

平成21年6月22日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2006～2008  
 課題番号：18540466  
 研究課題名（和文） 赤道太平洋の ENSO 現象に伴う水温躍層変動と円石藻群集変化に関する研究  
 研究課題名（英文） Coccolithophore assemblage and thermocline changes according to ENSO phenomenon in the equator Pacific Ocean.  
 研究代表者  
 田中 裕一郎（TANAKA YUICHIRO）  
 独立行政法人産業技術総合研究所・研究グループ長  
 研究者番号：50357456

研究成果の概要：赤道太平洋海域において、エルニーニョ、ラニーニャ現象に伴って変動する水温躍層変動と海洋一次生産者である円石藻の群集特性について解析を行った。その結果、西太平洋暖水塊域(WPWP)と赤道太平洋湧昇域(EUR)で、有光層下部の円石藻種群の増減と水温躍層深度との間に強い相関があることが判明した。有光層中・上部の群集では、*Umbellosphaera irregularis* が WPWP を、*Oolithotus fragilis* が EUR を特徴づけることが判明した。また、WPWP で有光層中部に生息している *O. fragilis* は、EUR では栄養塩の供給がおよそ有光層上部にまで、その生息深度を広げ、生産量も高くなることが判明した。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,600,000	0	1,600,000
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	540,000	3,940,000

研究分野：層位・古生物学

科研費の分科・細目：

キーワード：

## 1. 研究開始当初の背景

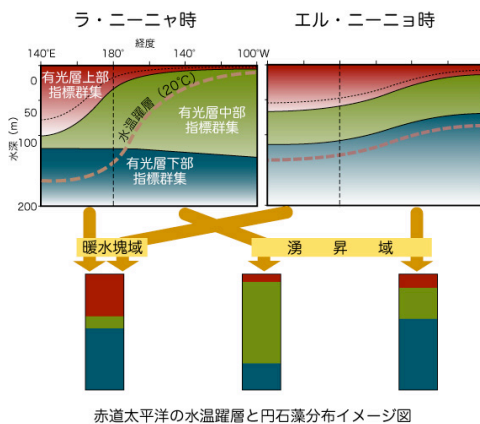
熱帯太平洋域における大気と海洋相互作用は、現在および過去の地球規模の気候システムを解明するうえで重要であり注目されている。とりわけ、ENSO(エルニーニョ南方振動)現象に伴う赤道太平洋域の海洋変動は、年間を通して高水温である西太平洋暖水塊域および海洋表層への栄養塩の供給が顕著である東赤道太平洋湧昇域とで、

生物学的な変動にも非常に大きな違いをもたらしているのが特徴である。その海洋構造は、急激に水温の変化する水温躍層の深度や表層混合層の厚さが ENSO 現象に伴って変化することが認められている。そして、水温躍層深度の変動は、海面水温、栄養塩の海洋表層への供給や生物生産活動へ影響を与えている。そのため、近年、現在および過去の ENSO 現象と水温躍層変動との

関係に着目した研究も盛んになりつつあり、例えば、浮遊性有孔虫殻の酸素同位対比や Mg/Ca 比を用いた研究報告もある。しかしながら、海洋表層の生物生産に最も重要である植物プランクトンを用いた ENSO 現象に伴う海洋変動へのアプローチの研究例は数少ない現状があった。

## 2. 研究の目的

円石藻は、海洋における主要な一次生産者で、その生息域や生息深度は海洋環境要因の変化により鋭敏であることが知られており、

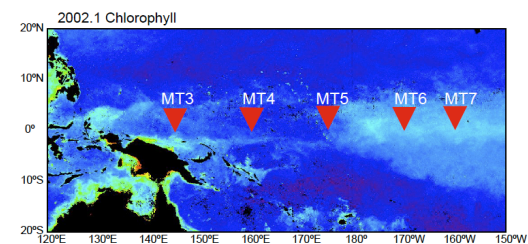


現在および過去の海洋環境の指標としての役割を担っている。また、近年、実験室で培養できる円石藻種が増え、海水環境に応じた各種の形態学的な特徴が詳細になりつつある。そこで、本研究は、赤道太平洋域における有光層の鉛直変動に注目して、円石藻種組成の生息特性の解明を通して過去の海洋の動態をとらえるための基礎情報を提供することを最終目的として、現在の円石藻種の水平・鉛直生息域の変化と水温躍層の変動パターンとの関係を明らかにすることを目的とする。特に、西部と中部の赤道太平洋域の水塊構造は、非常に異なることがこれまでの研究で判明しているため、その海域を横切るようなラインを設定して、円石藻群集の鉛直分布や地理的变化・経年変化を解明する。具体的には、円石藻群集の季節変化・鉛直分布の結果を基に、有光層の上部・中部・下部に限定して棲息するタクサに着目し、これまでの研究から近似的に約 20°C 付近とされる赤道太平洋域の水温躍層の深度変化との関係を解明する。また、エルニーニョ時からラニーニャ時への ENSO 現象に伴う赤道太平洋の各水塊の東西移動と円石藻種群との関係を明確にする。そして、水温躍層変動のプロキシとなる円石藻タクサの選定を行う。

## 3. 研究の方法

赤道太平洋域のラニーニャ時とエルニーニョ時の円石藻群集の季節変化・鉛直分布を

明確にするために、1999 年から 2002 年にかけて、西太平洋暖水塊域および中央赤道湧昇域の深度約 1000m の MT3 (0° N, 145° E), MT5 (0° N, 175° E), MT6 (0° N, 170° W), MT7 (0° N, 160° W) に係留された時系列セジメントトラップで約 2 週間間隔で試料が捕集された。各試料はその後 1mm 目合いのふるいにかけて、1mm 以上のものと 1mm 未満のサイズに区分した。1mm 未満の試料を回転式 4 分割スプリッターで 16 に分割し、本研究ではその 1/16 のものを使用した。その 1/16 の試料は色を目安にさらにいくつかに分け、32 μm のふるいにかけて。そのふるい上でペレット状のものを壊すために筆で軽くたたきながらホルマリンを溶かした濾過海水で洗い流した。その後、孔径 0.45 μm のミリポアフィルターで吸引濾過した。濾過したフィルターはケースに入



れ、乾燥器に入れ保存した。

ろ過処理をした後、光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡を用いて、円石藻の同定・計数を行った。各試料フィルターは、約 17.5 × 5.0 mm の大きさに切り取った。それをスライドガラスに載せ、光硬化剤で固定して光学顕微鏡用標本とした。この標本は約 50 視野を目安に観察し、また個体数 1500 固体以上を目安に観察を行った。

また、海洋表層の鉛直分布を明らかにするために、有光層鉛直採水試料を用いて、同様の解析を行った。

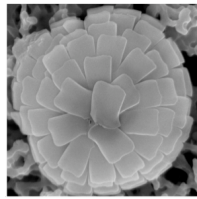
## 4. 研究成果

全円石藻フラックスは、WPWP では冬季から春季に高く、EUR では、加えて秋季も高くなる傾向が認められ、栄養塩の供給の違いを反映していた。WPWP と EUR の両海域で、有光層下部の円石藻種群の増減と水温躍層深度の変化との間に強い相関があることが判明した。

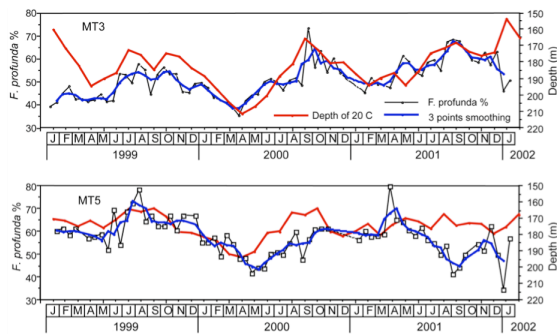
有光層中・上部の群集では、*Umbellosphaera irregularis* と *Umbilicosphaera sibogae* s.l. が WPWP を、*Oolithotus fragilis* が EUR を特徴づけることが判明した。また、WPWP で有光層中部に生息している *O. fragilis* は、EUR では栄養塩の供給がおおよそ有光層上部にまで、その生息深度を広げ、生産量も高くなることが判明した。

円石藻の大部分は、海洋の有光層上部に生息しているが、*F. profunda* は、同層下部にの

み生息している。Molfino and McIntyre (1990)は、赤道大西洋から採取されたコアにおいて、*F. profunda*の産出頻度変化に周期性が認められ、この周期は、赤道海流と赤道逆流の挙動や湧昇流の変化に伴い、中深層の豊富な栄養塩が表層に供給されるためであると示唆している。そして、この種の相対頻度の増加は、栄養塩が表層へ供給されにくい状態を示し生物生産量の減少を意味し、逆にこの種の他のタクサが増加することは、湧昇など栄養塩が表層に十分に供給され生物生産量の増加を示唆していることを提唱した。そこで、今回、赤道太平洋で*F. profunda*の頻度変化を調べたところ、赤道太平洋東部域は、従来のモデルと同

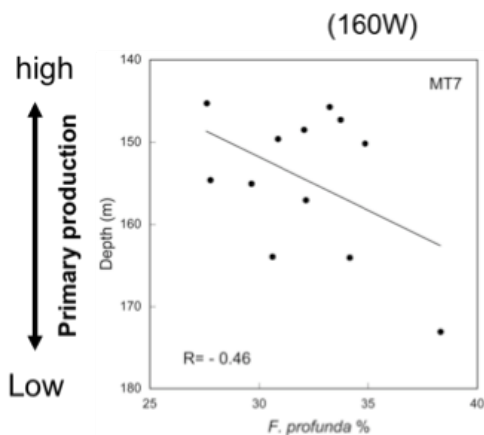


*Florisphaera profunda*



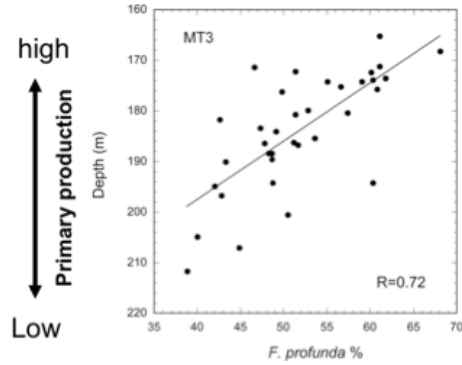
*F. profunda*の頻度変化

様に、*F. profunda*の頻度が増加すると生物生産量は減少する傾向が認められた。ところが、西部域では、同種の頻度の増加は、逆に、生物生産量の増加傾向と一致した。これは、西部赤道太平洋域では、表層への栄養塩の供給に影響を与える温度躍層の深度が*F. profunda*の生息適応深度より深くなるため、



この種の生息深度への栄養塩の供給が少なくなり、この種の生産量も増えず、結果として全円石藻に占める*F. profunda*の頻度も増加しない。むしろ温度躍層がやや浅くなった時に、この種の頻度が増加すると示唆される。この*F. profunda*の頻度と生物生産量の増減

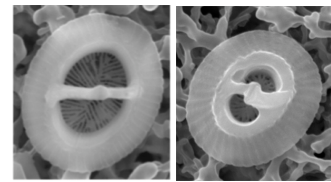
の関係が逆になる地点は、セジメントトラッ



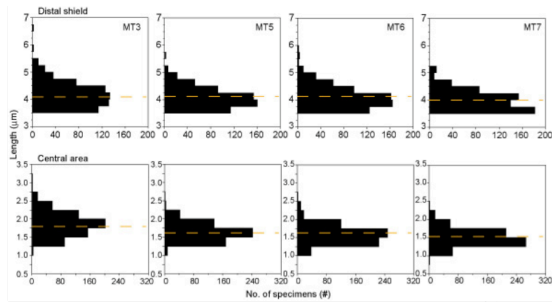
プサイトMT6とMT5の間に認められた。この2地点では、MT6の方が、温度躍層が浅く、有光層上部・中部への栄養塩の供給も高いことが認められている (Matsumoto et al., 2004)。

円石藻は、海洋における主要な一次生産者で、その生息域や赤道太平洋において、*F.*

*profunda*の頻度変化を環境指標として古環境解析を行



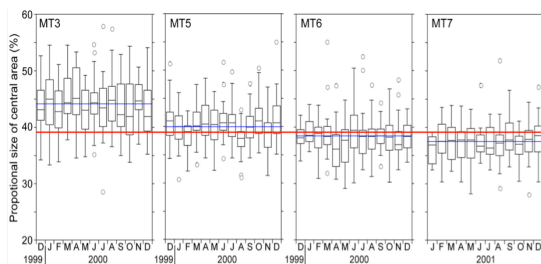
*Gephyrocapsa oceanica*



*G. oceanica*のcentral area(a)と distal shield(b)のサイズ変化

う際に、この種の頻度変化が、いずれの場合を反映した現象であるかを示す必要がある。

*Gephyrocapsa oceanica*は、現世の海洋では、赤道域から亜寒帯域にかけて広く分布し、特に沿岸域の栄養塩の豊富な海域で多産することが知られている。さらに、この種は、2~6 μmとその長軸サイズのレンジが大きく、また、中央に架かっているブリッジと長軸とのなす角度も20度から90度近くと広い角度をなすことが特徴がある。そこで、Hagino et al. (2000)は、赤道太平洋域の有光層上部から下部に生息する*G. oceanica*の形態の特徴を調べ、同種のココリスの長軸と中央エ



*G. oceanica*の central area と distal shieldの比

リアの長さの比率に注目し、そのサイズ測定解析を行い、富栄養域と貧栄養域で、その比率が明らかに異なることを見いだした。すなわち、富栄養域では、その比率が低く、逆に貧栄養域では、その比率が高くなる傾向を見いだした。そこで、今回、同様の測定分析をセジメントトラップ試料について行った。その結果、湧昇域のトラップ MT6 では、コッコリスの長軸に対する中央エリアの長さの比率は平均値が 40%以下を示した。

これは、Hagino et al. (2000) の富栄養域の結果と一致している。一方、西赤道太平洋暖水塊域のトラップ MT5, MT3 は、一部を除き、40%以上を示した。したがって、*F. profunda* の頻度変化を指標とした赤道太平洋域の ENSO 現象に伴う水温躍層変動の解析の際に、この *G. oceanica* のサイズ変化は、環境指標として利用できることが判明した。

#### 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 1 件)

Fukuhara, T., Tanaka, Y., Ioka, N. and Nishimura, A. 2008. An in situ experiment of calcium carbonate dissolution in the central Pacific Ocean, International Journal of Greenhouse Gas Control, 2-1, 78-88. (査読有)

[学会発表] (計 3 件)

- ① 田中 裕一郎・萩野恭子・岡田尚武, 赤道太平洋域の水塊構造と円石藻群集変化, 日本古生物学会第 158 回例会, 沖縄、2009/01/31.
- ② 田中 裕一郎・岡田尚武・萩野恭子, 赤道太平洋域の水温躍層変動に伴う円石藻群集変化, 日本古生物学会第 156 回例会, 徳島市、2007/02/01.
- ③ 田中 裕一郎・嶋田 智恵子, 北西太平洋域縁辺域のセジメントトラップ試料にみられる円石藻 *Emiliana huxleyi* の季節変動, 日本古生物学会 2006 年年会, 松江市、2006/06/2.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

田中 裕一郎 (TANAKA YUICHIRO)  
独立行政法人産業技術総合研究所・研究グループ長

##### (2) 研究分担者

##### (3) 連携研究者