



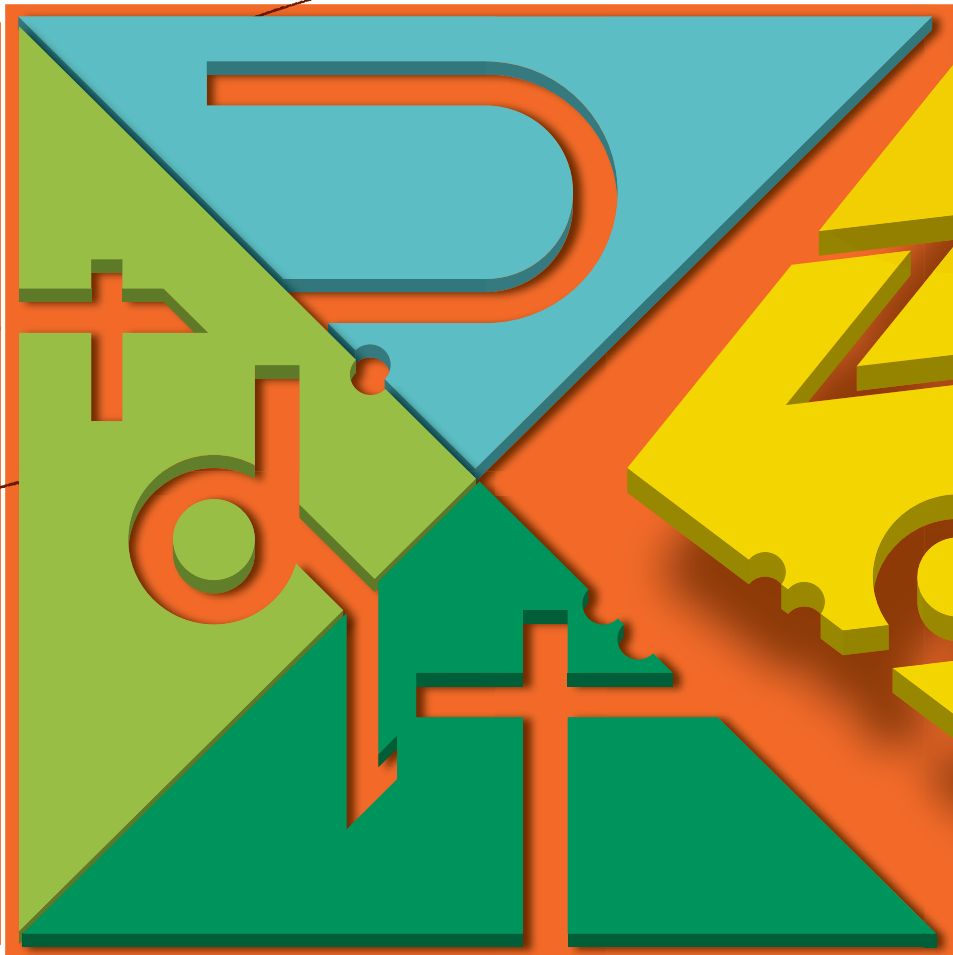
国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構

NARO

農研機構技報

Technical Report

No. **3**
/ Dec. / 2019



Public relations

Data

Field

Time

Topics

- ▶ G20関連行事に出展
- ▶ 文部科学大臣表彰

History

温故知新



04 農研機構の広報活動と技報への期待
 理事 松田 敦郎

06 無料で利用可能なコントラクタ向け
 地図ベース工程管理システム「QAgriSupport」
 西村 和志

10 誰でも使えるデジタル土壌図
 -日本土壌インベントリーとe-土壌図IIによる土壌情報の発信-
 高田 裕介 前島 勇治 神田 隆志

14 農薬を使わずにイチゴ苗の病害虫を防除する蒸熱処理装置
 高山 智光

18 適品種を用いた露地電照栽培による夏秋小ギクの開花調節
 住友 克彦 久松 完

22 雑草イネの発生状況と防除技術
 今泉 智通

26 水出し緑茶の機能性
 物部 真奈美

30 発酵食品データベースの構築と公開
 楠本 憲一 曲山 幸生

<トピックス>

34 ▶G20関連行事に出展

36 ▶文部科学大臣表彰

38 温故知新

データで

広報で



分野を

時代を

紹介する研究成果は、それぞれが取り組んできた
テーマにおいて一定のゴールを見込んでいる。
研究過程で得られた手法やデータは、当該分野の
さらなる進展、他の課題での活用、次世代への
伝承など、将来に向けた^{たすき}糧となる。

農研機構の広報活動と技報への期待

理事 松田 敦郎

農研機構では、農業・食品産業を取り巻く様々な課題解決に向け、日々研究開発を行っています。

研究の成果は、学术论文や各種報告、特許などとして、世の中に公表され、活用されていきます。しかし、これらは往々にして専門的であり、分野外の技術者や一般の方の目に触れる機会はほとんどありません。

農研機構では、研究開発した成果を広く国民の皆様に知っていただくための広報活動として、「広報なる」、研究センターニュースなどの広報誌やメールマガジンを発行しています。また、プレスリリースなどのメディア向けの広報にも力を入れています。このほかに、サイエンスカフェや一般公開などの市民向けイベントの開催や、各種科学・産業イベントへの出展を実施しています。ホームページには、上記の活動情報のほか、自作動画も掲載しています。また、農研機構つくば地区にある「食と農の科学館」では日本農業の歴史や農研機構の研究成果を常設展示しており、国内外から年間約2万人の方々に来場いただいています。

農研機構では、このような取り組みを拡充していくと同時に、研究者、技術者の存在感と農研機構のブランド力をアピールするために戦略的な広報を進めることにしています。2019年8月に創刊した本誌「農研機構技報」は、その一つです。農研機構を広く知っていただくことに加え、農研機構の研究開発技術を理解いただき、産業界、農業界における新技術の導入や生産性向上の実現に役立つものにしたいと考えております。

私は、民間企業出身者として2018年4月に農研機構の理事に就任し、「国際連携、知財・国際標準化、広報」を担当しております。企業勤務時に、担当している事業に関してマスメディアを通じて業界関係者へ伝えたり、ステークホルダーに事業の現状を理解していただくために情報提供を行ってきた経験があります。

産業界では、多くの企業が広報活動とは別に、インベスター・リレーションズ (IR) 活動を行っています。広報はマスコミ相手に行う宣伝を指すのですが、IRは企業の証券が公正な価値評価を受けることを最終目標とするものであり、企業とステークホルダーとの間に最も効果的なコミュニケーションを実現させるためのものです。

農研機構とステークホルダーとの間の効果的なコミュニケーションを実現することも、本誌の目的と捉えていただければ幸いです。

「農研機構技報」で取り上げる研究開発技術は、いずれも当該分野の研究として完成した成果ではありますが、本誌の中では紹介しきれない他の研究課題や研究開発に関するアイデアがそれぞれにあることをご理解いただければと思います。新技術への取り組みに興味を持たれた読者の皆様から、農研機構との連携のためのフィードバックをお待ちしております。

「農研機構技報」というツールをきっかけに、農研機構が皆様と効果的なコミュニケーションを持ち、産業界、農業界、大学等との連携がさらに拡大し、農業・食品分野の持続的な発展に貢献することを期待しております。

無料で利用可能なコントラクタ向け 地図ベース工程管理システム「QAgriSupport」

西村 和志



はじめに

わが国の畜産経営は、飼養頭数規模の拡大が続く一方、それに見合う自給飼料の生産拡大が十分に行われず、購入飼料・粗飼料に依存する傾向があります。しかし、近年、輸入飼料情勢が不安定化する中で、購入飼料依存型の畜産経営のリスクが顕在化し、国産飼料生産拡大への気運が高まっています。農林水産省によれば、飼料作物の収穫作業等を受託するコントラクタの組織数は、2003年の317組織から2018年には826組織に増加しています。

一般に、コントラクタや類似する大規模飼料生産組織は、機械や設備に巨額な投資を行い、大面積の作業を受託し費用を回収します。その際、受託対象が飼料作物に限定されることから、その活動範囲が広域となる場合があります。暖地のトウモロコシ収穫を受託するコントラクタで、作業ほ場約200haが、11km×15km四方、500～600筆（区画）に分散している事例も報告されています¹⁾（図1）。

さらに近年、耕種農家が飼料作物を栽培し、コントラクタなどが収穫、買取を行う取り組みも増えています。このような取り組みにおいて、地域全体で飼料作物の作付けほ場を集約している府県は稀で、収穫を担う組織

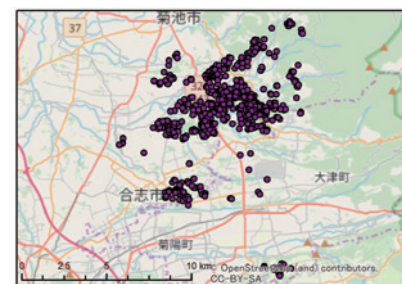


図1 広域コントラクタが請け負うほ場分布例

は、広域に分散・点在するほ場を対象に、収穫作業の進行管理を行うこととなります。例えば、飼料イネの地域的な生産取り組みとして、6km×3km四方に約190筆、合計43haの生産ほ場が分散し、収穫作業機の移動距離が70～80kmに及ぶケースも報告されています²⁾。このような広域分散ほ場群の作業管理は極めて難しく、生産現場において大きな課題となっています。

これに対応するために、商用GIS^{※1}地図アプリケーションであるArcGISを活用した飼料生産管理手法の手順³⁾や、ArcGISをカスタマイズした飼料生産管理特化型システムが開発されてきました⁴⁾。このシステムは自給飼料の生産、TMR^{※2}の調製・販売を行う組織において実証した後、工程管理の基幹システムとして同組織で9年間稼働しました。しかし、システムの導入には高額な商用GISアプリケーションが必要なこと、また、システムで想定する生産組織の管理業務を絞り込んであるため、他組織への適用性が低く、普及には至りませんでした。

近年、大規模化、多ほ場化が進む農業経営に対し、生産管理業務の高度化を支援するために、様々な地図ベースの農業サービスがリリースされています。しかし、飼料生産管理に使うためには、サービスのカスタマイズが必要です。また、高額な商用GISアプリケーションと同等の機能を持つフリーソフトとして、「QGIS」が登場してきています。そこで、広域・大規模飼料生産組織の生産管理支援に特化したコントラクタ向け地図ベース工程管理システム「QAgriSupport」をQGISを用いて開発し、ウェブで無償公開しました⁵⁾。

QAgriSupportの主要な機能

本システムは、メイン画面であるマップに対象ほ場を表示しながら、各種計画の策定や実績の登録を行うことができます（図2）。背景航空写真についても、各種ウェブ地図を利用することができます。

機能としては、計画の策定、作業指示、実績の登録、進捗状況の把握、作業日程計画の修正まで、飼料生産に関する工程管理を一貫して行うことができます（図3）。

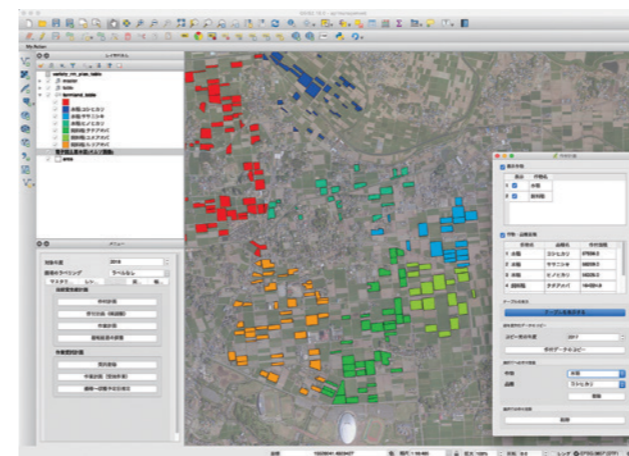


図2 開発したQGISベースの工程管理システム

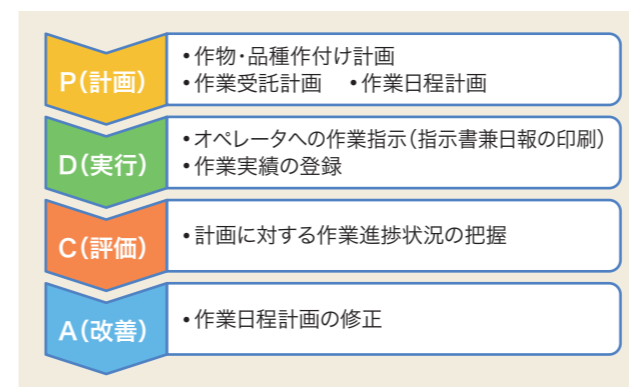


図3 開発したシステムの機能概要

それぞれの管理場面に対応した専用入力画面が用意されており、対象のほ場をマップ画面で選択し、入力項目値をクリックすることで、データ入力を簡易に行うことができます。

「作物・品種作付け計画」の策定では、経営耕地として設定したほ場に対して、作付けする作物と品種を登録できます。この時、栽培時期が重なる複数作物、例えば食用水稲と飼料用稲を同時にマップ上に展開し、作付け予定ほ場が重ならないよう、登録作業を進めることができます（図4）。

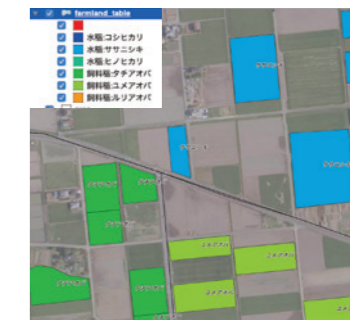


図4 作物の作付け登録例

「作業受託計画」は、コントラクタのような作業受託を行う組織向けの機能です。経営耕地とは別に受託地として設定したほ場に対して、対象受託作業を誰から受託しているかを登録することができます。登録したほ場には受託者名をラベルとして表示することもできます（図5）。



図5 作業受託の登録例（受託者名をラベル表示）

「作業日程計画」では、登録された作物ごと、あるいは受託作業ごとに、対象ほ場に対して、作業主担当者、作業予定期間を登録することができます。一度登録した日程を修正することもできるので、まずは1週間単位で作業日程を組み、直近1週間分についてはより詳細な日

程を決めていくというような使い方もできます(図6)。また、コントラクター向けの機能として、播種日と相対熟度(RM)^{※3}から収穫適期日を推定し、収穫作業日程に反映させるツールも準備しています。これにより、受託者ごとの収穫適期日を品種と播種日から事前に推定し、日程調整に活用することができます(図7)。

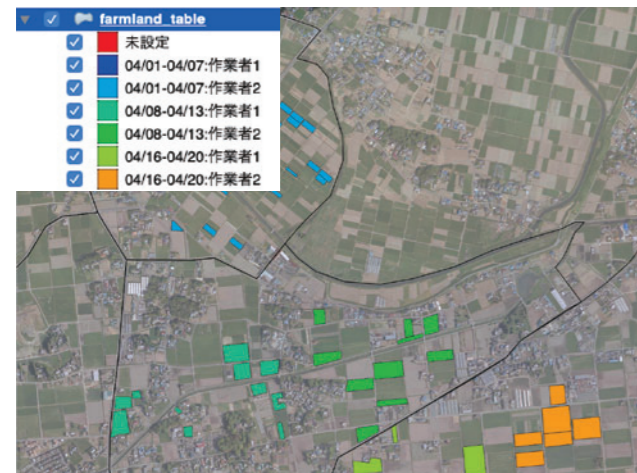


図6 作業受託の登録例



図7 コントラクター向け収穫予定日推定ツール

「オペレータへの作業指示」では、策定した作業日程計画ごとに作業指示書兼日報を作成することができます。A4縦レイアウトの上部に作業対象ほ場が、下部に日報記入欄がレイアウトされており、オペレータはこの指示書に従って作業を行い、現場で実績を記帳することができます(図8)。なお、現在、QAgriSupportと連動するスマートフォン用アプリケーション(Android/iOS対応)を開発・実証中で、これがリリースされた後は、オペレータは、現場で自分のスマートフォンなどで作業指示を受け取り、作業日報の入力もできるようになります。



図8 作業指示書兼日報の出力

「作業実績の登録」は、策定した作業日程ごとにほ場が抽出され、クリック操作で必須項目である作業の担当者と作業実施日を登録します。オプション項目として、補助者、使用機械、使用資材についても登録でき、GAP^{※4}にも対応しています(図9)。



図9 作業日報の登録

作業の進捗とともに実績を登録していくと、策定した作業日程計画に対する進捗状況の把握も行うことができます。マップ上でも作業完了ほ場・未完了ほ場を視覚的に把握することができますが、日程消化率と作業進捗率の数値指標で、作業進捗状況を把握することができます(図10)。これにより必要に応じて、その後の作業日程計画の修正に活用することができます。



図10 作業進捗状況の把握

日々の作業予定が明確に

稲・麦二毛作に取り組む大規模法人での導入例を紹介します。作付構成は表作の水稻77haのうち、飼料用米と飼料用稲(WCS^{※5})が約25haを占め、栽培様式では乾田直播を一部導入しています。裏作では小麦86ha、ビール用大麦5.6haを作付けており、作物および品種、栽培様式等、ほ場情報の管理と、その活用が重要となっています。従来はExcelで作成した表形式の帳票で管理を行っていましたが、本システムを導入することで、ほ場情報の管理と構成員間での情報共有が容易になりました。導入前は、日々のミーティングや作業指示において、作業対象ほ場を口頭で確認していても、現場で携帯電話による再確認が度々行われていました。本システム導入後は、ミーティング時に、その日の作業対象ほ場を画面で明確に確認できるようになり、作業の進捗度も含めた情報共有が円滑になっています。特に、非常勤の作業員も含めたミーティングや作業指示では大きな効果を発揮し、利用者から高い評価を得ています。

また、前述のArcGISシステムを導入したTMRの調製・販売組織でも、2019年度から本システムへ切り替えが行われました。旧システムと機能や操作性に若干の違いがあり、慣れるまでに少し時間がかかりそうですが、150haの農地におけるトウモロコシの2期作栽培管理(年間延べ300ha)で運用が始まっています。

これらの事例に加えてもう1組織(集落営農組織)でも運用が始まっているほか、4組織(法人経営2社+コントラクター2組織)で導入に向けた準備を進めています。

導入にあたって

QAgriSupportはウェブを通して無料で入手・利用可能です。導入手順や操作方法については、<https://github.com/KazushiNishimura/QAgriSupport>をご参照ください。

導入においては、ほ場データの準備が必要になりますが、農林水産省が公開・提供している筆ポリゴンほかを利用することもできます。支援が必要な場合には、遠慮なくお問い合わせください(<http://www.naro.affrc.go.jp/laboratory/carc/inquiry/>)。

(中央農業研究センター 飼養管理技術研究領域)

付記:本稿は農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業(うち経営体強化プロジェクト)」の支援を受けて実施した成果を含みます。

QAgriSupport
<https://github.com/KazushiNishimura/QAgriSupport>



用語解説

- ※1 GIS GIS(Giographic Information System)地理情報システムとは、位置情報をキーとして様々な情報を管理・統合し、地図情報として視覚化するシステムのこと。
- ※2 TMR 混合飼料のうち、牛が必要とするすべての栄養成分をバランス良く含み、それをよく混合することによって混合材料ごとに選択採食することができるようにした飼料のこと。
- ※3 相対熟度(RM) 品種の早晚性(播種あるいは出芽から生理的成熟期、あるいは収穫適期までの長さ)を数値化して示したもので、播種日から刈取適期に達するまでの日数の目安として用いられることが多く、本システムの収穫予定日推定ツールでも、入力した播種日に選択した品種のRM値を加算することで、収穫適期日を推定しています。
- ※4 GAP 農業において、食品安全、環境保全、労働安全等の持続可能性を確保するための生産工程管理の取り組みのこと。持続可能性の確保、競争力の強化、品質の向上、農業経営の改善や効率化に資するとともに、消費者や実需者の信頼の確保が期待されています。
- ※5 WCS 飼料作物を穀実含めて全体を細かく切断し、サイロなどの空気の入らない施設に密封し、乳酸菌の働きで発酵させた貯蔵飼料のこと。

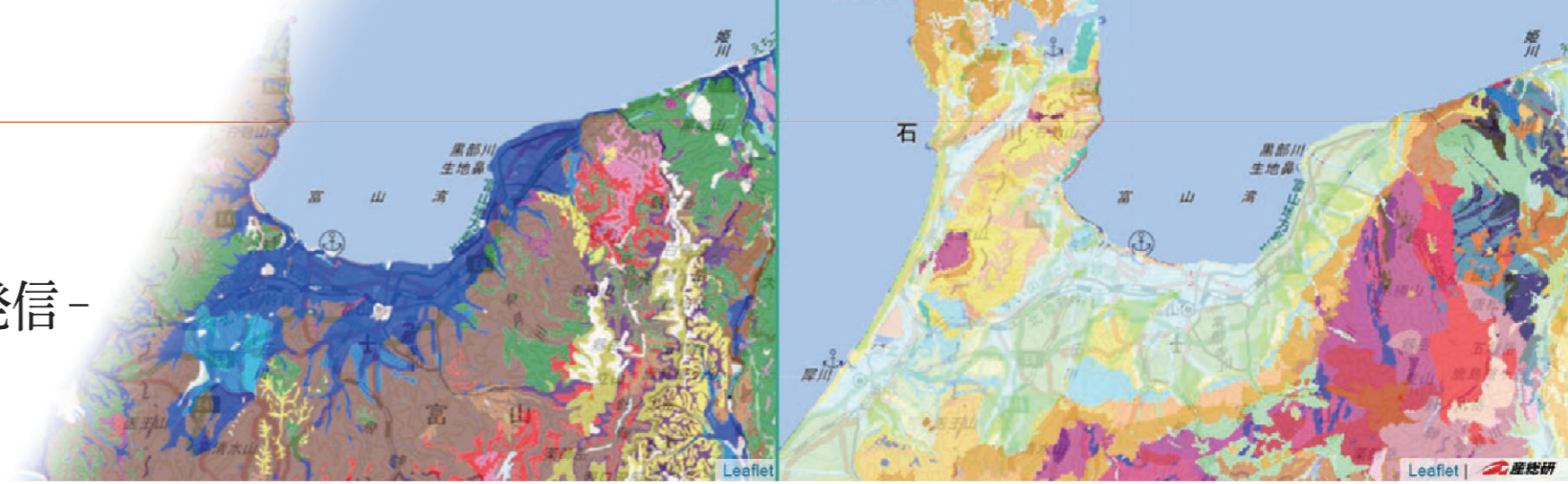
参考文献

- 1)西村和志(2009) 暖地コーンコントラクターの圃場分布状況と圃場集積効果の解明 -GPSロガーを用いたコーンハーベスタの挙動データの収集と移動効率指標の算出。日本農業経済学会論文集, 2009年度, p.158-165.
- 2)西村和志ら(2012) 圃場分散が農作業圃場間移動に与える影響解析:水田飼料収穫作業を対象としたTSPによる圃場間移動シミュレート。日本農業経済学会論文集, 2012年度, p.100-105.
- 3)西村和志(2009) GISを用いた飼料生産支援システムの運営・管理と展望 -自給飼料活用型TMRセンターにおける試験運用事例-。農業経営研究, vol.141, p.45-50.
- 4)西村和志(2011) GISによる大規模飼料生産支援システムの開発。農村と都市をむすぶ, vol.722, p.41-44.
- 5)西村和志ら(2018) フリーでオープンソースの地理情報システム(QGIS)を活用した大規模飼料生産組織向け生産管理アプリケーションの開発。暖地畜産学会報, vol.61(8), p.133-142.

誰でも使えるデジタル土壌図

- 日本土壌インベントリーとe-土壌図Ⅱによる土壌情報の発信 -

高田 裕介 前島 勇治 神田 隆志



はじめに

多くの作物の生産にとって欠くことのできない土壌、その成り立ちや性質は様々であり、効果的な土づくりや肥培管理を進めていくためにも土壌の性質を理解しておくことは大変重要です。土壌の性質の違いをもとに土壌を種類分けすることを土壌分類と呼び、わが国で用いられている土壌分類法¹⁾によると、土壌は大きく10種類に分けられ(図1)、それらをさらに細かく分けると381種類になります。その土壌の種類ごとの分布状況を地図として描いたのが土壌図です。

農研機構では、これまで開発してきたデジタル土壌図などの土壌情報を誰でも簡単にウェブ上で使えるようにした「日本土壌インベントリー (https://soil-inventory.dc.affrc.go.jp/)」を2017年4月に公開しました。また、2017年4月にフィールドでもデジタル土壌図を活用できるように開発したのがスマートフォン用アプリ(無料)の「e-土壌図Ⅱ」です。なお、上記サイト名にあるインベントリー(inventory)とは財産目録という意味で、農業生産の基盤である土壌はかけがえのない財産であることから、その財産を管理することを表す単語をウェブサイト名に用いました。

日本土壌インベントリーで土壌情報を使いやすく

日本土壌インベントリーで閲覧できる土壌情報は以下のとおりです。

- 1 全国土を対象とした縮尺20万分の1相当の土壌図(e-土壌図Ⅱでも閲覧可)²⁾
- 2 農耕地を対象とした縮尺5万分の1相当の土壌図(e-土壌図Ⅱでも閲覧可)³⁾
- 3 深さ30~50cmの土壌温度の平年値(解像度1km)⁴⁾
- 4 土壌の透水性や保水性を示す飽和透水係数マップおよび有効水分容量マップ⁵⁾
- 5 最大容水量(pF値^{*}1=0)、ほ場容水量(pF値=1.5)、初期しおれ点(pF値=2.7)および永久しおれ点(pF値=4.2)のそれぞれに相当する土壌水分含量マップ⁵⁾
- 6 土壌分類の解説(e-土壌図Ⅱでも閲覧可)¹⁾

日本土壌インベントリーでは、デジタル土壌図をクリエイティブ・コモンズ・ライセンス(CC BY 4.0)表示4.0国際パブリックという著作権ルールの下、原作者のクレジット(農研機構、日本土壌インベントリー)を表示することを条件とし、改変、営利目的での二次利用も許可されるオープンデータとして提供しています。また、農業のICT^{**2)}化を推進するため官民が協調して整備を進めている農業データ連携基盤(WAGRI)⁶⁾にも上記デジタル土壌図を提供しています。

日本土壌インベントリーの主な機能

土壌図表示機能

日本土壌インベントリーの土壌図閲覧ページ(図2)では、全国土を対象とした縮尺20万分の1相当の土壌図

が表示されます(図2上)。地図を拡大していくと、図2右のように農耕地を対象とした農耕地土壌図へと自動的に切り替わります(農耕地が少ない山地や都市部では土壌図が表示されません)。土壌図上をクリックすると、土壌の種類名が表示され、その土壌種名をさらにクリックすると、土壌の性質などを解説した資料が表示されます。また、土壌図は緯度経度情報や住所からも検索することができます。

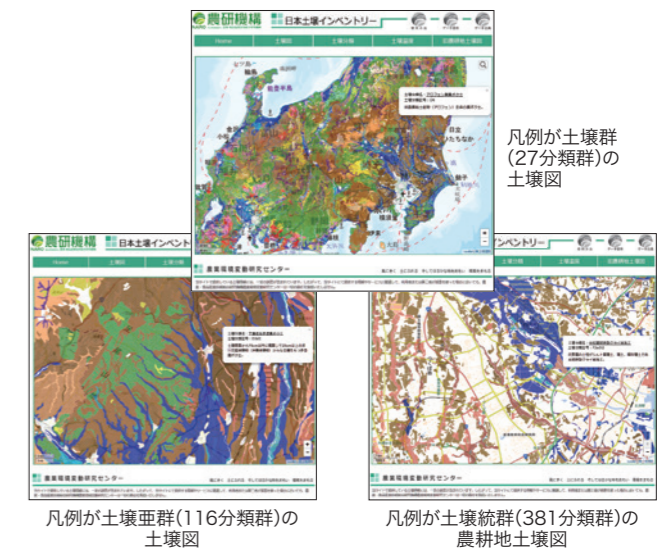


図2 土壌図閲覧ページ
縮尺20万分の1相当全国土壌図(上)から拡大していくと、縮尺5万分の1相当農耕地土壌図(右)へと段階的に切り替わる。

2画面表示機能

「日本土壌インベントリー」を2画面表示化させることで、国土地理院「地理院地図」で公開している航空写真および国立研究開発法人産業技術総合研究所「シームレス地質図V2」で公開している地質図を土壌図と並べて閲覧できます(図3)。この機能により、様々な情報との比較が簡単にできます。

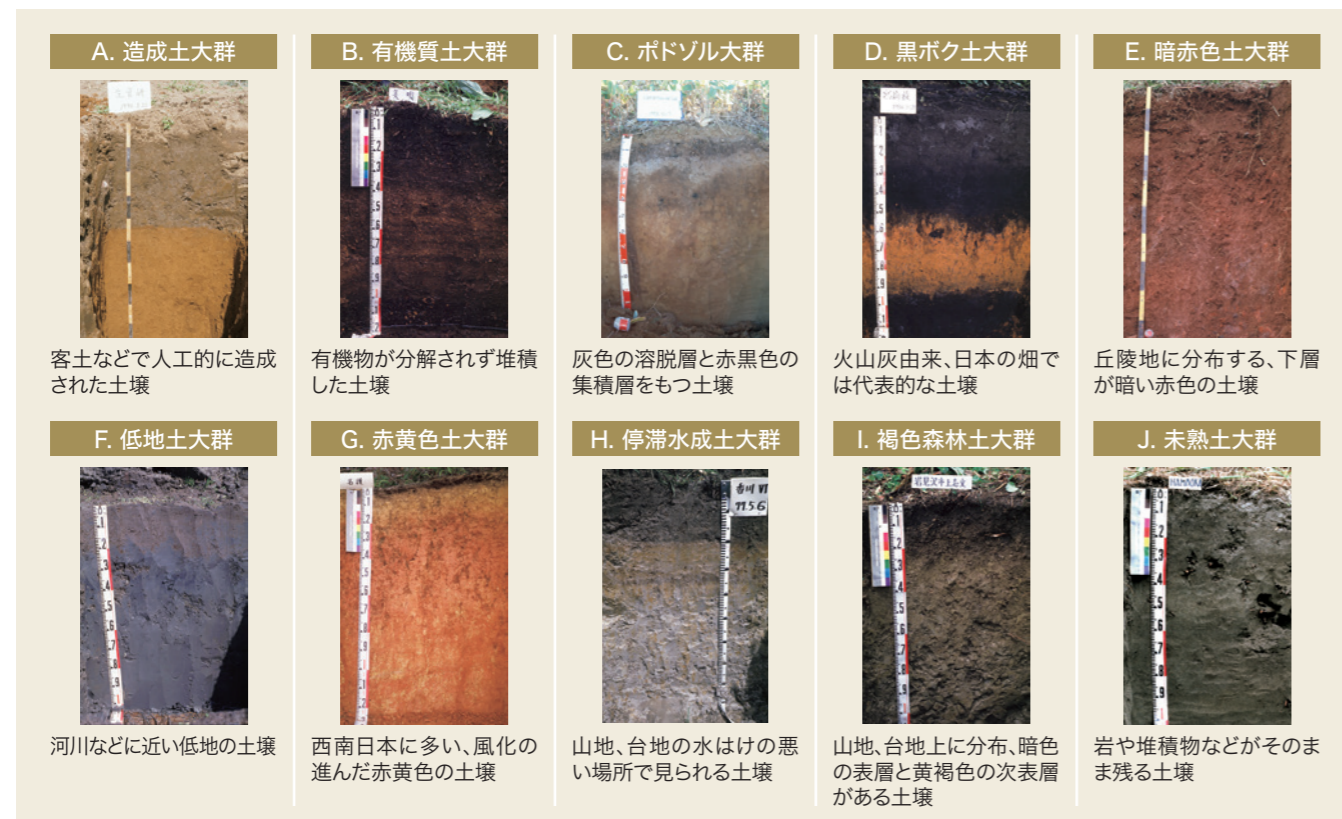


図1 わが国で用いられている土壌分類法によって分けられた10種類の土壌断面の写真

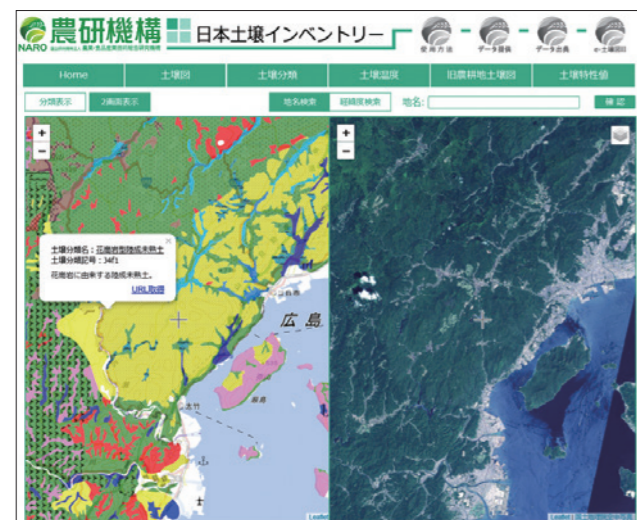


図3 日本土壌インベントリーの2画面表示機能
左は全国デジタル土壌図、右は「地理院地図」の航空写真が表示されている。

アプリ「e-土壌図II」の主な機能

■土壌図閲覧機能

当アプリを起動すると縮尺20万分の1相当の全国土壌図が表示されます(図4左)。その画面から「ピンチアウト」して土壌図を拡大していくと、農耕地を対象とした農耕地土壌図(図4中)へと自動的に切り替わります。土壌図上をタップすると、その地点に分布する土壌の種類名を調べることができ(図4中)、さらに土壌種名をタップするとその土壌の解説ページ(図4右)が開かれます。また、携帯端末に搭載されたGPSからユーザーの位置情報を使ってデジタル土壌図を簡単に検索することができます。



図4 e-土壌図IIの土壌図閲覧機能
左は縮尺20万分の1相当の全国土壌図、中は縮尺5万分の1相当農耕地土壌図、右は土壌種の解説。

■メモファイルの表示・編集・共有機能

e-土壌図IIでは、現地調査のメモや写真など利用者独自の情報を調査日や緯度経度情報とともに土壌図と関連付けて表示・編集したり、利用者間でそれらのメモ情報を共有・編集したりすることができます。この機能により利用者独自の情報を土壌図上に配置することができ、利用者が土壌図をカスタマイズすることができます(図5)。



図5 e-土壌図IIのメモ表示機能
左から土壌断面調査を行った日時、ほ場の土地管理状況および調査結果など。これらを土壌図上に表示・編集・共有できる。

農業生産現場でのデジタル土壌図の利用

■地力増進基本指針の参照

農林水産省では、2008年に地力増進基本指針⁷⁾を改正し、「土づくりのための基本的な土壌管理の方法及び適正な土壌管理の推進」「土壌の性質の基本的な改善目標及び基本的な改善方策」「その他地力の増進に関する重要事項」を示しています。その中で「土壌の性質の基本的な改善目標^{※3}(pHや有効態リン酸など)の改善目標値が定められています。そこで、日本土壌インベントリーやe-土壌図IIを利用して土壌の種類を調べれば、地力増進基本指針で示された土壌の性質の基本的な改善目標値を参照することができます。

また、地力増進基本指針では、「地力の増進に関する重要事項」として、家畜排せつ物などの有機物資源

のたい肥化とその利用による土づくりを推進しています。そのため、指針では土壌の種類(黒ボク土か否か)、平年土壌温度(地表下30~50cm)、栽培作物の違い(水稲、畑作物、野菜、果樹)ごとに、たい肥の施用基準値が示されています。日本土壌インベントリーの2画面表示機能を用いると任意の地点で土壌の種類と土壌温度を同時に調べることができ(図6)、土づくりを進める上でたい肥の施用基準値を参照することができます。



図6 土壌図(左)と土壌温度図(右)の2画面表示例

■作物栽培指針などの参照

北海道、秋田県および茨城県の施肥基準(それぞれ「北海道施肥ガイド2015」「秋田米食味向上栽培マニュアル(改訂版)」「普通作物栽培基準(含む工芸作物)」)をもとに、土壌と作物の種類・栽培体系ごとに定められている標準施肥量などをデータに追加しました。これらの道県では「日本土壌インベントリー」の土壌図から各地点の土壌に応じた標準施肥量などを参照できるようになりました(図7)。適量施肥は、資材コストの削減だけでなく環境負荷軽減にもつながりますので、今後は同様の取り組みを他の都府県でも進めていく予定です。



図7 デジタル土壌図と作物栽培指針等との連携事例：北海道の場合



おわりに

本システムの導入事例を下記に示しました。本システムを活用することで適量施肥、適地適作の奨励、営農指導力の強化等を図ることが可能であると期待しています。今後も、生産現場からの意見などをもとに、データや機能の追加等を行い、より使い勝手の良いシステムへと更新を進める予定です。

技術の導入先

- ・農業生産者(土壌の種類に適合した肥料の種類や量、借上げ候補農地の土壌特性の確認)
- ・都道府県・農業普及所・農協の担当者(施肥基準等との連携、土づくりの技術指導、新人研修等の技術研修)
- ・行政担当者(農林水産省、環境省、厚生労働省の技術書やガイドライン)

(農業環境変動研究センター 環境情報基盤研究領域)

用語解説

- ※1 **pF値** pF(テンシオ)メータにより測定できる。土壌中の水分量を知ることができ、水分量が多いと値が低く、乾燥していると高くなる。
- ※2 **ICT (Information and Communication Technology)** 情報通信技術と訳す。
- ※3 **土壌特性値** 土壌の理化学性を示す値のこと。水分(pF値)、水分保持力、透水性、土壌密度、陽イオン交換容量(CEC)などの指標がある。

参考文献

- 1)小原洋ら(2011) 包括的土壌分類第1次試案、農業環境技術研究所報告, 第29号, p.1-73.
- 2)小原洋ら(2016) 包括的土壌分類第1次試案に基づいた1/20万日本土壌図、農業環境技術研究所報告, 第37号, p.133-148.
- 3)神田隆志ら(2017) 包括的土壌分類第1次試案に基づく縮尺1/5万全国デジタル農耕地土壌図の作成。日本土壌肥科学雑誌, vol.88, p.29-34.
- 4)Yusuke Takata et al. (2011) Delineation of Japanese soil temperature regime map, Soil Science and Plant Nutrition, vol.57, p.294-302.
- 5)滝本貴弘ら(2017) 土壌温度・水分変動を予測するための都道府県別土壌物理環境データベースの構築。日本土壌肥科学雑誌, vol.88, p.309-317.
- 6)塩見岳博(2019) 農業データ連携基盤WAGRIが本格稼働。農研機構技報, vol.2, p.36-37.
- 7)農林水産省(2008) 地力増進基本指針。http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_dozyo/pdf/chi4.pdf (参照 2019-08)

農薬を使わずにイチゴ苗の病害虫を 防除する蒸熱処理装置

高山 智光

はじめに

日本でのイチゴ栽培は、初夏から育苗を行い、9月中・下旬に栽培ほ場へ定植し、12月から翌年春まで収穫を行う、促成作型が主流です。育苗・栽培期間が約11カ月と長く、季節の変化に伴いほ場内の温湿度などの環境も大きく変わるため、問題となる病害虫の発生とその防除も対応させていく必要があります。まずは健全な苗を作ることが重要になりますが、見かけが健全な苗であっても、実は病害虫がすでに寄生しているということが、しばしばあります。たとえば、果実に発生しがちなイチゴうどんこ病^{※1}は、夏季はほとんど目立ちませんが、苗に寄生したまま栽培ほ場に持ち込まれ、気温の低下とともに下位葉から上位葉へと寄生範囲を広げていきます。そのため定植直後から年内は高頻度に殺菌剤を散布する必要があります。また、ナミハダニのようなハダニ類も葉を食害することにより減収要因となりますが、これも寄生したままの苗の持ち込みが栽培ほ場での発生源と考えられています。そのため効果の高い殺ダニ剤を選んで初期防除を行います。その後、天敵である肉食のカブリダニ類をまくことで、ハダニ類の再発生を抑制します。ハダニ類は薬剤抵抗性を発達させやすく、効果のある薬剤が減少しています。

以上のようにうどんこ病とハダニ類は、寄生された苗の栽培ほ場への持ち込みが発生源であるという共通点があります。そこで定植直前の苗の段階でこれらの同時防除ができれば、問題となる病害虫の発生を減らし、その後の化学合成農薬の使用削減にもつながります。

イチゴ苗と病害虫の 耐熱性の差を利用

九州沖縄農業研究センターでは以前より、熱による防除に着目し、研究を進めてきました。これまでに、イチゴ苗をお湯に浸すことによって、ミカンキイロアザミウマやハダニ・うどんこ病を熱によって防除できることを明らかにしてきました¹⁾²⁾。これらの研究では、50℃前後の温湯に、病害虫が寄生したイチゴ苗を数分から10分間程度浸すことにより、苗への障害はなく、病害虫だけを殺すことができました。イチゴの苗は病害虫よりもわずかですが高温に強かったのです。これはイチゴの生長点がクラウン部の深いところにあつて、熱の影響を受けにくいことや、夏季の育苗でもともと高い温度にさらされているためではないかと考えられました。

しかし、平均的なイチゴ農家(栽培面積20アール)では、14,000本ほどの苗を必要とするので、お湯に浸すのは大変です。このため、より効率的に苗を加熱できる蒸熱処理法をイチゴ苗の殺菌・殺虫に適用することにしました。

蒸熱処理法とは

蒸熱処理法とは、対象とする物体に相対湿度100%の温風を吹き付けることで物体を急速に加熱する方法です。物体に温風を吹き付けると、空気と物体との温度差に比例する量の熱が空気から物体に伝達されます。これを顕熱による熱輸送と呼びます。この際、熱の輸送により空気の温度が下がり、空气中に水蒸気の形で蓄えられていた水が飽和して凝結することがあります。夏、冷

たい飲み物が入ったコップに露が付く現象です(図1)。水は気体から液体に相変化する際に凝結潜熱を放出するので、物体に水が凝結(結露)すると、その潜熱も物体に与えられることになります。これを潜熱による熱輸送と呼びます。物体に吹き付ける温風の相対湿度を100%となるように調整しておくと、吹き付けた空気の温度が顕熱による熱輸送により少しでも低下すれば即座に凝結が発生し潜熱による熱輸送も発生します。1gの水が放出する凝結潜熱は、50℃の水においては、2,380Jもあるので、効果的に物体に熱を伝達することができます。蒸熱処理法とはこの原理を利用した加熱法です。

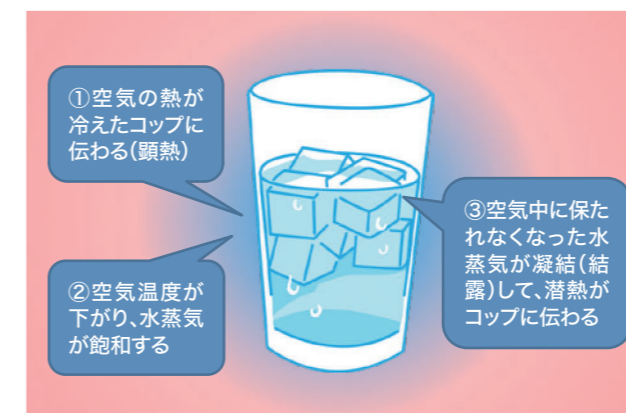


図1 顕熱による熱移動と潜熱による熱移動
冷えたコップにより空気が冷やされると気温は下がり(顕熱)、水蒸気が凝結(結露)するとき、さらに大量の熱がコップに伝わる(潜熱)。

イチゴ苗用蒸熱処理防除装置の開発

蒸熱処理は、物体を効率的に加熱する方法としてすでに実用化されている技術で、熱帯果実を加熱して内部のミバエ類を殺虫する技術として植物防疫法にも定められています。しかし、イチゴ苗に蒸熱処理を適用す

る場合には、葉などの表面にいる対象とする病害虫を防除し、同時に根や地上部の生長点へのダメージを避けるなど注意すべき点がありました。

そこで、蒸熱処理防除装置メーカーである(株)FTHとの共同研究により、イチゴ苗の蒸熱処理条件の検討を重ねました。処理の際に温度上昇にかかる時間をできるだけ短くする必要がありました。その結果、50℃10分間の蒸熱処理がイチゴ苗の耐熱性としてはほぼ上限であり、この条件でうどんこ病、アブラムシ類、ナミハダニの防除が可能であることがわかりました³⁾。また、蒸熱処理装置内部の気温が50℃以上に達していても、湿度が95%以上にならないと苗の葉温は50℃に達しないため、湿度のコントロールは極めて重要でした。このデータに基づいて装置を開発するにあたり、イチゴ苗の花芽促進として低温暗黒処理や短日夜冷処理に用いる冷蔵庫(夜冷庫)を改造して、蒸熱処理庫としても利用することとしました(図2)。庫内が広く(540×270×280H(cm))、処理可能株数は約4,000株と多いのですが、必要なヒーターの消費電力も大きく、三相200V 100Aの電源が必要でした。大規模処理には適していますが、このような大電力は一般的ではなく、もっと一般の生産者が導入しやすい装置とするために次のような条件を考えました。

- ①広く普及している1~1.5坪のプレハブ冷蔵庫(1.5坪:180×270×190H(cm))を蒸熱処理庫として流用する。
- ②プレハブ冷蔵庫の原状復帰が容易になるような設置方法とする。
- ③使用電力は動力電源三相200V 30A以内とする。

これらの条件を満たす小型ポータブル式蒸熱処理防除装置を開発しました(図3)。この装置は1.5坪冷蔵庫を利用した時で、1回で約1,000株を処理できます。庫

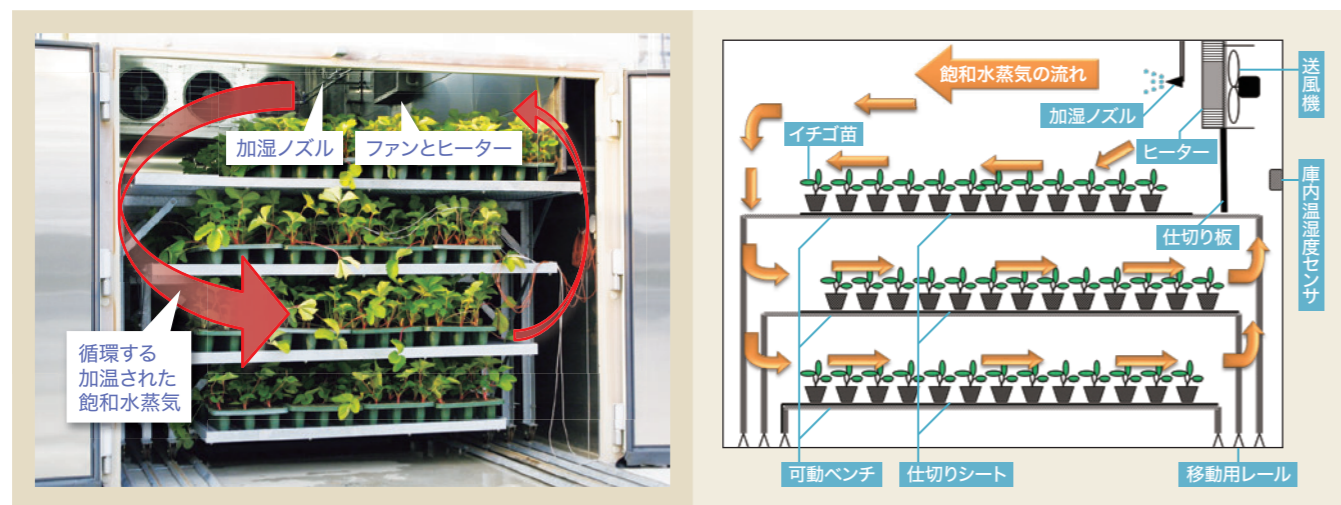


図2 夜冷蔵庫一体型 大型蒸熱処理防除装置
夜冷蔵庫の写真の奥に写っている3個のファンは冷蔵装置のもの。その右に蒸熱処理用の加湿ノズルの配管とヒーターの四角い囲いの一部が見える。蒸熱の気流は模式図のように流れる。

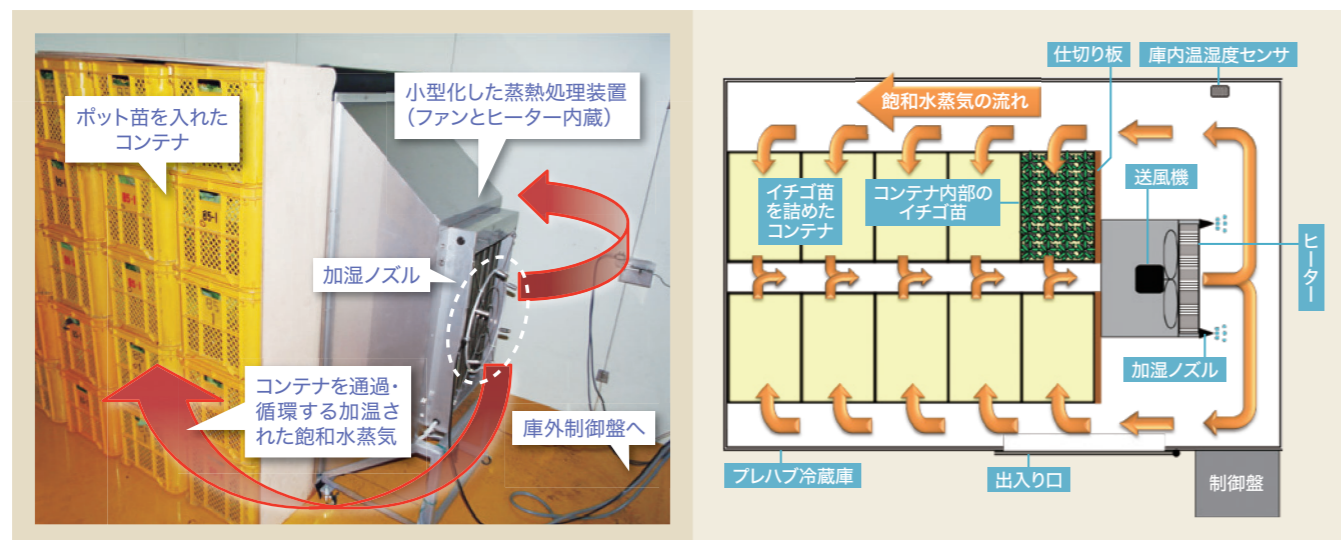


図3 小型化したポータブル式蒸熱処理防除装置
コンテナ上部も板によって密閉されているため、2列に並んだコンテナ間が負圧になり、苗の隙間に気流が流れ込む。

内に入れる本体 (54×50×140H(cm)、約30kg) と庫外に設置する制御盤・加湿ポンプから構成されます。本体にファン・ヒーター・加湿ノズル・温湿度センサーが一体化されているため、設置に必要な工事は、本体と制御盤等を接続するためのケーブル類を通す穴をプレハブ冷蔵庫の壁に貫通させることと、仕切り板の耐水ペニヤを加工することです。大型装置と比較すると、小型化することで1回に処理できる苗数は減少しますが、初期投資を抑えることができます(表1)。また、本装置はコンパクトにまとめられているため、取り外してライトバンの荷台に積載して運搬できます(図4)。

表1 小型化したポータブル式蒸熱処理防除装置と夜冷蔵庫一体型大型装置の比較

内容	小型ポータブル式蒸熱処理防除装置	夜冷蔵庫一体型大型蒸熱処理防除装置
装置の設置方法	既設の冷蔵庫内に後から設置できるポータブル型	冷蔵庫本体に恒久的に据え付け
冷蔵庫サイズ	180×270×190H(cm) (1.5坪)	540×270×280H(cm) (約4.5坪)
1回の処理株数	約1,000株	約3,000~4,000株
使用電力	三相200V30A	三相200V100A
長所	初期投資が抑えられるので導入しやすい(120万円程度消費税・設置工事費含まず)	処理株数が多いため共同利用や大規模経営に向く
短所	14,000株の処理には2~3日を要する	個人では電源確保が難しい



図4 ライトバンに積載した小型ポータブル式蒸熱処理防除装置後席を倒すと、装置本体と制御盤、加湿ポンプなどを積載できる。

イチゴ苗蒸熱処理防除マニュアルの作成

福岡県、佐賀県、熊本県の試験場で場内試験や現地実証試験などを積み重ねた結果、うどんこ病、ナミハダニの防除では、化学合成農薬相当の防除効果が得られる50°C10分間の蒸熱処理条件が実用的であろうという結論に達しました。この条件であれば、苗に障害が発生したとしても、葉焼けが株当たり葉面積の20%未満に収まり、年内収量への影響はほとんどないことも明らかとなりました^{4) 5) 6)}。

蒸熱処理防除は病害虫とイチゴ苗の耐熱性のわずかな差を利用するため、装置の利用には様々な留意点があります。また、本技術では化学合成農薬のような残効性は期待できないので、処理後には病害虫の再感染の可能性もあります。そこで、蒸熱処理防除の方法と、天敵などを組み合わせた防除方法を解説したマニュアルを作成しました(図5)。生産者向けに装置の使い方や実際の防除の事例等を解説する第1部と、農業技術者向けに蒸熱処理の原理や防除効果の具体的なデータ等を詳述した第2部との2部構成となっています。実際の

蒸熱処理防除の方法については、このマニュアルを参照してください。



図5 小型蒸熱処理防除装置を用いたイチゴ苗の病害虫防除マニュアル(表紙)

おわりに

イチゴ苗蒸熱処理防除装置は、2017年7月よりエモテント・アグリ(株)から販売されています。防除マニュアルは2018年1月より公開され、農研機構ホームページからダウンロードできます⁷⁾。

蒸熱処理防除は苗の耐熱性が確保されていることが大前提です。また、処理直後の苗に、根を冷やすために大量の灌水をすることも葉焼け防止に効果があります。ただし、定植時期が遅れると外気温の低下とともに苗の耐熱性も低下し、葉焼けが大きく発生することがあります。適用地域の拡大を図るときは、イチゴ栽培地域各地での品種や育苗方法の中で、苗の耐熱性が確保できているか、十分に検討する必要があります。

(九州沖縄農業研究センター 園芸研究領域)

付記:本研究の一部は農林水産省・食品産業科学技術研究推進事業(2014~2016年度)の支援を受け、農研機構、(株)FTH、エモテント・アグリ(株)、三好アグリテック(株)、福岡県、佐賀県農業試験研究センター、熊本県農業研究センターとのコンソーシアムにより実施しました。

用語解説

※1 イチゴうどんこ病 イチゴにだけ寄生するカビによって引き起こされるイチゴの病気の一種。果実などに発生した白色の胞子が、うどん粉(小麦粉)をまぶしたように白く見えるため、このように呼ばれる。

参考文献

- 1) 北村登史雄・柏尾具俊(2000) ミカンキイロアザミウマの温湯浸漬による殺虫法の検討. 九州農業研究, vol.62, p.89.
- 2) 小坂橋基夫ら(2002) 温湯浸漬によるイチゴうどんこ病およびハダニの不活化処理法の検討. 日本植物病理学会報, vol.68, p.197.
- 3) 高山智光ら(2011) 植物苗の病害虫防除方法及び設備. 特許出願2011-056180. 特許第5751476号
- 4) 柳田裕昭ら(2012) 熱蒸気を利用したイチゴのナミハダニ防除の検討. 九州病害虫研究会報, vol.58, p.134.
- 5) 稲田稔ら(2015) イチゴ葉のうどんこ病を抑制する蒸熱処理条件. 九州病害虫研究会報, vol.61, p.85.
- 6) 田尻一裕ら(2016) 蒸熱処理後の葉やけ程度がイチゴの年内収量に及ぼす影響. 九州農業試験研究機関協議会研究発表会発表要旨, vol.79, p.12.
- 7) 農研機構 九州沖縄農業研究センター(2018) 「九州を中心とした暖地向けイチゴ苗蒸熱処理防除マニュアル」 http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/pub2016_or_later/pamphlet/tech-pamph/079247.html (参照 2019-08)

適品種を用いた露地電照栽培による夏秋小ギクの開花調節

住友 克彦 久松 完

はじめに

キクは日本で最も消費量の多い花です。多くが仏花として用いられ、墓参りには欠かせない花で、盆や彼岸には需要が平時の5~10倍になり、この需要に対応した計画安定供給が求められています。キクの中でも、小ギクと呼ばれる小輪多花の品種は、夏秋期には本州各地で盛んに栽培されます。夏秋期の小ギクの栽培はほとんどが露地で行われており、気象の変化によって開花時期が年によって変わってしまい、盆や彼岸といった需要期に安定供給できないことが大きな問題です。

キク類の切り花生産では、施設生産および沖縄を中心とした冬春期の小ギク露地生産で電照栽培が広く行われています。電照栽培では、キクが夜の長さを感じて花芽をつける性質（光周性）を利用し、開花時期を人為的に調節できるので、需要期に計画的に出荷できます。ところが、夏秋期の小ギク生産では電照栽培はほとんど行われていないため、気象の影響を大きく受け、開花時期が変動しやすいのです。そこで、夏秋期の小ギク品種の中から電照栽培適性をもつ品種を選抜しました。適品種が見つかることで、電照栽培による開花調節が可能となり、需要期に安定生産できる技術開発につながりました。

電照栽培技術による出荷調整

キクは短日植物（長夜植物）で、夜の長さが、ある時間を境として短い環境では花芽をつけず、逆に長い環境では花芽形成を開始（花芽分化）して開花に至ります。この性質を利用して、夜間に人工的に光を照射（電照）した環境で育てると、花芽をつけないまま成長します。そして、株が大きくなってから電照を止め（消灯）、そのときの自然条件が花芽形成に適した環境であれば、品種の特性に応じて概ね6~9週間後に開花します。これがキクの電照栽培による開花調節（図1）です。電照の消灯から開花までの日数を到花日数と言いますが、品種により到花日数が分かっており、電照と消灯のタイミングは、開花調節による出荷調整を行う上で重要となります。開花調節には、電照下では長期間花芽分化せず、消灯すると一斉に花芽分化する品種が望まれます。つまり、電照下では開花スイッチ「オフ」、消灯によって「オン」のように、電照によって質的に切り替えができる品種がコントロールしやすいといえます。

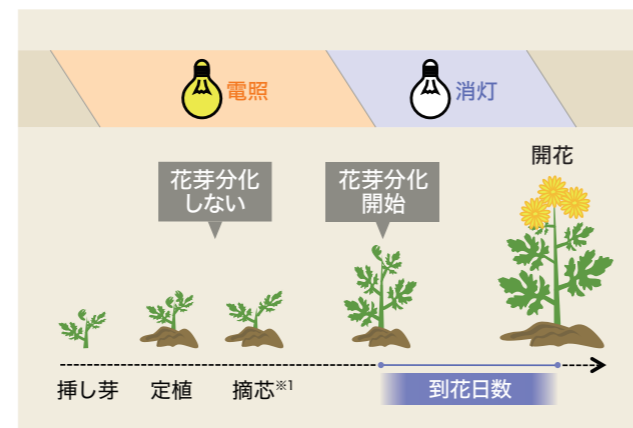


図1 キクの電照栽培による開花調節

電照栽培に適した夏秋小ギク品種

夏秋小ギクの露地栽培条件下で電照栽培による開花調節を行う場合、電照栽培に適した品種選定が最も重要なポイントで、二つの条件をクリアすることが必要です。まずは、電照で花芽分化を抑制できることです。次に、8月の旧盆の需要期の出荷を目指した栽培では、消灯時期が一年で最も夜が短い夏至の頃となり、長夜植物のキクには最も開花しにくい日長条件です。そのため、その環境下でもスムーズに花芽分化して開花に至ることも求められます。電照で夜を短くすることで花芽分化を抑制できる、また、夏至の頃の最も短い夜でも花芽分化できる、一見すると矛盾するように感じられるこれら二つの条件を満たす品種は存在するのでしょうか。小田らは、夏秋小ギク品種の日長応答性を詳細に調査し、夏秋小ギクの中にもこの条件をクリアする性質を持つ品種があることを明らかにしました（図2）¹⁾。夏秋小ギクの品種「たそがれ」では、日長が12、14、16、18、21、24時間と日長が長くなる（夜が短くなる）条件でも、花芽分化のタイミングを示す花芽分化節位がほとんど変化せず、花芽分化は日長に反応しませんでした。

一方、品種「すばる」では、16時間日長付近を境にして急激に花芽分化節位が増加し、花芽分化が強く抑制されました。「すばる」では、16時間以下では開花スイッチ「オン」、18時間以上であれば「オフ」になる性質を持っているといえます。つまり、夏秋小ギクの中に、夏至の頃の日長に相当する16時間日長下でも花芽分化するが、18時間以上の日長になると花芽分化が強く抑制される品種を見いだしました。このような品種は、夏秋期の露地条件でも電照栽培によって開花調節が可能にな

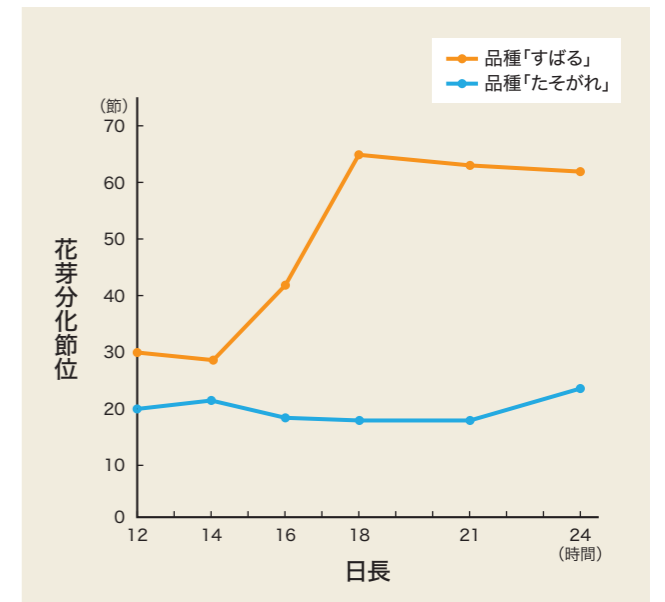


図2 キクの電照栽培による開花調節

ります。これを受け、夏秋小ギク45品種の電照栽培特性が評価され、電照栽培で開花調節し、需要期に出荷できる品種が選抜されました²⁾。

近年、地球温暖化が進み、異常高温によってキクの開花が遅延し、需要期出荷に間に合わない、といった問題が顕著化しつつあります。解決策として、上記の電照に適した品種の高温開花性が評価され、電照栽培の適性が高く、高温下でも開花遅延しにくい品種が選抜されました³⁾。そのような品種では、高温年でも開花遅延が少なく、電照栽培によって計画出荷できるといえます。

電照栽培による 夏秋小ギクの需要期出荷

電照栽培に適した夏秋小ギク品種では、電照下では開花スイッチ「オフ」、消灯によって「オン」といったコントロールが可能になります。例えば、品種「精ちぐさ」を電照下で栽培し、1週間おきに消灯すると、それぞれはほぼ1週間ずれて開花します(図3)。そして、さらに重要なことは、消灯から開花までの日数(到花日数)が、例えば、福島県の9月開花作型では、ほぼ40日で一定ということです。この到花日数は年次が変わっても安定しています。福島県の8月開花作型において「精ちぐさ」および「精こまき」を、2014~2016年の3年間繰り返して栽培し、毎年同じ6月26日に消灯し、開花日を調査しました(表1)。到花日数は「精ちぐさ」では46~47日、「精こまき」では52~54日となり、年による差は小さく安定していました。生産者は開花させたい日から品種ごとの到花日数を逆算して消灯することで、毎年同じ時期に開花させることができ、計画生産が可能になります。例えば、福島県において8月開花作型で盆向け出荷を想定して、

8月5日を目標に「精ちぐさ」および「精こまき」を開花させたい時には、消灯日の目安はそれぞれ6月20日および6月14日になります。

以上の通り、消灯日は到花日数を目安として決定できます。夏秋小ギクの電照栽培における到花日数は、品種、栽培地域、出荷作型、切り前^{※2}によって変わります。実際に電照栽培に取り組む場合には、まずは、これまでのデータ(表2)を参照し、それぞれの地域での到花日数を知ることから始めることが望ましいです。なお、以上の結果は、71~75Wの白熱電球を用い、電球間隔3m、設置高畝面より1.5~2mで深夜6時間(22時~4時)の電照処理によって得られたものです。近年、電照用の省エネ電球として発光ダイオード(LED)や蛍光灯が用いられることがあります。雨風にさらされる露地栽培環境では、製品によっては壊れやすいものがあり、また白熱電球と比較して開花抑制効果が低下してしまうものもありますので、導入時には確認が必要です。キク電照用光源については「キク電照栽培用光源選定・導入のてびき(改訂版)」⁴⁾を参照してください。

表1 福島県・8月開花作型の電照栽培における到花日数の年次変動

	到花日数		
	2014年	2015年	2016年
精ちぐさ	46	47	47
精こまき	52	54	54

消灯日はいずれの年も6月26日

表2 電照栽培における到花日数の品種・地域・作型の差

作型	品種	各地の到花日数(日)			
		秋田県	福島県	富山県	岡山県
8月開花	精ちぐさ	44	46	46	51
	精こまき	49	54	56	57
	精しずえ	56	57	55	55
9月開花	精ちぐさ	40	42	43	48
	精こまき	42	43	44	47
	精しずえ	40	44	43	46



■花芽をつけた小ギクが並んでいる

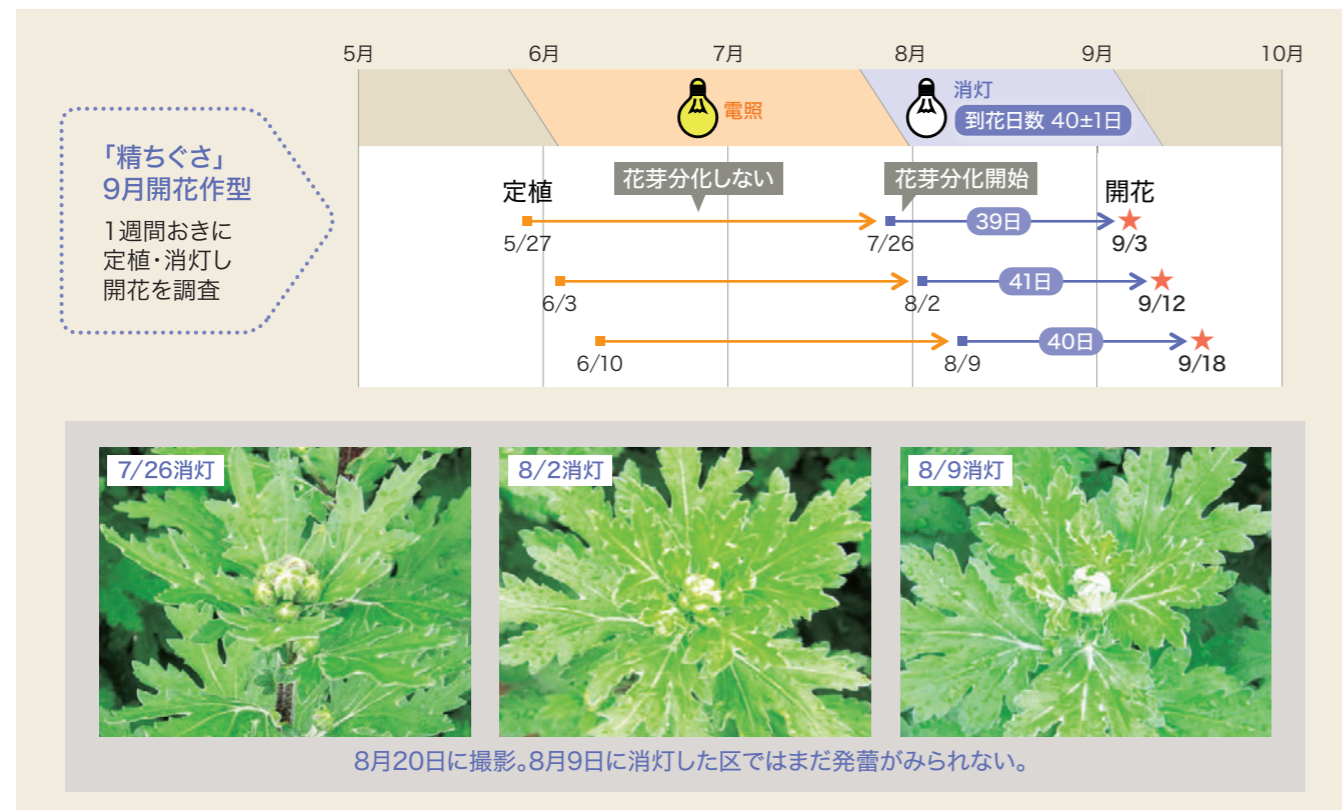


図3 品種「精ちぐさ」の電照栽培による開花調節

おわりに

電照栽培では、慣行栽培と比較して計画生産が可能になり、高単価となる需要期に出荷できるため所得向上が見込めます。例えば、福島県での実証試験では、電照設備の導入や電気代によって経営費および労働時間は増加しますが、粗収益から経営費を除いた所得も増加すると試算されています⁵⁾。また、開花時期が集中しないように電照栽培で調節することで、小ギク生産で最も労働が必要な収穫および切り花調製の作業を計画的に行うことができるといったメリットもあります。近年の地球温暖化に伴う気象変動によって、夏秋小ギクでは需要期に出荷できないことが多くなっています。夏秋小ギクの電照栽培が普及すれば、必要な時期に必要な量の小ギクが流通することが期待されます。

(野菜花き研究部門 花き遺伝育種研究領域、
花き生産流通研究領域)

用語解説

- ※1 摘芯 側枝を増やし、花芽が多くバランスのとれた株にするため芽先を摘取る作業のこと。
- ※2 切り前 市場に出荷するために切り花を採花するときのつぼみの状態や花の咲き具合のこと。市場到着時の花の咲き具合を目安に判断します。

参考文献

- 1)小田篤ら(2010) 7月・8月咲きコギクの花芽分化・発達における日長反応の品種間差. 園芸学研究, vol.9, No.1, p.93-98.
- 2)森義雄ら(2017) 夏秋小ギクの安定生産に向けた電照栽培用品種の選抜. 園芸学研究, vol.16, No.1, p.27-39.
- 3)森義雄ら(2019印刷中) 夏秋小ギクにおける高温による開花遅延およびフロリゲン遺伝子FTL3の発現抑制の品種間差. 園芸学研究, vol.18, No.4, p.381-390.
- 4)農林水産省委託プロジェクト「国産農産物の革新的低コスト実現プロジェクト」光花きコンソーシアム(2014) キク電照栽培用光源選定・導入のてびき(改訂版). http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/052739.html (参照 2019-11-6)
- 5)農林水産省委託プロジェクト「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」周年安定生産を可能とする花き栽培技術の実証研究「地域再生花き生産コンソーシアム(2018) 需要期安定出荷のための新しい夏秋小ギク電照栽培マニュアル. <https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/261076.pdf> (参照 2019-7-19)

雑草イネの発生状況と防除技術

今泉 智通

はじめに

雑草イネとは、水田に自生し雑草として生産被害の原因となるイネのことです。収穫を目的とする栽培イネと同じ「イネ」であり、いったんほ場に侵入すると防除は極めて困難です。水稻栽培の強害雑草として世界各地で問題となっています¹⁾。由来不明の異種の米が混入することにより、収穫物の品位が低下するだけでなく、ほ場にまん延すると収量低下にもつながります。国内では、直播栽培など限られた場面での問題と認識されていましたが、近年、移植栽培での発生も多く見られるようになり、国内全域で発生が確認されています。本稿では、雑草イネの特徴や国内での発生状況を報告するとともに、雑草イネ対策に関する研究開発状況を紹介します。



栽培イネとの違い

雑草イネは脱粒性が強く、軽く握るだけで簡単に種子が穂から落ちるという特徴があります。出穂前の雑草イネを栽培イネと区別するのは困難ですが、出穂後であれば草丈や穂の特徴が次のように異なります。

草丈: 出穂後、多くの雑草イネは栽培イネより草丈が高くなります(図1)。

穂: 成熟すると多くは籾色が焦げ茶色になります(図2)。

最も多く見つかっている雑草イネは、籾色が焦げ茶になり、草丈も栽培イネより30cm程度高いという特徴をもちます。籾色が焦げ茶にならない雑草イネも発生しており、その場合には穂による識別は難しいですが、穂先が赤く着色すること(図3)や栽培イネより草丈が10~20cm程度高いことで区別できます(図4)。また、栽培イネと同程度の草丈で、穂先が赤く着色しない雑草イネも確認されており、識別が難しいケースもあります(図5)。雑草イネの玄米色は赤色、すなわち赤米であることが多い(図6)のですが、一部の地域では、一般米と同じ白米の雑草イネも報告されています²⁾。

雑草イネの発生状況と発生地域の栽培様式

雑草イネによる被害が近年各地で報告されていることを受け、全国での雑草イネ発生現状を把握するための調査を実施しました(2016年~2018年)。その結果、21府県で雑草イネが発生していることが判明し、北海道・沖縄をのぞく国内各地に広がっていることが確認されました(図7)。また、8県27地区の雑草イネ発生ほ場を対

■雑草イネ



図1 出穂した雑草イネ



図2 成熟し籾が焦げ茶に着色した雑草イネ



図3 雑草イネの穂先は赤く着色することが多い



図4 栽培イネより草丈が10~20cm程度高い雑草イネ(栽培イネはコシヒカリ)



図5 栽培イネと同程度の草丈の雑草イネ(栽培イネはコシヒカリ)



図6 雑草イネの籾および玄米の外観(左はコシヒカリ) 上段:籾、下段:玄米

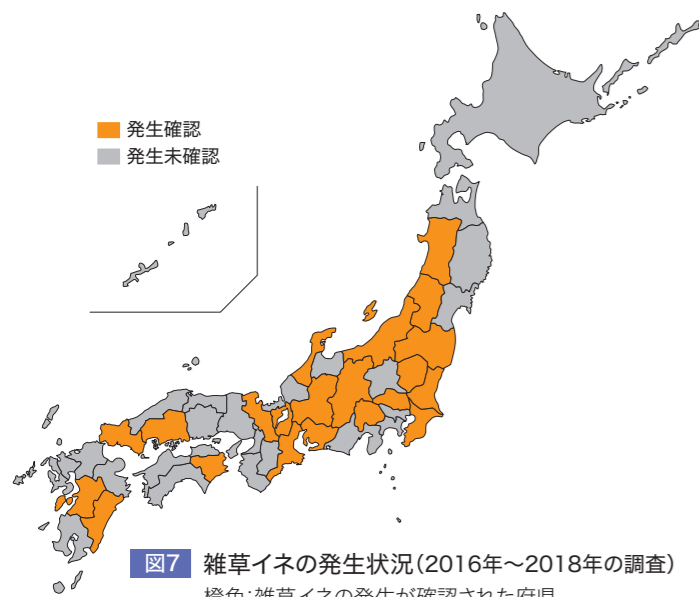


図7 雑草イネの発生状況(2016年～2018年の調査)
 橙色: 雑草イネの発生が確認された府県
 灰色: 発生が確認されていない都道府県(回答なしも含む)
 国土地理院発行の国土数値情報を元に編集・加工した。全国47都道府県に提供依頼した収穫物に混入した赤米などを鑑定した。

表1 雑草イネ発生地区における水稻の直播栽培歴の有無と雑草イネの発生確認年(Imaizumi 2018を改変)

直播履歴の有無	地区	発生確認年
直播の履歴あり	山形4	不明
	福島3	2008年前後
	茨城3	2013年
	千葉1	2012年前後
移植のみ	秋田1	不明
	山形1	2000年以前
	山形2	2005年以前
	山形3	2010年前後
	福島1	不明
	福島2	2000年以前
	福島4	2015年
	福島5	不明
	栃木1	2000年以前
	栃木2	2011年
	栃木3	2013年
	栃木4	不明
	栃木5	不明
	茨城1	1995年前後
	茨城2	2010年前後
	茨城4	2011年
	茨城5	2014年
	茨城6	不明
	茨城7	不明
	三重1	2000年以前
三重2	不明	
滋賀1	2005年以前	
滋賀2	不明	

象に、雑草イネの発生時期とこれまでの栽培様式として直播栽培の実施履歴の有無を聞き取り調査しました。27地区のうち、過去に直播栽培の実施歴のあるのは4地区のみで、残りの23地区は移植栽培しか実施したことがないことがわかりました³⁾(表1)。わが国における雑草イネの発生はこれまで直播栽培と関連付けて議論されてきました⁴⁾が、本調査から移植栽培でも発生している現状が明らかとなり、むしろ移植栽培地域で発生事例が多いと言えます。直播栽培では移植栽培に比べ、使用できる除草剤が限られているため、雑草イネの防除が難しいという事情がありますが、移植栽培においても雑草イネが問題化している現状では、すべての水稻栽培体系で雑草イネに対して警戒が必要となります。

雑草イネの対策方法

■移植栽培

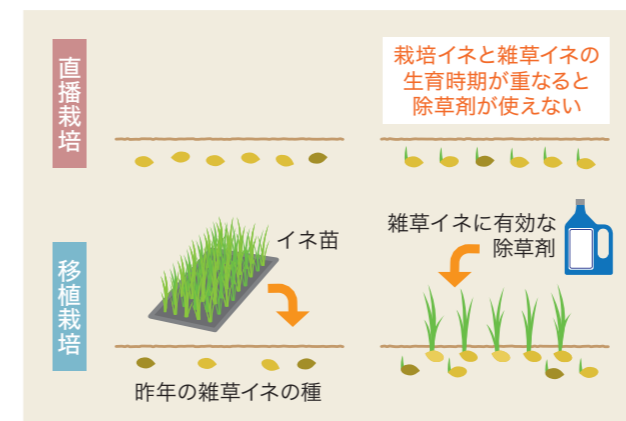
雑草イネに対して効果の高い除草剤が複数あり、公益財団法人日本植物調節剤研究協会のウェブサイト⁵⁾に、雑草防除・植物の生育調節に関する技術情報「雑草イネ有効剤として実用化可能と判定された水稻用除草剤」として掲載されています⁵⁾。雑草イネは真に有効な除草剤を用いないと防除できないので、慎重に除草剤を選択する必要があります。また、いずれの除草剤も雑草イネ発生前あるいは発生始め(鞘葉抽出期)までしか効果がないため、適期に散布することが重要です。同様に、移植作業前の代かき前に発生した雑草イネが代かきで防除されずに残ってしまうと、移植後の除草剤散布時には雑草イネの防除適期を過ぎているため、有効剤であっても防除できません。また、雑草イネの発生は1カ月近くにわたるため、有効剤を処理する際には、時期や回数を考慮し、体系的に行う必要があります。移植栽培では雑草イネの防除技術が確立できているとみなされることもありますが、これまでの雑草イネ対策は除草剤の体系処理(除草剤3回処理)に手取り除草を組み合わせた技術⁶⁾⁷⁾、コスト、労力面の課題があります。

■直播栽培

播種後に利用できる除草剤が限られており、除草剤

で効果的に防除することは困難です。雑草イネが発生した場合は、いったん移植栽培へ戻し、防除することをまず第一に検討してください。直播栽培で実施できる防除技術としては、石灰窒素施用や有効除草剤散布があります⁸⁾が、次の理由で効果を得られる条件が限られており、普及に向けてなお課題が残ります。石灰窒素施用では、土壤水分や稲わらの有無などにより効果が変動すること、資材費用が除草剤の体系処理と比べて高額であること、また、石灰窒素には肥料効果があるため、次作で施肥調整、すなわち減肥を検討する手間が発生することなどの課題があります。栽培イネ播種後に使用できる有効除草剤は、栽培イネの1葉期以降であり、処理の晩限である雑草イネの出芽始めまでに散布できる場面は限られます。そのため、栽培イネの播種7日前までの除草剤と栽培イネの1葉期以降の除草剤の適期散布による体系処理が困難です。

雑草イネは畑条件でも発生するため、大豆作などへの転換も雑草イネ対策に効果的です⁸⁾。作付け前後の耕起作業や作付け後の除草剤散布などにより発生した雑草イネを防除することで、ほ場内の雑草イネ種子を大幅に減らすことができます。畑転換した場合も、イネ科雑草に効果のある除草剤など雑草イネに有効な除草剤を使用する必要があります。土壌中の雑草イネ種子の大部分は発芽もしくは腐敗などにより1年でなくなりますが、一部の種子は2年以上生存します⁹⁾。直播栽培で雑草イネが多発したほ場では大量の雑草イネ種子が散布されますので、単年の畑転換では直播栽培可能なレベルまで雑草イネ種子を減少させることは困難です。田畑輪換する場合も、移植水稻一畑作により雑草イネ対策を実施してください。



未発生地域における早期警戒の必要性

雑草イネのまん延地域における聞き取り調査から、雑草イネを栽培赤米や病気と誤認した例、効果のない除草剤を雑草イネ有効剤と誤解して使用した例、農業機械に付着、残留した雑草イネが周囲に拡散した例など、各地で共通した雑草イネ防除のための管理上の初期対応の失敗例が確認されています。こうした初期対応の失敗は、雑草イネに関する情報が生産者に周知されておらず、雑草イネ発生防止のための早期の警戒体制が整っていない現状では、水稻生産地域のどこで起きても不思議ではありません。また、直播栽培でいったん雑草イネがまん延したほ場では、同一栽培様式による生産の継続は困難になり、移植栽培に戻した後も高コストの防除を複数年実施する必要があります。

生産者は、異株発生や赤米混入があった場合には、普及指導機関等に速やかに相談し、普及指導機関等は、生産現場から相談があった場合は雑草イネの発生の有無を速やかに確認するなど、雑草イネ未発生地域でも予防的管理が図れるよう早期警戒体制の整備が重要です。

(中央農業研究センター 生産体系研究領域)

参考文献

- 1) Ziska L.H. et al. (2015) Weedy (Red) Rice: An Emerging Constraint to Global Rice Production. *Advances in Agronomy*, vol.129, p.181-228.
- 2) Akasaka, M. et al. (2009) Genetic relationships and diversity of weedy rice (*Oryza sativa* L.) and cultivated rice varieties in Okayama Prefecture, Japan. *Breeding Science*, vol.59, p.401-409.
- 3) Imaizumi T. (2018) Weedy rice represents an emerging threat to transplanted rice production systems in Japan. *Weed Biology and Management*, vol.18, p.99-102.
- 4) 荻原素之ら(2016)「米」になるイネ、ならないイネ -雑草イネの来た道と今後、研究先進地長野県からの最新情報-。日本作物学会紀事, vol.85, p.89-94.
- 5) 植調協会(2019) 雑草イネ有効剤として実用化可能と判定された水稻用除草剤。雑草防除・植物の生育調節に関する技術情報。https://japr.or.jp/(トップページから雑草防除・植物の生育調節に関する技術情報へ)(参照 2019-11-05)
- 6) 長野農試(2012) 雑草イネ総合防除対策マニュアル。https://www.agries-nagano.jp/wp-content/uploads/2016/10/2012-2-h02.pdf (参照 2019-5-20)
- 7) 茨城農研(2014) 茨城県における雑草イネの効果的な体系防除技術(茨城県主要成果)。https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/noken/seika/h26/documents/g07.pdf (参照 2019-5-20)
- 8) 農食事業28020Cコンソーシアム(2019) 雑草イネ・漏生イネ防除技術マニュアル。https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/129066.html (参照 2019-5-20)
- 9) 細井淳ら(2010) 長野県で発生した雑草イネ(トウコン)における地表面種子の越冬生存性と埋土種子の寿命。日本作物学会紀事, vol.79, p.322-326.

水出し緑茶の機能性

物部 真奈美

はじめに

ツバキ科ツバキ属の植物であるチャ (*Camellia sinensis* L.) の葉などから作り出される茶は、世界中で飲用されている嗜好飲料であり、古い歴史をもちます。茶の効能については、約5,000年前に神農が毒消しの薬に使用していた中国の伝説から始まり、唐時代(西暦760年頃)の中国で陸羽が著した「茶経」というお茶の専門書では、茶の鎮静作用などに触れられています。日本では1211年に栄西が「喫茶養生記」に、茶は仙薬=長寿の薬とも書いており、茶は長い歴史の中で経験的に体に良い飲み物として珍重されてきたことがわかります。

また、茶は長い歳月をかけて栽培法、製茶法、飲用法などが変化・改良されてきました。そのことにより、様々な茶種(緑茶、紅茶、烏龍茶、黒茶、抹茶など)が生まれ、茶に含まれる成分やその構成も多様化し、香味



図1 水出し緑茶の作り方

茶葉を入れたポットに冷水または氷水を注ぎ、冷蔵庫へ。水は茶葉の40倍量。飲んだとき、味が濃いと感じた場合はお好みの味になるように水で薄めてください。茶葉を取り除いた後に、温めて飲むこともできます。

も洗練され、茶は薬用としてだけでなく嗜好品として長く飲み継がれてきました。近年では、飲用水の衛生環境や冷蔵技術の進歩などにより比較的容易に冷水を使用することが可能になったことから、冷水で浸出することで引き出されるお茶の香味を楽しんだり、新たな生理機能が発見されたりと、お茶の楽しみ方は現在も進化し続けています(図1)。本稿では、緑茶を冷水で入れた時に引き出される生理機能について紹介します。

水出し緑茶の特徴

茶を入れる時の水温の違いで味が変化することは昔から知られています。日本では、高温のお湯で浸出させた緑茶は渋味や苦味が強くなり、低温のお湯だと旨みが強くなるということが経験的に知られていました。お茶の葉へ注ぐ水の温度を低温から高温に変化させると、溶出する成分のバランスが変わり、同じお茶の葉でも様々な味を楽しむことができます。

アミノ酸を多く含む上級煎茶は、苦渋味を減らすため低温で入れることが推奨されています。10℃以下の冷たい水で浸出すると、溶出される成分はどのように変化するのでしょうか。旨み成分の代表であるテアニン^{※1}は、水温が低くても溶出率が変化しにくいことがわかります(図2)。一方で、緑茶の機能性成分として一般的に知られているカテキン^{※2}については、苦渋味に関するガレート型カテキン、特にエピガロカテキンガレート(EGCG)が、水温が低いと溶出率は低くなります(図2)。エピガロカテキン(EGC)は、水温が低い場合でも、時間をかければその大半が溶出しますが、EGCGは時間をかけてもその多くが茶葉中に残ってしまいます。そのため

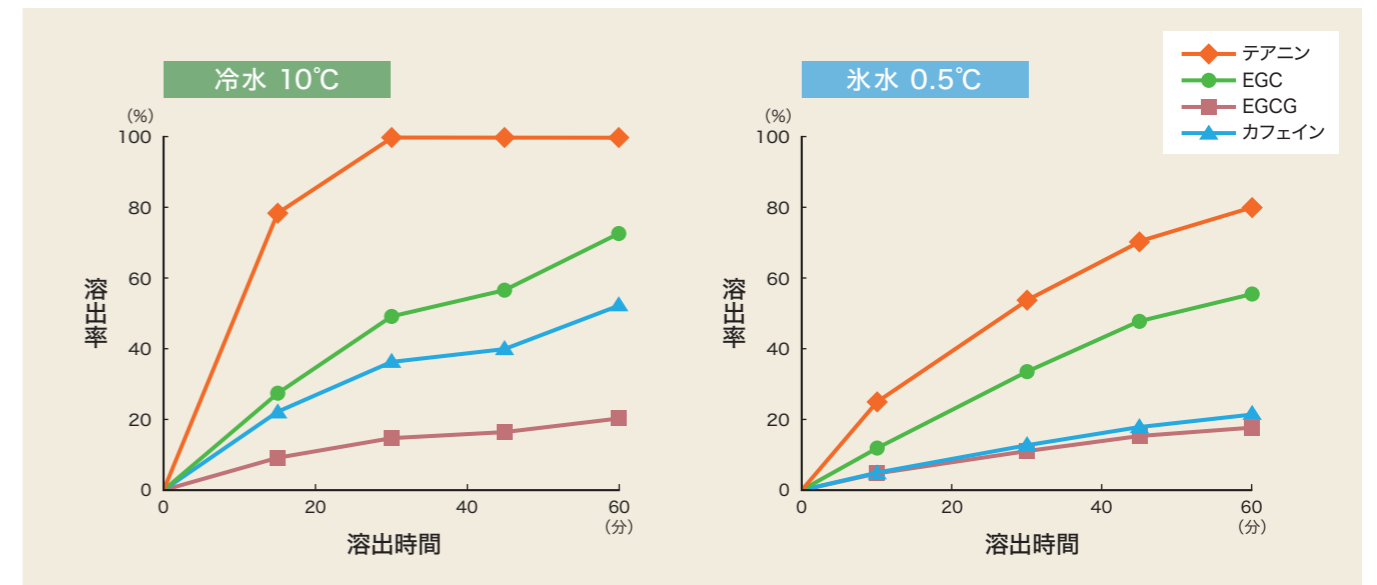


図2 緑茶葉を冷水に浸しておいた場合のエピガロカテキン(EGC)、エピガロカテキンガレート(EGCG)、カフェイン、テアニンの溶出率
80℃の湯2分で溶出させた緑茶のEGC、EGCG、カフェイン、テアニンを100%とした場合の冷水での溶出率(物部ら2013,2016に新たにテアニンのデータを加えて作成)。
冷水10℃:あらかじめ冷やした水を用いて冷蔵庫内で静置した。氷水0.5℃:氷水を用いて冷蔵庫内で静置した。

「水出し緑茶」では液中に含まれるEGCの割合がEGCGに比べて相対的に高くなるのです。もう一つ冷水で溶出され難い成分としてカフェインがあります。冷水に茶葉を入れて冷蔵庫内(10℃)に60分静置した場合、熱湯で入れた時に比べてカフェインの溶出が約半分に抑えられます(図2左)。カフェインは、氷水などにして水温を下げると(0.5℃)、さらに溶出率が下がります(図2右)。図2に示す成分は、60分以上(24時間)置いても濃度はほとんど変わりません。

水出し緑茶の機能性

緑茶を入れる際、水の温度により溶出液の成分構成が変わることがわかりました。特に、「水出し緑茶」は、熱湯で入れた緑茶に比べてEGCGとカフェインが少なくなります。その一方で、「水出し緑茶」でもテアニンやEGCは比較的溶出します。これらの成分バランスが違っていると新たな生理活性の発現につながる可能性があると考え、研究が進められました。その結果、新たな緑茶の生理活性が見えてきました。その一つが免疫調節作用であり、もう一つは抗ストレス作用です。

免疫調節作用

生体防御の最前線ではマクロファージや樹状細胞^{※3}による食作用（異物を取り込み分解する作用）による防御が行われています。さらに、食作用で得た情報をリンパ球に提示することにより病原体に対してより強く、素早い防御体制を構築します（図3）。つまり、マクロファージや樹状細胞による食作用は、防御体制を構築するに際し最も基礎となる反応と言えるのです。最近、TRPM2^{※4}（Transient Receptor Potential Melastatin 2）チャネルがマクロファージの食作用の活性調節に関わるセンサーの一つであることが明らかとなりました³⁾。マクロファージのTRPM2が活性化すると、異物に対する反応性が高まり、食作用活性が高まることが報告されています。細胞レベルの試験では、EGCやEGCGから発生した微量の過酸化水素（H₂O₂）がTRPM2の活性化を介してマクロファージの食作用を活発にすることがわかりました⁴⁾。さらに、生体レベルの試験では、EGCには免疫グロブリンの産生増強などのリンパ球が関わる免疫

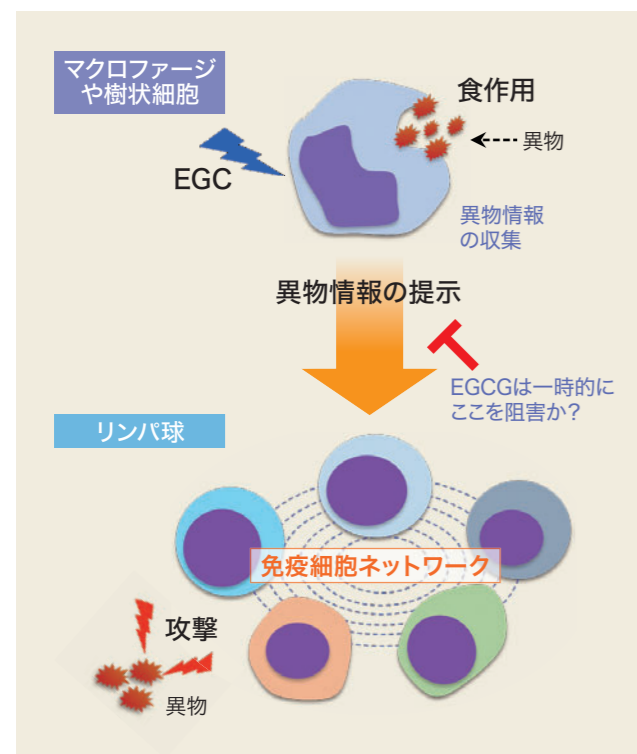


図3 免疫機構の模式図
マクロファージや樹状細胞は病原体などの異物を食べて消化し、その情報をリンパ球に提示する。情報提示を受けたリンパ球は、免疫細胞ネットワークで情報伝達し、様々な免疫細胞が異物を攻撃し、排除する。

増強効果が確認されたのですが、EGCGには効果が認められませんでした⁵⁾。その要因の一つとして、マクロファージからのリンパ球への情報提示をEGCGが阻害してしまうことが考えられます^{6) 7)}。免疫機構は単一細胞による単一機能で完結するのではなく、複数種類の免疫細胞や周辺組織細胞とネットワークを形成することで成り立ち制御されています（図3）。熱水で入れた緑茶はEGCとEGCGが同程度含まれるため、EGCの作用にEGCGが拮抗してしまい免疫効果が現れにくくなると考えられます⁵⁾。

一方、「水出し緑茶」の場合、EGCGが少ないためマクロファージからのリンパ球への異物に関する情報提示が阻害されにくく、EGCで活性化されたマクロファージによる病原体などの異物情報の収集とその情報の提示の流れがスムーズになり（図3）、ネットワーク全体で情報が共有されやすくなるため、免疫調節機能が改善されると考えられます。ヒト介入試験では、「水出し緑茶」を長期継続飲用することにより、インフルエンザワクチンの効果が改善された例もあり⁸⁾、病原体に対する反応の低下の原因が、TRPM2が関与するマクロファージの食作用活性の低下に起因するものであれば「水出し緑茶」の飲用により改善される可能性があります。

抗ストレス作用

茶に含まれるアミノ酸の一種であるテアニンは、その経口摂取によるリラックス効果や社会心理的ストレス（上司、同僚などの人間関係に関わるストレス）の軽減効果が人やマウスの実験で報告されています^{9) 10)}。しかしながら、このテアニンの効果はEGCGやカフェインが混在することにより妨害されてしまうこともわかってきました¹⁰⁾。緑茶にはテアニンだけでなく、EGCGやカフェインが含まれているため、テアニンによる社会心理的ストレスからの軽減効果を得るためには、茶葉からEGCGとカフェインの溶出を抑える必要があります。そこで、低カフェイン処理した上級煎茶を室温の水で溶出させることでカフェインとEGCGを減らした緑茶の溶出液を作成し、それを人が継続飲用することによりストレスが軽減され、睡眠の質が改善されることが報告されています¹¹⁾。

図2に示す通り、テアニンは冷水でもよく溶出する成分であり、10℃でも15分程度で約80%が溶出し、その時点ではカフェインやEGCGの溶出は20%程度に抑えられています（図2左）。カフェインはテアニンとは異なり水温が低いほど溶出しにくくなることから、0.5℃の氷水を10℃の冷蔵庫内で1時間程度静置してもテアニンをそれほど減らすことなく、カフェインとEGCGの少ない緑茶となることがわかりました（図2右）。興味深いことに、冷水でも比較的良好に溶出するEGCにはテアニン様作用があることも報告されており¹⁰⁾、今後検証する必要がありますが、「氷水出し緑茶」は、低カフェイン処理をしていない茶葉であっても、テアニンとEGCの機能を発揮させる飲み方の一つとして期待されます。

おわりに

「水出し緑茶」は飲用水の衛生環境や冷蔵・保蔵技術の進歩などにより可能になった飲み方です。今後も茶の栽培、加工、摂取方法などは環境や状況に合わせてどんどん変化・進化していくはずですが、そこからまた思いもよらない可能性が開けるかもしれません。

（果樹茶業研究部門 茶業研究領域）



用語解説

- ※1 **テアニン** アミノ酸の一種であり、お茶の旨味に關与する成分です。
- ※2 **茶カテキン** エピガロカテキンガレートやエピカテキンガレートなどのガレート型カテキンは、茶カテキンの中でもその構造中にガロイル基を持ち、強い渋味を呈するカテキンです。一方、エピガロカテキンやエピカテキンなどはその構造中にガロイル基がなく、強い渋味はありませんが、穏やかな苦味があります。エピガロカテキンやエピガロカテキンガレートは過酸化水素（H₂O₂）を発生します。美味しく飲める茶に含まれるこれらのカテキンから発生するH₂O₂は微量であり、シグナルとなるためには微量であることが重要となります。
- ※3 **マクロファージや樹状細胞** 病原体などの異物を取り込み、取り込んだ異物を分解してその断片をリンパ球へ提示することにより、異物に応じた免疫応答を誘導していきます。マクロファージと樹状細胞の大きな違いは、マクロファージはリンパ球が来るのを待つに対し、樹状細胞はリンパ球がいるリンパ節まで異物断片を持っていく点です。
- ※4 **TRPM2** TRPM2(Transient Receptor Potential Melastatin 2)は、マクロファージが病原体などの異物を食べる動きを調節する温度センサー。H₂O₂が作用することにより体温(37℃)付近でTRPM2が活性化され、食べる動きが活発になります。マクロファージのTRPM2はエピガロカテキンやエピガロカテキンガレートから発生する微量のH₂O₂により活性化されます。

参考文献

- 1)物部真奈美ら(2013) 真空保存容器を利用した水出し緑茶の浸出特性. 茶業研究報告, 116(別冊), p.124-125.
- 2)物部真奈美ら(2016) 緑茶を氷水で浸出させた場合のEGC、EGCG、カフェイン、アミノ酸の浸出率. 茶業研究報告, 122(別冊), p.13.
- 3)Kashio, M. et al. (2012) Redox signal-mediated sensitization of transient receptor potential melastatin 2 (TRPM2) to temperature affects macrophage functions. Proc. Natl. Acad. Sci. USA., vol.109, No.17, p.6745-6750.
- 4)Monobe, M. et al. (2014) Green tea catechin induced phagocytosis can be blocked by catalase and an inhibitor of transient receptor potential melastatin 2 (TRPM2). Cytotechnology, vol.66, No.4, p.561-566.
- 5)Monobe, M. et al. (2010) Effect on the epigallocatechin gallate/epigallocatechin ratio in a green tea (*Camellia sinensis* L.) extract of different extraction temperatures and its effect on IgA production in mice. Biosci. Biotechnol. Biochem., vol.74, No.12, p.2501-2503.
- 6)Hong, B.E. et al. (2010) TLR4 signaling inhibitory pathway induced by green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate through 67-kDa laminin receptor. J. Immunol., vol.185, No.1, p.33-45.
- 7)Byun, E.H. et al. (2011) Green tea polyphenol epigallocatechin-3-gallate inhibits TLR2 signaling induced by peptidoglycan through the polyphenol sensing molecule 67-kDa laminin receptor. FEBS Lett., vol.585, No.5, p.814-820.
- 8)石坂信和・竹中洋(2015) 農林水産資源を活用した新需要創出プロジェクト研究成果. vol.529, p.110-115.
- 9)小林加奈理ら(1998) L-テアニンのヒトの脳波に及ぼす影響. 日本農芸化学会誌, vol.72, No.2, p.153-157.
- 10)Unno, K. et al. (2016) Anti-stress effects of drinking green tea with lowered caffeine and enriched theanine, epigallocatechin and arginine on psychosocial stress induced adrenal hypertrophy in mice. Phytomedicine, vol.23, No.12, p.1365-1374.
- 11)Unno, K. et al. (2017) Reduced Stress and Improved Sleep Quality Caused by Green Tea Are Associated with a Reduced Caffeine Content. Nutrients, vol.9, No.7, E777.

発酵食品データベースの構築と公開

楠本 憲一 曲山 幸生

はじめに

味噌、醤油、みりん、酢、甘酒などのわが国の伝統的発酵食品は、私たちの日々の食卓に欠くことのできない食品です。これらの発酵食品の製造では、微生物の発酵作用を食品の加工に積極的に用いることにより、食材に元々なかった成分が生み出され、それぞれの食品に特有の味や香りが付加されるのが特徴です。日本は南北に長く、各地の気候も様々なため、地域によって食される発酵食品の特徴が異なります。例えば、味噌の種類は米味噌、麦味噌、豆味噌に大別され、地域によって嗜好される味噌が違います。その原料は米味噌では大豆、食塩、米（米麴）、麦味噌では大豆、食塩、大麦（麦麴）、豆味噌では大豆（豆麴）と食塩が使われます。一口に米味噌といっても、塩分が高く色の濃いものから、淡色で低塩分の甘口のものまで多様な味噌が製造されています。また、最初に述べた主要な発酵食品の他にも、滋賀県のふなずし、高知県の碁石茶のように、ごく限られた地域でのみ生産される発酵食品が数多く見られます。日本の発酵食品の特徴はこのような形態、原料、品質の多様性にあるといえます。

近年、日本人の食生活が多様化し、伝統食品の消費量が減少しつつあります。それにつれて製造者の高齢化や技術を継承する人手不足などの理由により、多くの発酵食品が伝承危機に直面しています。そこで、これらの食品の種類、原材料などの情報を収集し、興味のある方々がいつでも簡単に発酵食品の情報を閲覧することができるデータベースを構築し、インターネット上で公開（<https://ffdb-web.dc.affrc.go.jp/>）しました¹⁾。本稿では、発酵食品データベースの特徴と具体的な使い方

について紹介します。類似のものとして、日本生物工学会の発酵食品機能性データベース²⁾がありますが、こちらは発酵食品の機能性に限定したデータベースです。

発酵食品データベースの特徴

発酵食品データベースはGoogle Chromeなどのウェブブラウザを使って閲覧することができます（現在のところInternet Explorerでは動作しないことを確認しております）。そのトップページを図1に示します。本データベースは、発酵食品や原材料の生産者、流通者、業界団体、技術指導員、研究者、教育者、学習者を利用者として想定しました。そこで、扱う情報の種類として、「食品」「微生物」「原材料」「食文化」の4種類に分類し、データベースの中心データとして位置づけました。

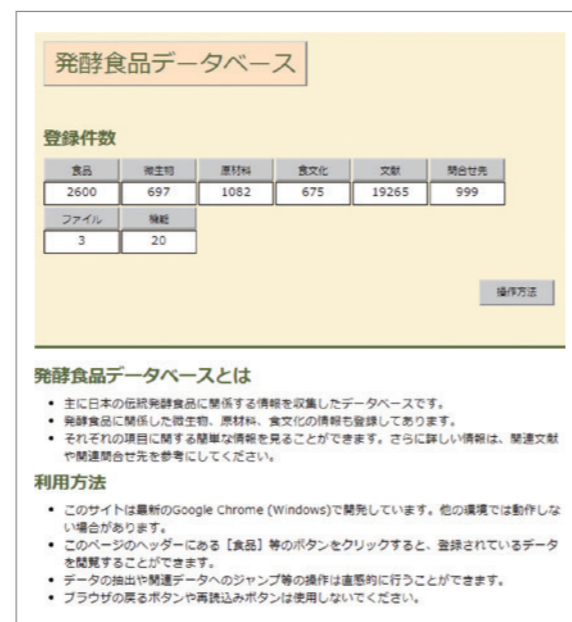


図1 発酵食品データベースのトップページの一部



■食品：国内を中心に2,600件（件数は2019年11月現在のもの。他の件数も同じ）の情報が登録されており、詳細には、味噌、甘酒、醤油、みりん、酢、漬物、納豆、魚醤油、くさや、なれずし、塩辛、チーズ、ヨーグルト、酒、ワイン、焼酎、テンペなどの発酵食品の基本的な情報を調べることができます（表1）。

■微生物：697件の情報が登録されています。具体的には麴菌として、わが国の味噌、醤油、清酒、醸造酢、甘酒等の醸造に使用されている*Aspergillus oryzae*および主に醤油醸造で使用される*Aspergillus sojae*、焼酎や泡盛の醸造に使用されている*Aspergillus luchuensis*。酵母では*Candida versatilis*、*Saccharomyces cerevisiae*（本菌は清酒、焼酎、泡盛の醸造、製パンなどに使用される）、醤油や味噌の醸造に使用される*Zygosaccharomyces rouxii*、清酒用きょうかい酵母など。乳酸菌*Lactobacillus gasseri*、*Lactobacillus plantarum*、酢酸菌*Acetobacter aceti*、納豆菌*Bacillus subtilis*の生育特性の情報

を調べることができます。麴が付く微生物関連用語である稲麴、麦麴、大豆麴などについても解説しています。

■原材料：1,082件の情報が登録されています。米、小麦、大麦、はだか麦、もち、こんにゃく、さつまいも、じゃがいも、大豆、うめ、うり、しいたけなどの農林水産物に関する品種や一般名、粉体などの加工品、また一部は育種履歴や生産地、用途、品質に関する情報が得られます。

■食文化：675件の情報が登録されています。具体的には、味噌や醤油などの発酵食品に関連した場所（みそなめ地蔵、高家神社など）、人物（大徳寺納豆を創出したとされる一休宗純ほか）、祭事（石川県のみそいわいなど）の情報が得られます。

また、上記情報に関する文献19,265件の書誌情報が登録されています。

表1 発酵食品データベースに格納された食品の分類

大分類	小分類	件数	例
味噌	味噌全般、米味噌、麦味噌、豆味噌、調合味噌、なめみそ	305	みそ、ソテツみそ、江戸甘みそ、ひしお、金山寺みそ、…
醤油	醤油全般、濃口醤油、薄口醤油、溜醤油、再仕込醤油、白醤油	29	しょうゆ、こいくちしょうゆ、…
納豆	納豆全般、糸引き納豆	90	糸引き納豆、塩辛納豆、干し納豆、…
酒類	酒類全般、醸造酒類、蒸留酒類、混成酒類	120	清酒、にごり酒、焼酎、泡盛、…
食酢	食酢全般、穀物酢、果実酢、醸造酢（穀物酢、果実酢以外）、合成酢	23	米酢、リンゴ酢、ハルサミ酢、…
野菜発酵食品	野菜発酵食品全般、漬物、発酵茶、発酵豆腐	300	すんぎ、碁石茶、豆腐よう、テンペ、…
畜産発酵食品	畜産発酵食品全般	58	チーズ、肉醬、サラミソーセージ、…
水産発酵食品	水産発酵食品全般、塩蔵型水産発酵食品、漬物型水産発酵食品	151	さばずし、鯉節、しょつつる、…
発酵食品関連製品	発酵食品関連製品全般、抽出物（単一成分）、抽出物（多成分系）、食品・料理、副産物	1,494	GABA、有機酸、味噌汁、酒粕、…

件数は2019年11月現在。他に、微生物：697件、原材料：1,082件、食文化：675件、文献：19,265件、問合せ先：999件、ファイル：3件が格納されている。

発酵食品データベースの使い方

次に、本データベースが扱っている各情報について、情報の調べ方を具体的に説明していきます。まず、「食品」のうち例として「テンペ」に関する情報の検索手順について解説します。テンペとはインドネシア発祥の発酵食品で、水煮した大豆をバナナの葉などで包み、クモノスカビ (*Rhizopus*) を生育させたものです³⁾。わが国では複数の食品メーカーがテンペを製造していて、大豆発酵食品の一つとして消費者に認知されています。テンペは油で揚げると特に風味が良く食べやすい上、ベジタリアンやビーガンの方々にも食べやすい植物蛋白質食品として今後さらに需要が増えると考えられています。以下、テンペの情報の検索手順を例示します。

「食品ページ」：トップページ上の「食品」ボタンを押下すると、「食品ページ」が表示されます(図2、図3①)。「食品一覧」として、一番目の食品データである「そばみそ」の情報が「食品データ」の下に出てきます。「食品名」の枠中に「テンペ」と入力します(図3②)。食品名は、平仮名で例え

ば「みそ」「しょうゆ」、漢字で「味噌」「醤油」と入力すると、いずれの場合も同じ検索結果が得られます。そして、「一部一致」(または「完全一致」)の左側にある丸印を押すことにより選択をして、下の「抽出」ボタンを押下します(「一部一致」は言葉の一部に対象が含まれる場合に選択します)。すると、「食品一覧」の下に「テンペ(野菜発酵食品全般)」と表示され、その右側の「食品データ」には「テンペ」に関する情報が表示されます。そして、その下に「関連件数」が表示されます。

「テンペの原材料」：「テンペ」に関する「関連原材料」を調べたいときは、このボタンを押下します(図3③)。すると、「大豆」の情報が得られます。前のページに戻りたい場合は、「食品データ」の一段上にある「関連元」ボタンを押下すると、一度だけ前のページである「テンペ」のページに戻ることができます(図3④)。それ以上戻るとはシステム上できません。

「テンペの関連文献」：「関連文献」ボタンを押下すると、テンペに関連する文献の一覧が表示され(図3⑤)、一部の文献についてはリンクから閲覧することができます。



図2 「食品ページ」の表示例

1番上の「そばみそ」が選択され、その情報が右側の「食品データ」の下に表示される。

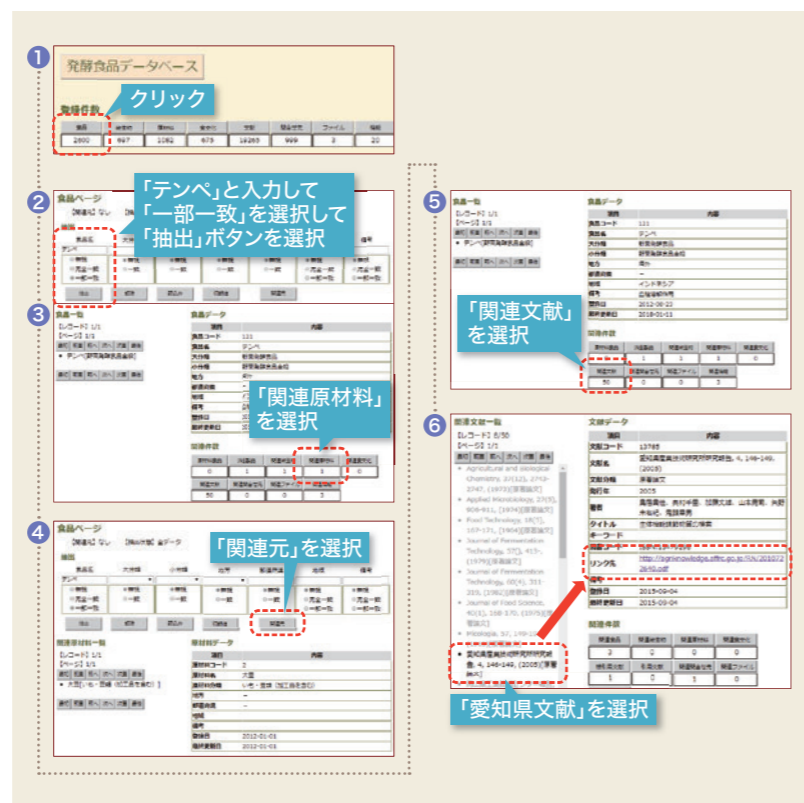


図3 食品情報(例:「テンペ」)に関する情報の検索手順の例

例えば、その中の「愛知県産業技術研究所研究報告, 4,146-149, (2005)」を選択すると、「生体機能調節物質の検索」と題する、テンペを含む食品のエタノール抽出物がヒト培養細胞に与える影響に関する研究論文を閲覧することができます(図3⑥)。

以上で説明したデータベースの使い方によって使っていただくと、他の情報を探するときにも同様のやり方が使えます。

例えば、トップページ上の「食文化」ボタンを押下すると、一番上のデータ「みそなめ地蔵(甲府)(場所)」と、その詳細な情報が閲覧できます(図4)。さらに、その画面内の「関連ファイル」ボタンを押下すると、味噌で顔や体が覆われた「みそなめ地蔵」の写真を閲覧することができます(図5)。「みそなめ地蔵」は甲府市内の一蓮寺に安置されていて、お参りする方が自分の体の治したい部分があれば、地蔵の体の相当する箇所味噌を塗って快癒を祈願するという風習が現在でも続いています。さらに同ページ中の「関連元」ボタンを押下すると、再度、「みそなめ地蔵(甲府)」のデータに戻りますので、今度は「関連文献」ボタンを押下することにより、この情報の元になった「みそ文化誌」の書籍情報を閲覧できます。このような発酵食品の「食文化」に関わる情報を調べることで、新しく市販する食品の包装デザイン考案や、購入者の興味を引くような商品形態の参考になると考えています。

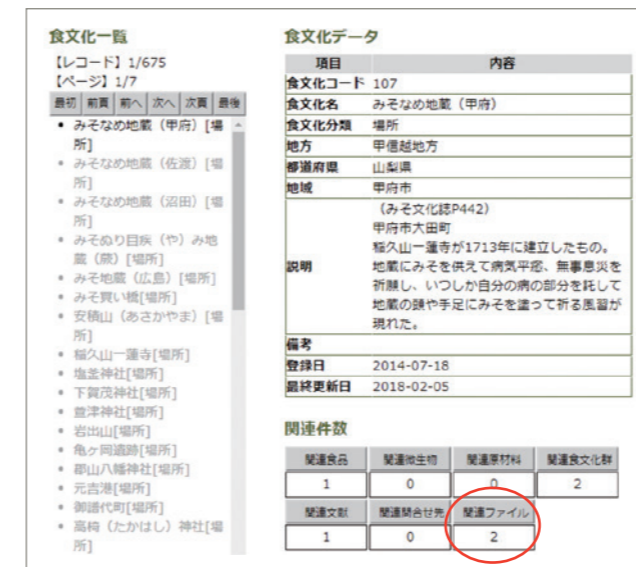


図4 食文化情報(例:「みそなめ地蔵(甲府)」)の情報表示

データベースのトップページの「食文化」ボタンを押下すると、一番上のデータが「みそなめ地蔵(甲府)」となる。



図5 みそなめ地蔵(甲府)の画像表示

「食文化」の1番目にあるみそなめ地蔵(甲府)の下の「関連ファイル」(図4、赤い丸印)をクリックするとみそなめ地蔵の写真が表示される。

おわりに

発酵食品データベースは、今後もデータを追加・更新していく予定です。発酵食品について調べると、一般の検索エンジンでは膨大な情報が得られ、その中から必要な情報を絞り込むのに時間がかかるのに対して、本データベースは発酵食品に特化した網羅的な情報を調べるのに適しています。今後、本データベースを活用して、従来の発酵食品を基本とした新たな発酵食品が開発されることが期待されます。

(食品研究部門 食品生物機能開発研究領域、研究推進部)

参考文献

- 楠本憲一、曲山幸生(2019) 発酵食品データベースの構築. 日本食品科学工学会誌, 第66巻第3号, p.74-82.
- 日本生物工学会(2018) 発酵食品機能性データベース https://www.sbj.or.jp/division/division_slow_tbe.html (参照 2019-8)
- 岡田憲幸(1986) テンペ微生物学の進歩. 日本醸造協会誌, 第86巻第7号, p.464-469.

G20大阪サミット2019関連行事で 農研機構の成果を紹介

農研機構は、G20大阪サミット2019の関連行事である、G20首席農業研究者会議 (G20 Meeting of Agricultural Chief Scientists: 以下G20MACS)、G20新潟農業大臣会合、G20大阪首脳会合に参加し関連展示を行いました。

G20MACS

G20MACSは、G20参加各国および国際研究機関の首席農業研究者や農業研究行政官が、世界の農業研究の優先事項について協議するとともに、G20参加国間と国際研究機関間の相互連携を強化することを目的とした会合です。前回のアルゼンチン会議での合意事項のフォローアップとして、「越境性植物病害虫」と「気候変動対応技術導入」の2つが今回の主要議題でした。

2019年4月24日～26日の開催期間のうち、24日は宮城県における東日本大震災被災地の農業復興事業のフィールドツアーが開催され、農研機構が行ってきた農業復興の取り組みについて、松田理事が紹介しました。続く25日～26日は東京のホテルグランドパレスで会合が行われ、農研機構からは久間理事長が基調講演を行ったほか、白戸温暖化研究統括監が気候変動対応技術に関する研究成果および国際連携の取り組みについて紹介しました。

また、主要議題に関連する農研機構の研究成果を中心に22枚のポスターで紹介しました。青いキクや光るカイコ(繭・糸)などの成果物展示も行い、参加者の注目を集めていました。休憩時には、農研機構が共同開発し、β-クリプトキサンチンについて機能性食品表示を取得している温州ミカンを原料とした飲料品アタノカラダや、農研機構が開発したブドウ品種のシャインマスカットを用いたお菓子、有色ジャガイモを使用したカラフルポテト製品などが試食品としてふるまわれました。

G20新潟農業大臣会合

G20新潟農業大臣会合は、2019年5月11日～12日に、新潟県新潟市の朱鷺メッセにおいて開催されました。全体のテーマは「農業・食品分野の持続可能性に向けて～新たな課題とグッドプラクティス」で、主要論点は、「次世代の農業を担い革新を起こす人づくりと新技術」「フードバリューチェーン全体に着目した農家等の収益向上策等」と「SDGsの達成に向けた、関係者の対応方法」でした。本会合では吉川農林水産大臣(当時)、高鳥農林水産副大臣(同)および濱村農林水産大臣政務官(同)が出席されました。

農研機構は、天敵を集めるLED照射装置モジュールなどの実物展示も含め、最新の研究成果ポスター10枚を会議場に隣接するアトリウムで展示しました。最終日の午後には地元の招待者が広報展示に招かれるイベントがあり、農研機構ブースも関心を集めていました。また、同じく午後には新潟県内の農場にてスマート農業の現地視察があり、農研機構が開発した自動運転田植機の実演が行われ、各国要人へPRすることができました。

G20大阪首脳会合

G20大阪首脳会合は、2019年6月28日～29日に、大阪府大阪市のインテックス大阪で開催されました。国際メディアセンターでの政府広報展示スペース内の「SOCIETY × INNOVATION」のエリアにおいて、農研機構は推進しているスマート農業に関する動画を上映しました。

会議



久間理事長による基調講演

展示



試食・説明ポスター

成果展示

G20農業大臣会合 in 新潟



実演

自動田植機



文部科学大臣表彰

文部科学省は、科学技術に関する研究開発、理解増進等において顕著な成果を収めた者を「科学技術分野の文部科学大臣表彰」として顕彰しています。2019年4月に、平成31年度の受賞者が発表され、農研機構から、科学技術賞で2件（4名）、創意工夫功労者賞で2件（3名）がこの賞を受賞しました。

[科学技術賞 開発部門]

受賞業績名：多様な遺伝子組換え作物に対応可能な食品検査法の開発
 受賞者：橋田 和美（食品研究部門 食品分析研究領域）
 真野 潤一（食品研究部門 食品生物機能開発研究領域）
 高島 令王奈（食品研究部門 食品分析研究領域）

多様化する遺伝子組換え作物に対応した食品表示の信頼性を確保

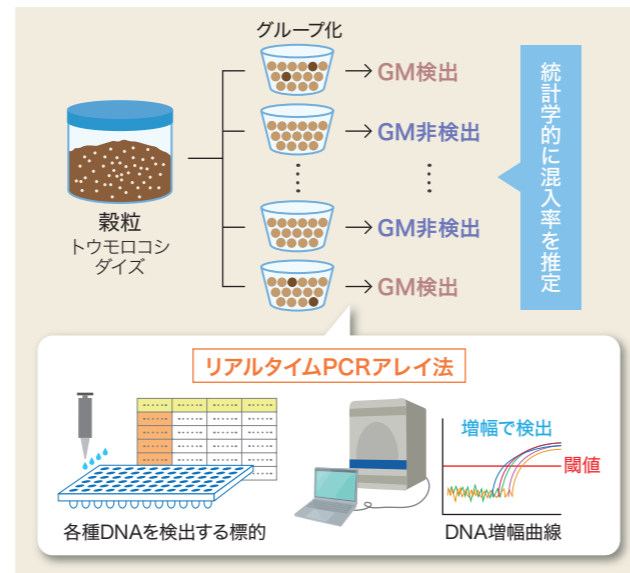
新たに開発される遺伝子組換え（以下、GM）作物の数は、近年著しく増加しています。新たに安全性審査を経たGMダイズ、およびGMトウモロコシにおいて、スクリーニング検査で用いる従来の定量スクリーニング検査法（定量検査法）では検出されない系統が出てきたため、検査漏れが生じることが懸念されていました。また、GM系統同士を掛け合わせた品種（以下、スタック品種）の急激な増加により、従来の定量検査法では混入率を過大評価する恐れが生じるなど、多様なGM作物が流通する状況において検査の不具合が生じていました。

そこで、国内流通が確認されているGMダイズ、およびGMトウモロコシをもれなく検出できるように、新たに系統特異的な定量検査法を開発しました。また、スタック品種の混入の影響を受けず、分析試料中の組換え体混入率を統計学的に評価・推定可能な「グループ検査法」を開発しました。さらに、「リアルタイムPCRアレイ法」を開発し、混入しているGMトウモロコシ系統の一斉検出を可能にしました。

本開発により、国内流通が確認されているGMダイズ、およびGMトウモロコシについて、遺漏なく検査することが可能になりました。また、グループ検査法を用いることで、スタック品種による混入率過大評価の問題を解消しました。さらに、混入しているGMトウモロコシの系統の特定も可能となりました。

本成果は、多様なGM作物の流通により生じた検査の不

具合を解決し得る一連の検査法として公定検査法に採用され、トウモロコシおよびダイズの円滑な貿易と、わが国のGM食品表示の信頼性確保に寄与しています。



主要論文：Reona Takabatake et al. (2010) Establishment and evaluation of event-specific quantitative PCR method for genetically modified soybean MON89788, Food Hygiene and Safety Science, 51 (5), p.242-246.
 Junichi Mano et al. (2011) Practicable Group Testing Method to Evaluate Weight/Weight GMO Content in Maize Grains, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59 (13), p.6856-6863.

[科学技術賞 研究部門]

受賞業績名：カドミウムを吸収しない水稲の育成とその利用に関する研究
 受賞者：石川 覚（農業環境変動研究センター 有害化学物質研究領域）

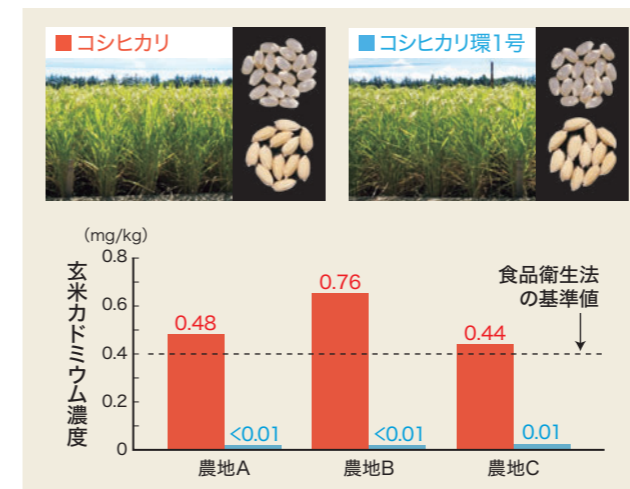
カドミウムを吸収しない水稲「コシヒカリ環1号」

人体に有害な物質であるカドミウムの食品由来の摂取量を可能な限り減らすためには、わが国で主要な摂取源であるコメ中のカドミウム濃度の低減が重要となります。土壌改良などを基盤とした従来の対策技術は、コスト高や環境破壊、農作業労力の増加などといった課題がありました。

そこで、従来技術とは異なる発想に基づき、水稲がカドミウムを吸収する仕組みを遺伝子レベルで解明し、突然変異法を活用してカドミウムをほとんど吸収しない水稲品種「コシヒカリ環1号」を世界で初めて育成しました。さらに「コシヒカリ環1号」が持つカドミウム吸収抑制遺伝子を簡易に検出する遺伝子マーカーを開発し、コシヒカリ以外の水稲品種を効率よくカドミウム低吸収タイプに改良できるように工夫しました。

2018年1月より、農林水産省の指針において、カドミウム低吸収品種の利用がカドミウム低減対策の中核として位置づけられ、全国の水稲育種現場で100以上の品種にカドミウム吸収抑制遺伝子の導入が図られるなど、オールジャパン体制での取り組みが進められています。

本成果は、低コストで効果の高い低減対策として全国の生産現場に導入されることで、食品由来のカドミウム摂取量が大幅に減少し、国民の健康保護に貢献するとともに、海外への技術移転を通して農作物・食品の安全確保と世界中の人々の健康保護に寄与することが期待されます。



主要特許：石川 覚ら（2015）カドミウム吸収抑制遺伝子、タンパク質、及びカドミウム吸収抑制イネ、特許第5850475号
 主要論文：Satoru Ishikawa et al. (2012) Ion-beam irradiation, gene identification, and marker-assisted breeding in the development of low-cadmium rice, Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 109 (47), p.19166-19171

[創意工夫功労者賞]

受賞業績名：土壌物理性簡易診断における土塊サンプラーの考案
 受賞者：竹本 敏彦（北海道農業研究センター 技術支援センター）

土の物理性を診断するための土塊サンプラー

北海道農業研究センター生産環境研究領域土壌管理グループでは、生産者自ら実施できる簡易土壌診断の一つとして「土塊法」の開発に取り組んでいます。

「土塊法」は、作物の収量アップを目的に土の物理性を

改善するため、栽培前や収穫後の土壌の物理性を診断する方法です。従来のスコップでの採取では、長時間の作業や測定値のばらつきなどの問題がありました。

そこで、技術支援センターでは、安価な資材で容易に加工できる土塊サンプラー（土塊採取器）を開発しました。

この土塊サンプラーを使うことにより、簡易かつ正確な採取が可能となり、誰が使用しても同じ条件で土塊を採取できます。また、従来の作業より掘削作業の工程が少なくなり、作業負荷の軽減、作業時間の短縮が可能となります。

現地調査では、採取した土塊が均一な大きさになるため、作業を効率良く行え、荷物のコンパクト化にも役立ちます。

土塊採取作業の効率化と調査の高精度化を図ることができる本器の開発が高く評価されました。



[創意工夫功労者賞]

受賞業績名：作業時間を1/3にするリンゴ果実収穫装置の考案
 受賞者：佐藤 平吉（果樹茶業研究部門 技術支援センター）
 判田 弘志（つくば技術支援センター）

リンゴの収穫装置で作業時間が1/3に

リンゴ栽培では労働力不足が深刻で、特に時間がかかる果実収穫時間を短縮する技術の開発が求められています。カラムナータイプと呼ばれる側枝や節間の長さが従来の栽培品種より極めて短く、円筒形の単純な樹形は、せんだり収穫が容易にでき、省力的な栽培が可能になるとして期待されています。食味が良好なカラムナータイプ品種の普及を見据えて、リンゴの木を揺すって、落下させた果実を効率的に捕捉し、果実の大きさごとにコンテナに収集する果実収穫装置を考案しました。本装置の使用により、果実を手でもぎ取る慣行の収穫方法にくらべ収穫の作業時間を1/3に短縮させることができました。



所属は受賞当時

温故知新

>> 古きをたず(温)ねて新しきを知る



現地実証試験における経営データの収集と活用

梅本 雅



DATA

農業経営に役立つリンク集

農林水産省HP

分野別分類／農家の所得や生産コスト、
農業産出額など
<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/kensaku/bunya3.html>



経営改善実践システム
〈経営改善実践システムPC版インストール説明書〉
<http://www.maff.go.jp/j/ninaite/attach/pdf/shihyo-19.pdf>



新たな農業経営指標
<http://www.maff.go.jp/j/ninaite/shihyo.html>



新技術を普及していく上では、それらが農業経営に及ぼす効果を具体的に示していくことが求められます。そのため、農研機構では、各地の営農現場において現地実証に取り組み、経営調査や実証試験を通じたデータの収集、分析を行ってきました。

現地実証試験における技術の経済評価においては、まず、実証対象の経営概要として、経営類型(法人、個人)、経営面積、労働力数、部門構成(作目および面積・頭羽数)などを聞き取り、経営の全体像を捉えます。また、技術導入前後の収支を比較するために、決算書(個人経営では青色申告決算書)等の会計記録を収集します。さらに、収益が変化した要因を解析するため、作物・品種・栽培方法・導入技術ごとに、収入(単収、販売単価)、費目別経費(購入数量、購入単価)、作業別労働時間、耕種概要(投入資材など)を整理します。個々の技術要素に立ち入って分析することで、何が利益をもたらした、また、課題であるのかを明らかにすることができます。

一方、このような経営データは、技術の導入効果の解析だけに用いるものではなく、経営改善を進めていく上でも不可欠な情報となります。経営データの中心となる会計記録は、経営資源の状況や営農活動を貨幣価値で捉えたものであ

り、経営運営の基礎データと言えます。しかし、従来は、税務申告のための資料にとどまっていた。

会計記録が経営改善に活用されてこなかったのは、①財務データが技術的な情報(収量、資材投入量等)と連動していないことに加え、②同類型経営の平均値など自経営の善し悪しを判断できる情報を農業者は持ち得ていないことがあります。そのため、経営改善に向けて、経営概要、会計記録、経営成果をもたらした技術を一体的に捉えていくこととともに、それらを評価できる標準値を整備していくことが重要です。

このような理由から、現在進められているスマート農業実証プロジェクトにおいても、経済的な情報と技術的な情報を経営データとして一体的に収集するとともに、生産費や所得について、技術の導入前後、あるいは、慣行ほ場と実証ほ場との比較を行い、目標の達成状況や、スマート技術の導入効果を具体的に示していくこととしています。また、実証試験結果に基づく経営指標データベースの構築も進めます。これらは実証経営の経営改善に活用できる資料となるものであり、そのためにも、経営診断アプリケーションの開発等を通して、経営データを経営改善に活かす手法を広く普及させていくことが求められます。

(本部 総括調整役)

Editor's Note

編集後記

令和の時代に誕生した農研機構技報は、早いもので本号が第3号となりました。この技報は、これまでの農研機構の刊行物と比べますと、産業界(企業)、工学系の大学、地域の行政部局、報道機関への配布比率を高め、主要な主催イベントでも配布しています。また、印刷部数には限りがありますので、同じ内容をホームページにも掲載しています。

さて、日々生み出している農研機構の研究成果は、特許出願、科学誌・商業誌・農研機構研究報告への投稿、プレスリリースや記者会見、マニュアル公開、シンポジウム・講演会での発表、展示会への出展などの形で公知化しています。農研機構技報の記事は、多くの研究成果の中でも、実用化を加速化したいもの、新たな連携を期待するものを中心に掲載しております。本号では、特集を組まなかったことでバラエティに富む内容になっています。より深く知りたいことなどがありましたら、ホームページの「お問い合わせ」からコンタクトいただけますと幸いです。

まもなく年の瀬、そして新年を迎えます。2020年は東京で2回目のオリンピックが開催される年、再び新しい十二支のサイクルがスタートする「子年」です。60年前の1960年は三種の神器と言われた白黒テレビ、洗濯機、冷蔵庫が普及し始め、天皇家に徳仁親王がお生まれになった年でした。ともに、未来への可能性を感じながら、進んでまいりましょう。

(編集委員長)

農研機構技報

NARO Technical Report No.3

2019年12月12日発行

発行者/久間和生

発行所/農研機構 広報部広報戦略室(編集委員会事務局)

〒305-8517 茨城県つくば市観音台3-1-1

TEL. 029-838-8988(代表) Email. www@naro.affrc.go.jp

製作協力・印刷/株式会社アイワット

非売品

*本誌の写真、記事の無断転載を禁じます。

