

アカバナ科花粉の粘着糸の形態

幾瀬マサ*・佐橋紀男*

A morphological study of viscin threads in Onagraceae (Oenotheraceae) pollen

Masa IKUSE*, Norio SAHASHI*

(受付：1984年5月31日)

アカバナ科花粉の向心極面にある特異な粘着性の紐については上野(1949)、Erdtman(1952)、幾瀬(1956)らにより注目され、ツツジ科のツツジ属などの花粉の遠心極面にある同様の紐(粘結糸、viscin strand)とは区別をし、幾瀬(1956)はErdtmanと同様にこの紐を粘着糸(viscin thread)と呼んだ。1960年代にはアメリカのTing(1966)やBrown(1967)が光学レベルでのアカバナ科花粉の詳細な記載を行っているが、粘着糸の形態については太さや、輪郭を記載しているにすぎない。1970年代になってからは走査型電顕(SEM)による研究が盛んになり、特にSkvarlaら(1975、1976)の一連のアカバナ科花粉の詳細な研究は、彼らの1978年の粘着糸の微細構造の研究に集大成されている。

筆者らは第21回日本花粉学会大会(1980、京都)で報告した日本産のアカバナ科花粉(栽培品も含む)6属16種につきSEMと光学顕微鏡でこれらの花粉の粘着糸の詳細な観察を行いSkvarlaら(1978)とほぼ同様の3型に分類できた。また花粉の外層彫紋と粘着糸との間に密接な関連も認めたので報告する。

さらに表2の★印はSEMによる新報告である。

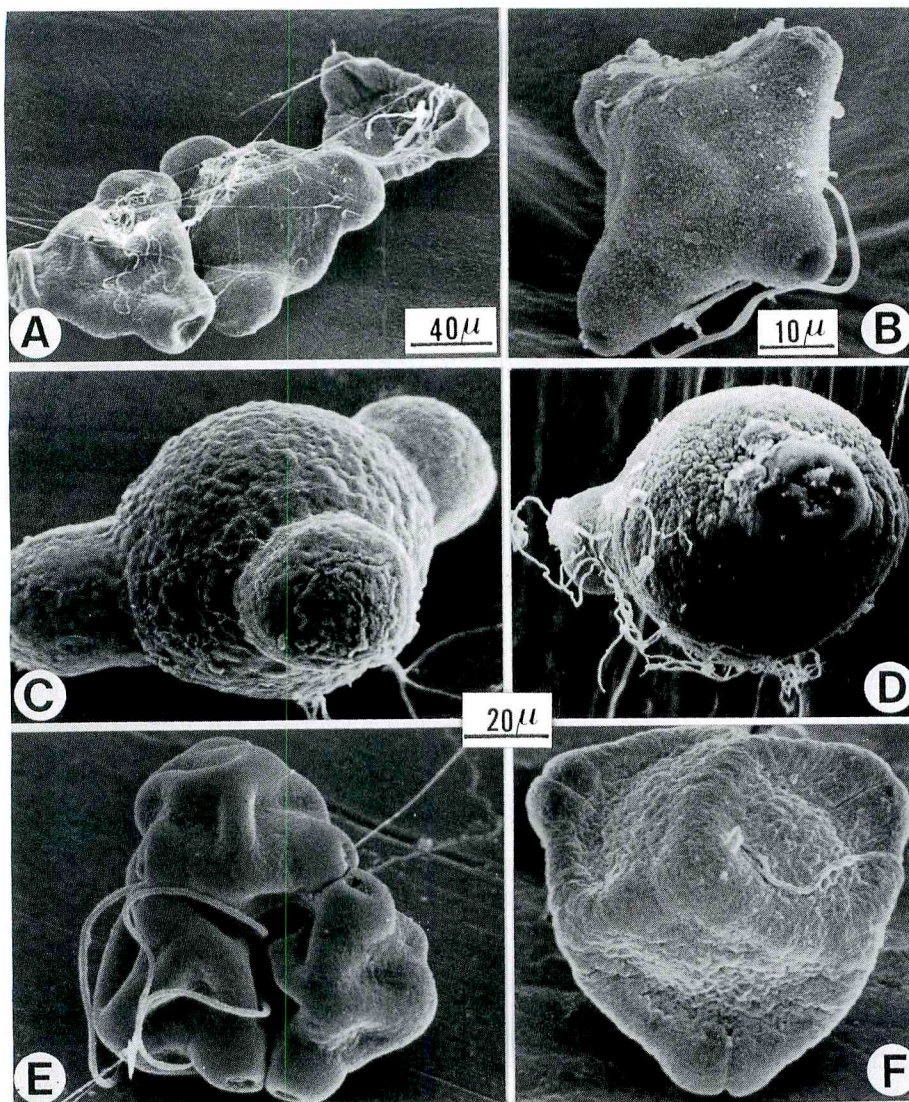
花粉の観察用材料は表2のごとく6属16種で、栽培品のフクシアを除き東邦大学薬学部の腊葉標本より採集したものである。標本の古いものは花を水蒸気にあて、できるだけ復元してから花粉を採集し、顕微鏡用プレパラートの材料とした。SEM用には材料を一度脱水し、臨界点乾燥後金蒸着を行い、10 kvで観察した。さらに花粉の切片は凍結マイクロームで行い、厚さは4~15 μmとし、脱水後同様に臨界点乾燥、金蒸着を行い10 kvで観察した。

結果と考察

日本産アカバナ科の花の形態は単粒で一部4集粒が認められる。型としてはみな3類孔孔粒(3-*pororate*)である。図版1のように花粉の外見は単粒では円状三角形をしたものが多く、ほとんど花粉管口が明らかに突出している。今回SEMでは観察できなかったがヤマモモソウ属(*Gaura*)が最もいちじるしい。図版1-Aのように葯から取り出した花粉粒はお互いの粘着糸を絡み合わせ連なっているのが

* 東邦大学薬学部 〒274 船橋市三山2-2-1

* School of Pharmaceutical Science, Toho University, Funabashi-shi, Chiba Pref. 274 Japan.



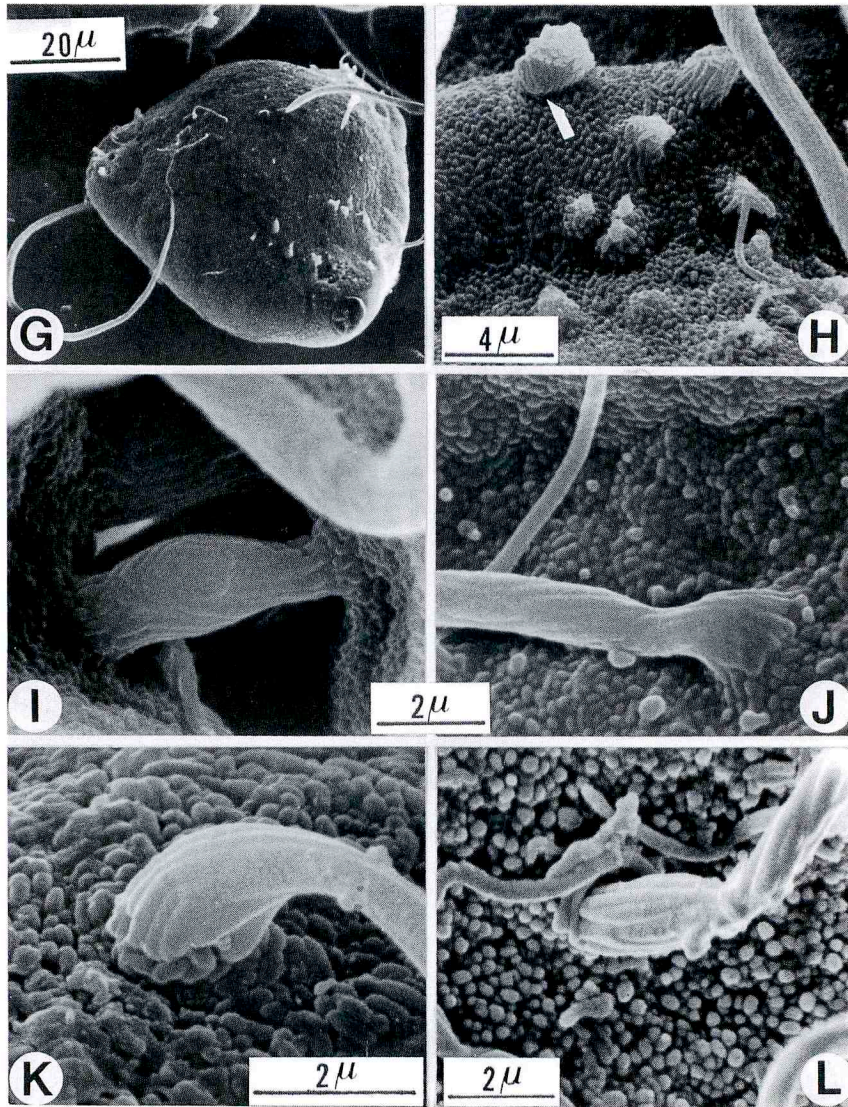
図版1 アカバナ科花粉

A : アレチマツヨイグサ、粘着系により連った3個の花粉。B : タニタデ、4類孔粒の花粉(稀)。C : マツヨイグサ、赤道観、向心極面(下側)に粘着系を認める。D : ヤナギラン、赤道観、向心極面(下側)に粘着系を認める。E : アカバナ、4集粒、粘着系が4集粒の内部からでている。F : ミズキンバイ、向心極面、粘着系は大変少い。

Plate 1. Pollen grains of Onagraceae

A : *Oenothera biennis*, three grains are connected with viscin threads. B : *Circaea erubescens*, abnormal grain with four apertures. C : *Oenothera stricta*, equatorial view.

D : *Epilobium angustifolium*, equatorial view, showing viscin threads on the proximal face. E : *Epilobium pyrricholophum*, tetrad, showing viscin threads spreading from the inside of the tetrad. F : *Ludwigia adscendens* var. *stipulacea*, polar view.

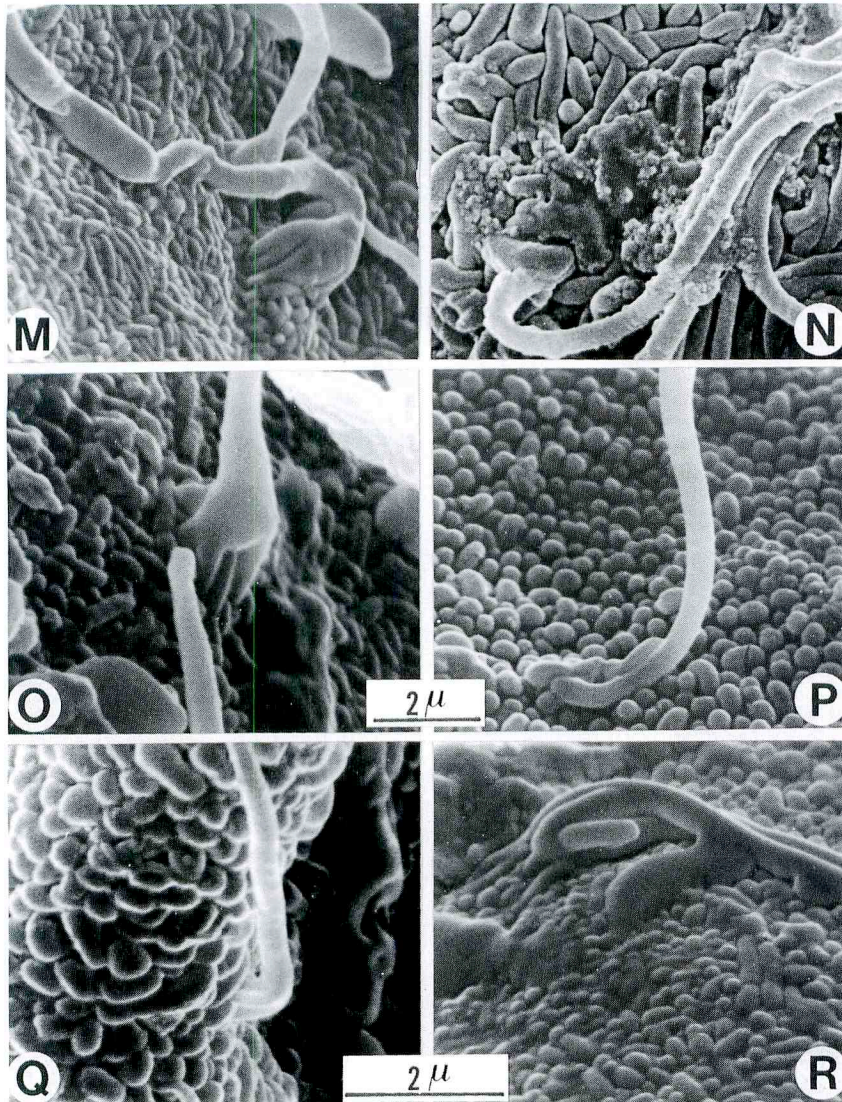


図版2 アカバナ科花粉の粘着糸と連結系（棒状束型）

G：イワアカバナ、機械的に4集粒から離れた単位、向心極面。H：イワアカバナ、向心極面の花粉管口付近、矢印は連結系（Bridge）が切れた基部。I：アカバナ、4集粒に見られる連結系（粘着糸に類似）。J：アカバナ、基部が多少ねじれた束状。K：ケゴンアカバナ、基部が太い束状。L：ヤナギラン、基部付近がねじれた束状。

Plate 2. Viscin threads and bridges in Onagraceae pollen (Tightly compound type)

G: *Epilobium cephalostigma*, single grain, proximal face, released from tetrad at mechanically. H: *E. cephalostigma*, a part of proximal face, very near to the aperture, allow shows broken bridge. I: *E. pyrricholophum*, showing bridge, short but very allied to the viscin thread. J: *E. pyrricholophum*, compound and more or less twisted. K: *E. amurense*, compound and thick at base. L: *Epilobium angustifolium*, compound and twisted at basal part.



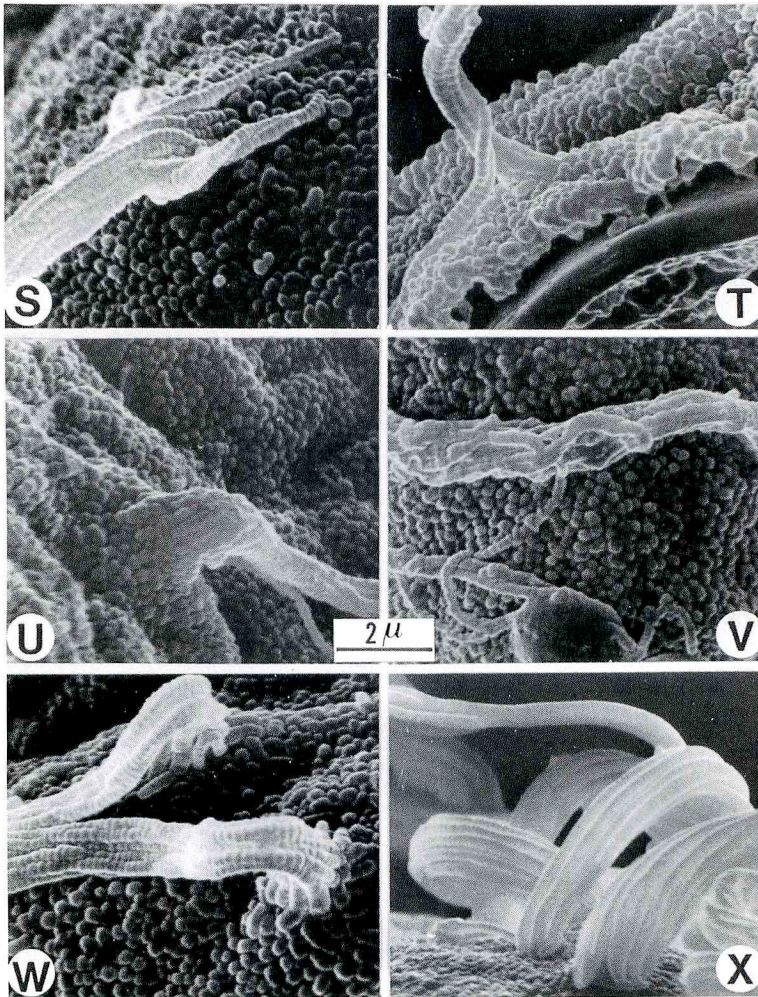
図版3 アカバナ科花粉の粘着糸（平滑型）

M: チョウジタデ、基部がフォーク状、表面は平滑。N: ミズキンバイ、基部が叉状、表面はやや平滑。O: ミズタマソウ、基部がフォーク状、表面は平滑。P: タニタデ、基部が叉状、表面は平滑。Q: ウシタキシソウ、基部が叉状、表面は平滑。R: イロマツヨイグサ、基部がフォーク状、表面は平滑。

Plate. 3. Viscin threads in Onagraceae pollen (Smooth type)

M: *Ludwigia epilobioides*, forked at basal part, with smooth surface.

N: *L. ascendens* var. *stipulacea*, dichotomous at basal part, more or less with smooth surface. O: *Circaea mollis*, forked at basal part, with smooth surface. P: *C. erubescens*, dichotomous at basal part, with smooth surface. Q: *C. cordata*, dichotomous at basal part, with smooth surface. R: *Godetia amoena*, forked at basal part, with smooth surface.



図版4 アカバナ科花粉の粘着糸（ビーズ状束型）

S：アレチマツヨイグサ、基部が不規則なフォーク状、全体が太いビーズ状の紐。

T：オオマツヨイグサ、外壁断面、ビーズ状の紐がねじれたフォーク状の基部（粘着糸と外壁の彫壁の彫紋がきわめて類似）。U：コマツヨイグサ、基部が太いビーズ状の紐。

V：ヒナマツヨイグサ、不規則に細い粘結糸がからみあった基部。W：マツヨイグサ、ビーズ状の紐が束になった基部。X：フクシア、太く束になったビーズ状の紐の輪。

Plate 4. Viscin threads in Onagraceae pollen (Segmented and beaded type)

S: *Oenothera biennis*, irregularly forked at base, thick and beaded thread. T: *O. erythrosepala*, a cross-sectional view of exine, showing twisted and forked at base (both viscin thread and exine surface are very similar to each other).

U: *O. laciniata*, beaded thread, thick at base. V: *O. perennis*, irregularly thin threads intertwined at basal part.

W: *O. stricta*, thick and beaded thread. X: *Fuchsia macrostemma*, thick and beaded thread thread, ring-like at basal part.

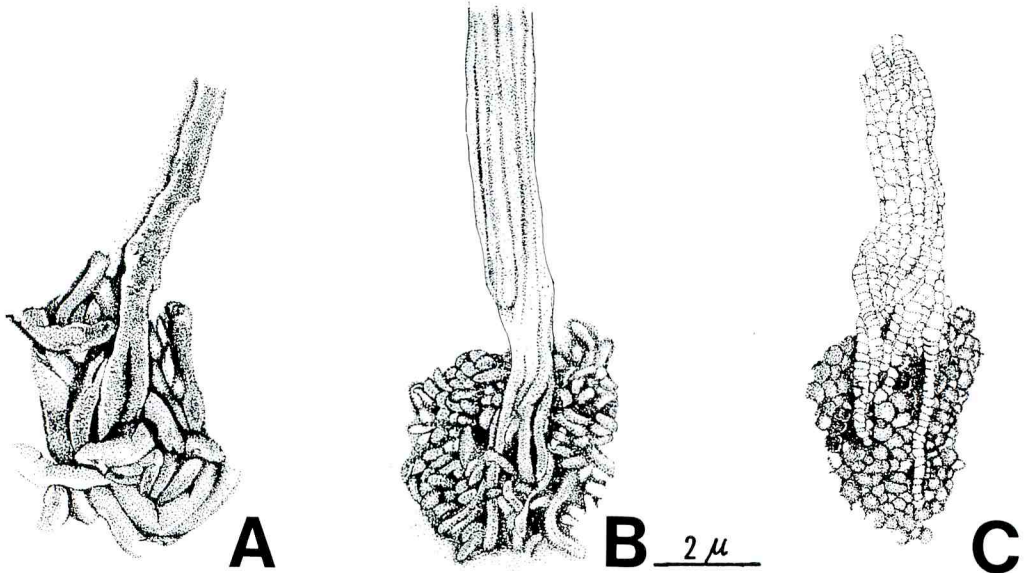


図1 アカバナ科花粉3型の貼着系の形態

A: 平滑型 (ミズキンバイ)

B: 棒状束型 (イワアカバナ)

C: ビーズ状束型 (アレチマツヨイグサ)

Fig. 1. Three types of viscin threads in Onagraceae pollen.

A: Smooth *Ludwigia adscendens* var. *stipulacea*.

B: Tightly compound (*Epilobium cephalostigma*).

C: Segmented and beaded *Oenothera biennis*.

表1 アカバナ科花粉3型の粘着系の分類 (Skvarla et al. 1978)

日本産ではミズタマソウ属 (*Circaea*) イロマツヨイグサ属 (*Godetia*) ミズキンバイ属 (*Ludwigia*) が1 (SM) 型に入り、アカバナ属 (*Epilobium*) は2a (TC) 型、またマツヨイグサ (*Oenothera*) とフクシア属 (*Fuchsia*) は3a (S-b) 型に入る。

1. Smooth (SM) ----- Circaeae, Jussiaeae (Circaea, Godetia, Ludwigia)

2. Compound

2a. Tightly compound (TC) -- Epilobieae, (Onagreae) (Epilobium)

2b. Incised compound (IC) -- Epilobieae

3. Segmented

3a. Beaded (S-b) ----- Lopeziae, (Fuchsiae, Onagreae) (Oenothera, Fuchsia)

3b. Ropy (S-r) ----- Onagreae, (Epilobieae, Fuchsiae)

表2 日本産アカバナ科花粉の微細構造

6属16種の花粉の外層彫紋と粘着糸の形態をSkvarlaら(1978)の分類により作製したものの。★印はSEMによる新報告。

Table 2. Ultrastructure pollen morphology of Onagraceae. ★: New reports by SEM observation

Taxon	Tribe	Exine pattern Element	Diam(μ)	Viscin thread Element	Diam(μ)	Type	Bridge
<u>Circaea cordata</u>	Circaeae	PAP, GRA	0.25-0.45	smooth(forked)	0.40	SM	-
<u>C. erubescens</u>	"	PAP, GRA, (I-STR)	0.40-0.60	"	0.40-0.60	SM	-
<u>C. mollis</u>	"	"	0.40-0.60	"	0.50-0.70	SM	-
★ <u>Epilobium amurense</u> カコソバカハツ	Epilobieae	PAP, GRA	0.20-0.30	smooth(twisted)	0.20-0.30	TC	+
<u>E. angustifolium</u>	"	PAP, GRA	0.20-0.40	smooth(braided)	0.25-0.50	TC	-
★ <u>E. cephalostigma</u>	"	PAP, GRA, (I-STR)	0.20-0.30	"	0.20-0.30	TC	+
★ <u>E. pyrricholophum</u>	"	PAP, GRA	0.15-0.30	"	0.20-0.30	TC	+
★ <u>Fuchsia macrostemma</u> フクシア	Fuchsiae	GRA	0.10-0.20	beaded(twisted)	0.15-0.30	S-b	-
★ <u>Godetia amoena</u> イロマツヨイクサ	Onagreae	PAP, GRA, (I-STR)	0.25-0.40	smooth(forked)	0.30-0.60	SM	-
★ <u>Ludwigia adscendens</u> var. stipulacea ミスキソバハイ	Jussiaeae	E-GRA, (I-STR)	0.30-0.50	"	0.40-0.60	SM	-
★ <u>L. epilobioides</u> チウソウタテ	"	"	0.20-0.35	"	0.40-0.60	SM	-
★ <u>Oenothera biennis</u> アヲマツヨイクサ	Onagreae	GRA	0.20-0.30	beaded(corn k.)	0.20-0.30	S-b	-
★ <u>O. erythrosepala</u> オヲマツヨイクサ	"	"	0.20-0.35	"	0.25-0.35	S-b	-
★ <u>O. laciniata</u> コマツヨイクサ	"	"	0.20-0.30	"	0.20-0.30	S-b	-
★ <u>O. perennis</u> ヒマツヨイクサ	"	"	0.15-0.25	"	0.15-0.30	S-b	-
★ <u>O. stricta</u> マツヨイクサ	"	"	0.20-0.35	"	0.20-0.35	S-b	-

abbrev. PAP: Papillate. GRA: Granulate.

I-STR: Intra-striate. E-GRA: Extervermiculate to Granulate (intermediate type). corn k.: corn kernels.

普通である。また粘着糸は花粉の赤道観からでは明らかに片側から生じている(図版1、C—D)。この粘着糸が花粉の向心極面から生じていることは図版1—Eの4集粒を見ても明らかである。

表1はSkvarlaら(1978)によるアカバナ科花粉の粘着糸の分類で、3種類に大別し、都合5型に分類している。この中でIC型とS—r型は今回の材料では観察できなかった型である。

まず1の平滑型(SM)は、今回の材料中、ミズタマソウ属(*Circaea*)、イロマツヨイグサ属(*Godetia*)、ミズキンバイ属(*Ludwigia*)の3属に認められた。SM型の特徴は粘着糸そのものが1本で、直径は0.3—0.7 μm あり、その表面が平滑か時にはやや微細な突起がある程度のシンプルなものである。しかし図1—A、図版3のようにその基部がフォーク状あるいは叉状に分かれているものが多く、しかもミズキンバイ(図1—A)のように外層彫紋の各エレメント(ここでは彫紋を構成する最小限の突起)が伸長したような形態を示すものがある。また外層彫紋と粘着糸の形態から、イロマツヨイグサ(図版3—R)はマツヨイグサ属(図版4、S—W)よりもミズタマソウ属に近縁な種とみられる。

一方2aの棒状束型(TC)は何本かのSM型の細い粘着糸が強くしっかりと束状になっているもので、大部分のものが幾分ねじれており、直径は0.2—0.5 μm で細く、またその基部はふくらんでいる場合が多い(図1—B、図版4、J—L)。この型にはアカバナ属(*Epilobium*)が入る。またアカバナ属は幾瀬(1956)により日本産はヤナナギランを除き4集粒である。今回使用したアカバナ属の材料も全て4集粒であったが、単粒で観察されることもある(図版2—G)が物理的に離れた単粒である。幾瀬(1956)はアカバナ属の4集粒を光顕で詳細に観察し、4集粒が向心極面の花粉管口の付近にある短い粘着糸状のものでお互いに連結していることを報告した。Skvarlaら(1975)は幾瀬の記載したこの短い粘着糸状のものを電顕で精査し、このものをBridgeと命名している。筆者らはこれを連結糸と呼ぶことにする。図版2—

1はまさしく太く短い連結糸が2個の花粉を結合しているところであり、図版2—H(矢印)は物理的にこの連結糸が切れた基部を示している。従って図版2—Gの単粒となったイワアカバナの向心極面を注意して観察すると3カ所の花粉管口付近にこれら連結糸の切れた基部が認められる。この連結糸の痕跡はこの花粉が他の3個の花粉と明らかに連結糸で結合されていたことを証明するものである。

また3aのビーズ状束型(S—b)はマツヨイグサ属とフクシア属で観察された。図1—C、図版4に示したようにこの型は外層彫紋のビーズ状の顆粒が、そのまま細いビーズ状の鎖となって、これらの細い鎖が何本か束になって構成されている様子が図版4—Tの外壁の断面写真に見られる。マツヨイグサ属の中では種による違いはほとんど認められず、粘着糸の直径は0.15—0.35 μm と、3型の中では最も細い。またこの型の粘着糸の形質は外層彫紋と他の2型よりも強い関連があると言えるが、フクシア属はわずか1種しか見ておらず断言はできない。

以上の3型の粘着糸の形質から今回の材料の6属16種のうち、表2に示したように族のレベルで6属の近縁関係をみると、ミズキンバイ属(*Ludwigia*)で代表されるJussiaeae族は平滑な粘着糸を持ち花粉の構造からはビーズ状束型の粘着糸を持つアカバナ属(*Oenothera*)よりもかけ離れた平滑型の粘着糸を持つミズタマソウ属(*Circaea*)で代表されるCircaceae族に近いと思われる。一方Onagreae族に入るイロマツヨイグサ属(*Godetia*)は明らかに平滑な粘着糸を持ち、Jussiaeae族に近縁とみられる。さらに粘着糸の形質から進化の程度を推定してみると、Skvarlaら(1978)はミズタマソウ属やミズキンバイ属に見られる平滑で単一体の粘着糸を原始的な形質とみなし、単一体が分割されてビーズ状になったマツヨイグサ属のような粘着糸はより進化したものとみなしている。また単一体の粘着糸数本が束になって例えばアカバナ属のような太い複合粘着糸となったものの方がより進化したものとみなしているが、大変興味深い考察と思われる。

また粘着糸の諸形質と花粉を媒介する昆虫との関係も無視できない要因であり、ポリネーションと粘着糸の諸形質の関連追求は粘着糸の進化とも結びつけられる重要な課題と思われる。

終わりに本研究に使用した SEM 写真の一部や、図を描いて下さった松田章孝氏と鈴木奈雅子氏に深謝致します。

引用文献

- Brown, C.A. 1967 : Pollen morphology of the Onagraceae. Rev. Palaeobotan. Palynol., 3 : 163-180.
- Erdtman, G. 1952 : Pollen morphology and plant taxonomy. I. Angiosperms. Almquist and Wiksell, Stockholm.
- 幾瀬マサ 1956 日本植物の花粉、広川書店、東京
- 上野実朗 1949 電子顕微鏡による Viscinfäden の微細構造。科学、19 (7) : 327—328
- 上野実朗 1978 花粉学研究、風間書房
- Skvarla, J.J., Raven, P.H. & Praglowski, J. 1975 : The evolution of pollen tetrads in Onagraceae. Amer. J. Bot. 62 (1) : 6-35.
- . 1976 : Ultrastructural survey of Onagraceae pollen. p. 447-479. In I.K. Ferguson and J. Muller [ed.] , The evolutionary significance of the exine.
- Skvarla, J.J., Raven, P.H., Chissoe, W.F. & Sharp, M. 1978 : An ultrastructural study of viscin threads in Onagraceae pollen. Pollen et Spores. 20 : 5-143.

Summary

An ultrastructural survey on viscin threads of Japanese Onagraceae (Oenotheraceae) pollen, were conducted using light microscopy and scanning electron microscopy. In the study 6 genera and 16 species were included, and these voucher specimens were deposited in the herbarium of Toho University.

Viscin threads occur only on the proximal face of the pollen grain, generally in a central location. They are up to 1500 μm long and 0.15-0.7 μm in diameter, and their appearances are distinguished to three distinctive morphologic patterns, namely smooth, compound and segmented.

Smooth viscin threads are observed exclusively for the genera *Circaea*, *Ludwigia* and *Godetia*. They have smooth surface and appear as simple extensions of the exine surface.

Compound viscin threads are noted only on the genera *Epilobium*. Their looks are like a form of tightly thread unit which consist of a group of smooth threads, and are usually twisted or rarely braided.

Segmented viscin threads are characteristic in the genera *Oenothera* and *Fuchsia*. They occur as partition threads which can readily be imagined as beaded threads or corn kernels.

The three distinctive morphologic thread patterns are presumably similar to the ektexine.

Bridges are recognized only on the tetrad of the genus *Epilobium*. They are located in the area extending from the aperture margins to near the center of the proximal exine faces.

第6回ミツバチ科学研究会

VI th Meeting of Honeybee Science 1984 Jan 15, Tamagawa University

年に1度のミツバチ科学者の研究会が玉川大学農学部で開催された。午前中は学生と院生によるローヤル・ゼリーの研究発表など。午後は「花粉とその利用法—健康食品へのアプローチ」と題する上野の講演であった。座長は東京大学薬学部教授の中嶋暉躬・薬学博士（薬品分析化学）である。

ミツバチは花粉をたべるという事について、花粉膜の構造から説明した。つまり人間が米やパンをたべると同様にかみ砕いて花粉をミツバチがたべるとの誤解を説明した。花粉の膜は丈夫なので消化器官をほとんどこわれずに通過する。しかし養分は吸収することは可能であることを理解するには少し時間がかかった。つまりミツバチは花粉をそのままのみこんで排泄すると考えたらよい。

質問になって花粉の化学成分とくに栄養的価値をもっと知りたいとの希望が多かった。我々花粉学者はこの点についてもPRする必要があると感じた。

とくに興味があった質問はチャの花粉がミツバチには有害であるらしい。ミツバチはチャの花粉をたべると死ぬし、ミツもくさるという。これについて上野は詳しく調べて報告すると返事をした。もし日本花粉学会の会員・会友の中で、これに関する情報があれば知らせてほしい。日本花粉学会会誌でも大会報告でも、どしどし発表すとほしい。