

Các tỉnh thạch học lớn

Trần Trọng Hòa. Viện Địa chất,
Viện Hàn lâm Khoa học & Công nghệ Việt Nam.

Giới thiệu

Năm 1992, Coffin và Eldholm định nghĩa “Tỉnh thạch học lớn” (LIP = Large Igneous Province) là các tỉnh đá magma mafic với diện tích lớn hơn $1 \times 10^5 \text{ km}^2$, bao gồm các thể phun trào và xâm nhập thành phần chủ yếu mafic (giàu Mg và Fe) và có xuất xứ từ các quá trình khác với tách giãn đáy biển “bình thường”. Điều này có nghĩa là toàn bộ basalt lũ lục địa, các bình nguyên đại dương, các chùm đai mạch lớn được coi là phần rế của tỉnh núi lửa bị bào mòn. Đa số các LIP này có chứa basalt, song một số LIP cũng chứa lượng lớn rhyolit tổ hợp cùng với chúng (ví dụ như Nhóm basalt Sông Columbia ở Tây Mỹ; basalt và rhyolit hệ rift Sông Đà - Tú Lệ, Tây Bắc Bộ, Việt Nam). Hiện nay khái niệm về LIP 1992 đã được mở rộng và vẫn còn

được tiếp tục nghiên cứu, bổ sung các tri thức mới. Một số nhà nghiên cứu gần đây còn cho rằng thuật ngữ LIP còn bao hàm cả các tỉnh granit lớn, chẳng hạn như dãy Andes ở Nam Mỹ và sườn tây Bắc Mỹ. Các granit kiểu A-, kiểu I- và cả kiểu S- đều có mặt trong LIP Emeishan, Trung Quốc.

Năm 2008, quy mô và nội hàm biểu hiện của LIP được Bryan và Ernst xác định khá chặt chẽ, đó là các tỉnh đá magma có diện tích $> 1 \times 10^5 \text{ km}^2$, khối lượng $> 1 \times 10^5 \text{ km}^3$, thời gian tồn tại khoảng 50 tr.n., có bối cảnh kiến tạo nội mảng hoặc đặc điểm địa hóa nội mảng và trong một khoảng thời gian ngắn (1 - 5 tr.n.) đã có thể hình thành một lượng lớn ($> 75\%$ khối lượng) đá magma của LIP. Thành phần chiếm ưu thế

của LIP là đá mafic, nhưng các đá siêu mafic và felsit (acid) cũng phổ biến; đôi khi đá felsit chiếm ưu thế. Như vậy, định nghĩa này nhấn mạnh đến sự thành tạo nhanh chóng một lượng lớn đá magma của LIP trong thời gian ngắn.

Theo đánh giá của các nhà khoa học, khối lượng sản phẩm magma liên quan đến điểm nóng và plume manti chỉ chiếm khoảng 10% tổng khối lượng đá magma trên bề mặt Trái Đất, nhưng có ý nghĩa quan trọng. Trước hết, các đá magma thuộc LIP là sản phẩm của hoạt động magma liên quan đến điểm nóng và chùm trời manti nên việc nghiên cứu chúng cho phép tìm hiểu sâu hơn về manti và các quá trình manti. Cơ hội lớn nhất trong những trường hợp này là nghiên cứu các bao thể hoặc đại tinh thể trong kimberlit hoặc lamproit cũng như các đá mafic kiềm khác – sản phẩm magma điển hình của LIP trên lục địa. Ngoài ra, liên quan với chúng là hàng loạt mô lớn Cu - Ni - PGE, kim cương, vàng, đất hiếm.

Khái niệm LIP gắn liền với các nội dung của điểm nóng và chùm trời manti. Chùm trời manti là một chùm cột trụ vật chất nóng được dâng trôi lên mạnh mẽ từ độ sâu lớn của manti. Trên bề mặt, chùm trời manti được nhận biết bằng các điểm nóng với dòng nhiệt cao, hoạt động núi lửa và sự nâng vòm vỏ thạch quyển. Nếu chùm trời manti khởi đầu dâng lên ở khu vực đáy đại dương thì sẽ tạo ra bình nguyên basalt lū ở đáy đại dương, sau đó, một chuỗi đảo núi lửa hình thành ở bên trên phần đỉnh của chùm trời manti, biểu hiện hướng chuyển động của mảng thạch quyển. Nếu chùm trời manti phát triển bên dưới lục địa, nó có thể gây ra sự nâng trôi khu vực và hình thành basalt lū lục địa. Các hệ thống chảo núi lửa rhyolit sẽ phát triển khi vỏ lục địa bị nóng chảy từng phần bởi magma basalt nóng từ chùm trời. Sau đó có thể tiếp diễn quá trình tạo rift lục địa và thậm chí có thể dẫn tới sự hình thành một bồn đại dương. Chùm trời có thể tác động tới hệ thống khí hậu Trái Đất và trường điện từ.

Các dấu hiệu của chùm trời gồm 1) Các đới dòng nhiệt cao và hoạt động núi lửa (điểm nóng) định vị xa với ranh giới mảng; 2) Các điểm nóng này không trôi giạt cùng với mảng thạch quyển. Chúng thường không chuyển động và chúng tỏ bắt rễ sâu vào manti, xa ở bên dưới thạch quyển chuyển động; 3) Kết quả nghiên cứu địa hóa cho thấy basalt phun trào từ các núi lửa kiểu điểm nóng khác với basalt từ manti trên ở các ranh giới phân chia mảng; các dấu hiệu chúng tỏ dung nham được đưa lên từ manti sâu, dưới lớp quyển mềm; 4) Các đảo đại dương ở khu vực điểm nóng thường tổ hợp với vùng nâng địa hình, chúng tỏ nguồn nhiệt từ manti cực lớn; 5) Có lẽ chúng có thuyết phục nhất đối với chùm trời manti là hình ảnh cắt lớp của manti bên dưới Iceland thu được từ nghiên cứu địa chấn hiện đại. Nó thể hiện dưới dạng cột trụ vật chất có vận tốc sóng địa chấn thấp, định vị sâu hơn 400km bên dưới đảo,

thậm chí có những nghiên cứu còn cho rằng nó cắm sâu đến 700km.

Thành phần, cấu trúc vỏ và sinh khoáng

Như trên đã nêu, thành phần của LIP chiếm ưu thế là các đá phun trào giàu Mg và Fe, mà điển hình là các dòng basalt gần mặt đất. Các dòng basalt riêng biệt có thể chảy dài hàng trăm kilomet, bề dày vài chục đến vài trăm mét. Các đá núi lửa giàu silic cũng như các đá xâm nhập cũng thường có mặt trong các LIP; cá biệt, các xâm nhập mafic phân lớp hoặc chùm đai mạch được coi là phần rễ của các cấu trúc núi lửa thuộc LIP. So với basalt sông núi đại dương, LIP bao gồm dung nham cao MgO hơn với hai kiểu tholeiit và basalt kiềm giàu các nguyên tố ưa đá (lithophile) cũng như đất hiếm nhẹ.

Kết quả nghiên cứu địa vật lý (chủ yếu là địa chấn) đối với một LIP đại dương (ví dụ Iceland) cho thấy cấu trúc 3 lớp: 1) Lớp phun trào bên trên; 2) Lớp xâm nhập tầng giữa (nằm dưới lớp phun trào); 3) Vận tốc truyền sóng P của vật thể vỏ dưới khoảng 7 - 7,6km/s ở phần đáy. Các đá đai mạch hoặc xâm nhập dạng vĩa thường đặc trưng cho lớp vỏ trên và lớp vỏ giữa. Bên dưới lớp vỏ lục địa, vật thể này là lớp magma dưới mảng mà theo các đặc trưng sóng địa chấn có lẽ tương ứng với lớp xâm nhập có thành phần gabbro và lớp thấp hơn – siêu mafic. Bề dày vỏ lớn nhất (gồm cả lớp phủ phun trào), lớp xâm nhập và vật thể vỏ dưới của một LIP đại dương khoảng 35 - 40km (như bình nguyên Ontong Java).

Đã thống kê được hơn 100 tỉnh thạch học lớn (LIP) thuộc các kiểu khác nhau: basalt lū lục địa, basalt lū đại dương, bình nguyên đại dương, núi biển, sông núi biển, v.v... phân bố trên các lục địa và đại dương. Các tỉnh thạch học lớn được nghiên cứu chi tiết chủ yếu phân bố trên lục địa như Karoo (Nam Phi), Siberie (Nga), Decan (Ấn Độ), Emeishan (Trung Quốc), sông Columbia (Mỹ), v.v... và ở đại dương như quần đảo Hawaii, Ontong Java, v.v... [H.1].

Trong các nghiên cứu hệ thống hóa và phân loại LIP đang được triển khai trong những năm gần đây, người ta có xu hướng đưa ra một hệ thống phân loại như sau.

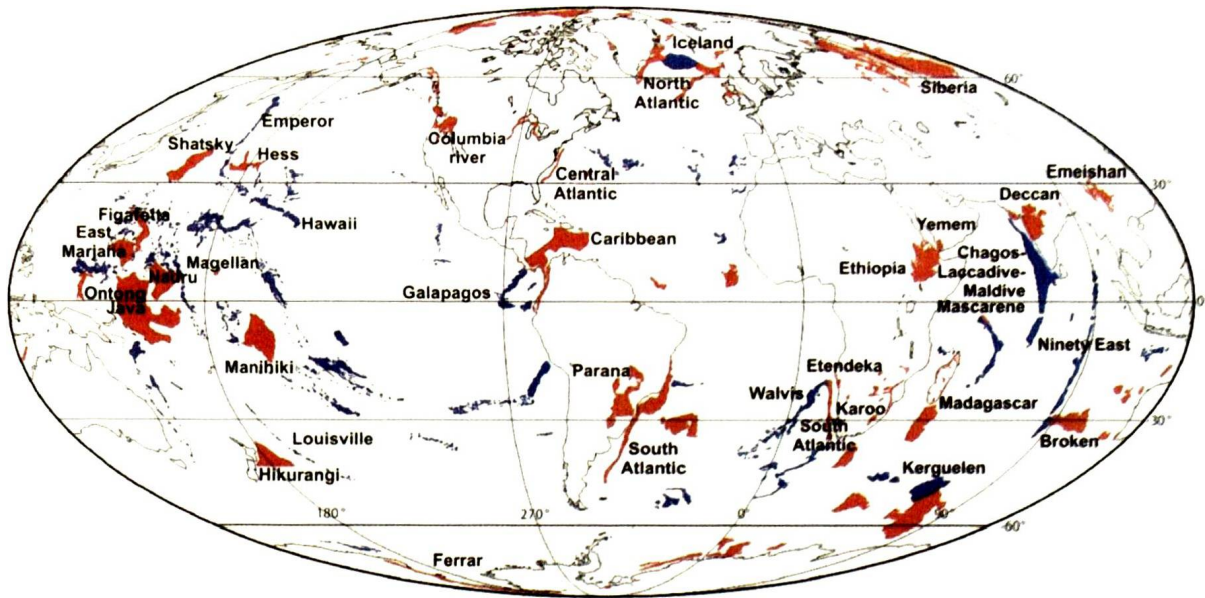
* Tỉnh thạch học lớn:

Tỉnh thạch học núi lửa:

- Tỉnh rhyolit;
- Tỉnh andesit;
- Tỉnh basalt;
- Tỉnh basalt lū lục địa;
- Tỉnh basalt lū đại dương;
- Tỉnh basalt - rhyolit;

Tỉnh thạch học xâm nhập:

- Tỉnh granit;
- Tỉnh gabbro.



Hình 1. Vị trí phân bố của LIP trên toàn cầu. Màu đỏ thể hiện LIP do "đỉnh chùm trời", màu xanh lam – "đuôi chùm trời".
 Nguồn: Coffin *et al.*, in *Oceanography*, V.19, N^o4, 2006.

Về sinh khoáng, LIP có đặc trưng là có hàng loạt kiểu quặng hóa có giá trị lớn như các mỏ sulfur Cu-Ni chứa các nguyên tố nhóm platin (PGE) xâm tán, liên quan đến các xâm nhập phân lớp gabro - peridotit (Jang Baoshan, Trung Quốc; Núi Chúa, Việt Nam); các mỏ Ti - V chứa PGE liên quan đến monzogabro (Baima, Trung Quốc). Ngoài ra, rất phổ biến các mỏ Cu - Mo - Au porphyr liên quan đến granitoid cao kali - monzonitoid, monzonit (Erdenert, Mông Cổ); kim cương liên quan đến kimberlit và lamproit (Iakutia, Nga; Kimberley, Nam Phi; Tây Kimberley, Australia). Trong những năm gần đây, nhiều mỏ Hg - Sb, Ni - Co - As cũng được coi là sản phẩm của hoạt động chùm trời manti như nguồn nhiệt chính có vai trò tải nhiệt và vật chất từ dưới sâu lên thạch quyển.

Các tỉnh thạch học lớn Châu Á

Kết quả nghiên cứu gần đây cho thấy trong lịch sử địa chất của lục địa Châu Á đã diễn ra nhiều sự kiện hoạt động magma nội mảng (từ Tiền Cambri đến Kainozoi) liên quan tới chùm trời manti và các LIP còn được nhận biết trong các cấu trúc địa chất hiện đại. Tuy vậy, trong số các sự kiện đó thì các hoạt động magma liên quan tới chùm trời manti tuổi Permi - Trias được thể hiện đậm nét nhất với các LIP nổi tiếng do tính đa dạng về thành phần, cấu trúc, sinh khoáng và tác động của nó đối với khí hậu toàn cầu. Đó là LIP Siberie (hay còn được gọi là trap Siberie), LIP Tarim và LIP Emeishan (trap Emeishan).

LIP Siberie

LIP hay trap Siberie phủ một phần rộng lớn của nền Siberi, với quy mô về thể tích được đánh giá vào khoảng 4 triệu km³. Tuổi của các thể magma của LIP Siberie dao động trong khoảng 252 - 248 tr.n. Thời kỳ

này được coi là giai đoạn phát triển chính của LIP Siberie, trong đó hình thành các lớp phủ phun trào basalt, andesit với một ít ryolit và shoshonit; và các xâm nhập nông, đai mạch thành phần mafic (picrit và dolerit). Các hoạt động magma muộn hơn, ngoài các đá xâm nhập mafic (minet, bostonit) còn gặp syenit, granit kiềm có tuổi hình thành trong khoảng 241 - 232 tr.n. Đáng chú ý là vùng ven rìa nền Siberie, phía bắc và đông dãy núi Ural đã ghi nhận được sự có mặt của basalt, ryolit, các đá siêu mafic kiềm, kimberlit, lamproit và carbonatit có tuổi trùng với trap Siberie - 251 tr.n.; bề dày của lớp phủ phun trào có thể đến 3,5 - 3,7km. Trong thành phần của trap, các đá núi lửa chủ yếu là dung nham tholeiit chứa titan - augit với số lượng thay đổi basalt kiềm - á kiềm, picrit; các xâm nhập là granodiorit, gabro, dolerit và picrit. Chúng có thành phần ít biến động, thuộc loại cao Mg với 2 loại mafic cao TiO₂ và thấp TiO₂ giống như đa số các LIP khác.

Các hoạt động magma cùng thời (Permi - Trias) với trap Siberie ở khu vực Kuznetsk, Kolyvan - Tomsk, Đông Kazakhstan, Nam Alatau, Bắc Mông Cổ cũng được coi là liên quan tới siêu chùm trời Siberie. Tuổi của các thể magma nằm trong khoảng rộng - 240 - 255 tr.n. Trong thành phần magma của các khu vực này khá phổ biến granitoid, các tổ hợp núi lửa - pluton tương phần.

Sinh khoáng quan trọng của trap Siberie là Cu-Ni-PGE liên quan tới các xâm nhập mafic - siêu mafic với các mỏ nổi tiếng thế giới Norinsk - Talnakh. Sản lượng Pt chủ yếu của nước Nga là từ khu mỏ này. Cùng với các mỏ kim loại nguồn gốc magma, còn có các mỏ nhiệt dịch như Hg, Au - Hg, Cu porphyr, fluorit, arsenid Ni - Co liên quan với các hệ magma kiềm, kim loại hiếm, đất hiếm trong carbonatit. Sinh khoáng liên quan với các magma

chịu ảnh hưởng của chùm trời ở các cấu trúc địa chất ngoài trap Siberie còn phong phú hơn do sự có mặt của các tụ khoáng Hg - Sb - Au, Cu-Au porphyr, Cu - Mo, Mo - W, v.v...

LIP Emeishan

LIP Emeishan nằm ở phía tây nam Trung Quốc, có diện tích khoảng 250.000 km². Trên bình đồ cấu trúc hiện đại, biểu hiện của magma liên quan đến chùm trời Emeishan kéo dài, chạy dọc theo ranh giới phía tây của nền Dương Tử - đới trượt Ailao Shan - Sông Hồng, từ Yunnan, Sichuan (Vân Nam, Tứ Xuyên - Trung Quốc) đến Tây Bắc Bộ, Việt Nam. Vì thế, diện tích thực tế của LIP Emeishan có thể lớn hơn nhiều so với giá trị 250.000km² đã nêu.

Chiếm ưu thế trong thành phần magma của LIP Emeishan là các lớp phun trào tholeiit, ít hơn có picrit và ryolit cùng các xâm nhập phân lớp và đai mạch mafic - siêu mafic, syenit và đá kiềm khác cũng như granitoid kiểu I- và kiểu S-. Bề dày tối đa của lớp phủ phun trào ở vùng rift Pan Xi (Trung Quốc) được đánh giá vào khoảng 5,4km. Hai kiểu basalt được phân định dựa vào hàm lượng TiO₂ - kiểu thấp và kiểu cao Ti với các phụ kiểu khác nhau phụ thuộc vào các thông số địa hóa khác (Ti/Y, Nb/La). Kết quả nghiên cứu của các nhà địa chất Trung Quốc cho thấy basalt thấp Ti được hình thành từ manti thạch quyển giàu, còn basalt cao Ti - trực tiếp từ chùm trời manti. Tuổi thành tạo (U - Pb, SHRIMP) của các xâm nhập mafic - siêu mafic nằm trong khoảng 259 - 263 tr.n.

Sinh khoáng quan trọng nhất của LIP Emeishan là các tụ khoáng Cu - Ni - PGE liên quan tới các xâm nhập phân lớp mafic siêu mafic kiểu Baima và Limahe (Trung Quốc), Bàn Phúc, Núi Chúa (Việt Nam), khoáng hóa (Fe) - Ti - V có chứa PGE liên quan tới các xâm nhập gabro - syenit kiểu Panzhihua và Taihe (Trung Quốc), monzogabro Núi Chúa - Sơn Đầu (Việt Nam). Một số biểu hiện khoáng hóa Au - (Cu) cũng thấy ở Guizhou (Quý Châu - Trung Quốc) và Sông Đà (Việt Nam). Ngoài ra, hàng loạt tụ khoáng Pb - Zn - Ag, Sn - Ag, Hg - Sb - (Au), As - Au ở Miền Bắc Việt Nam có thể cũng được coi là sản phẩm liên quan tới chùm trời manti Emeishan.

LIP Tarim

LIP Tarim cấu thành từ các đá núi lửa tholeiit, đai mạch mafic, các xâm nhập mafic - siêu mafic và syenit, chiếm một diện tích khoảng 250.000km², với bề dày khoảng 600 - 800m ở rìa tây và tây nam bồn trũng Tarim. LIP Tarim đặc trưng bởi các trường basalt tholeiit và basalt kiềm rộng lớn cũng như các xâm nhập phân lớp (phức hệ Bachu) tuổi Permi có thành phần chủ yếu là pyroxenit chứa olivin - magnetit, pyroxenit olivin, gabro và syenit với một số biến loại trung gian (diorit và syenit chứa

pyroxen/nephelin). Tuổi thành tạo của các đá magma được xác định bằng các phương pháp khác nhau nằm trong khoảng 270 - 288 tr.n. Mặc dù có vẻ "cổ" hơn so với LIP Siberie và Emeishan, nhiều nhà nghiên cứu cho rằng LIP Tarim có nhiều điểm tương tự với chúng, và về thời gian, nếu tính đến sai số phân tích thì các LIP này gần như đồng thời. Có nhiều ý kiến cho rằng, LIP Siberie, Emeishan và Tarim là các nhánh khác nhau của một LIP cực lớn được hình thành dưới ảnh hưởng của một siêu chùm trời manti bên dưới Châu Á.

Đặc điểm sinh khoáng của LIP Tarim cũng tương tự như LIP Siberie, với khoáng hóa phổ biến là sulfur Cu - Ni - (PGE) liên quan với các xâm nhập mafic - siêu mafic (Kalatongke ở Altai, Maksut ở đông Kazakhstan). Phổ biến các kiểu khoáng hóa (Cu - Mo porphyr, Au - Ag, Co - Ni - As, Hg - Sb liên quan tới các xâm nhập trung tính, acid (kiềm) có tuổi gần gũi với LIP Tarim (285 - 270 tr.n.) đã được ghi nhận ở vùng ven rìa LIP và cũng được coi là sản phẩm liên quan đến tác động của chùm trời manti.

Hoạt động magma liên quan đến chùm trời manti ở Việt Nam

Hoạt động magma liên quan đến chùm trời manti ở Việt Nam mới ghi nhận được ở Miền Bắc Việt Nam trong giai đoạn magma-kiến tạo Permi - Trias. Theo các nghiên cứu gần đây, sản phẩm của hoạt động magma liên quan đến chùm trời manti Permi - Trias trong các cấu trúc địa chất Miền Bắc Việt Nam bao gồm (theo thứ tự từ tây bắc sang đông bắc): 1) Các tổ hợp núi lửa - pluton mafic - siêu mafic và felsic kiềm hệ rift Sông Đà - Tú Lệ; 2) Các granit kiềm trên khối nâng Fansipan; 3) Các tổ hợp núi lửa-pluton mafic-siêu mafic và felsic hệ rift nội lục Sông Hiến - An Châu; 4) Các tổ hợp xâm nhập gabro - granit và gabro - syenit trong cấu trúc uốn nếp Lô Gâm - Phú Ngũ bao quanh vòm Sông Chày. Mỗi liên quan của chúng với hoạt động chùm trời manti Permi - Trias đã được chứng minh bằng các nghiên cứu về đặc điểm thành phần, khoáng hóa và tuổi thành tạo (magma và quặng).

Tuổi thành tạo của komatiit rift Sông Đà được xác định (Rb - Sr và Os - Re) là 257 - 270 tr.n.; của ryolit và granit kiềm rift Tú Lệ (U - Pb, LA-ICP-MS) - 260 - 255 tr.n.; của granit kiềm trên khối nâng Fansipan (U - Pb, LA-ICP-MS) - 260 - 250 tr.n.; của lerzolit và gabro-dolerit rift Sông Hiến (U - Pb, SHRIMP) - 260 tr.n.; của ryolit ở rift Sông Hiến và An Châu (SHRIMP và LA-ICP-MS) - 246 tr.n. Về cơ bản các giá trị tuổi này phù hợp với cả hai giai đoạn sớm và muộn của LIP Emeishan.

Liên quan với hoạt động magma Permi - Trias ở Miền Bắc Việt Nam có hàng loạt khoáng hóa có giá trị như đã kể trên (Cu - Ni - PGE, Ti - V, Sn - Ag, Pb - Zn - Ag; Au - Cu, Hg - Sb - (Au)).

Tài liệu tham khảo

- "Large Igneous Provinces Commission: Large Igneous Provinces Record". *International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior*.
- Anderson D. L., 2005. "Large igneous provinces, delamination, and fertile mantle". *Elements* 1 (5): 271-275. doi:10.2113/gselements.1.5.271.
- Borisenko A. S., Tran Trong Hoa, A. P. Nevolko A. P., A. E. Izokh A. E., Ngo Thi Phuong, Travin A.V., Dashkevich E.G., 2008. Formation age of gold, antimony and antimony-mercury mineralizations in North Vietnam. *Report of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences*. Vol. 33. No. 7: 42-49.
- Campbell I.H., 2005. "Large igneous provinces and the plume hypothesis". *Elements* 1 (5): 265-269. doi:10.2113/gselements.1.5.265.
- Ernst K.L.; Campbell I.H. (February 2005). Frontiers in Large Igneous Province Research. In A. Kerr, R. England, and P. Wignall. "Mantle Plumes: Physical Processes, Chemical Signatures, Biological Effects". *Lithos* 79 (3-4): 271-297. Bibcode 2005Litho..79..271E. doi:10.1016/j.lithos.2004.09.004.
- Pirajno F., Ernst R., Borisenko A.S., Fedoseev G., Naumov E., 2009. Intraplate magmatism in Central Asia and China and associated metallogeny. *Ore Geology Reviews*. 35: 114-136.
- Polyakov G.V., Shelepaev R.A. Shelepaev, Tran Trong Hoa, Izokh A.E. Izokh, Balykin P.A. Balykin, Ngo Thi Phuong, Tran Quoc Hung, Bui An Nien, 2009. The layered peridotite-gabbro complex as manifestation of Permo-Triassic mantle plume in Northern Vietnam. *Russian Geology and Geophysics*. 50: 501-516.
- Saunders A.D., 2005. "Large igneous provinces: origin and environmental consequences". *Elements* 1 (5): 259 - 263. doi:10.2113/gselements.1.5.259.
- Segev A., 2002. "Flood basalts, continental breakup and the dispersal of Gondwana: evidence for periodic migration of upwelling mantle flows (plumes)". *EGU Stephan Mueller Special Publication. Series 2*: 171 - 191. Retrieved 5 August 2010.
- Trần Trọng Hòa (Chủ biên), Polyakov G. V., Trần Tuấn Anh, Borisenko A. S., Izokh A. E., Balykin P. A., Ngô Thị Phượng, 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.