

南海トラフ沿岸域、紀淡海峡友ヶ島において発見された津波イベント堆積物 —その予察的検討と今後の研究展望—

七山 太*・木下博久**・佐竹健治*・佃 栄吉*・
杉山雄一*・中田 高***・横山芳春****

1. はじめに

紀伊半島西部から四国南部にかけての南海トラフ沿岸地域では、海溝型巨大地震、即ち南海地震が90~250年程度の間隔で繰り返し発生し、684年以来、昭和21年(1946年)の南海地震まで8ないし9回記録されており、その発生日時まで史料から明らかにされている(寒川, 1999)。特に紀伊半島沿岸の被害は、直接的な地震動によるものよりも津波によるものの方が大きいことが経験的に分かっている。そして、1707年宝永南海地震と1854年安政南海地震の際には、津波が紀伊水道さらには紀淡海峡を伝播して大阪湾にまで押し寄せ、この際、多くの溺死者を出したことが知られている(都司, 1999)。

一方、紀伊半島や四国南岸など南海トラフ沿岸に位置する淡水~汽水環境の湖沼や湿原地域には、津波によるイベント堆積物が保存されている可能性が高いとされるが(岡村ほか, 1997)、近年の人工改変により、調査に適した地域は限られているのが現状である。この地域における津波イベント堆積物の研究では、高知県須崎市糺ヶ池で行われた高知大学グループの成果(岡村ほか, 1997, 2000; 佃ほか, 1999)が唯一の成功例としてあげられ、さらに同様の研究事例を早急に増やすことが望まれてきた。

和歌山県友ヶ島沖ノ島(以下、友ヶ島と略す)

は、紀伊水道の幅が最も狭まった紀淡海峡に位置している(図-1)。このため、南海地震津波の波高が増幅され、その都度、島の南岸に津波が押し寄せた可能性が極めて高い。しかも友ヶ島は、中央構造線活断層系(七山ほか, 1999)に隣接しており(図-1)、同活断層系の活動による津波痕跡が同島内に保存されている可能性も指摘される。

本報告は友ヶ島南岸に位置する深蛇池底に保存されている津波イベント堆積物の採取・解析を通じて、南海トラフ沿岸地域の津波履歴の解明を予察的に試みたものである。

2. 友ヶ島深蛇池の概要

紀淡海峡中央部に位置する友ヶ島は瀬戸内海国立公園内に位置し、明治24年から第二次世界大戦終戦までは海軍要塞として民間人の立ち入りが制限されていたこともあって、人工改変を伴わない自然環境が広く残されている。

今回調査を行った深蛇池は友ヶ島南岸に位置し、池の周囲450m、面積2ha、水深0.5~1mの小規模な淡水池および湿原である。この池は周囲を山地に囲まれた閉塞環境にあり、流入する河川も存在しない(図-2)。池の北方にはススキの壮大な群叢、池面にはヨシやシダなどの群生が認められる。なお、これらの湿地帯植物群落は、天然記念物に指定されている。

深蛇池の南東縁は、蒲ヶ浦と呼ばれる浜堤によって現汀線と境されている。蒲ヶ浦の礫浜は紀伊水道に面し、幅30mに渡って帯状に分布している。これらは巨礫~中礫(径10~

*地質調査所地震地質部

**復建調査設計(株)

***広島大学文学部

****茨城大学大学院理工学研究科

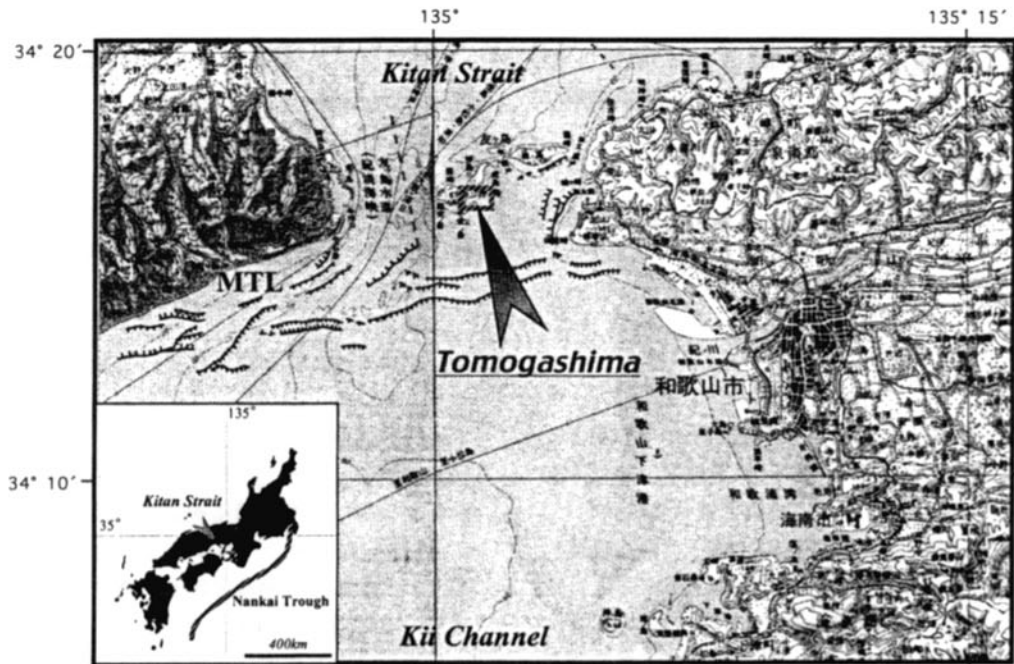


図-1 南海トラフ沿岸域，紀淡海峡，友ヶ島沖ノ島の位置．1/20万地勢図「和歌山」及び「徳島」（国土地理院発行）を基図として使用．

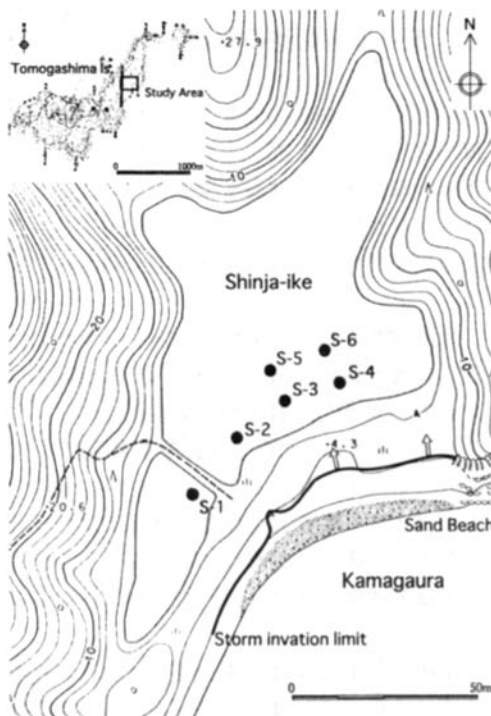


図-2 友ヶ島・深蛇池の位置およびジオスライサー試料採取地点．

50cmの垂角礫）から構成されており，蒲ヶ浦周辺に広く露出する和泉層群の砂岩泥岩互層起源と推察される．さらにこれら礫浜の礫は，陸側に向かって明瞭な覆瓦構造を示しており，暴浪時の押し波の影響が示唆される．礫浜の浜堤頂部（標高4.3m）には近年の暴浪時にもたらされた流木や浮遊するゴミが散在し，その一部は明らかに深蛇池に流入した痕跡が認められる（図-2）。したがって，この深蛇池は年単位で生じる台風などの暴浪時においても，海水が流入しうる環境と言える。

友ヶ島沿岸の潮位差は約2mであり，礫浜と干潮時の汀線との間（幅約10m）の潮間帯には，深蛇池周辺においては唯一，細礫および粗～中粒の海浜砂が分布している（図-2）。ただし，紀淡海峡の海底には，潮流の影響で広く粗～細粒砂が分布することが知られている（井内，1982）。

今回採取した試料のうち，S-6地点での掘削試料の基底部付近（標高-0.5m；図-4）からは，ムシロガイ，ウメノハナガイ，カバサンショウガイモドキ，ヒメシラトリなどの

主に潮間帯～干潟環境を示準する貝殻群集が産出し、しかもそのAMS法による ^{14}C 年代は4505～4295 cal. yBPを示す。この事実から、縄文海進末期（約4400年前）に当地に存在していた内湾が、その後の海退と沿岸砂州の発達により外洋と遮断され、海跡湖として現在の深蛇池に至っていると判断される。したがって、深蛇池底の約2 mの有機質泥層中には、過去4000年にわたる南海地震津波や高潮イベントの痕跡が保存されている可能性が高い。

3. 調査方法

① 試料採取

深蛇池の6地点において、ジオスライサー（中田・島崎，1997）を用いて、定方位不攪乱試料を採取した（図-3）。現地においては2 m四方のフロートを足場とし、長さ2 m，幅20 cm，深さ5 cmの箱型サンプラーを、モンケン（63.5 kg）の自由落下によって打ち込んだ。

サンプラーの引き抜きの際には、足場上に設置した三又やぐらと滑車を利用して人力で行った。

各掘削地点ごとの水深；標高；掘削長は、それぞれ、S-1（0.3 m；1.08 m；2.0 m），S-2（0.8 m；0.68 m；2.1 m），S-3（0.7 m；0.78 m；1.6 m），S-4（0.5 m；0.98 m；1.9 m），S-5（1.0 m；0.48 m；2.0 m），S-6（1.2 m；0.28 m；2.1 m）である。

② 記載

研究室において、試料の整形と写真撮影を行った。その後、肉眼で試料を詳細に観察し、層相・粒度・色調・堆積構造・化石など、試料の特徴をcmオーダーで記載した。

③ AMS ^{14}C 年代測定

AMS（Accelerator Mass Spectrometry：加速器質量分析計）法により、試料中の炭化物および貝殻片9試料の年代測定を行った。この ^{14}C 年代値をINTCAL98（Stuiver *et al.*, 1998）を用いて暦年補正した後、 1σ の中央値と 2σ の年代幅を算出した。

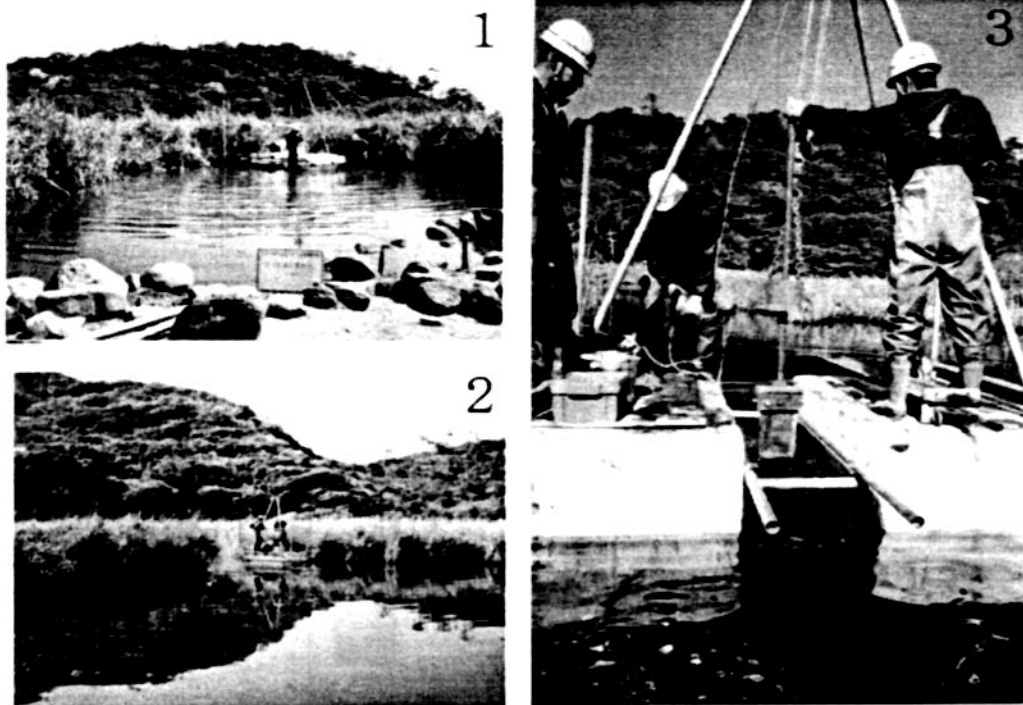


図-3 友ヶ島・深蛇池の状況と試料採取作業。(1および2) 深蛇池の状況と作業風景の遠景。(3) ジオスライサーによる定方位不攪乱試料の採取作業。

4. 結果

4.1 イベント砂層の産状

採取した試料は主に深蛟池で定常的に堆積している有機質シルト～粘土から構成され、この中に30～60cm間隔でイベント的に砂層が確認された。これらのイベント砂層は明瞭な浸食基底を持ち、①何枚かの薄層がセットになったもの、②レンズ状の形態を示すもの、③比較的厚い層をなすもの、など多様な産状が認められる。砂層の最上部には、径3mm～10cmの円磨された軽石や炭質片が伴われることが多い。これらの軽石の起源は不明ながら、現海浜にも広くその分布が認められる。

確認されたイベント砂層の枚数は掘削地点によって異なるが、各地点の試料を総合的に対比した結果、5枚のイベント砂層（上位よりTsj-1～Tsj-5と呼ぶ）が識別された（図-4、図-5および図-6）。以下に、各イベント砂層の産状を記載する。

Tsj-1

池底面下5～10cmの層準にあり、各地点において認められた。主に細～粗砂から構成される。層厚は1～2cmであり、薄層～レンズ状に挟まれることが多い。砂層直下には植物遺骸や根茎が多く見られ、これらを覆うかたちで堆積していることから、砂の流入時に湿原環境が著しく乱された可能性が高い。

Tsj-2

池底面下約30cmの層準にあり、S-2、S-6以外の各地点において認められた。層厚3cm前後の細～中粒砂層からなり、径5～15mmの軽石を特徴的に伴っている。特にS-4地点では、層厚5cm程の粗粒砂層がシルトの薄層を挟んで3枚セットとなっており、砂層をもたらしただ波動が3回（もしくはそれ以上）存在した可能性が示唆される。

Tsj-3

S-1、S-2、S-3の3地点で認められる。池底面下50～70cmの層準にあるが、極めて連続性が悪い。S-3地点において最も典型的な産状が観察される。本層は明瞭な浸食基底を持

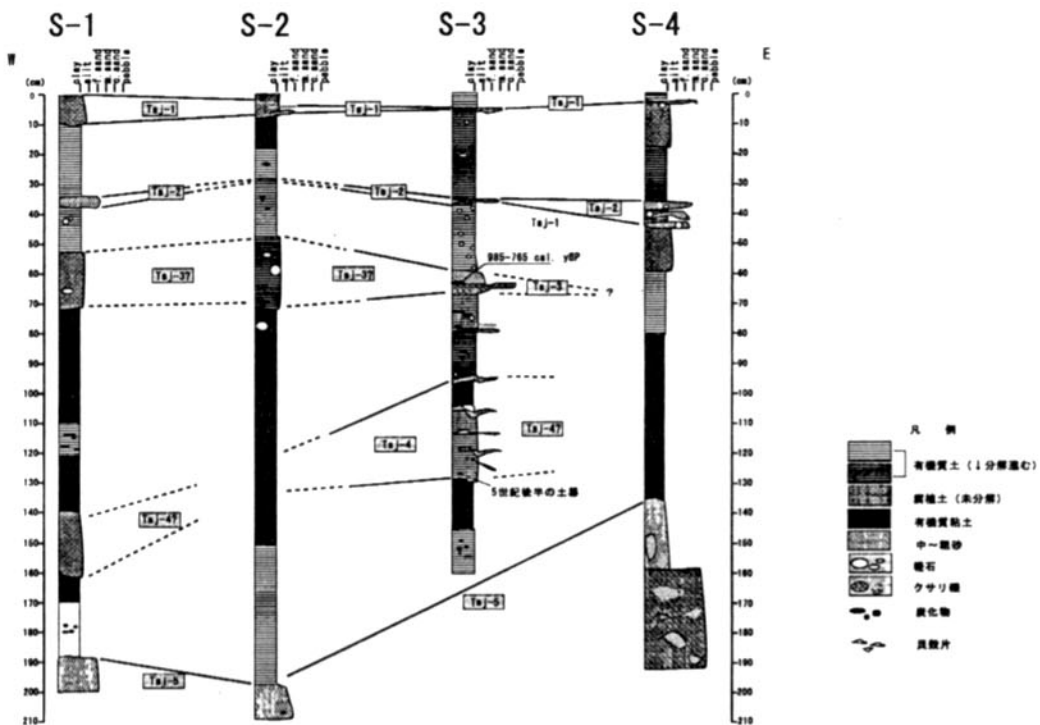


図-4 S-1～4測線上のコア対比図。 ^{14}C 年代は暦年補正值 (2σ)。

ち、細礫を伴う中粒砂からなり、遡上時に生じたデューンが認められる。また、その直上には、径10~30mmの軽石が多数含まれる。

Tsj-4

S-1, S-3, S-5 の3地点で認められる。池底面下100~150cmの層準に挟まれ、層厚1~2

cmの中粒砂の薄層が2~4枚セットになっており、砂層をもたらした波動が4回（もしくはそれ以上）存在した可能性が示唆される。本層は軽石を多く含み、特にS-3地点では、径10cmのものが砂層に伴って認められる。

また、S-3地点の本層からは、5世紀後半

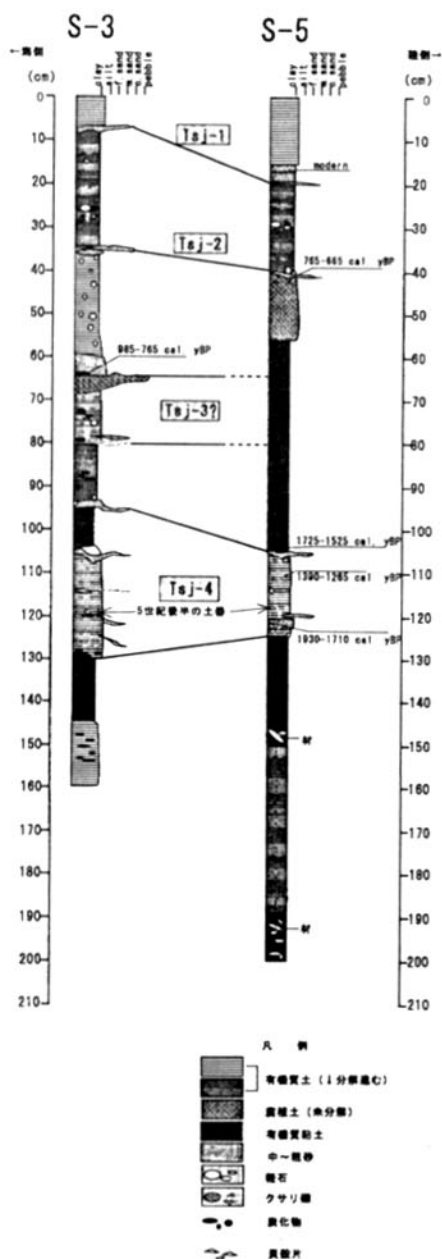


図-5 S-3 ~ 5 測線上のコア対比図。
¹⁴C年代は暦年補正值 (2σ)。

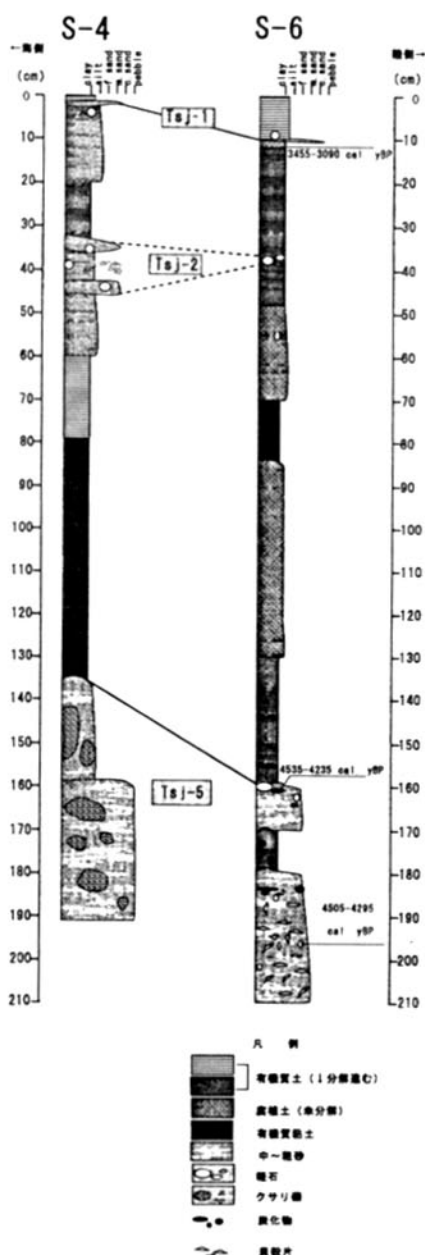


図-6 S-4 ~ 6 測線上のコア対比図。
¹⁴C年代は暦年補正值 (2σ)。

の製塩土器の破片が多数産出した(図-5)。この事実から、このイベント砂層が5世紀後半以降に形成されたことが判明した。

Tsj-5

S-6 地点の池底面下160~170cmの層準(図-6)にあり、青灰色を呈する中~粗砂で構成される。本層は明瞭な浸食基底を持ち、海側へのカレントリップルが観察される。砂の円磨度は高く、淘汰も良い。砂層の最上位には炭質物や軽石が密集している。S-4 地点では径20cm前後の砂岩礫を多産し、礫質浜堤が崩壊して生じた可能性が示唆される。S-1 およびS-2 地点でも基底付近に砂層が認められ、本層に対比される可能性がある。

4.2 イベント砂層の堆積年代

イベント砂層直上の炭化物などのAMS¹⁴C年代を測定した結果、各イベント砂層から年代値(2σの年代幅)が得られた(表-1)。これらから、各砂層の堆積年代は次のように推定される。

Tsj-1はmodern(おおよそ過去300年以内)を示し、表層に近いことから比較的最近の堆積物と考えられる。この場合、S-6 地点の本層から得られた3455~3090 cal. yBPの年代は、再堆積した炭質物の年代を表していると推察される。

Tsj-2とTsj-3はそれぞれ765~665 cal. yBPと985~765 cal. yBPの年代を示すことから、前者は12世紀末~13世紀頃、後者は10世紀後半~12世紀頃の堆積物と推定される。

Tsj-4の下部からは1930~1710 cal. yBP、中部からは1390~1265 cal. yBP、直上からは

1725~1525 cal. yBPの年代が得られた。S-3 地点の本層から5世紀後半の土器片が産出した事実を考え合わせると、5世紀後半~7世紀の堆積物と考えられる。

Tsj-5は4535~4235 cal. yBPの年代を示すことから、縄文時代後期の堆積物と推定される。

5. 考察

5.1 津波イベントと歴史地震との対応

友ヶ島深蛇池において今回認められたTsj-1~Tsj-5のイベント砂層は、海水流入時に混濁状態で深蛇池の湖底環境にもたらされたことは確実であり、津波もしくは大規模波浪(=高潮)に伴って形成されたイベント堆積物と考えられる。過去4000年間の堆積物中にイベント砂層が5層だけ認められたことから、これらは南海トラフ沿いで発生した巨大地震からの津波によるイベント堆積物である可能性が高い。そこで、以下ではこれらの砂層を形成した突発的な自然現象を津波イベントと呼び、これらと歴史地震との対応付けを予察的に試みる。

Tsj-1を形成した比較的最近の津波イベントは、1946年昭和南海地震、1854年安政南海地震、もしくは1707年宝永地震の津波に対応する可能性がある。特に、後2者の地震津波の規模は、昭和南海地震津波を大きく上回っていたことが知られている。

TSj-2の津波イベントの年代(12世紀末から13世紀)は1099年康和南海地震と1361年正平南海地震の間に当たる。これらの地震の間

表-1 各層準から得られた9試料の¹⁴C年代測定結果。

no.	層準	掘削深度(m)	標高(m)	試料	δ ¹³ C (permil)	補正 ¹⁴ C年代	1σ中央値 (cal. yBP)	2σの範囲 (cal. yBP)
S-3-0.65	Tsj-3直上	0.65	0.13	木片	-25.5	990±60	880	985-765
S-5-0.16	Tsj-1直上	0.16	0.32	植物繊維	-28.5	modern	modern	modern
S-5-0.43	Tsj-2直上	0.43	0.05	植物繊維	-27.8	790±40	703	765-665
S-5-1.05	Tsj-4直上	1.05	-0.57	木片	-29.7	1720±50	1625	1725-1525
S-5-1.10	Tsj-4中部	1.10	-0.62	植物繊維	-27.7	1410±50	1310	1390-1265
S-5-1.20	Tsj-4下部	1.20	-0.72	木片	-28.5	1890±50	1840	1930-1710
S-6-0.11	Tsj-1直上	0.11	0.17	植物繊維	-26.4	3090±70	3303	3455-3090
S-6-1.60	Tsj-5直上	1.57	-1.29	木片	-26.8	3950±60	4405	4535-4235
S-6-1.95	泥質干潟堆積物	1.95	-1.67	ヒメシラトリガイ	1.3	4290±40	4403	4505-4295

隔は262年と、それ以降のものに比べて長く、史料に記録されていない南海地震が発生した可能性が指摘されている（寒川，1997；石橋，1998）。実際、大阪府堺市の石津太神社と和歌山県藤波遺跡の2ヶ所では、13世紀の液状化痕跡が発見されている。TSj-2の津波イベントも13世紀に発生した未知の南海地震からの津波である可能性があるが、1361年正平南海地震からの津波である可能性も否定できない。また、10世紀後半～12世紀頃と推定されるTSj-3の津波イベントに対応する候補としては、1099年康和南海地震がある。

5世紀後半～7世紀のTSj-4の津波イベントは、今回記載したイベント砂層中最も規模が大きく、684年白鳳南海地震に対応する可能性が高い。

縄文時代後期と推定されるTSj-5の津波イベントに対応する地震は不明であるが、その年代（4535～4235 cal. yBP）は、中央構造線活断層系友ヶ島水道断層の最新活動時期（約5500～3000年前；七山ほか，1999）と重なる。今後、TSj-5の津波イベントが友ヶ島水道断層の最新活動に対応する可能性も視野に入れて、検討を進めるべきであろう。

5.2 津波イベント堆積物の保存・識別条件

地形や立地条件からみて、友ヶ島深蛇池には、有史以来8回ないし9回の南海地震による津波が流入したと考えられる。しかし、今回の予察的な検討では、4回の津波イベント堆積物（TSj-1～TSj-4）しか認識することができなかった。この事実は、全ての津波イベントが保存・識別されるわけではなく、この種のイベント堆積物が保存・識別されるためには、ある一定の条件が必要なことを示唆する。深蛇池における津波イベント堆積物の保存・識別条件としては、以下の2つが重要であったと考えられる。

①来襲した津波が浜堤を越えて碎屑物を供給し、イベント堆積物を残し得るだけの、ある一定以上の規模（＝波高）を有していたこと。

②上下の津波イベントとの分離・識別に必

要な、ある一定以上の時間間隔（堆積速度によって規定される）において、津波が来襲したこと。

6. おわりに

今回の予察的検討の結果、以下の2点が今後の課題として指摘できる。

1) 汀線と直交する測線を設定し、深蛇池の中央部においてより良好な試料を採集することにより、今回検出された5層のイベント砂層のさらに詳しい産状、起源および発生年代を解明すること。

2) より長尺の試料を採取し、cmオーダーでのスミアスライド法を用いた詳細な検討を行うことにより、地質時代にまで遡って南海地震の発生時期や発生間隔を明らかにすること。

この二つの課題を検討することによって、歴史記録の存在しない先史～地質時代の南海地震津波についても含めたより長周期の地震津波イベントの規模と再来間隔の検討が可能になるのかもしれない。

謝 辞

現地におけるジオスライサー掘削作業は、復建調査設計㈱の原口 強課長に担当して頂いた。大阪府教育委員会文化財保護課の渡辺昌宏氏には採取した土器片の製造年代や型式について御教示頂いた。また、瀬戸内海国立公園神戸管理官事務所の門田和之氏には、現地調査に当たって特段のご配慮を頂いた。当所大阪地域地質センターの寒川 旭氏には、南海地震の地震考古学について、折に触れて教えて頂いた。今村文彦教授（東北大学大学院工学研究科）には、本稿の発表の機会を与えていただいた。以上の方々に深謝申し上げる次第である。

引用文献

井内美郎，1982，瀬戸内海における表層堆積

- 物分布. 地質雑, **88**, 665-681.
- 石橋克彦, 1998, 実在しない天福元年二月五日(ユリウス暦1233年3月17日)の南海巨大地震. 地震2, **51**, 335-338.
- 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.
- 七山 太・佃 栄吉・水野清秀・石井久夫・北田奈緒子・竹村恵二, 1999, 中央構造線活断層系, 友ヶ島水道断層の完新世における活動履歴調査. 地質調査所速報, no. EQ/99/3 (平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 235-252.
- 岡村 眞・栗本貴生・松岡祐美, 1997, 地殻変動のモニターとしての沿岸・湖沼堆積物, 月刊地球, **19**, 469-473.
- 岡村 眞・松岡祐美・佃 栄吉・都司嘉宣, 2000, 沿岸湖沼堆積物による過去一万年間の地殻変動と歴史津波モニタリング. 月刊地球号外, no. 28, 162-168.
- 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, 1999, 過去2千年間の遺跡に刻まれた地震の痕跡. 月刊地球号外, no. 24, 56-63.
- Stuiver, M., Reimer, P., Bard, E., Beck, J.W., Burr, G. S., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, G., van der Plincht, J. and Spurk, M., 1998, INTERCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. *Radio-carbon*, **40**, 1041-1083.
- 都司嘉宣, 1999, 南海地震とそれに伴う津波. 月刊地球号外, no. 24, 36-49.
- 佃 栄吉, 岡村 眞・松岡祐美, 1999, 過去約二千年間の地層に刻まれた地震. 月刊地球号外, no. 24, 64-69.