

授業時間内のできる花粉発芽実験

會 沢 正 義

まえがき

花粉の発芽実験は古くから実施され、中学校や高等学校の教科書にも取りあげられていて、ホウセンカ、ユリ、シロツメクサなどの花粉を使用した実験が紹介されているが、この実験が授業で採用されることは少ないようである。その理由の一つとして、「生殖」についての授業時にこの実験に使用可能な花粉がなく、花粉を発芽床に散布後、短時間に発芽し授業時間内で観察が可能なものが入手できないことがあげられる。

周知のように、ホウセンカは栽培が容易で、その花粉は発芽床に散布後数分で発芽し、その観察が可能であるが、開花期が夏に限定されている。

また、授業時間を花粉粒の発芽だけの観察（実際は、原形質流動や原形質吐出なども観察が可能である）や、その準備に長時間を消費することは不可能である。そのために、毎年種子を蒔いて栽培しなくてもよい木本の花粉や、多年生の草本や自然と種子がこぼれて翌年も花粉が採取可能な植物の利用が望ましい。

今回、家庭の花壇などで栽培している草本や木本の花粉を使用して、寒天発芽床で花粉粒の発芽実験を試みており、調査は未完成であるが、その結果の一部をここに公表して、1人でも多くの子どもたちに花粉粒の発芽などを観察させたいと考えている。

1. 材料および方法

花が咲き開花して現われた花粉は、時間の経過に従いその生命力は低下し、とくに雨や散水にあった花粉粒は原形質吐出を起こす。そのため、新鮮な花から集めた花粉を実験に使用した。

たとえば、ハナゾノツクバネウツギなどは開花し

た花が数日間枝についているので、使用前日に枝を採取して花瓶などにさしてついている花を全部取り除き、翌日開花した花から花粉を集めた。

純水*に寒天を1.0%、ショ糖を15%の割合に加えて湯せんで加熱して、溶解した寒天ショ糖液をスライドガラス上に厚さが約2mmになるように流して、冷却後固形化したものを発芽床とした。

直径90mmのシャーレにろ紙を入れて純水を加えて温室とした。それに発芽床のまくらにする数本のガラス管を入れた（スライドガラス上に寒天板を作成せずに、シャーレや蓋付きの平底の透明プラスチック容器などに溶解した寒天ショ糖液を直接流し込んで寒天板を作成して蓋をすると、それで発芽床と温室になりその容器のまま顕微鏡での観察が可能なので実験操作が簡単になる）。

発芽床に花粉粒を散布後、上記の温室に収容し、机上に放置して室温で発芽させた。ストップウォッチを用い散布時からの時間を測定しながら、1分ごとに発芽床を取り出し顕微鏡の7×10や15×10および15×40倍で各花粉粒の発芽の有無を調査した。その後、マイクロメーターを用いて花粉粒および花粉管の直径を測定し、花粉管内の原形質流動を観察した。

なお、ヤマツバキは3月ごろの気温の低い時期に開花するが、既報¹⁾のように低温下ではその花粉管の伸長も遅く、30℃ほどの高い温度（定温器内）ではそれが速いことが知られている。今回の実験は冷暖房の完備された室内で実験したことを付記する。

2. 結果および考察

現在までに、約200種類の花粉を調査した結果、

* 純水は、イオン交換樹脂純水製造装置製のものである。水道水はそれに含有する物質が花粉粒の生長に害を与える。

第1表 ショ糖寒天発芽床に散布後10分以内に発芽する花粉。

花期 (月)	和名	科名	発芽 時間 (分)	花粉粒 の直径 (μm)	花粉管 の直径 (μm)	*1 花粉管 内の原 形質流 動	*2 原形 質吐 出	花期 (月)	和名	科名	発芽 時間 (分)	花粉粒 の直径 (μm)	花粉管 の直径 (μm)	*1 花粉管 内の原 形質流 動	*2 原形 質吐 出	備考	
4	ネギ	ユリ科	10	17-40	9-28		○	多年生	6-11	ハナゾノツク パネウツギ	スイカズラ科	4	42-94	12-34		○	木本 さし木
4-5	インゲン	マメ科	10	23-69	9-31	○	△		7-8	モミジアオイ	アオイ科	5	142-192	9-20	○	△	多年生
4-6	ハハコグサ	キク科	10	19-25	4-7		○	多年生	7-9	オオマツヨ イギクサ	アカバナ科	10	128-197	19-39	○	△	多年生
5-6	スマイレ ^{*3}	スマイレ科	5	49-111	7-27	○	△	多年生	*	アメリカ フヨウ	アオイ科	5	160-220	12-20	○	△	多年生
*	エニシダ	マメ科	5	21-44	7-19		△	木本 さし木	*	サルスベリ	ミソハギ科	10	32-44	7-20	○	○	木本 さし木
*	オオアマナ	ユリ科	10	35-74	7-24		○	多年生 雑種	*	ヒメマツバ ボタン	スベリヒユ科	4	66-71	9-22	○	△	さし木
*	ユキノシタ	ユキノシタ科	10	24-27	7-10		○	多年生	*	ミニトマト	ナス科	10	17-32	4-12		○	さし木
5-7	スイートピー	マメ科	5	32-59	9-30	○	△		*	カワラ ナヂシコ	ナヂシコ科	10	44-64	7-59	○	○	多年生
5-8	ヒルザキツ クミソウ	アカバナ科	7	108-162	9-30	○	○	多年生	7-10	ハルシャギク	キク科	3	24-32	2-7		△	
*	ムラサキ ツクサ	マメ科	5	32-49	9-15		○	多年生	*	シュンギク	*	5	28-35	4-7		△	
*	マツヨイグサ	アカバナ科	10	123-178	12-37	○	△	多年生	*	ビャクニチソウ	*	5	24-34	4-7		△	さし木
5-11 (1年中)	アフリカ ハウセンカ	ツリフネソウ科	5	19-51	4-7		○	多年生 さし木	*	ニチニチソウ	キョウチクトウ科	10	69-79	14-22	○	○	
5-11	バーベナ	クマツヅラ科	5	27-39	7-12		○	多年生 さし木	*	ジュエル ^{*4}	スベリヒユ科	10	61-104	9-32		△	さし木
6 (1年中)	ノシュンギク	キク科	3	27-37	4-10		○	多年生	7-11	オオイスタゲ	クダテ科	5	49-66	15-20	○	○	
6	ブライダル ベール	ツクサ科	5	21-43	4-24	○	○	多年生	8	アズキ	マメ科	10	34-54	7-37		△	
6-7	ビョウヤナギ	オトギリソウ科	10	21-32	5-15		○	木本	8-10	マルバハギ	*	10	22-30	7-15		△	木本
6-8	コビルガオ	ヒルガオ科	10	49-103	14-17	○	○	多年生	*	フヨウ	アオイ科	4	36-44	9-22		○	木本 さし木
*	ムラサキ ツクサ	ツクサ科	8	24-69	6-25		○	多年生	9-10	ヨモギ	キク科	10	14-27	3-5		○	多年生
*	オオキンケ イギク	キク科	4	28-62	5-10		△	多年生	10	ハチソウ スミズキ	イネ科	10	34-37	6-7		○	多年生
6-9	ハウセンカ	ツリフネソウ科	1	17-49	4-12	○	○		10-12	ツワブキ	キク科	10	34-54	4-7		○	多年生
*	ツクサ	ツクサ科	10	36-42	7-20		△	白花	*	サザンカ	ツバキ科	10	30-69	12-35		○	木本 さし木

- * 1 ○印: 15×10倍で観察可能, ◎印: 7×10倍で観察可能。
- * 2 ショ糖15%, 寒天1.0%の場合。○印: 吐出をおこさない, △印: 吐出をおこしやすい。
- * 3 *Viola cornuta hybrida* Mrs. Henry Mount 種。小型の黄色と紫色の花。
- * 4 マツバボタンの種類で一重咲き。

発芽床に花粉粒を散布して10分以内に発芽したものは、表のように約40種類を確認した。

発芽時間が短い順に紹介すると、散布1分後には、直径17~49 μm のハウセンカの花粉粒が発芽した。3分後には27~37 μm のノシュンギクと24~32 μm のハルシャギクが発芽し、4分後にはこれよりやや大型のオオキンケイギク(直径28~42 μm)、木本のハナゾノツクパネウツギ(42~94 μm)・フヨウ(36~44 μm)とヒメマツバボタン(66~71 μm)が、5分後にはさらに大型の160~220 μm のアメリカフヨウややはり木本のエニシダ(21~44 μm)、多年生のモミジアオイ(142~192 μm)、草本のアフリカハウセンカ(19~51 μm)など12種類の花粉粒が発芽した。7~10分後には、ヒルザキツクミソウ、ムラサキツクサなど23種類で発芽が確認された。

木本などの花粉を見ると、上記のように5~6月にエニシダ(発芽時間は5分)が開花し、6~7月

にビョウヤナギ(10分)、6~11月にハナゾノツクパネウツギ(4分)、7~9月にアメリカフヨウ(5分)、サルスベリ(10分)、8~10月にフヨウ(4分)、マルバハギ(10分)、10~12月にサザンカ(10分)が開花するので、寒い時期を除いてほぼ年間を通して木本の花粉だけでも散布後10分以内に発芽する花粉があることが判明した。それ以外に、多年生のものは22種類を、1年生のものは10種類ばかりの確認ができた。

花粉粒を観察するときには便利のように、表には花粉粒および花粉管の直径の測定値も記入した。なお、花粉管の先端部は基部と比較してやや細いが、発芽床に散布後20時間も経過すると非常に太くなることが多いので、そのときの測定値も含めた。

花粉管が伸長したと、花粉粒や花粉管の内部に原形質流動が生じ、その観察が可能である。管内を流動する粒子やその速度が大きいくことなどで、流動

が顕微鏡の低倍率で観察が容易にできる花粉と観察がしにくい花粉とがある。15×10倍で観察が可能なものを○印で表わし、7×10倍でも観察が容易なものを◎印で表に記入した。花粉粒の発芽の観察時に併せてこの流動を観察させると、花粉粒が生命をもっていることに感銘を受けるであろう。

上記のように、水に接した花粉粒は原形質吐出を起こし、花粉管はさらに吐出しやすい。花粉粒を発芽させるためには吐出を起こさせない方がよいので、寒天にシロ糖を加えて発芽床を作成し、それに花粉粒を散布して粒内への吸水を調節しているが、今回のシロ糖15%、寒天1.0%を含む発芽床でも吐出を起こしやすいものとほとんど起こさないものがあり、表には前者を△印で、後者を○印で記入した。

発芽床を作成する時に、寒天を加えずにシロ糖水溶液だけに花粉粒を散布したり、寒天発芽床に散布した花粉粒にカバーガラスをかけて発芽させることがある。しかし、温室を作成するとき吸水させるろ紙の小さいものを入れて湿度を100%にしないようにして発芽率を高めたり、寒天板の厚さを変えることによって発芽率が左右されるという結果²⁾や、寒天発芽床に散布した花粉粒にカバーガラスをかけるとその中心部は発芽せず、シロ糖水溶液発芽床ではシロ糖水溶液中に深く沈んだものは発芽しないという報告^{3,4)}もある。そのため、水分が多量に存在しない雌ずいに似た寒天板を使用して、それに散布した花粉粒にカバーガラスをかけない方が、花粉粒は呼吸が容易にできるのでよく発芽し花粉管が伸長すると考えられる。

周知のように、薬包紙に拡げた花粉をカバーガラスでかき集めるようにして、その縁に多量の花粉を付着させ、これで寒天板上に押し付けて幅約1mm、長さ約2cmの直線状に多量の花粉を置床すると、花粉管は花粉列とはほぼ直角の方向に伸長する^{1,5,6)}。ヤマツバキの新鮮な花粉の場合は、置床した翌日には花粉管が約1.5cmにも伸長している¹⁾ので、肉眼でもそれを観察することが可能である^{1,4,5)}。

上記のヤマツバキの新鮮な花粉を多量に集めるには、開花数日前のつぼみを採取して、それを開いて葯を取り出し2～3日間机上に拡げて風乾する。開葯後、小さいメッシュの金網で葯と花粉を毛筆を用いてふるい分ける。この花粉は薬包紙で包んで乾燥

剤のシリカゲルとともに容器内に密封して家庭用の冷凍庫に収納しておくとも10年間も貯蔵が可能である。貯蔵5～6年後⁷⁾の花粉粒は新鮮なものと同様に寒天発芽床で発芽し花粉管が伸長する。そのため貯蔵しておけばこの花粉は発芽の実験材料として実施時期が限定されずに使用可能である。しかし、発芽には約30分の長時間が必要なため、このことを考慮に入れて使用した方がよい。

花粉粒や花粉管内の核は染色しないと観察しにくい、サザンカなどでは染色しなくても観察が可能である。その他、花粉管の先端へ移動した核や細胞質が逆流しないようにカローズ栓が管内の諸所に生じ、その形状のために輝いて顕微鏡で観察できる。

今回使用した花粉粒よりなお新鮮な開葯直後の花粉粒を使用すれば、発芽時間が今回の結果よりさらに短縮される可能性がある。また、ヤマツバキの花粉粒のように、簡単な保存方法を用いて貯蔵ができ、その後発芽床に散布して短時間で発芽する花粉が見いだされれば、この実験にとってより好都合であり学校の授業時間で採用される確率がさらに大きくなると考えられる。今後の調査に待たねばならない。なお、岩波は有機溶媒中に保存した花粉粒が未処理の花粉粒と比較して、その寿命が長くなったことを認めている⁸⁾ことを付記する。

3. 要 旨

- 1) 純水に寒天を1.0%、シロ糖を15%の割合に加え、加熱して作成した寒天発芽床に約200種類の花粉を散布して発芽するまでの時間を測定した。
- 2) その結果、現在までにホウセンカの花粉粒の発芽時間が最も短く、散布後1分で発芽し、ノシュンギクとハルシャギクは3分で発芽し、その後それらの花粉管が伸長した。
- 3) 4～5分後に発芽を認めた花粉は、表にあるように、オオキンケイギク、ハナゾノツクバネウツギ、ヒメマツバボタン、フヨウ、スミレ、エニシダ、スイートピー、ムラサキウマゴヤシ、アフリカホウセンカ、パーベナ、プライダルベール、モミジアオイ、アメリカフヨウ、シュンギク、ヒャクニチソウ、オオイヌタデであった。
- 4) 7～10分後に発芽を認めた花粉は、表のごとく23種類であった。
- 5) 木本のエニシダ(5～6月に開花)、ハナゾ

ノックパネウツギ(6~11月), アメリカフヨウ(7~9月), フヨウ(8~10月)が散布後4~5分で発芽し, ビヨウヤナギ(6~7月), サルスベリ(7~9月), マルバハギ(8~10月), サザンカ(10~12月)が10分で発芽した。

6) 原形質流動は, 散布後10分以内で発芽した花粉のうちスミレ, スィートピー, ヒルザキツキミソウ, マツヨイグサ, プライダルペール, コヒルガオ, モミジアオイ, オオマツヨイグサ, アメリカフヨウ, ヒメマツバボタン, カワラナデシコ, ニチニチソウの花粉管内で, 7×10倍で観察が可能であった。

参考文献

- 1) 倉沢正義: ヤマツバキの花粉の培養条件について, 花粉の発芽と花粉管の伸長 X. 植物と自然, 10(6), 27-29 (1976).
 - 2) Atsushi Kubo: On the Germination of Pollen Grains of *Brassica napus* L. Bot Mag. Tokyo, 73, 453-457 (1960).
 - 3) 上原 勉: 花粉を知ろう (VI) 花粉管の負の屈気性の検討. 植物と自然, 11(1), 12-14 (1977).
 - 4) 上原 勉: 花粉の観察と実験. グリーンブックス 46. ニュー・サイエンス社 (1981).
 - 5) 岩波洋造: 花粉の生理学的研究Ⅻ, *Camellia japonica* の花粉管の伸長阻害について. 植物学雑誌, 70(827), 144-149 (1957).
 - 6) 岩波洋造・山田義男: 図説 花粉一歩電顕写真を中心として一. 講談社 (1984).
 - 7) 倉沢正義: 花粉の発芽と花粉管の伸長XIV, 気化した薬品によって花粉管内の原形質流動を停止させるのに必要な時間. 日本花粉学会会誌, 28(1), 3-6(1982).
 - 8) Iwanami, Y.: Retaining the viability of *Camellia japonica* pollen in various organic solvents. Plant & Cell Physiol., 13, 1139-1141 (1972).
- (あいざわまさよし,
神奈川県立青少年センター 生物学教室, 日本花粉学会会員)

〈生物ライブラリー〉

相馬研吾・安田啓祐 著
ビジュアルサイエンス

植物の採集と観察

講談社 B5判 208ページ 2,600円 1986年

この書物は, 見てわかる観察のための手引書で, 単なる雑草として通りすぎてしまうような植物でも, 観察のポイントを心得ていれば結構, 詳しくしらべて楽しむこともできるし, 新しい興味をもつこともでき, また, 未知の植物に出会ったときでも知っている植物と比べて相違点や類似点をしらべて新しく知識を増していけるという観点から, 著者らが植物愛好家, 自然観察を望んでいる人々, 教育に関与する人々, 学生, その他一般の人々に植物観察のヒントを与えようとして著作したものである。

著者の一人, 相馬研吾博士は, 東京水産大学教授で, 植物の分類形態の権威者であり, 安田啓祐博士は埼玉大学助教授で, この方面の研究に第一線で活躍中の新人である。本書に材料としてつかわれた植物は維管束植物(シダ植物および種子植物)で, とくにシダ植物に留意した。

また, 本書では第一にオリジナルな写真を豊富につかいて観察の対象を示し, 第二に必要な写真をとるために, 手許にあるなるべく簡便な装置を用いることを示し, 第三に観察の実例としてシダ植物については主として

野外観察を, 種子植物では主として実験室で行なう観察を取扱った。

「I. 採集・観察のまえに」では種子植物の体のつくりや生育について, また, シダ植物の体のつくりや発生などを多数の写真でわかりやすく説明し, シダ植物の胞子や前葉体のつくりについては, 写真がきわめてよく利用されている。

「II. 採集・観察の方法」の章には, まず「採集と標本の作製」を示し, つづいて「実験・観察の材料採集」には, 日本各地に見られるシダ植物 154 種での胞子の採集時期を示した胞子カレンダーが掲げられ, 非常に便利である。「観察と結果の記録」には, 前葉体の培養がくわしく記され, 顕微鏡のつかい方や細胞, 組織の観察法, 写真撮影の解説は初心者には非常に役に立つ。「観察の実際」にはシダ植物と種子植物について, 植物として興味ある点, 特徴的なポイントなどが示され, 写真や説明に役立っている。ただし, シダ植物については, 生殖細胞(とくに精子)について, さらに掘り下げた記述がほしい。

ともあれ, 写真の豊富な使用が解説に役立っているが, ところどころ手書きによる図解が望ましい部分もある。しかし, 簡明な説明文が理解に役立っている。植物そのものの理解を望む人々, 植物愛好者, 植物の研究を始めた人々, 分類学, 形態学にあまり親しくない他の分野の植物学者などが, 一読すべきよい書物であり, 読者層の広まることを期待する。

(湯浅明, 東京大学 名誉教授)