

# ĐỒNG VỊ CARBON TRONG CANXIT VÀ GRAPHIT THUỘC CÁC THÀNH TẠO CHỨA RUBY, SAPHIA ĐỐI SÔNG HỒNG VÀ LÂN CẬN

HOÀNG QUANG VINH, G. GIULIANI, PHAN TRỌNG TRINH

## I. GIỚI THIỆU

Đới trượt cắt (shear zone) Sông Hồng là một trong những đới đứt gãy chính trong khu vực Đông Á. Nó được thể hiện bởi đới biến chất trong điều kiện nhiệt độ cao. Quá trình milonit hoá trong dải Ailao Shan - Sông Hồng nguội đến 300 °C từ 22 - 17 tr.n trước đây; trước khi pha trượt bằng trái của đới này kết thúc [3]. Các nghiên cứu mới nhất đã minh chứng các thành tạo chứa ruby trong đới đứt gãy Sông Hồng và vùng Lục Yên đã thành tạo trong điều kiện biến chất có liên quan chặt chẽ với pha trượt bằng trái trong Kainozoi của đới trượt cắt Ailao Shan - Sông Hồng với sự tham gia của các dung dịch sâu [8, 9]. Thành phần của đới Sông Hồng gồm tổ hợp các đá biến chất: sillimanit-biotit-granat gnei. Quá trình kết tinh xảy ra đồng thời với quá trình biến dạng trong điều kiện hình thành của tương amphibolit ( $P = 4-8 \text{ Kb}$  và  $T = 650-850 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Kết quả xác định tuổi tuyệt đối  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  trên mica và K-fenspat là từ 40-23 tr.n và trên phlogopit từ các mạch đá hoa chứa ruby tại vùng Lục Yên là 33 tr.n [2, 3, 8, 9].

Canxit - graphit trong các thành tạo chứa ruby được đã được phát hiện như: 1. trong các thấu kính đá hoa xen kẹp trong đá para hoặc orthognei tiếp xúc với các thấu kính amphibolit và các xâm nhập granit, pegmatit (như khu vực mỏ Tân Hương - Yên Bái), 2. trong các tập đá hoa "tiền Cambri" đây, nằm trên các thành tạo phiến mica ở phía đông và đông bắc đới Sông Hồng (tại các mỏ Nước Ngập, Khoang Thông, Lục Yên, Minh Tiên, Bãi Đá Lăn - Lục Yên). Trong các thành tạo carbonat này có thể chứa các khoáng vật khác như graphit, phlogopit, corindon, spinel, pyrit, rutil, turmalin, apatit, zicon, margarit và diaspor. Có thể quan sát thấy ruby, corindon phân bố rải rác trong đá hoa cùng với phlogopit, spinel hoặc trong các mạch

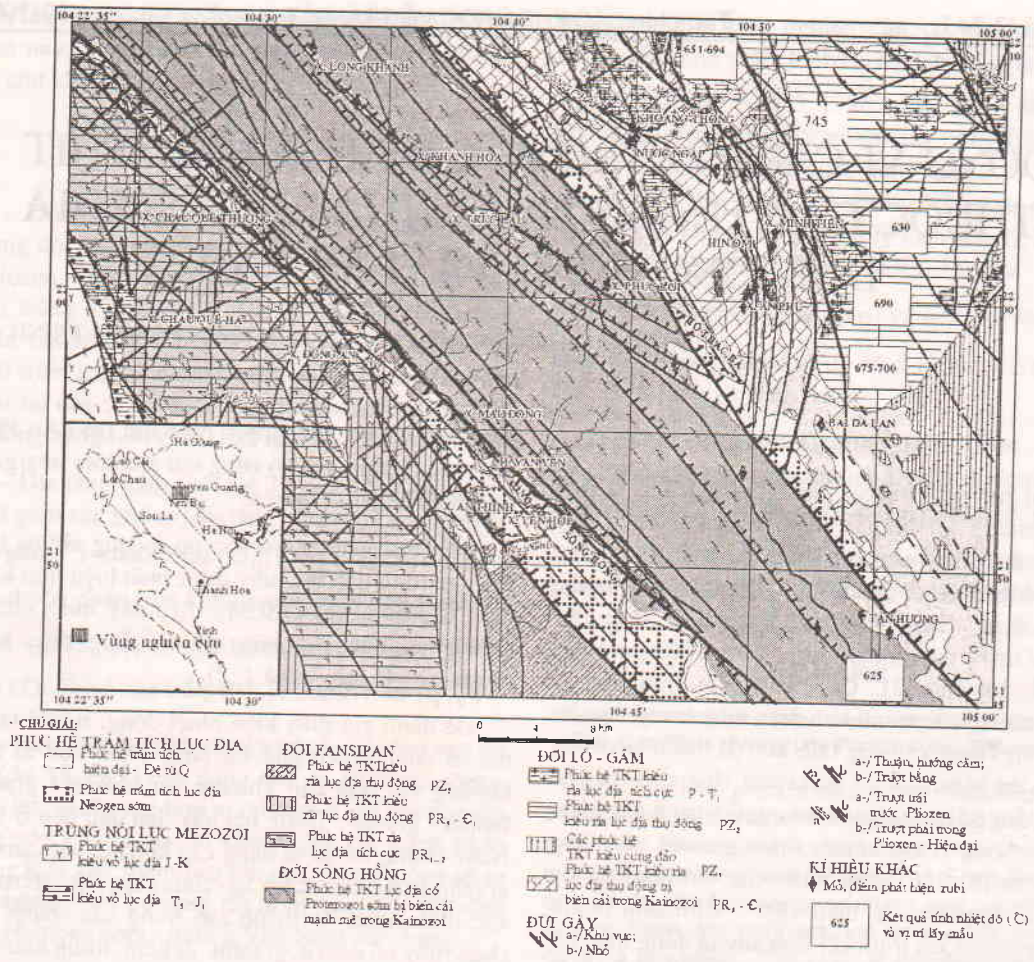
cùng với canxit, phlogopit, turmalin (mỏ An Phú) và trong các khe nứt cổ cùng với graphite, margarit (mỏ Bãi Đá Lăn) (hình 1):

Ngoài ra chúng còn tồn tại ở dạng những bao thể rắn trong tinh thể ruby được phát hiện trên kính hiển vi điện tử quét (SEM), điều này minh chứng chúng là những khoáng vật có cùng điều kiện thành tạo với ruby (ảnh 1, 2).

Để đánh giá điều kiện nhiệt động, người ta có thể sử dụng nhiều phương pháp phân tích tổ hợp khoáng vật như cặp khoáng vật biotite - granat, fenpat - granat. Trong bài này, lần đầu tiên ở Việt Nam chúng tôi đã sử dụng cặp khoáng vật canxit - graphit trong các thành tạo chứa ruby và saphia để xác định nhiệt độ thành tạo trong các thành tạo chứa ruby có canxit, graphit đi kèm trong khu vực đới Sông Hồng và vùng Lục Yên.

Trong đá trầm tích nguyên tố carbon tồn tại ở 2 dạng chủ yếu là vật chất hữu cơ và các hợp chất của muối canxi carbonat, khi tham gia vào quá trình biến chất, trong quá trình kết tinh, chúng biến đổi thành canxit và graphit.

Đồng thời với quá trình biến đổi vật chất trong điều kiện biến chất phức tạp là quá trình biến đổi đồng vị carbon xảy ra giữa graphit và các khoáng vật carbonat và trong bản thân chúng (giữa đồng vị  $^{12}\text{C}$  và  $^{13}\text{C}$ ). Sự tồn tại đồng thời giữa đồng vị  $^{12}\text{C}$  và  $^{13}\text{C}$  trong graphit và canxit và tỷ lệ giữa chúng rất nhạy cảm với nhiệt độ của điều kiện môi trường thành tạo nên chúng đã được ứng dụng làm phép đo nhiệt để xác định nhiệt độ của các thành tạo chứa chúng. Trong bài viết này, ngoài việc xác định nhiệt độ thành tạo của ruby tại một số mỏ dọc đới Sông Hồng và lân cận chúng tôi còn xác định các nguồn dung dịch tham gia vào quá trình tạo khoáng này.



Hình 1. Vị trí thu thập mẫu nghiên cứu và kết quả

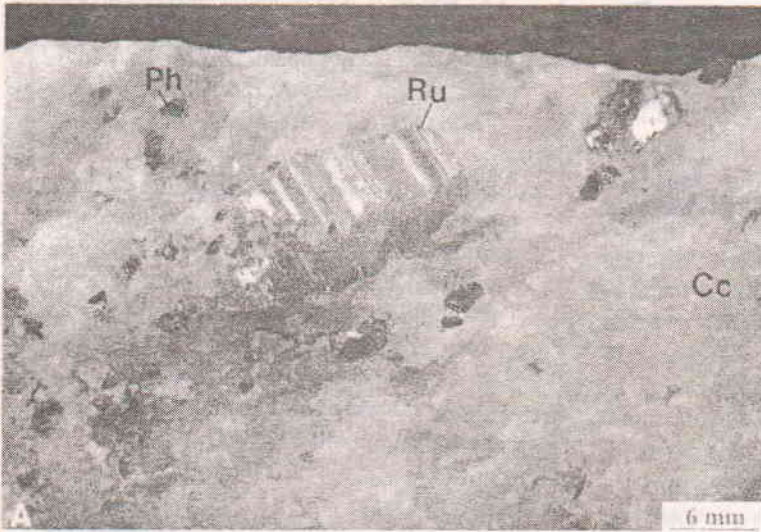
## II. PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG VỊ CARBON CẤP CANXIT- GRAPHIT

Phương pháp đo đồng vị carbon cấp khoáng vật canxit - graphit dựa trên sự thay đổi tỷ lệ các hợp phần đồng vị carbon ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) của canxit và graphit trong quá trình biến chất. Quá trình này diễn ra giữa các hợp phần carbon khác nhau trong hệ hay chính trong các khoáng vật carbonat và graphit đã được hình thành. Tỷ lệ đồng vị của carbon trong các khoáng vật này được tích lũy ổn định khi cân bằng của hệ đạt trạng thái nhiệt động cao nhất (quá trình kết tinh). Trong quá trình nguội lạnh của hệ, tỷ lệ  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  hầu như không thay đổi (Valley et al 1992). Ở đây, chúng tôi sử dụng một số kí hiệu như sau:  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ca}}$  (delta  $^{13}\text{C}$  - canxit),  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$  (delta  $^{13}\text{C}$  - graphit), đơn vị tính bằng ‰. Công thức chung để tính  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ca}}$  và  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$  là:

$$\delta_A = \left[ \frac{R_A}{R_B} - 1 \right] \times 10^3$$

- Trong đó  $\delta_A$  - giá trị của  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ca}}$  hoặc  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$ ,  $R_A$  - tỷ lệ đồng vị  $^{13}\text{C}$  được xác định từ kết quả phân tích đồng vị của khí  $\text{CO}_2$  mà khí này được trích ra từ các mẫu canxit hoặc graphit,  $R_B$  tỷ lệ đồng vị  $^{13}\text{C}$  trong mẫu chuẩn,  $\Delta_{\text{Ca-Gr}}$  (Delta canxit - graphit =  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ca}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$ ). Trên cơ sở nghiên cứu thực nghiệm và tổng kết các công trình của các tác giả khác trên các thành tạo biến chất ở nhiệt độ cao, S.R. Dunn đã đưa ra biểu đồ quan hệ giữa  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ca}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$ ,  $\Delta_{\text{Ca-Gr}}$  với nhiệt độ thành tạo của chúng (hình 2) [2].

Các giá trị  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ca}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$ ,  $\Delta_{\text{Ca-Gr}}$  được xác định thực nghiệm trên nhiều thành tạo địa chất khác nhau từ trầm tích đến siêu biến chất (có mặt của

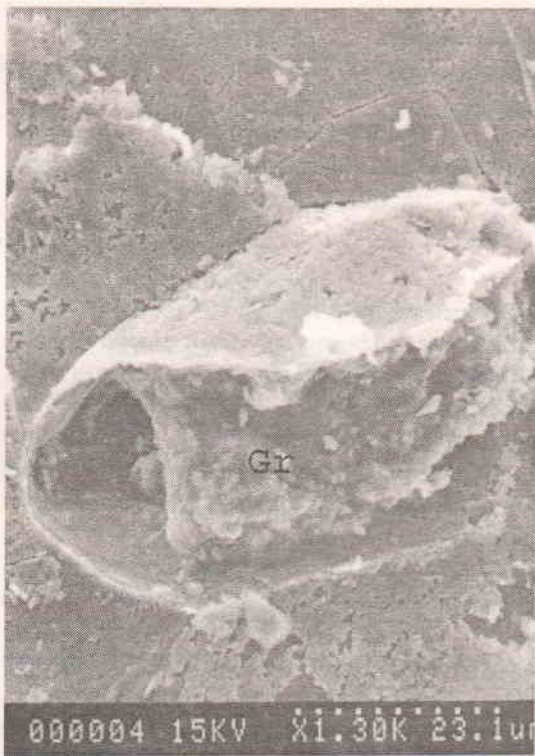


Ảnh 1. Mối quan hệ giữa canxít (Cc), ruby (Ru) và phlogopit trong thành tạo đá hoa chứa ruby.

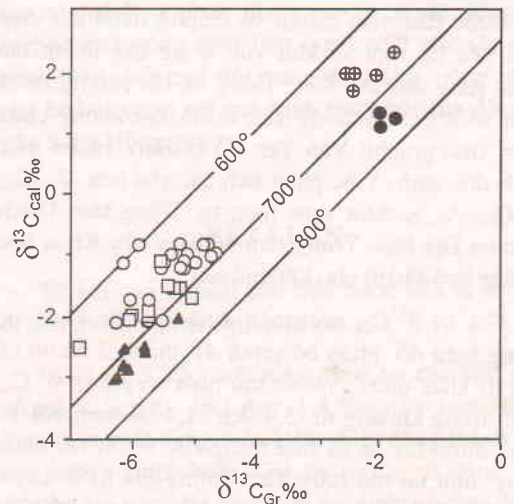
các pha biến chất, thành tạo khoáng vật của đá thuộc tương amphibolit, giá trị  $\Delta_{Ca-Gr}$  dao động rất nhỏ trong khoảng hẹp nên về mặt lý thuyết phương pháp này khi áp dụng vào nghiên cứu các thành tạo biến chất cao (gần với điều kiện hình thành của tương amphibolit) sẽ cho kết quả rất khả quan.

Phép đo đồng vị của cặp canxít - graphit được xác định trên kết quả tính toán từ tỷ lệ đồng vị  $^{13}C/^{12}C$  của các hệ  $CO_2$  thu từ khoáng vật canxít và  $CO_2$  thu từ khoáng vật graphit. Các tinh thể graphit được thu thập trong các thành tạo biến chất phải có kích thước ít nhất từ 0,05 mm đến 3 mm (ảnh 2) và

phân bố kề với các tinh thể canxít. Bằng kinh nghiệm nghiên cứu của mình, Kitchen và Valley đã xác định các tinh thể graphit phân bố gần các khoáng vật silicat sẽ có  $\delta^{13}C$  thấp hơn so với các tinh thể graphit phân bố gần các khoáng vật canxít [5]. Mỗi mẫu khí  $CO_2$ -canxít được lấy từ 5-10 mg canxít và 0,9-2,3 mg đối với  $CO_2$ -graphit. Việc tách khí  $CO_2$  đối với các mẫu canxít sau khi được lựa chọn đem cho phản ứng với dung dịch  $H_3PO_4$  ( $D = 1,92$ ) trong điều kiện  $25^\circ C$  và thời gian ít

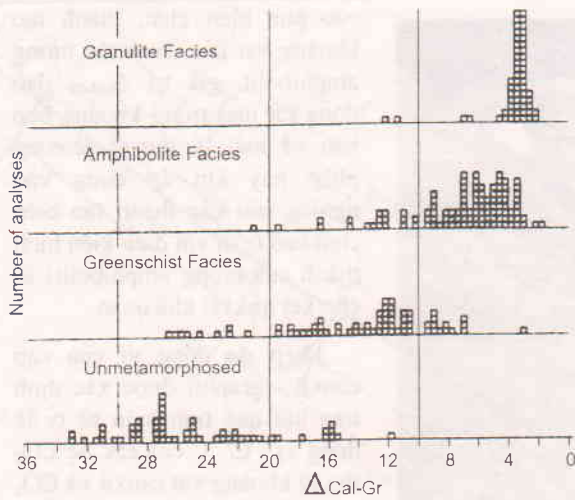


Ảnh 2. Mâm tinh thể graphit (Gr) trong tinh thể ruby vùng Lục Yên



Hình 2. Biểu đồ quan hệ của  $\delta^{13}C_{Ca}$ ,  $\delta^{13}C_{Gr}$  và nhiệt độ [1] trên cơ sở thực nghiệm và tổng kết các kết quả nghiên cứu trước

của khoáng vật granat) cho thấy nó giảm xuống theo chiều tăng của nhiệt độ biến chất (Valley & O'Neil, 1981) (hình 3). Trong hình 3 cho thấy trong



Hình 3. Kết quả tính toán  $\Delta_{\text{Cal-Gr}}$  và tổng kết các nghiên cứu trước của Valley và O'Neil, 1981 trên các thành tạo địa chất chứa nguyên tố carbon

nhất là 8 giờ sau đó  $\text{CO}_2$  được lấy ra trong môi trường áp suất và nhiệt độ rất thấp. Với  $\text{CO}_2$ -graphit, mẫu graphit được cho vào ống thủy tinh cùng  $\text{CuO}$  (lượng  $\text{CuO}$  bằng 100 lần khối lượng graphit), hàn kín nung ở nhiệt độ  $850^\circ\text{C}$  trong 10 - 12 giờ. Hàm lượng của đồng vị carbon  $^{13}\text{C}$  và  $^{12}\text{C}$  trong các mẫu khí  $\text{CO}_2$  được xác định bằng máy quang phổ định lượng với tiêu chuẩn SMOW cho  $\text{O}_2$  và PDF cho carbon.

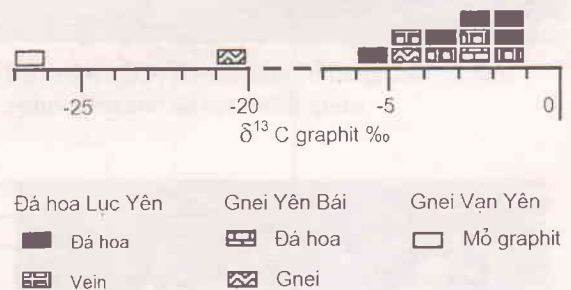
### III. KẾT QUẢ

Bước đầu mẫu canxit và graphit được thu thập chủ yếu tại một số khu vực trong các thành tạo chứa ruby dọc đới Sông Hồng và lân cận ngoài ra một số khác lấy trong các thành tạo không chứa ruby (mỏ graphit Văn Yên - Yên Bái) nhằm mục đích đối sánh. Việc phân tích các chỉ tiêu  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ca}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$ ,  $\Delta_{\text{Ca-Gr}}$  được thực hiện tại Trung tâm Thạch học và Địa hoá, Trung tâm Nghiên cứu Khoa học (Cộng hoà Pháp) cho kết quả sau :

Giá trị  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$  tính toán được tại các khu vực trong biểu đồ phân bố (hình 4) thành 2 nhóm có giá trị khác nhau : nhóm thứ nhất có giá trị  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$  nằm trong khoảng từ -5,4 đến -1,4 ‰ ứng với 10 mẫu được lấy từ đá hoa trong các thành tạo chứa ruby, như tại mỏ ruby Tân Hương giá trị  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}} = -4,6$  ‰. Nhóm thứ hai giá trị  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$  trong khoảng từ -26,1 đến -20,8 ‰ tập trung vào các mẫu lấy từ thành tạo khác không chứa ruby tại Văn Yên và Tân Hương ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}} = 26,1$  ‰).

Giá trị  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ca}}$  đi cùng với graphit tại các khu vực trên cũng có giá trị khá ổn định, dao động trong khoảng hẹp từ -1,8 đến +2,2 ‰, tại các khu vực mỏ ruby như Khoang Thông là 0,5 ‰, Bãi Đá Lăn băng 1 ‰...

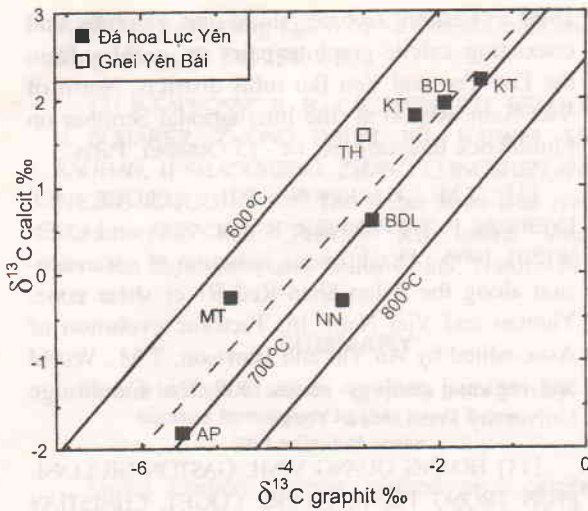
Kết quả  $\Delta_{\text{Ca-Gr}}$  tính toán được của cặp canxit - graphit tại các khu vực cũng tập trung trong dải hẹp từ 3 đến 4,6 ‰ chứng tỏ sự lý đồng vị của các khoáng vật canxit-graphit tiến dần tới quá trình cân bằng hoàn thiện giữa  $^{13}\text{C}$  và  $^{12}\text{C}$  trong hệ. Các giá trị này còn cho thấy nhiệt độ thành tạo của chúng rất gần với nhiệt độ thành tạo thuộc tương amphibolit (hình 4).



Hình 4. Biểu đồ phân bố của giá trị  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$  graphit tại các khu vực nghiên cứu

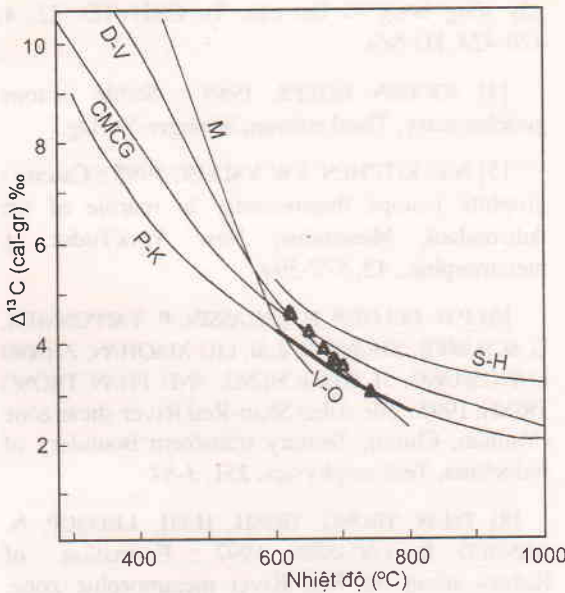
Từ biểu đồ quan hệ giữa các giá trị  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Ca}}$  và  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Gr}}$  của cặp khoáng vật canxit-graphit (hình 5), các giá trị này tập trung gần với đường hội tụ ( $R^2$ ), sự dao động các giá trị  $\Delta_{\text{Ca-Gr}}$  là rất nhỏ (hình 6) và phân bố tập trung dọc theo đường cong cho phép xác định điều kiện nhiệt độ biến chất cao nhất của hệ này nằm trong một dải hẹp. Kết quả tính toán nhiệt độ dựa trên các tính toán của Kitchen và Valley năm 1992 cho thấy nhiệt độ thành tạo của chúng khá cao, dao động trong khoảng từ  $630$  đến  $745^\circ\text{C}$ , cụ thể là trong các mỏ Khoang Thông từ  $651$  đến  $694^\circ\text{C}$ , Nước Ngập  $745^\circ\text{C}$ , An Phú  $690^\circ\text{C}$ , Bãi Đá Lăn  $675-700^\circ\text{C}$ , Minh Tiến  $630^\circ\text{C}$ , Tân Hương  $625^\circ\text{C}$ . Kết quả này rất phù hợp với các kết quả nghiên cứu nhiệt độ của các thành tạo biến chất trong đới Sông Hồng trước đây tương ứng với sự có mặt của tương amphibolit từ  $650 - 850^\circ\text{C}$  [9].

Kết quả  $\delta^{13}\text{C}$  của canxit và graphit xác định được trên các mẫu trong khu vực cho thấy sự tích



Hình 5. Biểu đồ quan hệ của  $\delta^{13}C_{Ca}$  và  $\delta^{13}C_{Gr}$  và nhiệt độ thành xác định được tại các mỏ ruby

TH - Tân Hương, BDL - Bãi Đá Lân, KT - Khoang Thông, NN - Nước Ngập, - - - - đường hội tụ  $R^2$



Hình 6. Biểu đồ quan hệ của  $\Delta_{Ca-Gr}$  nhiệt độ thành xác định được tại các mỏ ruby

Đường đậm nét là tính toán hiện tại cho khu vực, các đường khác là kết quả tính toán của một số tác giả trước đây như Valley, O'Neil, Morikyo, Chacko, Scheel, Hoef, Polyakov ...

lực đồng vị carbon ở đây là sự chông chấp của quá trình biến chất trao đổi với sự tham gia của dung

dịch : giữa thâm nhập của các dung dịch có giá trị  $\delta^{13}C$  thấp ở dưới sâu ( $\delta^{13}C$  trong khí  $CO_2$  dưới sâu là  $\pm 0\%$ ) và các dung dịch tại chỗ có giá trị  $\delta^{13}C$  cao hơn ( $\delta^{13}C$  trong đá hoa từ  $\pm -3-4\%$ ) phản ánh điều kiện biến chất đồng nhất trong phạm vi khu vực rộng.

Ngoài ra các giá trị  $\delta^{13}C$  của canxit và graphit có khuynh hướng phản ánh kết quả của một quá trình thay đổi tỷ lệ đồng vị cân bằng giữa canxit và vật chất hữu cơ trong một hệ biến chất kín. Tuy nhiên sự đồng phân bố của graphit, ruby, phlogopit trong các mạch canxit, trong các thành tạo đá hoa trong khu vực minh chứng vẫn có sự lưu thông các dung dịch, như vậy có thể các mạch khoáng, các thành tạo chứa ruby này được thành tạo từ 2 nguồn : một từ các đá gốc tại chỗ và loại khác có nguồn gốc dưới sâu do các hoạt động kiến tạo khác đưa lên tham gia vào quá trình biến chất.

Các giá trị  $\delta^{13}C$  của graphit trong các mỏ ruby vùng Lục Yên và Yên Bái cũng phân thành dải giá trị phản ánh chúng được thành tạo từ hai nguồn cung cấp vật chất ban đầu, một là từ các đá trầm tích giàu vật chất hữu cơ ( $\pm 0\%$ ) và các hợp phần dưới sâu nghèo hợp chất hữu cơ ( $\pm -25\%$ ).

Trong các mẫu trên đá gnei ở Văn Yên và Yên Bái, giá trị  $\delta^{13}C$  của graphit từ  $\pm -20.8\%$  đến  $-26 \pm 7\%$  rất phù hợp với đá gnei hiện tại được hình thành từ đá phiến đen giàu vật chất hữu cơ ban đầu.

Nói chung kết quả tính toán này đã phản ánh các thành tạo chứa ruby trong khu vực được thành tạo từ hai hợp phần tham gia có tỷ lệ đồng vị carbon khá đồng nhất liên quan chặt chẽ tới quá trình biến chất trao đổi trong điều kiện nóng chảy cục bộ liên quan với quá trình trượt trái của đứt gãy Sông Hồng gây ra.

## KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu trên bước đầu ta có thể đi đến một số nhận định như sau :

- Giá trị  $\delta^{13}C_{Gr}$  tính toán được tại các khu vực có giá trị hẹp từ  $-26,1$  đến  $-1,4\%$ , nằm trong điều kiện biến chất cùng điều kiện nhiệt động thành tạo của tương amphibolit. Giá trị  $\delta^{13}C_{Ca}$  đi cùng với graphit tại các khu vực ổn định và dao động nhỏ (từ  $-1,8$  đến  $+2,2\%$ ) phản ánh quá trình kết tinh của các tinh thể canxit trong điều kiện nhiệt độ cao và đồng nhất.

- Giá trị  $\Delta_{Ca-Gr}$  của cặp canxit - graphit hội tụ trong dải từ 3 đến 4,6, chúng tổ các khoáng vật canxit-graphit được hình thành trong một quá trình cân bằng hoàn thiện giữa  $^{13}C$  và  $^{12}C$  trong hệ. Các giá trị này còn cho thấy nhiệt độ thành tạo của chúng rất gần với nhiệt độ thành tạo của tướng amphibolit.

- Nhiệt độ xác định được từ 630 đến 745 °C, cụ thể trong các mỏ như sau : Khoang Thông từ 651 đến 694 °C, Nước Ngập 745 °C, An Phú 690 °C, Bãi Đá Lăn 675-700 °C, Minh Tiến 630 °C, Tân Hương 625 °C, phù hợp với các kết quả nghiên cứu nhiệt độ của các thành tạo biến chất trong đới Sông Hồng trước đây, tương ứng với sự có mặt của tướng amphibolit từ 650 đến 850 °C.

- Sự tập trung của các giá trị  $\delta^{13}C_{Gr}$  theo hai dải tách biệt. Kết quả nghiên cứu Raman trong bao thể trong công bố trước với sự tồn tại đồng thời của  $CO_2$  và  $H_2S$  trong các bao thể đã minh chứng ruby và các thành tạo đi cùng với nó được hình thành ít nhất từ hai nguồn cung cấp vật chất khác nhau, một từ các đá trầm tích giàu vật chất hữu cơ ( $\pm 0\%$ ) và các hợp phần dưới sâu nghèo hợp chất hữu cơ ( $\pm -25\%$ ). Kết hợp với sự phát hiện vi tinh thể pyrit trong ruby cho thấy môi trường địa hoá thành tạo ruby là môi trường khử và độ sâu kết tinh khá lớn, trong đó, carbonat đóng một vai trò quan trọng trong việc làm giàu oxit nhôm tự do. Kết quả phân tích tuổi tuyệt đối  $Ar^{40}/Ar^{39}$  (33,8 - 23,1 tr.n) trên phlogopit mới đây trong các thành tạo chứa ruby và diện phân bố của các mỏ ruby cho thấy ruby hình thành từ biến chất trao đổi trong điều kiện nhiệt độ cao gần với nóng chảy cục bộ, có sự tham gia của dung dịch sâu.

Bài báo được hoàn thành trong khuôn khổ hợp tác giữa Viện Địa chất với Trung tâm Thạch học và Địa hoá Nancy và Viện nghiên cứu Phát triển, Cộng hoà Pháp và tài trợ của Chương trình nghiên cứu cơ bản, nhóm đề tài nghiên cứu địa động lực đới Sông Hồng.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] S.R. DUNN, J.W. VALLEY, 1992. Calcite - graphite isotope thermometry : a test for polymetamorphism in marble, Tudor gabbro aureole, Ontario, Canada, *J. metamorphic*, **10**, 487-501.

[2] G. GIULIANI, HOANG QUANG VINH, PHAN TRONG TRINH, CH. FRANCE-LANORD, P. COGET,

1999 : Carbon isotope study on graphite and coexisting calcite-graphite pairs in marbles from the Luc Yen and Yen Bai rubis districts, North of Viet Nam. Report at the International Seminar on Fluid/Rock Interactions, 14 - 15 October, Paris.

[3] T.M. HARRISON, P.H. LELOUP, F.J. RYERSON, P. TAPPONNIER, R. LACASSIN and CHEN WENJI, 1996 : Diachronous initiation of : transtension along the Ailao Shan-Red River shear zone, Yunnan and Viet Nam. In, Tectonic evolution of Asia, edited by An Yin and Harrison, T.M., World and regional geology series, 208-226. Cambridge University Press, New-York.

[11] HOÀNG QUANG VINH, GASTON GIULIANI, PHAN TRONG TRINH, PIERRE COGET, CHRISTIAN LALORD, PHẠM VĂN LONG, 1999 : Origin of ruby formation in Yenbai province. *Journal of Geology Serie B*, **13-14**, Hanoi.

[12] HOÀNG QUANG VINH, GASTON GIULIANI, PHAN TRONG TRINH, PHẠM VĂN LONG, 2000 : Kết quả nghiên cứu bao thể trong ruby dọc đới đứt gãy sông hồng và lân cận. *Tc CKHVTD*, **22**, **4**, 420-428, Hà Nội.

[4] JOCHEN HOEFS, 1989 : Stable isotope geochemistry, Third edition, Springer-Verlag.

[5] N.E. KITCHEN, J.W. VALLEY, 1995 : Calcite - graphite isotope thermometry in marble of the Adirondack Mountains, New York Tudor, *J. metamorphic.*, **13**, 577-594.

[6] P.H. LELOUP, R. LACASSIN, P. TAPPONNIER, U. SCHARER, ZHONG DALAI, LIU XIAOHAN, ZHANG LIANGSHANG, JI SHAOCHENG, AND PHAN TRONG TRINH, 1995 : The Ailao Shan-Red River shear zone (Yunnan, China), Tertiary transform boundary of Indochina, *Tectonophysics*, **251**, 3-84.

[8] PHAN TRONG TRINH, H.PH. LELOUP, N. ARNAUD, R. LACASSIN, 1997 : Formation of Rubies along the Red River metamorphic zone. Spring school and Workshop on gemmology and technology, Ha Noi.

[9] PHAN TRONG TRINH, H.PH. LELOUP, N. ARNAUD, R. LACASSIN, 1998 : Formation of Rubies along the Red River metamorphic zone. *Proc. of Nat. Centre for Sci and Techn.*, **10**, **1**, 143-148. Ha Noi.

[10] PHAN TRONG TRINH, G. GIULIANI, P.H. LELOUP, HOÀNG QUANG VINH, 2000 : Nguồn gốc

thành tạo ruby vùng Lục Yên và dọc đới biến chất Sông Hồng, Tc ĐC 254, 4-9.

[7] P.TAPPONNIER, R. LACASSIN, P.H. LELOUP, U. SCHARER, ZHONG DALAI, WU HAIWEI, LIU XAOHAN, JI SHAOCHENG, ZHANG LIANGSHEN AND ZHONG JIAYOU, 1990 : The Ailao Shan-Red river metamorphic belt: Tertiary left lateral shear between Sundaland and South China, Nature 343, 431-437.

## SUMMARY

### Carbon isotope of calcite - graphite pairs in ruby, sapphire formations in Red River Zone and adjacent areas

Using Carbon isotope method on calcite-graphite, for the first time we determined the formation temperature of ruby and sapphire in Red River metamorphism zone and adjacent areas.

Preliminary analysis of isotope composition yields two sets of  $\delta^{13}\text{C}$  values : the first one is in the

range - 5.4 to -1.4 ‰, the second is in the range -26.1 đến -20.8 ‰. Calcite from the calcite - graphite pairs have  $\delta^{13}\text{C}$  values in the range from -1.8 to +2.2 ‰. The  $\Delta_{\text{Ca-Gr}}$  values have narrow range to comprised between 3 and 4.6‰ .

Using the calibration of Dunn and Valley, constrained at high temperatures by small fractionation, we determined the temperature between 630 and 745 °C with a variation of fractionation  $\Delta_{\text{Ca-Gr}}$  temperature varies from 651 to 694 °C in Khoang Thong, 745 °C in Nuoc Ngap, 690 °C in An Phú, 675-700 °C in Bai Da Lan, 630 °C Minh Tien, 625 °C Tan Huong. This result is in agreement with the temperatures determined by other methods from regional metamorphic conditions exiting during the formation of the Nui Con Voi shear zone.

Ngày nhận bài : 10-10-2001

Viện Địa chất - TT KHTN & CNQG,  
Trung tâm Thạch học và Địa hoá Nancy