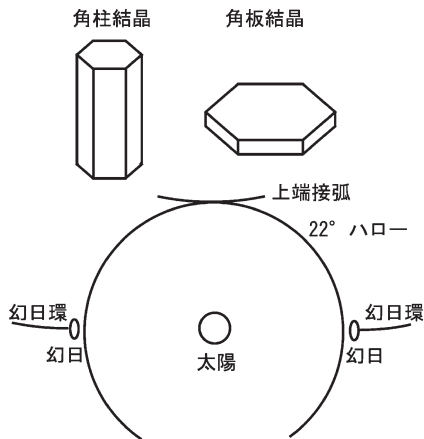
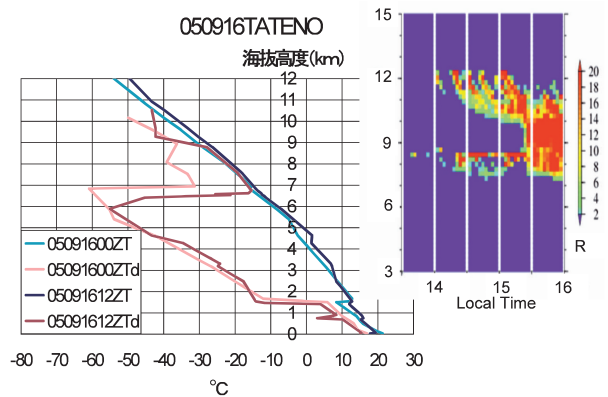




第1図 ハロー。4枚の写真を合成して1枚にした。撮影日時刻2005年9月16日午後3時30分。場所は柏市沼南庁舎近辺。カメラ OptioS4i, シャッタースピード1/2000s, 絞り4.3, 焦点距離35 mm フィルム相当で35 mm.



第2図 ハローの概念図と結晶形.



第3図 2005年9月16日00 UTCと12 UTCの館野高層データによる気温と露点の高度分布. 右側は気温, 左側は露点温度であり, 両者が近づいていると, そこでの湿度が高いことを示す. 合わせて気象研究所のライダーによる13時半から16時までの観測結果を示す. 観測値 R は散乱比という量で, 戻って来た信号が大気分子による後方散乱の何倍の強さを持っているかを示している. ここでは値2を雲としての閾値として表示している.

2005年9月16日に観察された複合ハロー現象*

高谷 美正**

2005年9月16日、午後3時30分、千葉県柏市の上空にハローを観察した。関東地方では16時前後に鎌倉市、東京都江東区、つくば市、横浜市でもハロー目撃の報告があった (<http://www1.linkclub.or.jp/~kinoko/>, <http://www.asahi-net.or.jp/~cgly-aytk/sky.html>)。第1図には、4種類のハローが捕らえられている。①内暈(22°ハロー)、②上端接弧、③幻日(22°幻日)、④幻日環である。内暈の下1/4くらいは不明瞭であった。各ハローとそれらの名称の関係は第2図に示した。

ハローは、太陽光が上空の氷の結晶により屈折したり反射したりして起こる。以下、柴田(1999)に沿って概略を述べる。22°ハローと、上端接弧は六角柱状の、22°幻日は六角板状の氷の結晶によるもので(第2図)、それぞれ屈折により発生し、分光が起きる。上端接弧は太陽高度が32°以下で起きるが、現象の起きた場所と時間から太陽高度は約26°と推定された。幻日環は両タイプの結晶の側面反射により発生するため、分光は起きない。また、ハローの形から上空の氷の層には両タイプの結晶が共存していたことがわかる。

上端接弧は六角柱状結晶の長軸がほぼ水平な場合に、22°幻日は六角板状結晶の底面がほぼ水平な場合に、幻日環は両タイプの結晶が上記の条件を満たす場合にそれぞれ発生するので、上空の風が弱く、結晶がゆっくりと落下する状況である必要がある。一方22°ハローは結晶がランダムな姿勢で空間分布している必要がある。したがって今回は様々な大きさの結晶を含んでおり、比較的小さな角柱状結晶は3次元ランダムに、比較的大きな結晶は2次元ランダムに分布していたと推論される。

気象庁のウィンドプロファイラーによれば、河口湖では13時30分、熊谷14時40分、勝浦15時40分、水戸16時20分から上空約7~9 kmに、風向はほぼ西、風速10~17 ms⁻¹で、落下速度0~2 ms⁻¹を持つ層が現れて22時ごろまではほぼ連続して存在していた。(図省略)

次につくば市にある高層気象台で観測された高層データを見る。現象が起きたのは、1日2回、00 UTC

(9時)と12 UTC(21時)に行われる観測の中間の時刻である。00 UTCにはなかった湿潤層が12 UTCになると上空7~9 kmに明瞭に現れていた(第3図)。ここでの風向は261~285度、風速は10~17 ms⁻¹で、プロファイラーのデータと矛盾しない。

氷の結晶形を与えるダイアグラム(小林禎作, 1984)によれば、過剰水蒸気密度が小さい値(0.05 g/m³以下)の場合には、角板状と角柱状の雪結晶が安定に成長する。過剰水蒸気密度の値がこれより高いと、結晶の角が優先的に成長した散晶、樹枝状結晶が現れる(水野, 2000)。12 UTCの高層データにおける湿潤層のデータから過剰水蒸気密度を計算して、このダイアグラムに重ねてプロットすると(図省略)、上記湿潤層では気温-17~-23°C、過剰水蒸気密度0.04~0.05 g/m³で角板状と角柱状の雪結晶が安定に成長する領域にあることがわかる。

総観規模のデータでは、06 UTCの気象衛星ひまわり6号の赤外画像において上層雲域が日本海中部から関東・東北地方へ南東に広がっていることが特徴である。

気象研究所のエーロゾルライダー観測によれば、14時頃からつくば市の上空で2層の巻雲によると思われる後方散乱があり、15時半頃に2層が合体して1層になった(第3図)。その高度は7~12 kmである。筆者が観察したハローが、合体した層か、それ以前の2層のどちらか一方、或いは両方で出来たかは現段階で結論できない。

謝辞

気象研究所の鈴木 修氏、永井智広氏、中里真久氏には、情報や資料の提供ならびに有益な議論をしていただいた。石川県教育センターの村井昭夫氏にはハローの目撃情報に関して貴重な情報をいただいた。埼玉大学の高橋忠司氏には資料の提供をいただいた。査読者には多くの有益なコメントをいただいた。心から御礼申し上げる。

参考文献

- 小林禎作, 1984: 雪はなぜ六角か, 筑摩書房, 76-114.
水野 量, 2000: 雲と雨の気象学, 朝倉書店, 48-91.
柴田清孝, 1999: 光の気象学, 朝倉書店, 33-49.

* Halos observed on September 16, 2005

** Yoshimasa TAKAYA, 気象研究所.

© 2006 日本気象学会