

植調

JAPR Journal

第51巻
第7号

「食の安全」問題におけるリスクコミュニケーションの課題 松永 和紀

《特集》

トルコギキョウの栽培体系と技術開発の動向

トルコギキョウの生産・消費と技術開発の動向 福田 直子

トルコギキョウの寒冷地における栽培体系と技術開発 佐藤 武義

温暖地におけるトルコギキョウの栽培体系と技術開発 近藤 孝治

トルコギキョウ冬季生産における高昼温管理と組み合わせた二酸化炭素施用の活用 牛尾 亜由子



公益財団法人日本植物調節剤研究協会

JAPAN ASSOCIATION FOR ADVANCEMENT OF PHYTO-REGULATORS (JAPR)

新提案! 「中期にジャンボ」ラクラク散布!

新技術

ソニックスプレッド®

テクノロジーだから

拡散力が違う!

ノビエ

コナギ

ホタルイ

クログワイ

オモダカ

各種雑草に幅広い効果!

水稲用中期除草剤

セカンドショット® IS ジャンボMX

アトカラ® IS ジャンボMX

アジムスルフロン・ペノキスラム・メソトリオン粒剤

セカンドショット、アトカラ、ソニックスプレッドは三井化学アグロ(株)の登録商標です。

動画を
チェック!



ソニックスプレッド® テクノロジーとは……

独自のキャリアーと数種の界面活性剤の絶妙な配合によって、拡散性能を飛躍的に向上させた三井化学アグロ独自のジャンボ剤新製剤技術です。



三井化学アグロ株式会社

東京都中央区日本橋1-19-1 日本橋ダイヤビルディング
ホームページ <http://www.mitsui-agro.com/>

○使用前にはラベルをよく読んでください。○ラベルの記載以外には使用しないでください。○小児の手の届く所には置かないでください。○容器・空袋などは現場などに放置せず、適切に処理してください。○防除日誌を記録しましょう。



カウンシル®
コンプリート

新登場



ノビエ、難防除雑草を
「一発処理」で枯らす除草力。
鉄コーティング直播栽培にも適応。
多角化・大規模化に貢献できる
次世代の水稲用除草剤です。

除草力の
“カウンスシル”
高葉齢ノビエも、難防除も!



●使用前にはラベルをよく読んで下さい。●ラベルの記載以外には使用しないで下さい。
●本剤は小児の手の届く所には置かないで下さい。®はバイエルグループの登録商標

バイエル クロップサイエンス株式会社

東京都千代田区丸の内1-6-5 〒100-8262 www.bayercropscience.co.jp

お客様相談室 ☎0120-575-078 9:00~12:00、13:00~17:00
土・日・祝日を除く



水稲除草剤試験の邪魔者ジャンボタニシ

公益財団法人日本植物調節剤研究協会 理事
九州支部長

大隈 光善

昨年の4月から九州支部長を拝命し、11月には水稲除草剤展示圃の成績を取りまとめたが、ジャンボタニシの被害で無除草区の雑草がほとんど無かった圃場が約200カ所中、約1割の20カ所に及んだ。圃場を選定する段階では、このタニシがいないか少ない圃場を選定しているが、灌水経路や大雨での畦越しでの侵入が考えられる。また、除草剤適用性試験を実施している県の試験場や植調試験地などで、ジャンボタニシが生息している圃場では、その被害防止のための苦労は大変なものである。除去したつもりでも、一時的に土中にいたものが、その後田面にはい出てくるものもいるし、大雨の時に試験枠を越えて侵入することもある。とにかく雑草調査が終わるまで気が抜けない。

ジャンボタニシの一般名はスクミリンゴガイ (*Pomacea canaliculata* Lamarck) で、1986年10月に学名、和名が確定した。原産地はアルゼンチン北部やウルグアイとされている。1981年頃から食用販売を目的に養殖業者による大量増殖が始まったが、消費者の嗜好に合わず、放置したことから野生化した。1985年頃から水稲、レンコン、ミズイモ等で被害をもたらすようになり、現在では九州地域を中心に太平洋地帯の暖地、温暖地の水田で広く分布している。

ジャンボタニシの根絶を目指して、水田への侵入が見られ始めた1980年後半、私も地元の生産組合での一掃作戦に参加し、主要な用排水路の水を落とし、1匹も残さないようにこのタニシを拾い、また赤い卵塊をつぶす重労働を数年間継続したが、根絶できるどころか、年々発生面積が拡大していった。その後、このような一掃作戦は見かけなくなった。

ジャンボタニシは水稲の移植後の苗を食べる害虫であるが、雑草も食べるのでうまく利用すると益虫にもなる。私が福岡県の試験場に勤務しているときにこのタニシを雑草の生

物的防除手段として利用する方法を検討し、一定の成果を上げることができた。しかし、この成果を活かすためには田面の均平化が極めて重要で、またきめ細かな水管理も必要なことから大規模経営農家や土日主に主な作業をする兼業農家には難しい。

ジャンボタニシはもともと養殖用に導入されたものだが、食味はどうだろうか。けばけばしい朱色の卵塊をみると、とても食べてみたいという気が起こらない。自分も30年来このタニシと付き合い合っているがまだ食べたことがない。我が家の近くには水田に隣接し工業団地があり、そこに諸外国から研修生が来ている。真夏の夕暮れに水田の畔際で懐中電灯を照らし何か物色していたので、何しているのかを訪ねると、このタニシを拾っていた。どうするのかを聞いたところ、食べるといった。食文化の違いだろう。みんながサザエやアサリなどを採るようにこのタニシを拾ってくれたら苗の被害も少なくなるだろうに……。

外来の生物は一時的に増加、繁茂することはあっても、一定期間を過ぎれば、天敵の出現等で一定の密度で生態系の中でバランスをとることが多い。すでに侵入が見られている地域で、これ以上密度が増えることはないだろうと考えられる。もちろん水管理やジャンボタニシ防除法の不手際で苗の被害が出る危険性はあるが、すでにこのタニシと数十年来付き合い合ってきた農家にとって、それほど怖いものではないだろう。苗への被害さえ回避できれば、除草剤散布後の後発生の雑草を食べてくれる。このため、ジャンボタニシが発生している地域では除草剤抵抗性雑草の発生がほとんど見られないこともこのタニシの御利益(?)であるかもしれない。ジャンボタニシと未永く上手に付き合いしていく以外にないだろう。

「食の安全」問題における リスクコミュニケーション の課題

科学ジャーナリスト

松永 和紀

はじめに

農業や動物用医薬品、食品添加物等、生産現場で使われる化学物質への消費者の不安感は依然として強い。これらを製造販売する企業や関係団体などは情報提供に努め、理解を得ようとしている。自治体も、さまざまなリスクコミュニケーションを開催している。以前と比べると科学的な理解は進んでいる面もあるが、不安は解消されていない。インターネット等で間違った情報が氾濫していることも、新たな混乱を助長しているように見える。

市民の心理はどのようなものなのか。なぜ、間違った情報が広がってしまうのか。どのようなリスクコミュニケーションが求められているのか。ジャーナリストとしての経験に基づき考察する。

1. 食品自体が抱えるリスクが、理解されていない

私は、さまざまな雑誌やウェブサイト等に執筆し、講演なども行っている。この10年以上、いくつかの生協の広報誌で食の安全に関する連載を持っており、組合員を対象とした勉強会に出て講師を務める機会も多い。

農業や食品添加物等のリスク評価やリスク管理等についても説明し、使用が認められる前には、詳しい毒性評価が求められ、摂取量によって人が被るリスクが大きく異なることなどを説明

し続けている。

その結果、農業や食品添加物等のリスク管理の仕組みを理解してくれる人は少なくない。しかし、理解者であっても心情としては、「余計なものは使って欲しくない」という気持ちが強い。農業や食品添加物等は「必要悪」という位置づけだ。多くの人に知識として決定的に欠けているのは、自然・天然の食品自体が多くのハザードを抱えており、管理が悪ければ大きなリスクとなりうること、そして、農業等、意図して用いる化学物質は管理して用いる限り、それらに比べてリスクは高くない、事実上、リスクを無視できるという、比較のモノサシではないか。

図-1は、国立医薬品食品衛生研究所安全情報部の畝山智香子部長が作成したもの。研究者は、食品が右図で黒丸として表されているリスクを多く含んでおり、農業や食品添加物は毒性評価されて用いられているために、むしろリスクとしては小さいことを知っている。だが、一般の市民は左図のよう

に、自然天然の食品はなんの問題も抱えておらず、農業や添加物で汚されている、ととらえている。

カビ毒や微生物汚染、加熱製造された食品で生成している発がん物質等、さまざまな自然天然由来のリスクについては、この20年あまりで研究が急速に進展してきた。そうした情報が、市民に伝わっていないのだ。農業のリスク管理を理解してもらうには、食品自体の本来の姿と、「食の安全を守る」というのはリスクゼロを追求するものではなく、「リスクを許容できる程度にする」行為であるという認識が不可欠だろう。そして、農業が、カビ毒の抑制等、食の安全の向上にも貢献できることを知ってもらわなければならない。

2. リスクの過大評価、過小評価

人は、リスクの大きさを客観的には受け止められず、過大に評価したり過小に受け止めたりしがちである。過大

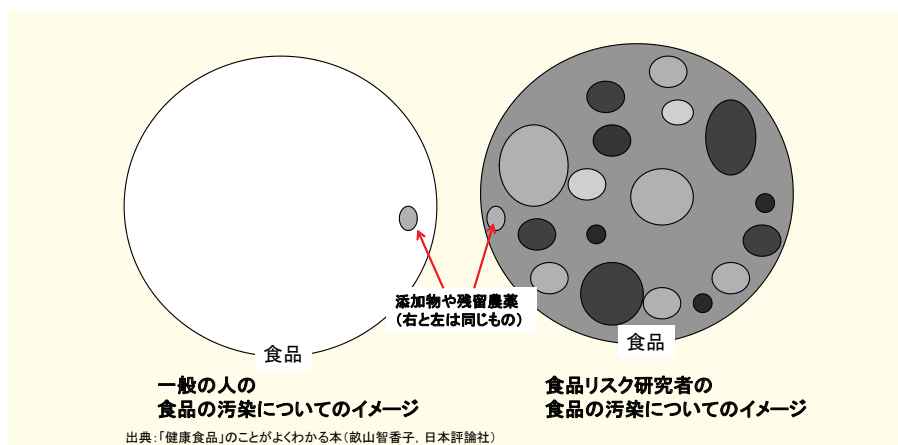


図-1 食品の安全性についてのイメージ比較

表-1 実際よりもリスクが大きいと市民がみなしてしまう場合

- ・ 非自発的にさらされる
- ・ 不公平に分配されている
- ・ 個人的な予防行動では避けることができない
- ・ よく知らない、あるいは新奇なものである
- ・ 人工的なものである
- ・ 隠れた、取り返しのつかない被害がある
- ・ 小さな子どもや妊婦に影響を与える
- ・ 通常とは異なる死に方（病気、けが）をする
- ・ 被害者が身近にいる
- ・ 科学的に解明されていない
- ・ 信頼できる複数の情報源から矛盾した情報が伝えられる

出典：「新装増補リスク学入門4 社会生活からみたリスク」（岩波書店）

に受け止めがちな要素として、「新奇性」や「人工的」「子どもに影響がある」などが挙げられる（表-1）。現在の日本の食品安全問題において、微生物による食中毒は毎年のように死者が出ており、最大の課題である。だが、自然由来であり新奇性がないためか、市民の関心は高くない。一方、農薬や食品添加物は人工的であり、市民にとっては知らないうちに食品中に含まれ食べさせられるとのイメージが強く、リスクが過大に受け止められる要素を多く持つ。

興味深いことに、市民だけでなく科学者や技術者などの専門家も、自らの専門分野以外のリスク情報については、過大に認知することが実験調査で確認されている。原発と遺伝子組換え食品という二つのリスクについて一般市民やそれぞれの専門家、そして電力社員に評価を求めたところ、一般市民はどちらも危険だと認知する傾向が強いが、バイオ専門家は遺伝子組換え食品を安全だと認知する一方、原発は危険だとみていた。一方、原子力専門家は、原発を安全と認め、遺伝子組換え食品を危険とみる傾向にあった。電力社員も同様だった。心理学者の木下富雄京都大学名誉教授は「専門家というのは、あらゆる分野に関して冷静な科学的判断ができる人のことを意味する

のではなく、自分の分野だけを身びいきする人のことなのである」と看破している。

私自身、農薬関係者が、リスク管理についてほぼ同じ考え方、管理法をとる食品添加物や、同様に食品安全委員会等の厳しい安全性評価を経ている遺伝子組換え食品について、不当に厳しいスタンスをとっていることに驚かされることがしばしばある。逆に言えば、専門家は自らの専門分野の事象、リスクの認知に甘さが出ていないか、常に自戒する必要がある、ということでもある。

3. 多くの認知バイアスが人にはある

人がさまざまな事象を判断する際には必ずバイアスが入り、必ずしも合理的な結論には至らない。行動経済学等により研究は進んでおり、医療分野でも情報を得た際のバイアスを説明し市民に自覚してもらうことで、適切な意思決定、健康保持につなげようとする動きが進んでいる。

バイアスにはさまざまな種類がある。たとえば「確証バイアス」は、信じていることの裏付けになる情報だけを求め、否定的な例や反証につながる情報を集めようとはしないことであ

る。「認知的不協和」は、信じていることに矛盾が起きた場合、情報を無意識のうちにあえてゆがめて、矛盾を解消しようとする心の動きだ。「バンドワゴン効果」は、「〇〇が流行している」という情報が流れることで、それを選択しようとする支持がいつそう強まること。人は、長い歴史の中で「一緒に行動をとれば間違いない」という経験を積んでおり、流行に流されがちなのは生物としての当然の性質とも言える。

食の安全におけるさまざまなコミュニケーションの問題の背景には、このような、人が本質的に抱える認知バイアスが大きく絡んでいる。科学的に適切な情報を提供すれば人は理解し正しく行動できるようになる、というわけではない、という現実を踏まえて、コミュニケーションを実践する必要がある。

4. マスメディアの影響

食の安全問題についての市民の混乱において、大きな要素を占めているのがマスメディアやインターネット等における問題のある報道である。たとえば、リスクをとらえる時には、ハザードとしての特性とともに摂取量が重要だが、量を見失って危険視する報道が絶えない。農産物の残留農薬基準の超過は、「基準の100倍残留」などと報じられ、市民にインパクトを与える。科学的には、一日許容摂取量（ADI）や急性参照用量（ARfD）を超えるかど

うかが重要であり、これらを超過する事例は、意図して混入させる犯罪以外はほぼあり得ない。

だが、ADI や ARfD における割合が記事中で触れられることはあっても、見出しは相変わらず「基準の〇倍」と表現されることがほとんどだ。

明らかな科学的な間違いも少なくない。農薬や食品添加物は、毒性評価で遺伝毒性発がん性がないことが確認されたうえで用いられているのに、発がん性を自明のものとして報じられることすらある。

こうした背景には、現在のマスメディア関係者の中に、科学的な知識の薄いいわゆる“文系記者”が多いことが挙げられるだろう。また、急速に進展を続ける食品科学や農薬等の技術開発を把握せず、昔の農薬批判や複合汚染批判等の思い込みにとらわれている識者、記者等も少なくない。

さらに、報道は情報を商品として売る営業行為である、という一面を持つことも忘れてはならない。新聞や週刊誌はインパクトのある見出しや記事等で人を引きつける。テレビも視聴率の高低によって、広告主がつくつかないか、ひいては広告料金収入の金額が変わる。そのため、事象の単純化や善と悪にきっぱりと分けてしまう二元論の情報が幅をきかせる。そのほうがわかりやすく、情報の受け手に歓迎されやすく、販売部数の増加や視聴率の上昇等につながりやすいのだ。

リスク管理が抱えるコスト問題や、一つのリスクを小さくしようと努力す

ると別のリスクが大きくなってしまう「トレードオフ」など複雑な問題を報道するのは、私自身の経験から言っても容易ではない。

5. インターネット、SNS による情報の拡散

さらに、近年大きな問題になってきたのはインターネットのニュースサイトやソーシャルネットサービス (SNS) による情報伝達である。

2016 年 12 月、株式会社ディー・エヌ・エー (DeNA) が運営していたヘルスケアサイト WELQ に病気の治療法、健康法や健康食品等についての根拠不明の記事が多数あると指摘された。DeNA は WELQ をはじめとする 10 のサイトを非公開にし、第三者委員会を設置して調査を依頼した。第三者委員会は 2017 年 4 月、報告書をまとめている。

それによれば、WELQ では著作権法や医薬品医療機器等法 (薬機法)、健康増進法等に違反する疑いのある記事が公開されていた。報告書は原因として「記事の質が低くても量産を重視する方針がとられ、広告収入増に伴う利益が優先されていた」としている。WELQ は、2015 年 10 月にオープンし、約 1 年後の 2016 年 11 月には累計記事数 3 万 5,000 件、1 日のアクセス数が約 280 万にも及んでいた。当初から内部で薬機法等に抵触するリスクや「医師等の専門家の監修を付けるべき」との指摘があったのに、記事

を安く量産するために無視していた。

WELQ は 2017 年 8 月にサイト再開を断念。毎日新聞 2017 年 8 月 9 日付け記事は、「医師による監修などの仕組みを整えればコストがかかるため、医療健康分野ではメディア事業が成り立たないと判断したとみられる」と報じている。

WELQ に限らずこうしたサイトは、yahoo や google など検索エンジンの上位に記事を出そうという工夫、Search Engine Optimization (SEO) を駆使している。記事のタイトルをインパクトのあるものにしたり話題の言葉を使ったり、さまざまなやり方がある。農薬や添加物批判は、極めて身近な話題である食品に絡み、人々が漠然と抱える不安をさらに喚起し引きつけ、アクセス数を稼げるコンテンツである。

このような「とにかく、関心を集めればよい、人を引きつければよい」という傾向は、blog や Twitter, Facebook など、個人が運用する SNS がさらに拍車をかけることになる。出典が明らかでなく真偽がはっきりしない情報を、個人が拡散する。さらに、「科学的に正しい」ではなく、「面白そう」「読まれそう」な情報が大きく拡大伝播する。

国の行政機関や研究機関等も広報誌やウェブサイト、SNS 等で情報を発信しており、その多くは科学的に妥当なものだ。だが、文章はわかりにくく堅苦しく、また、SEO もしていないため、情報拡散力という点ではさまざ

まな商業サイトや SNS に大きく後れをとっている。

インターネットは、情報伝達のコストが低く、伝達スピードが速いという利点を持つ一方、以上のような大きな欠点も抱えている。多くの人が新しいツールを前にして、その利点と欠点を把握して使いこなすに至っておらず振り回されている、というのが現況である。

6. 適切な情報を伝え続ける意味

農薬や食品添加物等のリスクコミュニケーションは、伝えるべき内容が最新科学に基づき複雑化しているうえ、1960～70年代に培われた「危険なもの」という古い思い込みにとらわれている市民と、インターネットで量産される間違った情報に振り回されている若い人たちがコミュニケーションの相手先として混在し、ますます難しくなっている、と私には感じられる。

関係者は、情報提供しコミュニケーションをとることに疲れているのだろうか。消費者庁が行政の今後の役割を検討するために2016年度に設置し報告書をまとめた「食品に関するリスクコミュニケーション研究会」でのエピソードを紹介したい。

消費者庁は審議の中で、リスクは小さいが消費者が感じる不安が大きいもののリスクコミュニケーションに取り組みたい、という姿勢を示した。これに対して事業者団体から出ていた委員

が次のように述べた。「リスクが本当に小さいのであれば、あえて触れないという選択もあるかなと思ったのです。と申しますのは、気にしていない方も気にしてしまうとなりますと、恐らく今度は食品事業者が必要ないかもしれない過度の分析や検査に手を回さなくてはいけなくなる」。つまりは、寝た子は起こす必要がない、という意見だ。

私も委員として出席していたので、「それではもう済まないのではないか。添加物とか農薬とか、そうやって説明してこなかったから、いまだに疑問が解消されず、ちょっとした情報で一般の方が混乱するということが繰り返し行われている」と述べた。

この対話の背景にあるのは、情報と消費動向を巡る複雑な関係性だと個人的には考える。食品事業者は農薬や食品添加物等に対する科学的根拠のない批判にいらだつが、一方で大きな不買運動につながるわけではない、ということも知っている。リスクコミュニケーション等で一部の市民が問題にすることと、大多数の消費行動は、実際にはずれている。

また、無農薬や無添加等の商品開発は、市民・消費者に対する多様な選択肢の提供につながり、事業者にとっては、他事業者との差別化に結びつく取り組みでもある。事業者のそうした努力は、正当に評価されるべきだ。無農薬や無添加食品は、それらを使わない代わりに別の方策でカビ毒や微生物等のリスク管理を行い、品質も維持しな

ければならず、高い技術力が求められコストもかかる。それが高い価格で売れるのは立派な企業努力である。

一方で、そうした差別化、選択肢の提供は往々にして、「農薬や添加物は抜いた方が、安全でよいものになり、高くもなる」という間違った認識を市民に与えてしまう。

農薬に関する間違った情報を信じて、まったく根拠がないのに「私は悪いものを食べている。子どもに悪いものを食べさせている。お金がないから、農薬を使ったこんなものしか食べさせることができない。いつか、なにかとんでもないことが起きるのではないか」という不安を抱えている人たちがいる。私が講演した後に寄ってきて個人的に質問を投げかけるお母さんたちが、必ずと言ってよいほどそんなことを口にする。

間違った情報による健康影響はないとしても、こうした気持ちの「被害」は計り知れない。そう考えると、「寝た子は起こさなくて良い」ではなく、食品事業者には多様な選択肢を提供すると同時に、その意味を適切に説明する責任がある、と考える。

7. 情報を公開し共考して解決策を探るのがリスクコミ

では、どのようにコミュニケーションを図ったらよいのか。

リスクコミュニケーションを内閣府食品安全委員会は用語集で「リスク分析の全過程において、リスク管理機関、

リスク評価機関、消費者、生産者、事業者、流通、小売りなどの関係者がそれぞれの立場から相互に情報や意見を交換すること」と定義している。だが、もう少し広く深くとらえてよいのではないか。

木下富雄京都大学名誉教授は「対象のもつリスクに関連する情報を、リスクに関係する人々(ステークホルダー)に対して可能な限り開示し、たがいに共考することによって、解決に導く道筋を探す思想と技術」と定義している。

ポジティブな側面(ベネフィット)とネガティブな側面(リスク)の両方から、情報を提供し両面性と透明性を確保することで、提供者の「公正さ(fairness)」を示す。さらに、一方的に情報提供するのではなく、たとえば行政と市民であれば行政が科学的な情報を提供し、市民が受け止め方、心理等を説明し、議論することで互いを理解し「信頼と責任(trust and responsibility)」を双方が構築してゆくことになる。

説得や屈服させるのではなく、関係者が共考することで「信頼性」(reliability)を醸成する。リスクコミュニケーションを単なる意見交換会ととらえてはならない。

本誌読者の多くは、市民に食の安全について情報提供する側だろう。「知識を教える」というスタンスに立つと、市民の信頼や共感を得られにくい。もちろん、科学的に妥当で複雑な情報を伝える苦労は多々あるが、一方で、自らにもリスクの過大評価、過小評価が

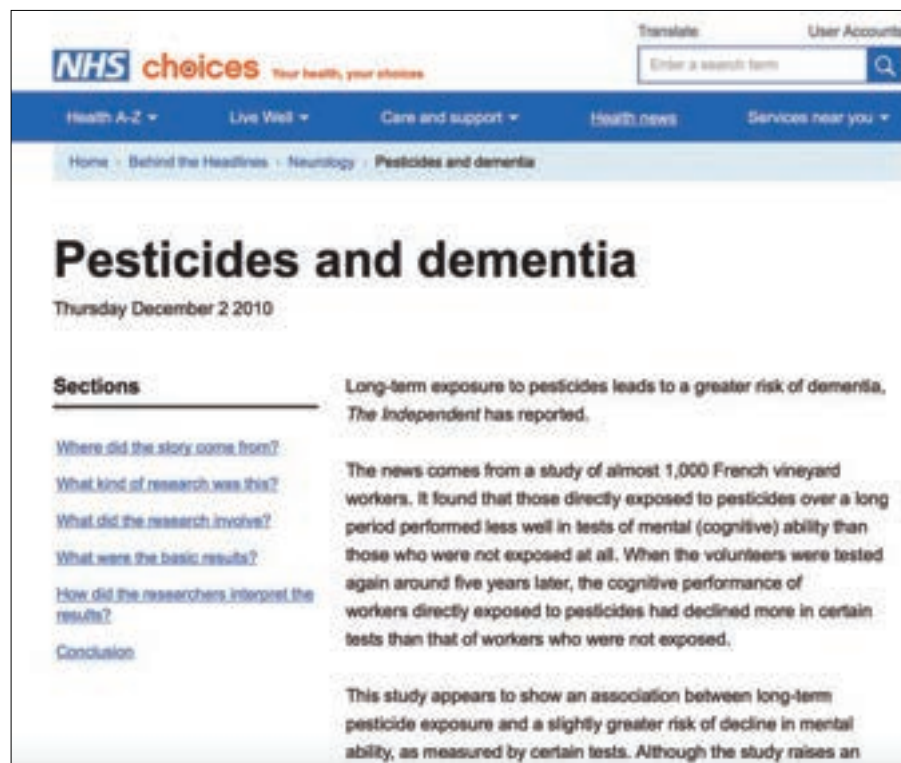


図-2 英国国民保健サービス(NHS)のウェブサイト
農業への長期曝露が認知症リスクの増大につながっている、とする新聞の報道をとりあげ、根拠の論文の内容を解説し、報道は行き過ぎであり、論文には大きな限界があることを示している。

あることや認知バイアスを持つことを踏まえなければならない。自分も一市民であり消費者であることを忘れず、市民との共感のポイントを探りながら情報を提供すべきだ。相手には、自分にはない知識や体験があり導かれる面もあることを念頭に尊重、尊敬を抱いていれば、その真摯さは市民側にも伝わる。

諸外国の行政機関、市民団体などの動きを見て気付くのは、積極的に情報を開示し、世間に氾濫する情報のバイアスを正す活動をしている組織があることだ。英国の政府機関「国民保健サービス」(National Health Service)のウェブサイト、NHS Choicesは「Behind the Headlines」という日本語で訳すと「見出しの裏側を読む」という趣旨のコーナーを設置し、新聞やテレビニュース等で紹介された健康情報を取り上げて、間違いを指摘したり、説明が足りない場合は補足したり

している。農業や食品添加物等が疾患を招いているとする研究結果が発表されニュースになると、その論文の限界を解説したり、ニュースのミスリードを指摘している(図-2)。

また、同じく英国には「Science Media Centre」という市民団体があり、ニュースが出ると複数の科学者のコメントを掲載する、というやり方で、情報の適正化を図っている。

いずれも共通して言えるのは、科学的に妥当ではない問題のあるニュースが流れ人々の話題になっているその時に、情報を出していること。「この農業が自閉症と関係があるらしい」などと話題になっている時が、もっとも農業への関心が高まっている時期でもある。多種多様な情報が溢れている現代にあっては、タイミングを逃せばもうどれほど科学的には正しい情報であっても顧みられない。良きにつけ悪きにつけ話題になっている時が、適切な情

報を市民に提供するチャンスである。

ジャーナリストとしての立場から言えば、素早く対応すると取材が不足し、科学的な妥当性の検証が不足するジレンマがある。専門家も、ニュースの間違いが顕著ならなおさら、時間をかけて誤解を招かない文章を練り上げ、できればだれかほかの専門家のアドバイスを受けて推敲して公表し問題点を指摘して、適切な理解促進につなげたい、と考えるだろう。日本ではとくに、組織として誤りのない恥ずかしくないものを、という意向が強く働き、対応が遅くなる。

だが、そのときには往々にしてタイミングを逃し、その情報は多くの市民に受け入れられない。とりわけ、インターネットが有力な情報伝達ルートになった現在は、間違い情報が流れ始めた時点で、「それは違う」と専門家がすばやく声を上げ SNS 等を駆使して修正を図るのが、もっとも効果的に間違い情報の拡大を防ぎ適切な情報を消費者に届ける方法だと考える。

それと平行して、平時から市民やメディア関係者に定期的に情報を届け意

見交換しておくことが、関係作りや信頼構築に役立つのではないか。

近年は、日本食品添加物協会やバイオ情報普及会等、定期的にメディア関係者を集めるセミナーを開催する業界団体が増えてきた。農業工業会が毎日新聞と合同で、家庭科教諭・栄養教諭を集め、食の安全や栄養に関する情報を専門家が提供する「食育セミナー」を定期開催しているのも、教育現場へ最新の科学的根拠に基づく情報を届ける観点から興味深い。

これをやれば一気に理解が浸透する、というようにリスクコミュニケーションの“特効薬”はない。テーマや問題とする食品の種類、地域、情報を提供する者と受け取る者の関係性などによって、適切な方法がまるで異なる、ということが、2003 年に食品安全基本法が施行されて以降のさまざまな取り組みの中でわかってきた。食品メーカー、農業や食品添加物等の企業、流通関連企業、行政、研究者、ジャーナリスト等の食品生産供給にかかわる多くの関係者が、環境負荷低減や経済性なども考えながら安全で高品質の食品

を安定して供給して行きたい、と考えている。市民も、安全高品質の食品を将来の世代にもわたって安定して食べ続けたいことを願っている。目標は実は同じであることを意識し、複雑な問題を「共考」してゆく取り組みを進めたい。

参考文献

- 畝山智香子 2016.『健康食品』のことがよくわかる本」．日本評論社，東京，232pp
- 橋本 俊詔ら 2013.「新装増補リスク学入門4 社会生活からみたリスク」．岩波書店，東京，200pp.
- 木下富雄 2016.「リスク・コミュニケーションの思想と技術：共考と信頼の技法」．ナカニシヤ出版，京都，242pp.
- ダニエル・カーネマン 2012.「ファスト & スロー」．早川書房，東京，(上)370pp/(下)350pp.
- DeNA 2017. 第三者委員会調査報告書（キュレーション事業に関する件）
- 毎日新聞 17 年 8 月 9 日付け記事
- 消費者庁 2017. 食品に関するリスクコミュニケーション研究会報告書
- 英国国民保健サービスウェブサイト NHS Choices <http://www.nhs.uk/pages/home.aspx>
- Science Media Centre ウェブサイト <http://www.sciencemediacentre.org>

トルコギキョウの生産・消費と技術開発の動向

はじめに

アメリカ原産のリンドウ科の花「トルコギキョウ」をご存知だろうか。キク、カーネーション、バラ、ユリ等に次ぐ主要な切り花品目で、結婚式のブーケや装花、葬儀の祭壇、贈答用の花束、洋花仏花など幅広く使われ年間を通じて需要が高いのだが、認知度が低いのが残念である。その原因として紫一重の季節性の草花から、多様な色と形の品種が短期間に創出されて花容が大きく変化したことや、季節行事等と関連づけられていないことが考えられる。一方、海外においてもトルコギキョウの生産と流通が拡大し始めており、種苗、切り花ともに国際商品となっている。本稿ではトルコギキョウの生産と消費の状況および技術開発の動向を概観する。

品種の変遷

バラ、ユリ、カーネーションは国内で流通している切り花の大半が海外の種苗会社の品種であるのに対して、トルコギキョウはほぼ全て国内で育種された品種である。海外で生産、流通しているものも大半が日本の種苗会社の品種であり、他の切り花品目にない育種上の国際的な優位性が我が国にある。

1935年ごろに日本に導入されたトルコギキョウは一重の紫であったとされるが短期間にピンク、白が分離した。

第二次世界大戦中は花の育種はもとより生産も中断されたが、戦後生産者により育種が再開された。特に純白の花弁の先端側が紫やピンクに縁取られる覆輪花色(図-1)の品種が長野県と千葉県で作出された1980年代から人気が出て生産量が増加した。トルコギキョウといえば紫覆輪という印象が定着したのもこのころのことである(福田2016)。

一方1990年の花の万博でグランプリとなった純白八重品種「キングオブスノー」の作出はトルコギキョウが婚礼業務等に用いられる洋花に成長するきっかけとなった。このころから育種の主体は個人育種家から種苗会社に移行するとともに、流通する切り花のほとんどが一重から八重咲きに変化した。さらに最近では花弁の縁が細かく波打つフリンジ咲きで大輪の八重品種(図-2)に人気があり、より高単価で流通している。花弁数が多く大輪で「良い表情」の花や茎が固い切り花を生産するために、面積当たりの定植本数を減らし、圃場で早期に不要な分枝や蕾を摘除して3枝3花等の形に仕上げる「芽整理」を行うことが生産者に対して市場や実需者から推奨されている。バラに匹敵する存在感とバラをはるかに上回る花持ちの良さから定番の洋花に成長した八重咲きの品種群は、一重で和風の趣がある従来のトルコギキョウとは別物であり、英語名 *Lisianthus* の「リシアンサス」と呼称を分けて消費者にアピールしていくことが提案されている。

国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構
野菜花き研究部門
福田 直子



図-1 一重覆輪のトルコギキョウ



図-2 芽整理した八重咲きフリンジの最新品種

生産量の推移と産地動向

農水省の花き生産出荷統計の品目別作付面積および出荷累年統計によると、トルコギキョウの出荷本数は、データがある平成2年(1990年)の8,260万本から平成10年(1998年)1億3,070万本をピークに漸減し、平成28年(2016年)は1億90万本(77%)となっている。切り花の生産量全体がピーク時の67%に減少している中では下げ幅は小さい。東京都卸売市場のデータについて平成28年と震災前の平成22年(2010年)とを比較すると、確かに取り扱い数量は2,967万本から2,628万本に11%減少しているが

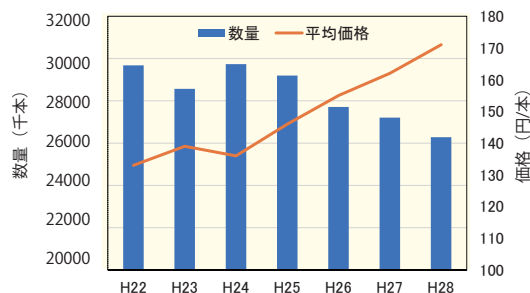


図-3 東京都卸売市場におけるトルコギキョウの取り扱い数量と平均価格

平均単価は133円から171円に上昇している(図-3)。数量を月別にみると、12月から4月の寒候期はわずかに増加傾向にある一方で6月から11月は減少し、特に7、8、9月の減少幅が大きい(図-4)。平均価格はいずれの月も上昇しているが、特に2、3、11月は200円を越える高価格となっており、需要を満たせていないと推測できる。また、生産量が大幅に減少した7、8月も価格が上昇していることから、こちらは需給のマッチングが進んだ効果と考えられる。

トルコギキョウの季咲き(自然開花)は7月から8月である。夏が冷涼な高冷地が主に7月から10月、加温により越冬可能な中間地や暖地が主に11月から6月に出荷しており、気候の異なる産地の連携によって市場への周年供給が成立している。生産量が減少している7月から9月は高冷地の出荷時期であり、道府県別に見ると

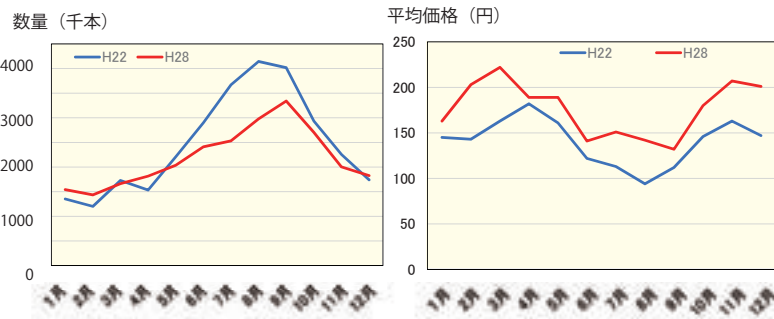


図-4 東京都卸売市場における月別数量と平均価格の比較

生産量1位の長野県その他、7位の北海道、8位の福島県の減少幅が大きい(図-5)。福島県については東日本大震災で夏秋トルコギキョウの産地であった川俣町や飯舘村が避難区域になり栽培困難となったことが影響した。北海道や長野県については、前述の仕立ての変化による定植本数減少の他に人手不足や高齢化など社会的な要因が考えられる。一方、沖縄県の出荷量はこの6年間に2倍以上に顕著に増加した。これは春の需要期に取り扱い数量を増やしたい市場の意向を受けて、企業や生産者組織が系統的に産地作りを進めた成果である。今後も出荷量が増えそう注目すべき事例である。

12月から4月の寒候期に市場流通量が増加した原因の一つは台湾からの輸入である。夏野菜の裏作として無加温で栽培できることや、輸出入商社が日本の市場ニーズを把握して品種選定や品質管理を徹底した結果、平成

12年(2000年)には4万本程度であったのが平成25年(2013年)には950万本まで増加し(図-6)、福岡県の1,050万本に次ぐ生産量第4位の産地となった。その後、為替等の問題により輸入量は減少に転じたが、平成28年(2016年)は国内での生産量第7位の北海道と同程度の465万本が輸入された。台湾からの輸入品は他の品目と同様に、定時、定量、定(低)価格で取引が可能なおから葬儀業務需要や花束加工等、トルコギキョウにとって新たな冬季の需要を開拓した。

消費動向

復興庁・農水省の委託プロジェクト予算によって地域再生花き生産コンソーシアムが全国の主要花き卸、仲卸会社および生花店84社の協力を得て、2015年に実施したトルコギキョウの消費・需要動向アンケート調査に

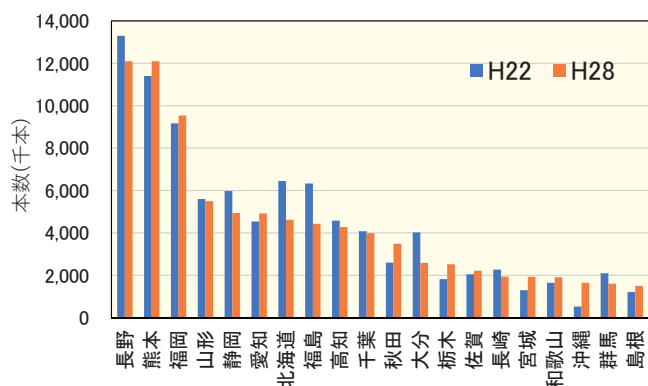


図-5 道県別出荷量の平成22年と28年の比較
平成22年28年産花きの作付(収穫)面積及び出荷量(農林水産省)から作成

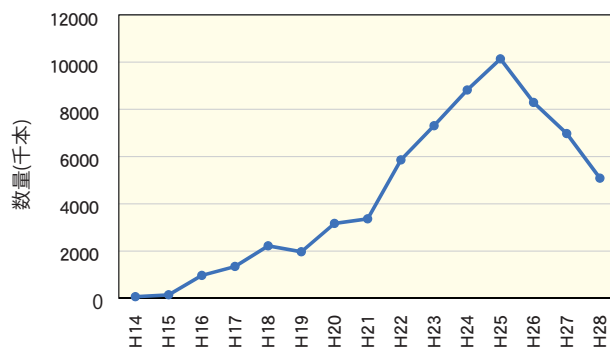


図-6 台湾からの輸入量の推移
農林水産省植物検疫統計より作成

よると、トルコギキョウの用途は婚礼 25%，葬儀 21%，ギフト等の高級小売 26%でこれら業務需要といわれるものが 72%，一般品小売 16%，花束加工 9%などこれらホームユース需要といわれるものが 28%であった。婚礼や葬儀等の業務需要は今後も増加すると見込まれている。

用途によって購入する品種と価格帯が異なり、婚礼需要では大輪フリンジ八重品種，葬儀需要では中大輪系の八重品種，小売りは幅広く，花束加工では品種よりも価格重視であり輸入等で定価定量であることを優先するという結果であった。また，現在の市場での購入価格帯（卸売価格）は用途ごとに異なり，婚礼や高級小売では 1 本 200 円以上，葬儀は 180 円から 200 円，一般品小売は 150 円から 180 円，花束加工では 80 円から 130 円が最も多くなった。消費者向けの販売価格は卸売市場価格の約 3 倍が目安なので，例えば市場価格 200 円の切り花は店頭では 1 本 600 円以上となるため，トルコギキョウはユリに続く高価格な品目となっている。このようなことから，前述のアンケートで今後希望する単価水準について尋ねたところ，これまでよりもかなり減額された回答だった。トルコギキョウの東京都卸売市場の年平均単価は 170 円とこれまでにない高価格になっているが（図 -3），この状況が長く続くと考えない方が良さそうである。

技術開発の動向

育苗

花きの生産技術開発の目的は季咲きよりもより早く，より遅く出荷する作型の開発であり，究極には精度高く目標の時期に出荷可能とするための開花調節技術の確立であろう。6 月から 9 月に出荷するトルコギキョウの季咲きの作型は保温程度で積極的な加温をせずに 10 月から 3 月に播種して育苗し，12 月から 5 月に定植する。低温期の育苗では 3 ヶ月程度を要する場合もある。これよりも早く，または遅く出荷する作型においては，4 月から 9 月に播種し高温期に育苗するため，対策を講じなければ本葉 3 対以降も節間が伸長しない「ロゼット状態」となり生産を著しく阻害する。ロゼット状態への誘導は高温遭遇が原因とされ，この問題の解決のために多くの時間を要した。現在は抽台開始には一定の低温が必要と理解され，夜冷育苗，冷房育苗，種子冷蔵処理など，低温要求を満たすための技術メニューが出揃い，回避が可能となっている（大川ら 2003）。

しかし生産者個人や生産者団体が冷蔵庫や冷房可能な育苗ハウスの設置費用とランニングの経費を負担し，停電や管理上のトラブルを回避して良質な苗を安定生産するのは難しく，苗の購入が増加している。苗は種苗メーカーが受注生産しているが，一部でエネル

ギーコストや人件費の安い海外での生産が始まっている。また，気象環境や管理者の資質などに影響を受けず，安定的で作型に応じた苗生産が可能な人工光閉鎖系での育苗についても研究開発が始まっており，今後の成果が期待される。

光による開花調節

トルコギキョウの花芽分化と開花は気温による影響が大きい，長日によって花成が促進され，短日によって抑制される。低温短日期を経る冬春出荷の作型では 15 度程度の加温と組み合わせる白熱灯による夜間 4～6 時間の暗期中断や 16 時間以上の日長延長による開花促進技術が開発された（塚田ら 1982）。一方，高温長日期を経る秋出荷作型では切り花長や分枝数の確保を目的として，8～9 時間日長になるよう短日処理を行うことで花芽分化が抑制されることが明らかにされ（塚田ら 1986），高冷地の一部で実施されている。

近年 LED の開発に伴ってトルコギキョウの花成における光応答反応の解析が進み，700～800 nm の遠赤色（FR）光に強い開花促進効果があり，600～700 nm の赤色（R）光は冬には弱い開花促進，夏には開花抑制を示し，季節によって逆の効果があることが明らかになった（住友 2014）。混合照射等の実験結果から，冬季には R / FR が 0.15～0.7 で R 光と FR 光を混合照射すると最も開花促進効果が高いことが明らかになり，実用的な市

販光源の開発が進められている。また、品種や気温によって効果が異なるものの、赤色 LED や蛍光灯など R / FR が高い光源の電照によって開花が抑制され、秋季の切り花品質向上や収穫期の分散が可能であることが示されている。

冬春季安定生産と低コスト化 および二酸化炭素施用

トルコギキョウを1月から3月の冬春季に出荷する作型は、15～18度設定で加温し日中は25度で換気する管理が一般的で生産コストが高い。うえ、花芽分化の遅れやブラスチング（蕾の枯死）のため開花遅延が生じやすく生産が不安定であった。これに対して我々はトルコギキョウの開花特性と光合成同化産物に着目し、昼温を30度、加温設定を10度とする温度管理、20時間の長日処理、大苗定植等を組み合わせることで、低コストで1～3月に確実にトルコギキョウを出荷する栽培技術の開発と実証を行い、考え方と基本マニュアル http://www.naro.affrc.go.jp/flower/research/files/eustoma_manual201203_1.pdf を公表した。この「トルコギキョウの低コスト冬季計画生産技術」は、農林水産省が近年の研究成果のうち、早急に現場に普及すべきものを毎年選定する「農業新技術2012」に選定され、一部の生産現場に導入されている。

冬春季の生産性向上のために、従来とは異なる二酸化炭素施用技術の開発も進めた。低日照地域においては前述

の高昼温管理と組み合わせ、日中の光の強い時間帯に二酸化炭素施用を行うことによりブラスチングが回避され、切り花品質が向上し、収益性も向上することを実証した（Ushio ら 2014）。さらに、従来二酸化炭素施用技術の不適地とされた静岡県をはじめとする冬季高日照地域でも効果的な二酸化炭素施用の方法を開発・実証しつつあり普及が期待される。

一方、日没の時間帯（end of day）から数時間における温度、光刺激による植物の応答を EOD 反応と呼ぶ。この時間帯での温度管理に着目した変夜温管理（EOD-Heating）ならびに同じ時間帯の遠赤色光照射（EOD-FR）処理によって冬季生産におけるエネルギー投入量（燃料使用量）を削減できることが複数の花き品目で明らかになり（住友ら 2009；道園ら 2010）、「日没後（EOD）の加温や光照射による花きの省エネルギー生産技術」が「農業新技術2013」に選定された。当技術は冬季寡日照地域である鳥取県においてトルコギキョウの春出荷作型での効果が報告されており（竹村ら 2014）、他の地域や作型においても導入が検討されている。

今後の課題

トルコギキョウの栽培技術開発の当面の方向としては引き続きエネルギーコストの低減や3月から5月の需要期の生産量の増加、9月から10月の品質向上を目指すことになるのである



図-7 オランダでのトルコギキョウの大規模生産

う。一方で中長期的には農家戸数が減少し1経営体当たりの栽培面積が増加すると考えられ、雇用労働での営農を前提として周年生産を目指す必要が生じると考えられる。また、極端な気象現象が増加する中で周年生産を行うためにはハウスや設備に今よりも多く投資せざるを得なくなるであろう。投資の前提となる計画的な経営を目指す場合、相場に左右されるのではなく、定量・定期・定価の契約生産が可能となる栽培技術の確立が必要である。そのためにはトルコギキョウの花成反応の生理遺伝的な理解に基づいた高精度な開花調節技術の開発や、計画生産に適した品種の育成が不可欠である。

日本より遅れてトルコギキョウの生産が始まったが、オランダでは1戸あたりの平均面積2.5 haの12経営体（合計30 ha）が年間1億3500万本を生産し世界中に販売している（図-7）。育苗会社が種子冷蔵とソーティングマシンの導入によって生育の揃った大苗を供給し、生産会社では機械で定植後、収穫まで触らずに加温と補光による促成栽培を行い、同一圃場で年間6作するという。日本は作付面積437 haで生産量が1億90万本であることと比較すると、いかに効率的かが明瞭である。もとより、市場が求める切り花の形質（品質）やエネルギーコスト、人件費が日本とオランダでは大きく異なるため同じことはできない



図-8 水耕栽培によるトルコギキョウの栽培状況

が、徹底的に生育を促進する技術体系に学ぶことは多い。

トルコギキョウは土壌病害等の影響が大きく連作が困難である。オランダでは大苗を密植して根域を土壌の浅層に限定し、改植の度に蒸気による土壌消毒を行うことによって連作を可能にしている。我々は日本の市場ニーズにあった切り花を土壌消毒が不要な水耕栽培によって年3作する技術開発を行った(図-8)。高精度な計画生産は未達成であるが、品種の選定と白熱灯による開花促進、二酸化炭素施用等による光合成促進やパッドアンドファンおよびヒートポンプによる冷房、これ

らの複合環境制御技術によって周年生産が可能であることを実証した。今後とも日本型の効率生産システムとして、切り花品質の季節間差の解消や計画生産の精度の向上のための技術開発を進める予定である。

参考文献

- 道園美弦ら 2010, 暗期開始時の短時間昇温処理によるアフリカンマリーゴールドの開花反応促進, 植物環境工学 22, 8-14.
 福田直子 2016, 「トルコギキョウ, 品種改良の日本史 12 章」, 柴田道夫編著, 悠書館, 東京, pp.289-312.
 福田直子 2013, 「冬季の低コスト計画生産, 最新農業技術花き 5」, 農文協, 東京, pp.71-82.
 大川清ら 2003, 「栽培の基礎技術, 実践花き園芸技術トルコギキョウ」, 大川清編著, 誠文堂新光社, 東京, pp.132-229.
 住友克彦ら 2009, 数種切り花類の開花およ

び茎伸長に及ぼす明期終了時の短時間遠赤色光照射 (EOD-FR) の影響, 花き研究所報告 9, 1-11.

住友克彦 2014, トルコギキョウの光応答, 久松完編著「電照栽培の基礎と実践」, 誠文堂新光社, 東京, pp.119-127.

竹村圭弘ら 2014, 明期終了時の遠赤色光照射処理および昇温処理がトルコギキョウの生育に及ぼす影響, 園芸学研究 13, 255-260.

塚田晃久ら 1982, トルコギキョウの生理的特性と栽培に関する研究 (2), 長野県野菜花き試験場報告 2, 77-88.

塚田晃久ら 1986, トルコギキョウの生理的特性と栽培に関する研究 (3), 長野県野菜花き試験場報告 4, 43-54.

Ushio, A. et al. 2014, Promotive Effect of CO₂ Enrichment on Plant Growth and Flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. under a Winter Culture Regime, J. Japan. Soc. Hort. Sci. 83, 59-63.

田畑の草種

広葉風鈴(酸漿・鬼灯・輝血) (ヒロハフウリンホオズキ)

(公財)日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

ナス科ホオズキ属のアメリカ原産の一年生帰化草本。畑地、芝地、荒地、道端など、痩せたところから肥沃なところまで土壌の種類を選ばずに生えてくる。草高 30cm から 1m, 葉腋に 1cm ほどの杯状の淡黄色の花を単生し、熟すと 1.5cm ほどの球形の果実はホオズキ状の萼に包まれる。そのホオズキ状の萼が風鈴のように垂れ下がるから「フウリンホオズキ」と名づけられたとされるが、ホオズキ属のものはみな垂れ下がる。

ヒロハフウリンホオズキは熱帯アメリカ原産で、日本には江戸時代後期に持ち込まれたとされる。また、同属のホオズキは東アジア原産とされ、日本でも古くから栽培されてきた。

ホオズキの方は、江戸時代以降には日本各地で「鬼灯市」が開かれるほどに栽培され、平安の時代には薬用、食用、観賞用として栽培されていたようである。その赤らむホオズキ状の萼ゆえに、ふっくらとした色艶の美しいものの喩えにも使われ、

紫式部は源氏物語第 28 帖「野分」の中で、野分の吹き荒れた翌日、玉蔓の住まいで彼女を見て「酸漿などいふめるやうにくらかにて、髪のかかれる隙々うつくしうおぼゆ」と言わしめ、「酸漿」が引き合いに出てくる。

ホオズキの古名を「^{かがち}輝血」とも「^{かがち}赤かがち」ともいう。古事記の中の須佐之男命の八咫遠呂智退治の段、足名椎が遠呂智の容貌を「その目は赤かがちのよう」と答える。真っ赤に、らんと輝く眼は、赤く熟れたホオズキを連想させるほどに万葉人にも印象的であったのであろう。

ヒロハフウリンホオズキも、風鈴状に垂れ下がる萼が真っ赤になれば、今ほどには嫌われていなかったかもしれない。いや、反対に、ダイズ畑に真っ赤な風鈴が下がり始めると、それを目印に根こそぎ抜き取られることになっていたのかもしれない。

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。

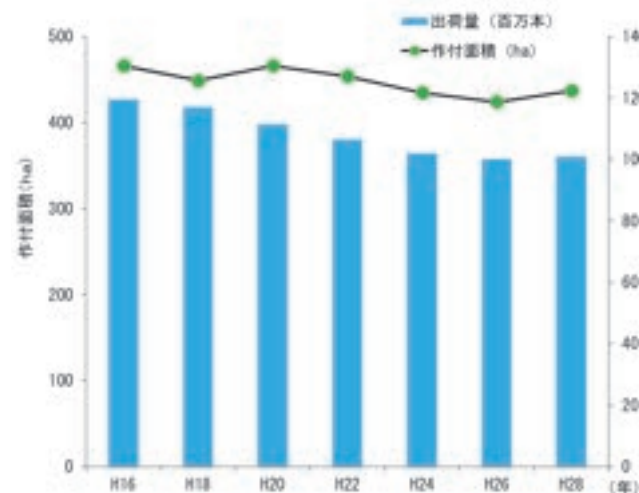


図-1 日本のトルコギキョウの作付面積と出荷量
（農林水産省：『花き生産出荷統計』）

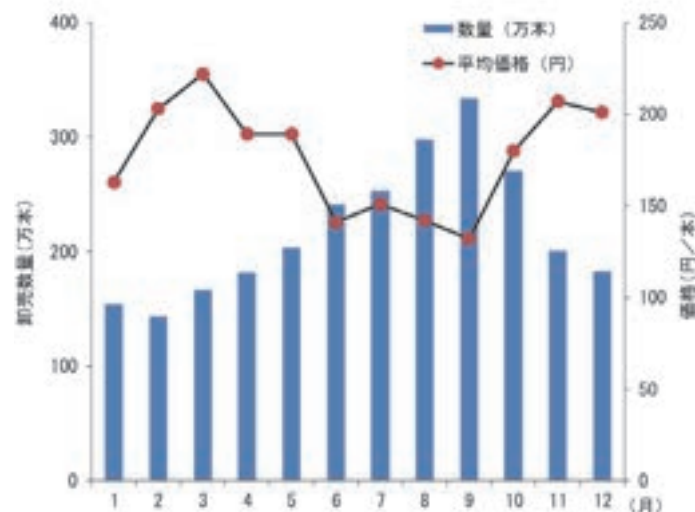


図-2 トルコギキョウの月別卸売数量と単価の推移
（東京都中央卸売市場年報『花き』2016）

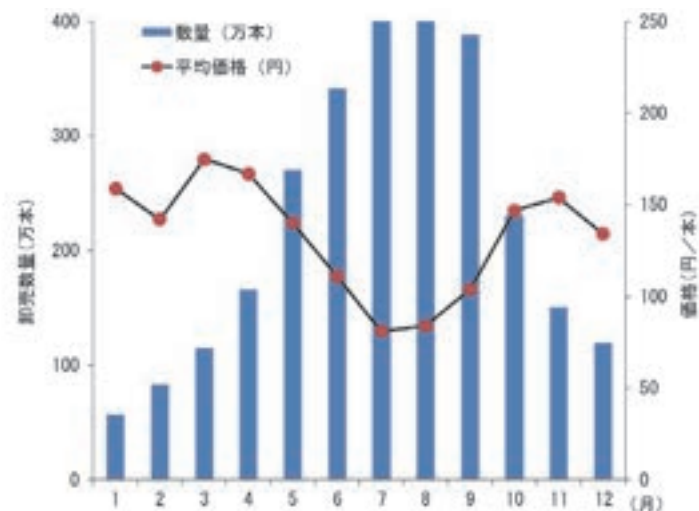


図-3 トルコギキョウの月別卸売数量と単価の推移
(東京都中央卸売市場年報『花き』2004)

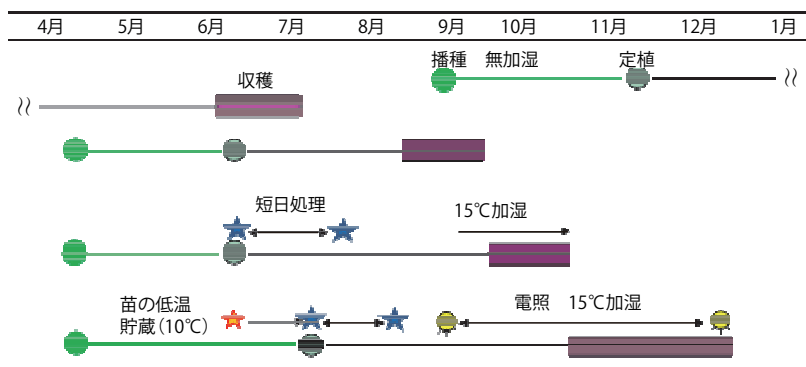


図-5 山形県内における12月上旬収穫のトルコギキョウの栽培状況

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-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

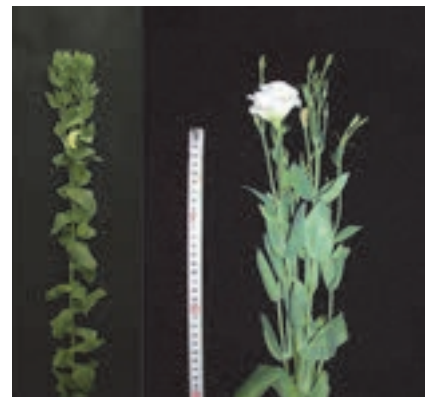


図-7 秋冬季にみられる花芽の発達停止（プラスチング）
左：発蕾期から短日、右：花蕾肥大期から短日



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、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。日長に感応する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。

秋冬季の短日処理には、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) への切り換えが望まれている。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、秋冬季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 および電球形蛍光ランプ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ランプと赤色蛍光ランプ, 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 *SOC1* 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	花 数
雪でまり (中生品種)	自然日長	12/12	135	87.8	88.3	41.2	1.5
	遠赤色光蛍光ランプ	11/26	119	95.5	79.2	43.7	3.2
	赤色光蛍光ランプ	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
	遠赤色光蛍光ランプ	12/13	136	95.6	84.2	50.0	4.2
	赤色光蛍光ランプ	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	花 数
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)。

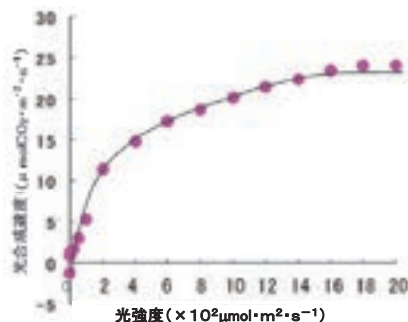


図-12 秋季におけるトルコギキョウの光合成速度に及ぼす光量子密度の影響

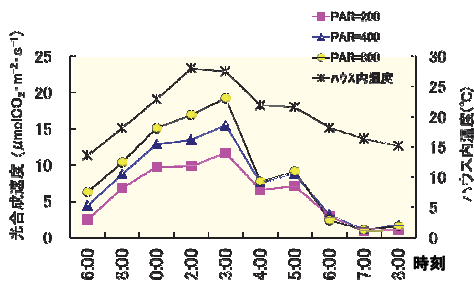


図-13 秋季におけるトルコギキョウの光合成速度に及ぼす光強度の差と測定時刻の影響

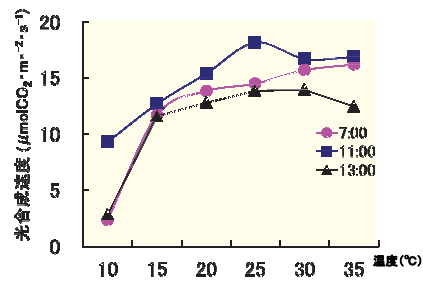


図-14 秋季におけるトルコギキョウの光合成速度に及ぼす温度と測定時刻の影響

(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時では 25°C で最も高くなった(図-14)。従っ

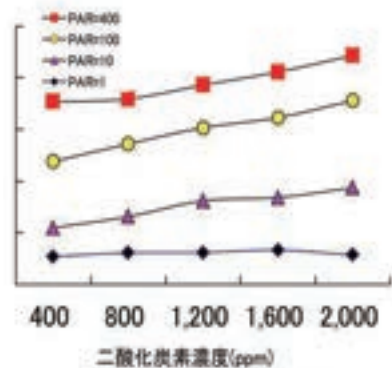


図-15 秋季におけるトルコギキョウの光合成速度に及ぼす二酸化炭素濃度と光強度の影響



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

入されている。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期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品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・台風に劣らない。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)

温暖地におけるトルコギキョウの栽培体系と技術開発

福岡県農林業総合試験場
資源活用研究センター（田主丸）
苗木・花き部
近藤 孝治

表-1 平成28年産トルコギキョウの都道府県別作付面積および出荷量（抜粋）

全 国 ・ 都 道 府 県	作付面積	出 荷 量	対 前 年 産 比	
			作付面積	出 荷 量
	a	千本	%	%
全 国	43,700	100,900	101	103
熊 本 県	4,750	12,100	103	107
長 野 県	4,720	12,100	98	98
福 岡 県	3,990	9,540	102	95
山 形 県	2,520	5,500	93	116
静 岡 県	1,900	4,940	103	100

はじめに

福岡県におけるトルコギキョウ生産は、年間の生産本数が約950万本（平成28年花き生産出荷統計，表-1）であり、熊本県，長野県に次ぐ産地である。トルコギキョウ生産は昭和40年代より福岡市西区の北崎地区で始まり，当時は6～7月出荷作型が主であった。平成元年より宗像地区，ついで北崎地区で冷房ハウスを用いた夏の冷房育苗が行われるようになり，10～12月出荷作型の生産が増加し始めたが，作付けされた品種の中には，順調に抽たいや発蕾が行われず，切り花品質が劣る，開花期が安定しないなど安定生産が困難な品種も含まれていた。その後，平成12年に吸水種子の低温処理（谷川ら2002）による発芽，抽たいの促進効果が報告され，生産現

場では吸水種子の低温処理と冷房育苗を組み合わせた秋期出荷作型における安定生産技術が確立し，温暖地における10～11月出荷産地としての地位を確立した。県内の主要な産地としては，福岡地域の「糸島・北崎」，北筑前地域の「宗像」，筑豊地域の「若宮」，「田川」，久留米地域の「三井」があり，10～11月の秋期出荷作型，3～

5月の春期出荷作型が主要な作型である（図-1）。本県は冬期の日照量が少なく，冬期出荷作型は栽培が難しいことなどから生産は少ないが，筑豊地域の若宮地区では積極的に周年生産を行い産地のブランド化に努めている。

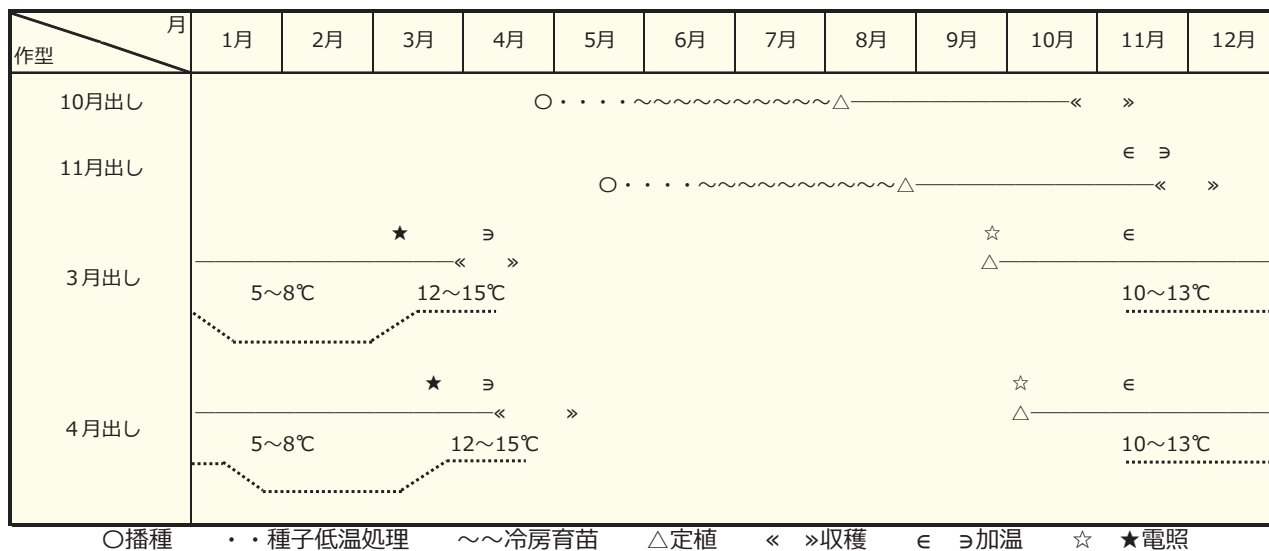


図-1 福岡県におけるトルコギキョウの主要作型



図-2 生産現場の冷房育苗ハウス



図-3 定植 10 日後のトルコギキョウ



図-4 トルコギキョウの摘蕾

1. 福岡県における栽培体系

(1) 秋期出荷作型の概要

10～11月の秋期出荷作型(図-1)は、生育期間が高温期を経過する作型であり、草丈、側枝数の確保など、切り花品質の向上が重要な課題となる。出荷時期は高冷地で生産されるトルコギキョウと切り替わる形が理想的であるが、気象条件にも左右されるため、開花期が早まり9月下旬頃から始まる場合が多い。そのため、出荷期が重なった場合、高冷地産と品質が比較されることや、出荷始めの単価がその後の単価に影響を与えやすいことなどから、出荷始めの切り花品質向上についても課題となっている。

自家育苗の場合は、定植の3ヶ月以上前から作業が始まる。セルトレーに播種後、水稻育苗箱などに載せ、低温処理期間中に育苗用土が乾燥しないようビニルやポリマルチなどで被覆し冷蔵庫に入庫する。10℃・5週間の種子低温処理を行った後(谷川ら2002)、昼間25℃/夜間15℃目安に管理した冷房ハウス内で約2ヶ月間育苗を行う(図-2)。冷房ハウスは高温期の冷房負荷を軽減する目的で、寒冷しゃなどの遮光資材を2枚程度展開する生産者が多く、天候に応じて2層目を開閉するなど、ハウス内の光量を調節できるよう工夫がなされてい

る。自家育苗は、冷蔵庫や冷房育苗ハウスの設備投資や育苗の手間にかかるものの、種苗費の削減や品種に応じた肥培管理、スケジュール管理ができることなどから導入する生産者も少なくない。また、本県ではJA田川が運営する育苗センターで種子低温処理、冷房育苗を行った定植苗を購入することができ、多くの生産者が活用している。

定植は7月中旬～8月中旬の高温期となるため、栽培ハウスでは定植前に寒冷しゃの被覆を行い、地温を下げる必要がある。トルコギキョウは光飽和点が $1,600\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ と高い植物(佐藤ら2001)であるため、苗の活着後は光量を確保することが重要であり、生産現場では初期生育を促す目的で定植2～3日程度を目安に被覆の除去を行うように推奨している。栽植密度は110本/3.3mが推奨されており、10cm角6マスフラワーネットに中2条空きの4条植えが基本となるが(図-3)、ハウスの形状、資材の状況に応じ、生産現場では様々な栽植様式がとられている。しかしながら、過度な密植は株当たりの採光性が低下することや、整枝・摘蕾などの作業性が低下することなどから望ましくない。灌水設備は各圃場の設備状況にもよるが2パターン設置している場合が多く、生育前半は頭上灌水やエバーフローなどを用いて多量に灌水できるようにし、生育後半は頭上灌水では側枝が折れる場合があることや、灌水量を控えるた

めに点滴チューブなどが用いられている。初期の肥培管理は生産圃場の土壌条件、灌水条件により異なるため一概に述べることはできないが、側枝数を確保するために、定植から1週間以内に液肥などで追肥が行われることが多く、その後も生育を見ながら適宜施用されている。また、生育期に問題となることがある葉先枯れ(チップバーン)対策については、循環扇による送風、天候不順前後は灌水を控える、施肥を制限することなどにより対応されているが、品種によって発生に多少があるため、品種特性を把握し品種に応じた管理が求められる。また、昼間の高温湿度条件が発生を助長することが明らかにされており(牛尾・福田2015)、栽培、ハウス管理によって昼間の湿度を下げることも重要である。

整枝作業は生育に応じて適宜行われるが、地際から発生する側枝は早期に取り除いておき、頂花蕾が確認できる頃から、県内の秀規格である「3枝3輪2蕾」を目標に枝の整理、仕立てが行われる。高温期であるため、主茎から一次側枝を3本確保することは難しい場合があり、二次側枝を3本以上を確保することが多い。また、圃場内での摘蕾作業(図-4)が一般化しており、頂花蕾や一次小花は草丈確保や各側枝間の蕾の開花を揃える目的で、高次小花については、出荷に不要な花蕾を早期に摘蕾することで、切り花品質の向上、ブラスチング発生の軽



図-5 出荷時の一例

減を目的として行われている。プラスチックの発生などにより開花が揃わない場合や出荷期を遅らせる目的で花蕾の摘み上げ（二次小花を開花させる予定であった切り花について、二次小花を摘み、三次小花を咲かせる蕾とすること）を行う場合もあるが、過剰な摘み上げを行うと草姿が乱れるため、必要以上に行うことは望ましくない。

出荷方法は各産地により異なるが、適切な水揚げを行った後、下葉を取り除き10本1束とし、等階級に応じて30～40本を結束する。穴あきのセロファンなどを用いて花の部分を含み、結束部に給水資材を着け、ガムテープなどを用いて出荷箱に固定し、縦箱湿式の輸送形態で出荷が行われている（図-5）。

(2) 春期出荷作型の概要

3～5月の春期出荷作型（図-1）では、本県は冬期の日照量が少ないことなどから、花蕾が枯死するプラスチックの発生による開花遅延が安定生産上の課題となることが多い。また、定植以降低温期に向かう作型であるため、栽培管理により生育不良や花芽分化の遅延など問題が発生しやすい作型である。播種や育苗、定植などは基本

的には秋期出荷作型と同様の手順で行われているが、近年は早期に定植を行い、年内に生育を進め、冬期を低温管理で経過する「低コスト春期出荷作型」が普及しているため、その作型および現地での普及拡大について紹介する。

「低コスト春期出荷作型」の原型は、筑豊地域の篤農家で行われていた栽培方法であり、9～10月に定植を行い、年内に頂花蕾を発蕾させる。その後、1～2月の厳寒期は5℃もしくは二重被覆による保温のみで生育を停滞させ、目的とする出荷時期から逆算して加温を開始し、4～5月に出荷を行うというものである。本県のトルコギキョウ生産においても労力分散、春期の出荷量確保、市場の出荷要望などもあり3～5月の生産量の増加が求められていた。そのため、本県の専門技術員を中心として、普及指導センター、農林業総合試験場およびJA全農ふくれんをメンバーとするトルコギキョウプロジェクトの活動の一環として、3～5月の春期出荷作型の安定生産を目的とし、事例調査、栽培マニュアルの作成など、「低コスト春期出荷作型」の技術確立および現地における技術の普及拡大に向けて取り組んだ。

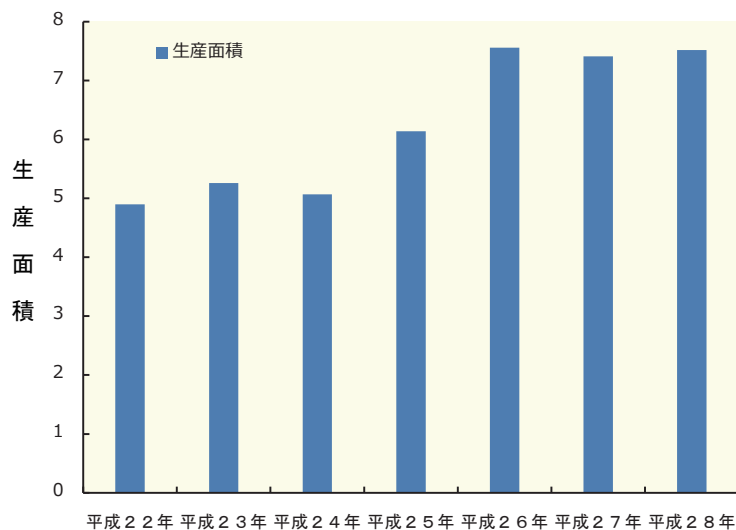


図-6 トルコギキョウ（1～5月出荷作型）作付面積の推移

基本的な温度管理の考え方などポイントについて以下の通りである。第一に充実した苗を日照量の確保しやすい9月下旬から10月上旬に定植し初期生育を促す。また、定植直後から夜明け前や暗期中断などの電照を行うとともに、作付けする品種の特性、生育状況に応じて加温し、円滑な頂花蕾の花芽分化、発蕾を促す。第二に、商品花蕾（開花させる予定の花蕾）の発蕾を確認後、夜間の管理温度を段階的に5～8℃程度まで下げ、生育を停滞させ商品花蕾のプラスチックを防止する。第三に、切り花として出荷する場合の不要な枝、花蕾は圃場内で適宜整理を行うことで、切り花品質の向上、花蕾のプラスチック軽減を図る。最後に、開花期は花弁の発達、着色、花シミ予防のために加温温度を10～13℃に上げて開花、収穫を行う。

枝の整理や、温度管理の考え方や基本的な作型などは、「春出しトルコギキョウ栽培マニュアル」として取りまとめており、県内で生産振興を進めた結果、1～5月の生産面積は平成22年度の4.9haから平成28年には7.5haまで増加した（図-6）。



図-7 夜間における電照の様子
左・赤色光 (R)LED, 右: 遠赤色光 (FR)LED

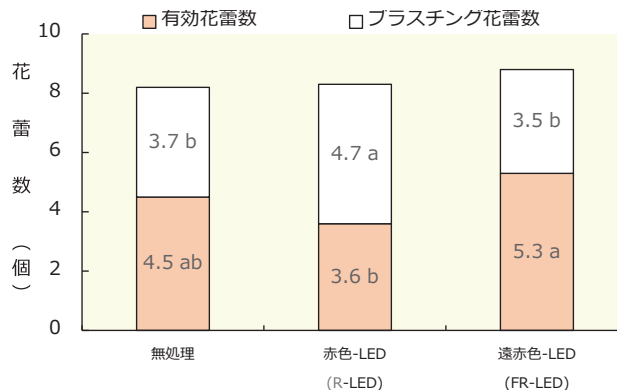


図-8 「ピッコロサスノー」の有効花蕾数およびプラスチング花蕾数に及ぼす影響
同花蕾数における異符号間には、Tukey の多重比較検定により 5% 水準で有意差あり

2. 春期出荷作型(3～5月)における技術開発

前項で述べたように本県の3～4月出荷におけるプラスチングの発生は重要な課題であるが、発生を完全に抑えることは非常に困難である。栽培管理と花蕾のプラスチングとの関係を調査した事例としては、発蕾期前後の施肥管理(牛尾ら 2010), 電照管理(工藤ら 2012), 二酸化炭素の施用(福島ら 2009; 牛尾ら 2009)などの報告があり、今回は本試験場で平成24～25年に行った、春期出荷作型における電照管理と温度管理がプラスチングの発生に及ぼす影響について調査した事例を紹介する。

(1) 電照に用いる光源と電照方法

頂花蕾の発蕾以降、日没から日の出まで電照を行う終夜照明の条件下において、光源として、赤色光 LED (ピーク波長 630nm, 以下 R 区), 遠赤色 LED (ピーク波長 730nm, 以下 FR 区) および無電照の3つの試験区を設定し、発蕾期以降の電照に用いる光源がプラスチングの発生に及ぼす影響を調査した(図-7)。9月21日に定植し、頂花蕾の発蕾までは白熱灯による暗期中断5時間処理を行い、試験区の5割以上の株で頂花蕾が確認された12月25日より電球を各 LED に

付け替え、発蕾時の主茎上部における400～800nmの光強度(PFD)を4.0 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ となるように電球の高さを調節し、試験を開始した。なお頂花蕾、一次小花については発蕾を確認後、摘蕾した。「ピッコロサスノー」における有効花蕾数は、FR区の5.3個に比べ、R区は3.6個と有意に少なくなった(図-8)。また、3輪開花で収穫した場合の4月末までの収穫株率は、FR区で91%であったのに対し、R区で67%、無電照区で60%であった(データ略)。これらのことから、発蕾期以降の遠赤色光 LED による終夜照明は、プラスチングの発生の軽減に繋がる可能性が示唆された。熊本県では、発蕾以降白熱灯(R/FR比0.82)および蛍光灯(R/FR比9.25)を用いて20時間の明期延長を行った場合、有効花蕾数は、白熱灯で無電照に比べ増加し、蛍光灯は無電照と同等であったことを報告している(工藤ら 2012)。本試験で用いた LED はそれぞれ、遠赤色光 LED の R/FR 比が0.01、赤色光 LED の R/FR 比が245.72であり、電照時間帯は異なるものの R/FR 比の低い光源による電照は、R/FR 比の高い光源による電照に比べ、有効花蕾数が増加したという結果は一致している。

次に、R/FR 比が低く、比較的安価に入手可能な白熱灯を用いて、頂花

蕾の発蕾以降から、日没後、暗期中断、夜明け前および明期延長を各5時間行う区および無電照の5つの試験区を設定し、発蕾期以降の白熱灯による電照時間帯がプラスチングの発生に及ぼす影響を調査した。9月12日に定植し、頂花蕾の発蕾までは白熱灯による暗期中断5時間処理を行い、試験区の5割以上の株で頂花蕾が確認された12月10日より試験を開始した。なお、頂花蕾、一次、二次小花については発蕾を確認後、摘蕾した。「ボレロホワイト」における有効花蕾数は暗期中断区で6.3個、夜明け前区で5.9個と無電照区の4.6個に比べ有意に多くなった。また、電照を行った全ての試験区において3月末までの収穫株率は100%であり、無電照区の67%に比べ高い傾向であった(表-2)。電照を行う時間帯とプラスチングの発生については、数件の報告があるが、試験時期、光強度、温度管理などの条件が異なるためか、最適な電照時間帯については試験事例によって一致した結果となっていない。しかし、電照を行うことによって無電照と比べ、有効花蕾数の増加、切り花品質の向上という結果は各事例で一致しており、長日植物であるトルコギキョウでは電照によって長日条件とすることがプラスチング発生の軽減に繋がるのではないかと考えられる。

表-2 発蕾期以降の電照時間帯が「ボレロホワイト」の開花および切り花品質に及ぼす影響

切り花形質						
処理区	平均収穫日	切り花長	有効二次側枝数	有効花蕾数	プラスチング花蕾数	収穫株率
	(月/日) ±SD	(cm)	(本)	(個)	(個)	(%)
暗期中断	3/12 ±6.8	90.2 a	2.5	6.3 a	6.6 b	100.0 a
明期延長	3/18 ±7.4	86.7 b	2.5	5.3 bc	8.0 a	100.0 a
夜明前電照	3/19 ±5.7	86.1 b	2.7	5.9 ab	7.0 ab	100.0 a
日没後電照	3/21 ±4.9	86.1 b	2.4	4.7 c	7.5 ab	100.0 a
無電照 (対照)	3/19 ±5.8	86.5 b	2.4	4.6 c	7.1 ab	66.7 b
分散分析		*	n. s.	*	*	*

Tukeyの多重比較検定により同列異文字間に5%水準の有意差あり

収穫株率については、逆正弦変換後のTukeyの多重比較検定結果を示す

以上の結果から、発蕾期以降の電照はプラスチングの発生に影響を与え、用いる光源としては遠赤色光を多く含む白熱灯等の光源を用いることが望ましく、電照を行う時間帯は今回の試験では暗期中断、夜明け前の効果が高かったものの、各生産現場の電気容量、組合せ品目など栽培の実情に合わせて、対応することが重要である。

(2) 夜間管理温度と換気温度

頂花蕾の発蕾以降から、最低夜温

を10℃および5℃で管理する2つの試験区を設定し、発蕾期以降の夜間管理温度がプラスチングの発生に及ぼす影響を調査した。9月20日に定植し、頂花蕾の発蕾までは12℃加温を行い、試験区の5割以上の株で頂花蕾が確認された12月25日より試験を開始した。なお、頂花蕾、一次小花については発蕾を確認後、摘蕾した。「ピッコロサスノー」における有効花蕾数は夜温5℃区の8.7個に比べ、10℃区は4.8個と少なくなり、プラスチン

グ花蕾数は夜温5℃区の1.9個に比べ、10℃区は3.6個と多くなった。また平均収穫日は、5℃では10℃に比べ2週間程度遅くなったが、4月30日までの収穫株率は夜温5℃区が96.9%、10℃区が84.4%であった(表-3、図-9)。二次小花の花芽形成期の栽培温度とプラスチングの発生を調査した事例では、昼間管理温度を30、25℃、夜間管理温度を15、10℃として組合せ試験を行った場合、プラスチング花蕾数は夜間10℃で有意に減少したという報告がある(工藤2012)。夜間管理温度の低下とプラスチング発生軽減の詳細なメカニズムについては明らかでないが、地温の低下による窒素吸

表-3 発蕾以降の夜間管理温度が「ピッコロサスノー」の開花および切り花品質に及ぼす影響

処理区	平均収穫日		切花形質					収穫株率 (%)	灯油消費量 (L)
			切花長 (c m)	切花重 (g)	有効側枝数	有効花蕾数	プラスチック花蕾数		
	(月/日)	±SD							
夜温10℃	3月29日	±14.9	72.0	72.2	1.6	4.8	3.6	84.4	394.3
夜温5℃	4月13日	±8.1	76.0	107.4	2.2	8.7	1.9	96.9	61.3
統計解析			**	**	**	**	**	**	

t検定により、*は5%水準で、**は1%水準で有意差あり



図-9 夜間管理温度試験の開花状況(3月14日撮影)
左畝奥・右畝手前:ピッコロサスノー、左畝手前・右畝奥:ボレロホワイト

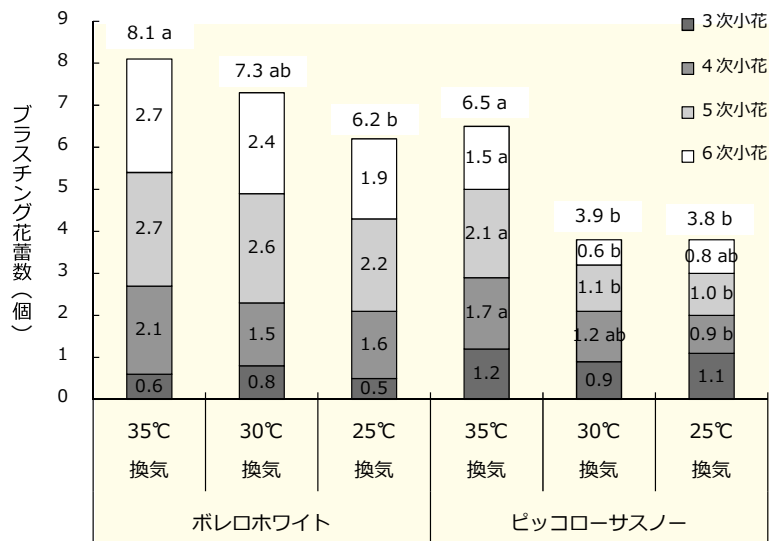


図-10 発蕾期以降の換気温度がトルコギキョウ各次小花のブラスチングに及ぼす影響
同品種、同次小花における異符号間は、Tukeyの多重比較検定により5%水準で有意差あり

収の抑制、夜間の呼吸量の低下による光合成同化産物の消費量の低下などが関与している可能性が考えられる。

次に、頂花蕾の発蕾以降から、換気温度を35°C、30°C、25°Cに設定した3つの試験区を設定し、発蕾期以降の昼間換気温度がブラスチングの発生に及ぼす影響を調査した。9月12日に定植し、頂花蕾の発蕾までは12°C加温を行い、試験区の5割以上の株で頂花蕾が確認された12月10日より試験を開始した。なお、頂花蕾、一次、二次小花については発蕾を確認後、摘蕾した。「ピッコローサスノー」では有効花蕾数は、換気温度25°C区では5.9個と35°C区の3.5個に比べ増加し、ブラスチング花蕾数は25°C区で3.8個と35°C区の6.5個に比べ減少した(図-10、一部データ略)。本試験は、ハウス内に作成した小型トンネルを用いて試験を行っており、35°C換気設定の小部屋では、曇天日の日中はサイドが開かず密閉状態となることが多く、小部屋内の炭酸ガス濃度が低下し、ブラスチングが多発した可能性が考えられる。

以上の結果から、夜間の管理温度はブラスチングの発生に影響を与え、夜

間5°Cでは開花は遅れるものの、有効花蕾数は増加しブラスチング花蕾は減少する。また、換気温度については、25°C設定とすることで、35°C換気と比べ有効花蕾数は増加し、ブラスチング花蕾数は減少することが明らかとなり、日中の温度確保のための過度な蒸し込みはブラスチングを助長する可能性が示唆された。

なお、24、25年に行った試験は、前項で紹介した福岡県における「低コスト春期出荷作型」を念頭に9月に定植を行い、年内に頂花蕾を発蕾させ、冬季を低温で管理する作型における技術確立を目的に試験を行った。

おわりに

トルコギキョウは多くの種苗メーカー、個人育種家によって盛んに育種が行われており、花色のバリエーション、適応する作型、産地も多様化している。しかしながら、ブラスチングや奇形花の発生、高温期の切り花品質の向上など解決すべき生産上の課題は多く残されている。また、整枝、摘蕾作業など手間のかかる品目であり、生産規模の拡大を行う

上では、より省力的な生産方法、品種の開発も望まれる。今後更なる技術開発が進み、より多くの場面で消費者の目に触れる機会が増え、キク、バラ、カーネーション、ユリと並ぶ切り花品目となることを期待したい。

参考文献

- 福島敬吾 2009. トルコギキョウの出蕾期以降の二酸化炭素施用および長日処理がブラスチングの発生に及ぼす影響. 園学研 8(別 1), 240.
- 工藤陽史ら 2012. 熊本県のトルコギキョウ冬出し栽培における電照が開花と花蕾のブラスチングおよび茎伸長に及ぼす影響. 園学研 11(3), 363-369.
- 工藤陽史 2012. 西南暖地におけるトルコギキョウ切り花の冬期安定生産技術の開発に関する研究. 熊本県農業研究センター研究報告. 第20号特別博士号論文
- 佐藤武義ら 2001. トルコギキョウの秋期における光合成特性. 東北農業研究 54, 231-232.
- 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(5), 697-701.
- 牛尾亜由子・福田直子 2015. 昼夜湿度条件がトルコギキョウのチップバーン発生に与える影響. 園学研 14(別 2), 536.
- 牛尾亜由子ら 2010. トルコギキョウ冬季開花における発蕾前後の窒素施肥濃度が花蕾のブラスチングに及ぼす影響. 園学研 9(2), 191-196.
- 牛尾亜由子ら 2009. 低照度下における二酸化炭素施用および昼温がトルコギキョウのブラスチングに与える影響. 園学研 8(別 2), 341.

トルコギキョウ冬季生産における 高昼温管理と組み合わせた二酸化 炭素施用の活用

国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構
野菜花き研究部門

牛尾 亜由子

冬季生産における課題

トルコギキョウは、切り花の日持ちの良さと周年需要のある主要な切り花のひとつとなっている。一重以外にも八重咲き品種など花型のバリエーションが広がったことや、小輪から大輪系までの花径の大小、多彩な花色によって、ブライダルから葬儀までその用途を広げている。しかし、周年需要があるにもかかわらず、トルコギキョウ切り花の冬季生産量は夏季に比べて大幅に低下する。トルコギキョウは本来、夏開花の特性を持ち、長日、高温、高日照によって開花が促進され、逆に短日、低温、低日照では開花が抑制される (Halevy・Kofranek 1984; Islam *et al.* 2005; 工藤ら 2012; 塚田ら 1982; Zaccai・Edri 2002)。冬春季出荷作型は花芽分化発達時期が年間を通して最も日照条件の悪い時期に重なるため、開花遅延による出荷期の遅れや花芽分化後に花蕾が生育途中で壊死するブラスチングが発生しやすい (牛尾・福田 2010a)。ブラスチングは商品となる有効花蕾数を減少させ、切り花品質を低下させる。また、花芽分化後に連続してブラスチングが発生することは開花遅延の要因ともなる。開花遅延によって目的とする出荷期に出荷できない場合、計画生産に支障がでるだけでなく、開花まで栽培を継続すると在圃期間が延長され、冬季の暖房コストが増加する。冬季生産では生育速度の低下および開花遅延を回避し、切り花

品質に影響する草丈や開花輪数を確保することが課題となっている。

高昼温管理と組み合わせた二酸化炭素施用

二酸化炭素施用はハウス内で光合成の材料である二酸化炭素濃度を高めることによって光合成を促進する環境制御技術であり、多くの作物で生育促進が認められることから (Mortensen 1987)、トルコギキョウにおいても同様の効果があることが期待される。

冬季には夏季に比べて日射や日照時間の減少により、植物が1日に獲得できる光合成同化産物量が大幅に低下する。トルコギキョウにおいて、光合成同化産物は植物体の材料として茎葉の生育に利用されるだけでなく、花蕾の発達と開花にも必要とされる (農研機構花き研 2012)。トルコギキョウでは、ブラスチングを誘発する低照度下であっても、1,000ppm の高二酸化炭素濃度条件下で栽培した場合は大気濃度レベル約 400ppm の条件下で栽培した場合と比較してブラスチングが抑制される (牛尾・福田 2009)。逆に通常ブラスチングの発生がほとんどない高照度下であっても、二酸化炭素濃度を 150ppm に低下させた条件下で栽培した場合、大気濃度レベル条件と比較してブラスチング発生が助長されることが示されている (牛尾・福田 2010b)。これらのことから、二酸化炭素濃度を介した光合成量の増減は花蕾の発達に影響し、光合成同化産物の

不足がブラスチング発生に大きく関わると考えられる。冬季生産においても二酸化炭素施用によって光合成を増加させることで、正常な花蕾発達を促進し、より高品質な切り花を計画的に生産ができる可能性がある。

近年、トルコギキョウ冬季生産において、高温で生育・開花が促進されるトルコギキョウの生理特性に基づき、開花促進のために昼温を慣行の 25℃よりも高い 30℃とする高昼温管理が用いられるようになってきた (農研機構花き研 2012)。高昼温管理では保温を目的として換気温度設定を上げるため、外気温の低い冬季には、比較的光の強い時間帯であっても換気窓が閉鎖された状態となる。二酸化炭素濃度を 400ppm から 1,000ppm にした場合の光合成速度増加の絶対量は弱光下に比べて強光下でより大きい (Cure 1986; Kamp・Timmerman 2004)。高昼温管理と組み合わせて光の強い時間帯に二酸化炭素施用を行うことにより、高い光合成促進効果が期待できる。

一般的に C₃ 植物では、大気二酸化炭素濃度下と比較して高二酸化炭素濃度条件下では光合成適温が上昇する (Mortensen 1987)。トルコギキョウの光飽和条件下における光合成適温は、大気二酸化炭素濃度下では 25～30℃であるが、高二酸化炭素濃度下 (1,000ppm) では 30～35℃の高温域に移動する (牛尾ら 2007)。二酸化炭素施用と併用して高昼温管理とすることは、強光下でより光合成好適温度に近づくことになり、合理的であると

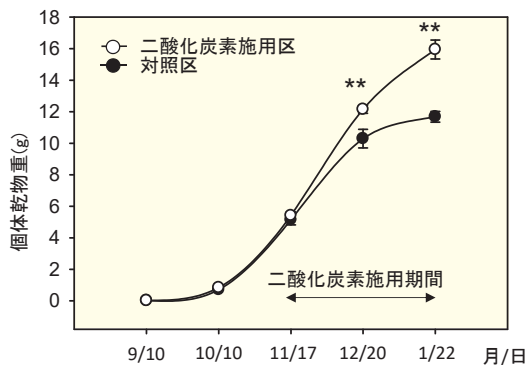


図-1 二酸化炭素施用がトルコギキョウ「ボレロホワイト」の個体乾物重推移に与える影響 (Ushio *et al.* 2014)
t-test (n=9) により, **: 1%水準で有意差あり

考えられる。

高昼温管理を行うと換気窓閉鎖時間が相対的に増加するため、二酸化炭素施用を行わない場合にはハウス内の二酸化炭素濃度は低下しやすい。トルコギキョウ生産農家のハウス内における二酸化炭素濃度の計測では日中に大気濃度レベルである約 400ppm を大幅に下回る 200ppm まで低下した事例もある。大気濃度を下回るレベルに二酸化炭素濃度が低下すると光合成速度が低下するため、二酸化炭素施用によってハウス内の二酸化炭素濃度を上昇させることによって光合成の促進が期待できる。

そこで、筆者らは高昼温管理と組み合わせ、日中の時間帯においてハウス換気窓閉鎖時に二酸化炭素施用を試みた。

冬季低日照地域での二酸化炭素施用

現在、トルコギキョウの冬季出荷作型では、太平洋側の高日照地域が主要産地となっていて、日本海側の低日照地域における生産量は少ない。これは低日照地域の冬季開花の作型では、十分な光合成量が確保しにくいと考えられる。しかし、花蕾発達期の日照量が極端に少ない冬季低日照地域で

表-1 二酸化炭素施用がトルコギキョウ「ボレロホワイト」の器官別乾物重に与える影響

	葉 (g/ plant)	茎 (g/ plant)	花蕾 (g/ plant)	根 (g/ plant)
対照区	3.1	5.8	2.0	0.71
施用区	4.1	7.8	3.1	0.98
有意性 ^z	**	**	**	**

定植日 2010 年 9 月 10 日, 調査日 2011 年 1 月 22 日

^z t-test (n=9) により, **: 1%水準で有意差あり

表-2 トルコギキョウ「ボレロホワイト」の生育における二酸化炭素施用効果

		草丈 (cm)	地上部新鮮重 (g/plant)	開花数 (/plant)	総花蕾数 (/plant)
1月出荷作型	対照区	89.4	67.7	1.0	7.6
	施用区	92.7	89.0	2.9	8.8
	有意性 ^z	NS	**	**	*
3月出荷作型	対照区	108.8	80.9	1.0	7.0
	施用区	118.6	138.2	3.1	8.0
	有意性 ^z	**	**	**	NS

1月出荷作型: 定植日 2010 年 9 月 10 日, 調査日 2011 年 1 月 22 日。

3月出荷作型: 定植日 2011 年 9 月 26 日, 調査日 2012 年 3 月 21 日

施用開始は 2010 年 11 月 18 日 (1月出荷作型), 2011 年 10 月 24 日 (3月出荷作型) で出荷終了まで施用。

^z t-test (n=9) により, **: 1%水準で有意差あり, *: 5%水準で有意差あり, NS: 5%水準で有意差なし。

あっても、二酸化炭素施用によって光合成を増加させることで、より高品質な切り花生産ができる可能性がある。1月の日照時間が100時間以下の低日照地域である福岡県内のトルコギキョウ生産ハウスで、福岡県花弁農協との連携およびJA直轄の協力によって、二酸化炭素施用の実証試験を行い、明らかになった効果を紹介する。

実証試験では天窓換気温度設定を30℃とする高昼温管理を行い、午前8時から午後1時を二酸化炭素施用時間帯とした。二酸化炭素施用開始は気温が低下し、側窓が常時閉鎖される時期以降とした。天窓開閉と二酸化炭素施用装置を連動させ、天窓閉鎖時に1,000ppmで施用を行い、開放時には施用を停止した。また、本地域では冬季曇天に無加温の場合、日中のハウス内気温が20℃に達しないこともあり得るため、施用時間帯は暖房20℃設定で日中加温を行い、温度を確保することとした。二酸化炭素施用区と二

酸化炭素施用なしの対照区とを設け、二酸化炭素施用の有無以外の栽培条件は両区で同一管理とした。

白八重中輪品種「ボレロホワイト」1月出荷作型において対照区と二酸化炭素施用区の個体乾物重量の推移を比較すると、施用開始以降に両区で差がみられ、対照区に対して施用区では個体乾物重が大幅に増加した(図-1)(Ushio *et al.* 2014)。二酸化炭素施用によって葉面積当たりの光合成速度を表す指標である純同化率(NAR)が増加し、植物の相対成長速度(RGR)は対照区に比べ32%増加した。光合成が促進された結果、二酸化炭素施用区では葉、茎、花蕾、根のすべての器官において対照区に比べて有意な乾物重増加が認められた(表-1)。

1月出荷作型と3月出荷作型それぞれについて、白八重中輪品種「ボレロホワイト」の二酸化炭素施用区と対照区の生育を比較した(表-2)。二酸化炭素施用区と対照区の生育を比較する



図-2 トルコギキョウ「ボレロホワイト」3月出荷開花期の植物の状態
左：対照区、右：施用区

と、二酸化炭素施用によって草丈、地上部新鮮重、開花数、および総花蕾数の増加が認められた（表-2、図-2）。図-3は実証圃場の3月出荷作型で同日に撮影された白八重中輪品種「ピッコロサスノー」の生育状況である。「ピッコロサスノー」は、通常、冬季生産においてプラスチック多発により開花が困難とされる品種であるが（福田・牛尾 2008）、対照区ではプラスチックにより開花がほとんど見られないのに対し（図-3左）、二酸化炭素施用区では順調な開花が見られた（図-3右）。3月出荷作型において白八重大輪品種「ボヤージュホワイト」の出荷規格を調査したところ、対照区では分枝数3、開花輪数3、蕾数1以上の3F秀品率が0%であったのに対し、二酸化炭素施用区では31%となった（図-4）。このように、二酸化炭素施用によって品質が向上し、上位等級品の割合が増加する。3月出荷作型において、白八重大輪品種「ボヤージュホワイト」の平均出荷日は、対照区の4月3日に対して二酸化炭素施用区では3月27日と1週間程度早く、開花の促進が認められた。実証圃場での実



図-3 実証圃場でのトルコギキョウ「ピッコロサスノー」の3月開花状況
左：対照区、右：施用区
3月出荷作型で定植日 2011 年 9 月 26 日、撮影日 2012 年 3 月 17 日。

績を基に、10a 当たりの収益性について3月出荷作型「ボヤージュホワイト」を例に試算した（表-3）。施用区では品質向上によって販売金額が増加し、二酸化炭素施用装置の減価償却費、二酸化炭素ガス発生のための灯油代金を差し引いても、十分な収益性が得られることが試算された。

冬季出荷作型の定植時期は9月の高温期となるが、実用的な面から二酸化炭素施用開始時期は外気温が低下

し、ハウス側窓を閉鎖する時期以降でよいと考えられる。また、低日照地域の促成栽培で二酸化炭素施用を行うにあたっては、品種選定や二酸化炭素以外の環境要素も重要と考えられる。早生から中早生品種を選定し、発蕾後に窒素多肥条件とならないような肥培管理、白熱電球による長日処理、大苗定植など開花を促進する栽培技術（農研機構花き研 2012）を併用したうえで二酸化炭素施用を行う必要がある。肥

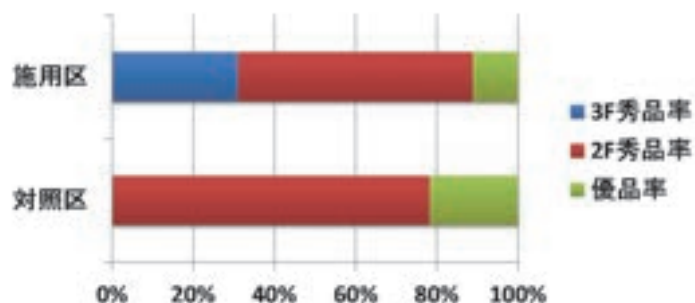


図-4 トルコギキョウ「ボヤージュホワイト」出荷等級に二酸化炭素施用が与える影響
等級は2012年3月出荷作型において出荷時に調査。3F秀は1枝1輪開花で分枝数3、蕾数1、2F秀は1枝1輪開花で分枝数2、蕾数1または蕾なしで分枝数3、優はそれ以下の規格を示す。

表-3 実証圃場における二酸化炭素施用の収益性に対する効果の試算

施用による販売金額の増加分 ^Z (A)	570(千円/10a)
施用コスト(B) (内訳)	
二酸化炭素施用装置減価償却費 ^Y	80(千円/10a)
二酸化炭素発生燃料費(灯油) ^X	89(千円/10a)
差し引き増加額 (A)-(B)	401 (千円/10a)

福岡県内実証圃場の2012年3月出荷作型での実績を基に算出。

^Z10aあたり「ボヤージュホワイト」を33000本定植、出荷率90%と想定し、実証圃場より出荷された同品種の等級別平均販売単価(円/本)、3F秀194円、2F秀163円、優73円をもとに図-4に示した等級割合より試算。

^Y償却年数5年

^X灯油単価は89.6円/L

培管理や長日処理の有無，品種選定などによって上述したような二酸化炭素施用の効果が十分に得られない可能性も考えられる。

また，低日照地域で高昼温管理と組み合わせて二酸化炭素施用を行った場合，外気温が低く，日射の少ない曇りの日には換気設定温度に達しないため，一日中換気窓が開かない場合もありうる。このため，二酸化炭素施用終了後に天窓の手動換気を行うなどして湿度を下げ，温室内が過剰な高湿度環境とならないよう留意する必要がある。温室の換気窓が一日中閉鎖したままであると，気温の低下する夜間に結露する危険があり，灰色かび病による花シミの好発条件となって切り花品質が低下する。今後，このような点に留意しながら，二酸化炭素施用技術の活用を図っていくことが望ましい。

二酸化炭素施用における今後の展望

トルコギキョウの冬季出荷作型では，太平洋側の高日照地域が主要産地となっている。太平洋側の温暖な高日照地域では，たとえ冬季であっても気温調節のために昼間は換気窓が開くことが多いため，これまでトルコギキョウ生産では二酸化炭素施用を行ってこなかったが，このような地域において

も高昼温管理と組み合わせて二酸化炭素施用を活用する試みがなされている(牛尾ら 2014)。冬季生産において，低日照地域だけでなく，高日照地域でも適用可能な施用技術の開発が求められている。また，冬季促成栽培だけでなく，秋冬出荷の抑制栽培においても切り花長や切り花新鮮重の増加などの二酸化炭素施用効果が報告されている(佐藤ら 2005)。作型や地域の気象条件によって二酸化炭素施用の適用時期の拡大も進む可能性がある。

引用文献

- Cure, D.J. 1986. Crop responses to carbon dioxide doubling: a literature survey. *Agric Forest Meteorol.* 38, 127-145.
- 福田直子・牛尾亜由子 2008. トルコギキョウの冬季プラスチックの品種間差に及ぼす施肥量と電照の影響. 園学研 7 (別 2), 356
- Halevy, A. H. and A. M. Kofranek. 1984. Evaluation of lisianthus as a new flower crop. *HortScience.* 19, 845-847.
- Islam, N. *et al.* 2005. Effect of photoperiod and light integral on flowering and growth of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Sci. Hortic.* 103, 441-451.
- Kamp, P.G.H. and G.J. Timmerman. 2004. 「コンピュータによる温室環境の制御」. 誠文堂新光社，東京，p.1-197.
- 工藤陽史ら 2012. トルコギキョウの冬出し栽培における生育初期の昼温度が生育速度と主茎伸長および花芽分化に及ぼす影響. 園学研 .11(3), 343-349.
- Mortensen, L.M. 1987. Review: CO₂ Enrichment in Greenhouse. *Crop Responses. Sci. Hortic.* 33, 1-25.
- 農業・食品産業技術総合研究機構花き研究所 2012. トルコギキョウの低コスト冬季計画生産の考え方と基本マニュアル.
- 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，開花に与える影響. 園学雑 74(別 2), 518.
- 塚田晃久ら 1982. トルコギキョウの生理特性と栽培に関する研究 (第 2 報) 生育と開花に及ぼす温度，日長の影響. 長野野菜花き試験場報告 . 2, 77-88.
- 牛尾亜由子ら 2007. トルコギキョウにおける個葉光合成特性の解析 園学研 6(別 1), 238.
- 牛尾亜由子・福田直子 2009. 低照度下における二酸化炭素施用および昼温度がトルコギキョウのプラスチックに与える影響. 園学研 8(別 2), 341.
- 牛尾亜由子・福田直子 2010a. トルコギキョウ冬季開花における発蕾前後の窒素施肥濃度が花蕾のプラスチックに及ぼす影響. 園学研 9(2), 191-196.
- 牛尾亜由子・福田直子 2010b. 高照度・低二酸化炭素条件がトルコギキョウのプラスチックに与える影響. 園学研 9(別 2), 291.
- 牛尾亜由子ら 2014. トルコギキョウ冬季栽培における二酸化炭素濃度二段階切り替え制御による二酸化炭素日中施用の効果, 園学研 13(別 1),195
- Ushio, A. *et al.* 2014. Promotive effect of CO₂ enrichment on plant growth and flowering of *Eustoma grandiflorum*(Raf.) Shinn. under a winter culture regime. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 83(1), 59-63.
- Zaccari, M. and N. Edri. 2002. Floral transition in lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). *Sci. Hortic.* 95, 333-340.

ヒトとつながるカヤツリグサ科植物 —積雪地帯で栽培されたカンエンガヤツリ—

(公財) 日本植物調節剤研究協会
技術顧問

森田 弘彦

カヤツリグサ科植物はイネ科植物とともに単子葉類を代表する群で、防除の困難な特性を持つ水田雑草の種を多く含む一方、古くから知られた有用植物もいくつか有している。

カンエンガヤツリ *C. exaltatus* Retz. var. *iwasakii* (Makino) T. Koyama は、高さ 120cm ほどの稈を伸ばすスマートな一年生のカヤツリグサ属植物である (図-1)。日本においては、本草学や園芸に通じた江戸時代後期の武士岩崎灌園 (常正: 1786 ~ 1842) が、その大著「本草図譜」の「芳草部」に初めて図示し、「一種 水莎草 (中略) 水生のかやつりくさなり 苗葉三稜に似て陸生より長大なり 高さ三四尺 武州不忍池に多し」と記述した (図-2)。江戸時代が終わって 1892 年に牧野富太郎先生がこの植物を新種として発表し、岩崎氏の姓を学名の種小名に、名を和名に献名した (植物学雑誌 1903)。この植物はその後小山鐵夫先生によって、東南アジアなどに広く分布する多年生の *C. exaltatus* の変種に位置付けられた。

東京都台東区上野公園の不忍池はカンエンガヤツリの発生地として知られてきたが、今では下町風俗資料館の横の空き地にわずかに見られるに過ぎず (図-1)、これはどなたかが栽植されたものかもしれない。一方で、不忍池の縁などには最近、帰化種とされるホソミキンガヤツリ *C. engelmannii* Steud. が目立つが (図-3)、こちらは茨城県、千葉県を含む関東地方から西の水田畦畔などで増加傾向にある。カンエンガヤツリの日本国内での分布は限られていて、2017 年の環境省レッドリストではカヤツリグサ属植物として唯一の絶滅

危惧Ⅱ類 (VU: 絶滅の危険が増大している種) に含まれた。関東地方の河川・池沼や湿地に時折発生し、茨城県南部にある植調研究所の龍ヶ崎水田圃場の畦に出たこともある。

牧野先生のカンエンガヤツリの記載文の末尾には、朝鮮半島では敷物に編むための稈を目的にこの植物を栽培することが、小石川植物園の内山氏からの話として記録された (植物学雑誌 1903)。

It is abundantly cultivated in boggy field as a useful plant in Corea, where a sort of floor mat is made of its culms,... (以下略)
その後、朝鮮半島での栽培や利用の様子も伝えられた (村



図-2 「本草図譜(岩崎灌園)」所収で「カンエンガヤツリ」と命名された「水莎草」の模写図

左: 木邨徳太郎模写? (国立国会図書館デジタルコレクション)、右: 岡田清福模写 (博文館 1903)

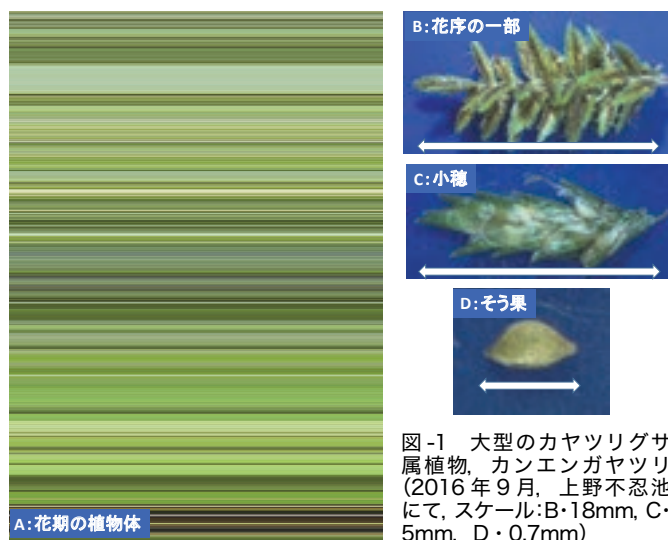


図-1 大型のカヤツリグサ属植物、カンエンガヤツリ (2016 年 9 月、上野不忍池にて、スケール: B・18mm, C・5mm, D・0.7mm)



図-3 近年増加傾向のカヤツリグサ属の帰化植物、ホソミキンガヤツリ (2016 年 9 月、A: 上野不忍池、B,C: 龍ヶ崎市、スケール: B・12mm, C・1.6mm)



図-4 「莞草栽培法試験成績、秋田縣農事試験場、1931？」の表紙の部分（秋田縣農業試験場蔵）



図-5 「莞草（ワングル）の加工」：秋田縣農事試験場曉鐘會発行の絵葉書（戦前？）

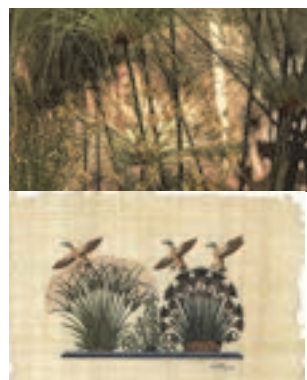


図-6 カヤツリグサ科有用植物の代表、カミガヤツリ（上：エジプト、栽植、1988年）とパピルス製の土産品（下）

田懋磨 土名對照鮮満植物字彙 1932)。

「莞草：Koan-tcho, Oang-kol-(phul)【莞草】・・南朝鮮の水澤地に生ず。京畿の江華，全南の寶城，慶北の金泉，軍威等はその名産地にして，専ら筵席を製するに用ゐらる。内地人の中には一般に江華筵として知らる。無地織，雲鶴模様，その他福，壽，囀等の文字を織り出せるものあり。」

1933年に農林省の出先として山形県新庄市に設置された積雪地方農村經濟調査所が，秋田，宮城，山形各県の状況を調べて1940年に刊行した「莞草栽培に關する調査（報告第三六號）」によると，カンエンガヤツリは，水田の苗代の活用と冬期間の余剩勞働力の利用を目的に日本の北部への導入が推奨されたようだ。

「・・之等地方に於ける農業經營の改善は基より一に止まらないが冬季余剩勞力の利用消化並土地の利用増進等は重要改善事項たるを失はない。本所は右の目的に適合した一つの作物として莞草の栽培及之が加工に着目し，其の第一着手として之が技術的栽培試験を施行するに至った次第である。」

秋田縣立農事試験場では上記調査所の設置に先んじて，1929（昭和4）年から莞草，カンエンガヤツリの試験に取り組み，3年間の試験研究に基づいて，1931年（？）に「莞草栽培法試験成績」（図-4）を刊行した。

「昭和四年以来種子の配布，其の他の方法に據つて之が栽培の奨励を行つた所，現在では相當収益を収めつゝある地方もあるが，然し全縣的に觀る時は未だ普及の餘地多く，今後益々増産に力を入れ特産として發展せしめる必要がある。」

同農事試験場の曉鐘會が作成した絵葉書に用いられ（図-5），また，「秋田縣青年學校 農業教科書 卷一 第一二 纖維作物（秋田縣教育會編纂 1942）」の下記の記事があることから，当時は一定の栽培と加工があったことが偲ばれる。

「本縣に於ける纖維作物としては右の外，蘭・莞草等がある。（中略）莞草は近年朝鮮から輸入して東北地方の冬季の副業として奨励され，縣内各所に栽培されて加工品も市場に現れてゐる。」

筆者は，1989年に韓国を訪問した折に民俗村で展示栽培のものを見たことがある。現在，秋田県の植物目録などにカンエンガヤツリの名を見ることがないので，秋田県では栽培の場から逸出して野生化することはなかったようだ。



A: *Cyperus alopecuroides*



B: *Scirpus grossus*

図-7 稈を利用するカヤツリグサ科植物
A: *Cyperus alopecuroides* エジプト，ナイルデルタ，1988年，B: *Scirpus grossus* タイ，中央平原，1982年

稈を利用するカヤツリグサ科植物としては，カミガヤツリ（パピルス *C. papyrus* L. 図-6）が世界で最も有名であるが，日本ではシチトウイ（七島蘭 *C. monophyllus* Vahl.）が大分県国東地方の特産品として水田で栽培され，それで織られた畳表は丈夫で柔道場などで用いられる。大分県農業技術センター杵築試験地で作物として栽培・加工技術と品種改良が取り組まれてきた。エジプトのナイル・デルタでは，草丈150cmほどになる多年生の *C. alopecuroides* Rottb.（図-7）を，「所によって，農地の境界が不明瞭な場合に栽培し，また，ファイユーム（オアシス都市）の限られた場所で栽培して敷物や椅子」に作る。という（Boulos & el-Hadidi THE WEED FLORA OF EGYPT 1989）。東南アジアではオオサンカクイ（*Scirpus grossus* L.f.）も使われる（図-7）。

カンエンガヤツリをはじめ，真つすぐに伸びて節のないカヤツリグサ科植物の稈は結構人々に利用されてきた。一方，稈の両端を二人で互い違いに裂いて四角に開く遊びに使い，「カヤツリグサ」の名を遺した，かつての日本の子どもたちも大口の利用者であった。

（秋田県農業試験場作物部の三浦恒子氏と三浦一将氏（現：北秋田地域振興局）には所蔵資料の閲覧にご高配を賜りました。御礼申し上げます。）

協会だより

試験成績検討会

●平成29年度春夏作芝関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成29年11月13日（月） 13:00～17:00

場所：ホテルラングウッド

〒116-0014 東京都荒川区東日暮里5-50-5

TEL 03-3803-1234

●平成29年度畑作・草地飼料作関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成29年11月29日（水） 10:00～17:00

30日（木） 9:30～16:00

場所：浅草ビューホテル

〒111-8765 東京都台東区西浅草3-17-1

TEL 03-3847-1111

●平成29年度水稻関係除草剤直播栽培・畦畔等 適用性試験成績検討会

日時：平成29年12月6日（水） 10:00～17:00

7日（木） 9:30～12:00

場所：浅草ビューホテル

●平成29年度水稻関係除草剤試験成績中央判定会議

日時：平成29年12月7日（木） 13:00～17:00

8日（金） 9:30～17:00

場所：浅草ビューホテル

〈判定結果発表〉

日時：平成29年12月11日（月） 10:00～12:00

場所：植調会館3階会議室

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6

TEL 03-3832-4188

●平成29年度春夏作野菜花き関係除草剤・生育調節剤試験成績検討会

日時：平成29年12月13日（水） 10:00～17:00

14日（木） 9:30～17:00

場所：浅草ビューホテル

●平成29年度水稻関係生育調節剤試験成績検討会

日時：平成29年12月19日（火） 9:30～17:00

場所：浅草ビューホテル

研究会等

■第25回日本農薬学会農薬レギュラトリーサイエンス研究会シンポジウム

『農薬の理解はどうして進まないのか』

一人が作った化学物質を適切に判断できる知識・情報をどう伝えていくかー

日時：平成29年11月21日（火） 10:00～16:45

情報交換会 17:00～19:30

場所：さいたま市民会館おおみや 小ホール

〒330-0844 埼玉県さいたま市大宮区下町3-47-8

参加費：4000円 情報交換会費：5000円

申込み：（一財）残留農薬研究所 坂真智子saka@iet.or.jp

までメールで研究会出欠、情報交換会出欠をご連絡ください。

参加費などは当日会場でお支払いください。

編集後記

10月となるとさすがに涼しくなってきました。我が家のプランターで育てていたピーマンが夏場はまるで実を付けなかったのですが、ここに来て実を付けました。

10月号はトルコギキョウの特集です。トルコギキョウの大半は国内で育種された品種だと原稿を読んで初めて知りました。アメリカ原産のトルコギキョウがわが国でほぼ一年を通して栽培されるようになりましたが、そこに至った栽培技術を専門家の方々に解説していただきました。

農薬などの化学物質に対して消費者の不安感は依然として強く、間違った情報が広がってしまうのでしょうか。リスクコミュニケーションの問題点についての記事も掲載しました。

（編集子）

植調第51巻 第7号

■発行 平成29年10月23日

■編集・発行 公益財団法人日本植物調節剤研究協会
東京都台東区台東1丁目26番6号
TEL (03)3832-4188 FAX (03)3833-1807

■発行人 宮下 清貴

■印刷 (有)ネットワン

© Japan Association for Advancement of Phyto-Regulators (JAPR) 2016

取 扱 株式会社全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6（植調会館）
TEL (03)3833-1821

SDSの水稲用除草剤有効成分を含有する「新製品」

クサビフロアブル(ベンゾビスクロン)
 ゲバード1キロ粒剤(ベンゾビスクロン/ダイムロン)
 天空1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 メルタス1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
 モーレツ1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
 レプラス1キロ粒剤(ダイムロン)
 アールタイプ/シュナイデン1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 イネヒーロー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
 ベンケイ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 オオワザ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 ザンテツ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 キクトモ1キロ粒剤(カフェンストロール/ベンゾビスクロン/ダイムロン)
 銀河1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ダイムロン)
 月光1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(カフェンストロール/ダイムロン)
 ナギナタ1キロ粒剤/豆つぶ250/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 ニトウリュウ/テッケン1キロ粒剤(ベンゾビスクロン)
 ブルゼータ1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)
 プレキープ1キロ粒剤/フロアブル(ベンゾビスクロン)
 ホットコンビフロアブル(テニルクロール/ベンゾビスクロン)
 ライジンパワー1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ(ベンゾビスクロン)



「ベンゾビスクロン」含有製品

SU抵抗性雑草対策に! アシカキ、イボクサ対策にも!

イッテツ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	スマート(1キロ粒剤/フロアブル)
イネキング/クサバルカン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	ダブルスターSB(1キロ粒剤/ジャンボ/顆粒)
ウエスフロアブル	テラガード(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/250グラム)
オークス(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	トビキリ(ジャンボ/500グラム粒剤)
カービー1キロ粒剤	ハーディ1キロ粒剤
キチット(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	ハイカット/サンパンチ1キロ粒剤
クサトリーBSX(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	半蔵1キロ粒剤
サスケ-ラジカルジャンボ	フォーカード1キロ粒剤
サンシャイン(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	フォーカスショットジャンボ/プレスサフロアブル
忍(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	フルイニング/ジャイブ/タンボエース(1キロ粒剤/ジャンボ/スカイ500グラム粒剤)
シリウスエグザ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ/顆粒)	ビッグシュアZ1キロ粒剤
シリウスターボ(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	ピラクロエース/カリユード(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)
シロノック(1キロ粒剤/フロアブル/ジャンボ)	

A hand is shown holding a rice seedling by its green leaves. The seedling's roots are visible and are positioned just above a surface of blue water. A single drop of water is falling from the roots, creating concentric ripples on the water's surface. The background is a clear, light blue sky.

根も止める

有効成分「アルテア」は、多年生雑草の地上部を枯らすだけでなく、翌年の発生原因となる塊茎の形成も抑えます。日本の米づくりを根本から進化させる新しい効き目、「アルテア」配合の除草剤シリーズに、どうぞご期待ください。

これからの日本の米づくりに

アルテア[®]

配合除草剤シリーズ

<http://www.nissan-agro.net/altair/>



水稲用 中・後期除草剤

鉄拳 1キロ粒剤

問題雑草に鉄拳!

ニトリウ 1キロ粒剤

二刀流で
問題雑草をバッサリ!

<写真はイメージです>

SN協議会

事務局  日本農薬株式会社

 イスター・バイオファーマ

水稲用 初・中期一発処理除草剤

ライジンパワー

1キロ粒剤 フロアブル ジャンボ

雷神パワーで
バリツと雑草退治



<写真はイメージです>

- 使用前にはラベルをよく読んでください。
- ラベルの記載以外には使用しないでください。
- 本剤は小児の手の届く所には置かないでください。
- 使用後の空容器・空袋等は圃場などに放置せず、適切に処理してください。

AVH-301 ホクコーのテフリルトリオン混合剤

新登場!! 水稲用一発処理除草剤

カチホコ

SU抵抗性雑草、特殊雑草に有効!
ノビエに長期残効!!



新登場!! 水稲用中・後期除草剤

ワイドショット 1キロ粒剤



湛水散布可能な
中後期剤。
SU抵抗性雑草・
多年生雑草に有効!

JAグループ
農協 | 会館 | 経済連

 北興化学工業株式会社

※は北興化学工業(株)の登録商標

植物成長調整剤

花類の節間伸長抑制に

ビーナイン[®]
(ダミノジッド) 顆粒水溶剤

ぶどうの品質向上に

日曹 フラスター[®] 液剤
(メピコートクロリド)

除 草 剤

イネ科雑草の除草に。

たまねぎ・だいず・あずき・ばれいしょ・てんさい
かんしょ・いんげんまめ・やまのいも・にんじん・そば
-8葉期まで使用できます-

生育期処理
除草剤 ナブ[®] 乳剤
(セトキシジム)

より強く、よりやさしく。
進化した、畑作除草のキラ星

フィールドスターP[®] 乳剤
(ジメテナミドP)

スズメノカタビラを含む
イネ科雑草の防除に

-たまねぎは2回まで使用できます-

ホーネスト[®] 乳剤
(テプラロキシジム)

強さと、優しさで守る!
新・飼料用とうもろこし専用除草剤

アルファード[®] 液剤
(トプラメゾン)



日本曹達株式会社

本社 〒100-8165 東京都千代田区大手町2-2-1 ☎ 03-3245-6178
ホームページアドレス <http://www.nippon-soda.co.jp/nouguyo/>

季節の生きものの観察手帖

—自然を楽しむ二十四節気・七十二候—

企画・編集：NPO法人自然観察大学 A5判224ページ 本体2,500円

日本の四季となじみが深く、フェノロジーともつながりのある二十四節気・七十二候を草・木・虫・鳥などの生きものと結びつけた観察手帖です。

二十四節気は一年を24に分けた単位で、現在のおよそ半月(15日)に当たります。本書では各節気ごとに「おすすめ観察テーマ」を設けました。

七十二候は各節気を初候・次候・末候に3分割したおよそ5日単位で、もともと自然観察から生まれました。各候には漢字による短文の名前が付いています。本書では読みをわかりやすい現代文にし、自然観察大学ならではの解説を掲載しています。

見開きの左ページでは、多くの観察データから厳選した日々の生物情報を掲載し、右ページは、左ページであげた生きものを写真を使って解説したミニ図鑑です。

みずからの観察を書き込めるように作られ、自分専用の観察手帖として使えます。

一年のうちのいつからでも使え、2年目以降も継続して使えます。



全国農村教育協会
<http://www.zennokyo.co.jp>

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6
TEL.03-3839-9160 FAX.03-3833-1665



新規有効成分フェノキサスルホンは発生前～2.5葉期までのノビエにしっかり、長く効果を発揮し、一年生広葉雑草の後発生も抑えます。

フェノキサスルホン含有の新しい除草剤を、ぜひお試しください。

フェノキサスルホン含有除草剤ラインアップ

ガンガン

ワサビ
(北海道のみ)

カスエー

ベンケー

ヤブサメ

- 使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所には置かないでください。
- 防除日誌を記載しましょう。



自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社

本社:東京都台東区池之端1-4-26 〒110-8782 TEL03-3822-5036
ホームページ <http://www.kumiai-chem.co.jp>



豊かな稔りに貢献する 石原の水稲用除草剤



湛水直播の除草場面で大活躍!

非SU系水稲用除草剤

ブレキープ[®] 1キロ粒剤フロアブル

- ・は種時の同時処理も可能!
- ・非SU系の2成分除草剤
- ・SU抵抗性雑草に優れた効果!

高葉齢のノビエに優れた効き目



センイチ[®] MX 1キロ粒剤

フルパワー[®] MX 1キロ粒剤

スケイター[®] 1キロ粒剤

ヒエケツパ[®] 1キロ粒剤

フルチャー[®] 1キロ粒剤
ジャンボ

フルニンガ[®] 1キロ粒剤
ジャンボ

タイズミドリ[®] 1キロ粒剤

そのまま散布ができる **アンカーマン[®] DF**

乾田直播専用 **ハードパンチ[®] DF**



**フルセットスルフロンの
ラインナップ**

ISK 石原産業株式会社

販売 **ISK 石原バイオサイエンス株式会社**

ホームページ アドレス
<http://ibj.iskweb.co.jp>

私たちの多彩さが、
この国の農業を豊かにします。

®は登録商標です。

大好評の除草剤ラインナップ

新登場! **ゼータタイガー** 1キロ粒剤

新登場! **ゼータハンマー** 1キロ粒剤

ズエモン 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

カットダウン 1キロ粒剤

ゼータワン 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

メガゼータ 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

ゼータファイヤ 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

ブルゼータ 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

オサキニ 1キロ粒剤

ショウリョクS 粒剤

忍 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

イッテツ 1キロ粒剤
ジャンボフロアブル

ショウリョク ジャンボ

ドニチS 1キロ粒剤

クラッシュEX ジャンボ

会員募集中 農業支援サイト **i-農力** <http://www.i-nouryoku.com> お客様相談室 0570-058-669

●使用前にはラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●小児の手の届く所には置かないでください。●空袋、空容器は農場等に放置せず適切に処理してください。

大地のめぐみ、まっすぐくへ

sca GROUP



住友化学

「うまい、お米ができた！」

田んぼを守るために、より効果的、より省力的、より環境に配慮した、
雑草や害虫の防除の提案をしています。
デュポン社は生産者や消費者の喜ぶ顔を浮かべながら、日本の米作りを応援します。

DUPONT
The miracles of science™



powered by
RYNAXYPYR®

デュポン・プロダクション・アグリサイエンス株式会社 〒100-6111 東京都千代田区永田町2-11-1 山王パークタワー

Copyright ©2015 DuPont or its affiliates. All rights reserved. デュポンオーバル、The miracles of science TM、RYNAXYPYR®は米国デュポン社の商標および登録商標です。

第51巻 第7号 目次

- 1 巻頭言 水稻除草剤試験の邪魔者ジャンボタニシ
大隈 光善
- 2 「食の安全」問題におけるリスクコミュニケーションの課題
松永 和紀

《特集》 トルコギキョウの栽培体系と技術開発の動向

- 8 トルコギキョウの生産・消費と技術開発の動向
福田 直子
- 12〔田畑^{くさくさ}の草種〕 広葉風鈴(酸漿・鬼灯・輝血)(ヒロハフウリンホオズキ)
須藤 健一
- 13 トルコギキョウの寒冷地における栽培体系と技術開発
佐藤 武義
- 18〔統計データから〕 気象災害による農作物被害
- 19 温暖地におけるトルコギキョウの栽培体系と技術開発
近藤 孝治
- 25 トルコギキョウ冬季生産における高昼温管理と組み合わせた
二酸化炭素施用の活用
牛尾 亜由子
- 29〔連載〕 雑草のよもやま・第10回
ヒトとつながるカヤツリグサ科植物ー積雪地帯で栽培されたカンエンガヤツリー
森田 弘彦
- 31 広場

No.31

表紙写真 『ヒロハフウリンホオズキ』



ナス科ホオズキ属。江戸時代に侵入。夏生一年草。本州以南に分布し、畑地や畦畔、道ばた、空き地に生育する。中部地方以西では、夏畑作物の強害草となっている。(植調雑草大鑑より。写真は◎浅井元朗、◎全農教)



葉。薄くて柔らかい。



花。葉腋に1個ずつつく。
花冠は黄色。



萼。発達して果実を包み、
袋状となる。



種子。淡黄色。偏平。