

Tai biến địa chất nội sinh

Chu Văn Ngợi⁽¹⁾, Mai Trọng Nhuận⁽¹⁾, Vũ Chí Hiếu⁽²⁾,
Trần Đăng Quy⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQGHN); ⁽²⁾ Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên (ĐHQG Tp.Hồ Chí Minh).

Giới thiệu

Hiện nay có nhiều định nghĩa chi tiết khác nhau, nhưng tựu trung lại có thể diễn đạt định nghĩa tai biến địa chất là các điều kiện, yếu tố, hiện tượng, quá trình, thể địa chất có hoặc xảy ra trong môi trường sông, gây nguy hiểm và tổn hại cho tính mạng, sức khỏe, tài sản, hoạt động của con người, tài nguyên và môi trường.

Tai biến địa chất (TBĐC) được đánh giá qua các thông số sau đây: cường độ (hay độ lớn), quy mô (địa phương - làng - khu phố, khu vực, toàn cầu), trường độ hay độ dài thời gian xảy ra tai biến, tần suất hay mức độ lặp lại của tai biến, phân bố tai biến theo thời gian và không gian, tác động, mức độ gây tổn thương đối với hệ thống tự nhiên - xã hội. Dựa vào mức độ tác động, TBĐC có thể được phân chia thành hai loại: TBĐC có nguy cơ gây thảm họa, hầu như không thể dự đoán được (ví dụ như động đất, sóng thần...), chỉ có thể giảm thiểu thông qua xây dựng và thực hiện kế hoạch phòng tránh, cảnh báo, nâng cao nhận thức, năng lực ứng phó, giải quyết hậu quả sau tai biến; và TBĐC có thể ngăn chặn, hạn chế tác động (ví dụ như trượt lở đất, dòng lũ bùn đá, sụt lún đất, lũ lụt, xói lở bờ biển, bờ sông, đất trương nở, v.v...). Nhóm thứ nhất chính là các tai biến địa chất nội sinh và nhóm thứ hai là các tai biến địa chất ngoại sinh, nhân sinh và hỗn hợp. Dựa vào tốc độ xảy ra, TBĐC có thể được phân thành: loại tai biến xảy ra nhanh và mạnh (đột khởi như động đất, sóng thần, lũ quét, lũ bùn đá), loại tai biến xảy ra chậm (trường diễn như sụt lún đất do khai thác nước ngầm). Phần lớn các TBĐC có nguồn gốc tự nhiên liên quan đến các quá trình địa chất, điều kiện và thể địa chất như các quá trình vận động kiến tạo là nguyên nhân chính gây ra động đất, hoạt động núi lửa và sóng thần tại ranh giới của các mảng hoặc bên trong các mảng. Dựa vào bản chất và cơ chế phát sinh, có thể phân biệt được hai loại TBĐC: tai biến địa động lực (động đất, núi lửa, nứt đất, sụt lún đất, trượt lở đất, xói mòn, xói lở, bồi tụ san lấp luồng lạch, lũ bùn đá, lũ quét, lũ lụt, v.v...) và tai biến địa hóa (liên quan đến ô nhiễm môi trường nước, đất, trầm tích, vô phong hóa, v.v...). Ứng phó với các TBĐC phụ thuộc vào bản chất, tính chất, mức độ tác động của chúng thể hiện qua các cách phân loại vừa nêu.

Nhiều hoạt động kinh tế, xã hội của con người như gia tăng nhanh dân số và tập trung dân, đô thị hóa, công nghiệp hóa, xây dựng đường giao thông,

canh tác nông nghiệp, khai thác tài nguyên quá mức, xả thải, v.v... gây tác động mạnh lên môi trường địa chất. Những hoạt động này có thể làm xuất hiện TBĐC (như sụt lún đất do khai thác khoáng sản, nước dưới đất [H.1], ô nhiễm đất, nước, trầm tích; mất đất tự nhiên và đa dạng sinh học do đô thị hóa, công nghiệp hóa) hoặc cường hóa TBĐC gây hậu quả nghiêm trọng hơn (lũ lụt, trượt lở đất,...).



Hình 1. Sụt đất do khai thác mỏ ở Glasgow, Vương quốc Anh (theo McCall và nnk, 1996).

TBĐC gây hậu quả rất lớn về người, đặc biệt là ở Châu Á [Bảng 1], chiếm 85,8% số lượng người chết trên toàn cầu trong giai đoạn 1947-1981, còn số người chết ở Australia chỉ chiếm 0,4% (Thompson, 1982).

Bảng 1. Tần suất và thiệt hại về người do một số tai biến gây ra (theo Thompson, 1982).

Loại tai biến	Tần suất	% tần suất	Số người chết/lấn tai biến ở Châu Á (1)	Số người chết/lấn tai biến ở Australia (1)
Trượt lở đất	29	2,7	190	-
Động đất	161	15,2	2652	133
Sóng thần	10	1,0	856	44
Núi lửa	18	1,7	525	4.000
Lũ lụt	343	32,3	571	92

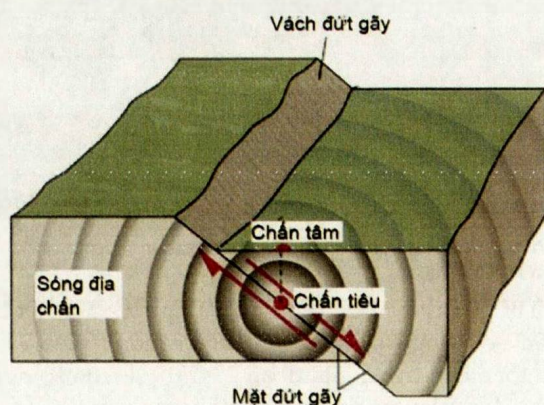
Ghi chú: (1) Tính cho giai đoạn 1947-1981.

Nghiên cứu TBĐC được quan tâm đặc biệt vào những năm 1990 cùng với thời gian Liên hợp quốc tuyên bố thập kỷ giảm nhẹ tai biến thiên nhiên và biến đổi khí hậu. Địa chất môi trường có vai trò nghiên cứu nguyên nhân, lịch sử, phân bố, đánh giá và dự báo hoạt động và tác động, tổn thương, khả năng chống chịu của môi trường địa chất và nhân sinh nhằm để xuất các giải pháp ứng phó, giảm thiểu tác động của TBĐC để đảm bảo sự an toàn cho cuộc sống trên Trái Đất theo tiếp cận liên ngành, dựa vào các Khoa học Trái Đất, Khoa học Môi trường, Khoa học Xã hội và Nhân văn (tâm lý học, xã hội học, lịch sử, quản lý, chính sách, luật, kinh tế, công nghệ, v.v...).

Các loại tai biến địa chất nội sinh

Động đất

Động đất là sự rung động mặt đất, có nguồn gốc từ sự dịch chuyển đột ngột của các khối địa chất trong lòng đất, các chuyển động kiến tạo đặc biệt phát sinh ở những độ sâu khác nhau trong vỏ Trái Đất (lò động đất), các vụ nổ núi lửa, các vụ trượt lở đất, sụp đổ hang động, v.v... khi các vận động kiến tạo xảy ra trong một khoảng thời gian ngắn tạo nên các sóng địa chấn lan truyền trong Trái Đất [H.2]. Theo đặc điểm lan truyền, các sóng địa chấn được chia thành sóng dọc, sóng ngang và sóng bề mặt. Các sóng địa chấn lan truyền trong vỏ Trái Đất, gây phá hủy cơ học các vật thể.

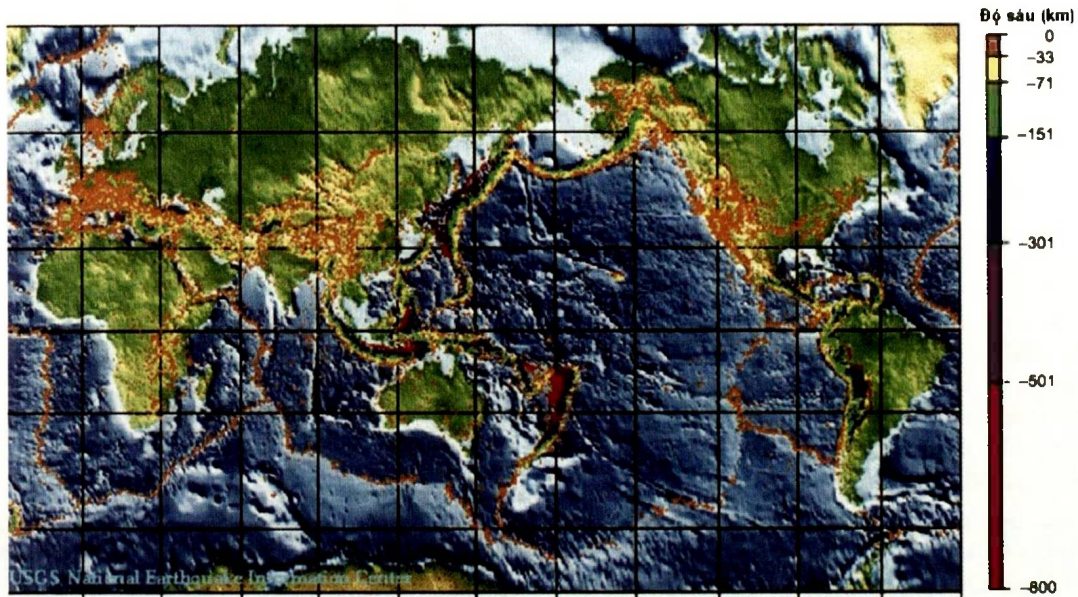


Hình 2. Sơ đồ biểu diễn các yếu tố động đất do sự dịch chuyển các cánh của đứt gãy kiến tạo (theo Montgomery, 2011).

Cường độ động đất là mức độ dao động của sóng địa chấn tại chấn tâm (I_0), được đo bằng thang chấn cấp. Có nhiều thang đo cường độ động đất như thang vĩ chấn Châu Âu (EMS), thang Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK-64), thang Mercalli, thang cường độ địa chấn của Cục Khí tượng Nhật Bản (Shindo). Thang Mercalli được chia thành 12 cấp cường độ, theo đó động đất có chấn cấp từ 7 - 8 là mạnh, từ 9 - 12 là rất mạnh. Thang MSK-64 cũng gần giống thang Mercalli, được phân chia thành 12 cấp cường độ và được đánh số bằng chữ số La Mã. Cường độ động đất phụ thuộc vào độ sâu chấn tiêu

và điều kiện địa chất của khu vực, nhưng không thể hiện được độ lớn của động đất. Độ lớn của động đất (magnitude) là giá trị mô tả năng lượng của động đất được giải phóng tại chấn tiêu (M). Thang đo độ lớn động đất được Richter đề xuất năm 1925 và được đặt theo tên của ông. Thang Richter là một thang logarit với đơn vị đo là độ Richter và là một thang mở không có giới hạn tối đa. Tuy nhiên, thang độ lớn Richter gặp phải vấn đề là sẽ bị bão hòa khi đo các động đất lớn hoặc động đất nhỏ, nghĩa là sẽ khó phân biệt được độ lớn của các trận động đất này và chúng sẽ có cùng độ lớn. Để hạn chế điều này, thang độ lớn mô men (ki hiệu là M_w , nhiều khi chỉ là M) đã được Tom Hanks và Kanamori Hiroo (1979) đề xuất trên cơ sở kế thừa thang đo Richter và hiện nay thang đo này được sử dụng rộng rãi để đánh giá động đất. Ngày nay, khái niệm độ lớn động đất đã được mở rộng và có nhiều cách xác định khác nhau: độ lớn địa phương Richter (M_r); độ lớn địa phương (M_l); độ lớn xác định theo sóng khối (M_b); độ lớn xác định theo sóng mặt (M_s); độ lớn xác định theo độ dài động đất (M_d). Các trận động đất có $M < 4$ được coi là động đất nhỏ và ít gây thiệt hại; M từ 4 đến 6 được coi là nhẹ đến trung bình, gây thiệt hại cho các công trình xây dựng không đúng tiêu chuẩn; M từ 6 đến 9 là động đất mạnh đến rất mạnh, gây thiệt hại nghiêm trọng; M lớn hơn 9 là động đất cực kỳ mạnh và có sức tàn phá vô cùng lớn. Mỗi quan hệ giữa độ lớn và cường độ động đất được thể hiện bằng phương trình: $I_0 = 1,5M - 3,5\log_{10}H + 3$, trong đó: M là độ lớn; H là độ sâu chấn tiêu; I_0 là cường độ chấn cấp tại chấn tâm, tỷ lệ thuận với độ lớn và tỷ lệ nghịch với độ sâu chấn tiêu.

Động đất có mối liên quan nguồn gốc với ranh giới các mảng thạch quyển Trái Đất và phân bố không đồng đều trên Trái Đất. Trên thế giới có hai đai địa chấn cơ bản hành tinh [H.3]: 1). Đai Địa Trung Hải chạy từ Gibraltar sang phía đông qua Atlas, Pyrenees, Apennines, Balkan, dãy Tiểu Á, Caucasus (Kavkaz), Himalaya, Myanmar, quần đảo Indonesia; 2). Đai Thái Bình Dương chạy dọc bờ đông Thái Bình Dương qua Alaska, bán đảo Kamchatca, đảo Kuril, Nhật Bản, Philippin. Ngoài ra, còn phổ biến ở vùng núi Thiên Sơn, vùng núi Mông Cổ, Balkan, vùng biển Caribe và dọc các trục tách giãn đại dương. Việt Nam tuy không nằm trong đai động đất của thế giới, nhưng cũng có nguy cơ tiềm ẩn động đất. Động đất cấp 8 đã xảy ra ở Điện Biên (1935), Tuần Giáo (1983), và 17 trận cấp 7 và 115 trận cấp 6 - 7 ở khắp các vùng miền. Các vùng có khả năng phát sinh động đất mạnh với cường độ cực đại trên lãnh thổ Việt Nam là Sơn La (6,8), Sông Mã - Fumaytun (6,5), Đông Triều (6,0), Sông Hồng - Sông Chày (6,0), Sông Cà - Khe Bó (6,0). Ở vùng biển Nam Trung Bộ đã xảy ra hai trận động đất với $M = 5,1$ vào các năm 1887 và 1882, có liên quan đến hoạt động núi lửa. Các trận động đất xảy ra năm 2005 ở khu vực biển Bà Rịa - Vũng Tàu chỉ có $M \leq 5$.



Hình 3. Phân bố động đất trên thế giới, ghi nhận từ 1979 đến 1995 (theo U.S. Geological Survey, 1995) Động đất tập trung chủ yếu ở quanh đai Thái Bình Dương và đai Địa Trung Hải, ít hơn là ở sống núi đại dương và phía đông châu Phi, các trận động đất sâu phân bố chủ yếu ở rìa tây Thái Bình Dương liên quan đến các đới hút chìm tại đây.

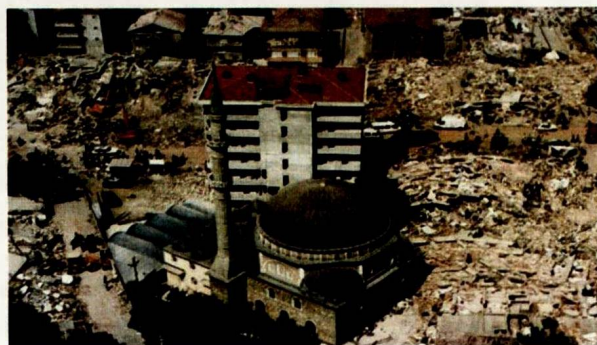
Dưới tác động tải trọng của khối nước hàng triệu m³, các tầng đá có cấu tạo lỗ hổng dưới đáy hồ bị biến dạng, nước thấm xuống theo khe nứt làm giảm độ ma sát khiến các đứt gãy tái hoạt động, làm dịch chuyển các khối đá, gây ra động đất. Phần lớn các trận động đất kích thích này có độ lớn nhỏ hơn 5 độ Richter, nhưng gây ảnh hưởng mạnh đến công trình đập, hồ chứa và gây tâm lý bất an cho cộng đồng dân cư. Ở Việt Nam, hồ thủy điện Hòa Bình sau khi tích nước đã xuất hiện các động đất kích thích với Ms từ 2,5 đến 4,9. Các động đất kích thích tương tự cũng xuất hiện ở huyện Bắc Trà My, tỉnh Quảng Nam sau khi hồ thủy điện Sông Tranh 2 tích nước đi vào hoạt động.

Động đất gây phá hủy các công trình xây dựng (mức độ phá hủy phụ thuộc vào độ lớn động đất, chất lượng công trình và đặc điểm nền đất xây dựng) [H.4], làm biến động bề mặt địa hình, gây trượt/đổ lở, tạo dòng đá vụn chuyển động trên một quy mô lớn. Các tai biến đi kèm động đất có thể xảy ra là sóng thần, lũ lụt ven biển, trượt lở đất đá, cháy, nổ. Nhiều trận động đất gây hậu quả nghiêm trọng được xếp vào mức *thảm họa* như động đất ở phía tây đảo Sumatra (Indonesia) năm 2004, Tứ Xuyên (Trung Quốc) năm 2008, Nhật Bản năm 2011.

Sóng thần

Sóng thần trong tiếng Nhật là "Tsunami" có nghĩa là sóng cảng, là sóng biển đặc biệt, xuất hiện ở cảng và vịnh, do động đất (chiếm 72%), trượt lở đất, trượt lở ngầm ở biển (10%), núi lửa (5%), thiên thạch (2%), và các nguyên nhân khác (11%) gây ra. Sóng thần có bước sóng dài, di chuyển với vận tốc rất lớn

và độ cao sóng lớn khi vào bờ. Ở vùng nước sâu, tốc độ lan truyền của sóng thần lớn (800 - 1.000km/h), bước sóng dài, chiều cao của sóng từ 0,6 - 2m. Khi vào vùng bờ, do ma sát với đáy, tốc độ của sóng thần chỉ còn 100km/h, bước sóng bị thu ngắn chỉ bằng khoảng 1/6 bước sóng ở vùng nước sâu nhưng chiều cao của sóng tăng đột ngột lên vài mét, một số sóng thần lớn quan sát được có độ cao sóng tới 30 m như sóng thần ở Nhật Bản (năm 1971) và ở Sumatra (Indonesia, năm 1983).

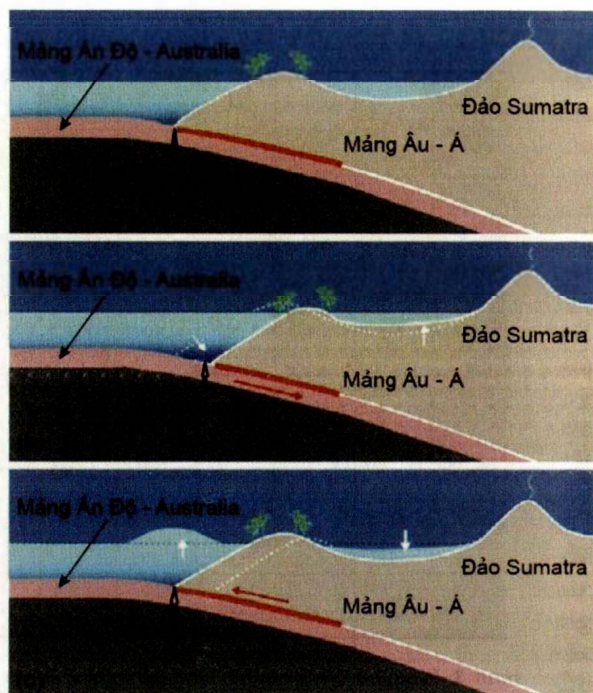


Hình 4. Quang cảnh đổ nát ở Thổ Nhĩ Kỳ do động đất gây ra năm 1999 (theo www. islamicweb.com).

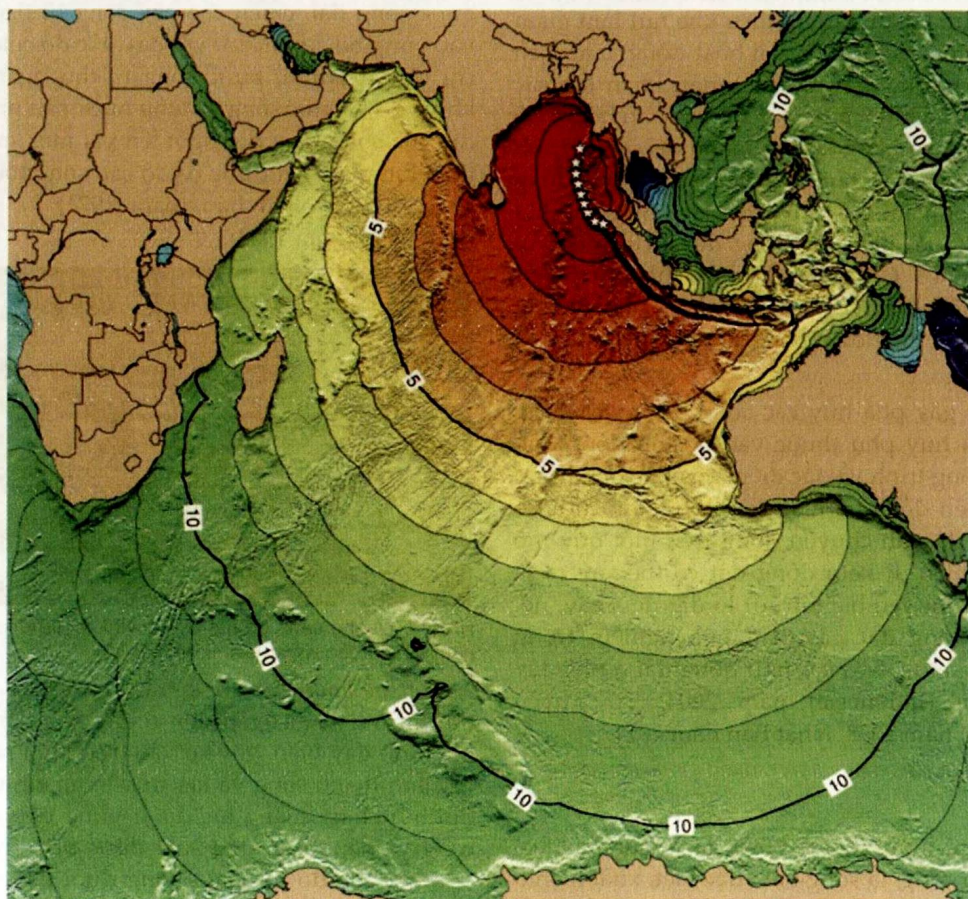
Cơ chế hình thành: các trận động đất, hoạt động núi lửa và trượt ngầm lớn ở đáy biển làm thay đổi địa hình đáy biển, gây sự xáo trộn khối nước không lồ, hình thành sóng và lan truyền nhanh vào bờ. Tại đới hút chìm, mảng lục địa ở vùng tiếp xúc bị uốn cong và nâng cao, ứng suất được tích lũy, đến một ngưỡng nào đó thì giải phóng dưới dạng động đất. Khi đó, đầu tiếp xúc của mảng lục địa với mảng đại dương chuyển động chồm lên mảng đại dương theo mặt phá hủy (đứt gãy), gây ra sự di chuyển khối nước khổng lồ, phát sinh ra sóng thần. Theo cơ chế

này, sóng thần xảy ra ở Chile (1960) do động đất mạnh $M = 9,5$ khi mảng Nazca bị hút chìm xuống mảng Nam Mỹ. Sóng thần ở Alaska (ngày 27/3/1964) do động đất mạnh $M = 9,2$ tại đới hút chìm giữa mảng Thái Bình Dương và mảng Bắc Mỹ; ở Tây Nam đảo Sumatra (ngày 26/12/2004) do động đất mạnh $M = 8,9$ tại đới hút chìm giữa mảng Ấn Độ - Australia với mảng Âu - Á [H.5]. Hoạt động phun nổ của núi lửa ở các vòng cung đảo cũng có thể gây ra sóng thần, ví dụ như hoạt động của núi lửa Krakatau gây ra sóng thần tại đảo Sumatra và Java của Indonesia (năm 1883). Sóng thần cũng được hình thành do trượt ngấm với quy mô lớn xảy ra ở sườn lục địa hoặc ở sườn các đảo dạng vách dốc đứng. Sóng thần cũng còn có thể sinh ra do các tiêu hành tinh rơi xuống đại dương, nhưng hiện tượng này rất hiếm.

Thiệt hại. Sóng thần là tai biến có sức phá hủy tàn khốc trên một diện rộng, gây tổn thất nặng nề về người, về của và thường được xếp vào mức *thảm họa*. Năm 1883, hoạt động núi lửa Krakatau (Indonesia) gây sóng thần làm thiệt mạng hơn 36.000 người. Ngày 26/12/2004, sóng thần xảy ra do động đất ở Sumatra (Indonesia) đã tàn phá đới bờ Ấn Độ Dương, gây chết và mất tích gần 300.000 người [H.6, H.7]. Thảm họa kép động đất gây sóng thần ở Nhật Bản



Hình 5. Cơ chế phát sinh sóng thần do động đất tại ranh giới hút chìm Sunda (Theo Kerry Sieh, 2006). a - trong điều kiện bình thường; b - khi mảng Ấn Độ - Australia chuyển dịch xuống dưới mảng Âu - Á; c - năng lượng và vật liệu được dồn lên đột ngột tạo thành sóng thần.



Hình 6. Động đất ở tây đảo Sumatra gây sóng thần ở đới bờ Ấn Độ Dương năm 2004.

Kết quả tính toán của NOAA về thời gian lan truyền sóng thần ở Ấn Độ Dương do trận động đất gây ra ở tây đảo Sumatra (Indonesia) ngày 26/12/2004. Con số trong hình chỉ thời gian (tính bằng giờ) của sóng lan truyền tới, mỗi khoảng phân chia đồng mức tương ứng với một giờ lan truyền sau khi động đất xảy ra.

ngày 11/03/2011 làm chết hơn 15.000 người, tổng thiệt hại ước tính 235 tỷ đô la Mỹ [H.8].

Trên Biên Đông, điều kiện hoạt động của các hệ thống đứt gãy không có khả năng tích lũy ứng suất lớn làm phát sinh động đất $M > 8$ để có thể gây ra sóng thần, ngoại trừ đới hút chìm Manila ở phía đông Biên Đông. Hoạt động của đứt gãy tại đới hút chìm Manila có thể gây ra động đất với độ lớn $M_s = 8,4 \pm 0,2$, tại bồn sông Hồng có độ lớn cực đại $M_s = 6,4$ và tại bồn Phú Khánh với độ lớn $M_s = 6,2$. Do vậy, chỉ có các trận động đất mạnh xảy ra tại đới hút chìm Manila có khả năng gây ra sóng thần ảnh

hưởng lên vùng ven biển Việt Nam. Nếu động đất ở mảng hút chìm Malina xảy ra là cực đại và có độ sâu chấn tiêu là 15km thì sóng thần có thể dâng cao 2m ở các vùng ven biển Quang Ngải và Đà Nẵng, và 1m ở Hoàng Sa và Trường Sa.

Núi lửa

Hoạt động núi lửa gây sự phun dung nham magma và các sản phẩm (khí, mảnh đá, tro bụi và hơi nước) lên mặt đất, đôi khi kèm phun nổ, động đất. TBĐC do hoạt động núi lửa diễn ra nhanh,



Hình 7. Thành phố Banda của Indonesia trước (a) và sau (b) sóng thần tàn phá tháng 12/2004 (theo DigitalGlobe).

mạnh, có tính chất nguy hiểm và hủy diệt. Hoạt động của núi lửa thường có tính chu kỳ, gồm các nhóm 200 - 300 năm/lần, 1.000 năm/lần và nhóm 10.000 năm/lần.

Có ba kiểu núi lửa, tùy thuộc vào cơ chế phun trào và loại sản phẩm: 1) Kiểu phun trào trung tâm với các núi lửa hoạt động một lần hoặc nhiều lần, dung nham có thành phần acid hoặc trung tính, độ nhớt cao, khó di chuyển nên thường bịt kín miệng núi lửa. Khi dung nham tiếp tục đi lên tạo áp suất cao, phá tung miệng núi lửa và tạo ra hiện tượng phun nổ; 2) Kiểu phun theo khe nứt hay còn gọi là kiểu Hawaii, đặc trưng bằng dòng dung nham có thành phần mafic, độ nhớt thấp, dễ di chuyển nên được phun lên từ các khe nứt tràn ra xung quanh tạo ra một trường phun trào rộng lớn; 3) Kiểu núi lửa bùn, phun các sản phẩm khí, hơi nước, bùn sét có thể có nhiệt độ 80 - 90°C, nếu gặp ở vùng có dầu mỏ, do tác động của áp lực vỉa, bùn sét nhão bị dồn nén tạo thành một khối di động, và phun thoát lên.



Hình 8. Tàu Kyotoku-maru số 18 bị cuốn trôi cách bờ biển 500 m ở thành phố Kesenuma (Nhật Bản) trong thảm họa kép động đất - sóng thần năm 2011.



Hình 9. Dung nham tràn ngập công viên Royal Gardens, phía bắc núi lửa Kilaues, Hawaii (Ảnh: J.D. Griggs, 1984).

Phân bố. Hiện nay có khoảng 850 núi lửa đang hoạt động trên thế giới, 3/4 số này tập trung ở các "đai lửa" Thái Bình Dương và Địa Trung Hải, trùng với đai địa chấn vì có cùng nguyên nhân là ranh giới kiến tạo động giữa các mảng thạch quyển. Phần lớn núi lửa tập trung ở ranh giới hội tụ và tách giãn của các mảng. Dung nham của núi lửa phun trào ngấm ở

đại dương (ranh giới tách giãn) có thành phần mafic, ở cung đảo (ranh giới hút chìm) có thành phần là trung tính và acid. Bên cạnh ranh giới các mảng, núi lửa hoạt động còn xuất hiện biệt lập ở bên trong các mảng được gọi là phun trào nội mảng như tại đảo Hawaii và các núi lửa ở bắc trung tâm Châu Phi. Nguyên nhân là các chùm manti đi lên từ manti của Trái Đất, đẩy ép vào thạch quyển. Phần đầu của chùm manti làm tan chảy từng phần đá của thạch quyển trên đường đi lên của chúng. Khi đi lên đến bề mặt Trái Đất, chúng tạo thành các điểm nóng (hotspot) và từ đó magma mafic trào ra.

Mức độ phá hủy. Hoạt động núi lửa thường kéo theo nhiều tai biến đi kèm. Trước khi núi lửa phun trào, sự di chuyển magma trong vỏ Trái Đất có thể gây ra các trận động đất với cường độ yếu và trung bình, gây phá hủy ở phạm vi hẹp xung quanh núi lửa. Dòng dung nham với nhiệt độ cao tới 1.000°C gây phá hủy, chôn vùi các công trình nằm trên đường di chuyển, đốt cháy nhà cửa, rừng cây, gây hỏa hoạn trên diện rộng [H.9], phá hủy hoàn toàn thị trấn Saint-Pierre (Martinique) gồm 29.000 dân nằm bên bờ biển Carribe (do núi lửa Pele hoạt động năm 1902). Bùn núi lửa, lũ bùn đá do vật liệu phun trào làm tan chảy băng tuyết tàn phá làng mạc trên sườn núi, đặc biệt là dọc theo các thung lũng sông. Hoạt động của núi lửa Nevado del Ruiz năm 1995 đã làm thị trấn Armero (Columbia) bị vùi dưới 15m bùn, gây thiệt mạng 23.000 trong số 27.000 dân của thị trấn [H.10]



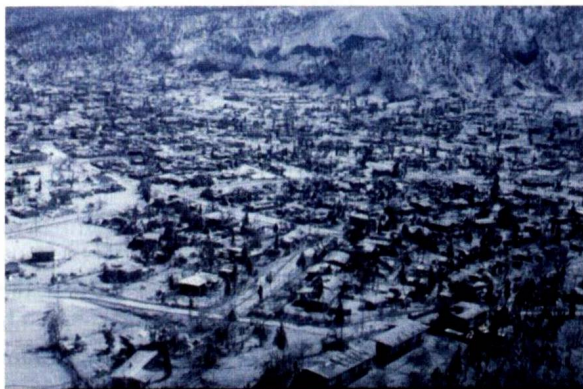
Hình 10. Một phần của thị trấn Armero nằm trong thung lũng sông đã bị ngập sâu trong bùn khi núi lửa Nevado del Ruiz hoạt động năm 1995 và làm 23.000 người chết. (http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/Nevado.html)

Tro bụi núi lửa gây nhiều tác hại như sau:

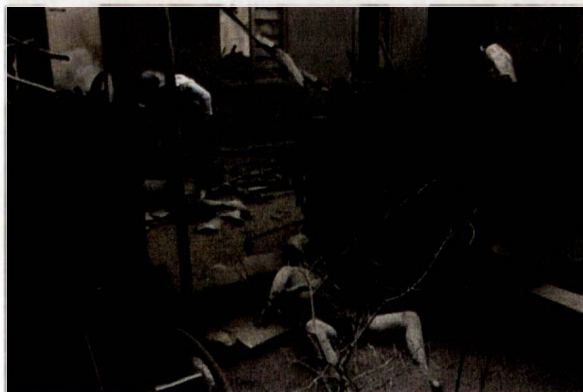
- Cản trở hoạt động của ngành hàng không như núi lửa Iceland năm 2010;
- Gây suy thoái đất, ngăn cản quá trình quang hợp của thực vật, phá hoại mùa màng;
- Vùi lấp làng mạc và khu dân cư như Trung tâm đảo Luzon (Philippine) do núi lửa Pinatubo năm 1991 và thành phố Rabaul (Papua New Guinea) do núi lửa năm 1994 [H.11];

- Làm sập, đổ nhà cửa và công trình gây chết người [H.12], làm tắc nghẽn giao thông, ví dụ như hoạt động của núi lửa ở Iceland năm 1783, Luzon năm 1991;

- Làm cho nhiệt độ bề mặt Trái Đất nguội lạnh bất thường (do các sol khí cùng tro bụi núi lửa với mật độ cao phản xạ lại ánh sáng mặt trời), gây thiệt hại mùa màng và tiếp sau đó là nạn đói. Hoạt động của núi lửa Pinatubo làm nhiệt độ trung bình của Trái Đất giảm 0,4 - 0,5°C, núi lửa Tambora (trên đảo Sumbawa, Indonesia) hoạt động năm 1815 đã làm nhiệt độ toàn cầu giảm 0,4 - 0,7°C, nhiều khu vực Châu Âu không có mùa hè năm sau đó, tình trạng sương giá xuất hiện khiến mùa màng tại Canada và New England bị thiệt hại;



Hình 11. Phần đông bắc thành phố Rabaul (Papua New Guinea) bị vùi lấp do phun trào núi lửa năm 1994. (USGS/Cascades Volcano Observatory, Vancouver, Washington).



Hình 12. Người chết do dòng vật liệu của núi lửa Merapi tấn công làng Argomulyo, Yogyakarta, Indonesia năm 2010 (theo <http://www.democraticunderground.com>).

- Các loại khí độc CO₂, CO, H₂S, HCl, HF, SO₂, H₂SO₄, v.v... với khối lượng lớn, nồng độ cao từ các núi lửa gây ngộ độc làm chết người và gia súc.

Hoạt động phun nổ của núi lửa tại các cung đảo còn tạo ra một thảm họa khủng khiếp là sóng thần. Một vụ phun nổ cực lớn làm sập đảo ngọn núi lửa Krakatau năm 1883 tạo ra sóng thần cao 30 m tấn công vào vùng bờ biển của đảo Java và Sumatra (Indonesia) giết chết hơn 36.000 người, phá hủy toàn bộ 165 làng mạc ven biển và tàn phá nghiêm trọng 132 làng mạc khác.

Ở Việt Nam, hoạt động núi lửa cổ được ghi nhận diễn ra lần cuối trong Holocene ở Cù Lao Ré, Định Quán (Đồng Nai), Kon Tum. Gần đây nhất, hoạt động núi lửa ở Việt Nam được ghi nhận là xảy ra tại Hòn Tro ở ngoài khơi Phan Thiết thuộc tỉnh Bình Thuận vào năm 1923.

Tài liệu tham khảo

Bell F. G., 2002. Geological hazards: Their assessment, avoidance and mitigation. Taylor and Francis e-Library: 631 pgs. London and New York.

Blong R., 1996. Volcanic hazards risk assessment. In: Monitoring and mitigation of volcano hazards. Springer: 675-698.

CCSFC, 1999. Vietnam Country Report 1999. Asian Disaster Reduction Center. Kobe, Japan.

Keith S. and David N., Petley, 2008. Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster (fifth editon). Routledge: 383 pgs.

McCall G. J. H., 2005. Natural and Anthropogenic Geohazards. *Encyclopedia of Geology. Volume 3:* 515-524. Elsevier.

McCall G. J. H., Laming D. J. C. and Scott S. C., 2013. Geohazards: Natural and man-made. *Chapman and Hall:* 227 pgs.

Thompson S. A., 1982. Trends and developments in global natural desasters, 1947 to 1981. *Floria Mental Health Institute Publications.* 77 pgs.

Trần Thục, Koos N., Tạ Thị Thanh Hương, Nguyễn Văn Thắng, Mai Trọng Nhuận, Lê Quang Tri, Lê Đình Thành, Huỳnh Thị Lan Hương, Võ Thanh Sơn, Nguyễn Thị Hiền Thuận, Lê Nguyễn Trương, 2015. Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu. *NXB Tài nguyên, Môi trường và Bản đồ Việt Nam.* 438 tr. Hà Nội.

Phan Trọng Trinh, Nguyễn Văn Hương, Ngô Văn Liêm, Trần Đình Tô, Vi Quốc Hải, Hoàng Quang Vinh, Bùi Văn Thơm, Nguyễn Quang Xuyên, Nguyễn Viết Thuận và Bùi Thị Thảo, 2012. Kiến tạo hiện đại và các tai biến địa chất liên quan ở vùng biển Việt Nam và lân cận. *Tạp chí các Khoa học Trái Đất.* 33: 443-456. Hà Nội.