

静岡県西部湖西市における遠州灘沿岸低地の津波堆積物調査 (速報)

Survey of tsunami deposits at an archaeological site along the eastern Nankai trough

高田圭太¹・佐竹健治²・寒川 旭³・下川浩一⁴・熊谷博之⁵・後藤健一⁶・原口 強⁷

Keita Takada¹, Kenji Satake², Akira Sangawa³, Koichi Shimokawa⁴,
Hiroyuki Kumagai⁵, Kenichi Goto⁶ and Tsuyoshi Haraguchi⁷

¹元活断層研究センターNEDO 養成技術者, 現所属: 復建調査設計株式会社 (Former NEDO fellow at Active Fault Research Center, GSJ/AIST, present affiliation: Fukken Co. Ltd., takada@fukken.co.jp)

^{2,3,4}活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST, kenji.satake@aist.go.jp, sangawa.a@aist.go.jp, k.shimokawa@aist.go.jp)

⁵防災科学技術研究所 (National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention, kumagai@bosai.go.jp)

⁶湖西市教育委員会 (Board of Education, Kosai City)

⁷復建調査設計株式会社 (Fukken Co., Ltd., haraguchi@fukken.co.jp)

Abstract: Tsunami deposits have been surveyed at an archaeological site on the coast of Enshu-nada, Kosai City, Shizuoka Prefecture. Historical documents recorded that this site was damaged by the tsunami from the 1707 Hoei earthquake along the Nankai trough. Recent archaeological survey revealed two sand layers, which were probably brought by tsunamis from the 1707 and 1605 earthquakes. An additional unusual sand layer has been found at the depth of 1.7 m below the ground surface. Geoslicer surveys at this site showed the stratigraphy from the surface down to the depth of 6 m: massive dune sand, laminated sand, clayey mud including burrows, and beach gravels. Six unusual sand layers have been identified in the geoslicer samples below the possible 1605 tsunami deposit; these sand layers might have been brought by tsunamis from older Tokai earthquakes. Radiocarbon dates of plant fragments near the bottom of the section are about A.D. 690 -1260. Average recurrence intervals of the tsunamis are about 100 - 120 years for six events and about 50 - 130 years for seven events. This recurrence suggests that unknown Tokai earthquakes occurred as many times as the western Nankai trough in the past 1400 years.

キーワード: 津波堆積物, 地震考古学, ジオスライサー, 東海地震, 南海トラフ

keywords: tsunami deposit, seismo-archaeology, geoslicer, Tokai earthquake, Nankai trough

1. はじめに

南海トラフ沿いで発生する地震は, その震源領域の広がりから, 主として四国沖で発生する地震と熊野灘以東の東海沖で発生する地震とに分けられ, 両者はほぼ同時期に発生して M8 クラスの巨大地震を引き起こしてきたことが知られている。これまで, 主として史料と遺跡で検出された液状化痕跡などから, 四国沖では, およそ 90~150 年間隔で巨大地震が発生してきたことが明らかにされている。一方, 東海沖では, 1498 年明応地震以降, 90~147 年間隔で大地震の発生が知られているが, 1498 年以前については, 1096 年永長地震が史料に知られているのみであった。この他にも, 遺跡における液状化痕跡などから, 史料に残されていない地震の存在が指摘されている (寒川, 1992, 1997 など)。

浜名湖およびこの周辺の沿岸低地は, 東海沖の地震でたびたび被災したことが知られている。特に

1498 年明応地震では, 地盤沈下と津波による浸食作用によって浜名湖の湖口が開き, 現在の今切口が形成されたとされている (静岡県編, 1996; 都司ほか, 1998 など)。

建設省中部地方建設局ほか (1985, 1987) は, 1984 年に浜名湖の西岸に位置する長谷元屋敷で行なった遺跡発掘調査の際, 複数のイベント堆積物を発見した。これらの報告を踏まえて, 西仲ほか (1996) と熊谷 (1999) は, 史実との対応の検討および簡易ボーリングによる堆積物の分布調査を行い, これらのイベント堆積物が東海沖地震に伴う津波によってもたらされた可能性が高いことを明らかにした。

2001 年に, 国道関連施設の建設に伴う長谷元屋敷遺跡の第 2 次発掘調査が, 前回調査地点の北側を対象として実施された。この調査では, 試掘溝を含めた発掘調査によって, 地表から深さ約 2m の間に 3 もしくは 4 枚のイベント砂層が挟まれることが確認された。

我々は、遺跡発掘調査の対象深度より下位の層準の層序とイベント堆積物の有無を明らかにし、東海沖における地震・津波の発生を復元するため、遺跡調査終了後の2002年2月にジオスライサーによる掘削調査を実施した。

2. 調査地周辺の概観

調査地点は、浜名湖の西岸に東西に細長く広がる沖積低地上に位置する (Fig. 1A)。この沿岸低地は、更新世の段丘の前面に発達し、海岸に沿う浜堤とその背後地からなる。海岸に沿う浜堤は、標高 5.5~6.5m で浜名湖岸からほぼ途切れることなく連続する。浜堤の背後には、低湿地帯が帯状に分布し、段丘崖に発達する開析谷の谷口では、小規模な土石流扇状地および土石流段丘が低湿地帯を覆う (Fig. 1B)。開析谷を背後に持たない地点では、恒常的な流入河川がないため、平時は静穏な環境下で埋積が進行し、浸食や削剥の影響を受けにくい。したがって、このような低湿地帯には、突発的イベントとしての津波堆積物が欠損の少ない状態で保存されていることが期待される。

旧東海道は、浜松・舞阪を経て浜名湖を渡ると、新居町から湖西市白須賀にかけて、この沿岸低地上を通過する。この間には、白須賀宿 (東海道五十三次の一つ) をはじめ、古くからいくつかの集落が立地していたことが知られている。白須賀宿は西暦 1707 年宝永地震による津波で大きな被害を受け、海岸付近から現在の位置 (段丘上) へ移転したことが知られている (Fig. 1A)。

発掘調査の対象となった長谷元屋敷遺跡では、浜堤上から背後の低湿地帯にかけて遺構が確認されており、遺物および家屋の配置から半農半漁の生活を営む生活集落であったことが推定されている (建設省中部地方建設局ほか, 1987)。

3. 調査の方法

本調査では、以下の手順で現地での調査・検討を行った。

まず、遺跡発掘の際にトレンチ壁面に現れたイベント砂層の観察と対比を行い、発掘地点全体でのイベント砂層の分布状況を確認した。この結果は、遺跡調査時の土層断面図に記載した。

次に、比較的連続して層相の観察が可能であった C-4~C-5 地点周辺を対象として、ジオスライサーによる掘削を行った (Fig. 2A, B)。掘削は 3 回に分けて行い、トレンチ壁として残されていた部分も含め、地表から深さ約 6.3m までの地層断面試料を採取した。

ジオスライサーによる掘削は、中田・島崎 (1997) および原口ほか (1998) に従って実施し、サンプルトレイとして、幅 25~35cm、長さ 3~4m、採取試料

厚 5~7cm のものを使用した。なお、作業には 4.9t 吊りのクローラクレーンと出力 7.5kw のパイプロハンマーを用いた。

得られた試料は、その場で層相の記載を行い、¹⁴C 年代測定用試料を採取した上で、OH-1A による剥ぎ取り標本を作製した。また、試料の一部はランチボックスに移し替えて保存試料とした。

4. トレンチ調査で確認された津波堆積物

長谷遺跡の第 2 次発掘調査では、地表 (標高約 5m) から深さ約 2m までの地層断面が観察された。このうち、地表からおよそ 0.5m (標高約 4.5m) の深さに江戸時代中期の遺構面、そのおおよそ 0.5m 下位 (標高約 3.8~4m) に 16 世紀の住居址および遺物包含層が確認された。これらの遺構構成土の上下で、イベントを示唆する 2 枚の砂層が検出された (Fig. 3)。

遺構および遺物包含層が、黄褐色のシルト混じり砂からなる浜堤・砂丘の構成層を起源とし、擾乱を受けているのに対して、イベント堆積物は、青灰色の淘汰のよい細粒砂からなる。イベント砂層の下底面は非常に不規則な境界を呈し、侵食または地割れへの落ち込みのような現象が示唆されるが、砂層と砂層の境界であるため、これらの形態は全般に不明瞭である。また、イベント砂層内部にも顕著な堆積構造は認められなかった。

遺構面の年代との層位関係から、最上位のイベント砂層 (event 1; 以下、下位のイベント砂層を event 2, event 3,... とする) は、宝永地震 (西暦 1707 年) に伴う津波堆積物に対比された。また、江戸中期の遺構面と 16 世紀の遺物包含層に挟まれるイベント砂層 (event 2) は、慶長地震 (西暦 1605 年) に伴う津波堆積物に対比された。さらに、地表から 1.7m (標高約 3.3m) の深さにも別のイベント (event 3) を示唆する砂層が比較的広い範囲で確認された (Fig. 3)。

5. ジオスライサー試料の層序と年代

ジオスライサー試料とトレンチ壁面の観察結果から、本地点の深さ約 6.3m までの堆積物は、大きく以下の 5 層に区分される (Fig. 4A, B)。

- ・地表~深さ 2.6m (標高 4.9~2.3m)
砂丘砂を起源とする無層理の砂層からなり、上述の 2 枚の遺構面を含む。遺構土層ではシルトの混入が認められ、人工あるいは生物による擾乱が著しい。下部の 50cm は暗灰色の細粒砂からなり、還元環境にあることを示す。
- ・深さ 2.6~3.1m (標高 2.3~1.8m)
均質な暗灰色砂質シルトからなり、後背地的環境が推定される。上位層との境界にイベント砂層を挟む。
- ・深さ 3.1~4.6m (標高 1.8~0.3m)

水平ラミナの発達する暗灰色細粒砂～極細砂が上方に細粒化するように繰り返し堆積する。

- ・ 深さ 4.6～6.1m（標高 0.3～-1.2m）
暗灰色粘土からなり、細粒砂に充填された生痕や植物片を多量に含む。全体に腐植質で沼沢地状の環境が推定される。
- ・ 試料の最下部（深さ 6.1m～；標高 -1.2m～）
扁平な亜円礫を主とする海浜性の砂礫からなり、一連の堆積物の基底をなす。

基底の砂礫より上位の砂泥堆積物は、完新世後期における海岸線付近での連続的な堆積環境変化を反映しており、下位から砂礫海岸、浜堤背後の沼沢地、後浜、離水後の後背湿地、浜堤・砂丘という一連の地形発達の結果を示すものと考えられる。

このうち、標高 0.3～-1.2m に 1.5m の厚さで堆積する暗灰色粘土は、平時に、流水による浸食や削剥の影響を受けることなく、連続的に堆積したものと推定され、この間のイベントを欠損なく保存していると思われる。

この粘土層に含まれる植物片の ^{14}C 年代（暦年較正年代、2）は、下位の試料から A.D. 690～900 年（GS-4-04）、A.D. 990～1160 年（GS-4-02）、A.D. 1040～1260 年（GS-4-03）、A.D. 900～1030 年（GS-4-01）であった（Fig. 4, Table 1）。

同層の有機質粘土からは B.C. 100～A.D. 70 年の年代値が得られているが、これは植物片から得られた年代値に比べて著しく古いことから、再堆積した有機物の影響を受けているものと考えられる（Gs-4-05; Table 1）。

このことから、本地点で観察された堆積物は、およそ西暦 600 年以降に堆積したものであると考えることができ、浜名湖西岸の沿岸低地は比較的最近になってから、現在のような姿を形成したことが推定される。

6. 考察 - イベント堆積物と歴史地震との対応

event 2（慶長地震）より下位の層準では、堆積の連続を断つ 6 枚の砂層（events 3～8）が認められた。浜名湖の湖岸に位置する東海道の新井宿では、津波と同様に高潮による被災記録も報告されている（静岡県編, 1996；熊谷, 1999 など）ことから、イベント砂層が高潮によるものである可能性も否定できない。しかし、ここでは産状、イベント砂層を構成する堆積物の粒度などから、event 1, event 2 と同様、津波によって形成されたと仮定した。すなわち、調査で検出されたイベント数は、堆積物から推定され得る津波の最大数を示す。

暗灰色粘土の中の年代値には多少のばらつきがあるが、大まかには GS-4-01 が event 7 と event 8 の間の堆積物の年代を、GS-4-02～GS-4-04 が event 8 より下位の堆積物の年代を示すと考えられる。そこで、

GS-4-01 の年代（A.D. 900～1030 年）から、event 7～event 2（1605 年）までの 6 つのイベントの平均発生間隔を求めると、およそ 96～117 年となる。同様に、GS-4-02～GS-4-04 の示す年代（A.D. 690～1260 年）から、event 8～event 2（1605 年）までの 7 つのイベントの平均発生間隔を求めると、およそ 50～130 年となる。

東海沖では、史料から 1498 年（明応地震）以前の歴史地震としては 1096 年（永長地震）のみが知られていた。今回の調査結果は、7 世紀から 1605 年までの間に、最大 7 回の地震がおよそ 50～130 年の繰り返し間隔で発生していたことを示唆する。

また、検出されたイベント数は四国沖において推定されている歴史地震と比較的よく対応することから、四国沖・東海沖の南海トラフがほぼ同時期に地震を起こし続けていることとも調和的といえる。

近年、遺跡発掘調査において検出される液状化痕跡に基づく地震考古学的調査によって、史料に記されていない地震の存在が多く地域で報告されている。寒川（2001）により報告された地震考古学的調査の結果と既知の歴史地震を合わせ、今回の調査結果と比較すると、各イベント砂層と歴史地震との対応が調和的であることが分かる（Fig. 5）。

7. おわりに

本調査では、静岡県湖西市における中・近世の遺跡発掘を端緒として、歴史時代における東海沖地震の痕跡を、地震津波に伴うイベント砂層によって検出した。その結果、史料では知られていない地震の存在が示唆される結果となった。

今後、試料の分析を進めてイベント砂層の成因を明らかにすると共に、各イベントの発生時期を特定してゆく必要がある。

今回の調査地点は、国道関連施設建設のため、追加調査を実施することは困難であるが、沿岸低地には、似たような条件にある地点がいくつか現存している。これらの地点での調査事例を積み重ねることで、東海沖の地震および津波に関するより確実な情報を提供することが可能になると考えられる。

謝辞 本調査を行うに当たって、静岡県立浜松北高校の青島 晃教諭をはじめ、同校地学部の皆さんには現地調査のお手伝いをしていただきました。ここに記して謝意を表します。

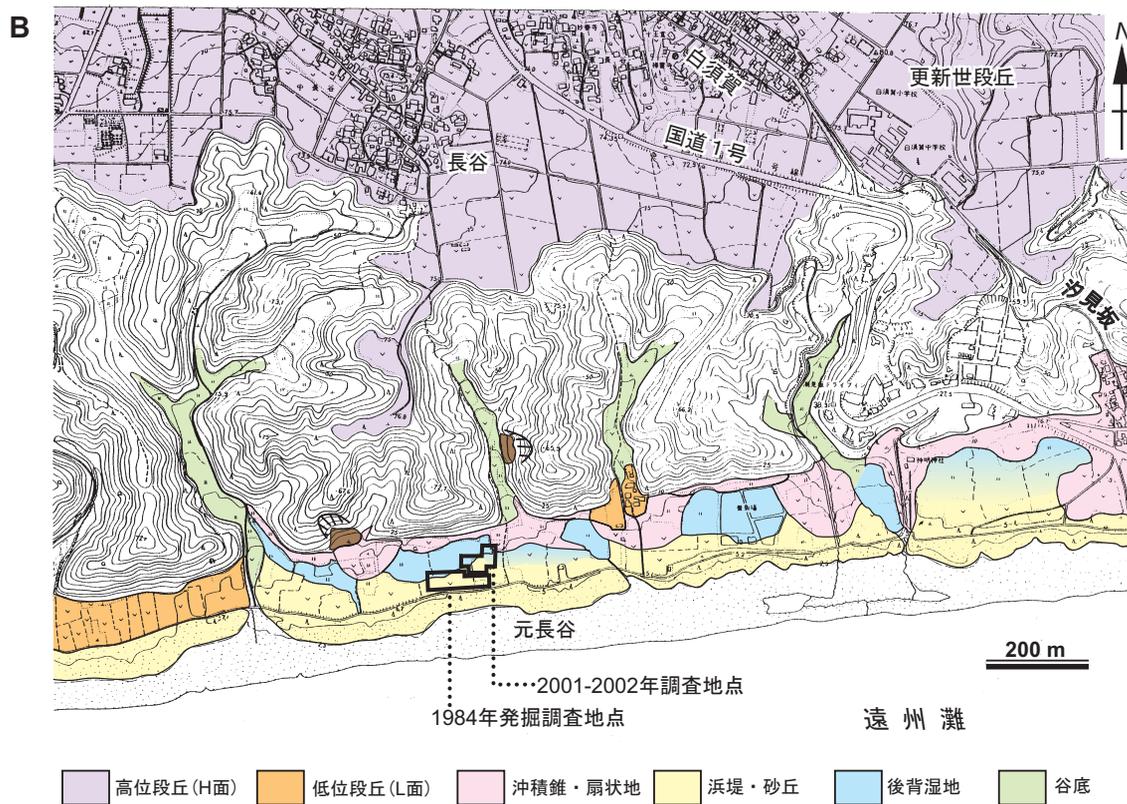
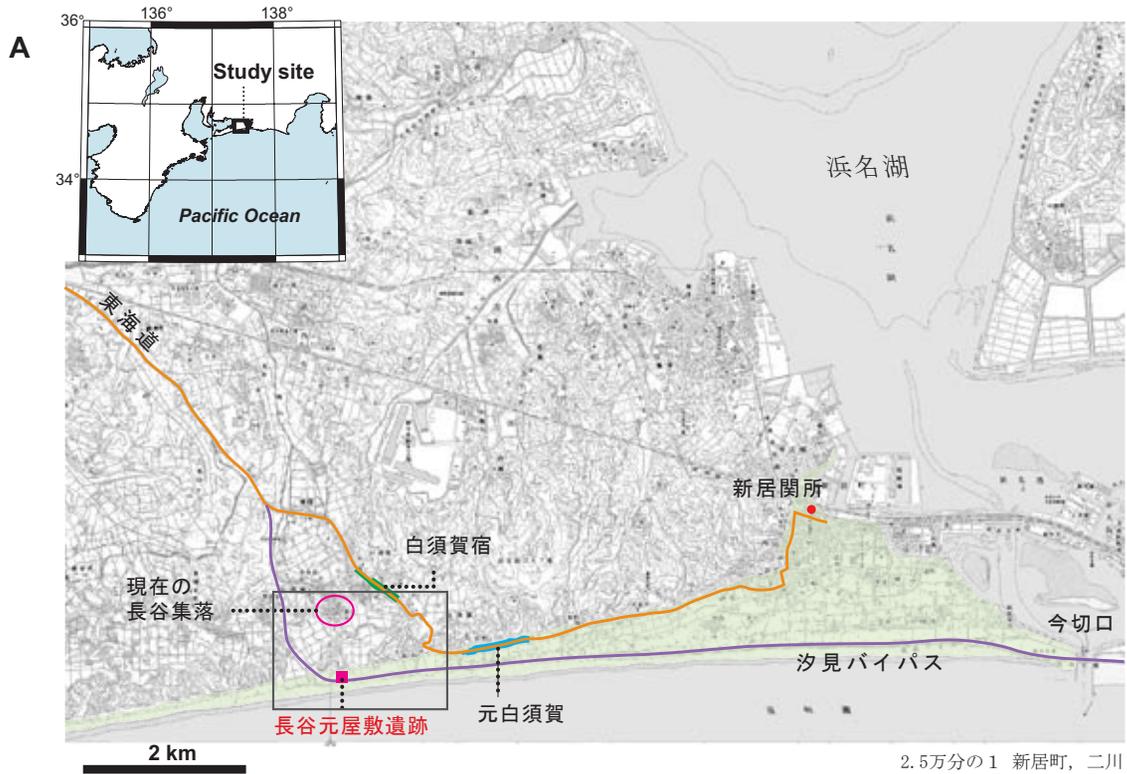
文献

- 原口 強・島崎邦彦・小島圭二・中田 高（1998）
地層抜き取り装置による軟弱地盤における定方位連続地層採取法。地盤工学会誌, 46, 24-26。
建設省中部地方建設局・静岡県教育委員会・湖西市教育委員会（1985）国道 1 号線潮見バイパス（湖

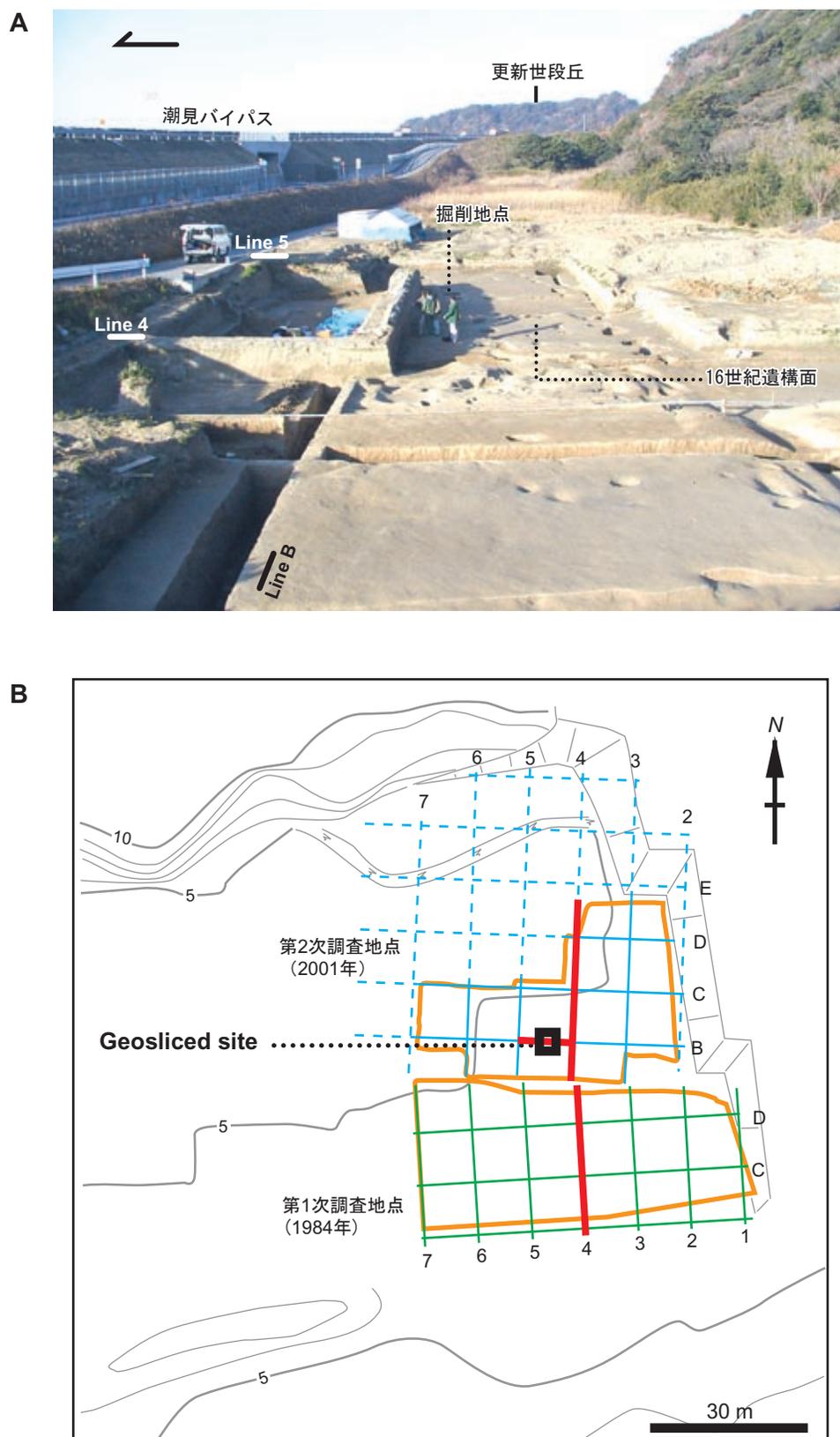
- 西地区)埋蔵文化財発掘調査報告書 長谷元屋敷遺跡 . 79p .
建設省中部地方建設局・静岡県教育委員会・湖西市教育委員会(1987)国道1号線潮見バイパス(湖西地区)宿南 No.4 遺跡(元屋敷遺跡)確認調査報告書 . 17p .
熊谷博之(1999)浜名湖周辺での東海沖の大地震に伴う津波堆積物の調査 . 地学雑誌 , **108**, 424-432 .
中田 高・島崎邦彦(1997)活断層研究のための地層抜き取り装置(Geo-slicer) . 地学雑誌 , **106**, 59-69 .
西仲秀人・熊谷博之・奥田 隆・鳥居龍晴・高野雅夫・中村俊夫(1996)浜名湖周辺の津波堆積物から探る過去の東海沖地震 . 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書 , VII, 193-212 .
- 寒川 旭(1992)地震考古学・遺跡が語る地震の歴史 . (中公新書 1096) . 中央公論社 , 251p .
寒川 旭(1997)揺れる大地・日本列島の地震史 . 同朋舎出版 , 272p .
寒川 旭(2001)遺跡で検出された地震痕跡による古地震研究の成果 . 活断層・古地震研究報告 , no. 1, 287-300 .
静岡県編(1996)静岡県史 別編2 自然災害誌 . 821p .
都司嘉宣・岡村 眞・松岡裕美・村上嘉謙(1998)浜名湖の湖底堆積物中の津波痕跡調査 . 歴史地震 , no. 14, 101-113 .

(受付:2002年7月1日,受理:2002年9月17日)

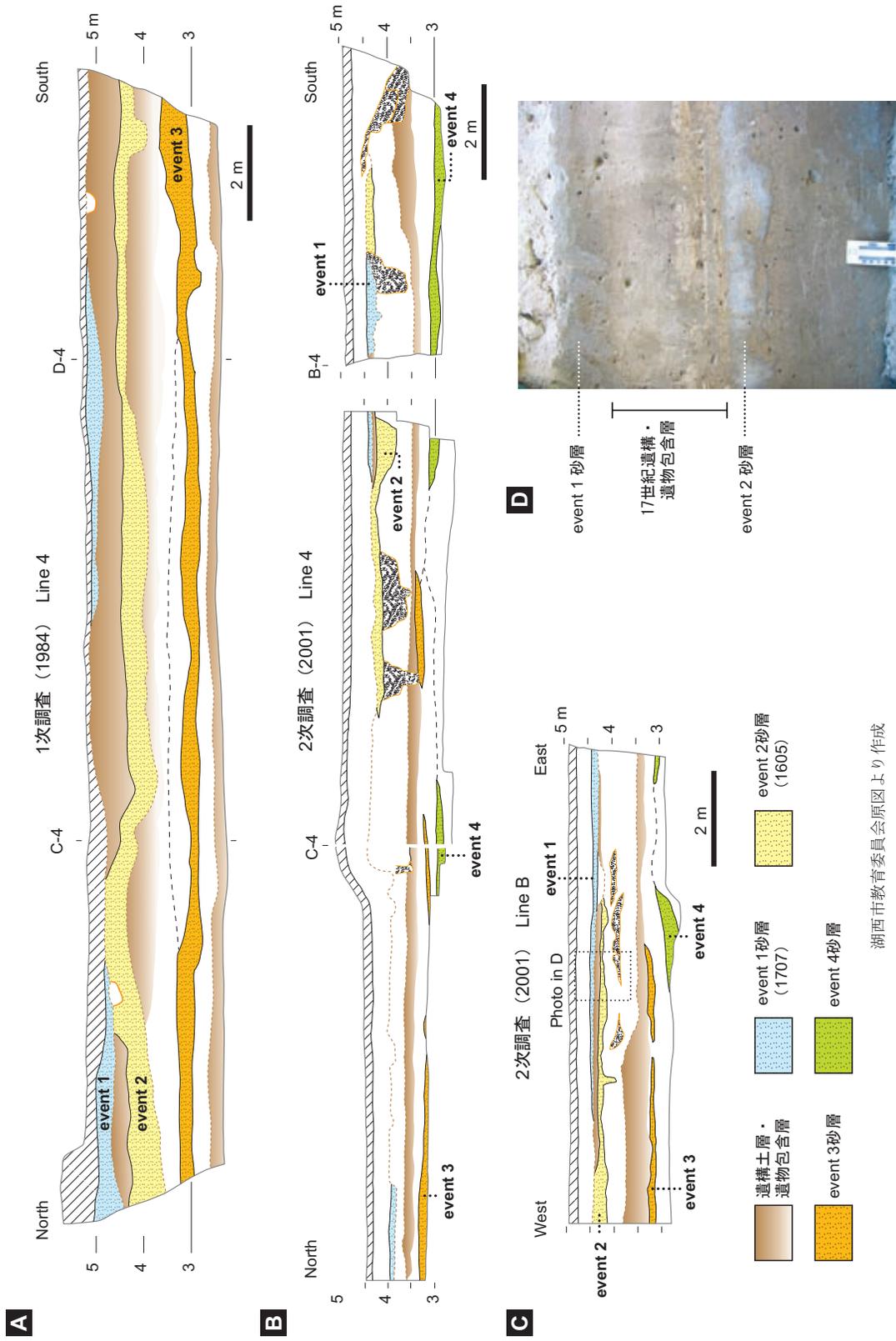
静岡県西部湖西市における遠州灘沿岸低地の津波堆積物調査 (速報)



第1図. 調査地域の概観および地形分類図. A: 調査地点の概観図, B: 調査地点周辺の地形分類図.
Fig. 1. Index map of the survey site. A: site location and historical "Tokaido route", B: detailed geomorphological map around the survey site.

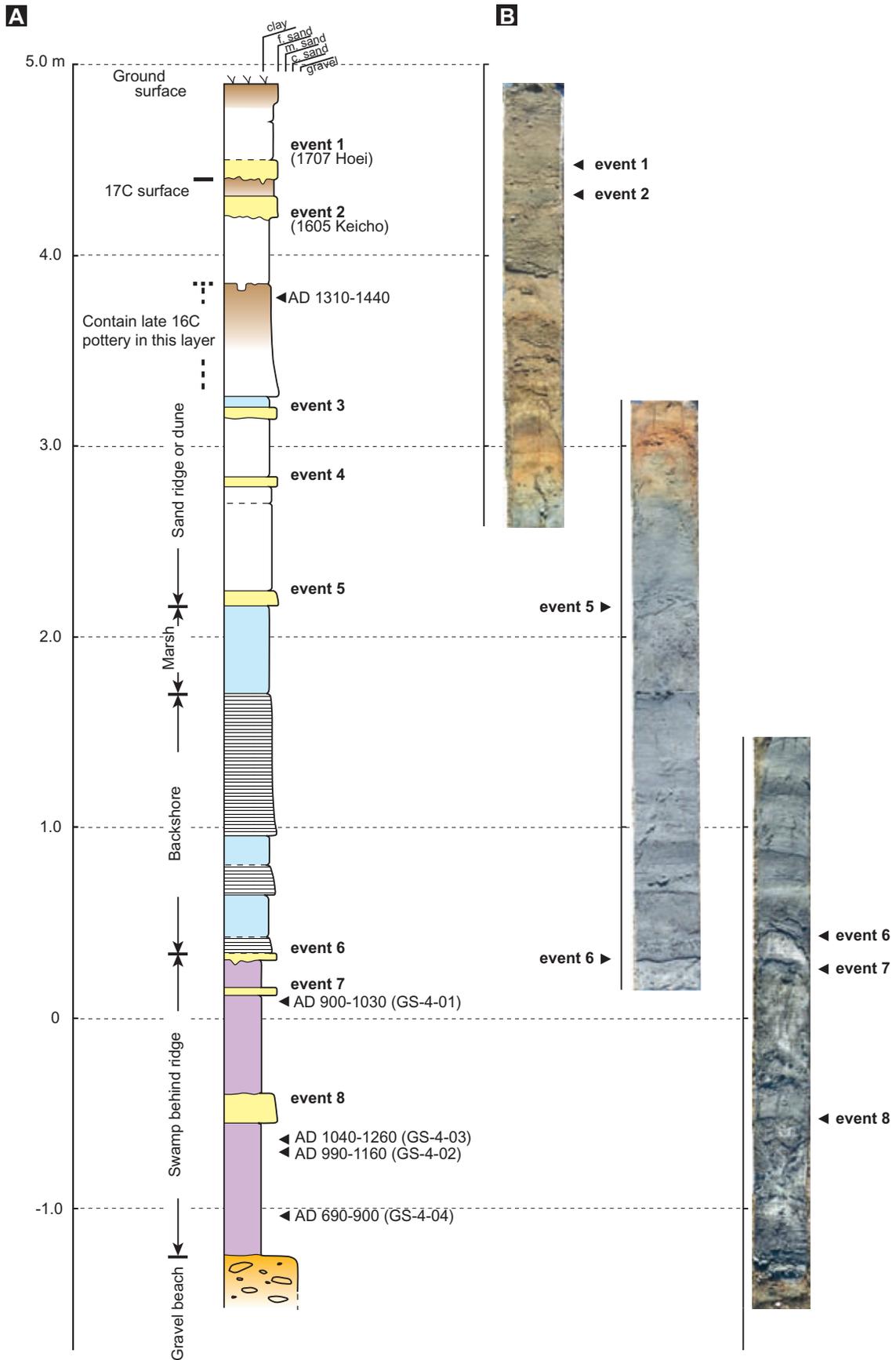


第2図. 遺跡発掘調査地点の状況と詳細図. A: 調査地点全景, B: 発掘地点詳細図.
Fig. 2. Archaeological survey site "Nagaya Moto-Yashiki". A: overviewed photograph around the archaeological site, B: detailed map of the survey site.



第3図. トレンチ壁面に認められたイベント砂層. A: トレンチ壁面 (1984年調査Line 4) のスケッチ, B: トレンチ壁面 (2001年調査 Line 4) のスケッチ, C: トレンチ壁面 (2001年調査Line B) のスケッチ, D: イベント砂層の産状.

Fig. 3. Event horizons on the trench walls. A: sketch log of the surveyed trench (Line 4 of the 1984 survey), B: sketch log of the surveyed trench (Line 4 of the 2001 survey), C: sketch log of the surveyed trench (Line B of the 2001 survey), D: tsunami sands on the trench wall.



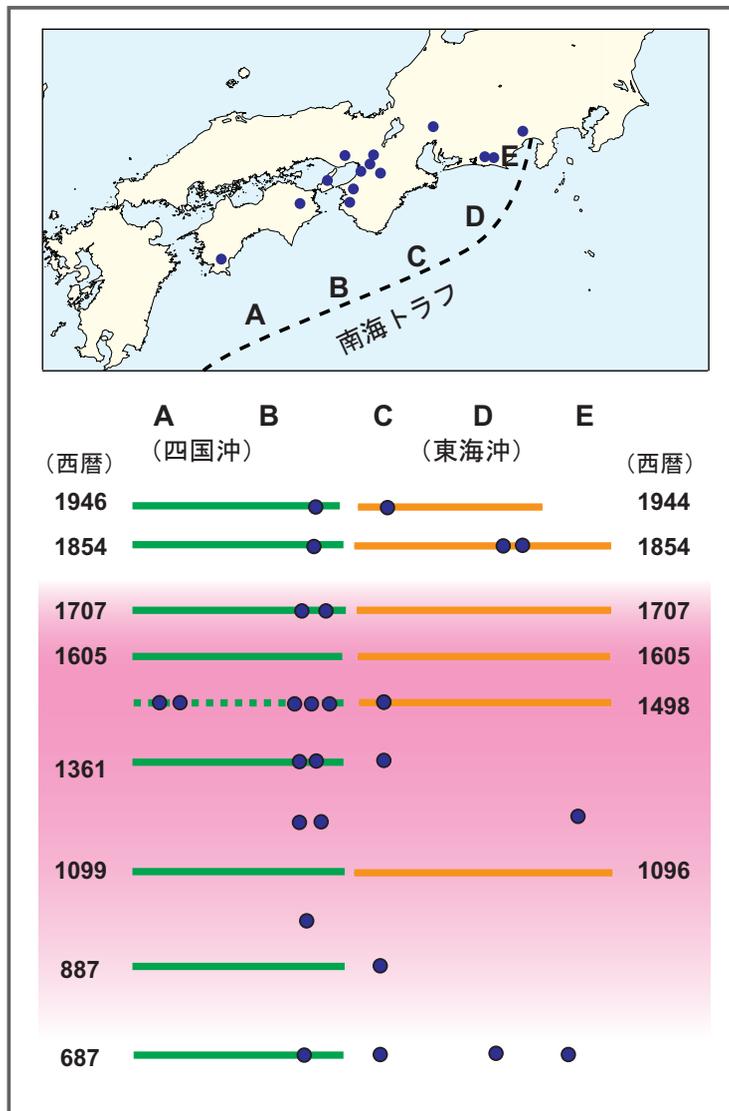
第4図. 調査地点の模式柱状図. A: 調査結果にもとづく模式柱状図, B: 剥ぎ取り標本の試料写真.
Fig. 4. Stratigraphy at the survey site. A: modified log of the geoslices, B: peel photos of the geoslices.

第1表. ¹⁴C年代測定結果.

Table 1. ¹⁴C dates from the trench wall and geoslices.

sample No.	Lab. No.	Measured age (yrB.P.)	δ 13C	Conventional Age(yrB.P.)	Calibrated result (2 Sigma)	Method	Material	Elv.(m)
Ko-011228-01	Beta-163764	550+/-40	-25.5	540+/-40	Cal AD 1310-1360, AMS Cal AD 1390-1440	AMS	charred material	3.85
GS-4-01	Beta-165369	1140+/-40	-30	1060+/-40	Cal AD 900-1030	AMS	plant material	0.35
GS-4-02	Beta-165370	1020+/-40	-27.2	980+/-40	Cal AD 990-1160	AMS	plant material	-0.45
GS-4-03	Beta-167409	700+/-40	-15.4	860+/-40	Cal AD 1040-1260	AMS	plant material	-0.4
GS-4-04	Beta-165371	1260+/-40	-27.6	1220+/-40	Cal AD 690-900	AMS	plant material	-0.83
GS-4-05	Beta-165373	2010+/-40	-24.9	2010+/-40	Cal BC 100-AD 70	AMS	organic sediment	0.47

¹⁴C年代測定はすべて米国Beta Analytic社による。



第5図. 南海トラフ沿いの歴史地震.

Fig. 5. Historical earthquakes along the Nankai Trough.