

[資料] 房総半島南西岸の関東地震における隆起生物遺骸群集の 露頭データ

国立研究開発法人産業技術総合研究所* 宍倉 正展

New outcrop data of sessile assemblages uplifted due to the Kanto earthquakes in the southwestern coast of the Boso Peninsula, central Japan

Masanobu SHISHIKURA

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Site C7 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki, 305-8567 Japan

This paper reports observation results of the newly found three outcrops (Kenbutsu, Funakata and Kobama) in the southwestern coast of the Boso Peninsula. In these outcrops, two levels of uplifted sessile assemblages can be detected on the surface of the rock strath coastal topography. ^{14}C ages of them suggest that the assemblages were emerged due to the uplift of the 1703 Genroku and the 1923 Taisho earthquakes respectively. Based on the height distribution of assemblages, it is inferred that the southern part of the Boso Peninsula was steeply tilted northward during the 1703 Genroku earthquake. Marine reservoir correction is also evaluated from five samples of ^{14}C age related to the 1923 Taisho earthquake, which is $\Delta R = -24 \pm 13$ for the southwestern part of the Boso Peninsula.

Keywords: Boso Peninsula, 1923 Taisho Kanto Earthquake, 1703 Genroku Kanto Earthquake, Uplifted sessile assemblage, ^{14}C dating.

§ 1. はじめに

相模トラフ沿いではフィリピン海プレートの沈み込みに伴ってくり返しプレート間地震が発生しており、歴史的には1703年元禄関東地震(M8.2;以下,元禄地震)と1923年大正関東地震(M7.9;以下,大正地震)の2つが知られる(図1). 房総半島や三浦半島では,これらの地震に伴って沿岸域が隆起した痕跡が様々な形で残されている. 特に海岸段丘に代表される離水海岸地形については古くから研究され[渡辺(1929)など],過去の地震を復元する上で重要な手がかりとなっている. 松田・他(1974)は,沿岸の調査から元禄地震に関連した離水海岸地形を認定し,その高度から元禄地震に伴う地殻上下変動を復元している.

しかし海岸段丘などの離水海岸地形の場合,岩石侵食性の地形は旧汀線指標として有効であるものの,その離水年代を直接知ることは難しい. 堆積性の地形であれば年代試料が得られることもあるが,旧汀線指標としての精度は低い. 特に歴史地震に伴う地殻上下変動を推定する上では,0.1 mの精度での議論

が求められることから,信頼性の高いデータを得るには離水海岸地形だけではなく,様々な隆起痕跡と組み合わせる必要がある.

一方,潮間帯の岩礁に固着する生物の遺骸であれば,生息環境が限定されており,旧汀線指標としての精度を有しながら,年代を直接知ることができるため,過去の地殻上下変動を推定する上で非常に有効である[茅根・他(1987)など]. 特に元禄地震と大正地震に関連した隆起生物遺骸群集は,比較的保存状態が良く,三浦半島では,隆起生物遺骸群集の高度に基づいて元禄地震時の地殻上下変動が復元されている[宍倉・越後(2001)].

しかしながら,これら2つの歴史地震や先史時代の地震に関連した隆起生物遺骸群集が1箇所と同時に観察できる露頭は意外に限られている. Imamura(1927)が発見した天然記念物「諸磯の隆起海岸」は,複数のレベルで歴史地震に関連した穿孔貝の生痕化石が見られる露頭として有名であるが,貝そのものは現在は残存しておらず,年代に関する解釈には疑問が呈されている[蟹江・他(1989)など].

* 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7
電子メール: m.shishikura@aist.go.jp

岩石海岸地域では、同一種の固着生物であっても、波食棚の海側と陸側、海食洞の入口と奥など場所によって分布高度に若干の差が生じることがある。このため、異なる時代の生物遺骸群集の高度差から過去の地殻上下変動を復元する上では、同一条件下で形成された同一露頭に固着する群集同士で直接計測したほうがより信頼性の高いデータを得ることができる。

そこで本稿では、最近発見された同一露頭に固着する複数レベルの生物遺骸群集について、房総半島南西岸の3地点の観察結果を報告するとともに、そこから得られた高度と年代のデータに基づいて若干の考察を行う。

§2. 調査方法

調査は岩石海岸の踏査を基本とした。踏査によって発見した隆起生物遺骸群集を含む露頭について、地形的な特徴や生物遺骸群集の位置、構成する種などを記載した上で、年代測定用試料を採取した。次に生物遺骸群集や離水海岸地形の高度を測定した。標高値(TP)については VRS-RTK を使用して計測し、各群集間の比高は可能な範囲でスタッフやメジャーで直接測った。採取した試料は水洗後、合弁の二枚貝を優先的に選別し、 ^{14}C 年代測定は株式会社地球科学研究所を通じてベータアナリティック社で計測した。

^{14}C 年代の較正で考慮すべき海洋リザーバー効果について、三浦半島では Shishikura et al. (2007) によって年代既知の隆起生物遺骸(大正地震で離水)の分析から $\Delta R = +83 \pm 33$ が得られている。一方、今回得られた房総半島の試料については、現地の大正地震に関する試料から改めて ΔR を評価したほうがより正確である。しかし宍倉・他(2014)では、生物遺骸群集の ^{14}C 年代と歴史地震との関係を議論する上で、その生物遺骸群集そのもので得た ΔR を使用すると循環論になってしまうため、 ΔR を世界平均の0として較正年代を示した。本稿においても記載においては $\Delta R = 0$ で較正年代を示し、考察の中で房総半島南西岸地域における ΔR について議論することにする。なお、本論文中で表記する年代値は基本的に 2σ (95.4%) の誤差範囲である。

§3. 調査結果

3.1 見物海岸

館山市見物(けんぶつ)海岸(図1)には明瞭な2段の海岸段丘があり、それぞれに対応した高位と低位の生物遺骸群集が観察され、その分布と年代については宍倉・他(2014)ですでに詳しく報告している。

低位にある群集は標高 1.0~1.7 m にあり、マガキ (*Crassostrea gigas*)、ヤッコカンザシ (*Pomatoleios kraussii*) およびそれらに穿孔するカリガネエガイ (*Barbatia virescens*) など潮間帯に生息する種から構成される。現生の群集がおおよそ標高-0.4~0.3 m に分布し、両者の比高が、陸地測量部(1926)による大正地震時の隆起量(約 1.6 m)と調和的であることから、宍倉・他(2014)は低位の群集を大正地震で隆起、離水したものと判断した。また高位の群集は標高 4.0~4.6 m に分布し、ヤッコカンザシが AD 1678-1870(試料番号 H1)、マガキが AD1656-1876(試料番号 H2)の年代を示す(表1)ことから、元禄地震で隆起、離水したと推定した。

宍倉・他(2014)の報告以後、高位の群集の露頭[宍倉・他(2014)の第15図]において、下部を覆う土砂が暴浪によって除去され、それまで観察できなかった基盤岩の地形とそこに固着する生物遺骸の全体像があらわになった。そこで改めて調査を行った。

露頭は低位の段丘面から続く溝(グループ)に沿って、高位の段丘面まで海食洞状の窪みを形成しており、その内部の壁面に固着生物のほか、穿孔貝が多く観察される(図2)。露頭上部には宍倉・他(2014)で報告したマガキやヤッコカンザシが標高 4.6 m 付近まで分布し、さらに上部にイワフジツボ (*Chthamalus challengerii*) が標高 4.8 m まで確認できた。また新たに標高 4.2 m 付近で基盤岩に固着したフネガイ科 (*Arcidae sp.*) の合弁の二枚貝が見つかり、年代測定の結果、AD 1617-1810(試料番号 Ke-G1)を示した(表1)。

これまで土砂の被覆で観察できなかった露頭中部にも穿孔貝の分布が認められ、標高 3.2 m には潮間帯に生息するカモメガイ (*Penitella kamakurensis*) が合弁の状態で見つかった。その年代は AD 1638-1810(試料番号 Ke-G2)を示す。

さらに露頭下部には低位の段丘面から続くレベルに、化学的風化によって種別不明となった石灰質固着生物の遺骸と穿孔貝が観察される。このうち標高 2.2 m から採取した合弁のハネマツカゼ (*Irus*

macrophyllus) から, AD 1571-1763 (93.6 %), AD 1786-1804 (1.8 %)という年代を得た(試料番号 Ke-T1). ハネマツカゼは潮間帯から潮下帯~水深 30 m に生息する種である.

3.2 船形海岸

見物海岸と館山湾を挟んで約 6 km 北側の対岸に位置する館山市船形(ふなかた)海岸(図 1)で新たに隆起生物遺骸群集の露頭を観察した. この露頭では, 海側に傾斜した砂泥互層の基盤岩が, 差別侵食で泥岩部にノッチ状のグループを形成しており, それに沿って, 現生, 低位, 高位の 3 つのレベルで生物遺骸群集が観察される(図 3). 構成される生物種は見物海岸とほぼ同様に, おもにマガキ, ヤッコカンザシで構成され, 一部に穿孔貝が見られる.

それぞれの群集の高度は, 低位の群集が標高 0.9 ~1.5 m, 高位の群集が標高 2.9~3.3 m に分布する. 現生の群集については標高 0.3 m 付近を上限とするものの, 下限は確認できなかった. 各群集間の比高は, ヤッコカンザシの上限で比較すると, 現生と低位とで 1.2 m, 低位と高位とで 1.8 m である.

高位の群集において, 標高 3.3 m から得られたヤッコカンザシは AD 1665-1838(試料番号 Fu-G1), 標高 2.9 m 付近の基盤岩に穿孔する合弁のマツカゼガイ(*Irus mitis*)は AD 1617-1810(試料番号 Fu-G2)という年代をそれぞれ示す(Table 1). また低位の群集の標高 1.3 m から得られたマガキの年代は AD 1805-post 1950 (94.8 %), AD 1776-1785 (0.6 %)であった(試料番号 Fu-T1).

3.3 小浜海岸

船形海岸からさらに 5 km 北の南房総市小浜(こばま)海岸(図 1)で, 新たに隆起海食洞とそこに固着する複数レベルの生物遺骸群集を発見した.

海食洞は, 底面が現在の潮汐と波の作用で堆積した礫に覆われており, 開口部の高さは現海面から標高 2 m 以上, 奥行きは 3 m 程度である(図 4b). この海食洞入口付近の壁面に 2 つのレベルで生物遺骸群集が観察された. それぞれの群集とも, おもにヤッコカンザシから構成されるが, 一部でイワフジツボの分布も確認できる. イワフジツボは高潮位まで生息するため, ここでは旧汀線の指標としてヤッコカンザシを用いた. その高度は低位が標高 0.8~1.2 m, 高位が標高 1.6~2.0 m である. 本地域の現生のヤッコカンザシ群集の高度は海食洞の外側で測定しており, 上

限は他の地域と同じく標高 0.3 m であるが, 下限は確認できていない. 各群集間の比高は, ヤッコカンザシの上限で比較すると, 現生と低位とで 0.9 m, 低位と高位とで 0.8 m である. ただし現生と低位との比高は必ずしも同一環境での群集同士の比較とはなっていないため若干の誤差を有する可能性がある.

高位の群集において, 標高 2.0 m および 1.6 m からそれぞれ得られたヤッコカンザシはいずれも AD 1649-1814(試料番号 Ko-G1 および Ko-G2)を示した(Table 1). また低位の群集の標高 1.2 m から得られたヤッコカンザシの年代は AD 1834-post 1950 であった(試料番号 Ko-T1).

§ 4. 考察

4.1 見物海岸のデータに対する解釈

房総半島南西岸の 3 地点で新たに得られた隆起生物遺骸群集に関するデータのうち, 見物海岸の高位の群集については宍倉・他(2014)が元禄地震によって離水したと推定している. 今回, 発見した標高 4.2 m のフネガイ科の試料(Ke-G1)は, 従来得られている試料(H1, H2)と高度, 年代ともに調和的である. またこれらよりやや低い標高 3.2 m のカモメガイ(Ke-G2)もほぼ同じ年代を示す. これは中潮位付近に分布するヤッコカンザシの高度(上限の標高 4.6 m)との関係を考慮すれば, 元禄地震当時の潮間帯の幅の中に収まり, 矛盾はない(図 5).

一方, さらに低い標高 2.2 m から得られたハネマツカゼ(試料 Ke-T1)は, 低位の段丘地形の平坦面のレベルとほぼ一致することから, 一見すると大正地震に関連しているように思える. しかし年代は高位の群集の試料とほぼ一致しており, 宍倉・他(2014)が報告した低位群集の年代よりも古い. ハネマツカゼは潮下帯でも生息することから, 元禄地震時の潮間帯である高位のヤッコカンザシ群集やカモメガイと同時期に, 潮下帯で生息していたと考えれば説明がつく.

ハネマツカゼが穿孔する標高 2.2 m 付近が元禄地震時の潮下帯だとした場合, 元禄地震前から元々潮下帯までグループが深く刻まれていて, 元禄地震後に平坦面が形成された可能性も考えられるが, 現地の地形の連続性と生物遺骸の産状からみると, 元禄地震前からある程度平坦面ができていた可能性が高い. この場合, 低位の段丘地形は, 元々は元禄地震時の潮下帯で形成された海食台を由来とする地形であったと推定される. 従来低位の段丘地形は, 大正

地震に関連すると考えられていた[宍倉(2003)]. その後宍倉・他(2014)は、低位のヤッコカンザシ群集(大正地震時の中潮位を示す)の高度との関係を検討すると、低位の段丘面が大正地震時は高潮位に対応する波食棚であった可能性を指摘している(図5). したがって低位の段丘は、元禄地震で隆起した海食台を原型とし、元禄地震後、大正地震までは高潮位付近で波食を受け、最終的に大正地震時の隆起で離水したものと解釈される.

4.2 房総半島南西岸における地震性地殻変動

本研究では、房総半島南西岸の船形海岸と小浜海岸の2地点で新たに2つのレベルの隆起生物遺骸群集を同一露頭で確認した. これらは見物海岸において推定された元禄地震および大正地震に関連する高位群集および低位群集と年代が一致することから、同様に高位が元禄地震、低位が大正地震でそれぞれ離水したと考えられる. そこで各地点において、特に中潮位の指標となるヤッコカンザシ群集の高度分布を南北方向に投影し(図6), 房総半島南西岸における元禄地震時の地殻上下変動について検討する.

高位と低位の群集間の比高は、元禄地震時およびそれ以後大正地震直前までの地殻上下変動の総和を示しており、大部分は元禄地震時の隆起量と考えられる. その量は最も南の見物海岸で2.9 m, そこから6 km北の船形海岸で1.8 m, さらに5 km北の小浜海岸で0.8 mである. すなわち北へ行くに従い大きく減少していることがわかる(図6).

一方、大正地震時およびそれ以降の地殻上下変動を示す低位の群集と現生の群集との比高は、それぞれ1.4 m, 1.2 m, 0.9 mとなり、北へ緩やかに減少している. すなわち元禄地震時の地殻上下変動は、大正地震時と比べ、急激に北へ傾動していたことを示す. さらにこれらの高度分布のうち、高位と低位のヤッコカンザシの上限高度について、3地点のデータからそれぞれ線形近似し、北へ外挿すると、高位と低位とで群集のレベルが交差することになる(図6). すなわち低位の群集よりも低くなる場所では、元禄地震時に沈降していたことを示唆する. 実際に宇佐美・他(1977)などによる古記録の調査によれば、房総半島の保田周辺が元禄地震時に沈降したことが明らかになっている. 宍倉(1999)はその沈降量を0~0.9 mと見積もっており、外挿によって推定される保田付近の高位群集と低位群集との高度差とおおよそ一致する

(図6).

このような元禄地震における地殻上下変動の傾向については、すでに宍倉(2000)で報告しているが、これまでは年代試料を伴わない離水海岸地形の高度に基づいており、信頼性の高いデータとは言い難かった. 今回の発見により、房総半島が元禄地震時に北へ大きく傾動していたことが、隆起生物遺骸群集によって改めて確認された.

4.3 房総半島南西岸での海洋リザーバー効果に関する議論

第2章で述べたように、宍倉・他(2014)および本稿のここまでの議論では、海洋リザーバー効果について $\Delta R = 0$ として扱ってきた. しかし、大正地震で離水した可能性の高い生物遺骸群集に関して、複数地点で合計5試料の ^{14}C 年代が得られ、データが充実してきたことから、ここでShishikura et al. (2007)の手法を用いて本地域の ΔR について検討してみたい.

各地の低位の群集でこれまでに得られている年代は、conventional ageで 410 ± 30 yBPから 450 ± 30 yBPの間に収まっており、誤差の範囲で一致している. これらをAD1923とみなしてReimer et al. (2013)によるデータセットから ΔR を算出すると、-44から-4の間の値になり、平均すると -24 ± 13 となった(Table 1). 仮にこの値で高位の群集の年代を校正すると、これまで示してきた年代よりもやや古くなるが、元禄地震の起きたAD1703を含む値になることは変わらない.

この値を従来の報告と比べると、Shishikura et al. (2007)による三浦半島の値($+83 \pm 33$)とは100年以上の差があり、誤差を考慮しても有意な差を生じている. また房総半島南東岸の千倉でもKomori et al. (2017)が大正地震に関連する生物遺骸群集から $\Delta R = +60 \pm 31$ と報告しており、やはり本地域とは80年余りの差がある.

このように比較的近い地域でありながら ΔR の値に差がある理由について、まず試料自体の変質や生物種による特性の違いなどが疑われるが、いずれの地域とも、その地域内の複数地点で得られた異なる種の値がおおよそ揃っていることから、試料の個体差というよりは、やはり地域ごとの値の差とみて良いだろう. すなわち近接した地域間でも、海流や湧昇流の影響を被る強度や陸水の影響など、局所的な条件で ΔR の値も変化しうることを示している. いずれにせよ南関東全体としてみた場合、 ΔR は世界平均の0からそ

れほど大幅なズレはないとも言える。

§5. まとめ

本稿では房総半島南西岸で新たに観察した 3 箇所の露頭について、そこに固着する隆起生物遺骸群集の高度と年代を報告した。

まず見物海岸では、元禄地震に関連する穿孔貝の高度分布から、過去の潮間帯の高度と段丘地形との関係について議論した。その結果、従来は大正地震に関連すると考えられていた低位の段丘地形は、元禄地震時の海食台に起源を有している可能性が指摘できる。元禄地震で隆起後、高潮位のレベルで波食を受け、最終的に大正地震時の隆起で離水したと考えられることから、段丘地形の形成は、単純な波食棚の離水だけではなく、より複雑なプロセスを経ていることを示唆する。今後の地形観察においては、可能な限り生物遺骸群集などのより精度の高い旧汀線指標の情報も併せてその形成過程を検討する必要がある。

次に船形海岸と小浜海岸で新たに発見した元禄地震と大正地震に関連する生物遺骸群集について、見物海岸のデータと併せてその高度分布を検討した。その結果、元禄地震時の地殻上下変動は、北へ大きく傾動していたことが改めて確認された。今後、房総半島南東岸においても、歴史地震に関連する隆起生物遺骸群集を検出し、より信頼性の高いデータで房総半島全体の地震性地殻変動を復元していかなければならない。

最後に、大正地震に関連する生物遺骸群集の ^{14}C 年代試料から ΔR について計算した。その結果、5 試料の平均で -24 ± 13 となった。この値は三浦半島南部や房総半島南東部ですでに報告されている値よりやや低く、その地域差の原因解明については今後の課題である。さらなるデータの充実によって南関東の海洋リザーバー効果に関する検討を進めていく必要がある。

謝辞

本稿は福井大学の山本博文教授の査読により改善された。安房拓心高等学校の高木淳教諭には船形海岸の露頭の情報をご教示いただいた。産業技術総合研究所の吾妻崇博士および藤原治博士には粗稿を読んでいただき、コメントをいただいた。記して感謝します。

対象地震:1703 年元禄関東地震, 1923 年大正関東地震

文献

- Imamura, A., 1927, On the Seismic Activity of the Kwantō District. *Japanese Journal of Astronomy and Geophysics*, **5**, 127-135
- 蟹江康光・松田時彦・松島義章・平田大二・鹿島薫・松原彰子, 1989, 三浦市天然記念物「諸磯の隆起海岸」および周辺の完新統. 横須賀市博物館研究報告(自然), **37**, 45-53.
- 茅根 創・山室真澄・松本英二(1987)房総半島南東岸における旧汀線の指標としてのヤッコカンザシ. 第四紀研究, **26**, 47-57.
- Komori, J., Shishikura, M., Ando, R., Yokoyama, Y., Miyairi, Y., 2017, History of the great Kanto earthquakes inferred from the ages of Holocene marine terraces revealed by a comprehensive drilling survey. *Earth and Planetary Science Letters*, **471**, 74-84.
- 松田時彦・太田陽子・安藤雅孝・米倉伸之, 1974, 元禄関東地震(1703 年)の地学的研究. 垣見俊弘・鈴木尉元編「関東地方の地震と地殻変動」: 175-192, ラティス.
- Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hafliðason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M., van der Plicht, J., 2013, IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **55**, 1869-1887.
- 陸地測量部, 1926, 関東震災地一帯に於ける土地の隆起及沈下状態, 地震研究所彙報, **1**, 65-68.
- 宍倉正展, 1999, 房総半島南部保田低地の完新世海岸段丘と地震性地殻変動, 第四紀研究, **38**, 17-28.
- 宍倉正展, 2000, 離水海岸地形からみた 1703 年元禄関東地震における房総半島の地殻上下変動. 歴史地震, **16**, 113-122.

- 宍倉正展, 2003, 変動地形からみた相模トラフにおけるプレート間地震サイクル. 東京大学地震研究所彙報, **78**, 245-254.
- 宍倉正展・越後智雄, 2002, 1703年元禄関東地震に伴う三浦半島南部の地殻上下変動--離水波食棚・生物遺骸の高度分布から見た検討. 歴史地震, **17**, 32-38.
- Shishikura, M., Echigo, T., Kaneda, H., 2007, Marine reservoir correction for the Pacific coast of central Japan using ^{14}C ages of marine mollusks uplifted during historical earthquakes. Quaternary Research, **67**, 286-291.
- 宍倉正展・行谷佑一・小野尚哉・神田広信, 2014, 房総半島南部見物海岸における精密地形測量と ^{14}C 年代測定. 活断層・古地震研究報告, **14**, 1-38.
- 宇佐美龍夫・内野美三夫・吉村光敏, 1977, 新史料による元禄地震の調査(房総南部), 自然災害資料解析, **4**, 61-65.
- 宇佐美龍夫・石井 寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子, 2013, 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会, 694p.
- 渡辺 光, 1929, 房総半島南部の海岸段丘(予報). 地理学評論, **5**, 119-126.
- 今村明恒, 1932, 最近数年間に於ける二,三の著名な地震について, 地震, **1**, **4**, 608-617.

表 1 ¹⁴C 年代測定結果.

Table 1. ¹⁴C dating result.

location	sample name	altitude (m)	species	¹³ C (‰)	conventional ¹⁴ C age	calendar age 2σ (95.4 %) ΔR = 0	ΔR (marine model age: AD1923 = 454 ± 3) ΔR = -24 ± 13	calendar age 2σ (95.4 %)	lab. Code
Kenbutsu	H1 (Shishikura et al., 2014)	4.3	<i>Pomatoleios kraussii</i>	-0.2	550 ± 30	AD 1678 - 1870	—	AD 1660 - 1843	Beta-312402
	H2 (Shishikura et al., 2014)	4.3	<i>Crassostrea gigas</i>	+2.3	570 ± 40	AD 1656 - 1876	—	AD 1624 - 1864	Beta-293996
	Ke-G1	4.2	<i>Arcidae sp.</i>	+2.74	620 ± 30	AD 1617 - 1810	—	AD 1538 - 1800	Beta-501473
	Ke-G2	3.2	<i>Penitella kamakurensis</i>	+1.88	610 ± 30	AD 1638 - 1810	—	AD 1556 - 1803	Beta-501474
	Ke-T1	2.2	<i>Irus macrophyllus</i>	+1.11	630 ± 30	AD 1571 - 1763 (93.6 %) AD 1786 - 1804 (1.8 %)	—	AD 1541 - 1706	Beta-501475
	L1 (Shishikura et al., 2014)	1.7	<i>Pomatoleios kraussii</i>	-2.4	410 ± 30	AD 1839 - post 1950	-44 ± 31	—	Beta-312403
	L2 (Shishikura et al., 2014)	1.6	<i>Crassostrea gigas</i>	-0.7	430 ± 40	AD 1766 - 1785 (1.4 %) AD 1804 - post 1950 (94.0 %)	-24 ± 31	—	Beta-293997
	L3 (Shishikura et al., 2014)	1.0	<i>Pomatoleios kraussii</i>	-3.5	440 ± 30	AD 1819 - post 1950	-14 ± 31	—	Beta-312405
	Fu-G1	3.3	<i>Pomatoleios kraussii</i>	+1.86	570 ± 30	AD 1665 - 1838	—	AD 1647 - 1823	Beta-501476
	Fu-G2	2.9	<i>Irus mitis</i>	+0.97	620 ± 30	AD 1617 - 1810	—	AD 1538 - 1800	Beta-501477
Funakata	Fu-T1	1.3	<i>Crassostrea gigas</i>	+0.81	450 ± 30	AD 1805 - post 1950 (94.8 %) AD 1776 - 1785 (0.6 %)	-4 ± 31	—	Beta-501478
	Ko-G1	2.0	<i>Pomatoleios kraussii</i>	+0.56	600 ± 30	AD 1649 - 1814	—	AD 1589 - 1808	Beta-501480
Kobama	Ko-G2	1.6	<i>Pomatoleios kraussii</i>	+2.08	600 ± 30	AD 1649 - 1814	—	AD 1589 - 1808	Beta-501481
	Ko-T1	1.2	<i>Pomatoleios kraussii</i>	+0.66	420 ± 30	AD 1834 - post 1950	-34 ± 31	—	Beta-501482

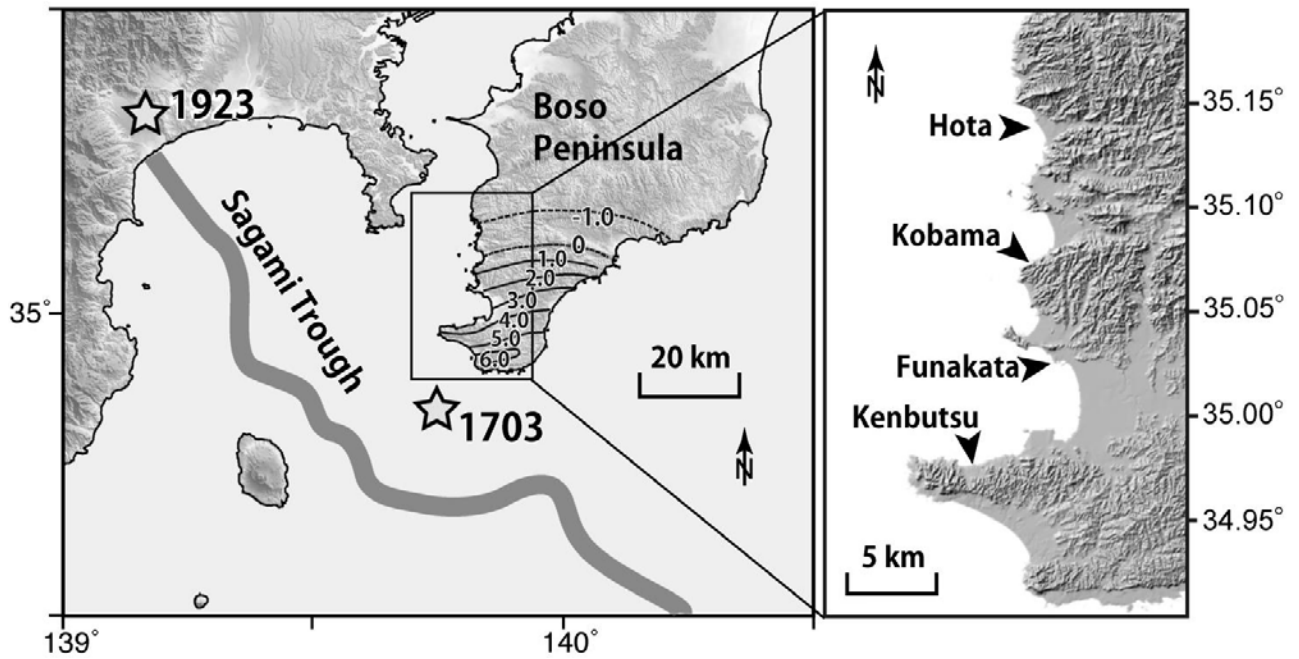


図1 調査地域の位置と宍倉(2000)による1703年元禄関東地震における房総半島の地殻上下変動. 震央の位置は宇佐美ほか(2013)による. 基図は地理院地図の地形陰影図を使用.

Fig. 1. Location map of the surveyed area. Coseismic vertical displacement during the 1703 Genroku Kanto Earthquake in the Boso Peninsula proposed by Shishikura (2000). Epicenters are after Usami et al. (2013). Base map is geomorphic relief map produced by Geospatial Information Authority of Japan.

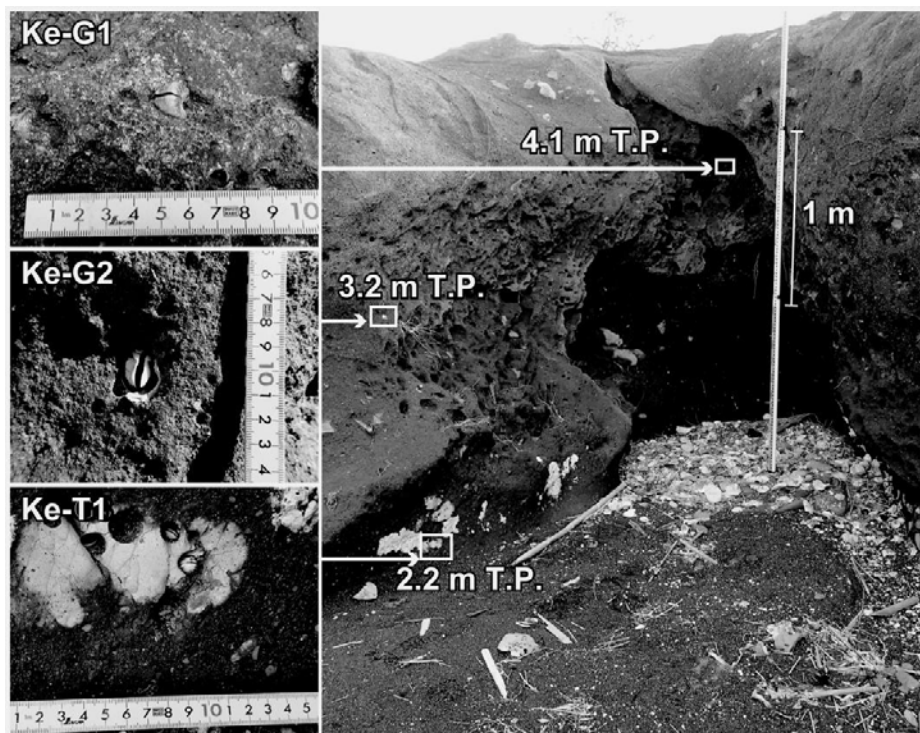


図2 見物海岸における露頭の写真と¹⁴C年代試料の採取位置.

Fig. 2. Photos of outcrop and ¹⁴C dating samples, and its position in the Kenbutsu coast.

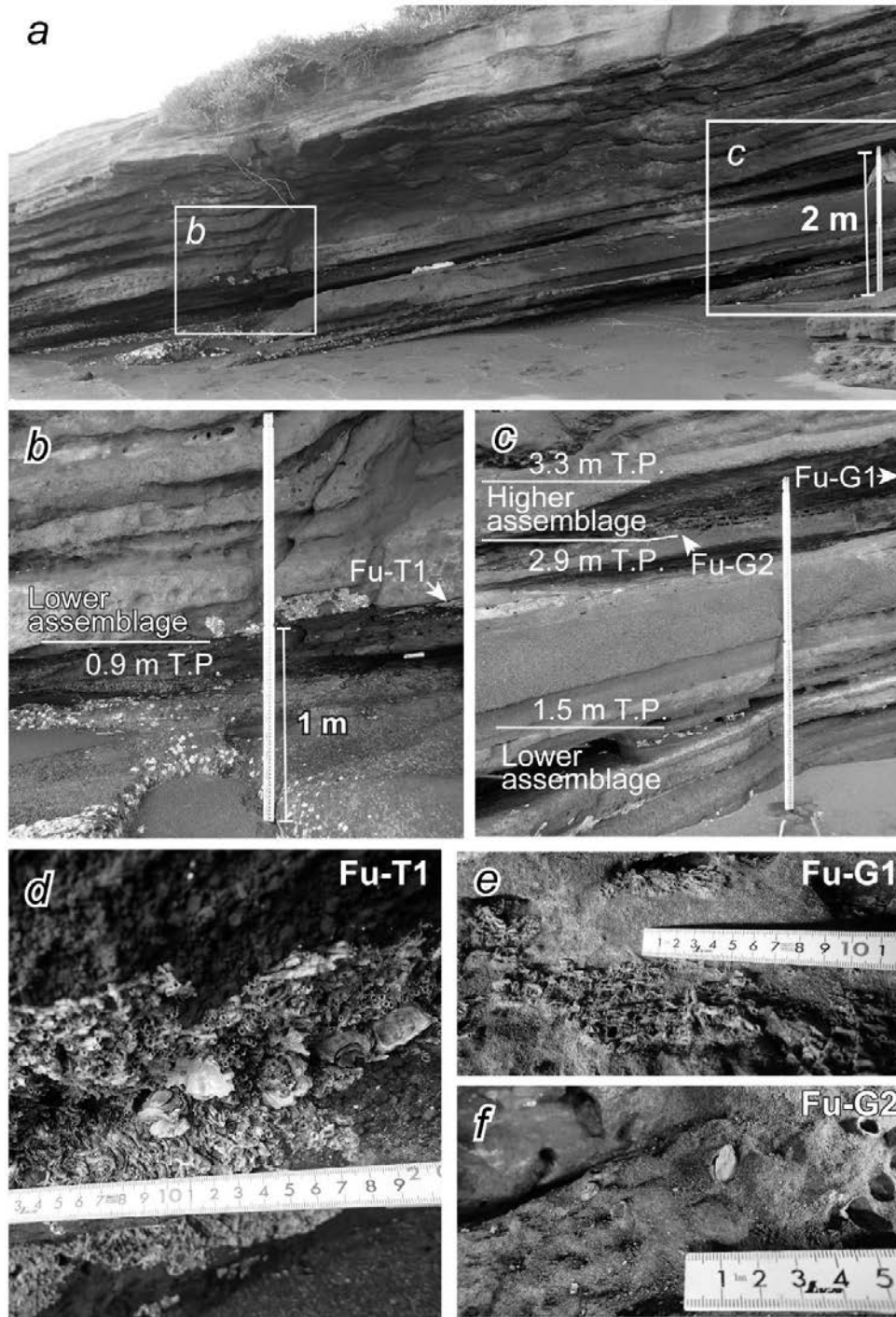


図3 船形海岸における露頭の写真と¹⁴C年代試料の採取位置. a: 露頭の全体像. b: 現生および低位の群集の写真. c: 低位および高位の群集の写真. d: Fu-T1試料の写真. e: Fu-G1試料の写真. f: Fu-G2試料の写真.

Fig. 3. Photos of outcrop and ¹⁴C dating samples, and its position in the Funakata coast. a: Overview of outcrop, b: Photo of modern and lower assemblages, c: Photo of lower and higher assemblages, d: Photo of Fu-T1 sample, e: Photo of Fu-G1 sample, f: Photo of Fu-G2 sample

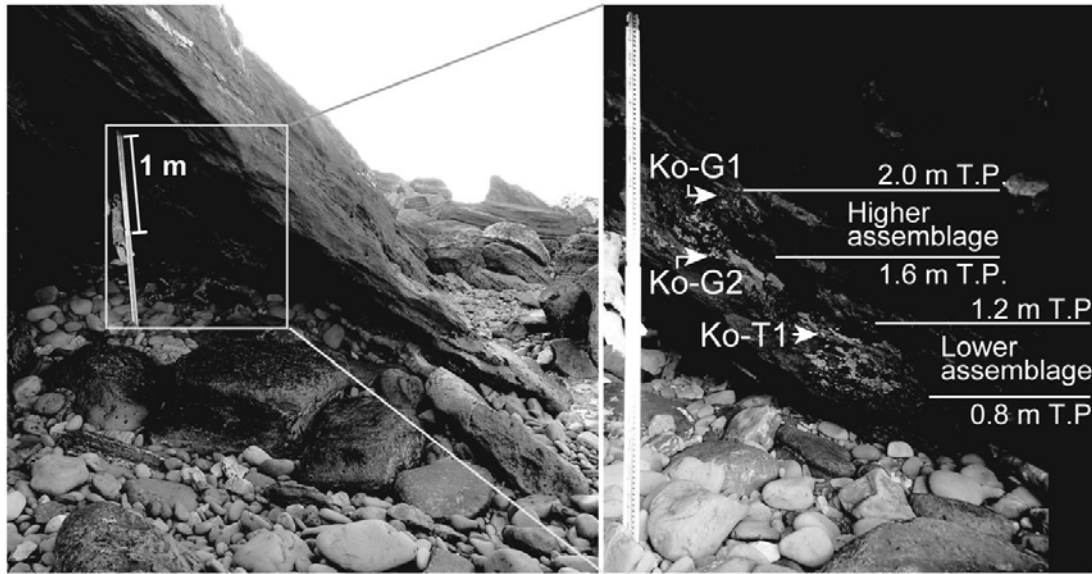


図 4 小浜海岸における露頭の写真と ^{14}C 年代試料の採取位置
 Fig. 4. Photos of outcrop and ^{14}C dating samples, and its position in the Kobama coast.

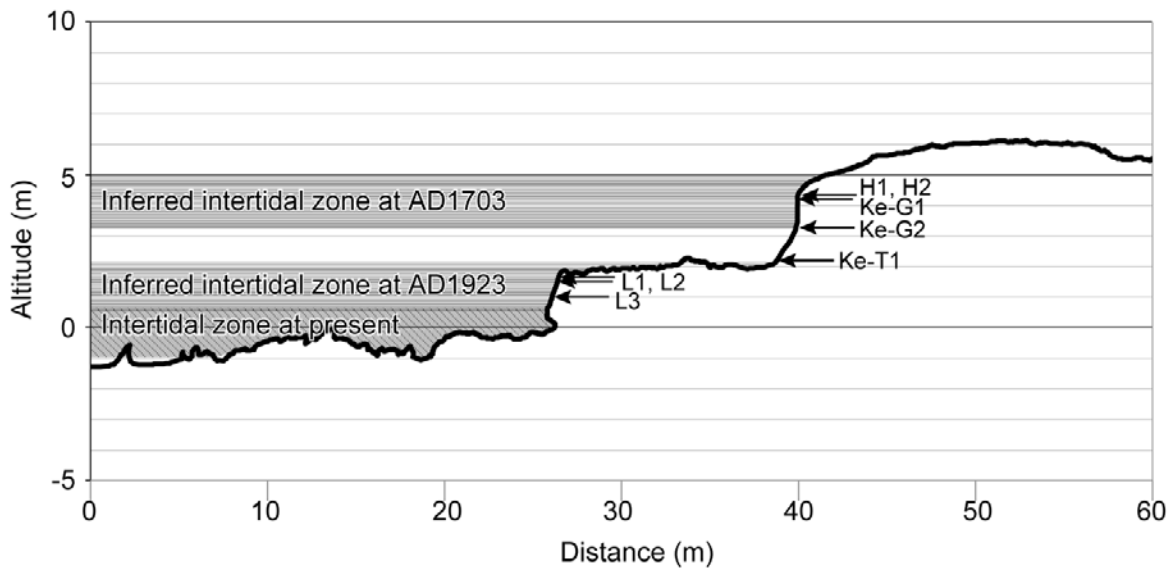


図 5 見物海岸における地形断面と ^{14}C 年代試料の採取位置. 宍倉・他 (2014) の測線 A+12 を改変
 Fig. 5. Topographic profile and position of ^{14}C dating samples in the Kenbutsu coast. Revised from survey line A+12 in Shishikura et al. (2014).

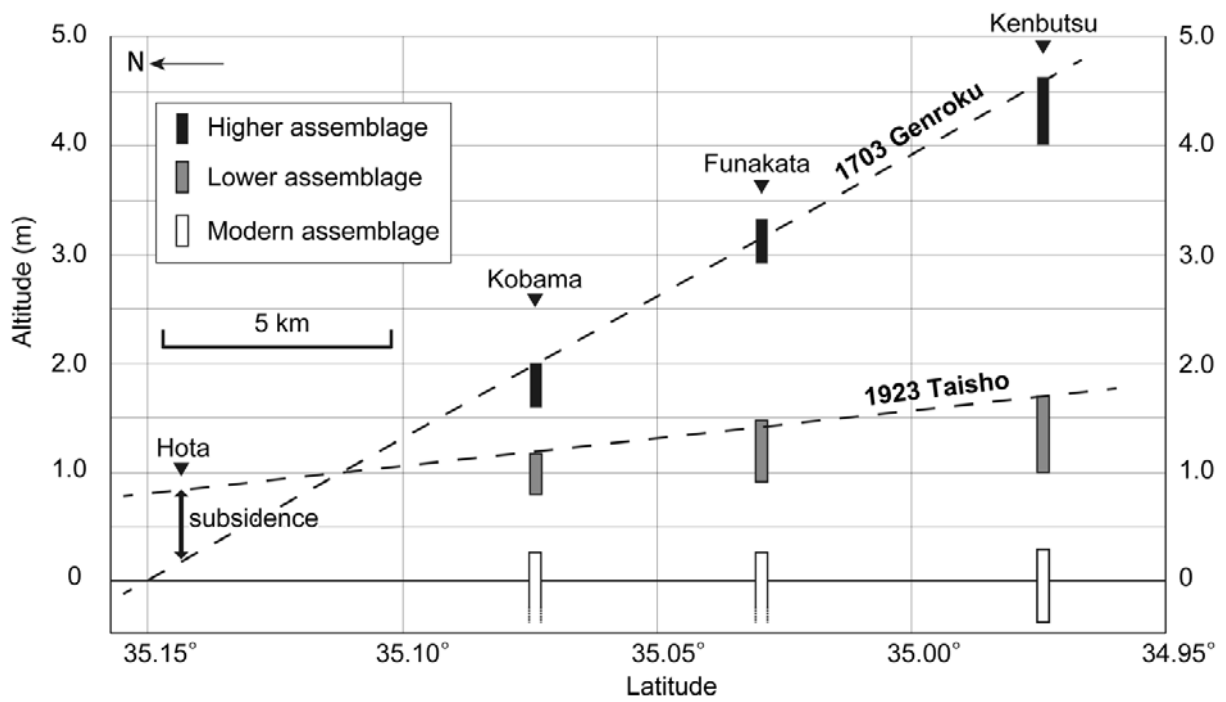


図6 房総半島南西岸沿いに南北方向に投影したヤッコカンザシ群集の高度分布. 破線は高地と低位のそれぞれの群集の上限高度の線形近似を示す.

Fig. 6. Height distribution of assemblages of *Pomatoleios kraussii*, projected along N-S axis in the southwestern coast of the Boso Peninsula. The broken line shows linearly approximating the upper limit of the higher and the lower assemblages.