

平成22年5月10日現在

研究種目：基盤研究 (C)  
 研究期間：2007年度 ～ 2009年度  
 課題番号：19540459  
 研究課題名 (和文) 太平洋とインド洋の年々変動現象の關係に暖水プール変動が果たす役割の研究  
 研究課題名 (英文) A study of the relationship between the basin wide phenomena in the Pacific and the Indian Ocean at interannual time scales, focusing on the role of the Warm Water Pool variability.  
 研究代表者  
 根田 昌典 (京都大学大学院・理学研究科・助教)  
 研究者番号：10273434

## 研究成果の概要 (和文)：

本研究では、暖水プールとその周辺海域での海面水温変動について沿岸湧昇の影響について観測データの解析と、4次元データ同化システムの出力結果を詳細に検討して、暖水プールとその周辺海域は、ENSOやダイポールモードといった数年スケールの水温変動現象の要因の一つとして重要であり、かつ、沿岸湧昇やそれに対する大気応答といった局所的な現象が大規模な変動現象のきっかけとして重要な働きをする可能性を見出した。

## 研究成果の概要 (英文)：

We attempted to evaluate the role of the coastal upwelling for the change of the sea surface temperature (SST) in Warm Water Pool, by using the products of the 4 dimensional variational data assimilation technique (4DVAR) and the observation records. We found that the change of the SST in the coastal areas could play a significant role for the large scale phenomena such as El Nino Southern Oscillation (ENSO) or the Indian Ocean Dipole Mode (IOD) at interannual time scales, as the local air-sea coupling processes can have an effect as a trigger, e.g., the relationship between the coastal upwelling and the resultant atmospheric convective adjustment.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2008年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

## 研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象・海洋物理・陸水学

キーワード：大気海洋相互作用、暖水プール、エルニーニョ現象、インド洋ダイポールモード現象、海面温度、沿岸湧昇、4次元データ同化システム

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 暖水プールという、世界で最も高温の

水温の貯熱タンクが太平洋側とインド洋側にまたがっていて、エルニーニョ現象との関

係が重要視されてきたが、グローバルな気候変動との関係については、統計的な解析手法に結論が左右されやすいという危惧があった。一方、インド洋独特の気候変動であるダイポールモード理論では、東部インド洋の熱収支過程の重要性が指摘されているのにもかかわらず、暖水プール変動との関係はほとんど議論されていない。そもそも、暖水プールの太平洋側の変動とインド洋側の変動の物理機構については正しく評価されていなかった。

(2) 海大陸周辺で両大洋の現象を結び付けるメカニズムについての知見は不十分であった。我々は大気のみンスーン循環がインド洋西部赤道域の局所的な大気海洋相互作用に対する重要性について研究を進めていたが、太平洋の変動の影響が大きいと予想される東部インド洋における解析は不十分であった。一方、インド洋においても太平洋と同様に暖水プールが存在するにもかかわらず、その変動とインド洋全体の水温変動に対する役割は未解明であった。そのため、我々は暖水プール域周辺の水温変動がインド洋の海上風変動を通じて ENSO とインド洋水温変動の関連性の鍵を握っている可能性に注目した。

## 2. 研究の目的

本研究の主な目的は、暖水プールがまたがる太平洋とインド洋における主要な気候変動現象と暖水プール変動がどのように関係しているかを調べ、連動している成分と独立なメカニズムで変動している成分を分離し、それぞれに支配的な物理プロセスを明らかにすることである。本研究では、従来のように暖水プールの変動を単に平均的な面積変化に注目するのではなく、その局所的変動に注目して諸現象との具体的な関係を明らかにすることに重点を置く。Nagura and Konda (2005)はフィリピン周辺海域の夏季の大気対流活動が前年の ENSO と相関が高いことを示した。我々のこの研究は ENSO の春の予報バリアに対して、必ずしも暖水プール全体が同じような変動をしているわけではないことを示唆している。また、インド洋におけるダイポールモードの東部の極は南東インド洋にあり、暖水プール域と重なっているが、ダイポールモードと ENSO の関係を調べる上では、それぞれの指標の関係が重要視され、暖水プールの変動との関係という視点は全く欠落している。

これらの事実は、本来問題の単純化のために役立つべき指標が却って問題を混乱させる危険性を示している。本研究は、実際に変動プロセスが起こっている暖水プールの変動に立ち戻ることによって、ENSO やダイポール、みンスーンの指標に惑わされることを避け、

素過程を調べることで太平洋とインド洋の関係を明らかにすることを試みる。このように、従来単に直感的な指標として扱われることが多かった暖水プールの変動の役割を詳細に調べることによって、両大洋の接点という観点から太平洋とインド洋にまたがる現象の再構築を目指すことが本研究の目的である。

## 3. 研究の方法

本研究においては、観測データを用いた解析による現象の診断を実施し、作業仮説を構築することと、4次元結合データ同化実験結果を用いて、物理的に整合性のあるデータセットから作業仮説の有効性の確認を行うという手法をとる。

そのために、まず望月が4次元データ同化実験結果をインド洋の季節変動現象に着目して、既知の事実との整合性を詳細に検討した。その結果、4次元結合データセットが十分に物理的な整合性を持っていることを確認しながら、具体的な諸現象の解析に用いた。

この手法に従って、根田は、暖水プールの面積、温度、蓄熱量がどのように変化するかについて、まず、商船による東部インド洋のオーストラリアとインドネシア間の反復水温観測データ、大気再解析データを用いて、基本的な水温構造変化と海面における熱や運動量のフラックスの関係を調べた。指標に頼った解析を避けるために、大気と海洋の1次元的な熱収支過程の定量的な評価を用いて、ダイポール東極内の熱フラックスの各成分の空間分布を詳細に調べ、大気海洋間の熱的な相互作用と海上風変動に対する海洋の湧昇の励起の場所の不一致を明らかにした。

次いで、4次元データ同化の計算結果を用いて東部インド洋の水温変化と定期航路上の水温変化の関係を調べると、ジャワ島沿岸域を中心に最も水温偏差が強く、且つ最も早く変化しており、この海域が東極の水温偏差の変動源であると予想される。この時期の海上風速偏差は従来の研究の指摘と同様に東極全域で正偏差となっているのにも関わらず、沿岸域では海面熱フラックスによる加熱偏差であり、沿岸域と外洋域で正負が反転し、大気と海洋の熱的な相互作用の働きが逆転していることがわかった。

また、太平洋の暖水プールの水温変動にもこの手順をもちいた解析を行った。長谷川は J A M S T E C の船舶観測による詳細な水温構造データを用いて沿岸湧昇とその沿岸水の沖方向への輸送過程を観測的に捉えることを試みた。インド洋の解析と同様に、この結果得られた描像を、4次元データ同化結果を用いて大気の局所的な対流現象との関係をさらに詳細に調べるという方法論を取った。このように、観測結果とデータ同化実

験結果を相補的に用いることによって、太平洋暖水プール域において顕著である、エルニーニョ現象とダイポールモード現象の発生に関して、大気と海洋の結合過程がどのように働いているのかについて調査を行った。

#### 4. 研究成果

本研究では、暖水プールとその周辺海域での海面水温変動について沿岸湧昇の影響について観測データの解析と、4次元データ同化システムの出力結果を詳細に検討して、暖水プールとその周辺海域は、ENSOやダイポールモードといった数年スケールの水温変動現象の要因の一つとして重要であり、かつ、沿岸湧昇やそれに対する大気応答といった局所的な現象が大規模な変動現象のきっかけとして重要な働きをする可能性を見出した。

インド洋ダイポールモードの東極は暖水プールのインド洋側の一部であるが、そこでの沿岸湧昇の役割について、大気海洋間の熱的な相互作用と沿岸湧昇の場所の不一致に注目しないと、それぞれの役割を正確に評価できないことがわかったことは、初年度から注目した研究成果である。この研究において、大気海洋結合4次元データ同化実験の結果から、ダイポール東極内の熱フラックスの各成分の空間分布を詳細に調べ、大気海洋間の熱的な相互作用と海上風変動に対する海洋の湧昇の励起の場所の不一致を明らかにした。原著論文の作成を急いだが、研究年度内での投稿には至らなかった。

その一方で、暖水プールの内部である、パプアニューギニア島の沿岸湧昇による海面温度偏差による大気局所応答がエルニーニョの発生と関係する可能性については、長谷川の解析結果を迅速に原著論文化し、J0誌において公表した。また、望月は本研究において、4次元データ同化手法の有効性を確認する役割を担っていたが、大気海洋結合4次元データ同化実験結果がインド洋の大気海洋の季節変動過程を十分に解析可能であることを確認し、その可能性について原著論文として公表した。その結果に基づいて、本研究グループの共同研究として、2009年度日本海洋学会秋季大会で4次元同化モデルの結果を用いて、ニューギニア沿岸の湧昇と局所的な大気循環の相互作用過程を確認する共著発表を行った。

これらの研究成果から、暖水プールとその周辺海域は、ENSOやダイポールモードといった数年スケールの水温変動現象の要因の一つとして重要であり、かつ、沿岸湧昇やそれに対する大気応答といった局所的な現象が無視できない可能性を示している。これらの局所的な大気海洋間の結合過程がどのようにして大きな時空間スケールへ発展してい

るのかという問題は今後検討しなければならない重要な課題として指摘することができる。また、暖水プール北縁域のように今回調べることができなかった海域についての解析も今後の課題として残った。

#### 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5件)

①Konda, M., H. Kobayashi, T. Mochizuki, T. Hasegawa and S. Serizawa, 2009: Weakness of the Air-Sea Thermal Coupling during Indian Ocean Dipole Mode in the 1990s., 京都大学防災研究所年報 (Disaster Prevention Research Institute Annuals), No. 52, 737-746. (査読なし)

②Hasegawa, T., K. Ando, K. Mizuno and R. Lukas, 2009: Coastal upwelling along the north coast of Papua New Guinea and SST cooling over the Pacific Warm Pool: A case study for the 2002/03 El Nino Event, J. Oceanography, vol. 65, 817-833. (査読有り)

③Mochizuki, T., N. Sugiura, T. Awaji and T. Toyoda, 2009: Seasonal climate modeling over the Indian Ocean by employing a 4D-VAR coupled data assimilation approach, J. Geophys. Res., vol. 114, C11003. (査読有り)

④Mochizuki, T., T. Awaji and N. Sugiura, 2009: Possible oceanic feedback in the extratropics in relation to the North Atlantic SST tripole, Geophys. Res. Lett., vol. 36, L05710. (査読有り)

⑤Konda, M., H. Ichikawa, H. Tomita, 2009: Wind speed and latent heat flux retrieved by simultaneous observation of multiple geophysical parameters by AMSR-E, J. Remote Sens. Soc. Jap., vol. 29, 191-198. (査読有り)

[学会発表] (計7件)

①Konda, M., H. Kobayashi, T. Mochizuki, M. Nagura: Weakness of the air-sea thermal coupling during Indian Ocean Dipole mode in the 1990s. 16th Conference on Air-Sea Interaction on 89th AMS annual meeting, 12 January, 2009, Phoenix, Arizona, USA.

②長谷川 拓也, 望月 崇, 根田 昌典, 杉浦 望実, 安藤 健太郎, 水野 恵介, Roger Lukas, 2009: 4次元変分法フル結合同化データに見られる西部赤道太平洋の海面水温変動と1997/98年エルニーニョ発生. 2009年度日本海洋学会秋季大会, 2009年9月28日, 京都市, 京都大学理学部.

③根田昌典, 望月崇, 長谷川拓也, 芹澤重厚,

2008: 東部熱帯インド洋の水温構造の年々変動の研究, 京都大学防災研究所 2008 年度研究発表大会, 2009 年 2 月 25 日, 京都府民総合交流プラザ, 京都市.

④小林弘幸, 根田昌典, 望月崇, 名倉元樹, 杉浦望実, 2008: 日本海洋学会 2008 年度秋季大会, 2008 年 9 月 26 日, 広島県呉市, 広島工業大学.

⑤Konda, M., H. Kobayashi, T. Mochizuki, M. Nagura, 2008: Weakness of the air-sea thermal coupling during Indian Ocean Dipole mode in the 1990s. Western Pacific Geophysics Meeting, American Geophysics Union, 31, August, 2008, Carins, Australia.

⑥Nagura, M., A. Ishida, H. Sasaki, 2008: A model study of possible errors I the surface horizontal heat advection due to use of spatially coarse SST data in the tropical Pacific Ocean, Ocean Science Meeting, American Geophysical Union, 3 March, 2008, Orlando, Florida, USA.

⑦小林弘幸, 根田昌典, 望月崇, 名倉元樹, 芹澤重厚, 2008: 東部熱帯インド洋の水温鉛直構造がダイポールモードの発生機構に果たす役割. 京都大学防災研究所平成 19 年度研究発表講演会, 2008 年 2 月 29 日, 京都府民総合交流プラザ, 京都市.

.

[図書] (計 1 件)

①根田昌典, 市川洋, 永野憲, 富田裕之, 時長宏樹, 安田一郎, 2008: 黒潮統流温度前線周辺における海面熱フラックス変動の観測について, 月刊海洋特集号「中緯度海洋前線域における大気海洋相互作用」, 49 巻, 83-92.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
出願年月日:  
国内外の別:

○取得状況 (計 0 件)

名称:  
発明者:  
権利者:  
種類:  
番号:  
取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

<http://www-ocea.kugi.kyoto-u.ac.jp/konda/kibanc/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

根田 昌典 (京都大学・大学院理学研究科・助教)

研究者番号: 10273434

(2) 研究分担者

望月 崇 (海洋研究開発機構・地球環境変動領域・特任研究員)

研究者番号: 00450778

長谷川 拓也 (海洋研究開発機構・地球環境変動領域・ポスドク研究員) 平成 20 年度から

研究者番号: 40466256

名倉 元樹 (米国大気海洋局・太平洋海洋研究所) 平成 19 年度のみ

研究者番号: 10421877

(3) 連携研究者