

景観形成材料としての利用を想定した各種球根植物の耐暑性の評価

松原健一**・稲本勝彦*・土井元章・今西英雄***

大阪府立大学大学院農学生命科学研究科 599-8531 堺市学園町

Evaluation of Heat Hardiness of Certain Geophytes for Landscape Planting

Kenichi Matsubara**, Katsuhiko Inamoto*, Motoaki Doi and Hideo Imanishi***

Graduate School of Agriculture and Biological Sciences, Osaka Prefecture University, Sakai, Osaka 599-8531

Summary

Heat hardiness of 16 geophytes was assessed for use in landscape planting in Japan. The bulbs were planted in pots and grown in growth chambers under three simulated temperatures i.e. ambient air temperature in Osaka, ambient+5 °C and ambient-5 °C from July 9 or July 16, 1999 to September 20, then all of the plants were transferred to the outdoors. All of the +5 °C *Dahlia* and *Lilium* 'White Angel' plants died. The other geophytes did not die under any temperature conditions. Under higher temperature conditions, delayed sprouting of *Muscari armeniacum*, and *Narcissus tazetta* var. *chinensis*, decreased unfolding of leaves of *Agapanthus africanus*, decreased plant height of *Muscari armeniacum* and *Crococsmia x crocosmiiflora*, decreased number of shoots of *Gladiolus*, and decreased flowering percentage of *x Amacrinum howardii*, *Crococsmia x crocosmiiflora*, *Gladiolus* and *Hedychium* were observed. There were no significant effects of high temperature on growth of *Allium chinense*, *Bletilla striata*, *Liatris spicata*, *Lilium* 'Elite', *Lycoris albiflora* and *Zephyranthes candida*. *Canna* grew better under higher temperature condition.

キーワード: 原産地, 景観形成, 球根植物, 耐暑性

緒言

球根植物は花色や形態の変化が豊かであり、季節感を感じさせるものも多く、また多年生ゆえに据置栽培により管理の手間が省けるといった利点もあることから、特にヨーロッパ諸国において景観形成に広く用いられている。一方わが国では一部花壇への植栽を除きほとんど利用されていない。わが国は夏冬の気温較差が大きく、夏季には高冷地など一部の地域を除き、平均気温が25 °C以上となる。この点は同じ温帯にあっても、夏冬の気温較差が小さくて夏が涼しい西岸海洋性気候地域に位置する、多くのヨーロッパ諸国と異なる状況にある。従って、わが国において球根植物を含む花卉の耐暑性はとりわけ重要な問題となるが、景観形成における利用を考慮した据え置き栽培のために花卉の耐暑性を調べた研究はほとんどない。田嶋(1995)は、高温による植物の障害について、

50~70 °Cの極端な高温により起こる障害である「高熱害」と、より低い温度域に曝されることにより起こる障害である「暑熱害」とに分けて論じている。前者は、比較的短時間のうちに起こり、後者は長い時間スケールで起こるとされ、わが国の自然条件下で起こる高温障害は、後者に属するものがほとんどであると考えられる。本実験は後者に焦点を合わせ、大阪府堺市におけるなりゆき気温、ならびにそれより高温あるいは低温で推移する気候をシミュレートした3つの温度条件を設定して栽培し、球根植物の耐暑性を評価しようとした。

材料および方法

供試材料には、(株)花の大和(奈良県天理市)から購入、または大阪府立大学実験圃場(大阪府堺市)で栽培していた秋植え球根のラッキョウ(*Allium chinense*)、シラン(*Bletilla striata*)、春咲きグラジオラス(*Gladiolus*) 'コメット'、リアトリス(*Liatris spicata*) '鍾馗'、アジアティック系ユリ(*Lilium*) 'エリート'、オリエンタル系ユリ(*Lilium*) 'ホワイトエンゼル'、リコリス(*Lycoris albiflora*)、ムスカリ(*Muscari armeniacum*)、ニホンスイセン(*Narcissus tazetta* var. *chinensis*)の9種類、春植え球根のアガパンサス(*Agapanthus africanus*)、アマクリナム(×

2002年7月18日 受付. 2002年11月8日 受理.

本研究の一部は平成10~12年度科学研究費補助金(基盤A1課題番号10306003)により行った.

*Corresponding author. E-mail: inamoto@plant.osakafu-u.ac.jp

**現在:北興化学工業(株)

***現在:東京農業大学農学部

Amacrinum howardii), カンナ (*Canna*) 'バターカップ', モントブレチア (*Crococsmia × crocosmiiflora*), ダリア (*Dahlia*) '蓬萊', ジンジャ (*Hedychium*) '桃の輝', ゼフィランサス (*Zephyranthes candida*) の 7 種類を用いた. 秋植え球根は 1998 年 9 月 9 日に, 春植え球根は 1999 年 4 月 29 日に, 素焼き鉢に 5 ないし 10 個体を定植した.

温度処理は 1999 年 7 月 9 日 (ラッキョウ, アガパンサス, カンナ, ダリア, リアトリス, オリエンタル系ユリ, リコリス, ムスカリ, ニホンスイセン) あるいは 7 月 16 日 (その他) から 9 月 20 日の間行った. 大阪府堺市の大阪府立大学実験圃場に設置された外気温追随自然光型人工気象室 (小糸工業製, K-30-1177) を用い, 外気温と同一に追従制御するように設定した区 (以下 ±0 °C 区とする), 外気温より 5 °C 高く (+5 °C 区) あるいは 5 °C 低く (-5 °C 区) 追従するように設定した区, 計 3 区を設定した. 湿度は 80% 一定とした. なお, -5 °C 区の気温は盛岡市における夏季の気温 (8 月の平均気温 23.2 °C) とほぼ同様である (理科年表, 2002). 温度処理の前後に出芽率, 葉数, 葉長, 草丈, シュート数, 側枝数などを調査した. また, 温度処理終了後は植物を戸外に搬出し, 引き続き生育様相を観察した.

結果および考察

1. 温度条件

温度処理期間中の ±0 °C 区の日最高気温は 30~35 °C で推移したが, 38 °C を記録する日もあった. 日平均気温はおおむね 25~30 °C, 日最低気温は 20~25 °C であった. +5 °C 区, -5 °C 区はこれとほぼ正確に追従して推移した. ただし, 8 月 12 日から 16 日まで落雷による停電のため温度の追従制御ができず, この間は ±0 °C 区は 25 °C, +5 °C 区で 30 °C, -5 °C 区では 20 °C で一定となった.

第 1 表 夏季における栽培温度がダリアとオリエンタル系ユリの生育様相に及ぼす影響

温度区	生存率 (%)	側枝数	着生葉数	草丈 (cm)
ダリア				
-5°C	100	5.4 ± 0.4 ^a	10.2 ± 0.8	51.2 ± 10.2
±0°C	100	3.8 ± 0.6	9.6 ± 1.4	39.7 ± 5.8
+5°C	0	-	-	-
分散分析		n.s.	n.s.	n.s.
オリエンタル系ユリ				
-5°C	100	-	2.6 ± 1.5	-
±0°C	100	-	2.4 ± 1.6	-
+5°C	0	-	-	-
分散分析			n.s.	

1999年9月20日調査
オリエンタル系ユリは7月20日に存在した葉 (平均24枚) が落葉により減少
^a平均±標準誤差
分散分析: n.s., 5%レベルで有意でない

2. 生育様相

高温下での栽培により有意な影響がみられた種類には, グラジオラス, オリエンタル系ユリ, ムスカリ, ニホンスイセン (以上, 秋植え球根), アガパンサス, アマクリナム, カンナ, モントブレチア, ダリア, ジンジャ (以上, 春植え球根) があった (第 1~5 表). ダリアならびにオリエンタル系ユリでは, 高温下での栽培が植物の生死に影響を及ぼした (第 1 表). すなわち, 両種ともに, 9 月 20 日の調査時において -5 °C 区および ±0 °C 区では供試した各区 5 個体がすべて生存していたのに対し, +5 °C 区では全個体が枯死していた. また, ダリアの -5 °C 区では, ±0 °C 区と比較して統計的に有意ではなかったものの側枝数が増加するなど, 良好な生育が観察された. これら以外の種類では, 高温が生死にまで影響を及ぼすものはなかったが, 以下のような生育への影響が認められた. ムスカリ, ニホンスイセンでは高温下での出芽の遅延がみられた. すなわち, ムスカリでは, 9 月 20 日の時点での -5 °C 区, ±0 °C 区, +5 °C 区の出芽率は, それぞれ 100, 90, 40% と温度が高い区ほど低くなり (第 2 表), ニホンスイセンでは同時点で -5 °C 区でのみ 60% の出芽がみられたのに対し, ±0 °C 区, +5 °C 区ではまったく出芽していなかった. また, 9 月 20 日におけるムスカリの -5 °C 区の草丈は ±0 °C 区および +5 °C 区と比較して長くなった (第 2 表). しかし, これらは戸外への搬出後はすべての温度区において全個体が出芽し, 正常に生育した. 9 月 20 日における高温下での着生葉数の減少が, アガパンサス (第 3

第 2 表 夏季における栽培温度がムスカリの生育様相に及ぼす影響

温度区	生存率 (%)	出芽率 (%)	着生葉数	草丈 (cm)
ムスカリ				
-5°C	100	100	4.6 ± 0.3 ^a	13.9 ± 2.0
±0°C	100	90	4.1 ± 0.4	4.5 ± 0.9
+5°C	100	40	4.0 ± 0.0	3.9 ± 1.0
分散分析			n.s.	**

1999年9月20日調査
^a平均±標準誤差
分散分析: **, 1%レベルで有意, n.s., 5%レベルで有意でない

第 3 表 夏季における栽培温度がアガパンサスの生育様相に及ぼす影響

温度区	生存率 (%)	着生葉数	草丈 (cm)
-5°C	100	13.3 ± 0.7 ^a	39.5 ± 1.2
±0°C	100	11.8 ± 0.5	37.4 ± 1.9
+5°C	100	9.0 ± 0.5	34.3 ± 2.7
分散分析		**	n.s.

1999年9月20日調査
^a平均±標準誤差
分散分析: **, 1%レベルで有意; n.s., 5%レベルで有意でない

第4表 夏季における栽培温度がアマクリナム, モントブレチア, グラジオラス, ジンジャの生育様相に及ぼす影響

温度区	生存率 (%)	開花率 (%)	シュート数	草丈 (cm)
アマクリナム				
-5℃	100	75	—	56.8 ± 10.0 ²
±0℃	100	50	—	37.9 ± 2.1
+5℃	100	0	—	46.1 ± 8.4
分散分析				n.s.
モントブレチア				
-5℃	100	33	4.0 ± 0.9	50.6 ± 2.8
±0℃	100	0	2.3 ± 0.6	26.5 ± 1.7
+5℃	100	0	2.3 ± 0.9	20.1 ± 6.9
分散分析			n.s.	**
グラジオラス				
-5℃	100	100	6.0 ± 1.0	55.7 ± 20.1
±0℃	100	100	4.5 ± 0.5	50.0 ± 8.1
+5℃	100	0	2.5 ± 0.5	18.5 ± 2.2
分散分析			*	n.s.
ジンジャ				
-5℃	100	100	2.0 ± 1.0	63.8 ± 14.9
±0℃	100	50	3.5 ± 1.5	41.0 ± 4.5
+5℃	100	0	3.0 ± 1.0	31.3 ± 5.5
分散分析			n.s.	n.s.

生存率, シュート数, 草丈は1999年9月20日調査
 アマクリナム, モントブレチア, ジンジャは温度処理期間中に, グラジオラスは温度処理終了後に開花した
²平均±標準誤差
 分散分析: **, 1%レベルで有意, *, 5%レベルで有意; n.s., 5%レベルで有意でない

第5表 夏季における栽培温度がカンナの生育様相に及ぼす影響

温度区	生存率 (%)	シュート数	展開葉数 ²	草丈 (cm)
-5℃	100	5.0 ± 0.6 ²	12.7 ± 1.8	25.5 ± 2.0
±0℃	100	3.8 ± 0.2	12.7 ± 1.1	33.4 ± 4.2
+5℃	100	4.2 ± 0.6	15.3 ± 0.8	36.8 ± 2.1
分散分析		n.s.	n.s.	*

生存率, シュート数, 草丈は1999年9月20日に調査
²1999年7月9日~9月20日の間に1株当たり展開した葉数
³平均±標準誤差
 分散分析: *, 5%レベルで有意; n.s., 5%レベルで有意でない

表)でみられた。アマクリナム, モントブレチア, ジンジャは温度処理期間中に, グラジオラスは温度処理終了後に開花する個体がみられたが, その開花率はより高温下で栽培した区において低下した(第4表)。グラジオラスでは, +5℃区でシュート数の著しい減少もみられた。

以上の10種類の球根植物では, 高温が生育開花に対して阻害的に働いたが, カンナでは逆に促進的に働き, 温度が高い区ほど温度処理期間中の展開葉数が増加する傾向がみられた(第5表)。

温度処理期間中ならびにその後の観察でも高温による生育への影響がみられなかった種類にはシラン, リアト

第6表 夏季における栽培温度がシラン, リアトリス, アジアティック系ユリ, ゼフィランサスの生育様相に及ぼす影響

温度区	生存率 (%)	シュート数	着生葉数	草丈 (cm)
シラン				
-5℃	100	2.8 ± 0.8 ²	4.0 ± 0.2	23.2 ± 0.9
±0℃	100	2.5 ± 0.7	4.3 ± 0.3	22.2 ± 2.7
+5℃	100	2.8 ± 0.5	4.6 ± 0.2	27.5 ± 1.4
分散分析		n.s.	n.s.	n.s.
リアトリス				
-5℃	100	2.0 ± 0.1	—	—
±0℃	100	3.3 ± 2.0	—	—
+5℃	100	1.3 ± 0.7	—	—
分散分析		n.s.		
アジアティック系ユリ				
-5℃	100	—	69.0 ± 12.6	68.2 ± 4.3
±0℃	100	—	75.8 ± 11.6	65.3 ± 6.1
+5℃	100	—	62.3 ± 7.3	69.9 ± 3.1
分散分析			n.s.	n.s.
ゼフィランサス				
-5℃	100	—	5.9 ± 1.0	19.8 ± 2.4
±0℃	100	—	9.2 ± 3.0	25.2 ± 3.0
+5℃	100	—	7.6 ± 2.1	25.0 ± 4.2
分散分析			n.s.	n.s.

1999年9月20日に調査
²平均±標準誤差

リス, アジアティック系ユリ, ゼフィランサスがあった(第6表)。また, ラッキョウとリコリスは表に示していないが, 9月20日においてすべての個体が生存, 出芽し, 処理終了後開花をみている。

得られた結果に基づいて, 供試した球根植物の耐暑性評価を行った(第7表)。高温下の栽培により生存率が低下したことから, ダリアとオリエンタル系ユリは耐暑性が最も低い種類と評価された。ダリアの原産地は一年を通じて冷涼な中央アメリカから南アメリカにかけての高地である。オリエンタル系ユリの主要な原種であるカノコユリは夏季に温度の高い日本の西南域に原産するが, 同じく重要な原種であるヤマユリは近畿地方から東北地方にかけての比較的冷涼な地域に原産し, 高温を嫌うとされている(清水, 1971)。その他の球根植物では, 堺市より5℃高い気温下で栽培した場合においても, 植物体が枯死してしまうことはなかった。これらの原産地(交雑種では原種の原産地)は大陸東岸(シラン, アジアティック系ユリ, リアトリス, リコリス, ゼフィランサス), 地中海性(アガパンサス, アマクリナム, グラジオラス, ニホンスイセン, ムスカリ), 熱帯モンスーン(ジンジャ)など, 夏季に高温となる気候帯に属する(第7表)。中でも日本の大部分がそれに属する大陸東岸気候や, 熱帯モンスーン気候原産の種類も多くにおいて, 高温の生育開花への影響が小さく, また熱帯アメリカ原産のカンナは, より

第7表 各種球根植物の耐暑性の評価

品目	評価	原産地 ²
秋植え球根		
実験開始時点で出葉していた品目		
シラン	○	中国～日本
グラジオラス	△	アフリカ南部～西部
リアトリス	○	アメリカ東部
アジアティック系ユリ	○	日本北部
オリエンタル系ユリ	×	日本南部～北部
実験開始時点で出葉していなかった品目		
ラッキョウ	○	アジア南部
リコリス	○	中国～日本
ムスカリ	△	小アジア北東部
ニホンスイセン	△	東アジア
春植え球根		
アガパンサス	△	南アフリカ ケープ地方
アマクリナム	△	南アフリカ
カンナ	◎	熱帯アメリカ
モントブレチア	△	南アフリカ
ダリア	×	中央～南アメリカ高地
ジンジャ	△	インド～マレーシア
ゼフィランサス	○	南アメリカ ラプラタ地方

×, 高温が生存に影響を及ぼす; △, 高温は生存には影響しないが生育・開花には有意な影響を及ぼす; ○, 高温は生存, 生育・開花ともに有意に影響しない; ◎, 高温下で生育が良好

² 交配種は, 原種の自生地を示す. Hortus Third (1976, Macmillan Publisher, New York), 園芸植物大事典 (1988, 小学館, 東京), 週刊朝日百科 植物の世界 (1994-1997, 朝日新聞社, 東京) を参考にした

高温な条件で生育が促進された。一般に、植物の生育可能な地域とその原産地の気候との間には強い関わりがあるとされ(田嶋, 1995), 本実験に供試した球根植物の多くにもそれがあてはまれていると思われる。さらに、球根植物の景観形成における利用のために種類を選定する際、その原種の原産地の気候によりある程度の選択が可能であると推察される。

植物の耐暑性に関わる要因について、ミクロ的な見地からは種々の報告がある。すなわち高温下での呼吸増加による消耗、葉の老化の促進と新葉展開の減少による同化養分収支のアンバランス(武田・県, 1965a, b), 蛋白質の熱変性や脂質の相変化等による細胞の膜構造の変化(Levitt, 1980; 野沢, 1975; Sutcliffe, 1981, Tajima, 1971a;b), 呼吸に関わる酵素活性の変化(Tajima, 1971c)などである。しかし、個々の植物種によって関与している要因やその程度は異なっていると想像される。従って、本実験のような、シミュレートした環境下でのスクリーニングが利用面でより実用的な評価方法と考えられ、さきに述べたような原産地の気候との関連づけが可能であることも確認できた。一方で、本実験と並行して行った堺市の露地における数年にわたる据置栽培試験では、本実験において耐暑性が大と評価された種類でも、病害の発生による腐敗、枯死が観察されている(東條, 2001)。すなわち実際の植栽条件における夏越しの可否は、単純

に温度のみで決定されるとは限らず、特にわが国の西南地域の夏季は高温の上に多雨であることから、高湿度、土壌水分過多、病虫害、雑草との競合などの影響を複合的に受けていると考えられる。従って、我が国で球根植物を景観形成に用いる際、こういった環境条件に配慮した管理が特に夏季において不可欠と思われる。

摘 要

我が国の気候条件下において景観形成材料として利用することを想定し、16種類の球根植物について耐暑性の評価を行おうとした。大阪府堺市において外気温と同一(±0℃区)、外気温より5℃高く(+5℃区)、あるいは5℃低く(-5℃区)なるよう、外気温に対して追隨制御を行った人工気象室内で1999年7月9日あるいは7月16日から9月20日の間植物を栽培し、生育様相を観察した後、9月20日に植物を戸外に搬出し、引き続き観察した。ダリア、オリエンタル系ユリ‘ホワイト・エンゼル’では+5℃区ですべての個体が枯死した。その他の品目では、より高温下での栽培で、出芽の遅延(ムスカリ、ニホンスイセン)、展開葉数の減少(アガパンサス)、草丈の減少(ムスカリ、モントブレチア)、シュート数の減少(春咲きグラジオラス)、開花率の低下(アマクリナム、モントブレチア、春咲きグラジオラス、ジンジャ)が認められた。ラッキョウ、シラン、リアトリス、アジアティック系ユリ‘エリート’、リコリス、ゼフィランサスでは、高温による生育への影響は認められなかった。また、カンナは高温下で良好な生育を示した。

引用文献

- 国立天文台編. 2002. 理科年表第75冊. p.190-191. 丸善東京.
- Levitt, J. 1980. Response of Plants to Environmental Stresses I. p.372-393. Academic Press, New York.
- 野沢義則. 1975. 生体膜の流動性と機能. 生化学. 47: 52-82.
- 清水基夫. 1971. 日本のユリ. p. 156-158. 誠文堂新光社. 東京.
- Sutcliffe, J. 1981. 植物と温度(佐藤 庚 訳). p.67-82. 朝倉書店. 東京.
- Tajima, K. 1971a. Fatty acid composition of lipids in the leaves of the crops from tropical and temperate areas. I. Isolation of lipids by silicic acid column chromatography and preliminary results on the fatty acid composition. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 40: 247-254.
- Tajima, K. 1971b. Fatty acid composition of lipids in the leaves of the crops from tropical and temperate areas. II. Specific and varietal differences in fatty acid composition of lipids and their alternation by growing temperature. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 40: 255-259.

- Tajima, K. 1971c. Effect of temperature on the activity of respiratory enzymes and oxidative phosphorylation in crop leaves. Proc. Crop Sci. Soc. Japan. 40: 261-266.
- 田嶋公一. 1995. 耐暑性の獲得. p.29-36. 農業技術大系花卉編3-環境要素とその制御-. 農山漁村文化協会. 東京.
- 武田友四郎・梶 和一. 1965a. 飼料作物の生育に関する研究 (第1報)ラジノ・クローバーの乾物生産と葉の生産に及ぼす高温の影響. 日作紀. 33: 1-6.
- 武田友四郎・梶 和一. 1965b. 飼料作物の生育に関する研究 (第2報)光合成・呼吸および体内成分の消長からみたラジノ・クローバーの高温生育障害. 日作紀. 33: 7-16.
- 東條元昭, 2001. 各種球根植物の耐病性の評価. p.73-76. ランドスケーピングにおける球根類の利用に関する基礎的研究 平成10~12年度科学研究費補助金 基盤研究(A)(1) 研究成果報告書.