

小型水上気象ブイの運用に向けて

—北極圏徒歩観測による試用—*

猪上 淳^{*1}・荻田 泰永^{*2}・堀 正岳^{*3}・菊地 隆^{*4}

1. はじめに

北極海上には海面気圧・気温を自動観測するためのブイが毎年30個前後海水上に設置される。高層気象観測がない北極海上では、国際北極ブイ計画 (International Arctic Buoy Programme: IABP) による水上ブイデータが信頼できる主要なデータソースであり、継続的な観測が望まれている (Inoue *et al.* 2009)。これらのデータは Global Telecommunication System (GTS) を介して現業の気象データとして活用されるだけでなく、データ同化を通じて大気再解析データにも反映されている。ブイの設置には船舶、航空機、水上キャンプなどいくつかの手段があるが、できるだけ多数のブイを展開するには、扱いが簡便で小型であることが望ましい。一方、新規の測器を導入する際には、過酷な環境下での動作状況を把握するために、現場でのモニタリングも欠かせない。本報告では、共著者の一人が、データ空白域であるカナダ多島海上を単独歩行した際の小型ブイの試用結果を紹介する。

2. Ice Marker

利用したブイはウクライナの Marlin-Yug 社による Argos-GPS Ice Marker である (第1図)。直径20 cm の球体に長さ24cm の筒が付いた2.2kg の小型軽

量ブイである。内部にはGPSセンサの他に、気圧計 (計測範囲: 850~1054.7hPa, 分解能: 0.1hPa, 精度: ± 2.0 hPa), 温度計 (計測範囲: $-30\sim 10.88^{\circ}\text{C}$, 分解能: 0.08°C , 精度: $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$) が内蔵されている。システムの起動にはマグネットスイッチを採用している。電池の寿命は -30°C の環境で約6ヶ月である (観測・通信頻度に依存)。今回の観測では、観測頻度を1時間毎、アルゴス衛星を介したデータ送信を6時間毎に設定した。

我々はこの小型水上ブイの極地での動作を評価するため、共著者の一人 (荻田: <http://www.ogita-exp.com>) がカナダ多島海のレゾリュートを基点とした北磁極単独往復歩行をする際に、往路でこのブイをソリに乗せ、移動観測をしながら最北点で氷上に残置してくるよう依頼した。移動中も位置データを取得できるようにアンテナ部のみソリのカバーから露出させた (第2図)。このブイは準リアルタイムでデータ配信を行うため、移動速度から推測される行動パターンなどから観測者の安否を監視できるという別な側面も兼ね備えている。

3. 観測結果

第3図にブイの移動経路を示す。レゾリュートを3月12日に出発後、海水上を北西へ移動し、バサースト島へ上陸した。その後島を縦断、再び海水上へ移動し、4月18日にエレフ・リングネス島北西部の1996年当時の北磁極に到達した。期間中、気温は低気圧の通過 (3月28日, 4月16日) とともに -25°C から -20°C , -20°C から -10°C と、季節が進行している様子が捉えられている (第4図)。

歩行中はソリにカバーをかぶせているため、日変化以上に気温が上昇する傾向にあり、その振幅は 15°C 程度になることもあった。1日約20kmの歩行後、寝食

* Toward the operation of portable ice-drifting buoys —Trial use in the Arctic expedition—

*1 Jun INOUE, 海洋研究開発機構地球環境変動領域. jun.inoue@jamstec.go.jp

*2 Yasunaga OGITA, 荻田泰永北極点事務局.

*3 Masatake HORI, 海洋研究開発機構地球環境変動領域.

*4 Takashi KIKUCHI, 海洋研究開発機構地球環境変動領域.

© 2010 日本気象学会



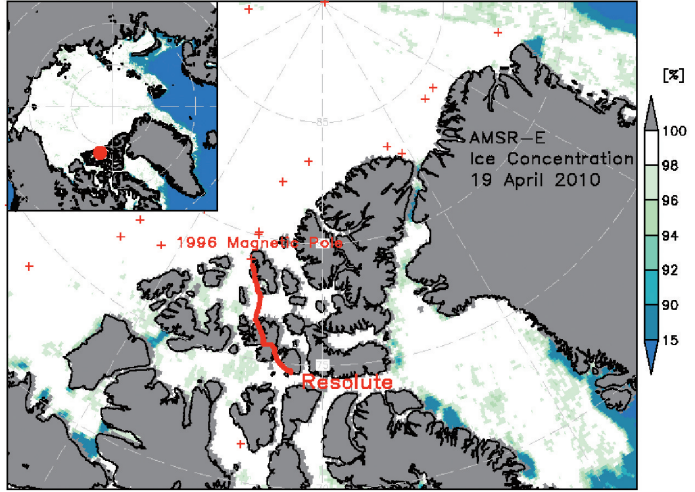
第1図 Ice Markerの概観と荻田による最北点(北緯78.72度, 西経104.79度)での設置状況. 筒の先端付近に気圧センサ, 球体の上部にGPSセンサ, 下部に温度センサが内蔵.



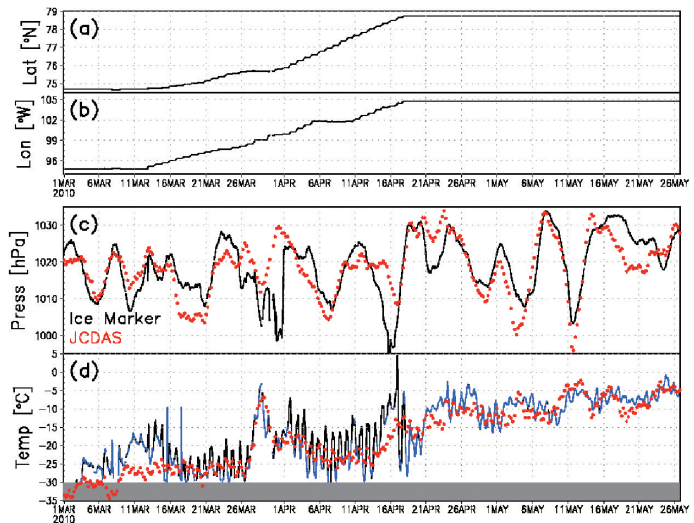
第2図 ソリ積載時のブイの配置状況. 位置・気象情報のデータ配信を行うため, ブイの先端のみ外気に露出.

のため海水上・陸上でキャンプを張るが, その際もブイを雪面に置いて現場の観測を継続した. GPS位置データから移動中データを取り除くと(第4図d青線), 期間前半には気温センサの下限である -30°C 以下に達した日が数日あると思われるが, ブイのシステム自体は正常に動作していた.

気象データの比較のため, ブイ直近の大気再解析データ(JCDAS: Onogi *et al.* 2007)を第4図(赤線)に示す. 島越えのため標高が高くなった3月下旬を除けば, JCDASは概ね観測値と一致することが分かる. ブイを沿岸定着氷に残置した4月18日以降の気温の日較差は 5°C 程度であり, JCDASのそれも6時間間隔であることを考慮すれば

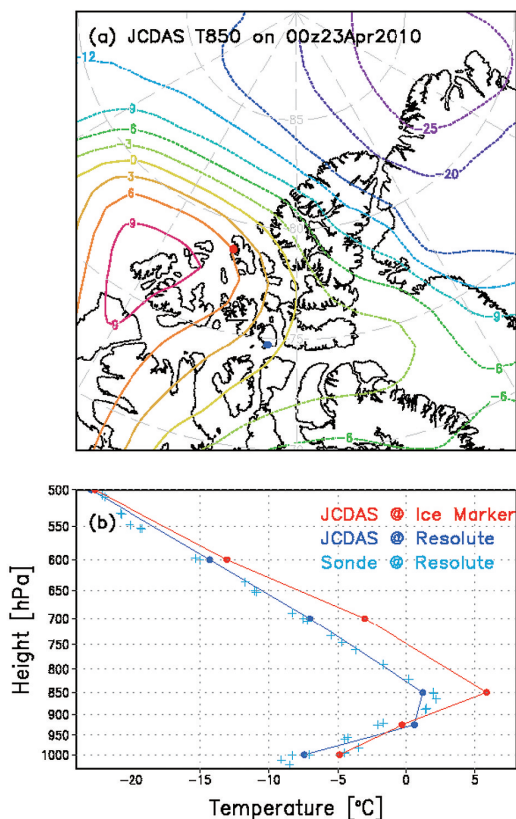


第3図 2010年3月12日から4月19日までのIce Markerの軌跡(赤線)と4月19日のAMSR-Eによる海水氷濃度. +印は2010年4月30日のIABPブイの位置. レゾリュートと最北到達点との距離は約515km.



第4図 Ice Markerで観測された(a)緯度, (b)経度, (c)気圧, (d)気温(青線は停止時の値). 赤線はブイ近傍のJCDASの海面気圧と2m気温.

概ね再現されていると言える. 歩行中のデータはGTSに流していなかったものの, このように大気再解析とブイデータとの誤差が小さいのは, カナダ多島海付近には僅かながら気象官署があり, IABPのブイも数個あることから(第3図+印), 大気再解析データにそれらの観測データが反映されていたものと考え



第5図 ブイ設置地点で降雨が確認された頃 (2010年4月23日0000UTC) の (a) JCDAS による850hPa 面気温分布 (°C) と, (b) ブイ設置地点及びレゾリュートの気温プロファイル (レゾリュートの現業ゾンデは+印). レゾリュートとブイ設置地点との距離は約515km.

られる。

10年前に同様のルートを歩行した荻田は、今回は徒歩による復路を断念している (イギリス環境調査隊のチャーター飛行機に便乗してレゾリュートへ帰還)。これは、通常6月中旬に融解し始めるレゾリュート周辺海域が、今年は4月下旬に開放水面が現れ始め、復路の安全な歩行が困難であると判断したためである。これに関連して、4月22日に荻田は最北点で降雨を確認している。850hPa 面付近の気温分布 (第5図 a)

によるとこの領域は暖気が卓越し (平年差+18°C)、約500km 南方の現業の高層気象観測点であるレゾリュートよりも温度逆転が強い (第5図 b)、雨滴が境界層下部で再凍結する前に海水上に到達したと考えられる。このような異常気象に加え、10年前と比較して海水上の積雪は少なく海水が露出している部分が多かったこと、風が強い日が多かったこと、なども早期に開放水面が出現した原因かもしれない。10年前に同じルートで取得された積雪サンプル (柳澤ほか2000) の比較などにより、急激に変化している北極圏の実態が明らかになることが期待される。

4. おわりに

沿岸定着水上に残置されたブイは、2010年4月下旬から6月上旬まで IABP のブイとして気象データを送信した。また2010年4月中旬には北極点付近にも同様のブイが設置され、海水と共に漂流しながらデータを送っている。北極圏の気候研究をする上で当たり前のように利用されている大気再解析データは、このような地道なブイの設置作業とデータ配信によって成り立っている。今後もブイ観測を通じた北極海の監視体制を継続する必要があるだろう。

謝 辞

観測支援を行ってくださった番健司様、高橋佐知様、弥富秀文様、関係者の皆様に感謝致します。

参 考 文 献

Inoue, J., T. Enomoto, T. Miyoshi and S. Yamane, 2009: Impact of observations from Arctic drifting buoys on the reanalysis of surface fields. *Geophys. Res. Lett.*, **36**, L08501, doi: 10.1029/2009GL037380.

Onogi, K., J. Tsutsui, H. Koide, M. Sakamoto, S. Kobayashi, H. Hatsushika, T. Matsumoto, N. Yamazaki, H. Kamahori, K. Takahashi, S. Kadokura, K. Wada, K. Kato, R. Oyama, T. Ose, N. Mannoji and R. Taira, 2007: The JRA-25 Reanalysis. *J. Meteor. Soc. Japan*, **85**, 369-432.

柳澤文孝, 阿部 修, 加藤春樹, 大場満郎, 2000: 北磁極周辺の降雪の化学組成と粒子状物質の性状. *寒地技術論文集*, **15**, 24-30.