

花粉学実験講座

Experimental Methods in Palynology

1 序 説

(1) 講座の目的

「花粉学実験講座」は、日本花粉学会会員の研究の幅を広げ、質を高めることと新しい会員を増やすことを目的として企画された。この目的を達成するために、執筆者には、(1) できるだけ具体的にまた平易に書くこと、(2) その分野における興味あるテーマまたは先端的なテーマを示すこと、(3) 花粉学に特有の技術、機器類は具体的に明示すること、(4) 花粉学に特有でない技術については適当な参考書、文献を示すことが依頼されている。

講座は年2回発行される会誌の各号に、本項を含めて次のような項目で順次掲載される予定である。

- 1 序説
- 2 花粉形質についての楽しい観察と実験
- 3 花粉形態観察法
- 4 花粉分析法
- 5 空中花粉調査法
- 6 生理学実験法
- 7 生物化学実験法
- 8 花粉培養法
- 9 花粉症実験法
- 10 養蜂技術

(2) 花粉学 (Palynology)

Palynology とは Hyde (1944) が「花粉と胞子に関する科学」につけた名前である。正確に訳せば「花粉胞子科学」である。1961年(昭和36年)に学会をつくる時に、Palynological Society of Japan の訳として日本花粉胞子学会では長すぎるので、Palynology を花粉学と訳して、日本花粉学会とした。したがって花粉学の内容は Hyde の定義のように花

粉と胞子に関する科学である。今日では研究社の新英和大字典 (1980) をはじめ各方面の書物でも、Palynology の日本語訳、花粉学は公認され使用されている。花粉だけでなく、胞子についても学ばねばならないから、花粉と胞子に共通しているテーマこそは最高のパリノロジーの楽しみとなる。

日本における花粉学の研究は形態、生理、生態、発生、育種、化学、生化学、医学、薬学、養蜂、食品などの多くの分野と関係している。「花粉学実験講座」はそのような研究分野を網羅したものであり、その分野で現在活躍中の研究者によって執筆される。花粉学会は設立30周年を迎えて、京都で記念大会が開催された。様々な分野の研究者を擁しているからこそ、お互いの協力によって大きな発展が期待される学会と言えよう。

2 花粉形質についての楽しい観察と実験

ここでは私が花粉の形質について日頃から考えていた楽しく面白く未開で学際的なテーマやトピックスやヒントを具体的にかつ総括的に述べることにしたい。それは新しく花粉学を学ぶ人に参考になるからと信じるからである。その多くは日本花粉学会会誌(略して「花粉誌」)花粉学研究(略して「研究」)花粉百話(略して「百話」)花粉学講話(略して「講話」)花粉学とその実験法(略して「その1」など)花粉の系統と進化(遺伝1972)などに発表した。私は50年以上主に花粉の形態と性質について研究してきたのでその中から興味あるテーマとトピックスを述べる。どれも易しく楽しい初歩的だが基礎的な花粉ゲームである。

(1) 形因学: ドイツのゲーテが植物の形態の原因を考える学問を唱えた。私はこれを形因学とよぶことにした。しかしゲーテは花粉には触れておらない。私

は花粉や胞子の形態と性質がいかなる原因により成長発達したかを考えた。これを花粉や胞子の形因学とよぶこととした。実験と観察を開始する前に基礎となる「考え方」のスタートである。以下その問題点をいくつか記す。

(2) 構造と機能：花粉形態を研究するのにただ顕微鏡写真やスケッチするだけの観察は不完全である。その形態のもつ意味つまり構造と機能も解明したいものである。例えばマツ花粉の気嚢は中空であるが飛ぶためと説明されていた。しかし乾燥と吸湿の実験により発芽孔からの脱水を防ぐ構造と機能であることが分かった。つまり気嚢は花粉発芽孔の自動ドアである。カバーガラスの下で花粉に水をそそげば空気で光っていた気嚢から空気が追い出されて気嚢が透明になる。その空気はカバーガラスの下にたまる。そして気嚢は開いて発芽しやすくする。面白いし大切な実験なので是非一度は見てほしい(「百話」：33)。

(3) 形態と系統：マツやマキの花粉で気嚢が1個のものがある。これは化石花粉の *Stephanospermum* から進化した形態である。裸子植物の系統を研究するために花粉形態はよい根拠である。何故なら花粉は古い形質を保存しているからである。マツ科ツガもこの1気嚢花粉形態の変化したものと理解される(「研究」図版：2, 3, 26-28)。図1は裸子植物の系統樹の例である(「研究」図版：205-226)。

(4) 系統樹：私はマツ科などの花粉形態(1958)から研究を始めたので裸子植物の分類と系統に興味がある。やがて系統樹をつくってみると花粉学的系統樹の試作が未開の分野であることがわかり「花粉の系統と進化」を発表した(遺伝：26巻2号, 1972)。その後1973年には被子植物, 1974年には裸子植物の系統樹を「花粉誌」に書いた。北村四郎博士によれば系統樹は植物学者にとって最後の道楽だという(科学朝日1980年3月号)。系統樹の研究は新進気鋭の花粉学者にはよいテーマと思う。その見本は花粉学研究などにある。またイギリスのジョイシーらは「系統再構築の諸問題」(1982)という本をだした(「講話」：62)。

(5) ホモロジー(相同)：サボテンの針と尋常葉のように生物の形状や生理作用が相違していても互いにその発生系統が同じなことを相同とよぶ。相同は系統に関係がある大切な形質である。膜や発芽などの構造に見られる。花粉の外皮と内皮が剥がれて中空になることがある。外側に膨れたのがマツの外側気嚢であり、内側に剥がれ発達した空間が乾燥したブタクサの内側気嚢に見られる。ふたつとも風媒花粉の相同な形質である。「研究」図版：158-160にブタクサ花粉の内側空間体積のピクノメーターによる実験法が説明されている。乾燥による花粉の容積比重変化の測定は花粉症の基礎研究として大切である。胞子と花粉の相同のテーマとしてYマーク(3条溝3稜線)の謎がある。ヒカゲノカズラなどの胞子背面の3条溝とモミヤダクリマキの背面Yマーク(3稜線)は生理作用は異なるが相同である(「研究」図版：1-5)。つまり母細胞同時分裂の産物の形見である。しかし胞子では3条溝は発芽装置であるが花粉のYマーク(3稜線)は発芽溝ではない。ダクリマキの老木花粉ではYマーク(3稜線)は見にくくなると報告されている。胞子と花粉の系統や進化の謎を解く鍵になると思う(「百話」：37-39)。図1に示す。ゼニゴケ胞子嚢にある弾糸と単子葉植物バショウ科ゴクラクチョウカ(極楽鳥花)花粉嚢にある弾糸はともに胞子や花粉の崩壊した産物で相同である(「かたちの秘密」：花粉の天国)。いま私はスギナ胞子の弾糸とミョウガなどの螺旋孔花粉の相同か相似かについて考えている(「研究」図版：176-178)。図2は弾糸の相同を示す。

(6) アナロジー(相似)：エンドウのツル(葉)とキュウリのツル(茎)は相似である。相似は系統には関係はないが「形」を考えるには大切な要因である。例えば力学的や数学的に証明されている「形」のひとつに「黄金の12面体」がある。この相似にカスミソウ花粉がある。花粉の相似は科や属だけの類縁関係だけでなく自然にある「形」として金米糖とユウビツシュ体とブタクサ花粉の相似はもしも寺田寅彦博士な

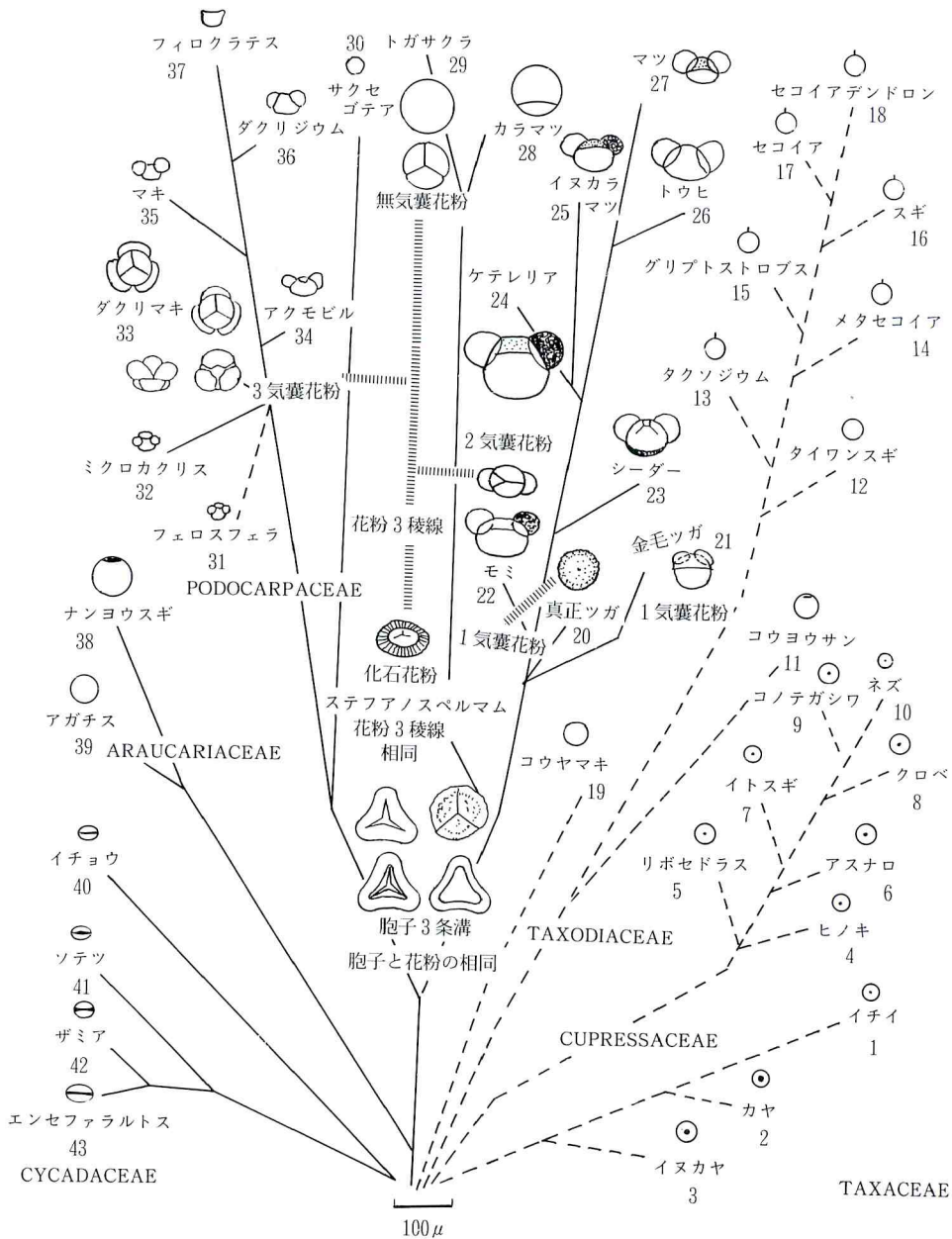


図1 裸子植物花粉系統樹と孢子形質の相同 (3条溝) (Fig. 1. Palynological family tree and homology of spore (Trilate)) 原始的裸子植物と思われるステファノスベルマム *Stephanospermum* はヨーロッパ石炭紀にあった羊歯状種子植物である。その花粉嚢にあった化石花粉は1気嚢につつまれ背部に3稜線 (Yマーク) を示している。3稜線 (Yマーク) は花粉母細胞の同時分裂を示す痕跡線で孢子の3条溝と相同である。現生花粉では1気嚢はマツ科ツガにみられるほかマツ、シーダー、マキなどにもしばしばみられる。3稜線はマツ科モミヤトガサワラとマキ科ダクリマキにみられる。相同は系統を調べるのに大切な形質である。

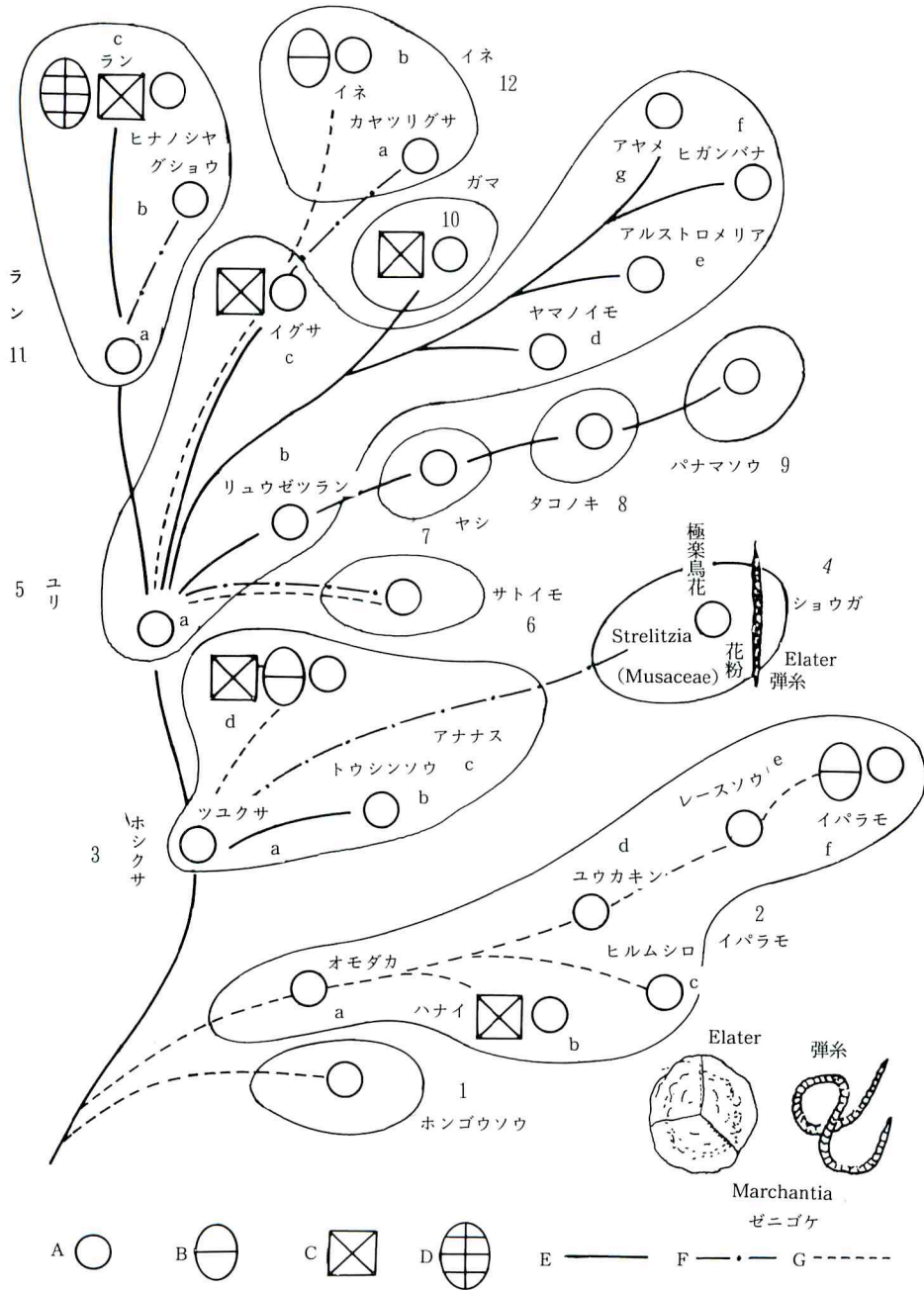


図2 被子植物単子葉系統樹と孢子形質の相同(弾糸) (Fig. 2. Palynological family tree of Monocotyledon and homology of spore (Elater))

ゼニゴケの孢子嚢には弾糸があり孢子が成熟すると弾糸により孢子を散布する。ショウガ目バショウ科ゴクラクチョウカ極楽鳥花 *Strelitzia reginae* (Musaceae) は南アフリカ原産の鳥媒花として有名で花粉嚢に弾糸がある。太陽鳥類のネクタリニア アフラ *Nectarinia afra* が花に首をいれて蜜を吸おうとすると花粉嚢から弾糸で飛ばされた花粉が鳥の胸について鳥媒をする。日本には太陽鳥はいないが極楽鳥花は温室でみることが出来る。太陽鳥にかわって人間が弾糸の放散を体験できる。極楽鳥花は進化した花なのに何故に弾糸のような古い形質を残しているのであろうか。弾糸は孢子にも花粉にもなれなかった母細胞の産物である。被子植物の花粉弾糸はほかの花にもあるのだろうか調べたいものである。単子葉植物の花粉発芽溝は1溝型が多い。

らばどう取り上げて説明するだろうか。文部省統計数理研究所の物理学者が興味をもっている問題でもある。また自然界における黄鉄鉱の結晶変化などのサイコロ形と花粉との相似は楽しい謎ときである（「研究」図版：174）。

(7) 発芽溝：原始的な被子植物であるヒツジグサ科では発芽溝の連続変化がオニバス・ヒツジグサ・コウホネの順にみられる（「研究」図版：74-80）。これにより発芽溝が赤道から遠心面に移動する過程が理解できる。またビャクダン目ビャクダン科ポロポロノキ科ヤドリギ科ツチトリモチ科の発芽孔における連続変化は見事である（「研究」図版：164）。図3と図4はこれらの図を示す。

(8) 花粉管：花粉の実験といえば小学生でもすぐに花粉管の発芽を口にする。そしてユリとかムラサキツユクサの花粉の話になる。しかしこれには私は反対である。即時発芽のよい材料はほかにもある。ハウセンカやツリフネソウの咲いたばかりの花からとった花粉はスライドガラスの上ののせて息をかけただけで発芽する。シャーレの中で寒天やショ糖で発芽床をつくることも私は賛成しない。ユリやカボチャのメシベ柱頭を観察すればよい。またスマレなどの閉鎖花では花粉袋の中で花粉が発芽し花粉管を伸ばしている（植物文化誌：花の謎-3）。とくにカボチャの花粉は発芽するときに発芽孔の口蓋を脱ぐ。セイヨウカボチャ（クリカボチャ）の口蓋には2-3本のとがった刺がありニホンカボチャの口蓋には1本で先の丸い刺がある。したがってメシベ柱頭についている花粉がセイヨウカボチャかニホンカボチャかは口蓋の刺を見ればすぐにわかる。理科教師むきの実験として適当である。

(9) 花粉模型：花粉の形態を立体的に理解するためには模型を作るのがよい。作り方については花粉百話（1982）を参考されたい。子供の理科宿題としても適当である。模型はとくに多面体花粉の研究には便利である。裏面が見えるように透明な材料でつくことも試みている。最近では学際的な「形の学会」が国際的にも活躍しており花粉の形は注目されている。花粉は

自然界での美しい傑作として結晶学・物理学・トロジーなどから関心を集めている。日本電気グループの第2回 NEC パソコンアート大賞（1989年9月12日発表）をみると刺激されて私もパソコンや模型を用いて運動する花粉や模型の立体透視図や発生系統樹をつくる夢を持つことにした。

(10) 花粉と数学：花粉形態を数学的に考察すると多面体と深い関係がある。とくに4面体（化石花粉）、6面体（ツルムラサキ）、12面体（カスミノウ）、14面体（ナデシコ）の花粉について述べた（「花粉誌」：1972, 1979, 1982, 1983, 1984）。ほかにもヒユ科タデ科ツゲ科などにもその例がある。走査電子顕微鏡写真を利用すれば面白い仕事になる。また小学生が遊んでいるサッカーボールには12面体と20面体が重なったもの（相貫体）がある。多面体花粉のモデルとして活用できる面白い教材である。

(11) 人工6面体花粉：カニサボテンは球形6溝粒花粉である。電子顕微鏡写真をとるため真空中で脱水乾燥させるとサイコロのような6面体になりツルムラサキ花粉と同形となる。その際に変形の過程が連続的にみられて物理的また力学的なバランスのプロセスが追視できる。パソコンアートを見るようである。花粉実験形態学の新しいトピックスである（「花粉誌」：29-1 1983）。

(12) 溝数と粒数：ナデシコ科とヒユ科タデ科などの花粉の発芽溝（孔）数の変化を上野式立方体理論により予測したが証明はこれからである（「研究」：pp 612-617）。マメ科ガガイモ科ラン科など集まって多集粒となるときの粒数はいろいろと変化する。しかしその変化には規則性がないか検討した。花粉袋という容器に花粉とよぶピンポン球をいれるとして京都大学数理解析研究所のパズル同好者たちが考えた三次元パズルはひとつのヒントになりそうである（「花粉誌」：12 1973）。

(13) 核数と核性：花粉は完成すると核の数も種類も決まる。核の染色はアセトカーミンかホイルゲン反応を用いる。高校生の理科クラブには適当なテーマで

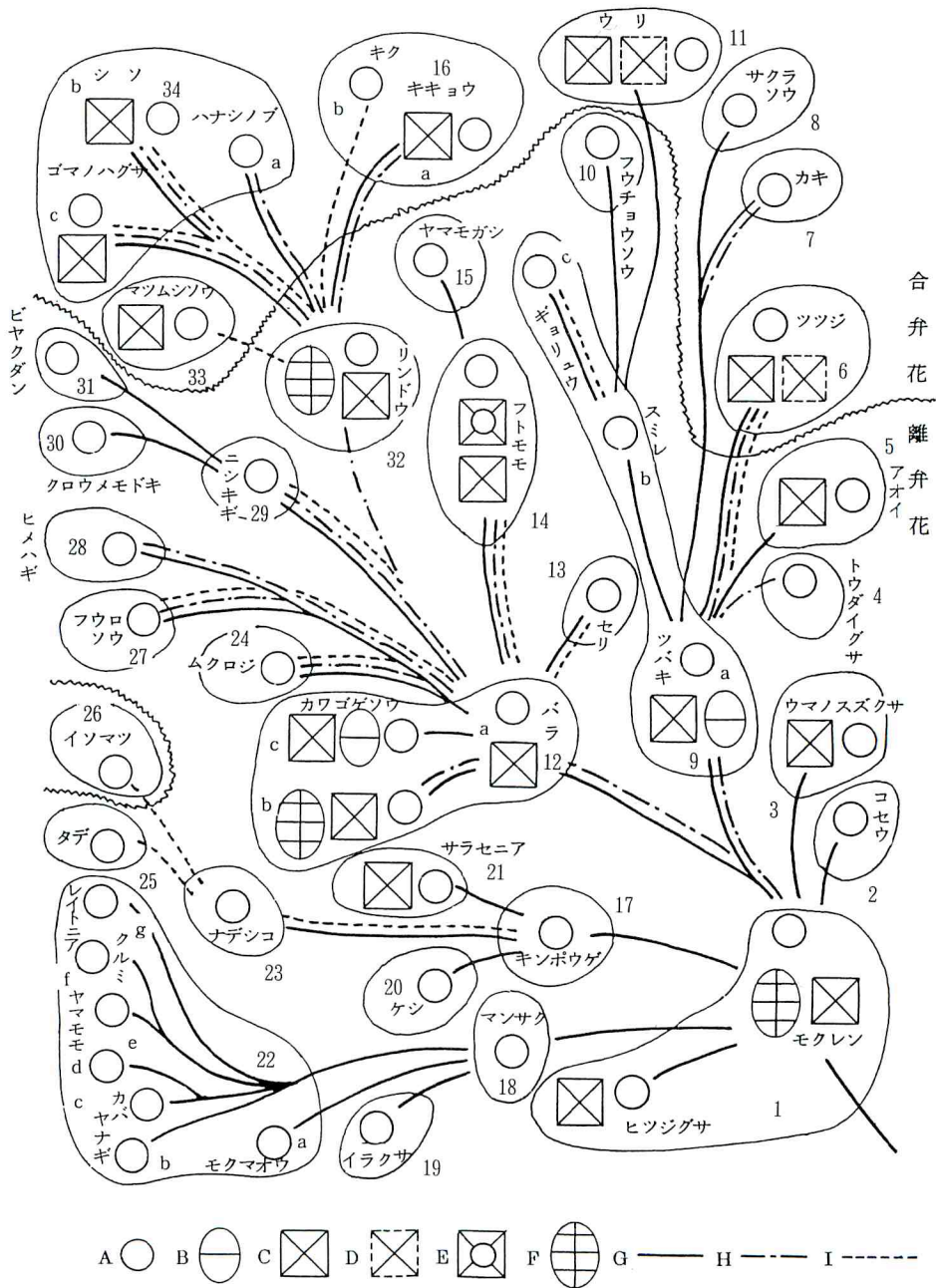


図3 被子植物双子葉系統樹における花粉形態 (E: ホウガンノキ) (Fig. 3. Palynological family tree of Dicotyledon and morphology of pollen (E: *Couloupita*)) 14フトモモ目サガリバナ科ホウガンノキ Myrtales Lecythidaceae *Couloupita gianensis* は同じ花に2種類のオシベがありそれぞれに単粒と4集粒の花粉を産する。南米赤道付近ギニアなどの原産である。ブラジルのリオデジャネイロ植物園には見事な並木がある。花粉形体からはこのような花粉は珍しい。不思議な例外である。双子葉植物の花粉発芽溝は3溝型が多い。A: 単粒 B: 2集粒 C: 4集粒 D: ゆるい結合の4集粒で離れて単粒になることもある E: 単粒と4集粒がある (例: ホウガンノキ) F: 多集粒 G: 2核性 H: 2または3核性 I: 3核性

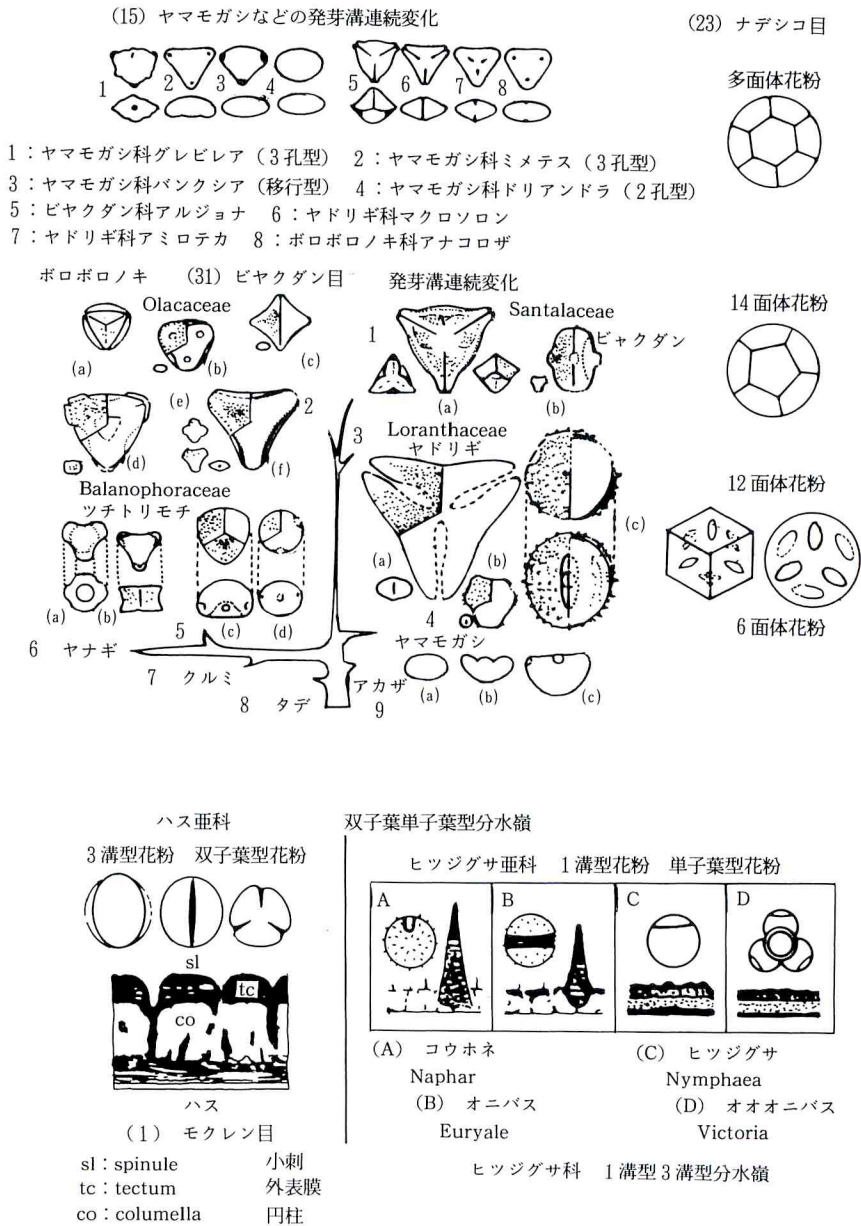


図4 被子植物双子葉系系統樹における粒型変化 (Fig. 4. Transformation of pollen in Dicotyledon)
 ヤマモガシ目ビヤクダン目には粒型と発芽溝に連続変化がみられナデシコ目では多面体との相似がみられる。モクレン目ヒツジグサ科ハス亜科ハスでは3溝型の双子葉型花粉がみられ、ヒツジグサ亜科では1溝型の単子葉型花粉がみられる。双子葉型と単子葉型の花粉形態学的分水嶺のひとつと思う。ヒツジグサ科が原始的な植物群で人為的な科であることを花粉系統からも説明できる。

ある。1核性（ヒノキなど）2核性（スギ、ユリ、ナスなど）3核性（イネ、キク）（「その1」：1970）。この性質を利用して被子植物と裸子植物の系統樹を書ける（「研究」図版：138-141, 205-206）（「百話」図版：10-11）。図2と図3にその例を示す。

(14) 花粉の色：花粉の色素をペーカロで調べる方法を考えたい。また花粉をカラー写真で写して花卉や花粉袋やオシベの色と比較したい。花粉百話68-71に要点は書いたが実際にカラー写真で花を写してみるとさらに別の問題がおこった。それは赤外線カラー写真によるユリ花粉の生死判別である。生花粉は黄色で死花粉は緑色である（遺伝：41-8, 1987）。また赤外線による花粉写真も現在試みているがこの方はさらに面白そうである。その例は日本ツバキ協会会報 JAPAN CAMELLIA 32 (1989-7) にある。

(15) 花粉のバイオテクノロジー：バイオテクノロジーの材料としてアメリカニレ花粉にシベリアニレの芽生えの子葉体細胞を融合させて組織培養する。そのカルスから耐病性のある「雑種づくり」がアメリカ・ニューヨーク植物園で研究されている（「講話」：83-1984）。地球の温暖化に備えて新しい「雑種づくり」を花粉のバイオテクノロジーから始めたいものである。

(16) 花粉のバイオレオロジー：レオロジーというのは可塑性物質の流動変形を扱う学門である。花粉を流動変形させてみてからどのように変形するか。具体的にはカニバサボテンやマツバボタンやカスミソウで試みた。その結果はいくつかの多面体に変形する（「研究」図版：167, 172, 173, 175）。しかしまだ不明な点が多い。

(17) 肥後伝説と人工授粉：熊本県鹿本郡菊鹿町相良観音にある肥後伝説のアイラトビカズラ（相良飛び葛：特別天然記念物）の学名は学界論争の謎であった。東京大学教授の中井猛之進博士と京都大学助教授の小泉源一博士の説が対立した。その理由は同定に必要な果実が着果しなかったからである。この難問を解決したのは熊本県荒尾第2中学校の荒尾宏教諭と熊本大学薬学部の浜田善利であった。彼らは京都大学理学部植

物分類学講師の大井次三郎博士のヒントにより1962年5月に人工授粉をして9月に結実させた。大井博士はこの果実によりアイラトビカズラは日本の植物ではなく中国渡来のマメ科の油麻藤と確定し小泉説が死後に公認された。大井博士は私の先輩で小泉博士の愛弟子であった（「講話」：53）（文化庁1976天然記念物緊急調査：43 熊本県）。

(18) メタセコイアの花粉：今ではメタセコイアは日本中どこでも見られる。しかしその発見の歴史は忘れられそうである。京都大学理学部植物生態学講師の三木茂博士による中新世の植物化石遺体の研究によりメタセコイアの名が戦前（1941年）に印刷出版された。当時私は京都大学副手でこの報告を読んだ。戦後「生ける化石植物」として有名になった。1947年アメリカのハーバード大学のメルリ博士とその門下生である胡、鄭博士らにより中国湖北省利川県にメタセコイアの野生地が発見された。戦後最初の国際植物学会議では敗戦国の日本とドイツは参加したがメタセコイアとよぶ学名のタイプ標本は1947年の採集品であった。学名につく命名者の名は胡と鄭で三木ではない。生きている植物の学名命名者は化石研究者では不適当とされたからである。アメリカのカリフォルニア大学のチエネー博士もまた現地を調べ花や種子を持ち帰った。その花から花粉をとり私は報告をした（1951）。この種子から1949年発芽した苗の子孫がふえて日本全国にみられるようになった（「講話」：11-13）（三木茂メタセコイア 日本鉱物趣味の会 1953）。その実生の木が京都大学農学部演習林本部苗圃で初めて雄花が咲いたのは1957年4月であった。つまり8年目に雄花はついたが花粉はほとんど無かった。花粉が生産されるにはなお数年かかった（「研究」図版：66）。

(19) コウヤマキの花粉：2500 万年前の中新世にはドイツなど北半球に広くコウヤマキとはほぼ同じ植物が分布していた。しかし現在は日本にだけ自生している珍しい固有種である。したがって生きているコウヤマキ花粉で生理条件を実験できるのは我々だけである。具体的には生きたままの花粉の吸脱水による重量変化

を微量天秤で測定してスギやマツと比較することである。これによりコウヤマキの自生地がいかに湿度が高いかが理解される（「研究」図版：213）。その理由は独特の花粉膜構造によるものと考えられるので私はコウヤマキをスギ科やマツ科やマキ科から離して1科1属1種のコウヤマキ科を独立させた（「研究」図版：224-226）。

コウヤマキは植物図鑑では雌雄同株とされている。日本各地にはコウヤマキの大木が神社仏閣などにあるが300年位の老木は雌株になったり雄株になったりする。この性変換の理由は不明である。私はコウヤマキの名木巡礼を楽しみながら性変換の謎を追求している。持ち主の神主や僧侶は木の名さえ知らないこともある。まして雄木か雌木かの区別もつかない。コウヤマキの雄花の開花は関西では4月中頃である。老木でこの頃に雄花が咲かないのは雌木と考えてよい。雌木には球果（マツカサ）がある。これを目印にすれば雄木か雌木かが分かる。日本各地の花粉学会会員がコウヤマキの性決定を研究するのはよいテーマである（「講話」：5, 6, 7, 37, 68, 69, 72）。コウヤマキは材に水分が多くあり火事の時に燃えにくく防火樹（火伏せの木）として寺社に植えられた。コウヤマキに関心のあるのは考古学者で棺材であり遣唐使を乗せた船材でもあるからである。日本人はもっとコウヤマキを大切にしたい。全国の学校や公園にも植えたいものである。

(20) コプロパリノロジー（糞花粉学）：動物の糞の中にある花粉の研究である。例えばアメリカのアリゾナ砂漠にいたアメリカインディアンの糞の花粉分析により彼らは砂漠に咲くサボテンやユッカの花を食べていたことが分かった。第6回国際花粉学会議が1984年カナダのカルガリー大学で開かれた時カルガリー大学の恐龍博士ラッセル教授からロッキー山中の恐龍化石の地層にもコウヤマキが存在することや草食恐龍ステラコザラスの講話を聞いた。もしかすると恐龍の糞化石（コプロライト）にコウヤマキ花粉の化石がいつか発見される可能性がある（「講話」：91）。動物生態

学者もやがてはコプロパリノロジーを利用することと思う。

(21) 花粉の香：イネ花粉症の研究をするため絶食させたミツバチをビニールハウスの水田にいれるとイネ花粉を集めるようになる。この花粉団子を爪の上のせてつぶすとムギワラの香がする。つまり花粉にも香がある。スギやユリやトウモロコシの花粉でも香があるのではないか。この実験は臭覚の鋭敏な女子学生に活躍してほしい分野である（「百話」：11）（「講話」：70, 95）。

(22) 化粧クリームの花粉：フランスの有名な化粧品には花粉を密かに添加しているとの噂話がある。そこで日本からも産業スパイが調べに行った。私も昔の馴染んでいくつかの研究所を紹介した。企業秘密なので詳しくは書けないがランの花粉塊を利用するらしい。ランの花は宴会や結婚式で沢山用いられる。とくにボタンフラワーとしては花を長持ちさせねばならない。ランの花粉が雌薬につくと花はすぐに萎れる。そこでランの花から花粉を取り除かねばならない。この作業を除雄とよぶ。専門家がこの仕事をして沢山のラン花粉が集まる。これを化粧品原料問屋が利用する。ランの花粉にはホルモン効果があるし香もよいといわれる。日本でもフランスから輸入している。化粧クリームにはどんな花粉がどんな形で混入しているのだろうか。女子学生の卒業論文研究テーマとなりそうである。

(23) カワゴケソウの花粉：カワゴケソウ科のこの植物は昭和2年鹿児島県川内川の支流「久富木川」の急流中で京都大学名譽教授の今村駿一郎博士が学生の頃に発見した。この花粉は水中でも短時間で授粉授精するという珍種である。鹿児島県の安楽川などに残っているのは是非その生理と生態を研究したいものである。木原均博士は南米スリナムの自生地まで調べにゆき乾期に激流中で開花し結実し発芽する現場の写真と標本を木原生物学研究所にもちかえられた（八田洋章1976「南米スリナムにカワゴケソウを求めて」ガーデンライフ, 95号, 2月号75-81pp）。木原博士、今村博士ともに京都大学郡場寛（コーリバカン）名

誉教授門下の俊足である（文化庁 1975 天然記念物緊急調査：46 鹿児島県）。

(24) 花粉症と原初治博士：戦前の日本空中花粉調査のひとつにロサンゼルスの日系米人 H. ジェームス原博士がいる。彼は 1932 年頃札幌、東京、神戸の空中花粉採集を友人に頼みプレパラートをつくり花粉の同定を郡場博士に依頼してきた。そのプレパラートは郡場博士から卒研テーマとともに頂いた。原博士は戦後ロサンゼルス市ローマリング医科大学耳鼻科教授となり米国耳鼻科医師訪日団団長としてしばしば来日された。

(25) テレオロジー（目的論）：花粉には生活と環境とに適応した形質が多く見られる。この形質の意義や目的を論ずることをテレオロジー（目的論）とよぶ。花粉の目的はなにか、花粉形質の発生の条件を原因結果の関係から考え目的と因果を論ずるのが効因論である。花粉の目的論も効因論もまだ未開の分野が多い。しかし系統を論ずるのにはひとつの論拠として大切な思考経済である。形因学に始まり目的論で区切りがつくテーマとして「花粉の生活史」がある。つまり花粉の発生と成長と花粉管と授精の過程であるが私は特に花粉の休眠とその目的について論じたい。イチョウやソテツでは花粉をとり入れるため雌花に花粉室ができる。この中で花粉は休眠する。「花粉の生活史」の中で休眠はどのように必要なのであろうか。また弾糸の目的は孢子や花粉の放散にある。これらの目的を各分野の専門家がそれぞれの立場から論じるのは楽しいテーマと考えている。

(26) トポロジー（位相幾何学）：トポロジーとは大きさや形が変わっても変化しない図形の幾何学的性質を追究する数学で位相幾何学とよぶ。花粉が発生してから膜構造や発芽装置がつくられるまでの質的な変化と構造上の安定性つまり分類上の種としての形質を示すまでの形を図形としてその幾何学的性質を追究するのがトポロジーである。花粉母細胞から発達した細胞がどうして球形や立方体などに千変万化するのだろうか。トポロジーではたしてどこまで解明できるか。

それにはまず形を学ぶことである。花粉の形は学際的テーマとして数学者が関心を示している。

(27) 文献

(a) 形の文献：形に関する研究は古来から盛であるが最近の文献をいくつか記す。面白い例やモデル実験は参考になる〔トムソン 生物のかたち 東京大学出版会（1973）：高木隆司 かたちの探究 ダイアモンド社（1978）：ウエニンガー著 茂木勇 横手一郎訳 多面体の模型 教育出版（1979）：F. バトゥリ著 土田光義訳 驚異のデザイナー 白揚社（1980）：小林禎作著 六花の美 サイエンス社（1980）：三輪茂雄著 粉の秘密 平凡社（1981）：宮崎興二 かたちと空間 朝倉書店（1983）：宮崎興二 しゃぼんだま建築 彰国社（1985）：伊藤邦明ほか かたちの科学 朝倉書店（1987）：上野ほか かたちの秘密 彰国社（1989）：ウエインライト著 本川遠雄訳 生物の形とバイオメカニクス 東海大学出版会（1989）〕

(b) 上野実朗の文献：花粉学とその実験法 その 1-その 7：「科学の実験」Vol. 21 No. 6（1970）-Vol. 22 No. 2（1971）に掲載；花粉の系統と進化：「遺伝」Vol. 26 No. 2（1972）；花粉学講話 No. 1-No. 103：「花粉誌」Vol. 27 No. 1 から Vol. 31 No. 2 に掲載（1981-1985）；花粉百話 風間書房（1982）；花粉学研究 風間書房（1987）；共著 かたちの秘密 彰国社（1986）

(c) その他の文献紹介：川崎次男 孢子と人間 三省堂（1971）〔シダ孢子の第 1 人者が書いたライフワーク「パリノロジーの世界」新しい地球生物学を提唱した名作〕：倉本嗣王 シダの孢子 広川書店（1978）〔81 属 238 種のシダ孢子の誕生から成熟までの光学顕微鏡写真による観察記録〕：岩波洋造 花粉学 講談社（1980）〔花粉学全般についての解説書〕：三井邦男 シダ植物の孢子 豊暁書館（1982）〔シダ孢子の形態についての概説書〕：岩波洋造 山田義男 花粉 講談社（1984）〔走査電子顕微鏡写真

を中心とした図説] : 中沢潤 花粉 やまと印刷 KK
(1985) [弘前大学名誉教授の著者が半生にわたり研究したムラサキツユクサの花粉についてその生い立ちを光学顕微鏡と電子顕微鏡により解説した]

(28) まとめ

花粉や孢子の研究に興味をもつ人は多い。これからはますます科学の各分野で深い関心が持たれることと思う。その為には若いパピロジストが読々と誕生してほしいものである。この講座に期待してほしい。

(以上：上野実朗)

著者紹介：上野実朗 (うえの じつろう)

〈生年月日〉 1913 (大正 2) 年 7 月 26 日 東京生れ
〈略歴〉 1937 年東京大学文学部東洋史学科卒, 1940 年京都大学理学部植物学科卒, 京都大学および大阪

市立大学をへて 1965 年より静岡大学教授, 1977 年静岡大学名誉教授, 1986 年日本花粉学会名誉会長
〈研究テーマ〉 花粉の分類・形態・発生・生態・発芽・構造・機能・進化・系統などの学際的研究
〈著書〉 花粉百話 (1982 年), 花粉学研究 (1987 年), 植物文化誌 (1989 年)

〈抱負〉 若い人々と楽しく話しながら勉強して, いつかコンピューターグラフィックで動く花粉学的植物系統樹をつくること, 現在は静岡県の小中高の児童生徒先生とともに理科相談や実技講習や野外観察を開催, また雑誌「遺伝」に花粉の啓蒙解説を執筆し日本花粉学会を紹介中

〈趣味〉 昔はスポーツ空手 (8 段), 今は花や花粉の赤外線と紫外線のカラー写真撮影

