



Title	鐵砲百合實生苗の發生解剖學的觀察
Author(s)	明道, 博
Citation	札幌博物学会会報, 19(1-2), 7-15
Issue Date	1950-08-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/64372
Type	journal article
File Information	Vol.19No.1-2_002.pdf



鐵砲百合實生苗の發生解剖學的觀察

Developmental anatomy of seedlings of the easter lily

(*Lilium longiflorum*, Thunb.)

明 道 博

Hiroshi Myodo

北海道大學農學部園藝學教室

緒 言

鐵砲百合は本邦特産物として海外から需要される量には相當大なるものがありそのため本邦に於けるこれが栽培輸出は既に明治中葉以來行はれてゐた。他方その栽培並に植物學的基礎研究は從來案外少い實狀であり寧ろ海外殊に米國に於て多く研究がなされてゐることは吾人にとつては甚だ遺憾とすべきであつて、此の研究は本邦に於てこそ眞摯に遂行され以つて特産地としての地位を保つべきであると考へる。

本報告は黒軸鐵砲百合 (*Lilium longiflorum* var. *takesima*, Duchart.) の實生苗に就てその發芽時から第4 葉伸長時迄に亘り各組織について行つた發生解剖學的觀察を記述したものである。

供試材料種子は昭和23年北大農學部花卉園に於て栽培せる黒軸鐵砲百合から採集したものであつてこれを採り播きし冬季溫室にて生育せしめたものである。

觀察はパラフィン埋沒法による10ミクロンの microtome 切片をつくり顯微鏡によつて行つたが、材料の固定は Chamberlain 氏液を用ひ、染色は Delafield 氏 haematoxylin によつた。

I 種子並に胚

鐵砲百合種子は暗灰褐色を呈しその形狀は扁平にして略圓扇形をなし、大いさは長さ8mm、巾7mm、厚さ0.7~0.8mm位であつてその周圍1~2mmは種子附屬物としての薄い翼狀膜となつてゐる(第1圖)。これより内側の部分に胚が含まれていて胚は完全に胚乳によつて包まれてゐる。種子1000粒重は採種後充分乾燥せしめ貯藏せるものにあつて2.981gであつた。

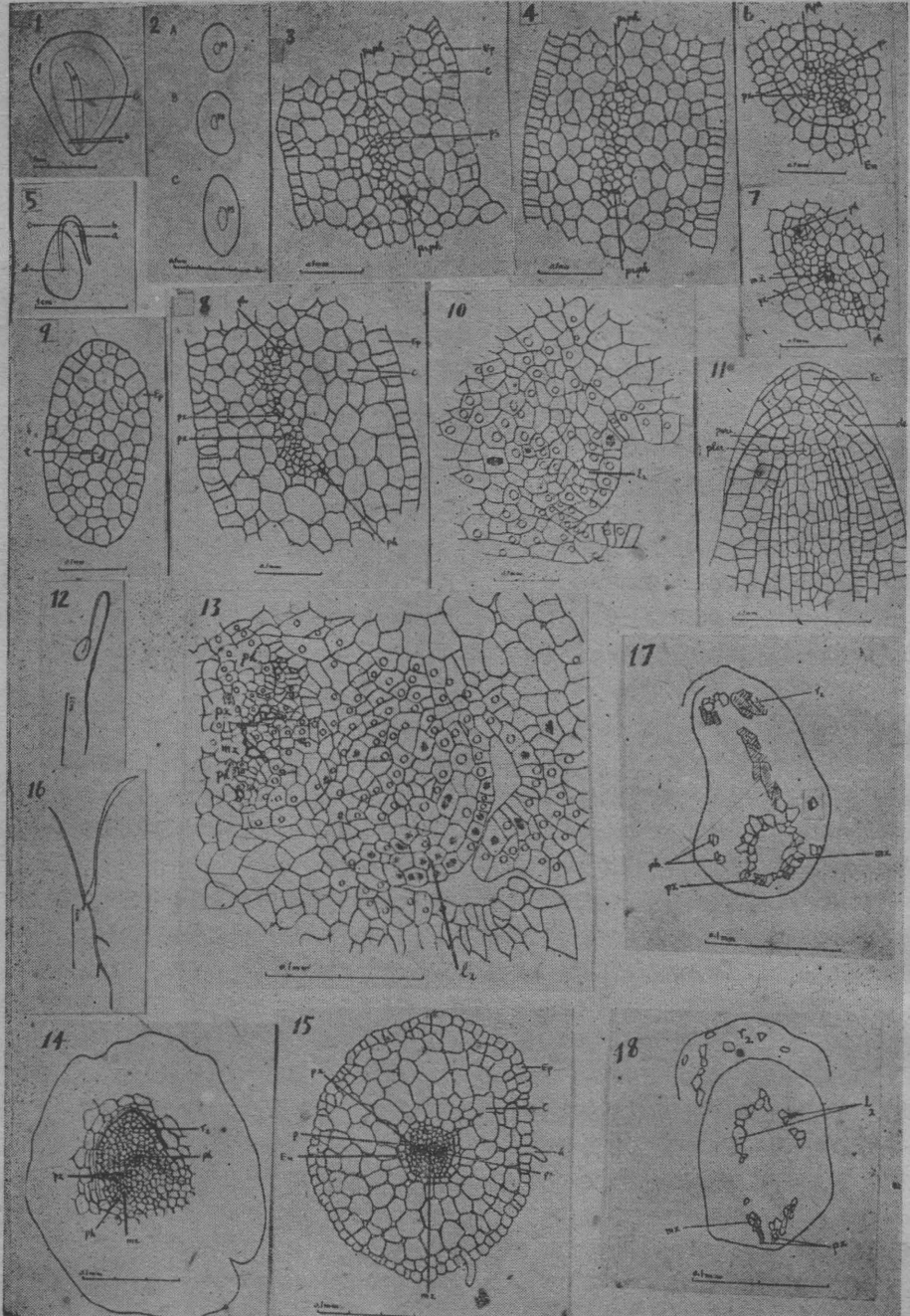
胚は大部分が稍扁平な子葉から成つてゐ、厚さ0.3~0.4mm、巾は子葉全長の中間部に於て最も廣く0.6~0.8mmであるがこれより上方及下方に向つて幾分細まつてゐる。子葉下軸は略圓筒形となるが此の轉移部に於て一側に些な凹みが認められる(第2圖B.) 此の部分から下方は極く短く胚全長の $\frac{1}{11}$ 位にしか當らない。

前述の凹みは將來第2葉の發生する部分であるが發芽前の胚にあつては第2葉の原基は全く見られない。此の部分に細胞分裂が活發化して第2葉原基が出来るのは甲析完了前發芽後7日目頃である(第10圖)

幼根から子葉の尖端迄中央を1本の procambial strand が貫走してゐるのが見られる。即ち周圍の皮層細胞よりも巾細い細胞の束として容易に判別出来る(第2, 3, 4圖) ものであつて凹みの部分の横斷面を見ると(第3圖) 一層の互に密に並んだ表皮細胞に次いで3~4層の皮層細胞がある。これらは殆ど同大であるが皮層細胞の方は若干の細胞間隙を有してゐる。その内側中央に橢圓形をした中心柱があり此の中を procambial strand が走つてゐる。發芽直前の胚にあつては膜の肥厚により protoxylem として分化しているものはないが、protophloem は既に認められる(第3圖 prph)。

幼根には先端に一層の根冠細胞層が見られその内側に組織原始体として辿り得る3~4層の縦に並ぶ細胞群が見られる。此の中最外層からは根冠が形成され、次の層からは表皮並に皮層が、最内層からは中心柱が形成されてゆくものである。

胚乳は胚を完全に包んでゐ、その細胞膜が厚く内容物として Sudan III 被染の油脂物を多量に含んでゐる。



第1圖；種子並に内に包まるゝ胚の位置を示す。

f:種子周囲の翼狀膜 e:胚

第2圖；第1圖a, b, c, 部位に於る横斷面 (A・B・C) を示す。

pg: procambial strand

第3,4圖；發芽直前に於る第2圖B及C部の擴大圖

Ep:表皮 c:皮層 ps:procambial strand prph:初生篩部

第5,6,7,8及9圖；發芽後2日目の幼植物(5圖), 第5圖a部の中心柱横縱面(6圖), b部(凹みの部分)に於る横斷面

(7圖)及c部の横断面(8圖)及d部に於る横断面(9圖)を示す。

第10,11圖；發芽後7日目の凹陷部の横断面に於て第2葉の分化(10圖)及第1根々端の縦断面(11圖)を示す。

l₂:第2葉原基 rc:根冠 der:原表皮 peri:原皮層 pler:原中心柱

第12,13,14,15圖；發芽後25日目の幼植物(12圖), その凹陷部に於る横断面(13圖), これより150 μ 下方の横断面(14圖)及根の横断面(16圖)を示す。

l₂:第2葉原基 px:初生木部 mx:後生木部 ph:篩部 r₂:第2根原基 Ep:表皮 c:皮層
h:根毛 p:内鞘

第16,17及18圖；發芽後90日目に於る實生苗(16圖), 胚軸下部の中心柱横断面によつて第2根の維管束が胚軸維管束に結びつく所(17圖)及子葉下部中心柱の横断面により第2葉へ至る維管束の分離する所(18圖)を木部要素によつて示す。

r₂:第2根維管束 l₂:第2葉へ入る維管束

II 發 芽

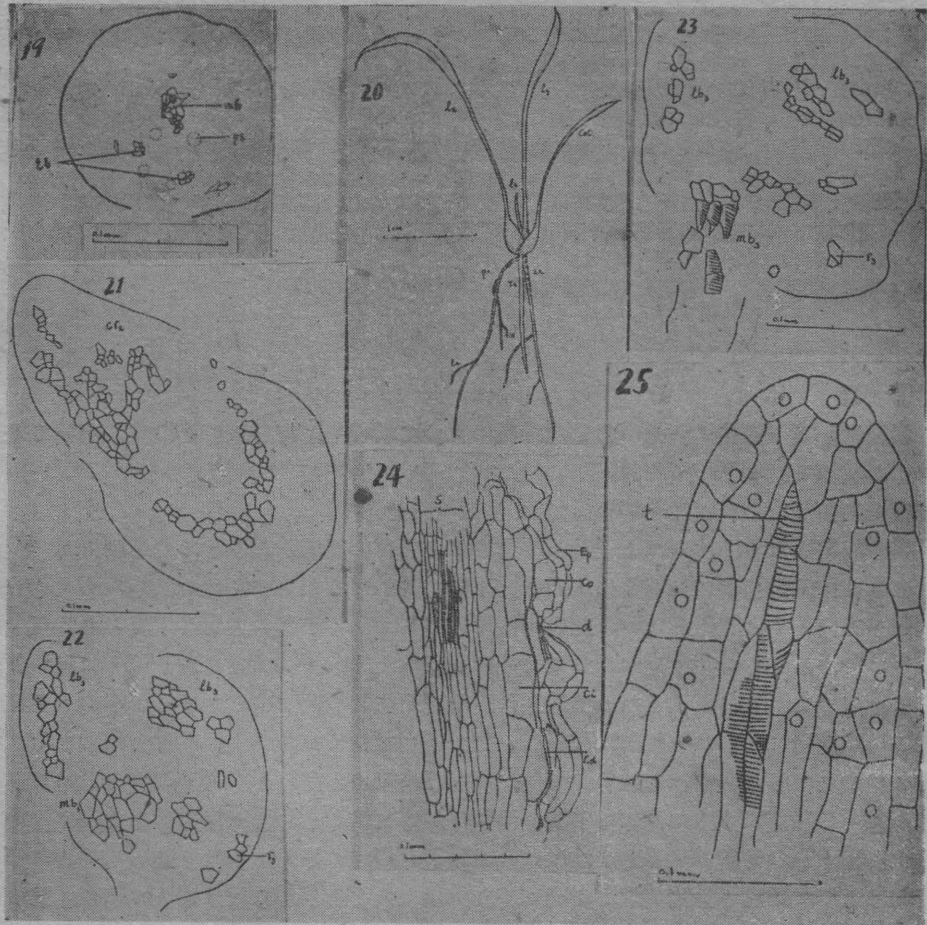
發芽は子葉下部並に胚軸の部分の伸長によつて幼根を種皮外に押し出す, 次いで子葉下部が伸出して来る。25°C~15°C變温に於ける發芽試験の結果は平均發芽日數が 14.11日であつて充實せる種子であれば殆ど100%に近い發芽歩合を示す。

發芽後間もなく凹みの直上子葉下部に於て上方への屈曲が起りそのため幼根は下方へ向く。凹みは種子が播かれる場合に上向き, 下向き何れにもなるから此の凹みのある方向と屈曲の起る方向とは關係がない。此の屈曲は伸出して来る子葉の上面と下面との伸長差に起因するものであるから發芽初期にあつてはその屈點が上方へずれて常に種子近くに見られる。しかし子葉の長さが 1.5cm位となつて伸長帶が子葉上方にも及ぶ頃になると屈點の上下に於ける伸長が可成活潑になるから屈點は種子から遠ざかつて上方に持ち上げられる様になる。屈點の上方へのずれはしかし徐々に續くので此の屈點と種子との距離が 1.5cm以上となることは少い。然るに一方屈點の下方に於ける子葉の伸長は旺盛に續くし, 更に屈點が上方へずれること等の爲に屈點上部の子葉の部分には地中に停る種子との間に張力が加はり此の爲生長に伴ふ胚乳の消耗によつて胚乳と子葉尖端との間に緩みが出來次第種子から抜け地上へ出る。此の後屈點の部分の屈曲も次第に持ち上り遂に甲折が完了する。發芽前の胚にあつては細胞の分裂像はどの部分にも見られないが, 發芽直後幼根が1mm程伸出した頃には幼根, 胚軸, 子葉の全域に亘りどの組織にも數多くの分裂像が見られる様になる。かくして發芽後30~40日にして略甲折が完了する。

甲折が完了する頃には子葉は7~8cmの長さに達し第一根も6~7cmになつてゐる。發芽初期を除いて子葉中最も旺盛に伸長する部分はその中間部であつて尖端部は比較的早期に伸長を停止し, 基部は徐々に遅く迄伸長を續ける。

III 本葉及側根の發生

第2葉が子葉下部の凹みの部分に發生するのは甲折完了前子葉の長さが 2cm位となつた頃であつて, 皮層部細胞の若干のものに分裂が活潑化しこれに次いで該部の表皮細胞にも分裂が旺んとなつて來次第に凸出して来る(第10, 26圖)。數日にして徑 0.2mm位の圓錐形の突起として伸長して来るが甲折完了の頃には徑 0.6mm位となり長さは 3~4mm になる。第2葉中の procambial strand から protoxylem の分化が見られるのはその長さが0.3mm程度になつた頃であるが protophloem はこれより若干早期に成熟してゐる。これらは子葉基部の子葉維管束の附近にある柔細胞の分裂によつて始まり第2葉中に進行してゆくものであつて一方下部にては胚



第19圖：發芽後90日目の實生苗に於る第2葉基部の木部要素が第2葉へ入る3ヶのグループに分れるのを示す。

mb:第2葉中央維管束 lb:側方維管束 ps:新生する procambial strand

第20,21,22,23及24圖：發芽後150日目の實生苗(20圖)，第2葉へ横走する維管束の下方から第3根維管束が合体するところ(21圖)，第3根維管束合体後第2葉基部に於て莖維管束から第2葉維管束の分れたところ(22圖)，第2葉への中央維管束が中心柱から離脱するところ(23圖)，以上木部要素により示す。第2根基部に於る皺曲部の縦断面(24圖)を示す。

cot:子葉 l2, l3, l4:第2, 3, 4葉 mb3, lb3:第3葉中央及側方維管束 rs:第3根維管束

cr2:胚軸から第2葉基部へ横走する維管束 Ep:表皮 co, ci:外部及内部皮層

cd:内容をつた内部皮層 d:陥没部 pr, sr, Tr:第1, 第2及第3根 lr:支根 s:中心柱

第25圖：胚乳中子葉尖端部通導組織の發達を縦断面によつて示す。

t:假維管

軸維管束との間に連絡がとられるようになる。

第2葉の分化に續いて直ちに第3葉が發生する。これは第2葉が 0.2mm位伸長せる時期に既に認められるものであつてその位置は第2葉の發生位置より150 μ 程上方である。

葉序は發生初期に於て $\frac{1}{2}$ の場合が多く(第27圖)子葉に正對して第2葉が形成され第3葉の位置は子葉の内側になる。

扱て次に第2根が發生する時期は第2葉の形成と殆ど同時に見られる。その位置は第2葉の發生する凹みより400 μ 程下位に當り、此の部分の胚軸中の pericycle に起源する。Allium

cepa の側根發生に就て Hoffman¹⁾ が報じてゐるところによると多數の内部皮層細胞がこれに關與する如く述べられてゐる、鐵砲百合では併しかゝることはない。即ち葉維管束が胚軸中に於てV字型を呈するが(後述)その一翼の側方に於ける pericycle 細胞が分裂して第2根を形成してゆく、従つて胚軸の皮層と側根の皮層との間に連絡はない(第14圖)。此のため第2根の發生する方向は第2葉の發生方向と鈍角をなしてゐる。第2根は後胚軸の皮層を破つて伸出して來るが各組織の細胞数が第1根より多く且つ成熟すると大きくなるから第1根よりは太いものとなる。この爲第2根が成熟する頃になると第1根は側方へ押し除けられる格恰となる。

第2根に於て procambial strand から protoxylem が成熟するのはこれが皮層を破つて僅かに伸出した時期であつて此の場合欠張り protophloem の成熟の方が先行する。

第3根が發生する時期は第2葉が 1.5cm 位伸長した頃であつてその位置は第2根より 200 μ 程上位となる。第3根は第2根より更に各組織の細胞数は多く又成熟した場合の細胞は大きい。

IV 葉及根の解剖

子葉は甲折完了後更にその巾を増して約 2.5~3.0mm となる。横斷面で見ると略扁平な等邊三角形をなしてゐ、此の凸面が子葉の裏面に當る。氣孔は裏面に於て頗る多くその中間部にあつて 1mm に 30ヶ許り數へられるが表面には見られない。

子葉中には2本の對立維管束が中央にあつて各木部が互に向き合つてゐる。導管は各6~8ヶを有し篩管は3~4ヶ數へられる。子葉全長に亘つて此のまゝの配列であり分岐は見られない。併し子葉尖端に至ると木部は互に合体して1ヶの木部グループをつくる。

實生發生時に於て最も早く木部要素が成熟するのは子葉中に於てであつて、此處に protoxylem が成熟するのは發芽直後中心柱の中央に相接近して2ヶ所に認められる(第8圖)。その後夫々外側に向つて metaxylem が増成され以て内原型木部をつくつてゆく。一方篩部要素は發芽直前既に protophloem として認められるものがある。その成熟は外部から内方へ向つて進行する。子葉の尖端部はその發育初期に於て胚乳から養分を吸収する役割を果すものであり、尖端直下迄假導管群の發達せるを見ることが出来る(第9、25圖)。

第2葉及第3葉へは共に3本の維管束が入る。これらは共にその基部に於て莖中心柱を構成し茲で先行する葉の維管束と連絡がとれてゐるものである。此の3本の維管束は將來葉身中を平行して上走するものであるがしかし發生後間もなくこれら維管束間に横に連絡をする維管束が出來或は分枝が發生する。又これらの結合よつて新しい平行脈が増加されるものである。これらは葉脈間の柔細胞の早期に於ける分裂によつて形成されるものであつて分裂の結果水平的に細長い細胞の束が形成されこれが兩側の葉脈を結ぶ維管束に分化してゆく(第29圖)。

成熟せる葉の横斷面によつて見ると葉脈の分枝が見られる場合には先づ木部要素の増量が見られ、これに次いで篩部要素が若干増加し、はじめに篩部要素が左右2ヶに分れこれに次いで木部の分離が起る。又葉脈の結合する場合には逆に木部要素の合体が先行しこれに次いで篩部要素が合し1本の葉脈を形成する。

第2葉以後の葉は全横斷面に於てV字型を呈し四部が腹面に當る。中央に主維管束があり左右の翼部に幾本かの側方維管束を有してゐる。

扱て次に第1根は二原型求心木部を有してゐる。protoxylem が procambial strand から成熟するのは幼根が 2mm 程伸長せる時期であつて此の頃には根の尖端附近に於ける組織の分化も次第に判然として來る(第11圖但し本圖は發芽後7日目である)。此の頃幼根の基部は

その直徑 $0.3\sim 0.4\text{mm}$ 位であつて1層の表皮組織の内側に $3\sim 4$ 層の皮層を有し中央には徑 80μ 位の中心柱がある。此の中心柱の中に於て子葉基部の凹みを含む直徑上の兩端に相對して protoxylem が形成され、これと直交する直徑上の端部に protophloem が形成される(第6圖)。protoxylem が現れてからは急速に内方に向つて metaxylem が増生されてゆき數日にして中央を占有してしまふ。protoxylem が形成される頃には皮層細胞の大いさは徑 $30\sim 40\mu$ に過ぎないが幼根が 5mm 位に伸長する頃になるとその基部に於ける皮層細胞はその大いさを急激に増して $80\sim 100\mu$ 位になり、根の直徑は 750μ 位となる。此の頃に至つて表皮細胞に根毛として突出するものが見られ、後伸長して $50\sim 100\mu$ の長さに達する(第15圖 h)。

甲折が完了する頃になると皮層の最内層即ち内皮細胞の膜が著るしく肥厚するのが認められ、この爲内皮は皮層及其内側の pericycle と判然區別される。しかし内皮の此の膜肥厚は胚軸に入ると直ちに見られなくなる。

甲折完了の此の時期になつて根の皮層部の外側から $2\sim 3$ 層の細胞がその内容を失つて萎縮するのが認められ、これに次いで表皮細胞並に外部皮層が部分的に内容を失ふ様になり此の爲根の基部には些な皺曲が見られる様になる(第24圖)。

第2根の中心柱は普通三原型木部を有する場合によつては二原型或は三原型であつてもその xylem plate の1ヶが発育不全で小さいもの(第28圖)等が見られる。此處に protoxylem が分化するのは第2根が皮層を破つて 1mm 程伸出した頃である。又内皮細胞が膜肥厚するのは根長が $1.5\sim 2.0\text{cm}$ となつた頃である(第28圖)。第2根の太さはその成熟時に於て徑 1.2mm 程となる。その長さが 10cm 位になると支根を分岐するが此の頃基部に於て第1根の場合同様皮層部細胞の萎縮による皺曲を生ずる様になる。しかしその皺は第1根に比して遙に大きい(第24圖)。

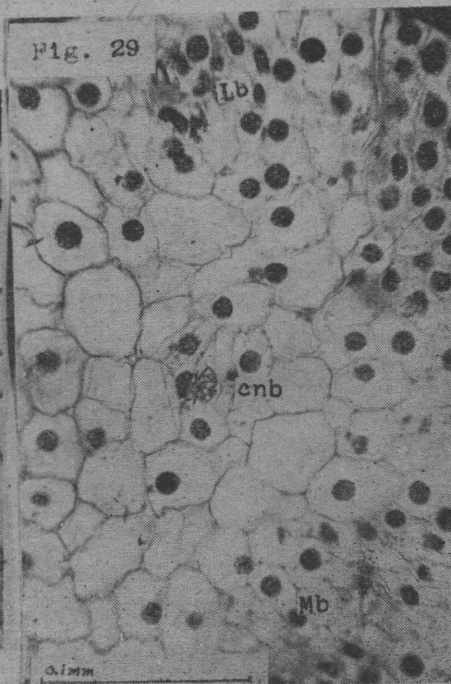
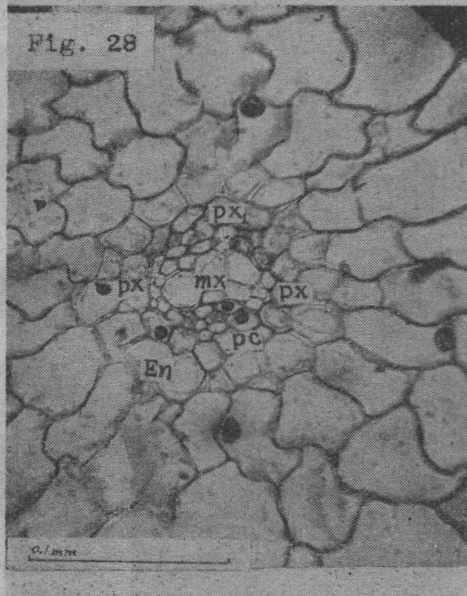
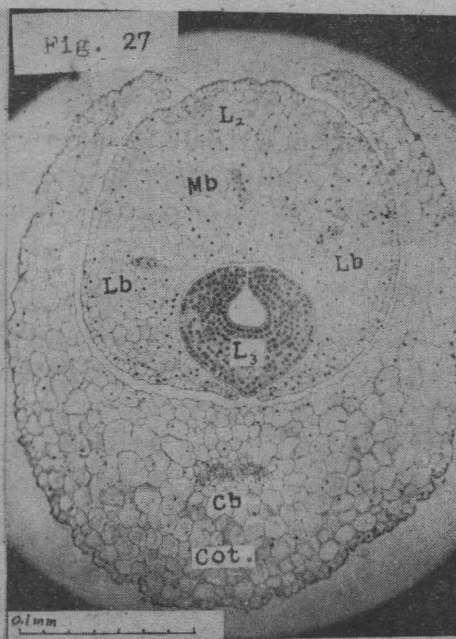
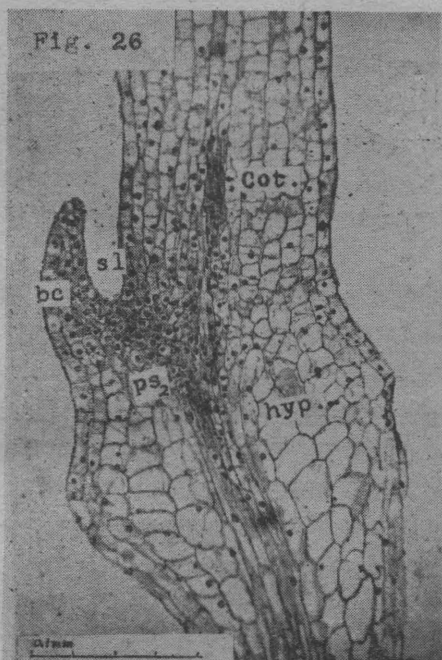
第3根の中心柱は三原型求心木部を有し、皮層細胞は $8\sim 10$ 層並んでゐ、成熟すると第2根のそれより更に大きな細胞となるから根の太さも一般に大で第2根の 1.5 倍位となる。

以上何れの根にあつてもこれが或る程度成熟すると支根を分岐する。この分岐は母根中心柱内の pericycle から發生して來るものであつて protoxylem に接する細胞の分裂に起源し内皮及皮層を破つて伸出して來る。

葉及根の何れに於ても protoxylem は勿論 metaxylem にあつても初期に形成されるものは全て spiral の膜肥厚が見られた。成熟が進んだ後になつてはじめて reticulate 及 scalariform の肥厚をなせるものが見られる様になつた。

V 根より葉への維管束の追跡

甲折完了前の實生に就て根から子葉への維管束の追跡を試ると先づ二原型求心木部を示す根から胚軸へ移る際凹みに近き側の protoxylem の形成が見られなくなり此の部分には次第に増量する metaxylem が見られる。此の爲 protoxylem はその反對側だけに存在してこれを尖端とする楔型を示す木部が見られる。發芽初期に於てはその爲此の部の中心柱の横斷面では恰かも1ヶの兩節側立維管束(amphiphloic bundle)よりなるが如き觀を呈する(第7圖)。節部要素には併し大きな變化なくそのまゝ胚軸へ移る。子葉基部の凹みに近づくと metaxylem の端部はその中央に於て木部要素を失ひ茲に柔細胞を入れてV字型となりこれが益々進行して遂には protoxylem の部分も左右2ヶに分離する。従つて側面に節部を伴つた2ヶの維管束が出来る(第13, 14圖)。これが更に上方へ進んで子葉基部に至ると metaxylem の部分は夫々 protoxylem



第26圖 : 發芽後7日目に於る第2葉發生部を透心縦断面によつて示す。

cot:子葉 hyp:胚軸 sl:凹みの部分 ps:第2葉へ至る procambial strand bc:子葉基部の端部

第27圖 : 發芽後120日目(第2葉4cm伸長時)の子葉基部から800 μ 上方に於ける横断面を示す。

cot:子葉 L₂, L₃:第2葉及第3葉 Mb, Lb:中央及側方維管束 Cb:子葉維管束

第28圖 : 不完全發育を呈せる三原型求心維管束(第2根横断面)

C:皮層 En:内皮 pc:内鞘 px:初生木部 mx:後生木部 ph:篩部

px₁:不完全發育をなせる初生木部

第29圖 : 第3葉(1cm長)の平行脈間に連絡維管束が形成さるゝを示す。

cnb:連絡維管束 Lb:側方維管束 Mb:中央維管束

の位置を軸として相違さかる方向へ廻轉してゆく。一方篩部はこれに伴つて metaxylem の方向へ位置する様になる。かくして子葉へ入つて僅か上方へ進む中に2ケの内原型對立維管束が互に木部を向け合つて配列する子葉維管束の形を完了する。Sargent²⁾が多數の單子葉植物の甲折に就きその stem to root-transition region に於ける維管束の轉移に就て述べてゐるところによると Tulipa では2ケの子葉維管束が原生木部を共有してゐることが記されてゐる。鐵砲百合では併しかゝる stage は極く少く2ケの對立維管束が判然と隔離して子葉内にある(第8, 第27圖)。

第2葉が3cm程度伸長せる頃の實生苗に於て第2根及第2葉への維管束の追跡を試みると先づ第2根は胚軸中にて子葉維管束の metaxylem が左右に開く部分にあつてそのV字型の一翼に側方から結びついて來て此處で中央にパレンキマを容れた環狀の維管束グループが見られる(第17圖)。此の場合第2根の3ケの xylem plates はパレンキマの介在によつて互に離れこの中胚軸中心柱に近きものから先づ結合し續いて他の維管束も結びついて來る。第2根の木部要素の中若干のものは此の結合に加はらないでその位置に残るが此のものは僅か上部に於てその終末を見る(第18圖)。斯くして一旦環狀に配列した維管束はその後直ちに子葉維管束の側と新しく加つた側とに半切され互に離れてゆく。即ち後者は第2葉の方向へ大きく廻轉してゆく(第18圖)。これらの維管束は子葉基部から離れ第2葉へ入るときで間もなく三分し大きな中央維管束と左右のそれより若干小さい維管束となる。前者は第2葉の中央維管束として後者は夫々側方を上走するものである(第19圖)。

次に第4葉伸長時に於ける實生苗に就き第3根並に第3葉に至る維管束の追跡を試みると先づ第3根の維管束が上述の維管束に結びつくのは胚軸維管束から分離して第2葉へ至る維管束が横走する途中に於てこれに下方から連絡する。即ち第3根の三原型求心木部は先づ結合する方向に於て扁平な形となりこれが上方へ進むに従つて中央の metaxylem を失つてパレンキマを此處に深く入れる様になる。そして結合直前にはV字型(第21圖)の2ケの腕の端部から第2葉への維管束へ結びついてゆき、此處で維管束が環狀に配列する(第21, 22圖)。此の結合に加らない第3根維管束が若干残るが此のものは僅か上方に於て終末する。こゝで環狀に配列した維管束グループは間もなくパレンキマの介入によつて3ケの維管束になる(第23圖)。而してこれらは前述のごとく第2葉へ入るものである。此の場合環狀に配列した莖維管束から第2葉への葉跡が離脱する際既に第2葉側方維管束の離脱點に1ケ宛及中央維管束の離脱點の左右に1ケ宛計4ケの新しい維管束の形成が見られる(第19圖 ps) これからは全て内原型木部を有してゐる。これらの中側方維管束の近くに形成されたものは間もなくその上方に於て相合して1ケの維管束となり、中央維管束の左右に出來たものも矢張り合して1ケとなるがその後間もなく後者は切線方向に3分して中央の大きな維管束とそれより小さい側方の2ケから成る様になる。第3葉への葉跡が斯くして準備されるが先づ前者即ち第2葉側方維管束の離脱點近くに出來た維管束の合したものが第3葉中央維管束として莖中心柱から離脱し、これに續いて先に3分した維管束の中側方のものが夫々左右から第3葉側方維管束として離脱する。此の場合にも前回同様その離脱點附近に新しい維管束の形成が行はれる。

莖中心柱内に新生される維管束はそれが成熟すると間もなく此處より離脱する維管束との間に連絡づけられるものである。

VI 摘 要

- 1) 鐵鉤百合實生苗の發生及其の内部形態に就き記述した。
- 2) 第1根は二原型求心木部を有するが第2根は三原型、不完全三原型及二原型の場合が見られ、第3根は三原型であつた。
- 3) 第2葉原基が形成されるのは甲析完了前子葉の長さが2cm位になつた頃である。
- 4) 第2根の發生は胚軸中心柱内 pericycle の細胞の分裂にはじまるがその時期は第2葉の發生と殆ど同時である。
- 5) 子葉中には2本の對立維管束が相對して存在し分岐することなしに貫走する。第2葉及第3葉へは3本の維管束が入るが葉組織の中でこれらの間に横の結合がなされ、又分枝により幾本かの葉脈が新しく増加する。
- 6) 根は成熟すると皮層の若干内部に於ける幾層かに内容を失つて萎縮するものが出來、これに續いて外部皮層及表皮細胞が部分的に内容を失ふに至りその結果根の表面に皺曲が見られる様になる。
- 7) 何れの器官にあつても初期に形成される導管は全て spiral の膜肥厚をなす。成熟が進んだ後になつてはじめて reticulate 及 scalariform の膜肥厚が見られる様になつた。
- 8) 根から葉に至る維管束の追跡を若干の發育時期に於て試みた。第2根は直接子葉維管束に連絡するが第3根は直接には連絡がない。
- 9) procambial strand から維管束が成熟するのは節部要素の方が常に木部要素よりも早い。

引用文獻

- (1) Hoffman, C. A. : Developmental morphology of *Allium cepa*. Bot. Gaz. 95 : 279-299, 1933.
- (2) Sargent, E. : A theory of the origin of monocotyledons, founded on the structure of their seedlings. Annals of Botany 17 : 1-92, 1933.

Résumé

- 1) The development and structure of *Lilium longiflorum* seedlings are described on several stages until the fourth leaf is elongating.
- 2) The primary root is diarch, the secondary root is triarch, abortive triarch or diarch and the tertiary root is triarch.
- 3) The primordium of the second leaf is formed when the cotyledon has grown about 2cm. long.
- 4) The secondary root originates in the pericyclic cells of the hypocotyl at the almost same time when the second leaf develops.
- 5) Two collateral bundles situate in the cotyledon and their xylem parts are facing. In the second and third leaves there run up three bundles parallel to each other. Many connecting bundles and branches of them are seen so as to increase the number of the leaf veins.
- 6) Some inner cortical layers of the root lose their contents upon its maturation and then the epidermic and outer cortical cells degenerate partly, resulting in undulations on the surface of the matured root.
- 7) The membrane thickening of xylem elements in the early stage of development is always spiral but later both reticulate and scalariform thickenings are observed.
- 8) Vascular traces from root to leaf were examined, the secondary root is connected directly with cotyledonary bundles in the hypocotyl but the tertiary root does not.
- 9) The maturation of the protophloem in the procambial strand always precedes to the protoxylem and begins in the outermost part of the stele.