

太陽の方向



南東

写真1 「水平環」

大阪市中央区，南東方向，10時56分撮影（1992年6月25日）。

太陽の位置は中央上・画面外。

（ニコマート FTN，35mm レンズ）



南南西

写真2 「放射状巻雲と高積雲」

大阪市中央区，南南西方向，11時11分撮影（1992年6月25日）。

（ニコマート FTN，35mm レンズ）

# 長時間観測できた水平環\*

横田 寛 伸\*\*・山根 悟\*\*\*

## 要旨

約2時間にわたり観測できたハロー現象「水平環」は-17~-19°Cの巻雲の六角板状結晶によって生じた。太陽~水平環の角距離の時間変化を写真解析し、理論に一致することを確認した。

### 1. 大阪上空に現れた水平環

1992年6月25日の10時過ぎから12時まで、大阪で写真1のような水平環 (Circumhorizontal Arc) が現れ、約40分間にわたって連続して写真撮影を行った。この日の水平環は長時間観測できた点で珍しく、太陽高度の変化に伴い太陽~水平環の角距離が時間変化したのでそれを解析して理論計算値と比較することができた。

なお、水平環は、基底面を水平にした落下姿勢を保つ六角板状結晶が存在するとき、そのプリズム面 (柱面) から入射し基底面から射出する太陽光線によって現れるハローの一種である (Greenler, 1980)。

### 2. 地上から観測した雲の状態

この日は南海上に梅雨前線があり、南西から北東方向へ向うジェット気流の軸から北へ約200km離れた場所が大阪にある。観測時には、写真2が示すように、南西を放射点とする放射状の巻雲が全天にうすく広がっており、個々の雲は西南西から東北東に移動していた。水平環は、雲の隙間の部分に比べると、筋状構造のところにより明瞭であった。

水平環が現れた巻雲は高度が低く、その下方に点在している消散傾向の高積雲との高度差は小さいように見えた。雲は厚みを増す傾向にあり、12時の雲量は9 (雲形別では巻雲7, 巻積雲3, 積雲2) であった。

### 3. 巻雲の温度と氷晶の形

水平環の現れた巻雲の雲層は、航空機のパイロットデータによると23,000~25,000 ft (7,010~7,620 m; 430~405 hPa) であった。この雲層を第1図に対応させると、気温は-17~-19°Cで、22度ハロー (内暈) を生ずる六角柱状結晶ではなく六角板状結晶が成長する温度範囲内 (-16°C~-23°C) にあり (山下, 1974)、湿度も高い。このことから、わずかに水飽和を超えたところで単結晶の板状氷晶がゆっくりと成長できる環境が整っていたと推定される。

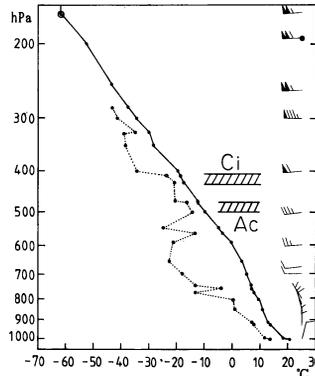
また、巻雲の雲層は薄かった (厚さ610m) ので、分光光線が雲層を通過する際にあまり散乱することなく、水平環が鮮明にみられたものと考えられる。

### 4. 太陽から水平環までの角距離の時間変化

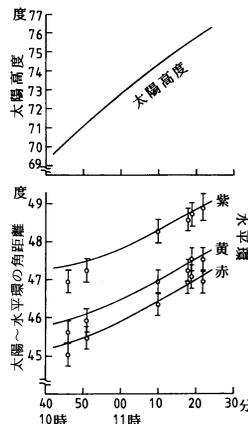
連続写真撮影した約40分間、太陽高度の変化に伴い、太陽~水平環の角距離も変化した。写真解析から得た角距離は、解析誤差範囲内で理論計算値に一致した (第2図)。

### 5. 水平環の現れた巻雲についてのまとめと結論

- (1) 巻雲は、ジェット気流の軸から北へ約200km離れた所にあつて、薄く広がっていた。



第1図 9時の徳島空港におけるエマグラム。実線は気温、点線は露点温度。一本の矢羽根は10 kt。Ciは巻雲の、Acは高積雲の雲層。



第2図 太陽高度の時間変化 (上段)と太陽~水平環の角距離の時間変化 (下段)。実線は理論計算値、○印は写真解析値。写真解析誤差は±0.3°。

- (2) 巻雲の温度は、-17~-19°Cで、六角板状結晶が成長できる温度であった。
- (3) 太陽高度の変化に伴い、太陽~水平環の角距離も変化した、その値は理論計算値に一致した。
- (4) 22度ハローが見られなかったことから、六角柱状結晶はきわめて少ないかあるいは存在しなかったと考えられる。

以上のことから、この巻雲中の氷晶は、ある程度以上の大きさのプリズム面と基底面を持つ六角板状の単結晶が大部分で、しかも基底面を水平にした落下姿勢を保っていたと結論づけられる。

観測日時が夏至の4日後の太陽高度が高い昼前で、時期的にも日本国内で水平環が観測される可能性のある条件下にあったが、長時間にわたっての観測例はなく、地上に居ながらにして上空に漂う氷晶の形や姿勢を知ることができた次第である。

本稿執筆にあたり、大阪教育大学の山下晃教授にご指導をいただきました。謝意を表します。

## 参考文献

Greenler, R., 1980: Rainbows, halos, and glories, Cambridge Univ. press, 50-53.  
山下晃, 1974: 大型低温箱を使った氷晶の研究, 気象研究ノート123号, 47-94.

\* Circumhorizontal Arc Observed for about Two Hours.

\*\* Hironobu Yokota, 気象庁予報部予報課.

\*\*\* Satoru Yamane, 大阪管区気象台技術部予報課.