



| | |
|------------------|---|
| Title | 5. 石狩湾小低気圧の研究 |
| Author(s) | 河野, 安威; KONO, Yasutake; 孫野, 長治 他 |
| Citation | 北海道大学地球物理学研究報告, 18, 71-81 |
| Issue Date | 1967-08-10 |
| DOI | https://doi.org/10.14943/gbhu.18.71 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/13931 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 18_p71-81.pdf |



5. 石狩湾小低気圧の研究

河野安威・孫野長治

(北海道大学理学部地球物理学教室)

—昭和42年4月受理—

I. ま え が き

ここにいう小低気圧とは、天気図で1 mb 又は0.5 mb の間隔で等圧線を記入した場合に見られるごく規模の小さい、しかも低気圧性の風系をともなう低圧部を意味している。シノプティック天気図に見られる低気圧とは区別されることから、一般に小低気圧と呼ばれてきた。この種の低気圧が冬季に、石狩湾でよく発生するので石狩湾小低気圧と呼ばれている。

この種の小低気圧の調査、研究は北海道の気象台関係の人々の間で行なわれてきた。多くは豪雪の解明と結びつけられ考察されているが、成因の説明には大きくわけて次のものがある。すなわち西高東低の気圧配置の時、内陸部の放射冷却による高圧部との間に、西海岸に相対的な低圧部が生じるとする説^{1),2)}が初めに出された。その後、地形と風向により力学的に渦が発達し得るとする説³⁾が有力となり、更に、この小低気圧に上層のコールド・ロー、又は、トラフが重なると激しい降雪を伴う気象現象が起る⁴⁾とも云われている。又、少なくとも大雪と関連をもつ小低気圧といわれるものは、コールド・ローが樺太付近を通過する時、北からの寒気と日本海で暖められた西風との間の収束線が北海道西岸に生じたものであるとする説も発表されている⁵⁾。

筆者らは1965年および、1966年、札幌管区気象台の気象レーダーの降雪エコーに低気圧性回転を示すものがあったので、その3例について解析を試みた。解析に使用されたレーダー写真は、1965年1月25日～2月8日、および1966年1月16日～2月14日の間に札幌管区気象台のレーダー係によって撮影された35 mm 連続写真から選ばれた。気圧、風、および天候のデータは北海道各地の気象台、測候所、区内観測所、航路標識事務所から集められた。

II. 降雪エコーの回転運動

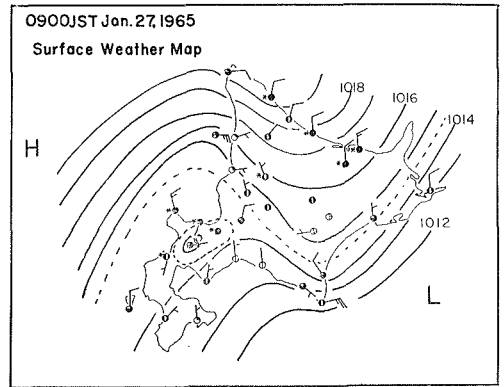
1. 1965年1月27日の例

この日の日中に低気圧性回転のエコーが石狩湾にみられた。この時の天気図を第1図に示す。西、北、東に高圧部があり、南方に内陸性の小高圧部があるので石狩湾に小低気圧のある

- 1) 長谷川徳太郎；北海道西岸に発生する副低気圧について、研究時報，1 (1949)，207～212.
- 2) 石井幸男・武石良雄；内陸の冷氣塊と沿岸の小低気圧について、研究時報，5 (1954)，782～785.
- 3) 杉中誠一；北海道西岸に発生する低気圧について、北部気象研究会誌，4 (1952)，41～44.
- 4) 杉中誠一；北海道西海岸の小低気圧と局地的豪雪，天気，11 (1964)，183～188.
- 5) 中岡裕之・山崎道夫；北海道西海岸の局地豪雪に関する総観解析，1966年度秋季気象学会発表.

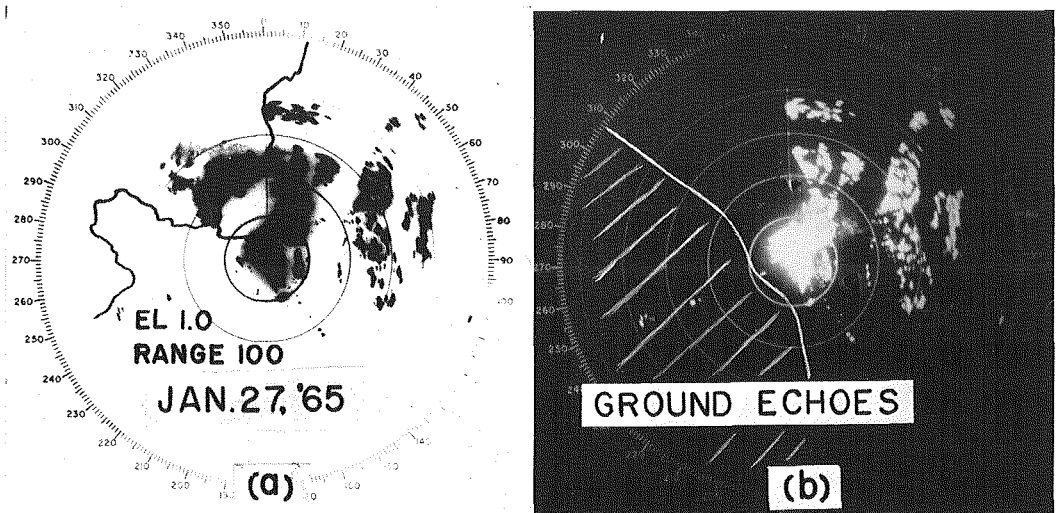
ことがわかる。

09~15時にかけて石狩湾内に存在したエコー群は、個々の部分に着目すれば回転しながら全体として南方へ移動したが、エコーの発生域そのものはこの間ずっと湾内の海上に留まっていた。1例として、11:15のレーダー写真を第2図、(a)に示す。海岸線が実線で記入され、同心円は札幌を中心とする20 km間隔のマークである。参考のために、グランドエコーを第2図、(b)に示してある。斜線の部分は死角となっている。



第1図 地表メソ天気図, 1965. 1. 27

Fig. 1. Surface meso-scale weather map, 27 Jan. 1965.

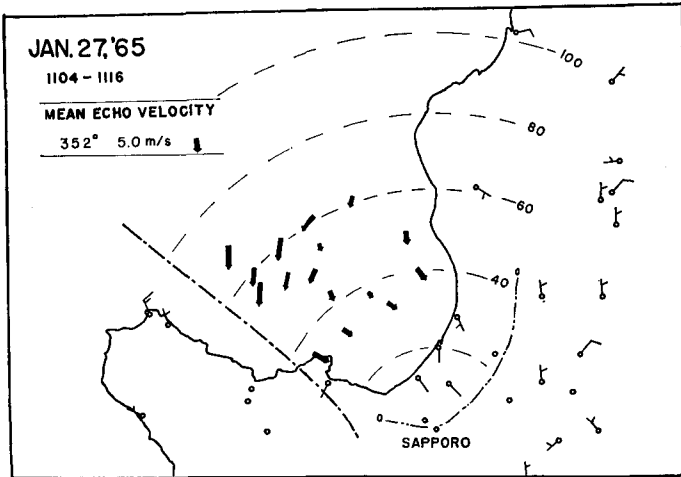


第2図 (a) 石狩湾上の回転性降雪エコー, 1965. 1. 27
(b) 札幌のレーダーに映る地形反射

Fig. 2. (a) Radar echoes of snowfall with a small cyclonic rotation on the Ishikari Bay.
(b) Ground echoes in the meteorological radar in Sapporo.

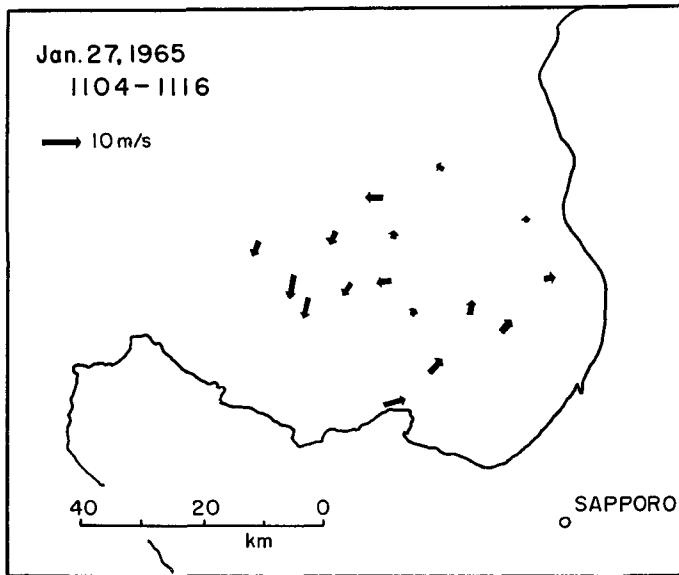
エコーの動きを追跡するために、直径1~2 kmの個々の降雪セルの移動を調べた。またエコー群からはほぼ等間隔にこれらの降雪セルを選んだ。セルの寿命は10数分と短かったので、変位としては11:04~11:16の12分間変位を採用した。結果は第3図にベクトルで表わされている。図の右上に風速のスケールを示してあるが、湾の西側では速度は約10 m/sで大きく、方向は南に向っている。それに対し湾の北では西に向う成分が卓越し、湾奥では東に向う成分がみられる。湾の東側で期待された北方への変位は見られなかったが、速度は西側のものにくらべ、他はいずれも小さく、全体としてサイクロニックな運動が認められる。

降雪セル個々は湾内の小低気圧の場によって回転性の運動をするほかに、シノプティックな気圧場による一般風にも流されていることが考えられる。そこで抽出した16個のセルの変位を合成したものを一般風とみなした。いいかえれば、これは16個の平均エコー速度であり、値はほとんど北風すなわち352°の方向、速さ5.0 m/sとなり、エコー高度の09時の札幌の上層風、1 kmの29°、3 m/s、1.5 kmの322°、6 m/sのほぼ中間の値に一致している。



第3図 降雪セルの12分間変位、及び地上風(0900)

Fig. 3. 12 min. displacements of cells of snowfall, and surface winds (0900).



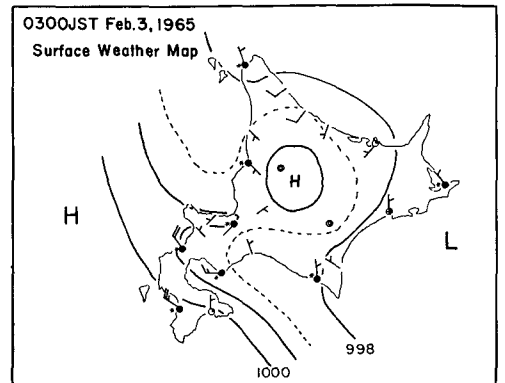
第4図 一般風を差し引いた降雪セルの変位

Fig. 4. Displacements of cells relative to general wind, scale of wind speed is given at the upper part of the left hand of the figure.

このようにして求めた一般風による変位を、先の個々のセルの変位から差し引いて、第3図と同様な方法で第4図に示した。石狩湾小低気圧により、降雪エコーがサイクロニックに回転する様子が明確に表わされている。第3図には石狩湾沿岸の地上風の分布(0900)を示してある。羽根の付いていない白丸は風速0.5 m/s以下の地点である。湾形の開口部の西端の半島で強い北北西の風が見られるのに対して、湾の南側及び東側の海岸では陸からサイクロニックに湾に吹き出す弱い風が観測されている。より内陸部の北寄りの風との間には、無風又は弱風帯によって明瞭に境いされ、この小低気圧が内陸まで深くは影響を及ぼさないことを物語っている。

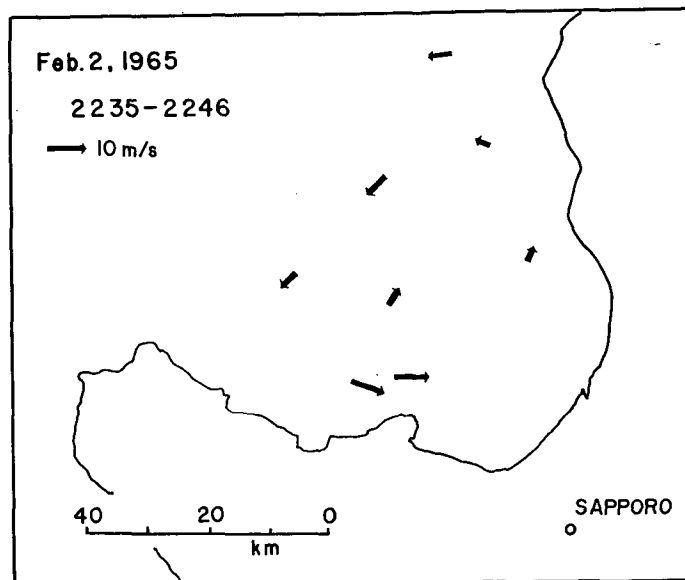
2. 1965年2月2日～3日の例

2日22時から3日早朝に、留萌沖から石狩湾に続く降雪エコーが湾内においてやはりサイクロニックな回転を示し、天気図に於ても第5図に示すように、低圧部が見られた。その中から、22:35～22:46の11分間について前節と同様な作業を行なった所、この時は平均エコー速度から求めた一般風の値として、 346° の方向、2.8 m/sが得られた。この値に対応する札幌の上層風には、一致するものが見られなかった。これは、エコーの観測



第5図 地表メソ天気図, 1965. 2. 2～3

Fig. 5. Surface meso-scale weather map, 2-3 Feb. 1965.



第6図 一般風を差し引いた降雪セルの11分間変位

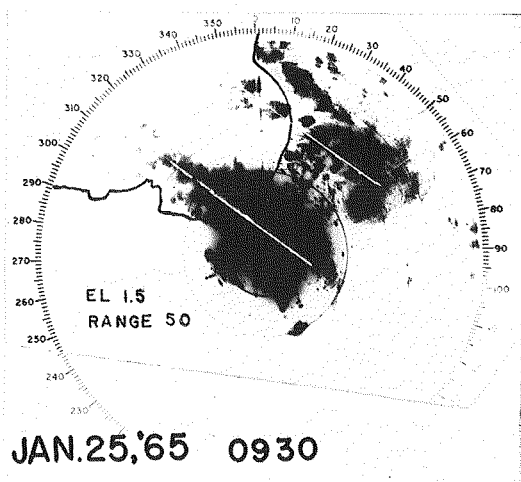
Fig. 6. 11 min. displacements of cells relative to general wind.

時が第11図にみられるように風向逆転の時に相当したからと思われる。しかし第4図と同様の結果がこの例でも第6図に示されており、一般風を取り除けば小低気圧を中心とする回転が確められた。

3. 北西バンド・パターンとの比較

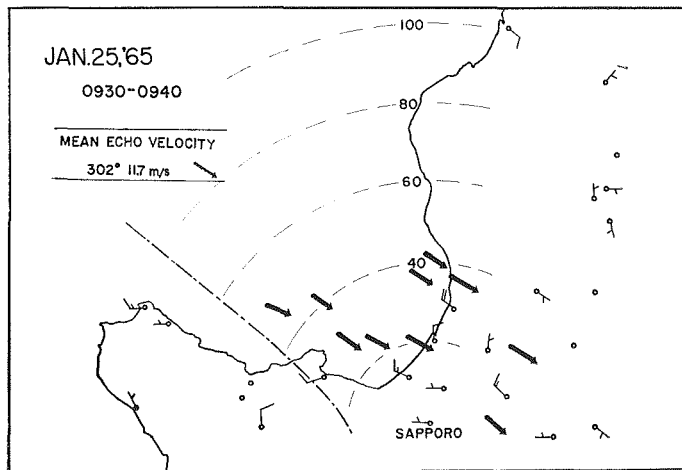
以上の2例を典型的な北西季節風時に生ずるバンド構造のセルの動きと比較して見ると、著しい差がみられた。

バンド構造の典型的な例として1965年1月25日09:30のレーダー写真を第7図に示した。2本の降雪バンドのエコーが北西の方向から入っている。10分間の変位を、10個のセルについて求め図示すれば、第8図に示される様にどのセルもほぼ等しい速度でバンドに平行な方向に動いていることがわかる。10個の平均の変位から求めた速度は 302° の方向、 11.7 m/s であって、前述の回転パターンの2例にくらべ、西よりの成分が強く速度も著しく大きくなっている。



第7図 北西季節風時のバンド・エコー、白線はバンドの中心線

Fig. 7. Radar echoes of band type in the north-west monsoon period. White lines show the center lines of the bands.



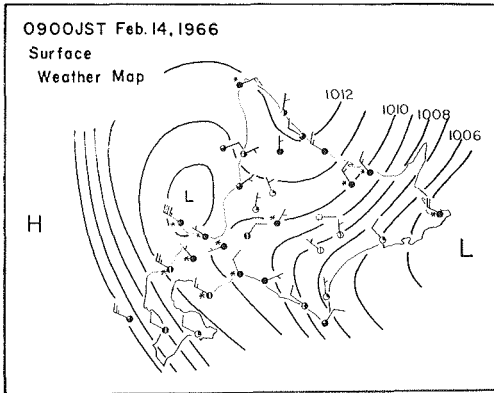
第8図 降雪セルの10分間変位

Fig. 8. 10 min. displacements of cells of snowfall.

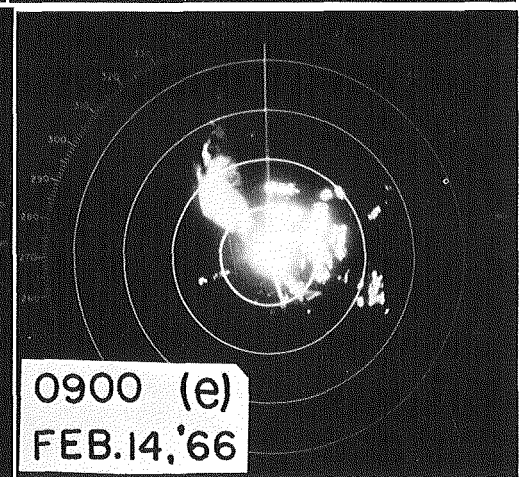
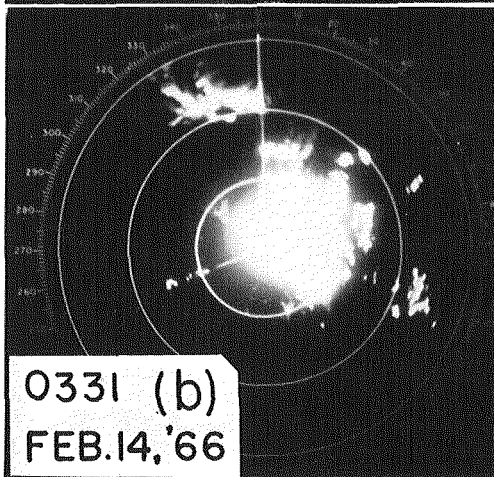
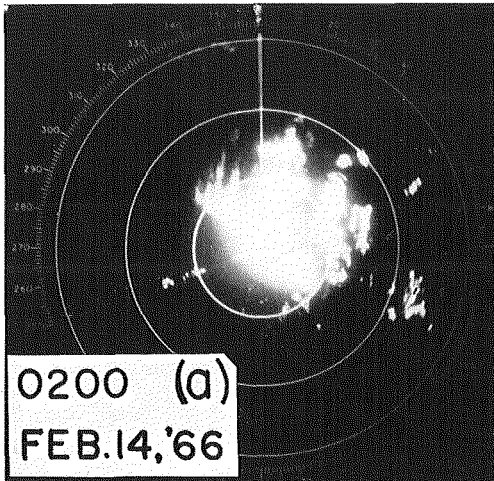
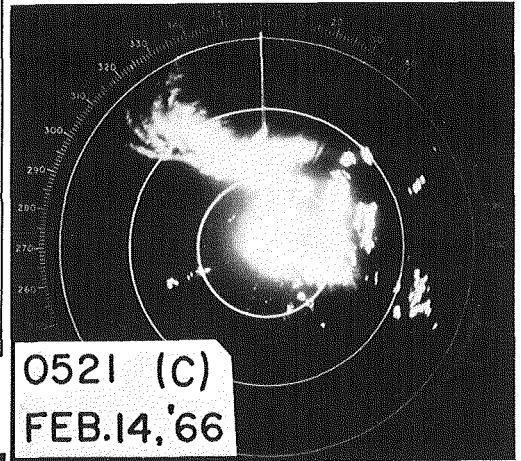
第8図でみられるように地上風(0900)も、やはりそろって北西の強い風であった。

4. 1966年2月14日の回転エコー

この日の早朝に観測された回転性エコーは1節、2節で述べたものよりもひとまわりスケ



第9図 地表メソ天気図, 1966.2.14
 Fig. 9. Surface meso-scale weather map, 14 Feb. 1966.



第10図 中規模擾乱に伴う渦性エコーの移動

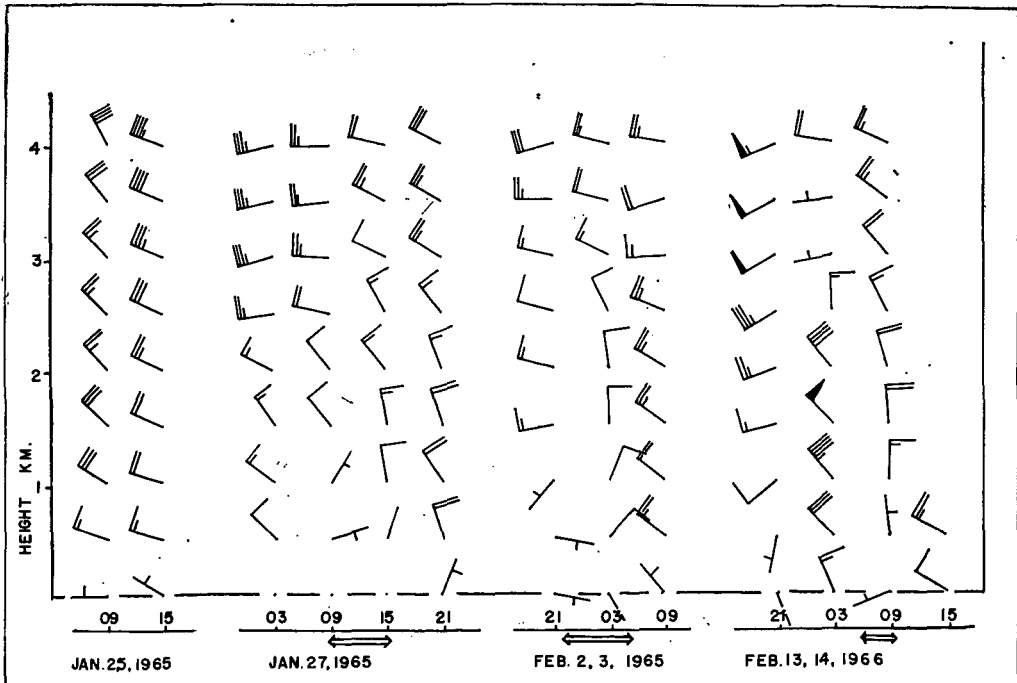
Fig. 10. Movement of circular radar echoes of vortical meso-scale disturbance.

ールが大きく湾外にはみ出していた。この日の9時のメソ天気図(第9図)からわかるように小低気圧部や風の回転もはっきり認められた。回転エコー群のふるまいを時間を追って第10図に示す。図中、同心円の間隔はいずれも50 kmで、(a)~(d)では札幌から150 kmまでが、(e)では200 kmまでが視野に入っている。

第10図のレーダー写真によれば、02時に石狩湾からはるか北方の焼尻・天売島付近で回転性降雪エコー群の南端が視界(150 km)に入り、しだいに海岸沿いに南下し03:31には100 kmに達した。07時頃には石狩湾に到達し、09時以後は内陸部の死角に入り、地上の降雪量観測によれば山地で消滅したものと思われる。降雪域の規模も大きく、渦性の運動も顕著であること、パターン全体の移動も明確であること、加えるに、湾外ですでに渦状の動きを示していたことなどは注目される点であり、前述の小低気圧の如く直接地形の影響を受けるものとは性質の異なった中規模スケールの渦性擾乱によるものと思われる。しかし今回は詳しい解析はなされなかった。

III. 石狩湾小低気圧発生時の風の垂直分布

石狩湾に小低気圧の出現する時の上層風の様子が札幌のゾンデのデータから第11図に



第11図 石狩湾小低気圧発生時の札幌の風の垂直分布、白矢印は小低気圧の発生時間を示す。

Fig. 11. Vertical distributions of wind at Sapporo, when the small scale cyclone appeared on the Ishikari Bay. White arrows show the period of appearance of the small scale cyclones.

示されている。

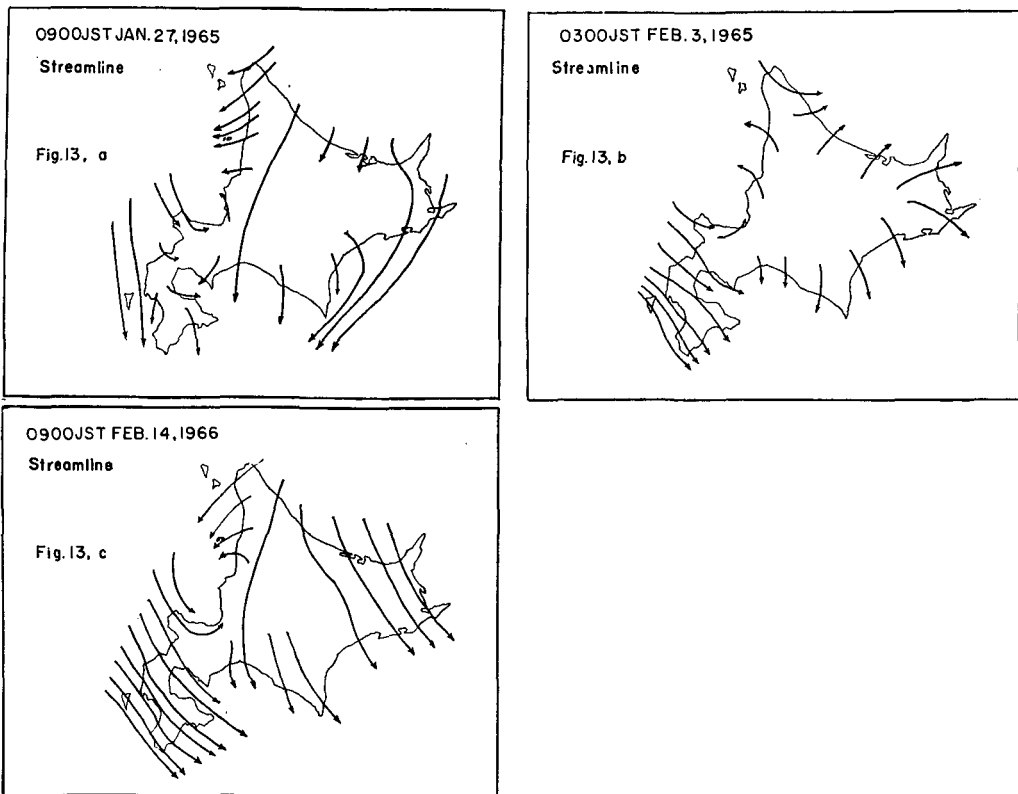
比較のために、北西季節風時の1月25日のものも図に入れられている。湾内に回転性エコーの存在した時間は矢印で横軸に示してある。

図からわかるように、北西季節風時はバンドに平行にセルの移動方向と一致した北西風が下層から上層まで吹いている。それに対し、小低気圧の場合は、3 km より下層で風向が北となっていることと、風速が弱いことが共通していえる。3 km 以上の上層では、北西季節風時と同様に強い北西風が観測されることは、石狩湾小低気圧が背の低いものであることを示している。

風系に関しては2月14日のスケールの大きい回転性エコーの場合も同様であった。

IV. 石狩湾小低気圧発生時の天気解析

石狩湾小低気圧の発生機構については気圧配置や地形の影響によって説明が試みられている。これにわれわれの観測結果を結合すると小低気圧の発生は次のように考えられる。



第13図 小低気圧、中規模擾乱の時の流線図

Fig. 13. Surface streamlines at the time of the small scale cyclone and vortical meso-scale disturbance on the Ishikari Bay.

第 12 図に前述の 3 例の小低気圧発生時の地上天気図 (12, (a), (b), (c)) 及び比較のために季節風時の天気図 (12, (d)) を示す。

小低気圧発生時には、第 12 図, (a), (b) に見られるように気圧パターンは大きくは日本海側に高く、太平洋側に低くなっている、いわゆる西高東低の気圧配置である。これに北海道内陸と石狩湾南方の陸地の高圧部のために、第 1, 5, 9 図にみられるような石狩湾に相対的なメソ低圧部が形成される。

第 12 図, (d) に示すような一般季節風時には西よりの風が卓越するが、小低気圧の発生した第 12 図, (a), (b) の場合は北海道の東方海上の低気圧の影響で一般に北よりの風系が卓越すると考えられる。この北風が第 13 図, (a), (b) の流線図にみられるように、石狩湾南方の山岳地帯にさえぎられて低気圧性の回転を生じ、これに内陸からの吹出しが重なるものと見られる。特にこの高圧部からの吹出しの顕著なのは 1965 年 2 月 2~3 日の例である。

1966 年 2 月 14 日の例はスケールも大きくて性質も異なるようである。すなわち第 12 図, (c) の気圧配置から想像されるように、石狩湾付近の一般風そのものが低気圧性回転の風系を示し、また第 13 図, (c) の北海道南西部の流線からわかるように一般風自体が地形と無関係に低気圧性の回転成分を持っている。たまたま石狩湾南部の山岳に衝突した流線が特に回転が大きいだけである。

V. 結 論

以上見てきたことから、2 月 14 日の中規模擾乱によるものをのぞけば、石狩湾小低気圧の発生するのは、大気下層で北からの流れが湾に吹きこみ湾形の地形によってサイクロニックな偏向を受けることと、地形による相対的なメソスケールの低圧部が重なった結果によるものと結論づけられた。

また、II 章で調べられた様に個々のセルは発生、消滅、移動をするが回転性の降雪域のパターンそのものは長時間にわたって湾内に留っていた。

これに対し、2 月 14 日の回転性エコーは地形よりも一般風に左右されたために、パターンそのものも南下したのである。

最後に、今後の問題点としては、1966 年 2 月 14 日の例にあるような規模の大きい渦性エコーが小低気圧とどのような関係にあるかがより正確に解明されなければならない。おそらく、この時の逆転層が比較的高くて 550 mb に及んだことと、降雪量の多かったことから、単なる地形性の擾乱ではなくて、トラフの南方へのはり出しにつれてコールド・ドーム内部に生じた中規模渦性擾乱であろう。

従来、石狩湾小低気圧と称せられてきたものの中に、背の低い単なる地形性のものと、中規模擾乱の二つがあることがわかった。

夜間にレーダーの特別観測に協力された札幌管区気象台のレーダー係の方々、並びにメソ気象資料を提供された道内の各測候所、区内観測所、及び航路標識事務所の方々に厚く謝意を表す。

5. A Study on the Small Scale Cyclone on the Ishikari Bay

By Yasutake KONO and Choji MAGONO

(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

Radar echoes of snowfall with a small cyclonic rotation on the Ishikari Bay of the Japan Sea to the west of Hokkaido Island were analyzed by use of wind and pressure patterns in meso-scale.

The result of analysis showed that the northerly wind system on the region was very important for the occurrence of the cyclonic echoes.

And it was found that there are two kinds of the small cyclonic rotation, one is caused both by local pressure depression and by local orographic wind system, another is caused by cyclonic circulation of general wind system without particular orographic effect, namely is the disturbance so called "vortical meso-scale disturbance". The vertical extent of the former was as low as 3 km, while the latter extended to about 550 mb level.