

アルゴスプイと流水レーダによるオホーツク海北海道沿岸の海水観測

舘山一孝, 白澤邦男, 石川正雄, 高塚徹, 大坊孝春, 豊田威信, 猪上淳, 高辻慎也, 向井祐二, 木村詞明 (北大低温研), 中山雅茂 (宇宙開発事業団), 直木和弘 (千葉大), 下田春人 (海技研), 鈴木英一, 杉本綾 (一管本部海洋情報部), 福田明 (静岡大)

1. はじめに

過去 30 年間におけるオホーツク海海水面積の変動は, 1980~1990 年代に減少傾向を示し, 1998 年以降は急激な回復傾向を示している (舘山・青田, 2001). 2003 年の氷況の特徴は, 面積は平年よりもやや大きいという程度に留まったが, Tateyama et al. (2002) の手法でマイクロ波放射計データから推定した海水の厚さに着目すると, 平年よりも厚さ 60~80cm の厚氷の面積が大きかった. これは 12 月と 2 月の気温が平年よりも低く, 特に 12 月下旬と 2 月下旬の平年差はそれぞれ -4.5°C , は -3.2°C とかなり低かったこと (気象庁, 2003a,b,c) が海水の成長を促進したためと考えられる. また, 4 月の気温が平年よりも $1\sim 3^{\circ}\text{C}$ 高かったにもかかわらず, 流水終日が 4 月 28 日と平年より約 2 週間遅かったこと (気象庁, 2003d) から, 海水が厚かったために融けにくく, いつもより長期間残ったと予測される.

このような氷況下で, 2003 年 2 月上旬に海上保安庁の砕氷船「そうや」によるオホーツク海北海道沿岸のアイスパトロールが行われ, 海上保安庁海洋情報部の協力のもとに北海道大, 宇宙開発事業団, 千葉大, 海洋安全技術研究所による海水観測が行われた. このとき雄武町音威子府岬沖 5 マイルと 40 マイルの地点にアルゴスプイを投入し, 新型 GPS 装置のテストと, 北大流水研の流水レーダーによる海水追跡アルゴリズムの実証試験を行った.

2. 使用した機器

海水追跡に用いたアルゴスプイは気圧計と水温計を持つ TOYOCOM 社製 C-2340 型漂流プイを 2 機使用した (図 1(a)). 通信設定は最大頻度のデータが得られる 6 個の衛星受信モードで行った. 受信したアルゴスの位置データは 1 時間から 2 時間に 1 回の頻度で測定され, 3 時間後に E-mail で最新情報を入手することができた.

将来的に安価で高精度な海水漂流追跡装置を開発することを目的として, 今回は渡り鳥調査グループ (代表: 静岡大・福田教授) が開発した小型 GPS データロガー BGDL-II+ をアルゴスプイに付加した (図 1(b)). BGDL-II+ は重量 67g, 全長 6cm 程度の大きさで 600 件の位置情報を記憶する容量がある. ただし, 通信機能を有していないため, データを回収するにはアルゴスプイなど通信機能を持つ機体に設置して装置を回収する必要がある.

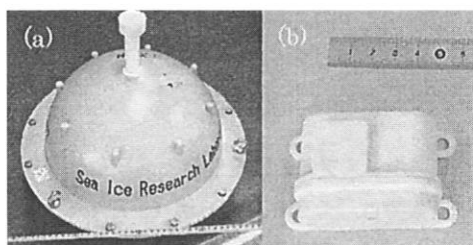


図 1 (a)アルゴスプイと(b)GPS データロガー

アルゴスプイ+GPS データロガーの設置は, 図 2 に示すように「そうや」のクレーンに接続したゴンドラで氷上に降りて行

った。回収時に発見しやすいようにオレンジ色の旗とレーダー反射板も傍らに設置した。



図2 アルゴスブイ設置風景

3. 結果

(1) アルゴスブイの回収結果

2月7日に雄武沖5マイルの地点に投入したアルゴスブイは、予想通り海岸に対して平行に移動し、幸運にも「そうや」の観測航路上に流れてきたので2月13日に回収することができた(図3)。

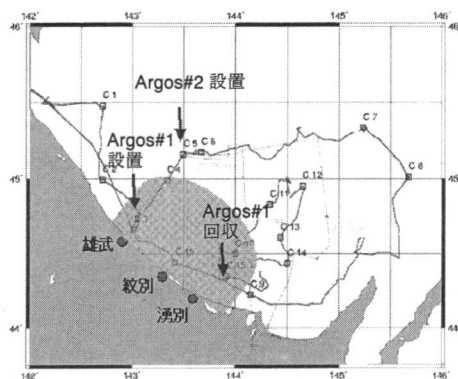


図3 アルゴスブイの設置位置と回収位置。

実線は「そうや」の航跡(2月6日-13日)。影で覆われた部分は北大流水研の紋別レーダー局の観測範囲を示している。

同じく2月7日に雄武沖40マイルの地点に投入したアルゴスブイは「そうや」の航路から大きく離れていたため、観測期間中の回収は断念した。その後、ブイは能取岬沖で陸地に最接近したが海水の密集が激しく、目視で発見することが出来なかった。6月22日現在、ブイはカムチャッカ半島付近まで北上している(図4)。これは海流によって流されたのではなく、風などの表面の影響を大きく受けたためと思われる。

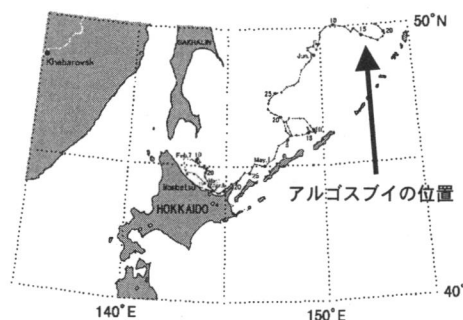


図4 6月22日現在のアルゴスブイの位置

(2) 位置データの比較

アルゴスのドップラー式測位では最大で数kmもの誤差を示したのに対し、GPSは誤差10m程度であった。この結果、海水の移動を追跡する上で風や潮流などの影響を正しく見積もるにはアルゴスによる測位では不十分で、GPSを使用することが必要であることがわかった。

(3) 気象データとの比較

図5にアルゴスブイを設置した2月7日から回収した13日までの1時間毎の(a)ブイGPSによる海水漂流の二次元分布、(b)海水の漂流速度と風速(東西成分)、(c)風向・風速、(d)ブイGPSによる海水漂流の方向・速度、(e)流水レーダーのデータから計

算した海水漂流の方向・速度を示す。風のデータは「そうや」で測定されたデータを用いた。「そうや」は夜間に停泊するため、風向の補正情報となる GPS による船のヘディング情報を得ることが困難となり、日中の風のデータのみ使用している。

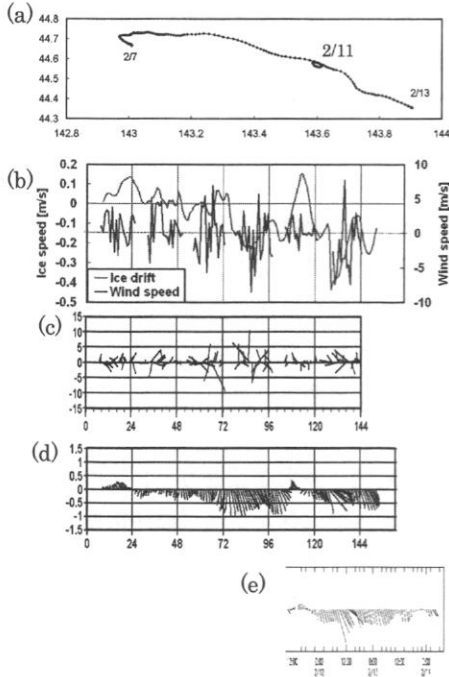


図5 2月7日から13日までの(a)ブイ GPS による海水漂流の二次元分布, (b) ブイ GPS による海水の漂流速度と「そうや」で観測した風速(東西成分), (c)「そうや」で観測した風向・風速, (d)ブイ GPS による海水漂流の方向・速度, (e)流水レーダーのデータから計算した海水漂流の方向・速度。全て1時間毎のデータ。

1時間毎の風と海水漂流を比較すると、風は変動が激しいのに対して海水の変動は小さい。他方では、図6の1日平均の海面

気圧で示される地衡風に対しては良い相関が見られた。

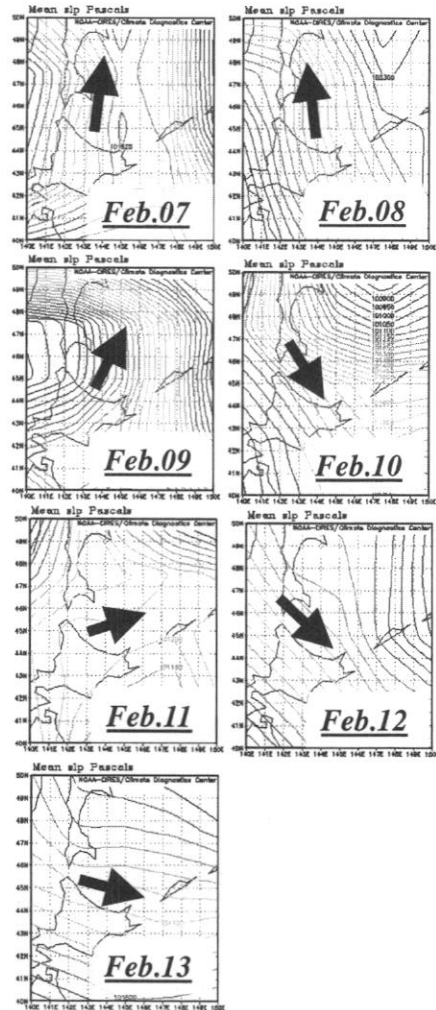


図6 NCEP/NCAR Reanalysis 日平均海面高度気圧データ。図中の矢印は1日の平均地衡風を表す。

観測期間中、1時間平均値で風速 3m/s 以下と最も風が弱かった2月11日に着目する

と、海水はぐるりと円を描くような特徴的な動きを示していた。これは潮流の動きを反映したものと考えられる。つまり、陸地から5マイル程度離れた海水域では潮流の影響はあまり強くなく、風が無風状態のときのみ顕著に現れることが示唆された。しかし解析期間が1週間と短いため、潮流と海水漂流の関係を解明するには、今後さらなる観測が必要である。

(4) 流水レーダーとの比較

通常3時間に1回の北大流水研の流水レーダー観測を、紋別レーダー局のみアルゴスブイ観測と同期して2月11日から13日にかけて、3日間だけ10分毎に行った。北大流水研のレーダーは周波数が5.54GHzのCバンド、空間分解能は約150mである。

図7に流水レーダーから計算した1時間の海水漂流の解析例を示す。

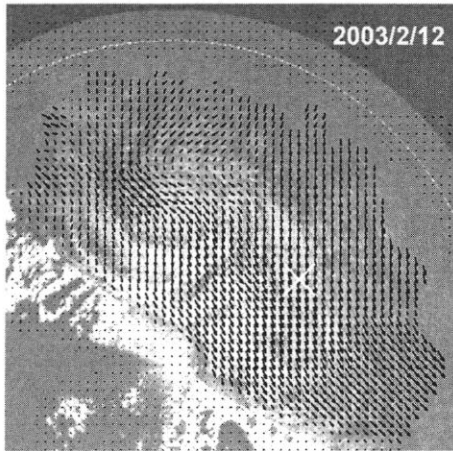


図7 流水レーダーから計算した1時間の海水漂流（北大低温研・木村作成）

図5(e)に図7の白色の×印において計算したある定点上を通過する海水の漂流方向・速

度の時系列を示しているが、図5(d)に示しているブイの実測結果と非常に良い一致が見られた。

4. まとめ

2003年は過去30年間で平年並みの面積であったが厚い海水が多く、結果として後退期も平年より2週間遅かった。アルゴスブイ単体による位置測定は誤差が数kmと精度が不十分であり、誤差が10m程度のGPSを併用することが必要である。

流水の移動は風だけでなく、海流や潮流、内部応力によっても大きく支配されるが、今回の解析では風の影響が最も顕著であった。流水レーダーによる漂流ベクトルの解析結果と実測値は良い一致を示した。

謝辞

本観測に多大なご協力をして頂きました第一管区海上保安本部、海洋情報部ならびに巡視船「そうや」の乗組員の方々に心から感謝致します。

参考文献

- Tateyama K. and H. Enomoto, Y. Toyota, S. Uto: Sea ice thickness estimated from passive microwave radiometers, Polar meteorology and Glaciology, No.16, pp 15-31, 2002
- 館山一孝, 青田昌秋, 2001年のオホーツク海の氷況, 北海道の雪氷, No.20, p17-20, 2001
- 気象庁, 札幌管区气象台, 海水概報, 第1報, pp.29, 2003a
- 気象庁, 札幌管区气象台, 海水概報, 第2報, pp.19, 2003b
- 気象庁, 札幌管区气象台, 海水概報, 第3報, pp.18, 2003c
- 気象庁, 札幌管区气象台, 海水概報, 第4報, pp.16, 2003d