

HOẠT ĐỘNG KIẾN TẠO TRỄ CỦA ĐÓI ĐỨT GỖY SÔNG HỒNG VÀ LÂN CẬN

PHAN TRỌNG TRINH, HOÀNG QUANG VINH,
NGUYỄN ĐĂNG TÚC, BÙI THỊ THẢO

I. GIỚI THIỆU

Đới đứt gãy Sông Hồng, kéo dài gần 1.000 km từ Tibet tới Biển Đông. Trên ảnh vệ tinh, đứt gãy Sông Hồng thể hiện cấu trúc dạng tuyến rõ nét. Nghiên cứu kiến tạo đới đứt gãy Sông Hồng có ý nghĩa quan trọng cả về mặt khoa học và thực tiễn. Cơ chế biến dạng thạch quyển hiện đang là đề tài tranh luận quốc tế sôi động giữa nhiều nhóm nghiên cứu. Nhóm các nhà nghiên cứu Housseman, England cho rằng do đụng độ của mảng Ấn Độ với mảng châu Á, biến dạng tập trung chủ yếu tại nơi đụng độ, thể hiện bởi sự xiết ép và tăng chiều dày thạch quyển. Mô hình biến dạng này cho rằng sự thúc trượt (extrusion) là không đáng kể và nếu có cũng bị hấp thụ bởi các đứt gãy phương á kinh tuyến như đứt gãy Kangting ở Vân Nam Trung Quốc. Theo mô hình này, mảng châu Á không bị thúc trượt (extrusion) do đụng độ của hai mảng Ấn Độ và châu Á. Mô hình biến dạng thứ hai coi mảng Ấn Độ như một mảng cứng, mảng châu Á bị biến dạng theo cơ chế dòn dẻo một phần bị biến dạng tăng chiều dày thạch quyển. Xiết ép xảy ra dọc đới đụng độ, một phần biến dạng xảy ra dọc các đới đứt gãy trượt bằng. Chuyển dịch trượt bằng trái dọc đứt gãy Antyl-tag và trượt bằng phải dọc đứt gãy Sông Hồng làm mảng Nam Trung Hoa bị thúc trượt về phía đông. Như vậy đứt gãy Sông Hồng là đới chia khoá để kiểm chứng các mô hình biến dạng thạch quyển. Bên cạnh câu hỏi về hướng chuyển dịch của mảng thạch quyển, người ta đồng thời quan tâm tới quy mô chuyển dịch và tốc độ chuyển dịch của các mảng. Hiện nay đang có một mâu thuẫn lớn giữa các số liệu về tốc độ dịch trượt tính từ momen động đất với tốc độ dịch trượt tính theo tài liệu địa chất. Giá trị tốc độ dịch chuyển của đứt gãy Altyl-tac tính từ momen động đất nhỏ hơn tốc độ xác định từ tư liệu địa mạo địa chất hàng chục lần. Số liệu đo trắc địa bằng phương pháp giao thoa tần số thấp tại Thượng Hải cho thấy

mảng Nam Trung Hoa dịch chuyển về phía đông và tốc độ trên 10 mm/năm. Nếu tính tới khả năng xoay ngược kim đồng hồ của mảng Nam Trung Hoa thì có thể dự báo tốc độ dịch ngang dọc đới đứt gãy sông Hồng cũng lớn hơn 10 mm/năm. Dự báo này có vẻ mâu thuẫn với việc vắng mặt các trận động đất lớn dọc đới Sông Hồng. Bên cạnh việc nghiên cứu hướng và biên độ chuyển dịch trung bình của đới đứt gãy Sông Hồng, chúng ta cần làm sáng tỏ quá trình chuyển dịch này bắt đầu từ khi nào và tốc độ chuyển dịch bao nhiêu? Nghiên cứu chuyển dịch của đứt gãy Sông Hồng còn có ý nghĩa quan trọng cho việc xem xét khả năng tồn tại các bề mặt san bằng ở miền bắc Việt Nam cùng với tốc độ xói mòn trong khu vực.

Ngoài ra, nghiên cứu kiến tạo dọc đới Sông Hồng có ý nghĩa thực tiễn trong việc phòng chống và giảm nhẹ thiên tai. Đới đứt gãy Sông Hồng, Sông Chảy chạy sát hồ thủy điện Thác Bà và các thị xã Lào Cai, Yên Bái, Việt Trì, trên đồng bằng Sông Hồng, đới đứt gãy Sông Hồng cắt qua hệ thống đê. Việc đánh giá nguy hiểm động đất, nứt trượt đất cần thiết phải dựa trên tính chất đứt gãy, kích thước các đường chấn đoạn và mức độ hoạt động trong giai đoạn hiện tại của đới đứt gãy Sông Hồng.

Trong bài này, trên cơ sở phân tích địa mạo và viễn thám chúng tôi trình bày các kết quả nghiên cứu về động hình học của đới đứt gãy Sông Hồng và lân cận xảy ra trong giai đoạn Pliocen - Đệ Tứ, chủ yếu trong khoảng thời gian 150.000 năm trở lại đây. Các đứt gãy chính được xem xét gồm đứt gãy Sông Hồng với 2 nhánh đứt gãy bờ trái và bờ phải sông Hồng, đứt gãy Sông Chảy và đứt gãy Sông Lô. Ngoài ra, chúng tôi có xem xét tổng hợp từ các tài liệu biến chất, biến dạng, ứng suất, trầm tích, địa vật lý để xác định thời điểm bắt đầu của giai đoạn kiến tạo mới này. Những điểm mới được trình bày trong bài báo này là :

- Vạch chính xác vị trí của các đứt gãy trẻ, thể hiện như những đường chấn đoạn không liên tục của đứt gãy Sông Hồng, Sông Chảy và Sông Lô. Kích thước và vị trí các đường chấn đoạn là cơ sở quan trọng để đánh giá địa chấn kiến tạo sau này.

- Xác định hướng chuyển dịch và biên độ chuyển dịch của các đứt gãy dựa trên các dấu hiệu địa mạo và viễn thám.

- Đưa ra những ước lượng ban đầu về tốc độ dịch chuyển trung bình của các đứt gãy trong các khoảng thời gian khác nhau dựa trên các quy luật phát triển địa mạo.

- Đưa ra chứng cứ về thay đổi cơ chế biến dạng của đứt gãy Sông Lô.

- Xác định thời điểm bắt đầu của pha dịch trượt bằng phải đứt gãy Sông Hồng muộn hơn 5 tr.n.

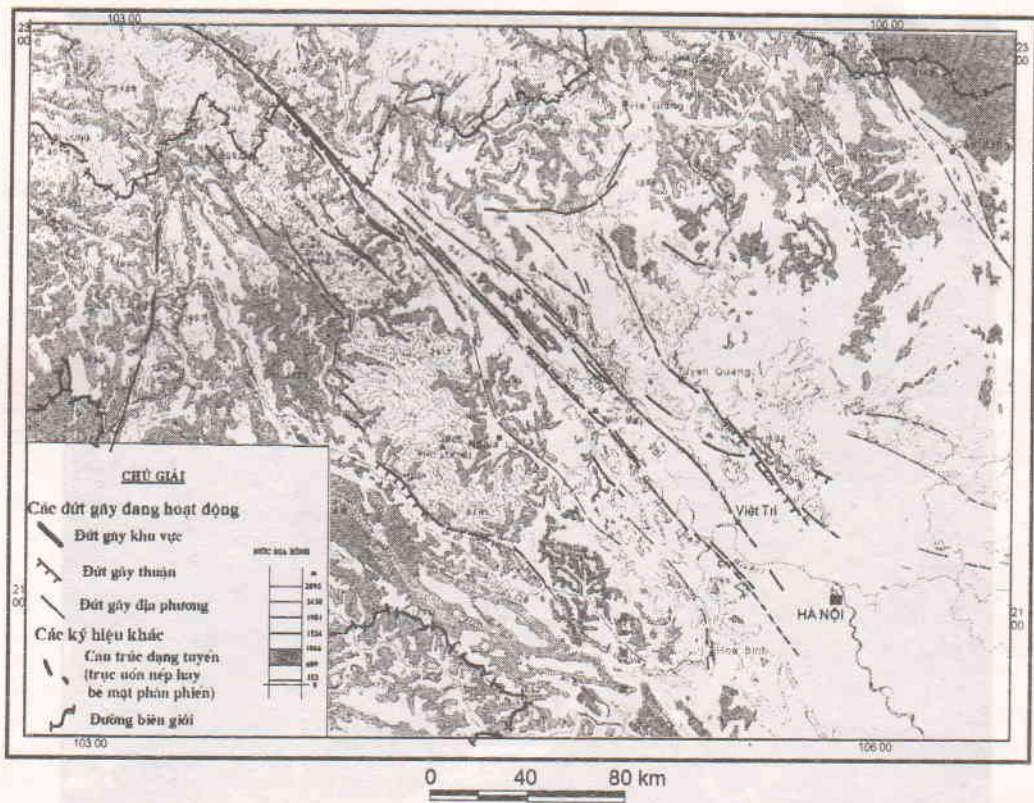
Chúng tôi thấy cần phân biệt khái niệm đứt gãy trẻ với đứt gãy đang hoạt động. Trong bài này khái niệm đứt gãy trẻ để chỉ đứt gãy có dấu hiệu hoạt động từ Pliocen tới ngày nay, khái niệm đứt gãy đang hoạt động được hiểu theo định nghĩa của ủy ban về đập lớn quốc tế: là các đứt gãy có dấu hiệu hoạt động từ Holocen tới ngày nay. Các đứt gãy trẻ trên đều có dấu hiệu hoạt động trong Holocen nên đều được coi là các đứt gãy đang hoạt động.

II. THỜI ĐIỂM BẮT ĐẦU CHUYỂN DỊCH TRƯỢT BẰNG PHẢI

Đới đứt gãy Sông Hồng kéo dài theo phương tây bắc - đông nam, là ranh giới giữa mảng Nam Trung Hoa và mảng Đông Dương - Sundaland. Trên lãnh thổ Việt Nam, đới đứt gãy Sông Hồng được đặc trưng bởi đới biến chất Dây Núi Con Voi, kéo dài của các đới biến chất Diancangshan và Ailaoshan thuộc vùng Vân Nam Trung Quốc. Đó là một đới biến chất hẹp, bề rộng chừng 10 km. Các hoạt động dịch trượt trái dọc đới Sông Hồng xảy ra từ Paleogen - Neogen làm mảng tây nam dịch chuyển tương đối về phía đông nam với biên độ hàng trăm kilomet [6, 7, 12]. Đới biến chất Dây Núi Con Voi là một đới trượt cắt (shear zone), trong điều kiện biến dạng sâu, nhiệt độ cao. Quá trình dịch trượt làm tăng nhiệt độ, dẫn tới làm tái nóng chảy cục bộ những đá có thành phần axit và phát triển quá trình migmatit và granit đồng sinh. Đới biến chất Dây Núi Con Voi giới hạn về phía đông bắc bởi đứt gãy Sông Chảy, về phía tây nam bởi đứt gãy Sông Hồng (theo tên của đứt gãy được

chấp nhận theo các văn liệu truyền thống). Các đứt gãy Sông Hồng và Sông Chảy là hai đứt gãy chính có biểu hiện hoạt động từ Pliocen cho tới hiện nay và chúng là đối tượng nghiên cứu ở đây (hình 1). Mặc dù các nghiên cứu trước đây (Phan Trường Thị, 1965) cho rằng đới biến chất Dây Núi Con Voi có tuổi Proterozoi nhưng kết quả nghiên cứu có hệ thống gần đây cho thấy là dấu vết chủ yếu của đới đứt gãy hoạt động trong Kainozoi. Phân tích các đá granit đồng sinh, bị phiến hoá trong đá gnei bị biến dạng bằng các phương pháp U/Pb và Ar^{39}/Ar^{40} trên nhiều khoáng vật khác nhau như zircon, monazit, titanit, amphibol, cho tuổi từ 23 tới 35 tr.n [4, 7, 8, 12, 13, 17, 19].

Chúng ta cần trả lời một câu hỏi quan trọng là chuyển động trượt bằng phải của hệ thống đứt gãy Sông Hồng bắt đầu từ bao giờ? Nghiên cứu trạng thái ứng suất kiến tạo cho thấy trường nén ép Đ-T xảy ra trong Miocen còn trường nén ép B-N, tách dần Đ-T xảy ra trong Pliocen [16]. Tại Vân Nam Trung Quốc, tất cả các thành tạo trước Pliocen đều bị uốn nếp do nén ép đồng tây trong khi các thành tạo Pliocen bị phân cắt bởi đứt gãy tách giãn, phương B-N. Các khe nứt này được hình thành trong trường ứng lực nén ép á kinh tuyến và tách dần á vĩ tuyến. Mặt khác, trong đá gnei, plagiogranit trong đới biến chất Sông Hồng có tuổi từ 33 tới 23 tr.n, phân tích điều kiện nhiệt động P-T cho thấy chúng được hình thành ở điều kiện nhiệt độ 600 - 750 °C và áp suất là 3-4 kb. Trong khoảng 23 tới 15 tr.n, đồng thời với chuyển dịch trái, đới Sông Hồng được nâng lên, đường biến đổi P-T cho thấy nhiệt độ giảm dần tới 300 °C ở vùng Dankangsan, 150-200 °C ở Dây Núi Con Voi và kéo dài cho tới 5 tr.n thì tiếp tục bị nâng lên mạnh [6, 7, 9, 20]. Giai đoạn bình ổn kiến tạo có lẽ kéo dài sau 15 tr.n tới 5 tr.n hoặc sớm hơn một chút. Đó là chứng cứ cho sự tồn tại của mặt san bằng Miocen muộn (Phan Trọng Trịnh và nnk, 1999). Các nghiên cứu bồn trũng Sông Hồng với mục đích tìm kiếm dầu khí đều công nhận bất chỉnh hợp giữa Miocen và Pliocen và chấp nhận quá trình nén ép xảy ra cuối Miocen (Phan Trọng Điền, 1999). Chúng tôi đã xem xét một loạt mặt cắt địa chấn của PetroVietnam, Cty dầu khí Úc Anzoi và Cty dầu khí Pháp Total, nhận thấy ngoài bất chỉnh hợp góc giữa tầng Miocen và Pliocen, tại một số đới hẹp, có thể quan sát thấy uốn nếp liên quan tới quá trình nén ép, phát triển cả trên trầm tích Pliocen. Điều đó chứng tỏ pha nén ép này xảy ra gần cuối Miocen và tiếp tục vào



Hình 1. Phân bố đới đứt gãy đang hoạt động Sông Hồng

dầu Pliocen. Pha nén ép không chỉ quan sát thấy trên bốn trũng Sông Hồng, vùng đảo Bạch Long Vỹ mà còn cả ở Phú Thọ mà chúng tôi sẽ đề cập dưới đây. Như vậy có thể cho rằng pha kiến tạo trượt bằng - tách dãn của đới đứt gãy Sông Hồng, tiếp theo sau pha nén ép trên bắt đầu muộn hơn 5 tr.n.

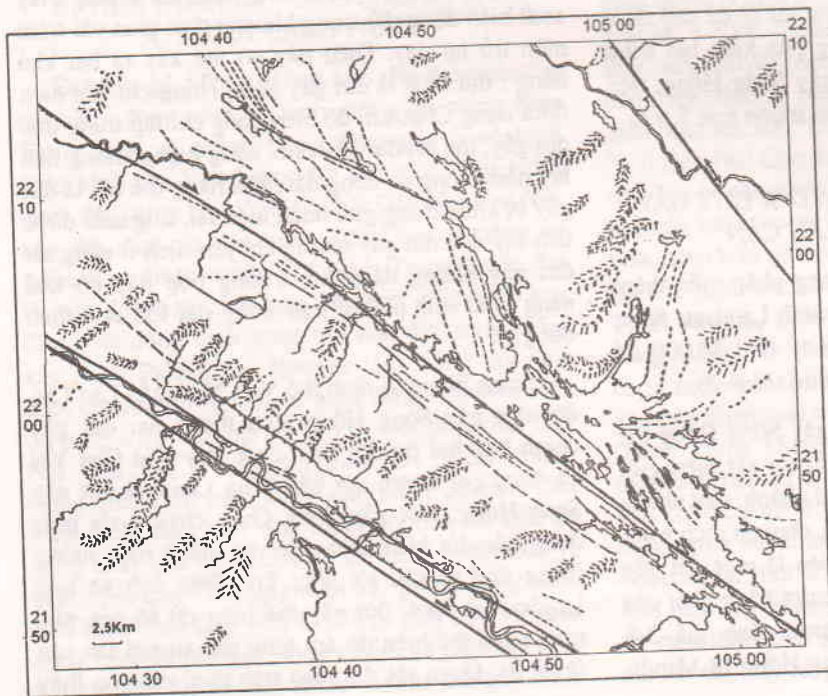
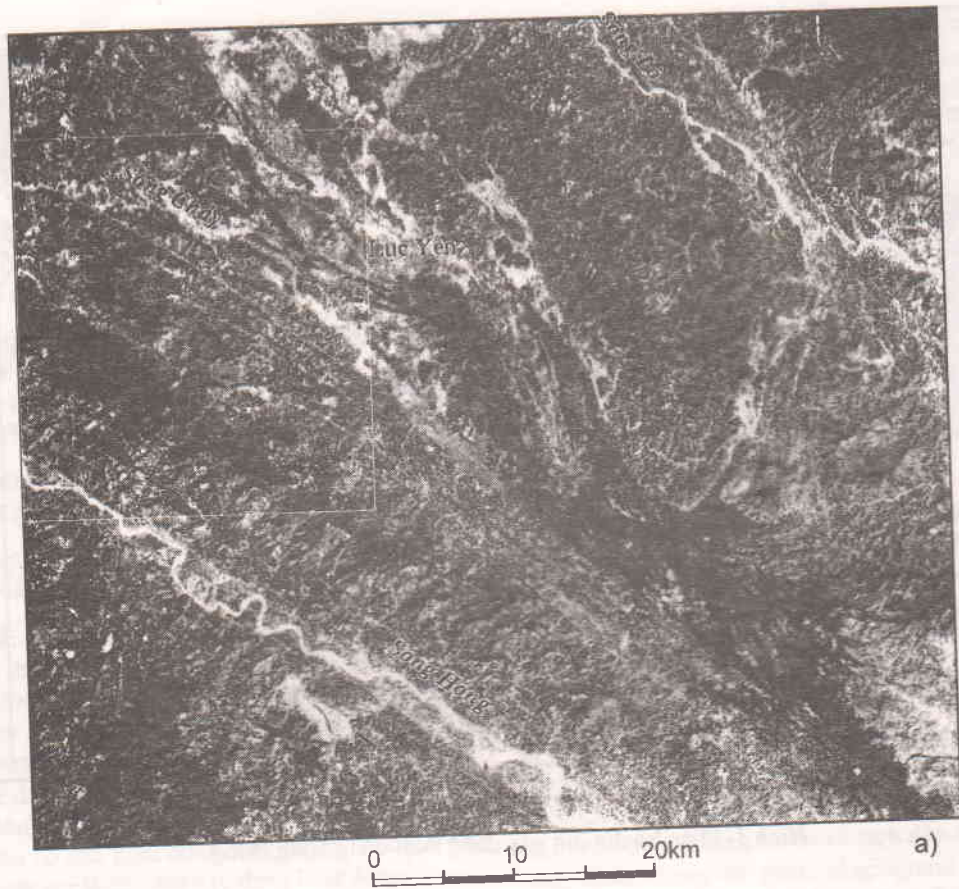
III. ĐỘNG HÌNH HỌC CỦA ĐỚI ĐỨT GỠ SÔNG HỒNG VÀ LÂN CẬN

Chúng tôi đã sử dụng phương pháp viễn thám và quan sát địa mạo; ảnh vệ tinh Landsat, Spot, ảnh máy bay, bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 để vạch vị trí và hình dạng đứt gãy trẻ (hình 2).

Trong vùng Vân Nam, đứt gãy Sông Hồng thể hiện một đường thẳng từ Mindu tới sát biên giới Trung Việt, chúng thể hiện bởi hai nhánh, một nhánh chạy dọc thung lũng sông Hồng, chuyển dịch trượt bằng phải, nhánh thứ hai thể hiện là một đứt gãy thuận [1]. Tốc độ chuyển dịch trượt bằng phải của đới đứt gãy Sông Hồng đã được đánh giá 3-8 mm/năm [1]. Đoạn đứt gãy Sông Hồng từ Mindu

tới sát biên giới Việt Nam mặc dù được phản ánh rất rõ nét về địa mạo nhưng hầu như không thấy xuất hiện động đất trong khoảng thời gian vài trăm năm trở lại đây. Điều này có thể xảy ra hai khả năng: thứ nhất là đứt gãy Sông Hồng chuyển dịch dưới dạng Crip, khi đó biến dạng chỉ tập trung dọc đứt gãy, ma sát đứt gãy nhỏ, năng lượng không tích lũy nên không có động đất; khả năng thứ hai là đứt gãy bị khoá trong giai đoạn hiện tại, ứng suất được tích lũy dọc đứt gãy nhưng chuyển dịch ở vùng sát đứt gãy không đáng kể, trường hợp này có khả năng phát sinh những trận động đất lớn dọc theo đứt gãy.

Trong phạm vi lãnh thổ Việt Nam gần Lào Cai, đới đứt gãy Sông Hồng tách thành hai đứt gãy chính bao hai rìa đới biến chất Dãy Núi Con Voi và được gọi là đới đứt gãy Sông Chảy và đứt gãy Sông Hồng. Đứt gãy Sông Chảy chạy ở rìa phía đông bắc đới biến chất, kéo dài thành một đường thẳng từ Lào Cai tới Việt Trì. Trên ảnh vệ tinh Landsat và Spot, đứt gãy thể hiện rất rõ nét, phổ màu xanh thể hiện độ ẩm tăng cao so với lân cận (hình 3). Quan sát địa mạo trên thực địa cho thấy



Hình 2.
Đứt gãy Sông
Hồng - Sông
Chảy quan sát
từ ảnh vệ tinh
Spot (a), và
đoán giải cấu
trúc từ ảnh vệ
tinh (b)



☞ Vị trí đứt gãy

0 500 1000 m

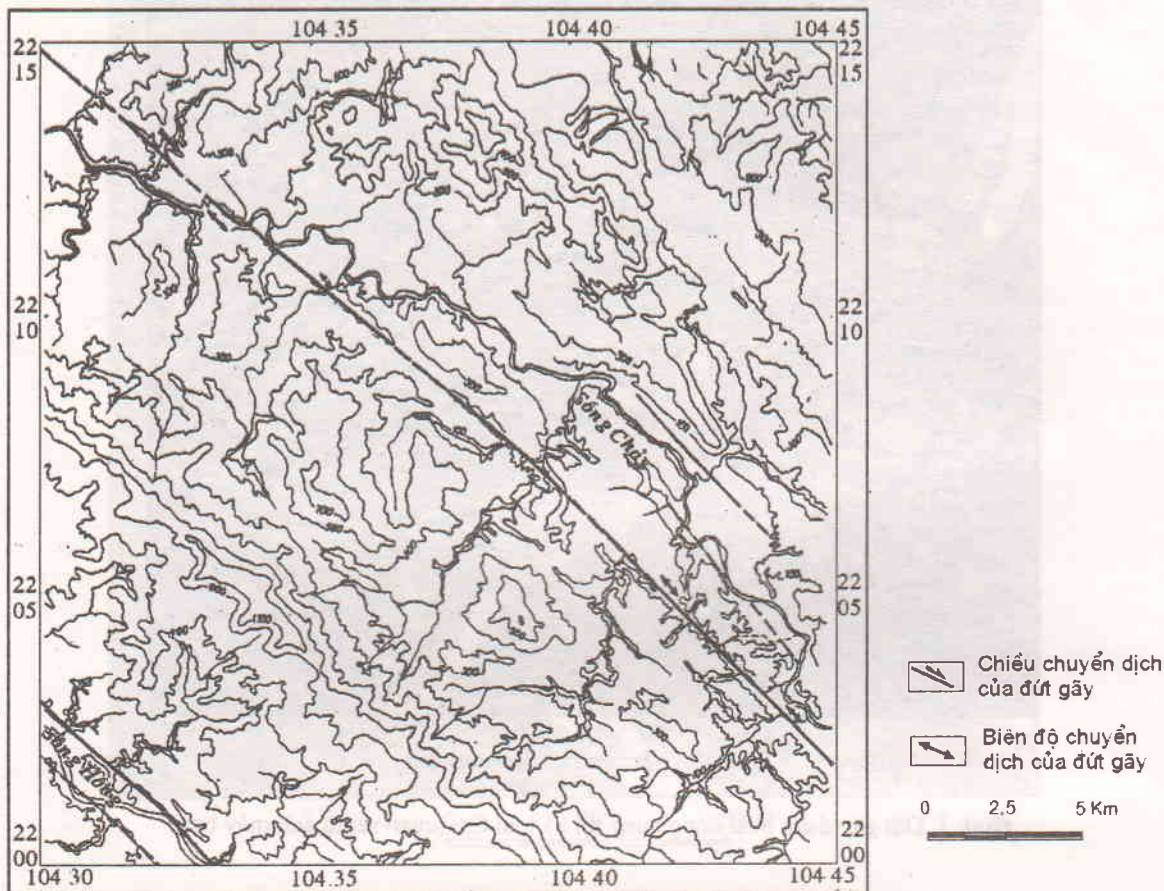
Hình 3. Đứt gãy đang hoạt động vùng thị xã Lào Cai (quan sát từ ảnh máy bay)

đứt gãy chạy dọc theo một thung lũng hẹp, nhiều nơi quan sát thấy thung lũng hình chữ V. Không quan sát thấy chênh lệch độ cao địa hình hai bên cánh đứt gãy cũng như dấu hiệu chuyển dịch thẳng đứng dọc theo đứt gãy Sông Chảy. Dựa vào dạng tuyến của đứt gãy có thể cho đây là một đứt gãy trượt bằng. Đứt gãy Sông Chảy thể hiện rõ nét ở vùng Lục Yên. Phân tích mạng suối bị lệch qua đứt gãy có thể nhận thấy biên độ chuyển dịch trượt bằng phải của suối từ 150 tới 700 m, trung bình là 550 m. Biên độ dịch chuyển theo đứt gãy thay đổi theo kích thước và độ lớn của suối mà đứt gãy cắt qua. Suối có tuổi cổ hơn thì biên độ dịch chuyển theo đứt gãy sẽ lớn hơn (hình 4).

Đứt gãy Sông Chảy chạy dọc theo bờ tây nam hồ thủy điện Thác Bà. Dạng tuyến của đứt gãy có thể vạch dễ dàng từ ảnh vệ tinh cũng như quan sát trên thực địa. Đáng lưu ý đứt gãy Sông Chảy cắt qua đập số 9 của hồ thủy điện Thác Bà, cách đập chính 1 km về phía tây nam. Từ đập số 9 tới gần thành phố Việt Trì, đứt gãy Sông Chảy thể hiện rõ trên địa hình, kéo dài dọc theo thung lũng hẹp và

phản ánh rất rõ trên ảnh Spot (hình 5). Tại ngã ba rẽ đi hồ Thác Bà của tuyến đường Hà Nội - Yên Bái, nơi đứt gãy Sông Chảy cắt qua có thể quan sát thấy các đứt gãy nhỏ trong đá phiến gnei. Các đứt gãy cắt và làm xê dịch tầng phong hoá của đá gnei. Đứt gãy phân bố dạng chùm hoa được hình thành trong điều kiện xiết ép. Điều này có vẻ mâu thuẫn với trạng thái ứng suất trượt bằng, tách dần trong vùng. Tuy nhiên đối sánh với các mặt cắt địa chấn trên bồn trũng Sông Hồng, ta nhận thấy quá trình xiết ép xảy ra mạnh và phổ biến dọc bồn trũng Sông Hồng vào cuối Miocen đến đầu Pliocen; chứng cứ là bề mặt ranh giới Miocen - Pliocen tại nhiều nơi bị uốn nếp biến dạng. Đứt gãy Vĩnh Ninh là ví dụ điển hình của đứt gãy đối pha hoạt động từ tách dần đầu Miocen sang nén ép cuối Miocen. Như vậy cấu tạo xiết ép xảy ra đồng thời với đứt gãy Vĩnh Ninh và nhiều cấu tạo uốn nếp khác trên bồn trũng Sông Hồng vào cuối Miocen và kết thúc vào đầu Pliocen.

Đứt gãy đang hoạt động Sông Hồng chạy dọc rìa tây nam của đới biến chất Dãy Núi Con Voi,



Hình 4. Biên độ chuyển dịch của đút gãy Sông Chanh

ứng với đút gãy Sông Hồng mô tả truyền thống trong các văn liệu địa chất trước đây. Từ ảnh vũ trụ Landsat, nó được thể hiện là đới đút gãy duy nhất chạy dọc thung lũng sông Hồng. Tuy nhiên, phân tích chi tiết cho thấy đút gãy hiện đại Sông Hồng thể hiện bằng hai đút gãy chính chạy theo hai bờ phải và trái. Chúng không kéo dài liên tục mà phân thành từng đoạn. Tuỳ từng vị trí, đút gãy bờ trái sông Hồng thể hiện rõ nét hơn bờ phải hoặc ngược lại.

Tại Lào Cai, đút gãy bờ trái thể hiện rõ trên ảnh máy bay và là đút gãy trượt bằng, đút gãy bên bờ phải phân thành nhiều bậc gồm các đút gãy nhỏ, có biểu hiện của đút gãy trượt bằng thuận (hình 3).

Tại vùng Bảo Hà (hình 6) có thể xác định được biên độ dịch phải của suối giao động từ 150 tới 250 m dọc theo đút gãy ở bờ trái sông Hồng trong

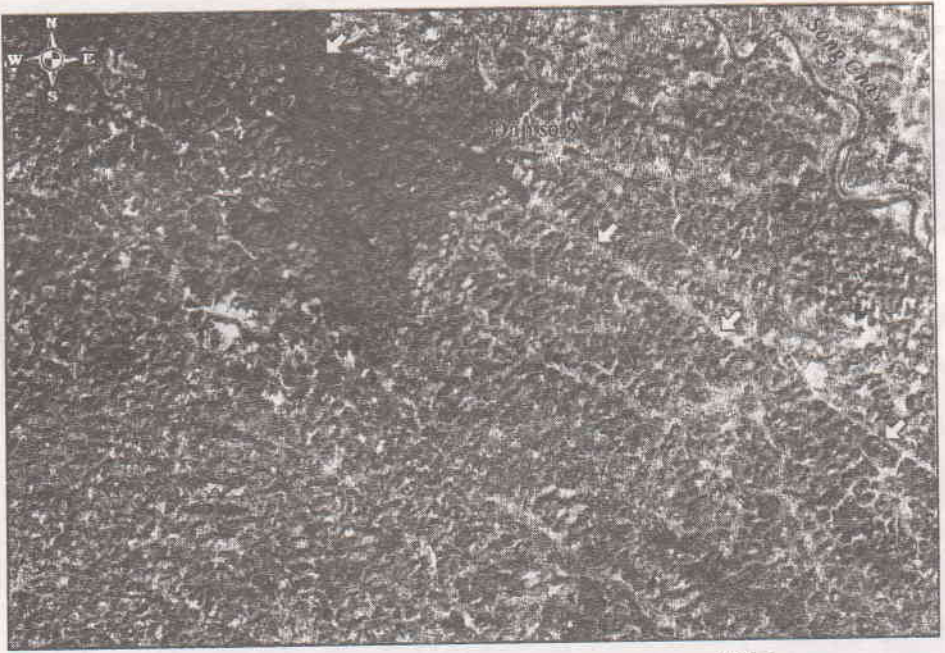
khi đút gãy ở bờ phải phân thành nhiều đoạn ngắn. Bờ trái sông Hồng quan sát thấy dấu hiệu của chuyển dịch thẳng đứng.

Chuyển xuống vùng Ngòi Hút và Ngòi Thia (hình 7), bên bờ phải quan sát thấy nhiều nhánh đút gãy khác nhau, có dấu hiệu của chuyển dịch thẳng đứng và đút gãy trượt bằng. Nhánh đút gãy bên bờ trái sông Hồng thể hiện tương đối mờ nhạt.

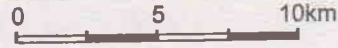
Tại vùng Yên Bái, hai nhánh đút gãy chính đã phân thành nhiều đút gãy nhỏ hơn. Các đút gãy chạy theo rìa phải sông Hồng thể hiện khá rõ nét. Biên độ chuyển dịch khó xác định.

Các nhánh của đút gãy sông Hồng tiếp tục quan sát thấy ở Phú Thọ, phân thành các nhánh đút gãy nhỏ hơn, kéo dài tới châu thổ sông Hồng. Đáng chú ý là nhánh đút gãy uốn cong, chuyển

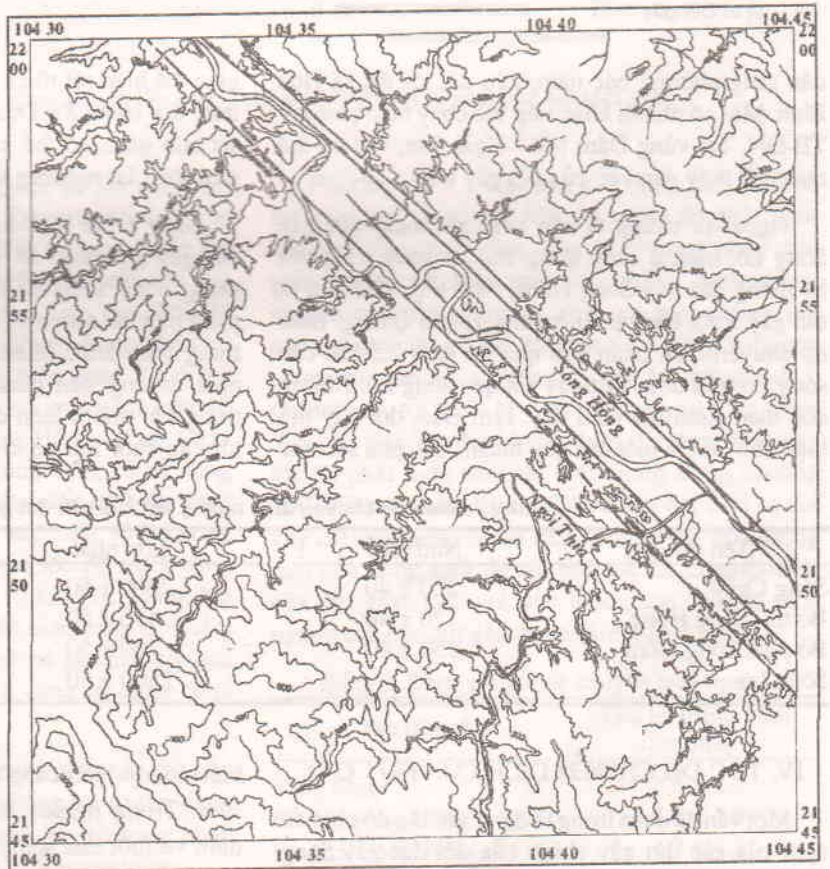
Hình 5.
Đứt gãy Sông
Chảy cát qua
đập số 9 của
hồ thủy điện
Thác Bà (quan
sát từ ảnh vệ
tinh Spot)



☞ Vị trí đứt gãy



Hình 6. Biên độ
chuyển dịch của
đứt gãy Sông Hồng
vùng Bảo Hà



Biên độ chuyển
dịch của đứt gãy





← Hình 7.
Đứt gãy đang
hoạt động
vùng Ngòi Thia
(quan sát từ ảnh
vệ tinh Spot)

□ Vị trí Đứt gãy

0 1 2 Km

dân sang phương bắc nam, kéo dài tới thị xã Hoà Bình. Một số nhánh khác tiếp tục chạy theo phương TB-ĐN. Tại vùng Đám Mò - Ngải Sơn, vẫn có thể quan sát thấy dấu vết của đứt gãy trẻ.

Ngoài ra chúng ta cần xem xét thêm đứt gãy Sông Lô, nằm ở cánh đông bắc và song song với hệ thống đứt gãy Sông Hồng; thể hiện chủ yếu là đứt gãy trượt bằng phải ở vùng Tuyên Quang. Biên độ chuyển dịch phản ánh qua độ lệch 2,5 km của sông Lô trên đoạn đứt gãy cắt qua sông Lô. Nhưng dọc theo sườn tây nam dãy Tam Đảo, đứt gãy thể hiện chủ yếu là một đứt gãy thuận. Các pha sét tam

giác thể hiện rất rõ cả trên ảnh vệ tinh và quan sát thực địa (hình 8). Dựa vào hiện diện của các pha sét tam giác, có thể xác định hướng cắm của đứt gãy Sông Lô nghiêng về hướng tây nam [17].

Bảng 1 thể hiện biên độ chuyển dịch của các đứt gãy ghi nhận từ việc đo vẽ chuyển dịch của mạng sông suối mà đứt gãy cắt qua. Chúng tôi phân biệt hai nhóm số liệu tập trung theo hai giá trị trung bình khác nhau. Nhóm biên độ ngang nhỏ nhất thường liên quan tới những dòng suối nhỏ trong khi nhóm biên độ ngang lớn nhất liên quan tới các suối lớn có chiều dài hàng chục kilomet.

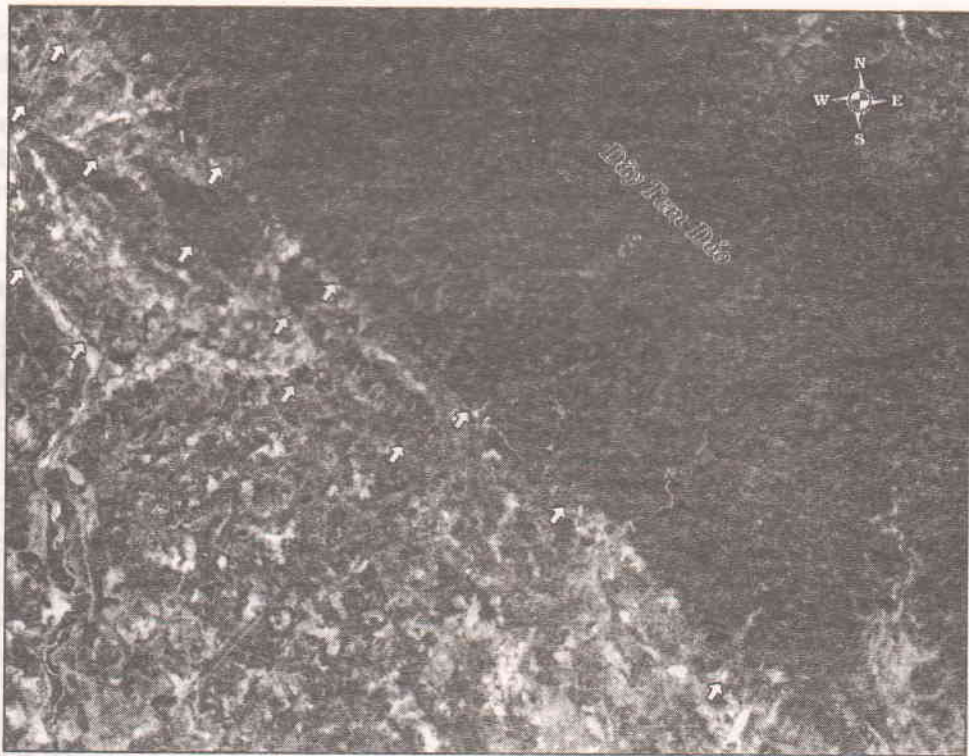
Bảng 1. Biên độ chuyển dịch ngang (m) của các đứt gãy

Tên đứt gãy	Nhỏ nhất	Lớn nhất	Trung bình
Sông Chảy	220 ± 40	2000 ± 50	560
Bờ trái Sông Hồng	170 ± 40	450 ± 50	360
Bờ phải Sông Hồng	150 ± 40	700 ± 50	300
Sông Lô	?	2500 ± 50	

IV. TỐC ĐỘ CHUYỂN DỊCH CỦA ĐỨT GÃY

Một vấn đề quan trọng là đánh giá tốc độ chuyển dịch của các đứt gãy chính của đới đứt gãy Sông Hồng. Khó khăn lớn nhất ở đây là chúng ta không

biết tuổi địa hình cũng như tuổi của mạng lưới sông suối. Trong nghiên cứu trước đây, dựa trên giả định về tuổi của sông suối, một số tác giả đã xác định tốc độ chuyển dịch của đứt gãy Sông Hồng



☞ Vị trí đứt gãy

0 1 2km

Hình 8. Đứt gãy Sông Lô rìa tây nam Tam Đảo thể hiện rõ mặt pha sét tam giác

trong phân lãnh thổ Trung Quốc là 3-8 mm/năm [1] hoặc vài milimet/năm [5]. Dựa trên kết quả trắc địa lập từ năm 1960 tới năm 1980, các nhà trắc địa cũng đã đánh giá tốc độ chuyển dịch của đới đứt gãy Sông Hồng trong giai đoạn hiện đại. Tốc độ trượt bằng của toàn đới Sông Hồng - Sông Chảy cỡ 23 mm/năm [14] hoặc tốc độ biến dạng $1,2 \pm 0,2$ μ rad/năm ứng với tốc độ 12 ± 2 mm/năm trên 10 km của cả 2 đứt gãy chính Sông Hồng - Sông Chảy [2]. Dựa trên kết quả đo bổ sung GPS, có sử dụng những số liệu trắc địa trước đây, tốc độ biến dạng trượt được đánh giá với mức xác suất 95% không vượt quá 0,6 μ rad/năm ứng với tốc độ trượt bằng 6mm/năm, trên khoảng cách 10 km [3]. Đáng lưu ý các giá trị xác định về tốc độ biến dạng đều nằm trong sai số. Điều đó giải thích vì sao các kết quả trắc địa rất khác nhau mặc dù cùng sử dụng cùng nguồn số liệu.

Để đánh giá sơ bộ tốc độ trung bình của đứt gãy trong giai đoạn Đệ Tứ muộn, chúng tôi đã thử đánh giá theo 2 phương án dựa trên hai phương pháp ước lượng tuổi của mạng lưới suối trong vùng.

Phương án 1 : tuổi của các dòng suối nhỏ có thể xác định được nếu biết được tốc độ phát triển của suối theo thời gian. Đây là phương pháp đơn giản nhưng rất hiệu quả. Tuy nhiên, trong vùng nghiên cứu của chúng ta, chưa có một công trình nào nghiên cứu về tốc độ phát triển dòng suối nên chúng tôi tạm lấy số liệu tính cho hệ thống suối ở California , tối thiểu là 100 mm/năm và tăng thêm 50% do tính tới điều kiện nhiệt đới ẩm. Như vậy tốc độ phát triển suối sẽ ước lượng trong khoảng 100-150 mm /năm. Sau khi đo chiều dài suối bị đứt gãy cắt qua, dùng hệ số trên , chúng tôi ước lượng tuổi của dòng suối đó rồi tính tốc độ chuyển dịch của đứt gãy. Kết quả ước lượng tốc độ chuyển dịch ngang của các đứt gãy được trình bày ở bảng 2.

Bảng 2. Đánh giá tốc độ chuyển dịch ngang

Tên đứt gãy	Giá trị trung bình (mm/năm)
Sông Chảy	$2,5 \pm 1,5$
Bờ trái Sông Hồng	$4,0 \pm 1,8$
Bờ phải Sông Hồng	$1,7 \pm 1,5$

Phương án 2: do vùng nghiên cứu ở mực cao địa hình dưới 100 mét nên chịu tác động mạnh của thay đổi mực nước đại dương. Bất cứ biến đổi toàn cầu nào cũng ảnh hưởng tới sự phát triển mạng lưới sông suối trong khu vực. Theo các tài liệu nghiên cứu khu vực thì Việt Nam nói riêng cũng như toàn thể Đông Nam Á nói chung chịu ảnh hưởng của các chu kỳ băng hà như chu kỳ băng hà Wum xảy ra cách ngày nay 12.000 - 18000 năm. Nếu giả định các dòng suối nhỏ hình thành trong chu kỳ băng hà Wum, chúng ta có thể xác định được tốc độ chuyển dịch ngang của các đứt gãy như ở bảng 3(1).

Trước chu kỳ băng hà Wum, khu vực Đông Nam Á chịu tác động mạnh của chu kỳ băng hà Riss, nếu giả thiết mạng lưới suối nhỏ hình thành sau chu kỳ băng hà Riss cách đây từ 55.000 đến 150.000 năm, ta sẽ ước lượng được tốc độ chuyển dịch của các đứt gãy như bảng 3(2). So sánh kết quả tính toán từ phương án 1 với kết quả tính trong bảng 3(2), có thể thấy các giá trị về cơ bản phù hợp với nhau, trong đó tốc độ chuyển dịch ngang của đứt gãy Sông Chảy và đứt gãy bờ phải Sông Hồng tính theo phương án 1 nhỏ hơn giá trị tính theo bảng 3(2) của phương án 2, trong khi tốc độ của đứt gãy bờ trái Sông Hồng lại lớn hơn.

Bảng 3. Đánh giá tốc độ chuyển dịch ngang trung bình (mm/năm) của các đứt gãy theo phương án 2

Tên đứt gãy	Khoảng thời gian (năm trở lại đây)			
	(1) 12.000- 18.000	(2) 55.000-150.000	(3) 150.000	(4) Pliocen - Đệ Tứ
Sông Chảy	15,5 ± 5,5	2,9 ± 1,7	2,7 ± 1,6	1,5 ± 0,5
Bờ trái Sông Hồng	12,4 ± 5,2	2,3 ± 1,5	3,2 ± 1,7	
Bờ phải Sông Hồng	11,0 ± 4,9	2,1 ± 1,5	1,9 ± 1,5	1,5 ± 1,0
Sông Lô				

Rõ ràng kết quả đánh giá trong bảng 3(1) và (2) rất khác nhau và chúng ta chỉ có thể chọn một trong hai khả năng đó. Chúng tôi nghiêng về khả năng chọn kết quả ước lượng ở bảng 3(2) của phương án 2, vì những lý do sau đây:

- Chu kỳ băng hà Wum xảy ra trong khoảng thời gian ngắn trong khi chu kỳ băng hà Riss xảy ra trong khoảng thời gian dài hơn nên ảnh hưởng của nó tới sự phát triển mạng sông suối lớn hơn.

- Ước lượng về tốc độ chuyển dịch ngang theo bảng 3(2) của phương án 2 khá phù hợp với kết quả xác định theo phương án 1.

- Ước lượng theo bảng 3(2) khá phù hợp với kết quả ước lượng về tốc độ chuyển dịch ngang trung bình trong Pliocen - Đệ Tứ ở bảng 3(4) mà chúng tôi sẽ trình bày dưới đây trong khi đó giá trị ước lượng theo bảng 3(1) lớn hơn giá trị trung bình trong Pliocen - Đệ Tứ hơn 10 lần.

- Ước lượng theo bảng 3(2) phù hợp hơn nhiều nếu so với kết quả xác định tốc độ chuyển dịch ngang trung bình bằng phương pháp trắc địa. Kết quả trắc địa gần đây nhất có kết hợp với trắc địa truyền thống xác định được với xác suất 95%, tốc độ

chuyển dịch ngang trong giai đoạn hiện đại không vượt quá 6 mm trên khoảng cách 10 km [5], điều đó có nghĩa là tổng tốc độ dịch trượt ngang của Sông Chảy và 2 đứt gãy hai bờ Sông Hồng không vượt quá 6 mm/năm. Nếu tính theo bảng 3(2) thì tốc độ chuyển dịch ngang tổng cộng không vượt quá 54,5 mm/năm. Giá trị này lớn gấp gần 10 lần so với giá trị xác định bằng phương pháp trắc địa cho giai đoạn hiện đại. Theo quy luật thông thường tính cho nhiều nơi trên thế giới thì thường tốc độ trung bình tính cho khoảng thời gian ngắn luôn cao hơn giá trị trung bình tính cho khoảng thời gian dài hơn. Quy luật đó bị vi phạm đặc biệt nghiêm trọng trong trường hợp này.

Nếu kết hợp kết quả theo cả phương án 1 và kết quả trình bày trong bảng 3(2) của phương án 2, chúng tôi có thể ước lượng tốc độ chuyển dịch ngang của các đứt gãy trong khoảng thời gian 150.000 năm trở lại đây, như trên bảng 3(3).

Với biên độ chuyển dịch lớn cỡ kilomet, giả thiết là các suối lớn hình thành trong giai đoạn cuối Pliocen - Đệ Tứ có tuổi 1-2 tr.n và tuổi sông Lô từ 1 đến 4 tr.n. Sở dĩ tuổi của sông Lô không thể cổ hơn 4 tr.n vì đá lộ ra trên bề mặt hiện nay ở thời

điểm đó còn nằm ở độ sâu ít nhất 1 km. Giới hạn thấp nhất 1 tr.n được chọn vì phần lớn những suối lớn trên thế giới được hình thành trong Đệ Tứ. Khi đó có thể ước tính được tốc độ trung bình theo bảng 3(4).

KẾT LUẬN

Chuyển dịch trượt bằng phải - tách dần của đới đứt gãy Sông Hồng bắt đầu sau 5 tr.n, tiếp sau pha nén ép đá xảy ra cuối Miocen và tiếp tục trong đầu Pliocen. Biên độ dịch chuyển phải của các đứt gãy được xác định bằng phương pháp địa mạo và viễn thám. Biên độ chuyển dịch ngang của đứt gãy Sông Lô đạt 2.500 m. Biên độ chuyển dịch ngang trung bình của đứt gãy Sông Chảy, nhánh đứt gãy bờ trái và bờ phải sông Hồng tương ứng là 560 m, 360 m và 300 m. Kết hợp hai phương pháp tiếp cận khác nhau, chúng tôi đã đánh giá tốc độ chuyển dịch ngang của đứt gãy trong khoảng thời gian từ 55.000 đến 150.000 năm trở lại đây đối với đứt gãy Sông Chảy, nhánh đứt gãy bờ trái và bờ phải Sông Hồng tương ứng là $2,7 \pm 1,6$, $3,2 \pm 1,7$ và $1,9 \pm 1,5$ mm/năm. Tốc độ chuyển dịch ngang trung bình từ Pliocen đến Đệ Tứ của đứt gãy Sông Chảy và Sông Lô được đánh giá tương ứng $1,5 \pm 0,5$ và $1,5 \pm 1,0$ mm/năm. Trong nghiên cứu này, chúng tôi cũng vạch ra các đường chấn đoạn của các đứt gãy trẻ, là cơ sở cho phân tích địa chấn kiến tạo sau này. Việc đánh giá tốc độ chuyển dịch đứt gãy theo phương pháp địa chất cần được tiếp tục cùng với việc nghiên cứu cổ động đất và các tai biến địa chất khác.

Nghiên cứu này được tài trợ bởi chương trình nghiên cứu cơ bản 1999 -2000.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] C.R. ALLEN, A.R.GILLESPIE, Y. HAN, K.E. SIEH, B. ZHANG, C. ZHU, 1984 : Red River and associated faults, Yunnan province, China : quaternary geology, slip rates and seismic hazard. Geol. Soc. Am. Bull., **95**, 686-700.

[2] DUONG CHI CONG, K. FEIGLE, NGUYEN TRONG YEM, TRAN DINH TO, PHAN TRONG TRINH, G. PELZER, R. LACASSIN, P. TAPPONNIER, DANG HUNG VO, TRAN DINH LU, 1994 : Terrestrial surveying measurement of deformation across the Red River Fault near Thac Ba, Vietnam, 1963-1983. Proceed. Inter. Seis. Haz. South. Asia, **34**-39.

[3] DUONG CHI CONG, J. FEIGLE, 1999 : Geodetic measurement of Horizontal Strain across the Red River fault near Thac Ba, Vietnam, 1963-1994, Journal of Geodesy, **73**, 298-310.

[4] 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 Vietnam, in Tectonic evolution of Asia, edited by An Yin and T. M. Harrison, world and regional geology series. Cambridge University Press, New York. 208-226.

[5] LACASSIN, P. TAPPONNIER, H. PH. LELOUP, PHAN TRONG TRINH, NGUYEN TRONG YEM, 1994 : Morphotectonic evidence for active movement along the Red River fault zone. Proceed. Inter. Seis. Haz. South. Asia. **66** - 71.

[6] P.H. LELOUP, J.R. KIENAST, 1993 : High Temperature metamorphism in a major Tertiary ductile continental strike-slip shear zone : the Ailao Shan - Red River (P.R.C.), Earth Planet. Sci. Lett., **118**, 213-234.

[7] H.Ph. LELOUP, R. LACASSIN, P. TAPPONNIER, U. SCHARER, ZHONG DALAI, LIU XAOHAN, ZHANG-SHAN, JI SHAOCHENG and PHAN TRONG TRINH, 1995 : The Ailao Shan - Red river shear zone (Yunnan, China), Tertiary transform boundary of Indochina, Tectonophysics, V. **251**, 3-84.

[8] H. MALUSKI, C. LEPVRIER, PHAN TRUONG THI, NGUYEN VAN VUONG, 1999 : Early Mesozoic evolution of orogens in Vietnam : an Ar-Ar dating synthesis, Geology, Ser. B, **0**. 81-86.

[9] TRẦN NGỌC NAM, M.TORIMIUMI, T. ITAYA, 1998 : P-T-t paths and post metamorphic exhumation of the Day Nui Con Voi shear zone in Vietnam. Tectonophysics V. **290**, 299-318.

[10] PHAN VĂN QUÝNH, VÕ NĂNG LẠC, TRẦN NGỌC NAM, 1995 : Một số đặc điểm kiến tạo biến dạng Paleozoi muộn - Kainozoi ở lãnh thổ Việt Nam và vùng phụ cận. Tc ĐCKSDKVN, **1**, 171-183.

[11] PHAN VĂN QUÝNH, 1997 : Hệ thống biến dạng Ailaoshan-Kalimantan. Tc ĐC, A **239**, 25-30.

[12] TAPPONNIER P.R. LACASSIN, P.H. LELOUP, U. SCHARER, ZHONG DALAI, LIU XAOHAN, J. SHAOCHENG, ZHANG LIANSHANG, ZHONG JIAYOU, 1990 : The Ailao Shan/Red River metamorphic belt :

Left lateral shear between Indchina and China. Nature, **343**, 431-437.

[13] TẠ TRỌNG THẮNG, NGUYỄN VĂN VƯỢNG, 2000 : Về tuổi và đặc điểm biến dạng của đới cắt trượt - biến dạng dẻo Sông Hồng - Sông Mã, Tc CKHVTD, T. 22, 1, 41-47.

[14] TRẦN ĐÌNH TÔ, NGUYỄN TRỌNG YÊM, 1991 : Những kết quả đầu tiên nghiên cứu chuyển động ngang đới đứt gãy Sông Hồng - Sông Chảy bằng phương pháp đo lập tam giác. Địa Chất và Tài Nguyên, Viện Địa chất, 23-28. Hà Nội.

[15] TRẦN ĐÌNH TÔ, NGUYỄN TRỌNG YÊM, 1991 : Chuyển động thẳng đứng theo tài liệu đo lập trắc địa, Tc Địa chất, **202-203**, 20-27. Hà Nội.

[16] PHAN TRỌNG TRỊNH, 1993 : Trường ứng suất kiến tạo Kainozoi miền bắc Việt Nam. Tc Địa chất, A, **214-215**, 9-14.

[17] PHAN TRỌNG TRỊNH, 1995 : Influence des failles actives sur les reservoirs de Hoabinh et Song Chay (North Vietnam). Teledetection des Ressources en eau, Press de l'universites Francophones, Quebec, 31-42.

[18] PHAN TRỌNG TRỊNH, NGUYỄN TRỌNG YÊM, R. LACASIN, H. LELOUP, U. SCHARER, P. TAPPONNIER, PHUNG VAN PHACH, NGUYEN HUNG, NGUYỄN ĐĂNG TUC, TH. WINTER, R. FINDLAY, 1995 : Biến dạng và trường ứng suất Đệ Tam ở Việt Nam. Tc ĐCKS DKVN, 1, 137-147.

[19] PHAN TRỌNG TRỊNH, TẠ TRỌNG THẮNG, NGUYỄN ĐĂNG TUC, 1997 : Biến dạng sâu dọc đới biến chất Sông Hồng. T. 237. 52-58.

[20] PHAN TRỌNG TRỊNH, H. LELOUP, N. ARNAUD, R. LACASIN, 1998 : Formation of Ruby along the Red River metamorphic zone. Proceed. NCNST Vietnam 10, 1, 143-148.

[21] PHAN TRỌNG TRỊNH, NGUYỄN CẦN, VĂN ĐỨC CHUÔNG, TRẦN TRỌNG HUỆ, ĐÌNH BÁ HÙNG, NGUYỄN TRẦN HÙNG, NGUYỄN VĂN HÙNG, LÊ THỊ LÀI, BÙI THỊ THẢO, NGUYỄN XUÂN THẮNG,

NGUYỄN HUY THỊNH, TRẦN ĐÌNH TÔ, ĐOÀN VĂN TUYẾN, HOÀNG QUANG VINH, TẠ VĂN VƯỢNG, 1998 : Nghiên cứu tân kiến tạo và địa động lực hiện đại khu vực công trình đầu mối thủy điện Sơn La báo cáo TTKHTNCNQ. 214 tr.

SUMMARY

Recent tectonics of Red River fault zone and adjacent

In North Vietnam, the Red River fault zone splays into two major active fault branches. The Red River branch that limits to the SW the metamorphic massif of Day Nui Con Voi, follows the Red River valley. The Song Chay river branch, very clear in the geomorphology, is located NE of Day Nui Con Voi. Towards the SE, the Red River itself splays into several faults. The two major one being respectively located NE and SW of the Red River. Right lateral strike-slip offsets of these faults are determined by analyzing tributaries, stream channels, Quaternary alluvial fans, river valley from LANDSAT, SPOT images, detail topographical maps and field observations. Along the SW fault of the Red River, right lateral offsets of stream channels range among 150 and 700 m (mean offsets of 300 m). Drainage offsets (170 - 450 m) are found on the NE branch. Geomorphology and topographical offset suggest that these strike-slip movements are combined with normal slip. Along the Song Chay branch, right lateral offsets of rivers range among 220 and 1000 m (mean value of 560 m).

Fault horizontal slip rates may be estimated by using 2 different approaches. The first one is assuming that major phase of incision visible in this area, close to the Red River delta is due to the onset of Riss glaciation and to sea level drop. The second one is by using average length of offset channels and a minimum rate of 100-150 mm/yr for river propagation. Combining 2 approaches, we estimate the horizontal slip rates of 2.7 ± 1.6 mm/yr for Song Chay fault, of 3.2 ± 1.7 mm/yr for NE Red River branch and 1.9 ± 1.5 mm/yr for SW Red River branch.

Ngày nhận bài : 15-11-2000

Viện Địa chất, TTKHTNCNQ