

沖縄県宮古諸島の多良間島・水納島における 1771 年明和津波の年代を示す巨大ハマサンゴ岩塊の発見

後藤 和久¹, 宮城 邦昌², 河名 俊男³

1. はじめに

1771 年（明和 8 年）4 月 24 日、石垣島南東沖を震源とする地震に伴い、宮古一八重山諸島全域を襲う巨大津波（以下、明和津波と略称）が発生した。古文書の『大波之時各村之形行書』（八重山諸島）と『御問合書』（宮古諸島）の検討、および現地調査の結果、明和津波の遡上高は石垣島で最大 30 m、多良間島で 15 m、宮古島で 10 m と推定される（河名, 2000）。この津波に伴い、宮古一八重山諸島の各島では、直径数メートルにも及ぶ多数のサンゴ礁岩塊や石灰岩の岩塊が打ち上げられており（牧野, 1968；加藤・木村, 1983；河名・中田, 1994；Goto et al., 2010），それらの岩塊は古くから“津波石”として知られている（牧野, 1968）。また、古文書『奇妙変異記』の記述に基づく現地調査から、明和津波によって、サンゴ礁、石灰岩、および火山岩の各種岩塊の打ち上げや移動が推測されている（河名, 2000, 2001）。実際に、各島の海岸付近には大量のサンゴ礁岩塊からなる巨礫が堆積しており、堆積学・水理学的研究に基づき、これらの巨礫は津波起源と考えられる（Goto et al., 2010）。さらに、これらの巨礫群の年代測定も行われており、石垣島伊原間に堆積している最大サイズのハマサンゴ岩塊（重量約 220 トン）を含む多くの巨礫が、明和津波起源と推定される（加藤・木村,

1983；河名・中田, 1994；Suzuki et al., 2008；Araoka et al., 2009；Goto et al., submitted）。ただし、津波石と認定される巨礫群の中に、明和津波以前の年代値を示すものも数多く存在しており、これらは 1771 年以前に繰り返し発生した古津波により打ち上げられたと考えられる（河名・中田, 1994；Suzuki et al., 2008）。

石垣島を中心とする八重山諸島に比べ、宮古島や多良間島などからなる宮古諸島の巨礫分布および年代測定に関する研究は少ない。特に、明和津波の発生時期と調和的な年代値を示す巨礫の報告は、宮古島のマイバー浜（河名, 2008），多良間島東海岸（河名・中田, 1994），および多良間島水納島（以下、水納島と略称）の標高 7m 地点（加藤, 2000）に限られる。今回、我々は多良間島・水納島（図 1）に分布する巨礫群の予察的調査を行い、多良間島に存在するハマサンゴ起源の巨礫の中で

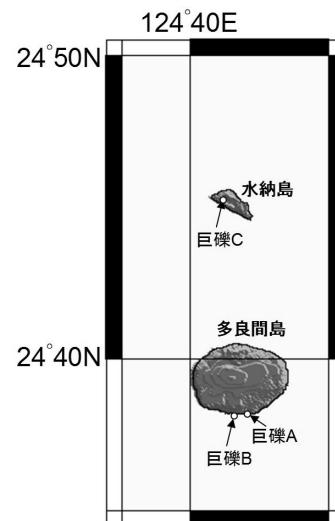


図 1 多良間島、水納島の地図。年代測定対象の巨礫の堆積場所を示す。

¹ 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター[#]

² 石垣島地方気象台*

³ 琉球大学教育学部*

*現所属：千葉工業大学惑星探査研究センター

[#]旧所属

も最大サイズ（直径 4.2 m）のものが、1771 年明和津波起源の津波石である可能性が高いことが判明したので、本稿で報告する。

2. 調査概要と分析手法

多良間島は、宮古島と石垣島のほぼ中間に位置し、面積は約 20 km²、最大標高は約 33 m の橢円形の島である。一方、水納島は多良間島の北方約 7 km に位置し、面積は約 2.5 km²、最大標高は約 13 m である。いずれの島も主に琉球石灰岩からなり、島を取り囲むように裙礁が発達している。調査は、両島において 2009 年 9 月 16～21 日に行った。

年代測定の対象とした巨礫はハマサンゴに限定し、最新部あるいは最新部に近い箇所の試料採取を行った（表 1 の巨礫 A、巨礫 B、巨礫 C）。その後、試料中の新鮮な部位を選定し、加速器分析研究所に依頼して炭素同位体年代測定を行った。その結果得られた較正年代（conventional age : yr BP）を基にし、CALIB program (version 5.0.1) の MARINE04 データを用いて暦年代（calendar age : cal AD）を求めた（表 1）。暦年代への較正に際しては、海洋リザーバー効果として、全球の平均値である $\Delta R = 0 \pm 0$ (Hughen et al., 2004) を仮定した。これは、本来 ΔR は地域ごとに算出すべき値であるが、琉球列島周辺において複数の ΔR 値が報告されており (Hidemitsu et al., 2001; Araoka et al., 2009)，

まだ値が確定しているとは言えないためである。したがって、将来的に調査地周辺の ΔR 値が確定した場合、本研究で求めた年代値が数十年変動する可能性がある。

3. 調査および年代測定結果

多良間島の巨礫群は、北東・南西海岸を除く海岸付近に広範囲に堆積している（加藤, 1987）。巨礫の種類は場所によって異なり、東～南東～南海岸にかけては、ハマサンゴ起源の巨礫が大部分を占めるのに対し、西～北西～北海岸では、琉球石灰岩起源の巨礫群が中心である。このような分布特性は、サンゴ礁地形、サンゴの生息状況、島の地質、海食崖の分布状況、島の円形効果による津波の伝播特性などによるものと考えられるが、巨礫のサイズ・空間分布を含め、詳細は別稿にまとめるところにする。なお、完新世の巨礫は陸上にも多数存在するが（河名・中田, 1994），更新世の琉球石灰岩起源の岩塊も多く分布している（加藤, 1987），今回は調査対象としなかった。一方、水納島では、海岸部のほぼ全域に巨礫群が存在する。また、陸上にもハマサンゴや琉球石灰岩起源の巨礫が複数堆積している様子が観察された。

本研究では、多良間島の海岸部で見られるハマサンゴ起源の巨礫のうち、最大サイズのもの（図 2、巨礫 A、4.2 × 4.2 × 2.5 m）および、球形で最新部の試料が採取しやすく、

表 1. 各巨礫の年代測定結果。

採取場所	GPS 番号	巨礫名	推定重量 (トン)	較正值 (conventional age yr BP)	暦年代値(1σ)	暦年代値(2σ)	引用
多良間島	383	巨礫A	40	540 ± 30	1709–1814 AD	1684–1885 AD (99.9%) 1949–1951 AD (0.1%)	本研究
多良間島	274	巨礫B	14	750 ± 30	1510–1596 AD (93%) 1607–1615 AD (7%)	1487–1645 AD	本研究
水納島	247	巨礫C	33	670 ± 30	1593–1609 AD (14%) 1613–1677 AD (86%)	1544–1689 AD	本研究
水納島	247	巨礫C	33	650 ± 60	1560–1705 AD	1515–1814 AD	加藤(2000) ^{*1}

*1：対象は表面に付着しているシャコガイ。較正值（conventional age yr BP）および暦年代の算出方法については本文参照。

かつ表面の侵食が少ないと判断されるもの（図3, 巨礫B, $2.5 \times 2.5 \times 2.5$ m）を対象として、年代測定用試料を採取した。特に後者は、中心部でほぼ真二つに割れているのが特徴である（図3）。

一方、水納島では、標高7m地点の内陸部に堆積しているハマサンゴ起源の巨礫の最新部付近の試料を採取した（図4, 巨礫C, $4.0 \times 3.6 \times 2.6$ m）。ただし、このハマサンゴは上下が逆転しており、最新部は地面に接している。このハマサンゴは、加藤（2000）が表面に付着しているシャコガイの年代値を測定

したものと同一である。加藤（2000）は、シャコガイの年代値 (240 ± 60 yr BP)に基づき、本岩塊を明和津波起源とした。しかし、上記の年代値は、 $\delta^{13}\text{C}$ を測定した上で較正年代 (conventional age) であるという記述はなく、さらに暦年代に較正した年代値の記述もない。実際に明和津波起源かどうか明言できない。ただし、 240 ± 60 yr BPという年代値から推測すると、その値は較正年代ではなく、 $\delta^{13}\text{C}$ を測定しない段階での未較正年代 (measured age, non-conventional age) と考えられるので、 $\delta^{13}\text{C}=0 \pm 2\text{‰}$ と仮定して較正年

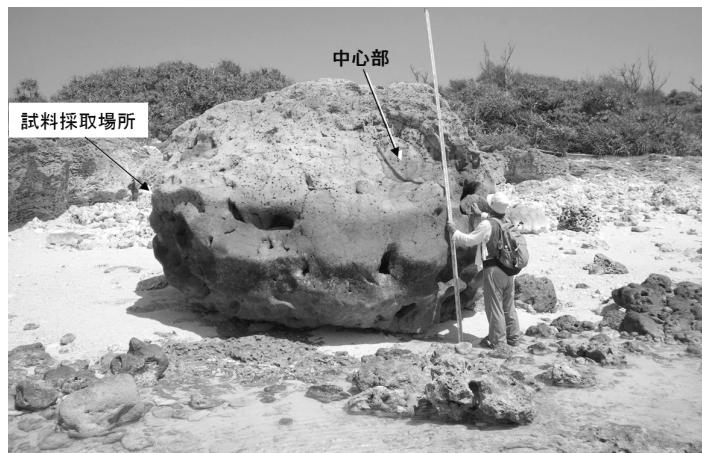


図2 巨礫A. 試料採取場所は、巨礫側面の最新部。



図3 巨礫B. 中心で2つに割れており、その最新部で試料採取をした。

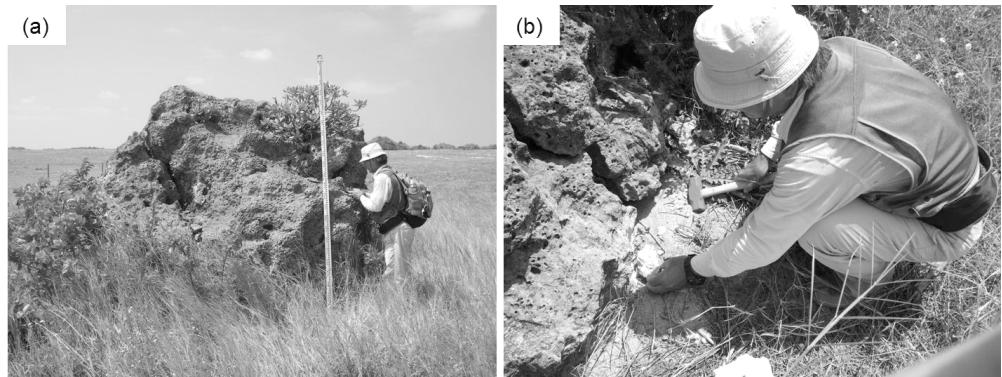


図 4 (a) 水納島の内陸に堆積しているハマサンゴ岩塊 (巨礫 C). (b) 試料採取位置. ただし、上下が逆転して堆積しているため、最新部ではない可能性もある.

代を算出した。さらに、2 章と同じ手順で暦年代を求めた。以上を基にした各試料の年代測定結果を表 1 に示す。

4. 議論

まず、年代測定の対象とした巨礫が津波起源かどうかを議論する。Goto et al. (2009; 2010) は、沖縄県久高島や石垣島の巨礫群のサイズ・空間分布を調べ、台風の高波起源の巨礫群は、礁縁から約 300 m 内陸側までの礁嶺上に堆積していること、内陸方向に向けて指数関数的にサイズが減少することを明らかにしている。これらの特徴は、台風の高波の波力が礁嶺上で内陸方向に向けて指数関数的に減衰することに関係していると考えられる。琉球列島において、礁嶺上にチャネルが存在するなど地形的に特異でない限り、台風の高波で直径 1 m 以上の巨礫が礁縁から 300 m 以上内陸まで運搬されるとは考えにくい (後藤, 2009; Goto et al., 2009; 2010)。それに対し、多良間島の巨礫 A と B はいずれも海岸に打ち上げられており、礁縁からの距離は約 700 m である。また、水納島の巨礫 C は、標高 7 m の内陸に位置し、礁縁からの距離にすると約 900 m である。このように、本研究で対象とした巨礫は、琉球列島において台風の高波で運ばれうる巨礫移動限界をはるかに超えていることから、津波により運搬され現在

地に堆積したものと判断される。

多良間島の巨礫 A は、暦年代が西暦 1709–1814 年 (1σ) を示す。この年代値は、1771 年明和津波と調和的であることから、巨礫 A は同津波により運搬され、堆積したものと判断される。一方、巨礫 B の暦年代は、西暦 1510–1596 年 (1σ , 93 %) を示す。この年代は、明らかに 1771 年明和津波より古く、別の津波により移動した可能性が考えられる。これに関連して、宮古島の西方に位置する下地島には津波の伝承が残されている。しかし、現時点では下地島における伝承津波の確定およびその時期を特定するまでには至っていないので、巨礫 B は上記の伝承津波により運搬された巨礫なのかは現時点では判然としない。ただし、多良間島最大のハマサンゴ岩塊である巨礫 A が明和津波で堆積したと考えられることから、それより小さい巨礫 B は、過去の津波で離水してどこかに堆積した後に、明和津波によって再移動して現在地に堆積した可能性が高い。

水納島の巨礫 C は、西暦 1613–1677 年 (1σ , 86%) を示し、1771 年より古い年代である。ただし、加藤 (2000) が測定したシャコガイの暦年代は、西暦 1560–1705 年 (1σ) で、 2σ では西暦 1515–1814 年となり、明和津波を含む年代値となる。重量 33 トンもの巨大ハマサンゴ岩塊を標高 7 m 地点に堆積させるには、相当な流体力が陸上まで継続する津波

でなければ難しいと考えられ、これらの年代に該当する津波イベントの中では、明和津波が最も有力な候補だと考えられる。この巨礫は上下が反転しており、ハマサンゴの最新部は地面に接しているという問題がある。我々は、表面で見える限り最新部の試料を採取したもの、見えていない部分で最新部が地中に埋没している可能性も否定できない。そのため、将来的に掘削またはボーリング調査を行い、ハマサンゴの最新部の試料を採取して、年代を再測定する必要があると考えられる。

5. まとめ

本研究では、多良間島および水納島に分布する巨礫群の予備調査を行い、特にサイズが大きいハマサンゴ岩塊について、最新部あるいは最新部に近い箇所の試料を用いて年代測定を行った。その結果、多良間島における最大サイズのハマサンゴ（巨礫 A：直径 4.2 m）が、1771 年明和津波により堆積した可能性が高いことが明らかになった。この結果は、同島における明和津波の流況や津波水理量を推定する上で、極めて重要であると考えられる。一方、水納島において、標高 7 m 地点に堆積している推定重量 33 トンの巨礫は、付着しているシャコガイの年代値および堆積学的特徴から、1771 年明和津波により堆積した可能性が高いと考えられるが、より詳細な試料採取と年代測定を行う必要があると考えられる。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金（代表：後藤和久、20740292）を用いて行った。

引用文献

Araoka, D., Inoue, M., Suzuki, A., Yokoyama, Y., Edwards, R., Cheng, H., Matsuzaki, H., Kan, H., Shikazono, N., Kawahata, H., Ex-

amination of enormous potential for paleogeohazard studies with high-precision ^{230}Th dating of emerged massive *Porites* coral boulders at Ishigaki Island in the Ryukyus, Japan. Eos Trans. AGU, Fall Meet. Suppl., Abstract NH31B-1104, 2009

後藤和久、津波石研究の課題と展望—防災に活用できるレベルまで研究を進展させるためにー。堆積学研究、第 68 卷, p. 3–11, 2009.

Goto, K., Okada, K., Imamura, F., Characteristics and hydrodynamics of boulders transported by storm waves at Kudaka Island, Japan. Marine Geology, v. 262, p. 14–24, 2009.

Goto, K., Miyagi, K., Kawamata, H., Imamura, F., Discrimination of boulders deposited by tsunamis and storm waves at Ishigaki Island, Japan. Marine Geology, v. 269, p. 34–45, 2010.

Goto, K., Kawana, T., Imamura, F., Historical and geological evidence of boulders deposited by tsunamis, southern Ryukyu Islands, Japan. submitted

Hideshima, S., Matsumoto, E., Abe, O., Kitagawa, H., Northwest Pacific marine reservoir correction estimated from annually banded coral from Ishigaki Island, southern Japan. Radiocarbon, v. 43, p. 473–76, 2001.

Hughen, K., Lehman, S., Overpeck, S. J., Herring, M. O., Turnbull, J., C-14 activity and global carbon cycle changes over the past 50,000 years. Science, v. 303, p. 202–207, 2004.

加藤祐三・木村政昭、沖縄県石垣島のいわゆる「津波石」の年代と起源。地質学雑誌、第 89 卷, p. 471–474, 1983.

加藤祐三・大山春翠、琉球列島多良間島での八重山地震津波。サンゴ礁岩塊から推定した津波の挙動と伝承との対比。琉球大学理学部紀要、第 45 卷, p. 245–252, 1987.

加藤祐三、琉球列島宮古水納島の津波石。歴史地震、第 16 卷, p. 203–205, 2000.

河名俊男・中田 高、サンゴ質津波堆積物の年代からみた琉球列島南部周辺海域における後期完新世の津波発生時期。地学雑誌,

- 第 103 卷, p. 352–376, 1994.
- 河名俊男, 琉球列島南部の宮古諸島と八重山諸島における 1771 年明和津波の遡上高と岩塊の移動, 及び沖縄島南部における大型台風の高潮と古津波による岩塊の移動. 東海・東南海・南海地震津波研究会 津波防災対策現地調査ガイドブック, 25p, 2000.
- 河名俊男, 沖縄における津波被害の検証—1771 年明和津波を中心にして, 「亜熱帯研究の総合的推進のための研究可能性の調査: 沖縄における自然災害リスクとその対応力に関する基礎調査 (亜熱帯総合研究所編)」. 2001.
- 河名俊男, 第 2 章 地形・地質調査. 沖縄県天然記念物調査シリーズ第 45 集. 天然記念物緊急調査報告書 (サンゴ礁), 沖縄県教育委員会, p. 3–26, 2008.
- 牧野 清, 八重山の明和大津波. 著者出版, 462p, 1968.
- Suzuki, A., Yokoyama, Y., Kan, H., Minoshima, K., Matsuzaki, H., Hamanaka, N. and Kawahata, H., Identification of 1771 Meiwa Tsunami deposits using a combination of radiocarbon dating and oxygen isotope microprofiling of emerged massive *Porites* boulders. Quaternary Geochronology, v. 3, p. 226–234, 2008.