

令和元年6月7日現在

機関番号：82401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K01177

研究課題名(和文) 東アジアと西部太平洋の気候変動を繋ぐ東シナ海/南シナ海の役割

研究課題名(英文) Role of the Sea Surface Temperature over the East China Sea and South China Sea in the linkage of the climate change between East Asia and Western Pacific.

研究代表者

梶川 義幸 (Kajikawa, Yoshiyuki)

国立研究開発法人理化学研究所・計算科学研究センター・上級研究員

研究者番号：20572431

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、主に観測データの解析を通じて、地理的に東アジアと西太平洋の間に位置する東シナ海に着目し、その海面水温が冬季アジアモンスーン(北東風)の強弱によって変動し、春季に極大を迎えた偏差が引き続く夏季アジアモンスーンの降水に影響を与えることを明らかにした。この海面水温偏差は、太平洋やインド洋の海面水温変動と有意な相関関係はなく地域的に限定されていた。また、この海面水温偏差がアジアモンスーンの季節内変動の変調や雨季の開始に果たす役割も明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東シナ海や南シナ海海面水温がアジアの気候変動に対して、冬季から夏季への季節を跨いだ偏差の受け渡しとしての役割を果たしていることを解明したことは、今後の天気の季節予報を考える上でも意義深い。エルニーニョやダイポールモードに代表される太平洋・インド洋だけでなく、当該領域の数値モデルでの再現性向上が必要不可欠であることを示唆し、政治的には難しい領域ではあるが、今後の長期的な観測の必要性を提唱することに繋がる成果である。

研究成果の概要(英文)：The Sea surface temperature (SST) over the East China Sea (ECS) has large interannual variability with peak in boreal spring. We investigated these SST anomalies and found the important role of these anomalies in the linkage between Asian winter and summer monsoon variability by using observational datasets. Of great interest is that these SST anomalies are confined around the ECS and not significantly related to the broad scale Pacific and Indian Ocean SST anomalies. They are well associated with the variability of the northeasterly flow along the southern China, East Asian winter monsoon. On the other hand, these SST anomalies, maintained and enhanced until boreal spring, leads rainfall anomalies over the southeastern part of China. We also examined the role of these SST anomalies on the intraseasonal oscillation and monsoon onset variability.

研究分野：気候学・気象学

キーワード：気候変動 モンスーン 東シナ海 南シナ海 海面水温 大気海洋相互

1. 研究開始当初の背景

アジア地域の気候は季節風に代表されるモンスーンに強く支配されている。モンスーンの変動はすなわちアジアの気候変動に直結し、農業や経済活動に広く影響を与えることから、モンスーンの変動を理解し適切な予測に繋げることは重要な課題である。日本を含む領域は東アジアモンスーン域、対流活動の活発な南シナ海やフィリピン海周辺は北西太平洋モンスーン域と分類されており、地理的に 2 つのモンスーン領域の間に位置するのが東シナ海/南シナ海である。

東シナ海/南シナ海においては東西方向の海面水温傾度が顕著であり、その形成プロセスは気候学的な季節進行と密接に関係していることが知られている(Toy and Johnson, 2014)。しかしながら、東シナ海/南シナ海の海面水温変動がアジアモンスーン域の長期的な気候変動に果たす役割については、ほとんど研究されていない。また、北半球冬季に最盛期を迎えるエルニーニョ現象に代表される広域太平洋における海面水温偏差と夏季のモンスーンに対する季節を超えた影響については多くの研究結果が報告されている(Kawamura 1998, Wang et al. 2002)が、東シナ海/南シナ海の役割に着目した冬季から夏季へのモンスーン変動の伝搬に関する研究は行われておらず、未解明のままになっている。

2. 研究の目的

本研究では、地理的に東アジアと西太平洋の間に位置する東シナ海に着目し、その海面水温偏差の東アジアの気候変動に対する役割について明らかにする。具体的には、(1) 東シナ海における海面水温変動の季節性と変動の持続性の解明、(2) 冬季の東アジアモンスーンの変動と東シナ海の海面水温変動との関係の解明、(3) 東シナ海の海面水温変動と引き続く夏季のアジアモンスーン変動との関係を解明。夏季のアジアモンスーン開始や、内在する季節内変動に対する役割についての考察、(4) 大気大循環モデルを用いて、観測データ解析で得られた結果の検証が含まれる。

3. 研究の方法

本研究では、東アジアと西部太平洋の気候変動を結び、東シナ海/南シナ海の役割に焦点を絞り、特に冬季の東アジアモンスーンの変動がどのような過程を経て、夏季のアジアモンスーンの変動に寄与するのかを定性的・定量的に明らかにする。具体的には、(a) 海面水温/海洋混合層の長期データを用いて東シナ海/南シナ海における海面水温変動特性を明らかにする、(b) 衛星データ、客観解析データを用いて、東シナ海/南シナ海の海面水温と冬季東アジアモンスーン変動との関係を明らかにする、(c) 衛星データ、客観解析データ、地点降水量データなどを用い、春季における東シナ海の海面水温と夏季モンスーンとの関係を統計解析によって明らかにする。(d) 東シナ海の海面水温の変動に対する相関解析、合成図解析を行い、現実の気候変動シグナルの季節を超えた伝搬について明らかにする、(e) これらの結果を大気モデル相互比較実験 (AMIP) などのデータを比較することで、現在の気候モデルにおける再現性を考察する。尚、本研究では東シナ海の海面水温の経年変動に着目するため、1979 年から 2018 年における降水量・海面水温・再解析によって得られた気象要素のデータを使用した。

4. 研究成果

東シナ海における海面水温変動およびその東西方向の温度傾度は、北半球冬季から春季にかけて大きな経年変動分散を持ち、3 月から 4 月にかけて極大を迎える(図 1)。これは東シナ海において気候学的に海面水温が下がり温度傾度が増加する時期と一致する。同様に、4 月における経年変動分散の空間分図から、海面水温の経年変動が大きな領域は気候学的に東西平均水温より相対的に低い、北緯 22 度以北の東シナ海で顕著である(図 2)。一方で、これらの領域における海面水温変動は、盛夏期には極小となる。図 2 に 4 月における海面水温の標準偏差が 1 を越えた領域で平均した海面水温偏差の時系列を示す。1990 年半ば以降、有意な温暖化傾向を示し、気候学的な東西方向の温度傾度は近年減少する傾向であることがわかった。

この東シナ海における海面水温偏差は、エルニーニョに代表されるような太平洋広領域やインド洋における海面水温変動と有意な相関関係はなく、地域的に限定されていることがわか

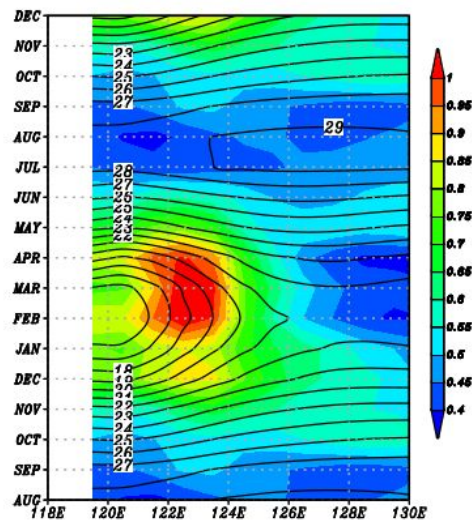


図 1: 北緯 25 度における月別海面水温の経年変動分散(陰影)と気候値(実線)の経度時間断面図

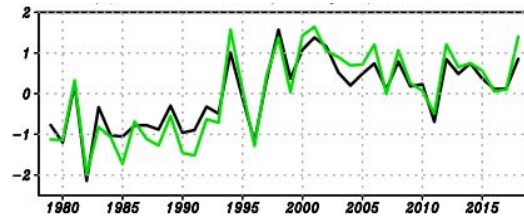
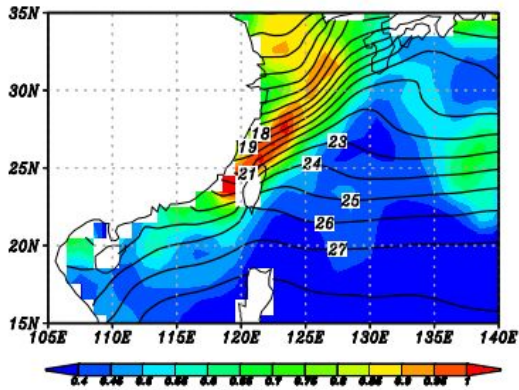


図 2: (左) 4 月における海面水温の経年変動分散 (陰影) と気候値 (実線)。 (上) 経年変動分散が 1 を超える領域で平均した時系列。

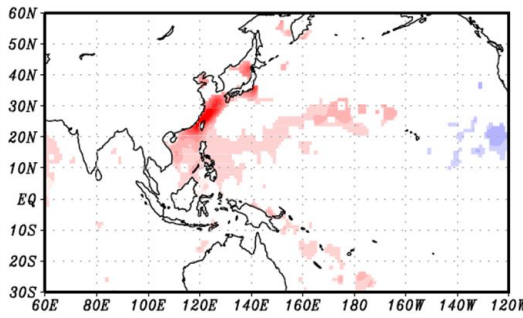


図 3: 図 2 の時系列に対する 4 月の海面水温の回帰係数分布図。

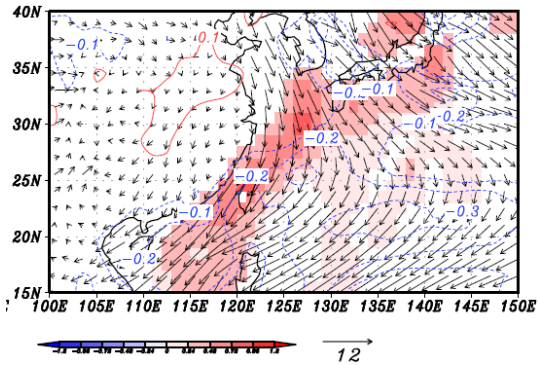


図 4: 図 2 の時系列に対する 1 月海面水温 (陰影)、高度 10m の水平風速 (実線) の回帰係数、および高度 10m の水平風 (ベクトル)。

った (図 3)。また、南シナ海における海面水温偏差との相関も低く、図 2 で得られた東シナ海の海面水温の変動は南シナ海の変動とは必ずしも一致しないことが示唆された。

4 月にピークを迎える東シナ海の海面水温偏差は北半球冬季から始まる。4 月の海面水温変動 (図 2) を基にラグ回帰分析を行った結果、近年の温暖化傾向にある東シナ海の海面水温偏差は、冬季における東アジアモンスーン (北東季節風) の弱化に対応していることがわかった。(図 4)。解析の結果、地表面付近の風速の減少による海面からの蒸発 (潜熱) の抑制効果と、海洋表層の混合の効果、北から冷たい海水の移流が抑制効果によって、海面水温の上昇が説明できた。この東シナ海の海面水温の上昇傾向は、気候学的な風向の変化、すなわち冬季アジアモンスーンから夏季アジアモンスーンへと移り変わるまでの間維持され、結果として春季から夏季にかけてピークを迎えることから、大気海洋相互作用の結果として生じていることが示唆された。これらの海面水温の温暖化傾向とそれに伴う東西方向の温度傾度の減少は、大気境界層の収束偏差を通じて中国大陸南東部における夏の始めの降水量の増加をもたらす。これは Kajikawa et al (2012) で示された 6 月平均降水量の 30 年間トレンドと類似しており、初夏に見られる中国大陸南東域における降水量の増加傾向に、冬季アジアモンスーンの弱化が東シナ海の海面水温偏差を通して影響している可能性を示唆するものである。

一方、本研究過程において得られた副次的な結果として、東シナ海とは別の変動傾向にあった南シナ海およびフィリピン海の海面水温偏差の夏季の気候変動に対する役割も明らかになった。その一つが、夏季アジアモンスーンにおける季節内変動の数十年規模の変調に対する役割である。1980 年代から 1990 年代においてフィリピン海が南シナ海に比べて相対的に暖かいことで、季節内変動の活発化に不都合な循環場がインド洋で形成されていた (図 5 左)。一方、1990 年代以降は、南シナ海とフィリピン海を含む広域で温暖化が起こり、季節内変動の活発化をもたらす局所的な南北の循環が強化された。

また、東アジア/東南アジアモンスーンの開始日に対して、フィリピン諸島を挟んだ西側の南シナ海と東側のフィリピン海における海面水温偏差の役割に違いがあることを見出した。西部太平洋域におけるモンスーンの開始日には年々変動と 1990 年代中頃を境にした長期変動が見られるが、年々変動は南シナ海の海面水温偏差との関係が、長期変動はフィリピン海の海面水温偏差との関係が深いことがわかった。

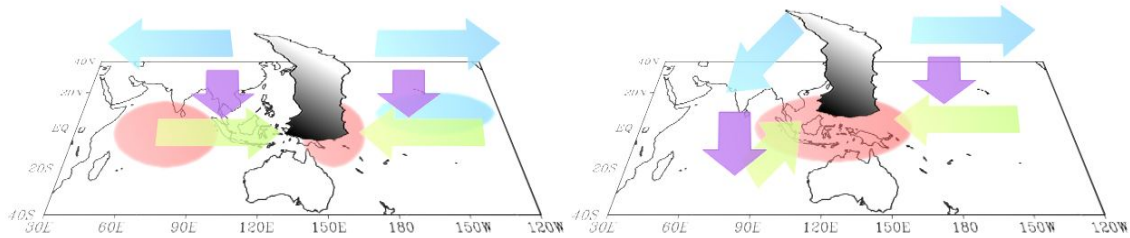


図 5: 1980 年代から 90 年代(左) および、1990 年代から 2000 年代(右)の夏季における海面水温偏差(陰影)、下層風偏差(黄)、上層風偏差(青)、鉛直風偏差(紫)を示す模式図。

本研究課題では主に観測データの解析を基に、東シナ海における海面水温偏差が大気海洋相互作用を通じてアジア域における冬季から夏季の気候変動を繋ぐことを示し、東シナ海の海面水温が日本を含む東アジア域における今後の季節予報・気候変動予測に重要であることを明らかにした。大気海洋結合モデルでは、水平解像度や西部太平洋域の気候学的な場の再現性などの問題から、観測値の解析から得られた東シナ海における海面水温偏差パターンを得ることは困難であったが、全球雲解像モデルに海面水温を与えた現在気候実験結果から、東シナ海の海面水温偏差に対する夏季アジアモンスーンの応答については確認することができた。エルニーニョやダイポールモードに代表される太平洋・インド洋だけでなく、本研究対象領域の数値モデルでの再現性向上が、今後の季節予報や気候変動予測の精度向上には必要不可欠であると言える。実観測データの取得には政治的には難しい領域ではあるため、今後は東シナ海・南シナ海・フィリピン海を含む海洋性大陸、特に海洋と島嶼域が複雑に混在した領域における対流活動や海洋との相互作用の理解を深め、数値モデルでの再現性向上に寄与することが求められる。また、東シナ海・南シナ海における海面水温だけでなく海洋内部の変動との関係についても議論が必要であると考えらる。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

1. Yamaura, T. and Y. Kajikawa, 2017: Decadal change in the boreal summer intraseasonal oscillation, *Climate Dyn.*, DOI: 10.1007/s00382-016-3247-8. (査読有)

〔学会発表〕(計 5 件)

1. Kajikawa, Y., and A. Higuchi, Different role of SST over the South China Sea and Philippine sea on South China Sea Summer Monsoon Onset, AOGS 15th Annual meeting, Honolulu, Hawaii, June 03-08, 2018.
2. Kajikawa, Y. and T. Yamaura, Decadal change in the boreal summer intraseasonal oscillation, AGU fall meeting, New Orleans, LA, USA, December 11-15, 2017.
3. Kajikawa, Y. and T. Yamaura, Decadal change in the boreal summer intraseasonal oscillation, Sixth WMO International Workshop on Monsoons (IWM-VI), Singapore, Nov 13-17, 2017.
4. **梶川義幸**, Ye -Won SEO, Kyung-Sook YUN, Kyung-Ja HA, Richard H. JOHNSON, 東アジアの冬季・夏季モンスーン年々変動を繋ぐ東シナ海の海面水温の役割, 日本気象学会秋季大会, 名古屋, 2016 年 10 月 26 日-2016 年 10 月 28 日.
5. Kajikawa, Y., Y. -W. Seo, K. -S. Yun, K. -J. Ha and R. Johnson, Role of the SST Over the East China Sea in the Linkage Between East Asian Winter and Summer Monsoon Variability, First Asian Conference on Meteorology, Kyoto, Japan, October 26-27, 2015.

〔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〕なし

6. 研究組織

(1)研究分担者 なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名：山浦 剛

ローマ字氏名： YAMAURA Tsuyoshi

研究協力者氏名：樋口 篤志

ローマ字氏名： HIGUCHI Atsushi

研究協力者氏名：Richard H. Johnson

ローマ字氏名：Richard H. Johnson

研究協力者氏名：Kyung -Ja Ha

ローマ字氏名： Kyung -Ja Ha

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。