

HOẠT ĐỘNG TÂN KIẾN TẠO VÀ ẢNH HƯỞNG CỦA CHÚNG ĐẾN NÚT, SỤT ĐẤT KHU VỰC THANH BA - PHÚ THỌ

BÙI VĂN THƠM, NGUYỄN XUÂN HUYỀN

I. MỞ ĐẦU

Nút, sụt đất là dạng tai biến địa chất gây thiệt hại về người và kinh tế ở nhiều nơi trên lãnh thổ Việt Nam. Trong đó, các tỉnh Tuyên Quang, Hà Giang, Hoà Bình, Sơn La, Phú Thọ và gần đây nhất là tại xã Cam Tuyền, huyện Cam Lộ tỉnh Quảng Trị đã xảy ra hiện tượng nứt, sụt đất, gây thiệt hại nghiêm trọng. Cả một thôn, gần 40 hộ phải di dời khẩn cấp, sụt lún đất, thực sự đã gây hoang mang lo sợ đến nhiều người dân sống trong khu vực này [1]. Ở tỉnh Phú Thọ, trong những năm 2004, tại một số khu vực thuộc huyện Thanh Ba : xã Đồng Xuân, Ninh Dân, Yên Nội, Hanh Cù và thị trấn Thanh Ba cũng đã liên tiếp xảy ra hiện tượng nứt sụt đất, kèm theo đó là sự mất nước ngầm trầm trọng và thực sự cũng đã gây ảnh hưởng rất lớn đến đời sống sinh hoạt của nhân dân ở đây, nhiều nhà dân phải chuyển nơi ở khác.

Nứt, sụt đất xảy ra do nhiều nguyên nhân : địa chất - thạch học, địa chất thủy văn, địa chất công trình và cả yếu tố tác động của con người. Đáng chú ý hơn cả là yếu tố Tân kiến tạo, chúng vừa là tác nhân tác động gián tiếp và cũng vừa là tác nhân trực tiếp gây nứt, sụt đất nói chung và khu vực Thanh Ba nói riêng. Để hiểu rõ thêm về vai trò này, bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu hoạt động Tân kiến tạo và có những nhận định, đánh giá ảnh hưởng của chúng đối với tai biến nứt sụt đất tại huyện Thanh Ba.

II. ĐẶC ĐIỂM TÂN KIẾN TẠO

Trong bài báo này, khái niệm về Tân kiến tạo được đã được nhiều nhà khoa học khẳng định, hoạt động Tân kiến tạo bắt đầu từ 25-30 triệu năm. Đây là giai đoạn có chế độ hoạt động kiến tạo khác hẳn với các giai đoạn trước, hầu hết các kiến trúc kiến tạo trước đó đều bị phân dị nâng, hạ dạng khối tảng,

các biến dạng hoặc các đới cà nát mạnh mẽ bởi hàng loạt các đứt gãy kiến tạo, một phần là tái hoạt động của các đứt gãy cổ từ trước một phần được hình thành muộn hơn. Những chuyển động kiến tạo đều để lại những dấu ấn rõ nét trên địa hình hiện tại (các dải địa hình, các vách kiến tạo). Như vậy, đặc điểm Tân kiến tạo được trình bày với hai nội dung chính : đặc điểm các khối kiến trúc Tân kiến tạo và đặc điểm hoạt động của các đứt gãy kiến tạo.

1. Đặc điểm các khối kiến trúc Tân kiến tạo

Để có thể thấy rõ vai trò chuyển động của các kiến trúc khối tảng ảnh hưởng đến tai biến nứt, sụt đất, chúng tôi đã xác lập các kiến trúc khối tảng và đặc trưng hoạt động của chúng.

Các khối kiến trúc Tân kiến tạo và hiện đại trong phạm vi vùng nghiên cứu được xác lập trên cơ sở các nguyên tắc sau :

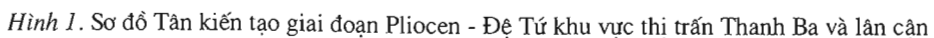
- ♦ Toàn bộ vùng nghiên cứu được phân chia thành nhiều khối kiến trúc, tách biệt với nhau bằng các đứt gãy thuộc các cấp khác nhau (từ cấp I đến cấp III và lớn hơn).

- ♦ Biên độ biến dạng (nâng, hạ) của từng khối kiến trúc được xác định trên cơ sở độ cao của các mảnh bề mặt san bằng còn sót lại ở khu vực đường phân thủy của khối (khối nâng) hoặc chiều dày chung của lớp trầm tích phủ Đệ Tứ (khối hạ). Căn cứ vào mức độ vận động thẳng đứng các khối kiến trúc Tân kiến tạo trong khu vực, kết hợp với các tài liệu Tân kiến tạo của toàn quốc, các khối kiến trúc Tân kiến tạo khu vực này có thể bao gồm một số loại như sau :

- Các kiến trúc nâng : gồm nâng trung bình (độ cao 80-100 m), trung bình yếu (50-60 m) và nâng yếu (độ cao 20 -40 m).

kiến trúc đó, có tính đến đặc điểm phân dị và đặc điểm uốn nếp trong từng khối kiến trúc.

① *Khối Đông Bắc* : chiếm gần nửa diện tích nghiên cứu bao gồm các xã Võ Lao, Quảng Nạp,



Các khối kiến trúc : 1. Khối Đông Bắc, 2. Khối Trung Tâm, 3. Khối Tây Nam ; Các nút gây kiến tạo : 4. Nút gây (a. nút gây chính, b. nút gây phụ), 5. Nút gây thuận, 6. Đới khe nứt, 7. Số hiệu nút gây, 8. Vị trí nứt, sụt đất (a. nứt đất, b. sụt đất), 9. Hướng dịch chuyển của nút gây, 10. Trạng thái ứng suất tách giãn

Thái Ninh, Đông Lĩnh, phần phía đông bắc của các xã Ninh Dân, Đồng Xuân, thị trấn Thanh Ba. Ranh giới ở phía đông bắc, tây bắc và đông nam vượt ra khỏi phạm vi nghiên cứu, còn phía tây nam được giới hạn bởi đứt gãy F2. Địa hình trong khối chủ yếu là các dải đồi xâm thực - bóc mòn dạng tuyến phương TB - ĐN, với độ cao tuyệt đối dao động trong khoảng 75-85 m. Mật độ chia cắt ngang lớn và quá trình bóc mòn - xâm thực mạnh, chia cắt các dải đồi trên thành các đồi đỉnh tròn với bề mặt đỉnh bằng phẳng. Cấu tạo nên các dải đồi là các thành tạo của đá biến chất thuộc hệ tầng Ngòi Chi (ARnc), riêng ở phía nam là các thành tạo Mesozoi thuộc hệ tầng Văn Lãng (T_{3n-r} v/), và Đồng Giao (T_{2a} đg) [3]. Trong giai đoạn Tân kiến tạo, khối phát triển kế thừa trên một phần cấu trúc cổ của khối nâng Con Voi, tiếp tục nâng trung bình khối tầng dạng tuyến, với biên độ khoảng 50 m và trôi lộ phần móng kết tinh. Hiện nay trên bề mặt địa hình hiện tại đang tồn tại các mực bề mặt khác nhau : 60-70 m, 75-80 m và hơn 80 m.

② **Khối Trung Tâm** : nằm phần trung tâm vùng nghiên cứu, gồm các xã Chí Tiên, Yên Nội, Yên Khê, phần phía nam xã Ninh Dân, Đồng Xuân, thị trấn Thanh Ba. Ngăn cách giữa hai khối kiến trúc Đông Bắc và khối Tây Nam là các đứt gãy F2 và đứt gãy F4. Địa hình trong khối được thể hiện bằng những dải đồi ngắn phương TB-ĐN, nằm xen kẽ là các dải trũng hẹp cùng phương. Chúng được cấu tạo từ các nhóm đá trầm tích lục nguyên, lục nguyên - carbonat và đá carbonat thuộc hệ tầng Văn Lãng (T_{3n-r} v/), Đồng Giao (T_{2a} đg), Cổ Phúc (Ncp) và hệ tầng Văn Yên (Nvy) [3]. Độ cao của các dải đồi tương đối đều nhau, khoảng 50-60 m với đỉnh khá bằng phẳng, địa hình có dạng sườn lồi đặc trưng cho quá trình bóc mòn - xâm thực. Khối phát triển kế thừa kiến trúc cổ và được cố kết vào Mesozoi. Trong giai đoạn Tân kiến tạo, chuyển động kiến tạo phân dị khá mạnh, phá vỡ bình đồ cấu trúc đã được thành tạo trước đó, hình thành hàng loạt các cấu trúc âm, dương dạng tuyến manh tính cục bộ, phương TB-ĐN, các kiến trúc âm được lấp đầy bởi các thành tạo trầm tích lục địa tuổi Neogen, với thành phần chủ yếu là cát, sét, cuội, sỏi sạn đa khoáng với chiều dày lên tới 15-20 m (theo các tài liệu giếng khoan và giếng đào ở khu 5 Chí Yên, khu 4 Yên Nội,...) còn các kiến trúc dương trôi lộ các thành tạo cổ Proteozoi và Mesozoi bị vỏ nhàu uốn nếp mạnh mẽ. Trong số đó, có dải trũng kéo dài từ Ninh Dân đến Hanh Cù là một trong những trũng kiến tạo lớn nhất trong vùng (dài 7 km rộng 500-1.000 m). Trũng có phương TB-ĐN, bị khống chế ở hai bên là các đứt gãy trượt thuận : F2 và F3

và trong trũng là các thành tạo trầm tích hỗn hợp Đệ Tứ với thành phần là cát pha, sạn sỏi rải có chiều dày thay đổi 0,5-5 m. Cá biệt có chỗ 10 m như ở khu 3 xã Đồng Xuân. Ngoài ra trong trũng còn trôi lộ đá vôi thành từng chòm nhỏ có độ cao 0,5-1 m.

③ **Khối Tây Nam** : nằm ở phía tây nam vùng nghiên cứu với kiến trúc dạng tuyến kéo dài theo phương TB - ĐN, chúng chiếm một phần thuộc địa phận các xã Mạn Lạn, Phương Lĩnh và Chí Tiên. Địa hình trong khối là các dải đồi dạng tuyến có độ cao 20-25 m, thấp dần về phía tây nam. Địa hình cấu tạo bởi trầm tích lục nguyên, thuộc hệ tầng Cổ Phúc (Ncp), Văn Yên (Nvy) [2] và các bậc thềm sông Hồng có tuổi Đệ Tứ. Khối kiến trúc này, có móng kết tinh được cố kết trong Mesozoi, hiện nay nằm chìm sâu xuống dưới và chỉ trôi lộ đá vôi với diện tích nhỏ ở dưới lòng suối tại khu vực Vũ Ân. Trong giai đoạn Tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại, khối kiến trúc nâng rất yếu dạng khối tầng, hình thành nên các bậc địa hình có độ cao khác nhau : bậc thấp nhất gồm bãi bồi cao và thềm I (cao 20-25 m), bậc thứ hai gồm các thềm II và III của sông Hồng (cao 25-30 m) và bậc thứ 3 là các đồi bóc mòn dạng "bát úp" (cao 30-40 m).

Nhìn chung, do nằm ở rìa tây nam khối nâng núi Con Voi thuộc đới khâu Sông Hồng, nên hoạt động Tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại của khu vực đều chịu ảnh hưởng và chi phối bởi kiến trúc nâng này.

♦ Vùng nghiên cứu có xu thế nâng mạnh dần theo hướng tây nam lên đông bắc, để tạo nên các khối có biên độ nâng dạng khối tầng khác nhau : khối nâng trung bình Đông Bắc với biên độ hơn 80 m, khối nâng yếu Trung Tâm với biên độ 40-60 m và khối nâng rất yếu Tây Nam với biên độ từ 20-5 m. Sự trôi lộ các móng kết tinh cổ ở phía bắc đông bắc cũng là bằng chứng cho cho nhận định này.

♦ Xen kẽ các dải nâng là các trũng địa hào lấp đầy trầm tích bờ rời tuổi Đệ Tứ. Trong đó có trũng Ninh Dân - Đồng Xuân là trũng lớn nhất, phần móng là đá vôi thuộc hệ tầng Đồng Giao và cũng là nơi tập trung các điểm nứt, sụt đất.

♦ Trong giai đoạn hiện đại các khối kiến trúc này hoạt động mạnh mẽ, ở ranh giới giữa các khối xuất hiện nhiều đứt gãy hoạt động có các phương khác nhau, trong đó đứt gãy phương á kinh tuyến có lẽ xuất hiện muộn hơn cả, đã chia cắt, bầm nát các khối kiến trúc này, chính vì lẽ đó, nay trên địa hình hiện tại không chỉ tồn tại các dải đồi ngắn,

hoặc các đôi riêng biệt mà còn tồn tại các bậc địa hình có độ cao khác nhau : 30 m, 50 m, 70 m.

2. Đặc điểm hoạt động của các đứt gãy Tân kiến tạo

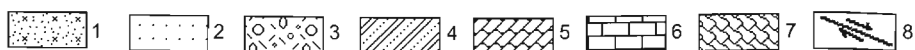
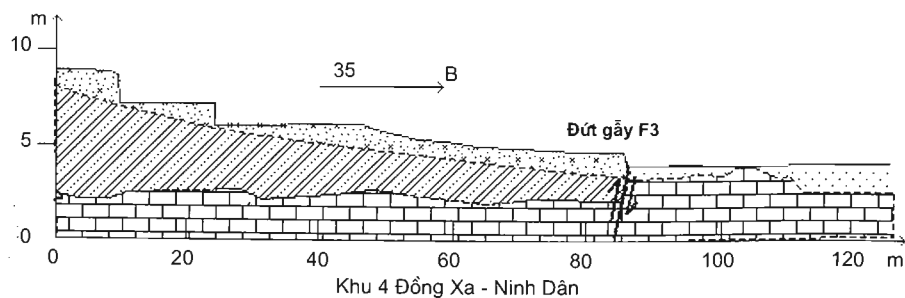
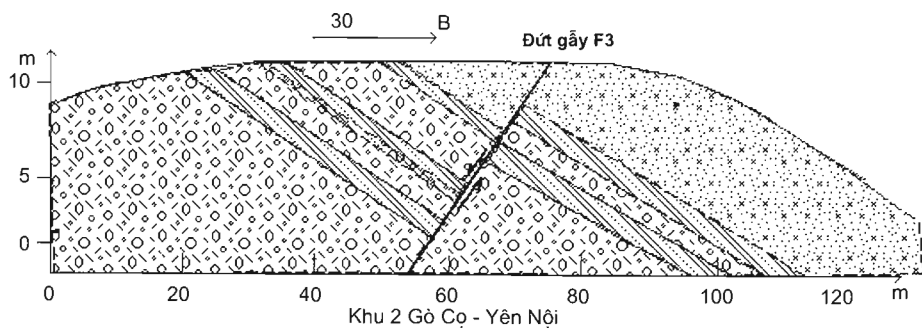
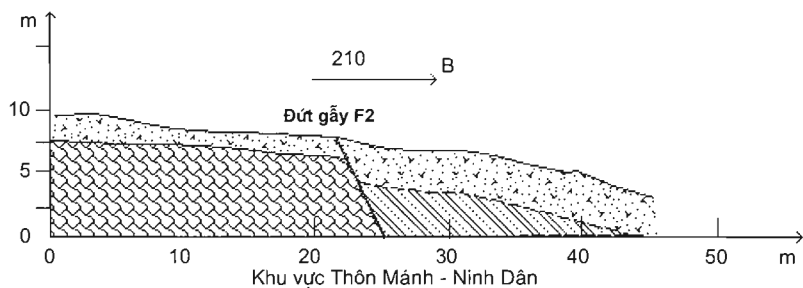
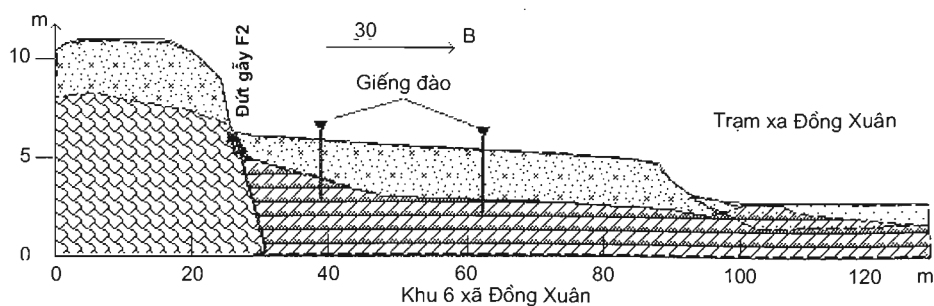
Trên cơ sở khảo sát, phân tích các tài liệu ảnh viễn thám, địa hình địa mạo, địa chất và các tài liệu lỗ khoan, đã xác định được các đứt gãy trong vùng phát triển theo ba phương chính : TB - ĐN, ĐB - TN và á kinh tuyến (hình 1).

a) Các đứt gãy phương tây bắc - đông nam : bao gồm đứt gãy Vọng Giang - Dốc Đen (F1), Phụng Thượng - Tranh Yên (F2), Thôn Sen - Hanh Cù (F3), Thôn Diệu - Hoàng Xá (F5), Thống Nhất - Trường Sơn (F6), Nhà Trang - Nhà Xá (F4). Trong đó đứt gãy F2 và F5 là những đứt gãy chính và đóng vai trò làm ranh giới các khối kiến trúc Tân kiến tạo.

① Đứt gãy Vọng Giang - Dốc Đen (F1), nằm ở phía đông bắc của vùng, dài 10,5 km, trong phạm vi nghiên cứu dài 6,6-km, đứt gãy chạy sát chân sườn phía đông bắc dải núi Thẩm, qua núi Khuất, Đồng Bò đến Dốc Đen (xã Đông Lĩnh). Trên ảnh vệ tinh, đứt gãy thể hiện khá rõ bằng tôn ảnh mẫu sẫm, sắc nét, có dạng tuyến tính. Trên bản đồ địa hình hiện tại và những khảo sát địa mạo, địa chất dọc theo đứt gãy cho thấy : đứt gãy nằm trùng với các dải địa hình trũng (rãnh và ruộng xói), thể hiện rõ nhất ở khu vực sườn đông bắc dải núi Thẩm, đứt gãy nằm trùng với dải địa hình trũng có chiều rộng khoảng 150-200 m được lấp đầy bởi trầm tích Đệ Tứ. Đoạn thứ hai từ Đồng Bò đến Xóm Tro (xã Thái Ninh), đứt gãy trùng với dải thung lũng suối, hẹp khoảng 60-80 m được tích tụ lớp trầm tích Đệ Tứ mỏng 1-2 m. Dấu hiệu biến dạng dịch trượt bằng phải, thể hiện khá rõ tại các khu vực Nhà Trâu (Đông Lĩnh), Hạc Hai (Thái Ninh). Các nón phóng vật cùng với lòng suối bị đứt gãy cắt qua, dịch chuyển phải với biên độ khoảng 60-70 m. Tại phía tây bắc núi Thẩm đã quan sát thấy bốn tầng hang nằm ở các độ cao 1-2 m, 3-5 m, 10-15 m và 40 m, phản ánh tính chất trượt thuận của đứt gãy theo kiểu bậc thang. Về địa chất, đoạn phía đông nam, đứt gãy làm ranh giới bất chỉnh hợp góc giữa trầm tích lục địa của hệ tầng Văn Lãng (T_{3n-r} v) ở phía tây nam và đá biến chất thuộc hệ tầng Ngòi Chi (AR₃ nc) ở phía đông bắc. Đoạn phía tây bắc, đứt gãy cắt qua hệ tầng Ngòi Chi gây biến vị mạnh mẽ hệ tầng này. Dọc theo đứt gãy, tại khu vực Thái Ninh đã quan sát thấy sự gia tăng đột biến chiều tầng phong hóa 30-50 m phản ánh sự hoạt động tích của đứt gãy trong Tân kiến tạo.

Trên cơ sở phân tích các dấu hiệu địa mạo và mức độ dập vỡ của đất đá, các dấu hiệu về địa chất Đệ Tứ, vỏ phong hóa ở dọc đứt gãy, cho thấy, đây là một đứt gãy hoạt động mạnh trong Kainozoi và hiện đại, có tính chất trượt bằng phải-thuận.

② Đứt gãy Phụng Thượng - Tranh Yên (F2), dài 16 km, trong phạm vi nghiên cứu, dài 11 km, chạy qua khu 3 xã Võ Lao, Đồng Xá, thôn Mảnh, (xã Ninh Dân), tây nam thị trấn Thanh Ba, trung tâm xã Đồng Xuân và đến xóm Tranh Yên (xã Thanh Vân). Biểu hiện trên ảnh vệ tinh rõ nét bằng những chấn đoạn kéo dài. Về địa mạo, đoạn phía đông nam, đứt gãy nằm trùng với dải trũng dạng địa hào, dài 3 km, rộng 600-700 m, cùng phương với đứt gãy, được lấp đầy bởi trầm tích Đệ Tứ. Đoạn giữa (khu vực Đồng Xá) nằm trùng với dải trũng dài 1,5 km, rộng 300-500 m, trũng có dạng địa hào và được phủ lớp trầm tích Đệ Tứ mỏng 1-4 m. Tương tự ở khu vực Đồng Xuân, đứt gãy trùng với dải trũng dài 700 m, rộng 50-150 m và được lấp đầy bởi trầm tích Đệ Tứ dày 2-5 m, riêng ở khu 3 Đồng Xuân chiều dày lớp phủ Đệ Tứ hơn 10 m. Những đoạn còn lại gần như hầu hết nằm trùng với các rãnh, khe suối nhỏ kéo dài cùng phương với đứt gãy, với chiều rộng hẹp, khoảng vài chục mét. Tại khu vực xã Thanh Vân còn phát hiện trũng tách giãn phương á kinh tuyến, bị các đứt gãy bậc cao nằm ở hai bên trũng khống chế, trong trũng lấp đầy trầm tích Đệ Tứ. Sự phát triển trũng tách giãn phương á kinh tuyến đã phản ánh tính chất trượt bằng phải của đứt gãy này. Tại khu vực thị trấn Thanh Ba, một đứt gãy nhánh cùng phương cắt qua thung lũng suối và làm dịch chuyển phải của lòng suối cùng với nón phóng vật với biên độ nhỏ (20 - 30 m). Phân tích các mặt cắt địa mạo và địa chất, cũng đã xác định được tính chất trượt thuận của đứt gãy này : cánh đông bắc nâng tương đối so với cánh tây nam, biên độ khoảng 15-20 m. Về địa chất, đoạn Võ Lao, đứt gãy cắt qua hệ tầng Văn Lãng (T_{n-r} v) gây biến dạng mạnh hệ tầng này, ở đây gặp các đới dập vỡ khá rõ cùng với nhiều mặt trượt kiến tạo trong đá vôi (hình 2). Ở khu vực Đồng Xá, đứt gãy làm ranh giới phân chia giữa hai thành tạo Mesozoi, Kainozoi ở phía tây nam và thành tạo địa chất cổ (AR). Ở bên cánh tây nam của đứt gãy (khu khai thác đá vôi Đồng Xá và Yên Nội), gặp các đới dập vỡ kiến tạo cùng với các mặt trượt, vết xước kiến tạo rõ nét trong đá vôi. Cũng tại đây (khu vực Đồng Xá) còn quan sát thấy các tầng hang động, các khe, rãnh lớn trong đá vôi với hai phương chính TB-ĐN và á kinh tuyến. Khu vực trung tâm xã Đồng Xuân, thôn Sen theo các giằng đào và các lỗ khoan



Hình 2. Biểu hiện dịch trượt thuận của các đứt gãy phương TB-ĐN (Bùi Văn Thơm, 2008)

1. Vỏ phong hóa, 2. Cát pha bờ rời, 3. Cuội, sỏi và tảng kết (N), 4. Cát, bột, sét kết (N), 5. Phiến sét vôi, đá vôi, cát kết (T_3), 6. Đá vôi (T_2), 7. Đá phiến kết tinh (AR), 8. Đứt gãy và hướng dịch chuyển

thăm dò cũng phát hiện các khe, rãnh đá vôi, các hang động ngầm bị các trầm tích cát, bùn, sét pha lấp đầy.

Kết quả phân tích khe nứt, các mặt trượt, vết xước kiến tạo dọc theo đứt gãy tại khu vực Đồng Xa, Yên Nội và khu vực khai thác đá ở ngã ba đường vào nhà máy xi măng Thanh Ba, khu vực thôn Mánh, thôn Sen, xóm Xui... đã xác định được đứt gãy cắm về phía tây nam, với góc dốc lớn 60 - 70°. Ngay tại khu vực khai thác đá vôi Đồng Xa, nhiều mặt trượt đứt gãy kiến tạo có các phương khác nhau, trong đó chủ yếu là các mặt trượt lớn có phương TB - ĐN (310°) với góc dốc lớn, nghiêng về phía tây nam. Cũng tại đây còn quan sát được đứt gãy phương TB - ĐN, cắt qua hang karst điều đó chứng tỏ đây là những đứt gãy còn rất trẻ.

Như vậy, dựa trên những kết quả phân tích địa mạo, khe nứt kiến tạo, dấu hiệu biến dạng địa mạo và hình hài kiến trúc đã xác định được đứt gãy hoạt động mang tính chất là trượt bằng phải thuận.

③ *Đứt gãy Thôn Sen - Hanh Cù (F3)*, dài 16,2 km, trong phạm vi nghiên cứu, dài 10 km. Đứt gãy cắt qua thôn Sen, thôn Thượng Nông, Tân Lập, Xóm Cốc đến Thanh Cù (xã Thanh Vân) rồi vượt ra khỏi phạm vi nghiên cứu. Trên ảnh vệ tinh đứt gãy thể hiện bằng những chấn đoạn ngắn nối tiếp nhau theo phương TB - ĐN. Về địa mạo, đứt gãy thể hiện khá rõ nét ở khu vực Yên Nội và Thanh Cù, tại đây đứt gãy làm ranh giới phân chia giữa hai bậc địa hình: phía đông bắc là đồng bằng tích tụ Đệ Tứ, phía tây nam là dải địa hình đồi béc mòn, có độ cao khoảng 15 - 20 m. Những đoạn còn lại, đứt gãy nằm trùng với các khe rãnh hẹp, kéo dài cùng phương. Dọc theo đứt gãy còn gặp nhiều các trũng tách giãn phương á kinh tuyến (Thôn Sen, Thôn Mánh, Khu 3 Đồng Xuân) phản ánh cơ chế trượt bằng phải của đứt gãy này. Về địa chất, đứt gãy cắt qua thành tạo Mezozoi, thuộc hệ tầng Đồng Giao, Văn Lãng. Kết quả đo địa vật lý và các tài liệu lỗ khoan ở hai bên cánh của đứt gãy, đã xác định đứt gãy hoạt động có tính chất trượt thuận khá rõ nét. Cánh đông bắc nâng cao tương đối so với cánh tây nam với biên độ khoảng 2-5 m. Hiện tượng nứt đất phát hiện ở khu vực Yên Nội, cùng với các hố sụt, rãnh đá vôi và sự dâng cao mực nước ngầm ở khu 4 Ninh Dân cũng đã phản ánh sự hoạt động tích cực của đứt gãy trong giai đoạn Tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại. Kết quả phân tích khe nứt kiến tạo, mặt trượt, vết xước kiến tạo tại khu vực khai thác

đá Yên Nội, cũng xác định được đứt gãy F3 có phương TB - ĐN và nghiêng về phía đông bắc.

Với những kết quả phân tích về địa mạo, địa chất nói trên đã khẳng định đứt gãy hoạt động mạnh trong Tân kiến tạo và mang tính chất trượt bằng phải thuận.

④ *Đứt gãy Nhà Trang - Nhà Xa (F4)*, trong phạm vi nghiên cứu đứt gãy dài khoảng 8,5 km, bắt đầu ở cuối thôn Thượng Nông qua Tân Thân (Yên Nội), đến phía đông bắc xã Yên Khê, rồi vượt ra khỏi phạm vi nghiên cứu. Trên ảnh vệ tinh đứt gãy thể hiện bằng những chấn đoạn kéo dài và khá rõ nét với những tôn ảnh đậm có dạng tuyến tính, nối tiếp nhau theo phương TB - ĐN. Về địa mạo, đứt gãy thể hiện khá rõ nét ở khu vực Thượng Nông, Tân Thân (Yên Nội), tại đây đứt gãy làm ranh giới phân chia giữa hai bậc địa hình: phía đông bắc là dải địa hình trũng dạng đồng bằng tích tụ, phía tây nam là dải địa hình đồi béc mòn, có độ cao bình khoảng 20 - 30 m. Những đoạn còn lại, đứt gãy nằm trùng với các khe rãnh hẹp kéo dài cùng phương. Về địa chất, đứt gãy cắt qua thành tạo Mezozoi thuộc hệ tầng Đồng Giao và Văn Lãng. Theo kết quả đo địa vật lý ở khu vực Thượng Nông và các tài liệu lỗ khoan, ở hai bên cánh của đứt gãy đã xác định đứt gãy hoạt động mang tính chất trượt thuận khá rõ nét. Cánh đông bắc nâng cao tương đối so với cánh tây nam khoảng 2 - 5 m. Sự phân bố các kiến trúc tách giãn phương á kinh tuyến phát hiện ở Đồng Nội và đông bắc xã Yên Nội, đã khẳng định tính chất trượt bằng phải thuận của đứt gãy trong giai đoạn Đệ Tứ.

⑤ *Đứt gãy Thôn Diệu - Hoàng Xá (F5)*, dài 5,5 km, bắt đầu từ phía tây nam Thôn Diệu qua Kiều Tùng, trung tâm xã Yên Khê đến Hoàng Xá rồi vượt ra khỏi phạm vi nghiên cứu. Đứt gãy chạy song song với các đứt gãy F2, F3, F4. Trên ảnh vệ tinh, đứt gãy thể hiện bằng những chấn đoạn kéo dài và khá rõ nét với những tôn ảnh đậm có dạng tuyến tính, nối tiếp nhau theo phương TB - ĐN. Về địa mạo, đứt gãy nằm trùng với các khe rãnh hẹp kéo dài cùng phương. Tuy nhiên, dọc theo đứt gãy, các dấu hiệu địa hình thể hiện không được rõ nét. Về địa chất, đứt gãy cắt qua thành tạo Kainozoi thuộc hệ tầng Cổ Phúc, tại khu vực Yên Khê và Vũ Ổn, đứt gãy làm ranh giới giữa thành tạo Mezozoi thuộc hệ tầng Đồng Giao, ở phía tây nam và các thành tạo của đá biến chất cổ thuộc hệ tầng Ngòi Chi. Tại khu vực Chí Tiên và Thanh Xá cũng quan sát thấy khá rõ dấu hiệu biến vị mạnh mẽ của các tập đá Neogen

với biên độ thẳng đứng nhỏ 0,5-1 m và đã xác định được đứt gãy cắm về phía đông nam và có tính chất trượt thuận là chủ yếu.

⑥ *Đứt gãy Thống Nhất - Trường Sơn (F6)*, dài 2 km, bắt đầu từ thôn Thống Nhất đến Trường Sơn xã Mạn Lạn rồi vượt ra khỏi phạm vi nghiên cứu. Đứt gãy chạy sát bờ trái của sông Hồng. Trên ảnh vệ tinh và ảnh máy bay đứt gãy thể hiện bằng những chấn đoạn kéo dài và rõ nét. Về địa mạo, đoạn phía tây nam Vũ Ёn, Mạn Lạn đứt gãy làm ranh giới phân chia hai bậc địa hình khác nhau : phía đông bắc là những dải đồi thấp có độ cao 5 - 10 m, thuộc các bậc thêm I, II. Phía đông nam, là mảng đồng bằng tích tụ Đệ Tứ, thuộc các bãi bồi cao và thấp của sông Hồng. Về địa chất, đứt gãy cắt qua hàng loạt các thành tạo Kainozoi thuộc hệ tầng Cổ Phúc (N cp), Văn Yên (N vy) và Đệ Tứ (Q). Tại khu vực Mạn Lạn, Phương Lĩnh đứt gãy làm ranh giới giữa trầm tích Neogen ở phía đông bắc và tích tụ Đệ Tứ bờ rời ở phía tây nam. Kết quả phân tích chi tiết trầm tích Neogen ở khu vực Phương Lĩnh, Mạn Lạn, đã xác định được đứt gãy có hướng cắm về phía tây nam và hoạt động mang tính chất trượt thuận là chủ yếu với cánh đông bắc nâng cao tương đối so với cánh tây nam.

b) Hệ thống các đứt gãy phương đông bắc - tây nam

Hệ thống các đứt gãy phương ĐB - TN, phát triển rải rác trong khu vực, trong đó lớn hơn cả là đứt gãy Trường Sơn - Thôn Mánh, đứt gãy Hoàng Xá - Thái Ninh.

① *Đứt gãy Trường Sơn - Thôn Mánh (F7)*, dài 5 km từ thôn Trường Sơn xã Mạn Lạn qua Đồng Tâm, phía nam nhà máy xi măng Thanh Ba đến thôn Thanh Long (phía bắc xã Ninh Dân). Đứt gãy thể hiện rõ trên ảnh vệ tinh bằng những chấn đoạn lineament kéo dài. Trên địa hình hiện tại đứt gãy nằm trùng với các rãnh, mương xói của các nhánh sông cạn. Về địa chất, đứt gãy này cắt qua hàng loạt thành tạo địa chất khác nhau (hệ tầng Ngòi Chi, hệ tầng Đồng Giao, hệ tầng Văn Lãng và hệ tầng Cổ Phúc). Phân tích khe nứt, các mặt trượt, vết xước kiến tạo tại các vị trí dọc theo đứt gãy cho thấy : tại khu 11 thị trấn Thanh Ba, các tập đá vôi nổi lên bề mặt địa hình, các khe nứt lớn phát triển cùng phương với đứt gãy và có biểu hiện dập vỡ mạnh của tập đá này. Tại khu khai thác đá ở khu vực gần nhà máy xi măng Thanh Ba cũng phát hiện nhiều mặt trượt khá rõ theo phương ĐB - TN và nhiều vách kiến tạo lớn dài hàng chục

mét, cao 5 -10 m, các đá bị biến dạng, dập vỡ mạnh. Tiếp về phía đông bắc (phía đông nam thị trấn Thanh Ba) quan sát tại giếng đào và các vách taluy đường đã lộ tầng phong hóa từ đá biến chất khá dày (hơn 40 m), trong khi đó, cách 200 m về phía bắc, chiều dày vỏ phong hóa chỉ đạt 10 - 20 m. Các kết quả nói trên cho phép nhận định : đây là đứt gãy có hướng cắm gần thẳng đứng và có tính chất trượt bằng là chủ yếu.

② *Đứt gãy Hoàng Xá - Thái Ninh (F8)*, dài khoảng 7,5 km bắt đầu từ Hoàng Xá (Phương Lĩnh) qua Bắc Sơn, phía bắc thị trấn Thanh Ba (trùng với tỉnh lộ 214) đến trung tâm UB xã Thái Ninh. Trên ảnh vệ tinh và trên địa hình hiện tại, đứt gãy thể hiện rõ nét và nằm trùng với các dải trũng của sông Đào Giã như ở thị trấn Thanh Ba, Thái Ninh được lắng đọng các tích tụ Đệ Tứ bờ rời với chiều dày khoảng 3-5 m, nhiều nơi hơn 10 m. Dấu hiệu dị thường địa mạo không rõ. Về địa chất, tương tự đứt gãy Trường Sơn - Thôn Mánh chúng cắt qua hàng loạt thành tạo địa chất khác nhau và phát hiện nhiều tập, lớp đất đá, mạch thạch anh bị dịch chuyển trái với biên độ nhỏ (một vài centimet). Phân tích khe nứt, các mặt trượt, vết xước kiến tạo tại khu vực chùa Đồng Xuân, thành tạo đá sét kết, bột kết của hệ tầng Văn Lãng bị vỡ nhàu và uốn nếp mạnh, hệ thống khe nứt phát triển với mật độ cao hơn hẳn so với các vùng lân cận. Ở khu vực cầu Đồng Xuân (trên đường từ thị trấn Thanh Ba đi Đồng Xuân) cũng quan sát thấy biến dạng mạnh của các thành tạo đá cuội kết, cát kết tuổi Neogen thuộc hệ tầng Cổ Phúc. Tại khu 3 thị trấn Thanh Ba, theo các tài liệu lỗ khoan khai thác nước cũng phát hiện các rãnh karst lớn, có độ sâu hàng chục mét được lấp đầy tích tụ Đệ Tứ. Cũng tại đây, cách 150 m về phía bắc (khu 3 xã Đồng Xuân) cũng phát hiện đới dập vỡ kiến tạo trong đá biến chất thuộc hệ tầng Ngòi Chi. Ngoài ra, dọc đới đứt gãy tại các khu vực Yên Khê, Đào Giã và Thái Ninh chiều dày vỏ phong hóa của đá biến chất lớn hơn 50 m phản ánh hoạt động tích cực của đứt gãy.

Như vậy, từ các kết quả nói trên cho thấy cả hai đứt gãy F7, F8 hoạt động mạnh trong Kainozoi, có hướng cắm về phía đông nam với góc dốc gần thẳng đứng, nhưng trong giai đoạn hiện đại đứt gãy hoạt động yếu hơn, chính vì vậy các dấu hiệu dị thường về địa mạo dọc theo hai đứt gãy trên là yếu và bị quá trình ngoại sinh xóa nhòa rất nhanh, những dấu hiệu dịch chuyển chỉ quan sát thấy từ các vị trí từ đá gốc tuổi trước Kainozoi lộ ra trên địa hình hiện tại.

c) Hệ thống các đứt gãy phương á vĩ tuyến và á kinh tuyến

Hệ thống các đứt gãy phương á kinh tuyến, tập trung rải rác ở nhiều nơi trong khu vực nghiên cứu. Đặc trưng chủ yếu của các đứt gãy phương á kinh tuyến là có chiều dài ngắn khoảng vài trăm mét đến một nghìn mét. Hầu hết là các đứt gãy bậc cao. Chúng xuất hiện muộn hơn so với các đứt gãy theo các phương khác (TB-ĐN, ĐB-TN) và là hệ quả, sinh ra do quá trình hoạt động của các đứt gãy trên, vì vậy, chúng không có vai trò làm ranh giới hoặc phân chia giữa các cấu trúc Tân kiến tạo lớn và chỉ là các đứt gãy nội khối. Trên địa hình hiện đại cũng như trên ảnh vệ tinh, chúng nằm trùng với các khe rãnh hoặc khe sỏi nhỏ, thường kết hợp với nhau và khống chế các thành tạo Đệ Tứ, như ở khu vực Thanh Hà, Thanh Vân. Đáng chú ý nhất là ở khu vực thôn Đồng Xa, khu khai thác đá Yên Nội, khu 3 xã Đồng Xuân, hệ thống các khe nứt phương á kinh tuyến phát triển khá dày và tạo thành từng đới có chiều rộng hàng trăm mét theo phương á kinh tuyến. Kết quả phân tích mật độ lineament đã xác định được giá trị nổi trội hơn hẳn các khu vực khác 10-13 km/km².

Nhìn chung, trong phạm vi nghiên cứu, hệ thống các đứt gãy phương TB - ĐN đóng vai trò chủ đạo khống chế các đơn vị kiến trúc Tân kiến tạo lớn. Các đứt gãy phương ĐB - TN, hoặc đứt gãy phương á kinh tuyến và á vĩ tuyến là các đứt gãy bậc cao với chiều dài ngắn, chiều sâu nông hơn so với đứt gãy phương TB-ĐN.

Để khẳng định rõ vai trò của hệ thống đứt gãy phương TB-ĐN, chúng tôi đã phân tích mật độ độ dài lineament và cũng xác định được ba đới ảnh hưởng của đứt gãy (F1, F2 và F5) trong đó đới ảnh hưởng Tân kiến tạo F2 có chiều rộng cũng như quy mô lớn hơn cả. Tại đây mật độ lineament đạt tới hơn 13 km/km² và cũng là đới tập trung các vị trí nứt sụt đất lớn nhất trong vùng [2].

Như vậy, có thể thấy khu vực nghiên cứu nằm ở rìa tây nam khối nâng núi Con Voi thuộc đới khâu Sông Hồng [4], chính vì vậy hoạt động Tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại của khu vực đều chịu ảnh hưởng và chi phối bởi kiến trúc nâng này.

- Vùng nghiên cứu có xu thế nâng mạnh dần theo hướng tây nam lên đông bắc, để tạo nên các khối có biên độ nâng dạng khối tầng khác nhau : khối nâng trung bình với biên độ hơn 80 m, khối nâng yếu với biên độ 40-60 m và khối nâng rất yếu với biên độ 20-25 m. Sự trôi lộ các móng kết tinh

cổ ở phía bắc đông bắc cũng là bằng chứng cho nhận định này.

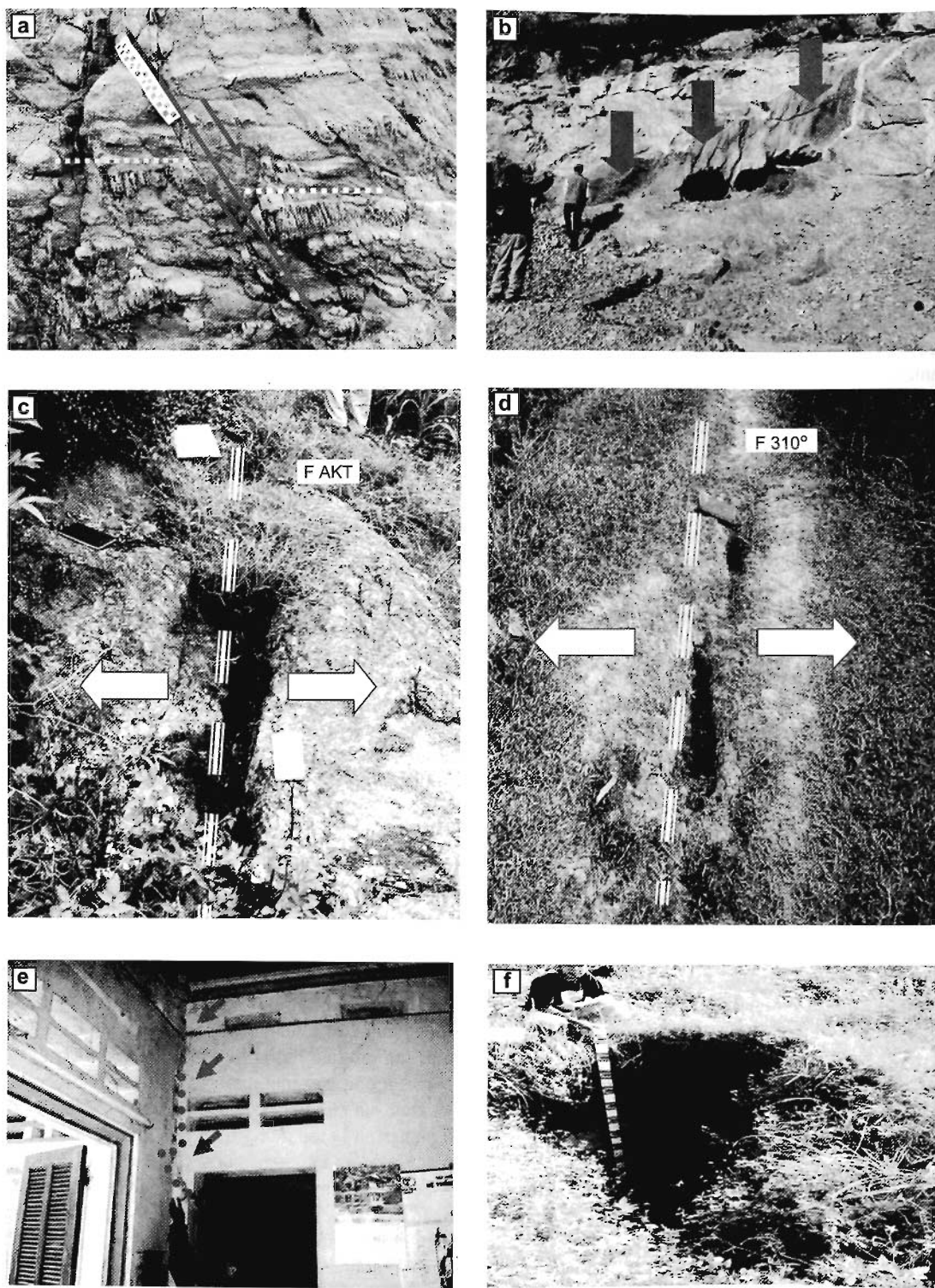
- Trong giai đoạn hiện đại, các khối kiến trúc này hoạt động mạnh, xuất hiện nhiều đứt gãy hoạt động có các phương khác nhau, trong đó đứt gãy phương á kinh tuyến có lẽ xuất hiện muộn hơn cả, đã chia cắt và làm phức tạp thêm các khối kiến trúc này, chính vì lẽ đó, hiện nay trên địa hình hiện tại còn tồn tại các bậc địa hình có độ cao khác nhau.

III. HIỆN TRẠNG NÚT, SỤT ĐẤT KHU VỰC THANH BA

Kết quả điều tra chi tiết hiện trạng nứt, sụt đất ở huyện Thanh Ba cho thấy có hai dạng khác nhau : nứt đất và nứt kèm theo sụt đất [2], trong phần này chỉ nêu những vị trí đã xảy ra nứt, sụt đất.

Nứt đất xảy ra tại năm khu vực : khu vực thứ nhất là khu 2 xã Ninh Dân xảy ra trên địa hình sườn khá thoải 5-10°, làm nứt tường và sân nhà dân ; khu vực thứ hai tại khu 3 xã Yên Nội, nứt đất cũng xảy ra trên địa hình đồi có sườn rất thoải, làm nứt tường, sân và đường vào khu dân cư ; khu vực thứ ba, tại khu 3 xã Đồng Xuân nứt đất xảy ra làm hư hại nhà cửa và làm rạn nứt gây biến dạng một đoạn đường nhựa khoảng gần 100 m (tỉnh lộ 634) ; khu vực thứ tư, xảy ra tại trường mẫu giáo xã Hanh Cù làn nứt tường, móng nhà và một góc sân trường, khu vực thứ năm, tại khu 8 xã Chí Tiên, xảy ra trên đồi thấp, sườn thoải khoảng 10-15° làm nứt đất, nứt nhà, sân và hiện nay toàn bộ ngôi nhà bị hư hỏng, không ở được phải chuyển đi nơi khác (ảnh 1).

Nứt kèm theo sụt đất xảy ra mạnh mẽ nhất và cũng rầm rộ nhất ở khu 1-4 và khu 6 xã Ninh Dân, Khu 3 xã Đồng Xuân và khu 3 xã Yên Nội. Kích thước của mỗi hố sụt cũng rất khác nhau, trung bình 0,5-1,5 m, sâu 3-4 m. Các hố sụt đã phá hủy nhiều ruộng vườn, nhà cửa và một số công trình dân dụng như đường giao thông liên thôn, huyện và tỉnh lộ. Nứt, sụt còn gây mất nước ngầm. Kết quả điều tra và khảo sát cho thấy tại các khu vực sụt đất, xảy ra ở phần trên là lớp mỏng trầm tích Đệ Tứ bờ rời dày 0,5-5 m gồm cát, sạn, lẫn sét. Riêng khu 3 Đồng Xuân lớp phủ trầm tích Đệ Tứ là cát, cát pha lẫn bùn nhão dày 10 m. Phần dưới lớp phủ Đệ Tứ là các hang hốc, rãnh karst. Kết quả đo địa vật lý cũng cho kết quả tương tự ở các khu 2, khu 4 nơi có lớp phủ trầm tích Đệ Tứ không quan sát trực tiếp được. Các hố sụt phân bố theo những dải nhất định và theo hai phương chính TB-ĐN và á kinh tuyến. Hiện nay trừ



Ảnh 1. Một số hình ảnh biểu hiện hoạt động của các đứt gãy và khe nứt kiến tạo và hiện trạng nứt, sụt đất khu vực Thanh Ba

hố sụt và nứt nhà tại khu 3 xã Đồng Xuân, còn lại các hố sụt ở khu vực xã Ninh Dân vẫn tiếp tục phát triển và đặc biệt là vào mùa mưa, miệng các hố sụt càng mở rộng do bị xói mòn và rửa trôi [1].

IV. ẢNH HƯỞNG CỦA TÂN KIẾN TẠO TỚI TAI BIẾN NÚT, SỤT ĐẤT

Với kết quả phân tích và nghiên cứu đặc điểm hoạt động Tân kiến tạo tại khu vực Thanh Ba và kết quả điều tra khảo sát hiện tượng nứt, sụt đất cho thấy mối quan hệ của chúng như sau :

Đối với nứt đất : các vị trí nứt đất đều nằm trùng với đứt gãy Tân kiến tạo, cụ thể ở đây là trùng với đứt gãy F2, F3 và F4. Trong đó đứt gãy F2 phân chia các đơn vị cấu trúc Tân kiến tạo (khối Đồng Bắc và Trung Tâm), đứt gãy F3, F4 nằm trong khối Trung Tâm (đứt gãy nội khối). Sự xuất hiện nứt đất ở đây chính là do sự chuyển động nâng hạ cục bộ của các kiến trúc Tân kiến tạo lớn và các kiến trúc bậc cao trong khối Trung Tâm, ngoài ra sự hoạt động trượt bằng phải thuận của đứt gãy F2, F3 và F4 đã tạo nên ở hai bên cánh đứt gãy hàng loạt đứt gãy bậc cao hoặc các đới khe nứt và các đới siết ép cắt sẻ trong đất đá, gây ra hiện tượng nứt đất ở đây.

Đối với sụt đất : hầu hết các vị trí sụt đất địa bàn huyện Thanh Ba xảy ra trong dạng địa hình trũng, trùng với dải địa hào (trũng hạ lún cục bộ) và được phủ một lớp trầm tích Đệ Tứ mỏng, kéo dài từ Hạnh Cù đến thôn Sen xã Đồng Xuân. Các vị trí sụt đất thường tập trung thành từng chuỗi kéo dài theo phương gần á kinh tuyến và thường nằm trùng với các đới khe nứt trong đất đá (đá vôi). Sự xuất hiện của sụt đất có thể giải thích như sau : đầu tiên do hoạt động của đứt gãy (đứt gãy F2, F3) đã tạo ra đới dập vỡ nứt nẻ mạnh của đá gốc (đá vôi) đã tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình karst để hình thành nên các hang động karst. Những hố sụt chính là các cửa hang động, hoặc các phếu karst bị phủ bởi lớp trầm

tích Đệ Tứ bờ rời có chiều dày mỏng. Kết hợp với các nhân tố khác như tác động của dòng chảy ngầm, do khai thác đá hoặc khai thác nước ngầm của con người đã gây tác động đến quá trình sụt đất ở đây.

Như vậy, rõ ràng sự xuất hiện nứt đất là do tác động trực tiếp của sự hoạt động Tân kiến tạo gây nên, cụ thể ở khu vực nghiên cứu là do hoạt động của đứt gãy F2, F3 và F4. Còn sự xuất hiện sụt đất là do tác động gián tiếp của hoạt động Tân kiến tạo, thông qua quá trình hoạt động karst tạo nên các hang động ngầm.

Việc xuất hiện nứt đất, sụt đất tập trung chủ yếu vào khối Trung Tâm cũng như trên đứt gãy F2, F3, F4, phản ánh sự hoạt động tích cực của khối kiến trúc và các đứt gãy này trong giai đoạn hiện đại. Mặt khác, nơi đây cũng là nơi có cấu trúc địa chất, Thành phần thạch học thuận lợi cho sự phát triển các dạng tai biến địa chất : đá vôi, ranh giới giữa các hệ tầng địa chất khác nhau.

KẾT LUẬN

Trên cơ sở phân tích Tân kiến tạo, hiện trạng nứt, sụt đất và ảnh hưởng của hoạt động Tân kiến tạo đến tai biến nứt, sụt đất có thể rút ra một số kết luận :

+ Sự chuyển động của các kiến trúc khối tầng trong giai đoạn Tân kiến tạo khu vực huyện Thanh Ba thể hiện rõ nét và được chia làm ba khối kiến trúc lớn. Trong mỗi khối lại có sự phân dị và chuyển động của các khối kiến trúc bậc cao hơn, và hầu hết các khối kiến trúc có dạng tuyến kéo dài theo phương TB-ĐN.

+ Hoạt động của các đứt gãy trong Tân kiến tạo khá tích cực, trong đó chủ yếu là các đứt gãy phương TB-ĐN hoạt động mang tính chất trượt bằng phải thuận. Sự hoạt động này đã tạo nên hàng loạt đới khe nứt tách phương á kinh tuyến hoặc các trũng tách giãn phương á kinh tuyến và TB-ĐN. Đối với khu vực có móng là đá vôi, các khe nứt tách là tiền đề cho quá trình karst.

+ Nứt, sụt đất trong khu vực nghiên cứu biểu hiện dưới hai dạng :

- Nứt đất, nguyên nhân chính do hoạt động của các đứt gãy phương TB-ĐN (F2, F3) và chuyển động phân dị của các kiến trúc bậc cao gây ra.

- Sụt đất, do nhiều nhân tố tác động, trong đó hoạt động Tân kiến tạo là nguyên nhân sâu xa và ảnh hưởng gián tiếp đến nứt, sụt đất thông qua sự

← CHÚ GIẢI (Ảnh 1)

- a. Dịch chuyển thuận trong đá cát kết (Neogen) (ĐG F3), b. Đứt gãy cắt qua hang karst (ĐG F2), c. Khe nứt tách phương á kinh tuyến (khu 3 Ninh Dân), d. Nứt đất phương TB-ĐN (Khu 6 Ninh Dân), e. Nứt xuất hiện trên tường nhà (Chí Tiên) ĐG F4, f. Sụt đất tại Đồng Xa - Ninh Dân.

Ảnh Bùi Văn Thom, 2008, riêng ảnh e 2009

hình thành các khe nứt tách và các đới dập vỡ trong đá vôi đã tạo điều kiện cho quá trình karst tạo hang động ngầm. Đồng thời dọc theo đới dập vỡ thường là nguồn tập trung hay kênh dẫn nước, tạo điều kiện thuận lợi cho việc lưu thông dòng chảy theo chiều thẳng đứng và nằm ngang dẫn đến sự rửa trôi hoặc làm mỏng các lớp tích tụ phía trên các hang động ngầm làm giảm lực gắn kết gây nứt, sụt đất.

TÀI LIỆU DẪN

[1] NGUYỄN XUÂN HUYỀN và nnk, 2004 : Lịch sử phát triển các thành tạo trầm tích Paleogen -Neogen trong mối quan hệ với đứt gãy Sông Hồng. Chuyên khảo : Đới đứt gãy Sông Hồng - Đặc điểm địa động lực sinh khoáng và tai biến thiên nhiên, 413-458. Nxb KH&KT.

[2] NGUYỄN XUÂN HUYỀN, 2007 : Nghiên cứu khoanh vùng dự báo nứt, sụt đất huyện Thanh Ba, tỉnh Phú Thọ, đề xuất các giải pháp phòng tránh và quy hoạch phục vụ phát triển bền vững. Báo cáo tổng kết đề tài cấp tỉnh, lưu trữ tại viện Địa chất.

[3] HOÀNG THÁI SƠN, 1997 : Báo cáo thuyết minh địa chất và khoáng sản tỷ lệ 1 : 50.000 nhóm tờ Đoan Hùng. Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản.

[4] PHAN TRỌNG TRỊNH, HOÀNG QUANG VINH, NGUYỄN ĐĂNG TÚC, BUI THỊ THẢO, 2000 : Hoạt động kiến tạo trẻ của đới đứt gãy Sông Hồng và lân cận. Tc Các Khoa học về Trái Đất. T. 22, 4, 325 - 336.

[5] PHẠM TÍCH XUÂN, 2001: Nghiên cứu đánh giá các tai biến địa chất và ảnh hưởng của chúng ở khu vực ven sông Hồng thuộc các tỉnh Phú Thọ, Vĩnh Phúc, Hà Tây. Báo cáo tổng kết đề tài cấp Viện KH & CNVN. Lưu trữ tại Viện Địa Chất.

SUMMARY

Neotonic activities and their effects to land-rupture hazards in Thanh Ba region, Phu Tho Province

In Neotectonic periods, the Thanh Ba region consists of three main tectono-structural blocks : the Northeastern block, the Central block and the South-western block, consisting of many active faults (mainly oriented to northeast - southwest). Activity of the active structures is one of the direct causes of ground faulting (in Yen Noi, Hanh Cu communes), and indirect causes of land subsiding (in Ninh Dan, Dong Xuan and Yen Noi communes) through formation and development of crushed - fractured rock zones and fissure crack systems that have two main orientations : northeast - southwest and sub-longitudinal along the faults and between structural boundaries. These factors cause favourable conditions for migration and concentration of ground-water and speed up ground karstification in carbonate formation. Studied results determined four regions that have high risk about land subsidence hazards : area 2, 3, 4 and 6 in Ninh Dan ; area 3 in Yen Noi ; and area 3 and 4 in Dong Xuan, all locating on northeastern - southwestern basin (belong to the Central block).

Ngày nhận bài : 29-5-2008

Viện Địa Chất
(Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam)