

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みた検討—

産業技術総合研究所活断層研究センター* 宍倉 正展

千葉大学大学院自然科学研究科 越後 智雄

Coseismic vertical displacement during the 1703 Genroku Kanto earthquake in the southern part of the Miura Peninsula, analyzing height distribution of emerged wave-cut benches and fossilized sessile assemblages

Masanobu SHISHIKURA

Active Fault Research Center, AIST-GSI,

Central7 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki, 305-8567 Japan

Tomoo ECHIGO

Graduate school of Science and Technology, Chiba University,

1-33 Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba, 263-8522 Japan

Two levels of emerged bench and fossilized sessile assemblage are distributed along the southern coast of the Miura Peninsula facing the subduction zone of Sagami Trough. The lower is related to the 1923 Taisho Kanto earthquake ($M7.9$) accompanied with 1.2-1.8 m of uplift. The higher was probably emerged during the 1703 Genroku Kanto earthquake ($M8.2$), based on radiocarbon ages of the fossilized sessile. Height distribution of paleo-shoreline indicators suggests that coseismic vertical displacement during the 1703 event had northward tilting accompanied with the uplift of 1.1-1.7 m as like the 1923 event.

§ 1. はじめに

1703 年元禄関東地震 ($M8.2$: 以下, 元禄地震と呼ぶ) は, 1923 年大正関東地震 ($M7.9$: 以下, 大正地震と呼ぶ) と同様に相模トラフ沿いを震源として発生したプレート間巨大地震として知られる (図 1). しかし, 元禄地震の震源域は, 大正地震のそれを含みながら房総半島南東沖まで広がり, より規模が大きかったと考えられている [笠原・他 (1973) など]. その根拠となっているのが, 九十九里浜における津波被害や, 房総半島南部の地殻上下変動である. 特に後者に関しては, 半島南端部で 5m 以上隆起し, 保田や小湊において沈降を生じたことが, 沿岸の離水海岸地形の調査から明らかに

なっており [宍倉 (2000)], 半島南部全体が 1~2m 隆起した大正地震とは大きく異なっている. すなわち房総半島での諸現象をみると, 元禄地震と大正地震とは一見して異なる別のタイプの地震のように見える.

一方, 三浦半島では, 元禄と大正ではほぼ同じ地殻上下変動を伴ったという意見が多い [石橋 (1977) など] が, 確実な証拠は得られていない. 松田・他 (1974) や西畑・他 (1988) は, 一部の離水波食棚や生物遺骸など旧汀線指標の高度から元禄地震時の隆起量を見積もっているが, 年代の証拠がなく, 測定地点が数カ所に限られていた. このため信頼性に乏しく, 半島南部の全体的な傾向が捕らえられていなかった.

* 〒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

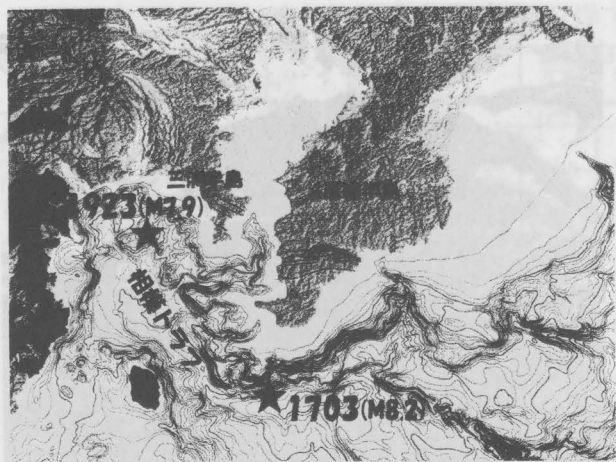


図1 南関東の概観図

★印は宇佐美(1996)による震央位置。地形・地質陰影は地質調査所(1995)、海底地形は海上保安庁水路部(1994)にそれぞれ基づく。

このように三浦半島の元禄地震時における地殻上下変動は、未解明な点が多く残されており、これらを明確にすることは、大正地震と元禄地震の関係など、相模トラフ沿いのプレート間巨大地震のメカニズムを知る上で非常に重要である。

筆者らは、三浦半島南部沿岸における詳細な調査から、最近の地震時の間欠的隆起によって離水したとみられる2つのレベルの離水波食棚、生物遺骸群集を数多くの地点で検出した。低位のものに関しては別稿[越後(投稿中)]にて詳しく論じるが、本報告では高位のものに注目して、高度分布や ^{14}C 年代などから元禄地震との関係を検討し、地殻上下変動の復元を試みた。

なお、本研究で取り扱う高度は、平均海面を基準としている。これは測定時の海面からの高さを、油壺検潮場の検潮記録を基に、時間潮位と測定地の補正をして得ている。

§2. 離水波食棚の高度・年代

三浦半島南部沿岸は、複雑に入り組んだ、いわゆるリアス式海岸の様相を呈する(図2)。岬部周辺では波食棚がよく発達しており、明瞭な2段の離水波食棚が観察される。特に低位のものは沿岸のほぼ全域で連続的に分布する。一方、高位のものの分布は断片的であり、連続性は良くないが、やはり沿岸全域で確認される。高度は宮川でそれ



図2 三浦半島の地形陰影図
国土地理院(1997)を基に作成

ぞれ標高1.2~1.4mと2.1~2.3mである(図3)。南端の城ヶ島や剣崎では、低位:1.7m, 高位:2.8mに達するが、天神島付近ではそれぞれ0.8~1.2m, 1.8~2.2mとなり、高位、低位とも北へ行くほど低くなる傾向がみられる。

本地域では、大正地震時に1.2m以上隆起したことが測地学的に明らかになっており、油壺検潮所では、約1.3mの隆起が記録されている[陸地測量部(1926)など]。また、この隆起に伴う波食棚の離水現象は、山崎(1925)によって報告されている。本研究における低位の離水波食棚は、高度分布からみて、大正地震に関連したものであることは確実である。高位の離水波食棚について



図3 宮川における2段の離水波食棚

は、堆積物や古文書等の年代資料は得られていない。しかし、後述するように、高位の波食棚と同レベルに分布する生物遺骸群集について ^{14}C 年代測定を行った。

§3. 生物遺骸群集の高度・年代

過去の海水準の示標として、離水海岸地形の他に良く用いられるのが生物遺骸である。三浦半島周辺では、ヤッコカンザシ(*Pomatoleios Kraussii*)と呼ばれるカンザシゴカイ類の石灰質棲管が、潮間帯の岩礁に密集して固着し、その上限高度が平均海面付近に揃う[三浦・梶原(1983)]ことから、海水準の良い示標となる。これを用いた研究は、これまで茅根・他(1987)や西畑・他(1988)による報告があり、他の地域でも前全(1988)や前全・坪野(1990)による室戸半島、紀伊半島での例がある。西畑・他(1988)の報告では、三浦半島南部沿岸には2つのレベルに隆起した化石ヤッコカンザシの密集帯が分布し、低位のものが大正地震、高位のものが元禄地震にそれぞれ関連している可能性を述べている。低位のものは測地学的にみた隆起量との関係から、大正地震時に離水したことは確実である。しかし、高位のものに関しては、前述のとおり、年代

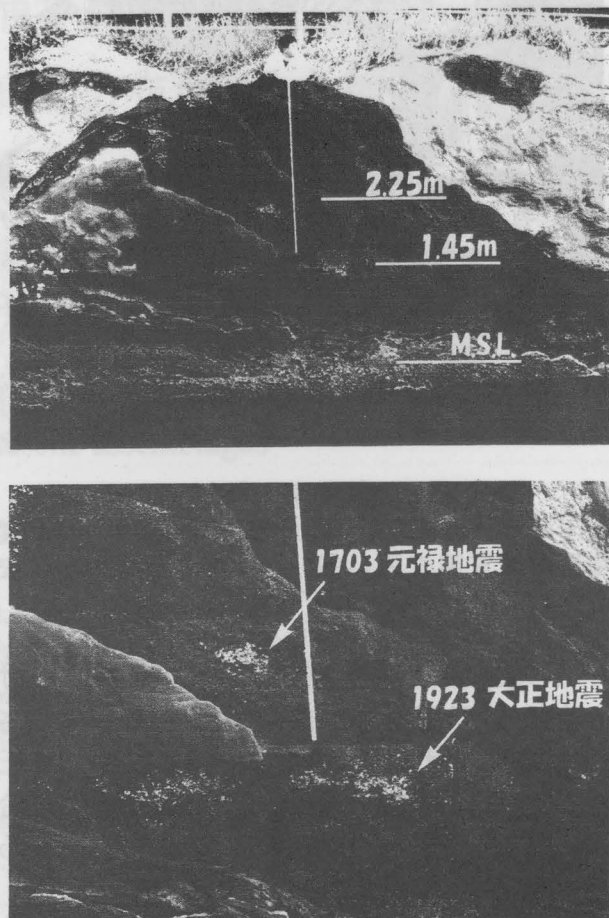


図4 城ヶ島における2つのレベルの化石ヤッコカンザシ群集(下は拡大写真)

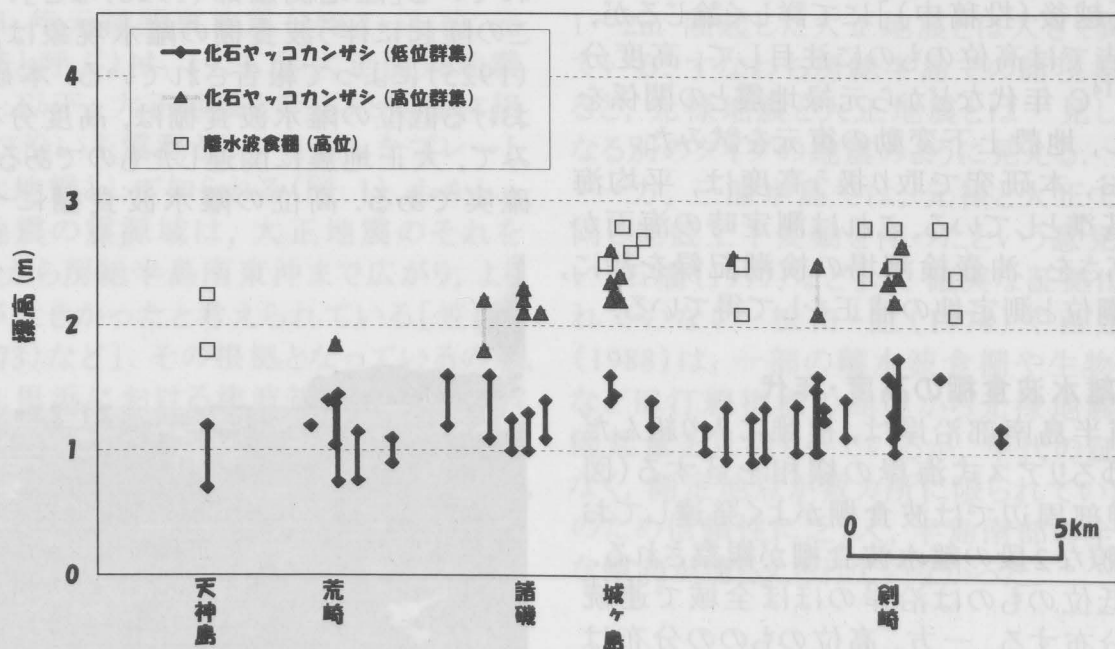


図5 三浦半島南部沿岸における化石ヤッコカンザシ、離水ベンチの高度分布

表 1 三浦半島南部沿岸で得られた生物遺骸の ^{14}C 年代

採取地点	高度 (m)	試料	測定 方法	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	^{13}C 未補正 ^{14}C 年代 (yrs BP)	^{13}C 補正済み ^{14}C 年代 (yrs BP)	較正暦年代 (2σ) $\Delta R=0$ とした場合	Lab. No.
高位群集								
剣崎	2.3	貝殻 (<i>Trapezium japonicum</i>)	AMS	0.3	340 $\pm$ 40	750 $\pm$ 40	AD 1480–1650	Beta-156174
城ヶ島	2.3	貝殻 (<i>Pomatoleios kraussii</i>)	AMS	-0.1	300 $\pm$ 40	710 $\pm$ 40	AD 1510–1670	Beta-156175
諸磯	2.2	貝殻 (<i>Pomatoleios kraussii</i>)	AMS	0.6	270 $\pm$ 40	690 $\pm$ 40	AD 1520–1680	Beta-156176
低位群集								
剣崎	1.3	貝殻 (<i>Pomatoleios kraussii</i>)	AMS	-0.9	300 $\pm$ 40	700 $\pm$ 40	AD 1520–1680	Beta-157081
城ヶ島	1.2	貝殻 (<i>Pomatoleios kraussii</i>)	AMS	-0.2	240 $\pm$ 40	650 $\pm$ 40	AD 1560–1700	Beta-157082

の証拠が無く、観察地点が少なかった。本研究では、剣崎周辺から天神島周辺までの沿岸において、2 段の離水波食棚に対応した化石ヤッコカンザシ群集を数多く見だし、その高度測定および一部の試料の ^{14}C 年代測定を行った。

城ヶ島では帯状に分布する2列の化石ヤッコカンザシが観察された(図 4)。高位の群集の分布上限高度は平均海面上 2.25m、低位のものは 1.45m であった。城ヶ島周辺ではこのほか高位群集が 2.2~2.6m に密集して分布する。剣崎周辺の高位群集は 2.2~2.65m で城ヶ島とほぼ同レベルであるが、荒崎周辺では 1.85m と低くなり、離水波食棚の高度分布と同様に北へ低くなる傾向が見られた(図 5)。

^{14}C 年代測定は、剣崎、城ヶ島、諸磯の3地点で採取した高位3試料、低位2試料について行った。試料はおもにヤッコカンザシの棲管の一部を用いたが、剣崎の高位群集では、ヤッコカンザシに共在していた合弁の二枚貝化石(カリガネエガイ; *Trapezium japonicum*)を試料にした。測定結果は表 1 にまとめられ、STUIVER *et al.* (1998a) に基づく較正暦年では、これらの貝が AD1600 年前後に生息していたことを示す。

§ 4. 考察

4.1 高位の離水波食棚、生物遺骸群集と元禄関東地震との関係について

高位の生物遺骸群集の年代はいずれも AD1600 年前後を示し、誤差を考慮すれば、

一見して元禄地震時に隆起、離水した可能性を窺わせる。しかしながら、海成試料の ^{14}C 年代には、海水のリザーバー効果という問題があり、慎重な補正を要する。海水はもともと大気中より古い ^{14}C 年代をもっており、STUIVER and BRAZIUNAS (1993) などにより、中緯度地域では一般的に 400 年古いと定義されている。しかし海水の古さは、地域ごとに異なり、この一般値に対する地域差は ΔR として示される。表 1 では ΔR を 0 とみなしているが、本来は三浦半島周辺における値を明らかにしなければ正確な年代を得ることはできない。

本研究では ΔR を評価する目的で、年代が明らかな低位の生物遺骸群集 (AD1923 に離水) の ^{14}C 年代も測定した。その結果、conventional age ($\delta^{13}\text{C}$ 補正済み ^{14}C 年代) は高位のものと似た年代を示した(表 1)。ここで STUIVER and BRAZIUNAS (1993) で示される AD1923 前後の ^{14}C 年代がおおよそ 465yrs BP であることから、 ΔR は 210 $\pm$ 65 年と計算される。これを基に高位群集の年代について補正を行うと、表 2 のようになる。すなわち AD1703 を含むものの、AD1923 も含み、さらに現代までの非常に幅広い年代値を示す結果となった。

表 2 ΔR 補正による高位群集の較正暦年

採取地点	較正暦年代 (2σ) $\Delta R=210\pm65$ とした場合
剣崎	AD 1640–1950
城ヶ島	AD 1660–1950
諸磯	AD 1670–1950

2つのレベルの生物遺骸群集が似た conventional age を示し、較正暦年も幅広くなったことは、最近数百年のキャリブレーションカーブ[STUIVER *et al.* (1998b)]が上下変動を伴っていることに起因すると考えられる。これは若い試料のもつ根本的な問題かもしれない。また、本地域で ΔR を評価するにはまだサンプルが不足しており、今後さらに多くの年代測定が必要であろう。

ところで試料としたヤッコカンザシは、生息時は大潮平均低潮位上 30~80cm の、比較的狭い範囲内に垂直分布し、群集を形成する[三浦・梶原(1983)]。本地域で見られる隆起生物遺骸群集は、2つのレベルで明瞭に分布高度を異にし、それぞれに対応する離水波食棚が存在する。これらのことから考えると、高位群集と低位群集は同じ年代幅の中にあるものの、実際には離水時期は異なるものと思われる。なお、いずれの地点でも試料は波浪による飛沫の影響が小さい場所のものを慎重に選んで採取した。つまり、本来低位のものが局所的に分布高度が高くなり、見かけで高位になっているわけではない。

これまでに得られている結果からみて、高位の生物遺骸群集は AD1640 以降に離水

した可能性が高く、かつ大正地震時に離水した低位群集とは明らかに異なることから、AD1923 以前で最近数百年以内の歴史地震時に離水したものであると言える。この期間で海岸の隆起現象を伴うような地震の候補を探すと、元禄地震が最も可能性が高い。すなわち筆者らは、高位の生物遺骸群集、および同レベルの離水波食棚は、従来言われてきたように、元禄地震時に隆起、離水したものと考える。

4.2 元禄関東地震に伴う地殻上下変動

高位の離水波食棚、生物遺骸群集の高度が、元禄地震直前の海水準を示すとすれば、高位の高度から低位の高度を除いた比高が、元禄地震直後から大正地震直前までの期間における地殻上下変動の総和を示す。たとえば城ヶ島における化石ヤッコカンザシの上限高度(図5)を用いると、その量は 0.8m になる。油壺の検潮記録に基づけば、大正地震以降、本地域は地殻がゆっくり沈降しており、その速度は最近 40 年間で、平均 3mm/年である[Ozawa *et al.* (1997)]。仮に元禄地震以降、大正地震直前までの 220 年間も同様の速度で沈降していたとすれば、総沈降量は 0.66m と計算される。

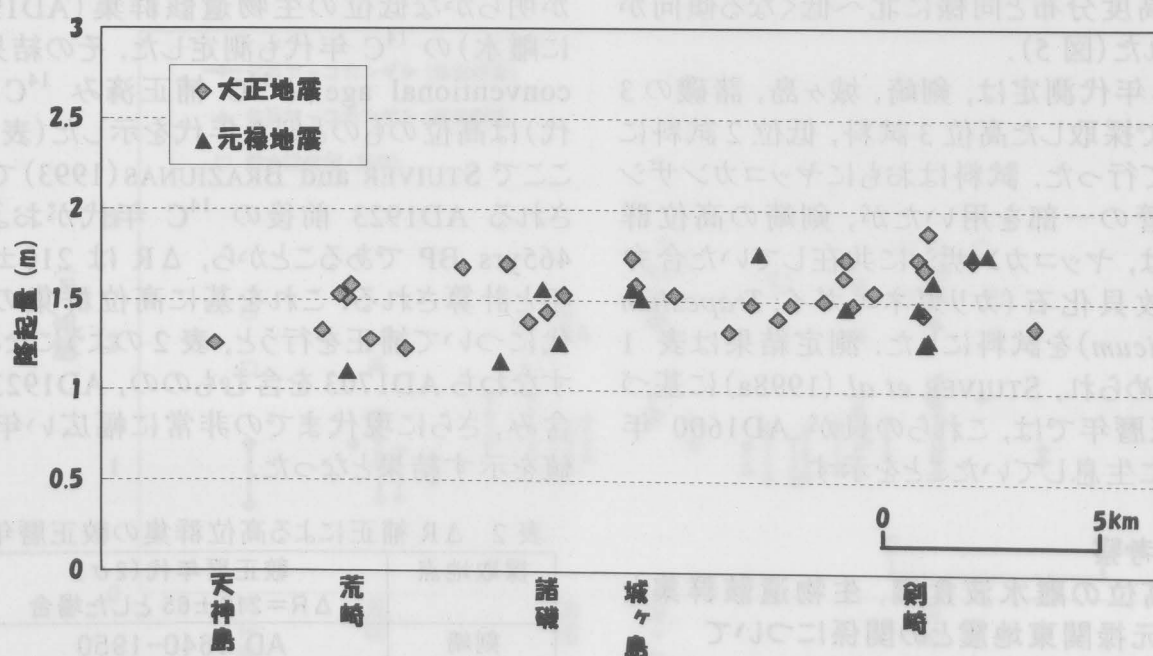


図6 生物遺骸群集の高度から推定した大正地震および元禄地震に伴う隆起量分布

したがってこれらを合わせた 1.46m が元禄地震時の隆起量と考えることができる。なお、大正地震時の隆起量は、低位の化石ヤッコカンザシの上限高度を用いると 1.68m と見積もられる。この結果、若干の誤差もあるが、城ヶ島周辺では元禄地震と大正地震で、ほぼ同じ隆起量であったといえる。その他の地点においても同様にして元禄地震時の隆起量を見積もると、やはり大正地震時のそれに近い値となる(図 6)。

以上より、三浦半島南部における元禄地震時の地殻上下変動は、大正地震時とほぼ同様に、1.1~1.7m 程度の隆起を伴っており、北へやや傾動したと考えられる。

§ 5. まとめと今後の課題

本研究では、三浦半島南部沿岸において、2 つのレベルに分布する離水波食棚と生物遺骸群集について調査を行い、その高度・年代から元禄地震に伴う地殻上下変動を検討した。その結果、元禄地震と大正地震は、ほぼ同じ地殻上下変動を伴っていることが明らかになった。すなわち本地域のみの現象を捉えると、2 つの地震は繰り返された同じタイプの地震であったように見える。これは房総半島で両地震が異なる地殻上下変動を伴うこととは対照的である。

ところで大磯丘陵南縁の沿岸地域では、大正地震時に最大 2m 近く隆起している[陸地測量部(1926)]。しかし、これまで元禄地震時の地殻上下変動に関する地形、地質学的データはほとんど得られていない。今後、これらの地域まで調査範囲を広げ、大正地震との関係を検討する必要がある。また、今回の調査で課題となった年代測定における ΔR の評価も、今後より精度を上げていかなければならない。

文 献

地質調査所(編), 1995, 100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版. 数値地質図 G-1, 地質調査所.

石橋克彦, 1977, 1703 年元禄関東地震の震源域と相模湾における大地震の再来周期(第 1 報), 地震第 2 輯, 30, 369-374.

海上保安庁水路部, 1994, 50 万分の 1 海底地形図第 6603 号「房総・伊豆沖」.

笠原慶一・山田重平・安藤雅孝, 1973, 南関東の地殻変動—展望と作業仮説, 関東大地震 50 周年論文集, 東京大学地震研究所, 103-116.

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.

国土地理院, 1997, 数値地図 50m メッシュ(標高)日本-II. 国土地理院

前杵英明, 1988, 室戸半島の完新世地殻変動, 地理学評論, 61, 747-769.

前杵英明・坪野賢一郎, 1990, 紀伊半島南部の完新世地殻変動, 地学雑誌, 99, 349-369.

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, ラテイス.

三浦知之・梶原 武, 1983, カンザシゴカイ類の生態学的研究, 日本ベントス研究会誌, 25, 40-45.

西畑正文・山室真澄・茅根 創, 1988, 三浦半島西岸および南岸における旧汀線の指標としてのヤッコカンザシとベンチ, 第四紀研究, 27, 31-38.

OZAWA, S., M. HASHIMOTO and T. TADA, 1997, Vertical crustal movements in the coastal areas of Japan estimated from tidal observations, *Bull. Geogr. Surv. Inst.*, 43, 1-21.

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.

穴倉正展, 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.

