

温暖前線前面で発達した活発な対流雲域 (事例解析)

Active Convective Cloud Area Developed ahead of the Warm Front - A Case Study -

菊池 正*
Tadashi Kikuchi

Abstract

Active convective phenomenon accompanied with severe storm was observed ahead of the warm front. It was not able to find out this disturbance by synoptic weather chart.

But, by the satellite pictures, it was able to find out the cloud area had developed into comma shaped cloud pattern.

It is well known that comma shaped cloud is organized in the region of PVA max.

From this case study, it is appeared that comma shaped cloud is also organized in the warm air advection in the lower troposphere.

1. はじめに

低気圧等の総観規模の擾乱の中に埋没した中小規模現象は天気図上では表現されにくい。ところが衛星画像ではこのような中小規模現象の発生・発達・衰弱をいち早く知り追跡する事ができる。

衛星画像を用いた中小規模現象の解析例としては、黒田 (1982) による昭和56年8月上旬、前線性雲バンド及び台風に伴う対流性雲バンドによりもたらされた北海道豪雨の解析、元木 (1983) による1983年4月東シナ海におけるテイパリング・クラウドの発生・発達・衰弱について、輝度温度分布との対応を解析したものの等があり、いずれも衛星画像の有効性を示している。

本調査は、温暖前線前面で雷を伴った活発な対流雲域の発生・発達を解析したもので、天気図では捉えにくい中小規模擾乱を衛星画像で明確に追跡できた例である。

2. 雲画像からの特徴

ア) 2月1日12Z (Photo 1, Fig.1)

日本海の41°N135°Eにフック*¹を持った雲域(雲域Ⓐ)があり、天気図では温暖前線の前面にあたる。

この雲域は小さいながらコンマ型*²をしており中小規模スケールの擾乱に対応している事をうかがわせる。この雲域が本調査の対象となった雲域で、この後急速に発達する事になる。

朝鮮半島北部から沿海州南部にかけて主に上層雲から構成されている雲域(雲域Ⓑ)がある。この時刻では地上の低気圧にやや遅れているが、この後追いつき低気圧に対応する様になり発達する。

イ) 2月1日15Z (Photo 2)

雲域Ⓐは輝度を上げて発達しながらゆっくり東進して一つの組織的な雲システムを形成しつつある。この雲域の北側に、高気圧性曲率を持つ絹雲のバルジが見られ、これからの発達を予想させる。

雲域Ⓑはウラジオストク及びその南海上に進んできた。雲域の南側では対流雲が発生し、海上に出て対流活動が活発になっている。

ウ) 2月1日18Z (Photo 3, Fig.2)

雲域Ⓐは発達してきた。輝度も上がり渡島半島の西海上にはフックが見られる。このフックから南に140°E線に沿って39°N付近まで発達したCbがライン状に並んでいる。雲域Ⓐは地上天気図で見ると温暖前線の前面にあたっている。

*気象衛星センター解析課

雲域⑧はほぼ低気圧に追いつき、ウラジストクの南にはフックを持ち絹雲が高気圧性曲率を持って北にバルジしている。この雲域の中心から南西方向には寒冷前線に対応した対流雲列が見られる。

雲域④と雲域⑧は500km程隔ってそれぞれ独立した雲システムを構成している。雲域④も雲域⑧も共にその形状はコマ型をしており、その大きさも東西方向には500km程度、南北方向には1000kmかそれ以上もあり、明らかに中規模スケール以上の擾乱を示唆する雲域に発達している。地上天気図では、雲域⑧は低気圧に対応しているが、雲域④はこれに対応した擾乱は解析されていない。

エ) 2月1日21Z (Photo 4)

雲域④は渡島半島の北にフックを持ち、ここからCbを含む活発な対流雲列が石狩湾から青森、秋田を経て日本海沿いに伸びている。雲域④により秋田では1日21Zに雷を伴った雪を観測している。又、輪島でも18Z以降21Zまでに雷を観測している。

一方、雲域⑧も42°N134°Eにフックを持ち雲域を広げ輝度も上がり発達中である。

オ) 2月2日00Z (Photo 5, Fig.3)

雲域④は崩れてややまとまりを欠いてきたが、稚内の西海上にフックが見られ、ここからCbを含む対流雲が留萌、エリモ岬、更に青森から佐渡に伸びている。1日21Zに秋田付近にあった活発な対流雲域は輝度を下げて北海道東部に進んでいる。

低気圧に対応した雲域⑧は42°N135°Eを中心にして、ここに向かって寒気の流入を示すドライスロットが形成されている。

雲域④と雲域⑧は全く別々に発生・発達して、別々の雲システムを形成した。そして、雲域④によって輪島、秋田では雷という激しい対流活動を示す天気現象が起こった。地上天気図では、雲域⑧は低気圧に対応しているが、雲域④はこれに対応する様な低気圧等の擾乱は解析されていない。

3. 一般場の解析

ア) 2月2日00Z 850mb 面天気図 (Fig.4)

日本海北部には北東から南西方向に伸びた大きな低圧部が解析され、雲域⑧に対応した地上天気図上の低気圧はこの低圧部の南に位置している。雲域④の位置している東北北部から北海道にかけては強い南西風系で暖気移流の場になっている。雲域④はこ

の強い暖気移流の場の中で発達している。

イ) 風、相当温位の時間断面

(1) 秋田 (Fig.5-a)

相当温位は2月2日00Zに600mb以下で285K程度で鉛直方向にほぼ一定になっており、雲域④内で激しい対流活動があった事を示している。その後2日日中に寒冷前線が通過している。

風の観測では1日12Z、18Zで地上付近で南東風である以外は南西風系が持続しており、この時間間隔では不連続線等の通過は検出する事はできない。

(2) 札幌 (Fig.5-b)

相当温位では秋田と同様に2月1日12Zから1日18Zにかけて下層に279~282Kの暖湿気の移流が見られる。雲域④が通過した2日00Zには中層以下で282~285Kのほぼ一定の値になっており対流活動による鉛直混合を示している。

風の観測では2月1日12Z、18Zに下層で南東から南南東、2日00Zは南、2日06Zには再び南南東になっている。これは、1日18Zから2日00Zにかけて一つの擾乱が札幌の西を北上していき、2日06Z以降別の擾乱が近づいて来たと考えられる。そして前者の擾乱には雲域④、後者の擾乱には雲域⑧が対応している。

4. 予想天気図と対流雲域

Fig.6は2月1日00Zを初期値としたVFM (Very Fine Mesh model) 予想図である。図中の符号④⑧は、それぞれ雲域④と雲域⑧のフックあるいは渦中心を示してある。

ア) 2月1日12Zの予想

地上予想天気図ではウラジオストクの東海上に低気圧があり、更にその東側に雨域が予想されている。雲域④はこの雨域に対応している。又、元山付近にも低圧部があり、雲域⑧はこれに対応している。

相当温位の予想では、雲域④は南西風系の中279~282Kの高温位域が北へ伸びた暖気移流場になっており、対流活動が起こるには好都合な状態になっている。一方、雲域⑧付近でも弱いながら279~282Kの等相当温位線が北へ伸びている。しかし、雲域のほとんどの部分が北西風系の寒気移流場になっている。

イ) 2日00Zの予想

地上予想天気図では1日12Zの予想図の低気圧と低圧部は発達して、それぞれ東北東から北東進して

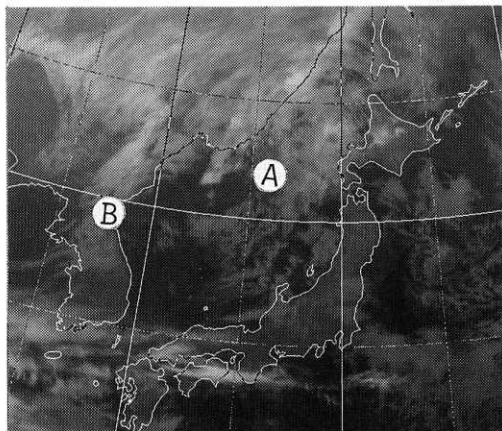


Photo 1. 12UTC Fig.1 1988.

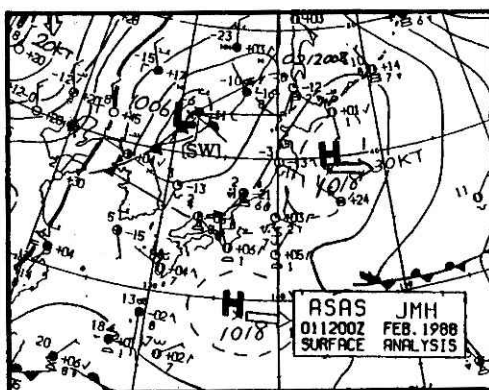


Fig.1. Surface weather chart 12UTC Feb.1 1988.

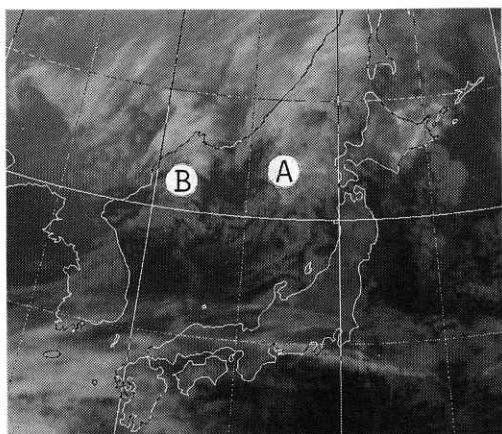


Photo 2. 15UTC Feb.1 1988.

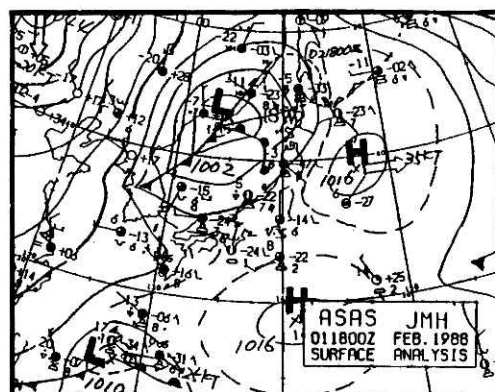


Fig.2. 18UTC Feb.1 1988.

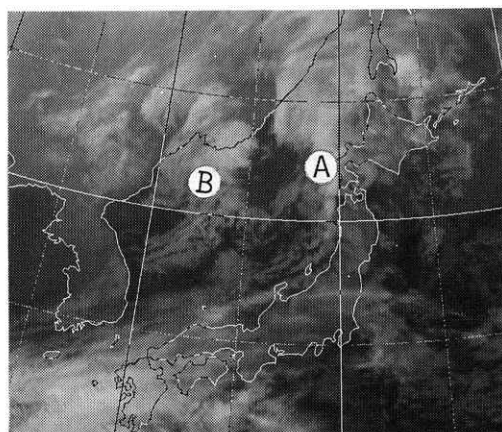


Photo 3. 18UTC Feb.1 1988.

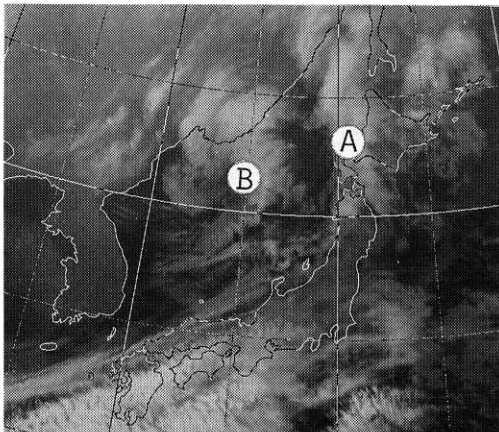


Photo 4. 21UTC Feb.1 1988.

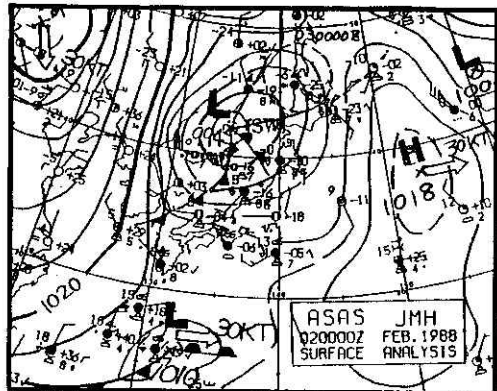


Fig. 3. 00UTC Feb.2 1988.

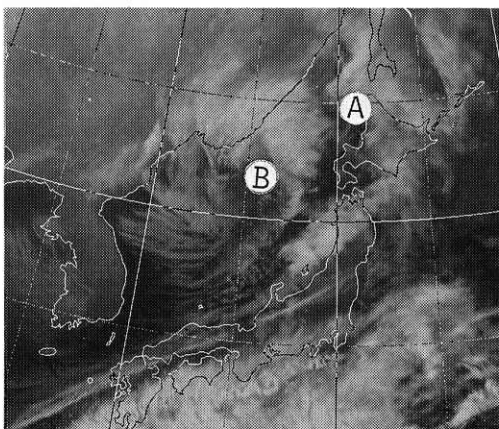


Photo 5. 00UTC Feb.2 1988.

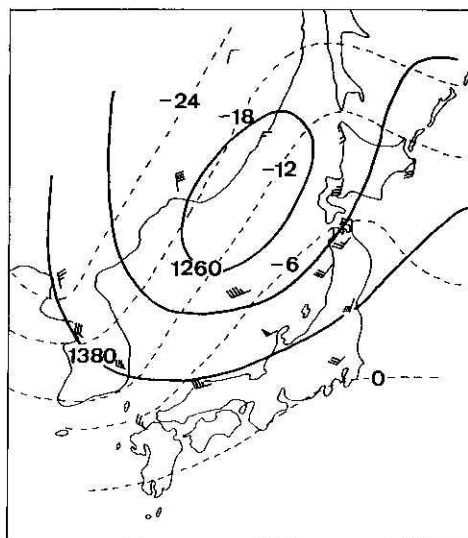


Fig.4. 850mb chart at 00UTC Feb.2 1988.
Solid lines show geopotential contour
and dashed lines show isotherms (°C).

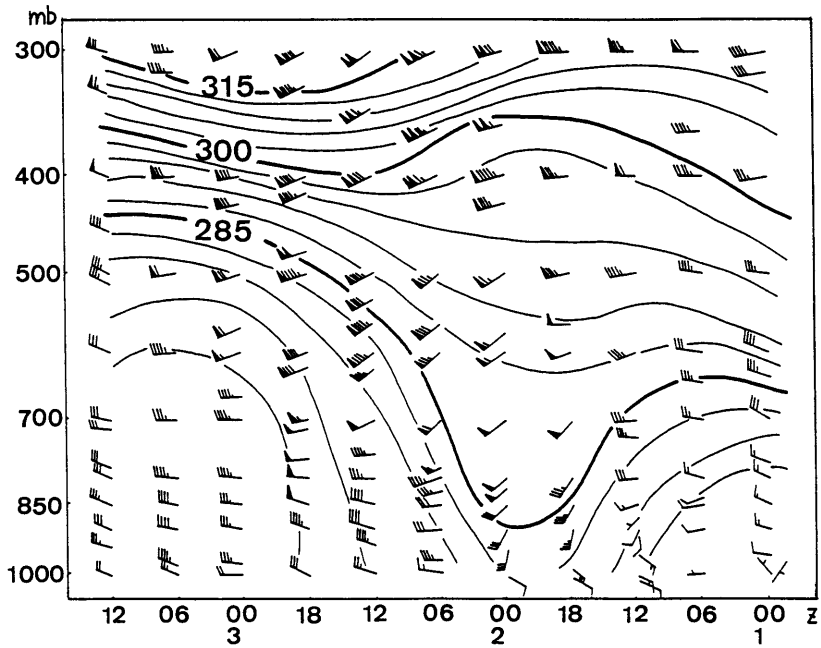


Fig.5-a. Vertical wind cross section at Akita for Feb.1 1988 to Feb.3 1988.

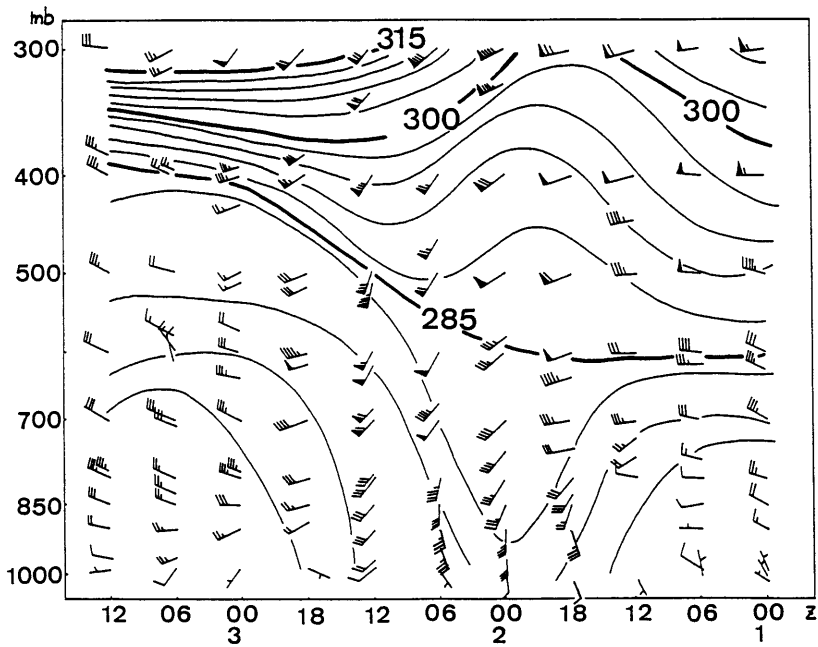


Fig.5-b. Same as Fig.5-a except for the case of Sapporo.

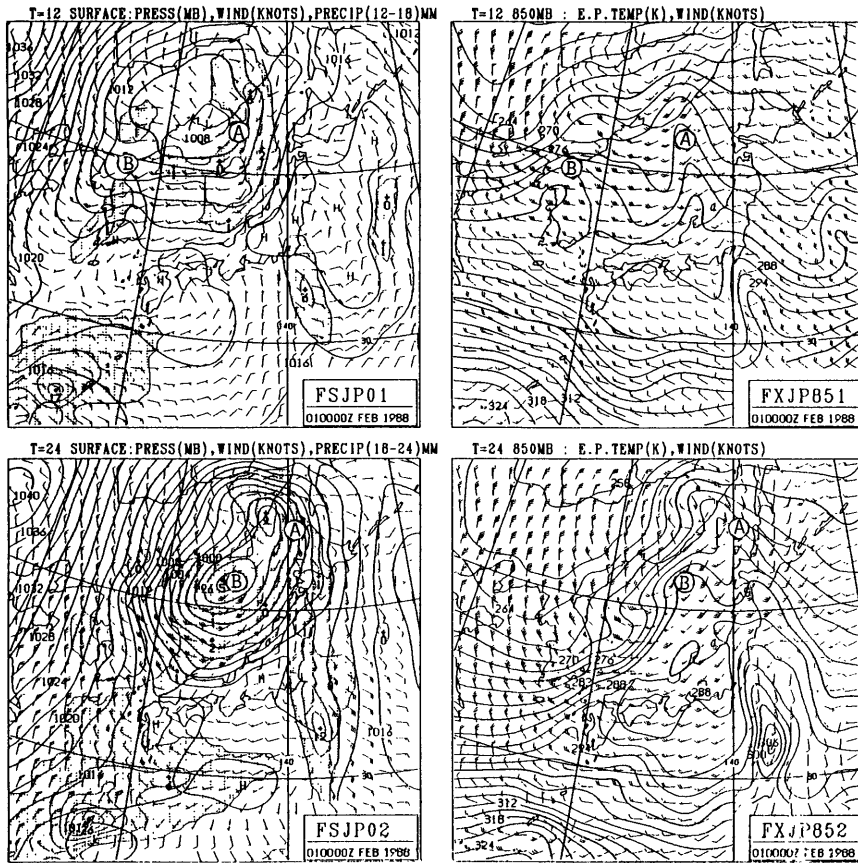


Fig. 6. 12 and 24 hours forecast charts by VFM (Very Fine Mesh) model.
Symbol (A) and (B) show the locations of cloud area (A) and (B) in the Photo
1 and 5, respectively.

雲域④と雲域⑤に対応している。

相当雲位の予想では、雲域④はそのほとんど総てが暖気流場にあるが、雲域⑤の内、寒冷前線に対応する対流雲域は寒気移流場であり、温暖前線に対応する厚い雲域は暖気移流場の中にある。

5. 考察

雲域④についてその構造の考察を行った。地上天気図の低気圧に対応しているのは雲域⑤で、雲域④に対応する様な低気圧等の擾乱はない。即ち、雲域④に対応する擾乱は総観規模スケールの現象として解析はできない事がわかる。しかし雲画像で見ると、雲域④は全く独自に発生・発達し、しかも雲域⑤と同様にコンマ型をしておりその大きさから明らかに中間規模擾乱に対応した雲域である。更に、VFM 予想図では雲域④と雲域⑤に対応して二つの低気圧を予想している。又、相当温位の解析や予想を見ると、雲域④は暖気移流場になっているのに対し、雲域⑤では温暖前線付近の厚い雲域が暖気移流場に、寒冷前線に対応する対流雲域は寒気移流場になっており、雲域④と雲域⑤はそれぞれ異なった場で発達していた事がわかる。

これまでコンマ雲は、大規模な寒気団の中の寒気核の移流に対応して発生する事はよく知られていたが、今回の様に下層の暖気移流によって発達する中間規模擾乱も、発達期にはコンマ状パターンを呈する事がわかる。

6. まとめ

上層の寒気場内で寒気核の前面で発達するコンマ雲、今回の様な下層の暖気移流場で発達するコンマ雲、これらはその大きさから中規模擾乱に対応した雲域である。そしてこれは中規模擾乱は、総観規模の天気図から検出される事はまれである。今回の例では、より分解能の高いVFM 予想図にこのコンマ雲に対応した擾乱を見出す事ができた。

一方、衛星画像では、この雲域が発生して中規模擾乱に対応する程の大きさを持ったコンマ雲へ発達して東進する様子を捉えていた。この様に衛星画像では、総観規模の天気図に表現される程度の擾乱は勿論、表現されない様な中小規模現象も捉える事が可能であり、VFM 予想図等と共に用いてその効力を十分に発揮させる事が望ましい。

7. 謝辞

本稿をまとめるにあたり、気象衛星センター解析課の鈴木和史調査官、麻生正調査官、木場博之主任技術専門官、安東義彦技術専門官から適切な助言を頂きました。深く感謝いたします。

APPENDIX

* 2 コンマ型

大規模な寒気団の中の小波動として、寒気核の移流前面に形成されるのがコンマ雲である。始めは Enhanced Cumulus (面積的にある広がりを持った活発な積雲の集団) で、組織化して来るとコンマ型になるのこう呼ばれる。コンマ型雲とも言う。

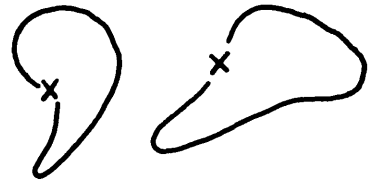
コンマ型雲は成長過程に応じて次の4つのケースに分けられる。

- i) Enhanced Cumulus でまだ組織的でない。
- ii) 渦巻状小雲域 (前線を持たない小低気圧が解析される。雲域内には Cb, Ci が多くなり、組織化してコンマ形になって来る。)
- iii) 総観規模の渦巻状雲域 (対応する低気圧は前線を伴う。単独でかなり発達する。)
- iv) 前線対応の雲バンドと合併した大雲域 (いわゆる閉塞的急発達をする雲域で、対応する低気圧は大発達する。)

コンマ雲の形を指してコンマ型という。

* 1 フック

下図の様な雲域の×印の位置を言う。コンマ雲に限らず、雲域の西縁上にあつて擾乱の対応が考えられる場合に用いる。



参考文献

- 黒田雄紀(1982)：昭和56年北海道豪雨に伴う雲パターンの特徴。気象衛星センター技術報告、第6号、73-90。
- 元木敏博(1983)：テイパリングクラウドの発達・衰弱と赤外データの時間変動。天気、30、565-569。
- 岡林俊雄(1982)：気象衛星資料の利用(II)。測候時報49、4、1-66。