

平成 22 年 6 月 7 日現在

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2006～2009

課題番号：18253001

研究課題名 (和文) パラオ巨大サンゴ年輪による過去 450 年間の水温・塩分変動復元

研究課題名 (英文) Reconstruction of past 450 years sea temperature and salinity change using a big *Porites* coral in Palau

研究代表者

茅根 創 (KAYANNE HAJIME)

東京大学・大学院理学系研究科・教授

研究者番号：60192548

研究成果の概要 (和文)：

パラオ諸島においてハマサンゴ群体のコアを採取し、骨格の酸素同位体比と Sr/Ca 比の分析を行った。分析結果に基づいて水温・塩分変動を月単位で復元し、過去 100 年間の海洋環境変化を復元した。パラオでは特に強いエルニーニョ時に塩分が高くなることを示した。また、20 世紀を通じて水温上昇は認められるが、顕著な塩分の低下は検出されず、熱帯太平洋中央部での近年の淡水化傾向と比較して特徴的であることが分かった。

研究成果の概要 (英文)：

We collected coral cores from a big *Porites* coral at Palau, and reconstructed past 100 years sea surface temperature and salinity changes by measuring oxygen stable isotope ratio and Sr/Ca ratio of the core samples. We showed high salinity signals during strong El Nino years at Palau. We also showed stable salinity condition through 20<sup>th</sup> century at Palau whereas the sea temperature increased.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
18 年度	11,200,000	3,360,000	14,560,000
19 年度	4,000,000	1,200,000	1,200,000
20 年度	4,600,000	1,380,000	5,980,000
21 年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
年度			
総計	23,400,000	7,020,000	26,420,000

研究分野：地球システム学，サンゴ礁学

科研費の分科・細目：数物系科学 A・地理学

キーワード：サンゴ年輪、ENSO、古気候、水温・塩分、酸素同位体比

## 1. 研究開始当初の背景

サンゴ年輪は、熱帯海洋の気候変動を月から週の時間分解能で復元することができるため、地球規模の気候に大きな影響を与える

大気-海洋系変動である ENSO を中心に、1990 年以降、サンゴ年輪の解析による古海洋復元が多数行われてきた。しかしながら、従来のほとんどのサンゴ年輪によって復元された

期間は100年以下で、観測記録との一致・不一致の指摘にとどまっている。300年以上の記録を復元した例として、ニューカレドニアの336年(Quinn et al., 1998)があるが、いずれも年1~4試料のサンプリングのため、時間分解能が粗く、個別の ENSO シグナルがとらえられていない。月単位の解析は、タラワ環礁(Cole et al., 1993)、クリップトン環礁(Linsley et al., 2000)、パルミラ(Cobb et al., 2001)など東・中部太平洋とインド洋のセイシェル(Cobb et al., 1997)で、いずれも100~150年間の復元である。本研究でのサンゴ試料の長期記録の採取・解析は、西太平洋でははじめて、またこれまでのどの結果よりも長い期間の記録を高い時間分解で復元することができた。

## 2. 研究の目的

パラオ諸島において発見された高さ4.7mという巨大ハマサンゴ群体のコアを採取して、骨格年輪の酸素同位体比と Sr/Ca 比の分析を行う。分析結果に基づいて水温・塩分変動を月単位で復元して、過去450年間(A.D. 1550年から現在まで)の海洋環境変化を復元する。復元された海洋環境変化史から、ENSO のシグナルを抽出、ENSO の長期変動を明らかにして、大気-海洋結合モデルによる ENSO の長期シミュレーション結果と比較して、長期的な気候変動のメカニズムを解明する。

## 3. 研究の方法

本研究は、パラオ諸島においてサンゴ年輪コア試料を採取し、東京大学と国立環境研究所において試料の分析(酸素同位体比と Sr/Ca 比)を行った。分析結果から水温・塩分の復元と海洋環境・ENSO モード変動の復元および ENSO 長期シミュレーションとの比較を行った。

さらに、ENSO と類似の大気海洋相互作用であるインド洋ダイポールモード(IOD)について、パラオと同様に大洋の西に位置するケニアのサンゴ酸素同位体比記録を再解析した。

## 4. 研究成果

### (1) サンゴコア試料の採取

パラオで発見した巨大ハマサンゴ群体から、計6本、最長333cmのコアを採取した。コアをスラブ状に切り出し、軟X線写真を用いて年輪を確認した結果、東海岸のアイライーフ(07° 20' N, 134° 33' E)において高さ約3.5mのハマサンゴ群体から採取したコア試料(コア長333cm, 約250年分)を分析に用いることとした。

### (2) サンゴ試料分析および水温・塩分変動の復元

東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻に設置されている自動炭酸塩分解装置付同位体比質量分析計(MAT252)によって、酸素安定同位体比測定を行なった。サンゴの年輪に沿って1.5mmずつ、およそ1ヶ月の時間分解能で解析を行い、約1500試料(およそ100年分)の測定を終了した。また、ICP発光分光分析法による Sr/Ca 比分析を、国立環境研究所において並行して行った(図1)。

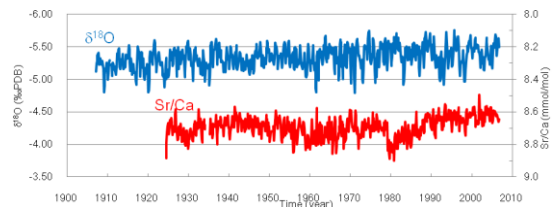


図1. パラオにおいて採取したサンゴコアの酸素同位体比( $\delta^{18}\text{O}$ : 青)および Sr/Ca 比(赤)分析結果

分析結果を水温・塩分に換算し、過去100年間の古海洋環境を復元した(図2)。すでにパラオにおいて得られている過去50年分の酸素同位体比記録、および近年の気象観測記録と比較した結果、非常によく一致し、本研究で用いる試料はパラオ近海の海洋環境を反映していることを確認した。過去50年分について、グリッドの水温記録と比較して ENSO シグナルを抽出、パラオにおける ENSO の影響・特徴について考察した。

さらに、酸素同位体比から水温の効果を差し引くことで塩分変動を月単位で復元し、パラオでは特に強いエルニーニョ時に塩分が高くなることを示した。また、パラオでは過去50年間に塩分の長期変動がほとんどなかったことが分かった。この結果は、熱帯太平洋中央部での近年の淡水化傾向と比較して、特徴的である。

パラオにおいては20世紀を通じて水温上昇は認められるが、顕著な塩分の低下は検出されなかった。復元した海洋環境変化史から、ENSO のシグナルを抽出した。

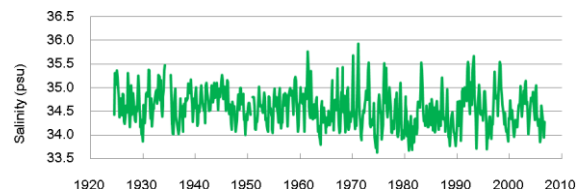


図2. パラオのサンゴの分析結果から復元した塩分変動

(3) 気象・海象データとシミュレーション  
 気象・海象データについては、群衆のある地点と海洋の物理量を観測し、群衆のある海洋条件のパラオ近海における代表性を評価するとともに、大気-海洋結合モデルによるシミュレーションの条件として利用した。シミュレーションについて、大気-海洋結合モデル SINTEX-F1 を改良した UTCM で、現在の海洋環境を復元するテスト・ランを行なった。

(4) インド洋西部のサンゴ年輪記録の再解析  
 ENSO と類似の大気海洋相互作用であるインド洋ダイポールモード (IOD) について、パラオと同様に大洋の西に位置するケニアのサンゴ酸素同位体比記録を再解析し、過去 100 年間の周期変動について考察した (図 3)。酸素同位体比は約 0.3 ‰減少し、20 世紀を通じて水温上昇と塩分低下が起こったことを示した。独自に作成したサンゴ IOD 指標からは IOD 周期が 20 世紀半ばに 4 年以上の長周期から準 2 年周期へと変化し強い IOD イベントが増加していること、それに伴ってインド洋における ENSO の影響が弱まっていることを示した。

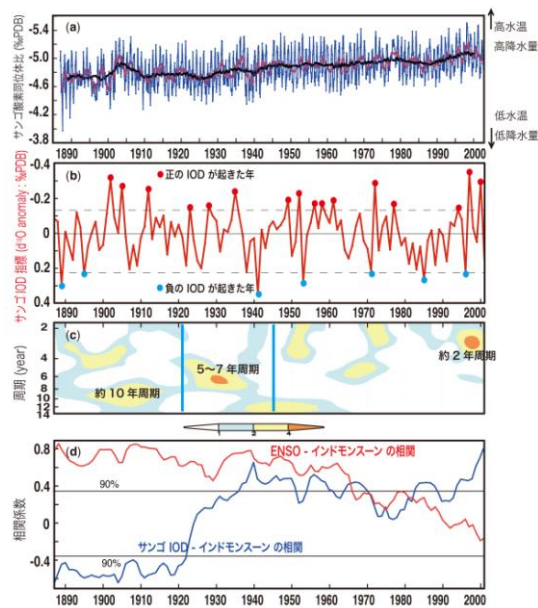


図 3. ケニアのサンゴ解析結果 (a)酸素同位体比 (b)サンゴ IOD 指標 (c)サンゴ IOD 指標の周期解析結果 (d)インドモンスーンと ENSO, IOD の相関係数

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 7 件)

1. Nakamura, N., Kayanne, H., Iijima, H.,

McClanahan, R T., Behera, K S., Yamagata, T. (2009): Mode shift in the Indian Ocean climate under global warming stress. *Geophysical Research Letters*, 36, L23708

2. Uchida, A., Nishizawa, M., Shirai, K., Iijima, H., Kayanne, H., Takahata, N. and Sano, Y. (2008), High sensitivity measurements of nitrogen isotopic ratios in coral skeletons from Palau, western Pacific: Temporal resolution and seasonal variation of nitrogen sources, *Geochemical Journal*, 42, 255-262

3. 中山裕郎・飯嶋寛子・中村修子・茅根創 (2008), GSJ 炭酸塩標準物質 (JCp-1, JCt-1) の炭素および酸素安定同位体比地質調査研究報告, 59, 461-466

4. Navarra, A., S. Gualdi, S. Masina, S. Behera, J. - J. Luo, S. Masson, E. Guilyardi, P. Delecluse, and T. Yamagata (2008), Atmospheric Horizontal Resolution Affects Tropical Climate Variability in Coupled Models, *Journal of Climate*, 21(4), 730-750

5. Luo, J.-J., S. Masson, S. Behera, and T. Yamagata (2008), Extended ENSO Predictions Using a Fully Coupled Ocean-Atmosphere Model, *Journal of Climate*, 21(1), 84093

6. Weng, H., S. K. Behera, and T. Yamagata (2008), Anomalous winter climate conditions in the Pacific rim during recent El Nino Modoki and El Nino events, *Climate Dynamics*, DOI 10.1007/s00382-008-0394-6

7. Morimoto, M., Kayanne, H., Abe, O. and McCulloch, M. T. (2007), Intensified mid-Holocene Asian monsoon recorded in corals from Kikai Island, subtropical northwestern Pacific, *Quaternary Research*, 67, 204-214

[学会発表] (計 11 件)

1. Nakamura, N., Kayanne, H., Iijima, H., McClanahan, R T., Behera, K S., Yamagata, T. : Mode shift in the Indian Ocean through 20<sup>th</sup> century recorded in Kenyan coral. 2010 Ocean Sciences Meeting by American Geophysical Union, Portland OR, U.S.A., February 2010

2. 中村修子・茅根創・飯嶋寛子・Timothy R.

McClanahan ・ Swadhin K. Behera ・ 山形俊男：ケニヤサンゴ年輪から復元された 20 世紀のインド洋モードシフト，古海洋シンポジウム，東京大学海洋研究所，2010 年 1 月

3. 中村修子・茅根創・飯嶋寛子・McClanahan・Behera・山形俊男：ケニヤのサンゴ年輪に記録された 20 世紀後半のインド洋のモードシフト，第 12 回日本サンゴ礁学会，沖縄県本部公民館，2009 年 11 月

4. Kayanne, H., N. Nakamura, H. Iijima, T. R. McClanahan, S. K. Behera and T. Yamagata: Decadal variability of IOD over the last 115 years recorded in Kenyan coral, 2008 Western Pacific Geophysics Meeting , Cairns, Queensland, Australia, July 2008

5. Iijima, H., H. Kayanne, and N. Nakamura: Past 100 years Inter-annual Sea Surface Salinity Changes in the Western Pacific Based on Coral Isotope Analysis, 11th International Coral Reef Symposium, Fort Lauderdale, Florida, USA, July 2008

6. Kayanne, H., N. Nakamura, H. Iijima, T. R. McClanahan, S. K. Behera and T. Yamagata: Indian Ocean Dipole Index for the Last 115 Years Recorded in Kenyan Coral Annual Bands, 11th International Coral Reef Symposium, Fort Lauderdale, Florida, USA, July 2008

7. 中村修子・茅根創・飯嶋寛子・McClanahan, T. R. ・Behera, S. ・山形俊男：ケニヤのサンゴ年輪による過去 115 年間のインド洋ダイポールモードの復元，バイオミネラリゼーションと石灰化－遺伝子から地球環境まで－，東京大学海洋研，2008 年 6 月

8. 茅根創・中村修子・飯嶋寛子・McClanahan, T. R. ・Behera, S. ・山形俊男：ケニヤのサンゴ年輪による過去 115 年間のインド洋ダイポールモードの復元，日本地球惑星科学連合 2008 年大会，幕張，2008 年 5 月

9. Kayanne, H., Abe, S., Iijima, H. and Nakamura, N.: Holocene and Last Interglacial paleoceanography in the Pacific subtropical gyre from coral annual bands of Okinotori-shima Island, northwestern subtropical Pacific Ocean First International Sclerochronology Conference, St. Petersburg, USA, July 2007

10. Iijima, H., Kayanne, H., Abe, O., Morimoto, M. and Yamagata, T.: Recent

salinity change in the western Pacific warm water pool reconstructed by coral paleo-salinometer, First International Sclerochronology Conference, St. Petersburg, USA, July 2007

11. Kayanne, H., Nakamura, N., Iijima, H., McClanahan, T. R., Behera, S. and Yamagata, T.: Indian Ocean Dipole index for the last 100 years recorded in Kenyan coral annual bands, First International Sclerochronology Conference, St. Petersburg, USA, July 2007

[図書] (計 1 件)

1. 茅根創 (2008), サンゴ年輪年代学遺伝, 62(6), 95-100

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

茅根 創 (KAYANNE HAJIME)

東京大学・大学院理学系研究科・教授

研究者番号：60192548 研究者番号：

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

山形 俊男 (YAMAGATA TOSHIO)

東京大学・大学院理学系研究科・教授

研究者番号：50091400

### (4) 研究協力者

中村 修子 (NAKAMURA NOBUKO)

東京大学・大学院理学系研究科・特任研究員