東京農総研研報 15:1-18,2020

(原著論文)

夏季高温下でも景観性の高い苗物花き類の 選定と利用技術の開発

岡澤立夫 1* · 山本陽平 1 · 田旗裕也 1 · 小幡彩夏 1.2 · 黒川康介 1.3

¹東京都農林総合研究センター ²現 東京都島しょ農林水産総合センター ³現 雲仙市

摘 要

2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会(以下「東京 2020 大会」という)は夏季に開催されるが、これまでこの時期の花苗の生産は少なく、利用もほとんどされていない。そこで、本大会での導入に向け、夏花の選定と利用技術の開発を行った。夏花の選定にあたって、約1,200 種類の花きを調査し、7月下旬から9月上旬にかけて高い観賞性を維持できる種類を明らかにした。その結果、ビンカやペンタスなど250 種類程度、全調査数のわずか20%のみが夏花として有望であった。和をイメージする夏花の中で、カワラナデシコとアサガオに注目し、開花特性を調査した。カワラナデシコ「スープラ」は、品種にかかわらずおよそ75日前後で開花したが、播種時期が遅くなるほど開花までの期間が短くなった。また、アサガオ「サンスマイル」は、5月上旬に播種することで東京2020大会の開会式(7月24日)近くに開花させることができた。また、多年生植物と水生植物のうち、多年生植物ではコレオプシス「ザグレブ」、ヘリオプシス「サマーナイト」などが、水生植物では熱帯スイレンとシラサギカヤツリが夏花として有望であった。

一方,都市部での緑化における実用的な利用を目指し、耐暑性だけでなく、耐陰性や耐乾性を指標に夏花を評価・分類した。その結果、耐乾性の非常に強い植物としてイポメア、カンナ、ダイアンサスなどが、耐陰性ではニューギニアインパチェンス、ベゴニアなどが挙げられた。これらの情報は利用場面に応じた適正な花の選択に有益な情報となると考えられる。さらに、植栽・管理労力の削減を目指し、コンテナのサイズと種類を検討した。ダイアンサスとペチュニアのいずれにおいても、慣行のコンテナ10.5cm サイズと比較して、12.0cm サイズで植栽作業時間が短縮した。また、灌水労力の削減が期待できる底面給水型のプランターは培地中の水分変動が少なく、通常のコンテナよりも安定して水分を供給でき、かつ灌水回数を減らせた。

このように本研究では、東京 2020 大会において会場や会場周辺を多くの花で彩るための有望な夏花の選定のみならず、植栽・管理労力削減技術といった利用技術の開発にも取り組んだ。これらの成果を活用することで、夏季高温期という過酷な環境下でも景観性の高い緑化を維持することが可能となる。

キーワード: 東京 2020 大会, 夏花, 耐乾性, 耐陰性, 底面給水型プランター 簡略表題 夏花の生産・利用技術の開発 東京都農林総合研究センター研究報告 15:1-18,2020 2019 年 9 月 13 日受付, 2019 年 12 月 5 日受理

^{*} 著者連絡先 岡澤立夫 Email t-okazawa@tdfaff.com

緒言

東京 2020 大会の開催が決まったことで、緑をつうじ た豊かさを国内外の人々に感じさせる日本ならではの 「おもてなし」を達成する機運が高まっている。花き業界 ではこれを機に夏の高温期における花壇等への植栽、い わゆる夏花の完着・拡大の推進が提案されているが、夏 季の苗物生産量は極端に少ない。2017年の東京都中央卸 売市場の統計によると、7~8月における苗物の月平均 生産量は約11万箱で、最も生産量が多い5月の43万箱 と比べて25%程度に過ぎない(東京都中央卸売市場事業 業務課,2018)。この主要因として,夏季は日中の過酷 な高温環境下での植え付けや灌水作業等を強いられ、か つ植物にとっても生育・開花に不適な条件となることが 挙げられる。特に、都市部では空調設備や自動車などの 排熱の影響による気温の上昇、いわゆるヒートアイラン ド現象で高夜温となり(四宮ら,2008),呼吸量や蒸散量 の上昇により光合成産物の消費量を増大させる。トウガ ラシでは高夜温で成長が抑制されることが報告されてい る (Pagamas and Nawata, 2008)。 さらに, 高層建造物に よる遮蔽が低日照をもたらし、 灌水設備が未整備な地域 では乾燥の問題も加わる。こういった要素をすぐに取り 除くことは不可能であり、短中期的には、これらの条件 下での生育に適した植物を選んで使う。あるいは対応可 能な利用方法を開発することで解決を図る必要がある。 しかしながら、先に示した様々な問題を解決するような、 夏花を活用した高い都市景観を維持するための生産. 利 用の両面における課題の整理と学術的なアプローチが行 われてこなかった現状にある。

そこで、本研究では、耐乾性や耐陰性を指標に夏花を再評価・分類し、夏季高温期に対応する品目を提案するとともに、植栽・管理労力の削減と早期緑化を両立させた生産・利用技術などの開発に向けて取り組んだ。なお、本稿は2015年度から2018年度まで取り組んできた夏花に関する研究成果をまとめたものであるが、農林水産省による「国産花きの国際競争力強化のための技術開発研究委託事業(2015~2019年度)」で実施した成果も含まれる。

材料および方法

1. 夏花の特性および環境耐性評価

- (1) 夏花の特性評価
- a. 夏季高温期に対応できる夏花の選定 夏花の定植や管理等は、池袋サンシャインシティ(豊

島区)、東京ドームシティ(文京区)、六本木ヒルズ(港区、お花がかり㈱施工管理)、日比谷公園(千代田区、(公財)公園協会施工管理)、シンボルプロムナード公園(江東区、東京港埠頭㈱施工管理)、および農総研(立川市)の6ヵ所で実施した。定植用の花苗のポットサイズや用土等は市場流通している規格で、定植や灌水等の管理作業は各施工業者等の慣行法とした。夏花の評価は、施工業者、市場、生花店等花き関係者を中心に6~7名で構成した審査会(7月下旬、8月中旬、9月上旬の3回実施)で実施した。品質の優劣は、生育や開花の状態、病害虫の有無等を総合的に点数化して判断し(優:3点、良:1点、可:0点、不良:-1点)、いずれの審査会においても基準点(平均点1.5点)以上のものを有望種とした。

b. 播種時期がカワラナデシコ「スープラ」の開花に及ぼ す影響

和をイメージするカワラナデシコ「スープラ レッド、ホワイト、パープル」(タキイ種苗㈱)を供試し、2016年3月2日から約2週間おきに5回(①3月2日、②3月16日、③3月30日、④4月13日、⑤4月27日)、市販播種用土を充填した288 穴セルトレイへ播種した。展開葉が2~4枚時に3.5号黒ポリ鉢へ1本植えで鉢上げした。定植用土は、赤土:腐葉土:無調整ピートモス=5:3:2(容積比)の混合用土とし、基肥は用土100 Lあたり成分量でN=54g、 $P_2O_5=160g$ 、 $K_2O=54g$ を施用した。1区10株の2反復とした。1輪が開花した時点を開花日とした。

c. 播種時期がアサガオ「サンスマイル」の開花に及ぼす 影響

アサガオとして、種苗メーカーが唯一市販している花壇用品種「サンスマイル(タキイ種苗(株)」を供試した。「サンスマイル」は 2015 年 5 月 1 日から約 2 週間おきに 4 回(① 5 月 1 日,② 5 月 15 日,③ 6 月 1 日,④ 6 月 15 日)市販播種用土を充填した 128 穴セルトレイへ播種した。発芽後は最低 18℃加温ハウス内で育苗し,播種 10 日後に 10.5cm 黒ポリポットへ仮植した。ポット用土は、赤土:調整ピートモス:腐葉土 =4:2:4(容積比)配合土で、基肥はマグアンプ Kを 3g/ Lとエコロング 140 日タイプを g/L とした。各区とも着色蕾を確認した播種 60 日後に江戸川分場内露地圃場へ株間 20cm で列植した。8 個体 2 連制に配列し、植栽時には株元へ IB 化成 S1 号 7.5kg/a を施用した。7 月 31 日から週 1 回,開花数を調査した。

d. シェード処理がアサガオ「サンスマイル」の開花に及 ぼす影響

シェード処理の試験においても「サンスマイル(タキイ種苗㈱)」を供試した。2015年6月15日に播種し,6月25日に10.5cm 黒ポリポットに鉢上げ後,所定の期日から $18:00\sim 6:00$ の暗幕閉操作によるシェード処理を4日連続で行った。シェード処理開始日として,6月23日,6月29日,7月8日,7月13日,7月21日の5区を設け,シェード処理しない区を対照とした。シェード処理後は自然日長条件下で栽培し,ポット栽培で個体ごとの開花日を調査した(n=20)。また,シェード処理開始日7月8日,7月13日,7月21日の3区とシェードなし区については,着色蕾を確認した個体から順次露地圃場に定植した(n=10)。なお,発芽後からシェード処理開始日までは深夜4時間の光中断処理を行った(シェードなし区については7月23日まで処理)。

e. 多年生植物および水生植物の夏花としての評価

多年生植物として、表 3 に示した 26 種を供試した。 2017年11月1日および6日に、株間 30cm、条間 30cm で露地ほ場に定植した (n=4)。開花調査は 2018年6月 8日から9月5日まで、毎週実施した。

水生植物として,表4に示した14種を供試した。2018年7月13日,鉢の縁部分以外を地中に埋設した10号鉢に,2017年度に購入し増殖した水生植物を移植し,以降は露地圃場で管理した(n=3)。開花調査は7月20日~9月7日まで、毎週実施した。

(2) 環境耐性の評価

a. 耐乾性を指標とした苗物花きの評価・分類

夏花として有望な7.5~10.5cmポットサイズの苗を鉢上げ用土(赤土:無調整ピートモス:腐葉土=5:3:2,容積比)を充填した6号鉢に鉢上げした。鉢上げ後,次の2通りの乾燥処理方法を用いて耐乾性を総合的に評価した。①灌水間隔を3日,8日,13日に設定し,灌水はプールベンチで底面から給水して行い,乾燥処理開始から38日後に枯れ程度を調査した(n=4),②灌水を断ち,株全体が委凋,完全枯死するまでの日数を調査した(n=6)。なお,乾燥試験は換気温度20℃に設定したガラス温室内で行った。

b. 耐陰性を指標とした苗物花きの評価・分類

夏花として有望な 10.5 cm ポットサイズの苗をプランター (商品名:N シャンティワイドプランター 85 型 (㈱ リッチェル, $85 \text{cm} \times 31.5 \text{cm} \times 25.5 \text{cm}$) へ 3 株ずつ鉢上げした。遮光資材(遮光率 $90 \sim 95$ %)を用い、タイ

マー制御で遮光資材を開閉することで低日照条件を人工的に作り出した。試験区として、遮光なし区(終日光が当たる条件)、午後遮光区(午前だけ光が当たる条件、12:00~19:00 遮光)、午前遮光区(午後だけ光が当たる条件、5:00~12:00 遮光)、一日遮光区(終日光が当たらない条件、5:00~19:00 遮光)の4条件を設定した。遮光開始から約1ヵ月後に、生育・開花に及ぼす影響を調査した。耐陰性評価は、一義的には開花数で行い、最終的には生育の状態も勘案し総合的に判断した。

2. 夏花の利用技術の開発

(1) 植栽技術の開発

a. ペチュニア「ほおべに」のコンテナサイズの違いによる植栽労力軽減効果

新規な花色を有する 3 号ポリポット苗のペチュニア 「ほおべに(㈱サカタのタネ), 2016 年に廃番」を 2015 年 5 月 19 日に、10.5cm、12.0cm、15.0cm の黒ポリポットへ各 24 株ずつ鉢替えした。用土は、赤土:腐葉土:ピートモス =5:3:2(容積比)の混合用土で、基肥は用土 100 L あたり成分量で N=54g、 $P_2O_5=158$ g、 $K_2O=54$ g を施用した。6 月 2 日、株のボリューム増を目指し、鉢周縁に沿って摘心を行った。7 月 1 日、コンテナサイズ別に六本木ヒルズの花壇へ定植した(図版 1)。定植作業は、施工業者(お花がかり(㈱)の慣行法に従って実施し、定植にかかる作業時間を測定した。

b. 底面給水型プランターによる灌水労力削減効果

底面給水型プランターとして、商品名:うるオンプランター 65 型 (底面うるオン区、㈱リッチェル)、スマートガーデン菜園 600 (底面スマート区、㈱JEJ) を用い、慣行を N シャンティワイドプランター 65 型 (慣行区、㈱リッチェル) とした。2017年7月31日に、購入苗アサガオ「サンスマイル レッド (タキイ種苗㈱)」およびペンタス「バタフライ ディープローズ (㈱エム・アンド・ビー・フローラ)」を各プランターに3株ずつ定植し、3 反復で処理し、試験期間は、定植から約1ヵ月間とした。灌水は土壌表面が乾いたときに行い、土壌水分は土壌水分計(10HS、DECAGON社)を深さ15cmに設置し測定した。生育・開花調査は9月15日に実施した。

(2) 管理技術の開発

a. デザイン花壇における夏花の実用性評価

 $10.5 \sim 12.0$ cm サイズの花苗を日比谷公園第 2 花壇へ 2018 年 6 月に定植した。花壇デザインは花火が打ち上が るイメージで(図版 2)、デザインと定植は都内の施工・

管理会社(お花がかり㈱)の協力のもと実施した。7~9月の観賞期間中に、開花性(開花連続性)と侵食性(他の植物との競合に勝ち侵食する能力)を調査し、デザイン花壇への適応性を総合的に判断した。

b. アサガオ「サンスマイル」に対する夜間照明の開花抑制効果

2017 年 4 月 15 日に江戸川分場でアサガオ「サンスマイルレッド、パープル(タキイ種苗㈱)」を播種し、4 月 24 日に 3.5 号ポリポットに鉢上げした。5 月 25 日から 4 日間シェード処理し($18:00 \sim 6:00$)、開花を促進させた苗を試験に供した。7 月 12 日に、開花苗(花色がパープルとレッドの2種)を条間 60cm、株間 40cm になるように定植した(化成8号 2kg/10 ㎡施用)。夜間照明は LED 照明器具(E7032SA1,岩崎電気㈱)を用い、高さ 200cmに設置した($18:00 \sim 6:00$ 照明)(図版 3)。開花数は定植約 1 ヵ月後の8月 11 日から9月8日まで記録し、累計開花数を算出した。株高や株張等の生育調査は9月 15 日に実施した。

結 果

1. 夏花の特性および環境耐性評価

- (1) 夏花の特性評価
- a. 夏季高温期に対応できる夏花の選定

2014年から 2017年度までの調査で、延べ数 1,200 種以上の苗物花きを調査し、高温環境に強いアンゲロニア、ビンカ、ペンタスなど 35 品目 253 種を選定した (表 1)。有望な夏花は調査数のわずか 20%程度であった。

b. 播種時期がカワラナデシコ「スープラ」の開花特性に 及ぼす影響

ナデシコの品種にかかわらず、播種から 75 日前後で開花したが、播種日が遅くなるほど到花日数は短くなる傾向にあった (表 2)。しかし、「スープラ レッド、パープル」は、4月 27 日播種で到花日数が 4月 13 日播種と比べやや長くなった。7月 24日の東京 2020 大会の開会式に合わせるため、1ヵ月前の 6月には開花株を準備す

表 1 供試した多年生植物の開花特性および観賞性

							開右	と期間 [®]	i				_
流通名	品種名	科名		6月			7月			8月		9月	観賞性b
			上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
コレオプシス バーティシラータ	ザグレブ	キク科											4.2 🔾
ヘリオプシス アガスタチ ルドベキア ヒルタ カーリメリス ヘリアンサス	サマーナイト ブルーフォーチュン サハラ レモンクイーン	キク科 シソ科 キク科 キク科 キク科	×	×									3.8
サポナリア	八重咲きソープワード ピンク	ナデシコ科											2. 8
サポナリア	八重咲きソープワード ホワイト	ナデシコ科	×										2.8
スカビオサ オクロレウカ		マツムシソウ科											2.8
ロシアンセージ		シソ科	×	×									2.8
リナリア プルプレア	ピンク	オオバコ科											2.4
リナリア プルプレア	ブルー	オオバコ科											2.4
リナリア プルプレア	ホワイト	オオバコ科											2.4
ネペタ ファッセニー	ドロップモア	シソ科											1.6
アストランチア マヨール		セリ科	×	×					×	×			_
アムソニア	ヒューブリックティアイ		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	_
サルビア アゼレア		シソ科							×	×	×	×	_
ジャーマンダーセージャダム	7 1 - 1 1 - 1 1 - 1 1 - 1 1 - 1 1 - 1 1 - 1	シソ科								×	X	×	_
ゼラニウム	スプスリフォリウム タイニーモンスター	ベンケイソウ科 フウロソウ科	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	_
ヒメワレモコウ	タイニーモンスター	バラ科					×		×	×	×	×	_
プルモナリア	シルバーブーケ	ムラサキ科	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	_
ムーレンベルギア	ウンダウンティッド	イネ科	×	×	×	×	×	×	×				I _
ムーレンベルギア	カピライス	イネ科	×	×	×	×	×	×	×				_
ラバテラ	ピンク	アオイ科										×	_
ルドベキア トリロバ	タカオ	キク科	×	×	×	×	×	×					l _

a) 1 花でも咲いていれば開花とし、 で開花期間を示した。×: 開花がみられなかったことを表す。 は東京 2020 大会開催期間中(7月24日~9月6日) 開花した。

b) 栽培を担当した職員 6名で評価した。期間を通じ観賞性があるかどうかを栽培を担当した職員 6名が達観により評価した (1: 悪い, 2: やや悪い, 3: 普通, 4: やや良い, 5: 良い)。平均で 3.0 以上を有望とした。-: オリパラ期間中開花しなかったため評価しなかった。

る必要がある。本試験から、6月に定植させるために、播種日は3月30日以降であればよいことがわかった。

c. 播種時期がアサガオ「サンスマイル」の開花特性に及 ぼす影響

6月1日以降に播種した試験区では7月中に開花せず、 開花が8月以降となった。一方、5月1日と5月15日播 種区は、7月下旬から開花が始まり、8月中旬から下旬 に開花数が増加した(図1)。 d. シェード処理がアサガオ「サンスマイル」の開花特性 に及ぼす影響

シェード処理開始日に関わらず、シェード処理をすることでシェードなし区(8月26日)と比べ開花日が前進した(図2)。シェード処理開始日が7月8日で最も早く開花し、8月3日であった。この時のシェード処理終了からの到花日数は30日未満であった。一方、6月23日にシェード処理を開始した場合は到花日数が55日程度と長くなった。また、6月15日播種区で7月8日にシェード処理を開始すると、8月の間、開花数を一定量確保す

表2 供試した水生植物の開花特性および観賞性

					開花期間	а			
流通名	科名	分類	7月		8月		9月	観賞	性 ^b
			下旬	上旬	中旬	下旬	上旬		
熱帯スイレン(ホワイト)	スイレン科	浮葉植物						4. 3	0
熱帯スイレン(ピンク)	スイレン科	浮葉植物						4.2	\circ
熱帯スイレン(ブルー)	スイレン科	浮葉植物						4.0	\circ
シラサギカヤツリ	カヤツリグサ科	湿生植物						3.7	\circ
アメリカアサザ	ミツガシワ科	浮葉植物						2.5	
ポンテデリア コルダータ	ミズアオイ科	抽水植物						2.5	
ルドヴィジア アクアータ	アカバナ科	抽水植物						2.5	
イエローバコバ	オオバコ科	抽水植物						2.2	
ミズキンバイ	アカバナ科	抽水植物	×	×			×	_	
アサザ	ミツガシワ科	浮葉植物	×	×	×	X	×	_	
ウォーターミント	シソ科	湿生植物	×	×	×	\times	X	_	
コウホネ	スイレン科	浮葉植物	×	×	×	\times	X	_	
ハンゲショウ	ドクダミ科	湿生植物	×	×	×	×	×	_	
ヒトミソウ	オオバコ科	湿生植物	×	×	×	×	×	_	

- a) 表記は、表1と同じである。
- b) 栽培を担当した職員5名で評価した。観賞性の判断は表1と同じである。

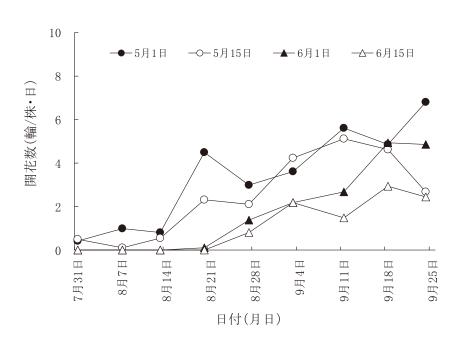


図1 アサガオ「サンスマイル」の播種時期が開花に及ぼす影響

注) 10.5cm ポット 50 日育苗後に露地花壇へ定植 (n=16)

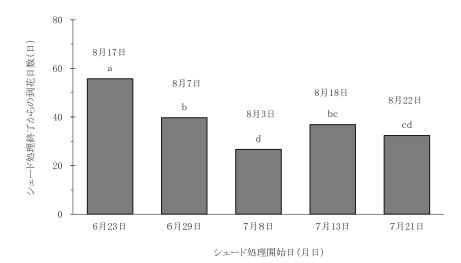


図2 アサガオ「サンスマイル」のシェード開始日が到花日数と開花日に及ぼす影響

注 1) グラフ上の同じ英小文字間には、Tukey-Kramer 法により 1%水準で有意差がない。また、グラフ上の日付は第 1 花の開花日($n=16\sim20$)

注2) シェード処理なし(7月24日から自然日長)区の開花日は8月26日

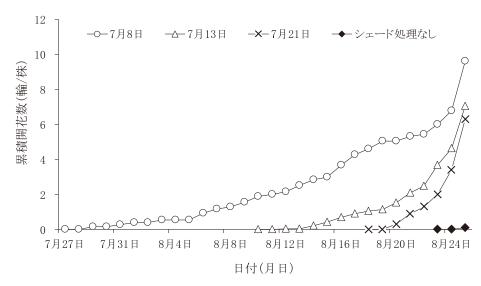


図3 アサガオ「サンスマイル」のシェード開始日が株あたり累積開花数に及ぼす影響

注) 2016年6月15日播種,6月26日ポット仮植,着色蕾発生時に圃場定植

ることができた。シェード処理を行わない場合には、開 花始めが8月下旬となった(図3)。

e. 多年生植物および水生植物の夏花としての評価

供試した多年生植物 26 種のうち、約半数の 14 種がオリパラ開催期間中の 7 月下旬から 9 月上旬まで途切れることなく開花した。そのうち、コレオプシス バーティシラータ「ザグレブ」、ヘリオプシス「サマーナイト」、アガスタチ「ブルーフォーチュン」、ルドベキア ヒルタ「サハラ」、カーリメリス、ヘリアンアス「レモンクイーン」の 6 種が、花上がりに優れるなどが評価され、観賞性が

高いと判断された(表3)。サルビアアゼレアのように開会式前(7月下旬)まで咲いていたものや、アムソニアとプルモナリアのように調査期間中全く咲かないものもあった。

一方、水生植物では、熱帯スイレン、シラサギカヤツリ、アメリカアサザ、ポンテデリア、ルドヴィジア、イエローバコバがオリパラ開催時期の7月下旬から9月上旬まで途切れることなく開花した。そのうち、花の大きさや開花の連続性が評価された熱帯スイレン3種とシラサギカヤツリを有望種とした(表4)。

表3 高温環境に強い苗物花き品目一覧

アゲラタム、アサガオ、アマランサス、アメリカフョウ×モミジアオイ、アンゲロニア、カリブラコア、ガレキフォリア、カンナ、キンギョソウ、クレオメ、ケイトウ、サルビア、ジニア、センニチコウ、ダイアンサス、トウガラシ、トウテイラン、トレニア、ニューギニアインパチェンス、バーベナ、ヒマワリ、ビンカ、ベゴニア、ペチュニア、ペンタス、ポーチュラカ、マツバボタン、マリーゴールド、マンデビラ、メカルドニア、メランポジウム、ユーフォルビア、ラベンダー、ランタナ、ルドベキア

表4	播種日の違いがナデシコ「スープラ」の生	育・開花に及ぼす影響
衣 4		.育・)用化に及は9 影鲁

品種名	播種日 (月日)	開花日 (月日)	到花日数 ^a (日)
	3月2日	5月15日	75a
	3月16日	5月29日	74a
スープラ レッド	3月30日	6月10日	72b
	4月13日	6月21日	69c
	4月27日	7月7日	72b
	3月2日	5月17日	77b
	3月16日	5月30日	76b
スープラ パープル	3月30日	6月14日	76b
	4月13日	6月23日	71c
	4月27日	7月11日	75b
	3月2日	5月18日	78ab
	3月16日	6月2日	78a
スープラ ホワイト	3月30日	6月13日	76ab
	4月13日	6月26日	74b
	4月27日	7月6日	70c

a) 品種別同一列同じ英文字間には Tukey-Kramer 法により 5%水準に有意差がない。

(2) 環境耐性の評価

a. 耐乾性を指標とした苗物花きの評価・分類

耐乾性は、ビンカでは品種によって大きく異なったが、そのほかの品目では、品種というよりは品目の影響が大きく、品目が同一であれば似たような結果となった(表5)。ビンカにおいて、品種によって評価が分かれた理由として、「サンダー グレープ」が種子系、その他の品種が栄養系であることが考えられた。イポメア、カンナ、ダイアンサス、ビンカ、ベゴニア、マツバボタン、ユーフォルビアは枯れ指数が 0 以上 1 未満、あるいは枯死までの期間が 100 日以上で耐乾性が最も強く、アサガオ、アンゲロニア、ジニア、バーベナ、ペチュニア、ペンタスは枯れ指数が 1 以上 2 未満、あるいは枯死までの期間が 50 日以上 100 日未満で比較的強かった。一方、ニューギニアインパチェンス、サルビア、ツンベルギア、ハゲ

イトウは枯れ指数が3以上4以下,あるいは枯死までの期間が30日未満で耐乾性が最も弱かった。

b. 耐陰性を指標とした苗物花きの評価・分類

耐陰性も耐乾性同様、品種より品目の影響が大きく、 ニューギニアインパチェンス、ベゴニア、ユーフォルビ アは耐陰性が非常に強く、ジニア、センニチコウ、ビン カ、ペチュニア、メランポジウムは強く、ダイアンサス、 メカルドニアは弱かった(表 6)。

2. 夏花の利用技術の開発

- (1) 植栽技術の開発
- a. ペチュニア「ほおべに」のコンテナサイズの違いによる植栽労力軽減効果

コンテナサイズが大きくなるほど、1鉢の植栽にかか

表5 苗物花きの耐乾性評価

 品目名			枯れ指数 ^a		枯死までの	耐乾性 ^b
四日行	四浬石	3 日	8日	13日	期間(日)	評価
アガスターシェ	ローズミント				32	\triangle
アサガオ	サンスマイル				71	\bigcirc
アンゲロニア	セレニータ パープル				35	$\overline{}$
アンゲロニア	セレナ パープル				33	\triangle
イポメア	テラスライム				≥100	(
ニューギニア インパチェンス	バウンス チェリー				15	×
カンナ	トロピカル イエロー				≥100	\bigcirc
カンナ	サウス パシフィック				≧100	\bigcirc
サルビア	ボンファイヤー				40	\triangle
サルビア	ユキプルコ				25	×
ジニア	ザハラ イエロー				30	\triangle
ジニア	プチランド オレンジ				39	\bigcirc
ダイアンサス	ジョルト ピンク				40	(
ツンベルギア バーベナ	サニー				22	×
バーベナ	タピアン ローズミント				36	\triangle
バーベナ	エンデューロ レッド				41	\bigcirc
ハゲイトウ	アーリースプレンダー				22	×
ビンカ	サンダー グレープ				48	0
ビンカ	ミニナツ ストロベリー				46	\triangle
ビンカ	ミニナツ ピーチオレ				41	\triangle
ベゴニア	パソダブル ホワイト				≥100	0
ペチュニア	トリュフ レモン				39	\triangle
ペチュニア	サフィニア マックスピンク				41	\bigcirc
ペンタス	パナスカリ ピンク				41	\bigcirc
ペンタス	パナスカリ ラベンダー				44	\bigcirc
マツバボタン	ハッピーアワー バナナ				≥100	0
マリーゴールド	ホットパック オレンジ				30	\triangle
メランポジウム	ミリオンゴールド				34	Δ
ユーフォルビア	グリッツ				≥100	<u> </u>

a) 灌水間隔を変えた区毎に枯れ程度を指数化 0: 枯れなし、1: 枯れ面積 $0\sim25\%$ 、2: 枯れ面積 $25\sim50\%$ 、3: 枯れ面積 $50\sim99\%$ 、4: 全枯死とし、指数の平均(n=4)が \square : 0 以上 1 未満、 \square : 1 以上 2 未満、 \square : 2 以上 3 未満、 \square : 3 以上 4 以下、で色分けした。

b) 耐乾性評価:4 段階に分類した(高い順に $\bigcirc>\bigcirc>\triangle>\times$)。 \bigcirc :指数 \bigcirc ,あるいは枯死までの期間 100 日以上, \bigcirc :指数 \bigcirc ,あるいは枯死までの期間 50 日以上 100 日未満, \triangle :指数 \bigcirc ,あるいは枯死までの期間 30 日以上 50 日未満, \times :指数 \bigcirc ,あるいは枯死までの期間 30 日未満。枯れ指数と枯死までの期間で評価が異なる場合は高い方の評価を採用した。

表6 苗物花きの耐陰性評価

品目	品種名	開花への影響 ^a	生育への影響 ^b	耐陰性 ^c 評価
アゲラタム	トップブルー			Δ
ケイトウ	サマーラベンダー			0
ジニア	ザハラ イエロー			\triangle
ジニア	ザハラ ファイヤー			\circ
センニチコウ	ネオン ローズ			0
センニチコウ	ちなつ ホワイト			\circ
ダイアンサス	ジョルト ピンク			×
ダイアンサス	スープラ レッド			$\times \times$
ニューギニアインパチェンス	サンパチェンス オレンジ			0
ニューギニアインパチェンス	サンパチェンス ホワイト			(a)
ビンカ	サンダー レッド			0
ビンカ	ソワレ ピンク			\triangle
ビンカ	バリアント アプリコット			\circ
ベゴニア	ワッパー ローズグリーンリーフ			©
ベゴニア	ワッッパー レッドブロンズリーフ			©
ペチュニア	サルサ クリームイエロー			\circ
ペチュニア	サルサ パープル			\circ
ペチュニア	サルサ レッド			\triangle
ポーチュラカ	サンちゅらか ローズ			\triangle
メカルドニア	イエロークロサイト			×
メランポジウム	ミリオン ゴールド			0
メランポジウム	ジャックポット			\circ
ユーフォルビア	グラマー			<u></u>

b) 終日日照時の生育に対する 終日、半日遮光時の生育の割合を株張、株高の調査結果から算出し、ともに増加したものを優、

る作業時間は長くなるが、 1m^2 あたりの必要鉢数は少なくなった。作業全体にかかる時間もコンテナサイズが大きくなるほど長くなったが、10.5 cm と 12.0 cm の差は小さく、15.0 cm では 10.5 cm の 2 倍程度長かった。-方、1 m 2 を植栽するために必要な作業時間は 12.0 cm で最も少なく、慣行の 10.5 cm の 60%で、40%作業労働時間を削減できた(表 7)。以上のことから、12.0 cm が植栽労力を軽減し早期緑化を実現するための最適なポットサイズであることが明らかとなった。

b. 底面給水型プランターによる灌水労力削減効果 慣行区は降水の影響を強く受け、含水量が上下に大き く振れたが、底面給水型プランターはプランターの種類 (底面うるオン区と底面スマート区)によらず、含水量の変化が小さかった(図4)。水分含量が底面うるオン区で底面スマート区よりも常に高かったのは給水タンク容量の差の影響と考えられた。灌水回数は慣行区で多かったが、底面給水型プランターでは少なかった(表8)。アサガオでは慣行区と比べ底面給水型プランターで生育が旺盛となったが、ペンタスではプランターの種類の違いによる生育・開花への影響は見られなかった(表9)。これらのことから、底面給水型プランターは培地中の水分変動が少なく、通常のプランターよりも安定して水分を供給でき、かつ灌水回数を減らすことができ、実用性が高いことが明らかとなった。

表7 ペチュニア「ほおべに」のコンテナサイズの違いと植栽作業時間の削減効果

コンテナ	1コンテナあたり	作業全体	1 m ² あたり	1 m ² あたり
サイズ	作業時間 ^a	の時間 ^b	必要コンテナ数 [©]	作業時間 ^d
(cm)	(秒)	(分秒)	(個)	(秒)
10.5	22.0	10分28秒	20.8	457.6 (100)
12.0	22.9	12分25秒	12.0	274.8 (60)
15.0	38.5	18分32秒	9.2	354.2 (77)

- a) 1 株の植え付け開始から終了までの作業時間(任意の10 株の平均値)
- b) 24 株すべてを植え付け終わるまでにかかる作業時間
- c) 植栽した24株が占有する面積を測定し、1m2あたりに換算
- d) 1 株あたり作業時間×1m² あたり必要なコンテナ数,() 内は 3.5 号(慣行)を 100 としたときの相対値

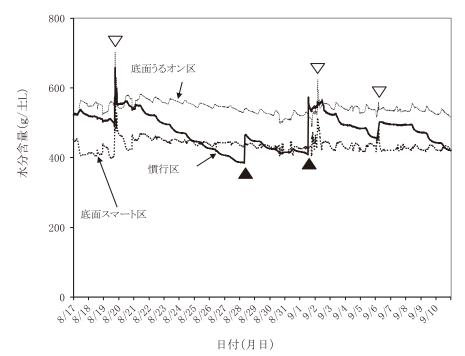


図4 各試験区の含水量の推移

- 注1) ▽:7mm 以上の降水があった日, ▲:灌水日 (対照区のみ2回実施)
- 注2) 給水タンク容量は底面うるオン区が17L,底面スマート区が13L

(2) 管理技術の開発

a. デザイン花壇における夏花の実用性評価

インパチェンス, カンナ, クレオメ, コリウス, トウガラシ, トレニア, ルドベキアは開花性, 侵食性および観賞性に優れ適応性評価が高く, デザイン花壇でも十分

活用できることが明らかとなった (表 10)。一方, カリブラコア, サルビア, ペチュニアなど草丈が小さい品目では侵食性の高い種類の影響を強く受け, 適応性評価が低くなった。

表8 植物別灌水回数

3-1-K-1-C	品	目
試験区	アサガオ	ペンタス
対照区	4.0回	3.7回
底面うるオン区	1.7回	1.0回
底面スマート区	2.7回	1.0回

注 1) 試験区として以下の 3 区を設定した。 慣行区 (N シャンティワイドプランター 65 型, W64.5cm × D32.0mc × H23.0cm, (株)リッチェル), 底面うるオン区 (うるオンプランター 65 型, W64.5cm × D36.0cm × H37.0cm, (株)リッチェル), 底面スマート区 (スマートガーデン菜園 600, W59.0cm × D33.0cm × H36.0cm, (株) JEJ)

注2) 試験開始時の灌水も1回にカウント

注 3) 調査期間 2017年8月11日~9月11日

表9 プランターの種類の違いが生育・開花に及ぼす影響

品目	試験区	株高 (cm)	株張 (cm)	開花数 (輪)
アサガオ	対照区 底面うるオン区 底面スマート区	16. 6b 17. 2ab 19. 2a	54. 4b 81. 6ab 83. 6a	0. 7a 0. 8a 0. 7a
ペンタス	対照区 底面うるオン区 底面スマート区		21. 7a 21. 8a 20. 6a	48. 4a 46. 0a 40. 6a

注1) 試験区は表8と同じ

注 2) 同じ文字間には Tukey-Kramer 法により 5%水準で有意差がない。

表 10 デザイン花壇における開花性、侵食性および適応性評価

品目	開花性 ^a	侵食性 ^b	適応性 評価°		備考 (審査員のコメントや植物の特性など)
アサガオ	2	5	0.6 4	7	電灯の近くで花つきが悪い。斑入りの葉も観賞性がある。
インパチェンス	5	5	3.0)	花つきが良く、強健。横へ成長しながら広がる。
カリブラコア	_	_	-1.0 >	(過湿や日照不足で株全体が枯死する。
カンナ	4	5	2.8) :	花つき良く、強健である。
クレオメ	4	5	2.0)	草丈が150cmを超える。倒伏に注意。トゲがあり管理にやや難あり。
コリウス	_	5	2.7		葉を観賞。強健で侵食性が高い。
サルビア	3	2	0.8 \(\alpha \)	Δ.	侵食され生育が緩慢となりやすいが、低日照条件でも開花する。
ジニア	3	2	0.8 \(\alpha \)	Δ.	侵食されやすい。生育後半に徒長し、花が少なくなる。
トウガラシ	2	4	2.0)	茎葉が黒く,実以外に葉も観賞できる。
トレニア	5	4	2.5)	花つきが良く,強健。横へ成長しながら広がる。
ハツユキソウ	_	4	1.3		斑入りの葉を観賞。草丈が高く、分枝性が良い。
ブルーサルビア	3	3	0.8 \(\alpha \)	Δ.	侵食には耐えるが花が少なくなる。花が目立ちにくい。
ベゴニア	3	2	0.6 4	Δ.	侵食され生育が緩慢となりやすいが、低日照条件でも開花する。
ペチュニア	3	2	0.3 \angle	Δ.	侵食に弱く,低日照で花が少なくなる。
マリーゴールド	4	4	1.9)	アフリカン系のマリーゴールドでフレンチ系と比べ花が大きく、強健。
ランタナ	3	4	1.7) ;	横へ成長しながら広がるが、生育が進むと栄養成長に傾きやすい。
ルドベキア	5	4	2.0)	花が大きく目立ち(直径10cm以上),花つきが良い。

a) 開花連続性, 開花数などを達観により判断。開花性に最も優れるのを 5, 劣るのを 1 とした。 -: 枯死やグリーン植物という理由で開花数を調査していない。

b) 他植物との競合に打ち勝つ侵食能力を判断。最も高いものを 5. 低いものを 1 とした。

c) 園芸店など花き産業に携わる専門家7名による審査会を8月4日と9月4日の2回実施。優:3点,良:1点,普通:0点,不良:-1点とし,

^{◎: 2.0} 点以上~ 3.0 点以内,○: 2.0 点未満~ 1.0 点以上,△: 1.0 点未満~ 0.0 点以上,×: 0.0 点未満

b. アサガオ「サンスマイル」に対する夜間照明の開花抑制効果

照度と累計開花数との間には相関が認められ、照度が高いほどアサガオ「サンスマイルパープル」の開花数は減少した(図 5)。20lx 以下でも開花への影響が見られた。このことから、アサガオの植栽にあたっては、夜間

照明の有無を考慮する必要があることが明らかとなった。また、照度の違いは株高、株張、地上乾物重、花径には影響を与えなかったが、地下乾物重には影響を与え、照度が高いほど地下乾物重が増加した(図 6)。「サンスマイルレッド」も同様の結果であった(データ省略)。

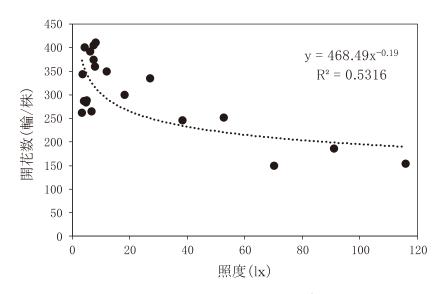


図5 夜間照明がアサガオ「サンスマイル パープル」の累計開花数に及ぼす影響

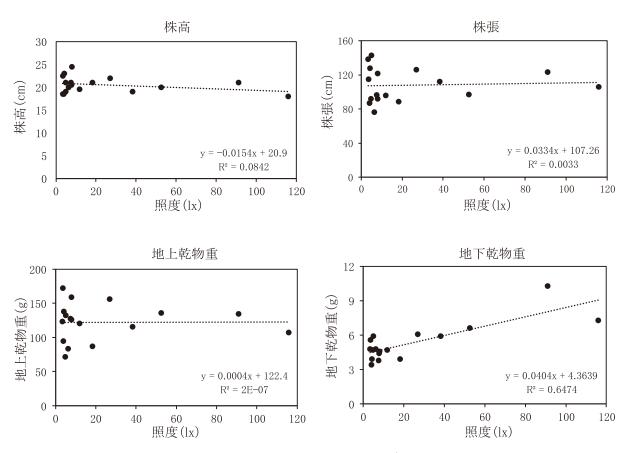


図6 夜間照明がアサガオ「サンスマイル パープル」の生育に及ぼす影響

考察

東京 2020 大会の開催が決まり、多くの苗物花きが開催期間である夏季に活用されることが期待されるが、これまで夏花の生産、利用はともに少なく、夏の暑さに強い花の種類について、生産者はもとより種苗会社でさえも正確な情報を持ち合わせていなかった。そこで、夏季高温期に適応性が高いと考えられていた花きを都内数ヵ所および農総研内の花壇に植え付け、大会期間中である7月下旬から9月上旬まで咲き続ける種類を選定した。本研究において、2014年から2018年の5年間で約1,200種類の花きを調査し、ビンカやペンタスなど35品目250種類程度、すなわち供試した総数の20%程度のみが実際は夏の暑さに強いことが分かった(表1)。

これらの夏花を利用し外国の方々をもてなす場合。和 をイメージする花きは必要不可欠であると考えられる。 その品目としてカワラナデシコとアサガオに着目した。 カワラナデシコ系の「スープラ」シリーズにおける播種 時期と開花日との関係を見てみると、播種時期にかかわ らずおよそ75日前後で開花したが、播種時期が遅くな るほど開花までの期間が短くなった (表2)。小野崎ら (2013) によるとカワラナデシコの種間雑種および戻し 交雑系統の開花早晩性と日長反応性の差異から、カワラ ナデシコは相対的長日性を有することを明らかにしてい る。これは、「スープラ」シリーズにおいても、夏至の 6月20日付近にかけて最も開花期間が短くなっている結 果と一致している。アサガオ「サンスマイル」では、5 月上旬に播種することで7月下旬に開花させることがで きるが (図1), 開花数は8月下旬以降に急激に増加する。 開花ピークを東京 2020 大会の開会式 (7月 24日) の時 期に合わせるためにはさらに早い時期に播種しなければ ならない。一方、短日植物であるアサガオは、連続する 暗期が8~9時間で開花が促進され (Imamura and Takimoto, 1955)、人工的なシェード処理でも同様の効果 が得られる(田旗、1997)。本研究の花壇用のアサガオ品 種「サンスマイル」においても、シェード処理で開花ま での期間が短縮化し、その効果は処理開始時日により異 なった(図2,3)。播種から8日後の6月23日からシェー ド処理を開始した場合は有意に開花までの日数が遅れた が、その他ではシェード処理終了から概ね30~40日で 開花した。Nakavama (1958) は子葉ですでに日長感応 性があることを見出しており、播種してから早い段階で のシェード処理は日長感応性を完全に獲得する前の処理 であったことが示唆された。以上の結果から、アサガオ 「サンスマイル」においては、播種時期とシェード処理を 組み合わせることで、より短期間で開花させたい時期に

合わせることが可能であると考えられる。

このようにカワラナデシコやアサガオといった和をイ メージする夏花も求められているが、一方で多様な花壇 に対応できるように1,2年草以外の夏花も必要となる。 そこで、本研究ではこれまで夏花としてほとんど注目さ れてこなかった多年生植物と水生植物に焦点をあて、利 用可能性を探った。開花期間と観賞性から実用性を評価 し、多年生植物(表3)ではヘリオプシス「サマーナイ ト」やアガスタチ「ブルーフォーチュン」などを、水生 植物 (表 4) では熱帯スイレンとシラサギカヤツリを有 望種とした。水生植物は通常、池や湖沼などある程度広 大な水域やサイズの大きな陶器製のスイレン鉢で観賞さ れることが多く、本試験で取り組んだような、30cm 程 度のプラスチック鉢の一部を地中に埋設することで簡易 に花壇装飾として活用する方法は類を見ない。本手法を 普及させるためには同時に、蚊を媒介とする伝染病の蔓 延を防ぐためのボウフラ対策も講じる必要がある。

都市部で緑化を行う場合、建築物や自動車などの排熱 の影響による都市環境特有の日照や高温乾燥ストレスが 植物の成長に影響を与え、一般的な利用場面に加え考慮 しなければならない点が多い(田中・福田,2017)。例え ば、街路樹として植栽されたムクゲとハナミズキの生育 の違いが耐陰性の違いで生じていること(前田ら,2011) や、カツラでは樹木の梢端枯れが高温乾燥ストレスで生 じること(田中ら, 2011)が報告されている。このよう に、都市部での植栽にあたっては、耐暑性だけでなく、 耐乾性と耐陰性も考慮しなければならない。そこで、本 研究では、植栽環境に応じ適切な品目選択ができるよう に、耐乾性や耐陰性を指標に苗物花きを評価・分類した (表 5, 表 6)。その結果、いずれも品種よりも品目の影 響が大きく, 耐乾性の強い植物としてイポメア, カンナ, ダイアンサス, ビンカ, ベゴニアなどが, 耐陰性の強い 植物としてニューギニアインパチェンス, ベゴニア, ユー フォルビアなどが挙げられた。

都市緑化では植栽直後から景観性を高くする必要があるため、通常の花壇植栽と比べ植栽密度が高く、植栽に多くの労力がかかる。また、短期間に集中して植栽されることが予想されるが、既存の花苗規格では早期緑化が実現できない。これらは、都市緑化推進の妨げの要因の一つとなっている。そこで、早期緑化と植栽労力削減を両立させた技術開発を目指し、コンテナサイズが植栽労力に与える影響を明らかにした(表 7)。その結果、慣行の10.5cm サイズと比較して、12.0cm サイズで40%程度植栽労力を削減できた。スイレン(Al-Menaie et al., 2012)やマリーゴールド(Latimer、1991)ではコンテナサイズと生育との関連性は明らかにされているものの、花きに

おいては植え付け作業労力との観点からの報告例はな い。一方、林業においては、例えばヒノキではシカによ る食害対策や下刈り経費の削減を目的に大苗コンテナが 検討され, 植え付け作業労力についても調査されている。 近藤・袴田(2017)によると、本試験の結果とは異なり、 大苗コンテナは植え付け作業に通常の1.3倍多くの労力 がかかり、また育苗期間が長いため、食害対策や下刈り 経費を賄うだけのコスト削減にはつながらなかったこと が明らかにされている。これらのことから、花き分野に おいても作業労力だけではなく、資材費や育苗期間など の生産コストや運搬費といった流通コストについても精 査し、コンテナサイズを大きくすることが生産から利用 までの全体のコストダウンに直結するのか明らかにする 必要がある。しかしながら、本研究のように、生産者側 だけではなく、植栽作業をする利用者側の視点からの適 正なサイズを提案したことは今後の緑化を推進するため の有益な情報となると考えられる。

一方, 2020 東京大会後も夏花の利用拡大が期待され多 くの場所でプランターによる植栽が予想されるが、夏季 は日射量, 温度ともに高く乾燥しやすく, 培地量が制限 されるプランターでは、景観性の高い緑化を維持するこ とが困難である。一方、底面に水を貯留することが可能 な底面給水型プランターは灌水労力の大幅な軽減が期待 できるため、本プランターの水分特性(図4)と花きの 生育・開花に及ぼす影響を調査した(表9)。その結果、 底面給水型コンテナは培地中の水分変動が少なく、通常 のコンテナよりも安定して水分を供給でき、かつ灌水回 数を半分以下に減らすことを可能にした。本稿ではデー タを省略したが、底面給水型プランターに適する軽量で 償却可能な培地も検討し、木質とピートモス培地を当量 混合した培地で実用性が高いことを明らかにしている (山本・岡澤, 2018)。底面給水型コンテナは常に湿潤状 態で維持され、株の徒長や根腐れが生じる可能性が高い が、ヤシ殼とピートモスの有機質混合培地が赤土主体の 標準培地よりも固相率が低く気相率が高いことを報告し ているように (岡澤ら, 2016), 気相率が高い有機質培地 の利用は運搬や利用後の処分も含め有効であると考えら れる。今後はコンテナに合う品目・品種を検討するとと もに、徒長防止のための適切な植栽密度や管理方法など も明らかにする必要がある。

先に述べたように、夏季高温期に適応する苗物花きをこれまでに35品目約250種選定した(表3)。しかしながら、都内のデザイン花壇などの実用場面では、植え付け直後から観賞可能となるように密に植えつけられており、その影響で生育不良や開花数の低下が生じることが危惧される。そこで、試験研究で得られた成果を活用し

たデザイン花壇を日比谷公園に設置し、生育や開花に及ぼす影響を調査した(表 10)。浸食性が低いカリブラコア、サルビア、ペチュニアは、コリウスやトレニアなどの侵食性の高い種類の影響を強く受け、生育が不良となることが明らかとなった。従って、デザイン花壇においては、浸食性の異なるものを隣同士で植えないなどの配慮が求められる。

東京 2020 大会では、和の花としてアサガオの利用が 期待されるが、都心では夜間照明が設置されている場所 が多い。Imamura and Takimoto (1955) がアサガオ「バ イオレット」において、8~9時間連続暗期の長日条件 が栄養成長に、16時間以上の短日連続暗期が生殖成長に 促進的に働くことを明らかにしているように、短日植物 であるアサガオの開花に夜間照明が影響を及ぼすことが 想定されたため、夜間照明が「サンスマイル」の開花に 及ぼす影響を調査した(図5)。その結果,花壇用の品種 「サンスマイル」においても, 夜間照明の照度が高いほど 開花数は減少し、夜間照明による長日条件が観賞性に悪 影響を与えた。20lx 以下の照度でも開花への影響が観察 された。キクの光応答における照度は10lx以下であるこ とが報告されており (小西ら,1988), アサガオも同程度 と考えられるが、アサガオについては報告例がない。今 後は、アサガオの光応答に対する明るさの閾値について 詳細に調査する必要がある。また、本試験では照度の違 いは株高、株張などには影響を与えなかったが、照度が 高いほど地下乾物重が増加した(図6)。この結果からも 長日処理が開花に影響を及ぼし、栄養成長促進による地 下部重増加につながったと考えられた。Shinozaki(1985) はアサガオの花への誘導が根の成長抑制を伴うことを見 出しており、本結果も同様であった。

以上,夏の暑さに強い苗物花きの特性評価および利用技術の開発を目的に本研究に取り組んできた。これらの成果を取り入れた、「夏花による緑化マニュアル」を埼玉県や千葉県の農業試験場と共同で作成した(図版 4)。本マニュアルは花材を花壇苗、カラーリーフ・グランドカバー、つる植物、球根植物に分類し、花色や草姿等から利用場面に応じて必要な情報を引き出せる構成とした。(公財)東京都農林水産振興財団ホームページに技術マニュアルとして公開している(http://www.tokyo-aff.or.jp/files/2018/pdf/ryokuka_manual_03.pdf)。今後、このマニュアルが普及し、夏花の利用が拡大することを期待する。

謝辞

今回の試験は、農林水産省による「国産花きの国際競争力強化のための技術開発研究委託事業(2015 ~ 2019 年度)」の中で取り組んだものです。本研究にご協力いただいた関係機関ならびに花き研究チームの職員の皆様方に心より感謝いたします。

引用文献

- Al-Menaie, H.S., O. Al-Ragam, N. Al-Dosery, M. Zalzaleh, M. Mathew and N. Suresh (2012) Effect of pot size on plant growth and multiplication of water lilies (Nymphaea sp). American-Eurasian J. Agric & Environ. Sci. 12(2): 148-153.
- Imamura, S and A. Takimoto (1955) Photoperiodic responses in Japanese morning glory, Pharbitis Nil CHOIS., a sensitive short day plant. Bot. Mag. Tokyo 68:235-241.
- 近藤晃・袴田哲司(2017)ヒノキの3年生コンテナ大苗 の植栽功程と初期成長-2年生コンテナ普通苗との 比較-.静岡県農林技術研究所研究報告.10:91-97.
- 小西国義·今西英雄·五井正憲(1988)花卉の開花調節. 21-31. 養賢堂. 東京.
- Latimer, J. G. (1991) Container size and shape influence growth and landscape performance of marigold seedlings. Hortscience. 26(2): 124-126.
- 前田雄一・河合隆行・小山 敢(2011) 道路を挟んで東西に植栽されたムクゲとハナミズキの生育状況. 樹木医学研究. 15:147-154.
- Nakayama,S (1958) Studies on the dark process in the photoperiodic response of Pharbitis seedlings. Sci. Rep., Tohoku Univ. Biol. Ser. 24: 37-183.
- 岡澤立夫・松浦里江・節句田恵美・濱本宏・西島隆明 (2016) 布容器と有機質培地の利用による花壇用花 きの生育および開花. 園学研. 15(1): 19-28.
- 小野崎隆・八木雅史・棚瀬幸司(2013)カーネーション, カワラナデシコ種間雑種および戻し交雑系統におけ る開花の早晩性と日長反応性ならびに早生性の遺伝 性. 園学研. 12(4): 51-359.
- Pagamas, P and E. Nawata (2008) Effect of heat stress application to flower and fruit on seed quality of chili pepper. Trop. Agr. Develop. 52(3): 82-87.
- 四宮徳章・西村伸也・伊興田浩志 (2008) ヒートアイランドに関する都市空調システムの検討 エネルギー

- 供給に基づく空調排熱の時空間特性の予測 . 空気調和・衛生工学会論文集 . 138: 29-38.
- Shinozai, M (1985) Organ correlation in long-day flowering of Pharbitis nil. Biol. Plant. 27:382-385
- 田中(小田)あゆみ・野口雄二郎・梅林利弘・松村愛美・ 赤見 亜衣・田中憲蔵・福田健二(2011)カツラ梢端 枯れ木の葉の生理的・形態的特性.樹木医学研究. 15:139-146.
- 田中(小田) あゆみ・福田健二(2017) 都市の環境と街路樹のストレス応答. 樹木医学研究. 21(1): 44-47.
- 田旗裕也 (1997) アサガオ園芸品種の開花と生育に及ぼ す短日処理の影響. 園芸学会雑誌(別冊). 66(1): 444-445.
- 東京都中央卸売市場事業部業務課,東京中央卸売市場統計情報,http://www.shijou-tokei.metro.tokyo.jp/(2019年8月15日確認).
- 山本陽平・岡澤立夫 (2018) 底面給水型コンテナに向く 培養土の選定. 平成 30 年度成果情報. 49-50.

Screening of bedding plants to tolerate hot conditions in summer and development of utilization techniques

Tatsuo Okazawa^{1,*}, Youhei Yamamoto¹, Hironari Tahata¹, Ayaka Obata^{1,2}, Kousuke Kurokawa^{1,3}

¹Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center

²Present address: Tokyo Metropolitan Islands Area Research and Development Center for Agriculture, Forestry and Fisheries

³Present address: Unzen city

Abstract

We have selected appropriate summer flowers and developed utilization techniques for the 2020 Tokyo Olympics and Paralympic Games held in summer, because they have only been produced and utilized minimally to date. About 1,200 types of flowers, which could maintain sufficient ornamental quality from late July to early September, were investigated. As a result, approximately 250 species including Catharanthus and Pentas, only 20% of the total number surveyed, were selected as summer flowers. Among these, we focused on fringed pink and morning glory as typical Japanese flowers. The former, Dianthus 'Supra', flowered at around 75 days irrespective of cultivar, but the time to first opening of the flower became shorter as sowing time was delayed. The latter, Ipomoea 'Sunsmile', began to bloom near the date of the opening ceremony (July 24th) when sown up to early May. When the possibility of practical use as summer flowers was investigated, perennial plants, including Coreopsis 'Zagreb' and Heliopsis 'Summer Nights', and aquatic plants, including Nymphaea (tropical water lily) and Cyperus (starrush whitetop), were found to be suitable.

With the aim of achieving practical use of greening in urban areas, summer flowers were evaluated and classified based on tolerance to heat, drought and shade. The results showed that Ipomoea, Canna and Dianthus had strong drought tolerance, and that Impatiens New Guinea Group and Begonia had strong shade tolerance. This information would be useful for selecting appropriate flowers according to usage. To achieve early greening and save labor costs, sizes and types of containers were investigated. The effects of container size on planting efforts in both Dianthus and Petunia flower showed that the duration of planting was reduced strongly with 12.0-cm pots when compared to conventional 10.5-cm pots. In addition, the bottom-irrigation type container, which can be expected to reduce irrigation labor, showed fewer water fluctuations in the medium, resulting in constant water supply and reduced irrigation frequency.

Thus, we aimed to select promising summer flowers, and to develop technology to reduce the planting and management labor for flower decoration throughout the venue and its surroundings at the 2020 Tokyo Games. By utilizing these results, it is possible to maintain high quality in urban greening, even under the harsh summer environment, which is simultaneously subjected to high temperature and drought conditions.

Keywords: 2020 Tokyo Olympics and Paralympic Games, summer flower, drought tolerance, shade tolerance, bottom-irrigation container

Bulletin of Tokyo Metropolitan Agriculture and Forestry Research Center, 15: 1-18, 2020

* Corresponding author : t-okazawa@tdfaff.com



図版 1 ペチュニアの定植作業

注1) 2015年7月1日撮影

注2)場所は六本木ヒルズ



図版2 花火を模したデザイン花壇

注1) 2017年6月29日撮影

注2)場所は日比谷公園



図版3 夜間照明の設置外観

- 注1) 2017年8月1日撮影
- 注 2) 場所は東京都農林総合研究センター



			Ш	花	(3	(1)	e		쾞	形架性	200			瓷	
页	級 翻 3	品目	Г	73		F - W	а	6	231 HT 38	益	20 E	撰に 大きく 毎年	級に 大きく 伊長	は数全 りさく 存長	全体1 大き・
	班			EVO	C)	עכטו	33	DH	中 () 验 ()	ф О	ф 🔲	\equiv	X1	X	X
1		アゲラタム	0	0			0		٠	0			•	•	
2		アサガオ(わい性種)		0	•		0	茶	0	0		•			
3	۵	アンゲロニア	0	0			0		٠	0				•	•
4		カリブラコア	0	0	0	0	0	複	٥	0		•			
5	0	カンナ	0	0	•	0			٠	•	•				•
6		クレオメ	0	0			0		0	•					•
7	0	ケイトウ(セロシア)	L	•	•	0	•	L	٥	0				•	•
8		サルビア	0	0	•	0	0		٥	0			•	•	•
9		ジニア (ヒャクニチソウ)	0	0	•	0	Г	辘	٥	0			•	•	•
10	0	センニチコウ	0	0	0	Г	0	Г	٥	0	•			•	•
11	۵	トウガラシ	0	0	0	0	0	æ	٥					•	•
12	0	トレニア	0	0	0	0	•	722	٥	0	•	•			•
13		ナデシコ (ダイアンサス)	0	0	0		0	複	٥	0			•	•	•
14		ニューギニアインバチェンス	0	0	•	0	0		٠	0					•
15	0	ピンカ (ニチニチソウ)	0	0	0	0	0	複	٥		•	•		•	•
16	0	ベゴニア	0	0	0	0	Г		٠		•			•	•
17		ベチュニア	0	0	0	0	0	複	٥	0		•		•	•
18	0	ベンタス	0	0	0		0	捆	٥		•				•
19	0	ボーチュラカ	0	0	0	0	Г	182	٥	•		•			
20	٥	マツバボタン	0	0	0	0			٥			•			
21		マリーゴールド	0	Г	0	0	Г	複	٥	0				•	•
22		メカルドニア	Т	Г	Г	0	Г	Г	٥			•			
23	0	メランボジウム	Г			0			٠	0					•
24	0	ユーフォルビア	0	Г	Г		Г		٥	•	•				•
25	0	ランタナ	0	0	0	0	0	複	٠			•			•
26		ルドベキア	Т	Г	•	0	Г	祖	٥	0				•	•



図版4 夏花による緑化マニュアル

注) 左:マニュアル表紙、中:マニュアル目次、右:ホームページの QR コード