

(短報)

花粉により生じるコロナ（光環）と空中花粉数との関係 — その花粉予報への応用の可能性 —

高橋 裕一¹⁾・川島 茂人²⁾・Jari Piikki³⁾¹⁾ 山形県衛生研究所 疫学情報室 〒990-0031 山形市十日町1-6-6²⁾ 農水省農業環境技術研究所大気生態研究室 〒305-0856 茨城県つくば市観音3-1-1³⁾ Finnish Amateur Astronomical Association Ahotic 2D3, 51900 Juva Finland
(1999年8月6日 受付, 1999年8月30日 受理)

Relationship between Corona Caused by Pollen and the Numbers of Airborne Pollen

Yuichi TAKAHASHI¹⁾, Shigeto KAWASHIMA²⁾ and Jari PIIKKI³⁾¹⁾ Yamagata Prefectural Institute of Public Health,
Tohkamachi 1-6-6, Yamagata, 990-0031 Japan²⁾ National Institute of Agro-Environmental Sciences,
Kannondai 3-1-1, Tsukuba, 305-0856 Japan³⁾ Finnish Amateur Astronomical Association,
Ahotic 2D3, 51900 Juva Finland

The corona caused by pollen such as *Cryptomeria japonica*, *Quercus* spp. or *Pinus* spp. were observed in the clear sky during the pollen season. We investigated the relationship between occurrence of coronas caused by pollen and the pollen concentration in the air. The coronas occurred when the pollen concentration is more than 100 grains per cubic meter with a few exceptions. In these exceptions, the pollen concentration rose after four to six hours after the occurrence of coronas. Therefore, we speculate that the exceptions must be caused by the time lag between the pollen mass (pollen cloud) existing in the upper air and its movement onto the ground level.

Key words : corona, pollen, *Cryptomeria japonica*, *Pinus* spp., *Quercus* spp.

太陽光が大気を通過する際、水滴、火山灰などの粉塵で散乱しコロナ（あるいは光環）をつくる。この現象は薄い層雲が太陽や月を覆った時にできやすく、水滴によるコロナとして知られている。1990年の始めにフィンランドのアマチュア天文学家が晴天の日に太陽の周りに楕円形のコロナがみられることを知った。そ

の後の観察で、この種のコロナは空中花粉数の多い日にみられることがわかり、空中花粉が作るコロナではないかと考えられるようになった⁽¹⁾。マツ属花粉のような有囊型花粉に光が当たった際のミー散乱現象は理論的に解析され⁽²⁾、気囊を上にした状態で大気中に浮遊していると縦長の楕円形のコロナが作られるこ

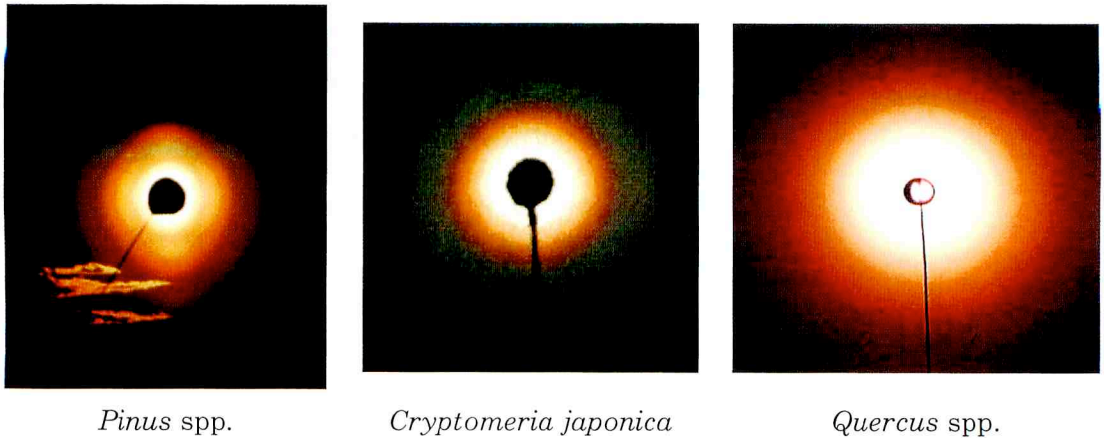


Fig. 1. Typical examples of pollen corona caused by *Cryptomeria japonica*, *Pinus* spp. and *Quercus* spp.

とがすでに証明されている^(3, 4)。我々は1月から6月にかけて薄雲がかかってない状態で太陽の観察が可能な時間にコロナの有無を調べた。そして空中花粉がコロナを作るかどうか、もしコロナを作るとすれば、空中花粉数とコロナとの関係はどうかを調べた。

コロナは、太陽の光球を半透明の円盤で遮蔽しカメラ用ND400 フィルターを用いて観察した。写真撮影には、35-135mm Nikkor レンズにND400 フィルターを取り付けたデジタルカメラ（フジックス D-S515A）を用いた。絞りを5.6にした絞り優先オートモードで、画像のメモリーはベーシックモードで行った。画像はjpg ファイルとしてメモリーカードに格納されるので、ハードディスクにコピーした後、Adobe Photoshop 等の画像編集ソフトで開いた。その際、画像の明るさ、及びコントラストを調整し適切な明るさに変えて利用した。コロナの観測は、朝、夕は山形市東部山麓にある自宅（高橋宅）で行った。日中はサンプラーの設置場所である研究所の屋上で行った。自宅と空中花粉調査地点とは直線距離にして3.5Km 離れており標高は自宅が230m で花粉調査地点より90m 高い場所にある。コロナのサイズ（第1リング、第2リングの視直径）の測定は花粉コロナの画像をプリントアウトし、太陽の視直径を0.5°としてそれに対する相対的なサイズから割り出した⁽⁵⁾。

空中花粉数はパーカードサンプラーを用いて測定した。パーカードサンプラーは山形市の中心部にある衛生研究所の屋上（19m）に設置した。花粉コロナを観測した日に対応した試料をカルベラ液で染色し1時間

ごとの花粉数をその種類ごとに計数し、1 m³ 当たりの花粉数として表示した。花粉数の測定手技は空中花粉測定技術テキスト⁽⁶⁾に従った。

3月中旬までは晴天の日にコロナは観察されなかった。3月中旬以後、大気中のスギ花粉濃度が増加するにつれ晴天のものでコロナがみられるようになった。3月下旬から4月初めのスギ花粉飛散ピーク期にははっきりしたコロナが観察された。4月下旬になりスギ花粉の飛散が少なくなるにつれ晴天のものでコロナは観察されなくなった。5月の中頃になると再度はっきりとしたコロナが観察された。コロナの大きさやリングの色は花粉の種類ごとに異なっていた（Fig. 1）。スギ（*Cryptomeria japonica*）花粉コロナの多くは円形であったが、ごく少数、地平線の少し上に来たときに観察したコロナの中には楕円形のコロナもみられた。マツ（*Pinus* spp.）花粉コロナは楕円形でくびれがあった。コナラ（*Quercus* spp.）花粉による考えられるコロナはそのサイズがスギやマツ花粉によるコロナより大きかった。

コロナの有無とパーカードサンプラーによる空中花粉数（1時間値および24時間値（当日の9時から翌日9時まで））を比較したのがTable 1である。花粉コロナのみられた時間の多くは、いずれかの花粉が100個/m³を越えていた。例外として1999年3月30日の朝8時3分にはコロナが観察されたにもかかわらず、いずれの花粉も100個/m³以下であった。この時間にはスギ花粉が9個/m³で他にハンノキ属花粉が1個/m³検出されたにすぎなかった（Table

Table 1. Relationship between the pollen concentration and the occurrence of pollen corona. Underlines in column of airborne pollen represent the numbers more than 100 grains per cubic meter.

			Airborne pollen (grains / m ³)						
			at that time			after 24 hours			
			Cr	Qu	Pi	Cr	Qu	Pi	
Feb.11	8 : 40	No	0	0	0	0.3	0	0	34
Feb.24	10 : 00	No	0	0	0	0.3	0	0	24
Mar.14	16 : 00	Yes	<u>182</u>	0	0	55	0	0	39
Mar.18	16 : 00	Yes	<u>362</u>	0	0	<u>161</u>	0	0	22
Mar.26	13 : 10	Yes	<u>442</u>	0	0	<u>104</u>	0	0	59
Mar.30	8 : 03	Yes	9	0	0	37	0	0	0
Mar.30	12 : 05	Yes	108	0	0				2
Mar.30	17 : 05	No	48	0	0				39
Apr.1	9 : 00	Yes	9	0	0	78	0	0	68
Apr.1	12 : 00	Yes	14	0	0				55
Apr.1	17 : 00	Yes	<u>152</u>	0	0				65
Apr.3	8 : 30	Yes	<u>110</u>	0	0	89	0	0	11
Apr.4	17 : 00	No	18	0	0	80	0	0	12
Apr.29	17 : 10	No	12	0	0	4	0	0	4
Apr.30	6 : 48	No	0	0	0	2	0	0.6	17
May.5	16 : 36	No	1	2	14	0.6	9	22	43
May.8	15 : 28	Yes	0	48	<u>166</u>	4	<u>115</u>	<u>100</u>	2
May.9	17 : 01	Yes	0	<u>144</u>	54	4	<u>195</u>	60	25
May.12	17 : 42	Yes	0	<u>376</u>	26	3	<u>175</u>	72	8
May.13	6 : 38	Yes	0	<u>286</u>	<u>112</u>	1	<u>116</u>	49	17
May.23	17 : 45	Yes	0	34	<u>204</u>	0	23	<u>136</u>	61
May.24	8 : 00	Yes	0	12	<u>168</u>	0	12	<u>145</u>	46
Jun.21	18 : 00	No	0	0	2	0	0	0.6	23

Abbreviations are as follows :

Cr ; *Cryptomeria japonica*, Qu ; *Quercus* spp., Pi ; *Pinus* spp.

Undrelines indicate pollen grains more than 100 grains / m³

Table 2. Pollen diameters and the pollen corona diameters

Pollen	pollen diameter ^(*) μm	Diameter (°)		
		sun	first ring	second ring
<i>Quercus</i> spp.	23 × 26	0.5 × 0.5	2.9 × 2.4	3.8 × 3.2
<i>C. japonica</i>	31 - 36	0.5 × 0.5	2.1 × 2.1	3.0 × 3.0
<i>Pinus</i> spp.	43 - 47 × 47 - 52	0.5 × 0.5	1.0 × 1.1	2.1 × 2.6

1). しかしその後スギ花粉数は増加し 12 時には 108 個 / m³ に達し、市街地でコロナが観察された。その後、花粉数は減り 17 時には 48 個 / m³ でコロナは観察されなかった。31 日はスギ花粉飛散ピーク期にも

かかわらず一日雪が降り花粉はみられなかった。30 日と同様 4 月 1 日の 9 時と 12 時にもコロナが観察されたが、市街地では空中スギ花粉は 9 個 / m³ と 14 個 / m³ でしかなかった。この日は 17 時になると 152

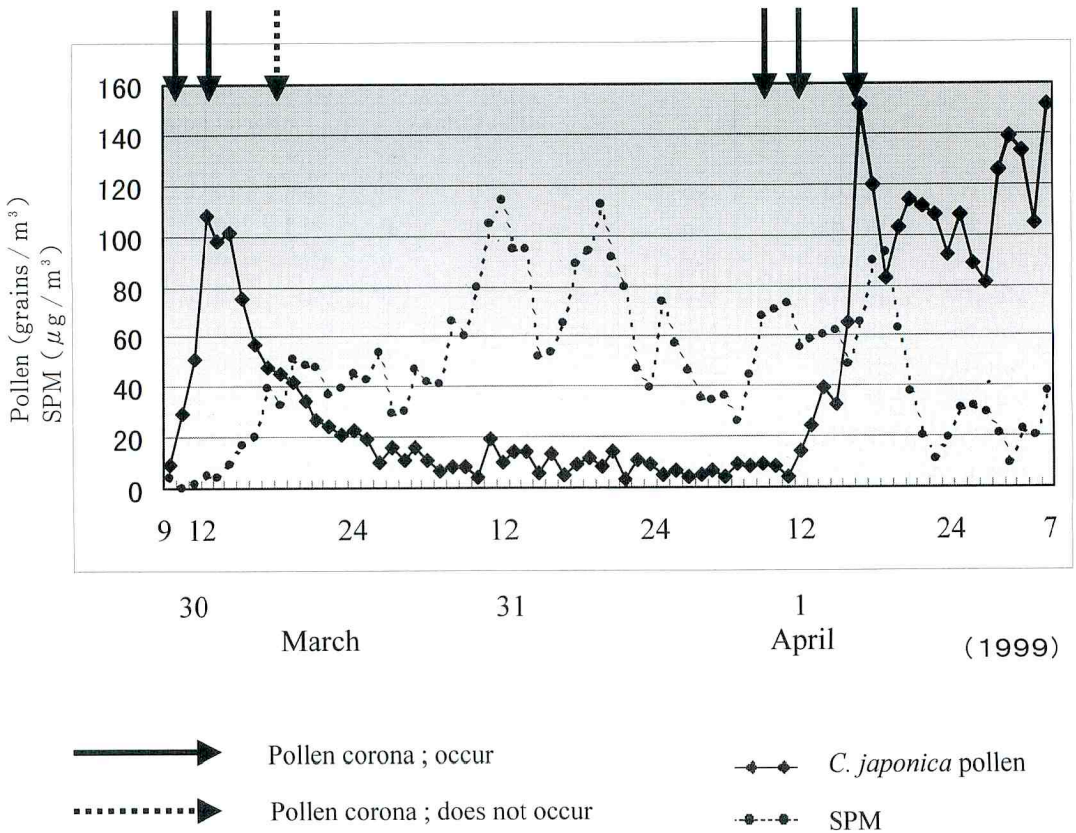


Fig. 2. Fluctuation of the pollen concentration of *Cryptomeria japonica*, SPM (Suspended Particulate Matter) and the occurrence of pollen corona.

個/ m^3 のスギ花粉が検出されるようになり明瞭なコロナが観察された (Fig. 2). カメラからの画像を使ってスギ花粉が検出されない時のコロナを100個以上検出された時のスギ花粉コロナと比較すると、両者はサイズやリングの色が酷似していた (Table 2).

花粉調査地点で同時に観測したSPM濃度をみると、SPMが数 $\mu g/m^3$ しかなかった時間にもコロナが観察されており (Table 1), SPM濃度とコロナの有無の間には関係は見い出せなかった (Fig 2). もし $10\mu m$ 以下の微粒子によるコロナであればサイズがTable 2に示した値よりさらに大きくなるであろうから、コロナはエアロゾルの影響ではなく花粉によりつくられたと考える。以上のことから朝に観察されたコロナはスギ花粉によるコロナと考えられる。

太陽は3月30日の8時には自宅から800mほど離れた一面がスギで覆われた山 (標高470m) の少し上にあった。我々が過去に行った盆地でのスギ花粉飛散

動態調査の結果⁽⁷⁾から、このスギ林では8時の時点ですでにスギ花粉が放出されており、数時間後に花粉数測定地点である市街地まで運ばれたと推測される。このように考えると、朝に山麓でコロナが観察され、その4~6時間後に市街地でも花粉が観測されるようになった理由が説明される。もしこの考えが正しければ、朝にコロナが観察されるとその4~6時間後にスギ花粉が大量に飛散する恐れがあることになり、花粉飛散予想に使える可能性がでてきた。コロナの観察は晴天のもとでないと行えないため、1シーズンでとれるデータには限りがあり、上記の考察は現時点では仮説の域を出ない。今後数年間にわたり花粉コロナと空中花粉数との関係を検討し、花粉飛散予報への応用の可能性を探る予定である。

謝 辞

本研究は科学技術庁の「スギ花粉症克服に向けた総合研究」において得られた研究成果である。山形県衛生研究所山川かおる氏及び、山形大学理学部生物学科高橋こず江氏にはコロナ撮影に協力いただいた。また本論文作成には山形県衛生研究所江口瑠美子氏の協力を得た。

引用文献

- (1) J. Piikki : A new kind of corona. *Sky & Telescope* July 106-110 (1998).
- (2) J. A. Look & L. Yong : Mie theory model of the corona. *Applied Optics* 30, 3408-3413 (1991).
- (3) E. Tränkle, B. Mielke : Simulation and analysis of pollen coronas. *Applied Optics* 33, 4552-4561 (1994).
- (4) C. F. Bohren & G. Koh : Forward-scattering corrected extinction by nonspherical particles. *Applied Optics* 24, 1023-1029 (1985).
- (5) P. Parviainen, C. F. Bohren & V. Mäkelä : Vertical elliptical coronas caused by pollen. *Applied Optics* 33, 4548-4551 (1994).
- (6) 環境庁環境保健部保健調査室 : 技術編 (標本作製法). 花粉症の原因となる花粉の形態学的観測法. 公害研究対策センター. 東京, (1993).
- (7) 佐橋紀男, 高橋裕一, 村山貢司 : スギ花粉のすべて. メディカルジャーナル社 pp.34 - 41 (1995).

