

KẾT QUẢ BƯỚC ĐẦU QUAN TRẮC ĐỘNG ĐẤT NHỎ BẰNG MẠNG MÁY ĐỊA PHƯƠNG GURALP-6TD BỐ TRÍ TẠI VÙNG THANH HOÁ

ĐINH VĂN TOÀN¹, CHAU-HUEI CHEN², STRONG WEN², LẠI HỢP PHÒNG¹,
TRẦN ANH VŨ¹, NGUYỄN THỊ HỒNG QUANG¹, DƯƠNG THỊ NINH¹

E - mail: dvantoanvdc@yahoo.com

¹Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

²Viện Địa chấn, Đại học quốc gia Chung Cheng, Đài Loan

Ngày nhận bài: 20 - 11 - 2012

1. Mở đầu

Đới đứt gãy Sông Mã và đứt gãy Sơn La - Bim Sơn là hai đứt gãy hoạt động có quy mô thuộc loại lớn nhất ở vùng Tây Bắc. Cả 2 đới đứt gãy đều gồm nhiều nhánh và có độ sâu xuyên vỏ Trái đất được phản ánh bằng dấu hiệu biến dạng trên bề mặt Moho và tài liệu địa chấn [9]. Trong đó, đứt gãy Sông Mã là ranh giới phân chia địa kiến trúc Tây Bắc với địa kiến trúc Trường Sơn và được xếp vào cấp I trong bảng phân cấp của các nghiên cứu gần đây [7, 9]. Các đứt gãy này đều có phương tây bắc - đông nam với chiều dài đạt trên dưới 400 km, bắt đầu từ đứt gãy á kinh tuyến Điện Biên - Lai Châu và đều chạy qua vùng Thanh Hoá trước khi đổ ra biển. Tại đây chúng được phân ra nhiều nhánh theo kiểu tỏa tia và càng về phía bờ biển càng mở rộng. Đây cũng là 2 nguồn phát sinh động đất được đánh giá thuộc loại mạnh nhất trong cả nước với magnitude cực đại có thể đạt đến 7,1 độ Richter [8, 13-15].

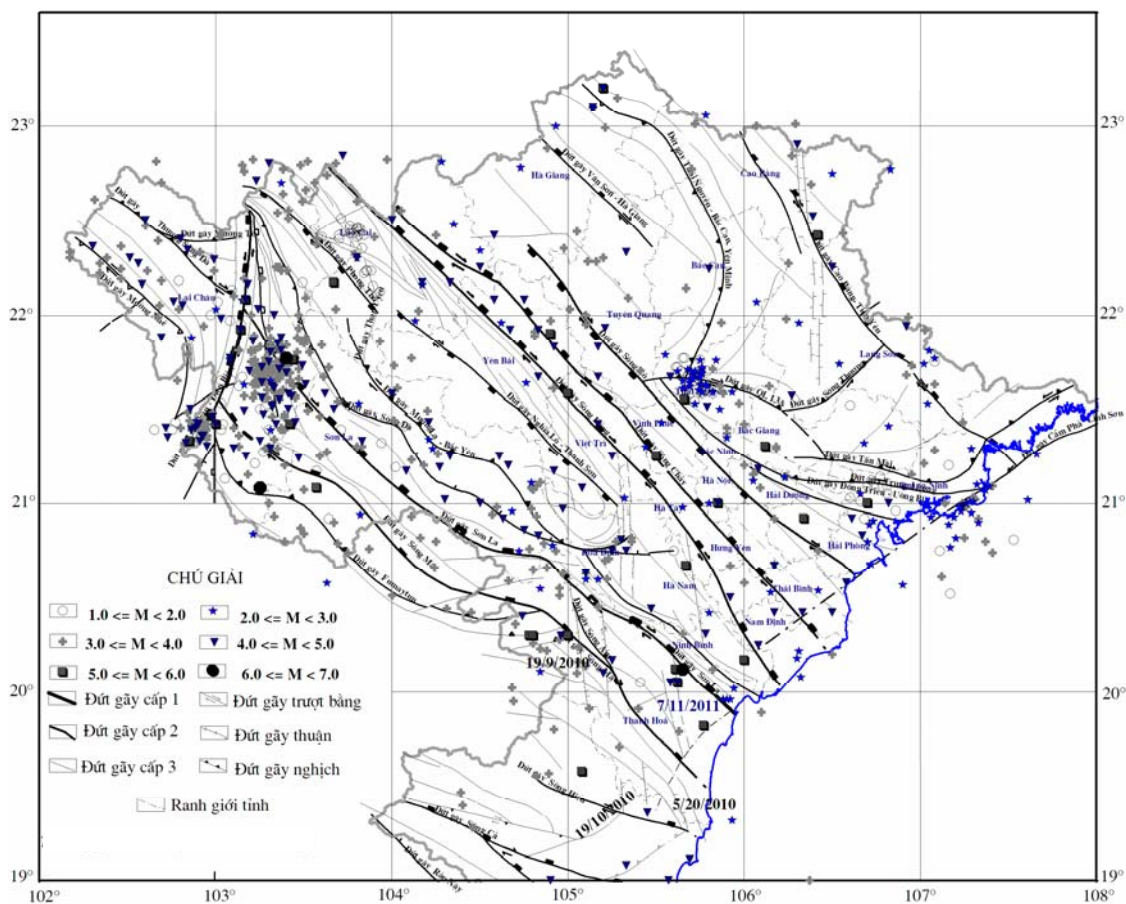
Các nghiên cứu nhiều năm qua đều cho thấy hai đới đứt gãy này có biểu hiện hoạt động mạnh trong tân kiến tạo và hiện đại. Các biểu hiện dịch chuyển với biên độ lớn trong thời kỳ Đệ Tứ, các tai biến nứt sứt đất, trượt lở đất quy mô lớn lặp đi lặp lại nhiều lần được ghi nhận xảy ra ở nhiều đoạn dọc theo suốt chiều dài của hai đới đứt gãy [1, 2, 7-10, 16]. Riêng về động đất thì đoạn ở phần tây bắc thuộc các tỉnh Điện Biên, Sơn La mức độ hoạt động địa chấn cao hơn nhiều so với đoạn ở phần đông nam. Hai trận động đất mạnh nhất mang tính

phá hủy xảy ra trong thế kỷ vừa qua cũng được xác nhận thuộc đới Sông Mã năm 1935 và đứt gãy Sơn La - Bim Sơn với magnitude 6,8 và 6,7 độ Richter tương ứng. Trong đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn thì tại phần đông nam của đới tại Vĩnh Lộc cũng đã xác nhận trận động đất lịch sử năm 1635 được đánh giá đạt đến 6,8 độ Richter. Khác với đới Sơn La - Bim Sơn, tại đoạn đông nam của đới Sông Mã chỉ ghi nhận được động đất nhỏ hơn 6,0 độ Richter, đó là động đất năm 1948 xảy ra ở Quan Sơn, Thanh Hóa với magnitude 5,7 độ Richter [8, 13]. Cũng giống như nhiều nguồn phát sinh động đất khác, hoạt động động đất trong các đới đứt gãy Sông Mã và Sơn La - Bim Sơn không phân bố đều dọc theo chiều dài đới đứt gãy mà mức độ biểu hiện ở từng đoạn cũng khác nhau (hình 1).

Đới với đứt gãy Sông Mã thì hoạt động động đất tích cực nhất được xác nhận tại đoạn đầu mút tây bắc của đới, từ phần tây bắc tỉnh Sơn La đến khu vực Điện Biên, dài khoảng hơn 70km. Tại đây ngoài trận động đất 6,8 độ Richter năm 1935 đã ghi nhận được hàng chục trận động đất có cấp độ $4,0 < M < 5,0$ Richter; các trận động đất cấp độ nhỏ hơn còn ghi được nhiều hơn. Tại đoạn đông nam thuộc địa phận Thanh Hóa, hoạt động động đất cũng ghi nhận mức độ tích cực tại đoạn chạy qua huyện Quan Sơn, Lang Chánh và Ngọc Lặc dọc theo chiều dài cũng khoảng hơn 70km [8, 13]. Động đất ghi nhận được gần đây nhất xảy ra ở huyện Quan Sơn ngày 19/9/2010 đạt hơn 4 độ Richter. Tại vùng chân tâm khu vực xã Sơn Hà, động đất đã gây nứt đất và nứt một số tường nhà cấp IV [11].

Trong phạm vi các phần còn lại thì đoạn từ trung tâm tỉnh Sơn La chạy qua Lào và về biên giới nước ta tại khu vực huyện Mường Lát mức độ hoạt động địa chấn ghi nhận được thấp hơn. Chỉ có một số ít, khoảng 10 trận động đất $3,0 < M < 4,0$ ghi nhận được từ khoảng những năm 1980 trở lại đây. Tuy nhiên, ngày 30/12/2010 đã ghi nhận trận động đất gần 5,0 độ Richter xảy ra ở vùng biên giới Việt - Lào và ngày 7/5/2011 ghi được động đất tại khu vực huyện Sông Mã với magnitude 4,2 độ Richter. Trong thực tế thì mạng trạm của ta hiện tại nhiều

khi cũng khó ghi được các trận động đất magnitude khoảng $< 3,0$ độ Richter dọc đoạn chạy qua đất Lào. Đoạn còn lại từ khu vực huyện Ngọc Lặc ra vùng bờ biển dài đến hơn 100 km với cấu trúc nhiều nhánh tỏa tia chỉ ghi nhận được lẻ tẻ, một vài trận động đất $< 4,0$ độ Richter. Do tính hoạt động động đất quan sát được thấp hơn nhiều so với các đoạn ở phần tây bắc nên đoạn này được đánh giá có chế độ địa chấn khá bình ổn (hình 1) và động đất cực đại cũng được đánh giá thấp hơn đạt khoảng $M_{max} = 5,5$ độ Richter [13].



Hình 1. Phân bố chấn tâm động đất trên sơ đồ đứt gãy theo mạng trạm khu vực (theo Nguyễn Đình Xuyên 2004, có bổ sung)

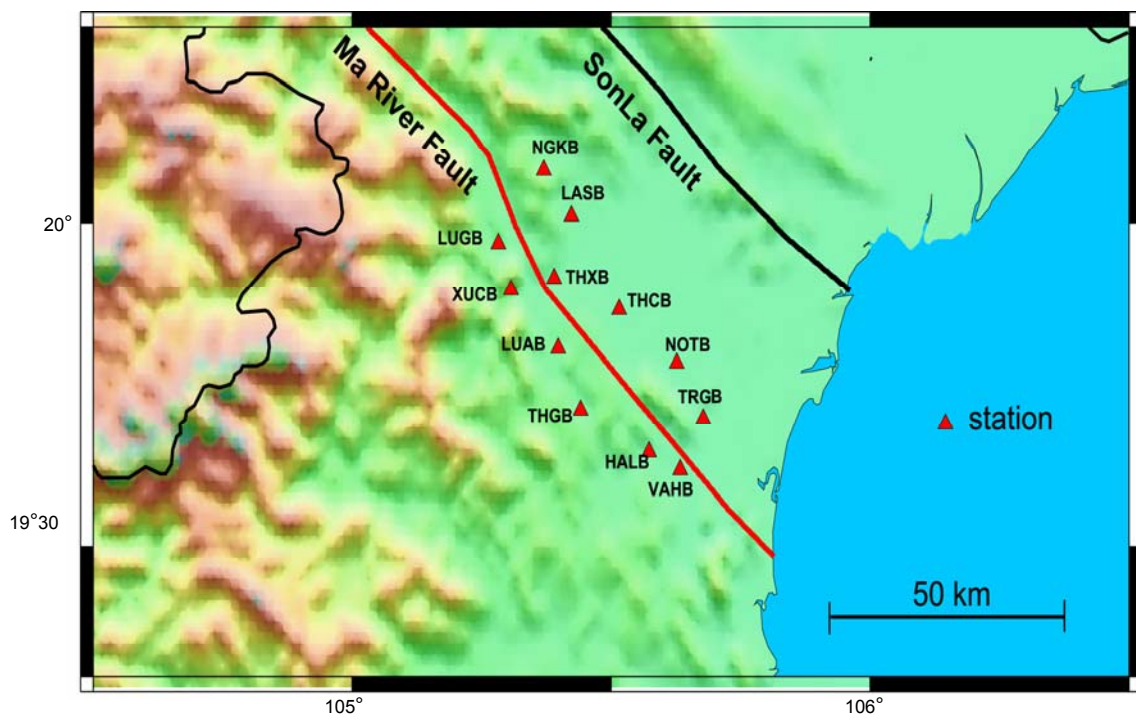
Bức tranh hoạt động động đất trong đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn tại phần tây bắc cũng tương tự như trong đới Sông Mã. Tại đoạn từ khu vực thành phố Sơn La đến thị xã Lai Châu cũ dài khoảng 115km mức độ hoạt động địa chấn quan sát được ở mức cao. Ngoài động đất Tuần Giáo năm 1983 thì tại đoạn này nhiều trận động đất từ 4,0 đến xấp xỉ

5,0 độ Richter đã ghi nhận được, mật độ cao nhất là xung quanh khu vực Tuần Giáo. Đoạn thứ hai có mức độ hoạt động động đất mức trung bình là đoạn từ huyện Thạch Thành, Cẩm Thủy ra đến bờ biển tại khu vực Hậu Lộc - Thanh Hoá. Tại đây, ngoài trận động đất lịch sử 6,8 độ Richter xảy ra năm 1635 tại Vĩnh Lộc, các nghiên cứu còn tìm được

hai trận động đất lịch sử cũng được đánh giá đến 5,5 độ Richter xảy ra tại khu vực gần thành phố Thanh Hóa năm 1584 và tại khu vực Thạch Thành năm 1587 [13]. Đáng lưu ý là động đất 5,2 độ Richter cũng đã ghi nhận xảy ra ở huyện Vĩnh Lộc vào năm 1958. Gần đây còn ghi nhận được động đất Cẩm Thủy 4,0 độ Richter năm 2005 [8] và động đất Vĩnh Lộc, Thọ Xuân ngày 7/11/2011 với Magnitude 3,6 độ Richter [17]. Như vậy, tại phần đông nam của cả hai đới đứt gãy Sông Mã và Sơn La - Bim Sơn, mức độ hoạt động địa chấn ghi nhận được đều thấp hơn nhiều so với đoạn ở phần tây bắc, đặc biệt là đới đứt gãy Sông Mã. Đặc điểm này có thể do tính chất của các đứt gãy tại đoạn đông nam có sự thay đổi, mặt khác cũng còn một khả năng, do mạng máy ghi động đất ở đây quá thưa, không ghi được đầy đủ các trận động đất nhỏ, ngay cả động đất đạt xấp xỉ 3,0 độ Richter. Cả vùng Thanh Hoá và Nghệ An rộng lớn cho đến nay chỉ có 03 máy ghi được đặt tại khu vực Tp. Vinh, Tp. Thanh Hoá và gần đây thêm được trạm ở Con Cuông. Điều này cho thấy, việc triển khai tại khu vực này một mạng máy địa phương đủ dày, cho phép đánh giá chi tiết và đầy đủ hơn tính hoạt động địa chấn ở phần đông nam của hai đới đứt gãy, không những có ý nghĩa cho các nghiên cứu về động đất mà cả các tai biến địa chất nội sinh khác.

2. Triển khai mạng máy thu thập số liệu Guralp-6TD tại Thanh Hóa

Như đã trình bày ở trên, trong nhiều năm trước 2009 cả vùng Thanh Hóa và Nghệ An rộng lớn chỉ được bố trí 3 máy ghi động đất. Mạng máy quá thưa, không cho khả năng ghi được đầy đủ động đất nhỏ mang tính địa phương. Từ tháng 11/2009 trong khuôn khổ hợp tác giữa Viện Địa chất với các nhà khoa học của Trường Đại học Chung Cheng - Đài Loan, một mạng máy địa phương đã được lắp đặt tại vùng Thanh Hoá. Mạng máy gồm 12 chiếc Guralp-6TD có chu kỳ 30 giây do Vương quốc Anh chế tạo. Máy có 3 thành phần ghi vận tốc với độ phân giải cao đến 24 bit. Các thiết bị này chủ yếu được bố trí dọc hai bên sườn của đới đứt gãy Sông Mã, trên một đoạn dài khoảng hơn 80km, từ bắc huyện Thường Xuân đến phía đông huyện Nông Cống. Nhằm ghi được cả các trận động đất nhỏ trong đới đứt gãy Sông Mã nên các thiết bị trên được bố trí cách nhau khoảng từ 14 đến 18km (hình 2). Tuy các thiết bị được bố trí bao quanh đới Sông Mã nhưng khả năng ghi được các động đất nhỏ trong các đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn và các đứt gãy khác vẫn là hiện thực, vì khoảng cách từ các trạm đến các đứt gãy vừa nêu cũng chỉ thường < 40km. Vị trí lắp đặt các thiết bị ghi trong *bảng 1*.



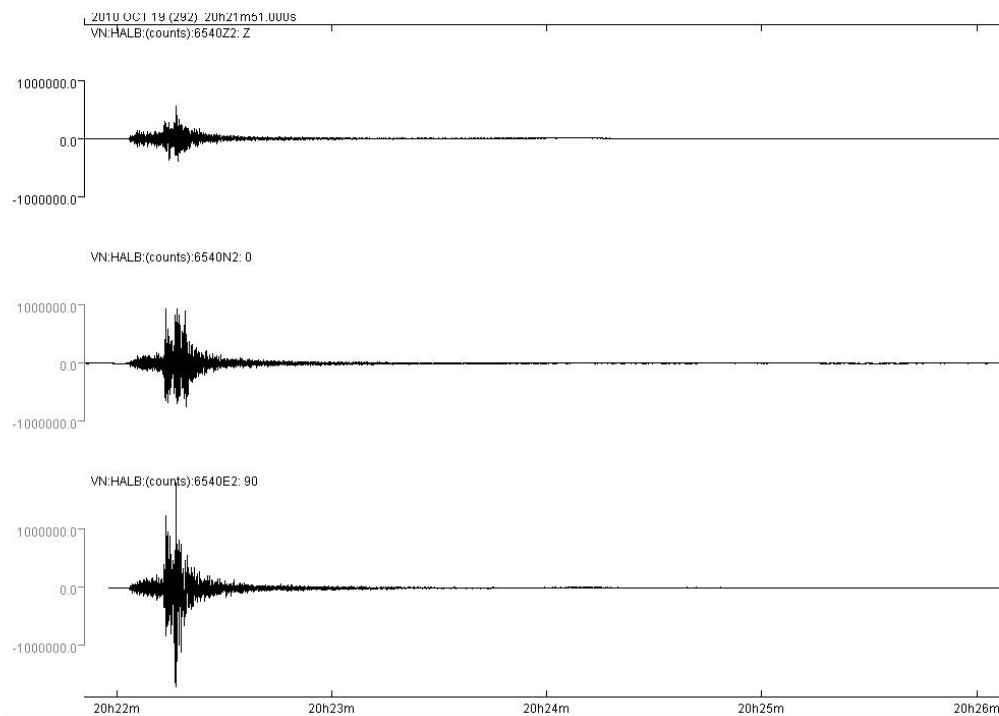
Hình 2. Mạng trạm máy Guralp-6TD dọc đới Sông Mã tại Thanh Hoá

Bảng 1. Mạng trạm máy địa chấn tại Thanh Hóa

TT	Ký hiệu	Tên trạm	Vĩ độ	Kinh độ	Loại cảm biến
1	NGKB	Ngọc Khê	20,081382	105,36979	CMG-6TD
2	LASB	Lam Sơn	20,010782	105,42333	CMG-6TD
3	THXB	Thọ Xương	19,914697	105,39011	CMG-6TD
4	XUCB	Xuân Cầm	19,897063	105,30697	CMG-6TD
5	LGSB	Lương Sơn	19,968602	105,28221	CMG-6TD
6	LTHB	Luận Thành	19,806285	105,39723	CMG-6TD
7	TGNB	Thượng Ninh	19,711243	105,44066	CMG-6TD
8	HALB	Hải Long	19,645188	105,57326	CMG-6TD
9	VAHB	Vạn Hoà	19,618213	105,63321	CMG-6TD
10	TRUB	Trung Thành	19,705701	105,67802	CMG-6TD
11	NTGB	Nông Trữông	19,783412	105,62675	CMG-6TD
12	THCB	Thọ Cường	19,866121	105,51549	CMG-6TD

Kể từ khi các thiết bị được lắp đặt, mạng máy luôn hoạt động tốt. Số liệu được thu thập đầy đủ, định kỳ khoảng 2 tháng 1 lần. Phần tín hiệu liên

quan đến động đất được tách ra thành các tệp số liệu độc lập từ các băng ghi sóng nhờ phần mềm chuyên dụng Scream 4.4 do hãng Guralp cung cấp. Xem xét sơ bộ các tệp số liệu dựa vào độ dài tồn tại tín hiệu động đất trên băng ghi cũng như thời gian tới của sóng P và sóng S có thể thấy nhiều trận động đất địa phương có magnitude nhỏ mạng máy vẫn ghi được tín hiệu khá rõ đồng thời ở nhiều trạm. Nhìn chung, các băng ghi trường sóng động đất phần lớn có chất lượng đảm bảo. Có thể thấy điều này trên ví dụ băng sóng động đất Quỳnh Hợp ngày 19/10/2010 có magnitude $M = 1,25$ với khoảng cách xa đến 90km tín hiệu vẫn ghi được rất rõ (hình 3). Trong 3 năm qua mạng máy đã ghi được gần 300 trận động đất lớn nhỏ, trong đó các trận động đất nhỏ mang tính địa phương chiếm một tỉ lệ lớn. Khai thác tài liệu này là cơ sở bước đầu để ta hiểu chi tiết hơn về tính hoạt động địa chấn của vùng nghiên cứu.



Hình 3. Băng sóng ghi tại trạm Hải Long động đất Quỳnh Hợp ngày 19/10/2010

3. Phân tích xử lý tài liệu định vị chấn tiêu động đất

Xác định các thông số của bài toán định vị chấn tiêu động đất gồm tọa độ, độ sâu chấn tiêu và thời điểm phát sinh động đất là một công việc quan trọng

trong nghiên cứu động đất. Bài toán định vị chấn tiêu động đất nhìn chung là bài toán phản ánh mối quan hệ giữa thời gian truyền sóng từ nguồn đến các máy thu với các tham số: tọa độ, độ sâu của nguồn và đặc điểm mô hình vận tốc truyền sóng từ nguồn đến máy thu. Có nhiều thuật toán được sử dụng để định vị chấn tiêu

động đất nhưng về cơ bản chúng đều được chuyển về giải các hệ phương trình đại số tuyến tính, phản ánh mối quan hệ giữa thời gian tới của các loại sóng từ nguồn đến các trạm ghi tín hiệu với các thông số nguồn và mô hình tốc độ truyền sóng trong vỏ Trái Đất. Nghiệm của hệ phương trình như trên được tìm bằng nhiều phương pháp giải, trong đó có giải bài toán thuận theo mô hình ước lượng cho trước, kết quả tính toán lý thuyết thời gian sóng tới các trạm được so sánh với thời gian quan sát, nếu độ lệch chưa đủ nhỏ các thông số mô hình được thay đổi và quy trình tính lặp được thực hiện cho đến khi độ lệch đủ nhỏ. Kết quả định vị chấn tiêu các trận động đất trình bày trong bài báo này được thực hiện bằng sử dụng thuật toán do W.H.K Lee và C.M Valdes phát triển vào năm 1971 và được hoàn thiện nâng cấp vào những năm 1985 - 1995, với bộ chương trình tính HYPO71PC được viết bằng ngôn ngữ FORTRAN [4, 5]. Theo đó, thời gian sóng tới các trạm từ nguồn phát sinh động đất phụ thuộc vào khoảng cách và đặc điểm môi trường truyền sóng từ nguồn đến các trạm máy ghi, độ sâu chấn tiêu và thời điểm phát sinh động đất được mô tả bằng phương trình:

$$d = F(x, y, z, t) \quad (1)$$

Trong công thức trên d - là thời gian sóng tới các máy ghi, trong trường hợp có n máy $d = (d_1, d_2, \dots, d_n)$; (x, y) là tọa độ nguồn phát sinh động đất; z là độ sâu chấn tiêu; t là thời điểm phát sinh động đất. Bài toán định vị chấn tiêu động đất thường được bắt đầu bằng giải bài toán thuận tính thời gian sóng tới các trạm ghi theo một mô hình cho trước gọi là mô hình ban đầu. Khả năng hội tụ của các thông số nguồn về giá trị thực của nó cũng phụ thuộc vào thông số cho trước trong mô hình ban đầu. Trong những trường hợp mô hình này có các thông số quá xa so với thực tế thì khả năng tiến về thông số thực sẽ rất khó thực hiện, bởi vậy để xây dựng mô hình ban đầu, cần tận dụng tối đa các hiểu biết về môi trường truyền sóng, dựa vào các băng ghi sóng để ước lượng được tốt nhất các thông số nguồn. Việc thay đổi các thông số nguồn cho lần tính tiếp theo nhằm giảm giá trị độ lệch giữa kết quả tính toán lý thuyết với giá trị quan sát sẽ được thực hiện trên cơ sở phân tích hàm số lý thuyết với biến số nguồn (x, y, z, t) vào chuỗi Taylor trong lân cận điểm chứa các thông số nguồn ban đầu (x_0, y_0, z_0, t_0) và chỉ giới hạn đến đạo hàm bậc nhất [4, 5]. Cách làm này làm cho bài toán trở nên có quan hệ tuyến tính:

$$f_i = d_i - F_i(x_0, y_0, z_0, t_0) = \frac{\partial F}{\partial x_0} \delta x_0 + \frac{\partial F}{\partial y_0} \delta y_0 + \frac{\partial F}{\partial z_0} \delta z_0 + \frac{\partial F}{\partial t_0} \delta t_0 \quad (2)$$

Ta ký hiệu ma trận chứa các phần tử là đạo hàm riêng của hàm F theo thông số nguồn là G_{ij} , khi đó:

$$G_{ij} = \frac{\partial F}{\partial m_j} \quad (3)$$

m là tập hợp các thông số nguồn, $m = 4$; $j = 1, \dots, 4$. Các phần tử sai phân: $\delta x_0, \delta y_0, \delta z_0, \delta t_0$ được ký hiệu dưới dạng ma trận Δm , khi đó ta sẽ có hệ phương trình sau:

$$f = G \Delta m \quad (4)$$

Việc xác định các thông số nguồn được thực hiện bằng quá trình tính lặp, trong đó phương pháp bình phương tối thiểu cũng đã sử dụng [3, 5, 12].

Cùng với định vị chấn tiêu, các tác giả cũng đã tiến hành xác định Magnitude của động đất theo công thức của Nguyễn Đình Xuyên [13]:

$$M_s = 2,67 \log(F-P) - 2,49 \quad (5)$$

Trong đó $(F-P)$ là độ dài của khoảng thời gian xuất hiện tín hiệu động đất trên băng sóng.

Các thông số đầu vào của bài toán định vị chấn tiêu động đất được sử dụng gồm: Thời gian tới các trạm ghi của sóng P và sóng S ; mô hình vận tốc truyền sóng trong vỏ Trái Đất hoặc thạch quyển; khoảng thời gian từ lúc xuất hiện tín hiệu động đất trên băng sóng đến khi kết thúc và tỷ số tốc độ V_p/V_s trong vỏ Trái Đất.

Trong các thông số trên thì thời gian sóng tới của sóng P , sóng S và khoảng thời gian tồn tại tín hiệu động đất trên băng ghi sóng được lấy trực tiếp từ số liệu quan sát. Như đã nói ở phần trên, phần lớn các băng sóng động đất phản ánh khá rõ thời điểm tới của sóng P trên băng, tuy nhiên tính phân cực của nó đôi khi cũng khó phân biệt. Ngoài ra, có một số ít trận động đất chỉ ghi được ở một trạm. Việc xử lý phân tích định vị chấn tiêu lần này chỉ tiến hành cho các trận động đất ghi được tín hiệu từ 2 trạm trở lên.

Mô hình vận tốc truyền sóng trong vỏ Trái Đất cũng là một thông số rất quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng hội tụ của bài toán. Ở nước ta, thông số này đã được một số nhà địa chấn quan tâm nghiên cứu trong nhiều năm qua trên cơ sở sử dụng các số liệu ghi động đất và các kết quả nghiên

cứu về cấu trúc vỏ Trái Đất lãnh thổ Việt Nam, có tham khảo mô hình tốc độ truyền sóng của lãnh thổ một số nước khác trong khu vực gần với ta, trong đó có mô hình cấu trúc vận tốc cho lãnh thổ Vân Nam Trung Quốc. Trong số đó, mô hình vận tốc cho vỏ Trái Đất lãnh thổ Bắc Việt Nam của tác giả Nguyễn Đình Xuyên và Lê Tử Sơn đã được sử dụng khá phổ biến ở Việt Nam. Do số liệu quan trắc lần này bao gồm cả trận động đất Quan Sơn, Thanh Hóa ngày 19/9/2010 với magnitude được đánh giá > 4,0 độ Richter. Đây là trận động đất đã xác định khá chính xác vị trí chấn tâm tại xã Sơn Hà, huyện Quan Sơn bằng điều tra thực địa chi tiết và được tất cả các máy trong mạng trạm ghi nhận tín hiệu. Tập thể tác giả bài báo đã sử dụng kết quả điều tra để thử nghiệm tính phù hợp của các mô hình vận tốc nêu trên trong tính toán định vị đối với trận động đất này. Đáng tiếc là kết quả cho giá trị sai lệch đáng kể về vị trí chấn tâm xác định theo tính toán và điều tra thực tế. Điều này có thể xảy ra, do các mô hình vận tốc như vừa nêu, được xây dựng mang tính khái quát cho toàn lãnh thổ phía Bắc, trong khi động đất và mạng trạm quan sát hầu hết nằm trên đất Thanh Hóa và lân cận nên mô hình cấu trúc vận tốc mang nhiều yếu tố địa phương.

Nhằm tìm kiếm một mô hình vận tốc phù hợp hơn với vùng nghiên cứu, các tài liệu liên quan bao gồm tài liệu về tốc độ truyền sóng trong vỏ Trái Đất theo kết quả của tuyến địa chấn dò sâu được thực hiện trong đề tài nhà nước: KC.08.06/06-10. Tuyến địa chấn này cắt qua nhiều vùng trong phạm vi nghiên cứu [9]. Đề tận dụng nguồn số liệu tại chỗ, tập thể tác giả cũng đã tiến hành tính toán bước đầu cấu trúc vận tốc theo bài toán 1D, sử dụng số liệu của mạng trạm ghi được trong vùng nghiên cứu [17]. Hai kết quả nêu trên về cơ bản khá tương đồng nên có thể coi là có cơ sở tin cậy. Phần sâu hơn nữa đề tài đã tham khảo các tài liệu liên quan đến cấu trúc thạch quyển lãnh thổ Việt Nam như tốc độ truyền sóng ngang trong thạch quyển, mô hình cấu trúc vỏ Trái Đất và thạch quyển ở các vùng khác [18]. Bằng cách làm trên, một mô hình cấu trúc vận tốc cho vùng nghiên cứu đã được xây dựng, sau một số lần điều chỉnh thông qua tính toán thử nghiệm đã cho kết quả xác định chấn tâm khá phù hợp với điều tra thực tế trận động đất Quan Sơn ngày 19/9/2010 (bảng 2). Mô hình cấu trúc vận tốc này cũng đã được sử dụng tính toán định vị chấn tiêu các trận động đất còn lại do mạng máy Thanh Hoá ghi được.

Bảng 2. Mô hình cấu trúc vận tốc Thạch quyển vùng nghiên cứu

Thứ tự lớp	Độ sâu mặt trên và mặt dưới (km)	Vận tốc sóng P (km/s)
1	0 - 1	4,6
2	1 - 4	5,4
3	4 - 20	6,4
4	20 - 38	6,9
5	38 - 97	8,02
6	> 97	8,30

Thông số cuối cùng cần cho trước trong tính toán định vị chấn tiêu động đất là tỷ số tốc độ Vp/Vs. Tham khảo các kết quả của các nhà nghiên cứu động đất thuộc Viện Vật lý Địa cầu, tập thể tác giả đã lựa chọn tỷ số Vp/Vs = 1,76 để sử dụng tính toán trong nghiên cứu này.

4. Kết quả định vị chấn tiêu các trận động đất do mạng máy Thanh Hóa ghi được

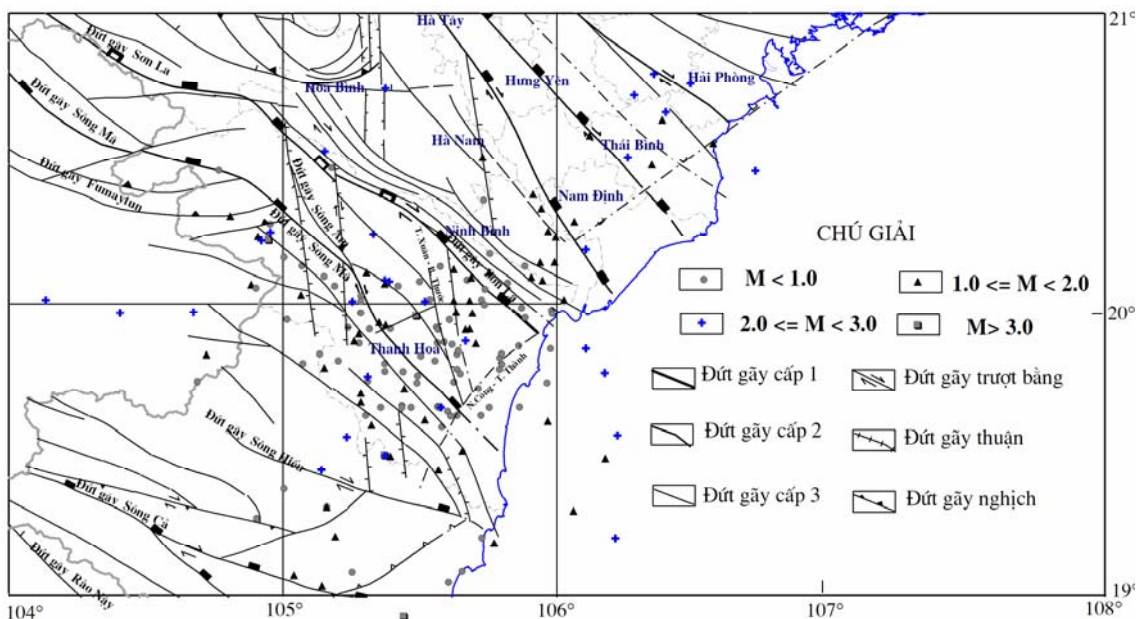
Trong khoảng thời gian từ tháng 11/2009 đến tháng 10/2012 mạng máy đã ghi được gần 300 động đất, phần lớn là động đất nhỏ [11]. Trong nghiên cứu này tập thể tác giả đã thực hiện định vị được gần 190 trận động đất với số liệu quan trắc cho đến tháng 9/2011. Trong số đó hơn 70 trận động đất có magnitude >1,0 Richter, số còn lại là <1,0 độ Richter (hình 4). Số trận động đất có từ 3 trạm trở lên ghi được là 101 trận (phụ lục 1).

Cũng cần nhắc lại rằng, việc đánh giá magnitude động đất thực hiện trong nghiên cứu này theo công thức Nguyễn Đình Xuyên bao giờ cũng có độ lệch so với các thang magnitude khác. Các động đất ghi được do mạng máy Thanh Hóa trong khoảng thời gian 3 năm qua lại hầu hết là các động đất nhỏ nên độ lệch so với giá trị các thang khác có thể càng lớn. Việc đồng nhất hóa thang magnitude động đất trong các nghiên cứu ở Việt Nam có lẽ là một việc làm cần thiết trong thời gian sắp tới. Gần đây cũng đã có một vài nghiên cứu [6] thiết lập thang magnitude địa phương M_L và mối quan hệ của nó với magnitude M_D xác định theo độ dài thời gian của tín hiệu động đất trên băng ghi (coda duration) cho lãnh thổ Bắc Việt Nam. Có thể coi đây là kết quả bước đầu nhưng hiệu quả của nó còn phụ thuộc cả vào độ chính xác của việc đánh giá magnitude M_D . Thông số này cho đến nay được dùng khá phổ biến ở Việt Nam nhưng nhiều khi xác định chính xác độ dài thời gian tồn tại tín hiệu sóng động đất trên băng ghi sóng cũng không thật dễ dàng. Ngoài giá trị magnitude cần phải được điều chỉnh tiếp tục, trong danh mục các trận động

đất đã xác định vẫn có một số trận động đất ghi được ở 2 trạm nên có thể bắt gặp những trường hợp sai số đáng kể trong tính toán xác định các thông số chuẩn tiêu động đất. Có thể coi, kết quả nêu trong nghiên cứu này là kết quả bước đầu, cần được tiếp tục nâng cao độ tin cậy vào những năm tiếp theo. Dù phần lớn động đất ghi được bởi mạng máy Thanh Hóa có magnitude khá nhỏ, nhưng gần 190 trận xảy ra trong vùng nghiên cứu trong khoảng thời gian khoảng chưa đến 2 năm cho thấy, vùng này cũng không yên tĩnh về hoạt động địa chấn.

Liên kết với tài liệu về đứt gãy có thể thấy,

động đất ghi được nhiều nhất xảy ra trong đới Sông Mã so với các đới đứt gãy khác vùng lân cận (hình 4). Trong thực tế mạng máy được bố trí chủ yếu dọc hai bên sườn đứt gãy chính của đới Sông Mã, khoảng cách từ đứt gãy này đến các trạm gần hơn nên số lượng các trận động đất nhỏ ghi được nhiều hơn cũng là điều dễ hiểu. Trong khi đó khoảng cách từ các trạm gần nhất đến đứt gãy Sơn La - Bim Sơn và đứt gãy Sông Hiếu tương tự như nhau nhưng số động đất ghi được xảy ra trong đới Sơn La - Bim Sơn nhiều hơn hẳn. Có thể nói mức độ hoạt động địa chấn trong đới Sơn La - Bim Sơn cao hơn đới Sông Hiếu.



Hình 4. Phân bố chấn tâm động đất ghi bởi mạng máy địa phương tại Thanh Hóa

Ngoài các đứt gãy nêu trên, mạng trạm cũng ghi được một số trận động đất xảy ra trong các đới đứt gãy xa hơn. Trong số đó động đất ghi được nhiều hơn dọc đới đứt gãy Sông Đà, số ít hơn cũng ghi nhận được đã xảy ra trong các đới đứt gãy: Sông Chảy, Sông Hồng, Sông Lô, Sông Cả và các đứt gãy trẻ phương kinh tuyến nằm kẹp giữa hai đới đứt gãy Sơn La - Bim Sơn và đứt gãy Sông Mã [11].

Đáng lưu ý là mạng trạm cũng đã ghi được không ít số trận động đất nhỏ xảy ra trong hai đới đứt gãy trẻ phương kinh tuyến là đứt gãy Thường Xuân - Bá Thước và đứt gãy Thạch Thành - Nông Cống. Trong đó số, động đất ghi được xảy ra trong đới Thạch Thành - Nông Cống còn dày hơn so với

đới Thường Xuân - Bá Thước [10, 11]. Đáng tiếc là hai đới đứt gãy này còn ít được quan tâm nghiên cứu bằng các phương pháp địa chất - kiến tạo. Trong đó đới đứt gãy Thường Xuân - Bá Thước cũng mới được đề cập đến trong một số công trình nghiên cứu hiếm hoi trong vài năm qua [7, 9], còn đới Thạch Thành - Nông Cống đến nay vẫn rất ít được biết đến.

Theo thống kê từ các kết quả quan trắc của mạng trạm động đất mang tính khu vực cho lãnh thổ Bắc Việt Nam do Viện Vật lý Địa cầu vận hành trong nhiều năm qua và các kết quả nghiên cứu khác thì động đất trong đới đứt gãy Sông Mã tại phần nằm trên đất Thanh Hóa tập trung chủ yếu dọc theo đoạn từ tây bắc huyện Ngọc Lặc đến biên

giới Việt - Lào, nhiều nhất là khu vực huyện Quan Sơn. Tuy nhiên, các trận động đất nhỏ do mạng máy địa phương ghi được trong thời gian vừa qua đã cho thấy hoạt động địa chấn của đới đứt gãy này tương đối tích cực và không chỉ giới hạn trong đoạn vừa nêu. Tại đoạn từ khu vực huyện Thường Xuân ra phía gần bờ biển, đoạn trước đây được coi bình ổn thì các trận động đất nhỏ phân bố tương đối đều và khá dày dọc theo đới đứt gãy (hình 4). Có thể thấy, trong nhánh chính của đới đứt gãy và các nhánh phụ đều quan sát thấy động đất nhỏ, nhưng trong các nhánh ở sườn tây nam xảy ra nhiều động đất hơn. Đối với đứt gãy Sơn La - Bim Sơn do khoảng cách đến mạng trạm xa hơn nên số lượng các trận động đất nhỏ ghi được cũng ít hơn. Chúng phân bố tập trung chủ yếu tại đoạn từ huyện Vĩnh Lộc ra phía biển. Một số trận ghi được có chấn tâm ở ngoài biển cũng có thể nằm trong phần kéo dài của đới đứt gãy này [11]. Đặc điểm trên tương đối phù hợp với hoạt động động đất trong các kết quả nghiên cứu khu vực từ trước.

Độ sâu chấn tiêu của các trận động đất hầu hết đều nằm trong độ sâu giới hạn của vỏ Trái Đất. Phần lớn động đất xảy ra trong khoảng độ sâu từ 10 đến 25km, có một số trận xảy ra trong các tầng nông 5-7km. Như vậy, các giá trị độ sâu chấn tiêu nhận được trong nghiên cứu này cũng khẳng định thêm kết quả nghiên cứu đánh giá về độ sâu của chấn tiêu động đất ở hầu hết các vùng ở lãnh thổ Việt Nam giới hạn trong vỏ Trái Đất [13, 14].

5. Kết luận

Kết quả bước đầu quan trắc động đất tại vùng Thanh Hóa bằng mạng máy địa phương cho thấy, đoạn đông nam đới đứt gãy Sông Mã và Sơn La - Bim Sơn không yên tĩnh về hoạt động địa chấn. Nhiều động đất nhỏ đã được ghi nhận xảy ra tại đoạn từ Thường Xuân ra phía biển trong đới Sông Mã, đoạn mà trước đây theo mạng quan trắc khu vực được đánh giá gần như yên tĩnh. Tuy vậy, các kết quả này không mâu thuẫn với các kết quả nghiên cứu từ trước, bởi mạng máy khu vực thưa, ít khả năng ghi được các trận động đất nhỏ mang tính địa phương.

Kết quả quan trắc cũng đã ghi được một số động đất xảy ra trong các đới đứt gãy khác xa hơn như: đứt gãy Sông Đà, Sông Hồng, Sông Chảy, Sông Lô, Sông Hiếu, Sông Cả. Đáng lưu ý là có không ít động đất nhỏ xảy ra trong một số đới đứt gãy kinh tuyến còn rất ít được nghiên cứu là đứt

gãy Thường Xuân - Bá Thước và đứt gãy Nông Cống - Thạch Thành.

Đặc điểm hoạt động địa chấn do mạng máy tại Thanh Hóa ghi nhận như trên cũng chỉ mới là kết quả bước đầu, mối quan hệ với các yếu tố địa chất - kiến tạo mang tính chất địa phương hiện chưa có nhiều cơ sở để minh giải. Điều này cho thấy việc đẩy mạnh nghiên cứu chi tiết hơn hoạt động của các đới đứt gãy bằng phương pháp địa chất - kiến tạo và phương pháp khác làm cơ sở cho liên kết giải thích đặc điểm hoạt động địa chấn là rất cần thiết.

Song song với nghiên cứu về đứt gãy cần bố trí lại mạng máy địa chấn bằng cách mở rộng vùng quan trắc để có thể ghi được đầy đủ hơn các trận động đất nhỏ xảy ra không chỉ trong đới Sông Mã mà cả các đới đứt gãy lân cận như Sơn La - Bim Sơn, Sông Đà,...

TÀI LIỆU DẪN

- [1] *Trần Trọng Huệ*, 2002: Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất lãnh thổ Việt Nam và các giải pháp phòng tránh (Giai đoạn I - Phần Bắc Trung Bộ). Báo cáo Đề tài độc lập cấp nhà nước - 2001. Lưu trữ Viện Địa chất.
- [2] *Nguyễn Văn Hùng*, 2002: Một số đặc điểm đứt gãy Tân kiến tạo khu vực Tây Bắc. Luận án Tiến sĩ địa chất. Lưu trữ Viện Địa chất.
- [3] *Lay Thorne, Terry C. Wallace*, 1995: Modern global Seismology. Academic Press. Inc., San Diego, California, 521pp.
- [4] *Lee, W. H. K. and J.C Larh*, 1972: HYPO71: a computer program for determining hypocenter, magnitude, and the first motion pattern of local earthquakes, USGS, Open-File report, 29pp.
- [5] *Lee, W.H.K. and C.M. Valdes*, 1985: HYPO71PC: a personal computer version of the HYPO71 earthquake location program, USGS, Open-File report 85-749, 43pp.
- [6] *Le Minh Nguyen, Tin-Li Li, Yih-Min W, Bor-Shouh Huan, Chien-Hsin Chan, Win-Gee Huan, Tu Son Le, and Dinh Van Toan*, 2011: The first M_L scale in North of Vietnam. J. of Asian Earth Sciences 40, 279-286.
- [7] *Trần Văn Thắng* (chủ biên), 2011: Nghiên cứu mối liên quan của các loại hình tai biến địa chất với sự hoạt động hiện đại của các đới phá hủy

kiến tạo á kinh tuyến khu vực Tây Bắc Việt Nam. Báo cáo đề tài cấp VKH&CNVN. Lưu trữ Viện Địa chất.

[8] Nguyễn Ngọc Thủy (chủ biên), 2005: Nghiên cứu chi tiết động đất Tây Bắc. Báo cáo Đề tài độc lập cấp nhà nước, mã số: KC.08.10. Lưu trữ Viện VLĐC.

[9] Đinh Văn Toàn (chủ biên), 2010: Nghiên cứu cấu trúc sâu vỏ Quả đất miền Bắc Việt Nam bằng địa chấn dò sâu và từ tellua nhằm nâng cao độ tin cậy các dự báo thiên tai địa chất. Báo cáo đề tài nhà nước: KC.08.06/06-10. Lưu trữ Trung tâm Thông tin KHCN Quốc gia.

[10] Đinh Văn Toàn, Chau - Huei Chen, Strong Wen, Lai Hop Phong, Trần Anh Vũ, Trình Việt Bắc, Nguyễn Thị Hồng Quang, Dương Thị Ninh, 2011: Kết quả bước đầu định vị chấn tiêu các trận động đất ghi bởi mạng trạm máy địa phương hệ Guralp-6TD, bố trí dọc đoạn phía nam đới đứt gãy Sông Mã - địa phận Thanh hóa. Báo cáo HNQT: “Nguy hiểm động đất - sóng thần và các hệ thống cảnh báo sớm khu vực Châu Á - Thái Bình Dương”, Hà Nội, 5-6 tháng 9 năm 2011, 98-103.

[11] Đinh Văn Toàn (chủ biên), 2012: Nghiên cứu đánh giá chi tiết hoạt động địa chấn đới đứt gãy Sông Mã (Đoạn Thanh Hoá - Nghệ An) và đặc điểm một số thông số động học nền đất các khu vực quan trọng về kinh tế - xã hội trong vùng nghiên cứu. Báo cáo tổng kết đề tài cấp VKHCNVN, 2012. Thư viện VKH&CNVN.

[12] Agustin Udias, 1999: Principles of Seismology. Cambridge University Press, 475pp.

[13] Nguyễn Đình Xuyên, 2004: Dự báo động đất và dao động nền ở Việt Nam. Báo cáo tổng kết đề tài độc lập cấp nhà nước, Viện Vật lý Địa cầu, VKH&CNVN, Hà Nội.

[14] Nguyễn Đình Xuyên, Lê Tử Sơn, 2005: Đánh giá độ nguy hiểm động đất lãnh thổ Việt Nam. Tuyển tập báo cáo HNKHKT Địa vật lý lần thứ 4, 281-303.

[15] Nguyễn Đình Xuyên, 2009: Động đất trên lãnh thổ Việt Nam. Trong: “Địa động lực Kainozoi miền Bắc Việt Nam. Tuyển tập kỷ niệm 10 năm hợp tác nghiên cứu khoa học địa chất Việt Nam - Ba Lan (1999-2009), 165-177.

[16] Nguyễn Trọng Yêm (chủ biên), 1998: Nghiên cứu thiên tai nứt đất lãnh thổ Việt Nam. Báo cáo Đề tài Độc lập cấp Nhà nước 1994-1998. Lưu trữ Viện Địa chất.

[17] Wen Strong, Lai Hop Phong, Tran anh Vu, Dinh Van Toan, Wen Yen Chang, Chau-Huei Chen, 2011. The seismicity and focal mechanism analysis of the Ma River fault area, Vietnam. Section 3: Geohazards & applied geophysics, International Workshop on Advances research in Geosciences in Asia, Hanoi November 19-22, 2011, p. 102-103.

[18] Wu H.H., Tsai Y.B., Lee T.Y., Lo C.H., Hsieh C.H., Toan D.V., 2005: 3-D shear wave velocity structure of the crust and upper mantle in South China Sea and its surrounding regions by surface wave dispersion analysis. J. Marine Geophysics Researches, Springer, V.25, 5-27.

Phụ lục 1. Danh mục động đất ghi được từ 3 trạm trở lên của mạng máy Thanh Hóa

TT	Thời gian		Tọa độ		Độ sâu (km)	Magnitude
	Năm/ tháng/ ngày	Giờ phút giây	Kinh độ	Vĩ độ		
1	2010/4/16	11:32:47.58	105.037	19.022	7,0	1,9
2	2010/4/27	20:28:23.37	105.085	20.313	7,0	2,7
3	2010/5/05	16:34:08.77	105.575	19.646	11,2	0,4
4	2010/5/09	06:03:34.56	105.575	19.004	7,0	1,2
5	2010/5/17	04:19:17.37	105.594	20.135	10,9	1,2
6	2010/5/20	18:59:09.78	105.005	19.011	7,0	1,1
7	2010/5/26	03:56:22.34	105.575	19.646	11,6	1,3
8	2010/6/03	05:39:19.84	105.222	20.045	7,0	0,8
9	2010/6/11	17:05:03.04	105.724	20.015	35,3	0,7
10	2010/6/12	19:30:53.24	105.233	19.545	16,3	1,3
11	2010/6/26	18:9:24.63	105.421	19.524	30,5	0,4
12	2010/7/05	19:40:33.67	105.575	19.646	7,0	1,4
13	2010/7/06	19:13:41.23	105.392	19.480	7,0	1,2
14	2010/9/07	15:48:14.45	105.372	19.483	7,0	3,1
15	2010/7/13	22:25:34.46	105.283	19.698	7,0	1,7
16	2010/7/23	04:21:19.31	105.526	20.074	11,9	0,9
17	2010/8/02	06:43:23.31	105.361	20.024	7,0	1,6

18	2010/8/17	04:22:47.25	105.312	19.362	7,0	1,1
19	2010/9/03	11:26:52.24	105.076	19.495	27,3	0,9
20	2010/9/04	04:54:43.92	105.222	20.045	7,0	2,6
21	2010/9/05	17:40:17.12	105.385	19.371	7,0	3,0
22	2010/9/06	17:20:35.57	105.372	19.771	35,5	0,9
23	2010/9/07	15:48:13.13	105.222	19.290	7,0	3,1
24	2010/9/10	04:07:03.52	105.312	20.003	34,3	2,1
25	2010/9/10	13:26:39.12	105.222	20.045	7,0	2,9
26	2010/9/13	04:23:13.26	105.160	20.003	2,1	2,1
27	2010/9/17	19:27:23.67	105.072	19.797	7,0	0,9
28	2010/9/18	10:09:25.13	105.195	20.142	4,0	2,6
29	2010/9/19	08:58:27.02	105.222	20.045	7,0	2,3
30	2010/9/19	15:58:45.67	104.947	20.220	10,3	4,2
31	2010/10/10	20:47:23.51	105.309	19.753	7,0	2,3
32	2010/10/19	20:21:53.79	105.159	19.305	9,7	1,3
33	2010/10/20	03:20:34.21	105.441	18.927	17,3	3,8
34	2010/11/19	22:06:45.89	105.555	19.806	35,2	0,8
35	2010/11/21	12:35:56.12	105.883	20.130	11,8	0,9
36	2011/1/09	15:29:45.21	105.042	20.045	8,7	1,0
37	2011/2/10	05:04:26.55	105.770	19.181	7,3	0,7
38	2011/2/10	14:43:44.37	105.862	19.647	16,3	1,0
39	2011/2/10	14:49:41.02	106.059	19.291	23,3	1,4
40	2011/2/15	07:21:18.66	106.886	20.096	15,4	1,9
41	2011/2/16	18:51:30.68	105.139	19.432	14,4	2,2
42	2011/2/20	14:36:11.02	104.808	17.553	19,8	0,9
43	2011/2/20	21:51:51.50	105.309	21.921	23,9	2,8
44	2011/2/21	11:09:07.19	105.962	19.731	27,2	0,9
45	2011/2/23	15:54:05.83	105.201	19.806	20,7	1,0
46	2011/2/24	20:04:56.63	105.350	19.938	6,8	1,6
47	2011/3/07	00:19:31.43	106.220	19.551	19,5	2,1
48	2011/3/09	02:51:42.84	102.798	19.847	12,8	0,8
49	2011/3/09	21:28:20.39	105.374	20.742	30,5	2,4
50	2011/3/10	17:13:42.93	105.654	19.498	21,8	1,7
51	2011/3/11	11:43:21.43	106.626	21.077	18,9	2,7
52	2011/3/11	15:20:08.38	105.502	19.823	18,7	0,9
53	2011/3/11	15:26:07.84	106.062	20.284	19,5	2,1
54	2011/3/11	18:17:55.50	106.383	20.633	21,8	1,9
55	2011/3/11	22:58:13.20	106.345	20.480	13,7	1,7
56	2011/3/12	13:21:50.33	105.003	20.160	39,1	0,8
57	2011/3/12	14:49:57.08	105.991	20.144	14,5	1,4
58	2011/3/12	23:31:43.91	105.631	19.972	10,2	1,3
59	2011/3/13	01:32:48.99	105.706	19.871	15,8	2,4
60	2011/3/15	13:34:56.78	105.559	19.921	16,1	0,9
61	2011/3/15	15:31:07.77	105.691	19.969	7,08	1,6
62	2011/3/17	04:20:50.45	105.942	20.329	24,7	1,7
63	2011/3/17	13:01:40.32	105.565	19.912	15,9	1,0
64	2011/3/19	02:38:13.99	105.433	19.652	15,1	0,9
65	2011/3/19	10:03:26.66	105.938	20.143	14,8	1,4
66	2011/3/20	08:29:26.72	106.104	19.847	11,0	2,4
67	2011/3/22	07:25:44.66	106.257	20.504	15,1	2,4
68	2011/3/24	13:56:15.60	104.672	19.971	26,8	2,6
69	2011/3/27	22:30:29.52	105.946	20.081	27,3	1,7
70	2011/3/29	11:01:14.22	104.720	19.827	18,4	1,9
71	2011/4/01	17:10:47.75	105.731	20.357	10,5	0,7
72	2011/4/03	20:12:23.26	105.696	18.838	15,1	2,6
73	2011/4/06	14:01:14.46	106.486	20.759	21,9	2,5
74	2011/4/07	14:39:32.09	105.622	20.119	33,8	1,9
75	2011/4/09	13:03:11.91	105.734	19.997	12,9	0,8
76	2011/4/11	08:22:36.86	106.281	20.719	17,5	2,5
77	2011/4/11	23:14:47.07	106.104	20.187	18,4	0,9

78	2011/4/12	05:14:25.26	105.686	20.090	9,2	1,2
79	2011/4/13	20:04:13.90	106.605	20.714	14,2	0,8
80	2011/4/13	20:39:08.17	106.396	20.660	18,5	0,6
81	2011/4/14	21:09:29.35	105.065	20.031	17,9	1,3
82	2011/4/20	12:45:32.78	105.497	20.077	6,1	0,7
83	2011/4/21	02:01:42.77	105.727	20.506	19,4	1,5
84	2011/4/21	13:43:20.14	106.284	20.246	17,5	0,8
85	2011/4/23	04:26:56.16	106.173	19.766	27,2	2,3
86	2011/4/23	21:20:14.19	105.966	19.600	18,1	1,4
87	2011/4/29	03:16:37.52	105.259	19.874	5,1	1,7
88	2011/4/29	20:29:02.09	104.087	17.452	26,7	2,5
89	2011/4/30	08:39:17.35	105.587	19.869	4,9	0,9
90	2011/5/05	15:05:26.61	105.752	20.109	33,5	1,5
91	2011/5/05	17:08:55.10	105.912	20.378	18,7	1,8
92	2011/5/06	06:51:07.68	108.327	18.727	16,5	2,9
93	2011/5/10	15:31:16.21	106.353	20.791	16,4	2,3
94	2011/5/13	23:42:37.89	105.322	19.586	24,4	1,6
95	2011/5/14	21:13:31.10	104.807	20.303	30,8	1,7
96	2011/5/21	13:11:11.43	106.723	20.458	25,8	2,7
97	2011/5/21	20:32:14.39	105.304	20.109	20,6	1,8
98	2011/6/03	07:29:58.36	103.050	17.210	24,2	3,1
99	2011/6/05	12:03:15.91	105.190	19.203	16,3	1,5
100	2011/6/07	18:11:36.55	104.687	19.736	17,8	0,9
101	2011/11/07	06:25:48.64	105.486	19.960	8,5	3,5

SUMMARY

The preliminary results of earthquake observation by deployment of the local seismic network Guralp-6TD in the region of Thanh Hoa province

Ma River and Son La - Bim Son active faults predicted as the strongest seismogenic zones in Vietnam with the maximum earthquake can be reached 7.1 degree on Richter scale. The seismicity of these fault zones at several segments in Northwest regions is much more active than that at the southeast segments of the Thanh Hoa province. The low seismicity in these segments may be related to the sparse network of the instruments in these areas. A large region of Thanh Hoa and Nghe An provinces is distributed only three instruments, thus it is very difficult for us to sufficiently record small earthquakes. Since November 2009, in the framework of the cooperation between the Institute of Geological Sciences - VAST and the Chung Cheng National University - Taiwan, we connected a local seismic network Guralp-6TD with 12 instruments along the south-eastern of Ma River fault in Thanh Hoa Province to study more detail the seismic activity of the Ma River and Son La - Bim Son Faults. Our equipment recorded about 300 earthquakes during the past three years, and located near 190 earthquakes among them, the greatest part of them is small earthquakes.

According to the study the segments of Ma River and Son La - Bim Son faults in Thanh Hoa province are not quite by seismic activity. The correlation to the tectonic fault distribution is revealed the small earthquakes happened in all the branches of the Ma River fault and the density of the earthquakes in the southwest branches is higher than in the northeast ones. The high density of the small earthquakes is detected in the section from Thuong Xuan district to the sea bank, where accepted as a stable section in the previous studies. A not small portion of the earthquakes is occurred in the Son La - Bim Son, Hieu River faults, etc... Much more interesting result is the detection of a large number of small earthquakes inside the young submeridian tectonic faults Thuong Xuan - Ba Thuoc and Thach Thanh - Nong Cong. These faults are still not well studied up to now by both tectonics and earthquake observation.