

(短 報)

三重県中部におけるイネ科花粉源

—— (1) 稲花粉の空中飛散 ——

伊藤由紀子¹⁾・宮村 朋孝¹⁾・坂井田 寛¹⁾・塩谷 格²⁾¹⁾国立三重中央医療センター耳鼻咽喉科 〒514-1101 三重県久居市明神町 2158-5²⁾三重大学生物資源学部名誉教授 〒514-0115 三重県津市一身田豊野 1406-440

(2004年3月15日 受付, 2004年5月7日 受理)

A Variety of Gramineae Airborne Pollens in the Middle Area in Mie Prefecture.

(1) Dispersion of Rice Pollens.

Yukiko ITO¹⁾, Tomotaka MIYAMURA¹⁾, Hiroshi SAKAIDA¹⁾ and Itaru SHIOTANI²⁾¹⁾National Mie Chuo Hospital,
2158-5 Myojincho, Hisai, Mie, 514-1101 Japan²⁾Professor emeritus, Department of Bioresources, Mie University,
1406-440 Toyono, Tsu, Mie, 514-0115 Japan

Object: Gramineae pollinosis has occurred frequently over the last 10 years. It is an urgent necessity for our allergy clinic to determine the source of airborne antigenic pollens. For an analysis of the Gramineae pollen, regular pollen observation has been performed using Durham's pollen trap since 1987 in Hisai, Mie, Japan; and the pollen count data showed an annual distribution pattern with two or three peaks, each in spring, summer and autumn. This study aimed to identify the Gramineae pollen source of the summer peak.

Method: For airborne pollens, the major and minor axis of pollen grains were measured. Then, these measurements were compared with those of the pollen sample from the rice variety "Koshihikari", that is predominantly cultivated in the Hisai area. The comparison was made with the confidence ellipse of the two-variables analysis.

Results: Most airborne pollens of the summer peak were almost round in shape and about 45 micron in the major axis, and at least 80% of them were within a 95% confidence ellipse given by the "Koshihikari" pollen. During the past 17 years, the heading date of "Koshihikari" varied from 17 July to 31 July, while the pollen season appeared in less than 7 days before or after the heading date. Furthermore, there was a statistically significant positive correlation between the rice yield/10a and the total count of airborne pollens during July and August.

Conclusion: These results suggest that a considerably large number of airborne Gramineae pollens in mid summer originate from rice (*Oryza sativa* L.) in the middle area of Mie prefecture.

Key Words: Gramineae pollen, rice pollen, *Oryza sativa* L., confidence ellipse, Durham's pollen trap

目 的

近年イネ科の花粉症は増加傾向にあり、わが国ではスギ花粉症について頻度が高い。原因となるイネ科花粉源については初夏に開花するカモガヤ、チモシーなどの牧草が一般的に知られている。

当地域の1987年から2000年までのイネ科花粉の飛散状況では、年間に2峰性ないし3峰性のピークがみられ、第1の最大のピークは5月下旬、第2の大きなピークは7月下旬から8月上旬、第3の小さなピークは9月下旬であることをすでに報告した⁽¹⁾。今回は、このうち第2の夏のピークのイネ科花粉の同定を行った。この目的のため、当地域の稲作資料を調べるとともに、夏の空中イネ科花粉とイネ (*Oryza sativa* L.) の花粉の大きさを比較検討した。

なおイネ科花粉とイネ花粉の混乱を避けるため、今回はイネ花粉は稲花粉と表記した。

方 法

1) 空中花粉調査

空中イネ科花粉は、1987年1月から1998年6月までは久居市（三重県中央で津市の南西に隣接）の国立津病院の3階屋上で、1998年7月から2003年12月までは1.8km北西の国立三重中央医療センターの8階屋上で、前回の報告⁽¹⁾と同様にダーラム型花粉捕集器を用いて数え、1cm²あたりの花粉数に換算した。これらの観測地点は、周囲に水田が多く麦畑も混在している地域である。空中イネ科花粉の7月、8月分については1旬毎のイネ科花粉飛散数に集計した。また2002年、2003年の7、8月分については6.48cm²に含まれる花粉の大きさを測定した。児塔ら⁽²⁾の方法を参

考にして、花粉の大きさを長軸長と短軸長で表わし、これらをプロットした散布図を作った。花粉の大きさの測定方法は、長軸長と短軸長を顕微鏡下400倍にて、接眼レンズのマイクロメーターを用いて2.5μ単位で測定した。また2003年には水田に近接した当病院駐車場で、車のフロントガラスに両面テープを貼り、7月25日、26日、31日、8月4日の8時30分から15時まで空中飛散花粉を採取した。両面テープをスライドガラスに張り替えて染色し、上記と同様に6.48cm²に含まれるイネ科花粉の数と大きさを測定した。

2) 稲の栽培品種と出穂日、稲花粉の測定

三重県科学技術センター農業研究部から久居市周辺の品種別作付面積その他の情報、また過去17年の同センターにおける奨励品種決定試験での出穂日（試験区内で抽出した穂数が全体の約50%に達した日）の記録の提供をうけた。なおこのセンターは久居市の南に隣接した一志郡嬉野町にある。またコシヒカリの花粉サンプルを採取してもらった。コシヒカリの花粉はワセリンを塗布したスライドガラスに散布し、空中イネ科花粉と同様の方法で染色した。100個分の花粉について長軸長と短軸長を測定し、散布図を作成した。またそれぞれの平均、標準偏差、長短軸比、長軸長と短軸長の相関係数を計算した。

3) 久居市での稲作

1987年から2003年までの久居市における稲の収穫量、10aあたり収量、作付面積は、三重県農林水産商業部、農畜産物供給チームの後藤博英氏、馬淵健二氏から統計資料の提供をうけた。

式1. 楕円の中心からの距離 D² (マハラノビス距離)

$$D^2 = \left(\frac{1}{1-r^2} \right) \left[\left(\frac{X-\bar{X}}{S_x} \right)^2 + \left(\frac{Y-\bar{Y}}{S_y} \right)^2 - 2r \left(\frac{X-\bar{X}}{S_x} \right) \left(\frac{Y-\bar{Y}}{S_y} \right) \right]$$

X : 短軸長

Y : 長軸長

$\bar{X}$: 短軸長の平均

$\bar{Y}$: 長軸長の平均

S_x : 短軸長の標準偏差

S_y : 長軸長の標準偏差

r : 短軸長と長軸長の相関係数

式2. コシヒカリの場合；95%信頼楕円の中心からの距離 D²

$$D^2 = \left(\frac{1}{1-0.787^2} \right) \left[\left(\frac{X-44.1}{20.3} \right)^2 + \left(\frac{Y-45.0}{1.78} \right)^2 - 2 \times 0.787 \left(\frac{X-44.1}{20.3} \right) \left(\frac{Y-45.0}{1.78} \right) \right]$$

図1. 長軸長 (Y) と短軸長 (X) を用いた2変数分析での95%信頼楕円の計算式。

表 1. 年間の空中イネ科花粉の総数, 7, 8 月分の空中イネ科花粉数とコシヒカリの出穂日.

年	年間の空中イネ科 花粉の総数/cm ²	7, 8 月分の空中イネ科花粉数/cm ²						コシヒカリ の出穂日
		7/1~10	7/11~20	7/21~31	8/1~10	8/11~20	8/21~31	
1987	170.1	25.4	0.0	17.2	13.3	5.6	10.3	7月22日
1988	122.0	2.5	0.9	6.7	6.2	2.8	6.7	7月24日
1989	122.9	0.3	0.9	4.3	9.0	11.4	3.4	7月29日
1990	127.6	0.3	0.6	11.1	8.0	7.7	6.8	7月21日
1991	143.0	0.9	3.0	13.8	11.7	6.8	2.5	7月24日
1992	136.6	3.0	1.8	14.8	14.5	9.6	2.1	7月28日
1993	120.8	0.6	1.5	1.2	3.9	6.9	9.9	7月31日
1994	149.8	2.8	6.1	14.3	8.7	3.1	8.1	7月17日
1995	176.2	4.6	4.9	4.6	28.7	13.3	6.8	7月29日
1996	150.2	1.8	2.4	8.0	29.0	9.8	3.1	7月27日
1997	139.8	1.8	0.3	11.7	7.4	3.7	7.1	7月19日
1998	108.1	0.9	7.4	14.2	6.5	3.1	1.8	7月18日
1999	85.4	0.3	0.9	14.2	10.1	4.6	2.7	7月20日
2000	110.6	1.2	4.6	45.0	4.6	0.6	2.1	7月19日
2001	101.1	0.3	0.6	40.1	5.6	2.1	2.7	7月19日
2002	119.1	0.6	0.6	26.9	20.7	4.0	4.0	7月20日
2003	93.1	0.3	0.6	9.9	10.2	1.8	5.3	7月23日

1 旬あたり 10 個/cm² 以上飛散した時期を飛散盛期として表内の枠をグレー  で示した.

表 2. 7, 8 月分の空中イネ科花粉数と稲作状況.

	7, 8 月分の空中イネ科花粉数/cm ²	稲の収穫量(t)	収量(kg/10a)	作付面積(ha)
1987	71.8	4,160	441	944
1988	25.8	3,770	413	912
1989	29.3	3,850	435	885
1990	34.5	3,830	441	869
1991	38.7	3,740	440	849
1992	45.8	3,920	447	877
1993	24.0	3,370	383	881
1994	43.1	4,400	473	931
1995	62.9	4,310	487	884
1996	54.1	3,980	474	839
1997	32.0	3,630	438	929
1998	33.9	3,380	450	751
1999	32.8	3,620	482	751
2000	58.1	3,660	499	734
2001	51.4	3,270	478	684
2002	56.8	3,040	490	620
2003	28.1	2,700	450	600

7, 8 月分の空中イネ科花粉数と 10a あたり収量との間には相関係数 $r = 0.627$, 1% 水準で有意な相関があった.

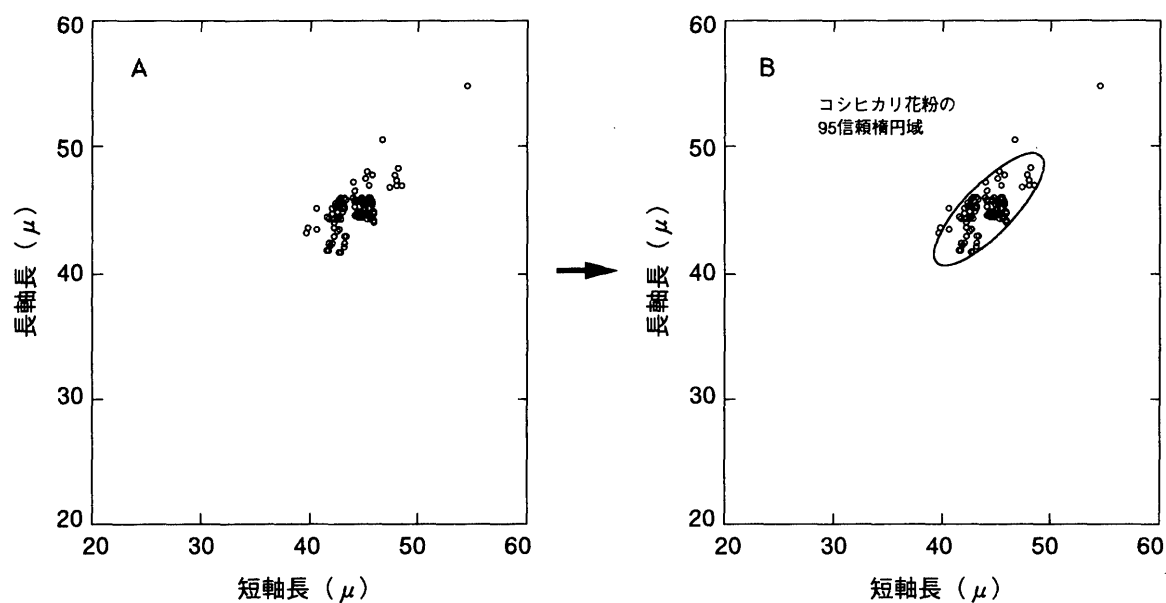


図2. コシヒカリ花粉の長軸長と短軸長の散布図 (A) およびその 95%信頼楕円域 (B).

コシヒカリ花粉: $N = 100$;
 平均長軸長 = $45.0 \pm 1.78\mu$;
 平均短軸長 = $44.1 \pm 2.03\mu$;
 長軸/短軸比 = 1.02.

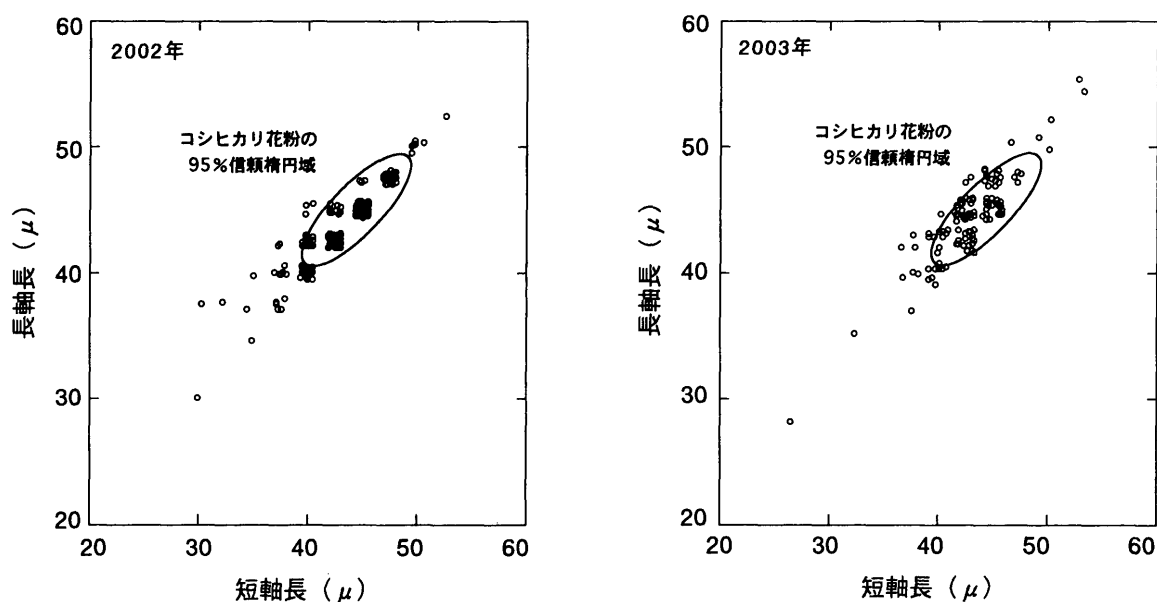


図3. 空中イネ科花粉の散布図にコシヒカリの 95%信頼楕円を重ねる.

左図 (2002 年 7 月 21 日～8 月 10 日) では空中イネ科花粉 280 のうち 225, 80.4%が, また右図 (2003 年 7 月 21 日～8 月 10 日) では空中イネ科花粉 121 のうち 93, 76.9%がコシヒカリ 95%信頼楕円内にある.

4) 統計学的分析

空中イネ科花粉粒のどれがコシヒカリ由来の花粉粒であるかの判定は、信頼楕円の統計学的分析による。演算と信頼楕円のグラフ描画は SYSTAT 5.2 (SYSTAT, Inc) を用いた。コシヒカリ花粉粒の長軸長 (Y) と短軸長 (X) の 2 変数をとる正規確率分布を前提に一定の領域を設定し、この領域内に入る花粉粒をコシヒカリの花粉とみなした。領域としては 95% 信頼楕円を用いた。楕円の中心から任意の点 (X, Y) までの確率距離 D^2 (マハラノビス距離ともいう) は図 1 の式(1)で表わされる。そして一定の確率 $P = 0.95$ をとる点 (X, Y) の軌跡 (境界線) が 95% 信頼楕円である。

コシヒカリの平均長軸長 45.0μ と標準偏差 1.78μ 、平均短軸長 44.1μ と標準偏差 2.03μ 、長軸長と短軸長の相関係数 0.787 を式(1)に代入すると式(2)となる。 D^2 は自由度 2 の χ^2 分布をとり、5% 有意水準での値は 5.991 である。コシヒカリの花粉の場合では測定値 (X, Y) のうち 95% が $D^2 \leq 5.991$ をとり、信頼楕円内にあると期待される。

個々の空中イネ科花粉粒がこのコシヒカリ 95% 信頼楕円の領域内にあるか否かの判定は、各花粉粒の長軸長と短軸長の測定値を式(2)の右辺に代入して D^2 値を求めることで行われる。 $D^2 \leq 5.991$ ならば楕円の線上または楕円域内にあり、コシヒカリの花粉とみなすことができる。このような花粉の数と割合を求めた。

結 果

1) 稲の栽培品種と出穂期

近年三重県久居市およびその周辺で作付される稲品種の構成は、コシヒカリが最も多く 80% を占め、残りはミエノエミ、その他である。コシヒカリの田植えは標準では 4 月下旬で、出穂は 7 月中旬から下旬であるが、場所によっては早期栽培があり 4 月 10~15 日田植え、7 月 10 日頃出穂する。三重県科学技術センター農業研究部で試験栽培されているコシヒカリの過去 17 年の出穂日は、7 月 17 日から 7 月 31 日の間であった (表 1)。

2) 空中イネ科花粉数とコシヒカリの出穂日

1987 年から 2003 年までの年間の空中イネ科花粉の総数/cm²、7、8 月分の旬別空中イネ科花粉数/cm² および 1987 年から 2003 年までのコシヒカリの出穂日を表 1 に示した。88 年、93 年の 7、8 月分の空中イネ科花粉数は非常に少なく、旬別の集計では明らかな飛散盛期 (グレーで表示) がみられなかった。その他の年では飛散盛期がみられた。出穂日が 7 月 17 日から 24 日までの 11 カ年 (87 年、90 年、91 年、94 年、97

年~2003 年) は 7 月下旬に空中イネ科花粉の飛散盛期がみられ、出穂日が 7 月 27 日から 31 日の 4 カ年 (89 年、92 年、95 年、96 年) では 8 月上旬を中心に空中イネ科花粉の飛散盛期がみられた。また飛散盛期が始まる日は、1989 年の例外を除き、コシヒカリ出穂日の前後 7 日以内であった。1989 年に限り、花粉飛散は 8 月 1 日から多くなるが飛散盛期としては 8 月 11 日で、出穂日から 13 日後に始まった。

3) 7、8 月分の空中イネ科花粉数と稲作

93 年は冷夏で空中イネ科花粉数、10a あたり収量共に観察期間中最も少なかった (表 2)。また 88 年は空中イネ科花粉数、10a あたり収量共に 2 番目に少なかった。7、8 月分の空中イネ科花粉数と稲の収穫量との間には有意な相関はなかった。近年稲の作付面積はしだいに減少しており、これに伴って収穫量も減少傾向があった。しかし 7、8 月分の空中イネ科花粉数と久居市の 10a あたり収量との間の相関係数は 0.627 であり、これは 1% 水準で有意であった。

4) 稲花粉と空中イネ科花粉の大きさ

図 2 にコシヒカリの花粉 100 個の長軸長と短軸長の散布図を示した。またこの散布図の上に式(2)で表わ

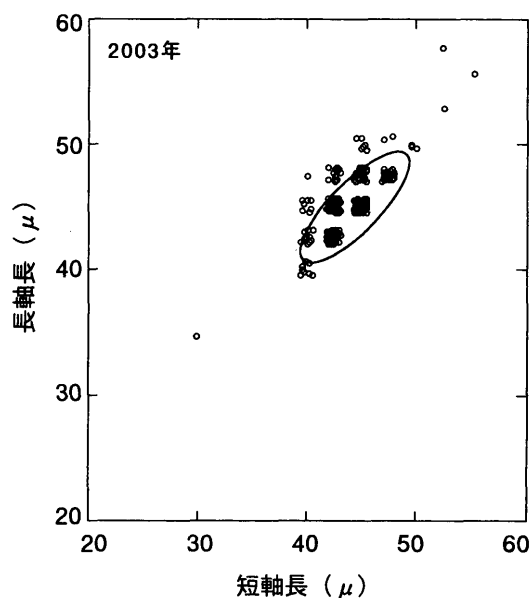


図 4. 駐車場で採取した空中イネ科花粉の散布図にコシヒカリの 95% 信頼楕円を重ねる。

空中イネ科花粉数: 7 月 25 日, 42;
7 月 26 日, 108;
7 月 31 日, 133;
8 月 4 日, 9;

合計 292 のうち 244, 83.6% が楕円内にある。

る95%信頼楕円域を描いた。2002年、2003年は7月下旬と8月上旬が空中イネ科花粉飛散の最盛期であったので(表1)、この時期7月21日から8月10日の空中イネ科花粉の測定値をコシヒカリ花粉の大きさと比較した。図3に両年の空中イネ科花粉の散布図を示し、これらにコシヒカリ95%信頼楕円を重ねた。2002年では空中花粉280のうち225(80.4%)が楕円内に、2003年では空中花粉121のうち93(76.9%)が楕円内にあった。ただしこれら2つの割合には、統計学的な有意差はなかった。

また2003年に水田に近接する病院駐車場で採取した空中イネ科花粉についても同様に検討したところ、空中花粉292のうち244(83.6%)が楕円内にあった(図4)。この割合と、上記2003年の8階屋上で採取した空中イネ科花粉における割合76.9%との間にも有意差はなかった。

考 察

イネ科花粉は種間の鑑別が難しく、空中花粉の観察のみでは花粉源を特定することはできない。我々は当地域におけるイネ科空中飛散花粉の花粉源を確かめたいと考えて、2002年、2003年に病院周辺にみられる稲、麦などの農作物、イネ科の牧草および野生植物を同定するための標本づくり、また生育状況や開花状態の観察を始めた。春から初夏、秋には多種類の野生イネ科植物が観察された。目的で述べたように、当地域のイネ科花粉の飛散状況は年間に3峰性であるが、今回は第2の夏のピークに注目し、これが稲由来の花粉であると推定した。この根拠は次の4点である。

- 1) 8階屋上の観測点で採取した空中花粉の散布図は長軸長 45μ を中心とするほぼ円形の花粉が大部分を占め、コシヒカリ95%信頼楕円域内の花粉が少なくとも約80%と高い割合であった。
- 2) 過去17年間で夏の空中イネ科花粉の飛散盛期の始まりは、ほとんどの場合、稲の出穂日の1週間前後にみられた。
- 3) 2003年のコシヒカリの出穂日は7月23日であり、水田に隣接した平地の駐車場で採取した空中イネ科花粉の飛散数が7月26日に108、7月31日に $133/6.48\text{cm}^2$ と最も多量であった。
- 4) 7、8月分の空中イネ科花粉数と稲の単位面積あたりの収量との間に有意な相関が見られた。

なお4)に関して、表1の1987年の7/1-10の花粉(25.4)は明らかに稲以外の花粉である。一般の稲の作柄また栽培品種では、このように早く出穂をみるものはない。また気象の記録によると、1987年の6月は降水量が平年値の42%で異常に乾燥した。このため、6月中旬に出穂するイネ科草種の出穂・開花が7

月上旬にずれたのではないかと推測した。そこでこの時期の花粉数25.4を削除して、夏の花粉数を $71.8 - 25.4 = 46.4$ として再計算すると、相関係数は0.788とより高い値を示した。しかし、花粉量の変動や飛散の遅延現象は、気象要因との関係で検討する余地が残されている。

稲花粉に関する空中花粉の調査では、宇佐神らは、1994年に浜松市の稲栽培中の水田にダラム型花粉捕集器を設置し、8月下旬に多くの稲花粉が検出されたことを報告している。栽培品種は黄金晴で、この時期が浜松市における黄金晴の花粉飛散期であるとした⁽³⁾。これ以外には、現在まで稲空中花粉調査の報告はない。

信太は、全国各地の花粉調査でイネ科花粉飛散が春と秋の2峰性パターンをとること、和歌山市では3峰性であることを指摘している⁽⁴⁾。観測点の近くに水田地帯があれば、第2ピークには稲花粉が混在している可能性がある。高橋ら⁽⁵⁾は1994年から1995年に山形県内の10地点で空中花粉調査を行い、多くの地点で8月上旬から中旬にかけてイネ科花粉とみられるピークがあり、特に水田付近の調査では花粉数が多かったことを報告している。

稲の作柄、品種により出穂期は異なる。当県では地域によって7月中旬から8月上旬にわたり出穂がみられる。稲は出穂しながら開花するので出穂日が開花日である。また戸刈ら⁽⁶⁾によると、稲一般の開花習性は、午前9~10時に咲きはじめる11時頃が最盛時で、午後の開花は稀とされている。今後より多くの地点において、空中イネ科花粉源としての稲花粉の飛散を追試したいと考えている。

稲の花粉量を計算すると、一本の葯に花粉は1,000個、1花には6,000個、 1m^2 の花数は37,500個として花粉は約2億個/ m^2 となる。1haの水田からは約2兆個の花粉が生産されることになる。この時期のイネ科野生植物と比べると最大の花粉源である。

稲は自家受粉植物でその花粉は遠方へ飛散しないとされ、稲作に携わる人々以外、通常の日常生活では稲花粉にさらされることはないとされていた⁽³⁾。しかし今回の調査は夏の盛りの空中花粉としての稲花粉の存在を無視することはできないことを示している。

イネ科の花粉症は、当地域ではおもに5月から6月に発症する例が大部分を占め、7月下旬から8月に激しい症状を呈する例は未だ経験していない。しかし、7月下旬頃に鼻症状の増悪する例が時にあり、それが稲花粉によるものか別の要因によるものか疑わしかった。イネ科花粉症の中で、稲花粉によるアレルギーは非常に稀とされ、わが国では木村ら^(7,8)(1970)、宇佐神ら⁽⁹⁾(1994)、高橋ら⁽⁵⁾(1999)の報告があるのみである。この理由として、稲花粉の抗原は他のイネ科植

物の花粉抗原とは交差性に乏しく、独立した抗原成分とされているためである⁽³⁾。

稲の花粉症は一般的に知られていないため、夏に鼻アレルギー症状があっても、花粉症とは自覚していないまたは診断されていない場合も予想される。今後、盛夏の稲花粉症も念頭において鼻アレルギーの日常診療に役立てたいと思う。

謝 辞

三重県科学技術センター農業研究部の橘尚明氏、および研究員の皆様、三重県農林水産商工部農畜産物供給チームの後藤博英氏、馬淵健二氏に、資料や情報またご助言をいただいた。ここに深謝いたします。

本論文の要旨は、第53回日本アレルギー学会総会で報告した。

参 考 文 献

- (1) 伊藤由紀子・木村哲郎・宮村朋孝：三重県久居市におけるイネ科花粉飛散状況とイネ科花粉症——過去14年間のイネ科花粉飛散状況と過去15年間の当科アレルギー外来におけるイネ科感作例の検討——。アレルギー 51(1), 9-14 (2002)。
- (2) 児塔栄子・岸川禮子：2種類の重力法捕集器別による福岡市の14年間(1987-2000)の空中イネ科花粉捕集数の比較。花粉誌 47(1), 43-49 (2001)。
- (3) 宇佐神篤・刑部光代・大川靖弘・大嶋吾郎：アレルギーを識る——第2回イネ花粉抗原。アレルギーフロンティア 1(3), 42-47 (2001)。
- (4) 信太隆夫：アレルギーを識る——第7回カモガヤ(イネ科草本)。アレルギーフロンティア 2(4), 44-49 (2002)。
- (5) 高橋裕一・武田久子・中野憲司・他：稲作分野の試験研究機関職員のイネ(Oryza)花粉症。花粉誌 44, 119-123 (1998)。
- (6) 戸刈義次・菅 六郎：食物作用。養賢堂 pp. 57-61 (1974)。
- (7) 木村利定・松村龍雄：小児気管支喘息のアレルギー診断と特異療法に関する研究；第4報イネ花粉喘息(1)。アレルギー 20, 903-914 (1971)。
- (8) 木村利定・戸所正雄・黒梅恭芳・他：イネ花粉喘息の研究；第2報イネ花粉と他のイネ科花粉との間の共通抗原に関する研究。アレルギー 18, 1005-1016 (1969)。
- (9) 宇佐神篤・船井恒嘉・中崎浩一：イネ花粉症の研究。日本鼻科学会会誌(抄) 33, 78 (1994)。