

太平洋側に雪をもたらす南岸低気圧はエル・ニーニョ時に増加 ～熱帯太平洋における海水温変動の影響を説明～

研究成果のポイント

1. 熱帯太平洋において冬期にエル・ニーニョ現象が発現すると、関東甲信地方に降水/降雪をもたらす南岸低気圧の発生頻度が増加することを明らかにしました。
2. エル・ニーニョ現象に伴って強化されたフィリピン海高気圧によって、暖かく湿った空気が日本の南方海上に流入したことが原因の一つであり、日本の暖冬傾向とも整合的です。
3. エル・ニーニョ現象は半年先まで予測可能な場合が多く、冬期の南岸低気圧の発生頻度の事前予測情報は、交通障害、農業被害等の社会経済活動のリスク管理に資することが期待されます。

国立大学法人筑波大学 生命環境系の植田宏昭教授、生命環境科学研究科の雨貝裕介(修士課程2年)、早崎将光研究員(現 国立環境研究所)らは、関東甲信地方に雨や雪をもたらす南岸低気圧が、遠く熱帯太平洋でエル・ニーニョ現象が発現した際に、統計的に有意に増加することを、大気の客観解析データ、気象官署データ、海水温データを基に解析的・統計的に明らかにしました。

気候・海洋力学の発展により、エル・ニーニョ現象の発生については、高い確率で半年前から予測が可能となっています。南岸低気圧の発生頻度を、エル・ニーニョ現象と関連付けたことは、関東甲信地方の交通障害などへの対策を始め、様々な社会経済活動(農業、センター試験などのイベント、スキー場運営、食品、アパレル等々)におけるリスク管理に大きく貢献することが期待されます。

本研究は、Asia-Pacific Journal of Atmospheric Science「Special issue on Asian Monsoon Climate Change: Understanding and prediction」のオンライン版で5月31日に公開されました。

研究の背景

2014年2月に関東甲信地域に記録的な降雪をもたらした要因は、本州の南岸を通過する前線を伴う温帯低気圧でした。この温帯低気圧は、一般に「南岸低気圧」と呼ばれています。南岸低気圧は、東シナ海で発生し、本州の南海上を北東進することが知られています。関東甲信地方の交通、農業、建築などの社会経済インフラは、少量の降雪に対しても脆弱な傾向にあり、冬期の降雪予測が課題となっていました。

年々変動として認識されているエル・ニーニョ現象は、冬にピークを迎えます。日本は、太平洋に面していることから、エル・ニーニョ現象の影響を受けやすく、2015年～2016年のように暖冬になる場合が多いことが知られています。一方、ラ・ニーニャ現象が発生した際には、太平洋起源の大気の波動の伝播を介して、日本付近に大陸から吹き込む北西モンスーン気流が強化され、結果として日本海側から脊梁山脈では多雪になることが当該グループの研究で明らかになっています(Ueda et al. 2015ab)。そ

ここで本研究では、エル・ニーニョ現象が発現した年に着目し、広域の大気循環場の変化とそれに伴う南岸低気圧の発生頻度・通過経路の変化を調べました。

研究内容と成果

南岸低気圧の頻度分布：低気圧の特定は、大気の客観解析データ（145×145 グリッド；約 125km 間隔）を用いて、6 時間毎の海面気圧の変化量から検出しました。具体的には、あるグリッドの海面気圧が周囲の 8 グリッドより 0.5hPa 以上小さいものを低気圧の中心とし、6 時間後に低気圧の中心から±4 グリッドの中に条件を満たすものが存在する場合、移動した同じ低気圧とみなします。これらの手順を約 50 年間のデータに適用し、低気圧をトラッキングしていきます。今回は、このようにして得られた全低気圧の中で、南岸低気圧に絞って図 1 に示しています。暖色系の陰影で示される頻度が大きい領域は、気候平均値では日本の南海上に見られ、この値は、エル・ニーニョ時は、ラ・ニーニャ時に比べて統計的に有意（ドットで示す）に増加していることが見て取れます。

日本の降水・降雪量偏差：エル・ニーニョ時の日本の気象官署データに基づく降水量の偏差（図 2 a）を見ると、本州の太平洋側は一律に降水量が増加しており、南岸低気圧の頻度とも整合的な関係にあります。また、降雪量の偏差（図 2b）に関しても、類似の傾向が見られます。ただし、降雪量の顕著な増加は関東甲信地方に限られています。これは、甲信地方以西の日本では気温が相対的に高いため、南岸低気圧が通過した際に降雪ではなく降水となりやすいこと、さらに関東地方の地形と関連したメソスケール現象などが関連している可能性が考えられます。

グローバルスケールの大気循環場（図 3）：上述のような南岸低気圧頻度の増加や日本の降水・降雪の変化は、エル・ニーニョ現象に伴う広域の大気循環場の変調を介して引き起こされます。エル・ニーニョ現象が発現すると、西太平洋の海水温は下がります。このため、対流活動は不活発となり、下降流の強化を通して、海上では高気圧性の循環が強まります。図 3(b)で「高」と印字された箇所が、その高気圧性循環が強化された領域を示します。高気圧性循環は時計回りですので、その西側では南から北に向かって風が吹きます。このため、日本の南海上に向けて、暖かく湿った風が、エル・ニーニョ時は通常に比べて多く運ばれます。このことが、南岸低気圧の発生と発達を促進したと考えられます。また、対流圏の上層に目を転じると（図 3a）、南岸低気圧の発生域である東シナ海付近に向かって、高緯度からトラフ（気圧の谷）が張り出しており、南岸低気圧の発生頻度の増大との関係が示唆されます。なお、本プレスリリースには図表を含めていませんが、エル・ニーニョ発現時には、対流圏上層の西風ジェット気流の弱体化が、鉛直方向の渦結合の強化を通して、低気圧活動の活発化を促進している可能性も示しています。

今後の展開

気候・海洋力学の発展により、エル・ニーニョ現象の発生については、高い確率で半年前からの予測が可能となっています。今回、南岸低気圧の発生頻度とエル・ニーニョ現象とを関連付けられたことで、関東甲信地方の降雪を前もって予測可能性となります。数ヶ月先の降雪の発生しやすさに関する予測は、衣食住を含む様々な社会経済活動に関わる重要な情報であり、インフラの整備・対策をはじめ、企業、自治体等の活動における中長期計画の立案などと密接に関係します。季節予報の精度が向上している今日において、その情報の具体的な活用法の一つとして、産官学の接点創出に繋がる可能性があります。

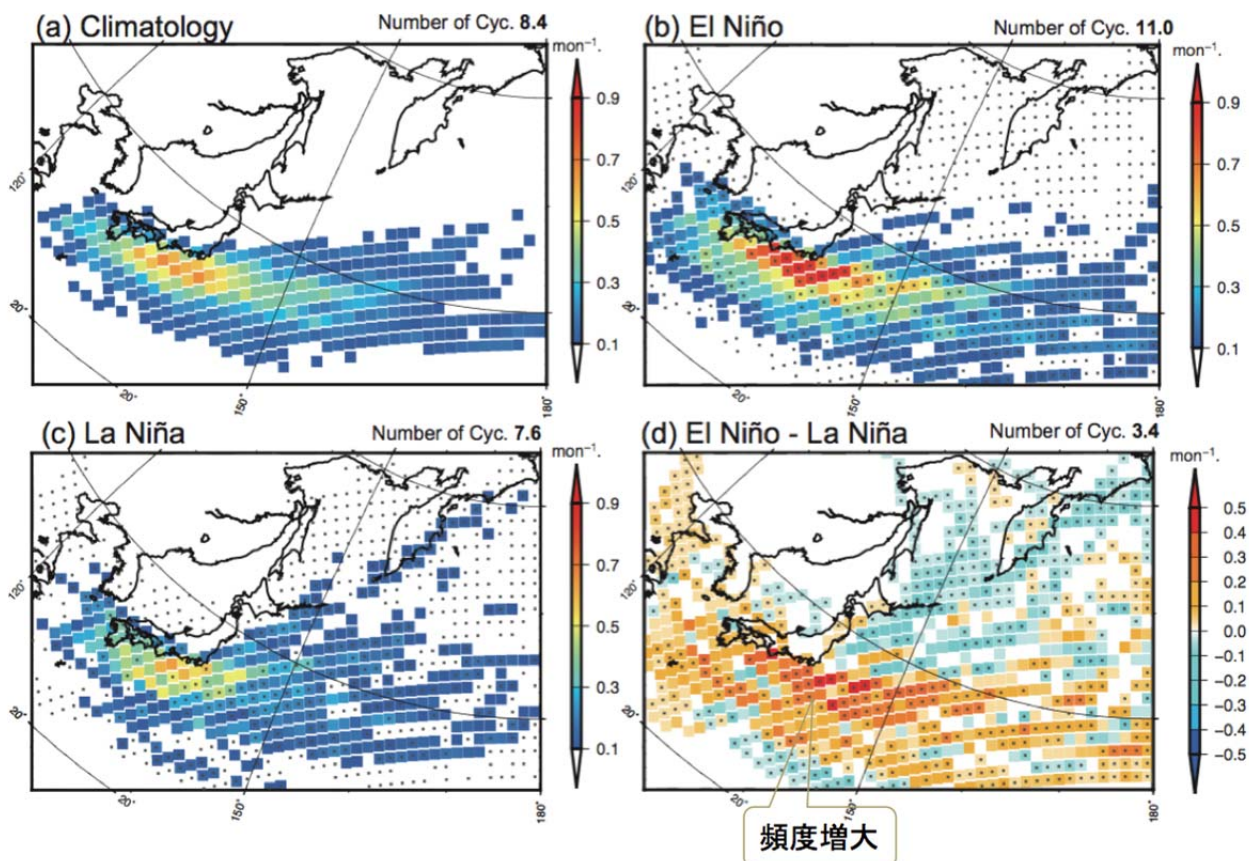


図1. 12～2月平均の南岸低気圧の頻度分布（個数/月）。(a)気候平均、(b)エル・ニーニョ時、(c)ラ・ニーニャ時、(d)エル・ニーニョとラ・ニーニャの差。右上の数字は12月から2月までの合計発生数。有意水準5%で有意なグリッドをドット（・）で示す。

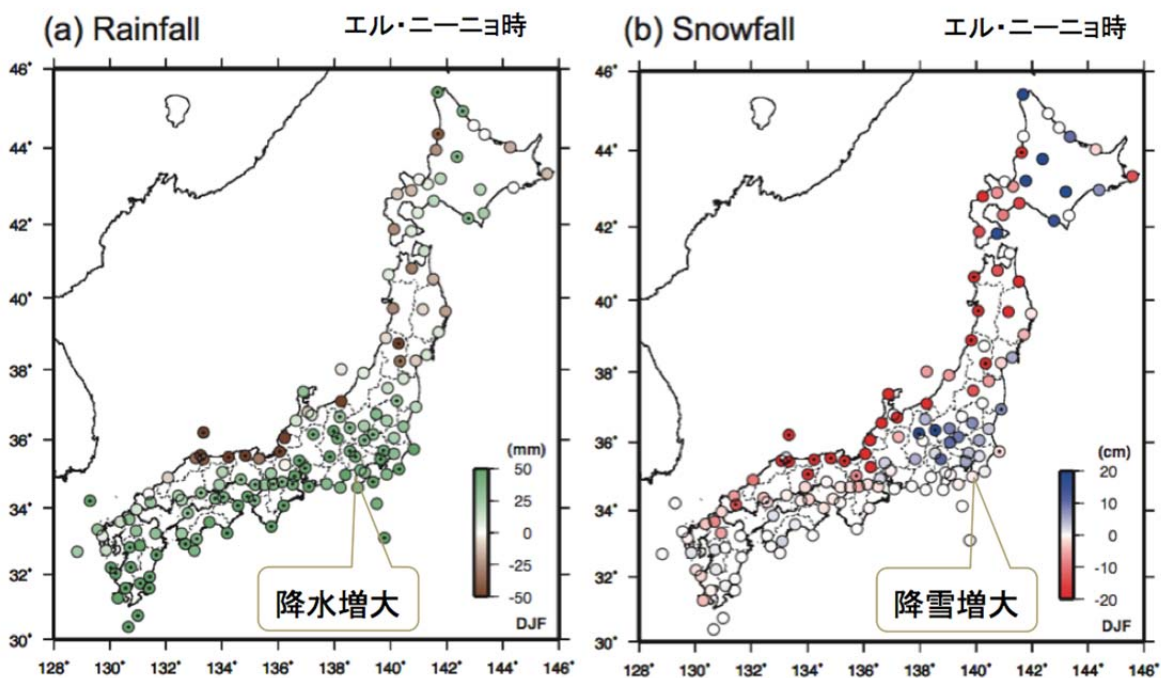


図2. エル・ニーニョ時における(a)降水量と(b)降雪量の気候平均値との差（偏差）。値は12月から2月までの積算値。有意水準5%で有意な地点をドット（・）で示す。

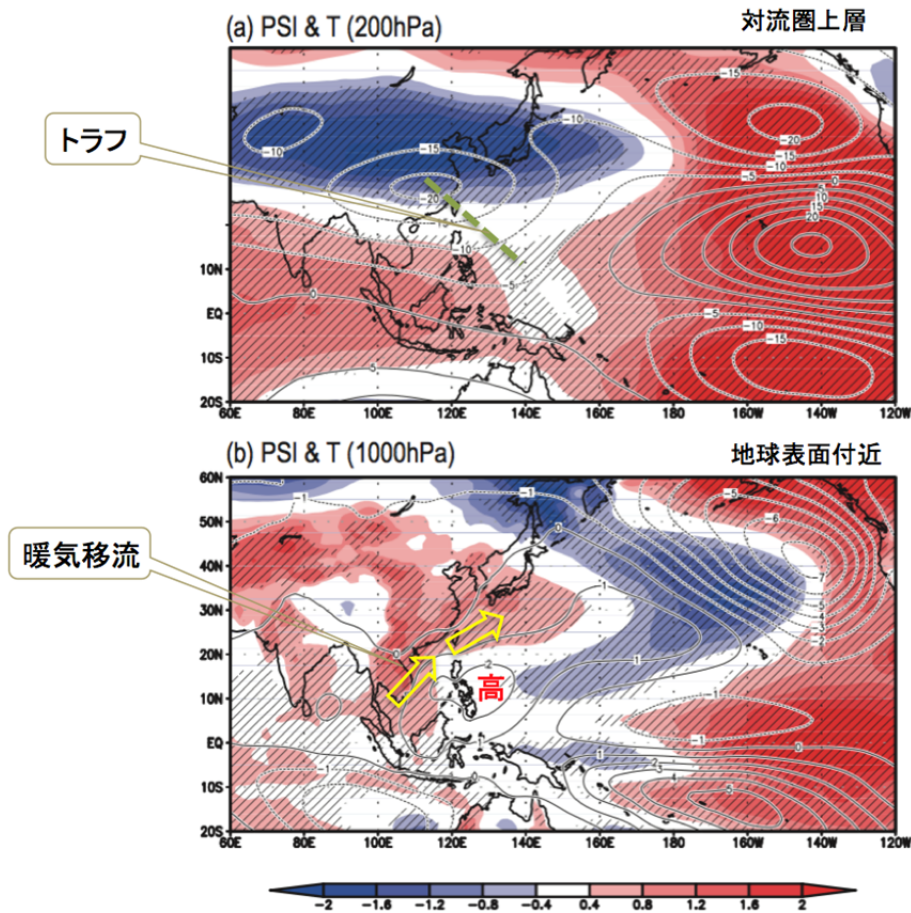


図3. エル・ニーニョ時の流線関数（等値線）と気温偏差（ハッチ）。(a) 200hPa、(b)1000hPa。有意水準5%で有意なグリッドをドット（・）で示す。

参考文献

- 植田宏昭 2012: 気候システム論 グローバルモンスーンから読み解く気候変動. 筑波大学出版会, 235 pp.
- Ueda, H. et al., 2015a: Snowfall variations in Japan and its linkage with tropical forcing (熱帯からの遠隔影響と日本における降雪量変動との関係), *International Journal of Climatology*, 35(6):991-998. DOI: 10.1002/joc.4032
- Ueda, H. et al., 2015b: Combined effects of recent Pacific cooling and Indian Ocean warming on the Asian monsoon(アジアモンスーンに対する近年の太平洋の降温とインド洋の昇温の複合的効果), *Nature Communications*, 2015/11/13/online.

掲載論文

【題名】 South-coast cyclone in Japan during El Niño-caused warm winters

「エル・ニーニョ現象に起因した暖冬年における南岸低気圧の特徴」

【著者名】 Hiroaki Ueda, Yuusuke Amagai and Masamitsu Hayasaki

【掲載誌】 Asia-Pacific Journal of Atmospheric Science ” Special issue on Asian Monsoon Climate
Change: Understanding and Prediction”

DOI: 10.1007/s13143-017-0025-4

問合わせ先

植田 宏昭（うえだ ひろあき）

筑波大学 生命環境系 教授