

雲解析情報図における雲解析の方法*

Analysis Procedure for Some Cloud Patterns Informed in Satellite Cloud Information Chart

Abstract

Meteorological Satellite Center disseminates Satellite Cloud Information Chart (SCIC) three hourly as a supporting information for short range weather forecasting at local weather offices.

SCIC consists of two kinds of information, one is the imagery information of automatically classified cloud types and brightness temperature, the other is man-machine interactively the analysis information such as a cloud pattern,..

This article introduces the analysis procedures for some cloud patterns, these are jet streak, transverse line, upper level trough, and upper level vortex.

概要

気象衛星センターでは、地方における短期予報支援資料として「雲解析情報図」を3時間毎に配信している。

雲解析情報図は2種類の情報から構成されている。その1つは、自動判別された雲域と水蒸気画像から求めた輝度温度の画像情報であり、2つ目の情報として雲パターンから人間が解析した解析情報である。

ここでは、解析情報のうち上層に関連した強風軸、トランスバースライン、上層トラフ、及び上層渦について、画像解析の方法を紹介する。

1. はじめに

気象衛星センターでは、短期予報支援資料としてマンマシン処理によって作成した「雲解析情報図」を3時間毎にL/A経由で配信している。

雲解析情報図は2種類の情報から構成されている。

その1つは自動判別された雲域と水蒸気画像から求めた輝度温度の情報である。雲域は、上層雲域、中層雲域、曇天域、積雲域、霧域、Cb域、Cg域の7種類がある。水蒸気画像から求められた輝度温度は、おおまかな上・中層の大気の湿りの度合いを表し、乾燥域を示す指標として、 -20°C 以上の範囲を暗域として表す。

これらの7種類の雲域と暗域をそれぞれのハッチパターンで表している。

2つ目の情報は、雲パターンから人間が解析した解析情報である。上層トラフ、上層渦、トランスバースライン等の雲パターンは、地上擾乱の発生・発達やCAT予測等の補助資料として重要である。これらの情報を雲解析情報図に付加するには、できるだけ客観的な方法で行うことが必要である。このため、解析課では雲解析作業マニュアルを作成しこれに沿って情報の付加作業を行っている。

*気象衛星センター 解析課
(1998年9月7日受領、1998年10月7日受理)

本稿では、上層に主眼をおいた「Ⅰ. 強風軸」、「Ⅱ. トランスバースライン」、「Ⅲ. 上層トラフ」、「Ⅳ. 上層渦」について、雲解析の方法を事例を示しながら解説する。今後、利用者が自分自身で画像解析を行う際の参考になることを期待する。

なお、雲解析情報図の作成アルゴリズムや付加情報

の概説等については、「雲解析情報図利用の手引き」(気象衛星センター：1995)、「気象衛星技術報告特別号(1996)」(気象衛星センター：1997)に、水蒸気画像を利用した擾乱発生やシビア現象の事例解析については、気象衛星センターで刊行した雲解析事例集等に記述されている。

Ⅰ. 強風軸*

1. はじめに

1-1 解析の目的

「ひまわり5号」以降、水蒸気画像から上・中層の流れが把握できるようになり、ジェット気流は水蒸気の暗・明域との境界付近に解析されることが多いことが分かった(気象衛星センター：1995)。ここでは現業作業時の制約された時間の中で、よりの確にジェット気流を解析する手法について述べ、利用者が雲解析情報図等で記述されている「強風軸」についての理解を高めることを目的とした。

1-2 気象学的な定義

WMO(世界気象機関)ではジェット気流の定義と特徴的基準を次のように示している。

(「航空気象予報作業指針10-3-3高層天気図の解析」から抜粋)

- ・ 定義「ジェット気流とは上部対流圏もしくは成層圏でほぼ水平軸に沿って集中した強く狭い流れであって、鉛直及び水平方向に強い風のシヤー(風向風速の差)を持ち、一つまたはそれ以上の風速極大がある特徴を持っている。」
- ・ 特徴的基準「一般にジェット気流は長さが数千キロメートル、幅が数百キロメートル、厚さが数キロメートルである。風の鉛直シヤーは1kmにつき10~20kt、水平シヤーは100kmにつき10ktのオーダーである。ジェット軸に沿った風速の弱い方の限界を60ktとする。」

1-3 画像での特徴

水蒸気画像では、ジェット気流は多くの場合、暗域と明域の境界(以下、バウンダリーと呼ぶ)付近に沿っている。ジェット気流を挟んだ北側の下降流による乾燥域で暗域、南側の上昇流による湿潤域で明域になる場合が多く、ジェット気流はこの乾湿分布の違いから特定される。

以下に、ジェット気流に対応するバウンダリーと対応しないバウンダリーの特徴を示す。(気象衛星センター：1993、1995)

(1) ジェット気流に対応するバウンダリー

① 明・暗域の例

ジェット気流の下流に向かって左側が暗域で右側が明域となるパターンを暗・明域と呼ぶ。北半球ではジェット気流は通常西風であるので、ジェット気流を境に南の方が北の方より湿っていることを示す。(写真1-1)

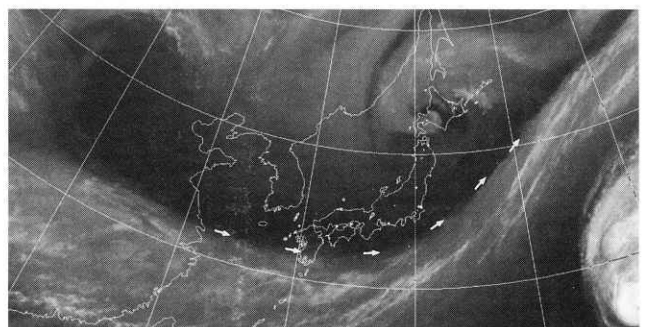


写真1-1

暗・明域の例：水蒸気画像(1997年9月28日12UTC)
矢印は強風軸を示す

※ 田中 武夫
Takeo Tanaka

山本 雅之
Masayuki Yamamoto
現：データ処理課

酒井 誠
Makoto Sakai

林 宏一
Kouichi Hayashi
現：前橋地方気象台

② 明・暗・明域の例

ジェット気流に沿ってバンド状に暗域が伸び、両側が明域となるパターンを明・暗・明域と呼ぶ。両側とも湿っている場合に相当する。(写真1-2)

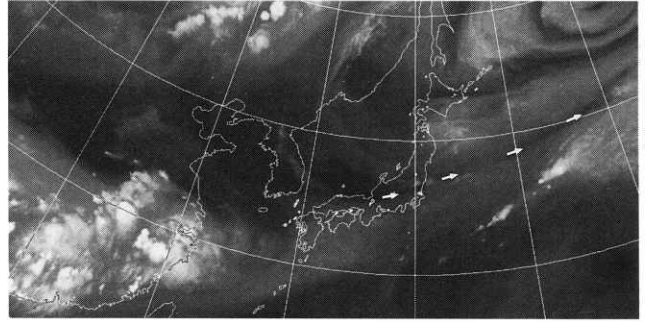


写真1-2

明・暗・明域の例：水蒸気画像(1997年8月24日12UTC)

矢印は強風軸を示す

(2) ジェット気流に対応しないバウンダリー

① ヘッドバウンダリー

低気圧性循環の北東象限界で、西進する明域(湿潤域)と東進する暗域(乾燥域)との間に形成する明・

暗域の境界。明瞭で動きが遅い。インサイドバウンダリーと似ているが、明・暗域が逆である。(図1-1、写真1-3)

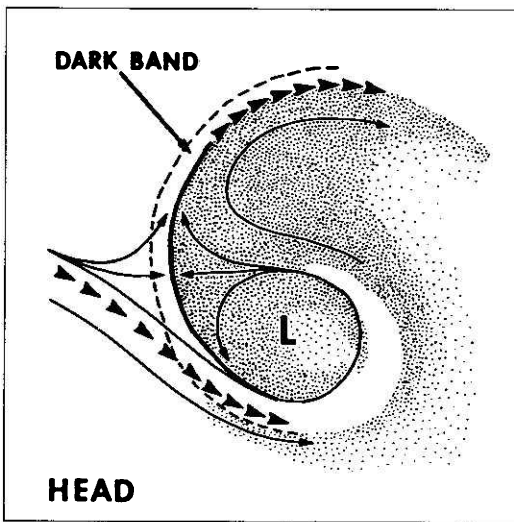


図1-1 ヘッドバウンダリーの模式図

模式図中の黒三角列は強風軸、細実線は流線、太実線はバウンダリー、破線は暗・明域の境界、ハッチ域は明域、写真中の矢印はバウンダリーを示す

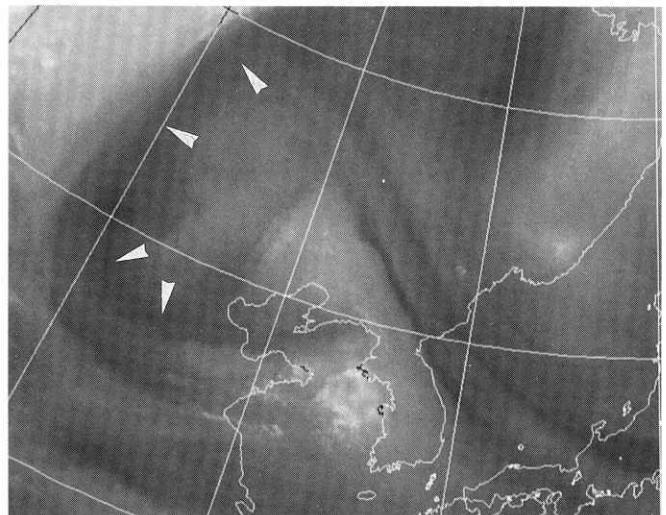


写真1-3 水蒸気画像(1997年11月9日12UTC)

② インサイドバウンダリー

高気圧性循環の南東象限で、西進する暗域と東進する明域との間に形成する明・暗域の境界。明瞭で動き

が遅く、ヘッドバウンダリーと明・暗域が逆である。(図1-2、写真1-4)

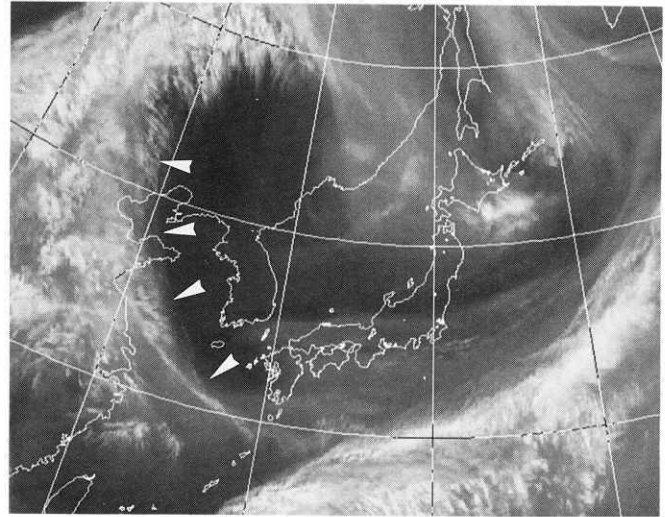
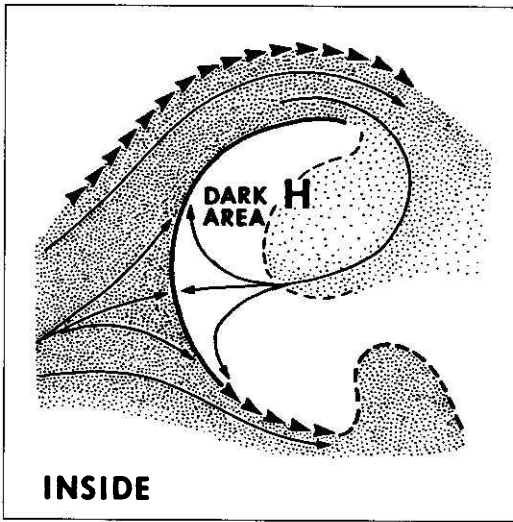


図1-2 インサイドバウンダリーの模式図

写真1-4 水蒸気画像 (1998年5月21日00UTC)

模式図中の黒三角列は強風軸、細実線は流線、太実線はバウンダリー、破線は暗・明域の境界、ハッチ域は明域、写真中の矢印はバウンダリーを示す

③ ドライサージバウンダリー

東進する暗域とその前面の明域との間に形成される明・暗域の境界。明瞭であるが対流雲が境界近傍で発

達しやすく、不明瞭になることがある。動きは遅く形状は進行方向に対して凸型である。(図1-3、写真1-5)

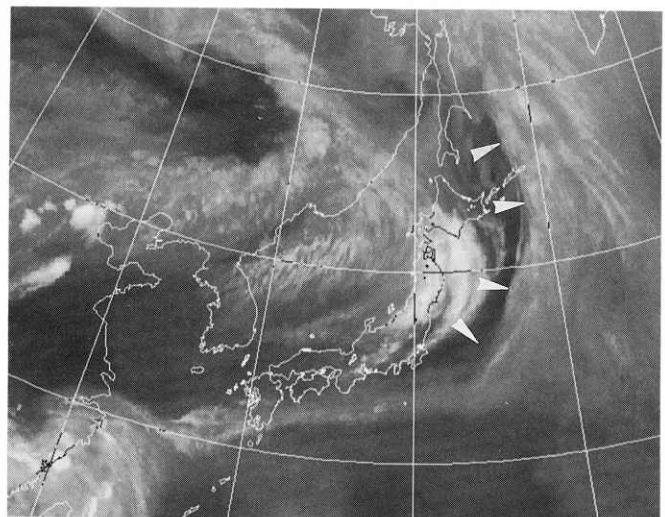
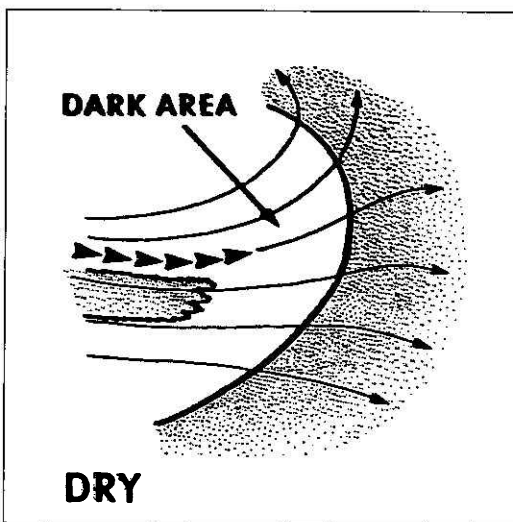


図1-3 ドライサージバウンダリーの模式図

写真1-5 水蒸気画像 (1997年7月2日18UTC)

模式図中の黒三角列は強風軸、細実線は流線、太実線はバウンダリー、ハッチ域は明域、写真中の矢印はバウンダリーを示す

④ ベースサージバウンダリー

南進する暗域とその前面の明域との間に形成される明・暗域の境界。動きは早く、形状は進行方向に凸状である。(図1-4、写真1-6)

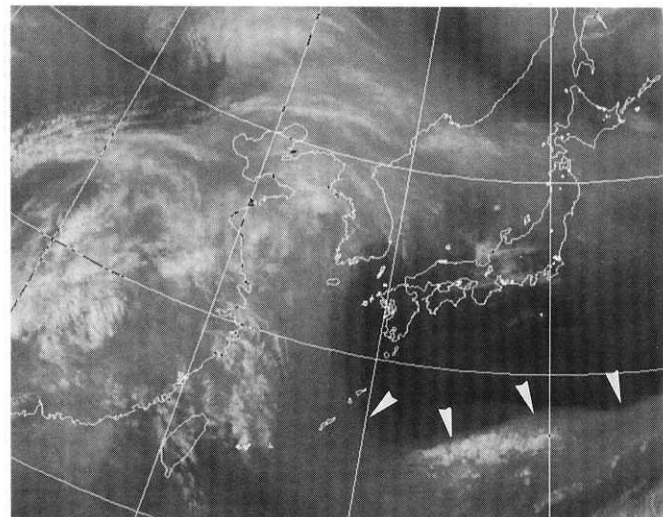
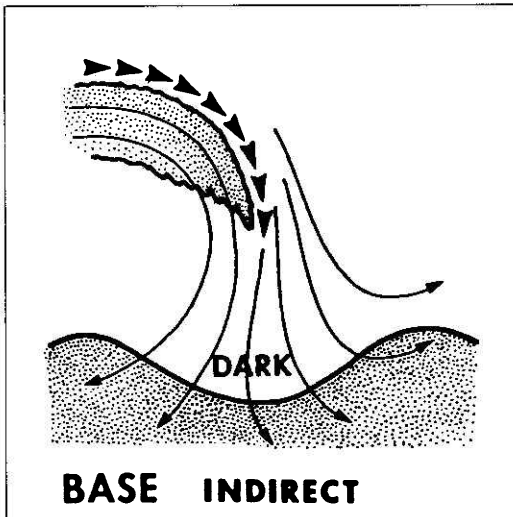


図1-4 ベースサージバウンダリーの模式図
 模式図中の黒三角列は強風軸、細実線は流線、太実線はバウンダリー、ハッチ域は明域、
 写真中の矢印はバウンダリーを示す

写真1-6 水蒸気画像 (1997年4月1日06UTC)

2. 解析手順

2-1 解析の手順

- (1) 水蒸気画像に暗・明域（または明・暗・明域）のバウンダリーがあるか概観する。
- (2) バウンダリーをジェット気流平行型のバウンダリーか、ヘッド、インサイド、ドライサージ、及びベースサージバウンダリー（バウンダリーの走向に直交する動き）であるかを動画等で確認する。
- (3) ジェット気流平行型のバウンダリーが、200hPaまたは300hPa高層天気図の60kt以上の領域に対応していれば、雲解析情報図では強風軸とする。

る。

なお、雲解析情報図では、強風軸とトランスバースライン及びCiストリークが重なる場合には、トランスバースライン、強風軸、Ciストリークの順で優先表示する。

- (2) 冬季には、明瞭なバウンダリーは出現しないことが多い。このため冬季にはバウンダリーが不明瞭な場合でも、強風軸の可能性を検討する。
- (3) 緯度数度以内にバウンダリーが数本観測されることがある。この場合には、高層天気図を参考としながら、各々明瞭なものを強風軸とする。

2-2 解析の留意点

- (1) 赤外面像で、トランスバースラインやCiストリークを解析した場合、この近傍には強風軸の存在する可能性が高い。このため、水蒸気画像でバウンダリーがトランスバースラインやCiストリークの近傍に存在する場合には、強風軸の可能性を検討す

3. 事例解析

3-1 暗・明域のバウンダリーが明瞭な例 (1997年 9月29日00UTC) (図1-5)

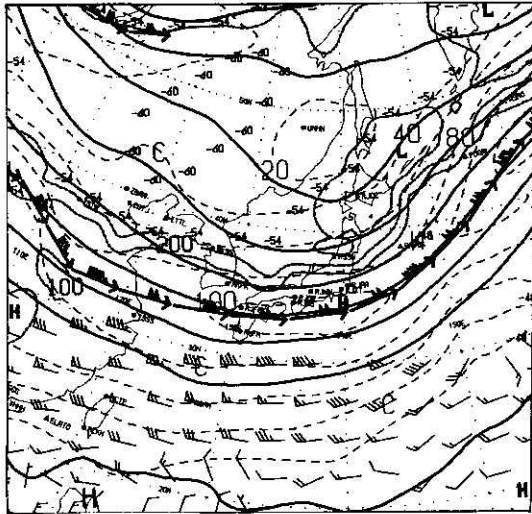
・ 強風軸に対応するバウンダリー：

華中から日本付近を通るバウンダリー (a)は、300hPa高層天気図 (以下300hPa) では (図1-5-②)、日本付近に9480mの等高度線付近に沿って強風軸が解析でき、また、200hPa高層天気図 (以下200hPa) (図1-5-①) でも、ほぼ同じ場所に強風軸が解析されている。断面図 (図略) でも八丈島付近に強風核が解析できる。

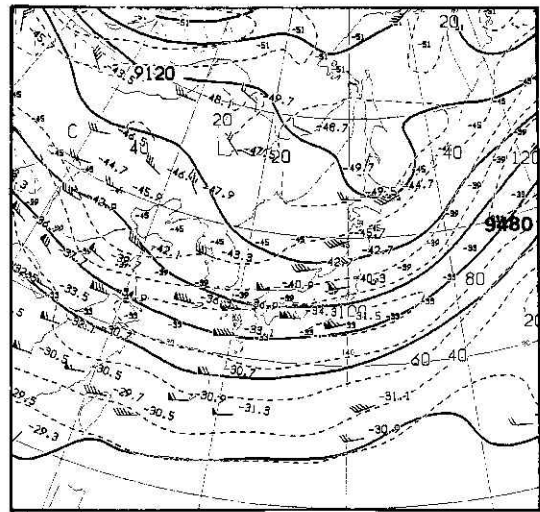
150° E 以東は、Ciストリークがやや北への盛り上がりを見せ、暗・明域の境界を不明瞭にしているため、強風軸は付加しない。また、120° E 以西は2本のバウンダリー (c、d) が交差しているため、これも強風軸は付加しない。(写真1-5-③、図1-5-④)

・ 強風軸に対応しないバウンダリー：

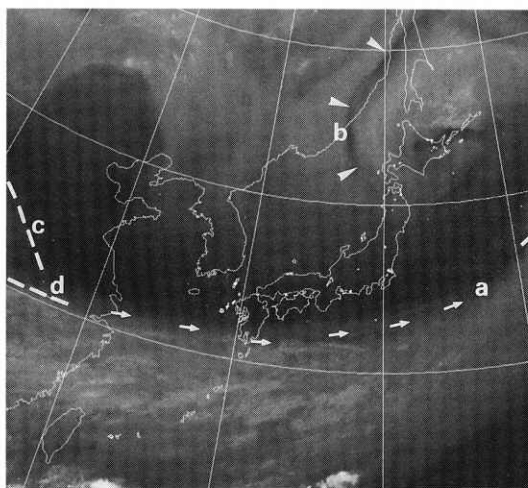
沿海州付近のバウンダリー (b)は、明・暗・明域のバウンダリー (b)として見えるが、寒冷渦のヘッドバウンダリーであり、強風軸ではない。(写真1-5-③、図1-5-④)



1-5-① 200hPa高層天気図

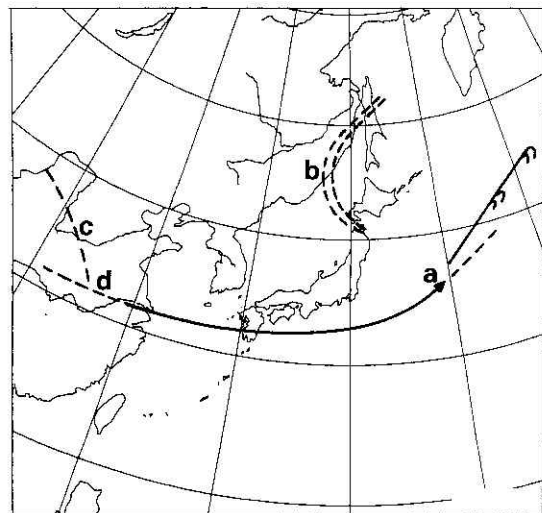


1-5-② 300hPa高層天気図



1-5-③ 水蒸気画像

矢印：強風軸、三角：バウンダリー
破線：強風軸を付加しないバウンダリー



1-5-④ 解析結果の模式図

実線：強風軸、二重破線：ヘッドバウンダリー
破線：強風軸を付加しないバウンダリー
↗：ciストリーク

図1-5 暗・明域のバウンダリーが明瞭な例 (1997年 9月29日00UTC)

3-2 明・暗・明域のバウンダリーが明瞭な例 (1997年8月24日00UTC) (図1-6)

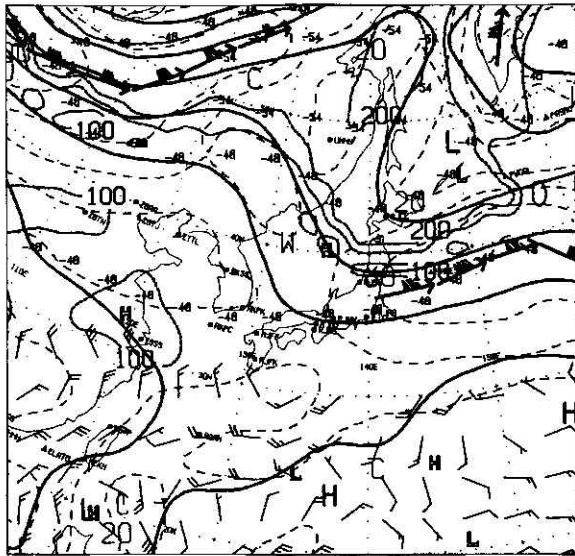
・ 強風軸に対応するバウンダリー :

北陸地方から北海道東方海上のバウンダリー (a) は、日本付近の深いトラフの前面に位置している。また、大陸には優勢なリッジが見える。300hPaの9480mから9600mの等高度線に沿った強風軸 (図1-6-②) 及び200hPaの強風軸 (図1-6-①) に対応している。北陸地

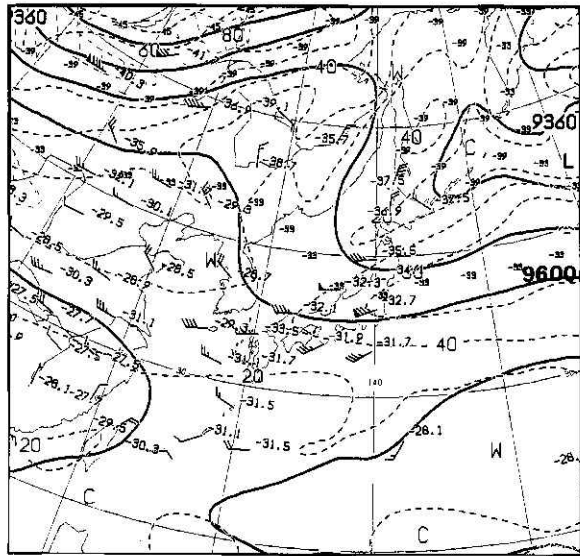
方以西のバウンダリー (c) は風速60kt以下の弱風域になっているので、強風軸は付加しない (写真1-6-③、図1-6-④)。

・ 強風軸に対応しないバウンダリー :

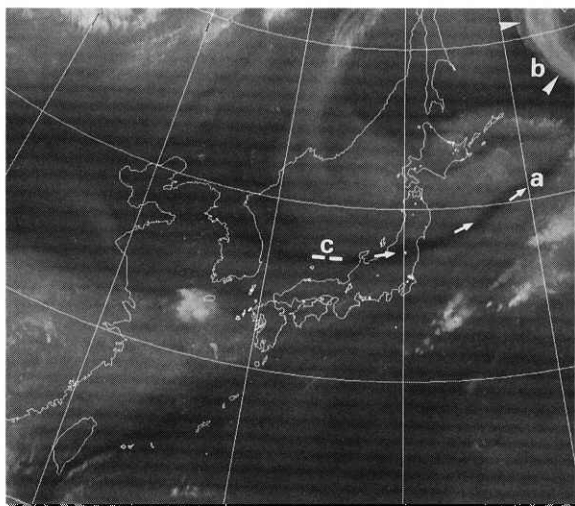
カムチャッカ半島付近のバウンダリー (b) は、ヘッドバウンダリーであり、強風軸ではない (写真1-6-③、図1-6-④)。



1-6-① 200hPa高層天気図

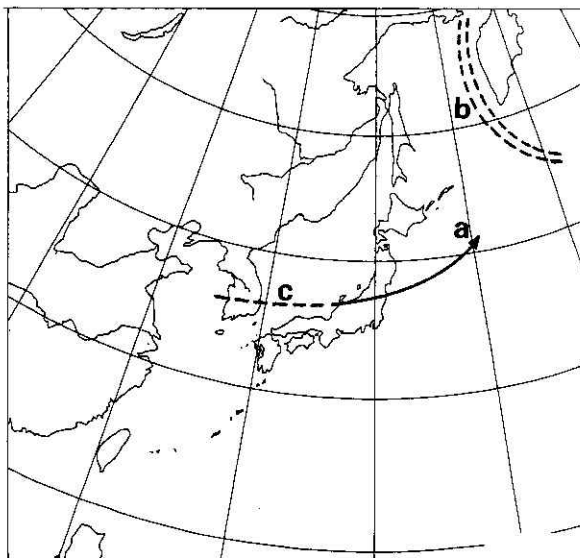


1-6-② 300hPa高層天気図



1-6-③ 水蒸気画像

矢印：強風軸、三角：バウンダリー
破線：強風軸を付加しないバウンダリー



1-6-④ 解析結果の模式図

実線：強風軸、二重破線：ヘッドバウンダリー
破線：強風軸を付加しないバウンダリー

図1-6 明・暗・明域のバウンダリーが明瞭な例 (1997年8月24日00UTC)

3-3 明瞭なベースサージバウンダリーがある例

(1997年11月9日00UTC) (図1-7)

・ 強風軸に対応するバウンダリー:

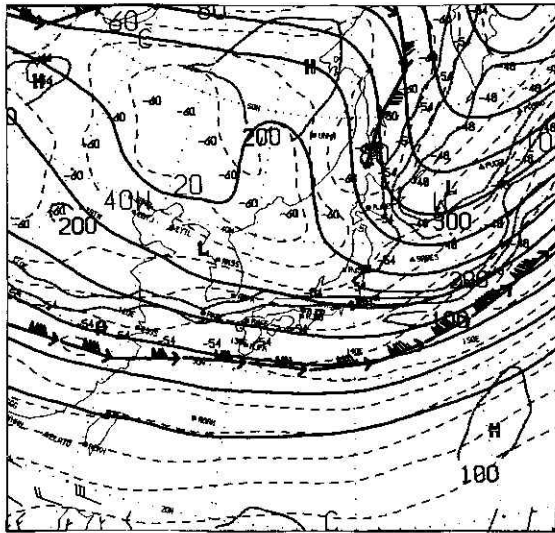
日本の南のバウンダリー (a) は、300hPaで9480mの等高度線付近に沿った強風軸 (図1-7-②) 及び200hPa (図1-7-①) の強風軸に対応している。

・ 強風軸に対応しないバウンダリー:

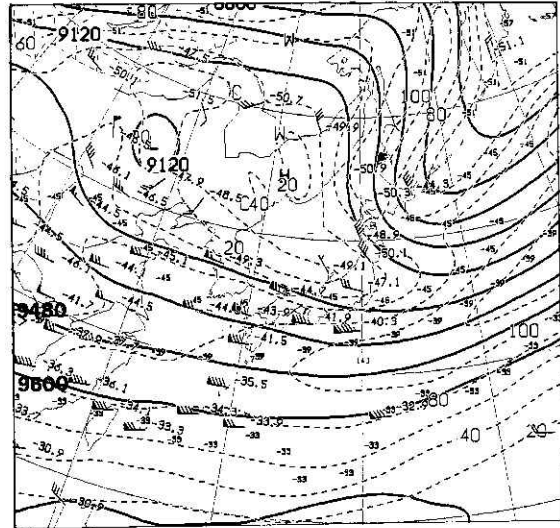
中国東北区から日本付近に明・暗・明域の2本のバウンダリー (b, c) が見える。これはオホーツク海から日本付近に伸びるトラフと300hPa (図1-7-②) で中国東

北区に解析される低気圧とでできたベースサージバウンダリーで、また、モンゴルから華北の明・暗・明のバウンダリー (d) は中国東北区の低気圧に伴うヘッドバウンダリーある。この両方のバウンダリーとも、動画でバウンダリーの流れを見ると、バウンダリーの走向に直交していることから強風軸ではない。

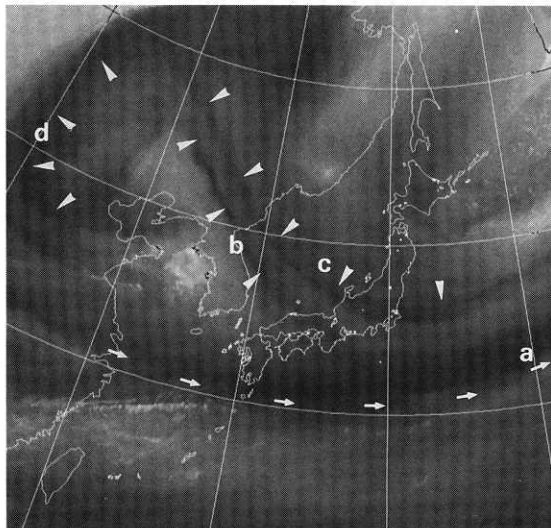
なお、高層天気図等では稚内付近に強風軸を解析できるが、画像からはバウンダリーを確認できないため、強風軸は付加しない。(写真1-7-③、図1-7-④)



1-7-① 200hPa高層天気図

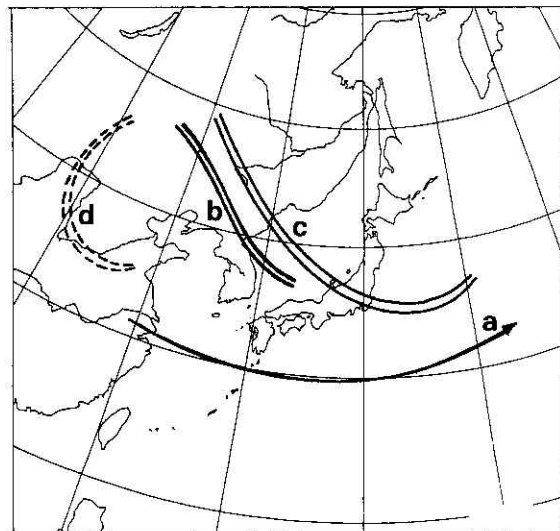


1-7-② 300hPa高層天気図



1-7-③ 水蒸気画像

矢印: 強風軸、三角: バウンダリー



1-7-④ 解析結果の模式図

実線: 強風軸、二重破線: ヘッドバウンダリー
二重線: サージバウンダリー

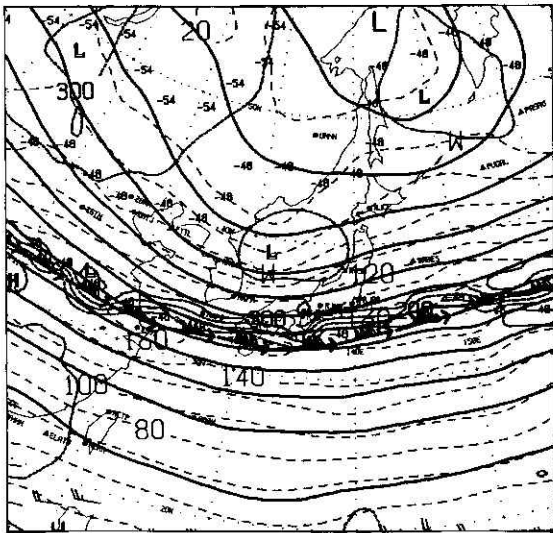
図1-7 明瞭なベースサージバウンダリーがある例 (1997年11月9日00UTC)

3-4 冬季の強風軸 (1997年2月11日12UTC) (図1-8)

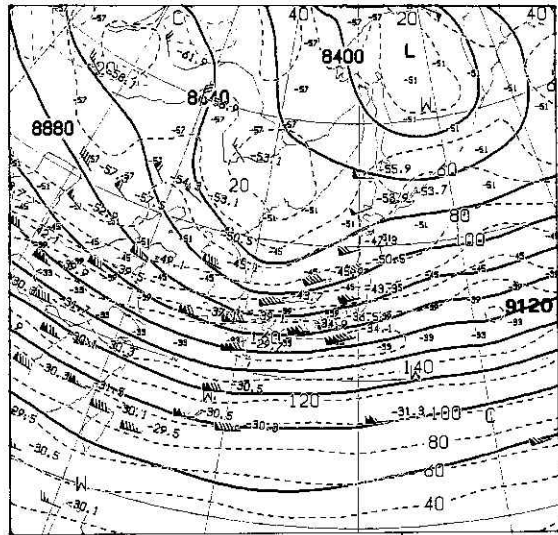
・ 強風軸に対応するバウンダリー:

冬季の上層は比較的乾燥しているため、明瞭なバウンダリーが見られないことが多い。長江下流から関東地方南東海上のバウンダリー (a) は、不明瞭ながら確

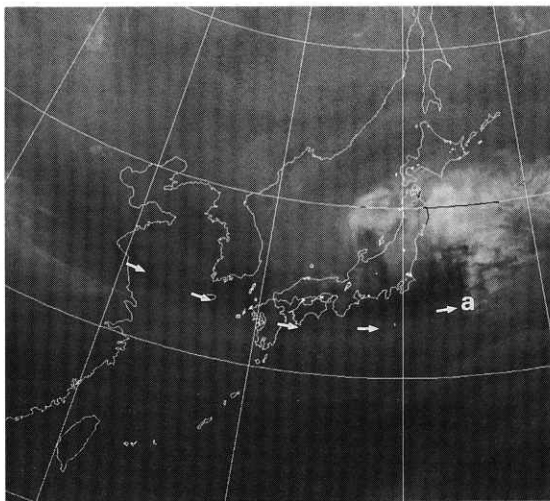
認できる。300hPaの9120m付近の強風軸 (図1-8-②) 及び200hPaの強風軸 (図1-8-①) に対応していることから、強風軸を付加する。(写真1-8-③、図1-8-④)



1-8-① 200hPa高層天気図

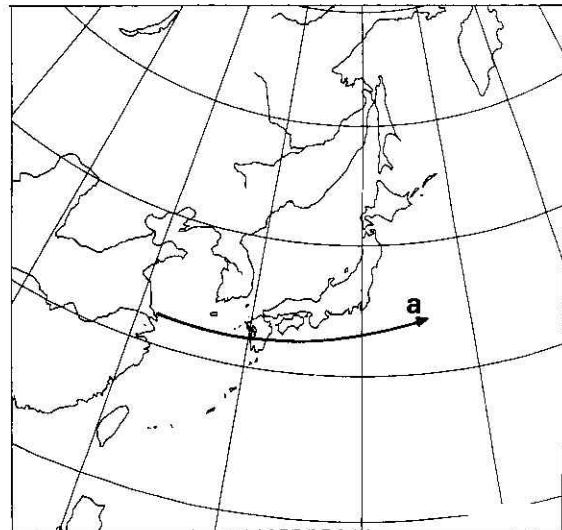


1-8-② 300hPa高層天気図



1-8-③ 水蒸気画像

矢印: 強風軸



1-8-④ 解析結果の模式図

実線: 強風軸

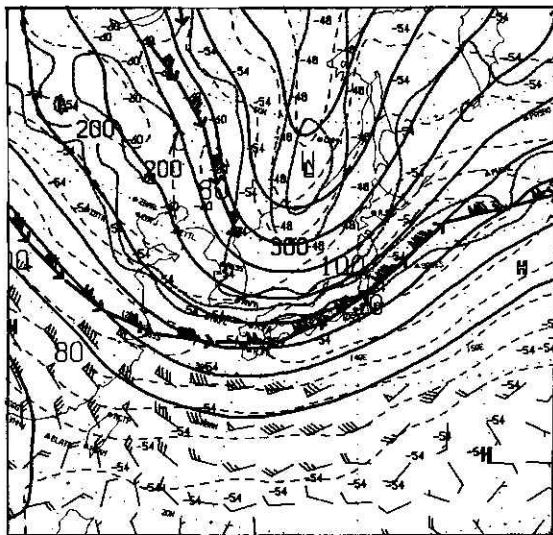
図1-8 冬季の強風軸の例 (1997年2月11日12UTC)

3-5 強風軸を数本解析する例 (1997年10月8日 00UTC) (図1-9)

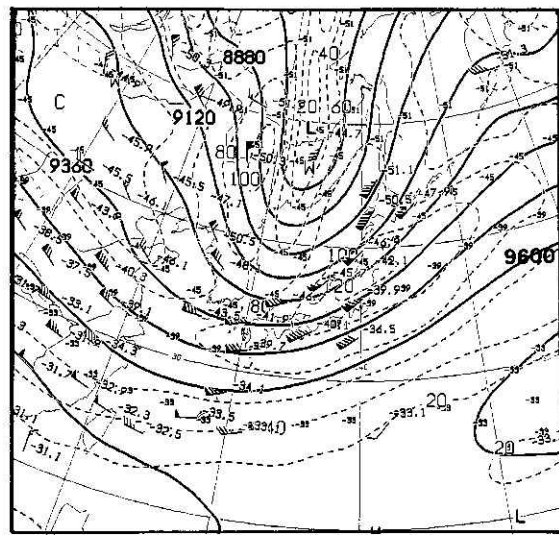
・ 強風軸に対応するバウンダリー：
 朝鮮半島北部から千島近海(a)、華中から東海沖(b)及び華南から日本の東(c)のバウンダリーは、300hPaで9120mから9240m、9360mから9480m並びに9480mから9600mの強風軸 (図1-9-②) 及び200hPaの強風軸 (図1-9-①) に対応しており、それぞれ強風軸とするが、

日本付近では、300hPaの9120mから9240m(a)と9360mから9480m(b)の強風軸が合流しており (図1-9-②)、(b)の強風軸は関東地方までとする。

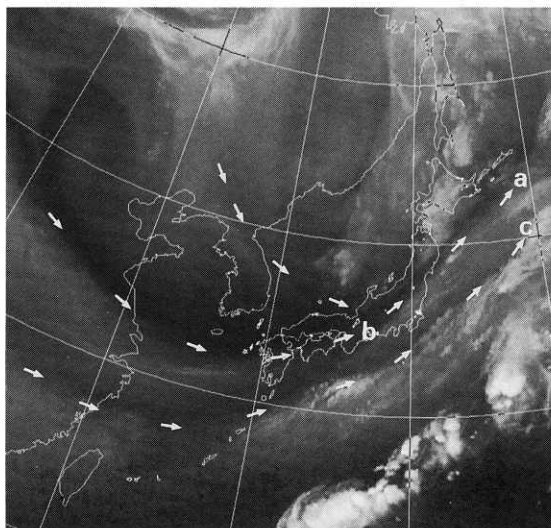
なお、日本海北部から間宮海峡にかけて300hPaで強風軸を解析できるが、画像からはバウンダリーが確認できないため強風軸は付加しない。(写真1-9-③、図1-9-④)



1-9-① 200hPa高層天気図

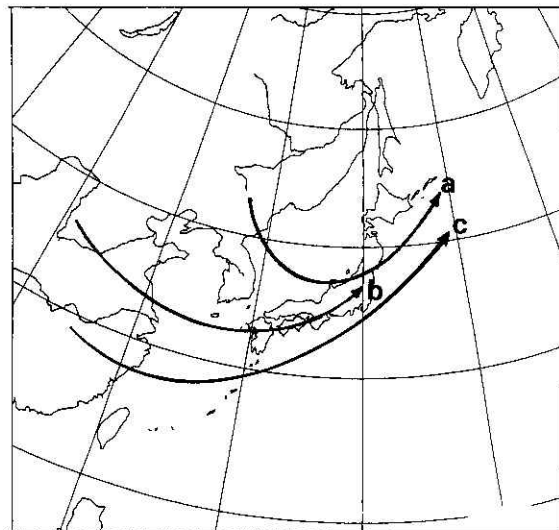


1-9-② 300hPa高層天気図



1-9-③ 水蒸気画像

矢印：強風軸



1-9-④ 解析結果の模式図

実線：強風軸

図1-9 強風軸を数本解析する例 (1997年10月8日00UTC)

参考文献

気象衛星センター、1993：

NOAA Technical Report NESDIS 57：水蒸気画像 天気解析と予報のための解釈と応用、第II部 A,B章

気象衛星センター、1995：

雲解析事例集—水蒸気・スプリット画像の解析—GOES・NOAA画像より P3~7気象庁、1998：航空気象予報作業指針 10-3-3、高層天気図の解析

II. トランスバースライン*

1. はじめに

1-1 解析の目的

トランスバースライン（以下、Tvラインとする）は、ジェット気流に伴うCiストリーク（筋状の巻雲）と同様に上層の流れに沿ったジェット巻雲で、流れの方向に対してほぼ直角な走向を持つ雲列が流れに沿ってライン状に並んだものである。Tvラインは、上層の流れ（200hPa～300hPa）を表し、通常80kt以上の風速に伴って多く発生するとの報告もある（気象庁1976、気象衛星センター：1983）。また、航空気象予報作業指針（1998）では、CAT発生の予測にTvラインを監視の注目点のひとつとしている。

2. 解析手順

2-1 解析の手順

- (1) Ciストリークの中で、流れの方向にほぼ直角な走向を持つ規模の小さい雲列が多数並ぶ雲パターン（以下、Tvモードとする）を選ぶ。
- (2) Tvモードのうち、200hPa及び300hPa高層天気図で60kt以上の強風軸に対応しているものを、雲解析情報図にTvラインとして記号を付加する。

- (3) 強風軸に沿った流れで、2本以上のTvモードが見える場合がある。一般に強風軸は雲域の北縁に対応していることから、このような場合は、北側のTvモードの雲列にTvラインの記号を付加する。

2-2 解析の留意点

- (1) 台風から吹き出すCiストリークのなかで、Tvモードが観測される場合がある。強風軸との対応はないが、雲解析情報図では、これもTvラインとして記号を付加する。
- (2) Tvモードと同様な形状を示す雲パターンが存在しても、上層の流れを横切るような箇所は、概ね風速は弱いのでTvラインの記号は付加しない。
- (3) Tvラインが強風軸やCiストリークと重なる場合、雲解析情報図では、Tvラインを優先してその記号を付加する。

※ 加藤 修
Osamu Katou

山川 康男
Yasuo Yamakawa

3. 事例解析

3-1 TvラインとCiストリーク (1998年3月27日 12UTC)

3月27日12UTCの赤外面像(写真2-1) と同時刻の300hPa高層天気図(図2-1)を示す。天気図から、華中から日本海西部をとおり輪島付近まで9360mに対応する120ktの強風軸が解析できる。写真では、これらに対応して華中から日本海西部、三陸沖はるか東海上まで幅広い上層雲の雲列が見られる。この雲列に対して

TvラインとCiストリークは次のように解析する。

華中から朝鮮半島にかけての雲域(写真中A~B)は、流れに沿ってほぼ直角な走向をもつ雲列が見られ、強風軸にも対応しているのでTvラインとする。日本海や日本のはるか東までの雲列(B~C~D)は強風軸には対応しているものの流れに対して直角な走向を持つ雲列が見られない、もしくは不明瞭なのでCiストリークとする。

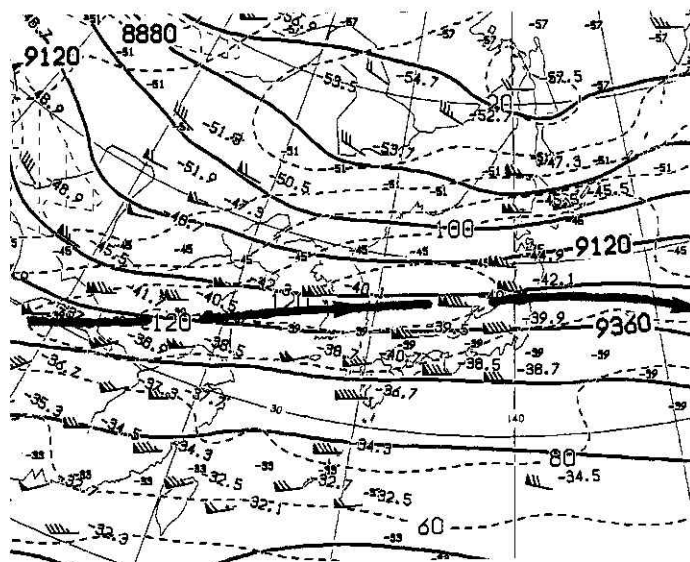


図2-1 300hPa高層天気図
実線は強風軸

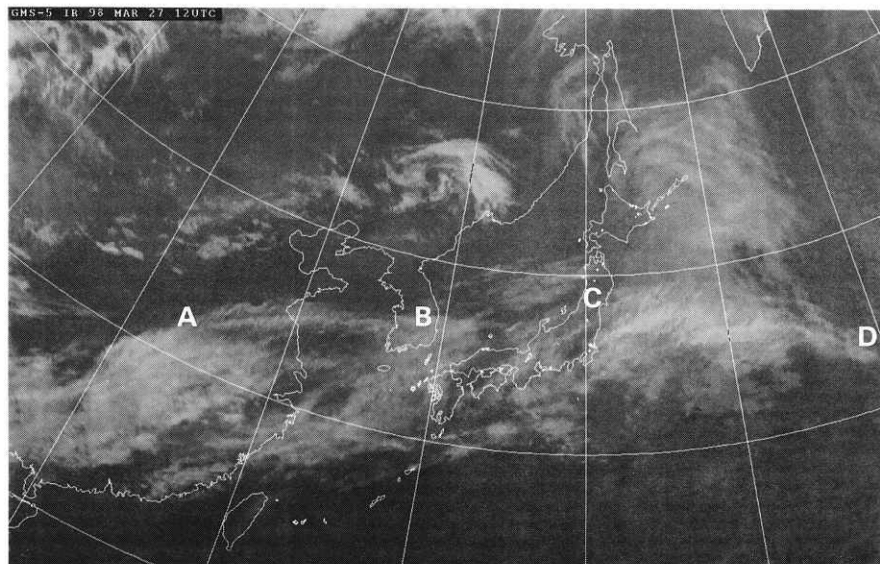


写真2-1 赤外面像

3-2 2本以上のTvモードの雲列がある時の事例
(1997年10月29日12UTC)

赤外面像(写真2-2)で、本州南海上に2本のTvモードの雲列(A~B、C~D)が解析できる。

300hPa高層天気図(図2-2)と対応させながら、強風軸により近い北側の雲列(AからB)にTvラインの記号を付加する。

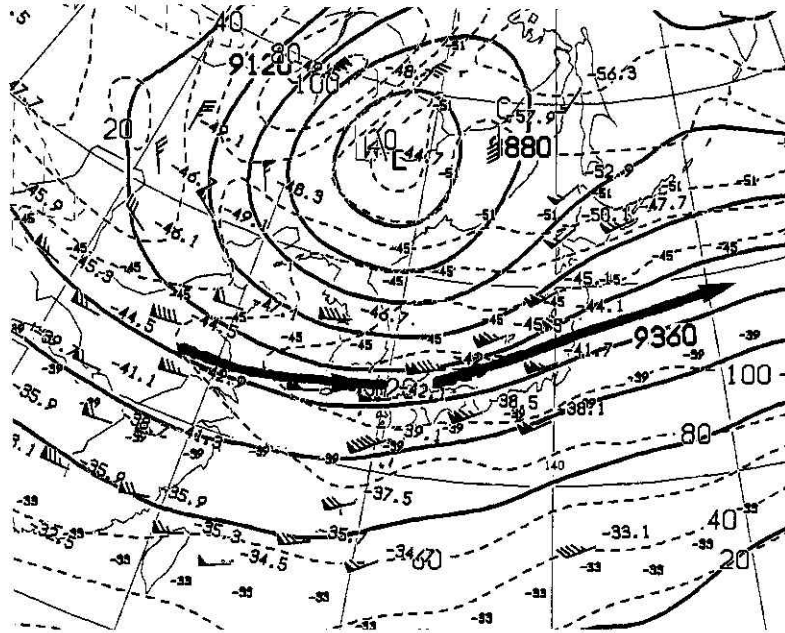


図2-2 300hPa高層天気図
実線は強風軸

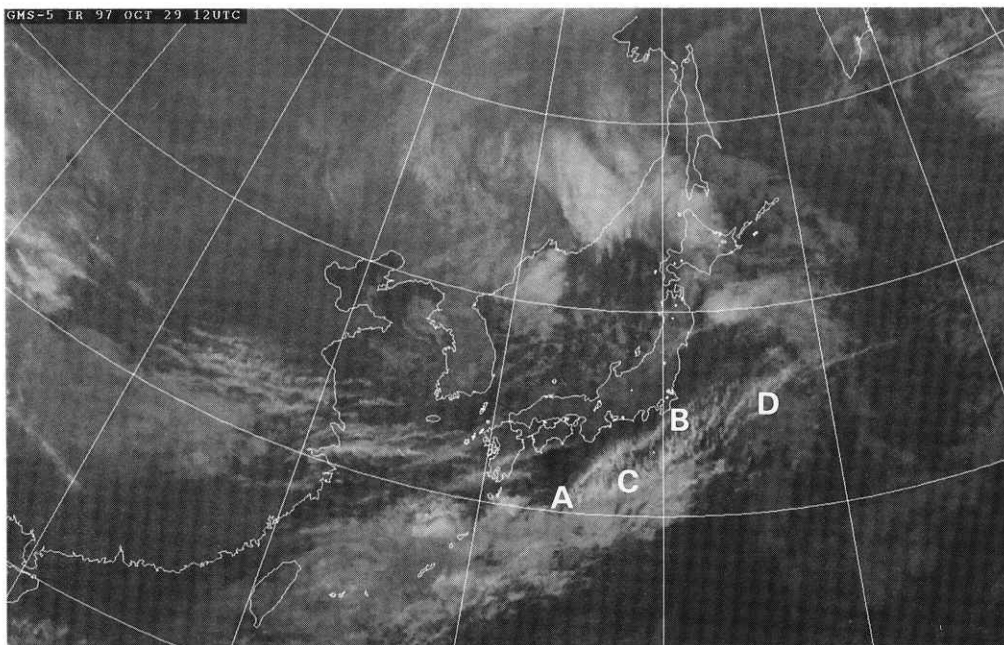


写真2-2 赤外面像

3-3 Tvラインとして解析しない事例 (1998年5月24日00UTC)

赤外画像(写真2-3)で北海道南東海上から日本の東海上にかけてのTvモードに似た雲列(A~B)が見える。これを300hPa高層天気図(図2-3)で解析すると、

リッジの前面にあたり、強風軸と対応していないのでTvラインとして解析はしない。このタイプは、白井(1985)が指摘している上層風の流れを示さないストリークの例である。

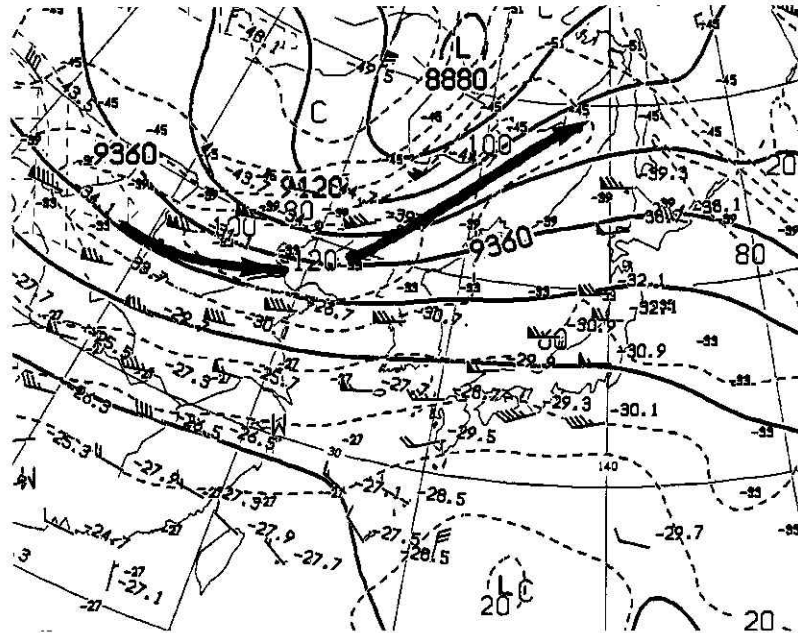


図2-3 300hPa高層天気図
実線は強風軸

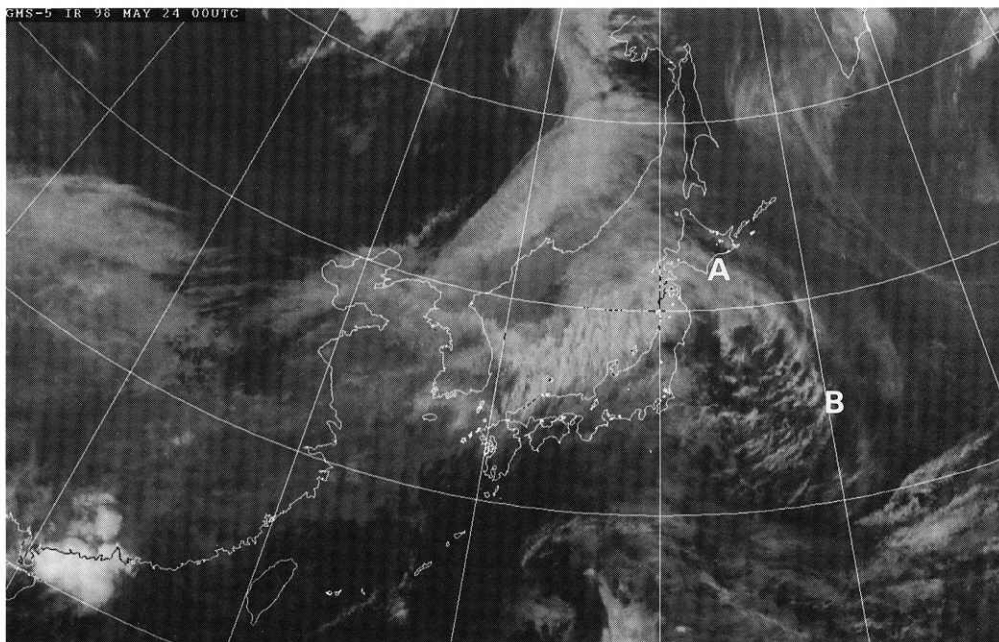


写真2-3 赤外画像

3-4 台風の吹き出しに伴うTvライン (1997年9月15日12UTC)

台風第19号の中心は、15日12UTCには九州南西海上にあり、赤外画像 (写真2-4) で、台風の周辺で吹き出しに伴うTvモードの雲列 (C~D) が見える。また、朝鮮半島北部から日本海中部をって北海道南海上にもTvモードの雲列 (A~B) が見える。

300hPa高層天気図 (図2-4) で解析すると、CからD付近では20~40ktと弱いのが、台風の吹き出しに伴うTvモード (C~D) としてTvラインの記号を付加する。

また、朝鮮半島北部から北海道南海上の雲列は、300hPa高層天気図の強風軸に対応しているTvラインである。

参考文献

気象庁、気象衛星課、1976：予報と解析への気象衛星資料の利用 p60
 気象衛星センター、1983：気象衛星ひまわりによる雲画像の解析とその利用 P92-98、

白井紀一郎、1985：宇宙から見た気象- No. 40 (筋状巻雲の走向と上層風)、天気、4月号、P51-52
 気象庁、1998：航空気象予報作業指針 p4-41

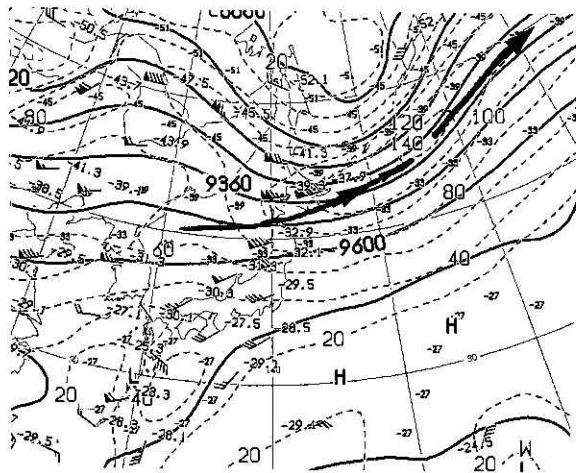


図2-4 300hPa高層天気図
 実線は強風軸

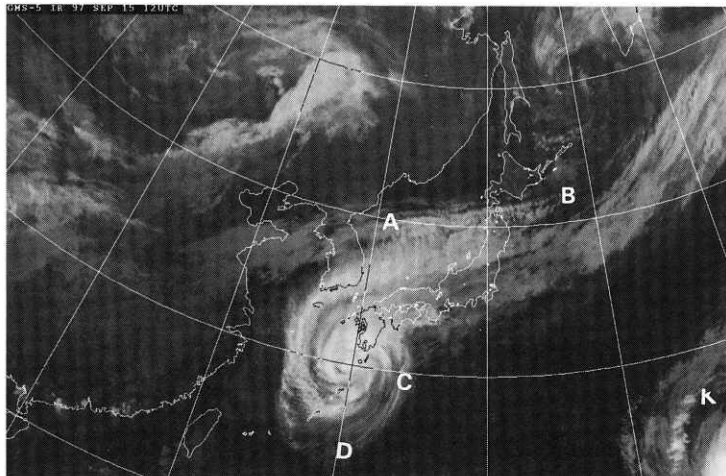


写真2-4 赤外画像

III. 上層トラフ*

1. はじめに

1-1 解析の目的

気象擾乱の発生、発達、衰弱には、上層のトラフ(以下トラフと呼ぶ)が大きく関与している。トラフの前面では、上昇気流による活発な水蒸気の凝結が起こり、後面では強い下降流が起こる。このため、気象擾乱を形成する大きく広がった雲パターンとなるので、トラフの接近や深まりに関する情報は非常に重要となる。

気象衛星から取得できる画像の中で、特に、水蒸気画像からトラフやリッジの位置を推定することが容易となった。このため、雲解析情報図にもトラフ記号を付加し、数値予報との比較や、また、トラフ後面の暗域の暗化の度合いからトラフの深まり、浅まりの状態を解析できる資料として、各ユーザーに配信している。

本章では、水蒸気画像から解析できるトラフの中で、バウンダリーから解析できるトラフについて述べる。

1-2 定義

トラフとは、気圧の谷のことで、等圧線の低気圧性曲率が極大となる点を結んだ線として表される。上層のトラフは偏西風波動や偏東風波動に伴って現れ、等高度線がU字状をしている。

1-3 画像での特徴

「ひまわり4号」までは、赤外画像から解析できる帯状の雲域の中のある領域が、高気圧性曲率を持って極側へ膨らむ上層雲(以下、バルジという)の西縁の近傍を、500hPaのトラフに対応する場所として解析してきた(気象衛星センター:1983)。

「ひまわり5号」から取得できるようになった水蒸気画像は、雲のない場所でも上・中層の水蒸気分布の状態から大気の流れを把握することが可能で、水蒸気画像のバウンダリーの形から上・中層のトラフやリッジ

の位置、また、トラフ後面の暗域の暗化の度合いからトラフの深まりや浅まりを明瞭に把握することができる。トラフ後面の暗域は、対流圏中部及び上部が乾燥していることを意味しており、次第に暗さを増す(暗化を深めている)領域は、一般には活発な沈降場を意味しトラフの深まりを示唆している。

2. 解析手順

2-1 水蒸気画像から解析するトラフの着目点

トラフは、水蒸気画像のバウンダリーで低気圧性曲率の中心から極大点(南側に凹の点)を結ぶ線上に示される(Weldon, R..B.and Holmes,S.J., :1991)(図3-1、模式図参照)。

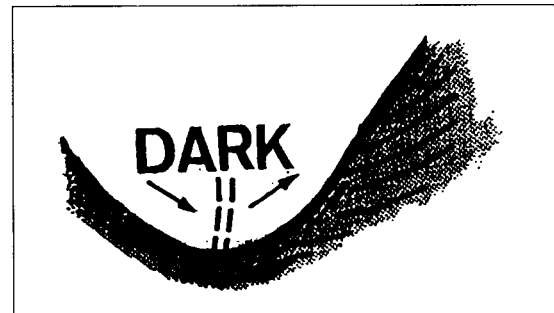


図3-1: 水蒸気画像から解析するトラフの模式図
矢印: 上層の流れ、二重破線: トラフ、ハッチ域: 明域

1-2 留意点

- (1) 赤外画像で見られるバルジは、500hPaのトラフの接近時に見られる。しかし、バルジの西縁は不明瞭であることが多く、ほとんどの場合、トラフの位置を正確に特定することはできない。この点、水蒸気画像は雲の無い場所でも流れの把握が可能であるため、トラフを解析する場合は、赤外画像で解析するより水蒸気画像で解析した方がよい。
- (2) 強風軸の項で述べたように、低気圧性曲率を持つバウンダリーでも、サージバウンダリー等のように総観場の流れと平行でない場合には、トラフは解析できない。

※ 淵田 信敏 山崎 伸一 小林 廣高 奥村 栄宏
Nobutoshi Fuchita Sin-ichi Yamazaki Hirotaka Kobayashi Hidehiro Okumura
現: 気象衛星運用準備室

3. 事例解析

3-1 1997年5月7日00UTCの事例

① 300hPaの流れとトラフ(図3-2)

日本付近は寒帯前線ジェット北系に対応する9000m付近の流れ(以下Pn系)と寒帯前線ジェット南系に対応する9360m付近の流れ(以下Ps系)、それに亜熱帯前線ジェットに対応する9600m付近の流れ(以下Sub系)が見られる。

この中で、一番明瞭な流れはPs系の流れで沿海州から北海道にかけては120kt以上の強風軸を形成している。また、強風軸付近ではPn系の流れとPs系の流れは

合流している。

今回、注目したトラフはPs系の流れにあり、モンゴルに解析できる。

② 500hPaの流れとトラフ(図3-3)

500hPaの流れを見ると、華北・中国東北区と華南にはトラフが解析できるが、モンゴル付近の+100の渦度に対応するトラフは、この時間の実況では解析できない。日本付近は弱いリッジ場でゾーナルな流れとなっている。

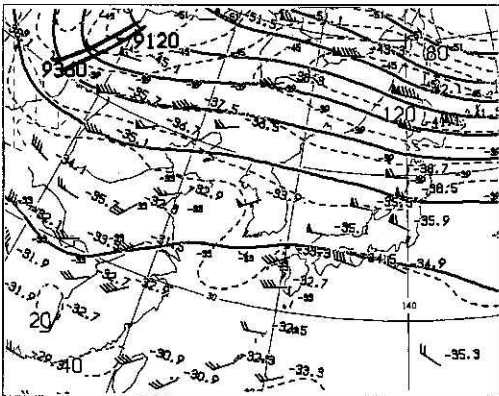


図3-2 300hPa高層天気図
二重線は解析したトラフ

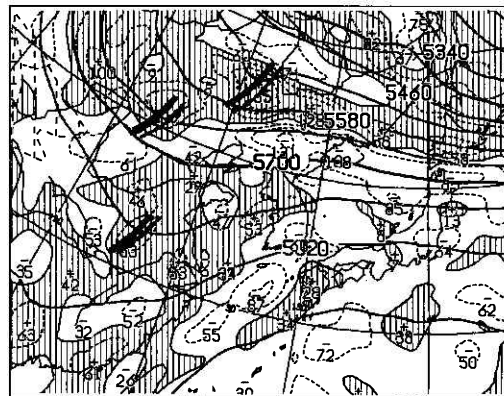


図3-3 500hPa高層天気図
二重線は解析したトラフ

③ 水蒸気画像から見たトラフの位置(写真3-1)

水蒸気画像の明暗域のパターンを動画で見ると、バウンダリー(図中、△△△で示す)は明瞭で、低気圧曲率が最も大きいモンゴルの45°N、110°Eにトラフ対応の上層渦とその南西側にトラフが解析できる。トラフ近傍の暗域は暗化を強めつつあり、24時間後(写真3-2)にはさらに暗化が強まっている。このことは、トラフが深まっていることを示唆しており、この前面に位置する気象擾乱は発達過程にあると言える。

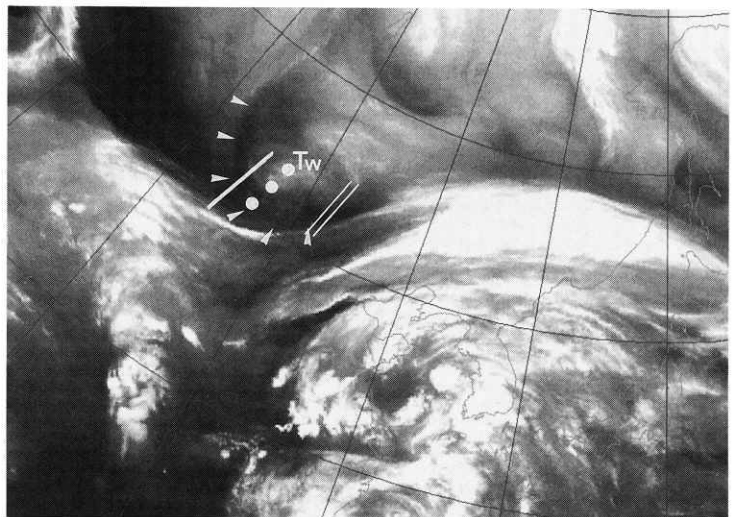
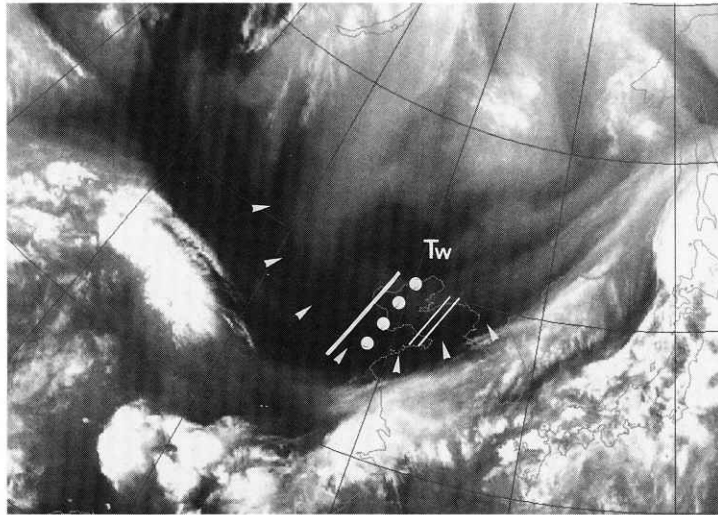


写真3-1 水蒸気画像(1997年5月7日00UTC)

実線:300hPaで解析したトラフ、二重線:500hPaで解析したトラフ、点線(Tw):水蒸気画像で解析したトラフ、三角列:バウンダリー

④ 各層と水蒸気画像で解析できるトラフの位置関係
 300hPa高層天気図、500hPa高層天気図、水蒸気画像
 で解析したトラフの位置を、300hPa (|)、500hPa (||)、

水蒸気画像 (Tw、…) で示し、写真3-1及び写真3-2に
 描画した。この事例では、水蒸気画像から求めたトラ
 フは、300hPaと500hPaの中間に位置している。



実線：300hPaで解析したトラフ、二重線：500hPaで解析したトラフ、点線
 (Tw)：水蒸気画像で解析したトラフ、三角列：バウンダリー

3-2 1997年2月20日 00UTCの事例

① 300hPaの流れとトラフ(図3-4)

8520mにあるPa系の流れがシベリアから北海道・東
 北北部に指向し、9000mにあるPn系の流れは華北から西
 日本に指向している。また、9240mにあるPs系の流れ
 は華中から日本の南岸を指向し関東の南海上でPn系
 の流れと合流して160kt以上の強風軸となって

今回、解析の対象としたトラフはPn系にあり、ポツ
 海湾の北西に等高線と風向のシアーから明瞭に解析
 できる。

② 500hPaの流れとトラフ(図3-5)

日本付近の流れはゾーナルで、トラフは300hPaと同じ
 位置に解析できる。

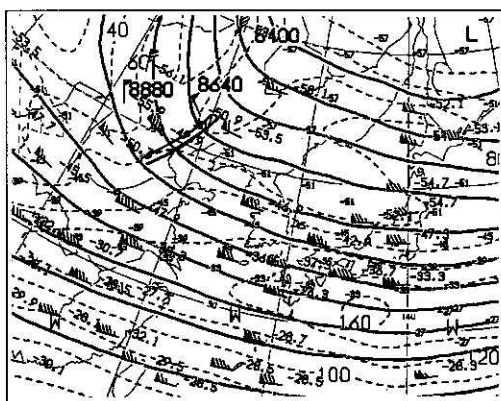


図3-4 300hPa高層天気図
 二重線は解析したトラフ

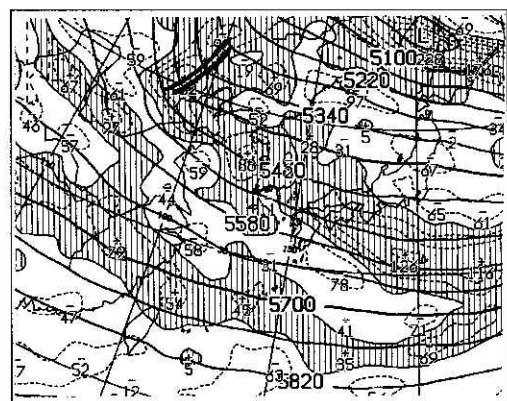


図3-5 500hPa高層天気図

③ 水蒸気画像から見たトラフの位置(写真3-3)

水蒸気画像では、バウンダリー（図中、△△△で示す）が明瞭でトラフ（Tw、…）はバウンダリーの低気圧性曲率の中心から極大点を結ぶ線上に解析できる。

④ 各層と水蒸気画像で解析できるトラフの位置関係

冬季の事例では、水蒸気画像で解析したトラフは300hPaや500hPaのトラフの位置と合致する事が多い写真(真3-3)。大陸上は北西流の場でトラフは発達しないことが多く、300hPaから500hPaにかけてのトラフは渦管が立ち、位相があっていることが多いためと考えられる。

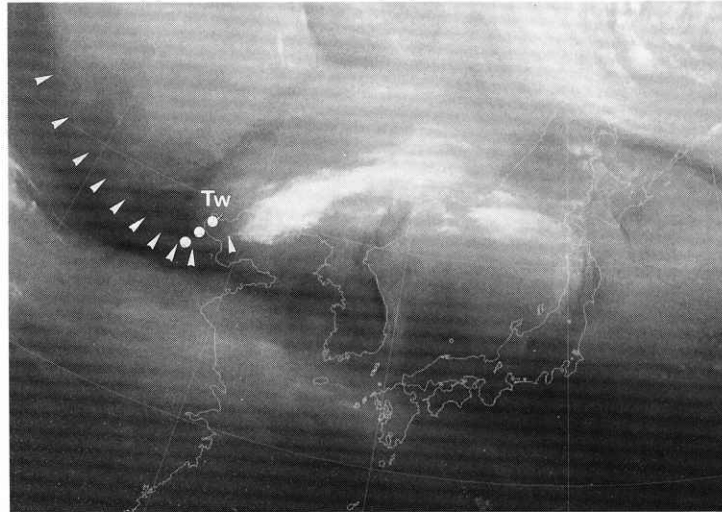


写真3-3 水蒸気画像(1997年2月20日00UTC)

破線(Tw)：水蒸気画像で解析したトラフ、三角列：バウンダリー

参考文献

気象衛星センター、1983：気象衛星ひまわりによる雲画像の解析とその利用, P26

Weldon,R.B.and Holmes,S.J., 1991 :Water vapor imagery interpretation and application to weather analysis and forecasting. NOAA Technical Report NESDIS 57,U.S.Department of Commerce, P213.

IV. 上層渦*

1. はじめに

1-1 解析の目的

水蒸気画像に現れる上層渦は、上層に発生する擾乱（低気圧、トラフ）をヴィジュアルに映し出したものである。上層渦自身の動向および上層渦と雲域や下層渦との対応関係を解析することにより、擾乱の立体構造が把握できる。さらに、観測データの少ない海上などの擾乱の解析にも有効である。また、上層渦は通常寒冷な渦でその周辺は成層が不安定となることが多いため、シビア現象のトリガーとなることもあり、上層渦を解析・監視することは予報上有効である。

2. 解析手順

- (1) 水蒸気画像の動画で低気圧性回転をしているパターン（直線のバウンダリーなど）があったら上層渦とする。上層渦の中心はその回転軸である。
- (2) 水蒸気画像で低気圧性回転が確認できなくても、回転を示唆するパターンであれば上層渦とする。渦中心は各パターンの幾何学的特徴や雲列の曲率により決定する。これに該当するパターンを以下に列記する。
 - ① 渦度目形（A：写真4-1）：バウンダリーに形成するメソスケールのアーモンド形の暗域。
 - ② スパイラル形（B：写真4-1）：明暗域が低気圧性のらせん形を示す。
 - ③ 楕円形（写真4-2）：楕円形の明域または暗域。
 - ④ コンマ形（写真4-3）：コンマ形の明域。
 - ⑤ フック形（写真4-4）：バウンダリーの明域がフック（鉤）状になったもの。

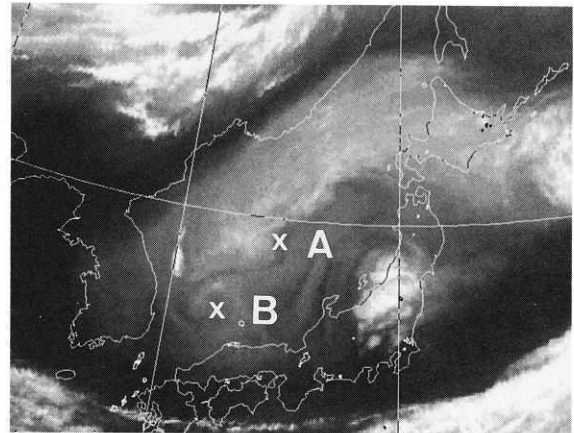


写真4-1 渦度目形(A点)とスパイラル形(B点)
(1997年5月21日06UTC)
X点は渦中心を示す

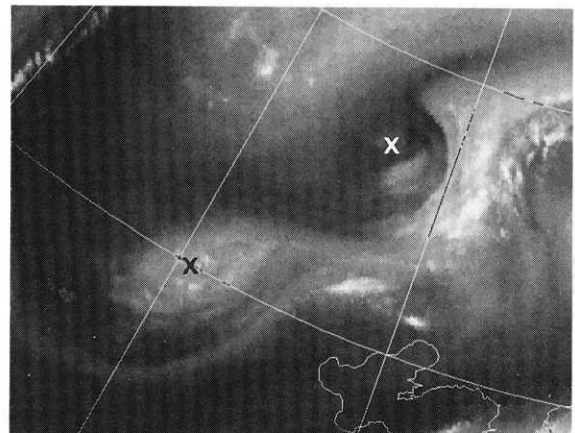


写真4-2 楕円形(1997年4月4日12UTC)
X点は渦中心を示す

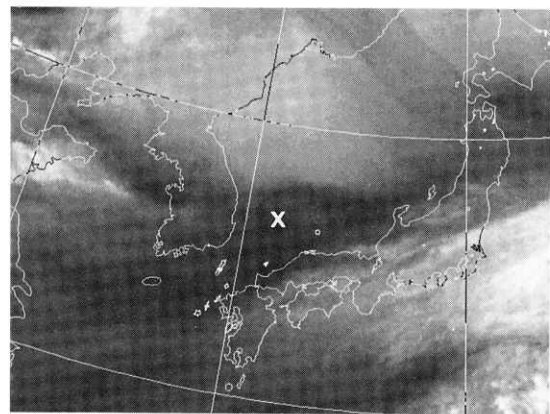


写真4-3 コンマ形(1997年4月15日06UTC)
X点は渦中心を示す

* 内山 徳栄
Tokuei Uchiyama
現：管制課

菊池 明弘
Akihiro Kikuchi

神田 一史
Kazufumi Kanda

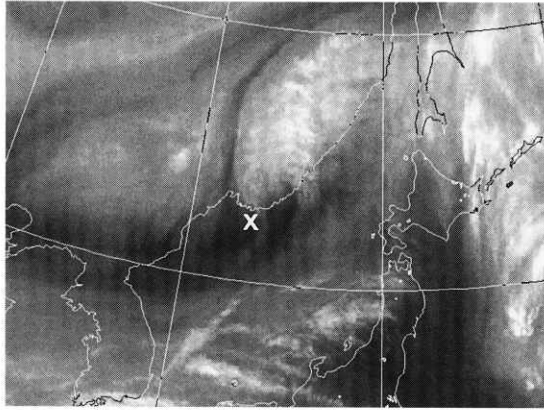


写真4-4 フック形(1997年4月9日00UTC)
X点は渦中心を示す

(3) 雲解析情報図では水蒸気画像で上層渦と決定したものを更に次の3種類に分類する。

- ・500hPaの寒冷低気圧に対応する上層渦は「寒冷低気圧対応上層渦」と表記する。
- ・500hPaのトラフに対応する上層渦は「トラフ対応上層渦」と表記する。
- ・水蒸気画像で熱帯～亜熱帯域に明瞭な上層渦が見られる場合に「上層寒冷低気圧」と表記する。
- ・これら以外は「上層渦」と表記する。

3. 事例解析

3-1 上層渦と下層渦(1997年5月16日～5月18日)

16日06UTC頃に中国東北区のバウンダリーがAを中心にして低気圧性に回転し始めた(写真4-5、写真4-6)。09UTCにはAに寒冷低気圧対応上層渦①が解析された(図4-1)。

17日は日射による対流雲がAの周辺で発生し、09UTCにはAの直下に下層渦が解析された(写真4-7)。雲解析情報図では上層渦より直下の下層渦を優先して付加するため、上層渦から下層渦のマークに置き換えた(⑥:図4-2)。この下層渦はこの後衰弱し、一方上層渦は16日は寒冷低気圧に対応して、ほとんど停滞していたが、17日は南東に移動しながらトラフに対応していった。このため18UTCの雲解析情報図ではトラフ対応上層渦②になった(写真4-8、図4-3)。この上層渦は朝鮮半島北部の長白山脈で一時衰弱したが、18日00UTCにウラジオストックの南東で再び発達し、06UTCにはその南西近傍に下層渦が発生した(B:写真4-9、C:写真4-10)。雲解析情報図でも06UTCに下層渦マークを付加した(図4-4)。

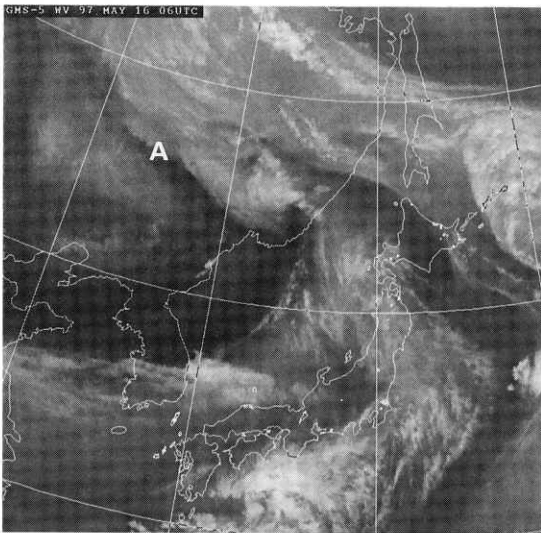


写真4-5 水蒸気画像(1997年5月16日06UTC)

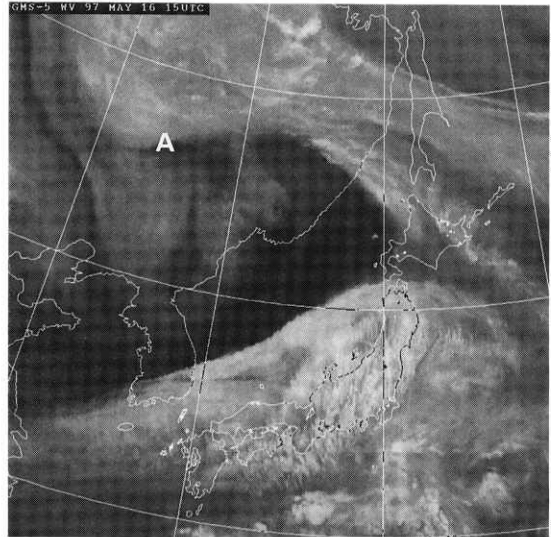


写真4-6 水蒸気画像(1997年5月16日15UTC)

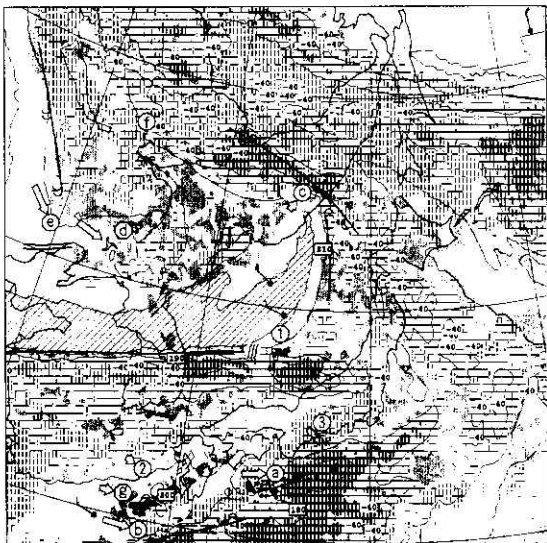


图4-1 雲解析情報図(1997年5月16日09UTC)

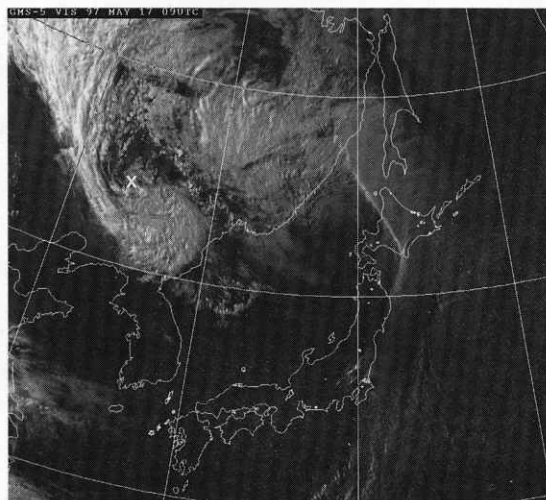


写真4-7 可視画像(1997年5月17日09UTC)

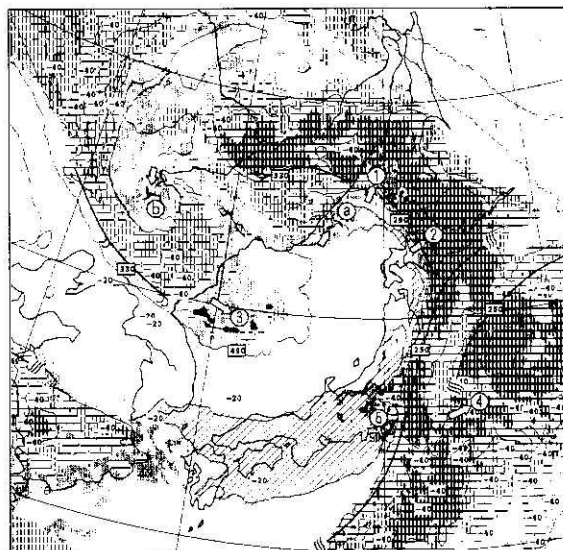


图4-2 雲解析情報図(1997年5月17日09UTC)

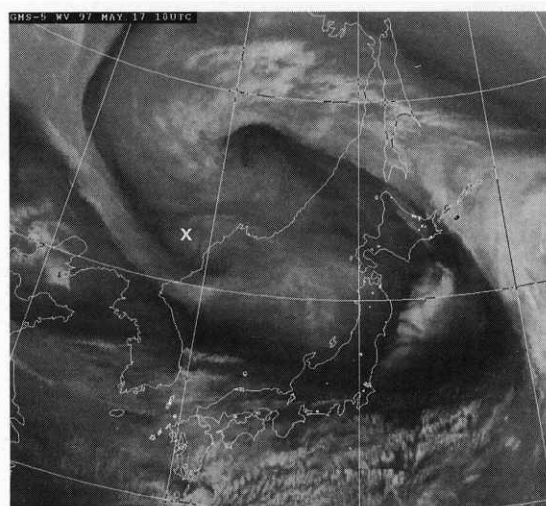


写真4-8 水蒸気画像(1997年5月17日18UTC)

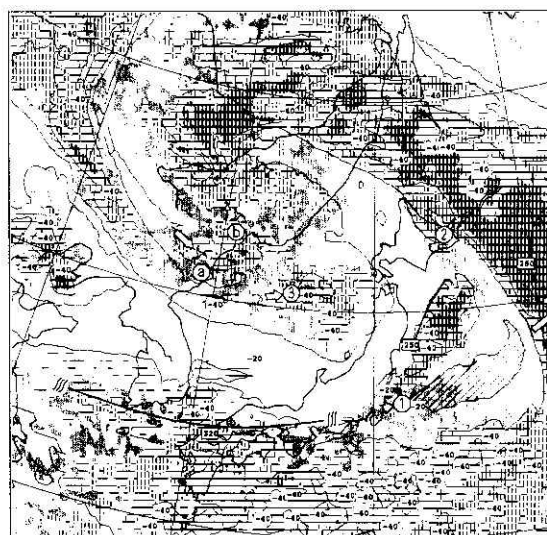


图4-3 雲解析情報図(1997年5月17日18UTC)

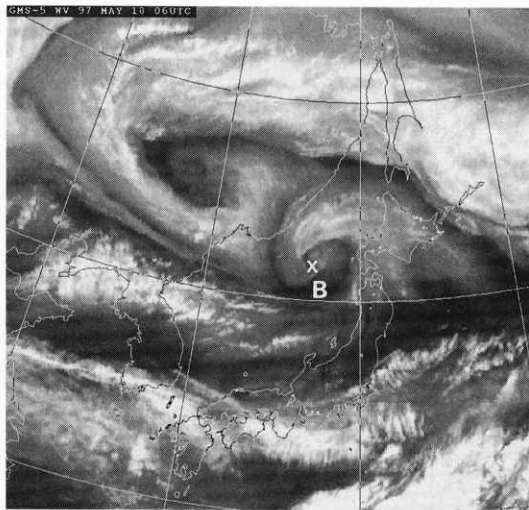


写真4-9 水蒸気画像(1997年5月18日06UTC)

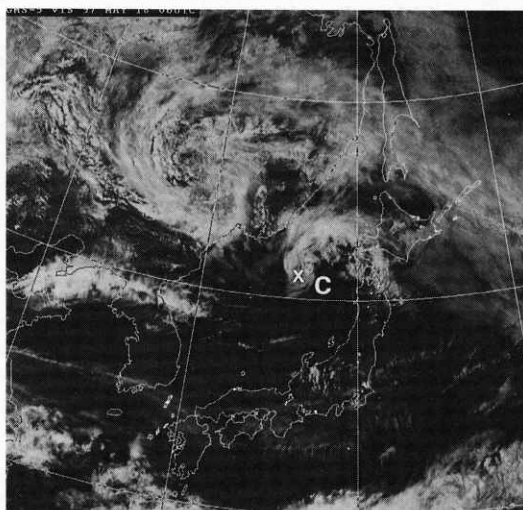


写真4-10 可視画像(1997年5月18日06UTC)

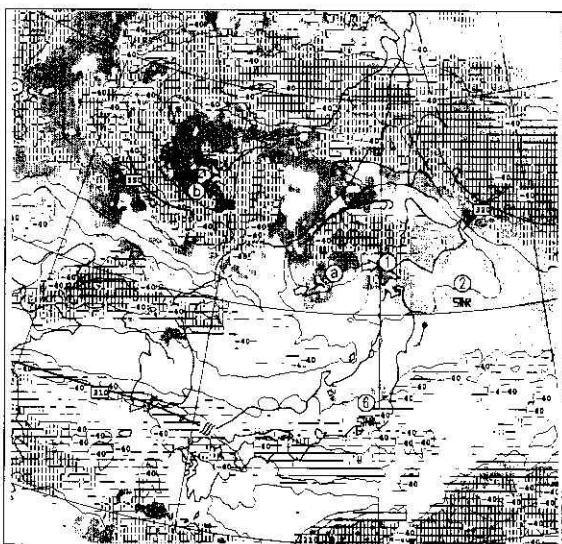


図4-4 雲解析情報図(1997年5月18日06UTC)

3-2 ロールオーバーにより形成された上層渦 (1998年5月20日～5月21日)

ブロッキングに至るまでの過程を反映する水蒸気画像のパターンの推移はいろいろあるが、基本的にロールオーバー型(図4-5)とビルドバック型(図4-6)の二つの推移が見られる(Weldon, R. B. and Holmes, S. J., : 1991)

ロールオーバー型は図4-5によると、トラフ西側のリッジW(a)がトラフの北側に覆い被さって高気圧性循環(d)となり、ロールオーバーは成熟期を迎える。その後W1は東のリッジE2(f)に併合する。

ビルドバック型の推移は図4-6によると、トラフ東側のリッジE(a)がトラフの北側に覆い被さってカスプ(高気圧性のバウンダリーの一部が突出し形成される

先頭状の明域)を発達させ(b・c)、低気圧性循環を形成する(d)。また、リッジEの北部に高気圧性循環E2(d)が形成され、ビルドバックは成熟期を迎える。この後、E2は西のリッジW2(f)に併合する。

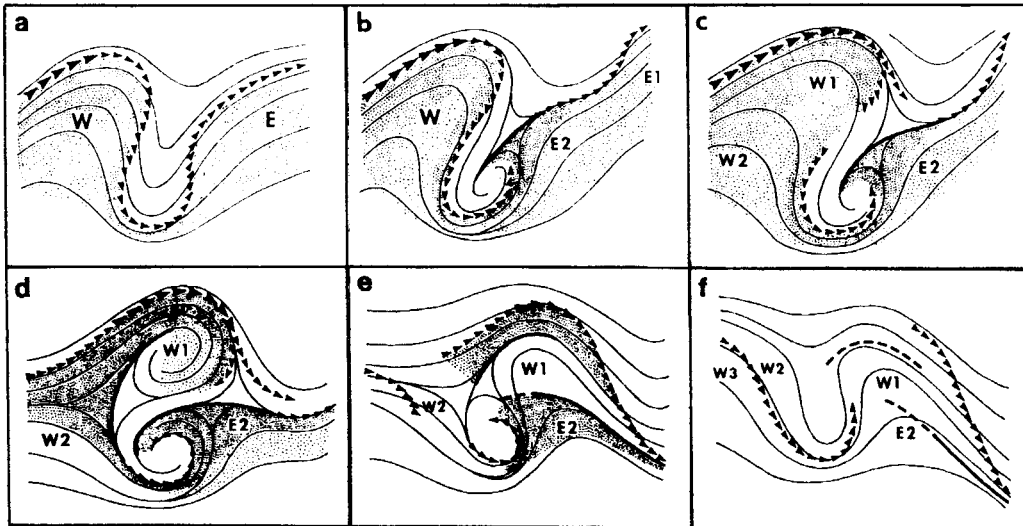


図4-5 ロールオーバー型の推移 (a→f) 陰影部は明域

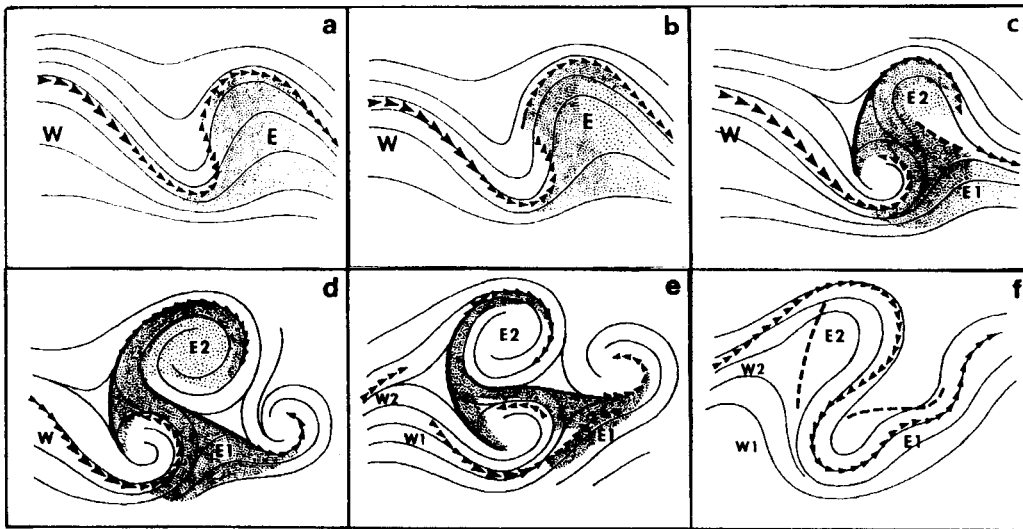


図4-6 ビルドバック型の推移 (a→f) 陰影部は明域

この事例ではロールオーバー型を示す。水蒸気画像の動画を見ると、20日12UTC頃に中国東北区の暗域がロールオーバー（巻き込み）して高気圧性循環（B：写真4-11）が形成され、朝鮮半島にはフック形のトラフ対応上層渦が解析された（A：写真4-11、④：図4-7）。21日00UTCには九州西海上に寒冷低気圧が解析されて、Aは楕円形の寒冷低気圧対応上層渦となり（A：写真4-12、④：図4-8）、インサイドバウンダリー（C：写真4-12、図4-5d）が明瞭になった。その後Bは東進しながら不明瞭となり、Aはゆっくり南東進し、22日12UTCには日本付近の上層は逆位相の場となった（A：写真4-13、図4-9、図4-5e）。

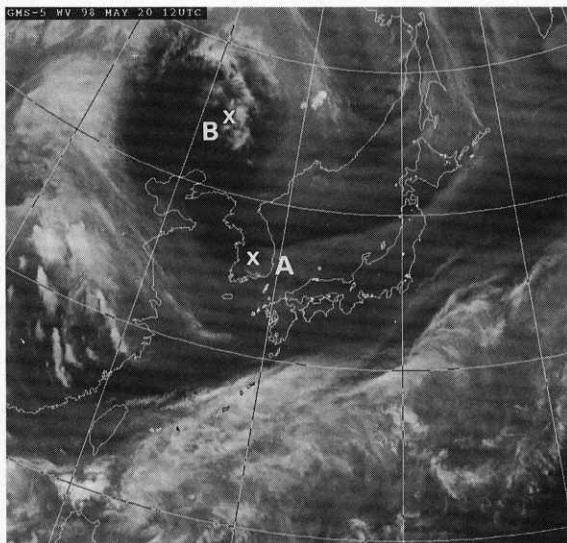


写真4-11：水蒸気画像(1998年5月20日12UTC)

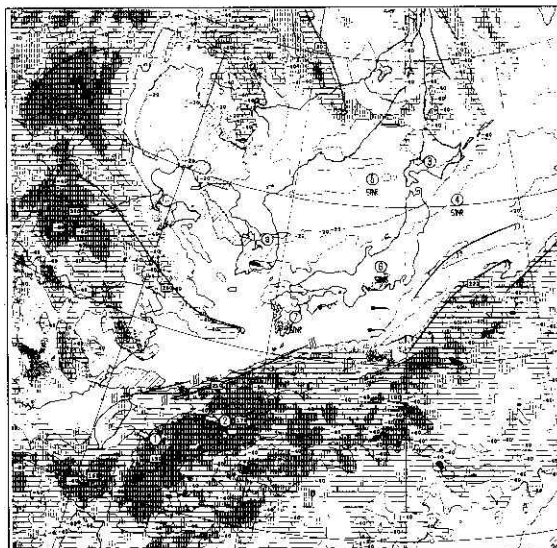


図4-7 雲解析情報図(1998年5月20日12UTC)

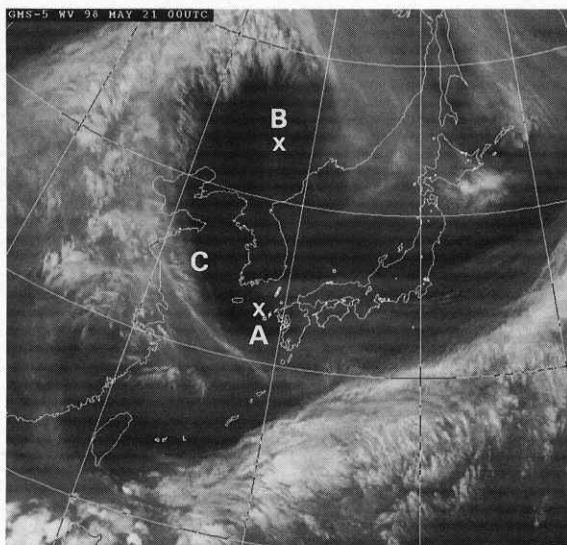


写真4-12：水蒸気画像(1998年5月21日00UTC)

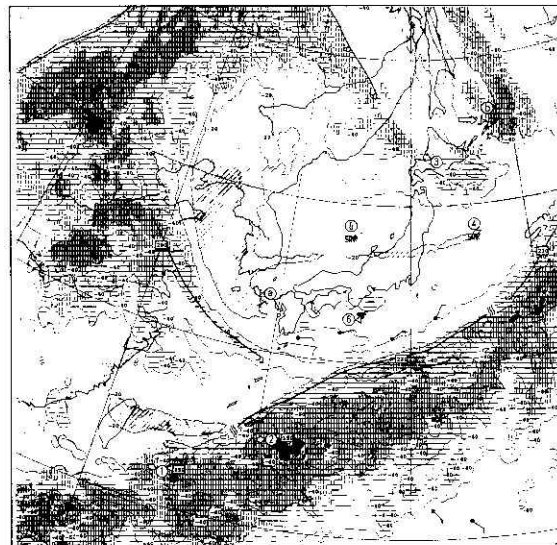


図4-8 雲解析情報図(1998年5月21日00UTC)

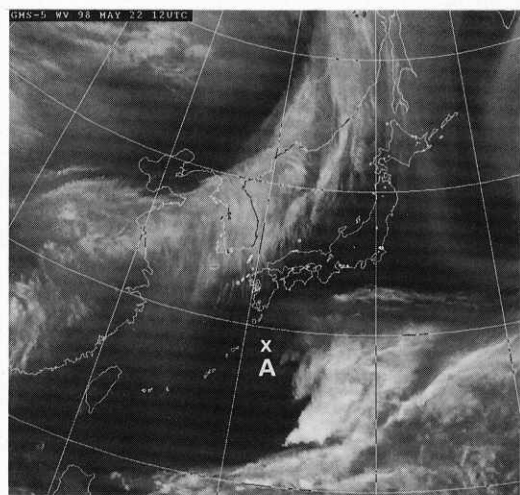


写真4-13 水蒸気画像(1998年5月22日12UTC)

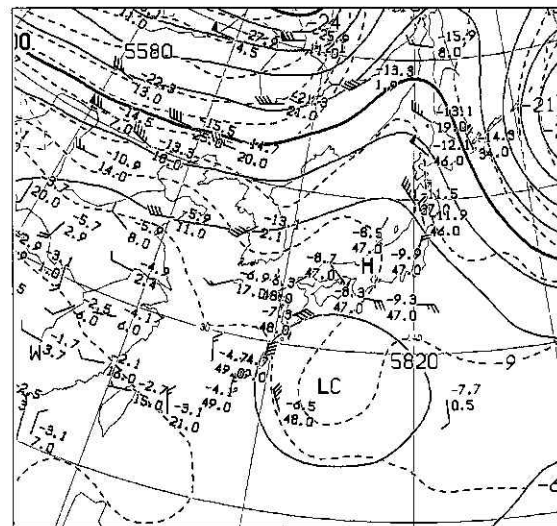


図4-9 500hPa高層天気図(1998年5月22日12UTC)

3-3 太平洋上で発生した上層寒冷低気圧 (1997年 6月26日～6月27日)

上層寒冷低気圧 (Upper Cold Low、以下UCLと記す) は中部太平洋でトラフが寒気をともなって切離し、亜熱帯から熱帯域で発生するものがあり、偏東風などにより西進するものが多く、寒冷低気圧とは異なり地上天気図上の低気圧として解析されることは少ない。UCLが、日本付近に接近しシビア現象をもたらすこともあり、その動向の監視は重要である。

UCLは、一般に200hPa付近に最大風速をもつ低気圧性循環があり、200～250hPa付近に寒気核、150hPa付近に暖気核があり、図4-10のような鉛直構造を示し、その中心付近では地上の低気圧として解析されることは少ない。しかし、UCLが最終的に擾乱 (台風) に発達したことやUCLの近傍で発生した下層循環が発達して台風になったとの報告もある。(Shimamura : 1981) 温帯域の寒冷低気圧とUCLは発生域により区別している。

26日00UTCの水蒸気画像 (写真4-14) を見ると朝鮮半島付近から北海道を通り25° N・150° E付近 (領域a) に達するCiストリークが見られる。この時点ではa付近では上層渦は明瞭ではないが、aの南側で所々Cbが発生している。

26日12UTCの水蒸気画像 (写真4-15) では領域aの近傍に上層渦が発生し始めており、渦の東側ではCbが活発化している。

27日00UTCの水蒸気画像 (写真4-16) では上層渦は更に明瞭化し、渦周辺のCbも更に活発化している。

参考文献

Shimamura, M., 1981 : The Upper-Tropospheric Cold Lows in the Northwestern Pacificas Revealed in the GMS Satellite Data. Geophys. Mag., 39, P119-156

Weldon, R.B. and Holmes, S.J., 1991 : Water vapor imagery interpretation and application to weather analysis and forecasting. NOAA Technical Report NESDIS 57, U.S. Department of Commerce, P213.

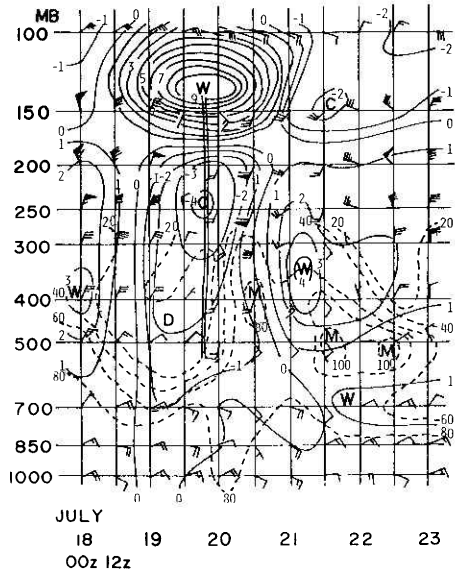


図4-10 Wake島付近をUCLが西進した時の時間断面図(Shimamura)
 実線:気候値からの気温偏差、破線:相対湿度
 二重線:低気圧性循環の軸を示す

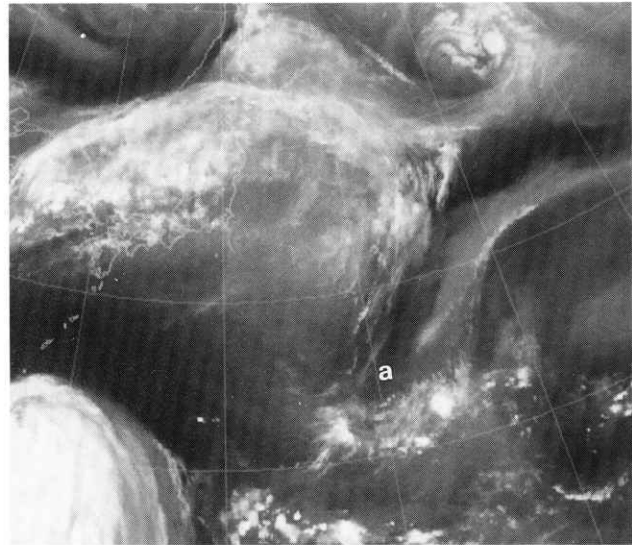


写真4-14 水蒸気画像(1997年6月26日00UTC)

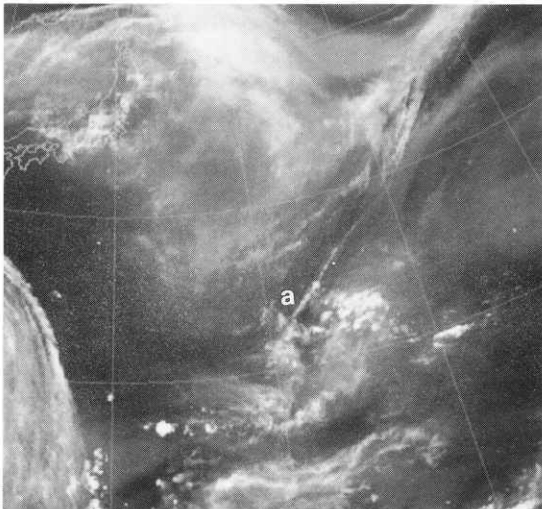


写真4-15 水蒸気画像(1997年6月26日12UTC)

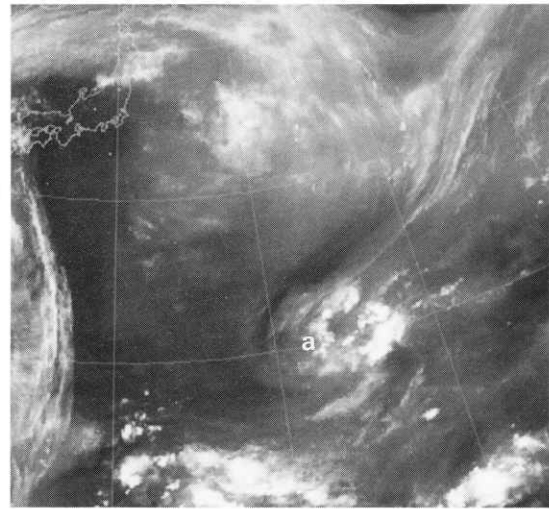


写真4-16 水蒸気画像(1997年6月27日00UTC)