

# ĐẶC ĐIỂM CÁC GIAI ĐOẠN BIẾN DẠNG KIẾN TẠO ĐÓI ĐỨT GỠ SÔNG CẢ

NGUYỄN BÁ MINH<sup>1</sup>, NGUYỄN VĂN VƯỢNG<sup>2</sup>, VŨ VĂN TÍCH<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội

**Tóm tắt:** Đới đứt gãy Sông Cả nằm ở Bắc Trung Bộ là một trong những đới biến dạng có cấu trúc phức tạp, mức độ uốn nếp, biến dạng mạnh, trong khi đó mức độ biến chất đi kèm lại rất thấp. Địa hình phân dị mạnh, nên việc nghiên cứu cấu trúc biến dạng gặp không ít khó khăn. Các kết quả nghiên cứu biến dạng được tiến hành trong những năm gần đây đã cho thấy trước Kainozoi, vùng nghiên cứu đã trải qua ít nhất ba giai đoạn biến dạng uốn nếp quan trọng. Giai đoạn uốn nếp thứ nhất, có tuổi cổ nhất, đặc trưng bằng các nếp uốn nằm và nếp uốn đảo với phương trục TB-ĐN. Giai đoạn thứ hai trẻ hơn, đặc trưng bằng các nếp uốn vận dạng chữ Z lớn, làm biến dạng các nếp uốn giai đoạn 1. Tuổi của hai giai đoạn uốn nếp này được đánh dấu bằng bề mặt bất chỉnh hợp góc trước Trias muộn. Giai đoạn uốn nếp thứ ba có hình dạng và tính chất giống như giai đoạn uốn nếp thứ nhất và làm biến dạng toàn bộ các nếp uốn được thành tạo ở giai đoạn trước. Trong giai đoạn Kainozoi, đới đứt gãy Sông Cả đã trải qua quá trình biến dạng dưới tác dụng của trường ứng suất kiến tạo xoay theo chiều kim đồng hồ với bốn trạng thái ứng suất đặc trưng. Trạng thái ứng suất thứ nhất đặc trưng cho trạng thái trượt bằng với hướng trục sigma 1 gần nằm ngang theo hướng á vĩ tuyến, sigma 3 á kinh tuyến. Trạng thái ứng suất thứ hai đặc trưng cho trượt bằng với trục sigma 1 nằm ngang hướng á kinh tuyến, sigma 3 nằm ngang á vĩ tuyến. Trạng thái ứng suất thứ ba đặc trưng cho trượt bằng với trục sigma 1 gần nằm ngang hướng BDB-NTN, sigma 3 gần nằm ngang hướng ĐĐN-TTB. Trạng thái ứng suất thứ tư đặc trưng cho căng giãn ĐB-TN.

## I. GIỚI THIỆU CHUNG

Trên bình đồ hiện tại, đới biến dạng - đứt gãy Sông Cả là một tập hợp hàng loạt các đứt gãy có phương TTB-ĐĐN và các đứt gãy phân nhánh của chúng. Đứt gãy Sông Cả nói riêng có dạng tuyến kéo dài từ trung Đệ tam Bản Ban thuộc lãnh thổ Lào qua thị trấn Mường Xén, chạy dọc theo dòng Nậm Mộ, qua cầu Cửa Rào và chạy gần như trùng với dòng Sông Cả và đường quốc lộ 7 về Nam Đàn vào địa phận Hà Tĩnh, rồi bị chìm dưới các trầm tích Đệ tứ và các trầm tích của thềm lục địa Thanh-Nghệ-Tĩnh. Phần đứt gãy lộ ra trên bề mặt và có thể quan sát được kéo dài trên 200 km.

Đứt gãy Mường Xén - Bình Chuẩn là đứt gãy phân nhánh của đứt gãy Sông Cả. Đứt gãy này bắt nguồn từ Mường Xén kéo dài khoảng 85 km theo phương  $103^0$  qua thủy điện Bản Vẽ về Bình Chuẩn thuộc huyện Con Cuông, thì bị chặn lại bởi các dãy núi phương ĐB-TN. Đây là hai đứt gãy quan trọng nhất trong đới đứt gãy Sông Cả.

Các thành tạo địa chất phân bố dọc hai cánh của đới đứt gãy Sông Cả chủ yếu là các đá trầm tích lục nguyên tuổi Paleozoi sớm-giữa (hệ tầng Sông Cả tuổi Ordovic muộn-Silur, hệ tầng Huổi Nhị tuổi Silur muộn-Devon sớm), các thành tạo carbonat xen silic tuổi Carbon và Carbon-Permi, và phun trào ryolit tuổi Trias giữa. Dọc theo đứt gãy Sông Cả, một số trung Đệ tam chứa than có

dạng bán địa hào hoặc dạng trũng kéo tách (pull-apart) được hình thành như trũng Bản Ban (CH DCND Lào), trũng Khe Bô, trũng Đôn Phục. Các thành tạo trầm tích trong phạm vi đới biến dạng - đứt gãy Sông Cả có đặc điểm nổi bật khác hẳn các đới biến dạng khác ở Việt Nam. Nếu như các đới đứt gãy, biến dạng khác ở Việt Nam đều có sự đi kèm giữa hoạt động biến dạng dẻo (ductile deformation), dẻo-dòn với các hoạt động biến chất cao, thì ở đới biến dạng Sông Cả không có sự tương đồng như vậy. Các đá trầm tích có tuổi khác nhau lộ ra dọc đới Sông Cả bị biến dạng rất mạnh, trong khi mức độ biến chất lại rất thấp, chỉ tương ứng với phần thấp nhất của tương đá phiến lục, chỉ một vài chỗ đạt tới tương đá phiến lục. Bề rộng của đới biến dạng đạt tới 80 km và mở rộng chủ yếu về phía bắc đến phạm vi đường 48. Trong khi đó, mức độ biến dạng ở phía nam đới đứt gãy Sông Cả kém hơn so với phía bắc.

Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu biến dạng chi tiết dọc theo đới đứt gãy Sông Cả và các mặt cắt ngang đới đứt gãy.

## **II. ĐẶC ĐIỂM CÁC GIAI ĐOẠN BIẾN DẠNG TRƯỚC KAINOZOI**

Các nghiên cứu biến dạng theo các mặt cắt ngang vuông góc với đới đứt gãy Sông Cả cho thấy các đá trong vùng tây Nghệ An đã trải qua ít nhất ba giai đoạn biến dạng, trong giai đoạn thứ nhất và thứ hai, tính từ cổ đến trẻ, bị phủ bất chỉnh hợp bởi các trầm tích chứa than tuổi Trias muộn, quan sát được ở vùng Phu Sáng. Giai đoạn biến dạng thứ nhất tạo nên các nếp uốn đảo có phương trục kéo dài theo hướng TB-ĐN. Giai đoạn biến dạng thứ hai tạo nên các nếp uốn hình chữ Z với phương trục kéo dài chủ yếu theo hướng ĐB-TN. Hai giai đoạn biến dạng đầu tương ứng với hoạt động tạo núi Indosini xác định trên cơ sở quan hệ bất chỉnh hợp góc. Giai đoạn uốn nếp thứ ba, có phương trục kéo dài theo hướng TB-ĐN trùng với phương trục của giai đoạn uốn nếp đầu tiên, tác động đến tất cả các thành tạo trầm tích có mặt trong khu vực và làm biến dạng bề mặt bất chỉnh hợp giữa trầm tích tuổi Trias và các trầm tích cổ hơn. Như vậy, một trong những giai đoạn hoạt động của đới đứt gãy Sông Cả trong Paleozoi muộn - Mesozoi sớm có khả năng đồng thời với hoạt động uốn nếp đảo pha đầu và liên quan với hoạt động tạo núi Indosini. Các hình từ 1 đến 6 minh họa một số nếp uốn điển hình hình thành trong các pha biến dạng uốn nếp từ D1 đến D3. Các kết quả nghiên cứu chi tiết các đặc trưng biến dạng dẻo tại các vết lộ khác nhau, trong các loại đá thuộc các phân vị địa tầng khác nhau, được sử dụng để phân chia các pha uốn nếp. Việc xác định tuổi biến dạng cho các đới Sông Cả bằng phương pháp K/Ar và Ar/Ar cho thấy đới này đã ghi nhận được sự kiện nhiệt kiến tạo xảy ra trong thời gian cuối Permian - đầu Trias và Jura-Creta. Các kết quả tổng hợp về các đặc trưng biến dạng dẻo và tuổi biến dạng được thể hiện trên Hình 7.



Hình 1. Chỉ thị trượt phải (ảnh A:  $19^{\circ}19'40,3''$ ;  $104^{\circ}26'17,7''$ ) của đới đứt gãy và sự giao thoa của các thể hệ uốn nếp trong đới biến dạng Sông Cả (ảnh B:  $19^{\circ}21'30,4''$ ;  $104^{\circ}14'26,7''$ ).



Hình 2. Quan hệ của hai pha uốn nếp (pha 1:  $140\ 30T$ , pha 2:  $015\ 29B$ ) trong đá phiến sét - sericit của hệ tầng Sông Cả, tập 2 ( $O_3-S_{sc2}$ ), tại MX.162 + 300 m (cách cửa khe Cành Pài khoảng 300 m về phía ĐB).



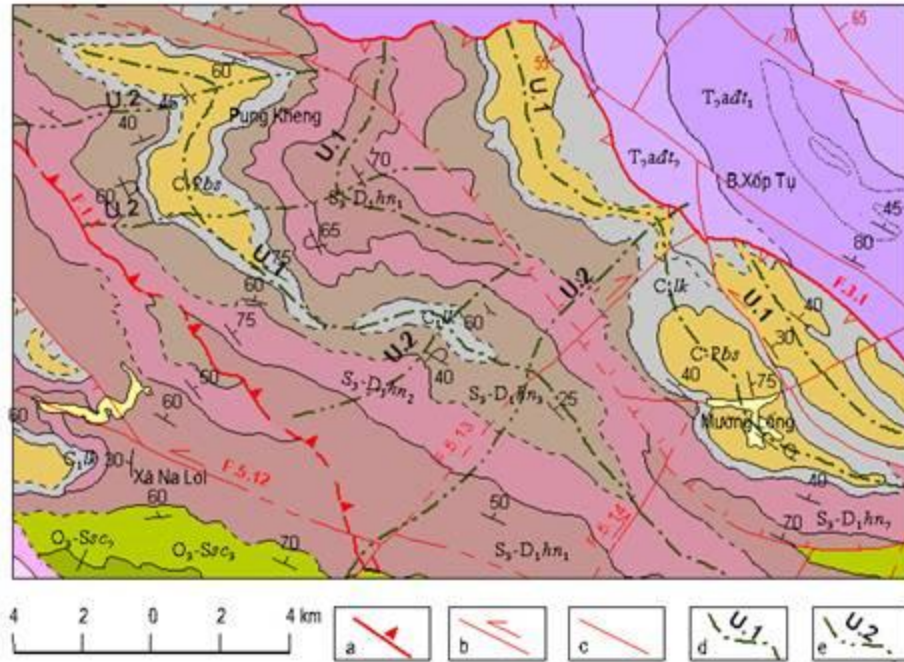
Hình 3. Nếp uốn nằm có mặt trục 055 15B, đường trục: 070 16B (pha 1) trong cát kết, cát bột kết của hệ tầng Sông Cả, tập 2 ( $O_3-S_{sc2}$ ), tại MX 2651 (cách bản Lưu Tân khoảng 400 m về phía ĐB).



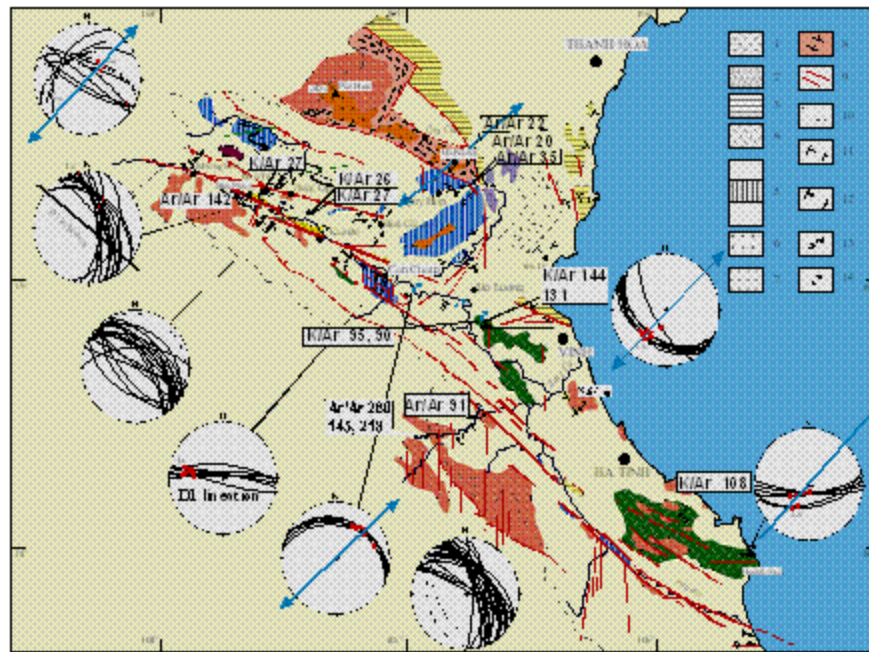
Hình 4. Nếp uốn phương TB-ĐN (pha 1), đường trục nếp uốn  $90\ 30T$ , trong đá phiến sét của hệ tầng Sông Cả, tập 3 ( $O_3-S_{sc3}$ ). Ảnh chụp tại quốc lộ 7, đông nam thị trấn Mường Xén khoảng 5 km.



Hình 5. Nếp uốn có trục thẳng đứng hình thành trong pha biến dạng dẻo pha 3. Trong đá phiến sét của hệ tầng Sông Cả, tập 3 ( $O_3-S_{sc3}$ ). Ảnh chụp tại bờ trái Sông Cả, thuộc Bản Púng.



Hình 6. Sơ đồ địa chất khu vực Mường Lống thể hiện cấu trúc địa chất bị uốn nếp đa pha:  
a. Đứt gãy chòem nghịch; b. Đứt gãy trượt bằng; c. Đứt gãy không phân chia;  
d. Trục nếp uốn pha 1 (U.1); e. Trục nếp uốn pha 2 (U.2).



Hình 7. Sơ đồ cấu trúc và tuổi biến dạng đới Sông Cả.

**Chú giải:** 1- Các đá phun trào bazan, 2- Cuội sạn kết, 3- Các đá trầm tích Mesozoi hạ, 4- Các đá phun trào rhyolit, 5- Các đá carbonat biến chất thấp, 6- Granit biến dạng yếu, 7- Granit không biến dạng, 8- Gneis, 9- Đứt gãy, 10- Vết mặt lớp trầm tích, 11- Thế nằm mặt lớp, 12- Thế nằm mặt phiến, 13- Nếp uốn đảo đến nằm, 14- Cấu trúc tuyến trượt kéo căng.

### III. ĐẶC ĐIỂM CÁC GIAI ĐOẠN BIẾN DẠNG KAINOZOI

Bên cạnh các hoạt động kiến tạo biến dạng đa pha và phức tạp có tuổi trước Kainozoi như đã trình bày ở phần trên, vùng nghiên cứu còn ghi nhận các hoạt động biến dạng do các chuyển động kiến tạo trong Kainozoi gây ra. Trong giai đoạn Kainozoi, hoạt động của đới đứt gãy Sông Cả thể hiện rõ nét, với sự hình thành các bồn trũng chứa than phân bố dọc hệ thống đứt gãy chính và đứt gãy nhánh.

Hoạt động biến dạng trẻ nhất phát hiện được đi kèm với biến dạng dẻo, biến chất thấp liên quan đến hoạt động kiến tạo căng giãn với phương căng giãn ĐB-TN ( $230^0$ ). Các dấu hiệu động học chỉ thị cho chuyển động căng giãn này có thể quan sát được ở các quy mô từ vết lộ cho đến lát mỏng thạch học (Hình 8 và 9). Góc giữa phương căng giãn và đường phương của hệ thống đứt gãy vào khoảng  $60^0$ , nên bên cạnh thành phần căng giãn tạo chuyển động thuận còn có thành phần trượt bằng phải cũng đóng vai trò quan trọng đối với hệ thống đứt gãy Sông Cả. Như vậy, tính chất chuyển động thuận và trượt bằng phải gần như đồng thời và chuyển dần sang tính chất thuận hoàn toàn vào giai đoạn cuối. Để xác định tuổi cho hoạt động kiến tạo này, 2 mẫu đá phiến phyllit đã được lựa chọn tại đới mylonit S/C cách Bản Vẽ 1,65 km. Để đảm bảo việc lựa chọn đúng các khoáng vật đồng sinh và kiểm tra mức độ kết tinh của các khoáng vật illit đồng sinh, các mẫu illit được phân tích roentgen cấu trúc để xác định độ kết tinh bằng máy Phillips tại Đại học Tổng hợp Goettingen. Kết quả phân tích chiếu chụp trong điều kiện khô và điều kiện bão hòa glycerin và chụp trong điều kiện tốc độ chậm được nêu ra ở Bảng 1.

Việc xác định tuổi đồng vị phóng xạ cho các hoạt động biến dạng dọc đới đứt gãy này gặp nhiều khó khăn do mức độ biến chất của các đá gây ra bởi biến dạng hầu như chỉ đạt tới phần thấp của tương đá phiến lục, với loại đá chủ yếu là đá phyllit. Kết quả xác định tuổi các đá phyllit lấy tại bờ phải Sông Cả gần Bản Vẽ bằng phương pháp K/Ar đối với các khoáng vật illit có độ kết tinh cao cho giá trị tuổi 26,4 và 27,3 triệu năm, tương ứng với Oligocen muộn (Bảng 2). Giá trị tuổi đồng vị phóng xạ này tương đồng với các giá trị tuổi đồng vị phóng xạ nhiệt độ cao phân tích bằng các phương pháp Ar/Ar, U/Pb [2] cho vòm biến chất Bù Khang với cùng kiểu chuyển động bóc tách về phía đông bắc, tạo nên đới đứt gãy Đường 48 kéo dài từ Quế Phong qua Quỳnh Hợp.

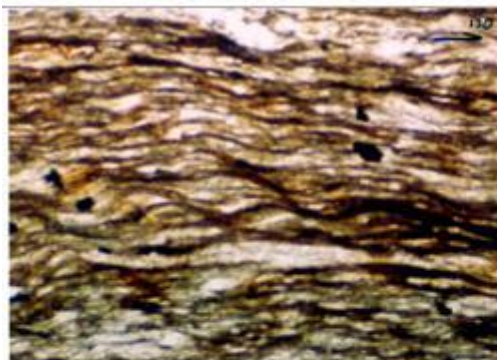
Như vậy tính chất chuyển động phải của hệ đứt gãy này bắt đầu từ khoảng 26 triệu năm tức Oligocen muộn và đồng thời với chuyển dịch của đới biến dạng sâu Sông Hồng và quá trình tách mở tạo bồn trũng Đệ tam Sông Hồng. Điều này có ý nghĩa cực kỳ quan trọng trong việc tìm hiểu quá trình kiến tạo Kainozoi ở Việt Nam.

Bên cạnh hoạt động căng giãn - trượt bằng phải với bản chất dẻo-dòn của đới đứt gãy Sông Cả, đới đứt gãy này còn ghi nhận các quá trình kiến tạo có bản chất biến dạng giòn hoàn toàn, thể hiện qua các dấu hiệu mặt trượt kiến tạo (Hình 10). Để xác định các trạng thái ứng suất liên quan đến các chuyển động như vậy, hàng loạt các điểm khảo sát đã được nghiên cứu.

Bảng 1. Mức độ kết tinh của mẫu VN1 và VN2 (MX.166).

| Phân tích khoáng vật illit trong đá phyllit |                    |     |               |          |                         |                              |              |
|---------------------------------------------|--------------------|-----|---------------|----------|-------------------------|------------------------------|--------------|
| Số hiệu                                     | Cỡ mảnh            | Mẫu | Điều kiện     | Lần/giây | $\Delta^{\circ}2\theta$ | $\Phi \Delta^{\circ}2\theta$ | Độ biến chất |
| VN 1a-02                                    | <2 $\mu\text{m}$   | A   | Mẫu khô       | 318      | 0,180                   |                              |              |
| VN 1b-02                                    | <2 $\mu\text{m}$   | B   | Mẫu khô       | 333      | 0,180                   | 0,180                        | Đới nông     |
| VN 2a-02                                    | <0,2 $\mu\text{m}$ | A   | Mẫu khô       | 264      | 0,170                   |                              |              |
| VN 2b-02                                    | <0,2 $\mu\text{m}$ | B   | Mẫu khô       | 261      | 0,170                   | 0,170                        | Đới nông     |
| VN 1a-02                                    | <2 $\mu\text{m}$   | A   | Ngâm glycerin | 318      | 0,170                   |                              |              |

|          |                    |   |               |     |       |       |          |
|----------|--------------------|---|---------------|-----|-------|-------|----------|
| VN 1b-02 | <2 $\mu\text{m}$   | B | Ngâm glycerin | 332 | 0,180 | 0,175 | Đới nông |
| VN 2a-02 | <0,2 $\mu\text{m}$ | A | Ngâm glycerin | 261 | 0,170 |       |          |
| VN2b-02  | <0,2 $\mu\text{m}$ | B | Ngâm glycerin | 248 | 0,170 | 0,170 | Đới nông |



Hình 8. Cấu tạo C/S trong đá phiến biotit-chlorit của hệ tầng Sông Cả, tập 3 ( $O_3-S sc_3$ ) chỉ thị cho chuyển dịch phải của đứt gãy Mường Xén - Bản Vẽ tại bản Cánh (lát mỏng MX.910, phóng đại x 90).



Hình 9. Cấu tạo C/S trong đá phiến sét-sericit-chlorit thuộc hệ tầng Sông Cả, tập 2 ( $O_3-S sc_2$ ) của đứt gãy Cánh Pái, một nhánh của đứt gãy Sông Cả, tại vết lộ MX.166 (cách Bản Vẽ khoảng 1,65 km về phía BDB).

Kết quả nghiên cứu tại thực địa và tính toán trạng thái ứng suất kiến tạo cho các điểm khảo sát cho thấy vùng nghiên cứu đã trải qua sự tác động của trường ứng suất kiến tạo xoay theo chiều kim đồng hồ với 3 trường ứng suất, tương ứng với 4 trạng thái đặc trưng. Trường ứng suất thứ nhất đặc trưng cho trường ứng suất trượt - bằng với trục nén ép cực đại có hướng gần Đ-T và cực tiểu có hướng gần B-N và trục ứng suất trung gian gần thẳng đứng.

Dưới tác động của trường ứng suất này, các đứt gãy có phương TB-ĐN chuyển dịch trượt bằng trái, các đứt gãy phương BDB dịch trượt bằng phải.

Trường ứng suất thứ hai muộn hơn, đặc trưng bằng định hướng của trục sigma 1 có hướng á kinh tuyến trong khi sigma 3 có hướng á vĩ tuyến, còn sigma 2 gần thẳng đứng (Hình 11-14). Dưới tác động của trường ứng suất thứ hai này, các đứt gãy hoạt động trong giai đoạn đầu bị đối chiều dịch chuyển. Điều đáng chú ý là trường ứng suất này có sự biến đổi từ định hướng sigma 1 trong giai đoạn đầu có hướng BTB, sau đó chuyển sang BDB với tỷ số ứng suất thay đổi, để sau đó chuyển hẳn sang trạng thái ứng suất căng giãn của pha 3 (Hình 12 và 13).

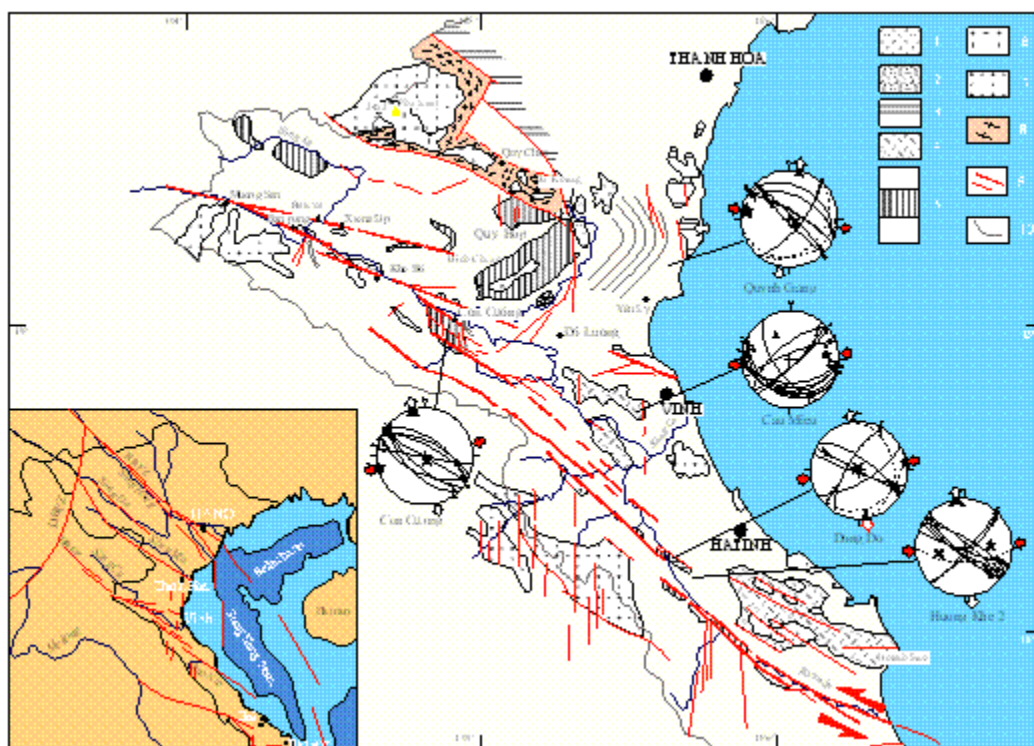
**Bảng 2. Kết quả xác định tuổi đồng vị K/Ar cho hoạt động căng giãn ở đới Sông Cả phương ĐB-TN (phân tích tại Đại học Tổng hợp Goettingen, CHLB Đức).**

| Ar - Độ phong phú đồng vị         |          | Lượng thử - Thành phần đồng vị |              | Hằng số phân rã [1/a]   |           | Kali                          |           |
|-----------------------------------|----------|--------------------------------|--------------|-------------------------|-----------|-------------------------------|-----------|
| 40Ar                              | 99,6000% | 40Ar                           | 0,00999980%  | lambda e                | 5,810E-11 | 40K                           | 0,011670% |
| 38Ar                              | 0,0630%  | 38Ar                           | 99,98900000% | lambda $\beta$          | 4,962E-10 | K <sub>2</sub> O/K            | 0,8302    |
| 36Ar                              | 0,3370%  | 36Ar                           | 0,00099998%  |                         |           | Trọng lượng nguyên tử [g/mol] |           |
| Áp suất nhiệt độ tiêu chuẩn (STP) |          |                                |              | lambda Ltot:            | 5,543E-10 | tot Ar                        | 39,9477   |
| 0° C; 760 mm Hg                   |          |                                |              | Khối lượng phân tử gram |           | 40Ar                          | 39,9624   |

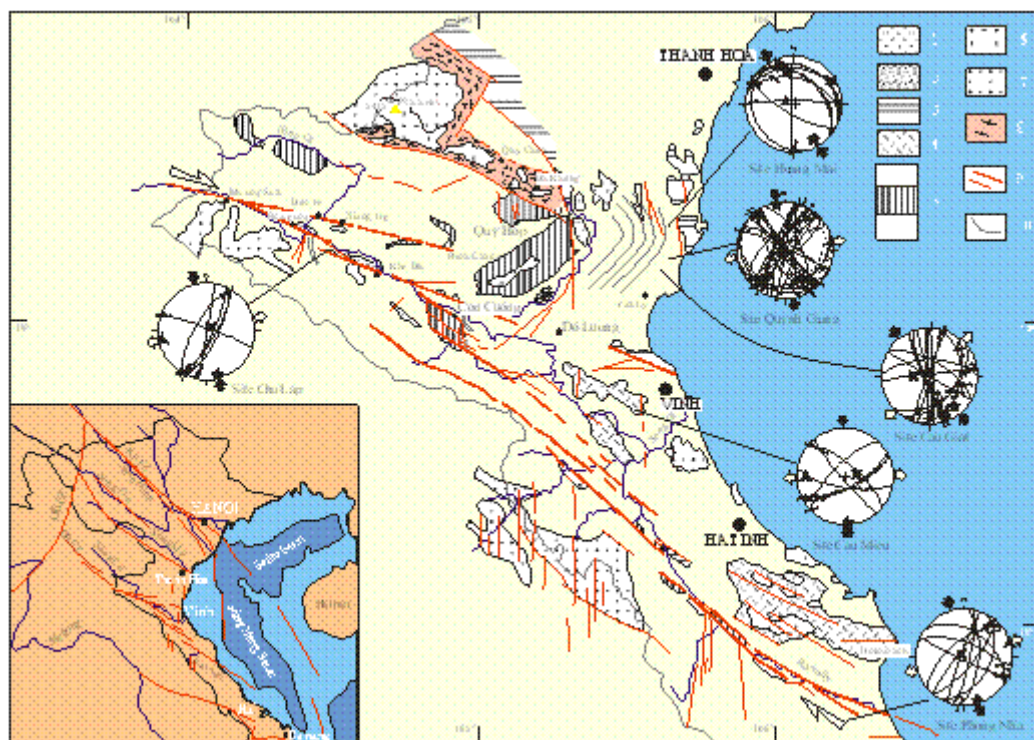
|                                  |                       |           |                  |              |         |          |           |
|----------------------------------|-----------------------|-----------|------------------|--------------|---------|----------|-----------|
| Khí quyển bình thường (DIN 1343) |                       |           |                  | [ml]         | 22413,8 | tot K    | 39,1027   |
|                                  | 273,15K; 1013,25 mbar |           |                  |              |         |          |           |
| Mẫu                              |                       | Lượng thử | K <sub>2</sub> O | 40 Ar *      | 40 Ar * | Tuổi     | 2s-Sai số |
|                                  |                       | [ No. ]   | [ Wt. % ]        | [ nl/g ] STP | [ % ]   | [ Tr.n ] | [ Tr.n ]  |
| VN 1-02                          | <2 µm                 | 3003      | 5,70             | 5,06         | 48,94   | 27,3     | 1,1       |
| VN 2-02                          | <0,2 µm               | 2990      | 5,5              | 4,73         | 44,11   | 26,4     | 1,2       |



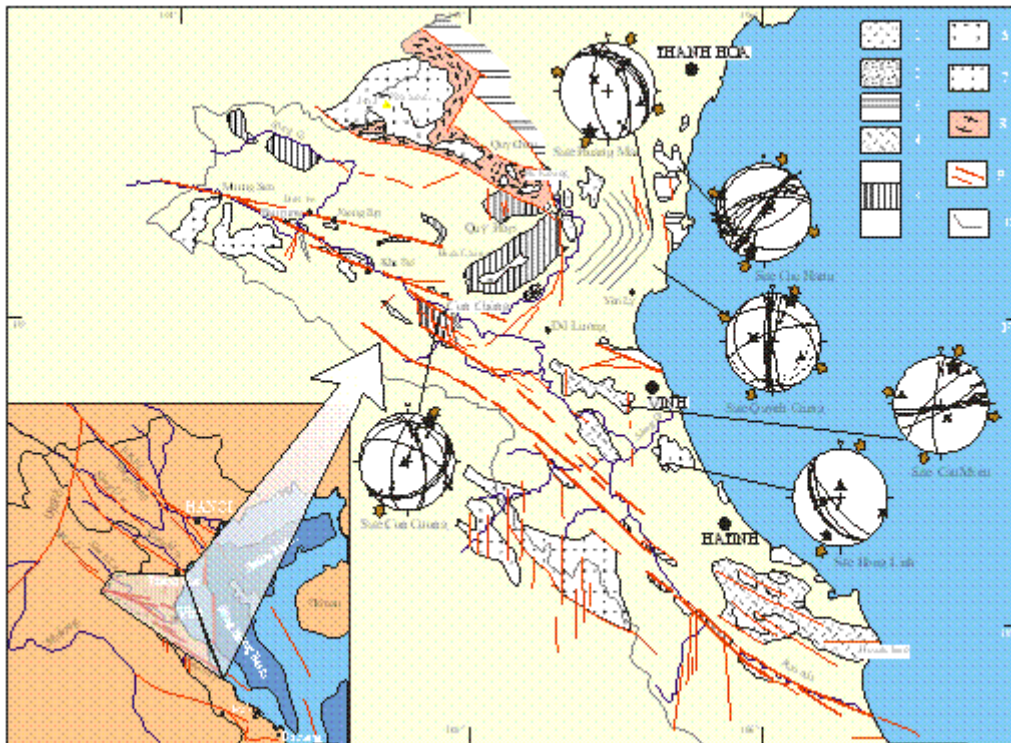
Hình 10. Vết xước kiến tạo trên cát kết tuổi Trias muộn chỉ thị cho trượt thuận.



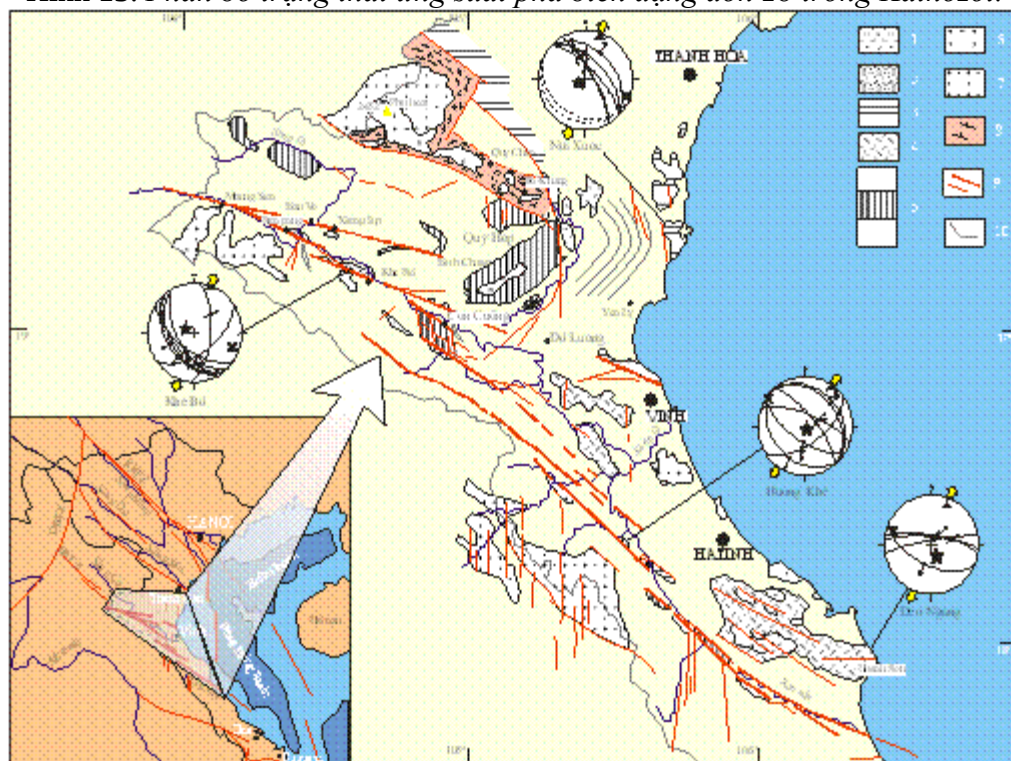
Hình 11. Phân bố trạng thái ứng suất pha biến dạng dòn 1 trong Kainozoi.



Hình 12. Phân bố trạng thái ứng suất pha biến dạng dòn 2a trong Kainozoi.



Hình 13. Phân bố trạng thái ứng suất pha biến dạng dòn 2b trong Kainozoi.



Hình 14. Phân bố trạng thái ứng suất pha biến dạng dòn 3 trong Kainozoi.

Dưới tác động của trường ứng suất căng giãn ĐB-TN, các đứt gãy có tính chất chuyển dịch phức tạp hơn, do sự thay đổi độ lớn tương đối của các trục ứng suất. Quá trình hình thành các trũng Đệ tam dọc đới đứt gãy Sông Cả có liên quan đến trường ứng suất căng giãn này.

Các kết quả nghiên cứu trên thực địa cũng như các tính toán trạng thái ứng suất cho thấy trong giai đoạn Kainozoi, đứt gãy Sông Cả đã trải qua 3 pha hoạt động chính. Pha 1: đứt gãy hoạt động theo cơ chế trượt bằng trái. Trên các mặt trượt của đứt gãy, các vector trượt gần như nằm ngang và biểu hiện sự trượt trái. Pha 2: đứt gãy hoạt động theo cơ chế trượt bằng phải. Các mặt trượt đứt gãy dốc gần như thẳng đứng, các tia trượt nằm ngang biểu hiện sự trượt phải. Pha 3: đứt gãy tái hoạt động theo cơ chế thuận. Mặt đứt gãy khá dốc, khoảng  $75-85^{\circ}$ , hướng cắm về bắc, các tia trượt trên có mặt trượt có góc chúc lớn ( $45-70^{\circ}$ ).

Tuổi hoạt động của trường ứng suất thứ nhất kéo dài từ Oligocen đến Miocen, với đặc trưng: trục sigma 1 gần nằm ngang phương á vĩ tuyến, trục sigma 3 gần như nằm ngang, phương á kinh tuyến, trục sigma 2 gần thẳng đứng.

Tuổi hoạt động của trường ứng suất thứ 2 kéo dài từ Miocen đến Pliocen với đặc trưng: trục sigma 1 gần nằm ngang phương á kinh tuyến, trục sigma 3 gần nằm ngang phương á vĩ tuyến, trục sigma 2 gần như thẳng đứng.

Tuổi hoạt động của trường ứng suất thứ 3 kéo dài từ Pliocen đến nay, đặc trưng bởi trục sigma 1 gần dốc đứng, trục sigma 3 phương á kinh tuyến, trục sigma 2 phương á vĩ tuyến.

Trong Đệ tứ (Q): dọc theo các đứt gãy và các bồn trũng nhỏ trong các thung lũng giữa núi, hình thành các trầm tích vụn thô tương deluvi, proluvi. Đồng thời hoạt động nâng cao cũng diễn ra mạnh mẽ bằng sự trẻ hoá địa hình và xuất hiện các bậc thềm sông suối diễn ra từ cuối Pleistocen đến nay.

Hoạt động của các đứt gãy này đã gây nên các hiện tượng động đất với quy mô nhỏ ở vùng xã Nậm Cắn. Theo số liệu của Viện Vật lý Địa cầu, sau năm 1900, ở vùng xã Nậm Cắn đã xảy ra các trận động đất nhỏ có M: 3,1 - 3,5; cường độ chấn động cực đại  $I_{\text{omax}} \leq 6$ ; độ sâu chấn tiêu: 20-30 km. Các chấn động địa chấn xuất hiện thường xuyên dọc theo các đứt gãy Sông Cả và Mường Xén - Bản Vẽ. Các hiện tượng trượt lở, nứt đất đang phát triển theo các phương xung yếu song song với các đứt gãy là một trong những biểu hiện cụ thể của hoạt động kiến tạo hiện đại trong vùng nghiên cứu.

## KẾT LUẬN

Đới đứt gãy Sông Cả là đới biến dạng đa pha có cấu trúc phức tạp. Trước giai đoạn Kainozoi, vùng nghiên cứu đã trải qua ít nhất ba pha uốn nếp mạnh. Pha uốn nếp cổ nhất tạo nên các nếp uốn nằm và nếp uốn đảo với phương trục TB-ĐN. Pha uốn nếp thứ hai tạo nên nếp uốn oằn dạng chữ Z có quy mô khu vực. Hai pha uốn nếp này có tuổi trước Trias muộn xác định trên cơ sở chúng bị phủ bất chỉnh hợp bởi các trầm tích chứa than tuổi Trias muộn. Pha uốn nếp thứ ba tạo ra các nếp uốn đảo phương TB-ĐN.

Trong giai đoạn Kainozoi, vùng nghiên cứu đã chịu tác động của trường ứng suất xoay với 4 trạng thái đặc trưng. Ba trạng thái ứng suất sớm nhất là trạng thái trượt bằng với trục sigma 1 xoay từ á vĩ tuyến sang B-N và ĐB-TN, đề rồi sau đó hoán vị trục sigma 2 cho sigma 1 trở thành trạng thái căng giãn ĐB-TN.

**Lời cảm ơn:** Bài báo được hoàn thành với sự tài trợ của Đề tài QG07-16 và Đề tài NCCB mã số 105.01.83. 09 và 105.01.53.09, các tác giả xin trân trọng cảm ơn.

## VĂN LIỆU

1. **Bùi Văn Thơm, 1996.** Kết quả nghiên cứu đặc điểm hoạt động đứt gãy Sông Cả trong Kainozoi - Hiện đại. *Địa chất Tài nguyên, 1* : 59-68. *Viện Địa chất, Hà Nội.*
2. **Jolivet L., Maluski H., Beysac O., Goffe' B., Phan Truong Thi, Nguyen Van Vuong, 1999.** Oligocene-Miocene Bu Khang extensional gneiss ring dome in Vietnam: Geodynamic implications. *Geology, 27* : 67-70. *Washington.*
3. **Lê Duy Bách, Đặng Trần Quân (Đồng chủ biên), 1996.** Địa chất và khoáng sản tờ Thanh Hóa. Thuyết minh kèm theo tờ BĐĐC Thanh Hóa tỷ lệ 1:200.000. *Cục ĐC&KSVN, Hà Nội.*
4. **Lê Duy Bách, Nguyễn Văn Hoàn, Đặng Trần Quân (Đồng chủ biên), 1996.** Địa chất và khoáng sản tờ Vinh. Thuyết minh kèm theo tờ BĐĐC Vinh tỷ lệ 1:200.000. *Cục ĐC&KSVN, Hà Nội.*
5. **Lê Duy Bách, Nguyễn Văn Hoàn (Đồng chủ biên), 1996.** Địa chất và khoáng sản tờ Khang Khay - Mường Xén. Thuyết minh kèm theo tờ BĐĐC Khang Khay - Mường Xén tỷ lệ 1: 200.000. *Cục ĐC&KSVN, Hà Nội.*
6. **Hồ Duy Thanh, 2005.** Hoạt động tân kiến tạo khu vực công trình thủy điện Bản Vẽ. *ĐCKS MI Bắc.*
7. **Nguyễn Bá Minh (Chủ biên), 2005.** Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Mường Xén tỷ lệ 1:50.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*
8. **Nguyễn Kim Lạp, 1988.** Biến dạng địa chấn kiến tạo vỏ Trái đất miền Bắc Việt Nam. *TC các Khoa học về Trái đất, 10/3-4* : 42-44, Hà Nội.
9. **Nguyễn Văn Vượng, 1998.** Multiphase and coaxial tectonic evolution of Central Việt Nam during Mesozoic and Cenozoic. *J. of Geology, B/11-12* : 155-163. *Hà Nội.*
10. **Trần Toàn (Chủ biên), 1997.** Địa chất và khoáng sản nhóm tờ Tương Dương tỷ lệ 1: 50.000. *Lưu trữ Địa chất, Hà Nội.*