

平成13 (2001) 年芸予地震

高橋 治郎

(愛媛大学教育学部地学教室)

(平成13年5月24日受理)

The 2001 Geiyo Earthquake

Jiro TAKAHASHI

Department of Geology, Faculty of Education,

Ehime University, Matsuyama, 790-8577

(Received May 7, 2001)

Abstract

At 3:28 p.m. on Saturday, 24 March 2001, a magnitude 6.7 earthquake jolted a large area of western Japan, killed 2 people and injured about 260 people. The earthquake had an intensity of lower 6 on the Japanese Modified Mercalli Intensity Scale in Kochi, Osaki and Kumano Towns, all in Hiroshima Prefecture, and upper 5 in Hiroshima, Kure and Mihara Cities, all in Hiroshima Prefecture, Atou Town, Iwakuni and Yanai Cities, all in Yamaguchi Prefecture, Yuge Town, and Imabari and Matsuyama Cities, all in Ehime Prefecture and so on. The hypocenter the earthquake is estimated to be about 51km under the Sea of Aki, within the Seto Inland Sea and about 30km north of Matsuyama City (Epicenter: 34.1°N, 132.7°E). This earthquake was named "the 2001 Geiyo Earthquake" by the Meteorological Agency of Japan.

This paper presents the results of studies of earthquake disasters after the 1995 Hyogoken Nanbu (Kobe) Earthquake in the world. Many aspects of the earthquake are discussed in detail.

Key words : 2001 Geiyo Earthquake, recent earthquakes, earthquake disasters, earthquake disaster prevention

キーワード : 2001年芸予地震, 最近の地震, 地震災害, 地震防災

はじめに

平成13年3月24日午後3時28分頃, 安芸灘を震源(北緯34.1°, 東経132.7°, 深さ約51km)とする, マグニチュード6.7(当初6.4と発表されたが平成13年4月23日に気象庁が修正, モーメントマグニチュード6.8)の地震が発生し, 広島県と愛媛県を中心に近畿地方から九州地

方にかけての広い範囲で揺れを観測した。震度は, 広島県賀茂郡河内町や豊田郡大崎町, 安芸郡熊野町で6弱, 広島県広島市西区や広島市安佐南区, 呉市, 三原市, 山県郡千代田町, 山口県岩国市, 柳井市, 愛媛県今治市, 周桑郡丹原町, 越智郡大三島町, 弓削町, 生名村, 岩城村, 菊間町, 松山市, 東宇和郡宇和町, 伊予郡砥部町, 上浮穴郡久万町などで5強を記録した。この地震により

死者2人（広島県呉市と愛媛県北条市）、負傷者約260人、損壊家屋約26,700棟をはじめ斜面崩壊やライフラインの破損など、多大の被害が出た。この地震は、3月26日に気象庁によって「平成13（2001）年芸予地震」と命名された。

さらに2日後の26日午前5時41分頃、マグニチュード5.2の最大余震が発生し、広島県賀茂郡河内町で震度5強、広島県三原市や愛媛県今治市、山口県岩国市などで震度4を記録した。

今後の「地震防災・減災」を考える上で、今回の芸予地震をはじめ国内に限らず世界各地で発生している地震災害について、地震による実際の被害状況を観察する（見る）ことと記録しておくことが重要であることは言を待たない。尊い人命や財産を失ったことを無にすることなく、災害から学ぶべきことは学び、今後の災害対策に役立てなければならない。こうした考えのもと、「社土木学会四国支部あんぜん四国検討委員会」と「四国地域自然災害研究推進会議」で、1999年9月21日に発生した「台湾（集集）地震」の被害状況調査をおこない、その結果を「1999年台湾集集地震被害調査報告書 四国の土木技術者が見た台湾集集地震¹⁾」として印刷公表した。また、2000年10月6日に発生した「鳥取県西部地震」の被害状況についても、台湾地震調査に参加していたメンバーが主体となり調査・研究をおこなった。さらに今回の「芸予地震」についても調査・研究中である。

なお、4月12日に「愛媛大学芸予地震学術調査団」が、「芸予地震（平成13年3月24日発生）による愛媛県全域の被害状況及び同地震への対応状況を総合的に調査・研究し、併せて、各自治体及び関係学会等の芸予地震に関する調査結果を収集し、地震被害及び対応状況の記録を集大成するとともに、被害の要因、対応上の問題点及び課題等について、学術的解明を行い、それらに基づき自治体等に必要地震対策又は予防措置を提言し、併せて、県民に対し、大地震に対する注意等を喚起する」ことを目的として、結成された。

本稿は、こうした調査・研究と報告書をまとめる際の討論、また常日頃の意見交換等を踏まえ、「芸予地震」をはじめ兵庫県南部地震（阪神淡路大震災、1995年1月17日 M7.3（当初7.2と発表されたが平成13年4月23日に気象庁が修正））以後に世界各地で発生している地震から我々は何を学ばなければならないのか、また次世代へ何を伝えなければならないのかを考えてゆく。「絵に描いた地震」ではない「地震情報」の社会への発信の一つになれば幸いである。

平成13（2001）年芸予地震

「平成7年兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）」以後、

地震学者によって西南日本が地震活動多発期に入ったことが指摘されるとともに、後述するように国内外で地震災害が多発した。また、愛媛県をはじめ日本各地で活断層調査が進められ、活断層の活動履歴や変位量、地震規模などの基礎資料が得られた。これらの情報がマスコミを通じて報じられ、地震に対する関心はいやが上にも高まっていた。

この間、筆者は、松山平野（及び愛媛県）に被害をもたらせた歴史地震を抽出し、「活断層が動いたことによって発生したと推定される地震はない」ことや被害をもたらせた地震は「①紀伊水道南の南海トラフ沿い、②日向灘及び③伊予灘（安芸灘を含む）の3ヶ所である。これが反映して「伊予灘及び日向灘周辺」が地震予知のための特定観測地域に指定されている」ことなどを報告した（高橋、1995²⁾。また、愛媛県における地震発生環境を議論する中で、「今後、愛媛県近傍における地震活動が活発化するようなことになれば、久しく被害地震の発生していない伊予灘とその周辺地域を震源とする地震にも注意しなければならない」ことも指摘した（高橋、1997³⁾。

これらを踏まえ、教育に携わる者としての「防災計画と防災教育」（高橋ほか、1999⁴⁾）や「附属中学校における防災計画」（菊地ほか、1999⁵⁾）を策定するとともに三輪田米山の日記から安政の大地震（M8.4、1854年）による松山市や周辺部の被害状況を明らかにした（高橋・菊川、2000⁶⁾。

こうした知見は「自然災害論」や「災害論」をはじめ大学での授業で、また教員や消防関係者の研修会、県のコミュニティ・カレッジ等での講義や各市町村主催の講演会で、ことあるごとに述べてきた。次のページ上の文章は、2000年7月11日に開催された重信町教育委員会主催の「重信町中央レディース学級」で「地震と重信断層」と題して話した内容について、学級長である山崎満智子さんがまとめたものである（広報しげのぶ、No. 327、平成12年9月）。

こうした状況下で「平成13（2001）年芸予地震」が発生した。以下、主としてテレビと新聞報道から各種地震災害をまとめておく（新聞は3月25日付「朝日新聞」、「愛媛新聞」、「産経新聞」、「毎日新聞」、「読売新聞」と26、27、28日付「朝日新聞」および26、27日付「愛媛新聞」の記事から）。また、表-1、2は愛媛県のホームページから引用した被害状況である。

地 震

読売新聞3月25日付の記事に、広島市の谷博司・消防局防災部計画担当課長の「震源地が安芸灘と聞き、瞬時に『芸予地震だ』と直感した。マグニチュード7以上を予想していたが、それよりも規模が小さかったのが救

自分の身は自分が守る 中央レディース学級

むしろ暑い日の続いた七月十一日、庁舎での第三回講座に、愛媛大学教育学部教授高橋治郎先生をお迎えし「地震と通信断層」と題して、OHPを使っての講義がありました。地震の写真や地質調査の図表などで詳しく説明して下さいました。台湾の地震で九メートルの段差が出来た断層の帯はすさまじいもので、本当に地震は恐ろしいと思いました。毎日のように伊豆諸島の地震が報道されていますが、遠い所の出来事と聞いていましたが、お話を聞いていこうと家で事はなれないと思えました。写真でも、断層の場所がはっきり写っています。地質調査は大変な作業で、土地を深く掘って地質の良い場所を探して地震の起こった年代も判るそうです。この様な調査に基づいて、通信断層がみつかったそうです。

このあたりは災害の無い穏やかな土地だと安心してました。南に中央構造線も走っている間かされて不安になりました。

たが、地震は私達の元々な間は起こらないの事でした。しかし、近々に伊予灘、安芸灘で、マグニチュード七位の地震が起るから実感出来ませよ、ショックな話をされました。(しかし、今の科学では何月何日に起こると言える予測は出来ないうえです)

まず対策として物が倒れないようにする事、上から物が落ちてこないようにする事、安全な空間を作っておく事等、準備をしておけば怖くないそうです。

地震が起る時は、前震を伴った場合もあります。が、いきなり本震がくる事が多いようです。しかし揺れは、一分間も続く事はないので落ち付いて安全な所で、頭と目を覆い治まるのを待つ、それから外へ出てゆくりを持って行動すれば助かるそうです。自分の身は自分で守るという気構えをいつも持つてほしいと話されました。

他人事でなく真剣に考えて、準備をしておかなければと思います。
(学級長 山崎満昭)

表-1 愛媛県における平成13 (2001) 年芸予地震被害状況一覽 (平成13年4月6日現在)

市町村	人的被害		建物被害				水道施設の被害		道路の通行止め			避難の状況(最大時)						
	死者	重軽傷者 重傷者	全壊	一部損壊	小計	3/24地震	3/26余震	件数	うち解除済	停電	避難者 世帯	自避 人	主避 人					
														軽傷者	小計	3/26余震	うち解除済	世帯
松山市	5	18	2	1,375	1,377	17		6	6		4	14	2	3				
今治市		8	1	85	86	67		2	2	6,585	9	22	10	19				
新居浜市						2				251								
西条市	2	2		14	14	2	2	2	2									
大洲市				6	6													
川之江市						1												
伊予市				40	40													
北条市	1			3	3	15		1	1									
東予市		2	2	28	28	2												
土居町							1											
丹原町	1	1	2	1	1	2												
倉村				69	69			1										
玉川町		3	3	80	80		1	1	1									
波方町				54	54	12	5			1	1							
大西町				114	114	3												
菊間町	1	1		102	102													
海町			1	102	103	1	1	1										
窪町				47	47	2												
方伯町		1	1	100	100	7					2	3						
弓削町				56	56													
生名村				40	40													
岩城村				50	50													
上浦町				32	32	4	1											
大島町				136	136	23												
計	1	7	40	47	1	3	2,932	2,936	1	181	9	16	13	6,836	14	37	15	29

〒790-8570
愛媛県松山市一番町4丁目4-2
愛媛県 県民環境部 消防防災安全課

表-2 愛媛県における道路の通行止め
(平成13年4月4日 14:30現在)

道路種別	路線名	市町村	大字	被害の状況	開始日時刻	開通見込み	開通日時刻	規制の種類	迂回路	摘要	整理番号
(国)	194号	西条市	藤之石～	地震による路面亀裂	3/24 17:30	解除	3/26 13:00	片側通行止	無		1
(主)	北条玉川線	玉川町	葛谷～	崩土のため	3/24 18:00	解除	3/27 8:30	全面通行止	無		2
(一)	東予玉川線	朝倉村	朝倉上～	路側決壊のため	3/24 18:00	当分の間		全面通行止	無		3
(一)	湯山高縄北条線	北条市	横谷～九川	崩土のため	3/24 18:00	解除	3/25 15:30	全面通行止	無		4
(主)	西条久万線	西条市	黒瀬～	落石のため	3/24 18:00	解除	3/25 12:00	片側通行止	無		5
(主)	大島環状線	吉海町	名～	崩土のため	3/24 17:30	解除	3/25 11:00	片側通行止	有		6
(主)	大三島環状線	上浦町	盛～井ノ口	道路陥没のため	3/24 18:00	当分の間		片側通行止	無		7
(主)	今治波方港線	今治市	旭町～	道路陥没のため	3/24 18:00	解除	3/25 3:00	片側通行止	有	仮復旧	8
(主)	松山北条線	松山市	山田町～	地震による路面亀裂	3/24 20:30	解除	3/26 12:10	片側通行止	有		9
(一)	今治丹原線	今治市	延喜(乃万小学校前)	鳥居崩壊の恐れ(撤去のため)	3/25 12:00	解除	3/25 15:00	全面通行止	有		10
(主)	松山空港線	松山市	北斎院町～南斎院町	トンネル内調査点検のため	3/25 14:30	解除	3/25 17:30	下り車線減少	有	岩子山トンネル(2車線→1車線)	11
(主)	松山空港線	松山市	北斎院町～南斎院町	トンネル内調査点検のため	3/25 17:00	解除	3/25 18:45	上り車線減少	有	岩子山トンネル(2車線→1車線)	12
(主)	松山北条線	松山市	下伊台町～	民地擁壁崩落の恐れ	3/25 18:00	解除	4/4 12:00	歩道幅員減少	有		13
(一)	六軒屋石手線	松山市	道後湯之町～	民家損壊の恐れ	3/25 18:00	解除	3/28 16:00	歩道通行止	有		14
(一)	六軒屋石手線	松山市	道後湯谷～	民家損壊の恐れ	3/25 19:30	解除	3/28 16:00	全面通行止	有		15
(主)	西条久万線	面河村	土小屋～若山(開門口)	落石のため	4/1	当分の間		全面通行止	無	石鏡スカイライン	16

区分	規制箇所			摘要
	規制箇所数	解除箇所数	現在規制箇所数	
高速道路				()は全面通行止め
直轄国道				
県管理道	県管理国道	1	1	
	主要地方道	10(2)	8(1)	2(1)
	一般県道	5(4)	4(3)	1(1)
	県管理道計	16(6)	13(4)	3(2)
計	16(6)	13(4)	3(2)	

〒790-8570
愛媛県松山市一番町4丁目4-2
愛媛県 県民環境部 消防防災安全課

い」というコメントを載せている。想定外の地震ではなかったことが分かる。なお、前述したように、気象庁に

よって「平成13(2001)年芸予地震」と命名されたのは、3月26日になってからである。

人身事故

死者2人

- 広島県呉市本通5丁目で崩れてきた外壁の下敷きになって女性(80才)が死亡。
- 愛媛県北条市鹿峰では2階から落ちてきた鉄骨モルタル製ベランダの下敷きになって女性(50才)が死亡。ともに屋内から屋外に避難して被災。

負傷者約260人

- 広島県呉市青山町にある私立清水ヶ丘高等学校体育館の内壁(石膏ボード)が崩れ女生徒9人が重軽傷。愛媛県越智郡玉川町摺木のグリーンピア玉川の大ホールの天井の石膏ボードが落下し4人がけが。
- 建物の外壁が崩落して。
- 高い作業場所から飛び降りて(あるいは転落して)、2階から飛び降りて。
- 転倒して。
- 割れたガラスでケガ。
- 落ちてきた屋根瓦やブロック塀のブロック、ガラス片、鉄板、空調機、岩石等があたって。
- 地震動にハンドルを取られ、あるいは地震に驚いてガードレール等に激突。
- 天ぷら油や熱湯による火傷。

建 物

- 今治市恵美須町の3階建てマンションのピロティ形式1階部分が崩壊→取り壊し。
- 屋根瓦の落下やずれ、愛媛県松山市道後鷺谷町の旅館、松山市白水台、広島県呉市阿賀北区など。
- 松山市立湯築小学校ではコンクリートの柱にX字形の剪断亀裂→立て替え・大規模修理。
- 愛媛大学などのコンクリート壁にX字形の剪断亀裂。
- 建物の壁面の崩落。松山市湊町6丁目、今治市常盤町、広島市呉市など。

ライフライン

- 電気 愛媛県今治市や新居浜市などや広島県、岡山県、山口県、高知県で停電。
- ガス ガス漏れの通報が数件あったが被害はなかった。
- 水道 芸予諸島への送水管が破断し断水。呉市の約4分の1(21,000戸)が断水や水道水に濁り。温泉郡中島町怒和島配水管の破損。
- 電話 北条市でベランダの下敷きになった女性を救出してもらうため119番に電話したがなかなか通じず、約15分後に通じる。一般電話は中国四国地方で約2時

間半、携帯電話は愛媛県で約8時間輻射し、つながりにくくなった。

- 交通機関 JR山陽新幹線が岡山-小倉間で不通。JR四国予讃線伊予富田-今治間で線路が長さ30mにわたって約5cm沈下。伊予鉄道市内・郊外電車とも止めて点検(午後6時運行再開)。
- 高速道路 四国・中国地方のほとんどの高速道路が通行止めや速度規制。来島海峡第一大橋の水平振動を防ぐステイロープ(直径43mm)4本が破断。

斜面災害

広島県賀茂郡河内町上河内の国道432号で高さ10m、幅8mの崩壊。高知県吾川郡吾川村の国道33号で崩壊。松山市湯山柳(高さ約10m、幅約15mが崩壊)や今治市高地2丁目(法面に亀裂)など。

液状化

- 広島県呉市、廿日市市木材南港、愛媛県東予市河原津新田(戦後直後の干拓地)、松山空港(松山市南吉田町)。

地面の変状

- 割れ目 松山城本丸広場など。
- 陥没 広島県中区中町で道路が約7×4mが約40cm陥没など。

その他

- 高層マンション等の建物上階ほど、固定していない家具等が地震動で移動し破損。
- 愛媛大学理学部で薬品が落下し亜硫酸ガスが発生。化学消防車が出動。
- 松山市の道後温泉の湯が濁り、24日午後4時から営業中止。翌25日早朝から再開。

最近の地震

「平成7年兵庫県南部地震(阪神淡路大震災)」(1995年1月17日、M7.3、死者6,432人、不明3人、負傷者4万人以上、住宅全半壊24万戸以上、住宅全半焼6千戸以上、震度階の7が設けられて初の適用)の記憶は、筆者にとって未だに生々しいものがある。この地震以後、「最近、大地震が世界各地で起こっているが、地震活動の活発な時期に入ったのか?」と言うような質問をよく受けてきた。こうした中、「平成13(2001)年芸予地震」が発生した。さて、本当に最近、世界各地で地震活動が活発になっているのだろうか?

「理科年表」(1996-2000)⁷⁾⁻¹¹⁾や各種マスコミ報道によれば、兵庫県南部地震(阪神淡路大震災)以降、以

下のような場所と年月日で被害地震が発生している。

- コロンビア(1995.2.8) M6.3 死者42人
- ロシア・サハリン州北部(1995.5.27) M7.5 死者1,995人 右横ずれ断層
- トルコ(1995.10.1) M6.1 死者101人
- インドネシア・南部スマトラ(1995.10.6) M6.9 死者84人
- メキシコ(1995.10.9) M7.3 死者49人以上
- 中国・雲南省(1995.10.23) M6.4 死者36人
- 中国・雲南省(1996.2.3) M6.5 死者322人 正断層
- インドネシア・イリアン ジャヤ(1996.2.17) M8.1 死者108人以上不明者も多数 津波 逆断層運動
- イラン北東部(1997.2.4) M6.8 死者88人以上
- パキスタン(1997.2.27) M7.3 死者57人 地すべり
- イラン北西部(1997.2.28) M6.1 死者965人以上
- イラン北東部(1997.5.10) M7.3 死者1,567人以上 活断層(1968同)
- インド中部(1997.5.21.) M5.6 死者38人
- ベネズエラ沖(1997.7.9) M6.8 死者81人
- インド・バングラデシュ国境(1997.11.21) M5.9 死者23人
- 中国・河北省(1998.1.10) M5.7 死者70人
- アフガニスタン北東部(1998.2.4) M6.1 死者2,323人 地すべり
- ボリビア中部(1998.5.22) M6.6 死者105人以上
- アフガニスタン北部(1998.5.30) M6.9 死者約4,500人 震源ほぼ2月に同じ
- トルコ南部(1998.6.27) M6.2 死者145人以上
- パプアニューギニア(1998.7.17) M7.1 死者2,183人以上 不明約500人 津波
- インドネシア・セラム海(1998.11.29) M7.7 死者41人
- コロンビア中西部(1999.1.25) M5.7 死者1,185人以上
- アフガニスタン(1999.2.11) M5.8 死者70人
- インド北部(1999.3.28) M6.6 死者100人以上
- トルコ西部(1999.8.17) M7.8 死者17,118人以上 右横ずれ断層
- ギリシャ(1999.9.7) M5.8 死者143人
- 台湾中部(1999.9.21) M7.7 死者2,405人 不明51人 逆断層 (1999.9.26) M6.8余震 死者5人
- メキシコ・オアハカ(1999.9.30) M7.5 死者35人以上

南カルフォルニア (1999.10.16) M7.0 負傷4人
右横ずれ断層
トルコ・ドゥズジェ (1999.11.12.) Ms7.3
死者843人以上
スマトラ島 (2000.6.4) Ms7.9 死者58人
鳥取県西部 (2000.10.6) M7.3 (Mw6.8)
負傷者約140人
パプアニューギニア (2000.11.16) Ms8.0
エルサルバドル (2001.1.13) Mw7.6
死者840人以上 負傷者約4,500人
インド西部 (2001.1.26) Ms7.9 死者約20,000人
アメリカ・ワシントン州シアトル (2001.2.28)
M6.8 死者1人 負傷者約250人
安芸灘 (芸予) (2001.3.24) M6.7 (Mw6.8)
死者2人 負傷者約260人

M: 気象庁マグニチュード

Ms: 表面波マグニチュード

Mw: モーメントマグニチュード

また、1989年から1999年の各年に「世界で発生した M7以上の地震」と「日本で発生した M6以上の地震」の回数を「理科年表」(1990-2000)⁷⁾⁻¹⁷⁾ から拾って見ると、以下のようになる。

	世界で発生した M7以上の地震	日本で発生した M6以上の地震
1989年	5回	11回
1990	12	15
1991	11	17
1992	21	26
1993	10	11
1994	11	32
1995	18	32
1996	11	20
1997	6	7
1998	6	11
1999	15	6
(平均)	(11.5)	(17.1)

考 察

上述したような地震災害が世界各地で発生しているが、「世界で発生した M7以上の地震」と「日本で発生した M6以上の地震」の回数でみる限り、最近(兵庫県南部地震(阪神淡路大震災)以降)、大地震の発生回数が多くなっているというわけではない。

これらの地震は、プレート境界やプレート内を震源とするものであり、いわゆる“地震帯”と呼ばれてきたところで発生している。したがって、被災地の多くは過去何度も地震災害を被っている。ただ、近年、都市化に伴う人口の増加や生活様式の変化により死亡者や負傷者が増えているのである。また、最近の地震が、人口の多い地域で発生しているので死亡者や負傷者が多くなっていると言える。死亡者や負傷者が多いので、マスコミが報道する情報量が多くなっている。

地震による死亡者数が、時代と共にどのように変化してきているかについての資料は持ち合わせていないが、1947年から1970年の間に自然災害で死亡した人の数は、1位が台風が原因で死亡した76万人、2位が地震によるもので19万人、3位洪水で18万人、4位豪雨で2万人、5位津波で1.5万人、6位火山爆発で7千人(岡田・土岐編, 2000)¹⁸⁾ となっている。したがって、年平均約8千人が地震によって死亡していることになる。一方、Bryant (1991)¹⁹⁾ は、1964年から1978年間に445,000人を越える人々が、地震と地震に関連して亡くなっているとしている。この数字を使えば、年平均約3万人が地震と地震に関連して亡くなっている計算になる。中国や日本、イタリアなどの人口の多い地震国では、中国の唐山地震(M7.8, 1976年)で242,800人(25万人とも、重傷者は164,800人)が、また海原地震(M8.5, 1920年)で22万人(24万6千人とも)、関東大震災(M7.9, 1923年)で142,807人、イタリアのメッシナ地震(M7.1, 1908年)では11万人(7万5千人~20万人とも)が死亡するという大震災が発生している。ちなみに我が国では、交通事故による死亡者数は年間約1万人である。

以下、最近の地震から「地震の予知」や「活断層と地震」、「活断層と建物」、「建物と死亡者数」、「地震と斜面災害」、「地震と液状化」および「津波」について考えてゆく。

地震の予知

1999年8月17日のトルコ北西部の地震は、全長約1500kmの活断層である北アナトリア断層の一部が活動することによって発生したものである。北アナトリア断層は「ユーラシアプレートとアラビアプレートの衝突によって、アナトリアブロックが西に絞り出されるため、ユーラシアプレートとの間に右横ずれ断層を生じると考えられている」(地学団体研究会編, 1966)²⁰⁾。本断層に沿って大地震が頻繁に発生しており、その震源地が東から西に移動していることがすでに知られていた。そして近い将来、この断層の西端近くを震源地とする地震が発生するだろうと予測されていたが、まさにその場所で大地震が発生した(国立天文台編, 2000¹¹⁾、日本地質学会地質基準委員会編著, 2001²¹⁾)。しかし、発生する時期は予測

されておらず、大惨事となった。いわゆる「空白域」と認定されていた場所においても何ら手を打てなかったわけである。今回の芸予地震も前回の芸予地震 (M7.1/4) から100年近く発生していなかった「空白域」を震源とするものであった。地震予知がいかにも困難なものであるかが分かる。

活断層と地震

ひずみが地球内部の岩石を破壊する活動、すなわち断層活動により発生する大地の振動が地震である。したがって、この場合二つのケースがあることになる。一つは、断層という傷の全く無い岩石中で破壊が起こり、新たに断層が生じるケース。そして、二つ目は活断層という古傷が再活動することによってひずみを解消するケースである。

これまでは、主として二つ目のケース、海域では沈み込むプレートとのプレート間で起こる巨大地震、内陸部では、サンアンドレアス断層やアルパイン断層、北アナトリア断層 (トルコ・コジェエリ地震)、車籠埔断層 (921集集地震=台湾地震) などの活断層が再活動することによって発生する地震に注意が向けられていた。したがって、阪神淡路大震災以後に既存の活断層を対象とした「活断層調査」が日本各地で実施された。

しかし、鳥取県西部地震が起こると、あらためて一のケース、すなわち活断層の存在しない場所においても地震の起こることが再認識された。このことはきわめて重要で、「活断層が無いから地震の心配はない」とは言えないことを意味している。我が国は太平洋プレートとユーラシアプレート、北米プレート、フィリピン海プレートと言う4つのプレートのひしめき合う場所に位置している。したがって、ひずみはあらゆる場所で蓄積されており、活断層の無い場所においても、地震に対する注意が必要である。このことに関連して、ロシア・サハリン州北部で1995年5月27日に起きた地震は、プレート境界で発生したものではなく、北米プレート内の浅いところで発生したもので、地震活動の極めて低いところで発生した (国立天文台編, 1996)⁷⁾ ことが特筆される。こうした地震が日本のみならず発生しているのである。

もちろん活断層の調査研究も大切であり、今後は、新しい堆積物に覆われた、いわゆる伏在活断層の調査研究もおこなってゆく必要がある。

活断層と建物

活断層の近くに建物を建てないことに越したことはないが、地盤がしっかりしており、建物の強度が十分であれば、野島断層保存館の西隣りにある震災メモリアルハウス (震災前は民家) のように大きな被害を受けることはない。(もっとも、大きな被害がでなかったのは横ず

れおよび縦ずれの変位が小さかったからでもある。)

一方、台湾地震 (921集集地震) では、車籠埔断層が東側を上盤とする逆断層運動をし、垂直変位量の大きい場所では7-8mもあり、断層線上と背後 (上盤側=東側) の幅50-60mの間にあった建物が壊滅的被害を蒙った (高橋, 2000)²²⁾。また、この断層をまたいで造られていた石岡ダムや橋梁等ものきなみ被災した。

建物と死亡者数

1997年2月4日と5月10日にイラン北東部で多くの犠牲者を出した地震が発生した。イランは地震の多い国で、1990年6月20日のM7.7の地震で約3.5万人が死亡、そして1981年7月28日にはM7.1の地震で1.5万人が、同年6月11日のM6.7の地震で3千人が、1978年9月16日のM7.4の地震で約2万人が、1972年4月10日のM6.8の地震では5千人を超える死者を出している (国立天文台編, 2000)¹¹⁾。したがって、イランでは最近の30年間に地震によって8万人を越える犠牲者を出していることになる。この数値は、年間2,700人が地震によって死亡していることを示し、前述した全世界で年間8,000人が地震の犠牲者になっているとする数値を使えば、イランだけで全世界の地震による犠牲者の33.8%を出している計算になる。これは、イランの多くの住居が地震に弱い日干しレンガ (アドベ) 造りの建物であるため被害が大きくなった (国立天文台編, 1998)⁹⁾ ものである。

1998年2月4日のアフガニスタン北東部や5月30日のアフガニスタン北部、および6月27日のトルコ南部を震源とする地震も、地震多発地帯で発生したものである。この地帯では「住宅が地震に弱い石積みであるため、規模の小さな地震であってもこれまでに多数の犠牲者を出している」 (国立天文台編, 1999)¹⁰⁾。

1999年8月17日のトルコ北西部の地震では、地震の空白域であり、地震発生の可能性が高い地域であったにもかかわらず、急激な都市化による人口増と耐震設計を施さない建物の急増 (国立天文台編, 2000)¹¹⁾ によって大惨事となった。

インド西部地震は、今 (2001) 年の共和国記念日の祝日、1月26日の朝8時46分に発生したもので2万人を越える死者を出している。被災地の多くの地盤はデルタ堆積物の砂であるため弱く、また、建物も耐震設計を考慮しないものが大半であったため被害を大きくした。近くにある円礫を積み重ねた、あるいは日干しレンガで造った家屋、屋根がコンクリートでできた上部の重い構造の家屋、強度が著しく低いコンクリート造りや木造の家屋、こうした家屋であったことと朝食の準備中で多くの女性が家の中にいたことが多くの犠牲者を出したようである。また、記念日を祝うパレード中の人々に道路脇のビルが倒壊し、この下敷きになって死亡したという報道

もある。

このように、建物と死亡者数とは密接な関係があり、要するに地震で壊れない建物を建てておけば死者の数を減らすことができるのである。しかし、経済的に恵まれない人々にとっては地震で壊れない家屋を建てるすべはない。また、国やその地域の気候風土、建材の入手の難易により日干しレンガ造りや石造り、粘土（土）造り、木造りの家屋が昔ながらの技法（耐震性が加味されることもある）で造られるのである。このことは、気温や湿度をしのぎやすい、また、コンクリートよりも木の香りが良いという理由で、我が国においても木造の家造りが壊れないことが何よりの証拠である。

今後、どういう造りの家屋であれ、少しでも地震に強い構造にしてゆく努力が必要である。そして、せめて寝ているときに家屋の下敷きになって死なない家造りを工夫してゆくことが大切である。

平成13（2001）年芸予地震では、前述したように、愛媛県北条市で落ちてきた鉄骨モルタル製ベランダの、また、広島県呉市では崩れ落ちてきた外壁の下敷きになって2名亡くなっている。地震に強い家造りが必要である。

地震と斜面災害

鳥取県西部地震では、山間部において地震動を誘因とする斜面災害が多発した。これらの斜面災害は、岩石の崩落や風化した花崗岩類表層の崩壊によって、負傷者が出たり、鉄道や道路が不通になったりした。平成13（2001）年芸予地震においても、表-2に示したように崩土や落石によって道路が不通になったり規制された。

山がちである我が国においては、降雨による斜面災害のみならず地震による斜面災害にも注意をしてゆく必要がある。

地震と液状化

1964年の新潟地震以降、液状化が注目され研究されるようになってきた。液状化は沖積平野や埋め立て地で地震により発生するもので、1983年の日本海中部地震や1989年のロマ・プリータ地震、1990年のフィリピン・ルソン島地震、1993年の北海道南西沖地震、1995年の兵庫県南部地震、1999年の台湾地震、2000年の鳥取西部地震、そして今回の芸予地震などでその被害状況が報告されている。

沖積平野や埋め立て地には、住宅をはじめ工場など各種建築物があり、またこれらを維持するライフラインがある。ひとたび地震によって液状化が起これば、近代化した都市部ほど各種建築物やライフラインに多大な被害がでる。一方、田畑においても噴砂や噴礫によって農作物のみならず田畑自体にも被害が及ぶ。

津波

自然災害のうち、津波による死亡者数は前述したように5位にランクされ、年平均約600人が世界のどこか海岸近くで亡くなっていることになる。津波は主として海域の地震によって生じるが、火山噴火や海底地すべりによっても発生する。

1996年2月17日のインドネシア・イリアン ジャヤでの地震の犠牲者は大津波によるもので、このときの津波の最大波高は7.3mであった（国立天文台編、1997）⁸⁾。また、1998年7月17日にバブアニューギニアで発生した地震も大津波を起こし、多数の死者と行方不明者を出した。津波の高さの最大は15mに及んだと言う（国立天文台編、1999）¹⁰⁾。

こうした地震津波による大災害を我が国においても、太平洋側や日本海側で何度も蒙っている。最近では、「平成6年北海道東方沖地震」や「平成5年北海道南西沖地震」、「昭和58年日本海中部地震」、「1968年十勝沖地震」、「1964年の「新潟地震」によって発生した津波や1960年の「チリ地震津波」による被害がある。

四国においては、南海トラフ沿いで発生する巨大地震（南海地震）の度に高知県や徳島県で、津波による大きな被害を、また愛媛県や香川県でも被害を受けている（社土木学会四国支部あんぜん四国検討委員会、1998）²³⁾。

高知県では、2030年～2040年に起こると予想される次の南海地震に向けて、防潮堤の建設が進められている。一方、「気象庁では、地震により津波の発生が予想される場合は、直ちに津波予報を発表している」。「津波警報が発表されたら、直ちに海岸から安全な場所へ避難することが大切である」（国立天文台編、2000）¹¹⁾。「平成5年北海道南西沖地震」のように地震直後（5分後）に津波が来襲したケースがあるので、海岸部では地震後直ちに避難することが肝要である。現在では、津波警報を「気象庁は地震後3分程度で発令できる体制となっている」が「この3分は限界値である」と考えられている（岡田・土岐編、2000）¹⁸⁾。

まとめ

最近発生した地震から、以下のようなことを学ぶことができる。

- 最近地震が多く発生しているわけではなく、人口密集地付近を震源地とする地震が多いため、死亡者と負傷者数が多く、したがってマスコミの報道量が多くなっている。
- 頻繁に地震が起こる地域で、空白域として近い将来地震が起こることが分かっている、地震の予知は困難である。

- 活断層が再活動して発生する地震だけでなく、活断層が無くても地震は発生し、断層が生じる。
- 活断層を避けて地盤のしっかりした場所に建物を造ることが大切である。
- 風土にあった、伝統的な建物(住宅)を立てる際には、建築強度を上げる努力をすると共に、建物の下敷きになって死亡することの無いよう工夫する必要がある。
- 死亡したり負傷したりするのは落下物や転倒物によるものが大半である。落下あるいは転倒の防止をおこなうとともに、あわてて危険の待ち受ける外に飛び出さないことが大切である。
- 山間部においては、地震動を誘因とする斜面災害に注意が肝要である。
- 沖積平野や埋め立て地では、液状化に対する対策を各種建築物やライフラインに講じておく必要がある。
- 津波の被害を受ける可能性のある地域では、防潮堤の建設や地震後直ちに避難するなどして被害を阻止しなければならない。
- 地震直後の電話使用は、救助や消化活動等緊急の場合に限ることとし、家族等との安否の確認はせめて地震後3時間は控えるべきである。

平成13(2001)年芸予地震において、不幸にも2人が亡くなり、約260人の負傷者が出た。今後、今まで以上に「我が国日本においては、どこにおいても地震災害を被る可能性のある」ことや「地震から身を守る方法」等の普及活動をおこなう必要がある。

参考文献

- 1) (社)土木学会四国支部あんぜん四国検討委員会・四国地域自然災害研究推進会議, 2000, 1999年台湾集集地震被害調査報告書 四国の土木技術者が見た台湾集集地震. (社)土木学会四国支部, 95p.
- 2) 高橋治郎, 1995, 松山平野及び周辺部の活断層. 愛媛大学教育学部紀要, 第Ⅲ部, 自然科学, 第16巻, 第1号, p. 1-12.
- 3) 高橋治郎, 1997, 愛媛県における地震発生環境. 愛媛の地学研究, 第1巻, 第2号, p. 35-40.
- 4) 高橋治郎・山崎哲司・佐野 栄・平井幸弘・山本万喜雄・曲田清維・菊地博明, 1999, 防災計画と防災教育. 愛媛大学教育学部紀要, 第Ⅰ部, 教育科学, 第45巻, 第2号, p. 135-144.
- 5) 菊地博明・高橋治郎・山崎哲司・佐野 栄・曲田清維・平井幸弘・山本万喜雄, 1999, 附属中学校における防災教育. 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第17号, p. 45-54.
- 6) 高橋治郎・菊川國夫, 2000, 三輪田米山日記にみる地震記録. 愛媛大学教育実践総合センター紀要, 第18号, p. 9-16.
- 7) 国立天文台編, 1996, 理科年表(平成9年). 丸善, 1054p.
- 8) 国立天文台編, 1997, 理科年表(平成10年). 丸善, 1054p.
- 9) 国立天文台編, 1998, 理科年表(平成11年). 丸善, 1058p.
- 10) 国立天文台編, 1999, 理科年表(平成12年). 丸善, 1064p.
- 11) 国立天文台編, 2000, 理科年表(平成13年). 丸善, 1064p.
- 12) 国立天文台編, 1990, 理科年表(平成3年). 丸善, 1048p.
- 13) 国立天文台編, 1991, 理科年表(平成4年). 丸善, 1040p.
- 14) 国立天文台編, 1992, 理科年表(平成5年). 丸善, 1046p.
- 15) 国立天文台編, 1993, 理科年表(平成6年). 丸善, 1042p.
- 16) 国立天文台編, 1994, 理科年表(平成7年). 丸善, 1046p.
- 17) 国立天文台編, 1995, 理科年表(平成8年). 丸善, 1043p.
- 18) 岡田恒男・土岐憲三編, 2000, 地震防災の事典. 朝倉書店, 675p.
- 19) Bryant, A. E., 1991, NATURAL HAZARDS. Cambridge University Press, 294p.
- 20) 地学団体研究会編, 1996, 新版地学事典. 平凡社, 1443p.
- 21) 日本地質学会地質基準委員会編者, 2001, 地質基準. 共立, 180p.
- 22) 高橋治郎, 2000, 台湾地震災害. 愛媛大学教育学部紀要 第Ⅲ部 自然科学, 第21巻, 第1号, pp. 7-13.
- 23) (社)土木学会四国支部あんぜん四国検討委員会, 1998, 予想される四国の地震と防災対策. 230p.