

大気光学現象の出現頻度

—日常生活10年間の統計—

鵜 山 義 晃*

1. はじめに

本研究は、2006年10月～2016年9月の日常生活10年間ににおける大気光学現象の出現頻度を調査したものである。統計の対象は、気象学習教材として2006年9月から制作・公開し続けている Web サイト(「空と雲のフォト日記」: <http://kokoten.raindrop.jp/>) の中に、日常生活で目撃してデジタルカメラで撮影し、掲載した大気光学現象である。なお、出現した現象を年月日ごとにすべて掲載した集計表を、同サイト上に公開しており、第三者によるサイトの画像を用いた再検証が可能な状態としている。

2. 研究の方法

- ①主たる観測地：三重県桑名市
- ②期 間：2006年10月1日～2016年9月30日
(10年間 3,653日)
- ③観測方法：目視で発見し、デジタルカメラで撮影・記録をした。

日常生活の中で気象状況に留意しながら継続した観測であり、個人の特性に由来する癖などが反映されることは否めない。現象を発見する点については、科学的な厳密さを求めるならば、24時間体制の目視観測や機器を用いた自動観測が必要となるが、今回の観測も一定の科学的な意味をもつとらえている。すべての現象を画像として撮影・記録することにより、科学的客観性を高め、10年間という長期にわたる継続観測が統計上の意味を高めていると考えられる。

3. 現象ごとの年平均出現日数

対象とした大気光学現象の年平均出現日数を第1表に示す。なお、現象の出現の有無については、部分的な出現もカウントした。これらは太陽光によるものと月光によるものに大別し、さらに、水滴によるもの・氷晶のプリズム頂角・反射によるもので分けて示している。ほかに水滴・氷晶の回折で生じる大気光学現象として光環や彩雲があるが、薄い雲が太陽や月にかかった時には必ずといってよいほどある程度の彩雲・光環が見られるため、もれなく記録することを行っておらず、統計から除外した。

第1表によると、大気光学現象として一般に最も認知度が高い「主虹」の出現頻度が6.4日/年であり、これを上回る頻度となっているのが、22°ハロ (49.2日/年)、幻日 (32.7日/年)、タンジェントアーク (23.1日/年)、環天頂アーク (8.1日/年) である。このように、これらが決してレアな現象なのではなく、日常生活で虹よりも頻繁に見られるということ

第1表 大気光学現象の出現頻度 [日/年].

	大気光学現象	太陽光	月光
水滴によるもの	主虹	6.4	0
	副虹	1.6	0
氷晶 頂角60°	22° ハロ	49.2	5.0
	幻日 (幻月)	32.7	0.4
	タンジェントアーク	23.1	1.5
	外接ハロ	1.2	0
	バリーアーク	0.7	0
氷晶 頂角90°	環天頂アーク	8.1	0.1
	環水平アーク	5.1	0
	ラテラルアーク	0.8	0.1
氷晶 反射	太陽柱(月光柱)	5.1	1.3
	幻日環	3.6	0
氷晶 ピラミダル	120° 幻日	0.2	0
	9° ハロ	0.3	0
	18° ハロ	0.1	0

* Yoshiaki UYAMA, 三重県立桑名高等学校.
libra_trx850@nifty.com
© 2017 日本気象学会

は、理科教育に取り入れていくべき重要な事実である。ほかにも、環水平アーク (5.1日/年)、太陽柱 (5.1日/年)、月光の22°ハロ (5.0日/年) が虹の出現頻度と同等に近いことや、何らかの大気光学現象が見られた日数が86.0日/年 (年間の23.5%, すなわち4.2日あたりに1日) であることも理科教育の気象観察を行ううえで頭に入れておきたい統計情報である。

4. 現象ごとの月別平均出現日数

一般的に、虹が夏のイメージを持たれていたり、「春はハロの多い季節」と言われたりするが、観察を継続していて得られる印象とは異なることも多い。そして、現象ごとの月別統計からいくつかの明確な特徴が判明した。

4.1 虹の月別平均出現日数

虹の出現には、降水粒子の存在とそこに入射する太陽光が必要で、さらに太陽高度や観測者の位置などが関係する。第1図は、主虹の月別出現頻度を示したグラフである。これによると、虹は11月～12月に出現が多く、2月と6月に極小となる。6月の極小は梅雨のために日照時間の少ないことが原因であろう。11～12月に多いのは、この時期の時雨 (しぐれ: 西高東低の気圧配置で吹く季節風がもたらす雨) によって虹の生じる条件が生まれやすいことが原因である。これには、主たる観測地が三重県北部であるということが大いに関係しており、特に鈴鹿山脈の山麓に生じる降水雲に早朝の太陽光が入射することで見られやすく、また早起きの生活習慣も関係する。地域気象教材を構成するうえで取り入れたい視点である。一方で、この時期と同様の季節風が継続する2月に極小となるのは、気温の低下に伴って降水粒子が水滴ではなく、氷

晶 (雪結晶) に切り替わることが原因と考えられる。ちなみに、七十二候の小雪初候 (11月下旬頃) 「虹蔵不見 (にじかくれてみえず)」は、「日の光が弱まって虹が見えなくなる」という解釈がなされている。しかし、11～12月 (晩秋～初冬) に虹が最も多く見られるという地域は全国的に多く存在すると予想され、鮮やかな虹が出現することも多い。さらに厳寒期に虹が減少するのも、降水粒子の変化によるものなので、七十二候の表現や解釈を鵜呑みにできない事例としてとらえられる。

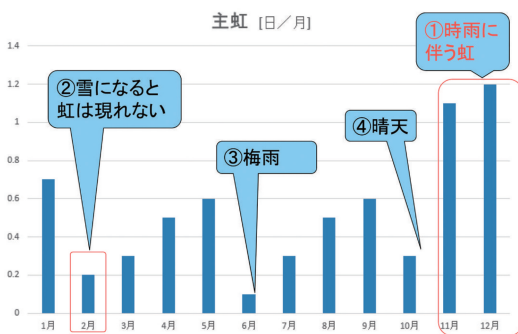
また、観察上の視点として、虹のできるしくみを理解しておくことや、主虹の出現に対する副虹の出現率が25%程度であることを児童・生徒に意識させておきたい。

4.2 大気光学現象 (虹以外) の月別平均出現日数

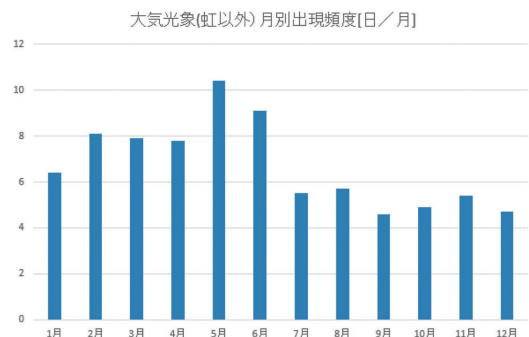
第2図は、虹以外の大気光学現象全体の月別出現頻度を示したものである。ここでは、同日に複数の現象が出現した場合にも、出現日数が1日、とカウントしている。これによると、大気光学現象は2月～6月に多く、最大は5月、次いで6月である。これは、春の温帯低気圧の前面に存在する巻層雲と、梅雨前期に停滞前線が南岸にあるときの巻層雲にこれらの現象が出現することが多いためである。

第3図は、主な大気光学現象ごとの月別出現頻度を示したものである。これによると、月別の現象の出現頻度が、単純に巻層雲の頻度だけで決まっているものではないことがわかる。

まず、環水平アークの出現は、太陽高度58°以上であることが出現の必要条件であるため、たとえば北緯35°の地点では、理論上3月31日～9月12日の期間に限定される。実際にこの10年間の統計でも、4月～8



第1図 主虹の月別出現頻度。



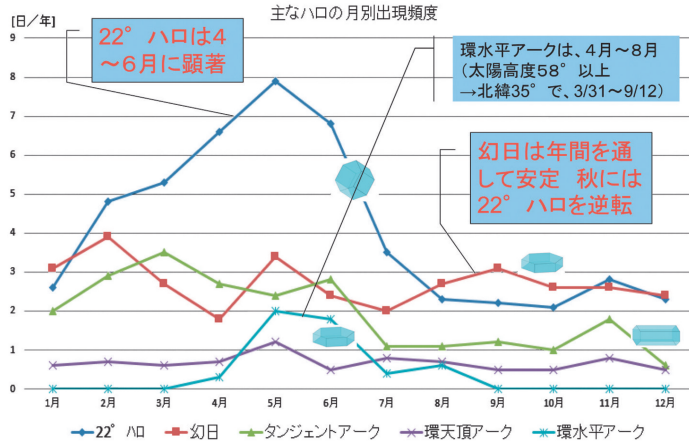
第2図 大気光学現象 (虹以外) の月別出現頻度。

月にだけ観測されている。

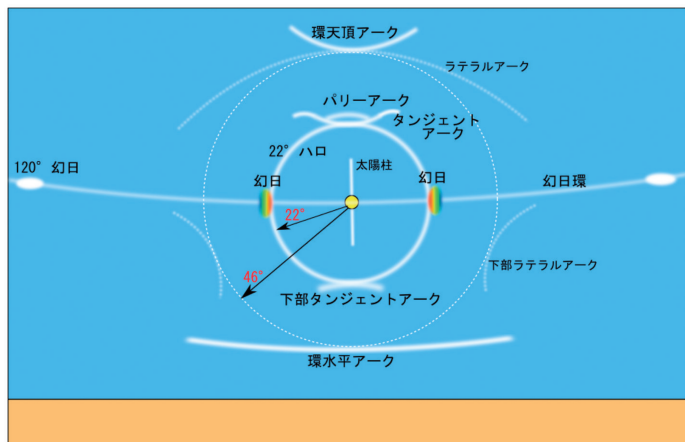
次に、22°ハロ(内暈)の出現は、他の現象全体と比べると、明らかに傾向が特異で、2月～6月(最大は5月)に著しく多く出現をしている。タンジェントアークはややこれに近い傾向を示すものの、幻日や環天頂アークの出現が年間を通じて大きな差異をもたないことと比較すると、顕著な傾向である。22°ハロをつくる氷晶は、角板と角柱の中間的な形状で、六角形の面を様々な方向に向けた姿勢をもつ氷晶の分布によってこのハロが生じるのであるが、春と秋でなぜ出現頻度にこのような違いがあるのかが不思議なところである。観測上の印象からにすぎない仮説なのだが、春の上層雲は巻層雲が多く、秋には巻積雲が多いのではないかとすることがあり、単位面積あたりの輝度が高い幻日は巻層雲でも部分的に条件のよい位置で短時間の出現を見せているのをしばしば目撃する印象がある。

今後、この目的で観測し、検証できればと考える。このほか、春と秋で上層の気流(風速)に違いがあるのか、また中谷ダイヤグラムで見るところの角柱氷晶・角板氷晶の生成境界(-22°C付近)の条件が実現する頻度に、春・秋で差異があるのか、なども知りたい。

各現象の月別出現頻度について、理科教育の気象観察の視点からは、22°ハロ



第3図 現象ごとの月別出現頻度。



第4図 氷晶による大気光学現象の出現位置。

	虹	22°ハロ	幻日	タンジェントアーク	環水平アーク	環天頂アーク	太陽柱
頻度[年]							
太陽月	6.4	49.2	32.7	23.1	5.1	8.1	5.1
	0	5.0	0.4	1.5	0	0.1	1.3
水滴氷晶							
プリズム頂角	球面	60°	60°	60°	90°	90°	反射
雲	降水雲 降水	巻層雲	巻層雲	巻層雲	巻層雲	巻層雲	巻層雲中・下層の氷晶
太陽離角	対日点から42°	22°	22°	22°	46°	46°	-
見頃	11～12月 地域性あり	3月～6月に顕著	年間通じて	年間通じて	4月～8月	年間通じて	12～3月
その他	副虹にも注目		幻日環にも注目	太陽高度によって形状が変化	太陽高度が高い時	幻日と同時に見られることが多い	太陽・月の出没時

第5図 おもな大気光象 観察のポイント。

が春（2月～6月）に明らかに多く、幻日や環天頂アークが年間を通じて出現すること、そして、環水平アークは太陽高度の高い季節の正午前後を中心に注目するとよいことを示していきたい。

5. 大気光学現象を理科教材として活用するために

理科教材としての大気光学現象は、幾何光学の物理的なおもしろさと、実際の気象観察で発見し、空で起きているできごとを科学的に想像するおもしろさを合わせもつ。さらにその美しさや初めて現象を見るとき驚きや感動など、感性の豊かさをはぐくむ自然現象でもある。

これらを総合的に示す教材の要素として、次の5つが考えられる。

- ①空のどの場所に現象が見られるか。
- ②安全に観察をするための注意。
- ③どの時期にどのような頻度で見られるかをふまえた、現象を発見し、観察するためのポイント。
- ④現象ごとの美しい写真や動画とそれぞれの解説。
- ⑤どのような雲粒（水滴・氷晶）による現象か。

特にここでは、①、③、⑤に関連して、作成した教材資料を第4図、第5図として示した。特に第5図は、おもな大気光学現象の特徴・性質・見え方に、今回の研究で明確になった出現頻度と見頃を加えたものである。

また、大気光学現象の観察は、ふだんから雲の観察を行う習慣ができていて、よく見つけ、楽しさ

を大きくすることができる。十種雲形の各類ごとすべての種・変種・副変種を網羅した雲の画像、およびおもな大気光学現象の画像を豊富に掲載して解説を施した書籍「雲のカタログ—空がわかる全種分類図鑑—」（村井・鶴山 2011）は、このような視点で行う気象観察を指導するのに最適な教材である。

6. おわりに（謝辞）

私は、学生時代に宇宙物理学を専攻した者で、気象学とは距離がありました。その頃には、「ほとんどの大気光学現象は南極のような場所で見られる不思議なもの」という程度の認識しか持っていなかったような気がします。高等学校や教育センターで理科教員として仕事をする中で地球科学全般に対する興味・関心の幅が広がり、特に美しい雲や大気光学現象を何度も目にするうちに、急速にこれらに対する探求心が高まっていきました。こうした経験から、気象学の楽しさをわかりやすく多くの人に伝えていきたいと思いつけています。その活動の延長線上で、このたび、日本気象学会奨励賞を賜り、また「天気」への寄稿をさせていただく機会を得ましたことを、気象学会の皆様にご心よりお礼申し上げます。

参 考 文 献

村井昭夫，鶴山義晃，2011：雲のカタログ—空がわかる全種分類図鑑—。草思社，144pp.