

数種の球根花卉の生長と開花に及ぼす球根の低温処理と その後の生育温度の影響

小西 国義・上田 尚志
(花卉園芸学研究室)

Received November 1, 1975

Effects of the Cold Storage of Bulbs and the Forcing Temperature on
the Growth and Flowering of Several Bulbous Florist Crops.

Kuniyoshi KONISHI and Hisashi UEDA
(Laboratory of Floriculture)

Effects of the cold storage of bulbs and the succeeding forcing temperature on the growth and flowering of daffodil, tulip, Dutch iris, and Easter lily were studied. The bulbs of daffodil cv. 'Mt. Hood' and tulip 'William Pitt' were stored at 8-10°C and 5°C respectively for 0, 20, 40, and 60 days. The bulbs of iris 'Wedgwood' were stored at 8°C for 0, 10, 20, 40, and 60 days, and Easter lily 'Hinomoto' were stored at 8°C for 0, 15, 40, and 65 days. Then they were planted and grown in the phytotron rooms where temperatures were maintained at 15, 20, 25, and 30°C.

The bulbs of daffodil stored for 0 and 20 days grew and flowered well at 15 and 20°C, but did not at 25°C. Those stored for 40 and 60 days grew at higher temperatures as well as at lower ones. Thus the cold storage of bulbs made higher the maximum temperature for growth of daffodil plants.

The non-stored tulip bulbs did not grow at any temperature experimented. When the bulbs were stored for a certain period, they grew faster and flowered earlier at higher temperatures than at lower ones. The bulbs stored for 60 days grew and flowered at lower temperatures as well as at higher ones.

At the early stage of growth the iris plants grew well independently of growth temperatures. About 40 days after sprouting all the plants ceased to grow at 30°C, after that they became dormant. Only the bulbs stored for longer periods grew and flowered normally at 20 and 25°C. At 15°C all the plants grew and flowered normally.

The lily bulbs stored at cool temperatures grew better than those non-stored. When the bulbs were stored for a certain period, they grew faster and flowered earlier and with fewer leaves at higher temperatures than at lower ones.

緒 言

球根花卉の温度処理問題については、植物生理学的観点からだけでなく、その促成栽培と関連してよく研究されており、それぞれの種類や品種のそれぞれの栽培時期に応じた適切な処理温度や処理期間が追求されてきた。また、球根処理後の栽培温度についても詳細に調べられ、その結果が実際栽培に利用されている。

著者はキクについて、夏季を生育してきた株が秋冬季に低温を経験すると、伸長生長して開花する温度範囲が低温を経験しないものに比べて広くなり、比較的低い温度でもよく生長

し開花すること、すなわち促成栽培における栽培適温はその株がそれまでに生育してきた条件、とくに経験した低温の割合によって異なることを報告した²⁾。球根花卉の促成栽培においても、球根の温度処理程度とその後の適切な栽培温度との関係が問題になると思うが、この面での研究はほとんどみられない。ここに報告する実験はスイセン、チューリップ、アイリスおよびテッポウユリについて、りん茎の低温処理程度とその後の栽培温度とが生長と開花に及ぼす影響を調べたものである。

材 料 と 方 法

スイセン 品種は晩生の‘マウント・フット’を用い、確実に花芽を形成していると思われる大きなりん茎を供試した。りん茎の冷蔵温度は8~10°Cとし、期間を0, 20, 40, および60日間とした。1971年11月10日に冷蔵を終り、60×35×深さ12 cmの木箱に1区15球ずつ2区30球を植付けて温室に置き、全区が十分に発根してのち、11月24日にファイトロンの15, 20, 25°C室に搬入した。なお、りん茎は入手後冷蔵開始もしくは植付まで乾燥状態で室温に保った。以下チューリップとアイリスも同様に乾燥状態で室温に置いたが、テッポウユリは湿ったおがくずに詰めて極端な乾燥を避けた。

チューリップ ‘ウィリアム・ピット’の12 cm球を2~5°Cで20, 40, 60日間冷蔵し、1971年11月17日に無冷蔵のりん茎とともに、5000分の1ワグナーポットに5球ずつ植付けた。その後すべての区が発根するまで最低気温10°Cの温室に置き、12月15日にファイトロンの15, 20, 25°C室に移した。1区3ポット、15球を供試した。

アイリス ‘ウエジウッド’の9 cm球を用い、8°Cで10, 20, 40, 60日間冷蔵し、1974年10月11日に無冷蔵のりん茎とともに、スイセンと同様の箱に1区15球ずつ2区30球を植付けた。20日間以上冷蔵したりん茎はすでに発根していたので直ちにファイトロンの15, 20, 25および30°C室に入れた。無冷蔵および10日間冷蔵区のみは植付後いったん露地に置き、1週間後に、発根を待って入室した。栽培温度が25°Cおよび30°Cの区は植付後50日で、15°Cと20°Cの区は80日で実験を打切った。

テッポウユリ 永良部産の‘ひのもと’の19 cm球を8°C湿潤状態で15, 40, 65日間冷蔵し、無冷蔵のものとともに1974年9月13日に、上記の木箱に1区12球ずつ植付けた。それらはいったん厚いしきわらをして戸外の下におき、10日4日にファイトロンの15, 20, 25, および30°C室に移した。入室前の平均地温は18.2°Cであった。

12月7日(植付後85日)の時点で未開花のものは普通の温室に移した。すなわち15°C区は夜温10°Cの加温室へ、20°C区は夜温15°Cの、25°C区および30°C区は夜温20°Cの加温室へ移した。そして、その15日後つまり植付後100日で実験を終了した。

結 果

スイセン まず発芽についてみると第1図のとおりであった。図中の数字は植付後の日数を示している。無冷蔵区および20日間冷蔵区は15°Cではいくらか遅れたがよくそろって発芽した。図示はしていないが、それらの区は1球当りの出葉数も多く、正常に生長した。高温とくに25°Cで栽培した場合にはこれらの冷蔵期間の短い区は発芽がわるく、発芽しても出葉数が少なく、ほとんど生長しなかった。ところが、60日間冷蔵したりん茎は25°Cでも比較的早く、よくそろって発芽し、40日間冷蔵のものも20°C以下であればよく発芽し

た。これらでは出葉数も多く、生長も正常であった。15°C ではいずれの冷蔵期間の区もよく発芽したが、冷蔵期間の長い区が早く発芽した。

第2図には草丈を時期別に示した。概して低い温度で栽培したときに葉がよく伸長した。低い温度では無冷蔵区や20日間冷蔵のものもよく伸長したが、25°C ではそれらの区はほとんど伸長しなかった。しかし、25°C で栽培しても、冷蔵期間の長い区の葉はよく伸長した。

15°C で栽培した場合も、冷蔵期間の長い区がよく伸長した。ただし、冷蔵期間の短い区伸長が時期的に遅れただけで、最終的にはこれらの区もほとんど同程度の草丈に達した。

発らいや開花についても、発芽や葉の伸長における同様の傾向が認められた。第3図には冷蔵期間と栽培温度とが発らいに及ぼす影響について示した。図中の数字は栽培温度と冷蔵期間を表わしている。栽培温度を25°C とした場合には、60日間冷蔵区に33.3%の発らみがみられただけで、40日間以下の冷蔵

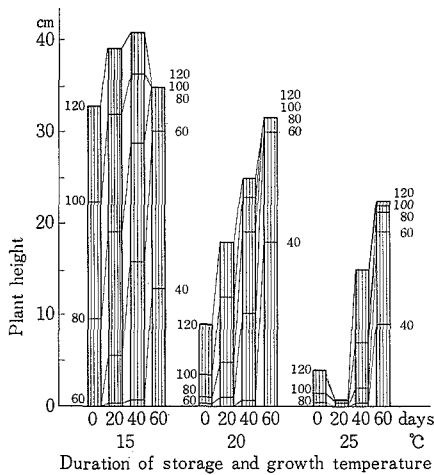


Fig. 2. Effects of the cold storage of bulbs and the growth temperature on the leaf elongation of daffodil plants cv. 'Mt. Hood'.

The experimental procedures were the same as those in Fig. 1.

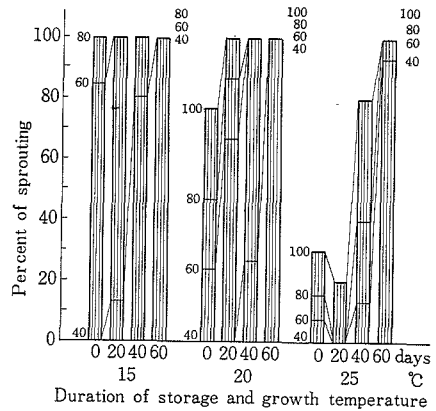


Fig. 1. Effects of the cold storage of bulbs and the growth temperature on the sprouting of daffodil bulbs cv. 'Mt. Hood'.

The bulbs were stored at 8–10°C for 0, 20, 40, and 60 days, and were grown in the phytotron rooms at 15, 20, and 25°C. Figures along the bars show the days after planting.

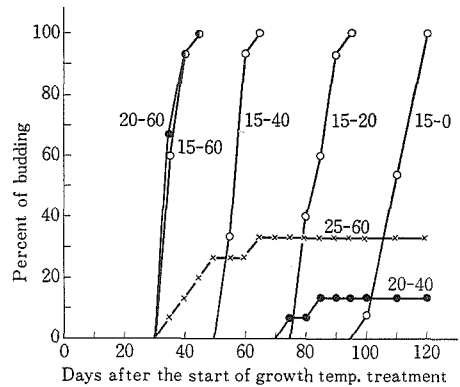


Fig. 3. Effects of the cold storage of bulbs and the growth temperature on the budding of daffodil plants cv. 'Mt. Hood'.

The experimental procedures were the same as those in Fig. 1. Figures along the lines show the growth temperatures and the days of cold storage.

では発らいはまったく認められなかった。栽培温度が20°Cのときには、60日間冷蔵区が全処理区を通じて最も早く、入室後35~40日で発らいし、その10日後に開花した。40日間冷蔵区は、この温度ではわずか13.3%の発らいにとどまり、それより短期間の冷蔵では発らいは認められなかった。

栽培温度を15°Cとしたときには、60日間冷蔵区は20°Cにおけるとほとんど同時に発らいした。40日間冷蔵区はそれより20日遅れ、20日間区はさらに30日、無冷蔵区はそれよりさらに30日遅れて発らいした。この場合、無冷蔵区および短期冷蔵区の発らいは、遅れはしたがよくそろい、正常であった。15°Cでは、発らいから20~25日遅れて開花した。

開花時の花茎長は20°Cでは18cm、15°Cでは28cmであり、低温の方がよく伸長した。

なお、無冷蔵のりん茎を高温で栽培しつづけると、葉間期が長く展葉速度は緩慢であったがいつまでも出葉をつづけ、翌年の夏にも出葉しつづけていた。

チューリップ チューリップの場合は、高温区において入室後30日ごろから腐敗病が発生し、開花については十分に明確な結果が得られなかった。そこで、病気の発生する直前の、入室30日後の草丈をみると第4図のとおりで、生長についてみるかぎりでは、チューリップはスイセンとはいくらか違った温度反応を示した。すなわち、無冷蔵区はいずれの栽培温度のもとでも伸長せず、20日間冷蔵の場合には25°Cでわずかに伸長が認められただけで、他の温度ではほとんど伸長しなかった。40日間冷蔵の区は20°C、25°Cで比較的良好に伸長した。60日間区はさらによく伸長し、15°Cでもかなりよく伸長した。

20°C以上とくに25°Cで栽培した場合には、そのうち腐敗病が発生して一部の個体が枯死していったが、残った健全な個体についてみると、無冷蔵および20日間冷蔵区はその後伸長がわなかった。それに対して、40日および60日間冷蔵のものはその後よく伸長し、20°C、25°Cのいずれの温度のもとでも40日間冷蔵区は入室後約60日で、60日間区は同じく約55日で開花した。

栽培温度が15°Cの場合もほぼ同様の傾向を示し、無冷蔵および20日冷蔵区の葉の伸長はきわめて緩慢で、60日後にも草丈はそれぞれ4.1cm、6.1cmにすぎなかった。60日間区は順調に開花した。40日間区はゆっくりではあるが伸長し、60日後の草丈は15.0cmに達した。

アイリス アイリスの草丈の増加状況は第5図のとおりで、アイリスは生長に関してスイセンやチューリップとは違った温度反応を示した。いずれの栽培温度のもとでも、生育初期の段階では、冷蔵期間の長い区が早く伸長した。これは冷蔵期間中に芽が伸長し

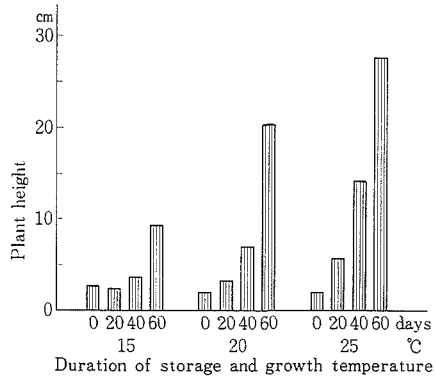


Fig. 4. The heights of tulip plants cv. 'William Pitt' on the 30th day after the start of growth temperature treatment.

The tulip bulbs were stored at 2–5°C for 0, 20, 40, and 60 days, then they were planted and grown in the greenhouse. Four weeks after planting they were transferred into the phytotron rooms maintained at 15, 20, and 25°C.

これは冷蔵期間中に芽が伸長し

始めていたことにも原因があり、植付後30日の時点では、20日冷蔵区の草丈が小さかったほかは、いずれの冷蔵期間の区も同程度の草丈を示した。

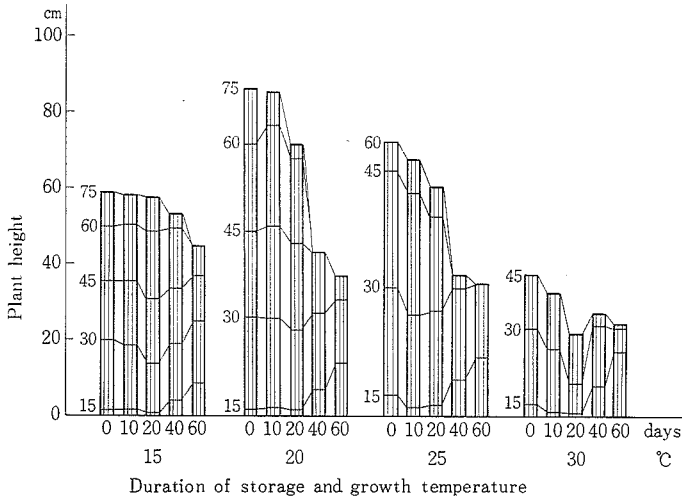


Fig. 5. Effects of the cold storage of bulbs and the growth temperature on the elongation growth of iris 'Wedgwood' plants.

The bulbs were stored at 8°C for 0, 10, 20, 40, and 60 days. Then they were planted and grown in the phytotron rooms at 15, 20, 25, and 30°C. Figures along the bars show the days after the planting date.

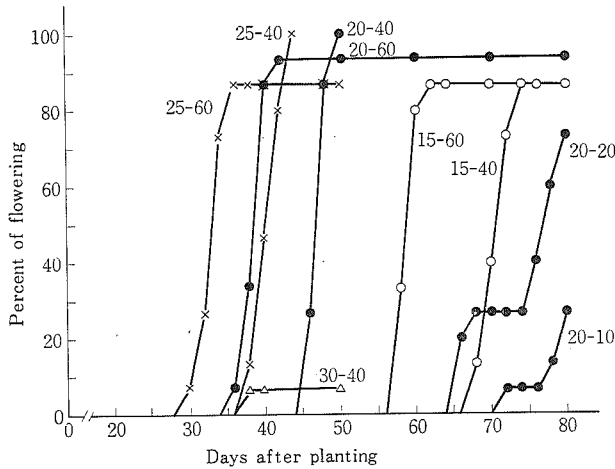


Fig. 6. Effects of the cold storage of bulbs and the growth temperature on the flowering of iris 'wedgwood' plants.

The experimental procedures were the same as those in Fig. 5. Figures along the lines show the growth temperatures and the days of cold storage.

栽培温度が 30°C の場合、冷蔵期間が40日および60日の区は発らいしてのちに生長を停止し、20日間以下の区も植付け40日後ごろからほとんど伸長しなくなった。25°Cで栽培した場合には、40日および60日間冷蔵区は植付け後35~40日の開花期ごろに伸長を停止した。20日間以下の冷蔵区はそれらと異なり、植付け後50日にもなお伸長しつづけていた。

20°C の場合も、40日および60日間冷蔵区は植付け後40~50日で開花して生長を停止したが、

他の区とくに無冷蔵および10日間冷蔵区は実験終了時(植付け80日後)まで伸長をつづけ、無冷蔵区には草丈100cmに達した個体もみられた。

栽培温度を15°Cとしたときには、40日間以上冷蔵したものが開花して伸長を停止したのは20°Cの場合と同様であったが、20日間以下の短期冷蔵区も植付け65日以降は伸長が目立たなくなった。

植付け時に花芽分化状態を調べたが、60日間冷蔵したりん茎の一部に生長点膨大期のものがあつたほかは、未分化であった。

開花状態は第6図のとおりで、30°Cで栽培した場合には、40日および60日の長期冷蔵区は、発らいはしたが開花に至らなかった。

無冷蔵および短期冷蔵区は、それらの区の実験打切時にもまだ花芽分化していなかった。

25°C以下の温度で栽培した場合には、いずれの温度のもとでも40日および60日間冷蔵区が早く、よくそろって開花した。また、栽培温度が高いときに早く開花した。

非開花株について、実験終了時の生長点部の状態を観察した。30°Cの場合は上記のとおりであった。25°Cでは、20日間冷蔵区にははい珠形成の段階に達して花茎が伸長し始めている株もみられたが、無冷蔵および10日間冷蔵区は未分化であった。20°Cおよび15°Cでは、非開花株もすべて花芽を形成していた。

テッポウユリ 植付後50日の草丈と葉数は第7図、各区の植付後発芽、発らい、開花までの日数は第8図のとおりであった。

植付50日後の草丈は、同一栽培温度では長期冷蔵区が大きかった。また、栽培温度の影響についてみると、20°Cおよび25°Cでよく伸長していた。葉数についても同様の傾向が認められた。

発芽および発らいは長期冷蔵区が早く、また、高温のもとで早く発らいした。

15日間以上冷蔵した区はすべての個体が花芽を形成し、20°C以上では実験終了時までには発らいに至り、長期冷蔵のものは開花した。無冷蔵のものも15°Cおよび20°Cでは花芽を形成したが、25°C以上の温度では、30°C区のごく一部の個体(2個体)に発らいが認められたほかは、実験を終るまで花芽形成に至らなかった。

考 察

多年生植物の生長活性は周期的に変動していて³⁾、活性の低い状態がすなわち休眠であるが、そういう状態のときには活性の高いときに比べて生長する温度範囲がせまく、特定の限られた範囲の温度においてのみ生長するか、あるいはいかなる温度のもとでも生長し

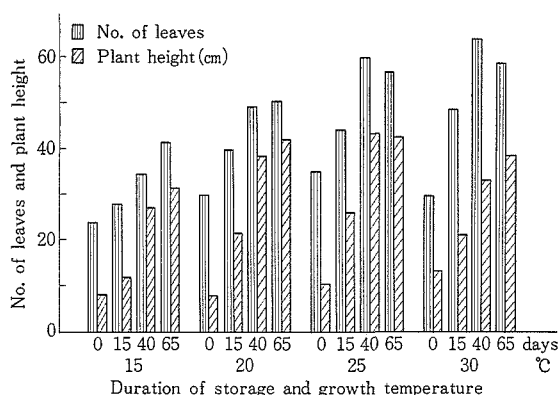


Fig. 7. The heights and number of leaves of lily plants cv. 'Hinomoto' on the 50th day after planting.

The bulbs were stored at 8°C for 0, 15, 40, and 65 days and planted on Sept. 13 and grown outdoors. Three weeks after planting they were transferred into the phytotron rooms at 15, 20, 25, and 30°C.

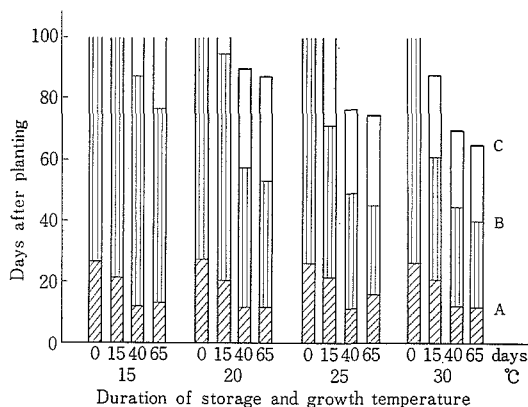


Fig. 8. Mean days after planting (A), budding (B), and flowering (C) from the planting date of lily cv. 'Hinomoto'.

The experimental procedures were the same as those in Fig. 7.

ない⁵⁾。反対に、休眠から覚めて活性が高くなると、生長する温度範囲が広がる。キクの場合は、このことが苗条の伸長生長についていえると同時に、開花とくに花芽分化する温度範囲についてもあてはまる⁹⁾。すなわち、秋冬季にいったん低温を受けて活性が高くなったキクは、そうでない株に比べてより低い温度でも花芽を分化する。この場合の低温は節間の伸長だけでなく、花芽分化の温度範囲の拡大にも作用したわけである。

この実験に使用したりん茎類のうち、アイリスとテッポウユリは実験開始時にはまだ花芽を形成していなかったが、スイセンとチューリップではすでに花芽形成が完了していた。したがって、りん茎の低温処理やその後の栽培温度処理の作用の仕方は種類によって異なることになり、前者に対しては生長と同時に花芽分化および花芽発達に温度が作用する。後者の場合には、同じような温度処理が、生長に対すると同時に、すでに形成されている花芽の成熟にも作用するわけである。

さて、ここで供試した種類は温度に対してそれぞれ特徴のある反応を示した。まずスイセンについてみると、りん茎が低温処理を受けることによって、葉が展開し伸長する温度範囲および花芽が成熟して開花に至る温度範囲は明らかに拡大し、この実験に用いられた範囲内の温度では、15°C から高温の側に広がった。

スイセンの花芽の成熟には7~9°Cの温度が好適であり、成熟後は17~20°Cが適温であるとされている¹⁾。それにしたがえば、りん茎の低温処理による開花温度範囲の拡大は、花芽の成熟に伴う適温あるいは限界温度の変化として考えることができる。いっぽう、低温処理による高温のもとでの出葉促進や葉間期の短縮、葉の伸長促進が認められたが、これは生長温度範囲の高温の側への拡大であり、低温を経験したことにより生長活性が高まった結果であると思われる。

なお、掘り上げたりん茎について秋に調べたところでは、活性の低下したのものも15°Cの涼温であればよく生長したが、春生長中のものを涼温で栽培しつづけた場合に、高い活性を維持して生長をつづけるのかどうかは明らかでない。

スイセンとはちがって、チューリップの場合は、無冷蔵のりん茎はいずれの温度においても十分に展葉することはなかった。このことは、無低温状態のチューリップが普通に生長する温度範囲はないということを示している。りん茎を低温処理すると展葉するようになったが、低温後の栽培温度を高くしたときにより短期間の低温でも展葉した。すなわちチューリップは、低温を受けてはいるがその程度が少ないときには、比較的高い温度であれば生長するが低温ではよく生長しない。低温経験の程度が高くなると、低い温度でもよく生長するようになる。

よく知られているように、チューリップの生長と開花の適温は、低温を受けてのち普通葉の先端がりん茎の頂部から現われると13°Cとなり、その後は次第に高温となる¹⁾。この実験では栽培温度を変えなかったので、生育に伴う適温の変化については分らないが、この実験の結果からみれば、チューリップの生長速度からみた生育適温は比較的高く、低温を経験することによりその適温の範囲が低温の側に拡大するものと思われる。ただし、前述のキクとちがって、無低温状態では高温においても生長しない。

なお、チューリップもよく生長する条件のもとでよく開花した。その点ではスイセンと同様である。

テッポウユリでは、無低温のものはいずれの栽培温度のもとでも葉間期が長く、草丈の伸

長も緩慢であった。そして、低温を経験するといずれの温度でもよく生長するようになった。そういう点では、テッポウユリはチューリップに似た生長温度反応を示すといえる。しかし、無低温でも比較的良好に生長し、栽培温度による生長速度の差が小さい点ではチューリップと異なり、むしろアイリスに似ている。

テッポウユリはその花芽形成に低温を必要とし、必要な低温期間を経過すれば、低温期間中に花芽分化していなくても、のちに高温のもとでも花芽を形成する⁶⁾。これは広く知られているところであり、わが国では10~11月に開花させる栽培の場合、低温処理したりん茎を8月の高温期に植付けている。この実験でも、無低温りん茎は25°C以上ではごく一部のぞいて花芽を形成しなかったが、15日間以上の低温を受けたものはむしろ高温で早く開花した。WEILERら⁷⁾は‘Ace’について、低温処理後の高温は開花率を低下させたと報告しているが、この実験ではそういうことはなく、花までの葉数も高温で栽培したときに少なかった。すなわち、必要な低温を受けてのちであれば、開花に至る速度でみた場合のテッポウユリの適温はかなり高いといえる。そして、必要最低限の低温を受けておれば、受けた低温の度合によって適温の範囲が変わるということはなく、低温期間が短くても長くても同じように高温が好適である。

アイリスはこれらと違っていて、植付後30日の時点でみると、いずれの栽培温度のいずれの冷蔵期間のものも、一部の区をのぞき、同じような生長状態にあった。夏の高温期を経過し休眠を脱して発芽したアイリスりん茎には、初期の生長に関するかぎり、温度はあまりよく作用しないものようである。しかしながら、さらに長期間栽培しつづけると、無低温のりん茎は20~25°Cでは葉がかなり長期間にわたって伸長しつづけるが、30°Cではやがて生長を停止して休眠状態となる。その点ではスイセンに似ているが、生長温度範囲が低温処理によって変化することがない点ではそれと異なる。

アイリスはテッポウユリと同じように、低温を受けてのち花芽を形成して開花に至る⁸⁾。十分な低温を受けてのちであれば30°Cでも花芽形成するのはテッポウユリと同じであるが、その温度では開花に至らず、その点ではユリと違っている。つまり花芽の発達、開花の限界温度が低い。しかし、低温の程度による開花温度範囲の変化が認められないのはユリと同じである。

以上のように、生長と開花に関する温度反応は、りん茎類のなかでも種類によってさまざまである。ただし、この実験は各種類1品種について行なったものであり、これですべてを論ずるには無理があり、さらに詳細な実験が必要であろう。

摘 要

スイセン、チューリップ、アイリス、およびテッポウユリについて、りん茎の低温処理程度と栽培温度とが生長および開花に及ぼす影響を調べた。スイセン(‘マウント・フット’)は8~10°Cで0, 20, 40, 60日間、チューリップ(‘ウィリアム・ピット’)は2~5°Cで0, 20, 40, 60日間、アイリス(‘ウェジウッド’)は8°Cで0, 10, 20, 40, 60日間、テッポウユリ(‘ひのもと’)は8°Cで0, 15, 40, 65日間りん茎を冷蔵し、植付けてのちファイトロンの15, 20, 25, 30°C室で栽培した。

スイセンの場合、低温処理期間の短いりん茎は15°Cでは生長・開花したが、高温では生長・開花しなかった。低温処理期間の長いものは高温でも比較的良好に生長した。生長・開花

の温度範囲は、低温処理を受けることによって高温の側に拡大した。

チューリップは、無低温ではいずれの栽培温度でも生長・開花せず、一定程度以上の低温を受けたものは高温のもとで早く生長・開花した。低温期間の長いものは低い温度でも生長し開花した。

アイリスでは、発芽してのちの初期の生育には、温度はあまり作用しなかった。その後は、高温ではやがて生長を停止して休眠状態となり、無低温で栽培温度が 20°C および 30°C のときには葉が伸長しつづけ、低温期間の長いものはそれらの温度で正常に生長・開花し、15°C ではいずれの低温処理区も正常に生長・開花した。40 日間以上の低温を受けたものは 30°C でも花芽形成したが、開花には至らなかった。

テッポウユリは無低温でも比較的良好に生長したが、低温処理を受けたものの方が早く生長した。また、一定期間以上の低温を受けると高温で早く開花し、着花節位も低下した。

文 献

- 1) HARTSEMA, A. M. : Handbuch der Pflanzenphysiologie 16, 123—167 (1961)
- 2) 小西国義 : 園芸学会雑誌 44, 286—293 (1975)
- 3) RUGE, U. : Angewandte Pflanzenphysiologie als Grundlage für den Gartenbau. s. 59—60. Verlag Eugen Ulmer (1966)
- 4) 佐野泰 : 園芸学会雑誌 43, 84—90 (1974)
- 5) VEGIS, A. : Ann. Rev. Plant Physiol. 15, 185—224 (1964)
- 6) WEILER, T. C. and LANGHANS, R. W. : Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93, 623—629 (1968)
- 7) — . — : J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97, 173—175 (1972)