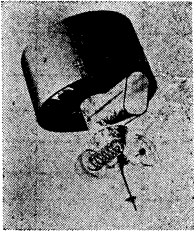


## 宇宙から見た気象——No. 43



ひまわり3号

## 富士山の風下に形成された交互配列の雲

原田 知 幸\*

## 1. はじめに

富士山を起点として線状の雲が交互に配列した雲パターンが観測された。冬季、寒気吹き出し時に済州島や屋久島の風下にカルマン渦列が出現するのはよく知られている。ここに紹介する雲は、それと同様に交互の配列をしているが、個々の雲が渦ではなく、直線状である点でカルマン渦列とは異なっている。

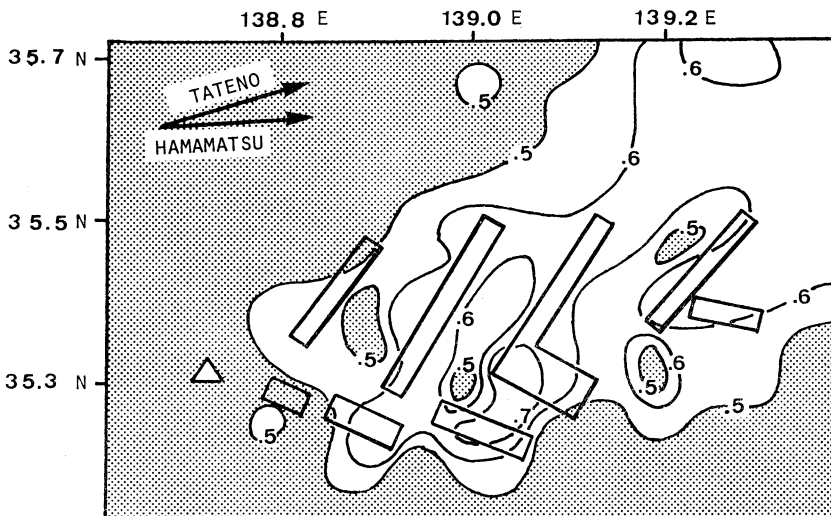
## 2. 雲の状況

事例は1985年3月29日であり、口絵写真1, 2は、静止気象衛星「ひまわり3号」で取得された00Zの可視お

よび赤外画像である。赤外画像ではよく見えないが、可視画像では線状の雲が交互に配列しながら東北東の方向にのびているのがわかる。明瞭な雲パターンは神奈川県西部あたりまでだが、原写真で識別できるその全長は約60 km に及ぶ。

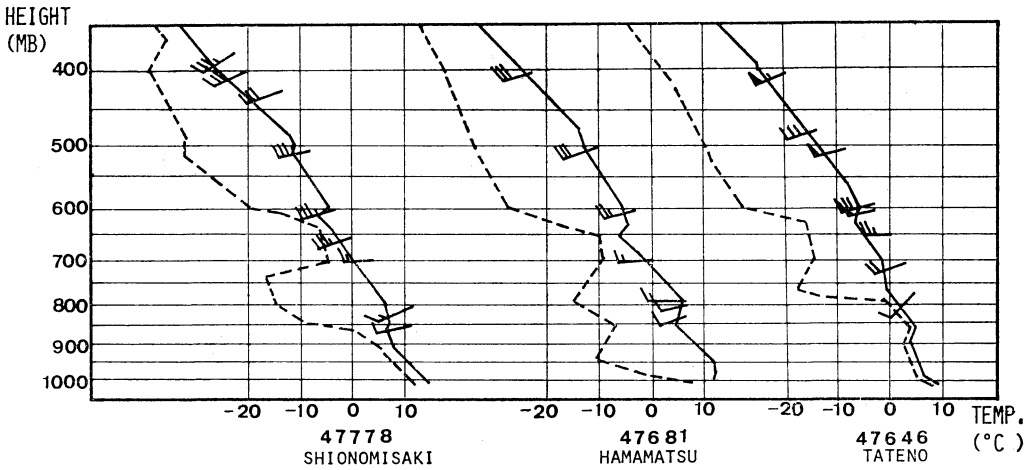
口絵写真3, 4は同日03Zの可視および赤外画像である。00Zより不明瞭だが、前述のパターンがまだ認められる。従って、この現象は数時間にわたって持続した。

第1図は00Zのアルビドの等値線であり、緯経度0.5度格子のデジタル値に基づいて作成した。図の範囲は、写真1の枠内に対応している。等値線は、0.1 間隔で引



第1図 富士山付近のアルビド等値線。等値線は0.1ごとに引いてある。点彩域は0.5以下の領域、△印は富士山の位置、□は交互に並んだ雲のおおよその配置を示す。矢印は館野、浜松の700 mb面での風向を表す。口絵写真1と同時刻。

\* Tomoyuki Harada, 気象衛星センター解析課。



第2図 潮岬、浜松、館野における気温(実線)、露点温度(破線)、風の鉛直分布。観測点は、西南西から東北東方向の距離間隔に比例した距離で記入してある。矢羽根の単位は10ノット。口絵写真1と同時刻。

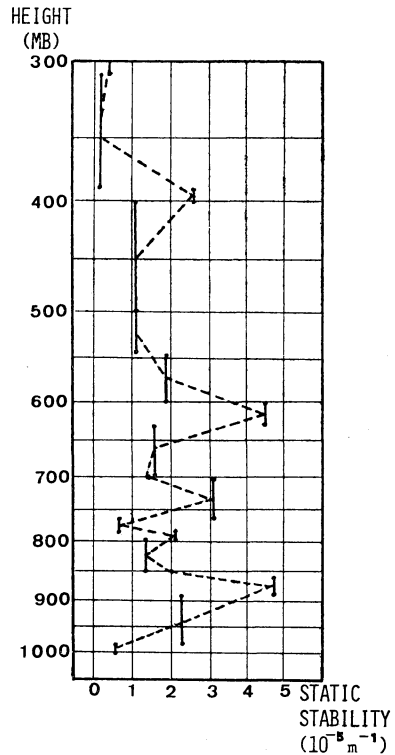
いてある。点彩域は0.5以下の範囲を表しており、すなわち、雲の僅少な地域である。図中の△印は富士山の位置で、線状の雲が交互に配列している様子は、細長い四角で表現してある。なお、赤外写真が示すように、この雲の雲頂高度は高くない。00Zの館野における指定気圧面の高度および気温を用いて、 $T_{BB}$ (相当黒体温度)を雲頂高度に変換すると、約3500~4000mである。大気補正を考慮すれば実際にはこれよりも低いはずであり、第2図の館野の状態曲線から2000~2500mぐらいと考えられる。

3. 大気の状態

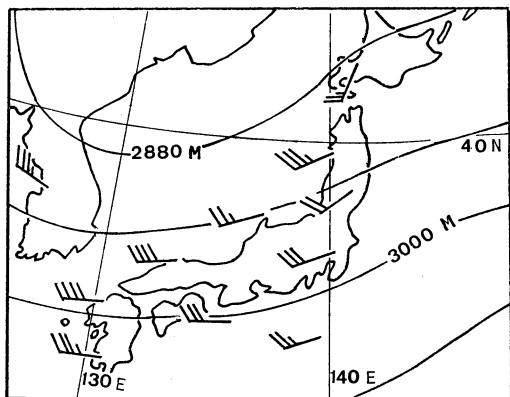
第2図に、00Zの館野、浜松、潮岬の高層観測から得られた気温、露点温度、風の鉛直分布を示す。600~650mb付近に顕著な逆転層がある。しかも、その上下で風速の鉛直シアーが大きい。富士山は、館野と浜松のほぼ中間に位置する。この時、富士山頂での気圧は631mbであった。この高度はこの付近での逆転層高度とほぼ一致しており、前述の雲と富士山の位置関係から考えて、雲の生成に富士山が影響をおよぼしていたと考えられる。

第3図は、館野における静的安定度( $\partial \ln \theta / \partial Z$ )の鉛直分布を示したもので、600mbより下層で安定度が大きく、それより上で安定度が小さい。

第4図は、00Zの700mb面の風と高度を示す。日本付近は気圧の谷の前面になっていて、ほぼ一様な西南西の風が卓越する場になっていた。



第3図 館野における静的安定度の鉛直分布。縦の実線は、特異点間の層ごとの計算結果を示したもので、縦軸は層の位置と厚さ、横軸は安定度を表す。破線は、安定度の大きさを層ごとに結んだものである。口絵写真1と同時刻。



第4図 700 mb 面の風と高度。矢羽根は第2図と同じ。口絵写真1と同時刻。

4. 吟味

大気の流れが山のような障害物にあたった場合、その山をのりこえられるかどうか重要な問題である。この事例の場合は、逆転層で雲頂がおさえられた層状の雲が広がっており、また、この雲を突きぬける形で富士山がある。このようなときは、山にあたった流れは山の周りを回ることになり、その流れの性質は、円柱に一樣流があたって生じる流れの性質から考えることができる。

円柱に一樣流があたって生じる流れの性質は、 $Re = UD/\nu$  で定義されるレイノルズ数で決まる。ここで、 $U$  は一樣流の流速、 $D$  は円柱の直径、 $\nu$  は動粘性係数である。カルマン渦列は、レイノルズ数が 100~10000 程度で発生することが知られている (木村, 1983)。 $\nu$  としては、分子動粘性係数ではなく渦粘性  $10^4 \text{m}^2 \text{sec}^{-1}$  を用い、富士山の直径を数 10 km とすると、 $U$  は 100~10000  $\text{m sec}^{-1}$  となってこの事例の風速とは適合しない。しかし、カルマン渦列ができるレイノルズ数として、他に 60~500 (西川恭治他, 1981) とか 50~5000 (Niels Otto Jensen and Ernest M. Agee, 1978) などがあり、渦粘性の値の評価によっても  $U$  の値は変わってくるので前述のように断定できないかも知れない。また、円錐形の富士山を

円柱として計算したが、直径としてどのぐらいをとるかによっても  $U$  は変わってくる。

カルマン渦列は、渦が交互に配列したときに安定となるが、この事例でも交互に細い線状の雲が並び、カルマン型の特徴をもっている。渦列の間隔を  $h$ 、列上の渦と渦の間隔を  $l$  とした場合、理論的には  $h/l = 0.281$  のとき渦列が安定に維持される (佐々木, 1976)。森脇 (1984) によれば、この比が東シナ海では 0.42~0.48、千島列島では 0.29 であった。第 1 図において、富士山からはぼ東方向の線 (図中には示していない) を南北の渦列の中央線と考え、富士山の直径を 10 数 km として、長方形の中心よりやや端寄りを渦の位置と考えた。この場合、富士山のすぐ風下付近では比が 1 以上になり、はるかに数値が大きい。

5. おわりに

上記のように、この雲列はカルマン型のものとの類似点と相違点があり、その生成機構についてははっきりしない。むしろ、小花 (1979) の報告にあるような船首波形の波状雲かも知れない。因みに、このとき河口湖測候所では視程 0.7 km の霧、富士山頂では曇 (雲種不明) であった。

文献

木村竜治, 1983: 地球流体力学入門, 東京堂出版, 24-26.  
 森脇 明, 1984: ひまわりから見たカルマン渦, 気象衛星センター技術報告, 第 9 号, 1-9.  
 Niels Otto Jensen and Ernest M. Agee, 1978: Vortex cloud street during AMTEX 75, Tellus, 30, 517-523.  
 西川恭治, 大林康二, 若谷誠宏, 1981: 連続流体力学, 朝倉書店, 43-46.  
 小花隆司, 1979: 船首波形の波状雲, 天気, 26, 2, 68-70.  
 佐々木達次郎, 1976: 完全流体の流体力学, 現代工学社, 69-88.

(説明は381~383ページ参照)

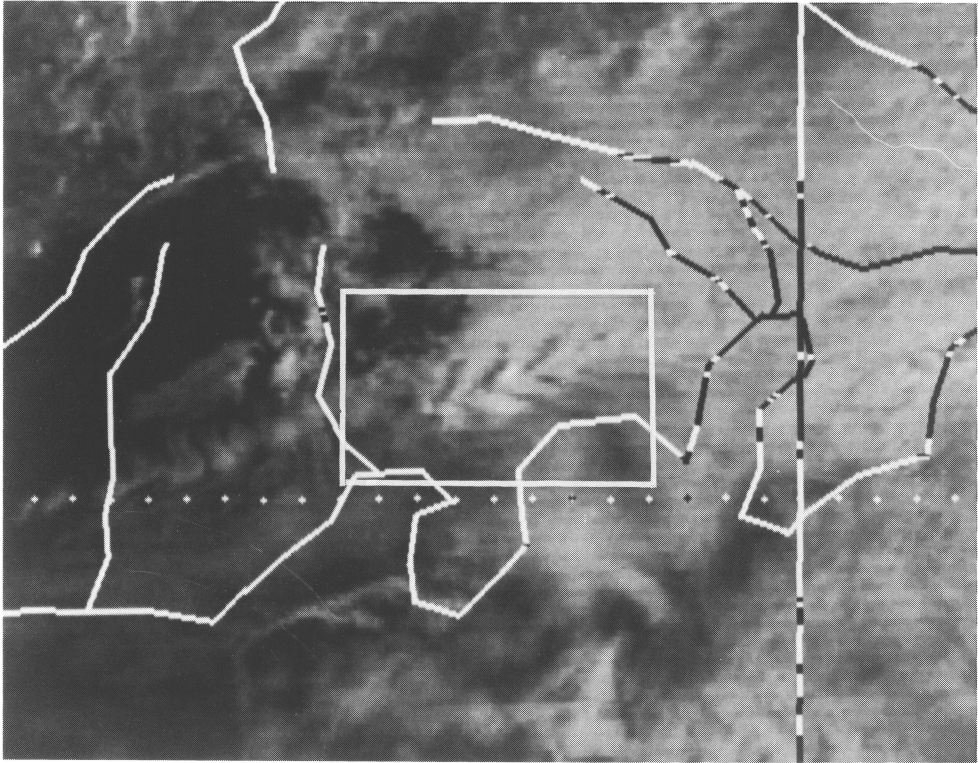


写真1 1985年3月29日00Z, 可視画像。白い枠内は本文の第1図の範囲に対応している。



写真2 赤外画像 (写真1と同時に)。



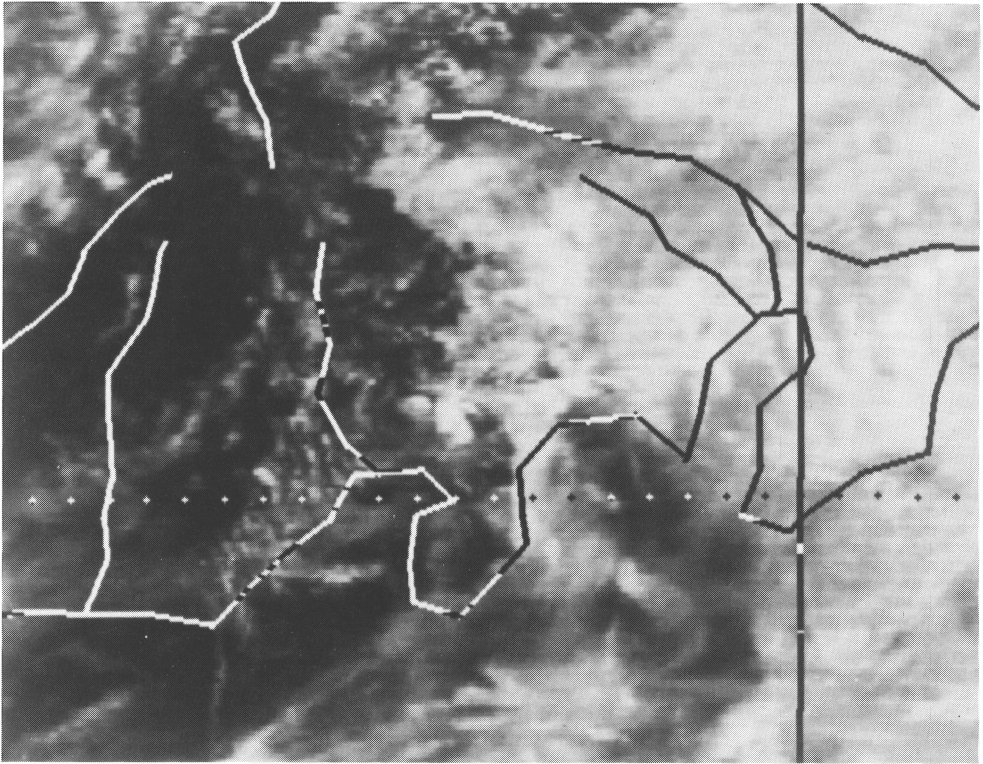


写真3 1985年3月29日03Z, 可視画像。

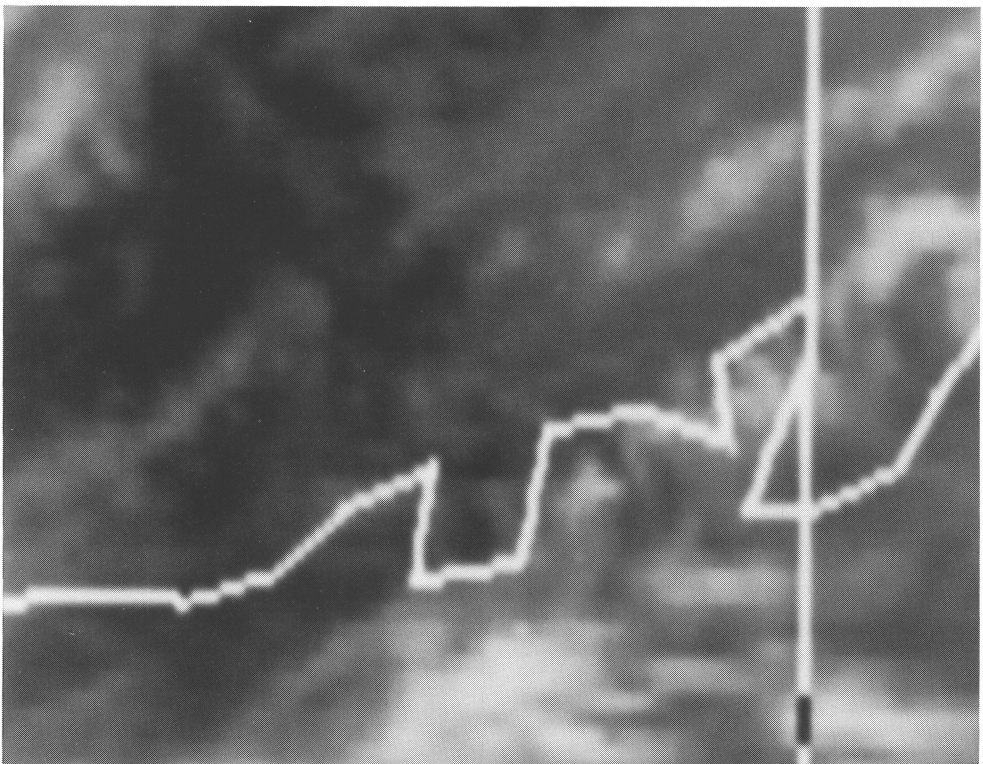


写真4 赤外画像 (写真3と同時刻)。