

Komatiit

Trần Trọng Hoà. Viện Địa chất,
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

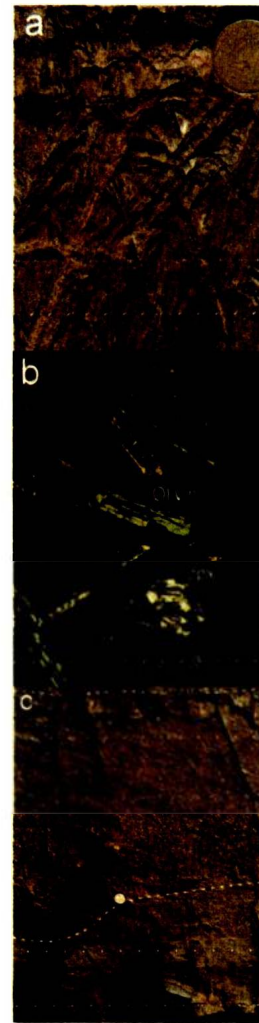
Giới thiệu

Thuật ngữ komatiit lần đầu tiên được Viljoen (1969) giới thiệu khi phát hiện dung nham siêu mafic ở núi Barberton (Nam Phi). Komatiit được đặt theo tên của địa điểm dọc theo sông Komati ở Nam Phi. Cho đến nay vẫn chưa có một định nghĩa chi tiết, nghiêm ngặt về komatiit. Có thể nêu một định nghĩa đơn giản về komatiit của Arndt và Nisbet (1982) – Komatiit là một loại đá núi lửa siêu mafic. Giới hạn hàm lượng 18% MgO được sử dụng để phân biệt komatiit với các đá núi lửa siêu mafic khác như picrit, ankaramit hoặc basalt cao magne. Đồng thời, thuật ngữ basalt komatiit thường được dùng để chỉ các đá núi lửa có hàm lượng MgO thấp hơn 18%, nhưng liên quan chặt chẽ về không gian, kiến trúc, đặc điểm thạch học và địa hóa với komatiit. Một số nhà nghiên cứu còn xếp vào nhóm komatiit cả các đá xâm nhập thành phần tương tự và có mối liên quan nguồn gốc với chúng. Các đá xâm nhập này được gọi là peridotit komatiit, pyroxenit komatiit.

Để phân biệt komatiit với các kiểu đá núi lửa cao magnesi khác, người ta thường sử dụng tiêu chí kiến trúc spinifex thường là đặc trưng cho komatiit, theo đó, được thể hiện bởi sự có mặt của các tinh thể dạng xương hoặc dạng cây [H.1a,b] của olivin và pyroxen. Tên kiến trúc spinifex của komatiit do hình dạng của nó rất giống loại cò gai ở Australia. Tuy nhiên, không phải tất cả các dòng chảy dung nham komatiit đều có đặc điểm kiến trúc này. Nhiều dòng dung nham komatiit có cấu tạo phân lớp khá rõ – lớp trên cùng gọi là đỉnh dòng chảy hay đới nguội lạnh; dưới nó là đới (lớp) spinifex và dưới cùng là đới (lớp) olivin dạng dòn tích [H.1c].

Trong thành phần khoáng vật của komatiit (và basalt komatiit) đặc trưng thường có mặt olivin (giàu Cr, Ni), clinopyroxen (diopsid, rất phổ biến pijonit), plagioclas mafic; khoáng vật phụ, khoáng vật quặng thường gặp là chromit, sulfur Ni - Cu - Fe). Thành phần hóa học của komatiit (và basalt komatiit) đặc trưng cao Mg, giàu Cr, Ni, Cu, Co và hàm lượng cao của các nguyên tố nhóm platin (PGE); nghèo Ti, kiềm, Zr, Nb, các nguyên tố đất hiếm nhẹ; tỷ lệ $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ cao (0,8 - 1,0). Số liệu thống kê cho thấy, thành phần hóa học của komatiit và basalt komatiit từ các khu vực Baberton, Munro và Gorgona khá biến động với hàm lượng MgO biến thiên từ >10 đến 45%; TiO_2 từ 0,1 đến 0,9%; Al_2O_3 từ rất thấp đến 13% [H.2]. Về hàm lượng Al_2O_3 , komatiit và các đá tương tự kiểu Baberton thuộc loại nghèo nhất, tiếp đó là Munro; komatiit Gorgona thuộc loại cao nhôm. Theo tương quan $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2 - (\text{Gd}/\text{Yb})_N$ [H.3], komatiit Baberton

cũng thuộc loại có tỷ lệ $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ thấp nhất, song tỷ lệ $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$ cao nhất; komatiit kiểu Munro có các giá trị dao động xung quanh tỷ lệ đặc trưng cho chondrit; còn komatiit Gorgona có tỷ lệ $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ cao nhất, song $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$ thấp nhất. Đại lượng $(\text{Gd}/\text{Yb})_N$ biểu thị mức độ nghèo nguyên tố đất hiếm nặng trong đá.

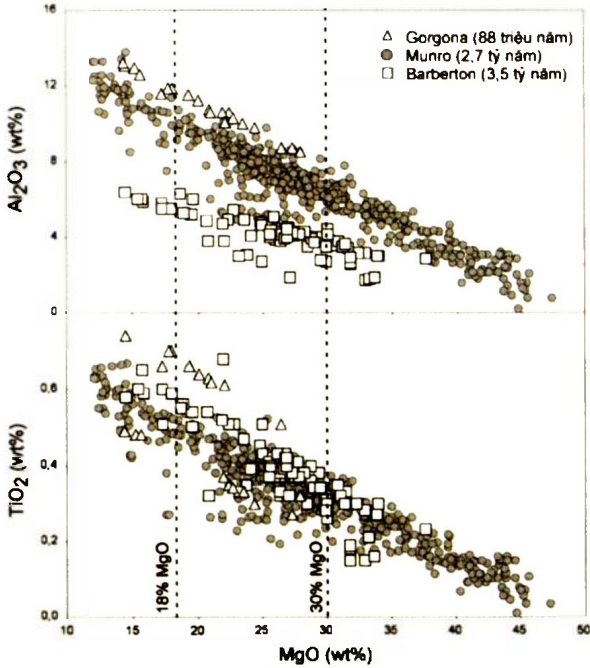


Hình 1. Kiến trúc và cấu tạo komatiit.

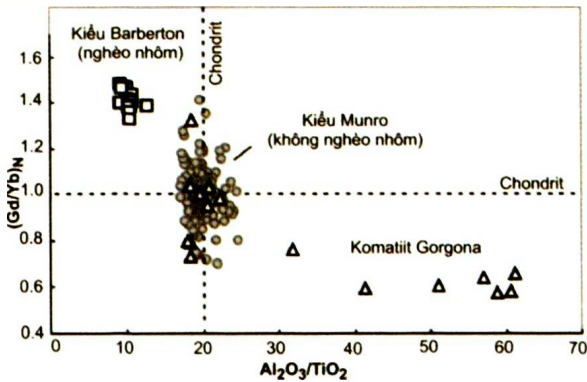
a. Komatiit kiến trúc spinifex ngoài thực địa (Munro Township, Canada); **b.** Komatiit kiến trúc spinifex trong lát mỏng (Đại Belingwe, Zimbabwe). Olivin dạng xương nằm trong nền clinopyroxen và thủy tinh; **c.** cấu tạo phân lớp của komatiit (Munro Township). Phần dưới cùng – đới olivin dạng dòn tích; phần giữa – đới spinifex; phần trên – đới đan xen (spinifex) nguội lạnh (Arndt A. T. and Leshner C. M., 2005).

Komatiit phổ biến nhất trong các đại đá lục Arkei, thí dụ Baberton (Nam Phi). Komatiit thực thụ khá hiếm hoặc hầu như vắng mặt trong Proterozoi, đại diện của loại có tuổi Phanerozoi là komatiit Creta (khoảng 90 tr.n.) ở Gorgona (Columbia). Điều này

được lý giải là do nguồn nhiệt cao hơn của các giai đoạn lịch sử địa chất cổ của Trái Đất. Theo các nghiên cứu thí nghiệm, nhiệt độ pha lỏng ở 1 atm của chất lỏng với 28-30% MgO nằm trong khoảng 1.560 - 1.600°C.



Hình 2. Tương quan TiO₂ và Al₂O₃ với MgO trong komatiit Barberton, Munro Township và Gorgona (N. T. Arndt & C. M. Leshner, 2005).



Hình 3. Tương quan Al₂O₃/TiO₂ - (Gd/Yb)_N cho thấy sự khác biệt giữa các kiểu komatiit. Tỷ lệ (Gd/Yb)_N cao và Al₂O₃/TiO₂ thấp của komatiit Barberton chứng tỏ granat vẫn còn ở lại trong dung thể tàn dư và magma được hình thành ở độ sâu manti lớn (N.T. Arndt & C.M. Leshner, 2005).

Do chứa hàm lượng Ni, Cu và các nguyên tố nhóm platin (PGE) khá cao và có khả năng xói mòn các đá vô giàu lưu huỳnh (S), komatiit có khả năng tạo thành các tụ khoáng Ni - Cu - PGE. Một thí dụ nổi tiếng thế giới là komatiit tuổi Arkei ở khu vực Kambalda (Tây Australia). Tại đây, các tụ khoáng Ni - Cu - PGE phân bố chủ yếu ở phần thấp của tập komatiit siêu mafic (dunit), được coi là kênh dẫn dung nham. Dung nham komatiit phun trào trong trạng thái xáo động mạnh qua các kênh này gây xói mòn nhiệt và làm nóng chảy các đá mái giàu S, dẫn

tới việc phân tách chất lỏng sulfur giàu Ni - Cu - PGE không trộn lẫn rồi sau đó tích tụ dưới đáy tập đá để hình thành mỏ quặng. Các mỏ Ni - Cu - PGE liên quan đến komatiit tuổi Proterozoi như Cape Smith Belt ở Canada, cũng được hình thành theo cơ chế này.

Komatiit Arkei

Komatiit chủ yếu phát triển trên các khu vực đá Arkei, liên quan đến các đại đá lục cổ ở Nam Phi, Zimbabwe, Australia, trong đó komatiit điển hình nhất là Baberton Mountain Land (Nam Phi) và đã được đặt tên là kiểu Baberton.

Komatiit Baberton (Nam Phi)

Dung nham komatiit phát triển chủ yếu trong ba tập hệ tầng của loạt Onverwacht thuộc dãy (sequence) Swaziland mà sau này được gọi là phụ loạt Tjakastad. Komatiit và basalt komatiit phân bố chủ yếu trong hệ tầng Komati nằm phía trên phụ loạt Tjakastad và hệ tầng Sandspruit nằm ở phần đáy của loạt. Nghiên cứu địa thời học bằng Sm-Nd đối với komatiit phụ loạt Tjakastad cho thấy chúng có tuổi thành tạo tương ứng với Arkei (3,54 ± 0,03 tỷ năm). Kết quả phân tích leucotonalit và trondjemit dạng gneis xuyên cắt cho các giá trị 3,2 và 3,4 tỷ năm.

Thành phần khoáng vật chủ yếu của komatiit là tổ hợp antigorit, tremolit, chlorit, magnetit có xuất xứ từ pyroxen, olivin, chromit và thủy tinh. Đôi khi còn lưu giữ được các tàn dư tinh thể chưa bị biến đổi của olivin, pyroxen với các riem bị thay thế bằng antigorit và magnetit. Kiến trúc của komatiit thay đổi theo hướng từ dưới mặt cắt lớp phun trào lên trên - tích tụ olivin phần đáy, spinifex dạng lá kéo dài, spinifex hỗn độn, spinifex thớ mịn và phần đỉnh nguội lạnh.

Basalt komatiit có thành phần khoáng vật thay đổi từ tremolit - chlorit, qua tremolit/actinolit đến kiểu tremolit - actinolit - plagioclas với cấu tạo cấu gôi điển hình. Thành phần hóa học của komatiit và basalt komatiit đặc trưng giàu Mg, Ni, Cu và nghèo Ti, Al, Na, K, Rb, Sr, các nguyên tố đất hiếm nhẹ.

Komatiit Zimbabwe

Komatiit và basalt komatiit ở Zimbabwe phân bố chủ yếu trên nền Arkei Rhodesia (bao gồm cả phần lãnh thổ của Boswana và Mozambique), cấu thành chủ yếu từ granit tuổi khác nhau và có đại đá lục bao quanh, tuổi khoảng 2,9 - 2,6 tỷ năm. Komatiit và basalt komatiit có mặt trong các hệ tầng Bend và Brooklands - thành phần chủ yếu của đại Belingwe. Komatiit là các lớp phủ spinifex dày ở đáy giàu olivin dạng ban tinh và lớp trên kiến trúc spinifex. Các tâm olivin spinifex có chiều dài đến 10cm. Basalt komatiit thường có kiến trúc spinifex của clinopyroxen với các tinh thể hình kim dài đến 0,4m. Mức độ biến chất của komatiit rất khác nhau, hầu

như bị tái kết tinh đến tổ hợp tương phiến lục, đôi chỗ còn bảo tồn được thành phần và kiến trúc ban đầu. Các đá núi lửa mafic bị biến chất mạnh nhất có thành phần tremolit - epidot - chlorit - albit - sphen - thạch anh, nhưng vẫn còn giữ được kiến trúc magma rõ rệt.

Thành phần hóa học của komatiit và basalt komatiit đặc trưng là 1) Hàm lượng MgO chủ yếu nằm trong khoảng 16 - 20%, có thể đến 32%; 2) Tỷ lệ $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ trong komatiit thường < 1, trong basalt komatiit 0,7 - 1,0; 3) Các đá thuộc các phần khác nhau của lớp phủ có hàm lượng nguyên tố đất hiếm khác nhau, song cùng chung khuynh hướng nghèo nguyên tố đất hiếm nhẹ.

Komatiit Yilgarn (Tây Australia)

Ở Tây Australia, komatiit Yilgarn phân bố ở ba khu vực thuộc tỉnh Vàng Miền Đông (East Gold Province). Komatiit và basalt komatiit thường có mặt ở phần thấp của các mặt cắt địa tầng khu vực và hình thành vài nhíp trong đó. Tuổi Arkei của komatiit được luận giải trên cơ sở tuổi của granit và các đá vỏ cốt khác trong khu vực (2,7 - 2,6 tỷ năm). Komatiit và các đá vỏ cốt ở Yilgarn bị biến chất mạnh mẽ đến tương amphibolit thấp: 1) Tổ hợp lizardit - antigorit hoặc forsterit - talc và anthophylit đối với komatiit siêu mafic; 2) Tremolit - chlorit đến Mg-hornblend - Fe-clinoamphibol - chlorit. Kết quả phân tích thành phần khoáng vật nguyên sinh của komatiit (trong những mẫu còn gặp tàn dư) cho thấy olivin trong komatiit biến động từ Fo_{92} đến Fo_{85} (trong dunit có thể đến Fo_{94-91}); olivin dạng ban tinh trong basalt komatiit đặc trưng Fo_{75-70} ; clinopyroxen trong komatiit khá giàu Cr; orthopyroxen rất hiếm; Trong khi đó trong các đai mạch komatiit ít bị biến chất khá phổ biến pigeonit trong thành phần khoáng vật nền.

Thành phần hóa học của các đá vùng Yilgarn cũng tương tự như komatiit và basalt komatiit Arkei của những vùng khác, đặc trưng cao Mg (10 - 45%), $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 \leq 0,9$, giàu Ni, Cu, Cr; mối tương quan dương của Ni - MgO quan sát được cho toàn bộ dãy đá, từ basalt komatiit đến komatiit peridotit; tương quan đồng biến giữa Cr và MgO chỉ thể hiện trong khoảng hàm lượng MgO 10 - 25%, sau đó có xu hướng nghịch biến.

Komatiit Phanerozoic

Komatiit Phanerozoic ít phổ biến, cho đến nay trong văn liệu địa chất mới chỉ có mô tả rõ rệt nhất là komatiit Gorgona tuổi Creta ở đảo Gorgona (Columbia). Cũng có một số mô tả về các biểu hiện komatiit và basalt komatiit tuổi Ordovic ở Betts Cove, Newfoundland, cũng như các xâm nhập siêu mafic được cho là có đặc tính thành phần của komatiit như phức hệ Bushveld ở Nam Phi. Gần đây,

komatiit và basalt komatiit Sông Đà tuổi Permi ở Tây Bắc Bộ của Việt Nam cũng được coi là một trong những ví dụ hiếm gặp về komatiit Phanerozoic.

Komatiit Gorgona (Columbia)

Komatiit Gorgona là hợp phần núi lửa của tổ hợp magma mafic - siêu mafic với cấu trúc các lớp đá theo chiều thẳng đứng từ dưới lên như 1) Dunit hoặc wehrlit; 2) Gabro hoặc troctolit; 3) micro - gabro; 4) Lớp phủ komatiit và basalt dạng cấu gôi hoặc đặc sít; 5) Tuf breccias. Vết lộ thể hiện sự phân đới này xem hình 1c. Komatiit và basalt komatiit hầu như không bị biến đổi hoặc biến đổi yếu. Kiến trúc spinifex của olivin và pyroxen thể hiện rõ rệt với các tinh thể dạng xương hoặc hình kim. Olivin thường có Fo dao động trong khoảng 89 - 85; thành phần của clinopyroxen (cao Ti và Al) khá biến động, từ $\text{En}_{43}\text{Fs}_{26}\text{Wo}_{31}$ đến $\text{En}_{45}\text{Fs}_{10}\text{Wo}_{45}$. Komatiit kiến trúc spinifex có hàm lượng MgO thay đổi từ 15,5 đến 21,9%, basalt - 5,3 - 11,3%; hàm lượng $\text{TiO}_2 < 0,72\%$ đối với komatiit, còn đối với basalt - trung bình là 1,28%. Đặc điểm đồng vị Nd và Sr trong komatiit: tỷ lệ $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ khá cao (0,51334) và tỷ lệ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ rất thấp (0,70277). Với các đặc trưng này, komatiit Gorgona được cho là có xuất xứ từ sông núi giữa đại dương. Đặc điểm phân bố các nguyên tố đất hiếm cũng thể hiện sự gắn gũi với chondrit.

Komatiit Sông Đà (Việt Nam)

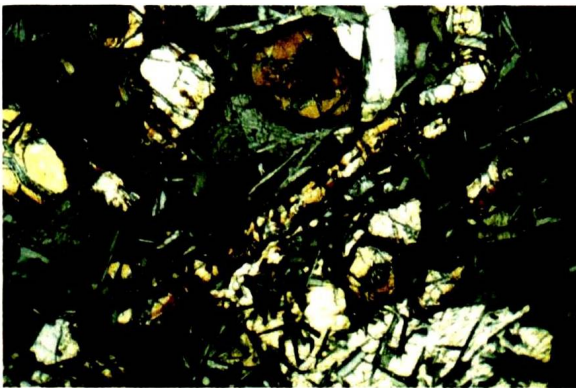
Komatiit và basalt komatiit tuổi Permi ở rift Sông Đà (Tây Bắc Bộ) được các nhà địa chất Nga và Việt Nam mô tả lần đầu tiên tại vùng Nậm Muội (1991). Sau đó (1994), các đá này được phát hiện và mô tả tiếp ở vùng Đèo Chẹt - Tạ Khoa. Komatiit và basalt komatiit được mô tả ở đây là tổ phần núi lửa cao magne, thấp titan, thấp kiềm thuộc phần thấp của hệ tầng Viên Nam tuổi Permi muộn. Đặc điểm phân lớp, phân dải song song của các tập komatiit và basalt komatiit được thể hiện khá rõ [H.4]. Chúng có quan hệ chuyển tiếp lên các tập basalt cao titan, cao kiềm cũng như trachyandesit và trachydacit thuộc phần trên của hệ tầng Viên Nam. Tuổi thành tạo (Rb - Sr và Os - Re) của komatiit khu vực Nậm Muội là 257 ± 24 tr.n. và 270 ± 21 tr.n.

Trong trường phân bố komatiit và basalt komatiit khá phát triển các thể xâm nhập nhỏ hoặc đai mạch peridotit và pyroxenit chứa sulfur Ni - Cu - PGE. Mô Ni - Cu - PGE Bàn Phúc liên quan đến thể xâm nhập siêu mafic Bàn Xang, nằm trong phần trục của rift Sông Đà, hiện đang được khai thác. Các thể peridotit và pyroxenit được coi là tương hợng của các cấu trúc núi lửa mafic - siêu mafic ở đây.

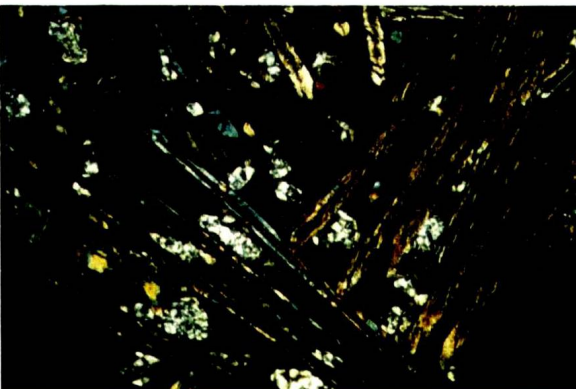
Komatiit (22 - 30% MgO) thường có kiến trúc porphyr với các ban tinh olivin có dạng kéo dài, hình kim [H.5a] và kiến trúc dạng cành cây kiểu spinifex của pyroxen [H.5b].



Hình 4. Đặc điểm phân lớp, phân dải của komatiit và basalt komatiit khu vực Năm Muội, rift Sông Đà, Tây Bắc Bộ (Việt Nam.) Ảnh: Trần Trọng Hòa, 2004.



a



b

Hình 5. Kiến trúc của komatiit ở Việt Nam.

a. Komatiit kiến trúc porphyr với các ban tinh olivin dạng kéo dài, hình kim trên nền microlit pyroxen và olivin.

b. Komatiit kiến trúc dải đan xen (spinifex) của pyroxen với các hạt olivin tha hình hoặc hơi tròn trên nền thủy tinh và microlit olivin, pyroxen. Vùng Năm Muội, rift Sông Đà (Polyakov và nnk., 1996).

Thành phần khoáng vật chính trong komatiit và basalt komatiit là olivin, clinopyroxen, plagioclas. Khoáng vật phụ đặc trưng là spinel và ilmenit. Thường gặp xâm tán sulfur, sulfuroarsenid, đồng tự sinh,

các khoáng vật PGE (sperryllit, michenerit, sobolevskit, paolovit, platin tự sinh). Olivin thành phần forsterit - crisolit (Fe_{78-93}) giàu Ni và Ca (NiO = 0,1 - 0,4%, CaO = 0,2 - 0,6%); Clinopyroxen thành phần augit-diopsid nghèo Ca, Ti, Na và có độ chứa Cr trung bình ($En_{36-53}Fs_{9-17}Wo_{36-48}$, $TiO_2 = 0,2 - 1,56\%$, Cr_2O_3 đến 0,3%); Thành phần của chromit - spinel chủ yếu tương ứng với alumochromit với hàm lượng thấp của Ti ($Cr_2O_3 = 34 - 51\%$, $Al_2O_3 = 17 - 31\%$, $TiO_2 = 0,3 - 0,6\%$).

Thành phần hóa học của komatiit và basalt komatiit đặc trưng cao Mg (Mg/Mg+Fe = 72 - 85), thấp Ti (<0,9% đối với MgO trong khoảng 13 - 30%), thấp kiềm; hàm lượng Al biến thiên từ thấp (trong komatiit) đến cao (trong basalt); giàu Ni (343 - 1.410ppm), Cr (1.661 - 3.187ppm); nghèo Rb, Sr, Zr, Ba và các nguyên tố đất hiếm, cá biệt là đất hiếm nhẹ. Giá trị đồng vị nguyên thủy ϵ_{Ni} (250 tr.n) biến động từ +3,2 đến +8,0 đặc trưng cho komatiit và basalt - komatiit, trong khi đó basalt thấp Ti có ϵ_{Ni} nguyên thủy khá thấp: -0,8 và -7,5. Do hàm lượng Os cao (1,4-7,0 ppb), Re thấp (0,07-0,96 ppb), các đá komatiit có tỷ lệ đồng vị $^{187}Re/^{188}Os$ khá thấp (nhỏ hơn 1,2 thậm chí đến 0,05; còn tỷ lệ nguyên thủy $^{188}Os/^{187}Os = 0,12506 \pm 0,00041$ ($\gamma_{Os} = +0,02 \pm 0,40$).

Các nghiên cứu về mô hình hóa bằng kỹ thuật số cho thấy, thành phần ban đầu của dung thể magma cho tổ hợp komatiit - basalt Sông Đà tương ứng với basalt komatiit với MgO trong khoảng 17 - 23% và điều kiện áp suất không dưới 10 kbar. Sự thành tạo komatiit, cùng với basalt cao titan Permi, trong rift Sông Đà được cho là có liên quan đến chùm trôi manti kiểu Emeishan.

Tài liệu tham khảo

Arndt A.T. and Lesher C.M., 2005. Komatiite. In Encyclopedia of Geology, Vol.3: 260 - 267. Elsevier Academic Press.

Arndt A.T., 1994. Archean komatiites. In: Condie K.C. (ed.) Archean Crustal evolution: 11 - 44. Elsevier. Amsterdam

Komatiites, 1982. Edited by N.T. Arndt and E.G. Nisbet. London George Allen & Unwin, 526 pgs.

Trần Trọng Hòa (Chủ biên), Polyakov G.V., Trần Tuấn Anh, Borisenko A. S., Izokh A. E., Balykin P. A., Ngô Thị Phương, Phạm Thị Dung, 2011. Hoạt động magma và sinh khoáng nội mảng miền Bắc Việt Nam. NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ. 368 tr. Hà Nội.

Tran Viet Anh, Kwan-Nang Pang, Sun-Lin Chung, Huei-Min Lin, Tran Trong Hoa, Tran Tuan Anh, Huai-Jen Yang, 2011. The Song Da magmatic suite revisited: A petrologic, geochemical and Sr-Ndisotopic study on picrites, flood basalts and silicic volcanic rocks. *Journal of Asian Earth Sciences*. 42: 1341-1355.