



アブラムシの植物汁液吸収に関する生理学的ならび  
に形態学的研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2009-08-25 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 宗林, 正人 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24729/00009508">https://doi.org/10.24729/00009508</a>

## アブラムシの植物汁液吸収に関する 生理学的ならびに形態学的研究

宗 林 正 人

### Physiological and morphological studies on the suction mechanism of plant juice by aphids

By

Masato SORIN

Laboratory of Veterinary Physiology and Animal Feeding, College of Agriculture

(Received August 31, 1965)

#### Summary

In this paper, the mouth parts, their accessory organs, the penetration of stylets of aphids into the plants and the formation of galls and fading of plant leaves by aphids have been studied on about 40 species of aphids. The aphids feeding on the host plants were quickly paralyzed with ethyl ether, and the plant portions with aphids were fixed in BOUIN's or CARNOY's or formalin solution for morphological and histological examinations. Paraffin sections, 15 $\mu$  thick, were stained with DELAFIELD's hematoxyline and safranin T or acid fuchsin. The main results were summarized as follows:

(1) Sucking pump, pharynx and hypopharynx are covered with epithelium. The cross section of sucking pump is polygonal in shape and pharynx is nearly semicircular, their posterior side much sclerotized, but anterior side membranous, and the dilator muscles arising from clypeus attach at center of anterior side in some aphids, but the muscles attach at sclerotized thin plate on the center of anterior side in *Myzus persicae* SULZER. Hypopharynx is thickened, sclerotized and bound with maxillary stylets on each side of anterior parts, at this part food canal of stylets is connected with food meatus, and salivary canal is with salivary meatus.

(2) Salivary glands are in four pairs, namely principal, accessory, mandibular and maxillary glands. According to MILES (1955), *Aphis craccivora* KOCH secretes two types of saliva, highly viscous and watery liquid. The former is used for sheath formation, and is secreted from the mandibular and maxillary glands while the latter from the principal and accessory glands in *Lachnus tropicalis* VAN DER GOOT and *Myzus persicae* SULZER, and also it has been shown by NISHI (1962) that the inhibitor for activity of Tobacco mosaic virus is found in the salivary sheath formed in the plant tissues in *Myzus persicae* SULZER. It seems that the inhibitor is contained in the saliva of mandibular and maxillary glands.

(3) Salivary sheaths are usually developed more distinctly within cells than between the cell walls and formed even in the air between the tip of rostrum and the surface of plant epidermis or between leaf sheath and stem when aphids feed on the stem through the sheath, and the stylet tracks are usually branched in the plant tissues especially in the phloem.

(4) The stylets turn to right on the distal part of hypopharynx and have been turned about 90 degrees in the basal part of the labial groove. Such fact is observed in 8 species

of aphids and seems to be useful for the reinforcement of stylets when inserted into the host plants.

(5) Rostrum is shortened when stylets are inserted into the plant tissues. The first segment of rostrum is pale, very thin, and flexible. The second segment is longer but smaller in diameter than the first, and much more thickly chitinized, making a telescope within the first segment. The base of the second segment reaches the oesophageal ganglion in many species of aphids belonging to subfamily Aphidinae, and a large portion of the segment lie within the abdomen in some species belonging to subfamily Lachninae especially in genus *Stomaphis* when the stylets are inserted deeply into plant tissues and almost all the second segment of rostrum is drawn in the first segment.

(6) In most species the stylets are inserted into epidermis intercellularly, intracellularly or sometimes through stomata, but *Ceratovacuna lanigera* ZEHNTNER on *Miscanthus sinensis*, *Schizolachnus orientalis* TAKAHASHI on pine leaves and *Melanaphis bambusae* Fullaway on bamboo insert the stylets into the hosts always only through the stomata of the leaves.

(7) In many species the stylets inserted in plant tissues pass usually intercellularly, and also frequently intracellularly even through cells, but *Nipponaphis monzeni* TAKAHASHI on *Quercus glauca*, *Mindarus japonicus* TAKAHASHI on twigs of *Abies firma*, *Schizolachnus orientalis* TAKAHASHI on pine leaves, *Nippolachnus piri* MATSUMURA on pear leaves and *Greenidea nipponica* SUENAGA on twigs of *Quercus phylliraeoides* insert the stylets only intracellularly. The stylets usually take a roundabout way to mechanical tissues, but *Rhopalosiphum padi* L. on rice plant, *Chaitophorus chinensis* TAKAHASHI on *Salix babylonica* and *Nipponaphis monzeni* TAKAHASHI on *Quercus glauca* pass intercellularly or intracellularly through the tissue.

(8) The stylets usually reach phloem, especially sieve tube, but in a few cases reach xylem, bundle sheaths and palisade parenchyma. In the first instar larvae of fundatrices of *Neothoracaphis yanonis* MATSUMURA in the galls on *Distylium racemosum* insert the stylets into epidermis or mesophyll cells, but cannot reach them to the phloem, while in the following instar larvae, the adults of fundatrices and the second generation insert the stylets into the phloem.

(9) Fundatrices of *Myzus persicae* SULZER cause the formation of roll galls along the main midrib of the young leaves of *Prunus Persica*. The galled leaves are about 0.16 mm. thick, and their adaxial epidermis, mesophyll cells and intercellular space of spongy parenchyma are well developed but their cells are not increased in number, while normal leaves are about 0.09 mm. thick in average. In the galls on the leaves of *Distylium racemosum* produced by *Neothoracaphis yanonis* MATSUMURA and those on *Prunus Grayana* by *Myzus* sp. the mesophyll of galled tissue can not be readily differentiated into various components of normal mesophyll, and the cells of galled tissues generally increase in number and enlarge in shape.

(10) *Aulacorthum kerriae* SHINJI on *Kerria japonica* var. *typica* and *Shinjia pteridifoliae* SHINJI on *Pteridium aquilium* give rise to the fading in the leaves of host plants, and the chloroplasts in the cells of faded tissues become small in size and decrease in number.

## 目 次

緒 言	127	第1節 口 器	128
第1章 研究方法	127	第2節 吸液器官およびその附属腺	130
第2章 アブラムシの口器と吸液器官	128	第3節 考 察	134
		第3章 寄主植物へ口針を挿入する方法	137
		第1節 口針の挿入と口吻の運動	137

第2節	植物組織内へ口針を挿入する方法の分類	138
第3節	アブラムシの吸液により誘起される植物の生理的, 形態的变化	145
第4節	考 察	149
総括		154
謝辞		156
文献		156

## 緒 言

アブラムシ類は植物に寄生して、単にその汁液を吸収加害するばかりでなく、植物の成分さえも変化させるといふ (BARON & GUTHRIE, 1960). また、アブラムシの出す液状の排泄物は、茎葉の表面に付着して、植物の生理作用を阻害し、植物を衰弱させ、ときには枯死させることもある。KENNEDY & STROYAN (1959) によれば、モモアカアブラムシ *Myzus persicae* SULZER の無翅胎生雌虫 (成虫) は、1日に体重の7~8倍 (1時間に体重の約35%) の汁液を吸収しうるといふ。更にまた、アブラムシは他の昆虫類に比べて、多数の植物ウイルス病の病原体を伝播するもので、HEINZE (1959) によれば、モモアカアブラムシのごときは、世界のアブラムシ類のうち、植物の最も多種類 (約150種) のウイルス病を伝播することも知られている。

アブラムシが植物組織内へ口針を挿入する方法に関しては、BÜSGEN (1891), ZWEIGELT (1915), DAVIDSON (1923) および SMITH (1926) などの研究があり、また、BODENHEIMER & SWIRSKI (1957), BÖRNER & HEINZE (1957), KENNEDY & STROYAN (1959), CARTER (1962) および AUCLAIR (1963) による総説もある。AUCLAIR (1963) によれば、アブラムシの消化管については、古くから BUCKTON (1876-1883), DUFOUR (1983), WITLACZIL (1882) などによる簡単な研究があるが、口器の構造については、ほとんど研究されていないという。しかし、その後 Homoptera の口器に関する一般的な研究は、DAVIDSON (1914), WEBER (1928, 1930), SNODGRASS (1935), PESSON (1951) などによっても行なわれている。

アブラムシの唾液に関しては、近年 MILES (1959, 1963 a) による唾液の種類の研究や、西(1963)による唾液鞘を含む植物汁液中には、植物ウイルスの活性を阻害する物質が存在するという研究などの興味ある報告がある。更に、MILES (1964) は Heteroptera の唾液、およびその分泌についても、種々興味ある報告をしている。また、唾液に含まれる酵素やアミノ酸が、

植物細胞におよぼす生理学的および化学的働き、あるいは放射性物質を利用した唾液の研究なども行なわれている。(JOHANNES, 1961; KENNEDY & STROYAN, 1959; McALLAN & CAMERON, 1956; McALLAN & ADAMS, 1961).

アブラムシに関するこの方面の研究、すなわち、吸液器官と植物の汁液を吸収する機構に関する研究は、応用昆虫学上、とくに植物ウイルス病を伝播する機構、ならびに、その防除に関する研究上はなほ重要であるにもかかわらず、この研究は未だ不完全で、とくにわが国では、従来これらの研究が全く行なわれていなかった。

そこで筆者は、これらの問題解決に資するための基礎的研究として、1957年以来、多数の植物に寄生する代表的なアブラムシ約40種について、口器の構造、唾液を排出する機構、植物の汁液を吸収する機構、および植物組織内へ口針を挿入する方法などの研究を行ってきた。

なお、それらの研究結果の大部分は報告済みである (宗林, 1960 a; 1961; 1962 a; 1962 b; 1962 c; 1963) が、本論文では、これら既発表の研究結果の主要な点に、未発表の結果を追加して総合的にまとめて記述し、九州大学審査学位論文としたものである。

## 第1章 研究 方 法

アブラムシの口器と吸液器官の研究においては、虫体をブアンあるいはカルノア固定液で固定ののち、エチルアルコールで脱水し、キシロールを経て、パラフィンに包埋し、これをミノットミクロームで縦横に、更に種々の角度に、厚さ  $15\mu$  の連続切片とし、デラフィールドヘマトキシリン、エオシン、サフラニン T などで染色したもの、および解剖顕微鏡下において虫体を解剖し、生体のまま、あるいは酢酸カーミンで固定染色したものなどを観察に供した。

寄主植物へ口針を挿入する方法に関する研究においては、口針を寄主植物に挿入中のアブラムシ (主として無翅胎生雌虫と幼虫) を、寄主植物とともに、エチルエーテルガス中に投じて、急速に麻酔させ、次いで、固定液に浸漬を容易にするため、70%アルコールに瞬時浸漬ののち、水洗して固定した。固定には、次の2法を用いた。その1法は、ブアン固定液によるもので、5~10時間固定、他の1法は10%ホルマリン液によるもので、24~48時間固定ののち水洗した。いずれも固定ののち、エチルアルコールで脱水、キシロールを経て、パラフィンに包埋し、これをミノットミクロームで、アブラムシとともに寄主植物を厚さ  $15\mu$  の連続

切片とした。その切断面は、主として寄主植物の横断面とし、一部の種類では、その縦断面をも併用した。染色には、サフラニンT、デラフィールドヘマトキシリンおよび酸性フクシンを使用した。また、数種のアブラムシの生体を用いて、その寄主植物の表皮細胞へ口針を挿入する状態を顕微鏡下に観察した。

## 第2章 アブラムシの口器と吸液器官

### 第1節 口 器

アブラムシの口器は、周知のごとく植物の汁液を吸収するために、特化した繊細で長いキチン質の剛毛様をなす2対の口針となり、これらが1本にまとまって、植物組織内に挿入されるようになっている。下唇は普通4節の管状の口吻となり、その腹面に存する溝、すなわち下唇溝に口針を保持する。上唇は細長い三角形を呈する。

#### (1) 口 針

口針の外側の1対は大腮針 *mandibular stylets*, 内側の1対は小腮針 *maxillary stylets* である。大部分のアブラムシの口針の先端部は、細くせん(尖)鋭で、側面には少数の鋸歯状、もしくは、簡単な鈎を有し、とくに大腮針では顕著である(第1図, A)。口針の形態、先端部における鋸歯の状態などは、アブラムシの種類によっても多少の差異があり、小形のアブラムシでは鋸歯の数も少ないが、ヤノクチナガオアブラムシ *Stomaphis yanonis* TAKAHASHI のごとく大形の種類では、第1図に示したように、口針の先端部における鋸歯は、はなはだ顕著である。

大腮針のおおのには、中央に縦の細管(中心管

*central canal*)があり、この細管は、口針の先端部に開口する。小腮針は、大腮針の内側にあつて、外形は大腮針に類似している。小腮針の中心管の開口部は確認できなかった。

口針の基部はやや広がったキチン板となり、この部に顕著な2対の伸出筋が付着する。左右の口針は、下咽頭の先端部で接着する。

左右の小腮針は、縦の溝と線状の隆起とによって、互いにかみ合わさつて接着する。この横断面をみれば、小腮針の内面はW型を呈し、左右の小腮針の接着によって、2本の微細な縦の管を形成するが、前方の太い管は食物管 *food canal* で、後方の細い管は唾液管 *salivary canal* である(第1図B, 第2図B)。大部分のアブラムシでは、左右の小腮針の先端はそれぞれ強く接着している。

口針は、大腮針の内面のくぼみと、小腮針の外側の隆起部とにおいて重なり、互いに縦の方向には滑りをよくし、口針を植物組織内に挿入する際には、周知のごとく、左右の口針を交互に滑動して挿入する。

MILES (1960) は、ある実験装置を用いて *milk weed bug, Oncopeltus fasciatus* DALL の口針を挿入する機構を証明し、その装置の *gel* の中に口針を挿入するときの口針の動きについて記述しているが、大腮針の先端は、内側に曲つていて、小腮針のどちらか一方をともなうときには、ともに内側に曲るが、小腮針の両方をともなうときには直進する、ということ述べ、更にまた、小腮針が別々に動作することもあるという。

VAN HOOF (1958) によれば、モモアカアブラムシの口針の平均直径は約  $3\mu$  で、食物管の直径は  $0.5\mu$ 、唾液管の直径は  $0.2\mu$ 、更に、口針の先端近くでは、わずかに細くなって、前者の直径は  $0.35\mu$  で、後者の直径は  $0.07\mu$  となっていることを記録している。

BRADLEY (1962) はモモアカアブラムシの口針の長さは、 $300\mu$  あまりあることを記録している。アブラムシの口針の長さは、口吻の長さにはほぼ等しく、その種類間においては、植物上における生活場所と深い関係があり、葉に生活する種類では短く、茎や樹幹に生活する種類では長い。特にクチナガオアブラムシ *Stomaphis* 属のものにあつては、樹幹に寄生して口針は、はなはだ長く、その長さは体長の約2倍にも達する。

アブラムシが口針を下唇溝に保持する方法について、はなはだ興味深い事実を認めた。すなわち、前述のごとく左右の大腮針および小腮針は、下咽頭の中央部から接近してきて、下咽頭の先端では小腮針は全く接着する。この部において、口針は右にねじればはじめ、口針を下唇溝におさめるときには、全く90度旋回して保

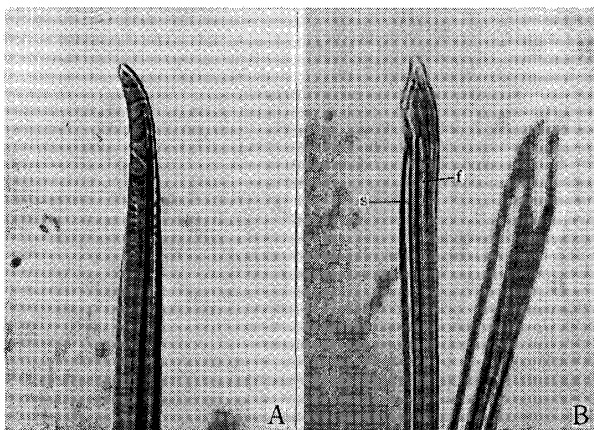


Fig. 1. Apices of the stylets of *Stomaphis yanonis* TAKAHASHI, showing the ridges on mandibular stylet(A) and the food canal and salivary canal of maxillary stylet(B).  
f: Food canal; s: Salivary canal.

持される(第2図版). このような事実は, 従来全く知られていなかったことであるが, 筆者はモモアカアブラムシ, マメアブラムシ, *Aphis craccivora* KOCH, キョウチクトウアブラムシ *Aphis nerii* FONSCOLOMBE, エゴノネコアシアブラムシ *Ceratovacuna nekoashi*

SASAKI, シナケアブラムシ *Chaitophorus chinensis* TAKAHASHI, ハッカノアブラムシ *Ovatus menthae* BUCKTON, マツノハアブラムシ *Schizolachmus orientalis* TAKAHASHI, ヤノイスアブラムシ *Neothoracaphis yanonis* MATSUMURA などについて認めたので, おそ

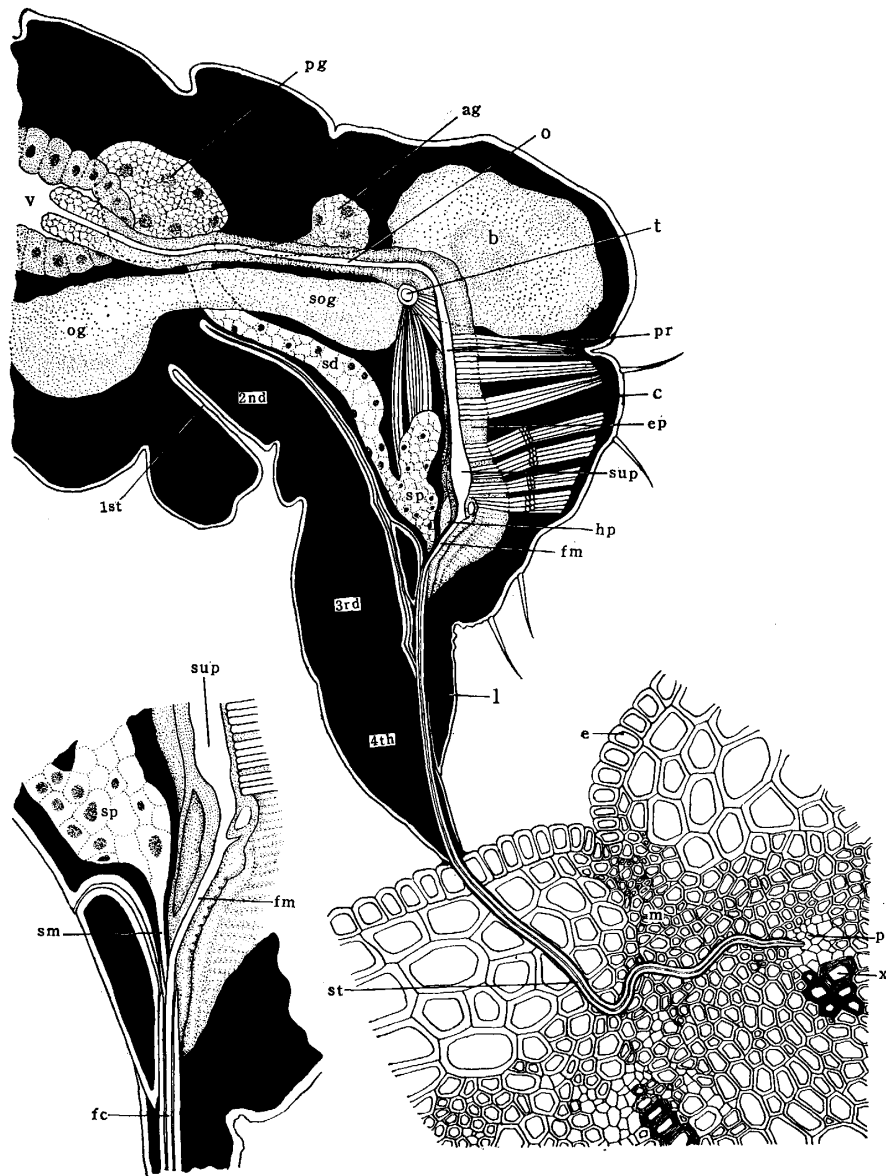


Fig. 2. Semi-diagrammatic drawing of the head of *Aphis craccivora* KOCH showing sucking apparatus, and transverse section of fruit of *Astragalus sinicus* showing stylet of the aphid passing through mechanical tissue and inserted into the phloem. ag: Accessory gland; b: Brain; c: Clypeus; e: Epidermis; ep: Epithelium; fc: Food canal; fm: Food meatus; hp: Hypopharynx; l: Labrum; m: Mechanical tissue; o: Oesophagus; og: Oesophageal ganglion; pg: Principal gland; pl: Phloem; pr: Pharynx; sd: Salivary duct; sm: Salivary meatus; sog: Suboesophageal ganglion; sp: Salivary pump; st: Stylets; sup: Sucking pump; t: Tentorium; v: Ventriculus; x: Xylem; 1st-4th: 1st-4th segments of rostrum.

らくすべてのアブラムシにみられることと思う。

## (2) 下咽頭 hypopharynx

下咽頭は、はなはだ肥厚したキチン質となり、前面からみれば、ほぼ逆二等辺三角形を呈し、その中に細い食物導管 food meatus を通じる。下咽頭の先端部において、小腮針と接着して、口針の食物管は食物導管を経て吸液ポンプ sucking pump と連絡する。唾液ポンプ salivary pump の吐出管は細い唾液導管 salivary meatus となり、下咽頭の下面にそって走り、口針の唾液管と連絡している (第2図)。

## 第2節 吸液器官およびその付属腺

吸液器官のうち、とくに植物汁液吸収の機構と関連のある吸液ポンプ、咽頭 pharynx および唾液腺 salivary glands について記述する。

### (1) 吸液ポンプ

吸液ポンプは、咽頭の前方に位置し、その外側は厚

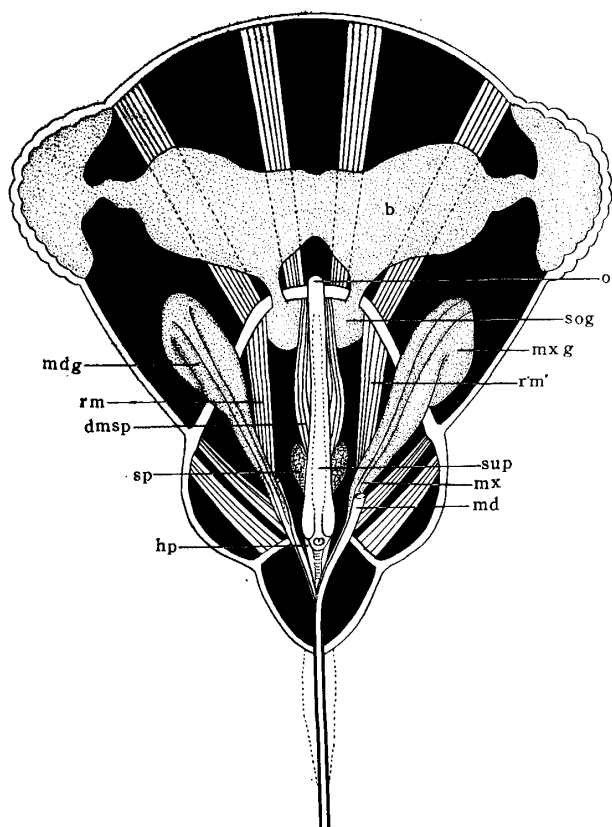


Fig. 3. Semi-diagrammatic drawing of the head of *Aphis craccivora* KOCH, showing sucking apparatus. dmsp: Dilator muscles of salivary pump; md: Mandible; mdg: Mandibular gland; mx: Maxilla; mxg: Maxillary gland; rm: Retractor muscles of mandibule; rm': Retractor muscles of maxilla; other letterings as in Fig. 2.

い皮膜 epithelium でおおわれている。吸液ポンプの横断面は、アブラムシの種類により異なる。モモアカアブラムシの吸液ポンプの横断面 (第1図版, B, C, D) は、ほぼ菱形で、その壁の後方の2辺は、下咽頭の突出部の延長によって形成され、はなはだ肥厚したキチン板である。前方の2辺は膜質で弾力性に富む。膜質部の外面の中央部からキチン質の薄板が突出し、その薄板の両側には、よく発達して強じん(靱)な拡大筋が付着する。この左右の拡大筋の他端は頭楯 clypeus に達し、その内面に広く付着する。また、この筋肉の基部は、咽頭に近い部分では皮膜が比較的薄いため、基部近くから分かれて2列となるが、中央部において皮膜の発達して厚くなった部分では、皮膜の中央部、または比較的外側に近い部分で分かれて2列となる。

マメアブラムシの吸液ポンプの横断面 (第4図) は、ほぼ五角形で、後方の4辺は下咽頭の突出部の延長によって形成されるはなはだ肥厚したキチン板となる。前面は薄い膜質で弾力性に富む。膜質部の外面中央部には拡大筋が付着する。この筋肉の基部は薄く1列となるが、皮膜の外では2列となり、それぞれよく発達



Fig. 4. Transverse section of sucking pump (sup) of *Aphis craccivora* KOCH.

して太く、他端は頭楯の内面に達する。

## (2) 咽 頭

咽頭は食道 oesophagus と吸液ポンプとの間に位置して、全体は皮膜でおおわれる。咽頭の横断面（第1図版、A）は、ほぼ半円形を呈して、咽頭壁の後面は、吸液ポンプと同様に肥厚したキチン板となる。この背壁外側には、強じんな筋肉が付着し、その筋肉の他端は幕状骨 tentorium に達する。この筋肉は、次に述べる咽頭拡大筋の収縮に応じて、咽頭を保持するのに役立つもので、食道に近い部分では、太く強じんであるが、吸液ポンプに近いところでは細くなる。咽頭壁の前面は薄い膜状で、弾力性に富み、中央部はくぼんでいる。モモアカアブラムシでは、吸液ポンプと同様に、このくぼんだ部分から外側にキチン質の薄板が突出し、この薄板の両側には、頭楯に達する拡大筋が付着する。左右の拡大筋は、基部で接着するが、食道に近いところでは、その接着部は小さく、吸液ポンプの近くでは大きくなる。マメアブラムシでは、前面の薄い膜状部に発達した拡大筋が付着し、その筋肉の他端は頭楯に達する。食道に近い部分の拡大筋の基部は、吸液ポンプの拡大筋と同様によく発達して2列に分かれるが、他の部分では、拡大筋の基部は合一して1列となる。

## (3) 唾 液 腺

アブラムシの唾液腺は、他の半翅類昆虫の唾液腺に比べれば、単純な形態をしているが、その構造は複雑で、しかもよく発達して、主腺 principal gland, 副腺 accessory gland, 大腮腺 mandibular gland および小腮腺 maxillary gland のおのおのが左右1対あ

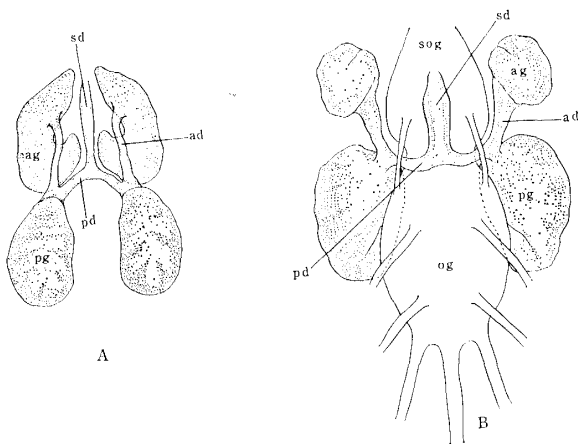


Fig. 5. Salivary glands of *Lachmus tropicalis* VAN DER GOOT (A) and *Aphis craccivora* KOCH (B). ad: Accessory duct; pd: Principal duct; other letterings as in Fig. 2.

り、その形態はアブラムシの種類によっても多少異なる。

## a 主腺および副腺（第2図、第5図、第6図）

主腺および副腺は、ともに生体では、ほとんど透明で軟かい。

主腺は卵円形あるいは球形にして大きく、モモアカアブラムシの成虫では、その長さおよび巾は約 0.15 mm, 厚さ約 0.1 mm, マメアブラムシでは、長さ約 0.17 mm, 巾約 0.13 mm, 厚さ約 0.1 mm である。胸腹部神経球の両側面から背面におよび位置する。左右の主腺を結ぶ導管（輸出管 principal duct）は、胸腹部神経球と食道下神経球との境を、その腹面にそって通る（第6図）。輸出管の中央部から唾管 salivary duct が食道下神経球の腹面にそって前方にのび、唾液ポンプと連結する。マメアブラムシの唾管は、基部の直径約 0.02 mm, 中央部はやや太く 0.03~0.05 mm, 先端部はやや細くなっている。

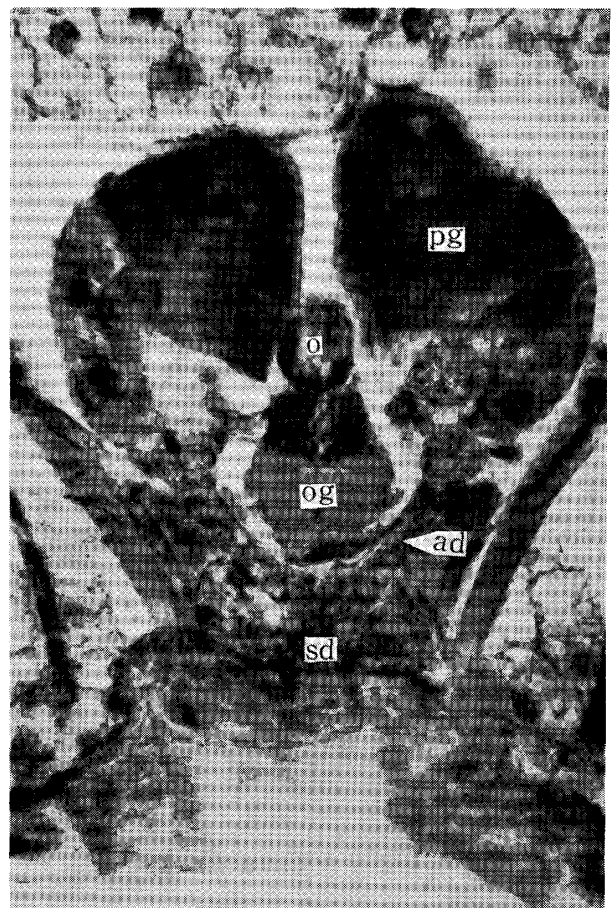


Fig. 6. Principal glands and ducts of *Aphis craccivora* KOCH, letterings as in Fig. 2.

成虫の主腺における組織学的構造は、次に述べる如く大形にして多数の細胞からなる主細胞群によってそ



の大部分が占められ, デラフィールドヘマトキシリンによって, 細胞質は青色ないし藍紫色に, 核は濃藍色に染色される. また, 細胞によっては, その細胞質内に, とくに濃藍色に染色される多数の顆粒を含有するものがある. 更に, サフラニン T で染色すれば, 細胞質は概して淡紅色に染色され, 多数の脂肪性顆粒がみられる. 核は紅色に染色される.

副腺は, 一般にほぼ球形で小さく, マメアブラムシの成虫では, 長さ約 0.06mm, 巾約 0.08mm, 厚さ約 0.05mm, モモアカアブラムシでは, 長さ巾ともに約 0.075mm である.

副腺の組織学的構造は, 次に述べる如く小数 (ほぼ 4~7 個) の細胞からなり, 細胞質も概して均質で, その内容も主腺の細胞質にほぼ類似する. アブラムシの種類によっては, 核が比較的小さく, また細胞質中

に含有される顆粒は小さいか, あるいはこれを欠くものがある.

副腺はそれぞれ主腺との結合管 accessory duct を経て輸出管の基部に開口する. 左右の副腺を結ぶ導管はない.

#### b 大腮腺および小腮腺 (第 3 図, 第 7 図)

大腮腺および小腮腺は, それぞれ大腮針および小腮針の基部に位置し, やや透明でよく発達し, 側面からみれば蝸牛殻状を呈し, その大きさ, 蝸牛殻状にまく角度などは, アブラムシの種類, 発育の段階によって多少の差異がみられる. マメアブラムシの成虫では, 長さ約 0.13mm, 蝸牛殻状部の直径は約 0.04mm. モモアカアブラムシの成虫では, その長さ約 0.15mm, 蝸牛殻状部の直径は約 0.07mm に達する.

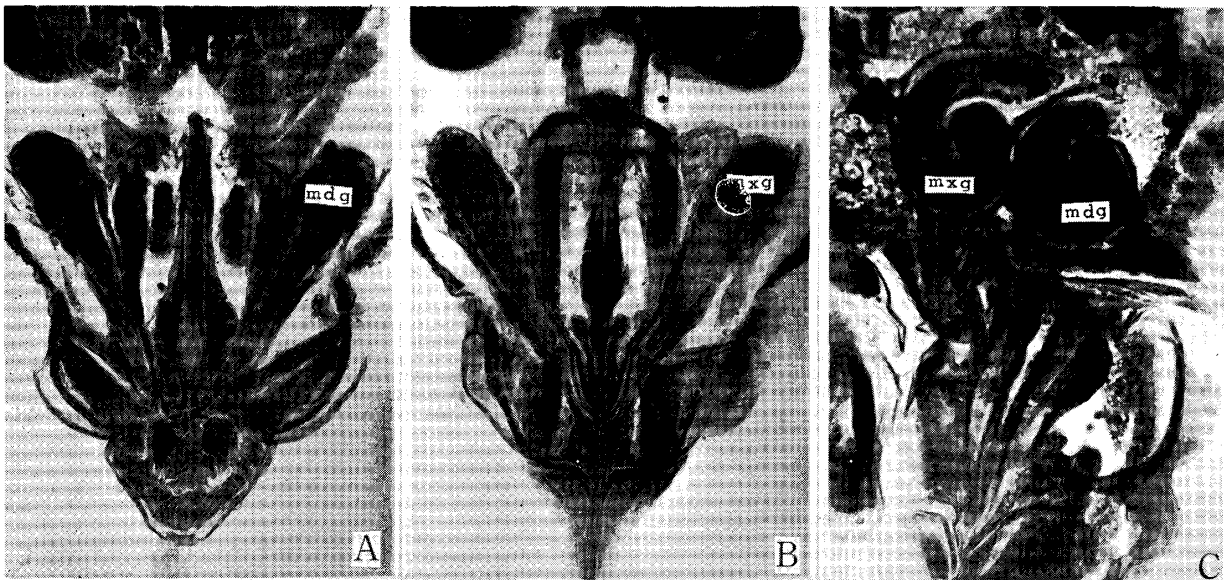


Fig. 7. Vertical section of head of *Aphis craccivora* KOCH, showing salivary glands. A and B: Frontal view; C: Lateral view (a little enlarged). mdg: Mandibular gland; mxg: Maxillary gland.

大腮腺および小腮腺の組織学的構造は次の如くで, 腺組織は概して一様に緻密な細胞質からなり, デラフィールドヘマトキシリンで藍紫色に染色され, 少数の核が濃藍色に染色される. 蝸牛殻状部では, 外膜にそってわずかの間隙がみられる. 唾液は, この間隙を通り, それぞれ口針に移行するものと思われる.

大腮針の中心管は, 前述のように, 口針の先端部に開口して, 大腮腺の唾液は, この中心管から排出される. 小腮針の中心管は, 基部において明瞭であるが, 下咽頭の中央部において, 左右の小腮針が接着する部分では確認できなかった. また, VAN HOOF (1958)

の報文中の小腮針の断面図においても, その中心管は示されていない. そのため小腮腺の開口部と唾液の排出路は不明である. けれども IMMS (1951), WEBER (1954) は Hemiptera の口針の模式図を示して, その小腮針に中心管の存在を明示しているのだから, おそらくアブラムシの小腮腺の唾液も, 小腮針の中心管から排出されるものと思われる.

#### c 唾液の種類と性質

それぞれの唾液腺から排出される唾液の種類と性質を明らかにするため, 解剖顕微鏡下で, クリオオアブラムシ *Lachnus tropicalis* VAN DER GOOT およびモ

モアカアブラムシの生体から、主腺、副腺、大腮腺および小腮腺をとり出し、それぞれの唾液腺をスライドガラスの上になすりつけ、とり出した唾液をサフラン T で染色したところ、主腺と副腺の唾液（第 8 図, C, D）は、はなはだ類似した漿液性で、粘り気なく、

淡く染色され、分泌顆粒や少数の巨大細胞が認められた。大腮腺および小腮腺の唾液（第 8 図, A, B）は、粘液性、粘重緻密で濃く染色される。

このように、上記 2 種のアブラムシの唾液には、漿液性唾液と粘液性唾液との 2 種類が認められた。

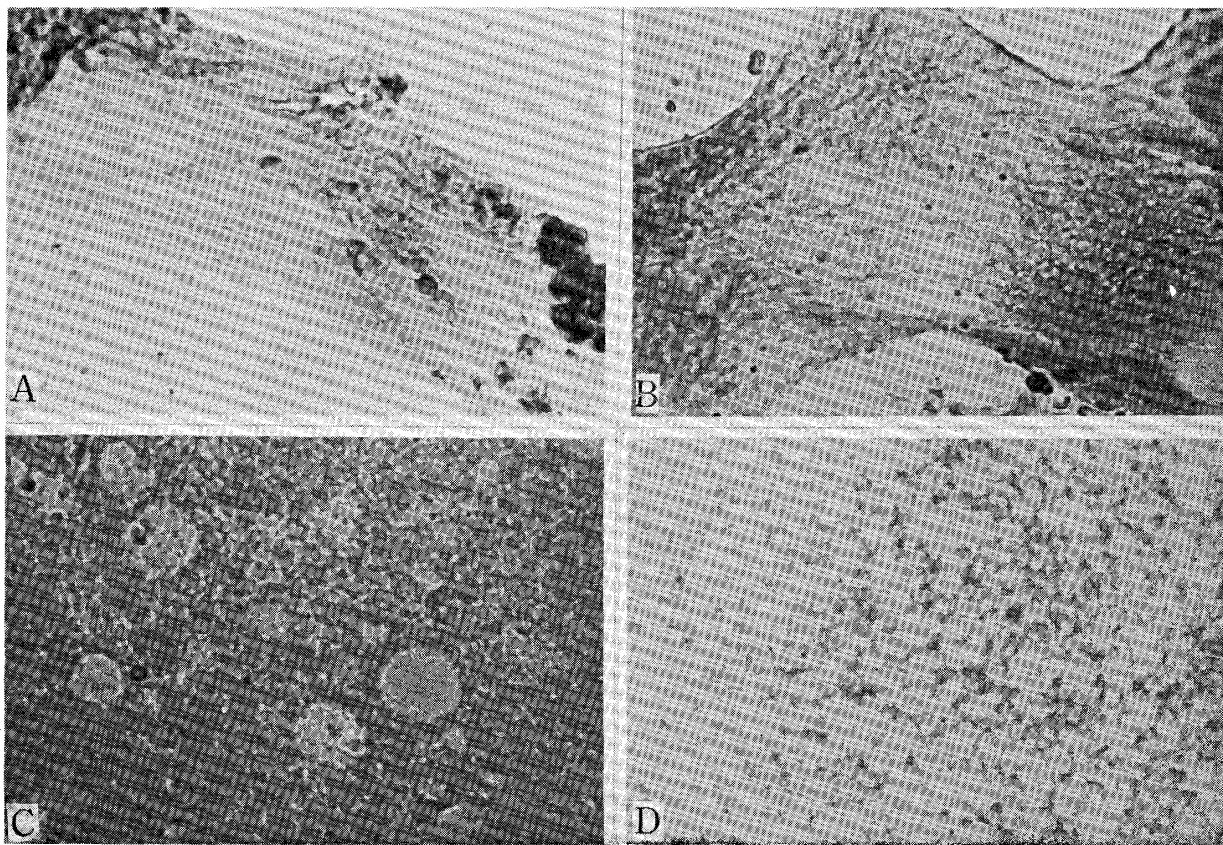


Fig. 8. Saliva of *Lachnum tropicalis* VAN DER GOOT. A: Saliva of mandibular gland. B: Saliva of maxillary gland. C: Saliva of accessory gland. D: Saliva of principal gland.

#### d 唾液鞘 salivary sheath または口針鞘 stylet sheath

吸液のため植物組織内に挿入された口針は、常に唾液によっておおわれている。これは唾液鞘、または口針鞘と呼ばれ、唾液、とくに大腮腺と小腮腺とから吐出される粘液性唾液によって形成される。口針鞘の形成は、アブラムシが口針を植物組織内で、細胞間を通過させるときには少量であるが、細胞内を貫通させるとき、あるいは細胞間隙を通過させるときには、はなはだ顕著となる〔たとえば、カクレミノフトオアブラムシ *Cavariella gilbertiae* TAKAHASHI (寄主植物：カクレミノ；第 6 図版, I), モモアカアブラムシ (寄主植物：ナタネ), アザミオオヒゲナガアブラムシ *Dactynotus giganteus* MATSUMURA (アザミ；第 2 図版, 1, 第 6 図版, B), ワラビツメナシアブラムシ *Shinjia*

*pteridifoliae* SHINJI (ガマズミ, 第 15 図), ワタアブラムシ *Aphis gossypii* GLOVER (サトイモ) など〕。また、口針をして細胞内を通過させたときには、細胞内容のほとんど全部が口針鞘で占められ、核その他の細胞内含物も、その隅に押し込められることが少なくない。また、口針鞘の表面は平滑ではなく、とくに皮層の柔細胞内および種々の分泌細胞内では、それぞれの分泌物が唾液によって変化し、あるいは、口針鞘の表面に付着して、口針鞘は一層顕著となる。また、タラフトオアブラムシ *Cavariella araliae* TAKAHASHI では、口針をしてタラノキの漆汁道を通させるとき、口針鞘の表面には、多量のタンニンが付着して平滑ではない (第 3 図版, 4)。

植物組織内で口針鞘は、口針を抜き去ったあとに口針痕跡 *stylet track* として顕著にみられる。カクレミ

ノフトオアブラムシの寄生によってカクレミノに形成された口針痕跡は、とくに顕著にみられた(第6図版, I)。口針鞘は、植物の表面と口吻の先端との間(第3図版, 2, 7; 第6図版, A, D), また、葉鞘を通して茎から吸液する場合には、葉鞘と茎との間、などの空気中にも形成され(第3図版, 3), その形状および形成の程度は一様ではない。すべてのアブラムシにみられるように、植物の表面に、単に口吻の先端を押しつけ、吸液を試みたときにおいても、植物の表面には、口吻の先端との間にキャップ状の唾液鞘が形成されるものである。このようにして、マメアブラムシがアズキの茎の表面にキャップ状の口針痕跡を形成したときには、表皮細胞の核がこれに誘引されてか、近接していることを数例によって確認した(第6図版, A)。その理由については判明しない。

この粘液性唾液の分泌は断続的で、細胞内、または細胞間隙では、口針の先端に唾液が球状に吐出され、口針は、これを貫通して進入することを繰り返すため、唾液鞘は珠数状を呈することが多い(第6図版, F)。

口針をして細胞間を通過させるとき、唾液は細胞膜中層のペクチンを溶解して、口針を進入させる。そのため、唾液は口針を貫通させた細胞内は勿論のこと、その細胞に隣接した他の細胞内にも満たされることがある(第3図版, 9)。そのとき隣接細胞内には、その膜孔を通して、すなわち、ペクチン層を溶解して、唾液が拡散されるものと思われる。このような事実は、クروتゲマダラアブラムシ *Tuberculoides stigmata* MATSUMURA (コナラ), ハッカノコブアブラムシ (ヒメハッカ), アサノコブアブラムシ *Diphorodon cannabis* PASSERINI (アサ), ゴボウヒゲナガアブラムシ *Dactynotus gobonis* MATSUMURA (ゴボウ), イヌマキアブラムシ *Neophyllaphis podocarpi* TAKAHASHI (イヌマキ), ヨメナノアブラムシ *Aleurodaphis asteris* TAKAHASHI et SORIN (ヨメナ), マメアブラムシ (ニセアカシア, 第6図版, E) などにおいて認められた。

#### (4) 唾液ポンプ

アブラムシの唾液ポンプは、吸液ポンプの背方に位置して大きく、マメアブラムシ(第2図, 第3図, 第7図B), モモアカアブラムシをはじめ、ほとんどすべてのアブラムシでは、ほぼ同形をなし、膜質にして、中央部はくぼみ、左右に袋状に膨出する。中央のくぼんだ部分には、はなはだ発達した強じんな2本の拡大筋が付着し、この筋肉の長さは約0.13mmで、他端は膜状骨に達する。マメアブラムシの唾液ポンプの長さおよび最大巾は約0.05mmである。

### 第3節 考 察

#### (1) 口針の形態

アブラムシの口針の形態については、DAVIDSON (1923), SMITH (1926), VAN HOOF (1958) などの詳細な研究があり、VAN HOOF (1958) はモモアカアブラムシの口針の先端部において、側面に多数の鈎のあることを電子顕微鏡によって観察している。とくに、大腮針にこの鈎は顕著で、筆者は、他の多くの種類にも同様の鈎のあることを認めたが、この鈎は、アブラムシが口針を植物組織内へ穿孔進入させるのを助けるものと思う。この鈎の形状、大きさ、口針上に分布する状態などは、アブラムシの種類により多少異なる。すなわち、小形のアブラムシにして、植物の柔らかい茎葉に寄生する種類では、鋸歯も小さい(第5図版, F)が、堅い樹皮や樹幹に生活するものでは鋸歯も大形ではなはだ顕著となる(第1図)。

大腮針のおのおのには、中央に縦の小孔があり、これは粘液性唾液の分泌孔と考えられる。VAN HOOF (1958) は、この小孔は分枝したり、中断することがあるというが、筆者は、この小孔が口針の先端部に開口することを認めている。

左右の大腮針および小腮針は、下咽頭の中央部近くから接近してきて、ついに小腮針は全く接着するに至る。下咽頭の先端部で口針は右にねじればはじめ、上唇から離れて下唇溝の中に保持されるとき、ほとんど90度旋回する。このような事実は、従来全く知られていなかったことであるが、これはアブラムシが、口針を植物組織内に挿入するとき、口針を物理的に補強するためと考えられる。すなわち、前述のごとく大腮針と小腮針とは、それぞれ溝または線状の隆起部とによって、互いにかみ合わさって1本の束状となっているが、それらは比較的離れやすい状態にあり、とくに、大腮針と小腮針との接着は不完全である。そのため、もし口針がねじれなかったならば、植物の表面となす口針の挿入角度によっては、口針のおのおのが離れやすくなるであろう。ところが口針のねじれば、4本の口針をして縦に排列させ、それを植物組織内に挿入するにあたり、おのおの口針が離れることを防ぎ、口針をして曲げられることなく、しかも1本の束として植物組織内に挿入することを容易にしているものと思われる。

アブラムシの口針の長さは、発育の段階による差異は少なく、発育初期の幼虫では、体長に比して長い口針をもっている。これは、MITTLER (1954) も指摘しているように、親虫のそばで吸液するために、親虫と

ほとんど同長の口針を必要とするためである。

### (2) 吸液の機構

アブラムシの吸液機構は複雑で、植物の汁液を吸収するには、篩部細胞の滲透圧、吸液ポンプと咽頭との吸液の働き、および口針の毛細管作用などが総合的に働いて行なわれるものである (ZWEIGELT, 1915; DAVIDSON, 1914, 1923; KENNEDY & MITTLER, 1935; VAN HOOF, 1958; KENNEDY & STROYAN, 1959; AUCLAIR, 1963 などによる)。

KENNEDY & MITTLER (1953) は吸液中のアブラムシの口針を切断して、その切口から溢出する汁液を利用して、吸液に関する研究を行ない、また VAN SOEST & DE MEESTER CATS (1956) も、モザイク病罹病タバコを吸汁しているモモアカアブラムシの口針を切断して、その切口から溢出する汁液を用いて、ウイルス活性の研究を行なっている。これらの実験によっても明らかであるように、植物自体の細胞圧によって、細胞液あるいは植物汁液がアブラムシの口針を通して押し上げられるもので、このことは、これら昆虫の吸液に大なる役割をもつことがわかる。

### (3) 唾液腺と唾液の種類および唾液分泌の機構

アブラムシの唾液腺には、従来主腺と副腺の2対のみが報告されていたにすぎない。またカメムシをはじめ他の半翅類昆虫においても、主腺と副腺の2対のみが知られているにすぎない。筆者はアブラムシにおいて、新たに口針の基部に発達した大腮腺と小腮腺の2対も唾液腺として追加した。

高松(1958)も記述しているようにクリオオアブラムシの副腺は、主腺と同大か、あるいはより大きい。しかるにモモアカアブラムシ、マメアブラムシ、ヤマブキヒゲナガアブラムシ *Aulacorthum kerriae* SHINJI をはじめ、アブラムシ亜科に属するほとんどすべての種類では、副腺は主腺より小さく、その大きさは主腺の約半分に対応するが、アブラムシの種類によって、唾液腺の形態にも差異のあることが認められた。

アブラムシの唾液の分泌機構については、従来あまり知られていなかった。MILES らは Heteroptera の唾液腺の分泌物には、粘液性唾液と漿液性唾液とあり、前者は蛋白質物質からなり、排出されると口針にそって gel 状となり、いわゆる口針鞘を形成するという (MILES, 1958, 1959; MILES & HELLIWELL, 1961; SAXENA, 1963)、とくに MILES (1959) はアメアブラムシが粘液性唾液と漿液性唾液の2種類の唾液を、口針の先端から交互に排出することも報告している。

MILES (1961) はまた American milkweed bug (*Oncopeltus fasciatus* DALL) の主腺は、前葉、側葉、

後葉の3葉に分かれ、前葉および側葉の内容物には口針鞘となる前物質 precursor of sheath material を含有し、isotonic saline 中でこれらの腺葉を破裂させれば、内容物は gel になるという。また、とくに側葉の内容物は、他の腺葉の内容物よりも強いズダン親和 sudanophilia を示したといい、これによって口針鞘物質にある脂質の存在を明らかにした。また Australian pentatomid, *Eumecopus* sp. の口針鞘物質は、chlorated nitric acid 中で加温すれば油状の sudanophil droplets を形成し、前葉の内容物を同様に処理したときも、やはり油状の小塊を形成する。また toluidine-blue の染色も両者間に等しいこと、更に、前葉の内容物は後葉の内容物と異なり、水中、生理的食塩水中、グリセロール中で急速に凝固することなどによって、口針鞘物質は、主腺の前葉、側葉に含まれることを述べ、Homoptera についても同様のことが考えられていた。

しかるに、主腺および副腺の唾液を排出する輸出管は1本であるから、粘液性唾液と漿液性唾液は、同一輸出管から口針を経て排出されることになるが、筆者は、この両唾液が混合することなく同一輸出管から排出されるという論議に対して深い疑念を抱き、両唾液の生産される唾液腺は別個のものと考え、第2節、C に述べたようにモモアカアブラムシ、クリオオアブラムシの唾液をとり出して、顕微鏡下に観察した結果、大腮腺および小腮腺からは粘液性唾液が、また、主腺および副腺からは漿液性唾液が排出されることを明らかにすることができた。

MILES (1959) はまた、吐出された漿液性唾液は、再び口針の中に吸い込まれることを観察しているので、植物組織内では、この漿液性唾液は、おそらく植物汁液とともに消化管に吸入されるものと思われる。

筆者は、これら両者の唾液を交互に分泌する機作について次のように推定した。まず、体液の圧力によって大腮腺および小腮腺を全体的に圧迫する。そのため、これら両腺の唾液は、口針の中心管(小腮針の中心管は不明であるが)から押し出される。それと同時に、他の一般吸収性昆虫と同様に、唾液ポンプの強大な拡大筋の収縮により、唾液ポンプ中央部の陥入していた膜質部が後方に引かれて、唾液ポンプの内腔に陰圧を生じ、主腺および副腺から漿液性唾液が唾液ポンプの中に吸い込まれることになる。故に粘液性唾液を吐出するときには、漿液性唾液は唾液ポンプ内において吐出されない。ついで、唾液ポンプ拡大筋の弛緩によって膜は再び陥入し、同時に体液の圧力も加わって唾液ポンプ内の漿液性唾液は、唾液導管を経て口針の唾液

管に押し出されるものであろう。このとき粘液性唾液は粘重度が高いことと、口針の中心管が細いため、このときの体液の圧力では吐出されないと思われる。

唾液ポンプに強大な拡大筋の存在する意義についても次のように推定した。すなわち、粘液性唾液を吐出するとき、体液の高い圧力を必要とすることは前述の通りであるが、同時に唾液ポンプ内には漿液性唾液を充満せしめ、あわせて、その唾液の排出を抑制するため、唾液ポンプには、この粘液性唾液排出時の体液の高い圧力に打ち勝つだけの収縮力をもつ強大な拡大筋を必要とするものであると考える。

唾液鞘（口針鞘）は、口針鞘物質 *sheath material* と呼ばれるリポプロテイン *lipoprotein* を主体とした安定性の物質で、水やアルコール、キシロールに不溶で、高濃度を除いては酸やアルカリにも安定で（内藤による）、*Eumecopus australasiae* DON. (Heteroptera, Pentatomidae) の口針鞘物質は、水素や硫黄の化合物に安定な構造をもつ (MILES, 1963) という。アブラムシの口針鞘はまた、液体や寒天の中に挿入された口針の周囲にも形成されることが報告されている (CARTER, 1945; VAN HOOF, 1958; NICKEL & SYLVESTER, 1959; BRADLEY, 1962 など)。

また、SUKHOV (1944) によれば、口針鞘は固形微粒子、バクテリア、あるいはタバコモザイクウイルスなどの口針内への侵入を防ぐフィルターとして、ろ過的役割をもっと考えた。つまり、はなはだ細い食物管を、これら固形微粒子によって遮断されることを防いでいるものと考えている。しかし、DAY & IRZYKIEWICZ (1954) は、タバコモザイクウイルスは、この口針鞘を通過すると報告している。

筆者は、この口針鞘は吸液の際、汁液の漏洩を防止するとともに、口針内部の気密を保ち吸液効果をあげるのに役立つものと考え。すなわち、口針の構造からしても、口針先端の食物管開口部から吸液するもので、口針側面からの吸液はあり得ない。故に、口針鞘にろ過的役割を考えるのは妥当ではない。

西(1963)は、植物組織内に残されたアブラムシの口針鞘を含む植物汁液の中には、タバコモザイクウイルスの活性に対して、強い阻害作用を示す阻害物質があり、また、モモアカアブラムシが蔗糖液中に吐出した唾液にも、同様にしてタバコモザイクウイルスの活性を阻害する物質があることを報告している。そこで筆者は、この阻害物質は、おそらく大腮腺および小腮腺から吐出する粘液性唾液の中に含まれているものと考え。

また一方、同一植物ウイルスでも、あるアブラムシ

によっては容易に伝播されるが、他のアブラムシによっては媒介されないという。たとえば、マモアブラムシやモモアカアブラムシはアカツメクサ、エンドウおよびソラマメのモザイク病をよく媒介するが、エンドウヒゲナガアブラムシ *Acyrtosiphon pisum* HARRIS は媒介しない (福士, 1955) という。また、ジャガイモ Y ウイルスもモモアカアブラムシではよく媒介されるがワタアブラムシでは媒介されない (吉井, 1955) という。これらによれば、ウイルスとアブラムシの間には密接な、しかも特異的な関係があることを意味する。

更に、汁液の機械的接種によって容易に伝播されるウイルスでさえも、アブラムシによって媒介されないものがあり、たとえば、タバコモザイクウイルスはモモアカアブラムシによって媒介されない (福士, 1955; 平井, 1959)、また1つのウイルスが、数種のアブラムシによって媒介されるときには、アブラムシの種類によって伝染率がまちまちであるという点などからも、やはりウイルスは、アブラムシの唾液中に存在するウイルス活性阻害物質との間に深い関係のあることが暗示されていると考える。

これらの点からみても、ウイルス伝播の機作は、アブラムシの口針挿入にともない植物のうける機械的損傷によるという機械説（勿論、これにはアブラムシの口針の挿入方法と植物との関係も重要である）のほか、唾液の成分、あるいはウイルス活性阻害物質の存在などにも深い関係があると考えられる。そのため、これらの研究が極めて重要である。

しかるに、従来唾液の研究に使用されてきた唾液は、おそらく主腺と副腺の唾液のみであったらうと思われる。DAY ら (1954) が、アブラムシの唾液を用いて、タバコモザイクウイルスに対する阻害作用を実験したところ予期した結果が得られなかったというのも、原因はこの点にあったのではないかと考える。

そこで筆者は、とくに植物ウイルス伝播の機構と関連して、アブラムシの主腺、副腺の唾液はもとより、大腮腺および小腮腺の唾液の研究の重要性を痛感している。更に、カメムシ、ウンカ、ヨコバイなどにおいても、明らかに口針鞘が形成されるものであるから、これらの昆虫にも、おそらくアブラムシの大腮腺および小腮腺に類似した唾液腺が存在するものと思われる。あわせて、これらにも留意して、今後さらに研究を進めていきたい。

### 第3章 寄主植物へ口針を挿入する方法

アブラムシが口針を植物組織内に挿入する動作については DAVIDSON (1914), WEBER (1928, 1930), SNODGRASS (1935), VAN HOOF (1958) などの報告がある。

#### 第1節 口針の挿入と口吻の運動

アブラムシが口針を植物組織内に挿入するときには、頭部または体全体で口吻の先端を植物の表面に押しつけ、口吻を短縮させて、その先端から口針を出し、これを植物組織内に突き刺し、大腮針の伸出筋 *protractor* を伸縮して、両側の大腮針を交互に動かす穿孔運動にともない小腮針が誘導され、小腮針をもやはり伸出筋により大腮針とともに植物組織内に進入させる (DAVIDSON, 1914; WEBER, 1928, SNODGRASS, 1935; 福士, 1959)。これら伸出筋の他端は *mandibular laminae* および幕状骨に達する。

アブラムシの口吻は、普通4節からなり、第1節は第2節よりも太く、その皮膚は膜状を呈し、ほとんどのアブラムシでは下唇溝を欠く、この部において下唇および口針は上唇によって屋根形におおわれている。しかし、口吻の長い種類では第1節にも下唇溝がある。第2節以下は、やや厚いキチン質の膜からなり、腹面には下唇溝がある。第2節の基部には、とくにキチン質の厚い部分があって第1節に挿入され、この部分に

は、前胸腹板に達する顕著な筋肉が付着する（この筋肉は図では省略）。また、溝の基部は丸く匙状を呈する。第3節はとくに厚いキチン質からなり、基部に向かって細くなり、第2節にわずかに挿入されている。そのため、アブラムシが口吻を植物の表面に押しつけたとき、口吻内の筋肉の収縮または弛緩により、第1節は反転し、第2節はその中に全く納められて、口吻を短縮させる。また、第3節はわずかではあるが、第2節に没入し、第3節と第4節との境も膜状を呈しているので、わずかに短縮する。口吻の短縮にともなって、下唇溝内の口針は、それだけ口吻の先端に突出することになる。マメアブラムシ、モモアカアブラムシなどの比較的口吻の短かい種類では、口吻の短縮により、第2節は食道下神経球の下側を深く体腔内に没入して、その基部は胸腹部神経球にまで達する（第2図、第9図B）。このとき下唇溝に保持されていた口針は、口吻第2節、第3節の溝から離れる。しかし、口吻の末端節においては下唇溝の両側が接近したり、あるいは接着して口針を常に下唇溝の中に保持する（キジラムシのごとく口針を押さえて下唇溝内に保持するための特殊な突起はない）。また、口吻短縮の途中においては、下唇溝から口針の離れるのを防ぐため、上唇で常にこれを押さえている。

とくに、クチナガオオアブラムシ *Stomaphis* 属およびオオアブラムシ *Cinara* 属、*Lachnus* 属の一部などでは、口吻は著しく長いので、口針を植物組織内に挿入するときには、口吻を短縮させて、その第1節を

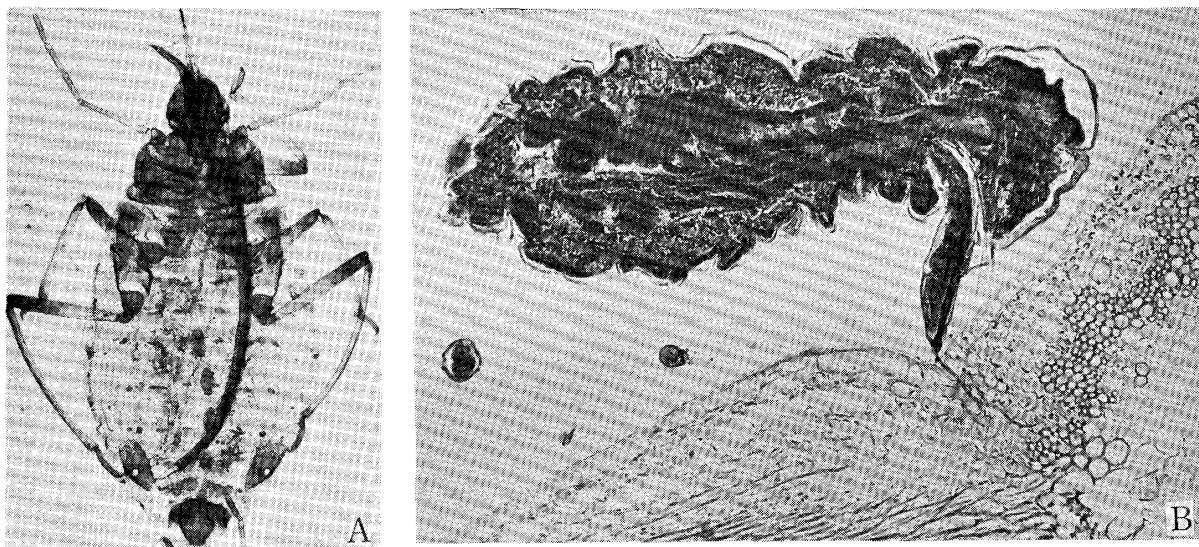


Fig. 9. (A) Shortened rostrum of *Stomaphis yanonis* TAKAHASHI, showing a large portion of the rostrum lie within the abdomen.  
(B) Longitudinal section of the body of *Aphis craccivora* KOCH and transverse section of the stem of *Capsella Bursa-pastoris*, showing the stylets passing through the epidermis and cortex and inserted into phloem.

反転し, その中に第2節を没入させて体腔内に深く挿入し, 第2節の基部を腹部末端近くにまで到達させることがある(第9図, A)

### 第2節 植物組織内へ口針を挿入する方法の分類

植物組織内に挿入された口針の先端は, 周知のようにほとんど常に篩部, とくに篩管内にまで達する. しかし, 口針の進入経路は, 植物およびアブラムシの種類, あるいはその個体間などにも差異があり, 従来知られていたアブラムシの口針挿入方法は,

- 1) 口針をして細胞間を通過して篩部に到達させる方法,
- 2) 口針をして細胞内を通過して篩部に到達させる方法,
- 3) 口針をして細胞内を通過させ, 柔組織中に止め, 篩部に到達させない方法,

などの方法が知られていた(BÜSGEN, 1891; ZWEIGELT, 1915; DAVIDSON, 1923 など). 筆者によって, これらを含めて次に列記するような口針の挿入方法が認められた.

#### (1) 口針を気孔からのみ挿入する方法

タケノアブラムシ *Melanaphis bambusae* FULLAWAY

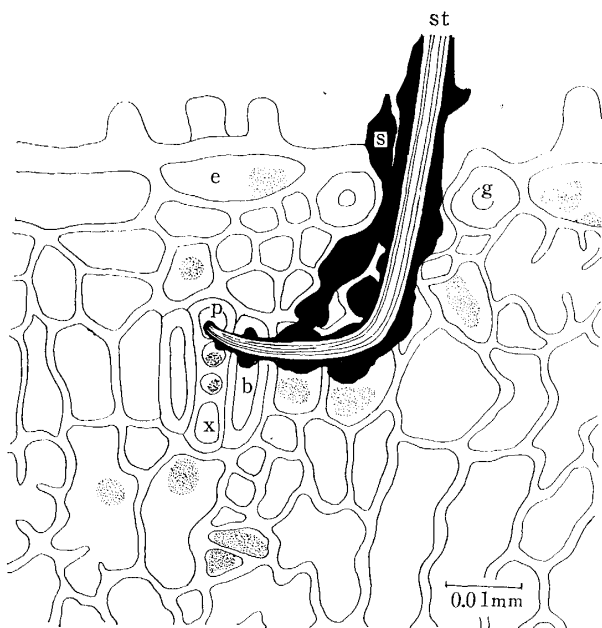


Fig. 10. Longitudinal section of a leaf of *Pleioblastus nezasa*, showing stylets of *Melanaphis bambusae* FULLAWAY passing through stoma, spongy parenchyma and bundle sheath and inserted into phloem of veinlet, and also showing stylet sheath and stylet track.

b: Bundle sheath; e: Epidermis; g: Gurd cell; p: Phloem; st: Stylets; x: Xylem.

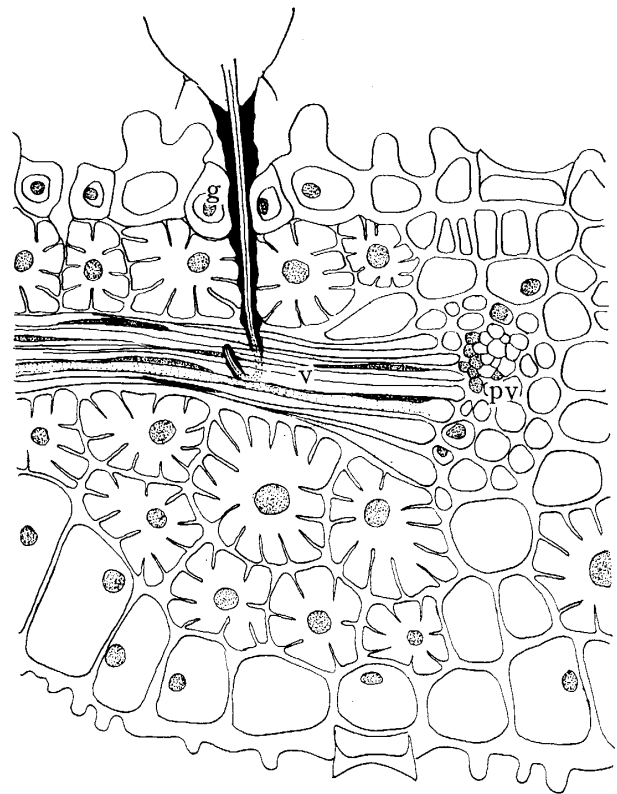


Fig. 11. Transverse section of leaf of *Pleioblastus nezasa*, showing stylets of *Melanaphis bambusae* FULLAWAY passing through stoma and mesophyll and inserted into phloem of veinlet.

g: Gurd cell; pv: Straight parallel venation; v: Veinlet.

(ネザサ, 第10図, 第11図) カンショワタアブラムシ *Ceratovacuna lanigera* ZEHNTNER (ススキ, 第12図) およびマツノハアブラムシ (アカマツ, 第13図) の3種は, 常に寄主植物の気孔を通して口針を基本組織および管束に挿入し, 他の部分から挿入した例は全くみられなかった. カンショワタアブラムシでは, 検鏡した123例(うち口針によるもの22, 口針痕跡によるもの101), マツノハアブラムシでは71例(うち口針によるもの27, 口針痕跡によるもの44), タケノアブラムシでは234例のすべてが気孔からのみ口針を挿入する. このように気孔からのみ口針を挿入するアブラムシは, 従来全く知られていなかった.

#### (2) 口針を表皮の細胞間あるいは細胞内を貫通して基本組織に挿入し, まれに気孔を通して挿入する方法

ほとんどすべてのアブラムシはこれに属し, 例えばエゴノネコアシアブラムシ (アシボソ) では, 第1表に示したように表皮細胞を貫通するものが最も多く,

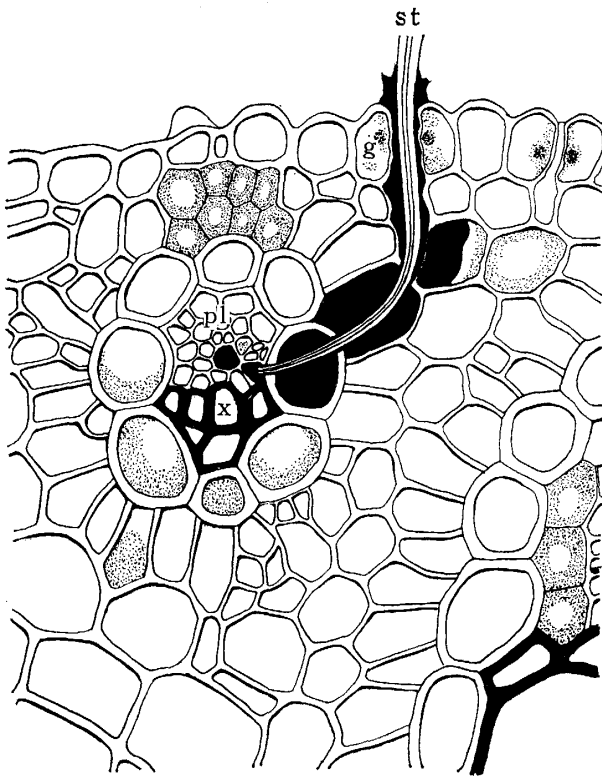


Fig. 12. Transverse section of leaf of *Miscanthus sinensis*, showing stylets of *Ceratovacuna lanigera* ZEHNTNER passing through stoma, mesophyll cells and bundle sheath and inserted into phloem.  
g: Gurd cell; pl: Phloem; st: Stylets;  
x: Xylem.

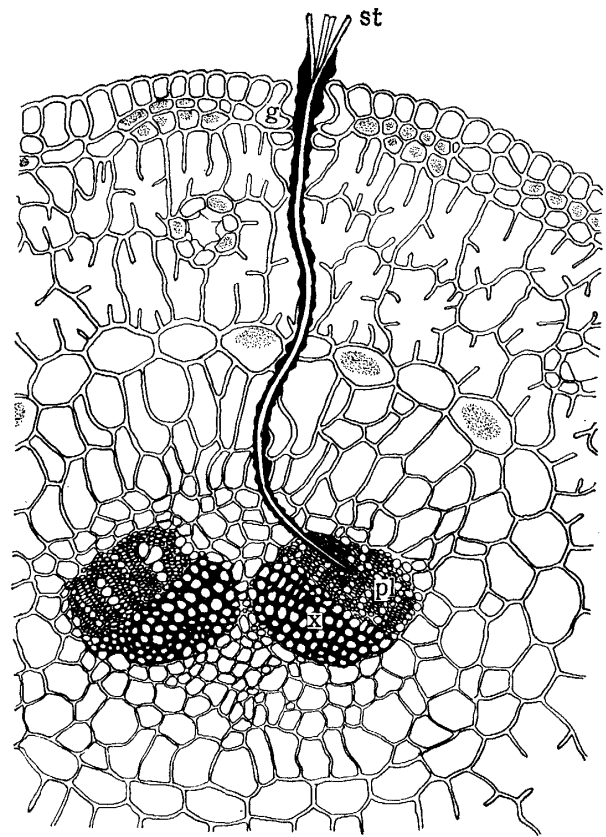


Fig. 13. Transverse section of leaf of *Pinus densiflora*, showing stylets of *Schizolachmus orientalis* TAKAHASHI passing through stoma and mesophyll cells and inserted into phloem.  
g: Gurd cell; pl: Phloem; st: Stylets; x: Xylem.

気孔を通して進入したものは最も少なかった。

Table 1. Mode of entry of the stylets of *Ceratovacuna nekoashi* SASAKI into the epidermis of *Microstegium vimineum*.

Position	No. observed
Intracellular	76
Intercellular	47
Stomata	7

ワラビツメナシアブラムシがガマズミに寄生したとき、同一表皮細胞に2本の口針痕跡がみられ、それぞれ同一節部、あるいは節部を貫ぬき木部に達するものなどがみられた。しかし、これらは同時に挿入したものではないかも知れない。

マメアブラムシがクサネムに寄生したとき、その口針を細胞間から挿入するが、気孔から挿入することも多い。このとき、気孔が閉ざされた状態にあっても挿

入する。また、孔辺細胞を貫通して挿入することもあり、本種がクサネムに口針を挿入するためには、気孔の存在が重要な意義をもつものとは考えられない。本種がカラスノエンドウ、レンゲソウに寄生したとき、口針を表皮細胞間から挿入して、他の部分からはほとんどの場合挿入しない。また、モモアカアブラムシはミズナやナタネに寄生したときよりも、モモの葉に寄生したときには細胞内を貫通したものや口針の先端を木部に挿入するものが多い。このように同一種においても、口針の挿入ならびに基本組織における口針の進入経路は、植物の種類によって差異がみられるもので、マメアブラムシおよびモモアカアブラムシがその寄主植物上に寄生したときの口針の進入経路および口針先端の到達部位を第2表に示した。

### (3) 口針を基本組織において細胞間のみ通過させる方法

多くのアブラムシでは、口針を基本組織に挿入する



Table 2. Penetrating stylets or stylet tracks of *Aphis craccivora* KOCH and *Myzus persicae* SULZER in the tissues of several host plants.

Aphids	Host plants	Total stylets and stylet tracks observed	Percentage of stylets and stylet tracks in							
			epidermis			cortex or mesophyll		destination of stylets		
			inter-cellular	intra-cellular	stoma	inter-cellular	intra-and inter-cellular	phloem	xylem	cortical parenchyma, mesophyll, etc.
<i>Aphis craccivora</i> KOCH	<i>Astragalus sinicus</i> L. (stem)	88	98.8	1.2	0.0	98.8	1.2	96.6	0.0	3.4
	<i>Phaseolus angularis</i> WIGHT (stem)	457	98.6	1.1	0.3	39.2	60.8	75.5	2.9	21.6
	<i>Vicia sativa</i> L. (stem)	103	99.0	1.0	0.0	93.2	6.8	100.0	0.0	0.0
	<i>Aeschynomene indica</i> L. (stem)	217	82.9	5.1	12.0	88.9	11.1	89.4	0.0	10.6
	<i>Capsella Bursa-pastoris</i> MEDICUS (stem)	78	96.2	1.2	2.6	83.3	16.7	100.0	0.0	0.0
<i>Myzus persicae</i> SULZER	<i>Elatostema involucratum</i> FRANCH. et SAV. (stem)	49	97.9	0.0	2.1	89.7	10.3	97.9	2.1	0.0
	<i>Brassica campestris</i> L. (fruit)	53	83.0	11.3	5.7	13.2	86.8	98.1	1.9	0.0
	<i>Prunus Persica</i> BATSCH (leaf)	67	85.1	14.9	0.0	0.0	100.0	77.6	10.5	11.9

ときは、一般に細胞間を通過させ、また、ときには細胞内を貫通させることもあるが、主として葉身部に生活するブナヒラアブラムシ *Platyaphis fagi* TAKAHASHI (ブナ)、サルスベリヒゲマダラアブラムシ *Tinocallis kahawaluokalani* KIRKALDY (サルスベリ)、あるいは葉菜類の葉身部に寄生したときのモモアカアブラムシ (カンラン、ダイコン) などでは、口針を海绵状組織細胞間のみを通過して篩部に到達させ、細胞内を貫通させるものは認められなかった。ワラビツメナシアブラムシがワラビの葉裏に寄生したときには、口針を表皮、海绵状組織および内皮の細胞間を通過して篩部に到達させる (第14図)。また、木種がガマズミの葉に寄生したときには、口針を表皮の細胞間から挿入し、基本組織においてもほとんどすべて細胞間を通り篩部に到達させる。表皮直下および基本組織の細胞間において、口針を挿しかえて口針痕跡の分枝するのがみられる。また、基本組織の大きな細胞間隙を通るときは、口針痕跡がとくに顕著である (第15図)。

#### (4) 口針を基本組織において細胞内のみ貫通させる方法

マツノハアブラムシ (アカマツ) では、口針を常に

葉肉細胞内を貫通させるもので、細胞間を通過させるものは認められなかった (第13図)。これは、マツの葉肉細胞の大部分は有臂細胞となり、その細胞膜が細胞の内腔に向って突出した臂状突起となつて、特異な構造をしているため、口針をして細胞間を通過させることが不可能であるためと思われる。カシムネアブラムシ *Xenothoracaphis kashiwae* UYE (アラカシ、第16図)、トドワタムシ *Mindarus japonicus* TAKAHASHI (モミ、第17図)、ヤマブキヒゲナガアブラムシ (ヤマブキ) などでも、口針を表皮細胞間、または細胞内から挿入し、基本組織では細胞内のみを通過させるものにして、細胞間を通過させることはほとんどない。カンショワタアブラムシ (ススキ、第12図)、タケノアブラムシ (ネザサ、第10図) においても、口針を葉肉細胞、管束鞘細胞を貫通させて篩部に到達させる。ナシオオアブラムシ *Nippolachnus piri* MATSUMURA (ナシ) も葉に寄生するとき口針をすべての細胞内のみを貫通させる。

#### (5) 口針を基本組織において細胞間と細胞内を通過させる方法

アブラムシは、口針を基本組織においては、主とし

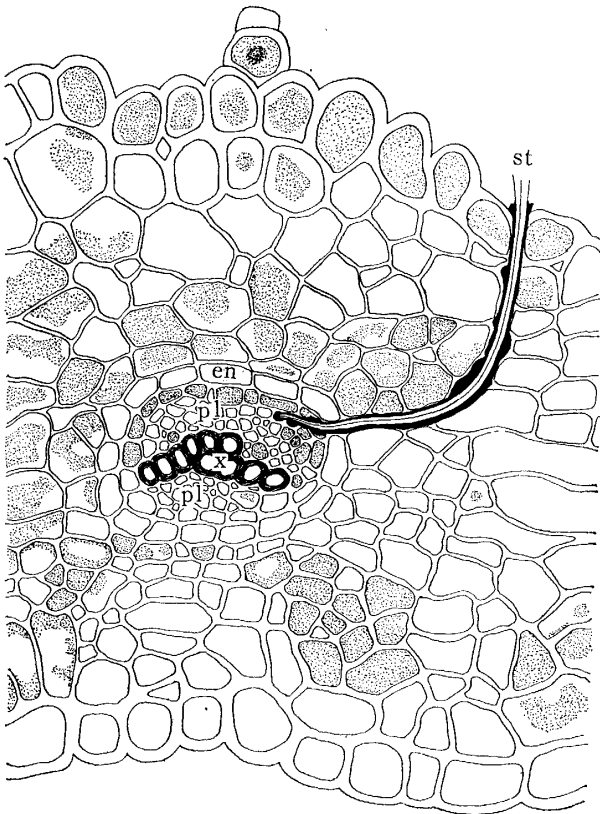


Fig. 14. Transverse section of leaf of *Pteridium aquilinum*, showing intercellular passage of the stylets of *Shinjia pteridifoliae* SHINJI in the epidermis and mesophyll and inserted into phloem.  
en: Endodermis; pl: Phloem; st: Stylets; x: Xylem.

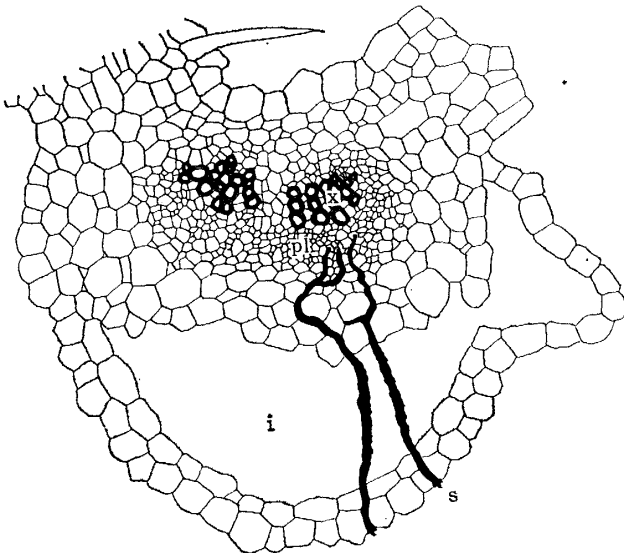


Fig. 15. Transverse section of midrib of *Viburnum dilatatum*, showing intercellular passage of the stylet tracks of *Shinjia pteridifoliae* SHINJI in the epidermis, intercellular space and cortex and inserted into phloem.  
i: Intercellular space; pl: Phloem; s: Stylet track; x: Xylem.

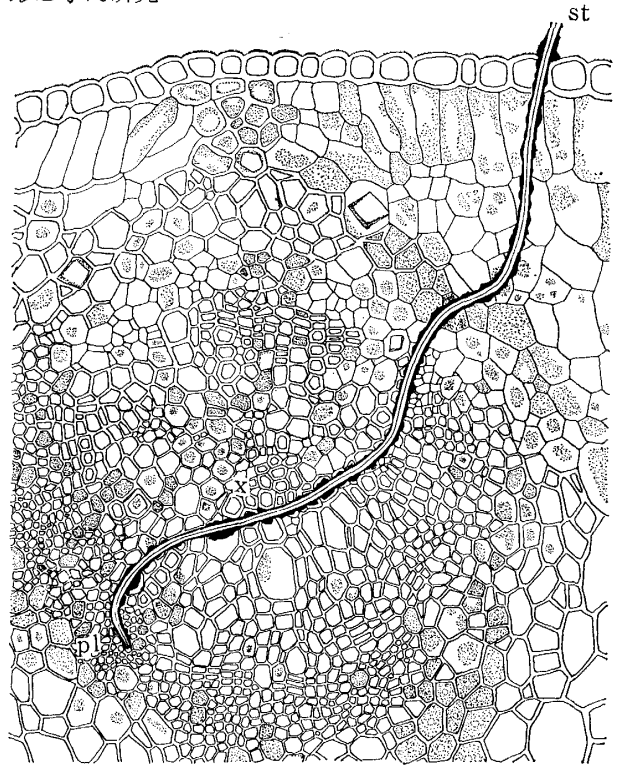


Fig. 16. Transverse section of midrib of *Quercus glauca*, showing intracellular passage of the stylets of *Xenothoracaphis kashiwae* UYE in the epidermis, mesophyll and xylem and inserted into phloem.  
pl: Phloem; st: Stylets; x: Xylem.

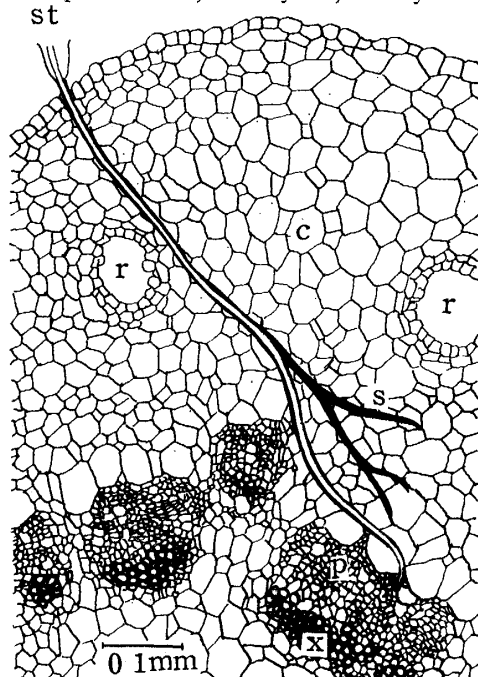


Fig. 17. Transverse section of young twig of *Abies firma*, showing intracellular passage of the stylets of *Mindarus japonicus* TAKAHASHI in the epidermis and cortex and inserted into phloem, and branching stylet tracks in cortex.  
c: Cortex; p: Phloem; r: Resin canal; s: Stylet track; st: Stylets; x: Xylem.

て細胞間を通過させるのを普通とするが, ムギクビレアブラムシ *Rhopalosiphum padi* L. (イネ), ヨメナノアブラムシ (ヨメナ), ヤブタバコノアブラムシ *Alourodaphis blumeae* VAN DER GOOT (ヤブタバコ, 第5図版, A), キョウチクトウアブラムシ (キョウチクトウ, 第18図, 第4図版, F), マメアブラムシ (アズキ, ナズナ, 第4図版, D; 第5図版, D), ワタアブラムシ (シソ, 第4図版, C) などでは, 細胞間を貫通させることもある. また一般に, 口針をして細胞間を通過させたときは, 口針鞘は比較的顕著ではないが, ムギクビレアブラムシ (イネ, 第3図版, 8, 10), クルミトゲアブラムシ *Dasyaphis onigurumi* SHINJI (クルミ), ワラビツメナシアブラムシ (ガマズミ, 第15図) では, 細胞間を通過させるときにも, それぞれかなり顕著な口針鞘が認められた. また, 結晶体を

含有する細胞をも, 口針をして容易に貫通させ, 結晶体をおしのけて挿入するものがある [モンゼンイスアブラムシ *Nipponaphis monzeni* TAKAHASHI (アラカシ), ケアブラムシの1種 *Chaitophorus* sp. (ヤマナラシ), クルミトゲアブラムシ (クルミ) など (第2図版, 5, 6)].

(6) 口針の先端を篩部に到達させる方法, および一旦篩部に到達させたのちその篩部で挿入を繰り返す方法, あるいはその篩部を貫ぬいて隣接する篩部に進入させる方法

ほとんどすべてのアブラムシは, 口針の先端を篩部に到達させるものにして, 篩部以外の組織に挿入する例ははなはだ少ない. 篩部では, 主として篩管に挿入するものようで, 篩部柔細胞その他に挿入する例も少ない. けれどもマメアブラムシがレンゲソウの茎に寄生したときは, 口針の先端をすべて篩部に到達させるが, とくに篩部柔細胞内に挿入するものは約65%で, 他は篩管内に挿入していた. ほとんどすべてのアブラムシは口針の先端を篩部に到達させたとき, その細胞間を通過させることが多い.

また, 口針の先端は篩部において, 普通は篩管, ま

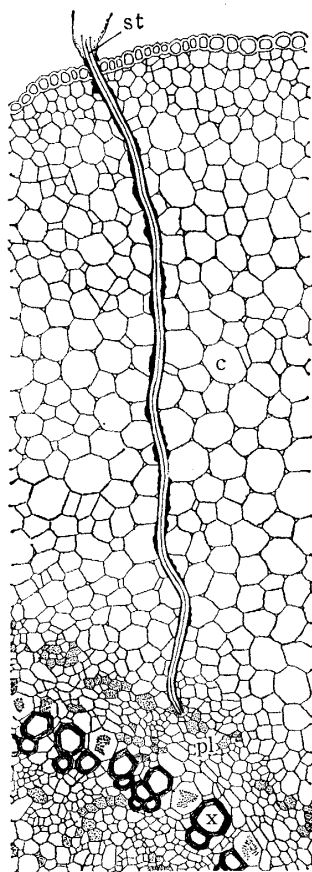


Fig. 18. Transverse section of midrib of *Nerium obozum*, showing intercellular and intracellular passage of the stylets of *Aphis nerii* FONSCOLMBE in the epidermis and cortex and inserted into phloem.  
c: Cortex; pl: Phloem; st: Stylets; x: Xylem.

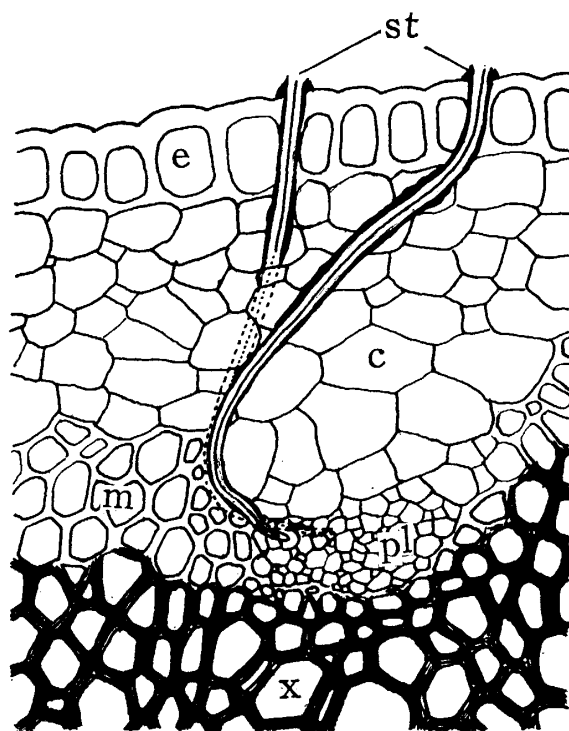


Fig. 19. Transverse section of stem of *Capsella Bursa-pastoris*, showing two stylets of aphids, *Aphis craccivora* KOCH, each of which inserted into the same phloem.  
c: Cortex; m: Mechanical tissue; pl: Phloem; st: Stylets; x: Xylem.

たは節部柔細胞内に浅く挿入するものであるが、マメアブラムシ（レンゲソウの莖）、モモアカアブラムシ（ゴマ）、ハッカコブアブラムシ（ヒメハッカ）などでは、節管の内壁にそって、円弧状に深く挿入することもある。

また、アブラムシは寄主植物上に群棲するため、隣接した虫体が、口針を互に近接したところから挿入して、わずかに細胞1個を隔てて交叉し、同一節部から吸液するものもある（第19図）。

アブラムシの種類によっては、特定の節部にのみ口針を挿入する例があり、タケノアブラムシがネザサの葉に寄生したときは、口針を直走平行脈の節部に挿入することなく、もっぱら、それら平行脈を連絡して横に走る細脈の節部のみ挿入する（第10図、第11図）。また、ナシオアブラムシではナシの葉に寄生したとき、その主脈の節部に口針の先端を挿入することを普通とする。

カクレミノフタオアブラムシ（カクレミノ）のごとく、口針を節部のみ横に進入させる例も認められた（第5図版、B）。マメアブラムシがアズキ、レンゲソウの莢に寄生したときは、口針を莢の縫合線において、左右両側の管束を連ねて挿入することもあり、また、本種がナズナに寄生したときも、節部を貫ぬいて隣接する節部に到達させることがある。このような例は、モンゼンイスアブラムシ（アラカシ）、ケアブラムシの1種（ヤマナラシ）においても認められた。更に多くの種類では、口針を節部に到達させたのち、再三先端部のみを挿しかえ、新しい細胞、または節管に挿入して吸液する。そのため口針痕跡の多数分枝することが認められた。すなわち、1カ所の吸液において、1個の細胞もしくは節管からのみ吸液すること少なく、ほとんどすべての場合、多くの細胞から吸液するものである。このような事実は、次のすべての種類に認められたが、おそらく大部分のアブラムシにみられることと思う。マメアブラムシ（レンゲソウ、アズキなど）、アサコブアブラムシ（アサ）、ヤブタバコアブラムシ（ヤブタバコ、第3図版、11）、ススキノアブラムシ *Longiunguis japonicus* TAKAHASHI（ススキ）、キョウチクトウアブラムシ（キョウチクトウ）、タデアブラムシ *Aphis polygonacea* MATSUMURA（ミゾソバ）、ケアブラムシの1種（ヤマナラシ）、シナケアブラムシ（ヤナギ）、ムギクビレアブラムシ（イネ）、ヨメナノアブラムシ（ヨメナ）、トドワタムシ（モミ）、ワラビツメナシアブラムシ（ガマズミ）など。

(7) 口針を進入点から最も近い節部に直進させず、遠回りさせる方法

口針を進入点から最も近い節部に挿入せず、更に遠い節部に挿入することがしばしば認められる（第2、第16、第17、第20、第24図；第4図版、A；第6図版、D）。

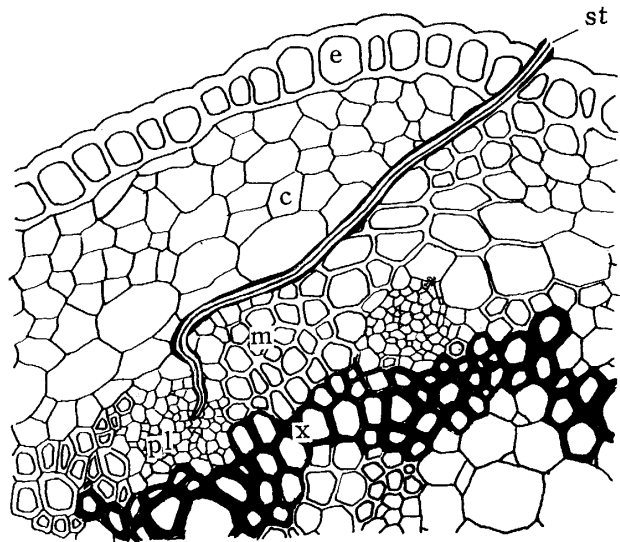


Fig. 20. Transverse section of stem of *Capsella Bursa-pastoris*, showing stylets of *Aphis craccivora* KOCH inserted into phloem. Note the stylets get over a phloem and mechanical tissue.

c: Cortex; m: Mechanical tissue; pl: Phloem; st: Stylets; X: Xylem.

口針を進入させる経路については、植物およびアブラムシの種類によって異なり、次のような種々の例が認められた。

(a) 厚膜組織を避けて挿入するもの

モンゼンイスアブラムシ（アラカシ）、ケアブラムシの1種（ヤマナラシ、第21図）、カシムネアブラムシ（アラカシ）、キイチゴアブラムシ *Matsumuraja rubifoliae* TAKAHASHI（キイチゴ）、マメアブラムシ（クサネム）などでは、口針をして厚膜組織を避けて、細胞膜の肥厚していない髄線にそって、あるいは、更に管束鞘に接して木部を遠回りさせて挿入する場合が多い。マメアブラムシは、レンゲソウやアズキなどの果実では、その莢の縫合線部にそって群棲することが多い。これは、この部分に管束の発達していることによる。しかし、この部分には、とくに多数の繊維細胞からなる機械組織が発達するため、口針をして、これを避けて遠回りさせて節部に挿入する。とくにアズキでは、この機械組織を通過することの不可能なもの多く、皮層部との間において挿入を繰り返す、多数の分枝した口針痕跡が認められた（第22図）。モモの葉に寄生したモモアカアブラムシにおいても、葉脈の上下にわずかに発達した厚膜組織を避けて、口針を節部に挿

入するものである (第23図).

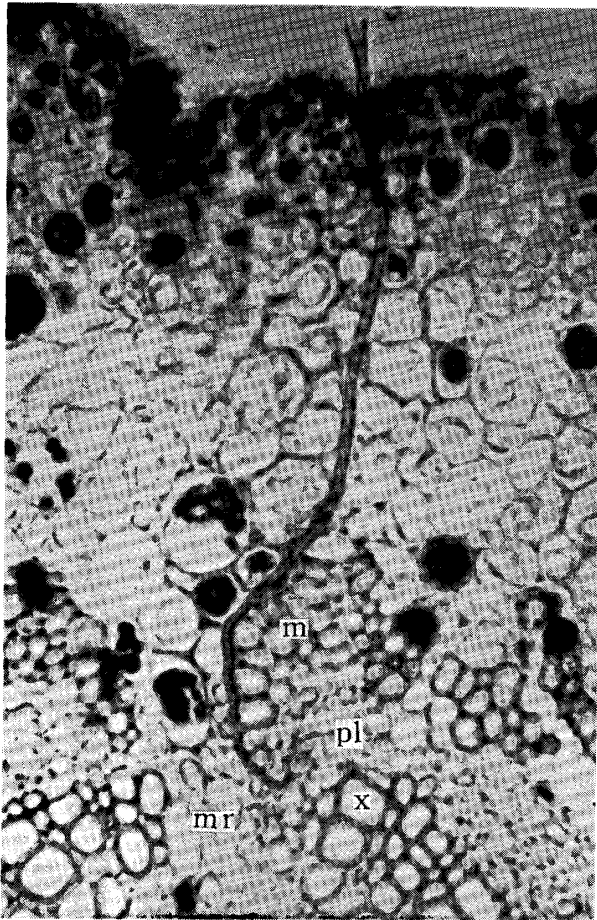


Fig. 21. Transverse section of leaf petiole of *Populus* sp., showing roundabout stylets of *Chaitophorus* sp. at the mechanical tissue and inserted into phloem.  
m: Mechanical tissue; mr: Medullary ray; pl: Phloem; x: Xylem.

一般に、口針をして細胞内を貫通させるときは、膜孔から挿入するものと思われるが、膜孔は必ず隣接する膜孔と相対して存在するため、口針を挿入するには好都合といえる。しかし、細胞膜の厚化が著しい厚膜組織では、膜孔は細長い孔となり、しかも互いに連絡して分枝するため、この中を通して口針を挿入することは困難となる。故に、この組織を避けて口針を遠回りさせるものと思われる。

(b) 厚膜組織をも通過させるもの

ムギクビレアブラムシ (イネ) およびシナケアブラムシ (ヤナギ) などでは、口針を容易に厚膜組織内にも挿入するが、すべて、その細胞間のみを通過させる。しかるにモンゼンイスアブラムシ (アラカシ) では、厚膜細胞をも貫通することがある (第4図版, B)。

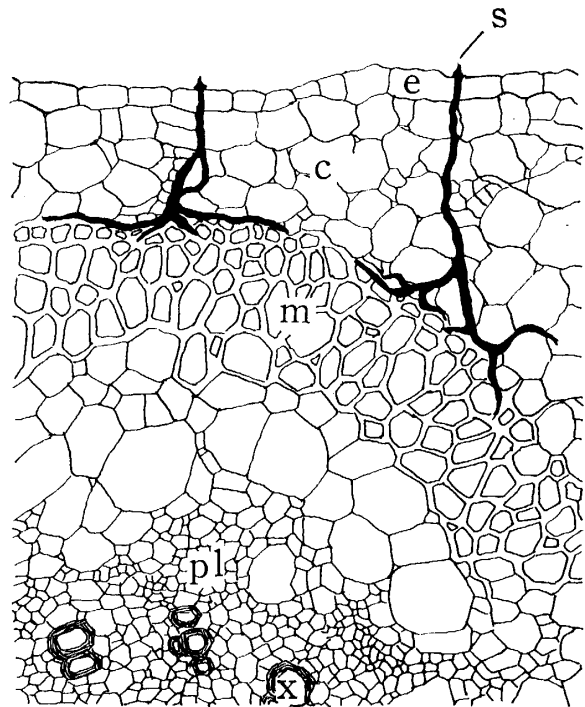


Fig. 22. Transverse section of fruit of *Phaseolus angularis*, showing the stilet tracks of *Aphis craccivora* KOCH. Note the stilet tracks branched at the outside of mechanical tissue of the fruit, and it seems that the stylets cannot inserted into the mechanical tissue.  
c: Cortex; e: Epidermis; m: Mechanical tissue; pl: Phloem; s: Stilet track; x: Xylem.

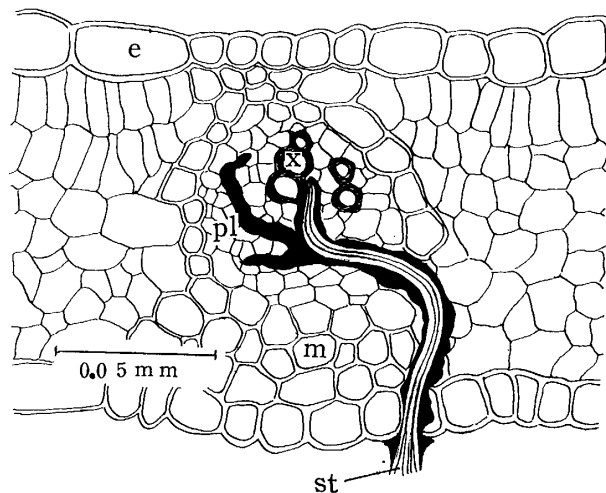


Fig. 23. Transverse section of leaf of *Prunus Persica* var. *vulgaris*, showing the stylets and stilet tracks of *Myzus persicae* SULZER passing through epidermis, mesophyll and bundle sheath and inserted into phloem.  
e: Epidermis; m: Mechanical tissue; pl: Phloem; st: Stylets; x: Xylem.

(c) 木部を通過して篩部に到達させるもの

カシムネアブラムシ (アラカシ, 第16図), キイチゴトゲアブラムシ *Matsumuraja rubi* MATSUMURA (キイチゴ), ハッカコブアブラムシ (ヒメハッカ), ムギヒゲナガアブラムシ *Macrosiphum avenae akebiae* SHINJI (ムギ) など, 葉の表面に寄生して葉脈から吸液することの多い種類では, 口針をして木部を貫通させて篩部に到達させる. また, ニホンケブカアブラムシ *Greenidea nipponica* SUENAGA においても, ウバメガシの新梢の木部のみに残された口針痕跡 (第6図版, H), あるいは, 木部を通過させたのち篩部に到達させるものなどが認められた. アズキに寄生したマメアブラムシでは, 口針を木部に到達させるとき, 完全に木化した導管よりも, 木化不完全な導管に挿入することが多い (第6図版, C).

(d) 管束部を経て髓に到達させたのち, 再び篩部に挿入するもの

ニホンケブカアブラムシ (ウバメガシ) では, 口針をして篩部を通過させたのち, 髓線を経て, 更に髓をも通過させ, 木部の内側から木部を貫ぬき, 再び篩部に到達させるなど, はなはだ複雑な挿入の方法が認められた.

(e) 表皮直下を横に進入させるもの

マメアブラムシがクサネムに寄生したとき, 口針をして表皮直下を横に進入させ, 進入点からかなり遠い

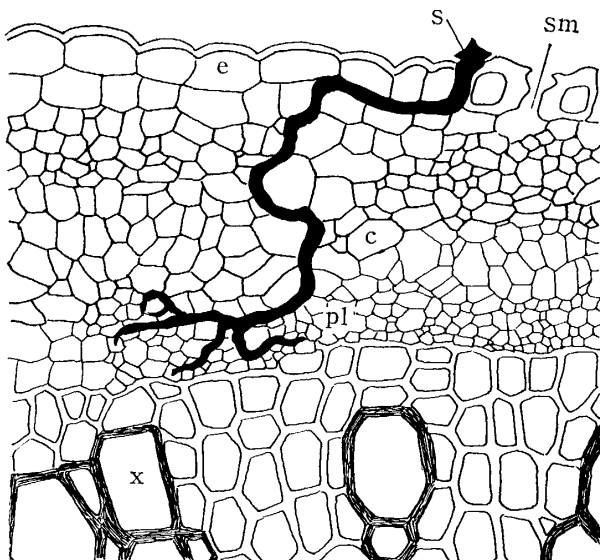


Fig. 24. Transverse section of stem of *Aeschynomene indica*, showing intercellular passage of the stylet track of *Aphis craccivora* KOCH in the epidermis, cortex and phloem. c: Cortex; e: Epidermis; pl: Phloem; s: Stylet track; sm: Stoma; x: Xylem.

篩部に挿入する例 (第24図, 第6図版, D) が少数みられたが, このような例は, 他の植物や他のアブラムシには認められていない.

(8) 口針の先端を篩部以外の部分に挿入する方法

アブラムシは前述のごとく口針の先端を篩部に挿入するのが普通とするが, まれに, その他の部分に挿入することもある.

アサコブアブラムシでは, 口針をアサの導管とそれに隣接する導管との間を通過させ, その先端を木部柔細胞に挿入するものがある.

ムギクビレアブラムシでは, 口針をしてイネの管束を貫通させたのち, 管束鞘に挿入するものが認められた (第3図版, 8).

タケノアブラムシ (ネザサ) では, 口針を細脈とかなり離れたところから挿入して, 篩部に達し得ないもの, あるいは, 比較的管束に近いところから挿入しても, 管束とは反対の方向に進入させて管束に達することができず, 再び篩部の方向に挿しかえるものなども認められた.

モモの葉に寄生したモモアカアブラムシでは, 口針を葉裏の表皮細胞間から挿入してのち, 葉肉組織細胞間を通過させて, 篩部を経ることなく, 表面の表皮細胞に到達させるものが認められた.

ヤノイスアブラムシの幹母第1令幼虫では, イスノキの葉に小形の袋状の虫瘤を形成するが, 虫瘤のできる初期には, 管束が虫瘤内壁より比較的深部にあるため, 口針が短くて, その先端を篩部に到達させることが不可能で, 常に, 表皮細胞もしくはその内層数層におよび葉肉細胞 (瘤壁細胞) から細胞液を吸収する (第5図版, C). そのため, 虫瘤の内壁数層の細胞層には, 多数の口針痕跡が認められる. ある虫瘤では, その内面に約36個もの多数の口針痕跡が認められたが, これをもってしても, 他のアブラムシと異なり, 多数回の口針の挿しかえをなすことがわかる. また, タニン細胞をも容易に貫通する. 幹母の第2令幼虫となる頃には, 虫瘤もかなり肥大して, 内壁の細胞層はいくらか脱落して, 管束部は比較的浅部を縦横に網目状に走るため, 口針の先端を容易に管束部に到達させ, この部から吸液することが可能となる. その後, 第2世代虫においても同様に管束部から吸液する. 本種のごとく, たとえそれが発育のある一定の時期に限られたとしても, 篩部以外の細胞液のみを吸液して生活するアブラムシは, 他にその例を知らない.

### 第3節 アブラムシの吸液により誘起される植物の形態的变化

アブラムシの寄生をうけた植物は、その栄養液を吸収されて、生理的障害をうけるばかりでなく、植物によっては褪色または捲縮したり、あるいは虫瘤を形成するなど、いろいろの奇態を生ずることがある。それらの形態的变化について組織学的に研究したところを次に述べる。

### (1) 褪 色

アブラムシが葉裏に寄生すると、その周囲の葉組織は褪色するものがある。

ヤマブキヒゲナガアブラムシの寄生によって、ヤマブキの葉は部分的に、あるいはモザイク状に褪色して、黄白色ないし白色を呈するに至る。これを組織学的にみれば、葉の厚さ、細胞の大きさにはあまり変化なく、黄白色ないし白色の部分においては、葉緑粒ははなはだ小形で、しかも淡色となり、更に、部分的には白色体となり、澱粉も含有されなくなる（第25図, B, C）。黄白色部の柵状組織細胞においては、葉緑粒の大きさ約  $2\mu$  で、その数5~7個、海綿状組織細胞には約5個を含有する。正常な緑色部では、葉緑粒は柵状組織細胞に7~9個、海綿状組織細胞に約7個含有され、細胞内に充満して、葉緑粒の大きさは、いずれも約  $4\sim 5\mu$  あり、その形はほとんどすべて球形を呈する。葉緑粒には多量の澱粉を含み、サフラニンTで濃赤色に染色され、ときには、更にその中に淡色の小顆粒を含有する（第25図, A）。

ワラビツメナシアブラムシがワラビの葉に寄生したときも、やはり葉は部分的に黄白色に褪色する。このとき葉緑体の大きさには正常部と大差ないが、その数は黄白色部において著しく減少する。

### (2) 捲 縮 葉

アブラムシの寄生によって葉の捲縮するものははなはだ多い。

モモアカアブラムシがモモの葉に寄生すると、モモの幼葉は葉裏を内側にして縦に捲縮し肥厚する。捲縮葉（第7図版, B）の厚さは約  $0.16\text{mm}$ 、正常葉（第7図版, A）の厚さは約  $0.09\text{mm}$  で、両者の葉組織を比較すると、捲縮葉では表皮細胞、葉肉細胞がともに著しく肥大し、更に海綿状組織の細胞間隙も大となる。しかし細胞数は増加しない。

### (3) 袋 状 虫 瘤

アブラムシの寄生によって、虫瘤を形成する植物の種類は、はなはだ多数みられる。わが国のイスノキに寄生するアブラムシのうち8種は、それぞれ特有の形態をした虫瘤をイスノキに形成する。これらの虫瘤生成虫は、いずれも *Nipponaphis* 属、またはこれとはなはだ近縁の属に属するものであるが、おのおのは

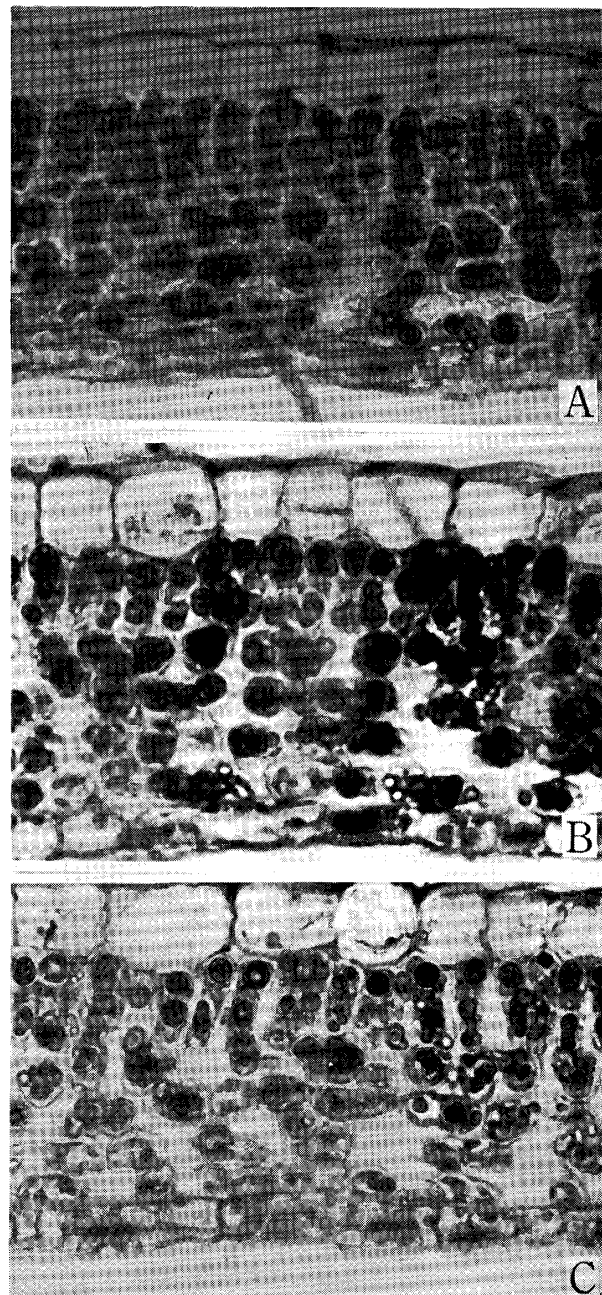


Fig. 25. Transverse section of normal (A) and faded (B, C) leaves of *Kerria japonica* var. *typica*. Note the faded leaves are caused by infestation of *Aulacorthum kerriae* SHINJI and are composed of yellowish green part (B) and yellowish white part (C) sometimes white part. B and C showing well developed adaxial epidermis and abnormally developed mesophyll and abnormal chloroplasts.

相互に、しかも明らかに区別し得る特徴をもつ（第26図）。虫瘤においてもまた、その形態は相互に全く異なり、虫瘤の形態は、その生成虫を判定する上に、その

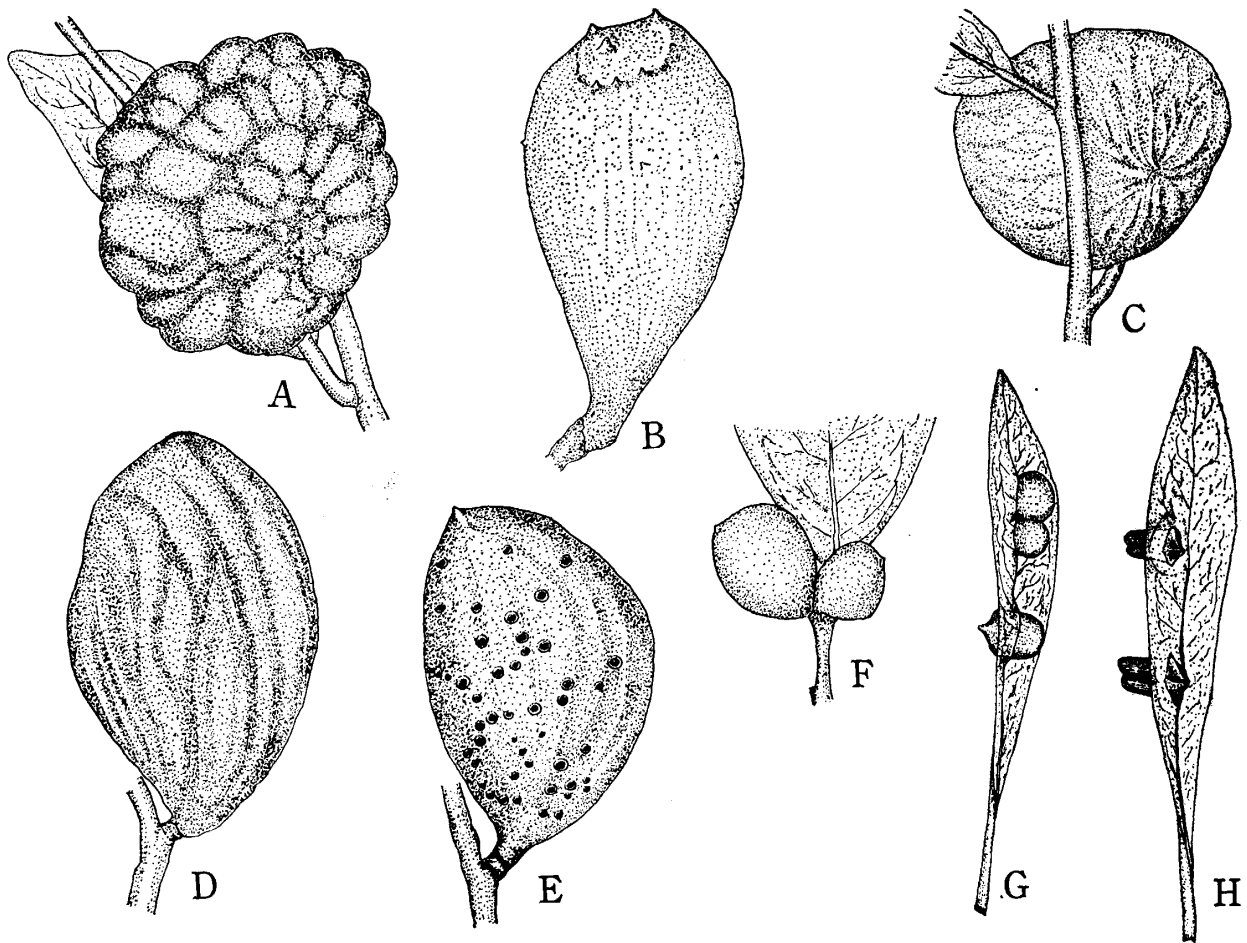


Fig. 26. Galls produced by *Quadrartus yoshinomiyai* MONZEN (A), *Nipponaphis distyliicola* MONZEN (B), *Metanipponaphis cuspidatae* ESSIG et KUWANA (C), *Nipponaphis distychii* PERGANDE (D), *N. monzeni* TAKAHASHI (E), *Monzenia globuli* MONZEN (F), *Neothoracaphis yanonis* MATSUMURA (G) and *Dinipponaphis autumnna* MONZEN (H) on *Distylium racemosum*.

補助標徴として大なる価値を有するものである。このうち、モンゼンイスアブラムシ、イスノフシアブラムシ *Nipponaphis distyliicola* MONZEN, イスノアキアブラムシ *Dinipponaphis autumnna* MONZEN, イスノタマフシアブラムシ *Monzenia globuli* MONZEN などの虫瘤の外部形態については、既に報告した（宗林, 1958; 1960, b) が、その後、ヤノイスアブラムシがイスノキに寄生して形成した虫瘤を組織学的に研究した。

ヤノイスアブラムシの幹母第1令幼虫が、イスノキ幼葉の裏面（ときに表面）に寄生して、その汁液の吸収を開始すると間もなく、虫体を取りまく葉組織は急速な細胞分裂をして盛り上り、同時に虫体の下側の葉組織では、細胞の増殖にともない陥入する。そのため、虫体は虫瘤の底部に陥入していく。このとき、盛り上

った虫瘤入口に相当する部分の表皮細胞は、長い毛状の突起となって入口を閉鎖する（第7図版, C）。

虫瘤形成の初期における葉組織（第7図版, E）では、第3表に示したごとく正常葉（第7図版, F）に比して、細胞自体の容積も増大し、更に、細胞数も増加する。とくに海綿状組織におけるよりも、柵状組織における細胞の肥大が著しい。しかし、管束周辺部においては、細胞の形状や数においてあまり変化しない。

虫瘤の組織細胞では、核の中には染色液で鮮紅色に濃く染色される大形の仁があり、更に仁の中には1~2個の小球が認められる。

直接口針の挿入された細胞では、原形質は分離縮小して細胞の一隅にあり、核全体が不整形となり、染色液で濃く染色される。

虫瘤の肥大にともない、細胞の肥大、増殖がつづけ



Table 3. Shape and dimensions (in micron) of cells of galled and normal tissues in the primary stage of development of the gall which was produced by *Neothoracaphis yanonis* MATSUMURA on *Distylium racemosum*.

Tissue	Galled		Normal	
	Shape	Dimensions	Shape	Dimensions
Adaxial epidermis	Rectangular	30-32×16-20	Rectangular	20×12-14
Mesophyll	Globular (in adaxial)	20-44	Rectangular (in palisade parenchyma)	10-13×25-27
	Globular (in abaxial)	18-44	Square (in spongy parenchyma)	20-23
Abaxial epidermis	Rectangular	16×20-24	Rectangular	10×16

Table 4. Shape and dimensions (in micron) of cells of galled and normal tissues in the mature stage of development of the gall which was produced by *Myzus* sp. on *Prunus Grayana*.

Tissue	Galled		Normal	
	Shape	Dimensions	Shape	Dimensions
Adaxial epidermis	Oval or globular	25-37×25-62	Globular, rectangular	17-22×22-45
Mesophyll	Globular, polygonal	50-80×55-57	Oval (in palisade parenchyma)	7-12×30-32
			Globular (in spongy parenchyma)	12-15
Abaxial epidermis	Globular	37-40	Oval	12×22-37

られ, 同時にまた, 核は不整形となり鮮紅色に染色されるが, 仁は不明瞭になるか, または消失する.

イスノキでは, 健全な幼葉にも海綿状組織には, かなり多くのタンニン細胞がみられる(第7図版, D)が, 虫瘤形成の初期および中期の組織, とくに海綿状組織に由来する組織および管束の周辺では, 多量のタンニンを含有する細胞が存在し, 染色液によって細胞全体が赤色ないし紫赤色に染色される(第7図版, D)。柵状組織に由来する組織および管束内には, タンニンを含有する細胞は認められない。

ウワミズザクラに寄生したコブアブラムシの1種 *Myzus* sp. は, 早春寄主植物の葉を縦に折りまげて, 袋状で肥厚した虫瘤を形成する。虫瘤は肥大にともない黄白色となる。虫瘤の断面(第7図版, G)では, 第4表に示したごとく正常葉(第7図版, H)に比して細胞自体の容積も増大し, 更に細胞数も増加する。とくに, 柵状組織において, その発達著しく, 海綿状組織に由来する部分では, 細胞間隙がなくなる。

虫瘤の形状は, いずれの種類においても多少変異を

ともなうものであるが, これは, 主として虫瘤内に寄生する虫数, および虫瘤の内壁に寄生する虫の分布状態に基因するものである。また, 虫瘤の色彩においても変異があり, 陽光の直射をうけるところでは濃緑色となるものが多い。けれどもヨシノミヤアブラムシ *Quadrartus yoshinomiya* MONZEN, ササキコブアブラムシ *Trichosiphoidella sasakii* MATSUMURA, ヌルデノシロアブラムシ *Schlechtendaria chinensis* BELL などにおけるがごとく, 陽光の直射をうけて紅色を帯びるに至るものもある。

#### (4) 口針周辺細胞の破壊

植物組織内に挿入されたアブラムシの口針は, その周辺細胞をも破壊することがある。これもはなはだ特異な例であるが, ゴボウヒゲナガアブラムシが, ゴボウの葉脈に寄生したとき, 口針の周辺細胞を破壊することが認められた(第6図版, J)。また, ニホンケブカアブラムシがウバメガシの新梢の髓に口針を挿入したときにも, 髓の細胞の破壊された例が多数みられた。いずれも, 細胞の破壊により細胞は内容物を失い,

細胞膜は不規則に皺状となったり、あるいは破れる。また、細胞内には唾液の影響をうけて暗赤色に染色されるものの存在することが多い。

#### (5) 細胞内の填充体

アブラムシが口針をして植物組織の細胞内を貫通させたときには、口針鞘が顕著に形成され、同時に唾液が、その細胞内に充填されて、細胞の機能を阻害するものがあり、アサコブアブラムシがアサの茎に寄生したときには、はなはだ顕著にみられた（第6図版，G）。その他、次に挙げる多数のアブラムシでは、その口針をして細胞内を貫通させたとき、その一部の細胞、または隣接した細胞内に填充体の充満されているのが認められた。アザミオオヒゲナガアブラムシ（アザミ，第7図版，B），マメアブラムシ（ニセアカシア，第7図版，E），タケノアブラムシ（ネザサ），モンゼンイスアブラムシ（アラカシ），キイチゴトゲアブラムシ（キイチゴ），ハッカノアブラムシ（ヒメハッカ），ヨメナノアブラムシ（ヨメナ），カンショワタアブラムシ（ススキ），カクレミノフタオアブラムシ（カクレミノ），カシムネアブラムシ（アラカシ），ヤノイスアブラムシ（コナラ），タデアブラムシ（ミゾソバ），クロトゲマダラアブラムシ（コナラ），ムギクビレアブラムシ（イネ），ゴボウヒゲナガアブラムシ（ゴボウ）など。

### 第4節 考 察

アブラムシが口針を植物組織内に挿入する方法に関しては、前述のごとく多くの学者の報告がある。しかし、口針の挿入方法および組織内での口針の進入経路についての従来の分類は、簡単であったため、筆者はこれを詳細に分類した。これらに関して若干の考察を加える。

#### (1) 口針を植物組織内に挿入するときの口吻の運動

アブラムシが口針を植物組織内に挿入するときの口吻の運動、とくに、その短縮については SNODGRASS (1935) も少し記述しているが、HOTTES (1954) もオオアブラムシの1種 *Cinara puerca* HOTTES について記述しているように、口吻の短縮はアブラムシ特有の運動である。

高橋(1940)によれば、ミカンノトゲカメムシ *Rhynchocoris humeralis* THUNBERG は、口針をミカンの果実内に挿入するとき、口針を口吻（下唇）から全く離して、ほとんど全くその根元まで果実内に深く挿入し、口吻は体の下面を後方に伸ばして保持し、アブラムシのように短縮しない。

また一般に、カイガラムシでは、口針は体内の袋 *crumera* の中に巻き縮めて保持され、カサアブラム

シ科のものも、その口針を保持する方法はカイガラムシに類似する。

このように口針を保持する方法は、昆虫の種類によって異なる。また、これらの昆虫も口針を植物組織内に挿入するときは、口針は伸長されるが口吻を短縮することはない。したがって、アブラムシの吸液に際してみられる口吻の短縮は、はなはだ特異なことであるといわねばならない。

#### (2) 口針挿入場所の選定

アブラムシが口針を植物組織内に挿入するにあたり、適当な挿入場所を選定するには、口吻の先端部に存在する3対の感覚毛 (sensory setae あるいは primary setae) によるもので、この毛は幼虫、成虫、性の別なく、更に、すべての種類に具備するものである。とくに植物の気孔からのみ口針を挿入するアブラムシにおいては、この感覚毛は重要な役割をもつものである。口針の挿入時には、この感覚毛の先端は植物の表面に接して、常に微細な振動をつづけて探さくしている。

植物組織内で吸液に適当な場所を選択する感覚は複雑で、口針自らの触覚はもとより、吸液器官における味覚も働いていると考えられる。更に、その場所が吸液もしくは口針の挿入に不適當であれば、口針を適当な部分に挿しかえる。この口針の挿しかえは、口針痕跡が、節部は勿論のこと基本組織においても多数分枝していることによって認められる（第15, 17, 23, 24図，第2図版10, 11および第6図版，C, G; など）。

このような事実に関して、従来は、味覚は epipharynx に存するものと考えられたり、あるいは、口針に味覚器官の存在を仮定されていた。最近では、BRADLEY (1962) が大腸針の中心管には神経繊維を含むのかも知れないとして、これによって味覚を司ると考えている（筆者は、この中心管は唾液の排出孔と考えている）。これら味覚器官、あるいは神経は、植物の組織や細胞の中における吸液に適当な場所を選択するという吸液に関する重要な役割をもっているといわれている。

また、口針は植物組織内に急速に挿入されるものではなく、その挿入には、かなり長時間を要するもので、例えば BRADLEY (1962) はモモアカアブラムシが、口針をして表皮細胞を通過させるには約1分間を要するといひ、筆者も同様の事実を認めている。また VAN HOOFF (1958) などによると、表皮細胞と葉肉1~2個の細胞を通過させるには3~5分が必要で、節部に達するには最短15分を要するという (AUCLAIR による)。また、ESAU ら(1961)によると、モモアカアブラムシはテンサイの葉上では、口針の挿入には多くの

時間を要して, その口針を挿入する深さと時間との関係は, 20~40分で平均  $23.5\mu$ , 1時間に  $40\mu$ , 2時間では  $52\mu$  を記録している。

FIFE & FRAMPTON (1936) はテンサイの葉柄において, 各組織の pH を測定し, 篩部の pH は他のどの組織よりも高く約 7.55, 管束鞘では約 6.6, 木部では約 6.25, 他の組織では更に低くなっていて, ヨコバイの 1 種 *Eutettix tenellus* BAKER では, その口針の挿入ならびに到達部位は, この pH に関係あり, その先端は pH の高い篩部に達するという。

GUTHRIE ら (1962) によると, タバコに寄生するモモアカアブラムシは, 口針をニコチンを含む木部を避けて, ニコチンを含まない篩部に挿入することを述べている。

けれども, 既に述べたように, 一般に植物組織内におけるアブラムシの口針の進入経路は, 篩部に直進させること少なく, 多少なりとも遠回りして篩部に到達させるもので, かなり多くのアブラムシにもみられたように, 最も近い篩部のそばを通過させながらも, 更に遠い篩部に到達させたり, または篩部を通過して木部に到達させたのち, 再び篩部に挿しかえる場合などがある。

筆者は, アブラムシが口針を植物組織内に挿入するにあたり, 口針からは粘液性唾液を断続的に分泌し, 口針の先端を微かに, しかも速かに振動させながら口針を挿入することを観察しているが, その進路の決定は, 口針を進入させるとき, その先端がうける植物細胞膜による障害, または抵抗などの機械的刺戟を, 口針を経てその基部, とくに大腮針の基部において, 触覚, すなわち神経末梢器官の圧力の変化として感受する機械的なものと, あわせて pH その他の成分の差による化学的刺戟との両者によるものと考えられる。

また, 口針を植物組織内に挿入するには, 唾液によって細胞膜中層を分解する作用のみならず, 吸液に適当な場所を選択するなどの働きも必要とされて, 前述のごとく口針の挿入には, かなり長時間を要するものである。

### (3) 気孔からのみ口針を挿入するアブラムシ

植物の気孔からのみ口針を挿入するアブラムシには次の 3 種, すなわちカンショワタアブラムシ, マツノハアブラムシおよびタケノアブラムシが明らかにされた。このような事実は, 従来全く知られていなかったはなはだ興味あることである。

また, このことは植物表皮系の構造との間にも深い関係があり, ススキ, アカマツ, ネザサなどの葉では, いずれも表皮細胞の外膜の肥厚が顕著で, 更に角皮化

している。とくにネザサにおいては, 葉の表皮細胞は顕著に角皮化するとともに乳頭毛 papilla 状を呈している。このため, 気孔以外の部分から口針を挿入することは困難であると思われる。

気孔からの挿入と関連して, タケノアブラムシにおいては, ネザサの葉の直走平行脈の篩部に口針を挿入することなく, もっぱら, これら平行脈を連絡して横に走る細脈の篩部のみに挿入するという事実がある。このことは, 維管束の組織的差異および気孔の分布などの 2 つの理由によるものと考えられる。すなわち, 平行脈では, 管束はよく発達し, それにともない管束を囲む柔細胞, 管束鞘および厚膜組織もよく発達し, その細胞膜は顕著に木化して強じんである。従って, この部分には口針の挿入も困難であろう。それに比べて細脈の管束鞘は管束を完全に囲むこと少なく, また管束鞘や厚膜組織の細胞膜の木化も顕著ではない (第 10 図)。そのため, この部分には口針の挿入も容易であろうと思われる。次にネザサの葉裏の気孔は平行脈上にはなく, 平行脈間のみ約  $20\sim 60\mu$  の間隔で密に分布している。本種は, 口針を植物組織内に約  $42\sim 45\mu$  挿入しているが, そのときの口吻の状態からみても, おそらく, これが口針を挿入し得る深さの最大限と思われる。しかるに平行脈両側の気孔から平行脈の篩部までのへだたりは, 少なくとも約  $50\sim 60\mu$  ある。従って口針の先端は, 平行脈の篩部に達し得ないのである。これに反して細脈の篩部は, 表皮下約  $30\mu$  のところに存在するため, 口針は容易にその篩部に到達しうるのである。本種が口針をネザサの細脈の篩部のみに挿入するのは, かかる理由によるものと思われる。

### (4) 口針の植物組織内への進入機構

口針の植物組織内への進入機構については, WEBER や SNODGRASS の報告にもあるごとく, 大腮針の穿孔運動にともない小腮針が誘導され, 植物組織内に進入していくという機械的進入と, あわせて口針が細胞間を通過するときにおけるがごとく, 細胞膜のペクチン質からなる中層 middle lamella を唾液に含まれる酵素ペクチナーゼによって分解して, 口針を進入させる化学的働き (MCALLAN & CAMERON, 1956; BÖRNER & HEINZE, 1957) とによると考えられ, 同様に口針をして細胞内を貫通させるときも, おそらく唾液によって, とくに膜孔のペクチン膜を分解して挿入するものと考えられる。

### (5) 口針の先端を到達させる部位

アブラムシは口針の先端をほとんど常に篩部に到達させるものであるが, ときには篩部以外の部, つまり木部, 葉肉柔組織, 皮層, 髓, 管束鞘, あるいは挿入

した部位とは反対側の表皮などに到達させる例も少なくない。しかし、これらの種類においても、その大部分は口針の先端を節部に挿入するものである。

特殊な例として、ヤノイスアブラムシがイスノキに虫瘤を形成するとき、幹母の第1令幼虫は常に虫瘤内面の表皮細胞および表皮下数層の瘤壁細胞から、その細胞液のみ吸収する。これは虫瘤の肥大にともない管束が表皮下の深部に位置するため、口針をして管束に到達させ得ないことによると思う。幹母の第2令幼虫以後および第2世代虫は、管束に口針を挿入し得る。これは虫瘤の肥大生長にともない、その内壁の表皮細胞および表皮下わずかの細胞層は、萎縮または脱落して管束は比較的浅部に存在することによるものと思われる。

また、IGNOFFO ら(1961)は、*Mordwilkoja vagabunda* WALSH が *Populus deltoides* に形成する虫瘤の組織においても、虫瘤の初期では、管束は裏面表皮から約  $120\mu$  の深部にあるが、成熟した虫瘤では約  $40\mu$  の浅部に存在することを図示している。けれどもこのアブラムシは初期の虫瘤においても管束から吸液している。

田中(1953)はルビーロームシ *Ceroplastes rubens* MASKELL およびツノロームシ *Ceroplastes ceriferus* ANDERSON を馬鈴薯で飼育するときは、口針を馬鈴薯の節部に挿入して吸液するという。SMITH (1926) はカイガラムシ *Datylolius* の口針は節部と木部に、また、メクラカメムシ科 *Capsidae* の2種では、基本組織と管束部に口針を挿入することを報告し、POLLARD (1955) によればコナジラミ *Bemisia tabaci* GENNADIUS はワタにおいて、口針をほとんど常に節部に、まれに木部に挿入するという。HOY (1961) は *Eriococcus orariensis* HOY が口針を *Leptospermum scoparium* の小枝の節部に挿入することを、また、KOMAREK (1949) は *Lecanium coryli* L. がトネリコに寄生して口針を挿入したとき、その排出された唾液によって口針周辺の組織が損傷されることを報じている。HOUSTON ら(1947)によれば、ヨコバイの1種 *Draeculacephara minerva* BALL は、口針の先端をブドウやアルファルファの木部に到達させるものが88.2%、その他として、節部に2.7%、柔組織に9.1%到達させるものがあるといい、更に木部に到達させるときには、節部を通過するものが70%で、その他は節部を避けて木部に挿入することを報告している。ところが、MARSHALL, CHILDERS & BRODY (1942) はリンゴノコミドリヨコバイ *Typhlocyba pomaria* M. C. A. が、また福田(1952) はフタテンコミドリヨコバイ *Chlorita biguttula*

ISHIDA が、それぞれ寄主植物の葉の柵状組織細胞から、また SMITH (1926) はヒメヨコバイ科 *Typhlocybae* の2種では、柵状組織細胞と管束から、それぞれ吸液することを記録している。また内藤(1962, 1963) はツマグロヨコバイ *Nephotettix bipunctatus cincticeps* UHLER がイネおよびスズメノテッポウに口針を挿入する方法について、口針の先端が維管束に到達しているものは41—85%で、他は維管束に到達していなかったことを記録している。ブドウネアブラムシ *Viteus vitifolii* FITCH [= *Phylloxera vastatrix* (*vitifolii*) FITCH] では樹皮の細胞からのみ吸液するものもあるという。

以上記述したごとく、これら吸収性昆虫の植物上における吸液部位が、それぞれ異なること、とくにリンゴノコミドリヨコバイやフタテンコミドリヨコバイなどのように柵状組織細胞内のみ口針を挿入し、その汁液を吸収加害したり、ブドウやアルファルファの木部に口針を挿入するヨコバイの1種などは興味深い。

#### (6) アブラムシの寄生により誘起される植物の生理的、形態的变化

アブラムシの寄生をうけた植物は、生理的のみならず形態的にも変化をきたす。とくに葉が褪色したり、捲縮したり、あるいは虫瘤を形成することがあって、アブラムシ防除の面に、あるいは応用昆虫学上にも注目すべきことである。

このように昆虫の寄生により、植物は機械的、あるいは生理化学的の刺戟をうけ、これに反応して植物の癒合組織が発達する。これらの合成作用によって生ずる植物組織の異常生長、生長抑制、異形などを総称して虫瘤といわれているが、本文では、とくに捲縮葉と袋状虫瘤とをわけて組織学的に記述した。

捲縮葉については、モモアカイアブラムシの寄生によってモモの葉にみられる捲縮葉の形態学的ならびに組織学的の研究をしたが、その結果正常葉と比較して、とくに表面表皮細胞の肥大が顕著となり、葉は裏面を内側にして、縦に捲縮するものである。葉肉細胞のおのおのについては、あまり肥大していないが、細胞間隙が大となる。

虫瘤に関して、その形態学的、組織学的研究は、はなはだ少なく、近年ではIGNOFFO ら(1961)の研究がある。

筆者はヤノイスアブラムシがイスノキに形成する虫瘤、およびコブアブラムシの1種がウワミズザクラに形成する虫瘤を組織学的に研究したが、虫瘤の肥大生長は細胞数が増加することと、あわせて細胞自体の肥大とよることが明らかとなった。また、虫瘤の肥大

は、アブラムシの連続的吸液による刺戟を必要とし、もしその連続的吸液がなければ、虫瘤の肥大はみられない。しばしばイスノキの葉には虫瘤となっていない部分の表皮細胞、もしくは、その内層の細胞にまで達する口針鞘の少数を認めることができた。しかるに、これらは短時間の寄生のため、虫瘤への肥大はみられなかった。ほとんどすべての場合、幹母の孵化直後の幼虫が幼葉上に定着後約1昼夜を経なければ、虫瘤としての肥大は認められない。また、虫瘤肥大の途上においても、虫体が死亡、あるいは逸脱すれば、虫瘤の肥大は中止される。

すなわち、虫瘤の肥大には、アブラムシによって虫瘤組織内に唾液が連続的に注入され、その唾液による化学的刺戟と、口針の挿入による機械的刺戟との両者を必要とするものである。

わが国においてイスノキには、ヤノイスアブラムシ(第26図 G)のほか、モンゼンイスアブラムシ(第26図 E)、シムネアブラムシ *Metanipponaphis cuspidatae* ESSIG et KUWANA(第26図 C)、イスノフシアブラムシ(第26図 B)、イスノアブラムシ *Nipponaphis distychii* PERGANDE(第26図 D)、イスノアキアブラムシ(第26図 H)、イスノタマフシアブラムシ(第26図 F)およびヨシノミヤアブラムシ(第26図 A)の7種が虫瘤を形成する(MONZEN, 1954; 宗林, 1958, 1959, 1960 b; TAKAHASHI, 1962)。しかしながら、たとえこれらのアブラムシが混棲していても、それぞれの形成する虫瘤は、種特有の形態をなす。しばしばイスノフシアブラムシの虫瘤の表面に、ヤノイスアブラ

ムシの虫瘤が形成されているのを見るが、それぞれの種は、やはり特有の形態を示す。もっとも、この場合には後者、すなわち小形種にあっては、概してその虫瘤の肥大はやや不十分である。

また、その他の植物においても、同一植物に2種以上のアブラムシが混棲するとき、たとえばサクラに寄生するササキコブアブラムシ、モモコブアブラムシ *Trichosiphoniella momonis* MATSUMURA、ムシャコブアブラムシ *Myzus mushaensis* TAKAHASHI、およびサクラコブアブラムシ *Myzus sakurae* MATSUMURA においても、それぞれの種が形成する虫瘤や捲縮葉は、やはり種特有の形態を示す。

次に、イスノキに寄生するアブラムシのうち4種、すなわちヤノイスアブラムシ、イスノフシアブラムシ、イスノアキアブラムシ、イスノタマフシアブラムシなどの虫瘤の肥大について観察したところによれば、いずれも虫瘤は幹母の第1令幼虫によって、その肥大はほとんど完成される。第2令以後の幼虫期における虫瘤の肥大はわずかであるか、あるいは全くみられない。いま、イスノフシアブラムシとイスノアキアブラムシの虫瘤の肥大を示せば第5および第6表の通りである。いずれも、これら虫瘤は肥大の極に達した後は、水分を失ってかわずかに縮小する。他の虫瘤をつくるアブラムシ、たとえばササキコブアブラムシ(サクラ)、ヌルデノシロアブラムシ(ヌルデ)、オカボノクロアブラムシ *Tetraneura nigriabdominalis* SASAKI(ハルニレ)などにおいてもほとんど同様のことが観察された。以上要するに、アブラムシの寄生により誘起される

Table 5. Growth in height (in millimeters) of the galls of *Dinipponaphis autumnna* MONZEN on *Distylium racemosum*.

Date	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V. 3	0.80	1.00	1.50	0.90	1.10	1.10	1.00	2.00	1.00	2.00
5	0.80	1.47	2.22	1.04	1.33	1.36	1.24	2.65	1.35	2.24
7	1.34	1.50	2.70	1.33	1.64	1.59	1.47	3.62	1.35	2.63
9	1.80	1.63	3.62	1.76	2.72	2.32	2.00	5.03	1.85	3.50
11	2.75	2.75	5.03	2.70	4.20	3.03	3.18	7.16	2.64	4.75
13	3.88	4.47	6.04	2.91	5.12	3.50	3.55	8.20	3.33	5.47
15	4.45	4.61	6.62	3.17	6.10	4.55	4.45	8.90	4.28	6.06
17	5.60	5.75	6.77	3.61	7.55	5.40	5.88	9.01	5.50	6.55
19	6.64	6.80	6.78	3.92	8.21	6.17	6.45	9.05	6.68	6.60
22	6.72	<b>7.61</b>	<b>6.84</b>	4.46	<b>8.55</b>	6.68	<b>7.00</b>	<b>9.10</b>	7.80	6.57
24	6.75	7.46	6.80	4.46	8.34	6.64	6.97	9.04	7.92	6.49
26	<b>6.77</b>	7.46	6.80	4.51	8.29	<b>6.72</b>	6.96	9.03	<b>7.94</b>	<b>6.66</b>
28	6.77	7.42	6.80	<b>4.52</b>	8.31	6.69	7.00	9.03	7.94	6.65
30	6.77	7.42	6.80	4.52	8.31	6.69	7.00	9.03	7.94	6.65

Table 6. Growth in height (H) and diameter (D) (in millimeters) of the galls of *Nippophis distyliicola* MONZEN on *Distylium racemosum*.

Date	1		2		3		4		5	
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
V. 22	21.0	19.0	26.0	24.0	27.0	16.0	14.5	11.5	14.5	13.5
24	23.0	19.0	31.0	28.0	38.0	23.0	16.5	12.0	16.0	16.0
26	30.0	33.0	33.5	32.0	38.0	28.0	18.0	13.0	17.5	21.0
28	30.0	<b>36.0</b>	<b>36.0</b>	<b>34.0</b>	41.0	31.0	20.0	15.0	21.0	25.0
30	30.0	36.0	36.0	34.0	41.5	31.0	23.0	18.0	26.0	30.0
VI. 1	30.0	36.0	36.0	34.0	<b>42.0</b>	<b>32.0</b>	25.0	20.0	26.0	<b>32.0</b>
3	30.0	36.0	36.0	34.0	42.0	32.0	28.0	25.0	<b>29.5</b>	32.0
5	30.0	36.0	35.0	34.0	42.0	32.0	28.0	<b>25.5</b>	29.5	32.0
7	<b>31.0</b>	36.0	35.0	34.0	42.0	32.0	28.0	25.5	29.5	32.0
9	31.0	36.0	35.0	34.0	42.0	32.0	<b>32.0</b>	25.0	29.5	32.0
11	31.0	36.0	35.0	34.0	42.0	32.0	32.0	25.0	29.0	32.0
13	31.0	36.0	35.0	34.0	41.5	32.0	31.0	24.5	29.0	32.0
15	31.0	36.0	34.5	34.0	41.0	31.5	30.0	24.5	29.0	32.0
17	31.0	36.0	34.5	34.0	41.0	31.5	30.0	25.0	29.0	32.0
19	31.0	36.0	34.0	33.0	41.0	31.5	29.0	25.0	28.0	32.0

Date	6		7		8		9		10	
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
V. 22	10.0	9.0	19.0	11.0	14.0	9.0	9.0	7.0	20.0	16.0
24	12.0	10.0	21.0	13.0	16.0	10.0	11.0	9.0	23.0	18.0
26	14.0	12.0	25.5	16.0	18.5	12.0	12.5	12.0	26.0	20.0
28	18.0	14.5	29.1	18.0	21.0	14.0	13.5	17.5	29.5	22.5
30	22.5	17.0	<b>31.0</b>	<b>21.0</b>	21.0	14.0	23.5	17.5	30.0	27.5
VI. 1	23.0	18.0	31.0	21.0	27.5	19.0	24.0	18.5	30.0	27.5
3	24.0	20.0	31.0	21.0	28.0	19.5	26.0	20.0	30.0	27.5
5	24.0	<b>21.0</b>	31.0	21.0	28.5	20.0	28.0	<b>21.0</b>	<b>31.0</b>	<b>28.0</b>
7	24.0	21.0	31.0	21.0	30.0	20.0	28.5	21.0	31.0	28.0
9	24.0	21.0	31.0	21.0	30.0	20.0	<b>29.0</b>	21.0	31.0	28.0
11	24.0	21.0	31.0	21.0	<b>31.0</b>	23.0	29.0	21.0	31.0	28.0
13	24.0	22.0	31.0	19.5	31.0	<b>25.0</b>	29.0	20.0	31.0	28.0
15	<b>25.5</b>	21.0	31.0	19.5	31.0	24.0	29.0	20.0	31.0	28.0
17	25.0	21.0	31.0	19.5	30.0	23.0	29.0	20.0	30.0	28.0
19	25.0	21.0	31.0	19.5	30.0	22.0	29.0	20.0	30.0	28.0

植物の形態的变化は、おそらくアブラムシの唾液の成分の差異に基づくもので、それによって植物の生理的、化学的反応が異なり、両者相俟ってアブラムシの種特有の虫瘤を形成するものと推定する。とくに幹母第1令幼虫における唾液と、その後の幼虫、成虫、あるいは他の世代虫における唾液との間には、その成分の差が顕著であると思われる。またこのことは、はなは

だ興味深く、重要な問題であるが、この点に関しては今後の研究にまたねばならない。

また、ヤノイスアブラムシによって、イスノキに形成された虫瘤についても述べたように、アブラムシ、その他の昆虫の寄生により植物上に形成された虫瘤には、多量のタンニンを含むものがある。とくにヌルデノシロアブラムシがヌルデに形成する虫瘤は、多量の

タンニンを含有し, 工業上, 医薬上にもその需要が高まり重要視されている. それにもかかわらず, わが国内資源は, これを満たすに足らず, もっぱら輸入に依存している. わが国において本種の保護, 増殖をはかり, これが虫癩の利用にも意を用うべきである.

アブラムシの寄生による植物の褪色について, その組織学的, 形態学的研究は従来全く行なわれていなかった. 筆者はヤマブキヒゲナガアブラムシの寄生によって生ずるヤマブキの褪色葉と, ワラビツメナシアブラムシの寄生によっておこされるワラビの褪色葉とについて組織学的研究をしたが, このような褪色現象は, 葉緑素の消失に由来するものであるが, このとき葉緑素に起こる変化は, 単純な現象ではないと思われる. おそらくアブラムシの唾液は葉緑分解酵素 *chlorophyllase* の作用を刺戟して, 葉緑素の母質である色原素の生成に関与させ, 葉緑素の新生を停止させることと, 更に, 分解または変質作用をともしめ, もはや日光に照射されるとも, その母質が葉緑素とはならないことによるのであろう. しかし, その変化の過程は明らかではない.

POLLARD (1955) は, コナジラミの1種 *Bemisia tabasi* GENN. がワタに寄生したとき, 葉に斑点をつくり, 唾液によってその部の葉緑体の減少または縮小することを報告している.

植物がウイルス病におかされたときの葉の組織学的研究は, タバコにおける IWANOWSKI, (1930) をはじめ, 多くの植物について多数の学者の研究がある (福士, 1955による). これらの研究によれば, モザイク病葉の黄緑部と濃緑部とにおいては, 厚さが異なり, 前者は健全葉よりも厚く, 後者は薄い. また, とくに柵状組織細胞の形態的变化 (その長さが短縮する) が顕著で, 濃緑部と黄緑部との境界も明らかであるという. また褪色部の細胞内には葉緑体の数が少なく, 形がやや小さく淡色で, 内部が顆粒状を呈し, 輪廓の不規則なことが多いと記述されている. また褪色の生理については, ウイルスが葉緑体の形成を妨げるともいわれて, 筆者の研究におけるアブラムシの寄生によって起される葉の褪色にみられたことと, その組織学的にも, 生理学的にもはなはだ類似した点が多い.

## 総 括

アブラムシが吸液に際し, 口針を植物組織内へ挿入する方法は, 古くから形態学的に, また, 植物組織学的に研究されていた.

近年ではアブラムシが, 植物ウイルスを媒介する昆虫として重要視されるに至り, ウイルス伝播の機構と

密接な関係のあるアブラムシの植物汁液吸収に関する研究は, はなはだ重要である. しかしながら, この方面の研究は未だ不完全で, とくにわが国では, 従来これらの研究は全く行なわれていなかった.

そこで筆者は, これらの問題解決に資するための基礎的研究として, 多数の植物に寄生するアブラムシ約40種について, その口器の構造, 唾液排出の機構, 植物汁液吸収の機構, 口針の挿入方法, ならびにアブラムシの寄生により, 植物のうける生理的, 形態的变化に関する研究を行った.

### I. アブラムシの口器と吸液器官について

本研究は, 口器と吸液器官を形態学的に明らかにするを目的として行なったもので, 虫体を縦横に, 厚さ $15\mu$ の連続切片としたもの, および解剖顕微鏡下で生体を解剖して観察した. 本研究の結果明らかにされた事項は次の通りである.

(1) アブラムシの口針は, 大腮針, 小腮針の2対からなり, 小腮針は互いに接着して, 中に食物管と唾液管を構成することは周知のとおりであるが, 左右の口針が下咽頭の先端部で接着すると, 右にねじればはじめ, ほとんど90度旋回して下唇溝の中に保持される. これは口針を植物組織内に挿入するとき, 口針を物理的に補強するに役立つことと思われる.

このような事実は8種のアブラムシに確認されたが, おそらくすべてのアブラムシにみられることと思う.

(2) 下咽頭はキチン化して肥厚し, その中に細い食物導管を通ずる. 下咽頭の下面にそって唾液導管が走る. 下咽頭の前半で左右の小腮針は接着し, 小腮針の食物管は食物導管と, 唾液管は唾液導管とそれぞれ連結する.

(3) 咽頭, 吸液ポンプおよび下咽頭は, 比較的厚い皮膜でおおわれている. 咽頭および吸液ポンプの構造は, アブラムシの種類によって異なるようで, マメアブラムシの咽頭の横断面は半円形で, 壁の後面は肥厚したキチン板となり, 背面には顕著な筋肉が付着し, この筋肉の他端は幕状骨に達する. 前面は薄くて弾力性のある膜状を呈し, 中央部に顕著な拡大筋が付着し, この筋肉の他端は頭楯に達する. モモアカアブラムシでは, 前面の膜状部中央にキチン質の薄板が突出し, この薄板の両側に頭楯に達する拡大筋が付着している.

(4) 唾液腺は4対からなり, 主腺, 副腺, 大腮腺および小腮腺の各1対であることを明らかにした. 大腮腺および小腮腺からは粘性性唾液が排出され, 唾液鞘 (または口針鞘) を形成するものである. また, 主腺および副腺からは漿液性唾液が排出されることも明らかにした.

## II. アブラムシが口針を寄主植物へ挿入する方法について

この研究は、アブラムシが寄主植物へ口針を挿入する方法ならびに吸液部位を、形態学的、組織学的に明らかにするとともに、吸液機構を解明することを目的として行なったもので、口針を寄主植物に挿入中のアブラムシを、エチルエーテルガス中に投じて急速に麻酔した後、固定液に浸漬、エチルアルコールで脱水、キシロールを経てパラフィンに包埋し、厚さ $15\mu$ の連続切片をつくり、主に寄主植物の横断面を観察した。本研究の結果明らかにされた事項は次の通りである。

(1) 口針を植物組織内に挿入するとき、口吻（下唇）は短縮される。そのとき口吻第1節は反転し、その中に第2節が引き入れられて、体腔内に没入する。この没入の程度は、口吻の長さ、または植物上における吸液部位などに関係のあるもので、アブラムシの種類、植物上の生活部位によって一定しない。モモアカアブラムシやマメアブラムシでは、口吻を短縮するとき、その第2節の基部は胸腹部神経球に達する。おそらくアブラムシ亜科 *Aphidinae* に属する大部分の種類は、前2者に類似すると思われる。口吻の長いオオアブラムシ亜科 *Lachninae* に属するもの、とくに *Stomaphis* 属、*Cinara* 属などでは、口吻の短縮するとき、その第2節の基部は、体腔内深く没入して、腹部の中央から末端部に達することもある。

(2) 口針は常に口針鞘によっておおわれている。口針鞘は、植物組織内では細胞間を通過する部位よりも、細胞内、細胞間隙などを貫通または通過した部分に顕著にみられ、また、表皮と口吻の先端との間、あるいは葉鞘と茎との間などの空気中にも形成される。細胞内あるいは細胞間隙に形成された口針鞘は、唾液の断続的排出により珠数状を呈する。口針鞘は、口針内の気密を保ち、吸液力を高めるために役立つものと思われる。

(3) アブラムシが口針を植物組織内に挿入する方法を次の如く分類した。

### a. 口針を気孔からのみ挿入する方法

カンショワタアブラムシ（ススキ）、マツノハアブラムシ（アカマツ）およびタケノアブラムシ（ネザサ）の3種は、口針を常に気孔からのみ挿入する。これは、植物表皮系の構造、すなわち表皮外膜の角皮化などと深い関係があるものと思われる。

### b. 口針を表皮の細胞間、あるいは細胞内を通過させ、ときには気孔を通して挿入する方法

ほとんどすべてのアブラムシはこれに属するが、同

一種でも一定していない。

### c. 口針を基本組織において細胞間のみを通過させる方法。

多くのアブラムシでは、口針を基本組織に挿入するとき、一般に細胞間を通過させる。ときには細胞内を貫通させることもある。ブナヒラアブラムシ（ブナ）、サルスベリマダラアブラムシ（サルスベリ）、モモアカアブラムシ（カンラン、ダイコン）、ワラビツメナシアブラムシ（ワラビ、ガマズミ）などでは、口針をほとんど常に細胞間のみを通過させる。

### d. 口針を基本組織において細胞内のみを貫通させる方法

アツノハアブラムシ（アカマツ）、トドワタムシ（モミ）、カンショワタアブラムシ（ススキ）、カシムネアブラムシ（アラカシ）、タケノアブラムシ（ネザサ）、ナシオオアブラムシ（ナシ）などでは、口針をほとんど常に細胞内のみを貫通して節部に到達させる。

### e. 口針を基本組織において、細胞間と細胞内とを通過させる方法

口針を基本組織においては細胞間を通過させるのを普通とするムギクビレアブラムシ（イネ）、ヨメナアブラムシ（ヨメナ）、キョウチクトウアブラムシ（キョウチクトウ）などにおいても、細胞内を貫通させることがある。

### f. 口針の先端を一旦節部に到達させたのち、その節部で挿入を繰り返す方法、およびその節部を貫ぬいて隣接する節部に進入させる方法

大部分のアブラムシは、この方法によって節部に口針を挿入する。

タケノアブラムシ（ネザサ）では、特定の節部、すなわち細脈の節部のみに、またナシオオアブラムシはナシの葉に寄生して、主脈の節部のみに、それぞれ口針を挿入する。

### g. 口針を進入点から最も近い節部に直進させず、遠回りさせる方法。

#### (i) 厚膜組織を避けて進入させるもの

モンゼンイスアブラムシ（アラカシ）、ケアブラムシの1種（ヤマナラシ）、カシムネアブラムシ（アラカシ）、キイチゴハアブラムシ（キイチゴ）、マメアブラムシ（アズキ、レンゲソウの莢）などでは、口針をして厚膜組織を避けて遠回りして進入させる。

#### (ii) 厚膜組織内をも通過させるもの

ムギクビレアブラムシ（イネ）、シナケアブラムシ（ヤナギ）などでは、口針をして厚膜組織内にも挿入するが、すべてその細胞間のみを通過させる。ところがモンゼンイスアブラムシでは、アラカシ葉脈の厚膜



細胞をも貫通する。

(イ) 木部を通過して節部に到達させるもの

カシムネアブラムシ (アラカシ), キイチゴトゲアブラムシ (キイチゴ), ハッカコブアブラムシ (ヒメハッカ), ニホンケブカアブラムシ (ウバメガシ) などは, 木部を通過して節部に到達させるものがある。

(ニ) 管束部を経て髓に到達させたのち, 再び節部に挿入するもの

ニホンケブカアブラムシ (ウバメガシ) では, 口針を髓や木部を通過させて後節部に到達させるものがある。

(ホ) 表皮直下を横に進入させるもの

マメアブラムシがクサネムに寄生したとき, 口針をして表皮直下を横に進入させる例が認められた。

h. 口針の先端を節部以外の部分に挿入する方法

口針の先端を節部に到達させるのを普通とする種類においても, ときには他の部分に挿入することがある。アサコブアブラムシ (アサ) は木部柔細胞に, ムギクビレアブラムシ (イネ) は管束鞘に, モモアカアブラムシ (モモ) は裏面の表皮細胞間から挿入した口針の先端を表面表皮細胞に, ヤノイスアブラムシ (イスノキ) では, 幹母第 1 令幼虫は, 口針を虫瘤内面の表皮細胞, もしくは表皮下数層の細胞のみに挿入する。

(4) アブラムシの吸液により誘起される植物の形態的变化

アブラムシの寄生により, 植物は生理的障害をうけるばかりでなく, 植物によっては褪色, 捲縮, 袋状の虫瘤形成, 口針周辺細胞の破壊, 細胞内の填充体形成など, 種々の形態的变化が認められる。

ヤノイスアブラムシがイスノキに形成する虫瘤, コブアブラムシの 1 種がウワミズザクラの葉に形成する虫瘤, モモアカアブラムシの寄生によるモモの葉の捲縮, ヤマブキヒゲナガアブラムシ (ヤマブキ) とワラビツメナシアブラムシ (ワラビ) の寄生により, それぞれの葉に誘起される褪色などについて, おのおの組織学的研究を行なった。

その結果, 虫瘤については, その組織的变化は細胞自体の肥大と細胞数の増加によること, また捲縮葉については, 細胞自体の肥大と細胞間隙の増大とによるもので, 細胞数は増加しないことなどが明らかにされた。

虫瘤の形状の変異は, 主として虫瘤内に寄生する虫数および虫瘤内壁に寄生する際の虫の分布状態に基因する。

また, 同一植物に 2 種以上のアブラムシが混棲するときも, それぞれの種特有の形態をした虫瘤の形成, あるいは捲縮をひき起こす。また, 虫瘤の肥大生長は,

その幹母第 1 令幼虫期にほとんど完成される。このことはアブラムシの種類, 発育の段階や世代によって, それぞれの唾液の成分の差異によるもので, これによって, その植物の生理, 化学的反応が異なり, 両者相俟って種特有の虫瘤を形成するものと推定された。

ヤマブキヒゲナガアブラムシの寄生によるヤマブキの葉の褪色においては, 褪色部では葉緑体が小形となったり, その数が減少し, さらに白色体に変り, 澱粉の形成が衰退する。またワラビツメナシアブラムシがワラビの葉に寄生したときの褪色について, 褪色部では葉緑体の数が減少することが明らかにされた。これらもやはりアブラムシの唾液によって, 葉緑素の新生が停止されるとともに, 分解変質されることによるものと推定された。

要するにアブラムシの吸液器官の形態と植物汁液吸収の方法に関する筆者の研究結果は上述のごとくであり, とくに植物ウイルス媒介と最も密接な関連性のあるアブラムシの唾液については, 従来の研究はなお不十分で, ことに唾液腺については, 主腺と副腺の各 1 対のみが知られていたにすぎないが, 筆者によって新しく大腮腺と小腮腺の各 1 対の存在が明らかにされ, 更に主腺, 副腺からは漿液性唾液が, また大腮腺, 小腮腺からは粘性性唾液が排出されることを立証した。このことは新知見であり, アブラムシによって伝播されることの植物ウイルス病に関する今後の研究を進展させる上に役立つものと信ずる。

## 謝 辞

本研究を遂行するにあたり, 終始懇切な御指導をたまわり, 絶えず激励して下さった故高橋良一博士に深甚の謝意を表す。あわせて, 本論文の作成にあたり, 御指導と多大の御援助をたまわり, かつ論文の御高閲をおおいだ九州大学教授安松京三博士, 同三宅貞祥博士, 同宮本正一博士, 大阪府立大学教授長畑寿賀雄博士, 同伊藤修四郎博士, ならびに種々御配慮と激励をたまわりました農林技官石倉秀次博士に衷心より感謝の意を表す。また宮本正一博士ならびに元大阪府立大学助教授六浦晃博士には, アブラムシ, カメムシの内部形態について御教示と有益な御助言をいただき, 大阪府立大学教授久保利夫博士, 同助教授高橋良正先生には植物組織について, 同助教授林哲吾先生には化学的実験について御教示をいただいたので, 記して各位に深謝する次第である。

## 文 献

1. ADAMS, J. B. and J. W. McALLAN (1956) *Can. J. Zool.* 34: 541-543.

2. ADAMS, J. B. and J. W. McALLAN (1958) *Can. J. Zool.* 36: 305-308.
3. AUCLAIR, J. L. (1963) *Ann. Rev. Ent.* 8: 439-490.
4. BARON, R. L. and GUTHRIE, F. E. (1960) *Ann. Ent. Soc. America*, 53: 220-228.
5. BENNETT, C. W. (1934) *J. Agr. Res.* 48: 665-701.
6. BODENHEIMER, F. S. and E. SWIRSKI (1957) *Aphididae of the Middle East*.
7. BÖRNER, C. and K. HEINZE (1957) *Handbuch der Pflanzenkrankheiten. Band V, 4, Lieferung. Homoptera II. Teil* 13.
8. BRADLEY, R. H. E. (1952) *Ann. Appl. Biol.* 39: 78-97.
9. BRADLEY, R. H. E. (1962) *Can. Entomologist*, 94: 707-722.
10. BUCKTON, G. B. (1876-1883) *Monograph of the British Aphids.* (3 による).
11. BÜSGEN, M. (1891) *Jena. Z. Naturwiss.* 25: 339-428. (3, 13 による).
12. CARTER, W. (1945) *J. Econ. Ent.* 38 (3): 335-338.
13. CARTER, W. (1962) *Insects in relation to plant disease*.
14. DAVIDSON, J. (1914) *J. Linnean Soc. London*, 32: 307-330. (3 による).
15. DAVIDSON, J. (1923) *Ann. Appl. Biol.* 10: 35-54.
16. DAY, M. F. and A. MCKINNON (1951) *Aust. J. Sci. Res. B*, 4 (1): 125-135.
17. DAY, M. F., IRZYKIEWICZ, H. and A. MCKINNON (1952) *Aust. J. Sci. Res. B*, 5: 128-142.
18. DAY, M. F. and H. IRZYKIEWICZ (1954) *Aust. J. Biol.* 7: 251-273.
19. DUFOUR, L. (1833) *Mém. Acad. Sci. Inst. France* 4: 129-461. (3 による).
20. ESAU, K., NAMBA, R. and E. A. RASA (1961) *Hilgardia*, 30: 517-529.
21. FIFE, J. M. and V. L. FRAMPTON (1936) *J. Agr. Res.* 53 (8): 581-593.
22. 福田仁郎 (1952) 東海近畿農試研究報告, 園芸部, 第1号
23. 福士貞吉 (1955) 植物ウイルス
24. 福士貞吉 (1959) 農業及園芸, 34: 113-116
25. GUTHRIE, F. E., CAMPBELL, W. V. and R. L. BARON (1962) *Ann. Ent. Soc. America*, 55 (1): 42-46.
26. HEINZE, K. (1959) *Phytopathogene viren und ihre Übertraeger*.
27. 平井篤造 (1959) 植物ウイルス病学
28. HORSFALL, J. L. (1923) *Penn. Agr. Expt. St. Bull.* 182: 22-30.
29. HOTTES, F. C. (1954) *Great Basin Naturalist* 14: 83-86.
30. HOUSTON, B. R., ESAU, K. and W. B. HEWITT (1947) *Phytopathology* 37: 247-253.
31. HOY, J. M. (1961) *New Zealand Dept. Sci. Ind. Res. Bull.* 141: 28.
32. IGNOFFO, C. M. and A. A. GRANOVSKY (1961a) *Ann. Ent. Soc. America*, 54: 486-499.
33. IGNOFFO, C. M. and A. A. GRANOVSKY (1961b) *Ann. Ent. Soc. America*, 54: 635-641.
34. IMMS, A. D. (1951) *A general textbook of entomology*.
35. JOHANNES, M. (1961) *Ent. Expt. et Appl.* 4 (1): 20-34. (*Biol. Abst.* 36 (18) による).
36. JOHNSON, B. (1957) *Proc. Linnean Soc. New South Wales*. 132: 191-198.
37. KENNEDY, J. S. and T. E. MITTLER (1953) *Nature*, 171: 528.
38. KENNEDY, J. S. and H. L. G. STROYAN (1959) *Ann. Rev. Ent.* 4: 139-160.
39. KOMAREK, J. (1946) *Acta Soc. Zool. Cechoslov.* 10: 156-165. (13, 31 による).
40. MARSHALL, G. E., CHIDERS, N. F. and H. W. BRODY (1942) *J. Agr. Res.* 65 (6): 265-281.
41. McALLAN, J. W. and M. L. CAMERON (1956) *Can. J. Zool.*, 34: 559-564.
42. McALLAN, J. W. and J. B. ADAMS (1961) *Can. J. Zool.*, 39: 305-310.
43. MILES, P. W. (1958) *J. Ins. Physiol.* 2: 338-347.
44. MILES, P. W. (1959) *Nature*, 183: 756.
45. MILES, P. W. (1960 a) *J. Ins. Physiol.* 4: 271-283.
46. MILES, P. W. (1960 b) *Proc. R. Ent. Soc. Lond. (A)* 35: 47-48.
47. MILES, P. W. (1961) *Nature*, 191: 911-912.
48. MILES, P. W. (1963 a) *J. Ins. Physiol.* 10: 121-129.
49. MILES, P. W. (1963 b) *J. Ins. Physiol.* 10: 147-160.

50. MILES, P. W. and A. HELLIWELL (1961) *Nature*, 192: 374-375.
51. MITTLER, T. E. (1954) *Doct. thesis, Univ. Cambridge*, 234 pp. (3 による).
52. MONZEN, K. (1954) *Ann. Rept. Gakugei Faculty Iwate Univ.* 7 (2): 46-60.
53. 内藤篤 (1962) 関東東山病害虫研究会年報, 9 : 55
54. 内藤篤 (1963) 関東東山病害虫研究会年報, 10 : 44
55. NICKEL, J. L. and E. S. SYLVESTER (1959) *J. Econ. Ent.* 52: 249.
56. 西泰道 (1963) 九州農業試験場彙報, 8 (3) : 351—408
57. PESSON, P. (1951) In Grassé, P. P. *Traité de Zool.* X, fasc. II, 1390-1495; 1548-1622. (3 による).
58. POLLARD, D. G. (1955) *Ann. Appl. Biol.* 43 (4): 664-671.
59. SAXENA, K. N. (1963) *J. Ins. Physiol.* 9: 47-71.
60. 進士織平 (1944) 虫癭と虫癭昆虫
61. Smith, K. M. (1920) *Ann. Appl. Biol.* 7: 40-55.
62. SMITH, K. M. (1926) *Ann. Appl. Biol.* 13: 109-139.
63. SNODGRASS, R. E. (1935) *Principles of insect morphology.*
64. 宗林正人 (1958) あきつ, 7 (4) : 89—92
65. 宗林正人 (1959) 昆虫, 27 (4) : 248
66. 宗林正人 (1960 a) 日本応用動物昆虫学会誌 4 (1) : 38—44
67. 宗林正人 (1960 b) 生態昆虫, 8 (3) : 105—110
68. 宗林正人 (1961) 日本応用動物昆虫学会誌, 5 (4) : 217—224
69. 宗林正人 (1962 a) 昆虫, 30 (1) : 21—26
70. 宗林正人 (1962 b) 昆虫, 30 (2) : 119—125
71. 宗林正人 (1962 c) 昆虫, 30 (4) : 221—229
72. 宗林正人 (1963) 研究と資料, 9 : 35—41
73. SUKHOV, K. S. (1944) *Comt. rend. acad. sci. U.R.S.S.*, 42: 226-228. (56 による).
74. 高橋良一 (1920) 台湾農業試験場彙報 165 (台湾農事報, 第36年, 1号 : 14—41).
75. TAKAHASHI, R. (1962) *Bull. Univ. Osaka Pref. B*, 13: 1-11.
76. 高松好文 (1958) 昆虫組織図説
77. 田中学 (1953 a) 九州農業研究, 11 : 12—14
78. 田中学 (1953 b) 九州農業試験場彙報, 2 : 55—63
79. VAN HOOF, H. A. (1958 a) *Inst. v. Plant. Onderz., Wageningen, Mededeling*, 161.
80. VAN HOOF, H. A. (1958 b) *Overdruk uit proc. 3rd conf. on Potato virus Diseases*: 114-116.
81. VAN SOEST, W. and DE MEESTER CATS, V. (1956) *Virology*, 2: 411-414. (56 による).
82. WEBER, H. (1928) *Z. vergleich Physiol.* 8: 145-186. (3 による).
83. Weber, H. (1930) *Biologie der Hemipteren.* (3 による).
84. WEBER, H. (1954) *Grundriss der Insektenkunde.*
85. WITLACZIL, E. (1882) *Arb. Zool. Inst. Univ. Wien*, 4:397-441. (3 による).
86. 吉井甫 (1955) 栃内, 福士両教授還暦記念論文集 : 6—8
87. ZWEIGELT, F. (1915) *Zbl. Bakt. (Abt. 2)*, 42: 265-335.

## Explanation of Plates

### Plate 1

Semi-diagrammatic, transverse sectional drawings of the sucking apparatus of *Myzus persicae* SULZER, showing the sites through the pharynx (A), the sucking pump (B to D) and the hypopharynx (E and F). Letterings as in Figs. 2-4.

### Plate 2

Transverse sections of stylets of *Myzus persicae* SULZER, showing the process of torsion of the stylets at the basal parts.

c: Central canal; f: Food canal; md: Mandibular stylet; mx: Maxillary stylet; s: Salivary canal.

### Plate 3

1. Stylets and stylet sheath of *Dactynotus giganteus* MATSUMURA, showing intra- and intercellular passage of the stylets.
2. Basal part of stylet track of *Hyperomyzus lactucae* L.
3. Stylet and stylet sheath of *Aphis polygonacea* MATSUMURA, showing intercellular passage of the stylets and the formation of stylet sheath in air between the leaf sheath and the stem.
4. Stylet sheath of *Cavariella araliae* TAKAHASHI in a urusigang of *Aralia elata*, showing the configuration of stylet sheath.
5. and 6. Stylets of *Dasyaphis onigurumi* SHINJI (5) and *Chaitophorus* sp. (6), showing the stylets inserted through cells containing crystals.
7. Stylets of *Myzus varians* DAVIDSON, showing the formation of stylet sheath in air between the tip of rostrum and the surface of plant epidermis.
- 8 and 10. Stylets and stylet tracks of *Rhopalosiphum padi* L., showing the stylets inserted in bundle sheath passing through xylem and phloem.
- 9 and 12. Stylets of *Tuberculoides stigmata* MATSUMURA (9) and *Aleurodaphis asteris* TAKAHASHI et SORIN (12), showing intracellular passage of the stylets in the phloem.
11. Stylets and stylet tracks of *Aleurodaphis blumeae* VAN DER GOOT, showing the branching stylet tracks in the phloem.

### Plate 4

Transverse section of:

- A. stem of *Aeschynomene indica* L., showing roundabout stylets of *Aphis craccivora* KOCH at the mechanical tissue and inserted into the phloem;
- B. petiol of *Quercus glauca*, showing intracellular passage of the stylets of *Nipponaphis monzeni* TAKAHASHI in the epidermis, cortex and mechanical tissue and inserted into the phloem;
- C. stem of *Perilla frutescens*, showing intercellular passage of the stylets of *Aphis gossypii* GLOVER in the cortex and inserted into the phloem;
- D. stem of *Capsella Bursa-pastoris*, showing the stylets of *Aphis craccivora* KOCH passing through the epidermis and cortex into the phloem;
- E. young twig of *Abies firma*, showing intracellular passage of the stylets and stylet tracks of *Mindarus japonicus* TAKAHASHI in the epidermis and cortex and inserted into the phloem;
- F. petiol of *Nerium indicum*, showing intercellular and intracellular passage of the stylets of *Aphis nerii* FONSCOLOMBE in the cortex and inserted into the phloem.

## Plate 5

Transverse section of:

- A. stem of *Carpesium abrotanoides* L., showing intercellular passage of the stylets of *Aleurodaphis blumeae* VAN DER GOOT in the cortex and inserted into the phloem;
- B. petiol of *Gilibertia trifida*, showing the stylets of *Cavariella gilibertiae* TAKAHASHI passing through the phloem;
- C. gall on *Distylium racemosum*, showing the stylets of *Neothoracaphis yanonis* MATSUMURA passing through the cells of epidermis and mesophyll, but cannot reach them to the phloem;
- D and E. stem of *Phaseolus angularis* Wight, showing the stylets of *Aphis craccivora* KOCH (D) and distal parts of stylets of the aphid (E, enlarged). Note the stylets inserted into the sieve tube;
- F. leaf of *Microstegium vimineum*, showing intracellular passage of the stylets of *Cerato-vacuna nekoashi* SASAKI in the mesophyll and bundle sheath and inserted into the phloem.

## Plate 6

Transverse section of:

- A. stem of *Phaseolus angularis*, showing the cap like salivary sheath of *Aphis craccivora* KOCH on the surface of the epidermis;
- B. stem of *Circium japonicum*, showing intracellular and intercellular passage of the stylets tracks of *Dactynotus giganteus* MATSUMURA in the cortex and sucking out of the cortical cells;
- C. stem of *Phaseolus angularis*, showing the branching stylet tracks of *Aphis craccivora* KOCH in the phloem and also inserted into xylem;
- D. stem of *Aeschynomene indica* L., showing the stylet track of *Aphis craccivora* KOCH. Note the stylet track lie under the epidermis of the stem;
- E. young twig of *Robinia pseudo-Acacia*, showing the stylet track of *Aphis craccivora* KOCH. Note the saliva scattered in the epidermal and cortical cells around stylet track;
- F. stem of *Phaseolus angularis*, showing the configuration of stylet track of *Aphis craccivora* KOCH;
- G. stem of *Cannabis sativa*, showing the branching stylet tracks of *Diphorodon cannabis* PASSERINI in the cortex and sucking out of the cells of sieve part;
- H. young twig of *Quercus phylliraeoides*, showing the stylet track of *Greenidea nipponica* SUENAGA in the xylem;
- I. petiol of *Gilibertia trifida*, showing the intercellular and intracellular passage of the stylet track of *Cavariella gilivertiae* TAKAHASHI in the cortex and phloem;
- J. midrib of *Arctium Lappa* L., showing a punctured wound of *Dactynotus gobonis* MATSUMURA.

## Plate 7

Transverse section of:

- A and B. normal (A) and galled (B) leaves of *Prunus Persica*. Note in the gall which was formed by *Myzus persicae* SULZER, adaxial epidermis, mesophyll cells and intercellular space of spongy parenchyma are well developed;
- C. primary stage of gall produced by *Neothoracaphis yanonis* MATSUMURA on *Distylium racemosum*, showing hairy epidermal cells at the entrance to gall;
- D. well developed gall on *Distylium racemosum*, showing the distribution of tannin cells (coloured red);
- E. primary stage of the gall on *Distylium*, showing the confines of galled and normal tissues;
- F. normal leaf of *Distylium racemosum*;
- G and H. galled (G) and normal (H) leaves of *Prunus Grayana*. Note the gall produced by *Myzus* sp., showing the cells of galled tissues increase in number and enlarge in shape.

Plate 1

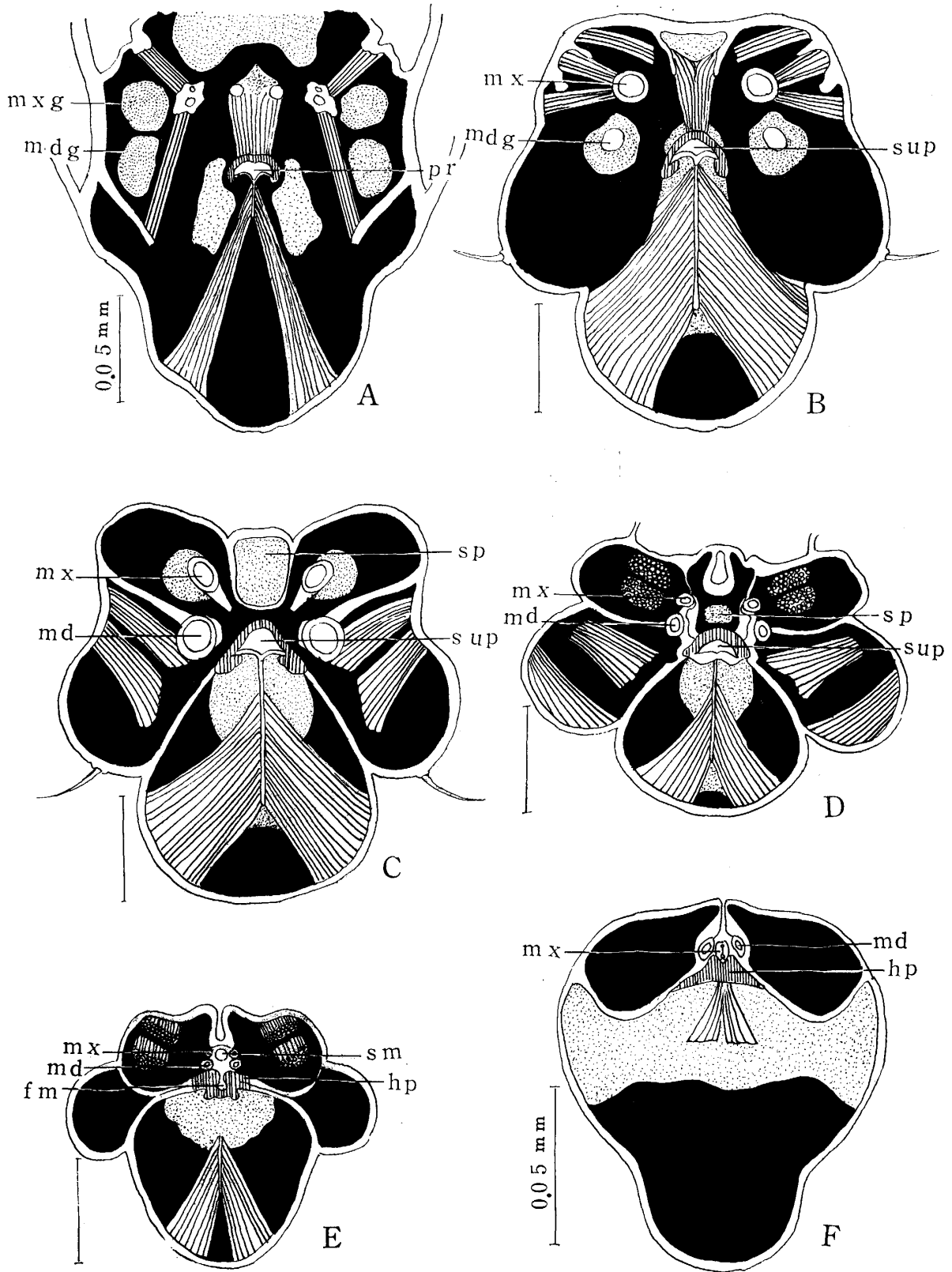


Plate 2

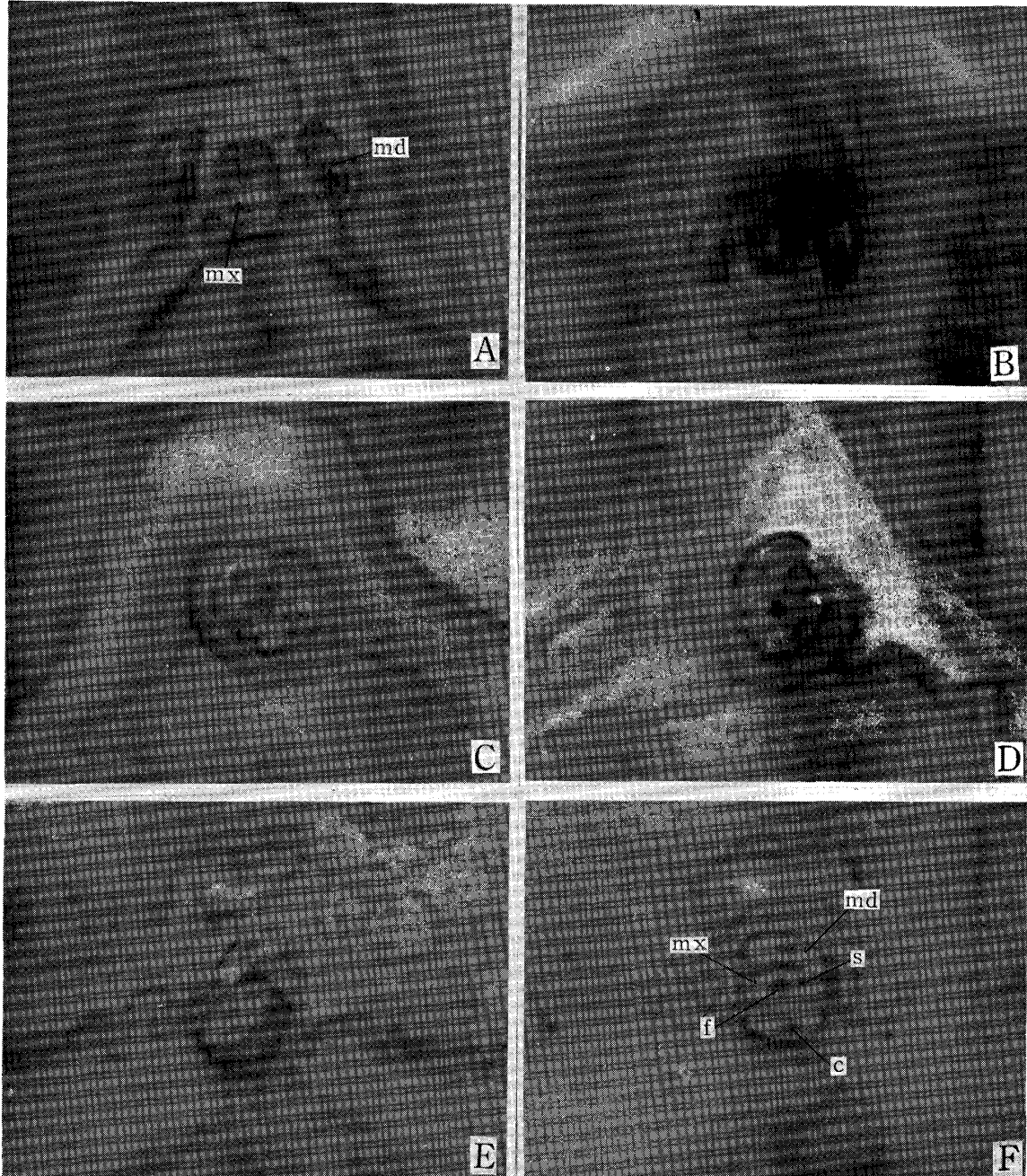


Plate 3

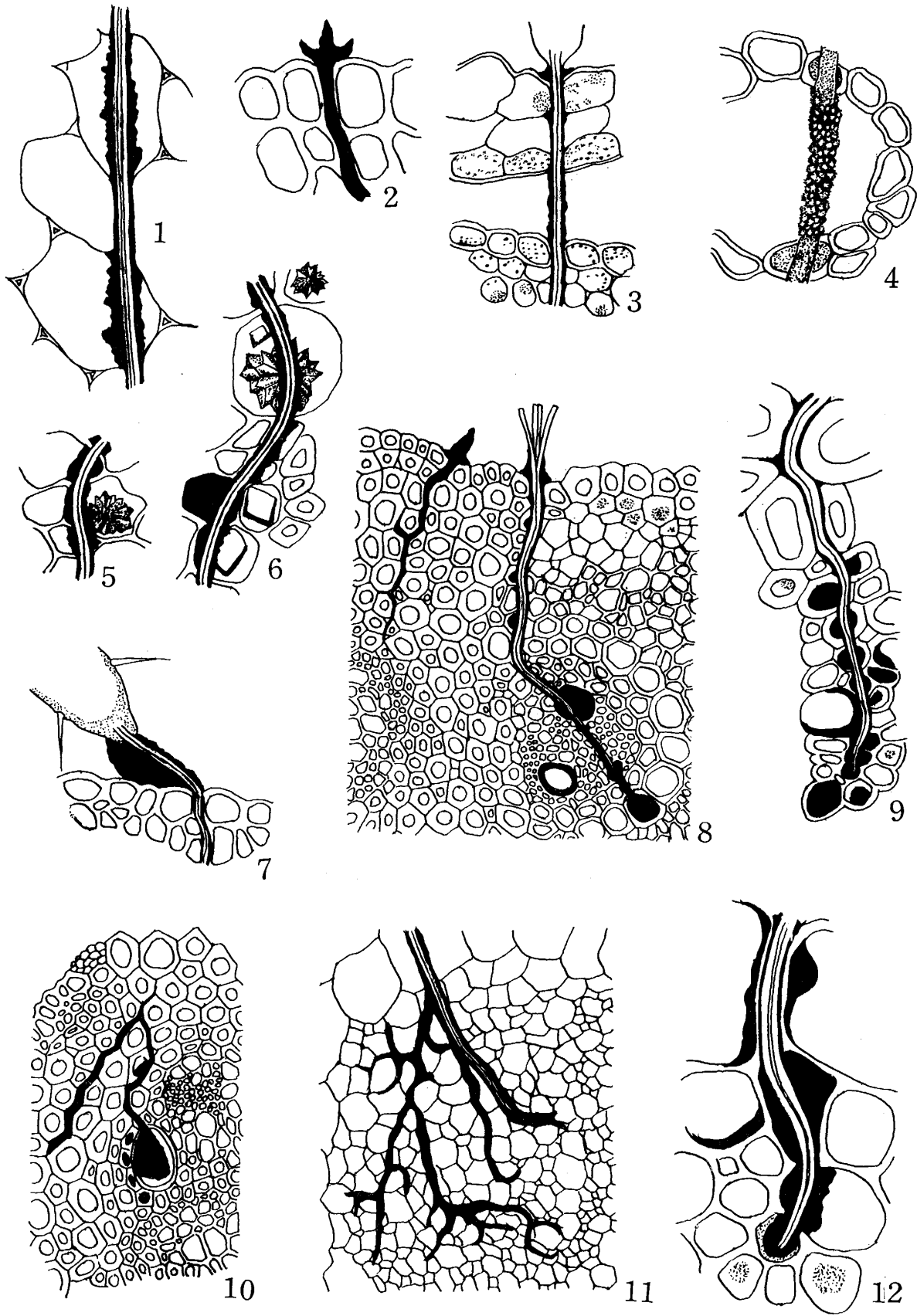




Plate 4

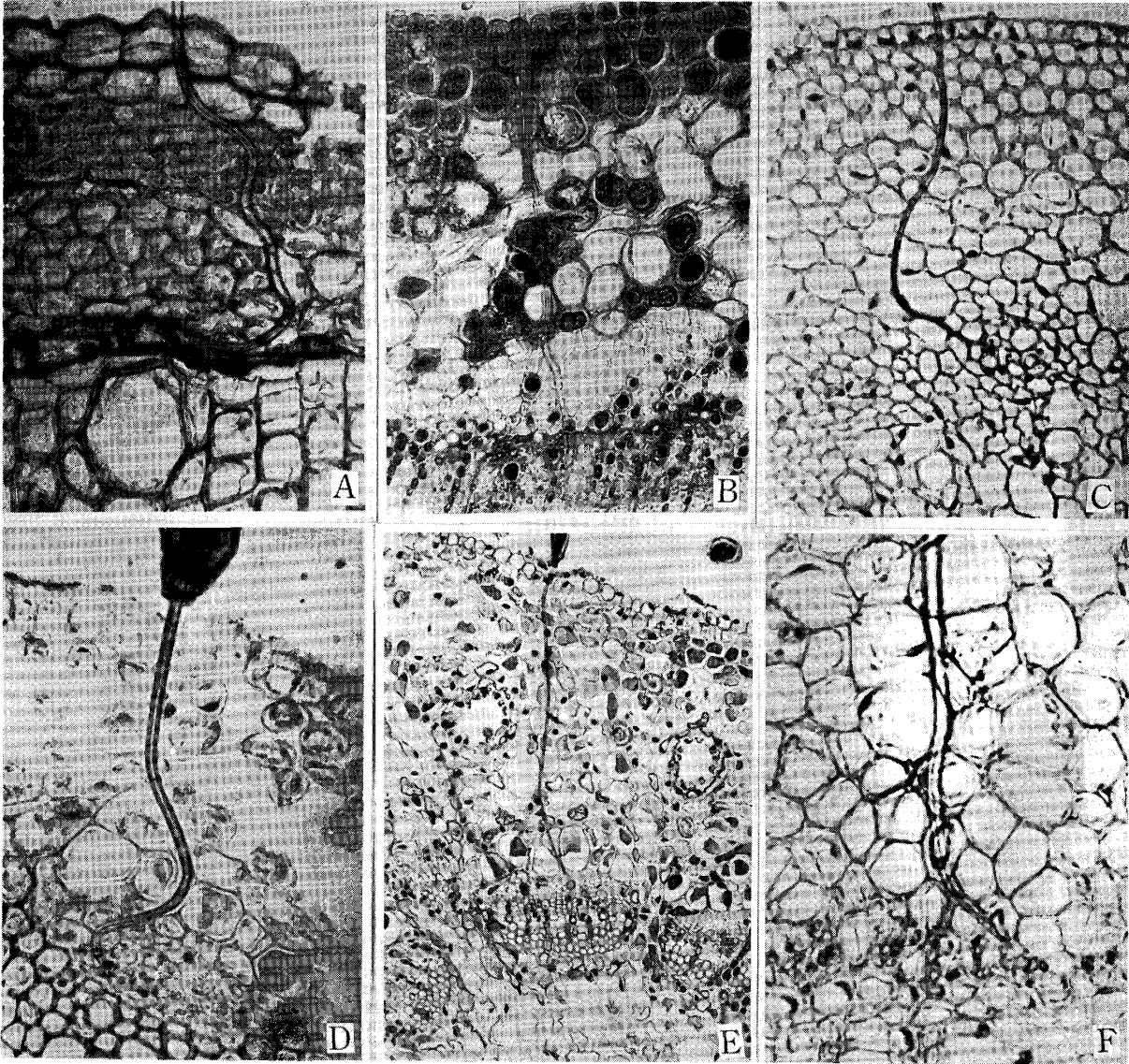


Plate 5

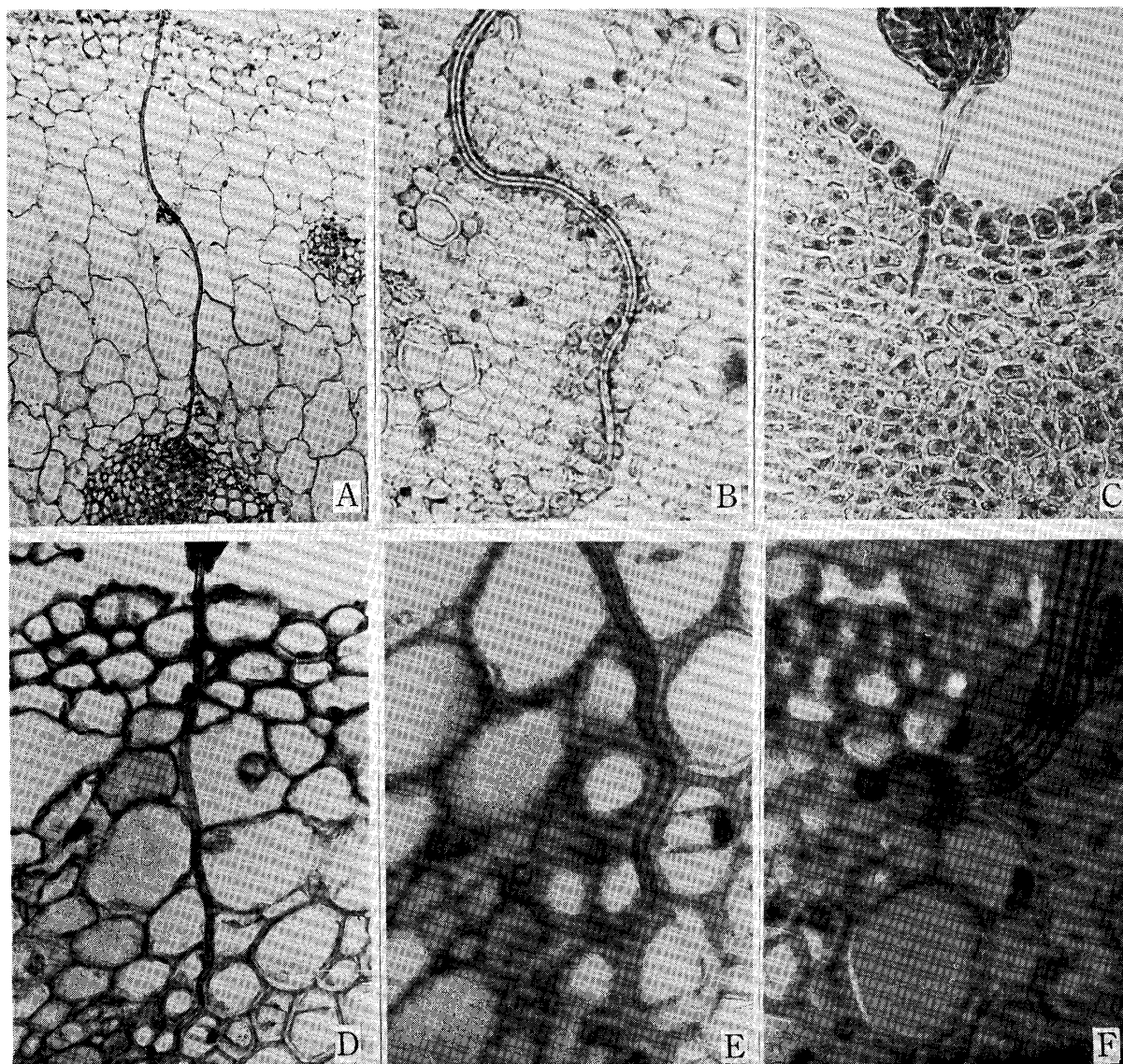


Plate 6

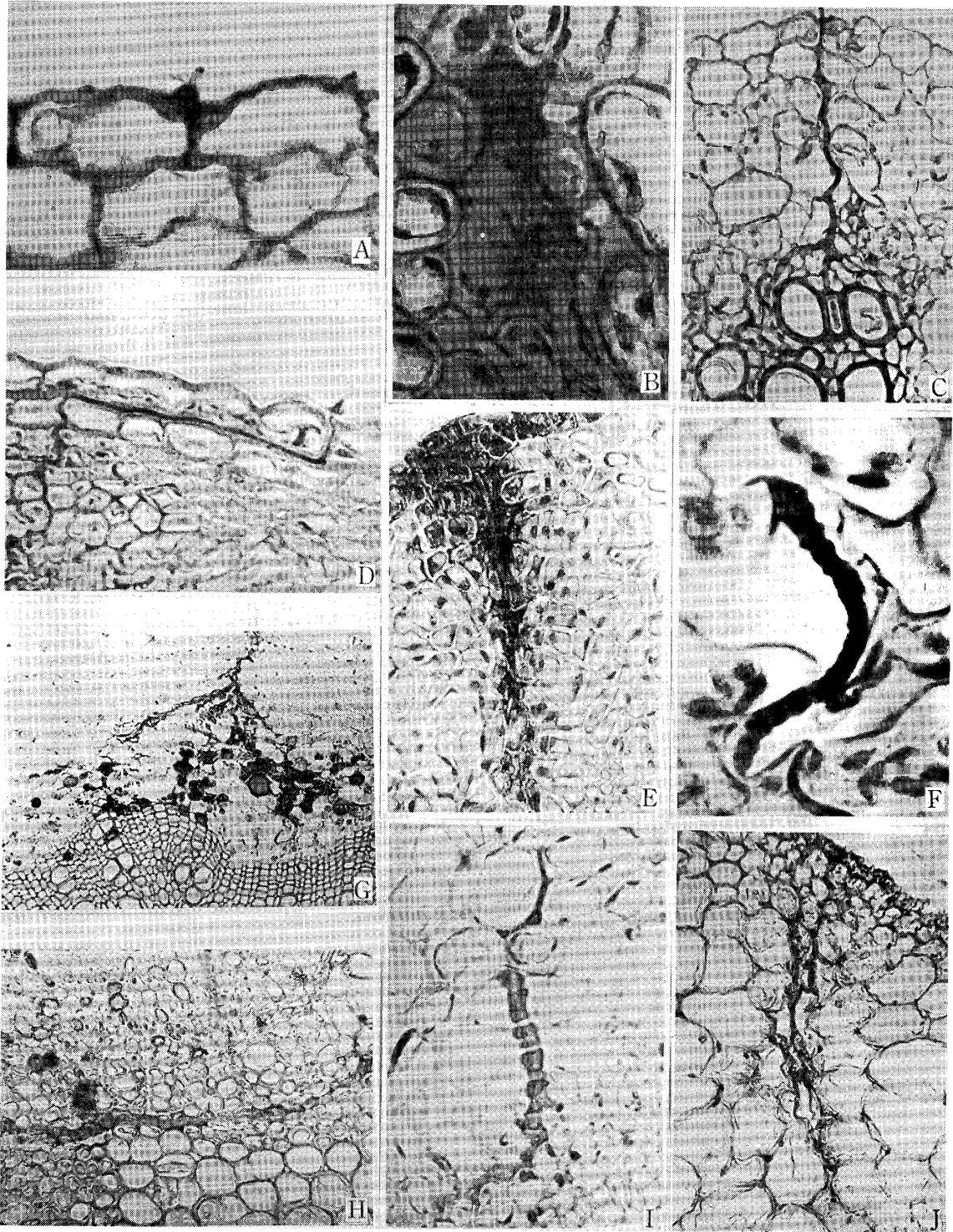


Plate 7

