

3.3.3 地震の繰り返し挙動の研究（トレンチ等）

(1) 業務の内容

(a) 業務題目：地震の繰り返し挙動の研究（トレンチ等）

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
広島大学大学院文学研究科	教授	中田 高	tnakata@hiroshima-u.ac.jp
千葉大学理学部	助教授	宮内 崇裕	tmiya@faculty.chiba-u.jp
高知大学理学部	教授	岡村 眞	mako-ok@cc.kochi-u.ac.jp
高知大学理学部	助教授	松岡 裕美	matsuoka@cc.kochi-u.ac.jp
東京大学地震研究所	教授	島崎 邦彦	nikosh@eri.u-tokyo.ac.jp
東京大学地震研究所	助手	山中 佳子	sanchu@eri.u-tokyo.ac.jp
東京大学地震研究所	学振特別研究員	金田平太郎	kaneda@eri.u-tokyo.ac.jp

(c) 業務の目的

首都圏における震源モデルの高度化のために、過去の地震の発生時を明らかにして、長期予測に資することを目的とする。相模湾を主な震源域とする関東地震については、1923年大正関東地震と1703年元禄関東地震しか知られておらず、平均発生間隔は精度よく推定されていない。このため、過去の地震の発生時を解明する必要がある。しかし大正関東地震や元禄関東地震の震源断層は地表に到達しなかったため、断層のずれを直接調査することができず、活断層のトレンチ調査法が適用できない。本業務では地震発生に付随した周辺現象の調査を主に行うこととする。この場合、調査地点を予め特定することが容易でなく、地層を多数回、簡易に採取する必要がある。まず多数点調査のための手段としてハンディジオスライサーの改良を行う。次にこれらを用いて液状化痕跡、津波堆積物、隆起海岸段丘の調査を行い、過去の関東地震の発生時を明らかにする。

(d) 5ヶ年の年次実施計画

- 1) 平成14年度：ハンディジオスライサーの改良
- 2) 平成15年度：過去の関東地震の発生時を明らかにするために神奈川県茅ヶ崎市で液状化痕跡調査、三浦半島小網代湾で津波堆積物および隆起海岸調査、房総半島南部 平磯付近で隆起海岸段丘調査を行う。
- 3) 平成16年度：引き続き神奈川県茅ヶ崎市の液状化痕跡調査結果を検討し、三浦半島小網代湾で津波堆積物調査を行い、過去の関東地震の発生時を明らかにする。
- 4) 平成17年度：琵琶湖の湖底活断層調査によって琵琶湖西岸断層帯の過去の活動を明らかにする。また九州沿岸などで調査を行い、近畿圏の過去の大地震の発生時を明らかにするとともに、過去の関東地震の発生時を推定するための補足調査を行う。
- 5) 平成18年度：近畿圏の湖沼調査などによって近畿圏の過去の大地震の平均発生時を推定する。関東地震の平均発生間隔の信頼度を高める補足調査を行う。

(e) 平成16年度業務目的

関東地方南部における歴史時代およびそれ以前の地震に伴う多様な地学的現象（液状化、津波、地震隆起）を解明することにより、この地域に多大な被害を及ぼす規模の地震に関する情報を整備する。具体

的には、まず神奈川県茅ヶ崎市旧相模川橋脚（国指定史跡）付近で発見された液状化の痕跡について、液状化の程度と発生時期を解明する。また、三浦半島小網代湾でハンディジオスライサーによって海底堆積物を採取して津波堆積物を発見し、その時期を解明する。

(2) 平成16年度の成果

(a) 業務の要約

神奈川県茅ヶ崎市で前年度実施されたジオスライサー調査によって得られた堆積断面を検討した結果、現標高 1m 付近にある小礫を含む中～細粒の砂層および砂脈は、大地震発生に伴って当時の地表付近が液状化した結果による可能性が高いと判断した。堆積物中に含まれる炭および炭化木片の年代測定から、液状化の発生はおよそ 130～180 年前頃と推定された。1703 年元禄地震による液状化の可能性がある。

静岡県伊東市で予察的にハンディジオスライサーによる津波堆積物調査を行い、1703 年元禄地震による津波堆積物の可能性がある砂層を発見した。

三浦半島小網代湾で前年度に実施した海底コアリングで得られた試料の年代測定を行った結果、湾奥に近づくほど年代が古いという結果が得られた。解釈が困難なため、これらのコアリング地点の 2 点間の 8 ヶ所でハンディジオスライサーによって海底堆積物を採取した。その結果、海底下ほぼ 100～160cm の深さに貝殻を多く含む層が連続して分布することを発見した。この貝殻を多く含む層は、湾奥からの距離によって異なる特徴を持ち、津波堆積物である可能性が高いと判断される。なお前年度のコアリングやハンディジオスライサーで採取された貝殻の年代測定結果は、再吟味が必要である。

(b) 業務の実施方法

神奈川県茅ヶ崎市には、大正関東地震時に液状化によって水田に旧相模川橋脚が出現した土地があり、国史跡として指定されている¹⁾。この史跡の 200m 南西の空き地で、前年度にジオスライサー調査を行った。これは、未固結の第四紀層浅層部の垂直断面を不攪乱状態で面的に抜き取ることを可能とする調査法であり²⁾、地層を断面として定方位の状態を採取することを可能とする。この調査の結果、現標高 1m 付近の直上部にある砂層、砂脈が液状化によって生じた可能性があることがわかった。本年度は採取された試料の年代測定を行うとともに、既存文献で報告されている液状化堆積物とこれらの砂層、砂脈の分布や堆積状況の比較を行い、液状化痕跡かどうかを検討した。

静岡県伊東市では 1703 年元禄地震の際の津波に襲われ田畑が砂原になったとの記述がある³⁾。予備調査としてハンディジオスライサーによって堆積物採取を試みた。礫や人口構造物などにより採取が難しかったが、伊東市和田の旧宅の庭園で地下 175cm までの地層を採取した。約 1m より下に津波堆積物の可能性を持つ砂層が発見されたため、スコップで穴を掘った上でハンディジオスライサーを用いた。

三浦半島小網代湾は首都圏近傍にも関わらず比較的自然の状態に保たれおり、相模湾に面しているため関東地震時には大きな津波に襲われるので、津波堆積物が存在する可能性が高い。前年度は内径 80mm のアルミパイプを用いて、ピストンコアリングを行い、海底から約 1.8～2.4m の深さまでの堆積物を採取した。今年度は採取されたコアに含まれる貝殻の年代測定を行い、津波発生年代の推定を試みた。その結果、湾奥に近いほど年代が古くなる傾向が見られたので、コアリング地点の 2 ヶ所の間で、ほぼ連続的に海底堆積物を採取して、年代測定結果の検討を行った。海底堆積物の採取には長さ 2m のハンディジオスライサーを用いた。前年度のコアリング地点を図 1 に示す。

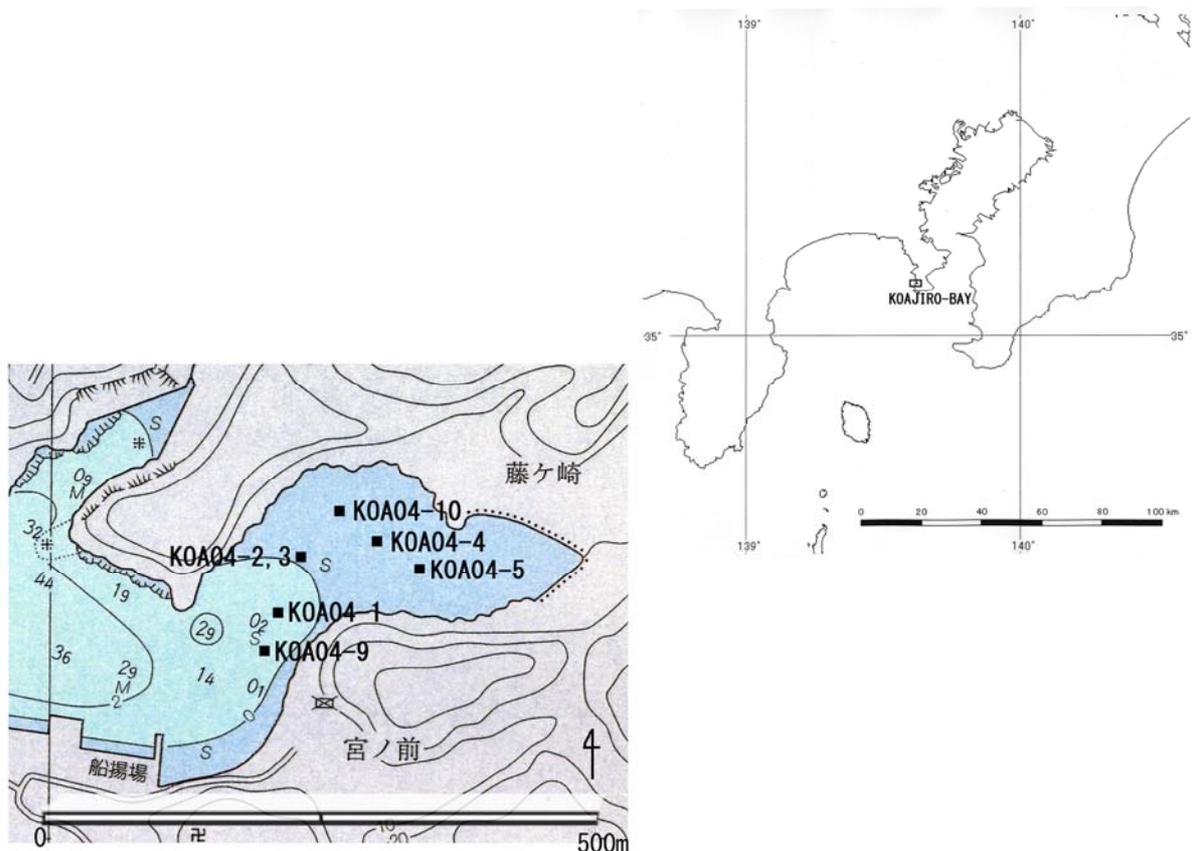


図1 三浦半島小網代湾におけるピストンコアリング地点

小網代湾内でのハンディジオスライサーによる海底堆積物採取は、3 台のゴムボードを連結して架台を設け、この上から行った。海面から採取するため、干潮時に行い、海底下約 110～170cm までの堆積物が採取できた。

(c) 業務の成果

神奈川県茅ヶ崎市で前年度実施されたジオスライサー調査によって得られた堆積断面に含まれる砂層と砂脈を、既存の文献で記述されている液状化や噴砂と比較検討した。砂層は明らかに下部の小礫の多い河床堆積物と連続しており、砂層との連結部の小礫の多くは垂直に立っている。一方、砂層上部も下部も水平ではなく、地表に噴出した証拠は存在しない。これらのことから、液状化が起きて地表付近に砂層が堆積したものの、地表には噴出しなかったと判断した。

ジオスライサーによって採取された地層断面から得られた試料の年代測定結果は次のとおりである。

試料名	14C 年代 (yBP)	採取位置と試料
WideGS-1	800+40	WideGS 断面の深さ 1.42m の炭
WideGS-2	130+40	WideGS 断面の深さ 1.27m の炭化木片
WideGS-3	210+40	WideGS 断面の深さ 1.20m の炭
WideGS-6	390+40	WideGS 断面の深さ 1.40m の炭
WideGS-7	360+40	WideGS 断面の深さ 1.20m の炭

GS-3-1	2010±40	GS-3 断面の深さ 1.30m 付近の腐植土
GS-3-2	2150±40	GS-3 断面の深さ 1.45m 付近の腐植土

WideGS 断面では試料 2,3,7 が粗粒砂層（小礫混入）の上部、試料 1,6 が下部にあたり、GS-3 では試料 1 が中一細粒砂層（小礫混入）の上部、試料 2 が下部にあたる。いずれも、上部と下部との年代はほぼ同じであり、砂層を挟む時代間隙は存在しない。なお、試料 GS-3-1 と GS-3-2 はいずれも腐植土であり、他の試料に比べて結果の信頼度が低いので液状化発生時の推定には用いないことにする。測定年代は 130～800yBP とばらつくが、浅く新しい年代を採用すると 130～210yBP となる。しかしながら、暦年補正を施すと 130yBP が示す 1σ の年代範囲は、AD1680-1770, 1800-1890, 1910-1940, および 1950 となり、広い範囲の可能性を示す。この液状化が 1923 年大正関東地震時のものであり、他の試料はすべて二次堆積物である可能性も否定はできない。しかしながら深度 1.2m 付近の試料がほぼ同時代のものと考えれば、1703 年元禄地震による液状化痕跡の可能性はある。

神奈川県伊東市和田の旧宅庭園で行われたハンディジオスライサー調査では、深度 97～175cm（採取最下部）に連続して 3 層の砂層が認められた。いずれも下部は淘汰が悪く上方に細粒化している。砂層の厚さから大正関東地震による津波堆積物の可能性は低いと判断される。この旧宅は江戸時代の海岸に沿う街道筋に面しており、1703 年元禄地震による津波堆積物の可能性はある。

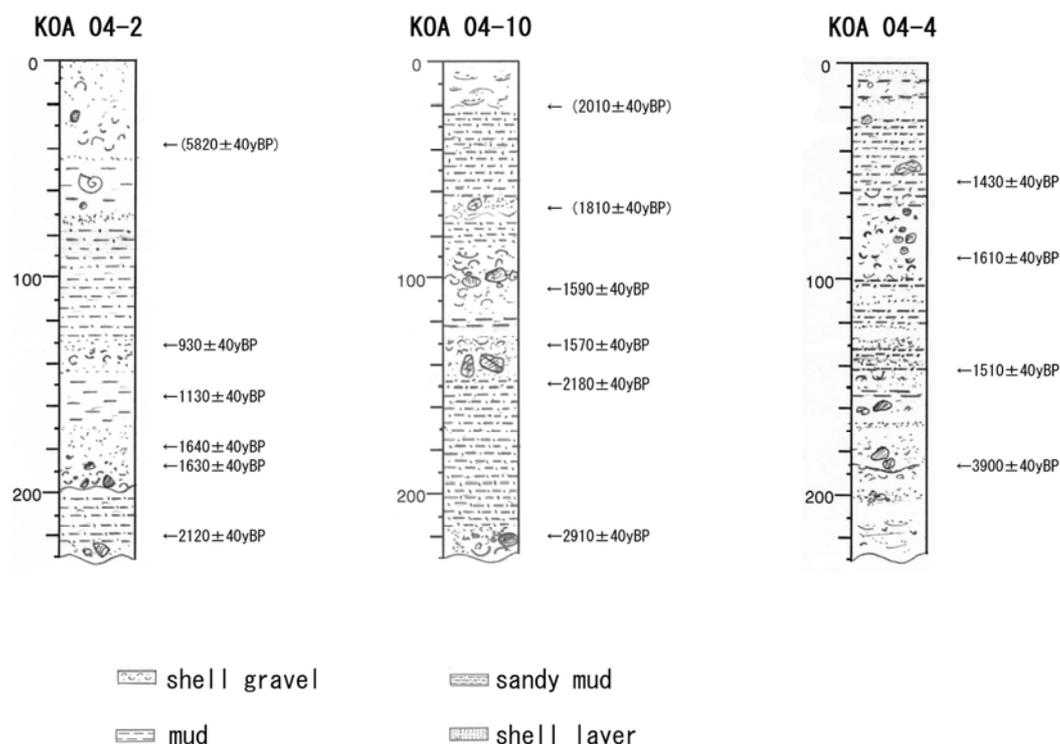


図2 小網代湾海底下の堆積物コア試料と年代（コア採取地点は図1参照のこと）

三浦半島小網代湾で前年度に実施した海底コアリングで得られた試料の年代測定を行った結果を図2に示す。図の右側ほど湾奥に位置している。一部年代が逆転しており、それらは（）内に示した。この結果から、湾奥に近づくほど年代が古いことがわかる。たとえば、海底下 1m 付近をみれば、KOA04-2

では、930yBPより新しく、KOA04-10では1590yBP程度、KOA04-4では1610yBPよりやや古い。ただし、KOA04-4では逆転が見られ、海底下140cmで1510yBPという年代が得られている。

KOA04-2では海底下140cm付近に貝殻を多く含む層が見られるが、この地点はKOA04-3の近傍に位置する(図1)。前年度の報告で示したように、KOA04-3では海底下140cm付近で泥層を削って貝殻を多数含む逆級化した極粗粒砂-細礫層が堆積しており、急激な堆積状況の変化が認められる。この層はKOA04-2の海底下140cm付近の貝殻を多く含む層に対比される。そこで、この層に着目し、この地点の近傍からKOA04-10までほぼ連続的に海底堆積物を採取した。海底下100-170cmまでの堆積物が8地点で採取できた。一部ジオスライサー引き上げ時に貝殻を多く含む層が落下した試料があったが、いずれも海底下100-160cmに貝殻を多く含む層が認められ、同一層と考えられる。また、これはKOA04-10の海底下90-110cmの貝殻を多く含む層に対比され、ほぼ水平に堆積したものと推定される。この結果は、図2で年代による対比の結果と異なっている。このことから貝殻の年代測定結果は再吟味が必要と思われる。今後は陸源の木片などを用いて年代測定を行い、貝殻の結果と比較する予定である。

上記貝殻を多く含む層は、KOA04-3では泥層を削って堆積しているが、より湾奥側ではそのような特徴は認められない。一方湾奥近くでは、この貝殻を多く含む層の上部に泥層が堆積し、その層内には陸起源の角礫が認められる。これが引き波に伴う津波堆積物なのか、或いは地震時の崖崩れなどに伴う地震後の堆積物なのかは不明である。いずれにせよ、貝殻を多く含む、ほぼ水平に堆積している層は、津波堆積物の可能性が高い。相模湾で発生した関東地震の津波によるものと考えられる。

前年度、標高2-3m程度の沖積段丘上で実施されたハンディジオスライサーNo.1で下部の細砂層の貝殻から4000-6000cal.y.B.P.の年代が得られ、現世の砂浜(高潮位付近)で実施されたハンディジオスライサーNo.2で下部貝殻層から2000-5000cal.y.B.P.の年代がそれぞれ得られたが、これらの年代は再検討する必要があると思われる。

(d) 結論ならびに今後の課題

遺跡における液状化痕跡による古地震の研究⁴⁾はこれまで大きな成果をあげてきたが、遺跡以外の液状化痕跡調査はほとんどない。今回、茅ヶ崎市の遺跡以外の土地で発見された砂層と砂脈が、1703年元禄地震による液状化痕跡である可能性が見いだされた。地層の年代が遺物によってかなり精度良く推定される遺跡調査とは異なり、地震発生時を精度良く絞り込むことが課題である。

伊豆半島東岸の伊東で、1703年元禄地震の津波堆積物の可能性がある砂層を発見した。採取深度が不十分で、この砂層より下の堆積物を採取することができなかつたため、時代が確定できない。今後の課題とする。

三浦半島小網代湾でのコアリング試料の年代測定の結果から、貝殻は二次堆積物の可能性が大きいことが判明した。このため、前年度の結論の一部は再検討が必要である。すなわち、「完新世後期を通して見た場合、当地域はほとんど隆起していないことが示唆された」とした点は、取り消しておく。小網代湾の湾奥で海底下100-160cm付近に貝殻を多数含む砂層がほぼ連続して存在することを発見した。湾奥から遠い地点では泥層を削って堆積し、湾奥に近い地点ではこの層の上部に陸起源の礫混じり泥層が存在することから、津波堆積物の可能性が高いと判断した。多数のスライサー断面から木片などの植物化石が多く得られたので、これらの年代測定により津波発生年代を推定することが今後の課題である。

(e) 引用文献

1)茅ヶ崎市教育委員会, 国指定史跡旧相模川橋脚-史跡整備にともなう確認調査概要報告書-, 茅ヶ崎市埋

蔵文化財調査報告 16, 74pp., 2002.

2)中田高・島崎邦彦, 活断層調査のための地層抜き取り装置(Geo-slicer), 地学雑誌, 106, 59-69, 1997.

3)羽鳥徳太郎, 元禄・大正関東地震津波の各地の石碑・言い伝え, 東京大学地震研究所彙報, 50, 385-395, 1975.

4)例えば寒川旭, 地震考古学, 中央公論社, 251pp., 1992.

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
T. Nakata, K. Shimazaki, M. Okamura, T. Miyauchi, H. Matsuoka, K. Takada, and H. Kaneda	Searching geological evidence for paleoseismic events in urbanized areas	International Workshop on Strong Ground Motions and Earthquake Tectonics in Urban Areas	平成 16 年 6 月
Keita Takada and Takashi Nakata	Improvement of Handy Geoslicer for more effective use in paleoseismological studies	HOKUDAN International Symposium on Active Faulting	平成 17 年 1 月

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1)特許出願

なし

2)ソフトウェア開発

名称 機能

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成 17 年度業務計画案

近畿圏の主要活断層帯のうち、今後 30 年以内の発生確率が最も高いのは琵琶湖西岸断層帯である。しかし平均活動間隔の不確実性が大きいために確率の値は 0.09～9%と広い範囲を持っている。確率値の不確実性を減らすには、琵琶湖西岸断層帯の過去の活動履歴を明らかにする必要がある。このため、琵琶湖で湖底活断層調査を行う。琵琶湖の湖底活断層については既に調査が行われているが、過去の活動履歴は十分に調査されていない。西岸付近の活断層は東に急傾斜する湖底にあり、堆積物が断層の両側で連続的に堆積していないためである。近年別府湾の活断層調査から地震性タービダイトの存在が明らかになっており、過去の琵琶湖の音波探査結果も地震性タービダイトの存在を示唆している。平成 17 年度は、琵琶湖の地震性タービダイトに着目して、地震履歴の解明を目指す。

また、近畿圏に影響が大きい南海地震などの津波堆積物について大分県南部沿岸等で調査を行うとともに、関東南部の三浦半島小網代湾などで過去の関東地震の発生時を推定するための補足調査を行う。