

## 簡易液体通気培養で増殖したササユリ球根の開花促進

河原林和一郎

和歌山県農業協同組合連合会 640 和歌山市美園町

Advancing Flowering of *Lilium japonicum* Thunb. by Cultivation of Bulbs Propagated in the Simplified Aerated Liquid Culture System

Waichiro Kawarabayashi

Wakayama Prefectural Federation of Agricultural Co-Operatives, Misono-Cho, Wakayama 640

### Summary

1. The bulblets of *Lilium japonicum*, which were mass-produced in the dark at 23 °C for 5 to 6 months by a simplified aerated liquid culture system using polypropylene container, appear to be dormant because they produced no leaves during 16 weeks of cultivation after transplanting into soil.

2. To promote leaf emergence and growth of the bulblets after transplanting into soil, low temperature or GA<sub>3</sub> immersion treatment is required. Cold-storage of bulblets at 4 °C for 8 to 12 weeks was more effective in breaking dormancy than bulblet immersion in 200 mg·liter<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>.

3. Bulbs of about 6.3 cm circumference were obtained after transplanting in vitro bulblets weighing 200 to 300 mg into soil.

4. About 80% of the chilled bulbs with circumferences of 6.0 to 6.4 cm which were planted in pots in December flowered in March of the following year. These plants had one flower and attained a height of about 20 cm.

5. When bulbs with circumferences of 6.0 to 11.5 cm were re-chilled at 4 °C for 12 weeks and replanted in mid-October, the flowering period was advanced to late December and January rather than March. However, the non-chilled, transplanted bulbs flowered between May and June of the following year and some of the bulbs with circumferences of 10.0 to 11.4 cm produced two flowers. When bulbs with circumferences of 7.0 cm or more were transplanted into soil, they grew to more than 11.9 cm in circumference at harvest.

Thus, by utilizing the simplified in vitro system to obtain mass-propagated bulblets and subsequently exposing them to cold or GA treatment, flowering plants of *L. japonicum* can be produced in about one year in the shortest case of cultivation period.

### 結 言

ユリの組織培養を利用した増殖に関して、多数の研究成果が報告されている (Van Aartrijk ら, 1990). 最近の報告では、大量増殖を考慮して、液体培地を用いた培養による増殖法が増加してきた (石破ら, 1992 a; 高橋, 1993; Takayama・Takizawa, 1994; 田中ら, 1992). 筆者も、ユリ球根の実用的な大量増殖技術の開発を目的に、ササユリ (*Lilium japonicum* Thunb.) を培養材料として実験をすすめてきた。その結果、簡

易培養槽を利用した液体通気培養を行うことによって、組織培養による子球の大量生産が実行的に行える可能性を見出した (河原林, 1993).

ササユリ球根の増殖・養成や栽培に関する研究は少なく (仙頭, 1971 b; 竹田, 1993), 球根や切り花の出荷が山採りに頼られているため、その個体数の減少のみならず自生地の荒廃も心配されている (仙頭, 1971 a; 清水, 1987). このような状況において、ササユリの増殖および栽培技術確立に対する要望が強く、各地で組織培養を利用した球根増殖が試みられ (春木・山田, 1992; 水口ら, 1994; 新美, 1990), 培養球の鉢

上げ後の生育についてもいくつか報告されている（古谷，1993；松田ら，1992；新美，1993）。

本実験では，簡易培養槽での液体通気培養によって増殖したササユリ培養球根を用い，球根の冷蔵およびジベレリン（ $GA_3$ ）浸漬処理が土壌へ移植した後の生育に及ぼす影響や球根の肥大と開花との関係を調査し，培養球根を利用した開花株生産の可能性を検討した。

### 材料および方法

#### 実験1. 培養球根の出葉と初期生育に及ぼす冷蔵処理と $GA_3$ 浸漬処理の影響

##### 1) 供試球根

前報（河原林，1993）に従い，寒天培地でのりん片培養で維持・増殖したササユリの無菌小球根を切断し，容積3あるいは10 literの簡易培養槽で，5～6カ月間，その切片を液体通気培養して得た球根を供試した。培養槽から取り出した供試球根は，水道水で十分に洗浄した後，葉や根を形成している場合は，それらを切除した。本実験の液体通気培養には，寒天培地上のりん片培養で子球を分化・増殖していく過程において，出葉があまりみられない子球（以下，「難出葉球根」）を用いた。対照として，寒天培地でのりん片培養中に，出葉がしばしばみられる子球（以下，「易出葉球根」）も準備した。

##### 2) 冷蔵処理

厚さ0.02 mmのポリエチレン袋あるいは90×20 mmの深型滅菌シャーレに入れた湿ったパーミキュライトに球根を混ぜ，4，8および12週間，4℃の冷蔵庫内に置いて冷蔵した。

##### 3) ジベレリン（ $GA_3$ ）浸漬処理

新美ら（1988）の方法に従って行った。 $GA_3$ を少量の99.5%エタノールで溶解後，蒸留水で所定濃度（100，200，300 mg・liter<sup>-1</sup>）に希釈した。 $GA_3$ 溶液20 mlを含む50 mlのピーカーに供試球根を12球入れ，23℃・暗黒で24時間，水平旋回（約70 rpm）した。

##### 4) 冷蔵処理と $GA_3$ 浸漬処理の併用

冷蔵処理と  $GA_3$  浸漬処理を併用する場合，冷蔵処理終了後，直ちに球根を水道水で洗浄してパーミキュライトを除いた後， $GA_3$  浸漬処理を行った。

##### 5) 出葉試験

無処理および処理球根の生体重を測定した後，各試験区に12球ずつ，それぞれセルトレーの各1穴（30 mm×30 mm×深さ55 mm）に1球を植え付けて，20℃・200,000 lx・16時間照明のインキュベーター内で栽培した。一部の冷蔵処理球根で，発根しつつあるも

のがみられたが，生体重測定の際，これらの根は切除した。

本試験を含むすべての栽培試験の用土には，赤玉土：バーク堆肥：パーライト：砂=3.5：3：1：1（容積比）に化成肥料（N 10：P 8：K 10）を2 g・liter<sup>-1</sup>の割合で混合したものをを用いた。出葉試験のための栽培期間は，無冷蔵球根で16週間，冷蔵処理した場合，その冷蔵期間だけ短縮し，冷蔵12週間処理では4週間の栽培を行った。適宜，灌水し，追肥は行わなかった。

栽培開始後1週ごとに葉の有無を調査し，栽培期間終了後，各区無作為に6個体ずつ抜き取り，植物体全体および葉と根を切除した後の球根の生体重，葉数，最大葉長・葉幅，根数，根長を測定した。また，植物体と球根の生体重の増加率（（それぞれの抜き取り時の生体重／セルトレーに植え付けた球根の生体重）×100）も算出した。

#### 実験2. 第1作目の生育に及ぼす土壌移植前の冷蔵処理・ $GA_3$ 浸漬処理および球根重量の影響

従来の球根栽培の場合と同様，以下の栽培試験においても，培養球根から成球を養成するための第1回目，第2回目，第3回目の栽培および，その結果得られた球根を，それぞれ第1作目，第2作目，第3作目および1作球根，2作球根，3作球根とした。

##### 1) 冷蔵処理球根および $GA_3$ 浸漬処理球根の栽培試験

冷蔵処理と  $GA_3$  浸漬処理の影響についての試験に供試する球根は，実験1.で冷蔵処理あるいは  $GA_3$  浸漬処理し，出葉試験を行った培養球根を用いた。1992年3月19日，出葉試験終了時に掘り上げ調査を行わなかった個体を，セルトレーから抜き出して3号のポリ鉢に各1球ずつ移植した。栽培はサイドを寒冷シャドで被覆した鉄骨ビニルハウスで行った。夏期はサイドのビニルを巻き上げ，40%の遮光を行ったが，ハウス内の気温は40℃を超えることもあった。追肥として，ハイポネクス1,000倍液を4月から月2回与え，また，適宜，殺虫剤としてスミチオン，マラソン，オルトラン，殺菌剤としてベンレート，トップジンM，マンネブダイセン，ダコニールを，それぞれローテーションしながら組合せて散布した。9月17～19日に球根を掘り上げ，球周を測定した。

##### 2) 培養球根の重量別栽培試験

実験1. 1)の方法に準じ，同数程度に混合した「難出葉球根」と「易出葉球根」を切断して得た切片

を、液体通気培養した。形成された球根の生体重を、根や葉を切除した後に測定し、25 mg 以上 600 mg 未満の範囲にあったものを供試した。

供試球根は、無冷蔵のままに 1992 年 9 月 14 日に、また、実験 1. 2) と同様に 12 週間冷蔵処理して 1992 年 12 月 9 日に、それぞれ 3 号ポリ鉢に各 1 球を直接鉢上げし、サイドを寒冷しゃで被覆した鉄骨シクスライト仕様ハウスで栽培した。換気温度を 25℃ とし、12 月 10 日から最低温度 15℃ に設定して加温したが、ハウス内の気温は 19℃ 程度に低下することもあった。3 月 19 日で加温を停止し、夏期はサイドのビニルを巻き上げ、50% の遮光を行ったがハウス内の気温は 40℃ を超えることもあった。追肥を 1 月下旬から開始した以外、殺虫剤や殺菌剤の散布その他の栽培管理は 1) に準じて行った。1993 年 9 月 20 日に球根を掘り上げ、球周を測定した。

### 実験 3. 第 2 作目の生育

#### 1) 冷蔵処理球根の栽培試験 - 1 (1992 年 12 月鉢植え球根の生育)

実験 2. 1) で得られた 1 作球根を実験 1. 2) と同様に 12 週間の冷蔵処理を行い、1992 年 12 月 16 日、4 号のポリ鉢に 1 球ずつ植え付けた。実験 2. 2) と同じハウスで同様に栽培し、1993 年 7 月 12 日に球根を掘り上げ、球周を測定した。また、適宜、出葉(葉状りん片の地上への伸長)や抽台の観察を行うとともに、開花時に草丈(鉢土表面から(第 1 花の)小花梗先端まで)、茎径(最下位節間部の)、葉数(苞葉を除く)、最大葉長、最大葉幅、花の大きさ(花径; 相対する外花被片反転位置間の距離、花長; 花被片の着生位置から反転位置までの距離)の調査も行った。

#### 2) 冷蔵処理球根の栽培試験 - 2 (1993 年 12 月鉢植え球根の生育)

実験 2. 2) で得られた 1 作球根を、1993 年 12 月 24 日、1) と同様に冷蔵処理して 4 号のポリ鉢に植え付け、サイドを寒冷しゃで被覆した鉄骨自然光エフクリン仕様ハウスに搬入した。1 月 18 日～3 月 8 日までの最低温度を 10℃ に設定した以外は、1) と同様に栽培管理し、生育・開花と掘り上げ時の球周調査を行った。ネダニ発生により葉の黄変が早まった一部の株から球根の掘り上げを開始したため、球周の調査時期は 5 月中旬から 7 月上旬に及んだ。

### 実験 4. 第 3 作目の生育

#### 1) 冷蔵処理球根の促成栽培試験

実験 3. 1) で得た 2 作球根を実験 1. 2) と同様に

して 12 週間の冷蔵処理を行ったものを供試した。1993 年 10 月 15 日、球周が 6.0 cm 以上 11.5 cm 未満の球根、合計 79 球をプランター(18 cm×60 cm×深さ 13 cm)に 5 球ずつ植え付けた。栽培ハウスおよび栽培管理は、実験 3. 2) と同様とした。適宜、出葉・抽台の観察を行うとともに、開花時に草丈、茎径、葉数、葉長、葉幅、花の大きさについて調査した。

#### 2) 無冷蔵球根の栽培試験

実験 2. 2) と同様に得た液体通気培養球根を、1992 年 2 月～9 月に第 1 作目、1992 年 10 月～93 年 10 月に第 2 作目の栽培を行って養成した 2 作球根を供試した。1993 年 10 月 15 日、1) と同様に、球周が 6.0 cm 以上 11.5 cm 未満の球根をプランターに植え付けた。栽培管理、出葉・抽台の観察、開花時の調査は 1) に準じた。1994 年 7～8 月に掘り上げた後、球周の調査も行った。

## 結果

### 実験 1. 培養球根の出葉と初期生育に及ぼす冷蔵処理と GA<sub>3</sub> 浸漬処理の影響

冷蔵処理球根と GA<sub>3</sub> 浸漬処理球根の出葉試験終了時の出葉率、その出葉率に到達するまでに要した栽培期間(週数)および抜き取り調査した個体の生育調査結果の平均を、まとめて第 1 表に示した。

#### 1) 冷蔵処理期間の影響

冷蔵処理の終了時、12 週間処理球の一部で、発根を開始し、わずかに根を伸長しつつあるものがあつた以外、処理球根からの出葉や発根はみられなかった。

セルトレイに植え付けた無冷蔵あるいは 4 週間冷蔵処理した「難出葉球根」は、それぞれ、出葉試験を終了した栽培 16、12 週間後でも出葉せず、その球根重もほとんど増加しなかった。8 および 12 週間冷蔵処理した球根の場合、それぞれ栽培 2 週間後と 1 週間後に、すべての球根で出葉がみられた。出葉試験終了時、これらの出葉した球根では、植え付け時の球根重と比較して、その球根部位だけの生体重はほとんど増加しなかったが、伸長した葉や根も含めた植物体全体の生体重は 200～250% 増加した。

一方、「易出葉球根」を冷蔵した場合、「難出葉球根」では出葉しなかった処理期間 4 週間でも、出葉がみられた(第 1 図)。これらの 4 週間冷蔵処理球根では、セルトレイでの栽培 2 週で出葉が認められ、栽培 4 週間後に、その最終出葉率 92% に達した。

#### 2) GA<sub>3</sub> 浸漬処理濃度の影響

「難出葉球根」を GA<sub>3</sub> 100, 200 および 300

Table 1. Influence of the length of cold-storage of *L. japonicum* bulblets<sup>2</sup> with or without immersion in GA<sub>3</sub> solution on the time of first leaf emergence and the subsequent growth of plantlets.

Treatment		Avg. growth of plantlets after 4 ~ 16 weeks in cultivation									
4 °C cold-storage period (wks)	GA <sub>3</sub> solution (mg · l <sup>-1</sup> )	Cultivation period after transplanting (wks)	% of bulblets with leaf emergence	Wks to 100% of leaf emergence	Increase (%) of fresh weight of harvested bulblets to that of transplanted bulblets	Increase (%) of fresh weight of harvested plantlets to that of transplanted bulblets	No. of leaves	Max. length of leaves (cm)	Max. width of leaves (cm)	No. of root	Max. length of roots (cm)
0	0	16	0	—	105	122	0	—	—	2.5	4.7
0	100	16	100	4	124	197	1.1	2.2	0.5	5.0	7.6
0	200	16	100	2	131	195	1.8	2.2	0.5	4.3	6.8
0	300	16	100	2	130	201	2.2	2.6	0.5	4.8	7.8
4	0	12	0	—	92	110	0	—	—	3.3	3.4
4	200	12	100	3	123	232	1.5	2.9	1.0	5.2	7.5
8	0	8	100	2	116	261	1.5	5.0	1.5	5.2	7.1
8	200	8	100	2	130	286	1.8	4.8	1.4	4.8	6.3
12	0	4	100	1	84	209	2.1	5.2	1.4	5.3	5.6

<sup>2</sup> Bulblets were produced from excised bulb segments in an aerated liquid culture of 3 or 10 liters for 5 to 6 months. The bulblets were kept at room temperature or at 4 °C before being dipped in water or 20 ml of GA<sub>3</sub> solution for 24 hr.

Prior to weighing the bulblets, any existing roots were removed. Average fresh weight of them in each treatment was between 164 ~ 204 mg. 12 bulblets in each treatment were transplanted in a cell tray (120 cells in one tray, 30 mm × 30 mm × 35 mm height) and leaf emergence from them was observed weekly. 6 bulblets in each treatment were sampled at random at the end of cultivation period and their growth was observed. Harvested bulblets had their leaves and roots excised before being weighed. Fresh weight of harvested plantlets was the total of fresh weight of three parts (bulblets, leaves and roots).

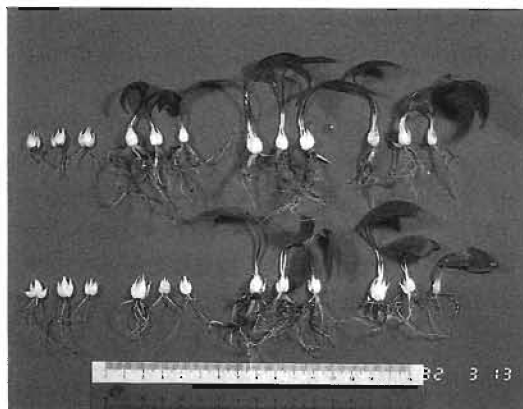


Fig. 1. Influence of cold-storage duration on leaf emergence of in vitro propagated bulblets of *L. japonicum* after transplanting in soil.

From left to right : 0/16, 4/12, 8/8 and 12/4 (Groups of 3 bulblets after weeks of cold-storage/cultivation in soil).

Upper row : bulblets with leaves emerging during in vitro culture.

Lower row : bulblets with no leaves emerging during in vitro culture.

mg · liter<sup>-1</sup> 溶液で浸漬処理すると、無冷蔵の場合でも球根からの出葉が促進され、それぞれの処理濃度で、栽培 4 週間後、2 週間後、2 週間後には出葉率 100% に達した。また、4 週間冷蔵処理した球根を GA<sub>3</sub> 200 mg · liter<sup>-1</sup> 溶液で浸漬処理した場合も、栽培 3 週間後には出葉率が 100% となった。一方、出葉試験終了時の球根部位の生体重は、GA<sub>3</sub> 浸漬処理によって、植え付けた球根重と比較して、123~131% 増加した。しかし、GA<sub>3</sub> 浸漬処理球根の葉の生長や根の分化・伸長は、8 週間の冷蔵処理球根のものと比較すると、やや劣っていた。

## 実験 2. 第 1 作目の生育

### 1) 冷蔵処理と GA<sub>3</sub> 浸漬処理の影響

栽培終了後に掘り上げた球根の生存率と球周を第 2 表に示した。

無冷蔵および 4 週間冷蔵処理球根では、球根生存率が 16.7% と低かったが、8 および 12 週間冷蔵処理球根は、すべて生存していた。一方、GA<sub>3</sub> 浸漬処理を行った球根の場合、無冷蔵でも生存率が 83% まで向上し、GA<sub>3</sub> 浸漬処理と 4 週間冷蔵処理とを組合せた球根では 100% となった。

8 および 12 週間冷蔵処理した球根では、掘り上げ時の球根の球周平均が 5.6~5.7 cm となった。一方、

**Table 2.** Influence of the length of cold-storage of *L. japonicum* bulblets with or without immersion in GA<sub>3</sub> solution on the survival and the growth of bulbs after transplantation into soil.

Treatment before transplanting		% of survived bulblets to transplanted bulblets	Avg. circumference of harvested bulbs (cm)
4 °C cold-storage (wks)	GA <sub>3</sub> (200 mg · l <sup>-1</sup> )		
0	-	16.7	4.6
0	+	83.3	4.5
4	-	16.7	3.2
4	+	100	4.8
8	-	100	5.7
8	+	100	5.6
12	-	100	5.6

Bulblets, treatments and transplanting to soil in a cell tray were the same as Table 1. After 4 to 16 weeks of cultivation in the cell tray in Table 1, 6 bulblets in each treatment were transplanted in separate 9 cm-diameter pots on 19 March, 1992. The bulbs were harvested and their circumference measured on 17 ~ 19 September, 1992.

無冷蔵で GA<sub>3</sub> 浸漬処理した球根の球周平均は 4.7 cm となり、8 週間以上の冷蔵処理をした球根のものと比較すると劣った。

**2) 鉢上げ培養球根の球重の影響**

鉢に植えたいずれの球根重量の球根においても、抽台したものはなかった。

12月に植え付けた冷蔵球根では、1週間後から出葉が始まり、4週間後には、球根重 25~50 mg, 100~150 mg の試験区の各 1 個体を除きすべて出葉した。その後、枯死する葉があったが、新たに伸長してくる葉もあるため、9月までの栽培期間を通して、4枚程度の葉が常に伸長していた。

一方、9月に植え付けた無冷蔵球根では、翌年1月下旬から出葉が始まり、2月下旬にはすべて出葉した。その後も出葉し、4~6枚の葉を伸長した。

栽培終了後に掘り上げた球根の生存数と球周を調査した結果を第3表に示した。

12月に植え付けた冷蔵球根では、98%の球根が生存しており、無冷蔵で9月に植えつけた球根は、すべて生存していた。また、掘り上げた球根のうち、球周 5.0 cm 以上に肥大した球根の割合は、12月植え冷蔵球根の場合、球重 200~300 mg の植え付け球根で 85%、球重 300~400 mg 球で 90%、400 mg 以上の球で 100% となった。一方、9月植えの無冷蔵球では、50 mg 以上の植え付け球根の 93% (44 球中 41 球) が、

**Table 3.** Influence of the fresh weight and comparison between chilling and direct planting of *L. japonicum* on the survival and growth of bulbs after transplantation into soil.

Treatment of bulblets	Date of planting	Fresh weight of transplanted bulblets (mg)	No. of survived bulblets/no. of transplanted bulblets	Distribution of circumference of harvested bulbs (%)										Average circumference of harvested bulbs (cm)		
				~< 4.0 (cm)	4.0 ≤ ~< 4.5 (cm)	4.5 ≤ ~< 5.0 (cm)	5.0 ≤ ~< 5.5 (cm)	5.5 ≤ ~< 6.0 (cm)	6.0 ≤ ~< 6.5 (cm)	6.5 ≤ ~< 7.0 (cm)	7.0 ≤ ~< 7.5 (cm)					
Bulblets chilled at 4 °C for 12 weeks	December 9, 1992	25	15/15	20.0	13.3	13.4	20.0	33.3	-	-	-	-	-	-	4.7	
		50	15/17	19.9	26.7	6.7	6.7	33.3	6.7	-	-	-	-	-	4.8	
		100	14/15	7.1	7.1	28.6	28.6	33.3	-	-	-	-	-	-	4.6	
		150	11/11	-	18.2	27.3	18.2	27.3	9.0	-	-	-	-	-	5.2	
		200	13/13	-	7.7	7.7	7.7	38.5	30.7	7.7	-	-	-	-	5.7	
		300	10/10	-	10.0	-	10.0	20.0	50.0	10.0	-	-	-	-	6.0	
		400	8/8	-	-	-	-	37.5	37.5	25.0	-	-	-	-	6.1	
		500	5/5	-	-	-	-	40.0	60.0	-	-	-	-	-	6.6	
		Bulblets planted directly after harvest	September 14, 1992	25	12/12	8.3	41.7	25.0	16.7	8.3	-	-	-	-	-	4.5
				50	12/12	-	-	16.7	33.3	-	-	-	-	-	-	5.3
100	10/10			-	-	40.0	30.0	30.0	-	-	-	-	-	5.7		
150	11/11			-	9.0	-	9.0	36.5	27.3	18.2	-	-	-	5.8		
200	11/11			-	-	-	27.3	27.3	36.4	27.3	-	-	-	6.3		

In vitro bulblets produced as in Table 1 were transplanted into 9 cm-diameter pots. The bulbs were harvested and their circumference measured on 20 September, 1993.

球周 5.0 cm 以上に肥大した。

**実験 3. 第 2 作目の生育**

冷蔵処理した 1 作球根の 2 回の栽培における、生育開花および栽培終了後に掘り上げた球根の生存数と球周の調査結果を、まとめて第 4 表に示した。

**1) 冷蔵処理球根の栽培試験 - 1 (1992 年 12 月鉢植え球根の生育)**

鉢に植え付けた 1 週間後から出葉・萌芽がみられ、3 週間には 100% の出葉 (萌芽) 率となった。抽台や開花は球周 5.0 cm 以上の球根でみられた。球周が大きくなるにつれて開花率が向上し、球周 6.0~6.4 cm では 6 球中 5 球が開花した。各球周の試験区で開花した株の草丈、葉数、茎径の平均は、それぞれ、22.0~27.0 cm, 7.6~8.0 枚, 2.7~2.9 mm の範囲にあり、花数はすべて 1 輪、開花日は 2 月 26 日~3 月 8 日の間にみられた (第 2 図)。

掘り上げた球根の球周の平均は、球周 6.0~6.4 cm の 1 作球を植え付けた場合、10 cm を超え、また、球周 3.0~3.4 cm の 1 作球を栽培した場合でも、球周 7.0 cm 程度に肥大した球根が得られた (第 3 図)。球根底部の黒変やりん片の一部が腐敗した球根もあったが、得られた 2 作球全体の生存率は 95.3% であった。

**2) 冷蔵処理球根の栽培試験 - 2 (1993 年 12 月鉢植え球根の生育)**

本試験においても 1) と同様、栽培 3 週間後に 100% の出葉 (萌芽を含む) 率が得られた。植え付けた球根の球周が 5.5 cm 以上になると、その抽台率や開花率が向上し、球周 6.0~6.4 cm では 14 球中 11 球が開花した。各球周の試験区で開花した株の草丈・葉数・茎径の平均は、それぞれ、17.6~21.2 cm, 5.8~7.0 枚, 2.3~2.7 mm の範囲にあり、花数はすべて 1 輪、開花日は 3 月 20 日~30 日の間にみられた。

開花後間もなく一部の株にネグニ発生による葉の黄変がみられ始め、掘り上げた球根の肥大程度は、1) における同サイズの球根で得られた結果と比較して、やや劣っていた。一方、植え付けた球根全体の生存率は、94.4% であり、1) とほぼ同様の結果となった。

**実験 4. 第 3 作目の生育**

2 作球根の栽培における生育開花および掘り上げた球根の生存数と球周の調査結果を第 5 表に示した。

**1) 冷蔵処理球根の促成栽培試験**

10 月 15 日に鉢に植え付けた冷蔵処理球根は、12 月 27 日~1 月 11 日の間に開花した。しかし、球周 8.0 cm 未満の球根を植えた場合、開花個体は少なく、球

**Table 4.** Influence of *L. japonicum* bulb size on bolting, flowering and their growth after the second plantation. The bulbs were derived from in vitro propagated bulblets.

Date of planting	Circum. of planted bulbs (cm)	No. of planted bulbs	No. of bolted bulbs	No. of flowering bulbs	Date of 50% flowering	Size of flowering plants			No. of surviving bulbs	Circum. of harvested bulbs (cm)	
						No. of flowers	Flower size (cm)				
							Diam.	Length			Plant ht. (cm)
December 16, 1992	3.0	11	0	0	-	-	-	-	10	6.9	
	3.5	11	0	0	-	-	-	-	11	7.3	
	4.0	11	0	0	-	-	-	-	11	7.8	
	4.5	7	0	0	-	-	-	-	7	7.3	
	5.0	11	7	1	March 3, 1993	10.5	8.0	27.0	8.0	2.8	8.7
	6.0	6	7	4	5	9.1	7.8	22.0	7.8	2.7	9.7
December 24, 1993	4.0	15	1	0	-	-	-	-	13	6.7	
	4.5	15	5	4	-	7.4	7.6	19.4	6.8	2.5	
	5.0	20	17	5	March 23, 1994	6.3	7.0	17.6	5.8	2.3	
	5.5	26	23	17	-	7.2	7.2	19.0	6.4	2.4	
	6.0	14	14	11	-	8.1	7.8	21.2	7.0	2.7	
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	9.6

The bulbs harvested in the experiments of Table 2 and Table 3 were chilled at 4 °C for 12 weeks and used in the 1992 and 1993 experiments, respectively. These bulbs were replanted in separate 12 cm-diameter pots.

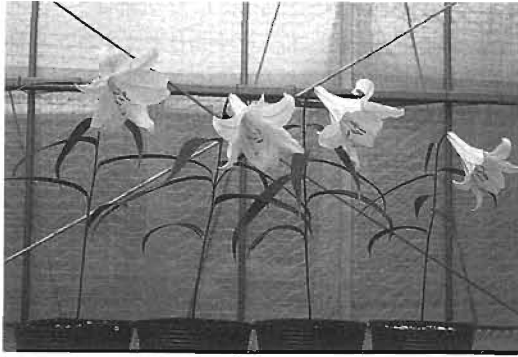


Fig. 2. Flowering of in vitro propagated bulblets of *L. japonicum* following the second transplantation into soil. Bulbs derived from the experiment of Table 2 were re-chilled at 4 °C for 12 weeks before transplanting in 12 cm-diameter pots on 16 December, 1992. Photograph was taken on 28 February, 1993.

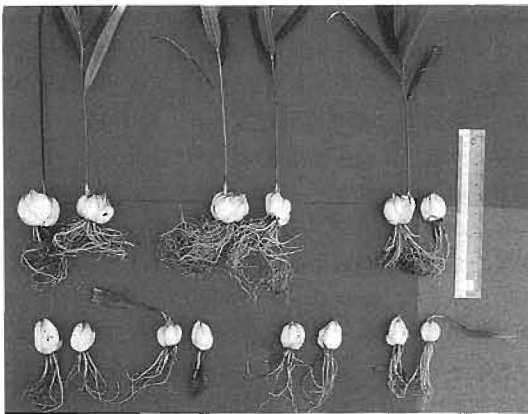


Fig. 3. Influence of *L. japonicum* bulb size on their subsequent growth after their second transplantation into soil. Bulbs derived from the experiment of Table 2 were re-chilled at 4 °C for 12 weeks and replanted in 12 cm-diameter pots on 16 December, 1992. They were harvested and photographed on July, 1993. Circumference of planted bulbs (cm) was, Upper (left to right) : 6.0 ≤ ~ < 6.5, 5.5 ≤ ~ < 6.0, 5.0 ≤ ~ < 5.5. Lower (left to right) : 4.5 ≤ ~ < 5.0, 4.0 ≤ ~ < 4.5, 3.5 ≤ ~ < 4.0, 3.0 ≤ ~ < 3.5.

周 6.0~6.9 cm の球根の開花率は 10.7%であった。すべての球周試験区において、開花した株の花数は 1 輪であったが、草丈、葉数、莖径などは、植えた球根の球周に、ほぼ比例して増加した。しかし、その生育程度は、実験 3. の結果と比較して、大きくならな

Table 5. Influence of the size and comparison between chilling and direct-planting of bulbs derived from in vitro propagated bulblets of *L. japonicum* on bolting, flowering and their growth of bulbs after the third transplantation.

	Circum. of planted bulbs (cm)	No. of planted bulbs	No. of bolted bulbs	No. of flowering bulbs	Date of 50% flowering	Avg. growth of flowering plants				No. of surviving bulbs	Date of harvesting	Avg. circum. of harvested bulbs (cm)	
						No. of flowers	Flower size (cm)		Plant ht. (cm)				Stem diam. (cm)
							Diam.	Length					
Bulbs chilled at 4 °C for 12 weeks	6.0 ≤ ~ < 7.0	30	29	3	January 1, 1994	1	7.8	6.5	19.3	2.4	no measurement		
	7.0 ≤ ~ < 8.0	23	23	10		1	7.3	6.6	19.9	6.3			2.5
	8.0 ≤ ~ < 9.0	16	16	13		1	8.0	7.0	21.0	7.5			2.8
	9.0 ≤ ~ < 10.0	5	5	5		1	8.0	6.8	20.3	8.6			3.0
Bulbs planted directly after harvest	10.0 ≤ ~ < 11.5	5	5	4	June 1, 1994	1	8.8	7.5	23.8	3.5			
	4.0 ≤ ~ < 4.5	11	11	3		1	7.6	7.4	35.0	13.0			2.9
	4.5 ≤ ~ < 5.0	13	13	12		1	9.2	8.5	35.8	15.6			3.2
	5.0 ≤ ~ < 5.5	11	11	10		1	9.9	8.3	36.4	15.7			3.6
	5.5 ≤ ~ < 6.0	6	6	6	July~ August, 1994	1	9.9	8.8	40.3	3.5			
	6.0 ≤ ~ < 6.5	8	8	8		1.4	10.5	8.5	40.4	19.4			4.0
												11	9.8
												13	11.9
												11	12.6
												6	12.9
												8	15.6

The bulbs harvested in the experiments of Table 2 and Table 3 were chilled at 4 °C for 12 weeks and used in the 1992 and 1993 experiments, respectively. These bulbs were replanted in separate 12 cm-diameter pots.

った。

## 2) 無冷蔵球根の栽培試験

冷蔵せずに、掘り上げてすぐ鉢に植えた球根は、5月24日～6月11日の間に開花した。球周7.0 cm以上の球根の開花率は、94.7%であった。花数は、球周10.0 cm未満球はすべて1輪であったが、球周10.0～11.4 cm球では8個体中3個体で2輪開花した。各球周の試験区で開花した株の草丈、葉数、茎径の平均は、促成栽培を試みた1)における開花株のものと比較して、大きくなった。また、植え付け時の球周が7.0 cm以上の球根は、栽培終了後の掘り上げ時に、球周11 cm以上の球根となった。

## 考 察

組織培養で生産したユリ球根においても、以前から切り花や鉢花栽培に用いられてきた自生あるいは圃場生産球根（以後、従来球根）と同様、休眠現象の存在することが明らかにされている（Aguettazら、1990；Higgins・Stimart、1990）。

実験1の結果は、ショ糖を添加した液体培地を用い、23℃・暗黒の一定条件で比較的長期間（5～6カ月間）通気培養して生産したササユリの子球が、従来球根と同様、休眠状態にあることを示唆した。その休眠の深さは、培養材料として用いた子球が、継代培養中に示した出葉の難易とも関連があった。すなわち、この出葉試験の供試球根を生産するために設定された培養温度23℃は、ササユリ球根の出葉の促進に有効な低温として作用する温度範囲ではなく、また、培養の経過とともに、培地中のショ糖は分化・生育しつつある球根に吸収蓄積される。培養球根の休眠現象は、このような従来ユリ球根の休眠誘導や球根成熟過程と類似した条件下で進み、その条件に対するそれぞれの培養球根の感受性の差異によって、休眠の深さ程度が異なっていたものと推定される。

実際の栽培現場では、休眠打破や抽台・開花の促進のために、球根の温湯処理、ジベレリン浸漬処理や冷蔵処理などが行われている（松川、1977；Ohkawa、1979）。一方、新美（1988）は、ヒメサユリの培養球根において、12週間以上の4℃処理が球根の休眠を打破し、GA<sub>3</sub>浸漬処理は、休眠に対する低温の効果を完全に代替することはできないが、出葉を促進するとともに低温処理期間を短縮する効果を示すことを報告した。さらに、ササユリの培養球根で、低温処理は子球からの出葉を促進し、また、低温処理が十分であった場合、試験終了後に掘り上げた子球に、腐敗した

ものはなかったことを示した（新美、1993）。Takayamaら（1982）も、ヤマユリやカノコユリ培養球根の休眠打破に低温処理を用いている。

本実験の1.と2.でも、培養球根の4℃、12週間の冷蔵処理は、栽培を開始した球根の出葉や生育を促進し、掘り上げ時の球根生存率の向上にも効果があった。また、GA<sub>3</sub>浸漬処理も冷蔵処理と同様の効果を示したが、その程度はやや劣っていた。培養球根に対するこのような冷蔵やGA<sub>3</sub>浸漬などの休眠打破処理が、従来球根に対する場合と同様に有効であった結果からも、培養球根の休眠は、従来の栽培球根などのものと同様の現象であるといえる。

12週間の冷蔵処理を行った培養球根の栽培を2月に開始した場合（第2表）と、12月から開始した場合（第3表、150≤～<200 mg）とを比較すると、その球根の生育程度に大きな差はみられなかった。また、無冷蔵球根を9月に植え付けた場合、2月ごろ盛んに出葉した。2月中下旬から5月上旬ごろまでの期間、ハウス内の温度条件・光条件などは、ササユリの生育に比較的適していた。無冷蔵球や2月植え冷蔵球の場合、この期間に葉数増加がみられ、12月植えの冷蔵球根より地上部の生育期間が短いにもかかわらず、効率よく球根を肥大させることができたと考えられる。

したがって、出葉が速やかにみられる冷蔵処理球根を用いて球根を養成する場合、植え付けは1月下旬～2月上旬ごろに無加温ハウスで行えば、経済的にも効率よく適当である。また、肥大した1作球根を、さらに効率よく得るためには、培養球根の植え付け時期や栽培期間中の温度変動と球根肥大の様相・経時変化などとの関係を検討し、適切な栽培の時期や期間を明らかにすることも必要である。

培養球の栽培による開花の状況についてみてみると、最初に開花したのは、球周が4.5 cm（実験3-2）あるいは5.0 cm（実験3-1）以上の1作球根を植え付けた第2作目（培養球の栽培開始後1年1カ月）であった。球周が6.0 cm以上6.5 cm未満のものでは、草丈は低く、花数も1輪であったが、80%程度の開花率が得られた。このことから、第1作目での球根の肥大状況を考え合わせると、150 mg以上、できれば300 mg程度の培養球を用い、冷蔵処理と加温とを組合せて栽培することによって、草丈、輪数の確保に課題はあるものの、栽培開始から開花までの期間をほぼ1年程度に短縮できることがわかった。

球根の植え付け時期を工夫すれば、開花時期をかな



り促進することも可能であり、2作球根を冷蔵処理して、10月に植え付けた場合、草丈・輪数は2作目と同様であったが、年内に開花した株もあった。しかし、テッポウユリにおいて、低温処理球を高温で促成するほど、開花は早くなるが莖長が伸びず花数も減少するとした小西ら(1976)の結果からみると、球周7~11 cm程度の大きさの冷蔵した2作球根では、加温ハウスでの年内促成栽培によって、切り花として十分な草丈と輪数を確保することは容易ではない。

仙頭(1971 b)は、実験4. 2)で用いた球根サイズ試験にもある球周7~9 cmのササユリ山掘り球根を、平地で11月植え・無加温・鉢栽培し、6月3日開花、草丈36.2 cm、花数1輪といった結果を得ている。実験4. 2)で無冷蔵球を10月に植えた場合も、同様の結果であり、開花は5~6月、草丈は40 cm程度まで伸長し、球周10.0~11.4 cm球では2輪開花するものもあった。この実験で、球周10.0~11.4 cmの比較的大きな球根でも、草丈が短く2輪開花する個体が少なかった原因として、加温ハウスでの栽培であることから、球根生長点が、十分な葉数・莖長や花数を確保するために必要な低温量を受容する前に、花芽を分化・発達させてしまった可能性が考えられる。この場合には、花芽を分化・完成させる前に、栄養生長を十分に行わせ、普通葉の原基を多数確保させるような環境条件となる栽培をできれば、莖長の長い良質の切り花が得られることになる。しかし、その正確な原因を明らかにし、良質の切り花を得るためには、冷蔵温度や栽培温度、球根サイズなどに関連したササユリの開花生理や培養材料として選抜すべき親球根の遺伝的形質等についても、さらに検討する必要がある。

なお、竹田(1993)は、切り花栽培で2~3輪開花させるには、少なくとも30 g以上の球根を使用しなければならないとしている。本実験に用いた球周11.0 cm以上の球根の生体重を測定したところ30 g程度であった(データ省略)。このことから考えると、第3作目終了後(栽培開始後約2年半)に得られた球周13.0 cm程度に肥大した球根は、切り花生産に十分使用できるはずである。ただし、ササユリの場合、山野草的イメージもあり、花数が1~2輪と少なくとも可憐さをアピールできる。また、鉢花であれば草丈が低くても問題はない。したがって、草丈の低い1輪開花株を促成鉢花として利用可能であれば、栽培開始後さらに短期間で出荷できることになる。

以上のように、本実験の結果から、簡便な液体通気

培養で大量に生産した球根を利用し、ハウスなどでの栽培によって、ササユリの切り花や鉢花を短期間に生産できる可能性が見出せた。今後、さらに、生育に適した温度・光・土壌などの環境条件や施肥条件、畝栽培による球根養成・切り花生産、培養球1作球根の冷蔵処理を簡便に行うための方法、夏季冷涼な中山間地域のような場所での栽培などにつき、試験・検討することによって、実際の栽培現場での生産を円滑に進めることができるであろう。

### 摘 要

1. 簡易培養槽を用い、5~6カ月間、23℃・暗黒・シヨ糖添加培地で液体通気培養することによって得た球根は、16週間の出葉試験中に出葉せず、休眠状態にあることがわかった。

2. 土壌へ移植する前に、培養球根を8~12週間、4℃で冷蔵処理することによって、休眠が打破され、その出葉および生育が促進された。また、200 mg・liter<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub>溶液で球根を浸漬した場合も、同様の促進効果を示したが、その程度は、冷蔵処理と比較して劣った。

3. 球重200 mg以上から300 mg未満の培養球根を1作して得られる球根の球周の平均は、6.3 cmとなった。

4. 球周5.0 cm以上に肥大した球根を栽培すると、多くの個体で抽台がみられた。12月に鉢に植えた球周6.0~6.4 cmの冷蔵球根では、翌年3月、その80%が開花した。また、開花した株の草丈は20 cm程度、花数は1輪であった。

5. 培養球根から養成した球周6.0~11.4 cmの球根を冷蔵して10月に植えた場合、年内に開花する株もあった。一方、冷蔵せずに10月に植えた同様の球根は、草丈35~40 cmで5~6月に開花し、球周10 cm以上の球根では、花数2輪のものもあった。また、植えた球根の球周が7 cm以上の場合、栽培終了後に掘り上げた球根の球周の平均は11.9 cm以上となった。

6. 以上の結果から、簡易培養槽による液体通気培養で大量増殖した培養球根を利用し、冷蔵処理やハウスなどでの栽培を組合せることによって、短期間(栽培1~3年)でササユリの切り花や鉢花を生産できる可能性が見出せた。

### 引用文献

Aguettaz, P., A. Paffen, I. Delvallee, P. Van Der Linde and G. J. De Klerk. 1990. The development of dor-

- mancy in bulblets of *Lilium speciosum* generated in vitro. 1. The effects of culture conditions. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.* 22 : 167-172.
- 古谷 博. 1993. ササユリの培養温度及び低温処理が順化後の生育に及ぼす影響. *園学雑.* 62 (別2) : 713.
- 春木和久・山田員人. 1992. 液体培養によるササユリ (*Lilium japonicum* Thunb.) 球根の生育促進. *園学雑.* 61 (別2) : 831.
- Higgins, W. S. and D. P. Stimart. 1990. Influence of in vitro generation temperature and post-in vitro cold storage duration on growth response of *Lilium longiflorum* bulblets. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115 : 930-933.
- 石破知加子・村田孝広・牧 清文・西谷孝司. 1992 a. ユリ・オリエンタル系ハイブリッド大量増殖システムの開発. (第1報) 液体培養によるユリ子球の増殖・肥大. *園学雑.* 61 (別2) : 486-487.
- 河原林和一郎. 1993. 組織培養によるササユリ子球生産の実用化. *園学雑.* 62 : 611-618.
- 小西国義・上田尚志. 1976. テッポウユリの低温処理程度と促成温度. *園学要旨.* 昭51秋 : 430.
- 松川時晴. 1977. テッポウユリの開花調節. *農耕と園芸.* 32 (6) : 138-142.
- 松田岑夫・石上 清・大谷徳生. 1992. 用土及び施肥条件がササユリの養成株の肥大に及ぼす影響. *園学雑.* 61 (別1) : 659.
- 水口 茂・大川勝徳・池川哲郎. 1994. ササユリの母りん片由来白色カルスの生長とそのカルスからの子球形成に及ぼすナフタレン酢酸とベンジルアデニンの影響. *園学雑.* 63 : 131-137.
- 新美芳二・遠藤由紀夫・有坂英一. 1988. ヒメサユリ培養子球の休眠打破に及ぼす低温及び GA<sub>3</sub> 処理の効果. *園学雑.* 57 : 250-257.
- 新美芳二. 1990. ササユリの成球生産に関する研究. (第1報) 母植物の鱗片, 葉, 茎の各切片の試験管内での子球形成能力. *園学雑.* 59 (別1) : 614-615.
- 新美芳二. 1993. ササユリの成球生産に関する研究. (第2報) 試験管内で増殖した子球のは場への移植. *園学雑.* 62 (別2) : 512-513.
- Ohkawa, K. 1979. Effects of gibberellins and benzyladenine on dormancy and flowering of *Lilium speciosum*. *Scientia Hort.* 10 : 255-260.
- 仙頭照康. 1971 a. 四国地方におけるササユリに関する研究. (第1報) 自生状況について. *愛媛大学農学部農場報告* 2 : 25-29.
- 仙頭照康. 1971 b. 四国地方におけるササユリに関する研究. (第2報) 日照制限がササユリの生育に及ぼす影響について. *愛媛大学農学部農場報告* 2 : 31-35.
- 清水基夫. 1987. 原種日本のユリのかなま. ササ(笹)ユリ. p. 53-56. 清水基夫編著. 日本のユリ. 誠文堂新光社. 東京.
- 高橋 滋. 1993. バイオリアクタ利用における環境調節とその効果. シンポジウム「植物組織培養における環境調節とその効果」講演要旨集 : 8-13.
- Takayama, S., M. Misawa, Y. Takashige, H. Tsumori and K. Ohkawa. 1982. Cultivation of *in Vitro*-propagated *Lilium* Bulbs in soil. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 : 830-834.
- Takayama, S. and N. Takizawa. 1994. Efficient mass propagation of *Lilium longiflorum* bulblets through shake and bioreactor-culture techniques. *Abstr.* 24th Intl. Hort. Cong. : 122.
- 竹田 義. 1993. 種類別栽培技術. 6. ササユリ. p. 185-194. 国重正昭編著. 花専科・育種と栽培ユリ. 誠文堂新光社. 東京.
- 田中道男・竹邊丞市・深井誠一・五井正憲・村崎公明・岡部 健. 1992. フッ素樹脂フィルム of 植物組織培養への応用. (第14報) 'Culture Bag' を用いたテッポウユリのりん片培養による子球生産. *園学雑.* 61 (別2) : 38-39.
- Van Aartrijk, J., G. J. Blom-Barnhoorn and P. C. G. Van Der Linde. 1990. Lilies. p. 535-576. In : P. V. Ammirato, D. R. Evans, W. R. Sharp and Y. P. S. Bajaj (eds.). *Handbook of plant cell culture*, Vol. 5. MacMillan, New York.