

トルコギキョウの寒冷地における栽培体系と技術開発

山形県庄内総合支庁
農業技術普及課
佐藤 武義

はじめに

わが国のトルコギキョウの切り花の作付面積は、『花き生産出荷統計』（農林水産省 2017）によると約450haであり、年間出荷量は1億本前後を推移している（図-1）。生産は北海道から九州まで各地域の気象条件を活かして行われており、2016年の主な生産県は、長野県、熊本県、福岡県、山形県、静岡県、愛知県、北海道、福島県などである（表-1）。

トルコギキョウの切り花は、日持ちが非常によいことと、多様な花色と花形を持つ品種が育成され目新しさもあることから、和洋の生け花や冠婚葬祭を問わず、現在は周年、幅広く利用されるようになってきている。トルコギキョウの生産および流通における特徴を

表-1 トルコギキョウの出荷量が多い都道府県

全 国 ・ 都道府県	出荷量（百万本）
全 国	100.900
長野	12.100
熊本	12.100
福岡	9.540
山形	5.500
静岡	4.940
愛知	4.920
北海道	4.620
福島	4.430
高知	4.280
千葉	3.990
秋田	3.490

（農林水産省「平成28年産花き生産出荷統計」）

市場統計情報（東京都 2017）で見ると、寒冷地では、育苗期が低温で、生育、開花期に高温、長日となる夏秋季（6～9月）の出荷量が多い（図-2）。また、近年、育苗期と生育が夏季の高

温を経過し、開花期が低温、短日となる秋冬季（10～12月）出し栽培技術の開発が行われ、供給が増加している。一方、暖地では、春夏季（4～6月）や秋冬季出し栽培に加えて、育苗期が高温で、生育、開花期が低温、短日となる冬春季（1～3月）出し栽培技術の開発が行われ、供給が増加している。秋冬季から冬春季の出荷量の増加は、図-2と図-3の月別卸売数量と単価の推移に示すとおり、従来、夏季の切り花と位置付けられていたトルコギキョウの需給バランスの改善にも反映されてきていると考えられる。そこで、本稿では、積雪寒冷地である山形県における栽培体系と秋冬出し栽培技術の開発事例と普及動向の概要を紹介したい。

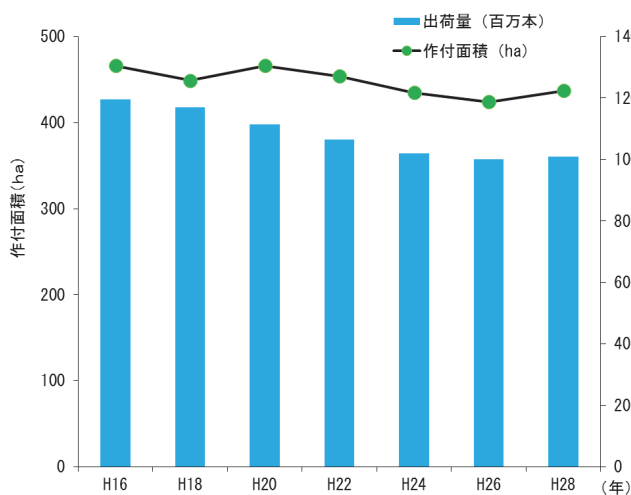


図-1 日本におけるトルコギキョウの作付面積と出荷量
（農林水産省：『花き生産出荷統計』）

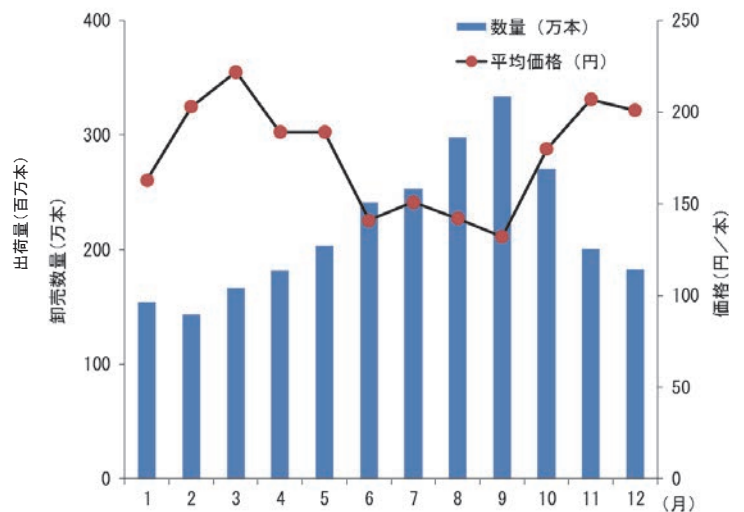


図-2 トルコギキョウの月別卸売数量と単価の推移
（東京都中央卸売市場年報『花き』2016）

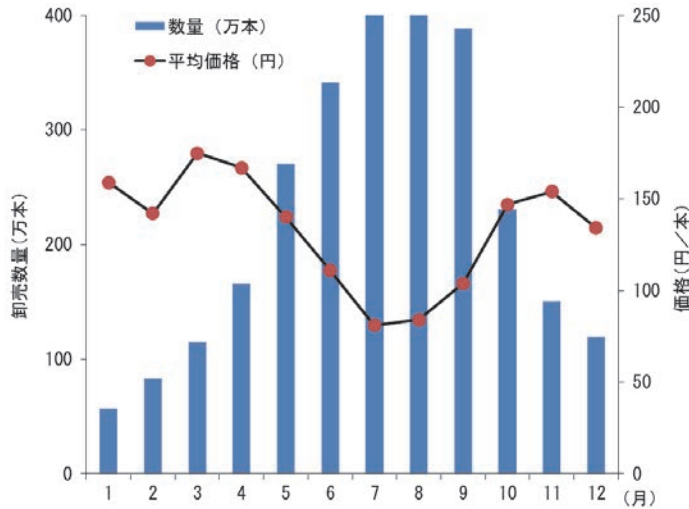


図-3 トルコギキョウの月別卸売数量と単価の推移
(東京都中央卸売市場年報『花き』2004)

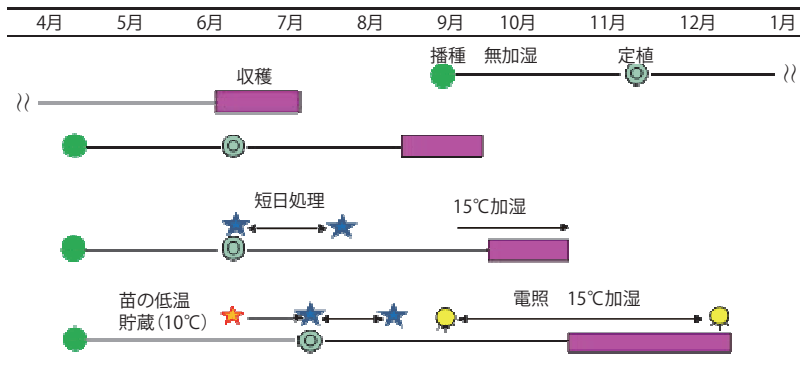


図-4 無加温で夏秋季に収穫および出荷する作型(上, 中)と山形県で開発された秋冬季に収穫および出荷する作型(下)

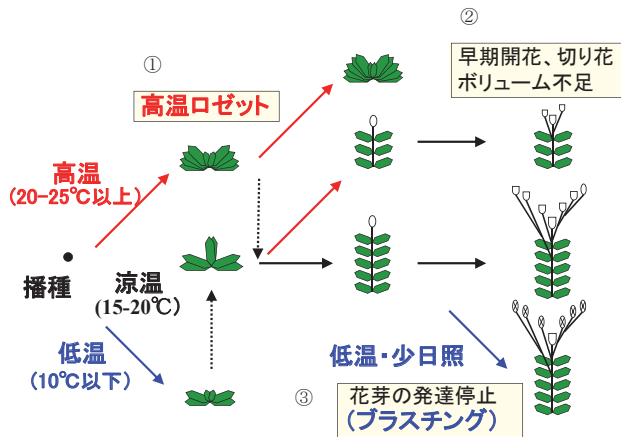


図-6 トルコギキョウの生育の特徴と秋冬季出し栽培の課題

- ①高温による苗のロゼット化, ②定植後の高温と長日による早期開花と切り花ボリューム不足,
- ③生育中期以降の低温・短日・少日照による開花遅延と花芽の発達停止(プラスチング)

栽培体系と開発技術

(1) 作型

寒冷地では秋に播種して育苗・定植

後に越冬させる作型と、冬～春に播種して育苗・定植する作型がある(図-4)。無加温栽培では、主に9月～翌年1月に播種すると6～7月に収穫期となり、2～4月の播種では8～9月が収穫期となる。このうち、秋に



図-5 山形県内における12月上旬収穫のトルコギキョウの栽培状況

播種を行う栽培においては加温ないし加温および電照を行うことで、播種期と収穫期を前進させることが可能であり、4～5月からの収穫が可能である。また、春に播種する栽培においては、吸水種子の湿潤低温処理、冷房育苗、苗の低温貯蔵、短日処理、さらには加温や電照を組み合わせることによって、播種期と収穫期を遅らせることが可能であり、秋冬季出し栽培が可能な作型が開発されている(図-4, 図-5)。

秋冬季出し栽培においては、育苗期の高温の影響による苗のロゼット化に注意することの他に、定植後の高温長日条件で生育することによる早期開花と切り花ボリュームの不足に注意する必要がある(図-6)。また、生育中期以降の低温、短日、少日照による開花遅延と花芽の発達停止(プラスチング)(図-7)を解決する必要がある。



図-7 秋冬季にみられる花芽の発達停止(プラスチング)
左: 発蕾期から短日, 右: 花蕾肥大期から短日



図-8 山形県の大規模種苗供給施設における育苗の状況 (A) と播種作業 (B) および高温期における吸水種子の湿潤低温処理状況 (C)

(2) 苗のロゼット化の回避

秋～春に育苗する場合、ロゼット状の苗は加温によって容易に伸長して花芽を形成する。一方、春～夏に育苗する場合、発芽適温は20～25℃であるものの、高温ロゼットが誘発される温度に近い(大川 2003)ので、既述のように育苗方法に工夫が必要である。例えば、播種から10℃の暗黒条件下で5週間、吸水種子の湿潤低温処理(谷川ら 2002; 福島ら 2017)を行ったり、播種から7週間程度、昼温25℃/夜温15℃に設定する冷房育苗(吾妻・高野 1996)を行ったり、高温ロゼットが問題になる時期の前に播種・育苗した成苗を10℃・24時間白色蛍光灯照明下で低温貯蔵する方法(佐藤ら 2004)などで回避できる。なお、定植後に短日処理を行う栽培方法の場合、中生品種や晩生品種のロゼット化への移行は、これまで知られていた平均気温25℃以下でかつ夜温20℃以下(大川 2003)より低い平均気温18℃以上で誘起されることが示されている(佐藤ら 2004)ものの、現在、山形県内の大規模種苗供給施設(図-8)では、吸水種子の湿潤低温処理技術が積極的に活用されており、定植後に短日処理を行う秋冬出し栽培においても苗のロゼット化の問題はほとんど見られない。また、成苗の低温貯蔵技術が主に苗供給時期の調整として活用されている。

(3) 日長反応

トルコギキョウは量的長日植物であることから、長日条件によって節間伸長と花芽形成が促進される。ただし、高温時は短日条件下でも花芽形成しやすく、逆に低温条件では長日による花芽形成効果が大きい。日長に感応ようになるのは本葉2対葉展開期頃からとなる。日長反応性は品種間差が見られ、夏季、早期の花芽形成を抑制するための短日処理期間中においても、早生品種では花芽形成が進むのに対して、晩生品種では花芽形成しにくい(佐藤ら 2004)。すなわち、花芽形成に対して、早生品種では温度が、晩生品種では日長が、より支配的である。現地事例として、図-9に山形県内の10月中旬出しハウスにおける定植後の短日処理の有無の影響を示す。ロゼット化は、吸水種子の湿潤低温処理を行っていることから、高温期の育苗・定植でも問題にならないものの、短日処理を行わない場合、栄養成長期間が短く、早期開花した草姿となり、切り花の商品花数が少なかった。一方、短日処理を4～5週間程度行くと、栄養成長期間が適度に確保でき、商品性の高い切り



図-9 山形県内におけるトルコギキョウの10月中旬出し栽培における短日処理の有無による生育間差(白:早生品種,ピンク:中生品種)

A: 吸水種子の湿潤低温処理後 8月上旬定植,短日処理無し主茎の節数:9節,切り花長60cm。商品花数3～4個/本

B: 吸水種子の湿潤低温処理後 7月上中旬定植,短日処理有り主茎の節数:15～16節,切り花長100cm。商品花数6～8個/本

花が収穫できた。今後、短日処理を行わない場合でも商品性の高い切り花が収穫可能なような適応性の高い品種について、調査や情報共有をさらに進める必要がある。

秋冬期の短日処理には、電照栽培による長日処理が花芽形成・開花の促進に効果的である。電照には光合成を促進するほどの強い光は必要ないが、光質(光の波長)の影響が大きい。長日処理の光源には一般的に農業用の白熱電球が使用されているが、省エネルギーで長寿命な発光ダイオード(LED)への切り替えが望まれている。LEDは単色光を照射することから、日長反応性における光質の影響を知ることが重要である。そこで、秋冬期の夜間の電照光源について比較してみたところ、赤色光(600～700nm)/遠赤色光(700～800nm)比(R/FR比)の小さい白熱電球の方が、R/FR比の



図-10 長日処理の光質がトルコギキョウの開花に及ぼす影響
R, FRはそれぞれ赤色光, 遠赤色光を示す。



図-11 遠赤色光 LED および電球形蛍光灯による秋冬出し栽培実験の状況
積雪地帯である山形県において, 遠赤色を利用した電照栽培によって冬季に開花させることができる。

大きい昼白色蛍光灯や植物育成用蛍光灯, メタルハライドランプと比較して花芽形成・開花促進効果が大きかった。また, 切り花品質も R / FR 比の小さい白熱電球の方が優れた。さらに, R / FR 比の大きく異なる遠赤色蛍光灯と赤色蛍光灯, あるいは遠赤色 LED と赤色 LED の夜間電照の効果を比較すると, 遠赤色光を主体とした光源が花芽形成・開花を促進した (図-10)。キクの電照栽培において有効な光質は赤色であるが, トルコギキョウの開花促進のための長日処理においては遠赤色光が有効であり, この点は, 同じ長日植物であるモデル実験植物のシロイヌナズナと同様であった (図-11, 表-2)。トルコギキョウに遠赤色 LED や白熱電球を用いて夜間電照すると, 花成関連遺伝子の中で, シロイヌナズナの *FT* や *SOCI* のトルコギキョウのホモログである *EgFTL* および *EgSOCIL* の発現が電照をしない場合よりも早い段階から発現することから, 両遺伝子が花成誘導に寄与していると考えられている (高橋ら 2015)。さらに, トルコギキョウでの研究ではないが, 遠赤色光単独よりも, 弱い赤色光が含まれる混合光が長日植物の開花に有効な例も報告されている (Nishidate ら 2012)。今後, トルコギキョウなどの長日処理に効果的な波長特性を有する LED 光源の開発が望まれる。

表-2 開花と切り花品質に及ぼす電照光質の影響

品種	処理区	開花日 ^Z	到花日数 ^Y	切花長 ^X	切花重	商品 ^W	商品 ^V
		(月/日)	(日)	(cm)	(g)	調整重 (g)	花数 (個)
雪でまり (中生品種)	自然日長	12/12	135	87.8	88.3	41.2	1.5
	遠赤色光蛍光灯	11/26	119	95.5	79.2	43.7	3.2
	赤色光蛍光灯	12/17	140	76.0	63.6	36.5	1.2
	白熱電球	11/21	114	95.1	84.1	51.6	4.8
つくしの雪 (晩生品種)	自然日長	12/19	142	89.3	80.7	47.5	2.7
	遠赤色光蛍光灯	12/13	136	95.6	84.2	50.0	4.2
	赤色光蛍光灯	12/23	146	86.5	69.5	45.6	2.9
	白熱電球	12/4	127	103.6	81.7	50.9	5.6

^Z 商品切り花として収穫適期となる第 2 花の開花日。 ^Y 定植日から第 2 花の開花日までの日数。 ^X 基部から長さ 3 cm 程度に肥大した商品花蕾の先端部までの長さ。 ^W 80 cm 以上の切り花は商品花蕾の先端から 80 cm で切り戻し, 80 cm 未満の切り花はそのまま 商品花蕾のついていない側枝と小さな花蕾を取り除き下葉 20 cm を摘葉した後の切花重。 ^V 第 1 花を除いた開花輪数+商品花蕾数の合計値。

表-3 遠赤色光ランプによる長日処理における開花と切り花品質に及ぼす日長の影響

品種	処理区	開花日 ^Z	到花日数 ^Y	切花長 ^X	切花重	商品 ^W	商品 ^V
		(月/日)	(日)	(cm)	(g)	調整重 (g)	花数 (個)
雪でまり (中生品種)	自然日長	12/12	135	87.8	88.3	41.2	1.5
	1 2 時間	12/9	132	87.5	82.5	45.0	2.9
	1 6 時間	12/4	127	92.9	83.0	44.9	3.3
	2 4 時間	11/24	117	95.0	81.6	48.1	4.5
つくしの雪 (晩生品種)	自然日長	12/19	142	89.3	80.7	47.5	2.7
	1 2 時間	12/15	138	88.0	80.4	52.1	4.0
	1 6 時間	12/13	136	94.6	76.7	48.8	4.4
	2 4 時間	12/11	134	97.8	70.1	45.6	5.1

調査項目は表-2 と同じ。

ところで, 短日植物の電照による花芽形成抑制は暗期中断の方法が効果的であることが一般的に知られており, 暗期の中程から後半にかけて花芽形成促進遺伝子の感受性の高い時間帯があり, その時間帯であれば短時間の赤色光の照射で非常に高い花芽形成抑制効果をもたらすことができる。一方, トルコギキョウの暗期中断による長日処理の影響を調べてみたところ, 短日植物の花芽形成において見られるような

特別な効果はなく (佐藤ら 2001b ; 鈴木ら 2007), 遠赤色光を用いて明期をより長く設定することで長日処理効果を高めることができた。例えば, 明期延長によって 12 時間から 24 時間までの日長を設定すると, 24 時間が最も効果的である (表-3) とともに, 強い遠赤色光ほど花芽形成・開花促進効果が高かった (佐藤・金山 2013 ; 佐藤ら 2009)。

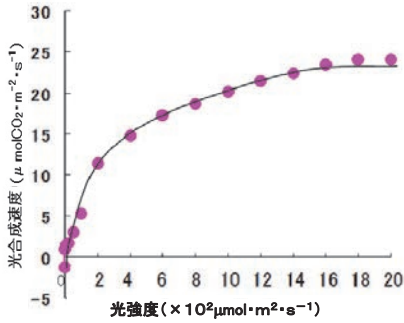


図-12 秋季におけるトルコギキョウの光合成速度に及ぼす光量子密度の影響

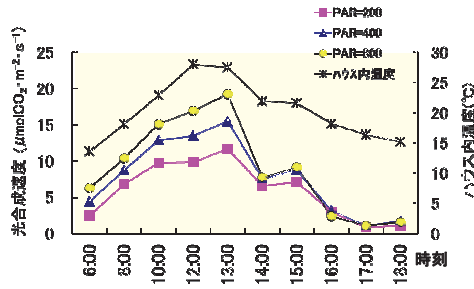


図-13 秋季におけるトルコギキョウの光合成速度に及ぼす光強度の差と測定時刻の影響

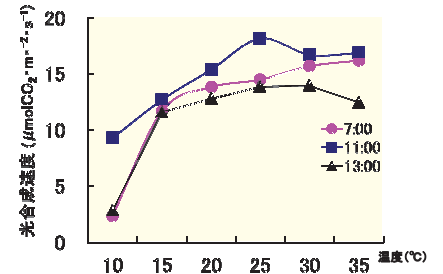


図-14 秋季におけるトルコギキョウの光合成速度に及ぼす温度と測定時刻の影響

(4) 光合成特性

トルコギキョウの秋冬季出し栽培では、夏秋季出し栽培に比較して生育後半に日照不足や低温となり、切り花品質の低下をまねきやすい。そこで、品質低下の軽減対策の参考とするために、生育後半の10月中下旬における光合成特性を調べた(佐藤ら2001a)。その結果、光飽和点に達する光強度は $1,600\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ と高かった(図-12)。また、光合成有効放射を $200\sim 400\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ として光強度別の光合成速度の日変化を調べてみたところ、各光強度とも午前中から13時まで高くなり、13時以降は低くなった(図-13)。さらに、時刻別の温度が光合成速度に及ぼす影響を調べたところ、光合成速度は $15\sim 30^\circ\text{C}$ で高く、7時では 30°C 以上でも低くならず、11時、13時には 25°C で最も高くなった(図-14)。従っ

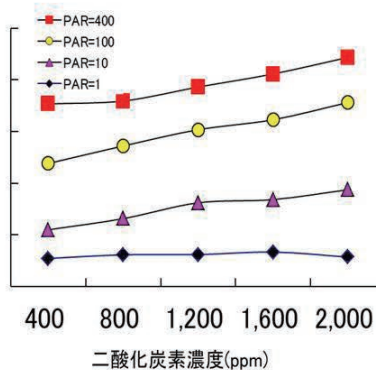


図-15 秋季におけるトルコギキョウの光合成速度に及ぼす二酸化炭素濃度と光強度の影響



図-16 短日処理自動カーテン(左上)、FR-richの農業用白熱電球による長日処理(右下)および高温期となる短日処理期間中の夜間冷房と低温期の暖房用に用いるヒートポンプ(上)などの装備が整備された秋冬季出し栽培の生産の安定化を目指す山形県内のハウスの状況

て、秋冬季出し栽培の生育後半においては、栽培ハウスの採光条件を良好にし、換気温度を午前中は $25\sim 30^\circ\text{C}$ 程度に設定することが生育を進めるために効率的であると考えられた。また、二酸化炭素の濃度の影響を調べたところ、光強度が大きいほど光合成速度は高く(図-15)、二酸化炭素施用の効果を高めるためには、光環境の良好な初秋換気を開始する時期から開始し、遠赤色光を用いて明期をより長く設定する長日処理と併せて行うなどの

工夫が必要であると考えられた(佐藤ら2005)。

おわりに

『植物検疫統計』(農林水産省2017)によると、農産物の流通のグローバル化や品質保持技術が進展している中で、現在、トルコギキョウは冬春季に主に台湾などから、為替レートなどの影響による年次変動はあるものの、卸売数量の $20\sim 30\%$ 程度が輸

入さている。今後、冬春季だけでなく、秋冬季においても国際競争に晒される可能性があることや、近年、夏秋季の気象の年次変動が大きく秋冬季の作柄に影響を及ぼす場合が見られることなどから、需要動向に応じて安定的に質感の高い商品の生産・供給を目指した技術の開発と生産現場への普及（図-16）をさらに推進することがトルコギキョウに関わる産業の持続的な発展を図るうえで重要となっている。

引用文献

吾妻浅男・高野恵子 1996. トルコギキョウの開花調節に関する研究（第2報）. 冷房あるいは夜冷育苗による冬～早春出し栽培. 高知農技セ研報 5, 58-65.
 福島啓吾ら 2017. トルコギキョウの生育および切り花形質に及ぼす吸水種子湿潤低温処理方法の影響. 16, 177-184.
 Nishidate, K. *et al.* 2012. Far-red Light Supplemented with Weak Red Light

Promotes Flowering of *Gypsophila paniculata*. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 81, 198-203.
 農林水産省 2017a. 花き生産出荷統計 平成16年産 [Excel:e-stat]. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/>.
 農林水産省 2017b. 農林水産統計 平成28年産花きの作付（収穫）面積及び出荷量. <http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/attach/pdf/index-2.pdf>.
 農林水産省 2017c. 植物検疫統計. <<http://www.pps.go.jp/TokeiWWW/faces/Pages/yunyuShokHinmoku/yunyuShokHinmokuResult.xhtml>>.
 大川 清 2003. 栽培の基礎技術. 大川 清編著「実践花き園芸技術 トルコギキョウ 栽培管理と開花調節」, 誠文堂新光社, 東京, p.132-144.
 佐藤武義・金山喜則 2013. トルコギキョウ. 金浜耕基編「観賞園芸学 第3章 主要切り花」, 文永堂出版, 東京, p.117-130.
 佐藤武義ら 2009. トルコギキョウの秋冬出し作型における遠赤色光電球形蛍光灯ランプを利用した日長延長による開花促進. 園学

研 8, 327-334.
 佐藤武義ら 2001a. トルコギキョウの秋期における光合成特性. 東北農研 54, 231-232.
 佐藤武義ら 2001b. トルコギキョウの短日期における長日処理と電照光源の光質が開花, 切り花品質に及ぼす影響. 園学雑 70 (別2), 341.
 佐藤武義ら 2004. トルコギキョウの寒冷地秋冬出荷作型におけるロゼット化回避と品種の開花反応. 山形園研報 16, 43-60.
 佐藤武義ら 2005. トルコギキョウの秋冬期における炭酸ガス施用が生育, 開花に及ぼす影響. 園学研 74 (別2), 518
 鈴木誠一ら 2007. トルコギキョウの開花に及ぼす遠赤色光発光ダイオード照射の影響. 園学研 6 (別2), 348.
 高橋拓馬ら 2016. トルコギキョウの花成および花成関連遺伝子の発現に及ぼす光質の影響. 園学研 (別1), 415.
 谷川孝弘ら 2002. トルコギキョウの発芽と抽だいを促進する吸水種子の低温処理方法. 園学雑. 71, 697-701.
 東京都 2017. 市場統計情報 (月報・年報) 統計情報検索・類別検索 トルコギキョウ. <<http://www.shijou-tokei.metro.tokyo.jp/>>.

統計データから

本データは、災害応急対策の基礎資料の被害応急調査結果で、気象災害の種類別に主な農作物被害概況（平成10～28年の被害見込み金額）から引用した。

災害の種類別にみると、ほぼ毎年被害があるのは「大雨・台風」である。特に、平成16年は、観測史上最多の10個の台風が日本列島に上陸するなど多くの台風が上陸、接近し農作物に甚大な被害をもたらした。その被害は農作物に止まらず、農地や農業施設に及び、それらの被害額は2,600億円とさらに甚大となる。

「低温・日照不足」も発生頻度は多くないが、被害額は大雨・台風にならぬ。平成15年は平成5年以来10年ぶりの冷夏で、東日本での日照時間は平年の7割以下で、被害額は4,175億円に上った。「降雪」被害の頻度は高く、平成26年には2月上～中旬に太平洋側での広い範囲の大雪があり、ビニールハウスの倒壊に伴う農作物の損傷等で被害を大きくした。「干ばつ被害」は平成13年以来発生していない。

気象災害による農作物被害

平成 (年)	降雪	降雪	大雨 台風	低温、 日照不足	降ひょう	干ばつ	被害総額 (億円)
10	0	19	1046	378	0	18	1461
11	15	70	801	0	0	0	886
12	0	0	99	0	0	0	99
13	62	20	78	0	0	39	199
14	33	21	194	0	0	0	248
15	0	0	182	3993	0	0	4175
16	0	0	1803	0	0	0	1803
17	0	30	206	0	13	0	249
18	0	62	512	1441	12	0	2027
19	0	0	196	0	0	0	196
20	18	0	0	0	0	0	18
21	16	0	93	1575	0	0	1684
22	88	0	0	0	12	0	100
23	0	24	327	0	0	0	351
24	0	57	108	0	0	0	165
25	75	20	68	0	0	0	163
26	0	198	103	0	0	0	301
27	0	13	156	0	22	0	191
28	0	55	114	0	0	0	169
19年間計 (億円)	307	589	6086	7387	59	57	

(K.O)