

写真1 1991年6月15日07:40 UTにおけるピナトポ火山雲のGMS-4可視画像(徳野 正己氏提供)

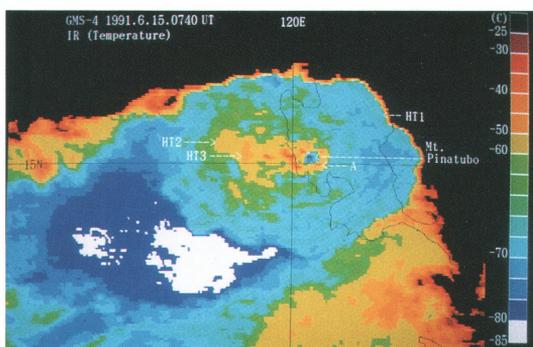


写真2 写真1に対応する疑似カラー赤外面像(徳野 正己氏提供)

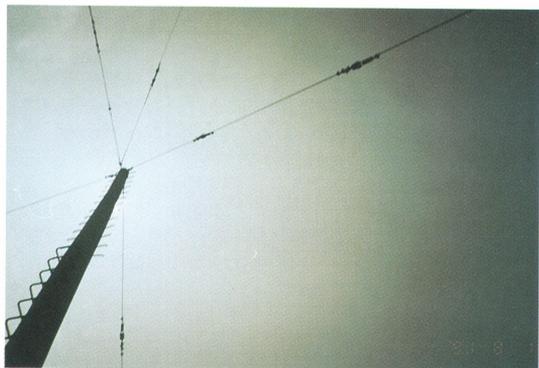


写真3 1991年8月1日12時に久米島にて撮影されたビショップ光環(新屋 盛進氏提供)



写真4 1991年12月13日11:30に筑波にて撮影されたビショップ光環(浅野 正二)



写真5 1991年11月25日16:51(太陽俯角5.3°)の筑波における夕焼け空(浅野 正二)



写真6 同日17:01(太陽俯角7.2°)の筑波における夕焼け空(浅野 正二)

ピナトゥボ火山ダストによる光学現象*

浅野 正二**

火山雲 フィリピン・ルソン島中央部にあるピナトゥボ (Pinatubo) 火山 (15.14°N, 120.35°E) が、1991年6月15日に今世紀最大規模といわれる大噴火を起こした。これにより大量の火山灰や火山ガスが成層圏に注入された。6月15日の一連の大噴火による火山雲が、静止気象衛星 GMS-4 によっても観測されている。写真1は、世界時07:40 (現地時間15:40) における GMS-4 の可視画像であり、写真2は、対応する赤外画像である。可視画像には、灰色の大きな円盤状の火山雲 (直径約400 km) と、その西側に広がるペール状の火山雲が、台風5号に伴う白い雲を背景に写し出されている。これら火山雲が灰色に見えることは、可視光線を吸収する性質を持つ火山灰を主体とするものであることを意味する。興味深いことは、円盤状の火山雲の上に白っぽい雲 (中心部より西側) が見られることで、これは下の火山灰雲よりも小さな粒子からなる雲か、あるいは火山ガス成分が凝結して生じた雲ではないかと考えられる。

赤外画像 (写真2) は、雲の表面の輝度温度を表す。熱帯大気では圏界面の気温が最低で、成層圏では気温は高度と共に増大している。このことから円盤状の火山雲は成層圏内に達しており、中心部ほど高度が高いことがわかる。一方、その西側のペール状の火山雲は、台風5号の上層圏と同様に気温の低い圏界面に沿って拡散している。これら一連の衛星画像を解析して、火山雲の規模、高度、構造、拡散速度などについて多くの知見が得られている (例えば、Tokuno, 1991)。

ビショップ光環 火山ダスト (粒子状物質) は、7月初めには早くも日本上空に到来した。沖縄地方においては、7月中旬からピナトゥボ火山ダストの影響と思われる直達日射量の減少とともに、太陽の周囲に赤褐色のやや暗い環が現れる光学現象 (写真3) が断続的に観察された。筑波においても11月13日以降、ときおり現れている (写真4)。この光学現象は、ビショップ光環 (Bishop's ring) と称される。この名称は、1883年のクラカトア (Krakatoa) 火山の大噴火の際にホノルルのビショップ牧師 (Reverend S. E. Bishop) が初めて記録したことに由来する。

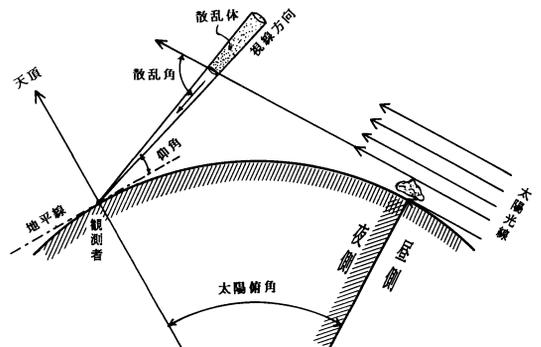
ビショップ光環の明確な定義はないが、太陽の周囲の視半径で約10°~30°の領域内において幅10°以上の広がりを持つ薄く赤味を帯びた環をさすようである。環の内は白く明るい。その外は濃い青色となる。これは、一種の aureole-corona の複合現象と考えられ、基本的にはエアロゾルによる光の回折の波長依存性の違いによる。今回のピナトゥボ火山噴火に伴い沖縄地方や筑波で観察されたビショップ光環もおおむね上記の特徴を備えており、薄く赤褐色に色づいた環の範囲は約10°~25°とされる。筆者のモデル計算によると (浅野, 1991)、ビショップ光環は、半径が約0.6 μm のほぼ均一な大きさの粒子によってのみ生じる。この場合でも、空気分子や対流圏エアロゾルなどによる散乱光を背景にビショップ光環が現れるには、背景のエアロゾルよりも多量の火山ダストが存在する必要がある。ピナトゥボ火山ダスト

の粒径がなぜこのような特殊な分布をしているか、今のところ謎である。

朝焼け、夕焼け 黄昏時あるいは日の出前に、太陽が地平線下まぢかにあり、天空の一部が太陽光に照射されるとき (第1図参照)、天空には時々刻々変わりゆく色彩の世界が出現する。これが、夕焼けや朝焼けと呼ばれる薄明光 (twilight) である。大規模な火山噴火後にしばしば、薄明光の広がりや持続時間が拡大するとともにその色彩が鮮やかになることが知られている。今回のピナトゥボ火山噴火後も、各地から「異常」夕焼け・朝焼けの報告が相次いでいる。写真5および写真6は、それぞれ太陽俯角が5°および7°の時の夕焼け空の例であり、上空へ広がる紫 (purple) の領域と、地平線直上の鮮やかな橙色の帯 (twilight arc) が印象的である。この紫色は太陽光のスペクトルには無い色であり、赤系と青系の波長の散乱光の混合として現れる。これらの薄明光の色彩は、空気分子による散乱のみでは生じず、成層圏エアロゾルによる散乱およびオゾンによる吸収を含めた複合効果として現れる (例えば、Dave and Mateer, 1968)。特に、火山ダストなどの成層圏エアロゾルの量、粒径分布、高度分布等が、薄明光の明るさや色合い、広がり、持続時間に大きな効果をもつ。また、薄明光が長い時間持続するには、第1図の幾何考察からもわかるように、太陽方向の空が数100 km にわたって晴天であることが必要である。

参考文献

- 1) 浅野正二, 1991: ピナトゥボ火山ダストの粒径分布と放射効果. 気象研究所ニュース, 平成3年第11号
- 2) Dave, J. V., and C. L. Mateer, 1968: The effect of stratospheric dust on the color of the twilight sky. *J.G.R.*, 73, 6897-6913.
- 3) Tokuno, M., 1991: GMS-4 observations of volcanic eruption clouds from Mt. Pinatubo, Philippines. 気象衛星センター技術報告, 第23号, 1-24.



第1図 薄明光の模式図。高さ方向が誇張されている。

*Optical Phenomena due to Pinatubo Volcanic Dusts.

**Shoji Asano, 気象研究所気候研究部.