

# サフランの生態に関する研究\*

黒野 吾市, 木村 久吉, 中尾 弘

## Oecological study on the "Saffron"

By Goichi Kurono, Hisakichi Kimura, Hiroshi Nakao

### §1 緒論

サフラン (Safran<sup>獨</sup>, Saffron<sup>英</sup>) *Crocus sativus* L. は小亞細亞よりベルシヤに至る高原地方原産の多年生植物であるが、これの雌蕊頭を採集、乾燥した生薬サフラン *Crocus* (*Stigma Croci*) の需要が多い所から、かなり以前より本邦にも移入栽培されている。然るに種々の栽培法も各々に長短あり、何れも根茎増育に不満な点があり、本邦の風土に最適条件を求めするには未だ充分なされていない生態上の諸性質をより知悉する必要があると思われる。最近木村雄四郎博士等の報告<sup>1)</sup>が興味深い数々であるが、著者等も亦昭和26年以来、その解剖發生的研究を行い、二、三の知見を得た。以下その一部を報告する次第である。

### §2 各部の季節的發育過程

5月中旬露地で夏眠した球茎は、北陸では概ね10月上旬乃至中旬より葉及び花蕾の伸長を始める。籠栽培は夏眠した球茎を堀起し、通風よき室内に直射日光を避けつつ平籠の上に並置、開花せしめて生薬を採集するものであるが、この方法では、開花期が前記露地栽培のものに比し2~3旬遅れ11月上旬になる。籠栽培におけ

る芽の伸長は Fig 1 に示す如くである。即ち芽は始め葉鞘に包まれたまま伸長し (I<sub>A</sub>)、7~10cm に達すると先端より花蕾の突出を始める (I<sub>B</sub>)。花蕾は次第に膨大し (I<sub>C</sub>)、先端より雌蕊の柱頭の一裂片を覗かせて来るようになる (I<sub>D</sub>)。花の凋落に前後して葉の伸長が盛んになつて来る。即ち籠栽培では葉に先だつて開花するものである。球茎を並置する籠が明るい場所に置かれる時は芽の伸長は妨げられ、更に2旬以上も開花期を遅らせることがあるし、この場合は花蕾は葉鞘の長さ4~5cmで膨大を始めるのが普通である。但し花後の葉の伸長は明るい場所のもの程旺盛である。このことは籠を並置してある薄暗くした採花室で、南側の窓際に近いもの程、花後葉の生育の早いことにも現われている。ここでは葉はかなり著しい向日性を示すのを見ることが出来る。花後所謂芽かきを行い、1~2本の芽を残し、球茎を地下約10cmの深さに植えると数日にしてその側下部から多数の側根を出し始める。又伸長に従い葉鞘基部附近は次第に膨大を始める。該膨大部は翌年の球茎となるべき箇所である (Fig 12)。小さな母球茎を植栽した時又は栄養状態の悪い時は側根が約5cmに

\* 本研究の一部は第6回日本薬学会大会 (1953) において発表した。

- 1) 薬用植物の栽培条件とその有効成分含量との関係について。第2集 (1952)。第3集 (1953)。薬用植物成分の Biogenesis に関する研究。第1集 (1953)。
- 2) この根は球茎の栄養状態の悪い小さなものに屢々現われる。栄養のよい大きな球茎の中心から生ずる芽には現われないが、(Fig. 12) この球茎の節より生ずる側芽にも概ねこの根を生ずる。恐らくある期間先に側下部より出した側根より栄養分を吸収し貯蔵しつつ増大し後に新球茎形成の用をなすものであらうと思われる。この意味で該主根は「一時貯蔵根」provisional storage root, vorübergehende Reservewurzel と名付ける。この根は *Gladiolus* にも生ずることが判明した。

なると、別に前記膨大部に接し、これと球茎との癒着部より、各芽各1本の白色突起を生じ始める (Fig 9)。この突起は次第に垂直に地下へ伸長するが、構造上、前記側根とは別の性質の根であることは確かである。この根は細根を伴わず、組織中に糖及び蛋白質を貯えている<sup>2)</sup> (§5 参照)。球茎側下部よりの多数の側根及び前記突起状の太い根<sup>2)</sup> 及び球茎は1月頃より前記膨大部に由来する娘球茎の発達と共に、次第に萎縮し (Fig 15)、5月頃には全く枯死圧縮されて新球茎の底部に残されてしまっている。

露地栽培では9月上旬既に球茎より側根を生じ、早いものは9月下旬に出芽を始める。この場合籠栽培と異なり葉と花を同時に生長せしめるのを普通とする。娘球形の形成即ち葉鞘基部の膨大を始めるのは10月下旬である。この場合、栄養状態の悪い球茎が一時貯蔵根<sup>2)</sup> を生ずることは籠栽培のものと同様であるが、8月に小形の球茎を土中に芽の部分を上にして埋没したものでは、例外なしに全球茎は10月下旬既に横位になり、一時貯蔵根<sup>2)</sup> をつけていた (Fig 8)。

### §3 花の生長と解剖

球茎は頂部より主芽を、節部より側芽を出す。約4g以上の球茎よりの芽では主芽は1~3本を生じ、各芽は花蕾及び10本内外 (12~15本にも達する) 葉を2~3枚の管状葉鞘で完全に包まれている。節より出る側芽は葉のみを2~3枚の管状葉鞘で同様に包んでいる。頂部から出る芽は7~10cmに達すると出蕾し、開花を始める。花蕾は最外側の大部を外花蓋の1枚が覆い、この花蓋の覆いきれない内側の部分を次の外花蓋で覆互状に覆っている。又内花蓋の中2枚を以て雄蕊及び雌蕊を完全に包み、他の1枚は外花蓋の一部に覆っているのが特徴的である (Fig 5)。雄蕊3本はその基部を内花蓋の咽喉部に癒着し、雌蕊は球茎の近くに子房を有し、花柱は長く伸びて (Fig 4 は花蓋及び葉鞘を除去したもの、籠栽培の材料による) 雄蕊基部の癒着する部分より稍々高めの位置において概ね3分岐している。各分岐は蕾中では分岐点の近く

で彎曲して2枚の内花蓋に包まれているが、その内1本の分岐のみは花蕾の外へ他より先んじて突出して来ることが多い (Fig 1D, Fig 2)。雌蕊の柱頭の3裂片は外花蓋に対生し、内花蓋及び雄蕊に互生する。雌蕊の柱頭は稀に4, 5, 6裂している。18000球の開花最盛期、斯様な柱頭分岐株を4岐5例、5岐1例、6岐2例見ている (Fig 3)。これらは何れも柱頭分岐数と雄蕊数が一致し、花柱は4岐又は5岐のものである1本、6岐の場合は2本であつた。これら畸形を生ずる球茎は生葉の多収穫のために選択する価値があるものと思われる。

### §4 葉の構造

球茎より生じた若い葉を適当な高さで順次横断した模型的断面図を Fig 17 に示す。下部 (1, 1') とでは葉表に小形の2維管束を葉肉中に走らせ、その間にV字形の柔細胞組織を割り込ませている。葉裏には4維管束が通走し、中央の2維管束と両端のそれとの間には夫々深い切れ込みがある (B)。葉鞘に包まれた部分の中央部を横断すると (2, 2') 葉表のV字形に割り込んだ柔細胞組織は肉眼でも白色に認められ、且つ葉裏の切れ込みも同様肉眼視出来る彎入した溝になつている。葉鞘に包まれない略々中央部を横断すると (3')。前記柔細胞組織に該当する所はU字形となり内部は壊滅し空洞となつている (A)。又葉裏の切れ込みは更に角度が拡がり、結局葉の横断面はT字形を呈している (3')。Fig 18 は Fig 17 (2) の位置における葉鞘内の葉の排列を示した横断面図で、葉鞘に包まれた葉が何れも葉裏を外部に向け整然と配列しているのを認めることが出来る。この部分をとり、葉の内部構造につき以下鏡見した (Fig 19)。

上下両面の表皮 (Ep) はかなり発達したククラを持ち、その直下には葉の上面 (葉表) では2層、下面 (葉裏) には1層の柵状組織 (細胞の大きさは縦約  $50\mu$ 、幅  $10\sim 20\mu$ ) が存在し、海綿組織 (Sch) は葉の縦溝、即ち前記切れ込み附近に存在するに過ぎない。葉表の中央部には白色の内容物に乏しい柔細胞組織がV字形に存在

し、その隣接部、柵状組織の内側には少数の導管を有する維管束が各々1条走り、葉裏では表皮の直下に、柵状組織列を切断して、かわりに厚層の厚角組織を具え、切れ込みの間に2条、外側に各1条通走せしめている (Fig 17, 19)。従つてサフランでは葉の上面は極めて狭く、葉の下面が異常に発達していることになる。切れ込みの部分の表皮は所々単細胞性毛茸 (Hf) となり、又気孔 (Sp) を有する。

表皮細胞 (Ep) は略々長方形をなし、切線方向に長く (各細胞の大きさは横  $20\sim 30\mu$ 、縦  $30\sim 40\mu$ ) 連り、各細胞は外方に厚く ( $6\sim 7\mu$ ) 内方に薄く ( $2\sim 3\mu$ ) 厚化し、 $1\sim 2\mu$  のクチクラ (C) を持つ。切れ込みの部分にのみ見られる単細胞毛茸は長さ  $70\sim 150\mu$ 、幅  $20\mu$  に達する。維管束は葉の上下両面では構成様式を稍々異にし、葉表の2条の維管束は内部に5~10本の螺旋紋導管よりなる導管群を持ち、その外に篩管部があるに過ぎないが、葉裏のそれは4条あり、表皮の下に木化した厚角組織が極めて厚く存在し、次で篩管部があり、20本程の螺旋紋導管よりなる導管群と接する。この導管群の内側には木化せざる厚角組織が存在し、更に以上のこれら維管束全体を一層の巨大な蓚酸カルシウム四稜柱状細晶を含んだ長い細胞群で、あたかも結晶房繊維様に包んでいる (Fig 22)。蓚酸カルシウムの結晶は長さ  $100\sim 150\mu$  (時に  $200\mu$ )、幅  $7\sim 8\mu$  に達する巨大なものである。維管束を囲む1列の細胞層以外の如何なる部分にも結晶を見出すことは出来ない。若い葉の葉鞘に包まれた部分では葉緑粒の発達是不完全で黄色乃至淡緑色を呈するのが普通である。又表皮細胞以外の細胞では機械組織を除き少数乍ら小形の單澱粉粒も見られる。葉の横断面の形は葉の基部より葉尖に到る間、漸次的な変化があり、内部構造にも生長的变化過程を見ることが出来る。即ち葉鞘に包まれた葉の基部は表皮細胞の厚化が充分でなく、表皮下の厚角組織も発達していないが、葉の先端部にいくに従い、この厚角組織

は次第に発達し篩管部も圧迫せられて来る。外気に接し充分緑色をなした葉にあつては葉緑粒は  $4\sim 5\mu$  に達する。V字型に割り込んだ柔細胞組織は上部では内部より頽廢し、空洞をなして見られる (Fig 17)。

### §5 地下部の变化及び構造

葉の生長は側根が生長を始めてのみ旺盛になつて来る。これに比し栄養のよい大きな球茎では少なくとも夏季の貯藏栄養を以て開花せしめる能力は持つており、これが蒔栽培の可能な所以である<sup>3)</sup>。夏眠している球根を全く乾燥した砂中に埋没する時は芽の発芽も、側根の形成もしないことがある。球茎の地中よりの自然発芽期 (側根形成は9月上旬、葉、花蕾の生長は9月下旬) を過ぎた季節では、籠上の球茎は適当に土中に埋没されるや否や側根の伸長を始める。要するに夏眠を覚ますには適当な温度、湿度、暗さ等を必要とするものと思われる。これらの条件の追求は夏眠期の短縮を強制せしむる可能性を生むかもしれない。

1952年において11月25日に埋没したものを12月2日に掘り起した所、側根は既に1cmに、一時貯藏根は  $0.1\sim 0.4\text{cm}$  になつていた。翌年1月10日には側根は  $10\sim 13\text{cm}$  に達し、一時貯藏根も種々に膨大伸長していた。該一時貯藏根の伸長に伴い、芽の基部即ち娘球茎も次第に膨大して来る。栄養充分な球茎においては一時貯藏根を出すことなくそのままの状態に芽の基部を膨大せしめる (Fig 12, 13)。一時貯藏根は最大径  $1\sim 1.5\text{cm}$ 、長さ  $10\sim 15\text{cm}$  に達するものがある。1月下旬より該貯藏根は球茎への附着部附近より萎縮を始め (Fig 14, 15)、3月には約中央部迄、そして4月末迄には完全に萎縮し、旧球茎の萎縮残基と共に新球茎の底部に残骸をとどめるのみとなる。これと反対に新塊茎は前年側根形成間もなく形成を始め、3月には既に径  $2\text{cm}$  以上に達するものあり、4月末夏眠期を迎えるべく、形態を完成する。旧球茎の萎縮後は葉鞘も枯死して繊維膜質となり、新塊茎の保

3) 同様な性質は *Lycoris*, *Colchicum* にも存在する。

護包被となつてしまい、かくして芽数だけの新球茎が形成されるに至るのである。

Fig 6, 7 及び13は球茎内における維管束の走行を追跡したものであるが、維管束は旧球茎との癒着部分より放射状に走り、芽にゆく時は集合して入り、他のそれ等が側根に向つているのを認めることが出来る。

一時貯蔵根は分岐せず且つ鬚根を生じない。これを横断すると中心柱の周囲は白色に(Fig 24 A) その外側は半透明に(Fig 24 B), 更に最外部は又白色を呈している(C)。表皮細胞はクチクラなく、根表皮同様水分吸収能が著しい。表皮の直下には大形の柔細胞よりなる組織(Fig 24 C) があり次で小形薄膜の柔細胞よりなる組織(B)となり、細胞間隙に富んだ、稍々厚膜な細胞の多い楕円形の柔細胞層(A)を経て中心柱に達する。Fig 24 におけるBとCの境界部の細胞は早期に頽廢する。最内側の放射中心柱は1層の内皮(End)及び内鞘(Pc)に包圍されており、維管束は多原型である。導管部の数は下方の先端部に多く、上方では少ない。(ある例では先端部では15原型、球茎に近い上部で11原型となつていた)。内鞘環の所々に原生木部(Px)を生じ、それより中心に向い導管が並んでいる(Fig 25)。内皮はカスパー一点(Cas)をレンズ状に認めることが出来る。導管はすべて、環紋導管、螺旋紋導管よりなり篩管は比較的細く、伴細胞を伴つている。

一時貯蔵根からは蓚酸カルシウム結晶及び澱粉は見られず、次の如き反応により糖を Fig 24 の B, C より蛋白質を A 及び篩管部に確認した。即ち次の如くである。

i) 切片にヨード・ヨードカリ溶液を滴下し放置する時は Fig 24 における A 及び篩管部は褐色を呈し、ii) ビウレット反応を試みて、A

及び篩管部は青紫色に B, C 境界面は褐色に染色するを認め、(以上蛋白質の反応)、iii)  $\alpha$ -Naphthol 及び濃硫酸、iv) Thymol 及び濃硫酸を加えて B, C の部分が夫々濃紫色及び橙赤色になるも、v) 先に該部は60%及び70%アルコール溶液浸の材料よりは球晶を得ず、更に vi) Fehling 溶液を滴下し加温することにより赤褐色沈澱を得、vii) 切片に50%醋酸をかけ、グリセリンを加えて封じ、水浴上20~30分加熱後2~3日放置して Osazon の結晶を得、糖の存在を確認したり。

新生しつある球茎を横断すると略々六角形をなした細胞が一面に並び、所々に維管束を散在せしめているのを見ることが出来る。各細胞は3~9 $\mu$ に達し球形又は半球形の澱粉粒を充満している。又所々に葉に見られたと同様の形状の蓚酸カルシウム結晶も少数存在している。

#### §6 結論(栽培に対する私見)

以上の研究が栽培上の注意に基礎的な資料となれば幸である。球茎は深さ約10cmの所に安定深度を得て固定し、側根は殆んど水平に10~15cm 伸長せしめる故、完全な發育を要求する時は株間は25~30cmを必要とする。籠栽培は、生薬採集期を室内に得るために、i) 花を風雨から妨ぎ得ること。ii) 労力を集約せしめ軽減し得ること、iii) 球茎の消毒が容易であること iv) 芽かきにより小球茎を多数生ぜしめぬようにすること等に長所を持つ。然るに露地栽培に比し側根形成、開花は必然に遅延せざるを得ず、地下よりの養分吸収を充分になし得ない憾みがある。その結果、籠栽培は隔年に行ふことにより球茎の發育不良を防ぐか、露地栽培では開花期に葦簾を張つた日蔭室を設け、風雨による品質低下を防ぐ方法を考究すべきであらう。球茎の夏眠期を何らかの春化処理により短縮せしめ

- 4) 以上の場合、切片に50%醋酸を滴下し、グリセリンを加え封じた時には、生じた Osazon の結晶は球晶のみで且つその数も極めて少なかつた。しかるにグリセリンを加えないで行つたものを水浴上で20分加温すると、肉眼でも認知可能の巨大な束毛(Fig 26 B), 星状晶(Fig 26 A, B)を生じ、更に鏡検により Fig 26 C, D も認め得られた。別にグリセリンを加えず、加熱しなかつたものを3日間放置後鏡検して Fig 26 B, C を得、グリセリンを加えたものよりは5日後に球晶を認めた。

れば栄養吸収可能な発育期間を長くし、栽培に益する所が多いであろう。これにつき今後研究を続行したい。(昭和29年6月30日受付)

略語解： **C** : クチクラ, cuticula, **Cas** : カスパリー点, caspary's point, **End** : 内皮, endodermis, **Ep** : 表皮, epidermis, **G** : 導管, vessel, **Gfb** : 維管束, vascular bundle, **Gel** : 伴細胞, companion

cell, **H** : 木部, wood part, **Ha** : 毛茸, hair, **In** : 細胞間隙, intercellular space, **Kol** : 厚角組織, collencyma, **Pa** : 柔細胞組織, parenchyma, **Pc** : 内鞘, pericycle, **Px** : 原生木部, protoxylem, **P** : 柵状組織, palisade-parenchyma, **R** : 空隙, space, **S** : 篩管部, sieve portion, **Sch** : 海綿状組織, spongy parenchyma, **Sp** : 気孔, stomata, **Sr** : 篩管, sieve tube, **V** : 葉鞘, vagina

### Summary

We have done some anatomical and growing studies on the rhizomes, leaves and flowers of Saffron for the purpose of its good culture, and recognized its special characters in the course of origination at the underground parts.

We have observed continuously on the odd roots what we named “provisional storage

root”, that reserved sugar and protein in its tissues and existed during a few months to be useful to brought up the daughter rhizomes of next year.

We have made the minute anatomical atlases and discriptions on the leaves and budding flowers.

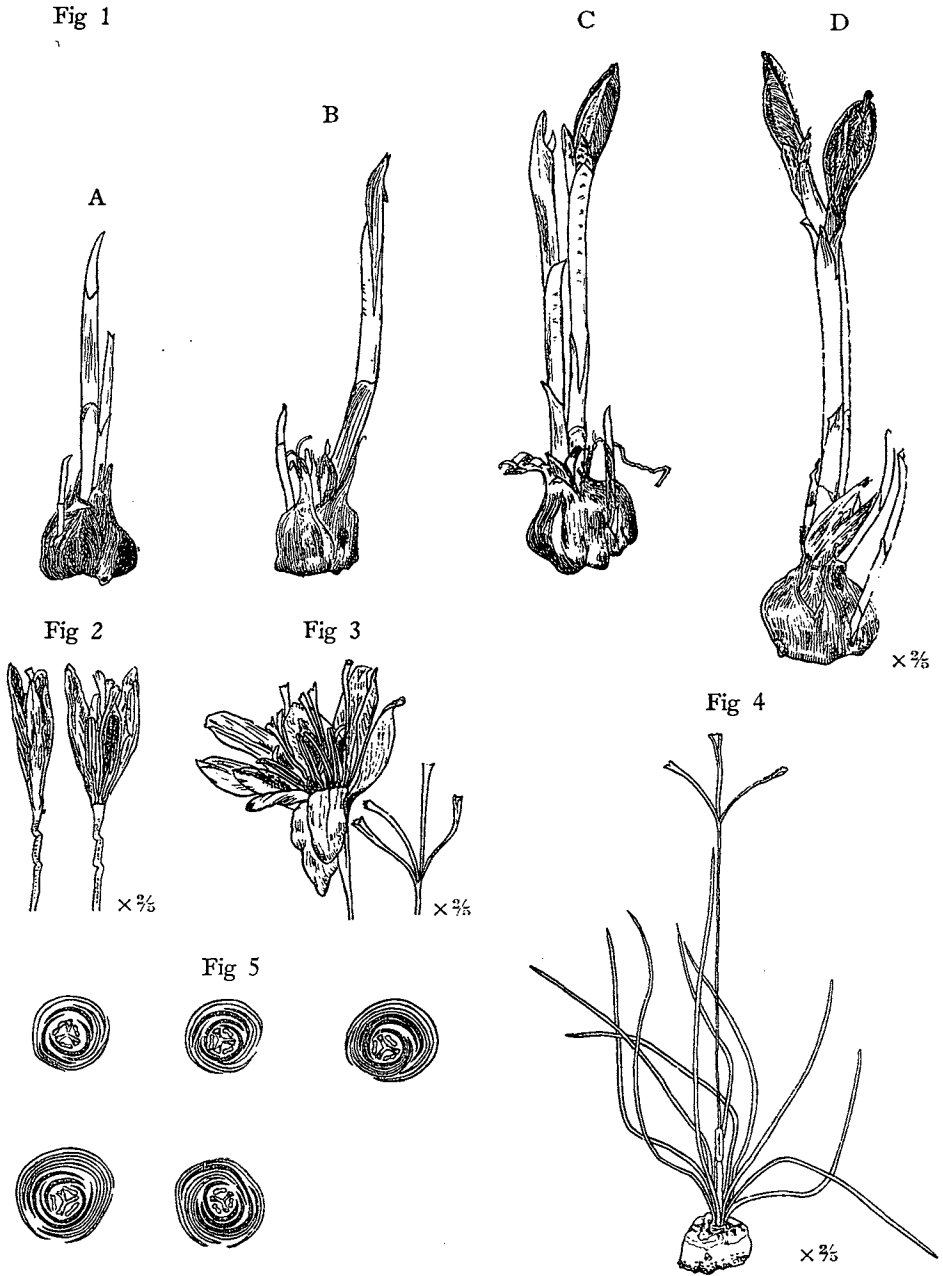


Fig 1 growth of the bud of Saffron on the flat basket in the gloomy room  
 Fig 2 flowering bud, covered with vagina. The perigons are opened a little, because the vaginas were cut out. right : two perigons are cut out too.  
 Fig 3 malformed flower. left : a flower which has 2 pistils, 6 stigmas, 6 stamens and 10 perigons. right : a pistil has 4 stigmas  
 Fig 4 a saffron with a flower, deprived its perigons and stamens. hypogynous ovary is consented. This sample is obtained in the gloomy room, so rhizomes are not extended.  
 Fig 5 arrangement of every part of the flowers in the bud

Fig 6

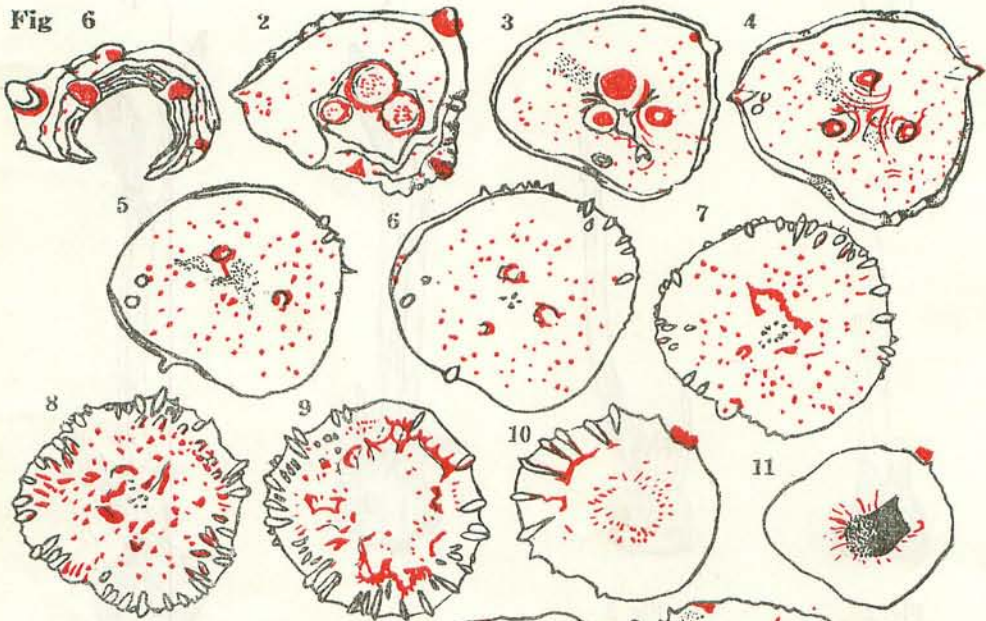


Fig 7



Fig 13

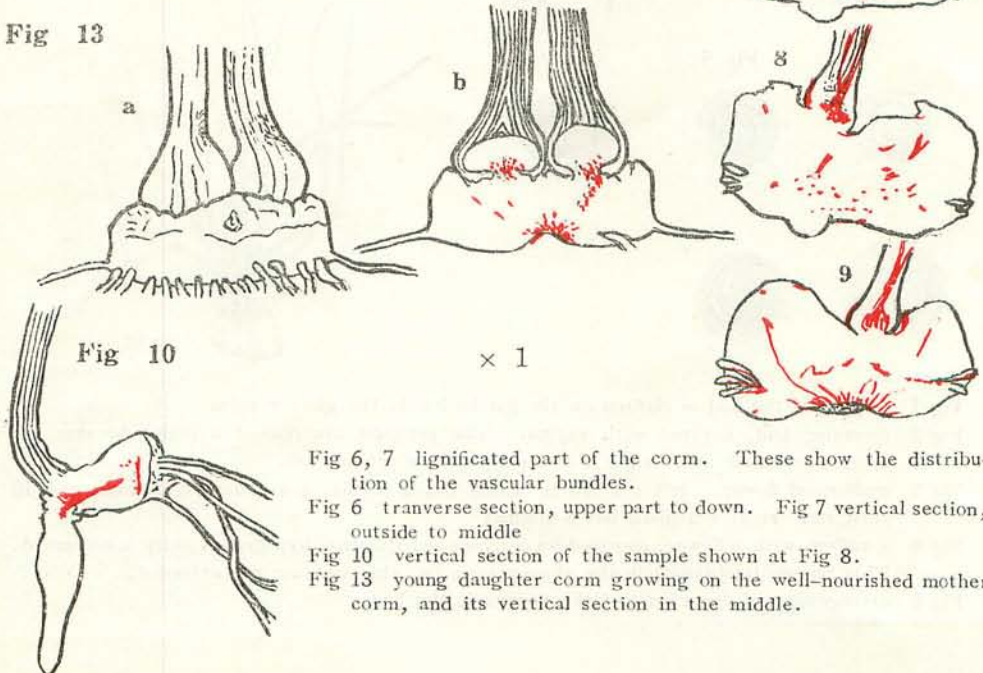


Fig 10

× 1

Fig 6, 7 lignified part of the corm. These show the distribution of the vascular bundles.

Fig 6 transverse section, upper part to down. Fig 7 vertical section, outside to middle

Fig 10 vertical section of the sample shown at Fig 8.

Fig 13 young daughter corm growing on the well-nourished mother corm, and its vertical section in the middle.

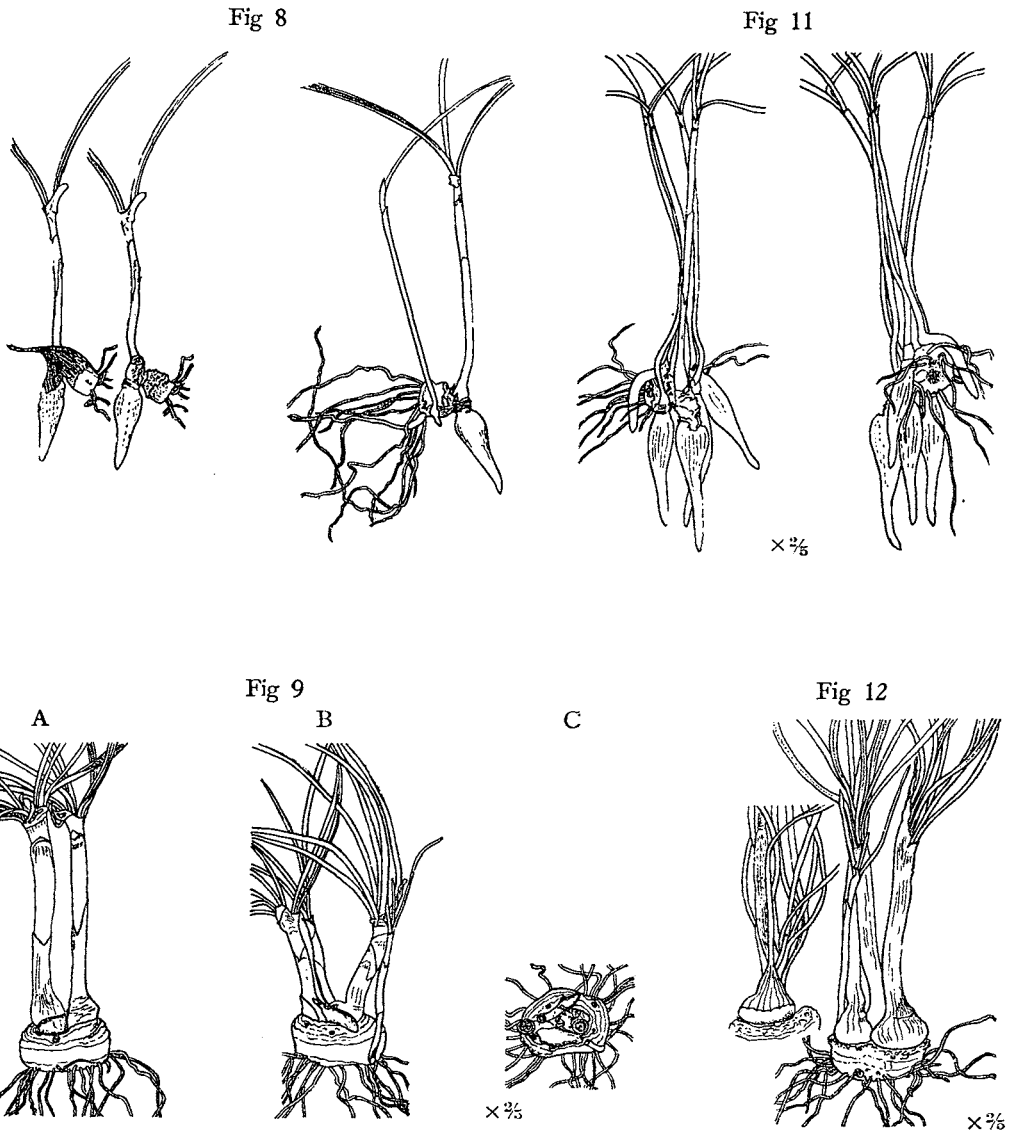


Fig 8 sprouting leaves and provisional storage root from the corm in the earth. the mother corms were turing right angle.

Fig 9 the provisional storage roots are sprouting —september—., Fig 9 C similar one seen from high position after cut the leaves.

Fig 11 each branching has one provisional storage root.

Fig 12 big and well nourished mother corms don't sprout the provisional storage roots by their chief branching. Vaginas are bigining to wither from the point —January—.



Fig 14

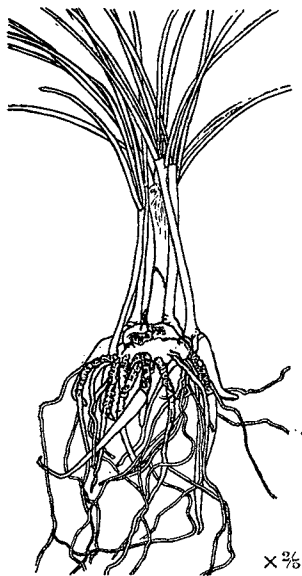


Fig 15

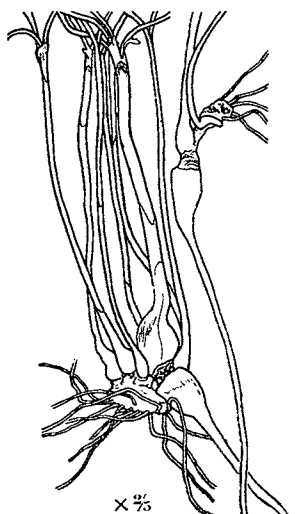


Fig 17

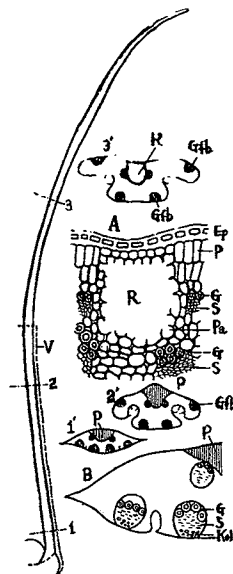


Fig 16

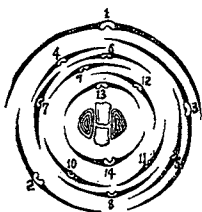


Fig 19

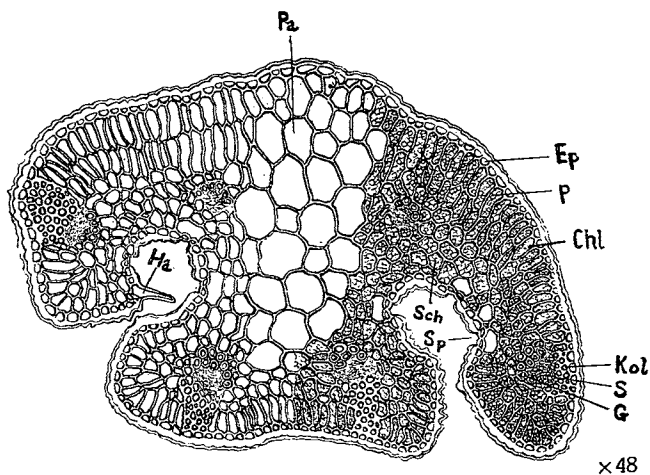


Fig 18



Fig 14 withering lateral roots and provisional storage roots

Fig 15 adhering part of the provisional storage roots to the mother and daughter corms are beginning to wither.—January—

Fig 16 arrangement of the leaves near the ground.

Fig 17 three transverse section of the leaves. Figures 1' and B show the section of the ground of leaves, showed with 1, similarly, 2' with 2 and 3'. A with 3. B is the enlarged model of the left part of 1' and A, of the middle part of 3'

Fig 18 transverse section of the seven leaves and surrounding three Vaginas at the middle part of leaves bundle. This figure shows the arrangement of the leaves in the Vaginas.

Fig 19 intersection of the leaves at the part shown Fig 18.

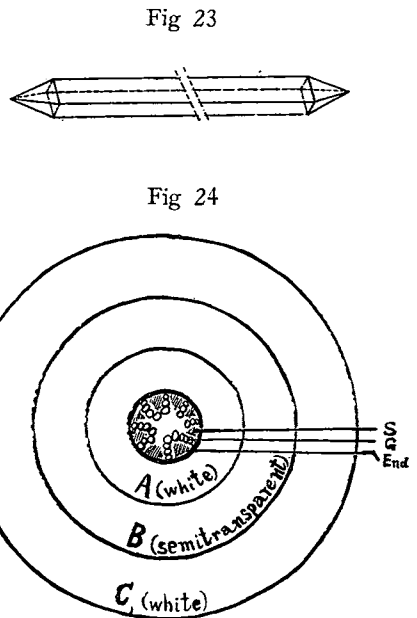
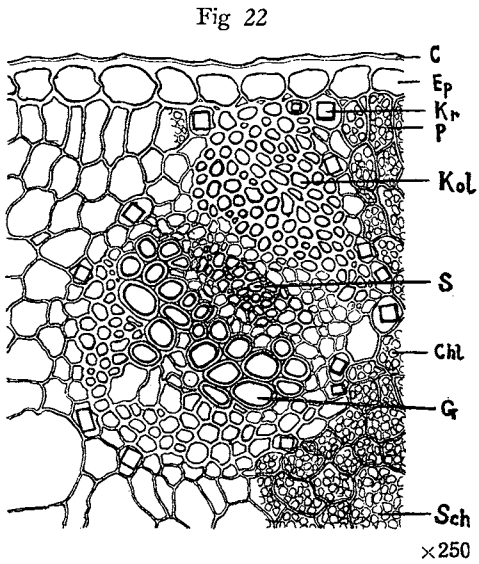
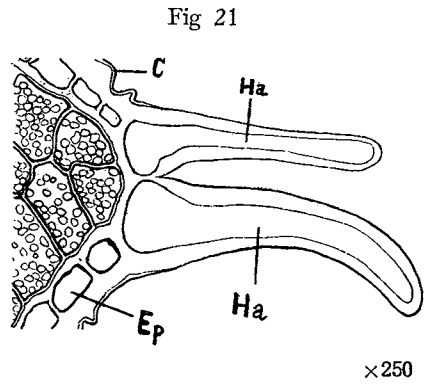
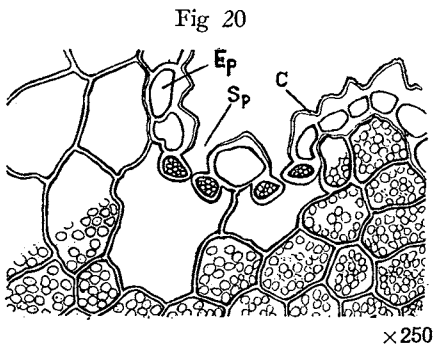


Fig 20 stomas in the back of leaves

Fig 21 hairs in vertical grooves

Fig 22 vascular bundles and others, in the back of leaves

Fig 23 mode of calcium-oxalate cristal in the leaves. Some times, its length makes up ca  $200\mu$

Fig 24 tranverse sectional figure of the provisional storage root

Fig 25

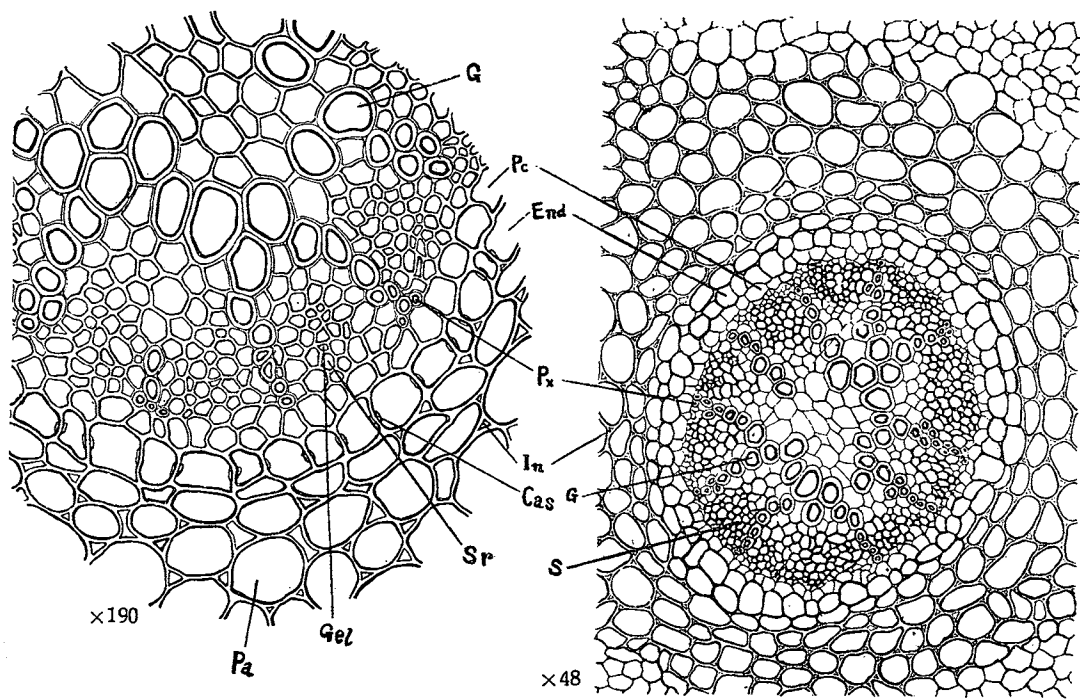


Fig 26

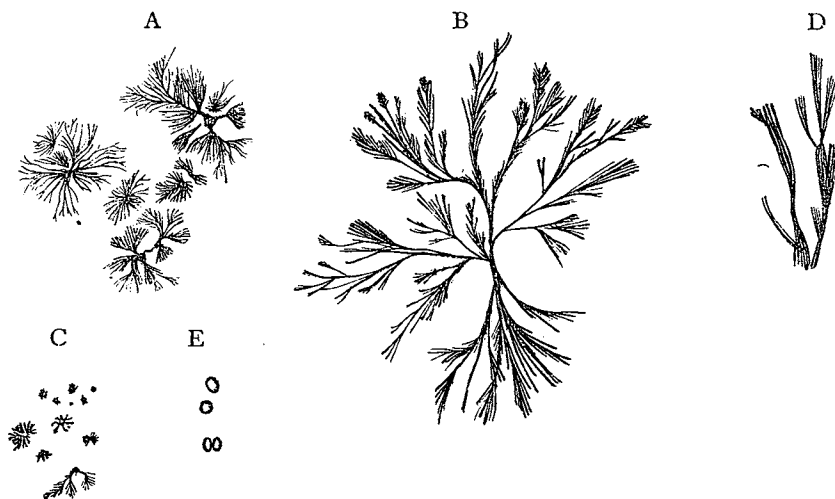


Fig 25 transverse section of the provisional storage root. right : stele and its circumference, left : magnification of the right.

Fig 26 various cristals of osazon made of sugar in the provisional storage root