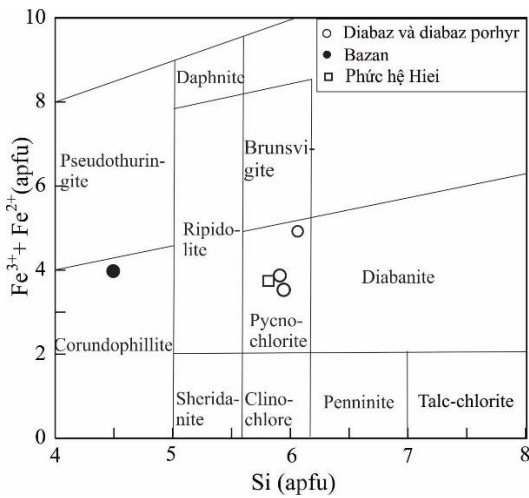
Chlorit là một trong những khoáng vật dùng đánh giá mức độ biến đổi của đá. Khu vực bị tác động bởi nhiệt độ thấp/áp suất thấp, đặc trưng bởi khoáng vật chlorit cho thấy sự biến chất cấp thấp như tướng đá phiến lục. Jowett, 1991 cho rằng nhiệt độ biến đổi trong khoảng 150 ~ 325°C cho chlorit với Fe/(Fe + Mg) có giá trị thấp hơn 0,6 [6].

Epidot: phân bố chủ yếu ở nhân khoáng vật plagioclas, không có hình dạng nhất định hoặc có

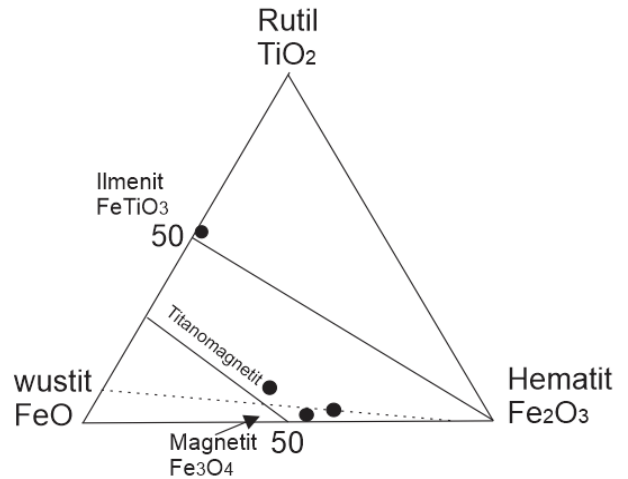
dạng sợi đi cùng với khoáng vật thứ sinh chlorit. Không màu, độ nổi cao dưới 1 Nicol, màu giao thoa sắc sỡ dưới 2 Nicol. Epidot là sản phẩm biến đổi nhiệt dịch (hydrothermal alteration) của nhiều khoáng vật như feldsar, pyroxen.

### *Các khoáng vật quặng*

Các khoáng vật quặng phân bố rải rác trong mẫu, chủ yếu là ilmenit, magietit, titanomagnetit (Hình 7, Bảng 5). Ngoài ra còn có pyrit, chalcopyrit, rutil. Dưới 1 và 2 Nicol, khoáng vật quặng có màu tối đen, riêng rutil có màu đỏ đậm.



**Hình 6.** Biểu đồ phân loại chlorit (theo Hey, 1954 [5]), apfu=atom per formula unit



**Hình 7.** Biểu đồ TiO<sub>2</sub>-FeO-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> phân loại quặng Fe-Ti (theo Buddington và Lindsley, 1964 [1])

**Bảng 3.** Thành phần hóa học của pyroxen xiên đơn (Cpx) phân tích bằng phương pháp EPMA (% khối lượng) của mạch sẫm màu và basalt khu vực Nhị Hà và của phức hệ Hiei (Kutsukake et al., 2010) [7]

Mẫu	TH16/2		TH14/1		TH13/1	Phức hệ Hiei (7)	
Tên đá	Diabaz porphyry		Basalt		Diabaz porphyry	Basalt	Dolerit
Khoáng vật	Cpx-nhân	Cpx-rìa	Cpx-rìa	Cpx-nhân	Cpx	Cpx	Cpx
SiO <sub>2</sub>	48,17	46,93	51,39	48,14	50,56	52,04	50,37
TiO <sub>2</sub>	2,00	2,50	0,74	1,36	1,12	0,14	0,06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,20	5,41	3,13	6,43	3,91	0,30	0,26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,41	0,70	0,34	FeOt= 12,08	FeOt=19,02
FeO	9,17	9,86	4,76	4,80	8,60		
MnO	0,19	0,21	0,18	0,14	0,21	0,33	1,37
MgO	13,66	12,62	16,50	14,19	15,25	13,33	7,48
CaO	20,33	21,13	20,61	21,07	20,06	21,44	21,07
Na <sub>2</sub> O	0,41	0,42	0,29	0,34	0,38	0,13	0,23
K <sub>2</sub> O	0,00	0,00	-	-	0,02	0,01	0,03
Tổng	99,34	99,12	99,78	99,37	100,44	99,79	99,89
O=6							
Si	1,805	1,773	1,892	1,792	1,862	1,974	1,984
Ti	0,056	0,071	0,020	0,038	0,031	0,004	0,002
Al	0,230	0,241	0,136	0,282	0,170	0,013	0,012
Fe <sup>3+</sup>	0,007	0,001	0,049	0,062	0,061	Fe=0,384	Fe=0,628



Fe <sup>2+</sup>	0,217	0,210	0,147	0,149	0,204	-	-
Mn	0,006	0,007	0,006	0,004	0,007	0,754	0,438
Mg	0,763	0,711	0,906	0,787	0,837	0,011	0,046
Ca	0,816	0,855	0,813	0,840	0,792	0,879	0,889
Na	0,030	0,031	0,021	0,024	0,027	0,011	0,017
Wollastonit							
Ca <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	45,45	48,16	42,47	45,69	41,80	43,40	45,5
Enstatit							
Mg <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	42,48	40,02	47,31	42,82	44,22	37,5	20,7
Ferrosilit							
Fe <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	12,07	11,81	10,22	11,49	13,98	19,1	33,8
	Diopsid	Diopsid	Augit	Diopsid	Augit	Augit	Diopsid

**Bảng 4.** Thành phần hóa học của chlorit (Chl) và epidot (Ep) được phân tích bằng phương pháp EPMA (% khối lượng) của đá mạch sẫm màu khu vực Nhị Hà và của phức hệ Hiei (Kutsukake et al., 2010) [7]

Mẫu	TH16/2	TH14/1		TH13/1		TH14/3	Phức hệ Hiei [7]	
Tên đá	Diabaz porphyry	Basalt		Diabaz porphyry		Diabaz	Dolerit	
Khoáng vật	Chl	Chl	Ep	Chl	Ep	Chl	Ep	Chl
SiO <sub>2</sub>	28,21	28,73	37,68	29,27	37,72	28,88	38,13	29,01
TiO <sub>2</sub>	0,09	0,04	0,11	0,01	0,04	0,04	0,03	0,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,51	17,70	22,79	16,61	23,06	17,77	23,34	18,96
FeOt	21,09	19,58	11,95	24,74	11,82	20,93	12,76	20,17
MnO	0,23	0,32	0,15	0,26	0,25	0,22	0,07	0,41
MgO	19,41	20,50	0,09	16,44	0,12	18,74	0,05	20,59
CaO	0,23	0,29	23,45	0,07	23,46	0,26	24,05	0,16
Na <sub>2</sub> O	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01	<0,01
K <sub>2</sub> O	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,02	0,01	0,09
Tổng	85,77	87,18	96,22	87,43	96,48	86,86	98,44	89,31
Số O	O = 36	O=36	O=12,5	O=36	O=12,5	O=36	O=12,5	O=36
Si	5,948	4,462	3,016	6,108	3,011	5,962	2,989	5,809
Ti	0,014	0,005	0,006	0,002	0,003	0,006	0,002	0,006
Al <sup>IV</sup>	2,052	3,423	Al=2,15	1,892	Al=2,17	2,038	Al=2,15	2,191
Al <sup>VI</sup>	2,051	0,000		2,208		2,300		2,282
Fe <sup>3+</sup>	0,016	0,000	0,800	0,195	0,789	0,156	0,836	3,379
Fe <sup>2+</sup>	3,703	4,024	-	4,124	-	3,459	-	-

Mn	0,041	0,042	0,010	0,046	0,017	0,039	0,006	0,071
Mg	6,099	4,748	0,010	5,113	0,014	5,767	0,006	6,146
Ca	0,052	0,049	2,011	0,015	2,006	0,058	2,021	0,035
Na	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	-	-
K	0,000	0,004	0,000	0,017	0,001	0,012	0,001	0,024
Fe/Fe+Mg	0,38	0,46	-	0,46	-	0,39	-	0,35
	Pycno-chlorit	Corundo-phylit	Epidot	Pycno-chlorit	Epidot	Pycno-chlorit	Epidot	Pycno-chlorit

**Bảng 5.** Thành phần hóa học của các khoáng vật quặng phân tích phương pháp EPMA (% khối lượng) có trong các đá mạch sẫm màu và basalt khu vực Nhị Hà

Mẫu	TH16/2			TH14/1	
Tên đá	Diabaz porphyry			Basalt	
Khoáng vật	Titanomagnetit	Magnetit	Ilmenit	Magnetit	Titanit (Sphen CaTiSiO <sub>5</sub> )
TiO <sub>2</sub>	11,43	5,73	49,05	4,26	35,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,00	0,06	0,05	0,04	1,79
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,81	4,26	0,01	1,86	0,01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	37,12	51,03	0,00	56,95	-
FeO	40,69	35,15	42,35	34,11	1,43
MnO	0,23	0,17	5,77	0,05	0,01
MgO	0,01	0,00	0,03	0,01	0,06
CaO	-	-	-	-	27,96
SiO <sub>2</sub>	-	-	-	-	30,41
Tổng	96,29	96,39	97,25	97,28	96,87
% TiO <sub>2</sub>	12,80	0,06	53,67	4,83	-
% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	41,61	55,52	0	59,52	-
% FeO	45,59	44,42	46,33	35,65	-
Tổng	100	100	100	100	-

Trong mẫu basalt số hiệu TH14/1, khoáng vật pyrit kích thước nhỏ từ 0,2 – 0,3mm, trong mẫu diabaz porphyry TH16/2, pyrit kích thước lớn hơn từ 1 x 0,75mm đến 1 x 1,5 mm. Sử dụng phương pháp EPMA để phân tích thành phần hóa học của

pyrit cho kết quả như bảng 6. Hàm lượng As trong pyrit khá cao ở rìa khoáng vật (>0,3%) mẫu TH14/1. Hàm lượng Co và Ni ở rìa khoáng vật cũng có giá trị cao hơn so với tại điểm bản ở nhân của khoáng vật pyrit.

**Bảng 6.** Thành phần hóa học của pyrit mẫu TH16/2 và TH14/1 (% khối lượng)

STT	Mẫu	Vị trí	Fe	S	Ni	Co	Cu	Ag	As	Tổng cộng
1	TH16/2	Nhân	46,006	53,855	0,003	0,000	0,000	0,002	0,000	99,866
2	TH16/2	Rìa	45,617	53,687	0,235	0,312	0,000	0,033	0,000	99,884
3	TH14/1	Nhân	45,401	53,498	0,000	0,154	0,000	0,000	0,020	99,073
4	TH14/1	Rìa	45,593	52,925	0,015	0,225	0,000	0,014	0,365	99,137
5	TH14/1	Nhân	45,784	53,376	0,016	0,204	0,008	0,002	0,004	99,394
6	TH14/1	Rìa	45,280	52,899	0,000	0,527	0,000	0,011	0,303	99,020

Sự biến đổi các khoáng vật trong đá mạch sẫm màu bởi các quá trình nhiệt dịch hình thành tương đối phổ biến ở cung magma của rìa lục địa như mạch dolerit, basalt của phức hệ Hiei, Nhật Bản [7], các mạch dolerit khu vực Singhbhum, Ấn Độ [1]. Các khoáng vật của đá mạch sẫm màu Nhì Hà có nét tương đồng với khoáng vật các mạch sẫm màu (dolerit, basalt) tuổi Creta của phức hệ Hiei. Pyroxen xen đơn mạch sẫm màu phức hệ Hiei có hàm lượng Fe cao hơn; amphibol trong basalt Nhì Hà thuộc nhóm amphibol Ca (magnesio-hastingsit) khá tương đồng với amphibol có trong basalt của phức hệ Hiei; khoáng vật thứ sinh pycnochlorit là khoáng vật biến đổi thứ sinh phổ biến của các đá mạch sẫm màu ở hai khu vực này.

Các đá xâm nhập tuổi Creta bị các đá mạch xuyên cắt trong khu vực Nhì Hà theo các nghiên cứu trước đây được kết luận hình thành trong môi trường rìa lục địa tích cực ([16],[14],[12]), Do đó, nhiều khả năng các đá mạch khu vực Nhì Hà cũng được hình thành trong môi trường kiến tạo rìa lục địa tích cực. Tuy nhiên cần tiếp tục nghiên cứu chi tiết về thành phần hóa học của đá, hàm lượng các nguyên tố vết-hiếm, đồng vị Rb-Sr, Sm-Nd của các mạch sẫm màu này để có kết luận chính xác hơn về điều kiện và nguồn gốc thành tạo của các đá mạch sẫm màu khu vực này.

#### 4 KẾT LUẬN

Đá mạch sẫm màu khu vực Nhì Hà gồm diabaz, diabaz porphyry. Thành phần khoáng vật xác định dưới kính hiển vi điện tử và phân tích bằng phương pháp EPMA là plagioclas (chủ yếu là labradorit, oligoclas, đôi chỗ bị albit hóa); pyroxen có thành phần của augit và diopsid; amphibol trong basalt là magnesio-hastingsit (thuộc nhóm amphibol Ca). Khoáng vật biến đổi thứ sinh phổ biến là chlorit (pycnochlorit), epidot và sericit. Khoáng vật quặng thuộc nhóm sunfua như pyrit và chalcopyrit; titanit (sphen) và các oxit Fe-Ti như magnetit, titanomagietit, ilmenit và một ít rutil.

*Lời cảm ơn: Kết quả nghiên cứu trong bài báo được tài trợ bởi học bổng JASSO quỹ hỗ trợ của chương trình trao đổi sinh viên PEACE giữa trường Đại Học Hiroshima, Nhật Bản và Trường Đại học Khoa học Tự nhiên TP.HCM. Nghiên cứu này được tài trợ bởi Quỹ Phát triển Khoa học và Công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.01-2016.23. Trong quá trình thực hiện thí nghiệm xin chân thành cảm ơn PGS.TS Kausik Das, thầy Yasuyuki Shiabata, nghiên cứu sinh Kenta Kawaguchi - Trường Đại Học Hiroshima, Nhật Bản và học viên Nguyễn Thị Trường Giang - Trường Đại học Khoa học Tự nhiên TP.HCM. Chân thành cảm ơn hai phản biện và ThS. Phạm Minh đã có những góp ý quý báu giúp tác giả chỉnh sửa và hoàn thành bài báo.*

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Viện nghiên cứu Địa chất khoáng sản, Hà Nội, 2003.
- [1] A.F. Buddington, D.H. Lindsley, "Iron-titanium oxide minerals and synthetic equivalents", *Journal of Petrology*, no. 5, pp. 310–357, 1964.
- [2] B.M. Tâm và nnk., Hoạt động magma Việt Nam, Viện Khoa Học Địa Chất Và Khoáng Sản, trang 75–93, 2010.
- [3] W.A. Deer, R.A. Howie, J. Zussman, "Rock-forming Minerals", *Longman Group Ltd., London, England*, no. 4, p. 435, 1963.
- [4] W.A. Deer, R.A. Howie, J. Zussman, "Single-Chain Silicates", *Geological Society of London*, no. 528, 1997.
- [5] M.H. Hey, "A new review of the chlorites", *Mineralogical Magazine*, no. 30, 277–292, 1954.
- [6] E.C. Jowett, "Fitting iron and magnesium into the hydrothermal chlorite geothermometer: GAC/ MAC/ SEG", *Joint Annual Meeting, Toronto, Program with Abstracts*, 16, A62, 1991.
- [7] T. Kutsukake et al. "Geochemistry and mineral chemistry of mafic dykes associated with Hiei Granite pluton, southwest Japan", *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, no. 105, 309–319, 2010.
- [8] B.E. Leake, A.R. Woolley et al., "Nomenclature of amphiboles: Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on new minerals and mineral names", *Mineralogical Magazine*, no. 61, 295–321, 1997.
- [9] H. Li, Z. Zhang, R. Ernst, L. Liu, M. Santosh, D. Zhang, Z. Cheng, "Giant radiating mafic dyke swarm of the Emeishan Large Igneous Province: Identifying the mantle plume centre", *Terra Nova*, no.27, pp. 247–257, 2015.
- [10] N.Đ. Thắng và nnk., Bản đồ địa chất và khoáng sản Đà Lạt - Cam Ranh, Nhà xuất bản Cục địa chất và khoáng sản Việt Nam, 1988.
- [11] N.T. Túy, Các thành hệ quặng thiếc và khoáng sản đi cùng ở đới Đà Lạt và ý nghĩa của chúng. Luận án tiến sĩ Địa chất,
- [12] P.T. Hiểu, "Tuổi đồng vị U-Pb zircon granodiorit phức hệ Định Quán Đèo Cả khu vực Trường Xuân Khánh Hòa và ý nghĩa địa chất", *Tạp chí Phát Triển Khoa học và Công Nghệ*, vol. 18, no. T6, pp. 5–11, 2015.
- [13] P. Sengupta, A. Ray, "Mineralogical and chemical characteristics of newer dolerite dyke around Keonjhar, Orissa: Implication for hydrothermal activity in subduction zone setting", *Journal Earth System Science*, vol. 123, no. 4, 887–904, 2014.
- [14] J.G. Shellnutt, C.Y. Lan, T.V. Long et al., "Formation of Cretaceous Cordilleran and post-orogenic granites and their microgranular enclaves from the Dalat zone, southern Vietnam: Tectonic implications for the evolution of Southeast Asia", *Lithos*, no. 182-183, 229–241, 2013.
- [15] M. Sone, I. Metcalfe, "Parallel Tethyan suture in mainland Southeast Asia: new insights from Paleo-Tethys closure and implications for the Indosinian orogeny", *Comptes Rendus Geoscience*, no. 340, pp. 166-179, 2008.
- [16] N.T.B. Thuy, M. Satir, W. Siebel, F. Chen, « Granitoids in the Dalat zone, southern Vietnam: age constraints on magmatism and regional geological implications", *International Journal of Earth Sciences*, no. 93, pp. 329–340, 2004.
- [17] X. Zhao, C. Xue, G. Chi, Y. Zhao, Y. Yan, "Diabas-hosted copper mineralization in the Qunjaisai deposit, West Tianshan, NW China: Geological, geochemical and geochronological characteristics and mineralization mechanism", *Ore Geology Reviews*, no. 92, pp. 430–448, 2018.

# Petrographical and mineral chemistry characteristics of mafic dykes in Nhi Ha area, Ninh Thuan and its meaning

Nguyen Minh Tai, Pham Trung Hieu\*

*University of Science, VNU-HCM*

Corresponding author: pthieu@hcmus.edu.vn

*Received: 20-08-2018; Accepted: 10-12-2018; Published: 31-12-2018*

**Abstract**—The NE-SW and NW-SE mafic dyke rocks in Nhi Ha area intruded through Cretaceous granitoid Dinh Quan or overlapped by Quaternary sediment materials. It has block type and blue grey in color in the field. Under microscope, based on minerals and textures, divided into 2 types of mafic dyke rock, such as diabase and porphyritic diabase. Minerals chemical analysis by EPMA method: plagioclase almost are labradorite (An 60.80%), oligoclase (An from 12.31 to 14.29%), some grain had albitation (An from 6.75 to 8.46%); pyroxene with

augite (Wo<sub>41,80</sub> En<sub>44,22</sub> Fs<sub>13,98</sub> to Wo<sub>43,40</sub> En<sub>37,50</sub> Fs<sub>19,10</sub>) and diopside composition (Wo<sub>45,45</sub> En<sub>42,48</sub> Fs<sub>12,07</sub> to Wo<sub>48,16</sub> En<sub>40,02</sub> Fs<sub>11,81</sub>); amphiboles in basalt are magnesio-hastingsite (Ca-amphibole group). Popular alteration minerals are chlorite, epidote and sericite. Chlorite is pycnochlorite type, ratio Fe/(Fe+Mg) <0,6 show that it formed by hydrothermal alteration process with temperature from 150 to 325°C. Opaque minerals are pyrite, chalcopyrite, ilmenite, magnetite, titanomagnetite, titanite (sphene) and a little bit of rutile.

**Keywords**—Ninh Thuan, diabaz, diabaz porphyry, basalt, EPMA (microsond)