

2014年7月4日 マイドームおおさか
深田研談話会(大阪)

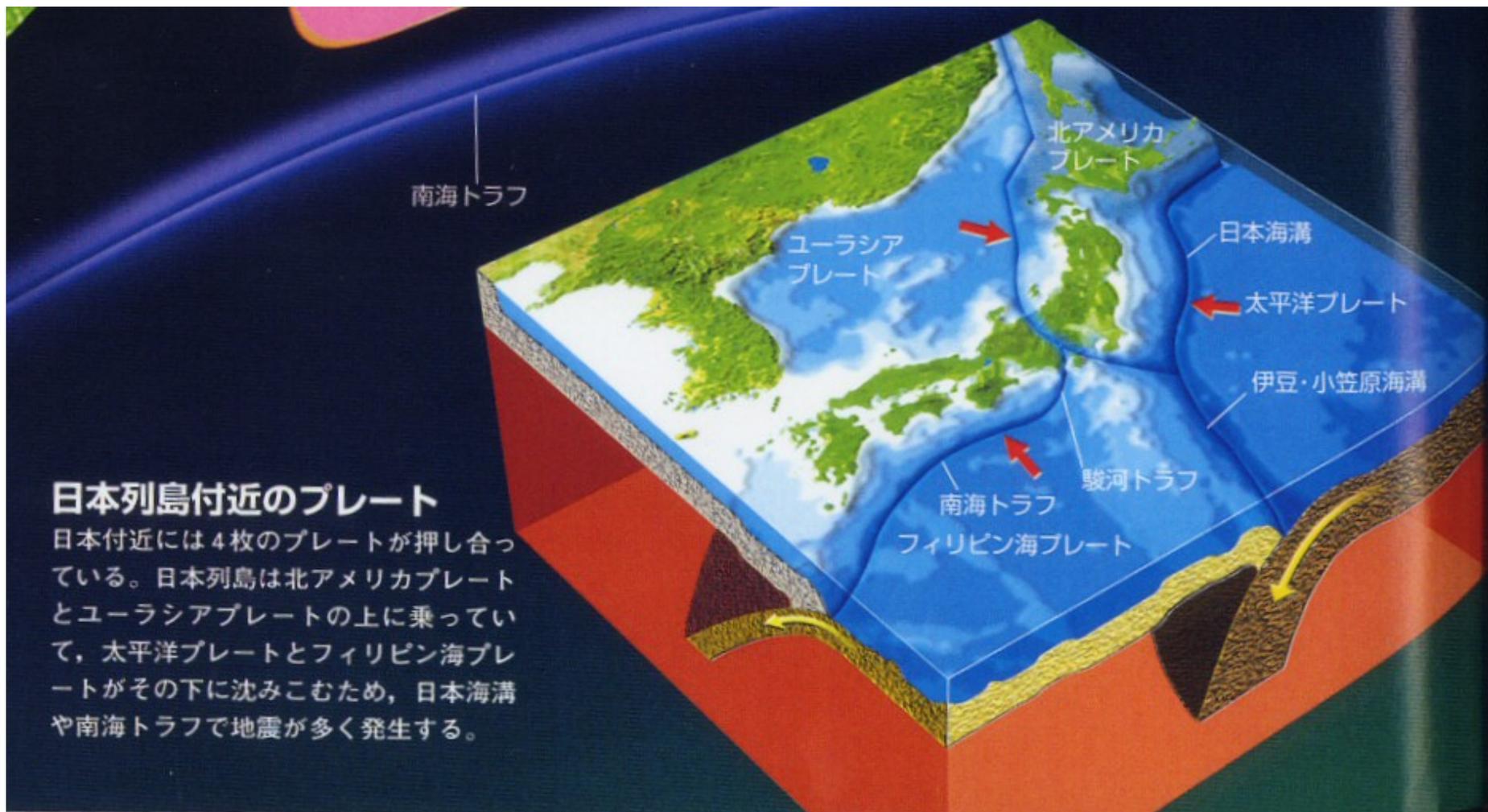
過去に襲った南海地震に学ぶ 大阪の地震津波対策

都司 嘉宣(つじ よしのぶ)
深田地質研究所

目 次

1. 「千年震災(ミレニアム地震)」だった2011年東日本震災
津波避難の成功例・失敗例 教訓
2. 西日本の「千年震災」
 - 2.1 南海地震系列の巨大地震
 - 2.2 大阪平野の震度分布から
 - 2.3 宝永地震(1707)、正平地震(1361)、仁和地震(887)の
3つが西日本の「千年震災」
3. 次の南海地震は何時来る？
4. 1995年阪神淡路大震災の教訓

日本周辺のプレートの配置



日本列島付近のプレート

日本付近には4枚のプレートが押し合っている。日本列島は北アメリカプレートとユーラシアプレートの上に乗っていて、太平洋プレートとフィリピン海プレートがその下に沈みこむため、日本海溝や南海トラフで地震が多く発生する。

1. 「千年震災（ミレニアム地震）」だった2011年東日本震災

「A. 百年一度の地震津波（M8）」と

「B. 千年一度の地震津波（M9）」

は、分けて考えよ。

A.は 人の命と財産を共に守る

B.は 人の命と原発のことだけ考える

A. と B は何か本質的に違うのだろうか？ → Yes なのである。

今後の津波防災事業はつぎの(A)、(B)二つのレベルで分けて対策を立てるべきである。

- (A) 100年一度の津波に対する対策
 - 例:三陸海岸では
 - 昭和8年三陸地震津波。おおむね10m
 - 例:静岡県・三重県では
 - 安政東海地震(1854) おおむね6m
 - → その高さの防潮堤で、人の居住地区を守る。
 - 防潮堤を作れ。
- (B) 1000年一度の津波に対する対策
 - 例:三陸海岸では、東北日本地震、おおむね20m
 - 例:静岡県・三重県では:明応東海地震(1498)、おおむね15m
 - 例:和歌山県・四国では:宝永地震(1707)、おおむね15m
 - → ひたすら人命を守る、原発事故を起こさない、
 - の2つだけを考える。避難場所(避難タワー)を作れ

M9.0の地震の発生

19世紀、20世紀に起きた9.0以上の地震

1837 バルビディア, チリ南 Mt = 9.3

1841 カムチャッカ 北 9.0

1868 アリカ, チリ南 9.0

1877 イキケ, チリ南 9.0

69年空白

1946 アリューシャン北 9.3

1952 カムチャッカ 北 9.0

1957 アリューシャン北 9.0

1960 チリ 南 9.4

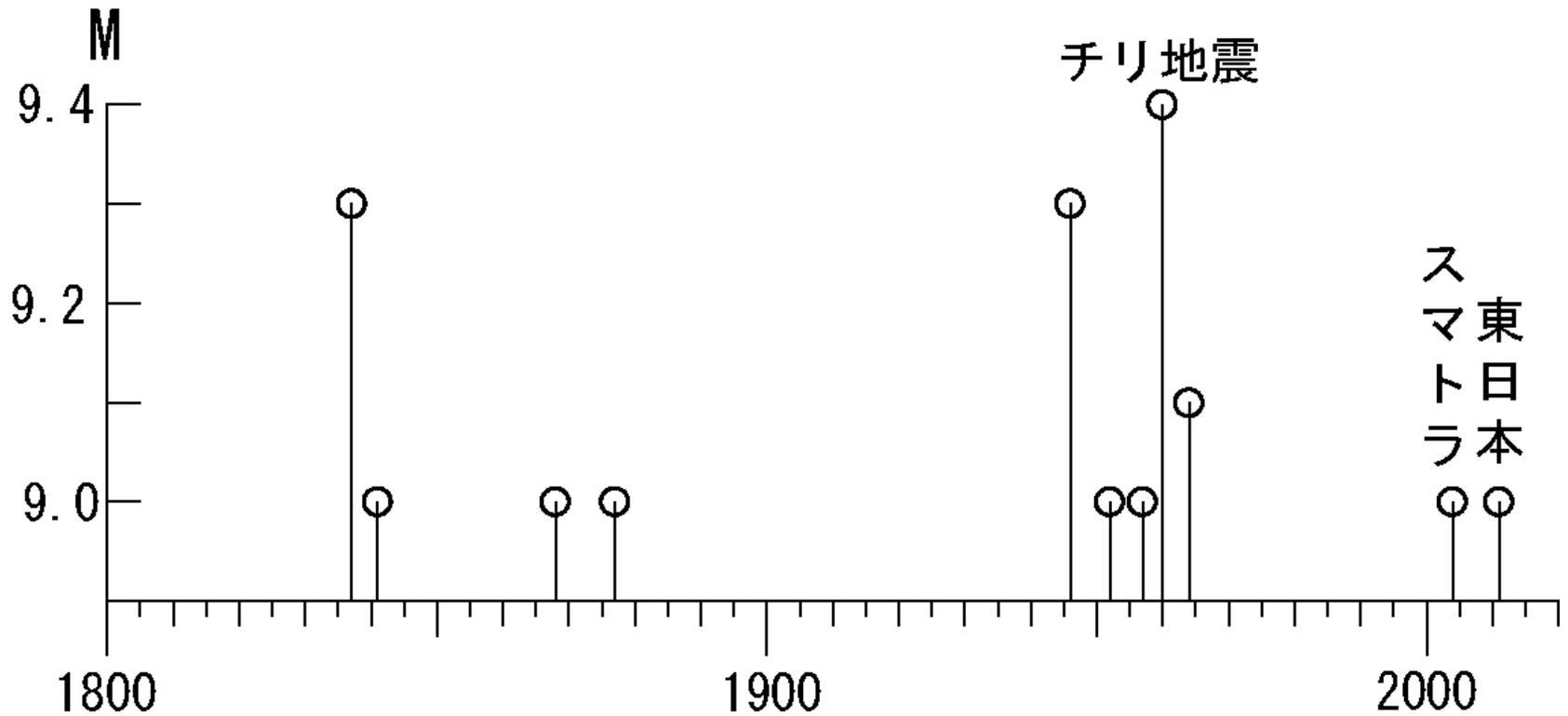
1964 アラスカ 北 9.1

40年空白

2004 スマトラ, インドネシア 9.0

2011 東日本 9.0

地球全体でのM9.0以上の地震の発生



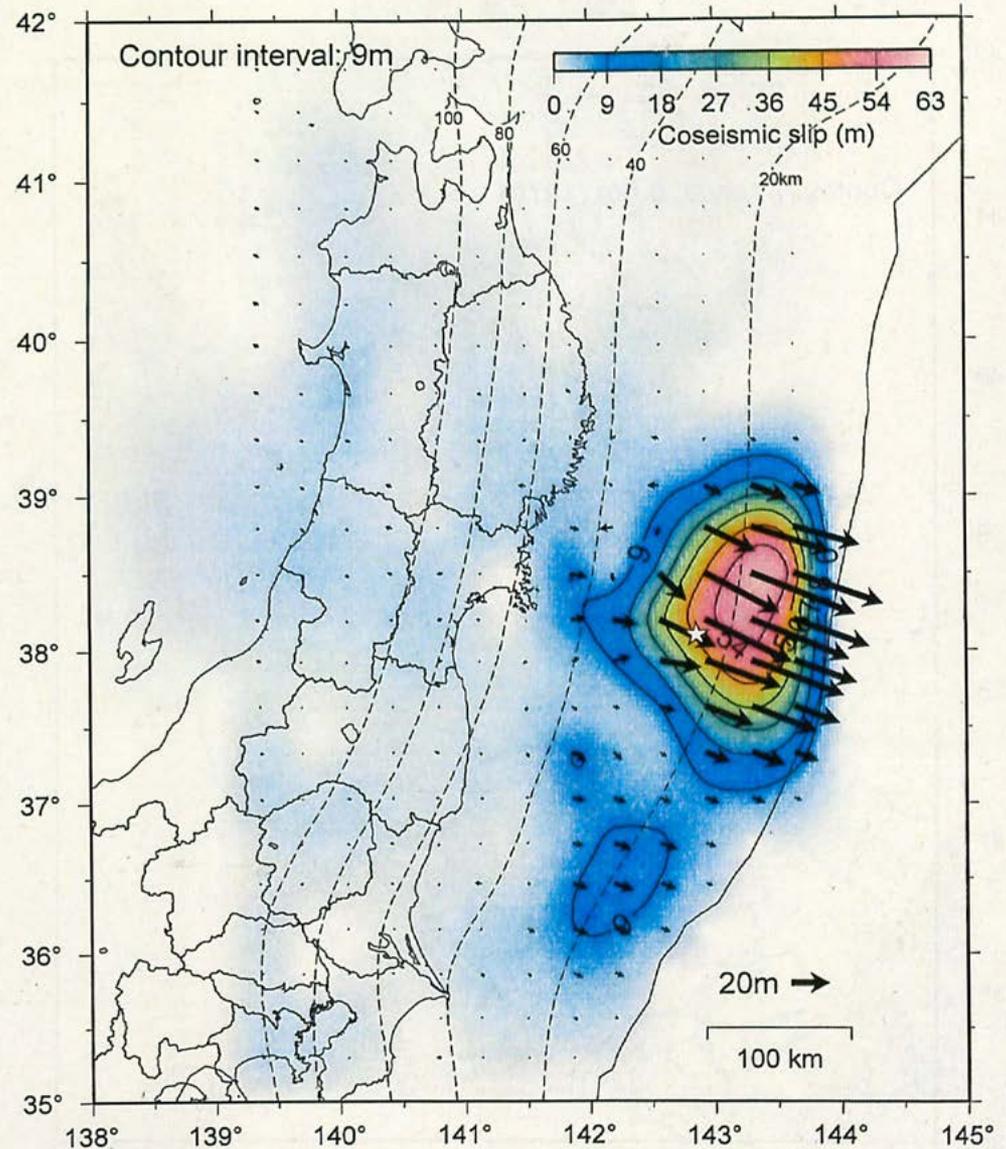
海底地殻の 水平方向の 地変量

海底水平移動量
が60mに達した
「コア領域」が
あった。

コア領域内で海
底は最大20m上
昇したことになる。

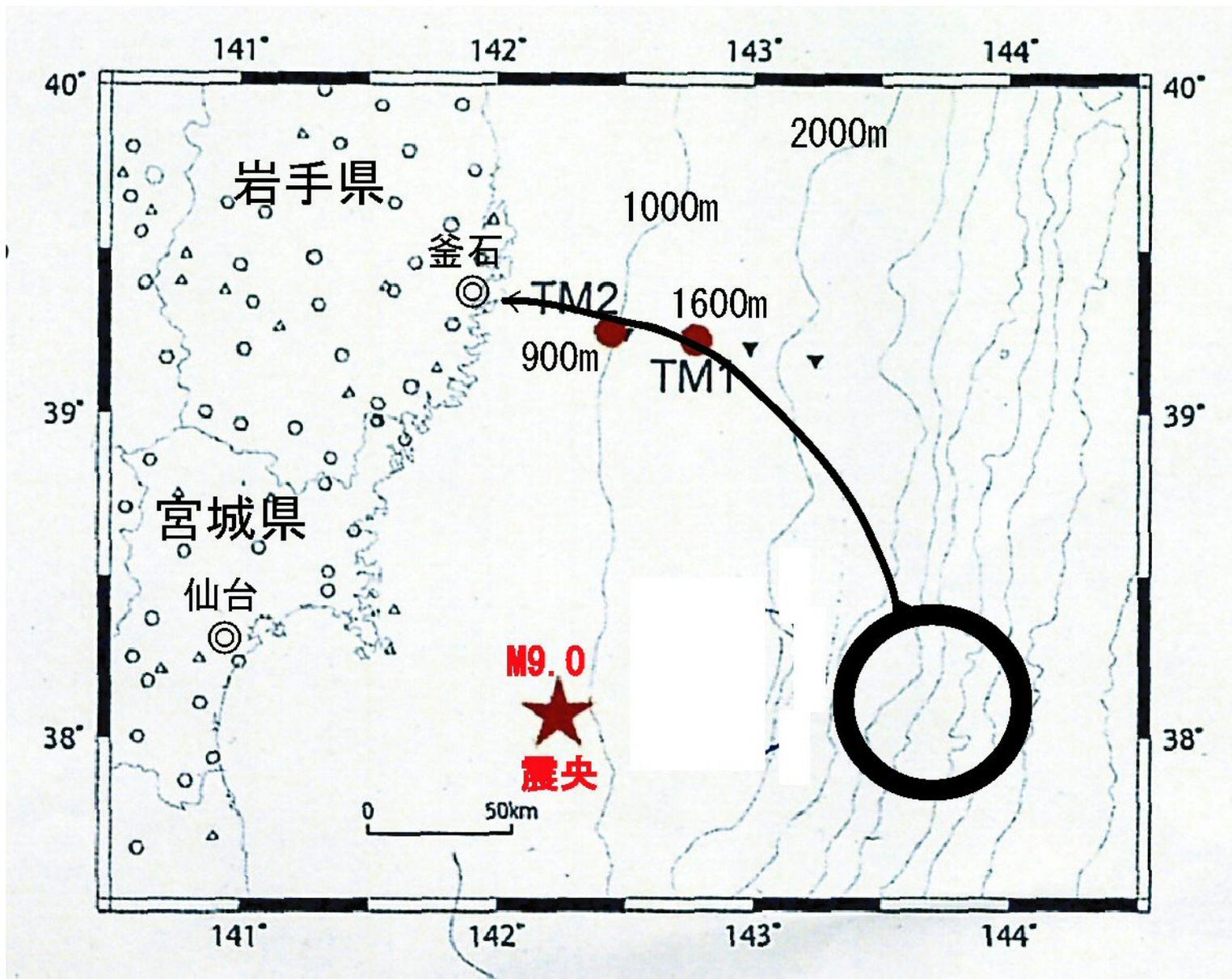
平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震
海底地殻変動観測の解析結果を加えて推定した
プレート境界面上の地震時のすべり分布モデル

データ期間 20110310 - 20110312 (F3 解) 固定局：福江 (950462) + SGObyJCG5



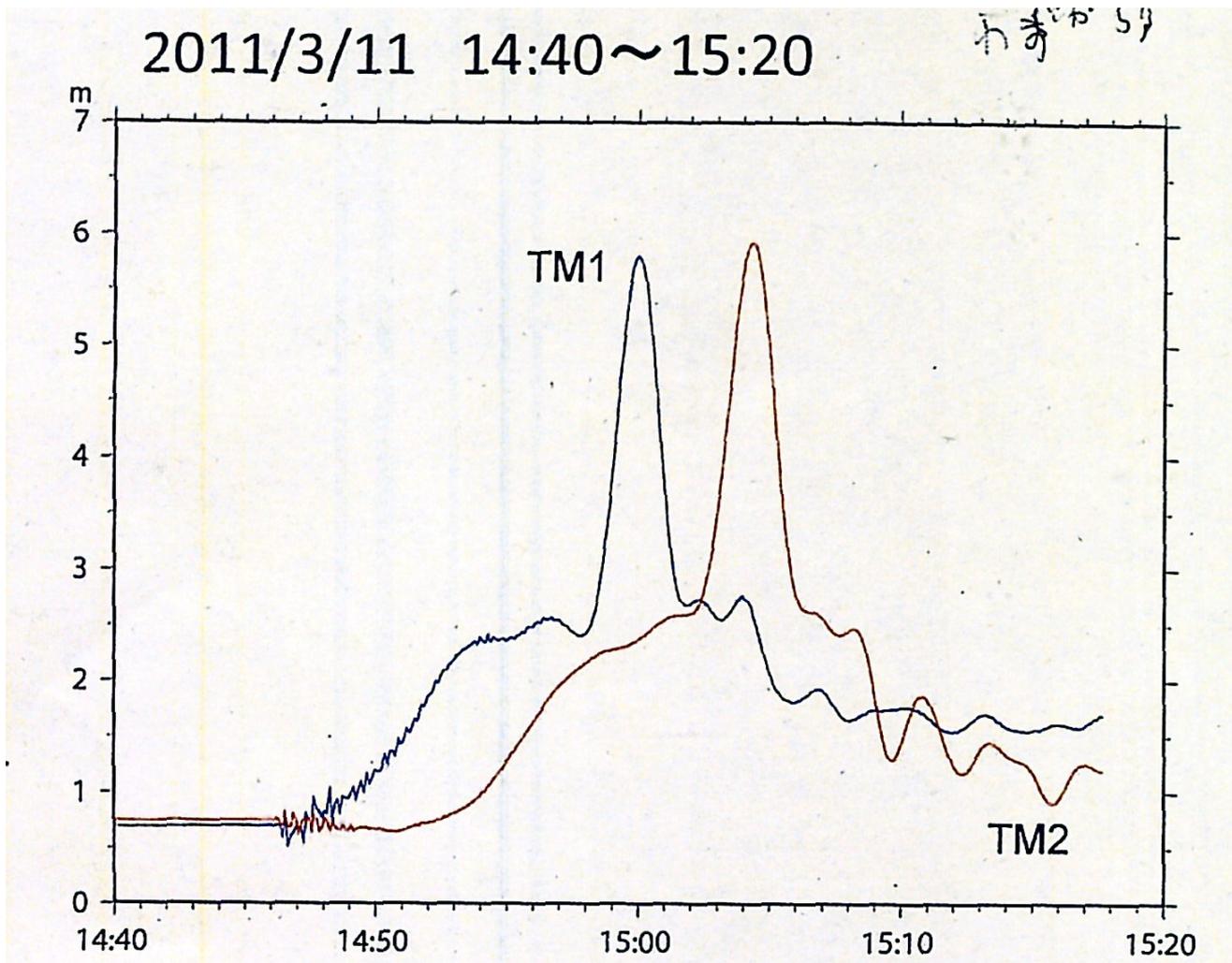
星印は本震の震央。
地震時の滑りのモーメントマグニチュードは 9.0 (剛性率 40GPa)

釜石沖の2台の海底津波計に「針のような津波」 が記録された。

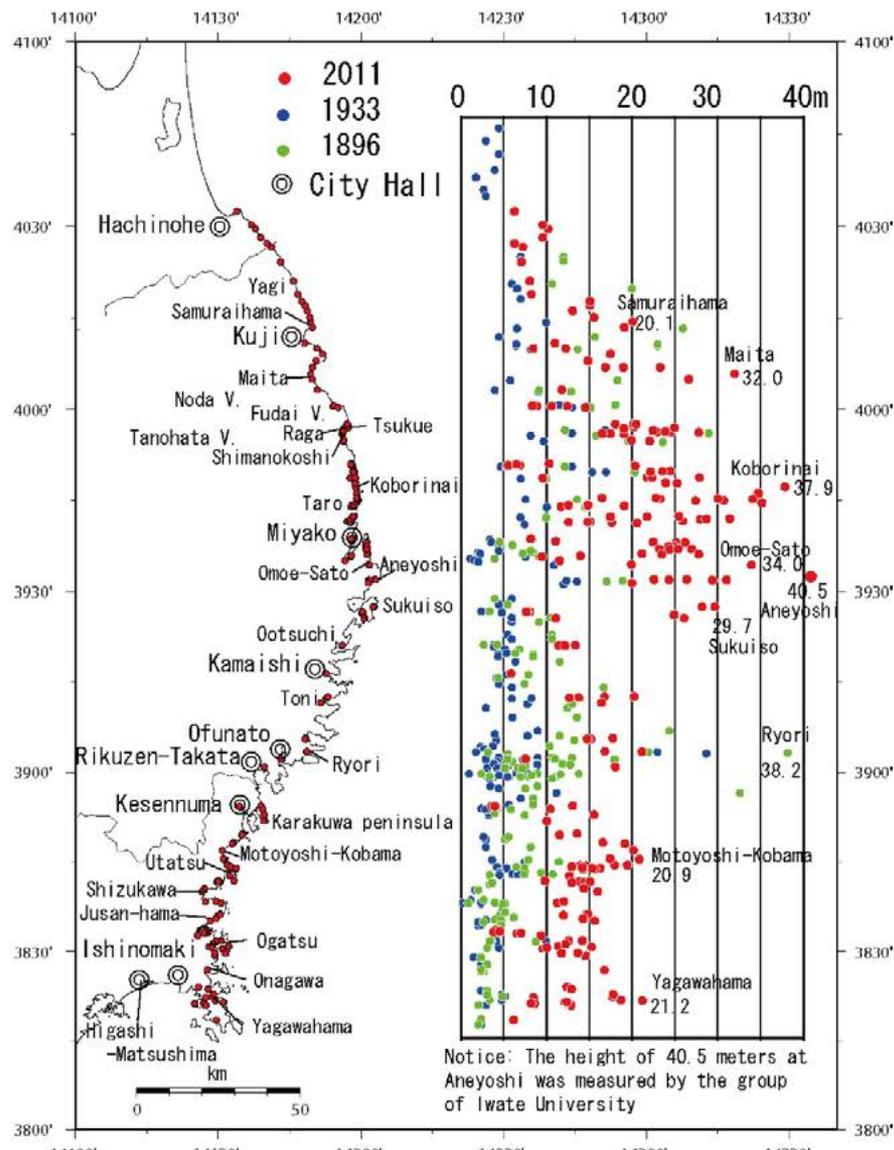
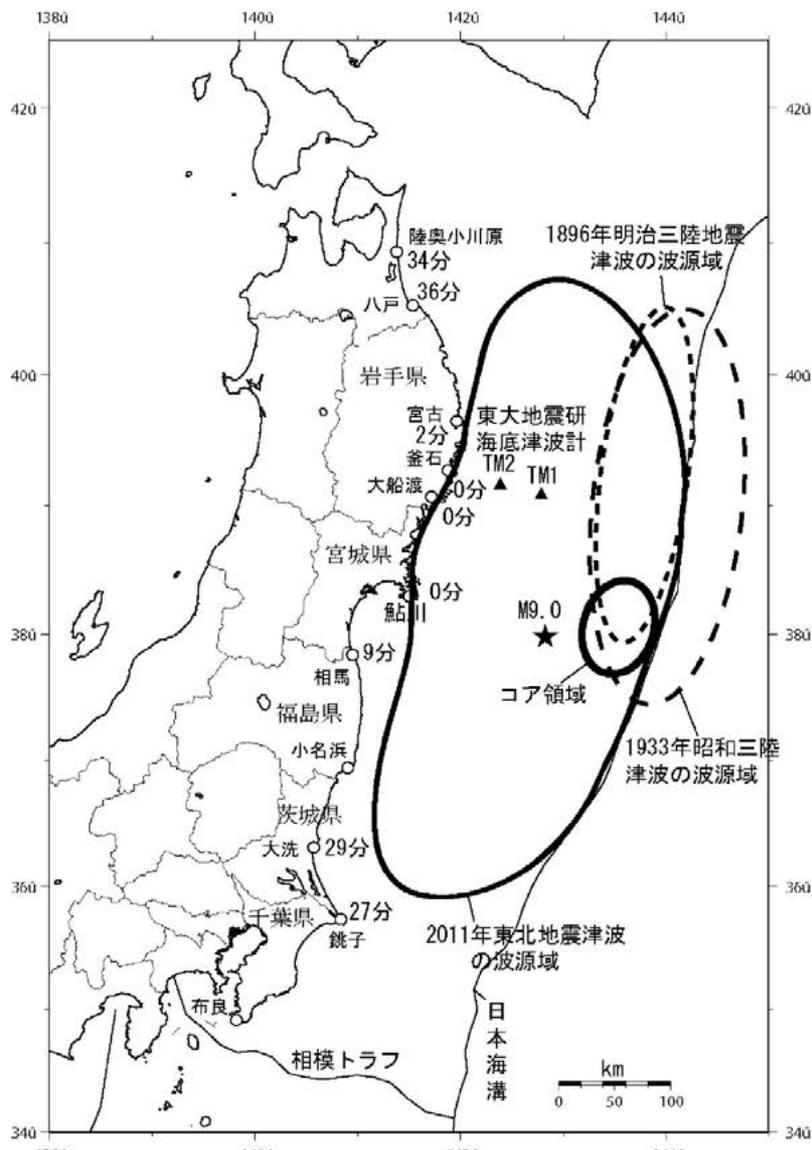


釜石沖の2個の海底津波形の記録

「針のような津波記録に注意」



2011年東日本震災の震源域と津波の高さ



宮古市役所4階から撮った写真



津波が来た! 宮古市役所4階窓にて



被災前の田老

→ 昭和40年完成の防潮堤



↑この松林に注目

昭和53年着工の防潮堤↑

被災直後の田老



古い堤防はほとんど無傷。新しい堤防は完全消滅

松林が消滅

今回の津波で松林は防災効果はあまりなかった

田老町外側防波堤の破壊消滅

上部コンクリートブロックは下部の上にただ載せてあっただけ！



破壊消滅した上面高さ10mの新防波堤



破損が起きていない田老旧防波堤 家は全壊したが多くの人の命は守った



宮古市女遊戸(おなっぺ)海岸



lw7-9. 宮古市崎山・女遊戸(おなっぺ)海岸、南側斜面1-3



* 測定起点は女遊漁港岸壁面(測定時1.33 m. トータルステーションは堤防面に設置(MSL 7.859 m(測定時潮位補正済み). 雑草流跡・堆積物に基づく.

1-A 人命救助の失敗例

1. 宮城県気仙沼市杉の下高台の悲劇

この丘の頂上の高さは12m、津波の高さは14m



気仙沼市杉の下高台

高さ12m。14mの津波が襲い93人死亡



絆

あなたを忘れない

『ここに居れば大丈夫だ』

しかし、無情にも第一波で

下手から家や車が押し寄せ

そして、第二波、第三波が…

九十三名の尊い命と

すべての財産が海へと散った

あの一声が無情の叫びに

私たちはあなたを忘れない

今までありがとう

こころやすらかに

杉ノ下地区民一同



教訓：そこより高い所へ移動できない
避難場所には

救命胴衣を置いておくこと

そもそもそこより高いところに
移動できない避難場所は、最
低標高は20m以上あるべきで
ある

1-A 失敗例

2. 宮城県石巻市大川小学校の児童誘導の失敗

**宮城県石巻市 大川小学校108人の生徒の内
7割・74人が死亡**

13人いた教職員も、10人が死亡した。

大川小学校 の 位置



石巻市大川小学校では

保護者や住民らの証言では、児童は11日午後2時46分の地震直後、教諭らの誘導で校舎から校庭へ移動した。ヘルメット姿や上履きのままの子もいた。保護者の迎えの車が5、6台来ており、「早く帰りたい」と、泣きながら母親にしがみつく子もいた。

同49分、大津波警報が出た。教諭らは校庭で対応を検討。校舎は割れたガラスが散乱し、余震で倒壊する恐れもあった。学校南側の裏山は急斜面で足場が悪い。そうした状況から、約200メートル西側にある新北上大橋のたもとを目指すことになった。そこは周囲の堤防より小高くなっていた。

大川小学校では生徒たちをどう誘導したか？



赤の線に誘導してしまった。青の線なら良かったのに

小学校の後ろの崖 とても小学生には上れ ない

→児童でも簡単に上れるよう
なジグザグ登山歩道をつけて
おくべきであった。



4. 脱出路が橋1本しかなかった、仙台市荒浜地区

松林は、津波の衝撃を和らげるのにはわずかに役だったが
浸水防止には全く役に立たなかった。
→ 黒潮町入野の松原は？

逃げ道の橋はただ1カ所だった。

名取市海岸 に津波が押し 寄せる様子

貞山堀(ていざんぼり)運河
に注意

これが避難を妨げた。

「貞山」とは仙台藩の藩祖
伊達政宗の号。



津波にのみ込まれる名取・岩沼両市の沿岸
=11日午後3時56分

仙台市荒浜

浸水しな
かったのは
小学校の4
階だけ



1-B 人命救助の成功例

成功例1 「津波てんでんこ」が成功した 岩手県釜石市の小中学校

津波てんでんこ：地震を感じ、津波が来ると警報が出たときには、

家族のことはかまわず、自分一人が助かることを考えよ。

小学校2年生の子供が家でお留守番。お母さんはお買い物、ここで地震に遭い、間もなく、市の広報サイレン、防災無線で津波警報が出た！

→ このお母さんは、家に戻って、子供を助けるに

行かなくていいのか？子供は、お母さんが家に戻ってくるのを待たなくていいのか？

→ **いいのだ。いいように、ふだんからしておくのだ！**

「津波てんでんこ」を実践するために

ふだんから、その小学生に

津波警報が出たときには、お父さん・お母さんが居なくても、おまえの判断で、いっこもはやく、高いところ(津波の避難所)に駆け上がるんだよ、と教えておく。

お父さんは仕事場から、お母さんは買い物のマーケットから、家に戻らず、直接、避難所に行くから、

おまえは、両親が居なくても自分一人で、急いで避難所に行くんだよ、 家族みんなは避難所で会えるんだからね！

釜石市の小中学校では、この教訓が徹底していた。

釜石市では14小中学校生徒3000人全員無事。

当日欠席していた生徒のうち5人のみ死亡

津波避難指定場所の必要条件

「人の命」を守る「津波避難指定場所」は1000年一度の津波でも、住民の命を守るためのもの。

条件1: 標高20m以上の場所であること。5m標高の平地のビルの5階以上。斜面なら容易に登れること。

条件2: 電力が止まった、月のない夜でも照明があること
→ソーラーバッテリー充電の照明灯

条件3: その避難場所から、海の様子が見えること

条件4: 津波が上がってきて、その避難場所ですら危ないと判断されるときには、さらに高所へ移動できること。

条件5: 行き止まり避難場所には救命胴衣を50人～100人分備えておくこと

一つ前の東日本震災

貞観11年(869)5月26日の東日本震災

[三代実録]

廿六日癸未、陸奥国地大震動。流光如昼隱映。頃之。人民叫呼。伏不能起。或屋仆压死。或地裂埋殮。馬牛駭奔。或相昇踏。

城郭倉庫。門櫓墻壁。頽落顛覆。不知其数。

海口哮吼。声似雷霆。驚濤涌潮。泝洄(さくかい)漲長。忽至城下。去海数十百里。浩浩不弁其涯涘。原野道路。惣為滄溟。

乘船不遑。登山難及。溺死者千許(ばかり)。資産苗稼。殆無子遺焉。

仙台市域の浸水域

古代遺跡多賀城下
まで浸水したのは
貞観11年(869)
以来の出来事



仙台平野の津波浸水

2011年津波(青)と貞観(869)津波(赤) Sugawara et al.(2012)

Fig.2A



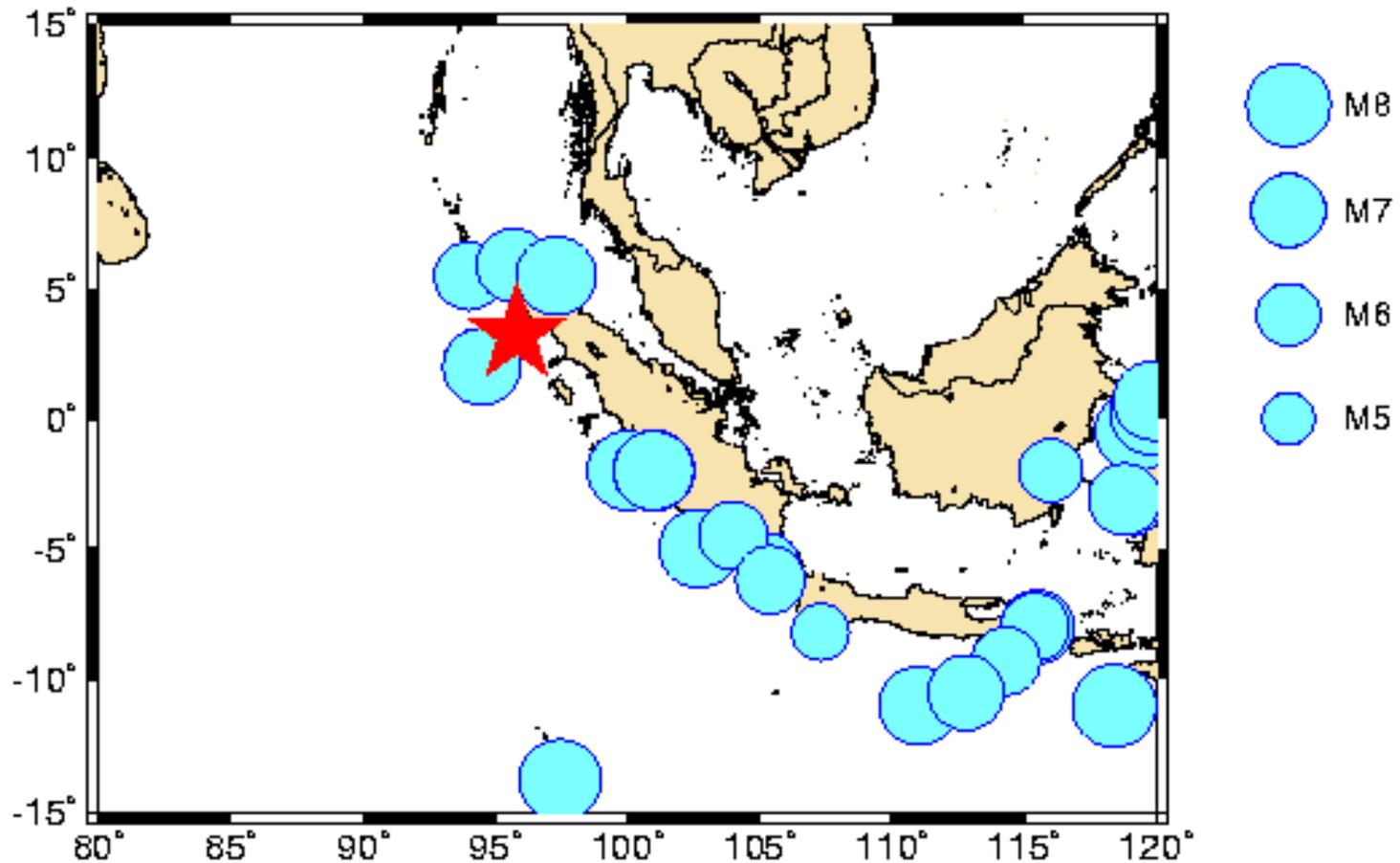
Legends

- Survey point of Jogan tsunami deposit (Sugawara et al., 2010)
- Run-up point of Tohoku-oki tsunami (The 2011 Tohoku Earthquake Tsunami Joint Survey Group, 2011)
- Maximum inland extent of Tohoku-oki tsunami deposit (2011-1: Goto et al., accepted; 2011-2, 2011-3: Abe et al., this issue)

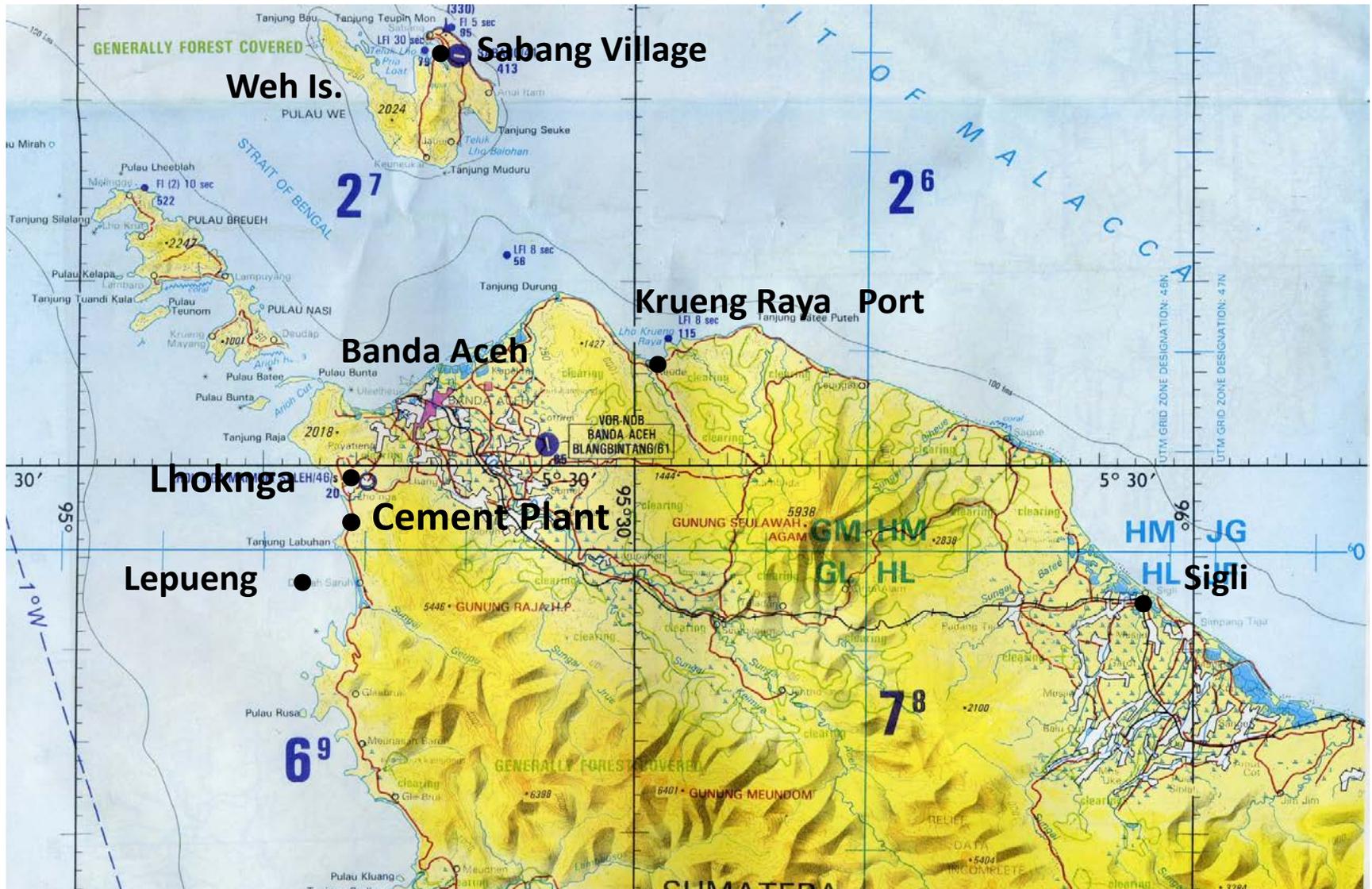
インドネシアの千年震災

**2004年インドネシア・スマトラ島地震
(M9.1)**

Past Events in the Sumatra Island Area and its vicinities



Detailed Map of the Field Survey



Damage of the Residential Area of Banda Aceh City

Size of the Map

10km × 10km

← Severe Damaged Area
← Limit of the Inundation

Up to 2km from the coastAlmost all houses were swept away

Up to 5 ~ 6km
inundated



View of Banda Aceh Port



View of the coastal area of Banda Aceh City



Baiturrahim Mosque

(Near the NW coast of B.Aceh)



34.9m Valley



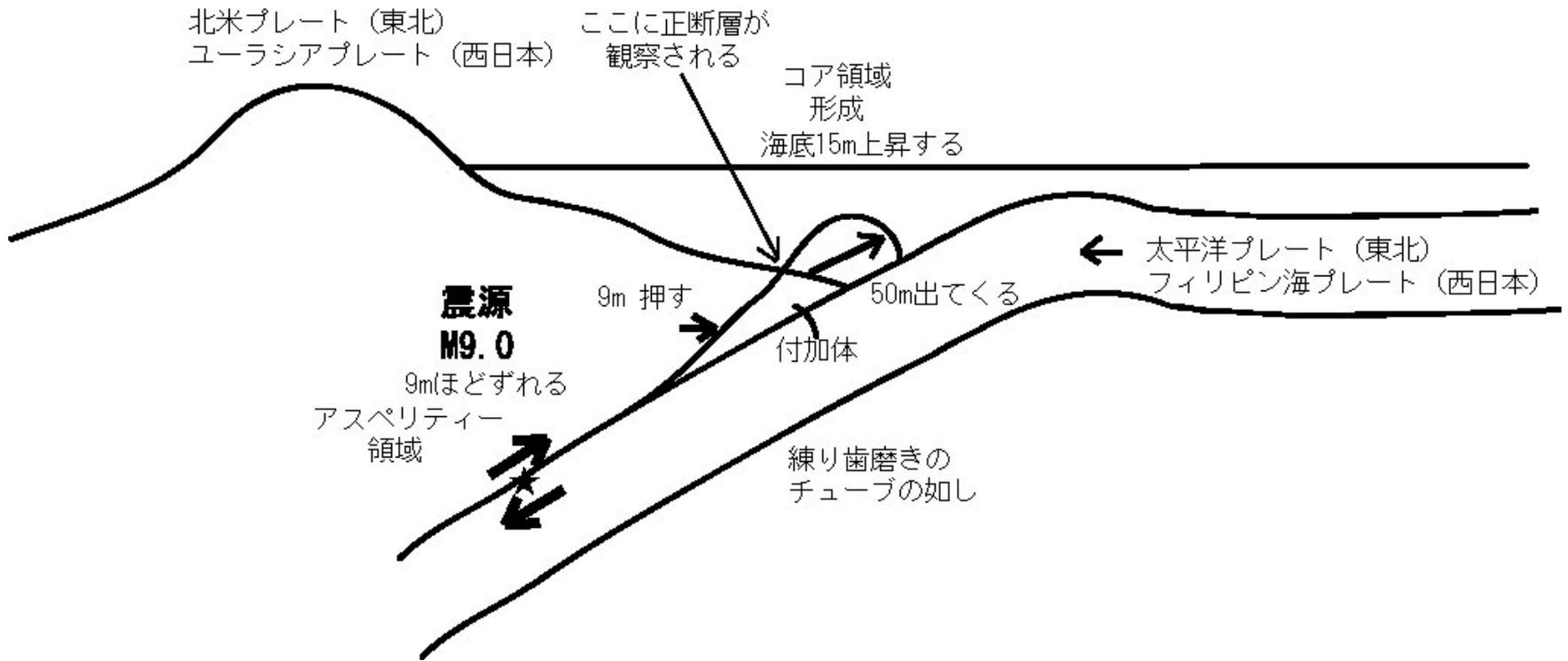
At the top of the tsunami limit of the 34.5m valley





人間が一人写っています。どこにいますか？ ここで津波の高さ 29m、
この地区に住んでいた、375人全員死亡

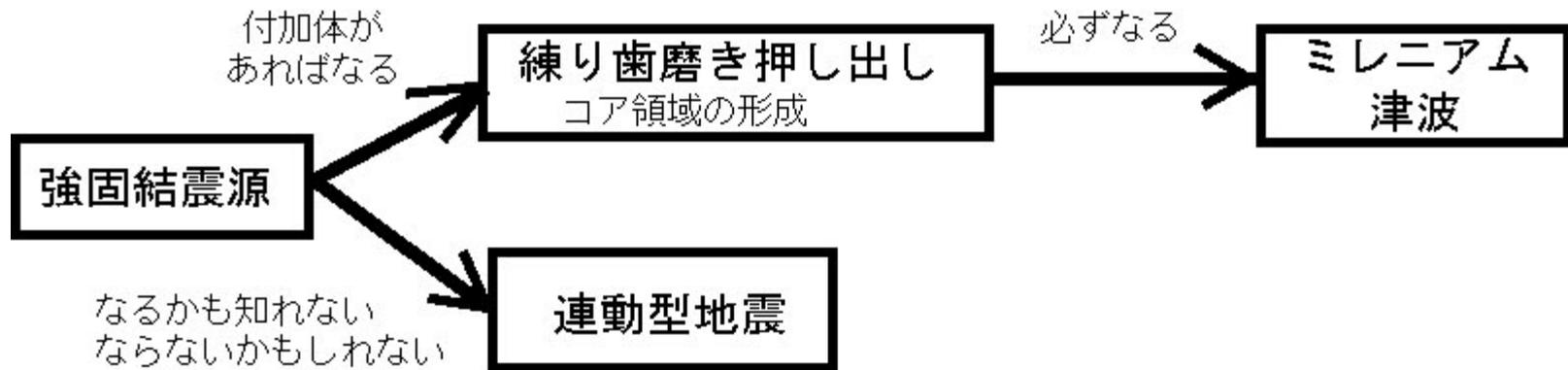
千年(ミレニアム)地震・津波の作り方



ミレニアム津波の作り方

- ○ 海溝型地震で、付加体部分が上盤側 プレートに押されて、練り歯磨きのように 突出すれば、ミレニアム津波は出来る。
- ○ そのさい、震源領域が広がって
- 「連動型地震」(例：東日本震災、宝永地震)
- になるか、広がらないで
- 「単独震源域の地震」(例：明応地震、1498)
- になるかは、「練り歯磨き」の知ったことではない。

したがって、因果関係は？



「連動型」になることと、「ミレニアム津波」が形成されることの間には、因果関係はない。

「千年津波」の地震の2分類

「コア領域あり」で「連動型」になった例:

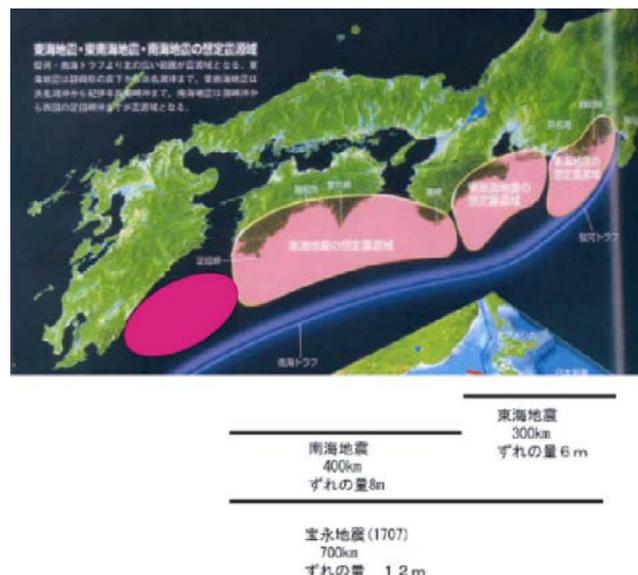
- ① 2011年東北地方太平洋沖地震
- ② 2004年インドネシア・スマトラ島地震
- ③ 1707年宝永地震 ④ 887年仁和五畿七道地震

「コア領域あり」で「単独型」であった例

- ⑤ 1498年明応東海地震
- ⑥ 1361年正平南海地震

「連動型巨大地震モデル」を仮定して与えて、 巨大津波が起きるか？

- 次の東海沖・南海沖地震が連動型になったというモデル（いわゆる3連動モデル、日向沖まで加えた4連動モデル）を仮定して、巨大津波が再現できるか？



→**ダメ！**こんなことしたって、静岡県での明応東海地震(1498)の巨大津波は数値計算で再現できないであろう。

したがって、今日の開催パンフレットの「東海・東南海・南海・日向灘の4連動海溝型地震」が心配されています、の記載は誤りである。

なぜ「コア領域」が発生する？

沈み込んでいくプレートに「海山(かいざん)」が乗っていて
それごと沈んだためであろう。(地震学会での報告にあり)

そうすると、

「コア領域は常に、海溝軸にへばりついて出現する」

この場合巨大津波は、地震発生直後には海岸に到達しない。
三陸沖で地震の揺れの30分後である。

東海地方・和歌山県・四国地方も「コア領域」からの巨大津波の到達は地震後約20分かそれ以上後であろう。

ミレニアム津波では津波警報がでて、適切に避難すれば、助かる時間的余裕がある、ことになる。

では、なぜ

① 練り歯磨きが強く押される場合
[ミレニアム地震津波]
と

② そうでない場合があるのか？

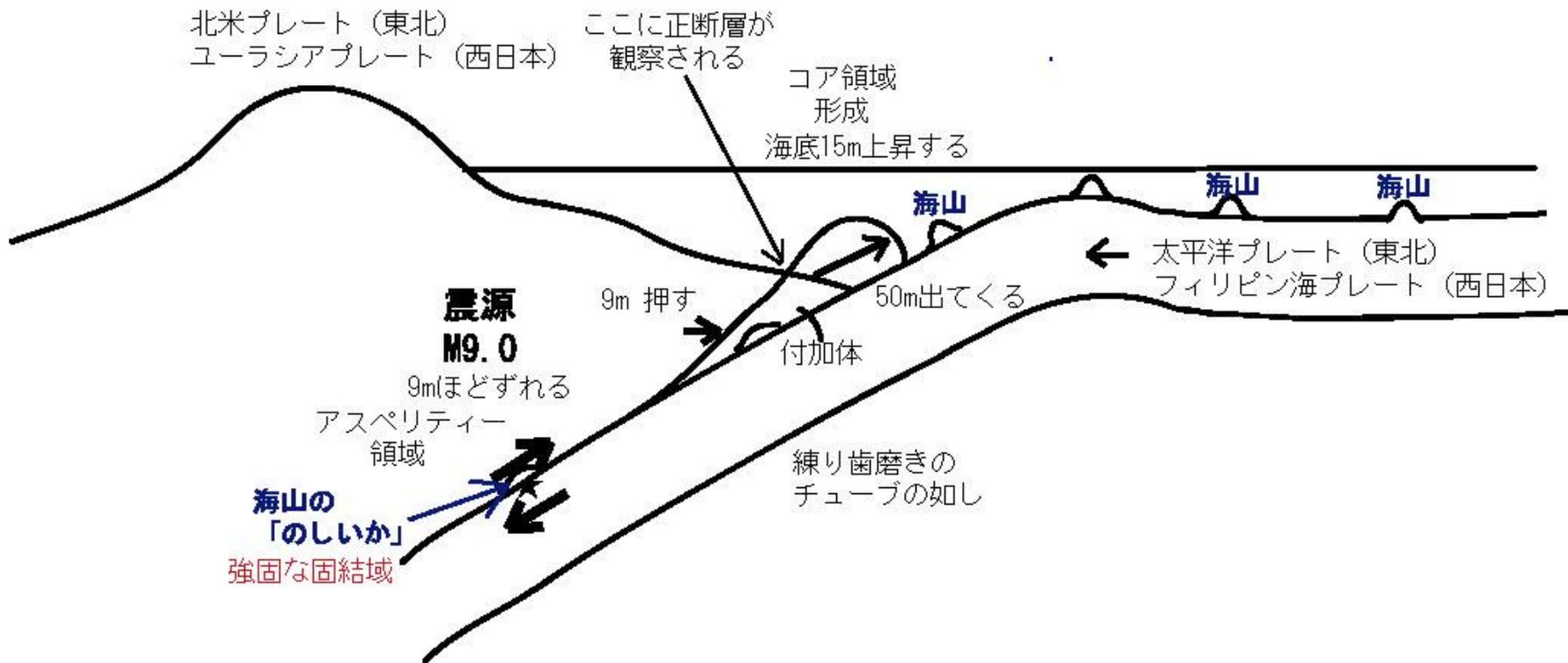
震源(震央)で
「強固固着域」があったから

「強固固着域」はなぜ出来る？

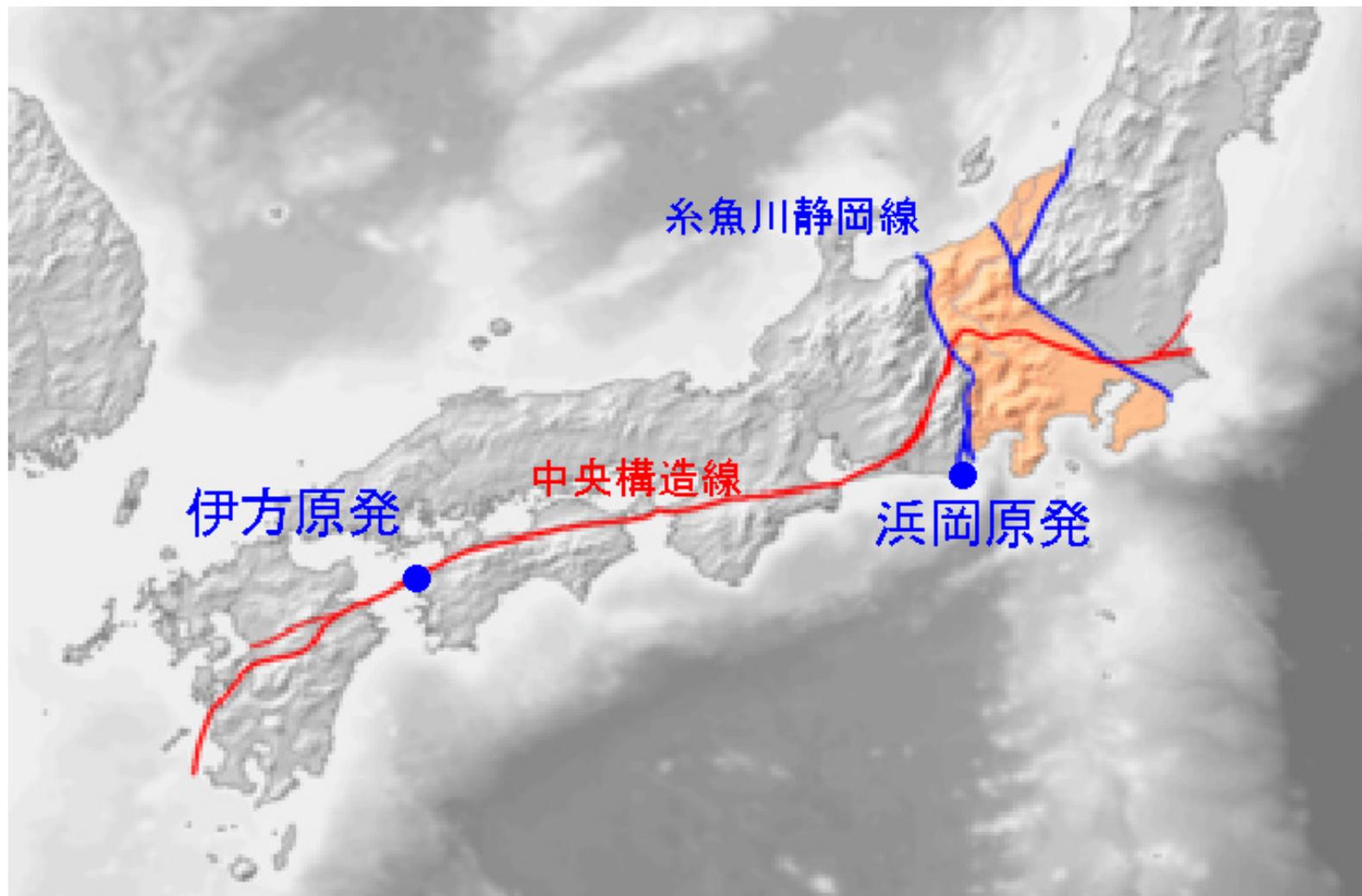
- 答：海山を載せたまま飲み込まれた場所であるため（2011年秋地震学会、静岡）



海山が呑み込まれて「のしいか」になった 場所が「強固な固着域」となる



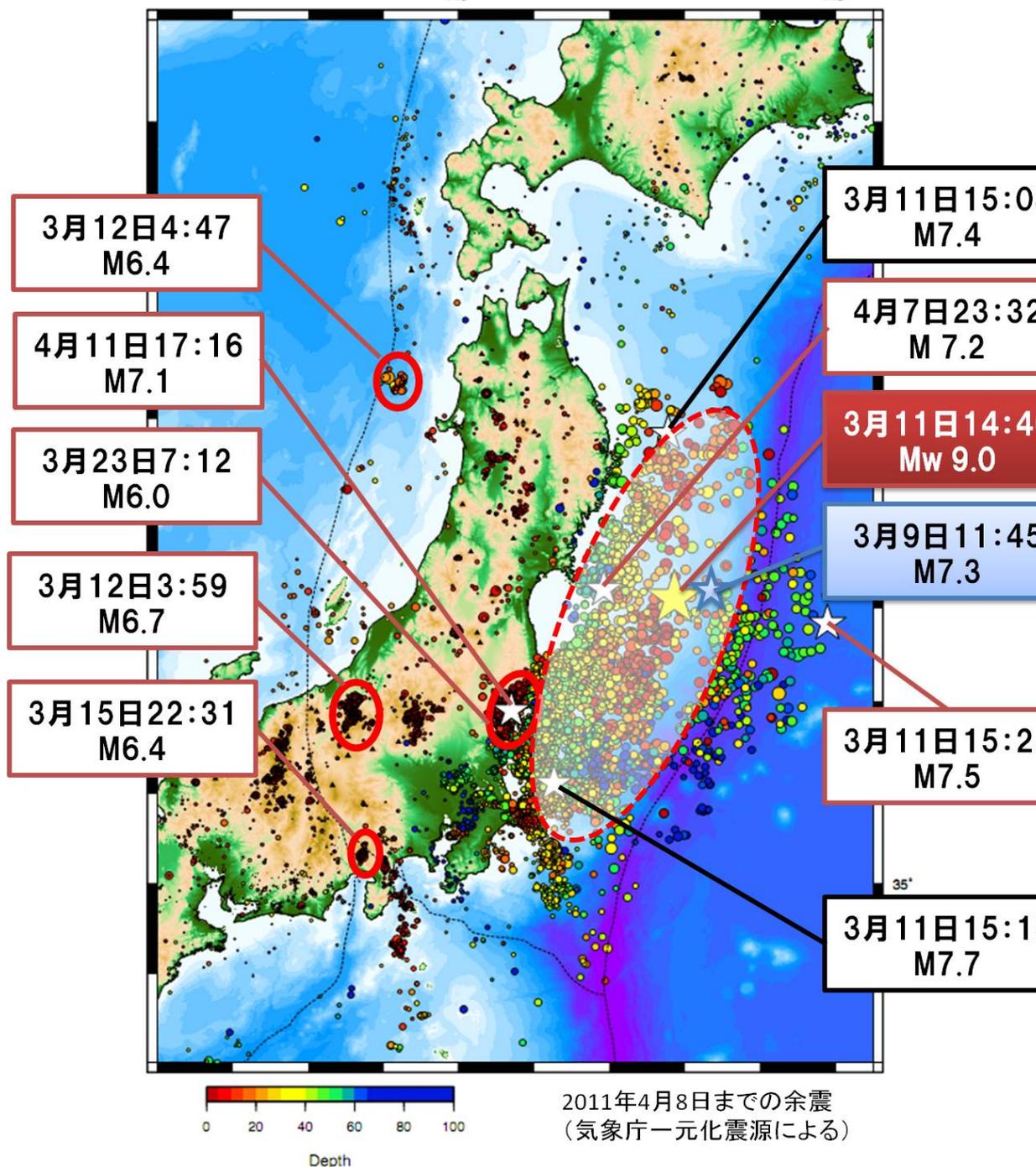
東海沖、南海沖でも「海山の飲み込み」はあるか？ ありますねえ・・・



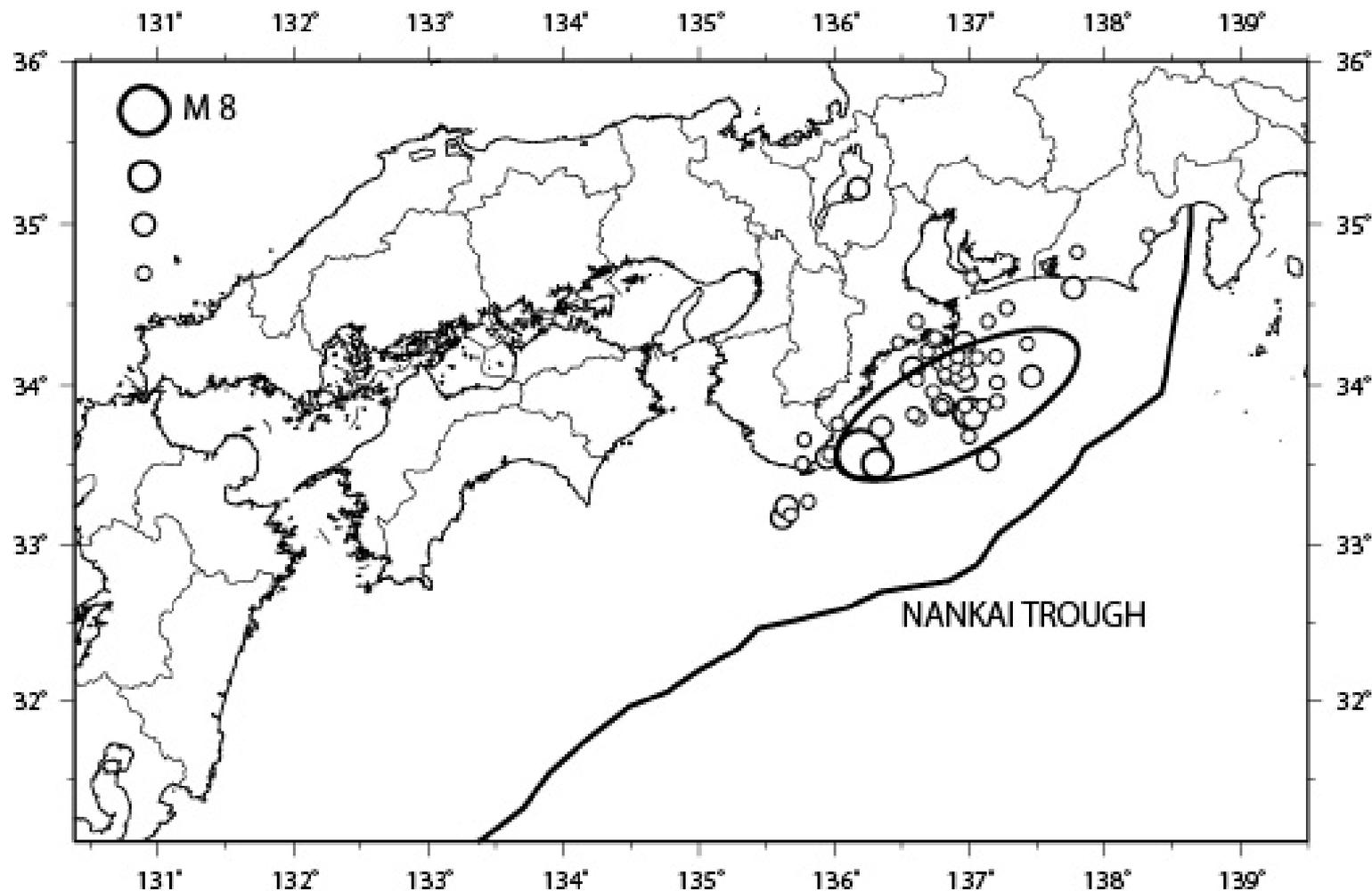
東北日本太平洋沖地震の余震分布

本震震源(黄色星)から海溝軸に向かう一群の余震が現れていることに注意。

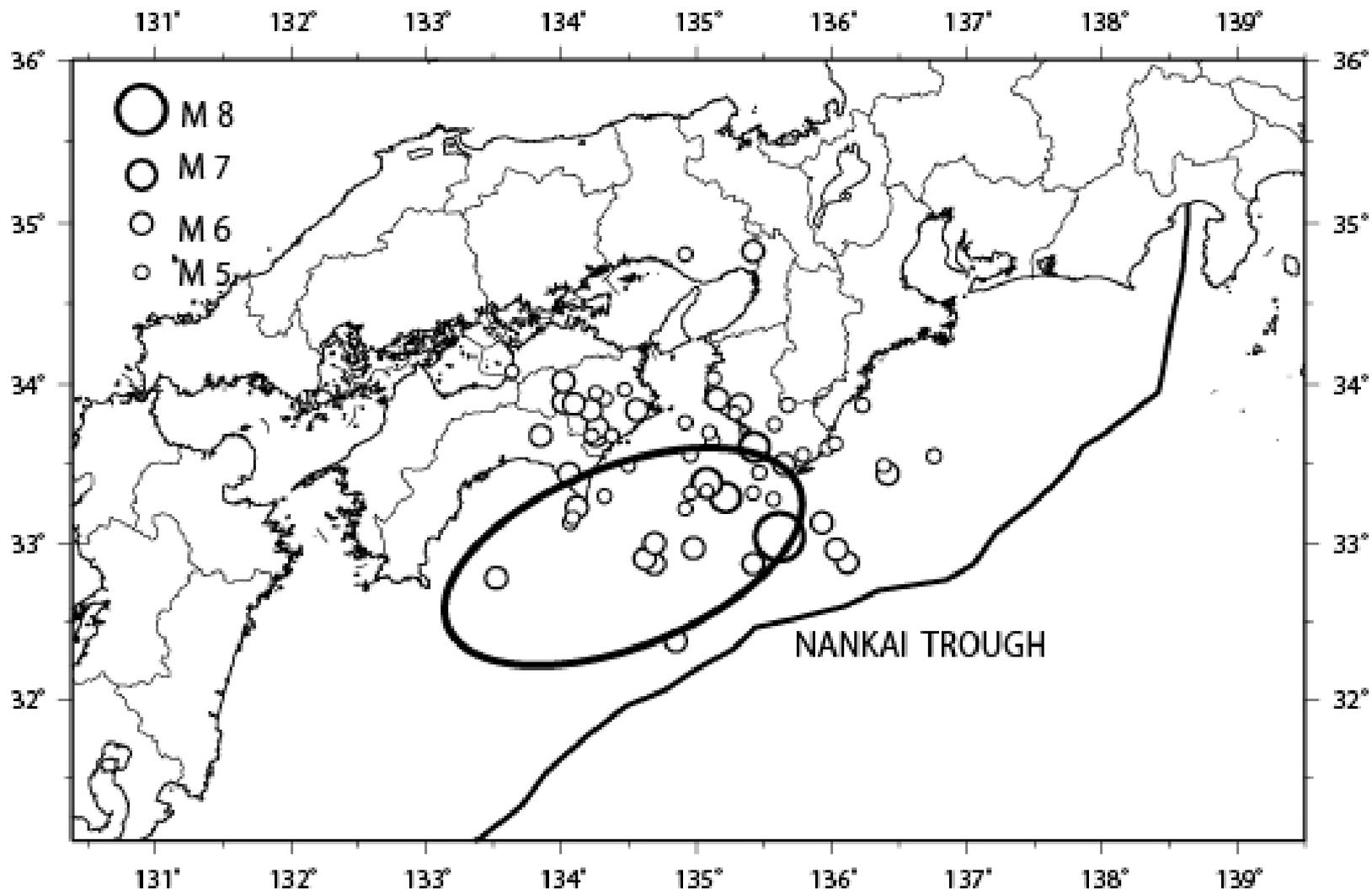
余震域が海溝軸に達している。



昭和19年(1944)東南海地震の余震域 南海トラフに達していない→だから「並」の規模



昭和21年南海地震の余震分布と 本震の震源域 千年地震ではない例



- ① 南海トラフに達していない。 ② 本震震源から陸に向かって割れが進行した

今年3月、8月の内閣府中央防災会議のモデル



南海トラフ海溝沿いに、付加体による、「練り歯磨き」部分をつけたので、モデルとしては正しくなった。

ただし、これを「五連動」、あるいは「六連動」と呼ぶのは妥当ではない。

関東地方 400km ずれの量 1m	東海地方 300km ずれの量 6m
--------------------------	--------------------------

南海トラフ(1000)
700km
ずれの量 1.2m

これが、2004年インドネシア地震にかろうじて誘発する地震

「千年地震」が起きて、巨大津波が襲ってきたら、どうなる？

「千年地震」の巨大津波は、海岸から離れた海溝にへばりついた「付加体」の海域から来る。だから

地震の揺れを感じてから、和歌山・徳島・高知の海岸に達するまで、約30分ほどかかる。

落ち着いて避難する時間がある。

第2章 南海系列の巨大地震

- 2.1 南海系列の巨大地震の歴史と特徴
- 2.2 小粒の昭和21年(1946)年南海地震
- 2.3 標準サイズの安政南海地震(1854)
- 2.4 巨大サイズの宝永南海地震(1707)
- 2.5 もっと古い南海地震

2. 大阪を襲う南海地震津波

- 2.1 宝永地震(1707)、正平地震(1361)、仁和地震(887)の3つが西日本の「千年震災」
- 2.2 南海地震系列の巨大地震
- 2.3 安政南海地震(1854)
大阪平野の震度分布から
- 2.4 東海地震は静岡の地震で大阪は関係ないか？

東海地震と南海地震の震源域

東海地震・東南海地震・南海地震の想定震源域

駿河・南海トラフより北の広い範囲が震源域となる。東海地震は静岡県の真下から浜名湖沖まで、東南海地震は浜名湖沖から紀伊半島潮岬沖まで、南海地震は潮岬沖から四国の足摺岬沖までが震源域となる。



東海地震と南海地震は連動して起きる

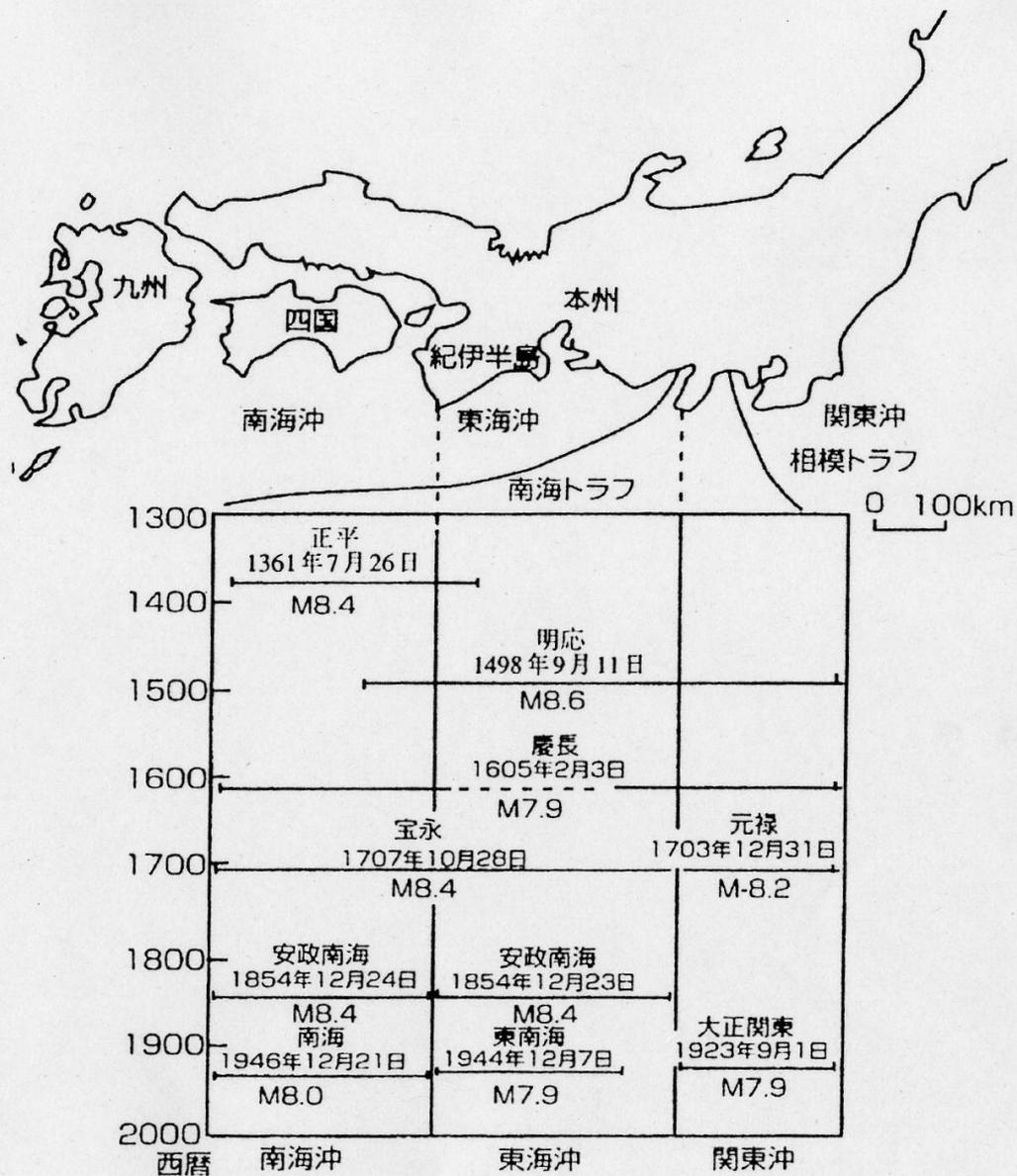


図1 歴代の東海地震と南海地震.

歴代の南海地震

684 白鳳南海地震

887 仁和五畿七道地震 ●

1099 康和(元年)南海地震

1361 正平(16年)南海地震 ●

1498 明応(7年)南海地震: 10年前に発見

1605 慶長(9年)南海地震

1707 宝永(4年)地震 ●

1854 安政(元年)南海地震

1946 昭和(21年)南海地震

● の3つが 西日本の「千年震災」。他は「百年震災」

近世・近代に起きた東海・南海地震

南海沖

東海沖

宝永地震 宝永4年10月4日 (1707 X 28)

大

安政南海地震
安政元年11月5日
(1854 XII 24)

←32h←

安政東海地震
安政元年11月4日
(1854 XII 23)

中

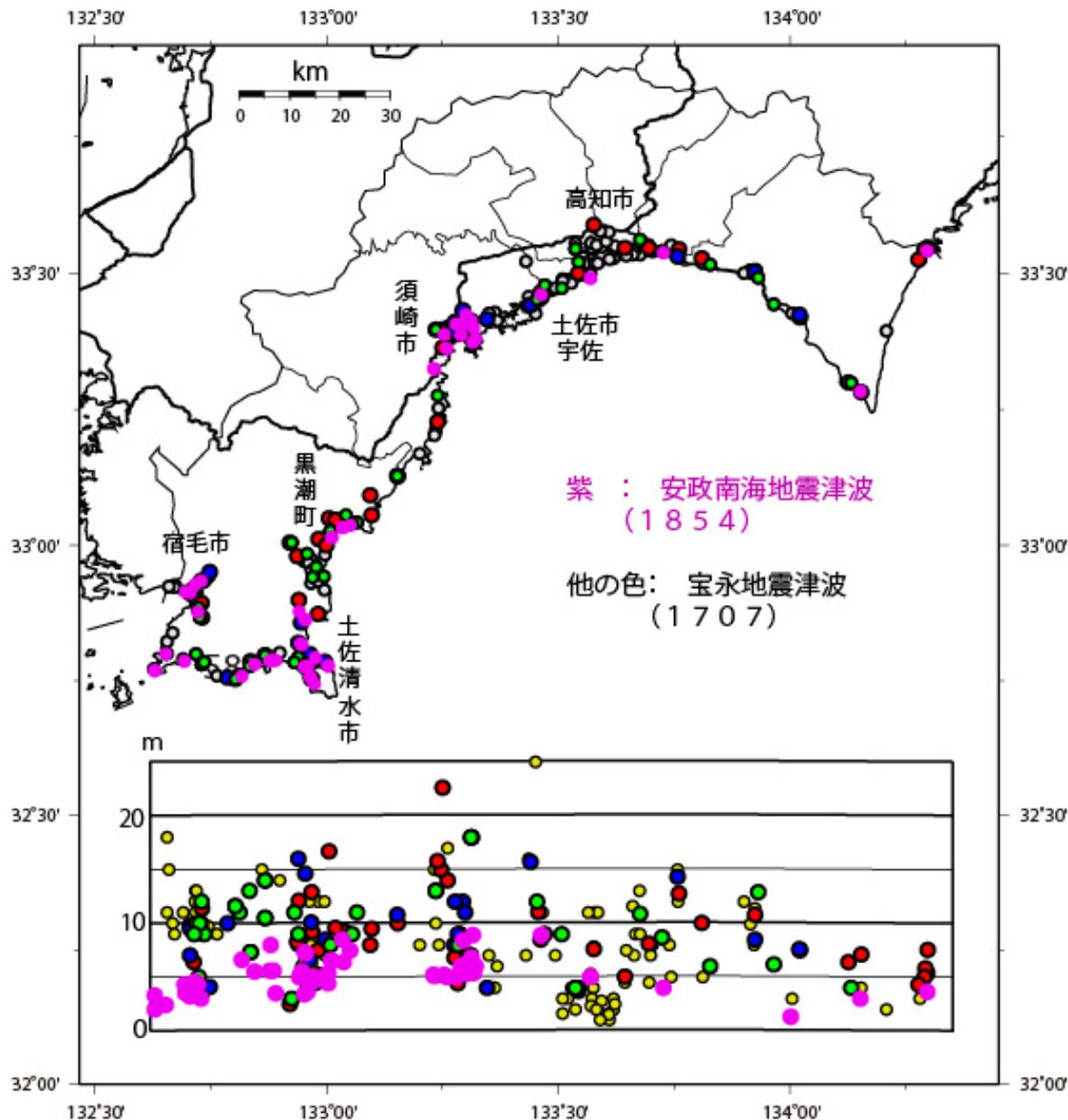
昭和南海地震
昭和21年12月21日

2years

東南海地震
昭和19年12月7日

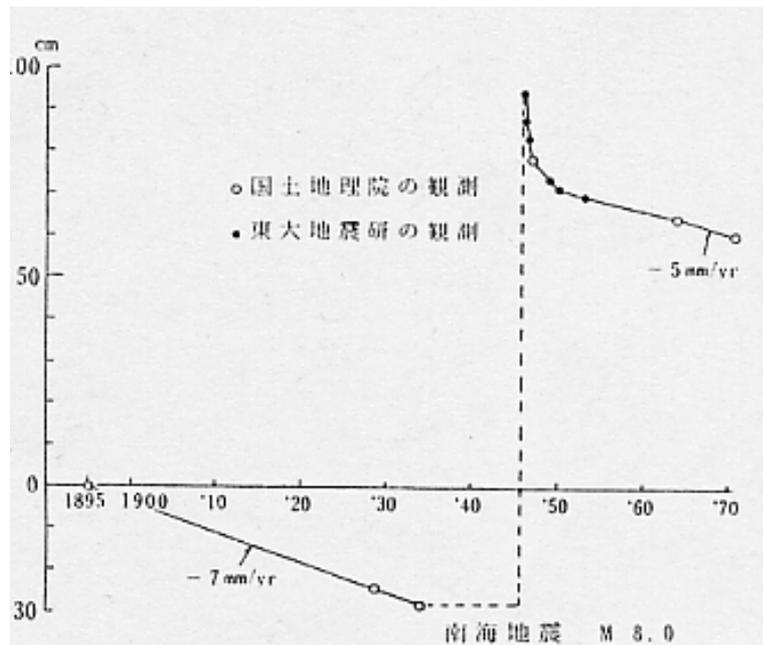
小

宝永(1707)と安政南海(1854)の比較



「どえらい南海地震」宝永地震は何年に1回の出来事か？

室戸岬の海岸段丘は語る・・・



室戸岬の地盤変動

安芸を不動点としている。南海地震のとき約1 mあまり隆起したが、その後3年間で急速に約30 cm沈下して、地震による変位を一部回復した⁵⁾。

室戸岬の南海地震による隆起は、次の南海地震までに戻ってしまう、と考えられる。

昭和南海 12m

安政南海 1.4m

ドエライ南海地震

宝永地震 1.9m

しかし「ドエライ地震」による隆起は、戻らず段丘が残る。

地殻変動の量 で 比較する

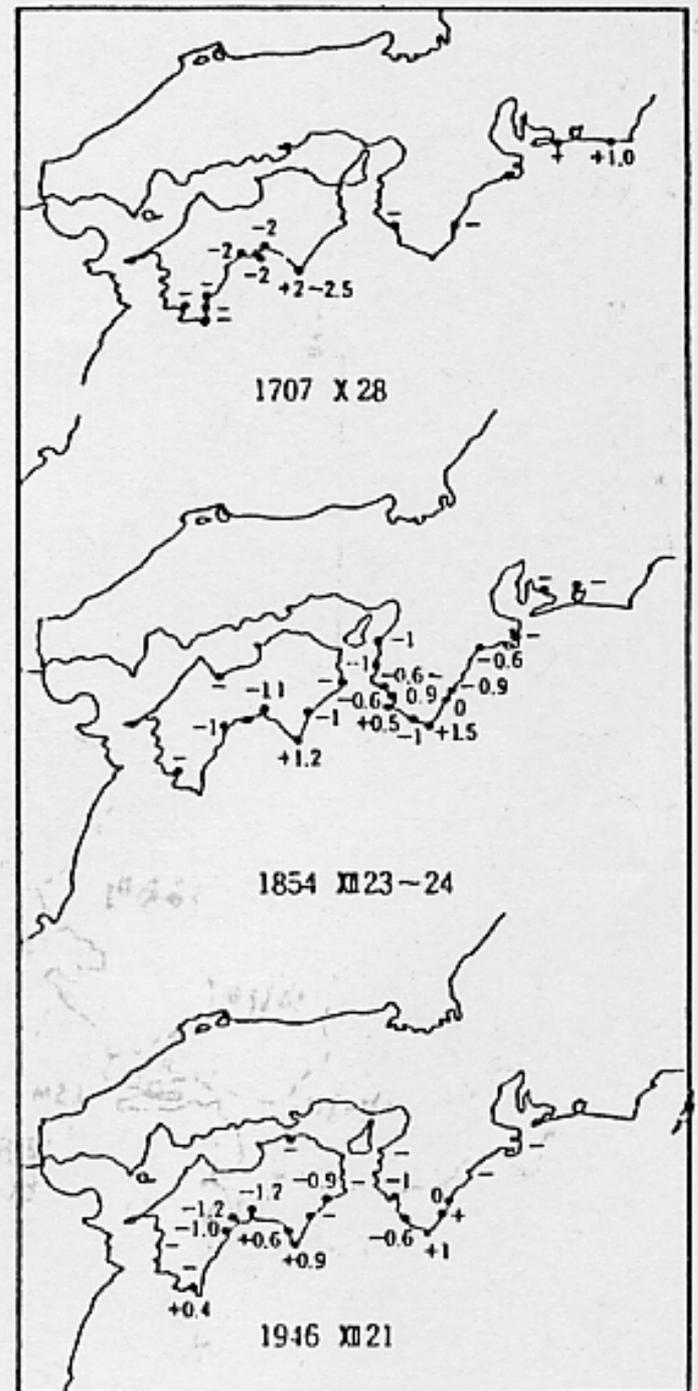
四国・室戸岬は

昭和21年南海地震で0.9m隆起した。
安政南海地震(1854)で1.2m隆起した。
宝永地震(1707)で2.5m隆起した。

ところが 普段は1年に 7mmずつ沈下
している。100年で70ml沈下する。

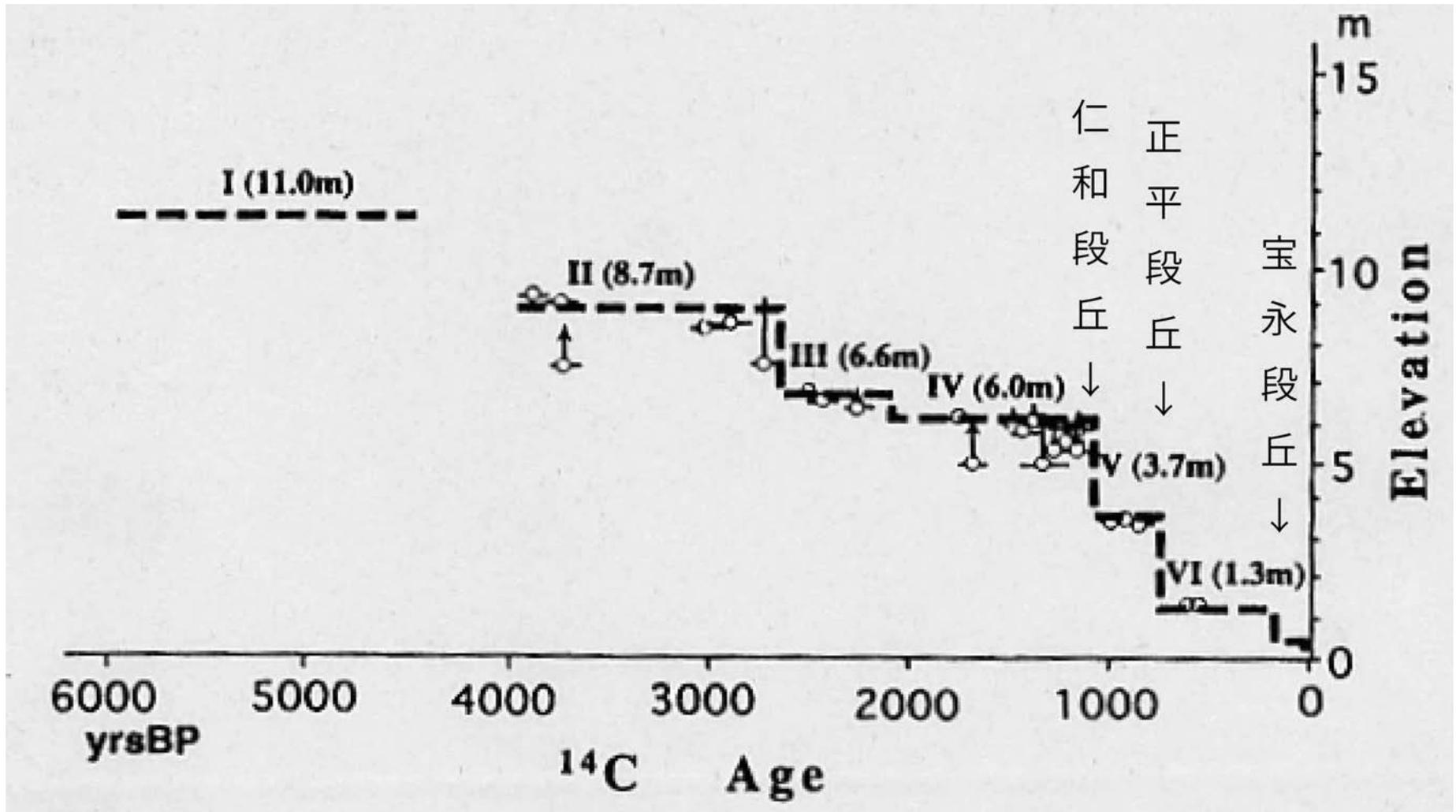
昭和南海、安政南海では段丘は出来ない。

「千年震災」である宝永地震ではじめて
段丘が残る。



室戸岬の段丘は語る

1707年宝永地震、1361年正平地震
887年仁和五畿七地震である



A. 仁和三年(887)五畿七道地震

- [三代実録の記載]

(京都)諸司舎屋、東西京廬舎往々転覆
海潮漲陸、溺死者不可勝計、其中攝
津国尤甚。

現代語訳：京都では公的な官庁の建物、左
京・右京の一般庶民の家がしばしば転倒し
た。

B. 正平16年(1361)南海地震

- [後愚昧記]

(6月24日)今暁大地震。四天王寺金堂顛倒、成微塵了。又大塔空輪落塔傾(略)、伶人一人、承人二人、在庁二人圧死。

四天王寺で震度6弱

B. 正平16年(1361)南海地震の津波記事

[参考太平記]

七月二四日には、攝津国難波浦の澳（みなと）、数百町、半時ばかり乾あがり、網を巻釣を捨て、我おとらじと捨ける処に、又俄に大山の如くなる潮満ら来て、漫々たる海に成りければ、数百の海人共一人も生きて帰るは無りけり。

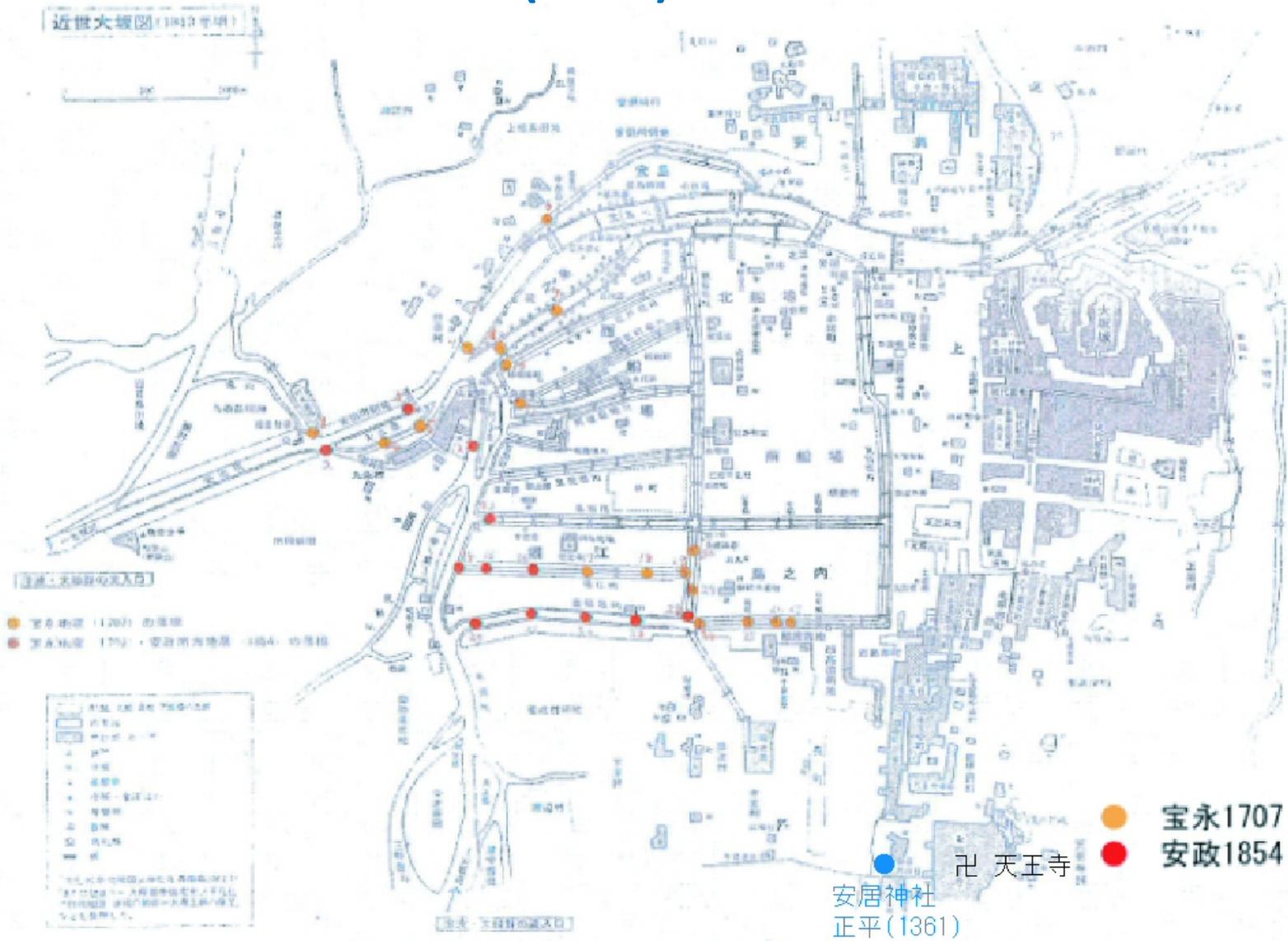
中世の南海地震
正平16年(1361)南海地震の津波記事

[斑鳩嘉元記] (法隆寺、薬師寺の被害を述べたあと)

天王寺金堂破れ倒れ、又安居殿御所西浦
までしほみらて其間の在家人民多以損失云々

宝永1707, 安政南海1854地震津波による大坂での落橋 (西山、2005)

正平南海地震(1361)の大坂での津波到達点



この地図は『関白のなかの大坂 都市に包まれた大坂』(筑波書院、2002年) p.16~17の地図を引用

C. 宝永地震(1707)津波の大坂での潮位高さ

Table 2. 大阪府・和歌山県沿岸における宝永南海道津波の主な記録と津波の高さ (推定値)

地名	記 事	津波の高さ (m)
兵庫県 明石 尼崎	潮入らず。 地震で城崩れる。	1~1.5
大阪府 大坂	道頓堀に津波押しよせ落橋31. 破船336, 潰家993. 死541(水死9).	2.5~3
攝津 和泉	田畑に潮入2,000石余, 破損家580. 堤防2,600間破損, 地震で岸和田の城大破.	2.5 2.5

水死者 541人は 大坂の人の死者。他国の商人、旅行者を合わせて死者数千人と言われる。

2.2 南海地震系列の巨大地震

2.3 大阪平野の震度分布から

昭和21年(1946)は小粒の南海地震

安政元年(1854)は標準サイズの南海地震

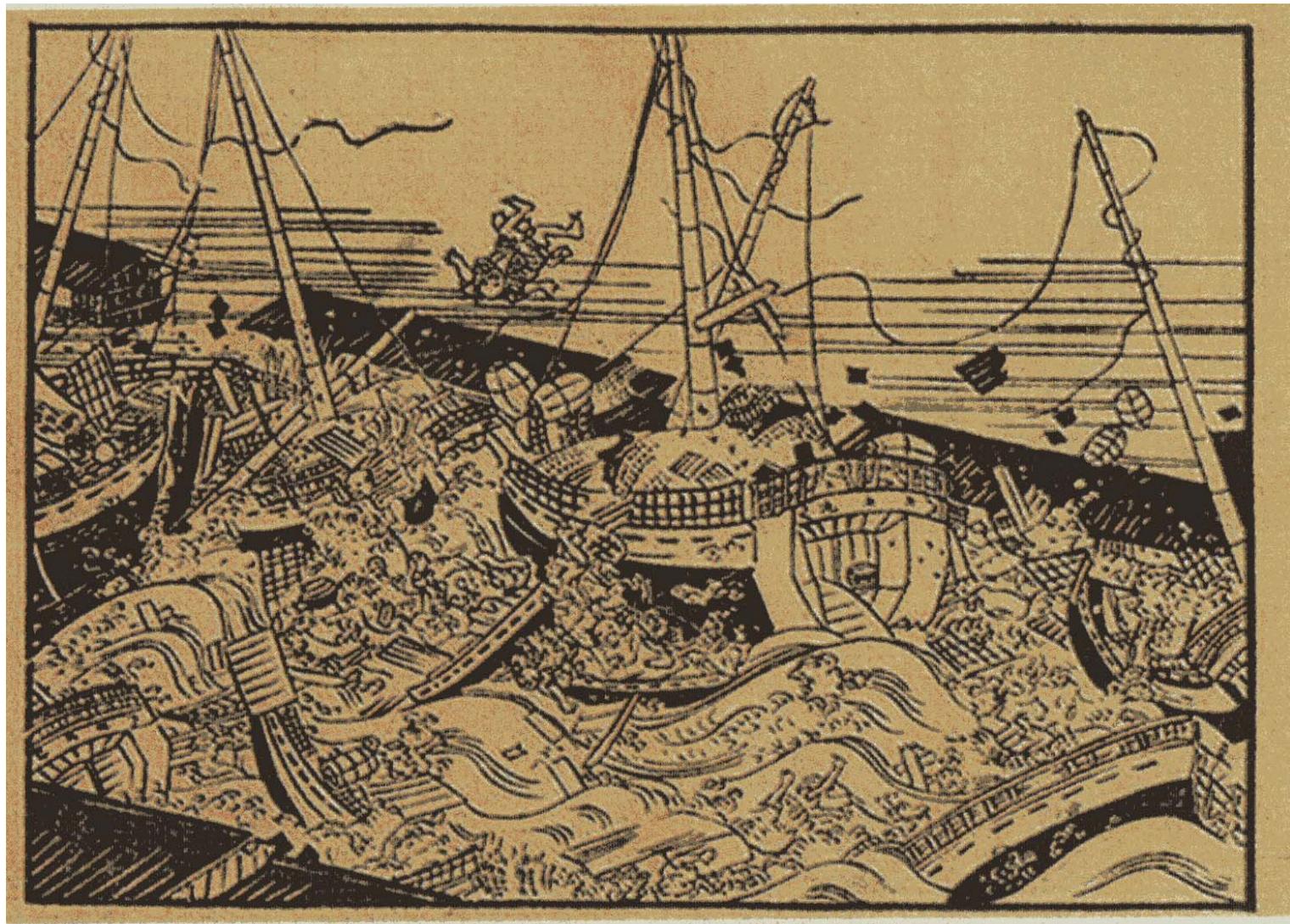
そこで、標準サイズの南海地震である

安政南海地震(安政元年11月5日、1854)による
大坂の被災を調べてみた。

安政南海地震津波の大坂の状況

一方、安政津波による被害は1946年のときより比較にならないほど甚大であった。安治川・木津川での水死者は、341人とある（竹川源七の手紙，地震史料）が、1,000人を超えた記録もあって実体ははっきりしない。津波の来襲状況や被害記録は地震史料に多数収録されており，それによると安治川・木津川に押しよせた津波は道頓堀・土佐堀などの堀から市内深く侵入し，多数の船を押しこみ，26余の橋を破壊したとある。Fig. 2は，大森(1913)の調査による破損した橋の分布を示す。発震時は16時ごろとみなされており，津波の来襲時刻はそれから1.5時間後の薄暗くなっていたことも，犠牲者を増加させたであろう。

安政南海地震の津波 大坂の川の中で遭難する船



大阪の河川を大型船が流される様子を伝える瓦版（東京大学大学院情報学環提供）

大正橋の石碑
「大地震両川口津
浪記」



安政南海地震の津波被害を
伝える大阪市大正区の石碑
(西山昭仁さん提供)

船乗るな、高台に行け

☆〔大地震兩川口津浪記〕

于時嘉永七甲寅六月十四日子刻大地震、市中一統驚き、大道川端にたゞすみ、ゆり直しを恐れ、四五日心もとなく夜を明しぬ。伊賀大和計りが死人多しとなん。同十一月四日辰刻大地震、前に恐れ明地に小屋懸、老少多く小船に乗、翌五日申刻大地震、家くづれ、出火も有、恐敷有様漸治る頃雷の如くひびき、日暮頃海邊一同津浪、安治川は勿論、木津川別而はげ敷、山の如き大浪立、東堀迄泥水四尺計込入、西川筋に居合す數多の大小船綻綱打きれ、一時川上へ逆登勢ひに、安治川橋、龜井橋、高橋、水分、黒金、日吉、汐見、幸、住吉、金屋橋等悉くつれ落、猶大道へあふるゝ水に、あはて逃まよひ、右橋より落込も有、大黒橋際大船横せきに成し故、川下より込入船、小船を下敷に彌が上乘懸け、大黒橋より西松ヶ鼻、南北川筋一面暫時に船山をなして、多く破船川岸の掛造り納屋等大船桿崩し、其物音人のさけぶ聲々急變にて、助けすくふ事あたはず、忽水死ける人夥敷船場、島之内迄も津浪寄せ來ると、上町へ逃行有様あはたゞし。今より百四十八ヶ年前寶永四丁亥年十月四日大地震の節も、小船にのり津浪にて溺死人多しとかや。年月へだては傳へ聞人稀なる故、今亦所かはらず夥敷人損し、いたま敷事限なし。後年又斗がたし。都而大地震の節は津浪起らん事を兼而心得、必船に乗べからず。又家崩れて出火もあらん、金銀證文藏めて、火用心肝要也。渚川内滞船は大小に應じ、水勢おだやかなる所をらみつなきかへ、かこひ船は早く高く登し用心すべし。かゝる津浪は沖より汐込計に非ず、磯近き海底川底等より吹わく、又海邊の新田畑中に泥水あまた吹上る。今度平日の高汐と違ふ事、今の人能知る所なれども、後人の心得且溺死追善旁有の儘拙文にて記し置。願くば心あらん人年々文字よみ安きより墨を入給ふべし。

先達し人は知しきぞ末の世に

くちぬかたみを残す石ふみ

安政二年卯年七月建之 大正四年八月再建

幸町五丁目渡場建之

天下和順 日月清明

風雨以時 災屬不起

南无阿彌陀佛

南無妙法蓮華經

願以此功德 普及於一切

我等與衆生 皆共成佛道

年前寶永四丁亥年十月四日大地震の節も、小船にのり津浪にて溺死人多しとかや。年月へだては傳へ聞人稀なる故、今亦所かはらず夥敷人損し、いたま敷事限なし。後年又斗がたし。都而大地震の節は津浪起らん事を兼而心得、必船に乗べからず。又家崩れて出火もあらん、金銀證文藏めて、火用心肝要也。楮川内滞船は大小に應じ、水勢おだやかなる所急らみつなきかへ、かこひ船は早く高く登し用心すべし。かゝる津浪は沖より汐込計に非ず、磯近き海底川底等より吹わく、又海邊の新田畑中に泥水あまた吹上る。今度平日の高汐と違ふ事、今の人能知る所なれども、後人の心得且溺死追善旁有の儘拙文にて記し置。願くば心あらん人年々文字よみ安きよろ墨を入給ふべし。

先達し人は知しきぞ末の世に

くちぬかたみを残す石ふみ

安政二年卯年七月建之

大正四年八月再建

安政南海地震(1854)津波 大坂の浸水被害

地震史料から浸水潮位の記録を要約すると、次のようである。安治川河口の天保山で床下5寸浸水、道頓堀では路上に潮が溢れ、長堀川亀井橋で6~7尺水位が増し、東堀まで

泥水が4尺にはい上がった。当時、堀ぞいの地盤は低く、1934年9月の室戸台風の高潮記録（高橋，1935）を考えあわせると、安政津波の高さは2.5~3mと推定される。

一方、宝永津波の記録は少ないが、津波は道頓堀へ押しこみ、31個所の橋が落ち、地震によるものを合せて死者541人とある。被害状況は安政津波の場合と似ており、波高は安政津波と大差なかったと思われる。

安政南海地震の津波

大坂の被害数

Table 1. 大阪府・和歌山県沿岸における安政南海道津波の主な記録と津波の高さ（推定値）

地名	記 事	安政津波の高さ(m)	1946年南海道津波の高さ(m)
兵庫県 尼 崎	内川の水面1丈余増す。死者100余，流家60。	2.5	
大阪府 大 阪	木津川・安治川の26余の橋破壊，水死341。天保山にて床下5寸浸水，道頓堀で路上に溢れ，東堀まで泥水4尺上がる。大正橋に津波碑。	2.5~3	0.8
堺	川筋に船流れこみ橋8破壊，大浜公園に津波碑（旧港付近の B. M. 2.7 m）。	2.5	1.4
和 泉	垂井ノ浜で満潮面より3尺上がる。		1.3

又「安政地震記念碑々文」

○堺市大濱
公園ニ在リ、

嘉永七寅のとし六月十四日地震あらしく、またも十一月四日朝五日夕きつくゆり動きもめてゆるし、その沖のかたおとろくしくなりふためき、暮なんとして俄に津浪たちて、川すちへはけしく込いり、引もまたはけしく、川通に繋し船ともは碇綱きれ、棹さすちからたらず、矢庭に走り入り、そこよこへつきあて、橋八も崩落ち、船はわれ或はつよく損して、見るおそろしさいはんかたなく、地震津浪に家潰れ、ぬりかたむきたるはさはなれと、里人は神社の廣庭に集りてさけ居たるか、これかために一人も怪我はしたる人のなきこそ、いよくめてたかりける。餘所の入江川筋には地震をよけるに小船に乗り、家うち圓居し、したりかほにありたるか、大船いやかうへ高汐のためにはせ入に敷かれて、命落せしもの數知れすとや。まさに川へ逃途たるゆへなり。ゆめゆめ地震つよく川すしへ船に乗りさける事すましきなり。むかし寶永年中にもこたひにおなし地震つよく、津浪もあり、船に除け居て命をとらるゝもの多しとかや。かゝるためしもあきらかなれば、地しんつよければ津なみあや敷と知るへきなり。堺の人のつゝかもなきありかたさよ、産神神明宮三村宮天満宮にそのよろこひの幣を捧げ、後の世までも患のなきを祈りて賜りしをして家に祭るになん。

堺大浜公園・ 安政津波碑 文

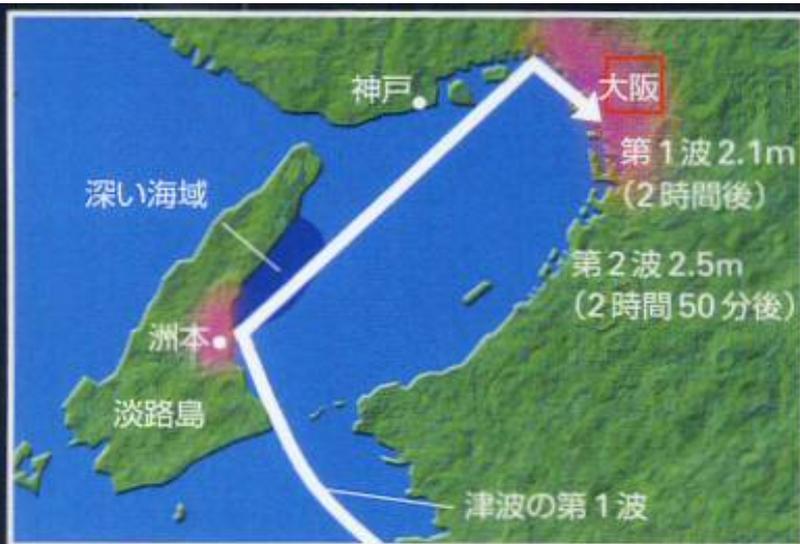
堺の人は
かしこかった。

「堺のひとは
つつがなし」

公浜大市堺 園碑文・部分

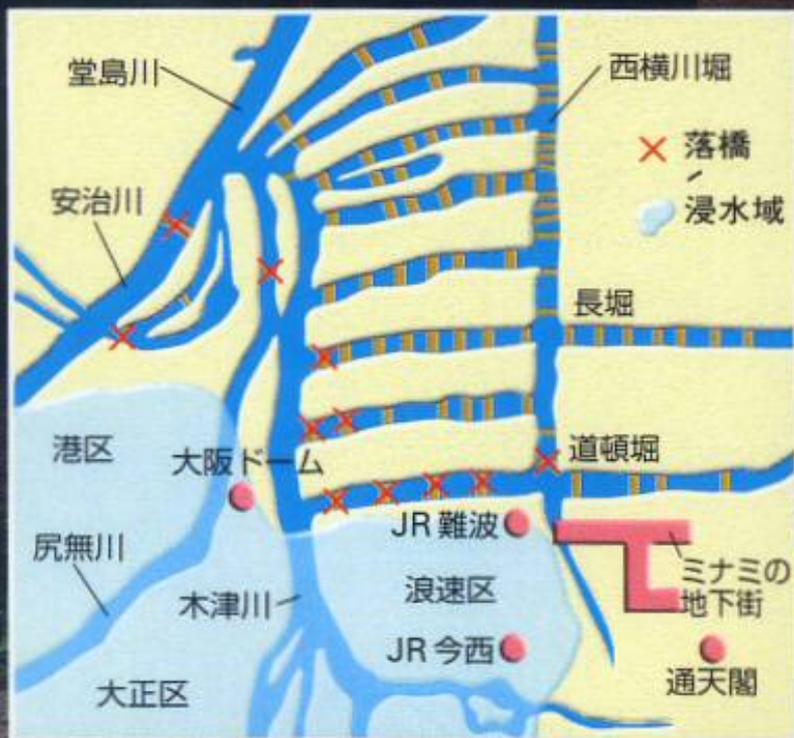
震つよく川すしへ船に乗りさける事すましきなり。むかし寶
永年中にもこたひにおなし地震つよく、津浪もあり、船に除け
居て命をとらるゝもの多しとかや。かゝるためしもあきらか
なれば、地しんつよければ津なみあや敷と知るへきなり。堺
の人のつゝかもなきありかたさよ、産神神明宮三村宮天満宮
にそのよろこひの幣を捧げ、後の世までも患のなきを祈りて
賜りしをして家に祭るになん。

安政南海地震 (1854)の津波 による大坂で の落橋



津波は大阪湾で反射する

次に南海地震がおきると、大阪には地震発生後約2時間で津波の第1波(2.1メートル)が到着する。最も高くなる第2波(2.5メートル)はその50分後に到着。イラストは第1波の経路をえがいた。紀淡海峡から進入し、淡路島東部で反射したあと、水深の深い場所でスピードを上げる。神戸と大阪の間でさらに反射して、大阪に到着する。第2波が高くなるのは、大阪湾内で入射波と反射波が複雑に重なりあって到着するからである。



安政南海地震の津波による浸水

左は、安政南海地震(1854年)による大阪の津波被害(河田教授のシミュレーションによる)。現在の大正区、港区、浪速区などが広い範囲にわたって水没し、約800人が死亡した。浸水域は沿岸域から道頓堀の歓楽街までおよんだ。木津川にかかる大正橋のそばには、地震の翌年(1855年)に建てられた石碑が残っている。石碑には「前回の宝永地震の教訓をいかせず、多くの犠牲者を出してしまったことがくやしい。子孫よ、次の地震では津波に気をつけるように」という内容がきざまれている。

地震の揺れの記録実例

大坂・福島 of 五百羅漢の堂大損じ

→その場所の震度5+

「福島 of 五百羅漢」と呼ばれたものは

「上福島村妙徳寺のことである」

「妙徳寺は明治の大火で福島から額田へ移転した」

そこで、額田の妙徳寺に電話して

住職に元の位置を質問する。

→妙徳寺は今の地図 of 福島区福島5丁目、福島公園の所にあった。

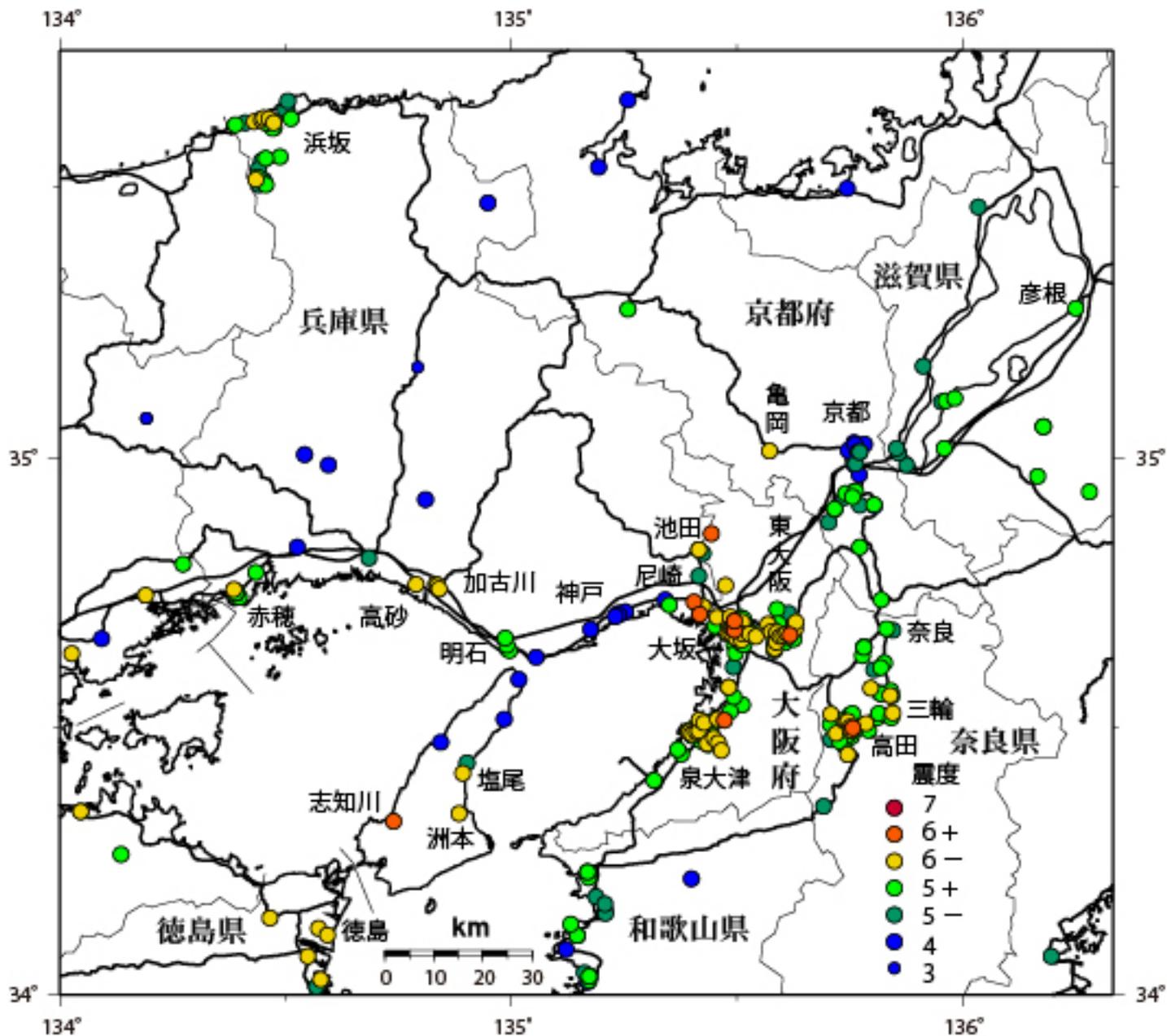
→その地点を現在の地図に確認し、東経135度29分17秒、北緯34度41分34秒であることを確認する。

→エクセルでデータベースに入力する→地図化する。

震度： 木造家屋 30%以上全壊 震度7、5-30% 震度6強

1-5% 6 弱、家屋 破損、液状化 5強、家屋小破 5弱

2. 安政元年(1854)11月5日南海地震

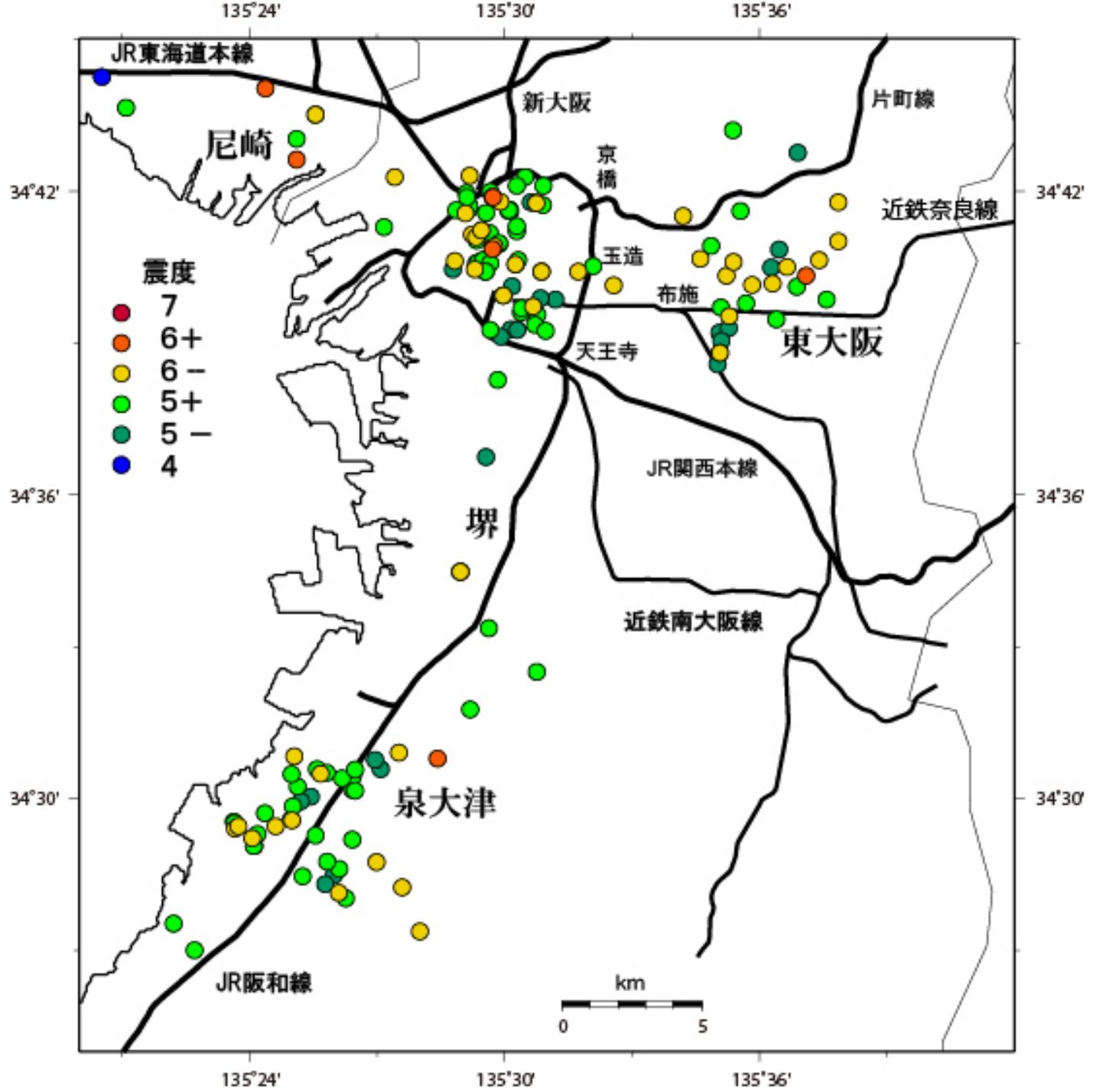


特徴

地震の揺れによる被害は

奈良盆地
大阪市内
河内平野
泉大津
で大きく
西宮・神戸間
京都などはほとんど被害がない。

意外なことに
兵庫県北部
(浜坂)付近に
被害が発生している。



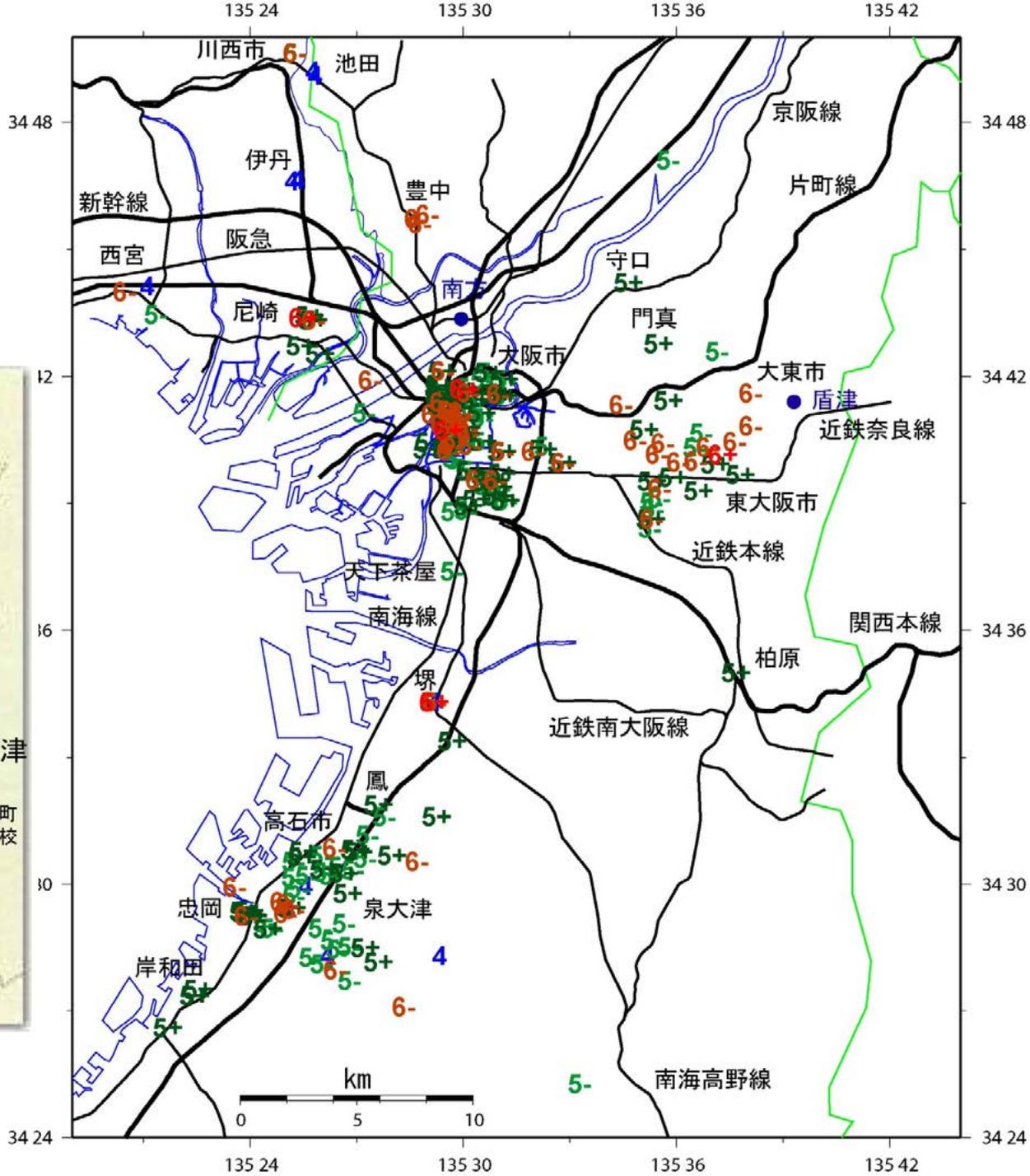
大阪平野での 震度で比較する

安政南海(1854-b)

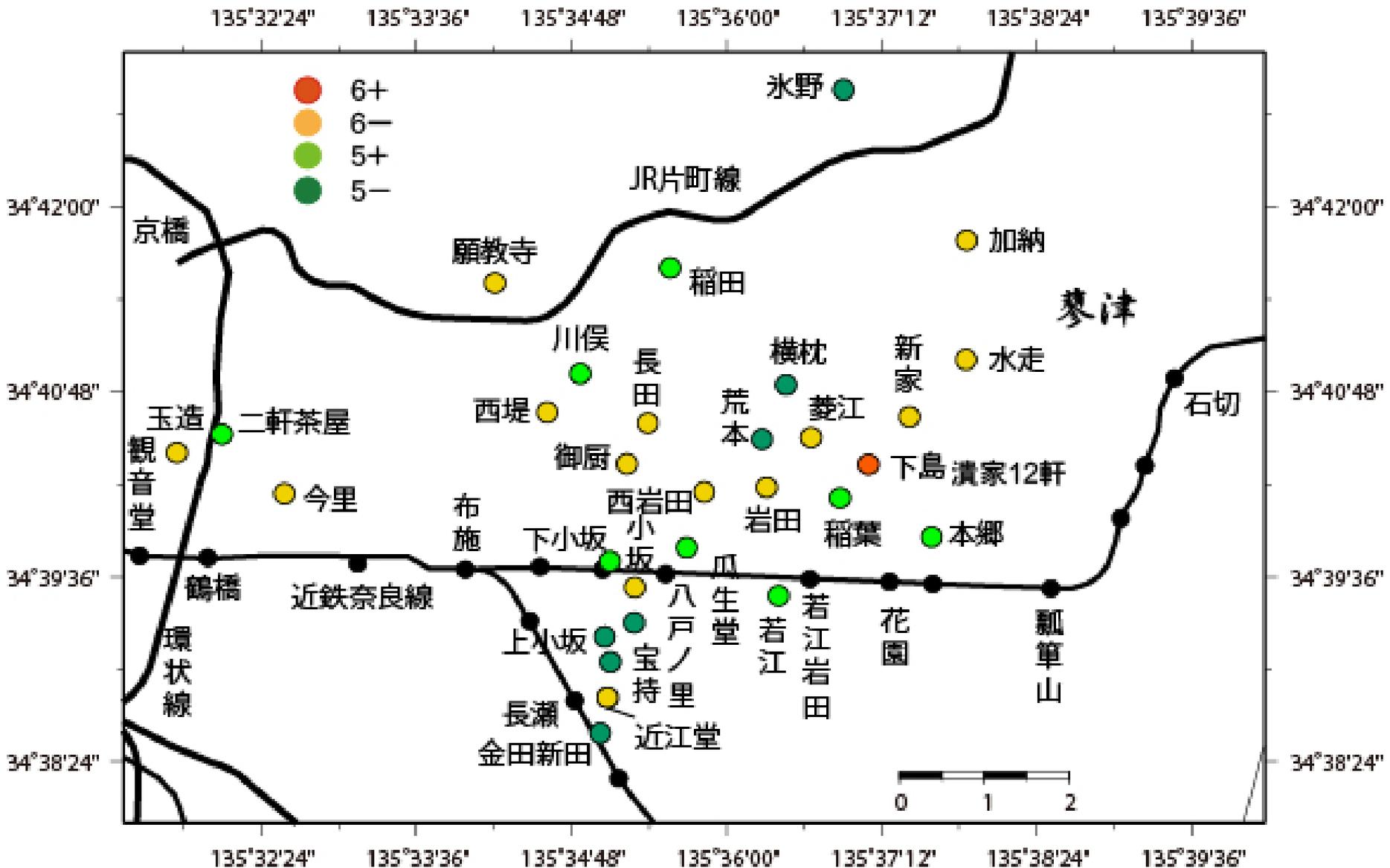
(参考)昭和南海は図全域で震度4



彌生時代(2-4C)地形図

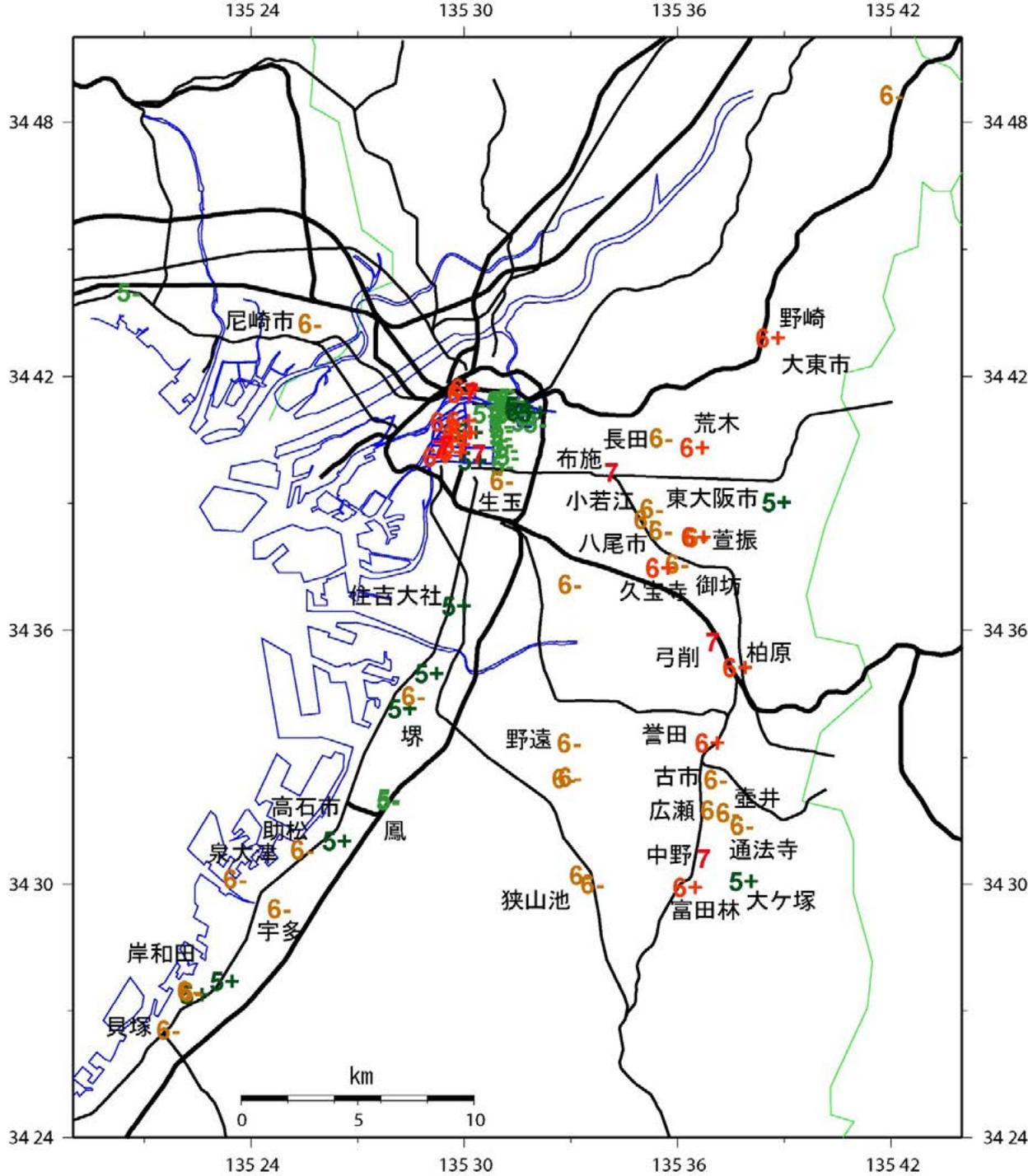


安政南海地震による河内平野の震度



宝永地震(1707)による 大阪平野の震度

河内長野、富田林まで
震度6強～7の領域が
延びている



昭和21年(1946)南海地震津波堺での検潮記録

堺

堺では1946年南海道津波のとき、Fig. 4に示すような検潮記録が得られた。津波は地震から86分後に明瞭な“引き波”で始まり、最大波の全振幅 2.0 m、周期は56分でかなり長い（大阪湾のセイシュ周期は61～66分と106～150分）津波被害は報告されていないが、満潮面から潮位が1.1 m上昇しており、海岸付近の低地に潮が溢れたことであろう。

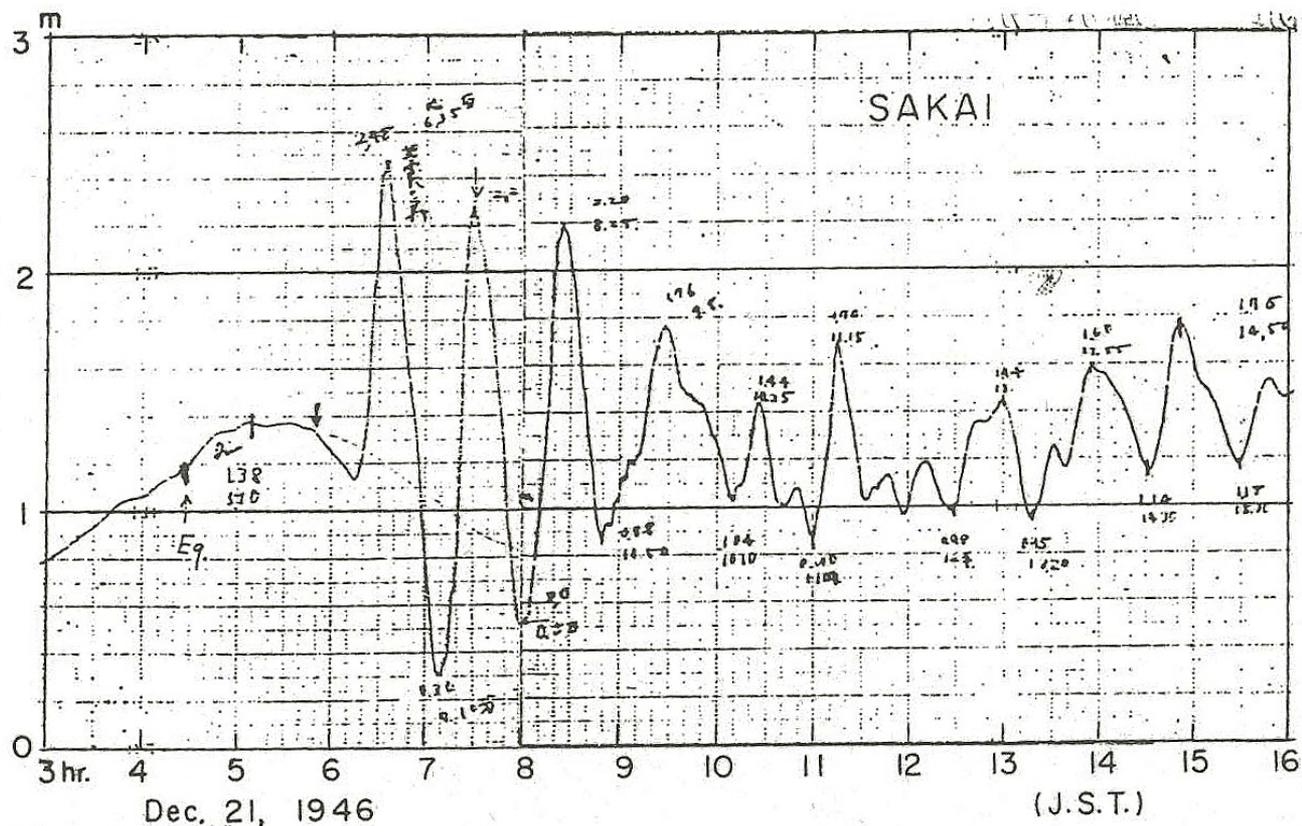


Fig. 4. Tide gauge record of the Nankaido tsunami on Dec. 21, 1946 observed at Sakai.

昭和21年南海地震津波(1946)の大坂のようす

大 阪

1946年南海道津波のさい、安治川・木津川を遡上した津波は安治川で流船7隻、木津川では50石の木材が流れ、また築港付近では25戸が床下浸水した。津波の高さは0.8mと報告されており、大きな値ではないが港口付近では地盤沈下域で土地が低く、また水路では流速が大きかったらしい。

東海地震は静岡の地震や、 大阪は関係あらへん、 と思とったら あかんののである

もういっぺん、この図
をよーく見てみなさい。

大阪は、東海地震の
震源から
案外近いのである。



安政東海地震

安政元年11月4日

安政南海地震

安政元年11月5日

←古文書見直し

南海地震 400km ずれの量8m	東海地震 300km ずれの量6m
-------------------------	-------------------------

宝永地震(1707)
700km
ずれの量 12m

これが、2004年インドネシア地震に
かろうじて匹敵する地震

『大阪府西成郡史』の記載

十一月四日朝、巳刻前大地震す。長し。
中西井上弥兵衛氏宅の西納屋潰。酒蔵西
へ倒れ、西壁落ちる。内の酒蔵の船場崩る。
碓屋壁落ち、新場蔵過半崩る。
上の町橋本太七宅潰。東店の西蔵少々崩。
荒牧屋の樽納屋崩、元店北へ倒れたり。
角本の門塀皆倒れ・・・□

これらは安政東海地震の大阪の被害である
中西井上弥兵衛氏宅、碓屋、上の町
荒巻屋 角本 わかる人いますか？

これらは震度6弱の地点である。

『続地震雑纂・永田愍助大坂より之書状』

大坂北御堂筋にて存外の地震。六月より大分強き方。歩行できかね候位。少々ずつ破損所有り。古い家に破損所あり。

北御堂筋で震度5強

『世直り草紙』

大坂、四日朝辰半刻大地震揺りだし、凡そ半刻に及ぶ。大坂市中騒動。船場塩町佐野やはし角さのやたばこ問屋大壁墜崩れ、三歳の幼児乳母とも即死

船場塩町で震度5強

大阪市中央区久太郎町四丁目
地下鉄四つ橋線・本町駅
座摩(いかすり)神社

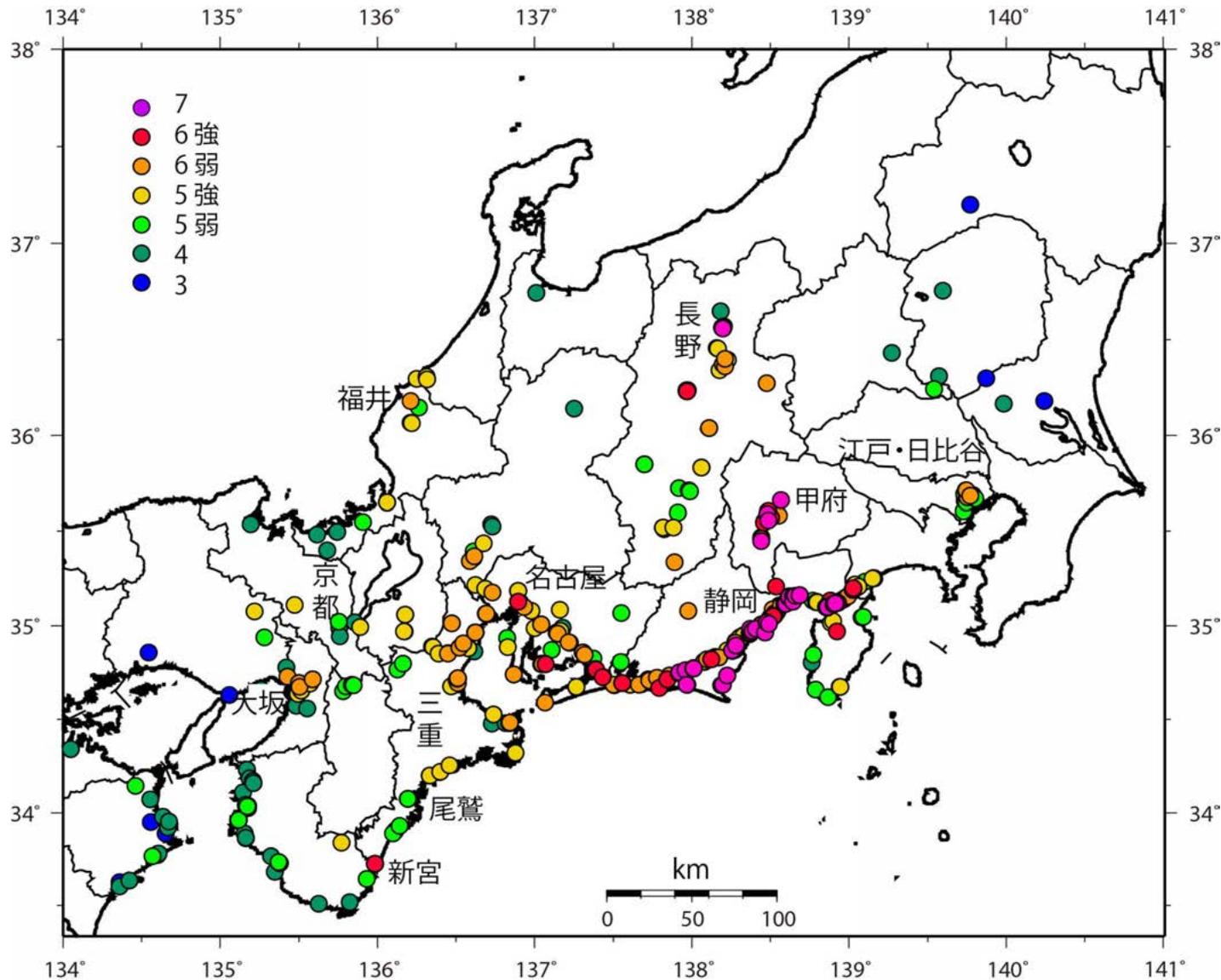
『近來年代記五大地震之事』(大阪編年史)

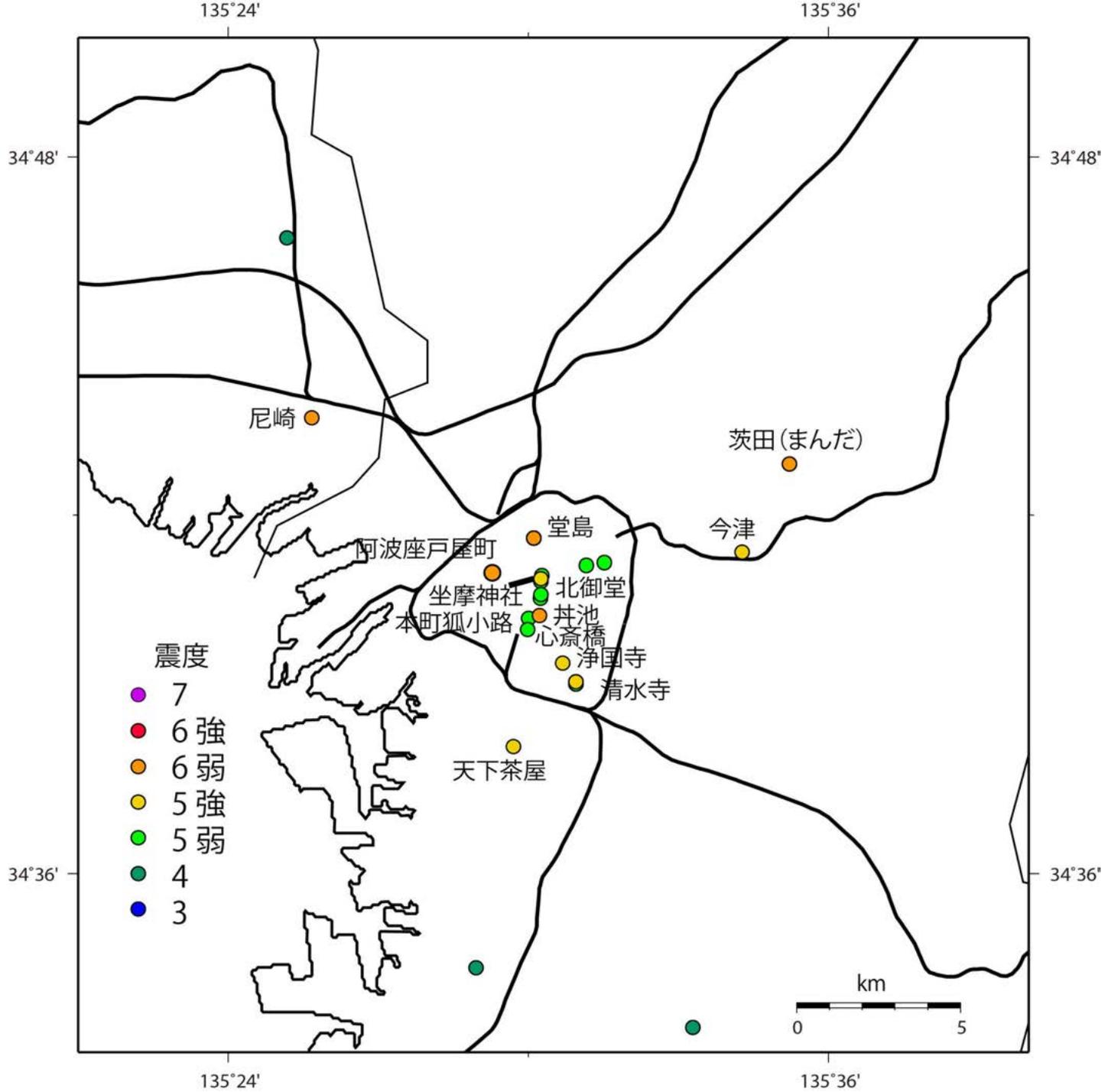
坐摩神社、石鳥居・絵馬堂倒れ

震度5強

安政東海地震(1854—XII-23)の震度分布

東海地方から遠い
大阪、福井、
東京日比谷
で震度6弱に
達していること
に注意





安政南海地震(1854)
と
宝永地震(1707)

の津波を比較する。

3. 次の南海地震はいつ頃来る？

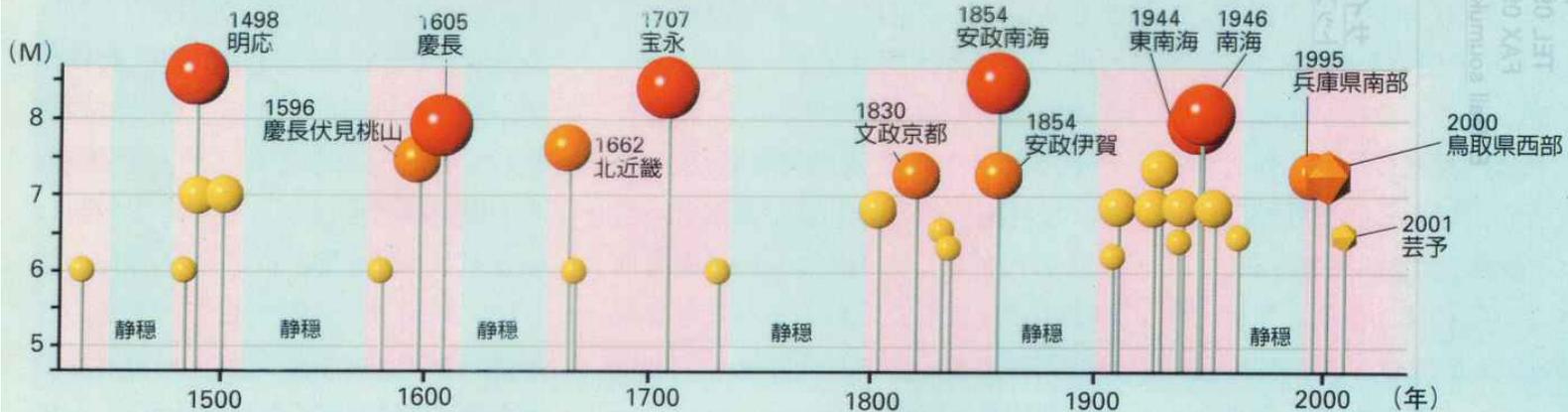
南海地震に先行する内陸地震群



2000年10月に起きた鳥取県西部地震（M7.3）で倒壊した出雲大社上道教会。震源は米子市の南約20キロ、147人の負傷者がでた。



1995年以後西日本でおきた主な地震と場所



中世以後現在までの南海地震と近畿地方（右上の赤い点線の範囲内）の内陸性地震とそのマグニチュードを示す。歴史的に南海地震がおこる30～40年前から、内陸性地震がたびたびおきていることがわかる。1995年に兵庫県南部地震がおき、すでに次の南海地震へ向けた活動がはじまったと考えられる。

南海地震に40年前から始まる近畿内陸地震

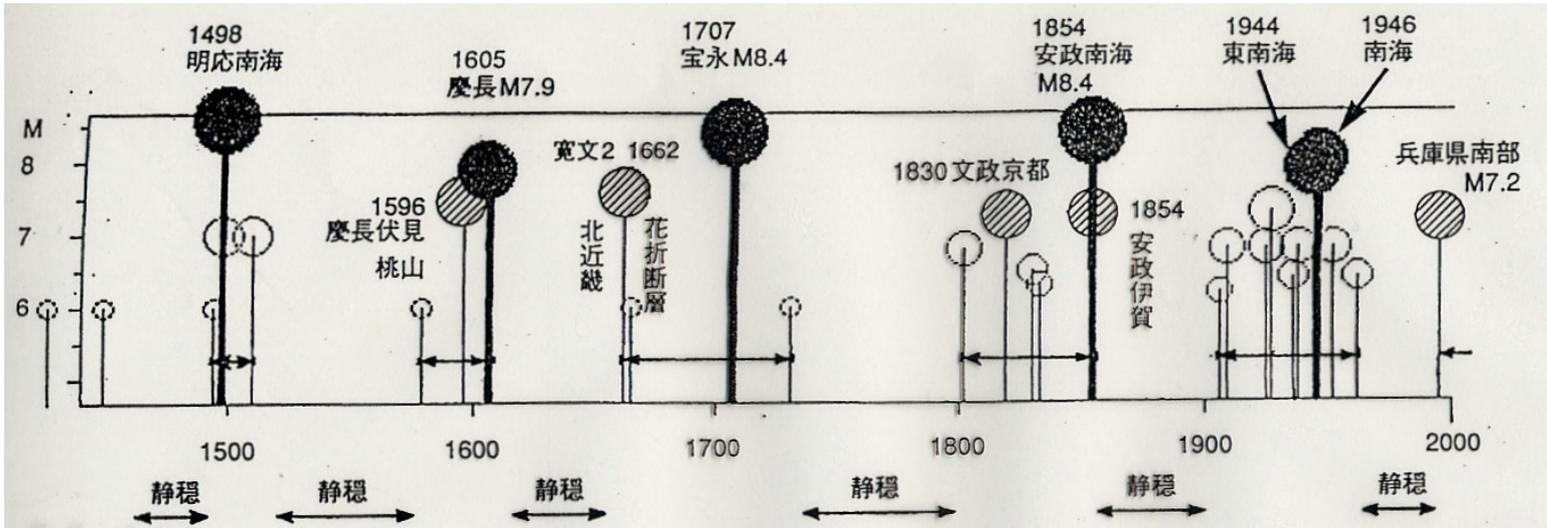


図5 中世以後現代までの南海地震 (●) と図4の範囲内におきた中規模内陸地震. ハッチを付けたのは内陸地震のうちやや規模の大きいもの.

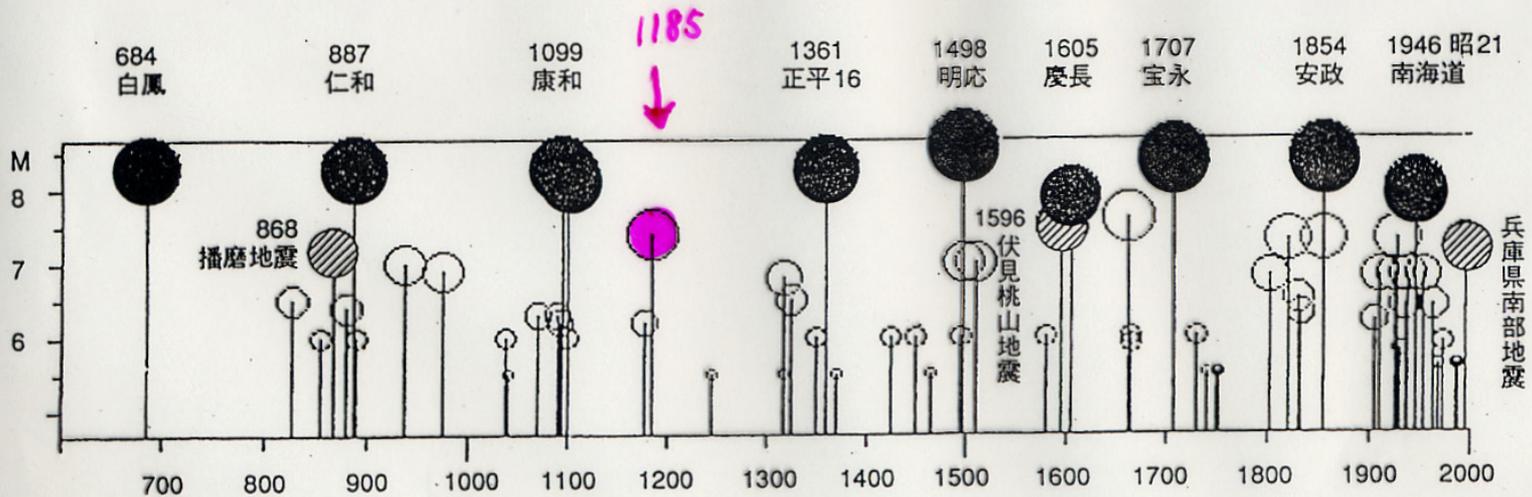


図6 南海地震と近畿地方の内陸地震.

次の東海地震・南海地震は 2035年頃

(1) 大まかに100年間隔

1つ前は昭和21年(1946)

これは小粒で間隔縮まる。

$$1946+90=2036$$

(2) 子分のトップバッターが起きて40年で親分が出てくる。

阪神淡路(1995)が子分のトップバッター

$$1995+40=2035$$

4.阪神淡路大震災(1995)の教訓

1995年1月17日、午前5時46分発生

マグニチュード 7.3

死者 6,434人、行方不明3人

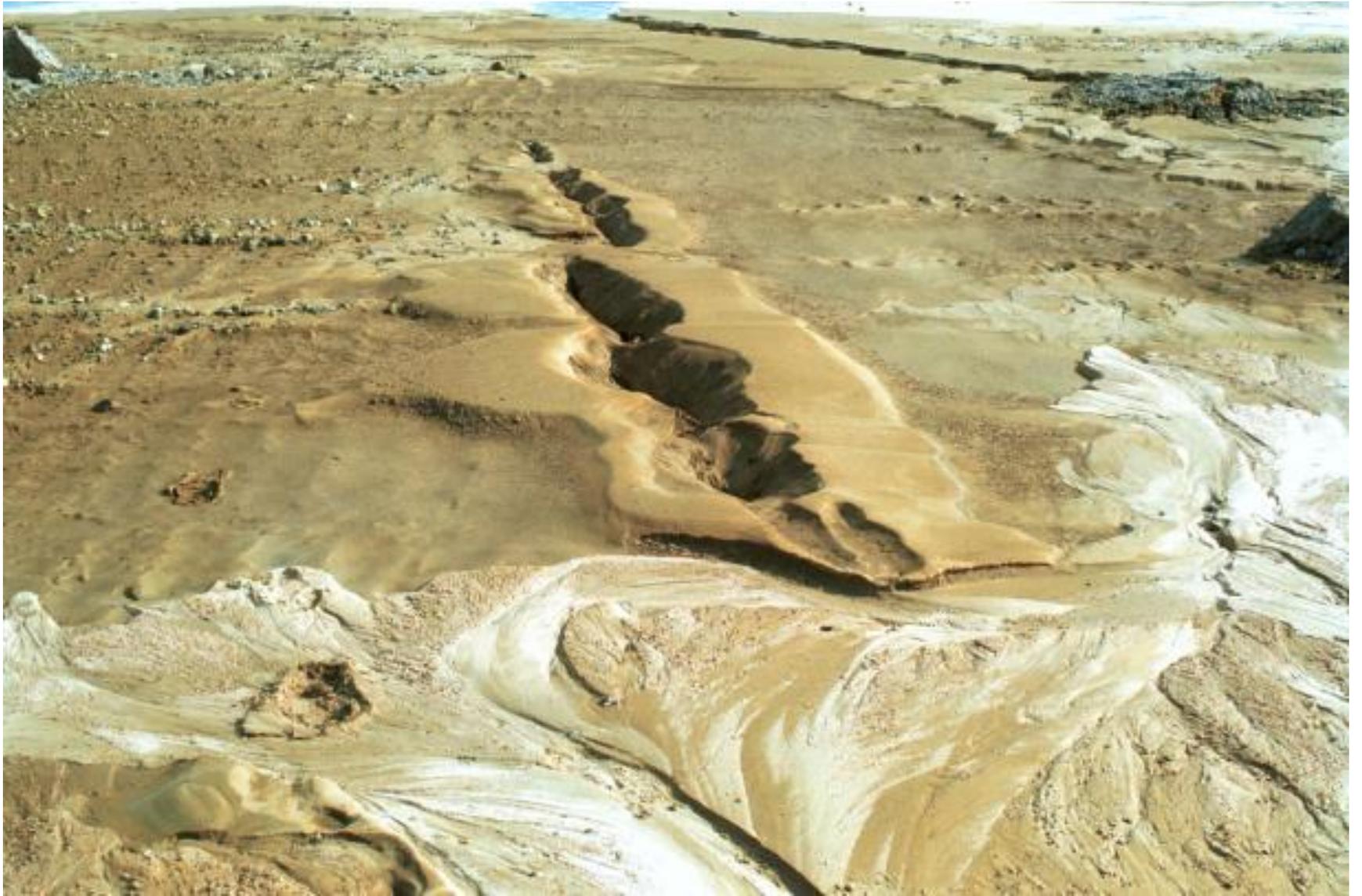
負傷者 43,792人

最大震度7

この出来事から何を学ぶべきなのだろうか？

東大・生産技術研究所 目黒公郎教授の指摘

噴砂現象



液状化現象が起きると



古い家屋の倒壊



古い家屋の倒壊(神戸市三宮地区)



震度7の帯



地震発生から死亡するまでの時間

兵庫県監察医師調査

表1 神戸市の犠牲者の死亡推定時刻(関連死を除く)(神戸市内・地震後2週間まで)

死亡日時		死亡者数						死亡者数 累計		%
		監察医が扱った事例			臨床医が扱った事例					
		数	累計	%	数	累計	%			
1月17日	6:00	2,221	2,221	91.9	719	719	58.2	2,940	80.5	
	9:00	16	2,237	92.6	58	777	62.9	3,014	82.6	
	12:00	47	2,284	94.5	61	838	67.9	3,122	85.5	
	23:59	12	2,296	95.0	212	1,050	85.0	3,346	91.6	
	時刻不詳	110	2,406	99.6	84	1,134	91.8	3,540	97.0	
1月18日		5	2,411	99.8	62	1,196	96.8	3,607	98.8	
1月19日~2月4日		5	2,416	100.0	35	1,231	99.7	3,647	99.9	
日付なし		0	2,416	100.0	4	1,235	100.0	3,651	100.0	
計		2,416			1,235			3,651		

(兵庫県監察医調査に加筆)

注：表には、一般の臨床医と専門の監察医が検死したデータが分けてまとめられている。監察医は、死因に不信な点があったり、事故や事件に関係する可能性があると思われる場合に、遺族の許可なしに本人の判断で死体解剖をすることができる権限をもった、死因や死亡時刻を正確に判断できる訓練と経験を積んだ専門医である。

死者3651人のうち80%は地震後15分で死んでいる

地震で死んだ人の97%は地震当日に死んでいる

医師による3651人の最終死亡原因

表2 神戸市の犠牲者の死亡原因 (神戸市内・地震後2週間まで)

	死 因	死者数	%
窒息	胸部、胸腹部、体幹部圧迫等	1,967	53.9
圧死	胸部・頭部・全身の圧座損傷	452	12.4
打撲・捻挫傷		300	8.2
外傷性ショック	火傷・打撲・挫滅・出血等による	82	2.2
頭部損傷	外傷性くも膜下出血・脳挫傷等	124	3.4
内臓損傷	胸部または胸腹部	55	1.5
頸部損傷		63	1.7
焼死・全身火傷	一酸化炭素中毒を含む	444	12.2
不詳および不明	(高度焼損死体を含む)	116	3.2
臓器不全等		15	0.4
衰弱・凍死		7	0.2
その他		26	0.7
計		3,651	100

-  は建物被害(家具の転倒はこの中の約一割)による犠牲者で全死者数の83.3%を占める。
 は火災による犠牲者だが、実際には倒壊した建物や家具の下敷きになって逃げ出せずに焼死したケースが大多数を占める。
(兵庫県監察医調査に加筆)

84%が家屋等の倒壊(ほとんど全部)と家具の転倒による死者である。

火災で死んだ人は15%ぐらい。食料や飲み水が無くて死んだ人は「衰弱・凍死」の7人のごく一部。ほとんどゼロ。

ここまでの結論

兵庫県南部地震で死んだ人の84%は、家の倒壊によって(一部家具の転倒によって)死んだ。

15%は火災によって焼死した。

他の原因による死者は1%。

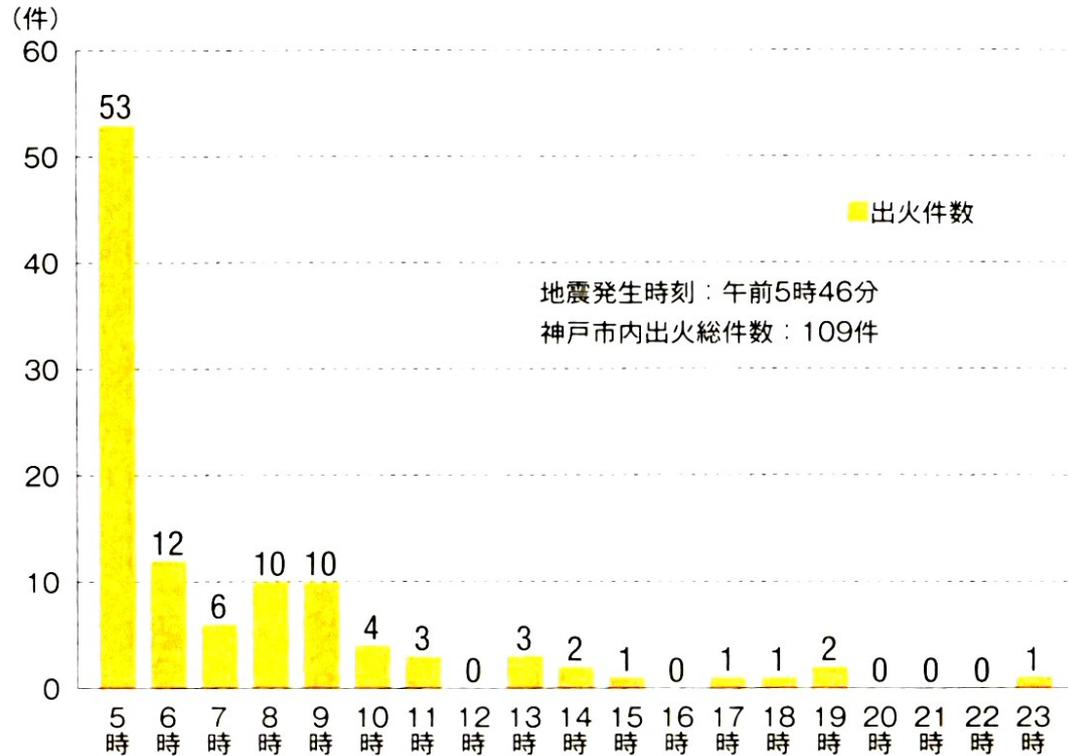
食料が無かった事による餓死者、防寒具(毛布)が無かった事による死者は、7人以下。

火災も家の倒壊と無関係ではない……

地震による火災の発生

図2 神戸市内に発生した火事

(神戸市消防局データより)

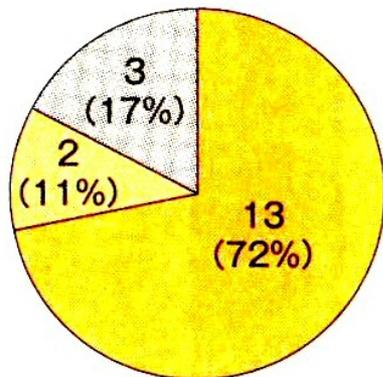


地震発生後 15分以内の直後出火が半分を占める。

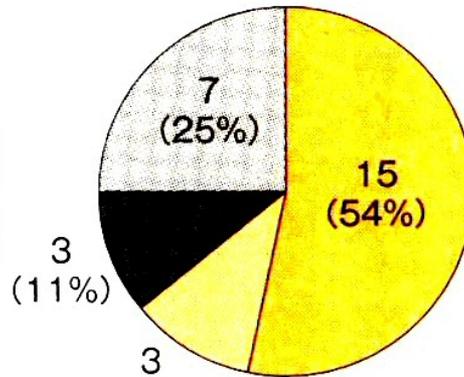
密集型大都市の火災は防ぎきれない。ただし火災による死者は死者全体の13%で多くはない。

震度が大きい場合、火災は家屋・家具の転倒で起きる

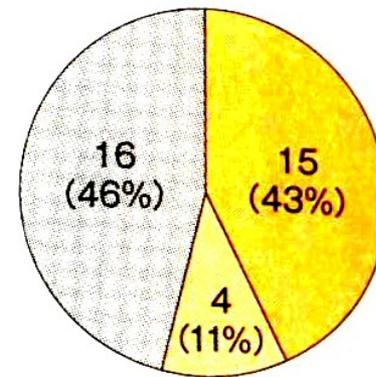
震度別の出火状況 (火元件数とその割合)



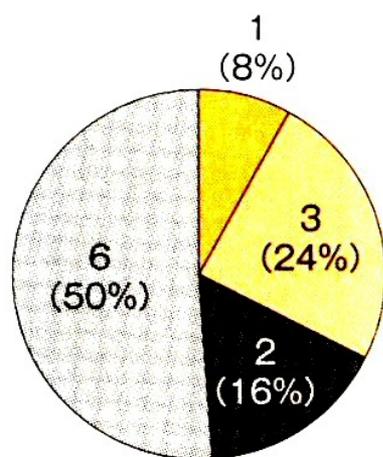
7 (247ha)



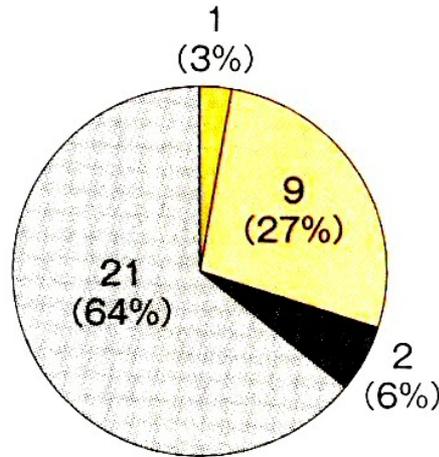
6強 (678ha)



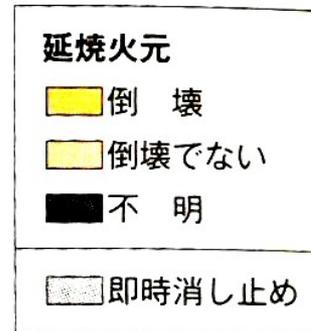
6弱 (619ha)



5強 (1646ha)



5弱 (3152ha)



兵庫県南部地震の火災について言えること

火災もまた、地震による家屋・家具の倒壊に伴って起きている。

したがって、死者のうち、

84% → 家屋の倒壊による圧死者

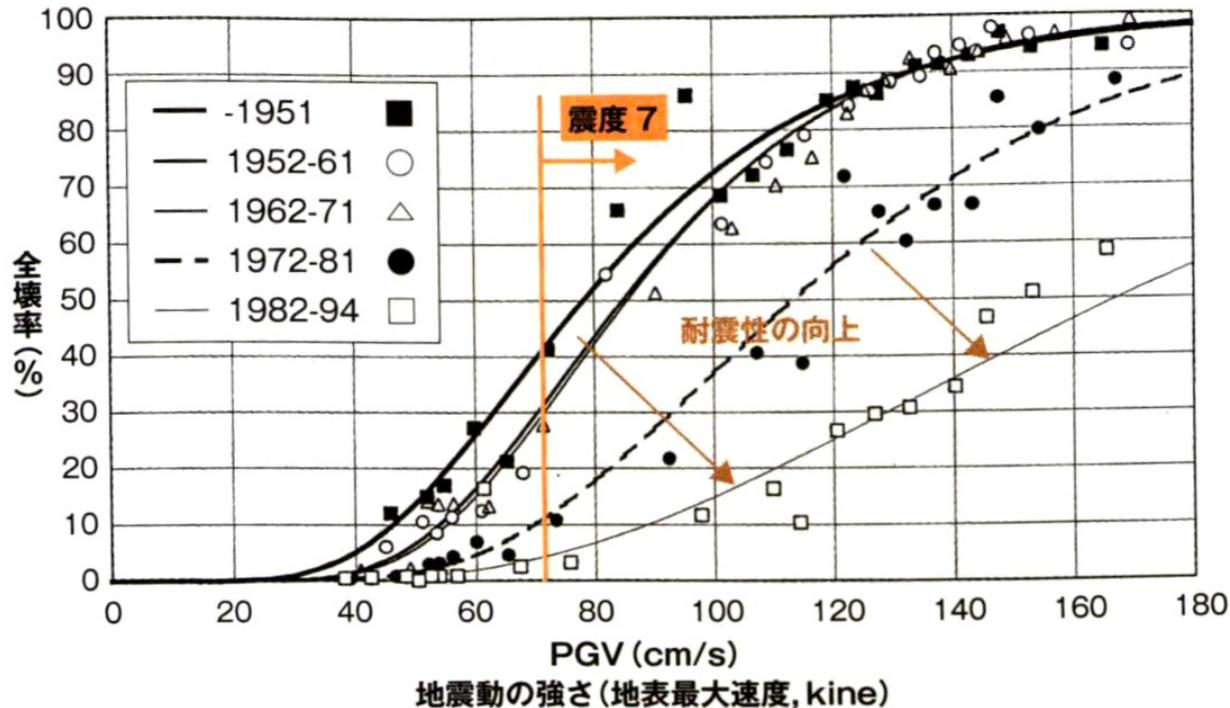
15% → 火災による焼死者。ただし、その火災の大部分は、家屋の倒壊・家具の倒壊に伴って起きたもの。

だから、

家屋の倒壊がなかったら、死者の99%近くは死ななくてすんだはずである。

木造家屋の建築年代別耐震性

図6 建築年度別の木造被害関数(全壊率)



(村尾修・山崎文雄「震災復興都市づくり特別委員会調査データに構造・建築年を付加した兵庫県南部地震の建物被害関数」より)

1980年以前の木造家屋は要注意。1971年以前の木造家屋は耐震性が劣る事が多い。

地震対策として真っ先にすべきは、 家を倒れないようにすること。

家が倒れて死んだ人、家が倒れて発生した火災で死んだ人

= 死者6400人の99%

食料が無くて死んだ人 = ほとんどゼロ

毛布などが無くて凍死した人 = ほとんどゼロ

この2つ合わせて7人以下

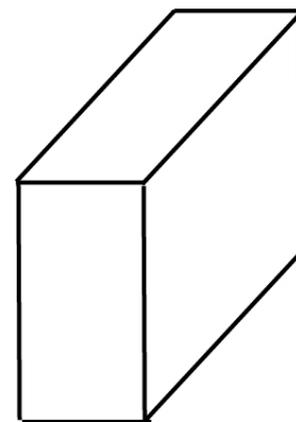
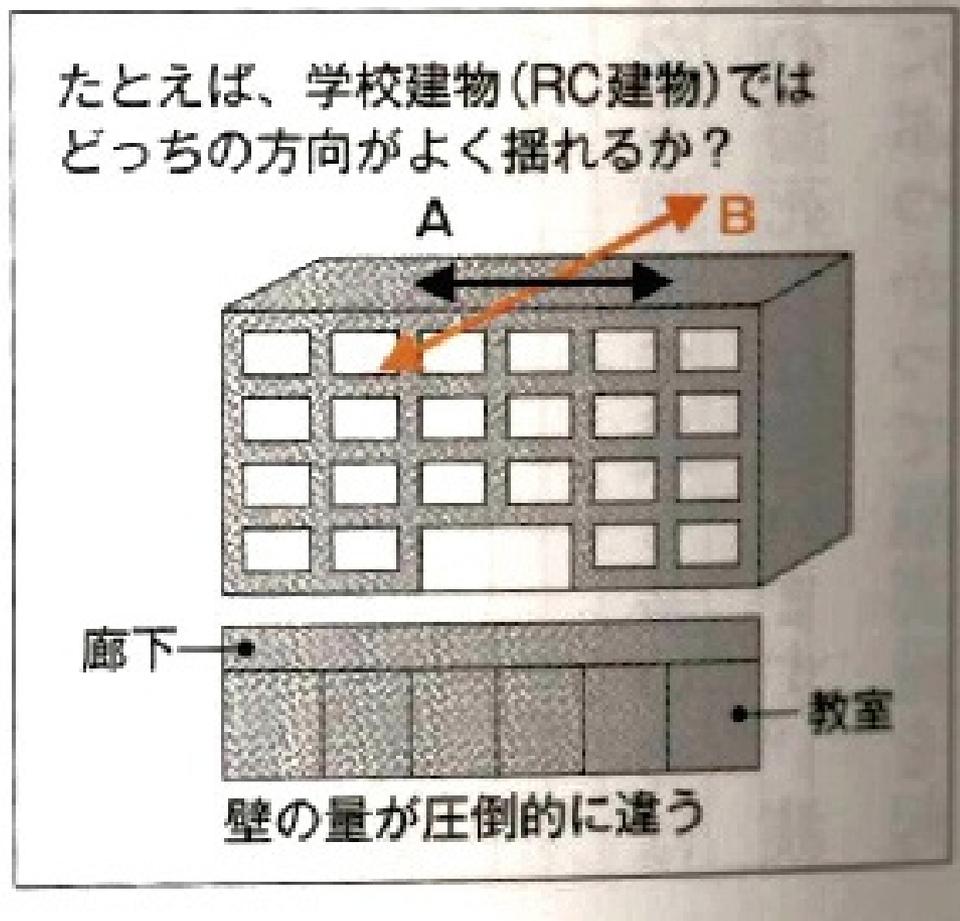
だから、「将来の地震に備えた対策」とは、

- ① 家の耐震化、②家具の固定、であって、
- ③ 水・食料・毛布の備蓄、などは、第二義的な対策である。

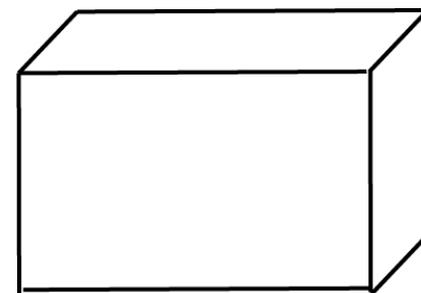
労力投入比率 ①が90%、②が10%、③は0.1%程度。

家具の固定： 部屋の中の家具の転倒を防ぐ 揺れの方角性を知っておく

図1 建物の揺れる方向を知る

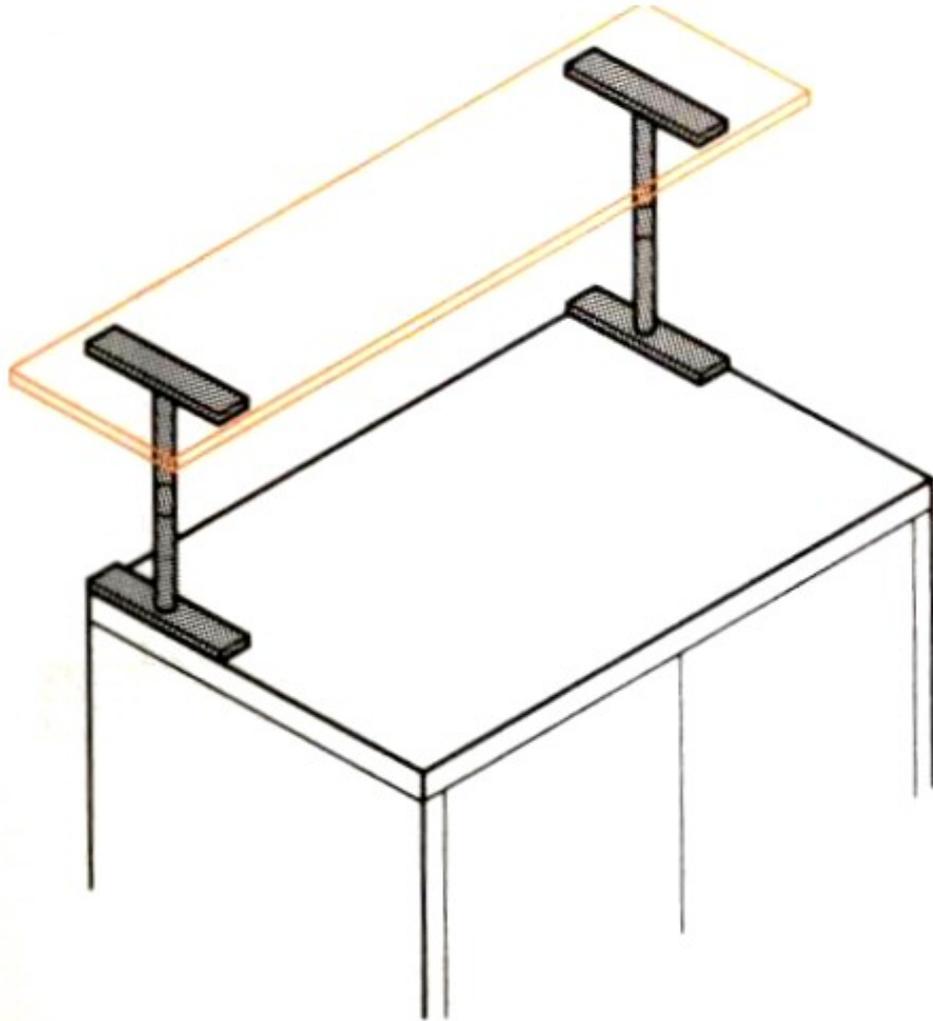


薬品棚はこう置くべきである。

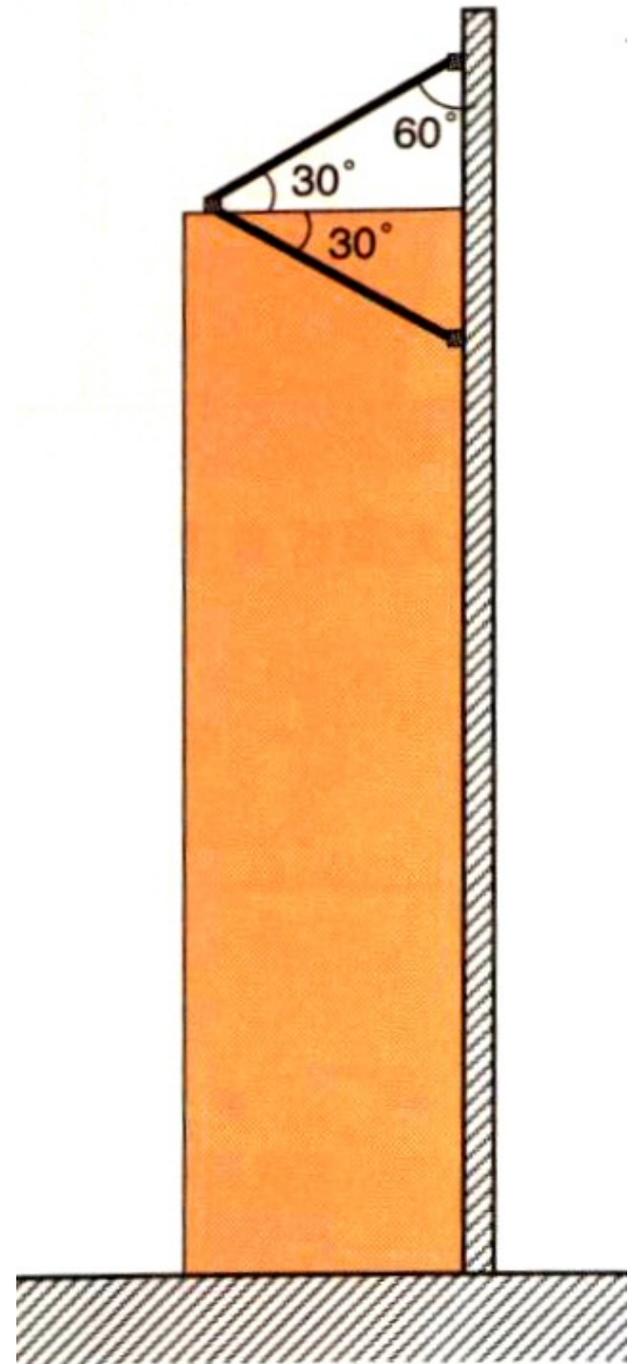


こう置いてはいけない。

天井突っ張り型家具転倒防止策



縦長家具の転倒防止



これだけは覚えてください

地震防災対策で、真っ先にやるべき事は

- A. 昭和55年以前に建てられた(特に昭和35年以前に建てられた)木造家屋の、耐震診断と耐震補強
- B. 家具の固定

であって、

- X. 水、食料、毛布 を買っておくことではない。

津波対策は

- C. 標高20mの所へまず真っ先に逃げよ。
- D. そのあと余裕があれば標高30mの所へ落ち着いて移動せよ。
3時間はそこにいなさい。
- Y. 家、財産のことは忘れて逃げよ。