

## 1.2. オホーツク海の海況—特に中冷水について—

木谷 浩三 (北海道大学水産学部)

### 1.1. はしがき

オホーツク海などの亜寒帯水域の夏季中層には、水温極小層、すなわち中冷層が広く形成されている。ここでは、オホーツク海の海況変動を明らかにするための基礎研究として、特に中冷水を中心としたオホーツク海の海洋構造、中冷水の時空間変化について検討し、さらにオホーツク海の海洋循環について考察した。

### 2. オホーツク海の海洋構造

夏季、オホーツク海の表層水温分布において千島列島沿いから西カムチャッカにかけて $5^{\circ}\text{C}$ 以下の低温水域が、帯状にみられる。さらに樺太北東の北緯 $55^{\circ}30'$ 、東経 $145^{\circ}30'$ を中心に $3^{\circ}\text{C}$ 以下の著しく低温な海域が形成される。これらの表層低温域の中層では、中冷水は存在せず、表層から下層にかけての水温、塩分、酸素の変化は、他の海域に比べて極めて小さい。千島列島沿いにみられる表層低温域は、太平洋系水のオホーツク海流入にともなう下層水の湧昇によると考えられる。一方、樺太北東部の低温域は、その中心が海嶺(浅海)周域であることなどから海底地勢に関連した複雑な上下層の混合によるもので、湧昇によるものではないと考えられる。

表層水が高温を示す海域は、その下層に寒冷な中冷水が存在し、その結果表層下 $30\text{m}$ 前後に著しい水温躍層が形成される。

表層塩分分布は、千島列島沿いから西カムチャッカにかけての低温域で高鹹となり、特に樺太北東の低温域では、極めて高鹹( $33.0\%$ 以上)を示す。沿岸域では、河川水などの流入によって一般的に低鹹であるが、特にアムール系水などの影響を受けるオホーツク海西部域には、 $32\%$ 以下の著しい低鹹水が広くみられる。概して、表層、高温域で低鹹、低温域で高鹹を示す。

中冷水の厚さ( $0^{\circ}\text{C}$ 以下の水の厚さ)は、西方域で厚く、特にオホーツク南西部域では著しく厚く $150\text{m}$ 以上にも達する。

樺太北東の混合水域を除くオホーツク海北部では、 $-1.7^{\circ}\text{C}$ 以下の極めて寒冷な水系が、大陸棚上に広く分布しており、その極小水温層は、底層にみられるために、いわゆる中冷水とはなっていない。大陸棚の少ない南方域では、中冷水の下層に、中冷水よりわずかに高温、高鹹な太平洋系水の流入があり、その中心深度は、 $800\sim 1000\text{m}$ 、水温約 $2.4^{\circ}\text{C}$ 、塩分約 $34.4\%$ である。この下層水(太平洋系水)は、オホーツク南東域に顕著で南西部域では、上層にある中冷水との混合のため不明瞭となる。

夏季、オホーツク海の水塊の層重状態は、北部、大陸棚の発達している海域では、表層水、底冷水の二水系、オホーツク中央域から西方域では、表層水、中冷水、下層水(太平洋系水)の三水系、中冷水のみられない南方域では、表層水、下層水(太平洋系水)の二水系に分けられる。その他

南方域の深層には、下層水（太平洋系水）より、低温、高鹹を深層固有水がある。

冬季は、北部オホーツク海では、表層から底層まで、冷却された均質な一水系で占められると考えられる。他の海域は、おおよそ表層冷却水と下層水（太平洋系水）の二水系に分けられる。

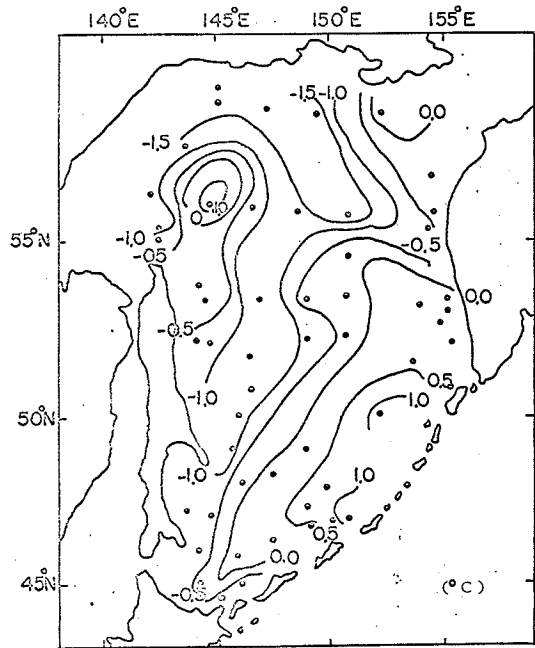
### 3. 中冷水の特性

極小水温を中冷水温として、その分布を示すと第1図のようになる。この分布は、表層水温の分布傾向とは、ほぼ反対になる。すなわち、中冷水温が高い海域は、表層水温が低く、逆に中冷水温の低い海域は、表層水温は高い。これは、表層水昇温期においてオホーツク西方域に、密度の小さい表層水が卓越し、また太平洋系水の流入による移流効果も少ない。従って、東方域に比べて、表層水と中冷水の混合が少なく昇温が維持される。その結果ますます中冷水との安定度が増し表層のみが著しく昇温し、中冷水と表層水の混合は起りにくくなり、中冷水は寒冷な状態を持続するものと考えられる。

夏季、中冷水の分布状態は、冬季表層水のそれに類似しており、宇田（1938）梶浦（1948）等によって報告された如く、夏季中冷水の起源は冬季表層水であると考えられる。また、オホーツク海で異常暖冬（1月平均気温が平年より $3^{\circ}\text{C}$ ~ $6^{\circ}\text{C}$ 高温）であった1963年の夏季中冷水は、他年同期の中冷水に比べて著しく高温であったが、これからも冬季の気象状況が夏季の中冷水に密接な関係を持つことが推測される。

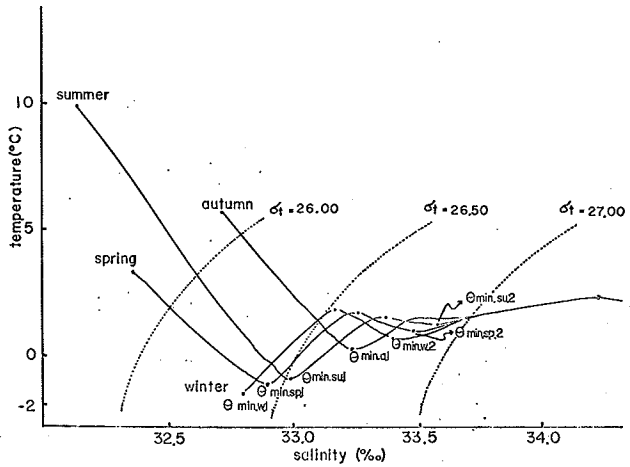
冬季海況と夏季中冷水の分布状態を詳細に検討すると、東樺太沿岸からオホーツク海南西域にかけては、

夏季中冷水の分布と冬季表層状態から推定される状態としばしば異なる。即ち、東樺太の北部沿岸では、しばしば冬季状態から予測されるよりも、中冷水の勢力が弱く、オホーツク海南西域では、移流効果のため中冷層が著しく厚くなっている。比較的移流効果が少ないと考えられる中央域では、中冷水消滅過程において中冷水温は、漸次上昇し、その中心深度は、下層に移行する。これを模式的に示すと第2図のようになる。冬季表層水（ $\ominus$  min, w1）から $\ominus$  min, sp 1、



第1図 水温極小層における水温の水平分布  
(1969年8月)

$\theta_{min, su1}$ 、 $\theta_{min, a1}$ 、  
と、水温、塩分、密度を増  
しながら生成から一年後には、 $\theta_{min, w2}$  まで、中冷層を形成している。さらにこの存在が持続されるならば、 $\theta_{min, sp2}$ 、 $\theta_{min, stf2}$  となり、結果的には、水温構造上第2の中冷水となるであろう。このように、冬季表層水が第2中冷水となって継続的にみられる深度は、およそ400m、その移行時間は1年以上と考えられる。水平混合、あるいは鉛直混合などが大きい海域では第2図に示したような中冷層はみられないか、あるいは、かなり早い時期に消滅するであろう。



第2図 中冷水の形成から消滅に至るまでのT-S曲線の模式図

夏季には、表層水は、融水や河川水の影響で低鹹となり、さらに昇温が著しいために密度は極めて小さくなり、中冷水との間には、密度躍層が発達する。一方、中冷水とその下層の太平洋系水の間では鉛直安定度は極めて小さく混合の起りやすい状態にある。

オホーツク海南西域では、酸素量の分布などからも推察されるように、他の海域に比べて冬季表層水の影響が下層までおよんでいると考えられる。これは、鉛直的な混合効果に加えて移流効果などの水平混合によるものと考えられる。

オホーツク海南西域では、酸素量の分布などからも推察されるように、他の海域に比べて冬季表層水の影響が下層までおよんでいると考えられる。これは、鉛直的な混合効果に加えて移流効果などの水平混合によるものと考えられる。

#### 4. オホーツク海の海洋循環

オホーツク海の海流については、今日までいくつかの研究がなされており、<sup>1,2,3)</sup> およそ反時計廻りに近い環流があるとされている。

400 db を基準面として、オホーツク海の表層流を力学計算によって求めると、年によりあるいは季節によって流向が大きく異なる。また、その流速は観測点の密度にもよるが極めて小さく、最大値で15cm/sec (0.3 knot) を越えない。ほぼ、定常的にみられる流れとしては、北千島列島間を通して西カムチャッカ沖を北上するものと、樺太東岸を南下するものがある。その他、樺太北東域には、表層のみであるが反時計廻りの環流がみられる。定常的ではないが、西カムチャッカや、樺太東岸の沖合には、小規模な環流が形成され、これらの海域で、短期的な湧昇、あるいは、沈降の起っていることが考えられる。オホーツク海の流動は概して周辺域に卓越しており、中央域では緩慢であると考えられる。中冷水の消滅を海洋循環の中で考えると、太平洋系水の果す効果が

極めて大きいことがわかる。即ち、中冷水消滅は、オホーツク海南東域など一部の海域を除いて、表層水の影響は、ほとんどないと考えられる。下層水（太平洋系水）のもつ特質は、南東域に顕著で、ほぼ反時計廻りに不明瞭となり、さらに下層平面における水温、塩分は南西域で低く、酸素量は高い。このことは、下層水が北千島列島から流入し、その上層にある中冷水と混合しながらオホーツク海をほぼ反時計廻りに循環し、環流の末端と考えられるオホーツク海南西域では、混合の進んだ結果、流入時の特質を消失するためと考えられる。

毎年冬季に多量に形成される表層冷却水は、夏季には中冷水となる一方、下層水などの移流効果によって、中部千島の海峡を通過して漸次太平洋に流出するものと考えられる。

## 参 考 文 献

- 1) REONOV, A.K., (1960): Regional Oceanography, Okhotsk. 226-229.
- 2) 梶浦欣二郎 (1949): オホーツク海の夏季海況について 日本海洋学会誌, 5(1), 19-26.
- 3) 倉品昭二他 (1967): オホーツク海の海水及び冬から初夏における千島列島間の海流 日本海洋学会誌, 23(2), 57-62.
- 4) 杉浦次郎 (1958): オホーツク海南西部の海況について, 研究時報, 10(7), 549-553.
- 5) 田畑忠司 (1953): 千島列島およびオホーツク海南部の海況について, 低温科学, 9, 159-170.
- 6) 宇田道隆 (1935): 東北海区における中冷水の分布、成因、運動について, 海と空, 15(12).
- 7) UDA, M.(1955): Researches on the Fluctuation of the North Pacific Circulation. Rec. Oceanogr. Works Japan, 2(2), 1-13.
- 8) ZENKEVITH, L., (1963): The Sea of Okhotsk. The Biology of the Seas of U.S.S.R. 783-817.