



# ひょうごの農林水産技術

— 農業編 —

No. 223 2023年(令和5年)11月

## 特集 冬季に活用したい開発技術

冬季の栽培技術としてハウスの暖房コスト低減や凍害対策等に取り組んできた。ここでは、ハウスの温度管理上困難であったイチゴの同一ハウス内複数品種栽培技術や、低温で肥効の遅れる有機質肥料の効果的施肥技術、及びスクミリンゴガイ越冬可能地域の早期予測技術を紹介する。



食味自慢の「あまクイーン」、  
培地加温が効果的



培地加温によりイチゴ株が大きく、  
花数も多い(右ベッド)



コマツナに対する有機質肥料の効果的な冬季  
施肥技術 右：早期元肥施用後の被覆加温



スクリムリンゴガイの成貝(左)と卵塊(右)

### 目

#### 特集 冬季に活用したい開発技術

- 1 培地への加温で育成イチゴ「あまクイーン®」の厳寒期の草勢を維持……………2
- 2 コマツナに対する有機質肥料の効果的な冬季施肥技術……………3
- 3 スクリムリンゴガイ越冬可能地域の早期予測……………4

### 次

#### 研究成果の紹介

- 1 処理法の違いがコマツナの農薬残留に与える影響について……………5
- 2 肥育牛が安定して飼料を摂取する給餌方法……………6
- 3 ジャム及び佃煮の水分活性予測モデルの開発……………8

#### 普及現地情報

- 新たな強敵「ビワキジラミ」との戦い……………10

# 特集

## 培地への加温で県育成イチゴ「あまクイーン<sup>®</sup>」の厳寒期の草勢を維持

「あまクイーン」は、良食味で極早生性のイチゴであるが、冬季の草勢が低下しやすい。これに対し、「兵庫方式高設栽培装置への温床線挿入による培地加温法」を活用し、ベッド単位で部分的に加温することで草勢が維持でき、「章姫」などのより低温に強い品種とのハウス内での同時作付けが可能である。

### 内容

「あまクイーン」は、低温期に草勢が弱りやすく、チップバーン<sup>\*</sup>などの障害発生や収量低下など、他の品種との同時栽培に困難が伴う。そこで、より低温に強い品種との同時栽培を目指して、厳寒期の「あまクイーン」で、培地加温による草勢維持効果を検討した。

イチゴ「あまクイーン」を、2020年9月16日に兵庫方式高設栽培装置上に定植。ハウス内気温設定は「章姫」で標準的である暖房開始温度8℃、日中換気温度28℃とした。培地加温は、コルゲート管に温床線を挿入し、13℃以下になると稼働する設定で（図1）、12月19日より開始。培地温は、培地加温区が日平均16℃、培地無加温区が14℃であった。

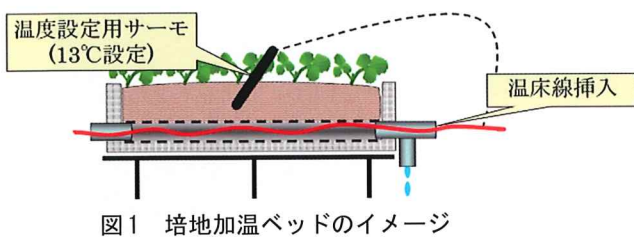


図1 培地加温ベッドのイメージ

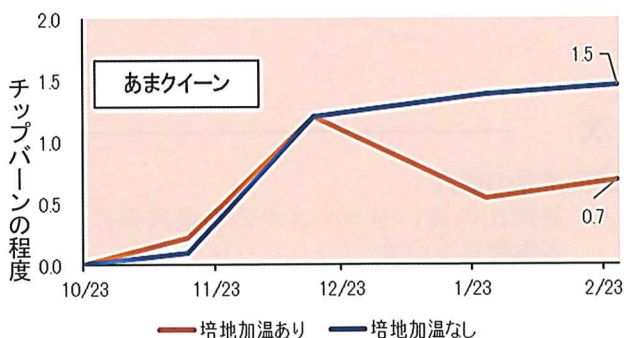


図2 培地加温の有無とチップバーンの程度  
発生なし：0～発生甚：5として評価した平均値

培地加温開始後、培地加温区でチップバーンの発生程度が小さく、草勢維持効果が見られた（図2）。培地加温区の売り上げは10a当たり83万円（500kg増収（図3）、500円/300gパックとして計算）増加し、電気代9.9万円、使用開始時に別途必要な資材費（17万円）を差し引いても増益と試算された。

以上より、培地加温は「あまクイーン」の草勢維持、増収に効果があり、「章姫」等、より低温に強い品種にあわせた温度でのハウス暖房に、「あまクイーン」ベッドへ培地加温を併用することが効果的であることが分かった。

### 普及上の注意事項

設置に当たっては、使用電力量が大きいこと、契約容量や電源容量など、事前に十分な検討が必要である。既設ベッドに追設する場合は温床線が設置可能か事前に確認する。

山本 晃一（北部 農業・加工流通部）  
（問い合わせ先 電話：079-674-1230）

※チップバーン：葉焼け、ガク焼けの一種。草勢低下等により発生。

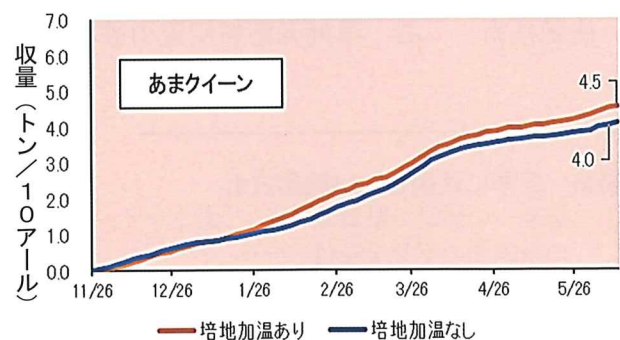


図3 培地加温の有無と累積収量



## コマツナに対する有機質肥料の効果的な冬季施用技術

有機質肥料の肥効が遅れる低温期におけるコマツナ栽培で、播種2週間前には施肥し透明マルチ被覆により地温を高める無機化促進処理（以下、無機化）を行うことで播種前日施肥に比べ収量が増加した。

### 内容

有機質肥料は、冬季の低温条件下では肥効が遅れる傾向にある。そこで、有機質肥料を施用して播種まで地温を高める無機化を行い、コマツナの生育への影響を調査した。

2019年11月23日播種の作型で、場内ハウスにて、①無機化あり：播種14日前に「有機アグレット666」（以下「アグレット」、表）を施用後、土壌混和し、かん水をした後、播種まで透明ポリマルチで被覆、②無機化なし：播種前日に「アグレット」を施用、の2区を設け、慣行条件で栽培した。いずれも窒素換算量で10g/m<sup>2</sup>を施肥した。

2020年1月9日の収穫調査の結果、草丈は処理による差はなかったが、地上部重は①で29.3gとなり、②の25.8gと比較して約14%増加した。また、植物体の施肥由来窒素吸収量\*は①と②でそれぞれ3.7g/m<sup>2</sup>、3.3g/m<sup>2</sup>と無機化により増加しており、地上部重も増える傾向となった（図上）。

表 供試した肥料の成分及び主な原料

肥料	成分量 (N-P-K)	主な原料	形状
有機アグレット666	6-6-6	魚粕、乾血、フェザーミール、骨粉、なたね油粕等	ペレット

次に2020年12月4日播種の作型で、場内ハウスで前年同様の試験を行った。いずれも窒素換算量で8g/m<sup>2</sup>を施肥した。2021年1月27日の収穫調査の結果、地上部重は①で48.0gとなり、②の38.5gより約25%増加した。施肥由来窒素吸収量は①で3.4g/m<sup>2</sup>、②で2.8g/m<sup>2</sup>となっ

た（図下）。前試験同様、無機化により施肥由来窒素吸収量が増加し地上部重が増える傾向がみられた。なお、無機化（被覆）により平均地温は約2℃上昇し、処理中18℃前後で推移した。

両試験の結果、施肥後、無機化することで、有機質肥料由来の窒素を多く吸収できたため、収量が増加したと考えられた。

### 今後の方針

低温期の有機質肥料の肥効安定技術として普及センターや営農指導員等に情報提供する。

赤曾部 雅史（農産園芸部）

（問い合わせ先 電話：0790-47-2424）

\*施肥由来窒素吸収量：各区の窒素吸収量から無肥料区の窒素吸収量（地力窒素）を差し引いたもの

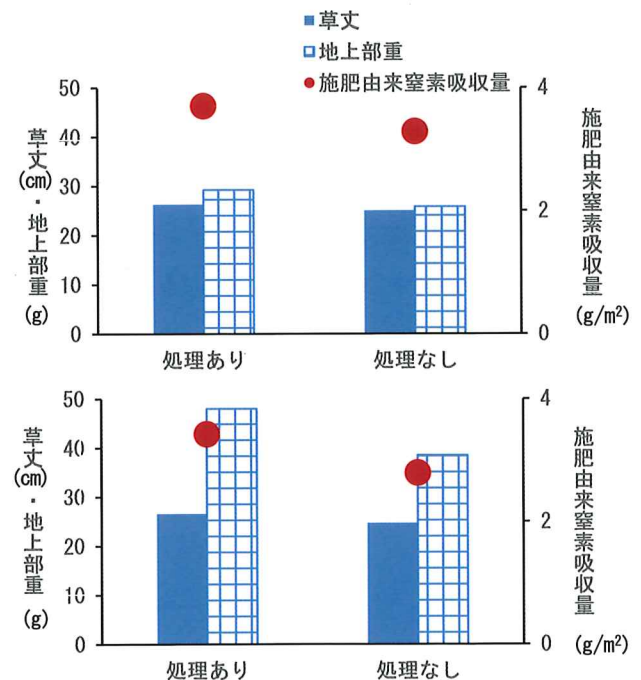


図 無機化促進処理が草丈、地上部重及び施肥由来窒素吸収量に与える影響（上：2019、下2020）

## スクミリンゴガイ越冬可能地域の早期予測

兵庫県病害虫防除所では、スクミリンゴガイの越冬可能地域の推定には、10～翌3月の気温データを用いているが、1月までの気温データで同等の予測が可能であることを明らかにした。これにより、これまでより2か月早い防除対策の情報提供が可能になった。

### 内容

移植直後の水稻を加害して問題になるスクミリンゴガイ（以下、貝）は低温に弱く、越冬は冬季の気温に左右される。低温期（10～翌3月）において貝が致命的なダメージを受ける10℃以下の温度条件を指標にすると、10℃と日平均気温との差分を足し合わせた「低温積算温度」が、700日・℃に満たない地域は、越冬可能と判定できる。病害虫防除所では、越冬可能地域が平年に比べて広域になる年には、注意喚起を図っている。

現在の手法では、越冬可能地域の判定が4月以降となり、冬季に行う耕耘などの防除対策の情報には越冬可能地域を反映しにくかった。そこで、早期に判定する手法を試みた。

積算期間を10～11月、10～12月、10～翌1月、10～翌2月の異なる長さを設定し、それぞれの低温積算温度を現行の10～翌3月と比較した。データには「農研機構メッシュ農業気象データシステム」より取得した兵庫県域の2012年10月1日～2022年3月31日の該当期間分の日平均気温を用いた。その結果、気温データの期間が長くなるほど高い相関関係を示したが、10～翌1月でも $R^2 = 0.85$ と高い相関関係が認められた（図1）。

2022年10月～翌1月の実測データから図1で得られた数式による予測を試したところ、越冬可能地域は、現行の2022年10月～翌3月の実測データほど広域ではないが、平年に比べて広

域になると判定できた（図2）。この手法を使うことで、2か月早い情報提供が可能になった。

### 今後の方針

今後、冬季の耕耘など防除対策を勧めるため、越冬可能地域の早期予測による情報提供に努める。

柳澤 由加里（病害虫部）

（問い合わせ先 電話：0790-47-1222）

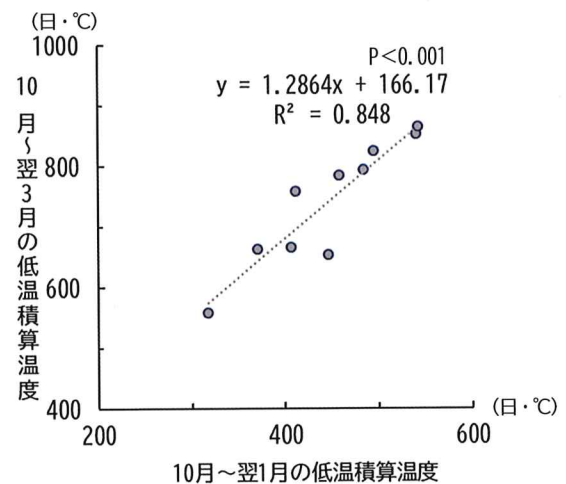


図1 積算期間の異なる低温積算温度の関係

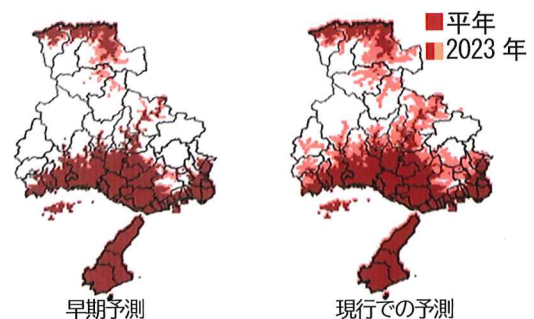


図2 判定時期の違いによるスクミリンゴガイ推定越冬可能地域の比較

左：早期予測（2022年10月～翌1月の気温から、2022年10月～翌3月の値を算出して作成）

右：現行（2022年10月～翌3月の気温から作成）

※700日・℃以下の地点を越冬可能地域として着色。



## 研究成果の紹介

### 処理法の違いがコマツナの農薬残留に与える影響について

施設栽培コマツナを対象に5種類の浸透移行性農薬を用いて処理法(散布処理、粒剤処理)が農薬残留に与える影響を調べた。散布処理では残留濃度が高かった成分が、粒剤処理では濃度が低くなるなど、処理法が変わると農薬成分の物理化学性状により、残留の傾向が異なることが示された。

#### 内容

葉物野菜における農薬の処理方法には、水和剤や乳剤等を希釈して植物体に散布する処理(以下「散布処理」という)と、粒剤を土壤に混和又は散布する処理(以下「粒剤処理」という)があるが、それぞれの処理方法の違いが農薬成分の残留に与える影響を評価した事例は少ない。そこで、施設栽培コマツナを対象として、農薬を散布又は粒剤処理し、処理方法が農薬残留に与える影響を検討した。

試験は2021年6～8月に場内のビニールハウスで行い、5種類の市販の浸透移行性農薬(表)を供試した。散布処理では、コマツナ「なかまちは」を播種後、草丈が約20cmとなるまで栽培し、各農薬を登録条件どおりに希釈して混合し200ℓ/10aを散布し、1、3、7、14日後のコマツナ中の農薬濃度を測定した。粒剤処理では、登録量どおりの農薬を播溝土壤混和した後に播種し、21、28、35日後にコマツナ中の農薬濃度を測定した。

表 供試農薬の成分と物理化学特性

農薬成分	水中光分解性 半減期(分) ※1	土壤吸着係数 (K <sub>oc</sub> ) ※2	散布 処理 ※3	粒剤 処理 ※3
イミダクロプリド	61	175		○
ジノテフラン	228	23.3-31.4	○	○
チアメトキサム	258	16.4	○	○
アセタミプリド	28,944	267	○	○
チアクロプリド	87,984	373-657	○	

- ※1 農薬ハンドブック2021(植物防疫協会編)より抜粋  
水中で地上に到達する太陽光の波長分布に類似した連続光により農薬が分解し、濃度が半分になるまでに要する時間
- ※2 農薬抄録(<https://www.acis.famic.go.jp/syouroku/>)から土性CL、SiCLでの結果を抜粋  
化学物質の土壤への吸着性を表す指標
- ※3 それぞれの試験に供試した成分を○で示した

散布処理ではジノテフランなどの水中光分解性半減期が短い成分の濃度が低く推移し、アセタミプリド、チアクロプリドは濃度が高く推移した(図:上)。一方、粒剤処理ではアセタミプリドなどの土壤吸着係数が比較的高い成分の濃度が低く推移した(図:下)。このように、同一の農薬成分であっても処理方法を変更すると、残留傾向が異なることが明らかになった。

#### 今後の方針

栽培期間中の光環境等の制御により、施設葉物野菜における残留農薬濃度を低減する技術の開発を目指す。

本田 理(病害虫部)

(問い合わせ先 電話:0790-47-1222)

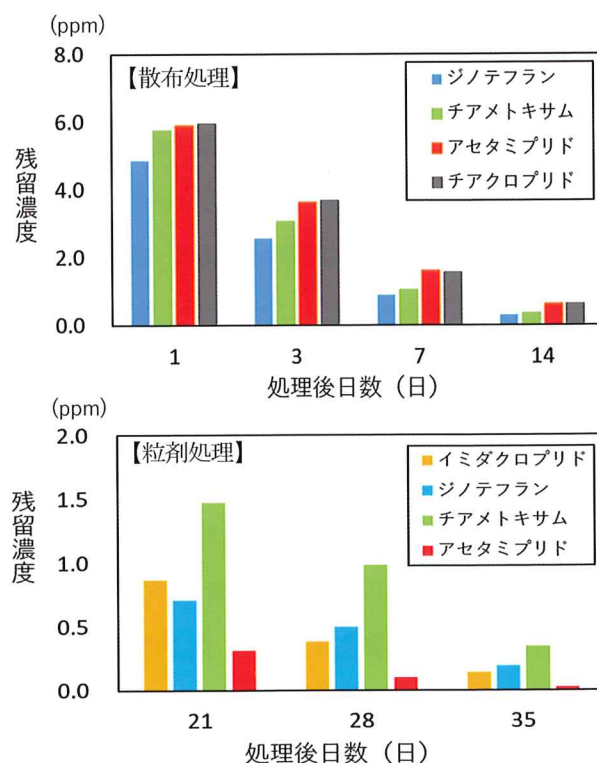


図 コマツナ中の残留濃度の推移

## 肥育牛が安定して飼料を摂取する給餌方法

濃厚飼料の日内での給与回数と間隔の違いが、黒毛和種去勢牛の第一胃内発酵及び産肉性に及ぼす影響を検討した結果、濃厚飼料を日内で2回以上に分けて給餌し、第一胃液pHの著しい低下を避けながら、生理的空腹を促す観点から、給与しない時間帯を12時間以上設ける必要があると考えられた。

### 内容

牛は、第一胃内微生物による飼料発酵産物から栄養の多くを得ている。また、第一胃液は、飼料発酵が進むと酸性化(pHが低下)することが知られている。第一胃内微生物は、極度に酸性化した環境中では活動が制限され、死滅することもある。肥育牛の飼料構成は、乳牛に比べ飼料中の濃厚飼料割合が極端に大きいため、日内での濃厚飼料給与回数の増加は第一胃液pHの上昇を抑制し、第一胃内での繊維分解が進まなくなることが懸念される。

そこで、急激な発酵を促す濃厚飼料の給与回数と間隔の違いが黒毛和種去勢牛の第一胃内発酵及び産肉性に及ぼす影響を検討した。

供試牛は、12か月齢の黒毛和種去勢牛23頭とした。自動給餌機を用い、濃厚飼料を慣行の2回(10:00と16:00)給与する2回給与区(n=8)と1回(10:00)の1回給与区(n=7)と6時間ごとに4回(10:00、16:00、22:00、4:00)の4回給与区(n=8)を設定した。また、各区のうち4頭に第一胃フィステルを装着し(図1)、無線伝送式pHセンサーを第一胃底に設置した。第一胃液pHは、連続3日間、12~28か月齢の間4か月間隔で測定した。濃厚飼料は18か月齢までは制限給与し、19か月齢以降飽食給与とし、粗飼料は全期間制限給与した。飼料摂取量は毎日、体重は毎月測定した。供試牛は30か月齢でと畜した。

その結果、全月齢平均第一胃液pHは、1回給与区で5.5~6.4と日内変動が大きく、乳牛での正常値の基準の1つであるpH 5.6を下回る時間帯がみられた。また、1回給与区のうち1頭は26か月齢時に第一胃マットが消失し食欲不振を呈した。4回給与区は5.8~6.0と安定的に推移したが、主要な第一胃微生物の至適pH(6.1以上)を僅かに下回った。2回給与区は5.7~6.4(至適域と中間域)の間で推移した。飼料給与後、最もpHが低下するまでの所要時間と低下前のpH水準までに戻る時間は、1回給与区で8時間と24時間、2回給与区で4時間と12時間であった(図2)。

飼養成績では、飼料摂取量(図3)及び枝肉重量は区間に有意な差は認められなかったが、いずれも2回給与区が最も高い値であった(表)。日内での濃厚飼料1回給与には第一胃内の急激な発酵によるリスクがあり、4回給与では濃厚飼料の発酵で多く生じるプロピオン酸により長期間生理的な満腹感が刺激され、他の給与区に比べ飼料摂取量が増加しなかった可能性がある。

以上のことから、黒毛和種去勢牛を対象に濃厚飼料を6時間間隔で4回給餌すると、第一胃内発酵が安定するが、1回給餌や朝夕2回給餌に比べて、飼料摂取量の増加や産肉性の向上に寄与しないことが明らかになった。また、安定した飼料の摂取と発育のためには、濃厚飼料を



日内で2回以上に分けて給餌し、1度に摂取する濃厚飼料の量を抑え第一胃液pHの著しい低下を避けながら、第一胃液pHの至適域までの上昇と生理的空腹を促す観点から、給与しない時間帯を12時間以上設ける必要があると考えられた。

今後の方針

肥育農家が省力化のために自動給餌機を導入する際、給餌方法に関する指導に役立つ。

正木 達規(家畜部)

(問い合わせ先 電話：0790-47-2427)



図1 フィステル(窓)を装着した試験牛

表 枝肉形質への影響

項目(単位)	1回給与区 (n=7)	2回給与区 (n=8)	4回給与区 (n=8)	P値
枝肉重量(kg)	428.1 ± 14.8	446.4 ± 13.8	422.5 ± 13.8	0.459
BMS No.	7.7 ± 0.6	7.3 ± 0.6	8.0 ± 0.6	0.644
ロース芯面積(cm <sup>2</sup> )	57.4 ± 2.3	56.6 ± 2.2	59.4 ± 2.2	0.661
バラ厚(cm)	7.3 ± 0.4	7.7 ± 0.4	7.6 ± 0.4	0.783
皮下脂肪厚(cm)	2.5 ± 0.2	2.8 ± 0.2	2.7 ± 0.2	0.659
歩留基準値	74.1 ± 0.3	73.8 ± 0.3	74.5 ± 0.3	0.341

(最小二乗平均値 ± 標準誤差)

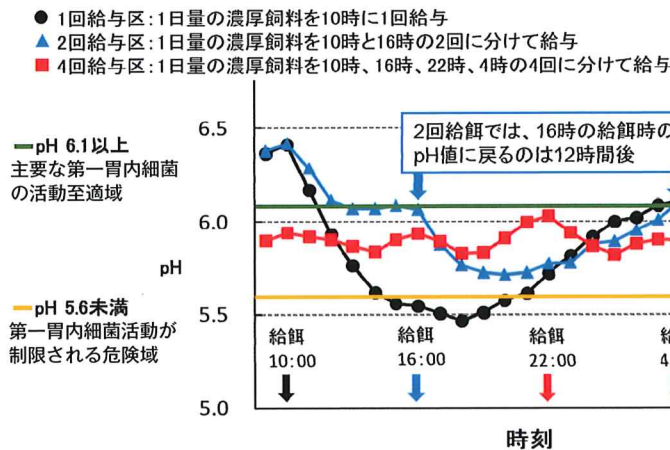


図2 第一胃 pH の日内変動 (肥育期間中の平均)

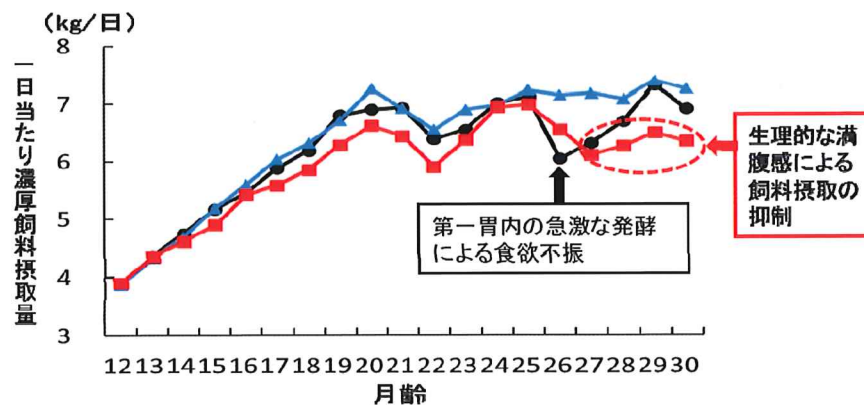


図3 1日当たり濃厚飼料摂取量(乾物)の推移 (凡例は図2と同様)

## ジャム及び佃煮の水分活性予測モデルの開発

現場で普及している測定機器（糖度計、塩分計及びpHメーター）を用いて水分量の高い農産物加工品（ジャム・佃煮類など）の水分活性を推定する予測モデルを開発した。

### 内容

水分活性は水分のエネルギー状態を示す尺度で、高いほど微生物が利用しやすい水分状態であることを表す。食品の保存性を示す重要な指標の一つであるが、水分活性測定機が高価なため、農産物加工の現場ではあまり活用されていない。そこで、糖度計（可溶性固形分：Brix）や塩分計、pHメーターなど現場で普及している測定機器により、水分量の高い農産物加工品（ジャム・佃煮類など）の水分活性を推定する予測モデルを開発した。

水分が多い食品の水分活性は可溶性成分量に影響される。また、成分量は加熱分解によって変化するものと考えられる。検討の結果、食品の主要な可溶性固形分のうち、水分活性に大きく作用する成分は糖（ショ糖）と塩分（塩化ナトリウム）に絞り込み、更に糖については加熱に

よって加水分解されることで水分活性が低下することが確認された。これよりショ糖と塩化ナトリウムの測定値と水分活性の関係を示す3つの検量線（検量線①：加熱していないショ糖溶液、検量線②：十分に加熱したショ糖溶液、検量線③：塩化ナトリウム溶液）を作成し（図1）、以下2種類の水分活性予測モデルを作成した。

### 1 ジャムの水分活性予測モデル

ジャムのBrixと水分活性の関係は、検量線①と②の間に分布するため（図2）、この二つの検量線を用いて水分活性予測モデルを作成した。この予測モデルを市販及び実験室で調製したジャム64点で検証したところ予測誤差0.010と実用的な精度で予測できた（図3）。

### 2 佃煮類の水分活性予測モデル

実験室において調味料の配合を変えたサンショウの佃煮を40点調製し、水分活性、Brix、

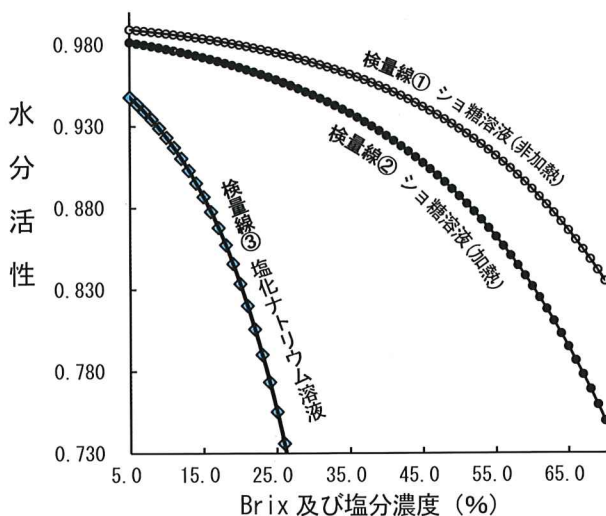


図1 非加熱または十分に加熱したショ糖溶液（Brix）及び塩化ナトリウム溶液の濃度（%）と水分活性の関係

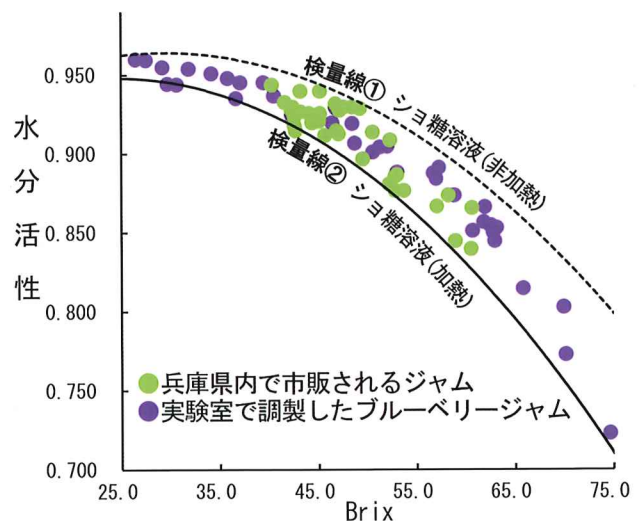


図2 ジャムのBrixと水分活性の関係



塩分濃度、pHを測定した。その結果を基に、検量線①～③、及びpHメーター測定値を用いて水分活性予測モデルを作成した。なお、Brixは塩分濃度も反映されることから、適宜補正した値を検量線①、②に代入した。塩分濃度は検量線③に代入し、pHと合わせて計4変数を用い、水分活性を目的変数として重回帰分析を行った。

この予測モデルを市販佃煮類49点で検証したところ予測誤差0.010と実用的な精度で予測できた(図4)。

### 3 佃煮類の水分活性予測モデルの適用範囲

佃煮に絞って予測モデルを作成したが、惣菜や調味漬、ケチャップ、焼き肉のたれ等にも適用可能だった(データ略)。ただし、以下の食品には適用できないことが分った。

#### ①乾燥している食品

糖度計や塩分計で測定できないため

#### ②味噌を主原料とする食品

味噌は例外的にアミノ酸を多く含むため

#### ③酢を主原料とする食品

酢酸に強い水分活性低下効果があるため

#### ④保存料等の食品添加物を使用した食品

保存料等はそもそも水分活性を効率的に低下させる効果を有しているため

#### ⑤塩分濃度が10%を超える食品

### 普及上の注意事項

本技術は商品開発段階の検討材料としての活用を想定しており、製品特性が求められる場面(商品企画書等)においては、分析機関に依頼して得られた値を用いる。

### 今後の方針

この技術を普及センターや事業者に提供し、現場指導・製品開発に活用する。

木下 歩(北部 農業・加工流通部)  
(問い合わせ先 電話：079-674-1230)

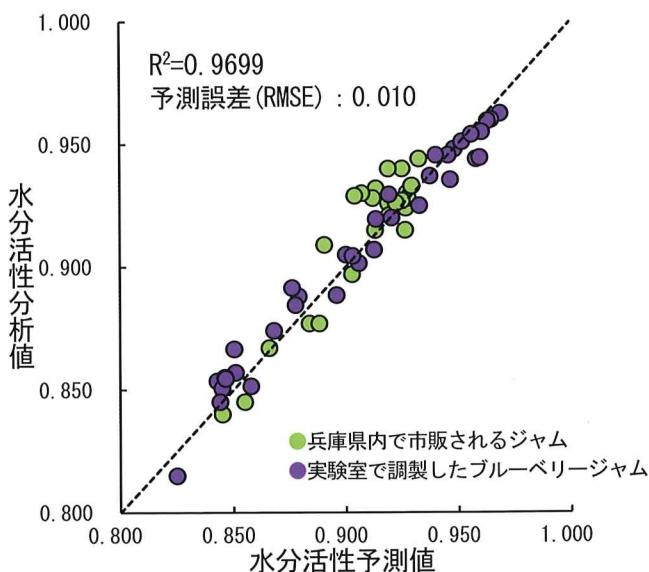


図3 ジャムの水分活性予測モデルによる予測値と分析値

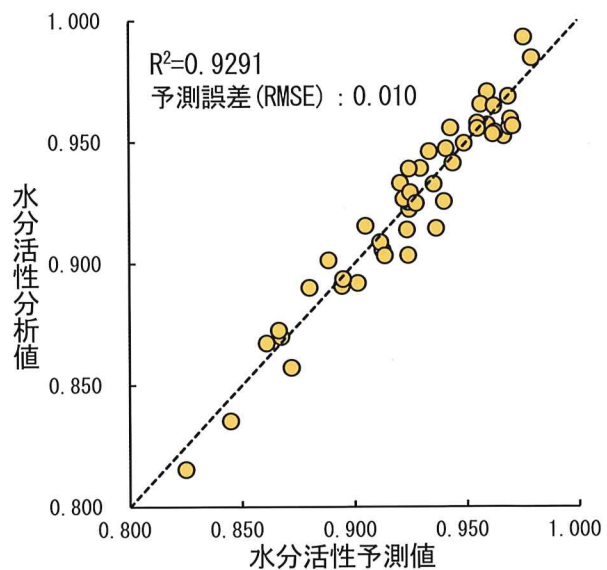


図4 佃煮類の水分活性予測モデルによる予測値と分析値

## 新たな強敵「ビワキジラミ」との戦い

淡路市のビワ栽培は、安永5年(1776年)に淡路市野島におけるビワ苗木の植栽に端を発している。全盛期(大正初期)には我が国三大産地と称された歴史あるビワ産地が、ビワキジラミという新たな強敵の出現により存亡の危機に直面している。そこで、検討した防除技術の現地普及を進めている。

### 背景

ビワキジラミは、淡路島では平成29年に発生が確認された新たな害虫である。被害果実は「すす症」を併発して黒く汚れ、商品価値が著しく低下する(図)。ビワは樹高が高く、ビワキジラミの潜む花房の隙間や新梢の付け根に薬剤が届きにくい。さらに傾斜のある園地や高齢の生産者には、防除作業そのものが大きな負担となっている。



図 被害果実とビワキジラミ幼虫

### 取り組み内容

北淡路農業改良普及センターは、病虫害防除所と連携し、ビワキジラミの発生と被害状況の継続的な調査と薬剤の選定、散布時期及び方法等を検討し、栽培指導にあたってきた。

#### 1 効果的な薬剤散布は…

令和2～3年にかけて、効果的な防除についての実証を行い、次のことが明らかになった。

(1)薬剤散布は、開花直前の果房が伸びて花蕾に隙間が出来た11月の摘蕾後を基本とし、ビワキジラミの発生や被害状況に応じて3月の袋かけ前にも防除する。また多発時には収穫

後の7月にも防除を追加する。

(2)200 l / 10a では散布ムラが生じ、防除効果が不十分なため、樹体の隅々まで行き渡るように400 l / 10a 程度の十分な薬量が必要。

北淡路農業改良普及センターは、このような情報を生産者に伝え、徹底防除を促した。

### 2 近年の発生状況

令和4年産は、生産者の防除意識の高揚により果実被害は減少した。令和5年産は、袋かけ直前の3月の防除を徹底した園では被害は発生しなかったが、袋かけ直前の防除を怠った園では被害果の発生が見られるなど明暗が分かれた(表)。

表 主産地の成虫数と果実の被害状況  
調査時期：6月

地域	ビワキジラミ 成虫数※		果実被害調査	
	被害果率(%)			
	R4年	R5年	R4年	R5年
岩屋	1.2	1.1	20.0	40.0
江崎	0.1	0.9	0.0	0.0
轟木	0.3	0.5	0.0	0.0
黒谷	2.7	0.9	26.1	33.3

※一群の枝葉を棒でたたき、下に落ちた虫をトレイで受けてカウント

### 今後の方針

薬剤が虫体にかかれば確実に退治できる害虫だが、大きなビワの樹の隅々にまで薬剤を行き渡らせるのは至難の業である。

今後はドローン散布等ICT技術の可能性を検討し、対策を講じていきたい。

福本 宣弘(北淡路農業改良普及センター)  
(問い合わせ先 電話：0799-62-0671)