

三重県志島低地における津波堆積物調査 (予察)

Preliminary research of tsunami deposits in the Shijima Lowland, Shima Peninsula, central Japan

小松原純子¹・岡村行信²

Junko Komatsubara¹ and Yukinobu Okamura²

¹ 地質情報研究部門 (Institute of Geology and Geoinformation, GSJ/AIST, j.komatsubara@aist.go.jp)

² 活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST)

Abstract: Coastal marsh deposits at the Shijima Lowland, Shima City, Mie Prefecture, central Japan, were studied to reveal paleotsunami history related with the Tokai and Tonankai earthquakes, subduction-zone earthquakes along the Nankai Trough. Seven cores 2 to 4.5 m long were collected from the lowland along a line about 250 to 500 m from the present beach. Thin discontinuous sand layers that composed of bioclastic and lithic grains were recognized in organic muddy deposits and their depositional interval was estimated as 333 - 400 and 438 - 530 years based on radiocarbon dating. They were possibly deposited by infrequent huge tsunamis with several hundred years intervals, or unusual storms.

キーワード: 津波堆積物, 志摩半島, 東海地震, 東南海地震, 南海トラフ

Keywords: tsunami deposit, Shima Peninsula, Tokai earthquake, Tonankai earthquake, Nankai Trough

1. はじめに

志摩半島から紀伊半島東岸にかけての熊野灘に面した海岸沿いは南海トラフで発生する地震と津波の被害を繰り返し受けており, その被害の記録が文書や石碑として残っている (行谷・都司, 2005; 都司, 1991 など). またそのような歴史記録に加えて, 海岸沿いに分布する低湿地の堆積物から津波堆積物を認定し, それをもとに過去の津波履歴を求める研究も行われている (3 節参照). 後者の地質学的なアプローチは, 歴史記録の補完および先史時代における津波襲来履歴の解明という点で重要な役割を果たすことが期待されているが, 限られた地域の調査では遡上範囲や津波履歴を把握しにくいという問題点が残されている. また, 歴史記録にある地震の発生頻度 (100~150 年間隔) と津波堆積物の堆積頻度 (およそ 360~380 年に 1 回, 都司ほか, 2002 に基づき算出) に大きな違いがあり, このことも本地域における津波堆積物研究の課題である. 以上のような背景を踏まえ, 本研究ではこれまでに調査が行われていない三重県志摩市の海岸沿いの低地において, 過去の津波履歴および浸水域を明らかにすることを目的に, 既存ボーリングコアからの試料採取と表層地質調査を行った.

2. 調査地域

三重県志摩市阿児町甲賀から志島にかけての低地 (以下, 志島低地) は熊野灘に面した溺れ谷低地であ

る (第 1 図). 谷は奥行き 1000 m 以上, 最大幅 300 m の規模を持つ. 海岸に面した部分は防波堤の建設など人工改変が大きい, 海岸に沿って長さ約 300 m の砂浜が発達している. 低地内は以前は稲作が広く行われていたが, 現在は海岸沿いの道路そばのごく一部の水田を除いて耕作は行われておらず, 一面のヨシ (*Phragmites australis*) 原となっている (第 2 図). この低地は志摩市のパイパス建設予定地となっており, 事前調査のため 2005 年と 2006 年に三重県県土整備部志摩建設事務所によって, 谷の中軸に沿った建設予定ルートに沿ってボーリング調査および標準貫入試験などが行われた (第 3 図, 志摩建設事務所, 2006). それによれば, 埋没谷堆積物の下部は内湾性堆積物からなり, それを浜堤の砂礫および後背湿地の腐植質堆積物が覆っている (第 4 図). 最も海岸に近いボーリング地点 (海岸より 150 m) における基盤までの深さは約 20 m である. 最上部の約 1 m は湿地を水田化するために人為的に他所から持ち込まれた礫質の盛り土で覆われている. それより下位は最も深いところで 4.9 m までが腐植質堆積物からなる. 基盤は風化した砂岩 (白亜系四万十層群) である.

3. 津波堆積物に関する周辺の既存研究

三重県沿岸では, 鳥羽市相差町, 紀伊長島町 (現紀北町) 諏訪池, 尾鷲市須賀利浦大池で津波堆積物に関する地形・地質調査が行われている (第 1 図). 相差町では海岸湿地および沿岸湖沼でジオスライ

サー調査が行われ、連続堆積物試料 (3.5 m) 中に 11 枚の砂層が検出された。このうちの全てが津波堆積物と解釈され、うち最上部 2 層は 5 世紀以降に堆積しているものの、これらに相当する歴史地震は知られていない (三田村ほか, 2001; 岡橋ほか, 2001; Okahashi *et al.*, 2005; 小松原・藤原, 2006)。諏訪池ではピストンコアによって連続試料が採取されており、少なくとも 7 層の津波堆積物とされる砂層が確認されている。この 7 層のうち 5 層は、堆積年代からいずれかの歴史地震に対応すると考えられるが (都司ほか, 2002)、得られている放射性炭素年代の件数が少ないため、どの歴史地震に対応する津波堆積物なのかを正確に決めることができない (小松原・藤原, 2006)。須賀利浦大池でも同様にピストンコアを用いた調査が行われており、3.3 m の連続試料が採取され、10 層の津波堆積物とされる砂層が発見されている。このうち 4 層は西暦 684 年 (天武十三年) 白鳳地震以降の 4 回の海溝型地震に対比されている (都司ほか, 2002; 小松原・藤原, 2006)。

4. 手法

志島低地において採取されている既存のボーリングコア試料については、志摩建設事務所において保管されているものを観察した。試料の一部は欠損していたが、残っていた部分から年代測定用試料を採取し、放射性炭素年代を計測した。この作業に加えて、バイパス建設ルートに沿ってハンドオーガーおよびハンドコアラを用いて堆積物の採取を行った。ルート沿いには番号を振った杭が打ち込まれていたため、最も海側の 1 点を除いて杭の脇で掘削を行い、地点名は杭の番号を用いた。調査した範囲の標高は 1 m 以下であった。採取した試料から、放射性炭素年代測定用試料を現地において採取した。測定は (株) パレオ・ラボに依頼した。

5. 結果

5.1 既存ボーリングコア試料

志摩建設事務所に保管されているコアの状態が悪く、詳細な層相観察は難しかった。このため、層相の情報は主にボーリング採取時の報告書 (志摩建設事務所, 2006) に従った。ただし、下部の内湾堆積物やそれを覆う湿地の堆積物については、筆者らによってイベント性の粗粒堆積物を確認することができた。また前述のように、年代測定用の試料をいくつか採取することができた。

5.2 ハンドコアラによる掘削調査

志島低地ではハンドオーガーで表層の礫を多く含む盛土を除いた後、ハンドコアラを用いて 5 箇所、計 7 本、最大深度 4.5 m までの掘削を行った。コアを得られた地点を第 3 図および第 4 図に、柱状図を第

5 図に示す。全ての地点において、表層約 1 m は人為的に持ち込まれた砂礫 (盛り土) からなる。その下は有機質泥からなり、薄い砂層を 1 枚～数枚挟む (例えば第 6 図)。また、No. 51-1, No. 51-2, No. 54 には暗灰色のシルト～極細粒砂がパッチ状に含まれる。

砂層は淘汰の良い細粒砂からなり、砂サイズの貝殻片、有孔虫片を多く含む。

砂層の側方連続性は非常に悪く、多くはパッチ状に分布している。例えば、No. 51 地点と No. 56 地点では同じ地点で 2 本のコア試料を採取したが、砂層は同じ層準に観察されなかった。砂の分布が非常に局地的であるか、もしくは試料採取時に乱されているためと考えられる。砂層は全体的に海側の地点で多く観察され、内陸へ向かって枚数は減少する傾向にある。

以下、最も海側のコアから内陸へ産状を述べる。

地点 120101

表層 1.1 m は盛り土、その下は地表から 2 m まで褐色の有機質泥からなり、1.2～1.5 m に貝殻片混じりの極細粒砂をパッチ状に 3 枚はさむ。1.9 m には厚さ 2 cm 未満の貝殻片混じり細粒砂が認められた。

地点 No. 49

表層から 1 m は盛り土、その直下に厚さ 10 cm 弱の貝殻片混じり細粒砂層がある。その下位は 2.9 m まで褐色の有機質泥からなり、2.9～3.0 m は貝殻片混じり細粒砂からなる。この砂層には *Amphistegina* sp., *Elphidium crispum*, *Cibicides lobatulus* 等の浅海棲底生有孔虫化石が多数含まれていた。1.4 m にパッチ状の細粒砂、1.6 m 付近に厚さ 5 cm の貝殻片混じり細粒砂が 1 層観察された。この砂層には逆級化構造が見られた。その下位には 2.0 m に厚さ 1 cm 以下の細粒砂層、2.4～2.5 m にはパッチ状の細粒砂が散在し、2.7 m 付近には厚さ 1～2 cm の貝殻混じり細粒砂層が 2 枚観察された。

地点 No. 51-1

表層から 1 m は盛り土、1.1～1.3 m に貝殻片を含まない暗灰色のパッチ状細粒砂および直径数ミリの礫が含まれる。1.4～1.5 m に貝殻片混じり細粒砂がパッチ状に散在し、2.1 m にパッチ状の細粒砂、2.5～2.6 m に貝殻混じり細粒砂がパッチ状に分布しているのが認められた。2.0～2.3 m には貝殻混じり砂層が厚さ 10 cm 程度観察されたが、ヘラで削っていくとコア内で消失したため層ではなくブロック状の産状を示すと思われる。

地点 No. 51-2

表層から 1.3 m までは 1 本目と同じ層相である。その下位 1.3～1.6 m には細粒砂がパッチ状に散在し、1.9 m 付近には厚さ 5 cm 程度の貝殻片混じり細粒砂層が見られた。2.4～2.5 m, 2.6～2.7 m, 3.0～3.5 m には細粒砂がパッチ状に散在する。2.6 m には大きさ 1.3 cm の合弁のシジミ化石 (*Corbicula* sp.) が見られた。

1.3~1.6 m の細粒砂は地点 No.51-1 の 1.4~1.5 m のものと対応すると考えられる。1.9 m 付近の細粒砂層は No.51-1 の 2.0~2.3 m のブロック状細粒砂に相当するのかもしれない。2.4~2.5 m にかけてのパッチ状細粒砂は No.51-1 の 2.5~2.6 m のパッチ状細粒砂に対応する可能性がある。

地点 No. 54

表層 1.2 m までは盛り土，その下は地表から 3.5 m 以上まで褐色の有機質粘土からなる。2.4 m と 3.1 m に貝殻片混じり，厚さ 2 cm 未満の極細粒砂をはさむ。3.2 m 付近に暗灰色で貝殻を含まない極細粒砂が，また 3.6 m に貝殻片混じりの細粒砂がパッチ状に含まれる。

地点 No. 56-1

表層 1.3 m までは盛り土，その下は地表から 2.5 m に 2 cm 以下の厚さの貝殻片混じり極細粒砂層をはさむ以外，4.5 m まで有機質泥のみからなる。

地点 No. 56-2

表層 1.2 m までは盛り土，その下は 1 本目と同様 4.5 m まで有機質泥からなる。盛り土直下に貝殻片混じり細粒砂層が一枚あり，1.8~1.9 m に極細粒砂がパッチ状に散在，2.3 m にパッチ状の極細粒砂が含まれる。4.1 m および 4.2 m に 1~2 cm の厚さの貝殻片混じり細粒砂層が観察され，4.5 m のコア末端には極細粒砂が付着していたため，さらに下位に砂層の存在が予想される。

5.3 放射性炭素年代

既存ボーリングコアの腐植部分から年代測定用試料を計 31 個採取し，うち 2 個について放射性炭素年代を測定した。同様にハンドコアラーによって得られた有機質泥層から年代測定用試料を 36 個採取し，うち 6 個について放射性炭素年代を測定した。得られた年代値を第 1 表，第 4 図，第 5 図に示す。ボーリングコアの年代測定試料からは 6140~5990 cal yBP および 4090~3900 cal yBP の年代値が得られた。ハンドコアラーの試料からは約 3000 年前から西暦 1400 年代までの年代値が得られた。

6. 議論

第 4 図に示した断面図によれば，砂州で閉塞された内湾が湿地となり，泥炭および有機質泥の堆積が進み，現在にいたると考えられる。泥炭および有機質泥の基底から得られた放射性炭素年代から湿地化したのは 4000 cal yBP 頃であると考えられる。

有機質泥層中の砂層のほとんどに二枚貝・有孔虫が含まれることから，この砂は海側から運搬されたものであるということが明らかである。しかし砂層は連続性が悪く内部構造も不明瞭なため津波によるものなのか台風などによるものなのかは現時点でははっきりとわからない。2 枚および 4 枚の砂層（パッチ状の砂も一枚と考える）をはさんで年代値が求め

られている No.49 のコアについて砂層の堆積年代の平均値を計算すると，333~400 年および 438~530 年に一枚という間隔になる。この砂層が津波によるものと仮定すれば数百年に一度の大規模な津波のみを記録しているということになる。本研究地域に津波をもたらす海溝型地震は歴史記録によればこれまで AD1096, AD1498, AD1605, AD1707, AD1854, AD1944 の 6 回（宇佐美，2003），また遺跡の液状化痕から 13 世紀にも同様の地震があったと推定されている（寒川，2004）。ここで仮に砂層が津波によるものと考え，砂層の年代を歴史地震と対応させると，盛り土直下の砂層は AD1498 の地震に対比できる可能性が高いが，AD1605, AD1707, AD1854 の地震のいずれかに対比できる可能性も否定できない。その下位の砂層 2 層は，AD1096 か 13 世紀の地震，もしくは 5 世紀以降の歴史記録には残っていない地震も含めたいずれかに対比される可能性が高い。一方，No.51-2 では，年代測定値が少なく，また砂もパッチ状になっているが，過去約 1000 年間で最大 6 枚の津波を記録している可能性がある。第 7 図に志摩半島周辺でこれまでに発見されている津波堆積物と，本研究の地点 No. 49 で確認された砂層の年代分布を示した。

以上に述べたように，志島低地では，4000 cal yBP 以降に後背湿地の堆積物が 3.5 m 以上堆積し，その中に海から運ばれた砂層が多数挟まれていることが明らかになった。砂層の堆積構造が不明瞭である上，砂層の対比が困難なため，歴史地震との対応や，浸水範囲の違いを議論することができない。今後，砂層の対比を確実にを行うため，より多くの地点でジオスライサーなどを用いた堆積物の採取を実施する予定である。

7. まとめ

三重県志摩市の志島低地の既存ボーリングコア試料および現地での掘削調査に基づき，志島低地の津波履歴を明らかにすることを試みた。低地は約 4000 cal yBP 以降泥炭および有機質泥が堆積しており，海岸に近いところでは砂層が多く挟まれていた。砂層の堆積間隔は 333~400 年および 438~530 年であった。数百年の一度の大規模な津波によって堆積した可能性が考えられるが，現時点では台風などによる可能性もあり，今後成因の検討も含めさらに調査が必要である。

謝辞 三重県志摩建設事務所整備二課の田中 龍氏には既存ボーリングコアの観察に関して便宜をはかっていただき，またボーリング調査報告書の閲覧を許可していただいた。産業技術総合研究所地質情報研究部門海洋地質研究グループ（当時）の大串健一特別研究員には有孔虫の鑑定をしていただいた。以上の方に御礼申し上げます。

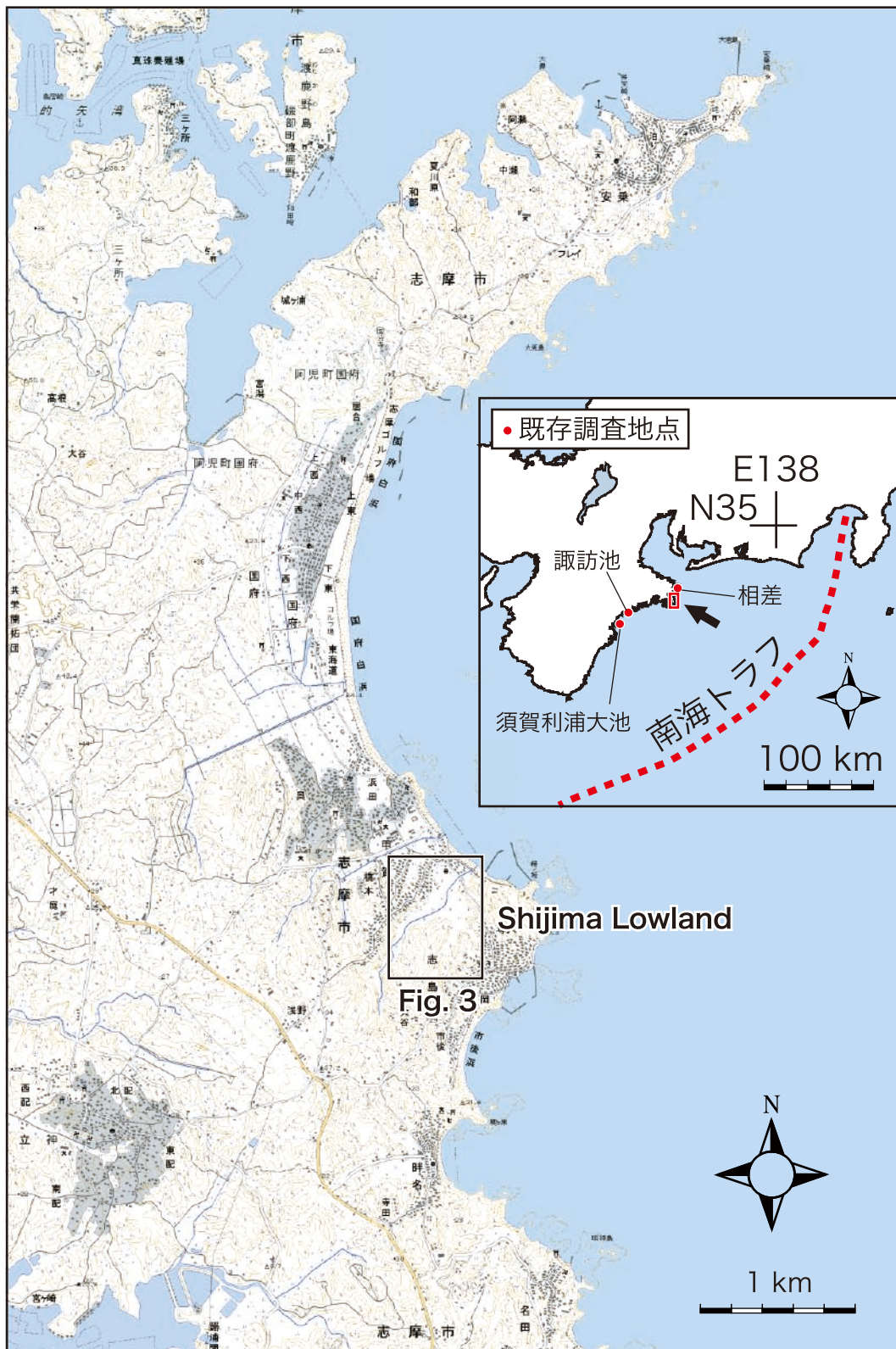
文 献

- 小松原純子・藤原 治・鎌滝孝信 (2006) 南海・駿河および相模トラフ沿岸域における津波堆積物. 歴史地震, 21, 93-109.
- 三田村宗樹・岡橋久世・廣瀬孝太郎・吉川周作・内山美恵子・中村俊夫・原口 強 (2001) 鳥羽市相模の湿地堆積物中に見いだされるイベント堆積物と ¹⁴C 年代. 第 11 回環境地質学シンポジウム論文集, 321-326.
- 行谷佑一・都司嘉宣 (2005) 宝永 (1707)・安政東海 (1854) 地震津波の三重県における詳細津波浸水高分布. 歴史地震, 20, 33-56.
- Okahashi, H., Yasuhara, M., Mitamura, M., Hirose, K. and Yoshikawa, S. (2005) Event deposits associated with tsunamis and their sedimentary structure in Holocene marsh deposits on the east coast of the Shima Peninsula, central Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, 48, 143-158.
- 岡橋久世・吉川周作・三田村宗樹・兵藤政幸・内山高・内山美恵子・原口 強 (2001) 鳥羽市相模の湿地堆積物中に見いだされた東海地震津波の痕跡とその古地磁気年代. 第四紀研究, 40 (3), 193-202.
- Ramsey, B. C. (1995) Radiocarbon Calibration and Analysis of Stratigraphy: The OxCal Program. *Radiocarbon*, 37, 425-430.
- Ramsey, B. C. (2001) Development of the Radiocarbon Program OxCal. *Radiocarbon*, 43, 355-363.
- Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Bertrand, C. J. H., Blackwell, P. G., Buck, C. E., Burr, G. S., Cutler, K. B., Damon, P. E., Edwards, R. L., Fairbanks, R. G., Friedrich, M., Guilderson, T. P., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S. W., Ramsey, C. B., Reimer, R. W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F. W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C. E. (2004) IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 26 - 0 ka BP. *Radiocarbon*, 46, 1029-1058.
- 寒川 旭 (2004) 遺跡で検出される地震の痕跡. 地震イベント堆積物－深海底から陸上までのコネクション－, 地質学論集第 58 号, 11-18
- 志摩建設事務所 (2006) 平成 17 年度地特道路第 10-5 分 2007 号 主要地方道磯部大王線 地方特定道路整備 (軟弱地盤調査) 業務委託 報告書
- 都司嘉宣・日野貴之・矢沼 隆・岩崎伸一・北原糸子 (1991) 安政東海地震津波 (1854 XII 23) の浸水高の精密調査. 歴史地震, 7, 43-55.
- 都司嘉宣・岡村 眞・松岡裕美・後藤智子・韓 世燮 (2002) 三重県尾鷲市大池, および紀伊長島町諏訪池の湖底堆積層中の歴史・先史津波痕跡について. 月刊地球, 24 (10), 743-747.
- 宇佐美龍夫 (2003) 最新版日本被害地震総覧. 東京大学出版会, 605p.
- (受付: 2007 年 8 月 16 日, 受理: 2007 年 9 月 26 日)

第 1 表. 放射性炭素年代測定値. 暦年較正は OxCal3.10 (Ramsey, 1995, 2001) を用いて行った. データセットは INTCAL04 (Reimer *et al.*, 2004) を用いた.
Table 1. Radiocarbon dating result. Ages are calibrated by OxCal3.10 (Ramsey 1995, 2001) using INTCAL04 calibration data set of Reimer *et al.* (2004).

コア 番号	深度 (m)	Laboratory No.	年代値	年代値 (暦年)		測定試料
			(yBP, 1σ)	(AD/BC, 2σ)	(cal yBP, 2σ)	
49	110-120	PLD-6930	435±20	AD1425-AD1480	525-470	seeds
49	160-170	PLD-6931	1570±20	AD420-AD550	1530-1400	seeds, charcoal
49	250-260	PLD-6932	2830±25	BC1050-BC910	3000-2860	seeds
51-2	156-166	PLD-6933	1100±20	AD890-AD990	1060-960	seeds, charcoal
56-2	175-180	PLD-6934	825±20	AD1170-AD1265	780-685	seeds, charcoal
56-2	423-433	PLD-6935	2705±25	BC900-BC810	2850-2760	seeds, leaves, charcoal
2	1270-1275	PLD-6936	5295±30	BC4240-BC4040	6190-5990	charcoal *
5	300-350	PLD-6937	3665±25	BC2140-BC1950	4090-3900	seeds, leaves, charcoal *

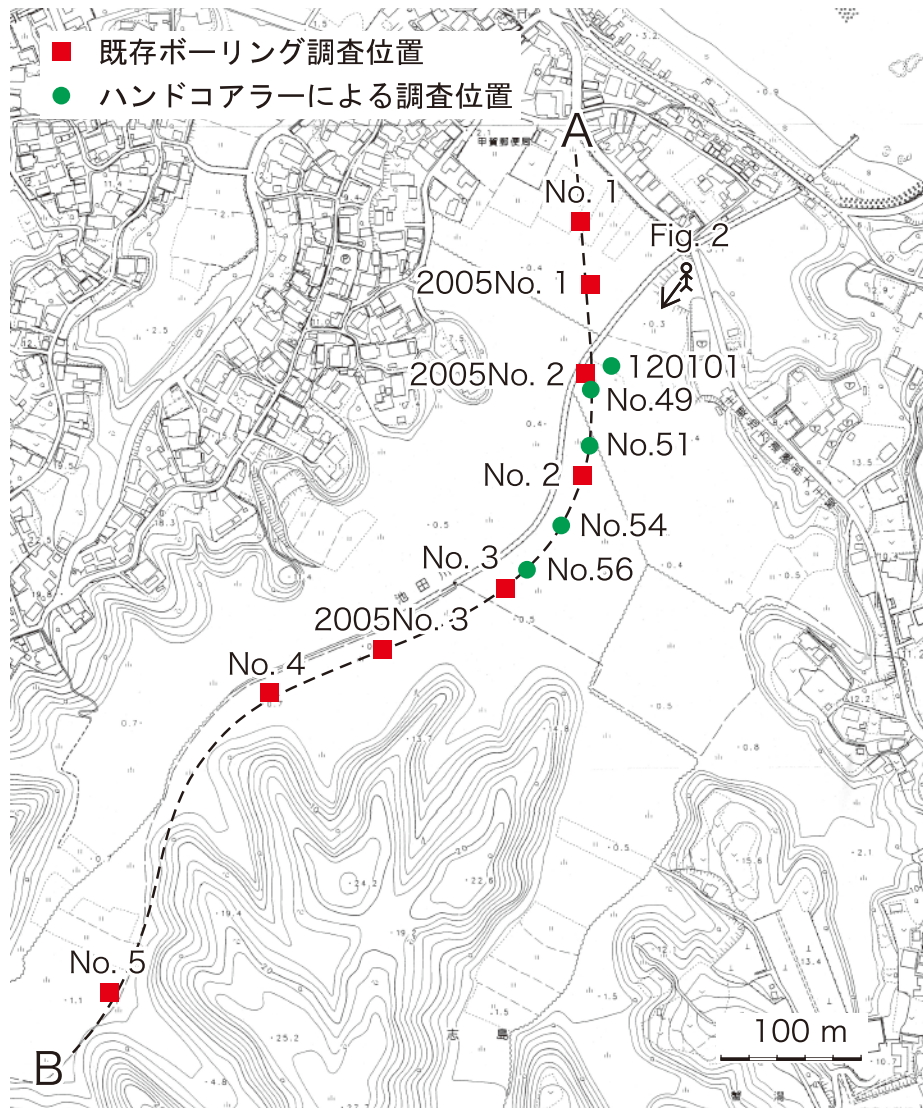
*: 既存ボーリングコア試料



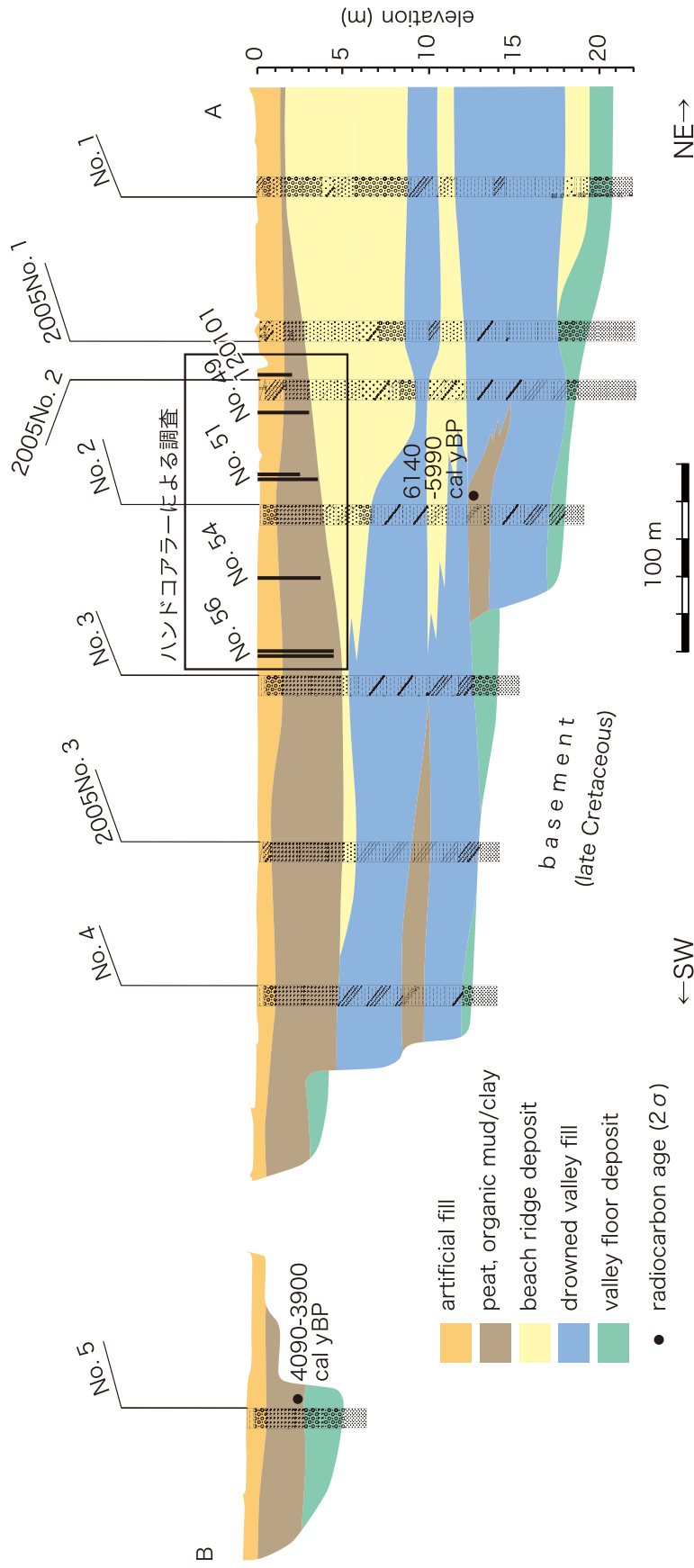
第1図. 調査した志島低地の位置. 国土地理院 1/25000 地形図「安乗」「磯部」「浜島」「波切」を使用した.
 Fig. 1. Locality of the Shijima Lowland. Modified from 1/25000-scale map of Geographic Survey Institute of Japan, [Anori], [Isobe], [Hamajima] and [Nakiri].



第2図. 調査した志島低地の写真. 撮影した場所と方向は第3図中に示した.
Fig. 2. A photograph of the Shijima Lowland. See Fig. 3 for the locality and the direction.

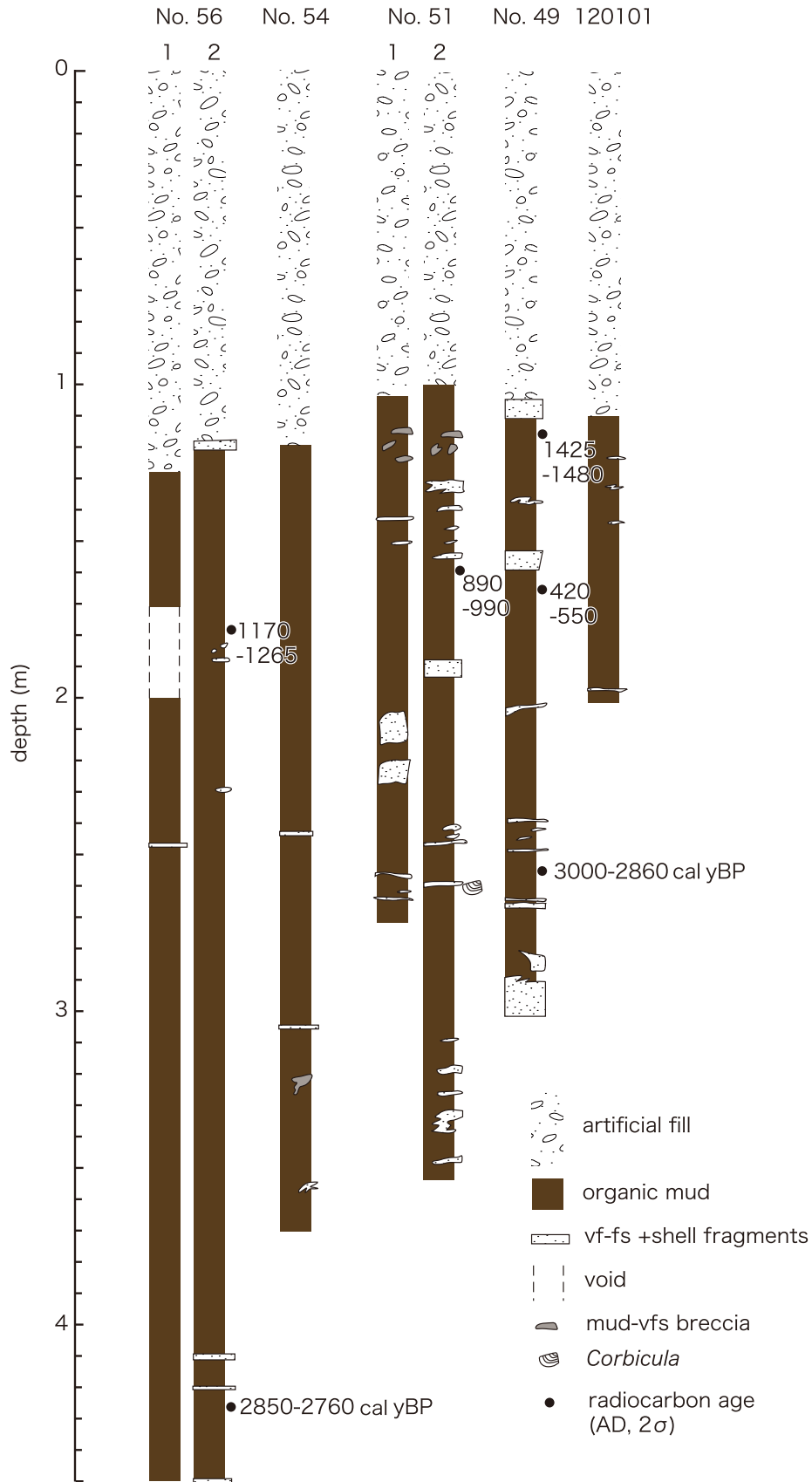


第3図. 志島低地内における掘削地点. 既存ボーリング調査位置は志摩建設事務所 (2006) による.
Fig. 3. Localities of existing boring cores and cored locations in the Shijima Lowland. Based on Construction Office of Shima City (2006) for localities of existing boring cores.



第4図. 志島低地断面図. 志摩建設事務所 (2006) を改変.

Fig. 4. Longitudinal section of the Shijima Lowland. Modified from Construction Office of Shijima City (2006).

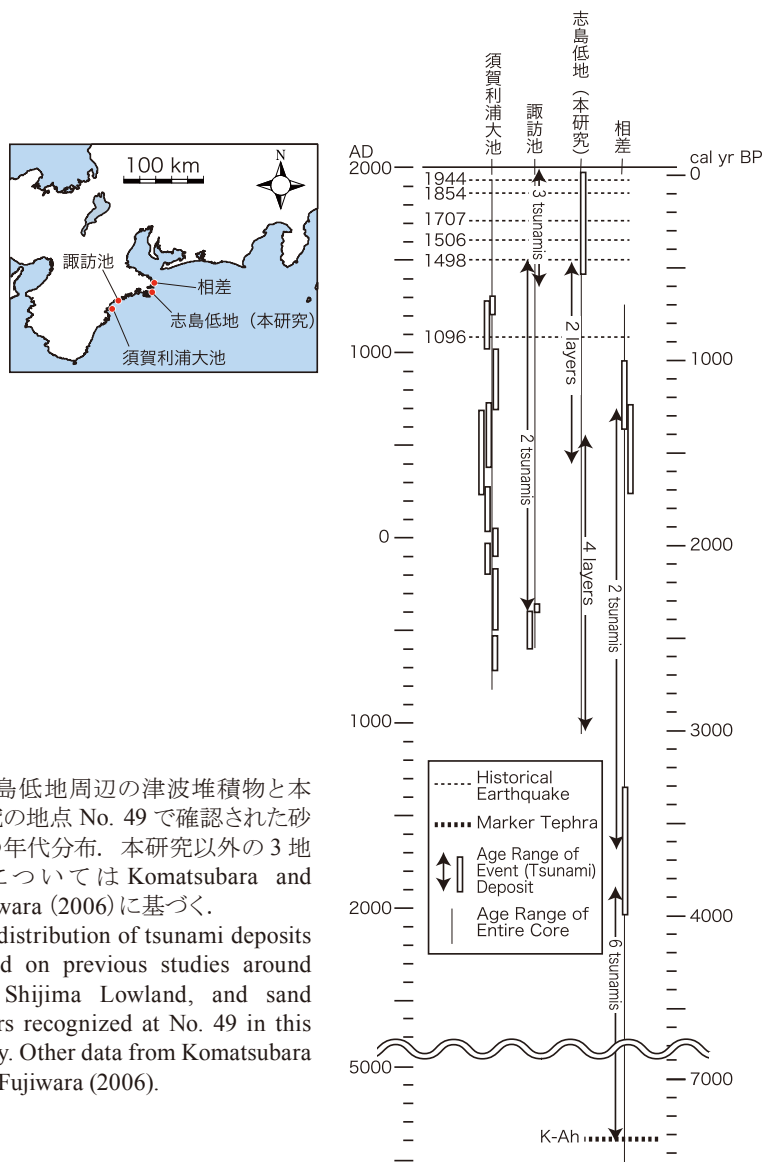


第5図. ハンドコアラー調査により得られた柱状図. 各柱状図の位置は第3図および第4図を参照.
Fig. 5. Samples in the Shijima Lowland. See Figs. 3 and 4 for localities.



第6図. 有機質泥中に含まれる砂層の写真. No. 49地点の深度239～250 cm. 4層準に不連続な砂層が観察される. 砂層は極細粒～細粒砂からなり, 貝殻片および岩片を主体とする.

Fig. 6. Photograph of thin sand layers in organic mud, 239-250 cm deep at No. 49. They consist of very fine- to fine-grained bioclastic and lithic sand.



第7図. 志島低地周辺の津波堆積物と本研究の地点 No. 49 で確認された砂層の年代分布. 本研究以外の3地点については Komatsubara and Fujiwara (2006) に基づく.

Fig. 7. Age distribution of tsunami deposits based on previous studies around the Shijima Lowland, and sand layers recognized at No. 49 in this study. Other data from Komatsubara and Fujiwara (2006).