

Nghiên cứu đối sánh mức độ hoạt động kiến tạo hiện đại đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu trên cơ sở các chỉ số địa mạo kiến tạo

Phùng Thị Thu Hằng

Trường Đại học Khoa học Tự nhiên; Khoa Địa chất
Chuyên ngành: Địa chất học; Mã số: 60 44 55
Người hướng dẫn: PGS. TS. Nguyễn Văn Vượng
Năm bảo vệ: 2011

Abstract. Chương 1: Tổng quan chung về hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy: đới đứt gãy Sông Hồng và đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu. Chương 2: Phương pháp nghiên cứu: phương pháp viễn thám và phương pháp phân tích địa hình – địa mạo. Chương 3. Đặc điểm hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu trên cơ sở các chỉ số địa mạo. Chương 4: Đối sánh mức độ hoạt động kiến tạo hiện đại và liên hệ tính địa chấn kết luận

Keywords. Địa mạo; Kiến tạo; Đới đứt gãy; Sông Hồng; Lai Châu; Địa chất

Content:

Tính cấp thiết của đề tài

Trong đề tài này, học viên đã ứng dụng các phương pháp địa mạo – kiến tạo (phân tích địa hình – địa mạo, viễn thám và các chỉ số địa mạo – kiến tạo) kết hợp sử dụng một số tài liệu địa chấn để xác định hoạt động kiến tạo hiện đại của đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu là phương pháp mới còn ít được ứng dụng ở Việt Nam.

Ngoài ra, hai đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu là hai yếu tố kiến trúc khá lớn trong lãnh thổ Việt Nam nói chung và miền Bắc nói riêng. Hai đới đứt gãy có vai trò to lớn trong bình đồ cấu trúc – kiến tạo Việt Nam, phân chia các cấu trúc lớn trong lãnh thổ. Chính vì vậy, chúng có hoạt động kiến tạo rất phức tạp và được nghiên cứu khá nhiều bởi các tác giả khác nhau.

Bước đầu, học viên cũng muốn đem đến những kết quả nghiên cứu của riêng mình về hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy này. Xuất phát từ các lý do trên, học viên đã lựa chọn đề tài “*Nghiên cứu đối sánh mức độ hoạt động kiến tạo hiện đại đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu trên cơ sở các chỉ số địa mạo – kiến tạo*”.

Mục tiêu của đề tài

Làm sáng tỏ thêm hoạt động kiến tạo hiện đại của hai đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu qua kết quả tính toán các chỉ số địa mạo – kiến tạo kết hợp với ảnh viễn thám, ảnh DEM, phân tích địa hình – địa mạo.

Nhiệm vụ đề tài

Xác định hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu thông qua việc tính toán các chỉ số địa mạo – kiến tạo kết hợp thêm một số đặc điểm địa hình – địa mạo trên ảnh viễn thám, ảnh DEM. Đối sánh hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy qua việc đối sánh kết quả nghiên cứu các chỉ số địa mạo – kiến tạo.

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Mở rộng ứng dụng phương pháp địa mạo – kiến tạo (trắc lượng hình thái, viễn thám và các chỉ số địa mạo – kiến tạo) vào việc xác định hoạt tính kiến tạo hiện đại của các hệ thống đứt gãy tại các khu vực khác nhau trên lãnh thổ Việt Nam.

Đưa ra những kết quả khoa học có tính đúng đắn và chính xác cao.

Góp phần làm sáng tỏ đặc điểm và biểu hiện hoạt động kiến tạo hiện đại của đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu.

Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Trong đề tài, đối tượng nghiên cứu là các địa hình – địa mạo trong phạm vi và lân cận khu vực hai đới đứt gãy. Phạm vi nghiên cứu là một phần hai đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu trong phạm vi lãnh thổ Việt Nam (Hình 1).

Trong luận văn thạc sĩ này, học viên sử dụng các tài liệu thu thập được từ các công trình nghiên cứu trước đây về hai đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu đã công bố. Ngoài ra, học viên sử dụng các bản đồ địa hình để tính toán các chỉ số địa mạo – kiến tạo, các mặt cắt địa hình, phân tích địa hình - địa mạo trên cơ sở bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500.000 và 1: 250.000, ảnh vệ tinh ASTER, Google và ảnh DEM. Quá trình phân tích và thể hiện các kết quả đó được tiến hành bằng sử dụng các phần mềm Map Info 7.5; Surfer 7.0, Global Mapper 8.5.

Cấu trúc luận văn

Mở đầu

Chương 1: Tổng quan chung về hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy

Chương 2: Phương pháp nghiên cứu

Chương 3. Đặc điểm hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy sông hồng và điện biên – lai châu trên cơ sở các chỉ số địa mạo

Chương 4: Đối sánh mức độ hoạt động kiến tạo hiện đại và liên hệ tính địa chấn

kết luận

Chương 1
TỔNG QUAN CHUNG VỀ HOẠT ĐỘNG KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI
HAI ĐỚI ĐỨT GÃY

1.1 Đới đứt gãy Sông Hồng

1.1.1 Đặc điểm địa chất, kiến trúc – kiến tạo và địa mạo đới đứt gãy

a. Đặc điểm địa chất

Trong toàn bộ đới đứt gãy phân bố các thành tạo địa chất tuổi từ Proterozoi đến Đệ tứ. Đới đứt gãy đoạn từ Lào Cai đến Việt Trì cắt qua các đá magma, biến chất, trầm tích có tuổi trước KZ. Các đứt gãy chính đoạn từ Việt Trì đến Vịnh Bắc Bộ, cắt qua móng trước KZ, phân chia giữa các yếu tố cấu trúc kiến tạo. Móng trước KZ ở vùng này là các thành tạo biến chất thuộc phức hệ Sông Hồng (PR_{1sh}), hệ tầng Sông Chày, các thành tạo trầm tích lục nguyên, carbonat Paleozoi, Mezozoi và các khối magma mafic thuộc phức hệ Ba Vi. Về tây nam của hệ đứt gãy là các thành tạo Permi – Trias (P₂ – T₁), trầm tích lục nguyên (T_{1tl}), thành tạo carbonat hệ tầng Đồng Giao (T_{2đg}).

b. Đặc điểm kiến trúc – kiến tạo

Đới đứt gãy Sông Hồng là một ranh giới địa chất quan trọng ở châu Á, phân chia Đông Dương với Nam Trung Hoa. Đới bao gồm các đứt gãy phá hủy dòn và đới trượt Sông Hồng thành tạo do quá trình biến dạng dẻo. Đới đứt gãy gồm đứt gãy chính và các đứt gãy phụ. Đứt gãy chính của hệ đứt gãy Sông Hồng có mặt trượt nghiêng về ĐB, góc cắm dốc đứng. Các đứt gãy phụ phần tây nam có giá trị mặt trượt tương tự như đứt gãy chính. Các đứt gãy phụ ở phần trung tâm gần sông Hồng có mặt trượt nghiêng về TN, góc cắm dốc đứng [35].

c. Đặc điểm trường ứng suất kiến tạo

Kết quả nghiên cứu khe nứt kiến tạo theo phương pháp kiến tạo động lực của Nguyễn Đăng Túc (2004) đã khôi phục được một trường ứng suất duy nhất trong các đá Pliocen – Đệ tứ (N₂ - Q) có trục ứng suất nén gần nằm ngang phương á kinh tuyến, trục ứng suất giãn phương á vĩ tuyến.

d. Đặc điểm địa mạo

Đới đứt gãy Sông Hồng trong lãnh thổ Việt Nam nằm trùng vào thung lũng sông Hồng phương TB – ĐN kéo dài trên 400km mở rộng dần về đông nam. Sự mở rộng nêu trên của hệ thống đứt gãy có liên quan đến hoạt động tách giãn tạo rift của vông Hà Nội và bồn trũng Sông Hồng nói chung [2]. Địa mạo đới đứt gãy Sông Hồng và vùng núi kề cận thể hiện rất rõ tính chất khối tảng, phân bậc và bất đối xứng địa hình.

1.1.2 Đặc điểm hoạt động kiến tạo hiện đại

a. Dấu hiệu về hình động học

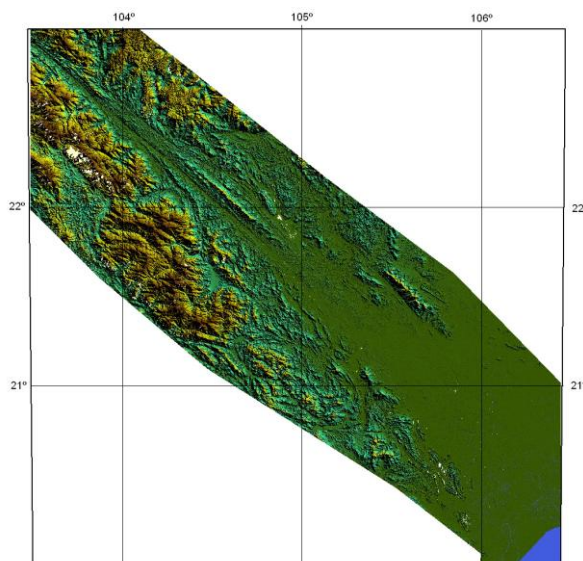
Trên bản đồ địa hình biểu hiện của đới siết trượt Sông Hồng (ĐSH) rất rõ ràng chạy dọc theo thung lũng sông Hồng từ Bát Xát, Lào Cai đến Việt Trì. Trên ảnh vệ tinh đới thể hiện là các hệ lineament kéo dài phương tây bắc – đông nam (hình 1.1).

Đới Sông Hồng có độ rộng khoảng 15 – 20km. Trên bình đồ kiến trúc hiện đại ĐSH có cấu trúc phức tạp bao gồm bốn yếu tố kiến trúc cơ bản: 1- đới nâng vòng – địa lũy Con Voi; 2- Trũng tách giãn nội lục Hà Nội; 3- Đới biến cải rìa tây nam (phần diện tích của miền kiến tạo Tây Bắc bị lôi cuốn vào đới biến dạng trượt bằng Sông Hồng); 4- Đới biến cải rìa đông bắc.

Hàng loạt các mặt xiết ép tạo thành do sự phát triển quá trình xiết ép trong các đới đứt gãy tây bắc – đông nam càng khẳng định tính chất dịch chuyển ngang. Các đới xiết ép cắt cả các thành tạo cổ Proterozoi, Mesozoi và cả các thành tạo trẻ Neogen [20].

b. Đặc điểm địa mạo

Đặc điểm về địa mạo của ĐSH đã được công bố trong nhiều công trình, bài báo và tạp chí khác nhau dựa vào các đặc điểm về các bậc thềm, cấu trúc và hình thái địa hình, mạng lưới thủy văn,... Các phương pháp đã được sử dụng đều đưa ra đặc điểm đặc trưng nhất của ĐSH để chứng minh đặc điểm trượt bằng phải của ĐSH trong giai đoạn từ Miocen trở lại đây. Tốc độ dịch trượt trung bình vài mm/năm. Tính hiện đại của đứt gãy còn được thể hiện qua tốc độ nâng hạ kiến tạo của các khối cấu trúc dọc theo ĐSH như khối Phan Si Păng, khối Tú Lệ, khối Con Voi có tốc độ nâng tương đối trong giai đoạn hiện đại: vài mm/năm. Nhưng ngược lại đoạn dưới từ Yên Bái ra đến Vịnh Bắc Bộ có đặc trưng trũng thấp và mở rộng hơn nữa khi ra ngoài Vịnh Bắc Bộ. Dọc ĐSH không quan sát thấy sự chênh lệch độ cao địa hình hai bên cánh đứt gãy Sông Hồng, cũng như dấu hiệu chuyển dịch thẳng đứng dọc đứt gãy Sông Chảy.



Hình 1.1: Biểu hiện của đới xiết trượt Sông Hồng trên ảnh DEM

c. Số liệu đo GPS

Bằng các phương pháp đo lưới tam giác trắc địa từ năm 1982 – 1991 **Trần Đình Tô và nnk (2004)** đã đưa ra những đánh giá định lượng đầu tiên về hoạt động của đứt gãy Sông Hồng và Sông Chảy, trong đó đánh giá về tốc độ chuyển dịch tương đối 5mm/năm giữa các khối. Từ năm 1994 – nay ứng dụng kỹ thuật định vị toàn cầu GPS trên lưới GPS Tam Đảo – Ba Vì và Thác Bà đã đưa ra những giá trị chuyển dịch tương đối chính xác của ĐSH đó là ĐSH có sự dịch chuyển ngang không lớn hơn 1 hoặc 2mm/năm trong khoảng thời gian hiện tại. Điều đó giải thích, trong giai đoạn hiện tại biến dạng không tích tụ trên đới xiết trượt Sông Hồng.

d. Đặc điểm hoạt động địa chấn

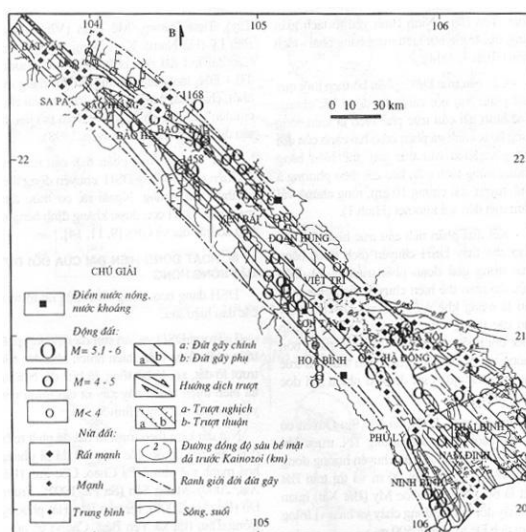
ĐSH trên lãnh thổ Việt Nam theo những tài liệu địa chấn cũng chưa xác định được trận động đất nào có $M_s \geq 6$ và chỉ có 6 trận động đất $M_s = 5.1 - 5.3$ (hình 1.2). Kết quả phân tích số liệu địa chấn cho thấy tầng sinh chấn chủ yếu nằm ở độ sâu 5 – 20km và chấn cấp tăng dần về tây bắc, ở trung Hà Nội động đất chỉ xảy ra với $M_s < 5.3$, còn miền núi động đất đã xảy ra với chấn cấp $M_s > 5.3$. Như vậy, có thể thấy rằng hoạt động địa chấn trong gian đoạn hiện đại trên cả ĐSH là không lớn.

e. Theo tài liệu địa vật lý

Các hoạt động kiến tạo trẻ cắt qua lớp phủ Pliocen – Đệ tứ không quan sát thấy ở đông nam Vịnh Bắc Bộ, chúng chỉ tồn tại ở khu vực tây nam vịnh Bắc Bộ (hình 1.3). Hoạt động của chúng làm phá hủy, uốn nếp đáng kể các thành tạo địa chất Oligocen và Miocen. Trong khi đó, phần lát cắt nằm trên ranh giới bất chỉnh hợp Pliocen/ Miocen, mặt phản xạ gần như nằm ngang, khá liên tục và ổn định, không thấy biểu hiện hoạt động của các đứt gãy trẻ cắt qua lớp phủ Pliocen – Đệ tứ.

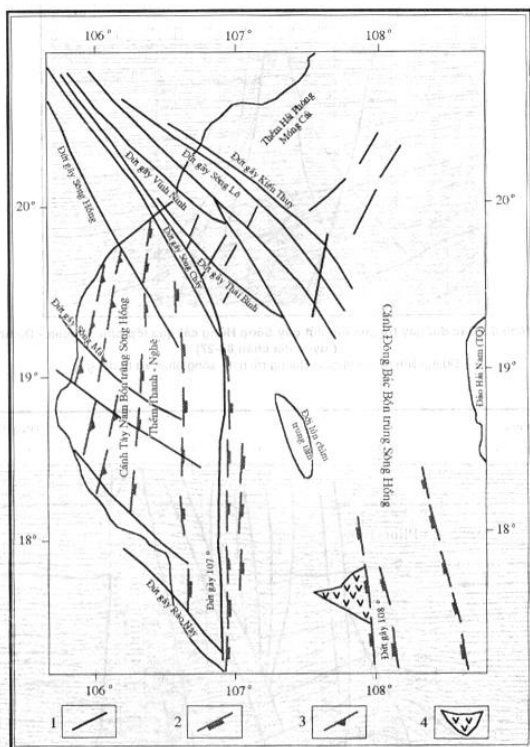
f. Những đặc điểm hoạt động hiện đại khác

Khu vực đới đứt gãy SH và lân cận đã và đang xảy ra nhiều các tai biến thiên nhiên như nứt trượt đất, xói lở bờ sông, lũ bùn đá dọc theo các đứt gãy (hình 1.2). Hiện tượng nứt trượt lở đất xảy ra ở những nơi có độ dốc lớn, phong hóa mạnh như Pa Cheo, Cốc San (Bát Xát, Lào Cai), Móng Sến (Sa Pa),... Các khối trượt có kích thước và khối lượng lớn, phát triển theo tuyến tây bắc – đông nam [35]. Hiện tượng xói lở bờ sông chủ yếu xảy ra dọc theo sông Hồng, sông Chảy (thị xã Lào Cai, Bảo Thắng, Sơn Tây, Phúc Thọ,...) gây phá hủy nhiều làng mạc. Dọc đới Sông Hồng còn xuất hiện các nguồn nước khoáng, nước nóng như suối khoáng Thanh Thủy, Kim Bôi ở cánh tây nam, nước nóng



Hình 1.2: Sơ đồ phân bố các điểm động đất, nứt đất, nước nóng, nước khoáng đới đứt gãy Sông Hồng – Sông Chảy (N Đ) Xivien 2000)

Yên Sơn (Tuyên Quang) ở cánh đông bắc và nước khoáng Tiên Hải. Trong ĐSH còn xác định được các điểm dị thường Rn, Hg, CO₂, CH₄ và địa nhiệt.



Hình 1.3: Sơ đồ đứt gãy kiến tạo của đới đứt gãy Sông Hồng ở khu vực vịnh Bắc Bộ (Phạm Năng Vũ, 2004)

- 1-Đứt gãy trước Pliocen – Đệ tứ;
- 2- Đứt gãy cắt qua Pliocen – Đệ tứ theo số liệu địa chấn dầu khí;
- 3- Đứt gãy cắt qua Pliocen – Đệ tứ theo số liệu địa chấn nông phân giải cao; 4- Phun trào núi lửa

1.2 Đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu

1.2.1 Đặc điểm địa chất, kiến trúc – kiến tạo và địa mạo đới đứt gãy

a. Đặc điểm địa chất

Đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu là ranh giới giữa các đới kiến trúc Paleozoi – Mezozoi ở phía tây và các đới kiến trúc từ Proterozoi đến Mezozoi ở phía đông [9]. Rìa phía đông, các đứt gãy cắt qua chủ yếu các đá tuổi từ PR₃ đến D₂, riêng phía nam cắt vào các đá T₂ và T₃. Rìa phía tây, đới đứt gãy cắt qua các đá có tuổi PZ ở đoạn Chiềng Chai – Lai Châu, các đá T₂ và J ở đoạn Điện Biên – Lai Châu và một ít đá D₁, C₁ ở đoạn Điện Biên – Tây Trang. Trung tâm đới trườn lên dải đá phiến T₃ rộng khoảng 1-2 km dài hơn 100km từ Chiềng Chai đến Mường Pồn, tiếp về phía nam là đá T₃ n-r.

b. Đặc điểm kiến trúc – kiến tạo

Trên bình đồ kiến trúc khu vực, đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu kéo dài liên tục phương AKT từ biên giới Việt Trung, tại Chiềng Chai qua thị xã Lai Châu, ở Huổi Chan đới đứt gãy phân nhánh: Nhánh chính từ bắc Huổi Chan phương ĐB – TN qua bản Nậm Ty sang Lào. Chiều rộng đới phá hủy nhánh chính khoảng 800 – 1000m. Nhánh này có mặt trượt cắm về tây bắc khoảng 70⁰; Nhánh nhỏ hơn với chiều rộng đới phá hủy 200 – 350m chạy theo phương AKT từ Huổi Chan 1 qua phía đông bản Tin Thóc, Bản Lính, Mường Pồn rồi kéo dài xuống Điện Biên, chiều dài khoảng 40 km và mặt trượt gần thẳng đứng.

Hoạt động kiến tạo của đới đã phá hủy mạnh mẽ các thành tạo địa chất tuổi khác nhau, đặc biệt các thành tạo Mezozoi. Dọc theo đứt gãy hoạt động nội sinh khá mạnh mẽ, các khối granitoit,

phun trào bazan, gabro-diabaz tuổi khác nhau phát triển dọc đới. Đặc biệt chuyển dịch ngang dọc theo đứt gãy Điện Biên – Lai Châu theo kiểu trượt bằng phải trong Kainozoi sớm đã tạo ra cấu trúc kiến tạo dạng cánh cung ở hai cánh đứt gãy.

c. Đặc điểm trường ứng suất kiến tạo

Khôi phục trường ứng suất kiến tạo (TUSKT) bằng phương pháp địa chất – kiến trúc (sử lý khe nứt kiến tạo và mặt trượt) đã tái dựng được 4 trường ứng suất kiến tạo khác nhau. Tác động của TUSKT ở khu vực Lai Châu và kế cận đã hình thành các hồ sụt, trũng dạng địa hào lấp đầy bởi các thành tạo Đệ tứ có phương á kinh tuyến (Điện Biên, Lai Châu, Mường Mỏ, Chăn Nưa,...) [37].

Đặc trưng nổi bật của pha kiến tạo này là sự dịch chuyển ngang tương đối của các khối địa chất theo các đới đứt gãy, kèm theo đó là sự nâng cao phân dị mạnh xảy ra trên toàn khu vực mà những nét cơ bản vẫn tiếp tục diễn ra đến ngày nay.

d. Đặc điểm địa mạo

Đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu là dải trũng thấp dưới 1000m thuộc sườn và đáy của một loạt các thung lũng sông suối: Nậm Na, Nậm Lay, Nậm Múc, Nậm Rốm. Đới đứt gãy nằm giữa một bên là cao nguyên Tà Phình (cao 1500 - 1900), dãy núi dạng cao nguyên Huổi Long (1500 - 2000) cùng các dãy núi khác ở phía đông và một bên là các dãy núi cao 1200 – 1700 của khu vực Mường Tè, Mường Chà, Si Pa Phìn ở phía tây. Chiều rộng của đới thay đổi, hẹp nhất là 6 km, rộng nhất là 11 km, trung bình khoảng 7 -8km.

1.2.2 Đặc điểm hoạt động kiến tạo hiện đại

Hoạt động hiện đại của đứt gãy biểu hiện khá rõ qua các dấu hiệu khác nhau:

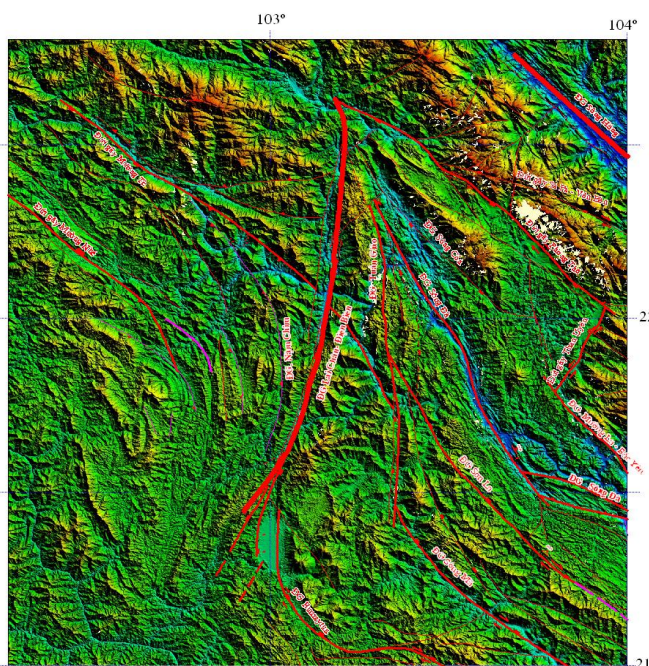
a. Dấu hiệu về hình động học

Trên ảnh vệ tinh đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu thể hiện khá rõ ràng như một lineament chạy theo phương á kinh tuyến, hơi cong về đông nam trùng với dải trũng thấp của thung lũng. Hai bên đới đứt gãy đặc trưng bởi địa hình dạng khối tảng phân dị khá rõ nét với độ cao địa hình lớn (>1000m), bề mặt sườn dốc. Một số đoạn còn có các bề mặt facet biểu hiện rõ. (Hình 1.4)

b. Dấu hiệu địa mạo

Dọc theo đứt gãy phát triển khá nhiều các hồ sụt, trũng dạng địa hào lấp đầy các thành tạo sông – lũ tích Đệ tứ. Điển hình là các trũng Chăn Nưa, Na Pheo, Pa Tần và trũng dạng địa hào Nậm Lay với chiều rộng 500 – 700m kéo dài hơn 10km từ phía nam thị trấn Mường Lay đến phía bắc thị xã Lai Châu.

c. Số liệu đo GPS



Hình 1.4: Biểu hiện đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu trên ảnh vệ tinh

Quá trình xử lý hai chuỗi số liệu đo 2002 và 2004 của Trần Đình Tô, Vi Quốc Hải đã đưa ra nhận định chung: trong thời gian hiện tại, đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu đang chuyển dịch trái với vận tốc trung bình giữa hai cánh khoảng $3 \pm 1,5\text{mm/năm}$.

d. Hoạt động địa chấn

Hoạt động địa chấn của đới đứt gãy trong những năm qua chủ yếu tập trung ở ba nút sinh chấn quan trọng là thị xã Lai Châu, Mường Lay và thành phố Điện Biên với tần suất cao, có Ms đạt 5,0 – 5,5. Đới Điện Biên – Lai Châu thường được xếp vào đới phát sinh động đất mạnh của vùng Tây Bắc Việt Nam: động đất Điện Biên năm 1935, M.6,75; động đất Nà Pheo, ngày 16/6/1980, M.4,6; động đất Lai Châu ngày 1/1/2001, M.4,2; động đất Điện Biên ngày 19/2/2001, M.5,3.

e. Những đặc điểm hoạt động hiện đại khác

- Hoạt động hiện đại của đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu còn biểu hiện khá rõ qua mức độ thoát khí Rn, Hg và $\text{CO}_2 + \text{CH}_4$ ở khu vực thị xã Lai Châu, Na Pheo và thành phố Điện Biên.

- Sự xuất lộ các nguồn nước khoáng nóng ở Mường Mươn, Pe Luông đều liên quan đến hoạt động hiện đại của đới đứt gãy.

- Một dạng tai biến địa chất khá điển hình liên quan tới hoạt động hiện đại của đới đứt gãy phải kể đến hiện tượng trượt lở và lũ bùn đá. Trong những năm vừa qua có nhiều đợt lũ bùn đá xảy ra dọc theo hai sườn phía đông và tây của đới đứt gãy. Nhất là cách phía đông, khu vực Mường Lay cũ đến thị xã Lai Châu, lũ bùn đá đã phá hủy nhiều nhà cửa, ruộng đất và con người.

Tóm lại, hai đới đứt gãy SH và ĐB – LC đều là những đới đứt gãy có biểu hiện hoạt động kiến tạo hiện đại được đặc trưng bởi các dấu hiệu về địa mạo – địa hình, địa vật lý, địa chất, GPS, động đất và các dị thường Rn, Hg, CO_2 , CH_4 , địa nhiệt, trượt sạt lở đất đá, v.v...

Chương 2

CÁC PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Trong đề tài này, học viên đã sử dụng phương pháp tính các chỉ số địa mạo, dùng ảnh vệ tinh, ảnh DEM để phân tích tính hoạt động hiện đại hai đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu để khẳng định tính tích cực của hệ phương pháp.

2.1. Các chỉ số địa mạo – kiến tạo

2.1.1. Tính không đối xứng của bồn thoát nước

Đặc điểm hình học của mạng lưới sông suối thường thể hiện sự có mặt của hoạt động biến dạng kiến tạo và có các hình thái riêng. Yếu tố *không đối xứng* được xem xét để xác định độ nghiêng ở từng vị trí và diện tích của bồn thoát nước.

$$AF = 100(A_r/A_t)$$

Trong đó: A_r diện tích bồn trũng bên phải (xuôi theo hạ lưu) của dòng chảy chính; A_t diện tích toàn bộ bồn thoát nước.

Đối với hệ thống sông suối đã hình thành và tiếp tục chảy trong điều kiện ổn định giá trị AF dao động 50; Bồn thoát nước nghiêng về sườn bên trái nếu giá trị $AF > 50$, các dòng chảy tập trung nhiều

hơn ở sườn phải; Bồn thoát nước nghiêng về sườn bên phải nếu giá trị AF < 50, các dòng chảy tập trung nhiều hơn ở sườn trái. Phương pháp trên sử dụng tốt nhất cho các khu vực bồn thoát nước có phần dưới là các kiểu đá đồng nhất, thì sẽ không chịu sự kiểm soát của yếu tố thạch học cũng như khí hậu do lớp phủ thực vật.

2.1.2. *Chỉ số gradient (SL)- Chiều dài dòng chảy*

Chỉ số gradient tương quan với năng lượng dòng chảy. Chỉ số này cũng được xác định dựa trên bản đồ địa hình. Tổng năng lượng dòng chảy tại những đoạn biến đổi của dòng chảy là giá trị quan trọng, bởi vì nó liên quan đến khả năng xói mòn và vận chuyển trầm tích của dòng chảy.

$$SL = (\Delta H / \Delta L)L$$

Trong đó: ΔH : độ chênh lệch độ cao địa hình đoạn dòng chảy; ΔL : Chiều dài đoạn dòng chảy; L: tổng chiều dài cả dòng chảy

Gradient biến đổi bề mặt liên quan đến độ dốc dòng chảy, tổng chiều dài kênh dẫn và lưu lượng nước tràn bờ. Chỉ số SL rất nhạy cảm với sự thay đổi độ dốc kênh và điều đó ước lượng mối quan hệ với các hoạt động kiến tạo.

2.1.3. *Chỉ số uốn khúc chân sườn núi (S_{mf})*

$$S_{mf} = L_{mf} / L_s$$

Trong đó: S_{mf} là độ khúc khuỷu trước núi; L_{mf} là chiều dài trước núi theo đường khúc khuỷu chân sườn núi; L_s là đoạn thẳng trước núi.

Chỉ số này càng gần 1 thì càng thể hiện tính cắt sâu và nấn thẳng càng trội- có nghĩa khu vực có hoạt động nâng mạnh, ngược lại nếu càng lớn hơn 1 thì càng thể hiện mức cắt sâu kém, có nghĩa vùng có hoạt động nâng yếu, độ dốc dòng chảy thấp.

2.1.4. *Tỷ số giữa độ rộng đáy thung lũng và độ cao của nó (V_f)*

$$V_f = 2V_{fw} / [(E_{ld} - E_{sc}) + (E_{rd} - E_{sc})]$$

Trong đó: V_{fw} là độ rộng đáy thung lũng; E_{ld} và E_{rd} là độ cao đường chia nước bên trái và bên phải thung lũng; E_{sc} là độ cao đáy thung lũng.

Chỉ số V_f thấp phản ánh hình dạng thung lũng liên quan đến tốc độ nâng mạnh, độ sâu thung lũng lớn. Mức cắt sâu càng lớn càng thể hiện tốc độ của vận động nâng tích cực cao của khu vực. Có thể sử dụng tỷ số độ chênh cao đó với độ dài đường thẳng nối các đỉnh ở hai bờ thung lũng để đánh giá hình thái của thung lũng có quá trình cắt sâu: tỷ lệ này cao thể hiện mức cắt sâu cao và hình thái địa hình kiểu canion.

2.2. **Phương pháp viễn thám**

Phương pháp viễn thám nghiên cứu các đặc điểm và sự biến dạng địa hình do các hoạt động nội - ngoại sinh thông qua các hình ảnh được chụp từ máy bay và vệ tinh có độ phân giải cao. Phương pháp phân tích viễn thám ứng dụng trong nghiên cứu đứt gãy tích cực, các đứt gãy đang hoạt động, các yếu tố cấu trúc Tân kiến tạo. Có thể sử dụng kỹ thuật phân tích, xử lý bằng mắt thường hoặc kỹ thuật ảnh số để xác định những yếu tố dạng tuyến (lineament) và dấu hiệu dịch chuyển của đứt gãy.

2.3. Phương pháp phân tích địa hình – địa mạo

Phương pháp phân tích địa hình - địa mạo được thông qua những biến dạng của các thành tạo địa chất, địa mạo: đới cà nát, đới xiết ép, đới dịch trượt, đới sụt, biến dạng của bãi bồi, thềm sông suối, lòng suối, nón phóng vật, dòng tạm thời, đường chia nước, sự hiện diện của vách kiến tạo, sườn kiến tạo (fassets), sự dịch chuyển vai địa hình bóc mòn... Phân tích hình thái địa hình còn cho phép xác định những cấu trúc khối tầng và các phá hủy đứt gãy phân chia chúng đồng thời phân tích sự thay đổi độ cao và phân cắt sâu-ngang của hệ thống sông suối chỉ ra sự biến động nâng - hạ của các “khối” địa hình khác nhau cũng như các ranh giới đứt gãy giữa chúng...

Chương 3 ĐẶC ĐIỂM HOẠT ĐỘNG KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI HAI ĐỚI ĐỨT GÃY SÔNG HỒNG VÀ ĐIỆN BIÊN – LAI CHÂU TRÊN CƠ SỞ CÁC CHỈ SỐ KIẾN TẠO - ĐỊA MẠO

3.1. Đới đứt gãy Sông Hồng

3.1.1. Hoạt động kiến tạo hiện đại qua các chỉ số kiến – địa mạo

- Tính không đối xứng của bồn thoát nước

Hai bên lưu vực trái và phải của sông Hồng từ biên giới Việt – Trung đến Việt Trì có sự khác biệt rõ ràng về hình thái: Lưu vực bên phải sông Hồng là các nhánh sông suối dài, phát triển đến cấp 4, cấp 5, hình thái sông suối bờ phải rất đa dạng, phương chủ yếu là tây nam – đông bắc. Trong khi bờ trái chỉ có các suối ngắn, nhỏ, cấp 1 – 2. Mạng sông suối bờ trái sông Hồng rất đơn giản, các suối chảy thẳng góc vào sông Hồng phương đông bắc – tây nam.

Giá trị bất đối xứng (AF) được tính cho lưu vực sông Hồng từ biên giới Việt – Trung đến Việt Trì là 82,7% chỉ mức độ tập trung dòng chảy ở bờ phải và bồn thoát nước đoạn nghiên cứu nghiêng về sườn bên trái. Ở bờ phải lưu vực sông Hồng, hình thái các nhánh sông cũng thể hiện tính đa dạng qua giá trị bất đối xứng (AF). Bên lưu vực sông Chày cũng có tính bất đối xứng nhưng ngược với bên sông Hồng.

*Bảng 3.1: Thông số lưu vực sông Hồng và các sông suối nhánh
đoạn từ biên giới Việt – Trung đến Việt Trì*

TT	Thông số	Đơn vị	LV sông Hồng	LV Ngòi Bọ	LV sông Nậm Chấn	LV Ngòi Hút	LV Ngòi Thia	LV Ngòi Lao	LV sông Mua
1	Chu vi (P)	km	709100	116,5	168	129,9	180,3	125,2	190
2	Diện tích (A)	km ²	11800	590	1.526	621,1	1.569	643,6	1.361
3	Diện tích bồn bên phải (Ar)	km ²	9760	267,3	998,5	294,3	846,2	399,6	969,4
4	Chiều dài lưu vực (Lmax)	km	307,1	47,45	59,92	61,78	91,07	63,94	92,88
5	Tính không đối xứng (AF)		82,71	45,31	65,43	47,38	53,93	62,09	71,23

- **Chỉ số giữa độ rộng đáy thung lũng và độ cao của nó (V_f):**

Hình 3.1 dưới đây biểu diễn các điểm được tính chỉ số V_f . Đặc điểm hoạt động kiến tạo hiện đại của đới đứt gãy Sông Hồng biểu hiện thông qua các giá trị V_f (Bảng 3.2, 3.3) được trình bày cụ thể sau đây:

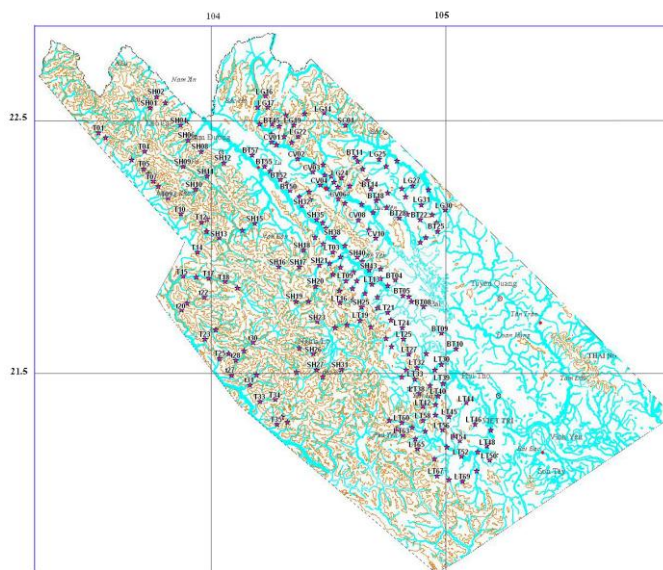
Những đặc điểm địa hình ở bồn thoát nước bên phải của thung lũng sông Hồng phản ánh khá rõ ở các giá trị tỷ số giữa độ rộng thung lũng và độ cao của nó rất thấp, chủ yếu là các giá trị dao động trong khoảng 0.1 – 0.2 (trên bảng là các điểm từ SH01 đến SH15 và các điểm T01 đến T12). Càng về phía đông nam

khu vực Nghĩa Lộ, địa hình thấp dần, mạng lưới sông suối phát triển nhiều, điều đó cũng tương tự là các giá trị V_f cao hơn rất nhiều (giá trị V_f dao động gần 1, thậm chí có những giá trị đạt 5 - 13).

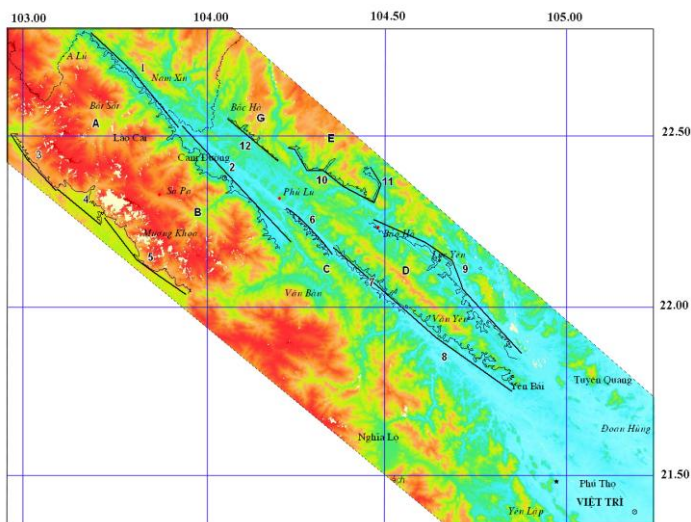
Ngược lại với các giá trị V_f bên bờ phải sông Hồng, các giá trị V_f bên bờ trái sông Hồng cao hơn rõ rệt. Các giá trị đạt trên 0.5 chiếm đến gần 50% số lượng các điểm đã tính. Các điểm có giá trị trên 1.0 cũng chiếm hơn 30% số lượng điểm tính. Giá trị V_f bờ phải sông Hồng khá cao phản ánh mức phân cắt sâu không lớn của địa hình. Độ chênh cao của địa hình đỉnh và đáy thung lũng không lớn phản ánh mức độ hoạt động hạ thấp đang chiếm ưu thế của địa phương.

Đặc điểm phân dị giá trị V_f đã cho thấy hoạt động nâng hạ hiện đại khác nhau ở địa hình hai bên cánh đứt gãy Sông Hồng. Hoạt động nâng chiếm ưu thế bên cánh trái đứt gãy Sông Hồng (khu vực có các đỉnh cao Phan Si Pan, Văn Bàn và Nghĩa Lộ) với đặc trưng các giá trị V_f thấp. Trong khi đó, cánh bên phải đứt gãy Sông Hồng, các giá trị V_f cao hơn.

- **Độ khúc khuỷu trước núi (S_{mf})**



Hình 3.1: Sơ đồ phân bố các vị trí điểm tính giá trị V_f



Hình 3.2: Sơ đồ các vị trí tính giá trị S_{mf} đới đứt gãy Sông Hồng

Khu vực đớt đứt gãy Sông Hồng và lân cận, độ khúc khuỷu trước núi được tính thể hiện trong **hình 3.2, bảng 3.2** kết quả phía dưới. Các giá trị S_{mf} dao động trong khoảng 1,4 – 3, trung bình giá trị đạt khoảng 1,96. Hai giá trị thấp nhất là 1,44 và 1,45 phản ánh hoạt động nâng lên mạnh mẽ của dãy Hoàng Liên Sơn, phân cắt sâu hoạt động mạnh tạo nên nhiều thung lũng chữ V.

Những đặc điểm về S_{mf} lại lần nữa phản ánh tính tích cực trong hoạt động nâng hiện đại hai đứt gãy Sông Hồng và Sông Chảy đoạn từ biên giới Việt – Trung đến Việt Trì.

Bảng 3.2: Các đoạn tính giá trị khúc khuỷu trước núi

Đoạn	Lmf	Ls	S _{mf}
A1	75.56	39.83	1.90
B2	96.11	49.21	1.95
C6	49.17	19.86	2.48
C7	55.18	30.31	1.82
A3	32.51	22.61	1.44
A4	46.19	17.31	2.67
B5	50.46	34.75	1.45

Đoạn	Lmf	Ls	S _{mf}
D9	160.4	63.65	2.52
E10	53.51	32.63	1.64
E11	18.86	12.59	1.50
G12	32.05	20.02	1.60
D7	53.18	30.31	1.75
D8	110.7	39.93	2.77

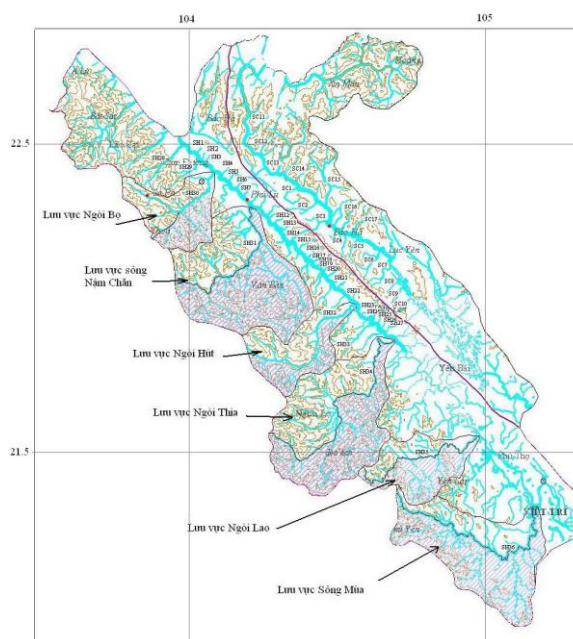
- Chỉ số gradient (SL)- Chiều dài dòng chảy

Sự phân dị địa hình hai bên đứt gãy Sông Hồng được thể hiện cũng rất rõ qua các chỉ số gradient (SL) – chiều dài dòng chảy của hệ thống thuy văn hai bên lưu vực sông Hồng (**Hình 3.3**).

Bờ phải sông Hồng như trên đã nêu được đặc trưng bởi gradient chiều dài dòng chảy có sự biến đổi lớn. Mức độ biến đổi gradient dòng chảy nhiều đã phản ánh hoạt động nâng kiến tạo diễn ra khá rõ rệt ở lưu vực phải sông Hồng. Toàn bộ lưu vực phải sông Hồng, đoạn từ biên giới Việt – Trung đến Việt Trì hầu như thể hiện mức độ nâng kiến tạo lớn thông qua các giá trị tăng đột biến của gradient dòng chảy trong khu vực.

Ngược lại, lưu vực bên trái, giá trị gradient dòng chảy thấp và khá ổn định, phù hợp với hình thái sông suối ngắn, cấp thung lũng chỉ là 1 – 2.

Đặc điểm trên cho thấy khu vực giữa đứt gãy Sông Hồng và Sông Chảy hoạt động kiến tạo chủ yếu là hạ lún so với hai bên địa hình có hoạt động nâng kiến tạo. Trong đó, cánh bên trái đứt gãy Sông Hồng có hoạt động nâng kiến tạo mạnh mẽ hơn nhất, cánh bên phải đứt gãy Sông Chảy hoạt động nâng yếu hơn.

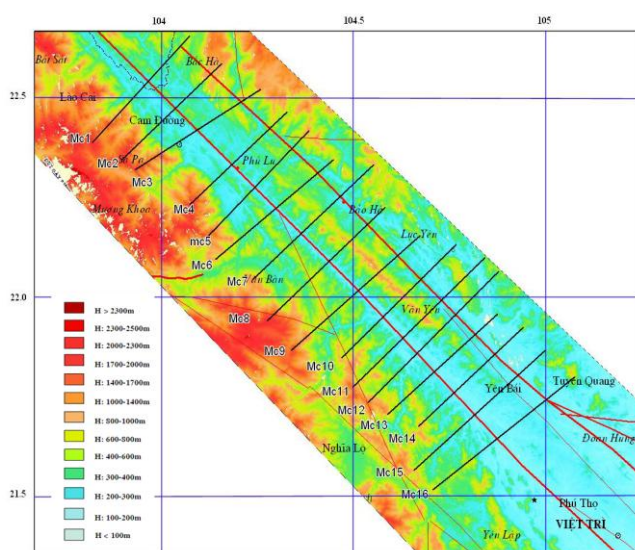


Hình 3.3: Sơ đồ các sông suối nhánh tính giá trị gradient dòng chảy

3.1.2. Các đặc điểm địa hình – địa mạo khác

- Trên cơ sở các mặt cắt địa hình

Phần dưới là kết quả các mặt cắt địa hình học viên xây dựng dọc theo đới đứt gãy Sông Hồng từ biên giới Việt – Trung đến Việt Trì (Hình 3.4, 3.5). Các mặt cắt địa hình một lần nữa cho thấy tính bất đồng nhất địa hình hai bên cánh đới đứt gãy: cánh tây đới đứt gãy là các bậc địa hình tương đối cao lên đến 2500m thuộc các đỉnh cao Phan Si Pan, Văn Bàn và Tú Lệ với các di tích bậc địa hình sót lại cũng khá nhiều với nhiều bậc độ cao khác nhau (500m, 700m, 1000m, v.v...). Tính chất phân bậc khá rõ nét, điều đó đã khẳng định hoạt động kiến tạo hiện đại đang diễn ra mạnh mẽ ở khu vực nghiên cứu.



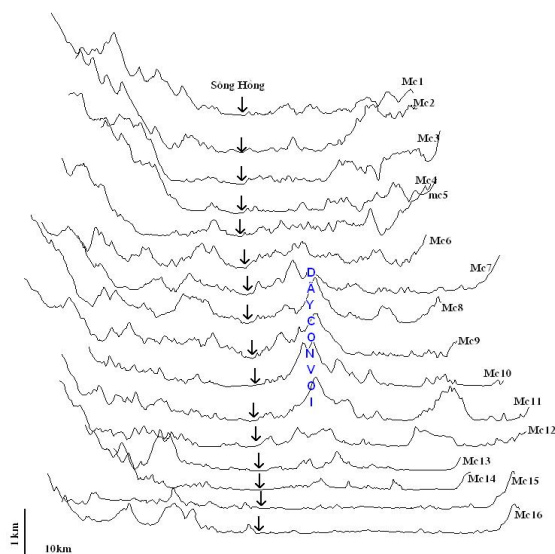
Hình 3.4: Sơ đồ phân bố các độ cao và tuyến mặt cắt cắt qua đới đứt gãy Sông Hồng khu vực từ Biên giới Việt – Trung

cứu.

Ngoài ra cũng có thể thấy, độ dốc địa hình chung bên cánh tây là rất cao, hơn nhiều so với cánh đông đới đứt gãy. Càng về phía đông nam địa hình hai bên cánh đới đứt gãy đều giảm độ cao và cả độ dốc, nhất là bên cánh đông đứt gãy địa hình dần chuyển xuống địa hình đồng bằng thấp. Như vậy, tính chất phân bậc không chỉ thể hiện theo chiều ngang đới đứt gãy mà dọc theo đới đứt gãy từ tây bắc xuống đông nam cũng là có tính phân bậc địa hình.

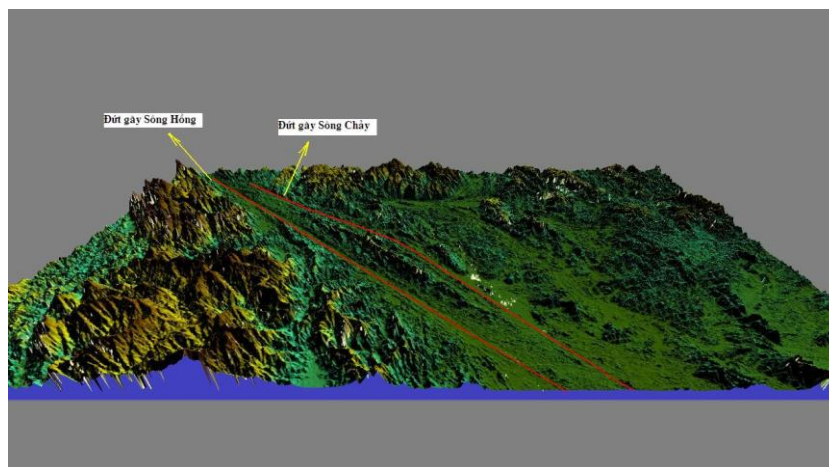
- Hoạt động hiện đại trên ảnh viễn thám và DEM

Trên ảnh viễn thám và ảnh DEM (Ảnh 3.1), những biểu hiện của đới đứt gãy Sông Hồng càng rõ ràng. Một thung lũng thấp kéo dài theo phương tây bắc – đông nam từ ngoài biên giới Việt Trung đến quá Việt Trì thì bị che phủ bởi các trầm tích đồng bằng. Có thể quan sát thấy tính phân dị địa hình theo cả chiều ngang đới đứt gãy và theo cả chiều dọc, tính bất đối xứng ở hai bên cánh đới đứt gãy Sông Hồng qua ảnh DEM. Tiếp theo đó là đới xiết trượt sông Hồng được thể hiện bởi sự đập nát, vỡ vụn các thành tạo địa chất trên địa hình, hệ thống các lineament phát triển mạnh, có phương chủ yếu



Hình 3.5: Các mặt cắt địa hình cắt ngang đới đứt gãy Sông Hồng

tây bắc – đông nam, độ dài ngắn các lineament rất khác nhau. Ngoài ra, dọc theo các đứt gãy đã xác định còn có hệ thống các bề mặt faset khu vực dãy núi Con Voi. Độ cao địa hình lớn nhất đạt trên 1000m ở dãy núi Con Voi, phía tây bắc và đông nam địa hình thoải hơn, nhất là phía đông nam, địa hình thấp dần về trung đồng bằng Bắc Bộ (chỉ đạt vài m ở các bãi bồi và thềm bậc 1).



Ảnh 3.1: Toàn cảnh địa hình hai bên đới đứt gãy Sông Hồng đoạn từ biên giới Việt – Trung đến TP. Việt Trì

Như vậy, có thể dễ dàng quan sát sự tồn tại, phát triển của một đới đứt gãy lớn bởi những dấu hiệu địa hình rất đặc trưng. Ngay trên ảnh viễn thám, ảnh DEM đã cho chúng ta một bức tranh khá rõ ràng về tính chất phân dị, không đối xứng của đới đứt gãy lớn Sông Hồng.

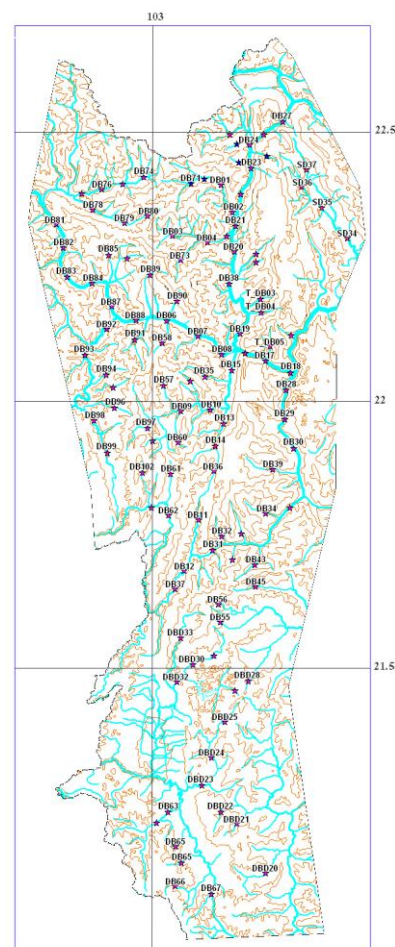
3.2. Đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu

3.2.1. Đặc điểm hoạt động kiến tạo hiện đại qua các chỉ số kiến – địa mạo

- Tính không đối xứng của bồn thoát nước

Đặc điểm mạng lưới thủy văn khu vực đới đứt gãy LC – ĐB (Hình 3.5) và lân cận khá phức tạp và có sự mất cân đối hai bên cánh đới đứt gãy. Cánh phía đông đới đứt gãy với đặc điểm địa hình là cao nguyên (cao 1500 – 1900m) nên mạng lưới thủy văn đơn giản, hoạt động xâm thực sâu không phát triển. Các sông suối ngắn, nhỏ, chủ yếu có một vài suối cấp 1, 2 đổ thẳng theo sườn xuống vào thung lũng suối Nậm Na, Nậm Mạ, Nậm Mức đều là suối nhánh của sông Đà. Khu vực đông nam cánh đứt gãy hệ thống thủy văn có sự thay đổi, mạng lưới sông suối phát triển nhiều hơn, nhất là khu vực Huổi Long và trung Điện Biên.

Nhưng ngược lại bên cánh tây đới đứt gãy, hoạt động xâm thực sâu phát triển mạnh mẽ, các sông suối dạng chữ V phát



Hình 3.5: Sơ đồ các vị trí tính điểm V_f

triển khá nhiều, với độ dốc lớn. Sự phân bố các sông suối nhánh phản ánh phần nào cấu trúc nâng dạng vòng của khối Pu Si Lung và khối Mường Tè.

- **Chỉ số giữa độ rộng đáy thung lũng và độ cao của nó (V_f):**

Cánh phía đông đới đứt gãy giá trị V_f không có sự phân dị nhiều, dao động chính trong khoảng 0.1 – 1. Mức độ phân dị dọc theo đới đứt gãy bên cánh phải không lớn, địa hình thay đổi cũng đã thể hiện trên các giá trị V_f . (Hình 3.5)

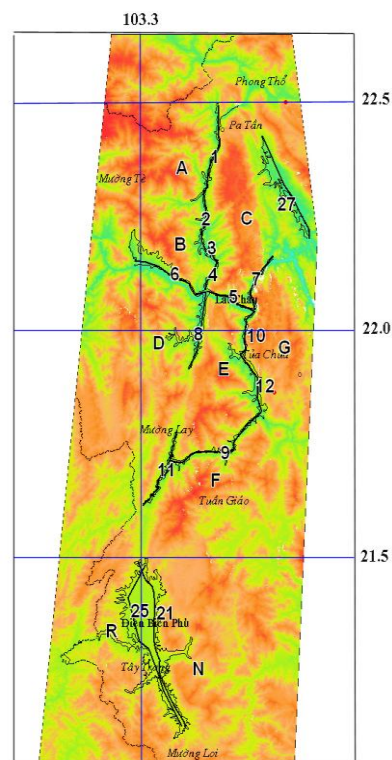
Đặc trưng địa hình bên cánh tây đới đứt gãy là các đỉnh cao từ 1700 – 2000m với các thung lũng hẹp, phân cắt sâu lớn đã được thể hiện trong các giá trị V_f thấp. Tất cả các tỷ số V_f được tính tương đối đồng nhất, dao động trong khoảng hẹp (các giá trị V_f dao động nhiều trong khoảng 0.1 – 0.4).

Những đặc điểm về tỷ số giữa độ rộng đáy thung lũng và chiều cao của nó khu vực đới đứt gãy LC – ĐB và lân cận cũng đã có tính bất đồng nhất ở hai cánh đới đứt gãy, nhưng sự bất đồng nhất đó cũng không lớn.

Độ khúc khuỷu trước núi (S_{mf})

Chỉ số khúc khuỷu trước núi được tính ở chiều dài trước núi khu vực đứt gãy LC – ĐB và lân cận cho các giá trị thấp (dao động trong khoảng 1 – 4, trung bình là 1,75) (Hình 3.6, bảng 3.3), các giá trị dao động gần giá trị 1 chiếm đến 65% tổng các chỉ số. Với các giá trị S_{mf} thấp cho thấy hoạt động nâng đang diễn ra tương đối đồng nhất trên toàn khu vực đứt gãy ĐB - LC và lân cận.

Trong khi đó bên cánh đông đới đứt gãy có tính không đồng nhất, phân chia thành các dị thường giá trị khác nhau phản ánh bởi việc thay đổi đột ngột các giá trị đẳng trị và phân bố tập trung thành các dị thường giá trị cao.



Hình 3.6: Sơ đồ vị trí tính giá trị S_{mf} khu vực đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu

Bảng 3.3: Các đoạn tính giá trị S_{mf} khu vực đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu và lân cận

Cánh tây đới đứt gãy				
Stt	Đoạn	Lmf	Ls	Smf
1	A-1	29.84	22.79	1.309
2	B-2	21.04	9.692	2.171
3	B-3	13.89	5.832	2.382
4	B-4	15.91	11.94	1.332
5	B-6	49.35	21.13	2.336
6	D-6	21.6	21.13	1.022
7	D-8	57.36	19.82	2.894
8	D-11	42.25	21.96	1.924
9	R-25	180.7	44.68	4.044

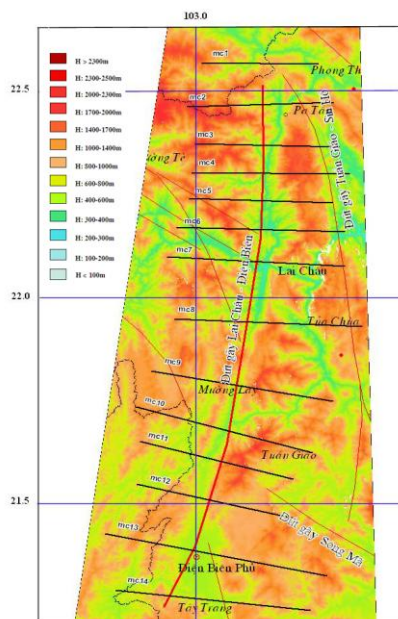
Cánh đông đới đứt gãy				
Stt	Đoạn	Lmf	Ls	Smf
10	C-1	26.39	20.91	1.262
11	C-2	10.38	9.081	1.143
12	C-3	6.4	5.832	1.097
13	C-4	15.43	11.94	1.292
14	C-5	13.74	13.57	1.013
15	C-7	16.86	15.58	1.082
16	C-27	86.87	28.41	3.058
17	E5	13.95	12.89	1.082
18	E-8	21.55	19.82	1.087
19	E-10	23.22	12.59	1.844
20	E-12	56.89	15.68	3.628
21	E-9	37.04	29.7	1.247
22	E-11	8	7.144	1.120
23	G-7	15.65	15.58	1.004
24	G-10	13.12	12.59	1.042
25	G-12	20.79	15.68	1.326
26	F-9	44.1	29.7	1.485
27	F-11	17.3	13.82	1.252
28	N-21	116.1	44.62	2.602

3.2.2. Các đặc điểm địa hình – địa mạo khác

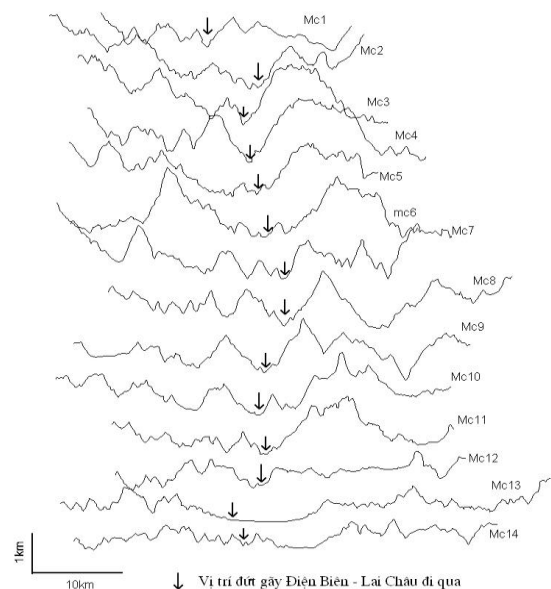
- Trên mặt cắt địa hình

Đặc trưng địa hình hai bên không có tính bất đối xứng lớn như đới đứt gãy Sông Hồng nhưng cũng có những nét phân biệt:

Địa hình bên cánh đông là địa hình dạng cao nguyên nên có mức phân dị sâu không quá lớn khu vực trung tâm, chỉ có vách dốc đứng cao hàng trăm mét, kéo dài vài chục km ngay ở sườn thung lũng đứt gãy để chuyển tiếp lên địa hình cao nguyên bằng phẳng hơn (cao nguyên Tà Phình phía bắc và



Hình 3.14: Sơ đồ phân bố vị trí các tuyến mặt cắt ngang qua đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu



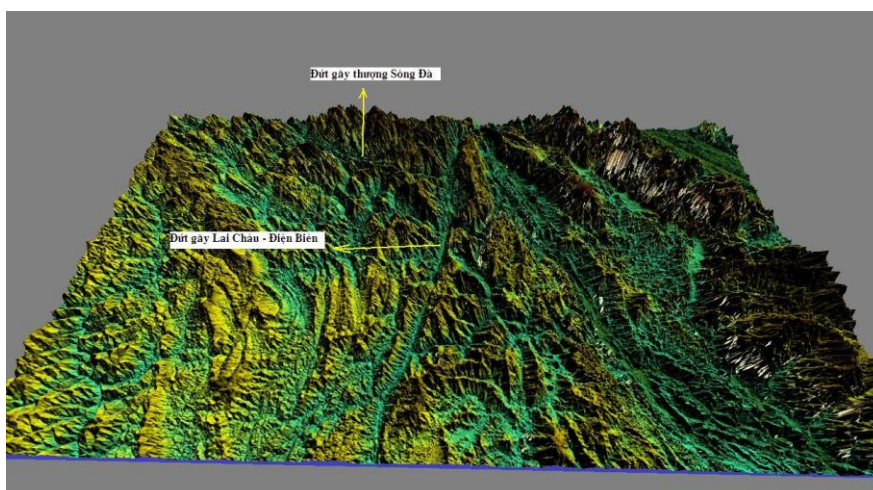
Hình 3.15: Các mặt cắt địa hình ngang qua đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu

Huổi Long phía nam); Địa hình bên cánh tây có mức phân cắt sâu lớn, phân dị mạnh thể hiện qua bề mặt địa hình bị chia cắt nhiều, số lượng các di tích bậc địa hình nhiều hơn so với bên cánh đông.

Nói chung, địa hình hai bên cánh đới đứt gãy đều thể hiện hoạt động nâng kiến tạo hiện đại của các khối cấu trúc nhưng vẫn có đặc trưng riêng và cũng có những nét chung giống nhau như những đặc điểm kiến tạo hiện đại đã được mô tả ở các giá trị kiến tạo – địa mạo đã nêu phần trên.

- Trên ảnh vệ tinh và ảnh DEM

Biểu hiện của đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu trên ảnh vệ tinh và DEM có thể quan sát ở các ảnh dưới đây. Đới đứt gãy thể hiện trên ảnh là vị trí thung lũng hẹp, kéo dài theo phương á kinh tuyến khá rõ ràng, với hai bên địa hình phân tách rõ ràng. Phía bắc đới đứt gãy trên ảnh thể hiện rất rõ đặc điểm khác nhau giữa địa hình hai bên cánh đứt gãy: cánh tây là địa hình núi cao, phân cắt sâu phát triển mạnh mẽ chia cắt địa hình nhiều tạo nên các thung lũng sâu và hẹp; Trong khi đó cánh đông địa hình thể hiện dạng địa hình cao nguyên nằm trên một độ cao không nhỏ (>1000m) với đặc điểm vách dốc hai bên sườn chuyển tiếp lên địa hình cao nguyên. Hệ thống vách dốc hai bên sườn của cánh đứt gãy kéo dài hàng trăm km.



Ảnh 3.4: Biểu hiện trên ảnh DEM của đới đứt gãy Điện Biên - Lai Châu

Tóm lại, hai đới đứt gãy SH và ĐB – LC có những đặc điểm hoạt động kiến tạo hiện đại khá rõ qua kết quả tính toán các chỉ số địa mạo – kiến tạo.

Ở phạm vi đới đứt gãy SH và lân cận các giá trị chỉ số địa mạo – kiến tạo đa số có tính bất đối xứng rõ rệt ở hai cánh đới đứt gãy. Các giá trị chỉ số thể hiện tốt đặc trưng hoạt động biến dạng kiến tạo của đới đứt gãy trong lãnh thổ Việt Nam đó là hoạt động nâng hạ thẳng đứng diễn ra tương đối ở các khối cấu trúc hai bên đới đứt gãy phía tây bắc; còn khu vực đông nam thể hiện rõ hoạt động sụt lún tách giãn.

Đới đứt gãy ĐB - LC có hoạt động nâng tương đối giữa các khối cấu trúc – kiến tạo ở cả hai bên cánh đới đứt gãy trong hiện đại thể hiện ở các giá trị chỉ số địa mạo – kiến tạo thấp hơn, đồng nhất hơn so với bên đới đứt gãy SH.

Chương 4:
ĐỐI SÁNH MỨC ĐỘ HOẠT ĐỘNG KIẾN TẠO HIỆN ĐẠI VÀ
LIÊN HỆ TÍNH ĐỊA CHẤN

4.1 Đối sánh hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy trên cơ sở kết quả các phương pháp đã sử dụng

Cả hai đới đứt gãy đều thể hiện rõ nét trên địa hình qua phân tích ảnh viễn thám, DEM và các mặt cắt địa hình. Tuy nhiên, trên ảnh đới đứt gãy SH có quy mô, chiều dài lớn hơn đới đứt gãy ĐB – LC rất nhiều. Đới đứt gãy SH biểu hiện bằng hệ thống nhiều các lineament lớn kéo dài theo phương tây bắc – đông nam từ ngoài biên giới Việt – Trung cho đến đồng bằng Bắc Bộ thì bị che phủ bởi các trầm tích trẻ. Những di tích bậc địa hình hai bên cánh của đới đứt gãy rất phong phú và khác nhau về số lượng, độ cao giữa bên cánh đã nói lên tính chất hoạt động phức tạp trong hiện đại.

Điểm khác biệt về đặc điểm trên ảnh của đới đứt gãy ĐB – LC là một lineament kéo dài phương á kinh tuyến trùng với một thung lũng hẹp phân cắt sâu lớn. Địa hình có sự phân cắt và phân dị lớn phân chia thành các khối cấu trúc có đặc trưng riêng. Tuy nhiên các biểu hiện này chỉ có quy mô lớn trong lãnh thổ Việt Nam, phần phía nam, khu vực gần biên giới Việt – Lào, trùng Điện Biên và tiếp sau đó không còn biểu hiện rõ nét.

Mạng lưới thủy văn lưu vực sông Hồng, sông Chảy phát triển rõ ràng, có quy luật. Trong khi đó, ở đới đứt gãy ĐB – LC hệ thống có hình thái phức tạp. Đới đứt gãy ĐB – LC chỉ phát triển các nhánh suối Nậm Na, Nậm Lay của nhánh chính sông Đà, đứt gãy ĐB – LC cắt ngang qua nhánh chính của thung lũng sông Đà. Như đã nêu trong chương 2, đặc điểm hình học của mạng lưới sông suối thường thể hiện sự có mặt của hoạt động biến dạng kiến tạo. Như vậy, có thể thấy hoạt động biến dạng kiến tạo của 2 đới đứt gãy là hoàn toàn khác nhau. Bên đới đứt gãy SH với đặc điểm bất đối xứng trong hình thái thủy văn cho thấy bồn thoát nước nghiêng về cánh đông đứt gãy SH, nhưng sự xuất hiện của đới nâng dạng địa lũy của dãy Con Voi nói lên hoạt động nâng kiến tạo hiện đại diễn ra không đồng nhất hai cánh đứt gãy. Đồng thời việc phát triển các yếu tố lineament dày dọc theo thung lũng đứt gãy SH và đứt gãy SC là do quá trình siết ép mạnh mẽ của đới đứt gãy gây ra. Phần đông nam của đới đứt gãy, với sự hình thành đồng bằng châu thổ rộng lớn và còn tiếp tục phát triển ra Vịnh Bắc Bộ (bồn Sông Hồng) thì quá trình hoạt động kiến tạo đang còn tiếp tục trong hiện đại là quá trình sụt lún tách giãn. Như vậy, có thể thấy biểu hiện trong hiện đại của đới đứt gãy SH chủ yếu chia thành hai phân đoạn lớn, có quy mô lớn và mức độ hoạt động rõ ràng.

Trong khi đó, đới đứt gãy ĐB – LC, như chương 1 đã nêu từ cuối Pliocen và trong suốt Đệ Tứ vùng nghiên cứu lại bước vào một pha hoạt động kiến tạo mới (hiện đại) dưới tác động của trường ứng suất kiến tạo (USKT) đặc trưng bởi phương nén ép Bắc Nam và tách giãn Đông Tây [Trần Thắng, 1998]. Đặc trưng nổi bật của pha kiến tạo này là sự dịch chuyển ngang tương đối của các khối địa chất theo các đới đứt gãy, kèm theo đó là sự nâng cao phân dị mạnh xảy ra trên toàn khu vực mà những nét cơ bản vẫn tiếp tục diễn ra đến ngày nay. Đặc điểm trên đã thể hiện qua việc phát triển

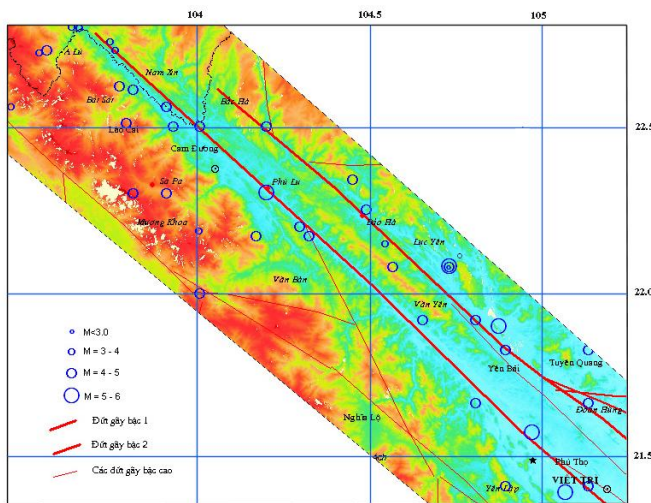
mạng lưới thủy văn khu vực đới đứt gãy. Hệ thống thủy văn phát triển phức tạp theo từng khối cấu trúc khác nhau có hình thái khác nhau. Điều đó thể hiện tính chất phân đoạn, phân khối phức tạp của đới đứt gãy ĐB – LC và khu vực lân cận.

Những nét đặc trưng của hai đới đứt gãy còn thể hiện trong các kết quả về chỉ số địa mạo – kiến tạo khác (chỉ số khúc khuỷu chân sườn núi – S_{mf} và chỉ số độ rộng thung lũng và độ cao thung lũng - V_f). Với đặc trưng kiến tạo đã nêu trên của đới đứt gãy SH, giá trị các chỉ số V_f , S_{mf} thể hiện hoàn toàn hợp lý. Giá trị V_f và S_{mf} phản ánh đặc điểm phân cắt sâu của địa hình, những vận động nâng hiện đại của cả khu vực và những khối cấu trúc có tính địa phương. Giá trị V_f , S_{mf} càng thấp càng thể hiện mức độ phân cắt lớn của địa hình và hoạt động nâng thẳng đứng mạnh. Như vậy, ở đới đứt gãy SH, phía tây bắc đới đứt gãy là các giá trị V_f thấp hơn và tăng cao dần khi xuống phía đông nam còn các giá trị S_{mf} chỉ tính được cho các khu vực núi có hoạt động nâng hiện đại biểu hiện ở phía tây bắc đới đứt gãy. Khác với đới đứt gãy SH, đới đứt gãy ĐB - LC đa phần là các giá trị V_f thấp đồng nhất cả khu vực và giá trị S_{mf} tính được hầu hết dọc theo đới đứt gãy và lân cận, điều đó nói lên hoạt động nâng hiện đại diễn ra hầu như dọc theo đới đứt gãy. Trong khi đới đứt gãy SH có hoạt động nâng hạ hiện đại khác nhau dọc theo tuyến đứt gãy và khác nhau giữa cả hai bên cánh đới đứt gãy.

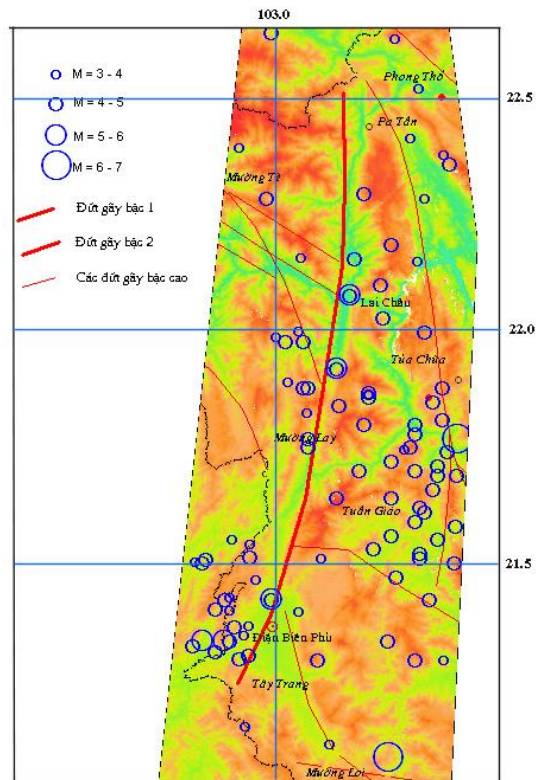
Như vậy, có thể thấy hoạt động biến dạng kiến tạo diễn ra rất khác nhau ở hai đới đứt gãy. Đới đứt gãy ĐB – LC có hoạt động kiến tạo hiện đại diễn ra tương đối đồng nhất trên toàn tuyến của đới đứt gãy đó là hoạt động nâng hiện đại của các khối cấu trúc kiến tạo. Trong khi đó, ở đới đứt gãy SH thể hiện sự phức tạp trong vận động thẳng đứng hiện đại giữa các khối cấu trúc khác nhau dọc đới đứt gãy. Điều đó nói lên quy mô, tính hoạt động của hai đới đứt gãy, đới đứt gãy SH vẫn được đánh giá là đới đứt gãy sâu có quy mô khu vực, phân chia các đới cấu trúc lớn.

4.2 Đối sánh hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy trên cơ sở các tài liệu địa chấn – địa vật lý khác

Một biểu hiện quan trọng mà hiện nay thường quan tâm để đánh giá mức độ hoạt động kiến tạo hiện đại của một khu vực, một đới đứt gãy đó là hoạt động địa chấn. Phân bố chấn tiêu theo độ sâu tập trung trong các đới đứt gãy chính ở miền bắc: đới ĐGSH - Sông Chày, Sông Đà, Sơn La và Sông Mã, Lai Châu - Điện Biên. Trong đó, các trận động đất mạnh rõ ràng tập trung tại nơi tiếp giáp giữa các đới cấu trúc kiến tạo, hai đới đứt gãy SH và đới đứt gãy ĐB – LC cũng là hai đới phát sinh động đất lớn. Điều đó khẳng định về hoạt động kiến tạo hiện đại của khu vực miền Bắc nói chung và hai đới đứt gãy nói riêng.



Hình 4.1: Sơ đồ phân bố chấn tâm động đất khu vực đới đứt gãy Sông Hồng



Hình 4.2: Sơ đồ phân bố chấn tâm động đất khu vực đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu

Tuy nhiên, mức độ tập trung và số lượng các trận động đất tập trung nhiều hơn bên đới đứt gãy ĐB – LC so với đới đứt gãy SH. Trận động đất mạnh nhất quan sát được tại hai đới đứt gãy trong hiện đại như sau: đới đứt gãy SH với $M_{\max,qs} = 5.5$ và đới đứt gãy ĐB – LC là $M_{\max,qs} = 5.6$ [28]; khu vực lân cận đới đứt gãy ĐB – LC theo quan sát đã có các trận động đất có cường độ chấn động lên tới cấp 7 xảy ra trong thời gian gần đây (động đất Lai Châu 1914 với $M = 5.2$, Điện Biên 1920 với $M = 5.6$, Lai Châu 1993 và động đất Thín Túc 19/2/2001 với $M = 5.3$).

Theo những tiêu chí xác định đứt gãy hoạt động và đới phát sinh động đất mạnh của Trần Thanh Hải (2005) (địa hình, ảnh vệ tinh, địa mạo, động đất, kiểm soát thung lũng, nước nóng, nứt đất,

chuyên động hiện đại) thì đứt gãy Sông Hồng được xác định là có biểu hiện hoạt động **rất rõ** phần phía Bắc lãnh thổ Việt Nam còn đứt gãy Điện Biên – Lai Châu chỉ xác định là biểu hiện **rõ**.

Như vậy, có thể thấy, hai đới đứt gãy trên đều là những đới sinh chấn mạnh trong phạm vi lãnh thổ Việt Nam và trong hiện đại. Nhưng đới đứt gãy ĐB – LC có biểu hiện động đất nhiều hơn trong hiện tại so với đới đứt gãy SH có thể do cơ chế hoạt động của đới đã gây nên những biểu hiện hoạt động động đất như vậy.

Tính chất hoạt động kiến tạo hiện đại của hai đới đứt gãy SH và ĐB – LC cũng thể hiện qua một số đặc điểm cấu trúc sâu vỏ Trái đất.

Các công trình nghiên cứu trước đây dựa vào tính toán và phân tích các tài liệu trọng lực, địa chấn thăm dò, các phương pháp đo sâu từ Tellua các tác giả cho rằng giá trị bề dày vỏ Trái đất phần phía Bắc lãnh thổ Việt Nam tăng từ ngoài biển vào trong đất liền, sát biển là nơi vỏ có bề dày nhỏ nhất cỡ 31 – 33km. Vùng phía Bắc và Tây bắc Việt Nam giáp Trung Quốc có bề dày lớn nhất đến 45 – 47km. [10, Quế 80, triều 83-85, Thoa]. Ngoài ra ở đới đứt gãy SH có sự thay đổi rõ rệt chiều dày vỏ dọc theo đới giảm dần từ tây bắc xuống đến đông nam khu vực đồng bằng Bắc Bộ chỉ còn 28 – 30km và ra tiếp Vịnh Bắc Bộ chỉ còn 26 và mỏng hơn nữa. Trong khi đó ở đới đứt gãy ĐB – LC có chiều dày vỏ ổn định ở mức 34 – 38km. Như vậy, ở đới đứt gãy SH có tính phân dị cao hơn so với đới đứt gãy ĐB – LC về cấu trúc chiều dày vỏ.

Ngoài ra chiều dày thạch quyển hai khu vực bên đông bắc và tây nam của đới đứt gãy SH có chiều dày vỏ hoàn toàn khác nhau, đới đứt gãy đã phân chia giữa một bên cánh đông bắc là khu vực có chiều dày thạch quyển mỏng và một bên cánh tây nam có chiều dày thạch quyển tăng cao. Điều đó nói lên đới đứt gãy SH như một ranh giới phân chia giữa hai miền có cấu trúc sâu khác nhau. Trong khi đó, đới đứt gãy ĐB – LC nằm trong vùng có chiều dày thạch quyển lớn và ổn định.

Từ những đối sánh trên, có thể thấy tính quy mô và mức độ hoạt động trong hiện đại của đới đứt gãy SH trong không chỉ biểu hiện trên bề mặt mà còn phản ánh rất rõ trong cấu trúc sâu của vỏ, thạch quyển trái đất. Hoạt động kiến tạo hiện đại của đới đứt gãy SH rõ nét hơn so với đới đứt gãy ĐB – LC. Tuy nhiên, tại sao hoạt động động đất ở khu vực Tây Bắc nói chung và đới đứt gãy ĐB – LC nói riêng lại biểu hiện nhiều theo học viên có thể giải thích qua chính cấu trúc sâu của vỏ và thạch quyển: như đã nói trên và trong sơ đồ chiều dày lớp vỏ Trái đất khu vực đới đứt gãy SH mỏng hơn; Còn ở đứt gãy ĐB – LC là khu vực địa hình núi cao, chiều dày lớp vỏ lớn. Như vậy, có thể thấy, ở đới SH bề dày tầng sinh chấn mỏng hơn, ở đới ĐB – LC tầng sinh chấn dày hơn. Do vậy, đới đứt gãy ĐB – LC có sức phá hoại lớn do khả năng tích lũy năng lượng nhanh và lớn hơn đới đứt gãy SH.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu đối sánh hoạt động kiến tạo hiện đại hai đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu bằng phương pháp sử dụng các chỉ số địa mạo – kiến tạo có thể đưa ra các kết luận sau:

- ✓ **Đới đứt gãy Sông Hồng:** có biểu hiện hoạt động kiến tạo hiện đại tương đối tích cực. Hoạt động nâng hạ hiện đại diễn ra không đồng nhất trên toàn đới đứt gãy với mức độ khác nhau gây nên sự phân dị địa hình hiện đại rất rõ ràng:
 - Cánh trái đới đứt gãy có hoạt động nâng kiến tạo tương đối tích cực,
 - Cánh phải đới đứt gãy có hoạt động nâng kiến tạo yếu, giảm dần về đông nam với hoạt động hạ thấp sụt lún.
- ✓ **Đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu:** cũng có biểu hiện hoạt động kiến tạo hiện đại tương đối tích cực. Tuy nhiên hoạt động nâng hạ hiện đại diễn ra trên toàn đới đứt gãy với tốc độ khác nhau, hoạt động phân cắt sâu diễn ra mạnh mẽ.
- ✓ Hai đới đứt gãy Sông Hồng và Điện Biên – Lai Châu đều là những đới kiến trúc – kiến tạo có quy mô và tính chất hoạt động trong hiện đại là tương đối tích cực. Riêng đới đứt gãy Sông Hồng có mức độ hoạt động kiến tạo hiện đại lớn hơn và phức tạp hơn đới đứt gãy Điện Biên – Lai Châu.

References :

Tiếng Việt

1. Lê Đức An và nnk. (2001), *Các bậc địa hình dãy Con Voi và đặc điểm nâng Tân kiến tạo*, Tc CKHvTĐ, T23, 2, 97 – 104, Hà Nội.
2. Lê Đức An và nnk. (2004), *Địa mạo đới đứt gãy Sông Hồng và tai biến thiên nhiên*.
3. Lê Duy Bách, Ngô Gia Thắng (1997), *Mô hình phân vùng kiến tạo Đông Bắc Việt Nam*, Tc CKHvTĐ, T.19, 3, 161 – 168, Hà Nội.
4. Nguyễn Quốc Cường, Witold A. Zuchiewicz (2001), *Đặc điểm địa mạo - kiến tạo đứt gãy Tam Đảo*, Tạp chí Các khoa học về Trái đất, 4, 354 – 361, Hà Nội.
5. Đặng Thanh Hải (2005). *Đánh giá khả năng phát sinh động đất mạnh ở miền Bắc Việt Nam*, Tc CKHvTĐ, T27, 1, 14 – 22, Hà Nội.
6. Đặng Thanh Hải (2003), *Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc sâu vỏ Trái đất và phân vùng địa chấn kiến tạo miền Bắc Việt Nam*, Luận án Tiến sĩ Vật lý, 170 tr., Hà Nội.

7. Trần Trọng Huệ, Lê Thị Lại (1996), *Ứng dụng phương pháp đo thủy ngân khí đất để nghiên cứu địa động lực hiện đại*, TC. Địa chất, A/236: tr. 44-49, Hà Nội.
8. Trần Trọng Huệ (1996), *Một số kết quả bước đầu nghiên cứu địa động lực hiện đại bằng xạ khí Radon trong khí đất (phương pháp máy Radon)*, Địa chất tài nguyên, 1, 179-186, Nxb KH&KT, Hà Nội.
9. Nguyễn Văn Hùng (2002), *Những đặc điểm cơ bản đứt gãy Tân kiến tạo Tây Bắc*, Luận án Tiến sỹ Địa chất.
10. Phạm Khoản, Isaev E.N. (1971), *Một số nét cơ bản về cấu tạo vỏ Trái đất miền Bắc Việt Nam*, Tạp chí Sinh vật – Địa học, IX (1-2), Hà Nội.
11. Ngô Văn Liêm (2011), *Đặc điểm phát triển địa hình trong mối liên quan trong mối liên quan với địa động lực hiện đại đới đứt gãy Sông Hồng*, Luận án Tiến sỹ địa chất Viện Địa chất, Viện KHCNVN, Hà Nội
12. Nhóm địa mạo, Trường ĐH Mỏ - Địa chất, sách dịch từ tiếng Nga (1979), *Ứng dụng các phương pháp địa mạo trong nghiên cứu địa chất kiến trúc*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
13. Lê Huy Minh, Phạm Văn Ngọc, Danièle Boyer, Nguyễn Ngọc Thủy, Lê Trường Thanh, Ngô Văn Quân, G. Marquis (2009), *Nghiên cứu chi tiết cấu trúc đứt gãy Lai Châu - Điện Biên bằng phương pháp đo sâu từ-tellur*, Tạp chí Địa chất, 311, Hà Nội.
14. Trần Ngọc Nam (1999), *Đới đứt gãy Sông Hồng – điểm nóng của những tranh luận khoa học. Phần I: Động hình thái biến dạng*, Tạp chí Các khoa học về Trái đất, (2), T21 , 81 – 89, Hà Nội.
15. Phan Văn Quýnh, Hoàng Hữu Hiệp (2004), *Một số đặc điểm kiến tạo đứt gãy và chuyển động hiện đại miền Tây Bắc Bộ*, Tạp chí Địa chất, 285, 14 – 22, Hà Nội.
16. Ngô Gia Thắng và nnk. (2007), *Báo cáo chuyên đề nghiên cứu đứt gãy khu vực nghiên cứu số IV: Kết quả nghiên cứu đứt gãy Chợ Bờ - Hòa Bình, Chợ Bờ - Thá và Kim Bôi - Hạ Bì*, Thuộc đề tài cấp nhà nước mã số ĐT ĐL-2005/19G.

17. Ngô Gia Thắng và nnk. (2007), *Báo cáo chuyên đề: Xác định các khối kiến tạo và đặc điểm hoạt động của chúng trong khu vực nghiên cứu số IV*, Thuộc đề tài cấp nhà nước mã số ĐT ĐL-2005/19G.
18. Ngô Gia Thắng và nnk. (2010), *Báo cáo khoa học tổng kết chuyên đề: “Sơ đồ cấu trúc kiến tạo miền Bắc Việt Nam”*, Nhiệm vụ KH-CN Chủ tịch Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam giao: “*Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc kiến tạo và tính chia khối của lãnh thổ miền Bắc Việt Nam*”.
19. Ngô Gia Thắng và nnk. (2010), *Báo cáo khoa học tổng kết chuyên đề: “Xây dựng mô hình địa chấn kiến tạo lãnh thổ Việt Nam”*, Nhiệm vụ KH-CN Chủ tịch Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam giao: “*Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc kiến tạo và tính chia khối của lãnh thổ miền Bắc Việt Nam*”.
20. Trần Văn Thắng, Văn Đức Chương (1996), *Chuyển dịch ngang vỏ Trái đất đời Sông Hồng giai đoạn Pliocen – Đệ tứ*. Địa chất tài nguyên, 1, 33-46, NXB KH&KT, Hà Nội.
21. Trần Văn Thắng, Văn Đức Chương (1996), *Về hoàn cảnh địa động lực hiện đại đời Sông Đà và kế cận*, Tạp chí Các khoa học về Trái đất, (3), T18, 253 - 264. Hà Nội.
22. Trần Văn Thắng (1998), *Đặc điểm địa động lực giai đoạn Pliocen - Đệ tứ tỉnh Lai Châu*, Tạp chí các khoa học về Trái đất, tập 20, số 4, trang 291 - 218, Hà Nội.
23. Tạ Trọng Thắng, Nguyễn Văn Vượng, Vũ Văn Tích, Nguyễn Đức Chính, (2004), *Quá trình biến dạng và tiến hóa địa động lực đời đứt gãy Sông Hồng và ý nghĩa của chúng trong mối tương quan giữa mảng Nam Trung Hoa và Mảng Đông Dương*, Kết quả nghiên cứu cơ bản 2001-2003, NXB KH&KT.
24. Nguyễn Thị Kim Thoa (chủ biên), Nguyễn Văn Giảng, Đặng Thanh Hải và nnk. (1996), *Khảo sát nước ngầm tại đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng bằng tổ hợp phương pháp từ tellua và đo sâu điện*. Báo cáo tổng kết Đề tài điều tra cơ bản cấp Nhà nước giai đoạn 1992 – 1995, Hà Nội, 446tr.
25. Trần Đình Tô, Vi Quốc Hải (2005), *Xác định chuyển động hiện đại đời đứt gãy Lai Châu – Điện Biên từ số liệu đo GPS (2002 - 2004)*, Tc CKHvTĐ, T27, 1, 6 - 13. Hà Nội.

26. Trần Đình Tô, Dương Chí Công, Vi Quốc Hải, Kurt Feigl, Matthias Becker (2004), *Đánh giá hoạt động kiến tạo hiện đại đới đứt gãy sông Hồng theo số liệu đo GPS*, Kết quả nghiên cứu cơ bản 2001-2003, NXB KH&KT, 2004.
27. Cao Đình Triều, Nguyễn Thanh Xuân (1997) *Đứt gãy sinh chấn Tây Bắc Việt Nam*, Tc CKHvTĐ. T.19, 3, 214 - 219, Hà Nội.
28. Cao Đình Triều (1999), *Về một số quy luật hoạt động và khả năng dự báo khu vực phát sinh động đất mạnh ở Việt Nam*, Tạp chí Địa chất, loạt A số 251, Hà Nội, tr 14 – 21.
29. Cao Đình Triều, Lê Văn Dũng, Nguyễn Hữu Tuyên (2000), *Về điều kiện kiến tạo địa chấn đới đứt gãy Sông Hồng trên phạm vi đất liền lãnh thổ Việt Nam*, Tạp chí Địa chất, số 260, Loạt A, tr. 20 – 31, Hà Nội.
30. Cao Đình Triều (2001), *Nghiên cứu điều kiện địa chất, địa động lực và Tân kiến tạo khu vực động đất Tuần Giáo*, Đề tài nghiên cứu khoa học và công nghệ, Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ Quốc gia, Hà Nội, 78tr..
31. Phan Trọng Trinh và nnk. (2004), *Biến dạng, tiến hóa nhiệt động, cơ chế dịch trượt của đới đứt gãy Sông Hồng và thành tạo Ruby trong Kainozoi*, Kết quả nghiên cứu cơ bản 2001-2003. NXB KH&KT, 2004.
32. Đỗ Văn Tự, Nguyễn Địch Dỹ, Đinh Văn Thuận (1996), *Địa chất Đệ tứ với công tác điều tra địa chất Đô thị ở Điện Biên và Sơn La*, Địa chất tài nguyên tập 2, Công trình kỷ niệm 20 năm thành lập Viện địa chất (tr. 258-263).
33. Nguyễn Đăng Túc (2000), *Đặc điểm động học của hệ đứt gãy Sông Hồng – Sông Chảy trong Kainozoi*, Tc CKHvTĐ, T22, 3, 174 – 180, Hà Nội.
34. Nguyễn Đăng Túc (2001), *Biên độ và tốc độ dịch trượt của đới Sông Hồng trong Kainozoi*, Tc CKHvTĐ, T23, 4, 13-21, Hà Nội.
35. Nguyễn Đăng Túc (2004), *Đặc điểm hoạt động đới đứt gãy Sông Hồng*, Tạp chí Địa chất, 285: 69 – 80, Hà Nội.
36. Văn Đức Tùng, Trần Văn Thắng (2008), *Đặc điểm đứt gãy tích cực và hoạt động tân kiến tạo khu vực Na Pheo - Nậm Ty*, Tc CKHvTĐ, T30, 1, 73 – 83, Hà Nội.
37. Trần Văn Thắng, Nguyễn ngọc Thủy, Văn Đức Tùng (2002), *Những đặc điểm cơ bản của đới đứt gãy hoạt động Lai Châu – Điện Biên và điều kiện phát sinh*

- động đất của đới*, Hội thảo Khoa học động đất và một số dạng tai biến tự nhiên khác vùng Tây Bắc Việt Nam, NXB ĐHQG Hà Nội, tr. 202 – 214.
38. Lê Triều Việt (2001), *Về tân kiến tạo và chế độ địa động lực miền Bắc Việt Nam trong Kainozoi*, Tc CKHvTĐ, T23, 4, tr.390 – 395, Hà Nội.
39. Phạm Năng Vũ, Doãn Thế Hưng (2004), *Cấu trúc sâu của đới đứt gãy Sông Hồng. Kết quả nghiên cứu cơ bản 2001-2003*. NXB KH&KT.
40. Nguyễn Văn Vượng, Nguyễn Ngọc Thủy, Vũ Văn Tích, Bùi Văn Duẩn. *Thử nghiệm phân vùng và dự báo các đặc trưng chuyển dịch hiện đại vỏ Trái đất khu vực Tây Bắc Bộ trên cơ sở nghiên cứu mối tương tác giữa trường ứng suất khu vực với một số hệ thống đứt gãy*. Tạp chí Địa chất, 285, 49 – 56. Hà Nội.
41. Nguyễn Đình Xuyên, Phạm Quang Hùng, Phạm Đình Nguyên, Lê Tử Sơn, Trần Thị Mỹ Thành (2000), *Một số đặc trưng địa chấn của đới đứt gãy sông Hồng*. Tc CKHvTĐ, T22, 4, 258-265, Hà Nội.
42. Nguyễn Thanh Xuân, Cao Đình Triều (1997), *Sử dụng hệ thông tin địa lý (GIS) đánh giá nguy hiểm động đất vùng Điện Biên – Sơn La*, Tc CKHVTD, T.19, 2, tr 119-123, Hà Nội.

Tiếng Anh

1. C.R. Allen, A.R. Gillette et al. (1984), "Red river and associated faults, Yunnan province, China: Quaternary geology, slip rates, and seismic hazard". *Geological Society of America Bulletin*, V.95.686-700, 21 fig.
2. Phan Trọng Trịnh (1993), "An inverse problem for the determination of stress tensor from polyphased fault sets and earthquake focal mechanisms", *tectonophysics*, 224 (page 393-411), Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam.
3. E. Wang (1998), "Late Cenozoic Xiangshuihe-Xiaojiang, Red River, and Dali Fault System of Southwestern Sichuan and Central Yunnan, China". *Geological Society of America*.