

高知県黒潮町佐賀における海水・淡水境界面の観測

浅田照行・梅田康弘・辰巳賢一・重富國宏・木村昌三*・川谷和夫*・大村 誠**

*高知大学理学部附属高知地震観測所

**高知女子大学生生活科学部環境理学課

要 旨

昭和南海地震 (1946, M8.0) と安政南海地震 (1854, M8.4) の前に、紀伊半島から四国の太平洋沿岸で、井戸水が濁れたあるいは水位低下したことが報告されている。我々は、次の南海地震の予知をめざして梅田モデル (2003) の条件を満たした、小さな三角州 (高知県黒潮町佐賀) において、地震前に予想されるわずかな土地の隆起・沈降を、海水・淡水境界面の変動によって S/N よく捉えるには、海岸からある程度距離のある場所での境界面の観測が有効であるとの結論を得た。

キーワード：南海地震，前駆的滑り，海洋潮汐，境界面，地下水位

1. はじめに

昭和南海地震 (1946, M8.0) と安政南海地震 (1854, M8.4) の前に、紀伊半島から四国の太平洋沿岸で井戸水が濁れた、あるいは水位が低下したことが報告されている (水路局, 1948; 重富ら, 2003)。シミュレーション結果によれば、プレート遷移層でわずかな隆起と膨張が期待される (橋本, 2003)。過去 2 回の地震前に起こった現象は次の南海地震の前にも起こる可能性が高いと考えられるが、地震前の地面の変化はごくわずかである。早い段階でプレスリップを観測するには、地表の隆起量が数ミリ、歪量が 10^{-8} 程度を S/N よく捉える必要がある。

梅田モデル (梅田, 2003) によれば、ある条件下では海水・淡水境界面は隆起量の 40 倍変化するので、境界面の観測が効果的と考えられる。しかし、逆に海面の変動が境界面に及ぼす影響は、上述の観測にはすべてノイズとなるので、これらをあらかじめ知っておく必要がある。

我々は、次の南海地震の予知を目指して、梅田モデルの条件を満たした、高知県黒潮町佐賀の小さな三角州において、2003 年 4 月に海岸から山手に向かって 4 本の鋼管打ち込み式観測井戸を掘削し、地下

水のアレー観測を行い、梅田モデルの妥当性について検証をしてきた (浅田ら, 2004)。

更に、2004 年に海岸から 60m 地点 (B1) と 360m 地点 (B3) の 2 ケ所に、深さ 13m のボーリング井戸を切削して海水・淡水境界面の観測を開始したが、360m 地点の井戸では境界面にあたらなかったため、2005 年に海岸から 120m 地点 (B2) にボーリング井戸を掘削して、2006 年 1 月から 2007 年 1 月までの 1 年間、海水・淡水境界面の観測を行ない、海洋潮汐や台風通過時、等の海面の変化がどの程度三角州直下の境界面に影響を与えているか、すなわち境界面のノイズレベルの検証を行った (Fig. 1)。

2. 観測の概要

ボーリング井 (1B, 2B, 3B) 掘削後に、各井について深度 50cm 間隔で電導度験層を行い、深度ごとの電導度の測定値を塩度 (PSU) に換算し、1B 井と 2B 井の塩度分布から、海水 (汽水)・淡水の境界面の位置を求めた (Fig. 2)。また、約 1.5 ヶ月ごとにデータ回収に向いた際に、1B 井と 2B 井で電導度 (塩度) 験層を繰り返す、大まかな境界面の年変化を調べた (Fig. 3)。

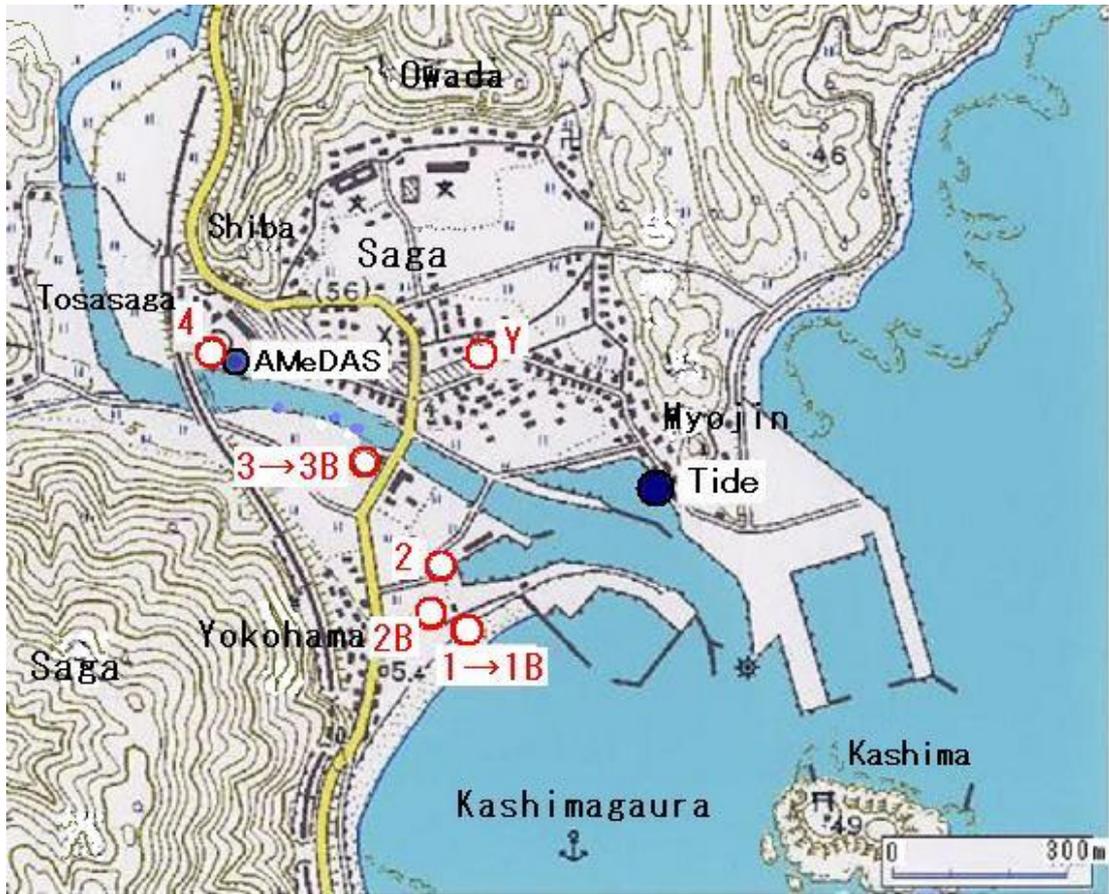


Fig.1 Layout of the observation stations at Saga Kuroshiocho, Kochi Prefecture. The circles indicate the observation wells. The solid circle indicate the seawater level observation.

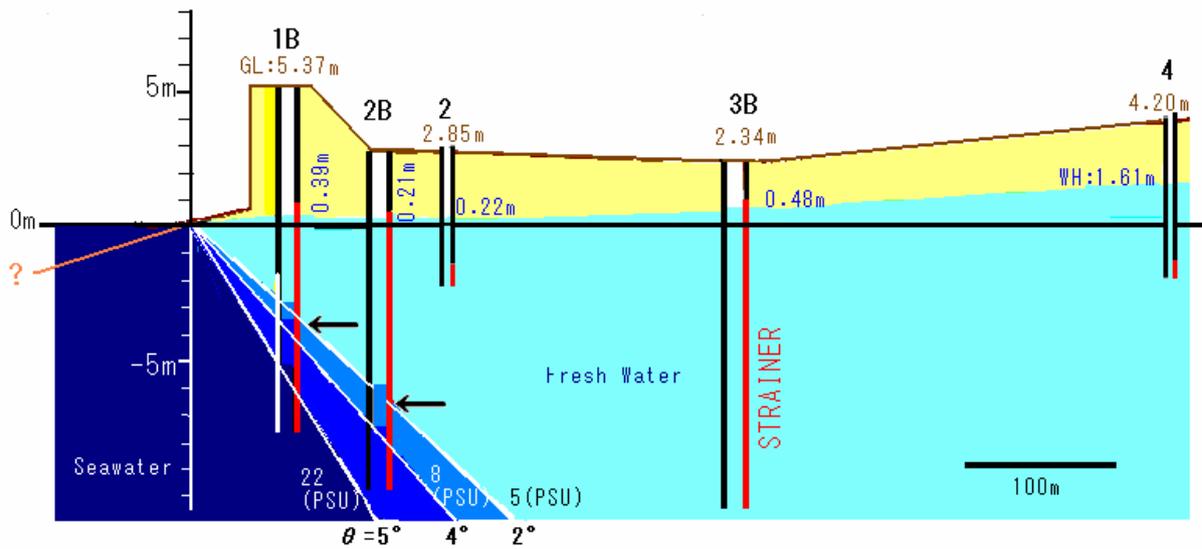


Fig.2 A cross section of the interface between seawater and fresh water. Arrows show measurement points of salinity, water level and water temperature. GL: Ground height. WH: groundwater height.

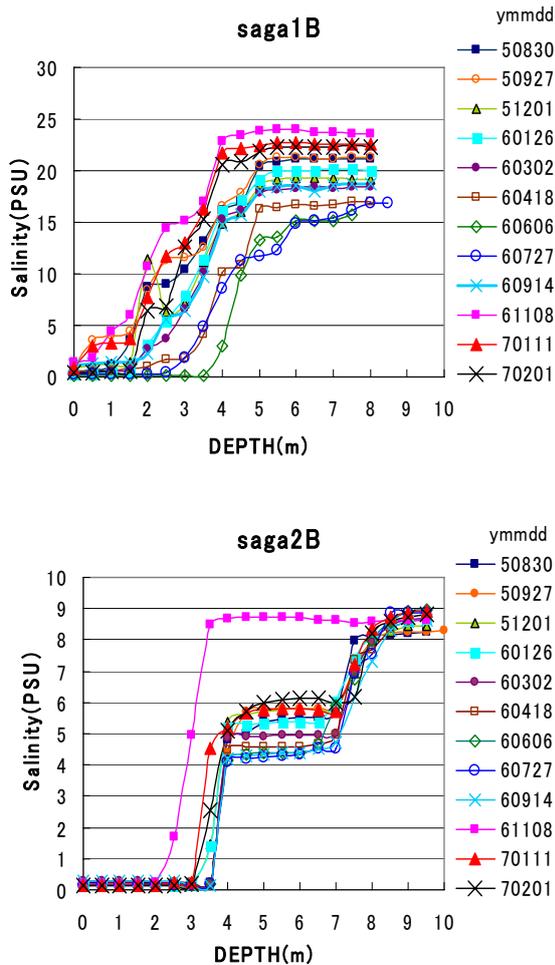


Fig.3 Change of salinity profile of the observation well from August 30, 2005 to February 01, 2007.

更に、1B井と2B井に共通する5 (PSU) の境界面がある深度に (Fig.2 に矢印で示す)、測定器 (In-Situ 社製, MP TROLL9000) を固定し、1B井と2B井で塩度・水位・水温の連続観測を行い、10分間隔で収録したデータにより、海面変化による境界面変化のノイズレベルを調べた。

3. 海面変化が境界面に及ぼす影響

塩度5 (PSU)の境界面における塩度の連続観測の結果、海洋潮汐・台風通過・年変化の海面変動による塩度変化がある (Fig.4)。海岸に近い1B井では2B井に比べて、海洋潮汐で約4倍、年変化で約7倍、また、台風の通過に伴う影響は台風の通過経路によって異なるが、6から8倍程度影響が大きい、即ちノイズレベル高い (Fig.5)。また、2006年11月8

日から9日にかけて1昼夜3時間ごとに、1B井で塩度5と15(PSU)境界面について、2B井で塩度5と8(PSU)境界面について、海洋潮汐による境界面の変化量を観測した (Fig.6)。この観測結果においても、1B井が2B井に比べて、3倍程度影響が大きい、即ちノイズレベル高い結果を得た。

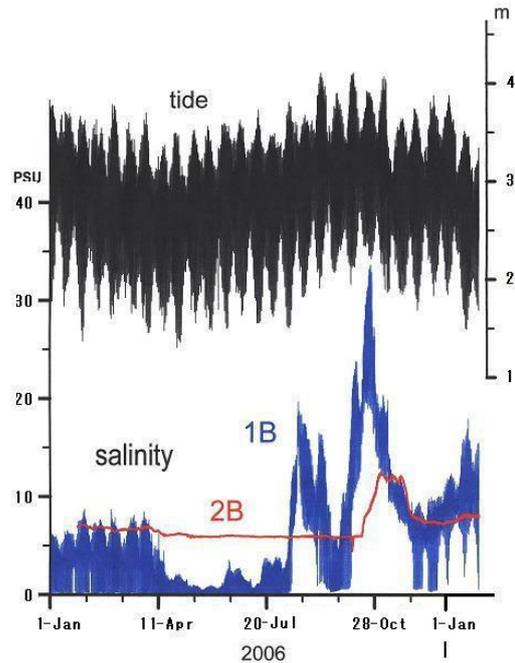


Fig.4 Observational results from January 2006 to January 2007. The sea-surface salinity was measured at Saga Kuroshiocho, Kochi Prefecture.

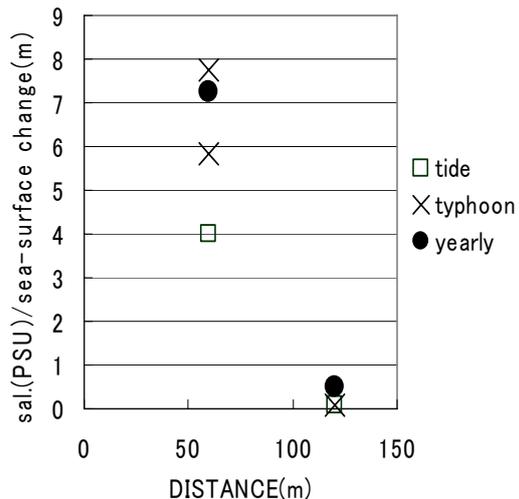


Fig.5 The distance attenuation of the influence of the salinity on the sea-surface of two boring wells.

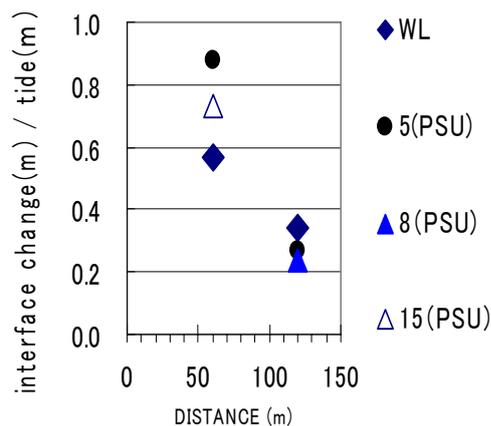


Fig. 6 The distance attenuation of the influence of the interface change and water level on the tide of two boring wells.

4. 結論

海水・淡水境界面の観測は、海岸から100mも内陸部に入ると、海洋潮汐によるノイズレベルはおよそ1/3に減少することがわかった。地震前に予想される僅かな土地の隆起・沈降を、境界面の観測によってS/Nよく捉えるには海岸から離れた場所での観測が効果的であることを示している。

謝 辞

地下水観測に当たり、黒潮町佐賀役場のご高配を得ました。特に青木浩明氏、弘田一男氏には、観測井の設置に関して御協力を戴きました。感謝の意を表します。また、佐賀漁協をはじめ地元の皆様にも御協力戴きましたことに感謝いたします。

参考文献

浅田照行・重富國宏・梅田康弘・辰己賢一・木村昌三・川谷和夫・大村誠 (2004) : 高知県佐賀町における地下水のアレー観測. 京都大学防災研究所年報, 第47号B, pp. 721-724.

京都大学防災研究所地震予知研究センター (梅田康弘) (2003) : 南海地震前の井戸水の減少についてー増幅のメカニズムー. 地震予知連絡会報, 第70巻, pp. 423 - 428.

京都大学防災研究所地震予知研究センター (橋本学) (2003) : 地下水変化に対する前駆的滑りの断層モデル. 地震予知連絡会報, 第70巻, pp. 402 - 403.

高知県幡多郡黒潮町 (2000) : 伊与木川地下水調査.

佐藤裕 (1982) : 1946年南海道地震前の土佐清水における潮位変化について. 地震, 第2輯, 第35巻, pp. 623-626.

重富國宏・梅田康弘・尾上謙介・浅田照行・細善信・近藤和夫・辰己賢一 (2005) : 資料・証言にみる南海地震前の井水濁れ及び異常潮位. 京都大学防災研究所年報, 第48号B, pp. 191-195.

水路局 (1948) : 昭和21年南海大地震調査報告ー地変及び被害編ー, 水路要報増刊号.

付 録

2002年10月初めから2007年1月末まで、高知県下の3地区でデータセットの構築、および梅田モデルの検証のために地下水連続観測を行った井戸の位置情報・連続観測項目および連続観測期間の一覧を記しておく。

(1) 高知市浦戸

吉松氏所有 (133° 34' 4.9" E, 33° 29' 36.6" N)
標高: 3.24m, 井戸口内径: 62cm, 深さ: 4.69m
観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。

観測期間: 2002年10月2日~2005年3月8日

(2) 土佐清水市布

川村氏所有 (132° 59' 6.3" E, 32° 52' 14.1" N)
標高: 6.82m, 井戸口内径: 65cm, 深さ: 5.40m
観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。

観測期間: 2002年10月2日~2004年7月6日

山脇氏所有 (132° 59' 12.0" E, 32° 52' 8.1" N)
標高: 4.98m, 井戸口内径: 5cm, 深さ: 3.78m
観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。

観測期間: 2003年9月4日~2005年3月8日

岸下氏所有 (132° 59' 15.6" E, 32° 52' 1.0" N)
標高: 3.53m, 井戸口内径: 58cm, 深さ: 3.05m
観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。

観測期間: 2003年9月4日~2005年3月8日

山本氏所有 (132° 58' 57.0" E, 32° 52' 23.0" N)
標高: -.1m, 井戸口内径: 65.5cm, 深さ: 6.15m
観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。

観測期間: 2004年7月6日~2005年3月8日

布 港

観測項目: 海面水位 10分間隔データ

観測期間: 2003年9月4日~10月15日

(3) 幡多郡黒潮町佐賀

山本氏所有 (133° 6' 35.1" E, 33° 4' 34.7" N)
標高: 3.25m, 井戸口内径: 65cm, 深さ: 3.16m
観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。

観測期間 2002年11月6日～2006年9月19日
 ー梅田モデル検証井ー
 京都大学設置井 (Fig.1配置図の番号と符号する)
 1 (133° 6′ 33.8″ E, 33° 4′ 19.9″ N)
 標高: 5.37m, 井戸口内径: 7.5cm, 深さ: 7.32m
 観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。
 観測期間: 2003年4月23日～2004年2月5日
 1B (同上) *2004年3月ボーリング切削
 標高: 5.37m, 井戸口内径: 7.5cm, 深さ: 13m
 観測項目: 水位・水温・電導度 (塩度換算)
 10分間隔データ。
 観測期間: 2004年7月8日～2007年2月1日
 2 (133° 6′ 31.7″ E, 33° 4′ 22.0″ N)
 標高: 2.85m, 井戸口内径: 7.5cm, 深さ: 4.84m
 観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。
 観測期間: 2003年4月23日～2007年2月1日
 2B (133° 6′ 30.1″ E, 33° 4′ 22.2″ N)
 *2005年8月ボーリング切削
 標高: -. --m, 井戸口内径: 7.5cm, 深さ: 13m
 観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。
 観測期間: 2005年8月30日～2007年2月1日

観測項目: 水位・水温・電導度 (塩度換算)
 10分間隔データ。
 観測期間: 2006年1月26日～2007年2月1日
 3 (133° 6′ 27.2″ E, 33° 4′ 28.7″ N)
 標高: 2.34m, 井戸口内径: 7.5cm, 深さ: 3.78m
 観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。
 観測期間: 2003年4月23日～2004年2月5日
 3B (同上) *2004年3月ボーリング切削
 標高: 2.34m, 井戸口内径: 7.5cm, 深さ: 13m
 観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。
 観測期間: 2004年7月8日～2007年2月1日
 4 (133° 6′ 17.3″ E, 33° 4′ 34.1″ N)
 標高: 4.20m, 井戸口内径: 7.5cm, 深さ: 5.76m
 観測項目: 水位・水温 10分間隔データ。
 観測期間: 2003年4月23日～2007年2月1日
 佐賀港験潮場 (県・4408) 横
 (133° 6′ 47.1″ E, 33° 4′ 25.6″ N)
 観測項目: 海面水位 10分間隔データ
 観測期間: 2003年9月5日～10月16日
 2004年7月1日～12月31日
 2005年6月1日～2007年2月1日

The Observation of Interface between Seawater and Fresh Water in Saga Kuroshiocho, Kochi Prefecture

Teruyuki ASADA, Yasuhiro UMEDA, Kenichi TATSUMI, Kunihiko SHIGETOMI, Shozo KIMURA*

Kazuo KAWATANI* and Makoto OMURA**

*Kochi Earthquake Observatory, Science, Kochi University

**Department of Environmental Science, Kochi Women's University

Synopsis

There is a report that the water level of some wells distributed within the area of Pacific coast from Kii Peninsula to Shikoku were decreased before the Showa Nankai earthquake(1946,M8.0) and Ansei Nankai earthquake(1854,M8.4). Umeda(2003) proposed a model to make the decrease mechanism of the well water before the earthquake. To verify the Umeda model, we have operated observation of the interface between seawater and fresh water at two boring wells of 60m and 120m from the seashore since January 2006. The observation results are reported.

Keywords: Nankai Earthquake, preseismic slip, ocean tide, interface, groundwater level