

1946年南海地震前の地下水変化と地殻変動

小泉尚嗣・梅田康弘・板場智史

独立行政法人産業技術総合研究所
活断層・地震研究センター

独立行政法人 産業技術総合研究所

事実

- ・南海地震前の四国・紀伊半島における地下水変化→基本的に低下
 - a. 温泉の水位・湧出量低下
 - ・道後温泉・湯峯温泉の水位・湧水量低下
 - ・歴史的に繰り返している。地震前から変化したかどうかは不明。
 - ・地震時～地震後の低下については、静的な体積歪変化で定量的説明可。
 - ・勝浦(紀伊半島)の温泉の湧出量低下: 1946 年南海地震の6時間前。
 - b. 太平洋沿岸部の浅い地下水の水位低下(井戸涸れ→数十cm以上)。
 - ・1946年南海地震と1854年南海地震前に水位低下の報告。
 - ・ただし、水位が上昇していた場合はわからなかった可能性がある。
 - ・広範囲だが出現率低い(10%以下)。
 - ・同じ場所(集落)の中でも水位低下する井戸としない井戸有り。
 - ・海岸近傍の井戸水位は変化せず、離れた井戸の水位が低下した例がある。

考えられる原因

- ・温泉: 被圧地下水と考えられ体積歪変化に対して敏感なので、前兆すべりによる体積歪変化で定量的にも説明可能。
- ・浅い地下水の場合: 不圧地下水と考えられ体積歪変化に対しては感度低い。定性的には前兆すべりによる海岸の隆起(数cm程度)で説明可能だが、定量的には数十cm以上の水位低下は説明できない。出現率の低さも説明出来ない。

調査1:地震前の海水位低下の有無。

あったかもしれないが、相互に矛盾する報告。局所的に小規模な津波？

調査2:地震前の海岸隆起の有無。

水路要報(1948)から→数十cm以上の隆起があった？

検潮記録から→10cm程度の隆起があった？

結論

1と2の結果→「広範囲だが出現率低い」浅い地下水位の低下を説明できない。

最大公約数的仮説

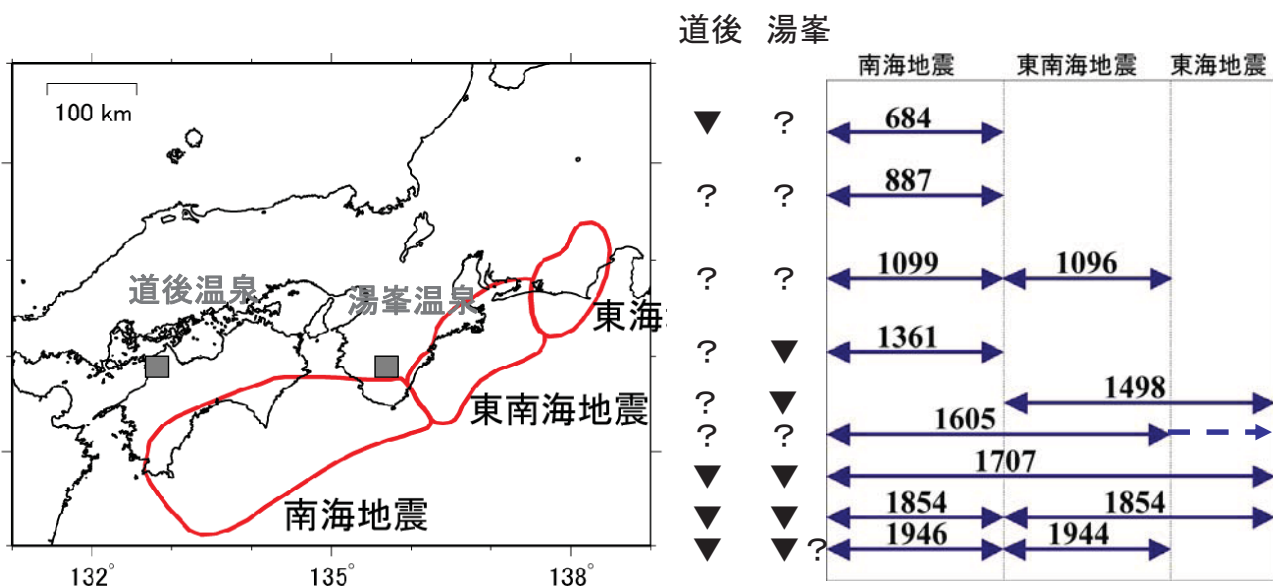
- ・広範囲に地震前に地殻変動が生じた。基本的には小規模だったが、局所的には大きい所もあったかもしれない。
- ・局所的に存在する、(地殻変動を増幅する)地下水位変化メカニズム。このメカニズムには複数説あり。

対応策

・GPS・海水位(検潮所・海底津波計)・歪計・傾斜計による地殻変動モニタリング。

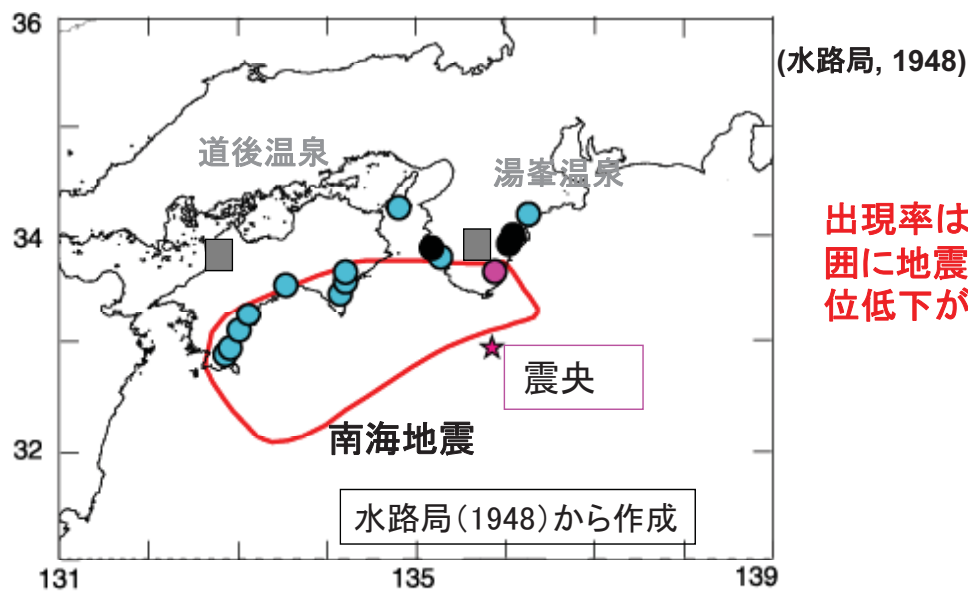
・地下水位を観測して地殻変動データと比較検討し上記メカニズムを探る。

過去の南海地震と温泉水位・湧出量の低下



ただし、地震前に低下があったかどうかは不明。
地震後の水位等低下の要因→静的体積歪変化＞地震動

1946年昭和南海地震直前(1-10日前)の 浅い地下水の変化



出現率は低いが広範囲に地震前の異常水位低下が分布

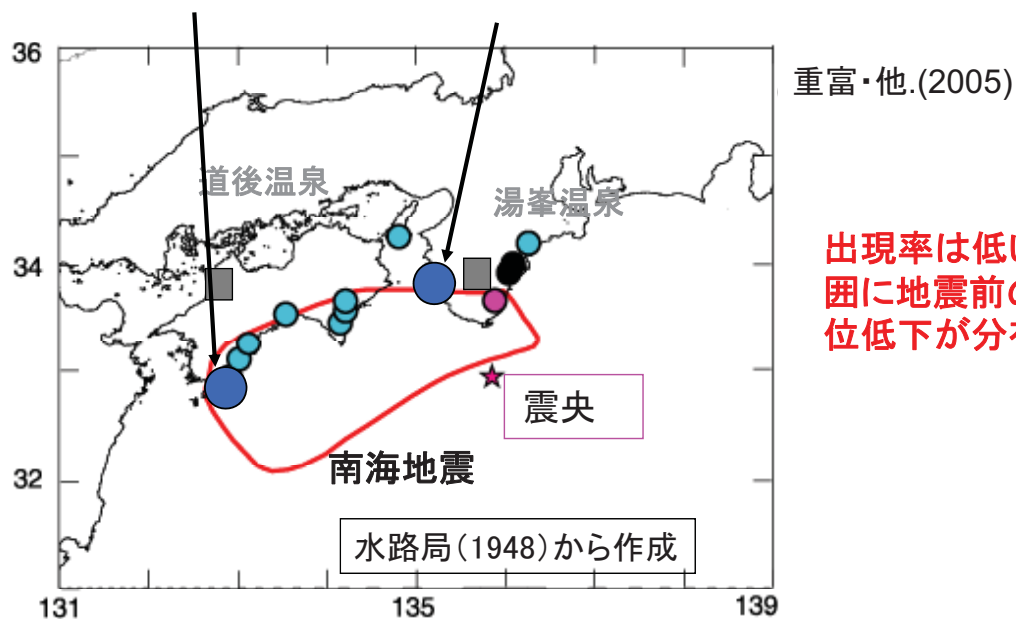
数十cm ?

- 11 : 浅い地下水の水位が地震前に低下
- 1 : 温泉の湧水量が地震前に低下
- 3 : 地震前の水の濁り

調査箇所は160箇所以上

独立行政法人 産業技術総合研究所

1854年安政南海地震前の 浅い地下水の変化



出現率は低いが広範囲に地震前の異常水位低下が分布

数十cm ?

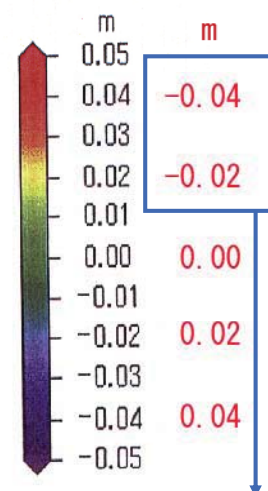
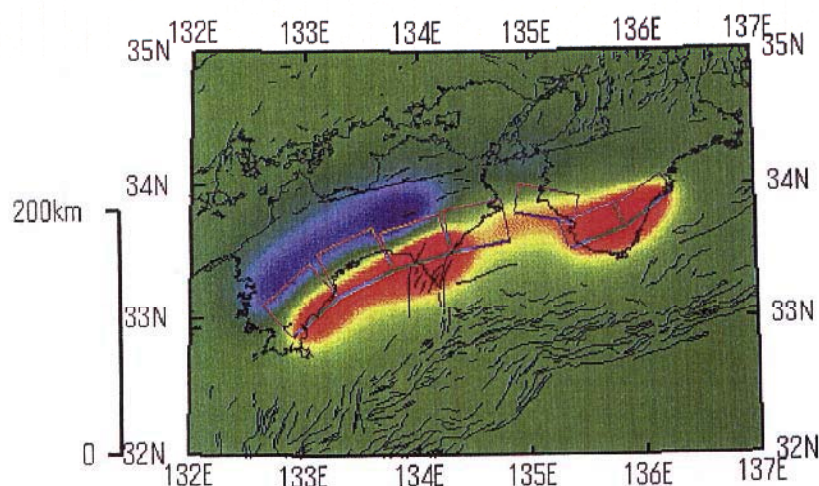
- 11 : 浅い地下水の水位が地震前に低下
- 1 : 温泉の湧水量が地震前に低下
- 3 : 地震前の水の濁り

調査箇所は160箇所以上

独立行政法人 産業技術総合研究所

PRESEISMIC VERTICAL MOVEMENTS AT THE SURFACE
EXPECTED FROM A PRE-SLIP MODEL FOR
THE 1946 NANKAI EARTHQUAKE

UNCONFINED
GROUNDWATER
LEVEL CHANGE



南海地震のプレスリップによる
地震前の地盤の隆起シミュレーション

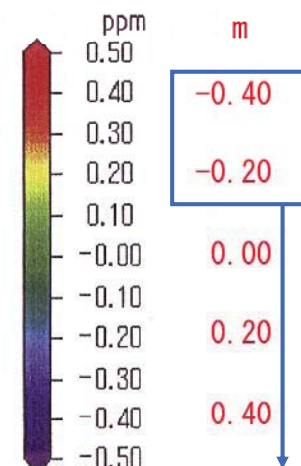
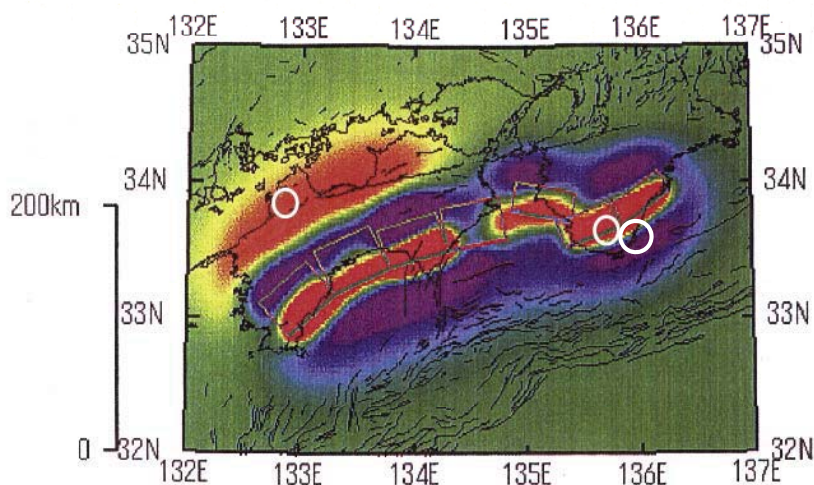
(京都大学地震予知研究センター(2003))

予想される地震前の海岸部の浅い地下水の水位変化最大値
→ 小さすぎる！

独立行政法人 産業技術総合研究所

PRESEISMIC AREAL STRAIN CHANGES
EXPECTED FROM A PRE-SLIP MODEL FOR
THE 1946 NANKAI EARTHQUAKE

CONFINED
GROUNDWATER
LEVEL CHANGE
(-1m/ppm)

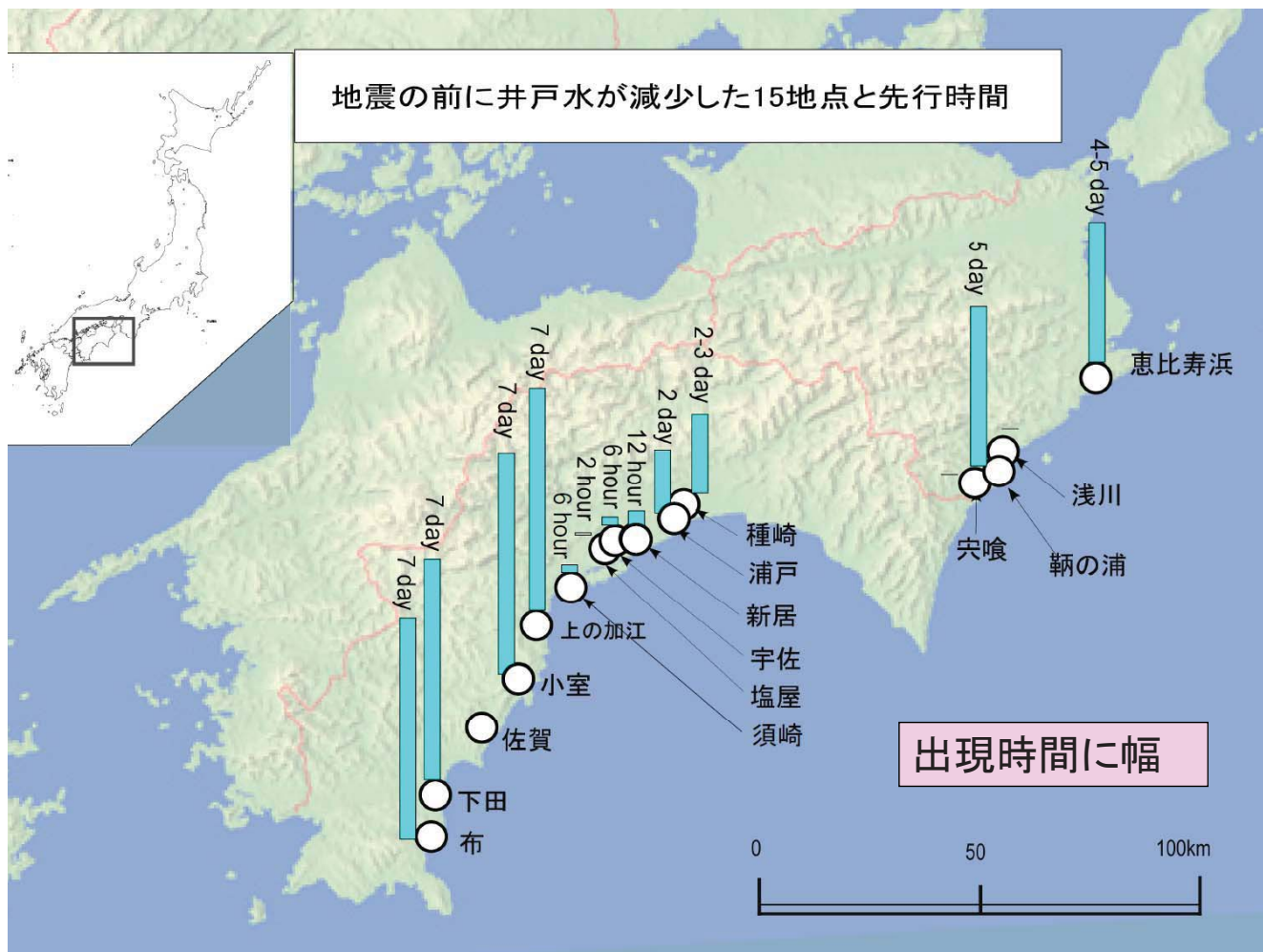


南海地震のプレスリップによる
地震前の地面の伸縮シミュレーション

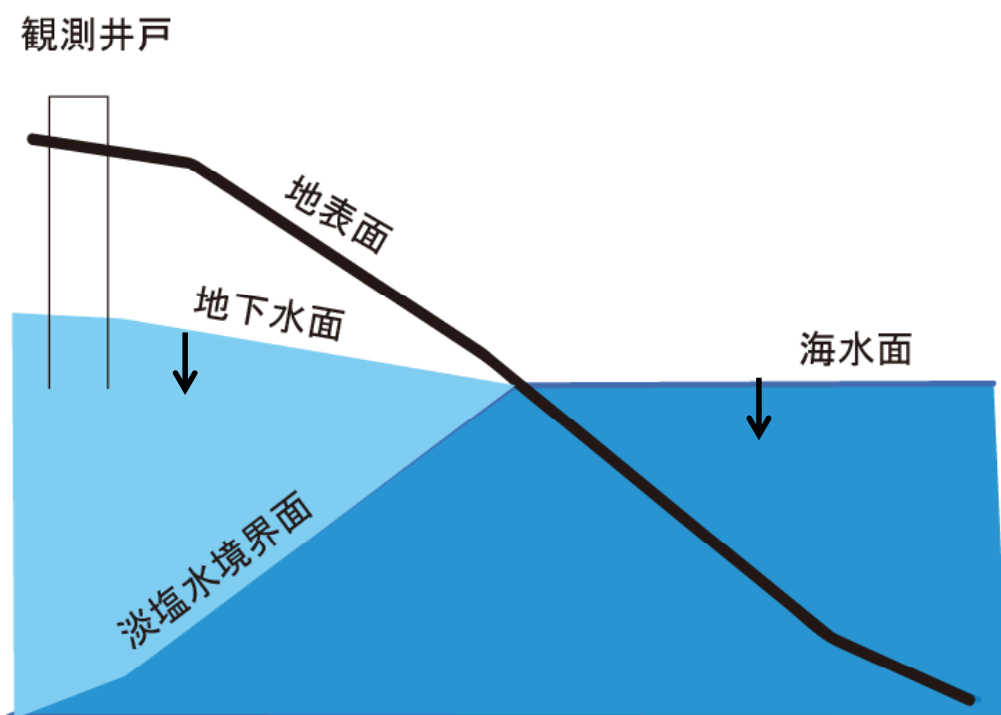
(京都大学地震予知研究センター(2003))

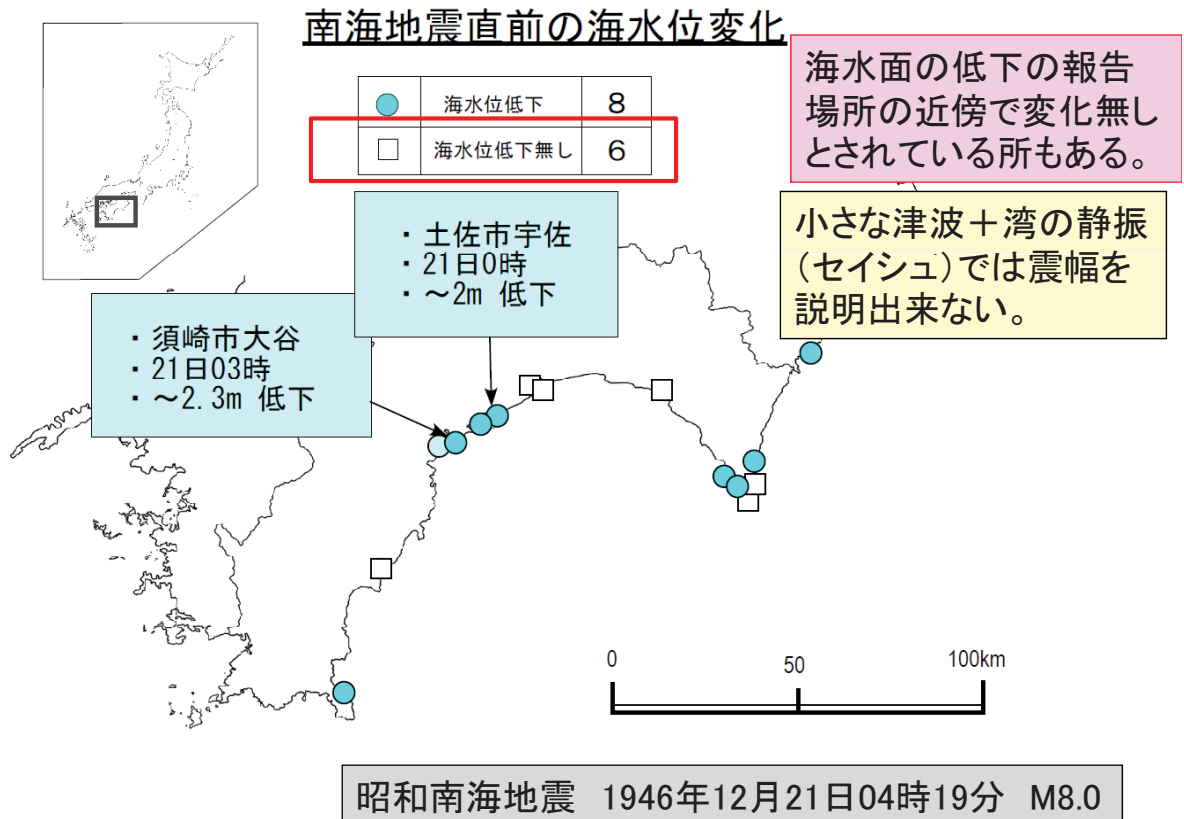
予想される地震前の温泉水の水位変化最大値
これなら検出可能か。

独立行政法人 産業技術総合研究所



AIST 調査1: 地震前の海水位低下





独立行政法人 産業技術総合研究所

1946年南海地震前の井戸水位と海水位

四国太平洋沿岸の広い範囲で異常が見られた

★ 井戸の水位低下

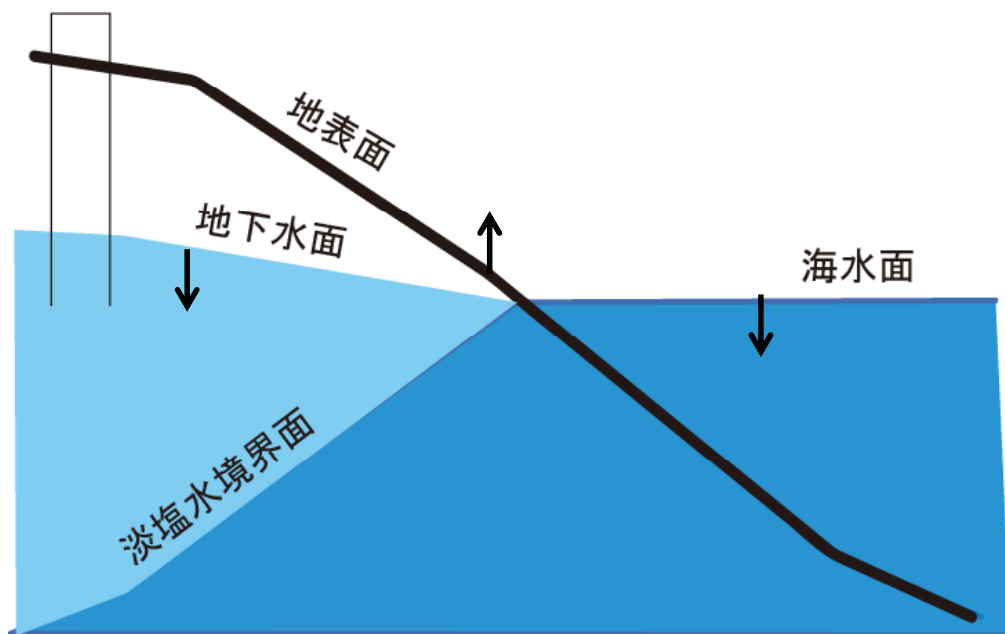
15カ所,
1週間前から直前と時間はばらつく。
低下量1.5m～3m
低下が認められなかった所:ほとんど

★ 海水位の低下

9カ所,
前夜(8時間前)から直前(1.5時間前)
最大2m～2.3m(宇佐港, 野見湾)
異常が認められなかった港**6カ所**

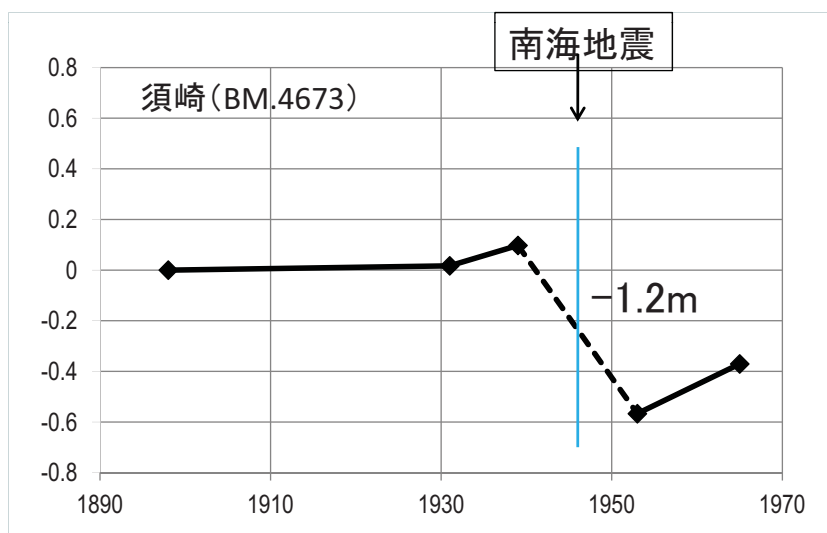
海水位の低下で井戸水位の低下をすべて説明するのは困難。

観測井戸



独立行政法人 産業技術総合研究所

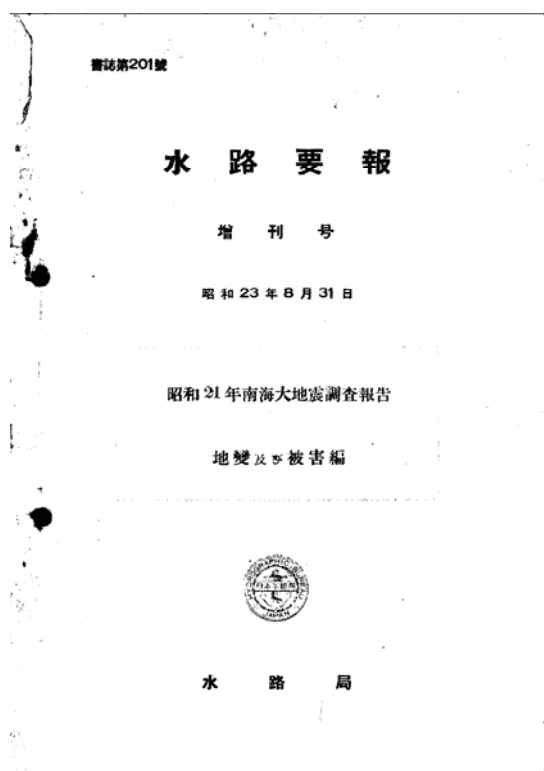
地理調査所(現:国土地理院)のデータ



地理調査所

測定年	成果値(m)	差(m)
1898	5.5546	0
1931	5.5715	0.0169
1939	5.652	0.0974
1953	4.9874	-0.5672
1965	5.184	-0.3706

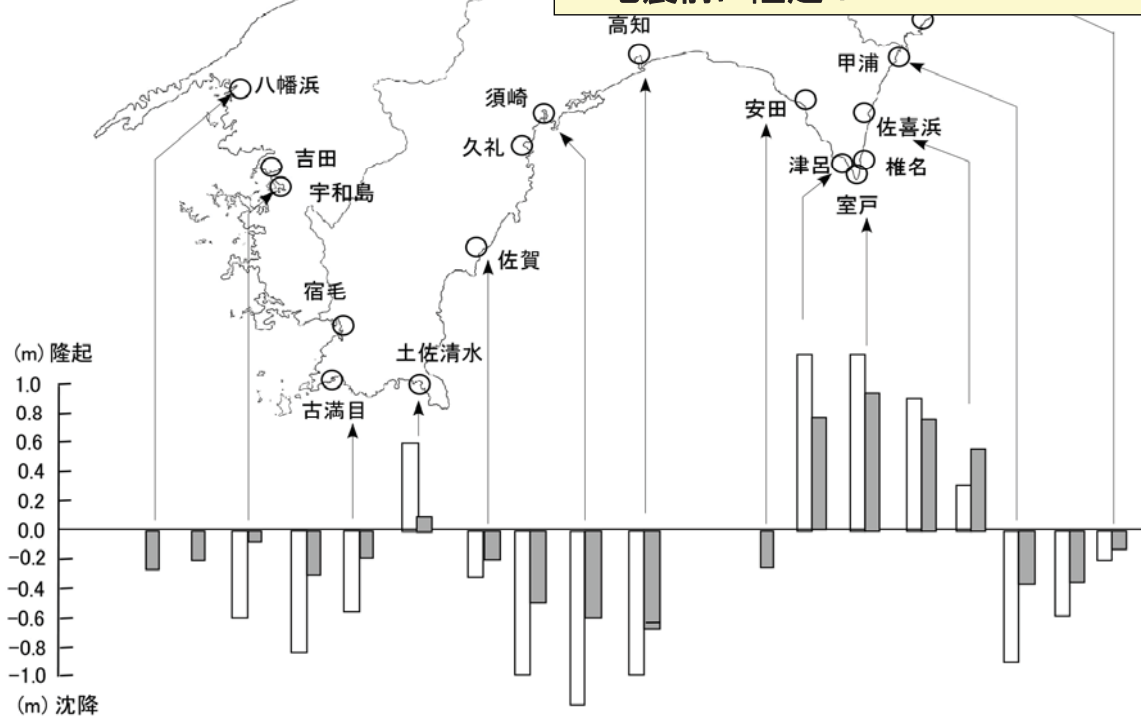
地震時の隆起・沈降については
調査データがある



海上保安庁水路局
(現: 同庁海洋情報部)

- 調査(地震時の変動)(水路局)
- 測定(長期間の変動)(地理調査所)

地震時に沈降する場所では、誤差(0.1-0.3m)を考慮しても、長期間の変動より地震時の変動が大きい。
→地震前に隆起?

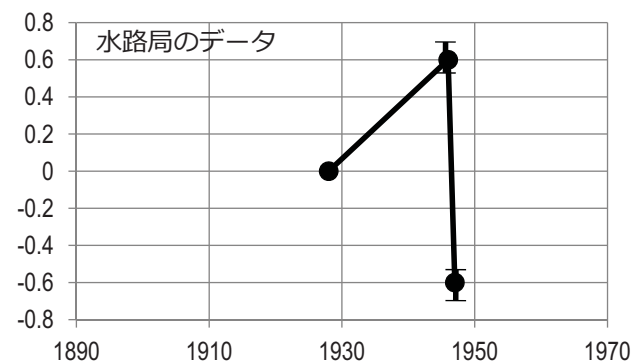
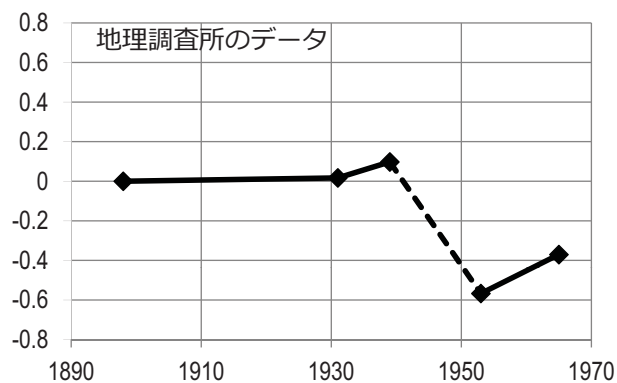


地理調査所

測定年	成果値 (m)	差(m)
1898	5.5546	0
1931	5.5715	0.0169
1939	5.652	0.0974
1953	4.9874	-0.5672
1965	5.184	-0.3706

水路局

測定年	測定値 の差	嵩上げ値
1928	0	0.015
1946	0.6	0.615
1947	-0.6	-0.585

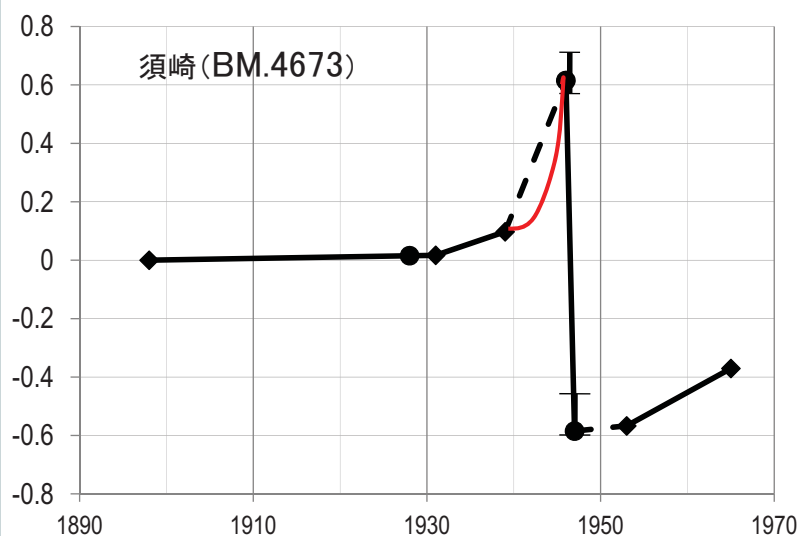


独立行政法人 産業技術総合研究所

地理調査所の成果値と水路局のデータを
結合させた須崎 (BM.4673) の変動図

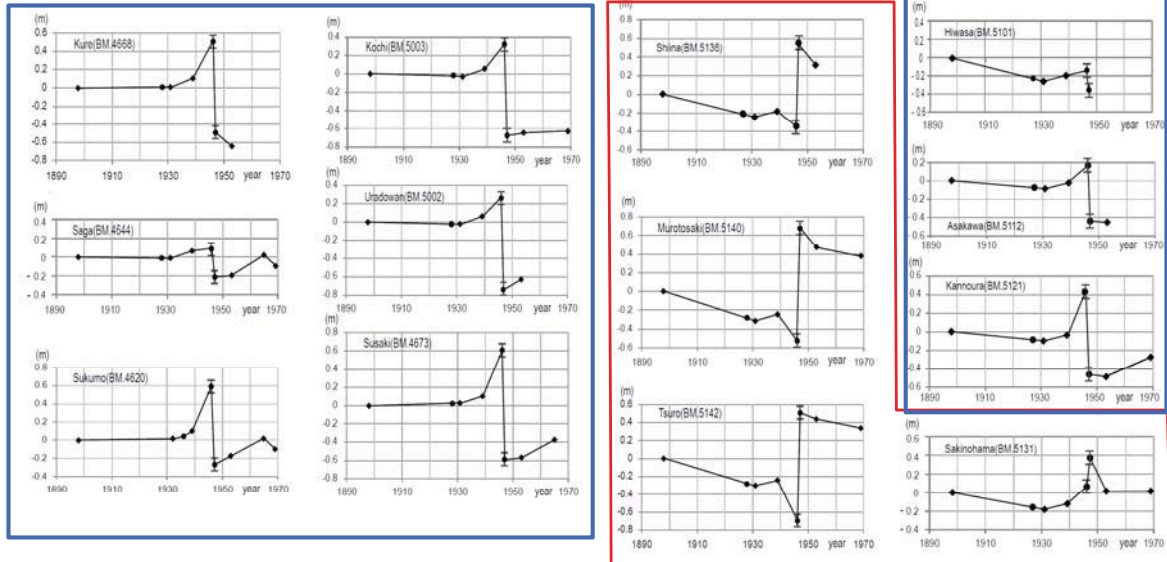
測定年	結合値 (m)
1898	0
1928	0.0154
1931	0.0169
1939	0.0974
1946	0.615
1947	-0.585
1953	-0.5672
1965	-0.3706

網掛けは水路局の
データ

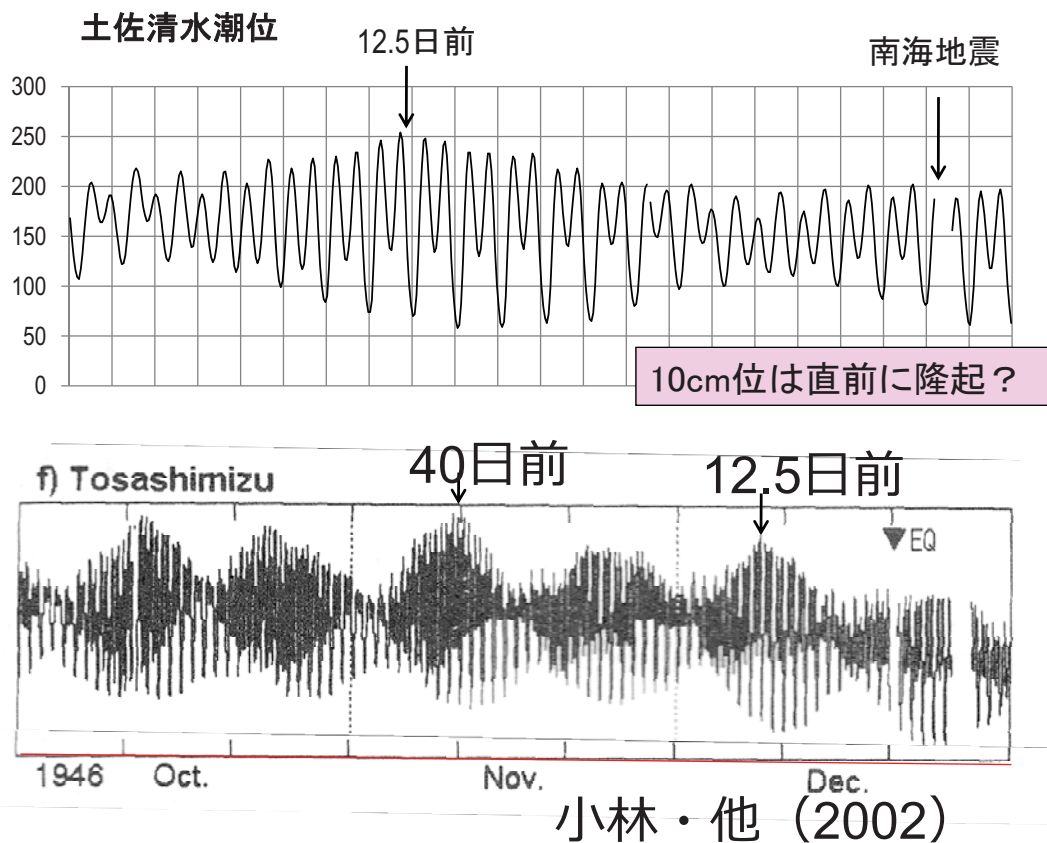




数十cm以上の隆起量
多くの人が気づくはず？
多数の井戸が涸れるはず？



独立行政法人 産業技術総合研究所



独立行政法人 産業技術総合研究所

事実1: 勝浦温泉の地震前湧出量低下→前兆すべりによる体積歪変化で説明可
 事実2: 浅い地下水の数十cm以上の水位低下。広範囲だが出現率低い。
 →前兆すべりによる海岸隆起のみでは説明不可能。

調査1: 地震前の海水位低下。

あったかもしれないが、相互に矛盾する報告。

調査2: 地震前の海岸隆起の有無。

水路要報(1948)から→数十cm以上の隆起？

検潮記録から→10cm程度の隆起？

結論

1と2の結果→「広範囲だが出現率低い」浅い地下水位の低下を説明できない。

最大公約数的仮説

- ・広範囲に地震前に地殻変動が生じた。基本的には小規模だったが、局所的には大きい所もあったかもしれない。
- ・局所的に存在する、(地殻変動を増幅する)地下水位変化メカニズム。このメカニズムは不明。

対応策

- ・GPS・海水位(検潮所・海底津波計)・歪計・傾斜計による地殻変動モニタリング。
- ・地下水を観測して地殻変動データと比較検討し上記メカニズムを探る。

独立行政法人 産業技術総合研究所

