

佐橋紀男*・幾瀬マサ*： ガマの花粉 4 集粒における
数種の移行形列について

Norio SAHASHI* & Masa IKUSE*: Morphological studies on some transitional series in the pollen tetrads of *Typha latifolia* L.

(Plate VII)

これまでに Wodehouse (1935), Faegri & Iversen (1950), Erdtman (1952), 幾瀬 (1956) らによって報告されている花粉 4 集粒 (4 分子) tetrad には、比較的多く見られるものに四面形 4 集粒 tetrahedral tetrad, 十字形 4 集粒 cross tetrad, 正方形 4 集粒 tetragonal or square tetrad があり、わずかながら見られるものに菱形 4 集粒 rhomboidal tetrad, 線形 4 集粒 linear tetrad などがある。しかしながらこれらの 4 集粒すべてが、わずか一種類の植物の花粉粒中に見られるものは大変少ないとされている。ガマ *Typha latifolia* L. の花粉粒はそのなかでもよく知られており、1897 年に Schaffner がすでに報告している。続いて Wodehouse (1935), 幾瀬 (1956), Dugle & Copps (1972) らが、いろいろな 4 集粒のなかでも正方形 4 集粒と菱形 4 集粒がおもに見られることを報告している。このようにガマの花粉粒に種々な 4 集粒の形態があることが報告されておりながら、これらの 4 集粒の諸形態間の形態的な関連性や、移行形列についての詳細な報告がされていないように思う。

筆者の一人佐橋はすでにシダ類の胞子の未熟 4 集粒で、十字形集粒から正方形 4 集粒への移行形列 (1971) と、正方形 4 集粒から六面形 4 集粒への移行形列 (1972) の 2 種類を報告し、さらに筆者らはムジナモ *Aldrovanda vesiculosa* L. の花粉粒で、シダ類に見られるものとは少し異なった十字形 4 集粒から正方形 4 集粒への移行形列 (1973) を報告した。今回、筆者らはこれまでの 4 集粒の観察の知識から、Fig. 1 に見るようなガマの花粉粒のさまざまな 4 集粒を詳細に観察し、検討した結果、Fig. 2, Pl. VII のような 3 種類の移行形列を得ることができた。このうち正方形 4 集粒から線形 4 集粒への移行形列と、十字形 4 集粒から菱形 4 集粒への移行形列は新たに見出されたものである。今回はこれらの移行形列を報告すると共に、ガマの花粉粒の未熟な 4 集粒を観察して得たいくつかの知見についても報告する。

材料と方法 材料は 1972 年 6 月と 1973 年 5 月に、千葉県印旛沼で採集したものである。完熟花粉粒の観察には、材料採集後ただちに幾瀬法 (1956) に従ってプレバ

* 東邦大学薬学部。Pharmaceutical Department, Toho University, Funabashi, Chiba Pref.

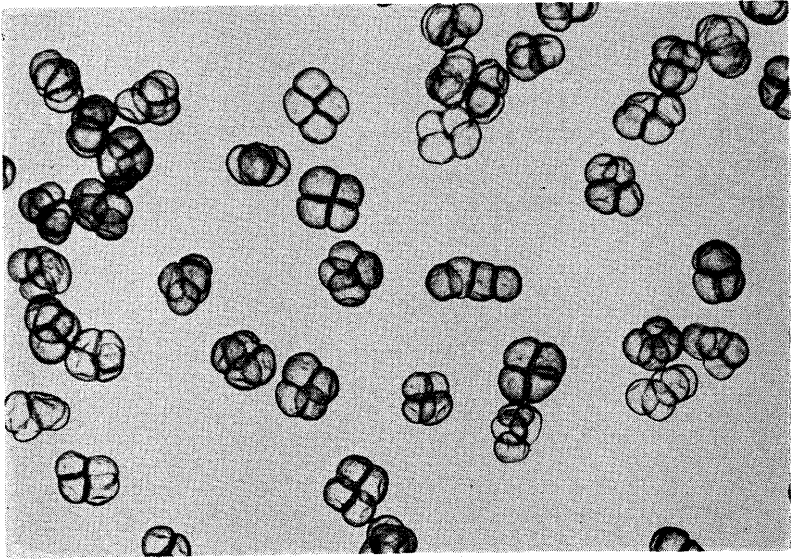


Fig. 1. Photograph showing various forms of tetrads in *Typha latifolia*. $\times 300$.

ラートを作製した。未熟4集粒の観察には、まず材料をニューカマー液で数時間固定後、グリセリン：精製水：0.01% リンドウ紫アルコール溶液が、1：2：1 割合の溶液で封入して観察した。

観察結果と考察 今回以下に報告する移行形列も、これまでに筆者らが報告してきた移行形列と同様に、たんに似かよった4集粒を並べて得たものではなく、工作用粘土を使用して多数の観察した4集粒を製作し、個々の4集粒間の形態的関連性を把握しながら、可能な移行形列を探索した結果得たものである。Pl. VII がその結果得られた移行形列であるが、これをわかりやすく図解したものが Fig. 2 である。

(1) 正方形4集粒から線形4集粒への移行形列

a) 漸次的移行形列 (Fig. 2, A-O, Pl. VII, A-O)

ガマの花粉4集粒のなかでも Fig. 3 の正方形4集粒は全体の70%以上を占めているが、この4集粒からわずかながら観察される線形4集粒に移行してゆく3つのタイプを見出した。まず第1のA-Eの移行形列は他のものより比較的多く見られるものである。はじめに正方形4集粒Aの下側2個の花粉粒が対になって4集粒の中心を軸にして回転を始めBの形態をへて丁度90°回転するとCのようになる。続いてCの上側2個の花粉粒が対になって回転を始めDをへて90°回転するとEのごとく線状に4個の花粉粒が並んで移行が完了する。つまり第1の移行形列A-Eは、正方形

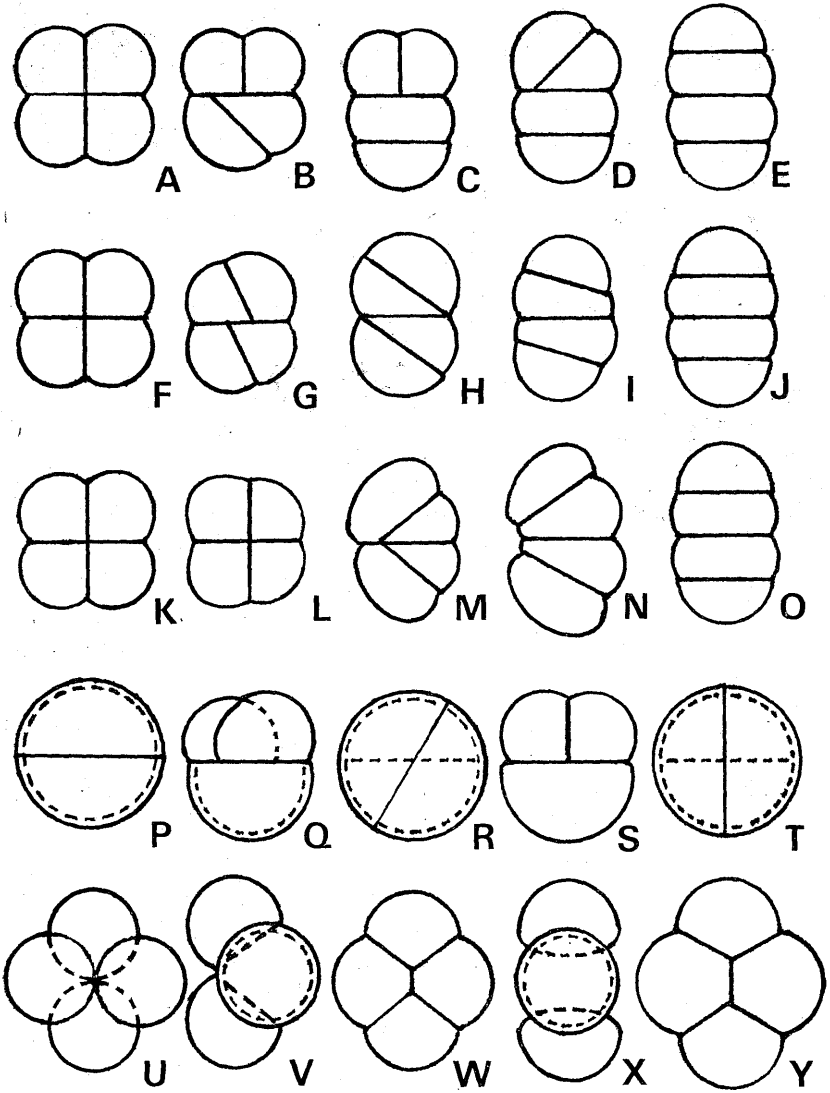


Fig. 2. Schematic illustration of Plate VII.

4集粒 A の上側と下側の対の花粉粒が漸次的に回転をして線形4集粒 E となるので、筆者らは特にこの移行形列を漸次的移行形列 *Successive transition series* と呼ぶことにする。

b) 同時的移行形列 (Fig. 2, F-J, Pl. VII, F-J; Fig. 2, K-O, Pl. VII, K-O)

次に第2と第3のタイプの移行形列は、正方形4集粒を形成している上側と下側の対になった花粉粒が4集粒の中心を軸にして同時に回転を始めて線形4集粒となるものである。まず第2の F-J の移行形列では正方形4集粒 F の上側と下側の対の花粉粒が同時に同方向に 90° 回転をした結果できたタイプであり、第3のタイプ K-O は正方形4集粒 K の上側と下側の対になった花粉粒が同時に反対方向に 90° 回転してできたタイプである。筆者らはこれら第2と第3のタイプを特に同時的移行形列 *Simultaneous transition series* と呼ぶことにする。以上の3つのタイプの移行形列はガマの花粉粒だけに見られるものではなく、筆者らは同属のヒメガマ *T. angustata* Bory et Chaubard の未熟な4集粒で、まったく同じ移行形列を得、单子葉類のバショウ *Musa basjoo* Sieb., ヤブカンゾウ *Hemerocallis fulva* L. var. *Kwanso* Reg. の未熟な4集粒や、ラン科のサギソウ *Habenaria radiata* (Thunb.) Sprengel, シラン *Bletilla striata* (Thunb.) Reichb. f., さらに双子葉類のバシクルモン *Apocynum venetum* L. var. *basikurmon* Hara などでも一部の移行形列を観察している。筆者らの考えでは未熟4集粒や完熟4集粒のなかに線形4集粒がわずかでも混在して見られるものには、大部分これら3つのタイプの移行形列のどれかが観察できるものと思う。

(2) 正方形4集粒から六面形4集粒への移行形列 (Fig. 2, P-T, Pl. VII, P-T)

この移行形列はすでにシダ類の胞子の未熟4集粒では佐橋 (1972) が報告したが、花粉では Erdtman (1954) が裸子植物の *Picea* 属で R のような移行形が見られることを報告しており、双子葉類の *Impatiens* 属の未熟な花粉4集粒でも R のような移行形4集粒が見られることを、Huynh (1968) が報告している。しかしながら正方形4集粒 P から六面形4集粒 T への移行形列の報告は被子植物では初めての報告と思う。P は正方形4集粒を側面から見たもので実線の2個の花粉粒が上面にあり、点

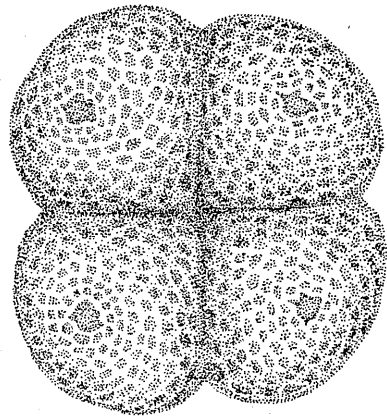


Fig. 3. Surface view of a typical tetragonal tetrad of *Typha latifolia*. $\times 1500$.

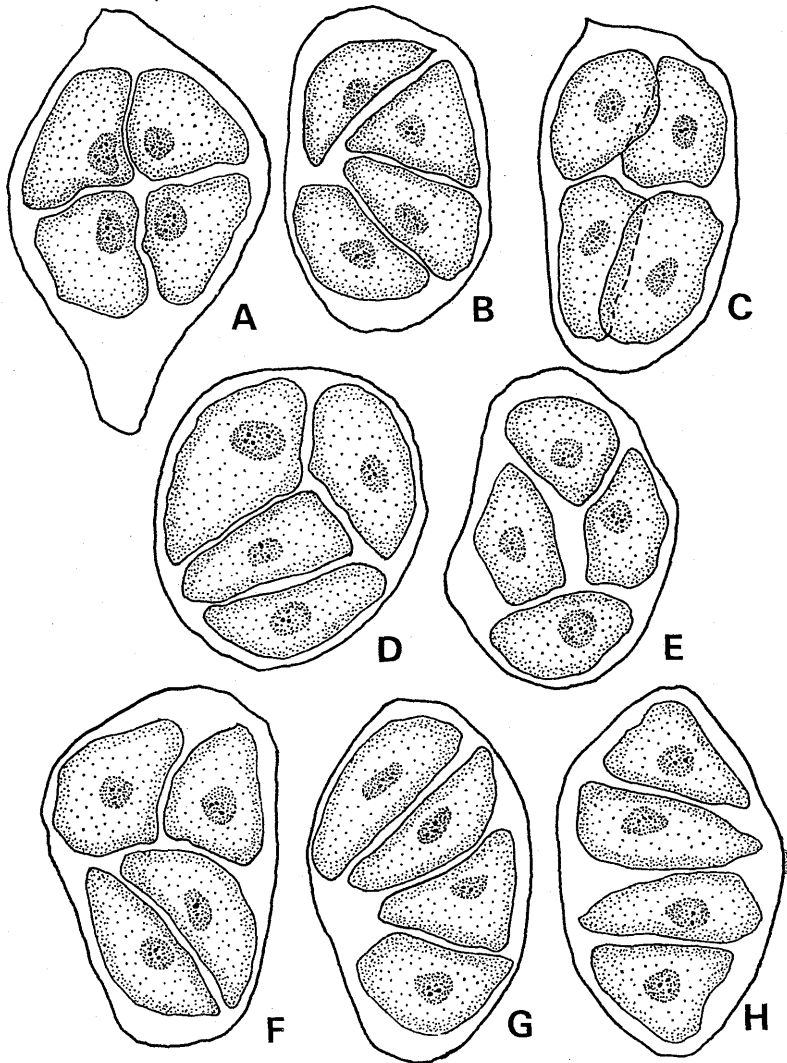


Fig. 4. Behaviours of various kinds of young tetrads in pollen mother cells of *Typha latifolia*.
 A: Tetragonal or square tetrad. E: Rhomboidal tetrad. H: Linear tetrad. B. C. D. F. and G: Transitional forms from A to H. $\times 1800$.

線の2個の花粉粒が下面にある。まず P の上側にある対の花粉粒が4集粒の中心を軸にして回転を始め Q のようになる。これを表面像で見ると R のようになる。そして丁度90°回転すると、Sのごとくなる。この表面像は T のように見える。つまり上面と下面の対になった花粉粒が十字状に重なっている。これを六面形4集粒と呼んでいる。筆者らはこれまでの4集粒の観察のなかで、この移行形列が最も多く見られることを知った。すなわち、多くのシダ類の孢子の未熟4集粒をはじめ、裸子植物では、*Pinus* 属の一部で観察し、単子葉類では *Lilium* 属、*Tradescantia* 属など、双葉類では *Magnolia* 属、*Impatiens* 属などの未熟な花粉4集粒で観察している。したがって正方形4集粒から六面形4集粒への移行形列はシダ類から双子葉類まで見られることになり、このことは種々な4集粒の形態的関連性を考えるうえでは重要な要素を持っているものと思う。

(3) 十字形4集粒から菱形4集粒への移行形列 (Fig. 2, U-Y, Pl. VII, U-Y)

これまでに述べた移行形列が2つの平面、あるいは同一平面に存在する2個の対になった花粉粒の回転によって得られるのは異なり、2つの平面に存在する十字形4集粒から同一平面に存在する菱形4集粒となるのに、次のような方法で移行してゆくものと思われる。すなわち十字形4集粒 U を形成している4個の花粉粒のうち、横に並んで接している上面の対になった花粉粒が、縦に並んで接している下面の対になった花粉粒の間に割込むようにして入り、ついには W のように下面の対になっている花粉粒を分離してしまう。V は上面の対の花粉粒が下面の対の花粉粒に少し割込んでいる状態を側面から見たもので、これではまだ同一平面に存在していない。さらに上面の対の花粉粒が割込むと Y のような菱形4集粒となって移行が完了する。Y を側面から見ると X のように明らかに同一平面に存在することがわかる。これと同じような移行形列を筆者らはラン科のシラン、エビネ *Calanthe discolor* Lindley などの花粉粒や、双子葉類の *Catalpa* 属、*Rhododendron* 属などの4集粒でも観察しているが、正方形4集粒から線形4集粒への移行形列同様、少ないものと思われる。しかしながら、この移行形列の存在は菱形4集粒が四面形4集粒や十字形4集粒、あるいは正方形4集粒からなる花粉粒中に、多少なりとも混在して見られる疑問を解決するひとつの鍵になると思う。

(4) ガマの未熟な花粉4集粒に見る諸形態 (Fig. 4, A-H)

ガマの花粉母細胞のなかで分裂が終った直後と思われる4集粒を観察した結果 Fig. 4 のようにいろいろな形態の4集粒を得た。A は正方形4集粒になると思われ、E は菱形4集粒に、H は線形4集粒になるものと思われる。そのほかのものは移行形4集粒と見られる。これらの4集粒の形態と母細胞の外形とは関連がありそうである。すなわち球状に近い母細胞内では正方形4集粒が見られ、卵状のものでは菱形4集粒が見られ、長だ円状のものでは線形4集粒が見られることである。鈴木 (1972) は、「単

子葉類の未熟な花粉 4 集粒の配列は花粉母細胞の細胞形によって決定されると考えられる」としている。筆者らもこの説には賛成であるが、必ずしも花粉母細胞の形態が 4 集粒の配列を決定するとは言えない場合も多く、むしろひとつの要素と考えている。そして 4 集粒の形態が決定される時期や理由は Skvarla & Larson (1963) らが指摘するように、母細胞の還元分裂 meiosis の II の時期にあるものと考えている。

Summary

Various types of tetrads have been known in the pollen tetrads of *Typha latifolia* L. (Fig. 1). For example, tetragonal or square tetrad (Fig. 3), rhomboidal (Fig. 2. Y) and linear tetrad (Fig. 2. E). In this paper the authors have investigated morphological and developmental relationships among these tetrads, and found the following three transitional series. So far as the authors know, (1) and (3) explained below are newly found series. (Fig. 2 is an illustration of Pl. VII).

(1) Transition from tetragonal tetrad to linear one.

a) Successive transition series (Fig. 2. A-E). A pair of grains situated on lower side of the typical tetragonal tetrad A begins to rotate on its axis to an angle of 90 degrees, and makes T-shaped form through B. Then another upper pair of grains in C begins to rotate in the same way as shown in D, resulting in linear tetrad E.

b) Simultaneous transition series (Fig. 2. F-O). Both pairs of grains which are situated at upper and lower side of the typical tetragonal tetrad (F or K), begin to rotate simultaneously on its axis through G-I or L-N and make linear tetrads J or O. In F-J series rotation of both pairs is directed in the same way, while in K-O series it is directed in the opposite way.

(2) Transition from tetragonal tetrad to hexagonal one (Fig. 2. P-T).

This type is already reported by one of the authors Sahashi (1972) using young tetrads of fern spores. Also Erdtman (1954) described transitional form which looks like R in *Picea*. But this transitional type seems to be a new report at least in Monocotyledoneae.

A pair of grains which is situated on upper side of tetragonal tetrad P (lateral view) begins to rotate as in Q and it takes position just right angle to lower pairs making hexahedral tetrad S.

(3) Transition from cross tetrad to rhomboidal one (Fig. 2. U-Y).

This newly found transitional series is not concerned by any rotation. In cross tetrad U, two pairs of grains are arranged on the other in right angle. One of two pairs, then, squeezes itself between two grains of the pairs, resulting in the form shown in X (lateral view) or Y, where four grains are arranged in one plane. This tetrad is called rhomboidal tetrad. The existence of this new transitional series will suggest the cause of mixture of the rhomboidal tetrads in a small amount in the other types of tetrads.

引用文献

- 1) Schaffner, J.H. 1897. *Botanical Gazette*, 24: 93-102.
- 2) Wodehouse, R.P. 1935. *Pollen Grains*.
- 3) Faegri, K. & J. Iversen 1950. *Text-book of modern pollen analysis*.
- 4) Erdtman, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy, Angiosperms*.
- 5) —. 1954. *An Introduction to Pollen Analysis*, pp. 43-54.
- 6) 幾瀬マサ 1956. *日本植物の花粉*.
- 7) Skvarla, J.J. & D.A. Larson 1963. *Science*, 140: 173-175.
- 8) Huynh, K. 1968. *Grana Palynologica*, 8: 277-516.
- 9) 佐橋紀男 1971. *植研* 46: 76-81.
- 10) —. 1972. *植研* 47: 77-82.
- 11) 鈴木幸子 1972. *日本花粉学会会誌* 10: 1-8.
- 12) Dugle, J.R. & T.P. Copps 1972. *The Canadian Field-Naturalist*, 86: 33-40.
- 13) Sahashi, N. & M. Ikuse 1973. *Journ. Jap. Bot.* 48: 374-379.

Explanation of Plate VII

A-O, transition from tetragonal tetrad to linear one.

A-E, successive transition series; A, a typical tetragonal tetrad.

B-D, transitional forms from A to E. E, a typical linear tetrad.

F-O, simultaneous transition series; F-J, forms showing rotations of two pairs in the same direction. F, a typical tetragonal tetrad.

G-I, transitional forms from F to J. J, a typical linear tetrad.

K-O, forms showing rotations of two pairs in the opposite directions.

K, a typical tetragonal tetrad. L-N, transitional forms from K to

O. O, a typical linear tetrad.

P-T, transition from tetragonal tetrad to hexahedral one. P, lateral view of a typical tetragonal tetrad. Q-R, transitional forms from P to S or T.

Q, lateral view of R. S, lateral view of T. T, a typical hexahedral tetrad.

U-Y, transition from cross tetrad to rhomboidal one. U, a typical cross tetrad. V, lateral view of transitional form. W, surface view of transitional form. X, lateral view of Y. Y, a typical rhomboidal tetrad.

○数種のウドンコ菌の寄生性について (野村幸彦) Yukihiro NOMURA:
Notes on parasitism of some powdery mildews

日本産のウドンコ菌類には、およそ 700 種程の寄生が記録されているが、野生植物に関するウドンコ菌の寄生性の報告は極めて少ない。筆者は今迄に野外においてウドンコ菌を採集して来たが、その間確かめた幾つかのウドンコ菌の寄生性に就いてここに報告する。

野外で菌を採集している時に、よく、同一の菌が寄生することが記録されている 2 種の寄主が混生している所で、其の片方の寄主だけに菌が寄生しており、他方の寄主には全く菌が寄生していないような場合をみかける。筆者は今迄に、そのような事実の見られた菌を、それぞれ両方の寄主に接種をして、その菌の寄生性が分化していることを確かめた。

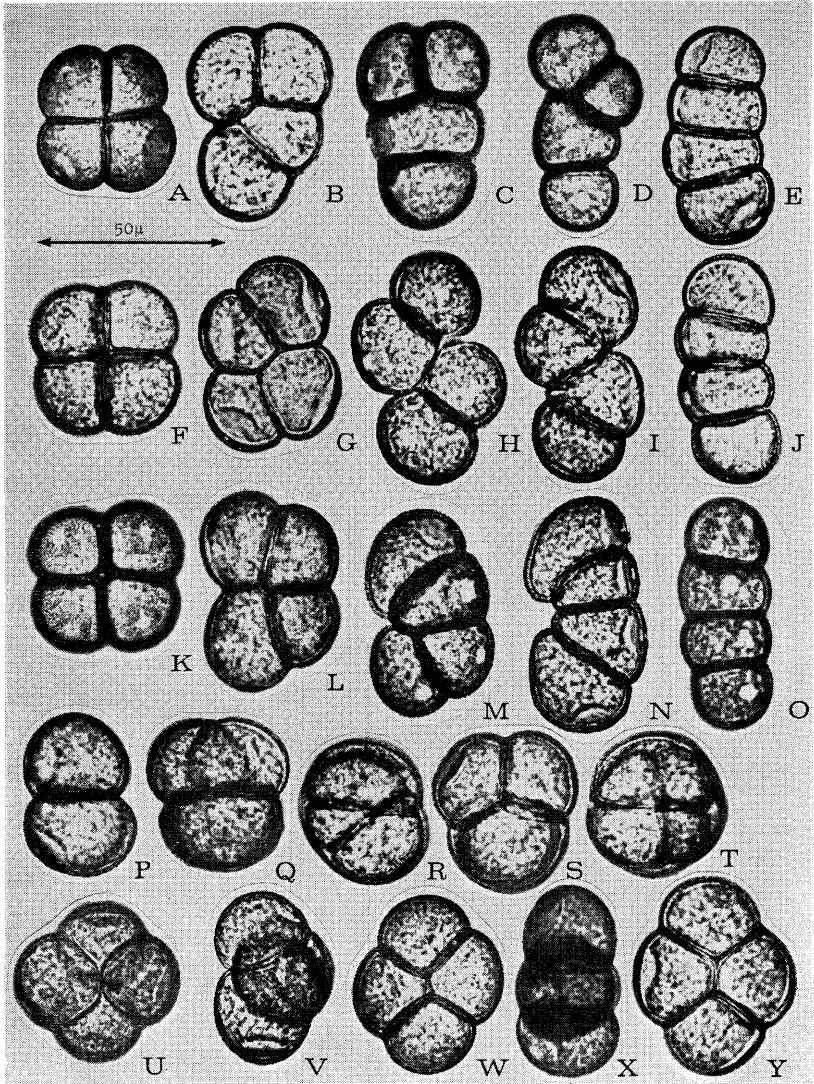
以下にそれらの結果を纏めてみる。尚接種の方法は、腰高シャーレの底に湿らせたろ紙を敷き、其の中に寄主の葉の葉柄の切り口に水を含ませた綿を巻きつけたものを入れて実験に用いた。

Erysiphe pisi DC. に関して

1) ヤブマメ上の菌のフジカンゾウに対する寄生性。1970 年 10 月 10 日、埼玉県武甲山にて採集。ヤブマメに寄生するウドンコ菌、*E. pisi* は、分布の広さ、量とも非常に多く、関東中部に於ては殆んどヤブマメに寄生していると云っても云い過ぎではない位で、子囊殻も非常によく多量に形成する。フジカンゾウに同じく *E. pisi* が寄生する事は、平田 (1956)²⁾ によって始めて Conidial stage が記録され、後に筆者 (1966)⁴⁾ が其の Perithecial stage を発見し、確認した。フジカンゾウそのものはあまり多くなく、菌の寄生も殆んど見られない。

1970 年 10 月 10 日、武甲山でこれらの両寄主がからまりあうようにして混生しているところで、ヤブマメには菌がペタリ寄生しているのに、フジカンゾウには全く菌が寄生していない所をみつけた。そこで筆者は武甲山よりこれらの菌と寄主を持ち帰り、改めて接種試験を行ったところ、ヤブマメ上の菌、*E. pisi* はフジカンゾウには寄生しない事を確かめた。

2) ヌスビトハギ上の菌のフジカンゾウに対する寄生性。1970 年 10 月 10 日、埼玉県武甲山にて採集。ヌスビトハギにも、*E. pisi* が寄生をし、割合普通に分布がみられ、子囊殻も容易に形成される。10 月 10 日武甲山に於て、ヌスビトハギとフジカンゾウが混生しているところで、ヌスビトハギにのみ菌の寄生がみられた。同様に菌と寄主を



N. SAHASHI & M. IKUSE: Pollen tetrads of *Typha latifolia*