

# 論文内容の要旨

論文題目 Changes in the East Asian climate and ocean environments  
reconstructed by using coral skeletons from the East China Sea.

(東シナ海のサンゴ骨格から復元される東アジアの気候システム  
および海洋環境の変動)

氏名 三島 真理

**Abstract** 造礁サンゴの骨格には海洋環境(海水温、塩分など)の記録が刻まれており、酸素同位体比( $\delta^{18}\text{O}$ )などの化学分析により高い時間分解能(数週間〜数ヶ月)での環境復元が可能である。本研究では北西太平洋亜熱帯域における以下2つの異なる時代/種類のサンゴ骨格試料; 1) 琉球列島沖で採取された最終氷期(約16,000年前)のキクメイシ科サンゴ(MYK90) および 2) 1998年に採取され165年分の年輪を保持するハマサンゴ属サンゴ(98IY03)、の分析を行い当時の海洋環境を復元した。まず MYK90 試料により、当時の水温が約5°C低く、塩分は酸素同位体比にして0.2‰高かったことが示され、東アジアモンスーン(EAM)と呼応した海洋環境について議論された。これは西太平洋で信頼性の高い海水温と塩分をキクメイシ科化石サンゴから復元した初の報告である。また、98IY03 試料を用いて100年を超える近過去の水温変動を考察した。この骨格記録には1900年代初頭に急激な寒冷化が見られ、この現象と冬季 EAM 指数に代表される各種気候指標との関係が示唆された。また、この寒冷化が20世紀初頭の小笠原諸島周辺海域における急激な低塩分化現象と関連している可能性が示された。

## 1. 背景

地球温暖化問題が深刻に議論される昨今、より信頼性の高い将来の気候予測に向けて、観測データが十分に存在しない時代や領域の環境情報が重要である。しかし、日本付近の北西太平洋は100年を超えるような長期にわたる

環境情報が少ない海域である。また研究対象域である東シナ海周縁部の南琉球列島は EAM をはじめとして様々な気象現象の影響を受けており、それらの複雑な気候システムに対する理解が望まれている。

## 2. 研究目的

サンゴ骨格の分析により北西太平洋の古海洋環境情報を復元することを目的とする。さらに 1)一般的に用いられてこなかったキクメイシ科化石サンゴの古環境プロキシとしての有用性の検討、および 2)近過去において現存する観測水温記録並びに各種気候指標との比較検討を試みる。

### 3. 分析・解析手法

1) キクメイシ科の化石サンゴ(MYK90)は 24°43'N, 124°03'E の宮古島西部海域で採取された(Fig.1)。年代は  $16.17 \pm 0.52$  ka である。またこの化石試料と比較考察するため、小笠原諸島父島で採取されたキクメイシ科サンゴ(CJK01)も解析された。

2) ハマサンゴ属の長尺サンゴコアが石垣島北部安良崎(24°20'N, 124°10'E)で採取された(Fig.1)。X線写真において約 165 年の年輪が確認された。

上記両試料は板状に切断された後、成長軸に沿って切削、順次微量粉末が採取された。分析間隔は、MYK90 では約 20 日、また、98IY03 では 2 ヶ月以下であるが、1890 年以前についてはより低頻度の部位がある。1)、2)については炭酸塩前処理装置付同位体比質量分析計によって  $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^{13}\text{C}$  が、1)についてはこれに加えて誘導結合プラズマ発光分析法によって Sr/Ca 比も分析された。なお、本研究で主に議論する  $\delta^{18}\text{O}$  は水温と塩分の混合プロキシ、Sr/Ca は水温単独のプロキシとして使用した。2)の 98IY03 の  $\delta^{18}\text{O}$  は他の水温記録(NOAA Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, ERSST) および気象庁による石垣港水温記録と比較された。また EAWM やエルニーニョ南方振動(ENSO)の指標である EAWM 指数(WMI)や南方振動指数(SOI)と  $\delta^{18}\text{O}$  の関係を考察した。

CJK01 より寒冷/高塩分環境を示唆した。また 16ka における明瞭で規則的な季節性が見られたがその振幅は先行研究に見られるサンゴに記録された結果に比較すると小さかった。これは骨格内で環境記録を平均するような作用が働いていたからではないかと思われる。年平均の  $\delta^{18}\text{O}$ 、Sr/Ca データについては、どの属のサンゴにも比較的似た SST との相関があることが知られている。そこで、化石 MYK サンゴを用いた水温及び塩分の推定は SST との相関平均化作用を考慮し、Sr/Ca 比の温度依存性については  $-0.0600 \text{ mmol/mol } ^\circ\text{C}^{-1}$ 、 $\delta^{18}\text{O}$  比の温度依存性については  $-0.022 \text{ } \text{‰ } ^\circ\text{C}^{-1}$  という、サンゴ骨格気候学において広く用いられている値を適用した (Corrège, 2006)。結果、当時の琉球列島海域では SST が約  $5^\circ\text{C}$  低く、塩分が  $\delta^{18}\text{O}$  に換算して約 0.2‰ 高かったと推定された。

QuickTime<sup>®</sup> C<sup>2</sup>  
èLifÉvÉçÉOÉâÉÄ  
Ç™Ç±ÇÄÉsÉNE`ÉÉÇ%â©ÇÉÇzÇ½Ç...ÇÖiKóvÇ-ÇÄB

QuickTime<sup>®</sup> C<sup>2</sup>  
èLifÉvÉçÉOÉâÉÄ  
Ç™Ç±ÇÄÉsÉNE`ÉÉÇ%â©ÇÉÇzÇ½Ç...ÇÖiKóvÇ-ÇÄB

### 4. 結果および考察

1) Fig. 2 に MYK90、CJK01 それぞれから得られた水温と塩分の指標である  $\delta^{18}\text{O}$  と、水温のみの指標である Sr/Ca 比を示す。MYK90 から得られた記録の年平均値は、

これは、16,000 年前において LGM (最終氷期最盛期) の後ではあるがかなり寒冷な環境であったことと/夏の降水減少や冬の東アジアモンスーン強化により、東シナ海東部が高塩分環境にシフトしていたのではないかと思われる。また、当時は氷床が発達して海面が低かったため、東シナ海西部では中国大陸の河川起源

の陸水の影響で低塩分環境だったと報告されているが、これらを総合すると 16000 年前における陸水の影響は琉球列島には及んでいなかったと考えられる。(Mishima *et al.* 2009)

2) 過去 165 年間の海水の酸素同位体比には顕著な変化がなかったと考え、 $\delta^{18}\text{O}$  を水温指標として環境復元を行った。 $\delta^{18}\text{O}$ 、ERSST および石垣港水温記録(Fig.4)を比較すると互いに、概ね良い相関を持っていた。

分化と関連する。(Mishima *et al.* submitted)

QuickTime<sup>®</sup> Ç²  
 êLíÉvÉçÉÖÉâÉÄ  
 Ç™Ç±ÇÃÉsÉNÉ`ÉÉÇ¾â©ÇÉÇžÇ½Ç...ÇÖiKóvÇ-ÇÅB

QuickTime<sup>®</sup> Ç²  
 êLíÉvÉçÉÖÉâÉÄ  
 Ç™Ç±ÇÃÉsÉNÉ`ÉÉÇ¾â©ÇÉÇžÇ½Ç...ÇÖiKóvÇ-ÇÅB

さて、IY9803 から得られた $\delta^{18}\text{O}$  記録で最も顕著だったのは、1900~05 年の寒冷化である。日本の観測史上の最低気温(旭川)や石垣島の月平均最低気温が 1902 年の冬に記録されている。さらにこの $\delta^{18}\text{O}$  シフトは WMI, SOI 両指標の増大と同時に起こったことが明らかになった(Fig.4)。

この WMI の遷移は EAWM の強度の増加を、SOI の遷移はエルニーニョからラニーニャへの変化を意味する。急激な寒冷化は、当時の偏西風が弱まり、シベリア高気圧が発達したことによってもたらされた可能性がある。さらに偏西風の弱化和、太平洋西岸低緯度域における南北方向の熱輸送の活発化および偏西風蛇行が同期していたのと考えられる。また、この寒冷化は Felis *et al.* (2009)によって報告された小笠原諸島海域での低塩

### Reference

Corrége, T. (2006) Sea surface temperature and salinity reconstruction from coral geochemical tracers. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **232**, 408-428.

Felis, T., Suzuki, A., H. Kuhnert, Dima, M., Lohmann, G and Kawahata, H. (2009) Subtropical coral reveals abrupt early-twentieth-century freshening in the western North Pacific Ocean, *Geology*, **37**, 527-530

Mishima, M., Kawahata, H., Suzuki, A., Inoue, M., Okai, T. and Omura, A. (2009) *Journal of Quaternary Science*, doi:10.1002/jqs.1268.

Mishima, M., Suzuki, A., Nagao, M., and Kawahata H. (submitted) *Geophysical Research Letters*.