球根雪中貯蔵したユリとリアトリスの生育・開花

土屋 照 二

石川県農業短期大学

Influence of the Storage of Bulbs or Rootstocks in Snow
on the Growth and Flowering of
Lilies and the Blazing-star

Shoji TSUCHIYA

Ishikawa Agricultural College, Nonoichi-machi, Ishikawa 921, Japan

To maintain the bulbs or rootstocks at low temperature, those of *Lilium* × *elegans* Thunb. cv. 'Benisugata' and 'Connecticut King', *Lilium* × *formolongi* hort. cv. 'Hakuho' and the blazing-star *Liatris* sp. cv. 'Kouki' were stored in snow occupying a chamber made of 10 cm thick polystyrene panels, from 10 January to 10 May 1988. Some of the snow still remained at the end of storage. Bulb temperature varied from 0 to -0.2°C during storage, but rose to 0.6°C toward the end of the period. The leaf number of the plants increased, but no flower-buds appeared during storage.

Lilies and the blazing-star planted on 25 November, 1987 as a control sprouted in late March to middle April and flowered in middle June to early July. However, those planted on 10 May 1988 following storage sprouted in middle May and flowered in early July to early August. The storage caused a decrease in the stem length and node number of 'Hakuho,' 'Kouki' and 'Connecticut King.' This may have been due to the early initiation of flower-buds at high temperature following planting.

(Received March 31, 1989)

1989年3月31日受付

緒 言

積雪地帯では、雪を利用した球根等の貯蔵による抑制栽培が考えられ、一部の地域で試行されている。寒さが厳しい場合、雪面下 30~40 cm までの雪温は気温の影響を受けて日周変化を示し、雪面下 10~20 cm が最低温度となる。また積雪下面の温度は積雪深、気温および地温によって影響を受けるが、北陸地方のような気温条件下においては、比較的日周変化を受けやすい雪面下 30 cm の雪温も、1 月下旬以降はほぼ 0°C で経過する¹⁾。石川県において積雪下に置いたプランター内の地温は外気温に関係なく、積雪のある間は 0°C で変化なかった²⁾。以上のように、雪中温度はスカシユリの球根凍結貯蔵栽培で実用化している -2°C より高い。テッポウユリは $0\sim 1^{\circ}\text{C}$ で球根を長く貯蔵すると花数、茎長または葉数が減

少する^{3,4)}から、上述のような温度条件となる雪中貯蔵では切り花品質の低下が考えられるが、詳しい研究はない。

したがって、ここでは人工的な低温庫を用いずに、簡易な手製の雪貯蔵箱を用いて、ユリとリアトリスの球根を雪中貯蔵した場合、貯蔵中ならびにその後の生育と開花がどのような変化を示すかを調べた。また、雪中の実際の温度変化も調べた。

材料および方法

1. 植物材料と栽培方法

スカシユリ *Lilium* × *elegans* Thunb. の '紅姿' と 'コネチカットキング' ならびにリアトリス *Liatris* sp. '紅輝' は 1987 年 11 月 10 日に市販球根を入手し、シンテッポウユリ *Lilium* × *formolongi* hort. '白峰' は 1986 年 4 月には種した養成球を 1987 年 10 月 26 日に掘

り上げて用いた。供試球根の重さは、‘紅姿’と‘コネチカットキング’は 31.6 ± 4.1 g (±数値は標準偏差) と 38.2 ± 8.2 g, ‘白峰’は 71.5 ± 23.1 g であった。リアトリス‘紅輝’は測定しなかった。

対照区は 1987 年 11 月 25, 26 日に、雪中貯蔵区は 1988 年 5 月 10 日に 7 号鉢に 1 球ずつ定植した。両区とも屋外で栽培し、対照区では発芽時に、貯蔵区では定植時に 1 鉢当たり尿素入り IB 化成肥料 (N : P_2O_5 : K_2O : $MgO = 10\% : 10\% : 10\% : 1\%$) を 5 g ずつ与えた。

‘白峰’は 1 区 20 個体、他は 1 区 30 個体ずつとした。

2. 貯蔵方法

貯蔵は Fig. 1 のような、屋外に設置した厚さ 10 cm の発泡スチロール製箱内で行った。材料は融雪時に冠水しないように置き、雪を投入して踏み固めた。雪の投入は降雪に応じて行い、1988 年 1 月 10 日と 12 日に一部投入し、1 月 25 日に満した。その後、最終積雪のあった 3 月 8 日に再び雪を満たすため補充した。それ以後貯蔵箱に白色寒鈴紗 3 枚を被覆し太陽光の直射を避けた。

Fig. 1 Storage chamber made using 10 cm thick polystyrene panels.

3. 調査と測定方法

温度測定は抵抗温度記録計 (飯尾電機株式会社製, ER186 形) を用いて行った。貯蔵箱内の温度変化は Fig. 1 に示すように球根直上に温度センサを置いて測定した。また、底面と側壁にもセンサを取り付けて箱内の温度を監視した。

栽培中の気温は、地上より約 1.5 m の高さに設置したアルミニウムはくで表面を覆った直径 8 cm, 長さ 15 cm の円筒中に温度センサを入れ、太陽光の直射を避けて測定した。

植物体の生育については、発芽日、出らい日および開花日を調査した。出らい日は、ユリにおいては上部からつぼみが観察できるようになった日、リアトリスにおいては Fig. 2 に示す状態になった日とした。ユリでは花

Fig. 2 Budding stage of the blazing-star.

房中の 1 花が咲いた日を、リアトリスでは花穂頂部の 5, 6 頭花が咲いた日を開花日とし、開花茎の形状を調べた。

ユリについては、上とは別に貯蔵開始と終了時に 10 個体ずつ 70% エチルアルコールで固定したものを、剥皮法によって実体顕微鏡を用いて花芽の生育状況を観察した。

結 果

栽培期間中の外気温は、Fig. 3 のように最高気温では、12 月下旬に一時的に高くなったが、その後 3 月上旬までは $7 \sim 10^\circ\text{C}$ で、以後徐々に上昇し 4 月上旬には 14.8°C , 5 月上旬には 22.1°C となり 8 月上旬には 36.2°C となった。最低気温は 2 月に 0°C 以下になったが、4 月上旬までは 0°C よりやや高かった。その後徐々に上昇し 5 月上旬には 9°C , 8 月上旬には 22.1°C となった。

貯蔵期間中の球根温度は $-0.2 \sim 0^\circ\text{C}$ で保たれ、貯蔵終了近くなって最高で 0.6°C に上がった。なお側壁で

Fig. 3 Changes in maximum (○) and minimum (●) air and bulb temperature. Above, air temperature; Below, bulb temperature.

Table 1 Effects of bulb or rootstock storage in snow on the date of sprouting, budding and flowering in lilies and blazing-star (means and corresponding 95% confidence intervals).

Cultivar		'Benisugata'		'Connecticut King'		'Hakuho'		'Kouki'
(Control)								
Sprouting	Apr.	5±1.4	Apr.	19±3.2	Mar.	23±5.8	Apr.	13±1.1
Budding	May	17±0.3	May	22±0.4	June	24±8.5	June	5±0.8
Flowering	June	11±0.6	June	29±0.8	July	26±3.6	July	8±0.9
(Storage)								
Sprouting	May	17±0.3	May	21±0.6	May	18±1.7	May	19±0.3
Budding	June	10±0.4	June	12±0.4	July	5±1.5	June	19±0.7
Flowering	July	3±0.6	July	16±0.8	Aug.	5±3.0	July	20±1.0

Fig. 4 Shoot length (left) and width (right) of lilies at the beginning (▨) and end (□) of storage in snow. Vertical lines represent a 95% confidence interval for any mean.

はつねに 0°C 以上で貯蔵終了間近に 5.8°C まで上昇し底面ではほぼ -0.1~0°C で球根と側壁の間であった。

ユリにおいて、球根内の芽は Fig. 4 のように雪中貯蔵前ではいずれも 1.6 cm 前後であったのが、貯蔵中に生育し、'紅姿'と'白峰'は芽の伸長が大きく約 3 cm となった。

植え付けから開花までの状況は Table 1, 2 のとおり、各種とも対照区の発芽は翌春で、'白峰'の 3 月 23 日から'コネチカットキング'の 4 月 19 日であった。貯蔵区のそれは植え付け後 7 から 11 日の 5 月 17 日から 21 日であった。貯蔵による発芽の遅れはスカシユリとリアトリスが 32 から 41 日であるのに対し、シンテッポウユリは 54 日と著しかった。その遅れは出らい日において縮まり、'白峰'と'紅輝'ではそれぞれ 11 日と 14 日で著しく短縮した。'紅姿'と'コネチカットキング'では出らいの遅れは 24 日と 21 日であった。上記のような変化を受けて、出らい日は対照区では'紅姿'の 5 月 17 日か

Table 2 Number of delayed days in sprouting, budding and flowering of lilies and blazing-star by bulb or rootstock storage in snow compared with control (Means and corresponding 95% confidence intervals).

Cultivar	Sprouting	Budding	Flowering
'Benisugata'	41±1.2	24±0.5	23±0.2
'Connecticut King'	32±0.5	21±0.2	17±0.2
'Hakuho'	54±3.9	11±2.3	9±1.3
'Kouki'	35±0.7	14±0.2	12±0.3

ら'白峰'の 6 月 24 日であったが、貯蔵区では 6 月 10 日から 7 月 5 日となった。出らいから開花までは、'コネチカットキング'では遅れが 17 日と短くなったが、他種はならなかった。開花は両区とも'紅姿'が最も早く、'白峰'が最も遅くて、対照区では 6 月 11 日から 7 月 26 日、貯蔵区では 7 月 3 日から 8 月 5 日であった。発芽から開花までの生育期間は'紅姿'と'コネチカットキング'の対照区では 66 日と 71 日、貯蔵区では 47 日と 56 日、'白峰'の対照区と貯蔵区では 125 日と 79 日、'紅輝'では 86 日と 62 日であった。

球根雪中貯蔵による開花日の遅延は、早咲きの'紅姿'で 22 日、遅咲きの'白峰'で 10 日というように自然の開花が早い種または品種ほど大きく、遅いものほど小さかった。また、雪中貯蔵区ではリアトリスとシンテッポウユリならびにスカシユリ'紅姿'は発芽から出らいの期間が、スカシユリ'コネチカットキング'は出らいから開花の期間が短かった。

なお、'白峰'は生育がそろわず、出らいと開花が著

Table 3 Effects of bulb storage in snow on the quality of cut flower of lilies
(means and corresponding 95% confidence intervals).

	% of flowering	Stem weight (g)	Stem length (cm)*	No. of node*	Diameter of flower (cm)	No. of flower
<i>L. × elegans</i> 'Benisugata'						
Control	100	74.2 ± 8.2	48.5 ± 2.1	56.8 ± 2.0	14.6 ± 0.3	2.7 ± 0.5
Storage	100	56.8 ± 4.0	49.0 ± 1.6	61.3 ± 2.4	13.6 ± 0.4	2.4 ± 0.3
<i>L. × elegans</i> 'Connecticut King'						
Control	100	205.7 ± 17.6	67.9 ± 2.8	101.8 ± 5.5	17.3 ± 0.3	13.6 ± 1.2
Storage	97	114.2 ± 8.3	60.2 ± 2.5	97.8 ± 0.8	17.1 ± 3.7	8.1 ± 0.8
<i>L. × formolongi</i> 'Hakuho'						
Control	90	506.1 ± 100.8	165.8 ± 12.6	157.8 ± 23.5	—	9.6 ± 3.3
Storage	90	231.9 ± 57.6	142.2 ± 14.0	100.8 ± 14.6	—	4.8 ± 1.4

* Figures show the value of stem length or node number from stem's base to cluster's base.

Table 4 Effects of rootstock storage in snow on the quality of cut flower of blazing-star
(means and corresponding 95% confidence intervals).

	% of flowering	Stem weight (g)	Stem length (cm)	No. of node*	Length of spike (cm)	No. of stem
Control	100	79.9 ± 4.4	127.3 ± 2.2	77.7 ± 4.0	44.2 ± 2.3	6.5 ± 0.8
Storage	100	62.3 ± 3.4	114.4 ± 1.9	37.0 ± 3.1	40.0 ± 1.9	5.9 ± 0.9

* Figures show the value of node number from stem's base to spike's base.

しく長期にわたった。

開花時の切り花の形状については Table 3, 4 に示した。開花率については雪中貯蔵によって大きな変化は生じなかった。茎重は貯蔵区で軽く、とくに「白峰」は対照区の 506.1 g に比べ 231.9 g と著しく軽かった。「コネチカットキング」も貯蔵区で明らかに軽く、対照区 205.7 g の約半分 114.2 g であった。茎長も貯蔵区は対照区より短い傾向があり、「白峰」でその差がやや大きく、「紅姿」では差がなかった。節数はスカシユリ 2 品種については両区に大差はないが、貯蔵区において「紅姿」ではやや多く、「コネチカットキング」ではやや少なかった。シンテッポウユリとリアトリスにおいては貯蔵区で少なく、対照区の約 1/2 と 1/3 の 101 節と 37 節であった。花径と花穂長は両区に大差はないが、「コネチカットキング」と「白峰」の花数ならびに「紅輝」の 1 個体当たり切り花本数は貯蔵区で少なかった。それらは切り花としての品質を著しく損ねるものではなかった。

Fig. 5 には、両区のリアトリスを除く植え付け時、ならびに全種の開花時における節数を示した。雪中貯蔵中にも節数の増加がみられ、新葉の分化が行われていることが示された。その増加は「コネチカットキング」と「白峰」では 10 程度であった。植え付け後も両区におい

て節数増加がみられ、「コネチカットキング」と「白峰」の対照区は貯蔵区に比べ多かった。とくに「白峰」の対照区における植え付け後の増加は 93 節と著しかった。開花時における節数は Table 3, 4 でも述べたとおり、「白峰」と「紅輝」では貯蔵区は対照区に比べて明らかに少なかった。

Fig. 5 Effects of storing bulbs or rootstocks in snow on the node number of lilies and blazing-star. Vertical lines represent a 95% confidence interval for any mean. Left, control; Right, storage; , on the planting date; , on the flowering date.

ユリにおける貯蔵開始時と終了時の花芽分化状況は、3品種とも明確に花芽分化したと判断できるものはなかった。‘紅姿’のみで貯蔵開始時と終了時に、それぞれ10個体中2個体と4個体で、生長点肥大(花房分化)の徴候がみられた。他2種はすべて未分化で、明らかに葉分化中であることが観察された。

考 察

本報では、簡易な手製の雪貯蔵箱を用いて、5月10日まで球根を雪中貯蔵することができた。最終的に雪を満たした3月8日から貯蔵終了までの64日間の平均気温は10.3℃であった。この間球根を-0.2~0℃に保てた。

本報の全貯蔵期間は120日であったが、シンテッポウユリでは、0℃で水分40~60%のおが屑中に5ヵ月⁹⁾、水分60%のピートモス中に約9ヵ月の球根貯蔵が可能なこと⁶⁾が報告されている。スカシユリとリアトリスはシンテッポウユリより貯蔵中の芽の生育が小さく、シンテッポウユリも含めてさらに雪中での長期貯蔵が可能と思われる。

末永ら^{2,7)}は、パンジーを丘陵地と平野部で栽培した場合、それぞれの春の融雪時期が開花の早晩に影響し、融雪の遅い丘陵地では早咲き品種ほど平野部に比べ開花日の遅れが大きく、遅咲き品種でその遅れが小さくなることを報告した。本報で雪中貯蔵により生育を遅らせた場合、早咲きの種または品種ほど生育と開花の遅れが大きくなったことは、このことに一致する。

テッポウユリは発芽後に花芽分化する⁸⁾とされ、花芽誘導の低温期間後の温度が高くなったときに分化する⁹⁾。松川ら¹⁰⁾は、生育初期4週間の温度は花芽分化と発育、葉数および茎長に影響を及ぼし、25~20℃が生育と開花促進に適当であるとした。それより高温では、生育量を減少するが、花芽分化と開花は促進することを報告した。シンテッポウユリは、タカサゴユリとテッポウユリの交雑、改良種¹¹⁾でテッポウユリと似た性質を持ち、0℃に貯蔵したりん片小球⁵⁾または親球根⁶⁾を4月から5月に植えた場合、定植が遅いほど草丈と葉数が少なく、開花が早くなる。また、生育時が高温ほど花成誘導が早く行われる。一方、6月以後に植えた場合は、遅く定植するほど遅く開花し、低温期間が長ければ葉数が少なくなるが、低温期間の長さが同じならば葉数は変わらないことが報告されている。以上から、シンテッポウユリでは0℃の低温は開花誘導に作用し、その長さは開花の早晩と茎長ならびに葉数に影響するが、同じ低温期間ならば、定植後の栽培温度条件が開花の早晩と葉数に影響

することになる。このことが原因して、本報の雪中貯蔵区は対照区に比べ発芽の遅れほど開花は遅れないが、茎重、茎長および葉数が減少したのであろう。本報両区の生育開始期には約7℃の温度差が生じていた。大川^{12,13)}は花芽分化時期からスカシユリを4型に分類した。それによれば、‘コネチカットキング’は発芽後しばらく葉分化をしてから花芽分化するが、‘紅姿’は冬に花芽分化を開始し発芽後まもなく花芽を完成する。したがって、本報の‘コネチカットキング’の雪中貯蔵で茎長と節数が大きく減少したのは、貯蔵後の高温が影響したと考えられる。さらにリアトリスにおいても、スカリオサ種が仙台での自然条件下で発芽後の6月上旬に花芽分化する¹⁴⁾ことから、本報で用いた‘紅輝’の種の同定は困難とされる¹⁵⁾が、‘紅輝’も発芽後に花芽分化する¹⁶⁾ため、雪中貯蔵では茎長と節数が著しく減じたのであろう。

本実験では、ユリ2種とも実体顕微鏡による観察で明確な花芽の分化が確認できなかった。定植後の節数増加の状況からも、シンテッポウユリとスカシユリ‘コネチカットキング’では、雪中貯蔵中に花芽分化しなかったことは明らかである。冬期球根内花芽分化型のスカシユリ‘紅姿’においても同様であった。節数増加状況から貯蔵を終了して植え付けたのち、すぐに分化したと考えられる。このことは、大川の報告とわずかに異なる。今西¹⁷⁾は球根凍結貯蔵前の+1℃の予冷で‘紅姿’が花芽分化することを確認している。大川の温度条件は明らかでないが、理科年表¹⁸⁾により静岡と金沢の12月から3月の年平均気温を比較すると、静岡は9.0℃で金沢の4.5℃より4.5℃高い。本報で雪中は-0.2~0℃であるから、この温度差が花芽分化時期に差を生じた原因と考える。すなわち、-0.2~0℃では‘紅姿’においても花芽分化せず、それより高い温度条件下で分化すると考える。

本実験では、簡易な貯蔵箱を利用した雪中球根貯蔵で、ある程度の品質を保ちながら、10日から22日の開花抑制が可能であることが示された。しかしながら、雪中はほぼ0℃に保たれ、この条件下ではスカシユリ、シンテッポウユリならびにリアトリスとも花芽分化しないが、その後の生育期の高温により花芽分化が早まり茎重、茎長または節数が減少し品質を損ねる危険があることがわかった。また、早咲き種は植え付け後すぐにあるいは大川の報告のように冬期間中に球根内で花芽分化するから、節数は貯蔵ならびに植え付け後の温度条件にはあまり影響されないが、開花時期は貯蔵終了の時期に大きく影響されることが示された。

本報にあたり，大阪府立大学農学部今西英雄教授から有益なご教示を得た．ここに謝意を表す．

文 献

- 1) 酒井 昭. 1985. 積雪環境. 「植物の耐凍性と寒冷適応—冬の生理・生態学—」 277-280, 学会出版センター, 東京.
- 2) 末永由紀子・土屋照二. 1985. 金沢地方における花壇材料に関する研究 (第1報). 丘陵地と平野部におけるパンジーの開花様相と品種間差異. 北陸学院短期大学紀要 17: 111-132.
- 3) REE, A. R. 1972. Storage of lily bulbs. In "The Growth of Bulbs," 137-139, Academic Press, London.
- 4) 今西英雄. 1983. テッポウユリ抑制栽培のためのりん茎長期貯蔵法. 園学要旨, 昭 58 春 266-267.
- 5) 渡辺寛之. 1988. シンテッポウユリの周年開花に関する研究 (第3報). りん片小球による9月~12月開花について. 奈良農試研報 19: 47-56.
- 6) 様山 温・吉池貞蔵. 1981. 新テッポウユリの球根冷蔵による抑制栽培について (第1報). 定植時期と開花期. 園学要旨, 昭 56 秋 308-309.
- 7) 末永由紀子・土屋照二. 1987. 金沢地方における花壇材料に関する研究 (第3報). は種時期がパンジーの生育と開花に及ぼす影響. 北陸学院短期大学紀要 19: 175-188.
- 8) 小杉 清. 1971. 球根の開花調節, ユリ. 「園芸植物の開花調節」(塚本洋太郎編) 355-357, 誠文堂新光社, 東京.
- 9) W. リュンガー. 1978. 園芸植物の開花反応各論, ユリ類. 「園芸植物の開花生理と栽培」(浅平 端・中村英司訳) 223-224, 誠文堂新光社, 東京.
- 10) 松川時晴・菊本忠士. 1967. テッポウユリの生育・開花に関する研究 (第1報). 初期生育中の温度 (制御環境) が生育・開花に及ぼす影響. 園学要旨, 昭 42 秋 244-245.
- 11) 清水基夫. 1987. 園芸種のユリとその一覧. ロンギフロラムハイブリッド群. 「日本のユリ」 157-159, 誠文堂新光社, 東京.
- 12) 大川 清. 1984. スカシユリ系交雑品種の凍結貯蔵 (第1報). 茎軸の伸長開始時期と花芽分化期について. 園学要旨, 昭 59 秋, 294-295.
- 13) 大川 清. 1984. スカシユリおよびスカシユリ系交雑品種の生産と栽培. 新花卉 123: 9-17.
- 14) 川合 宏・宮崎博寿. 1959. 東北地方における花卉の生態に関する研究 (第5報). リアトリス (スカリオサ種) の花芽分化期並びに花芽の発育について. 宮城県農業短期大学学術報告 (6) 15-17.
- 15) 村井千里. 1982. 宿根花卉の促成技術に関する諸問題 (5). リアトリスの切花生産技術と問題点①. 農業および園芸 57: 1416-1420.
- 16) 村井千里. 1982. 宿根花卉の促成技術に関する諸問題 (6). リアトリスの切花生産技術と問題点②. 農業および園芸 57: 1529-1538.
- 17) 今西英雄. 1987. 花芽分化時期の異なるスカシユリ系交雑品種の凍結貯蔵. 園学要旨, 昭 62 秋 562-563.
- 18) 国立天文台. 1988. 「理科年表昭和 64 年」 198-203, 丸善, 東京.