

新たな陸-海結合システムを発見

～オホーツク海のオーバーターニングに与える河川水の影響～

ポイント

- ・カムチャツカ半島の全河川から周辺海洋に流出する河川流量の算出に成功。
- ・カムチャツカ半島からの河川流量の多寡がオホーツク海の高密度陸棚水形成域の海洋表層塩分に関与していることを発見。
- ・陸-海結合システムに新たな視点を追加。

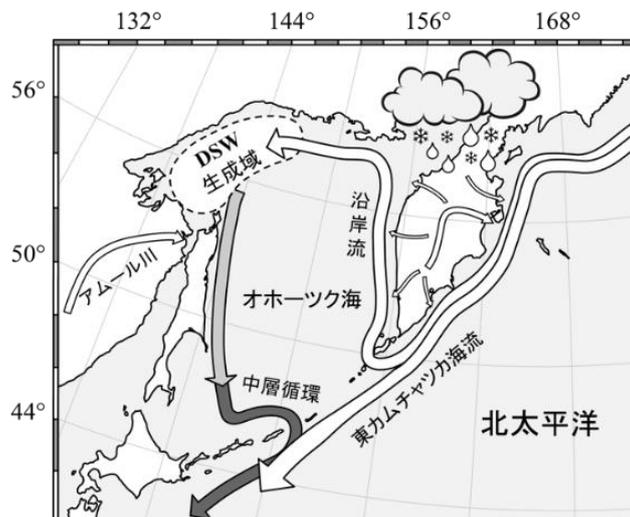
概要

北海道大学大学院環境科学院博士後期課程の史 穆清氏と同大低温科学研究所環オホーツク観測研究センターの白岩孝行准教授及び三寺史夫教授の研究グループは、ロシア科学アカデミー極東支部火山・地震研究所のヤロスラブ・ムラビヨフ博士と共同で、ロシア連邦水文気象環境監視局が管理する河川流量データを用いてカムチャツカ半島から周辺海域に流出する河川の全流量を推定し、河川流量とオホーツク海の高密度陸棚水形成海域の表層塩分に関係があることを見出しました。

海洋に対する河川水の割合はわずか 0.003%に過ぎず、河口域や沿岸を除くと、海洋に対する河川の影響はこれまで限定的と考えられていました。本研究は、限られた地域の河川流量が半球規模の海洋循環に影響を与える可能性を示した貴重な成果です。オホーツク海のオーバーターニング（鉛直循環）は、北太平洋の海洋循環を通じて気候に影響だけでなく、栄養塩の循環をも駆動し、オホーツク海や親潮海域の生物生産にも大きく関わっています。そのため、本研究は、オホーツク海のオーバーターニングの機構解明や予測に新たな視点を与えたものと評価されます。

本研究成果は、2021年5月24日（月）公開の Journal of Hydrology: Regional Studies 誌にオンライン公開されました。

なお、本研究は、科学研究費補助金・基盤研究 A（課題番号：17H01156）の助成を受けて実施されました。



オホーツク海の表層塩分に与えるカムチャツカ半島の河川水の役割

【背景】

冬季のオホーツク海の北西部では、活発に海氷が生成されることに伴い、高密度陸棚水（DSW）と呼ばれる低温高塩分の水塊が形成されます。DSW はオホーツク海のオーバーターニングを駆動し、北太平洋全域に広がる北太平洋中層水（NPIW）の起源であることがわかっています（p.1 図）。一方で、DSW の形成はオホーツク海から親潮海域への栄養塩輸送も担っており、オホーツク海と親潮海域の高い基礎生産は DSW の形成によって支えられています。

DSW 形成によるオホーツク海のオーバーターニングは、冬季の冷却による海氷生成量と、表層海水の塩分によってその強弱が決まります。このうち、表層海水の塩分は既存研究によって周期的に変動することが知られていましたが、その原因は未解明のままでした。

【研究手法】

旧ソ連時代から現在にかけて実施されてきたカムチャツカ半島の主要な河川における流量データは、これまで公開されていません。研究グループは、長年にわたるロシア科学アカデミー極東支部火山・地震研究所との共同研究を通じ、ロシア連邦水文気象監視局が管理するカムチャツカ半島の 11 河川における長期間の月別流量データの入手に成功しました。このデータを検証データとし、流域統合評価モデル*1（SWAT）を用いて流量観測のない河川を含む、カムチャツカ半島の全ての河川の月別流量を推定しました。

【研究成果】

観測データのある 11 河川の 1935-2016 年の年間流量の変動を解析したところ、長期間の明瞭な増減傾向は見られず、周期的に変動していることがわかりました(図 1)。このデータを検証データとして用い、SWAT モデルをカムチャツカ半島の河川に適用できるよう改良しました。次に、このモデルを用いてカムチャツカ半島からオホーツク海に流出する 99 流域の河川の月別流量を 1984-2013 年にかけて計算し、この年間合計値と DSW 形成海域の表層塩分を比較しました。その結果、両者には有意な負の相関関係が認められました（図 2(a)）。相関係数は、河川流量のデータを 1-5 ヶ月先行して比較した場合に最も高くなりました。カムチャツカ半島から陸棚水形成海域までの河川水の輸送時間を考えると、合理的な時間差です。また、河川流量が平年から大きく偏っていた年ほど、塩分との関係が明瞭であることもわかりました（図 2(b)(c)）。これは、カムチャツカ半島から流出する河川流量が多い、あるいは少ない年ほど、表層塩分に大きく影響するというを示します。

【今後への期待】

オホーツク海や隣接する親潮海域は、世界の中でも最も生産性の高い海として知られています。この生産性には、DSW に由来する高い溶存鉄濃度が寄与していることが近年の研究で明らかになっています。この DSW の変動は、海洋循環と栄養塩輸送量を同時に変化させることで、これらの海域の生産性を大きく変化させる可能性があります。DSW の生産に影響を与える表層塩分の変動を知るとは、オホーツク海の生産性を間接的に推定するための大きな手がかりとなるでしょう。カムチャツカ半島からオホーツク海に流出する河川流量は、気象の客観解析データと流域物質循環モデルを用いて推定することが本研究によって可能となったので、直近の DSW の生成量を推定するための一つのプロセスとして、カムチャツカ半島の河川流量に着目することがますます重要になってくることと思われる。

論文情報

論文名 Estimation of freshwater discharge from the Kamchatka Peninsula to its surrounding oceans (カムチャツカ半島から周辺海域への淡水流出量の見積もり)
著者名 史 穆清 1, 白岩孝行 2, 三寺史夫 2, ヤロスラブ・ムラビヨフ 3 (1 北海道大学大学院環境科学院, 2 北海道大学低温科学研究所, 3 ロシア科学アカデミー極東支部火山・地震研究所)
雑誌名 Journal of Hydrology: Regional Studies (水文学の専門誌)
DOI 10.1016/j.ejrh.2021.100836
公表日 2021年5月24日(月)(オンライン公開)

お問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所 准教授 白岩孝行 (しらいわたかゆき)

T E L 011-706-7664 F A X 011-706-7142 メール shiraiwa@lowtem.hokudai.ac.jp

U R L <http://uotsukirin.com/>

北海道大学低温科学研究所 教授 三寺史夫 (みつでらふみお)

T E L 011-706-5478 F A X 011-706-7142 メール humiom@lowtem.hokudai.ac.jp

U R L <http://wwwoc.lowtem.hokudai.ac.jp/~humiom/>

配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

【参考図】

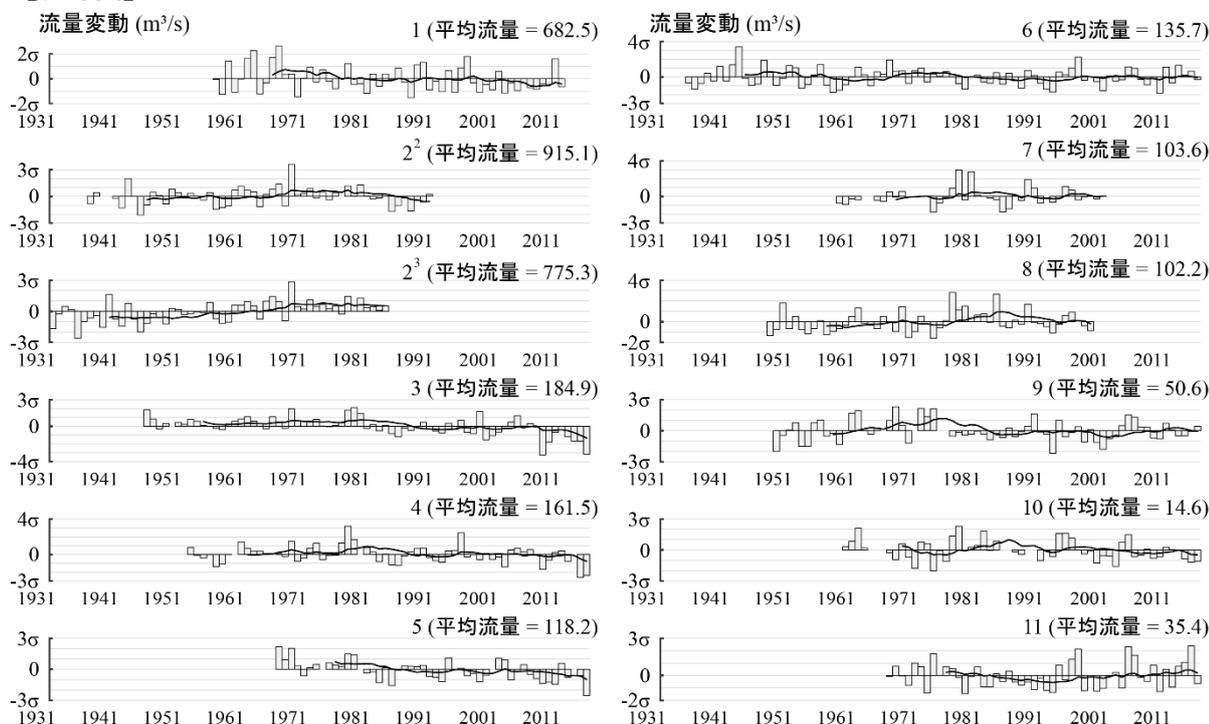


図1.ロシア連邦水文気象監視局が管理するカムチャツカ半島の11河川で観測された河川流量によって明らかとなった過去の年間河川流量の変動。明瞭な変動傾向は見出されず, 周期的な変化が生じている。

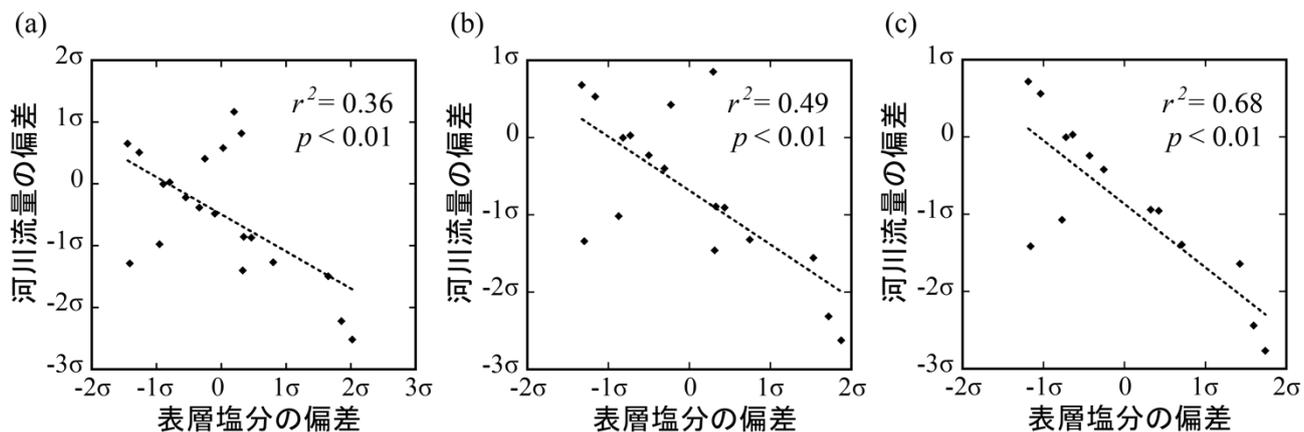


図2.カムチャツカ半島からオホーツク海に流出する河川の年間全流量の平年偏差と、DSW形成海域の表層塩分平年偏差の関係。(a)解析した全ての年をプロット、(b)河川流量が平均値からの標準偏差0.25未満の年を除外してプロットした関係、(c)河川流量が平均値からの標準偏差0.33未満の年を除外してプロットした関係。河川流量が平年から大きく偏っていた年ほど、塩分との関係が明瞭である。

【用語解説】

*1 流域統合評価モデル … Soil & Water Assessment Tool (SWAT)は、テキサス A&M 大学と Black land 研究所が開発した流域統合評価モデル。降水量・日照量・土壌データ等をこのモデルに入力することにより、対象流域の現状の再現や土地利用の変化、気象変化などが流域に与える影響を推定することができる。