

／ 食と地域を支える研究者 ／

01

高い品質を支える！ 果実の生産研究の現場

その品質の高さで、日本国内はもちろん、海外での評価も高い日本産果実。

しかし、近年の気候変動により、

品質や収量への影響が危惧されています。

そうした状況でも、高品質な果実を安定的に生産するため、

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（以下、農研機構）では、

さまざまな研究が行われています。今回はそうした研究の最前線に迫ります。

高い糖度のみかんをつくる！ 「シールディング・マルチ栽培」



専用シートを畝周辺に埋設し、水分をコントロールすることで、みかんの果樹に適切な乾燥ストレスを与え、高い糖度を実現する「シールディング・マルチ栽培」。この栽培技術を開発した岩崎光徳主任研究員に、技術の特徴や開発までの道のりについて伺いました。

静岡市の興津にある興津カンキツ研究拠点に設けられたS.シートの実験畑。みかんの樹の幹元から地表に敷設された白いマルチシートの下に、S.シートが埋設されている。

Profile

農研機構 果樹茶業研究部門 カンキツ研究領域
岩崎光徳 主任研究員

大学時代はぶどうの地表面管理、主に草生栽培に関する研究と土壌中の有用微生物に関する研究に携わる。大学卒業後、農研機構に採用され、カンキツの水分生理に関する研究内容で農学の博士号を取得。現在は、シートマルチ栽培の技術改良や、カンキツの生理障害とその対策に関する研究に取り組む。

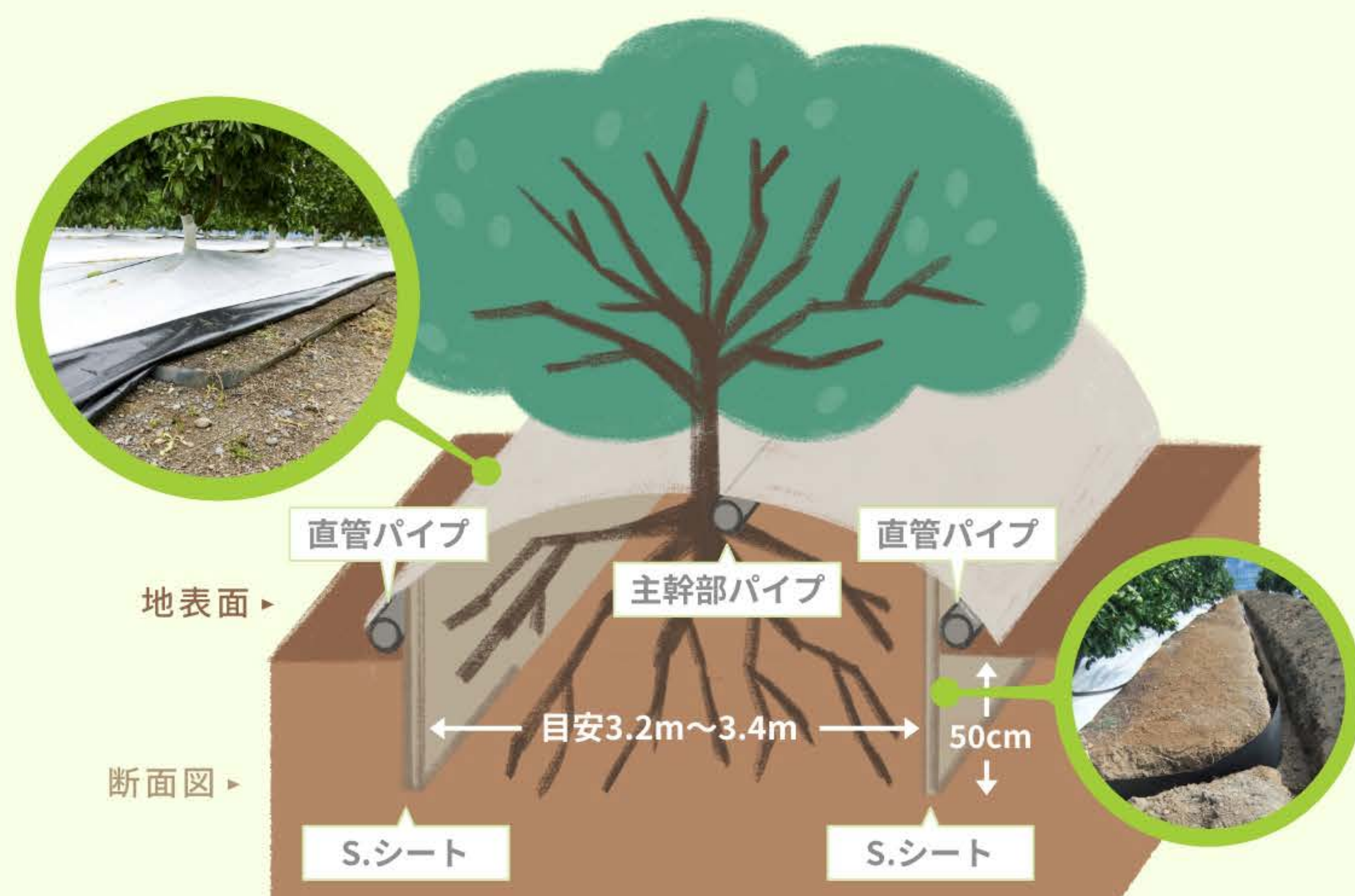
INTERVIEW



「S.シート」で 水分供給を抑制

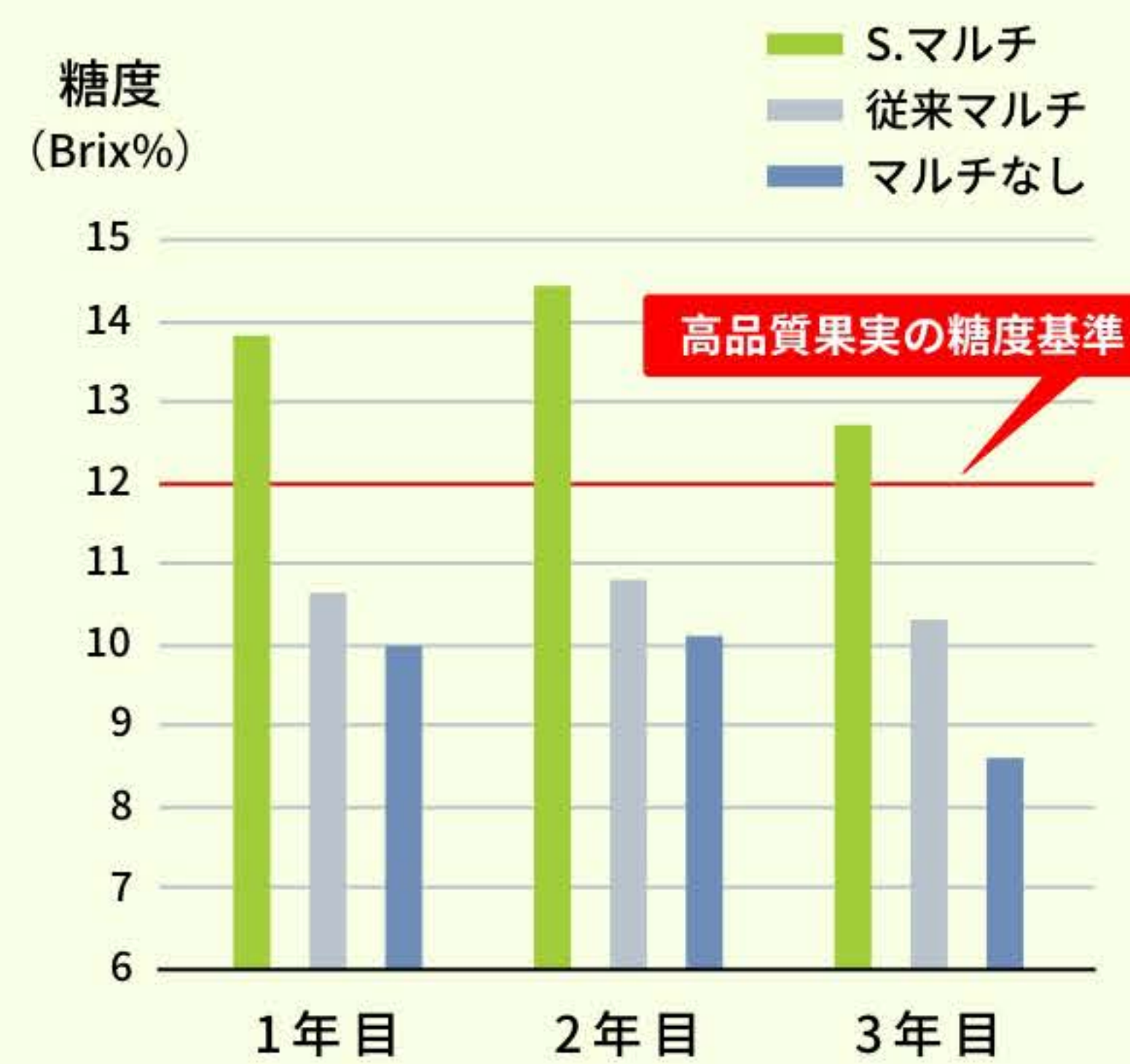
みかんの糖度を上げるには、給水量を制限し果樹に適度な乾燥ストレスを与えることが必要です。そのため、みかんの産地では果樹周辺の地表をマルチシートで覆い、雨水を遮断する「シートマルチ栽培」が行われてきました。しかし、根が伸長してシートの外に張り出したり、近年多発する局地的豪雨の際にシートの外から雨水が流入することで、十分な乾燥ストレスを与えられず、思うように糖度を上げられないことが課題でした。こうした課題を解決するために開発されたのが、「シールディング・マルチ栽培」です。「この栽培法は、マルチシートの内側に独自開発した専用の『S.シート』を約50センチメートルの深さで垂直に埋設し、根の張り出しと雨水の浸透を遮断するものです。また、併せて導入する灌水設備から給水することで雨に頼らず給水を調整します」と、開発した岩崎研究員は語ります。

シールディング・マルチ栽培の概念図



果樹を中心に地表に敷設したマルチシートに加え、その両端内側に農研機構が開発した「S.シート」を垂直に埋設することで、地表面をはじめマルチシート外側からの雨水の侵入と根の伸長を抑制。果樹に適度な乾燥ストレスを与えることを可能としました。

栽培方法の違いによる糖度の変化



シールディング・マルチ栽培導入の初年度から、高品質果実の基準となる糖度12度を実現。岩崎研究員の実験では5年連続で12度を下回ったことはないといえます。

初年度から5年連続で
高糖度を実現

果樹に適切な環境ストレスを与える「シールディング・マルチ栽培」ですが、この栽培方法を導入することで、糖度はどの程度上がるのでしょうか。

「乾燥ストレスが適正かどうかは、1週間から2週間に1回程度計測する果実の肥大値が目安となり、日肥大値が0.25から0.3ミリメートルならば適切な状況です。7月から9月の日肥大値が適正であれば、糖度も比例して高品質果実の基準である12度以上になることがわかっています。静岡県内6箇所の保湿性の高い黒ボク土壌や粘土質の赤土土壌など、保水性が高く品質が上がりにくい土壌を中心に実証実験を行ってきましたが、そうした土壌であっても確実に品質が向上することが実証されました。また、導入初年度から効果を発揮し、最初に現場に導入した2017年から今年まで、5年連続して12度以上の糖度を実現しています」

挑戦し続けることで得られることがある

導入初年度から12度以上の糖度を実現する「シールディング・マルチ栽培」ですが、その開発までにはさまざまな紆余曲折があったと、岩崎研究員は振り返ります。

「当初はマルチを活用しない、まったく別のアプローチでみかんの糖度を上げたいと考えていました。しかし、なかなか成果を出せない期間が4、5年続きました。今考えても、あの時代はとても苦しかったですね」そこで原点に立ち返り、再びマルチを活用した栽培方法に着目。従来のシートマルチ栽培の課題を検証しながら改良を重ね、約5年間に渡る開発・実験期間を経てこの栽培方法を確立しました。岩崎研究員はそのモチベーションを「挑戦し続ける気持ち」と語ります。

「失敗してもチャレンジし続けることで得られることが必ずあると思います。私もそうした失敗を経て『シールディング・マルチ栽培』にたどり着きました。また、現場で生産者の方々に栽培法の効果を実感してもらい、『役立った』と言っていたいた時は、研究という仕事にもっともやりがいを感じる瞬間ですね」岩崎研究員のモットーは、「情熱・献身・謙虚の心」。今後は、この栽培方法を、傾斜地のだんだん畑や石垣が組まれた園地といった、多様な設計の園地でも導入できるように、これからも挑戦を続けていきたいと、力強く語ってくれました。



取材協力 |
農研機構 果樹茶業研究部門
興津カンキツ研究拠点

国立の試験研究機関として、
日本で唯一のカンキツ専門の研究拠点。
新品種や栽培技術の開発など、
日本における
カンキツ研究の中心を担う。

AIを活用した新しい みかんの糖度予測手法

収穫前のできるだけ早い時期にその年のみかんの糖度が予測できれば、出荷までの期間に糖度を高めるさまざまな対策を講じることができ、糖度が高く高品質なみかんの出荷が可能となります。AIを活用し、こうした予測を可能にするシステムの開発を手掛けたAI研究推進室の森岡涼子上級研究員に、システムの仕組みや開発までの道のりを伺いました。

Profile

農研機構 農業情報研究センター AI研究推進室
森岡涼子 上級研究員

理学博士。学生時代より機械学習（AI）分野を専攻し、さまざまなビッグデータのプロジェクトに携わる中で、今後AIやデータの活用が農業において重要な分野になると認識。ちょうどその頃、農業情報研究センターが人材を募集しており、現職に応募。

INTERVIEW



AIで誤差の少ない 糖度予測が可能に

従来の温州みかんの糖度予測は、5月の開花時期から日々の気温を足し算していき、積算した気温が規定値に達する時期を想定して算出していました。しかし、この方法では実際とは1度以上の誤差が生じていました。その1度の違いが、みかんの価値を大きく左右します。森岡研究員たちが開発した手法による誤差は、収穫の2カ月前（極早生）から5カ月前（晩生）の7月20日の時点で0.61度、収穫時では0.47度の誤差と、従来の手法と比べて高い精度を誇ります。

「本手法で用いたAIは、ニューラルネットワーク（脳神経回路の一部を模した数理モデル）を活用したもので、前年のみかんの平均糖度と当年の気象データを入力値とし、開発したネットワークによる予測計算で当年のみかんの糖度を算出します。気象データには、日照や降水量など、気温以外にもみかんの糖度に影響を与える重要な変数を入れているため、従来の手法よりも高い精度で予測することが出来るのです。梅雨が開けてその年の栽培が本格化する7月20日の時点で、出荷時である10月から翌年2月の糖度を予測し、低糖度が予測された地区の生産者の方々にマルチシートで早めに被覆したり、生育後期に重点的に摘果を行うなど、糖度を向上するための助言などを行うことができます」

AIシステムの概念図

糖度予測手法の概要



例えば、2019年の糖度予測をする場合
2018年のみかん糖度データ、
2019年の気象データを使用

前年の地区ごとおよびみかん系統ごとの糖度測定値と、地区における気温や降水量、日射量、日照時間の観測値と測定値を入力することで、AIが当年の糖度予測値を計測。

優れた汎用性で異なる出荷時期にも対応

生産者にとって極めて重要なデータを提供する糖度の予測手法ですが、その心臓部であるAIの開発にはやはり相当な苦労もあったと、森岡研究員は振り返ります。

「糖度に影響するのは日照時間なのか日射量なのか、最高気温なのか最低気温なのかといった、気象に関する細かな変数の選択に苦労しました。また、一言で温州みかんと言っても、極早生（ごくわせ）から早生（わせ）、中生（なかくて）、晩生（おくて）という4系統があり、出荷時期にも幅があるため、最終的にはそうした時期のズレにも対応できる汎用性を持たせることに苦労しました」
すぐにでも全国の温州みかんの栽培地域への導入を期待したいこの手法ですが、導入にあたっては条件もあるそうです。

「精度の高い糖度予測には少なくとも過去7年から8年分の糖度データが必要です。共同研究を行ったJAながさきの西海させば広域かんきつ部会では、出荷時に光センサーによる選果機ですべてのみかんの糖度を計測しており、10年間に渡る糖度のデータを電子データで蓄積していたことで今回の研究が可能となったのです」



共同研究を行った長崎県のみかんの選果場。ここでは、出荷される全てのみかんの糖度を光センサーで計測しており、電子データとして蓄積されています。

データではなく“ヤマ”を学習させる

これまで主にビッグデータを扱う研究開発に携わってきた森岡研究員にとって、今回のみかんの糖度予測手法の開発は、これまでとは勝手が違ったようです。

「過去10年間の平均糖度データとはいえ、わずか10個のデータです。このデータでAIを構築するにはこれまでと違うアプローチ、沢山のデータをもとに学習させるのではなく、上手くヤマをかけるような効率的な学習が必要でした。初めての試みで、どこまでの精度を実現できるのかという緊張感が開発期間中は常にありましたね」
そんな今回のプロジェクトに対するモチベーションは、目に見える利用者の方々の存在だったと言います。

「長崎県の産地の方がAIの活用に関心な方で、出力されたデータを喜んで持ち帰っていただけることにやりがいを感じました。そして、こうした現場への応用を目指した研究に携わるなかで、これまでとは違った視点に気づくこともできたと思います。それは、マニアックな考えから少し視野を広げると、意外に多くの方が興味を持ってくださるということ。これから研究者を目指す方にも、『深く、狭すぎず』といった姿勢を伝えたいですね」と、笑顔で語ってくれました。

取材協力 |
農研機構 基盤技術研究本部
農業情報研究センター

農研機構における情報技術に関する研究の拠点として、農業・食品分野におけるAIの活用や、農業データ連携基盤の構築などを担う。

大切な果樹をハダニから守る！ 「＜w天＞防除体系」



果樹の葉に寄生し、果実の生産に深刻な被害をもたらす「ハダニ」は、繁殖力が非常に強く、防除が難しい害虫です。特に、高温・乾燥下で繁殖力が高まるため、近年の気候変動により、その被害がさらに深刻化することが危惧されています。この難題に対して開発された斬新な防除手法が、「＜w天＞（ダブてん）防除体系」です。これはどんな手法なのでしょうか。開発者の外山晶敏上級研究員に伺いました。

茨城県つくば市の果樹茶業研究部門の広大な敷地内には多数の実験畑が存在。この梨棚も、外山研究員が＜w天＞防除体系の研究を行う畑のひとつです。

Profile

農研機構 植物防疫研究部門 果樹茶病害虫防除研究領域
外山 晶敏 上級研究員

学生時代はクモに関する研究に携わり、農林水産省果樹試験場（当時）で害虫防除の研究を始める。「入った当初から自由に研究させてもらいましたが、それが良かった点でもあり苦労した点でもあります。でも、その苦労がいま役立っていると強く感じます」と語る。現在は、農業上深刻な被害をもたらす害虫を、天敵を活用して防除する研究に取り組む。

INTERVIEW



ミカンハダニと、その被害を受け全体が白く変色したミカンの葉。果実も着色が悪く品質が低下するといえます。



土着と製剤の天敵を投入し、殺ダニ剤は必要に応じて補完的に使用することでハダニを防除する「＜w天＞防除体系」。

土着と傭兵のダブルの天敵で害虫を攻撃

これまでハダニを駆除する方法といえば、化学的に合成された殺ダニ剤の散布が主な方法でした。しかし、繁殖力が強く、世代交代が早いハダニは、殺ダニ剤に対する抵抗性が発達していて、殺ダニ剤だけでは防除が難しくなりつつあるそうです。そこで、外山研究員が開発に携わった＜w天＞防除体系では、まったく新しい防除システムが構築されています。

「ハダニからの防除を、天敵である『カブリダニ』に担ってもらいます。カブリダニは土着天敵*として自然界に存在しているため、適切な環境整備などをおとして、その力を最大限活用することを目指します。また、土着のカブリダニが少ないハウスなどでは、その活動を補完するために、“傭兵”として天敵製剤**も導入します。この、土着と製剤によるダブルの天敵で防除することから＜w天＞防除体系と名付けました」

では、この手法を活用すれば、これまで主な防除策として使用していた殺ダニ剤は、もう必要なくなるのでしょうか。

「イエスでありノーでもあります。もちろん、条件さえ良ければ土着のカブリダニだけで抑えることが可能な場合もありますが、この技術は、私たちが持つさまざまな手法を、状況に応じて活用することで、持続的なハダニの防除管理を目指しています」

*土着天敵 もともとその地域に自然に生息している天敵のこと。

**天敵製剤 放飼して特定の害虫を駆除することを目的として製品化され、農業登録された天敵のこと。なお、野外では使用出来ない製剤も一部あります。



＜w天＞防除体系の第一歩は、土着天敵であるカブリダニの生息環境を整えること。カブリダニの住処であり餌を供給する下草は刈りすぎず、極力、グリーンのカーペットをキープします。

下草を刈りすぎない天敵の快適な環境づくり

＜w天＞防除体系構築の第一歩は、園地内をカブリダニが活躍しやすい環境に整えることから。まず、土着天敵と天敵製剤への影響を考慮した薬剤の見直しを行い、カブリダニが活躍しやすい環境を整えます。続いて園地内の下草の管理ですが、従来の管理とはまったく異なるそうです。

「下草はカブリダニの住処であり給餌場です。従来のように地面が見えるほど刈ってしまえば、土着のカブリダニにとって良い環境とはいえません。果樹の株元をはじめ園地内全体を可能な限り自然に近い状態に保つことで、カブリダニが棲みやすい環境に整えます。そのうえで、ハウスでの栽培など、土着のカブリダニだけでは不安がある場合は、天敵製剤を導入し兵力を補完してあげるのです」それでもハダニの増殖が抑えられない場合には、補完的に殺ダニ剤も併用することで増殖を抑制します。これらのステップを踏むことにより、従来よりも殺ダニ剤の散布回数を大きく減らすことが可能となります。

「使われてナンボ」の技術をつくりたい

＜w天＞防除体系の導入により、殺ダニ剤の散布回数を従来よりも減らすことで、ハダニにおける抵抗性の発達の抑制が期待できるそうです。また、薬剤の散布には労力がかかることから、生産者の方々の負担の軽減などの効果も。この研究は、農研機構のほかにも、多くの産地や企業が参加し、「＜w天敵＞コンソーシアム」として行われてきました。人にも環境にも優しい技術が評価され、＜w天敵＞コンソーシアムは「令和3年度気候変動アクション環境大臣表彰」において「開発・製品化部門（適応分野）」の大賞を受賞しました。



令和3年度気候変動アクション環境大臣表彰の表彰式にて。左より、外山上級研究員、岸本英成上級研究員（植物防疫研究部門 果樹茶病虫害防除研究領域 果樹茶生物的防除グループ）、眞岡所長。

「天敵を活用した防除は、果樹ではこれまであまり行われておらず、体系化したことに関して新規性があると思います。しかし、個々の技術は長年の研究で蓄積されてきたものです。また、こうした研究は一人ではできません。今回の受賞も、コンソーシアムに参加いただいた仲間たちと、同じ方向を向いて取り組んできた成果が評価されたものだと思っています」。そう語る外山研究員が、一貫して心に抱いているのが「使われてナンボの技術を作りたい」ということです。

「私たちの研究は、現場で使ってもらってこそ評価されるもの。学生時代から関心を持つ生態系サービス*の活用を、いままテーマに研究できることが高いモチベーションになっています。研究者を目指す学生の方には、ぜひ、そうした`やりたいからやる、`ことを見つけてほしいですね」と笑顔で語ってくれました。

*生態系サービス 生態系がもつさまざまな機能の中で、特に人間がその恩恵を受けているもの。



取材協力 | 農研機構 植物防疫研究部門

海外からの新たな病虫害や
雑草の侵入に対応する技術や、
環境にも生産者にも負荷の少ない
病虫害や雑草の防除方法に関する研究を担う。

今週のまとめ

高品質な日本産果実の安定した生産に向けて、さまざまな研究が行われている。

栽培技術、AIの活用、病虫害防除など、アプローチの方法も多様。