

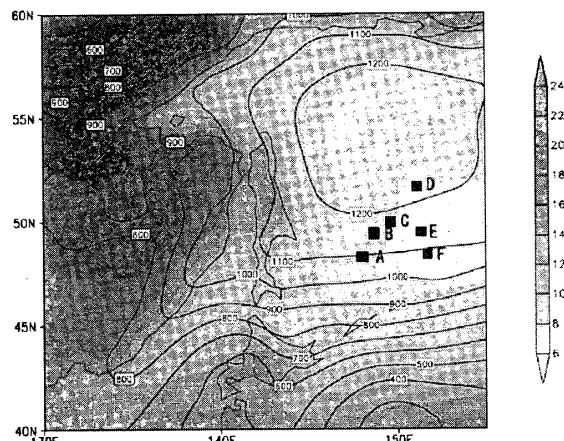
ことから、上記を立証するためには、海上での鉛直方向に高解像度な高層観測が不可欠である。しかしながらオホーツク海内部での大気高層観測はほとんどなされていなかった。本研究は1998年7月にオホーツク海上でクロモフ観測船によって行われた高層ラジオゾンデ観測データを使用し、オホーツク海高気圧下層の雲頂冷却率を見積もり、寒気層形成に果たす下層雲と海洋の役割について検討した。

第9図は、我々が観測を行った1998年7月10日から13日の1000 hPaの平均高度場と温度場である。観測地点を■印で示している。幸運にも観測時期にオホーツク海高気圧が発生していた。この観測によって多くの新発見が得られた。その数例を以下に記す。

高気圧がオホーツク海上に発生した時のラジオゾンデ観測及びCTD観測（海洋観測機器による深度、水温、塩分の観測）による大気及び海洋表層温位の鉛直プロファイルを観測することができた。大気下層900 hPa～960 hPa付近に強い逆転層（もっとも大きい場合逆転層の上下での温位差が10 Kにも達していた）が発生しており、またそれより下で湿度がほぼ100%であった。この結果から下層付近に霧が発生していると考えられる。このような温度及び湿度構造は観測期間中の高気圧発生時に共通に見られた。また、逆転層高度は、最大でも1 kmほどの高さであった。

ラジオゾンデ観測と気象庁領域予報モデルによる気温と相対湿度の鉛直分布の比較やGAME再解析などの客観解析データとの比較も行った。観測では海霧の存在に対応して湿度がほぼ100%の混合層の存在が逆転層高度まで見られたが、モデルでは混合層の存在及び湿度の飽和状態は全く再現できていない。僅かに表層の逆転層が認められるだけである。我々はGTSによって一部観測結果をリアルタイムで気象庁に電送し、予報の初期値に我々の観測結果を反映させた。客観解析や予報モデルは下層の冷たい混合層を再現できていないということは、これらデータを用いたオホーツク海高気圧研究を進める上での注意点であろう。

最後に、本観測研究は、北海道大学低温科学研究所若土正暁さんを代表とする戦略的基礎研究によって行われた。また、ロシア船からのGTS発信などについては気象庁数値予報課の故野村厚さん、同海上気象課（当時）水野孝則さんに大変お世話になった。特に野村さんとは観測前に何度にもわたる打ち合わせを行ったことがロシア船からの高層観測データ転送の成功につながった。また、狭小なロシア船での無寄港の約1か月



第9図 観測期間（7月10日～13日）の平均1000 hPa 温度、高度場（単位：0.1 m）。ゾンデ観測地点を■印で示している。

にわたる観測から、ロシア人研究者との深い友情も生まれ、ロシア人研究者との人脈形成につながった。その人脈は現在も我々のロシア関係の研究の遂行に大いに役立っている。さらに、気象庁領域予報モデルやGAME再解析との比較の際には、気象庁数値予報課（当時）の萬納寺信崇さん、新美和造さん、そして気象研究所の山崎信雄さんに大変お世話になった。これら気象庁との連携がスムーズに行うことができたことは愚生が代表者を務める北海道大学低温科学研究所共同研究への気象庁の参画に負うところが非常に大きい。もちろん、成果は、観測や解析に携わった北海道大学や東海大学の多くの大学院生の活躍の賜物であることは言を待たない。観測研究を経験した多くの若手研究者が貴重な観測経験を生かし今後各方面で飛躍する事を大いに期待する。

3 オホーツク海の水氷変動は何によって決まるか

木村詞明（NASDA/EORC）

オホーツク海の特徴は、冬期に海水が存在する季節海水域であるということであり、その海水の変動メカニズムの解明は全球の気候システムを考える上でも重要な課題である。本研究では主にマイクロ波放射計 DMSP SSM/I による観測データを用い、毎日の海水密度度、海水タイプ、海水漂流速度を導出して、オホーツク海の水氷変動の解析を行った。

まず海水の動きに着目すると、数十 km 以下のスケールでは海洋渦などの影響を受けた複雑な動きが見られるが、SSM/I データから計算した100 km スケールの速度場では風速と良い関係が見られた。計算の結

果、海水漂流速度の日々の変化は地衡風速と相関係数0.8を超える高い相関があり、相関はラグ0の時に最大となることが分かった。海水は地衡風向とほぼ平行方向に漂流し、地衡風速に対する大きさ（風力係数）は沿岸付近で1%程度で、岸から離れるほど大きくなり氷縁付近では2.5%程度であった。

つぎに氷縁位置（海水域）の日々の変化に着目すると、海水の動きと同様に風速変化と高い相関が見られた。氷縁に直交する方向の地衡風速との相関係数は高いところで0.7を超え、氷縁は風速の2.5から3%の速さで変動していることが分かった。これらの相関係数と風速に対する比率は、北半球の氷縁海域の中で最も大きい値であった。また、海水域の年々変動に着目すると、日々の変化と同様に風速場の変化の影響を強く受けているが、ベーリング海やバレンツ海と比較すると風速との相関は小さく、海面水温の変動の影響なども無視できないようである。

最後に、オホーツク海の海水がどこで生成/融解しているかを解明するため、海水の密接度と動きの変化から海水生成面積と融解面積を計算した。その結果、沿岸近くのいわゆる沿岸ポリニア域での生成量が圧倒的に多いことが分かった。一方で、北西部海域では海水域が力学的に収束することによって海水どうしが重なり合い、それによって大規模な面積減少が起こっていることが分かった。この力学過程による減少面積は、氷縁での融解による減少量に匹敵する大きさであった。

衛星リモートセンシングは、海水の二次元的な変動の解析には極めて有効である。しかし、衛星からの観測では海水の厚さ分布が分からないため、三次元の海水量の変動は明らかに出来ない。数少ない現場観測データを取り入れながら、いかにして厚さを含めた海水量の変動機構を解明していくかが今後の大きな課題である。

4 海水と大気境界層の熱交換過程

猪上 淳（北海道大学低温科学研究所/
コロラド大学）

4.1 海水域での航空機観測

オホーツク海水域の拡大過程には沿岸ポリニアでの海水生産・風による海水の移流が重要であるが（e.g. Kimura and Wakatsuchi 1999）、海水域が拡大し続けるためには風下へ移流されてきた海水がすべて融解してしまわないことが必要である。これまで海水域の多

寡が大気や海洋の循環へ及ぼす影響などは客観解析データや数値モデルを用いた研究によって、また海水域全体の変動は衛星によるリモートセンシングによる研究によって明らかにされつつある。しかしながら、寒気吹き出し時の海水の生成に関する熱力学的な側面に着目した研究は、観測の困難さからこれまでオホーツク海南西部に限られていた。そこで2000年2月に戦略的基礎研究（オホーツク海水の実態と気候システムにおける役割の解明：研究代表者若土正暁）の一環としてロシアの航空機を使った大気と海水の観測をオホーツク海の氷縁域で行い、大気境界層（Atmospheric Boundary Layer：以下ABL）と海水に着目した海水域の拡大・融解過程の熱力学的な解析を行った。

4.2.1 大気境界層の発達が生氷縁域の熱収支に与える影響

開水面上での気団変質は大気海洋間の温度差を減少させるため、寒気吹き出しの風下にあたる氷縁域では風上の沿岸ポリニアなどに比べ一般的に大気への加熱が小さい。しかしながら、気団変質に伴うABLの発達によって、単位空気塊に配分される海面熱フラックスは減少するため、ABLが発達しない場合（安定度が強い場合）に比べ海面冷却が強くなっていると考えられる。そこでABL発達モデルと観測データ（気温プロファイル、海水密接度、海水面温度）を用い、ABLの発達が氷縁域での乱流熱フラックス（特に顕熱フラックス）に与える影響を調べた。感度実験の結果、ABLの発達に伴う気温増加は、ABLが発達しない場合に比べ約5割も抑制されることが分かり、風上の安定度とそれに伴うABLの発達が氷縁域の熱収支に著しく影響を与えていることが示された。

4.2.2 寒気吹き出し時と暖気移流時の表面熱収支

オホーツク海の海水の生成・融解は季節進行に伴うものだけでなく、昼夜のサイクルでも行われる。特に短波放射の影響は大きく、昼間の融解量が海水域の進退を左右する。そこで放射モデルを用いて日平均及び昼夜の正味の放射収支を見積もり、さらに寒気吹き出し時及び暖気移流時の乱流熱フラックスを想定した昼間の海水融解量と夜間の海水生成量を調べた。日平均の正味の放射フラックスは海洋上では 5 W/m^2 の海面冷却であるが、昼間は海面が 200 W/m^2 加熱される。ここで海水が加熱された分だけ海水が底面から融解すると仮定すると、寒気吹き出し時（ 150 W/m^2 の乱流熱フラックス）では5 mm、暖気移流時（ -50 W/m^2 の乱流