

植物の立体標本作成法に関する研究

(昭和39年10月20日受理)

羽田正義*

緒言

研究の目的で採集した植物を保存する場合、一般の植物は押し葉標本(乾腊標本)とするが、特殊の多肉植物・キノコ・果実類などは、ホルマリンまたはアルコールを使用して液浸標本とするのが普通である。これらの標本は、研究目的に応じてそれぞれ有効に利用されているが、押し葉標本は手にとって観察するには便利であるが、形態や色彩が天然の植物とはかなり違っているので、専門の分類学者以外の者にとっては必ずしも適当でなく、また、液浸標本は形態は天然のままであるが、多くの場合色彩は脱色されて劣り、しかも、直接手にとって観察するには不便であるなどの欠点がある。したがって、天然の植物と酷似の形態や色彩を保持し、しかも、長期間の保存に耐える標本作成することは、特に貴重な植物の場合有意義と考えられる。筆者はさきに同様の意味で動物の標本の作成法^{1) 2)}について発表した³⁾が、従来、この種の研究はきわめて少なく、類似の研究に皆川の報告がある程度で一般にはほとんど行われていない現状である。よって、筆者は各種の植物を材料にして植物の立体標本の作成法について研究してみた。今回一応の成果が得られたのでここにその一部を報告する。

なお、この研究には本学後援会の学術研究費の一部をあてた。記して謹んで謝意を表すものである。

標本の作成法

植物体を根・茎・葉・花・果実というふうに各器官に分けてみた場合、その形質は著しく違うので、これをすべて同一の方法で立体標本としようとしても無理である。そこで、筆者は葉・花・果実の3器官の標本作成法に重点をおき、他の器官はほぼこれらに準ずる方法で処理できるものと予想して研究を進めてみた。しかし、実際に研究に着手してみると同一の器官であっても植物の種類によって、その形質に著しい相違が認められ、それ故に加工法にもそれぞれ工夫を要する点が多く生じたので、中途から各種植物の葉のみをとりあげてその標本を重点的に作成してみた。

したがって、葉以外の花や果実等の器官の標本作成法については、なお不完全であり、今後の追試をまって完成したい考えである。

以下、各器官別の標本作成法を実施例に従って記述してみよう。

A. 葉

葉はその形態や厚さないし堅さの相違、もしくは老若の度合等によって、作成法に工夫をこらさない

* 生物学担当

と美しい標本を作成することは望めない。以下に記す実施例は、各種の葉の形質を代表するものとしてとりあげたものであり、したがって、その方法も同類の葉の加工法を示すものとみなしてよいであろう。

[I] マサキの標本

広葉樹の比較的堅い葉を有する植物の代表としてマサキを選んだ。小枝に着生したままの葉を次の順序で加工していく。

(i) 脱水

- ① 70%メタノールに12時間浸漬。
- ② 85%メタノールに12時間浸漬。
- ③ 95%メタノールに24時間浸漬。
- ④ 99%メタノールに48時間浸漬 (途中で1回メタノールを更新する)。

顕微鏡観察用の標本ではないので、40%~50%程度の低濃度メタノールから脱水を開始する必要はないが、一般に若葉は高濃度メタノールでは縮みやすいから70%ぐらいの濃度より脱水を開始するのが適当である。しかし、クチクラが発達し十分硬化した老葉では、直接95%メタノールに浸漬しても縮むようなことはほとんどない。皆川³⁾はこの場合、タンニン水溶液またはタンニン・アルコール溶液に1週間浸漬する方法をとり、植物の種類によってはタンニン溶液浸漬は省略できるとしているが、筆者は最初メタノールで十分脱水し次いで10%タンニン・メタノール溶液に1週間浸漬してみたが、少くともマサキ・オモト・ヒノキ等では後の操作は省略してもしなくても大差なかった。

(ii) 染色

アルコール類可溶の色素であれば、いかなる種類の色素でも使用できるが、とりわけオーラミン・メチレンブルウ・マラカイトグリーン・ローダミンBなどの塩基性色素類はメタノールに易溶性で、これらの色素の単独もしくは混合メタノール溶液で染色すると、きわめて美しい望みどおりの色彩に染めあげることができる。

染色液の一例を示すと次のようである。

オーラミン	2g
メチレンブルウ	1g
メタノール	500ml

染色は常温で24~48時間浸漬して行いが、また、いったん50°C内外に加熱して30分間染色、次いで火からおろして染色液に浸漬したまま1夜放置してもよい。染色は引き続いて行われる次の操作のためにいくぶん脱色されることを考慮に入れて、やや濃い目にしておくことが肝要である。

(iii) 弾性付与

メタノールで脱水された場合組織はすべてもろくなって破損しやすく、しかも、メタノールの蒸発に伴って縮みそのままでは標本の用をなさない。

よって、染色の終わった材料をグリセリン・メタノール混液(1:4)に1~2週間浸漬し、グリセリンを組織内に十分浸透させることが肝要である。グリセリンの浸透不十分な場合は、乾燥した時縮んで失敗に終るから注意する必要がある。

(iv) 乾燥

組織内のメタノールがグリセリンで十分置換されたならば、液揚げして表面を水洗し、日かげで自然乾燥する。熱風乾燥などするとせっかく組織内に入ったグリセリンがささいな傷口からでもしみ出したりしてよくない。

アオキなどのように葉が強く枝に付着している植物では、離層の生成される以前に採取して加工するようにすれば、メタノール処理でも葉の散るおそれは全くないが、もしも、仮りに散ることがあったとしても乾燥後ビニル用接着剤ではり着ければよい。

(v) 被覆補強

乾燥された標本はそのままでは時間の経過と共にグリセリンが除々に失われて、そのために縮んで変形するおそれがあるので、次のような被覆補強液 (I) もしくは (II) を毛筆で表面に十分塗布しておく必要がある。なお、こうすれば光沢も出て標本はいっそう美しくなる。

被覆補強液 (I)

セルロイド	20g
酢酸ビニル・塩化ビニル共重合樹脂液	15ml
酢酸イソアミル	270ml
アセトン	120ml
フタル酸ブチル	20ml

このものは、比較的柔軟な若葉の被覆に適している。

被覆補強液 (II)

50%酢酸ビニル	200ml
フタル酸ブチル	20ml
アセトン	200ml

このものは、比較的堅い老葉の被覆に適している。

(II) ヒノキの標本

針葉樹でしかも葉が散りにくく加工の容易な材料としてヒノキを選んだ。

(i) 脱水

ヒノキのように比較的堅い葉を有する針葉樹は、メタノール脱水によって葉の縮むことがきわめて少ないので、直接99%メタノールで脱水してさしつかえない。完全に脱水するためには2~3回メタノールを更新して3~4日を要する。

(ii) 弾性付与

完全に脱水された材料は、直ちにグリセリン・メタノール混液 (1:4) に3~4日間浸漬し、グリセリンを組織内に十分浸透させる。ヒノキの場合もマサキと同様タンニンもしくはホルマリンによる固定処理は必要としない。

(iii) 乾燥および被覆補強

グリセリンの浸透した材料は散落防止の意味で必ず自然乾燥し、これに前述の被覆補強液 (I) をはけで塗布し、50°~60°Cで速かに人工乾燥する。この操作は两三回繰り返す。

(iv) 染色

光沢のある緑色に染色するには次のような色素液が適している。

オーラミン	1g
キノリンイエロー	0.1g
フェノール	30ml
キシロール	300ml

これらの色素はメタノール溶液としてもよいが、光沢もなくしかもむらに染まることもあるから注意しないとイケない。

(v) 仕上げ

このようにして作られた標本は、いまだ強度の点で劣り長い間には損傷しやすいので、前述の被覆補強液(Ⅱ)を塗布して乾燥すると、柔軟となると共に強度も増し長期の保存に耐える立派な標本となる。

(Ⅲ) オモトの標本

草本広葉植物の代表としてオモトを選らび、いろいろ加工してみたが次の方法が最も良い結果を得た。

(i) 脱水

最初から99%メタノールで処理し、途中3回更新して最低4~5日間脱水する方法をとったが、肉眼的には特に縮むようには見えなかった。脱水は時間をかけて完全に行う方が結果がよいようである。

(ii) 弾性付与および染色

オモトの場合は、グリセリンによる弾性付与と染色とは同時に行う方が、むら染めを防ぎ加工時間が短縮できて有利である。

染色液は次の処方調製し、これに約1週間浸漬しておく。

メタノール	500ml
グリセリン	250ml
オーラミン	3g
メチレンブルー	1.5g

(iii) 乾燥および被覆補強

オモトのように比較的多肉性の葉においては、多量のグリセリンが組織内に入っていないと後に縮む危険があるが、それだけに乾燥法に注意しないと失敗する。乾燥は多肉なので40°~50°Cの人工乾燥が良く、60°C以上の高温では葉組織からグリセリンが多量ににじみ出すので注意する必要がある。

なお、被覆補強液は次の処方調製したものが最も良好であった。

被覆補強液(Ⅲ)

セルロイド	20g
酢酸ビニル・塩化ビニル共重合樹脂液	30ml
酢酸イソアミル	270ml
アセトン	130ml
フタル酸ブチル	22.5ml

(Ⅳ) スズランの標本

スズランの場合は葉・花・根の完全に備ったものを材料に選び、方法も上述の各例と違い顕微鏡観察用の永久標本作成法⁴⁾⁵⁾の要領に従った。ただし、作成の重点は葉におきその工程は次のようであった。

- (1) 70%メタノール（5時間浸漬）、90%メタノール（7時間浸漬）、99%メタノール（24時間、途中1回更新）の順序で脱水する。
- (2) 次いでキシロール・メタノール混液（3：1）に10時間浸漬し、組織中のメタノールを順次キシロールで置換する。
- (3) 95%キシロールに24時間浸漬し、メタノールをキシロールで置換させる。キシロールは途中で1回更新する方が好結果が得られる。
- (4) 10%パラフィン・キシロール溶液に浸漬替えし、24時間放置して組織内に十分パラフィンを浸透させる。パラフィンは融点52°C前後のものを使用する。
- (5) パラフィンの十分浸透した材料は、50°~60°Cで人工乾燥する。十分乾燥した場合葉は不透明黄色となるが花はきわめて自然に近い白色となり、また、根も淡黄色でほぼ天然の色沢である。
- (6) 乾燥の終わった材料は前述の被覆補強液(1)を全体にはけて塗布し、50°~60°Cで速やかに人工乾燥する。この操作を3回繰り返すと組織全体が著しく柔軟強じんとなる。
- (7) 次いで染色する。葉を天然の色沢に染めるには、次のような染色液に数秒間浸漬すると比較的良い結果が得られる。

オーラミン	10g
マラカイトグリーン	0.1g
ローダミンB	0.1g
フェノール	10ml
キシロール	300ml

花と根はほぼ天然色のままに仕上がるので染色の必要はない。

- (8) スズランの葉のようにその表裏で色沢の異なるものは、表面にのみ前述の被覆補強液（Ⅱ）を塗布すると、表面の色沢が強くなると共に葉全体に柔軟な感じが出て良い。

B. 花

花についてはカーネーション・サクラ・パンジー・ノウゼンカヅラ・キンセンカ・アネモネ・スイセン・グラジオラス・アヤメ・キク・ヒルガオ等10数種の花について標本作成を試みたが、ほとんど失敗に帰し、僅かにカーネーション、小形のキクがほぼ成功した程度であった。ただし、これとても葉における標本と比較するとはるかに見劣りするものであり、花の標本については更に今後の研究にまちたい。

なお、比較的良くできたカーネーションや小形のキクの場合は、いずれも前述のスズランに準ずる方法で行つたものであるが、ただ、カーネーションの場合は、パラフィン処理は省略してもかなり美しい標本が作られること、また、キクの場合は花卉の散落防止の措置が必要である点などが異なる。キクのように花卉の散落しやすい材料では、脱水前にあらかじめメタノールに瞬漬し、次いで強く振って過剰のメタノールを除き、直に速乾性ワニス⁶⁾を花托の部分に注入し、しばらく放置した後メタノール脱水を行えば良い。

さらにまた、メタノールやエタノールの代りにブタノールを主剤とし、これにクエン酸・チオ尿素・重ソウ等を添加した混液を脱水剤として使用する⁶⁾方法も追試してみたが、茎葉・花とも脱色されることなく脱水される点はきわめて優れているが、乾燥に伴う縮み反転等変形の度合いが著しいという大きな欠

点がある。しかし、これらの欠点が改善されるならばきわめて優秀な方法と言えよう。なお、合成樹脂封入標本の材料として使用することなどは適切と考えられる。また、パラフィンの代りにグリセリンを浸透させる方法は、いずれの場合も軟弱となり変形しやすく失敗した。

C. 果実

主としてオランダイチゴの果実を対象に研究し、花の場合と同様スズランに準じた方法で作成してみた。ただし、脱水は直接99%メタノールによって行つたが縮む様子は見えなかった。また、パラフィンは15%~20%キシロール溶液を使用した。この場合できる限り十分のパラフィンを組織内に浸透させておくことが、その後の縮みを防止する意味から重要である。染色は塩基性色素のほかマジックインキを毛筆で塗布する方法をとったが、後者の製品は特に仕上がりが美しい。

要するに、結果的には花よりも取扱いが容易であるので良質の標本を作ることができた。なお、標本は初め透明であるが日数の経過に伴ない、漸次不透明化して自然に近い状態のものとなる。

結果と考察

作成した標本はボール箱に入れて保存したが、防虫剤・防かび剤などは加えなかった。しかし、いずれの標本においても害虫の被害やかびの被害は全く見られなかった。

次に各種の標本が保存中いかに変化したかを観察し、その結果に若干の考察を加えてみたい。

(I) マサキの標本

図1のマサキの標本は、1957年11月に作成した製品で撮影時まで7年間経過しているが、外観および感触はほとんど生葉と変わりなく、被膜も不変ではがれないし、葉も果実もかなり強く引つぱっても脱落しない。また、生葉は折り曲げると折れるが、加工葉は弾力性に富み折れるようなことはない。



図1 マサキの標本
1957年11月9日作成完了
1964年10月13日撮影

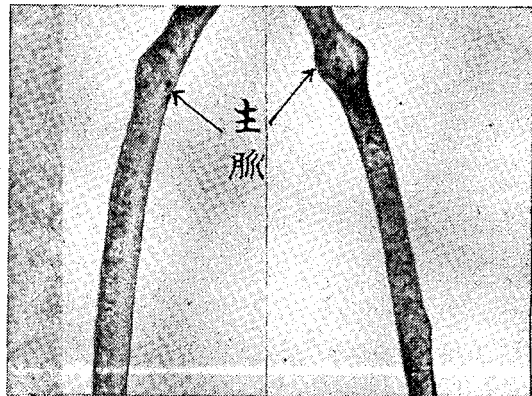


図2 マサキの葉の横断面
左、生葉
右、標本の葉

一般に成熟した老葉の方が、未熟な若葉より標本にした場合美しい。若葉の方が加工の過程において縮みやすいことが原因である。

要するにマサキの場合、注意深く作成された標本では、作成した当時のままの形態が長期間保持され特に顕著な変化は認められない。若い茎も曲げても折れないほど弾力がある。ただし、グリセリンを十分浸透させておかないような標本では、葉肉が生葉に比較してかなり薄くなっている。このことは主脈付近の横断面（図2）を検鏡比較すると特にはっきりする。

（II）ヒノキの標本

図3は作成後6年近く経過したヒノキの標本であるが、総合所見としては外観きわめて自然に近く、光沢もあり弾力性に富み脱落もしないので良い製品と言える。ただし、葉が密生しているので被覆補強液を塗布した後の乾燥工程に注意をおこたったものは、互に密着して離れ難く扁平になりやすい傾向にある。

ヒノキはマサキの場合と同様、若葉よりやや老葉の標本が美しく、比較的失敗作の少ない材料と言える。

（III）オモトの標本

オモトのように広葉多肉の草本植物は、成功作と失敗作との差異が顕著な材料である。図4は作成後5年経過した標本の中、比較的良くできた例であるが、これらの製品はほとんど変形せず弾力性に富み、折り曲げても折れないで元の形に戻るし、被膜もはがれないで強く、光沢も鮮やかに保っている。

グリセリンが多量に浸透している標本ほど自然形に近く良好であるが、透視するとやや透明な感じがするし自然のものより柔かい。しかし、グリセリンが多くて横断面近くを指で押すと内部からにじみ出るくらいの標本（図6）の方が、グリセリンの少ない標本（図7）よりも生葉（図5）の感じをいっそ



図3 ヒノキの標本
1958年6月2日作成完了
1964年10月13日撮影



図4 オモトの標本
1959年6月9日作成完了
1964年10月13日撮影

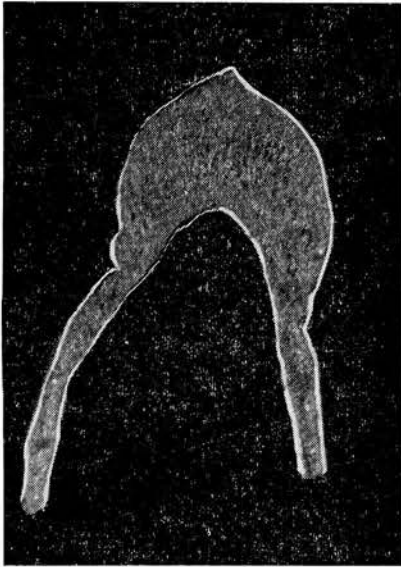


図5 オモトの葉の横断面
(生 葉)

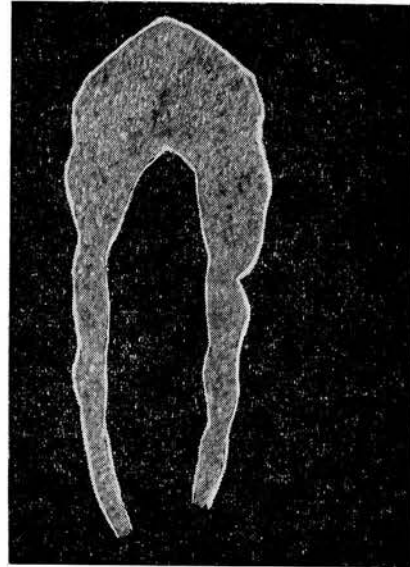


図6 オモトの葉の横断面
(良くできた標本の葉)



図7 オモトの葉の横断面
(失敗した標本の葉)

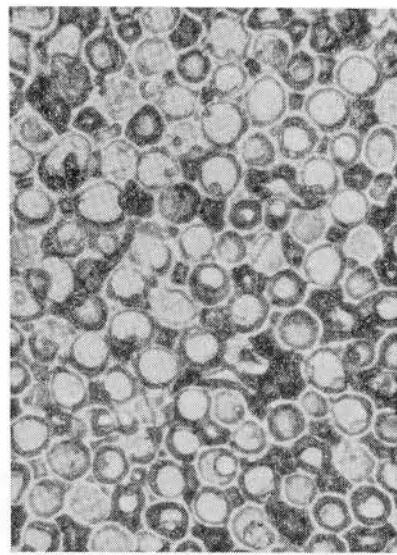


図8 オモトの葉の横断面
(生葉の本脈付近)

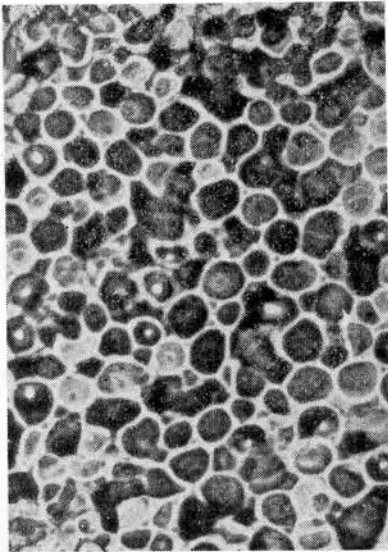


図9 オモトの葉の横断面
(良くできた標本の本脈付近)

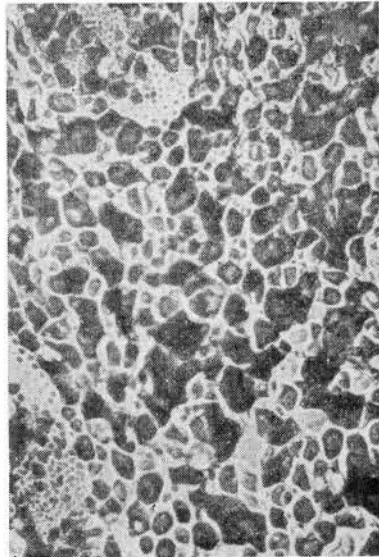


図10 オモトの葉の横断面
(失敗した標本の本脈付近)

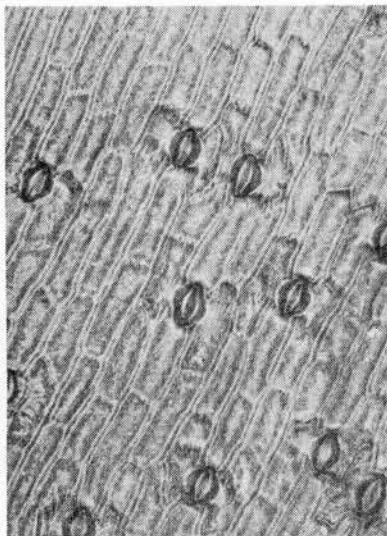


図11 オモトの葉の表面
(生葉)

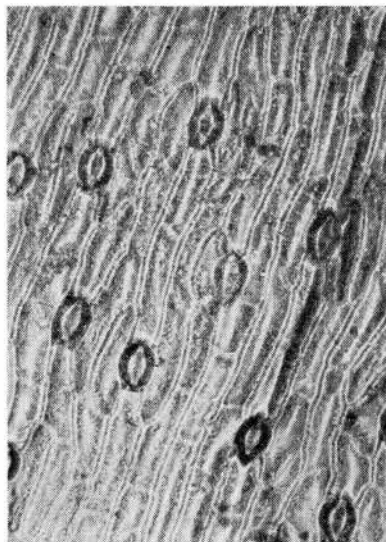


図12 オモトの葉の表面
(失敗した標本の葉)

う保持している。

失敗作は全体に縮んで見えるが、特に本脈および基部においてその傾向が著しい。また、縮むものは若葉に多いがたとえ老葉でもグリセリンの浸透不十分なものは縮む。以上のような傾向は、本脈付近の横断面を鏡検するとさらに明らかに認められる。すなわち、図8・9・10を見ると分るように、生葉および良くできた標本では、おのおの細胞ならびに広い細胞間隙の形態や大きさにはほとんど差異がない。にもかかわらず、失敗した標本では細胞もその間隙もかなり縮小してほとんど原形をとどめない。しかし、葉の表面の状態を比較すると、生葉(図11)と標本(図12)との間にほとんど差が認められない。

要するにオモトの場合は、成熟した老葉を選らび十分グリセリンを浸透させ、やや厚目の被膜で覆ったものが良い標本となるようである。グリセリンは4~5年経つても組織内に十分残っている。

(Ⅳ) スズランの標本

スズランは葉と花とを同時に標本に作成したが、図13に見られるように6年以上経過した標本でも葉の方はほぼ自然形に近いが、花は形がつぶれて変りやすく脱落の危険もあって失敗であった。

なお、マサキやオモトと同様グリセリンを浸透させる方法は、スズランのように薄い葉の植物には柔軟となり過ぎて適しない。

(Ⅴ) カーネーションの標本

カーネーションに限らず花は特に脱水操作に注意しないと縮んで変形しやすく、そのことが最後まで製品の良否に影響する。

図14のカーネーションの標本は、作成後6年以上経過したものであるが、花卉を折れない程度に強くするためセルロイドで厚く被覆したので、肉厚となり繊細な感じが失われて外観が見劣りするものとなっている。ただし、5~6年経った標本でも作成当時そのままの形態と色沢を保っていることから考え

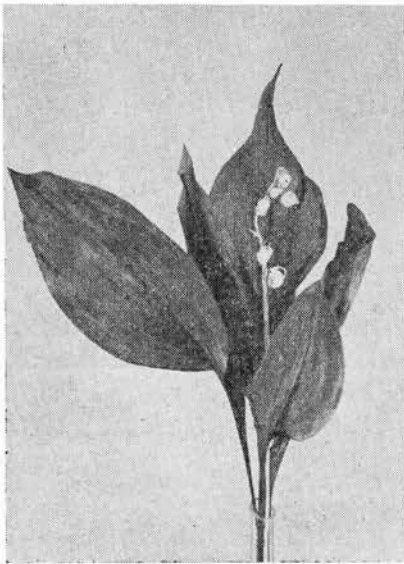


図13 スズランの標本
1958年5月24日作成完了
1964年10月13日撮影

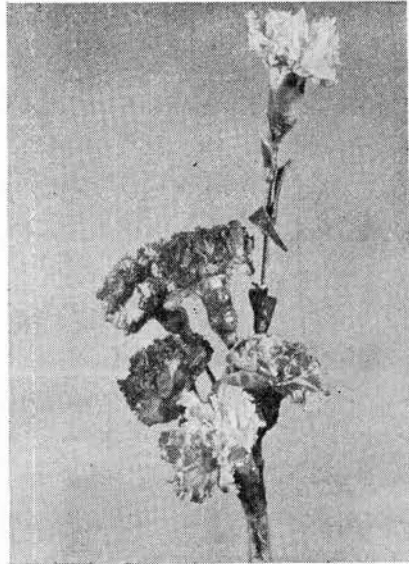


図14 カーネーションの標本
1958年5月8日作成完了
1964年10月13日撮影

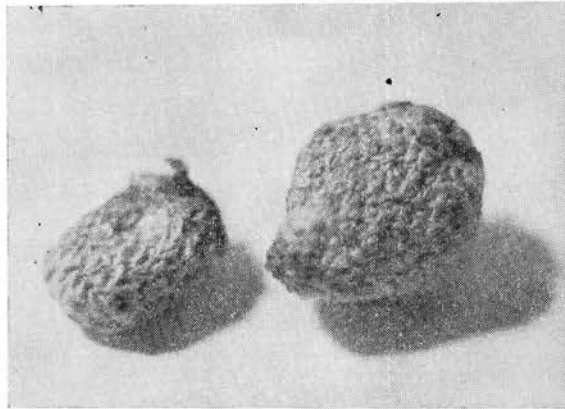


図15 オランダイチゴの果実の標本
1959年6月22日作成完了
1964年10月16日撮影
(右・良くできた標本)
(左・失敗した標本)

て、作成後の変形変質は顕著でないとみてよく、したがって、標本の良否は作成時の手法の適否にかかっているといつてよい。葉や茎についてはもろくて折れやすくむしろ失敗と言つてよい。

(VI) オランダイチゴの果実の標本

図15の右はほぼ成功した例であるが、外観的にはやや縮んでみずみずしい生果の感じが失われているうえ、手に持った時重量感に乏しい欠点がある。しかし、一見したところでは果実・がく片共に全体として自然形に近く、特に種子の点在する感じなどは良く出ている。また、指で軽く押すと弾力があり光沢も自然で美しい。

左の図は失敗作の例で、全体として扁平に縮み種子の点在する様子も不明瞭である。これはパラフィンの浸透量が少な過ぎるためと考えられる。

要 約

植物の押し葉標本・液浸標本に代わるものとして、自然形を保った立体標本の作成法について研究し、作成後5～7年経過した各種の標本の観察結果から、次のような一応の結論を得た。

(1) マサキ・ヒノキ・オモトなどの葉を主体とする標本では、メタノール脱水後グリセリンを浸透させ、最後にセルロイド・ビニルの混合被膜で覆ったものが標本として優れていた。

(2) スズランの場合は、メタノール脱水後キシロールを誘導剤としてパラフィンを浸透させ、最後にセルロイド・ビニルの混合被膜で覆ったものが、茎葉では比較的良かった。しかし、花では良くなかった。

(3) カーネーションなどの花を主体とした標本では、スズランに準ずる方法がやや良く、ブタノール

による脱水やグリセリン浸透などの方法も試みたが、結果はすべて失敗であった。要するに花の標本の作成法は未完成である。

(4) オランダイチゴの果実を立体標本にしてみたが、スズランと同様パラフィン浸透法が比較的良く、グリセリン浸透法などは失敗した。果実の標本についても花の場合と同様作成法は未完成である。

文 献

- 1) 羽田正義：特許第287215号（昭36）
- 2) 羽田正義：特許第287216号（昭36）
- 3) 皆川豊作：園芸利用工業，237（昭23）
- 4) 見波定治：植物学実験法，53（昭16）
- 5) 篠遠喜人：植物細胞学実験法，51（昭12）
- 6) 楢原順一：科学の実験，5, 443（昭29）
- 7) 大島敬治：最新合成樹脂，163（昭26）