



Title	6. 北海道西海岸沖で発生する小低気圧について
Author(s)	播磨屋, 敏生; HARIMAYA, Toshio
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 23, 73-81
Issue Date	1970-03-18
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.23.73
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13974
Type	departmental bulletin paper
File Information	23_p73-81.pdf



6. 北海道西海岸沖で発生する小低気圧について

播磨屋敏生

(北海道大学理学部地球物理学教室)

— 昭和44年10月受理 —

I. はしがき

北海道西海岸で発生する小低気圧については、局地豪雪との結びつきで今までたくさんの調査、研究がなされてきた。そしてその成因については、晴れた夜の内陸の放射冷却による海陸の温度差が相対的な気圧差をつくるためという説、また地形と風向により力学的に渦が発達するという説などが提出された。

その後札幌管区气象台にレーダーが設置されて以来、レーダー解析に基づいた研究が発表された。その結果、従来石狩湾小低気圧と称されてきたものが数種類に分類された。斎藤¹⁾の研究によると、局地豪雪と関係のある小低気圧の場合、レーダーには石狩湾に弧状のエコーとしてあらわれ、わずかに低気圧性の動きを示しながら停滞することが特徴的である。この弧状のエコーは北海道東方海上の主低気圧後面の循環の場で内陸部の南北二つの冷氣塊の間を海上で変質された暖湿気が収束されながら石狩平野にはいり込むことによってできるものである。そして小低気圧は、岬などによって湾に収束される低気圧性の流れによって生ずる渦度と海陸の熱的効果が重なって生ずるもので、暖湿気の収束する場(低圧帯)を示すと考えた。河野・孫野²⁾は降雪のレーダーエコーで小規模の低気圧性回転を示すものを解析して、その発生は、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と、熱的効果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とした。またそれ以外に中規模渦性擾乱によるらしいものがある事を指摘した。

ここでは、この移動性の中規模渦性擾乱の発現、移動、消滅とそれに伴う降雪現象および発現時の総観場について述べる。以下に示されるように、この種の中規模渦性擾乱は冬季北海道西海岸でかなりの数が観測される。この特徴として、明瞭なスパイラルバンドを持ち、小低気圧の強さにもよるが、大雪と言われないまでも石狩平野の降雪量にかなりの寄与をしていると考えられる。これと同種の擾乱は、北陸地方でも観測されている³⁾。

1) 斎藤 実・陳岡富二男・松田 一・里見 穂・小花隆司; 北海道石狩湾付近の降雪のレーダー解析, 天気, **15** (1968), 42-50.

2) 河野安威・孫野長治; 石狩湾小低気圧の研究, 北海道大学地球物理学研究報告, **18** (1967), 71-81.

3) S. MIYAZAWA; On Vortical Mesoscale Disturbances Observed during the Period of Heavy Snow or Rain in the Hokuriku District, J. meteor. Soc. Japan, **45** (1967), 166-176.

II. レーダーで観測された中規模渦性擾乱

1. 1965年2月3日の例

写真1に示されるような擾乱のレーダーエコーが2月3日に観測された。当日の気圧配置は、2日低気圧が奥羽北部を通して太平洋側にぬけて西高東低の冬型になっていた。この渦性

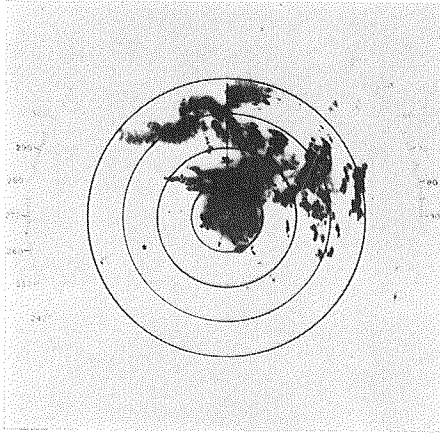


写真1 1965年2月3日15時25分の札幌でのレーダー写真。レンジマークは20 km。

Photo. 1. PPI radar scope photograph at Sapporo on 1525 JST 3 February 1965. Range marks are 20 km.

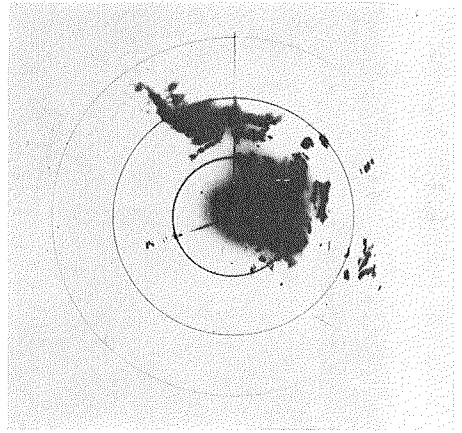


写真2 1966年2月14日4時35分の札幌でのレーダー写真。レンジマークは50 km。

Photo. 2. PPI radar scope photograph at Sapporo on 0435 JST 14 February 1966. Range marks are 50 km.

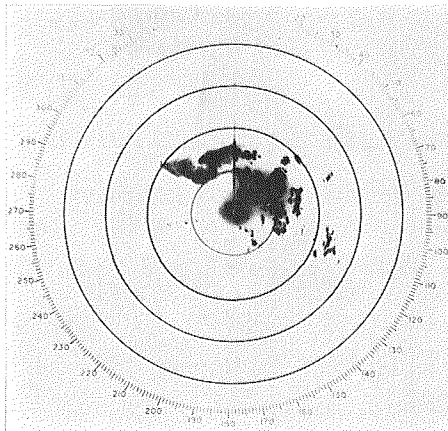


写真3 1967年1月16日8時42分の札幌でのレーダー写真。レンジマークは50 km。

Photo. 3. PPI radar scope photograph at Sapporo on 0842 JST 16 January 1967. Range marks are 50 km.

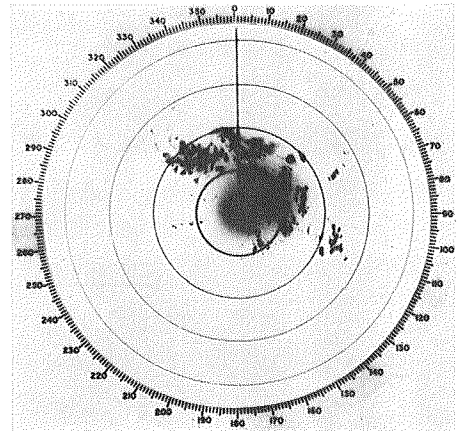
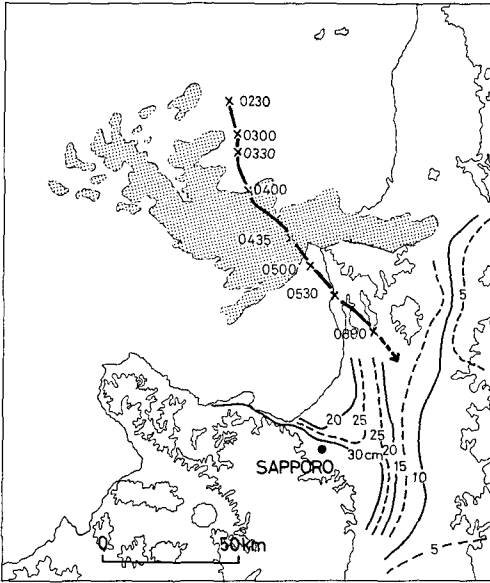


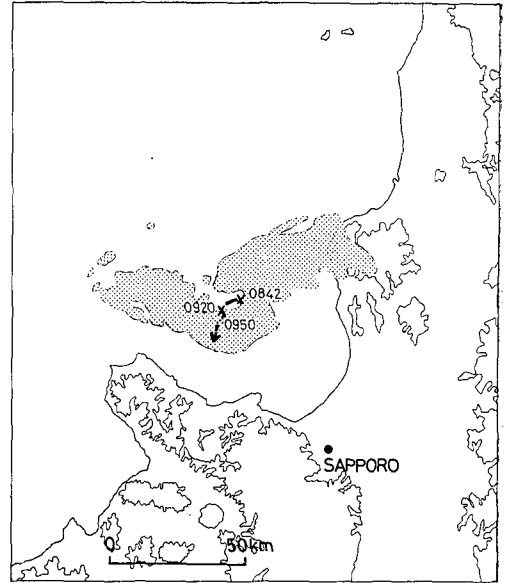
写真4 1968年1月26日8時22分の札幌でのレーダー写真。レンジマークは50 km。

Photo. 4. PPI radar scope photograph at Sapporo on 0822 JST 26 January 1968. Range marks are 50 km.



第3図 1966年2月14日4時35分のスパイラル・レーダーエコー(影の部分)と13日8時から14日8時までの降雪量(単位:cm)分布。太い実線は第1図と同じ。

Fig. 3. Spiral radar echo (shaded area) at 0435 JST 14 February 1966 and distribution of snowfall amount (in cm) for 0800 JST 13- 0800 JST 14. Thick line is the same as in Fig. 1.



第4図 1967年1月16日8時42分のスパイラル・レーダーエコー(影の部分)。太い実線は第1図と同じ。

Fig. 4. Spiral radar echo (shaded area) at 0842 JST 16 January 1967. Thick line is the same as in Fig. 1.

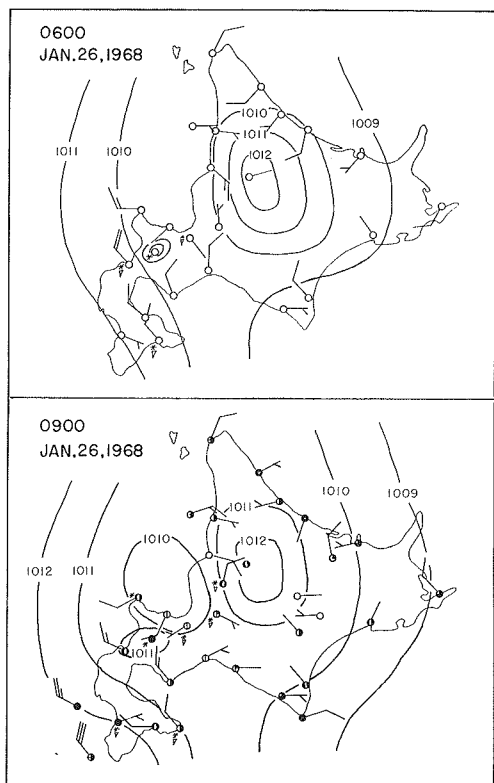
図は降雪量分布図であるが、当観測時間内に北海道南岸を他の大きな低気圧が通過しているので、それに伴う降雪もあるので、中規模渦性擾乱のみによる降雪量分布にはならず、陸上での擾乱の移動経路及び消滅点を推定することは困難である。

3. 1967年1月16日の例

写真3に示されるような擾乱のレーダーエコーが1月16日に観測された。当日は冬型の西高東低の気圧配置がゆるんだ季節風末期の状況で発生したもので、レーダーの観測時間の関係上連続した追跡がなされなかったが、その中心の移動経路の一部を第4図に示す。なお石狩平野では当日降雪が観測されなかったが、積丹半島を中心とした後志地方に降雪現象が認められたことより、積丹半島方向に移動したものと考えられる。

4. 1968年1月26日の例

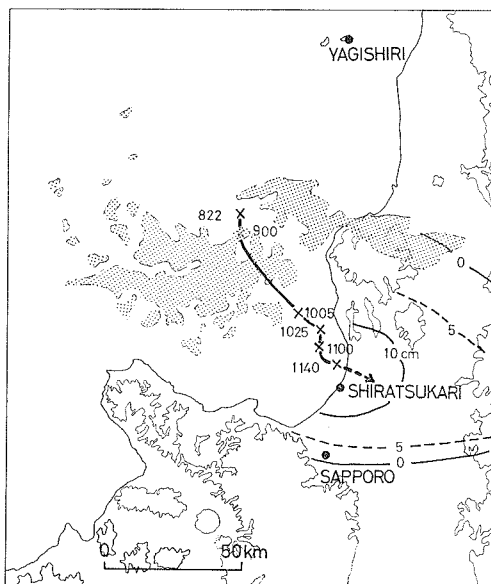
写真4に示されるような擾乱のレーダーエコーが1月26日に観測された。当日は前の例と同じく、冬型の西高東低の気圧配置がゆるんだ季節風末期の状況で発生した。レーダー上では観測開始の8時22分に札幌の北北西約95 kmの海上に位置していた。当日の3時間毎の局地天気図を描いてみると、稚内の風向は3時には南南西であったが、第5図上に示されるように6時には北北東に変わり、等圧線は閉じていないが西海岸の各観測所の風向は低気圧性の循



第5図 1968年1月26日6時と9時の局地天気図

Fig. 5. Mesoscale weather maps at 0600 JST 26 January 1968 and at 0900 JST 26 January 1968.

環を示している。これらのことから小低気圧は3時から6時の間に発現した模様であり、また焼尻での気圧の極小値は4時30分に観測されているので、発現したのは4時30分以前と推定される。9時には第5図下のよう閉じた等圧線として局地天気図上に描かれる。擾乱の中心は第6図の太い実線のように南東進し、屈曲しながら札幌の北方約30kmの地点で上陸した。上陸後のレーダーでの追跡はグランドエコーの関係上できなかったが上陸地点から考えて擾乱が通ったと思われる地域を中心として降雪があった。降雪量は海岸では多く内陸に入るに従って減り、この降



第6図 1968年1月26日8時22分のスパイラル・レーダーエコー(影の部分)と26日8時から27日8時までの降雪量(単位:cm)分布。太い実線は第1図と同じ。

Fig. 6. Spiral radar echo (shaded area) at 0822 JST 26 January 1968 and distribution of snowfall amount (in cm) for 0800 JST 26-0800 JST 27. Thick line is the same as in Fig. 1.

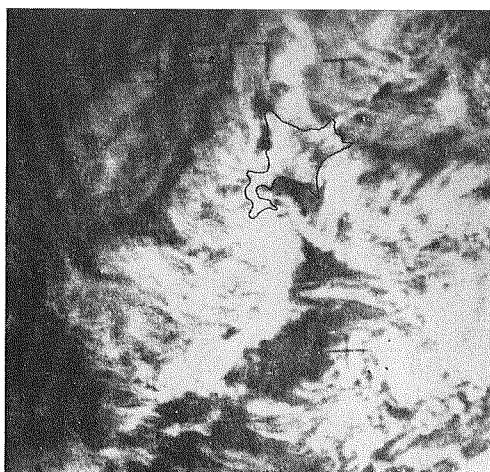


写真5 1968年1月26日9時31分の中規模渦性擾乱の雲分布。

Photo. 5. Cloud distribution of the vortical mesoscale disturbance at 0931 JST 26 January 1968.

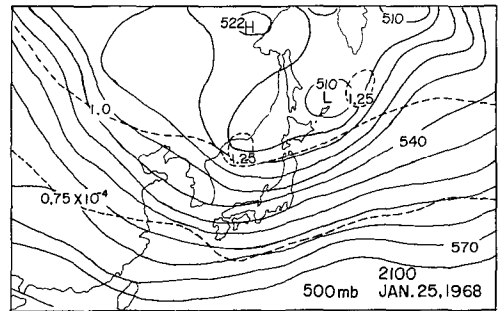
雪量分布図および夕張山地の東側の地域に降雪がない事より、この擾乱は夕張山地で消滅したと考えられる。以上の例のように、この中規模渦性擾乱は西海岸沖で発現し、上陸した後山地で消滅するようである。

この擾乱の雲分布の例として、1968年1月26日9時31分気象衛星エッサ6号から撮影された写真を写真5に示す。北海道西海岸上の一点に数本の雲のバンドが集まっているのがよくわかる。中心に向っている雲のバンドの数が写真4のレーダーより多いのは、札幌のレーダーでは、北西から西を経て南までの区域が山地の関係上死角になるからである。

III. 総観的な気象状態

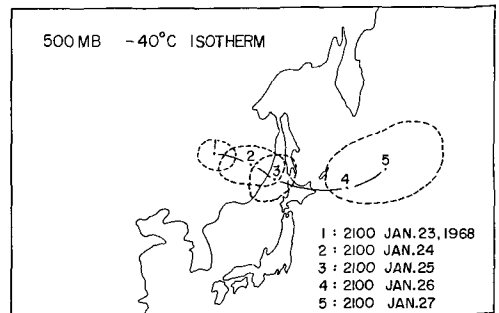
前章でふれたように、この擾乱の発現時の地上天気図パターンは、冬型の季節風中のもの1例、季節風末期のもの2例、主低気圧の北海道付近通過にとまなうもの1例である。500 mb 天気図パターンでは、コールド・ロウ通過に伴うもの3例、コールド・トラフ通過に伴うもの1例である。

上記のように500 mb 天気図に特徴的なパターンが表われているので、以下に1968年1月26日の例について詳細に述べる。第7図は前日25日21時の500 mb 天気図で、実線は等高度線を示し間隔は60 m であり、破線は地衡風近似で求めた絶対渦度を示し $0.25 \times 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ ごとの等値線である。日本海上にトラフに伴う絶対渦度の極大値の部分があり、北海道西海岸はその風下に位置していた。すなわち、北海道西海岸には渦度の移流があり、低気圧の発生、発達にはつごうの良い状態にあった。寒気塊の状態をみるために -40°C の等温線の追跡を行なってみたのが第8図である。23日21時には中心が中国北部にあり、1日につき経度にして約5度の速度で動いて、25日21時には日本海に達した。その後速度をはやめて、26日の早朝北海道を通過した。すなわち、西海岸に擾乱が発生したのは、ちょうど寒気塊が北海道北部を通過した時である。1月下旬から2月上旬にかけての北海道西海岸付近の海水面の温度は



第7図 1968年1月25日21時の500 mb面の高度(単位: 10 m)とその高さにおける渦度(単位: 10^{-4} sec^{-1})。

Fig. 7. Contours of 500 mb surface (units: 10 m) and vorticity at 500 mb level (units: 10^{-4} sec^{-1}), on 2100 JST 25 January 1968.



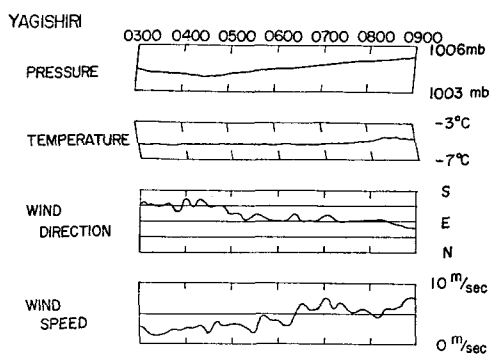
第8図 -40°C 等温線の追跡。

Fig. 8. Pursuit of -40°C isotherm.

約 6°C 前後*とかなり高温である。従って寒気塊の通過に伴い海面からの加熱によって大気の成層は不安定な状態になる。以上の事より総観場としては、渦度の移流、大気成層の不安定というように、低気圧の発生、発達に適した状態となっていた。

IV. 気象要素の変動

前記のような擾乱に伴うスパイラルバンドの通過によって地上気象要素がどのように変動するかをみるために、1968年1月26日の例について降雪のなかった焼尻と降雪のあった知津狩(臨時観測点)の気象要素を比較してみる。第9図は焼尻での気象要素の変動を示す。気圧



第9図 1968年1月26日の焼尻における気圧、気温、風向、風速の変動。

Fig. 9. Variation of surface pressure, temperature, wind direction and wind speed at Yagishiri on 26 January 1968.

は4時30分に極小値を示し、その後はじょじょに回復している。気温は日本海上の島のためほとんど変化なく、8時すぎにわずかに上昇している。風向には小さい変動が多少あるが、傾向としては南東から東を経て東北東というように擾乱の移動に伴ってそれに吹き込むように変化している。このように降雪のなかった焼尻では、小低気圧が西方海上を通過したことによる変動のみであるが、降雪のあった知津狩ではそれとは違う変動を示した。第10図は知津狩での気象要素の変動を示す。知津狩の気圧は、擾乱の接近とともに下がり、11時30分に極小値を示し、その後

上昇した。11時30分から11時40分までの気圧上昇量は 0.25 mb であった。気温は降雪の強くなった11時前後から下がり始め、11時40分には極小値を示した。11時30分から11時40分までの気温降下量は 1°C であった。風向は、擾乱の通過以前は石狩平野からの吹き出しによる南風であったが、11時20分頃より急に北成分をおびた変化をし、11時30分には北北東となった。その後11時40分には東風となり、後はじょじょに擾乱通過前の南風へと変化していった。風速は風向の急変したところで少々強くなった。降雪現象は、樹枝状六花の雪片が10時25分より降りはじめ、10時50分から11時の間に一時小降りとなった。その後樹枝状六花の雪片に小さいあられを含んだかなり強い降雪が12時10分まで続き、その後は大きい雪片のみになって降雪強度はじょじょに弱くなり、12時40分に終了した。この降雪の間において湿度は増加している。気圧の上昇、気温の降下、湿度の増加、風向の北よりの成分を含んだ急変という現象は、小規模のスコール・ラインの模様を呈している。

雲内から下降気流がある場合、石狩平野で冬季の状態ではどのくらいの気温降下、気圧上

* 北海道立中央水産試験所；海洋観測資料(1962年, 1965年)。

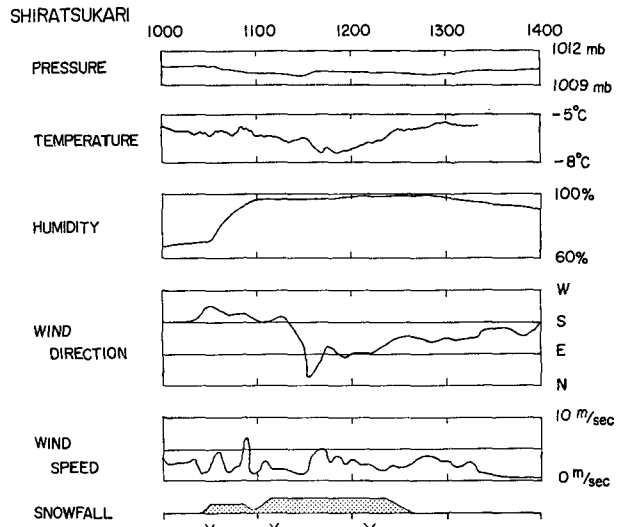
昇があるかを以下に計算で示す。第11図に示されているように、雲底高度は1000 mとした。これは石狩平野で冬季の雲底としては高いほうである。知津狩での11時30分の気温の観測値 -6.5°C を地上の気温とし冷気塊外の気温の分布は雲底まで乾燥断熱減率になっているとし、冷気塊中は湿潤断熱減率になっているとすると、第11図に示されているように、地上で冷気塊の中に入ると -8.5°C と 2°C 気温が降下することになる。またこの冷気塊に入ることによる地上気圧の上昇量を FUJITA⁵⁾ の式により求めた

$$\Delta P \approx \frac{\rho_0 R}{\bar{P}} \int_{P_b}^{P_0} \Delta T dP$$

$$\bar{P} = P_0 \frac{4P_b - P_0}{3P_b}$$

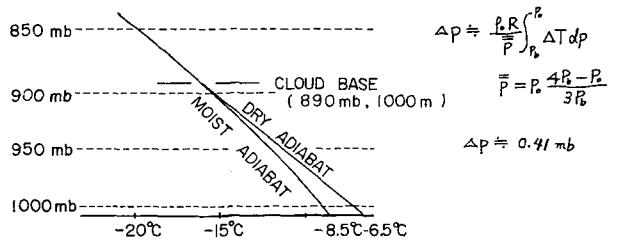
ここで、 ΔP は気圧の上昇量、 ρ_0 は地上での空気密度、 R は気体常数、 ΔT は冷気塊と周囲との温度差、 P_0 は地上気圧、 P_b は雲底での気圧である。気温の観測値を使い、上述

のような仮定のもとで計算すると、気圧上昇量 $\Delta P = 0.41 \text{ mb}$ となる。最大値を与えるような理想的な条件のもとでもこの程度の値である。実際は冬季石狩平野の場合では、雲底高度は低くしかも雲底以下の気層も飽和に近い高湿度であるので降雪に伴って気温下降および気圧上昇は観測値に示されたように、計算値よりだいぶ小さく夏季の雷雨の場合のような大きい変動は期待できない。



第10図 1968年1月26日の知津狩における気圧、気温、湿度、風向、風速、降雪の変動。

Fig. 10. Variation of surface pressure, temperature, humidity, wind direction, wind speed and snowfall at Shiratsukari on 26 January 1968.



第11図 モデルの断熱図。

Fig. 11. Adiabatic chart of model.

V. 結 論

冬季北海道西海岸沖および石狩平野でのレーダーとメソ解析の結果は、次のように要約される。

5) T. FUJITA; Precipitation and Cold Air Production in Mesoscale Thunderstorm Systems, J. Meteor., 16 (1959), 454-466.

(1) 冬季間西海岸沖から石狩平野にかけて、スパイラルバンドを持った移動性の中規模渦性擾乱がしばしば観測された。これらは西海岸沖で発現し、屈曲しながら移動して、上陸した後山地で消滅した。そしてこの擾乱の移動経路を中心として帯状に降雪現象がみられた。

(2) これらの擾乱は、上層の寒気塊と関係して発現している。

(3) これらの擾乱に伴うスパイラルバンドの通過により、降雪が始まると地上の観測点では小規模のスコールラインの通過によると思われる気象変動がみられた。

謝 辞

この研究をするにあたって、レーダー写真を提供された札幌管区気象台、並びに気象資料を提供された道内各地方気象台、測候所、及び航路標識事務所の方々に厚く謝意を表す。また討論して下さった孫野長治教授に深く感謝の意を表す。

6. On the Small Scale Cyclone Formed on the Japan Sea to the West of Hokkaido Island

By Toshio HARIMAYA

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

During the winter season, moving vortical mesoscale disturbance with spiral radar echoes were often observed by a radar on the Japan Sea to the west of Hokkaido Island. It appeared that they were usually formed over the Japan Sea, being associated with an upper cold vortex. It was found that they had a wandering course before landing the plain and disappeared in the mountain area of the Hokkaido Island. There was the occurrence of the showery snowfall corresponding to the passage of vortical mesoscale disturbance. When the spiral radar echoes associated with this disturbance passed the observation point, the pressure surge, temperature drop, increase of humidity and rapid change of wind direction were observed. These phenomena suggest the passage of the small scale squall line.