



天 気

1983年8月
Vol. 30, No. 8

103:302:5012:03 (気象と海水)

昭和57年度秋季大会シンポジウム「気象と海氷」の報告

まえがき

菊地勝弘 (司会)

今回の秋季大会のシンポジウムのテーマは「気象と海氷」にしました。これまでの秋季大会のテーマは、その地域に特徴的な現象を扱ったものが取り上げられてきており、従って、北海道が直面する気象現象はというと、1981年8月のような大雨洪水もありますが、やはり日本海側の局地的大雪、太平洋岸の海霧であり、そしてオホーツク海の流氷ということになります。このように北海道の気象現象は、太平洋、日本海、オホーツク海と、それぞれの海に関係していることがわかります。このうちの、日本海側の大雪は、既に取り上げたこともあり、ま

た1981年の名古屋の大会でも「北陸豪雪」として話題になったばかりです。一方、海霧については、科学技術庁が1980年から今年にかけて3年計画で科学技術庁防災科学技術センター、気象研究所、北海道開発局が参加して北海道東部太平洋岸の釧路地方で大がかりな観測を実施し、目下解析が行われているところであります。

このようないきさつから、今回はこれまであまり話題にならなかった海氷を取り上げ、気象とのかかわりについて話していただくことにしました。最近気候変動が大きく取り上げられ、また北極海の海水の気候に及ぼす影響も数値計算に組み入れられるようになり、海氷も新しい見方がされるようになってきたということから、時機を得た話題かと思われま

1. オホーツク海の海氷分布とその変化

赤川正臣*

1. はじめに

地球上、海氷の見られる地域は、南極大陸周辺海域および北極海とその周辺海域が主要なものである。アジアではベーリング海、オホーツク海、北海道沿海、日本海

北部、渤海周辺、北米地域ではグリーンランド沿海、バフィン湾、ラブラドル海、ハドソン湾、セントローレンス湾、ヨーロッパではバルト海、フィンランド湾、ボスニア湾などである。これらの海水面積は、最盛期には約4千万平方kmと推算され、これは全地球表面の8%、全海面の11%に相当する。

* Masaomi Akagawa, 気象研究所。

オホーツク海の海水域は平年の最盛期として、オホーツク海の約80%、126万平方 km をおおい、アジア最大の氷海である。また、オホーツク海は本格的流水の存在する海としては、世界で最も緯度が低いということも注目される。

オホーツク海の海水観測は、沿岸では明治25年(1892年)から行われ90年の歴史がある。その後、船舶・航空機による観測も導入されたが、北海道沖合や一部海域の氷状を観測するにすぎず、オホーツク海の海水の全体像がとらえられるようになったのは、人工衛星によるデータが利用できるようになってからである。しかし、まだ15年たらずのデータの蓄積である。

2. オホーツク海の結氷機構

北緯43~60度と他の氷海に比べると低い緯度帯にあるオホーツク海に結構な海水氷現象が起こるのは次の理由による。

まず、秋口から北極寒気の影響を受け、季節風の卓越により、海表面の冷却がさかんであることが挙げられる。次にオホーツク海の海洋構造の特性が関係する。

オホーツク海の北西部からサハリン東側海域・北海道沖合にかけての表層には、32%以下(サハリン北部沿海では26%以下にもなる)の低塩分水が存在する。これは東樺太海流とも呼ばれるが、極東最大の流域面積をもつアムール川の陸水によって養われている。海水の結氷温度は塩分が低いほど高いので、オホーツク海は凍りやすい海ということになる。ちなみに塩分32%の海水の結氷温度は約 -1.8°C である。

さらに、この低塩分層の下には相対的に低温・高塩分層(中冷水と呼んでいる)があって、顕著な密度躍層を形成している。このため、表面の冷却により対流混合が起こるが、それはこの躍層までの間にとどまり、この層間の海水が結氷温度になると、ただちに結氷が始まる。この躍層の深さは25~50 m前後の浅いものであるので、対流層が結氷温度にまで冷えるのにあまり時間がかからない。オホーツク海は結氷に関しては浅い海なのである。

オホーツク海のきびしい冷却、それを受けるオホーツク海の低塩分表層水と浅い躍層による対流冷却の促進という気象・海洋の特性がオホーツク海を凍りやすい海にしている。

3. 海水季節

オホーツク海の結氷は、11月はじめシヤンタル島周辺

から北部沿海にかけての沿岸から始まる。その冬のきびしさの増すにつれて、結氷域は南東方に広がり、また流水として南下し、北海道沿岸には1月半ばごろに現われる。最盛期は平均として3月上旬で、オホーツク海の約80%が海水域となる。

増勢期におけるサハリン東岸沿いの流水の急速な南下と、それと比較してオホーツク海中央部への漸増が特徴的である。これは冬季卓越風系がオホーツク海北部・西部は沿岸に並行的であるし、サハリン東岸沿いに南下海流があって、流水を南下させるとともに、結氷も先行的に発生してゆくからである。なお、オホーツク海南東部は太平洋水の流入があり、比較的高温域になっており、密度躍層も深いので、結氷の進行が鈍く、最盛期も開放水面となっていることが多い。

南部の流水域は東に延びて、千島列島間から太平洋側に流出する。

3月半ばから南寄りの風と暖気の気圧配置が多くなり、オホーツク海の海水は後退・融解過程に入る。海水域は増量期の進行とは逆方向に減少し、6月中にはほとんど消える。

以上は平均的な海水季節であるが、年々の変動は大きい。たとえば、オホーツク海最盛期の海水域面積は1966年以降では、1978年の約 $148 \times 10^4 \text{km}^2$ から1968年の約 $95 \times 10^4 \text{km}^2$ の間で変化して標準偏差は11%である。北海道沿岸の水況も、網走についてみると、流水初日は最早12月27日、最遅1月28日、標準偏差8日；流水終日は最早3月31日、最遅5月12日、標準偏差13日；流量81~647、標準偏差37%である。沿岸部の水況の変動はきわめて大きいことがわかる。

海水域の広がり、人工衛星資料により求めることができるが、氷の厚さについての情報はほとんど断片的にしか得られていない。

オホーツク海の海水量を求める上に、氷厚の実測、あるいは見積もりが今後重要な課題である。ソ連邦のデータによると、オホーツク海北岸、サハリン沿岸では、4月上旬が最大で80~150 cm くらいである。氷厚は積算寒度と氷厚係数によってきまり、特に1~2月の気温の高低が効果的である。北海道沿岸の定着氷の厚さは20~60 cm くらいである。

4. 海水と気象との相関

海水の生成、発達、移動、融解等は気象・海象および海水自体の作用を受けるものであるが、特に気象の影響

は大きい。

オホーツク海的最盛期の海水域面積とオホーツク海中央部の気温との関係を調べると、1～3月の気温との間に、 $r = -0.85$ ($n = 13$) の高相関が得られる。オホーツク海の海水域の広がり、寒気の流入状況によってきまることになる。

また、沿岸の流水初・終日や流量などと、北半球の地上気圧や 500 mb 高度との関係を調べると、それぞれ有意な相関地点が出てくる。そのうち、北極海、シベリア、北太平洋、ロッキー山脈、北大西洋、グリーンランド、ヒマラヤ山地などが比較的高い相関 ($r = 0.5 \sim 0.7$) を持っている。これらの地域は大気循環における作用中心と考えられている場で、オホーツク海の海水現象の変動も、大気変動の影響の過程の中でとらえられることが理解される。したがって東西指数との対応も多く指摘されており、海水の長期予想にも利用されている。

5. 海水の移動・変形

流水の動きは単調なものではなく、また単独氷塊、氷野全体、あるいは水域中の氷盤とかその対象とする流水の規模と性状によって異なる。

流水の運動にあずかる力は、氷の表面に働く風の応力、氷の下面に働く海水の応力、コリオリの力、氷が浮いている海面の傾斜によって生ずる圧力傾度の力(海流)、流水の内部応力(氷塊の相互作用によって生ずる力)などである。しかし、これらの詳細については未知な点が多い。オホーツク海の冬季の海流系についてはまったく実測されていない。流水の内部応力については、氷域の密接度が問題である。風や海水の応力、特に海水の応力については実測が困難なのでつまびらかでない。

海水予報上の問題として、風が最も重要なパラメータとなる。衛星画像から海水域の特定氷盤の移動を追跡して、地衡風 ($\times 0.7$, 右偏 15 度を海上風とする) との関係求めた。

風力係数 (氷漂流速/風速) は 0.02 (海上風とでは 0.03) が多く、偏角 (氷の漂流方向の風下方向からのず

れ) は右偏 20° の間が最多である。しかし、ばらつきがあり、海潮流や流水の内部応力、地形などの効果が考えられる。氷域の密接度の小さいところでは風力係数は大きくなっている。

オホーツク海の氷野は一様に移動しているわけではなく、あるところで詰まったり、あるところで分散したりして変形している。一辺が数 100 km の三角形や四辺形の氷野の面積変化率(発散)は 1 日 20% 以下が多い。

流水の分布パターンは割合保存的であり、融解消失は密度の小さい部分から起こる。融氷期においては、低気圧などの通過によるしけが流水の消失に効果的である。

これらは氷況変化予測の基本的な考え方となっている。

6. 海水の災害

流水は船舶の航行には大きな影響を与え、海難をも発生させる。流水の多い年は海難も多く発生しており、海水予報の充実が望まれる。1970年3月の択捉島単冠湾の集団流水海難(8隻, 30人死亡)は大惨事であった。

流水は漁船の操業に直接影響を与えるが、沿岸への襲来は、海藻・魚介類にも被害を及ぼす。こんぶ生産量は流水の動向に大きく支配されている。

7. あとがき

日本では、海水は北海道の一部にしか見られない現象であるが、昔から北日本の凶冷に関連して注目されてきた。

冬になれば、オホーツク海は海でなく氷雪の大陸と化す。したがって、その勢力・消長は当然大気に影響を与え、またその結氷・融氷は海況に変化をもたらすであろう。

世界気候研究計画でも海水の役割を重要視している。オホーツク海の海水データもようやく蓄えられつつあるが、時・空間のいろいろなスケールにおける海水～大気～海洋の相互作用の物理的過程を明らかにすることが大切であろう。