

の結果から、海水による影響が少ないと判断された内陸約 30 km の地点と、海岸における地点との両地点間の気温データを比較して、海水期の海岸部における気温は、日最高気温および日最低気温において、それぞれ月平均 1.7°C および 2.0°C 低下することを明らかにした。また、鉛直気温観測の結果から、沿岸部では海水期に接地逆転が強く発達することも明らかになった(中村, 1984)。

ところで、これまでの研究では、地上の気温を対象としたものがほとんどであった。そのため、沿岸地域における気温低下は、全て海水によるものなのか、それとも海水を到来させた北寄りの寒気によるものなのか、あるいはそれらの複合によるものなのかという疑問が残されていた。

そこで本研究においては、北海道オホーツク海沿岸地域の海水による気温低下量を、高層の気象データを基準にして、定量的に把握することを試みた。

2. 研究方法と使用データ

北海道大学低温科学研究所附属流水研究施設(以下北大流水研と呼ぶ)では、1969年以来、1月から5月までの毎日、枝幸・紋別・網走の各測定局において、沖合約 60 km までの海水をレーダー観測している。青田ら(1988)は、これらのレーダー観測海域中に占める海水面積率を密接度(%)と定義し、その日々、年々の変動を示した。それによると、密接度は年々変動し、また同じ年でも場所により、さらに時間とともに変動していることがわかる。この変動には、密接度 0%またはそれに近い状態から、100%またはそれに近い状態にまで急増して、一気に海面が海水に覆われる場合が多々見られることから、本研究ではこの部分に着目した。海面が海水に覆われることによる沿岸地域の気温への影響を調査するためには、海面が海水に覆われる前後において、気圧配置・天気・気温等の時間的推移に変化の少ない時期を選定しなければならない。北海道オホーツク海沿岸地域の月平均気温は、北海道の他の地域よりも 1 か月遅れて 2 月に最低となり、気温の変動は比較的小さくなる。さらに 3 月に入ると気温は急激に上昇し始める。そこで、2 月に海面が一気に海水に覆われ、上記の条件を最も良く満たしていると考えられる 1988 年 2 月の海水を研究対象に選定した。なお、海水に関しては、北大流水研の海水観測データを使用した。

沿岸地域の地上気温データとしては、気象庁地域気

象観測データ(AMeDAS)を使用した。海面が海水に覆われることによる沿岸地域の気温低下量を定量的に測定するためには、海水による影響を受けない場所に基準点を設定しなければならない。そこで、本研究においては、沿岸地域上空に基準点を設けることとした。北海道における気象庁の高層気象観測は、稚内、根室、札幌の 3 地点で実施されている。ここでは、稚内と根室の高層気象観測データから、オホーツク海沿岸地域における各地域気象観測地点上空の 900, 850, 800, 700, 600, 500 hPa 高度の気温を内挿法によって算定した。

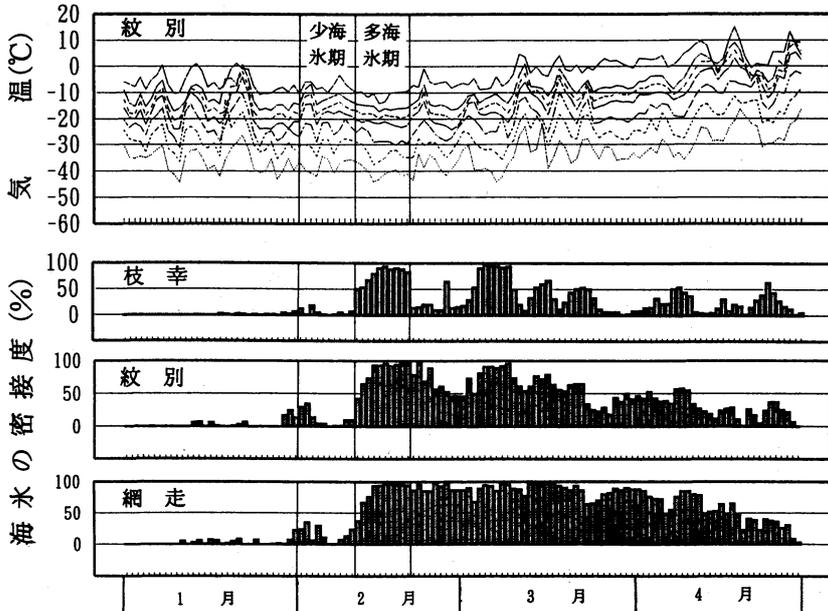
3. 1988 年 2 月の海水と気象

3.1 海水

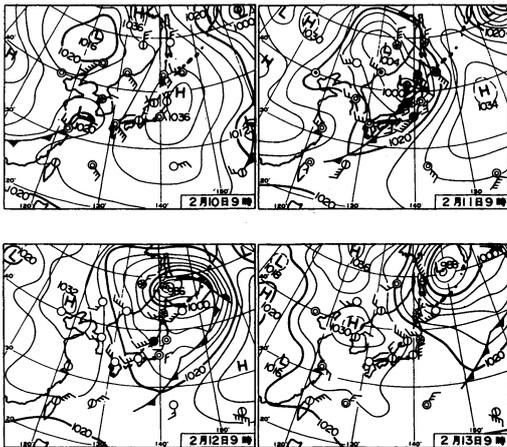
1988 年冬期の北海道オホーツク海沿岸における海水は、北大流水研のレーダー観測によると枝幸で 1 月 18 日、紋別で 1 月 13 日、網走で 1 月 11 日に視界内に現れ、以後、海水の密接度は、各地点ともに 0~数パーセントの範囲で推移したが、枝幸では 2 月 1 日から 2 月 3 日、紋別では 1 月 29 日から 2 月 3 日、網走では 1 月 30 日から 2 月 5 日までの期間に一時的に 20~35%まで増加した(第 2 図)。その後、一度減少したものの、枝幸では 2 月 10 日の 7%から 11 日の 50%まで、紋別でも同じく 2 月 10 日の 10%から 2 月 11 日の 43%まで急増した。また網走では、やや緩やかではあるが、2 月 9 日 13%、10 日 24%、11 日 37%と増加した。その後、いずれの地点においても密接度 90%以上の状態が持続した。ここでは、密接度 90%以上の状態に向かって急増し、3 地点とも同時に 30%を超えた 2 月 11 日を基準にして、それ以前の 2 月 1 日から 10 日までの 10 日間を少海水期、それ以後の 2 月 11 日から 20 日までの 10 日間を多海水期と呼ぶことにする。

3.2 気象

1988 年 2 月上旬には、弱い西高東低の気圧配置が続き、時々、日本の南岸沖を弱い低気圧が通過していた。2 月 10 日には、日本列島は、東日本に中心を持つ中心示度 1036 hPa の高気圧に覆われた。11 日から 12 日にかけて、日本海から進んで来た低気圧が北海道付近を通過して急激に発達し、オホーツク海南部では海水が南下しやすい気圧配置が続いた。第 3 図に示すように、10 日に大陸と東シナ海にあった 2 つの低気圧は 11 日には日本海北部に進んで 1 つにまとまり、1000 hPa の中心示度に発達した。さらに 12 日には北海道の北に進んで 986 hPa に発達した。オホーツク海沿岸への海水の急接近は、この低気圧によってもたらされたものであ



第2図 1988年1月から4月までの紋別の高層気温(°C)および枝幸・紋別・網走の海水の密接度(%)の日々変化。気温は地上および稚内と根室の高層気温から内挿して求めた900, 850, 800, 700, 600, 500 hPa 高度の値を示す。



第3図 1988年2月10日から2月13日までの気圧配置図(与五沢編, 1986-90 天気図集成, 1993による)。

を知るために、北海道のオホーツク海沿岸地域のほぼ中央に位置する紋別の地上から 500 hPa 高度までの各高度の気温と、枝幸、紋別、網走の3地点における海水の変化状況を、前出の第2図に示した。この図によると、1月には、地上から 500 hPa 高度までの気温は、1週間程度の周期を持つ振幅の大きな変動を示している。しかし、2月にはそのような周期は認められず、また、振幅も数分の1に減少し、気温の変動は、比較的緩やかにほぼ横ばいに推移した。そのため、海面上における海水量の変化に伴う沿岸地域の気温の変化について調査するには最適の条件を備えた期間であると考えられる。

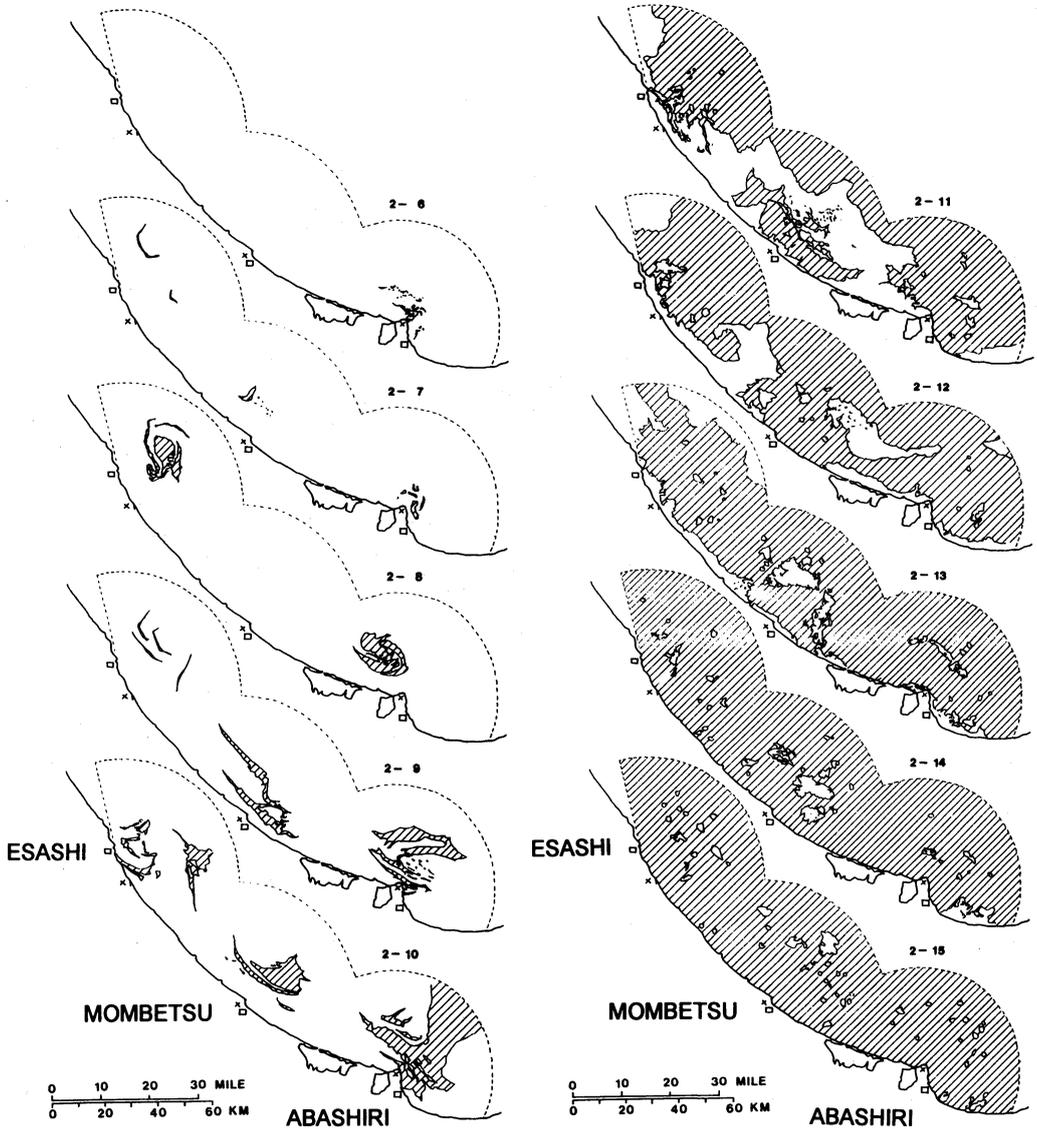
2月10日以前の少海氷期と2月11日以降の多海氷期における平均的な気温の鉛直分布を調べるために、少海氷期については2月10日以前の5日間、7日間、10日間平均値(起算日: 2月10日)、また、多海氷期については2月11日以後の5日間、7日間、10日間平均値(起算日: 2月11日)の稚内、枝幸、紋別、網走、根室における 500 hPa 高度までの気温の鉛直分布図を作成した。ここでは、第5図に示すように海面が海水に覆われなかった稚内と、海水に覆われたオホーツク海沿岸中央部の紋別の図を示すことにする(第6図)。稚内から根室までのいずれの地点・平均化日数において

り、この間の海水の動きは、第4図から読みとることができる。その後、日本付近では、再び弱い西高東低の気圧配置が続いた。

4. 少・多海氷期の気温

4.1 気温の鉛直分布

1988年1月から4月までの高層の気温と海水の状況



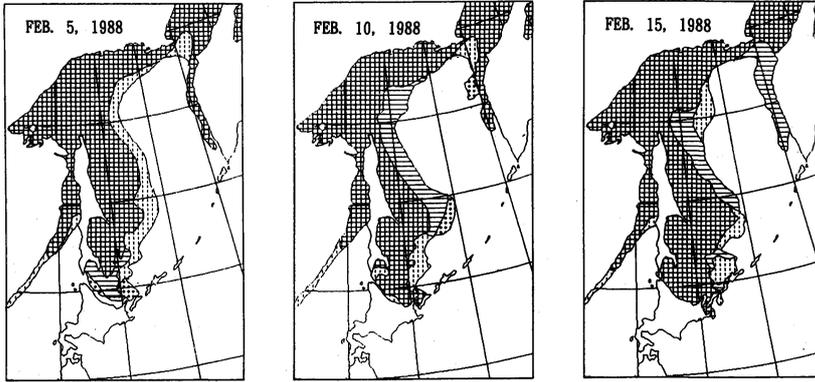
第4図 レーダー観測による北海道オホーツク海沿岸沖の海水分布. ハッチの部分は海水域を示す. □: 市街地, ×: レーダー測定局, 期間: 1988年2月6日から2月15日 (青田ほか, 1988による).

も、多海水期には少海水期と比べて地上から 500 hPa 高度までの全ての気温が低下した。少海水期には、平均化日数によって多少の差はあるが、各地点の気温は 500 hPa 高度で約 $-37^{\circ}\text{C}\sim-38^{\circ}\text{C}$ 、地上では $-5^{\circ}\text{C}\sim-7^{\circ}\text{C}$ 程度であった。一方、多海水期には、500 hPa 高度の気温は $-38^{\circ}\text{C}\sim-41^{\circ}\text{C}$ に低下した。また、地上の気温は、海面が海水に覆われなかった稚内では約 -8.5°C 、同様に海水に覆われなかった根室では $-7^{\circ}\text{C}\sim-8^{\circ}\text{C}$ であったが、海面が海水に覆われた枝幸では約 -11°C 、紋別では約 -10.5°C 、網走では $-10.5^{\circ}\text{C}\sim$

-11.0°C と、前者よりも気温の下がり方が $2^{\circ}\text{C}\sim3^{\circ}\text{C}$ 大きかった。そこで、次に少海水期と多海水期における高度別の平均気温差について検討することにした。

4.2 高度別平均気温差分布

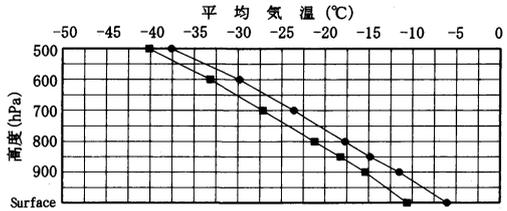
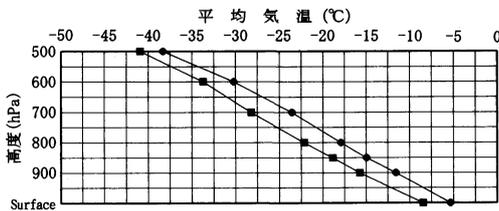
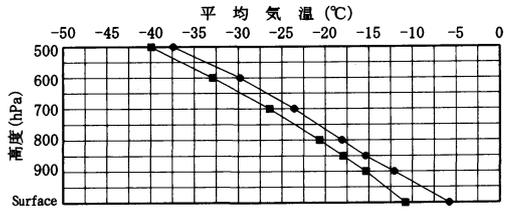
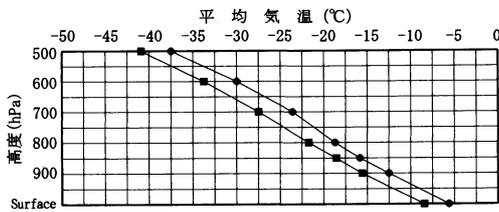
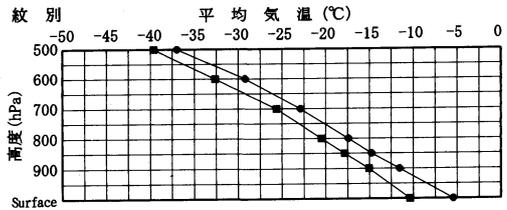
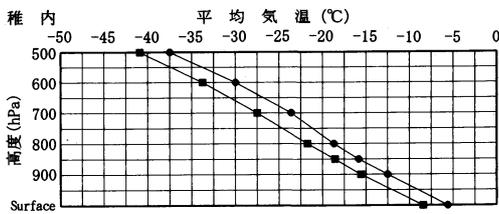
前節と同様の地点・高度・平均化日数における少海水期と多海水期の高度別平均気温差（負値は、少海水期よりも多海水期の平均気温の方が低いことを示す）に関する図を作成し、稚内と紋別について第7図に示した。これらの図より、少海水期から多海水期を通して海水に覆われなかった稚内では、11日を境に最も気



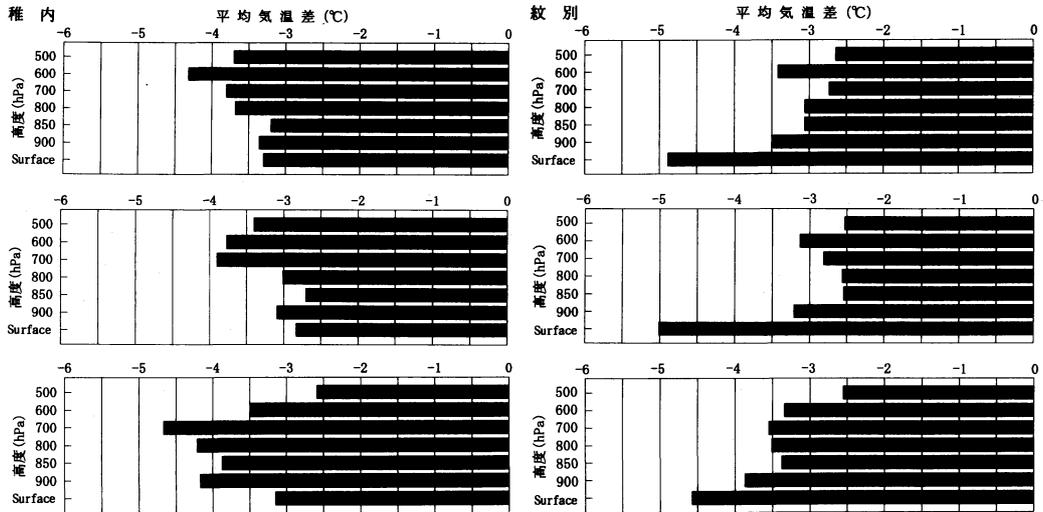
第5図 1988年2月の衛星観測によるオホーツク海の海水分布. 密接度: ある水域に対し, その中の氷に覆われている海表面の占める割合を10分位法で表したものの.

9~10/10,
 7~8/10,
 4~6/10,
 1~3/10,
 0/10

(気象庁, 気象庁海水観測資料第6号, 1988による).



第6図 少・多海水期における稚内と紋別の高層気温分布. 少海水期: 1988年2月1日から10日までの期間, 多海水期: 1988年2月11日から20日までの期間. ●: 少海水期平均気温(2月10日を起算日とした前5日間, 前7日間, 前10日間平均気温), ■: 多海水期平均気温(2月11日を起算日とした後5日間, 後7日間, 後10日間平均気温). 上から順に5日間, 7日間, 10日間平均の鉛直気温分布を示す.



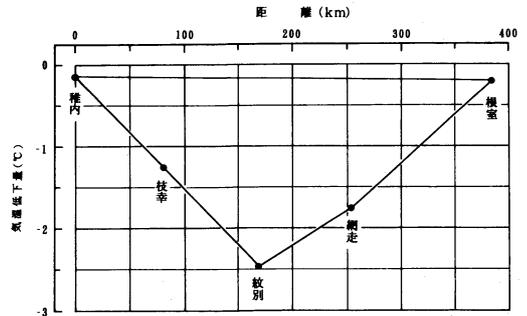
第7図 少・多海水期における稚内と紋別の高度別平均気温差分布。負値は少海水期よりも多海水期に平均気温が低下することを示す。上から順に5日間、7日間、10日間平均の気温差分布を示す。期間：1988年2月1日から2月20日。

温が低下したのは5日間平均値では600 hPaの-4.3°C、7日間平均値、10日間平均値ではともに700 hPaが最も低下し、それぞれ-3.8°C、-4.7°Cであった。また、同じく海水に覆われなかった根室では、いずれの平均化日数の場合にも900 hPa高度の気温低下が最も大きく、-3.4°C~-3.6°Cであった。ところが、多海水期となって海面が海水に覆われた枝幸、紋別、網走においては、地上の気温低下が最も大きくなっている。少海水期から多海水期への移行による地上の気温低下と900 hPa高度の気温低下との差を見ると、いずれの地点においても、7日間平均値の場合に最も大きく、その差は、枝幸で0.8°C、紋別で1.8°C、網走で1.0°Cとなっている。そこで、本研究では、以後、7日間平均値を使用することにした。

紋別の7日間平均気温差は、850 hPa高度が全高度中最小の-2.5°Cで、900 hPa高度は-3.2°C、地上は-5.0°Cと下層ほど増大している。また、枝幸、網走でも紋別とほぼ同様の傾向が見られる。このことから、下層ほど平均気温差が増加するのは、主として850 hPa高度以下の現象であると判断される。

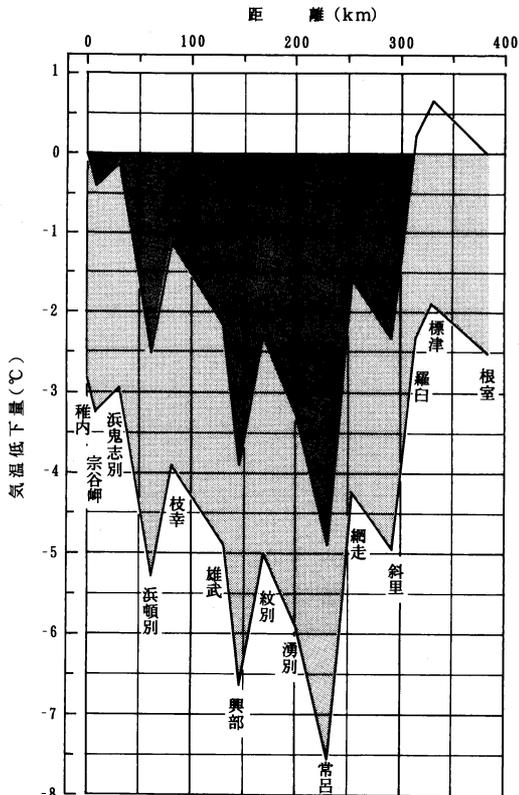
5. 海水による気温低下の定量的把握

少海水期と多海水期との、7日間平均気温差の地上と850 hPa高度との差を、海水による気温低下量(地上の平均気温差の方が850 hPa高度の平均気温差よりも大きい場合を負値で示す)と定義した。稚内、枝



第8図 海水による気温低下量。少海水期と多海水期との7日間平均気温差の地上と850 hPa高度との差を海水による気温低下量(地上の平均気温差の方が850 hPa高度の平均気温差よりも大きい場合を負値で示す)と定義する。期間：1988年2月1日から2月20日。

幸、紋別、網走、根室のそれぞれの地点における海水による気温低下量を第8図に示す。この図によると、オホーツク海沿岸の中央に位置する紋別で、地上気温の低下が最も著しく-2.5°Cを示し、ここを頂点とするV字型が形成されている。このV字型上端である稚内と根室の値をそれぞれ結んだ直線は、海面に海水が全く存在しない場合の、沿岸地域における地上気温と850 hPa高度の気温との差を示していると考えられる。つまり、各地点における値と、この直線上の値との差が、海水に覆われた海面での冷却効果による気温

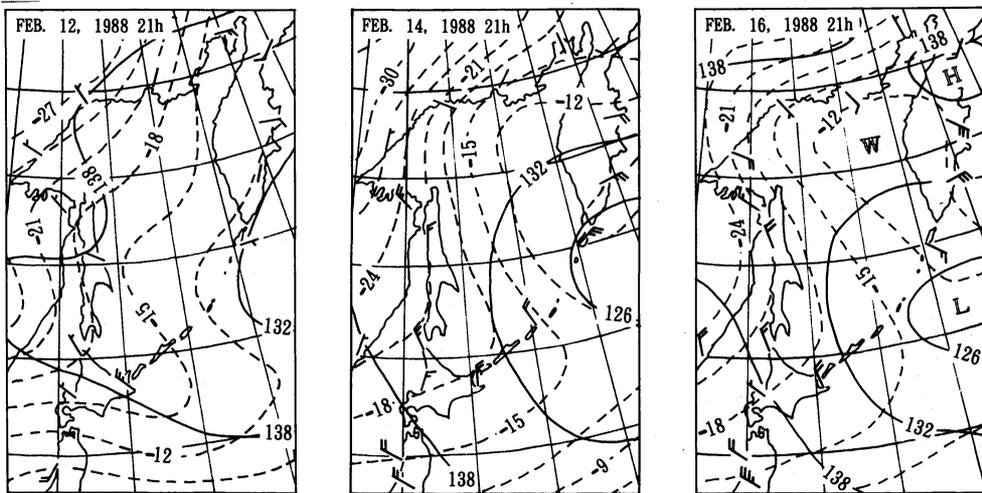


第9図 北海道オホーツク海沿岸地域における多海水期の地上気温低下量。濃いアミ目の部分：海水の冷却効果による気温低下量を示す。薄いアミ目の部分：海水を到来させた寒気移流による気温低下量を示す。期間：1988年2月1日から2月20日。

低下量であると推定される。

そこで、北海道のオホーツク海沿岸地域に位置する全ての地域気象観測地点について、同様の方法で少海水期と多海水期の地上の平均気温差と 850 hPa 高度の平均気温差から、海水の冷却効果によると考えられる地上気温の低下量を求め第9図を作成した。この図によると、海面を覆った海水の冷却効果による気温低下量は、オホーツク海沿岸中央部で大きく -2°C 以上を示す。紋別では -2.3°C であるが、この値は紋別の内陸約 30 km の滝上の気温と比較して求めた日最高气温の低下量 -2.0°C ともほぼ一致する。この効果による気温低下量の最大値は常呂の -4.9°C で、ついで大きかったのは興部の -3.9°C と湧別の -3.2°C であった。北海道のオホーツク海沿岸地域中央部の気温低下量が大きいのは、開水面から離れている中央部ほど沖合まで海水域が広がり、海水による冷却効果が強く働いたためと考える。

各地点における少海水期と多海水期との平均気温差は海面が開水面から海水面に変化したことによって引き起こされた気温低下の総量(総気温低下量)であり、この総量から上述の海水に覆われた海面上での冷却効果による気温低下量を差し引いた残差が、海水を到来させた北寄りの寒気(第10図)によってもたらされた気温低下量である。第9図によると、この気温低下量は各地点ともほぼ -2.5°C 前後で、場所による違いはほとんど認められなかった。そのため、両低下量の総和としての総気温低下量は、オホーツク海沿岸中央部



第10図 多海水期における 850 hPa 高層天気図。実線は等圧面高度 ($\times 10\text{m}$)、破線は等温線 ($^{\circ}\text{C}$) を示す。風速は短い矢羽が5ノット(約 2.6 m/s)、長い矢羽が10ノット(約 5.1 m/s)を示す。

で大きく、この地域では -5°C を超えた。その最大値は常呂の -7.6°C で、興部の -6.6°C と湧別の -5.9°C がこれに次ぐ値であった。

6. まとめ

1988年2月の北海道オホーツク海沿岸地域の海水による気温低下量（負値は海水による気温低下を示す）を、高層の気象データを基準にして、定量的に把握することを試みた。その結果、次の知見が得られた。

- (1) 海水による地上気温への影響は、少海水期と多海水期の7日間平均値に最も顕著に現れた。
- (2) 海水の冷却効果による気温低下量は、オホーツク海沿岸中央部で大きく、 -2°C を上回った。最も気温低下量が大きかったのは常呂の -4.9°C であり、興部の -3.9°C と湧別の -3.2°C がこれに次いだ。
- (3) 海水を到来させた北寄りの寒気による気温低下量は、各地点ともにほぼ -2.5°C 前後で、場所による差異はほとんど認められなかった。
- (4) 海面が海水によって覆われることによる気温低下量は、上記(2)、(3)の総和として算定され、北海道オホーツク海沿岸中央部における気温低下量は、 -5°C を超えた。その最大値は常呂の -7.6°C で、興部の -6.6°C と湧別の -5.9°C がこれに次いだ。

謝 辞

本研究を実施するに当たり、海水データは北海道大学低温科学研究所附属流水研究施設、地域気象観測

データは気象庁統計室、高層気象データは気象庁高層課よりご提供頂きました。また、データの解析に当たっては、国土館大学情報科学センターおよび同大学文学部地理学教室野口泰生教授のご協力を得ました。ここに記して、深く感謝申し上げます。

なお本研究は、1995年度日本地理学会春期学術大会にて発表したものに、その後加筆修正したものである。本研究には、平成5年度文部省科学研究費補助金一般研究(C)(研究代表者：中村圭三、課題番号：05680146)を使用した。

参 考 文 献

- 青田昌秋, 石川正雄, 高塚 徹, 池田光雄, 白澤邦男, 1988: レーダー観測による北海道オホーツク海岸沖の流水分布, 低温科学(物理編 資料集), 47, 35-64.
- 青田昌秋, 植松恵理子, 1989: 氷海の研究とオホーツク海, 地学雑誌, 98, 600-612.
- 青田昌秋, 石川正雄, 村井克詞, 1992: オホーツク海・北海道沿岸の海水勢力と気温の統計的關係, 地学雑誌, 101, 485-490.
- 気象庁, 1988: 気象庁海水観測資料, 6, 34 pp.
- 中村圭三, 1981: 冬期のオホーツク海岸地域の気候におよぼす海水の影響, 道都大学紀要(美術学部), 4, 73-84.
- 中村圭三, 1984: 流水接岸によるオホーツク海沿岸地域の気温降下について, 日本地理学会予稿集, 25, 184-185.
- 小幡紀一, 赤川正臣, 1985: 北半球500 mb 高度とオホーツク海の海水現象との相関, 研究時報, 37, 105-113.
- 与五沢和良編, 1993: 1986-'90 天気図集成, 日本気象協会, 174 pp.