

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 19 日現在

機関番号：12614

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K05284

研究課題名(和文) 北太平洋亜熱帯水温前線における大気海洋相互作用の解明

研究課題名(英文) Study of ocean-atmosphere interaction in the North Pacific subtropical sea surface temperature front

研究代表者

小橋 史明(KOBASHI, Fumiaki)

東京海洋大学・学術研究院・准教授

研究者番号：80377077

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：北太平洋の亜熱帯海面水温前線における大気海洋相互作用の実態とメカニズムの解明を目指して研究を実施した。亜熱帯水温前線は、日本の梅雨に先行して現れる春季の降水帯に大きな影響を及ぼしていること、さらに、水温前線上を頻繁に通過する温帯低気圧が水温前線帯の表層水温や水温前線を変化させていること、温帯低気圧自体も水温前線の影響を受けていることを明らかにした。また、亜熱帯前線付近における海洋循環の形成と変動における大気海洋相互作用の役割を指摘した。

研究成果の概要(英文)：The present study examined ocean-atmosphere interaction in the North Pacific subtropical sea surface temperature front. We found that the subtropical front has great effect on the rain band that appears in spring as a precursor of the Baiu rainy season in Japan, and that extratropical cyclones that often pass over the subtropical front in spring have significant effect to change sea surface temperature and the subtropical front, which in turn affects the extratropical cyclones themselves. It is also shown that ocean-atmosphere interaction plays an important role in formation and variability of the ocean circulation in the vicinity of the subtropical front.

研究分野：大気海洋相互作用，海洋物理学

キーワード：亜熱帯前線 海面水温前線 梅雨前線 大気海洋相互作用 降水 海洋循環

1. 研究開始当初の背景

近年、気候の形成と変動における中緯度海洋の重要性が認識されつつある。特に、海面水温が水平的に大きく変化する水温前線の近傍で海洋に起因する大気循環や降水の存在が明らかになり、大気に及ぼす水温前線の影響が国内外において活発に研究されてきた。しかし、これらの研究は、西岸境界流などの強流域に見られる前線を対象としており、比較的流れの弱い亜熱帯の海盆内部に見られる前線に着目した研究は少ない。

北太平洋では、亜熱帯内部域に、亜熱帯反流と呼ばれる弱い東向流が存在し、これに関係する顕著な水温前線が、海盆を東西に横断している。この亜熱帯水温前線における大気海洋相互作用は、亜熱帯域の気候や海洋に重要な影響を与えていると考えられるが、現象の全体像の解明には至っていない。

2. 研究の目的

本研究は、北太平洋亜熱帯水温前線に着目し、前線における大気海洋相互作用の実態とメカニズムを解明する。亜熱帯西部海域では、水温前線が日本の梅雨に先行して現れるプリ梅雨に及ぼす影響、東部海域では、水温前線が大気海洋間の熱交換と大気循環に及ぼす影響、その影響が海洋循環に果たす役割を解明する。各海域の現象の関係や海盆規模の大気強制との関係を示し、亜熱帯前線域の大気海洋相互作用現象の統合的理解を目指す。

3. 研究の方法

人工衛星観測、アルゴフロート観測などの海洋観測資料や大気海洋の再解析資料を解析する。亜熱帯水温前線が大気に及ぼす影響については、大気モデルを用いて、海面水温を人工的に平滑化する実験を実施し、海面水温前線の影響を評価する。

4. 研究成果

亜熱帯西部海域において、日本の梅雨に先行して現れるプリ梅雨の降水帯に及ぼす三つの亜熱帯水温前線の影響を明らかにした。一つ目は、海面からの蒸発による降水強化である。春季の水温前線は、水温が比較的高いため、大量の水蒸気を大気に供給し梅雨を強化する。二つ目は、大気擾乱の形成を通じた梅雨への影響である。水温前線は下層大気の傾圧性を強化し、大気擾乱を前線に沿って活発化させることにより、渦水蒸気フラックスの発散を引き起こし、水温前線上の降水の弱化をもたらす。気候学的平均の降水は、亜熱帯水温前線に沿って弱く、モンスーンに伴う梅雨の降水帯を水温前線が南北に分断していることが明らかになった。

三つ目は、水温前線上に沿って形成される平均の低気圧性循環による梅雨の降水の強化である。大気擾乱は、渦度および熱フラックスの強制によって低気圧性循環の大気循環を励起し、亜熱帯ジェットを強化する。亜

熱帯ジェットの強化は、水蒸気フラックスの収束をもたらす降水を強める。これらの結果は、梅雨の降水帯の分布や強度に、亜熱帯水温前線が重要な影響を及ぼしていることを示している。従来、気象学的観点から研究されてきた梅雨前線に対して、海洋の水温前線の重要性を指摘した本研究の成果は、学術的意義が高く、梅雨前線の理解を大きく進展させたと考えられる。

西部海域の亜熱帯水温前線上を頻繁に通過する温帯的低気圧に着目し、梅雨の前の春季における大気海洋相互作用を調べた。温帯低気圧は、海面水温の低下を引き起こし、特に、混合層の浅い亜熱帯水温前線に沿って約1程度の低下をもたらすことが明らかになった。この水温低下は、主に、温帯低気圧による海面冷却と混合層深化に伴う亜表層水のエントレイメントによって起こることを示した。さらに、海面水温の低下は、亜熱帯水温前線を強化させることを指摘した。水温前線の強化は、大気下層の形成圧性を増大させ、温帯低気圧の発生と通過を促進させる。活発な温帯低気圧活動は、さらに海面水温の低下と水温前線の強化をもたらす。この正のフィードバックは、大気海洋相互作用における温帯低気圧の重要性を示している。これまで温帯低気圧と海洋の相互作用を調べた研究は少なく、本研究の成果は、中緯度の大気海洋相互作用の理解に大きく貢献した。

亜熱帯東部海域において、人工衛星観測の海面高度資料およびアルゴフロート観測資料の解析から、亜熱帯水温前線の北側に反時計回り、南側に時計回りの局所的な海洋循環が対となって存在することを指摘した。これらの海洋循環の強度は、約5年周期で変動し、南側の時計回りの循環は、海上風の変動と相関が高く、海上風により駆動されていると考えられた。この海上風の変動は、海面水温前線に沿って放出される熱フラックスの変動との関連が示唆され、亜熱帯水温前線における大気海洋相互作用が海洋循環の形成と変動に役割を果たしていることを指摘した。

本研究により、亜熱帯水温前線の西部域と東部域における大気海洋相互作用の理解が大きく進展した。今後は、両海域の関連について調査研究を進めることが望まれる。

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7件)

Taguchi, B., N. Schneider, M. Nonaka, and H. Sasaki, Decadal Variability of Upper Ocean Heat Content Associated with Meridional Shifts of Western Boundary Current Extensions in the North Pacific, *Journal of Climate*, 30, 2017, 6247-6264, doi:10.1175/JCLI-D-16-0779.1

Kobashi, F., Y. Onikata, N. Iwasaka, Y. Kawai, E. Oka, K. Uehara, S.-I. Ito, M. Odamaki, and H. Sasaki, 2016: Small meanders of the Kuroshio Extension and associated northward spreading of warm water: Three-vessel simultaneous observations and an eddy-resolving ocean model simulation. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 121, 5315-5337, doi:10.1002/2016JC011969

Kimizuka, M., F. Kobashi, A. Kubokawa, and N. Iwasaka, 2015: Vertical and horizontal structures of the North Pacific subtropical gyre axis. *Journal of Oceanography*, 71, 409-425, doi:10.1007/s10872-015-0301-9.

[学会発表](計14件)

Kobashi, F., H. Doi, N. Iwasaka: Effects of extratropical cyclones on sea surface temperature in the western subtropical North Pacific. 2018 Ocean Sciences Meeting, Portland, USA, 2018年2月11-16日.

Taguchi, B., K. Nishii, H. Nakamura, Y. Kosaka, M. Mori, T. Miyasaka, N. Komori, A. Kuwano-Yoshida, M. Nonaka, Quantifying the relative contribution of remote influence from tropics and extra-tropical oceanic variability on the interannual-to-decadal variability of the midlatitude atmosphere. 2018 Ocean Sciences Meeting, Portland, USA, 2018年2月11-16日.

土井晴貴, 小橋史明, 岩坂直人: 春季の温帯低気圧が海洋表層に及ぼす影響について. 日本海洋学会秋季大会, 2017年10月14-16日, 仙台市.

Kobashi, F., T. Ogata, S.-P. Xie and B. Taguchi: Effects of the North Pacific subtropical front on the Baiu/Meiyu rainband in a 60-km AGCM. Japan Geoscience Union and American Geophysical Union Joint Meeting 2017, Makuhari Messe, Chiba, 2017年5月20-25.

Taguchi, B., N. Schneider, M. Nonaka, Y. Morioka, S. Kido, and T. Tozuka, Subsurface warming and salinification associated with the 2013-2015 North Eastern Pacific warm "blob", Meeting on perspectives in computational atmosphere and ocean

science and 8th OFES International workshop, Nagoya, Japan, 2017年3月14日.

Kobashi, F., T. Ogata, S.-P. Xie and B. Taguchi: Effects of the North Pacific subtropical SST front on the Baiu/Meiyu precipitation. American Geophysical Union Fall meeting 2016, San Francisco, California, 2016年12月12-16日.

Taguchi, B., M. Nonaka, N. Schneider, and H. Nakamura, Extratropical Frontal- and Meso-scale Air-Sea Interaction: Response of atmosphere-ocean system to latitudinal shifts of the North Pacific Subarctic frontal zone, CLIVAR Open Science Conference, Qingdao, China, 2016年9月21日.

Kobashi, F. and B. Taguchi: Effects of the North Pacific subtropical SST front on the Baiu precipitation. Japan Geoscience Union Meeting 2016, Makuhari Messe, Chiba, 2016年5月22-26日.

Taguchi, B., N. Schneider, M. Nonaka, H. Sasaki: Low-frequency variability of upper ocean heat content associated with meridional shifts of Western Boundary current extensions in the North Pacific. 2016 Ocean Sciences Meeting, New Orleans, Louisiana, 2016年2月24日.

Taguchi, B., H. Annamalai, J. Hafner, and A. Kuwano-Yoshida: Thermodynamical processes associated with the life-cycle of the Monsoon intraseasonal variability in CFES integrations. 2015 AGU Fall Meeting, San Francisco, California, 2015年12月18日.

小橋史明: 水温前線が梅雨初期の降水に及ぼす影響. 名古屋大学宇宙地球環境研究所 共同利用研究「大気海洋相互作用に関する研究集会」. 京都大学理学部, 2015年12月12-13日.

Taguchi, B., N. Schneider, M. Nonaka, H. Sasaki: Decadal variability of upper ocean heat content in the western boundary current regions, the 26th IUGG General Assembly, Prague, Czech Republic, 2015年6月30日.

〔図書〕(計2件)

田口文明・岡英太郎・佐々木克徳・杉本周作・見延庄士郎, 2016: 黒潮続流域の大気海洋相互作用と北太平洋十年規模変動, 気象研究ノート「気候系の hot spot: 中緯度大気海洋相互作用の最前線」(11章), 編集者: 中村・川村・早坂・立花, 印刷中

小橋史明, 現場観測による黒潮・親潮続流の大気海洋相互作用研究(5.3節執筆), 気象研究ノート, 印刷中

〔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

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小橋史明 (KOBASHI, Fumiaki)
東京海洋大学・学術研究院・准教授
研究者番号: 80377077

(2) 研究分担者

田口文明 (TAGUCHI, Bunmei)
東京大学・先端科学技術研究センター・特任准教授
研究者番号: 80435841

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

尾形友道 (OGATA, Tomomichi)
国立研究開発法人海洋研究開発機構・アプリケーションラボ・研究員