HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Охотское море : изменения вследствие потепления климата : ослабление работы в качестве насоса в северную часть Тихого океана
Author(s)	Осима, Кэйитиро
Relation	北海道とロシア極東地域の持続可能な開発に向けた環境フォーラム. 平成20年6月19日. 札幌市
Issue Date	2008-06-19
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/34135
Type	lecture
File Information	11-8-2_text_in_Japanese.pdf, 日本語資料

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

大島慶一郎の研究

温暖化で変わるオホーツク海

―弱まる北太平洋へのポンプの働き―

北海道大学低温科学研究所　大島　慶一郎

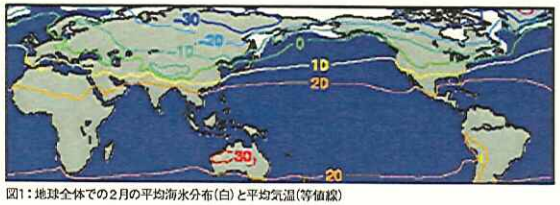

図1：地球全体での2月の平均海氷分布（白）と平均気温（等値線）

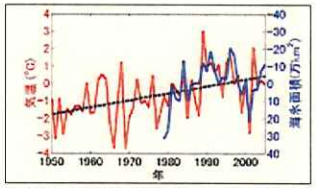

図2：オホーツク海の2月の海氷面積（青線）とその風上での地上気温（赤線）の年々変動。偏差（平均からのずれ）で示しており、海氷面積（右端の軸）は上ほど小であることに注意。地上気温は10-3月の平均。

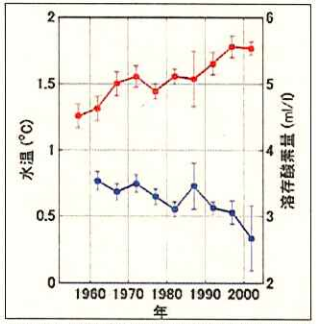

図3：オホーツク海の中層水の水温（赤）と溶存酸素量（青）のこの50年の変化。中層のある密度層水深約500mの層で比べたもの。

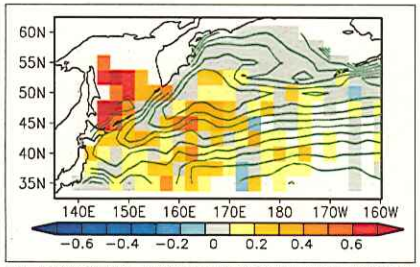

図4：北太平洋及びオホーツク海の中層水温のこの50年の変化。中層のある密度層（水深約300-500mの層）で、この50年間で何度変化したかを示す。

最近北極では、夏に海氷（流氷）が大きく減じており、夏には早晩海氷はなくなってしまうという予測も出ている。温暖化の影響は同じ海氷域であるオホーツク海にも深深と出ていることが最近の研究でわかってきた。

北半球の海氷域の南限

オホーツク海の北海道沿岸には毎冬流氷が到来する。実は、このような緯度で本格的な海氷が見られるのはここだけである。図1には、地球全体での二月の海氷分布の平均値を白で示している。オホーツク海は本格的な海氷域としては北半球の南限であることがわかる。

では、なぜオホーツク海が海氷域の南限となるのか？　図1には、二月の平均気温をカラーの等値線で示している。北半球の寒極（最も寒い地域）がオホーツク海の風上にあることがわかる。秋季から冬季、この寒極からの厳しい寒気がオホーツク海上に季節風として吹き込んでくることが、海氷域の南限となっている一番の要因なのである。

北太平洋で一番重い水ができる海

海水ができる時には、塩分の一部しか氷に残らないので、冷たくて塩分の高い水が掃き出されることになる。海水は冷たいほど、また塩分が高いほど重くなる。オホーツク海では、大量に海氷が作られるため、北太平洋で（表面で作られる海水としては）一番重い水が生成されることになる。海洋の中深層まで及ぶ大きな循環（対流）は密度差で駆動される。すなわち、重い水が沈み込んでそれが徐々に湧き上がってくるという循環である。北太平洋では深層までに及ぶような重い水は作られないが、中層（水深二〇〇～八〇〇m位）にまで及ぶ程度の重い水がオホーツク海で海氷生成に伴って作られる。この重い水が沈み込むことで北太平洋での大きな中層の循環（対流）が作られるのである。いわば、オホーツク海は北太平洋の心臓・ポンプの役割を果たしているわけである。このようにして、オホーツク海でできた冷たくて重い水は、オホーツク海の中層から千島海峡を抜け北太平洋の中層全域に拡がっていく。

地球温暖化とオホーツク海

オホーツク海の海氷面積は、人工衛星により正確な観測が可能になってからの三〇年で、約一五万㎢減少しており、この値はオホーツク海全体の面積のおよそ二〇%に相当する（図2の青線）。オホーツク海の海氷の拡がりは、その風上（寒極）での地上気温（図2の赤線）とよく対応していることもわかってきた。注目されるのは、この気温が五〇年で約二・〇℃上昇していることである。この二・〇℃という値は、地球全体の平均気温の上昇率（過去一〇〇年で〇・七四℃の上昇）よりずっと大きく、温暖化の影響が強く出る場所であることがわかる。この気温と海氷面積の相関から推定すると、海氷面積の減少傾向は衛星観測以前から生じていたことが推定される。

海氷減少が北太平洋の循環を弱める

海氷が減ると重い水の生成量も減るのか？　北大が中心となって取得した最新の海のデータに過去のデータを合わせて解析すると、この五〇年でオホーツク海の中層水は、水温が上昇、溶け込んでいる酸素の量が減少、という顕著な変化をしていることがわかってきた（図3）。これは、低温で酸素を多く含んだ表層水が中層へ潜り込む量が減少したことを意味する。すなわち、海氷の生成量が減って冷たい重い水の生成量も減ったことを示している。

オホーツク海でできる冷たくて重い水の潜り込みが北太平洋規模の中層循環を作っているために、オホーツク海の変化は北太平洋の循環にまで影響することも最新の研究でわかってきた。図4は、オホーツク海を含む北太平洋中層でのこの五〇年間における水温の変化を見たものである。昇温傾向はオホーツク海で最も強いが、昇温域はオホーツク海から流出した海水の循環経路（図4の緑線）に沿って北太平洋まで拡がっている。これは、オホーツク海での水の沈み込みの減少が北太平洋規模の循環までも弱めていることを示唆するものである。

さらなるシナリオ

以上まとめると、オホーツク海は温暖化の高感度域であり、この五〇年で海氷生成量が減少、それに伴って重い水の沈み込みが減少、それが北太平洋規模での中層循環の弱化を引き起こしている、というシナリオになる。簡単に言うと、近年の温暖化でオホーツク海のポンプの働きが弱まっているということである。

海水の循環が弱まると様々な影響が出てくる。特に注目されるのが、最近の研究から、生物生産量を決める重要因子であるとされる鉄の循環である。オホーツク海でできる重い水が中層に潜り込む際に、同時に鉄分も送り込まれることがわかってきており、この鉄分が北太平洋西部域にも供給され、そこでの高い生物生産を支えている、という仮説が提案されている。とすると、温暖化でオホーツク海の海氷生成が弱まると、北太平洋まで含めて鉄分の供給が弱まり、生物生産量さらには漁獲量まで減少する、というシナリオも可能性としてはえがける。北大では、これらの仮説・シナリオの検証のために、物理・化学・生物・水産の分野の枠を超えた学際的な研究が始まっている。

（おおしま　けいいちろう）