

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 20 日現在

機関番号：82706

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540519

研究課題名(和文)エルニーニョ発生機構の解明：沿岸湧昇と高山山脈に着目した高解像度気候モデル研究

研究課題名(英文)El Nino triggering mechanism: High-resolution climate model study focusing on coastal upwelling and high mountains

研究代表者

長谷川 拓也 (HASEGAWA, Takuya)

独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境変動領域・主任研究員

研究者番号：40466256

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：ニューギニア沖沿岸湧昇が、エルニーニョ発生に重要な役割を果たす西風バーストを強化しているという仮説を検証するため、以下の活動を行い、仮説の有効性を確認した。(1) 全球大気海洋結合モデル(SINTEX-F2)の150年間の長期出力を解析することによって、沿岸湧昇が先行するエルニーニョがモデル内で見られることを確認した。(2) 西太平洋暖水プール域に領域大気モデル(iRAM)や領域海洋モデルを設定し、2002/03年に発生したエルニーニョ発生直前の2001/2002年冬期をケーススタディーとして複数の感度実験を行い、湧昇による温度勾配の西風強化等に対する貢献を定量的に示すことが出来た。

研究成果の概要(英文)：We conducted numerical model experiments to confirm a hypothesis that coastal upwelling along New Guinea (NG) coast can strengthen westerly wind burst, which is important for trigger of El Nino. Using a high resolution global ocean-atmosphere coupled climate model (SINTEX-F2), we confirmed that El Nino that coast upwelling preceded (NG coastal upwelling preceding type El Nino) was found in 150-year output. Furthermore, we conducted regional atmosphere model (iRAM) experiment in the western Pacific as a case study in boreal winter of 2001/2002, which is just before the 2002/03 El Nino event. The results show contribution of sea surface temperature horizontal gradient due to NG coastal upwelling for the enhancement of westerly wind.

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：エルニーニョ 大気海洋相互作用 沿岸湧昇 気候モデル

1. 研究開始当初の背景

エルニーニョ現象は、赤道太平洋で卓越する大規模大気海洋相互作用現象であり、その影響は赤道太平洋のみならず地球全体の気候変動にも及ぶ。したがって、エルニーニョ発生機構のより深い理解や発生予測精度の向上が必要とされている。研究代表者が最近行った研究では、西部赤道太平洋に位置するパプアニューギニア (PNG) 沿岸海域に着目し、これまでにエルニーニョ発生機構として見落とされていたニューギニア島沖沿岸湧昇 (以下、「NG沿岸湧昇」) に焦点を当てた観測データ解析等を行った (e.g., Hasegawa et al. 2009; 2010)。その結果、1980年代以降に発生した6例のエルニーニョ現象に先行して、岸に平行な北西風によって強いNG沿岸湧昇が発生し、沿岸湧昇による海面水温低下によって西部赤道太平洋の海面水温東西勾配が正となり、この水温変化にตอบสนองして、暖水プール東進を導く西風強化が見られることを指摘した (図1参照)。

このように、NG沿岸湧昇が先行するエルニーニョ (以後、「湧昇先行型エルニーニョ」と呼ぶ) の存在を指摘したが、沿岸湧昇とエルニーニョの間に見られる一連の大気海洋プロセスには未解明な点が多く残されている。また、NG沿岸湧昇に関する西風強化機構の詳細にも未解明な部分が多く残されており、低海面水温分布が大気に与える影響を詳しく調べる必要がある。さらに、PNGにはビスマルク山脈等の3000m~5000m級の複数の高山山脈が岸に平行に連なっており (図1参照)、この山脈の存在がPNG周辺の風系形成に大きな影響を与えていると考えられる。しかしながら、NG沿岸湧昇に関する大気海洋陸面相互作用に着目した研究は過去に無い。

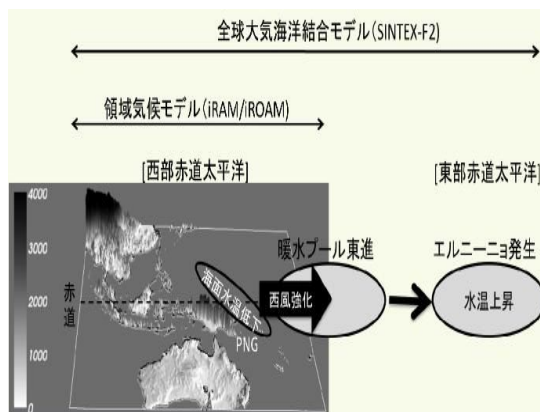


図1: パプアニューギニア (PNG) 周辺海域における、NG沿岸湧昇からエルニーニョ発生に至るプロセスを示す模式図。陸地には標高が描画されている (標高のスケールを左のバーで示す)。黒線で囲った地図の領域は本研究で用いる領域気候モデルの範囲 (iRAMなど) を示す。同じく本研究で扱うSINTEX-F2は、全球気候モデルであり赤道域全体をモデル領域に含む。

2. 研究の目的

空間スケールは小規模でありながら、西部赤道太平洋の暖水プール西側に強い海面水温低下を及ぼすNG沿岸湧昇がエルニーニョ発生に与える影響を明らかにすることを目的とする。

そのために、最近の観測研究で指摘された、NG沿岸湧昇から始まる西風強化、暖水プール東進およびエルニーニョ発生の一連のプロセスに焦点を当て、最新の高解像度全球気候モデルの150年間に及ぶ長期実験出力を用いて多数の事例を解析する。

さらに、高解像度領域気候モデルによる感度実験を多数行い、沿岸湧昇から暖水プール東進に至る西部太平洋の大気海洋変動に必要と考えられるNG高山山脈の効果を含む大気海洋陸面相互作用を調べる。

3. 研究の方法

湧昇先行型エルニーニョの発生頻度や、湧昇先行型エルニーニョに関係する赤道域全体の大気海洋変動を調べるために、全球大気海洋結合モデルであるSINTEX-F2の150年間実験から得られる海面水温データ等の海洋データや海上風等の大気データ等を解析する。

さらに、NG沿岸湧昇が西部太平洋の西風強化に及ぼす影響を解明するために、領域は西部太平洋に限定されるが実験に要する時間が短い高解像度領域大気モデル (iRAM) や領域海洋モデルを用いて、2002/03年エルニーニョ発生前に着目し、海面水温分布を変える感度実験を複数回行い大気応答の違いや、異なる大気応答が海洋に与える影響の違いを調べる。

また、NGに存在する高山山脈を除去する等の感度実験を行い、山脈の存在がPNG沿岸湧昇発生やエルニーニョ発生に関する西部赤道太平洋の大気海洋相互作用に及ぼす影響の大きさを調べる。

4. 研究成果

NG沿岸湧昇がエルニーニョ発生に重要な役割を果たす西風バーストを強化しているという仮説を検証するため、以下の活動を行い成果を得た。

(1) 全球大気海洋結合モデル実験結果

全球大気海洋結合モデル (SINTEX-F2) の150年間の長期出力を解析することによって、沿岸湧昇が先行するエルニーニョ (湧昇先行型エルニーニョ) と沿岸湧昇が先行しないエルニーニョ (非湧昇先行型エルニーニョ) の二種類のエルニーニョがモデル内で見られることを確認した。さらに、この二種類のエルニーニョの空間分布等を調べた結果、湧昇先行型エルニーニョは、観測データで見られるエルニーニョもどき現象と類似する特徴を示していた。一方、非湧昇先行型は、1950年代から60年代に発生した東部赤道太平洋

を西向きに伝播する海面水温を伴う弱いエルニーニョと類似していた。この結果から、NG 沖の沿岸湧昇の有無とエルニーニョタイプの間に関連があることが示唆された。

(2) 領域大気モデルおよび海洋モデル実験結果

NG 海域に焦点を当てた感度実験を実施するために、西太平洋暖水プール域に領域大気モデル (iRAM) を設定し、2001/2002 年冬期をケーススタディーとして実験を行った。様々な海面水温を入れ替えた対照実験により、湧昇による温度勾配の西風強化に対する貢献を定量的に示すことが出来た。くわえて、領域海洋モデルを用いて、湧昇で強化される西風が海洋ケルビン波による応答に大きく貢献していることを確かめた。

(3) 領域大気海洋結合気候モデル実験結果

領域モデル同士を結合し、大気海洋結合モデルとして完成させ、海面温度や高山山脈の存在がパプアニューギニア周辺の降水量などに影響があることを確かめた。

(4) 本研究の意義や将来への展望など

本研究から、沿岸湧昇という局所的な現象が、エルニーニョのような大規模スケール現象に一定の役割を果たす可能性が示された。これは、気候や気象のスケール間相互作用に関する新しい知見を提供するものであり、気候システムの理解を深めることやエルニーニョ予測精度の向上に寄与する成果である。

また、2014 年の冬/春季に沿岸湧昇を伴う西風バーストが発生しており、気象庁や NOAA が 2014 年夏季におけるエルニーニョ発生を予測している。本研究は、このような現在進行形の現象に対しても注目すべき視点を提供できた。

本研究で構築した各種領域モデルは、本研究とは異なる境界条件の設定などを適用することで、今後の西太平洋の大気海洋結合研究の資産として利用可能である。

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)

Miyama, T. and T. Hasegawa: Impact of sea surface temperature on westerlies over the western Pacific warm pool: Case study of an event in 2001/02. SOLA, 査読有り, vol. 10, 2014, pp. 5-10, DOI: 0.2151/sola.2014-002

[学会発表](計18件)

長谷川 拓也・美山 透・田口 文明・Jing-Jia Luo・清木 亜矢子: 大気海洋結合モデル 150 年間シミュレーションにおけるパプアニューギニア沖沿岸湧昇とエル

ニーニョの関係. 日本海洋学会 2014 年春季大会. 2014/03/29、東京海洋大学、東京都.

Miyama, T.: Development of the New Version of the IPRC Regional Ocean-Atmosphere Coupled Model (iROAM). 6th OFES International Workshop and 3rd ESC-IPRC Joint Workshop on Computationally-Intensive Modeling of the Climate System. 2013/12/04, University of Hawaii, Honolulu, USA.

Hasegawa, T., T. Miyama, J.-J. Luo, B. Taguchi, A. Seiki, S. K. Behera: Relationship between New Guinea Coastal Upwelling and Different Type of El Nino in a Global Ocean-Atmosphere Coupled Model. 6th OFES International Workshop and 3rd ESC-IPRC Joint Workshop on Computationally-Intensive Modeling of the Climate System. 2013/12/04, University of Hawaii, Honolulu, USA.

Miyama, T., and T. Hasegawa: Regional climate modeling study of wind variations over western Pacific warm pool before El Nino onsets. 5th OFES International Workshop. 2013/01/24, GODAC, Nago.

美山 透, 長谷川 拓也: ニューギニア沿岸湧昇と高山山脈に着目した領域気候モデル研究. 日本気象学会 2012 年度秋季大会. 2012/10/03、北海道大学、札幌市.

長谷川 拓也, 安藤 健太郎, 水野 恵介, Roger Lukas, 田口 文明, 佐々木 英治, Jing-Jia Luo, 美山 透, 清木 亜矢子: ビスマルク海における沿岸湧昇とエルニーニョ・イベントの関係に着目した観測研究およびモデル研究. 日本地球惑星科学連合 2012 年大会. 2012/05/12、幕張メッセ、千葉市.

Hasegawa, T., K. Ando, K. Mizuno, R. Lukas, B. Taguchi, H. Sasaki, T. Miyama, and J.-J. Luo: Coastal upwelling and upper ocean circulation in the Bismarck Sea - Observation and model simulation. 2012 Ocean Sciences Meeting. 2012/02/23, The Salt Lake Palace Convention Center, Salt Lake City, USA.

Miyama T. and T. Hasegawa: Regional climate modeling study of wind variations over western Pacific warm pool before El Nino Onsets. Fourth OFES International Workshop and Second ESC-IPRC Joint Workshop on Computationally-Intensive Modeling of

the Climate System. 2011/12/02,
University of Hawaii, Honolulu, USA.

〔図書〕(計1件)

美山 透 他、朝倉書店、図説地球環境の
事典、2013、36-37、66-67

〔その他〕

研究成果報告ホームページ：

https://dl.dropboxusercontent.com/u/31000146/JSPS_kaken01/home.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長谷川 拓也 (HASEGAWA, Takuya)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境
変動領域・主任研究員
研究者番号：40466256

(2) 研究分担者

美山 透 (MIYAMA, Toru)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境
変動領域・研究員
研究者番号：80358770

(3) 連携研究者

田口 文明 (TAGUCHI, Bunmei)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球シ
ミュレータセンター・研究員
研究者番号：80435841

清木 亜矢子 (SEIKI, Ayako)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境
変動領域・研究員
研究者番号：20435845

(4) 研究協力者

羅 京佳 (LUO, Jing-Jia)
Centre for Australian Weather and Climate
Research・Senior Scientist

WANG, Yuqing
IPRC/University of Hawaii・Professor

RICHARDS, Kelvin
IPRC/University of Hawaii・Professor