

論文内容の要旨

論文題目 A high time-resolution calibration of coral oxygen isotope records
and mid-Holocene climate in the Northwestern Pacific from corals
(サンゴ骨格酸素同位体比の高時間分解能キャリブレーションと
中期完新世北西太平洋の気候復元)

氏名 森本 真紀

中期完新世（現在から 6,000 年前を中心とする 2~3,000 年間）は 21000 年前（cal yrs BP）の最終氷期極大期から現在までの後氷期の間で最も温暖であったとされる時期である。温暖であったことを示す多くの証拠は、花粉分析や、古土壌、湖水位など主に陸上、中高緯度域から得られたものであった。しかし、中期完新世の気候変化の主要因と考えられている地球の軌道要素の変動に伴う日射量変化は、緯度帯毎に異なっており、全球の温暖化を支持してはいない。

近年、さらに広範囲で長期間の地質学的データが得られており、中期完新世を含んだ千年スケールでの気候変動や湿潤化に伴うアフリカやアジアにおける植生の拡大が詳細に復元されつつある。また、深海底堆積物の分析による完新世の海水温復元も進められている。しかし、海洋や低緯度での研究はまだ少なく、海面水温(SST)や表層塩分(SSS)の復元結果から、海洋に温暖期が存在したのかどうか、全球的な現象であったのか、また全球の水循環（特に降水量／蒸発量変化）が現在とどのように異なっていたのかは明らかになっていない。

全球の亜熱帯・熱帯海洋に分布する造礁サンゴ骨格は、化学的手法を用いた水温定量ができる、密度バンドによる年輪カウントによって試料と期間の対応が正確で高時

間分解能である、 ^{14}C 法を用いて生息年代が定めやすい、などの理由から、中期完新世の海洋気候の復元に適している。骨格に含まれる古環境指標の中で、水温復元には Sr/Ca 比が、また[水温]+[降水量/蒸発量]復元には酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}$)が多く用いられている。サンゴ骨格の $\delta^{18}\text{O}$ は水温成分と海水の $\delta^{18}\text{O}$ 成分との組み合わせによって以下の様に定まる。

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{coral}} = \delta^{18}\text{O}_{\text{seawater}} + a \times \text{Temperature} + b$$

しかしながら、骨格による古気候復元の時間スケールである週～月単位でのこの三つの指標（骨格 $\delta^{18}\text{O}$ 、水温、海水 $\delta^{18}\text{O}$ ）の関係を、実測に基づいて明らかにされてはいなかった。さらに、現在の低緯度域における[降水量/蒸発量]のバランスの結果として表れる SSS 変化と、同様の要因で変化する海水 $\delta^{18}\text{O}$ との関係から、サンゴ骨格を用いた古 SSS 復元の可能性が指摘されているが、同一地点の観測によるサンゴ骨格 $\delta^{18}\text{O}$ 、海水 $\delta^{18}\text{O}$ 、SSS の季節変化スケールでの関係が明らかにされていなかった。このことから、サンゴ骨格の $\delta^{18}\text{O}$ による SSS の定量復元研究が進んでいなかった。

本研究の目的は、①サンゴ骨格の $\delta^{18}\text{O}$ を用いた古塩分復元の可能性を現生サンゴの分析から明らかにすること、②これまで情報の少なかった低緯度海洋における中期完新世の SST と SSS を、北西太平洋の琉球列島に位置する喜界島の化石サンゴの Sr/Ca 比と $\delta^{18}\text{O}$ を用いて定量的に推定し、中期完新世における東アジアの気候を復元することである。

サンゴ骨格 $\delta^{18}\text{O}$ を用いた古塩分復元の可能性

サンゴ骨格の $\delta^{18}\text{O}$ と環境指標である SST、海水 $\delta^{18}\text{O}$ 、SSS の間の関係を、熱帯西太平洋に位置するパラオ諸島において、現生サンゴ骨格の分析と環境指標の観測・分析により調べた。パラオ諸島は、SST の年変化範囲が平年で 2°C 以下と小さく、ENSO などの気候変動による[降水量/蒸発量]バランスの変化に伴う海水 $\delta^{18}\text{O}$ と SSS の変化が大きいと考えられることから、調査地点として選択した。その結果、先述の式に示した骨格の $\delta^{18}\text{O}$ 、SST、海水 $\delta^{18}\text{O}$ の関係が 2 週間単位の時間スケールでも成り立つことを、El Niño, La Niña イベントを含む 1998-2000 年の 2.5 年間のサンゴと海水の観測・分析データから明らかにした。さらに同期間の海水 $\delta^{18}\text{O}$ と SSS 変化の間に高い相関関係があることを示した。

これら二つの関係から古塩分の復元が可能であるが、海水 $\delta^{18}\text{O}$ と塩分の関係は、[降

水量／蒸発量]のバランスにより変化することから海域や時代により若干異なっている可能性があり、塩分の復元にはある程度の誤差が含まれることを考察した。またサンゴ骨格を用いて古環境を復元する際の試料採取・データ解析時の注意点を明らかにした。

中期完新世北西太平洋の古気候

現生サンゴから得られた結果を化石サンゴ試料に適用することにより、亜熱帯北西太平洋に位置する琉球列島喜界島で採取した 6000-7000 年前の化石サンゴ 2 群体の分析から、Sr/Ca を用いて水温復元を、次に骨格 $\delta^{18}\text{O}$ と SST 復元結果を組み合わせることで海水 $\delta^{18}\text{O}$ (\approx SSS) の現在との差の復元をおこなった。SST は、6130 cal yrs BP において夏に現在よりも $+0.2^\circ\text{C}$ 、冬に -0.3°C であり、7030 cal yrs BP には夏に -0.8°C 、冬に -0.7°C という結果が得られた。海水 $\delta^{18}\text{O}$ はいずれも現在より高い値を示し、6130 cal yrs BP の夏に $+0.5\text{‰}$ 、冬に $+0.2\text{‰}$ 、7030 cal yrs BP の夏と冬は共に $+0.7\text{‰}$ であった。よって亜熱帯北西太平洋ではユーラシア大陸におけるような明確な温暖期は年間を通じて存在しなかったこと、さらに海洋では夏季・冬季ともに、高い海水 $\delta^{18}\text{O}$ すなわち高 SSS であったことを推定した。

本研究の復元結果と、東アジアにおける現在の気候・他の地質試料を用いた中期完新世の復元結果・気候モデルによる復元結果との比較をおこなった。中期完新世の東アジアでは日射量の季節変化が現在と異なっていたことにより、夏季には海洋と大陸の温度差が現在よりも拡大していたことから、夏季アジアモンスーンが現在よりも強化され、海洋においては降水量に比べて蒸発量の割合が高かったことが考えられる。一方、冬季には北半球全域で現在よりも日射量が減少していたことによる冷却からシベリア高気圧が強化され、冬季アジアモンスーンも現在より強化していた、よって日射量減少とモンスーン強化により冬季東シナ海は現在よりも冷却していたであろうことを考察した。