

雲画像情報図の付加情報について

Added Information by Man-machine Interactive Operation of the SCIC

安東 義彦*
Yoshihiko Ando

Abstract

We got answers of questionnaire on the Satellite Cloud Information Chart (SCIC) from users, and then, improved on the SCIC to be more useful.

This paper presents the summary of the answers, and explains improvements and some usages of the SCIC.

1. はじめに

雲画像情報図は作成・配信を開始して3年余が経過したが、1日8回3時間毎のほぼ定時の配信によって、予報現場では衛星資料としての一定の役割を担うようになった。この間、気象衛星センター解析課では、雲画像情報図に対する意見・要望を、アンケートなどの方法によって積極的に聞くように努力してきた。その結果、予報現場から多数の貴重な意見・要望が寄せられ、その意向に沿うべく現在まで改善を進めてきた。

アンケート等によると、総じて求められているものは「もっと分かりやすい雲画像情報図」である。また、当初、雲画像情報図はSDUSのない予報官署(府県以下)を主な対象としてスタートしたが、SDUSのある予報官署でも、SDUS画像の分解能の限界などによる判別困難な部分(霧など)については、重要な支援資料として雲画像情報図が参考にされている。このことから、「予報現場には多数の資料があり、現場の予報官は雲画像情報図、SDUS雲画像だけをじっくり見ている時間はない。また、SDUS雲画像には、画像の分解能、装置の機能的制約からオリジナル情報のすべてが再現されていない。」という前提に立って、改善の基本的方針を「雲画像情報図に付加する情報は、オリジナルの雲画像から得られる情報(Cb, Fog, 雲列、雲渦など)のうち、地方(or府県)予報、海上予報、航空予報に直接関係ある重要な情報、範囲に絞って、要点が一見して分かるようにする必要がある。」としている。

ここでは、今までに実施したアンケート結果の紹介と、改善点を中心に付加情報について説明する。この報告が付加情報の理解を深める助けになり、雲画像情報図の有効活用につながることを期待する。

2. 雲画像情報図アンケート

2.1 アンケート実施の経過

解析課では、雲画像情報図の配信開始以来、予報作業の中でどう使われているかを知り、改善すべき点はどこかを考える基礎にするために、気象大学校予報課程研修生来所時や衛星資料利用講習会の機会を利用して雲画像情報図に関するアンケートを実施してきた。また、各官署の方々に接する機会がある場合には積極的に意見・要望を聞くようにしてきた。そこで、今までのアンケート結果をまとめて、利用者の意向を紹介する。

アンケートの実施時期、対象者、回答数はTable 1のとおりである。アンケートの内容は改善の経過にし

Table 1 アンケート取得の状況

実施時期	回答数	対象者
第1次 1988年6月	40	気象大学校技術科予報課程研修生
1989年1月	9	衛星資料利用講習会(函館・舞鶴)
2月	17	気象大学校専攻科予報課程研修生
第2次 1989年6月	42	気象大学校技術科予報課程研修生
第3次 1990年2~3月	9	衛星資料利用講習会(福岡)・他
6~7月	34	気象大学校技術科予報課程研修生
合計	151	

* 気象衛星センター解析課

たがって一部の項目を追加又は削除しているの、第1次～第3次で設問が多少異なる。現在使用しているアンケート(第3次)の設問内容を Appendix 1に示す。このアンケートは今後も継続してゆく予定である。

2. 2 アンケート集計結果

アンケートの集計結果を以下に示す。

1) 雲画像情報図の時刻別利用率

1日8回の雲画像情報図のうち時刻別に良く利用するものから順に挙げてもらった。各時刻、各順位毎に数を積算し、順位上位と下位を分けて累積(合計/人)したものが Table 2及び3である。この表から、全体として良く利用されるのは順に、18、06、00、21UTC、逆に利用率の低いものは順に09、15、12UTCであると判断される。なお、1次アンケートでは、利用率の高いものを1～3位まで問う設問となっていた。

Table 2 1次アンケート集計表('88.6～'89.2)

時刻 UTC	00	03	06	09	12	15	18	21	
利用度順位	1位	10	1	5	0	0	1	23	6
	2位	9	5	11	0	1	0	6	9
	3位	9	4	13	0	3	0	6	4
合計/人	28	10	29	0	4	1	35	19	

Table 3 2、3次アンケート集計表('89.6～'90.7)

時刻 UTC	00	03	06	09	12	15	18	21	
利用度順位・高	1位	14	3	8	0	6	1	40	9
	2位	10	5	20	1	8	2	9	22
	3位	13	10	23	0	3	3	6	10
	4位	14	13	8	4	7	2	7	7
合計/人	51	31	59	5	24	8	62	48	
利用度順位・低	5位	10	12	4	6	7	3	5	5
	6位	3	7	3	17	6	6	1	5
	7位	0	4	1	13	13	10	0	4
	8位	1	4	0	8	5	22	1	2
合計/人	14	27	8	44	31	41	7	16	

2) 注目されている付加情報(%)

1～3次アンケート('88.6～'90.7)

[]:各種別に記入のあったものの割合
組織化の程度の変化傾向 (A)～(E) : 41

雲頂高度、雲域の大きさの変化傾向 ((X)～(W)) : 38
雲型 (☉ [39]、☼ [26]、☽ [15]、☿ [9]、
他 [6]) : 84
雲渦 (☯ [14]、☶ [7]、☷ [4]、☸ [4]) : 58
下層雲域境界線 : 21
特徴点の移動方向速度 : 42

雲列 (Cu (Cg, Cb) ライン [22]、
Ci ストリーク [14]、
トランスパースライン [6]) : 67

3) 雲画像情報図の線や数字、記号で見づらいもの(%)
1～3次アンケート('88.6～'90.7)

(原 図) 等温線 : 22
温度数字 : 21
海岸線 : 46
緯経線 : 2
ドット (濃密・上層・中層・下層雲域) : 29

(付加記号) Cu (Cg, Cb) ライン : 1
Ci ストリーク : 1
トランスパースライン : 0
下層雲域境界線 : 10
雲型記号 : 1
変化記号 : 5
移動記号数字 : 1
雲渦 : 3

最も見づらいものとしては、海岸線がかなり高い率で挙げられている。上に雲域が掛かっていると特に見づらいということは、配信開始直後から指摘されていたことであるが、この度システム管理担当者の対応によって、間もなく改善される見込みである。

4) 雲型多層表示について(%)
3次アンケート('90.2～'90.7)

有効: 75 利用していない: 2 無答: 23

5) 組織的な厚い雲域の範囲を示す境界線について(%)
1～3次アンケート('88.6～'90.7)

必要: 81 不要: 6 無答: 13

6) 活発な対流雲域の範囲を示す境界線について(%)
2、3次アンケート('89.6～'90.7)

必要: 91 不要: 2 無答: 7

7) SDUS 画像(新 L-ADESS 端末画像を含む)の利用者(%)
1～3次アンケート('88.6～'90.7)

SDUS 画像使用 : 48
使用していない : 45
無答 : 7

8) 雲画像情報図配信順位上げについて (%)

2次アンケート ('89.6)

希望する: 69 希望しない: 0 無答: 31

当初、雲画像情報図の配信優先順位は現在のように高くなかったため、利用度の高い06UTC、18UTCの配信が、配信集中帯にあたって、遅れることが多かった。そこで、アンケートで配信順位を上げることについて希望の有無を問うた。しかし、この結果を基に要望を出すまでもなく、利用者の方々の強い要望と本庁予報部関係部署の方々の努力により、1989年7月5日から配信優先順位が上げられた。その後は、配信が遅れることはほとんどない模様である。

9) 日本近海・陸上の下層雲域(霧・層雲他)の雲型・雲域境界線について (%)

1次アンケート ('88.6~'89.2)

有効: 67 利用していない: 4 無答: 29

2. 3 意見記入欄の代表的意見

1) 雲画像情報図の有効利用の例

- ア) 実況のないところの雲り域、降水域の推定に利用している。
- イ) 雲域の動きを追跡して晴れ、曇り、雨の降りだし時刻の予測に利用している。
- ウ) 目先の予報(3~6時間先まで)、注意報発表のタイミングに有効に活用している。
- エ) 原図の温度数字を雲頂高度に換算して利用している。
- オ) 原図の温度数字をエコトップと対応させて雷予報に利用している。
- カ) 原図の温度数字を強雨域と対応させて利用している。
- キ) 原図の特定温度線(例-10、-30°C)を追跡している。
- ク) 擾乱(Low、Front)との対応、Jet軸との対応、エマグラムと合わせて不安定場の判定、500渦などと比較して実況の正確な把握をしている。
- ケ) 図中に850の特定温度線を記入、注目すべき現象を確認して、数値予想を参考にその先行きを予測する。
- コ) Ciストリークで谷の位置を知る。
- サ) ①~⑤、⑧~⑩、Cb、Cgについてレーダーの観測範囲外にある雲域、雨域の動向を判断する。
- シ) レーダーエコーデータがないときに利用する。
- ス) Cb、Cgを暖候期は雷の判断に、冬期は雪の強さ

の判断に利用する。

- セ) 海上の霧は船舶、衛星の資料しかないので注目している。
 - ソ) SDUSは(IMOS、WEFAXとも)あまり解像度が良くなく、Cb、霧など識別が難しいところを示してもらうため、雲画像情報図が必要である。
- 2) 雲画像情報図への注文
- ア) 現在の雲画像情報図は以前の雲解析図と比べて雲域のまとまりが分かりにくい。
 - イ) 雲画像情報図の範囲が狭い。(西日本の人は西へ、北海道の人は北へ拡大を希望している。)
 - ウ) 悪天をとまなう雲域がはっきりわかるようにしてほしい。
 - エ) Cb域を強雨域として注目、動きや発達傾向を知りたい。
 - オ) 特に夜間の霧の情報が欲しい。日中注目していた霧が夜なくなった場合、消散したのか、分からなくなったのか、早朝予報で迷う。
 - カ) 配信される図が新L-ADESS展開によって縮小され、やや見にくくなった。
 - キ) ASM天気図(新L-ADESS)と重ねて見るために同縮尺にして欲しい。
 - ク) 情報量が多くて、かえって見にくくなっている。
 - ケ) 1日8回全部配信して欲しい。

3. 雲画像情報図への情報付加

3. 1 付加情報の説明および改善点

これまでに雲画像情報図の付加情報について説明した刊行物は「雲画像情報図について」(気象衛星センター・昭和62年2月)がある。同書p11~13に情報付加についての説明があるが、その後、アンケート調査などによって改善を行った結果、現在はその内容の一部変更が生じた。以下、改善した部分を中心に付加情報について説明するので、雲画像情報図を利用するにあたって留意して戴きたい。

1) 発達した積雲又は無毛積乱雲(Cg: ☁)をCbと同等に扱う。

衛星画像雲解析では、積雲(Cu: ☁)と羽毛状巻雲を伴った積乱雲(Cb: ☁)の間の段階を「発達した積雲又は無毛積乱雲」(☁)と分類し、ここではこれをCgと記す。「発達した積雲(Cumululus congetus: 雄大積雲)または無毛積乱雲(Cumulonimbus

calvus)」という分類は衛星雲解析独自の分類で、公式の略語はまだない。(Appendix 2, 3, 4参照)

アンケート結果にも見られるように、Cb 記号は非常に注目されている。これは防災上の見地からみれば当然の結果といえる。衛星画像で広い羽毛状巻雲を伴うようになったCbは発見・判別が比較的容易であるが、すでに対流活動の最盛期を過ぎている場合も多いと言われている。一方、Cgは羽毛状巻雲を伴うようになったCbよりも発見・判別が困難であるが、Cb発生の前兆の場合が多く、さらに、発達中の対流雲としての活動度(降水の強さ)はこの直後の初期段階のCbが最も強いと言われている。このため、付加情報としての重要性は高いとしてCbと同等に扱っている。

2) 霧又は層雲(☁)を重視する

日本付近の霧は注目度が高く付加情報として重要である。Cb、Cgに次ぐ優先順位としてFog・Stの雲型と境界の破線を付加するようになった。(Appendix 5参照)

霧の情報は、特に早朝の航空予報や海上予報で重視されている。また、SDUS画像がある官署でも分解能などの関係で判別が難しいことがあり参考にされている。

ただし、FogとStは雲底高度が違うだけで雲画像では区別できないので、衛星雲解析では分けていない。

3) 雲型記号を複数表示する。

雲型記号の付加方法を、今回、多層にわたる雲型の表示(後述)を設けたことによって一部改めた。雲型記号を縦または横に複数表示する場合、☁☁☁、☁☁のように層が異なるものは雲量にかかわらず左から(または上から)上層雲〜下層雲の順に並べ、☁☁☁、☁☁☁のように同じ下層雲または対流雲では左から(または上から)雲量の多い順に並べることにした。

雲画像情報図に雲型を表示してある場合、それらは付加情報として適切と考えられるその付近の代表雲型(情報として重要性の高いもの、図上の付加間隔、多層表示で3個まで・下層雲のみでは2個までの制限、等を考慮)を選択した結果である。

4) 多層にわたる雲型の表示を行う

雲画像を見ると、多くの場合上層から中層、下層まで多層構造になった雲域の雲型が識別できる。日本付

近にあって、このような雲域の多層にわたる雲型が予報上重要な情報であると判断される場合に、これを表現するために次のような表示形式を設けた。ただし、複雑過ぎて分かりにくくなるのを防ぐため、当面、以下の10種以外の組合せは使用しない。

ア) 薄い上層雲の下の下層雲を表示する場合 (Fig.1 参照)

☁☁☁、☁☁☁、☁☁☁、☁☁☁ の4種

・可能な限り下層雲域の境界を示す破線と併用する。

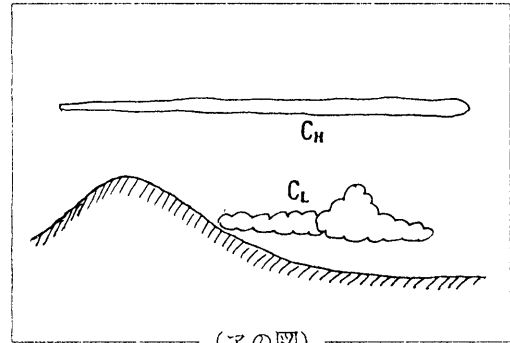


Fig.1 薄い上層雲の下の下層雲

イ) 組織的な厚い雲域の中の対流雲を表示する場合 (Fig.2参照)

☁☁☁☁☁、☁☁☁☁☁、☁☁☁☁☁ の3種と、

☁☁☁☁☁、☁☁☁☁☁、☁☁☁☁☁ の3種

・組織的な厚い雲域とは、低気圧等に伴う雲域で東端部、北端部の上中層雲のみの部分や、周辺部の雲の隙間の多い部分を除いた、上・中層〜下層まで雲が厚い部分とする。雨域または本曇り域に対応すると想定される領域である。

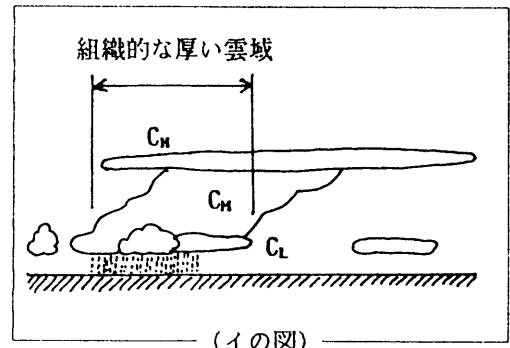


Fig.2 組織的な厚い雲域

・雲型記号の数は一組2つか3つとし、下層雲は ☉、☁、☂ の中から代表性の高いものを一つだけ選んで付加する。

・このような表示をした雲域部分には雲頂高度、雲域の大きさの変化傾向記号 (X~W) を付加する。

5) 組織化の程度の変化傾向 (A~E) を付加する対象と位置を明確にした

アンケートその他によると、雲画像情報図で組織化の程度の変化傾向を表す記号A~Eの付加位置やその連続性についての疑問がいくつか上げられていた。

雲画像では上層から下層までの雲が重なった状態に見える。一般に擾乱中心の位置は上層と下層でずれており、移動速度も異なることが多い。A~Eを付加する位置は画像上で見えている雲渦等何らかの根拠にもとづいて決定しているが、必ずしも地上Lの位置と良く対応するとは限らない。ここでは記号A~Eの付加位置についての取決めを説明する。

A~Eは水平スケール600-1000km程度またはそれ以下の雲域(雲システム)の組織化の程度の変化傾向を表すものとし、一つの雲域全体に対してA~Eを一つ、その雲システムの中心(又はそれを示唆する雲渦があればその近傍)に付加する。(Appendix 6参照)単に雲渦、Cu ライン等の雲パターンの変化傾向を示すためにはこの記号は用いないように改めた。

雲システムの中心とは、中層から下層で擾乱に対応するひとまとまりの雲域(雲システム)について、擾乱中心を示唆するところとし、具体的な例としては次のようなものがあげられる。(Fig. 3, 4参照)

ア) 地上L又は前線上的のキックに対応する雲渦、下層雲縁のフック、対流雲列のキックやそのセンス

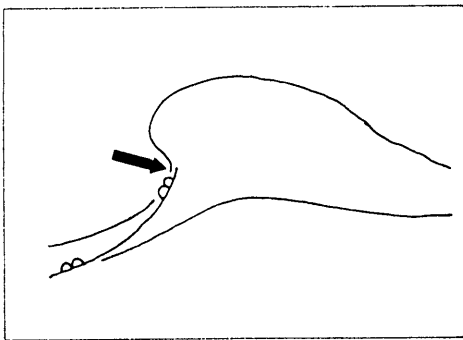


Fig. 3 フック

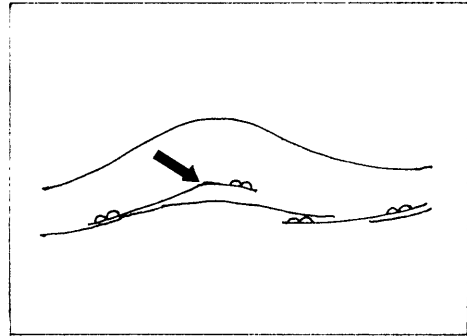


Fig. 4 キック

のある位置

イ) 中下層 (500~850mb) のL又はトラフに対応のある雲渦、中下層雲縁のフックやそのセンスのある位置

ウ) 中~下層雲の回転中心

ア~イのうちでは前者をより優先して採用する。

前項、多層にわたる雲型の表示で述べた組織的な厚い雲域の全体的な変化傾向はA~Eを付加する対象となる。

また、付加する対象の雲域が途中で変化するものの例として、閉塞段階に達したLに対応する雲域で、雲域の雲渦部分(L中心に対応)と雲バンド部分(前線に対応、閉塞点付近が発達)を別の雲域とするのが適当となった場合は各々を別の雲システムとして取り扱い、それぞれにA~Eを付加する。

6) 雲頂高度、雲域の大きさの変化傾向記号 (X~W) の付加対象を拡張した

対象となる雲域は、水平スケール400-600km程度またはそれ以下の活発な対流雲域、下層雲域としているが、単独の雲域には限定せず、A~Eを付加した雲域の内部の各部分についても、雲域の構造(擾乱中心、前線対応雲列、活発な対流雲域、組織的な厚い雲域の範囲など)を考慮して付加対象とする。また、冬季の日本海の帯状対流雲・筋状雲域なども変化傾向の異なる部分ごとに付加する。

7) 雲渦 (☉、☁、☂、☃) の性質

雲渦は擾乱中心に対応する場合が多く、その発見、追跡は雲解析上重要である。しかし、後述するように、雲渦中心が擾乱中心に対応しない場合もある。雲渦は明瞭なものだけに限らず、雲渦センスのある回転中心

も採用している。

雲渦の経過には、一つのものが長時間追跡できる場合と、次々に発生・消滅を繰り返して代替りする場合がある。前者は総観規模の擾乱中心との対応が良いが、後者では対応が良くない。後者は総観規模擾乱の中の中小規模擾乱との対応が考えられる。

解析では計算機端末画面の6時間動画、VTRの72時間動画を使用して雲渦中心を決めている。

8) Ci ストリーク、トランスバースライン、Cu (Cg, Cb) ライン (、 、) の意味

Ci ストリークは雲域の北縁にあたるものの重要性が高い。その形はトラフやリッジの位置を示すとともに、その曲率の変化で上層風場の変化を知ることが出来る。したがって、Ci ストリークは濃いものに限らず、上層の総観規模の流れを示すものを採用し、その走向、曲率は重要な情報なので正確に表現するよう心掛けています。

Ci ストリーク、特にトランスバースラインは強風軸付近のシアのある場所に対応するので航空気象では注目されている。情報付加にあたって、トランスバースラインは明瞭なものに限らずそのセンスのあるものは採用している。

Cu (Cg, Cb) ラインは、中、下層の場を表現している。特に寒前線対応のものは重要である。Cu (Cg, Cb) ラインが多数有る場合は、より活発・顕著なものを優先し、それらの走向の代表性、存在領域の表現も考慮して、記号付加するものと場所を選んでいる。日本近海沿岸の Cg, Cb ラインは特にその存在場所が重要なので付加位置は正確を期している。寒気移流雲域の場合、付加する Cu (Cg, Cb) ラインの本数、対流雲の強さの変化は、実際の寒気移流の変化と合うように、前の時間の雲画像情報図との整合性をとるようにしている。

9) 移動速度の単位を変更した

付加する移動速度は地上天気図等他の資料、情報との一致を図るために5 KT 単位とし、5 KT 未満は停滞 (STNR) とするよう改めた。ただし、台風は1 KT 単位で表し、3 KT 未満を停滞 (STNR) とする。

雲域の特徴点 (Cb 域、雲縁、キンク、フック、雲渦、雲システム中心など) の移動速度は、当初、3 時間々隔の2 画像を用いていたが、現在は6 コマ毎時動

画を用いて決定しているので、5 時間の動きになっている。毎時動画を用いれば、この間に発生、変化したものもおよその移動速度を算出できる。

雲域を擾乱として追跡する場合、中下層雲を含む組織的な厚い雲域の移動を追う必要がある。上層を覆う Ci だけの位相を追わないように、VIS 動画が作れる時間帯はそれを参照し、IR しかない場合は赤外強調画像を利用している。

10) 下層雲域の境界 (破線) は可能な限り付加する

原図に表現されていない (又は、正確に表現されていない) 下層雲域については、予報上重要と考えられる場合、その境界を破線で表示し、雲型を付加している。

雲画像情報図の配信開始当初には、下層雲域の境界線の表示は、霧又は層雲などのように極めて雲頂が低いために表現されない、いわゆる白ヌケのところを補うことに主眼を置いていた。しかし、アンケートにも上がっているように、悪天を伴う雲域が分かりにくいと言われる部分を補うためには、本当に雲が厚く、本曇り域や雨域に相当する組織的な厚い雲域の領域を示す必要があると考えている。

前述、雲型多層表示が可能なところは、可視画像や赤外強調動画などの参照によって上・中層雲の下層雲が判別できるところである。赤外画像のみで作られる雲画像情報図原図には上・中層雲の下層雲域は当然表現されない。そこで、SDUS 画像の機能的限界を補う意味も含めて、予報上必要と考えられる場合は、可能な限り破線を付加して、上・中層雲の下層雲域を示すように努めている。

11) 付加情報の優先順位を見直した

雲画像情報図の情報付加作業には時間制限 (観測正時後15~40分の25分間) があり、終了時刻になるとそこで付加作業は打ち切って配信に移る。また、要点が一見して分かるようにするためにも、付加する情報は予報上重要と考えられるものを優先して、付加記号の総量を絞り込む必要がある。このために付加情報の優先順位を定めているが、アンケート結果によると、利用者が注目している順は当初考えていた順とは異なっていることが分かったので、順位を一部変更して下記①~⑨の順とした。なお、作業の途中打ち切りを示す④マークは廃止した。

- ① Cb、Cg 記号の付加
- ② Fog・St 記号の付加、Fog・St 域の破線表示
- ③ 組織化の程度の変化傾向記号の付加
- ④ 雲頂高度、雲域の大きさの変化傾向記号の付加
- ⑤ 雲渦記号の付加
- ⑥ Ci ストリーク、トランスバースライン、Cu (Cg, Cb) ラインの付加
- ⑦ 特徴点の移動記号の付加
- ⑧ 下層雲域の雲型記号の付加、雲域の破線表示
- ⑨ その他の雲型記号付加

12) 情報付加の対象範囲を考慮する

付加する情報の予報上の重要性を判断する場合、その対象が日本にいつ頃影響を及ぼし始めるかを考慮する必要がある。このための一つの基準として、「日本付近」の範囲を定めている。これは雲画像情報図が3時間毎に配信されることや地方海上予報区の範囲などを考慮して定めたもので、付加作業に当たってはこの範囲の内側を優先、さらに外側では付加する情報項目を限定している。ただし、この範囲は地理的に固定したものではなく、対象とする雲域等の速度、進行方向を考え合わせて判断する。

この範囲の内外の情報付加は以下のように行う。

ア) 日本付近の雲域については前項の付加情報①～⑨をこの優先順で付加する。

イ) 日本付近以外の雲域については③、⑤、⑥、⑦を付加する。

ただし、⑤、⑥、⑦は小規模なものは除いて③の対象と同等規模のものに限る。

3. 2 情報付加の実例

1) 発達した積雲又は無毛積乱雲(☉)を付加した事例

1990年5月23日12UTCの雲画像情報図(Fig.5)では台湾東近海に☉が付加されている。原図では中層雲のドットで表現されているが、画像(Photo1)を見るとやや雲頂の高い下層雲域で、赤外画像の強調や動画によって、これがCg域であることが分かる(ごく一部はすでにCbになっている)。☉は付加されていないが、台湾西近海にも同様のCg域が見られる。これらは雲画像情報図原図では全く表現出来ないし、後者はおそらくSDUS画像でも識別困難であろう。このCg域が3時間後の15UTCには活発化してCb域になったのが確認できる(Fig.6、Photo2)。このようなCb域

になる前兆のCg域の情報は、判断が困難な場合が多いが、Cbと同様に重要であると考えて特に注意を払っている。

2) 霧又は層雲(Fog・St: ≍)を付加した事例

1990年6月13日09～21UTCで日本海北部および北海道周辺に広く霧又は層雲域が見られた。(Fig.7～9、Photo3～5)09、21UTCとも太陽高度が低く判別がやや困難になるが、可視画像の強調によりかなりの範囲まで確認出来る。また、夜間になっても条件が良ければ(上空に上中層雲が無い。海面温度と霧又は層雲の雲頂温度が少しでも差がある)赤外強調動画によってその存在領域が確認出来る。霧又は層雲域の情報は重要性が高いので、特に注意を払って解析し、夜間(12～18UTC)の雲画像情報図にも連続して記号を付加した。

3) 組織化の程度の変化傾向(Ⓐ～Ⓔ)を付加する対象と位置の事例

1990年6月13日06UTCの雲画像情報図(Fig.10)の42N 148EにはⒸが付加されている。これは、日本の東海上にある雲域(だいたい140E以东の部分をもとまりの雲域〔雲システム〕として考える)が擾乱に対応しているものとして、赤外・可視両画像(Photo6、7)を検討の結果、この位置に雲パターンから判断した雲システム中心(擾乱中心)があることを示している。原図は赤外画像で作成されるため、42N付近では146Eに雲域の西縁があるが、可視画像を参照すると下層から上層まで雲域が厚いのはもつと東で、42N 148EのⒸの位置にフックがあることが分かる。この時刻の地上天気図(Fig.11)ではLが41N 146Eに解析されている。

4) 薄い下層雲の下の下層雲の雲型とその領域を表示した事例

1990年4月30日03～06UTCの東シナ海に雲域が見られる(Fig.12、13、Photo8、9)。この雲域を可視・赤外両画像を用いて解析すると、雲域内で対流雲がある部分は図中の破線より西側で、この部分を代表する雲型はCuとCgと判定される。そして、可視画像動画を使用するとこの領域はほとんど停滞していることが分かる。これらは予報上重要な情報であると判断したのでCiの下のCu、Cgとその領域を表示した。

5) 組織的な厚い雲域の雲型とその領域を表示した事例

1989年12月7日06UTCの雲画像情報図 (Fig. 14) では日本海に発達中の雲域がある。この雲域の中央部、日本海上には $\rightarrow \text{III} \infty \text{V}$ が付加されているが、東端

部、北日本にかかる部分には $\rightarrow \infty$ が3カ所にわたって付加されている。このことによって40N付近の日本海上は組織的な厚い雲域に覆われているが、北日本にかかる部分はまだその領域に入っていないことを示している。

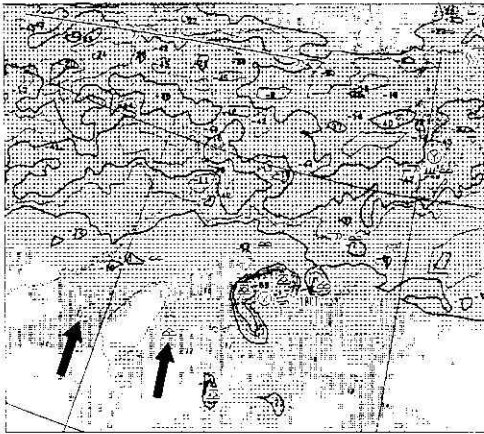


Fig. 5 SCIC at 12UTC, May 23, 1990

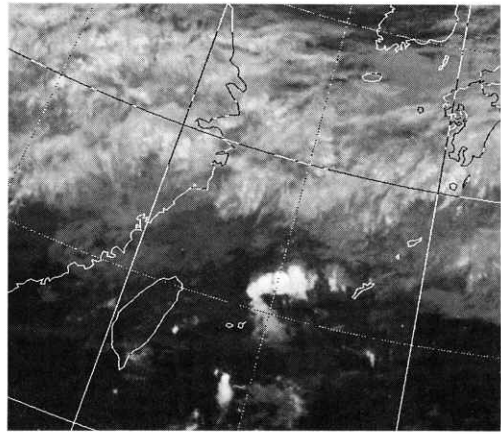


Photo 1 IR Image at 12UTC, May 23, 1990

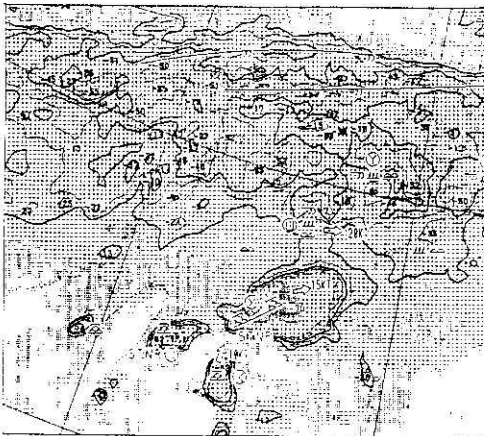


Fig. 6 SCIC at 15UTC, May 23, 1990

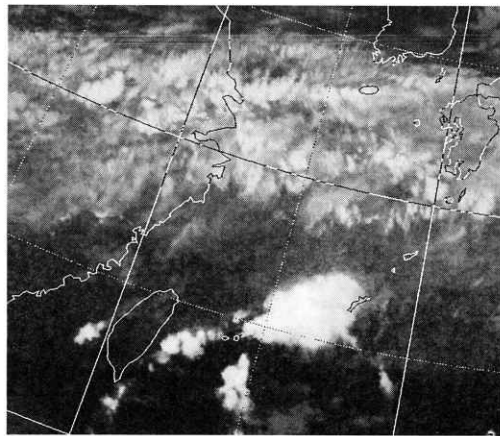


Photo 2 IR Image at 15UTC, May 23, 1990

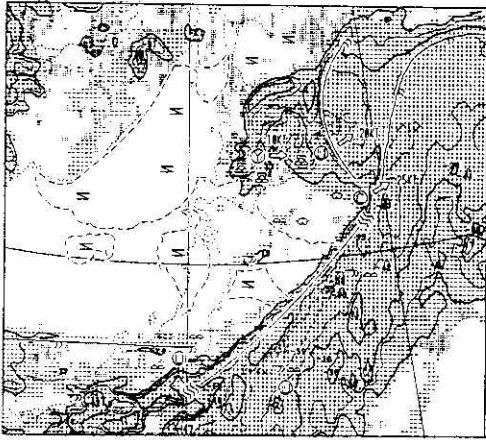


Fig.7 SCIC at 09UTC, Jun. 13, 1990

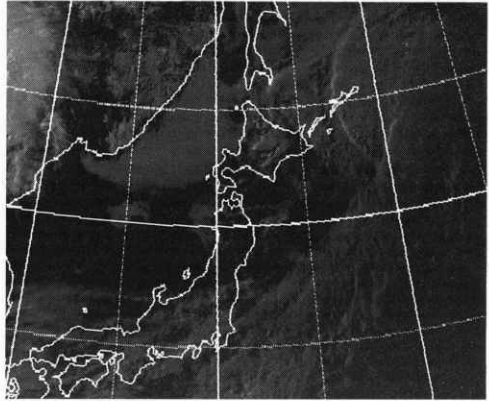


Photo 3 VIS Image at 09UTC, Jun. 13, 1990

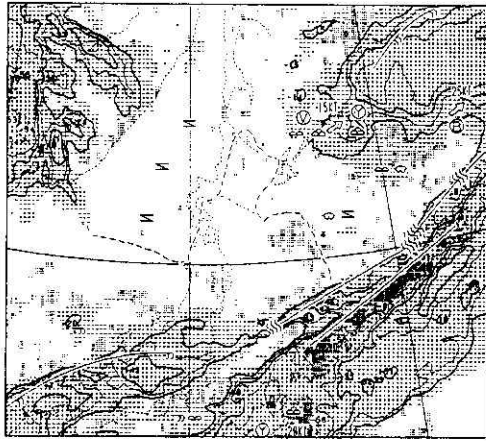


Fig.8 SCIC at 15UTC, Jun. 13, 1990

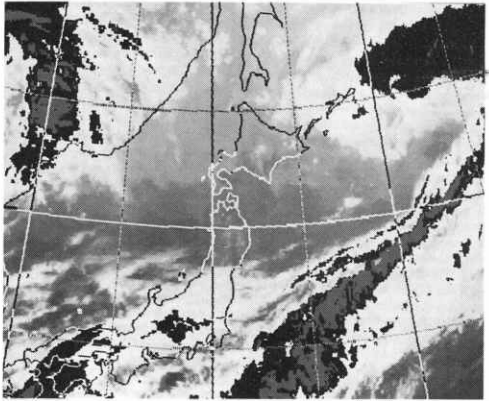


Photo 4 Enhanced IR Image at 15UTC, Jun. 13, 1990

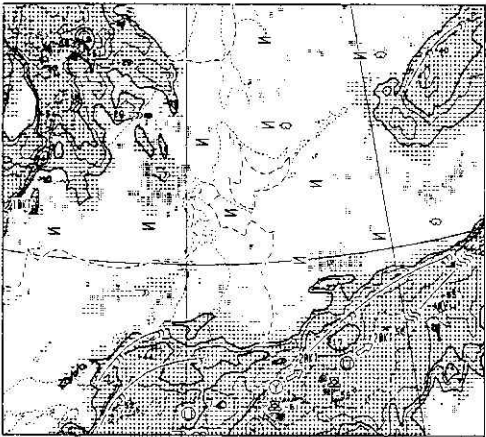


Fig.9 SCIC at 21UTC, Jun. 13, 1990

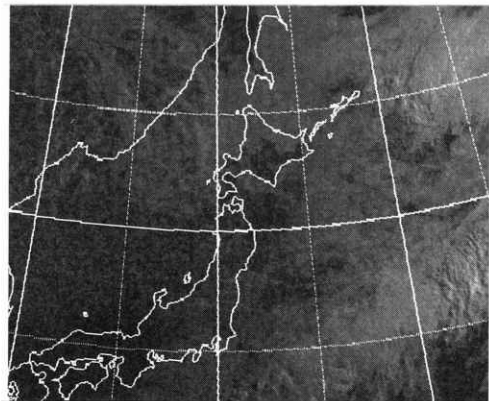


Photo 5 VIS Image at 21UTC, Jun. 13, 1990

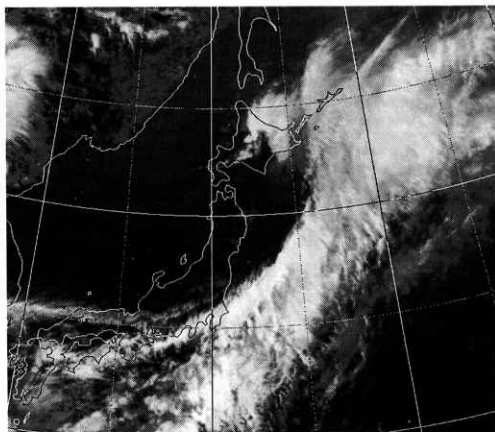


Photo 6 IR Image at 06UTC, Jun. 13, 1990

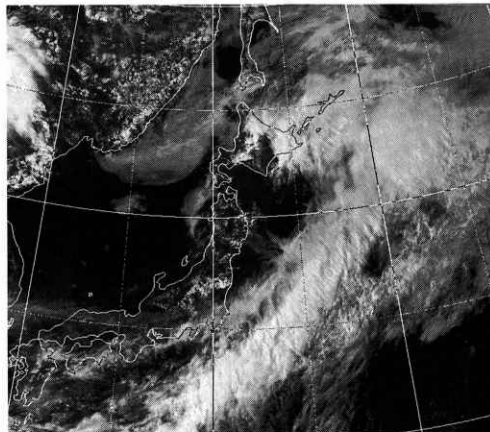


Photo 7 VIS Image at 06UTC, Jun. 13, 1990

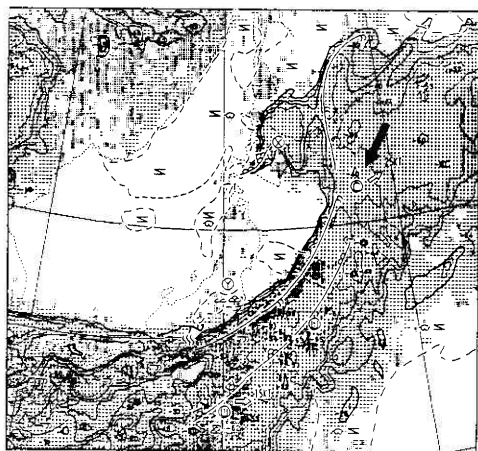


Fig.10 SCIC at 06UTC, Jun. 13, 1990

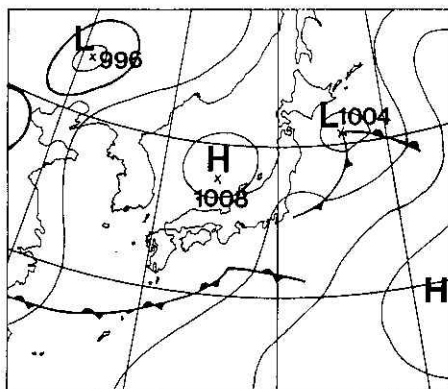


Fig.11 Surface chart at 06UTC, Jun. 13, 1990

4. 今後の方向について

雲画像情報図は以前の雲解析図や輝度温度分布図と比べて分かりにくいと言う意見が多数あった。原図を赤外雲画像のみで自動作成するという現在の手法では根本的に困難な問題もあるが、付加する情報の工夫によって分かりやすくすることは可能であると考えている。また、現在、新L-ADESSの展開にともなって、各地方予報中樞からのSDUS分岐画像が管内府県以下の気象官署でも見られるようになりつつあるので、SDUS画像のない予報官署ばかりでなく、画像のある

予報官署での利用ということも考慮して、雲画像情報図の付加情報を再検討し、改善を行っている。今回紹介した改善は予報現場からの要望のうち可能な部分を反映させたものであるが、今後も「予報作業に役に立つ雲画像情報図」を目指して、可能な限り利用者の意向に沿った改善を進めていく心算である。引き続きご意見・ご要望をお寄せいただければ幸いである。

また、今回一部紹介したが、雲画像情報図の利用方法に関しての事例解説や、新しい利用法の開発に関する調査などについても、今後気象衛星センター解析課では力を注ぐ計画である。

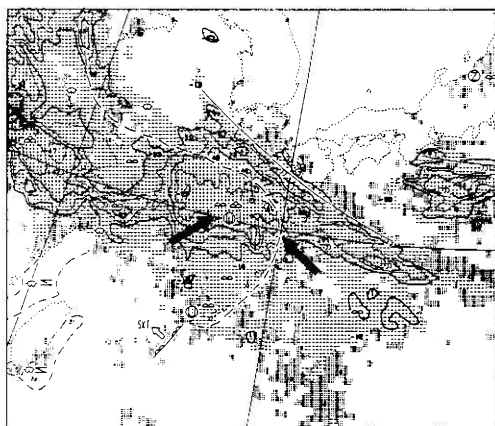


Fig.12 SCIC at 03UTC, Apr. 30, 1990

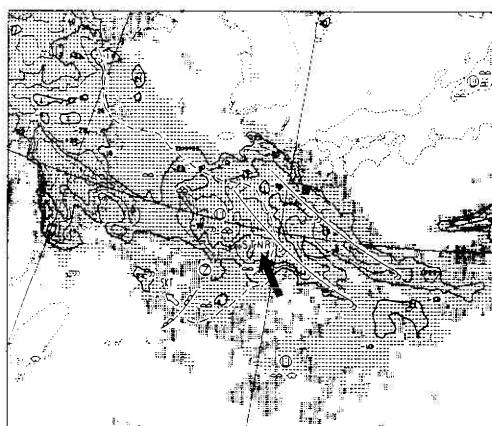


Fig.13 SCIC at 06UTC, Apr. 30, 1990

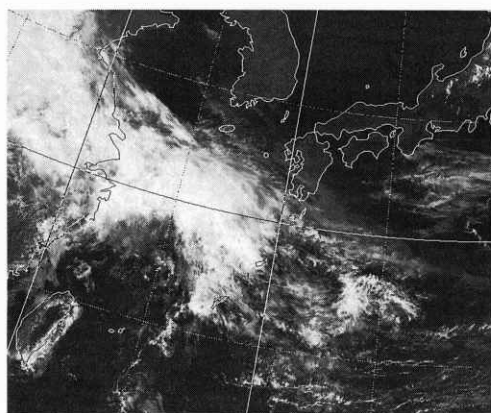


Photo 8 VIS Image at 03UTC, Apr. 30, 1990

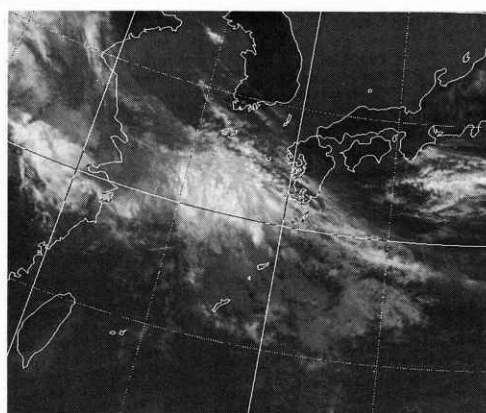


Photo 9 IR Image at 03UTC, Apr. 30, 1990

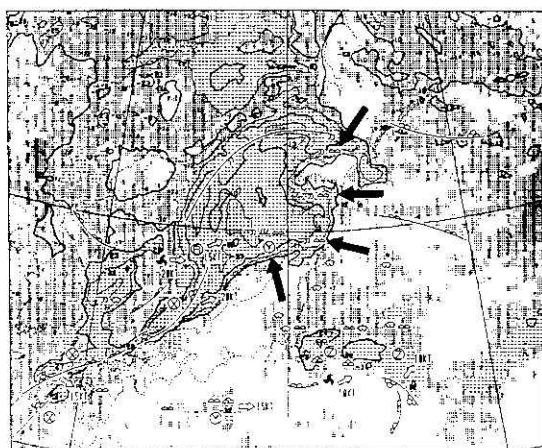


Fig.14 SCIC at 06UTC, Dec. 7, 1989

謝 辞

利用者の方々の雲画像情報図へのご理解とご支援に、さらにアンケート回答やご意見をお寄せ戴いたことに、対し深く感謝する。また、この報告をまとめるに当たって有益な助言を戴いた解析課の萩原課長、内藤調査官、麻生先任技術専門官、システム管理課の佐々木調査官、他の方々に謝意を表する。

参考文献

- 麻生 正：雲画像情報図，気象衛星センター技術報告，特別号（1989）II，155-163，1989。
- 気象衛星センター：雲画像情報図について，1987。
- 気象庁予報部：気象衛星資料の予報への利用，1984。
- 木村隆昭：衛星画像上で積乱雲に似た外観を呈する雲。気象衛星センター技術報告，第9号，11-26，1984。
- 気象衛星センター：気象衛星ひまわりによる雲画像の解析とその利用（ひまわり画像の見方），3-72，1983。
- 気象庁気象衛星室：予報と解析への気象衛星資料の利用，1976。

Appendix

1. アンケート内容

雲画像情報図（狭域）に関するアンケート

1990. 2 作成
気象衛星センター解析課雲解析グループ

雲画像情報図は予報官署向けの予報支援資料として作成・配信されていますが、スタートして約3年が経過しました。これまでも貴重な御意見をたくさん頂きましたが、まだまだ不備な点も多いと思います。常にユーザーの皆さんの生の声に接して、雲画像情報図の内容充実と改善を図りたいと思います。御意見、御希望をお聞かせ下さい。

- 1) 雲画像情報図の配信は観測正時後45分を目標にしています。貴官署での受信時刻は毎回だいたい何分くらいですか？また、特に受信の遅れる時間帯があれば挙げてください。
- 2) 1日8回の配信のうち、予報作業上重要性の高い順番をお答え下さい。
Z > Z > Z > Z > Z > Z > Z

- 3) 比較的注目度の高い付加情報はどれですか？（〇をつけて下さい）
その情報をどのように利用していますか？（例えば、雨域の判断・曇域の判断など）

- イ) 組織化の程度の変化傾向 ①～⑤
- ロ) 雲頂・雲量の変化傾向 ①～⑤
- ハ) 雲型 Cb ☉, Cg ☁, St (Fog) ☁、Ci ☁
その他 (Cu ☁, Sc ☁, CM ☁)
- ニ) 雲渦 ☄ ☄ ☄ ☄
- ホ) 下層雲域境界線 ☁
- ヘ) 特徴点の移動方向速度 ☐ KT
- ト) 雲列 Cu (Cg, Cb) ライン ☁ ☁ ☁ ☁ ☁ ☁
Ci ストリーク —————→
トランスバースライン ☁—————☁

- 4) 原図から得られる温度情報（等温線、温度数字）をどのように利用していますか？また、雲域情報（濃密・上層・中層・下層雲域ドット）は有効ですか？

- 5) 雲画像情報図の線や数字、記号で見難いものがありますか？（〇をつけて下さい）
雲画像情報図の使い難いところはどのような点ですか？

原 図：等温線、温度数字、海岸線、緯経線、ドット（濃密・上層・中層・下層雲域）

付加記号：Cu (Cg, Cb) ライン、Ci ストリーク、トランスバースライン、下層雲域境界線、雲型記号、変化記号、移動記号数字、雲渦

- 6) 雲が多層構造になっている場所で、予報上重要な情報と考えられる場合には雲型を多層表示していますが有効ですか？（☁☁☁ など）

- 7) 雲画像情報図に組織的な雲域（上～中～下層雲を伴う厚い雲域）の範囲を示す境界線 a を加えたら良いと思いますか？また、活発な対流雲域（Cg, Cb 域）の範囲を示す境界線 b はどうですか？
a : 必要 不要 b : 必要 不要

- 8) SDUS 画像(新 L-ADESS 端末画像を含む)を使用していますか？

SDUS 画像を使用
 新 L-ADESS 端末画像を使用
 使用していない
 使用している場合
 SDUS 画像 (新 L-ADESS 端末画像) と雲画像情報図の使い分けをどのようにしていますか?

9) その他雲画像情報図に関する御意見・御希望がありましたら何でもお書き下さい。

2. Cb, Ci の判別法

イ) 形状による判断 (IR, VIS 画像を比較)

Cb は IR, VIS とも非常に白く、鋭い縁を持った塊状の雲域として見られる。ただし、IR では風上側の縁は鋭く、反対側ではぼやけた羽毛状に見えることもある。

Ci は VIS では Cb に比べ輝度が低く変化がゆるやかで、帯状または筋 (ストリーク) 状の雲として見られる。濃い塊状の Ci は Cb との判別が難しく形状では判断できない。

ロ) 動き方による判断 (動画を利用)

Cb に伴う雲は停滞するか、Ci に比べゆっくり移動する。通常、下層の風上側に発生場所があり、上層の風下側に羽毛状巻雲が流される。Cb の発生場所が風上側に移動し、あたかも風上側に動いているように見えることもある。

Ci は上層風の速度で移動し、変形しないことが多い。

ハ) 存在場所による判断 (各実況、予想天気図類を参照)

Cb は寒冷前線、停滞前線、雲バンドの南縁、雲渦付近、暖湿気流域、上昇流域、強い寒気移流域などに発生しやすい。

Ci は上層のトラフと対応して、上層ジェット軸の南側付近、雲バンドの北縁、擾乱の北側に多い。IR で真白く見え、形状・動き方・存在場所とも Cb の条件に当てはまっても Ci の場合もある。地形性巻雲は山脈の風下側にみられ停滞する。

3. Cg の判別法

Cg は IR では灰色または薄白色で表現され、VIS では白くぶつぶつした点の集合として見られる。動き方、場所による判断は Cb と同様である。

Ci 域の下に Cg 域がある場合は、VIS で下層が透けて見える場合以外、判別は困難である。

下層雲域の上に上層トラフ対応の Ci 域が掛かってきたとき、Ci 域が濃くなり、下層雲域も活発化することがある。このようなとき、IR で真白く形状その他 Cb そっくりに見えても Cb ではなく、Cg と考えられる場合がある。

4. 衛星画像雲解析雲型

衛星画像雲解析の雲型と地上観測の雲形は、取り扱う雲の規模 (分解能) が全く違うので、雲種の定義が異なる。したがって、厳密な対応は不可能である。Table 4 にあげた各雲の対比はその性質による大まかなもので、表のとおりにきちんと対応するわけではないが、参考にされたい。例えば、地上観測では Cb は 1 つのセル単位まで対象になると考えられるが、衛星雲解析では複数の Cb セルを含む雲塊 (クラスター) が対象となる。また、その雲塊内には Cb 以外のものが含まれていることも当然あり得る。

5. Fog, St の判別法

VIS では白くべったりした雲域として見られる。海岸や平野、谷にある場合、雲域の縁が地形 (等高度線) に沿った形でしばしば見られる。IR では雲頂が低いため暗く、雲域の境界がほとんど見えないが、赤外強調によって見える場合もある。赤外強調動画を利用すると潮目 (動かない) や、上空に掛かった薄い Ci など (の動き) と下層の雲 (の動き) を区別出来ることもある。

6. 組織化の程度の変化傾向 (A~E) の判定

水平スケール 600-1000km 程度またはそれ以下の雲域 (雲システム) について、組織化の程度の変化傾向を表すために記号 A~E を用いる。一つの雲域全体を対象に Table 5 の各項目を判定し、総合して A~E のいづれかに決定する。原則として 6 時間の変化を見ることになっているが、変化傾向を正しくつかむためには 6 時間以上の期間の画像 (動画) を参考にする必要があり。

- ①: 急速な発達
- ②: 発達
- ③: 変化なし
- ④: 衰弱
- ⑤: 急速な衰弱

Table 4 衛星画像雲解析雲型と地上観測雲形の対比

衛星画像雲解析雲型		地上観測十類雲形		
▷ Ci	巻雲系の雲] CH	上層雲	Ci 巻雲
≡ CM	中層の雲] CM	中層雲
⊗ Cb	羽毛状巻雲を伴った積乱雲] CL	下層雲	Cb 積乱雲
⊕ Cg	発達した積雲又は無毛積乱雲			Cu 積雲
∞ Cu	積雲			Sc 層積雲
∩ Sc	層積雲			St 層雲
≡ St(Fog)	霧又は層雲			

衛星雲型	St(Fog)	Sc	Cu	Cg	Cb	CM	Ci
	≡	∩	∞	⊕	⊗	≡	▷
地上観測十類雲形	CL 6	CL 4, 5, 8	CL 2, 4, 7, 8	CL 2, 3	CL 9	CM	CH
	St	Sc	Cu	Cu Cb	Cb	As Ac Ns	Ci Cs Cc

Table 5 「組織化の程度の変化傾向」の判定基準（記号Ⓐ～Ⓔの判定）

項目	発達時の特徴	衰弱時の特徴	判定項目の説明、注意点
雲域の大きさ	拡大	縮小	
雲域の走向	南北成分増加	南北成分減少	雲域の中下層雲の西縁、南縁が南北成分を増しているかどうか 増：フック、キンクの発生、明瞭化 減：フック、キンクの不明瞭化、消滅
上層雲の高気圧性曲率	増加 明瞭化	増加なし 不明瞭化	雲域の北縁、又は、北西縁にある Ci ストリークの明瞭度、バルジの程度
雲量	増加 密になる 雲層の増加	減少 疎になる 雲層の減少	対流雲の増減を重視する 雲層の増加：2層が3層（上・中・下層雲）になる、1層が2層になる 雲層の減少：3層が2層になる、2層が1層になる
雲頂高度	上昇 白くなる	低下 暗くなる	雲域の主要部分（中央部、対流雲域）の雲頂高度の変化
雲渦	発生 明瞭化	消滅 不明瞭化	雲渦の様子、又は、雲域全体の渦巻パターンの様子
雲列、雲バンド	発生、増加 明瞭化	消滅、減少 不明瞭化	Cu～Cb ライン及び雲バンド（前線対応）の様子