

アムール川の流量変動が オホーツク海の水氷域に与える影響について

小木雅世・西尾文彦（北海道教育大学釧路校） 立花義裕（東海大学）

要旨

オホーツク海の水氷は、北半球で最も南限に存在する。オホーツク海に海水ができる主な原因は、アムール川から淡水が大量に流入するために、低塩分水層が形成され、冬期に海水が冷却されて起こる対流層が浅いため、すぐに結氷温度に達するといわれている。このことが事実であるかを解明するために、オホーツク海の水氷面積とアムール川の流量データを使って解析を行った。オホーツク海全域に淡水が拡散するには、時間がかかると考えられるために、アムール川の流量とオホーツク海の水氷面積とのラグ関数を調べた。その結果、アムール川の流量が多く（少なく）なると、5年後にオホーツク海の水氷面積が大きく（小さく）なるという正の相関が現れた。すなわち、アムール川の流量変動は、オホーツク海の水氷面積に5年程度遅れて影響を与えることが明らかになった。また、アムール川の河口付近の水氷面積にも、より早く影響を受けることが明らかとなった。以上のことから、多くの要因によってオホーツク海の水氷は変動するが、アムール川の流量変動がオホーツク海の水氷面積の年々変動を強く支配しているといえる。

1. はじめに

オホーツク海は、北半球でもっとも低緯度で海水ができる世界でも稀な海域である。なぜ、他の同じ緯度では見られない海水が、このオホーツク海だけに見られるかというと、アムール川から大量に淡水が流入し、海面近くの密度が小さくなるため深く沈降できず、海面上の低塩分水のみで対流が起こり、すぐに結氷温度に達し早く凍るためといわれている。近年、二酸化炭素の増加とともに地球温暖化の影響により、オホーツク海の水氷を減少させるのではないかと、気象研究所の大気・海洋結合モデルの結果で予測されるという報告がある（野田 1996）。また、1989 年以降、オホーツク海南部（55°N 以南）の海水量が減少している。この理由は、大気の 10 年変動の影響ではないかと指摘しているが、淡水の流量との変動についても検討していくと報告されている（立花 1996）。また、日本付近にやってくる海水は重要な水産資源域といわれるアムール川河口付近で出来ているのか、あるいは日本に近いところで出来ているのかについてもはっきりされていない（竹内 1996）。このように、オホーツク海の水氷は、大気循環にตอบสนองして変動することが多くの研究者たちによって指摘され

ているが、本来オホーツク海に海水ができる原因を作っていると考えられるアムール川から流入する淡水と、オホーツク海の水氷との因果関係を明らかにすることが重要である。そして、オホーツク海の水氷とその周辺で起こる大気・海洋などと相互作用がどのように影響し合うのかへと研究を進めていくことが必要である。

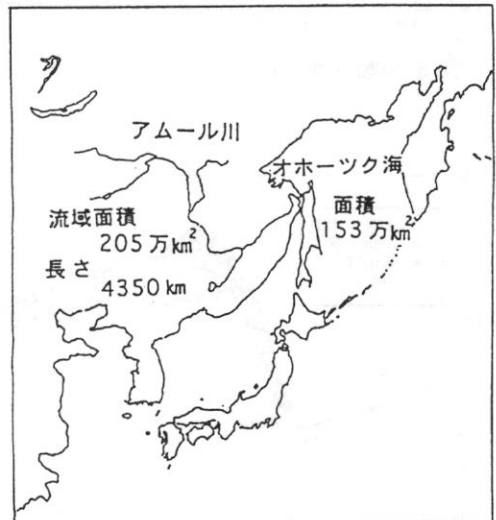


図 1. オホーツク海とアムール川の位置

2. データセット

オホーツク海の水氷面積は、気象庁がまとめた緯度 0.25°、経度 0.25° のグリッドデータを使用した。5 日毎のデータで、1971 年から 1996 年までである。アムール川流量データは、ロシア国、ハバロフスク州 Komsomolsk Na Amure 市 (緯度 50.63° N、経度 137.12° E) で測られたものを使用した。これは、1 ヶ月毎の流量データで、1933 年から 1984 年までである。

3. アムール川流量とアムール川流域の都市の降水量について

アムール川の流量データが 1984 年までしか手元にないために、オホーツク海の水氷面積とアムール川の流量は 1971 年から 1984 年までの 13 年間しか比較できない。そこで、1985 年以降の流量を推定するために、アムール川の流域にある 10 都市の降水量を平均したものを使い、アムール川の流量と比較した。10 都市の降水量のデータは、ロシアの気象データで 1971 年から 1992 年までの 1 ヶ月毎にだされているものを使用した。すると、流量が多い (少ない) と降水量も多い (少ない) という変動が合っていることから、この 10 都市の降水量で推定できることが予想できる。このことから、流量データが 1992 年まで増える。

4. オホーツク海の水氷面積とアムール川流量の解析

図 2 は、オホーツク海の水氷面積とアムール川の流量の変化を示す。オホーツク海の水氷は、アムール川河口付近及びオホーツク海北部で出来始めたものが、その後南下して面積を拡大し、最大水氷面積は 2 月下旬から 3 月上旬に現れる。また、アムール川の流量は、最大水氷面積の 1 年前の 1 月から 12 月までの 1 ヶ月毎の流量を積算したものを使用した。1 年毎の変動を見ると、アムール川の流量が小さい (多い) 時は、最大水氷面積が大きい (小さい) ことが読み取れる。また、1978 年前後の最大水氷面積が大きかったところと比べて、最近の最大水氷面積は減少していることが示されているが、ア

ムール川の流量は逆に多くなっている。しかし、アムール川から流入する淡水が、オホーツク海全域に拡散するには、何年か時間がかかるのではないかと考えられるので、短周期成分を除去し時間スケールの長い変動のみを取り出すために、3 年移動平均及びアムール川流量を先行させるラグ関数のグラフを作った。3 年移動平均のグラフを見ると、逆の変動がより顕著に現れている。また、ラグ関数の同時相関も負の相関係数が強い。これらより、アムール川から流入する淡水が多い (少ない) 時は、オホーツク海の水氷面積が小さい (大きい) という結果を得ることができる。しかし、アムール川から流入する淡水が、オホーツク海全域に拡散する時間を考えると、アムール川の流量が増えて、海水の低塩分水層が広がって、海水の形成が容易になるには、何年か時間の遅れがあることが推測される。そこで、アムール川の流量を 5 年先行させたラグ関数を見ると、正の相関係数が低いものの、5 年にピークがあるのでそのグラフを作った。(図 3) これを見ると、変動及び位相が合っている。

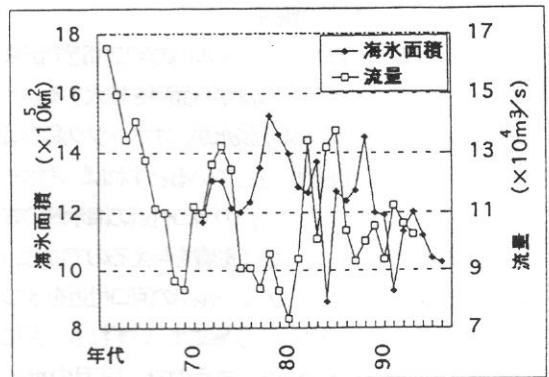


図 2. オホーツク海の水氷面積とアムール川流量の関係

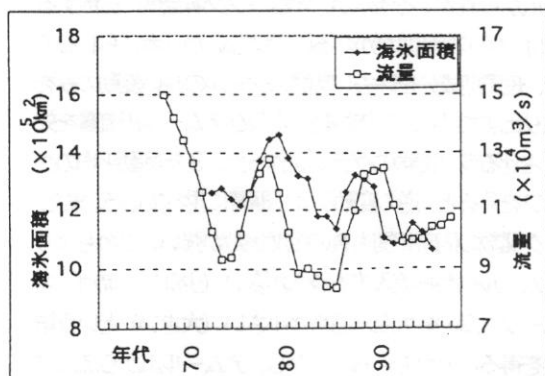


図3. アムール川流量を5年先行させたものとオホーツク海の最大海水面積の関係
(3年移動平均したもの)

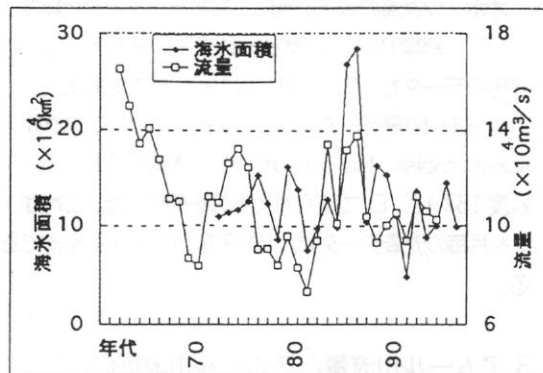


図4. アムール川流量を1年先行させたものと間宮海峡の12月海水面積の関係

5. アムール川河口付近の海水面積と アムール川流量の解析

オホーツク海の海水は、アムール川の河口付近で出来始めた海水が、その後南下しながら面積を拡大する。アムール川から大量に流入する淡水が、オホーツク海の海水を生産する大きな要因になっているとすれば、オホーツク海全域よりも、アムール川の河口付近の海水域の方に、流量変動がより早く、強く影響を与えるのではないかと予測される。そこで、アムール川の河口付近を3つの海水域に分けた。また、この海域は、いずれも1月になるとすべて海水に覆われてしまうので、12月の海水面積を使い、それぞれの海水域と流量を比較した。しかし、河口に一番近い海域では、流量とどのように影響し合っているのか読み取れない。しかし、間宮海峡の海水面積ではアムール川とのラグ関数をとると、1年に正の相関係数が高いことから、アムール川の流量を1年先行させたグラフを作った。(図4) これを見ると、変動が一致している所もあるが、一致していない所もある。

6. 結果と考察

オホーツク海という低緯度でも海水が生産される原因とされる、アムール川から大量に流入する淡水との関係を解明するために、オホーツク海の最大海水面積とアムール川の流量のデータを使って解析を行った。得られた結果として、

(1) オホーツク海の最大海水面積(2月下旬から3月上旬)とその1年前のアムール川流量とは、最大海水面積が大きい(小さい)時には、アムール川の流量が少ない(多い)という逆の変動が示された。しかし、アムール川の河口から流入する淡水が、オホーツク海全体に拡散するには時間がかかるかと推測されるので、アムール川の流量を先行させるラグ関数を作った。すると、アムール川の流量を5年先行させた時、正の相関が強いので、そのグラフを見ると、変動及び位相が合っている。つまり、アムール川の流量変動は、5年程度遅れてオホーツク海の最大海水面積に影響を与えることが示された。今後の課題として、アムール川から流入する淡水が、オホーツク

参考文献

ク海全域にどのように拡散し、5年程度の時間的ゆかり、海水面積に影響を与えるのかを研究することは重要である。

(2)アムール川の河口に近い海域では、塩分濃度が低く、早く凍ることが予測される。また、この海域は、1月になるとすべて海水に覆われてしまうので、12月の海水面積を使い、流量と比較した。1番河口付近に近い海域でも、流量とどのように影響し合っているのか読み取ることができない。しかし、間宮海水の海水面積だけは、流量と変動があることが読み取れた。また、間宮海峡の海水面積とアムール川流量のラグ関数より、アムール川の流量を1年先行させた時、正の相関が強いので、そのグラフを作った。しかし、変動が一致している所もあるが、一致していない所もある。このことから、アムール川の流量変動は、河口付近の12月海水面積に影響するかどうかは明らかではない。しかし、間宮海峡の12月海水面積には、1年程度遅れて影響を与えていると考えられる。しかし、オホーツク海の海水は、11月始めに出来始めるために、海水の多い年は、12月ですでに海域がすべて海水に覆われてしまうため、変動が現れていない可能性がある。そのため、今回使ったデータは、12月からしかないので、解析が難しいのではないかと考えられる。

今回の解析結果により、アムール川の流量変動は、数年遅れてオホーツク海の海水面積に影響を与えることは確かなものといえる。しかし、オホーツク海の海水は、大気循環に強く応答して変動することから、

①ユーラシア大陸における気象データ、及び客観解析データ、大気大循環モデルの結果なども用いて、オホーツク海の海水とアムール川流量の関係を解析する。

また、今回は気象庁の海水データのみを使ったので、②衛星マイクロ波によるオホーツク海海水氷接度のデータも用いて、海水分布の精度をあげ、さらにアムール川流量と考察する。

これらのことを研究課題として行っていくことで、オホーツク海の海水とアムール川の流量と大気・海水相互作用の仕組みを確かなものにしていきたい。

大川 隆, (1992): 北海道の動気候
北海道大学図書刊行会

Grabs, W., Couet, T.D. and Paule, J. (1996): Freshwater fluxes from continents into the world oceans based on data of the global runoff data base. Global Runoff Data Center Report, 10, 228p.

Kano, Y., K. Sato and S. Shirato. (1989): Statistical study on sea ice in the Okhotsk Sea observed by GMS for 10 years. The Oceanographical Magazine, 39, 43-58p.

竹内 謙介. (1996): 海洋・大気・雪氷の相互作用—地球規模気候システムにおける高緯度海洋の役割—. 日本雪氷学会誌, 5, 389-399p.

野田 彰 (1996): Global warming induced by CO₂ and the Okhotsk Sea. J. Remote Sensing Soc. Japan, 16, 2, 33-43p.

Y. Tachibana, M. Honda and K. Takeuchi. (1996): The Abrupt decrease of the sea ice over the southern part of the Sea of Okhotsk in 1989 and its relation to the recent weakening of the Aleutian low. Journal of Meteorological Society of Japan, 74, 617-622p.