

伊豆半島南端の人間に伝承された 1854 年安政東海地震 による津波堆積物の掘削調査

産業技術総合研究所 活断層研究センター* 藤原 治
北海道大学大学院 地球環境科学研究所 平川一臣
(元)筑波大学大学院 生命環境科学研究科 阿部恒平
島根大学 総合理工学部 入月俊明

Drilling investigation of the AD 1854 Ansei Tokai earthquake tsunami deposit
on the southern tip of Izu Peninsula, Pacific coast of central Japan

Osamu FUJIWARA
Active Fault Research Center, AIST, Site C7, 1-1-1 Higashi,
Tsukuba, 305-8567 Japan

Kazuomi HIRAKAWA
Graduate School of Environmental Science, Hokkaido University, Kita 10,
Nishi 5, Kita-ku, Sapporo, 060-0810 Japan

Kohei ABE
Graduate School of Life and Environmental Sciences, the University of
Tsukuba, 1-1-1 Tennodai, Tsukuba, 305-8572 Japan

Toshiaki IRIZUKI
Department of Geoscience, Interdisciplinary Faculty of Science and Engineering,
Shimane University, 1060 Nishikawatsu, Matsue, 690-8504 Japan

A thick sand bed, up to 8m thick, covering the sand dune located on the southern tip of the Izu Peninsula, has been told that the deposit was washed ashore by the AD 1854 tsunami occurred along the eastern part of the Nankai trough. Drilling of the sand dune, 20m deep, showed that the sand dune is composed of the alternation of aeolian sand and five gravelly sand beds of several tens of centimeters to one meter in thickness. Gravelly sand beds were deposited by storm surge and/or tsunami. ¹⁴C dating of shells from the core revealed that the sand dune has formed during the last 1000 years. Uppermost gravelly sand bed, occupying the 11.76 to 12.81m in height, yields many well preserved marine gastropod shells. Estimated age of the gravelly sand bed, around 17th to 19th century, is broadly consistent with the AD 1854 earthquake.

Keywords: Izu Peninsula, 1854 Ansei Tokai earthquake, tsunami, tsunami deposit, sand dune, Iruma village.

§ 1. はじめに

1854 年安政東海地震(M=8.4)に伴う津波は、伊豆半島から紀伊半島の沿岸にかけて大きく、その遡上範囲や遡上高が家屋などに残された浸水痕や伝承

に基づいて推定されている(羽鳥, 1977 など)。それによれば、伊豆半島沿岸での津波の高さ(多くは遡上高)は 5~6m とされる。ところが、伊豆半島南端に位置する静岡県南伊豆町入間(図 1)では 13.2~16.5m

* 〒305-8567 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 7, 電子メール: o.fujiwara アットマーク aist.go.jp

という、周辺地域に比べて 3 倍近い異常に大きな値(恐らく遡上高)が見られる(渡辺, 1998). これは, 人間の旧家である外岡(とのおか)家の歴史を綴った『加美家沿革誌』(荻原, 1958)や現地での聞き取りによれば, 集落西部の谷沿いにある木の枝に浮遊物が漂着した高さと伝えられる.

現在の入間集落は標高約 16m の砂堆の上に位置するが, 『加美家沿革誌』には, この砂堆の上部の厚さ数 m の部分は 1854 年安政東海地震津波で打ち上げられた地層(すなわち津波堆積物)ととれる記述がある. この伝承に基づいて現地を調査した浅井・他(1998)は, この津波堆積物の層厚は 4m 以上, 場所によっては 8m に達すると推定し, 体積は 70 万 m³ 以上と見積もった. 陸上に堆積した津波堆積物の層厚は数十 cm から 1m 未満のことが大半であり(Moore et al., 2006; Morton et al., 2007; 首藤, 2007), 伝承と推定が確かであれば, 入間に分布する津波堆積物は異例に厚いことになる.

しかし, 入間でなぜ異常に津波が大きかったのか, また, なぜ非常に厚い津波堆積物が集落の狭い範囲だけに形成されたのか, などは分かっていない. また, 浅井・他(1998)にはこの津波堆積物の具体的な層相や堆積年代に関する記述は無く, 津波堆積物の信憑性にも疑問が残る. そこで本研究では入間集落が乗る砂堆を貫くボーリング調査を行い, 層相の詳細な観察を行うとともに, ¹⁴C 年代測定を行ってその形成時期を推定した. コアの層相と堆積環境については藤原・他(2008)で述べたので, 小論では地形形成史的な観点から, 砂堆の形成プロセスと津波の痕跡について考察する.

§2. 地形と地質の概要

航空レーザー測量データ(0.5m メッシュデジタル地形モデル)を用いて作成した調査地域周辺の地形陰影図と断面図を図 2 に示す. 地形の特徴がよく分かるように, 家屋や大きな樹木は除去してある. 入間集落が乗る砂堆は南流する溪流性の急流小河川の河口を塞いで分布し, 南は太平洋に面する(図 2A, B).

砂堆は上から見ると楕円形で長径 250m, 短径 140m ほどである(図 2A). 砂堆の断面はテーブル状で, 周縁の斜面は急である(図 2C). ただし, この斜面は人工的にコンクリートなどで保護がされているので, 自然状態ではより緩傾斜であったと思われる. 砂堆の東西両側は河川に面し, 河床との比高は南側ほど大きく 15m に達する. 砂堆の北側には幅数十 m の谷地形があり, 谷の北側は基盤である白浜層群からなる山地へ続く. 砂堆の東縁および南縁の高まりは防風堤である.

砂堆の上面はほぼ平らである(図 2C)が, 現在の集落は 1924 年 1 月 11 日の大火の後で再建されたものであり, 『加美家沿革誌』や現地での聞き取り調査に

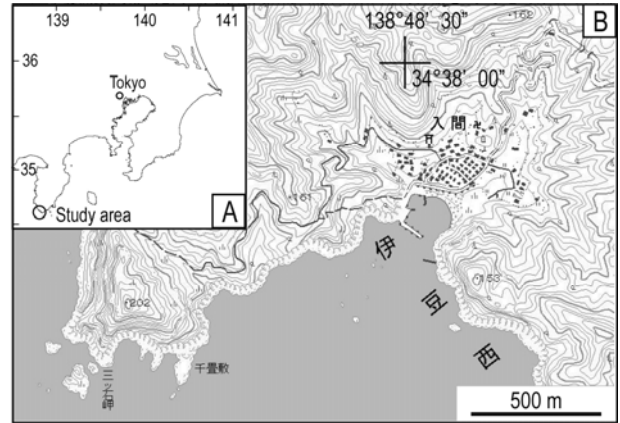


図 1 位置図. A: 研究対象地域. B: 入間集落の地図. 1/25,000 地形図「石廊崎」を使用.

Figure 1 Index map. A: Study area. B: Map showing the Iruma Village. Modified from 1/25,000-scale topographic map “Irozaki” of Geographical Survey Institute.

よると, それ以前は砂堆の上部の地形は凹凸があった. 砂堆の上面は南側へ緩く一様に傾いており, これは恐らく元の地形を反映したものであろう.

調査地域周辺の地質は, 白浜層群に属する凝灰質砂岩, 火山角礫岩, 石英安山岩質軽石凝灰岩などで(角, 1958), その年代は中新世後期から鮮新世とされる(小山, 1986; 石塚・及川, 2008). 集落の南側の砂浜には河川からもたらされた様々なサイズの礫や貝殻が見られる. また, 海岸の砂浜には貝殻や砂鉄が多く含まれる.

この地域では風が非常に強く, 特に冬季には風による砂の移動が活発であり, 集落周辺には風で飛ばされた貝殻片混じりの中 - 粗粒砂が分布している. また, 入間湾入り口の防波堤が完成するまでは, 台風による高波や高潮で集落周辺の標高数 m 以下の水田・人家などは繰り返し被害を受けた.

§3. 調査方法

ボーリング位置は砂堆の南東端(標高 16.26m; GPS 測量による)で, 以前は防砂林があり, 1924 年の大火後の整地の影響が少ないとされる場所である. 掘削位置と砂堆の断面の関係を図 2 に示す. コア径は 100mm, 掘削深度は 20.0m である.

コアから採取した 3 試料(海生および陸生の貝殻)について加速器質量分析計(AMS)による ¹⁴C 年代測定を(株)パレオ・ラボに委託した. 暦年較正プログラムは OxCal3.10 (Ramsey, 1995, 2001)を使用し, 較正データは INTCAL04 (Reimer et al., 2004)を使用した. 海洋性試料のリザーバ効果については, Shishikura et al. (2007)による 77 ± 32 year を用いた. 年代測定に関する情報を表 1 に示す. なお, 一部の試料では年代が若過ぎて誤差範囲 1 でしか較正年代が得られ

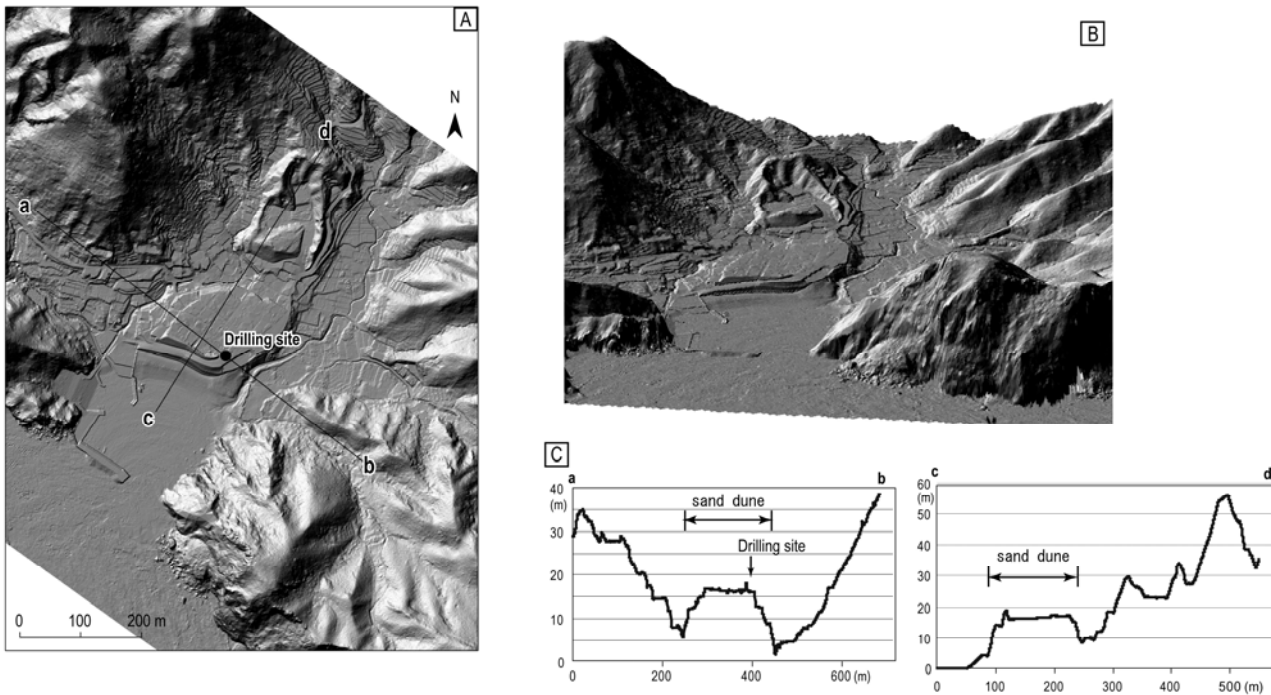


図2 入間集落周辺の陰影図および地形断面図. 航空レーザー測量データ(0.5 m デジタル地形モデル)に基づく. A: 陰影図, B: 南からの鳥瞰図, C: 断面図(断面位置は A に記載)
 Figure 2 3-D map of study area calculated from digital elevation model with 0.5-m spatial resolution. A: shaded map. B: a bird's-eye view from the south of study area. C: cross-sections of the study area.

なかった. そのため, 本文中では全体について較正年代を 1 の範囲で表示する.

§4. 調査結果

コアの柱状図を図3に示す. 地層は層相の特徴から, 標高-3.74~1.16m, 1.16~15.21m, 15.21m以上の3つの区間に分けられる.

標高-3.74~1.16m: 層厚数十 cm~1m 前後の中-粗粒砂層が何層も累積している. 個々の砂層は基底に侵食面を持つことが多く, 逆級化や正級化を示す. 色は茶灰色-暗黄土色で, 礫が混じることもある. 標高 0.36~0.58m は砂鉄質の平行葉理が発達する粗粒砂層からなる.

標高 1.16~15.21m: 現在の海浜や砂堆周辺の堆積物と良く似た貝殻片混じりのルーズな砂層と砂礫層の互層からなる. 砂礫層はそれぞれ層厚 1m 前後で5層認められる(図3の ~).

砂礫層 (標高 1.16~2.61m)は基底の火山角礫岩の巨礫, それを覆う砂鉄の濃集層(厚層 2~3cm), 中程度に淘汰された粗粒-極粗粒砂層の順に重なる. この砂層は正級化や逆級化を示し最上部では泥質になり植物片を含む. 砂礫層 (標高 2.79~3.08m)は, 基底の火山岩大礫とそれを覆う暗灰色で貝殻片混じりの極粗粒砂層からなる. 砂礫層 (標高 3.84~4.76m)は, 主に貝殻細片を含む粗粒-極粗粒砂層からなる. この砂礫層は正級化や逆級化を示し, 最上

部では泥質になる. 砂礫層 (標高 5.06~6.16m)は, 基底の礫岩ブロックとそれを覆う貝殻片や礫を含む粗粒砂層からなる. 標高 5.92m 付近にはサザエの破片が見られる. この貝殻からは 780-900AD の較正年代が得られた. 砂礫層 (標高 11.76~12.81m)は, 軽石凝灰岩などの大礫を主とするが, 下部に貝殻が密集する粗粒砂層が見られる(図4). 貝殻はサザエやバテイラなど岩礁性の巻貝が主で, 破片もあるが磨耗は殆んど無く新鮮である. 砂層から陸貝であるキセルガイの一種の殻も認められた. この砂礫層から採取したキセルガイの貝殻からは 1640-1670AD, 海棲のバテイラの貝殻からは 1800-1900AD の較正年代が得られた.

標高 15.21m より上位: 瓦やレンガなどの破片を含む粗粒砂層と, それを覆う貝殻細片が混じるルーズな粗粒砂層からなる.

§5. 考察

5.1 堆積環境

藤原・他(2008)は, 堆積構造や立地条件を考慮してコア試料の堆積環境を推定した. それによれば, 標高-3.74~0.36m を占める逆級化や正級化を示す砂層の重なりは, 溪流小河川から流下した土石流や洪水によって浅い海で堆積したものと考えられる. また, 標高 0.36~0.58m 付近に見られる砂鉄質の平行

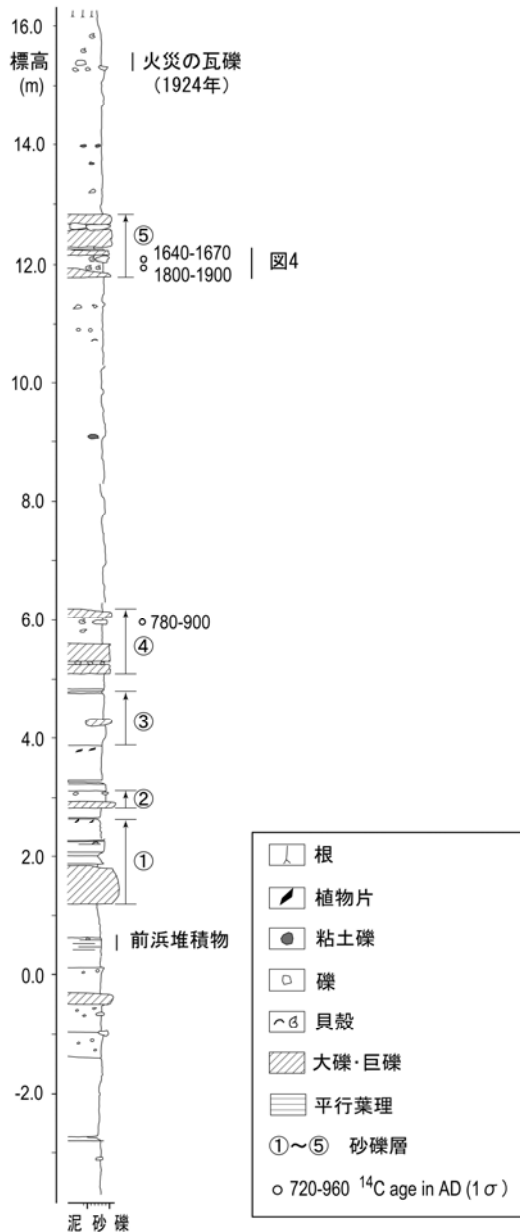


図3 ボーリングコアの柱状図.
Figure 3 Columnar section of the drilling core.

葉理が発達する砂層は海面近くで堆積した前浜堆積物(図3)、標高 0.58 ~ 1.16m 付近は前浜上部から後浜にかけての堆積物と考えられる。標高 1.16m より上位は陸上で堆積した地層であり、ルーズな砂層は堆積構造が殆んど無いこと、陸貝の殻を含むこと、構成粒子の種類やサイズが現在の集落周辺の堆積物と類似することから、主として海浜から風で運ばれたものと考えられる。また、標高 15.21m より上位は、1924年の火災の瓦礫と砂丘砂である(図3)。

一方、砂礫層 ① ~ ⑤ は風では運ばれないサイズの礫を含み、正級化や逆級化などの堆積構造が見られ



図4 砂礫層 下部の写真. 白色の貝殻が見えるよう巨礫を取り外した. 貝殻は主にバテイラで、巨礫の隙間に砂とともに挟まっている.

Figure 4 Photograph showing the lower part of sandy gravel bed . White colored gastropod shells are visible between the boulders.

る。これらは溪流からの土石流や洪水、あるいは高潮や津波が砂丘に突入して堆積したと考えられる。このうち砂礫層 ① は、基底の巨礫を覆う砂鉄の濃集層が見られ、この砂礫層が砂鉄に富む海浜から供給されたことを示している。また、砂礫層 ②, ③, ④ は何れも海棲貝類の貝殻片を含むことから、土石流起源ではなく海岸からもたらされたと解釈の方が合理的である。中でも砂礫層 ⑤ は岩礁性貝類の殻を多く含み、その貝殻は保存が良く海から打ち上げられた直後に急速に地層に埋積されたように見える(図4)。

5.2 砂堆の形成過程

人間集落が立地する台地ないし段丘状の地形は、いくつかの成因が複合して形成されていると考えられる。そこで、全体の地形に対しては砂堆、風の営力によると考えられる地形については砂丘、砂丘を形成する堆積物(砂礫層を除く)を砂丘砂と呼ぶことにする。この地形は現海面とほぼ同じ高さにある前浜堆積物を覆っており、砂堆の上面は東西両側の溪流床とは15m前後の比高(谷の深さ)がある。つまり、現海面付近の高さから形成され始め、現在までに 15mも上方

表 1 ¹⁴C 年代測定値に関するデータ.

Table 1 ¹⁴C ages from study area.

測定番号	標高 (m)	測定試料	¹³ C (‰)	¹⁴ C 年代 (yrBP ± 1)	暦年代	
					1	2
PLD-9748	5.94-5.92	サザエ?	2.17 ± 0.22	1630 ± 25	780AD(68.2%)900AD	720AD(95.4%)960AD
PLD-9750	11.93-11.88	バテイラ	4.12 ± 0.16	575 ± 25	1750AD(9.5%)1790AD 1800AD(45.1%)1900AD	1717AD(95.4%) ... (若い側は較正範囲外)
PLD-10060	12.11-12.09	キセルガイ	-9.27 ± 0.16	240 ± 20	1640AD(52.6%)1670AD 1780AD(15.6%)1800AD	1630AD(63.7%)1670AD 1770AD(27.5%)1800AD

へ成長してきた。

この砂堆がいつ形成され始めたかは前浜堆積物の年代が得られていないので、正確には分からない。標高 5.92m から 780-900AD の較正年代が得られているので、この砂堆は 1000 年以上にわたる履歴を持っていると考えられる。この砂堆は海浜の砂丘として形成され始めたのであろう。砂丘は強風が運ぶ砂の堆積で次第に標高が高くなった。その成長過程で、砂丘の上面まで遡上する大規模な高潮や津波が時折起り、その痕跡がコアに繰り返し挟まる砂礫層として残されていると考えられる。砂堆の高さが 12m 近くになった 17~19 世紀に、最後の砂礫層 が堆積した。この砂礫層が砂丘砂に覆われた後、現在の集落が形成された。

5.3 砂礫層 は津波堆積物か？

砂礫層 は海から打ち上げられたと考えられる新鮮な貝殻を含むこと、堆積年代が 17~19 世紀であることを考慮すると、伝承された 1854 年安政東海地震による津波堆積物と考えても矛盾はしない。この場合、砂礫層 より上位を占める砂堆上部の 4.5m 程度が津波堆積物とそれを覆う砂丘砂であることになる。

浅井・他(1998)は安政地震津波堆積物の層厚を見積もるに当たって、聞き取り調査によって推定した安政地震前の地面と現在の地面の比高を津波堆積物の層厚とした。この方法では安政東海地震後に堆積した砂丘砂の層厚も含むことになり、その結果 4~8m という非常に厚い津波堆積物の層厚が推定された。本研究ではコアの中で礫質で海棲貝類の貝殻を含むなど、海から打ち上げられたと考えられる部分のみの層厚を示したため、その層厚は 1m 程度と薄く見積もられている。掘削地点が砂堆の縁辺部であることも、遡上した堆積物が薄い原因の一つかも知れない。

しかし、『加美家沿革誌』によれば、集落の南側の

防風堤の工事で地下から 34 体分の遺骨が発見され、また昭和 29 年に行われた水道工事で地下約 3.6m から 3 体分の遺骨が発見されている。遺骨は埋まっていた深度が砂礫層 と近いので、砂礫層 の形成と関係があるかも知れない。

これについては次の 2 つの解釈があろう。1)砂礫層 は津波堆積物で、遺骨は津波の被害者のものである。2)集落の地下 4m 前後に集落跡や墓地が埋まっており、砂礫層 はその一部である。1)であれば津波で多数の死者が出たことが伝承されていそうである。また、2)であれば遺骨と一緒に人工物が掘り出されそうである。しかし、何れについても『加美家沿革誌』には記述がない。現状では 1)と 2)の何れとも判断できない。

§6. まとめ

伊豆半島南端の南伊豆町入間に分布する砂堆(標高約 16.3m)で行ったボーリング調査の結果、以下のことが分かった。

- ・ この砂堆は前浜堆積物を覆って、1000 年以上かけて成長してきた。
- ・ 砂堆を構成する地層には砂丘砂に挟まれて、高潮や津波によって堆積したと考えられる砂礫層が少なくとも 5 層見られる。
- ・ 最上位の砂礫層は、伝承された 1854 年安政東海地震による津波堆積物の可能性がある。しかしこの砂礫層は人工物の可能性もあり、今後とも慎重に調査する必要がある。

謝辞

掘削地の借用については、入間区長をはじめ入間集落の方々にお世話になった。伊東市教育委員会の金子浩之氏には、現地での情報収集にご協力頂いた。箕浦幸治教授(東北大学理学部)、ならびに今村文彦教授(東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター)には、入間の津波堆積物の分布範囲などについて情報を頂いた。ボーリング調査は

復建調査設計株式会社に依頼した。図2の陰影図、断面図の作成には、独立行政法人原子力安全基盤機構からの請負研究によって活断層研究センターが取得した航空レーザー測量データを使用した。DEMによる描画作業は活断層研究センターの林 舟博士にお願いした。本稿は、匿名の差読者のコメントにより改善されました。

本研究は、独立行政法人原子力安全基盤機構からの受託研究(平成17年度原子力安全基盤研究:津波堆積物によるプレート間地震のポテンシャル評価に関する研究)の一部である。

対象地震: 1854年安政東海地震

文 献

- 浅井大輔・今村文彦・首藤伸夫・高橋智幸, 1998, 伊豆半島入間における安政東海地震津波の波高と土砂移動. 海岸工学論文集, **45**, 371-375.
- 藤原 治・平川一臣・阿部恒平・入月俊明, 2008, 伊豆半島南端の入間に分布する津波堆積物の掘削調査. 津波工学研究報告, **25**, 145-153.
- 羽鳥徳太郎, 1977, 静岡県沿岸における宝永・安政東海地震の津波調査. 地震研彙報, **52**, 407-439.
- 石塚 治・及川輝樹, 2008, 伊豆半島および周辺地域の火成活動史. 日本火山学会講演予稿集2008年度秋季大会, 114.
- 小山真人, 1986, 伊豆半島の地史と足柄・大磯地域の更新世. 月刊地球, **8**, 743-752.
- Moore, A., Nishimura, Y., Gelfenbaum, G., Kamataki, T. and Triyono, R., 2006, Sedimentary deposits of the 26 December 2004 tsunami on the northwest coast of Aceh, Indonesia. *Earth Planets Space*, **58**, 253-258.
- Morton, R. A., Gelfenbaum, G. and Jaffe B.E., 2007, Physical criteria for distinguishing sandy tsunami and storm deposits using modern examples., *Sedimentary Geology*, **200**, 184-207.
- 荻原直七, 1958, 加美家沿革誌(私家版), 132p.
- 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, G., Manning, S., Ramsey, C. B., Reimer, R. W., Remmele, S., Southon, J., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F. W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C. E., 2004, IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. *Radiocarbon*, **46**, 1029-1058.
- Shishikura, M., Echigo, T., and 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.
- 首藤伸夫, 2007, 津波による地形変化の実例と流体力学的説明の現状. 第四紀研究, **46**, 509-516.
- 角 清愛, 1958, 5万分の1地質図幅説明書神子元島. 地質調査所, 33p.
- 渡辺偉夫, 1998, 日本被害津波総覧(第2版). 東京大学出版会, 238p.