

史料の見える化で明らかになった 過去・将来の南海トラフ地震

名古屋大学 地震火山研究センター 山中佳子

- ① なぜ歴史地震研究が重要か？
- ② 歴史地震研究でわかってきたこと
- ③ 将来起こる南海トラフ地震の災害軽減にむけて

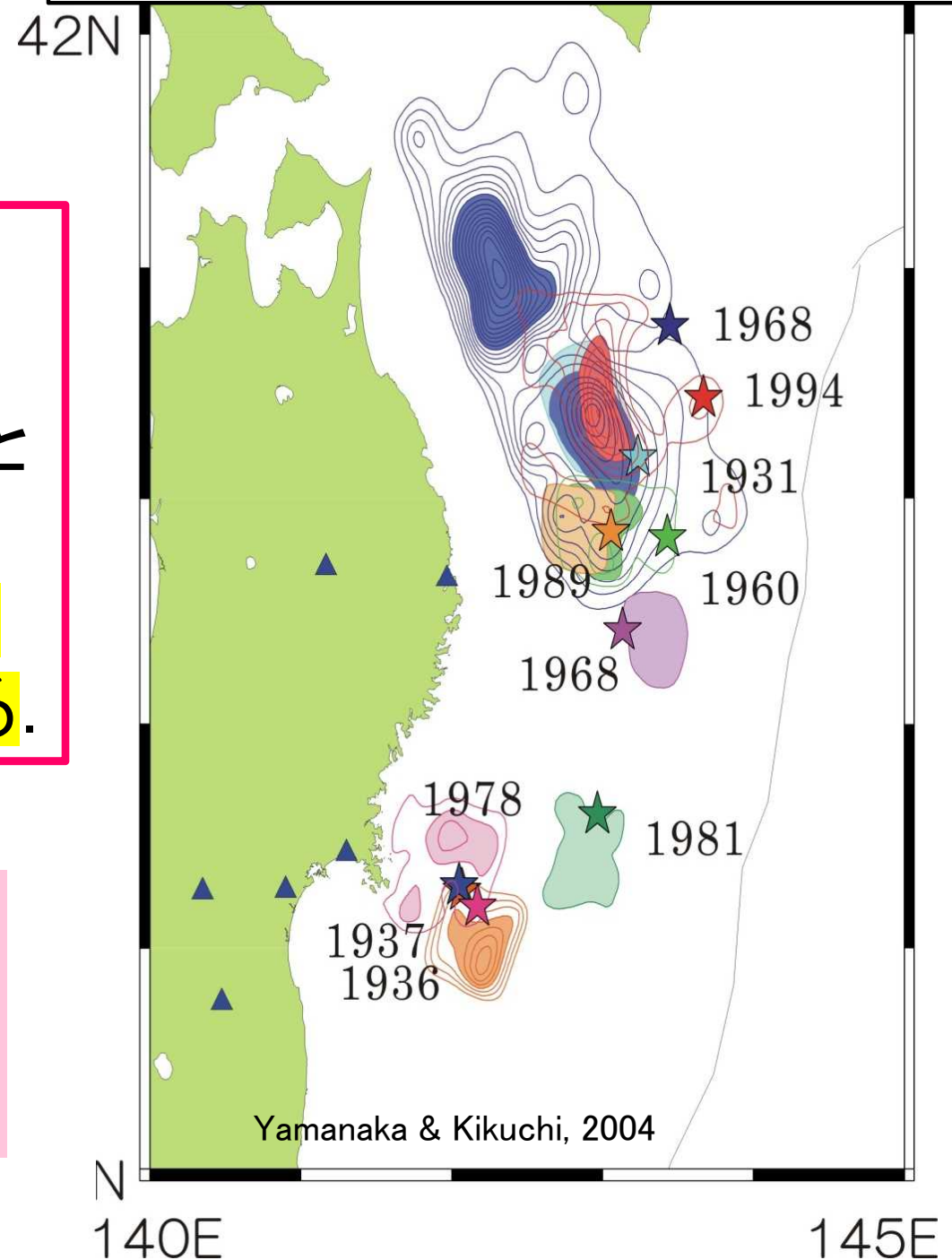
1. 歴史地震の重要性

アスペリティ =
地震時に大きく滑ったところ

- ・同じアスペリティが
繰り返し滑っている.
- ・同じアスペリティが滑ると
規模もほぼ同じ.
- ・複数のアスペリティが連
動すると規模が大きくなる.

アスペリティの場所、
大きさは短期的には
変化しない

東北地方のアスペリティ分布



ところが

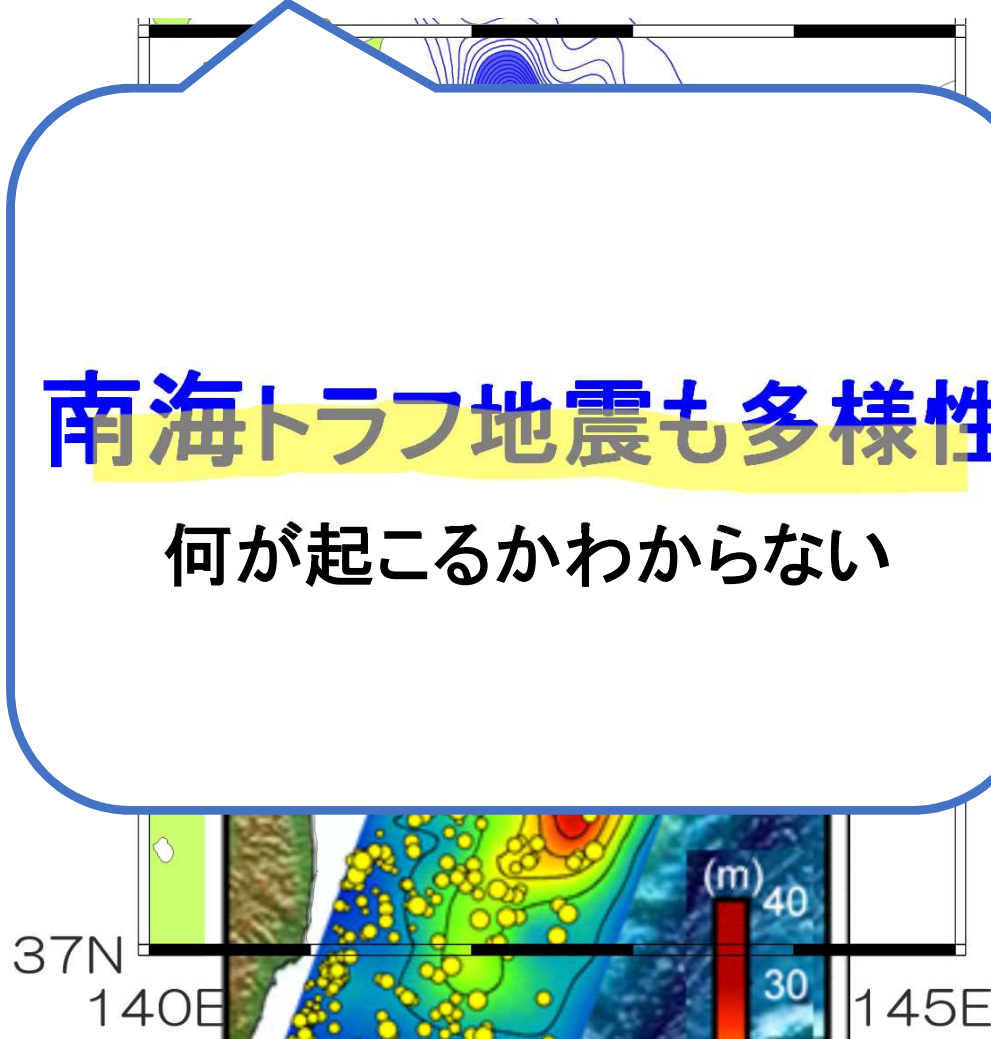
2011年東北地方太平洋地震発生

過去のアスペリティとの関係

階層構造

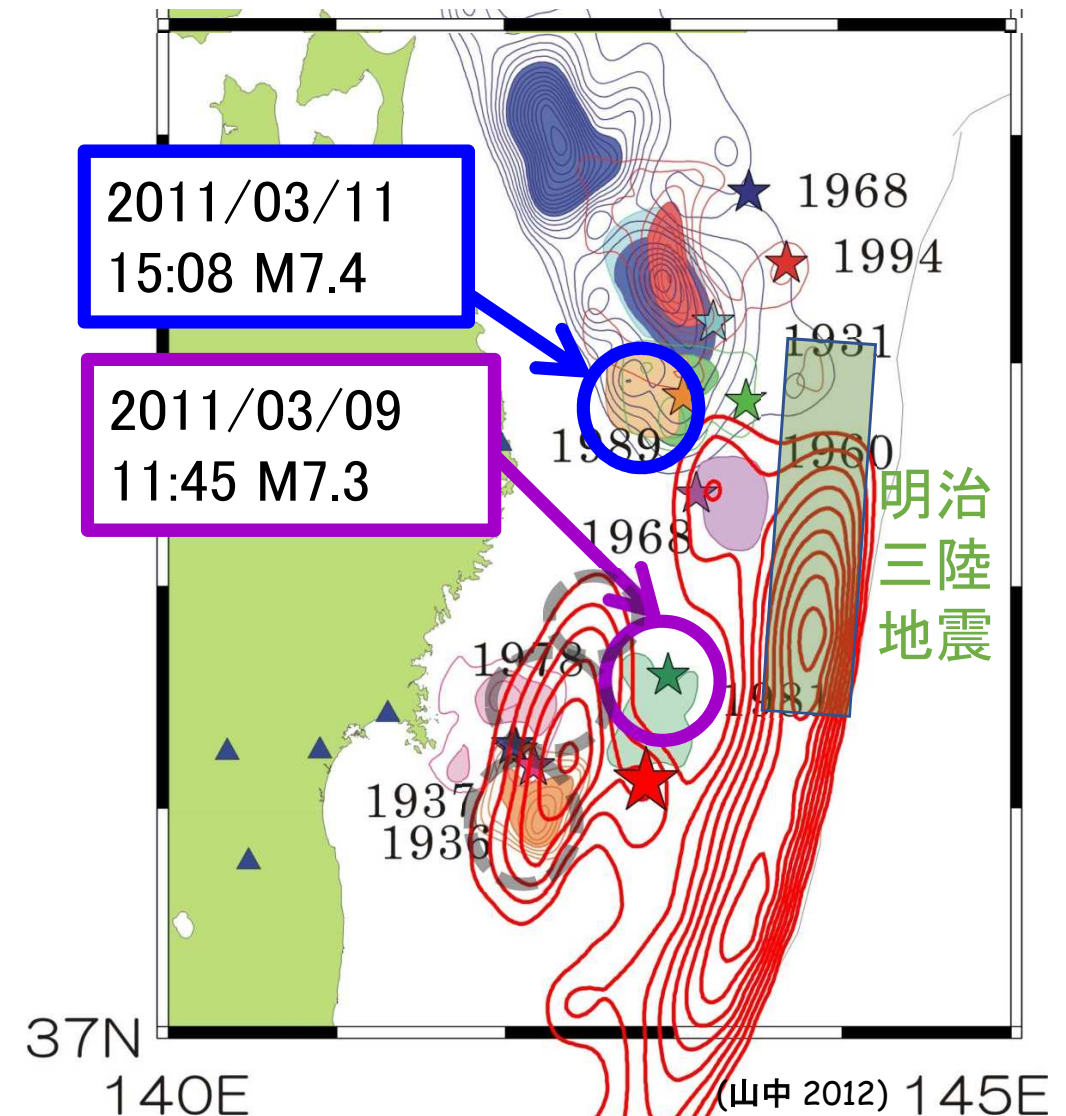
南海トラフ地震も多様性

何が起こるかわからない



(Koketsu et al. 2011)

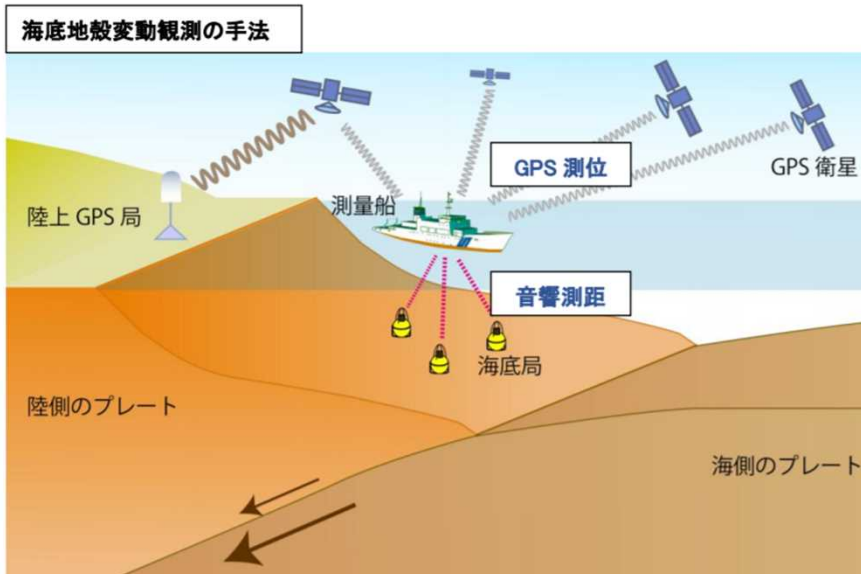
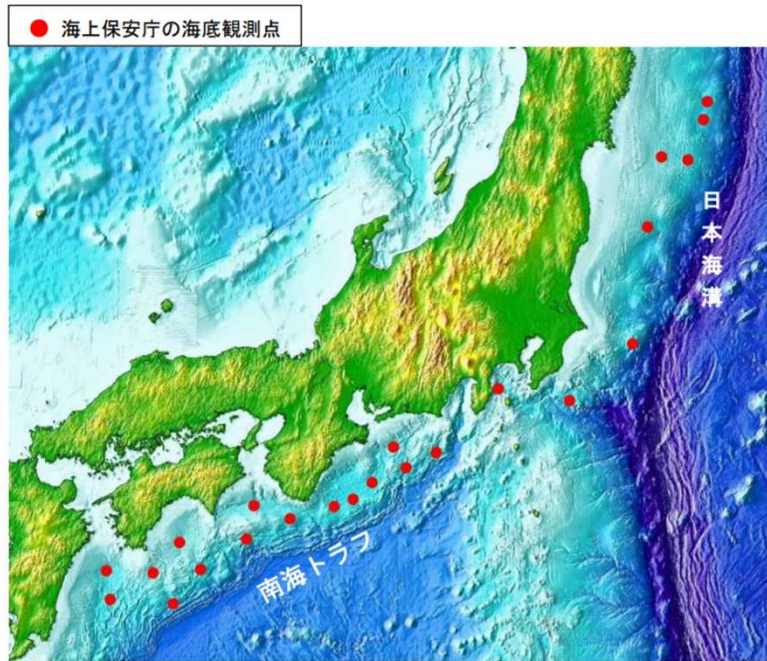
連動 (過去のアスペリティの組み合わせ)



(山中 2012)

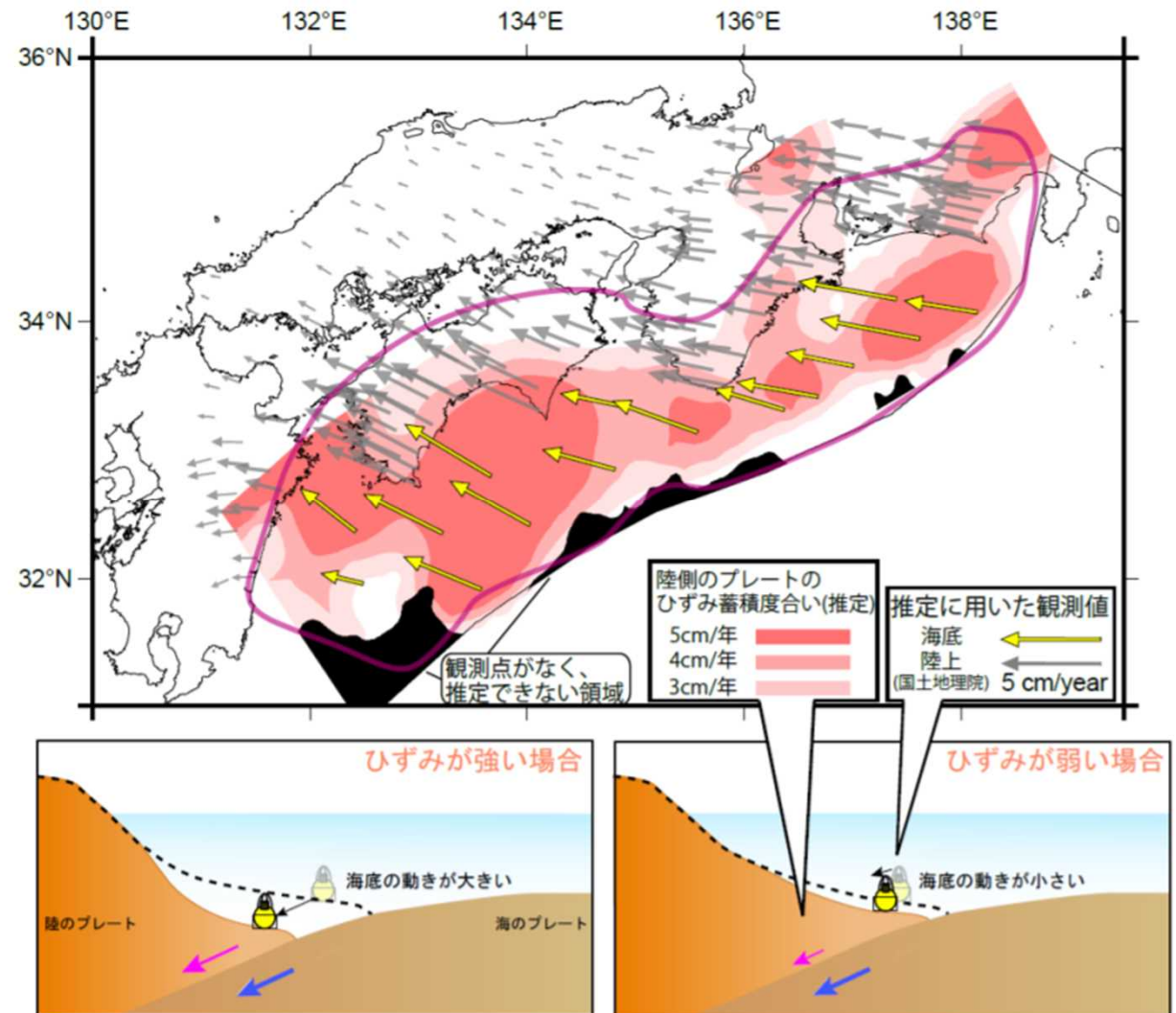
ともに背景は東北地方のアスペリティマップ(Yamanaka&Kikuchi,2004)

現代の地震学では 地殻変動データからもアスペリティの推定



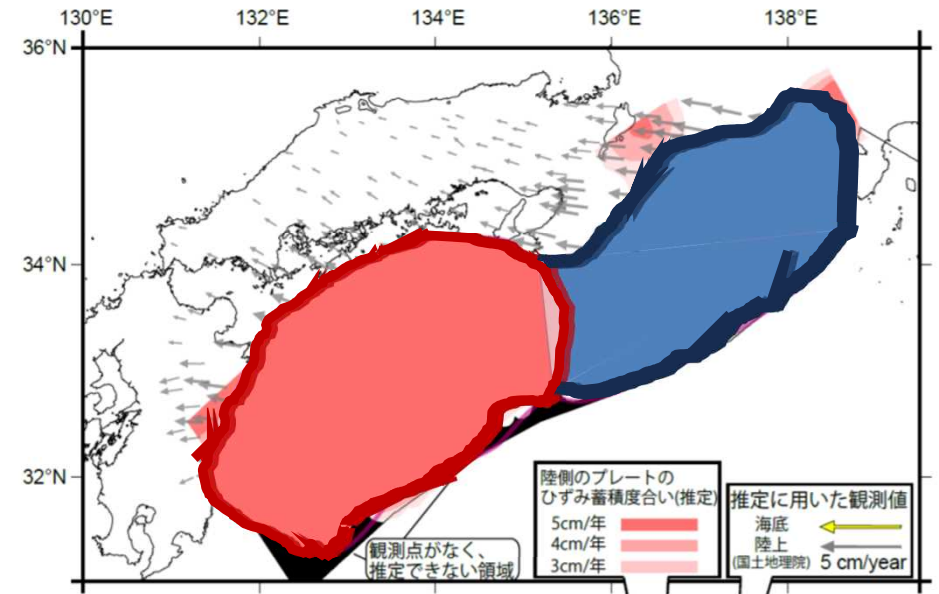
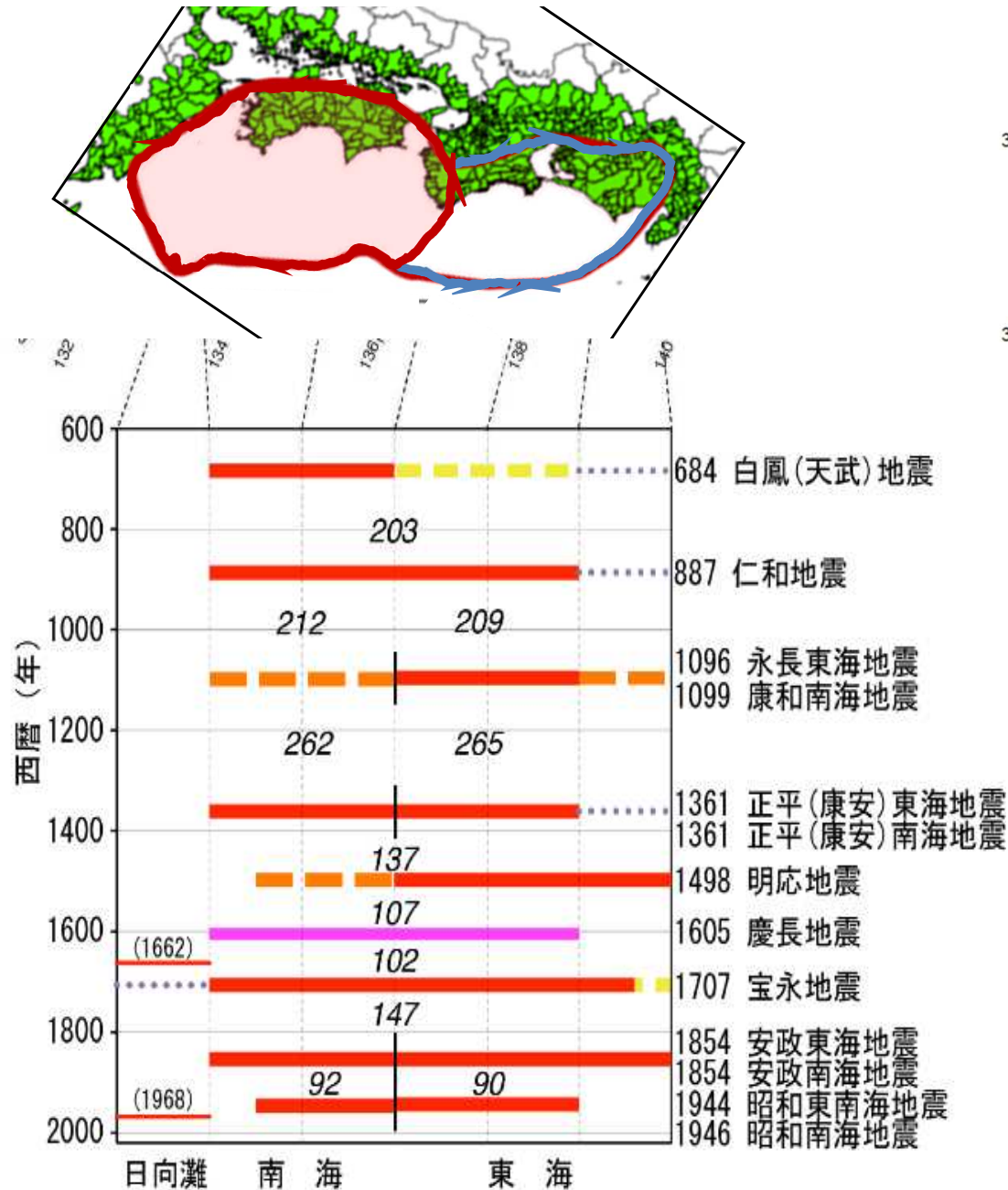
海底地殻変動データから見たプレート運動速度

Yokota et al. 2016



過去のアスペリティの連動なら

東側か西側かではなく



アスペリティ(大きなすべり)の場所は決まっているが、アスペリティの組み合わせで規模は変わる。

将来の地震像を考えるためには**過去の地震のアスペリティの組み合わせを知ることが重要**

過去に発生した南海トラフ地震

日本の地震計観測

1875年(明治8年)

内務省地理局東京気象台(後の中央気象台→気象庁本庁)で地震計による観測開始

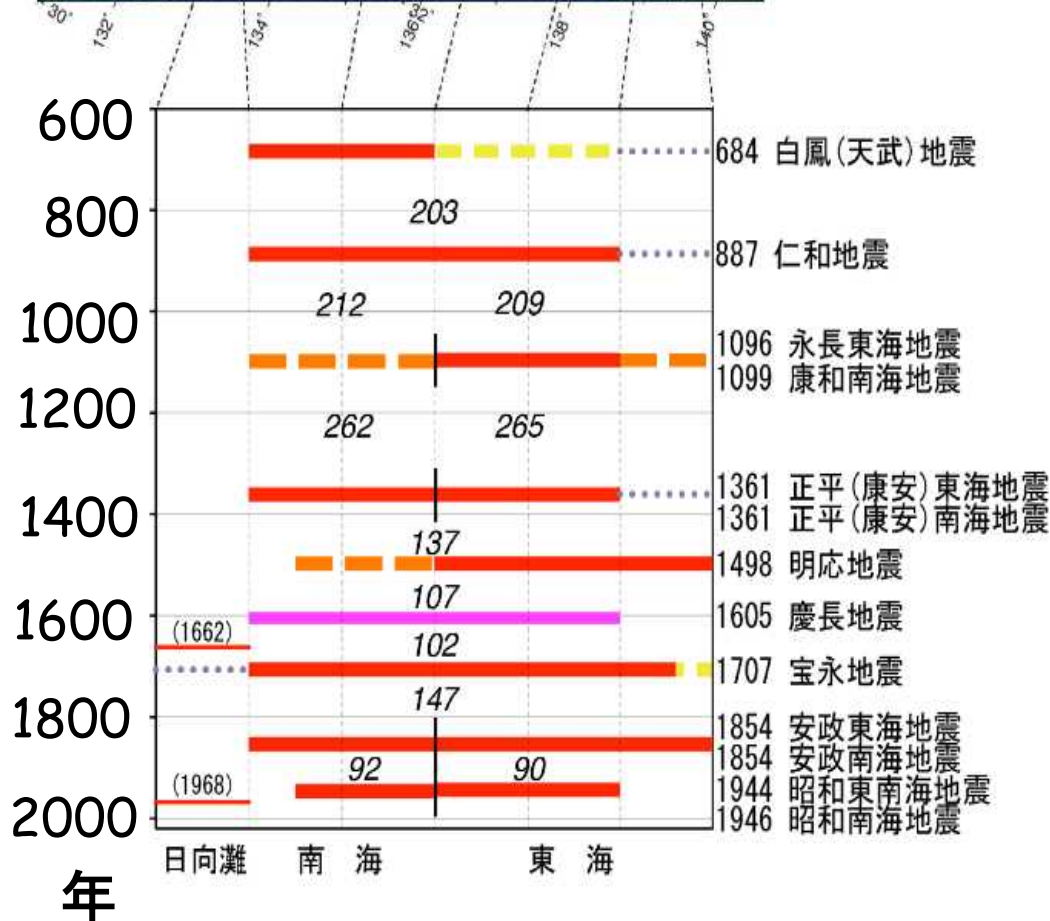
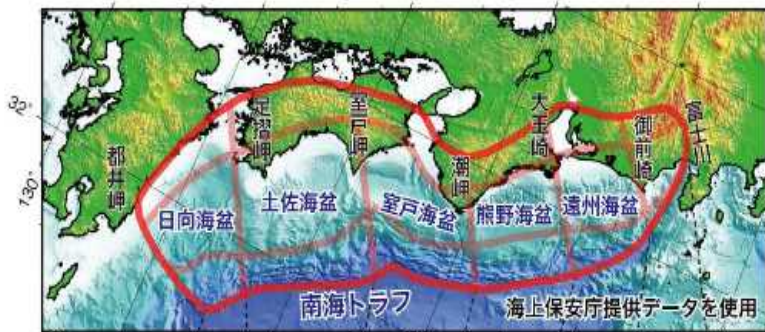
地震を感知し時刻を記録する感震器

1884年(明治17年)

東京気象台が「地震報告心得」を制定 日本全国の地震情報を集約 全国の測候所に普通地震計が整備.

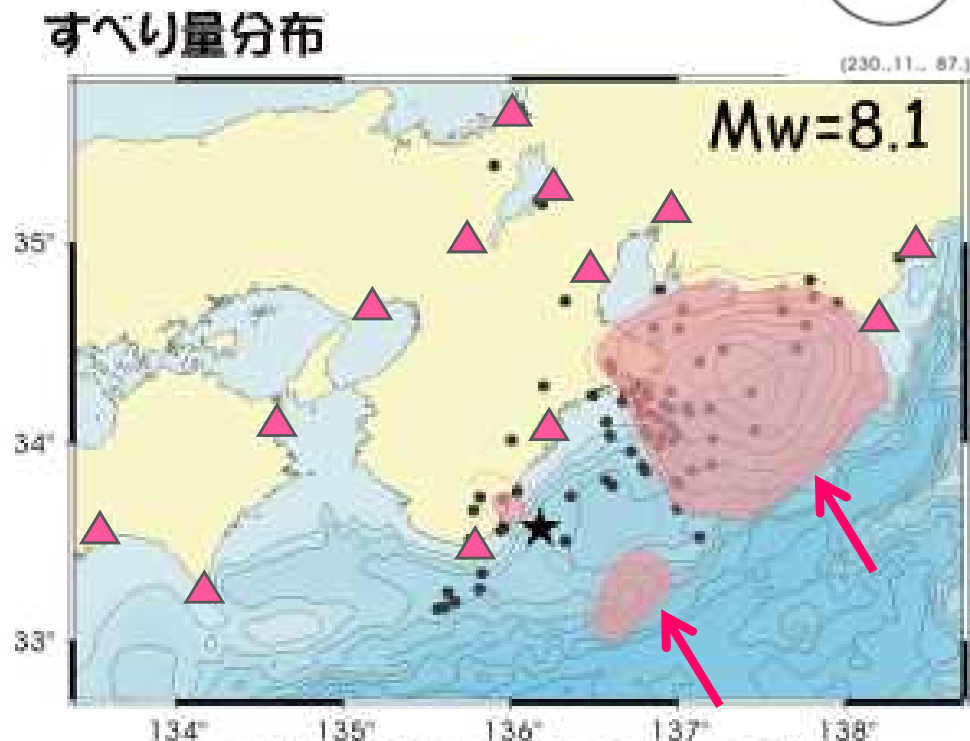
明治末には全国50ヶ所を超える測候所に普通地震計が整備.

ただし地震記録として残っていて地震波解析ができるのは昭和に入ってから



地震波形データでみた昭和東南海地震

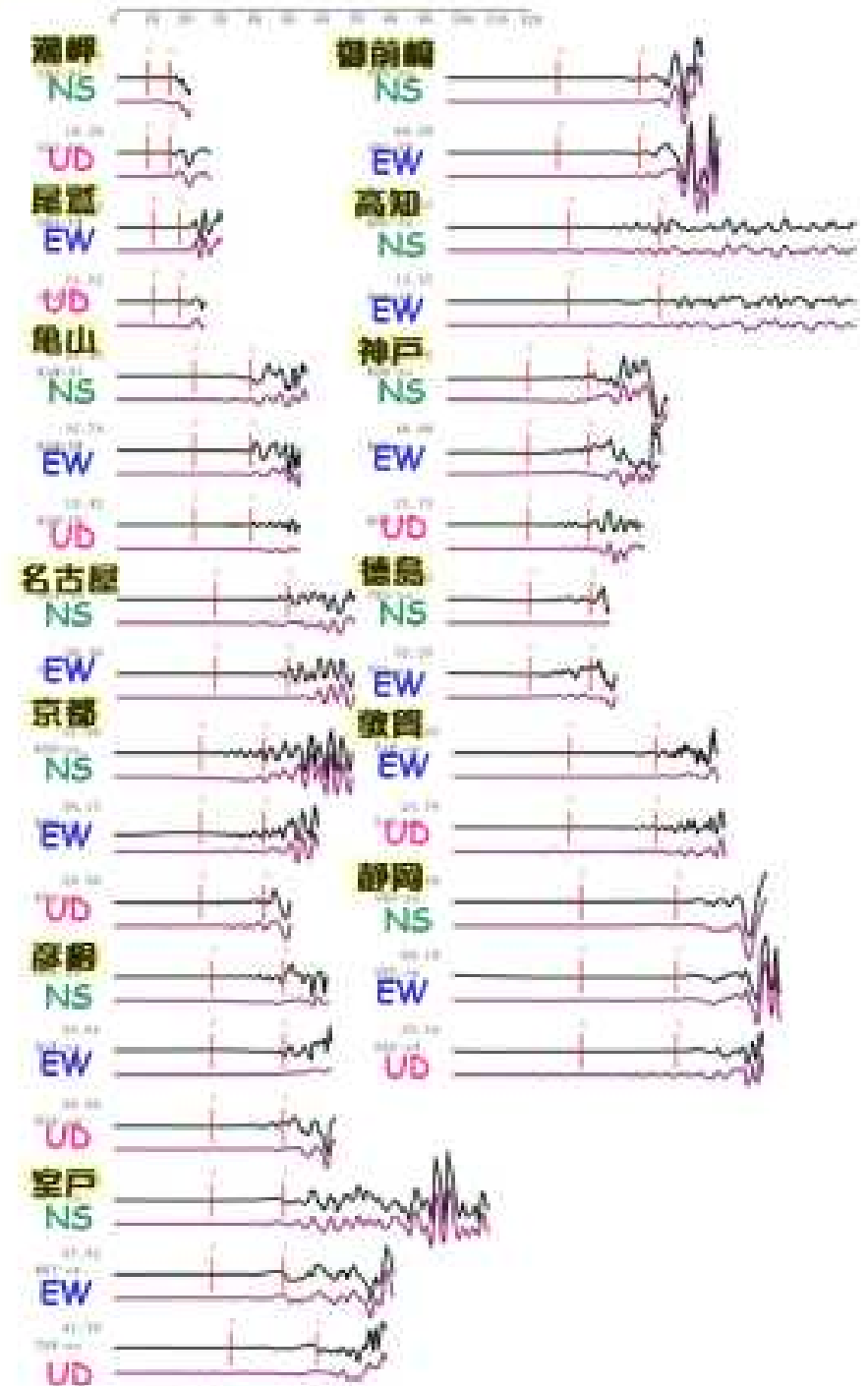
地震波形データによる震源過程解析 (山中, 2007)



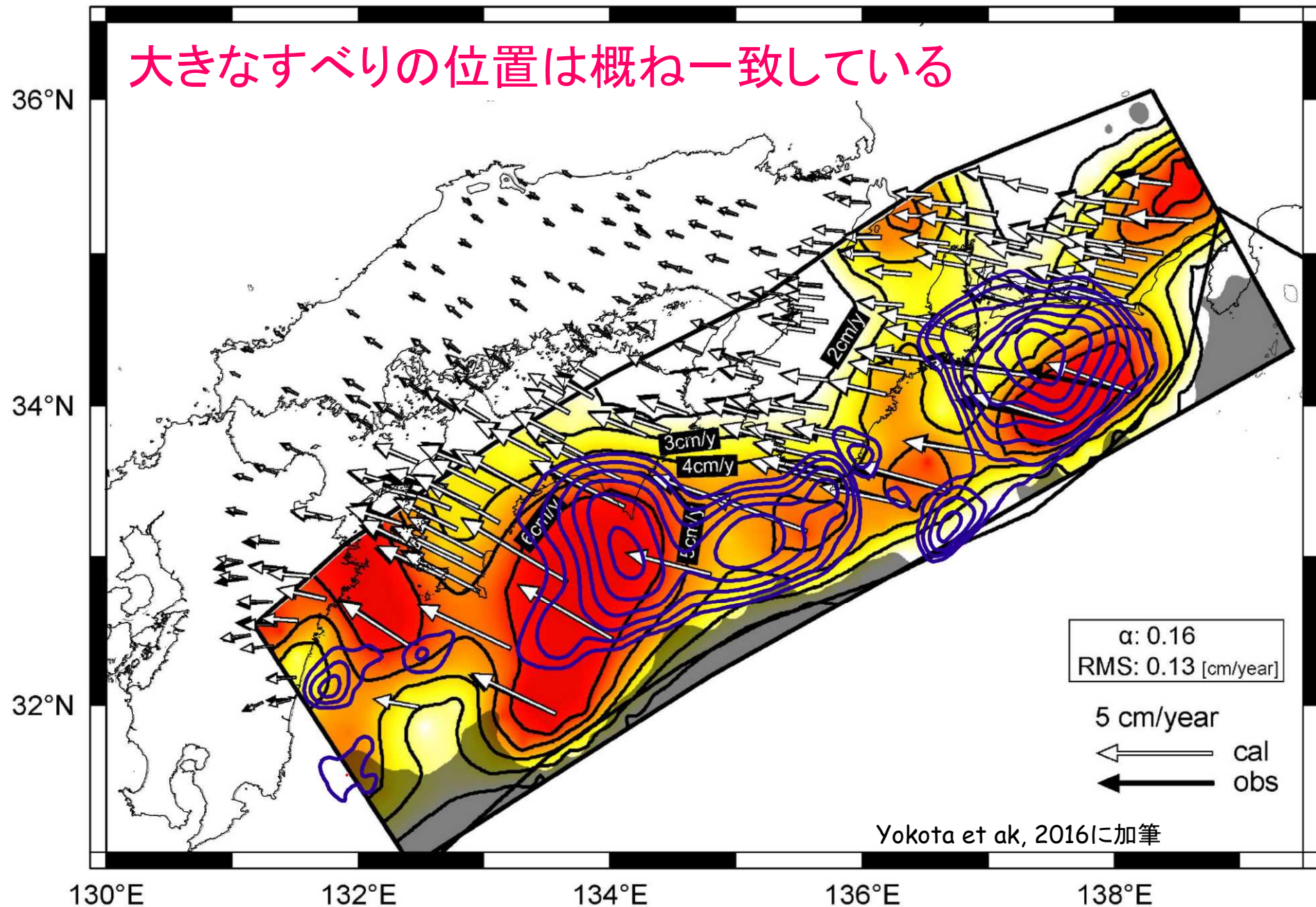
▲は観測点、●は気象庁による余震分布
コンター間隔0.3m 1.2m以上すべった領域
のみ最大すべり量の半値を塗りつぶした



将来起れば長周期地震動の問題あり



山中(2006)の東南海地震 及び Murotani et al. (2015)の南海地震 のすべり分布 と Yokota et al. (2016)の比較



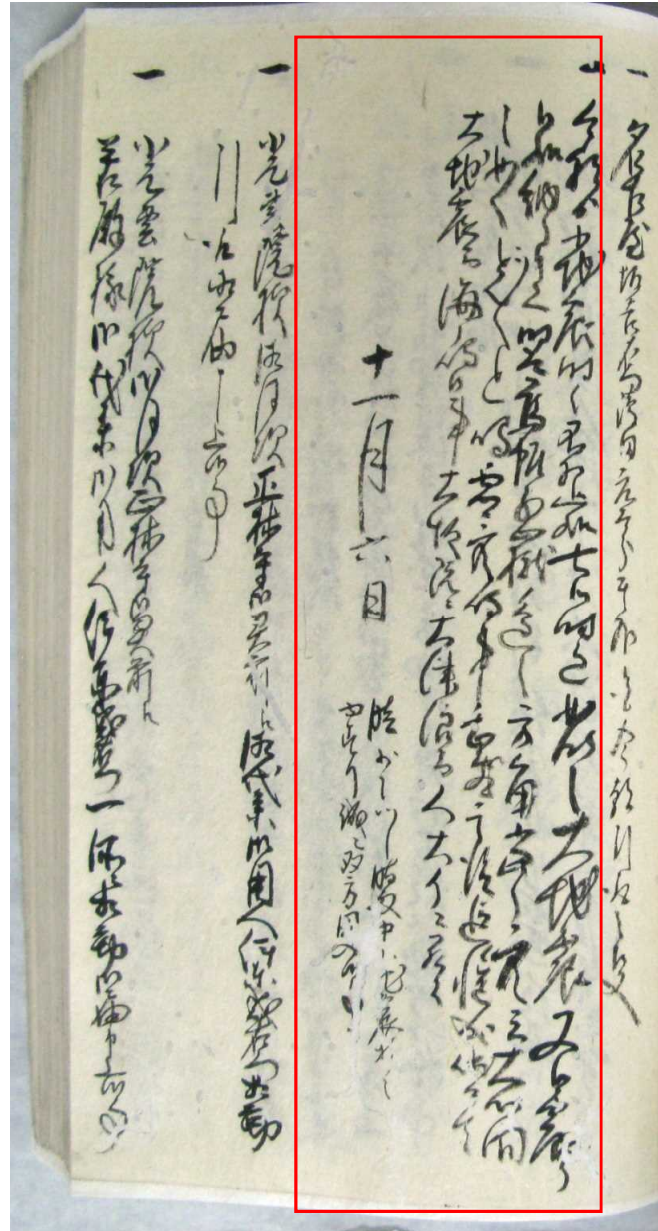
江戸時代以前の地震 どうやって調べる?? → 古文書!

例:名古屋大所蔵 高木家文書

2019年一部が国の重要文化財に指定

高木家文書 御用日記

安政元(1854)年十一月五日条



十一月六日 晴少しツ、時雨中小地震折々
ゆすり誠ニ双方困入候事

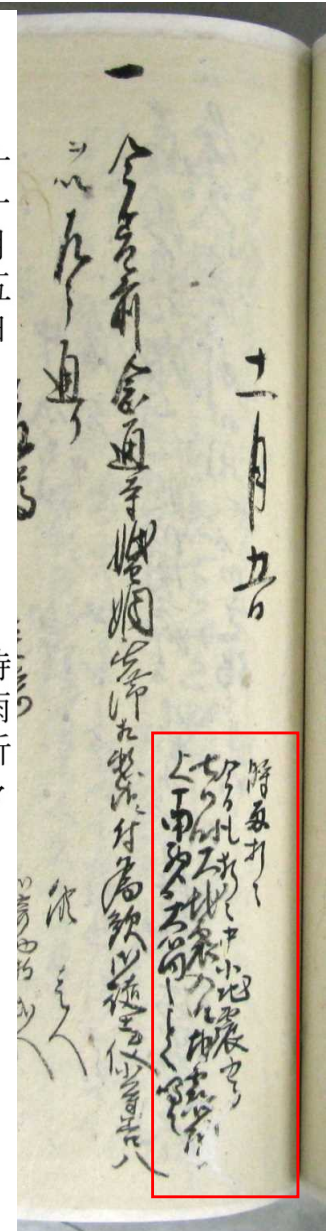
大地震ニ而海鳴候事、大坂既ニ大津浪ニ而人大イニ死ス
之如くどん／＼と鳴、雲空鳴事甚敷、其後追慥成咄ニ者

一名古屋坂吉右衛門、嶋田元三郎、其外とも今朝引取之事
一今朝方小地震時々不相止処、七ツ過如^{きのうのごとき} 昨^{きのう}之大地震又候震り
候処納り候也、時郷烏帽子嶽辺之方角当之空ニ而大筒

〔中略〕

十一月五日

時雨折々
今日も折々中小地震ゆる
七ツ時大地震入ル地震□
上南西方大筒之ことく鳴ル



史料の種類も 幕府への報告 から 個人の日記 まで さまざま

先人の被害者により地震に... 崩し字...

まだまだ史料が足りません！

もし江戸時代以前の文書を見つけたときには、
捨てず、売らずに

歴史資料館等にご相談を。



例：新収日本地震史料第3巻別巻

女、金子五両、銀百拾三匁、
土葬に致し、金銀は広村庄屋

流失

流失 但し十月十四日
迄相知れ候分

大破損

流失 但し郡中先年より諸帳
面諸手形共不残流失

流失

流失

納米二石四斗四升
納麦二十五石余

右同

流失

内七拾軒流失

内百五十軒流失

内七拾軒流失

内百五十軒流失

内七拾軒流失

内百五十軒流失

内七拾軒流失

内百五十軒流失

内七拾軒流失

内百五十軒流失

内七拾軒流失

内百五十軒流失

内七拾軒流失

内百五十軒流失

内七拾軒流失

内百五十軒流失

内七拾軒流失

誌〇和歌山県

田屋新九郎の経営していた鳥居、名高両村の海
津浪のために流失してしまったのである。

町広五四一―五四三
八世恵伝の時、梵鐘を鑄造したが翌四年十月
のため、本堂庫裡ともに流失してしまった。

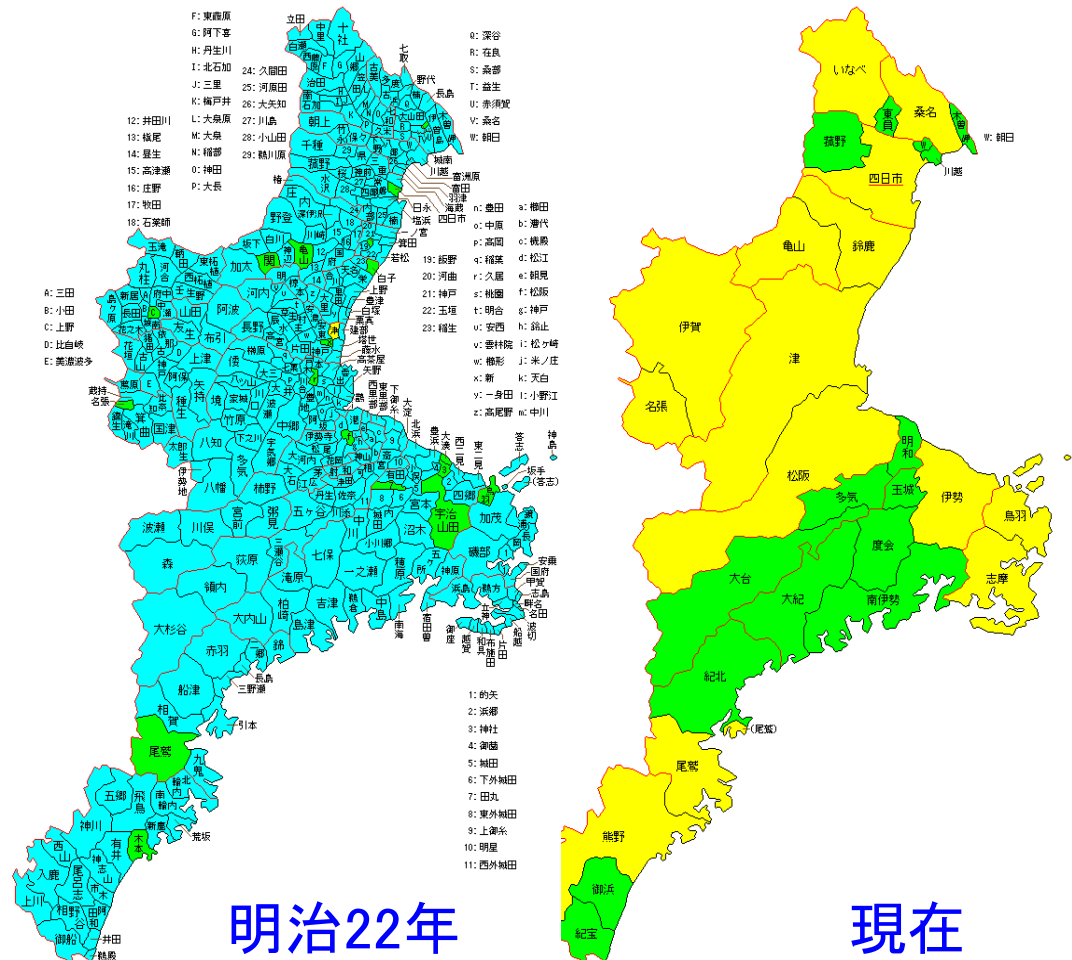
史料を使って震源過程を考えるには…

史料が**どこの情報**を書いているのかを確認しないとならない。

筆者が体験したこと、
筆者が聞いた他の場所のこと、
など書かれている内容はさまざま

史料に出てくる地名は
現在存在しない地名も多く、**場所特定には時間がかかる。**

三重県の市町村



市町村変遷パラパラ地図より
<https://mujina.sakura.ne.jp/history/index.html>

宝永地震・安政地震 これまでの研究でわかっていること

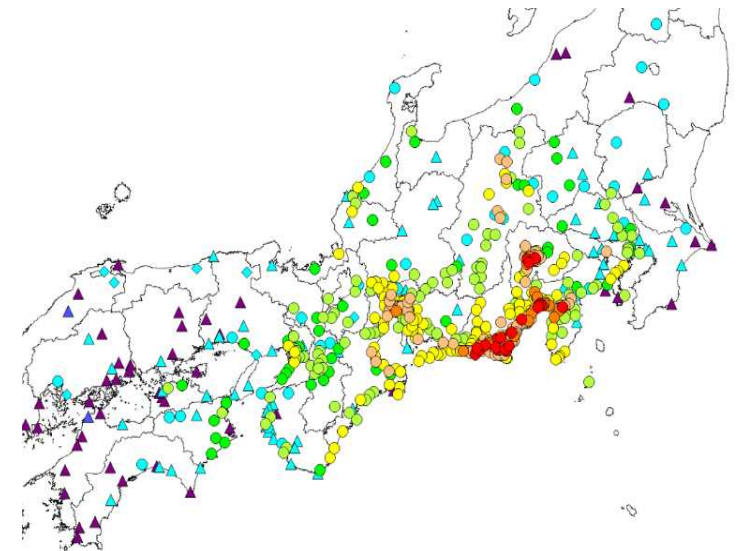
史料がどこの情報なのかが特定できれば

例：安政東海地震の震度分布

◎史料情報と場所を結びつけることができ、
面的イメージが持てる。



先人たちは
情報を震度や津波高など単純な数値情報
にして地図にプロット



例) 「寺が流された」

⇒ 津波高(浸水高) = 寺の標高 + 2m

「波がきた」 ⇒ 標高 + 10cm

「倒れる寺社も少しある」

「橋に大被害が発生し落ちるものもある」

⇒ 震度6

津波の遡上高を見積もる例：津市

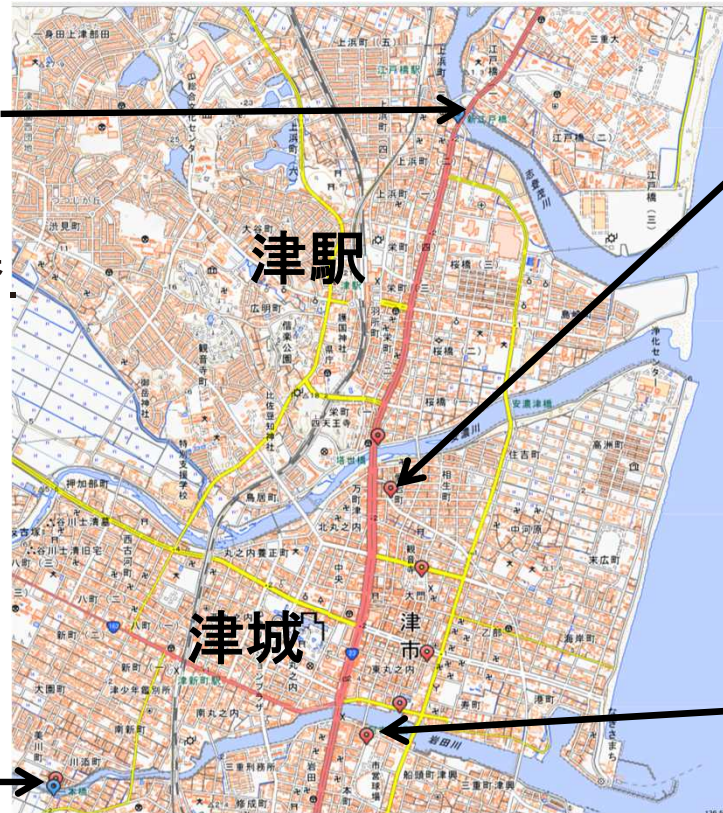
(行谷 & 都司, 2005)

津の震度はV-VI程度

『勢陽後記』(宝永)

「地震高汐にて部田橋落申候」

部田橋は現在の江戸橋。
この標高が3.2m. 橋が流されたので0.5mを上乗せして3.7m.



『勢陽後記』(宝永)

「半田橋高汐にて西へ押し寝させ候」

半田橋は現在の一本橋. 当時の地面の高さを2.38m. 橋が流されたので0.5mを上乗せして2.9m.

『岡 安定日記』(安政東海)

「汐先の事、(中略)半田橋にて背丈ヶ有之」

安政時には背丈ほど津波が来たので、1.5mを上乗せして浸水高を3.9m.

『岡 安定日記』(安政東海)

「汐先の事、(中略)新地裏悪水溝迄」

現在の愛宕町あたり. 新地の裏の側溝まで波先がきた. 標高2.5m. これに10cmを上乗せして浸水高は2.6m.

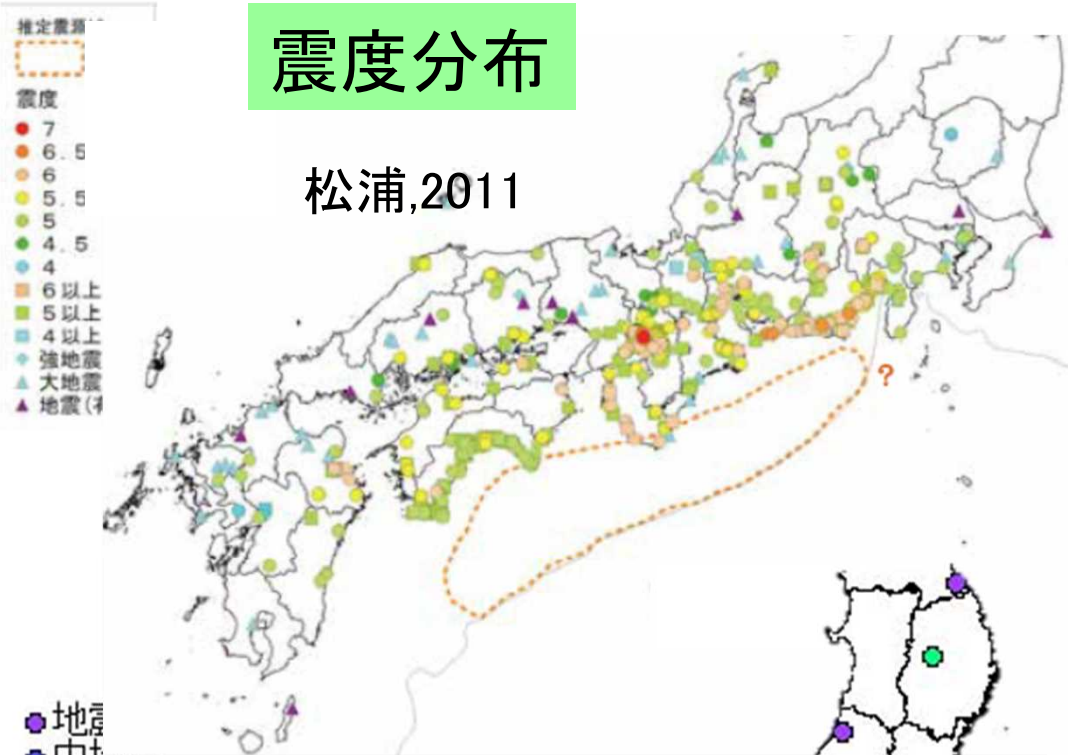
「馬場屋敷前三尺ばかり上る」

馬場屋敷の場所は現在の市立体育館北側. その標高を測ると1.74m. 水が3尺(0.9m)あがったので浸水高は2.6m.

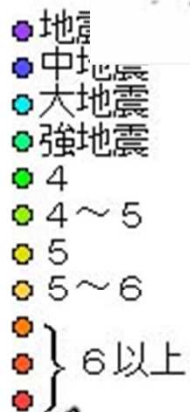
宝永地震(1707年10月28日[宝永4年10月4日] 午後2時頃 M8.6)の概要

震度分布

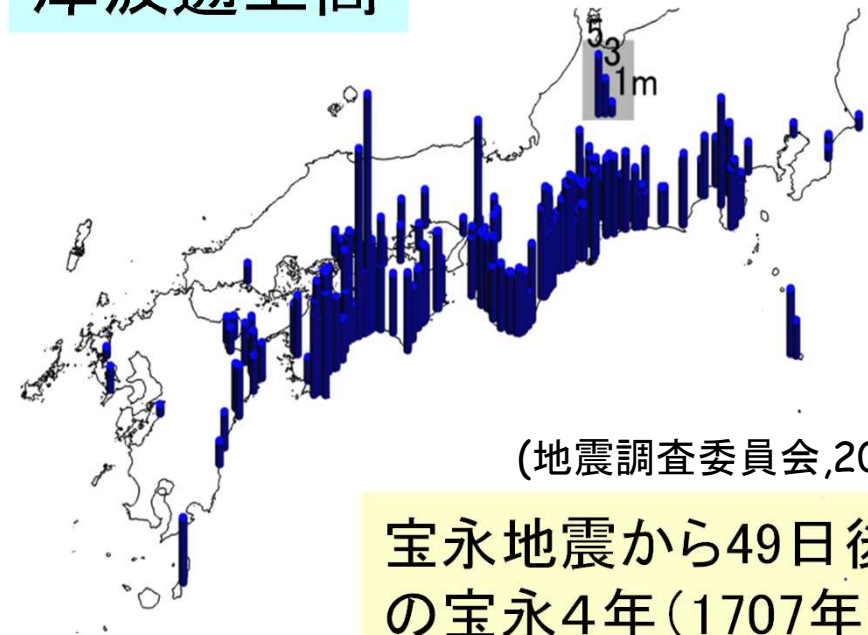
松浦,2011



宇佐美,1994



津波遡上高



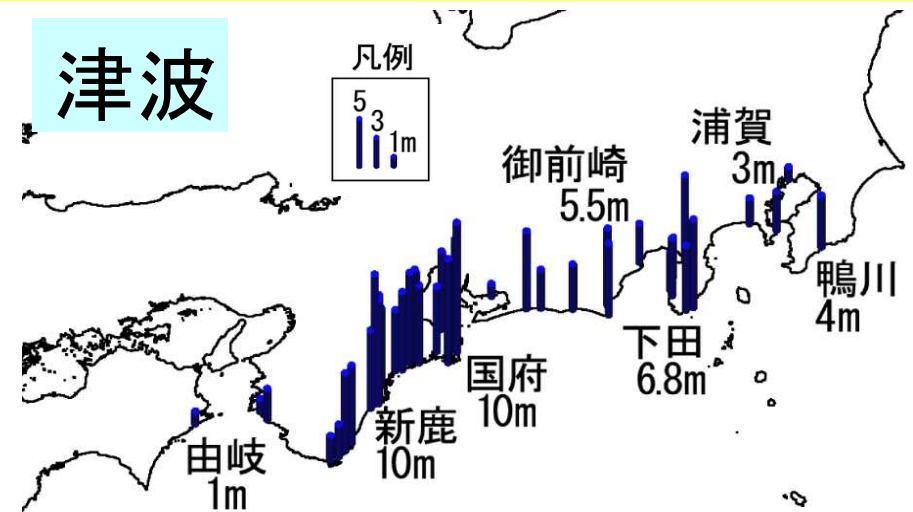
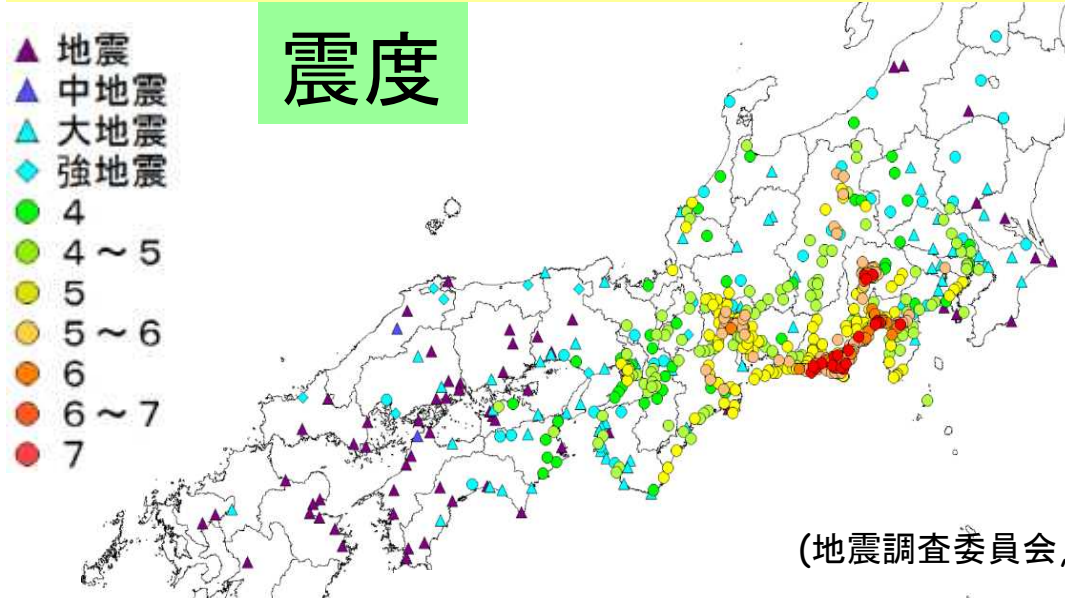
(地震調査委員会,2013)

宝永地震から49日後
の宝永4年(1707年12
月16日)、富士山で大
噴火が起こった。

現状では安政地震に比べて史料も
少なく、津波による被害をどう判断
するかが研究者によって異なるため、
震度分布が異なっている。
⇒ 検証が必要

安政東海地震の概要

(1854年12月23日[安政元年11月4日] 午前9時頃 M8.4)

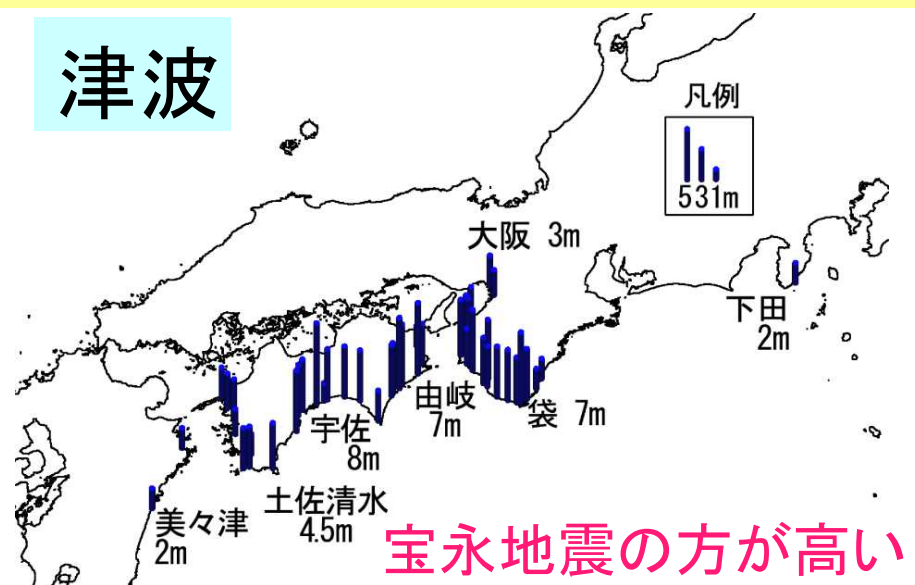
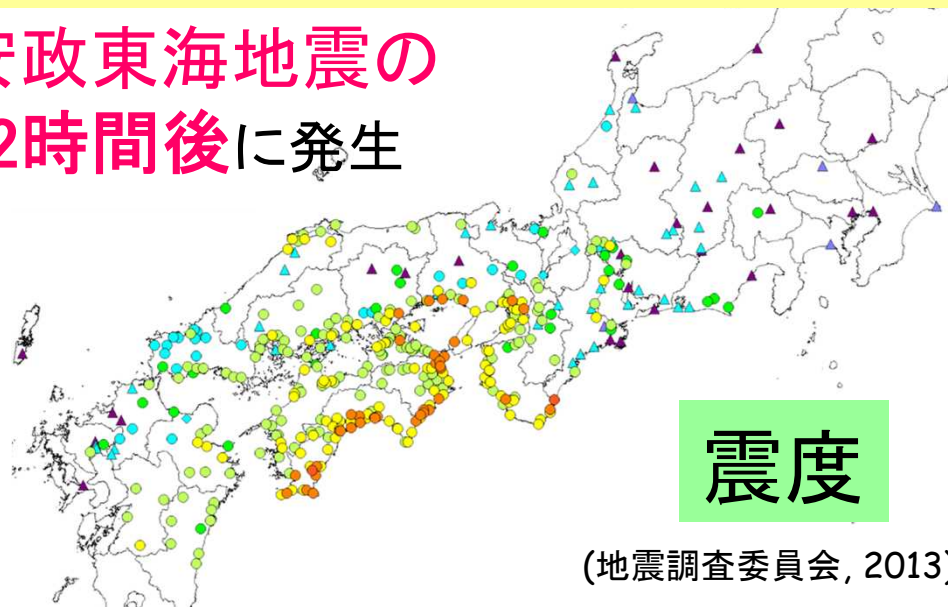


紀伊半島は宝永地震と概ね同様

安政南海地震の概要

(1854年12月24日[安政元年11月5日] 午後4時頃 M8.4)

安政東海地震の
32時間後に発生



宝永地震の方が高い

1854年安政南海地震

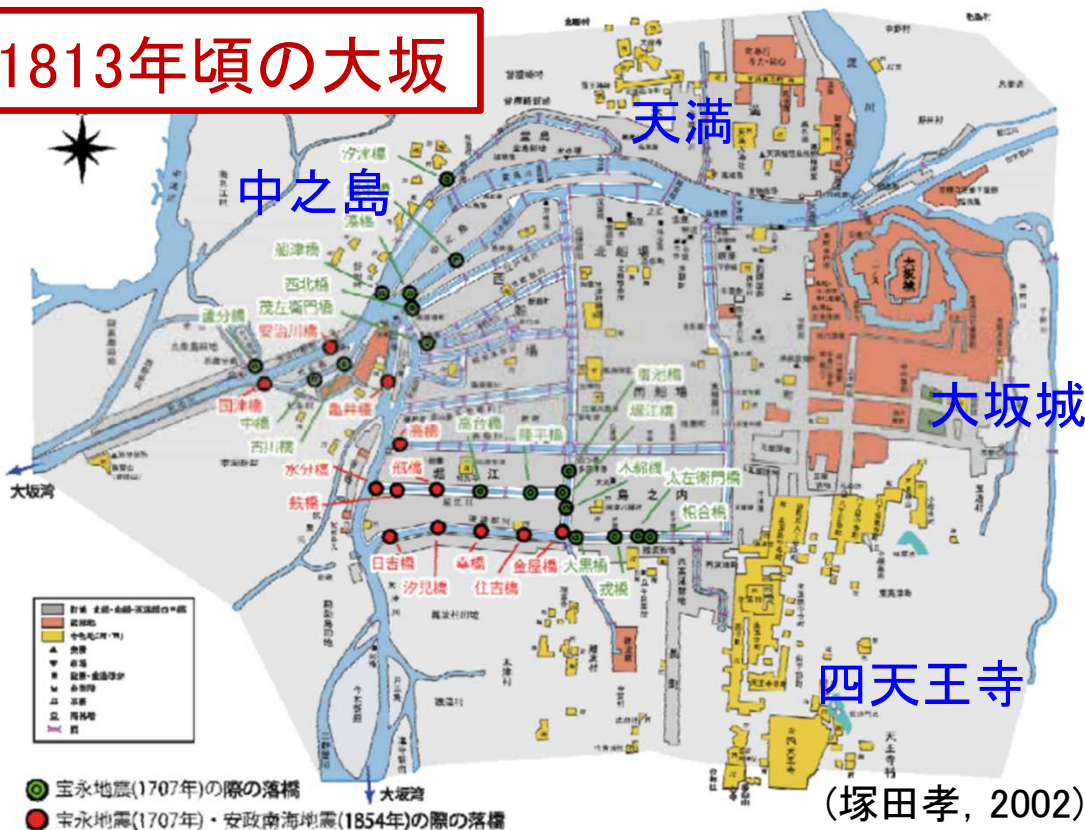
大坂(当時の人口約32万人)では地震の揺れによる被害よりもその直後(約2時間後)に来襲した津波による被害が圧倒的に大きい。津波は大坂湾に流入する安治(あじ)川, 木津川の河口から浸入, 大坂市中を縦横に廻る堀川に沿って遡上, 大坂市街地に多大な被害



津波によって木津川口より押し上げられ, 道頓堀川を遡行した大船群が避難した町人たちを乗せた堀川上の川船を次々に押し潰していく様子を描いた瓦版

地震津浪末代噺乃種

1813年頃の大坂



現在の大坂



津波はこのあたりまで来た

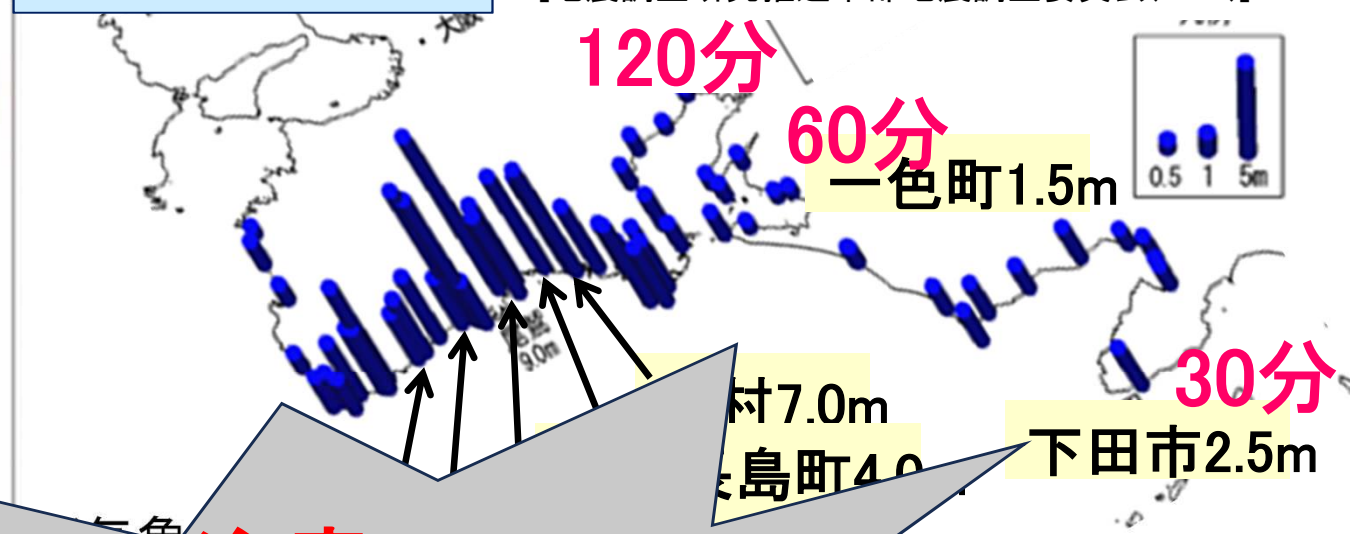
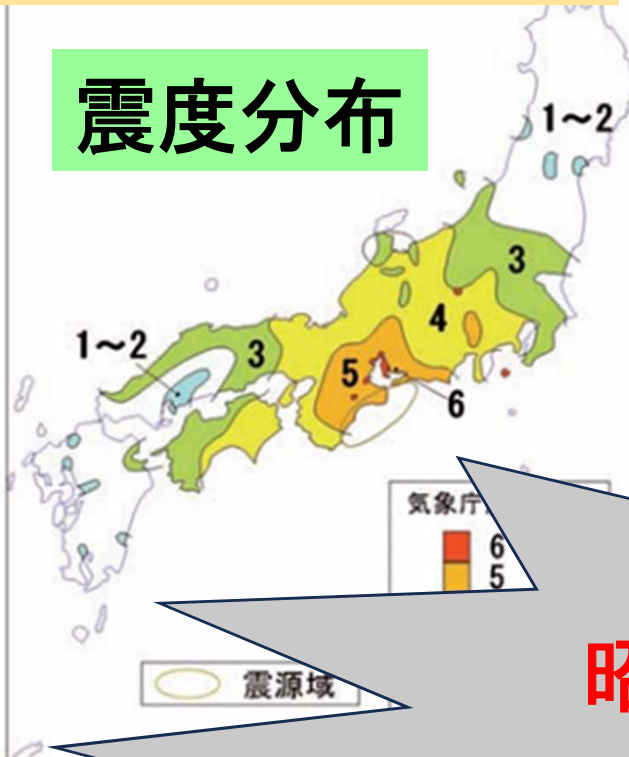
宝永地震(●)と宝永・安政南海地震(●)における大坂市中での落橋の分布

昭和東南海地震

津波高分布

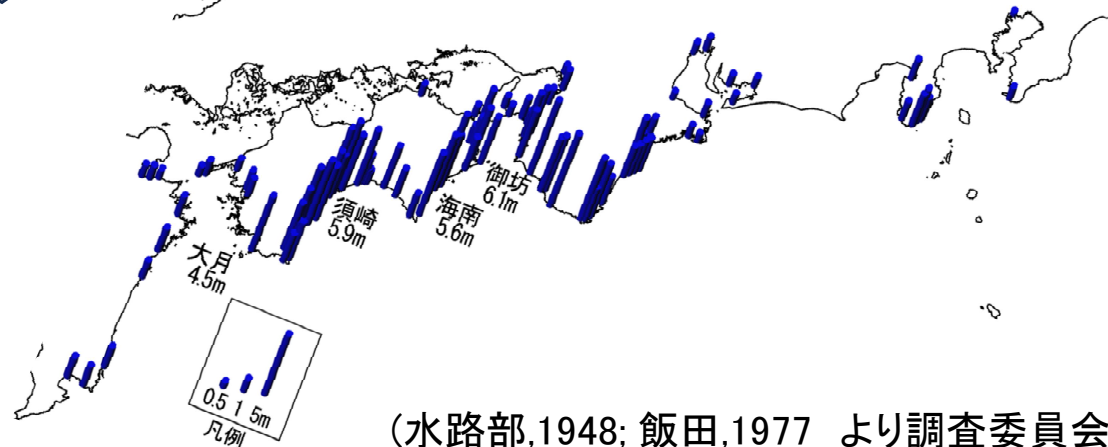
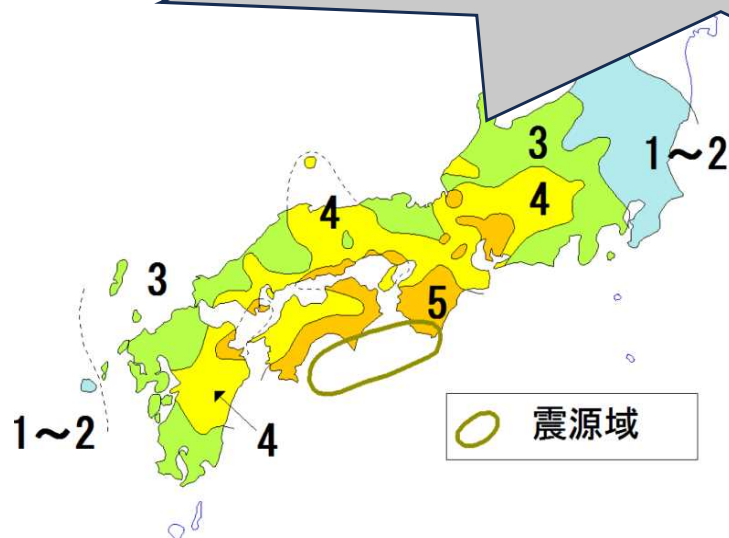
昭和東南海地震の津波高分布に加筆
[地震調査研究推進本部地震調査委員会(2013)]

震度分布



注意：
昭和の地震は過去に
比べると小さめ

昭和南海



(水路部,1948; 飯田,1977 より調査委員会作成)

史料の単純な数値化の問題点:

- ・面的な特徴を捉えることはできるが、多くの情報を落としてきている.

例) 安政東海地震 国府 下村家文書

嘉永7甲寅11月4日朝上天気二而追々田畑へ参申候。然所朝5ツ時(午前8時)大地震二而一同打驚罷有、追々土蔵打潰、5・6所茂棟落候。然所程なく津波二相成、村方一統大さうとう、…

津波到来までの時間の情報

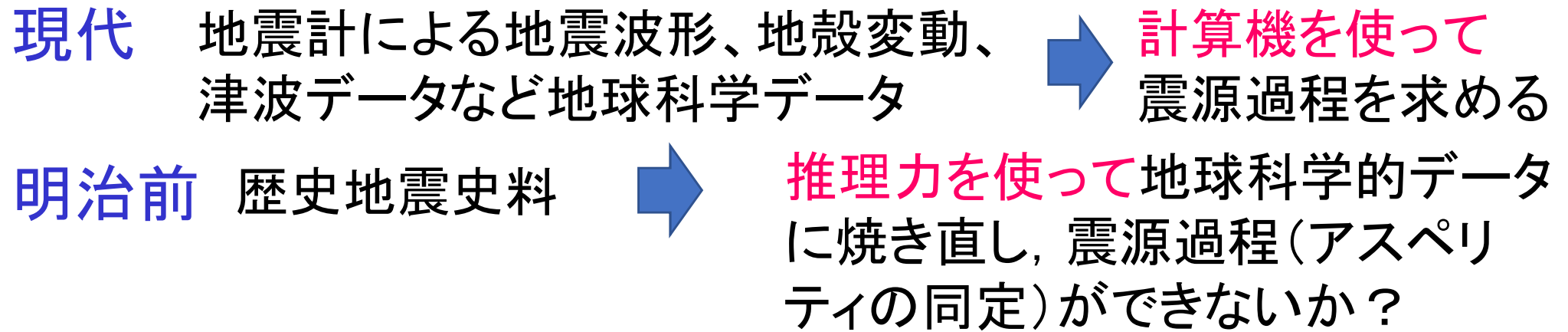
例) 安政東海地震 国府 紛争を起こしたときの訴状

右津波者当村丑寅(北東)之方方差入

津波到来方向の情報

- ・数値化の判断は研究者によって違う。
数値だけでは人の判断を鵜呑みにするしかない。

さまざまな被害状況を面的に把握できるようにすることが重要！



大方町史： 安政南海地震の津波の様子

七ツ頃不計大震、暫くも止り不申候処、内に居る者は庭に這出て四ツ這に相成り、(中略)人家は皆潰込み又は半潰し、無難の家は無御座候。**大潮**入来る由諸所にて声立て、それより老若男女牛・馬に至迄皆岡の山へ逃去申候処、**早田町へ打込み天神の前**まで来り、**その次は上クボ**迄来る。**その次は余程高く参り、口湊川村ニウジの前**関迄入り申候。**夜に入りてカロウト坂石地蔵の少し下、森の坂井戸の少し下**迄参る。**弁財天宮本社床**まで上り申候。(池内寿之助著)

2. 史料の見える化でわかってきたこと

GISを用いて数値化された情報だけでなく**歴史地震史料**を
地図と結びつけること

宝永・安政・昭和の津波被害の比較 （五ヶ所湾の例）

拡大 編集 メニュー

出典: 海と人間19 p15

内容:

嘉永7寅11月 大地震津浪控 森岡萬吉代

1. 11月4日 5ツ時頃大地震、家内 3 人庚申畑へ大根引二参候
処、甚驚入候処磯辺へ少々浪来リ候二付、直様宅へかへり諸道具
とも出し不申内浜へ汐上り、夫より花岡道へにけ見物仕、あまり
追々高汐と相成候得共御堂之上へ上り見候処、在所の家追々流、
一番汐より二番汐二而流有之事二御座候。三番・四番・五番も塩
来り候。夜分も少々ツゝ来り候。

五日 7ツ過頃又候。大地震二而塩来り、其夜も度々高浪二御座
候。地震者度々之事二候。

4日 4ツ過頃切原村庄屋吉兵衛殿御見舞二罷被成、田丸へ達し
の談し仕候得者、同村より田丸への早人足御出し被下、田丸より
役人共切原村へ夜分御入込被成、山方庄屋得兵衛殿・浦方岡本屋

色の濃さは被害の大きさ

●宝永 ●安政 ●昭和



安政、昭和の史料
見る**こと**が可能

キーワード絞り込み

対象 表示中の登録情報

表示順 中心からの距離

「前へ 次へ」 (1-10 / 89件)

● 安政東海津波: 904m

史料名: 鶴倉村誌

津波フラグ: 被害あり

出典: 海と人間19 p21

内容: 磯浦 家3軒流失 村不残汐入 (50軒)

備考: 「二分口役所扣」によると浦内の家数は50軒。

漁業集落であったので、漁業状の被害があった。そのため津波後漁業復興資金を藩庁から拝借している。

23両 質物いなど網8 細魚網1 南北網3

また代官の実地見分を受けたが、それについては不明。ただ救済を受けたことが田曾浦文書にある。

磯浦 4石8斗 人数120人 1人2合 宛20日

● 安政東海津波: 926m

史料名: 鷺浦庄屋甚左衛門の手記 (庄屋甚左衛門が安政津波直後に書き残

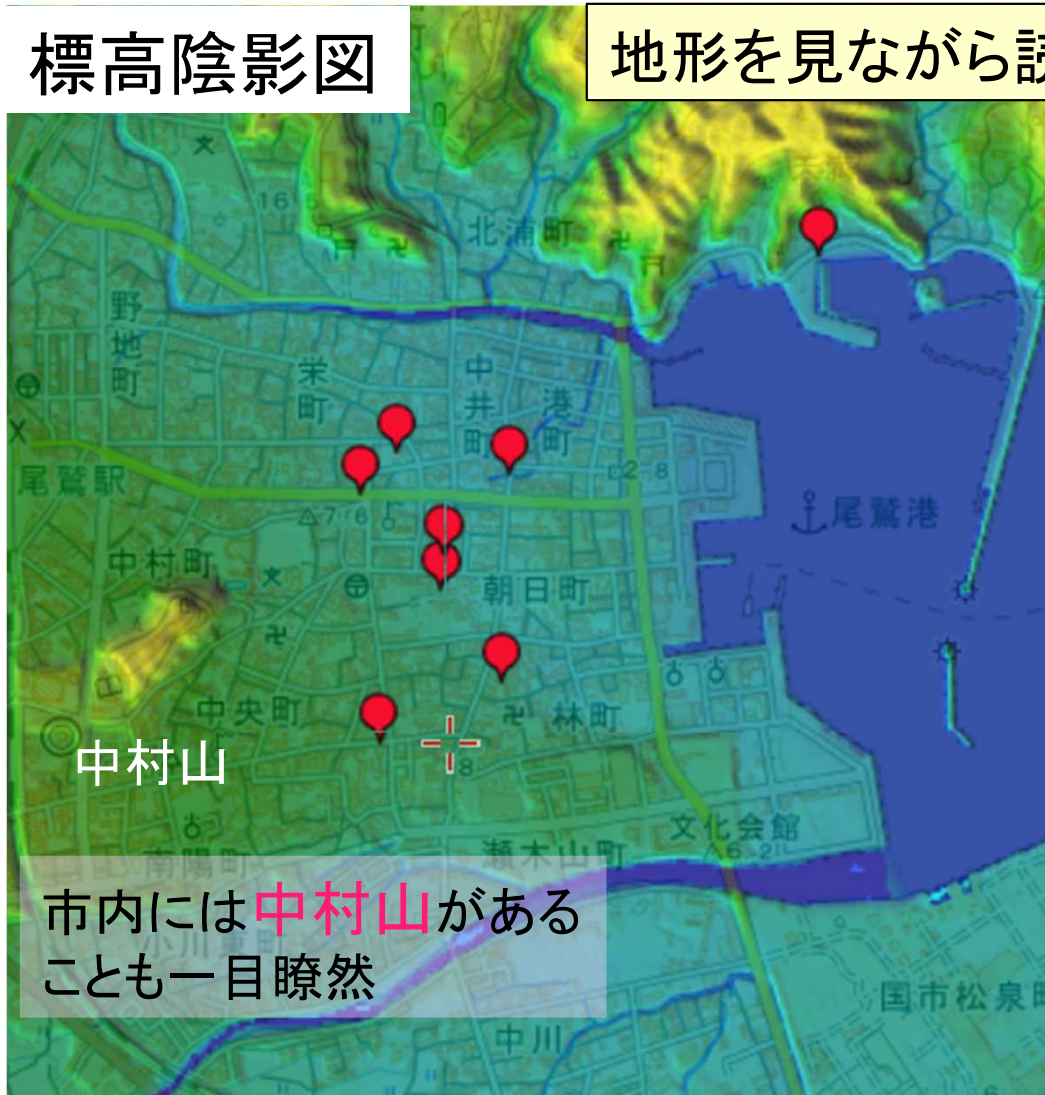
GISのメリット 地形図編

例：尾鷲市

安政東海地震

標高陰影図

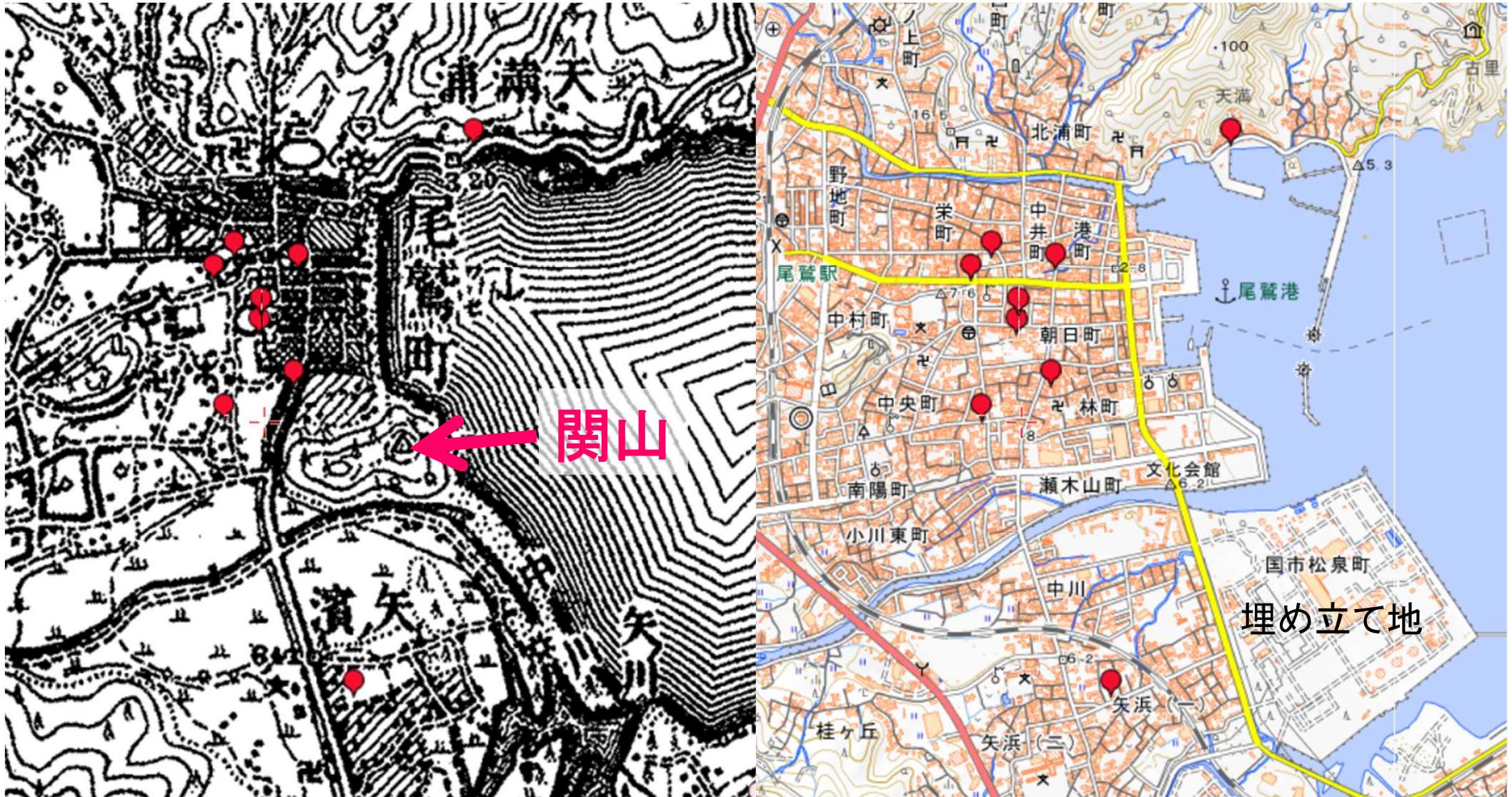
地形を見ながら読むと理解しやすい



若林太冲の手記「尾鷲津波の記」

さて家内のものに心得乃為にいうハ、若つなミにて逃る時ハ寺町通りを祐専寺の地内より裏の木戸を通り畑より真一文字に中村にのかるべしといふきかしおけり。よつて此度家内のもの右のとふりに逃延しなり。

旧版地形図(明治期)



- ・関山は現在ない！ この山で津波の流れが変わっていた。
- ・かつては海よりのところにしか人は住んでいない。
- ・今は広い埋立地がある。

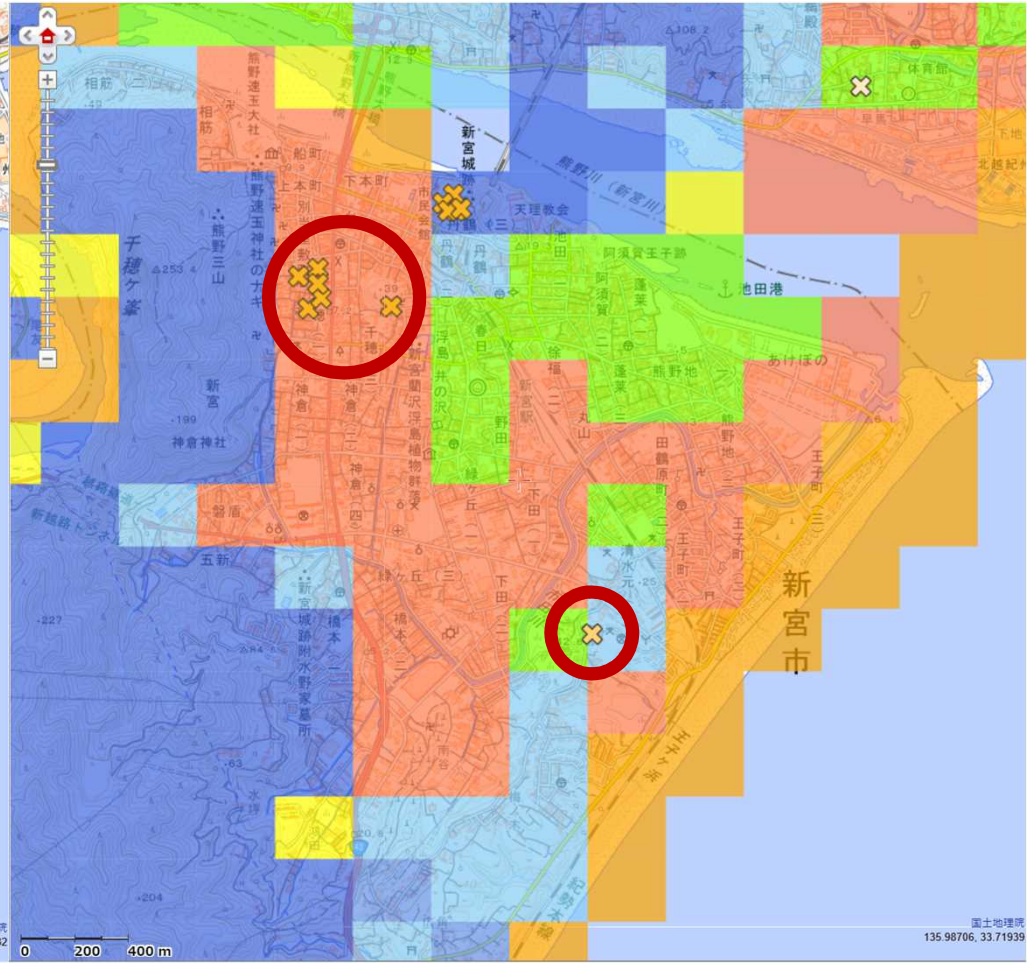
GISのメリット 表層地盤の揺れやすさ編

安政南海地震

新宮市 《揺れの被害》



表層地盤の揺れやすさ(J-shis)



揺れにくい ←→ 揺れやすい

安政東海地震でも勝浦「新田家過去帳」

新宮御城下表町家御屋敷共津浪の障りは無之候へ共地震殊の■之大ゆ里にて寺院
2ヶ寺光行寺長徳寺皆つぶれ町家御屋敷方共9分通りゆりつぶれ■で聞及ばざるの大
変に候然共怪我人1人老人養生不叶同日死去いたし候...

昭和東南海地震でも

宝永・安政地震について 見える化でわかってきたこと

安政東海地震の津波被害



潮大きく引く

揺れが終わって
すぐに津波

津波被害少なめ

(行谷・都司(2005)でも指摘)

潮が大きく引くことはない
揺れが終わってすぐに津波

宝永地震では潮は
大きく引いた!
過去の言い伝えを信じて
逃げ遅れた人もいた.
過去の経験の悪影響

新桑竈

宝永地震では地震が収まって飯一鍋たく位の時間があって津波がきたという伝承があるが、安政では煙草4・5ふく位の時間(10分くらい)で津波がきた。(尾鷲浦蛭子屋武蔵作書之)

宝永・安政東海の津波到達時刻の比較1

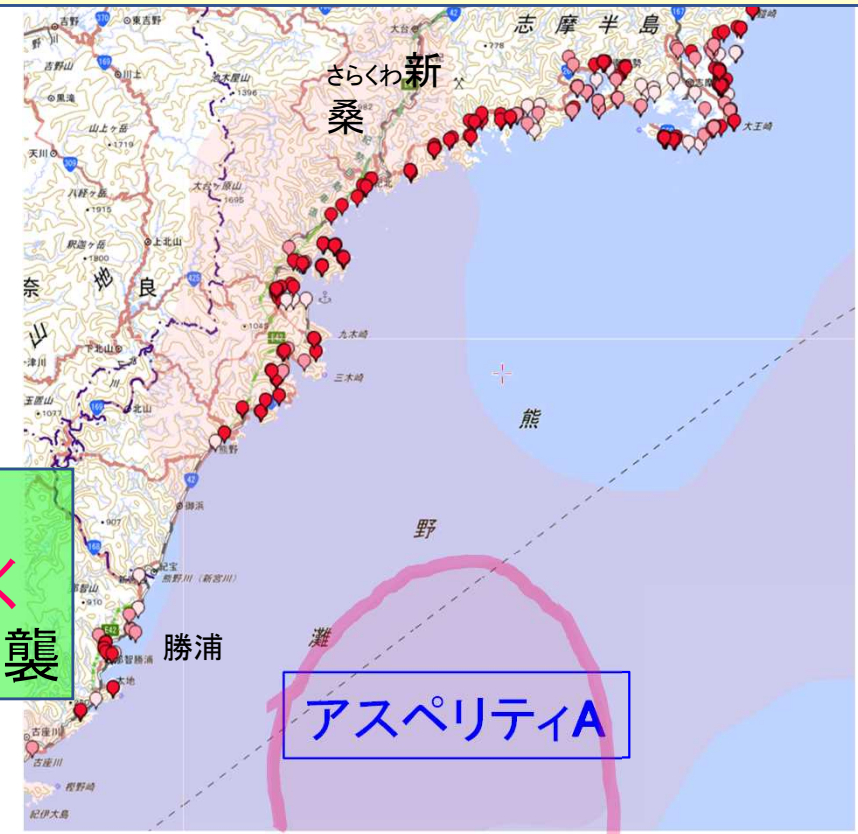
宝永地震

津波到来まで釜の飯を炊くほどの時間があった → 震源域やや遠い



安政東海地震

津波到来まで煙草4・5ふく位の時間があった → 震源域近い



安政東海と昭和東南海地震では少なくとも紀北以南に近いところにあるアスペリティが滑ったが、宝永地震では滑らなかったと考えることができそう。
つまり 宝永地震 ≠ 安政東海地震 + 安政南海地震ではないかも。今後検証を進める。

宝永・安政東海の津波の勢いの比較2

安政東海地震の津波

例：三重県 五ヶ所浦

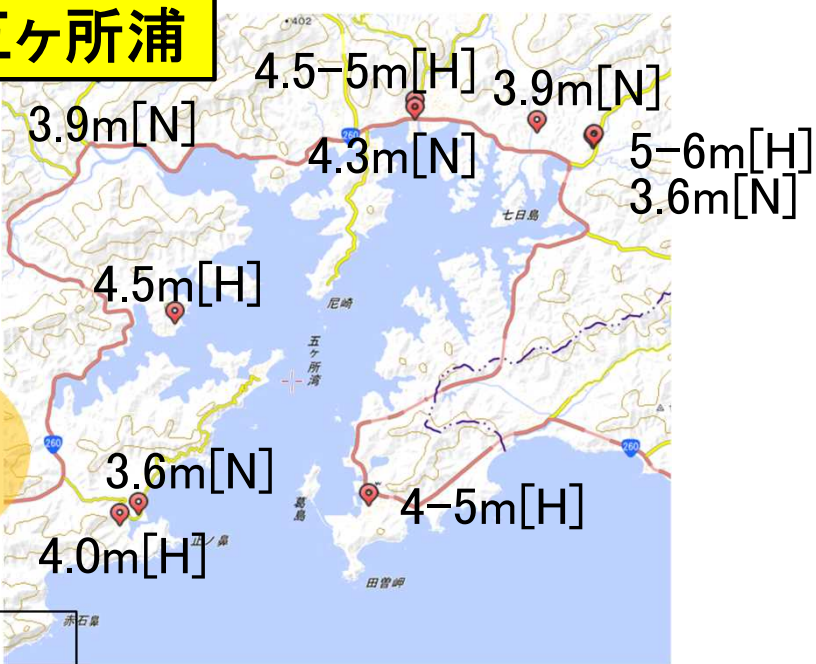


概ねどこでも
4-5m

各村の
流家：潰家：流死人
(主に鵜倉村誌より)

汐入りだが
流家なし

羽鳥，行谷らによる波高



被害をみると
湾奥の方が
被害が大きい

例：三重県 引本浦

4.5m

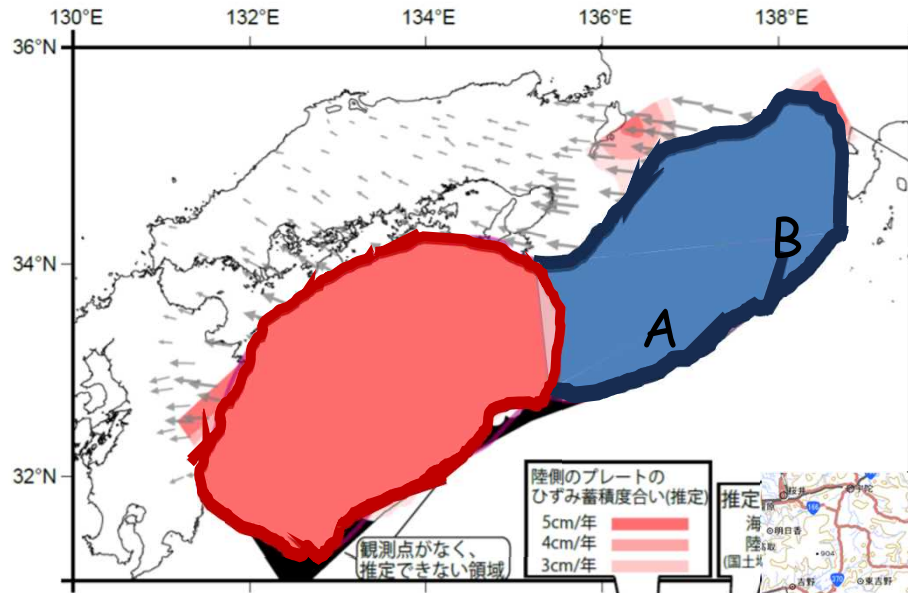


引本浦
汐入候得共浪和らかに
して家1軒も流れ不申
尾鷲組九鬼浦庄屋宮崎和右衛門
の手記

津波の勢いの情報 も重要

津波高だけでは状況はわからない。

紀伊半島沖のアスペリティは宝永，安政 共に動いた？



これまでの考え方
東海側，南海側
の領域の中に
い南海側，東海
アスペリティが存在
安政地震：



五ヶ所浦

津波はどこも
4-5m程度

流家・潰家
は東側が
圧倒的に
ひどい

安政東海地震では
地震後すぐに津波
が来襲した地域

→ 震源域近い
⇒ アスペリティA
がすべった可能性
大



宝永地震では釜の
飯を炊くほどの時
間があった
⇒ アスペリティA
がすべらなかった
可能性大

3. 将来起こる南海トラフ巨大地震での災害軽減に向けて

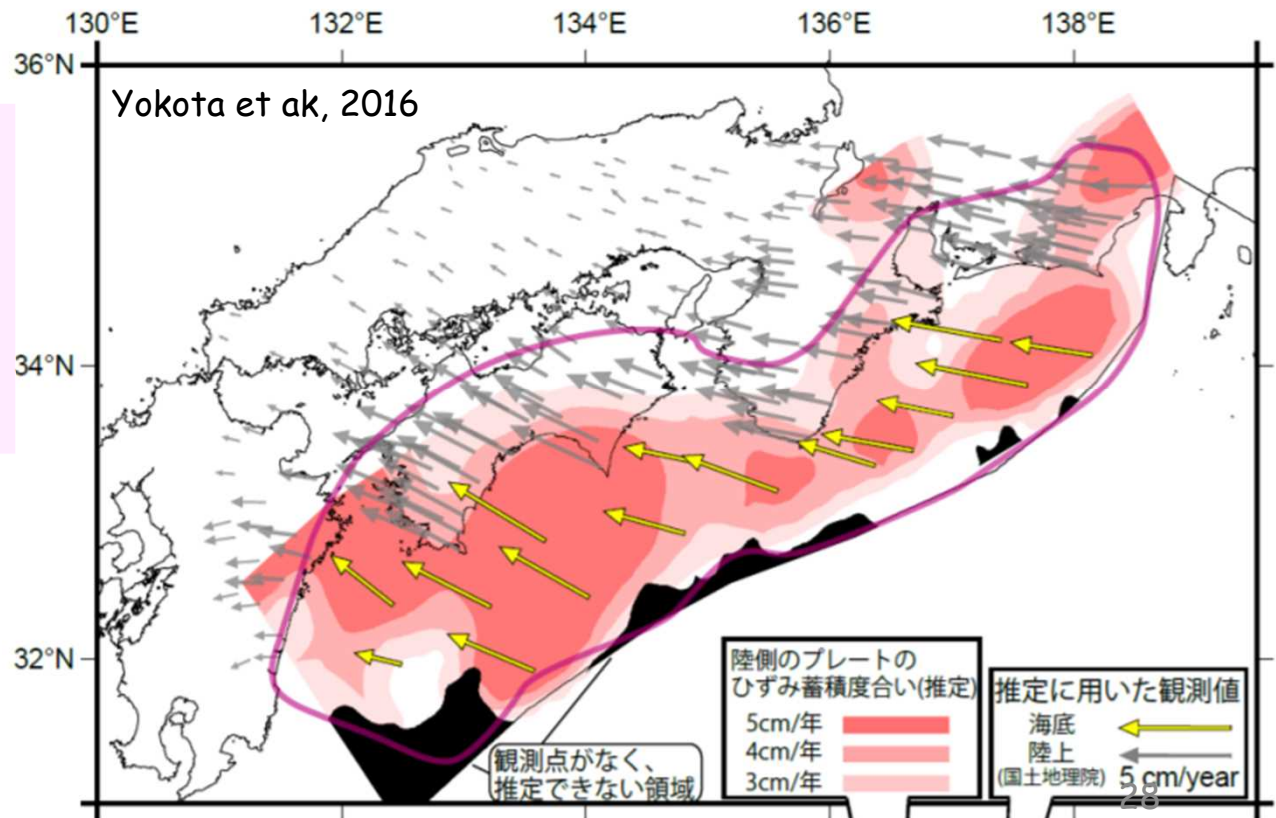
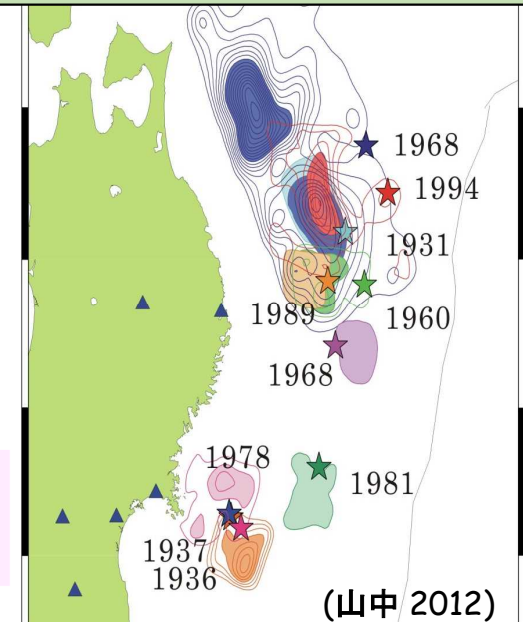
① 東北地方太平洋沖地震より
大きな揺れ(長周期地震動を含む)に注意

なぜなら 南海トラフ巨大地震は

a. 東北地方よりアスペリティが**陸に近い**

b. 東北地方より
アスペリティ**サイズ**
が大きい

大きなアスペリティ
からはより長周期の
波が出やすい



① 東北地方太平洋沖地震より 大きな揺れ(長周期地震動を含む)に注意

長周期地震動とは...

大きな地震で生じる周期の長いゆっくりとした大きな揺れのこと。

・高層ビルが大きく揺れる。

建物には固有周期(揺れやすい周期)がある。

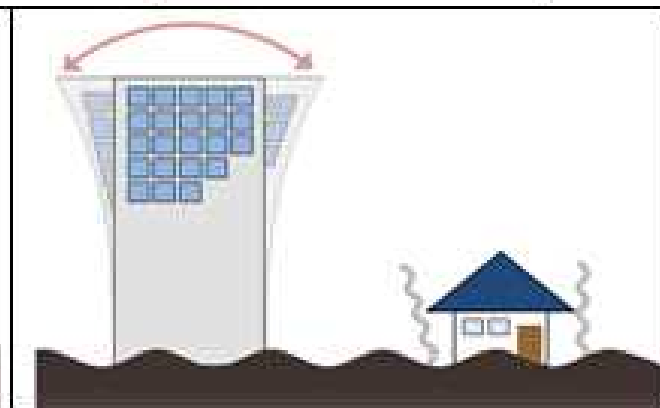
固有周期は建物が高いほど周期は長い。

木造家屋など中低層の建物: 1-2秒 高層ビル: 3-5秒

短い周期の地震動



長周期地震動



気象庁より

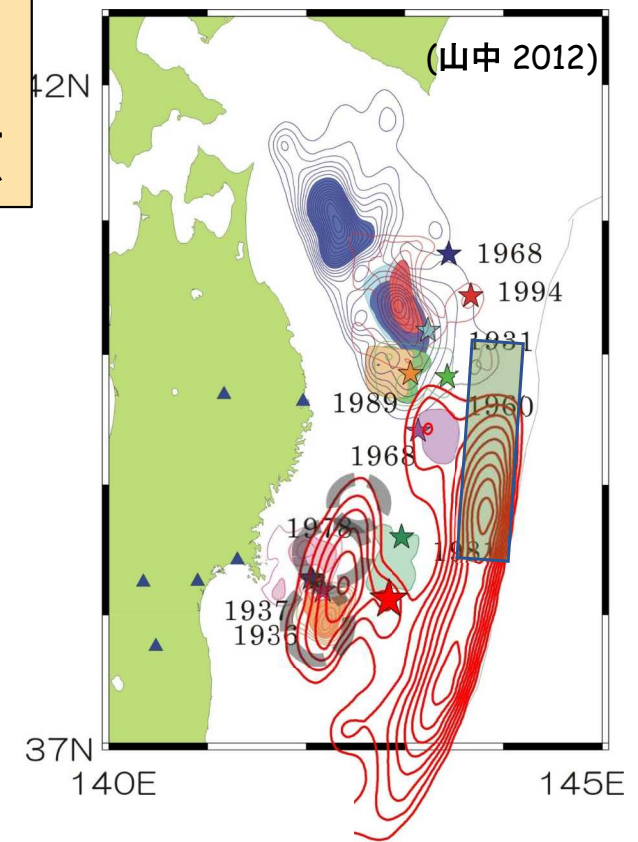
・遠方の高層ビルも大きく揺れる。

距離による減衰が小さく遠くまで揺れが伝わる。

① 東北地方太平洋沖地震より
大きな揺れ(長周期地震動を含む)に注意

2011年東北地方太平洋沖地震は
M9と巨大な地震であったが、

南海トラフとは破壊過程の特徴
がかなり違うので、**注意が必要**



東北地方太平洋沖地震の特徴

- ・M7クラスのアスペリティ
の連動破壊
- ・津波地震
(揺れの割に津波が大きい)

津波地震が津波災害を大きくした

⇒ 巨大地震＝津波 の印象を与えてしまったが...

南海トラフ地震の場合 (おそらく)

- ・M8クラスのアスペリティ
の連動破壊
- ・宝永, 安政地震では
津波地震は発生していない

②構造物や警報等に全てを委ねて思考を停止はダメ！ あくまでこれらは手助けでしかない！

他力本願の防災意識では人命は守れない

例：岩手県田老町



かつて津波の危険地帯とされ、住む人はほとんどいなかった地区。新防潮堤は高潮を防ぐための防潮堤であったため、大津波に耐えられなかった。



旧防潮堤は津波を受け流し、住民が避難する貴重な時間を稼いだ。

田老町にも津波が入ってしまった。

死者の中には

- ・大防潮堤信じて逃げ遅れた
- ・防潮堤に立って津波を見ていた

③ 自分で危険を感じる力を磨くイメージトレーニング

A) 東松島市野蒜(のびる)小学校体育館 ⇒ 多数の死者



体育館は窓も少なく、座ってしまうと外が見にくい。気がついた時には目の前まで津波がきていた。

津波避難指定場所(標高8m) (Photo:都司)

B) 石巻市分浜高源院 ⇒ 死者なし



寺は窓も大きく、避難後も海の様子を確認。
危なくなったので裏山に移動した。

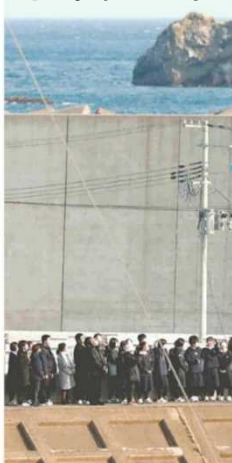
津波避難指定場所(標高12m) (Photo:都司)

避難所に避難しても自分で確認を忘れない！

東北地方に建設された総延長400kmの巨大防潮堤

[福島県、宮

岩手県宮古市



**人工構造物をうまく活用しつつ
自分の感じる力を磨くことが重要**

変化があったときに変化がわかることが重要
異常を感じるためには普通を知っておく必要

もない

◎ 堤防を越えた水の影響

古い堤防

2021.03.12 読売新聞より

④ 過去を知る重要性

災害は繰り返される

自分が住んでいる場所ではどのような災害が多いのか？

揺れの被害, 津波被害, 土砂崩れ など

自然災害はその土地の**地形、地質が大きく影響**することが多い。地形・地質は時間的変化が少ない。従って同じような災害が繰り返される。

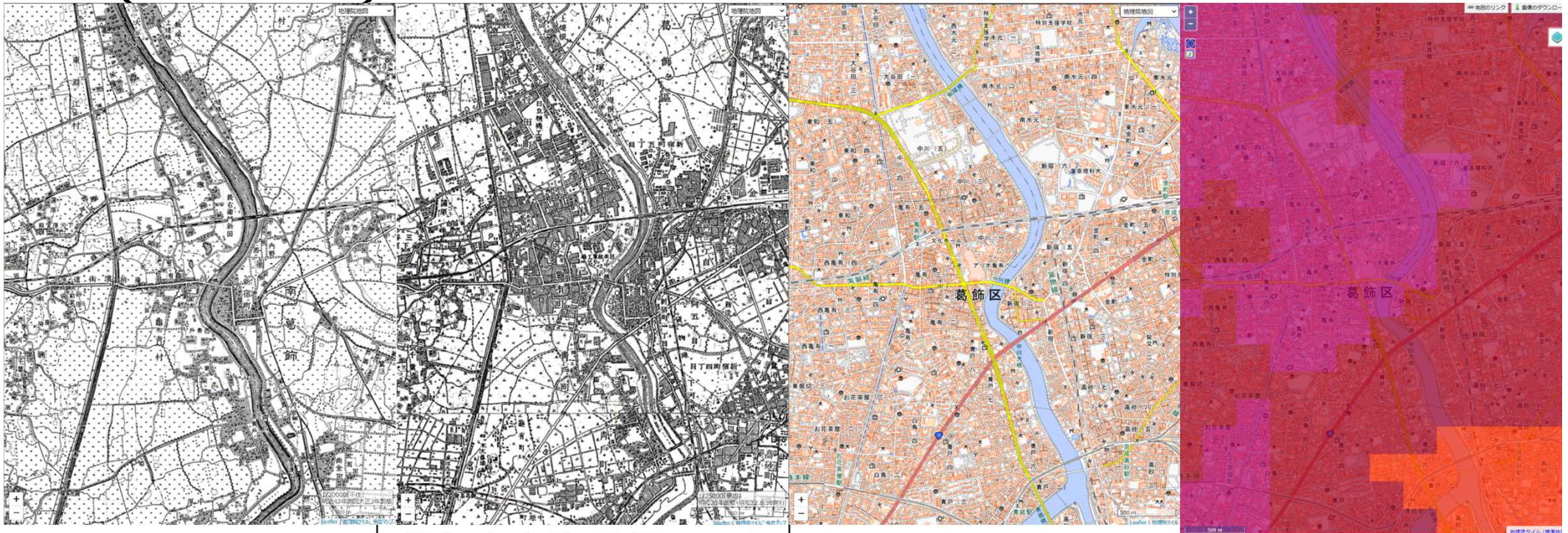
ただし 昔は危ないので人が住んでいなかった地域にも今は人が住むなど、生活が大きく変化していることにも注意

明治(1892-1898)

1944年

現在

J-shis
表層地盤の揺れやすさ



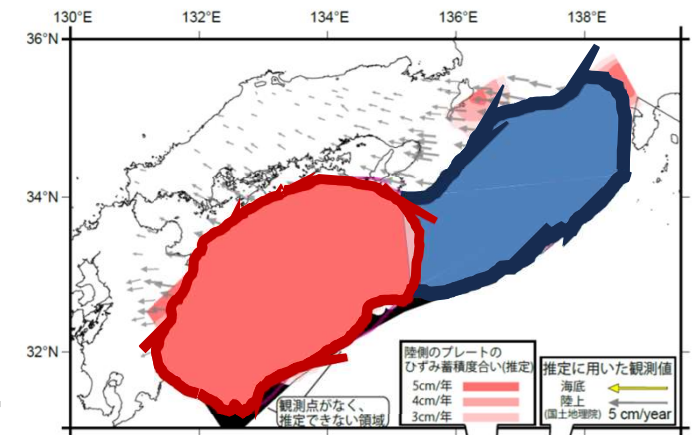
昭和東南海地震のころ

(今昔マップより<https://ktgis.net/kjmapw/>)

南海トラフ地震

単純な東海・南海という区分けではなく
その中にいくつかのアスペリティが存在
地震毎にその組み合わせは違う

かもしれない。



将来起こる南海トラフ巨大地震での災害軽減に向けて

- ① **大きな揺れ** (長周期地震動を含む) を注意すべき
家の耐震化, 家具の固定 など事前にできることはしておく
- ② **構造物や警報等に全てを委ねて思考を停止はダメ!**
- ③ **自分で危険を感じる力** を磨くイメージトレーニング
異常, 危険を感じる力を養う.
- ④ 過去を知る重要性