

## シクラメン塊茎の発育に関する組織学的研究

安井 公一・宮田 啓一\*

(花卉園芸学研究室)

Received November 1, 1975

Histological Studies on the Tuber Formation of *Cyclamen persicum* Mill.

Koichi YASUI and Keiichi MIYATA

(Laboratory of Floriculture)

The histological changes in the developing tuber of *Cyclamen persicum* Mill. were investigated microscopically.

The results obtained were summarized as follows :

- 1) Tuber formation was brought about by swelling of hypocotyl at the early stage of growth, the arrangement of hypocotyl bundles in the hypocotyl stele was eustele.
- 2) After 80 days, a ring of secondary hypocotyl bundles originated in the pericycle was observed around the ring of primary hypocotyl bundles, and after 130 days tertiary ring of hypocotyl bundles appeared in the same manner on the outside of the second ring.
- 3) The secondary thickening growth of tuber was mainly caused by increase of xylem parenchyma in stele, and the cortex was scarcely involved in the thickening growth of tuber.
- 4) Fascicular cambium developed in the hypocotyl bundle, but interfascicular cambium was not formed.
- 5) It seems that the pattern of secondary thickening growth of cyclamen tuber is a variation of "polycyclic type", which is one of the abnormal thickening growth patterns of stems and roots.

### 緒 言

双子葉植物や裸子植物の茎は内部に形成層を持ち、これの分裂活動によって二次的な肥大生長を行なっている。しかし、双子葉植物であっても草本性のものでは地上茎は普通1年で枯れるため形成層の活動はほとんどみられずに終る場合が多い。ところが多年草には地下に発達した地下茎を持つものも多く、この部分は貯蔵器官や繁殖器官となって多年にわたって生存するためその組織構造に二次的な変化をみることが多い。

シクラメンは地下によく発達した塊茎を持ち、条件に恵まれた場合には数年間にわたって肥大を続け、時にはその直径が10 cm以上に達することがある。この二次肥大生長は塊茎の内部にある二次分裂組織の活動によってもたらされるものと考えられるがその出現や発達の状態は木本類のものほど明らかにされていない。

また、園芸学上球根と呼ばれているものの多くは貯蔵器官としての役割りだけでなく繁殖器官としての役目も果しているが、シクラメンの塊茎の場合貯蔵養分を貯えてはいるが繁殖

器官とはなっていない。このため実際栽培における繁殖はもっぱら種子繁殖によっている。最近、優良な形質を持った個体の維持や増殖の目的で塊茎分割による栄養繁殖の試みがなされているが<sup>3)</sup>、その内部における分裂組織の発達や変遷についてはわずかの資料があるにすぎない。

この実験は、シクラメンの塊茎内部における二次分裂組織の出現と発達を中心としてその肥大機構を明らかにしようとしたものである。

### 材 料 と 方 法

1972年9月10日、香川県産の‘ボンファイア’の種子を数時間吸水させた後箱播きとして材料とした。発芽するまでは室内に置き、10月中旬以降は温室へ入れて管理した。温室は冬期間10°C以下にならないように保った。

は種後子葉が地上に展開するまでは毎週、以後は3～4週間おきに数個体を掘り上げて固定し、将来塊茎として発達すると思われる部分の永久プレパラートを作成した。観察は主として横断面について二次分裂組織の出現と発達を中心として行なった。

シクラメンの塊茎は多肉質であるため、単一の色素による染色法では木質化した細胞膜とセルローズ膜を区別することが困難であった。両者を鑑別染色するため本実験では数種の染色法を試みたが下記の方法によった場合セルローズ膜はアルシアンブルーによって青く、木化膜はフクシンで赤く染色され良好な結果が得られた。

- 染色法
1. アルシアンブルー0.5%水溶液 (0.5%の酢酸を加え、酸性とする) 30分
  2. 水洗 10分
  3. 塩基性フクシン0.5%水溶液 30分
  4. 水洗後脱水封入

調査はほとんどの個体に開花が認められ、塊茎の直径が平均5 cmに達した1974年1月2日に打切った。

### 結 果

は種から1週間後には幼根と胚軸が種皮を破って外に現われ、下向に向かって伸長を始めた。一般の双子葉植物では胚軸はひき続いて伸長を続けるため上端は地上に現われやがて子葉を展開する。しかしシクラメンの場合、胚軸は種皮から出た時点で一時伸長をやめ、種子からの養分によって地中にとどまったまま肥大を開始する。

は種後の平均気温が約20°Cであった本実験の場合、種子から下方に伸びた胚軸は30日後に長さ5 mm、直径1 mmに達した。この時期の胚軸の中位の横断面を見るとすでに皮層と中心柱が分化しており、褶曲した表皮に囲まれた皮層は8～10層の細胞で構成されていた。そして中心柱内には一次胚軸維管束の分化が見られた。これらは内皮の内側に4～5個環状に配列しており、その配列状態は双子葉植物の茎にもっとも普通に見られる真正中心柱であった。個々の維管束を見ると木部と師部が対をなして接し、1組の並立維管束を作っていたが両者の接する面には形成層の分化はまだ認められなかった (Fig. 1a)。

は種後40日を経過すると葉柄が伸長し、子葉が地上部へ展開した。この時期における地下の肥大部についてその中心柱型を調査してみるとすべての部位にわたって維管束の配列は真正中心柱を示し、わずか最下端の0.2～0.3 mmの範囲において根の放射中心柱につながる茎

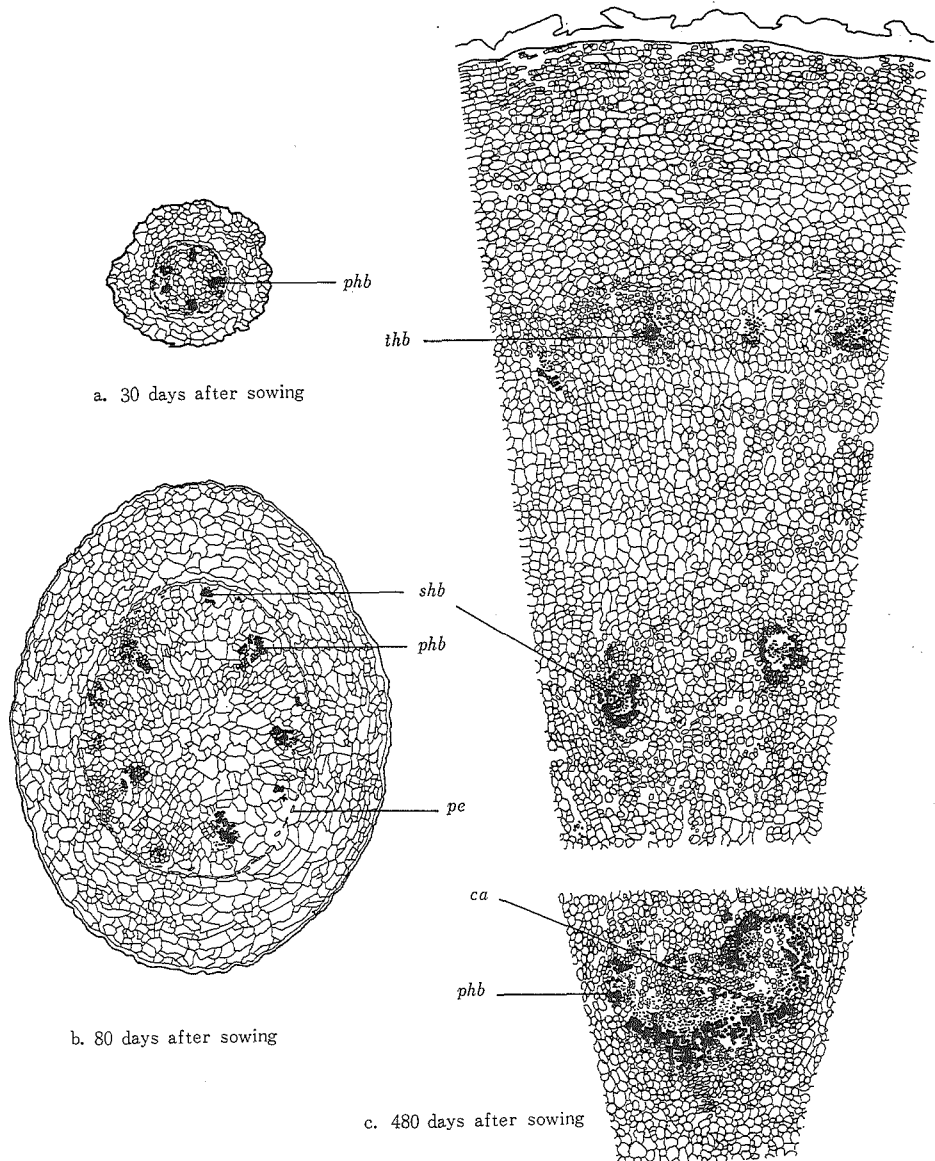


Fig. 1 Transection of middle portion of hypocotyl. Showing development of hypocotyl bundle

*phb* : primary hypocotyl bundle  
*shb* : secondary " "  
*thb* : tertiary " "  
*pe* : pericycle  
*ca* : fascicular cambium

根遷移部が見られただけであった。このことから肥大しつつある部分はすべて胚軸であり、ダイコンのような根が含まれた肥大型とは異なったものであることがわかった<sup>5)</sup>。

は種後 80 日を経過すると胚軸の直径は 3~4 mm に達した。この時期になると一次胚軸維管束は木部および師部要素の量をしだいに増し、両者の接する面には 3~4 層の維管束内形

成層の列がみられるようになった。また同じ時期、中心柱内に環状に並んだ一次胚軸維管束の列を取り巻いてさらに二次胚軸維管束の環状列が生じた (Fig. 1 b)。これらの二次維管束はその分化した位置から考えて内鞘に起因するものとみられた。

は種 130 日後には肥大部は直径 7~8 mm, 長さ 5~6 mm の球状となった。この時期、一次および二次胚軸維管束の外側にさらに三次胚軸維管束が分化した。この維管束も二次のものと同様に内皮の内側にある数層の内鞘部から分化してきており、内鞘はこの時期においてもなお分裂機能を維持していることがうかがわれた。

は種してから 480 日を経過し、ほとんどの個体に開花が認められる時期になると肥大した胚軸、すなわち塊茎の直径は約 5 cm となった。この時期の塊茎の横断面の一部を Fig. 1 C に示した。この図で明らかなように、この時期になるともっとも内側にある一次胚軸維管束は要素の量を著しく増し、その形は外に向って開いた U 字型となった。そして周囲の細胞配列からみてその維管束内形成層は木部側から内側に向って盛んに細胞を送り出していることが推察された。これらの送り出された細胞のうち一部は細胞膜が木化して導管となっていたが、大部分のものは柔細胞のまままでとどまり、内部にでんぷん粒を貯えて貯蔵細胞となっていた。なお、それぞれの一次胚軸維管束の間にはこの時期になっても維管束間形成層は分化せず、したがって普通双子葉植物の茎において見られる形成層環は完成されなかった。また、Fig. 1 C で明らかなように二次胚軸維管束も外側に向って湾曲し、内部の維管束内形成層は木部側から新しい細胞を送り出しており、塊茎の肥大は主としてこれらの木部側から送られる柔細胞の増加によってなされるものと見られた。

以上のように塊茎の中心柱内には二次分裂組織が発達し、著しい二次肥大生長がみられたが、その外側を取り巻く皮層の細胞層数は一次分裂の終了後はほとんど増加せず、直径 5 cm に達した塊茎においてもその厚さは 3~4 mm に過ぎず、細胞数も 30 層以下であった。

## 考 察

PFEIFFER は双子葉植物の茎の肥大型のうちで形成層の位置や形が正常な形からそれたり、異常な所から生ずる型のものを異常肥大生長と呼んでおり、これを 8 型に分類している<sup>4)</sup>。ESAU もまたこの肥大型を異常二次生長と呼んでいるが、この型を「異常」と呼ぶにはあまりにもこの肥大型をとる植物が多すぎることを付け加えている<sup>2)</sup>。

シクラメンの塊茎の場合、胚軸維管束は環状に 3 列に並び、それぞれに維管束内形成層が分化する。したがって PFEIFFER の分類した 8 型の中ではサトウダイコンなどの肥大型と同じ多環型にもっとも近い。しかし、サトウダイコンが年輪に似た形成層環を多く生ずるのに反し、シクラメンの塊茎では維管束間形成層が分化しないために各維管束内形成層は最後まで独立したままで環状とはならない。したがってシクラメンの肥大型は多環型の一変形とみるのがもっとも妥当と考えられる。

また、シクラメンの塊茎は上部にわずかに短縮茎を持つが、肥大した部分はほとんどが胚軸であり、この点ダイコンなどの肥大型とは明らかに異なっている。このことは塊茎の中心柱型がすべての部位にわたって真正中心柱であり、最下端にわずかに茎根遷移部がみられることから判断された。

また塊茎の細胞数増加はほとんど形成層の木部側から送り出される細胞によってなされ、ダリアの塊根の肥大様式に似た形を示した<sup>1)</sup>。

開花時までにおける調査では三次胚軸維管束までの分化しか認められなかったが、数年間にわたって肥大を続けた場合にこれより高次の維管束の分化が見られるか否かについては明らかにすることができなかった。

### 摘 要

シクラメン塊茎の發育中にその内部においてみられる変化を組織学的に調査した。結果を要約すると以下の通りであった。

1. シクラメンの塊茎は發生学的には胚軸の肥大したものであった。生育初期における胚軸の中心柱内における維管束配列は真正中心柱であった。
2. は種 80 日後には二次胚軸維管束、130 日後には三次胚軸維管束の環状の列が一次胚軸維管束を取り巻いて生じた。これらはいずれも内鞘から分化してきた。
3. 塊茎の二次肥大は主として木部柔細胞の増加によってなされ、皮層の厚さの増加はほとんど関与しなかった。
4. 胚軸維管束内には維管束内形成層が発達したが、維管束間形成層は分化しなかった。
5. シクラメン塊茎の肥大型は茎や根の異常肥大生長型の一つである多環型の一変形とみるのが妥当と思われた。

### 文 献

- 1) 青葉 高・他：園学雑 30, 82—88 (1961)
- 2) ESAU K.: *Plant Anatomy*, John Wiley and Sons, New York (1965)
- 3) 奥本裕昭・他：園学雑 38, 178—187 (1967)
- 4) PFEIFFER H.: *Handbuch der Pflanzen anatomie*, Borntraeger, Berlin (1926)
- 5) 渡辺光太郎：日本の大根, 79—97, 日本学術振興会, 東京 (1958)