

平成 21 年 6 月 22 日現在

研究種目：基盤研究 (B)
研究期間：2006～2008
課題番号：18340161
研究課題名 (和文) 歴史・地質・地球物理学的アプローチが明らかにする想定東海地震震源域の地殻変動履歴
研究課題名 (英文) Analyses of paleo-earthquakes and related crustal movements in the source area of expected Tokai earthquake based on historic, geologic, and geophysical data.
研究代表者 藤原 治 (FUJIWARA OSAMU) 独立行政法人産業技術総合研究所・活断層研究センター・主任研究員 研究者番号：50415741

研究成果の概要：東海地域で発生した過去の巨大地震の断層モデルを構築することは、将来の地震やその災害の予測において重要である。そのため、東海地震の想定震源域に位置する静岡県西部の海岸低地にて、歴史記録（絵図や古文書）と地層から地殻変動や津波の痕跡を検出し、過去に起こった地震の時期や地殻変動の大きさを推定した。また、測量データから得られている地殻変動パターンも考慮に入れて、安政東海地震および宝永地震の断層モデルを再検討した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006 年度	6,000,000	1,800,000	7,800,000
2007 年度	5,600,000	1,680,000	7,280,000
2008 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
年度			
年度			
総計	13,600,000	4,080,000	17,680,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：古地震，自然災害，東海地震，地殻変動

1. 研究開始当初の背景

東海地域では歴史文書の研究から、海溝型地震の発生履歴はかなり良く分かっている。しかし、過去の地震の断層モデルの構築に決定的に重要な地殻上下変動や津波の規模については、情報が非常に限られている。

遠州灘沿岸には中世から交通・通商の要衝があり、湊や田畑の状況を記した文書や絵図

が残されている。しかし、文書や絵図にある湊や土地の変化に関する記述を、歴史地震と関連づけて解釈した研究は少ない（例えば、今村，1943）。また、絵図や文書に記された地震に伴う津波についても、地学的なデータからそれが検証された例は熊谷（1999）や Komatsubara *et al.* (2008) など少数である。

このため、比較的データが豊富な 1854 年

安政東海地震でさえ 1980 年代初頭以降、断層モデル構築に関して大きな進展がない。一方、北海道東部などでは、地層に残された津波や地殻変動のデータから地球物理学を介して、過去の地震の断層モデルを構築する研究が行われるようになった(例えば, Sawai *et al.*, 2004)。東海地方についても、歴史史料や地学データなどを総合して、断層モデルを改良していく必要がある。

2. 研究の目的

駿河・南海トラフ沿いにおけるプレート間地震の長期的な発生予測と防災に貢献するため、想定東海地震震源域における地殻変動履歴を定量的に復元し、過去の東海地震の履歴を明らかにする。また、こうしたデータを基に、既存の東海地震の断層モデルをより現実に合ったものに改良する。

3. 研究の方法

(1) 歴史史料の調査

遠州灘沿岸（静岡県掛川市南部から浜名湖にかけて）について、東海地震の前後に描かれた絵図を比較することや、土地の隆起や沈降を示唆する内容が書かれた文書の内容を検討することで、地殻変動が起こったと推定される場所を検索した(図 1)。

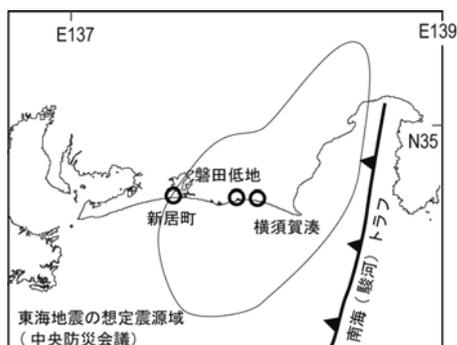


図 1 調査位置図

(2) 地形と地質の調査

歴史記録と地形などを参考に、地殻変動の痕跡が残っている可能性が高い場所を選定

し、ジオスライサーなどによる掘削調査、測量、化石分析などを行って、地殻変動や津波の痕跡の検出を試みた。地震や津波の痕跡と考えられる地層については、 ^{14}C 年代測定を行ってその年代を推定した。また、歴史と地学データから地殻変動の量を推定した。

(3) 断層モデルの再検討

上記のデータに明治以降の測地データも加えて、遠州灘沿岸の地殻変動を矛盾無く説明するように、過去の東海地震の断層モデルを再検討した。

4. 研究成果

(1) 歴史史料の調査

掛川市南部の「横須賀湊」の跡地と磐田低地南部で、歴史地震に伴う隆起を示唆する情報が得られた(図 1)。一方、浜名湖西方の新居町などでは地震沈降の痕跡の発見が期待されたが、新たな情報は得られなかった。

「横須賀湊」では、絵図と文書の証拠から 1707 年宝永地震による隆起が推定されている(今村, 1943)。幾つかの文書と絵図を基に、この隆起の範囲などを推定した(図 2)。

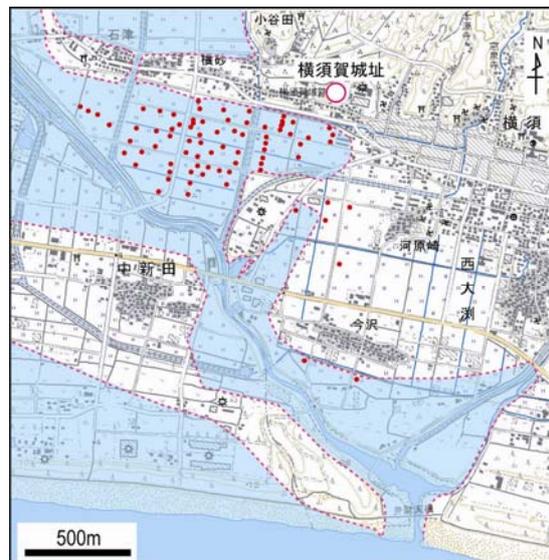


図 2 史料から推定した 1707 年宝永地震前の横須賀湊周辺の海岸線(点線)と掘削地点(丸印)。1/2.5 万地形図「袋井」を使用。

袋井市から磐田市にかけての海岸低地は、中世には大きな潟湖が存在したが、次第に縮小し、現在は小規模な池を残すのみとなった。水域の縮小は江戸期以降の新田開発による部分も大きいですが、土地の隆起の影響も考えられる。海岸部では湊の移転や塩田の盛衰など、海岸の隆起を思わせる史料も確認された。

磐田市南部の塩新田集落は、形や地層の特徴から河口三角州と考えられる高まりに立地しているが、現在は海岸から 1.7 km も内陸に位置している。この集落は 1600 年代初期に歴史記録に現れるので、その頃に陸化したと考えられる。海岸の大きな前進には天竜川からの土砂供給もさることながら、地殻変動が関連していることも推定される。

(2) 地形と地質の調査

①横須賀湊の隆起

湊の跡地である水田で行った掘削調査（図 2）では、絵図や文書から推定された宝永地震による隆起を確認できた。湊跡の地層は、層相を重視し予察的な珪藻化石と有孔虫化石の分析結果も参考にして、下位から順に 4 つの堆積ユニット A~D に区分された（図 3）。

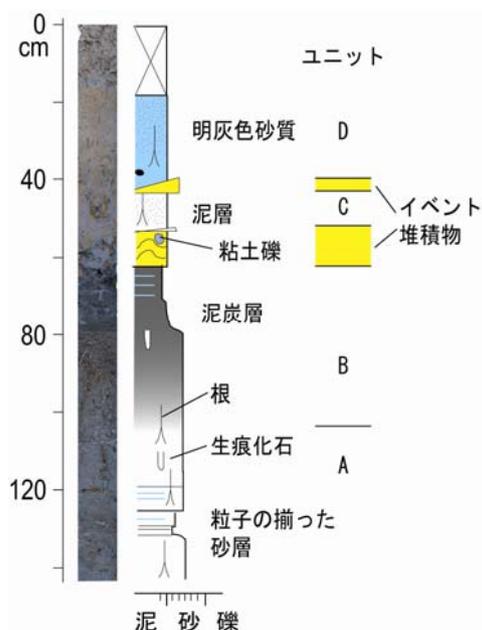


図 3 横須賀湊跡で見られる代表的な地層の重なり

ユニット A は湾口付近で堆積した砂層，ユニット B と C は入江中央部で堆積した泥炭層および粘土層，ユニット D は低湿地で堆積した砂質シルト層で，ユニット C と D の一部は耕作されている。ユニット C から D への変化は水深の急減を示すと考えられる（藤原ほか，2007，2009）。¹⁴C 年代測定結果から，ユニット C から D への変化は 17~18 世紀に起こっており，これが史料にある宝永地震による隆起イベントに当たると考えられる。

ユニット C の上面は，陸に近い場所では宝永地震前の干潟の頂面にほぼ相当する。その高さは少なくとも標高 1.4 m に達し，これが宝永地震以降に累積した隆起を示す。調査地域では 1854 年安政東海地震による隆起は無視できる程度なので（熊谷ほか，2009），この隆起は主に宝永地震によるものと推定される。

湊跡の地層には，洪水や津波などの痕跡と考えられる砂層（イベント堆積物）も見られ，その一つは 1498 年明応地震による津波堆積物の可能性もある（藤原ほか，2007）。

②磐田市南部の地形発達

掘削調査と工事現場での露頭観察の結果，過去約 4000 年間について地形と地層の発達過程を明らかにした。低地の下には三角州が埋もれており，その上面の形態から地殻変動の累積が推定された。古い時代に形成された部分ほど高度が低く，長期的には調査地域は沈降傾向にある可能性が高い。

また，この低地では洪水や津波などの痕跡と考えられる砂層も見られ，その一つは 1096 年に発生した東海地震による津波堆積物の可能性もある（藤原ほか，2008）。

塩新田集落では歴史文書から推定された通り，17 世紀始め頃にはこの付近に海岸線があったことが，地層のデータから確認された。ただし，当時の海岸線を示す地層は標高 0.9 m

付近にあり、明瞭な隆起は認められない。

③明応地震に伴う浜名川の流路変化

新居町には中世まで浜名湖から西流して遠州灘へ注いでいた浜名川の流路跡がある。流路跡で行った掘削調査によって、この流路が15世紀末頃に放棄され、その後湿地に変わったことが分かった。歴史上、浜名川の流路変化は1498年明応地震によると推定されていたが、それが地学的にも確認された。地盤の上下変動の有無については未検出であるが、流路跡の地層からは歴史地震による津波堆積物の可能性がある砂層が複数枚検出された。

(3)断層モデルの再検討

①安政東海地震と宝永地震の断層モデル

鷲谷(2007)は水準測量データに基づき、1884年以降の非地震時には、沼津～掛川の沈降と掛川～名古屋の隆起という変動パターンを示すことを指摘した。このパターンが安政東海地震以降の地震間変動であると解釈すると、この変動は安政型の東海地震により解消されるものである。この仮定に基づいて、Ishibashi(1981)の安政東海地震の断層モデルに基づくバックスリップモデルが、この地殻変動パターンを説明できるか調べてみた。その結果、このバックスリップモデルでは、沼津～掛川が大きな沈降となる一方、掛川～名古屋の隆起が非常に小さく、地殻変動パターンを再現できない。そこで、Ishibashiモデルの断層パラメータをサーチした結果、沈み込み角度を小さくすることで、地殻変動パターンを再現できることが分かった。Ishibashiモデルでは、駿河湾での沈み込み角度が 34° と大きく、この地域の震源分布と明らかにずれている。角度を 15° 程度とすると、地殻変動パターンを再現でき震源分布と

も合い、さらに中央防災会議による想定東海地震の断層モデルとも整合する。よって、沈み込み角度を 15° 程度と修正したIshibashiモデルが、安政東海地震のより適切な断層モデルと考えられる。

相田(1981)は、東海地域での1707年宝永地震における津波の高さが、安政東海地震の時とほぼ一致することから、東海側については安政東海地震のモデルを宝永地震のモデルとして考えてよいとしている。

修正Ishibashiモデルを用いて地震時の上下変動量を計算すると、掛川付近がヒンジラインとなり、この地域では宝永地震および安政東海地震において大きな上下変動は生じない(図4)。これは上述した宝永地震時、あるいはそれ以降の横須賀湊周辺における1mを超える隆起を説明できない。

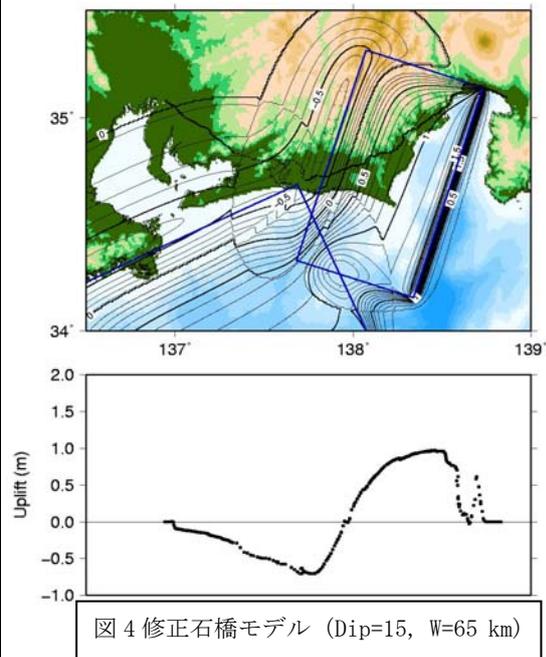


図4 修正石橋モデル (Dip= 15° , W=65 km)

②横須賀湊の隆起を説明する断層モデル

横須賀湊周辺での隆起を説明する可能性を検討した結果、次の2つがあることが分かった。1) 掛川～磐田に北東・南西に延びる高角(30°)北西傾斜の浅い逆断層を想定するモデル(図5)。2) 駿河湾に沈み込む断層

面のさらに深部延長部のスリップモデル。

1) は鷺谷 (2007) が東南海地震に伴う掛川～袋井の上下変動を説明するのに考えた断層と似ているが、横須賀湊の隆起量を説明するためには M7 クラスを数 km の深さに置く必要があり、鷺谷 (2007) の断層モデルよりは浅く大きい。2) では隆起が広域となり、浜名湖においても 50 cm 程度の隆起となる。

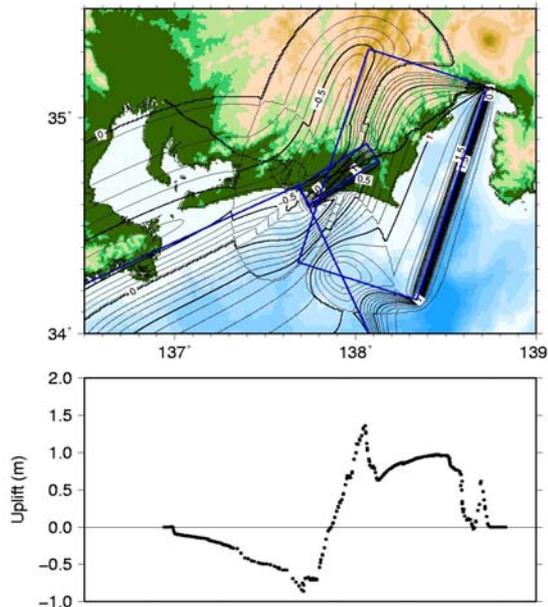


図5 モデル1：掛川～磐田逆断層モデル

1) に関しては、局所的に変動を起こすことができ他の地域への影響が無い一方で、このような浅い断層であれば地表に何らかの痕跡が見られてもよいと考えられるが、その痕跡ははっきりしない。2) に関しては、広域に隆起が起こるため、そのような隆起があったかどうかを歴史や地質記録を基に検証する必要がある。またこのモデルの深部スリップ域は 2000 年頃から浜名湖下で起こった長期スロースリップの領域であり、ここで大きなひずみを蓄積できるのかにも疑問が残る。どちらのモデルが適切かは現時点では結論できないが、これらのモデルを検証するための総合的な調査が必要であろう。

引用文献

- 相田勇 (1981) 地震研究所彙報, **56**, 367-390.
藤原 治ほか (2007) 活断層・古地震研究報告, **7**, 157-171.
藤原 治ほか (2008) 活断層・古地震研究報告, **8**, 187-202.
藤原 治ほか (2009) 月刊地球, **31**, 203-210.
今村恒明 (1943) 地震, **15**, 217-224.
Ishibashi, K. (1981) *Earthq. Pred., Ewing Ser.* **4**, 297-232.
Komatsubara, J. et al. (2008) *Sedimentology*, **55**, 1703-1716.
熊谷博之 (1999) 地学雑誌, **108**, 424-432.
熊谷ほか (2009) 地球惑星科学連合大会, T225-P005.
鷺谷 威 (2007) 地球惑星科学連合大会, S151-006.
Sawai, Y., et al. (2004) *Science*, **306**, 1918-1920.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

1. 藤原 治・小野映介・矢田俊文・海津正倫・岡村行信・佐竹健治・佐藤善輝・澤井祐紀・Than Tin Aung (2009) 歴史と地層記録から確認された1707年宝永地震による遠州灘沿岸の隆起. 月刊地球, **31**, 203-210.
2. 藤原 治・小野映介・矢田俊文・海津正倫・鎌滝孝信・内田淳一 (2008) 完新世後半における太田川低地南西部の環境変化と津波堆積物. 活断層・古地震研究, No. 8, 187-202.
3. 藤原 治・小野映介・佐竹健治・澤井祐紀・海津正倫・矢田俊文・阿部恒平・池田哲哉・岡村行信・佐藤善輝・Than Tin Aung・内田淳一 (2007) 静岡県掛川市南部の横須賀湊跡に見られる 1707 年宝永地震の痕跡. 活断層・古地震研究, No. 7, 157-171.

[学会発表] (計 5 件)

1. 藤原 治・小野映介・矢田俊文・海津正倫・岡村行信・佐竹健治・佐藤善輝・澤井祐紀・Than Tin Aung・熊谷博之 (2009) 歴史と地質の情報から見た宝永地震に伴う

遠州灘東部の隆起. 地球惑星科学連合 2009 年大会予稿集, T225-P006. (2009. 5. 20, 千葉)

2. 熊谷博之・藤原 治・佐竹健治・鷺谷 威 (2009) 歴史・地質・測地データを用いた過去の東海地震の断層モデルの再検討. 地球惑星科学連合 2009 年大会予稿集, T225-P005. (2009. 5. 20, 千葉)
3. Fujiwara, O., Ono, E., Satake, K., Sawai, Y., Umitsu, M., Yata, T., Abe, K., Ikeda, T., Okamura, Y., Sato, Y., Than Tin Aung and Uchida, J. (2008) Geological evidence of AD1707 Hoen earthquake from the coastal lowland, Shizuoka Prefecture, central Japan. AOGS 5th Annual Meeting, SE84-A017. (2008.6.20, Busan).
4. Fujiwara, O., Ono, E., Satake, K., Sawai, Y., Umitsu, M., Yata, T., Abe, K., Ikeda, T., Okamura, Y., Sato, Y., Than Tin Aung and Uchida, J. (2007) Trace of the AD1707 Hoen earthquake from the coastal lowland, Shizuoka Prefecture, central Japan. *Abst. International Symposium on Quaternary Environmental Changes and Humans in Asia and the Western Pacific*. 129. (2007.11.22, Tsukuba)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤原 治 (FUJIWARA OSAMU)

独立行政法人産業技術総合研究所・活断層
研究センター・主任研究員

研究者番号: 50415741

(2) 研究分担者

宍倉 正展 (SHISHIKURA MASANOBU)

独立行政法人産業技術総合研究所・活断層
研究センター・主任研究員

研究者番号: 00357188

矢田 俊文 (YATA TOSHIFUMI)

新潟大学・人文社会・教育科学系・教授

研究者番号: 40200521

熊谷 博之 (KUMAGAI HIROYUKI)

独立行政法人防災科学技術研究所・主任研
究員

研究者番号: 10343758

海津 正倫 (UMITSU MASATOMO)

名古屋大学大学院環境学研究科・教授

研究者番号: 50127883

小野 映介 (ONO EISUKE)

新潟大学・人文社会・教育科学系・准教授

研究者番号: 90432228

佐竹 健治 (SATAKE KENJI) (H19 年度まで)

東京大学地震研究所・教授

研究者番号: 20178685

澤井 祐紀 (SAWAI YUKI) (H18 年度まで)

独立行政法人産業技術総合研究所・活断層
研究センター・研究員

研究者番号: 20399504

(3) 連携研究者

佐竹 健治 (SATAKE KENJI) (H20 年度より)

東京大学地震研究所・教授

研究者番号: 20178685