

20 世紀前半の北極圏温暖化、遠く離れた海洋の温度上昇が影響 －現在の気候変化とは異なる北極圏温暖化メカニズムを発見－

概要

時長宏樹 白眉センター特定准教授らの研究グループは、最新の観測データベースと地球規模の大気や海洋の動きのシミュレーションを用いて、20 世紀前半の北極圏温暖化を再現することに成功しました。20 世紀前半の北極圏温暖化は現在の気候変化に伴う北極圏温暖化とは異なり、温室効果ガスの影響が小さく、海氷の融ける量も少なかったという特徴があります。そのため、気候に内在する何らかの自然変動が原因であると考えられてきましたが、メカニズムは不明でした。今回の研究を通して、熱帯太平洋や北大西洋といった北極から比較的離れた海域の海面温度上昇が大気の動きに影響を与え、地表付近の熱を北極圏へ運ぶことで温暖化が加速することが分かりました。

本研究成果は、将来的な北極圏の気候予測精度の向上や北極圏の温暖化に対する気候緩和策、気候適応策の決定などにおいて、重要な示唆を与えるものです。

論文は 2017 年 5 月 31 日 (日本時間)、米国科学アカデミー紀要 (PNAS) にオンライン掲載されました。



1. 背景

北極圏は地球温暖化の影響を最も受けやすい地域の1つです。地球温暖化によって海氷や雪氷が融解すると地球外へ反射される太陽光が減少し、北極圏が吸収する太陽からのエネルギー量が増加します。その結果、地表温度が上昇し、更に海氷や雪氷が融解して温暖化を促進するというサイクルが存在すると考えられています。このような地球温暖化の影響によって、北極圏の気温は1970年から2000年代までの間に約1.2℃以上も上昇しました。一方、地球温暖化の原因である大気中の二酸化炭素濃度が現在と比べて非常に低かったはずの20世紀前半にも、北極圏の陸上では同程度の気温上昇が観測されていました。将来の気候予測や過去の気候再現に用いられる多くの気候モデルではこの20世紀前半の温暖化を説明・再現することができず、そのメカニズムは明らかになっていませんでした。

さらに20世紀前半の北極圏温暖化が解明されていなかったもう1つの大きな理由は、大規模な海氷融解が起きていなかったことを当時の海氷観測データが示しているためです。1970年代以降に観測されている北極圏温暖化では北極海の海氷面積が著しく減少しており、20世紀前半の温暖化と現在直面している温暖化とは全く異なるメカニズムが作用していた可能性を示唆しています。

過去の研究では、20世紀前半の北極圏温暖化には太陽活動の活発化や火山灰エアロゾルによる放射強制力の変化が複合的に関与した可能性が指摘されていました。しかし、これらの要素を考慮した気候モデルシミュレーションではうまく当時の状況を再現することができず、他に決定的な要因があると考えられてきました。

2. 研究手法・成果

今回の研究では、海面水温、海面気圧、海上風観測の最新データベースと大気や海洋の影響を加味したシミュレーション結果を詳細に解析しました。その結果、20世紀前半には熱帯太平洋や北大西洋における海面水温の上昇が従来考えられていたよりも大きかったことを突き止めました。この水温上昇は太平洋や大西洋に内在する数十年規模変動の一部と考えられます。この海面水温上昇の効果を大気モデルで検証したところ、冬季のアリューシャン低気圧やユーラシア大陸北部の西風が強化され、北極圏の陸上温暖化を促進する地表付近の熱の動きがあることが分かりました。一方、これらの海域の海面水温が上昇しない場合をシミュレーションすると、20世紀前半の北極の温度上昇が実際の観測と比べ約43%も小さくなることが分かりました。また、大気中の二酸化炭素濃度上昇や火山噴火に伴う火山灰エアロゾルなどの影響を受けないように設定された数百年以上の気候シミュレーションを解析した結果、20世紀前半の北極圏温暖化と非常に類似した現象が再現されていることが分かりました。これらの気候シミュレーションでは、熱帯太平洋と北大西洋の海面水温が数十年規模で同時に上昇した場合には北極圏を温め、逆に同時に下降した場合には北極圏を冷やす効果を持つことが示されました。

これまでの研究では北極の気温変動と海氷面積の変動に強い関連性があることが分かっていますが、今回の研究成果によって北極から離れた海面水温の変動も重要なメカニズムであることが分かりました。

3. 波及効果、今後の予定

北極圏の温暖化は社会経済や生態系にも甚大な影響を及ぼすと考えられています。本研究の意義は、そのような北極圏の温暖化に対して、太平洋と大西洋に内在する異なる周期的な変動の重なり合いが多大な影響を与

えることを明らかにした点にあります。例えば、地球温暖化が進行し続けた場合、晩夏における北極海の海氷が21世紀中に消失することを予測する気候モデルもあります。しかし、より予測精度を向上させるためには地球温暖化による影響だけでなく、太平洋や大西洋の数十年規模変動による北極圏温暖化の加減速効果を考慮する必要があります。数年から数十年先の気候変動予測には依然として克服されるべき課題が多く残されていますが、本研究で得られた知見は太平洋や大西洋における近未来の気候予測可能性の向上や精緻なモニタリングが重要な鍵を握っていることを示しています。

4. 研究プロジェクトについて

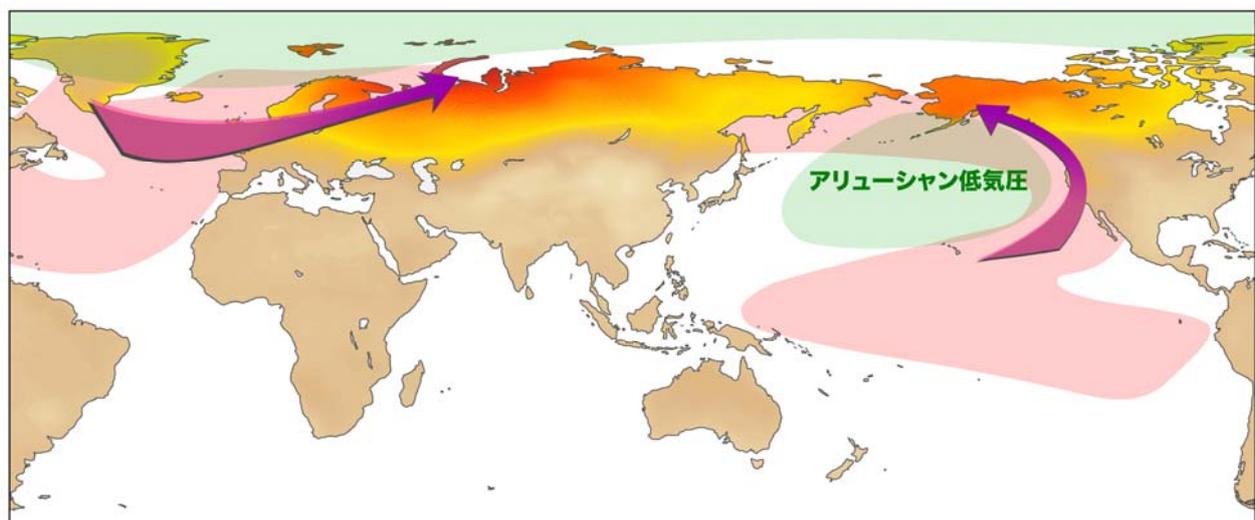
本研究は JSPS 科学研究費補助金 (課題番号 : 26887023、16K17802、26287115)、アメリカ国立科学財団 (1637450)、National Key Research and Development Program of China (2016YFA0601804) の支援を受けました。

<論文タイトルと著者>

タイトル : Early 20th-century Arctic warming intensified by Pacific and Atlantic multidecadal variability

著者 : Hiroki Tokinaga, Shang-Ping Xie, Hitoshi Mukougawa

掲載誌: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America



➡ 暖かい空気の流れ

海面水温の上昇

陸上気温の上昇

海面気圧の低下