

富士山の山旗雲の研究

荒川 正一

(平成7年9月30日受理)

A study on banner clouds on the lee side of Mt.Fuji

Shoichi ARAKAWA

(Received September 30, 1995)

1. まえがき

富士山の雲については阿部正直の研究に始まって、以来いくつかの研究がある。富士山は高い孤立した山であるため、その山頂から麓まで広い範囲を下から望み得る故雲の観察に適している。阿部は御殿場に私設の観測所を設け、写真セオドライトを用いて観測を続け、多くの研究を発表している。^{1), 2), 3)} もう1つの研究は河口湖測候所の技官等によって行われた。中でも山本三郎⁴⁾、湯山生⁵⁾らの写真を中心とした分類的研究は、その写真の芸術性とともな価値あるものである。彼らの分類によれば、富士山の雲には笠雲、吊し雲(形によってつばさ雲、渦動回転雲などと呼ばれる)、山旗雲などがある。吊し雲は強い南西風が富士山に当たる時、その風下側すなわち北東側に現れる。春一番の時、台風が日本海へ入ったときなどが好条件である。また山旗雲は冬期北西風の当たる時、山の風下側に尾を曳いて現れる。ことなどが知られている。しかし吊し雲について、その高さ、山との相対位置など正しくは知られていない。また山旗雲の尾がどこまで伸びているのかについても調べられていない。

われわれは富士山の雲についてもっと深く知ろうと、1992年から卒研究生とともに研究を始めた。この報文は1992年に行われた研究の報告である。研究に携わった学生は、1992年度理科コース卒業生10人で、その氏名は次の通りである。

江田加代子、榎本弘子、加藤牧子、川北晶子、川辺加奈子、後藤禎子、杉本陽子、関口桂子、高橋泰代、服部珠代。

2. 観測とデータ

春一番を予測して選んだ1992年2月22、23日の観測日は、両日とも予測に反して強い季節風吹き出しの日であった。河口湖町の民宿富士見園傍と富士急ハイランド傍に観測点をおき、両地点において写真観測を主として行い、補助として雲や気象の変化を観察した。カメラはペンタックスZ-10、焦点距離 $f=28\text{mm}$ に固定し、後の測量解析に用いるため常に雲とともに富士山を含むように撮影した。また予め2つのカメラの時計を合わせ5分ごとにシャッターをきった。観測は両日とも終日行った。

22日は終日山旗雲が現れたが23日は同じような季節風吹き出しにもかかわらず、全く雲が現れなかった。5節においてこの事情について考察する。

現地観測を補うものとして、同日の気象衛星ひまわりの資料とアメダスの資料などを用いた。また富士山測候所の資料や館野の高層観測資料なども用いた。これらの資料は気象庁の各部署から提供を頂いた。

ここで山旗雲について一言述べておく。アメリカ気象学会のGlossary of Meteorologyによれば、山旗雲(banner cloud)は高い孤立峰の陰に、周りには全く雲がないのにそこだけに尾を曳いて現れる。その成因についてはまだはっきりしないとしながら、山陰での気圧降下などをあげている。マッターホルン、エベレストなどの山旗雲は特に有名で、smoking mountainとも呼ばれ親しまれている。もっとも、富士山の山旗雲はこれら2つの山のばあいと少しく様相が異なるようである。

3. 山旗雲の日変化

2月22日は一日じゅう山旗雲が観測された。が、これは著しい日変化をした。その変化過程を写真1に沿いな



a) 22日 9時



c) 22日 13時



b) 22日 11時



d) 22日 16時

写真1 山旗雲の日変化, 1992年2月22日, 富士急ハイランド脇にて撮る

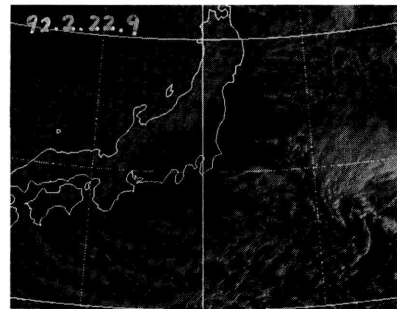
から述べる。写真はすべて富士山のほぼ真北から撮ったものである。この日の山頂の風向きはNW~WNWなので、右手前から左向う側へ風が吹いていたことになる。

朝方は全く雲がなかったのだが、9時ごろから富士山の東側に山旗雲が現れだした。雲は山の東の冠雪部が雪線付近に間欠的に発生し、風で東方へ流されて行く。その結果富士山の風下側に尾を曳いて見える。朝のうちは山頂より東側にしか雲が存在しなかったが、ひる頃から東側ばかりでなく山頂付近、更に西側にも存在するようになる。そして正午過ぎ雲量が最大となる。午後3時頃から雲の勢いは弱まり、日の入り後雲は全くなかった。

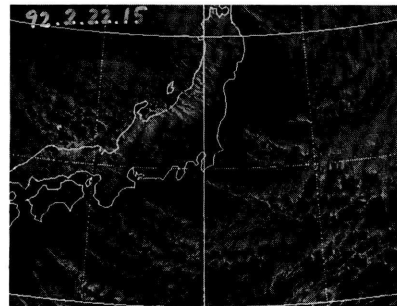
以上のことから、山旗雲の発生原因としては、1)山の斜面に陽が当たり無雪斜面上昇流が発生すること、2)陽の当たる雪線付近で蒸発が盛んになること、それと、3)山の風下での乱れ、などが考えられる

4. 山旗雲はどこまで続くか

冬の季節風吹き出しの日、富士山の南側に長く尾を曳いている山旗雲を東京から望見することがある。これがどこまで続いているかをみるため、気象衛星ひまわりの



1) 2月22日 9時



2) 2月22日 15時

写真2 気象衛星ひまわりの可視画像

富士山の山旗雲の研究

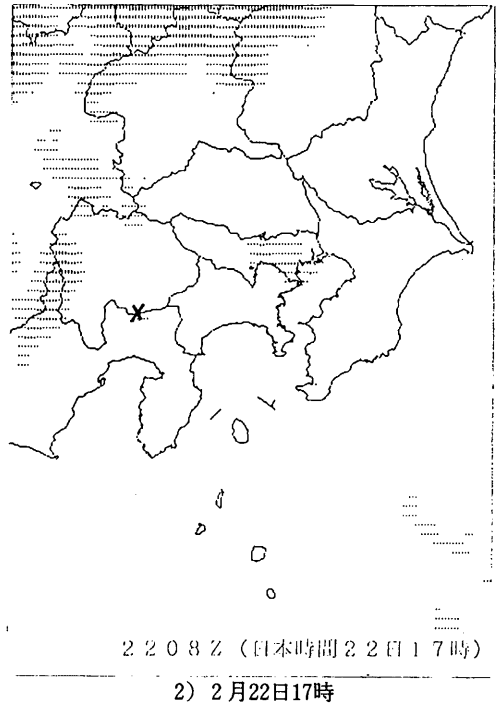
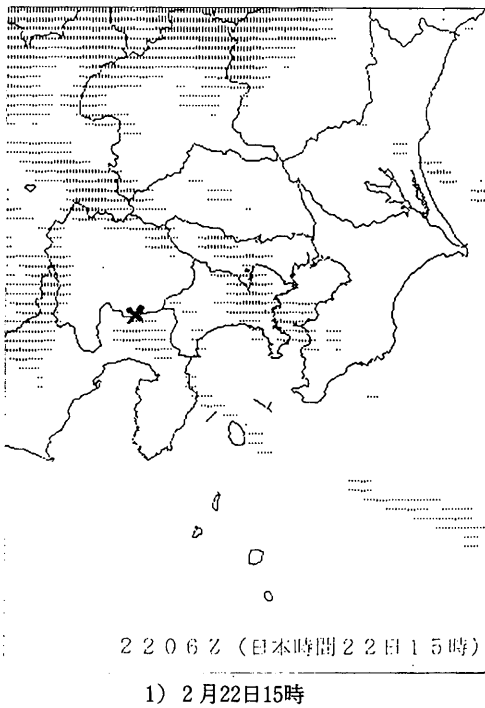


図1 気象衛星ひまわりの赤外画像の解析図

写真を観察した。22日15時に、伊豆半島の付け根から南東へ500kmに亘って雲の帯が延びている（写真2）。これが富士山から発していることは、図1の赤外線解析図においてより明らかである。22日12時、15時以外の時刻では、房総沖から発生して南東方へ伸びる雲の帯がみられるが、これも同種の雲とみなされる。このことから、富士山から発した山旗雲は南東方へ延び、午後の最盛期には延長500kmの雲の帯となって連なっていることが解る。

季節風吹き出しのとき、通常ひまわりの写真上で太平洋側に幾筋もの雲の帯が観測される。これには海峡、地峡から発するものと、山から発するものの2種あるようである。前者についてはよく指摘されているが、後者については山から離れて現われるせいか余り認識されていない。筆者の指摘⁶⁾と岩倉・岡林⁷⁾の研究があるくらいである。この度の研究で富士山から発する雲の帯の存在が明らかにされた。

山旗雲が富士山の風下に尾を曳く様子はアメダスの資料からも読み取れる。アメダスは、気象庁がメソ気象の監視のために展開した観測網で、平均20kmメッシュのデータが毎時得られる。要素としては、風向、風速、気温、

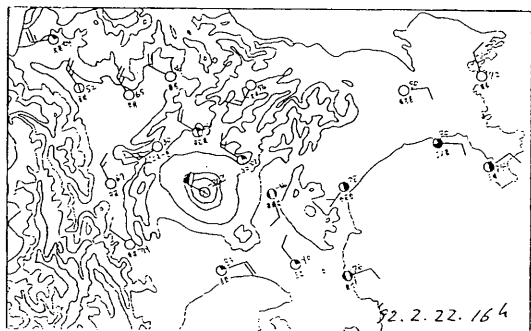
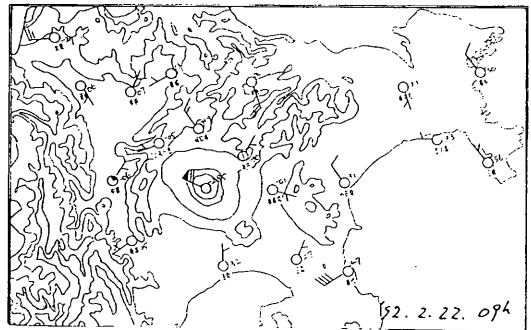


図2 富士山周辺のアメダスによる気象分布、円内は日照率、黒い部分が多いほど日照率少い。

日照率, 降水量がある. 図2は富士山周辺のアメダスの解析図である. アメダスでは, 前1時間の日照率が0から1まで0.1きざみで報ぜられる. (1-日照率)は前1時間の平均雲量とみなすことができる. この数値を国際式の雲量の記号によって図の円内に記入した. この記号では雲が多いほど円内の黒の部分が多くなる. 図2によれば, 富士山の風下側(南東側)では朝からひる頃までほとんど雲がなかったのに, その後増えて, 16時に雲量最大となっている(15時は欠測があって表示していない). 山旗雲もひまわりの写真の雲の帯もこの時刻ころ最盛期であった.

5. 22日と23日の違い

2月22日には1日じゅう山旗雲が見られたのと対照的に, 翌23日は同じような冬型気圧配置なのに, 山旗雲は全く現れず快晴だった. この両日の違いについてここで考察する.

表1 富士山頂の気象

1992年2月22日と23日の9時

	22日 9時	23日 9時
気温 °C	-28.5	-21.1
湿度 %	62	29
風向	NW	NW
風速 m/s	14.4	15.6

1) 両日9時の富士山頂の気象は表1のとうりである. 両日の風はほとんど同じで, 23日の方がやや強い. 特徴的な違いは22日の方が気温が低く, 湿度が高い, ことである. 前者は中・下層大気が不安定なことを意味し, 後者と併せて雲ができ易いことを意味している.

表2 館野(つくば市)の高層気象状態

1992年2月22日と23日の9時の観測から

気圧 hPa	気温減率 °C/km		湿度 %		風向・風速 m/s	
	22/09	23/09	22/09	23/09	22/09	23/09
1000	7.5	7.2	36	36	WNW 6	W 8
900	8.8	7.3	35	37	WNW 14	WNW 12
800	8.2	5.9	51	33	WNW 15	WNW 19
700	8.2	4.8	44	28	WNW 18	WNW 23
600	3.9	7.1	39	23	WNW 23	WNW 28
500			21	27	WNW 32	WNW 34

2) 表2は館野における両日の高層気象状態を示す(館野は富士山に最も近い高層気象観測所である). 表には1000hPa(ほぼ地表面)から500hPa(ほぼ5000m)までの気象状態が示されている. 風向は全層に亘って両日共にWNW, 風速は23日の方がやや強めだが両日もほぼ同じである. しかし, 1000~600hPaの層内で気温減率は22日の方が大きい, すなわち不安定である. また同層内の湿度は22日の方が高い. すなわち, 富士山頂(約630hPa)とそれより下層では22日の方が気層が不安定で湿度が高く, 雲の現れやすい状態であった. 3節において山旗雲の発生条件として3つあげたが, その他に「不安定な気層」と「湿り気」があげられる. 尤も, これらは雲発生のための当然の条件ともいえよう.

ひまわりの写真をみると22日は日本海の雪雲が豊富で, 富士山の近くまで雲が溢流していた. 一方23日は日本海の雲の量が減り, 富士山付近まで雲は届いていなかった. 地上天気図から見て季節風の強さに差はなくとも, 上述の如き大気の構造の違いが22日と23日の違いを齎したと考えられる.

6. むすび

2点写真観測から雲の3次元的位置を決める方法と, 実際への応用のことについては次回に譲りたい.

この報文は, まえがきに述べた理科コース学生10人の卒業論文を骨子としている. 現地観測からデータ解析まで意欲的に当たった10人の学生の労を多としたい. また種々の気象データを提供頂いた気象庁の担当の方々へ感謝する. 気象衛星ひまわりの写真とIR画像のF/Dをご提供頂き, かつF/Dの扱い方についてご指導頂いた気象衛星センターの内藤成規調査官にも感謝申し上げる.

富士山の山旗雲の研究

この報告の内容は、日本気象学会1993年春季大会において発表した。

文 献

- 1) Abe, M., 1928: Cinematographic studies of rotary motion of a cloud mass near Mt. Fuji. Geoph. Mag. 1, 211.
- 2) ……., 1930: Local air current of Mt. Fuji as observed by motion of clouds by the aid of cinematograph. Geoph. Mag. 3, 45.
- 3) ……., 1932: The formation of cloud by the obstruction of Mt. Fuji. Geoph. Mag. 6, 1.
- 4) 山本三郎, 大井正一, 曲田光夫, 1974: 富士山の雲と大気の成層状態, 気象研究ノート 118, 23.
- 5) 湯山生, 1974: 富士山の雲, 気象研究ノート118, 23.
- 6) 荒川正一, 1988: 局地循環序論, 気象研究ノート 163, 1.
- 7) 岩倉晋, 岡林利夫1992: 日本列島周辺の地上風の分布(富士山などの風下の収束域), '92気象学会春季大会予稿集, 27.

Summary

Photographic observation of banner clouds of Mt. Fuji was made under an winter monsoon condition. And its analysis was carried out together with various data of JMA. The banner clouds were observed in the daytime, i.e., appeared in the late morning, became most active in the afternoon, and disappeared in the evening.

The banner clouds extended by 500km downwind and developed as a cloud band above the Boso offshore which is often observed in the GMS's picture.