

オホーツク海の海水の移動

木村隆昭*

1. まえがき

静止気象衛星「ひまわり」の画像からは、オホーツク海における海水の巨視的動静をも知ることができ、これは既に業務に反映されている。ここではその一例を示すと共に、「ひまわり」の画像から雲移動ベクトルを求め、一方のループフィルム法を用いて、従来の報文に比べて大規模な海水の運動と、それに寄与する風との関係について調査した。

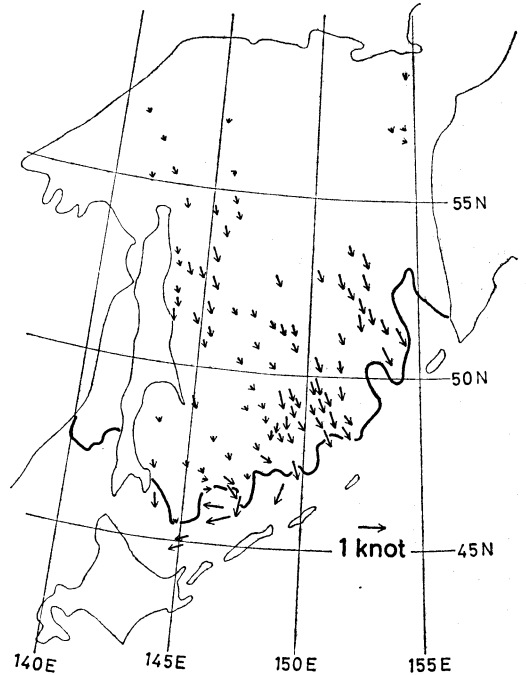
2. 海水域の年変化

オホーツク海の海水は、北極海と異なり夏期には全く存在しない一年氷である。氷盤の厚さは、大きい処でも1m程度とみられている。11月下旬ごろに北西部沿岸から始まる氷野の形成は、しだいに南方へ拡大し、2月下旬から3月上旬にかけて、同海のほぼ80%にまで拡がって最盛期となる。時には1978年のように、ほぼ全域が氷野となることもある。北海道沿岸に流水が押し寄せ、漁業や海上交通に多大な障害をもたらすのもこの前後である。氷野は4月に入ると溶け始めるが、北部海域では5月に至ってもなお消えずに残っている。ここでは1978年12月から1979年5月にかけての一連の氷域変化の模様を写真3(a)~(f)に示す。オホーツク海だけではなく、間宮海峡もまた氷野で閉ざされるのが分かる。なおこの写真の範囲には入っていないが、ウラジオストック付近及び渤海湾の一部にも海水が生ずる。

3. 氷野の24時間の動き

1979年に北海道沿岸に流水が出現したのは1月下旬で、2月中は部分的に離岸・接岸を繰り返し、その後4月に至るまで沿岸は流水に閉ざされた。写真1は2月24日03Zの可視画像である。

広大な海域が海水に覆われているが、南の縁辺近くで

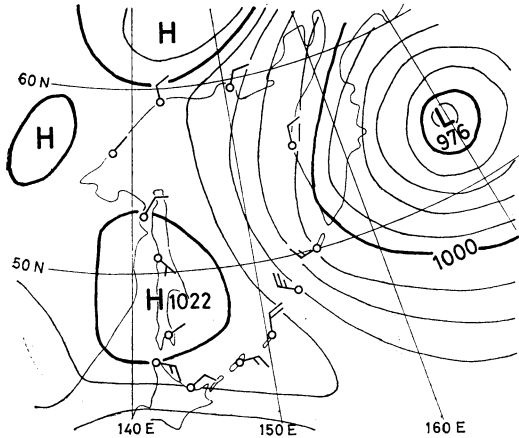


第1図 海水の漂流速度。1979年2月24日03Z。太い実線は密度度 $\frac{7}{10}$ 以上の氷域の南縁。

は所々海面が現われており、長径10~20kmに達する巨大氷盤も散在している。また北海道沿岸に現われた流水は、かなりまばらな一群のみであって、ゆっくりと南下する密な氷野がその後にあるのが明瞭に認められる。

第1図は、この24日03Zから翌25日03Zまでの24時間の海水移動から求めた漂流速度をベクトルで示したものである。漂流速度の測定は可視画像を用いたループフィルム法(小平ほか, 1978; 浜田, 1980)によるものである。可視画像の距離分解能は衛星直下点で1.25kmであるが、オホーツク海中央部では約2.5kmとなり、この例における漂流速度の測定精度はほぼ0.05~0.1ノットである。第1図を見ると氷野は一様な動きをしていない

* Takaaki Kimura, 気象衛星センター解析課。



第2図 地上気圧配置と沿岸の実況風。1979年2月24日12Z。

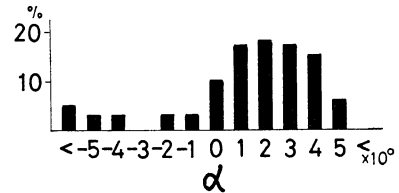
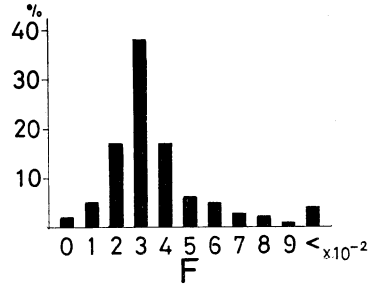
ことが分かる。北部の密な氷域に比べ南の縁辺部で動きが大きく、最大で1.0ノットにも達している。また氷域南端では時計回りの回転が見られる。

海氷の動きは風と海流に支配され、さらに地球の転向力などが作用する。オホーツク海における海流としては、北海道沿岸を南東に流れる宗谷暖流が顕著である。しかし第1図に示すデータを得た海域におけるこの時期の海流は明らかではないが、暖候期のそれから推定すると、一部を除き全般に弱くかつ不安定であるとみられる。よってこの例では風との関係についてのみ記述することにする。

測定期間内の代表的な気圧配置及び沿岸における実況風として、24日12Zのものを第2図に示す。東部海域では20ノット程度の強い風が吹いているが、西南部海域では比較的穏やかで、第1図の南端での時計回りの回転は、この付近のWNW~ESEに伸びる気圧の峰での風向の変化に対応しているものとみられる。

4. 海氷移動と風との関係

海氷移動と風との関係を知るために、風力係数と偏角を求めてみる。風力係数は風速に対する漂流速の比、偏角は風下の方向(風向-180°)からの漂流向(流れ行く方向)のずれである。ここで問題となるのは氷野上の実測風がないことである。オホーツク海沿岸には千島列島を含めて観測所が点在しているが、この観測値のみで氷野上の風を推定するのは困難である。もちろん海氷に覆われているのであるから、船舶のデータも皆無である。そこで地衡風または傾度風をもとに推定することに



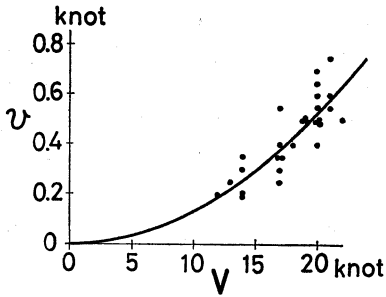
第3図 風力係数と偏角の度数分布(第1図の例)。上段:風力係数F 下段:偏角α

した。

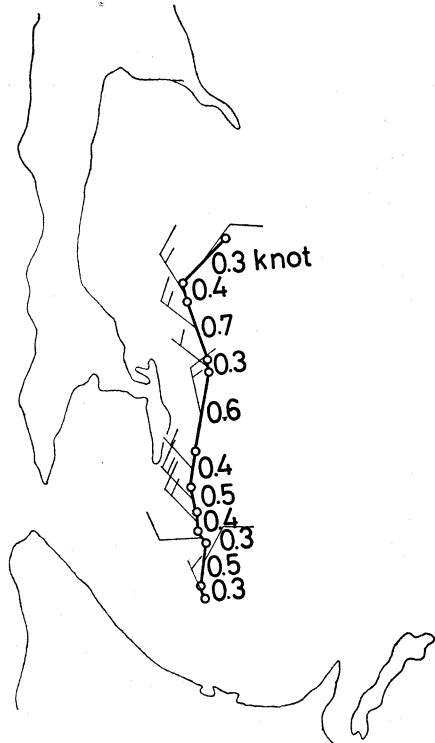
氷野上の風と地衡風との関係については、まだ明らかにされていない。ここでは一つの試みとして、風速は地衡風の風速の60%を、また風向は地衡風の風向から20°を減じて用いることにした。これらの値は氷野上縁辺部における吹出しの下層の筋状雲の走向と地衡風とが成す角をもとに、テラーの関係(高橋, 1969)を用いて求めたものである。このような筋状雲は、1979年2月から3月にかけて7例を「ひまわり」の画像上に見ることができた。

こうして風力係数(F)と偏角(α, 正が右偏, 負が左偏)を求めてみると、第3図に示したように風力係数は0.02~0.04に全体の約70%が、また偏角は+10°~+40°に約60%が集中した。つまり海氷の多くは、風下に向かって右10°~40°の方向へ風速の2~4%で動いているわけである。このように風下に向かって右偏するのは転向力の作用によるものである。なおオホーツク海における海氷(巨大氷盤)の風力係数と偏角については、赤川・松本(1979)の調査がある。ただし氷野上の風の見積り方法が本例とは若干異なるので比較には注意を要するが、風力係数については同様な傾向が見られる。

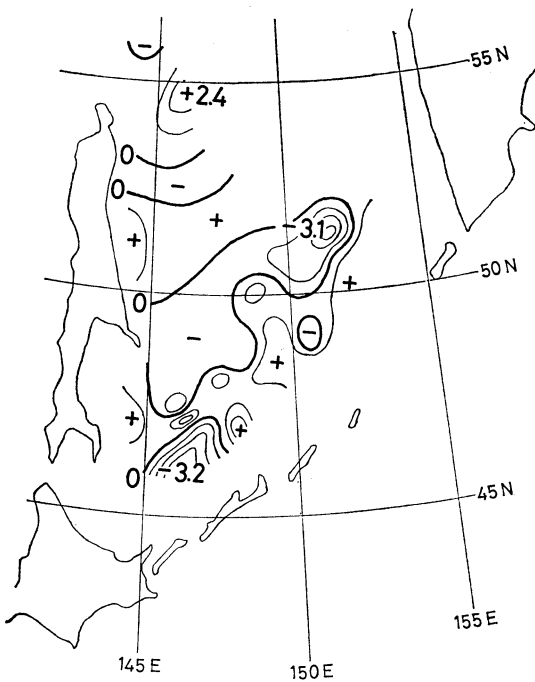
ところで先の値には場所による氷域の粗密の程度(密接度)や風速の差異は考慮されていない。そこで沿岸地形や海流の影響が少ない同海中央部で、密接度が9/10以上のほぼ一様な氷域として50°N, 150°E付近を選び、



第4図 風速と漂流速の関係(第1図の例における 50°N, 150°E 付近).
風速 V , 漂流速 v



第6図 巨大氷盤の漂流. 1979年3月8日~27日.
漂流速と風速(単位5ノット).



第5図 発散の分布(第1図の例).
正: 発散, 負: 収束(等値線は $1 \times 10^{-6} \text{sec}^{-1}$ ごと).

5. 海水域の発散

すでに述べたようにオホーツク海の結氷はその北西部沿岸から始まり、しだいに氷域は南へと拡大してゆく。これは海面水温の低下に伴い結氷域が広がることもあるが、冬期には同海域が北ないし北西風の場に置かれることが多いためでもある。

先の第1図に示したデータから、24時間の南への氷域拡大の模様をみたものが、第5図に示した発散(一辺が100~200 kmの任意の四辺形について計算)の分布である。確かに氷域の南縁では全般に発散域になってはいるが、北の方から徐々に変化しているのではなく、かなり複雑である。氷域最南部では強い収束・発散域が隣接しているが、ここは時計回りに回転している氷域に相当する。また北部の 55°N, 146°E 付近には強い発散域が見られるが、ここは写真1(矢印B)から分かるように、氷域が周囲に比べて著しく粗になっている所である。この年に限らず毎年きまって同様な状態が生じることから、ここでは湧昇流による海面での発散が考えられ

そこでのデータに限定して風速 (V) と漂流速 (v) との関係を見たのが第4図である。風速と漂流速とが決して無関係ではないことが分かる。福富(1952)はオホーツク海における密接度10/10の氷野の漂流速を、緯度をパラメーターとする風速の2次関数として与えている。ちなみに図中の実線は、 $v=0.0013 V^2$ (単位はノット) で示される近似曲線である。

る。

なお北海道オホーツク海沿岸の流氷野の発散については、河村ほか(1975)の調査がある。これは、流氷観測レーダーの資料から、一辺 15~20 km の四辺形についてほぼ3時間ごとの値を求めたものであるが、正負共に本例の3~4倍の最大値を得ている。

6. 巨大氷盤の漂流

北方にある時は各所に亀裂が入った広大な氷野も南に下るにしたがって分離が進み、やがては大小様々な氷盤へと変化してゆく。この中には径が 20 km 以上にも及ぶ巨大氷盤もあり、形状の特徴から長期間にわたる追跡が可能である。

巨大氷盤の漂流の一例を写真2に示す。この氷盤は1979年3月8日に南樺太の東海上で最初に認められた。ここは樺太東岸を南下する氷野が南東に突き出た同島中部の半島により流路を狭められ、通過後南西側に広がる海域である。幅 20 km、長さ 35 km のこの氷盤は、その後速い時で 0.7 ノット、平均では約 0.4 ノットで南下を続け、3月27日には紋別の北東海上に達した。

第6図にはこの間の漂流速の他に、地衡風から推定した氷野上の風(3と同じ方法で求めた各追跡期間内のベクトル平均風)も合わせて示した。雲に覆われて氷盤が確認できない時もあるため、追跡期間は1日から長くて

4日と一定ではない。北ないし北西の風が吹いていた時が多く、氷盤は風下に向かってやや右偏して南に流れている。追跡期間の長さに応じた重みを付けて平均をとると、風力係数は 0.05、偏角は $+20^\circ$ となり、先に示した中部海域での24時間の漂流の例に比べると風力係数がかなり大きめである。しかし樺太東岸には東樺太海流と呼ばれる弱い南流が冬期にも存在する可能性もあり、この巨大氷盤の漂流を風だけに起因するものとして扱うことには難点がある。

文献

- 赤川正臣, 松本秀雄, 1979: 静止気象衛星画像によるオホーツク海の海氷分布の解析, 昭和53年度北部管区気象研究会誌, 41-42.
- 河村俊行, 青田昌秋, 田畑忠司, 1975: 流氷野の発散と回転について, 低温科学物理編, 33, 179-190.
- 小平信彦, 村山信彦, 山下 洋, 河野 毅, 1978: 静止気象衛星 GMS (ひまわり), 天気, 25, 245-268.
- 高橋浩一郎: 1969: 総観気象学, 岩波書店, 236.
- 浜田忠昭, 1980: 静止気象衛星「ひまわり」の画像からの風計算, 天気, 27, 139-158.
- 福富孝治, 1952: 海氷の研究(第18報), オホーツク海特に南半部海域における流氷の風による移動, 低温科学, 9, 137-144.