

京都ではどのような地震が 起こるのか

堤 浩之

同志社大学理工学部環境システム学科

講演の内容

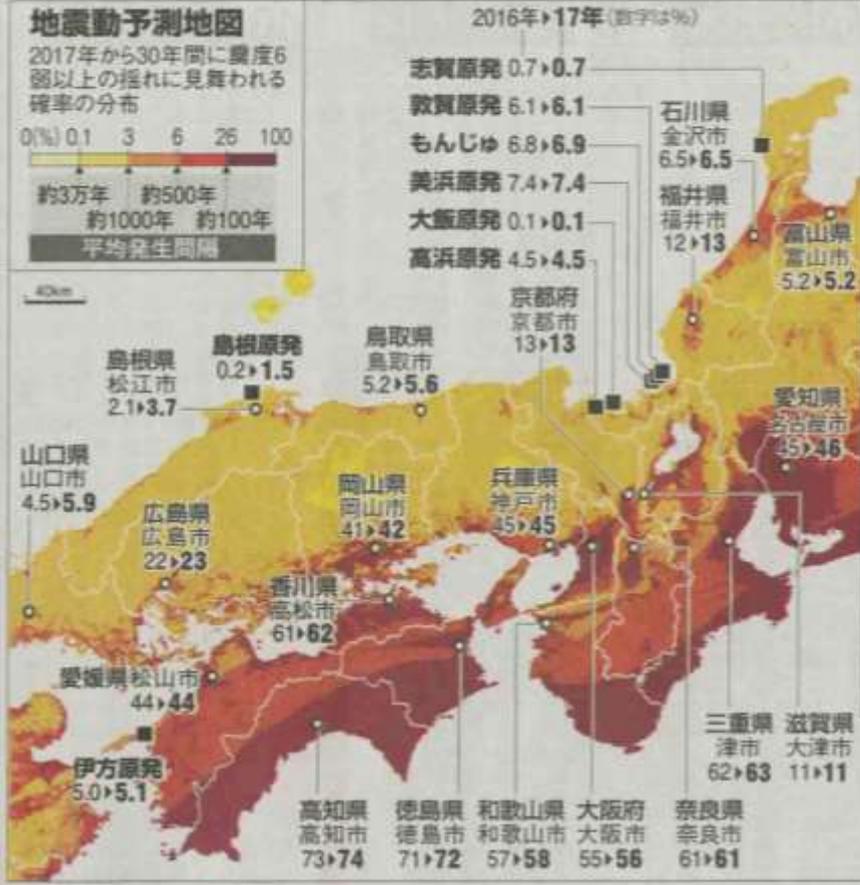
- ・ 関西には地震は来ない？
- ・ 地震に関する基礎知識
- ・ 南海トラフの巨大地震
- ・ 活断層と内陸直下型地震
- ・ 京都盆地周辺の活断層・歴史地震と地震の長期予測

大地震確率 太平洋側高め

政府予測 南海トラフ微増

政府の地震調査研究推進本部は27日、特定の地点が30年以内に地震に見舞われる確率を示す「全国地震動予測地図」の2017年版(1月1日時点)を公表した。建物が倒壊し始めるとされる震度6弱以上では、千葉、横浜、水戸市役所がいずれも8割を超えるなど、関東、東海から近畿、四国にかけての太平洋側が引き続き高かった。

地図は、地震の起きやすさと地盤の揺れやすさの調査を元に作製した。30年以上の確率で、3%以上は「高い」とされる。昨年6月に公開された16年版と比べ、確率が全国で最も増えたのは、山口県山陽小野田市付近の3・6倍増、最も減ったのは岡山県井原市付近の0・65倍減だった。



市のデータは府県庁所在地の市役所、地震調査研究推進本部などによる

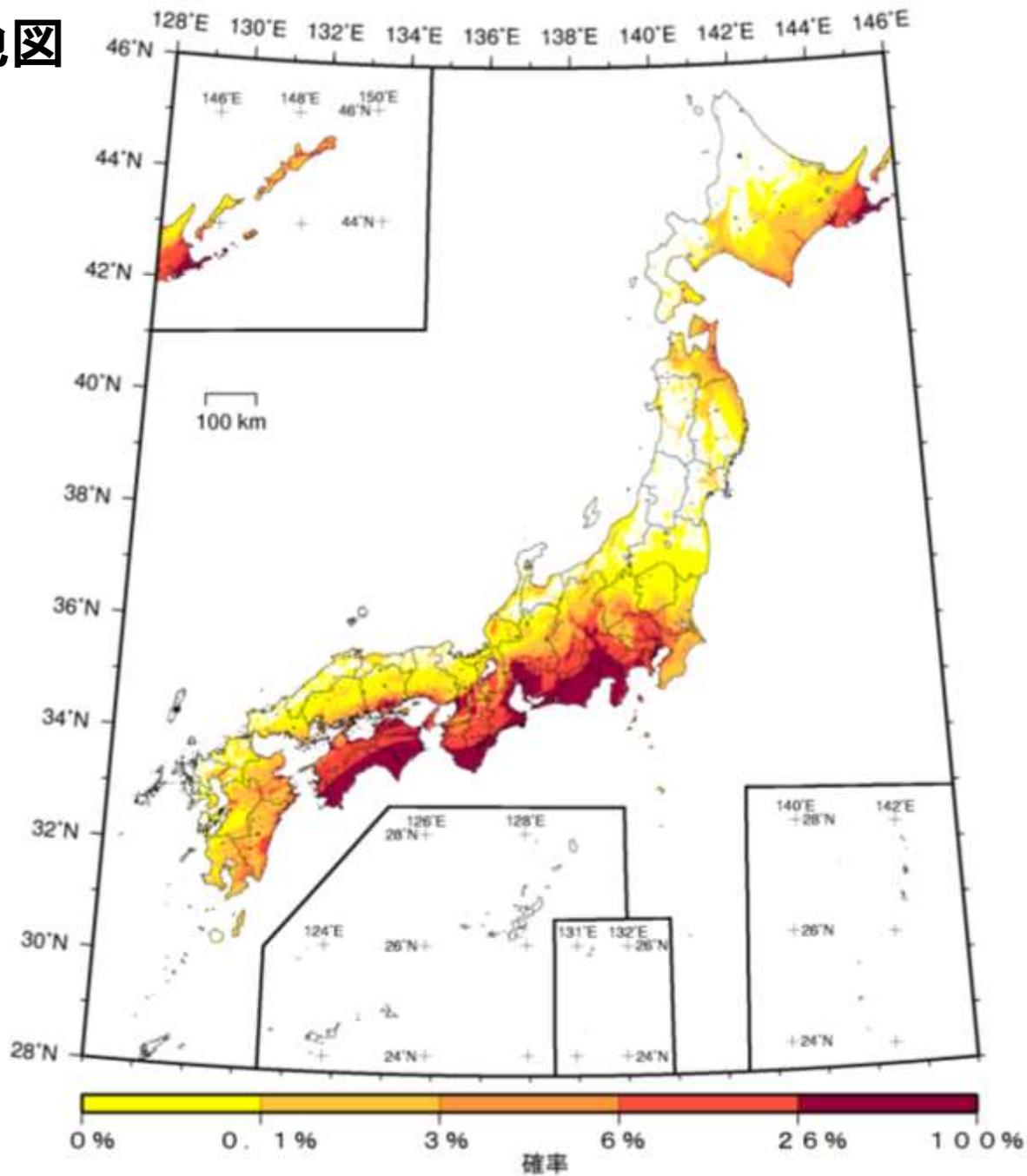


中国地 活断

今回の予測地図では、中国地方の多くの地点で強い揺れに見舞われる確率が上が

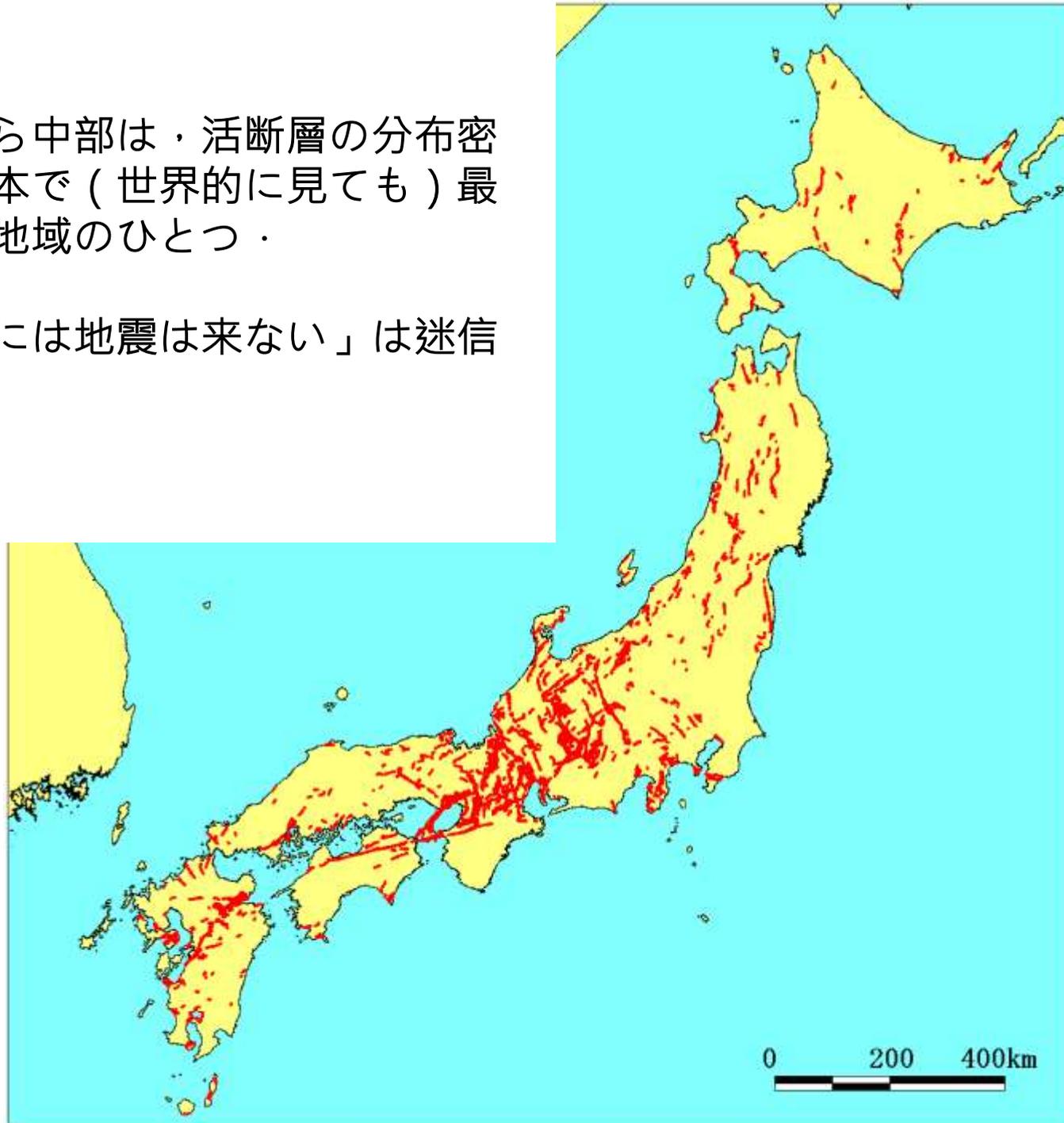
確率論的地震動予測地図

今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率

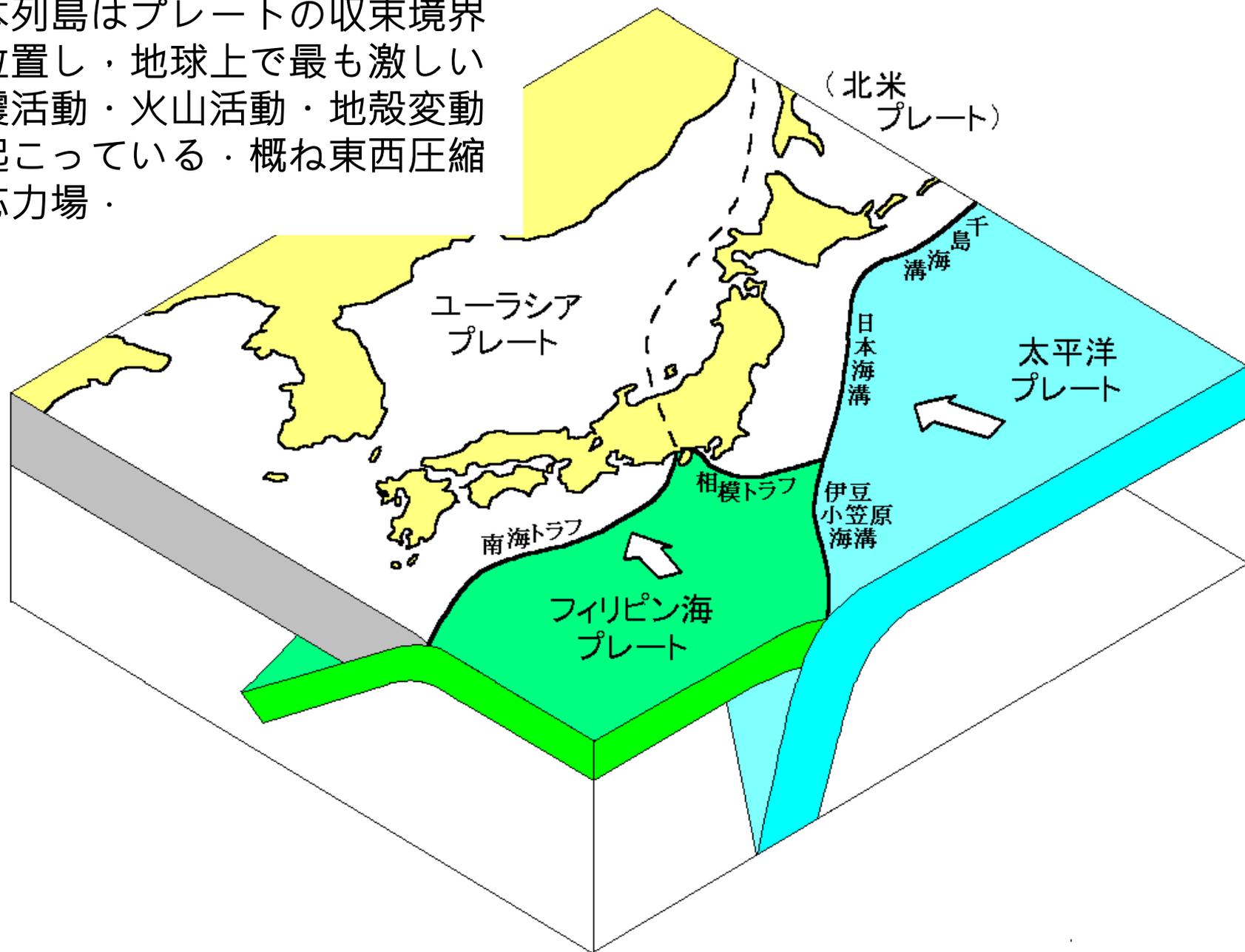


近畿から中部は、活断層の分布密度が日本で（世界的に見ても）最も高い地域のひとつ。

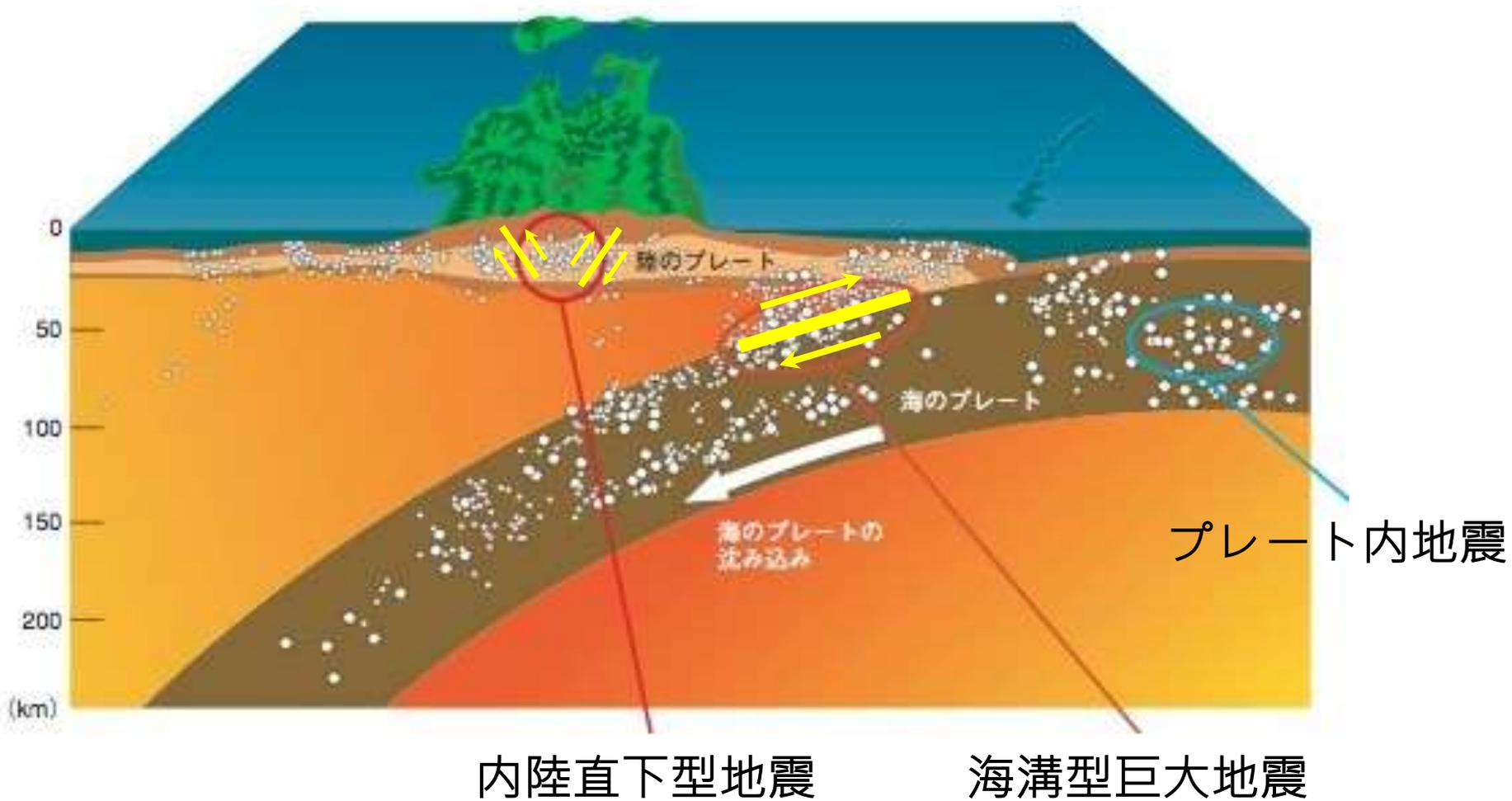
「関西には地震は来ない」は迷信



日本列島はプレートの収束境界に位置し、地球上で最も激しい地震活動・火山活動・地殻変動が起きている。概ね東西圧縮の応力場。



日本列島周辺で発生する被害地震



海溝型巨大地震と内陸直下型地震

・ 海溝型巨大地震

- M8-9クラス
- 長周期の揺れが数分間続く
- 被害が広範囲におよぶ
- 津波の被害
- 発生間隔が短い(南海トラフ: 100~150年)

・ 内陸直下型地震

- 最大でもM8程度
- 短周期の強い揺れが数10秒続く
- 局所的に著しい被害
- 個々の活断層の活動間隔は1000年以上(しかし活断層は多数ある)

震度とマグニチュード

- ・震度： ある地点での揺れの強さ
- ・マグニチュード(M)： 地震自体の大きさ(エネルギー)

マグニチュードは log スケール(対数目盛)である

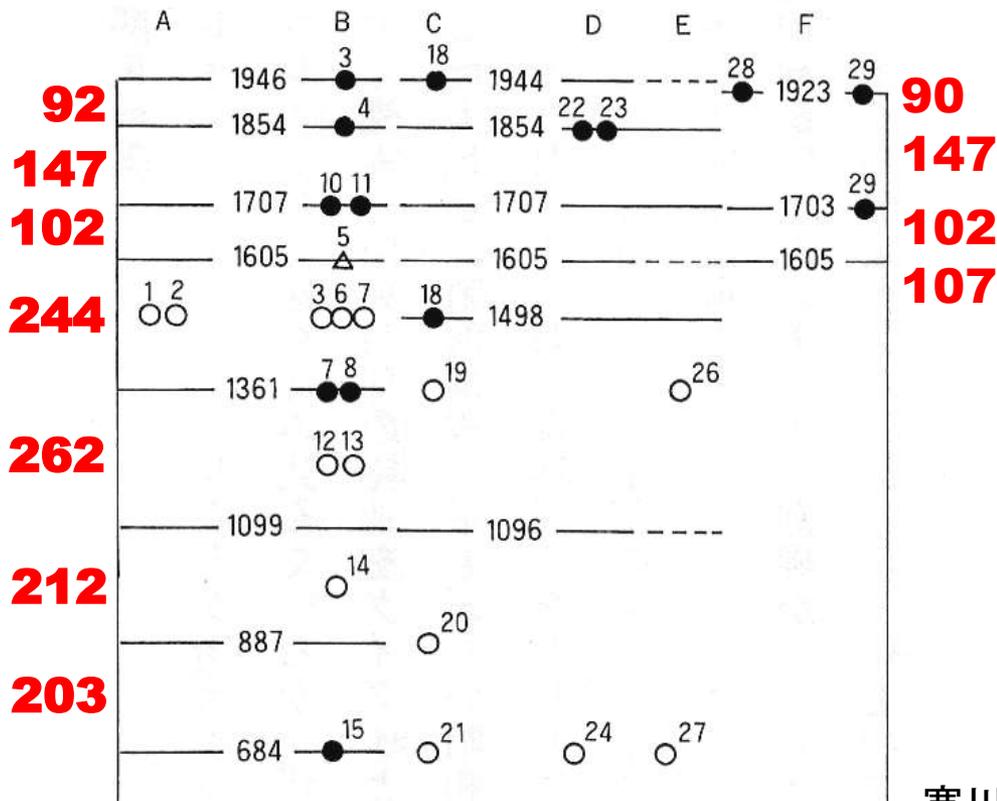
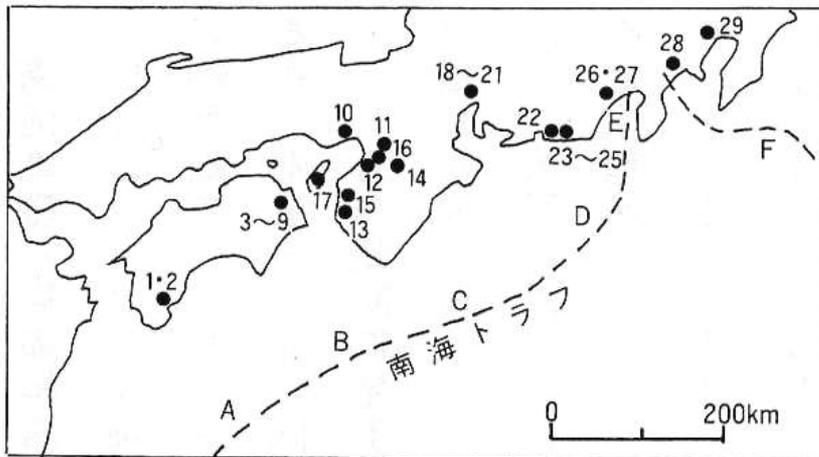
マグニチュードの差 1 → エネルギー 約30倍

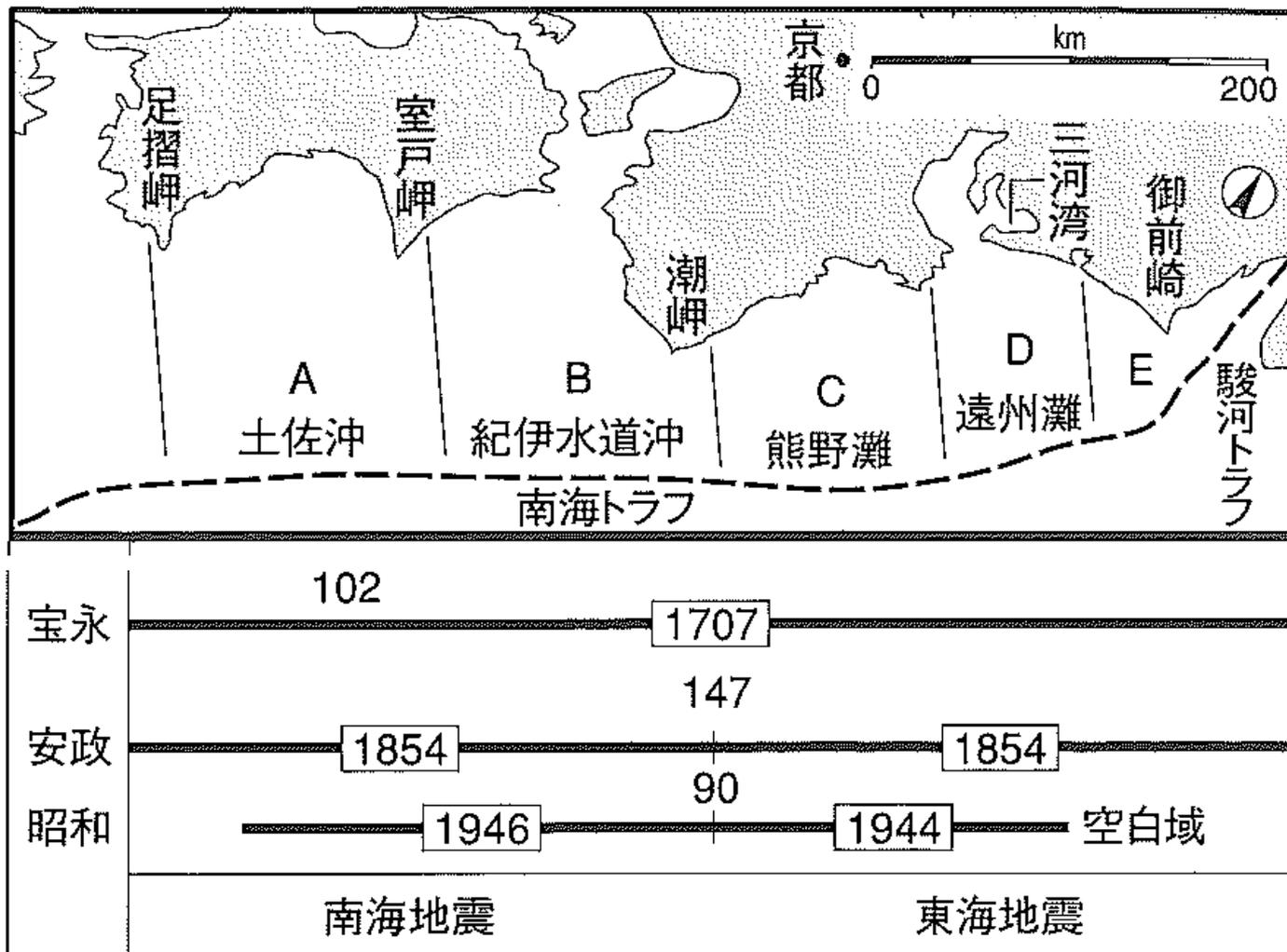
2 → エネルギー 約1000倍

震度とゆれの状況

<p>0</p>  <p>【震度0】 人は揺れを感じない。</p>	<p>1</p>  <p>【震度1】 室内で静かにしている人の中には、揺れをわずかに感じる人がいる。</p>	<p>2</p>  <p>【震度2】 室内で静かにしている人の大半が、揺れを感じる。</p>	<p>3</p>  <p>【震度3】 室内にいる人のほとんどが、揺れを感じる。</p>
<p>4</p>  <p>【震度4】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ほとんどの人が驚く。 ● 電灯などのつり下げ物は大きく揺れる。 ● 座りの悪い置物が、倒れることがある。 	<p>6弱</p>    <p>耐震性が高い</p> <p>耐震性が低い</p> <p>【震度6弱】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 立っていることが困難になる。 ● 固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。ドアが開かなくなることがある。 ● 壁のタイルや窓ガラスが破損、落下することがある。 ● 耐震性の低い木造建物は、瓦が落下したり、建物が傾いたりすることがある。倒れるものもある。 		
<p>5弱</p>   <p>【震度5弱】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 大半の人が、恐怖を覚え、物につかまりたいと感じる。 ● 棚にある食器類や本が落ちることがある。 ● 固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。 	<p>6強</p>    <p>耐震性が高い</p> <p>耐震性が低い</p> <p>【震度6強】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● はわないと動くことができない。飛ばされることもある。 ● 固定していない家具のほとんどが移動し、倒れるものが多くなる。 ● 耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものが多くなる。 ● 大きな地割れが生じたり、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある。 		
<p>5強</p>   <p>【震度5強】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 物につかまらなると歩くことが難しい。 ● 棚にある食器類や本で落ちるものが多くなる。 ● 固定していない家具が倒れることがある。 ● 補強されていないブロック塀が崩れることがある。 	<p>7</p>   <p>耐震性が高い</p> <p>耐震性が低い</p> <p>【震度7】</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 耐震性の低い木造建物は、傾くものや、倒れるものがさらに多くなる。 ● 耐震性の高い木造建物でも、まれに傾くことがある。 ● 耐震性の低い鉄筋コンクリート造の建物では、倒れるものが多くなる。 		

南海トラフで発生する 巨大地震

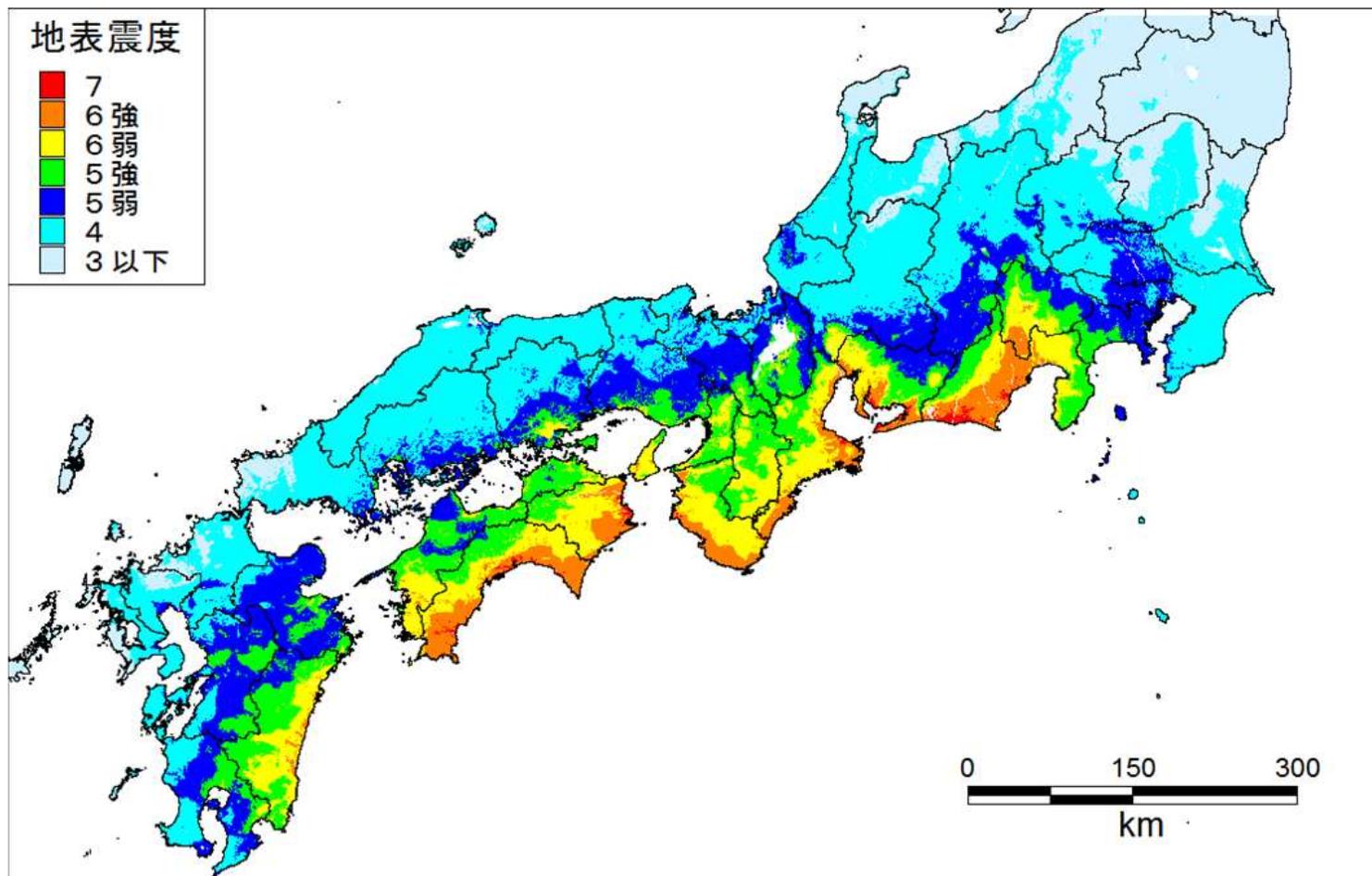




連動
32時間
2年

同時,あるいは東南海地震が先に発生する

南海トラフで発生する地震の推定震度

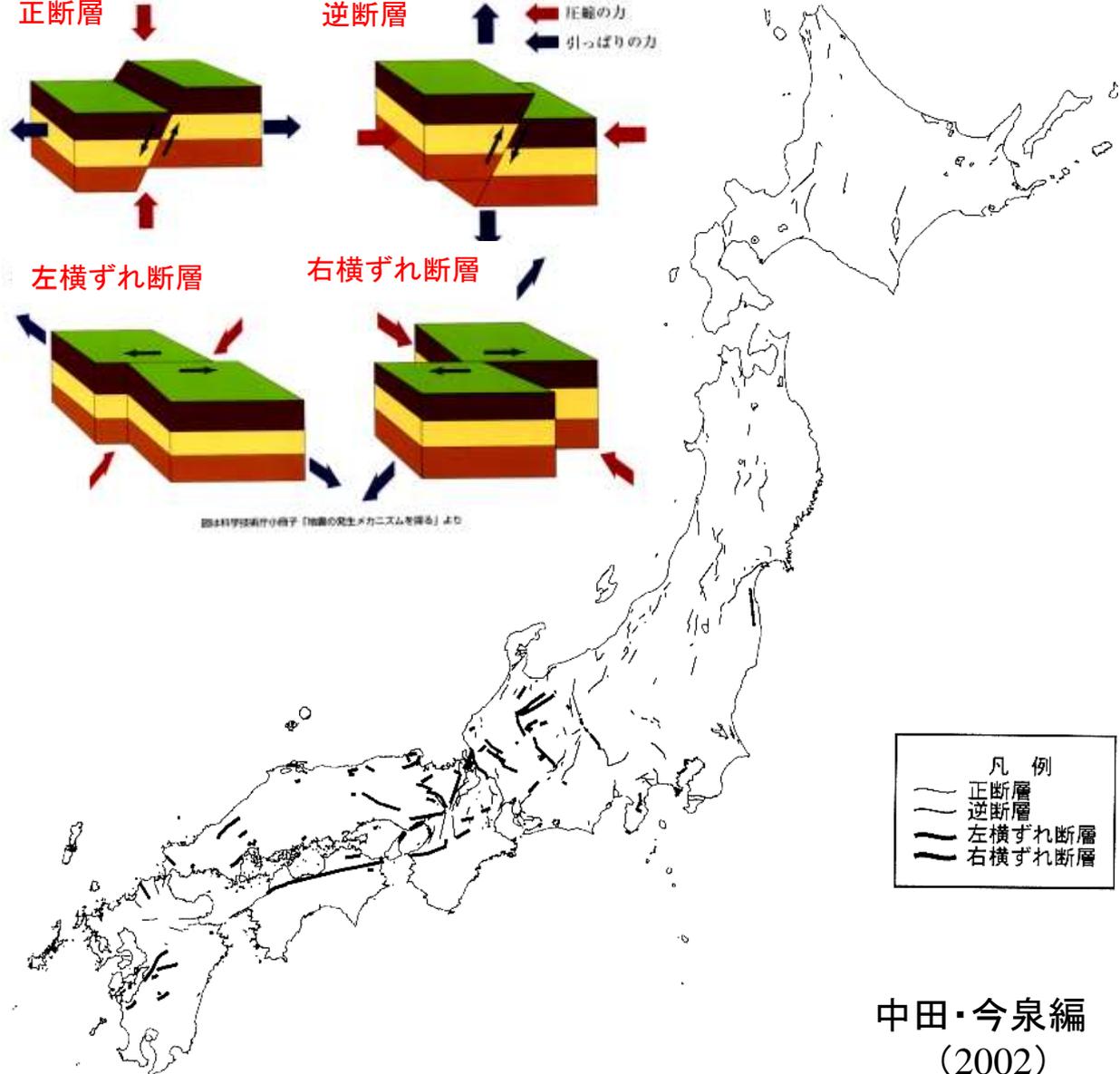
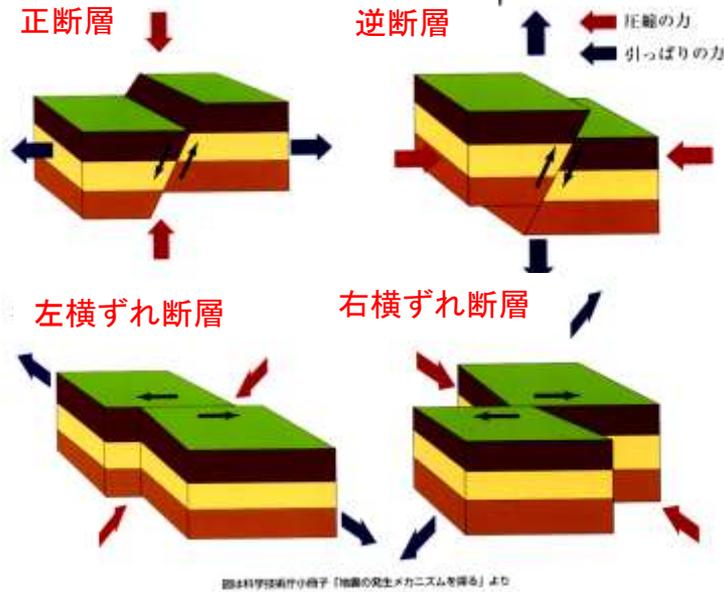


基本ケース 地表震度_全域

活断層の分布と変位様式

日本列島は東西圧縮の応力場

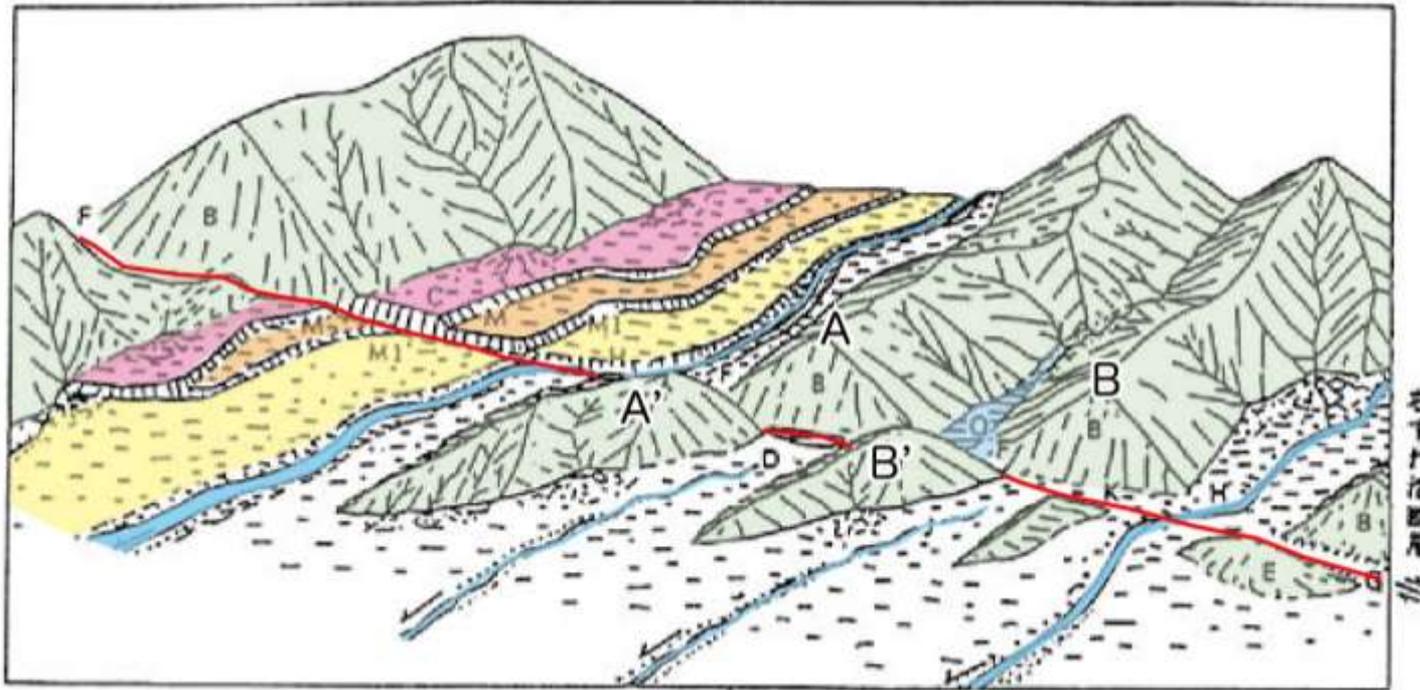
- 逆断層-南北走向
- 横ずれ断層-北東・北西走向
- 逆断層: 近畿～北海道
- 横ずれ断層: 九州～中部
- 正断層: 中部九州



凡例	
	正断層
	逆断層
	左横ずれ断層
	右横ずれ断層

中田・今泉編
(2002)

活断層が作る地形(変動地形)



熊原康博氏作成

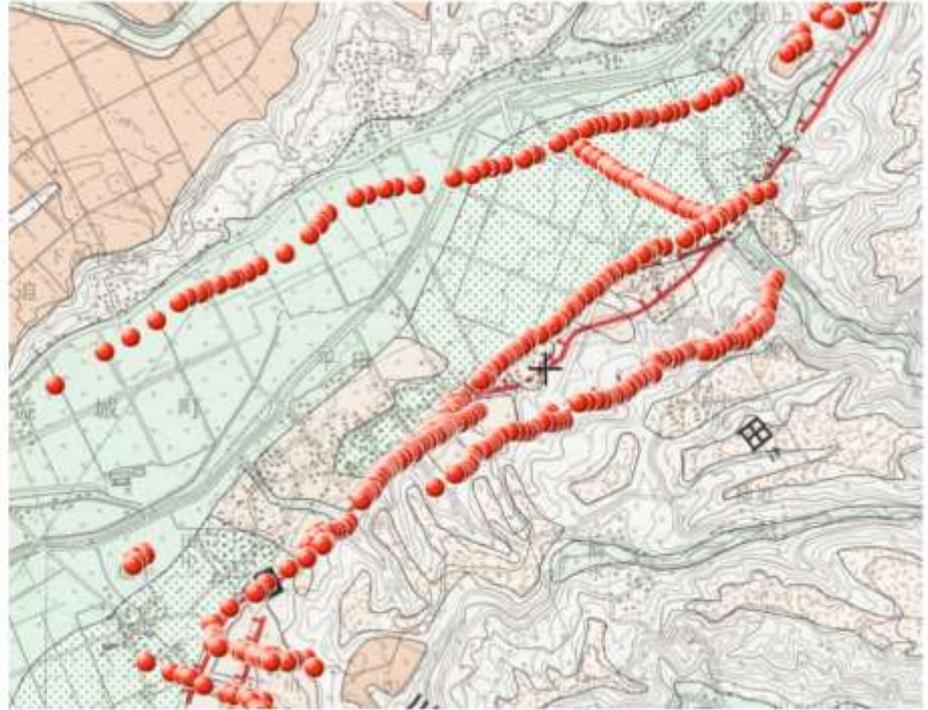
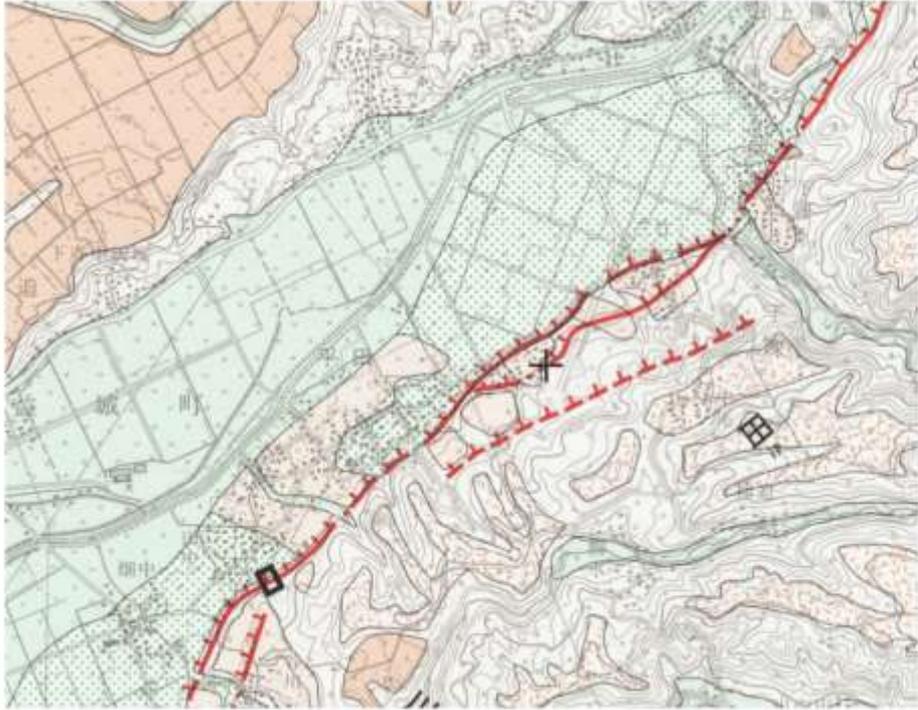
地形のずれを古い空中写真で探している様子。2枚のペア写真を使えば、地形が立体的にみえる。

活断層地形＝通常の侵食や堆積作用では説明ができない地形

- 尾根は一直線だったはず
- 段丘の崖はなめらかに連続していたはず
- 小川はまっすぐだったはず
- 川を塞ぐようにに尾根があるのはおかしい



活断層と地震断層



都市圏活断層図「熊本」(平成13年発行)

赤丸:2016年の地震で地震断層が確認された地点. 多くの場合, 活断層上に地震断層が認められた(既存の活断層が再活動した).



熊原康博氏撮影

活断層の再活動で生じた地震断層

1891年濃尾地震(M8.0)



水鳥の断層崖(岐阜県)

1999年台湾·集集地震(Mw7.6)



内陸直下型地震と被害



1995年兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）



▲平成7年兵庫県南部地震により倒壊した阪神高速神戸線。

(毎日新聞社提供)

地震調査研究推進本部HP

海溝型巨大地震より規模は小さいものの、局所的に甚大な被害をもたらす(特に都市直下で発生した場合)。

地震に伴う地盤災害

液状化



水谷 (2012)

地すべり・斜面崩壊



国土地理院撮影

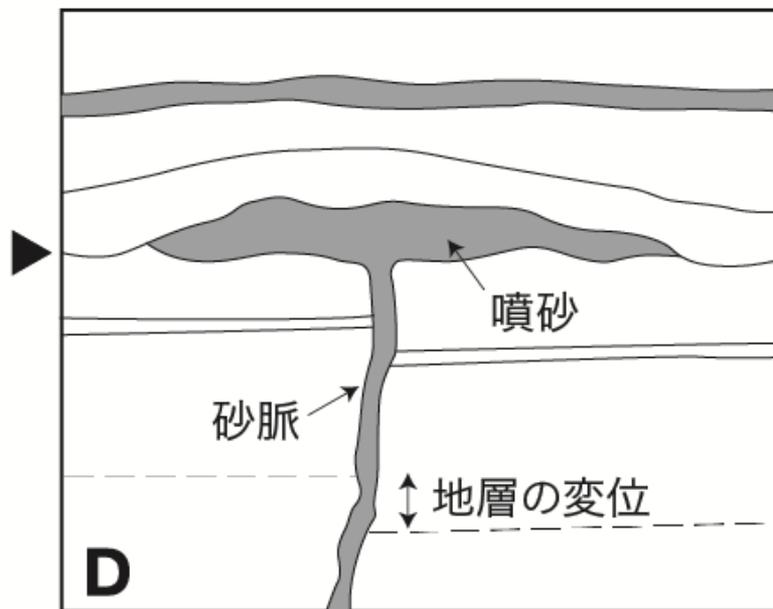
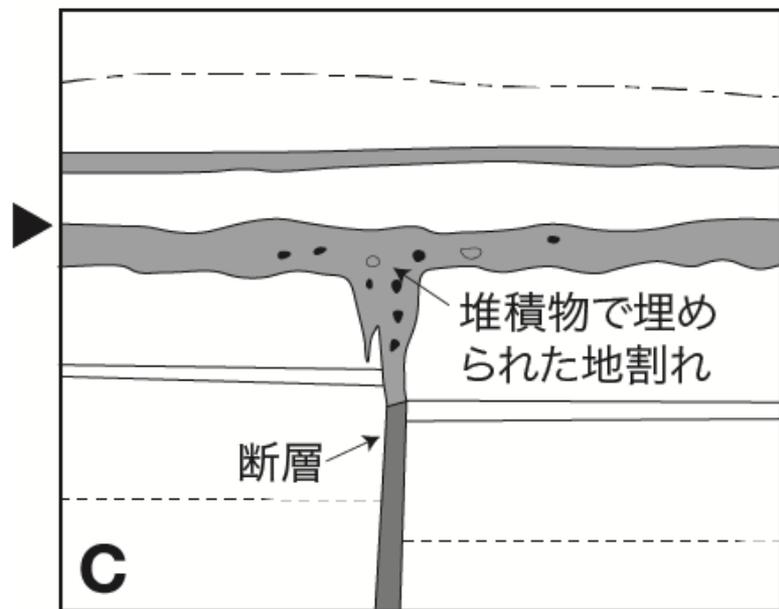
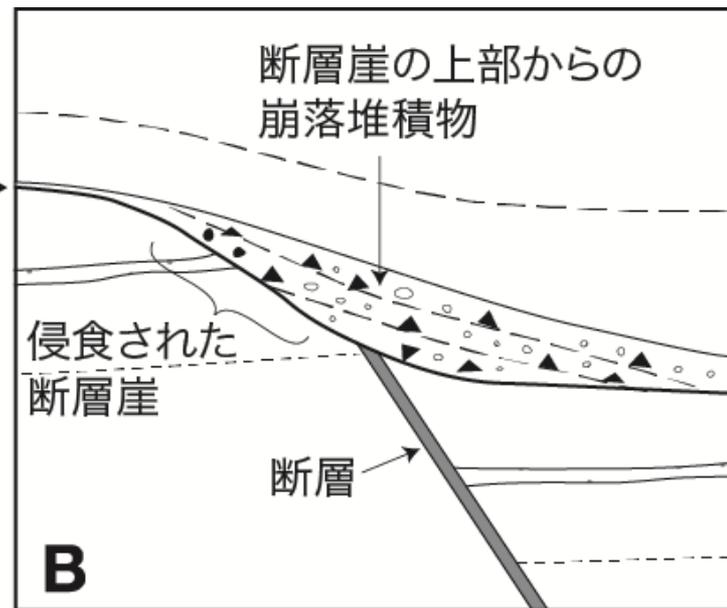
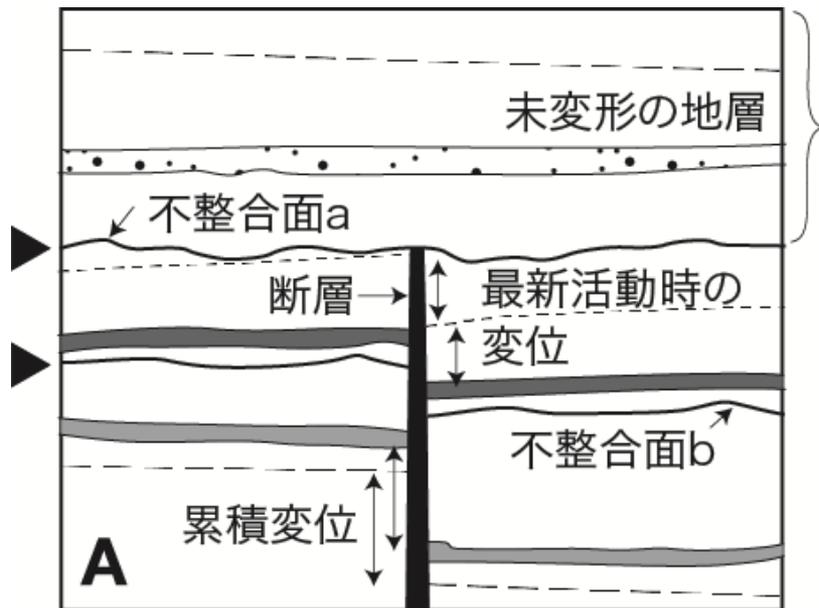
断層変位

台湾・石岡ダムの破壊



活断層の活動履歴を解読する→将来の活動の予測へ







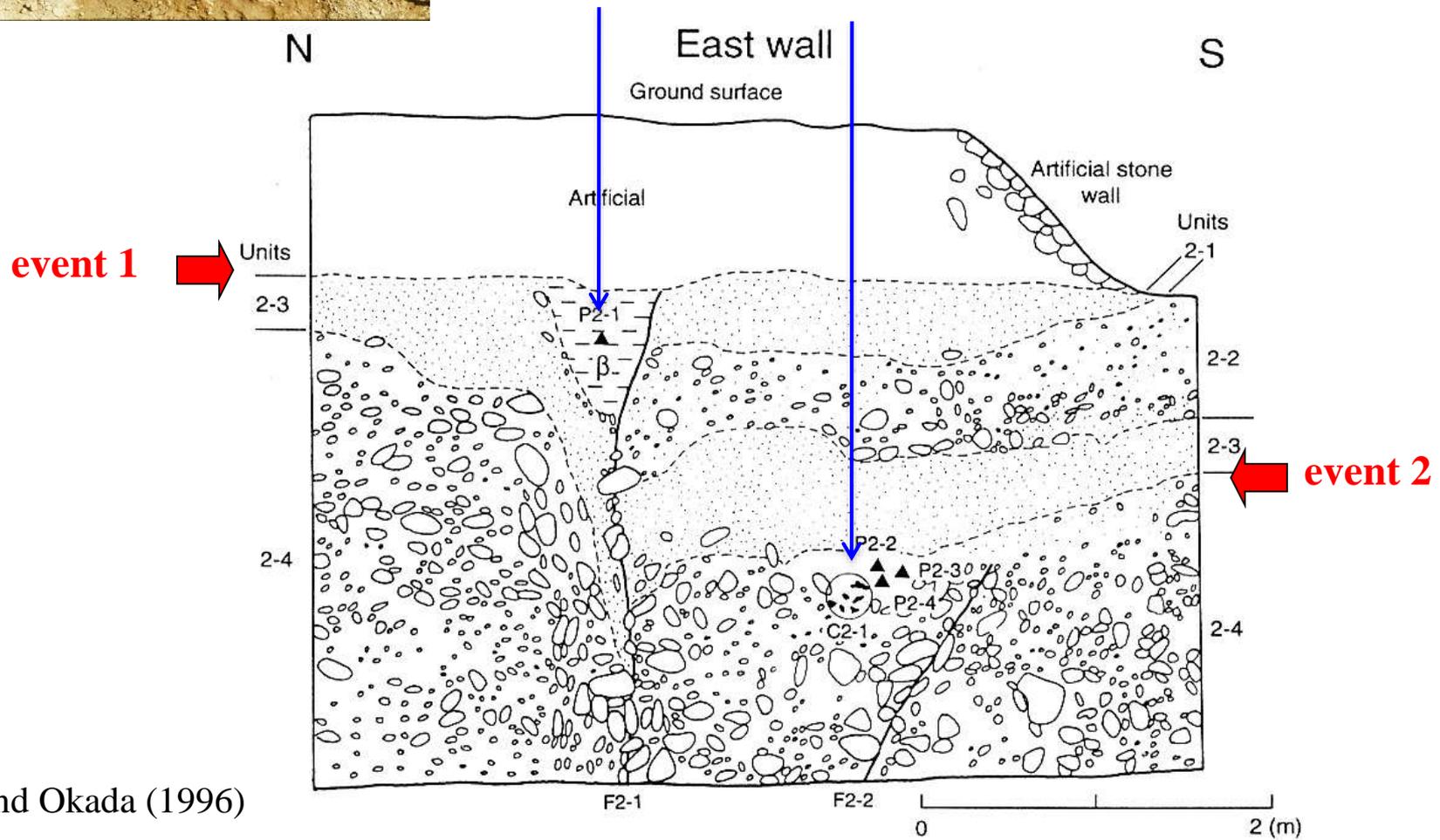
トレンチ調査の例(中央構造線
父尾断層)





Pottery of 16th century AD

2250 ± 130 yBP



地震考古学



- 1: 大阪府西三荘・八雲東遺跡
- 2: 石川県善正寺高畠遺跡
- 3: 滋賀県針江浜遺跡

寒川(1992)

固有地震モデルに基づく地震の長期予測の最も簡単な例

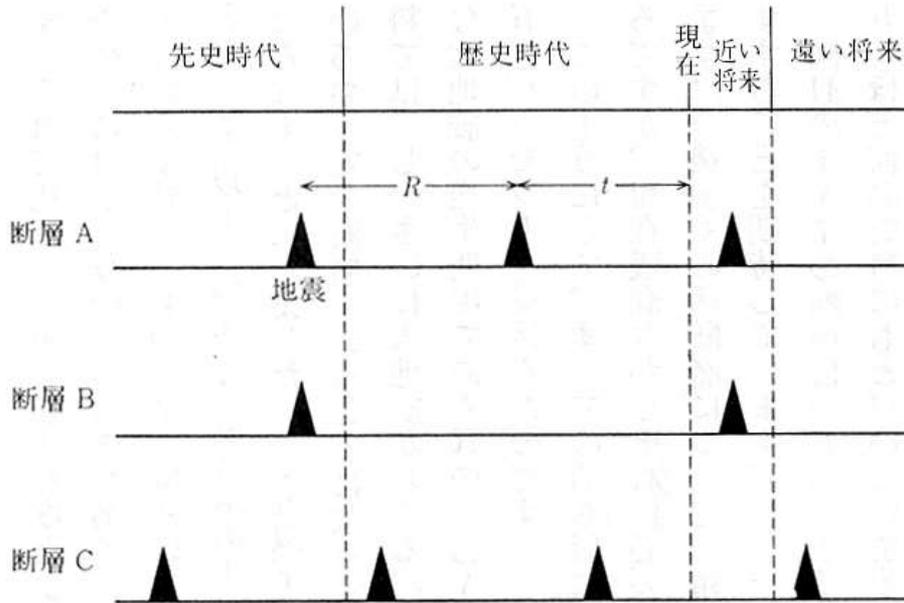
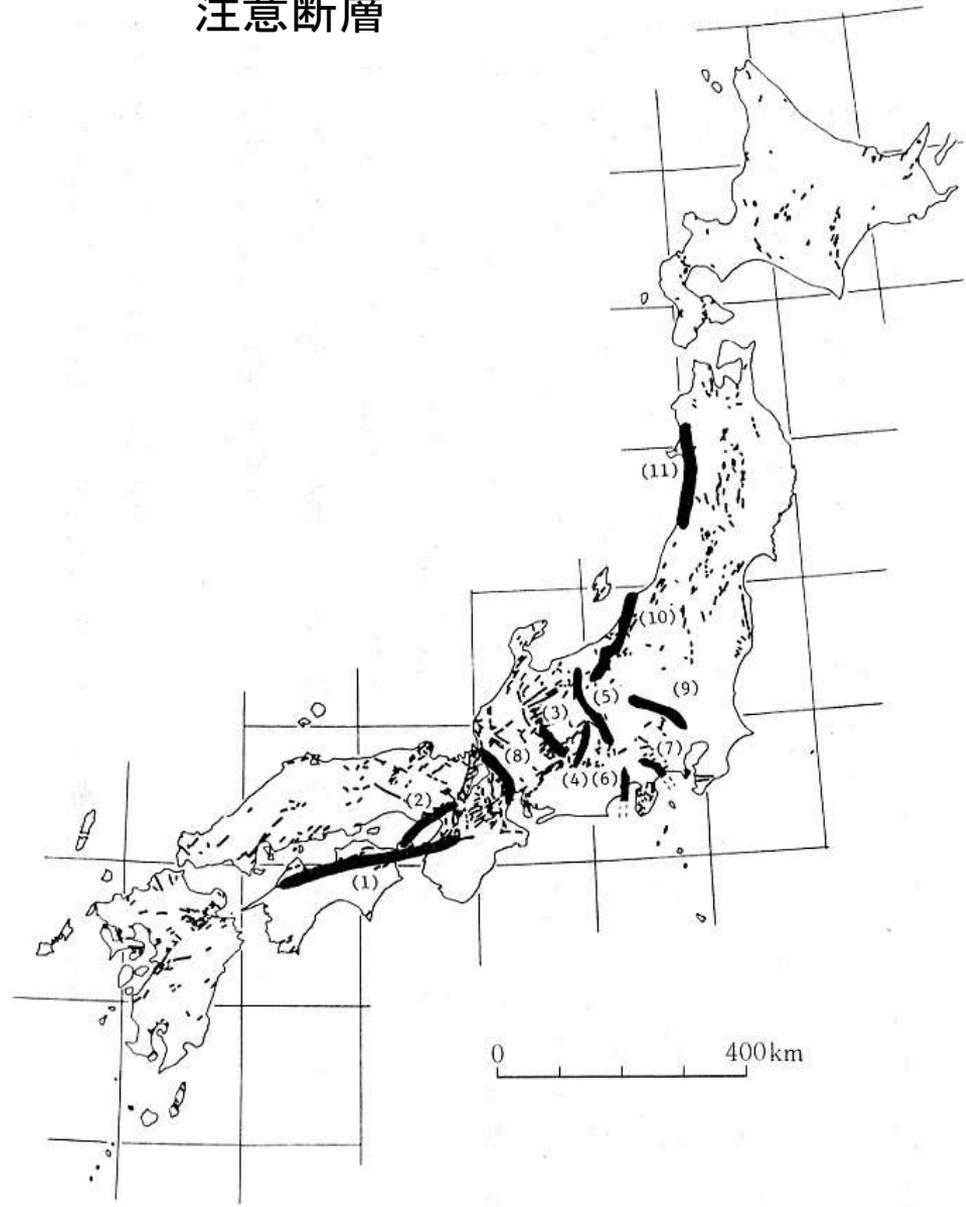


図 40 いろいろな断層のつぎの活動時期を予測する (A, B は要注意, C は安全)

R: 活動間隔
 t: 最近の地震から現在までの経過時間
 t/R : 要注意度 (0.5 以上の場合要注意断層とみなす)

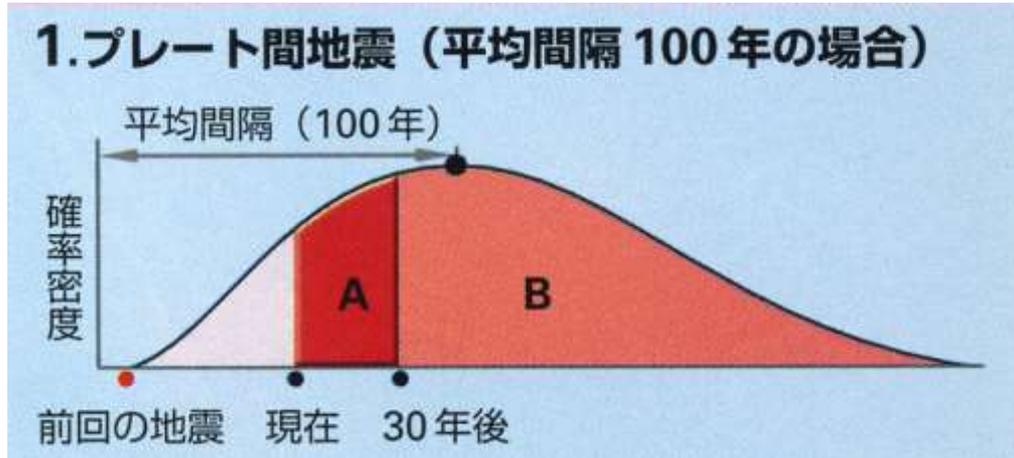
1990年時点で提唱されていた要注意断層



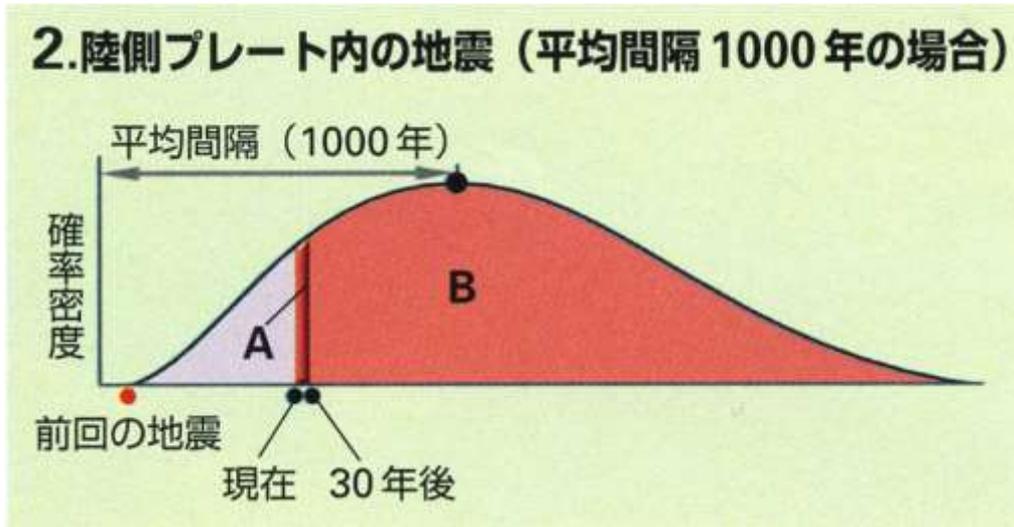
松田(1995)

地震発生確率の求め方

1. プレート間地震（平均間隔 100 年の場合）



2. 陸側プレート内の地震（平均間隔 1000 年の場合）



$$\textcircled{C} P (\%) = A / (A + B) \times 100$$

（「現在までに地震が発生していない」という条件の下で確率を計算：条件付き確率）

T: 最新の地震からの経過年数

◎活動間隔の長い断層

発生確率が小さくなってしまふ

活断層の地震発生確率の長期評価

凡例：

- Sランク(高い)：30年以内の地震発生確率が3%以上
- Aランク(やや高い)：30年以内の地震発生確率が0.1~3%
- Zランク：30年以内の地震発生確率が0.1%未満
- Xランク：地震発生確率が不明(すぐに地震が起こることが否定できない)

(注) 地震発生確率が0.7以上である活断層については、ランクに*を付記する。

奈良盆地東縁断層帯 ← 断層帯の名称
 M7.4程度 S*ランク ← ランク
 ← 地震規模(マグニチュード)

ランクは2017年1月1日時点

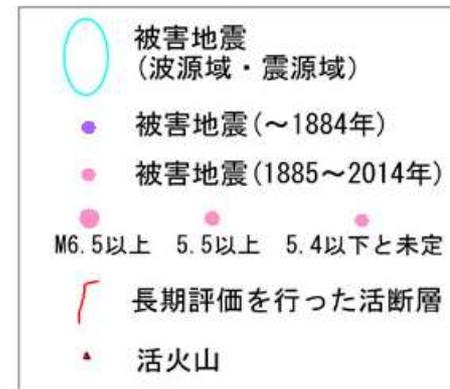


京都府の主な活断層

- 三方-花折断層帯
- 三峠-京都西山断層帯
- 京都盆地-奈良盆地断層帯
- 琵琶湖西岸断層帯
- 有馬-高槻断層帯
- 郷村-山田断層帯
- (1927年北丹後地震)

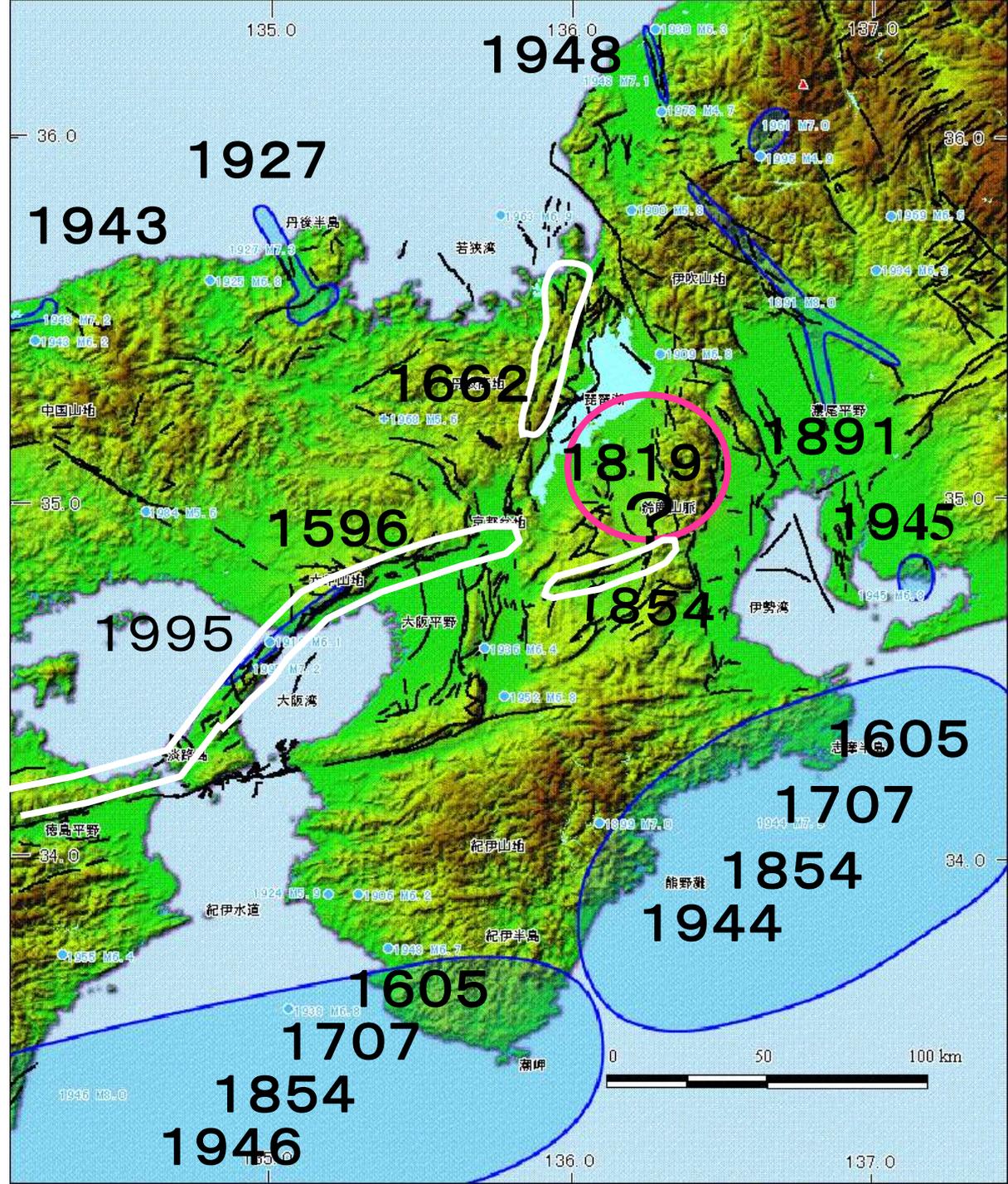


地震調査研究推進本部HP



近畿地方の被害地震 (16世紀以降)

- 1596年慶長伏見地震
(有馬-高槻断層帯)
- 1662年寛文地震(三方断層+花折断層の北部)
- 1819年文政地震(実態は不明. 深い地震か?)
- 1830年文政京都地震
(京都に大きな被害をもたらした最後の地震)
- 1854年嘉永(安政)地震
(木津川断層帯?)

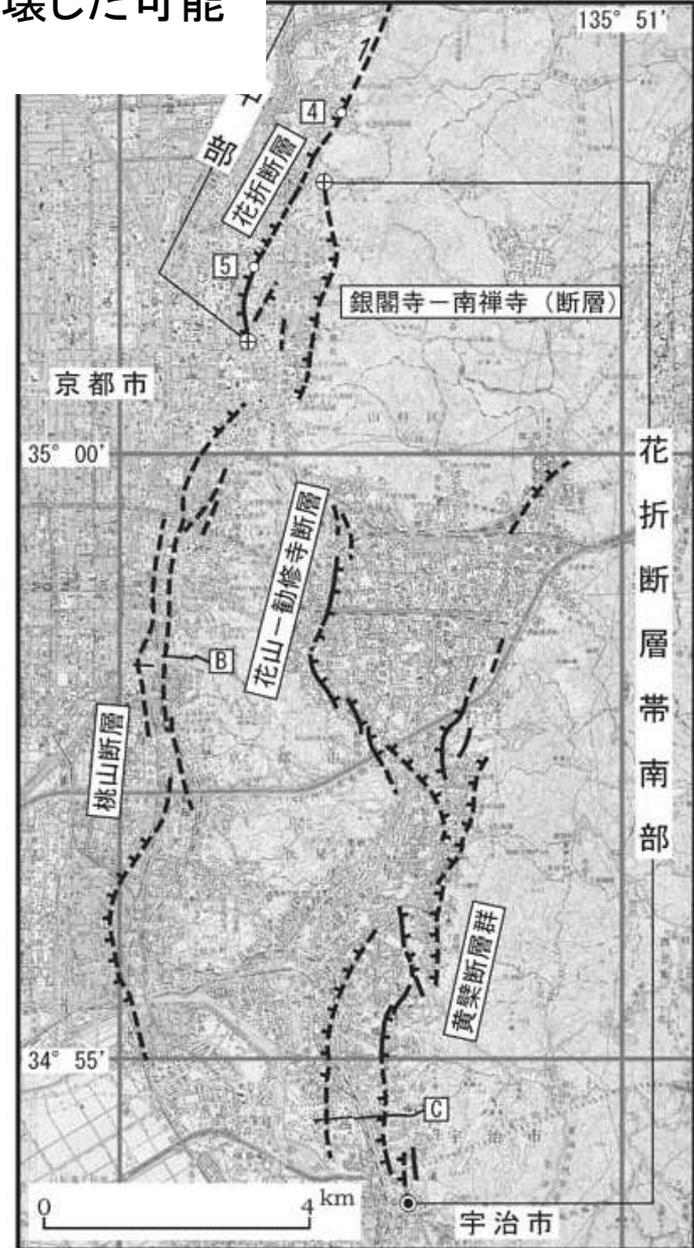
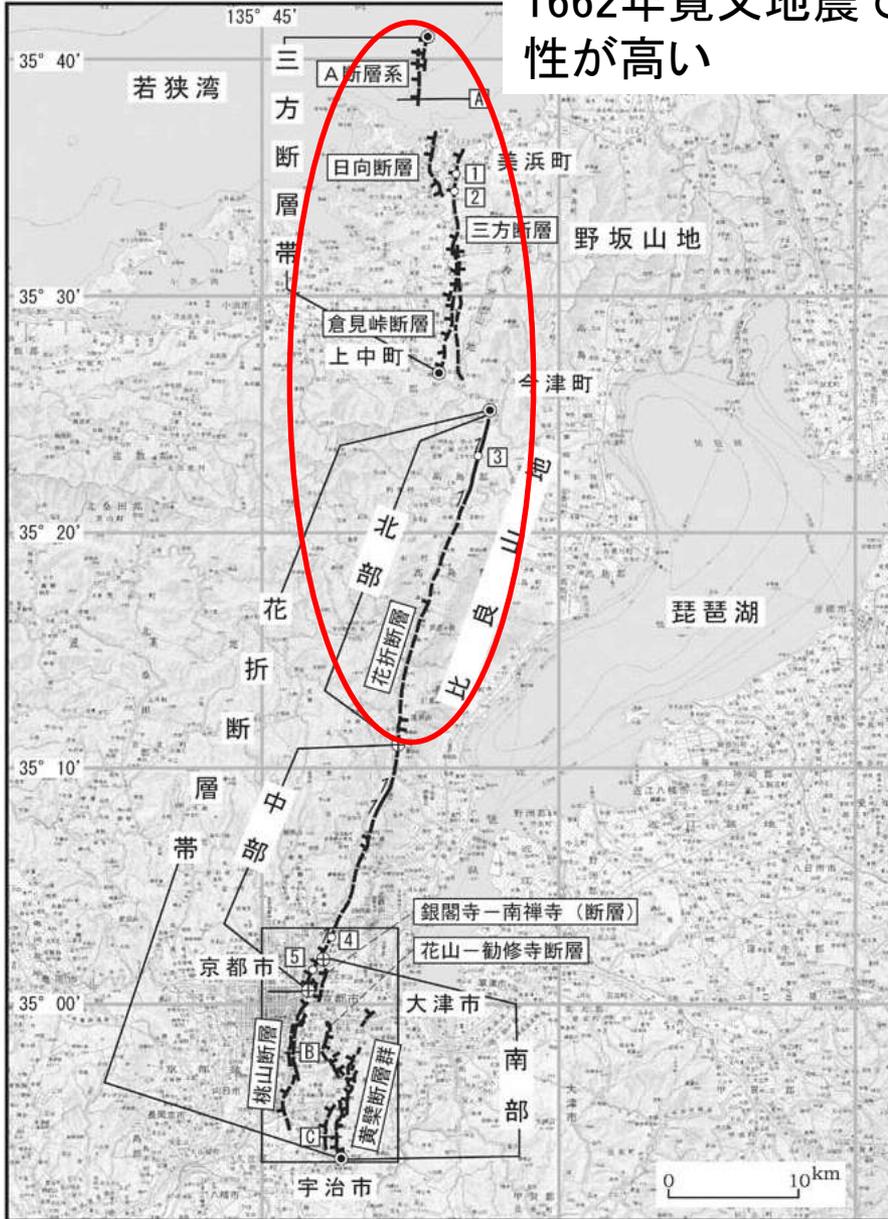


地震調査研究推進本部
「日本の地震」より

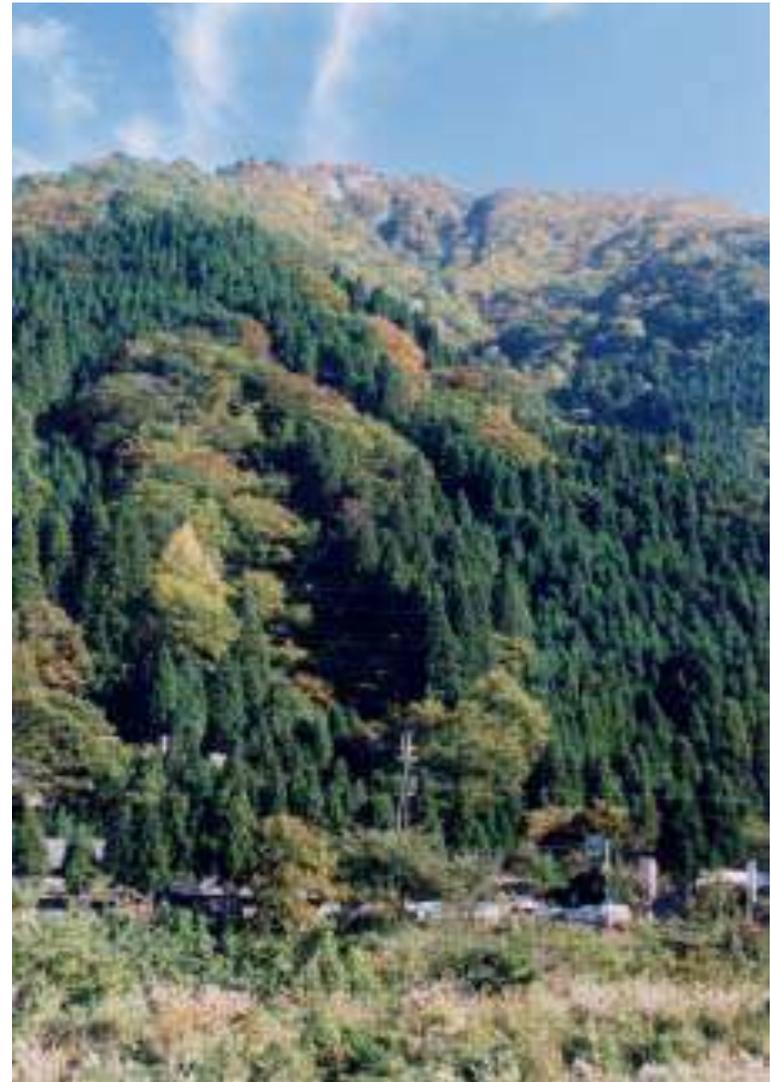
三方・花折断層帯

三方断層帯と花折断層帯北部は
1662年寛文地震で破壊した可能性が高い

地震調査研究推進本部HP



1662年の地震に伴う山体崩壊(町居崩れ)



都市圏活断層図「京都東北部」図幅

花折断層(中南部)

活動間隔:4200~6500年

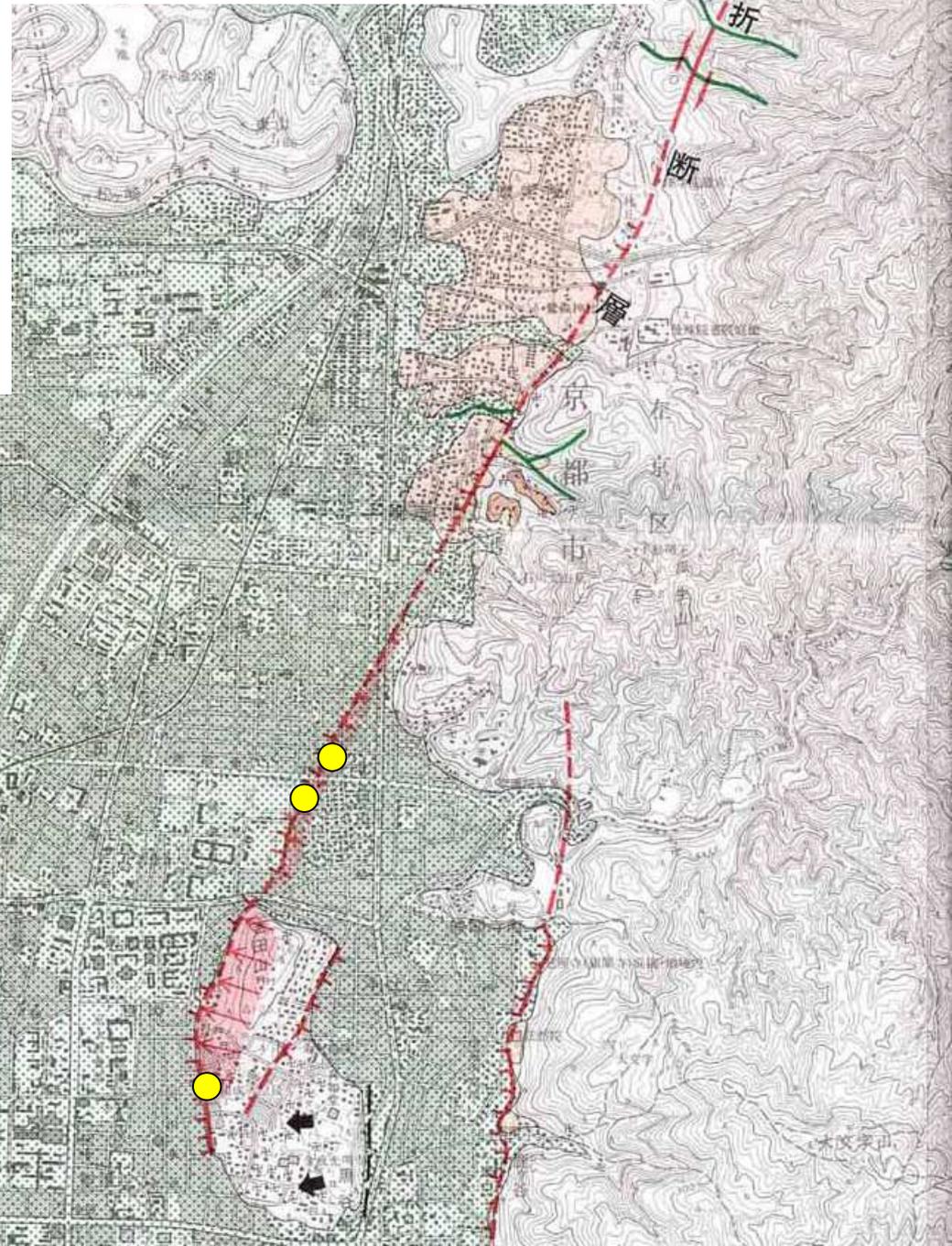
最終活動時期:2800~1400年前

地震後経過率:0.2~0.7

30年確率:0~0.6%

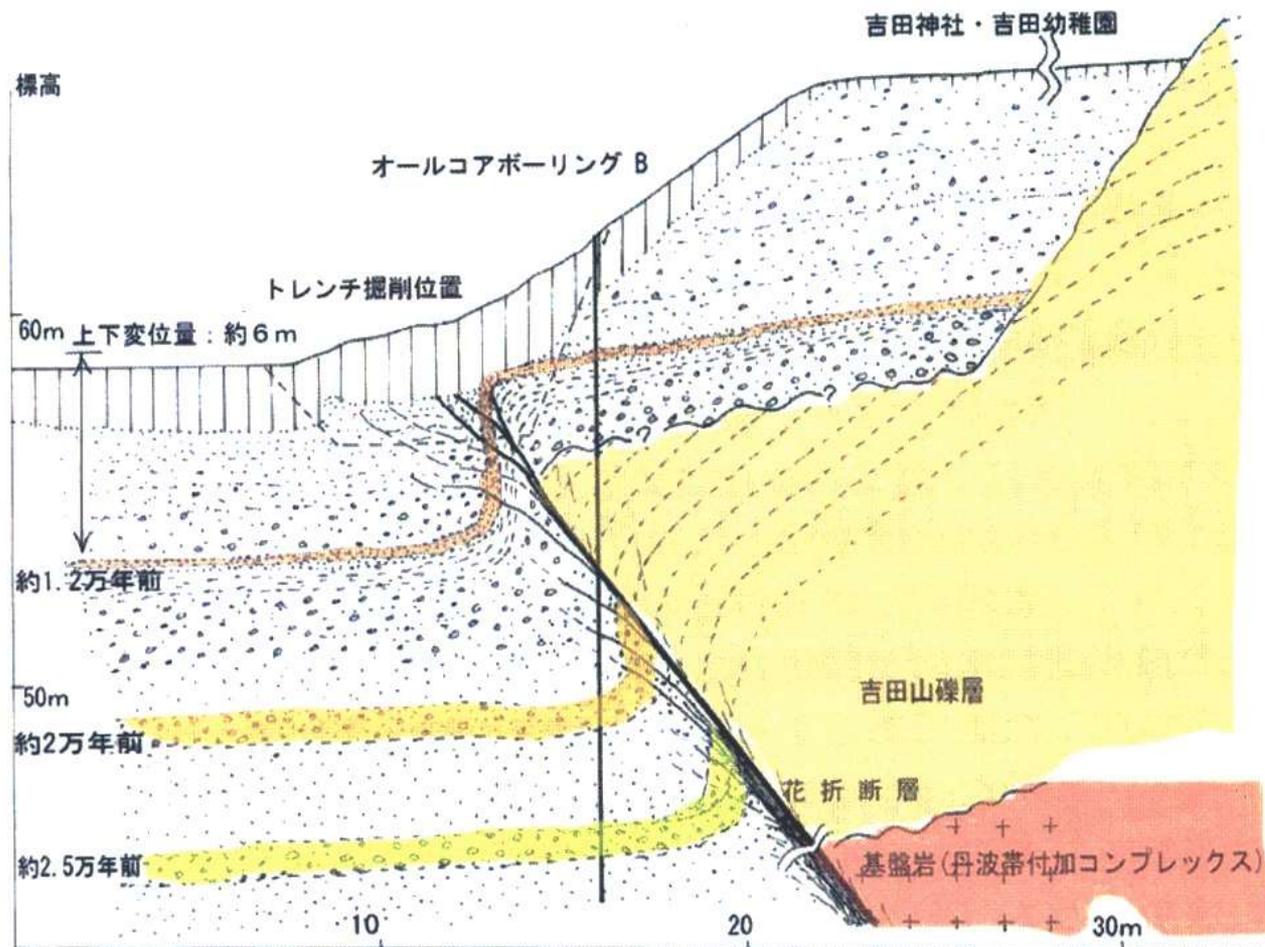
地震の規模:M7.3

北部:1662年 寛文近江地震



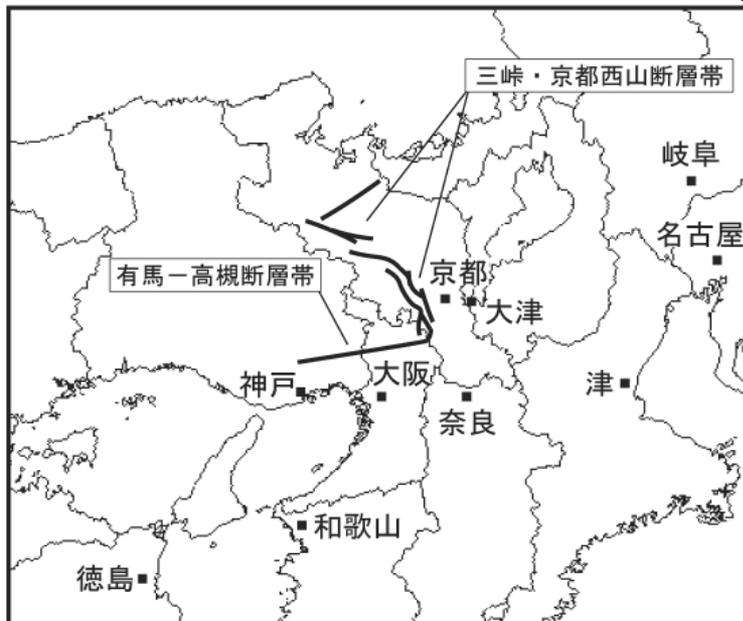
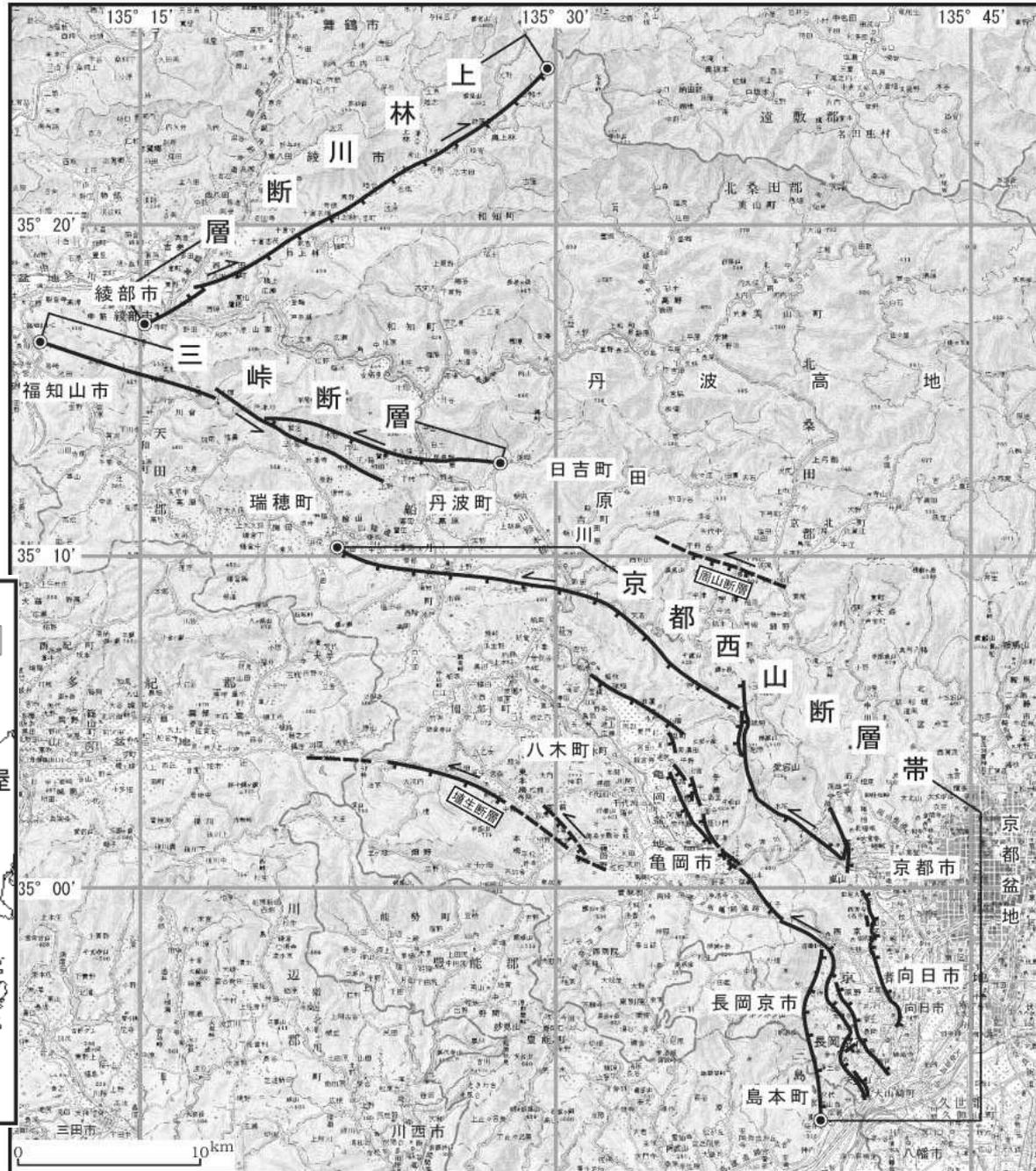






吉田幼稚園トレンチ調査地点周辺の地質断面図

三峠—京都西山断層帯



三峠—京都西山断層帯の評価

	平均変位速度	1回のずれ	平均活動 間隔	最新活動時期
上林川断層	?	2m	?	3世紀以前
三峠断層	0.3-0.4m/千年 (横ずれ成分)	2m (横ずれ成分)	約5000- 7000年	約2400年前～200年
京都西山 断層帯	0.3-1.0m/千年 (横ずれ成分) 0.1-0.4m/千年 (上下成分)	3-4m (横ずれ成分) ?	約3500- 5600年	約2800年前～約1400年 前

1830年 文政京都地震(M6.5) 死者280名

「市中の二階建ての建物はことごとく倒壊した」という記述あり

琵琶湖西岸断層帯の評価

	平均変位速度	1回のずれ	平均活動間隔	最新活動時期
知内断層	約1.6m/千年 (上下成分)	3-5m (上下成分)	約2000- 3000年	約3000年前以後
饗庭野断層				約2800年前～約2400年前
上寺断層				
勝野断層				
比良断層				1185年「元暦大地震」
堅田断層				約19000年前以後
比叡断層				
膳所断層				3000年前以後
西岸湖底断層系	1.1 - 1.3/千年 (上下成分)			

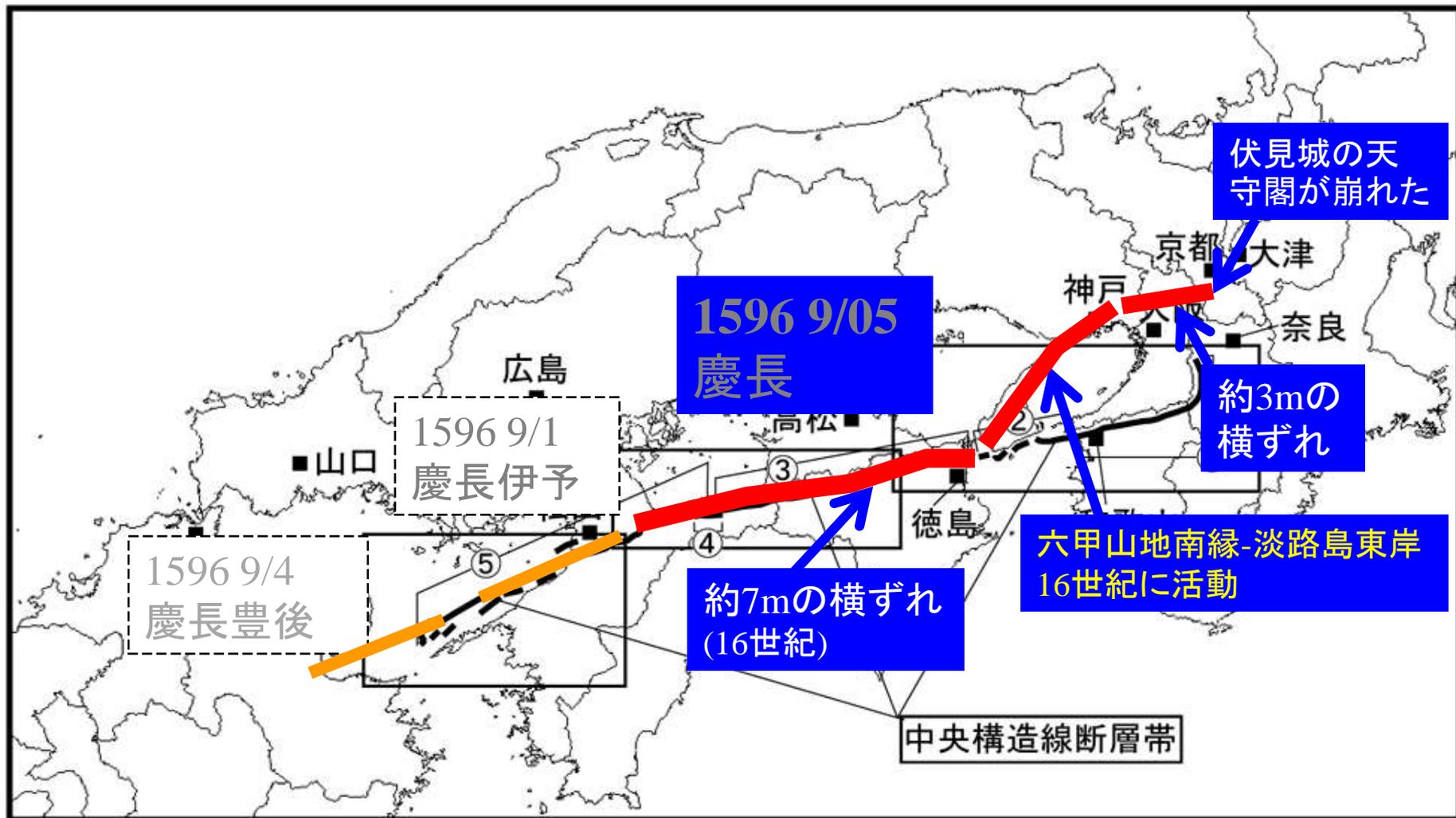
1596年慶長伏見地震(史上最大級の内陸地震)

伏見地震の痕跡

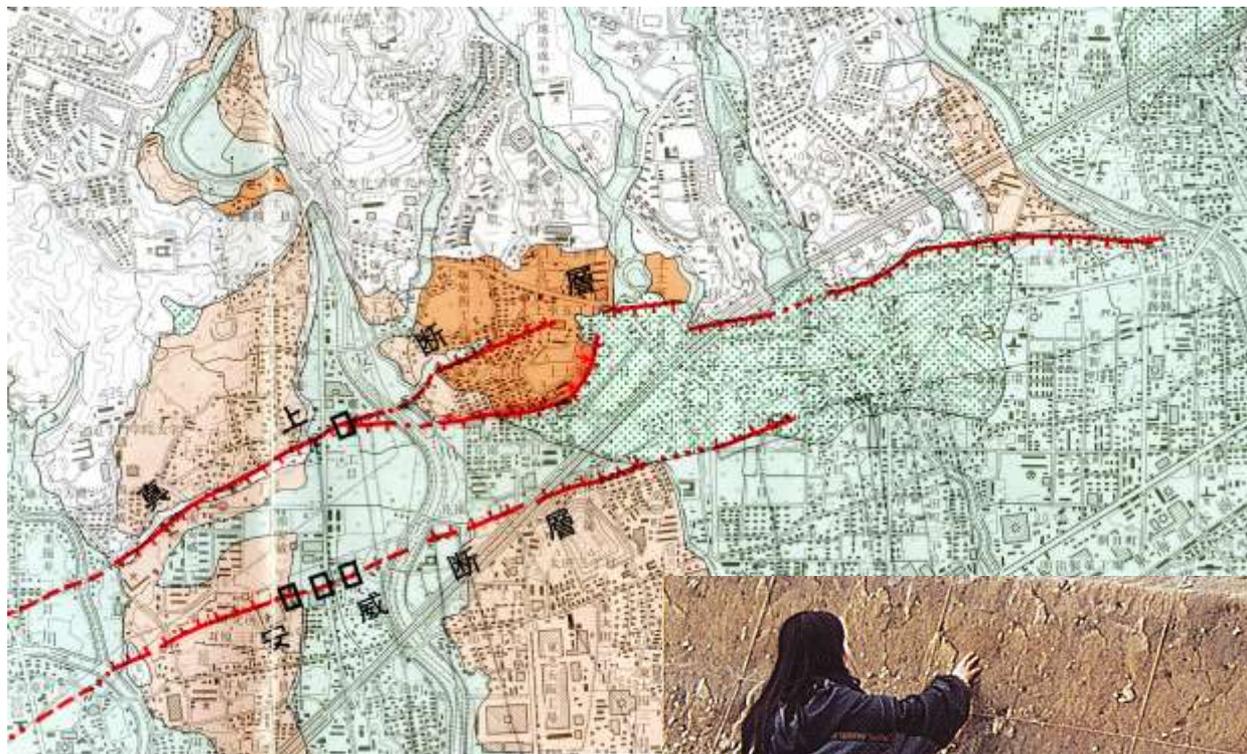
一五九六(慶長元)年九月五日の伏見地震の場面は、河竹黙阿弥の時代狂言「増補桃山譚」の舞台で見られる。舞台では天守閣が地震でつぶれる。閉門中の加藤清正が駆けつけて秀吉をたすける。その手柄によって清正は閉門をゆるされる。

この地震は、子の刻、つまり真夜中におこった。大きく揺れはじめたとき太閤は、「組まれた天井と鴨居の間が、はげしい上下動に五、六寸もの大口開けてゆくのを見ていた」と、山岡荘八の「豊臣秀吉」に描かれている。秀吉は大天守閣が消えてしまったことを、そして五〇〇人あまりいた長局の女たちのうちのたった一〇人ほどが難を逃れたことを知る。

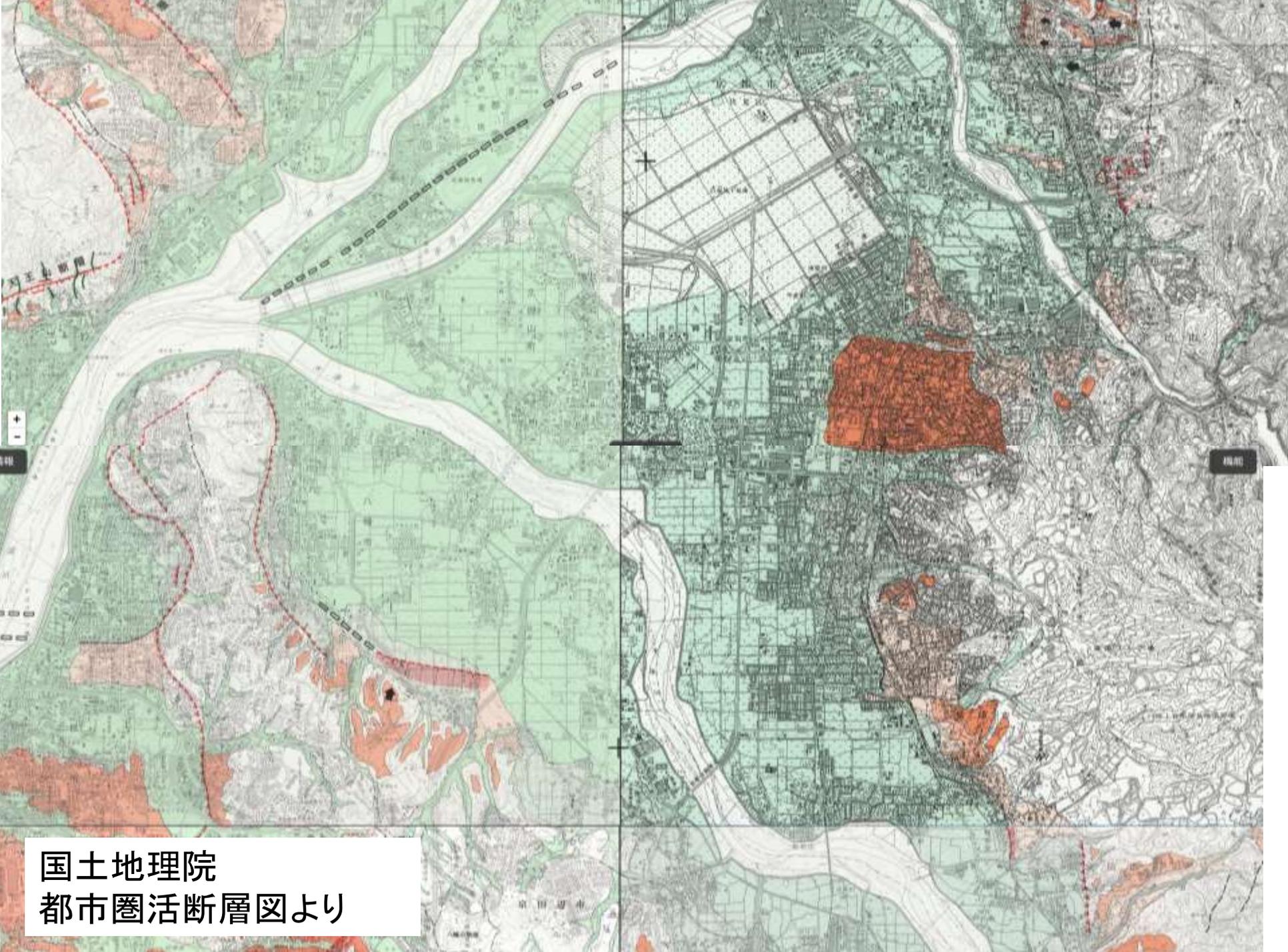
1596年の慶長大地震(地震の連鎖?)



地震調査委員会資料に加筆

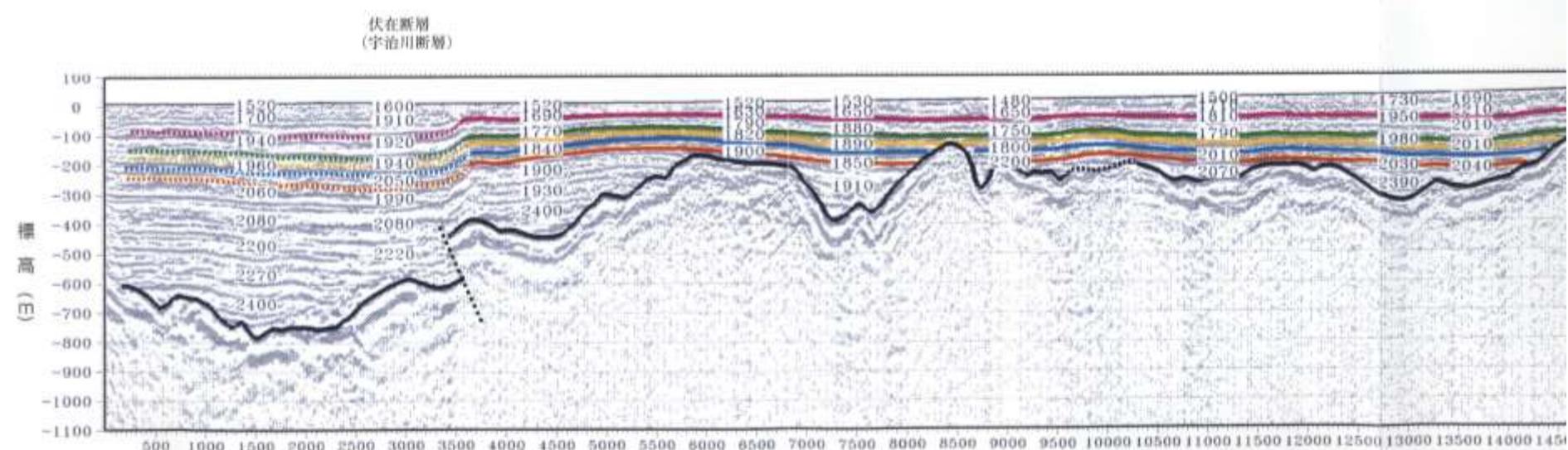
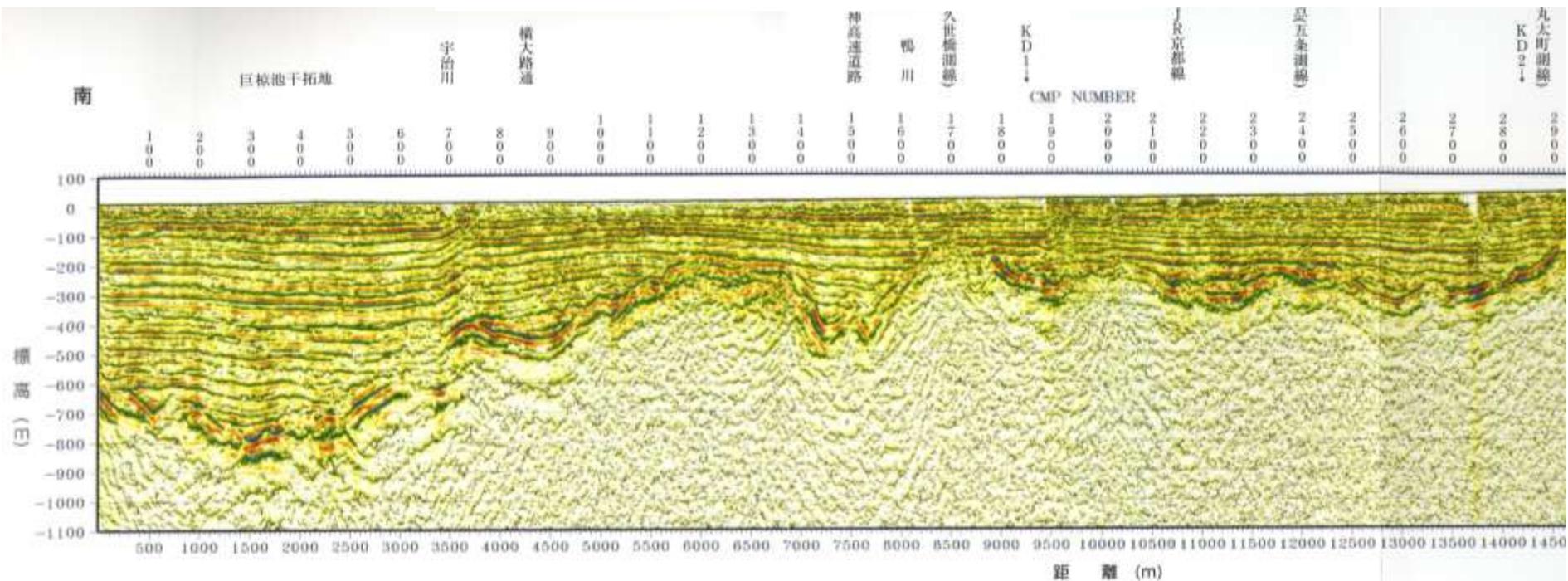


寒川(1996)



国土地理院
都市圏活断層図より

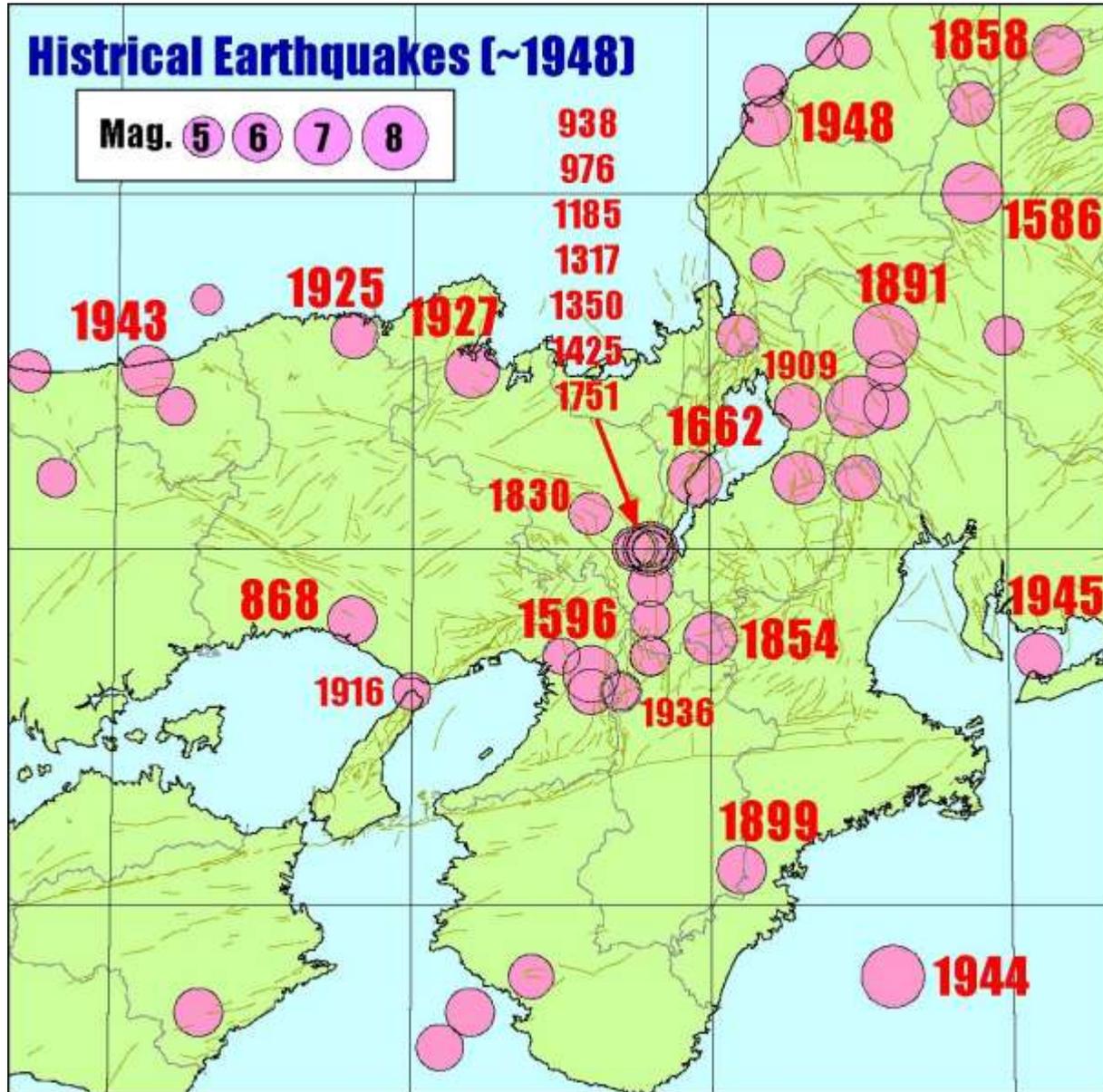
京都盆地を南北に横切る反射断面



三方・花折断層帯	三方断層帯	7. 2程度	ほぼ0%
	花折断層帯 (北部)	7. 2程度	不明
	花折断層帯 (中南部)	7. 3程度	ほぼ0%~0. 6%
京都盆地-奈良盆地断層帯南部 (奈良盆地東縁断層帯)		7. 4程度	ほぼ0%~5%
有馬-高槻断層帯		M7. 5程度 (±0. 5)	ほぼ0%~0. 03%
三峠・京都西山断層帯	上林川断層	7. 2程度	不明
	三峠断層	7. 2程度	0. 4%~0. 6%
	京都西山断層帯	7. 5程度	ほぼ0%~0. 8%
琵琶湖西岸断層帯	北部	7. 1程度	1%~3%
	南部	7. 5程度	ほぼ0%

布田川断層帯・ 日奈久断層帯	布田川断層帯（布田川区間）	7. 0程度	ほぼ0%
	布田川断層帯（宇土区間）	7. 0程度	不明
	布田川断層帯（宇土半島北岸区間）	7. 2程度以上	不明
	日奈久断層帯（高野-白旗区間）	6. 8程度	不明
	日奈久断層帯（日奈久区間）	7. 5程度	ほぼ0%～6%
	日奈久断層帯（八代海区間）	7. 3程度	ほぼ0%～16%

近畿地方の歴史地震



古くは日本書紀に記述あり。
近世以降でも...

- 内陸———
- 1596年の慶長伏見地震
 - 1662年近江地震M7.6
 - 1830年京都地震M6.5
 - 1854年伊賀上野地震M7.3
 - 1858年安政飛騨地震M7.1
 - 1891年濃尾地震M8.0
 - 1925年北但馬地震M6.8
 - 1927年北丹後地震M7.3
 - 1943年鳥取地震M7.2
 - 1948年福井地震M7.1

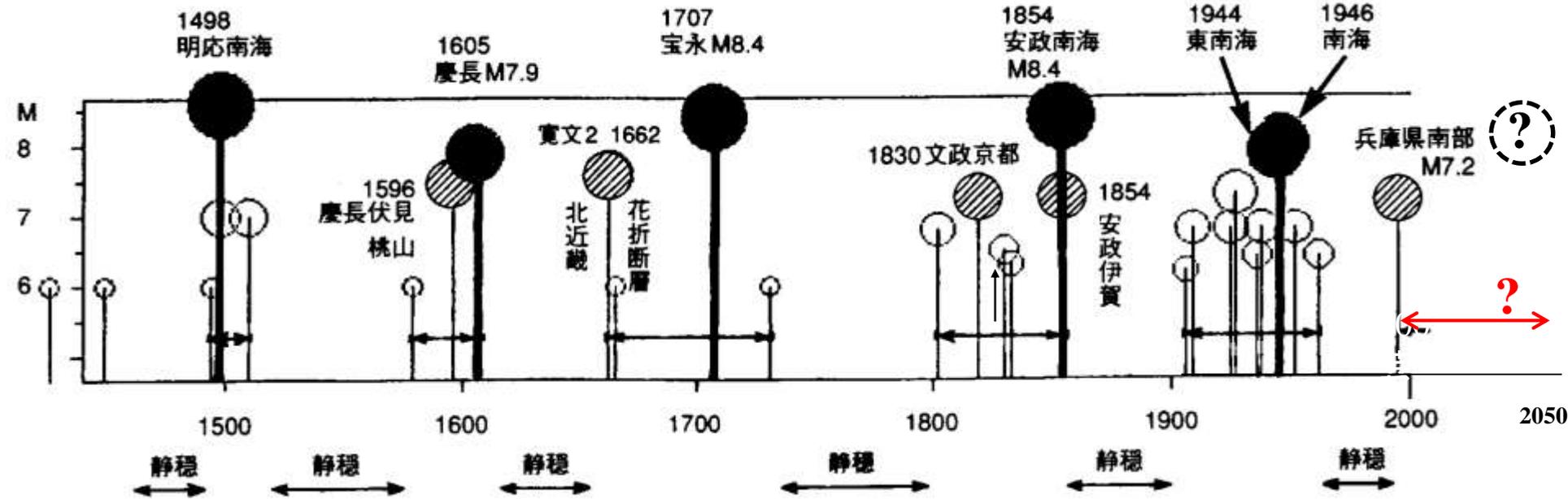
- 南海———
- 1707年宝永地震M8.4
 - 1854年安政東海地震M8.4
および安政南海地震M8.4
 - 1944年東南海地震M7.9
 - 1946年南海地震M8.0

片尾 浩氏作成

~~関西に
地震はない!~~

南海地震と近畿の内陸地震の履歴

(都司, 1999)



南海トラフの巨大地震の前の50年および後の10年の期間では、それ以外の期間に比べて、内陸直下型地震の発生数が約4倍に増える(宇津, 1974)

