

ユリの繁殖に関する研究

誌名	野菜試験場報告. A = Bulletin of the Vegetable and Ornamental Crops Research Station. Series A
ISSN	03875407
著者名	歌田,明子 鈴木,基夫
発行元	農林省野菜試験場
巻/号	1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 173-184
発行年月	1974年11月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ユリの繁殖に関する研究

Ⅲ 種子処理及び採種後の環境条件がサクユリ及び‘パシフィック・ハイブリッド’種子の発芽と本葉展開に及ぼす影響

歌田 明子*・鈴木 基夫**

Ⅰ 緒 言

前報(歌田ら, 1973)において、ユリ類のうち、いわゆる遅発芽性地下発芽型種子に属するサクユリ(ヤマユリ) (*L. auratum* var. *platyphyllum* BAKER), カノコユリ (*L. speciosum* THUNB.) 及びこれらの交雑種である‘パシフィック・ハイブリッド’ [(*L. speciosum* THUNB. × *L. auratum* var. *platyphyllum* BAKER) × *L. auratum* var. *platyphyllum* BAKER] 種子の発芽に関して播(は)種から本葉の伸展までを、主に温度環境に対する反応の違いによって、5段階に分類した。すなわち、種子内部における生理的活性が高まる段階(Stage I, 地下発芽誘導期)を経て、発芽現象がみられ(Stage II, 地下発芽期), 地下で小球を形成・発達させる(Stage III, 小球形成期)。その後低温に感応して(Stage IV, 低温感応期), 適温条件に移されると速やかに本葉を展開する(Stage V, 展葉期)という経過である。そして、これらの段階の適温はそれぞれ異なっていることを明らかにした。

以上の段階のうち、Stage I 及び Stage IV の完了にはかなり長期間を要するので、種子処理等によって発芽促進を図ることは、実際栽培の上で意味がある。更にそのような種子処理の効果を明らかにすることは、各 Stage における種子内部の生理反応を知るうえに、何らかの助けになるものと思われた。Stage I に関連して発芽促進効果のある種子処理は、青木(1963)が数種類のユリについて、保谷ら(1973)がヒメサユリについて、種皮を除く剥(はく)皮処理の有効であることを報告している。Stage IV における低温効果の代替には、ジベレリン処理の有効なことが、BARTON ら(1957)、保谷ら(1973)の結果から推察されている。そこで、同様の処理がサクユリあるいは‘パシフィック・ハイブリッド’

種子に対してどの程度有効であるかを、各 Stage と温度条件との関連を調べながら試験した。

次に、前述の発芽過程に影響を及ぼす要因について検討した。すなわち、前報ではユリの種類及び系統の違いによって、各 Stage の適温及び必要な経過期間の異なることを示したが、このような遺伝的要因のほかに、種子の成熟過程における環境・採種時期・種子調製の方法・貯蔵条件等の違いによって、種子の熟度や休眠の深浅その他様々な生理的条件の違いがもたらされ、それらの要因によって発芽に影響の及ぶことが考えられるので、本報では、主として採種後に種子がおかれる環境条件をとりあげ、発芽過程に及ぼす影響を検討することにした。すなわち、初めに、種子の乾燥貯蔵中に後熟現象が見られるかどうかを調べた。筆者らは、Stage I を発芽の温度条件に対する種子の一連の反応過程として分類しているが、これは別の表現をすれば種子の後熟期間ともいえるであろう。したがって、もし種子の貯蔵期間中に Stage I におけると同様の生理変化が行われるとすれば、貯蔵種子をは種する場合は、Stage I に対する高温処理の必要がないか、あるいは短期間で済ませることができるはずである。

次に、採種直後の種子は、その水分含有率が高いことによって、外部環境特に温度条件にどのような感応するか、自然に乾燥してゆく過程での温度条件に敏感かどうかを、採種時期を変えて試験し、採種適期、種子調製の条件について知ろうとした。

以上の研究過程において、ユリの種子は乾燥状態にある時、様々な環境条件に対してかなり生理的に安定していることがうかがわれたので、実際のは種作業を容易にするために、Stage I を経過させた種子を再び乾燥させた場合、その後の発芽に悪影響があるかどうかを調査した。

* 農蚕園芸局果樹花き課平塚分室(旧園芸試験場そ菜部)

** 栽培部

II 実験材料及び方法

以下の1～5の試験において、‘パシフィック・ハイブリッド’種子は、平塚の圃(ほ)場網室内で7月下旬～8月上旬に交配し、10月下旬～11月上旬に採種したものをを用いた。サクユリ種子は、伊豆利島で採種したものを、直ちに入手して供試した。‘パシフィック・ハイブリッド’の母本の違いはそれぞれの項に付記した。

種子処理の方法、貯蔵条件、環境条件等は、結果のそれぞれの項で述べたとおりであって、発芽の各 Stage に対する温度と期間は、前報の結果を基にして決定した。

試験は、特記した以外は9cmペトリ皿を用いて行い、湿砂上に種子を50粒ずつ並べ、それぞれ3反復とした。

III 実験結果

1 ‘パシフィック・ハイブリッド’種子のはく皮処理

が、発芽に及ぼす影響 (1971～'72)

母本番号 2, 11, 30, 35, 48, 50 から採種後、いったん乾燥させた種子を、0.6% HCl 液に1時間浸漬後水洗し、次いで液温 30～40°C の 0.5% NaOH 液に20分浸漬処理し、流水で16時間水洗した。種子は十分吸水し種皮が柔らかくなっているのを、金網にこすりつけてはく皮した。対照区は、16時間水洗を行った。ほかに、薬品処理・水洗を全く同様にを行い、はく皮のみは行わなかった区を設けて比較した。これらの処理後、種子は Stage I を経過させるために 30°C の定温室内に 0, 3, 5 週間おいたのち、20°C に移して発芽を調査した。対照区のみは、Stage I を 30°C で8週間経過させるものを加えた。

以上の結果、母本系統の違いによって発芽の早晚がやや異なったが、種皮処理と Stage I としての高温処理効果との間に交互作用は全く認められなかったのので、系統については平均値を Table 1 に示して比較した。

対照区に比べて、はく皮を行った区は明らかに発芽が

Table 1 Effect of removing seed coat or chemical treatment of seed on days to hypogeal germination^a of ‘Pacific Hybrids’ seed (1971～'72)

Treatment	Mother plant	Period of high temperature treatment ^b (weeks)							
		0		3		5		8	
Control	No. 2	d	d	d	d	d	d	d	d
		99.7±13.6		84.7±17.1		77.5±13.4		76.9±14.2	
	No. 11	103.1±11.7		91.1±12.0		91.3±11.7		77.2±11.3	
	No. 31	101.2±12.0		93.0±13.2		89.0±12.8		83.7±17.8	
	No. 35	93.0±11.7		85.8±12.2		82.8±12.4		75.6±12.4	
	No. 48	107.4± 9.1		100.2±13.5		91.5±11.8		88.0±17.1	
	No. 50	100.6±10.7		82.4±18.2		79.8±14.4		73.0± 5.0	
Chemical treatment	Average	100.8		89.5		85.3		79.1	
	No. 2	94.0±11.8		79.5±17.4		77.6±19.3			
	No. 11	99.0±12.4		87.0±11.7		84.4±13.4			
	No. 31	94.3±10.8		85.1±14.7		88.2±15.6			
	No. 35	97.1±10.8		83.6±11.6		81.2±12.8			
	No. 48	105.7±12.2		96.2± 9.9		91.0±14.0			
	No. 50	99.3±13.3		85.0±14.4		88.0±11.2			
Removing seed coat	Average	98.2		86.1		85.2			
	No. 2	80.7±12.2		70.1±22.2		74.1±19.5			
	No. 11	80.7±16.1		76.0±13.2		63.9±20.8			
	No. 31	74.8±15.6		74.7±18.0		73.7±18.0			
	No. 35	94.6±12.7		77.1±14.7		65.9±22.1			
	No. 48	96.2±14.7		87.0±19.6		78.2±18.8			
	No. 50	89.3±16.8		85.0±10.2		75.6±17.1			
	Average	86.1		78.3		72.9			

^a Temperature for germination : 20°C

^b High temperature treatment : 30°C

Table 2 Effect of gibberellic acid on shoot production^a of seeds of *L. auratum* var. *platyphyllum* and 'Pacific Hybrids' (1972~'73)

Period of low temperature (5°C) treatment	Concentration of GA (ppm)							
	<i>(L. auratum</i> var. <i>platyphyllum)</i>				<i>('Pacific Hybrids')</i>			
	0	10	100	1,000	0	10	100	1,000
Weeks	%	%	%	%	%	%	%	%
0	2	4	4	4	0	0	0	51 ^b
2	2	0	4	13	3	0	3	72 ^b
4	21	29	22	38 ^b	0	0	16	—
6	82	93	98	61 ^b	59	62	79	81 ^b
8	98	99	98	71 ^b	84	84	84	88 ^b

^a Percentage of seeds produced shoot at 20°C after low temperature (5°C) treatment

^b Many abnormal seedling were included

早まり、薬品処理のみではく皮を行わなかった区も、わずかではあるが同様の傾向を示した。一方、高温処理による発芽促進効果も認められ、いずれの区においても高温処理期間の長いほど発芽が早まった。

2 サクユリ及び 'パシフィック・ハイブリッド'

種子に対するジベレリン処理が本葉の伸展に及ぼす影響 (1972~'73)

ジベレリンの効果は、Stage IVにおける低温効果の代替と予想されるが、発根し小球を形成した状態で処理することは実用的には困難なので、Stage I 終了時の種子をジベレリン水溶液に浸漬処理し、以後の段階を経過させた。すなわち、初めに 30°C・湿潤条件下に、サクユリは10週間、'パシフィック・ハイブリッド' (No. 32) は8週間おいた。この種子を 25°C の室内でジベレリンの 1,000, 100, 10, 0 ppm 水溶液に12時間浸漬してから、20°C に移して発芽させた。発芽後2週間は、同じ条件下で小球を形成・発達させた。Stage IVの低温処理については、5°C で 4, 6, 8 週間処理する区と全く処理しない区とを設け、Stage Vは 20°C として本葉の展開を調査した。この場合は、9cm ペトリ皿に25粒ずつ並べ、5反復で試験した。

結果は Table 2 に示すとおりで、ジベレリンの濃度が 100 ppm 以下の区では異常発芽が認められなかったが、1,000 ppm 処理区では異常発芽種子が多発した。すなわち、'パシフィック・ハイブリッド' では、根の発達が劣り小球が奇形的な発達をしているものの、かろうじて本葉形成にまで至った個体が相当数あり、これらを含めると展葉率は無処理区に比べてかなり高く、ジベレリンの影響は明らかであった。一方、サクユリの異常発

芽種子は奇形度が著しく、小球を形成せず座止してしまう個体を多く含んでいたもので、展葉率は無処理区に比べて高くなく、むしろ低い場合すらあった。

100 ppm 以下の濃度区間で比較すると、いずれも低温処理期間の影響が大きく、4週間処理区と6週間処理区との間で明らかな効果の差が認められ、サクユリでは6週間、'パシフィック・ハイブリッド' では8週間の低温処理によって、十分な展葉率が得られた。これに対してジベレリン処理の効果は比較的小さかった。低温処理期間が4週間以下の区については、サクユリは無処理区から 100 ppm 処理区までほとんど差がなく、'パシフィック・ハイブリッド' ではわずかに 100 ppm 処理区のみが本葉を伸展させたが、極めて低率で実用的には意味がなかった。低温処理6週間区では、いずれのユリもジベレリン処理濃度の高いほど展葉率がやや上昇したが、低温処理8週間の区間では全く差がなかった。

3 'パシフィック・ハイブリッド' 種子の乾燥貯蔵中における温度及び貯蔵期間が、発芽に及ぼす影響 (1970~'71)

第1回目は、母本番号 28, 72, 78 から採種した種子を室温で十分乾燥させたのち、アルミはくの袋に密封して -10, 0, 5, 10°C の定温室内に11月17日から貯蔵した。ほかに、実用的に簡単な貯蔵を行うことの可否について知るため、種子を紙袋に入れ、温度調節をしない室内のデシケーター中におく '室温貯蔵区' を設けた。貯蔵開始後2か月ごとに5回、20°C 条件下には種して発芽を調査し、は種後168日目に試験を打ち切った。

第2回目は、No. 61 を用いて12月21日から上記と同様に貯蔵を開始し、2か月ごとに4回とり出して発

Table 3 Effect of temperature and period of dry storage on days to hypogeal germination^a of 'Pacific Hybrids' seed (1970~'71)

Mother plant		No. 28				No. 72				No. 78			
Storage		Germi- nated seeds	Dead seeds	Days to germination		Germi- nated seeds	Dead seeds	Days to germination		Germi- nated seeds	Dead seeds	Days to germination	
Period	Temp.	%	%	d	d	%	%	d	d	%	%	d	d
Months	°C												
0	—	98	0	123.0±18.1		98	0	101.7±16.3		92	4	147.3±19.2	
2	—10	98	2	125.7±21.6		100	0	126.0±17.0		92	0	153.2±24.3	
	0	98	2	135.7±23.0		98	2	114.9±14.9		100	0	153.1±22.3	
	5	100	0	123.1±13.6		100	0	116.3±16.4		98	2	150.4±18.2	
	10	96	4	134.8±16.4		100	0	113.7±15.1		100	0	135.3±15.4	
Room temp.		100	0	129.2±15.5		100	0	114.0±14.7		98	2	149.6±19.5	
4	—10	98	2	129.9±28.1		96	4	100.4±20.0		98	2	119.3±29.5	
	0	96	4	114.4±26.7		98	2	107.4±25.6		98	2	123.3±24.8	
	5	100	0	130.1±23.7		98	2	111.9±23.4		100	0	135.9±22.7	
	10	64	18	130.7±36.4		98	2	123.9±22.4		98	2	130.1±24.9	
Room temp.		98	0	137.6±23.0		86	14	122.9±22.3		80	16	133.7±23.7	
6	—10	100	0	125.3±12.8		98	2	114.9± 8.0		96	0	125.7±15.0	
	0	82	18	121.2±17.6		100	0	115.5± 8.7		88	12	119.7±11.4	
	5	84	16	118.8±12.9		100	0	116.1± 8.7		94	0	120.6±14.1	
	10	58	42	121.3±18.5		100	0	103.7± 9.2		88	12	119.2±15.1	
Room temp.		94	2	120.0±13.9		100	0	112.5± 7.7		100	0	119.1±11.0	
8	—10	72	20	108.3±13.0		96	2	90.7± 9.8		100	0	95.7±17.3	
	0	76	14	97.2±18.3		76	24	89.6±14.5		84	2	110.0±20.2	
	5	74	8	101.2±19.1		86	10	89.8±13.7		92	4	106.8±19.1	
	10	46	50	101.1±20.5		70	12	90.0±20.6		72	12	114.3±21.5	
Room temp.		82	4	98.0±16.9		100	0	88.9±11.5		90	0	106.7±17.9	
10	—10	72	8	116.5±19.5		96	2	91.1±12.8		70	2	109.4±24.9	
	0	72	22	95.6±26.9		84	2	105.3±21.9		64	2	114.2±19.9	
	10	0	100	—		0	100	—		62	6	126.0±22.7	
Room temp.		72	8	108.7±27.6		96	0	94.4±18.8		66	4	114.1±18.9	

^a Temperature for germination : 20°C

芽試験を行った。このとき、直ちに 20°C には種する区と、湿潤条件で 30°C・7 週間の高温処理を行ってから 20°C に移す区とを設けて比較した。調査期間は、は種後 175 日までとした。

結果は Table 3, 4 に示した。第 1 回目 (Table 3) については、貯蔵期間が 10 か月の区のうち 5°C で貯蔵したものが事故のため、また 10°C で貯蔵したものは腐敗したためデータが得られなかった。貯蔵期間が 8 か月以下の区について比較した。分散分析の結果、主効果は、貯蔵期間と母本の違いについてはそれぞれ 1% レベルで有意であったが、貯蔵温度については有意でなかった。各効果の交互作用は、貯蔵期間と母本の違いの間でのみ認められた。すなわち、No. 28 では貯蔵期間が 0 から 6 か月までは貯蔵温度 10°C の区を除いて高い発芽率を示し、平均発芽日もほとんど変わらなかった。8 か月貯蔵区では幾らか腐敗種子が増加したが、生存種子の

発芽は早まった。貯蔵温度が 10°C の場合のみは、貯蔵期間が 6 か月以上の区で約半数が腐敗した。No. 72 では、2 及び 4 か月貯蔵区の発芽が、採種直後に比べてやや遅れ、そろいも劣る傾向を示したが、6 か月貯蔵区では発芽のそろいが良くなり、8 か月貯蔵区は発芽が早まった。No. 78 は全体として発芽所要日数が長かったが、貯蔵期間が長くなるにつれて、発芽が早まった。

以上のような母本による違いがあるので、一般に 6 か月までの貯蔵区には貯蔵による発芽促進効果があるとは言えず、8 か月貯蔵区ではやや効果のある傾向が認められるものの、発芽力を失った種子の率が増し、貯蔵することが有利とは言えなかった。更に、10 か月貯蔵区は腐敗種子が明らかに増加したうえ、同一区内で一部種子の発芽が早まると同時に、その他の残部については著しく遅れが認められた。

第 2 回目 (Table 4) も第 1 回目と同様、貯蔵温度に

Table 4 Effect of high temperature treatment of hypogeal germination of dry-stored 'Pacific Hybrids' seed (1970~'71)

Period of storage	Control (20°C constant)			High temp. treatment (30°C 7 weeks) before seeding at 20°C		
	Germinated seeds	Dead seeds	Days to germination	Germinated seeds	Dead seeds	Days to germination
Months	%	%	d ± d			d ± d
3	93	5	136.3 ± 25.7	97	0	89.1 ± 19.9
5	94	2	135.6 ± 15.7	91	6	89.6 ± 24.0
7	82	2	116.0 ± 21.7	90	0	106.3 ± 30.6
9	50	5	125.4 ± 25.3	71	1	113.1 ± 33.1

よる差がなかったので、平均値を表に示した。貯蔵期間の違いが発芽に及ぼす影響については、20°C 定温区では採種後3及び5か月まで貯蔵した区は発芽所要日数がほぼ等しく、発芽のそろいは5か月区の方が良かった。7か月まで貯蔵した区は未発芽種子が幾らかある代わり、発芽したものについては発芽所要日数が短くなった。9か月まで貯蔵した区は更に未発芽率が増え、残りの発芽も遅れてばらつきがでた。高温処理区の採種後3及び5か月貯蔵区は、20°C 定温区に比べ明らかに発芽が促進されたが、更に長期間貯蔵された種子は、発芽が遅れてばらつきも大きくなったため、20°C 定温区との差がなくなった。

4 'パシフィック・ハイブリッド' 種子の採種時期と、採種直後の環境条件が発芽に及ぼす影響 (1972~'73)

前述の試験結果から、乾燥種子では明らかな後熟現象が認められなかったため、採種直後でまだ水分をあまり失わない状態の種子を様々な温度条件下においた場合、発芽にどのような影響があるかを調べた。まず、母本番号 No. 2 から採種後直ちに罐に密封した種子を、0, 10, 20 及び 30°C の定温室内に1, 2 及び3週間おいた後、は種した。なお、この貯蔵期間中に、種子内部で発芽可能な方向へ進む生理変化が起こるかどうかを知るため、は種後の Stage I は、高温効果が不完全と思われる 30°C・4 週間処理を行う区と、高温処理を全く省略して直接 20°C の条件下におく区とを設けた。更に、採種時の種子の熟度との関連を調べるため、第1回の採種を10月23日に行い、その後1週間ごとに計4回採種した。第1回目の採種時には、蒴(さく)がまだ緑色で、種子は全体に緑を帯びた白色半透明を呈して水分を多く含み、明らかに未熟であったが、胚(はい)の長さは完熟した場合とほとんど変わらなかった。最終時は、さくが

乾いて褐(かっ)変し、頂部が裂けて種子が飛散する直前の状態のものをを用いた。

次に、種子が自然に乾燥してゆく過程での温度の影響を調べるため、罐に密封せず紙袋に入れて各定温室内に放置し、自然に乾燥するに任せ、その他は上記と同様にして試験を行った。ただし、No. 2 の種子量が不足したため No. 50 を用い、第1回目の未熟種子は10月30日に、その後1週ごとの計3回採種した。

以上の各区について、貯蔵終了時における水分含量測定結果を Table 5 に示したが、No. 2 の第1回採種の分は、材料の不足から貯蔵区の水分測定を行うことができなかった。

罐に封入して試験した区についての結果は Table 6 a に示したとおりである。30°C 貯蔵区は、種子が未熟なほど、また貯蔵期間が長引くほど、種子の発芽力が失われた。これは、開かんした時にかすかなアルコール臭が感ぜられたことからみて、高温による呼吸作用の高まりに対して容器内の酸素が不足し、嫌気呼吸に偏ったための障害と思われた。30°C区を除く他の区の発芽所要日数について、分散分析を行った結果、は種後に高温処理を行った区間では、採種時期及び貯蔵温度の効果が有意であったが、貯蔵期間については有意差が認められなかった。すなわち、未熟種子を採種した場合は発芽が早かったが、採種時期が遅れるほど、は種後の発芽所要日数は増加する傾向が見られた。そして、貯蔵温度では 20, 10, 0°C の順に発芽が早く一であった。また、それぞれの効果の交互作用は認められなかった。高温処理を行わずに 20°C には種した区については、全体に発芽が遅れ区間の差もあまり明らかでなかったが、採種時期が遅いほど発芽が遅れ、そろいも悪かった。貯蔵温度については、20°C 区で発芽が早く、10°C と 0°C との差はなかった。貯蔵期間は3週間の場合のみ発芽が遅れそらい

Table 5 Moisture content of seed after storage (1972~'73)

Storage		Date of harvest						
		Canned seed				Naturally desiccated seed		
		Oct. 23	Oct. 30	Nov. 6	Nov. 13	Oct. 30	Nov. 6	Nov. 13
Temp.	Period							
°C	Weeks	%	%	%	%	%	%	%
30	1	—	69.3	63.1	64.3	12.0	—	11.4
	2	—	70.1	64.5	59.3	12.4	13.0	7.5
	3	—	60.5	65.1	58.8	12.9	9.2	8.6
20	1	—	69.9	63.5	56.0	29.0	12.7	17.7
	2	—	69.6	64.9	59.3	14.3	13.5	10.1
	3	—	62.7	65.3	59.4	15.5	12.8	10.8
10	1	—	69.3	61.3	54.9	55.8	42.3	40.2
	2	—	67.6	59.7	58.3	28.1	17.8	10.2
	3	—	61.1	59.1	54.0	22.2	14.8	13.1
0	1	—	69.4	64.0	46.8	—	64.3	51.1
	2	—	68.9	64.2	59.3	45.8	45.8	27.5
	3	—	61.9	65.0	59.3	33.5	22.8	24.9
—	0	75.7	69.8	62.5	53.0	70.1	67.4	65.2

Table 6 Effect of temperature after harvest on hypogeal germination of 'Pacific Hybrids' seed (1972~'73)

(a) Seed canned just after harvest

Storage			Date of harvest											
			Oct. 23			Oct. 30			Nov. 6			Nov. 13		
			Percent. germi.	Days to germination		Percent. germi.	Days to germination		Percent. germi.	Days to germination		Percent. germi.	Days to germination	
Temp.	Period	Stage I	%	d	d	%	d	d	%	d	d	%	d	d
30	1	30°C 4 weeks	30	37.5±2.1	76	39.8±3.0	76	43.7±3.3	73	44.3±7.5		73	44.3±7.5	
	2		0	—	4	—	41	40.9±2.8	90	44.4±5.6		90	44.4±5.6	
	3		0	—	0	—	3	—	68	43.4±2.7		68	43.4±2.7	
20	1		81	42.2±5.0	86	46.2±8.6	77	46.2±6.1	85	45.3±6.6		85	45.3±6.6	
	2		62	43.1±5.9	88	45.2±4.9	81	48.1±8.1	78	45.2±4.7		78	45.2±4.7	
	3		12	42.3±3.3	91	42.8±5.7	83	42.8±2.8	90	44.3±3.7		90	44.3±3.7	
10	1		71	45.0±5.5	87	44.0±6.2	86	46.2±5.6	75	49.6±7.3		75	49.6±7.3	
	2		90	43.2±5.6	83	46.7±4.5	85	48.5±7.3	88	50.4±5.6		88	50.4±5.6	
	3		89	45.1±4.7	86	46.4±5.6	85	46.8±5.7	93	49.2±6.0		93	49.2±6.0	
0	1		75	45.0±5.8	74	48.0±7.9	82	47.1±5.7	98	50.0±8.0		98	50.0±8.0	
	2		64	45.6±6.4	79	48.6±4.8	84	52.4±8.5	96	51.2±6.1		96	51.2±6.1	
	3		65	50.5±6.3	85	49.5±5.5	93	49.0±6.4	88	50.1±5.7		88	50.1±5.7	
—	0		72	41.2±5.8	68	43.6±6.3	78	50.3±9.1	86	47.4±6.1		86	47.4±6.1	
30	1		36	49.8±17.3	73	59.3±15.7	82	58.9±10.7	91	55.6±15.4		91	55.6±15.4	
	2		0	—	8	—	53	60.8±16.1	95	61.5±13.3		95	61.5±13.3	
	3		0	—	0	—	7	—	70	70.4±22.6		70	70.4±22.6	
20	1		97	64.2±8.9	98	62.3±10.1	88	61.1±9.0	90	58.9±13.8		90	58.9±13.8	
	2		82	56.8±10.3	90	61.8±7.9	85	65.4±11.0	83	58.9±12.1		83	58.9±12.1	
	3		10	—	91	61.2±10.6	92	65.3±11.7	83	68.3±17.3		83	68.3±17.3	
10	1		93	67.1±9.4	91	65.3±8.9	82	63.3±7.8	80	69.8±9.8		80	69.8±9.8	
	2		88	63.6±7.9	81	62.8±7.7	83	68.1±9.7	93	69.3±13.4		93	69.3±13.4	
	3		87	63.9±8.8	85	63.7±10.4	89	69.9±12.1	100	76.5±12.4		100	76.5±12.4	
0	1		83	67.9±8.6	78	67.2±7.1	75	62.6±7.8	91	70.6±10.3		91	70.6±10.3	
	2		91	61.9±7.9	76	65.0±7.1	74	67.8±9.9	88	72.9±14.3		88	72.9±14.3	
	3		78	62.2±7.5	91	64.7±8.1	94	76.7±11.6	94	79.5±15.1		94	79.5±15.1	
—	0		83	64.2±11.7	78	63.0±10.4	79	65.1±10.4	98	67.0±14.1		98	67.0±14.1	

Table 6 (b) Seed desiccated naturally in the room at constant temperature

Storge			Date of harvest								
			Oct. 30			Nov. 6			Nov. 13		
			Percent. germi.	Days to germination		Percent. germi.	Days to germination		Percent. germi.	Days to germination	
Temp. °C	Period Weeks	Stage I	%	d	d	%	d	d	%	d	d
30	1	30°C 4 weeks	73	52.3±8.7		80	62.4±10.2		84	61.6±13.9	
	2		81	53.7±8.9		72	61.0±12.4		87	60.5±11.3	
	3		60	58.1±12.2		78	58.1±10.2		81	57.3±10.8	
20	1		92	52.3±9.8		94	54.5±10.0		97	53.2±10.7	
	2		91	52.8±9.5		88	58.9±11.9		97	53.5±10.8	
	3		83	58.6±10.1		96	57.0±9.7		97	53.5±9.9	
10	1		88	49.6±9.9		95	51.4±99.0		94	54.3±10.8	
	2		92	51.0±9.2		92	57.4±11.5		94	52.9±9.1	
	3		94	57.3±9.9		96	55.8±9.2		96	52.4±8.2	
0	1		83	51.3±8.7		88	53.6±7.9		96	54.7±11.4	
	2		83	54.2±9.1		89	57.5±11.6		96	55.5±11.1	
	3		87	59.4±9.4		91	57.3±10.3		96	57.4±10.1	
—	0	20°C	78	46.5±6.1		79	47.6±10.2		81	50.7±9.4	
30	1		79	71.1±9.8		84	82.6±10.8		85	84.1±12.4	
	2		93	79.7±13.1		95	81.8±10.8		86	87.9±12.9	
20	3		88	74.3±11.8		87	80.4±13.7		85	78.6±11.4	
20	1		83	69.5±10.9		97	74.4±12.0		96	73.1±9.7	
	2		92	74.5±10.8		93	82.9±11.7		97	77.9±9.1	
	3		90	78.9±8.6		90	78.4±8.7		99	77.6±9.7	
10	1		69	71.2±8.9		97	73.6±8.5		98	77.0±11.4	
	2		93	70.8±9.1		97	76.6±11.7		93	80.2±5.6	
	3		85	76.9±8.2		88	77.0±9.1		94	76.9±8.9	
0	1		87	70.2±9.9		97	78.6±11.3		89	76.8±10.5	
	2		94	75.9±12.3		91	84.7±12.6		95	80.8±11.3	
	3		89	78.5±11.7		90	79.7±7.4		91	82.3±10.2	
—	0		77	71.9±15.5		86	77.8±11.0		93	80.6±10.9	

Table 7 Effect of desiccation of seed after Stage I, on hypogeal germination^a of *L. auratum* var. *platyphyllum* and 'Pacific Hybrids' (1972~'73)

Desiccation		(L. auratum var. platyphyllum)		('Pacific Hybrids')	
		Percent. germi.	Days to germination ^b	Percent. germi.	Days to germination ^b
Temp. °C	Period	%	d	%	d
20	0	89	23.4±10.6	94	15.9±6.7
	24 hours	90	21.4±10.6	95	15.7±5.8
	1 week	87	21.3±10.4	92	16.9±6.7
	2 weeks	86	23.4±12.5	94	16.5±5.9
	3 weeks	81	24.7±11.9	87	16.5±6.5
0	4 weeks	77	24.4±11.7	89	18.7±8.9
	20 hours	93	20.3±9.7		
	1 week	87	24.6±12.4		
	2 weeks	82	23.9±10.8		
	3 weeks	81	24.9±11.2		
	4 weeks	78	25.2±11.4		

^a Temperature for germination : 20°C^b Days from beginning of Stage II

も劣った。特に、採種時期が遅い場合に、長期間貯蔵した区で発芽の遅れが目立った。

貯蔵中に種子が自然に乾燥するに任せた場合は、Table 6 b に示すとおり、かん封入区同様、は種後の高温処理による発芽促進効果が認められた。そして、高温処理を行わない場合も試験区間の処理効果の傾向は一致していた。いずれの場合も、採種時期が早いほど発芽がそろって早く、貯蔵温度については 10°C 区が早く 30°C 区が遅れ、貯蔵期間は短いほど発芽が早かった。

5 サクユリ及び‘パシフィック・ハイブリッド’種子の、Stage I 終了後の乾燥が発芽に及ぼす影響 (1972~73)

Stage I の温度を 30°C とし、サクユリ種子は10週間‘パシフィック・ハイブリッド’ (No. 11) 種子は8週間を経過させた。その後乾いたろ紙上に広げて、20°C の定温室内で24時間、1, 2, 3及び4週間、自然に乾燥させた。サクユリは0°C の室内で乾燥させた区をも設けた。上記の期間の後、20°C で発芽試験を行い、サクユリは50日、‘パシフィック・ハイブリッド’は40日で調査を打ち切った。

結果は Table 7 に示すとおりで、24時間から4週間まで乾燥期間が長くなるにつれて、やや発芽率が低下し、発芽所要日数の増加する傾向が見られたが、区間の差はわずかで、乾燥処理を行わずに、Stage I 終了後直ちに Stage II へ移した対照区と比べてほとんど差がなく、むしろ短期間の乾燥区では対照区より発芽の早い場合すらあった。更に、サクユリについて、乾燥時の温度の違いもほとんど影響を及ぼさなかった。

IV 考 察

緒言で述べたように、カノコユリ、サクユリ (ヤマユリ)、『パシフィック・ハイブリッド』の種子発芽は共通のパターンを示すが、発芽の早晚、温度環境に対する反応は、数値的にはそれぞれ異なる。カノコユリは、これらの種類のうちでは、最も広い範囲の環境条件下で発芽が可能で、しかもそれは比較的速やかに行われるが、サクユリは反対に、発芽に適する条件が最も限定されている。そして、これらの交雑種である‘パシフィック・ハイブリッド’ (B₁) の発芽は、母本 (F₁) の違いによって変異性を示し、その値はカノコユリとサクユリの値の中間に分布している。したがって、異なる母本から採種した‘パシフィック・ハイブリッド’種子を用いて試験を行った場合、以上の3種のユリに関する値の範囲にほぼ

近い結果が得られる可能性が高い。そして、サクユリは前述のように、最も典型的な遅発芽性地下発芽型種子である。本報告は以上の点を考慮して、サクユリと‘パシフィック・ハイブリッド’を用い、得られた結果をカノコユリほかの種類に対して一般化しようとしたものである。

1 ‘パシフィック・ハイブリッド’種子のはく皮処理が、発芽に及ぼす影響

‘パシフィック・ハイブリッド’の母本の違いによる発芽の早晚と、種皮の処理効果との間に交互作用は認められず、はく皮が発芽促進に有効であることは明らかであった。また、同様な薬品処理を行ってもはく皮処理を行わなかった区は、対照区に比べてあまり発芽促進効果が大きくなかったことから、専ら種皮の存在が発芽に影響しているといえる。保谷ら (1973) も、ヒメサユリではく皮による発芽促進効果を認めている一方、薬品処理のみでは発芽そろいが対照区と大差ないという結果を得ている。中山 (1969) によれば、種皮が発芽を抑制する原因は、水やガス体に対して不透性であること、はいの膨張を抑制すること、発芽抑制物質によってはいの生長を妨げることの三つに分類される。透水性に関しては、試験の結果はく皮区と薬品処理区が処理終了時には十分吸水し膨潤していたのに引き替え、対照区はあまり吸水していなかったことで明らかである。そのほかこれまでにを行った観察からも、乾燥種子の種皮は始めのうちはなかなか水を通さないように見える。しかし、種子が吸水するまでの時間の差は、発芽に要する日数の差に比べればわずかである。保谷ら (1973) によれば、はく皮のほかはく皮の一部を傷つけ、はい乳部を露出させただけでも効果があったとのことであるが、これは種皮のガス体透過性の影響している可能性を示している。しかしまた、傷口から発芽抑制物質が溶出しやすくなったという可能性も考えられる。平田ら (1973) は、種皮とはい乳の一部を切断すると発芽及びその後の本葉の展開までが促進される現象を、カノコユリ・タメトモユリ (サクユリ)・ササユリ・オトメユリ等で認めている。そして、はい乳部を寒天培地に接触させることで効果を得ている事実は、抑制物質の拡散による効果を想起させる。平城 (千葉農試) らは、‘パシフィック・ハイブリッド’種子を用いて、生長調整物質の処理効果を調べ、種皮あるいははい乳中の発芽抑制物質の検出を試みている。現在までのところ、投与によって目覚ましい発芽促進効果を持つような物質は見られていないが、内生の抑制物質についてはその存在を確認しているという (未発表私信)。この

ように、種皮のもつ発芽抑制の作用性について結論づけることはできないが、本試験のはく皮処理区において、Stage I の高温処理による発芽促進効果が認められ、これらの効果が相加的であったということは、種皮は発芽の Stage I の一部をコントロールしているにすぎないことを示すものとも言えよう。

一方、実用上の問題として考えてみると、本試験で行った方法は、果実のかん詰行程を参考にしたが、薬品処理のみでははく皮できず、もっと簡便な方法を見出さない限り、多数の種子を一時にはく皮することは不可能であった。この点に関して、技術的な問題が残っている。

2 サクユリ及び‘バシフィック・ハイブリッド’種子に対するジベレリン処理が本葉の伸展に及ぼす影響

ジベレリンの作用については、これまで多くの研究が行われてきており、現象的にみて低温の代替として作用する例は極めて多い。例えば BARTON ら (1957) は、ボタン種子の上はい軸休眠の打破に効果のあることを示した。その場合、発芽したばかりの種子のはい軸 (hypocotyl) 部分に、所定濃度のジベレリン液をマイクロピペットで注入している。保谷ら (1973) は、ヒメサユリ種子の、発芽後小球を形成した段階のものを、ジベレリン 1,000 ppm 液に 2 時間浸漬するか、ペトリ皿中のろ紙に同液を含ませて、はく種する方法をとり、いずれの処理も有効なことを認めた。筆者は前報において、発芽の過程上、小球の形成・発達期間が Stage III として不可欠なことを述べたが、このことは、種子が生化学的に一定の状態に達した後、初めて種子に対する低温の作用が有効になることを示している。しかし、ジベレリン処理は低温処理と異なり、物質として存在するものであるから、より永続的な効果を持つかも知れないので、本試験では Stage I 終了時の、幼根を出現させない前の種子に処理した。処理の影響は明らかであったが、実用面からみた有効性については、100 ppm 以下の濃度では効果が少なく、1,000 ppm では障害が現れ、最適濃度はこの中間の値をとるであろうことが推察された。ただしその場合も低温処理に全く代わり得るものではなく、低温処理期間を短縮した場合の付加的な効果とみるべきであることが考えられた。

3 ‘バシフィック・ハイブリッド’種子の乾燥貯蔵中における温度及び貯蔵期間が、発芽に及ぼす影響

次に、乾燥種子で後熟現象が見られるかどうかについては、貯蔵種子を 20°C の条件下で発芽試験した場合、貯蔵期間が 0~4 か月の範囲では、貯蔵することによって発芽がやや遅れたりばらついたりする傾向があった

が、ある限度を越えて長期間貯蔵すると、一部の種子はそろって速やかに発芽する代わり、反対に極めて発芽しにくくなる種子も増え、全体としてはばらつきがひどくなった。この場合、具体的な発芽所要日数や、貯蔵期間の長短による発芽の差の程度が、‘バシフィック・ハイブリッド’の母本の違いにより異なることは、前報と一致する。しかし、概していえば、6 か月貯蔵区の発芽が斉一で、8 か月貯蔵区は発芽が早まり、10 か月貯蔵区は発芽力の劣る種子が増加したといえる。更に、第 2 回目の試験において、採種後 3~5 か月の貯蔵区は 20°C 条件では発芽にかなりの日数を必要とし、30°C 処理による発芽促進効果が明らかであるのに対し、採種後 7~9 か月貯蔵すると、発芽は 20°C 一定区では早まるが、30°C 処理区では反対に遅れ、その結果両区の差が小さくなった。これらのことから、採種後 6 か月前後のころに、生理的な転換期があるものと推察される。関谷ら (1973) はヒメサユリを貯蔵して、同様な時間的経過に対する発芽能力の変化を認めている。

本試験で目的とした乾燥種子の後熟による発芽促進については、短期間貯蔵は無効であり、長期間貯蔵も発芽の斉一度及び高温処理の有効性を考慮すると有利でないもので、ともに実用性はない。ただし、発芽促進を目的としない場合の貯蔵は、種子をよく乾燥し低温で貯蔵すれば、かなり長期間種子の生存率は低下しないはずである。すなわち、BARTON (1948) がリーガルリリーで試験した例では、貯蔵期間が長くなると種子の乾燥度及び貯蔵温度の違いによって発芽力に差を生じたが、貯蔵条件の好適な場合は、15 年後でも 90% 以上の発芽率が得られたという。本試験において、10°C 貯蔵区の一部が著しく腐敗したが、同じ貯蔵期間の対照区では、かなり高温期を経ているにもかかわらず、高い発芽率が得られ、単に温度の影響によって種子が死滅したとはいえない結果を得ている。これは、種子によっては貯蔵前の乾燥期間中に水分を放出しにくいものがあり、それを密封したための障害であると考えられ、紙袋封入によった対照区は、貯蔵中の乾燥・通気条件が好適であったものと思われる。

4 ‘バシフィック・ハイブリッド’種子の採種時期と採種直後の環境条件が発芽に及ぼす影響

乾燥種子に対する外部温度の影響があまり大きくないことは、前報の乾燥・高温処理の結果と以上の結果とから明らかになったが、採種直後のまだ水分をかなり含んでいる種子の反応についても調査した。採種時期との関連については、種子の熟度の違いが発芽に影響を及ぼす

ことは一般によく知られている。ユリの種子については EMSWELLER(1951) がカノコユリで未熟種子ほど発芽の早いことを確かめ、種子の熟度が進むにつれて、種皮の透過性が変化するか、休眠物質が形成されるかの二つの可能性があるとして述べた。ここでは、はく皮処理の項で述べたように、その作用機作を解明するのは困難であり他に譲るとして、次のようなことを知ろうとした。すなわち、種子の熟度の違いは、あくまでも種子が母本からの生理的影響を受けているためか、それとも登熟の最終段階では、種子が母本に付着していることは、もはや単なる水分保持による活性の持続に役立つにすぎず、種子自体が外部環境に反応して生理変化を行っているのかを明らかにしようとしたのである。後者の場合、種子が母本から離脱しても水分が保たれれば、外部環境に対する反応は母本上にある場合と等しいはずである。

かん封入区は、障害のあった場合を除いて、概して温度が高いほど種子内部の生理的活性が高まって発芽が早く、反対に低温区は発芽が遅れた。一方、自然乾燥区は逆に高温条件下で乾燥させた区の発芽が遅れたが、この場合は高温条件ほど種子の乾燥が急激に行われ、水分含有率が著しく低下していた。種子の熟度に関しては、採種時期が遅れ未熟するほど、いずれの区でも発芽が遅れた。そこで、水分含有率の高い状態の種子が低温条件下におかれることと、種子が水分を失って乾燥することが、いずれも発芽抑制的な影響をもたらすものと仮定する。採種時期が遅くなるということは、自然環境下では外気温が低下し、種子は未熟するに従って水分含量が減少するので、この仮説に一致する。しかし、かん封入区において温度処理期間が増加してもその効果は大差ないことと、種子の水分含有率と発芽所要日数を各要因についてこみにして比較した場合、相関が認められないことは、以上の仮説のみでは不十分であり、種子登熟期における母本の生化学的作用を考慮に入れねばならないことを示すものと推察される。

ところで、実際には種して早く発芽させるためには、はいが形態的に完成してからは、なるべく早く採種すること（あまり早いと、同一さく内で未完成な種子の割合が高まるので好ましくない）、採種直後はあまり低温にさらさないこと、事情が許す場合は種子が乾燥する前には種することなどが有効であるが、いずれも、は種後の Stage I～V の環境の影響に比べれば効果が小さいといえる。むしろ、当然のことではあるが、水分含有率の高い種子を通気不良な条件下で高温にさらさないことが最も重要であろう。

5 サクユリ及び‘パシフィック・ハイブリッド’種子の Stage I 終了後の乾燥が発芽に及ぼす影響

Stage I 終了後の種子を再び乾燥させた場合は、4週間程度の乾燥はあまり大きな影響を与えなかったが、それでも乾燥期間が長引くと発芽の遅れる傾向がうかがわれた。実際のは種に当たって、初めから本葉の展開時 (Stage V) に適当と思われる密度では種する場合は別として、水分と通気条件の良い状態に保ち得る容器内に、種子を比較的密に入れて人工的な高温処理を行う場合は、処理終了後には種し直す必要がある。この時、種子はある程度乾燥しがちであるし、またそのほうが作業上は都合がよい。本試験の結果、種子を広げて自然に乾燥させる程度では悪影響のないことが確かめられた。しかし、全く別の目的、すなわち採種後の種子を後熟させるべく Stage I を経過させ、その後に長期間貯蔵して適当な時期に使用するために乾燥することは、種子の発芽率を低下させるなどの危険性があるものと思われる。

V 摘 要

前報で、カノコユリ、サクユリ及び‘パシフィック・ハイブリッド’種子の発芽から本葉の展開までを、次のような5段階に分けたが、これら段階の経過に影響を及ぼす要因について試験した。

Stage I (地下発芽誘導期); Stage II (地下発芽期)
Stage III (小球形成期); Stage IV (低温感応期);
Stage V (展葉期)。

1. はく皮処理は、Stage I における高温処理の発芽促進効果に対して、更に付加的な効果を示した。

2. Stage I 終了後の種子をジベレリン溶液に浸漬処理すると、Stage IV における低温処理期間が不十分である場合、本葉の展開がやや促進された。

3. 乾燥貯蔵中の種子は、ほとんど後熟が進まず、発芽時期には影響がなかった。

4. 発芽促進のためには、はいが形態的に完成した後できるだけ早く採種するのが好ましい。

採種直後、種子の水分含有率が高いうちに低温条件下におくことと、採種前後の種子の乾燥は、発芽抑制的に作用したが、は種後の Stage I～V の温度条件の影響に比較すれば、効果は小さかった。

5. Stage I 終了時に、種子を軽く乾燥しても、それ以後の Stage には影響を及ぼさなかった。

引用文献

- 1) 青木連次 (1963): ユリ類種子の発芽に関する試験 (第2報). 昭和38年度園芸学会春季大会研究発表要旨 40.
- 2) BARTON, L. V. (1948): Storage of Seeds of the Regal Lily. *North Am. Lily Soc. Yearb.* 1947—48 51~53.
- 3) ——— & C. CHADLER (1957): Physiological and morpho-logical effects of gibberellic acid on epicotyl dormancy of tree peony. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 19, 201~214.
- 4) EMSWELLER, E. (1951): The Effect of Age and Temperature on Germination of Seed of *Lilium speciosum rubrum*. *North Am. Lily Soc. Yearb.* 1951, 49~52.
- 5) 平田良樹・田村輝夫 (1973): ユリ種子の発芽改善について. 昭和48年度園芸学会秋季大会研究発表要旨 340~341.
- 6) 保谷昌美・関谷治男 (1973): ヒメサユリ種子の発芽促進に関する研究. 昭和48年度園芸学会春季大会研究発表要旨 312~313.
- 7) 中山 包 (1969): 発芽生理学. p 170. 訂正1版通算3版. 内田老鶴堂新社, 東京.
- 8) 関谷治男・保谷昌美 (1973): ヒメサユリの発芽性に関する研究. 昭和48年度園芸学会春季大会研究発表要旨 310~311.
- 9) 歌田明子・鈴木基夫 (1973): ユリの繁殖に関する研究 II ヤマユリ, カノコユリおよびバシフィック・ハイブリッド種子の発芽特性に関する研究. 園試報 A 12, 135~148.

Studies on the Propagation of Lilies

III The Effects of Seed Treatments and Environmental Conditions in Post Harvest on the Hypogeal Germination or Shoot Development of *Lilium auratum* var. *platyphyllum* BAKER and 'Pacific Hybrids'

Akiko UTADA and Motoo SUZUKI

Summary

In the previous paper, the process from seed germination to shoot development of *L. speciosum* THUNB., *L. auratum* var. *platyphyllum* BAKER and 'Pacific Hybrids' was divided into five stages: Stage I (The stage inducing hypogeal germination); Stage II (The hypogeal germination stage); Stage III (The bulblet formation stage); Stage IV (The stage responding to low temperature); and Stage V (The shoot development stage). Such factors as may have effects on these stages were subjected to the tests. The test results are summarized as follows:

1. The seed-coat removal treatment seemed to have an additional effect to the effect of the high temperature (30°C) treatment in Stage I on the hastening of the hypogeal germination.
2. When the seeds were dipped into gibberellic acid solution at the close of Stage I, the shoot development was slightly forced in case that the duration of low temperature treatment in Stage IV was not long enough.
3. In case of seeds in dry storage, little or no after-ripening was forced. No effect was observed on the germination period.
4. For the purpose of hastening the early germination, it is desirable to harvest the seeds as early as possible when the embryos have grown fully enough morphologically, and to sow them immediately.

By allowing the pre- or post harvest seeds to become dry, or by keeping the post-harvest seeds under low temperature condition in the period when the moisture contents of seeds

were rather high, the germination was somewhat retarded. These treatments, however, had little effect, as compared with the effect of temperature conditions in Stages I to V after sowing.

5. Even if the seeds were dried to a slight degree at the close of Stage I, no effect was observed on the subsequent stages.