

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 19 日現在

機関番号：82706

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25282085

研究課題名(和文) 西部北太平洋モンスーンの長期変動によるアジア沿岸域の気候への影響

研究課題名(英文) The influence of long-term variability of western north Pacific summer monsoon to the coastal Asian climate

研究代表者

久保田 尚之(KUBOTA, Hisayuki)

国立研究開発法人海洋研究開発機構・大気海洋相互作用研究分野・研究員

研究者番号：40359211

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：過去117年間の気象データを復元し、日本を含む東アジアから太平洋域の夏の天候の年々変動を広く特徴づける大気圧分布のパターンであるPJパターンを1897年 - 2013年まで定義した。この結果、PJパターンと東アジアの夏の気温、東南アジアの雨季の雨量、沖縄や台湾を通過する台風数、日本のコメの収穫量、長江の流量などとの相関関係が、明瞭な時期と不明瞭な時期とが数十年周期で繰り返し訪れていることを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Long index of Pacific-Japan pattern from 1897 to 2013 was developed using historical station-based atmospheric pressure data. This index is correlated with a wide array of climate variables including air temperature, precipitation, Yangtze River flow, Japanese rice yield and the occurrence of tropical cyclones over the western north Pacific (WNP). For the 117-year period, this ENSO-PJ relationship varies on interdecadal time scales, with low correlations in the 1920s and from the 1940s to 1970s, and recurrences of significant correlations at the beginning of the 20th century and the 1930s. In accordance with the modulation, the magnitude and regional climate effect of the PJ variability have changed. These results highlight the importance of interdecadal modulations of climate anomalies in the summer WNP and the need of long-term observations to study such modulations.

研究分野：熱帯気象学

キーワード：モンスーン 西太平洋 長期変動 アジア

1. 研究開始当初の背景

(1) アジア沿岸域の夏の気候

西部北太平洋モンスーン

西部北太平洋のフィリピン海の海洋上の雲活動が夏季に活発化するモンスーンを指す。

PJ パターン

西部北太平洋モンスーンに代表されるフィリピン海の雲活動が活発な年は、日本が猛暑になり、不活発な年は冷夏になることが知られている。これをフィリピン海の低気圧偏差と日本付近の高気圧偏差のシーズン関係が現れることで、Pacific-Japan (PJ) と定義している。

(2) アジア沿岸域の夏の気候の年々変動

最近では、前年のエルニーニョ/ラニーニャ(ENSO)がインド洋を介して、翌夏のフィリピン海の雲活動の年々変動に関することが明らかとなり、日本だけでなく、アジア沿岸域の広範囲の夏の気候に影響することが考えられる。

(3) 100年スケールの気象データの発掘

これまで研究代表者は、埋もれて使用されてこなかった19世紀末から20世紀前半の気象データの発掘とデジタル化(データレスキュー)に力を入れてきた。

(4) 本研究への着想

研究代表者の予察的研究では、地点気圧データを用いて、PJパターンの指標を定義することができ、これまでに発掘した気象データを用いることで、1897年までPJパターン遡ることができる。つまり、この指標を用いると100年スケールのアジア沿岸域の夏の気候の長期変動を理解することが可能になる着想に至った。

2. 研究の目的

(1) アジア沿岸域の20世紀の降水量、特に気温、気圧データの紙媒体を収集し、デジタル化する。

(2) アジア沿岸域の20世紀の夏季の気候変動を降水量、気温データから明らかにする。

(3) 気圧データを20世紀客観解析データに取り込み、用いることで、西部北太平洋モンスーンや台風活動の長期変動に対応したアジア沿岸域の夏の気候への影響を解明する。

3. 研究の方法

(1) 地上気象データの収集とデジタル化

日本と旧統治領

中央気象台月報に掲載された台湾、朝鮮、千島、樺太、満州の1901-1940年の日降水量、

気温、気圧データを収集し、デジタル化した。日本の灯台の1877年の気象データを収集し、デジタル化した。

中国

China coast registerに掲載された中国沿岸の1873-1880年の日降水量、気温、気圧、風のデータを収集し、デジタル化した。

旧フランス領インドシナ

フランス気象局、ベトナム水文気象局の1900年代から1972年の日降水量や月降水量を収集し、デジタル化した。

フィリピン

フィリピン気象月報に掲載された1942-1944年の日降水量、気温、気圧データを収集しデジタル化した。1868-1883年のマニラの気象データを収集しデジタル化した。

(2) PJパターンの指標を作成

夏季西部北太平洋モンスーンを表すPJパターンの指標を、フィリピン海の低気圧偏差と日本付近の高気圧偏差である横浜と台湾の恒春の気圧データの差を用いて定義し、1897-2013年のデータセットを作成した(図1)。

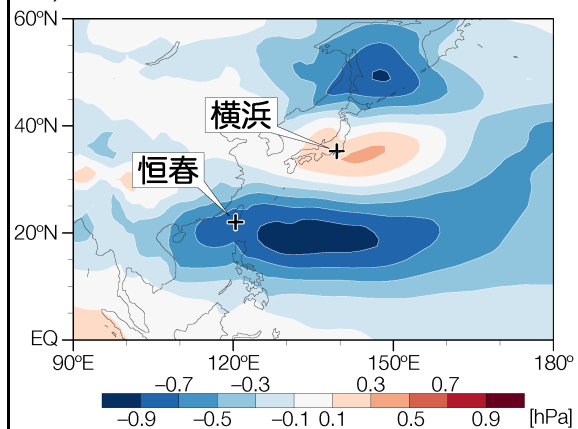


図1: 夏季の大気循環分布の主成分解析によって同定したPJパターンに伴う海面気圧の平年からのずれ。

(3) 気象以外の長期データセット

台風経路データ

「若手研究(A)H21-23」で収集した台風経路データをもとに、1904-2013年の沖縄、台湾周辺を通過したデータセットを作成した。

日本のコメ収穫量

農林水産省統計情報に基づく、日本のコメ収穫量1897-2013年。

長江の流量

長江の流量1897-2010年(The Global Runoff Data Centre, 56068 Koblenz, Germany)

(4) 西部北太平洋モンスーンの長期変動解析

PJパターンの過去117年間指標を用いて、夏季西部北太平洋モンスーンの長期変動を解析し、アジア沿岸域の夏の気温、降水量との関係を調べ、夏の気候への影響を調べた。ま

た、台風、日本コメの収穫量、長江の流量との関係にも広げ、農業・水文への影響も調べた。

4. 研究成果

(1) 西部北太平洋モンスーンの変動による影響

PJ パターンの変動による影響

PJ パターンが正(横浜の気圧が平年より高く恒春では低い)の年の夏は、日本、韓国、中国の長江流域で乾燥し、暑夏となり、フィリピン海の雨季の雨量が増える関係がある(図2)。一方、PJ パターンが負の年は、日本、韓国、中国の長江流域は冷夏・長雨の傾向が見られ、フィリピン海の雨量は減少する関係がある。更に、日本のコメの収穫量や長江の夏季流量といった気候・農業・水文に関するデータを PJ パターン指標と比較すると、PJ パターンが正の年は、日本のコメが多く採れ豊作になり、長江の夏季流量は少なくなるが、PJ パターンが負の年は、北日本の冷夏と日本のコメが凶作となった 1993 年や、長江の大洪水の 1998 年と対応している(図3)。

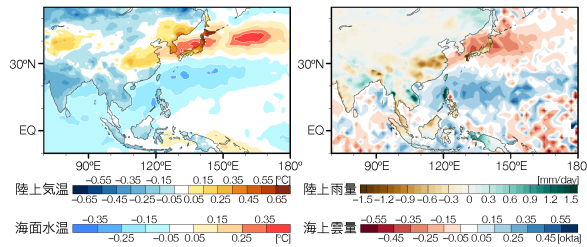


図 2. 1977 - 2012 年の PJ パターン指標に帰した夏の陸上気温・海面水温 (左図)、陸上雨量・海上雲量 (右図)の偏差。

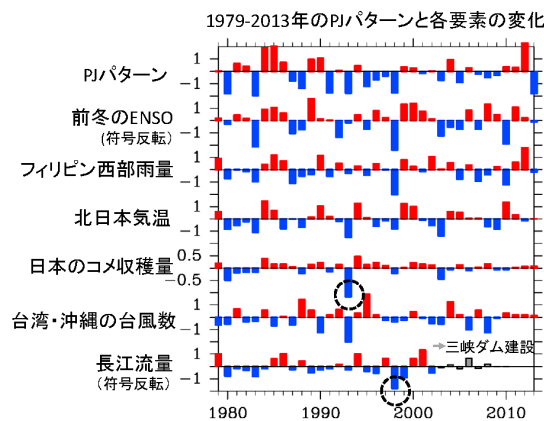


図 3. 1979 年 - 2013 年の PJ パターン指標、前冬の ENSO (符号反転)、フィリピン西部の夏季(6 - 8 月)雨量、北日本の夏季気温、日本のコメの収穫量、台湾と沖縄周辺を通る台風数、長江の夏季流量 (逆符号) の時系列。PJ パターンが負 (青) の年には冷夏の傾向が見られ、1993 年の日本のコメの凶作や、1998 年の長江の大洪水等とも対応している。

一方、この相関関係について長期解析したと

ころ、ENSO と PJ パターンの関係は、1900 年代から 1910 年代にかけてと、1930 年代、1980 年代以降について明瞭であるものの、1940 年代から 1970 年代は不明瞭であり、数十年周期で明瞭な時期と不明瞭な時期とを繰り返していることがわかった(図4)。また、日本の夏の気温、日本のコメの収穫量、台湾や沖縄を通過する台風数と PJ パターン指標との関係もまた、同様に明瞭、不明瞭な時期を数十年周期で繰り返していることがわかった(図5)。以上のように、これまで明らかにされていなかった PJ パターンと大気海洋現象の相関関係についての長期的な傾向が、本研究における 100 年を超える長期観測データの復元によって初めて示された。

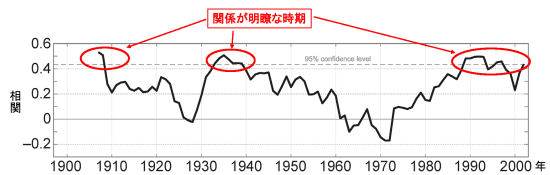


図 4. PJ パターン指標と南方振動指数(ENSO の指標)との 21 年移動相関。点線より大きな相関係数は統計的に有意であることを示す。

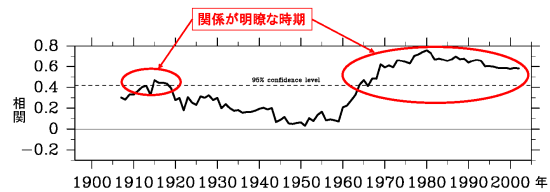


図 5. PJ パターン指標と日本のコメの収穫量との 21 年移動相関係数。

(2) 国内外における位置づけ、インパクト、今後の展望

これまでの研究との関連

PJ パターンに関する研究は、気象衛星や再解析データが普及した 1970 年代以降の観測データに基づくものがほとんどであり、100 年を超える長期的な傾向についてはこれまで議論されてこなかった。1970 年以前は気象衛星による観測体制が整っていなかったため観測データが地上観測のみに限られており、さらには 1950 年代までの観測データは紙媒体で保管されていたうえに第 2 次世界大戦などの混乱で散逸してしまったことから、これまで利用されなかった。

地球温暖化との関連や季節予測可能性

本研究で得られた PJ パターンの長期変動は、変化が一方向でないことは、変動が地球温暖化に起因するのではなく、気候の自然変動に伴うことを示唆している。1970 年代後半以降は PJ パターンに伴う大気海洋現象への影響が強く表れる時期にあると言え、日本の夏の季節予報はこの ENSO と PJ パターンとの関係に大きく依っている。近年 ENSO との相関が下がっており、夏の季節予測が困難な時代にさしかかっている可能性が本研究結果から示唆された。

農業や水文分野へのインパクト

この PJ パターンの指標は、アジア沿岸域の夏の気候への影響だけでなく、農業や水文への影響も示唆している。社会への関心が高く、学術論文にまとめ、プレス発表した際には 10 社以上の新聞などに掲載された。特に農業分野の関心が高く、何度も特集を組んで記事にされた。

埋もれたデータの復元の取り組み

データレスキューで復元・整理された過去 100 年間を超える気象データは、地球温暖化予測等に用いられている気候モデルの再現性の検証に有効であるほか、木の年輪やサンゴの酸素同位体比から数百年前の気候を間接的に復元する等の古気候研究においても、そのデータの妥当性を確認するうえで役立つものと期待される。一方で、まだ手つかずとなっている東アジア、東南アジアの気象観測データについて、アジア各国の気象局や国際機関の協力を得ながら引き続き復元を進め、先人が観測してきた貴重な気象資料を活用する取り組みを続けている計画である。

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 18 件)

Kubota, H., Y. Kosaka, and S.-P. Xie, 2016: A 117-year long index of the Pacific-Japan pattern with application to interdecadal variability, *Int. J. Climatol*, 36, 1575-1589 (査読有)
DOI:10.1002/joc.4441

Kubota, H., K. Yoneyama, Hamada, J.-I., P. Wu, A. Sudaryanto, and I. B. Wahyono, 2015: Role of maritime continent convection during the preconditioning stage of the Madden-Julian Oscillation observed in CINDY 2011/DYNAMO, *J. Meteor. Soc. Japan*, 93A, 101-114(査読有)
DOI:10.2151/jmsj.2015-050

Cram, T. A., G. P. Compo, X. Yin, R. J. Allan, H. Kubota, 他 41 名中 26 番目, 2015: The International Surface Pressure Databank version 2, *Geoscience Data Journal*, 2, 31-46(査読有)
DOI: 10.1002/gdj3.25

Villafuerte II, M. Q., J. Matsumoto, and H. Kubota, 2015: Changes in extreme rainfall in the Philippines (1911-2010): linked to global mean temperature and ENSO, *Int. J. Climatol.*, 35, 2033-2044(査読有)

DOI:10.1002/joc.4105

財城真寿美, 久保田尚之, 石井正好, 2015: 2015 年度春季大会専門分科会報告「大気と海洋のデータレスキューの現状とその利活用」, *天気*, 62, 913-921(査読無)
http://www.metsoc.jp/tenki/pdf/2015/2015_10_0047.pdf

Villafuerte II, M. Q., J. Matsumoto, I. Akasaka H. Takahashi, H. Kubota, and T. A. Cinco, 2014: Long-term trends and variability of rainfall extremes in the Philippines, *Atmos. Res.*, 137, 1-13(査読有)
DOI:10.1016/j.atmosres.2013.09.021

赤坂郁美, 2014: フィリピンにおける 19 世紀後半から 20 世紀前半にかけての気象観測記録, *専修大学人文科学研究月報*, 273, 1-15(査読無)
<http://id.nii.ac.jp/1015/00007658/>

赤坂郁美, 王 露莎, 高橋日出男, 2014: 内モンゴルにおける夏季降水量の年々変動パターンの地域特性と大気循環場との関係, *専修大学自然科学紀要*, 45, 7-16(査読無)
<http://www.senshu-u.ac.jp/~off1002/href/kiyou.html>

財城真寿美, 木村圭司, 戸祭由美夫, 塚原東吾, 2014: 幕末期 (1859 ~ 1862 年) のロシア領事館における気象観測記録と気象庁データの均質化にもとづく函館の気温の長期変動, *地理学論集*, 89, 20-25(査読有)
DOI:10.7886/hgs.89.20

財城真寿美, 三上岳彦, 2013: 東京における江戸時代以降の気候変動, *地学雑誌*, 122, 1010-1019(査読有)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/jgeography/122/6/122_122.1010/_pdf

[学会発表](計 62 件)

久保田尚之, 小坂優, 謝尚平, 2015: 過去 117 年間の PJ パターンの復元と数十年規模で変動する関係, 研究会「長期予報と大気大循環」, 2015 年 12 月 2 日、気象庁、東京都千代田区。

Akasaka, I., H. Kubota, J. Matsumoto, E.O. Cayan and F. D. Hilario: Long-term variability in seasonal march of rainfall at Manila since the late of the 19th century reconstructed by data rescue, The 15th Annual Meeting

& 12th European Conference of Applications of Meteorology (ECAM), September 9, 2015, Marinela Hotel, Sofia, Bulgaria.

Endo, N., J. Matsumoto, 2015: Precipitation characteristics in the Mekong River Basin during the twentieth century, Asia Oceania Geosciences Society, Aug. 4, 2015, SUNTEC, Singapore.

Zaiki, M. T. Mikami, J. Hirano, and T. Tsukahara, 2015: Instrumental meteorological records in Japan since the 19th century and the Japan-Asia Climate Data Program, International Conference of Historical Geographers, Jul. 7, 2015, Royal Geographical Society, London, UK.

Kubota, H., E. O. Cayan, Y. Takahashi, J. Matsumoto, K. Yamashita, R. Kumazawa, F. D. Hilario, R. G. De Guzman, M. Q. Villafuerte II, and G. T. T. Narisma, 2015: Was the Typhoon Yolanda Strongest in the Observation History in the Philippines?, International Workshop on Disaster Risk Reduction under the e-ASIA Joint Research Program and Typhoon Yolanda related J-RAPID Program, Apr. 16, 2015, Eastwood Richmond Hotel, Quezon city, Philippines.

〔図書〕(計 1 件)

水野一晴、山縣耕太郎、森島濟、沖津進、吉澤浩樹、財城真寿美、他 16 名、アンデス自然学、古今書院、2016、228 (111-120)

〔その他〕

プレス発表 「日本近海の夏の気圧分布に数十年規模で変化する関係を見出す - コメの収穫量や台風数との相関を指摘 - 」

http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20150730/

http://www.rcast.u-tokyo.ac.jp/pressrelease/pdf/270730release_rcast.pdf

6. 研究組織

(1) 研究代表者

久保田 尚之 (KUBOTA, Hisayuki)
国立研究開発法人海洋研究開発機構・大気海洋相互作用研究分野・研究員
研究者番号：40359211

(2) 研究分担者

財城 真寿美 (ZAIKI, Masumi)
成蹊大学・経済学部・准教授
研究者番号：50534054

赤坂 郁美 (AKASAKA, Ikumi)
専修大学・文学部・准教授
研究者番号：40574140

遠藤 伸彦 (ENDO, Nobuhiko)
国立研究開発法人海洋研究開発機構・地球環境観測研究開発センター・主任技術研究員
研究者番号：30282304

徐 健青 (XU, Jianqing)
国立研究開発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：50344304

(3) 研究協力者

Esperanza O. Cayan
Weather Services Chief, Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration

Mong-Ming Lu
Chief Researcher, Central Weather Bureau, Taiwan

Johnny C. L. Chan
Chair Professor of Atmosphere Science, City University of Hong Kong