



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	流氷上の風と流氷の動きの観測
Author(s)	河村, 俊行; KAWAMURA, Toshiyuki
Citation	低温科学. 物理篇, 39, 133-139
Issue Date	1981-03-18
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18422
Type	departmental bulletin paper
File Information	39_p133-139.pdf



流水上の風と流水の動きの観測

河村 俊行
(低温科学研究所)
(昭和55年10月受理)

I. ま え が き

北海道のオホーツク海沿岸に設置されている流水観測用レーダーによって、その沿岸沖合約60 km内の流水の分布や移動が随時観測できるようになっている。レーダー映像上での流水野内の特徴のある点に着目してその動きを追跡し、風や海流との対応を調べる研究が行なわれてきた¹⁻³⁾。

しかし、ここに2つの問題点があった。一つは、流水の動きを求める際に用いる標点の問題である。流水の動きは単純でないため、標点として選んだ流水野内の特徴のある点も時がたつにつれて変化し、消滅したり、見失ったりすることもあり、長期間にわたって追跡することが困難であった。特に流水の移動が激しい時には、本当に同一の氷を追跡しているのだろうかという危惧があった。もう一つは、流水の動きと風の対応を調べる際に用いる風の資料の問題である。今までは流水に影響する風としてやむをえず最寄りの測候所のものを用いていたが、陸上の風が海上の風と異なることが知られていた⁴⁾。

このような問題点を検討するために、レーダー電波を受信するとVHF波を送信して、その位置がレーダー映像上に表示されるレーダーブイを流水上に設置して、その動きを追跡し、同時にそのそばに風向・風速計も設置して風を測定する観測を1980年2月に行なった。そのような観測は過去にもなされたが⁵⁾、現場での風の資料を得ることができたのは風が極めて弱く、しかも流水がほとんど動かなかったときのみであった。

II. 観 測 方 法

1980年2月9日にレーダーブイと風向・風速計を紋別レーダー局の北北西約25マイル地点にヘリコプターで設置した。第1図は設置完了直後の17時のレーダー映像の写真である。この年の流水の接岸は例年よりも遅く、紋別では2月14日であった。このため、観測期間中の流水はまだ接岸しておらず、また勢力も弱く、写真で見られるように開水面、水路とも多く流水どうしの密接度も小さかった。そのことは上空からの写真(第2図)でも分る。中央の計器を設置した氷盤は長径約40 m、短径約30 mで、当時としては大きいほうであった。氷盤どうしの隙間は水がごく薄く張っているか、または氷泥であった。氷盤は平坦な部分が多かったが、所々に高さ1~2 mの氷丘があった。

* 北海道大学低温科学研究所業績 第2290号

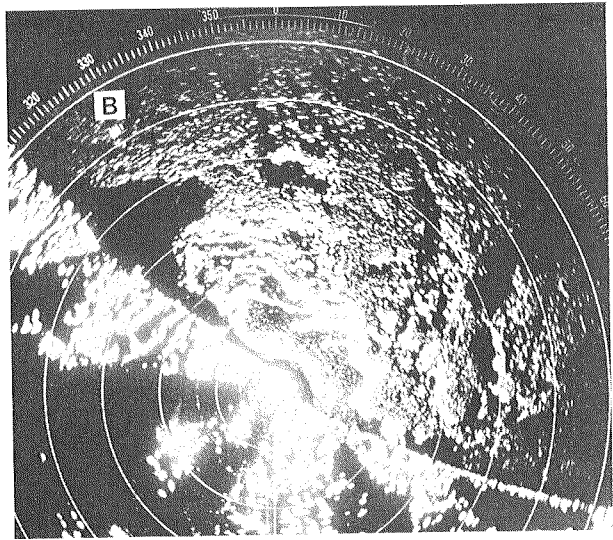
** 北海道大学低温科学研究所 附属流水研究施設研究報告 第15号

第3図に氷上での観測状況を示す。約3mの棒の上に風向・風速計をとりつけ、また氷の回転をアンデラー流速計の部品であるコンパスを利用して測定した。これら3つの情報はいずれも当研究施設で開発したCMOS RAMデータレコーダ⁶⁾に、それぞれ10分間ごとに記録させ、記録計を回収した後、記録紙および計算機に読み出した。なお風向の記録は氷盤自身の回転によっても変わるので、処理の段階で氷盤の回転を風向計の記録から差し引いて真の風向を求めた。

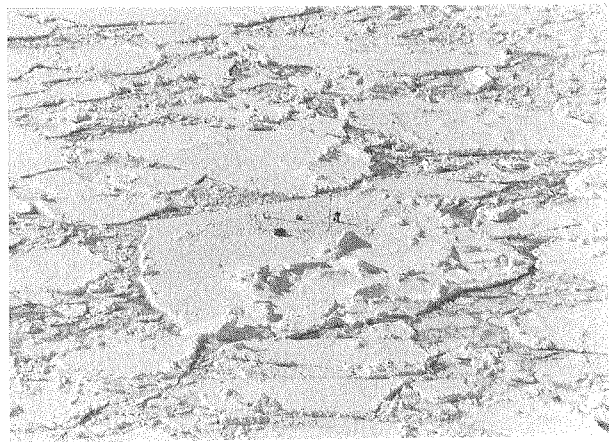
観測は1980年2月9日17時から12日10時まで行なった。

III. 観測結果および考察

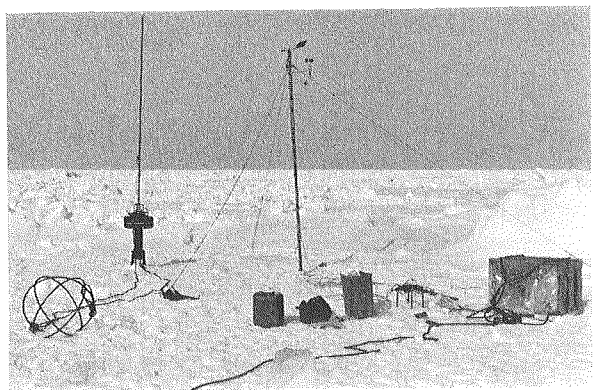
1時間ないし3時間ごとに撮影したレーダー写真上で追跡したブイの動きを第4図に示す。図中の同心円は、枝幸および紋別レーダー局を中心とするそれぞれ半径10, 20, 30マイルの円である。3時間おきのブイの位置を黒い点で示した。ブイは2月10日18時すぎに一担紋別レーダー局の観測域から出たが、12日0時には再び現われた。レーダーブイの信号受信装置は紋別局にしか装備されていないので、この間のブイの動きはブイ近辺の特徴のある流水を枝幸レーダーで追跡して求めた。ブイは観測期間中約53時間で反時計まわりに一周する直径約20kmの円を描いた。第5図に測定された



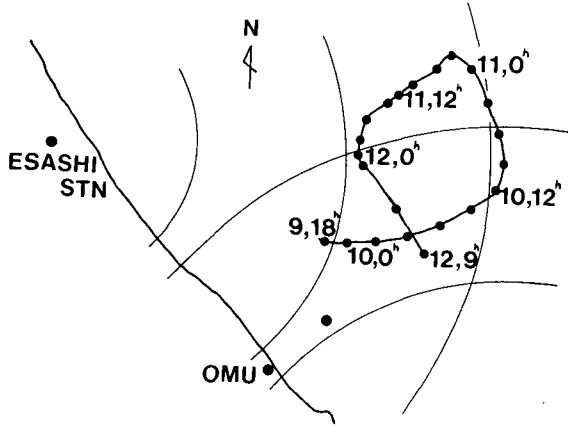
第1図 紋別レーダー局の流水分布 1980年2月9日17時
(同心円は5マイル間隔, Bはレーダーブイ)



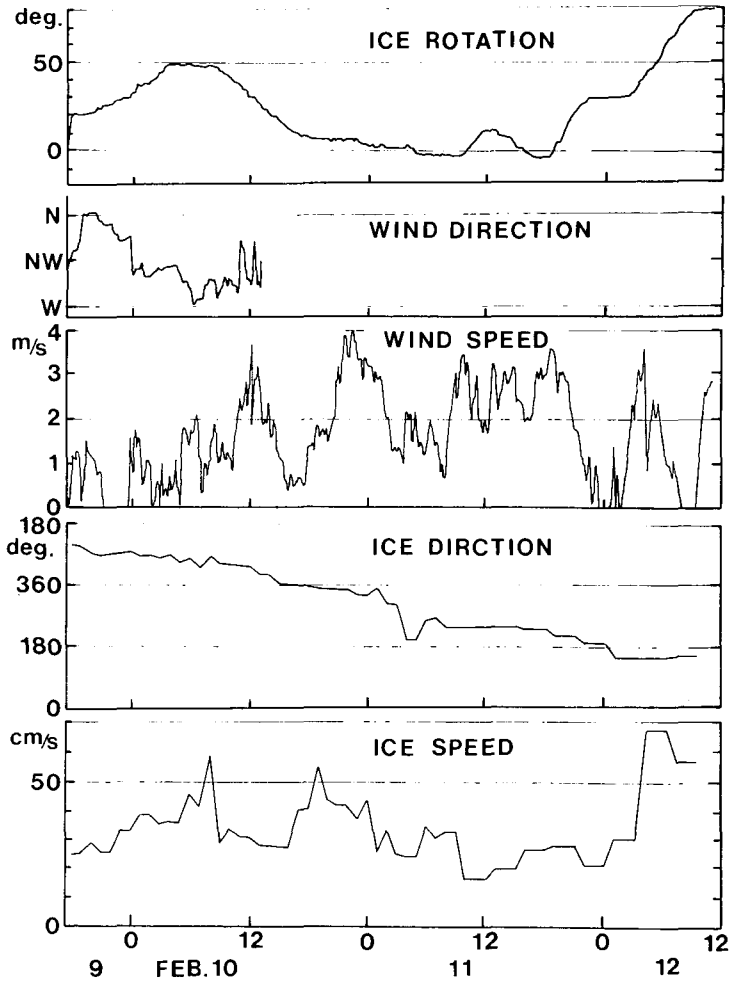
第2図 ブイ設置地点付近の氷状



第3図 氷上での観測状況



第4図 レーダーブイの流跡



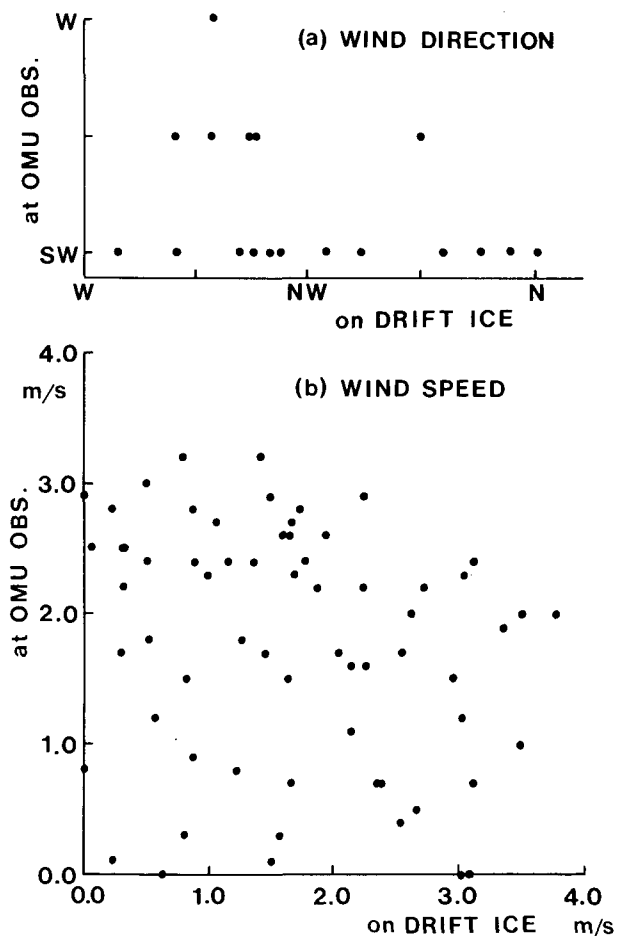
第5図 観測期間中の氷の回転, 風向・風速, 氷の流向・流速の変動

氷盤の回転、氷の上での風向・風速およびブイの動きから求めた流氷の流向・流速を示す。

氷盤の回転では正が反時計廻りの回転を示している。この種のデータはオホーツク海では初めて得られたものであり、また他の海域でもあまり測定された例はない。氷盤はほとんど回転しない場合もあれば、わずかに時計廻りに回転したこともあるが、全体としては、反時計廻りに回転したとすることができる。11日18時から12日10時には連続して約90度も回転し、最大1時間に約10度回転した。第4図に示したように、流氷の流跡は反時計まわりの大きな円を描いていたが、流氷の流れの方向と氷盤の回転の大きさ・方向とは関係がなかった。またブイを囲む5~10マイルの範囲の流氷野全体の回転とも無関係であった。前に述べたように、この期間の流氷は開水面が多く、また氷盤どうし独立に動きうるので、個々の氷盤の回転と広い範囲の氷野の回転とは必ずしも一致しないのであろう。この氷盤の回転が何に起因しているのかは今のところ分らない。

風向計は10日12時以降不良となった。計器が正常であった間の風向は北からの西の風であった。したがって第4図からもわかるように、この間では流氷は常に風下から左にかたよって流れた。その偏角は20~110度、平均して50度であった。このことから当時、北に向う海水の流れがあったと考えられる。流氷の流速は風速とはあまり関係がない。また風速は平均2 m/sec弱、流速は平均約35 cm/secで、風速に対する流速の比、すなわち風力係数は0.1~0.2という大きな値であった。

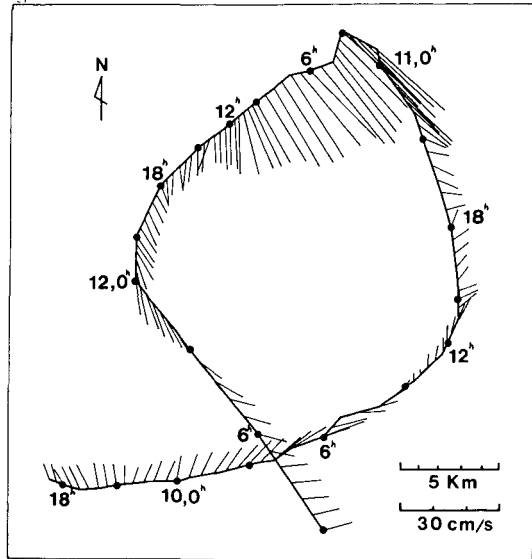
流水上の風と最寄りの測候所である雄武測候所の風を比較したのが第6図で、(a)は風向、(b)は風速である。流水上で北から西の風の時でも雄武では南西風で、以前から指摘されていること⁴⁾を裏付けた。この時天気図上の気圧の場からみても地衡風は北西風であった。観測期間中、雄武での風向は多くの場合南西であるが、10日11時~17時の間に時計廻りに、また11日11時~16時には反時計廻りに、ともに短時間で風向が一回転したので、南西方向以外の風も



第6図 氷の上での風と雄武測候所での風の比較
(a) 風向, (b) 風速

吹いたが、流水上の風向は計器の不良のため記録がとれなく、対応は求められなかった。また風速は、図にみられるように両者の相関はほとんどなかった。したがって、雄武測候所の風から実際の流水上の風を推定することは困難である。

観測点に近い雄武沖北東沿岸約5マイル点(第4図に黒い丸印で示した。水深は約50m)の水面下約25mの深さに、アンデラー流速計を設置して、流水下の流向・流速を30分間隔で測定した⁷⁾。第7図には流水の流程と海流のベクトルを示す。観測期間の海流は最大30 cm/sec, 平均10 cm/secであ



第7図 流水の流程と海流ベクトル

り、海岸線に平行に南東方向に流れる時、流速は大きくなっていった。また卓越周期にはあまり顕著なものはない。

観測当時のように開水面が多いときの流水の動きは地球自転の転向力のほかには主として、風と海流で支配されると考えることができる。海流の観測は雄武沖北東5マイル点の水面下25mの深さで行なわれたが、紋別沖北東4, 8および15マイルの同じ深さで行なわれた流水下の海流観測結果⁸⁾によると、三者のあいだにはきわだった違いはみとめられなかったが、8マイルと15マイルのあいだには、流れの場に弱い境界が存在しているようであった。また紋別沖と雄武沖では海流に顕著なちがいがないので⁹⁾、5マイル点での海流の変化の傾向は今回観測された流水の運動域での海流と同じ傾向であるとみなすことは差し支えないであろう。

観測開始時から10日3時頃までは、すでにのべたように、流水の流向が北ないし西の風に対して、風下より左に偏っているが、これは第7図にみられるように北向きの海流によって流水が北に押し流されたからであろう。

10日22時頃から南東向きに海流が強くなったが、同時に風速も大きくなった。このときの風向は計器の故障のために記録されていないが、流水が海流に逆らって流れているところから、南または南東風と考えられる。風速が弱まるとともに流水の北上がとまり、その後流水は南西に向って流れるが、同日18時頃まで続いた強い風のために(風向はおそらく東または北東とおもわれる)海流に抗して南西方向に流れたものであろう。12日0時以後の流水の速い流れは風向が流水の流向とほぼ一致していたため、すなわち風向は北西であったのであろうと考えられる。

以上流水の運動を定性的に説明したが、風向計の故障もあり定量的な議論はむずかしい。今後更にこのような観測を行なう必要があると思われる。

IV. あとがき

流氷上にレーダーブイを設置して、その動きを追跡し、同時に現場での風向・風速および氷の回転を測定した。氷盤自身は反時計まわりに回転しながらその周囲の流氷も反時計まわりに直径およそ 20 km の円運動をしていた。残念なことに計器の故障のために風向の資料が欠けたのでその動きを詳しくは解析できなかったが、大まかには風および海流の作用によって説明することができた。

測定に用いた記録計は当研究施設大井正行氏の製作によるものである。記して感謝の意を表します。また現場での計器の設置、点検をしていただいた福士博樹氏、現場での写真撮影などに協力していただいた石川正雄氏、また終始観測に御協力をいただいた小野延雄助教授に感謝いたします。

解析に用いた海流の資料は青田昌秋助教授に、風の資料は紋別、雄武両測候所に提供していただきました。心から感謝いたします。

文 献

- 1) 田畑忠司・大井正行・石川正雄・福士博樹 1970 レーダーによる流氷の動きの観測 II. 低温科学, 物理篇, **28**, 301-310.
- 2) 田畑忠司 1971 北海道沿岸の流氷野の歪の測定. 低温科学, 物理篇, **29**, 199-211.
- 3) 河村俊行 1979 流氷の動きの特徴および風・海流との関係. 低温科学, 物理篇, **38**, 161-168.
- 4) 気象庁 1977 風向別・風速階級別度数表 (1967-1976). 気象庁観測技術資料第 42 号, 321 pp.
- 5) 小野延雄 1977 レーダーブイによる流氷の動きの観測. 低温科学, 物理篇, **35**, 267-273.
- 6) 大井正行 1977 CMOS RAM データ・レコーダの製作. インターフェース, **5**, 12, 158-168.
- 7) 青田昌秋 未発表
- 8) 青田昌秋・河村俊行 1978 北海道オホーツク海沿岸の冬季の海況について. 低温科学, 物理篇, **37**, 93-105.
- 9) 青田昌秋・河村俊行 1979 北海道オホーツク海沿岸の冬季の海況について II. 低温科学, 物理篇, **38**, 135-142.

Summary

An attempt was made to observe the movement of drift ice by a radar buoy and also to obtain wind data on drift ice off the Okhotsk Sea coast of Hokkaido in February 1980.

A radar buoy, wind meter and a recorder were placed on a pack ice on Feb. 9, 1980 (Fig. 3). As shown in Fig. 1, which is an example of a radar picture of pack ice in the observation period, an ice field abounded in open water or lead and the concentration of ice floe was poor. The spot of the radar buoy on a radar picture, which is marked by letter B in Fig. 1, was used as a target in tracing the movement of the ice field. Figure 4 shows a track of movement of the radar buoy obtained from a radar picture taken every several hours. It showed an anticlockwise circle with a diameter of about 10 N.M. in a period of 53 hours.

The wind direction and speed on drift ice were measured by a wind vane and an anemometer, respectively, mounted at the top of a 3 m pole and recorded into a data recorder

at intervals of 10 minutes. As the wind direction measured changed with the rotation of ice floe, the latter was also measured by a magnetic compass.

Figure 5 shows results of the observation. The ice floe rotated anticlockwise during the drift. There was little relation between wind direction and drift direction of ice. Before the wind meter was broken down (between 1800, 9th, and 1800, 10th), the wind direction was NNW, and because of the ocean current running to the north, ice moved eastward, that is, in that period direction of ice movement deflected to the left from leeward. The ratio of drift speed to wind speed was 0.1~0.2.

In a big loop of ice movement (which was observed by the radar buoy) seen in Fig. 4, the current vectors observed by an Aanderaa current meter, which was set 25 m below sea surface at 5 nautical miles off Omu, are also seen. This loop movement of ice is understood qualitatively by a combination of forces of wind and current working on ice floe.