

切り花品質に及ぼすユリ輸入球の氷温帯での 貯蔵温度と期間の影響

今西英雄*・高野恵子**・小嶋和輝*・八ツ田修司*・
小池安比古*・山本史哉***・吉田光毅****

(平成 18 年 11 月 30 日受付/平成 19 年 3 月 15 日受理)

要約: オランダから輸入したオリエンタル系‘カサブランカ’と LA 系‘セベコデジール’の球根を $-0.5\sim -2.0^{\circ}\text{C}$ の氷温帯で温度を変えて貯蔵し, 定植期を変えて栽培した時の切り花品質を調査した。2003 年 3 月 18 日から -1.5°C と -2.0°C で球根を約 3, 6, 8, 9, 11 か月間貯蔵した。ただし, -1.5°C 貯蔵区は 7 月以降, 約 1 か月ごとに温度を 0.2°C ずつ上げていき, 11 月以降の貯蔵温度は -0.5°C 一定とした。 -2.0°C は一定であり, 別に 8 か月貯蔵では, -1.5°C 一定条件で貯蔵する区も設けた。栽培条件は最低夜温 15°C とし, 7~10 月にかけて高温と強光を避けるために 50%の寒冷紗を用いて遮光した。‘カサブランカ’, ‘セベコデジール’ともに, -1.5°C 貯蔵では 6 か月を過ぎると芽の伸長がみられ, りん片・茎の Brix 値が低下した。 -2.0°C 貯蔵では 11 か月貯蔵後でも芽の伸長はほぼ抑制され, りん片・茎の Brix 値低下も -1.5°C 貯蔵に比べ小さかった。LT₅₀値は, -2.0°C 貯蔵では -1.5°C 貯蔵よりも低く, 貯蔵期間が長くなると高くなった。‘カサブランカ’では, 貯蔵期間が長くなるにつれて切り花の長さや重さおよび花数が減少する傾向にあった。また 6 か月以上貯蔵すると, 異常花と障害葉の発生がみられ, 異常花は -1.5°C 貯蔵区で, 障害葉は -2.0°C 貯蔵区でより多く発生した。 -1.5°C 一定で貯蔵すると異常花の発生は減少したが, 障害葉の発生は -2.0°C 貯蔵と変わらなかった。これに対し, ‘セベコデジール’では貯蔵の温度・期間に関わらず切り花の長さや重さにはほとんど差がなく, 遮光によるアポーションを除き, 花と葉に障害の発生もほとんどみられなかった。以上の結果, オリエンタル系の‘カサブランカ’では, 球根を 6 か月以上氷温帯で貯蔵すると採花時の切り花品質が低下するが, LA 系の‘セベコデジール’では 11 か月氷温帯で貯蔵しても切り花品質への影響はほとんどないことが明らかになった。

キーワード: ユリ輸入球, 氷温帯での貯蔵温度と期間, 切り花品質, Brix 値, 異常花と障害葉の発生

緒 言

ユリの球根は $-1.0\sim -2.0^{\circ}\text{C}$ の氷温帯で貯蔵することによって芽の生長を長期間抑制することができ, 貯蔵中に受けた低温により花芽形成が誘導されるため, 植え付け時期を決めて適宜取り出し栽培すれば, 切り花の周年生産が可能となっている。しかし, オリエンタルハイブリッド(以下オリエンタル系)のユリでは, 氷温帯での貯蔵期間が長くなるとさまざまな障害の発生がみられ, オリエンタル系ユリの安全な氷温帯での貯蔵期間は 8~9 か月とされているが^{1,2)}, その理由については明らかにされていない。

実際に -2.0°C で長期貯蔵した球根を用いた栽培試験の結果では, 8 か月を超えて貯蔵期間が長くなるにつれ, 採花時の切り花長さや花数などが減少し, 葉の障害が発生するため, 切り花品質の低下が起こることが報告されている³⁾。しかしながら, この実験の貯蔵に用いられたインキュー-

タは小型のものであり, 温度精度にも問題がなかったとはいえない。業者の大型冷蔵庫を使った試験では, 貯蔵期間が長くなると花数は減少するが, 9 か月までは高品質の切り花生産が可能であるという報告もある⁴⁾。

そこで, 本実験ではオランダから輸入したオリエンタル系の主要品種である‘カサブランカ’と長期間氷温帯で貯蔵しても比較的障害の発生が少ないとされる LA ハイブリッド(テッポウユリ×アジアティックハイブリッドの交雑種, 以下 LA 系)の‘セベコデジール’の球根を用い, 異なる氷温帯の温度で貯蔵期間を変えて貯蔵し, 貯蔵終了後に取り出した時の球根の状態, さらに栽培した場合の開花状況, 採花時の花あるいは葉の障害発生状況を調査し, オランダ産球根の長期貯蔵に伴う問題点を明らかにしようとした。

* 東京農業大学農学部農学科

** 高知県農林水産部

*** (株)日新

**** 大成建設

材料および方法

材料 実験には、オランダ産の‘カサブランカ’（球周 20～22 cm）、‘セベコデジール’（球周 12～14 cm）の輸入球根を供試した。船便でオランダから輸送されてきた球根が 2003 年 3 月 18 日に、(株)山喜農園（新潟県）経由で(株)日新の大黒埠頭営業所（横浜市）に到着した。その時、球根はすでに湿らせたピートモスとともに有孔ポリエチレン袋にパッキングされ、ピートモスは凍結した状態にあった。これらの球根を‘カサブランカ’では半分、‘セベコデジール’では 4 分割にして低密度ポリエチレンフィルム袋（レンゴ製、鮮度保持 FB フィルム）に入れ、1 区分として貯蔵することとした。

貯蔵温度・期間 球根を入れた袋は、プラスチックコンテナに入れ、同営業所内の -1.5°C と -2.0°C の冷蔵庫（約 790 m^2 ）に移して、同日より貯蔵を開始した。ただし、 -1.5°C 貯蔵区は同年 7 月 6 日まで -1.5°C で貯蔵し、その後約 1 か月ごとに貯蔵温度を 0.2°C ずつ上げていったため、11 月 10 日に貯蔵温度は -0.5°C になり、以後はこの温度に維持された。なお、 -2.0°C の貯蔵区の温度は一定であった。両区の温度精度は $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ であった。別に、球根の一部を(株)大青工業（青森市）にクール便で送り、 -1.5°C 一定で貯蔵する区も設けた。この区の貯蔵期間中の温度は $-1.5 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$ に維持された。(株)日新の冷蔵庫で貯蔵された球根は約 3, 6, 8, 9, 11 か月後のそれぞれ 2003 年 6 月 26 日、9 月 24 日、11 月 12 日、12 月 18 日、翌 2004 年 2 月 16 日に貯蔵を終了した。取り出した球根は、東京農業大学農学部でクール便で送られた。(株)大青工業の冷蔵庫内で -1.5°C 一定で貯蔵されていた球根は 11 月 16 日にのみ取り出され、翌日クール便で東京農業大学農学部へ到着した。

定植 (株)日新の冷蔵庫から到着した球根は直ちに 1°C のインキュベータ（サンヨー製、MIR-253）に移して解凍され、それぞれ 7 月 1 日、10 月 7 日、11 月 17 日、12 月 24 日、2 月 20 日に東京農業大学厚木農場温室内の幅 80 cm のベッドに、各区 20 球あるいは 25 球ずつ 5 条植えの 15 cm 間隔で植え付けられた。用土は山土とピートモスを 1:1（容積比）で混合した土に石灰を加え中和したものとした。なお、貯蔵開始時の球根として 3 月 24 日に定植する区も設けた。また‘カサブランカ’の 7 月植えでは -1.5°C 貯蔵球のみ、2 月植えでは -2.0°C 貯蔵球のみを、また‘セベコデジール’の 2 月植えでは -2.0°C 貯蔵球のみを定植した。(株)大青工業から送られてきた球根は、室温下で解凍して 11 月 17 日に(株)日新で貯蔵されたものと同時に、同様の方法で定植した。

サンプリング・Brix 値測定 定植時に各区 5～7 球をサンプリングし、茎長、分化葉数を測定すると共に、りん片と茎の Brix 値を測定した。りん片の Brix 値は、当年生りん片で外から数えて 8～10 枚目のものから中央部約 1 g の切片を作成し、切片の重さの 2 倍量の蒸留水を加えて乳鉢ですり潰し、デジタル糖度計（アタゴ製、PR-101）で測定した。茎の Brix 値については、先端部から約 1 g を切り取り、りん片の場合と同様に測定した。なお、(株)大青工業

で -1.5°C 一定で貯蔵された球根は、室温で解凍したためサンプリングしなかった。

LT₅₀ 値の測定 6, 9, 11, 12 月に送られてきた両品種の -1.5°C 、 -2.0°C 貯蔵球について、プログラム環境制御のできるグロースキャビネット（タバイエスベック製、TGE-2-S）を用い温度降下処理を行った。温度降下処理は、球根をピートモスから取り出し、グロースキャビネット内に入れ、 2°C で 5 時間保持した後、 $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ で -4°C から -10°C の異なる温度まで温度を降下させて 1 時間置いた。その後、同様に $1^{\circ}\text{C}/\text{h}$ で 2°C まで温度を上昇させて 5 時間保持した。この時、先端に注射針（テルモ製、NN-1838R）を加工して挿入しやすくした銅-コンスタンタン熱電対（ $\phi 0.1\text{ mm}$ 、林電工製、TG-T-G-0.1）を各球根の底盤部から挿入した。処理中の球根内部の温度変化はハイブリッドレコーダー（横河電機製、HR1300）を用いて記録した。温度降下処理後、パーミキュライトを入れた箱に球根を植え付けて発芽させ、芽の生死を調べた。処理中の最低到達品温と生存の有無とから、非線型推定ロジット回帰モデル（STATISTICA 4.11, StatSoft Inc.）を用い、生存の確率が 50% と推定される品温を LT₅₀ 値として求めた⁵⁾。

開花調査 栽培条件は最低夜温 15°C とし、7～10 月にかけて定植後の高温と強光を避けるために 50% の寒冷紗を用いて遮光した。また、施肥はなしとし、その他の除草、灌水、葉散等の栽培管理は適宜行った。なお、栽培期間中の温室内の温度推移は図 1 に示したとおりであり、7 月下旬から 9 月中旬の温度が高すぎるのは遮光が不十分であったためである。地表面に芽が確認できた日を発芽日とし、その後肉眼ではっきりと蕾が確認できた日を発蕾日として記録した。第 1 花が開花した日に地際から採花し、その前日を開花日として記録し、切り花長、切り花重、葉数、花数を調査した。各調査項目の開花株当たりの平均値を算出すると共に、算出した値は Tukey の多重検定により比較解析した。

また異常花として、節間が伸びずに詰まった状態で着花した同節位着花を花序の下位、中位、上位のいずれの部位に発生したかを分けて調査した。さらに、花芽が分化すべき位置に形成されないブラインド、花被片の一部が裂けた奇形花、花芽が形成された後に発達を停止するアポシオンの発生状況も調査した。各実験区における異常花の発生株率（＝発生株/開花株 $\times 100$ ）を算出し、表示した。葉の障害としては、第 1 花の下の葉から数えて 25 葉目までを対象に、葉の先端部が鉤状に曲がるカギ状葉（図 3）、あるいは葉先が褐変、ねじれる褐変葉、ねじれ葉をそれぞれ軽度（+）および重度（++）に分けて、また葉焼け、二又に裂けた切れ葉、枯死した葉の発生状況を調査した。各実験区におけるそれぞれの障害葉の発生率を発生枚数 \div 実験区の全葉数（＝調査した 25 枚 \times 開花株数）で算出した。

結 果

1. ‘カサブランカ’におけるサンプリング調査結果
貯蔵開始時の茎長は 2 cm 余りであったが、 -1.5°C で貯蔵すると、茎は貯蔵期間が長くなるにつれて伸長した（図

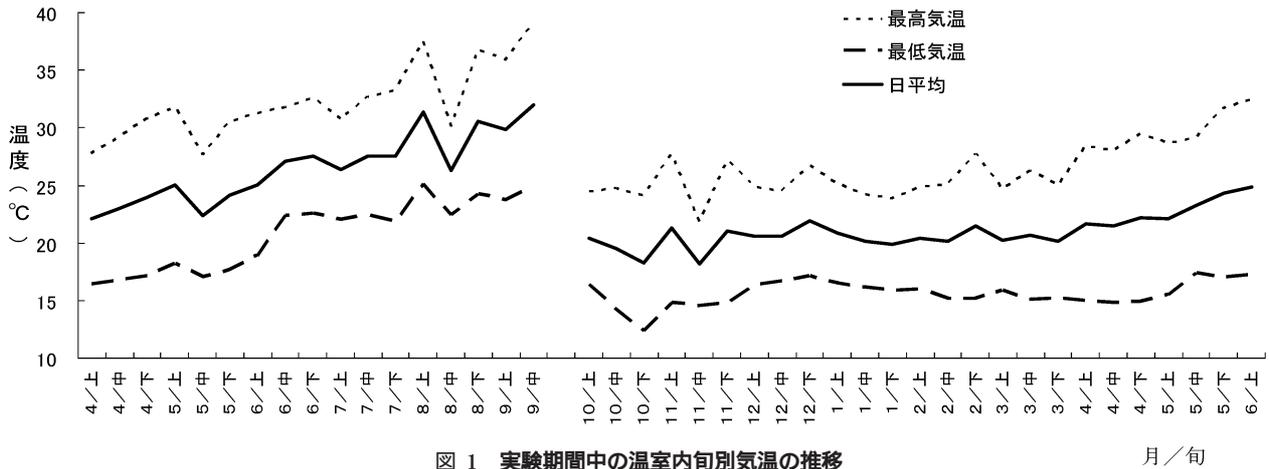


図 1 実験期間中の温室内旬別気温の推移

月/旬

2A)。特に 8 か月貯蔵後の 11 月定植時には著しい伸長がみられ、1 か月後の 12 月定植時には 5 cm 近くになった。一方、 -2.0°C 貯蔵の場合は 11 か月貯蔵しても茎長は貯蔵開始時と変わらず、伸長は抑制された。また図示していないが、葉数には貯蔵中ほとんど増加がみられなかった。

貯蔵開始時の球根におけるりん片の Brix 値は 20.8% であり、3 か月以上貯蔵すると、貯蔵温度に関わらず減少する傾向にあった (図 2B)。貯蔵開始時における茎の Brix 値は 16.8% であり、 -1.5°C 貯蔵区ではりん片の場合と同様に減少する傾向がみられたが、 -2.0°C 貯蔵区ではやや増加した (図 2C)。6~9 か月貯蔵後において、りん片および茎の Brix 値はともに -2.0°C 貯蔵区で -1.5°C 貯蔵区より高い値となり、特に茎の値でその差が大きかった。

LT_{50} 値は、 -1.5°C 貯蔵区に比べ -2.0°C 貯蔵区で低く、また貯蔵期間が長くなるにつれて高くなる傾向にあった (図 2D)。

2. ‘カサブランカ’における開花調査の結果

開花調査の結果は表 1 に示すとおりであり、 -1.5°C 貯蔵区では出芽率と開花率は貯蔵期間に関わらず 100% であった。一方、 -2.0°C 貯蔵区では 6 か月貯蔵し 10 月 7 日に定植したものに、出芽はしたものの発蕾には至らなかった株が 1 個体みられた。また、9 か月貯蔵して 12 月 24 日に定植、および 11 か月貯蔵して 2 月 20 日に定植したものには出芽がみられない致死球がそれぞれ 2, 1 個体みられた。10~12 月定植の球根において、出芽、発蕾、開花に至ったそれぞれの日数は -2.0°C 貯蔵区より -1.5°C 貯蔵区の方がいずれも短かった。

切り花の長さや重さは、3 か月貯蔵後の 7 月 1 日に定植したもので栽培時の高温のため切り花長が著しく短かったことを例外として、貯蔵期間が長くなるほど、すなわち定植時期が遅くなるにつれて減少する傾向にあった。また 12 月定植において、切り花長および切り花重の値は -1.5°C 貯蔵区より -2.0°C 貯蔵区の方で有意に大きかった。葉数には 69~79 枚と、区間で約 10 枚の差があったが、一定の傾向はみられなかった。

採花時の花数も貯蔵期間が長くなるにつれて減少する傾

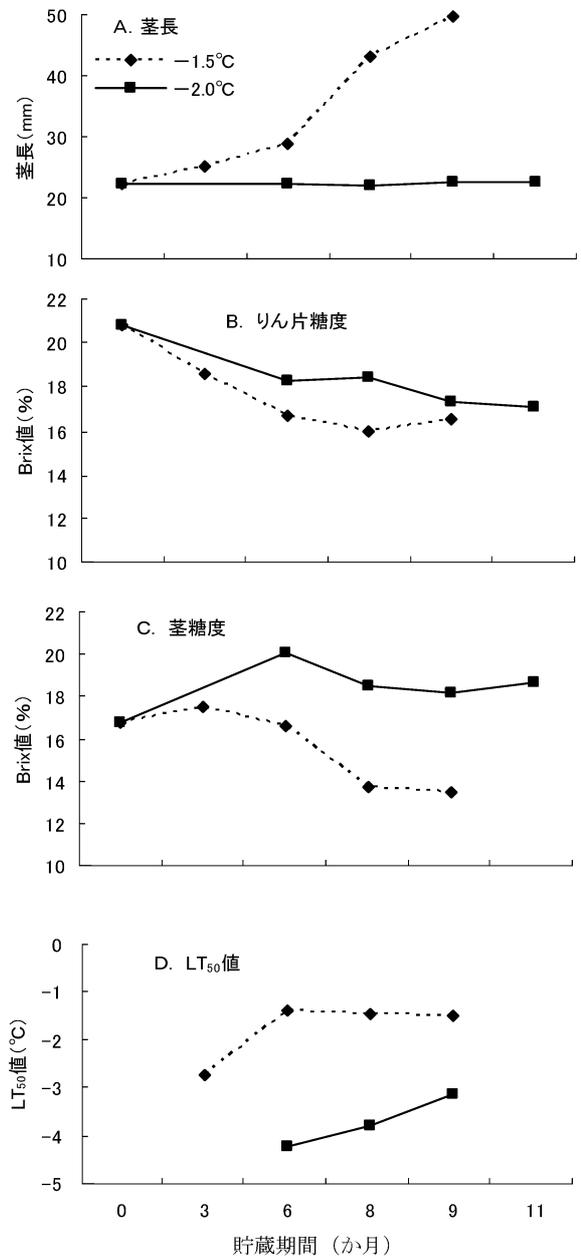


図 2 貯蔵温度および期間の異なる球根における茎長、りん片・茎糖度および LT_{50} 値の変化 (‘カサブランカ’)

表 1 開花ならびに切り花品質に及ぼす貯蔵温度と期間の影響（‘カサブランカ’）

定植日 (貯蔵期間)	貯蔵温度 (°C)	出芽率 (%)	開花率 (%)	出芽日数 (日数±SE)	発蕾日数 (日数±SE)	到花日数 (日数±SE)	切り花長 ² (cm)	切り花重 (g)	葉数 (枚)	花数
3月24日	—	100.0	100.0	11.6±0.4	45.4±0.6	94.1±0.3	158.5a ^y	372.6a	73.2abc	10.2a
7月1日 (3か月)	-1.5 ^x	100.0	100.0	5.4±0.3	35.4±0.3	71.4±0.4	113.1e	272.0bc	69.1c	7.9b
10月7日 (6か月)	-1.5	100.0	100.0	5.5±0.3	46.6±0.3	110.4±0.5	150.1ab	273.1bc	77.4ab	7.8b
	-2.0 ^w	100.0	96.0	8.8±0.2	49.3±0.4	116.9±0.7	153.7a	289.2bc	79.9a	8.3b
11月17日 (8か月)	-1.5	100.0	100.0	3.9±0.3	43.9±0.3	112.2±0.5	142.1bc	261.4cd	70.9bc	6.1cd
	-1.5一定 ^v	100.0	100.0	6.0±0.2	44.1±0.2	113.1±0.4	140.4c	251.3cd	74.5ab	5.8d
	-2.0	100.0	100.0	8.4±0.3	52.6±0.7	125.0±0.8	139.2cd	279.7bc	72.2abc	6.3cd
12月24日 (9か月)	-1.5	100.0	100.0	5.9±0.2	45.6±0.5	114.8±0.4	140.6c	225.7e	69.5c	4.4e
	-2.0	92.0	92.0	10.8±0.2	54.6±0.6	121.1±0.4	151.9a	297.3b	72.8abc	6.7c
2月20日 (11か月)	-2.0	96.0	96.0	11.5±0.3	52.1±0.5	109.9±0.5	131.9d	227.1de	70.9bc	5.7d

² 採花時、地際から測定＝草丈

^y Tukeyの多重検定により異なるアルファベット間には5%水準で有意差があることを示す

^x 貯蔵開始時の温度は-1.5°C±0.5°C, 7月上旬より0.2°C/月で昇温, 11月上旬-0.5°C±0.5°Cに達した後, 同温度

^w 貯蔵期間中の温度は-2.0°C±0.5°C

^v 貯蔵期間中の温度は-1.5°C±0.3°C

向がみられた。貯蔵開始時の3月24日定植では平均の花数は10.2個であったのに対し、-1.5°Cおよび-2.0°Cで長期貯蔵することにより花数の減少がみられ、特に-1.5°C貯蔵の12月定植では4.4個と最少となり、-2.0°C貯蔵区との間で有意な差がみられた。10月および11月定植では、貯蔵温度区間で花数には有意な差がみられなかった。

ブラインドと奇形花は-1.5°C貯蔵で多く発生したが、節間が伸びずに詰まった状態で着花する同節着花の発生は-2.0°C貯蔵の方が多く、貯蔵期間が長く、定植時期が遅いほど発生率は増加した(表2)。その際、特に花序の中部で節間が伸びないで着花する株が多くみられた。11月定植の-1.5°C一定区では、節間が伸びずに着花した同節着花、奇形花の発生ともに少なかった。

障害葉は10月以降に定植した株で発生し、合計でみると-1.5°C貯蔵区より-2.0°C貯蔵区の方で発生率は高く、20%を超えた(表3)。ただ、貯蔵期間が最も長かった2月定植では12.9%と低下した。発生状況をみると、カギ状葉(図3)と葉先褐変葉の軽度のものの発生率が比較的高く、ねじれ葉の発生は10月定植でのみ高かった。その他の障害発生はごくわずかであった。なお、11月定植の-1.5°C一定区における葉の障害発生率は、-2.0°C貯蔵区とほぼ同じであった。

3. ‘セベコデジール’におけるサンプリング調査結果
貯蔵開始時の茎長は約1.5cmであり、-1.5°Cで貯蔵すると3か月の間、茎の伸長は抑制されていたが、6か月以上では伸長がみられ、9か月貯蔵後の12月定植時の茎長は2.9cmになっていた(図4A)。一方、-2.0°C貯蔵の場合は9か月後でも茎の伸長はほぼ抑制されていたが、11か月貯蔵後の2月定植時には、ごくわずかな伸長がみられた。ま

表 2 異常花の発生株率に及ぼす貯蔵温度と期間の影響（‘カサブランカ’）

定植日 (貯蔵期間)	貯蔵温度 (°C)	節間伸びずに着花(%)			ブラインド (%)	奇形花 (%)
		下位	中位	上位		
3月24日	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7月1日 (3か月)	-1.5 ^z	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10月7日 (6か月)	-1.5	0.0	4.0	16.0	20.0	4.0
	-2.0 ^y	0.0	16.7	4.2	4.2	4.2
11月17日 (8か月)	-1.5	8.0	8.0	16.0	0.0	24.0
	-1.5一定 ^x	6.0	8.0	6.0	20.0	2.0
	-2.0	24.0	36.0	20.0	4.0	0.0
12月24日 (9か月)	-1.5	4.0	8.0	20.0	36.0	12.0
	-2.0	8.7	65.2	30.4	4.3	0.0
2月20日 (11か月)	-2.0	12.5	58.3	33.3	4.2	4.2

発生株率＝発生株数/開花株数×100

^{z,y,x} 表1の脚注参照

た、図示していないが、葉数はいずれの貯蔵温度・期間の間でも差がみられなかった。

りん片のBrix値は-1.5°C, -2.0°C貯蔵区ともに3か月後にはやや増加したが、それ以降は低下し、-1.5°C貯蔵でその程度は大きかった(図4B)。茎のBrix値は、3か月貯蔵後には開始時とほぼ同じであったが、両貯蔵温度ともに6か月貯蔵後に著しく低下し、それ以降は9か月貯蔵まであまり変わりがなかった(図4C)。ただ-2.0°Cで11か月貯蔵すると、茎のBrix値はさらに低下した。‘カサブランカ’同様、りん片および茎のBrix値はともに貯蔵期間に関わらず、-1.5°C貯蔵区よりも-2.0°C貯蔵区で高い値となった。

表 3 葉の障害発生に及ぼす貯蔵温度と期間の影響（‘カサブランカ’）

定植日 (貯蔵期間)	貯蔵温度 (°C)	葉先褐変 (%)		カギ状葉 (%)		ねじれ葉 (%)		葉焼け (%)	切れ葉 (%)	枯死 (%)	合計 (%)
		+	++	+	++	+	++				
10月 7日 (6 か月)	-1.5 ^z	1.6	0.0	2.1	1.8	7.5	0.8	0.0	0.0	0.0	13.8
	-2.0 ^y	3.7	0.0	9.3	3.7	3.7	0.5	0.0	0.0	0.0	20.9
11月17日 (8 か月)	-1.5	2.4	0.0	3.7	2.9	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	9.4
	-1.5一定 ^x	5.7	0.0	10.2	1.8	0.5	0.0	0.0	0.1	0.0	18.3
12月24日 (9 か月)	-2.0	6.4	0.2	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	22.6
	-1.5	2.7	0.8	3.7	2.1	1.3	0.2	0.0	0.2	0.5	11.5
2月20日 (11 か月)	-2.0	4.9	0.0	5.6	2.4	0.2	2.1	0.8	3.0	1.2	20.2
	-2.0	2.3	0.0	8.5	0.3	0.5	0.0	1.0	0.0	0.3	12.9

+: わずかな障害 ++: 重度の障害

^{z, y, x} 表 1 の脚注参照

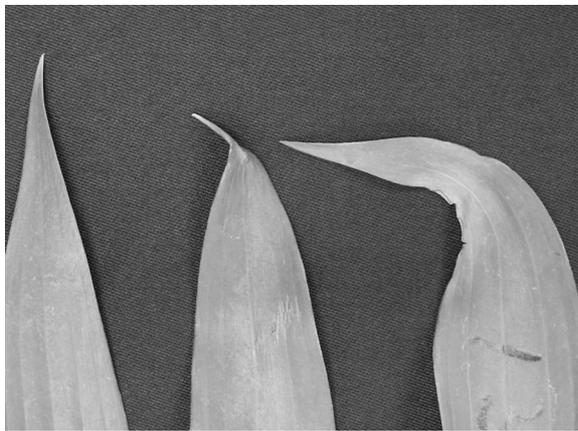


図 3 ‘カサブランカ’ のカギ状葉
(左から正常, 軽度障害, 重度障害)

LT₅₀ 値は、-1.5°C 貯蔵よりも-2.0°C 貯蔵区で常に低かった(図 4D)。また、-1.5°C 貯蔵区では 6 か月、-2.0°C 貯蔵区では 9 か月貯蔵後に高くなった。

4. ‘セベコデジール’ における開花調査の結果

全ての球根で出芽がみられ、10 月定植を除いて、-1.5°C と-2.0°C で貯蔵した球根は貯蔵期間の長さに関わらず全て開花した(表 4)。10 月定植では花数の減少および開花率の低下がみられたが、これは定植後の高温を避けるため遮光したことにより、発蕾はしたものの 2~3 cm の段階で蕾が落下するアポーションが発生したためである。

出芽日数は 3 月定植の球根で 14.3 日であり、7 月以降に定植した球根ではその日数が短くなったが、-2.0°C 貯蔵区の 12 月および 2 月に定植したものでは 13~14 日と長くなった。発蕾・到花日数は、両貯蔵温度ともに 7 月定植の球根で他の時期の定植に比べ明らかに短かった。7、10 月定植のものでは-1.5°C 貯蔵区と-2.0°C 貯蔵区の間で出芽および発蕾日数に差は見られなかったが、11 月および 12 月定植のものでは-2.0°C 貯蔵区の方で長かった。到花日

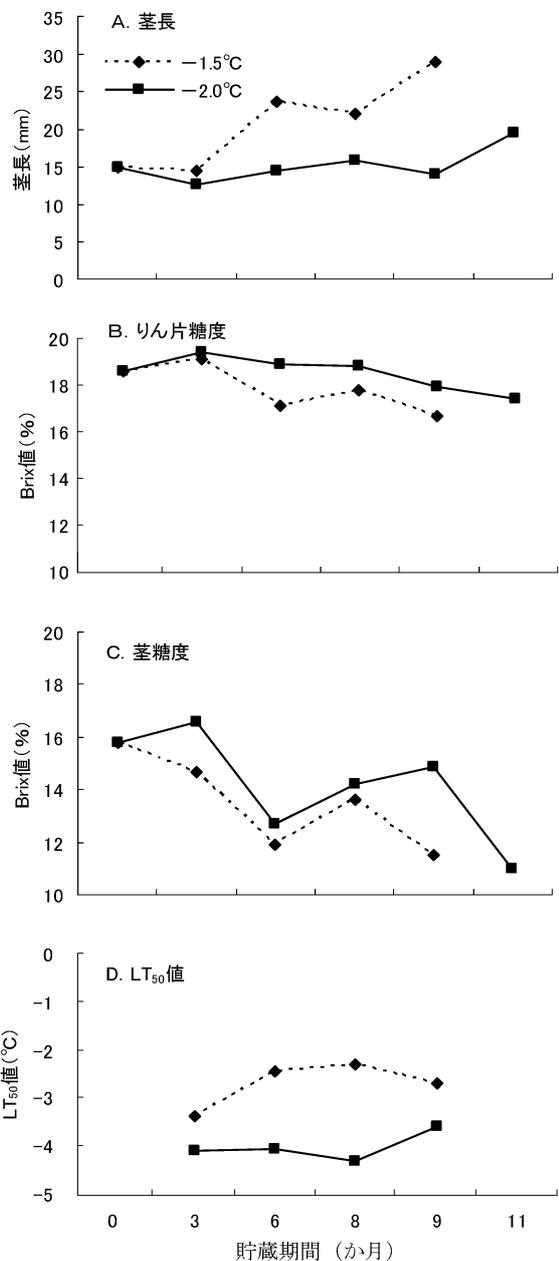


図 4 貯蔵温度および期間の異なる球根における茎長、りん片・茎糖度および LT₅₀ 値の変化(‘セベコデジール’)

表 4 開花ならびに切り花品質に及ぼす貯蔵温度と期間の影響（‘セベコデジール’）

定植日 (貯蔵期間)	貯蔵温度 (°C)	出芽率 (%)	開花率 (%)	出芽日数 (日数±SE)	発蕾日数 (日数±SE)	到花日数 (日数±SE)	切り花長 ^z (cm)	切り花重 (g)	葉数 (枚)	花数
3月24日	—	95.0	95.0	14.3±0.4	34.0±0.2	69.5±0.3	104.6 a ^y	112.8 a	54.8 cd	5.1 a
7月 1日 (3 か月)	-1.5 ^x	100.0	100.0	7.8±0.4	24.8±0.4	52.3±0.4	93.0 c	85.8 c	60.0 abc	4.5 ab
	-2.0 ^w	100.0	100.0	6.1±0.4	26.1±0.4	52.8±0.2	94.7 bc	77.4 cd	62.1 a	4.4 abc
10月 7日 (6 か月)	-1.5	100.0	96.0	8.9±0.5	36.8±0.2	73.6±0.6	98.3 b	72.0 d	56.2 bcd	2.6 d
	-2.0	100.0	84.0	8.9±0.3	36.1±0.4	77.3±0.7	103.8 a	71.3 d	60.4 ab	2.3 d
11月17日 (8 か月)	-1.5	100.0	100.0	8.0±0.3	32.9±0.5	76.8±0.4	96.0 bc	80.1 cd	55.5 cd	4.5 ab
	-1.5一定 ^v	100.0	100.0	7.9±0.3	32.1±0.2	75.6±0.3	94.4 b	83.6 a	56.6 a	4.5 ab
	-2.0	100.0	100.0	10.3±0.3	37.6±0.5	81.7±0.6	98.2 b	77.5 cd	57.8 abcd	3.6 c
12月24日 (9 か月)	-1.5	100.0	100.0	9.3±0.2	38.6±0.4	82.2±0.3	95.0 bc	87.4 c	53.4 d	4.8 a
	-2.0	100.0	100.0	13.0±0.3	43.6±0.7	85.2±0.3	95.4 bc	101.1 b	57.1 abcd	4.7 a
2月20日 (11 か月)	-2.0	100.0	100.0	13.8±0.4	40.3±0.4	79.0±0.3	96.3 bc	80.9 cd	54.4 d	3.7 bc

^{z, y, x, w, v} 表 1 の脚注を参照

数は、両貯蔵温度ともに 10 月以降に定植した球根でより長くなり、12 月定植のもので最も長くなった。

切り花長は、10 月定植の -2.0°C 貯蔵区を除いて、7 月以降の定植で短くなり、7, 11, 12 月定植では -1.5°C および -2.0°C 貯蔵区間に有意な差がみられなかった。切り花重も、7 月以降に定植したもので明らかな減少がみられたが、12 月定植ではやや増加がみられた。葉数は 54 枚から 62 枚の間で推移した。花数は 3 月定植のものが 5.1 個で最も多く、それに比べ 10 月定植の両貯蔵温度区、11 月定植の -2.0°C 貯蔵区、2 月定植の -2.0°C 貯蔵区で有意に少なかった。また、11 月定植のものにのみ、-1.5°C および -2.0°C 貯蔵区間で有意な差がみられた。なお、11 月定植における -1.5°C 一定区の切り花品質は -1.5°C 貯蔵区とほぼ同じであった。

奇形花とアポーションの発生率については表 5 に示すとおりであり、奇形花は -1.5°C 貯蔵の 11 月および 12 月定植区でのみ、8% の発生がみられた。アポーションは 3 月および 2 月定植の株でわずかにみられ、12 月定植のものには全くみられなかった。しかし、7 月および 11 月定植では 20% 前後の株にみられ、10 月定植の発生率は -1.5°C 貯蔵区で 84%、-2.0°C 貯蔵区で 96% と著しく高くなった。なお、11 月定植の -1.5°C 一定区ではアポーションの発生率は 1.7% と低かった。

開花調査の際、葉の障害が一部でみられたが、軽度の障害であった。-1.5°C 貯蔵区で発生したものの、それは 30 葉目より下の葉に多く、-2.0°C 貯蔵区では障害葉がほとんどみられなかった（データ省略）。

考 察

オリエンタル系ユリの球根を氷温帯で貯蔵する際、-1.5°C 貯蔵は芽の伸長が見られるものの、-1.0°C 以上で貯蔵したものと比較してその程度は明らかに小さく、9 か月貯蔵しても芽が水浸状態になる凍結障害の発生は全くみられなかったと報告されている⁶⁾。本実験において用いた -1.5

表 5 異常花の発生株率に及ぼす貯蔵温度と期間の影響（‘セベコデジール’）

定植日 (貯蔵期間)	貯蔵温度 (°C)	奇形花 (%)	アポーション (%)
3月24日	—	0.0	5.3
7月 1日 (3 か月)	-1.5 ^z	0.0	15.0
	-2.0 ^y	0.0	20.0
10月 7日 (6 か月)	-1.5	0.0	84.0
	-2.0	0.0	96.0
11月17日 (8 か月)	-1.5	8.0	20.0
	-1.5一定 ^x	0.0	1.7
	-2.0	0.0	24.0
12月24日 (9 か月)	-1.5	8.0	0.0
	-2.0	0.0	0.0
2月20日 (11 か月)	-2.0	0.0	4.0

^{z, y, x} 表 1 の脚注、発生株率は表 2 の脚注を参照

°C 貯蔵は、この結果に基づいて 7 月から 1 か月ごとに 0.2°C ずつ -0.5°C まで温度を上げていく貯蔵法であり、耐凍性が低いオリエンタル系ユリの貯蔵法の 1 つとなっている。本実験でも、この -1.5°C 貯蔵では、6 か月を超えると芽が伸長し始めるが、貯蔵中に凍害の発生は全くみられないことが確認された。一方、-2.0°C 貯蔵では芽の伸長を抑制できるが、凍結障害球が 20% 前後発生したとされている⁶⁾。しかし、本実験の -2.0°C 貯蔵においては、芽の伸長がほぼ抑制されていた点ではこの報告と結果が一致したが、貯蔵中に芽が黄変するような凍害の発生はサンプリング時にはみられなかった。

オリエンタル系ユリ球根の芽に含まれる糖分は耐凍性機構としての働きを持ち、含有糖分が少ないほど -2.0°C 貯

蔵時の障害発生は多くなり、Brix 値が12%以下では芽に著しい障害発生がみられるとされている⁷⁾。本実験の -1.5°C 貯蔵では、7月以降次第に貯蔵温度を高くして、11月初めには -0.5°C とされ凍害の発生防止が図られているため、 -2.0°C 貯蔵区についてのみ凍害発生とBrix値および LT_{50} 値との関係について考察が可能である。‘カサブランカ’では、茎のBrix値低下はみられなかったが、9、11か月貯蔵後の12月、2月定植区でそれぞれ2、1個体とはいえ出芽しなかった致死個体のみられた。また、系統は異なるが‘セベコデジール’においては茎のBrix値低下がみられ、11か月貯蔵後には12%以下であっても致死個体のみられなかったことを考え合わせると、貯蔵中の糖分の変化と障害の発生との関連は低いと推測される。

LT_{50} 値は、オリエンタル系の‘ルレーブ’では -2.0°C 貯蔵期間が長くなると次第に高くなり、8か月後には致死個体が半数を超えたのに対し、LA系の‘トゥランドット’では10か月の貯蔵後でも値がほとんど変わらず、致死個体のみられなかった⁵⁾。品種は異なり、‘カサブランカ’の致死率は極めて低いとはいえ、本試験の -2.0°C 貯蔵区においては、同様の結果が得られており、 LT_{50} 値の変化は水温帯での貯蔵耐性と関係していることが示唆される。

すでに水温帯で貯蔵されていた‘カサブランカ’の球根を入手直後に植え付けた3月24日定植区では、採花時の切り花の長さや重さ、花数が多く、さらに奇形花や障害葉の発生はみられず、きわめて高品質の切り花が得られた。3か月貯蔵後の7月1日定植区では、栽培時の温度が高かったため(7~9月の温室内の平均最高気温: 34.1°C 、平均最低気温: 22.7°C)、開花までの日数が著しく短くなり、切り花長が短くなったと考えられる。同様の結果をLEE・ROH⁴⁾も報告している。6か月貯蔵後の10月以降の定植においては、切り花の長さ、重さは3月定植区に比べると明らかに低く、貯蔵期間が長くなるにつれて小さくなる傾向がみられた。花数の減少も認められ、また異常花や葉の障害発生がみられるようになった。この点は、 -2.0°C の貯蔵期間が長くなるにつれて、採花時の切り花長や花数が減少し、葉や花に障害が発生するため切り花品質の低下が起こるといふ高野ら³⁾の報告とほぼ一致した。

11か月貯蔵した翌年の2月定植では、栽培期間中の平均気温が3月定植の場合と変わらず 22°C 程度であったが、切り花の長さや重さおよび花数は3月定植に比べ、2月定植では有意に減少しており、長期間の氷温貯蔵による切り花品質の低下は明らかであった。ただ、障害葉の発生率は10~12月定植の -2.0°C 貯蔵区に比べ低くなった。これについては、微小な凍害部位は生育の過程でマスクされ障害とは判別し難くなり、貯蔵終了時の凍害発生率より採花時の発生率の方が低くなるということが報告されているように⁸⁾、10~12月定植時に比べ2月定植における好適栽培環境により、出芽直後にはみられたはずの障害が生長とともにマスクされる現象が起きたのではないかと考えられる。

‘カサブランカ’において貯蔵温度の影響について比較すると、6、8か月貯蔵後の10月および11月に定植したものでは貯蔵温度により切り花の長さや重さ、花数などに有

意な差はみられなかったが、 -1.5°C 貯蔵ではブラインドあるいは奇形花の発生株率が高くなり、貯蔵中に芽の著しい伸長がみられることを併せ考えると、6か月貯蔵ですでに限界を超えていると判断される。一方、 -2.0°C 貯蔵の場合は、6か月貯蔵以後の定植では同節位着花と障害葉の発生率が明らかに高くなった。ただ、この同節位着花は生産者の間では異常花と認識されていないことを考慮し、仮に問題がないとしても、障害葉の発生率が20%を超える点は無視できない。さらに9か月貯蔵後の12月定植では、出芽がみられなかった致死個体がわずかとはいえみられた。 -1.5°C 一定の温度条件で8か月貯蔵された場合、異常花の発生率は低かったものの、葉の障害発生率は -2.0°C で貯蔵したものと変わらず、 -1.5°C では貯蔵温度の精度を高めても長期の貯蔵に伴う葉の障害発生は避けられないとみなされた。したがって、本実験でみる限り、6~9か月と水温帯での貯蔵が長くなる場合、貯蔵温度を次第に上昇させていく -1.5°C 貯蔵は、致死個体がなく葉の障害発生が少ないことからより安全とはいえず、異常花の発生がみられるため貯蔵の限界を超えているとみなされる。むしろ、 -1.5°C ~ -2.0°C 一定温度の貯蔵で、解凍方法や芽出し処理を組み合わせて³⁾、葉の障害発生の軽減について検討する必要があるだろう。

‘セベコデジール’は長期間氷温帯で貯蔵しても出芽率および開花率が高く、採花時の切り花の長さや重さにも大差がなく、花と葉の障害発生はほとんどみられなかった。さらに、 -2.0°C で11か月貯蔵した後の2月定植でも全て正常に開花した。既往の報告^{5,9)}にみられるように、LA系のユリ球根の耐凍性が高いことが証明されたといえる。ただ、10月定植において、‘カサブランカ’にはアポーションが全くみられなかったのに対し、‘セベコデジール’にはアポーションが著しく発生した。この点は、日照不足によるものであり、交配の片親であるアジアティック系ユリの性質を強く受け継いでいるためと考えられる¹⁰⁾。

オリエンタル系ユリの安全な氷温帯での貯蔵期間は8~9か月とされているが^{1,2)}、その理由については明らかにされていない。氷温帯での貯蔵期間の影響について検討した本実験の結果から、‘カサブランカ’の場合は1年近く -2.0°C で貯蔵しても致死個体の発生はわずかであったが、6か月以上貯蔵すると花数や切り花の長さや重さが減少し切り花品質が低下するだけでなく、異常花や葉の障害発生がみられるため、安全な貯蔵期間は8~9か月より短いことが示された。ただ、オランダ産のユリ球根は1月中旬には氷温帯の貯蔵に移されるため¹¹⁾、本実験の開始以前に2か月近く氷温帯で貯蔵されていたことを考慮すると、7~8か月になるだろう。しかし、別の年度にオランダから輸入した‘カサブランカ’の球根を -1.5°C 一定の温度で貯蔵した場合、11月中旬以降に致死個体が急増し半数を超えたことがある¹²⁾。したがって、オリエンタル系ユリの安全な氷温帯での貯蔵期間については、氷温帯での貯蔵に移すまでの予冷条件も含め⁷⁾、さらに検討を要するといえよう。

謝辞：本研究は科学研究費補助金基盤研究(B)(2)(課題

番号 13460017) の助成を受けて実施された。また、供試球根は (株)山喜農園より提供され、球根は (株)日新、(株)大青工業のご好意で貯蔵された。記して謝意を表す。

引用文献

- 1) 竹田 義. 1993. IV 生育・開花生理 1. アジアティック、オリエンタル・ハイブリッド. 花専科 育種と栽培. p. 50-78. 誠文堂新光社.
- 2) 富田 広. 1995. ユリ類 (オリエンタル・ハイブリッド, カノコユリ). 農業技術大系 花卉編 10 シクラメン/球根類. P. 557-561. 農山漁村文化協会.
- 3) 高野恵子・二宮千登志・笹岡伸仁. 2002. 'カサブランカ' の輸入凍結貯蔵球の解凍・芽出し方法と定植時期が切り花品質に及ぼす影響. 園学研. 1 : 275-278.
- 4) LEE, J.S. and M.S. ROH. 2001. Influence of frozen storage duration and forcing temperature on flowering of Oriental hybrid lilies. HortScience 30 : 1053-1056.
- 5) IMANISHI, H., H. NAGASAKO, K. INAMOTO and M. DOI. 2005. Changes in freezing tolerance of lily bulbs of four hybrid groups during long-term storage at -2°C . Acta Hort. 673 : 563-568.
- 6) 吉田光毅・豊原恵子・山本史哉. 2005. オリエンタル系ユリ品種カサブランカの球根品質に対する氷温帯での貯蔵温度と期間の影響. 氷温科学 8 : 24-30.
- 7) KOK, H., H. van AANHOLT and H. GUDE. 2004. Sugar content of lily sprouts (measured as 'Brix') as a parameter for freezing injury in lily bulbs grown in different climates. Abstract of IXth International Symposium on Flower Bulbs. p. 9.
- 8) 常見謙史・瀬下利夫・峰岸長利・古口光夫. 1997. オリエンタル系ハイブリッドユリの葉焼症の発生原因と対策. 園学雑 66 (別 1) : 472-473.
- 9) BONNIER, F.J.M., R.C. JANSEN and J.M. van TUYL. 1997. Freezing tolerance of bulb scales of lily cultivars : Effects of freezing and storage duration and partial dehydration. J. Plant Physiol. 151 : 627-632.
- 10) Van TUYL, J.M., van GROENESTIJM and S.J. TOXOPEUS. 1985. Low light intensity and flower bud abortion in Asiatic hybrid lilies. I. Genetic variation among cultivars and progenies of a dialed cross. Euphytica 34 : 83-92.
- 11) 吉田光毅・山本史哉・森山 勉. 2002. ユリ球根の氷温貯蔵マニュアル. 花卉球根類の長期貯蔵技術の開発マニュアル—日本におけるユリ球根の氷温貯蔵—p. 2-26. 氷温協会.
- 12) 今西英雄・本田昌裕・山崎圭修・三島睦夫・高野恵子・二宮千登志・稲本勝彦. 2006. CA 条件と氷温との組み合わせによるユリ輸入りん茎の長期貯蔵. 氷温科学 9 : 20-27.

Effects of Storage Duration of Imported Lily Bulbs at Different Temperatures below Zero on Flowering and Cut Flower Quality

By

Hideo IMANISHI*, Keiko TAKANO**, Kazuteru KOJIMA*, Shuji YATSUDA*,
Yasuhiko KOIKE*, Fumiya YAMAMOTO*** and Kouki YOSHIDA****

(Received November 30, 2006/Accepted March 15, 2007)

Summary : Lily bulbs of Oriental hybrid 'Casa Blanca' and LA hybrid 'Ceb Dazzle' imported from Holland were stored at -1.5°C , $-1.5^{\circ}\text{C}\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ or $-2.0^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ for various durations from 3 to 11 months beginning on 18 March. At storage temperatures of -1.5°C , bulbs were stored at $-1.5^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ from 18 March to early July and thereafter storage temperature was increased by 0.2°C per month until reaching -0.5°C . After reaching -0.5°C , temperature was maintained at $-0.5^{\circ}\text{C}\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. At storage temperature of $-1.5^{\circ}\text{C}\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ bulbs were stored for only 8 months. After the storage, they were grown in a greenhouse kept at minimum temperature of 15°C and under 50% shaded condition from July to October to check the quality of cut flowers.

In bulbs of both cultivars stored at -1.5°C for more than 6 months, shoots elongated and Brix values of scales and stems decreased. In contrast, at -2.0°C elongation of shoots was inhibited and lowering of Brix values of scales and stems was smaller. Estimated median lethal temperature (LT_{50}) of shoots was lower in bulbs stored at -2.0°C than at -1.5°C and became higher slightly with longer storage duration at both temperatures.

In 'Casa Blanca' prolonged storage at any temperatures reduced the weight and length of cut flowers and the number of flowers. Longer storage for more than 6 months increased the number of abnormal flowers and damaged leaves. More abnormal flowers and damaged leaves were observed at -1.5°C and -2.0°C , respectively. Storage at $-1.5^{\circ}\text{C}\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ reduced the number of abnormal flowers, but did not change the number of damaged leaves compared to -2.0°C .

On the other hand, in 'Ceb Dazzle' length and weight of cut flowers were almost the same and abnormal flowers and damaged leaves were hardly observed irrespective of storage duration and temperatures. However, abortion of flowers occurred in October planting due to low light intensity under shading.

These results show that 'Casa Blanca' bulbs cannot produce cut flowers with high quality after storage at temperatures below zero for more than 6 months, but 'Ceb Dazzle' bulbs can be stored up to 11 months.

Key words : Imported lily bulbs, storage duration at temperatures below zero, cut flower quality, Brix value, abnormal flowers and damaged leaves

* Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture

** Department of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Kochi Prefecture

*** Yokohama Sales Division, Nissin Co

**** Technology Center, Taisei Co.