

SƠ ĐỒ PHÂN CHIA MAGMA VIỆT NAM THEO QUAN ĐIỂM KIẾN TẠO MẢNG

BÙI MINH TÂM¹, TRẦN TUẤN ANH³, LÊ DUY BÁCH¹,
NGUYỄN TRUNG CHÍ⁴, CHEN FUKUN⁶, TRỊNH VĂN LONG¹,
PHẠM ĐỨC LƯƠNG¹, NGUYỄN LINH NGỌC², TRẦN TRỌNG HÒA³,
TRỊNH XUÂN HÒA², VŨ NHƯ HÙNG⁵, PHẠM HỒNG THANH²,
NGUYỄN ĐỨC THẮNG¹, NGUYỄN THỊ BÍCH THUY², TRẦN VĂN TOÀN¹,
TRƯƠNG MINH TOÀN², NGUYỄN ĐÌNH TRIỆU², NGUYỄN HỮU TÝ¹

¹ Tổng hội Địa chất Việt Nam; ² Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản;

³ Viện Địa chất - Viện KHCN Việt Nam; ⁴ Trường Đại học KHTN - Đại học Quốc gia Hà Nội;

⁵ Viện Thiết kế dầu khí - Liên doanh Vietsovpetro; ⁶ Viện Địa chất và Địa vật lý - Viện HLKH Trung Quốc

Tóm tắt: Trên cơ sở nghiên cứu chi tiết đặc điểm địa chất - cấu trúc, thành phần vật chất, sự phân bố không gian - thời gian, nguồn gốc và môi trường địa động lực, các thành tạo magma Việt Nam được phân chia thành 33 tổ hợp magma thuộc 9 bối cảnh kiến tạo: sống núi đại dương (MOR), cung núi lửa (VA), bể sau cung (BAB), đồng va chạm mảng (syn-COLL), sau va chạm mảng (post-COLL), rift lục địa (CR), basalt lũ lục địa (CFB), không tạo núi (AOR) và đới cắt trượt (SHZ).

Tiến trình hoạt động magma Việt Nam bao gồm 7 giai đoạn hoạt động: Archei (AR), Paleo-Mesoproterozoi (PP-MP), Neoproterozoi - Cambri sớm (NP-ε1), Paleozoi sớm-giữa (PZ1-2), Paleozoi muộn - Mesozoi sớm (PZ3-MZ1), Mesozoi muộn - Kainozoi sớm (MZ3-KZ1) và Kainozoi muộn (KZ2). Các giai đoạn hoạt động magma, về cơ bản, có thể tương ứng với các “chu kỳ Wilson” phản ánh quá trình tách mở - khép kín các bồn đại dương và sự va chạm - gắn kết các địa khu (terrane), khối nền (craton) qua những sự kiện tạo núi Grenville, Pan-Africa, Caledoni, Indonisi, Yanshan và Himalaya.

I. MỞ ĐẦU

Các thành tạo magma Việt Nam từ lâu đã được nhiều nhà địa chất quan tâm nghiên cứu và đưa ra những sơ đồ phân chia khác nhau [4, 5, 9, 10, 12, 16]. Tuy nhiên, do mức độ nghiên cứu còn hạn chế, đặc biệt là về thành phần địa hóa nhóm nguyên tố vết và đồng vị theo hướng định lượng hiện đại, nên việc phân chia các thành tạo magma và luận giải tiến trình hoạt động magma ở Việt Nam còn mang tính chủ quan, định tính, chưa hòa nhập với xu thế nghiên cứu địa chất nói chung, và magma nói riêng, trên thế giới và trong khu vực.

Bài báo này trình bày những nét chủ yếu nhất kết quả nghiên cứu của tập thể tác giả trong khuôn khổ của Đề án “Hoàn thiện thang magma Việt Nam theo quan điểm kiến tạo mảng” (2005-2008).

II. CÁC TỔ HỢP MAGMA Ở VIỆT NAM

Tổ hợp magma (magmatic association) là tập hợp tự nhiên của các đá magma và sản phẩm hoạt động magma có chung nguồn gốc (cogenetic), được thành tạo trong cùng một môi trường địa động lực - bối cảnh kiến tạo, trong một khoảng thời gian xác định.

Dựa trên những kết quả nghiên cứu về đặc điểm địa chất - cấu trúc, thành phần vật chất (khoáng vật, thạch học, địa hóa) nguồn gốc và môi trường địa động lực theo học thuyết “Thạch luận nguồn gốc kiến tạo mảng”, các thành tạo magma Việt Nam được phân chia trong những tổ hợp magma dưới đây.

1. Tổ hợp magma sống núi giữa đại dương (MOR)

Được xếp vào tổ hợp magma này là các thành tạo núi lửa mafic Huồi Hào - Sông Mã, xâm nhập siêu mafic Núi Nưa - Pắc Nặm và metagabbroid Bó Xinh trong tổ hợp ophiolit của thạch quyển đại dương Sông Mã. Đặc điểm địa hóa nguyên tố chính, nguyên tố vết, đồng vị của chúng gắn gũi với thành tạo magma xuất sinh từ miền nguồn manti nghèo (DM) trong bối cảnh địa động lực sống núi giữa đại dương (MOR). Tổ hợp ophiolit này được đẩy lên các tầng kiến trúc trên trong quá trình hút chìm - khép kín đại dương Paleotethys, tiếp giáp với phức hệ bồi kết và cung rìa lục địa giữa các địa khu liên hợp Việt-Trung và Đông Dương trong Paleozoi muộn.

2. Các tổ hợp magma cung núi lửa (VA)

Tổ hợp magma này bao gồm các thành tạo núi lửa, xâm nhập có thành phần đa dạng từ mafic qua trung tính đến felsic, được xem như sản phẩm kết tinh phân dị dài và liên tục từ dung thể magma kiềm-vôi lai tính có nguồn gốc trộn lẫn (mixing) giữa magma nguồn manti với magma nguồn vỏ, trong môi trường địa động lực đới hút chìm chạy dọc theo rìa lục địa (kiểu Cordiller) hay trong bể đại dương (kiểu Mariana). Các đá mang đặc trưng địa hóa của loạt magma tholeiit (TH) hoặc loạt magma kiềm-vôi (CA), tương ứng với kiểu thạch luận I-granit (Chappell và White, 1974) hoặc H-granit (Barbarin, 1999) và kiểu kiến tạo granit cung núi lửa - VAG (Pearce, 1984) hay kiểu Hercyni (Pitcher, 1987).

Theo tài liệu hiện có, trên lãnh thổ Việt Nam có những tổ hợp magma cung núi lửa dưới đây:

- a. Tổ hợp núi lửa mafic (metabasalt) và xâm nhập granitoid (TTG) tuổi Archei (AR)
- b. Tổ hợp núi lửa basalt-andesit và xâm nhập gabbro-pyroxenit tuổi Mesoproterozoi (MP)
- c. Tổ hợp diorit-granodiorit-granit tuổi Neoproterozoi giữa (NP₂).
- d. Tổ hợp núi lửa mafic - trung tính và xâm nhập mafic - trung tính tuổi Ordovic muộn - Silur sớm (O₃-S₁)
- e. Tổ hợp xâm nhập diorit-granodiorit-granit tuổi Silur (S).
- f. Tổ hợp núi lửa chủ yếu trung tính (andesitoid) và xâm nhập gabbrodiorit-granodiorit-granit tuổi Carbon muộn - Permi (C₂-P).
- g. Tổ hợp núi lửa trung tính - felsic và xâm nhập mafic - trung tính - felsic tuổi Jura muộn - Creta (J₃-K).

3. Các tổ hợp magma bề sau cung (BAB)

Thường bao gồm các thành tạo núi lửa có thành phần đa dạng, song chủ yếu mafic (basaltoid), cùng với các xâm nhập phân dị siêu mafic - mafic và felsic tạo nên tổ hợp ophiolit đặc trưng cho thạch quyển đại dương kiểu bề sau cung (hay biển rìa). Sự khác biệt chủ yếu của tổ hợp magma này với tổ hợp magma sống núi giữa đại dương (MOR) nằm trong thành phần vật chất của chúng. Trong các đá núi lửa của kiểu bề sau cung thường có mặt các dạng đá cao magnesi (như ankaramit, boninit), mang thuộc tính của cả loạt magma tholeiit (TH) lẫn magma kiềm-vôi (CA), đồng magma với tổ hợp ophiolit kiểu biển rìa (NOT). Đặc trưng địa hóa nguyên tố vết và đồng vị cho thấy tổ

hợp magma này được xuất sinh từ miền nguồn manti thạch quyển trên đới hút chìm bị hỗn nhiễm mạnh vật liệu vỏ lục địa, nên có nét tương tự như miền nguồn manti giàu (EM II).

Trong lịch sử tiến hóa magma ở Việt Nam đã xuất hiện những tổ hợp magma bề sau cung dưới đây:

- a. Tổ hợp núi lửa và xâm nhập siêu mafic, mafic thuộc tổ hợp ophiolit Sông Tranh tuổi Neoproterozoi giữa (NP₂).
- b. Tổ hợp núi lửa và xâm nhập siêu mafic, mafic thuộc tổ hợp ophiolit Hiệp Đức tuổi Paleozoi sớm (O₂).
- c. Tổ hợp núi lửa mafic cùng với xâm nhập siêu mafic, mafic và plagiogranit thuộc tổ hợp ophiolit Sông Lô tuổi Paleozoi sớm (O₂).

4. Các tổ hợp magma đồng va chạm mảng (syn-COLL)

Tổ hợp magma đồng va chạm bao gồm các thành tạo xâm nhập thành phần felsic (granitoid) thuộc loạt magma kiềm-vôi quá bão hòa nhôm, cao kali, thấp calci, có nguồn gốc vỏ lục địa (kiểu S-granit), được thành tạo trong môi trường địa động lực va chạm mảng thuộc kiểu granit đồng va chạm (syn-COLL), chỉ thị cho các sự kiện tạo núi, nên còn gọi là kiểu granit đồng tạo núi (syn-orogenic).

Trong số các thành tạo magma Việt Nam có những tổ hợp magma đồng va chạm mảng dưới đây:

- a. Tổ hợp granitogneis-migmatit tuổi Cambri sớm (ϵ_1) chỉ thị cho sự kiện tạo núi Pan-Africa (hoặc Baikali).
- b. Tổ hợp granitogneis - granit hai mica tuổi Silur muộn - Devon sớm (S₄-D₁) tương ứng với sự kiện tạo núi Caledoni. Cũng có tác giả cho rằng tổ hợp xâm nhập granitoid này là sản phẩm của hoạt động “tạo núi nội lục” (Nguyễn Xuân Bao và Trần Văn Tri, [17]).
- c. Tổ hợp granit biotit - granit hai mica tuổi Permi muộn - Trias sớm (P₃-T₁) điển hình cho sự kiện tạo núi Indosini (Indosinian orogeny)
- d. Tổ hợp enderbit-charnockit tuổi Permi muộn - Trias sớm (P₃-T₁) ở địa khối Kon Tum, là sản phẩm kết tinh phân dị từ dung thể magma sinh thành trong điều kiện biến chất siêu cao, tương ứng với kiểu biến chất “va chạm lục địa”, xảy ra trong quá trình va chạm - gắn kết địa khu liên hợp Việt-Trung với địa khối Đông Dương [13].
- e. Tổ hợp granit biotit - granit hai mica tuổi Creta muộn được quan niệm là sản phẩm của quá trình dồn ép làm dày vỏ và nóng chảy từng phần do ảnh hưởng của sự kiện tạo núi Yanshan. Tổ hợp magma này tương ứng với kiểu granit nguồn vỏ ngoại lai (allochthonous) theo quan điểm của Barbarin (1999).

5. Các tổ hợp magma sau va chạm mảng (post-COLL)

Tổ hợp magma sau va chạm mảng thường được cấu thành bởi các đá núi lửa và xâm nhập nông kiểu á núi lửa tạo nên các tổ hợp núi lửa - xâm nhập thành phần felsic - á kiềm, thuộc loạt magma kiềm-vôi cao kali hoặc loạt á kiềm. Đặc trưng địa hóa - đồng vị cho thấy tổ hợp magma này có nguồn gốc sâu xuất sinh từ manti, nhưng bị hỗn nhiễm mạnh bởi vật liệu vỏ, được hình thành trong môi trường địa động lực sau va chạm mảng hoặc sau tạo núi (postorogenic) dưới chế độ kiến tạo tách giãn ở giai đoạn ngưng nghỉ (relaxation) ngay sau tạo núi cực đại.

Đã ghi nhận được một số tổ hợp magma sau va chạm mảng trên lãnh thổ Việt Nam dưới đây:

a. Tổ hợp núi lửa - xâm nhập felsic-kiềm vùng Tòng Bá bao gồm các lớp đá núi lửa có thành phần trachyryolit, ryolit bị nén ép mạnh mẽ, cùng với xâm nhập á núi lửa syenit porphyr, granosyenit porphyr và granit biotit, sinh thành sau sự kiện tạo núi Caledoni ở đới cấu trúc Việt Bắc.

b. Tổ hợp núi lửa - xâm nhập felsic tuổi Trias giữa sinh thành trong giai đoạn tạo núi muộn hoặc sau sự kiện tạo núi Indosini.

6. Các tổ hợp magma rift lục địa (CR)

Được đặc trưng bởi các thành tạo núi lửa, xâm nhập thành phần tương phản (bimodal) mafic-felsic á kiềm có đặc trưng địa hóa tương ứng với loạt magma tholeiit (TH) và á kiềm (SA), chỉ thị cho môi trường địa động lực “nội mảng”, trong chế độ kiến tạo tách giãn liên quan chặt chẽ với hoạt động của plum manti. Theo tài liệu hiện tại có những tổ hợp magma rift lục địa như sau:

a. Tổ hợp núi lửa komatiit-basalt-trachyt và xâm nhập peridotit-pyroxenit -gabbro tuổi Carbon muộn - Permi (C₂-P).

b. Tổ hợp núi lửa basalt-ryolit và xâm nhập peridotit-gabbro-granit tuổi Permi muộn - Trias sớm (P₃-T₁).

c. Tổ hợp núi lửa basalt-ryotrachyt-ryolit và xâm nhập gabbro-granosyenit-granit tuổi Jura muộn - Creta (J₃-K). Tuổi thành tạo của tổ hợp magma Tú Lệ là vấn đề còn tồn tại. Có ý kiến xếp chúng xuống tuổi cổ hơn, tương ứng với Permi muộn - Trias sớm, dựa trên những giá trị tuổi đồng vị U-Pb zircon của ryolit Ngòi Thia và granosyenit Phu Sa Phin trong khoảng 261-256 Tr.n.. (Nguyễn Trường Giang, 2003, Trần Trọng Hòa, 2009).

7. Các tổ hợp magma không tạo núi (AOR)

Tổ hợp này được cấu thành bởi các thành tạo magma có độ kiềm khá cao, trung bình nhôm, thấp silic (thậm chí dưới bão hòa silic), tương ứng với loạt magma kiềm hoặc á kiềm, đôi khi tholeiit. Các đặc trưng địa hóa nguyên tố vết và đồng vị của chúng minh chứng cho nguồn gốc sâu (manti) liên quan với hoạt động của plum (hoặc superplum) trong môi trường địa động lực nội mảng (within plate).

Được xếp vào tổ hợp magma không tạo núi có những thành tạo magma dưới đây:

a. Tổ hợp núi lửa mafic (basaltoid) và xâm nhập gabbroid-granit felspat kiềm tuổi Paleoproterozoi (PP).

b. Tổ hợp gabbro-diabas tuổi Neoproterozoi sớm (NP₁).

c. Tổ hợp granit microclin Bản Ngâm tuổi Paleozoi sớm (O₂).

d. Tổ hợp syenit kiềm - syenit nephelin tuổi Paleozoi giữa (PZ₂).

e. Tổ hợp xâm nhập tương phản gabbroid-granitoid tuổi Permi muộn - Trias sớm (P₃-T₁).

f. Tổ hợp lamprophyr kiềm kali tuổi Trias giữa-muộn (T₂₋₃).

g. Tổ hợp núi lửa kiềm Pu Tra và xâm nhập kiềm Pu Sam Cáp tuổi Paleogen (E).

8. Các tổ hợp basalt lũ lục địa (CFB)

a. Tổ hợp basalt tholeiit (CFT) có thành phần thạch học chủ yếu là basalt olivin-augit-plagioclas, basalt hai pyroxen-plagioclas, basalt olivin-augit, basalt olivin, ít tholeiit thạch anh và tholeiit

olivin. Đi cùng với chúng có các thể xâm nhập á núi lửa dolerit, gabbro-dolerit, diabas kích thước nhỏ. Nhìn chung, các đá đều bão hòa silic, khá giàu nhôm, thấp kiềm, Ti và P... tương ứng với loại magma tholeiit (TH). Các đặc trưng địa hóa nhóm nguyên tố vết và đồng vị cho thấy tổ hợp basalt này có nguồn gốc manti được thành tạo trong môi trường địa động lực nội mảng do thạch quyển bị căng dẫn và nung nóng liên quan với sự kiện tách giãn biển Đông.

b. Tổ hợp basalt kiềm (CFA) bao gồm basalt olivin-augit, basalt olivin, basalt plagioclas-augit, trachybasalt, ít basanit và limburgit. Trong các thành tạo này thường phổ biến nhóm đá tương hống núi lửa (như tuf vụn, dăm kết, bom núi lửa có chứa nhiều thể tù siêu mafic và các tinh thể lớn olivin, pyroxen, zircon, saphir,...). Các đá có đặc trưng địa hóa dưới bão hòa silic, cao kiềm, Ti, P,... tương ứng với loại magma kiềm hoặc á kiềm. Hành vi địa hóa nhóm nguyên tố vết và đồng vị, cũng tương tự như tổ hợp basalt tholeiit nêu trên, chỉ thị cho nguồn gốc manti và bối cảnh kiến tạo nội mảng, thuộc kiểu basalt kiềm nội mảng.

9. Tổ hợp magma đới cắt trượt (SHZ)

Được xếp vào tổ hợp magma này có các thành tạo xâm nhập dưới đây:

a. Thành tạo xâm nhập mafic - siêu mafic ở đới cắt trượt Sông Hồng với thành phần thạch học khá đa dạng gồm lertzolit spinel, websterit chứa olivin-spinel, gabbro amphibol, gabbro-dolerit. Các đá có đặc trưng địa hóa cao magnesi, thấp nhôm, Ti, P và có độ kiềm bình thường. Hành vi địa hóa nhóm nguyên tố vết cho thấy thành tạo mafic - siêu mafic này được xuất sinh từ manti dưới ảnh hưởng của quá trình dịch trượt mạnh dọc theo đới đứt gãy sâu Sông Hồng trong Kainozoi (Izokh et al., 2004; Trần Trọng Hòa, 2007).

b. Thành tạo xâm nhập granit biotit, leucogranit và pegmatit được đặc trưng bởi độ kiềm trung tính - cao, kiểu kiềm kali (potassic), độ chứa nhôm từ bão hòa đến quá bão hòa ($ASI \geq 1$), nghèo calci và magnesi, tương ứng với loại magma kiềm-vôi cao kali. Đặc trưng địa hóa nhóm nguyên tố vết và đồng vị cho thấy các đá granitoid có nguồn gốc vỏ lục địa (kiểu S-granit) và hình thành bởi quá trình nóng chảy từng phần chất nền có tuổi cổ (Tiền Cambri) trong đới cắt trượt Sông Hồng (Trần Trọng Hòa, 2004).

c. Thành tạo granosyenit, granit có hàm lượng SiO_2 khá cao nhưng biến thiên hẹp, quá bão hòa nhôm ($ASI \geq 1$), tổng hàm lượng kiềm từ trung bình tới cao với tính trội kali rõ rệt (loại potassic), thấp calci và magnesi, tương ứng với loại magma kiềm-vôi trung bình kali. Các đặc trưng địa hóa nguyên tố vết và đồng vị cho thấy granitoid là sản phẩm kết tinh phân dị từ dung thể magma kiềm-vôi xuất sinh từ vật liệu vỏ lục địa bởi quá trình nóng chảy từng phần (kiểu S-granit). Tuổi thành tạo của granitoid Bản Chiềng trùng hợp với pha cuối hoạt động magma của đới cắt trượt Sông Hồng - Ailaosan, và thời gian tách giãn hướng TB-ĐN ở vòm Bù Khạng (Lepvrier et al, 1997; Jolivet et al, 1999), cũng như pha cuối cùng của quá trình “tách giãn đáy” biển Nam Trung Hoa (Nagy et al, 2004).

III. CÁC GIAI ĐOẠN HOẠT ĐỘNG MAGMA Ở VIỆT NAM

Các tổ hợp magma ở Việt Nam được thành tạo từ Tiền Cambri đến suốt Phanerozoic theo từng chu kỳ tách mở - khép kín các đại dương Proto- Paleo- Meso- CenoTethys và Thái Bình Dương cổ (Paleo-Pacific) trong những môi trường địa động lực khác nhau, được phân chia ra 7 giai đoạn hoạt động magma: Archei, Paleo-Mesoproterozoic, Neoproterozoic - Cambri sớm, Paleozoic sớm-giữa, Paleozoic muộn - Mesozoic sớm, Mesozoic muộn - Kainozoic sớm và Kainozoic muộn.

Dưới đây sẽ đề cập tới từng giai đoạn hoạt động magma cụ thể.

1. Giai đoạn Archei (AR)

Các thành tạo magma trong giai đoạn này chưa được nghiên cứu nhiều, đặc biệt thành tạo núi lửa. Việc ghép chúng vào Archei chủ yếu dựa trên giá trị tuổi đồng vị U-Pb zircon của granitoid Ca Vịnh, mặt khác được luận giải theo đặc điểm địa chất - cấu trúc, thành phần vật chất và biến chất nhiệt động khu vực.

Đại diện cho thành tạo núi lửa mafic của giai đoạn Archei là các đá amphibolit, gneis amphibol, plagiogneis bị granit hóa, migmatit hóa mạnh mẽ trong hệ tầng Suối Chiềng (loạt Xuân Đài) lộ ra ở một số nơi thuộc hữu ngạn Sông Hồng, bị các thể trondhjemit-tonalit-granodiorit kiểu Ca Vịnh xuyên cắt khá chỉnh hợp theo mặt lớp. Các đá granitogneis Ca Vịnh có tuổi SHRIMP U-Pb zircon là 2936 ± 12 Tr.n., được xem như là dạng đá cổ nhất ở Đông Nam Á và Nam Trung Quốc [13].

Hệ tầng Núi Con Voi (loạt Sông Hồng) với thành phần nguyên thủy chủ yếu gồm trầm tích lục nguyên xen ít đá núi lửa thành phần mafic bị biến chất cao từ tướng amphibolit đến tướng granulit, được xếp giả định vào Archei (Hoàng Thái Sơn, 2000; Trần Tất Thắng, 2000). Tuy nhiên, đến nay chưa có giá trị tuổi đồng vị tin cậy minh chứng tuổi Archei cho thành tạo metabasalt của tổ hợp magma này. Gần đây các giá trị tuổi TIMS U-Pb zircon của migmatit loạt Sông Hồng là 838 ± 45 Tr.n. (Lan C.Y *et al*, 2001), và SHRIMP U-Pb zircon là $800 \div 900$ Tr.n. (Trần Ngọc Nam, 2006) tương ứng với Neoproterozoi. Về bản chất, đới Sông Hồng và đới Fan Si Pan không có nhiều khác biệt cả về trầm tích lẫn magma. Do vậy, việc xếp các thành tạo núi lửa metabasalt của hệ tầng Núi Con Voi (loạt Sông Hồng) cùng tuổi Archei, tương tự như các thành tạo metabasalt của hệ tầng Suối Chiềng (loạt Xuân Đài) có thể chấp nhận được.

Trên địa khối Kon Tum hệ tầng Kon Cot (phức hệ Kan Nack) có thành phần nguyên thủy là basalt xen với trầm tích giàu nhôm bị biến chất cao tới tướng granulit tạo nên tổ hợp đá granulit mafic hai pyroxen và gneis biotit-silimanit-granat-cordierit. Hiện chưa có tuổi đồng vị đáng tin cậy cho đá núi lửa mafic của hệ tầng. Tuy vậy, tuổi mô hình manti nghèo (T_{DM}) của granulit mafic hai pyroxen tại Sông Ba ở làng Kon Cot có giá trị 2,7 tỷ năm (Lan C.Y và nnk, 2003), tuổi zircon di sót trong gneis hornblend-biotit của loạt Sông Re là 2541 ± 55 Tr.n. [13] chứng tỏ hạt nhân đầu tiên của quá trình tiến hóa vỏ địa khối Kon Tum có lẽ bắt đầu xuất hiện từ NeoArchei (NA).

Ngoài những vùng nêu trên, các thành tạo Archei có thể còn nằm dưới sâu ở Bắc Bộ, trong đó gneis migmatit ở vòm Sông Chảy có chứa zircon bào tròn được lõi cuốn từ vỏ lục địa cổ có tuổi đồng vị Pb^{207}/Pb^{206} là 2652 Tr.n. (Nguyễn Xuân Tùng và nnk, 1977) được xem như nhân của địa khu Việt-Trung chưa lộ.

Các thành tạo magma giai đoạn Archei, do tài liệu nghiên cứu chưa nhiều, đặc biệt là số liệu địa hóa nhóm nguyên tố vết và đồng vị, nên việc luận giải bối cảnh kiến tạo của chúng còn nhiều điểm chưa thống nhất. Tarney và Windley (1977) quan niệm các dải đá lục (metamafic) Archei được thành tạo trong các bể tách giãn sau cung (hay biển rìa); Park (1982) xem các trũng núi lửa Archei như cấu trúc tách giãn nội mảng, tương tự giai đoạn khởi đầu của đới rift lục địa; Drury (1987) lại cho cấu trúc núi lửa là hệ quả của quá trình nén ép ngang tấm thạch quyển mỏng yếu bị hút chìm thoải và nông, thuộc kiểu magma cung núi lửa (VA). Bacr (1977), Park (1988) quan niệm giai đoạn “kiến tạo hạt nhân” (Nuclei tectonism) là thời kỳ tăng trưởng vỏ lục địa nhanh chóng bởi sự gắn kết của các cung núi lửa để tạo nên khoảng 85% lục địa hiện đại ở thời điểm xấp xỉ 2500 Tr.n., được đặc trưng bởi sự vắng mặt của ophiolit và các đá biến chất áp suất cao - nhiệt độ thấp. Các đặc trưng thạch địa hóa của granitoid phức hệ Ca Vịnh cho thấy chúng tương ứng với loạt magma kiềm-vôi, được thành tạo trong môi trường địa động lực đới hút chìm, cùng với thành tạo núi lửa mafic trong hệ tầng Suối Chiềng tạo nên tổ hợp magma cung núi lửa (VA) tuổi Archei.

2. Giai đoạn Paleo-Mesoproterozoi (PP-MP)

2.1. *Tổ hợp xâm nhập granit felspat kiềm - granosyenit Xóm Giấu* hình thành trong môi trường địa động lực không tạo núi với chế độ kiến tạo tách giãn xảy ra tại 2264 ± 8 Tr.n. trước đây [13]. Về cơ chế thành tạo của tổ hợp magma này, Phan Việt Kỳ (1978) cho rằng granitoid Xóm Giấu là sản phẩm của quá trình “kali hóa” mạnh mẽ kèm theo hiện tượng nóng chảy từng phần xảy ra vào cuối quá trình siêu biến chất phức hệ Ca Vịnh, nên đã xếp chúng vào phức hệ Ca Vịnh. Tuy nhiên, thành phần khoáng vật, đặc biệt là tính chuyên hóa sinh khoáng của granitoid Xóm Giấu có nhiều nét khác biệt với granitoid Ca Vịnh. Tuổi kết tinh của granitoid Xóm Giấu (2264 ± 8 Tr.n.) trẻ hơn nhiều so với tuổi nguyên sinh của granitoid Ca Vịnh (2936 ± 12 Tr.n.). Ngoài ra, thời gian thành tạo của granitoid Xóm Giấu không trùng với hai pha nhiệt kiến sinh đã tác động lên granitoid Ca Vịnh được ghi nhận trên hai thể hệ zircon biến chất có tuổi SHRIMP U-Pb là 2362 ± 32 Tr.n. và 1964 ± 23 Tr.n. [13]. Như vậy, granitoid Xóm Giấu hoàn toàn tách biệt và độc lập với granitoid Ca Vịnh cả về thời gian thành tạo (tuổi kết tinh) lẫn nguồn magma. Granitoid Xóm Giấu đã tiêm nhập vào các đá vây quanh (hệ tầng Sin Quyền, granitoid Ca Vịnh) trong chế độ kiến tạo tách giãn, tương ứng với kiểu A-granit.

2.2. *Các thể xâm nhập nhỏ dạng thấu kính thành phần mafic Bảo Hà* phân bố trong hệ tầng Sin Quyền (PP₁sq) liên quan chặt chẽ về mặt không gian với granitoid cao kali Xóm Giấu, có đặc trưng địa hóa cao titan ($\text{TiO}_2 = 1,32-3,32\%$), khá thấp nhôm, độ kiềm trung tính tới cao, tương ứng với loại magma á kiềm hoặc kiềm-vôi cao kali. Các đặc trưng địa hóa nguyên tố vết cho thấy tổ hợp magma này được thành tạo theo cơ chế kiến tạo tách giãn. Các giá trị tuổi đồng vị nằm trong khoảng 2300-2070 Tr.n. (K-Ar, Nguyễn Văn Đễ, Phan Trường Thị, 1975), 1777 Tr.n. (Rb-Sr, Trần Trọng Hòa, 1999) ứng với Paleoproterozoi. Có thể thành tạo xâm nhập mafic Bảo Hà và felsic Xóm Giấu cùng với thành tạo núi lửa mafic Sinh Quyền tạo nên tổ hợp magma tương phản (bimodal) kiểu A-granit, đặc trưng cho hoạt động kiến tạo tiền rift (*prerift*) trong Paleoproterozoi (PP).

2.3. *Tổ hợp núi lửa - xâm nhập thành phần mafic - trung tính Sông Re - Cheo Reo* phân bố chủ yếu ở vòm đồng tâm Sông Re thuộc địa khối Kon Tum có đặc trưng địa hóa chỉ thị cho miền nguồn manti đã được làm giàu nguyên tố vết và môi trường địa động lực đới hút chìm, thuộc kiểu magma cung núi lửa (VA). Tuổi thành tạo của tổ hợp magma này được xếp vào Mesoproterozoi (MP), một mặt dựa trên các giá trị tuổi đồng vị SHRIMP U-Pb zircon của gneis amphibol Sông Re là 2541, 1455, 869 và 436 Tr.n. (Trần Ngọc Nam, 2004), mặt khác tuổi chặn trên U-Pb zircon và monazit của Khondalit Kim Sơn (vùng Quảng Ngãi) đều tập trung trong khoảng 1480-1350 Tr.n. (tương ứng với Mesoproterozoi), chỉ thị cho sự có mặt của một pha nhiệt - kiến tạo đã xảy ra trong giai đoạn này ở địa khối Đông Dương.

2.4. *Một số khối nhô dạng vòm thành phần plagiogneis, amphibolit và đá phiến kết tinh* lộ ra ở Nậm Sư Lư, Sầm Tớ và Phu Hoạt với các giá trị tuổi đồng vị U-Pb zircon trong khoảng 1600-1500 Tr.n. [9] được quan niệm là giai đoạn tạo vỏ lục địa chủ yếu trong các địa khu Hoa Nam và Indosinia (Lan C.Y, 2003). Sự hình thành các vỏ lục địa nêu trên, có lẽ là kết quả của hoạt động tạo núi Grenville gắn kết các craton Cathaysia, Dương Tử - Hoàng Liên Sơn, Nậm Sư Lư - Phu Hoạt, Indosinia, Shan-Thái (Sibumasu) dẫn đến sự hợp nhất siêu lục địa Rodinia vào giữa Meso-Neoproterozoi, trong khoảng 1300-900 Tr.n. (Li Z.X. và nnk, 2001).

3. Giai đoạn Neoproterozoi - Cambri sớm (NP-ε₁)

Giai đoạn hoạt động magma này được bắt đầu bằng quá trình phá vỡ chia tách siêu lục địa Rodinia tạo thành các bệ đại dương và sau đó là quá trình xô đung gắn kết các mảnh, khối lục địa

để tạo nên siêu lục địa Gondwana được đặc trưng bằng sự kiện tạo núi Toàn Phi (Pan-Africa). Trên lãnh thổ nước ta thuộc vào giai đoạn kiến tạo này có những tổ hợp magma dưới đây:

3.1. Tổ hợp metagabbro Phù Mỹ dưới dạng chùm thể tường mafic phát triển khá rộng rãi trong phạm vi khối móng cổ Kan Nack, xuyên cắt qua các thành tạo biến chất Sông Re, dưới dạng các thể mạch kéo dài gần trùng với phương biến dạng của đá vây quanh. Chúng có đặc trưng địa hóa cao titan ($\text{TiO}_2 > 1\%$), khá cao sắt và tổng lượng kiềm, trội natri (loạt sodic), thuộc loạt magma tholeiit cao sắt (Fe-TH). Hành vi địa hóa nguyên tố vết chỉ thị cho nguồn gốc manti và môi trường địa động lực “*nội mảng*” trong chế độ kiến tạo tách giãn, thuộc kiểu magma không tạo núi (anorogenic). Các giá trị tuổi đồng vị Ar-Ar trên gabbro-amphibolit Phù Mỹ là 808 ± 176 Tr.n. (Trịnh Văn Long, 2000), K-Ar trên gabbro-amphibolit ở mỏ đá Phúc Thụ khoảng 940 Tr.n. (Steve, 1997), tương ứng với Neopro-terozoi sớm. Vì vậy, có thể quan niệm tổ hợp thể tường mafic Phù Mỹ hình thành trong quá trình rift hóa sau hoạt động tạo núi Grenville, mở đầu cho giai đoạn hoạt động magma - kiến tạo Neoproterozoi - Paleozoi sớm (Li Z.X., 2001).

3.2. Tổ hợp metabasalt và ophiolit Sông Mã có đặc trưng thạch hóa điển hình của thành tạo magma sinh thành trong môi trường địa động lực “*sống núi giữa đại dương*” (MOR). Có thể xem tổ hợp magma này như là di chỉ của đại dương Prototethys hình thành trong Neoproterozoi bởi quá trình phá vỡ siêu lục địa Rodinia. Tuổi thành tạo của tổ hợp magma Sông Mã được xếp vào Neoproterozoi sớm chủ yếu dựa trên các giá trị tuổi đồng vị của metabasalt là 850-840 Tr.n. (Sm-Nd, Phạm Kim Ngân, 1998), 940 Tr.n. (Sm-Nd, [2]), 967-733 Tr.n. (SHRIMP U-Pb zircon, [17]). Các giá trị tuổi đồng vị trẻ hơn: 455 Tr.n. (K-Ar, Nguyễn Ngọc Liên, 1980), 541 ± 75 Tr.n. (Rb-Sr, Nguyễn Đức Thắng và nnk, 1999), 414 Tr.n. và 266-245 Tr.n. (Sm-Nd, Nguyễn Văn Vương và nnk, 2006) nên được xem như tuổi biến chất chồng về sau.

3.3. Tổ hợp diorit-granodiorit-granit Po Sen có đặc trưng thạch địa hóa của loạt magma kiềm-vôi, kiểu I-granit, được hình thành trong môi trường địa động lực đới hút chìm, được xếp vào kiểu granit cung núi lửa (VAG). Trên cơ sở nghiên cứu đặc điểm địa hóa và đồng vị Sm-Nd granitoid phức hệ Po Sen, Lan C.Y và nnk (2000) đã nhận thấy sự không phù hợp giữa đặc điểm đồng vị Nd và đặc điểm địa hóa nguyên tố vết (thành phần đồng vị Nd của granitoid Po Sen có đặc điểm của granit kiểu S, trong khi đó địa hóa nguyên tố vết lại phản ánh bản chất của granit kiểu I) và cho rằng nguồn gốc hỗn hợp (hay trộn lẫn) giữa magma nóng chảy vỏ lục địa cổ (Paleo-Mesoproterozoi) với magma nguồn manti. Tuổi kết tinh của granitoid Po Sen là 751 ± 7 Tr.n. (SHRIMP U-Pb, Trần Ngọc Nam, 2003) và 760 ± 25 Tr.n. (TIMS U-Pb, Wang và nnk, 1999), 760 ± 10 Tr.n. (LA-ICP-MS U-Pb, Hiếu P.T. và nnk, 2009), tương ứng với Neoproterozoi.

3.4. Tổ hợp metavolcanit Khâm Đức và ophiolit Sông Tranh được cấu thành bởi các đá núi lửa metabasalt-metaandesit-metadacit cùng các xâm nhập siêu mafic Trà Mai và mafic Tà Vi. Chúng có đặc trưng địa hóa của loạt magma tholeiit và loạt magma kiềm-vôi, chỉ thị cho nguồn gốc manti thạch quyển trên đới hút chìm, kiểu manti đã được làm giàu nguyên tố vết do có sự tham gia của vật liệu vỏ lục địa. Tổ hợp ophiolit Sông Tranh tương ứng với kiểu biển rìa (NOT), phản ánh môi trường địa động lực bề sau cung kiểu Nhật Bản [8].

Tuổi thành tạo của tổ hợp magma này được luận giải dựa trên bình đồ cấu trúc khu vực. Theo đó, tổ hợp magma Khâm Đức - Sông Tranh có lẽ được hình thành trong Neoproterozoi giữa (NP₂) và bị biến chất lần đầu vào giai đoạn 700-530 (tạo núi Pan-Africa), sau đó bị biến chất chồng vào các giai đoạn 440-400 Tr.n. (tạo núi Caledoni) và 260-230 Tr.n. (tạo núi Indosini).

3.5. *Tổ hợp granitogneis và granit-migmatit Chu Lai* có mối liên quan chặt chẽ với các thành tạo biến chất phức hệ Khâm Đức và loạt Núi Vú, phân bố rộng rãi ở rìa bắc địa khối Kon Tum. Đặc điểm địa hóa nguyên tố chính và vết chỉ thị nguồn gốc tái nóng chảy vỏ là *môi trường địa động lực “đồng va chạm”* cho tổ hợp granitoid này. Granitoid Chu Lai được xem như sản phẩm nóng chảy từng phần từ vỏ lục địa có thành phần chủ yếu là các thành tạo trầm tích và trầm tích biến chất của vòm nâng Kan Nack - Sông Re do quá trình va chạm giữa các vi mảng Núi Vú - Khâm Đức - Đắc My và Kan Nack - Sông Re xảy ra trong Neoproterozoi muộn - Paleozoi sớm [8]. Tuổi thành tạo granitoid Chu Lai dựa trên các giá trị tuổi đồng vị: 530 Tr.n. (Rb-Sr, Hurley, 1972); 772 Tr.n. (SHRIMP U-Pb, Nguyễn Văn Vượng, 2000) và 511 ± 13 Tr.n. (TIMS U-Pb, [2]). Như vậy, tuổi kết tinh của granitoid Chu Lai khoảng 772-511 Tr.n. tương ứng với sự kiện tạo núi Pan-Africa.

4. Giai đoạn Paleozoi sớm-giữa (PZ₁₋₂)

4.1. *Tổ hợp granitoid Bản Ngâm* mở đầu giai đoạn hoạt động magma này, có thành phần thạch học khá đơn điệu gồm granit giàu feldpat kali (microclin) màu hồng nhạt, xuất hiện dưới dạng tiêm nhập hoặc mạng mạch kích thước nhỏ, xuyên chỉnh hợp trong thành tạo biến chất hệ tầng Suối Chiềng (PP sc) hoặc xuyên cắt hệ tầng Cha Pả (NP cp), đồng thời bị phủ bởi cuội - sạn kết hệ tầng Sinh Vinh (O₃- S sv). Trước đây, granitoid Bản Ngâm được xếp cùng với granitoid Xóm Giầu trong phức hệ Xóm Giầu (Phan Việt Kỳ, 1978) hoặc phức hệ Bản Ngâm (Lê Đình Hữu, 1977; Nguyễn Xuân Tùng, 1977) do sự tương đồng về thành phần thạch học giữa chúng. Có tác giả quan niệm granitoid Xóm Giầu - Bản Ngâm là sản phẩm của quá trình kali hóa mạnh mẽ kèm theo hiện tượng nóng chảy từng phần xảy ra vào cuối quá trình siêu biến chất phức hệ Ca Vịnh (Phan Việt Kỳ, 1978). Mặc dù cho đến nay, tài liệu nghiên cứu về thành phần vật chất của granitoid Bản Ngâm còn rất hạn chế, đặc biệt về địa hóa nhóm nguyên tố vết và đồng vị, song vẫn nhận thấy sự tương đồng về kiểu thạch luận giữa granitoid Bản Ngâm và granitoid Xóm Giầu – đó là kiểu granit kiềm-vôi giàu feldpat kali (KCG) được hình thành trong môi trường địa động lực liên quan với *chế độ kiến tạo ngưng nghỉ sau tạo núi đỉnh điểm*. Tuy nhiên, giữa chúng có sự khác biệt rõ rệt về thời gian thành tạo (tuổi kết tinh): granitoid Xóm Giầu có tuổi đồng vị U-Pb là 2264 ± 8 Tr.n. [13] tương ứng với Paleoproterozoi, còn granitoid Bản Ngâm có tuổi địa chất (tuổi tương đối) trước Ordovic muộn (Nguyễn Xuân Bao, 2009).

4.2. *Tổ hợp metabasalt Hà Giang và ophiolit Sông Lô* đặc trưng cho các thành tạo magma sinh thành trong môi trường địa động lực “bể sau cung” (BAB). Hệ tầng Hà Giang bao gồm thành tạo lục nguyên mịn xen carbonat, có nơi xen đá phiến lục (metabasalt) chứa nhiều hóa thạch đặc trưng cho tướng biển nông, có quan hệ chặt chẽ với tướng biển Paleozoi sớm ở Hoa Nam [11]. Đi kèm chặt chẽ với metabasalt là xâm nhập dunit-harzburgit Nậm Bút, gabbroid Bạch Sa và plagiogranit Thành Long tạo nên tổ hợp ophiolit có đặc trưng địa hóa điển hình cho bối cảnh kiến tạo bể sau cung (hay biển rìa), với tuổi đồng vị TIMS U-Pb zircon của plagiogranit Thành Long là 470 Tr.n. [2], ứng với Ordovic giữa (O₂).

4.3. *Thành tạo metavolcanic Núi Vú* với đặc trưng địa hóa của loạt tholeiit và kiềm-vôi (trong đó kiềm-vôi chiếm ưu thế), chỉ thị cho *môi trường địa động lực liên quan với đới hút chìm*. Bên cạnh đó, hành vi địa hóa nguyên tố vết của metavolcanit chỉ thị cho bối cảnh kiến tạo bể sau cung. Các trầm tích nước sâu (đá phiến silic) và trầm tích lục nguyên nguồn núi lửa cũng phản ánh chế độ kiến tạo liên quan đến đới hút chìm. Các thành tạo xâm nhập thành phần siêu mafic Hiệp Đức, mafic Núi Ngọc theo đặc điểm khoáng vật, thạch địa hóa tương ứng với ophiolit kiểu NOT được sinh thành trong bối cảnh kiến tạo bể sau cung (Izokh và nnk, 2006). Tuổi thành tạo của tổ hợp magma Núi Vú - Hiệp Đức được xác định dựa trên các giá trị tuổi đồng vị của amphibolit loạt Núi

Vú là 477 và 215 Tr.n. (Sm-Nd [8]) và của plagiogranit Quế Lư là 475 ± 4 Tr.n. (TIMS U-Pb zircon, [2]).

4.4. Tổ hợp metavolcanit Long Đại - Bok Atek là dãy phân dị liên tục từ basalt qua andesit, đến ryolit (với khối lượng chủ yếu là andesit), mang đặc trưng địa hóa của loạt magma kiềm-vôi chỉ thị cho môi trường địa động lực đới hút chìm. Trong hệ tầng Long Đại có những tập đá phiến silic phân lớp dọc sải và cát kết chứa các mảnh đá núi lửa, đá granit, đá phiến kết tinh, mà theo biểu đồ nhận dạng kiến tạo (tectonic discriminant diagram) chúng thuộc về trường “*riả lực địa tích cực có nguồn gốc từ cung núi lửa*” (Yoshida *et al.*, 2002). Đi kèm chặt chẽ và được xem như đồng magma với thành tạo núi lửa Long Đại là thành tạo xâm nhập chủ yếu thành phần trung tính (dioritoid) được phân chia trong các phức hệ Vitthulu (Nguyễn Xuân Tùng, 1977), Bol Kol (Trịnh Văn Long, 2000) và Atium (Cát Nguyên Hùng, 1996). Chúng đều thuộc kiểu I-granit theo phân loại của White và Chappell (1974), có lẽ thuộc về một “*cung sót*” (remnant arc) trong bể sau cung [8]. Vị trí tuổi Ordovic - Silur sớm (O-S₁) của các thành tạo núi lửa Long Đại được xác định bằng các di tích hóa đá (Phan Doãn Thích, 1980; Nguyễn Văn Trang, 1985). Tuổi kết tinh của thành tạo xâm nhập căn cứ vào giá trị tuổi đồng vị TIMS U-Pb zircon của diorit porphyr khối Bạch Đàn (Vít Thu Lu) là 475 ± 5 Tr.n. [2].

4.5. Tổ hợp xâm nhập diorit- granodiorit-granit Diên Bình - Trà Bồng với những đặc trưng thạch địa hóa của kiểu I-granit, có tuổi thành tạo trong khoảng 444-451 Tr.n. (Carter, 2001; Nagy, 2001; Maluski, 2000). Cũng có bối cảnh kiến tạo này, ở Tây Bắc Bộ có thành tạo xâm nhập Huồi Tóng với tuổi thành tạo 415-430 Tr.n. (TIMS U-Pb zircon, Nguyễn Văn Nguyên và *nnk*, 2005). Chúng đều được xếp vào kiểu granit cung núi lửa (VAG) theo phân loại của Pearce (1984), hay kiểu granit kiềm-vôi chứa amphibol (ACG) theo phân loại của Barbarin (1999), chỉ thị cho môi trường địa động lực “*riả lực địa tích cực*”.

4.6. Tổ hợp granitoid Sông Chày - Đại Lộc - Sông Re mang đặc trưng thạch địa hóa kiểu S-granit điển hình cho môi trường địa động lực “*đồng va chạm*”, có tuổi thành tạo trong khoảng 407-418 Tr.n. (khối Đại Lộc, Carter *et al.*, 2001), 436 ± 10 Tr.n. (khối Sông Re, Trần Ngọc Nam, 2004) và 424-428 Tr.n. (khối Sông Chày, Roger, 2000; Carter, 2001), tương ứng với hoạt động tạo núi Caledoni với những di chỉ đường khâu có ophiolit ở Bắc Quang - Bản Rịn và Tam Kỳ - Phước Sơn (Trần Văn Trị và *nnk*, 2005). Cũng có tác giả quan niệm tạo núi va chạm Caledoni từ xa tác động vào miền nội xứ lục địa Việt-Trung theo cơ chế kiến tạo thúc trôi, tạo ra các đới cắt trượt nóng căng dẫn có granit đồng động học xâm vị kèm theo – đó là phức hệ granitoid nhân biến chất phát sinh trong một trường căng giãn vào cuối Silur (Yuping Liu *et al.*, 2003), nên đã xếp chúng vào granit “*tạo núi nội lục*” khác biệt với kiểu granit đồng va chạm nêu trên (Nguyễn Xuân Bao, 2009).

4.7. Tổ hợp núi lửa dacit-ryolit và xâm nhập granit biotit phân bố chủ yếu ở vùng Tông Bá - Bắc Mê miền Đông Bắc Bộ. Mặc dù tài liệu nghiên cứu chi tiết còn hạn chế, song bước đầu có thể xem chúng như là sản phẩm của hoạt động magma sau tạo núi, thuộc kiểu granit sau va chạm mảng (post-COLL). Tuổi thành tạo của tổ hợp magma này chưa được xác định chắc chắn theo các giá trị tuổi đồng vị, mà chủ yếu dựa trên quan hệ địa chất và bình đồ cấu trúc khu vực được tạm xếp vào Devon sớm (D₁).

4.8. Tổ hợp xâm nhập kiềm Phia Ma kết thúc giai đoạn hoạt động magma Paleozoi sớm-giữa. Về bản chất, tuổi và nguồn gốc thành tạo của tổ hợp magma này hiện đang còn tranh luận. Song những tài liệu nghiên cứu gần đây (Nguyễn Trung Chí, 1999; Nguyễn Thị Thuỳ Dương, 2007) đã cho thấy các đá magma kiềm Phia Ma là sản phẩm kết tinh phân đoạn từ dung thể basalt kiềm cao

nhôm được xuất sinh bởi quá trình nóng chảy từng phần nguồn vật liệu manti có sự hỗn nhiễm vật liệu vỏ, trong *bối cảnh kiến tạo nội mảng liên quan tới điểm nóng* (hot spot). Tuổi thành tạo (kết tinh) của tổ hợp magma này được tạm xếp vào cuối Paleozoi giữa (Devon?), mặc dù có một giá trị tuổi đồng vị Rb-Sr là 519 ± 40 Tr.n. (Nguyễn Trung Chí, 2003).

5. Giai đoạn Paleozoi muộn - Mesozoi sớm (PZ₃-MZ₁)

Hoạt động magma giai đoạn này xảy ra rất mãnh liệt, chủ yếu trong môi trường địa động lực rìa mảng liên quan với sự đóng mở của các đại dương Paleotethys và Mesotethys và sự gắn kết các địa khối, địa khu khác trong trường nội mảng liên quan tới quá trình “rift hóa” do ảnh hưởng của tạo núi Indosini và siêu plum (superplume) Emeishan.

5.1. *Tổ hợp núi lửa - xâm nhập kiềm-vôi chủ yếu thành phần trung tính - axit* (andesitoid và granodiorit) phân bố dọc dải Trường Sơn từ cực Tây Bắc Bộ đến rìa nam địa khối Kon Tum, đặc trưng cho thành tạo magma hình thành trong *bối cảnh kiến tạo “rìa lục địa tích cực” kiểu Cordillier*. Sự hiện diện của turbidit tương biến khơi với đặc trưng đá phiến silic xen kẽ với đá phiến sét phân lớp sọc dải cấu tạo dạng nhịp chứa Trùng tia tuổi Paleozoi muộn lộ ra ở Lai Châu, Sơn La, Quảng Ninh,... có thể là di chỉ của vỏ đại dương Mesotethys được mở ra vào Permi sớm (thậm chí Carbon muộn), do mảnh lục địa Cimmerian tách ra từ rìa Đông Bắc Gondwana dẫn đến pha mở đầu quá trình khép kín đại dương Paleotethys. Sự kiện này được minh chứng bằng tổ hợp núi lửa - xâm nhập Sông Đà - Điện Biên, Đắk Lin - Bến Giằng, Chư Prông - Quế Sơn có tuổi thành tạo trong khoảng 290-270 Tr.n. (tương ứng với Permi).

5.2. *Tổ hợp xâm nhập granit biotit, granit hai mica dọc dải Trường Sơn* từ cực Tây Bắc Bộ (Pu Si Lung) qua Bắc Trung Bộ (Trường Sơn) tới Trung Trung Bộ (Hải Vân - Bà Nà) và rải rác trong địa khối Kon Tum. Chúng có thành phần thạch địa hóa đặc trưng cho kiểu S-granit, nguồn vỏ lục địa, *điển hình cho granit tạo núi Indosini, thuộc kiểu granit đồng va chạm* (syn-COLL). Tuổi thành tạo (kết tinh) của tổ hợp granit này được xác định dựa trên các giá trị tuổi đồng vị : U-Pb, Rb-Sr và Ar-Ar của granit Bà Nà là 248-245 Tr.n. (Nguyễn Trung Minh, 2003, 2005); Rb-Sr của granit biotit Pu Si Lung là 259 Tr.n. (Nguyễn Văn Thành và nnk, 2005); TIMS U-Pb zircon của granit biotit Pu Si Lung là 260 ± 3 Tr.n. và Kim Cương là 260 ± 10 Tr.n. [2], tương ứng với Permi muộn - Trias sớm (P₃-T₁).

5.3. *Tổ hợp enderbit-charnockit Sông Ba, Đắk Broy* phân bố chủ yếu trong trầm tích biến chất cao phức hệ Kan Nack, thường nằm chỉnh hợp với các đá vây quanh. Đặc trưng địa hóa - đồng vị chỉ rõ tổ hợp magma này có nguồn gốc manti đã bị hỗn nhiễm mạnh vật chất vỏ hoặc có nguồn gốc trộn lẫn manti - vỏ. Đặc điểm địa chất, thạch học - khoáng vật, địa hóa cho thấy một mặt enderbit Sông Ba được thành tạo do sự thay đổi gneis pyroxen (quá trình granit hóa), mặt khác được kết tinh trực tiếp từ dung thể magma (quá trình kết tinh phân dị). Theo Trần Quốc Hải (1995) enderbit Sông Ba được hình thành trong điều kiện nhiệt độ và áp suất thủy tĩnh rất cao ($T = 950^{\circ}\text{C}$, $P_s = 9$ kbar), nhưng áp suất hơi nước thấp ($P_{\text{H}_2\text{O}} = 1,5$ kbar). Bởi vậy, tổ hợp magma này có lẽ là kết quả của quá trình nóng chảy chọn lọc được gây ra bởi nhiệt phát sinh trong *môi trường địa động lực đồng va chạm mảng* (Trịnh Văn Long, 2001). Tuổi đồng vị của charnockit Sông Ba trong khoảng 260 ± 16 Tr.n. (SHRIMP U-Pb zircon, Trần Ngọc Nam, 2006), 258 ± 6 Tr.n. (SHRIMP U-Pb zircon, Carter et al, 2001), 253-249 Tr.n. (TIMS U-Pb zircon, Nagy et al., 2001), ứng với Permi muộn - Trias sớm (P₃-T₁).

5.4. *Tổ hợp basalt-komatiit-trachyt và gabbro-werlit Sông Đà* tuổi Permi ở Tây Bắc Bộ lộ ra ở vùng Hòa Bình, Sơn La, Lai Châu có tuổi đồng vị Rb-Sr là 257 ± 24 Tr.n. (Trần Trọng Hòa, 1995), 256 ± 15 Tr.n. (Nguyễn Đắc Lư và nnk, 2003) và Re-Os là 270 ± 21 Tr.n. (Hanski et al, 2004).

Chúng hình thành trong quá trình tách giãn ven rìa khối nền Hoa Nam, liên quan đến hoạt động khép kín Paleotethys và gắn kết Đông Dương - Hoa Nam, tương ứng với kiểu magma rift nội lục (CR), đặc trưng cho hoạt động magma rìa tây nam tinh thạch học lớn Emeishan trong Paleozoic muộn (Trần Trọng Hòa, 2005, 2007).

5.5. *Tổ hợp xâm nhập tương phản (gabbroid-granitoid) Núi Chúa - Phía Bioc, Lục Yên - Chợ Đồn, Kon Kbang - Plei Man Ko* có những đặc trưng thạch địa hóa tương đồng với thành tạo magma loạt kiềm-vôi hình thành trong môi trường địa động lực rìa mảng hội tụ - đới hút chìm. Song những đặc điểm địa hóa đồng vị và địa chất cấu trúc khu vực chứng tỏ các thành tạo xâm nhập tương phản này là sản phẩm kết tinh phân dị của dung thể magma xuất sinh từ manti thạch quyển kiểu “trên đới hút chìm” ven rìa tây nam nền Yangtze (Dương Tử) dưới ảnh hưởng của plume manti Emeishan [14]. Tuổi thành tạo của tổ hợp magma này dựa vào các giá trị tuổi đồng vị của gabbroid Núi Chúa 251 Tr.n. (SHRIMP U-Pb zircon, Trần Trọng Hòa et al., 2008), gabbro thắp Ti vùng Lục Yên 247 ÷ 243 Tr.n. (Ar-Ar và Rb-Sr [14]), granitoid Tam Tao 250±1 Tr.n. (Ar-Ar, Phan Lưu Anh, 2005), granit biotit Kim Bôi 242±2,2 Tr.n. (SHRIMP U-Pb zircon, Trần Trọng Hòa et al., 2008), syenit nephelin Chợ Đồn 233 Tr.n. (Rb-Sr, Nguyễn Trung Chí, 2003), granit biotit- granat Plei Man Ko 264±4,1 và 242,8± 2,1 Tr.n. (CHIME monazit, Owada et al., 2007) và 295±5 Tr.n. (TIMS U-Pb zircon, [2]), ứng với Permi - Trias sớm (P-T₁).

5.6. *Tổ hợp núi lửa - xâm nhập tương phản picrobasalt-ryolit và peridotit-granophyr ở cấu trúc Sông Hiến* hình thành trong Permi-Trias là sản phẩm của hoạt động magma liên quan đến manti thạch quyển mang đặc trưng địa hóa của “đới hút chìm”. Tuổi thành tạo của tổ hợp magma này là 266±13 Tr.n. (basalt) bằng phương pháp Ar-Ar, 255±14 Tr.n. và 264 Tr.n. (lerzolit), 266 ±3,7 Tr.n. (gabbro-dolerit) bằng phương pháp Rb-Sr và U-Pb zircon (Trần Trọng Hòa và nnk, 2005). Tuf ryodacit và ryolit Sông Hiến có tuổi đồng vị 248±4,5 Tr.n. (SHRIMP U-Pb zircon, Trần Trọng Hòa et al., 2008).

5.7. *Tổ hợp núi lửa - xâm nhập dacit-ryodacit-ryolit và granit-granophyr, tuổi Trias giữa* hình thành trong chế độ kiến tạo tách giãn trên rìa lục địa, đặc trưng cho kiểu magma sau va chạm (post-COLL) - sau sự kiện tạo núi Indosini. Có thể tổ hợp magma này liên quan với sự khép kín bề sau cung Ailaosan - Nan Uttaradit do địa khối Simao va chạm và gắn kết với lục địa Hoa Nam + Indosinia trong Trias giữa-muộn (Metcalf, 2005). Dựa trên quan hệ địa chất và hóa thạch, các đá núi lửa felsic Đồng Trầu - Mang Yang đã được định tuổi Trias giữa, Anisi (T_{2a}). Các giá trị tuổi đồng vị của đá núi lửa vùng Đồng Trầu là 218±10 Tr.n. (Rb-Sr, Nguyễn Minh Trung et al., 2007), vùng Mang Yang khoảng 239-190 Tr.n. (K-Ar, [8]), của granit-granophyr Hoàn Sơn là 218±6 Tr.n. (Rb-Sr, Nguyễn Văn Thành, 1999) và 213±10 Tr.n. (Rb-Sr, Nguyễn Minh Trung et al., 2007), ứng với Trias muộn (T₃). Hợp lý hơn cả xếp tuổi Trias giữa-muộn (T₂₋₃) cho tổ hợp núi lửa - xâm nhập felsic này.

5.8. *Tổ hợp đai mạch tương phản syenit-lamproit Măng Xim - Trà Phong* kết thúc giai đoạn hoạt động magma PZ₃-MZ₁, hình thành trong môi trường địa động lực căng giãn nội mảng sau va chạm, khi toàn miền bước vào giai đoạn ngưng nghỉ trong Trias muộn (T₃). Cho đến nay chưa phát hiện được các đai mạch lamprophyr xuyên cắt các thành tạo trẻ hơn Trias muộn (T₃). Giá trị tuổi đồng vị của lamprophyr kiềm kali (lamproit) vùng Đắk Long là 223,9 Tr.n. (K-Ar, Mai Kim Vinh và nnk, 2002), của minet vùng Đắk Ripen và Đắk Long là 228-246 Tr.n. (Ar-Ar phlogopit, Trần Tuấn Anh et al., 2006). Vì vậy, việc xếp tuổi Trias giữa-muộn (T₂₋₃) cho tổ hợp magma này là hợp lý.

6. Giai đoạn Mesozoi muộn - Kainozoi sớm (MZ₃-KZ₁)

Hoạt động magma giai đoạn này chủ yếu xảy ra bên trong lục địa Đông Nam Á cổ (Proto - Southeast Asia) hình thành vào cuối Trias muộn (khoảng 200 Tr.n. trước đây) do sự kết nối của các địa khối, địa khu Hoa Bắc, Hoa Nam, Indosinia, Simao, Shan-Thái (Sibumasu), Đông Malaysia, Tây Sumatra (Metcalf, 2005) và được minh chứng bằng các tổ hợp magma dưới đây:

6.1. Tổ hợp núi lửa - xâm nhập kiểu tương phản phát triển rộng rãi ở vùng chõng Tú Lệ mang đặc trưng địa hóa của thành tạo magma được hình thành trong *môi trường địa động lực “rift nội lục”*. Cơ chế tách giãn tạo rift nội lục này, có lẽ, liên quan với sự di chuyển của mảng Ấn Độ về phía bắc và tiếp xúc đầu tiên với khối lục địa Âu-Á (Eurasia) vào cuối Creta (Metcalf, 2005). Tuy nhiên, tuổi kết tinh của magma Tú Lệ hiện còn nhiều tranh luận do xuất hiện một số giá trị tuổi đồng vị SHRIMP U-Pb zircon trong khoảng Permi muộn - Trias sớm (Nguyễn Đắc Đồng và Nguyễn Trường Giang, 2003). Vì vậy, có ý kiến cho rằng mảng chõng Tú Lệ chỉ là một phần của rift nội lục Sông Đà - Tú Lệ [17]. Vấn đề này cần được làm sáng tỏ trong các công trình nghiên cứu trong thời gian tới.

6.2. Các thành tạo magma tuổi Jura muộn - Creta đời Đà Lạt đặc trưng cho hoạt động magma liên quan với sự hút chìm của thạch quyển đại dương xuống dưới rìa đông nam lục địa Âu-Á trong *môi trường địa động lực “rìa lục địa tích cực” kiểu Andes*. Cung magma núi lửa - xâm nhập Đà Lạt chỉ là đoạn kéo dài của cung Đông Á bị đời cắt trượt Sông Hồng làm di chuyển xuống dưới mà phần nổi tiếp còn gập ở rìa đông của Đông Bắc Bộ và đặc biệt ở đông nam Trung Quốc (Trần Văn Trị, 2003). Tuổi thành tạo của tổ hợp magma Đà Lạt được xác định chắc bằng các phương pháp phân tích đồng vị Rb-Sr, Sm-Nd và U-Pb cho các giá trị trong khoảng 112-88 Tr.n. ([8]; Bùi Minh Tâm và nnk, 2002; Nguyễn Thị Bích Thủy, 2003).

6.3. Tổ hợp granit biotit, granit hai mica Pia Oắc tuổi Creta muộn (K₂) gồm các thể xâm nhập nhỏ phân bố rải rác ở miền Đông Bắc Bộ, bám theo đứt gãy vòng cung Phú Ngũ rìa đông nam vòm Sông Chày. Các đặc trưng thạch địa hóa tương ứng với kiểu granit bão hòa nhôm chứa muscovit (MPG) theo phân loại của Barbarin (1999), nguồn gốc vỏ lục địa, gắn bó chặt chẽ với các đứt gãy chõm nghịch lớn liên quan với *môi trường địa động lực “va chạm mảng”*. Kiểu granit này còn được gọi là “kiểu granit nguồn vỏ tiêm nhập” (Intrusive crust granite) hay “granit ngoại lai” (allochthonous granite) (Pitcher, 1993). Tuổi kết tinh của granitoid Pia Oắc được xác định dựa trên các giá trị tuổi đồng vị Ar-Ar và Rb-Sr trong khoảng 83,5-89,7 Tr.n. (Phan Lưu Anh, 2003), ứng với Creta muộn.

6.4. Tổ hợp trachyt-leucitophyr và syenit-lamproit-minet tuổi Paleogen phân bố chủ yếu ở miền Tây Bắc Bộ là sản phẩm hoạt động magma nội mảng hình thành trong *chế độ kiến tạo tách giãn liên quan tới tạo núi Himalaya và xảy ra trước dịch trượt trái dọc theo đời đứt gãy Sông Hồng*. Tuổi thành tạo của tổ hợp magma này được xác định dựa trên các kết quả phân tích tuổi đồng vị Ar-Ar và Rb-Sr trên các đá trachyt, syenit, lamproit, minet với các giá trị biến thiên trong khoảng 42-30 Tr.n. (Trần Trọng Hòa và nnk, 2005).

7. Giai đoạn Kainozoi muộn (KZ₂)

7.1. Tổ hợp xâm nhập mafic - siêu mafic đời Sông Hồng xuất hiện dưới dạng đai mạch với thành phần biến thiên lerzolit-websterit-gabbro, có tuổi thành tạo trong khoảng 51,3-25 Tr.n. (Ar-Ar, Trần Trọng Hòa và nnk, 2004). Sự hình thành của tổ hợp magma này bao gồm 2 giai đoạn: giai đoạn sớm (51-35 Tr.n.) xảy ra trước hoạt động nâng trôi paragneis đời Sông Hồng, có liên quan với va chạm Ấn Độ - Âu-Á trong *bối cảnh địa động lực “tách giãn nội mảng”*; giai đoạn muộn (\approx 25 Tr.n.) xảy ra đồng thời với hoạt động dịch trượt của đời Sông Hồng. Sự tồn tại của tổ hợp

magma mafic - siêu mafic này là bằng chứng rõ rệt về độ sâu của đới đứt gãy Sông Hồng trong Kainozoi và sự xuất hiện một vòm nhiệt manti trong khu vực [14].

7.2. Tổ hợp granit biotit-leucogranit-pegmatoid ở đới Sông Hồng và đới Phu Hoạt: Hoạt động magma nguồn vỏ trên đới Sông Hồng chủ yếu là các sản phẩm nóng chảy tại chỗ (in situ) có liên quan tới quá trình biến dạng dẻo xảy ra trong paragneis, thực chất là magma kiểu S-granit (Tapponier, 1990). Bên cạnh đó là quá trình nóng chảy sâu (anatexis) tạo ra granitoid cao Al, K đánh dấu sự ngừng nghỉ của quá trình dịch trượt quy mô lớn dọc theo đới đứt gãy Sông Hồng trong khoảng 24-22 Tr.n., tương ứng với tuổi thành tạo của granit biotit và leucogranit Tân Hương được xác định bằng phương pháp Ar-Ar trên biotit và plagioclas (Trần Trọng Hòa và nnk, 2004).

Trong đới cấu trúc Phu Hoạt, thành tạo xâm nhập granitoid dạng porphyr trước đây được phân chia trong phức hệ Bản Chiềng tuổi Creta muộn - Paleogen (Huỳnh Trung, 1979), nay được xác định chính xác hơn bằng các phương pháp phân tích đồng vị phóng xạ: Rb-Sr trên feldspat kali và biotit cho tuổi từ $19,8 \pm 0,6$ đến $19,6 \pm 0,5$ Tr.n., U-Pb zircon, monazit, allanit cho tuổi từ $23,7 \pm 1,6$ Tr.n. đến $26,0 \pm 0,2$ Tr.n. (Nagy E.A. *et al*, 2000) và TIMS U-Pb zircon là $30,8 \pm 2$ và 30 ± 3 Tr.n. [2]. Sự định vị của granitoid Bản Chiềng xảy ra đồng thời với pha cuối của hoạt động magma đồng kiến tạo (syn-tectonic) dọc theo đới dịch trượt Ailaosan - Sông Hồng, trùng với giai đoạn hoạt động tách giãn hướng ĐB-TN trong nội bộ vòm Bù Khạng xảy ra trong khoảng 36 -21 Tr.n. (Lepvrier *et al*, 1997; Jolivet *et al*, 1999) và hoàn toàn tương đồng với giai đoạn tách giãn Oligocen-Miocen ở Thái Lan và pha cuối cùng của quá trình “tách giãn đáy” biển Nam Trung Hoa (Nagy và nnk., 2004).

7.3. Tổ hợp basalt lũ lụt địa (CFB) phổ biến rộng rãi ở phần Nam Việt Nam bao gồm hai kiểu chính: basalt tholeiit và basalt kiềm. Thành tạo basalt tholeiit chiếm khối lượng chủ yếu (khoảng 85-90%) trong lớp phủ basalt Kainozoi muộn Nam Việt Nam được xếp vào hệ tầng Đại Nga và hệ tầng Túc Trung có tuổi Miocen giữa - Pleistocen sớm (N-Q₁); còn thành tạo basalt á kiềm và kiềm có khối lượng hạn chế (khoảng 10-15%) được xếp chủ yếu vào hệ tầng Xuân Lộc tuổi Đệ tứ (Q). Sự thành tạo của tổ hợp basalt này có liên quan với dòng manti ngược gây ra các vùng căng giãn và nóng chảy giảm áp ở ạt hình thành dung nham tholeiit (là chủ yếu) trong khoảng 17-7 Tr.n. trước đây. Sau đó (từ 7 Tr.n. trở lại đây), do chế độ giảm áp yếu dần, thạch quyển manti trở nên cân bằng trọng lực, quá trình nóng chảy xảy ra chủ yếu do tác dụng của dòng nhiệt ngược trong điều kiện áp suất cao hơn, mức độ tái nóng chảy nhỏ hơn, tạo ra dung thể basalt kiềm (Nguyễn Hoàng, 1999). Tổ hợp basalt lũ lụt địa ở Nam Việt Nam xuất sinh từ manti nhưng đã bị hỗn nhiễm vỏ trong điều kiện chia tách, nóng chảy từng phần bởi quá trình “nung nóng manti và căng giãn thạch quyển” thông qua cơ chế “kiến tạo nâng trôi” liên quan với va chạm Ấn Độ - Âu- Á và Australia-Indonesia, kết hợp với sự “bong tách đáy” craton (Flower M. *et al*, 1998).

IV. SƠ ĐỒ PHÂN CHIA MAGMA VIỆT NAM THEO QUAN ĐIỂM KIẾN TẠO MẢNG

1. Sơ đồ phân chia magma Việt Nam được xây dựng trong tương quan hai chiều thời gian - không gian trên quan điểm kiến tạo mảng (Bảng 1).

1.1. Theo trục thời gian thẳng đứng lịch sử tiến hóa magma Việt Nam bao gồm trong 7 giai đoạn hoạt động: Archei (AR), Paleo-Mesoproterozoi (PP-MP), Neoproterozoi - Cambri sớm (NP-ε₁), Paleozoi sớm-giữa (PZ₁₋₂), Paleozoi muộn - Mesozoi sớm (PZ₃-MZ₁), Mesozoi muộn - Kainozoi sớm (MZ₃- KZ) và Kainozoi muộn (KZ₃).

1.2. Theo trục không gian nằm ngang các thành tạo magma Việt Nam được phân định theo 9 bối cảnh kiến tạo - môi trường địa động lực được đặc trưng bởi 9 nhóm tổ hợp magma: dãy núi

giữa đại dương (MOR), cung núi lửa (VA), bề sau cung (BAB), đồng va chạm mảng (syn-COLL), sau va chạm mảng (post-COLL), rift lục địa (CR), không tạo núi (AOR), basalt lũ lục địa (CFB) và đới cắt trượt (SHZ).

Bảng 1. Thang magma Việt Nam theo quan điểm kiến tạo mảng

tổ hợp magma		NỬA MẢNG					NỘI MẢNG			
chức năng	đại dương (MOR)	cung núi lửa (VA)	bề sau cung (BAB)	đồng va chạm (syn-COLL)	sau va chạm (post-COLL)	đới đứt gãy (CR)	đới đứt gãy (AOR)	đới đứt gãy (CFB)	đới đứt gãy (SHZ)	
N	KZ									
E										
K	MB + KZ									
J										
T	PE + MB									
F										
C										
D										
S	PZ +									
O										
E										
N	MP + J									
MP										
PP										
AR	AR									

2. Mỗi một tổ hợp magma Việt Nam được thể hiện bằng màu sắc chỉ thị cho bối cảnh kiến tạo sinh thành chúng: màu tím - MOR; màu xanh lá cây - VA, màu xanh dương - BAB, màu đỏ - syn-COLL, màu hồng - post-COLL, màu vàng da cam - CR, màu vàng phớt xanh - AOR, màu vàng nhạt - CFB, màu nâu - SHZ, trong đó cần lưu ý:

- 2.1. Các thành tạo xâm nhập được thể hiện bằng khối màu, các thành tạo núi lửa - sọc màu.
- 2.2. Tông màu giảm dần theo tuổi thành tạo: tuổi càng trẻ, màu càng tươi và nhạt hơn.

3. Thành phần thạch học các đá núi lửa, xâm nhập chủ yếu của mỗi tổ hợp magma được ký hiệu theo Quy chế “Đo vẽ bản đồ địa chất tỷ lệ 1/50.000” đã ban hành.

V. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu chi tiết đặc điểm địa chất - cấu trúc, thành phần vật chất, sự phân bố không gian - thời gian, nguồn gốc và môi trường địa động lực, các thành tạo magma Việt Nam được phân chia thành 33 tổ hợp magma thuộc 9 bối cảnh kiến tạo: dãy núi đại dương (MOR), cung núi lửa (VA), bể sau cung (BAB), đồng va chạm mảng (syn-COLL), sau va chạm mảng (post-COLL), rift lục địa (CR), basalt lục địa (CFB), không tạo núi (AOR) và đới cắt trượt (SHZ).

Tiến trình hoạt động magma Việt Nam bao gồm 7 giai đoạn hoạt động: Archei (AR), Paleoproterozoic (PP- MP), Neoproterozoic - Cambri sớm (NP- C₁), Paleozoic sớm-giữa (PZ₁₋₂), Paleozoic muộn - Mesozoic sớm (PZ₃-MZ₁), Mesozoic muộn - Kainozoic sớm (MZ₃- KZ₁) và Kainozoic muộn (KZ₂). Các giai đoạn hoạt động magma, về cơ bản, có thể tương ứng với các “chu kỳ Wilson” phản ánh quá trình tách mở - khép kín các bể đại dương và sự va chạm - gắn kết các địa khu (terrane), khối nền (craton) qua những sự kiện tạo núi Grenville, Pan- Africa, Caledoni, Indonesi, Yanshan và Himalaya.

VĂN LIỆU

- 1. Bùi Minh Tâm và nnk, 2005.** Hoạt động magma Meso-Kainozoic và khoáng sản liên quan đới Đà Lạt. *Địa chất và Khoáng sản*. 9 : 140-148, Hà Nội.
- 2. Bùi Minh Tâm (Chủ biên), 2008.** Hoàn thiện thang magma Việt Nam theo quan điểm kiến tạo mảng. *Lưu trữ Địa chất*, Hà Nội.
- 3. Đào Đình Thục, Huỳnh Trung (Đồng chủ biên), 1995.** Địa chất Việt Nam. Tập II: Các thành tạo magma. *Cục Địa chất Việt Nam*. Hà Nội.
- 4. Đovjikov A.E. (Chủ biên), 1971.** Địa chất miền Bắc Việt Nam. *Nxb KHKT. Hà Nội (bản tiếng Việt)*.
- 5. Fromaget J., 1941.** L'Indochine française, sa structure géologique, ses roches, ses mines et leurs relations possibles avec la tectonique. *Bull. Serv. Géol. Indoch.*, XXVI/2, 140 pp. Hanoi.
- 6. Lacroix A. 1933.** Contribution a la connaissance de la composition chimique et minéralogique des roches éruptives de l'Indochine. *Bull. Serv. Indoch.*, XX/3. Hanoi.
- 7. Lê Duy Bách, 1986.** Tiến hóa kiến tạo vỏ Trái đất ở Đông Dương. *TC Địa chất*, 176-177 : 29-39, Hà Nội.
- 8. Nguyễn Xuân Bao (Chủ biên), 2001.** Kiến tạo và sinh khoáng miền Nam Việt Nam. *Lưu trữ Địa chất*, Hà Nội
- 9. Nguyễn Xuân Tùng, Trần Văn Trị (Đồng chủ biên), 1992.** Thành hệ địa chất và địa động lực Việt Nam. *Nxb KH & KT, Hà Nội*.
- 10. Phan Cự Tiễn (Chủ biên), 1989.** Địa chất Campuchia, Lào, Việt Nam. *Viện Thông tin - Tư liệu Mỏ và Địa chất*. Hà Nội.
- 11. Tổng Duy Thanh, Vũ Khúc (Đồng chủ biên), 2005.** Các phân vị địa tầng Việt Nam. *Nxb Đại học QGHN, Hà Nội*.
- 12. Trần Đức Lương, Nguyễn Xuân Bao (Đồng chủ biên), 1988.** Bản đồ Địa chất Việt Nam tỉ lệ 1: 500.000 (kèm theo thuyết minh tóm tắt). *Tổng cục Mỏ - Địa chất, Hà Nội*.
- 13. Trần Ngọc Nam, 2001.** Tuổi của các phức hệ Ca Vịnh và Xóm Giấu: chứng liệu tin cậy đầu tiên từ phân tích SHRIMP U-Pb zircon. *Địa chất*, A/262 : 1-11, Hà Nội

- 14. Trần Trọng Hòa, 2007.** Hoạt động magma nội mảng và sinh khoáng miền Bắc Việt Nam. *Luận án TSKH, Viện ĐC-KVH, Phân viện Siberi, Viện HLKH (tiếng Nga).*
- 15. Trần Tuấn Anh, 2001.** The ultrapotassic rocks of Northwest Vietnam. *Dr. Thesis, Vienna, 276 pp.*
- 16. Trần Văn Trị (Chủ biên), 1977.** Địa chất Việt Nam, phần Miền Bắc. *Nxb KHKT, Hà Nội.*
- 17. Trần Văn Trị, Vũ Khúc (Đồng chủ biên), 2009.** Địa chất và tài nguyên Việt Nam. *Nxb KHTN & CN, Hà Nội.*
- 18. Trịnh Xuân Hòa, 2008.** Thạc luận nguồn gốc các thành tạo magma trung tính - acid tuổi Jura-Creta đới Đà Lạt. *Luận án TS.ĐC. Thư viện QG, Hà Nội.*
- 19. Vũ Như Hùng, 2006.** Thạc luận các thành tạo granit sáng màu cao nhôm chứa thiếc Mesozoi muộn đới Đà Lạt. *Luận án TS.ĐC. Thư viện QG, Hà Nội.*