

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 8日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21740341

研究課題名（和文） 大気海洋結合モデルを用いた南シナ海通過流に関する研究

研究課題名（英文） A Study on the South China Sea Throughflow Using
a Coupled General Circulation Model

研究代表者

東塚 知己（TOZUKA TOMOKI）

東京大学・大学院理学系研究科・准教授

研究者番号：40376538

研究成果の概要（和文）：

大気海洋結合モデルを用いて、南シナ海のルソン海峡以外の海峡を開いた実験と閉じた実験を行った。そして、両実験で再現された海面水温を比較したところ、閉じた実験では、南シナ海や黒潮続流域で水温が高くなるのに対し、東・西太平洋赤道域や日本南方の海域で水温が低くなるなど、影響は、広範囲に広がっていることが明らかとなった。特に、南シナ海南部の高温化は、太平洋とインド洋のウォーカー循環に影響を与えていた。また、閉じた実験では、エルニーニョ現象の卓越周期が長くなることも明らかとなった。

研究成果の概要（英文）：

Using a coupled general circulation model, we have conducted two experiments with and without the South China Sea Throughflow (SCSTF). It is found that the model's sea surface temperature becomes cooler in the eastern and far western equatorial Pacific and south of Japan, but warmer in the South China Sea and the Kuroshio Extension region, when the SCSTF is blocked. In particular, the warmer South China Sea influenced the Walker Circulation in the tropical Indian and Pacific Oceans. Also, the dominant period of El Niño/Southern Oscillation becomes longer without the SCSTF.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：数物系科学、気象・海洋物理・陸水学

科研費の分科・細目：地球惑星科学

キーワード：気象・海洋物理・陸水学、気候変動、大気海洋相互作用、南シナ海、インドネシア通過流、海洋循環、熱帯域、大気海洋結合モデル

1. 研究開始当初の背景

インドネシア通過流は、西太平洋熱帯域の暖水プールからインド洋へと多くの熱を輸送するため、全球の気候変動を考える上で重要である (Lukas et al. 1996)。そのインドネシア通過流の主要な経路であるマカッサル海峡における流速プロファイルは、亜表層に極大を持つことが、Gordon et al. (2003) の係留計観測によって明らかにされた。このような流速プロファイルの場合、同じ流量でも、海面付近に極大を持つ場合に比べ、熱輸送量が小さくなる。したがって、熱輸送を考える上で非常に重要で、画期的な発見である。この観測事実を説明するために、Qu et al. (2005) は、フィリピン・ボルネオ島を反時計回りに回る南シナ海通過流が、マカッサル海峡の表層に北向きの流れを作るため、マカッサル海峡の南向き流の極大が亜表層に現れるという仮説を提唱した。そこで、申請者は、南シナ海通過流が通過する海峡を開いた実験と閉じた実験を海洋大循環モデルで行い、この仮説を確かめただけでなく、マカッサル海峡通過流の流量・熱輸送への影響を定量化した (Tozuka et al. 2007)。

以上の結果は、気候変動を考える上で、南シナ海通過流がこれまでに考えられていたよりも重要な役割を果たしていることを示唆するが、海洋大循環モデルでは、南シナ海通過流の大気海洋結合系における役割を調べることはできない。

2. 研究の目的

本研究では、大気海洋結合大循環モデルによるシミュレーション等を通して、南シナ海通過流の大気海洋結合系での役割を明らかにする。具体的には、大気海洋結合モデル (UTCM) で南シナ海通過流が通過する海峡を開いた実験 (CTRL) と閉じた実験 (NOSCSTF) を行い、両者の結果を比較することによって、南シナ海通過流が気候変動において果たす役割を明らかにする。

3. 研究の方法

東京大学大学院理学系研究科において、研究代表者が中心になって開発を進めてきた大気海洋結合モデル (UTCM) を用いて、180 年間のコントロール実験を行った。

UTCM は、地球フロンティアで開発された FrAM1.0 (Guan et al. 2000) を改良した FrAM1.1 と米国の GFDL/NOAA で開発された MOM3.0 (Pacanowski and Griffies 1999) を結合させた大気海洋結合モデルである

(Tozuka et al. 2006)。解像度は、大気モデルが水平 T42、鉛直 28 層、海洋モデルが水

平方向 $0.4^\circ - 2^\circ$ 、鉛直 25 層である。海洋モデルの領域は、南緯 65 度から北緯 65 度で、その外側では、WOA94 の気候値を使用している。大気モデルと海洋モデルの間で 1 日に 1 回、フラックスを交換している。

南シナ海通過流 (図 1) の大気海洋結合系での役割を明らかにするためには、南シナ海通過流だけでなく、インドネシア通過流の主要な経路であるマカッサル海峡における流速プロファイルの平均場と季節変動を忠実に再現する必要があるため、既存の観測データとの比較を行った (図 2)。その結果、南シナ海通過流とマカッサル海峡における流速プロファイルが再現されていることが確認されたので、南シナ海のルソン海峡以外の海峡を閉じた 180 年間の感度実験を行った。

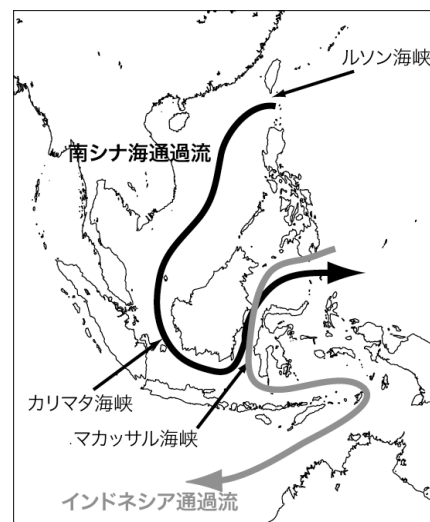


図 1 : 南シナ海通過流の模式図

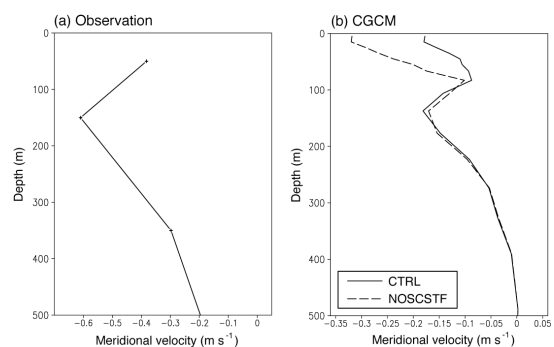


図 2 : マカッサル海峡における年平均の南北流速プロファイル。(a) 観測データ、(b) モデル結果。負が、南向きの流れを表す。実線が CTRL で再現された流速プロファイル、破線が NOSCSTF で再現された流速プロファイル。

4. 研究成果

気候への影響を調べるために両実験で再

現された海面水温の差を計算した（図3）。その結果、NOSCSTFでは、南シナ海や黒潮続流域で水温が高くなるのに対し、東・西太平洋赤道域や日本南方の海域で水温が低くなるなど、影響は、広範囲に広がっていた。

南シナ海では、約0.1PWの熱を大気から吸収しており、南シナ海通過流は、この熱を浅いカリマタ海峡から南へと輸送している。NOSCSTFでは、南シナ海通過流を止めたことによって、この熱が運び出されなくなったため、南シナ海は温暖化したと考えられる。南シナ海は、もともと海面水温が高い海域であることから、この南シナ海南部の高温化は、南シナ海とインド洋赤道域東部の降水の増加を通して、太平洋とインド洋のウォーカー循環に影響を与えていた（図4）。

次に、両実験結果で再現された気候変動現象（インド洋ダイポールモード現象、エルニーニョ現象等）の性質に変化が見られるかを調べたところ、エルニーニョ現象の卓越周期に違いが見られた（図5）。具体的には、CTRLに比べて、NOSCSTFの方が、周期が長くなっていた。そのメカニズムを探ってみたところ、NOSCSTFの方では、インドネシア通過流によって西太平洋熱帯域からインド洋へと輸送される熱が増大するために、西太平洋熱帯域に暖水が蓄積されにくくなっていることが明らかとなった。西太平洋熱帯域に暖水が蓄積されることがエルニーニョ現象の発生の前提条件の1つとなっているため、上記によって、エルニーニョ現象の周期の変化が説明できる。一方、太平洋赤道域の成層構造の変化による赤道ケルビン波の位相速度にはほとんど変化は見られず、エルニーニョ現象の発現に重要な役割を果たす季節内振動（マデン・ジュリアン振動）の変化も小さかった。

したがって、本研究により、南シナ海通過流は、これまで考えられてきたよりも、全球の気候変動において、重要な役割を果たしていることが示された。本研究の成果は、海面水位が現在よりも低かったため南シナ海通過流が停止していたと考えられる最終氷期の研究にもインパクトを与えるものである。

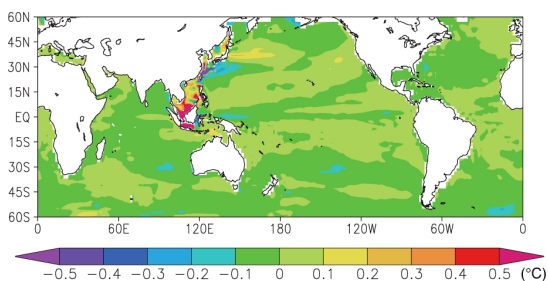


図3：CTRLとNOSCSTFで再現された年平均海面水温の差。正の値は、NOSCSTFで再現された海面水温の方が、暖かいことを示している。

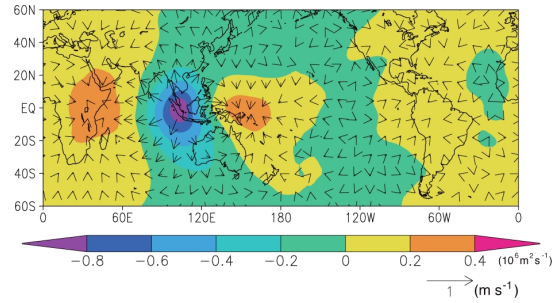


図4：CTRLとNOSCSTFで再現された年平均の200 hPaでの発散風と速度ポテンシャルの差。負（寒色系）は、NOSCSTFの方が、上空での発散が強いことを示している。

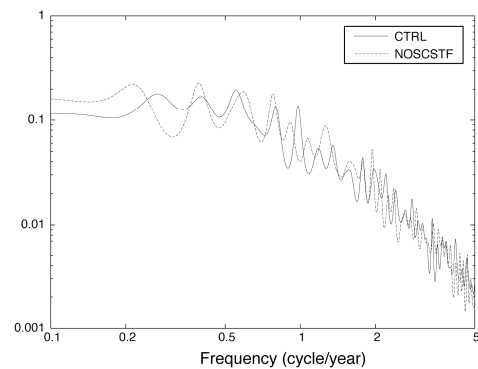


図5：Niño3.4指数のスペクトル解析の結果。実線がCTRLで再現されたスペクトル、破線がNOSCSTFで再現されたスペクトル。Niño3.4指数は、海面水温偏差の領域（120°W-170°W, 5°S-5°N）平均で定義される。スペクトルは、最大エントロピー法を用いて求めた。

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）

- ① Tozuka, T., T. Qu, Y. Masumoto, and T. Yamagata, 2009: Impacts of the South China Sea Throughflow on Seasonal and Interannual Variations of the Indonesian Throughflow. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, 47, 73-85, 査読有.
(doi:10.1016/j.dynatmoce.2008.09.001)

〔学会発表〕（計7件）

- ① Tozuka, T., T. Qu, and T. Yamagata: Roles of the South China Sea Throughflow in the Global Climate as Revealed by a Coupled General Circulation Model, International Pacific Research Center

(IPRC) Seminar, Jan. 11, 2012, Hawaii, USA.

② Tozuka, T., T. Qu, and T. Yamagata: A Coupled Modeling Study on Roles of South China Sea Throughflow in the Global Climate, 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011 年 5 月 26 日, 幕張メッセ (千葉県) .

③ Tozuka, T., A. Biastoch, P. Penven, W. Sasaki, J.-J. Luo, and T. Yamagata: An Overview of Ocean and Coupled Models, 2nd Data Buoy Cooperation Panel (DBCP) Africa/Western Indian Ocean Capacity Building Workshop, May 2, 2011, Mauritius (招待講演) .

④ Tozuka, T., T. Qu, T. Yamagata: Role of the South China Sea Throughflow in the Global Climate System, Mini-Workshop on Seasonal to Interannual Climate Variations, Nov. 30, 2010, The University of Tokyo, Tokyo.

⑤ 東塚 知己, T. Qu, 山形 俊男: 大気海洋結合モデルを用いた南シナ海通過流に関する研究, 2010 年度日本海洋学会秋季大会, 2010 年 9 月 7 日, 東京農業大学 (北海道網走市) .

⑥ Tozuka, T., T. Qu, and T. Yamagata: Role of the South China Sea Throughflow in the Global Climate System, 2010 Western Pacific Geophysics Meeting, Jun. 24, 2010, Taipei, Taiwan (招待講演) .

⑦ Tozuka, T., T. Doi, T. Kataoka, T. Miyasaka, and T. Yamagata: Climate Simulations in the University of Tokyo Coupled Model, JAMSTEC アプリケーションラボ 国際シンポジウム-南アフリカにおける気候変動と亜熱帯海洋の役割-, Dec. 3, 2009, 女性と仕事の未来館 (東京都) .

[その他]

ホームページ等: なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

東塚 知己 (TOZUKA TOMOKI)
東京大学・大学院理学系研究科・准教授
研究者番号: 40376538

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし