

紹介：根室で観察されたハロー現象

浅野 正二*

過日、根室市の小学校長の松永氏から、ハロー（暈）現象¹⁾の写真と撮影記録が届けられた。教材として利用したいとのことで、解説の依頼を受けた。写真には、幾つかのハローが完全な形で明瞭に見られる。根室地方においても、このように整ったハローが見られたのは極めて稀とのことで、当時この写真は地方新聞に掲載されたそうである。今般、撮影者の松永氏の御好意により、「天気」にも紹介する許しをいただいた。日頃空を見上げることの少なくなりつつある私達「気象」関係者にも、自然の美と神秘とを再認識させるものと思う。

さて、撮影記録にあるように、氷晶雲（薄い巻層雲か？）が空に広がり始めると、まず内暈²⁾が現れ（図1）、次いで、太陽の左右両側に幻日³⁾が出現した（図2）。更に、内暈の上端と下端部分が明るく輝き、上端接弧及び下端接弧⁴⁾が現れた（図3）。撮影記録の図には示されていないが、写真（おそらく図3の時点での撮影と思われる）には、太陽と左右の幻日を貫く幻日環⁵⁾が鮮明に写っている。ただし、写真では下端接弧は明瞭ではない。（蛇足ながら付け加えると、この写真は太陽を直接写し込んだので、惜しいことにハローのコントラストが落ちた。ハローを撮影する場合、太陽を何か障害物で隠すとよい）この時の太陽高度は、約30°であった。これらのハロー現象は、ランダムまたは水平な空間姿勢⁶⁾をとる六角柱形や六角板形の氷晶による光の屈折または反射によって生じると説明されている（例えば、浅野、1979；Greenler, 1980）。この場合、内暈や幻日など屈折によるものは光の波長による氷の屈折率の違いにより色づいて現れる。他方、幻日環など外部反射によるものは光源と同色に明るく輝いて見える。また、写真では太陽の周囲が菱形に輝いている。この菱形の輝度分布は、幻日環と太陽柱⁷⁾との複合効果とも見えるが、この時の太陽高度では有効な太陽柱は期待できない。むしろ、菱形の周辺光分布は、水平な空間姿勢を保つ氷晶による回折光の十

字形分布パターン（Takano and Asano, 1983）の表れと考えられる。

更に puzzling で興味深いのは、最後の図4の現象である。この時点では、太陽の右側の幻日のさらに右外に、太陽-幻日とほぼ同じ距離はなれて輝点が現れ、それと太陽を結んで幻日を中心とする光環が見えたのである。松永氏によると、太陽の左側にも同様の光環が肉眼ではかすかに認められたが、鮮明でなかったので記録（図4）では省略したとのことである。また、これらの光環は赤味を帯びて見えたと言う。大変惜しまれることに、この段階での写真撮影は行われなかった。寡聞にして筆者は、この様な形の第2の光環の例を他に知らなかった。先日ユタ大学の高野精秀氏より、Corliss (1984) の本の中に Offset halo の例として同様の光環の古い観察記録が載っていることを教えていただき、このようなハローが事実起こり得ることを確信した。

さて、図4の「第2光環」及び最右端の輝点の成因であるが、「第2光環」の視半径が内暈のそれとほぼ等しいこと、また色彩を帯びていたことを考慮すると、太陽の右側の幻日を光源として生じた二次的な「内暈」及び「幻日」ではないかと推察される。つまり氷晶によって散乱⁸⁾された光が他の氷晶によって再び散乱されて現われる、二次散乱効果の現象と考えられる。最近、気象光学の分野でもコンピューターを用いた光学現象のシミュレーション研究が行なわれている。Tränkle and Greenler (1987) のモンテカルロ法によるシミュレーションでは、水平な空間姿勢にある厚い六角板状氷晶による二次散乱の結果、太陽から44°の位置に付加的な幻日が現われることが示された。外暈⁹⁾に付随した46°幻日として従来見なされていた輝点は、実は44°幻日であろうと彼等は述べている。この44°幻日が図4の最右端の輝点にあたる。ただし彼等のシミュレーションには、「第2光環」に対応する光環は出ていない。図4のハローが現われるには、氷晶の形・大きさ、空間姿勢、数密度、雲の厚さ、太陽高度などの組合せに厳しい条件があ

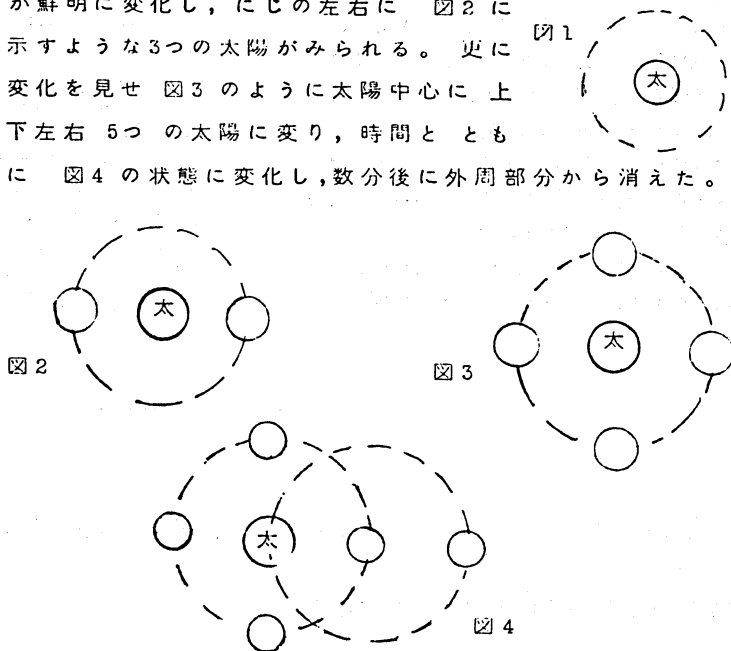
* Shoji Asano, 気象研究所

「 幻 日 」 撮 影 記 録

- 1, 撮影日時 昭和62年 2月 9日 午前10時10分
 外気温 氷点下 4度
- 2, 撮影場所 北海道根室市温根元118番地 (日本最東端)
- 3, 撮影者 根室市立温根元小学校 松 永 貢
- 4, 撮影機材 ニコンF2 35mm 一眼レフ
 レンズ 24mm F22 1/125秒
 フィルタ スカイライト

5, 撮影状況

午前8時現在 快晴 同9時40分すぎころから西上空より雲が広がり十数分間に空全体が厚い雲におおわれ、太陽を中心に図1のような現象がみられる。その後 除々に外円が鮮明に変化し、にじの左右に 図2に示すような3つの太陽がみられる。更に 図3の変化を見せ 図4のように太陽中心に上下左右 5つの太陽に変わり、時間とともに 図4の状態に変化し、数分後に外周部分から消えた。



撮影時の写真 No. 1 は 午前10時10分から10時20分ころに撮影したものである。この地域では普段みることのできない珍しい現象である。

るものと思われる。その点からも今回のハローは大変珍しい現象であり、観察できたのは幸運であったと言える。これは今後、シミュレーション研究の興味深い対象になるであろう。ただ、ここで述べた二次散乱によるとする仮説は推論にすぎない。読者諸氏の御意見・御教示をたまわりたい。

注

1) ハロー、暈 (Halos): 大気中の氷晶による光の屈折・反射などに起因する光学現象の総称。

2) 内暈 (22° halo): 光源を中心として約 22° の視半径で出現する光環。輪の内側が赤味を帯びる。ランダムな空間姿勢にある沢山の氷晶の柱面がつくる頂角 60° のプリズムによる屈折によって生じる。

3) 幻日 (22° parhelia): 内暈の少し外側に光源と同じ高度で左右両側に現れる輝点。太陽高度が 61° 以下の場合に限られる。基底面を水平に保つ六角板形の氷晶による屈折によって生じる。

4) 上端接弧・下端接弧 (Upper and lower tangent arcs): 長軸を水平に保つ六角柱形の氷晶による屈折によって生じる光の弧。形は太陽高度によって変わり、上端と下端で内暈に外接する。太陽高度が約 35° 以上の場合には、上端接弧と下端接弧は繋がりが、内暈をとりまく外接環 (circumscribed halo) となる。

5) 幻日環 (Parhelic circle): 光源と同じ高さで水平に空を一周する白色の光環。沢山の氷晶のいろいろな方位にある鉛直な面からの反射によって生じる。

6) 水平な空間姿勢 (Horizontal orientation): 空気中を落下しつつある比較的大きな氷晶は空気抵抗を受け

て、角板型氷晶はその基底面を、角柱型氷晶はその長軸を水平に保つ姿勢をとる。より小さな氷晶は、乱れた空気の動きによりランダムな姿勢をとる。

7) 太陽柱 (Sun pillar): 太陽高度が低いとき、太陽から上下方向に延びる光条。沢山の氷晶のほぼ水平な面からの反射によって生じる。街灯などの人工光源の場合に見られる光柱 (light pillar) も同じ成因。

8) 光散乱 (Light scattering): 光が粒子などとの相互作用の結果、その進行方向が変えられる現象。ここでは反射・屈折・回折の過程を総称する。

9) 外暈 (46° halo): 光源を中心として約 46° の視半径で出現する光環。輪の内側が赤味を帯びる。ランダムな空間姿勢にある沢山の氷晶の基底面と柱面がつくる頂角 90° のプリズムによる屈折によって生じる。内暈に比べて出現頻度は小さい。

参考文献

- 浅野正二, 1979: 大気微粒子と光—大気光学への誘い, 東北技術だより (仙台管区気象台), 2(2), 20-33.
- Corliss, W.R., 1984: Rare halos, Mirages, Anomalous Rainbows, The Sourcebook Project, p. 45-47.
- Greenler, R., 1980: Rainbows, Halos, and Glories, Cambridge University Press, 23-124.
- Takano, Y. and S. Asano, 1983: Fraunhofer diffraction by ice crystals suspended in the atmosphere, J. Meteor. Soc. Jpn., 61, 289-300.
- Tränkle E. and R. Greenler, 1987: Multiplescattering effects in halo phenomena. J. Opt. Soc. Am. A, 4, 591-599.

第28回東レ科学技術研究助成・第14回日産学術研究助成 について

上記の昭和62年度の助成を当学会から次の2名が受領した。

記

東レ: 昭和63年3月28日

会員名と所属 岩坂泰信 (名古屋大学水圏科学研究所
助教授)

研究題目 南極オゾンホールと成層圏エアロゾルの関係について

日産: 昭和63年3月30日

会員名と所属 大滝英治 (岡山大学教養部教授)

研究題目 二酸化炭素の地(海)-空相互作用の解明に関する研究