

GMS-1 による季節風の短時間連続観測 (第一報)

Short-Interval Observation of Winter Monsoon Cloud Pattern by GMS-1 (Part-1).

元木 敏博・里見 穂

Toshihiro Motoki, Minoru Satomi

Abstract

The use of short-interval (limited) scan GMS data for convective cloud pattern is developed with image data taken over the Japan Sea under the condition of excellent winter monsoon.

The short-interval image data taken at every 7 minute interval are used, and cloud wind vectors are obtained from convective cloud which were traced as targets of wind estimation. The vector chart is made by the cloud wind vectors, and then, the divergence and velocity are calculated by the objective method.

Reasonable results are obtained for low level air flow pattern of the excellent winter monsoon. The technique developed in this report will be very useful for the study of the mechanism of local heavy snow fall.

1. はじめに

静止気象衛星 (GMS-1) は任意の緯度帯を観測する機能を持っており、短時間連続観測はこの機能を応用した観測方法である。短時間連続観測の特徴は特定の領域に対して、短時間間隔で連続した画像が入手できることである。観測データは通常の観測と比較して時間分解能がよく、ライフタイムの短い雲システムの発達衰弱過程を観測するのに有効である。ここでは冬期季節風下での日本周辺の下層風系を求める目的で、短時間連続観測を冬の対流雲に応用した。

冬期、冬型の気圧配置で大陸から寒気が吹き出すと、日本周辺では多数の対流雲が発生する。対流雲は冬型特有の雲分布を形成し、その雲分布パターンはゆっくり変化する。この対流雲を対象に気象衛星センターで現業化している風計算処理システムによって雲の移動ベクトルを求めるためには、時間・空間分解能のすぐれた連続した可視データが必要である。従って観測時間帯は03Zから06Zに限られる。このような条件を満足する可視データが短時間連続観測から得られたので、日本周辺の雲の移動ベクトルを求めた。その結果、季節風の基礎資料となる日本周辺の下層風系の分布図が作成できたので報告する。

2. 解析資料

2-1 短時間連続観測

1980年2月6日に実施した短時間連続観測は、第1図に示すように撮像範囲は北緯48度から28度までの約400ライン、0423Zから7分間隔で5回の連続観測を行った。風計算処理にはMTに出力される可視と赤外の画像データを使用したが、このほか可視データの雲写真からループフィルム(動画)を作成し、風計算処理の基礎データとした。ループフィルムには、7分間隔の画像から作成されるために対流雲の移動を追跡しやすいという

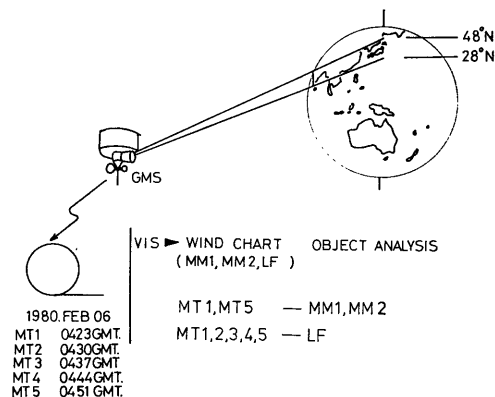


Fig. 1 A schematic diagram of short-interval observation and data flow.

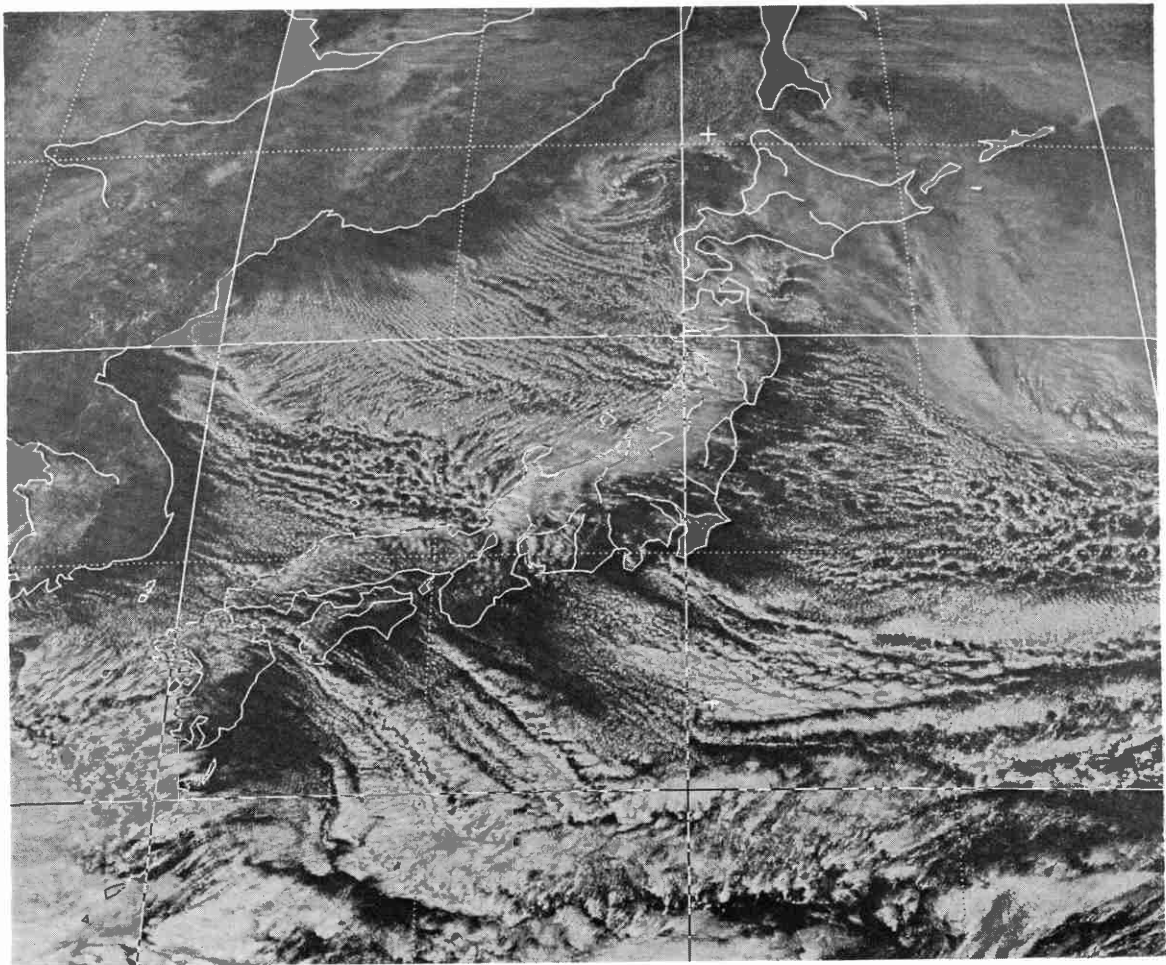


Photo. 1 GMS limited scan visible image (0423 Z, Feb. 06, 1980).

特徴がある。

2-2 雲分布の特徴

0423 Zの可視雲写真を写真に示す。雲分布を観察すると冬型に特有な現象をいくつか見出せる。北陸沖からウラジオ南西海上長白山脈沖にかけては、発達した対流雲で構成される長い雲バンドがある。これは岡林(1972)の報告にある「帯状収束雲」と同じタイプの雲分布である。(以下、文中では「収束雲」と称する)その北側には、内田(1979)の報告にある「V字型雲分布」が位置する。日本海中部は線状の雲分布が卓越し、北海道の西海上にはうず状雲が見出せる。また小さな雲が関東地方から伊勢湾付近まで散在している。

地上天気図(第2図)を見ると、日本付近は冬型の気圧配置となっており、北海道西海上ではうず状雲に対応する小低気圧が解析されている。また日本海は「袋型」

の気圧分布である。

3. 風計算と処理方法

雲の移動ベクトルを求めるために、浜田(1979)の報告にある3種類の方法を風計算処理に使用した。

①MM1法

ディスプレイ上で追跡雲を指定し、相互相関法により移動ベクトルを求める。

②MM2法

ディスプレイ上で追跡雲の始点と終点を指定することにより移動ベクトルを求める。

③LF(ループフィルム)法

写真の動画から追跡雲の始点と終点を指定することにより移動ベクトルを求める。

実際の処理では、MM1法とMM2法に28分間隔の画像データを使用した。LF法では7分毎の画像を処理し

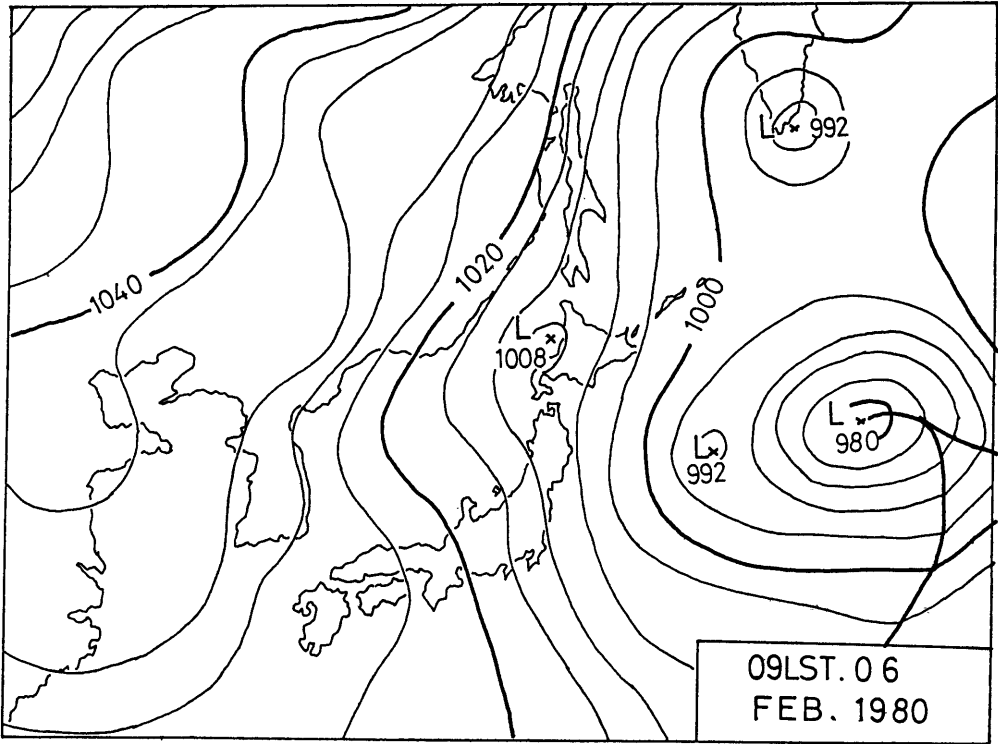


Fig. 2 Surface map.

たルーブフィルムを使用した。MM1法によって雲形の明瞭なセルを中心に204個、MM2法によって陸上の小さな雲を含めて44個のデータを得た。LF法では、ディスプレイ上で追跡の困難な雲や「V字型雲分布」内の小さな雲を対象に125個のデータを得た。この中で「V字型雲分布」の風向に直角なモードを持つ線状の雲は、LF法でも追跡が困難なため「V字型雲分布」内のデータ数は多くない。

ところで雲写真を見ると対流雲の雲頂高度は一様でないが、十分に発達していない対流雲は雲底に近い層の風に流されているといわれており、またこの報告では広範囲の流れの観察を目的とするので、各計算方法から得られた結果を以下の考えで合成した。

風計算処理から得られた合計373個のデータは、各方法に伴う誤差を含む。とくにMM1とMM2からのデータは画像ずれの影響を受ける。画像ずれは衛星のスピン軸が短周期の変動をすることに起因する。MM1とMM2の各方法で使用した2枚の画像では、わずかながら画像ずれがある。この処理において2枚の可視画像の上で富士山の位置を指定することができたので、その移動ベクトルを求め補正值とした。LF法では追跡の誤差を含む。ここではMM1とMM2のデータと合成して

も、合成図の特性に影響はないと仮定して、LF法の誤差の補正はしていない。

4. 解析結果と検討

風計算処理の各方法で得られた移動ベクトルを合成した結果を第3図に示す。次に、加藤(1976)の方法による客観解析の結果を第4図に示す。

移動ベクトルの分布図を下層風系として観察することにより、いくつかの特徴を見出すことができる。すなわち、北西または北北西のほぼ一様な気流系が日本海中部から東北地方、および山陰沖にあり、ともに強風域を伴う。特に前者は30ノット前後となっている。この二つの気流系のあいだには、「収束雲」や「V字型雲分布」に対応して、前者と異なる風系の存在することが第3図から識別できる。「収束雲」について見ると、発生域のウラジオ南西長白山脈沖は弱い北北西の気流系で、朝鮮半島元山沖の北西流とシャーラインを形成する。「収束雲」は蛇行しながら南東に伸びているが、その両側における気流系の不連続な傾向は変わらない。能登半島に近づくと、不連続な傾向は明らかでない。客観解析(第4図)では、「収束雲」と呼ばれる雲バンドがシャーラインの位置に一致することがわかる。そこでシャーライン

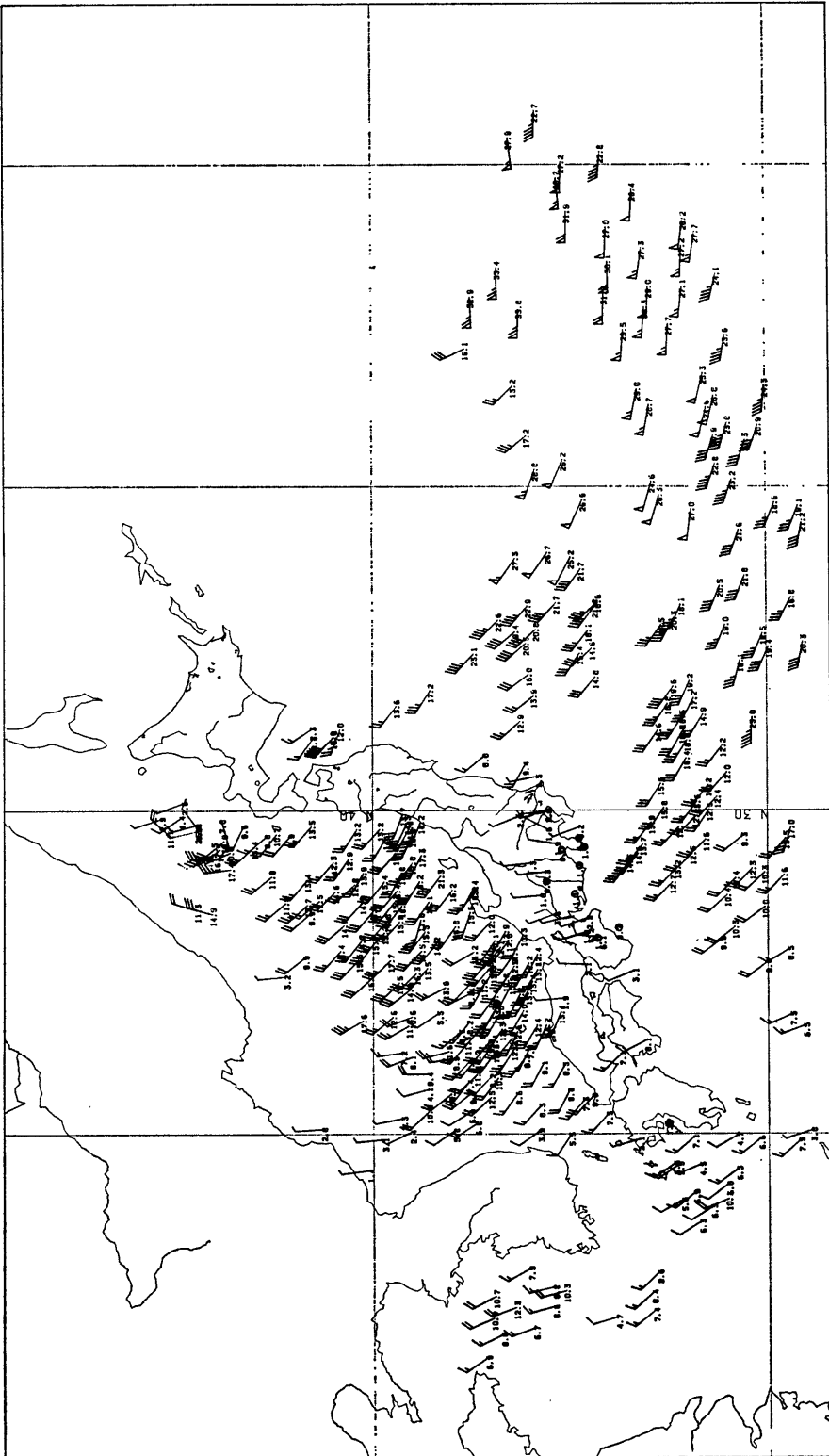


Fig. 3 Cloud drift wind (unit in knot) derived from CWES system at 0423(Z), Feb. 06, 1980.

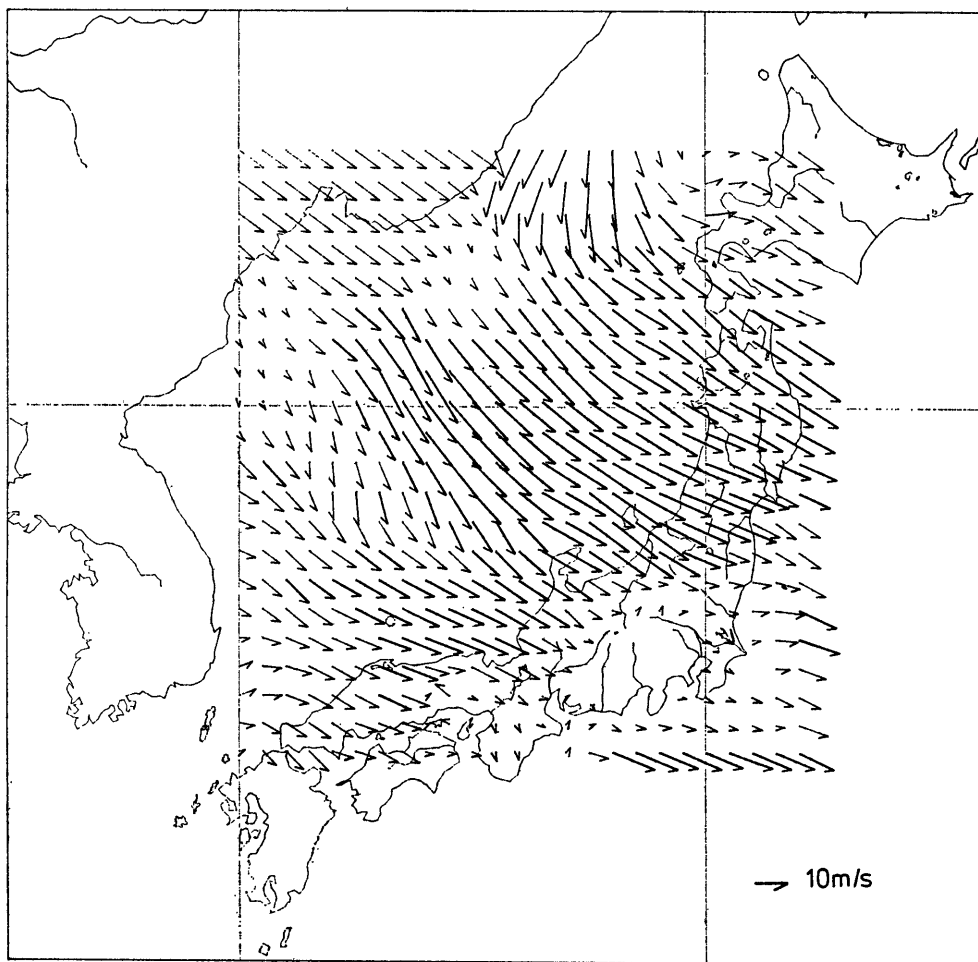


Fig. 4 Wind vector chart derived from objective analysis, in which 0.5° longitude/latitude is used as the grid interval.

について定量的に調べるために、うず度と発散を求めた。移動ベクトルデータの分布を見ると、データの少ない能登半島沖でも 50km に一点位の割り合いである。ここでは 0.2 度格子で客観解析を行って移動ベクトルの場を求め、これにもとづきうず度と発散の分布図を作成したのが第 5, 6 図である。雲写真 2 と比較すると、「収束雲」C の上にやや発達した対流雲域 B と小さなうず状雲 A が見い出せる。この領域 A と B に対応するうず度と収束の分布がある。とくに収束雲の周辺では、うず度や発散が規則的に分布する傾向であるが、これに対してその両側の季節風領域では規則性はあきらかでない。シャープライン周辺の解析において、精度に問題が残るとしても、この様な結果が得られたことは、短時間連続観測が有効であると考えられる。

北部日本海ではうず状雲に伴う気流系が見られる。沿海州シホタ山脈沖は地形に平行な北北東の気流系であるが、南下するにつれ北西の気流系と合流する。石狩湾の沖合は北西の季節風が弱く、うず状雲の南側の季節風と比較して相対的に弱風域である。うず状雲周辺の風ベクトルの分布は、北陸沖より乱れている。これは一般流の中に移動性じょう乱があるために、システムの移動とじょう乱の循環が重なって対流雲個々の動きを示すと考えられる。

内陸は値が小さく、風の弱いことを示す。ただし風ベクトルの方向に乱れがあるため、地形性の雲を計算している可能性がある。

この報告では、画像ずれの補正として富士山の値を使った。計算で得られた移動ベクトルの値が小さいときは

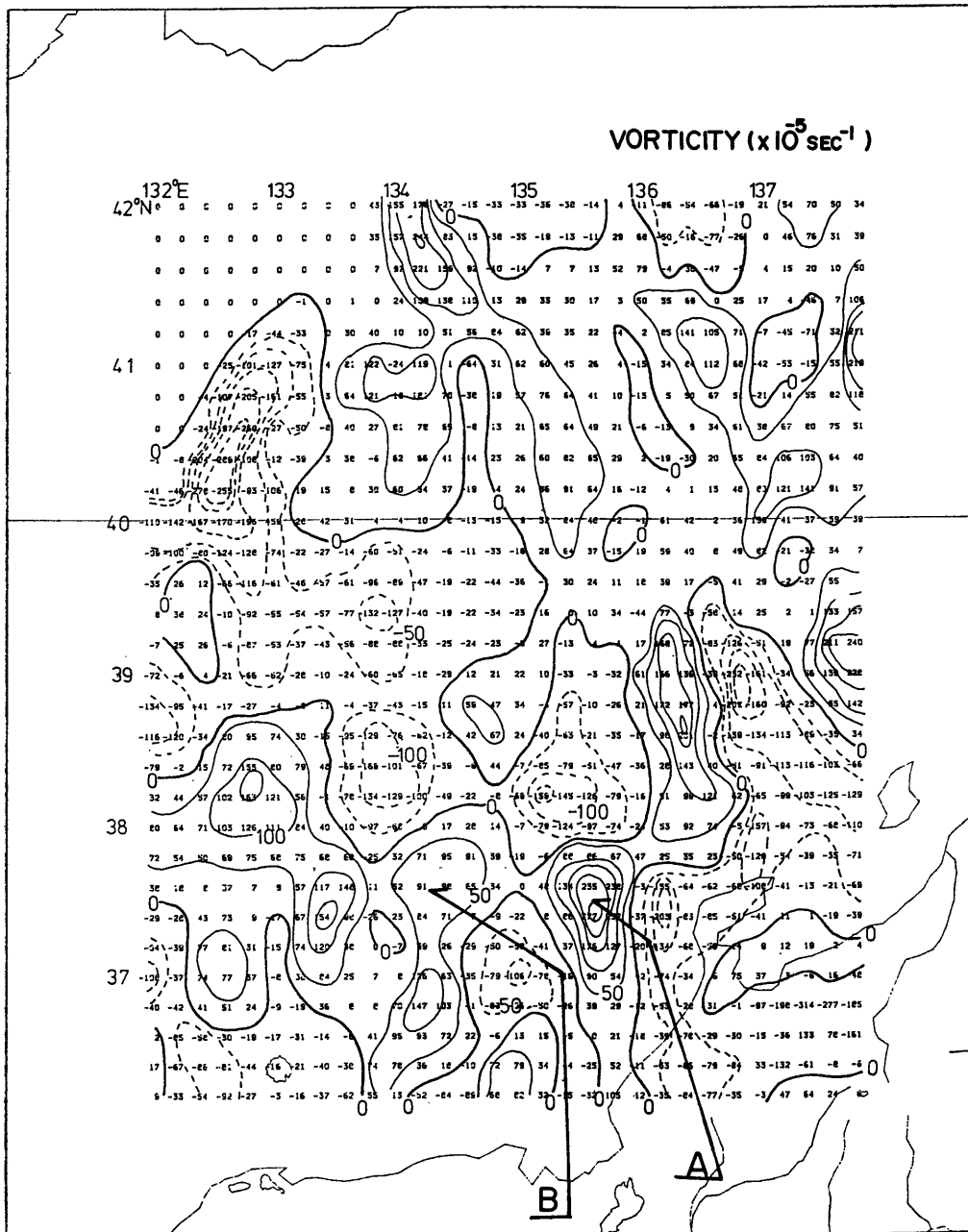


Fig. 5 The vorticity field calculated from interpolated U-and V-component, in which 0.2° longitude/latitude is used as the grid interval. Unit is 10^{-5} sec^{-1} and interval of iso-value is 50.

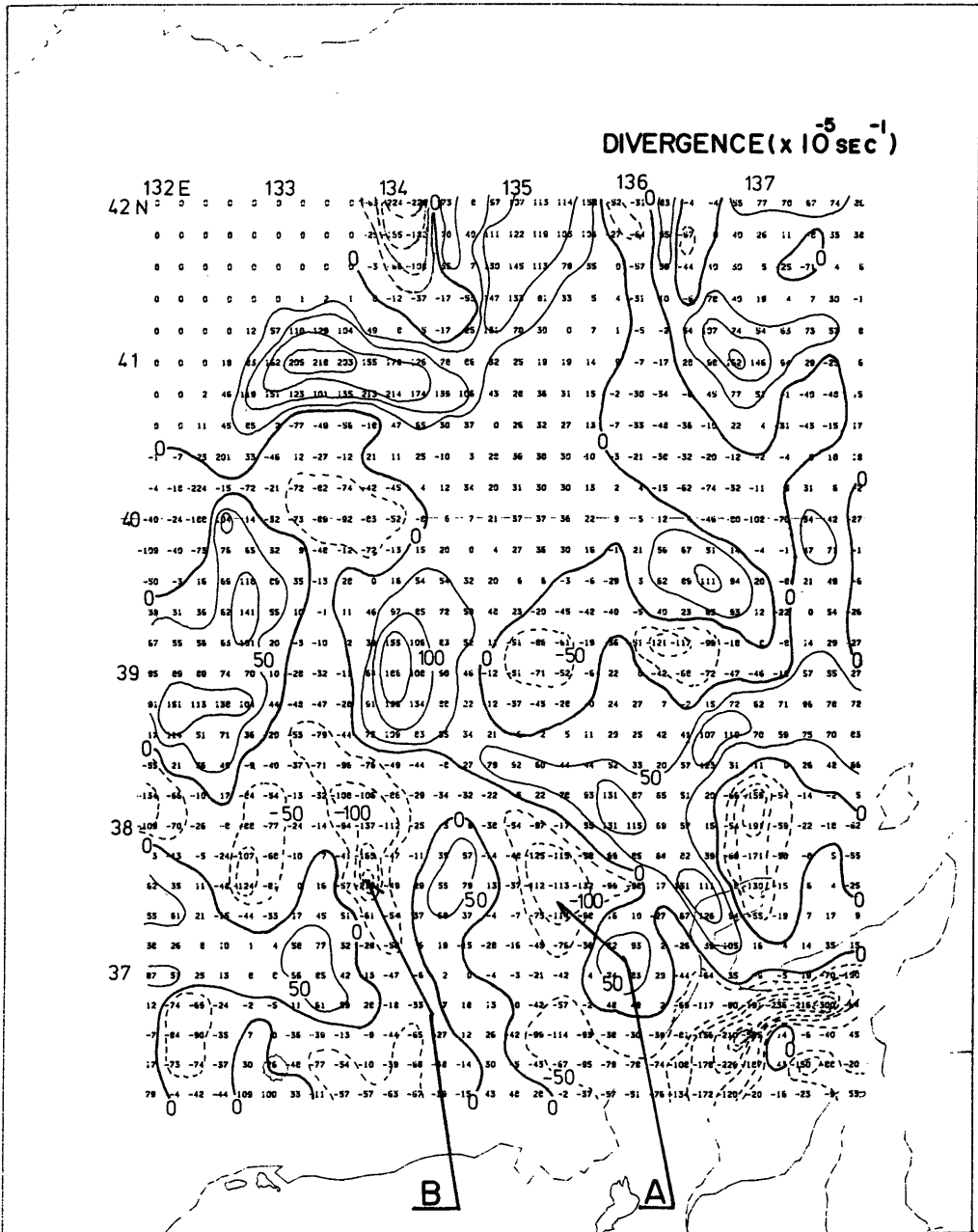


Fig. 6 The divergence field calculated from interpolated U-and V-component, in which 0.2 longitude/latitude is used as the grid interval. Unit is 10^{-5} sec^{-1} and interval of iso-value is 50.

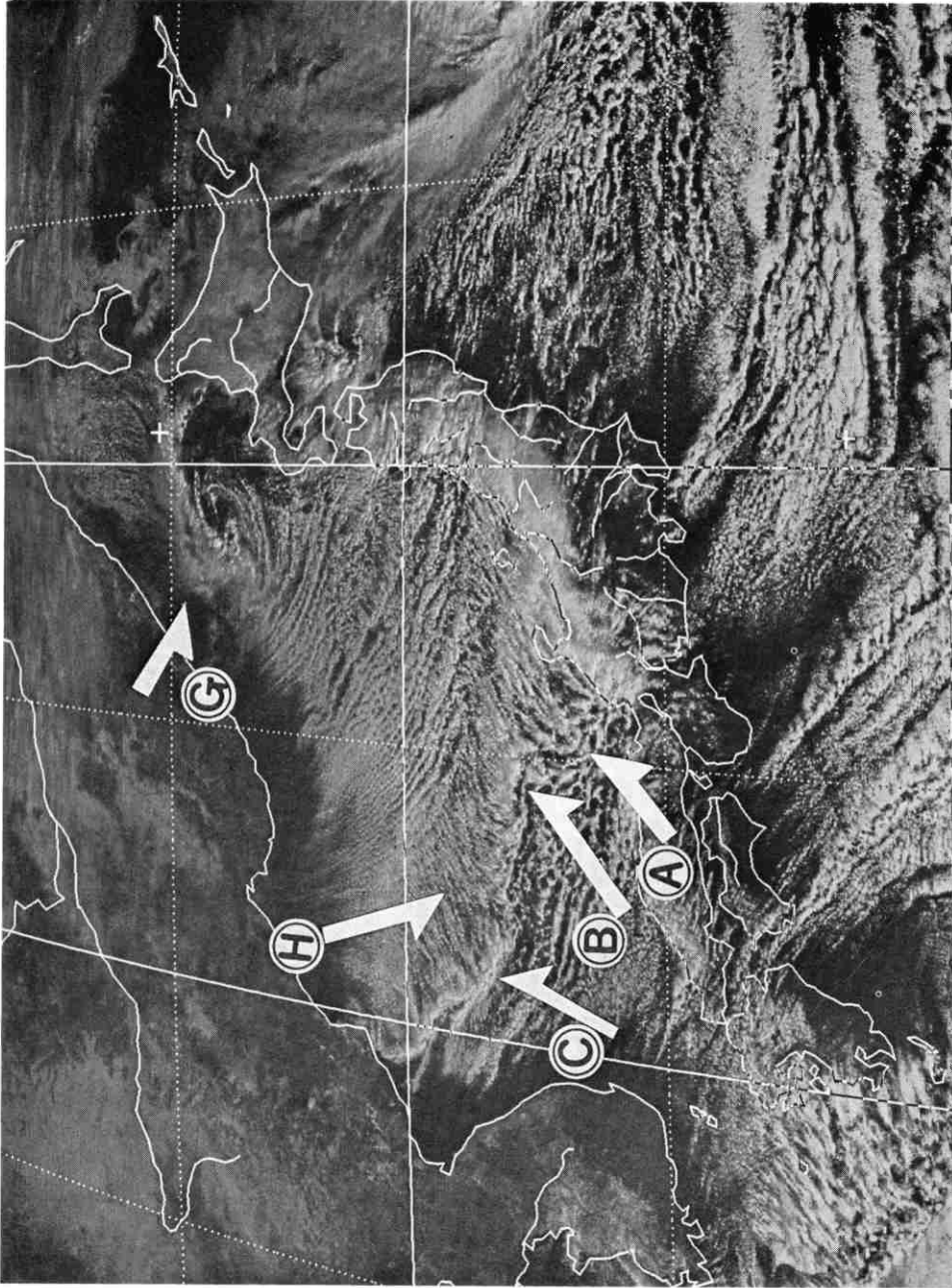


Photo. 2 GMS limited scan visible image. 'A' indicates small convective area, 'B' indicates small vortex cloud pattern, 'C' indicates convergence cloud pattern, 'G' indicates vortex cloud pattern, and 'H' indicates V-type cloud pattern.

補正の影響が大きい。画像ずれを適切に見積るためには、多くの地形を補正に使う必要がある。これは画像のずれが必ずしも一様でなく、画像上の緯度帯または経度帯で異なることが考えられるからである。

5. まとめ

季節風が吹くときの日本周辺の下層風系を調査する目的で、7分間隔の短時間連続で得られた画像データを解析した。ここでは風計算処理から求めた雲の移動ベクトルの分布図と客観解析の結果から、日本海の季節風を定性的に観察した。

日本海では、北西または西北西のほぼ一様な気流系が日本海中部から東北地方にかけて、及び山陰沖にあり、ともに強風域を伴う。「収束雲」と「V字型雲分布」は二つの気流系のあいだに位置する。「収束雲」は発生域からは北陸沖まで移動ベクトルの方向や値が不連続に変化する位置と一致するようである。一方、「V字型雲分布」内では、風向に直角なモードを持つ線状雲の動きが複雑なため十分な資料が得られなかった。

北部日本海の気流系では、循環に伴う気流系と石狩湾沖の気流系のシャープが大きい。

今回得られた風ベクトルの分布図は、日本周辺の季節風系を比較的よく近似していると考えられる。従って短時間連続観測は、大雪の発生機構に対して有効な情報を提供する観測手段といえる。

ただしこの報告では計算結果の品質管理は必ずしも十分といえない。移動ベクトルの値が小さいときは、補正

の影響がかなり大きく、今後の課題と考えている。また、短時間連続観測で得られる画像データには、赤外と可視の画像データがあり、これを使用すると更に対流雲個々の発達や衰弱を調査できるので今後の調査事項である。

謝 辞

この調査は「季節風の短時間連続観測」の一環として行った。資料は気象衛星センターの特別観測のデータを使用した。また解析に際し気象衛星センターの計算機を使用した。関係各位に厚く御礼を申し上げる。管制課 鈴木哲夫課長には、親切な指導を受けた。解析課 荒井 浄技術専門官には助言をしていただいた。管制課菊池哲也技官には、プログラムの作成に際して援助を受けた。謝意を表する。

References

1. 浜田忠昭, 1979: 風計算。気象衛星センター技術報告 (特別号II-2), 15-42
2. 加藤一靖, 1976: 客観解析プログラム「OBJAN」について。気象衛星技術報告, 3, 1-22
3. 岡林俊雄, 1972: 気象衛星から見た雪雲と降雪についての研究への利用。気象研究ノート, No. 113, 74-106
4. 内田英治, 1979: V字型雲パターンと日本海沿岸の大雪, 天気, Vol. 26, 287-298