

平成 24 年度

震源を特定せず策定する地震動レベルに関する

既存資料の整理業務

報告書

2013 年 3 月

一般財団法人 地域地盤環境研究所

目 次

1. 序論	1-1
1.1 目的	1-1
2. 活断層・変動地形学的調査等に基づいた地震の分類	2.1.1-1
2.1 地震前の情報に関する収集	2.1.1-1
2.1.1 地質情報に関する整理	2.1.1-1
2.1.2 活断層情報に関する整理	2.1.2-1
2.1.3 古地震情報に関する整理	2.1.3-1
2.1.4 重力異常に関する整理	2.1.4-1
2.1.5 磁気異常に関する整理	2.1.5-1
2.2 地震後の情報に関する収集	2.2.1-1
2.2.1 変位情報に関する整理	2.2.1-1
2.2.2 活断層調査（トレンチなど）に関する整理	2.2.2-1
2.2.3 活断層調査（物理探査など）に関する整理	2.2.3-1
2.3 地震分類や地質構造帯分類に関する研究のとりまとめ	2.3.1-1
3. 強震動記録に基づいた地震動レベルの検討	3.1-1
3.1 1995 年兵庫県南部地震(Mw6.9)	3.1-1
3.2 1996 年宮城県北部（鬼首）地震(Mw6.0)	3.2-1
3.3 1997 年 3 月鹿児島県北西部(Mw6.1)	3.3-1
3.4 1997 年 5 月鹿児島県北西部(Mw6.0)	3.4-1
3.5 1997 年山口県北部地震(Mw5.8)	3.5-1
3.6 1998 年岩手県内陸北部地震(Mw5.9)	3.6-1
3.7 2000 年鳥取県西部地震(Mw6.6)	3.7-1
3.8 2003 年宮城県北部地震(Mw6.1)	3.8-1
3.9 2004 年新潟県中越地震(Mw6.6)	3.9-1

3.10	2004 年北海道留萌支庁南部地震(Mw5.7)	3.10-1
3.11	2005 年福岡県西方沖越地震(Mw6.6)	3.11-1
3.12	2005 年福岡県西方沖地震の最大余震(Mw5.4)	3.12-1
3.13	2007 年能登半島地震(Mw6.7)	3.13-1
3.14	2007 年新潟県中越沖越地震(Mw6.6)	3.14-1
3.15	2008 年岩手・宮城内陸地震(Mw6.9)	3.15-1
3.16	2011 年長野県北部地震(Mw6.2)	3.16-1
3.17	2011 年静岡県東部地震(Mw5.9)	3.17-1
3.18	2011 年茨城県北部地震(Mw5.8)	3.18-1
3.19	2011 年福島県浜通り地震(Mw6.6)	3.19-1
3.20	2011 年和歌山県北部地震(Mw5.0)	3.20-1
3.21	2012 年茨城県北部地震(Mw5.2)	3.21-1
3.22	2013 年栃木県北部地震(Mw5.8)	3.22-1
3.23	参考文献	3.23-1
4.	まとめ	4.1-1
4.1	活断層・変動地形学的調査等に基づいた地震の分類	4.1-1
4.1.1	地質情報や活断層情報，地震断層情報，震源断層情報に関する整理	4.1.1-1
4.1.2	重力異常や磁気異常と震源断層情報に関する整理	4.1.2-1
4.2	強震動記録に基づいた地震動レベルの検討	4.2-1
4.2.1	地震規模に基づいた震源を予め特定しにくい地震の地震動レベル	4.2-1
4.2.2	地域特性に基づいた震源を予め特定しにくい地震の地震動レベル	4.2-9
4.2.3	震源を予め特定しにくい地震の地震動の策定について	4.2-12
4.2.4	参考文献	4.2-13
4.3	強震動の経時特性に関する検討	4.3-1
4.3.1	経験的グリーン関数法に基づいた経時特性	4.3-1
4.3.2	参考文献	4.3-4

付録

A.活断層調査・変動地形学的調査等の文献	A- 1
B.強震動波形.....	B- 1

1. 序論

1. 1 目的

発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（平成18年9月19日原子力安全委員会決定）では、「震源を特定せず策定する地震動」の策定方法として「震源と活断層を関連付けることが困難な過去の内陸地殻内の地震について得られた震源近傍における観測記録を収集し、これらを基に敷地の地盤物性を加味した応答スペクトルを設定し、これに地震動の継続時間、振幅包絡線の経時的变化等の地震動特性を適切に考慮して基準地震動(Ss)を策定すること」とされている。

この考え方に従った「震源を特定せず策定する地震動」のレベルの参考として、加藤・他(2004) による観測記録に基づいた擬似速度応答スペクトル（以下「加藤スペクトル」という。）がある。加藤・他(2004)では世界各地で発生した内陸地殻内の地震動記録を収集整理し、「震源を特定せず策定する地震動」のレベルを検討している。

内陸地殻内地震においては、地形学・地質学・地球物理学的手法等を総合した十分な活断層調査を実施することにより、①事前に震源の位置と規模の特定が可能なもの、②事前に震源の位置は特定できるが、規模の特定が困難なもの、③事前に震源の位置と規模の特定が困難なものに分類することが考えられる。しかし、加藤・他(2004)では、専門家間でも意見の分かれる上記の②について、震源を事前に特定できると考えて評価したものもある。また、加藤スペクトルの問題点として、震源を特定できない地震規模と地震動レベルとなっているかとの指摘がある。

このことから、原子力安全委員会では、平成21年度から3年間にわたり加藤スペクトルの妥当性の検証に資するため、断層モデルによるシミュレーション解析を行い、大野・他(1998) によるNFRD効果（Near Fault Rupture Directivity：地震動の震源近傍における破壊伝播効果）を含む領域及び司・翠川(1999) によるPGVの距離減衰式を用いて擬似速度応答スペクトルの平均レベルの検討を行った。その結果、計算による擬似速度応答スペクトルの平均レベル+1 σ は「加藤スペクトル」とほぼ同等か周期帯によってはそれ以上となることを確認した。

本業務においては、内陸地殻内地震の震源の位置や規模の特性化に関して、安全審査の参考資料とすることを目的に、近年発生した国内の内陸地殻内地震について、震源近傍の強震観測記録、地震発生前・後の変動地形学的調査の結果、活断層分布図、地表地質調査によって把握された地表地震断層の地表変位の詳細位置・形状・断層面の傾斜・1回の地震活動に伴う変位量分布や、地震学的及び地質学的な研究に基づく深部起震断層の発震機構・断層面形状・すべり量分布等について、文献を収集する。

さらに、収集した内陸地殻内地震について、①事前に震源の位置と規模の特定が可能なもの、②事前に震源の位置は特定できるが、規模の特定が困難なもの、③事前に震源の位置と規模の特定が困難なものに整理し、②または③に分類された地震の強震観測記録から、擬似速度応答スペクトルを作成し、加藤・他(2004)との比較検討及び強震記録の経時特性の分析を行う。

参考文献

- 加藤研一・宮腰勝義・武村雅之・井上大栄・上田圭一・壇一男(2004), 震源を事前に特定できない内陸地殻内地震による地震動レベルー地学的調査による地震の分類と強震動記録に基づく上限レベルの検討ー, 日本地震工学会論文, 第4巻, 46-86.
- 大野晋・武村雅之・小林義尚(1998), 観測記録から求めた震源近傍における強震動の方向性, 第10回日本地震工学シンポジウム, 133-138.
- 司 宏俊・翠川三郎(1999), 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文集, 523, 63-70
- 原子力安全委員会, 特定せず策定する地震動レベルに関する計算業務 (平成 23 年度報告書 : http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/taishinkojo/pdf/ukeoi_7.pdf, 平成 22 年度報告書 : http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/taishinkojo/pdf/ukeoi_1.pdf, 平成 21 年度報告書 : http://www.nsr.go.jp/archive/nsc/taishinkojo/pdf/ukeoi_4.pdf)

2. 活断層・変動地形学的調査等に基づいた地震の分類

2. 1 地震前の情報に関する収集

本検討において、1995年兵庫県南部地震以降に起こった内陸地震、22地震を対象として、地震以前より認識され、とりまとめられていた情報の収集を行い、とりまとめを行った（表2.1-1）。22地震のうち3地震については、従来より活断層の存在が示唆されていたが、いずれの地震においても、地震前に該当地域で得られている情報というのは、地質情報（地質図：地質調査所や国土庁がとりまとめたものなど）や活断層分布図による近傍の活断層情報（日本の活断層や活断層デジタルマップなど）および古地震情報や重力分布図、地磁気分布図などである。以下に各項目に従って収集し、整理をおこなった。

表 2.1-1 調査対象とする内陸地殻内地震

1	1995年兵庫県南部	1995/01/17, 05:46	Mw6.9	S
2	1996年宮城県北部(鬼首)	1996/08/11, 03:12	Mw6.0	R
3	1997年鹿児島県北西部(3月)	1997/03/26, 17:31	Mw6.1	S
4	1997年鹿児島県北西部(5月)	1997/05/13, 14:38	Mw6.0	S
5	1997年山口県北部	1997/06/25, 18:50	Mw5.8	S
6	1998年岩手県内陸北部	1998/09/03, 16:58	Mw5.9	R
7	2000年鳥取県西部	2000/10/06, 13:30	Mw6.6	S
8	2003年宮城県北部	2003/07/26, 07:13	Mw6.1	R
9	2004年新潟県中越	2004/10/23, 17:56	Mw6.6	R
10	2004北海道留萌	2004/12/14, 14:56	Mw5.7	R
11	2005年福岡県西方沖	2005/03/20, 10:53	Mw6.6	S
12	2005年福岡県西方沖(最大余震)	2005/04/20, 06:11	Mw5.4	S
13	2007年能登半島	2007/03/25, 09:41	Mw6.7	R
14	2007年新潟県中越沖	2007/07/16, 10:13	Mw6.6	R
15	2008年岩手・宮城内陸	2008/06/14, 08:43	Mw6.9	R
16	2011年長野県北部	2011/03/12, 03:59	Mw6.2	R
17	2011年静岡県東部	2011/03/15, 22:31	Mw5.9	S
18	2011年茨城県北部	2011/03/19, 18:56	Mw5.8	N
19	2011年福島県浜通り	2011/04/11, 17:16	Mw6.6	N
20	2011年和歌山県北部	2011/07/05, 19:18	Mw5.0	R
21	2012年茨城県北部	2012/03/10, 02:25	Mw5.2	N
22	2013年栃木県北部	2013/02/25, 16:23	Mw5.8	N

2. 1. 1 地質情報に関する整理

各地震が起こった地域周辺の地質情報については、地質調査所（現：産業技術総合研究所地質センター）が発行する地質図幅や地域の大学や博物館等が作成した地域地質図および海域については、海上保安庁が作成した海底地質構造図などを用いてとりまとめた。情報は基本的に出版元が変わっても大きな齟齬がないことを確認したため、最終のとりまとめでは、全国を一元化してとりまとめた 20 万分の 1 日本シームレス地質図（産業技術総合研究所，2012）を基図として使用した。

表 2.1.1-1 基図として用いた主要地質情報一覧（その 1）

全国統一	産業技術総合研究所地質調査総合センター	2012	20万分の1日本シームレス地質図データベース(2012年7月3日版)	産業技術総合研究所研究情報公開データベース DB084
1995年兵庫県南部	藤田和夫・笠間太郎	1982	大阪北西部地域の地質	地域地質研究報告(5万分の1図幅)，地質調査所，112p.
	藤田和夫・笠間太郎	1983	神戸地域の地質	地域地質研究報告(5万分の1図幅)，地質調査所，115p.
	水野清秀・服部仁・寒川旭・高橋浩	1990	明石地域の地質	地域地質研究報告(5万分の1図幅)，地質調査所，90p.
1997年鹿児島県北西部	橋本 勇	1962	九州南部における時代未詳層群の総括	九大教養地学研報，9，13-69
1997年山口県北部	今岡照喜・上田 薫・村上允英・鈴木哲夫・脇坂安彦・甲斐野信一・横山義人・佐々木 浩	1984	山口県徳佐付近の白亜紀阿武層群の層序・構造一とくに流紋岩溶岩の構造について	山口大学教養部紀要自然科学編，18，79-101
	高橋英太郎・河野通弘・岡村義彦・村上允英・渋谷五郎・三上貴彦・西村祐二郎・岡本和夫・太田正道・陶山義仁	1975	山口県の地質	山口県立山口博物館発行，286p.
2000年鳥取県西部	服部 仁・片田正人	1964	5万分の1「根雨地域の地質」及び説明書	地質調査所，49p.
2003年宮城県北部ほか	石井武政・柳沢幸夫・山口昇一・寒川旭・松野久	1982	5万分の1地質図幅「松島地域の地質」及び同説明書	地質調査所，121p.
2004年新潟県中越ほか	小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫	1991	5万分の1地質図幅「長岡地域の地質」及び同説明書	地質調査所，132p.

表 2.1.1-2 基図として用いた主要地質情報一覧（その2）

2004年北海道留萌	秦光男・垣見俊弘・佐藤博之・松井寛・松田武雄・須田芳朗・北島真理子	1974	20万分の1地質図「留萌」	地質調査所発行 1:200,000地質図, NK-54-13, 1 sheet		
	対馬坤六・山口昇一	1954	5万分の1地質図幅「留萌」及び説明書	地質調査所発行 1:50,000地質図幅, 3 Asahikawa, 41, 23, 1 sheet		
	国土庁土地局	1979	土地分類図01(北海道 7 宗谷・留萌支庁)1:200,000	土地分類図01(北海道 7 宗谷・留萌支庁) 1:200,000, 67, 9 sheets		
2005年福岡県西方沖	千田昇・岡田篤正・中田高・渡部満久・奥木史子	1996	1:25,000 都市圏活断層図「福岡」	国土地理院技術資料 D.1-No.333		PDF必要?
	唐木田芳文・富田幸臣・下山正一・千々和一豊	1994	5万分の1地質図幅「福岡地域の地質」及び同説明書	地質調査所, 192p.		唐木田ほか, 1994.pdf
2007年能登半島	海上保安庁水路部	1974	能登半島西方海底地形図			
	片川秀基・浜田昌明・吉田進・廣澤宏・三橋明・河野芳輝・衣笠善博	2005	能登半島西方海域の新第三紀～第四紀地質構造形成	地学雑誌, 114, 5, 791-810		片川ほか, 2005
	地質調査所	1994	佐渡島南方海底地質図			地質調査所, 1994, 佐渡南方地質400dpi.jpg
	海上保安庁水路部	1953	佐渡海峡南部			
	海上保安庁水路部	1970	佐渡島南方海底地形図			
	海上保安庁水路部	1970	佐渡島南方海底地質構造図			
2007年新潟県中越沖	小林巖雄・立石雅昭・植村武	1993	5万分の1地質図幅「出雲崎地域の地質」及び同説明書	地質調査所, 91p.		小林ほか, 1993.pdf
	小林巖雄・立石雅昭・吉村尚久・上田哲郎・加藤殖一	1995	5万分の1地質図幅「柏崎地域の地質」及び同説明書	地質調査所, 101p.		小林ほか, 1995.pdf
	柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・茅原一也・加藤	1986	5万分の1地質図幅「小千谷地域の地質」及び同説明書	地質調査所, 117p.		柳沢ほか, 1986.pdf
2008年岩手・宮城内陸ほか	片山信夫・梅沢邦臣	1958	7万5千分の1地質図幅「鬼首」及び説明書	地質調査所		
	北村信	1965	5万分の1地質図幅「焼石岳の地質」及び同説明書	地質調査所, 48p.		
2011年長野県北部	竹内圭史・吉川敏之・釜井俊孝	2000	5万分の1地質図幅「松之山温泉地域の地質」及び同説	地質調査所, 76p.		
2011年静岡県東部	沢村孝之助	1953	7万5千分の1地質図幅「沼津」及び説明書	地質調査所, 124, 63, 1 sheet		
	津屋 弘みち	1968	富士火山地質図および Geology of Volcano Mt. Fuji, 1:50,000	地質調査所発行 特殊地質図, 12, 38, 2sheets		
	中野俊・石塚吉浩・山本孝広・中島和敏・巖谷敏光・高田亮・白尾元理・伊藤順一	2002	1:50,000 富士火山地質図	産業技術総合研究所地質調査総合センター発行 数値地質図, G-9, 1CD-R		
2011年福島県浜通り	須貝貫二・松井寛・佐藤茂・喜多河庸二・佐々木実・宮下美智夫・河内英	1957	1:50,000 常磐炭田地質図ならびに説明書	地質調査所,		

2. 1. 2 活断層情報に関する整理

各地域周辺の活断層情報については、基本的に新編「日本の活断層」(1991)および活断層デジタルマップ(2002)をベースとして用いた。基本的にこれらのデータは拡大すれば断層性の細かさや途切れなどに違いがあるが、概ねの傾向としてはこれらの本によって網羅されていると判断ができる。そのほかにも第四紀逆断層アトラス(2002)や日本海東縁の活断層とテクトニクス(2002)なども参照した。

また、各地域によっては、九州の活構造(1989)や近畿の活断層(2000)なども参考とした。そのほかには、断片的ではあるが、国土地理院発行の都市圏活断層図なども利用した。

表 2.1.2-1 活断層線を参考とした主要文献一覧(その1)

全国	活断層研究会 編	1991	新編 日本の活断層—分布図と資料	東京大学出版会, 437p.
	中田高・今泉俊文編	2002	活断層詳細デジタルマップ	東京大学出版会, 60p+CD-ROM
	池田安隆・今泉俊文・東郷正美・平川一臣・宮内崇裕・佐藤比呂志	2002	第四紀逆断層アトラス	東京大学出版, 254p.
	太田陽子・鈴木康弘	2002	日本海東縁の活断層と地震テクトニクス	東京大学出版会, 70-94
1995年兵庫県南部	渡部満久・鈴木康弘・中田高	1996	1:25,000 都市圏活断層図「明石」	国土地理院技術資料, D.1-No.333
	渡部満久・鈴木康弘・中田高	1996	1:25,000 都市圏活断層図「須磨」	国土地理院技術資料, D.1-No.333
	岡田篤正・東郷正美 編	2000	近畿の活断層	東京大学出版会, 295p.
1997年鹿児島県北西部 2005年福岡県西方沖	千田昇	1993	中部九州の活断層-九州における中央構造線の第四紀構造-	地質学論集 中央構造線のネオテクトニクス—その意義と問題点—, 40, 39-51
	千田昇・岡田篤正・中田高・渡部満久・鬼木史子	1996	1:25,000 都市圏活断層図「福岡」	国土地理院技術資料 D.1-No.333
	橋本 勇	1962	九州南部における時代未詳層群の総括	九大教養地学研報, 9, 13-69
	九州活構造研究会 編	1989	九州の活構造	東京大学出版会, 553p.
1998年岩手県内陸北部	星野実・諏訪部順	1999	岩手県内陸北部地震に伴う地形調査	国土地理院調査研究年報 平成10年度 国土地理院技術資料 A.1-No.214, 87-88
2004年新潟県中越	鈴木康弘・東郷正美・渡辺満久・金幸隆・佐藤尚登	2001	1:25,000 都市圏活断層図「十日町」	国土地理院技術資料 D.1-No.388
	渡辺満久・堤・浩之・鈴木康弘・金幸隆・佐藤尚柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・茅原一也・加藤碩一	2001	1:25,000 都市圏活断層図「小千谷」	国土地理院技術資料 D.1-No.388
		1986	5万分の1地質図幅「小千谷地域の地質」及び同説明書	地質調査所, 117p.

表 2.1.2-2 活断層線を参考とした主要文献一覧（その2）

2004年北海道留萌	海上保安庁	1993	沿岸の海の基本図「鬼鹿」(1/50,000)	
2005年福岡県西方沖	細野武男・古川俊太郎・坊城俊厚・高井保明	1975	北部九州・響灘付近における音波探査の成果について－海底地質調査技術の研究 その1－	地質調査所月報, 26, 11, 609-634
2007年能登半島	片川秀基・浜田昌明・吉田進・藤澤宏・三橋明・河野芳輝・衣笠善博	2005	能登半島西方海域の新第三紀～第四紀地質構造形成	地学雑誌, 114, 5, 791-810
	小林博文・山路敦・増田富士雄	2005	能登半島輪島地域の中新統の層序・堆積環境・テクトニクス	地質学雑誌, 111, 5, 286-299
2008年岩手・宮城内陸	今泉俊文・佐藤比呂志	2005	東北地方の活断層の諸問題	第四紀研究, 44, 4, 217-227
2011年長野県北部	宮内崇裕・東郷正美・堤浩之・金 幸隆・武田大典・宇根 寛・小田切聡	2000	1:25,000 都市圏活断層図「飯山」	国土地理院技術資料 D・1－No.375
	鈴木康弘・東郷正美・渡辺満久・金幸隆・佐藤尚登	2001	1:25,000 都市圏活断層図「十日町」	国土地理院技術資料 D.1-No.388

2. 1. 3 古地震情報に関する整理

各地震の周辺サイトにおいて過去に発生した大きな地震に対して、可能なものを拾い上げた。これは、新編「日本の活断層」(1991)の断層図内に示されたものから、各地震周辺で発生した過去の地震について示したものである。新編「日本の活断層」(1991)において示された過去の地震は、1885年以降については、宇津(1982, 1985)に1884年以前については主として宇佐美(1987)に基づいてつくられた理科年表(1991年版)の被害地震年代表にあるものが示されている。ただし、歴史地震のうち、緯度経度が明治されていないものについては、含まれていない。

本検討業務内でピックアップした22地震について、周辺にて発生した過去の地震は以下のとおりである。

表 2.1.3-1 各対象地震周辺で起こった過去の地震(その1)

地震名	過去の地震 発生日	Mj
1995年兵庫県南部	1916.11.26	6.1
1996年宮城県北部(鬼首)	1976.7.5	4.9
1997年鹿児島県北西部(3月) 1997年鹿児島県北西部(5月)	1968.2.21	6.1
	1968.2.21	5.7
	1968.3.25	5.7
	1961.3.16	5.5
	1968.2.22	5.6
	1968.3.25	5.4
1997年山口県北部	1676.7.12	6.5
	1857.7.8	6.0
1998年岩手県内陸北部	1896.8.23	5.5
2000年鳥取県西部	1904.6.6	5.4
	1904.6.6	5.8
	1914.5.23	5.8
	1955.6.23	5.5
2003年宮城県北部	1861.10.21	6.4
	1974.6.23	4.9
2004年新潟県中越	1933.10.4	6.1
	1904.5.8	6.1
	1898.5.26	6.1
2004年北海道留萌	1910.9.8	5.3
	1918.5.26	5.8

表 2.1.3-2 各対象地震周辺で起こった過去の地震（その2）

地震名	過去の地震 発生日	Mj
2005年福岡県西方沖 2005年福岡県西方沖(余震)	1929.8.8	5.1
	1898.8.10	6.0
	1898.8.12	5.8
	1930.2.5	5.0
2007年能登半島	1729.8.1	6.6
	1892.12.9	6.4
	1982.12.11	6.3
	1933.9.21	6.0
	1896.4.2	5.7
2007年新潟県中越沖	1504.1.28	6.5
	1847.5.13	6.3
	1934.11.8	5.6
	1751.5.21	7.4
	1914.11.15	5.7
2008年岩手・宮城内陸	1900.5.12	7.0
	1914.3.28	6.1
	1962.4.30	7.0
	1970.10.16	6.2
	1976.7.5	4.9
2011年長野県北部	1971.2.26	5.5
	1951.8.2	5.0
	1886.7.23	5.3
	1905.7.23	5.2
	1738.1.3	5.5
2011年静岡県東部	1891.12.24	6.5
	1923.9.1	6.7
	1923.9.1	6.8
	1902.5.25	5.4
	1885.3.20	6.0
2011年茨城県北部	該当無し	
2011年福島県浜通り	該当無し	
2011年和歌山県北部	1940.11.18	6.3
	1906.5.5	6.2
	1924.8.13	5.9
	1911.6.10	6.0
	1987.5.9	5.6
	1929.11.20	5.8
2012年茨城県北部	該当無し	
2013年栃木県北部	1683.10.20	7.0
	1983.6.18	7.0
	1683.6.17	6.5

参考文献

- 宇津徳治（1982）日本付近のM6.0以上の地震および被害地震の表：1885年-1980年，震研彙報，57，401-463.
- 宇津徳治（1985）日本付近のM6.0以上の地震及び被害地震の表：1885年～1980年（訂正と追加），震研彙報，60，439-642，1985.
- 宇佐美龍夫（1987）：日本被害地震総覧 [増補改訂版]，東京大学出版会，434p.