

## 「ひまわり」から見た日本の天気

伊藤 嘉一\*

### 冬の季節風の吹き出し（口絵写真 1）

冬の気圧配置の典型的雲パターンの可視画像が、本誌 Vol. 25, No. 4 に紹介されている。ここに紹介する写真は同日同時刻の赤外北半球画像である。日本海から太平洋一帯にかけて分布している細胞状の雲パターンは、冷たい気団が海上を吹走する時、対流混合の結果形成されたものである。雲の筋は下層の風向とほぼ一致しており、風下に向かって対流細胞は次第にサイズが大きくなっている。寒気が低緯度に南下するに従い、気団が変質して雲細胞の形状が変わり、さらに南下して消失している。この対流性雲細胞の雲頂高度は、せいぜい2～3 km 程度であることが知られている。

マルチカラー解析（赤外画像による温度解析）によると、シベリア海岸から風下に向かって雲頂高度が高くなり、太平洋側で全般に低くなっている。北陸豪雪調査報告の中で、高層風が弱く対流層が厚い場合にこの帯状構造は出現せず、高層風が強くて対流層が薄い場合に出現に都合の良いことが述べられている。山岳や島など地形の影響を受けやすく、済州島の風下にはきれいなカルマン渦列がでている。日本海西部の雲の筋の乱れも、風下の地形の影響によるものと思われる。この線上にしばしば小渦が現われて、日本海側に大雪を降らせることがある。

吹き出しに伴う雲細胞のうち、北の方では細胞の中心に穴があり南の方では比較的サイズが大きいくブロック状になっているが、前者はオープンセル、後者はクローズドセルと呼ばれている。

この筋状の対流性雲細胞の分布状態によって、寒気の規模、吹き出しの地域等気圧配置を類推することができる。可視画像でシベリア大陸の灰色の部分は積雪で、縁辺に見られる樹枝状の模様は積雪の特徴である。画像を動画にすると、さらに積雪と雲の識別は容易である。

### 全地球画像（口絵写真 2）

インド洋上に GOES 1（米）が昨年後半に移され、1978年12月からスタートした FGGE の期間中運用されることになった。赤道を取り巻く5個の静止気象衛星が初めて全部揃い活動が開始された。まさに、世界気象監視時代の幕明けと言えよう。この画像は、衛星打ち上げ国間で交換された同日の全地球画像を多円錐図法方式に組み合わせたものである。各衛星の経度における太陽の南中時刻付近の画像で時刻がそれぞれ数時間ずつずれていること、メルカトル図法変換画像でないための地図のずれ、また各衛星の検知器が異なることなどから雲画像は若干不連続であるが、初めて得られた全地球画像として意義あるものであろう。同時刻のメルカトル赤外全地球画像が得られ、さらにそれが動的に観察できる日が待たれる。熱帯収束帯の雲分布、北半球の中緯度帯にはほぼ等間隔にならんだ擾乱に伴う雲システム、地形効果、インド洋上のソマリージェット等々興味深い多くの示唆に富む情報を提供している。

### 海氷（口絵写真 3）

雲の動きと海水の移動の差からオホーツク海の海水の状態を知ることは、そう困難でない。本例のようにオホーツク海に広くはりつめた海氷の場合は、海面からの水蒸気の補給が遮断されるので下層の対流性の雲はできにくい。可視画像では、海氷の表面は灰色に見え重畳模様のしわが見えることが大きな特徴である。オホーツク海中部にはほぼ東西に横たわる幅広く黒ずんだ線は、古い海氷と新しい海氷の境である。北方の大きな氷原から一部が切り離されて北海道に接岸し一部が根室海峡から太平洋岸に流れ出ていることが認められる。

強い季節風の吹き出しは三陸沖に抜けて日本付近には移動性の高気圧が現われて本州付近は広く快晴域となっている。北日本の太平洋側に見える極めて細かいたて縞模様は、山岳波状雲である。

\* K, Itoh, 気象衛星センター解析課。

三陸沖の発達した低気圧から南西に延びる雲バンドの南部分(20°N, 148°E)に、アーク状の細い線が見える。時には、このアーク状の雲が数千 km にわたりきれいな模様を画くことがある。ほぼ寒冷前線の位置に対応していることから“ブルーライン”あるいはその模様から“ローブクラウド”“アークライン”などと呼ばれている。

#### 低気圧の一生(口絵写真 4)

渦に伴う雲パターン時間変化は、渦の発生した場所、コース、発達の状態によって異なる。ここでは、中国東北区に発生したコンマ状雲パターン(A)が発達しながら本州北方を通過する過程と、その中で2次的な渦が南側の前線性雲バンドと合流し南北に連なる閉塞前線型雲パターンが形成された組写真を紹介する。

B: コンマ型雲パターンは、正渦度移流極大域に伴うものでコンマ型の頭部は大部分積乱雲からなり、この段階では風下側に晴天域が存在する場合が多い。

C: 渦中心にドライスロット(雲のない細長いバンド状領域)が見られる。日本海中部には渦の後面にまわり込む寒気によって発生した対流性の細胞雲が見られ、その中央付近に2次的な正渦度移流による活発な積雲群が現われている。南側の前線性雲バンドと位相が一致して、雲バンドの一部が極方向にふくらみを持ち始めている。

D: ふくらみはますます強化されて北の低気圧から南に延びる雲域と連なっている。すなわち、閉塞過程によらずフロントゲネシスによって一般の閉塞段階が見られるような雲バンドが形成されている。この現象は instant occlusion と呼ばれている。

E: 南の方の前線性雲バンドは移動が早く、急速に東海上に進んでいる。

このような経過はしばしば現われ、閉塞点に低気圧が発生することが多い。

#### 霧と層雲(口絵写真 5)

三陸沖から北海道東方海上さらにその遙か東方海上に連なる灰色の雲領域がある。この雲領域は、船舶やその他の観測情報から大部分が海霧であることが認められている。衛星画像のみでは、雲底が地表に接しているかどうかは識別できない。したがって、衛星画像の雲解析図(気象庁無線模写放送 JMH で1日4回放送)の中では霧または層雲の記号を入れてその領域を示すにとどめて

いる。

霧や層雲は、衛星の可視画像では極めて明瞭な特徴もっている。表面が滑らかで一様な淡灰色に見える海上ではその縁辺は突然終わる。また、陸地では雲頂高度が低いので地形によく似た形状となることが多い。赤外画像のみの夜間は、霧や層雲は周囲と温度差が小さいのでその領域を識別することは極めて困難である。

夜間強い接地逆転がある場合、地面温度より雲頂温度の方が高くなり、周囲の雲のない地域の中により黒い部分が見えることがある。このような現象は、「黒い霧」または「黒い層雲」と呼ばれている。日本海などで寒気移流が弱まった時などに発生する層積雲は、霧や層雲とよく似た外観を呈することがある。樺太付近の雲域は、可視画像では北海道沖の霧と色が似ているが赤外画像では遙かに雲頂高度が高いことがわかる。

#### 南北両球対称画像(口絵写真 6)

「ひまわり」画像の中で、北半球の雲分布と南半球の雲分布が赤道をはさんで対称的になることがしばしば見受けられた。5月10日前後と6月の中旬はよく似ており、自然のおりなす妙に芸術的なものを感じる程だった。9月にもまた現われている。ここには6月の例を紹介したが、5月の場合と雲の分布がよく似ていることは興味深い。全球的な対称例のほかに、赤道をはさんで両半球に対象的な熱帯収束雲の存在や、赤道をはさんで等距離に擾乱が発生するなどの例も多く見受けられた。両半球の東西流や南北循環の位相が季節的に一致するということであろうか?

20°N, 170°E付近にやや大きな雲の循環が見られる。熱帯擾乱と違って中心付近に濃密な雲域が少なく、むしろ周辺に高度の高い雲がらせん状に中心に向かって巻き込んでいる。地上に低気圧がない。これは、対流圏上部の循環で mid pacific trough に伴う現象であろう。「ひまわり」からこの海域でしばしば見られたが、一般に寿命が長く移動距離が数千 km に及ぶこともある。雲の移動追跡による風ベクトル解析によれば、循環の周辺では上層で100 kt を超えることもあるので航空機には特に有効な情報であろう。右の写真は、全球画像から一部を拡大したものである。

#### 梅雨前線(口絵写真 7)

日本特有の梅雨現象はインド方面の南西季節風と密接な関係があることが提唱されて久しい。今日、「ひまわり」から、この領域の広範な雲分布状態が得られて梅雨

現象の理解をいっそう深めることができるようになった。

梅雨前線に対応する幅広い雲バンドが三陸遙か東方海上から日本列島沿いに西に延びて、さらに中国大陸を横断してインド方面に連なっている。赤外画像では、このバンドの中には濃淡さまざまな階調が含まれている。赤外画像の白い部分は、温度の低いところ、つまり雲頂高度の高い部分であり活発な活動域の情報となる。雲バンドの移動変化を数日間の動画方式により解析すると、日本付近の雲の源は、遙か赤道方面にあることが観察できる。熱帯収束帯の雲塊は、絶えず発達・衰弱の大きな変化を繰り返しながら全体として西へ西へと移動している。そして、ベンガル湾方面から北上成分をもって偏西風帯の雲バンドに合流している状態が良くわかる。つまり、日本にもたらされる雨の水源地は、赤道方面にあって遠くインド方面を迂回して日本に雨を運んでいる。

ベンガル湾付近は、「ひまわり」から一番遠い地域であることから、雲組織の型態が変わっていることや距離分解能は衛星直下点と著しく違うことには注意する必要がある。

#### 盛夏型（口絵写真 8）

冬の季節風の吹き出し画像が「冬の顔」であるなら、この画像は「盛夏の日中の顔」と言えよう。天気図は南高北低の気圧配置となり、安定した夏型によく見られる「鯨の尾」型が朝鮮西部に現われている。低圧部は太平洋高気圧に押し上げられて、 $45^{\circ}\text{N}$  帯にあり幅広い雲バンドが東西に横たわっている。日本付近には組織的な雲域はほとんど見当たらない。本州各地に点在する、数十 km オーダーの輝度の強い白い雲は積乱雲である。雲頂は、羽毛状で四方に広がり円形状になっていることから、雲頂は対流圏上部に達しているが上層風は弱いことが推察できる。当日の3時間おきの赤外画像からこの積乱雲の盛衰を見ると、12時までは輝度の強い白い雲は本州上空にない。15時になると、急速に発達して主として山岳地帯に現われ始め、18時には白い円形が最も広がっている。21時には弱って数も少なくなり、真夜中の1時には中部山岳地帯に一部残るだけになっている。

日本海北部のシベリア大陸に接している灰色の雲域は特徴的形狀から霧か層雲である。また、本州や朝鮮半島各地に見られるつぶつぶの雲は積雲である。

#### 秋雨（口絵写真 9）

秋は、秋晴れと言われて好天が連想されるが意外に天

気の悪い日が多い。1978年の夏は、記録的に長く暑い日が続き各地で水不足現象が起こったが、9月中旬から本格的秋冷となり、9月21日は典型的秋雨パターンとなっている。

北海道南東海上の濃密な雲域の中心付近に低気圧があり、本州南岸の雲バンドは寒冷前線に対応している。赤外画像で見ると、本州上空の雲域は雲頂高度が低いことを示している。この背の低い関東地方の雲域は、動画解析で見ると北東から南岸の前線に向かって動いている。東京では、日中曇りで夕方には霧雨が降っている。150°E 付近の雲パターンは、カムチャッカ方面の高気圧から吹き出している冷たい気流により生じたもので「冬の顔」がのぞいている。雲バンドの東西方向のスケールや雲の移動あるいは雨を降らせる雲の種類など、梅雨前線とは全く異なることがわかる。

朝鮮方面から能登半島付近に延びている下層の流れと異なる走向の雲バンドは、ジェット気流に伴う網雲で上層の強風軸の位置と走向を示唆している。

#### 台風的一生（口絵写真10）

1978年台風26号（リタ）の発生から衰弱までの経過を、1日ごとに示した組写真である。

右最上段は10月21日で台風発生以前の熱帯収束帯の雲の状態であり、以下24時間毎に左の方に順を追って変化を示している。2枚目では台風の温床である熱帯収束帯の雲の量が急増加し、3枚目ではその西方部分が独立した大きな雲塊となる。次第に円形度を増し北西に進み始め、9枚目では台風の眼がはっきり捉えられている。これは先行した台風25号である。台風26号は、引き続いて発生しており5枚目から循環が見え始め10枚目から11枚目にかけて急速に発達している。13枚目では台風の中心は $140^{\circ}\text{E}$  上にあり、この頃から西北西に進み始め非常に強い勢力を持ったままフィリピンに上陸している。上陸後は急に変形し始め17枚目では中国南部の偏西風擾乱とぶつかって急激に衰えた。台風は、短い時間間隔（1～3時間）の動画から見ると、絶えず回転運動をしながら中心（台風の眼）は一定の進路の線の中で小さきみの変動をしていることが見受けられる。

気象衛星から得られた台風の多くの雲パターンから台風の強度を推測する統計的方法があり、観測資料の少ない遠い海上で台風周辺の雲パターンの詳細解析により中心付近の最大風速や最低気圧等を推測することができる。

## 冬と台風（口絵写真11）

1979年1月1日、ガム島方面に台風第1号が発生して早期発生の記録を更新している。台風が冬に発生することは数こそ少ないが、意外に発達している例が少なくない。1970年までの過去30年間の台風発生回数833回中、11、12および1月に126回発生しており全年の15%を占めている。

この画像は、北半球に冬型パターンの雲と台風が同居している例である。日本付近では太平洋側に冬型特有の対流性雲細胞が広く分布している。台風は冬期ではあるが中心に明瞭な眼があり、また、中心を取り巻く雲域は

きれいな円対称となっていて強い台風に通のパターンを示している。中心に廻り込む積乱雲は、幅広いバンド状となっていることが認められる。衛星画像から台風の強度を推測する場合、このバンドの状態解析は重要な必要条件の一つである。積乱雲の頂部の羽毛状雲は上層風の方向を示唆しており、外側の雲バンドの頂部の羽毛状雲は前方の寒冷前線の上に重なっている。台風から南東に伸びている雲列は、台風の温床である熱帯収束帯に連なっている。台風の発達に寄与する役割をもっているらしいが、早い時点でこのひもが切り離されて発達している例も多く見受けられる。

## 気象学会および関連学会行事予定

日本気象学会総会・春季大会	昭和54年5月22日～24日	日本気象学会	気象庁
第23回山の気象シンポジウム	昭和54年6月23日		気象庁第1会議室
第16回理工学における同位元素研究発表会	昭和54年6月25日～27日		国立教育会館