

津波石ハマサンゴの放射年代測定による 南琉球列島における過去の津波災害の復元

2011 年 3 月 自然環境学専攻 47-096604 荒岡大輔
指導教員 教授 川幡穂高

キーワード: 津波石ハマサンゴ, ^{230}Th 年代測定法, ^{14}C 年代測定法, 古津波, 南琉球列島

1. はじめに

過去の津波災害がいつ・どの程度の規模で起こったか、またどの位の周期で襲来したのかを知ることは、現在の防災対策および将来予測を行う上で重要である。そこで本研究では、琉球列島の海岸に広範囲に分布している『津波石』と呼ばれる、過去の津波で打ち上げられた化石サンゴに注目した(図1)。サンゴは打ち上げられた際に死んで成長が止まるため、津波で打ち上げられた化石サンゴの新鮮な表面を採取し年代測定を行うことで、化石サンゴが打ち上げられた年代、つまり過去の津波イベントの年代を求めることができる。

2. 石垣島津波石ハマサンゴの ^{230}Th 年代測定結果

(Published: Araoka et al. [2010], *Geochemistry Geophysics Geosystems*,
11, Q06014, 11 pp, doi:10.1029/2009GC002893)

いくつかの先行研究にて津波石の ^{14}C 年代値が報告されているが、年代の異なる生物骨格で構成されるサンゴ礁岩など、過去の打ち上げ時期の推定が容易でない津波石を扱っている研究も多かった。また、海洋リザーバー効果の補正を考慮されていないなど、 ^{14}C 年代の適切な暦年代較正もあまりなされていなかった。 ^{14}C 年代値は誤差も大きく、古文書記録に記載されている複数の浸水イベントのうちどの歴史津波で津波石が打ち上がっているかの推定は困難であった。本研究では津波石の中でも、同心円状に成長するため群体最上部が打ち上げられた時期に一致するハマサンゴ群体に着目した。また、津波石ハマサンゴに対して現在最も高精度かつ高確度な年代測定法である ^{230}Th 年代測定法を適用することで、正確にどの歴史的な高波イベントで津波石が打ち上がっているかを決定した。

今回の結果は、 ^{230}Th 年代測定法を日本の津波堆積物に用いた初めてのものであり、1771 年に発生した明和津波で津波石が打ち上がっていたことを実証するとともに、1625 年に発生したとされる原因不明の高波イベントの痕跡を初めて科学的に発見した(図2)。さらに ^{230}Th 年代測定結果と ^{14}C 年代測定結果を比較することで、 ^{14}C 年代値を正確に暦年代に較正する際に必要な地域的な海洋リザーバー効果を見積もることができた。



図1 巨大な津波石ハマサンゴ

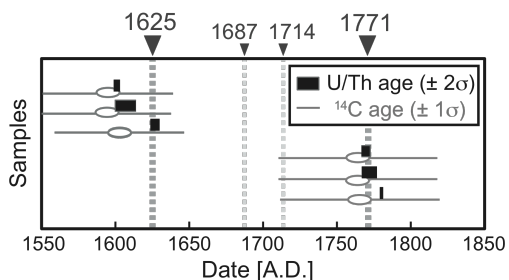


図2 津波石ハマサンゴの ^{230}Th 年代測定結果

3. 南琉球列島広域における津波石ハマサンゴの ^{14}C 年代測定結果

琉球列島に存在する古文書記録には大小9つの歴史地震や津波が記載されているが、巨大地震や津波の再来周期、規模や被害状況を見積もるには情報不足である。例えば、南琉球列島では1771年に発生した明和津波の被害が大きく、全域で12000人以上の死傷者を出した。古文書記録や津波工学分野などから解明が進んでいるが、石垣島以外での痕跡や情報は乏しく、他の島からの1771年明和津波起源の津波石の発見が重要となる。

そこで、複数の先行研究がある石垣島以外に、多良間島、宮古島など大小9つの南琉球列島の島々にて調査を行い、大きさ1m以上の津波石の位置やサイズ計測を行うと共に、津波石ハマサンゴ試料を採取した。そして、125個の津波石ハマサンゴの ^{14}C 年代測定を実施し、新たに求めた較正データを用いて正確な暦年代較正を行った。

その結果、石垣島東岸に存在する直径9m以上の世界最大の津波石ハマサンゴ（図1）が明和津波起源であることが今回明らかとなった。さらに、下地島において明和津波起源の津波石を新たに発見した。これらの結果は、現在でも未解明な明和津波の波源や原因を解明する上で必要である、津波波源モデルに制約を与える事ができる新しい知見である。

77個の津波石ハマサンゴの ^{14}C 年代測定結果から、1771年の明和津波や1625年の古津波イベントだけでなく、2000年以上前から様々な年代で打ち上げられていることがわかった。この ^{14}C 年代値の確率分布の総和をとることで、古津波イベントがどのタイミングで起きているかを検証した。その結果、1771年や1625年以外にも複数の津波イベントが確認でき、南琉球列島において約150~400年の周期で津波石を打ち上げている高波イベントが発生していることがわかった（図3）。また、1460年代頃や1200年前後の津波イベントは古文書記録にも記載されていない地元の言い伝えによる伝説の津波と一致し、その他にも有史以前のピークも検出できた（図3）。

このように、津波石ハマサンゴに放射年代測定法を用いることで、歴史津波だけでなく、有史以前の津波も認定できることがわかった。今後、津波工学や地球物理学分野の研究と組み合わせることで、より詳細に歴史津波を復元できる可能性がある。

今回の研究では、過去の津波災害の復元という、サンゴを用いた気候変動研究以外の用途を新たに開発した。最後に、今回開発した手法は、世界中の津波石に適用できるという多大なる可能性をもっている。

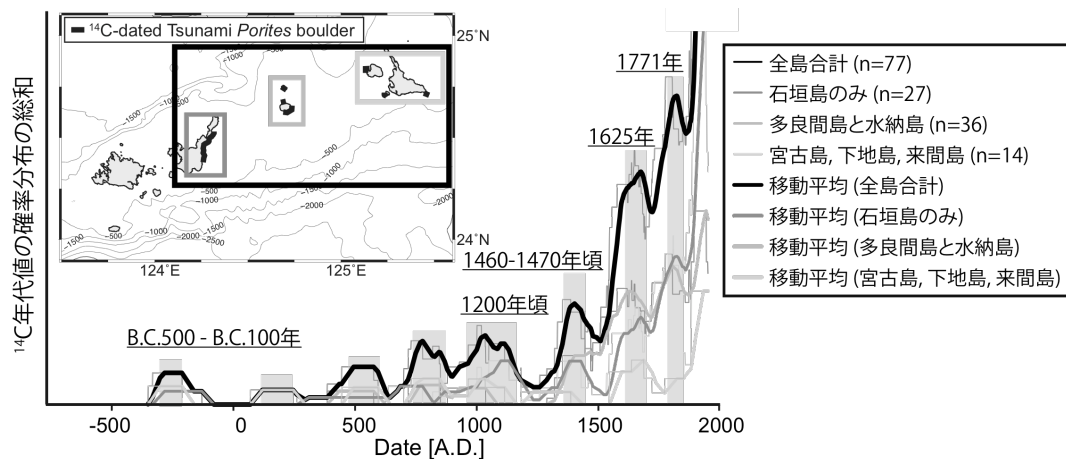


図3 津波石ハマサンゴの ^{14}C 年代測定結果： ^{14}C 年代値の確率分布の総和

Reconstruction of paleo-tsunami disasters: Evidence from radiometric dating of massive *Porites* coral boulders in Southern Ryukyu Islands

Mar. 2011, Department of Natural Environmental Studies, 47-096604, Daisuke Araoka
Supervisor; Professor, Hodaka Kawahata

Keywords: *Porites* coral boulders, ^{230}Th dating, ^{14}C dating, Paleo-tsunamis, Southern Ryukyus.

1. Introduction

It is important for future disaster mitigation to evaluate the recurrence period and/or frequency of extreme geohazard events such as earthquakes, tsunamis and severe storms. In this study, I focused on fossil coral boulders cast ashore by paleo-tsunamis (Figure 1). A large number of massive coral boulders, locally called “Tsunami-ishi”, are widely scattered both along the shore and on the reef all over the Southern Ryukyu Islands, Japan. When corals were cast ashore by large tsunamis, their growth should stop at that time and the date of the tsunami event could be confirmed by radiometric dating of well-preserved surface parts of these coral boulders.

2. The ^{230}Th ages of *Porites* coral boulders in Ishigaki Island

(Published: Araoka *et al.* [2010], *Geochemistry Geophysics Geosystems*,
11, Q06014, 11 pp, doi:10.1029/2009GC002893)

Several previous studies reported ^{14}C ages of tsunami boulders. However, these boulders were composed of reef deposits which had different ages and thus it was not easy to estimate the ages when these boulders were cast ashore. Moreover, some researches converted ^{14}C ages into calendar ages but did not apply appropriate offsets such as marine reservoir correction. The calibrated ^{14}C age distribution showed a relatively wide range, and a previous study hence concluded that confirming historical tsunami events were difficult. In this study, unlike reef rock boulders, I focused on *Porites* coral boulders that can be used to determine the exact ages of past events because the age of the coral surface should indicate when the boulder cast ashore by the tsunamis. To determine the exact ages of past disaster events, I also used a high-precision and accurate dating of well-preserved surface parts of massive *Porites* coral boulders cast ashore.

This is the first report that high-precision ^{230}Th dating has been applied to tsunami deposits in Japan. The results confirmed that several *Porites* boulders in Ishigaki Island were cast ashore both by the 1771 Meiwa tsunami and by the 1625 historical tsunami event of unknown cause (Figure 2).



Figure 1. Massive *Porites* coral boulder

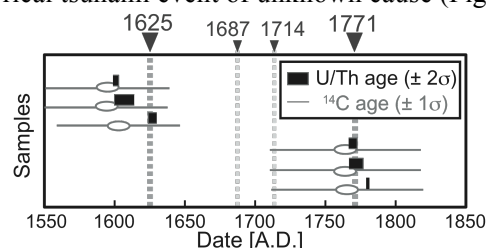


Figure 2. The ^{230}Th ages of *Porites* coral boulders

In addition, regional marine reservoir correction values were obtained by comparing ^{230}Th ages and ^{14}C ages for a more accurate conversion of ^{14}C ages to calendar ages.

3. The ^{14}C ages of *Porites* coral boulders in Southern Ryukyu Islands

According to local historical documents, nine historical earthquakes and tsunamis were likely occurred since 1664, including one of the largest tsunami disasters in Japanese history was happened on 24 April 1771. This tsunami, called the “Meiwa tsunami”, struck southern part of Ryukyu Islands and killed more than 12,000 people. However, information on scales and damages of extreme tsunamis at that time is still insufficient, especially in other islands. Therefore, identifying coral boulders cast ashore by the Meiwa tsunami around the Ryukyu region is quite important in the perspectives of disaster prevention and historical researches on this region.

I performed an extensive field survey over the Ryukyu Islands and collected samples of massive (more than 1 m in diameter) *Porites* boulders. ^{14}C dating of 125 samples was conducted and its dates were converted to calendar ages by using newly obtained marine reservoir correction.

The largest *Porites* colony boulder (more than 9 m in diameter) found at the east coast of Ishigaki Island was identified as a Meiwa-tsunami-derived boulder, according to a multiple radiocarbon dating on the surface of the colony (Figure 1). I also newly found several Meiwa-tsunami-derived *Porites* corals in various geological settings on several islands. These results could help to constrain source fault models of the Meiwa tsunami, and lead to specify the location of source fault of the tsunami, which has still been controversial.

^{14}C measurements of 77 *Porites* boulders also suggest that these boulders cast ashore by not only 1771 Meiwa tsunami but also other various paleo-tsunamis during more than last 2,000 years. By stacking probability distributions of calibrated ^{14}C ages of these boulders, some tsunami peaks including 1771 Meiwa tsunami and 1625 historical tsunami were detected. This result indicates that past tsunamis struck Southern Ryukyu Islands in cycles of about 150 to 400 years (Figure 3). Moreover, these peaks also confirmed paleo-tsunamis not described in historical documents but only told as regional legends. This is the first scientific evidence of legend tsunamis. While *Porites* corals have been often used for paleoceanographic reconstruction, the methods I developed in this study demonstrate an important application of these boulders for paleo-geohazard studies.

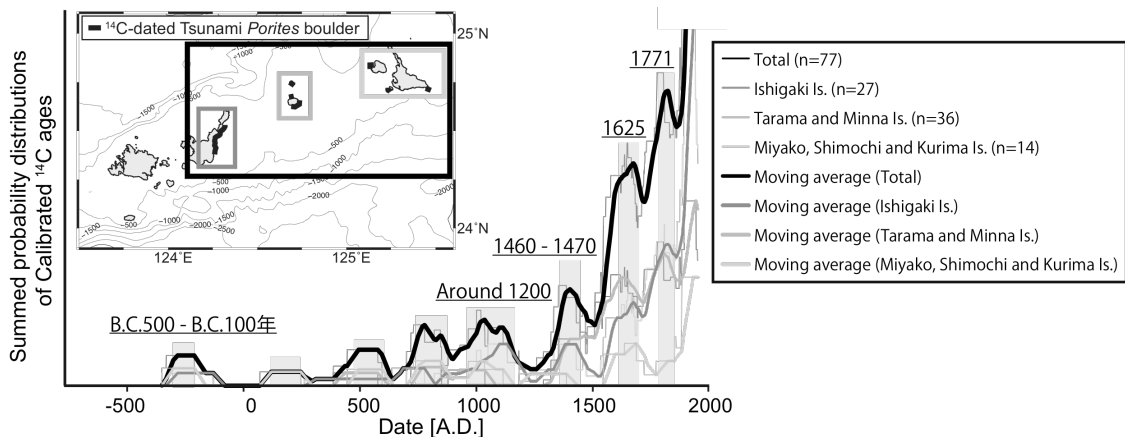


Figure 3. The ^{14}C ages of *Porites* coral boulders: Summed probability distributions of calibrated ^{14}C ages