

(原著論文)

三重県中部におけるイネ科花粉源 —— (3) 晩夏から秋の空中花粉の花粉源 ——

伊藤由紀子¹⁾・塩谷 格²⁾¹⁾国立病院機構三重中央医療センター耳鼻咽喉科 〒514-1101 三重県津市久居明神町 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

(2006年8月22日 受付, 2007年2月19日 受理)

A variety of Gramineae airborne pollens in the middle area in Mie Prefecture.

(3) The sources of grass pollen in late summer and autumn.

Yukiko ITO¹⁾ and Itaru SHIOTANI²⁾¹⁾Department of Otorhinolaryngology, National Hospital Organization Mie Chuo Medical Center,
2158-5 Hisai-Myojincho, Tsu, Mie 514-1101 Japan²⁾Professor emeritus, Department of Bioresources, Mie University,
1406-440 Ishinden-Toyono, Tsu, Mie 514-0115 Japan

Currently there is an increase in the incidence of grass pollinosis in patients ranging from young children to the elderly, and it is critical that we identify the sources of the airborne antigenic grass pollens causing the problems. The aim of this study has been to determine the sources of all airborne pollen during the autumn of 2002-05. As the range of grass species in flower changes through the overall flowering season, the airborne pollen populations were studied by dividing them into two seasonal populations: the late summer population (LSP) and the autumn population (AP).

Pollen size data were taken from eighteen species (including one variety) blooming in the late summer and from nineteen species in the autumn. The resulting pollen size means were compared with the median results of the two seasonal populations.

Among the grass species data which were compared, *Sorghum halepense* (Johnson grass) was shown to have the mean closest to the medians for the LSP grass pollen data, 40.0 to 42.5 μ m, while the means of both *Miscanthus sinensis* and *M. sacchariflorus* were approximately equal to the medians for the AP grass pollen data, 37.5 μ m. We gave a 95% confidence ellipse for *Sorghum halepense* and for the two *Miscanthus* species. As a result, the LSP pollen count within the *Sorghum halepense* ellipse was ca. 65% of the total pollen count. The AP pollen counts within the ellipse for *Sorghum halepense*, *Miscanthus sinensis* and *M. sacchariflorus* were all within the range of 63~77%. Consequently, these three grasses are considered to be the main sources of autumn airborne grass pollen.

We discuss the specific allergens of the above three grass species, and the adoption of allergy tests for these allergens from a clinical point of view.

Key Words: grass pollinosis, airborne pollen sources, confidence ellipse, *Sorghum*, *Miscanthus*

はじめに

三重中央医療センターの1987～2004年の調査では、飛散イネ科花粉数の顕著な年次変動がないにもかかわらず、アレルギー患者のイネ科花粉に対する感作率は87年の5%から95年には30%へと上昇し⁽¹⁾、近年、イネ科花粉症患者は小児から高齢者まで拡大傾向にある。感作率の上昇をもたらしている原因については、主に患者側の要因として生活様式や社会環境の変化など様々議論されているがまだ解明されていない。空中花粉の花粉源の把握はイネ科花粉症の診断や治療に不可欠である。

既報^(2,3)で、三重県中部地域の春から初夏のイネ科空中花粉の主要な花粉源はカモガヤ、オニウシノケサ、ネズミムギ、ホソムギ、また盛夏の主要な花粉源はイネと推定できたことを報告してきた。今回は、晩夏から秋の空中花粉の花粉源を識別することを目的に、2002年から4年間、8月中旬から10月下旬までの空中花粉の大きさを測定し、この時期に開花する野外のイネ科植物の花粉測定値と対比させた。統計学的解析は既報^(2,3)で空中花粉の分析に用いた方法と同様である。花粉源とは広義には大気中に花粉を放出している植物を、狭義には大気中の花粉が花粉症を起こす植物である。

方 法

空中花粉調査：花粉の採取は2002年から05年までの4年間、三重県津市久居（旧久居市）の三重中央医療センター8階屋上（高さ30m）に設置したダラム型花粉捕集器（重力式）を用いて行った。採集器内のスライドガラスは、8月中旬から10月末まで週2回、火曜と金曜の12時から13時の間に交換した。スライドガラスの6.48cm²（18×18mmのカバーガラス2枚）にある花粉を染色しカウント、計測した。カバーガラス1枚はPhöbus Blackly液で染色し、他の1枚は花粉の永久保存を目的にグリセリンゼリーで封入した。花粉粒の長軸径、短軸径の計測は、顕微鏡下400倍で接眼レンズのマイクロメーターを用いて2.5μm単位で行った。

イネ科植物の開花期と出現度：当該地域の丘陵地（標高15～50m）から海岸までのイネ科植物の植生調査は、2005年4月から10月まで、一定の観察ルートを決めて2～3日毎に行い、開花時期と出現度を記録した。開花日は最初に開花を確認した日、開花終了日はほとんどの穂が中軸や小穂の柄をすぼめて結実期に入った日とした。本報告での開花期とは各地の群落あるいは個体群が開花状態を持続させている期間である。

各植物の出現度を以下のように5段階スコアで示し

た。丘陵から海岸までいたるところで頻繁にみられるものを多い（スコアⅤ）、丘陵または低湿地に限って優勢な群落がみられるものをやや多い（スコアⅣ）、林縁、小川沿い、耕地など特定の環境下で必ずみられるものを普通（スコアⅢ）、個体数が減少ぎみの在来種または増殖力の乏しい外来種をやや稀（スコアⅡ）または稀（スコアⅠ）とした。約40植物種のうち、スコアⅢ以上の25種1変種を分析の対象とした。

イネ科植物の花粉観察：野外で採取した穂は、乾燥を防ぐために直ちに湿らせた紙に包んだ。水中で穂の根元を切り戻し、花瓶で数日保存した。成熟薬を集めるため、小花が開花中の小穂または隣接する小穂をとり、エタノール（77～81%）で固定・保存した。後日外来診察用顕微鏡下10倍で試料から成熟薬を取り出し、ワセリンを塗布したスライドガラスに花粉を拡散させて、前記の空中花粉調査と同様の方法で染色した。顕微鏡下400倍で各植物種につき花粉100粒を計測した。

統計学的解析：統計学的解析は、SYSTAT（Ver. 10.2）を用いて行った。空中花粉はいくつかの植物種の花粉が混在する不均質な母集団からのサンプルである可能性がある。そのため、長軸径あるいは短軸径の測定値の母集団が正規分布とみなせるかどうかを調べるため、Kolmogorov-Smirnov検定⁽⁴⁾（以後KS検定）を行った。最大差（MaxDif）はKS検定に用いられる統計値で、測定値の累積度数分布を理論上の累積正規分布に当てはめた時に生ずる差の最大値をいう。最大差が有意に大きく、確率が小さいときは、正規分布の想定は困難であり非正規型分布と判定した。非正規型集団の特徴をあらわす値としては中央値と四分位範囲を用いた。

植物種の中で、花粉の長軸および短軸の平均値が空中花粉の中央値に近似しているものを花粉源候補として選んだ。次いで長軸径・短軸径を座標軸に正規曲面を想定した候補植物種の95%信頼楕円域を設定した。また花粉の大きさが互いに近似する候補植物種については、それらを1グループとして、グループの95%信頼楕円域を設定した。そして空中花粉のうち当該植物種の信頼楕円域内にある花粉の頻度を調べた。各花粉が信頼楕円域内にあるかどうかの判定は既報^(2,3)と同様に、信頼楕円域の中心から花粉の測定値（座標点）までの確率距離（ D^2 、マハラノビス距離）を用いて調べた。確率距離が5.991（ χ^2 値、自由度＝2、5%有意水準）以下の場合は当該植物種の信頼楕円域内にあると判定した。95%信頼楕円域内に入る花粉の頻度が高いとき、その候補植物種あるいは候補植物種グループを主要な花粉源とした。

結 果

空中花粉の旬別頻度

2002～05 年の 8 月中旬から 10 月下旬の空中イネ科花粉数（個／6.48cm²）を表 1 に示した。花粉の大きさを測定することのできない異常花粉は全体の約 10 % であり、これらの異常花粉（不稔花粉や壊れた花粉）は以降の頻度や測定から除外した。各年には合計 141, 150, 151, 161 個の花粉が採取された。全測定値を通して長軸径は 25μm から 52.5μm の範囲であった。

2002～05 年の調査期間の空中花粉数（個／6.48cm²）を各月の旬ごとに集計すると、9 月上旬と中旬を境に 2 つの季節集団に分かれる傾向がみられた。イネの開花期を過ぎた 8 月中旬から 9 月上旬までを「晩夏期」、9 月中旬以降 10 月末までを「秋期」とした。

季節集団の非正規型分布と統計値

各年の季節集団の長軸径についての KS 検定の結果（表 2）、どの季節集団も非正規型分布を示した。また季節集団の短軸径の分布も、計算値を省略したが、非正規型を示した。

表 3 に各季節集団の長軸径、短軸径の中央値と四分位範囲を示した。晩夏期集団では各年の長軸径、短軸径の中央値は 40.0μm あるいは 42.5μm であり、年による大きな差はみられなかった。四分位範囲の年次間差はわずかであるが短軸径でみられた。秋期集団では各年の長軸径の中央値はすべて 37.5μm、短軸径の中央値は 35.0μm あるいは 37.5μm であり、年による大きな差はみられなかった。しかし四分位範囲では長軸径、短軸径ともに年次間差がみられ、花粉組成に変化があると推測された。

表 1. 4 年間の 8 月中旬から 10 月下旬の空中イネ科花粉数の旬別頻度。

年	旬別頻度								計
	8 月中旬	8 月下旬	9 月上旬	9 月中旬	9 月下旬	10 月上旬	10 月中旬	10 月下旬	
2002	23(3)	12(8)	9(13)	26(1)	22(2)	30	11(6)	8(2)	141(35)
2003	13(2)	28(1)	19	29(4)	15(2)	22(3)	21(2)	3(1)	150(15)
2004	18(1)	9(1)	12(5)	22	34(1)	28	24	4	151(8)
2005	27	24(2)	9(4)	27	25(1)	16	21	12(1)	161(8)
計	81(6)	73(12)	49(22)	104(5)	96(6)	96(3)	77(8)	27(4)	603(66)

旬別頻度：6.48cm² 当りの花粉数，（ ）：計測不能な異常花粉数。

表 2. 4 年間の 2 つの季節集団における空中花粉の長軸径の分布型についての Kolmogorov-Smirnov 検定。

年	晩夏期集団			秋期集団		
	花粉数	最大差(確率)	分布型	花粉数	最大差(確率)	分布型
2002	44	0.177 (0.001)	非正規型	97	0.154 (0.000)	非正規型
2003	60	0.215 (0.000)	非正規型	90	0.153 (0.000)	非正規型
2004	39	0.161 (0.012)	非正規型	112	0.130 (0.000)	非正規型
2005	60	0.177 (0.000)	非正規型	101	0.114 (0.002)	非正規型

表 3. 4 年間の 2 つの季節集団における空中花粉の大きさの中央値と 4 分位範囲。

年	晩夏期集団				秋期集団			
	中央値		4 分位範囲		中央値		4 分位範囲	
	L(μm)	S(μm)	L(μm)	S(μm)	L(μm)	S(μm)	L(μm)	S(μm)
2002	40.0	40.0	5.00	5.00	37.5	35.0	7.50	8.05
2003	42.5	42.5	5.00	3.75	37.5	37.5	5.00	7.50
2004	40.0	40.0	5.00	6.25	37.5	35.0	5.00	5.00
2005	42.5	40.0	5.00	5.00	37.5	35.0	7.50	10.00

L：長軸径，S：短軸径。

イネ科植物の種類と出現度

花粉を測定した 25 種 1 変種を表 4 に示した。Clayton and Renvoize⁽⁵⁾ の分類体系で表わし、長田武正⁽⁶⁾ の亜科、連、種の和名を用いた。キビ亜科は、エノコログサ (Set 1)、アキノエノコログサ (Set 2)、キンエノコログサ (Set 3)、イヌビエ (Ech 1)、ヒメイヌビエ (Ech 2)、メヒシバ (Dig 1)、コメヒシバ (Dig 2)、アキメヒシバ (Dig 3)、チカラシバ (Pen)、オオクサキビ (Pan 1, 外来種) ヌカキビ (Pan 2)、キシウスズメノヒエ (Pas 1, 外来種)、シマスズメノヒエ (Pas 2, 外来種)、タチスズメノヒエ (Pas 3, 外来種)、セイバンモロコシ (Sor, 外来種)、ススキ

(Mis 1)、オギ (Mis 2)、ジュズダマ (Coi)、アシボソ (Mic)、メリケンカルカヤ (And, 外来種)；ヒゲシバ亜科はカゼクサ (Era)、オヒシバ (Ele)、アゼガヤ (Lep)、ギョウギシバ (Cyn, 外来種)；ダンチク亜科はヨシ (Phr)；タケ亜科はイネ連のマコモ (Ziz) で、外来イネ科 7 種を含む。キビ亜科が最も多く 19 種 1 変種、次にヒゲシバ亜科 4 種、その他ダンチク亜科 1 種、タケ亜科 1 種であった。各植物種の出現度は、方法で述べたスコアを表 4 の右欄に示した。

表 4. 花粉の大きさを測定したイネ科 25 種 1 変種と出現度スコア。

Subfamily Panicoideae キビ亜科			出現度
Tribe Paniceae キビ連			スコア
Set 1	<i>Setaria viridis</i>	エノコログサ	V
Set 2	<i>Setaria faberi</i>	アキノエノコログサ	V
Set 3	<i>Setaria glauca</i>	キンエノコログサ	V
Ech 1	<i>Echinochloa crus-galli</i>	イヌビエ	V
Ech 2	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>praticola</i>	ヒメイヌビエ	V
Dig 1	<i>Digitaria ciliaris</i>	メヒシバ	V
Dig 2	<i>Digitaria radicata</i>	コメヒシバ	V
Dig 3	<i>Digitaria violascens</i>	アキメヒシバ	V
Pen	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	チカラシバ	IV
Pan 1	<i>Panicum dichotomiflorum</i> , (Fall panicum)	オオクサキビ*	IV
Pan 2	<i>Panicum bisulcatum</i>	ヌカキビ	IV
Pas 1	<i>Paspalum distichum</i> , (Knot grass)	キシウスズメノヒエ*	IV
Pas 2	<i>Paspalum dilatatum</i> , (Dallis grass)	シマスズメノヒエ*	V
Pas 3	<i>Paspalum urvillei</i> , (Vasey grass)	タチスズメノヒエ*	IV
Tribe Andropogoneae ヒメアブラススキ連			
Sor	<i>Sorghum halepense</i> , (Johnson grass)	セイバンモロコシ*	IV
Mis 1	<i>Miscanthus sinensis</i>	ススキ	V
Mis 2	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	オギ	IV
Coi	<i>Coix lacryma-jobi</i>	ジュズダマ	III
Mic	<i>Microstegium vimineum</i>	アシボソ	IV
And	<i>Andropogon virginicus</i> , (Broom sedge)	メリケンカルカヤ*	V
Subfamily Chloridoideae ヒゲシバ亜科			
Tribe Eragrostideae スズメガヤ連			
Era	<i>Eragrostis ferruginea</i>	カゼクサ	V
Ele	<i>Eleusine indica</i>	オヒシバ	V
Lep	<i>Leptochloa chinensis</i>	アゼガヤ	IV
Tribe Cynodonteae ギョウギシバ連			
Cyn	<i>Cynodon dactylon</i> , (Bermuda grass)	ギョウギシバ*	IV
Subfamily Arundinoideae ダンチク亜科			
Tribe Arundineae ダンチク連			
Phr	<i>Phragmites australis</i>	ヨシ	IV
Subfamily Bambusoideae タケ亜科			
Tribe Oryzeae イネ連			
Ziz	<i>Zizania latifolia</i>	マコモ	III

(*: 外来種)

表5. イネ科 25 種 1 変種の花粉の大きさ.

記号	L(μm)		S(μm)		開花期
	平均	SD	平均	SD	
Set 1	34.2	1.95	33.9	1.89	A
Set 2	32.3	1.84	31.9	1.62	A
Set 3	39.2	2.27	39.1	2.29	A
Ech 1	30.3	1.33	30.0	1.35	A
Ech 2	31.1	1.39	30.9	1.29	A
Coi	55.4	3.80	53.8	3.72	A
Ele	27.4	2.09	27.0	2.00	A
Dig 1	38.4	2.06	37.7	2.45	AAB
Pas 1	36.3	3.07	36.1	3.04	AAB
Pas 2	38.7	4.98	38.3	4.90	AAB
Sor	41.3	2.29	39.1	2.24	AAB
Cyn	26.3	1.69	25.4	1.38	AAB
Dig 2	28.9	2.57	28.7	2.60	ABB
Dig 3	27.2	1.59	26.8	1.62	ABB
Pan 1	33.6	1.52	33.2	1.58	ABB
Pas 3	34.1	1.91	33.9	2.08	ABB
Era	30.0	2.30	29.7	2.19	ABB
Lep	23.4	1.89	23.4	1.89	ABB
Pen	39.9	3.01	39.0	2.93	B
Pan 2	27.7	3.09	27.0	3.18	B
Mis 1	37.1	2.49	35.5	2.35	B
Mis 2	37.2	1.55	36.1	1.75	B
Mic	31.4	2.02	31.3	1.90	B
And	31.1	1.82	30.7	1.74	B
Phr	27.9	1.85	26.7	2.04	B
Ziz	29.7	1.33	29.2	1.38	B

L: 長軸径, S: 短軸径, SD: 標準偏差.

イネ科植物の花粉の大きさと開花期

表5に25種1変種の花粉100粒の測定値を, 長軸径と短軸径の平均と標準偏差で示した. 最小はアゼガヤ (Lep) の $23.4\mu\text{m}$, 最大はジュズダマ (Coi) の $55.4\mu\text{m}$ であった. 各植物種の開花期の観察結果は, 図1のように6月初めから開花が始まり9月上旬に開花が終了するもの (A), 9月上旬から開花が始まるもの (B), 5月初めから開花が始まり10月中旬に開花が終了するもの (AAB), 8月中旬から開花が始まり10月中旬に開花が終了するもの (ABB) の4グループに分類された. 各植物種の開花期を表5の右欄に記入した.

晩夏期集団の花粉源としては開花期が A, AAB, ABB に属する 17 種 1 変種を, 秋期集団の花粉源としては AAB, ABB, B に属する 19 種を対比させて以降の分析を行った.

空中花粉の中央値対付近の植物種

晩夏期集団では, 長軸径と短軸径の中央値がともに $40.0\mu\text{m}$ あるいは $42.5\mu\text{m}$ であったので, 花粉源の候補として第1にセイバンモロコシ (Sor; 平均長軸径 $41.3\mu\text{m}$ ・平均短軸径 $39.1\mu\text{m}$, 開花期 AAB) を選択した. 次いでキンエノコログサ (Set 3), シマスズメノヒエ (Pas 2), メヒシバ (Dig 1) の順に空中花粉の中央値に近似していた.

秋期集団では空中花粉の長軸径の中央値は $37.5\mu\text{m}$, 短軸径の中央値は $35.0\mu\text{m}$ または $37.5\mu\text{m}$ であったので, 花粉源の候補としてススキ (Mis 1; 平均長軸径 $37.1\mu\text{m}$ ・平均短軸径 $35.5\mu\text{m}$, 開花期 B) とオギ (Mis 2; 平均長軸径 $37.2\mu\text{m}$ ・平均短軸径 $36.1\mu\text{m}$, 開花期 B) を選択した. 次いでキシウスズメノヒエ (Pas 1),

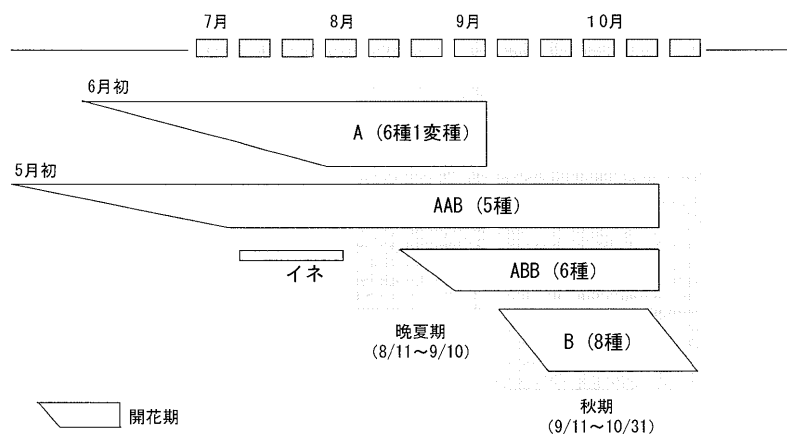


図1. イネ科 25 種 1 変種の開花時期と空中花粉分析のための晩夏期集団と秋期集団の設定.

花粉の大きさを測定した植物は, 6月初めから開花が始まり9月上旬に開花が終了するもの (A), 9月上旬から開花が始まるもの (B), 5月初めから開花が始まり10月中旬に開花が終了するもの (AAB), 8月中旬から開花が始まり10月中旬に開花が終了するもの (ABB) の4グループに分類された. 空中花粉の分析はイネの開花終了以降を2つの季節集団, 晩夏期集団と秋期集団に分けて行った.

メヒシバ (Dig 1), シマスズメノヒエ (Pas 2), チカラシバ (Pen) の順に空中花粉の中央値に近似していた。

野外観察を加味した花粉源の判定

前項での8植物種の出現度は、多い(スコアV)またはやや多い(スコアIV)に属し、すべて周辺に普通にみられる種類である。しかしとりわけ大形の多年生植物で、大きな総状花序をつけ、比較的安定した群落をなすのはセイバンモロコシ、ススキ、オギに限られる。これら3種の当地での概要と生育状況は次のようである。

〈セイバンモロコシ〉キビ亜科、開花期はAABで、7月上旬～10月中旬の約120日におよぶ。高さ約2mで帰化植物としては最大であり、多年生で地下茎を発達させる。穂は大きく20～50cm長、葯長は3mm。海岸や河川の堤防、幹線道路沿いの緩衝地、市内の空き地など近年攪乱された土地に侵入し群落をなす(出現度IV)。出穂期、穂の形状や色は変異に富む。太田久次⁽⁷⁾によると当県での最初の記録は1952年で、その後各地で記録され、太田の帰化度スコアは5(分布が広く各地の生育量も多い)である。アフリカ北部原産。

〈ススキ〉キビ亜科、開花期はBで、9月中旬から10月下旬の約40日。多年生の在来種で、高さ1.5～2m、穂は約30cm長、葯長は2mm。平地から丘陵にかけて堤防、河川敷、路傍、耕作地の周辺に頻繁にみられる(出現度V)。東アジア固有種。

〈オギ〉キビ亜科、開花期はBで、ススキと同時期であり約40日。ススキより大形の在来種で、発達した地下茎より多数の茎を立てる。高さ2～2.5m、穂は約40cm長とススキより大きく晩秋に銀白色に輝く。葯長は2mm。平地や丘陵の湿地に多く、河川敷にはヨシとオギの群落がみられる(出現度IV)。東アジア、極東の固有種。

これら3種の花粉の大きさは、すでに述べたように各集団の中央値にほとんど一致している。さらにこれらの生育状況をも考慮して、晩夏期の花粉源候補をセイバンモロコシとした。また秋期の第1の有力な花粉源候補をススキ属2種とし、開花が10月中旬までつづくセイバンモロコシを第2の候補とした。

信頼楕円域内の空中花粉の割合

セイバンモロコシ (Sor) 花粉の95%信頼楕円域をセイバンモロコシ領域と名づけた。花粉の大きさが互いに近似するススキ (Mis 1) とオギ (Mis 2) は1グループとして扱い、グループの95%信頼楕円域をススキ・オギ領域と名づけた。

2002年から05年の各晩夏期集団の散布図にセイバ

ンモロコシ領域を重ねた。05年の結果を図2-Aに示した。表6の統計値を用いて計算した D^2 値からセイバンモロコシ領域内の花粉を判定し、その割合を年次別に集計した(表7-A)。2002年では空中花粉44個のうち29個(65.9%)が領域内にあり、03年では60個のうち40個(66.7%)、04年では39個のうち25個(64.1%)、05年では60個のうち38個(63.3%)が領域内にあった。4カ年ともにセイバンモロコシ領域内の花粉は約65%であり、大きな年次変動はみられなかった。

次に2002年から05年の各秋期集団の散布図にススキ・オギ領域とセイバンモロコシ領域を重ねた。05年の結果を図2-Bに示した。表6の統計値を用いて計算した D^2 値からススキ・オギ領域内とセイバンモロコシ領域内の花粉を判定し、その割合を年次別に集計した(表7-B)。2002年では秋期の空中花粉97個のうちススキ・オギ領域内には55個、セイバンモロコシ領域内は46個、このうち2領域が重なる部分には37個であった。すなわち2つの領域いずれかに入る花粉粒は全97個のうち64(66.0%)であった。同様に、2つの領域いずれかに入る花粉粒は03年では全90個のうち69個(76.7%)、04年では全112個のうち86個(76.8%)、05年では全101個のうち64個(63.4%)であった。ススキ・オギ領域内またはセイバンモロコシ領域内の花粉粒の割合は4カ年では63～77%で、最大14%の年次変動がみられた。

考 察

花粉飛散期の区分

過去4年の8月中旬から10月までの旬別花粉数の累計(表1)では、9月上旬に花粉頻度分布の谷間があり、花粉の飛散期間を晩夏期と秋期に区分したことを述べた。開花期の観察結果(図1)からも、9月10日頃に植物グループAとBの交替期があり、この頃を境に飛散花粉の種類の交替が示唆された。

秋の空中花粉の特徴

季節集団で95%信頼楕円域に入った花粉の割合は、晩夏期ではセイバンモロコシ領域内に63～67%、秋期ではセイバンモロコシまたはススキ・オギ領域内に63～77%であった。これらの値は、既報^(2,3)で春、夏の集団から推定した信頼楕円域内の花粉割合70%以上と比べ、全体にやや低い。このことは8月中旬以降圧倒的に多くの花粉を飛散させる花粉源がなく、多種の花粉が飛散しているためと思われる。例えば2005年秋期集団のプロット(図2-B)では、この年に限り、2つの信頼楕円域外に長軸径約30 μ mの小型花粉の集まりがみられた。花粉の大きさと出現時期(10

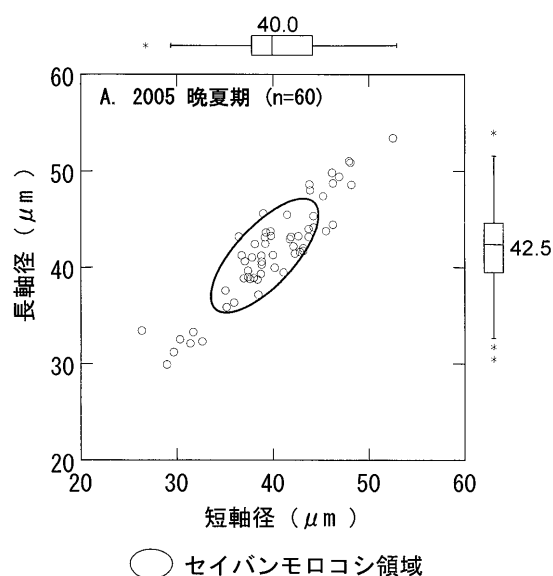


図2-A. セイバンモロコシ領域を重ねた2005年晩夏期集団の空中花粉の散布図.

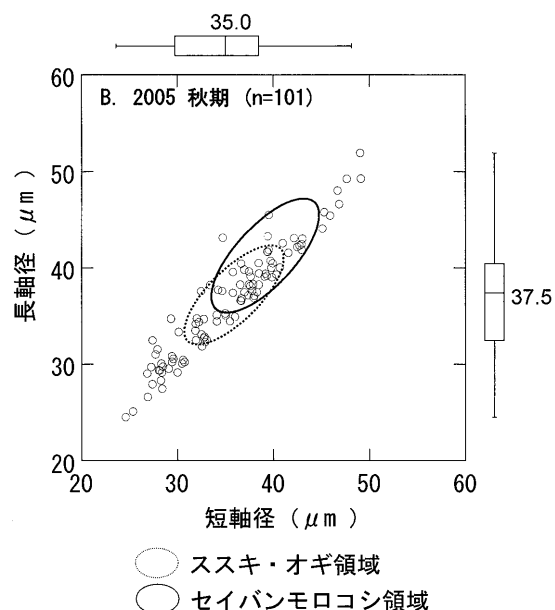


図2-B. ススキ・オギ領域およびセイバンモロコシ領域を重ねた2005年秋期集団の空中花粉の散布図.

表6. セイバンモロコシ領域, ススキ・オギ領域の設定に使われた統計値.

領域	L(μm)		S(μm)		相関係数 (L, S)	構成植物
	平均	SD	平均	SD		
セイバンモロコシ領域	41.33	2.29	39.08	2.24	0.784	セイバンモロコシ
ススキ・オギ領域	37.15	2.07	35.80	2.09	0.784	ススキ, オギ

L: 長軸径, S: 短軸径, SD: 標準偏差.

表7-A. セイバンモロコシ領域内に入る晩夏期集団の空中花粉数の年次別集計.

晩夏期集団				
	2002	2003	2004	2005
セイバンモロコシ領域内	29 (65.9%)	40 (66.7%)	25 (64.1%)	38 (63.3%)
領域外	15	20	14	22
計	44	60	39	60

表7-B. ススキ・オギ領域内またはセイバンモロコシ領域内に入る秋期集団の空中花粉数の年次別集計.

秋期集団				
	2002	2003	2004	2005
ススキ・オギ領域内	55	53	74	50
セイバンモロコシ領域内	46	54	57	46
2つの領域の重なり部分	(37)	(38)	(45)	(32)
小計	64 (66.0%)	69 (76.7%)	86 (76.8%)	64 (63.4%)
2つの領域外	33	21	26	37
計	97	90	112	101

(小計 = 2つの領域内の花粉数の合計 - 2つの領域の重なり部分の花粉数)

月中旬)から、これらはヨシ (Phr) の花粉と推測される。すでに秋期集団の4分位範囲の年次変動で指摘したが、秋期花粉組成は、気象の影響によるのか変化が大きいようである。したがって秋の空中花粉の特徴は多種混合とその組成の変動といえる。

これまでの空中花粉の信頼楕円域を用いた分析では、90%または95%信頼楕円域を用いてきた^(2,3)。信頼性レベルの使い分けは、2つの信頼楕円域を設定したとき、信頼楕円域が散布図上で大きく重なり合わないよう配慮した。

進化上のグラスの系列

館岡亜緒⁽⁸⁾はわが国のイネ科植物について、「春から初夏にかけてのイネ科植物の大部分はイチゴツナギ亜科植物で、夏から秋の平地・浅山にみられるのは大部分キビ亜科とスズメガヤ亜科の種類である」という(注、館岡のスズメガヤ亜科 *Eragrostoideae* はこの報告のヒゲシバ亜科にほぼ相当)。花粉シーズンの花粉源同定に関する筆者らの一連の研究はまさしく館岡の概観どおりとなった。

春の空中花粉の分析で対象になった植物種はほとんどがイチゴツナギ亜科であり、本報告での植物種は一新して、多くのキビ亜科、ヒゲシバ亜科その他となった。Clayton *et al.*⁽⁵⁾ はイネ科植物の進化上の主要な3系列をあげ、それらの起源を論じているが、3系列とは、1) 北半球の温帯起源のイチゴツナギ亜科、2) 熱帯に起源するキビ亜科ーヒゲシバ亜科ーダンチク亜科、3) 熱帯の森林や水郷に起源するタケ亜科である。この見解は主に形態学、植物地理学また光合成経路などの生化学の知見に基づいている。各系列内の植物群が同じ進化の道筋をたどってきたとすれば、それらの植物群は共通な遺伝的背景があるものと示唆される。

春のイネ科花粉症の主因であるイチゴツナギ亜科の主要な植物種間には、広く共通抗原性があることが血清学的研究から明らかになっている^(9, 10, 11, 12, 13, 14)。一方秋の空中花粉の分析で対象になったキビ亜科やヒゲシバ亜科、その他の亜科の抗原性については、イチゴツナギ亜科の抗原との関連で取り上げられているに過ぎない。宇佐神ら⁽¹⁵⁾は、共通抗原性やアレルギー性に関しては、植物系統学上の分類を参考とした今後の検討が必要であるとしているが、重要な指摘と思われる。

秋のイネ科花粉の抗原性

(1) ギョウギシバ

ギョウギシバ (*Bermuda grass*) はアメリカ南部諸州その他の温暖地で花粉症を起こす主要な植物とされている⁽¹⁶⁾。ギョウギシバ (ヒゲシバ亜科) は本報告での対象植物の1つであったが、花粉モニタリングの結果では主要な花粉源に挙げられなかった。この植物の花

粉抗原は血清学的研究にしばしば取り上げられている^(9, 10, 12, 13)。これらの報告によると、ギョウギシバはカモガヤなどの主要なイチゴツナギ亜科の植物種との間には、共通抗原性はほとんどないとされている。

(2) セイバンモロコシ

セイバンモロコシ (キビ亜科) はテキサス州のある地域で花粉症を起こすと報告されている⁽¹⁶⁾。Martinら⁽¹⁷⁾は RAST 阻止試験の成績から、この植物の抗原性は北部諸州のイチゴツナギ亜科の数種、また南部のギョウギシバの双方に共通抗原性があると指摘している。2つの亜科の橋渡しをするようなユニークな抗原性である。本報告では、晩夏から秋にかけて当地ではセイバンモロコシの花粉飛散数は無視できないことを述べた。

(3) ススキ

宇佐神ら⁽¹⁵⁾は1985年から13年間の調査で、ススキの皮内テスト陽性率は10.8%であり、強陽性例も2%弱にみられるので、感作例は少ないとはいえないと報告している。またススキと他のイネ科植物の皮内テスト結果にみられる相関関係から、ススキと他種との間には広く共通抗原の存在がうかがわれたとしている。

高橋ら⁽¹⁸⁾はイムノブロット法を用いて、多種のイネ科植物の花粉に抗 *Lol p I* ウサギ血清を反応させ、*Lol p I* の交差反応性を調べている。*Lol p I* はホソムギの主要抗原として一般的に知られている。イチゴツナギ亜科に属する植物では、酵素標識抗体法で染色した時、最も濃い青紫色のスポットがみられ、ススキとセイバンモロコシでも比較的濃いスポットがみられたが、ギョウギシバでは薄いスポットであったとしている。

セイバンモロコシとススキの抗原を取り扱った報告^(15, 16, 17, 18, 19)を総合すると、ススキやセイバンモロコシは、イチゴツナギ亜科植物との間に部分的な共通抗原性をもつと考えられ、秋のイネ科花粉症の原因として今後は十分注意を払う必要があると思われる。

秋のイネ科花粉症の診断

当科のアレルギー外来において、秋に鼻症状が増悪する例の原因は様々である。ヨモギなどのキク科花粉症例、ダニの数の増加により鼻症状が悪化するダニアレルギー例、10月中旬から始まる極少量のスギ飛散に反応するスギ花粉症例、さらに秋期の急激な気温の低下によって鼻粘膜の自律神経の異常をきたす例などである。

イネ科花粉症患者に関する過去の調査⁽¹⁾では、秋のみに発症した例はみられなかった。また秋に症状が悪化した例でも春から初夏のような激症を訴えることは

稀であった。秋のイネ科花粉症が少ない原因としては、秋のイネ科花粉の抗原性がイチゴツナギ亜科植物の抗原性ほど強力ではないこと、秋の空中花粉数が春の約1/2と比較的少ないこと、さらにこれまで秋のイネ科花粉に対しては積極的に抗原検査を行ってこなかったことがあげられる。

秋のイネ科花粉症の診断では、RAST 検査では現在セイバンモロコシ (G10)、アメリカスズメノヒエ (*Paspalum nonatum*, G17)、アシ (G7)、ギョウギシバ (G2) の4項目の検査が可能である。ススキはRASTでは市販抗原がなく検査不可能であるが、皮内テストで検出できる。

過去の報告と今回で、三重県中部における花粉飛散の3つのピークをなす花粉源の推測ができるようになった。これまで花粉源に関する手がかりは他の地域の臨床報告に頼ってきたが、ようやく当院のイネ科花粉症患者をとりまく花粉環境の実情を身近に受け止められるようになった。無数に花粉を放つ植物はもとより、花粉モニターにかからないような局地的な植物でさえも、花粉アレルギーへの感作、さらに発症への関与を疑ってやる必要がある。花粉症は地方のイネ科植物の群落あるいは花粉環境を反映した風土病的性格があるように思われる。今後の臨床診断で、これまでの成果をより適切な抗原検査の選択に役立てたい。

ま と め

当地のイネ科花粉症は1990年頃から増加傾向を示し、空中イネ科花粉の花粉源を明確に把握することが急務である。年間の空中イネ科花粉の頻度分布は2または3峰性を示し、既報で春の主要な花粉源はカモガヤ、オニウシノケグサ、ネズミムギ、ホソムギ、盛夏の花粉源はイネと推定できたことを報告してきた。今回は晩夏から秋の花粉源を明らかにするため2002～05年に行った研究成果を報告した。

空中花粉の旬別頻度では、9月上旬と中旬を境に2つの季節集団に分かれる傾向があり、8月中旬から9月上旬までは晩夏期、9月中旬以降を秋期と区分した。各季節集団の空中花粉の長軸径と短軸径の分布は非正規型を示し、各季節集団の分布の特徴をあらわす代表値として中央値と四分位範囲を用いた。2002～05各年の晩夏期および秋期集団の空中花粉の中央値と、同時期に開花する25種1変種の花粉の測定値とを比較した。

花粉の大きさが空中花粉の中央値に近似し、花粉飛散が多いと予測される植物は、晩夏期ではセイバンモロコシ (Sor)、秋期ではススキ (Mis 1)、オギ (Mis 2)、セイバンモロコシ (Sor) に絞られた。さらにこれら3種の花粉の測定値から95%信頼楕円域を設定

した。セイバンモロコシ花粉の信頼楕円域をセイバンモロコシ領域、また互いに花粉の大きさが近似しているススキとオギの信頼楕円域をススキ・オギ領域とし、各領域に入る花粉数を年次別に集計した。晩夏期集団では、セイバンモロコシ領域内に入る空中花粉の割合は約65%であった。秋期集団では、ススキ・オギ領域とセイバンモロコシ領域のいずれかに入る空中花粉の割合は63～77%であった。

以上の結果より、晩夏期の主要な花粉源はセイバンモロコシ、秋期の主要な花粉源はススキ、オギ、セイバンモロコシと推定した。本研究の結果に関連して、秋の空中花粉の特徴、晩夏から秋のイネ科植物の抗原性を論じ、臨床の立場から今後の診断法の指針を考察した。

引用文献

- (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**, 9-14 (2002)。
- (2) 伊藤由紀子・宮村朋孝・坂井田寛・塩谷格：三重県中部におけるイネ科花粉源——稲花粉の空中飛散——。花粉誌 **50**, 31-37 (2004)。
- (3) 伊藤由紀子・塩谷格：三重県中部におけるイネ科花粉源——春から初夏の空中花粉の花粉源——。花粉誌 **52**, 5-13 (2006)。
- (4) Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. McGraw-Hill pp. 535-537 (1980)。
- (5) Clayton, W.D. and Renvoize, S.A.: *Genera Graminum*, Grasses of the World. 2nd Ed. Kew Bulletin, Additional Series XIII, Her Majesty's Stationary Office London pp. 1-389 (1989)。
- (6) 長田武正：日本イネ科植物図譜。平凡社 pp. 105-439 (1989)。
- (7) 太田久次：三重県帰化植物誌。ムツミ企画 pp. 214-229 (1997)。
- (8) 館岡亜緒：イネ科植物の解説。明文堂 pp. 48-58 (1959)。
- (9) 斎藤洋三・大木幹文・竹田英子：イネ科花粉症における各種イネ科のradioallergosorbent test (RAST) 成績。日耳鼻 **87**, 468-472 (1984)。
- (10) 袴田勝・朴沢二・永井政男・上村敏夫・袴田真理子：津軽地方におけるイネ科花粉症。弘前医学 **36**, 459-470 (1984)。
- (11) Tompson, P.J. and Geoffrey, A.S.: Allergens in Allergy. (eds.) Holgate, S.T., Church, M.K.,

-
- Gower Medical Publishing, London & N.Y.
Chapter 1: 1.1-1.14 (1993).
- (12) 宇佐神篤：めずらしい花粉症. *MEDICO* **25**, 16-25 (1994).
- (13) Van Ree, R., Van Leeuwen, W.A. and Aalberse, R.C.: How far can we simplify *in vitro* diagnostic for grass pollen allergy?: A study with 17 whole pollen extract and purified natural and recombinant major allergens. *J. Allergy Clin. Immunol.* **102**, 184-190 (1998).
- (14) 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).
- (15) 宇佐神篤・柘植昭宏・杉本昌利・高木恭子・植田洋：アレルギーを識る — 第16回ススキ (イネ科草本). *アレルギーフロンティア* **5(2)**, 36-43 (2005).
- (16) Weber, R.W. and Nelson, H.S.: Pollen antigens and their interrelationships. *Clin. Rev. Allergy* **3**, 291-318 (1985).
- (17) Martin, B.G., Mansfield, L.E. and Nelson, H.S.: Cross-allergenisis among the grasses. *Ann. Allergy* **54**, 99-104 (1985).
- (18) 高橋裕一・井上栄・阪口雅弘・片桐進：イムノブロット法による空中スギ, イネ科植物花粉アレルゲン粒子数の測定. *アレルギー* **39**, 1612-1620 (1990).
- (19) Takahashi, Y., Sakaguchi, M., Inoue, S., Yasueda, H., Shida, T. and Katagiri, S.: Airborne grass pollen antigens in a grassland as studied by immunoblotting with anti-*Lol p I* antibody. *Grana* **32**, 302-307 (1993).
-