Cymbidium の開花生理に関する研究

(第1報) シュンランの開花におよぼす気温の影響^{*1)}

沢 完^{*}・志佐 誠・鳥潟博高^{**}

高知大学農学部^{*}・名古屋大学農学部^{**}

I. 緒 言

シュンランは暖地の自然条件下では3月から4月にかけて開花する。一方、シュンランの花芽分化は開花前年の6月ごろに始まり8月中に花器はすべて分化し終り、10月ごろには花蕾の肥大もみられ、外観的には開花を待つのみという状態となっている¹⁾。それが翌春まで開花しない理由として、シュンランは短日では開花しえないのか、開花にある程度的高温を必要とするのか、あるいは、花蕾が一度冬の低温に遭遇することを必要とするのか、などということが考えられる。しかし、これらの点については現在のところ、いずれも明らかとなっていない。

本研究はこれらの問題を究明し、さらに、環境条件を制御したり、あるいは、植物生長促進物質などの投与により、シュンランの開花を促進させる方法を探求する目的で行なったものである。

II. 材料および方法

材料植物には、すべて愛知県産の山掘りのシュンランを使用した。実験1には、1960年4月15日、知多半島美浜町の丘陵地帯より採取した30株を用いた。その他の実験には、1960年12月1日岡崎市北部の山地から採集した約200株のシュンランより、地上部および地下部の生育が同程度の株立ちのものを150株選び、それぞれの実験に供試した。

山より採集して来たシュンランは、翌日、6号(径20cm)の素焼鉢に偽球茎が1/3程度地表に出るように土植

えとし(壤土2, 川砂1), 生育期には週に1回ずつブラントフードの0.05%水溶液を灌水がわりに与えた。

温度処理はすべて名古屋大学農学部的人工気象室および五連式恒温器で行なった。

調査に際し、花径は左右の外花被を直線上に押し開いた状態で外花被の両端までの長さを測定し、花梗長は偽球茎の着生部より外花被の着生部までの長さで示した。

III. 実験結果

実験1: 長日の影響

山野に自生するシュンランは春分のころより開花する。これは秋から冬の短日下で開花が抑制されているのではないかと考えられるので、最初に長日が開花におよぼす影響をみた。

1960年11月15日に15°Cおよび20°Cの恒温室に10株ずつ搬入し、それぞれ昼光色の蛍光灯(1m²に約1mの高さで20W, 8本)で16時間日長とした。対照区としては10株を野外の自然環境下に置いた。

12月に入り20°C区の花蕾は褐変し始めるものが数多くみられ、1月までにすべての花蕾が枯死してしまった。なお、これらの株の茎葉および根には何ら異常を認めなかった。15°C区においても花蕾の褐変枯死するものが多く、3月15日に2花、および3月28日に1花の計3花の開花をみたのみであった。これに対し、自然条件下の対照区では、3月10日より29日にかけて全個体で開花がみられた。

この結果、長日処理により何ら開花促進は認められず、20°Cでは花蕾が枯死することがわかった。

実験2: 高温の影響実験

春先きの開花はそのころの気温の上昇との関係が考えられる。そこで、1960年12月20日より表1に示されるような温度処理を行なった。

その結果、開花期が高温で促進されることが認められた。すなわち表1にみられるごとく、平均開花日は冷室で3月14日であったのに対し、20—15°C区(以下、前の数字が昼間、後の数字は夜間の温度を示す)で2月2日、温室区では2月5日と、それぞれ約40日開花が促進さ

* Yutaka SAWA, Makoto SHISA and Hirokata TORIKATA: Studies on Flowering of *Cymbidium*. I. The Effects of Temperature and Growth Promoting Substances on Flowering of *Cymbidium virescens*.

** Department of Vegetable Crop Science, Faculty of Agriculture, Kōchi University, Kōchi.

*** Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Nagoya University, Nagoya.

1) 昭和37年春季園芸学会発表。

Table 1 Effect of temperature on flowering of *Cym. virescens*

Temperature		Diameter of flowers (cm)	Length of flower stalks (cm)	The mean flowering day
Day (°C)	Night (°C)			
30	30	*	—	—
25	25	*	—	—
20	20	*	—	—
20	15	4.5	3.2	Feb. 2
18	18	4.7	2.6	Mar. 1
18	10	4.9	4.3	Mar. 15
10	10	5.3	6.2	Mar. 7
Greenhouse (4.1~38.4°C)		5.6	10.8	Feb. 5
Glasshouse (-3.5~27.6°C)		5.8	14.7	Mar. 14

* Flower buds : withering.

れた。しかし、18—10°C 区は3月15日、10—10°C 区では3月7日と冷室区と大差がなかった。一方、昼・夜温ともに20°C 以上の場合には実験1にみられたごとく、花蕾は褐変、枯死し、開花までにいたらなかった。

つぎに、花梗長については温度の影響が顕著に現われ、20—15°C 区では3.2cm、18—18°C 区では2.6cm、18—10°C 区では4.3cm と高温ほど花梗の伸長が抑制された。これに対し、低温に遭遇した冷室区では14.7cm と著しい花梗の伸長がみられた。これらの結果は、同時に、昼間よりも夜間の温度の影響を強く受けることを示しており、夜温が高い場合(15°C)以上にはシュンランの花梗の伸長が抑制されることがわかった。

また花径においても、高温区ほど小さくなる傾向を示したが著しい差は認められなかった。なお、高温区ほど花弁は厚く、その開度小さく、観賞価値は著しく劣ったものとなった。

実験3：低温の影響

実験2において、高温により開花が促進されたが花梗の伸長は逆に抑制されることが認められた。これは自然状態で開花の際、冬の低温がシュンランの花梗の伸長促

進に影響しているものと考えられる。そこで、低温処理と高温処理とを組合わせたならば、シュンランの正月咲きも可能であろうとの推論より、以下の実験を行なった。

1961年11月8日にシュンラン10株を5°Cの恒温室(散乱光+蛍光灯:7,600lux)に入室し、30日、および60日後にそれぞれ5株ずつ温室内へ搬入した。

その結果は表2のごとく、60日低温処理により著しい花梗の伸長および開花促進を示した。すなわち、60日低温処理では翌年の1月7日に温室へ入室後、花蕾は急速に肥大し、同時に抽苔し始め10日後には花梗が10cm前後まで伸長した。そして、1月26日に2花が開花し、その後2月3日までに6花が開花した。平均開花日では、冷室区の3月17日に比し、1月29日と著しく促進された。また、花梗長も14.5cmと0°C以下に58日遭遇した冷室区と同程度の伸長を示した。これに対し、12月8日に温室へ移した30日低温処理区では、温室へ入室後花蕾は急速に肥大し抽苔しかけたものの、すぐに花梗の伸長は止まり、平均開花日は2月22日と温室内の高温によりいくらか開花促進を示した。しかし、花梗長は5.6cmと短く、低温処理の効果はほとん

Fig. 1 Effect of temperature on flowering of *Cym. virescens*

Left : flowering in a greenhouse throughout the year.

Right : Flowering in a greenhouse after low temperature treatment at 5°C for two months, Nov. 8, 1961~Jan. 7, 1962.

Table 2 Effect of low temperature on flowering of *Cym. virescens*

Period of low temperature (5°C)	No. of flowers	No. of withering flower buds	Diameter of flowers (cm)	Length of flower stalks		The mean flowering day
				5 days after flowering (cm)	30 days after flowering (cm)	
60 days	5	0	5.78	12.7	14.5	Jan. 29
30 days	3	3	5.21	1.9	5.6	Feb. 22
Greenhouse (11~30°C)	7	13	5.00	1.4	4.4	Feb. 9
Glasshouse (-4~28°C)	11	0	5.75	9.2	14.2	Mar. 17

Table 3 Effect of gibberellin and β -indoleacetic acid on flowering of *Cym. virescens*

Day of treatments	Treatments	No. of plants	No. of withering flower buds	Length of flower stalks (cm)	The mean flowering day
Dec. 13 & 20, 1962	Cont.	6	0	3.3	Feb. 4
	GA 10 ppm	6	5	3.8	Feb. 10
	50	6	5	15.0	Feb. 2
	100	6	5	13.2	Feb. 6
	Cont.	5	0	5.5	Mar. 3
	GA 10	5	3	6.1	Mar. 7
	50	5	5	—	—
	100	5	5	—	—
Feb. 13 & 20, 1963	IAA 10	5	0	5.5	Feb. 23
	20	5	0	6.2	Feb. 28
	IAA 10+B 10	5	0	5.8	Mar. 2
	IAA 10+GA 10	5	1	5.6	Mar. 4

どなかった。また、当初より温室に入れたものは実験 2 と同様に開花は早かったが、花梗の伸長はまったく認められなかった。

実験 4：生長調整物質の影響

実験 3 で低温処理および高温処理の組合わせにより、シュンランの開花を著しく促進させることが確かめられた。しかし、11 月ごろに 5°C 前後の明所で低温処理をすることは一般には行ない難く、より簡便な方法が望まれる。そこで、多くの植物の休眠打破あるいは抽苔開花に関与するジベレリン (GA)^(1,2,4,8,10) と、ハウレンソウ⁽⁵⁾ あるいはスギナ⁽¹²⁾ の抽苔などに関与する IAA および IAA と相互作用の大きい硼酸^(16,17) を組合わせて、それぞれ葉面撒布し、開花に対する影響をみた。

撒布濃度として、GA (ジベレリン協和)：10, 50, 100 ppm；IAA (β -indole acetic acid potassium salt)：10, 20 ppm；硼酸：10 ppm の各水溶液を、GA は 1962 年 12 月 13 日および 20 日と、さらに、季節的な効果の違いをみるために、1963 年 2 月 13 日および 20 日の各 2 回撒布を行なった。IAA および硼酸は材料植物の関係で 2 月撒布のみ行なった。

結果は表 3 にみられるごとく、いずれも開花期の促進効果は認められず、高濃度の GA 撒布区ではほとんどの花蕾が褐変し枯死するものが目立った。ただ、GA の 12 月撒布区の生き残った花蕾では花梗の伸長が促進され、GA がシュンランの開花においても低温処理の代行作用があるごとく考えられた。しかし、GA 50, 100 ppm 区ともに花蕾が生き残った株は 1 個体のみで個体数少なく、この点についてはさらに研究を必要とする。

また、これらとは別に、エチレンクロロヒドリンの 24 時間気浴も行なったが開花には何らの影響も認められなかった。

IV. 考 察

本実験により、シュンランの花梗の伸長に低温が関与することが確かめられた。

シュンランは受粉された場合には、その花梗長をさらに急増する。この効果はランの花粉中に多量に含まれる auxin^(6,7) の影響であるものと思われる。一方、シュンランの開花期と時期を同じくして、子実体(ツクシ)を急速に伸長させるスギナも低温後の高温により伸長し、その急激な伸長は細胞数の増加ではなく、主として個々の細胞の伸長によるものであり、その伸長には auxin が影響していることを筆者の 1 人は確かめている⁽¹²⁾。シュンランの花梗もまた、伸長期前に細胞数はほとんど分裂し終っており、スギナに類似した型を示すものと思われる。これらのことより、シュンランの花梗の伸長に auxin が関係するのではないかと考えられ、IAA の撒布を行なったところ、ならその影響は認められなかった。しかし、撒布の時期、濃度、回数などを変えて試験したならば、この影響がみられるかもしれない。

GA は種子発芽や抽苔に低温を必要とする多くの植物において、その低温の代行作用のあることが確かめられている^(1,3,9,13,15,18)。本実験では GA の撒布により花蕾の大部分のものが褐変し枯死するものが多かったが、そのうちわずか 2 個体で顕著な花梗の伸長作用が認められた。ゆえに、低温を必要とするシュンランの花梗の伸長に GA が関与することも考えられる。そこで、花蕾を褐変させる水溶液の撒布ではなく、ツバキで行なわれているように、高濃度の GA を花梗に塗布したならば好結果がもたらされるかも知れない。

つぎに、低温処理の時期についてみると、本実験では 11 月初旬に低温処理を開始し、1 月下旬に開花をみたのであるが、9 月ないし 10 月より低温処理を行なえば、元旦ごろに正常なシュンランの開花をみることも可能と

思われる。

また、低温処理の方法については、本実験のように鉢植え個体を 5°C の明所に 2 ヶ月間保つことは一般に困難であり、掘り上げ株をそのまま暗所冷蔵により正常な開花がみられれば實際上便利である。あるいは、すでにイチゴなどでなされているように、高冷地で早く低温に遭遇させる方法もシュンランの開花促進に応用できるものと考えられる。

さらに、*Cymbidium* 属の抽苔問題としてみるならば、洋種の *Cymbidium* の早生種を早く開花させる際、加温による開花促進のみでは開花に失敗することがある。これは洋種の *Cymbidium* においても、ある時期に低温を必要とするものと思われる。また、低温処理により *Cymbidium* の開花期を自由に調節することができるならば、開花期の異なる種間交配も可能となる。

開花は花卉の発育であり、抽苔は花梗の発育である。この開花と抽苔がそれぞれ異なった環境を要求することは、はなはだ興味あることである。シュンランでみられたように、十分な低温処理を与えないで高温に置いたとき、花梗の伸長をみないで開花にいたる例は、チューリップの促成の際にもしばしばみられる現象である⁽¹⁴⁾。これは高温時に花芽の分化を終えた萼片、花卉などは、より栄養的な器官である花梗よりも低温に対する要求度が少ないことを意味しており、自然の気候変化に対する適応の 1 例といえよう。

摘 要

愛知県産のシュンランを用いて、その抽苔開花に関する研究を行なった。

1) シュンランの開花は高温 (20~30°C) で促進された。しかしその際、花梗の伸長は認められず、夜温が高い場合 (20°C 以上) には花蕾は枯死した。

2) 11 月より 60 日間 5°C の低温処理をした後、温室に搬入することにより 1 月に正常な開花がみられた。すなわち、低温処理と抽苔とは密接な関係のあることが確かめられた。しかし、30 日間の低温処理ではその効果が認められなかった。

ジベレリン (10, 50, 100 ppm)、および IAA (10 ppm) の葉面散布、あるいは、エチレンクロルヒドリンの 24 時間気浴などでは、いずれも開花は促進されなかった。

3) 16 時間の長日処理も開花促進には何ら影響が認められなかった。

Summary

Flower bud of *Cymbidium virens* usually differentiates in June, and the flowering season is from March to April in the next year. In this paper

studies on the acceleration of flowering and elongation of flower stalks are reported.

The materials were collected in Aichi Prefecture in 1960. The results obtained were as follows:

1) The plants kept in a greenhouse after low temperature treatment at 5°C for two months (Nov. 8, 1961~Jan. 7, 1962) elongated their flower stalks normally and successively flowered on Jan. 29, 1962. However, low temperature treatment for one month (Nov. 8~Dec. 7, 1961) was not effective.

2) The flowering was accelerated in high temperature (20~30°C), but elongation of flower stalks was not recognized. Flower buds withered when night temperature was above 20°C.

3) Long day treatment, sprays of gibberellin (10, 50, 100 ppm) or IAA (10, 20 ppm), and fumigation of ethylchlorhydrin have no effects on flower-forcing of this plant.

It was concluded that the elongation of flower stalks of *Cymbidium virens* was accelerated with low temperature treatment and that the flowering of this plant was accelerated in high temperature.

文 献

- (1) BRIAN, P. W. 1959 Effect of gibberellins on plant growth and development. Biol. Rev. 34: 37-84.
- (2) CASO, O. H., HIGHKIN, H. R., and KOLLER, D. 1960 Effect of gibberellic acid on flower differentiation in Pelkus winter rye. Nature 185: 477-479.
- (3) DONOHO, C. W., and WALKER, D. R. 1957, Effect of gibberellic acid on breaking of rest period in Elberta peach. Science 126: 1178-1179.
- (4) HARRINGTON, J. F. 1960 The use of gibberellic acid to induce bolting and increase seed yield of tight-heading lettuce. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75: 476-479.
- (5) KONISHI, M. 1956 Studies on development of flowering stalks in long-day plants in relation to auxin metabolism. Mem. Coll. Agr. Kyoto Univ. No. 75: 1-70.
- (6) LAIBACH, F. 1933 Wuchsstoffversuch mit lebenden Orchideen-pollinien. Ber. Deut. Bot. Ges. 51: 336-340.
- (7) LAIBACH, F., and MASCHMANN, E. 1933 Über den Wuchsstoff der Orchideen-pollinien. Jahrb. Wiss. Bot. 78: 399-430.
- (8) LANG, A. 1956 Stem elongation in a rosette plants induced by gibberellic acid. Naturwiss. 43: 257-258.
- (9) RAPPAPORT, L., and WITTWER, S. H. 1959

- Flowering in head lettuce as influenced by seed vernalization, temperature, and photoperiod. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 67: 429—437.
- (10) SACHS, R. M., BRETZ, C. F., and LANG, A. 1959 Shoot histogenesis: the early effects of gibberellin upon stem elongation in two rosette plants. Amer. Jour. Bot. 46: 376—384.
- (11) 沢完 1963 東洋ランの花芽分化に関する研究 (第1報) ニホンシュンランの花芽分化について, 昭和38年秋, 園芸学会発表要旨: 30.
- (12) 沢完, 未発表.
- (13) 沢完・門田寅太郎 1965 休眠種子の発芽におよぼすジベレリンの影響 (第1報) セルリー種子の発芽について, 高知大学学報 14 (自然科学Ⅱ): 31—38.
- (14) 志佐誠・高野泰吉 1965 チューリップの発育相に
- 対する温度の影響 (第3報) モザートの促成温度について, 昭和40年春, 園芸学会発表要旨: 44.
- (15) WEIBEL, R. O. 1960 Effect of gibberellin on the vernalization period of winter wheat. Agron. Jour. 52: 122—123.
- (16) WEIWER, C. J. 1959 Effect of boron on the rooting of clematis cuttings. Nature 183: 559—560.
- (17) WEISER, C. J., and BLANEY, L. T. 1960 Effects of boron on the rooting of English Holly cutting. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75: 704—710.
- (18) WITTWER, S. H., and BUKOVAC, M. J. 1957, Gibberellin effects on temperature and photoperiodic requirements for flowering of some plants. Science 126: 30—31.

抄 録

NEUBAUER, L. W. and F. P. ZSCHEILE 1966 Rotating Solatron. California Agriculture 20 (1): 4—5.

California の Davis では、すでに6年間以上にわたって太陽の移動に応じて自動的に回転するいくつかの型のファイトロン・ユニットがテストされている。このファイトロン・ユニットは植物の生育に関する実験にきわめて有効なものである。ここに紹介されている New Solatron は、丸いコンクリート製のサイロ型の基礎 (basement wall) 上にレールが設置されていて、その上をファイトロン・ユニット (20×20 ft) が回転するように設計されている。basement wall の中に重い制御装置や冷却用の機械類を入れて、できるだけ上部の重量を軽くしている。(上部の重量は30トン程度である)。スチール製の車輪が8個ついているが、動力に直結しているのは2個で、残りの6個は間車である。モーターは1/2馬力で変速が可能である。屋根と前面(南側)には、プラスチック・パネルを用い、太陽光の透過力をよくし、さらに屋根の下側にはプリズム・ガラスを使用して室内の太陽光の分布と強さをできるだけ均一にしている。また、後側つまり北側の壁は屋根と前面から入ってくる太陽光をできるだけ効率よく反射するように工夫されている。屋根の支えには軽いアルミニウム製の梁を用い

て、屋根から入る太陽光の損失を少なくしている。側壁つまり東側と西側には窓がない。西側の壁に入口があって、軽い合板の戸がついている。その左側には換気用ダクトや Photocell unit (electric "eye") が設備されている。この Photocell unit がこの Solatron でもっとも重要な装置であり、この装置が太陽光をキャッチすると運転を始め、太陽の移動を追って自動的に回転し、いつも、ファイトロン・ユニットを太陽に直面させている。陽がかければモーターはストップし、夜には、また元に戻るように設計されている。室内の太陽光の分布は Solatron の方が固定したファイトロンよりも均一である。室内の数個所における太陽光の平均の強さを調べてみると、1年の3/4は比較的一定していることがわかる。早朝と夕方の太陽光の強さは全シーズンを通じて、戸外よりも高い値を示す。また、全シーズンを通じて、最高 9,000 foot-candles の強さをうることができる。太陽光の入射量もこの Solatron の方が従来の固定したファイトロンよりもかなり多い(冬で28%以上、春と秋で67%以上、夏で102%以上)。(堀 雅明)