

BULLETIN  
OF THE  
WAKAYAMA PREFECTURAL EXPERIMENT STATIONS  
OF  
AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES

NO. 13 March 2025

和歌山県農林水産試験研究機関  
研究報告

第13号

令和7年3月

和歌山県農林水産部

Wakayama Prefectural  
Agriculture, Forestry and Fisheries Department

## 目 次

### 【果樹試験場】

- 多雨条件下における温州ミカンの黒点病に対する効果的な防除対策———— 1～10  
直川幸生・武田知明
- 極早生ウンシュウミカン‘YN26’の高品質安定生産技術———— 11～24  
中谷 章・小澤萌香・松本 大

### 【果樹試験場うめ研究所】

- 施肥量の異なるウメ‘南高’に対する開花前の高温が花器に及ぼす影響 ———— 25～31  
綱木海成・土田靖久・城村徳明
- 暖冬がウメの開花期, 萌芽期および収穫期に及ぼす影響———— 32～45  
柏本知晟・梶野高志・稲葉有里・北村祐人
- 干し上げ時の光条件の違いが白干し梅の品質に及ぼす影響———— 46～55  
大江孝明・土田靖久

### 【畜産試験場】

- 画像解析および理化学分析による紀州和華牛の肉質特性の究明———— 56～62  
高田広達・松橋珠子・後藤洋人・宮本泰成・亀位 徹

### 【畜産試験場養鶏研究所】

- ‘龍神地鶏’を基にした新たな肉用3元交雑鶏の開発———— 63～73  
山田陽子・湯橋宏美・小谷 茂

### 【林業試験場】

- ‘染井吉野’の枝に散布した各種殺虫剤のクビアカツヤカミキリ飼育個体に対する効果試験————  
74～81  
法眼利幸・松久保康輔・大谷美穂・鈴木大輔・小田奈津子
- 和歌山県においてヒノキ皮付き丸太を穿孔加害する昆虫類———— 82～89  
法眼利幸・坂本 淳・中谷俊彦
- 和歌山県産スギ, ヒノキ大径材から製材されたラミナを活用した横架材の開発———— 90～99  
山裾伸浩・一岡直道・栗田香名子・東山 貢

### 【水産試験場】

- 和歌山県沿岸に設置された表層型浮魚礁周辺におけるカツオの漁業実態と生態———— 100～109  
藤田朋季・安江尚孝

【学会誌掲載論文抄録】

- ハンドスプレーを用いた殺虫剤散布によるビワキジラミの防除———— 111  
松山尚生・井口雅裕
- クビアカツヤカミキリに対する薬剤樹幹散布の効果———— 112  
弘岡拓人・増田吉彦
- ネット資材の目合いと色彩がクビアカツヤカミキリの産卵に及ぼす影響———— 113～114  
弘岡拓人・増田吉彦・滝 久智・上田昇平・平井規央

# 多雨条件下における温州ミカンの黒点病に対する効果的な防除対策

直川幸生・武田知明<sup>1</sup>

和歌山県果樹試験場

## Effective Control Measures for Citrus Melanoses of Satsuma Mandarin under High Rainfall Conditions

Yukio Nougawa and Tomoaki Takeda

Wakayama Fruit Tree Experimental Station

### 緒言

カンキツ黒点病は *Diaporthe citri* を病原とし、果実に発生した場合は著しく商品価値を下げる温州ミカンの重要病害である。本菌の主な第一次伝染源は枯枝上に形成される柄子殻から溢出される柄孢子である。柄子殻の中でつくられた孢子角は降雨とともに雨滴に溶け、柄孢子が若い葉、新梢、果実に伝搬されることにより感染する（山田，2001）。本病を効果的に防除するには、伝染源である枯れ枝を除去するとともに、果実への感染時期である落花直後から（山田，2001）10月中旬ごろまで、残効が切れないように薬剤防除する必要がある（山本，1991）。本県では、保護殺菌剤であるマンゼブ水和剤 600 倍を主体とした防除体系が確立されており、5 月下旬（落弁期）の初回散布以降、本剤の残効期間や耐雨性に基づき前回散布から 1 ヶ月後または累積降雨量 200～250mm で次の散布を行うよう指導されている（和歌山県農林水産部，2024）。

一方で、近年は全国的に日降雨量 200mm 以上の年間日数が増加傾向にあり（気象庁，2024）、本県においても 2023 年 6 月 2 日に有田地域で 400mm/日以上 of 降雨となる等、集中豪雨に見舞われる年がある。このような集中豪雨により薬剤の残効が切れると、黒点病菌の感染を許し、本病の多発につながる。また、生産者にとっては再散布のために防除回数が増え、身体的・時間的な負担が増えるため、耐雨性に優れた防除対策の確立が求められる。

多雨条件下でも効果的な防除対策として、マンゼブ水和剤にマシン油乳剤を混用することで本病に対する防除効果が向上することが明らかにされている（田代ら，2004）。しかし、マシン油乳剤は果実品質への影響があるため散布時期が限られる。田代（2009）は、複数の展着剤の中でパラフィン系展着剤を殺菌剤に加用した際の耐雨性向上効果が高いことを明らかにしており、武田ら（2020）は、チオファネートメチル水和剤もしくはイミノクタジン酢酸塩液剤へのパラフィン系展着剤の加用により、カンキツ緑かび病に対する防除効果が向上することを示している。また、田代ら（2003）は、マンゼブ水和剤の希釈倍数を高めることでカンキツ褐色腐敗病に対する効果が向上するとしている。しかし、カンキツ黒点病に対するマンゼブ水和剤の散布において、希釈倍数の変更やパラフィン系展着剤の加用が耐雨性や防除効果に及ぼす影響については明らかでない。

そこで本研究では、耐雨性に優れた黒点病の防除体系を確立するため、マンゼブ水和剤の希釈倍

---

<sup>1</sup>現在：和歌山県農林水産部農業生産局果樹園芸課



数の 600 倍から 400 倍（温州ミカンにおける登録上限濃度，中晩柑には適用なし）への変更や，本剤へのパラフィン系展着剤の加用が耐雨性に及ぼす影響を明らかにするとともに，パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍液散布を用いた防除体系の有効性を検討した．

なお，本研究は和歌山県農林水産業競争力アップ技術開発事業「集中豪雨に対応した温州みかん主要病害の防除対策」（令和 2～4 年度）による成果の一部である．

## 材料および方法

### 試験 1 各種薬剤の耐雨性の検討

#### 1) マンゼブ水和剤に加用するパラフィン系展着剤の希釈倍数が耐雨性に及ぼす影響

2019 年に果樹試験場内の「興津早生」24 年生を用いて，1 区 1 樹 3 反復で試験を行った．試験期間中の降雨量は場内の気象観測装置で測定した．試験区はマンゼブ水和剤（商品名：ジマンダイセン水和剤）600 倍にパラフィン系展着剤（商品名：アビオン-E）500 倍，1,000 倍，1,500 倍を各濃度で加用した 3 区（Mn(600 倍)+P(500 倍)区，Mn(600 倍)+P(1,000 倍)区，Mn(600 倍)+P(1,500 倍)），対照としてマンゼブ水和剤 600 倍単用区（対照 Mn(600 倍)区），無処理区の計 5 区を設けた．6 月 5 日に薬剤を散布し，6 月 17 日，24 日，7 月 3 日，8 日，16 日に 1 樹あたり 50 果の発病を発生予察事業の調査実施基準（農林水産省生産局植物防疫課，2001）を参考に調査し，発病果率および発病度を次式に基づき算出した．

発病度 =  $\Sigma$ （程度別発病数 × 指数） × 100 ÷ （調査数 × 7）

指数 0：病斑がないもの，1：病斑が散見されるもの，3：病斑が果面の 1/4 以下に分布するもの，5：病斑が果面の 1/4～1/2 に分布するもの（涙斑の軽いものを含む），7：病斑が果面の 1/2 以上に分布するもの（涙斑，泥塊を含む）

また，発病度から防除価を次式に基づき計算した．

防除価 =  $100 - \text{処理区の発病度} \div \text{無処理区の発病度} \times 100$

6～7 月における黒点病菌の感染から発病までの潜伏期間が約 2 日であること（本間ら，1969）を考慮し，散布日から高い防除効果（防除価約 95 以上）を示した調査日の 2 日前までの累積降雨量から耐雨性を評価した．

#### 2) マンゼブ水和剤の希釈倍数の変更と本剤へのパラフィン系展着剤の加用が耐雨性に及ぼす影響

果樹試験場内の圃場において，2020 年は 1 区 1 樹 4 反復で，2021 年は 1 区 1 樹 3 反復で試験を行った．各試験年における供試品種（樹齢），各試験区の供試薬剤（希釈倍数）と薬剤散布日を表 1 に示した．試験 1-1)において，パラフィン系展着剤の加用濃度に関わらず耐雨性の向上効果はほぼ同等であったことから，展着剤の希釈倍数は薬剤費が最も安価となる 1,500 倍とし，以降の試験においても加用する場合は同様の希釈倍数とした．調査は表 3，4 に示した日に行い，試験 1-1)と同様の手法で耐雨性を評価した．

表1 2020～2021年の試験概要（試験1-2）

| 試験年   | 供試品種<br>(樹齢)   | 試験区 <sup>1)</sup>  | 散布日   |
|-------|----------------|--------------------|-------|
| 2020年 | 興津早生<br>(25年生) | Mn(400倍)+P         | 6月8日  |
|       |                | Mn(400倍)           |       |
|       |                | Mn(600倍)+P         |       |
|       |                | 対照 Mn(600倍)<br>無処理 |       |
| 2021年 | 興津早生<br>(26年生) | Mn(400倍)+P         | 5月23日 |
|       |                | 対照 Mn(600倍)        |       |
|       |                | 無処理                |       |

1) Mn: マンゼブ水和剤、P: パラフィン系展着剤(1,500倍)

## 試験2 パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍液を用いた散布体系の防除効果の検討

果樹試験場内の圃場において、2021 年は‘興津早生’26 年生を、2022 年は‘興津早生’27 年生(2022a)または‘YN26’12 年生(2022b)を、2023 年は‘林温州’20 年生を用いて試験を実施した。試験区は、供試薬剤としてパラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍液を用いた Mn(400 倍)+P 区、マンゼブ水和剤 600 倍液を用いた対照 Mn(600 倍)区および無処理区の計 3 区を設けた。薬剤散布は、5 月下旬～6 月上旬を初回とし、2021 および 2022 年は概ね 1 ヶ月間隔で 3～4 回行った。2023 年は追加散布の基準を Mn(400 倍)+P 区は前回散布から 1 ヶ月後または累積降雨量 500～550mm に到達した時点、Mn(600 倍)対照区は前回散布から 1 ヶ月後または累積降雨量 200～250mm に到達した時点としたが、集中豪雨や連続した降雨により対照区は基準どおりに散布できなかった。薬剤散布日、試験期間中の降雨量、調査日は表 5 に示した。試験は 2022a の Mn(400 倍)+P 区のみ 1 区 1 樹 8 反復とし、それ以外は 1 区 1 樹 4 反復で実施した。発病は 1 樹あたり 50 果(2022b 試験のみ 80 果)について、試験 1-1)と同様の方法で調査し、発病果率、発病度および防除価に加えて、商品価値を損なう被害に相当する指数 3 以上の発病果率も算出した(吉田ら, 2011)。また、各試験における指数 3 以上の発病果の割合について、Mn(400 倍)+P 区の対照区および無処理区に対する有効性を評価するため、メタアナリシスにより 4 試験の統合リスク比と 95%信頼区間を算出した(田代, 2021)。解析は EZR on R commander Version 1.68(Kanda, 2013)を用いて行い、判定には変量効果モデルを用いた。

## 結果

### 試験1 各種薬剤の耐雨性の検討

#### 1) マンゼブ水和剤に加用するパラフィン系展着剤の希釈倍数が耐雨性に及ぼす影響

無処理区では 6 月 17 日に発病が認められ、最終調査日の 7 月 16 日には発病果率 100%、発病度 16.6 となった(表 2)。パラフィン系展着剤を加用した 3 区の発病果率および発病度はいずれも対照 Mn(600 倍)区と比較して低く推移した。薬剤散布日から高い防除効果を保持した日までの累積降雨量は、対照 Mn(600 倍)区 213.5mm に対して、展着剤を加用した 3 区はいずれも 378mm で耐雨性の向上効果が認められた。防除効果については、6 月 24 日～7 月 16 日の調査において、対照 Mn(600 倍)区に比べて展着剤を加用した 3 区で高く推移し、展着剤の希釈倍数による差はほぼ認められなかった。

#### 2) マンゼブ水和剤の希釈倍数の変更と本剤へのパラフィン系展着剤の加用が耐雨性に及ぼす影響

2020年の試験では、無処理区において6月17日から発病が認められ、最終調査日の7月13日には発病果率100%、発病度37.4となった(表3)。薬剤散布日から高い防除効果を保持した日までの累積降雨量は、対照Mn(600倍)区266mmに対して、Mn(400倍)区およびMn(600倍)+P区は411mm、Mn(400倍)+P区は597mmであったため、耐雨性はMn(400倍)+P区で最も優れ、次いでMn(400倍)区およびMn(600倍)+P区、最後に対照Mn(600倍)区の順となった。

2021年の試験では、無処理区の発病は6月15日から認められ、最終調査日の7月15日には発病果率97.3%、発病度は31.2となった(表4)。薬剤散布日から高い防除効果を保持した日までの累積降雨量は、対照Mn(600倍)区109mmに対して、Mn(400倍)+P区は319mmと耐雨性の向上が認められた。

## 試験2 パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤400倍液を用いた散布体系の防除効果の検討

2021年から2023年の試験結果を表5に示した。2021年は3回目の薬剤散布日(7/19)から4回目の散布日(8/23)までの累積降雨量が662mmと極めて多雨となった影響もあり、無処理区は発病果率100%、指数3以上の発病果率100%、発病度85.1と甚発生条件となった。一方、Mn(400倍)+P区は指数3以上の発病果の発生はなく、防除価91.8と、対照Mn(600倍)区の指数3以上の発病果率24.0%、防除価78.2と比較して優れ、無処理区と比べて高い防除効果を示した。

2022年は2試験とも散布日間の累積降雨量は250mm以下で推移した。2022a試験では、無処理区は発病果率100%、指数3以上の発病果率99.1%、発病度72.3で甚発生条件となった。対照Mn(600倍)区の指数3以上の発病果率32.8%、防除価68.0に対して、Mn(400倍)+P区は指数3以上の発病果率5.0%、防除価84.9となった。2022b試験では、無処理区は発病果率100%、指数3以上の発病果率86.5%、発病度48.4で中発生条件となり、対照Mn(600倍)区の指数3以上の発病果率7.5%、防除価74.2に対して、Mn(400倍)+P区は指数3以上の発病果率0.5%、防除価90.5となった。いずれの試験においてもMn(400倍)+P区は対照Mn(600倍)区に比べて優れ、無処理区と比べて高い防除効果を示した。

2023年は1回目と2回目の薬剤散布日の間に集中豪雨(6月2日に396mm)があり、Mn(400倍)+P区で501mm、対照Mn(600倍)区で470mmの累積降雨となった。無処理区は発病果率100%、指数3以上の発病果率98.0%、発病度52.7で多発生条件となったが、Mn(400倍)+P区は指数3以上の発病果の発生はなく、防除価96.9と、対照Mn(600倍)区の指数3以上の発病果率10.5%、防除価78.5と比較して優れ、無処理区と比べて高い防除効果を示した。

指数3以上の発病果の割合について、メタアナリシスによって統合評価した結果、対照Mn(600倍)区の無処理区に対する統合リスク比は0.14(95%信頼区間:0.09-0.22)であった(表6)。これは、マンゼブ水和剤600倍液を体系散布したことにより、本病の指数3以上の発病が無処理区の約14%(同:9~22%)に抑えられたことを示している。一方で、Mn(400倍)+P区の無処理区に対する統合リスク比は0.01(同:0.00-0.05)、対照Mn(600倍)区に対する統合リスク比は0.07(同:0.02-0.23)となった。このことから、本剤の体系散布は指数3以上の発病を無処理区の約1%(同:0~5%)、マンゼブ水和剤600倍液体系散布の約7%(同:2~23%)にまで抑制することが示された。

表2 マンゼブ水和剤に加用するパラフィン系展着剤の希釈倍数がカンキツ黒点病の発病に及ぼす影響(2019年)

| 薬剤名 <sup>1)</sup> (希釈倍数) | 6月17日<br>(154mm) <sup>3)</sup><br>散布10日後 |             |          | 6月24日<br>(213.5mm)<br>散布17日後 |          |             | 7月3日<br>(270.5mm)<br>散布26日後 |          |             | 7月8日<br>(378mm)<br>散布31日後 |             |          | 7月16日<br>(439mm)<br>散布39日後 |          |             |
|--------------------------|------------------------------------------|-------------|----------|------------------------------|----------|-------------|-----------------------------|----------|-------------|---------------------------|-------------|----------|----------------------------|----------|-------------|
|                          | 調査 <sup>2)</sup><br>果数                   | 発病<br>果率(%) | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%)                  | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%) | 発病<br>果率(%)                 | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%) | 防除価<br>度                  | 発病<br>果率(%) | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%)                | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%) |
| Mn(600倍)+P(500倍)         | 150                                      | 0           | 0        | 100                          | 0        | 0           | 100                         | 0        | 0           | 100                       | 1.3         | 0.2      | 97.9                       | 10.0     | 1.6         |
| Mn(600倍)+P(1,000倍)       | 150                                      | 0           | 0        | 100                          | 0        | 0           | 100                         | 0        | 0           | 100                       | 2.0         | 0.3      | 96.9                       | 14.0     | 2.2         |
| Mn(600倍)+P(1,500倍)       | 150                                      | 0           | 0        | 100                          | 0        | 0           | 100                         | 0        | 0           | 100                       | 1.3         | 0.2      | 97.9                       | 13.3     | 1.9         |
| 対照 Mn(600倍)              | 150                                      | 0           | 0        | 100                          | 0        | 0           | 100                         | 0        | 0.4         | 90.9                      | 18.0        | 2.6      | 72.9                       | 40.0     | 5.9         |
| 無処理                      | 150                                      | 10.0        | 1.4      |                              | 9.3      | 1.3         |                             | 29.3     | 4.4         |                           | 63.3        | 9.6      |                            | 100      | 16.6        |

1) Mn: マンゼブ水和剤、P: パラフィン系展着剤

2) 3反復の合計値

3) 薬剤散布日から調査日の2日前までの累積降雨量および日数

表3 パラフィン系展着剤に加用したマンゼブ水和剤400倍および600倍液とマンゼブ水和剤400倍液散布後のカンキツ黒点病の発病推移(2020年)

| 薬剤名 <sup>1)</sup> (希釈倍数) | 6月8日<br>(0mm) <sup>3)</sup><br>散布直前 |             |          | 6月17日<br>(80mm)<br>散布7日後 |          |             | 6月24日<br>(163mm)<br>散布14日後 |          |             | 7月2日<br>(266mm)<br>散布22日後 |             |          | 7月7日<br>(411mm)<br>散布27日後 |          |             | 7月10日<br>(597mm)<br>散布30日後 |             |          | 7月13日<br>(693mm)<br>散布33日後 |          |             |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------|----------|--------------------------|----------|-------------|----------------------------|----------|-------------|---------------------------|-------------|----------|---------------------------|----------|-------------|----------------------------|-------------|----------|----------------------------|----------|-------------|
|                          | 調査 <sup>2)</sup><br>果数              | 発病<br>果率(%) | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%)              | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%) | 発病<br>果率(%)                | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%) | 防除価<br>度                  | 発病<br>果率(%) | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%)               | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%) | 防除価<br>度                   | 発病<br>果率(%) | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%)                | 防除価<br>度 | 発病<br>果率(%) |
| Mn(400倍)+P               | 200                                 | 0           | 0        | -                        | 0        | 0           | 100                        | 0        | 0           | 100                       | 0           | 0        | 100                       | 0        | 0           | 1.5                        | 0.2         | 99.4     | 23.5                       | 3.4      | 90.9        |
| Mn(600倍)+P               | 150                                 | 0           | 0        | -                        | 0        | 0           | 100                        | 0        | 0           | 100                       | 0           | 0        | 100                       | 0        | 0           | 17.5                       | 2.6         | 91.7     | 32.0                       | 5.1      | 86.4        |
| Mn(400倍)                 | 200                                 | 0           | 0        | -                        | 0        | 0           | 100                        | 0.5      | 0.1         | 99.1                      | 0           | 0        | 100                       | 3.0      | 0.4         | 98.6                       | 22.0        | 3.3      | 89.5                       | 37.0     | 5.3         |
| 対照 Mn(600倍)              | 200                                 | 0           | 0        | -                        | 0        | 0           | 100                        | 1.5      | 0.2         | 98.1                      | 4.5         | 0.6      | 96.6                      | 12.5     | 2.1         | 92.9                       | 33.5        | 5.5      | 82.5                       | 50.5     | 7.8         |
| 無処理                      | 200                                 | 0           | 0        |                          | 15.5     | 2.2         |                            | 56.0     | 10.6        |                           | 95.5        | 17.5     |                           | 100      | 29.6        |                            | 100         | 31.4     |                            | 100      | 37.4        |

1) Mn: マンゼブ水和剤、P: パラフィン系展着剤(1,500倍)

2) 3反復の合計値

3) 薬剤散布日から調査日の2日前までの累積降雨量および日数

表4 バラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤400倍液散布後のカンギツ黒点病の発病推移(2021年)

| 薬剤名 <sup>1)</sup> (希釈倍数) | 調査 <sup>2)</sup> 果数 | 5月26日<br>(0mm) <sup>3)</sup><br>散布1日後 |          |     | 6月15日<br>(109mm)<br>散布21日後 |          |      | 6月23日<br>(167mm)<br>散布29日後 |          |      | 6月30日<br>(167mm)<br>散布36日後 |          |      | 7月7日<br>(319mm)<br>散布43日後 |          |      | 7月15日<br>(348mm)<br>散布51日後 |          |      |
|--------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------|-----|----------------------------|----------|------|----------------------------|----------|------|----------------------------|----------|------|---------------------------|----------|------|----------------------------|----------|------|
|                          |                     | 発病<br>果率(%)                           | 防除価<br>度 | 防除価 | 発病<br>果率(%)                | 防除価<br>度 | 防除価  | 発病<br>果率(%)                | 防除価<br>度 | 防除価  | 発病<br>果率(%)                | 防除価<br>度 | 防除価  | 発病<br>果率(%)               | 防除価<br>度 | 防除価  | 発病<br>果率(%)                | 防除価<br>度 | 防除価  |
| Mn(400倍)+P               | 150                 | 0                                     | 0        | -   | 0.7                        | 0.1      | 98.9 | 0.7                        | 0.1      | 99.0 | 2.7                        | 0.4      | 97.1 | 4.0                       | 0.6      | 97.0 | 50.7                       | 7.8      | 75.0 |
| 対照 Mn(600倍)              | 150                 | 0                                     | 0        | -   | 2.7                        | 0.5      | 94.4 | 10.7                       | 1.5      | 85.6 | 19.3                       | 2.8      | 79.7 | 44.7                      | 7.0      | 64.8 | 87.3                       | 16.1     | 48.4 |
| 無処理                      | 150                 | 0                                     | 0        |     | 53.3                       | 9.0      |      | 60.7                       | 10.4     |      | 86.0                       | 13.8     |      | 91.3                      | 19.9     |      | 97.3                       | 31.2     |      |

1) Mn: マンゼブ水和剤、P: バラフィン系展着剤(1,500倍)

2) 3反復の合計値

3) 薬剤散布日から調査日の2日前までの累積降雨量および日数

表5 バラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤400倍液の体系散布による防除効果

| 試験年   | 供試品種<br>(樹齢)   | 薬剤散布日・降雨量 <sup>1)</sup>                                                                                                                                                      |                                  | 試験区 <sup>2)</sup> | 果実 <sup>3)</sup> の発病程度 |                   |         |
|-------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|---------|
|       |                |                                                                                                                                                                              |                                  |                   | 発病<br>果率(%)            | 指数3以上の<br>発病果率(%) | 防除<br>価 |
| 2021  | 興津早生<br>(26年生) | 5/20 - 165mm - 6/20 - 209mm - 7/19 - 662mm - 8/23 - 208mm - 10/12<br>(調査日)                                                                                                   | Mn(400倍)+P<br>対照 Mn(600倍)<br>無処理 |                   | 49.0                   | 0                 | 91.8    |
|       |                |                                                                                                                                                                              |                                  |                   | 81.0                   | 24.0              | 78.2    |
| 2022a | 興津早生<br>(27年生) | 5/23 - 114mm - 6/20 - 241mm - 7/21 - 90mm - 8/26 - 395mm - 11/7<br>(調査日)                                                                                                     | Mn(400倍)+P<br>対照 Mn(600倍)<br>無処理 |                   | 66.3                   | 5.0               | 84.9    |
|       |                |                                                                                                                                                                              |                                  |                   | 91.3                   | 32.8              | 68.0    |
| 2022b | YN26<br>(12年生) | 6/2 - 66mm - 7/1 - 228mm - 8/2 - 368mm - 9/27<br>(調査日)                                                                                                                       | Mn(400倍)+P<br>対照 Mn(600倍)<br>無処理 |                   | 31.5                   | 0.5               | 90.5    |
|       |                |                                                                                                                                                                              |                                  |                   | 71.5                   | 7.5               | 74.2    |
| 2023  | 林温州<br>(20年生)  | 5/26 - 501mm - 6/9 - 212mm - 7/11 - 22mm - 8/9 - 234mm 9/8 - 282mm - 12/1 <sup>4)</sup><br>5/26 - 470mm - 6/5 - 217mm - 7/7 - 48mm - 8/9 - 228mm 9/1 - 287mm - 12/1<br>(調査日) | Mn(400倍)+P<br>対照 Mn(600倍)<br>無処理 |                   | 11.5                   | 0                 | 96.9    |
|       |                |                                                                                                                                                                              |                                  |                   | 57.5                   | 10.5              | 78.5    |

1) 2023年は上段がMn(400倍)+P区、下段が対照 Mn(600倍)区の散布日と降雨量を示す

2) Mn: マンゼブ水和剤、P: バラフィン系展着剤(1,500倍)

3) 調査果数: 2021、2022b、2023の各年は各区200果、2022aはMn(400倍)+P(1500倍)区640果、Mn(600倍)区および無処理区は320果とした

4) マンゼブ水和剤のウンシユウミカンへの適用は4回まで

表6 パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤400倍の体系散布による指数3以上の発病果率から算出した統合リスク比

| 薬剤名 <sup>1)</sup> (希釈倍数) | 無散布区との推定されたリスク比 <sup>2)3)</sup> | 対照区との推定されたリスク比  |
|--------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Mn(400倍)+P               | 0.01(0.00-0.05)                 | 0.07(0.02-0.23) |
| 対照:Mn(600倍)              | 0.14(0.09-0.22)                 |                 |

1)Mn:マンゼブ水和剤、P:パラフィン系展着剤(1,500倍)

2)2021年～2023年に実施した4試験の統合値

3)( )は95%信頼区間

## 考察

果樹病害の防除のためには、前回散布した薬剤の効果が切れる前に次の散布を実施し(田代, 2007), 果実を保護することが重要である。カンキツ黒点病の防除に主に使用されるマンゼブ水和剤の耐雨性や残効性に関して、これまで多数の知見が蓄積されており(井上・芹沢, 1987; 田代ら, 2003; 山本, 1991), 本県においてもそれらの知見をもとに前回散布から1ヶ月後または累積降雨量200～250mmで追加散布を行うよう指導されている(和歌山県農林水産部, 2024)。一方で、近年では集中豪雨により、一度の連続した降雨で従来の追加散布の基準を超過する場合が増加していることから、本研究ではマンゼブ水和剤の耐雨性向上を目的として、希釈倍数の温州ミカンにおける登録上限濃度(400倍)への変更や、本剤へのパラフィン系展着剤の加用が耐雨性に及ぼす影響について明らかにした。また、これら2つの手法を組み合わせ、パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤400倍液を用いた防除体系の実用性について検討した。

パラフィン系展着剤は植物体の表面にワックス層を形成し、薬剤を固着させる作用があるとされ、各種の果樹品目において有効性が示されているが(田代, 2009)、希釈倍数による効果差を検討した事例は見当たらない。そのため、2019年の試験1-1)において、マンゼブ水和剤に加用するパラフィン系展着剤の最適な希釈倍数について検討した。マンゼブ水和剤600倍液にパラフィン系展着剤を希釈倍数500倍、1,000倍、1,500倍でそれぞれ加用し、幼果期の1回散布後から高い防除効果を保持した日までの累積降雨量を計測することで耐雨性を調査した。その結果、展着剤を加用したマンゼブ水和剤は、展着剤の希釈倍数に関わらず累積降雨量378mmまで高い効果を示し、対照のマンゼブ水和剤単用散布(同213.5mm)に比べて耐雨性が優れた。また、展着剤の希釈倍数による防除効果の差は認められなかった。これらのことから、マンゼブ水和剤に加用するパラフィン系展着剤の希釈倍数は500倍から1,500倍の間で耐雨性の向上効果に差はなく、展着剤の希釈倍数は薬剤費が最も安価となる1,500倍が適当と考えられた。現在では、パラフィン系展着剤の果樹類への適用は2,000倍まで拡大されていることから、2,000倍希釈においても同様の耐雨性の向上作用を有するか今後検討が必要である。

次に、2020～2021年の試験1-2)において、マンゼブ水和剤の希釈倍数の登録上限濃度(400倍)への変更や本剤へのパラフィン系展着剤の加用が耐雨性に及ぼす影響を試験1-1)と同様の方法で検討した。その結果、2020年の試験では、薬剤散布日から高い防除効果を保持した日までの累積降雨量は対照のマンゼブ水和剤600倍単用区で266mm、マンゼブ水和剤400倍単用区およびパラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤600倍区で411mm、パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤400倍区で597mmであった。これらのことから、マンゼブ水和剤へのパラフィン系展着剤の加用もしくはマンゼブ水和剤の希釈倍数の登録上限濃度(400倍)への変更により耐雨性が高まり、こ

れら 2 つの手法を組み合わせることさらに耐雨性は向上すると考えられた。一方、パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍区の耐雨性は試験年によって大きく異なり、高い防除効果を保持した日までの累積降雨量は 2021 年試験では 319mm と、2020 年に比べて 278mm 少なかった。この点について、井上・芹沢（1987）は散布後の経過日数が長いと降雨量が少なくても残効は低下することを示しており、その要因として果実の肥大、光や気温による分解、風による薬剤の消失を挙げている。本試験においても、2020 年は散布 30 日後までに 597mm の累積降雨があったが、2021 年は散布 43 日後でも累積降雨量 319mm であったことから、2021 年の試験では薬剤散布からの経過日数が長くなったために、累積降雨量が比較的少ないにも関わらず効果が低下したと考えられる。そのため、パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍液の耐雨性は散布後の日数と合わせて考察する必要がある、2 事例の試験結果から散布 30 日後までは累積降雨量 597mm、43 日後までは同 319mm まで高い防除効果を保持すると考えられた。

最後に、2021～2023 年の試験 2 において、パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍液をカンキツ黒点病の基幹防除時期に散布する防除体系の実用性について検討した。その結果、いずれの試験においてもマンゼブ水和剤 600 倍単用散布に比べて効果が優れ、無処理区に比べて高い防除効果が認められた。なかでも、2020 年は 7 月 19 日と 8 月 23 日の間、2023 年は 5 月 26 日と 6 月 9 日の間にそれぞれ 662mm と 501mm の累積降雨があったが、最終調査時の防除効果は高く、多雨条件下での高い実用性が示された。また、2023 年に実施した試験では、パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍区の追加散布基準を、試験 1-2) の結果を考慮し、前回散布から 1 ヶ月後または累積降雨量 500～550mm に設定した。その結果、6 月上旬の集中豪雨でも累積降雨量の基準を超過せず、高い防除効果が認められた。このことから、パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍液は、新たに設定した基準での追加散布が可能だと考えられた。一方で、基準に達して散布が前倒しされた結果、総散布回数は 5 回となり、マンゼブ水和剤の温州ミカンへの適用回数を上回った。井沼（2017）は、マンゼブ水和剤に加えてジチアノン水和剤またはクレソキシムメチル水和剤を組み入れた防除体系を提案しており、これらの薬剤を組み合わせることで極めて多雨な年でも対応が可能であると考えられた。

実際の防除場面では、定期散布後の累積降雨量が基準に達し、追加散布が必要ではあるものの数日後に降雨が迫っていることも多い。また、多くの生産者は一度の防除に数日を要するため、やむをえず降雨の前後に応急的に薬剤散布を行う場合もある。しかし、濡れた樹へのマンゼブ水和剤散布は黒点病への防除効果が劣ること（三好ら、2007）、無機銅剤は散布 8 時間以内の降雨によって、カンキツ葉への薬剤付着が著しく減少すること（井手、2012）を考慮すると、応急防除によって安定した効果を発揮させることは困難だと考えられる。そのため、本研究によって優れた耐雨性が明らかとなった、パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍液により定期散布を行うことで、多雨年においても応急防除することなく温州ミカンの黒点病に対して安定した効果が見込めると思われる。

## 摘要

1. マンゼブ水和剤にパラフィン系展着剤を加用することで耐雨性が高まり、カンキツ黒点病に対する防除効果が向上する。加用するパラフィン系展着剤の希釈倍数は 500～1,500 倍の間で効果の向上程度に差はみられない。

2. マンゼブ水和剤の希釈倍数を温州ミカンにおける登録上限濃度（中晩柑には適用なし）の 400 倍とすることで 600 倍と比較して耐雨性が高まる。また、マンゼブ水和剤 400 倍液にパラフィン系展着剤を加用することでさらに耐雨性が向上する。
3. パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍液は散布 30 日後であれば累積降雨量 597mm, 43 日後であれば同 319mm までは高い防除効果が持続すると考えられる。
4. パラフィン系展着剤を加用したマンゼブ水和剤 400 倍液を落弁期から 8 月下旬～9 月上旬にかけて散布する防除体系は、多雨条件でも防除効果が優れ、実用性が高い。

## 謝辞

本研究の実施期間中に試験の補助をして下さった小澤まり子さんにお礼申し上げます。

## 引用文献

- 井手洋一. 2012. 果樹病害の殺菌剤の効率的な利用をすすめるうえで必要なエビデンス. 植物防疫 66:456-459.
- 井上一男・芹沢拙夫. 1987. カンキツ黒点病に関する研究 第 9 報 薬剤の残効. 静岡柑試研報. 23:7-14.
- 井沼崇. 2017. カンキツ黒点病に対する各種薬剤の防除効果. 和歌山県農林水研報. 5:47-60.
- Kanda,Y. 2013. Investigation of the freely available easy-to-use software‘EZ R’for medical statistics. Bone Marrow Transplantation. 48:452-458.
- 気象庁. 2024. 気候変動監視レポート. 2023. p. 59.
- 武田知明・衛藤夏葉・岡室美絵子・井沼崇・中野龍平・福田文夫・河井崇・深松陽介・西銘玲子. 2020. 薬剤散布および薬剤への展着剤の加用がシンガポールへの低温海上輸送後に発生する温州ミカン果実の腐敗に及ぼす影響. 関西病虫研報 62:113-119.
- 田代暢哉. 2007. 果樹の病虫害防除. 農山漁村文化協会. 東京. p. 43.
- 田代暢哉. 2009. 果樹における展着剤の活用. 植物防疫 63:212-217.
- 田代暢哉. 2021. エビデンスメイクに役立つ頻度データの統計解析. EBC 研究会誌 16:8-18
- 田代暢哉・井手洋一・衛藤友紀・井下美加乃・古賀孝明. 2004. マシン油乳剤のアジュバントとしての利用による温州ミカン病害に対する防除効果の向上と薬剤散布回数の低減並びにミカンハダニ密度の抑制. 佐賀果試研報. 15:22-46.
- 田代暢哉・井手洋一・納富麻子. 2003. カンキツの後期黒点病と褐色腐敗病の同時防除剤とその耐雨性および効果的使用法. 佐賀県研究成果情報. 35.
- 農林水産省生産局植物防疫課. 2001. 病虫害発生予察事業の実施について～発生予察事業の調査実施基準～. pp. 137-158.
- 本間保男・山田俊一. 1969. カンキツ黒点病の感染ならびに発病に関与する要因. 園芸試験場報告. 9:85-97.
- 三好孝典・川幡寛・清水伸一. 2007. 濡れたカンキツ樹へのマンゼブ水和剤散布がマンゼブ付着量およびカンキツ黒点病の防除効果に及ぼす影響. 日植病報. 73:149-154.
- 山田俊一(改訂:太田光輝). 2001(追補第 32 号・2002 年発行). カンキツ<黒点病>. 農業総覧 原色



- 病虫害診断防除編 5. 果樹 カンキツ リンゴ. 農山漁村文化協会. 東京. pp. 11-19.
- 山本省二. 1991. カンキツ黒点病およびそばかす病の生態と防除に関する研究. 和歌山県果樹園芸試験場特別研究報告 1 : p. 14.
- 吉田麻里子・山田一字・森山美穂・杉浦直幸・榊英雄. 2011. 温州ミカンにおける枯れ枝せん除および透湿性反射シートの樹冠下マルチによる果実への黒点病被害の発生軽減. 熊本農研セ研報. 18: 73-79.
- 和歌山県農林水産部. 2024. 令和 6 年度農作物病虫害及び雑草防除指針. p. 90.

# 極早生ウンシュウミカン ‘YN26’ の高品質安定生産技術

中谷章・小澤萌香<sup>1</sup>・松本大

和歌山県果樹試験場

## High Quality Stable Production Techniques of Very Early Ripening Satsuma Mandarin ‘YN26’

Akira Nakatani, Moka Ozawa and Dai Matsumoto

Wakayama Fruit Tree Experiment Station

### 緒言

‘YN26’は和歌山県果樹試験場が‘ゆら早生’の珠心胚実生から育成した極早生ウンシュウミカンである（中地ら, 2009）. ‘ゆら早生’の良食味を引き継ぎつつ, ‘ゆら早生’より減酸が早く, 9月に収穫可能な県オリジナル品種として県中南部の極早生ウンシュウミカン産地を中心に栽培面積が増加しており, 2021年における栽培面積は63.8haとなっている（農林水産省, 2024）. 2014年には和歌山県農業協同組合連合会が‘YN26’のブランド化を図ることを目的に「紀のゆらら」という商標を取得（第5757395号）し, 糖度10以上, クエン酸含有率1.10%以下という基準を定め, 品質が担保された果実が「紀のゆらら」として流通している

栽培面積, 生産量が増加する一方, 生産現場での課題も明らかとなってきた. 果実肥大期である7月から8月にかけて日焼け果が多発し, 多い園地では2~3割程度収量が減少した園地もあるとされ, その対策が求められている. カンキツ類の日焼け果の対策として果実被覆資材による対策（林田, 2011 ; 川端ら, 2013）や炭酸カルシウム水和剤散布による対策（兼常ら, 2020 ; 古川, 2013）が報告されているが, ‘YN26’における効果は明らかでない. さらにブランド果実である「紀のゆらら」の合格率が年次により20~60%と安定せず, 生産者の所得向上のために安定して高品質果実を生産するための対策が求められている. ウンシュウミカンの品質向上には適正な水分管理が必要とされているが, 親品種である‘ゆら早生’の適正な水分管理については報告がある（鯨ら, 2018）ものの, ‘YN26’の水分ストレスへの反応が明らかでない. 収穫が早い地域では‘ゆら早生’より1か月近く収穫される‘YN26’には適用できない可能性がある.

そこで, 本研究では‘YN26’の現地栽培園における日焼け果の発生状況を明らかにするとともにその対策について検討した. また, ‘YN26’の水分ストレスへの反応を明らかにするため, 現地栽培園における果実生育と水分ストレスの指標である葉の水ポテンシャルを調査し, 「紀のゆらら」合格率を高めるための適正な水分管理について検討した.

### 材料および方法

---

<sup>1</sup> 現在 : 和歌山県農林水産部農林水産政策局研究推進課

### 試験 1 日高地域および西牟婁地域における日焼け果発生の実態調査

日高郡日高町内（日高地域）、西牟婁郡上富田町および田辺市内（西牟婁地域）の‘YN26’栽培園地において 2021 年 7 月から 9 月にかけて、樹上での日焼け果の発生状況を調査した。なお、調査園地の概要は表 1 のとおりであり、調査期間中の気温および降水量の推移は図 1 のとおりである。

調査は概ね 1 週間に 1 回、目視により日焼け症状（陽光面の果皮の黄化や組織の壊死）が確認された果実にラベルをつけ、調査日ごとに新規発生した日焼け果数を調査した。調査は方角別（樹冠を東西南北に分けて各方向での発生数を調査）、高さ別（樹冠を高さ別に 3 等分し、上段・中段・下段に分けて調査）、樹冠の内外別（高さごとに樹冠中央と樹冠外周部の間を内側と外側に分けて調査）、果頂部の向き別（上向きと横向きに分けて調査）に実施した。

表 1 調査園地の園地条件

| 所在地  | 園名  | 園地条件       | 標高(m) | 樹齢   |
|------|-----|------------|-------|------|
| 日高川町 | N園  | 平坦         | 35    | 11   |
| 日高川町 | TO園 | 平坦         | 30    | 10   |
| 日高川町 | Y園  | 平坦         | 14    | 12   |
| 日高川町 | KI園 | 平坦、畝立      | 27    | 9    |
| 日高川町 | TA園 | 平坦、畝立      | 21    | 9    |
| 上富田町 | I園  | 北西向き緩傾斜、畝立 | 191   | 9    |
| 上富田町 | M園  | 南東向き階段園    | 74    | 9～10 |
| 田辺市  | S園  | 平坦、畝立      | 78    | 9    |
| 田辺市  | A園  | 平坦、畝立      | 7     | 8    |
| 田辺市  | KU園 | 平坦、畝立      | 25    | 9    |

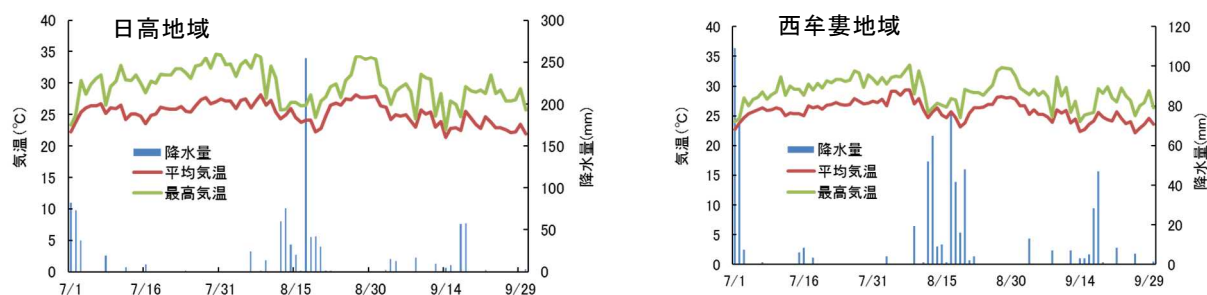


図 1 2021 年 7～9 月の各地域の降水量、日平均気温および日最高気温  
注)両地域とも調査園の近接地のアメダスを参照。日高地域は川辺、西牟婁地域は白浜

### 試験 2 遮光処理および炭酸カルシウム水和剤処理が日焼け果発生におよぼす影響

日高郡日高川町内の‘YN26’（9 年生）栽培園地において試験を実施した。遮光区は 2021 年 7 月 18 日から 9 月 1 日まで樹冠上部に遮光資材（7 月 18 日～7 月 28 日は遮光率 50%の寒冷紗，7 月 29 日～9 月 1 日は遮光率 40%の遮光資材（商品名：ふあふあホワイトプラス 40））を設置し、晴天日は 11 時頃から 16 時頃まで資材を展開して遮光，それ以外の時間帯および曇天日や雨天日は資材を除去した。炭酸カルシウム区は 2021 年 7 月 5 日に炭酸カルシウム水和剤（薬剤名：ホワイトコート，以下同じ）25 倍を樹冠全面に散布した。

7 月から 9 月にかけて、各区 3 樹の果実横径を調査するとともに糖度およびクエン酸含有率を調査した。また宮本ら(2009)の方法に基づき、日没直後（樹体に直射光が当たらず周囲が明るい時間帯）に不着果新梢の中位葉を 1 樹あたり 1 枚採取し、チャック付ポリエチレン袋に密封して持ち帰り、プレッシャーチャンバー(PMS600)を用いて葉の水ポテンシャルを測定した。日焼け果の発生数調査は試験 1 と同様の方法で行った。

### 試験 3 炭酸カルシウム水和剤の散布回数が日焼け果発生におよぼす影響

試験2と同一の園地において試験を実施した。炭酸カルシウム1回区は、2022年は7月10日、2023年は7月6日に、炭酸カルシウム2回区は2022年は7月10日および8月9日、2023年は7月6日および8月12日に、炭酸カルシウム水和剤25倍を樹冠全面に散布した。果実横径、糖度、クエン酸含有率、日没直後の葉の水ポテンシャル、日焼け果の発生数調査は試験2と同様の方法で実施した。

#### 試験4 ‘YN26’における果実肥大、果実品質の推移と日没直後の葉の水ポテンシャルの関係

試験1において日焼け果発生調査を実施した園地において、7月から9月にかけて試験2と同様の方法で果実横径、糖度、クエン酸含有率、日没直後の葉の水ポテンシャルを継続的に調査した。

#### 試験5 ‘YN26’の高品質安定生産技術実証試験

和歌山県果樹試験場内1号園の12年生‘YN26’を用いた。2023年6月28日から収穫まで樹冠下に透湿性シート（タイベック760AG）を敷設し、日没直後の葉の水ポテンシャルを $-0.8 \sim -1.1$ MPaに維持する区（以下、低ストレス区）と $-0.8 \sim -1.4$ MPaに維持する区（以下、高ストレス区）を設けた。各試験区内の最も水ポテンシャルが低い樹が各区の下限まで低下した時点で、マイクロスプリンクラーを用いて10mm程度のかん水を実施した。なお、マルチ無区は透湿性シートを設置せず、他区のかん水と併せてかん水を実施した。期間中、低ストレス区およびマルチ無区は7回、高ストレス区は4回かん水を実施した。なお、調査期間中の日没直後の葉の水ポテンシャルの推移は図2のとおりであり、概ね設定どおりの推移であった。

生育期間中の果実横径、糖度、クエン酸含有率は試験2と同様に調査した。9月11日に果実横径の調査に用いた果実を全果採取し、横径、糖度、クエン酸含有率を調査し、果実サイズが2S～2L（果実横径が50～80mm）、糖度10以上、クエン酸含有率1.10%以下の果実を「紀のゆらら」合格果として合格率を算出した。収穫は9月19日に行い、試験区ごとの階級構成を調査した。

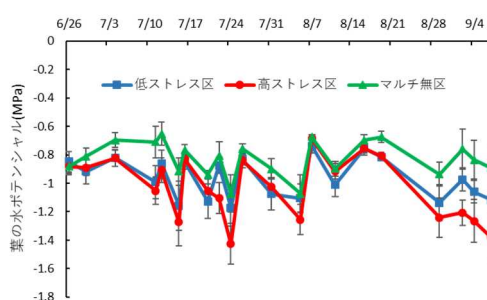


図2 各試験区の日没直後の葉の水ポテンシャルの推移

※エラーバーは標準偏差

低ストレス区はn=11、高ストレス区はn=10、マルチ無区はn=6

## 結果

#### 試験1 日高地域および西牟婁地域における日焼け果発生の実態調査

調査園地における日焼け果の発生数の推移を表2に示した。各調査園地とも調査期間を通して日焼け果が発生した。期間別に見ると、梅雨明け後高温、晴天が続いた7月下旬から8月上旬にかけての発生が多く、曇天、降雨が多く気温が低かった8月中旬の発生が少なく、その後高温、晴天が続いた8月下旬から9月上旬にかけて発生が多くなった。

方角別の日焼け果発生数をみると、各地域とも全ての園地ではないが樹体の南側および東側で発生が多い傾向であった（表3）。

樹冠の高さ別では、各園地とも樹冠の中段および上段での発生が多く、下段で発生が少ない傾向であった（表4）。

樹冠の内外別では、西牟婁地域の 2 園地を除き、樹冠の外側で発生が多い傾向であった（表 5）。

果実の向きでは、西牟婁地域の 2 園地を除き、横向き果実での発生が多かった（表 6）

表 2 各調査園地における日焼け果発生数（上段：日高地域，下段：西牟婁地域）

|     | 7月21日 | 7月28日 | 8月6日 | 8月11日 | 8月25日 | 8月31日 | 9月上旬 | 合計  |
|-----|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-----|
| N園  | 0     | 12    | 38   | 38    | 0     | 53    | 20   | 161 |
| TO園 | 2     | 31    | 19   | 30    | 0     | 76    | 10   | 168 |
| Y園  | 0     | 16    | 55   | 17    | 3     | 23    | 7    | 121 |
| KI園 | 3     | 37    | 31   | 44    | 10    | 61    | 7    | 193 |
| TA園 | 0     | 63    | 35   | 9     | 1     | 31    | 17   | 156 |

|     | 7月21日 | 7月28日 | 8月6日 | 8月11日 | 8月25日 | 8月31日 | 9月7日 | 合計  |
|-----|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-----|
| I園  | 0     | 10    | 15   | 23    | 0     | 27    | 42   | 117 |
| M園  | 0     | 22    | 47   | 23    | 2     | 45    | 50   | 189 |
| S園  | 0     | 10    | 35   | 23    | 1     | 101   | 40   | 210 |
| A園  | 13    | 68    | 40   | 19    | 4     | 40    | 19   | 203 |
| KU園 | 0     | 1     | 3    | 13    | 0     | 3     | 4    | 24  |

※各調査日に新規で発生していた日焼け果をカウント

数値は調査樹（各園地 3 樹）の合計

9 月上旬の調査は N 園・TO 園・Y 園は 2021 年 9 月 7 日，KI 園・TA 園は 9 月 9 日

KU 園のみ 2021 年 7 月 20 日および 8 月 25 日に炭酸カルシウム水和剤 25 倍を散布

表 3 各調査園地における方角別の日焼け果発生数

|   | 日高地域 |     |    |     |     | 西牟婁地域 |    |    |    |     |
|---|------|-----|----|-----|-----|-------|----|----|----|-----|
|   | N園   | TO園 | Y園 | KI園 | TA園 | I園    | M園 | S園 | A園 | KU園 |
| 東 | 63   | 26  | 41 | 76  | 65  | 20    | 41 | 53 | 65 | 4   |
| 西 | 30   | 65  | 34 | 8   | 31  | 31    | 34 | 48 | 38 | 9   |
| 南 | 55   | 52  | 37 | 88  | 40  | 54    | 76 | 88 | 57 | 6   |
| 北 | 13   | 25  | 9  | 21  | 20  | 12    | 38 | 21 | 43 | 5   |

※7 月下旬～9 月上旬の調査時に新規で発生していた日焼け果をカウントして積算

数値は調査樹（各園地 3 樹）の合計

KU 園のみ 2021 年 7 月 20 日および 8 月 25 日に炭酸カルシウム水和剤 25 倍を散布

表 4 各調査園地における樹冠の高さ別の日焼け果発生数

|    | 日高地域 |     |    |     |     | 西牟婁地域 |    |     |    |     |
|----|------|-----|----|-----|-----|-------|----|-----|----|-----|
|    | N園   | TO園 | Y園 | KI園 | TA園 | I園    | M園 | S園  | A園 | KU園 |
| 上段 | 26   | 76  | 63 | 73  | 60  | 52    | 68 | 60  | 89 | 13  |
| 中段 | 83   | 61  | 49 | 100 | 81  | 39    | 97 | 120 | 88 | 11  |
| 下段 | 52   | 31  | 9  | 20  | 15  | 26    | 24 | 30  | 26 | 0   |

※7 月下旬～9 月上旬の調査時に新規で発生していた日焼け果をカウントして積算

数値は調査樹（各園地 3 樹）の合計

KU 園のみ 2021 年 7 月 20 日および 8 月 25 日に炭酸カルシウム水和剤 25 倍を散布

表5 各調査園地における樹冠内外別の日焼け果発生数

|    | 日高地域 |     |    |     |     | 西牟婁地域 |     |     |     |     |
|----|------|-----|----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
|    | N園   | TO園 | Y園 | KI園 | TA園 | I園    | M園  | S園  | A園  | KU園 |
| 内側 | 53   | 65  | 43 | 74  | 42  | 44    | 110 | 74  | 96  | 12  |
| 外側 | 108  | 103 | 78 | 119 | 114 | 73    | 79  | 136 | 107 | 12  |

※7月下旬～9月上旬の調査時に新規で発生していた日焼け果をカウントして積算

数値は調査樹（各園地3樹）の合計

KU園のみ2021年7月20日および8月25日に炭酸カルシウム水和剤25倍を散布

表6 各調査園地における果実の向き別の日焼け果発生数

|     | 日高地域 |     |    |     |     | 西牟婁地域 |     |     |     |     |
|-----|------|-----|----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
|     | N園   | TO園 | Y園 | KI園 | TA園 | I園    | M園  | S園  | A園  | KU園 |
| 上向き | 35   | 56  | 45 | 46  | 56  | 32    | 58  | 44  | 111 | 16  |
| 横向き | 126  | 112 | 76 | 147 | 100 | 85    | 131 | 166 | 92  | 8   |

※7月下旬～9月上旬の調査時に新規で発生していた日焼け果をカウントして積算

数値は調査樹（各園地3樹）の合計

KU園のみ2021年7月20日および8月25日に炭酸カルシウム水和剤25倍を散布

## 試験2 遮光処理および炭酸カルシウム水和剤処理が日焼け果発生におよぼす影響

果実横径は各区とも同様に増加したが、炭酸カルシウム区でやや大きく、無処理区でやや小さく推移した（図3）。糖度は炭酸カルシウム区で他区より高く推移し、遮光区で最も低く推移した（図4）。クエン酸含有率は各区とも同様の推移を示したが、9月上旬時点で遮光区のみ1.3%を上回っており、他区よりやや高い傾向であった（図5）。期間中の日没直後の葉の水ポテンシャルは7月には炭酸カルシウム区でやや低く推移したが、8月以降は各区とも同様に推移した（図6）。日焼け果の発生数は無処理区で最も多く、次いで炭酸カルシウム区で多く、遮光区が最も少なかった（表7）。

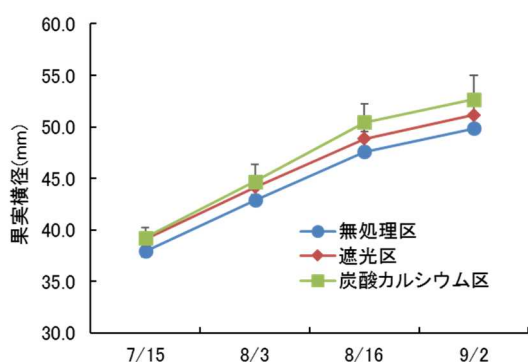


図3 遮光処理および炭酸カルシウム水和剤処理が果実横径の推移に及ぼす影響

※エラーバーは標準偏差 (n=3)

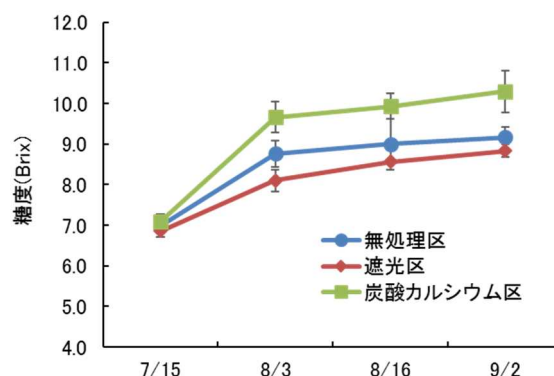


図4 遮光処理および炭酸カルシウム水和剤処理が糖度の推移に及ぼす影響

※エラーバーは標準偏差 (n=3)

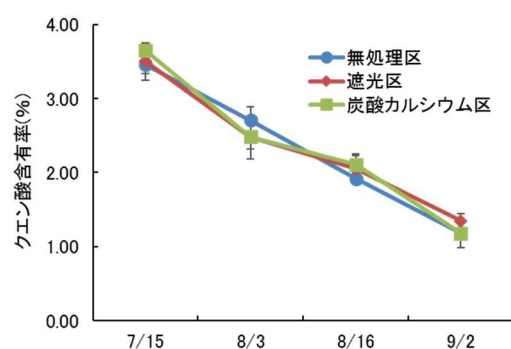


図 5 遮光処理および炭酸カルシウム水和剤処理がクエン酸含有率の推移に及ぼす影響  
※エラーバーは標準偏差 (n=3)

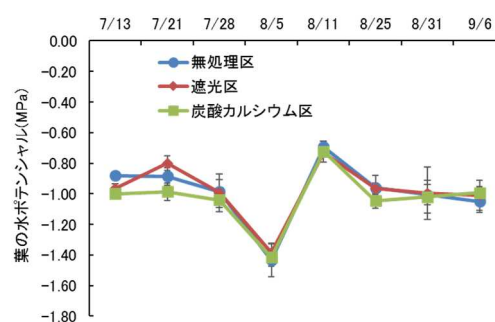


図 6 遮光処理および炭酸カルシウム水和剤処理が日没直後の水ポテンシャルの推移に及ぼす影響  
※エラーバーは標準偏差 (n=3)

表 7 遮光処理および炭酸カルシウム水和剤処理が日焼け果発生数に及ぼす影響

|          | 7月21日 | 7月28日 | 8月6日 | 8月11日 | 8月25日 | 8月31日 | 9月9日 | 合計  |
|----------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|-----|
| 無処理区     | 0     | 63    | 35   | 9     | 1     | 31    | 17   | 156 |
| 遮光区      | 0     | 8     | 5    | 13    | 0     | 1     | 5    | 32  |
| 炭酸カルシウム区 | 0     | 7     | 10   | 27    | 0     | 14    | 12   | 70  |

※各調査日に新規で発生していた日焼け果をカウント

数値は調査樹（各区 3 樹）の合計

### 試験 3 炭酸カルシウム水和剤の散布回数が日焼け果発生におよぼす影響

2022 年の試験では、果実横径は無処理区で小さく推移した（図 7 左上）。糖度は 8 月中旬以降、無処理区でやや低く推移した（図 7 右上）が、クエン酸含有率は各区とも同様に推移した（図 7 左下）。日没直後の葉の水ポテンシャルは各区とも同様の推移を示したが、対照区でやや高めに推移した。また、8 月以降炭酸カルシウム 1 回区で他区より低めに推移した（図 7 右下）。日焼け果の発生数は無処理区で最も多く、次いで炭酸カルシウム 1 回区で多く、炭酸カルシウム 2 回区が最も少なかった。また無処理区では 8 月 8 日の調査時点の発生が最も多かったが、炭酸カルシウム 1 回区では 8 月 16 日の調査時点での発生が最も多かった。炭酸カルシウム 2 回区では 2 回目の散布（8 月 9 日）以降 8 月 22 日の調査時点まで新規発生が認められなかった（表 8 上段）。

2023 年の試験では、果実横径は各区とも同様の推移であったが、対照区で小さく推移した（図 8 左上）。糖度は散布回数にかかわらず炭酸カルシウム区でやや低い時期があるものの収穫前には各区ともほぼ同等であり（図 8 右上）、クエン酸含有率は各区とも同様の推移を示した（図 8 左下）。日没直後の葉の水ポテンシャルは各区とも同様の推移を示したが、8 月上旬に無処理区でやや低い傾向であった（図 8 右下）。日焼け果の発生数は無処理区で多く、炭酸カルシウム区では散布回数に関わらず少なかった。また無処理区では 7 月 27 日の調査時点の発生が最も多く、炭酸カルシウム区では 1 回区、2 回区とも 7 月 31 日が最も多かった。散布回数による日焼け果発生数の違いは明確ではなかったが、炭酸カルシウム 2 回区では 2 回目散布（8 月 12 日）以降の日焼け果発生数が炭酸カルシウム 1 回区より少ない傾向であった（表 8 下段）。



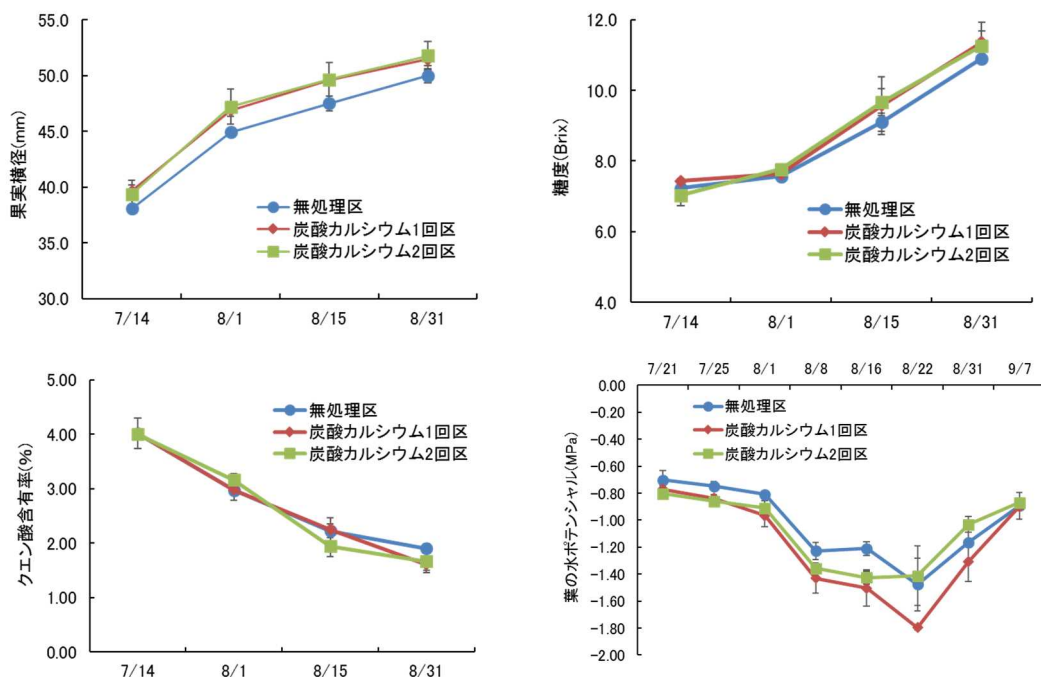


図7 炭酸カルシウム水和剤の散布回数が果実横径（左上）、糖度（右上）、クエン酸含有率（左下）および日没直後の葉の水ポテンシャル（右下）の推移に及ぼす影響（2022年）

※エラーバーは標準偏差 (n=3)

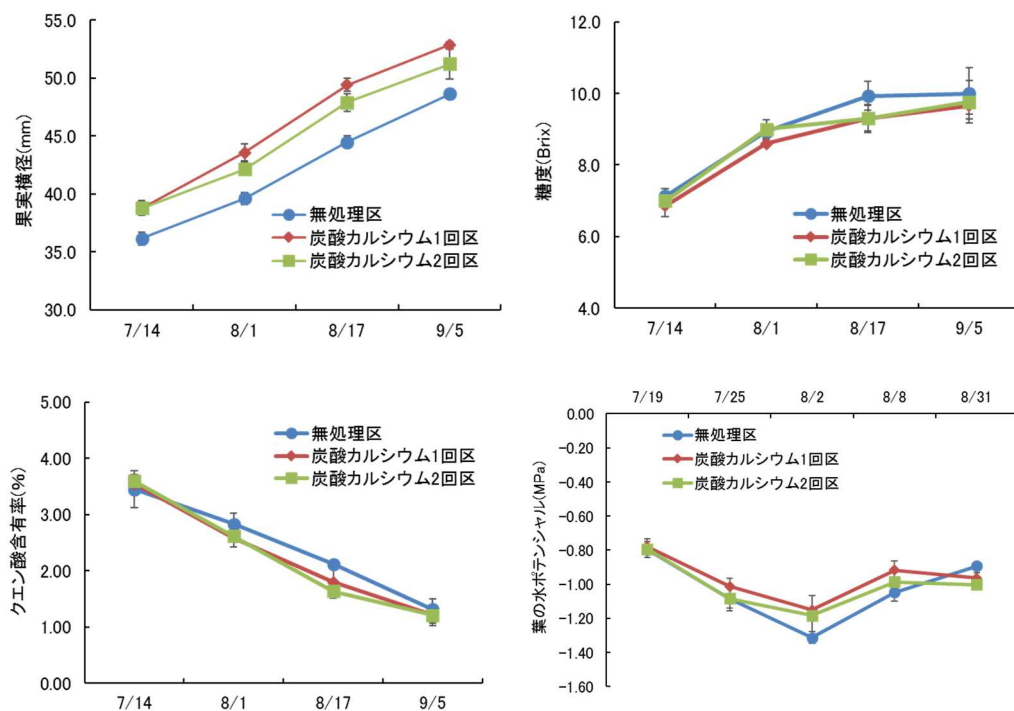


図8 炭酸カルシウム水和剤の散布回数が果実横径（左上）、糖度（右上）、クエン酸含有率（左下）および日没直後の葉の水ポテンシャル（右下）の推移に及ぼす影響（2023年）

※エラーバーは標準偏差 (n=3)



表8 炭酸カルシウム水和剤の散布回数が日焼け果発生数に及ぼす影響  
(上段：2022年，下段：2023年)

| 2022年      | 7月25日 | 8月1日 | 8月8日 | 8月16日 | 8月22日 | 8月30日 | 合計 |
|------------|-------|------|------|-------|-------|-------|----|
| 無処理区       | 2     | 5    | 35   | 32    | 6     | 16    | 96 |
| 炭酸カルシウム1回区 | 0     | 2    | 16   | 39    | 5     | 19    | 81 |
| 炭酸カルシウム2回区 | 0     | 2    | 16   | 0     | 0     | 12    | 30 |

| 2023年      | 7月21日 | 7月27日 | 7月31日 | 8月8日 | 8月18日 | 8月22日 | 8月28日 | 合計  |
|------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----|
| 無処理区       | 5     | 94    | 77    | 29   | 9     | 12    | 11    | 237 |
| 炭酸カルシウム1回区 | 0     | 7     | 31    | 4    | 17    | 14    | 5     | 78  |
| 炭酸カルシウム2回区 | 0     | 19    | 48    | 6    | 3     | 4     | 1     | 81  |

※各調査日に新規で発生していた日焼け果を計数し，数値は調査樹（各区3樹）の合計

※炭酸カルシウム水和剤25倍を2022年の1回区は7月10日，2回区は7月10日と8月9日

2023年の1回区は7月6日，2回区は7月6日と8月12日に散布

#### 試験4 ‘YN26’における果実肥大，果実品質の推移と日没直後の葉の水ポテンシャルの関係

果実横径について，各園地とも7月中旬から9月上旬にかけて肥大が進んだ（図9）．糖度は各園地とも7月中旬から8月上旬にかけて上昇したが，その後の上昇は鈍かった（図10）．クエン酸含有率は各園地とも同様に推移し，9月上旬に1.2%程度であった（図11）．日没直後の葉の水ポテンシャルは各園地とも7月中旬から8月上旬にかけて徐々に低下した．日高地域のTA園では8月上旬，西牟婁地域のA園では7月下旬にかけて他園より急激に低下した（図12）．

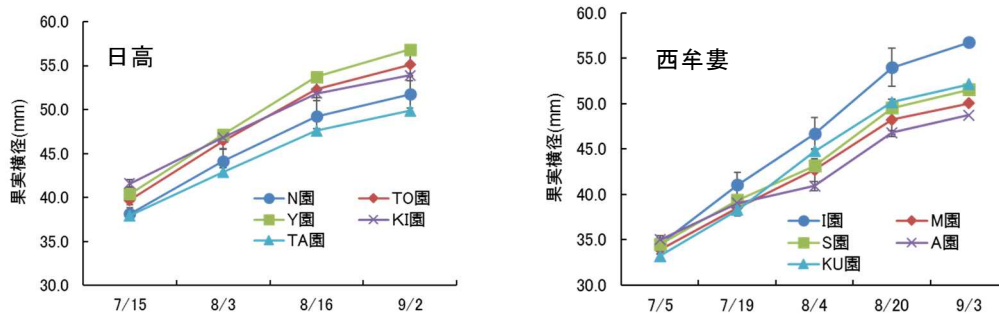


図9 各調査園地における果実横径の推移（左：日高地域，右：西牟婁地域）

※エラーバーは標準誤差（n=3）

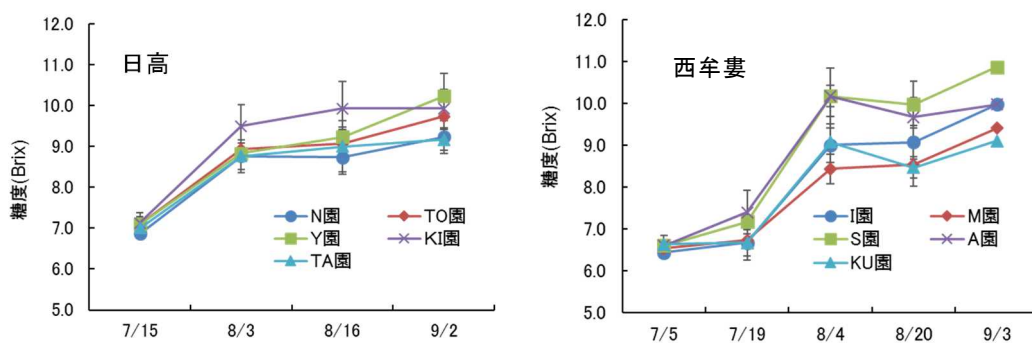


図10 各調査園地における糖度の推移（左：日高地域，右：西牟婁地域）

※エラーバーは標準偏差（n=3）

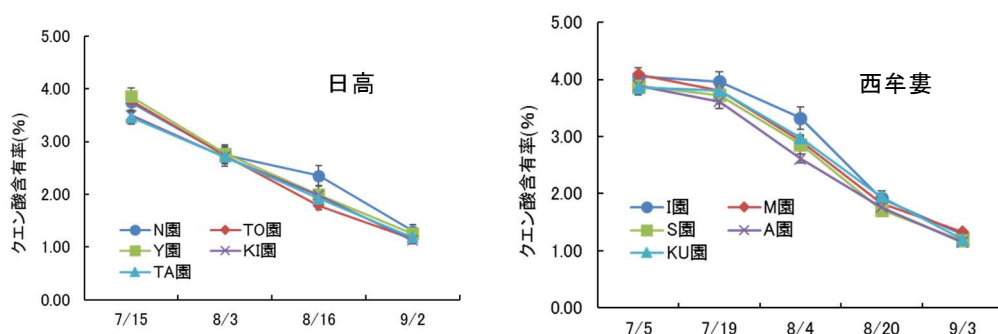


図 11 各調査園地におけるクエン酸含有率の推移（左：日高地域，右：西牟婁地域）  
※エラーバーは標準偏差（n=3）

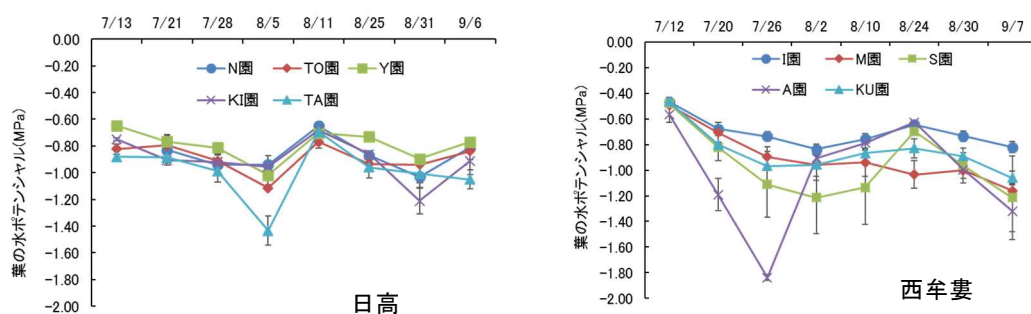


図 12 各調査園地における葉の水ポテンシャルの推移（左：日高地域，右：西牟婁地域）  
※エラーバーは標準偏差（n=3）

## 試験 5 ‘YN26’ の高品質安定生産技術実証試験

果実横径は高ストレス区，低ストレス区とも同様に推移し，マルチ無区でやや大きい傾向であった（図 13）。糖度はマルチ無区でやや低く推移する傾向であったが，各区とも 8 月中旬以降の糖度上昇は鈍かった（図 14）。クエン酸含有率は各区とも同様に推移した（図 15）。「紀のゆらら」合格率は低ストレス区が 98.9%，高ストレス区が 99.0%と非常に高く，マルチ無区は 67.8%と他区より低かった（表 9）。階級構成は水分ストレスが強いほど 3S，2S 級の割合が高く，M 級，L 級の割合が低くなった（図 16）。

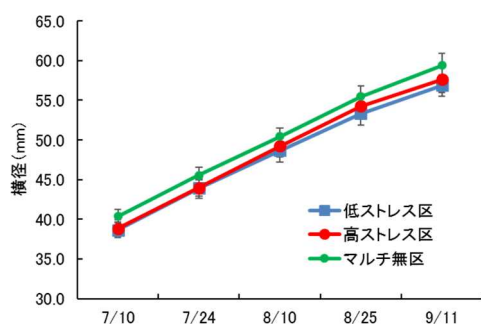


図 13 水管理の違いが果実横径の推移に及ぼす影響  
※エラーバーは標準偏差  
低ストレス区は n=9，高ストレス区は n=10，マルチ無区は n=6

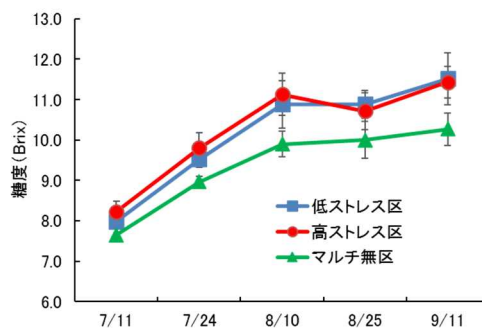


図 14 水管理の違いが糖度の推移に及ぼす影響  
※エラーバーは標準偏差  
低ストレス区は n=9，高ストレス区は n=10，マルチ無区は n=6

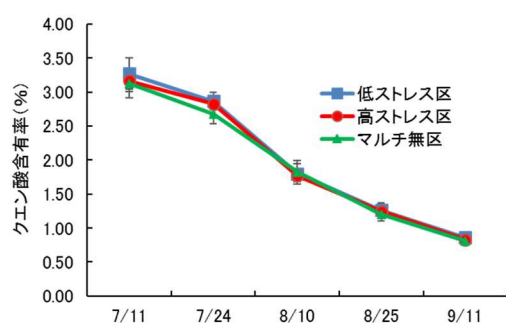


図 15 水管理の違いがクエン酸含有率の推移に及ぼす影響

※エラーバーは標準偏差

低ストレス区は n=9, 高ストレス区は n=10

マルチ無区は n=6

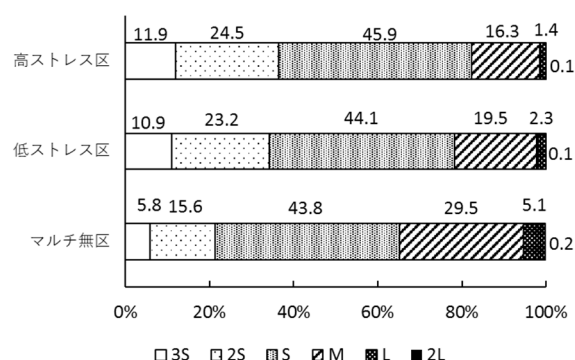


図 16 水管理の違いが収穫果実の階級構成に及ぼす影響

表 9 水管理の違いが果実品質および「紀のゆらら」合格率に及ぼす影響

|        | 調査果実数<br>(個) | 平均糖度<br>(Brix) | 平均<br>クエン酸(%) | 紀のゆらら<br>果数(個) | 紀のゆらら<br>合格率(%) |
|--------|--------------|----------------|---------------|----------------|-----------------|
| 低ストレス区 | 89           | 11.5           | 0.86          | 88             | 98.9            |
| 高ストレス区 | 98           | 11.4           | 0.83          | 97             | 99.0            |
| マルチ無区  | 59           | 10.3           | 0.81          | 40             | 67.8            |

※分析した果実のうちサイズが 2S~2L, 糖度 10 度以上, クエン酸含有率 1.10%以下の果実を「紀のゆらら」とした

## 考察

‘YN26’は親品種である‘ゆら早生’より減酸や着色が早く収穫期が早い極早生ウンシュウミカンである(中地ら, 2009)。栽培面積, 生産量ともに増加しているが, 生産現場では夏期の日焼け果の発生が問題となっている。しかしながら, 早生ウンシュウミカンにおいて日焼け果の発生は年次変動が大きいとの報告(近泉, 2007)はあるものの, 実際の‘YN26’の生産現場における日焼け果の発生状況を詳細に調査したデータが無いため, ‘YN26’が主に栽培されている日高地域ならびに西牟婁地域の計 10 園地において日焼け果発生の実態調査を実施した。その結果, 園地条件に関わらずいずれの園地も梅雨明け後の 7 月下旬から 9 月上旬の収穫直前まで日焼け果が発生していた。特に梅雨明け(2021 年は 7 月 17 日)後の降雨が少なく気温が高い時期に増加し, 8 月中旬の曇天もしくは降雨が続く時期には発生が少なくなり, その後に晴天が続く, 高温が続くと発生が増加した。日焼け果は高温時に日射により果実表面の温度が上昇することにより発生する障害とされており(岩垣, 1984), いずれの園地においても気象条件に対応した発生がみられた。なお調査園地のうち西牟婁地域の KU 園のみ後述する炭酸カルシウム剤を散布しており, それにより他の園地と比較して日焼け果の発生が少なかったと考えられる。

さらに日焼け果の発生状況を詳細に確認すると, 方角別では樹冠の南側もしくは東側で多い傾向がみられた。近泉(2007)は早生ウンシュウミカンの日焼け果発生について樹体の南側で最も多く次いで東側で多いことを報告しており, 今回の調査結果と合致する。樹体の南側で多いことは日中

直射日光が長く当たることで発生しやすいものと推測される。一方、樹体の東側で多いことの理由は明らかではないが、夜間に下がっていた気温が日の出とともに急激に上昇するタイミングであるため、果皮の気孔の開閉状況やそれに伴う蒸散作用が日中とは異なっている可能性があり、それにより東側でも日焼け果の発生が多くなっている可能性がある。また、一般的に日射があたりにくい北側でも日焼け果は認められているが、剪定等により樹体全体に日光が当たりやすい樹形にしている場合や樹冠表面に多く着果させている場合は、方角にかかわらず発生が認められると考えられた。また樹冠の高さ別では直射光があたりにくい下段で少ない傾向が認められ、特に樹体の東側や南側の隣接樹が接近している場合、より直射光があたりにくくなることで発生が少なくなったと考えられた。樹冠の内外別についてはほとんどの園地で樹冠外側での発生が多くなっているが、樹冠外側は直射光が当たりやすいためと考えられる。果実の向きについては2園地を除き横向き果実での発生が多かった。一般的には上向きの果実での発生が多いと考えられているが、今回の調査結果は発生率ではなく発生数であるため総果実数の多い横向き果実での発生が多かったと考えられる。

カンキツ類の日焼け果の対策として、果実被覆資材による遮光処理（林田, 2011；川端ら, 2013）や炭酸カルシウム水和剤散布による対策が効果的（古川, 2013；兼常ら, 2020）との報告があるが、‘YN26’においても有効であるかどうかを確認するため、遮光資材による樹体への遮光と炭酸カルシウム水和剤散布を実施した。本試験では個々の果実への被覆ではなく樹冠上部への遮光資材の設置としたが、遮光処理、炭酸カルシウム水和剤散布ともに日焼け果を軽減する効果が認められ、その効果は遮光処理の方が高かった。しかしながら、果実品質については、糖度が遮光処理により低下する傾向にあり、ブランド果実である「紀のゆらら」生産を目指すためには、炭酸カルシウム水和剤散布の方が適すると考えられた。

次に炭酸カルシウム水和剤の散布回数について検討を行った。2年間試験を実施したが、1年目は1回散布では期間を通しての日焼け果発生数は無散布区と同等であったが、2回散布では発生数が少なくなった。特に2回目散布以降の発生数が少なくなっており、2回目散布の効果が高かったと考えられた。2年目の試験では散布回数に関わらず無散布区より発生が少なく、日焼け果の抑制効果が確認できた。年次により1回散布のみで効果がみられる場合と2回散布で効果がみられる場合があるが、果皮に付着した炭酸カルシウム剤は降雨により徐々に薄くなり、特に短時間に大量の降雨がある場合は直接降雨があたる部分の炭酸カルシウム剤が除去されている状況もみられた。そのため、特に強雨により果皮表面の炭酸カルシウム剤の付着量が低下した場合には、2回目の散布を行う事でより効果を安定させることができると考えられた。

なお炭酸カルシウム水和剤散布による果実品質への影響については、兼常ら（2020）が‘日南1号’で、古川（2013）が‘せとか’で果実品質に影響がないことを報告している。本試験においても試験2では炭酸カルシウム区でやや糖度が高く推移したものの、試験3では散布回数に関わらず炭酸カルシウム区と無散布区に明確な差はみられず、クエン酸含有率も炭酸カルシウム区と無散布区でほぼ同様の推移を示したことから、収穫果実の果皮に薬剤が付着することを除けば、果実品質への影響はほぼないと考えられた。

次に、‘YN26’の適正な水分管理方法を明らかにするために、果実生育と葉の水ポテンシャルの関係について調査した。葉の水ポテンシャルと果実肥大との関係では、西牟婁地域のA園のみ-1.8MPa程度まで低下した時期があり、この時期に果実の肥大が鈍化した。他の園地では概ね-0.8MPa~-1.1MPaの間で推移し、9月上旬まで各園地とも順調に肥大が進んでおり、この範囲内であれば果実肥大を抑制することはほぼないと考えられた。糖度の推移については各園地とも7月中

旬から 8 月上旬にかけて上昇し、その後の糖度上昇は緩慢であった。8 月中旬以降は葉の水ポテンシャルがやや低下した日高地域の TA 園や西牟婁地域の A 園においても目立った糖度上昇は認められず、時期により水分ストレスに対する反応が異なると考えられた。クエン酸含有率についてはいずれの園地も順調に低下しており、この範囲の水ポテンシャルであれば減酸が抑制されることはないと考えられた。早生ウンシュウミカンにおいて同時期に糖度を上昇させるために必要な日没直後の葉の水ポテンシャルは $-1.68\text{MPa}$ ～ $-2.12\text{MPa}$ 程度とされている（鯨ら, 2012）。‘YN26’ではそれよりも高い $-0.8\text{MPa}$ ～ $-1.1\text{MPa}$ 程度の水ポテンシャルの管理下でも糖度が上昇し、この数値は親品種である‘ゆら早生’の高品質果実生産のための適正ポテンシャル（鯨ら, 2018）と一致していた。このため、‘YN26’の高品質果実生産のためには 7 月上旬から徐々に水分ストレスをかけ始め、その後は過度な水分ストレスがかからないようにかん水を実施する必要があると考えられる。ただし、この時期は降雨が多い時期にあたるため、水分ストレスをかけるための透湿性シート被覆は 6 月下旬頃から行う必要があると思われる。実際に 6 月下旬に透湿性シート被覆を行い、7 月上旬から弱い水分ストレスをかけ続ける管理を行うと、透湿性シート被覆を行わない区と比較して果実はやや小さい傾向ではあったもののブランド果実である「紀のゆらら」の合格率は向上した。高ストレス区、低ストレス区とも果実品質に大きな違いはなかったが、葉の水ポテンシャルを $-0.8\text{MPa}$ ～ $-1.1\text{MPa}$ で管理した低ストレス区で若干果実が大きい傾向がみられたため、生育期間が他の極早生品種よりも短い‘YN26’には適した管理であると考えられた。

以上のことから‘YN26’の高品質安定生産技術として、日焼け果対策には炭酸カルシウム水和剤 25 倍を梅雨明け直後およびその約 1 か月後の 2 回散布が有効であり、品質向上には日没直後の葉の水ポテンシャルを 7 月上旬以降 $-0.8\text{MPa}$ ～ $-1.1\text{MPa}$ 程度で管理することが適すると考えられた。なお、炭酸カルシウム水和剤の散布については、収穫時期まで果実に薬剤が付着した状態が続くため、使用にあたっては使用の可否について必ず出荷先との調整が必要である。また水分管理については、本試験では試験場内においてマイクロスプリンクラーを用いた 1 回 10mm 程度のかん水を 7 月から 9 月にかけて 7 回実施したが、園地条件により必要なかん水量、かん水回数は異なると思われ、水源の確保およびかん水設備の設置が望ましい。

## 摘要

極早生ウンシュウミカン‘YN26’について、日高地域および西牟婁地域の現地栽培園における日焼け発生の実態調査を行うとともに日焼け果対策技術について検討した。また、高品質果実生産のための水分管理について検討した。

1. 日焼け果はいずれの調査園地においても 7 月下旬以降 9 月上旬まで発生し、高温、強日射条件で多発し、曇天や降雨が多い時期は発生が少なかった。
2. 部位別の日焼け果発生数では、園地により若干異なるものの、総じて樹冠の南側および東側で多く、樹冠下部で少なく、樹冠の外周部で多い傾向であった。
3. 梅雨明け頃からの遮光処理および炭酸カルシウム水和剤（農薬名：ホワイトコート）25 倍散布により日焼け果の発生は抑制されたが、遮光処理ではやや糖度が低下する傾向であった。炭酸カルシウム水和剤散布は梅雨明け後および約 1 か月後の 2 回散布で効果が安定した。
4. ‘YN26’は日没直後の葉の水ポテンシャルが $-0.8\text{MPa}$ ～ $-1.1\text{MPa}$ 程度の比較的弱い水分ストレスで糖度が上昇するが、7 月中旬から 8 月上旬にかけて糖度が上昇しやすく、8 月中旬以降は糖度

上昇が鈍くなるため、早期に糖度を上昇させる管理が必要である。

5. 6月下旬から透湿性シート被覆を行い弱い水分ストレスをかけ続けたところ、ブランド果実である「紀のゆらら」合格率が向上した。園地条件により異なるがこまめなかん水が必要となるため、水源の確保およびかん水設備の設置が望ましい。

本試験を実施するにあたりご協力いただきました、日高振興局農業水産振興課、紀州農業協同組合、西牟婁振興局農業水産振興課、紀南農業協同組合の関係職員の皆様、調査園の園主の皆様に厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 近泉惣次郎. 2007. カンキツ類の果皮障害の発生原因とその防止対策. 愛媛大学農学部紀要. 50:13-123
- 古川忠. 2013. ホワイトコート2回散布による露地栽培カンキツ「せとか」の日焼け果軽減法. 長崎県試験研究成果情報. <https://www.pref.nagasaki.jp/e-nourin/nougi/theme/result/H25seika-jouhou/shidou/S-25-41.pdf> (2025年1月29日検索)
- 林田誠剛. 2011. 中晩生カンキツの果面障害発生実態と「せとか」における発生軽減技術. 長崎県農林技術開発センター研究報告. 2:129-141.
- 岩垣功. 1984. 作物栄養診断カードⅡ. ウンシュウミカン 日焼け症. p. 34-14. 財団法人農産業振興奨励会. 全国農業協同組合連合会編集. 東京.
- 兼常康彦・世良友香・西岡真理. 2020. カンキツ類における日焼け果の発生要因の解明と軽減対策. 山口農林総合技術センター報告研究. 11:61-73.
- 川端義美・川窪裕二・北園邦弥・藤田賢輔・榊英雄. 2013. 極早生ウンシュウにおける果実成熟期の気温、被覆資材および果実生育期の肥効が日焼け果の発生や果実着色に及ぼす影響. 熊本県農業研究センター研究報告. 20:38-44
- 鯨幸和・田嶋皓・岩倉拓哉・古田貴裕. 2018. 「ゆら早生」夏期以降の適正な水分管理法. 平成29年度和歌山県農林水産試験研究成果情報. [https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/kanko/h29joho\\_d/fil/3\\_3\\_yura.pdf](https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/kanko/h29joho_d/fil/3_3_yura.pdf) (2025年1月29日検索)
- 鯨幸和・山本浩之・中谷章・宮本久美. 2012. 早生ウンシュウミカンの新しい灌水指標に基づくWebかん水情報. 平成23年度和歌山県農林水産総合技術センター研究成果情報. [https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/kanko/h23joho\\_d/fil/07.pdf](https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/kanko/h23joho_d/fil/07.pdf) (2025年1月29日検索)
- 宮本久美・土井真純・中谷章・山本浩之. 2009. 早生ウンシュウミカンの高品質・連年生産のための好適LWP域. 園芸学研究8(別1):80.
- 中地克之・森口幸宣・萩平淳也・藤本欣司. 2009. 「ゆら早生」より早熟な極早生温州ミカン「YN26」. 平成20年度和歌山県農林水産総合技術センター研究成果情報. [https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/kanko/h20joho\\_d/fil/20o1.pdf](https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070100/070109/kanko/h20joho_d/fil/20o1.pdf) (2025年1月29日検索)
- 農林水産省. 2024. 特産果樹生産動態等調査. <https://www.e-stat.go.jp/stat->

search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500503&tstat=000001020907&cycle=7&tclass1=000001032892&tclass2=000001213907&tclass3val=0 (2024 年 10 月 18 日検索)

## 施肥量の異なるウメ‘南高’に対する開花前の高温が 花器に及ぼす影響

綱木海成・土田靖久・城村徳明<sup>1</sup>

和歌山県果樹試験場うめ研究所

### Effect of High Temperature before Flowering on Flower of Japanese Apricot 'Nanko' with Different Amounts of Fertilization

Kaisei Tsunaki, Yasuhisa Tsuchida and Noriaki Jomura<sup>1</sup>

*Japanese Apricot Laboratory, Wakayama Fruit Tree Experiment Station*

#### 緒 言

2020年の和歌山県のウメ収穫量は41,300tと1993年以降で最も少なく（農林水産省，2020），例年になく不作となり，生産現場で大きな問題となった．2019年12月から2020年2月にかけて，東・西日本で記録的な暖冬となり（気象庁，2020），和歌山県でも同期間の気温は平年と比較して平均2℃高温で推移した（和歌山地方气象台，2020，2021）．ウメにおいては近年の温暖化の影響により，結実不良がすでに生じているとされているが（杉浦，2007），これはウメでは暖冬年に早期開花し，受精能力のない不完全花が多くなるためである（渡辺，1984）．

2020年産ウメの不作を受けて，産地の関係機関を構成員とする日高果樹技術者協議会（以下，日果技）が実態把握のため産地ウメ生産者約140名を対象に行った緊急のアンケート調査では，2020年産のウメ生産量が平年比80%以上の生産者は年間窒素施用量が平均で20kg/10aであるのに対し，平年比40%未満の生産者では年間窒素施用量が平均で16kg/10aと少ない傾向がみられ，施肥とウメ生産量との関連性が示唆された．これまでにウメにおいては窒素施用時期と花芽着生量および花質，開花期を調査した報告があるが（高野，1985），暖冬条件下における窒素施用量と花器の関係を調査した報告はほとんどない．

そこで本研究では，年間窒素施用量の異なるウメ‘南高’樹体を開花前に高温条件におき，落葉後から開花期までの高温条件および樹体栄養が花器に与える影響を調査し，暖冬年における樹体栄養と不作の関連を明らかにすることを目的とした．

#### 材料および方法

##### 1. 供試植物

2021年1月に2年生の‘南高’を褐色森林土で20Lポットに植栽し，供試した．試験区は1樹あ

---

<sup>1</sup>現在：和歌山県有田振興局農林水産振興部農業水産振興課



たり年間窒素成分量を 140g とした慣行区と 1 樹あたり年間窒素成分量を 44g とした減肥区とし、各区 9 樹ずつとした。施肥量および施肥時期は表 1 に示すように、南高タブレット (N:P:K=8:5:7, 紀州農業協同組合) を 2021 年 4 月 7 日, 5 月 11 日, 6 月 28 日, 9 月 16 日の 4 回に分けて等量ずつ施用した。

表 1 成分施用量および施肥日 (単位 : g/樹, 2021 年)

| 施肥日      | 慣行区 |    |     | 減肥区 |    |    |
|----------|-----|----|-----|-----|----|----|
|          | N   | P  | K   | N   | P  | K  |
| 4 月 7 日  | 35  | 22 | 31  | 11  | 7  | 10 |
| 5 月 11 日 | 35  | 22 | 31  | 11  | 7  | 10 |
| 6 月 28 日 | 35  | 22 | 31  | 11  | 7  | 10 |
| 9 月 16 日 | 35  | 22 | 31  | 11  | 7  | 10 |
| 年間計      | 140 | 88 | 124 | 44  | 28 | 40 |

肥料は南高タブレット (N:P:K=8:5:7) を施用

樹体栄養状態の指標となる葉中窒素含有率については、岡室ら (2016) の方法に従い、2021 年 8 月 2 日に中果枝中位葉を 1 樹につき 10 枚採取し、80℃で乾熱乾燥後、粉碎したサンプルを有機元素分析装置マイクロコーダー JMI000CN (ジェイ・サイエンス・ラボ社) で測定した。減肥区の葉中窒素含有率の平均値は 2.2% であるのに対し、慣行区の平均値は 2.9% と、Tukey の多重比較検定では 5% 水準で有意に高く、減肥区ではウメの栄養診断基準 (和歌山県農林水産部, 2019) の 2.5% を下回った。

両区の樹体各 9 樹を 3 樹ずつの 3 グループに分け、3 通りの加温処理を行った。すなわち、Meier et al. (1994) が核果類の発生段階の植物学的特徴を系統的に定義した The Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical industry スケール (以下, BBCH スケール) を参考とし、生育ステージが 51-53 (図 1 左) となった 2021 年 12 月 16 日から 2022 年 1 月 5 日まで最低温度 15℃に設定した温室で栽培 (以下, 長期加温), 生育ステージが 54-56 (図 1 右) となった 2022 年 1 月 21 日から 2022 年 1 月 30 日まで温室で栽培 (以下, 短期加温), 露地で栽培 (以下, 無加温) する樹体にそれぞれ 3 樹ずつ振り分けた。なお、各試験樹について、温室に搬入する前に剪定を行い、樹容積を揃えた。また、試験期間中は自記温度計 (おんどとり TR-52, ティアンドデイ社) を地上から高さ 1m に設置し、気温の推移を 1 時間ごとに記録した。

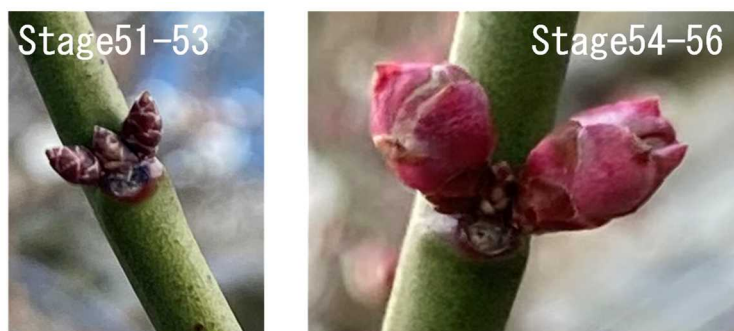


図 1 BBCH スケールに基づいた '南高' 花蕾の発達段階

## 2. ‘南高’花器および1樹あたり花数の調査

不完全花率および花粉発芽率について、いずれの樹体も満開日（8割開花時点）に調査した。なお、不完全花率については、満開日当日に開花した花を30花採取し、松原ら（1938）の方法を参考に、雌ずいの長さが雄ずいと同等以上である完全花（図2左）と、雌ずいが雄ずいよりも短いまたは欠損した不完全花（図2右）に分類して求めた。また、花粉発芽率については、不完全花率の調査のために採取した30花から葯を採取して、20℃条件下で24時間静置し、得られた花粉を用いて八重垣ら（2002）の方法を参考にショ糖10%を含む1%寒天培地上に花粉を散布した。20℃のインキュベーター内に12時間以上放置後、光学顕微鏡で花粉粒を200粒以上観察し、花粉粒の直径以上に花粉管が伸長している花粉の割合から算出した。1樹あたり花数については、すべての樹体で試験期間中（2021年12月16日～2022年2月8日）の全開花数を調査した。



図2 ‘南高’の完全花（左）と不完全花（右）

## 3. 統計処理

不完全花率、花粉発芽率および1樹あたり花数のデータに関して、ANOVAで分散分析後、Tukey法によって多重比較検定した。また、各データにおける施肥量と加温期間の交互作用を明らかにするため、二元配置分散分析を行った。

## 結 果

各処理における日平均気温では、無加温と比較して長期加温では4.6℃高く、短期加温では2.3℃高かった。各区の試験期間中における25℃以上の高温に遭遇した時間は、無加温で0時間であったのに対し、長期加温では42時間、短期加温では19時間であった。また、満開日は無加温と比較して長期加温では34日、短期加温では9日早まった（表2）。

表2 各処理の日平均気温および満開日（2021年12月16日～2022年2月8日）

| 処理   | 日平均気温（℃） | 高温遭遇時間（h） <sup>2</sup> | 満開日   |
|------|----------|------------------------|-------|
| 長期加温 | 10.2     | 42.0                   | 1月5日  |
| 短期加温 | 7.9      | 19.0                   | 1月30日 |
| 無加温  | 5.6      | 0.0                    | 2月8日  |

<sup>2</sup>25℃以上に遭遇した時間

不完全花率について、長期加温、短期加温、無加温の順に高く、減肥区と慣行区間では差がみられなかった（図 3 左）。また、花粉発芽率について、減肥区では長期加温で短期加温および無加温よりも低く、慣行区では、長期加温、短期加温、無加温の順に低かった（図 3 右）。

1 樹あたり花数について、長期加温の減肥区で短期加温の慣行区および無加温の慣行区に比べて低かった（図 4）。

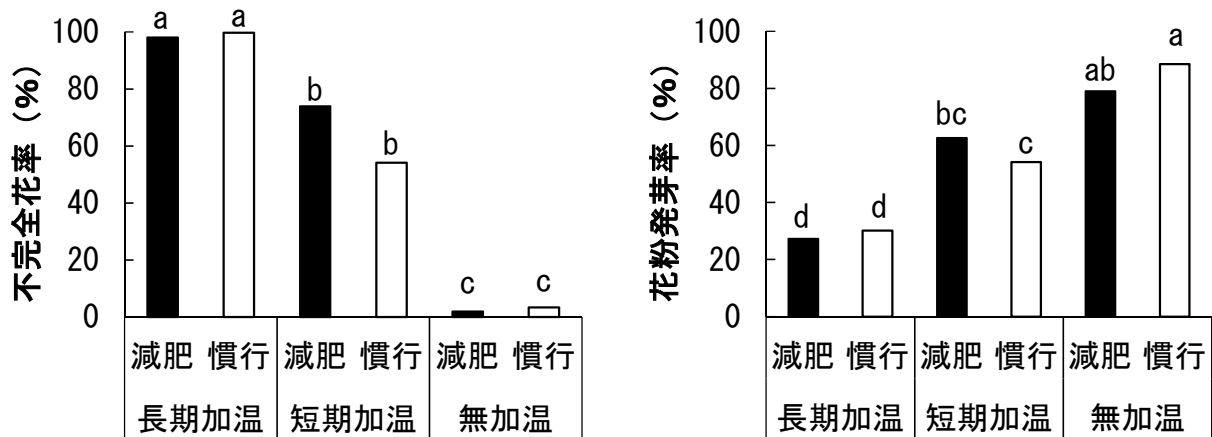


図 3 施肥量と加温期間の違いが‘南高’花器に及ぼす影響（左：不完全花率，右：花粉発芽率）  
Tukey の多重比較検定により，異符号間に 5%水準で有意差があることを示す（n=3）

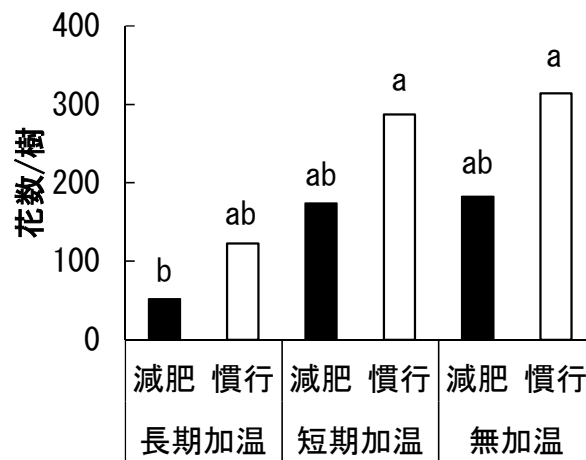


図 4 施肥量と加温期間の違いが‘南高’1 樹あたり花数に及ぼす影響  
Tukey の多重比較検定により，異符号間に 5%水準で有意差があることを示す（n=3）

さらに、不完全花率および花粉発芽率、1 樹あたり花数において、施肥量と加温期間の二元配置分散分析を行ったところ、不完全花率では加温期間で有意、1 樹あたり花数は施肥量および加温期間で有意であり交互作用はみられなかった。また、花粉発芽率は加温期間で有意であり、施肥と加温期間の交互作用がみられた（表 3）。

表3 施肥量および加温期間の違いによる‘南高’花器および1樹あたり花数への影響

| 要因 <sup>z</sup>       | 不完全花率 (%) | 花粉発芽率 (%) | 1樹あたり花数 |
|-----------------------|-----------|-----------|---------|
| 施肥量                   | ns        | ns        | **      |
| 加温期間                  | **        | **        | **      |
| 施肥量×加温期間 <sup>y</sup> | ns        | *         | ns      |

<sup>z</sup> 二元配置分散分析により，\*\*は1%水準で，\*は5%水準で有意差があることを示し，nsは有意差がないことを示す

<sup>y</sup> 施肥量と加温期間の間における交互作用を示す

## 考 察

ウメにおける早期開花と不完全花率の関係を調査した先行研究では，‘南高’をはじめとした複数品種で開花の早い年には不完全花率が高いことが報告されている（土方，1974；高松・鈴木，1995；上野・松山，1969）。また，鈴木ら（1993a）によるウメにおける開花前の高温と不完全花率の関係の調査では，‘南高’においては2月1日から10～25℃の温度処理を開始した場合に，高温になるほど開花までの所要日数が短く，不完全花率が高くなるとされている。これらの結果は本研究の長期加温および短期加温で無加温と比較して，開花が早まり不完全花率が高くなる結果と一致した。ウメと同じくバラ科果樹であるアンズでは，不完全花率と初期の結実数の間に負の相関関係があることが報告されており（青木・山田，1942），‘南高’においても暖冬年に不完全花が増加することにより，不作となることが示唆された。さらに，本研究では施肥量が異なる‘南高’樹体を開花前の高温条件下に置くことで，‘南高’樹体の栄養状態と暖冬条件が花器に与える影響と交互作用の有無を明らかにすることを試みたが，施肥量と加温期間の二元配置分散分析の結果では，‘南高’の不完全花発生には，加温期間のみが有意な影響を与えていると判断された。このことから，暖冬年における‘南高’では，施肥量が多くても不完全花発生の抑制は期待できないことが示唆された。

他方，‘南高’の品種特性として，花粉量が多く花粉発芽率も高いことが報告されており（八重垣ら，2002），県内産地における‘南高’は主力品種であると同時に‘古城’や‘露茜’といった他品種の授粉樹としての側面もある。先行研究では，ウメと同じ核果類のモモ3年生ポット苗を落葉後から開花直前まで20℃，25℃，30℃，35℃条件下に置いた場合に，温度が高い区ほど花粉発芽率が劣り，モモで結実を安定させるためには優良な花粉を生産することが前提とされている（吉田ら，1990）。‘南高’については20℃および25℃で生育させた樹体から採取した花粉は15℃で生育させた樹体から採取した花粉と比較して，花粉管伸長量が劣ることが報告されているため（鈴木ら，1993a），本研究では‘南高’の花粉発芽率についても併せて調査した。施肥量と加温期間の二元配置分散分析の結果で，花粉発芽率に対しては加温期間の影響が大きいものの，施肥量と加温期間に交互作用がみられたため，暖冬年においては‘南高’樹体栄養状態の悪化も花粉発芽率の低下を助長することが示唆された。別府（2020）の報告では，地球温暖化が果樹に与える影響として，ウメでは自家不和合性品種や花粉不稔品種における受粉樹との開花期のずれによる結実不良を挙げているが，これに加えて，‘南高’の花粉発芽率の低下は暖冬年における‘南高’以外の品種の不作を助長している可能性が考えられた。

1樹あたり花数は減肥区長期加温で慣行区短期加温および慣行区無加温よりも少なくなったが，バラ科果樹においては，ニホンナシで調査したいずれの品種でも窒素の施用濃度が高いほど花芽形

成が優れる傾向がみられたとの報告がある（伴野ら，1984）．加えて，ニホンナシにおける開花前の高温による生産阻害要因として花芽異常現象（Floral Bud Abortion，花ボケ）が知られており，花芽異常となった蕾では，生育が停止し，樹体から脱落することが明らかとなっている（Kingston et al., 1990 ; Petri et al., 2002）．ウメにおいても，水挿しした‘南高’切り枝を 15℃と 25℃におき，開花の有無を調査した試験では 25℃区では花蕾の肥大が認められず，すべての芽が乾燥して枯死したとの報告があり（鈴木ら，1993b），本研究でも長期加温および短期加温を行った樹体では，開花に至らずそのまま乾燥して枯死する花蕾がみられた．一方で，施肥量と加温期間の二元配置分散分析の結果から，1 樹あたり花数においては施肥量と加温期間に交互作用はなく，それぞれ独立して影響を与えていることが示された．これらのことから，樹体栄養の悪化による花芽減少と暖冬条件下における花芽異常はそれぞれ独立して発生すると推察された．

以上から，日果技が行った 2020 年産ウメ作況に関するアンケート調査において，生産量が多かった園地で施肥量も多い傾向がみられたのは，十分な施肥を行うことで樹体の栄養状態が改善され，開花数が増加したことで，暖冬年でも受粉機会が確保され，ウメ生産量が維持されたためと考えられた．

## 摘 要

本研究は，年間窒素施用量の異なるウメ‘南高’樹体を開花前の高温におき，落葉後から開花期までの高温条件および樹体栄養が花器に与える影響を調査し，暖冬年の不作の要因を明らかにすることを目的とした．

- 1) ‘南高’の不完全花発生には，加温期間の影響が施肥量による影響よりも大きいと考えられた．
- 2) ‘南高’の花粉発芽率には，加温期間の影響が施肥量による影響よりも大きいものの，施肥量の不足による樹体栄養状態の悪化により花粉発芽率低下が助長されたと考えられた．
- 3) ‘南高’の 1 樹あたり花数については，加温期間と施肥量がそれぞれ独立して影響していると考えられた．

以上から，2020 年産のウメ生産量が多かった園地で施肥量も多い傾向がみられたのは，十分な施肥を行うことで樹体の栄養状態が改善され，開花数が増加したことで，暖冬年でも受粉機会が確保され，ウメ生産量が維持されたためと考えられた．

## 引用文献

- 青木二郎・山田四郎．1942．杏の花と自然状態に於ける結實に就て．園学雑．13：277-280．
- 伴野潔・林真二・田辺賢二．1984．ニホンナシの花芽形成と窒素栄養との関係．園学雑．53：265-270．
- 別府賢治．2020．サクラ属果樹の栽培における温暖化に伴う障害の発生とその対策．園学雑．19：219-228．
- 土方智．1974．ウメの開花・結実に関する生態的研究（第 1 報）．園学要旨．昭 49 秋：58-59．
- Kingston, C.M., D.J. Klinac, and C.W. van Epenhuijse. 1990. Floral bud disorders of nashi (*Pyrus serotina*) grown in New Zealand. *Journal of Crop and Horticultural Science*. 18: 157-159.
- 気象庁．2020．令和 2 年報道発表資料．冬（12～2 月）の天候．

- 〈<https://www.jma.go.jp/jma/press/2003/02b/tenko201202.html>〉.
- 松原茂樹・飯田 章・徳永信八郎. 1938. 梅の不完全花発生並に稔性に關する實驗. 園学雑. 9 : 187-211.
- Meier, U., H. Graf, H. Hack, M. Hess, W. Kennel, R. Klose, D. Mappes, D. Seipp, R. Stauss, J. Streif und T. Van Den Boom. 1994. Phänologische Entwick-lungsstadien des Kernobstes (*Malus domestica* Borkh. und *Pyrus communis* L.), des Steinobstes (Prunus-Arten), der Johannisbeere (Ribes-Arten) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Duch.). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. 46: 141-153.
- 農林水産省. 2020. 農林水産統計. 令和 2 年産うめの結果樹面積, 収穫量及び出荷量 (近畿). 〈<https://www.maff.go.jp/kinki/press/toukei/toukeikikaku/attach/pdf/201127-1.pdf>〉.
- 岡室美絵子・土田靖久・城村徳明. 2016. リン酸あるいはカリ肥料の無施用がウメ‘南高’樹体に及ぼす影響. 和農林水研報. 4 : 85-96.
- Petri, J.L., G.B. Leite, and Y. Yasunobu. 2002. Studies on the causes of floral bud abortion of Japanese pear (*Pyrus pyrifolia*) in Southern Brazil. Acta Horticulturae. 587: 375-380.
- 杉浦俊彦. 2007. 地球温暖化が日本各地の果樹生育に及ぼしている影響. 農業および園芸. 82 : 845-851.
- 鈴木登・王心燕・片岡郁雄・井上宏. 1993a. ウメ‘南高’の開花と花粉発芽の温度条件. 園学雑. 62 : 539-542.
- 鈴木登・王心燕・井上宏. 1993b. 温度条件の相違がウメの冬芽の発達と新梢生長に及ぼす影響. 園学雑. 62 : 527-531.
- 高松善博・鈴木登. 1995. ウメにおける開花期の早晩による雌ずいの発達の違いについて. 近畿大農紀要. 28 : 21-30.
- 高野隆志. 1985. ウメの樹体生長と生産力に及ぼす窒素施用時期の影響. 福井園試研報. 4 : 1-16.
- 上野晴久・松山良樹. 1969. ウメの生産安定に関する研究 (第 1 報) 花および果実について. 和歌山果試研報. 2 : 1-8.
- 和歌山地方気象台. 2020. 和歌山県の気象. 年報 (2019). 〈[https://www.jma-net.go.jp/wakayama/bousai/paper/wakayama\\_kishou/2019.pdf](https://www.jma-net.go.jp/wakayama/bousai/paper/wakayama_kishou/2019.pdf)〉
- 和歌山地方気象台. 2021. 和歌山県の気象. 年報 (2020). 〈[https://www.jma-net.go.jp/wakayama/bousai/paper/wakayama\\_kishou/2020.pdf](https://www.jma-net.go.jp/wakayama/bousai/paper/wakayama_kishou/2020.pdf)〉
- 和歌山県農林水産部. 2019. 土壌肥料対策指針 (改訂版). P.73. 〈[https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/072000/ecofamar/shishin/d00216389\\_d/fil/shishinzenbun.pdf](https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/072000/ecofamar/shishin/d00216389_d/fil/shishinzenbun.pdf)〉
- 渡辺進. 1984. ウメの生産安定と品質改善. 農業技術. 39 : 363-368.
- 八重垣英明・土師岳・山口正己. 2002. ウメにおける花粉の量, 染色率および発芽率の品種間差異. 果樹研報. 1 : 47-53.
- 吉田智也・芝田展幸・古原剛二・武内直之・小出聖・板井隆・松本誠司. 1990. モモの施設栽培. 大分農技セ研報. 20 : 55-57.

# 暖冬がウメの開花期，萌芽期および収穫期に及ぼす影響

柏本知晟・梶野高志<sup>1</sup>・稲葉有里<sup>2</sup>・北村祐人<sup>3</sup>

和歌山県果樹試験場うめ研究所

## Influence of Winter Warming on Blooming, Sprouting and Harvest Date of Japanese Apricot (*Prunus mume*)

Tomoaki Kashiwamoto, Takashi Kajino, Yuri Inaba and Yuto Kitamura

Japanese Apricot Laboratory, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

### 緒 言

ウメは日本で栽培の多い果樹の一つであり，中でも和歌山県は年間収穫量が 29,700t と日本で最大のウメ産地である（農林水産省，2024）．主力品種の‘南高’をはじめ，栽培されている多くのウメ品種が自家不和合性であり，結実には他の品種の花粉が受粉する必要がある．このことは授粉用品種の開花期のずれや，開花期の低温条件下での訪花昆虫の活動低下により多くの受粉機会が損失することで，ウメの収穫量が不安定である一因となる（別府，2020）．また，暖冬で開花期が早い年は雌ずいの退化した不完全花の増加や花粉発芽率の低下が発生し，結実不良となることも報告されている（高松・鈴木，1995；中川ら，1966；中川，1971）．本県においても 2019 年 12 月～2020 年 1 月および 2023 年 12 月～2024 年 1 月の平均気温はそれぞれ平年比 2.2℃および 1.6℃高い暖冬であり（図 1），結実不良に起因する不作が産地の問題となった（農林水産省，2021，2024）．

ウメの開花期は 12～2 月の気温に大きな影響を受ける（中川ら，1966；山口ら，2023）．この時期はウメの休眠期に相当し，まず自発休眠期では一定の低温に遭遇することにより休眠が覚醒する（杉浦ら，2012）．自発休眠覚醒後は他発休眠期に移行し，この期間は一定の温度蓄積により休眠覚醒し，開花に至る．2 つの休眠期における気温の感応性については品種間差があり，このことが主力品種と授粉用品種の開花期が年によってずれる大きな要因となる（Kitamura et al., 2024）．したがって，この期間の気温推移と開花期との関連を調査することにより，主力品種とのずれが少ない授粉用品種の選定が可能となる．また，1 年を通じて温暖な台湾由来の品種・系統（以降「台湾ウメ」）は，日本の栽培品種とは遺伝的背景が異なる（Numaguchi et al., 2020）とともに，特異的な休眠特性を有し，自発休眠期における低温要求量が極めて少ない一方で，他発休眠期における高

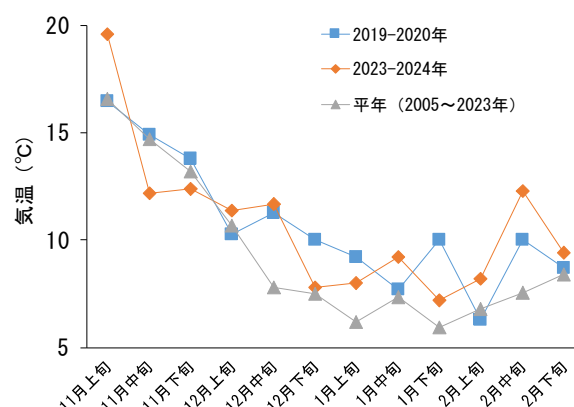


図 1 暖冬年（2020 年および 2024 年）と平年における 11 月～2 月の平均気温の推移

<sup>1</sup>現在：和歌山県農林水産部農業生産局経営支援課

<sup>2</sup>現在：和歌山県海草振興局農林水産振興部農業水産振興課

<sup>3</sup>現在：摂南大学農学部



温要求量が極めて大きい (Hsiang et al., 2021) . そのため、暖冬の影響が日本の栽培品種とは異なる可能性があるが、その詳細について調査された事例はない。

また、萌芽期においても開花に類似した休眠制御が行われていると考えられ、他発休眠期の温度条件によって開花から萌芽までの期間が変動することが報告されている (鈴木ら, 1993) . ウメにおいては開花の後に萌芽、展葉が起こるため (渡辺ら, 1987) , 果実への養分供給は新梢が伸長し、光合成産物の分配が始まるまでは前年までの貯蔵養分により補われる。したがって、暖冬により開花期が早まった場合、開花から萌芽期までの日数が長くなると展葉までに貯蔵養分が枯渇し、樹勢低下の一因となることが予想されるが、そのことを検証した事例はほとんどない。

さらに、収穫期についても温暖化により前進するという指摘がある (杉浦ら, 2009) . これは開花期が前進することにより、生育ステージ全体が前倒しになるためだとされている。ナシやモモ、カキなど多くの樹種で、基準温度以上で経過した時間を合計した「積算温度」により、果実肥大や成熟期に対する温度の影響が評価されている (伊藤ら, 2007 ; 村尾ら, 2002 ; 金子・松浦, 1990 ; 鈴木・久米, 1986) . ウメにおいては開花盛期からの積算温度が収穫期の判断に利用できるとの報告がある (小林ら, 2021 ; 渡辺ら, 1990 ; 山本ら, 1997) が、暖冬による早期開花が収穫期に与える影響について数値化して示された事例はない。

以上のことから、本研究所が保有するウメ品種群について複数年にわたり開花期、萌芽期および収穫期を調査し、暖冬によるこれらへの影響を検証したので報告する。

## 材料および方法

### 1. 暖冬がウメの開花期および萌芽期に及ぼす影響 (試験 1)

2018～2024 年に表 1 に示す各品種の満開期 (8 割開花) を調査した。次に、暖冬年であった 2020 年および 2024 年について、その他の 5 年分 (一部品種は 4 年分) の平均と比較した開花前進日数を算出し、暖冬による開花期への影響を調査した。

同様に 2018～2020 年に表 3 に示す各品種の萌芽期 (5 割の葉芽でがく片が緩み、緑白色となった時期) を調査した。その後、暖冬年であった 2020 年について、その他の 2 年分の平均と比較した萌芽前進日数を算出し、暖冬による萌芽期への影響を調査した。また、2018～2020 年の各品種の満開期から萌芽期までの日数を調査した。

### 2. 暖冬がウメの収穫期に及ぼす影響 (試験 2)

表 4 に示す各品種について、青果収穫盛期 (収穫開始指標の 1 つである果実表面の毛じの抜けが 30% 程度となり、樹の 80% 以上果実が青果収穫可能となった時期) および完熟落果盛期 (樹の 50% 以上の果実が完熟落果した時期) を調査した。青果収穫盛期については、暖冬年の 2024 年に各品種の青果収穫盛期および満開期から青果収穫盛期までの積算温度 (1 日の平均気温の積算値) を調査し、平年値 (2006～2015 年) との比較により収穫期前進日数および積算温度の平年差を算出し、暖冬による影響を調査した。完熟落果盛期については、2019～2022 年に各品種の完熟落果盛期および満開期から完熟落果盛期までの積算温度を調査し、暖冬年の 2020 年とその他の 3 年分の平均 (一部品種は 2 年分) との比較により収穫期前進日数および積算温度の平年差を算出し、暖冬による影響を調査した。

また、2 月から収穫期までの気温が「南高」の青果収穫盛期および完熟落果盛期の前進日数に及



ぼす影響を調査した．図 2 に例示するように，2020 年および 2024 年について平年との積算温度の差を旬別に調査し，それを平年の収穫期の平均気温で除することにより算出した．

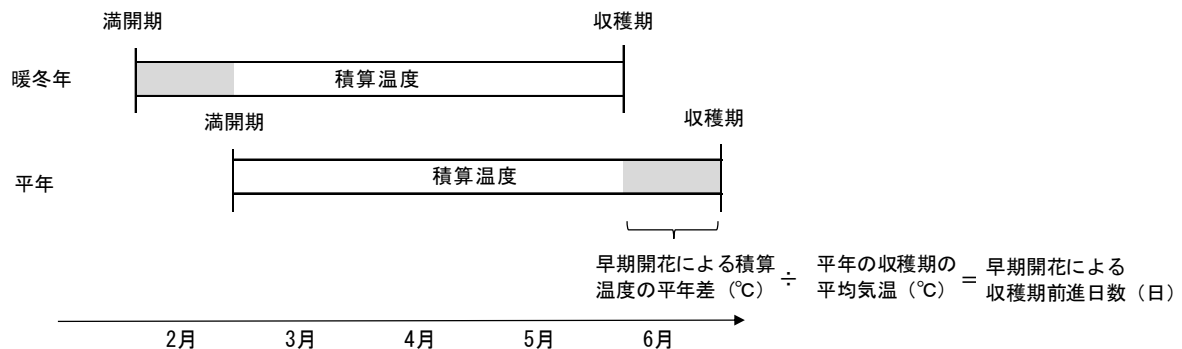


図 2 積算温度モデルに基づいた早期開花による収穫期前進日数の算出  
なお，図では簡略化のため平年の満開期以降の積算温度の差はないものとした

## 結 果

### 1. 暖冬がウメの開花期および萌芽期に及ぼす影響（試験 1）

#### 1) 開花期への影響

供試した 97 品種の開花前進日数は表 1 の通りであり，2020 年で平均 13.0 日，2024 年で平均 15.3 日といずれも平年に比べて大幅に開花が早まっていた（図 3）．2020 年では 76.3%，2024 年では 90.7 %の品種で 10 日以上の開花前進が認められた．2020 年の最大値は‘林州’（栽培品種：F）の 22.0 日，最小値は‘85486’（台湾ウメ品種：T）の-0.6 日であり，2024 年の最大値は‘谷口紅梅’（F）の 24.6 日，最小値は‘ST’（T）の-8.6 日であった．なお，‘南高’では 2020 年で 19.2 日，2024 年で 23.2 日といずれも平均を上回っていた．一方で，台湾ウメは 2020 年は平均 3.2 日，2024 年は平均-3.1 日と開花期への影響はわずかであった．

また，‘南高’との満開期の差を調査したところ，表 2 に示す 8 品種が平均 3 日未満で差が小さかった．

表 1 暖冬年（2020 年，2024 年）における満開期の前進日数

| 品種   | 分類 <sup>z</sup> | 満開期 <sup>y</sup> |         |       | 品種       | 分類 | 満開期   |           |       |
|------|-----------------|------------------|---------|-------|----------|----|-------|-----------|-------|
|      |                 | 平年               | 前進日数（日） |       |          |    | 平年    | 開花前進日数（日） |       |
|      |                 |                  | 2020年   | 2024年 |          |    |       | 2020年     | 2024年 |
| 南高   | F               | 2月22日            | 19.2    | 23.2  | パールクイーン  | FS | 2月26日 | 16.2      | 22.2  |
| 古城   | F               | 3月4日             | 13.2    | 14.2  | 織姫       | FS | 2月21日 | 18.4      | 18.4  |
| 皆平早生 | F               | 2月16日            | 17.6    | 15.6  | 甲州最小     | FS | 2月21日 | 14.8      | 17.8  |
| 改良内田 | F               | 2月22日            | 15.2    | 21.2  | 信濃小梅     | FS | 2月13日 | 14.2      | 12.2  |
| 地蔵   | F               | 2月27日            | 10.4    | 18.4  | 竜峡小梅     | FS | 2月16日 | 17.4      | 15.4  |
| 薬師   | F               | 2月24日            | 14.4    | 18.4  | 光陽       | FS | 2月12日 | -0.4      | 11.6  |
| 白玉   | F               | 2月27日            | 10.0    | 16.0  | 前沢       | FS | 2月15日 | 16.2      | 14.2  |
| 養青   | F               | 3月2日             | 18.0    | 13.0  | 節田       | AM | 3月7日  | 9.0       | 15.0  |
| 佐太夫梅 | F               | 2月21日            | 18.0    | 22.0  | 太平       | AM | 2月29日 | 16.6      | 11.6  |
| 小粒南高 | F               | 2月24日            | 21.2    | 18.2  | 西洋梅      | AM | 3月11日 | 9.6       | 12.6  |
| 四郷一号 | F               | 3月4日             | 9.8     | 14.8  | 豊後       | AM | 3月4日  | 9.0       | 12.0  |
| 美里一号 | F               | 3月3日             | 8.4     | 13.4  | スモモウメ 1号 | SM | 3月12日 | 14.8      | 15.8  |
| 八郎   | F               | 2月28日            | 15.0    | 10.0  | スモモウメ 2号 | SM | 3月12日 | 14.8      | 15.8  |
| 加賀地蔵 | F               | 2月26日            | 13.6    | 11.6  | 二青梅      | T  | 1月15日 | 1.4       | -4.6  |
| 天神   | F               | 2月22日            | 15.2    | 16.2  | ST       | T  | 1月17日 | 3.4       | -8.6  |
| 福寿   | F               | 3月1日             | 13.0    | 12.0  | 台湾       | T  | 2月7日  | 8.6       | 8.6   |
| 十郎   | F               | 2月16日            | 13.2    | 15.2  | 85486    | T  | 1月22日 | -0.6      | -7.6  |
| 鶯宿   | F               | 2月26日            | 13.0    | 17.0  | 麝香       | O  | 2月7日  | 8.2       | 6.2   |
| 玉英   | F               | 2月26日            | 13.0    | 11.0  | 柳川絞り     | O  | 2月29日 | 12.0      | 14.0  |
| 剣先   | F               | 2月22日            | 19.6    | 10.6  | 新平家      | O  | 2月29日 | 12.0      | 14.0  |
| 紅サシ  | F               | 2月23日            | 16.4    | 15.4  | 錦光       | O  | 2月16日 | 13.0      | 8.0   |
| 白加賀  | F               | 3月6日             | 15.4    | 13.4  | 玉牡丹      | O  | 2月25日 | 8.0       | 19.0  |
| 谷口紅梅 | F               | 2月27日            | 20.6    | 24.6  | 曙        | O  | 2月23日 | 10.4      | 15.4  |
| 東地紅梅 | F               | 2月27日            | 14.6    | 15.6  | 八重冬至     | O  | 2月14日 | 4.4       | 23.4  |
| 奥野梅  | F               | 3月4日             | 9.4     | 15.4  | 青竜垂れ     | O  | 2月28日 | 8.4       | 12.4  |
| 四川   | F               | 2月21日            | 14.6    | 15.6  | 寒梅垂れ     | O  | 2月24日 | 21.2      | 20.2  |
| 金熊寺  | F               | 3月1日             | 10.6    | 18.6  | 夫婦       | O  | 2月16日 | 17.0      | 21.0  |
| 児玉   | F               | 2月27日            | 7.6     | 21.6  | 翁梅       | O  | 2月25日 | 8.8       | 13.8  |
| 青軸   | F               | 2月24日            | 21.0    | 23.0  | 白牡丹      | O  | 2月12日 | 13.0      | 11.0  |
| 河北   | F               | 2月16日            | 17.0    | 20.0  | 鹿児島紅     | O  | 2月14日 | 15.4      | 16.4  |
| 難波一重 | F               | 2月24日            | 14.8    | 15.8  | 黒光       | O  | 2月18日 | 11.6      | 20.6  |
| 林州   | F               | 2月29日            | 22.0    | 20.0  | 呉服垂れ     | O  | 2月19日 | 20.4      | 18.4  |
| 臥竜梅  | F               | 2月20日            | 13.2    | 12.2  | 守の浦      | O  | 2月24日 | 11.0      | 19.0  |
| 中国梅  | F               | 2月2日             | 10.4    | 11.4  | 酔心梅      | O  | 3月4日  | 9.8       | 12.8  |
| 浪花   | F               | 2月12日            | 13.2    | 11.2  | 道知辺      | O  | 2月24日 | 11.8      | 18.8  |
| 坂本   | F               | 2月26日            | 19.2    | 20.2  | 米良       | O  | 2月21日 | 18.8      | 16.8  |
| 尾崎   | F               | 2月21日            | 14.6    | 21.6  | 寒成垂れ     | O  | 2月27日 | 14.0      | 19.0  |
| 串野   | F               | 2月22日            | 15.2    | 18.2  | 紅千鳥      | O  | 3月2日  | 11.8      | 6.8   |
| 伏菟野  | F               | 2月26日            | 13.0    | 18.0  | 蟬出の鷹     | O  | 3月5日  | 14.2      | 9.2   |
| NK14 | F               | 2月17日            | 18.4    | 16.4  | 雲竜       | O  | 2月27日 | 10.6      | 19.6  |
| 星秀   | F               | 2月20日            | 17.8    | 20.8  | 旭竜       | O  | 2月24日 | 11.8      | 16.8  |
| 星高   | F               | 2月25日            | 12.8    | 17.8  | 守の関      | O  | 2月26日 | 13.0      | 18.0  |
| 橙高   | F               | 2月21日            | 11.0    | 13.0  | 楊貴妃      | O  | 3月11日 | 9.6       | 15.6  |
| 和郷   | F               | 2月26日            | 16.6    | 18.6  | 佐橋紅      | O  | 2月23日 | 13.6      | 15.6  |
| 麗和   | F               | 2月28日            | 15.8    | 16.8  | 満月       | O  | 2月24日 | 17.2      | 20.2  |
| 翠香   | F               | 2月20日            | 7.4     | 12.4  | 淡粉       | O  | 2月24日 | 7.0       | 22.0  |
| 白王   | FS              | 2月22日            | 15.6    | 18.6  | 幾夜寝覚     | O  | 2月24日 | 7.8       | 20.8  |
| 紅王   | FS              | 2月28日            | 11.2    | 14.2  | 田子の月     | O  | 2月21日 | 1.0       | 7.0   |
| 衣笠   | FS              | 2月21日            | 11.2    | 17.2  |          |    |       |           |       |

z) 分類の F は実ウメ，FS は小ウメ，AM はアズウメ，SM はスモウメ，T は台湾ウメ，O は花ウメを示す

y) 平年の満開期は 2018～2019 年，2021～2023 年の 5 年分（一部品種は 4 年分）の平均とし，開花前進日数は平年との差により算出した

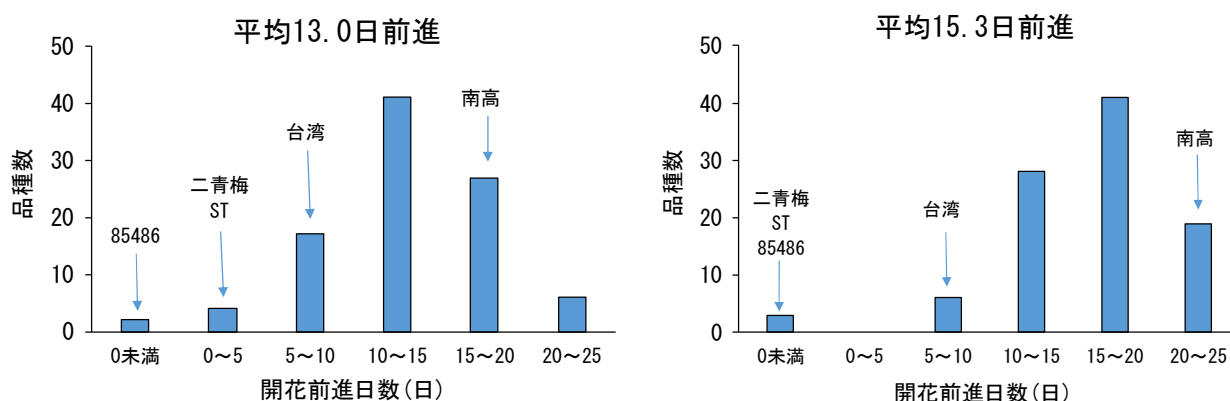


図3 暖冬による97品種のウメ開花期の前進日数（左：2020年，右：2024年）  
2018～2019年，2021～2023年の5年分（一部品種は4年分）の平均と比較して算出  
矢印は‘南高’および台湾ウメの各品種が含まれる度数を示す

表2 ‘南高’との満開期の差が小さい品種

| 品種   | 南高との満開期の差（日） | 標準誤差 |
|------|--------------|------|
| 青軸   | 1.6          | 0.7  |
| 天神   | 1.6          | 1.0  |
| 改良内田 | 2.0          | 0.7  |
| 佐太夫梅 | 2.0          | 0.7  |
| 尾崎   | 2.3          | 1.0  |
| 串野   | 2.4          | 0.8  |
| 米良   | 2.6          | 1.1  |
| 満月   | 2.7          | 1.0  |

2018～2024年において‘南高’との満開期の差が平均3日未満の品種を選定した

## 2) 萌芽期への影響

供試した97品種の萌芽前進日数は表3の通りであった。2020年で平均0.6日の前進であり、69.1%の品種で平年との差が5日未満と、萌芽前進への影響はわずかであった（図4）。最大値は‘85486’（T）の18.0日、最小値は‘ST’（T）の-18.5日であった。また、開花から萌芽までの日数は平年が平均25.1日であったのに対し、暖冬年の2020年は平均33.9日と大幅に長くなった（図5）。2020年の最大値は‘鹿児島紅’（観賞用：O）の59.0日、最小値は‘85486’（T）の-6.0日であった。なお、‘南高’では平年22.0日と平均以下であったのに対し、暖冬年の2020年は38.0日と平均を上回っていた。

表 3 暖冬年（2020 年）における萌芽期の前進日数および満開から萌芽までの日数

| 品種   | 分類 <sup>z</sup> | 萌芽期 <sup>y</sup> |                    | 満開から萌芽までの日数 <sup>x</sup> |       | 品種       | 分類 | 萌芽期   |                    | 満開から萌芽までの日数 |       |
|------|-----------------|------------------|--------------------|--------------------------|-------|----------|----|-------|--------------------|-------------|-------|
|      |                 | 平年               | 前進日数<br>(日, 2020年) | 平年                       | 2020年 |          |    | 平年    | 前進日数<br>(日, 2020年) | 平年          | 2020年 |
| 南高   | F               | 3月15日            | 2.0                | 22.0                     | 38.0  | パールクイーン  | FS | 3月15日 | -1.0               | 20.0        | 34.0  |
| 古城   | F               | 3月29日            | -7.5               | 26.5                     | 45.0  | 織姫       | FS | 3月10日 | 0.5                | 24.5        | 35.0  |
| 皆平早生 | F               | 3月18日            | 2.5                | 32.5                     | 45.0  | 甲州最小     | FS | 3月15日 | -1.0               | 29.0        | 37.0  |
| 改良内田 | F               | 3月13日            | 0.5                | 22.5                     | 34.0  | 信濃小梅     | FS | 3月18日 | -0.5               | 43.0        | 48.0  |
| 地蔵   | F               | 3月12日            | 2.0                | 15.0                     | 21.0  | 竜峡小梅     | FS | 3月16日 | -2.5               | 41.0        | 48.0  |
| 薬師   | F               | 3月23日            | 4.5                | 29.0                     | 37.0  | 光陽       | FS | 3月22日 | 3.5                | 28.0        | 34.0  |
| 白玉   | F               | 3月18日            | 2.5                | 21.5                     | 27.0  | 前沢       | FS | 3月20日 | -3.0               | 41.0        | 52.0  |
| 養青   | F               | 3月23日            | -6.5               | 22.5                     | 45.0  | 節田       | AM | 3月28日 | -5.0               | 20.0        | 34.0  |
| 佐太夫梅 | F               | 3月15日            | 5.0                | 24.0                     | 35.0  | 太平       | AM | 3月18日 | -1.0               | 19.5        | 34.0  |
| 小粒南高 | F               | 3月12日            | 2.0                | 19.0                     | 35.0  | 西洋梅      | AM | 3月18日 | -0.5               | 4.0         | 16.0  |
| 四郷一号 | F               | 3月29日            | -7.5               | 26.5                     | 41.0  | 豊後       | AM | 3月22日 | 6.5                | 16.0        | 20.0  |
| 美里一号 | F               | 3月28日            | -9.0               | 27.0                     | 41.0  | スモモウメ 1号 | SM | 3月13日 | 3.5                | -4.0        | 11.0  |
| 八郎   | F               | 3月24日            | 1.0                | 29.5                     | 38.0  | スモモウメ 2号 | SM | 3月13日 | 3.5                | -4.0        | 11.0  |
| 加賀地蔵 | F               | 3月13日            | 0.5                | 19.0                     | 28.0  | 二青梅      | T  | 1月19日 | 1.5                | 15.5        | 3.0   |
| 天神   | F               | 3月22日            | 3.5                | 29.5                     | 40.0  | ST       | T  | 1月12日 | -18.5              | 14.0        | 16.0  |
| 福寿   | F               | 3月29日            | -7.5               | 31.0                     | 48.0  | 台湾       | T  | 2月6日  | 9.5                | 12.5        | -3.0  |
| 十郎   | F               | 3月13日            | -2.5               | 32.5                     | 41.0  | 85486    | T  | 2月5日  | 18.0               | 21.5        | -6.0  |
| 鶯宿   | F               | 3月21日            | -1.5               | 27.0                     | 38.0  | 麝香       | 0  | 3月13日 | 3.5                | 40.0        | 39.0  |
| 玉英   | F               | 3月28日            | -2.0               | 33.5                     | 45.0  | 柳川絞り     | 0  | 3月29日 | -0.5               | 32.5        | 41.0  |
| 剣先   | F               | 3月26日            | -4.0               | 36.5                     | 55.0  | 新平家      | 0  | 3月23日 | 7.5                | 30.5        | 27.0  |
| 紅サシ  | F               | 3月20日            | 1.0                | 29.0                     | 40.0  | 錦光       | 0  | 3月17日 | -2.0               | 36.5        | 44.0  |
| 白加賀  | F               | 3月28日            | -9.0               | 21.5                     | 45.0  | 玉牡丹      | 0  | 3月18日 | 8.5                | 25.5        | 21.0  |
| 谷口紅梅 | F               | 3月12日            | 6.0                | 13.5                     | 27.0  | 曙        | 0  | 3月24日 | 5.0                | 34.5        | 34.0  |
| 東地紅梅 | F               | 3月21日            | -1.5               | 23.0                     | 38.0  | 八重冬至     | 0  | 3月18日 | 5.0                | 34.0        | 31.0  |
| 奥野梅  | F               | 3月29日            | -7.5               | 23.0                     | 41.0  | 青竜垂れ     | 0  | 3月23日 | 4.5                | 25.0        | 27.0  |
| 四川   | F               | 3月16日            | 3.5                | 32.0                     | 34.0  | 寒梅垂れ     | 0  | 3月13日 | 3.5                | 23.5        | 35.0  |
| 金熊寺  | F               | 3月20日            | 1.0                | 21.5                     | 27.0  | 夫婦       | 0  | 3月10日 | 4.5                | 24.5        | 35.0  |
| 児玉   | F               | 3月18日            | -0.5               | 24.0                     | 27.0  | 翁梅       | 0  | 3月10日 | 7.5                | 19.5        | 14.0  |
| 青軸   | F               | 3月21日            | 27.0               | 48.0                     | -1.5  | 白牡丹      | 0  | 3月16日 | 6.5                | 41.0        | 39.0  |
| 河北   | F               | 3月12日            | 2.0                | 27.5                     | 39.0  | 鹿児島紅     | 0  | 3月25日 | -4.5               | 45.0        | 59.0  |
| 難波一重 | F               | 3月16日            | -10.5              | 23.5                     | 45.0  | 黒光       | 0  | 3月23日 | -3.5               | 34.0        | 48.0  |
| 林州   | F               | 3月16日            | 0.5                | 14.5                     | 37.0  | 呉服垂れ     | 0  | 3月13日 | 3.5                | 22.5        | 39.0  |
| 臥竜梅  | F               | 3月7日             | 1.0                | 21.0                     | 27.0  | 守の浦      | 0  | 3月18日 | 2.5                | 29.0        | 31.0  |
| 中国梅  | F               | 3月12日            | 2.0                | 42.5                     | 46.0  | 酔心梅      | 0  | 3月18日 | -0.5               | 15.5        | 23.0  |
| 浪花   | F               | 3月16日            | 0.5                | 43.5                     | 45.0  | 道知辺      | 0  | 3月17日 | 7.0                | 24.0        | 25.0  |
| 坂本   | F               | 3月18日            | -8.5               | 21.5                     | 48.0  | 米良       | 0  | 3月18日 | 12.5               | 29.0        | 31.0  |
| 尾崎   | F               | 3月16日            | 3.5                | 27.0                     | 34.0  | 寒成垂れ     | 0  | 3月23日 | -3.5               | 26.5        | 42.0  |
| 串野   | F               | 3月11日            | 1.5                | 20.5                     | 31.0  | 紅千鳥      | 0  | 4月1日  | -0.5               | 31.5        | 41.0  |
| 伏菟野  | F               | 3月16日            | 3.5                | 22.0                     | 28.0  | 塙出の鷹     | 0  | 3月26日 | -4.0               | 19.5        | 38.0  |
| NK14 | F               | 3月13日            | 3.5                | 27.5                     | 39.0  | 雲竜       | 0  | 3月20日 | 7.0                | 27.5        | 24.0  |
| 星秀   | F               | 3月16日            | 3.5                | 30.5                     | 38.0  | 旭竜       | 0  | 3月24日 | -3.0               | 33.0        | 42.0  |
| 星高   | F               | 3月13日            | 0.5                | 20.5                     | 28.0  | 守の関      | 0  | 3月20日 | 7.0                | 25.5        | 28.0  |
| 橙高   | F               | 3月12日            | 6.0                | 19.0                     | 24.0  | 楊貴妃      | 0  | 4月3日  | -5.5               | 17.0        | 37.0  |
| 和郷   | F               | 3月11日            | -5.0               | 15.0                     | 34.0  | 佐橋紅      | 0  | 3月20日 | 4.0                | 27.0        | 34.0  |
| 麗和   | F               | 3月11日            | 1.0                | 15.0                     | 25.0  | 満月       | 0  | 3月12日 | -1.0               | 19.0        | 34.0  |
| 翠香   | F               | 3月22日            | -7.5               | 33.0                     | 45.0  | 淡粉       | 0  | 3月18日 | 5.0                | 25.0        | 24.0  |
| 白王   | FS              | 3月16日            | 0.5                | 28.5                     | 37.0  | 幾夜寝覚     | 0  | 3月24日 | -3.0               | 31.0        | 38.0  |
| 紅王   | FS              | 3月16日            | 5.5                | 15.5                     | 22.0  | 田子の月     | 0  | 3月18日 | -4.5               | 15.5        | 31.0  |
| 衣笠   | FS              | 3月10日            | 0.5                | 22.5                     | 28.0  |          |    |       |                    |             |       |

z) 分類の F は実ウメ, FS は小ウメ, AM はアンズウメ, SM はスモモウメ, T は台湾ウメ, 0 は花ウメを示す

y) 平年の萌芽期は 2018~2019 年の 2 年分の平均とし, 萌芽前進日数は平年との差により算出した

x) 平年の満開から萌芽までの日数は 2018~2019 年の 2 年分の平均とした

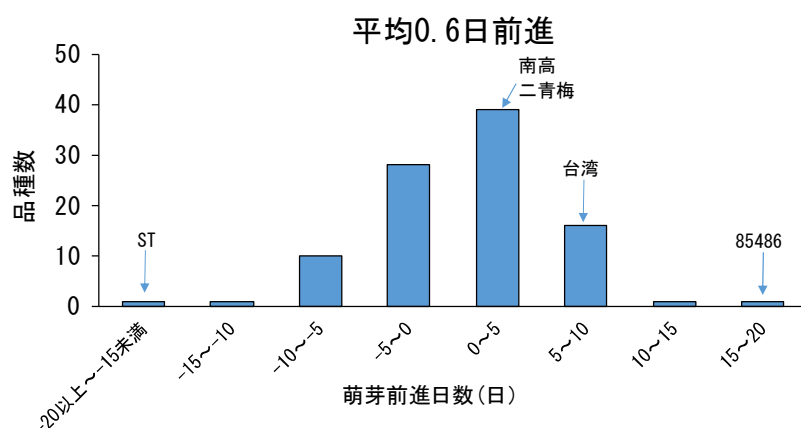


図4 暖冬による97品種のウメ萌芽期の前進日数(2020年)  
2018~2019年の2年分の平均と比較して算出  
矢印は‘南高’および台湾ウメの各品種が含まれる度数を示す

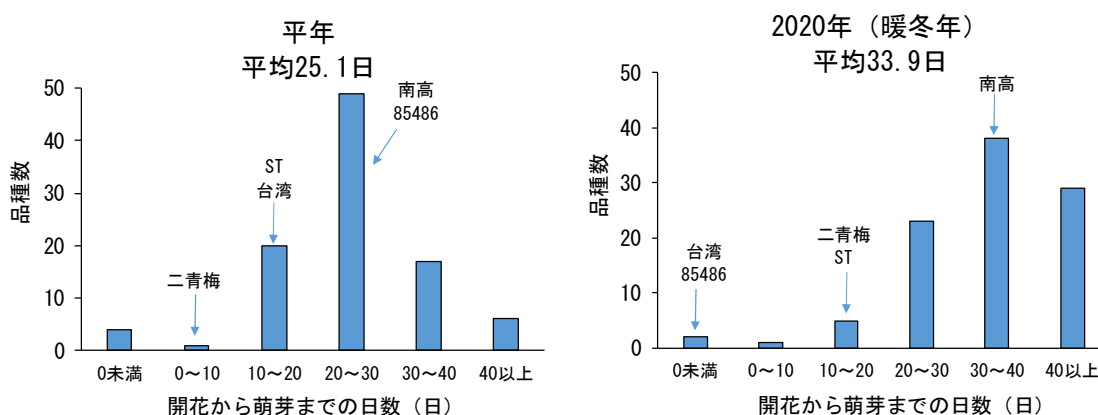


図5 ウメの開花から萌芽までの日数  
矢印は‘南高’および台湾ウメの各品種が含まれる度数を示す

## 2. 暖冬がウメの収穫期に及ぼす影響 (試験2)

### 1) 青果収穫盛期への影響

供試した37品種の収穫期前進日数は表4の通りであり、平均12.4日と大幅に早まっていた(図6)。最大値は‘薬師’(F)の19.4日、最小値は‘福寿’(F)の4.2日であり、‘南高’は12.2日であった。また、満開期から青果収穫盛期までの積算温度の平年差は平均57.0℃であり、最大値は‘薬師’の114.3℃、最小値は‘金熊寺’(F)の1.3℃であった(図7)。なお、‘南高’は平年1736.3℃に対し、2024年が1818.6℃と差は82.3℃であった。

2024年および平年における2~6月までの気温の推移は図8の通りであった。2月上中旬が平年より3.2℃高かったことに加え、3月下旬~6月上旬も平年より2.4℃高く推移した。時期別の気温が‘南高’の青果収穫盛期の前進日数に及ぼす影響を調査したところ、2月は6.8日であり、3月~青果収穫盛期までは7.9日であった(図9)。

表 4 暖冬年（2020 年，2024 年）における収穫期の前進日数および満開期から収穫期の積算温度の  
 平年差

| 品種   | 分類 <sup>z</sup> | 青果収穫盛期 <sup>y</sup> |                   | 満開期から青果収穫盛<br>期の積算温度（℃） |                | 品種      | 分類 | 完熟落果盛期 <sup>x</sup> |                   | 満開期から完熟落果盛<br>期の積算温度（℃） |                |
|------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------------|----------------|---------|----|---------------------|-------------------|-------------------------|----------------|
|      |                 | 平年                  | 前進日数<br>（日，2024年） | 平年                      | 2024年と<br>平年の差 |         |    | 平年                  | 前進日数<br>（日，2020年） | 平年                      | 2020年と<br>平年の差 |
| 南高   | F               | 6月14日               | 12.2              | 1736.3                  | 82.3           | 南高      | F  | 6月22日               | 8.0               | 2029.4                  | 27.3           |
| 古城   | F               | 6月4日                | 11.0              | 1447.5                  | 20.8           | 古城      | F  | 6月15日               | 1.3               | 1757.9                  | 102.8          |
| 皆平早生 | F               | 6月4日                | 11.1              | 1548.4                  | 52.8           | 皆平早生    | F  | 6月9日                | 1.3               | 1803.2                  | 118.0          |
| 改良内田 | F               | 6月4日                | 11.5              | 1520.6                  | 80.6           | 地藏      | F  | 6月19日               | 6.0               | 1903.3                  | 43.8           |
| 地藏   | F               | 6月13日               | 11.7              | 1716.4                  | 16.1           | 薬師      | F  | 6月24日               | 6.0               | 2078.3                  | 18.2           |
| 薬師   | F               | 6月17日               | 19.4              | 1786.9                  | 114.3          | 養青      | F  | 6月25日               | 9.3               | 2032.8                  | 56.1           |
| 白玉   | F               | 6月15日               | 17.5              | 1742.9                  | 108.8          | 佐太夫梅    | F  | 6月22日               | 8.7               | 2063.9                  | 61.7           |
| 養青   | F               | 6月12日               | 14.3              | 1644.7                  | 91.5           | 小粒南高    | F  | 6月17日               | 4.3               | 1925.4                  | 53.2           |
| 佐太夫梅 | F               | 6月14日               | 12.5              | 1754.0                  | 64.6           | 加賀地藏    | F  | 6月13日               | 0.0               | 1782.2                  | 121.1          |
| 小粒南高 | F               | 6月17日               | 19.2              | 1754.9                  | 82.3           | 天神      | F  | 6月16日               | 3.0               | 1888.9                  | 66.1           |
| 八郎   | F               | 6月13日               | 11.1              | 1655.3                  | 18.5           | 十郎      | F  | 6月19日               | 6.0               | 2007.3                  | 1.2            |
| 加賀地藏 | F               | 6月7日                | 9.9               | 1578.2                  | 9.3            | 鶯宿      | F  | 6月17日               | 3.0               | 1893.0                  | 33.8           |
| 天神   | F               | 6月13日               | 15.8              | 1735.5                  | 62.9           | 玉英      | F  | 6月20日               | 4.3               | 1954.3                  | 22.4           |
| 福寿   | F               | 6月4日                | 4.2               | 1488.1                  | 107.4          | 剣先      | F  | 6月20日               | 8.3               | 2018.1                  | 62.5           |
| 十郎   | F               | 6月8日                | 8.9               | 1694.0                  | 59.6           | 紅サシ     | F  | 6月19日               | 5.0               | 1949.1                  | 29.4           |
| 鶯宿   | F               | 6月6日                | 13.9              | 1560.9                  | 22.1           | 谷口紅梅    | F  | 6月17日               | 4.0               | 1890.6                  | 64.4           |
| 玉英   | F               | 6月7日                | 9.3               | 1544.5                  | 43.0           | 東地紅梅    | F  | 6月15日               | 3.0               | 1827.9                  | 52.4           |
| 剣先   | F               | 6月8日                | 6.6               | 1626.2                  | 84.4           | 四川      | F  | 6月13日               | 4.0               | 1825.2                  | 37.1           |
| 紅サシ  | F               | 6月14日               | 16.9              | 1721.7                  | 64.7           | 金熊寺     | F  | 6月15日               | -0.7              | 1805.7                  | 104.9          |
| 白加賀  | F               | 6月6日                | 6.3               | 1462.6                  | 70.3           | 児玉      | F  | 6月15日               | -0.7              | 1832.7                  | 77.9           |
| 谷口紅梅 | F               | 6月13日               | 11.6              | 1690.5                  | 89.1           | 青軸      | F  | 6月11日               | -0.5              | 1791.0                  | 192.1          |
| 東地紅梅 | F               | 6月13日               | 15.7              | 1700.2                  | 73.2           | 臥竜梅     | F  | 6月21日               | 3.7               | 2055.0                  | 22.5           |
| 金熊寺  | F               | 6月4日                | 11.6              | 1518.2                  | 1.3            | 浪花      | F  | 6月15日               | 3.5               | 1948.4                  | 67.5           |
| 児玉   | F               | 6月5日                | 12.4              | 1545.9                  | 16.6           | 坂本      | F  | 6月20日               | 1.3               | 1974.2                  | 122.8          |
| 青軸   | F               | 6月9日                | 18.5              | 1637.3                  | 79.5           | 串野      | F  | 6月22日               | 2.7               | 2056.6                  | 61.8           |
| 白王   | FS              | 5月23日               | 8.0               | 1290.3                  | 101.6          | 星秀      | F  | 6月12日               | 4.5               | 1821.1                  | 39.8           |
| 紅王   | FS              | 5月25日               | 14.1              | 1252.8                  | 23.6           | 星高      | F  | 6月19日               | 2.0               | 1927.2                  | 74.7           |
| 衣笠   | FS              | 5月25日               | 13.7              | 1288.4                  | 46.6           | 橙高      | F  | 6月17日               | -1.0              | 1946.4                  | 113.7          |
| 織姫   | FS              | 5月22日               | 12.6              | 1264.2                  | 41.2           | 白王      | FS | 5月30日               | 3.7               | 1542.8                  | 13.9           |
| 甲州最小 | FS              | 5月23日               | 9.0               | 1296.6                  | 75.9           | 紅王      | FS | 6月2日                | 0.5               | 1547.2                  | 48.2           |
| 信濃小梅 | FS              | 5月23日               | 12.0              | 1350.6                  | 12.0           | 衣笠      | FS | 6月4日                | 0.0               | 1630.1                  | 92.5           |
| 竜峡小梅 | FS              | 5月23日               | 12.0              | 1349.3                  | 10.7           | 織姫      | FS | 5月26日               | -2.0              | 1441.9                  | 161.2          |
| 光陽   | FS              | 5月23日               | 12.4              | 1354.1                  | 15.5           | 竜峡小梅    | FS | 5月27日               | 0.5               | 1474.9                  | 133.0          |
| 前沢   | FS              | 5月23日               | 12.0              | 1324.9                  | 13.7           | 前沢      | FS | 5月24日               | -2.7              | 1532.1                  | 108.5          |
| 太平   | AM              | 6月19日               | 15.0              | 1788.8                  | 109.4          | 太平      | AM | 6月24日               | 5.0               | 2026.3                  | 18.9           |
| 西洋梅  | AM              | 6月20日               | 8.6               | 1698.3                  | 47.8           | 西洋梅     | AM | 6月24日               | 4.7               | 1938.7                  | 53.1           |
| 豊後   | AM              | 6月19日               | 15.1              | 1720.8                  | 93.0           | 豊後      | AM | 6月20日               | 8.3               | 1893.2                  | 119.7          |
|      |                 |                     |                   |                         |                | スモウメ 1号 | SM | 6月25日               | 1.5               | 1946.2                  | 11.1           |

z) 分類の F は実ウメ，FS は小ウメ，AM はアンズウメ，SM はスモウメを示す

y) 平年の青果収穫盛期および満開期から青果収穫盛期までの積算温度は 2006～2015 年の平均とし，  
 前進日数は平年との差により算出した

x) 平年の完熟落果盛期および満開期から完熟落果盛期は 2019 年，2021 年および 2022 年の 3 年分  
 （一部品種は 2 年分）の平均とし，前進日数は平年との差により算出した

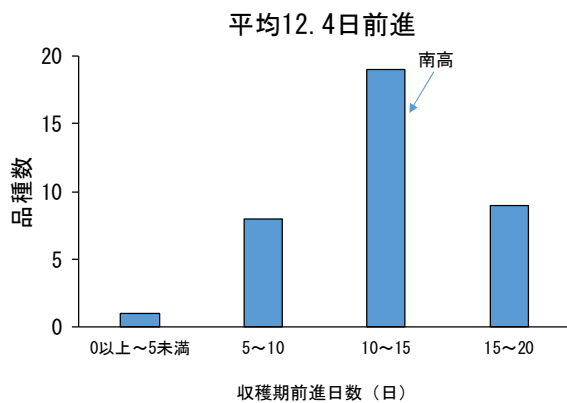


図6 暖冬によるウメ青果収穫盛期の前進日数（2024年）  
 平年値（2006～2015年）と比較して算出  
 矢印は「南高」が含まれる度数を示す

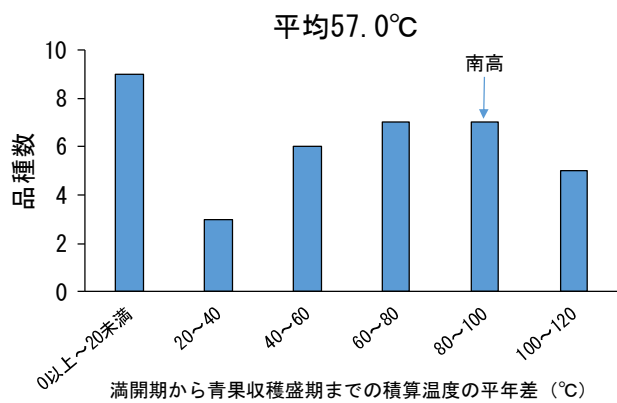


図7 暖冬年の満開期から青果収穫盛期までの積算温度の平年差（2024年）  
 平年値（2006～2015年）と比較して算出  
 矢印は「南高」が含まれる度数を示す

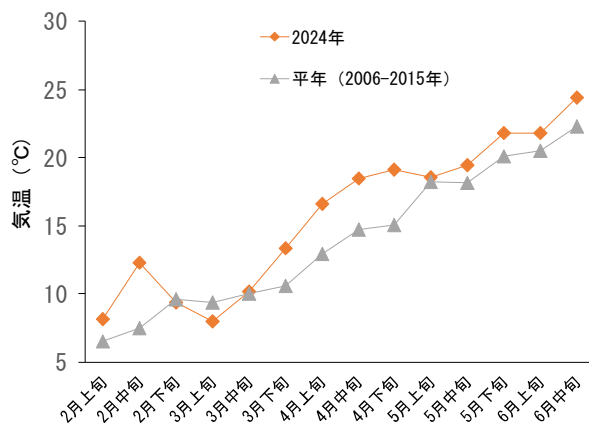


図8 暖冬年（2024年）と平年（2006～2015年）における2～6月の平均気温の推移

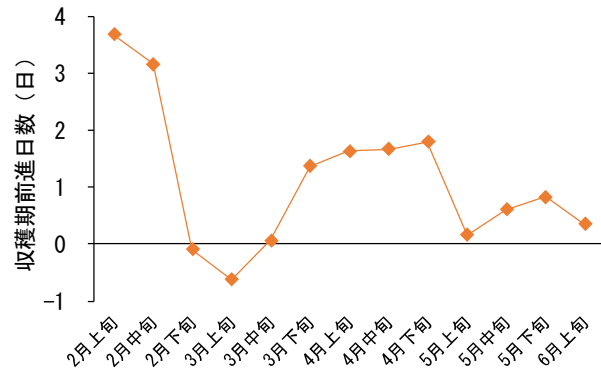


図9 時期別の気温が「南高」の青果収穫盛期の前進日数に及ぼす影響（2024年）  
 2024年と平年（2006～2015年）の積算温度の差を旬別に算出し、平年の青果収穫盛期の平均気温（22.3°C）で除することにより算出した。なお、平年の満開期（2月13日）までは平年の積算温度を0として算出した

## 2) 完熟落果盛期への影響

供試した38品種の収穫期前進日数は表4の通りであり、平均3.2日であった（図10）。最大値は「養青」（F）の9.3日、最小値は「前沢小梅」（小ウメ品種：FS）の-2.7日であり、「南高」は8.0日であった。また、満開期から完熟落果盛期までの積算温度の平年差は平均68.7°Cであり、最大値は「青軸」（F）の192.1°C、最小値は「十郎」（F）の1.2°Cであった（図11）。なお、「南高」は平年2029.4°Cに対し、2020年が2002.1°Cと差は27.3°Cであった。

2020年および平年における2～6月までの気温の推移は図12の通りであった。2月中旬は平年と比べて2.2℃高かったが、それ以外の時期はおおむね平年並みで推移し、3月～6月中旬は平年と比べて0.1℃低かった。時期別の気温が‘南高’の完熟落果盛期の前進日数に及ぼす影響を調査したところ、2月は6.5日であり、3月～完熟落果盛期までは-0.5日であった（図13）。

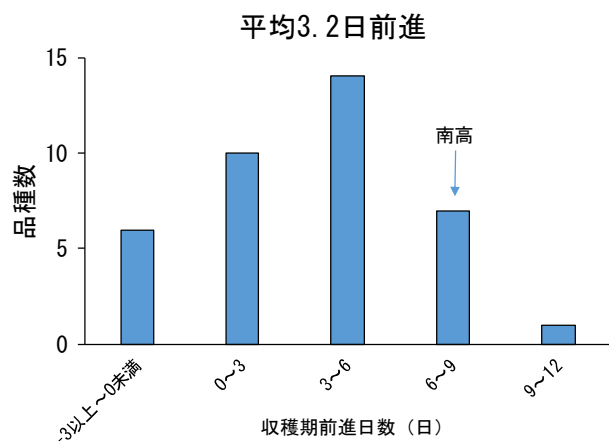


図10 暖冬によるウメ完熟落果盛期の前進日数（2020年）

2019, 2021 および 2022 年の3年分の平均と比較して算出

矢印は‘南高’が含まれる度数を示す

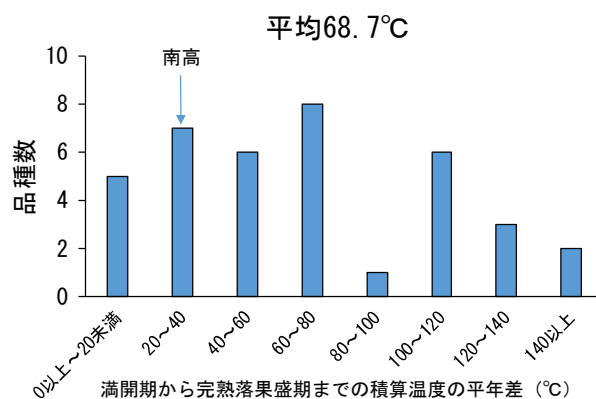


図11 暖冬年の満開期から完熟落果盛期までの積算温度の平年差（2020年）

2019, 2021 および 2022 年の3年分の平均と比較して算出

矢印は‘南高’が含まれる度数を示す

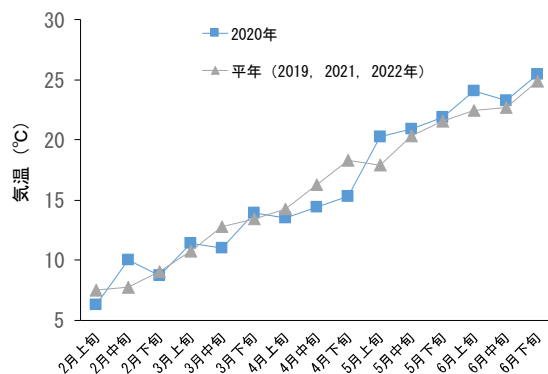


図12 暖冬年（2020年）と平年（2019, 2021 および 2022 年）における2～6月の平均気温の推移

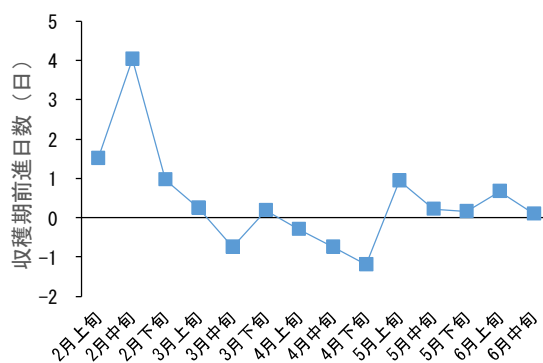


図13 時期別の気温が‘南高’の完熟落果盛期の前進日数に及ぼす影響（2020年）

2020年と平年（2019, 2021 および 2022 年）の積算温度の差を旬別に算出し、平年の完熟落果盛期の平均気温（24.9℃）で除することにより算出した。なお、平年の満開期（2月23日）までは平年の積算温度を0として算出した



## 考 察

近年の温暖化傾向により、ウメ栽培においても様々な影響が確認されている。杉浦ら（2007）の調査では、発芽・開花期の前進、成熟期の前進に関する影響があるとの指摘があり、本県においても特に暖冬年によく確認される事例である。そのうち開花期の前進については、主力品種と受粉用品種との開花期のずれにより結実不良が発生する（別府，2020）。また、発芽期や成熟期の前進についても、樹体養分の消耗の回復のための施肥や病虫害防除の最適化を行う上で重要な形質である。しかし、これらの形質の暖冬下での影響について詳細な調査をされた事例は少ないため、本研究が保有する 97 種のウメ品種を用いて調査を実施した。

まず、開花期については暖冬年の 2020 年、2024 年ともに多くの品種で開花期が前進していた（表 1、図 2）。‘南高’においても 2020 年で 19.2 日、2024 年で 23.2 日といずれも平均の 13.0 日および 15.3 日を上回っており、暖冬の早期開花への影響が著しかった。一方で、台湾ウメの開花前進日数は 2020 年で平均 3.2 日、2024 年で平均-3.1 日であり、最大でも‘台湾’の 8.6 日（2020 年、2024 年）と、暖冬の影響が小さいと考えられた。台湾ウメは自発休眠期における低温要求量が少なく、他発休眠期における高温要求量が多いことが報告されており（Hsiang et al., 2021）、冬季の高温の影響が日本ウメに比べ小さいと推察される。また、‘南高’との満開期の差でみると表 2 に示す 8 品種が平均 3 日未満であり、近年の温暖化傾向における授粉用品種として有効であると考えられた。ただし、実際には花粉稔性や花粉発芽率、さらに受粉後の花粉管伸長の可否に関わる S-RNase 遺伝子型を調査し判断する必要がある。

次に、萌芽期については暖冬年の 2020 年において多くの品種で萌芽期の前進はみられなかった（表 3、図 3）。‘南高’においても 2018 年が 3 月 16 日、2019 年が 3 月 14 日、2020 年が 3 月 13 日と差はわずかであり、この点は杉浦ら（2007）の指摘事項と異なっていた。葉芽の休眠においても花芽と同様に自発休眠期における低温要求量と他発休眠期における高温要求量により制御されていると考えられている。‘古城’の葉芽では高い温度の休眠覚醒効果が花芽に比べ低いことが示唆されており（柏本ら，2023）、2020 年においても暖冬により葉芽の休眠覚醒が遅れたことが要因として考えられた。また、萌芽前にあたる 2 月～3 月中旬の気温が平年より 0.1℃低く推移し、萌芽が前進しにくい条件であったことも影響していると考えられる。しかしながら、葉芽の休眠覚醒については数値化して示された事例が極めて少ないため、今後詳細な調査により明らかにする必要があると思われる。結果として、開花から萌芽までの日数は暖冬年の 2020 年が最も長く、多くの品種で暖冬の影響があると考えられた（表 3、図 5）。この点については、休眠期の高温条件では開花期に対して萌芽が遅れるという先行研究の結果と一致した（柏本ら，2023；鈴木ら，1993）。ウメの着果後の養分供給は、果実生育の初期では前年の貯蔵養分により補われており、新梢伸長が進むにつれて光合成産物の供給が行われるようになる。したがって、新梢伸長やその前段階の萌芽が遅れるにつれて養分供給が不足する恐れがあり、暖冬年では特に栽培管理において注意する必要があると思われる。

収穫期については、2024 年の青果収穫盛期で平年比 12.4 日、2020 年の完熟落果盛期で平年比 3.2 日前進していた（図 6、10）。2024 年の青果収穫盛期が大幅に前進されている点については、早期開花による影響に加え、3 月～6 月上旬までの平均気温も平年比 1.8℃高く（図 8）、その分積算温度の蓄積が速やかに進んだため生育が早く進んだと考えられた。実際に‘南高’においては早期開花による前進日数が 6.8 日、3 月から青果収穫盛期までの高温による前進日数が 7.9 日と算出

され（図 9），この説を支持している．一方で，2020 年の 3 月～6 月中旬までの平均気温は平年比  $-0.1^{\circ}\text{C}$  であり（図 12），その分積算温度の蓄積が緩やかであったため生育は遅くなったと考えられた．‘南高’の完熟落果盛期においては早期開花による前進日数が 6.5 日，3 月から完熟落果盛期までの気温による前進日数が  $-0.5$  日と算出され（図 13），青果収穫盛期の場合と同様であった．また，暖冬年における満開期から収穫期までの積算温度の平年差については，2024 年の青果収穫盛期で平均  $57.0^{\circ}\text{C}$ ，2020 年の完熟落果盛期で平均  $68.7^{\circ}\text{C}$  であった（図 7，11）．平年の収穫期における平均気温で除することによりそれぞれの収穫期への影響を算出すると，青果収穫盛期で 2.2 日（平均  $25.5^{\circ}\text{C}$ ），完熟落果盛期で 2.4 日（平均  $28.1^{\circ}\text{C}$ ）と平年との差は小さいと考えられた．したがって，ウメの収穫期は暖冬により開花が早まった日数分早まるのではなく，満開期後の積算温度により決まることが明らかとなった．この点についてはウメでの先行研究（小林ら，2021；渡辺ら，1990；山本ら，1997）およびナシやモモ，カキなどでの報告と一致する（伊藤ら，2007；金子・松浦，1990；村尾ら，2002；鈴木・久米，1986）．そのため，多くのウメ品種において図 9，13 の‘南高’での例と同様に早期開花の影響を数値化して表したり，収穫期までの気温の推移から収穫期を予測することが可能であると考えられた．

以上のことから，暖冬により多くのウメ品種で開花期および収穫期が前進することが明らかとなった．一方で，開花期については台湾ウメのような暖冬の影響を受けにくい品種もあることから，育種利用を進めている．また，萌芽期や満開期から収穫期までの積算温度については暖冬年でも平年との差が小さいと考えられた．萌芽期については休眠期の温度感応性や要求量の大きさといった点が未だ不明である．新梢には果実への光合成産物の供給といった重要な役割があることから今後詳細な調査が必要である．満開期から収穫期までの積算温度については，年次変動が小さいことが明らかとなったことから，今後は収穫期予測等の栽培面での利用を進める予定である．

## 摘 要

本試験では，暖冬でのウメの開花期，萌芽期および収穫期への影響を明らかにし，ウメの連年安定生産および管理作業計画の最適化につなげるために，これらの形質について複数年にわたり調査を実施した．

- 1) 開花期については暖冬年の 2020 年，2024 年ともに多くの品種で開花が前進した．一方で，台湾ウメでは早期開花への影響は小さかった．
- 2) 萌芽期については暖冬年の 2020 年において多くの品種で萌芽の前進はみられず，結果として，開花から萌芽までの日数は平年に比べ長くなった．
- 3) 収穫期については暖冬年の 2020 年および 2024 年に多くの品種で前進した．‘南高’においては早期開花による前進に加え，3 月以降の気温の平年との差による前進が影響していると考えられた．また，満開期から収穫期までの積算温度は暖冬年でも平年との差は小さいと考えられた．

## 引用文献

- 別府賢治．2020．サクラ属果樹の栽培における温暖化に伴う障害の発生とその対策．園学研．19：219-228．

- Hsiang, T. F., Y. J. Lin, H. Yamane and R. Tao. 2021. Characterization of Japanese apricot (*Prunus mume*) floral bud development using a modified BBCH scale and analysis of the relationship between BBCH stages and floral primordium development and the dormancy phase transition. *Horticulturae*. 7: 142.
- 伊藤寿・西川豊・前川哲男・輪田健二. 2007. ハウスおよび露地で生育したカキ‘前川次郎’の果実肥大と気温との関係. *園学研*. 6: 71-76.
- 金子友昭・松浦永一郎. 1990. 気温によるニホンナシ幸水の果実肥大予測法. *栃木農研報*. 37: 43-48.
- 柏本知晟・綱木海成・稲葉有里. 2023. 休眠期の温度条件がウメ‘古城’の開花および萌芽に及ぼす影響. *園学研*. 22 (別 1): 90.
- Kitamura, Y., T. Kashiwamoto, K. Tanaka, K. Numaguchi and H. Yamane. 2024. Prediction of differences in the blooming dates between Japanese apricot ‘Nanko’ and pollinizer cultivars using development rate models. *HortJ*. 93: 344-352.
- 小林恭一・浅井喜香・江尻智恵・高木郁美・大橋愛美・久保義人・高橋正和. 2021. 品種・収穫時期の異なる福井県産ウメ果実から調製した梅シロップの品質・性状. *仁愛女子短大研究紀要*. 53: 7-12.
- 村尾昭二・丸尾勇治郎・福田哲生. 2002. 平均気温と日照時間によるもも「あかつき」の収穫盛期予測. *香川農研報*. 55: 33-36.
- 中川晶一. 1971. 果樹園芸原論 養賢堂 東京. 68-78.
- 中川行夫・金戸橘夫・角田篤義. 1966. 果樹の気象的適地に関する研究. *農業気象*. 21: 131-136.
- 農林水産省. 2021. 作況調査（果樹） 確報 令和 2 年産果樹生産出荷統計 うめ. <<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500215&tstat=000001013427&cycle=7&year=20200&month=0&tclass1=000001032287&tclass2=000001032927&tclass3=000001161566&tclass4val=0>>
- 農林水産省. 2024. 令和 6 年産びわ，おうとう，うめの結果樹面積，収穫量及び出荷量. <[https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou\\_kazyu/pdf/syukaku\\_biwa\\_24.pdf](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/pdf/syukaku_biwa_24.pdf)>
- Numaguchi, K., T. Akagi, Y. Kitamura, R. Ishikawa and T. Ishii. 2020. Interspecific introgression and natural selection in the evolution of Japanese apricot (*Prunus mume*). *Plant J*. 104: 1551-1567.
- 杉浦俊彦・黒田治之・杉浦裕義. 2007. 温暖化がわが国の果樹生育に及ぼしている影響の現状. *園学研*. 6: 257-263.
- 杉浦俊彦・杉浦裕義・阪本大輔・朝倉利員. 2009. 温暖化が果樹生産に及ぼす影響と適応技術. *地球環境*. 14: 207-214.
- 杉浦俊彦・杉浦裕義・阪本大輔・朝倉利員. 2012. 果樹の生育変化と異常. *地球環境*. 17: 75-81.
- 鈴木宏・久米靖穂. 1986. リンゴ「ふじ」の果実肥大と果実品質におよぼす気象の影響. *秋田果研報*. 17: 1-12.
- 鈴木登・王心燕・井上宏. 1993. 温度条件の相違がウメの冬芽の発達と新梢生長に及ぼす影響. *園学雑*. 62: 527-531.
- 高松善博・鈴木登. 1995. ウメにおける開花期の早晩による雌ずいの発達の違いについて. *近畿大農学部紀要*. 28: 21-30.
- 渡辺毅・田辺賢治・中村三夫・福井博一. 1990. ウメ果実の有機酸含量による良品質ウメ干し生産のための収穫時期の判定. *岐阜大農研報*. 55: 117-123.

- 渡辺幸夫・山本正幸・佐久間文雄. 1987. 茨城県における果樹の品種生態に関する研究 (2): クリ, ブドウ, カキ, ウメの品種生態について. 茨城園試研報. 13: 31-65.
- 山口貴史・唐澤友洋・門脇伸幸・清水明・寺門巖. 2023. 近年の気象における茨城県でのウメ品種の適応性. 茨城農総セ研報. 5: 52-62.
- 山本仁・渡辺毅・中川文雄. 1997. ウメ‘紅サシ’の収穫時期が白干梅の品質に及ぼす影響. 園学雑. 66 (別 2) : 152.

### Summary

In this study, we investigated blooming, sprouting and harvesting date of Japanese apricot (*Prunus mume*) for several years to clarify the influence of winter warming on these characteristics and to stably produce fruits and optimize management work plan.

(1) Blooming date was advanced for many cultivars in the warm winter of 2020 and 2024. On the other hand, the influence on early blooming was small for Taiwanese cultivars.

(2) Sprouting date was not advanced for many cultivars in 2020, and as a result, the number of days between blooming and sprouting date was longer than a normal year.

(3) Harvesting date was advanced for many cultivars in 2020 and 2024. In the case of ‘Nanko’, the advance was thought to be influenced temperature change from March to harvesting date, in addition to early blooming. The cumulative temperature from full blooming to harvesting date was not different from a normal year, even in warm winter years.

# 干し上げ時の光条件の違いが白干し梅の品質に及ぼす影響

大江孝明<sup>1</sup>・土田靖久

和歌山県果樹試験場うめ研究所

## Influence of Light Conditions in the Drying Process on Qualities of Pickled Japanese Apricot Fruit

Takaaki Oe and Yasuhisa Tsuchida

*Japanese Apricot Laboratory, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture*

### 緒 言

ウメは和歌山県の基幹作物の1つで、みなべ町、田辺市を中心に栽培されており、その代表的な加工品である梅干の加工業とともに地域の重要な産業ともなっている。ウメは生果を食しないことから、青果として市場を通じて家庭向けに取引されるのは一部で、多くは生産者が塩漬けた後、野外やハウス内で日光を利用した乾燥（以下ハウス内での乾燥をハウス干しとする）により白干し梅にまで加工（一次加工）し、梅干加工業者に販売している。‘南高’を一次加工し、白干し梅とする際の品質向上方法に関して、原料の熟度や塩漬け方法の面ではこれまで様々な検討が行われてきた（南部川村梅加工開発センター、1987, 1988, 1989, 1990）。その結果、柔らかさ等の官能評価に優れた梅干に仕上げるには完熟期まで熟度を進めた果肉歩合の大きい果実を用いる必要があることが明らかとなり、和歌山県の主産地では生産者が白干し梅に加工する場合は、敷設したネット上に完熟落下させて収穫するのが一般的となっている。ハウス干しは乾燥日数が短くてすむ夏秋季に主に行うが、近年、夏秋季が高温で推移する年が増加している。高温条件下でハウス干しした場合、白干し梅の表面が過度に乾燥した格別品となりやすい。また、表面が強く赤みを帯びた白干し梅となるが、そのようなものは加工業者が二次加工（脱塩、調味、色づけ等）し製品とする際に、色のバラツキにつながるため品質上問題となる。しかし、乾燥方法と梅干品質との関係についての研究事例は少ない。

一方、近年消費者の健康意識の高まりとともに、果実のもつ機能性が注目されている。ウメは健康によい果物として広く認知されており、健康食品として利用されてきた（杉浦、2010）。「ウメはその日の難のがれ」や「ウメは三毒を断つ」ということわざも知られており（間苧谷、2000）、近年ではウメ果実やその加工品の機能性についての科学的解析が進められている（金銅・赤木、2007；尾崎、2008）。ウメ果実に多く含まれる保健機能に関与する品質成分には、クエン酸（伊藤、1991；尾崎、2004；清水、2004）などの有機酸やポリフェノール類（石川ら、1999；田中、2003）が挙げられる。ウメ果実には重量の5%前後のクエン酸を含み、クエン酸やその誘導体いくつかの健康機能性があること、‘南高’のポリフェノール濃度が乾物重量で約1%あり、果実類の中では比較的高いレベルにあることが報告されている（尾崎、2015）。クエン酸については、その摂取により、運動後の血中乳酸濃度を低下させることが実証され（三宅ら、1999）、機能性表示制度におい

<sup>1</sup> 現在：和歌山県農林水産部農林水産政策局研究推進課

て、抗疲労効果がウメ加工品の一部で表示されている。また、消化液に含まれる胆汁酸等と協奏的に作用し、病原菌の生育を抑制することも報告されている（能勢ら, 1988a, b）。ウメに含まれるポリフェノールについては、近年、詳細な研究が進められている。ポリフェノールは活性酸素を消去する抗酸化作用を有するが、ウメ果実の抗酸化能が他の果実や野菜と比較して高位であり（木村ら, 2002；三谷・矢野, 2006）、ラットにウメ果実のポリフェノール画分を経口投与すると血中の抗酸化能が上昇することが報告されている（三谷・矢野, 2006；山西ら, 2005）。活性酸素は多くの疾病の原因となり、抗酸化成分の生活習慣病予防効果が期待されている（青柳, 2008；大澤, 2005）。また、梅酢から合成吸着樹脂などで処理して、ポリフェノールを分離し（稲葉ら, 2011）、実験動物に対する健康増進作用の評価が進められている（三谷, 2010；三谷・矢野, 2006）。これまでに強制遊泳装置を用いたマウスの抗疲労作用（高橋ら, 2010）、高脂肪食投与マウスに対する体重増加抑制作用（河合ら, 2010）、骨粗鬆症モデル動物である卵巣摘出ラットに対する骨密度改善作用（菱本ら, 2009）、マウスおよびラットの食後血糖値の上昇抑制作用（Kishida et al., 2014；三谷ら, 2009）、自然発症高血圧ラットに対する血圧降下作用（山崎ら, 2011）が明らかにされている。

このように近年明らかにされつつあるウメ果実やその加工品の機能性成分は、ウメの消費拡大や差別化を図るうえで有用と考えられるが、貴志ら（2024）はクエン酸およびポリフェノール含量が梅干製造の各工程で大きく変動することを報告している。また、1 果当たりのポリフェノール量が乾燥工程で大きく減少することを報告している。

そこで本研究では、梅干の乾燥工程に着目し、梅干製品の品質や品質成分を高めるため、干し上げ時の光条件の違いが白干し梅の色調ならびにポリフェノールおよび有機酸含量に及ぼす影響を調査した。

## 材料および方法

### 1. 干し上げ時の光環境を変化させる各種資材が白干し梅品質に及ぼす影響（試験 1）

2013 年 6 月に和歌山県果樹試験場うめ研究所内（和歌山県日高郡みなべ町）植栽の「南高」より完熟落下果実を採取し、選果機により 3L 果実（約 36g）を選別した。果実を洗浄後、60L 容器に果実重量の 20%の塩とともに入れて中蓋および重石を載せて漬けた。塩漬けした果実を 8 月上旬の晴天時にアクリルハウス内で干して白干し梅とする際、赤外光の 90%および紫外光の 99%を遮断するフィルム（（株）エフ, Nano80S）で覆う IR・UV カット区、紫外光の 99%を遮断するフィルム（（株）キング製作所, KU1000100）で覆う UV カット区、遮光率 90%の寒冷紗（タキイ種苗（株））で覆う寒冷紗区、ハウス内で何も覆わないハウス区ならびに野外で何も覆わない野外区を設置した（図 1）。なお、IR・UV カット区、UV カット区はフィルムを果実の約 2cm 上方に設置し、寒冷紗は果実の約 50cm 上方に設置した。光量子束密度および紫外線量は干し上げ期間中の晴天日にデータロガー（WatchDog1400, ollie 製）により 30 分間隔で測定した。なお、光量子束密度は可視光の強度の指標として測定した。また、果実周辺の温湿度を自記温湿度計（（株）ティアンドデイ, おんどとり TR72U）で測定した。外観および触感で干し上げ終了を判断して供試材料とし、平均的な 16 果の表面色  $a^*$  値（青～赤色の指標、大きいほど赤み



図 1 各区の干し上げ時の様子（2013 年）



が強い)、表面色  $h^*$  値(白干し梅では小さいほど赤みが強い)を分光色差計(NR-3000, 日本電色工業(株))で測定した。また、そのうち 10 果について、果肉の一部を採取して果肉含水率を測定するとともに、残りの果肉を用いて品質成分量を測定した。含水率は  $80^{\circ}\text{C}$  の通風乾燥機で 5 日以上乾燥後に乾物重を測定し求めた。品質成分分析用試料は、 $-30^{\circ}\text{C}$  の冷凍庫に保管した後、80%エタノール中で破碎して果肉の 10 倍量に定容し、 $0.45\mu\text{m}$  のメンブレンフィルタでろ過後、ポリフェノールは既報(大江ら, 2006, 2007)と同様に、フォーリンチオカルト法でクロロゲン酸相当量として、有機酸はクエン酸およびリンゴ酸を HPLC (LC-10Avp, (株)島津製作所)により分析した。比較対照として干し上げ前の果実も調査した。

## 2. 干し上げ時の遮光程度が白干し梅品質に及ぼす影響(試験 2)

2021 年 6 月にうめ研究所内植栽の‘南高’より完熟落下果実を採取し、選果機により 3L 果実を選別した。試験 1 と同様に塩漬けし、その後 8 月 3 日(以下 8 月上旬)、8 月 27 日(以下 8 月下旬)および 9 月 9 日(以下 9 月上旬)よりアクリルハウス内で干し上げた。その際、遮光率 90~95%の黒色寒冷紗(ダイオ化成(株), ダイオネット)で覆う 90%黒区、遮光率 90%の銀色の寒冷紗(日本ワイドクロス(株), S2012)で覆う 90%銀区、遮光率 70~75%の白色寒冷紗(日本ワイドクロス(株), L75)で覆う 70%白区、遮光率 50~55%の白色寒冷紗(日本ワイドクロス(株), L55)で覆う 50%白区および何も覆わない無遮光区を設置した(図 2)。ただし、干し上げ時期により設置した区は異なる。なお、寒冷紗は果実上方 2.5m 程度の高さに設置した。ハウス干し開始 3 日後より半日ごとに平均的な乾燥程度の果実の Brix を測定し、南部川村梅加工開発センター(1988)の報告をもとに、Brix 値 32(果肉含水率 65%の指標)を目安に干し上げ終了を判断した。なお、9 月上旬の試験において、曇雨天日は室内に取り込み中断しながら試験を行った。また、8 月上旬の試験は曇雨天日が多く頻繁に中断したため調査項目は表面色のみとした。比較対照として干し上げ前の果実の表面色も調査した。試験 1 と同様に果実周辺の温湿度、光量子束密度、紫外線量、果肉含水率および白干し梅表面色( $a^*$ 値,  $h^*$ 値)を測定した。なお、本試験の光量子束密度および紫外線量については干し上げ中の晴天日であった 2021 年 8 月 30 日および 9 月 10 日に、9~16 時の間の 1 時間ごとに光量子束密度は LI-250A (LI-COR 社)で、紫外線量は Lutron UV-340 (EKT Eelectronics, 測定範囲 290-390 nm)で測定した。また、比較対照として野外での値も測定した。さらに、果肉温度および果実表面温度をセンサー付き自記温度計((株)ティアンドデイ, おんどとり TR52)で測定するとともに、果肉歩合(果皮と果肉の重量/果実重\*100)を測定した。

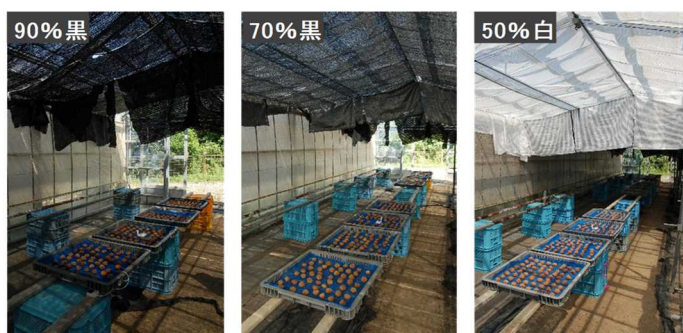


図 2 各区の干し上げ時の様子(2021 年)

## 結 果

### 1. 干し上げ時の光環境を変化させる各種資材が白干し梅品質に及ぼす影響(試験 1)

干し上げ時の光量子束密度は野外区を 100%とした場合、ハウス区、IR・UV カット区および UV

カット区は48～60%であった一方、寒冷紗区では0.4%とごくわずかであった(表1)。干し上げ時の紫外線量は野外区を100%とした場合、ハウス区は50%であった一方、IR・UVカット区は6%、UVカット区および寒冷紗区は0%であった。日中の果実周辺の平均温度は、野外区が他の区と比べて2℃以上低く、寒冷紗区が他の区と比べて1.5℃以上高かった。湿度は野外区が他の区と比べて3%以上高く、寒冷紗区が他の区と比べて10%以上低かった。日平均での果実周辺の温度は、野外区が他の区と比べて1℃以上低く、ハウス内の各区間に大差がなかった。湿度は寒冷紗区で低かった。表面色a\*値について、寒冷紗区は干し上げ前と差がなく、他の区では干し上げ前よりも大きかった(表2)。表面色h\*値について、寒冷紗区は干し上げた他の区よりも大きく、干し上げ前よりも小さかった。寒冷紗区は外観上、干し上げた他の区に比べて赤みが小さかった(図3)。干し上げ後の果肉含水率は干し上げ前よりも低下し、野外区がハウス区および寒冷紗区に比べて高かったが、ハウス内の各区間に差がなかった(表3)。品質成分について、ポリフェノール含量は寒冷紗区が干し上げ前および干し上げた他のすべての区に比べて多かった。クエン酸含量は干し上げたすべての区が干し上げ前に比べて多く、寒冷紗区が野外区およびハウス区に比べて多かった。リンゴ酸含量は干し上げたすべての区が干し上げ前に比べて多く、干し上げた各区間に差がなかった。

表1 干し上げ時の果実周辺の光環境および果実周辺の温湿度

|          | 日中平均 <sup>2</sup>                                              |                                                              |           |           | 日平均       |           |
|----------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|          | 光量子束密度 <sup>3</sup><br>( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) | 紫外線量 <sup>3</sup><br>( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) | 温度<br>(℃) | 湿度<br>(%) | 温度<br>(℃) | 湿度<br>(%) |
| 野外       | 1434                                                           | 98                                                           | 34.1      | 54.4      | 31.3      | 64.0      |
| ハウス      | 812 (57) <sup>x</sup>                                          | 49 (50)                                                      | 36.5      | 51.1      | 32.3      | 65.7      |
| IR・UVカット | 685 (48)                                                       | 5 (6)                                                        | 37.8      | 50.9      | 33.0      | 65.0      |
| UVカット    | 856 (60)                                                       | 0 (0)                                                        | 37.5      | 49.8      | 32.8      | 65.9      |
| 寒冷紗      | 6 (0.4)                                                        | 0 (0)                                                        | 39.3      | 39.1      | 32.8      | 60.0      |

<sup>2</sup> 日中平均は9～15時に30分間隔で測定した値で、光は晴天日3日間、温湿度は9日間の平均

<sup>3</sup> 光量子束密度および紫外線量はWatchDog1400により、温湿度はティアンドデイ製TR-72Uにより各区1か所で測定

<sup>x</sup> 括弧内の数値は野外を100とした値

表2 干し上げ時の光条件と白干し梅および干し上げ前果実の果皮色

|          | 表面色                 |        |
|----------|---------------------|--------|
|          | a*値                 | h*値    |
| 野外       | 15.9 a <sup>z</sup> | 57.1 c |
| ハウス      | 15.7 a              | 55.1 c |
| IR・UVカット | 15.7 a              | 55.7 c |
| UVカット    | 15.9 a              | 54.6 c |
| 寒冷紗      | 11.2 b              | 65.1 b |
| 干し上げ前    | 11.9 b              | 73.2 a |

<sup>z</sup>Tukeyの多重検定により、異符号間に5%水準で有意差あり(n=16)



図3 干し上げ時の光条件と白干し梅および干し上げ前果実の外観

表3 干し上げ時の光条件と白干し梅および干し上げ前果実の果肉の含水率および品質成分

|          | 含水率<br>(%)          | ポリフェノール<br>(mgCE/100g) <sup>z</sup> | 有機酸(g/100g) |        |
|----------|---------------------|-------------------------------------|-------------|--------|
|          |                     |                                     | クエン酸        | リンゴ酸   |
| 野外       | 65.7 b <sup>y</sup> | 58.9 b                              | 5.65 b      | 0.66 a |
| ハウス      | 64.2 c              | 52.7 b                              | 5.59 b      | 0.66 a |
| IR・UVカット | 64.3 bc             | 60.3 b                              | 5.82 ab     | 0.68 a |
| UVカット    | 64.4 bc             | 58.6 b                              | 5.88 ab     | 0.68 a |
| 寒冷紗      | 63.6 c              | 78.7 a                              | 6.20 a      | 0.67 a |
| 干し上げ前    | 71.1 a              | 54.8 b                              | 4.67 c      | 0.53 b |

<sup>z</sup> CEはクロロゲン酸相当量を示す

<sup>y</sup>Tukeyの多重検定により、異符号間に5%水準で有意差あり(n=10)



## 2. 干し上げ時の遮光程度が白干し梅品質に及ぼす影響（試験 2）

干し上げに要した日数について、8 月下旬では無遮光区に比べて 90%黒区で 0.1 日、90%銀区で 0.2 日、9 月上旬では 90%黒区で 0.3 日、90%銀区で 0.2 日延び、8 月下旬の 70%白区および 9 月上旬の 50%白区との差はなかった（表 4）。8 月下旬および 9 月上旬の果実周辺温度、果実表面温度、果肉温度はいずれも日平均、日中平均ともに遮光率が高いほど低かった。8 月下旬および 9 月上旬の果実周辺の湿度は、日平均、日中平均ともに遮光率が高いほど高かった。干し上げ時の光量子束密度は野外区を 100%とした場合、8 月下旬では無遮光区が 64%、70%白区が 23%、90%黒区が 3%、90%銀区が 2%であった（表 5）。9 月上旬では無遮光区が 63%、50%白区が 28%、70%黒区が 11%、90%黒区が 4%であった。干し上げ時の UV-B は、8 月下旬では無遮光区が 86%、70%白区が 25%、90%黒区が 4%、90%銀区が 2%であった。9 月上旬では無遮光区が 102%、50%白区が 42%、70%黒区が 17%、90%黒区が 5%であった。8 月上旬について、表面色  $a^*$  値は無遮光区に比べて 70%

白

表 4 干し上げ時の遮光条件と干し上げに要した日数、果実周辺温湿度、果実表面温度および果肉温度

|      |      | 干し上げ<br>日数 <sup>2</sup> | 果実周辺温度(°C) <sup>1</sup> |      | 果実周辺湿度(%RH) |      | 果実表面温度(°C) |      | 果肉温度(°C) |      |
|------|------|-------------------------|-------------------------|------|-------------|------|------------|------|----------|------|
|      |      |                         | 日平均                     | 日中平均 | 日平均         | 日中平均 | 日平均        | 日中平均 | 日平均      | 日中平均 |
| 8月下旬 | 90%黒 | 4.1                     | 30.4                    | 38.5 | 66.2        | 36.9 | 29.6       | 36.6 | 29.5     | 36.3 |
|      | 90%銀 | 4.2                     | 30.5                    | 38.7 | 66.6        | 37.0 | 29.5       | 36.5 | 29.6     | 36.6 |
|      | 70%白 | 4                       | 31.1                    | 40.3 | 64.9        | 33.4 | 30.2       | 37.5 | 30.1     | 37.4 |
|      | 無遮光  | 4                       | 32.1                    | 42.8 | 62.0        | 28.7 | 30.5       | 38.8 | 31.1     | 40.0 |
| 9月上旬 | 90%黒 | 4.8                     | 28.0                    | 33.8 | 74.9        | 49.7 | 27.8       | 33.1 | 27.4     | 32.2 |
|      | 70%黒 | 4.7                     | 28.1                    | 34.4 | 74.9        | 49.3 | 28.0       | 34.0 | 27.9     | 33.5 |
|      | 50%白 | 4.5                     | 28.9                    | 36.4 | 72.8        | 43.9 | 28.5       | 34.9 | 29.3     | 37.0 |
|      | 無遮光  | 4.5                     | 29.4                    | 38.3 | 70.1        | 38.4 | 29.7       | 39.0 | 29.9     | 39.2 |

<sup>2</sup>干し上げ日数は中断した期間を含めない日数(9月上旬のみ中断)<sup>1</sup>温湿度は晴天時の3日間の平均値で、日中平均は9:00～16:00の平均

表 5 干し上げ時の遮光条件と果実周辺の光量

|                                                                |       | 8月下旬 <sup>2</sup> |      |      |      |      | 9月上旬 |      |      |       |      |
|----------------------------------------------------------------|-------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
|                                                                |       | 90%黒              | 90%銀 | 70%白 | 無遮光  | 野外   | 90%黒 | 70%黒 | 50%白 | 無遮光   | 野外   |
| 光量子束密度 <sup>1</sup><br>( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ) | 9:00  | 64                | 30   | 351  | 1237 | 1723 | 45   | 195  | 317  | 1152  | 1550 |
|                                                                | 10:00 | 50                | 38   | 373  | 757  | 1956 | 58   | 192  | 496  | 1111  | 1866 |
|                                                                | 11:00 | 104               | 44   | 573  | 1495 | 2159 | 101  | 277  | 728  | 1063  | 2165 |
|                                                                | 12:00 | 72                | 43   | 540  | 1868 | 2353 | 84   | 272  | 682  | 1666  | 2259 |
|                                                                | 13:00 | 46                | 63   | 478  | 1187 | 1877 | 93   | 297  | 692  | 1514  | 2147 |
|                                                                | 14:00 | 59                | 41   | 505  | 1442 | 1912 | 96   | 186  | 500  | 1188  | 1649 |
|                                                                | 15:00 | 64                | 25   | 410  | 1300 | 1641 | 65   | 92   | 444  | 1088  | 1499 |
|                                                                | 16:00 | 23                | 20   | 147  | 159  | 1061 | 32   | 45   | 172  | 226   | 1065 |
|                                                                | 平均    | 60                | 38   | 422  | 1181 | 1835 | 72   | 195  | 504  | 1126  | 1775 |
|                                                                |       | (3) <sup>x</sup>  | (2)  | (23) | (64) |      | (4)  | (11) | (28) | (63)  |      |
| UV-B<br>( $\text{W}/\text{m}^2$ )                              | 9:00  | 27                | 16   | 137  | 431  | 692  | 20   | 76   | 134  | 457   | 365  |
|                                                                | 10:00 | 43                | 23   | 230  | 831  | 1078 | 25   | 81   | 282  | 732   | 675  |
|                                                                | 11:00 | 68                | 26   | 402  | 1440 | 1389 | 63   | 205  | 379  | 1001  | 961  |
|                                                                | 12:00 | 70                | 26   | 279  | 1624 | 1812 | 40   | 198  | 467  | 1047  | 1091 |
|                                                                | 13:00 | 39                | 26   | 422  | 1365 | 1438 | 45   | 170  | 413  | 1053  | 775  |
|                                                                | 14:00 | 43                | 14   | 208  | 457  | 566  | 26   | 74   | 198  | 414   | 528  |
|                                                                | 15:00 | 15                | 14   | 130  | 254  | 344  | 19   | 41   | 157  | 274   | 337  |
|                                                                | 16:00 | 8                 | 7    | 71   | 66   | 239  | 10   | 18   | 73   | 97    | 252  |
|                                                                | 平均    | 39                | 19   | 235  | 809  | 945  | 31   | 108  | 263  | 634   | 623  |
|                                                                |       | (4)               | (2)  | (25) | (86) |      | (5)  | (17) | (42) | (102) |      |

<sup>2</sup>8月下旬は2021年8月30日、9月上旬は2021年9月10日に調査<sup>1</sup>光量子束密度はLI-250、紫外線量はUV-340により3か所で測定した平均値<sup>x</sup>括弧内の数値は野外を100とした値

区が小さく、これらに比べて 90%銀区および 90%黒区が小さかった（表 6）。h\*値は無遮光区に比べて 70%白区が大きく、これらに比べて 90%銀区および 90%黒区が大きかった。8 月下旬について、表面色 a\*値は無遮光区に比べて他のすべての区が小さかった（表 7）。h\*値は無遮光区および 70%白区に比べて 90%銀区および 90%黒区が大きかった。果肉含水率および果肉歩合は各区間に差がなかった。9 月上旬について、表面色 h\*値は無遮光区に比べて 70%黒区および 90%黒区が大きかった（表 8）。表面色 a\*値、果肉含水率および果肉歩合は各区間に差がなかった。

表 6 干し上げ時の遮光条件と白干し梅の表面色 (8 月上旬)

|                  | 表面色    |        |
|------------------|--------|--------|
|                  | a*値    | h*値    |
| 90%黒             | 9.1 c  | 65.2 a |
| 90%銀             | 8.2 c  | 66.6 a |
| 70%白             | 11.0 b | 61.0 b |
| 無遮光              | 12.9 a | 57.5 c |
| 有意性 <sup>z</sup> | *      | *      |

<sup>z</sup>Tukeyの多重比較により\*は異符号間に5%水準で有意差があることを示す (n=3)

表 7 干し上げ時の遮光条件と白干し梅品質 (8 月下旬)

|                  | 表面色   |        | 果肉含水率 (%) | 果肉歩合 (%) |
|------------------|-------|--------|-----------|----------|
|                  | a*値   | h*値    |           |          |
| 90%黒             | 7.1 b | 72.1 a | 69.0      | 87.6     |
| 90%銀             | 6.7 b | 72.7 a | 69.3      | 87.5     |
| 70%白             | 7.3 b | 68.1 b | 68.6      | 87.6     |
| 無遮光              | 9.2 a | 65.3 b | 68.9      | 87.7     |
| 有意性 <sup>z</sup> | *     | *      | ns        | ns       |

<sup>z</sup>Tukeyの多重比較により、異符号間に5%水準で\*は有意差があること、nsは有意差がないことを示す (n=3)

表 8 干し上げ時の遮光条件と白干し梅品質 (9 月上旬)

|                  | 表面色  |         | 果肉含水率 (%) | 果肉歩合 (%) |
|------------------|------|---------|-----------|----------|
|                  | a*値  | h*値     |           |          |
| 90%黒             | 8.7  | 67.4 a  | 65.4      | 85.9     |
| 70%黒             | 8.8  | 66.3 ab | 64.6      | 84.5     |
| 50%白             | 9.5  | 63.5 bc | 64.1      | 85.1     |
| 無遮光              | 10.2 | 62.7 c  | 64.2      | 85.3     |
| 有意性 <sup>z</sup> | ns   | *       | ns        | ns       |

<sup>z</sup>Tukeyの多重比較により、異符号間に5%水準で\*は有意差があること、nsは有意差がないことを示す (n=3)

## 考 察

本研究では梅干製品の品質を高める一環として梅干の乾燥工程に着目し、干し上げ時の光条件の違いが白干し梅の色調ならびにポリフェノールおよび有機酸含量に及ぼす影響を調査した。

白干し梅の色調について、2013 年の 8 月上旬に行った試験において、ハウス内での干し上げ時に遮光率 90%の寒冷紗で果実を覆った場合、外観上、何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて赤みが小さかった（図 2）。白干し梅表面色において大きいほど赤みが強い指標となる a\*値について、寒冷紗で覆った場合は干し上げ前と差がなく、何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて小さかった（表 2）。また、白干し梅表面色において小さいほど赤みが強い指標となる h\*値について、寒冷紗で覆った場合は何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて大きかった。2021 年の 8 月下旬および 9 月上旬に行った試験においても、遮光率 90~95%の寒冷紗で覆った場合は同様の結果であった（表 5）。これらのことから、遮光率 90%程度の寒冷紗で覆ってハウス干しをすると、赤みの弱い白干し梅となることが示された。実際の果実周辺の光強度について、本試験では可視光の強度として光量子束密度を測定したが、2013 年の干し上げ時にハウス内で果実

の約 2cm 上方を赤外光および紫外光をカットするフィルムで覆った場合や何も覆わなかった場合は、野外に比べて 48~60%の強度であった一方、遮光率 90%の寒冷紗で果実の約 50cm 上方を覆った場合は 0.4%とごくわずかであり、可視光が大きく遮断されていた（表 1）。また、2021 年の干し上げ時にハウス内で遮光率 90~95%の寒冷紗により果実の約 2.5m 上方を覆った場合も野外に比べて 2~3%とごくわずかであった（表 5）。一方、2013 年の干し上げ時の紫外線量は、野外に比べてハウス内が 50%であったが、紫外光をカットするフィルム、赤外光および紫外光をカットするフィルム並びに遮光率 90%の寒冷紗で覆った場合は 0~6%であり、紫外光が大きく遮断されていた。紫外光や赤外光および紫外光を遮断した白干し梅と遮断しなかった白干し梅との間に外観上の赤みや表面色  $a^*$ 値および  $h^*$ 値に差がないことから（表 2）、干し上げ時の可視光が白干し梅表面の赤化に関与すると考えられた。

温湿度との関係について、2013 年の 8 月上旬に行った試験では、果実周辺の平均温度は日中では野外ではハウス内の他の区と比べて 2°C 以上低く、寒冷紗で覆った場合は何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて 1.5°C 以上高かった（表 1）。日平均では、野外ではハウス内の他の区と比べて 1°C 以上低く、ハウス内の各区間に大差がなかった。果実周辺の湿度は日中では野外ではハウス内の他の区と比べて 3%以上高く、寒冷紗で覆った場合は何も覆わない場合や赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合と比べて 10%以上低かった。日平均では、寒冷紗で覆った場合に他の区よりも低かった。一方、2021 年の 8 月下旬および 9 月上旬に行った試験では、果実周辺温度、果実表面温度および果肉温度はいずれも日平均、日中平均ともに遮光率が高いほど低かった（表 4）。また、果実周辺の湿度は、日平均および日中平均ともに遮光率が高いほど高かった。これらの年次による違いは遮光資材およびフィルムの設置方法の違いによると考えられた。すなわち 2013 年の試験では果実に近い位置で覆うように設置したことから熱が逃げにくいため、何も覆わないよりも果実周辺温度が高くなり、相対湿度が下がったものと推察された。このように温湿度が一定の傾向を示さなかったにも関わらず、90%程度の遮光により外観上の赤みが軽減され、表面色  $a^*$ 値の低下および  $h^*$ 値の上昇認められたことから、温湿度は白干し梅表面の赤化への関与は小さいと考えられた。ただし、野口ら（2021）は塩蔵したウメ果肉をペースト状にして 50°Cで加熱すると  $a^*$ 値が経時的に緩やかに増加することを報告していることから、白干し梅表面の赤化と温度との関係についてはさらに詳細な検討が必要である。

次に品質成分について、ポリフェノール含量は遮光率 90%の寒冷紗で覆った場合は、野外およびハウス内で何も覆わない場合やハウス内で赤外光または紫外光をカットするフィルムで覆った場合に比べて多かった（表 3）。果肉含水率に差はなかったことから、乾燥度合いの違い、すなわち品質成分の濃縮度合いの違いではないと判断された。よって、干し上げ時の可視光が白干し梅のポリフェノール含量を減少させると判断された。Mitani et al.（2017）は、太陽光により梅酢のフェノール性化合物の組成が変化することを報告しており、本試験でも太陽光がポリフェノール組成に何らかの影響を与えたものと考えられる。一方、Horinishi et al.（2021）はウメ‘南高’果実にプロアントシアニジンが多く含まれ、特に核部分に多く含まれることを報告している。また、ウメ‘南高’果実を用いた梅酒についても、核由来のプロアントシアニジンが多く含まれることを報告している（Horinishi et al., 2022）。このプロアントシアニジンについて、野口ら（2021）はウメ果肉から抽出したポリフェノール画分に塩とクエン酸を加えたものを 100°Cで加熱するとプロアントシアニジンが減少すると報告している。筆者らは本試験において、プロアントシアニジン含量を調査していないが、ハウス干しの際にプロアントシアニジン含量が減少している可能性がある。プロアントシ

アニジンは抗腫瘍活性を有するなど機能性成分としても重要な成分であるため（真壁，2023），今後さらに詳細な検討が必要である．また，遮光率 90%の寒冷紗で覆った場合，クエン酸含量は野外やハウス内で何も覆わない場合に比べて多かったが，この要因についても今後検討が必要である．

次に，どの程度の遮光率であれば，白干し梅の赤みが抑制されるかを調査した．果実周辺の光量子束密度および UV-B とともに，遮光資材の色に関係なく，遮光率が高いほど低い値であった（表 5）．Brix を目安に果肉歩合および果肉含水率に差がない同じ乾燥程度で比較したところ，表面色  $a^*$  値および  $h^*$  値からみて，8 月上旬から 9 月上旬では，遮光資材の色に関係なく 70%以上の遮光率では赤みが抑制され，50%の遮光率では赤みが抑制されないと判断された（表 6，7，8）．よって，8 月上旬から 9 月上旬でのハウス干しにおいて白干し梅表面の赤みを抑制するには，直射光の 23%以下程度にまで可視光を低下させる必要があると判断された．

このように，遮光率 70%以上の遮光資材で果実の 2.5m 程度上部を覆うことで白干し梅表面の赤みを小さくすることが可能と判断された．ただし，干し上げに要する日数をみると，遮光率 90～95%の寒冷紗で覆った場合，遮光しない場合に比べて 2～7 時間程度延長されたことから（表 4），作業効率の点からは遮光率は 70%程度が良いと判断された．なお，本試験で遮光率 70%の寒冷紗で覆った場合のポリフェノール含量について調査していないため，今後，ポリフェノール含量など内容成分の面からも適切な遮光率の検討を行う必要がある．また，塩の種類により天日干し後の表面色の  $L^*$  値に違いがみられたとの報告があることから（Nakayama and Noda, 2020），赤みを抑制するための他の加工技術についても検討が必要である．

## 摘 要

本研究では，梅干の乾燥工程に着目し，梅干製品の品質を高めるため，夏秋季における干し上げ時の光条件の違いが白干し梅の色調ならびにポリフェノールおよび有機酸含量に及ぼす影響を調査した．

1. 遮光率 70%以上の寒冷紗で覆ってハウス干しをすると，表面の赤みが弱い白干し梅となることが示された．
2. 干し上げ時の可視光が白干し梅表面の赤化に関与すると考えられた．
3. 遮光率 90%程度の寒冷紗で覆ってハウス干しをすると，ポリフェノール含量が多い白干し梅となることが示された．
4. 赤みの弱い白干し梅とするためには，干し上げ作業の効率も考慮すると遮光率 70%程度が良いと判断された．

なお本研究の一部は，生研支援センター革新的技術開発・緊急展開事業「特長ある品種のラインアップによるウメ需要拡大と生産者の所得向上」の支援を受けて行った．

## 引用文献

- 青柳康夫. 2008. 第 2 章 抗酸化（活性酸素除去）機能. p.24-27. 青柳康夫編著. 改訂食品機能学. 建帛社. 東京.
- 菱本峻・矢野史子・青谷佳緒留・佐藤夏生・船本悠以・三浦千春・前田千恵子・山西妃早子・木村

- 美和子・尾崎嘉彦・三谷隆彦. 2009. 卵巣摘出ラットに及ぼす梅酢ポリフェノール画分の作用. 農化講演集. 237.
- Horinishi, A., S. Osaki, T. Masuda, E. Nomura, Yoshie Tanaka, Y. Nakamura, M. Horiuchi, M. Negi, T. Shoji and Y. Ozaki. 2021. Show more proanthocyanidin in the fruit of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) and their structural estimation by HPLC-ESI-MS/MS. J. Food Compos. Anal.. 103: 104039.
- Horinishi, A., Y. Toyama, M. Watanabe S. Ayano and Y. Ozaki. 2022. Changes in proanthocyanidin content during the processing of umeshu, a spirit-based liqueur of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) Fruit. Food Sci. & Tech. 2: 1565-1573.
- 稲葉伸也・綾野茂・谷口義仁・神保豊・宮村紗世・廣緒竜良・宮本いつか・山西妃早子・赤木知裕・矢野史子・三谷隆彦. 2011. 健康増進作用を有する梅酢ポリフェノールの調製と利用に関する検討. 日本清涼飲料研究会. 第 21 回講演集: 50-55.
- 石川（高野）祐子・山口正己・朝倉利員・村松 昇・田中敬一・土師 岳. 1999. 果実類における抗酸化活性の評価. 第 2 報. ウメ果実の生育に伴うポリフェノール含量とラジカル消去能の変化. 園学雑. 68（別 2）: 169.
- 伊藤三郎. 1991. 果実の栄養・食品科学. 果実の食品特性. p.60-65. 伊藤三郎編. 果実の化学. 朝倉書店. 東京.
- 河合良美・津田愛里・矢野史子・山西妃早子・赤木知裕・尾崎嘉彦・三谷隆彦. 2010. 高脂肪飼料の長期給与マウスに及ぼす梅酢ポリフェノールの作用. 農化講演集. 39.
- 木村俊之・山岸賢治・鈴木雅博・新本洋士. 2002. 農産物のラジカル消去能の検索. 食科工. 49: 257-266.
- 貴志学・中村允・前田拓也・城村徳明・大江孝明. 2024. 伝統的梅干の製造過程における含有成分の推移と機能性成分高含有梅干の開発. 美味技術学会誌. 23: 90-96.
- Kishida, K., M. Suzuki, Y. Heya, Y. Yamazaki, A. Horinishi and Y. Ozaki. 2014. Phenolic extract from Japanese apricot fruit (*Prunus mume* Sieb et Zucc.) inhibits disaccharidase activity in the small intestine and suppresses the postprandial elevation of glucose levels in rats. Food Preser. Sci. 40: 119-125.
- 金銅俊二・赤木知裕. 2007. 梅酒の機能性. p.48-54. 醸造物の機能性. 日本醸造協会. 東京.
- 間苧谷徹. 2000. III 章 果物 Q&A～健康と安全～. ウメは三毒を断つ. p.94-95. 間苧谷徹編著. 果物の真実. 化学工業日報社. 東京.
- 真壁秀文. 2023. 植物プロアントシアニジンの抗腫瘍活性. 生物資源. 17: 14-28.
- 三宅義明・下村吉治・大澤俊彦. 1999. レモン果汁成分の運動生理作用-疲労回復効果と酸化ストレス低減作用-. 果汁協会報. 495: 31-38.
- 南部川村梅加工開発センター. 1987. 梅加工（梅干）に関する試験並びに実態調査成績第 1 号. 1-56.
- 南部川村梅加工開発センター. 1988. 梅加工（梅干）に関する試験並びに実態調査成績第 2 号. 1-43.
- 南部川村梅加工開発センター. 1989. 梅加工（梅干）に関する試験並びに実態調査成績第 3 号. 1-22.
- 南部川村梅加工開発センター. 1990. 梅加工（梅干）に関する試験並びに実態調査成績第 4 号. 1-59.
- 三谷隆彦. 2010. 梅酢ポリフェノールの開発とその利用. 食品と開発. 45: 81-83.
- Mitani, T., H. Mimura, A. Horinishi, Y. Tanaka, M. Mori, N. Inaba, H. Yamanishi, T. Akagi, T. Oe, H. Koyama, Y. Hayashi, and Y. Ozaki. 2017. Chemical features of phenolic extracts prepared on an industrial scale from a processing byproduct of the Japanese apricot, mume fruit (*Prunus mume* Sieb. et

- Zucc., Japan J. Food Engineering 18: 147-152.
- 三谷隆彦・前田千恵子・新谷沙矢香・菱本峻・赤木知裕・山西妃早子・尾崎嘉彦・矢野史子. 2009. ラットにおける食後血糖値に及ぼす梅酢ポリフェノール画分の作用. 農化講演集. 237.
- 三谷隆彦・矢野史子. 2006. ウメとプラム. 近畿大先端技総研紀要. 11: 1-13.
- Nakayama, Y. and Y. Noda. 2020. Effects of salt type on manufacture of salted ume fruit. Bull. Soc. Sea Water Sci., Japan 74: 108-115.
- 野口晟太郎・堀西朝子・尾崎嘉彦. 2021. ウメ果肉由来ポリフェノールの加熱により生成する赤色成分の化学的特性の評価. 食化工講演集. 148.
- 能勢征子・平田一郎・新井輝義・西島基弘・坂井千三・宮崎利夫. 1988a. 民間伝承薬梅肉エキスの腸炎ビブリオに対する抗菌作用及びその有機酸組成. 食衛誌. 29: 402-407.
- 能勢征子・平田一郎・新井輝義・太田建爾・坂井千三. 1988b. 食中毒起因細菌に及ぼすクエン酸のコール酸共存下における抗菌作用. 食衛誌. 29: 38-46.
- 大江孝明・桑原あき・根来圭一・山田知史・菅井晴雄. 2006. ウメ‘南高’果実の開花時期, 採取時期と果実成分の関係およびそれらを原料として製造した梅酒品質への影響. 園学研. 5: 141-148.
- 大江孝明・桑原あき・根来圭一・山田知史・菅井晴雄. 2007. ウメ‘南高’における梅酒用果実の熟度指標に関する研究. 園学研. 6: 77-83.
- 大澤俊彦. 2005. 酸化ストレス制御因子含有植物素材の探索と評価システム. 食科工. 52: 7-18.
- 尾崎嘉彦. 2004. 近畿の地域特産物. 和歌山県. ウメ. p.245-250. 地域特産物の生理機能・活用便覧. サイエンスフォーラム. 東京.
- 尾崎嘉彦. 2008. ウメの加工と機能性研究. 日食保蔵誌. 34: 283-290.
- 尾崎嘉彦. 2015. 梅干の化学. 化学と教育. 63: 560-561.
- 清水俊雄. 2004. クエン酸. p.172. 機能性食品素材便覧. 清水俊雄編著. 薬事日報社. 東京.
- 杉浦明. 2010. 落葉果樹の栽培利用. p.174-207. 新版果樹栽培の基礎. 杉浦 明編著. 農山漁村文化協会. 東京.
- 高橋斉・櫻井一成・辻田愛奈・矢野史子・山西妃早子・赤木知裕・青柳正信・高田善浩・福西伸一・三谷隆彦. 2010. マウスの強制遊泳に及ぼす梅酢ポリフェノール画分の作用. 農化講演集. 39.
- 田中敬一. 2003. ポリフェノール. 果物でいきいき健康. p.84. 間苧谷徹・田中敬一著. 果物のはたらき. 日園連. 東京.
- 山西妃早子・尾崎嘉彦・味村妃紗・後藤瞳・三谷隆彦・矢野史子. 2005. ウメ (*Prunus mume* S.) 果実中の抗酸化成分に関する研究. 日本栄養・食糧学会大会講演要旨集. 59: 204.
- 山崎晋平・矢野史子・岸田邦博・岸岡史郎・堀西朝子・赤木知裕・山西妃早子・三谷隆彦. 2011. 梅酢ポリフェノールの降圧作用に関する研究. 日本栄養・食糧学会大会講演要旨集. 65: 245.

# 画像解析および理化学分析による紀州和華牛の肉質特性の究明

高田広達<sup>1</sup>・松橋珠子<sup>2</sup>・後藤洋人<sup>1,3</sup>・宮本泰成<sup>1</sup>・亀位徹<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>和歌山県畜産試験場

<sup>2</sup>近畿大学先端技術総合研究所

## Investigation of Kishu-Wakaushi Beef Meat Quality Characteristics Using Image Analysis and Physicochemical Analysis

Hirotatsu Takada<sup>1</sup>, Tamako Matsubashi<sup>2</sup>, Hiroto Goto<sup>1,3</sup>, Yasunari Miyamoto<sup>1</sup> and Toru Kamei<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>*livestock experiment station, Wakayama prefecture*

<sup>2</sup>*Kindai University Advanced Technology Research Institute*

### 緒 言

「紀州和華牛」は、多様化する消費者ニーズに対応するため、赤身割合の高い黒毛和種牛肉を生産することを目指し、和歌山県畜産試験場と近畿大学の共同研究により開発された新たな和歌山県産牛肉ブランドである。本ブランドの特徴として、肥育期間中に和歌山県産の食品製造副産物により作製されたビタミンAおよびビタミンEに富むエコフィードを給与すること、ビタミンAコントロールをおこなわないこと、および肉質等級が5等級の牛肉を除外することが挙げられる（紀州和華牛協議会，2024）。これらにより、脂肪交雑を抑えた発育の良い肥育牛の生産が期待される。しかし、このような特徴的なブランドの定義や飼料給与方法によって生産される牛肉の肉質にどのような特徴が付与されるかは明らかでない。そこで本研究では、給与飼料の違いやブランドの定義によって付与される紀州和華牛の枝肉格付成績および肉質特性を、画像解析および理化学分析により調査した。

### 材料および方法

#### 1 画像解析

##### 1) 供試肉

県畜産試験場にてエコフィードを給与せず、市販の配合飼料のみで肥育した黒毛和種去勢牛7頭の牛肉を比較対照として慣行肥育牛とし、紀州和華牛協議会に参画する同一の会員農場にて、エコフィードを用いて配合飼料の給与量を50%代替して肥育した黒毛和種去勢牛7頭の牛肉を紀州和華牛とした。と畜後、各牛の第6-7胸椎間から尾側1cm程度の厚さのリブローズ部分を購入し、冷蔵保存した。枝肉成績は、(公社)日本食肉格付協会近畿・中・四国支所による格付成績を用いた。慣行肥育牛は同支所の大阪事業所による格付成績を、紀州和華牛は西宮事業所による格付成績を用いた。

##### 2) 標本作製

<sup>3</sup>現在：和歌山県紀南家畜保健衛生所 <sup>4</sup>現在：和歌山県農林水産部農業生産局畜産課

リブロースの胸最長筋の中心部から  $1.5 \times 1.5 \times 1.0$  cm 程度の大きさに切り出し、10%ホルマリン緩衝液で固定した。固定した胸最長筋の第 6-7 胸椎面をさらに切り出し、組織包埋カセットに収め、常法に従いパラフィン包埋ブロックを作製した。ミクロトームを用いてこれを筋線維に対して垂直に  $2-4 \mu\text{m}$  に薄切し、エラスチカ・ワンギーソン染色を施した。

### 3) 画像解析

染色後の切片の顕微鏡画像を形態が整った第 2 次筋束が鮮明な視野において CCD カメラで撮影し、解析に供した。画像解析には、フリーソフトウェア Fiji (ImageJ) を使用し

(<http://fiji.sc/>)、三浦・塚田 (2016) を参考にしておこなった。Fiji を用いた画像解析の手順として、画像をグレースケール化しスケール設定をおこなった後、2 値化処理および分水嶺処理をおこない、必要な領域を選択し測定をおこなった。具体的な手順としては、撮影した画像を Fiji に読み込み、メニューから「Image」を選択し、続いて「Type」を選び、最後に「8-bit」を選択してグレースケールに変換した。次に、既知の長さのスケールが含まれる画像を読み込み、Fiji のツールバーから「Straight」ツールを選択し、スケールと同じ長さの線を引いた。その後、「Analyze」メニューを選択し、「Measure」を選択すると引いた線のピクセル数が表示された。さらに、「Analyze」メニューから「Set Scale」を選択し、「Distance in pixels」に測定されたピクセル数を、「Known Distance」に既知のスケールの長さをそれぞれ入力し、「Unit of length」に既知のスケールの単位を入力した。このスケール設定は以降の画像にも適用される。

「Process」メニューから「Binary」を選択し、「Make Binary」を選んで画像を 2 値化した。この方法で 2 値化すると Fiji が最適だと考えるアルゴリズムにより 2 値化される。さらに、

「Process」メニューから「Binary」を選択し、「Watershed」で分水嶺処理をおこなった。分水嶺処理により、密着した一次筋線維を分離することができる。その後、第 2 次筋束の断面積、第 2 次筋束内の第 1 次筋束数、第 1 次筋束の断面積、第 1 次筋束内筋線維の数、第 1 次筋束内筋線維の断面積の和を測定した。その際、微小な計測ノイズを除去するため、星野ら (1987) に従い横断面積  $150 \mu\text{m}^2$  未満の筋線維は計測から除外した。画像解析の流れを図 1 に示した。

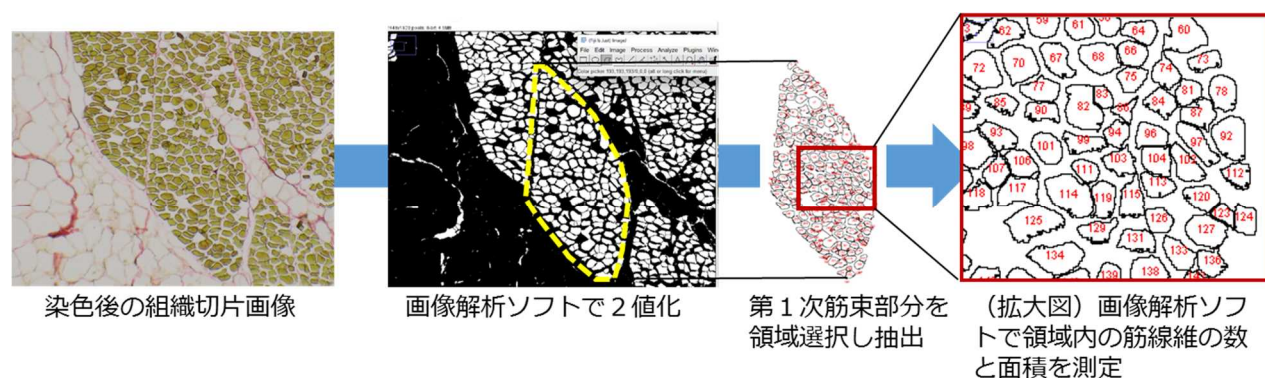


図 1 画像解析の流れ

### 4) 統計処理

各項目について Student の t 検定により試験区間の平均値の差を検定した。

## 2 理化学分析

### 1) 供試肉

画像解析に用いた牛肉とは異なる牛肉を供試した。県畜産試験場にてエコフィードを給与せず、



市販の配合飼料のみで肥育した黒毛和種去勢牛 5 頭を比較対照として慣行肥育牛とし、紀州和華牛協議会に参画する同一の会員農場にてエコフィードを給与して肥育した黒毛和種去勢牛を紀州和華牛とした。紀州和華牛の内、配合飼料の給与量を 30%代替して肥育した 10 頭を 30%区、配合飼料の給与量を 50%代替して肥育した 10 頭を 50%区とした。と畜後、各牛の第 6-7 胸椎間から尾側 1cm 程度の厚さのリブローズ部分を購入し、真空包装後、分析まで $-30^{\circ}\text{C}$ で保管した。枝肉成績は画像解析と同様に慣行肥育牛は(公社)日本食肉格付協会近畿・中・四国支所大阪事業所による格付成績を、紀州和華牛は同支所西宮事業所による格付成績を用いた。

## 2) 理化学分析

外観評価および、家畜改良センターに準じて各種理化学分析をおこなった(家畜改良センター, 2010)。すなわち分光測色計(KONICAMINOLTA, CM-2500d)を用いてロース肉の色彩値(Lab\*表色系, SCI方式)を測定後、胸最長筋部分を切り出し、保水性は遠心法により、水分含量は $135^{\circ}\text{C}$ 乾燥法により測定した。粗脂肪含量の測定はソックスレー抽出法によりおこない、脂肪融点は水中加温時の上昇融点を測定した。脂肪酸組成はFolch法により脂肪抽出しメチルエステル化した脂肪酸を、DB-WAXカラム(Agilent Technologies, 122-7062)によるガスクロマトグラフィー

(SHIMADZU, GC-2014)で分析した。ビタミンE含量は酢酸エチル・ヘキサンで抽出したトコフェロールをヘキサンに溶解し、SW-C18カラム(Imtakt, SW076)を用いたHPLC(SHIMADZU)で分析した。脂質過酸化値の測定には、チオバルビツール酸反応性物質(TBARS)を指標としたTBARS Assay Kit(Cayman Chemical)を用いた。

## 3) 統計処理

各項目について一元配置分散分析により試験区間の平均値の差を検定した。各試験区間に有意差を認めた場合、Tukeyの多重比較検定により各試験区間の比較をおこなった。

# 結 果

## 1 画像解析

画像解析に供した牛の枝肉格付成績を表1に示した。枝肉重量は慣行肥育牛 426.3kg, 紀州和華牛 492.6kgであり紀州和華牛で大きかった。また、ばらの厚さは慣行肥育牛 7.1cm, 紀州和華牛 8.1cmであり紀州和華牛で厚い結果であった。ロース芯面積、皮下脂肪の厚さ、締まり、きめ、牛脂肪交雑基準ナンバー(BMS. No), 牛肉色基準ナンバー(BCS. No)および牛脂肪色基準ナンバー(BFS. No)では慣行肥育牛と紀州和華牛間で差は認められなかった。画像解析の結果を表2に、画像解析結果の一例を図2にそれぞれ示した。第2次筋束内の第1次筋束数は慣行肥育牛 4.9個, 紀州和華牛 7.0個であり、紀州和華牛で多かった( $p<0.05$ )。また、第1次筋束内筋線維の断面積の和は慣行肥育牛  $2,124.5\mu\text{m}^2$ , 紀州和華牛  $1,285.4\mu\text{m}^2$ であり、紀州和華牛で小さかった

( $p<0.05$ )。第2次筋束の断面積、第1次筋束の断面積および第1次筋束内の筋線維数では慣行肥育牛と紀州和華牛間で差は認められなかった。

## 2 理化学分析

理化学分析に供した牛の枝肉格付成績を表3に示した。BFS. Noのみ紀州和華牛が慣行肥育牛に比べて高く、その他の項目では3区間で差が認められなかった。理化学分析の結果を表4に示した。粗脂肪含量は30%区 31.5%で、慣行肥育牛 39.4%に比べて低かった( $p<0.05$ )。脂肪酸割合についてC18:2(リノール酸)割合と多価不飽和脂肪酸割合は、慣行肥育牛に比べ紀州和華牛で高

表 1 画像解析に供した牛の枝肉成績

| 項目                        | 慣行肥育牛                     | 紀州和華牛                     | P 値   |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| 出荷月齢 (ヶ月齢)                | 26.6 ± 0.6                | 26.8 ± 1.2                |       |
| 枝肉重量 (kg)                 | 426.3 ± 43.4 <sup>b</sup> | 492.6 ± 45.1 <sup>a</sup> | 0.016 |
| ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> ) | 53.0 ± 7.7                | 57.9 ± 7.4                |       |
| 皮下脂肪の厚さ (cm)              | 2.2 ± 0.4                 | 2.5 ± 0.5                 |       |
| ばらの厚さ (cm)                | 7.1 ± 0.5 <sup>b</sup>    | 8.1 ± 0.5 <sup>a</sup>    | 0.003 |
| 締まり                       | 4.1 ± 0.9                 | 4.1 ± 0.4                 |       |
| きめ                        | 4.3 ± 0.8                 | 4.6 ± 0.5                 |       |
| BMS. No                   | 6.6 ± 2.1                 | 6.3 ± 0.8                 |       |
| BCS. No                   | 4.0 ± 0.0                 | 3.7 ± 0.5                 |       |
| BFS. No                   | 2.3 ± 0.5                 | 3.3 ± 0.8                 |       |

平均値±標準偏差 a-b : p<0.05

表 2 紀州和華牛および慣行肥育牛の画像解析結果

| 項目                                   | 慣行肥育牛                        | 紀州和華牛                        |
|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 第 2 次筋束内の第 1 次筋束数                    | 4.9 ± 1.2 <sup>b</sup>       | 7.0 ± 1.7 <sup>a</sup>       |
| 第 2 次筋束の断面積 (mm <sup>2</sup> )       | 1.4 ± 0.6                    | 2.3 ± 2.1                    |
| 第 1 次筋束の断面積 (mm <sup>2</sup> )       | 0.3 ± 0.1                    | 0.3 ± 0.2                    |
| 第 1 次筋束内の筋線維数                        | 93.2 ± 62.5                  | 120.4 ± 74.8                 |
| 第 1 次筋束内筋線維の断面積の和 (μm <sup>2</sup> ) | 2,124.5 ± 658.4 <sup>a</sup> | 1,285.4 ± 297.1 <sup>b</sup> |

平均値±標準偏差 a-b : p<0.05

表 3 理化学分析に供した牛の枝肉格付成績

| 項目                        | 慣行肥育牛                  | 紀州和華牛                  |                        | P 値   |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------|
|                           |                        | 30%区                   | 50%区                   |       |
| 出荷月齢 (ヶ月齢)                | 26.5 ± 0.5             | 26.6 ± 0.9             | 26.6 ± 0.4             |       |
| 枝肉重量 (kg)                 | 417.0 ± 39.6           | 447.0 ± 52.4           | 456.8 ± 32.1           |       |
| ロース芯面積 (cm <sup>2</sup> ) | 50.6 ± 6.6             | 56.5 ± 6.4             | 57.5 ± 5.5             |       |
| 皮下脂肪の厚さ (cm)              | 2.3 ± 0.3              | 2.5 ± 0.7              | 2.2 ± 0.4              |       |
| ばらの厚さ (cm)                | 7.1 ± 0.6              | 7.3 ± 0.6              | 7.8 ± 0.5              |       |
| 締まり                       | 4.0 ± 0.9              | 3.8 ± 0.4              | 3.9 ± 0.5              |       |
| きめ                        | 4.2 ± 0.7              | 4.5 ± 0.5              | 4.5 ± 0.7              |       |
| BMS. No                   | 6.2 ± 2.0              | 5.9 ± 1.1              | 5.8 ± 1.3              |       |
| BCS. No                   | 4.0 ± 0.0              | 3.8 ± 0.4              | 3.5 ± 0.7              |       |
| BFS. No                   | 2.0 ± 0.0 <sup>b</sup> | 3.2 ± 0.6 <sup>a</sup> | 3.1 ± 0.3 <sup>a</sup> | 0.001 |

平均値±標準偏差 a-b : p<0.05

く、その他の脂肪酸については3区間で差が認められなかった。脂肪融点は30%区25.5℃で、慣行肥育牛31.4℃に比べて低かった。また、ビタミンE含量は慣行肥育牛に比べ紀州和華牛で高かった。L\*a\*b\*, 保水性, 水分含量, 剪断力価, 水分含量および脂質過酸化値は3区間で差が認められなかった

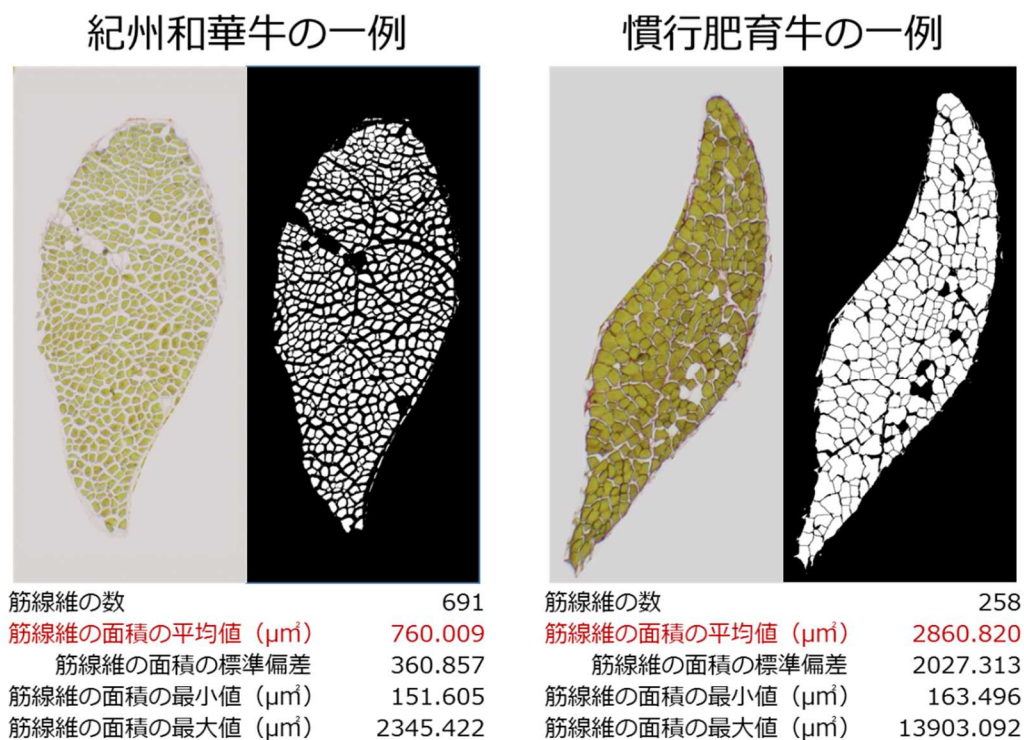


図2 画像解析結果の一例

## 考 察

枝肉格付成績について、紀州和華牛は慣行肥育牛に比べて枝肉重量、ばらの厚さおよびBFS. Noの成績が高く、その他の項目において成績が低い項目がなかった(表1, 表2)ことから、エコフィード給与が枝肉成績に及ぼす負の影響はなかったと考えられた。さらに、枝肉重量およびばらの厚さの成績が高かった理由として、紀州和華牛では慣行肥育牛でBMS. Noの向上のためにおこなわれているビタミンAコントロールが実施されていないことが挙げられる。中程度のビタミンA欠乏であっても、食欲不振や下痢による増体量の低下が懸念されている(社団法人畜産技術協会, 2005)。

画像解析結果について、入江(2015)は牛肉のきめが遺伝的な影響を受けるだけでなく、飼養管理の影響を受けることを報告している。画像解析に用いた紀州和華牛は、配合飼料給与量の50%をビタミンAおよびビタミンEに富むエコフィードで代替給与しており、特殊な肥育方法を採用している。本研究で実施した画像解析法は、筋線維タイプの分類をおこなわず、単純にその数や面積を計測したものであるものの、紀州和華牛と慣行肥育牛の間で第2次筋束内の第1次筋束数および第1次筋束内筋線維の断面積の和に有意な差が認められた(表3)。第1次筋束内筋線維の断面積の和が紀州和華牛で小さいことから、紀州和華牛の筋肉がより細かい筋線維で構成されていると考えられ、このことは肉質のきめ細かさや柔らかさに影響を与える可能性がある。

表 4 紀州和華牛および慣行肥育牛の理化学分析値

| 項目        |          | 慣行肥育牛                   | 紀州和華牛                   |                          | P 値   |
|-----------|----------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|-------|
|           |          |                         | 30%区                    | 50%区                     |       |
| L*        |          | 35.9 ± 1.2              | 36.6 ± 4.0              | 36.9 ± 4.6               |       |
| a*        |          | 19.8 ± 1.0              | 20.6 ± 2.4              | 18.5 ± 1.7               |       |
| b*        |          | 21.9 ± 1.0              | 21.9 ± 1.3              | 20.8 ± 1.9               |       |
| 保水性       |          | 79.9 ± 3.0              | 76.8 ± 2.9              | 76.4 ± 3.1               |       |
| 剪断力価      | g        | 1,076 ± 254             | 1,123 ± 293             | 1,373 ± 557              |       |
| 水分含量      | %        | 41.5 ± 6.4              | 47.3 ± 3.2              | 45.7 ± 3.7               |       |
| 粗脂肪含量     | %        | 39.4 ± 8.7 <sup>a</sup> | 31.5 ± 3.9 <sup>b</sup> | 35.2 ± 4.4 <sup>ab</sup> | 0.035 |
| 脂肪酸組成     | %        | 35.9 ± 1.2              | 36.6 ± 4.0              | 36.9 ± 4.6               |       |
|           | C14:0    | 3.0 ± 0.1               | 2.6 ± 0.4               | 2.9 ± 0.5                |       |
|           | C16:0    | 30.0 ± 2.4              | 27.4 ± 2.4              | 27.7 ± 1.7               |       |
|           | C16:1    | 4.0 ± 0.5               | 4.4 ± 1.9               | 4.0 ± 0.7                |       |
|           | C18:0    | 12.3 ± 1.2              | 11.6 ± 1.3              | 12.1 ± 1.4               |       |
|           | C18:1    | 48.6 ± 3.0              | 50.3 ± 2.8              | 49.5 ± 2.7               |       |
|           | C18:2    | 2.1 ± 0.7 <sup>b</sup>  | 3.7 ± 0.6 <sup>a</sup>  | 3.8 ± 2.6 <sup>a</sup>   | 0.004 |
|           | C18:3    | 0.1 ± 0.1               | 0.1 ± 0.0               | 0.1 ± 0.1                |       |
|           | 飽和脂肪酸    | 45.3 ± 3.5              | 41.6 ± 3.4              | 42.7 ± 2.9               |       |
|           | 不飽和脂肪酸   | 54.7 ± 3.5              | 58.2 ± 3.4              | 57.3 ± 2.9               |       |
|           | 多価不飽和脂肪酸 | 2.2 ± 0.6 <sup>b</sup>  | 3.7 ± 0.6 <sup>a</sup>  | 3.8 ± 2.6 <sup>a</sup>   | 0.004 |
| 脂肪融点      | °C       | 31.4 ± 3.5 <sup>a</sup> | 25.5 ± 2.5 <sup>b</sup> | 27.2 ± 4.5 <sup>ab</sup> | 0.021 |
| 脂質酸化値     | μM       | 3.9 ± 0.9               | 3.9 ± 0.5               | 3.6 ± 0.7                |       |
| ビタミン E 含量 | μg/g     | 22.0 ± 7.5 <sup>b</sup> | 39.4 ± 5.3 <sup>a</sup> | 36.1 ± 5.8 <sup>a</sup>  | 0.001 |

平均値±標準偏差 a-b : p<0.05

紀州和華牛はビタミン A コントロールをおこなわず、脂肪の少ない牛肉を生産することを目的としている。また、肉質等級 5 等級を除外することから、理化学分析値について慣行肥育牛に比べて脂肪含量が低くなることが期待され、実際に慣行肥育牛と 30%区の間に差が認められた。脂肪融点についても同様に、慣行肥育牛と 30%区の間に差が認められた（表 4）。多価不飽和脂肪酸の融点は、飽和脂肪酸や一価不飽和脂肪酸と比べて低く、紀州和華牛と慣行肥育牛の多価不飽和脂肪酸含量の違いが、脂肪融点に影響を与えたと考えられた。紀州和華牛で多価不飽和脂肪酸が多かったことについては、エコフィードの主要な原料である醤油粕に由来するものと考えられた。また、ビタミン E 含量については、紀州和華牛が慣行肥育牛より高く、ビタミン E に富むエコフィードを給与したことによって由来すると考えられる。食肉中のビタミン E 含量の向上は肉色の安定化やドリップロスの低減に役立つことが報告されている（三津本, 1996）。以上のことからエコフィードの使用により牛肉に様々な特徴が付与できていることが示唆されるが、今回一部の理化学分析結果がエコフィードの代替割合によって異なったことについては、今後十分に検討していく必要がある。また、理化学分析値が食味に直接結びつくわけではないため、消費者に好まれる牛肉生産のためには、官

能評価を併せておこなう必要がある。

## 摘 要

胸最長筋のホルマリン固定薄切標本をエラスチカ・ワンギーソン染色により染色し顕微鏡撮影した画像を用いて、第2次筋束内の第1次筋束数、第2次筋束の断面積、第1次筋束の断面積、第1次筋束内筋線維の断面積、第1次筋束内筋線維の線維数を、画像解析ソフト（Fiji）を用いて測定したところ、紀州和華牛は慣行肥育牛に比べて第2次筋束内の第1次筋束数が多く、筋線維が細いことが明らかになった。理化学分析では、慣行肥育牛に比べ紀州和華牛はリノール酸割合、多価不飽和脂肪酸割合、ビタミンE含量が高かった。また、30%区では慣行肥育牛と比べ、粗脂肪含量が少なく、脂肪融点が低かった。以上の結果から、紀州和華牛は筋線維が細かく、脂肪が少なく、ビタミンE含量が高いことに加えて、脂肪融点が低く口溶けが良い牛肉であることが示唆された。

## 謝 辞

本研究は和歌山県畜産試験場と近畿大学との共同研究として実施された。牛肉検体の収集や枝肉情報の提供にご協力いただいた紀州和華牛協議会の皆様に感謝の意を表する。

## 引用文献

- 星野忠彦・新妻澤夫・玉手英夫. 1987. 牛筋組織の構成単位としての筋束の構築. 日畜会報. 58 : 817-826.
- 入江正和. 2015. 新システム画像解析法による食肉物性評価技術の開発. 課題番号 24580392. 科学研究費助成事業研究成果報告書.
- 家畜改良センター. 2010. 食肉の理化学分析及び官能評価マニュアル. pp. 6-54. 家畜改良センター.
- 紀州和華牛協議会. 2024. 紀州和華牛協議会ホームページ. <https://kishu-wakaushi.com/> (アクセス日: 2024年11月27日).
- 三浦耕太・塚田祐期. 2016. ImageJ ではじめる生物画像解析. pp. 16-171. 株式会社学研メディカル秀潤社. 東京
- 三津本充 (1996). ビタミンEとビタミンCによる牛肉品質の改善と保持. 日本畜産学会報. 67: 1110-1126.
- 社団法人畜産技術協会. 2005. ビタミンAのコントロールを用いた効率的肥育技術Q&A Vol. 2. 平成16年度飼養管理新技術確立・普及推進事業報告書.

## ‘龍神地鶏’を基にした新たな肉用3元交雑鶏の開発

山田陽子・湯橋宏美<sup>1</sup>・小谷茂

和歌山県畜産試験場養鶏研究所

### New Three-Way crossbred Chicken for Meat developed from “Ryujin-Jidori”

Haruko Yamada, Hiromi Yuhashi and Shigeru Kotani

*Laboratory of Poultry, Livestock Experiment Station, Wakayama Prefecture*

### 緒 言

和歌山県田辺市龍神村では日本鶏‘龍神地鶏’が古くから飼育されており、他の日本鶏品種と交わることなく長年小規模集団での交配を繰り返してきた。その結果、近親交配が進み、遺伝的多様性が低下することによる絶滅が危惧されていた（岡ら，2009）。当所では2012年度から‘龍神地鶏’の保護・増殖に取り組み始め、2015年度から商用品種の実種鶏として活用することで、‘龍神地鶏’の恒久的な保存と地域振興を目指した。2020年に‘龍神地鶏’（雄）と‘ロードアイランドレッド’（雌）の2元交雑鶏である卵用地鶏を当所で開発した。翌年、卵用地鶏を‘龍神コッコ’と命名し、田辺市龍神村で生産が開始された。しかし、‘龍神コッコ’は体が小さく肉用には不向きであったため、‘龍神コッコ’に肉用地鶏を掛け合わせ、新しい肉専用地鶏が必要と考えられた。そこで本研究では、味や体格に特徴がある4種の地鶏を交配品種として選定し、作出した3元交雑鶏の性能を比較した後、優良な掛け合わせを決定し、新品種の実性調査と飼育密度の検討を行ったのでその概要を報告する。

### 材料および方法

#### 1. 掛け合わせ品種選定

掛け合わせる品種の選定のため、各種3元交雑鶏の肉用性能の調査を行った。供試鶏として当所で飼育している‘龍神コッコ’の雌と肉用地鶏4種の雄（肉用‘横斑プリマスロック’（独立行政法人家畜改良センター岡崎牧場，XA系統），‘名古屋’（独立行政法人家畜改良センター兵庫牧場，87系統），‘軍鶏’（同牧場，831系統），‘龍軍鶏ごろう’（同牧場，83系統））の自然交配により供試鶏（「×横斑」，「×名古屋」，「×軍鶏」，「×龍軍鶏」）を2021年12月（第1クール）と2022年3月（第2クール）に作出し、試験に供した。

#### 1) 試験区分及び供試羽数

---

<sup>1</sup>現在：和歌山県農林水産部農業生産局畜産課

表 1 のとおりとし、鶏肉成分分析では一般鶏肉との比較として、チャンキー種を用いた。

表 1 試験区分（掛け合わせ品種選定試験）

| 区分   |    | 第 1 クール(羽) | 第 2 クール(羽) | 合計(羽) |
|------|----|------------|------------|-------|
| ×BP  | オス | 20         | 20         | 40    |
|      | メス | 20         | 20         | 40    |
| ×名古屋 | オス | 20         | 20         | 40    |
|      | メス | 20         | 20         | 40    |
| ×軍鶏  | オス | 20         | 20         | 40    |
|      | メス | 20         | 20         | 40    |
| ×龍軍鶏 | オス | 20         | 20         | 40    |
|      | メス | 20         | 20         | 40    |

## 2) 飼養管理及び飼料

「×横斑」，「×名古屋」，「×軍鶏」および「×龍軍鶏」は開放鶏舎にて平飼いし，雌雄鑑別後，雄は 121 日齢で，雌は 155 日齢でと殺，解体した．飼育密度 6 羽/㎡とし，ワクチネーションは当所の常法で行った．すなわち，ふ化時にマレック病生ワクチン（ワクチノーバ株式会社）を皮下投与，日生研穿刺用鶏痘ワクチン（日生研株式会社）を翼膜接種，9 日齢に ND・IB 混合生ワクチン（一般財団法人化学及血清療法研究所）を飲水投与，17 日齢に IBD 生ワクチン（バーシン 2）（ゾエティスジャパン株式会社）を飲水投与した．飼料は 0～20 日齢までブロイラー前期用（CP22%以上，ME3,100kcal 以上），21 日齢からブロイラー後期用（CP18%以上，ME 3,150kcal 以上），と殺前 7 日間はブロイラー仕上げ用（CP18%以上，ME3,150kcal 以上）を給与した．

チャンキー種は開放鶏舎にて平飼いし，42 日齢でと殺，解体した．ワクチネーションは当所の常法で行い，前述の 3 元交雑鶏と同日齢で ND・IB 混合生ワクチンと IBD 生ワクチンを飲水投与した．飼料は 0～21 日齢までブロイラー前期用（CP22%以上，ME3,100kcal 以上），22 日齢からブロイラー後期用（CP18%以上，ME 3,150kcal 以上），と殺前 7 日間はブロイラー仕上げ用（CP18%以上，ME3,150kcal 以上）を給与した．

## 3) 調査項目

生存率，体重，飼料要求率，解体成績，胸肉成分を調べた．また，胸肉成分分析の測定項目はイノシン酸（高速液体クロマトグラフィー），アンセリン（アミノ酸自動分析法），カルノシン（アミノ酸自動分析法），アラキドン酸（ガスクロマトグラフィー）とし，一般財団法人日本食品分析センターで測定した．

## 4) 統計分析

生存率は「×横斑」，「×名古屋」，「×軍鶏」および「×龍軍鶏」間においてカイ二乗検定で分析した．体重，正肉重量，正肉割合については「×横斑」，「×名古屋」，「×軍鶏」および「×龍軍鶏」間で一元配置の分散分析と Tukey-Kramer の多重比較検定で分析した．胸肉成分については「×横斑」，「×名古屋」，「×軍鶏」，「×龍軍鶏」およびチャンキー種の間で一元配置の分散分析と Tukey-Kramer の多重比較検定で分析した． $P < 0.05$  を有意差があるものとした．

## 2. 普及用品種の特性調査

普及用品種「×龍軍鶏」とチャンキー種を比較した特性調査として、味覚センサーによる味の分析および分析型官能評価を調査した。

### 1) 供試鶏肉

121 日齢で解体した「×龍軍鶏」および 42 日齢で解体したチャンキー種のむね肉、もも肉について各区 3 個体分を混合し試験に用いた。味覚センサーによる味の分析の試料の調製は、検体を 24 時間冷凍保存した後自然解凍した。粉碎した検体に 3 倍量の水を加えて、食品用ミルで 1 分間かくはんした。かくはん後、沸騰水浴中で 10 分間加熱し、ろ紙でろ過したものを試験溶液とした。分析型官能評価の試料の調製は、24 時間冷凍保存した検体を厚さ 1cm に切り揃えた。もも肉については供試するサンプルの採取位置を比較する試験区のもも肉間で一致させる方法（青谷ら，2021）に従った。加熱前に自然解凍した後，200℃に設定したホットプレート（CPJ-F130 [タイガー魔法瓶]）にクッキングシートを敷き，片面ずつ 3 分，3 分，2 分，2 分の合計 10 分間加熱し，約 1.5cm×1.5cm に切ったものを試料とした。

### 2) 調査項目

むね肉およびもも肉の味覚センサーによる味の分析を行った。（測定：一般財団法人日本食品分析センター）。味覚センサーは，株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー製味認識装置 TS-5000Z を使用し，苦味雑味，旨味，塩味，および旨味コクについて測定した。また，むね肉およびもも肉の分析型官能評価を行った。官能評価はパネリスト 12 名で 5 段階の採点法によって行った。むね肉は旨味，味の濃さ，食感，および多汁性（ジューシーさ）について，もも肉は旨味，味の濃さ，皮の旨味，皮の弾力，食感，ジューシーさ，香りについて評価した（評価：同センター）。

### 3) 統計分析等

味覚センサーによる味の分析について，味認識装置では味覚項目換算値の差 1.0（濃度換算で約 20%の差）が，人が味の差を感じることができる数値と設定している。分析型官能評価については T 検定で分析した（一般財団法人日本食品分析センター）。 $P < 0.05$  を有意差があるものとした。

## 3. 飼育密度の検討

掛け合わせの品種選定試験時にはつつき行動によるへい死や裂傷が見られたが，止まり木の試験（湯橋ら，2024）では，目立ったつつき行動は見られず，雌雄混合で群構成を変更しなかったことが要因と考えられた。そこで，普及用品種「×龍軍鶏」について，普及に適切な飼育密度を検討した。

### 1) 試験区分及び供試羽数

「×龍軍鶏」雄 34 羽，雌 30 羽を用い，試験区分は表 2 の通りとした。

表 2 試験区分（飼育密度試験）

|      | 飼育密度                  | オス羽数 | メス羽数 | 合計飼養羽数 |
|------|-----------------------|------|------|--------|
| 低密度区 | 4.2 羽/m <sup>2</sup>  | 6    | 8    | 14     |
| 中密度区 | 6.0 羽/m <sup>2</sup>  | 12   | 8    | 20     |
| 高密度区 | 10.0 羽/m <sup>2</sup> | 16   | 14   | 30     |



## 2) 飼養管理及び飼料

開放鶏舎にて平飼いし，雌雄鑑別後，雄は 100 日齢で，雌は 120 日齢でと殺，解体した．各区 3.3 m<sup>2</sup>の部屋で表 2 の通りの飼養羽数で飼育し，ワクチネーションは当所の常法（試験①の方法）で行った．飼料は 0～21 日齢までブロイラー前期用（CP22%以上，ME3, 100kcal 以上），22 日齢からブロイラー後期用（CP 18%以上，ME 3, 150kcal 以上）を給与した．

## 3) 調査項目

生存率，体重，飼料要求率，解体成績およびつつきによる傷の状態を調査し，血液検査を実施した．脱水や貧血等の調査として，ヘマトクリット（Hct）（%），血漿中総蛋白（TP）（g/dL）を測定した．Hct はヘマトクリット管を用いて測定し，TP は血液を遠心後，血漿分離し，血清蛋白比重屈折計で総蛋白（TP）を測定した．ストレス指標の調査として，血液中の偽好酸球とリンパ球の比（H/L 比）を測定した．鶏ではストレス状況下において末消血液中のリンパ球が減少し，H/L 比が高値となることが知られている（鶏病研究会，2017；出雲ら，2009）．血液は解体 3 日前に翼下静脈からヘパリン加真空採血管に採取後，血液塗抹を作成した．血液塗抹はメイギムザ染色を行い，顕微鏡下で白血球を複数視野観察し，偽好酸球とリンパ球の合計が 100 個以上となるようカウントした．偽好酸球の個数とリンパ球の個数の比を H/L 比とした．

## 4) 統計分析

生存率については各区間でカイ二乗検定を行った．体重，正肉重量，もも肉重量，Hct，TP および H/L 比については二元配置分散分析を実施し，交互作用が認められた項目は Tukey-Kramer の多重比較検定を行った． $P < 0.05$  を有意差があるものとした．

# 結果

## 1. 掛け合わせ品種選定

各区の生存率，体重，飼料要求率を表 3 に示した．「×横斑」の雄がつつき被害により死亡し，生存率が有意に低くなった．「×龍軍鶏」が雌雄ともに体重が最も大きくなった．

各区の解体成績を表 4 に示した．「×龍軍鶏」が雌雄ともに正肉重量，もも肉重量，もも肉割合において最も大きくなった．

各品種第 1 クールのオスの胸肉 6 検体を使用した鶏肉成分分析の結果を表 5 に示した．イノシン酸では，「×名古屋」がチャンキー種より有意に高くなった．アンセリン，カルノシン，アラキドン酸では，いずれの掛け合わせもチャンキー種より有意に高くなった．

表3 3元交雑鶏の成績

| 区分   | 雄の成績（各群 n=40 <sup>z</sup> ） |           |                        | 雌の成績（各群 n=40 <sup>z</sup> ） |           |                        |
|------|-----------------------------|-----------|------------------------|-----------------------------|-----------|------------------------|
|      | 生存率<br>(%)                  | 体重<br>(g) | 飼料<br>要求率 <sup>y</sup> | 生存率<br>(%)                  | 体重<br>(g) | 飼料<br>要求率 <sup>y</sup> |
| ×横斑  | 80.0a*                      | 2666ac**  | 4.1                    | 95.0                        | 2337ab**  | 4.9                    |
| ×名古屋 | 100.0b                      | 2303b     | 4.6                    | 100.0                       | 2139a     | 5.3                    |
| ×軍鶏  | 97.5b                       | 2432bc    | 4.5                    | 87.5                        | 2151ab    | 6.5                    |
| ×龍軍鶏 | 97.5b                       | 2781a     | 4.0                    | 92.5                        | 2342b     | 5.1                    |

z：試験開始時の羽数（体重については解体時に生存していた羽数より算出）

y：1羽あたりの総摂餌量(g)/体重(g)

\*：カイ二乗検定により異なる文字間に1%レベルで有意差あり

\*\*：Tukey-Kramerの多重比較検定により異なる文字間に5%レベルで有意差あり

表4 3元交雑鶏の解体成績

| 区分   | 雄の成績        |             |                  |              |              |
|------|-------------|-------------|------------------|--------------|--------------|
|      | 正肉重量<br>(g) | 正肉割合<br>(%) | むね肉+ささみ<br>重量(g) | もも肉重量<br>(g) | もも肉割合<br>(%) |
| ×横斑  | 815±383ab*  | 40.4±1.5ab* | 365±77a*         | 516±73bc*    | 21.6±1.9     |
| ×名古屋 | 802±100a    | 39.2±2.5a   | 295±46b          | 435±60a      | 21.3±2.0     |
| ×軍鶏  | 884±103ab   | 40.2±2.1ab  | 322±46ab         | 482±71bc     | 21.9±2.0     |
| ×龍軍鶏 | 994±214b    | 41.2±1.8b   | 369±71a          | 565±68b      | 22.8±1.8     |

| 区分   | 雌の成績        |             |                  |              |              |
|------|-------------|-------------|------------------|--------------|--------------|
|      | 正肉重量<br>(g) | 正肉割合<br>(%) | むね肉+ささみ<br>重量(g) | もも肉重量<br>(g) | もも肉割合<br>(%) |
| ×横斑  | 797±118ab*  | 36.5±2.5    | 338±56a*         | 391±63ab*    | 17.9±1.6ab*  |
| ×名古屋 | 726±81a     | 36.7±1.8    | 300±37b          | 364±45ab     | 18.4±1.2ab   |
| ×軍鶏  | 664±244ab   | 37.2±2.3    | 320±35ab         | 349±47a      | 17.5±1.3a    |
| ×龍軍鶏 | 808±96b     | 37.1±1.2    | 329±42ab         | 406±54b      | 18.6±1.0b    |

数値は平均値±標準偏差で表示

\*：Tukey-Kramerの多重比較検定により異なる文字間に5%レベルで有意差あり

表 5 むね肉の成分分析

|                     | イノシン酸<br>(mg/100g)<br>(n=6) | アンセリン<br>(mg/100g)<br>(n=6) | カルノシン<br>(mg/100g)<br>(n=6) | アラキドン酸<br>(mg/100g)<br>(n=5) |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| × 横斑                | 167±23ab*                   | 925±35a*                    | 390±29a*                    | 88±5a*                       |
| × 名古屋               | 185±32a                     | 978±68a                     | 313±50b                     | 90±0a                        |
| × 軍鶏                | 175±6ab                     | 910±28a                     | 365±23ab                    | 90±7a                        |
| × 龍軍鶏               | 180±30ab                    | 988±71a                     | 330±35ab                    | 87±5a                        |
| チャンキー種 <sup>z</sup> | 130±22b                     | 625±92b                     | 121±30c**                   | 60±7b                        |

数値は平均値±標準偏差で表示

z：イノシン酸，アンセリン，カルノシンの数値は過去の試験（湯橋ら，2022）から引用。

\*：Tukey-Kramer の多重比較検定により，異なる文字（c 除く）間に 5% レベルで有意差あり

\*\*：Tukey-Kramer の多重比較検定により，c と異なる文字間に 1% レベルで有意差あり

#### 4) 普及用品種の決定

雌雄ともに最も体重と正肉重量が大きいのは「×龍軍鶏」であった。雄のむね肉の成分分析では，いずれの掛け合わせもアンセリンおよびカルノシン（抗酸化成分），アラキドン酸（うま味増強成分）が，チャンキー種より有意に高くなった。イノシン酸（うま味成分）は，「×名古屋」，「×龍軍鶏」，「×軍鶏」，「×横斑」の順で高い値となった（表 5）。

以上の結果を総合的に勘案し，「×龍軍鶏」を普及用品種とすることに決定した。

## 2. 普及用品種の特性調査

### 1) 特性調査

むね肉およびもも肉の味覚センサーによる味の分析結果を図 1 および図 2 に示した。「×龍軍鶏」のむね肉は，チャンキー種より苦味雑味，塩味が少なく，旨味コクが強いが，人が味の差を感じるほどの数値差はなかった。「×龍軍鶏」のもも肉は，チャンキー種より塩味，旨味コクが少なく，旨味が強いが，人が味の差を感じるほどの数値差はなかった。

むね肉およびもも肉の分析型官能評価の結果を図 3 および図 4 に示した。「×龍軍鶏」のむね肉は，チャンキー種より旨味，味の濃さが有意に少なかったが，「×龍軍鶏」のもも肉は，チャンキー種より旨味，味の濃さ，皮の弾力，食感，香りが有意に強かった。パネリストからは「×龍軍鶏」のもも肉について「鶏肉らしい風味を感じる」「弾力のあるかたさを感じる」とのコメントがあった。

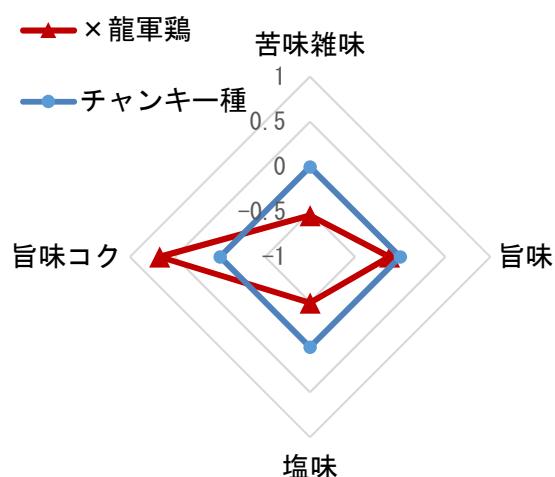


図1 むね肉の味覚センサーによる分析結果

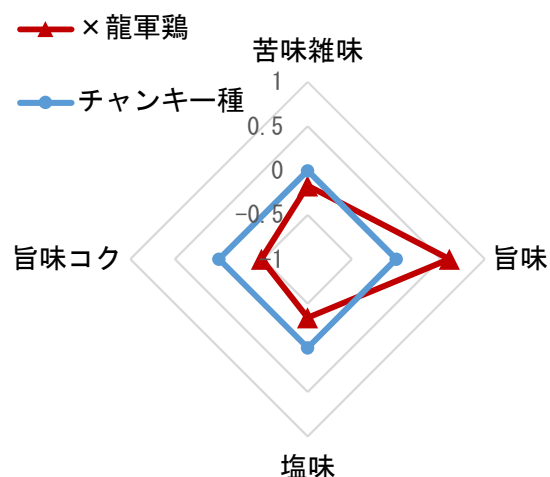


図2 もも肉の味覚センサーによる分析結果

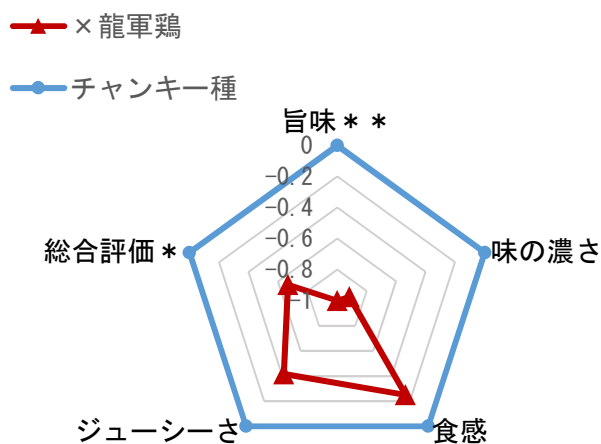


図3 むね肉の分析型官能評価

\* : 有意水準 5% で有意差あり  
 \*\* : 有意水準 1% で有意差あり

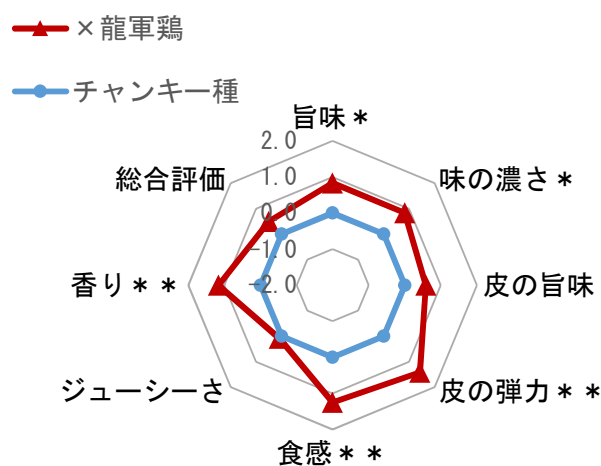


図4 もも肉の分析型官能評価

\* : 有意水準 5% で有意差あり  
 \*\* : 有意水準 1% で有意差あり

### 3. 飼育密度の検討

#### 1) 生存率, 飼料要求率

各区の成績を表 6 に示した. 密度試験区間に有意差はなかった.

#### 2) 体重, 解体成績, つつき被害

各区の成績を表 7 に示した. 体重, 正肉重量, もも肉重量について, 性別による主効果はあったが, 密度による効果は認められなかった. 雌の体重が雄の体重より有意に小さくなった. 密度試験区間に差はなかった. つつき被害は雄の高密度区の 2 羽のみで, その他では被害がなかった.

#### 3) 血液検査

各区の成績を表 8 に示した. H/L 比について, 性別および密度による主効果はあったが, 交互作用は認められなかった.

表 6 飼育密度別の成績

| 区分   | 雄の成績   | 雌の成績   | 飼料要求率 <sup>z</sup> |
|------|--------|--------|--------------------|
|      | 生存率(%) | 生存率(%) |                    |
| 低密度区 | 100.0  | 100.0  | 3.1                |
| 中密度区 | 100.0  | 87.5   | 3.2                |
| 高密度区 | 100.0  | 85.7   | 3.3                |

z: 1羽あたりの総摂餌量(g)/体重(g)

表 7 飼育密度別の解体成績とつつき被害

| 測定項目     | 雄            |              |              | 雌            |              |              | 主効果 |    | 交互作用    |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|----|---------|
|          | 低密度区         | 中密度区         | 高密度区         | 低密度区         | 中密度区         | 高密度区         | 性別  | 密度 | (性別×密度) |
| 体重(g)    | 2788<br>±216 | 2795<br>±259 | 2739<br>±291 | 2218<br>±225 | 2150<br>±211 | 2205<br>±164 | *   | ns | ns      |
| 正肉重量(g)  | 984<br>±78   | 987<br>±113  | 959<br>±95   | 836<br>±84   | 817<br>±75   | 821<br>±63   | *   | ns | ns      |
| もも肉重量(g) | 546<br>±66   | 539<br>±72   | 518<br>±63   | 431<br>±51   | 414<br>±41   | 406<br>±44   | *   | ns | ns      |
| つつき被害(羽) | 0            | 0            | 2            | 0            | 0            | 0            | -   | -  | -       |

数値は平均値±標準偏差で表示

\*: 二元配置の分散分析により,  $P<0.05$  で主効果あり

ns: 有意差なし

表8 血液検査結果

| 測定項目      | 雄            |              |              | 雌            |              |              | 主効果 |    | 交互作用    |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|----|---------|
|           | 低密度区         | 中密度区         | 高密度区         | 低密度区         | 中密度区         | 高密度区         | 性別  | 密度 | (性別×密度) |
| Hct (%)   | 30.2<br>±2.1 | 30.4<br>±1.8 | 31.3<br>±1.2 | 32.8<br>±2.8 | 32.3<br>±2.6 | 30.6<br>±3.6 | ns  | ns | ns      |
| TP (g/dL) | 4.4<br>±0.2  | 4.7<br>±0.4  | 4.6<br>±0.4  | 4.5<br>±0.2  | 4.7<br>±0.4  | 4.5<br>±0.3  | ns  | ns | ns      |
| H/L 比     | 0.09<br>±0.0 | 0.16<br>±0.0 | 0.16<br>±0.1 | 0.07<br>±0.0 | 0.10<br>±0.0 | 0.11<br>±0.0 | *   | *  | ns      |

数値は 平均値±標準偏差

\*：二元配置の分散分析により， $P<0.05$  主効果あり

ns：有意差なし

## 考 察

本研究により，和歌山県固有の‘龍神地鶏’を基にした新たな肉用3元交雑鶏を作出することができた。

‘龍神地鶏’を基に2020年に開発された2元交雑鶏‘龍神コッコ’は，原種である‘龍神地鶏’より増体はよいものの体重は2kgには到達しなかった．そこで，‘龍神コッコ’の雌に肉用地鶏の雄を掛け合わせ，高い増体性能を有し，鶏肉成分や味に特徴のある新しい肉専用地鶏の開発を目指した．掛け合わせの商用品種には，国内で改良が進められてきた味や体格に特徴がある4種の地鶏（肉用‘横斑プリマスロック’，‘名古屋’，‘軍鶏’，‘龍軍鶏ごろう’）を選定した．

4品種の3元交雑鶏を2クール作出し，その性能を調べた．ヒナは寒冷の影響を受けやすい冬と肥育期に暑熱の影響を受けやすい春の2クール作出した．結果，いずれの品種も温度管理を適切に行うことで冬季のヒナの死亡はなかった．暑熱による影響は多くの品種で見られ，第2クールでは第1クールより摂食量が減少し体重も減少した．成長とともにつつき行動による斃死があった．特に全点灯を行っていた第1クールでは「×龍軍鶏」メスの産卵開始が早く，つつき行動も激化し，カニバリズム（共食い）にまで発展した．照度は，飼育密度に比べカニバリズムの発生に強く働く要因と考えられている（海老沢，1971）ことから，第2クールでは自然日長で飼育したところ，産卵開始は第1クールより遅くなりつつき被害も減少した．また，試験中に雌雄をそろえるために何度か個体の入れ替えを行ったところ，つつき行動が激化し入れ替えの翌日に斃死することがあった．その後の試験では雌雄混合で飼育し，群間の個体の入れ替えは控えたことで，目立ったつつき行動は見られなかった．

解体時の体重は，両クール雌雄ともに当初の目標体重である雄2.5kg，雌2.1kgを達成したのは「×龍軍鶏」のみであった．正肉重量，モモ肉重量，モモ肉割合が雌雄ともに最も大きいのも「×龍軍鶏」であった．産肉性能については，「×龍軍鶏」が最もよいと思われた．

鶏肉成分について，チャンキー種および‘龍神コッコ’の胸肉の成分分析成績（湯橋ら，2022）

から、普及用品種の胸肉のイノシン酸、アンセリン、カルノシンの目標値をそれぞれ 190mg/100g 以上、900mg/100g 以上、180mg/100g 以上とした。うま味成分であるイノシン酸は 4 品種とも目標値を達成しなかったが、「×名古屋」と「×龍軍鶏」はチャンキー種より有意に多かった。抗疲労効果のあるアンセリンとカルノシンは 4 品種とも目標値を達成し、アンセリン+カルノシンは「×龍軍鶏」が最も大きくなった。これらの結果から、鶏肉成分においては「×名古屋」と「×龍軍鶏」が優れていると思われる。

以上から、産肉性能も鶏肉成分も優れていた「×龍軍鶏」を普及用品種として選定した。‘龍軍鶏ごろう’は在来種の 1 つである‘軍鶏’の喧騒性を少なくし、増体性を改善させ開発された鶏種である（家畜改良センター，2012）。長崎県の在来鶏の 1 つ‘対馬地鶏’を母系に用いた商用品種である‘長崎対馬地どり’も父系は‘龍軍鶏ごろう’を用いている（高木ら，2019）。

「×龍軍鶏」とチャンキー種の肉を比較した特性調査で、味覚センサーによる分析結果は、むね肉およびもも肉において人が味の差を感じるほどの数値差はなかった。分析型官能評価では、むね肉はチャンキー種より総合評価が劣る結果となったが、もも肉は旨味、味の濃さ、皮の弾力、食感、香りが有意に強く、総合評価ではチャンキー種より高評価となった。

飼育密度の検討では、試験区間に各成績の有意差は認められず、高密度飼育下でも生産性が有意下がることは認められなかった。

普及用品種は、2024 年度から田辺市で生産が開始された。生産者、地元商工会、観光協会等からなる龍神コッコ普及協議会に肉用部門が加わることで、地域一体となって普及に取り組んでいる。飲食店や宿泊施設で活用される重要な観光資源である肉用地鶏が和歌山県内で普及することで、原種鶏である‘龍神地鶏’の必要性が高まり恒久的な保存が期待される。今後は肉の付加価値を高めるため、普及用品種に適した飼養管理や飼料添加物等の検討を行い、‘龍神地鶏’や‘龍神コッコ’の育種改良を進めることで今以上に普及用品種の肉用地鶏としての向上を目指す。

## 摘 要

本県田辺市龍神村で古くから維持され絶滅の危険性が示唆される日本鶏‘龍神地鶏’を活用した新たな肉用地鶏品種を開発した。

1. 普及用品種の掛け合わせは‘龍神コッコ’（雌）と‘龍軍鶏ごろう’（雄）とした。
2. 普及用品種は産肉性能に優れ、ムネ肉にはうま味成分であるイノシン酸、抗疲労効果のあるイミダゾールペプチドのアンセリンおよびカルノシンが豊富に含まれる。
3. もも肉の分析型官能評価では、一般鶏肉より旨味、味の濃さ、皮の弾力、食感、香りが有意に強かった。
4. 普及用品種は、2024 年度から田辺市で生産が開始された。

## 引用文献

青谷大希・安部亜津子・佐藤悠紀. 2021. 採取部位による骨格筋の違いを考慮した鶏もも肉の官能評価サンプル調製手法の提案. 日本家禽学会誌 58 : 12-19.

海老沢昭二．1971．鶏のカンニバリズム，鶏病研究会報．7：20-26．

出雲章久・安松谷恵子・高見玲子．2009．2009年度獣医学術近畿地区学会講演要旨集．44．

（独）家畜改良センター兵庫牧場．2012．地鶏生産の活躍に期待！「龍軍鶏ごろう」の誕生．養鶏の友．8月号：46-48．

鶏病研究会．2017．鶏の健康時および病態時の血液学的ならびに血液科学的データ．鶏病研究会報．52：242-253．

佐藤直人・菊池雄・伊藤修．2010．異なる品種間の鶏肉における遊離アミノ酸，ジペプチド，イノシン酸量．東北農業研究．63：73-74．

高木英恵・坂東弘光・高山裕介．2019．新品種を活用した「対馬地鶏」肉用交雑鶏の選抜．長崎県農林技術開発センター研報．9：165-171．

湯橋宏美・橋本典和・小松広幸．2022．絶滅危惧日本鶏「龍神地鶏」を基にした新たな地鶏品種の開発．和歌山県農林水研報．10：83-91．

湯橋宏美・松井望・小松広幸．2024．止まり木および柵の設置による龍神地鶏交雑鶏への影響．和歌山県農林水研報．12：32-42．



# ‘染井吉野’の枝に散布した各種殺虫剤のクビアカツヤカミキリ 飼育個体に対する効果試験

法眼利幸・松久保康輔・大谷美穂・鈴木大輔・小田奈津子<sup>1</sup>

和歌山県林業試験場

## Efficacy Test of Several Insecticides Sprayed on *Cerasus yedoensis* Branches against *Aromia bungii* in the Rearing Condition

Toshiyuki Hougen, Kousuke Matsukubo, Miho Otani, Daisuke Suzuki and Natsuko Oda<sup>1</sup>

Wakayama Forestry Experiment Station

### 緒 言

クビアカツヤカミキリ（以下：クビアカ）は、モモ、スモモ、ウメ、サクラ等のバラ科樹木を加害する特定外来生物である（加賀谷，2020）。クビアカは2011年以降に各地で次々と発生および被害が確認され、果樹や街路樹に深刻な被害を生じさせている。

本県では，2019年11月に初めてかつらぎ町のモモにおいて本種による被害が確認され，2020年11月には，岩出市，紀の川市，かつらぎ町，橋本市の46園地，モモ，スモモ，ウメの179本に被害が拡大した（和歌山県，2024）。さらに2021年7月，サクラ類では初めて和歌山市内の‘染井吉野’において被害が確認された。2024年10月には，農地では12市町1,040園地，モモ，スモモ，ウメ等の4,909本，農地以外では11市町152地点，サクラ類，ハナモモ，ウメ等の365本に被害が拡大した。なお，被害園地数，地点数，本数は被害発生当初からの累計で，既に伐採されたものも含んでいる。

本県はバラ科果樹の果実生産が盛んであり，クビアカの被害が農業に及ぼす影響は大きい。クビアカの農業被害を抑制するためには，果樹以外にも繁殖源となるサクラ類における対策が重要と考えられる。県内には‘染井吉野’を中心とした花見の名所も多く，公園や道路沿いなどに大量に植栽されている。県南部は新種クマノザクラの主要な自生地である。観光資源，地域資源としてサクラ類の価値は高く，行政や県民からクビアカを防除する技術の早期開発を望む声は多い。今回，薬剤による化学的防除技術を早期に確立するため，緊急的に各種殺虫剤の効果試験をクビアカ飼育個体と被害の多い‘染井吉野’の切枝を用いて実施した。

### 材料および方法

---

<sup>1</sup>現在：退職

試験は 2021～2023 年にかけて行った。薬剤を散布したのち一定期間経過した‘染井吉野’の切枝とクビアカ成虫を樹脂製容器に入れ、死虫率から成虫に対する殺虫効果、材内幼虫の頭数から孵化幼虫の食害抑制効果を確認した。無処理区は死虫率、薬剤処理区は以下の式により補正死虫率を求めた (Abbott, 1925)。補正死虫率 =  $\{(\text{無処理区の生存虫率} - \text{処理区の生存虫率}) / \text{無処理区の生存虫率}\} \times 100$  (数値がマイナスの場合は 0 にする)。本試験は和歌山県農業試験場の環境省飼養許可施設内 (室温 23℃) で、照明は付けず窓のブラインドを閉めた薄暗い状態で実施した。

## 1. 成虫に対する殺虫効果

薬剤による成虫に対する殺虫効果は、既存の殺虫剤 3 種類を供試した。マツ材線虫病の予防等に用いられる MEP マイクロカプセル剤は 50 倍希釈で散布し、1 ヶ月後、2 ヶ月後、3 ヶ月後の残効を調査した。農業で用いられるアセタミプリド顆粒水溶剤は 200 倍、シペルメトリン乳剤は 1,000 倍で散布し、それぞれ 1 ヶ月後の残効を調査した。

林業試験場内に植栽された 45～50 年生の‘染井吉野’の、直径およそ 5～10cm で枝分かれの少ない通直な枝に、薬剤を蓄圧式噴霧機でかけムラが生じないように散布した。薬剤散布後それぞれ調査する残効期間の経過した枝を切り落として、チップソーで両端の切断面が並行となるよう長さ 30cm で切断した。切断した枝は、試験を開始するまで過度に乾燥しないよう樹脂製容器に入れて保存した。枝は年ごとになるべく直径の同じものを対として選び、各処理区と無処理区で枝の表面積や材積に大きな差が生じないようにした。供試した枝の元口と末口の周囲長を平均して算出した直径は  $7.5 \pm 1.6$  (平均 ± 標準偏差) cm、最小 4.5、最大 10.2cm であった。樹脂製容器は透明かつ蓋付きの内寸 309×439×300 mm (JEJ アステージ株式会社 ST ボックス 45) のものを使用した。容器の底に A3 コピー用紙を 2 枚敷き、その中央に枝を置き、さらにエサとして昆虫飼育用ゼリー (株式会社フジコン 高タンパク乳酸ゼリーワイド S) を入れた。クビアカ成虫は、それぞれの年の 6～7 月に大阪府内で採取し、1 匹ずつ小さな容器に分けて飼育しておいたものを供試した。足や触角の欠損と動きの異常のみられないものから、体サイズに大きな差が生じないように選定したオス 2 匹とメス 3 匹の計 5 匹を樹脂製容器に入れた (図 1)。樹脂製容器は薬剤散布枝を入れた処理区は各処理区ごとに 5 つ、薬剤散布を行っていない無処理区は毎年 5 つを用意した。成虫の殺虫効果の試験期間は 14 日間として、数日おきに成虫の生死を確認した。苦悶虫は死虫として区分したが、苦悶状態から回復した事例もごく僅かにみられた。



図 1 樹脂製容器内の状況

## 2. 孵化幼虫の食害抑制効果

孵化幼虫の食害抑制効果は、供試枝に産下された卵から孵化したのち材内に食入した幼虫の頭数

をカウントすることで評価した。成虫に対する殺虫効果試験の終了後、樹脂製容器内から生死を問わず成虫を全て除去し、供試枝はそのまま静置した。幼虫をある程度成長させて確認しやすくするため、殺虫効果試験終了から約1ヶ月経過した枝を削って幼虫を確認した。枝の樹皮を小面積ずつナイフで剥ぎ、孔道が露出したら電動彫刻刀（京セラ株式会社 DC-501）やナイフ等で材を少しずつ削り、幼虫が見えたら精密ピンセットで取り出した。材の深い所まで穿孔している幼虫もみられるため、電動彫刻刀で可能な限り深くまで削るようにした。

### 3. 試験の時系列

2021年はMEPマイクロカプセル剤（50倍希釈）の散布から3ヶ月後の効果を試験した。4月20日に薬剤を散布し、77日後の7月6日に枝を採取した。散布から90日経過した7月19日に試験を開始し、7月21日（2日後）、7月26日（7日後）、7月29日（10日後）、8月2日（14日後）に成虫の生死を確認した。9月1～6日に枝材内の幼虫数を数えた。

2022年はMEPマイクロカプセル剤（50倍希釈）、アセタミプリド顆粒水溶剤（200倍希釈）、シペルメトリン乳剤（1,000倍希釈）の散布から1ヶ月後の効果を試験した。6月7日に3種類の薬剤を散布し、27日後の7月4日に枝を採取した。散布から31日経過した7月8日に試験を開始し、7月9日（1日後）、7月11日（3日後）、7月13日（5日後）、7月15日（7日後）、7月19日（11日後）、7月22日（14日後）に成虫の生死を確認した。8月22日、23日に枝材内の幼虫数を数えた。

2023年はMEPマイクロカプセル剤（50倍希釈）の散布から2ヶ月後の効果を試験した。ただし、都合により試験開始時期が遅れ、散布から経過した期間が長くなった。4月28日に薬剤を散布し、81日後の7月18日に切枝を採取した。散布から82日後の7月19日に試験を開始し、7月20日（1日後）、7月22日（3日後）、7月24日（5日後）、7月26日（7日後）、7月28日（9日後）、7月31日（12日後）、8月2日（14日後）に成虫の生死を確認した。9月4～6日に枝材内の幼虫数を数えた。

## 結 果

### 1. 成虫に対する殺虫効果

結果を図2に示す。薬剤散布から1ヶ月後の残効をみると、1日後の補正死虫率はMEPマイクロカプセル剤処理区では36.0%、アセタミプリド顆粒水溶剤処理区では12.0%、シペルメトリン乳剤処理区では0%であった。3日後の補正死虫率はMEPマイクロカプセル剤処理区では100%に達した。アセタミプリド顆粒水溶剤処理区では17.4%、シペルメトリン乳剤処理区では0%であった。5日後の補正死虫率はアセタミプリド顆粒水溶剤処理区では29.2%、シペルメトリン乳剤処理区では4.2%であった。シペルメトリン乳剤処理区においても死虫がみられ始めた。7日後の補正死虫率はアセタミプリド顆粒水溶剤処理区では37.5%、シペルメトリン乳剤処理区では12.5%であった。14日後にはアセタミプリド顆粒水溶剤処理区では70.0%、シペルメトリン乳剤では35.0%であった。一方、無処理区の死虫率は試験開始から3日後に8.0%、14日後に20.0%であった。途中、5日後に苦悶状態から回復した個体がみられ、死虫率が一旦低下した。

MEPマイクロカプセル剤の散布からおおよそ2ヶ月後の残効をみると、処理区では開始1日後から死虫がみられ始め補正死虫率は4.0%、3日後の補正死虫率は68.2%、5日後は95.2%、7日後は100%に達した。無処理区の死虫率は試験開始から7日後に20%、14日後には48%と、他年の無処

理区に比べて死虫率は高かった。MEP マイクロカプセル剤の散布から 3 ヶ月後の残効をみると、処理区では開始 2 日の補正死虫率は 0% で死虫はみられなかった，7 日後は 77.3%，14 日後は 100% に達した。無処理区の死虫率は試験開始から 2 日後に 4.0%，7 日後に 12.0%，14 日後に 20.0% であった。

無処理区の試験開始から 14 日後の死虫率をみると，散布 1 ヶ月後の試験ではオスは 30.0%，メスは 13.3%，散布 2 ヶ月後ではオスは 60.0%，メスは 46.7%，散布 3 ヶ月後ではオス 40.0%，メスは 6.7% と，いずれもオスの死虫率の高い傾向がみられた。

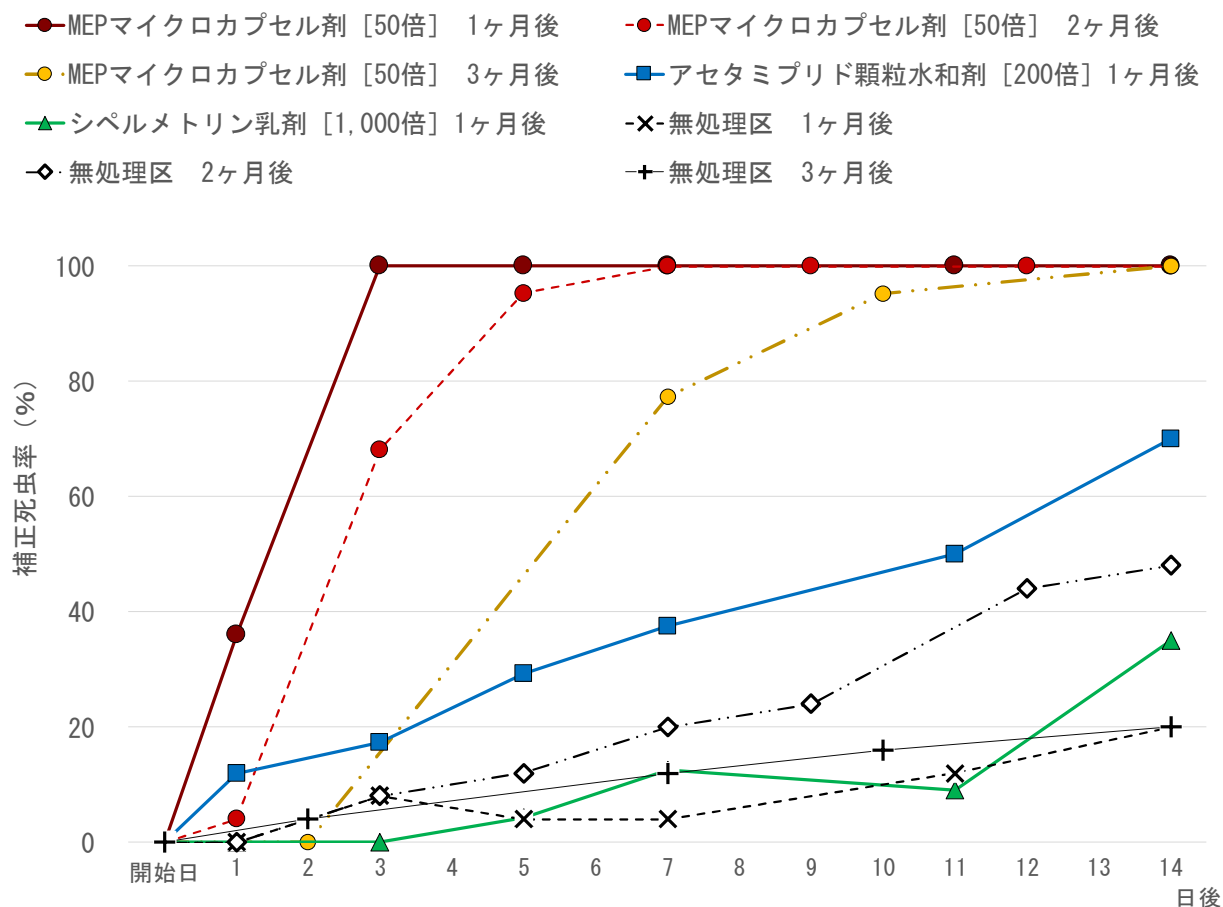


図 2 各薬剤散布区におけるクビアカツヤカミキリ成虫の補正死虫率の推移

注) 試験は「染井吉野」の切枝で実施し，各区 5 頭 (♂2 ♀3) で繰り返しは 5 回

補正死虫率 =  $\{(\text{無処理区の生存虫率} - \text{処理区の生存虫率}) / \text{無処理区の生存虫率}\} \times 100$   
(数値がマイナスの場合は 0 にする)

苦悶状態は死虫として扱った (希に回復した個体もみられた)

## 2. 孵化幼虫の食害抑制効果

殺虫効果試験の終了した 14 日後に，全ての供試枝において目視により産下された卵が確認された。さらに 1 ヶ月後，静置した供試枝付近には細かい粉状のサラサラしたフラスが排出されていた (図 3)。被害木の地際に堆積している，所謂「うどん状」，「ミンチ状」のフラスとは形状が異なっていた。

各薬剤の散布 1 ヶ月後の供試枝 100cm<sup>3</sup>あたりの幼虫数を図 4 に示す。MEP マイクロカプセル剤処



図3 孵化幼虫の食入と穿孔により排出されたフラス

注) 試験開始から約45日後

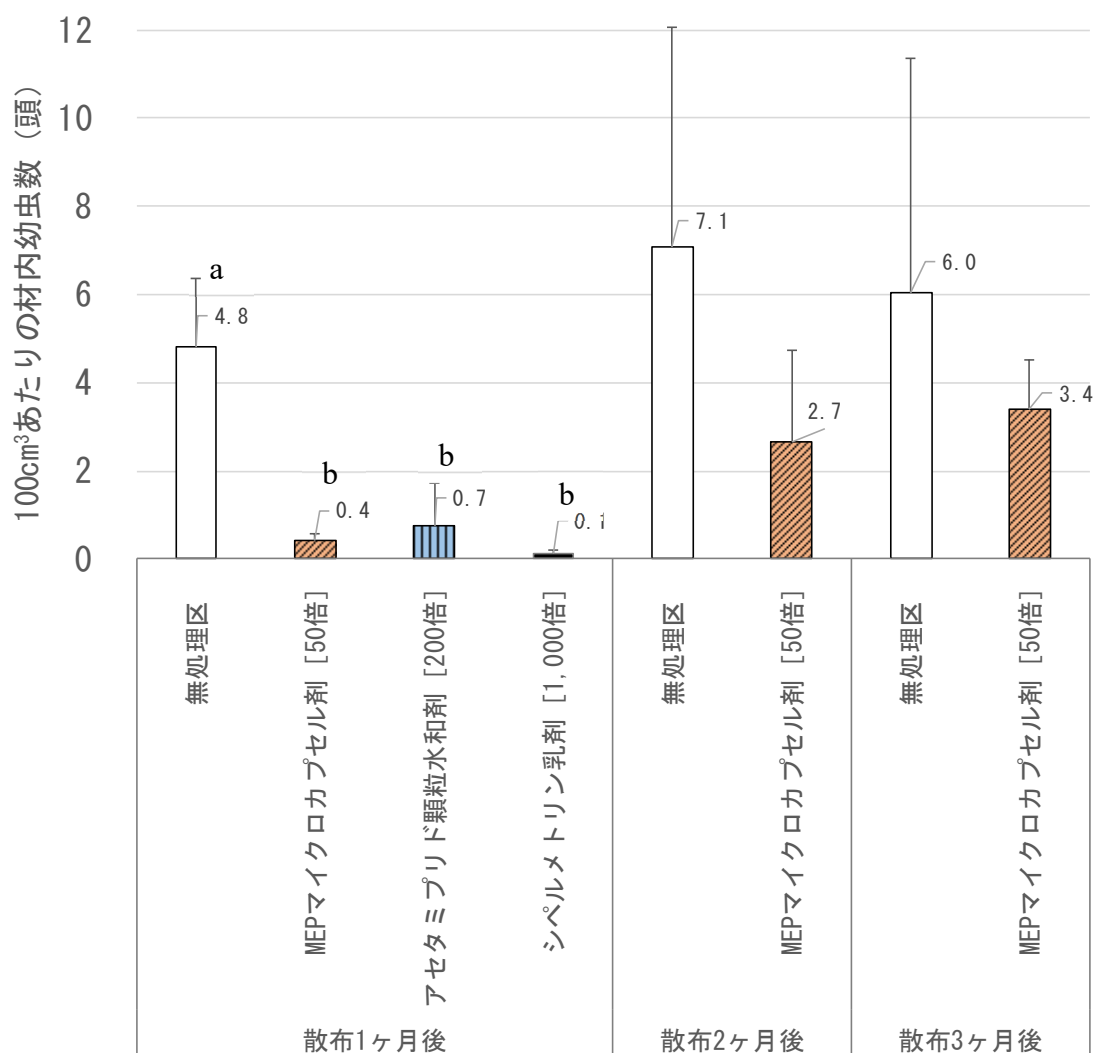


図4 各薬剤散布区のクビアカツヤカミキリ材内幼虫数

注) 試験は‘染井吉野’の切枝で実施し、開始から約45日後に幼虫を数えた  
(各区の繰返しは5回)

エラーバーは標準偏差を示す

異なるアルファベットは有意差 ( $p < 0.05$ ) があることを示す (Tukey の HSD 法)



理区で  $0.4 \pm 0.2$  (平均  $\pm$  標準偏差) 頭, アセタミプリド顆粒水溶剤処理区で  $0.7 \pm 1.0$  頭, シペルメトリン乳剤処理区で  $0.1 \pm 0.1$  頭, 無処理区で  $4.8 \pm 1.6$  頭であった. Tukey の多重比較検定では各薬剤間の幼虫数に差はみられなかったが, 無処理区と各処理区間について有意な差 ( $p < 0.01$ ) がみられた. MEP マイクロカプセル剤散布およそ 2 ヶ月後の供試枝  $100\text{cm}^3$  あたりの幼虫数は  $2.7 \pm 2.1$  頭, 無処理区は  $7.1 \pm 5.0$  頭であった. MEP マイクロカプセル剤散布約 3 ヶ月後の供試枝  $100\text{cm}^3$  あたりの幼虫数は  $3.4 \pm 1.1$  頭, 無処理区は  $6.0 \pm 5.3$  頭であった.

幼虫の供試枝における材内分布をみると, 樹皮直下の孔道にいるもの, 樹皮直下より深い材内に穿孔しているものがみられた (図 5). 全体的に樹皮直下より深い材内に分布している頭数は多かった. 樹皮直下幼虫の割合の平均は, 散布 1 ヶ月後では, MEP マイクロカプセル剤は 5.7%, アセタミプリド顆粒水和剤は 8.9%, シペルメトリン乳剤は 11.7%, 無処理区は 26.2%. 散布 2 ヶ月後では, MEP マイクロカプセル剤は 5.9%, 無処理区は 16.8%. 散布 3 ヶ月後では, MEP マイクロカプセル剤は 2.9%, 無処理区は 17.0% であった.



図 5 クビアカツヤカミキリ幼虫 (左: 樹皮直下, 右: 材深くに穿孔)

## 考 察

クビアカ成虫に対する殺虫効果をみると, MEP マイクロカプセル剤を 50 倍希釈で使用した場合, いずれの区においても試験期間内に補正死虫率は 100% に達した. 補正死虫率が 100% に達するまでの期間は, 散布後 1 ヶ月区は試験開始から 2~3 日, 2 ヶ月区は 6~7 日, 3 ヶ月区は 11~14 日であった. MEP マイクロカプセル剤の 50 倍希釈では散布 3 ヶ月後も殺虫効果は維持されているが, その速効性は徐々に低下していくと考えられた. アセタミプリド顆粒水溶剤の 200 倍希釈では, 散布後 1 ヶ月区の補正死虫率は 14 日経過後でも 70.0% と 100% に達しなかった. シペルメトリン乳剤の 1,000 倍希釈では, 死に始めるまで 4~5 日を要した. シペルメトリン乳剤の散布 1 ヶ月区の補正死虫率は 14 日後でも 35.0% と 100% に遠く及ばなかった. 散布 1 ヶ月後の成虫の殺虫効果は, MEP マイクロカプセル剤 (50 倍希釈), アセタミプリド顆粒水溶剤 (200 倍希釈), シペルメトリン乳剤 (1,000 倍希釈) の順に高いと考えられた. なお, 2023 年の試験で無処理区の死虫率が高かった. 成虫を捕獲した地点で何らかの対策が実施された可能性を否定できないため, 注意が必要である.

孵化幼虫の食害抑制効果をみると、散布 1 ヶ月区の材内の幼虫数は、MEP マイクロカプセル剤 (50 倍希釈)、アセタミプリド顆粒水溶剤 (200 倍希釈)、シペルメトリン乳剤 (1,000 倍希釈) の各区は、無処理区に対しそれぞれ有意な差がみられた。今回供試した 3 薬剤は、産卵を完全に阻止することはできなかったものの、いずれも散布後 1 ヶ月後において材内の幼虫数を大幅に抑制する効果を有していた。3 薬剤間に差はみられず、同程度の孵化幼虫による材内加害の抑制効果を有すると考えられた。MEP マイクロカプセル剤は散布 3 ヶ月後でも、統計的な差はみられないものの抑制する傾向はあると考えられた。また、いずれの処理区においても、無処理区より樹皮直下に分布している幼虫の頭数の割合が統計的な差はみられなかったものの低い傾向がみられた。幼虫は材表面を食べ尽くすことなく材深くに穿孔しているため、樹皮表面に散布した薬剤が影響している可能性は否定できない。

3 薬剤間で成虫への殺虫効果にバラつきがみられたが、材内の幼虫数から幼虫の食入抑制効果は同程度と考えられた。すなわち、成虫の殺虫効果と幼虫の食入抑制効果は必ずしも一致しない可能性がある。薬剤散布により単木的にクビアカの被害を抑制できる可能性は高い。県内には膨大な数のサクラ類が植栽されており、適切に管理されず放任されているものも多い。殺虫効果の低いまたは速効性のない薬剤を用いても、クビアカ成虫は管理されていない樹に移動して加害し繁殖する可能性は高く、地域の個体数を減らし根絶に向かわせるのは難しいと考えられる。効果的な薬剤であっても、地域にある全てのサクラ類に散布し続けることはコストや労力面から困難だと考えられる。クビアカに対しては薬剤散布のみに頼らず、各種の被害対策を総合的に実施していくことが重要だと思われる。

なお、今回の試験は農薬登録されていない薬剤、登録されていない濃度等で使用している。対策にあたっては農薬登録された薬剤を適切な方法で使用する必要がある。

## 摘 要

クビアカツヤカミキリの飼育環境下における、各種薬剤を散布した‘染井吉野’切枝を用いた高効果試験を行った。

1. 散布 1 ヶ月後の成虫の殺虫効果は、MEP マイクロカプセル剤 [50 倍]、アセタミプリド顆粒水和剤 [200 倍]、シペルメトリン乳剤 [1,000 倍] の順となった。
2. MEP マイクロカプセル剤 [50 倍] は散布 3 ヶ月後も高い成虫の殺虫効果を有していた。
3. 材内への幼虫頭数の抑制効果は、MEP マイクロカプセル剤 [50 倍]、アセタミプリド顆粒水和剤 [200 倍]、シペルメトリン乳剤 [1,000 倍] のいずれも高かった。
4. 薬剤散布では産卵を完全に防ぐことはできなかったため、総合的な対策が重要である。

本試験は和歌山県農林水産業競争力アップ事業により実施した。試験実施にあたり、和歌山県果樹試験場かき・もも研究所の弘岡拓人氏と元同研究所の増田吉彦氏に多くのご助言を頂いた。クビアカ成虫の捕獲と飼育にあたり、森林整備課職員にご協力を頂いた。この場を借りて御礼申し上げる。

## 引用文献

- Abbott, W.S. 1925 A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J.Econ.Entomol.* 18 : 265-267.
- 加賀谷悦子. 2020. クビアカツヤカミキリは日本でなぜ脅威となったのか. 森林科学. 89 : 2-5.
- 和歌山県. 2024. 本県の発生確認状況と対応 (令和 6 年 10 月末). 鳥獣害対策課ホームページ  
<https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/072000/d00216584.html> (2024. 10. 23, 12. 9 参照).



# 和歌山県においてヒノキ皮付き丸太を穿孔加害する昆虫類

法眼利幸・坂本淳・中谷俊彦<sup>1</sup>

和歌山県林業試験場

## Variation of Boring Insects Damaging Cypress Logs with Bark in Wakayama Prefecture

Toshiyuki Hougen, Jun Sakamoto and Toshihiko Nakatani<sup>1</sup>

*Wakayama Forestry Experiment Station*

### 諸 言

現在，戦後に植栽された人工林が一斉に伐期を迎えており，林業算出額に木材生産の占める割合は増加傾向にある（林野庁，2024）．スギ・ヒノキ人工林における収穫としての伐採は，従来，材に対する虫害を避けるなどの理由により冬季に行われてきた（日本林業技術協会，1993）．近年，高性能林業機械の導入等により伐木・造材・集材従事者の通年雇用は増加しており（林野庁，2021），冬季に限定しない通年での伐採も増加していると考えられる．和歌山県においても通年での伐採は増え，伐採現場の山土場，中間土場，貯木場などにおいて，夏季に伐採，集積された皮付き丸太に穿孔性の害虫による被害が発生しており，対策方法に関する研究要望も出されている．全国的には研究が進みスギ原木の穿孔性昆虫に関する文献や資料は増えてきているものの（久保，2019，松浦，2021），本県で蓄積量の多いヒノキに関するものは少ない．本県に適合した対策を検討するため，山土場や貯木場におけるヒノキ皮付き丸太を加害する昆虫類と時期を明らかにするとともに，聞き取り調査により流通過程における被害実態および対応について概要を把握した．

### 材料および方法

#### 1. 山土場における月別虫害発生リスク

調査は 2018～2020 年度にかけて実施した．伐採現場の山土場を想定した林業試験場水上試験林（田辺市中辺路町）の尾根部にある広場周辺の約 50 年生ヒノキ林（標高 440m，東向き斜面）において，毎月 1 日頃，月によっては上旬（1 日頃），中旬（11 日頃），下旬（21 日頃）の 3 回，ヒノキ生立木を 1 本伐倒し，昆虫類に産卵させるため約 1 ヶ月間林内に静置した．静置後，幹の直径およそ 15～20cm の部分から，長さ 50cm の樹皮付き材 2 個を切断して持ち帰った．持ち帰った材は，伐倒月ごとに分け林業試験場内の直射日光の当たらない林内に置いた樹脂容器に入れて保管した（図 1）．樹脂容器はワイドストッカー（アイリスオーヤマ株式会社 WY-780）内寸 69×37cm 高さ 44cm を用い，換気のため四方の側面にそれぞれ 20 穴以上，水抜きのため底面の隅に穴を電動ドリルで開

---

<sup>1</sup> 現在：退職

け、外部から昆虫類が侵入しないよう 1mm 目の防虫ネットを接着して塞いだ。樹脂容器本体と上蓋の間に生じる隙間は屋外用隙間ふさぎテープ（3Mジャパン 防水テープ EN-79）を本体の縁に貼って塞いだ。保管した材は材内に穿孔する幼虫がある程度成長する期間、伐採から平均 238 日（最短 194 日，最長 279 日）が経過したのち、割材して穿孔性の昆虫類による加害状況を確認した。

割材は、まず長さ 50cm の皮付き材をおよそ 16cm ずつ 3 等分に切断した。次に、鉋等で大まかに樹皮を剥ぎ、樹皮直下の昆虫類を確認しながら材表面に付着するフラスや樹皮片等をエアークンプレッサーの風圧によって除去した。付着物の無くなった材表面にみられる穿入孔を分かりやすいように油性ペンでマークした。さらに割った材に分かれてみられる孔道の形状や繋がりを突合しやすいよう、油性ペンで片方の木口面に格子状の模様を描いた。16cm の材の木口面の切断したい部分に子割斧を当て、上から木槌で叩いて割材した。マークの周辺を材片の厚みが 1cm 以下となるまで割材し、穿入孔の構造を把握しながら孔内にみられる昆虫類の成虫や幼虫を観察した。マークの無い部分も厚みが 1cm 程度まで割材し、材内の穿入孔の有無を確認した。



図 1 林業試験場における供試材の保管状況および樹脂容器内の状況

注) 容器には換気および水抜き穴を開け、防虫ネットを接着して塞いだ  
樹脂容器に生じる上蓋との隙間は「屋外用隙間ふさぎテープ」を  
容器の縁に張って塞いだ

## 2. 貯木場における月別虫害発生リスク

調査は 2022～2023 年にかけて実施した。林業試験場田熊試験林（上富田町岩田）の約 50 年生のヒノキ林（標高 150m，南西向き斜面）において、明らかに穿孔性害虫による産卵が無いと考えられた 12～2 月を除く 2022 年 4 月～11 月および 2023 年 3 月の各月 1 日頃に、ヒノキ生立木を伐倒し、幹の直径 15～20cm の部分から長さ約 2m の皮付き材を切断して持ち帰った。持ち帰った材は、乾燥しにくいように切断面をラップで覆い、貯木場を想定した林業試験場研修グラウンド周辺の高さ 50cm の台上に 1 ヶ月間設置した（図 2）。研修グラウンドの一方は森林に隣接し、以前より皮付き材も含め研修に用いる様々な材が周囲に野積みされている。その後、約 2m の材から両端直近を避けて長さ 50cm の材を 2 本切り出し、（１）と同様に林内に置いた樹脂容器に入れて保管した。平均 305 日（最短 195 日，最長 395 日）後にケースから取り出して、（１）と同様に割材調査を実施した。



図2 林業試験場研修グラウンド周辺における  
皮付きヒノキ材の設置状況

### 3. 関係者への聞き取り調査

聞き取り調査は2023年に実施した。調査対象は、①素材生産等（素材生産業者：3，森林組合：2，林家：2），②原木市場等（原木市場：2，製材所直営土場：1），③製材等（製材所：3）とした。調査対象とする原木のグレードは主にA材とし、昆虫類による穿孔被害の発生状況や原木および製品への影響、実施している対策等についてヒアリングを行った。

## 結 果

### 1. 山土場における月別虫害発生リスク

調査結果を図6に示す。2019年1月～2020年3月下旬に伐採して約1ヶ月林内に静置したヒノキ皮付き材で、ヒメスギカミキリ（*Callidiellum rufipenne* Motsuchulsky）219箇所、キイロホソナガクチキムシ（*Serropalpus nipponicus* Lewis）162箇所、スギカミキリ（*Semanotus japonicas* Lacordaire）4箇所、キバチ類4箇所、クイムシ類3箇所、スギノアカネトラカミキリ（*Anaglyptus subfasciatus* Pic）1箇所、タマムシ類1箇所、種不明10箇所の孔道が確認された。

ヒメスギカミキリは2019年3月～7月、2020年3月中～下旬の材に孔道がみられ、2019年5月の材に最も多かった。孔道は樹皮直下の材表面に形成されており、材内部に潜り込むように蛹室が形成されていた（図3）。蛹室内の多くに蛹や羽化した成虫がみられた。孔道の最深部の樹皮下からの距離の平均は $6.2 \pm 3.1$ （平均±標準偏差）mmで、最も深いもので16.5mmであった。孔道の平均最大径は $4.6 \pm 1.1$ mmで、最も大きいものは7.5mmであった。

キイロホソナガクチキムシは2019年8～10月上旬、2020年7～9月の材に孔道がみられ、9月に最も多かった。平均最深部は樹皮下から $17.2 \pm 7.0$ mmで、最も深いものは30.4mmであった。平均最大径は $2.6 \pm 1.3$ mmで、最も大きいものは7.0mmであった。キイロホソナガクチキムシは林業関係の害虫図鑑を見てもほとんど記載はなく、当初は孔道や幼虫から種名を同定することができなかった（図4）。そのため孔道内に幼虫がみられた材について、幼虫が露出しないように割った部分を丁寧に合わせたうえで布テープにより固定したものを、室温に置いたところキイロホソナガクチキムシ成虫が多数羽化した（図5）。

スギカミキリは2020年3月下旬の材に孔道がみられた。樹皮直下に孔道、そして材内部に潜り込むように蛹室が形成されており、蛹室内には羽化した成虫がみられた。平均最深部は樹皮下から

20.8±1.9mm で、最も深いものは 23.4mm であった。平均最大径は 8.4±0.7mm で、最も大きいものは 9.3mm であった。スギカミキリは伐倒前もしくは後のどちらで産卵したかは判断できなかった

キバチ類は 2019 年 8 月の材に孔道がみられた。キバチ類特有の孔道の最奥に幼虫がみられた。平均最深部は樹皮下から 22.2±2.1mm で、最も深いものは 24.8mm であった。平均最大径は 3.4±0.1mm で、最も大きいものは 3.5mm であった。

キクイムシ類は 2019 年 9 月下旬、2020 年 6 月の材に孔道がみられた。樹皮直下に母孔（単縦孔）と放射状に幼虫孔と蛹室が形成されていたものの、成虫・幼虫ともにみられなかった。平均最深部は樹皮下から 7.4±0.9mm で、最も深いものは 8.4mm であった。最大径は 1.4±0.2mm で、最も大きいものは 1.5mm であった。

スギノアカネトラカミキリは枯枝の付根部分周辺に孔道が形成されていたが、成虫・幼虫ともにみられなかった。孔道上に年輪が形成されていることから、伐倒する以前に加害されたものであるため調査対象から除外した。

タマムシ類は樹皮直下に孔道が形成されていたものの、材にはほぼ到達していなかったため調査対象から除外した。孔道内には幼虫がみられた。



図 3 蛹室内のヒメスギカミキリ成虫

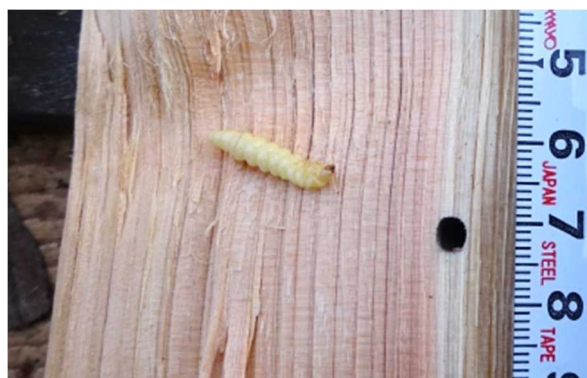


図 4 キイロホソナガクチキムシ幼虫と孔道



図 5 キイロホソナガクチキムシ成虫

注) 幼虫のみられた材から 1 年後に羽化脱出した成虫



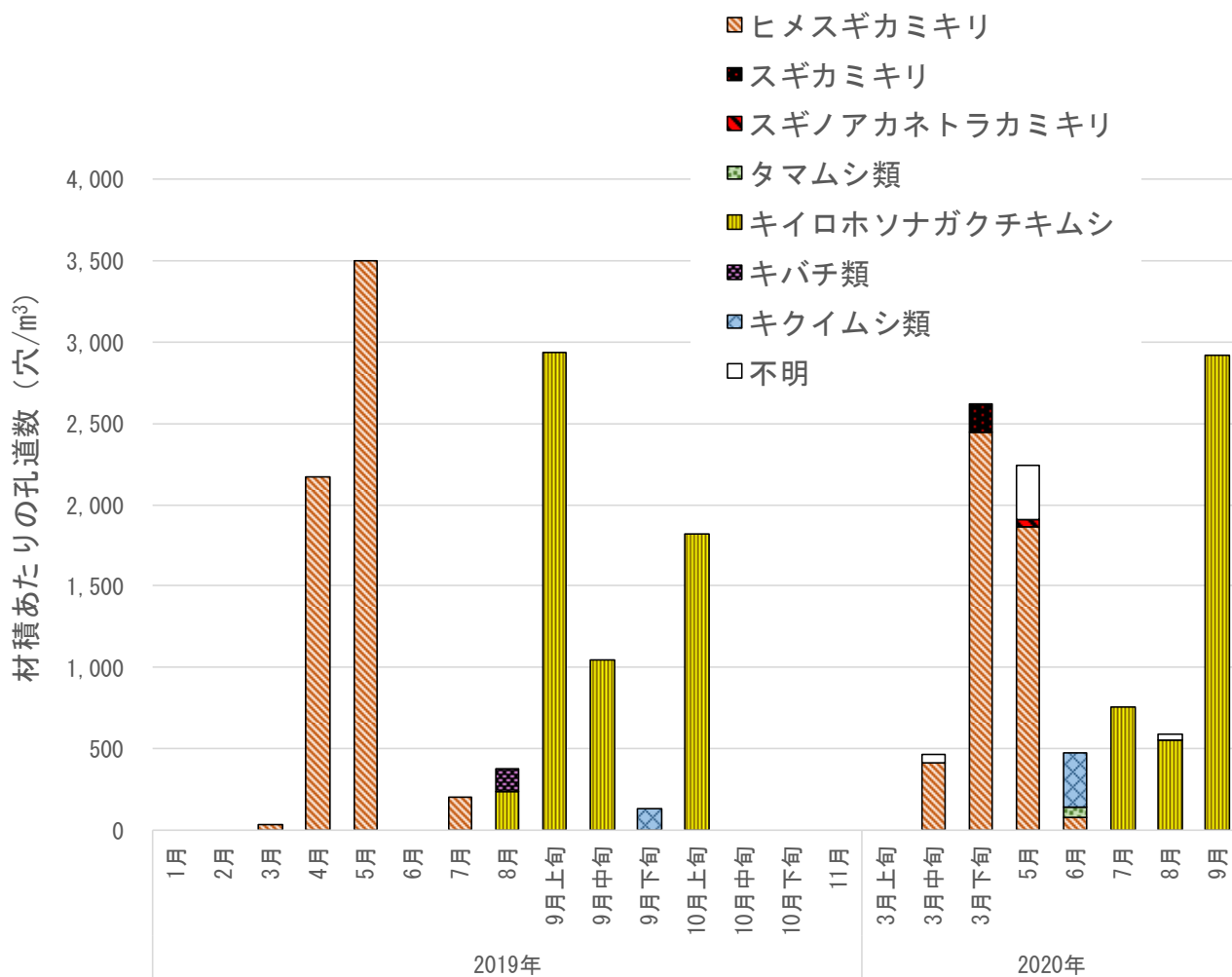


図6 伐採時期別の林内に約1ヶ月間置いたヒノキ皮付き材にみられる穿孔性昆虫類の孔道数

注) 和歌山県田辺市中辺路町の約50年生ヒノキ林(標高440m)で実施

注) 各月1日頃(9, 10, 3月は上旬:1日頃, 中旬:11日頃, 下旬:21日頃)にヒノキ生立木を伐倒し, 約30日林内に静置後, 長さ50cmの材2個を採取し容器に入れ, 伐採から約250日経過後に割材して孔道を調査した

## 2. 貯木場における月別虫害発生リスク

調査結果を図7に示す。2022年4月～2023年3月にかけて伐採し, 林業試験場研修グラウンド周辺に1ヶ月間静置したヒノキ皮付き材で, ヒメスギカミキリ36箇所, キバチ類28箇所, キイロホソナガクチキムシ1箇所, 種不明3箇所の孔道がみられた。昆虫による穿孔は4～6月, 10月でみられ, 7～9月, 11月, 3月でみられなかった。4～6月は大部分がヒメスギカミキリで, 10月は大部分がキバチ類で, 一部キイロホソナガクチキムシによる穿孔がみられた。割材時の孔道についてはヒメスギカミキリで長径 $6.6 \pm 1.2$  mm, 樹皮を取り除いた材表面からの深さ $7.3 \pm 2.6$  mm, キバチ類で長径 $5.8 \pm 2.2$  mm, 深さ $7.3 \pm 3.1$  mmであった。

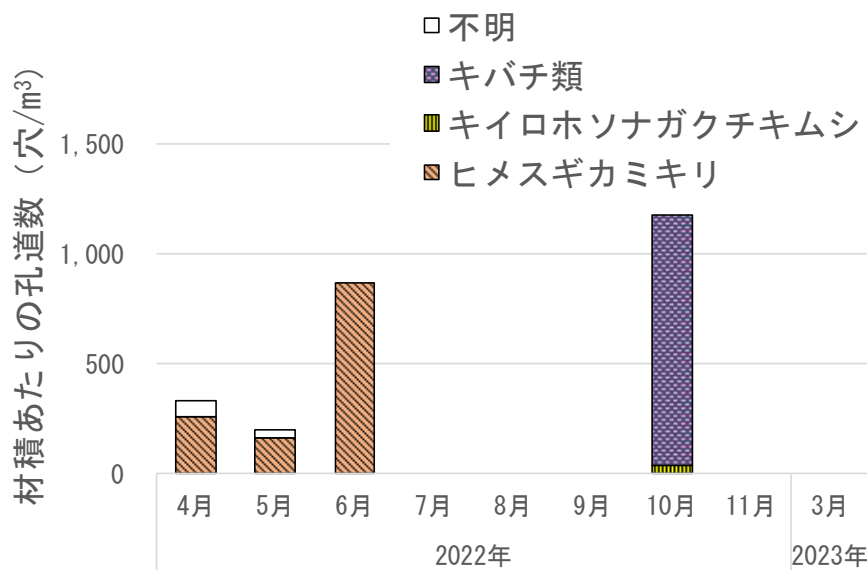


図7 伐採月別に約1ヶ月間林業試験場に置いた皮付きヒノキ材にみられる穿孔性昆虫類の孔道数

注) 和歌山県西牟婁郡上富田町生馬の約50年生ヒノキ林(標高30m)で実施

注) 各月1日頃にヒノキ生立木から長さ2mの皮付き丸太を採取し、約30日研修グラウンド周辺に置いた後、50cm材2個を玉切って容器に入れ、伐採から約300日経過後に割材して孔道を調査した。

### 3. 関係者への聞き取り調査

調査結果は以下のとおりであった。

#### ① 素材生産等

- ・穿孔被害は常に多湿な環境で多くみられる傾向があり、谷部で発生しやすい。
- ・気温の高い時期に降雨があれば被害は発生しやすく、梅雨と秋雨時期に多い傾向がみられる。
- ・近年は穿孔性昆虫の発生期間が長くなっており、3～11月まで被害がみられるようになった。
- ・伐採初期の被害量は少ないが、同じ場所で伐採を数年継続すると増加していく傾向がある。
- ・伐採現場で発生した樹皮、枝葉、端材等の残材を除去すると、数年伐採を継続しても被害の増加は抑制される。
- ・予防としてMEP乳剤等の殺虫剤を土場か市場で散布している。
- ・産卵された可能性のある材は、殺虫剤を散布するか、バイオマスにするか、事業体により対応は異なる。産卵後に殺虫剤を散布しても被害の発生することが多い。
- ・以前は原木を山土場で一定期間集積していたが、今は産卵されないよう伐採後に出来るだけ早く市場等に搬送するなど穿孔被害の回避に努めている。

#### ② 原木市場等

- ・近年、市場は大手製材所の貯木場として利用されている。穿孔性昆虫の成虫発生時期は長期間のストックを避けるようにしている。
- ・被害材や産卵された可能性のある材はランクを下げて安くすることで早く販売し、市場内に残さないようしている。
- ・市場内で発生した残材は、バイオマス発電所やチップ工場等へ搬送すると被害量は減少する。
- ・市場の空きスペースを有効活用するため、バイオマス発電所に搬入される残材等のストックヤ

ードとして貸し付けている事例もみられた。

- ・被害材や産卵された可能性のある材に殺虫剤を散布するかどうか、市場により対応が異なる。
- ・殺虫剤の散布は、選木機にかけた後、はえ積み前に並べて上下から散布する。

### ③ 製材等

- ・市場を貯木場として利用している。市場でのストック期間は1～2ヶ月とし、被害を受けないようにできるだけ早く製材所に搬入している。
- ・製材所で、多数の孔道のみられる原木と深さ約2cmの孔道のみられる製品(柱材)を確認した。
- ・被害がみられたら、製品のランクを下げて販売している。
- ・いずれの製材所も、穿孔被害による損失額は算出していない。

## 考 察

山土場を想定して森林内に置いたヒノキ皮付き材では、多い順にヒメスギカミキリ、キイロホソナガクチキムシ、スギカミキリ、キバチ類、キクイムシ類、スギノアカネトラカミキリ、タマムシ類の孔道が確認された。貯木場を想定して林業試験場研修グラウンド周辺に置いたヒノキ皮付き材では、多い順にヒメスギカミキリ、キバチ類、キイロホソナガクチキムシの孔道が確認された。共通してヒメスギカミキリ、森林ではキイロホソナガクチキムシ、研修グラウンド周辺ではキバチ類の孔道が比較的多くみられた。ヒメスギカミキリの孔道数は多いものの、材表面から浅いためそれほど深刻な被害にはならないと考えられた。山土場ではキイロホソナガクチキムシ、森林に近い貯木場ではキバチ類の産卵に注意する必要があると考えられた。特にキイロホソナガクチキムシの孔道は数が多い上に材の深くまでみられ、スギでは表面から5cm以上深くまでみられるとされ(山内ら, 1993), 井上(1994)は製品段階まで残ることを明らかにした。

キイロホソナガクチキムシは生立木への加害は確認されておらず、伐倒木に対して搬出までの期間に産卵されることが問題となるとされる(佐野, 1999)。前述のようにスギ・ヒノキ人工林における収穫としての伐採が冬季に行われてきたとすると、近年までキイロホソナガクチキムシは害を及ぼすことはほぼ無かったと考えられる。人の都合で林業における施業の形態が変わり、通年で伐採が行われることにより新たな害虫となってしまう可能性が高い。本県南部ではかつてよりスギノアカネトラカミキリによる生立木の被害が深刻である。キイロホソナガクチキムシによる被害も加わると材価の一層の低迷に繋がる恐れがあり、対策を検討していく必要がある。キイロホソナガクチキムシの被害や対策に関する文献は少なく、伐倒木をそのまま林内に置く葉枯らし乾燥に関するものが散見される(藤原・福, 1990, 山内ら, 1993, 井上, 1994)。隣接する三重県では6月下旬～10月上旬にかけ前年に切り捨てられた間伐木からキイロホソナガクチキムシ成虫が発生しており(佐野, 1999)、今回は同時期の6～10月に伐採した材において孔道および幼虫が確認された。優良材の生産を目的とした伐採はこの時期を避け、やむを得ず伐採する場合は森林内から早急に搬出すると大きな被害を回避できる可能性がある。キイロホソナガクチキムシの効果的な対策を考えるうえで、今後も生態等の詳細な調査を実施していく必要がある。

穿孔性昆虫全般に関する聞き取り調査から、伐採現場から製材所まで、また原木から製品に至るまで、あらゆる流通過程において穿孔性昆虫による被害が影響していると明らかになった。被害材は安く販売され、バイオマスとして利用されるケースもあった。予防的な殺虫剤の散布、成虫発生時期の材の集積をできる限り短期間とするなどの対策が講じられていた。それぞれの過程で発生す

る残材が穿孔性昆虫の繁殖源となっており、残材を適切に処分することで被害を軽減できる可能性が示唆された。

穿孔性昆虫に関する研究は継続していくが、薬剤散布等の対策についてはスギにおいて得られている知見を活用できると考えられる（久保，2019；松浦，2021）。

## 摘 要

和歌山県の伐採現場や貯木場においてヒノキ皮付き丸太を加害する虫種と時期を明らかにするとともに、流通過程における被害実態および対応について聞き取り調査により概要を把握した。

1. 伐採現場では、ヒメスギカミキリ、キイロホソナガクチキムシの孔道が多く、森林近くの貯木場ではヒメスギカミキリ、キバチ類の孔道が多いと考えられた。
2. これまで林業害虫として注目されてこなかったキイロホソナガクチキムシによる被害が、最も深刻であると考えられた。
3. キイロホソナガクチキムシの対策としては、優良材は成虫の発生する 6～10 月を避けて生産することが望ましいと考えられた。
4. 聞き取り調査により、原木の流通過程の全てで穿孔性昆虫の悪影響が確認された。
5. 対策としては、殺虫剤の散布や、貯木期間を短くするなどの対策が講じられていた。
6. 樹皮や枝葉など残材が穿孔性昆虫の発生源となっており、残材を適切に処分することで被害を軽減できる可能性がある。

本研究は和歌山県農林水産基礎研究事業、林業普及情報活動システム化事業により実施した。

## 引用文献

- 藤原均・福原伸好．1990．ヒノキ葉枯らし材におけるキイロホソナガクチキムシの被害．日本林学会関西支部第 41 回大会講演集．39-42．
- 井上功盟．1994．愛媛県におけるキイロホソナガクチキムシによる葉枯らし材被害．日本林学会関西支部論文集．3:167-168．
- 久保慎也．2019．スギ丸太の穿孔性害虫の加害時期とその防除方法．鹿児島県森林技術総合センター研究報告．20:1-13．
- 松浦崇遠．2021．スギの原木に穿入する害虫の被害リスク判定と殺虫剤による効果的な予防方法．富山県農林水産総合技術センター森林研究所研究レポート No. 22．
- 日本林業技術協会．1993．林業百科事典 第 2 版．p. 744．丸善株式会社．東京都．
- 林野庁．2021．令和 2 年度 森林及び林業の動向．p. 17．林野庁ホームページ．
- 林野庁．2024．令和 5 年度 森林・林業白書．p. 82．林野庁ホームページ．
- 佐野明．1999．スギ・ヒノキ間伐材からのキイロホソナガクチキムシの脱出消長．森林防疫．48: 185-187．
- 山内耕二・大長光純・森本宏．1993．葉枯らし材を加害する害虫類の季節変動．日本林学会九州支部研究論文集．46:177-178．



# 和歌山県産スギ，ヒノキ大径材から製材されたラミナを活用した 横架材の開発

山裾伸浩・一岡直道・栗田香名子・東山貢

和歌山県林業試験場

**Development of Beams Using Laminas Processed from Large Diameter Logs of Sugi (*Cryptomeria japonica*) and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) Produced in Wakayama Prefecture**

Nobuhiro Yamasuso, Naomichi Ichioka, Kanako Awata and Mitsugi Higashiyama

*Wakayama Forestry Experiment Station*

## 緒 言

和歌山県では森林資源の成熟に伴い，スギ，ヒノキの大径化が進みつつある．大径材の活用方法に関して，小曲がりのある原木，いわゆる B 材については，断面の比較的小さな間柱や筋かいの他，集成加工用のラミナ生産が有効と考えられる．また，「和歌山県木材利用方針」（2021）に基づく公共施設の木造化推進のため，中大規模建築物に対応可能な構造材の開発が求められている．

ラミナを集成加工した構造用の材料として，ラミナを厚さ方向に積層接着した構造用集成材があり，厚さ 30mm 程度のラミナが使用されることが多い．しかし，もっと厚みのあるラミナの活用については，いくらか平割積層材に関する開発事例（岩崎，2008），（今井ら，2021）はあるものの，比較的少ないのが現状である．

そこで，大径材から製材されたラミナを活用した，品質の確かな横架材（梁，桁）の開発を目的として，径級が概ね 30cm 以上の和歌山県産スギ及びヒノキ原木，並びに製材された数種類の断面寸法を持つラミナについてヤング係数等の評価を行うとともに，これらのラミナを活用した種々の積層パターンで構成される横架材を製作し，曲げ強度性能の評価を行ったので報告する．

## 材料および方法

### 1. 県産スギ，ヒノキ原木及び製材されたラミナの性能評価

#### 1) 県産スギ，ヒノキ原木の性能評価

公称長さ 4m の和歌山県産スギ原木 81 本（末口径級 30cm 以上）及びヒノキ原木 42 本（同 26cm 以上）を用い，重量，材長，末口及び元口直径（ともに短径と長径の平均値）並びに簡易型強度測定器（株式会社エーティーエー製 HG2020sp）で縦振動による動的ヤング係数を測定した（図 1）．その後，一般的な厚さ 30mm 程度のラミナの他，より厚みのあるラミナの活用を検討するため，表 1 に示す 4 種類の断面寸法に製材加工した．なお，ラミナの断面寸法は原木毎に 1 種類のみ採用した．



図 1 原木の測定状況

表 1 供試するラミナの断面寸法

| 〔原木からの製材後〕 |   |        | 〔乾燥、選別及びモルダー加工後〕 |   |        |
|------------|---|--------|------------------|---|--------|
| 厚さ (mm)    | × | 幅 (mm) | 厚さ (mm)          | × | 幅 (mm) |
| 37         | × | 120    | 33               | × | 110    |
| 52         | × | 120    | 48               | × | 110    |
| 68         | × | 120    | 63               | × | 110    |
| 55         | × | 170    | 48               | × | 157    |

## 2) 横架材用ラミナの性能評価

製材直後の各ラミナについて、動的ヤング係数及び高周波式含水率計（株式会社ケット科学研究所製 HM-520）による含水率の測定を行った。続いて、蒸気式乾燥機による人工乾燥を行った後、改めて含水率の測定を行い、横架材の製作に不向きな腐れ、損傷及び曲がりの著しいラミナを目視により選別、除外してから、モルダーで表 1 に示す断面寸法に加工し、動的及び曲げヤング係数を測定した。なお、曲げヤング係数の測定については主にグレーディングマシン（飯田工業株式会社製 MGFE-251-1）を用い、厚さの影響でグレーディングマシンを使用できなかったラミナについては支点間距離 3,900mm の中央載荷方式で行った（図 2）。



〔グレーディングマシン〕



〔中央載荷方式〕

図 2 曲げヤング係数の測定方法

## 2. ラミナを活用した横架材の性能評価

あらかじめ動的及び曲げヤング係数を測定したラミナを、水性高分子イソシアネート樹脂接着剤（光洋産業株式会社製 KR ボンド）を用い、コールドプレスで圧力 0.7MPa で圧縮することによって、図 3 に示す 22 種類の積層パターンで各 5 体、合計 110 体の横架材（積層材）を製作した。図 4 はその一例である。なお、製作に当たっては図 3 に示す各ラミナの厚さ+1mm（31mm、46mm 及び 61mm）に改めて表面仕上げを行ってから積層し、接着完了後にモルダーで所定の断面寸法へ加工した。また、「構造用集成材の日本農林規格」（以下、集成材 JAS）の規定を参考に、梁せい方向の中央から外側に向かってラミナの曲げヤング係数が高くなるよう配置し、一部（図 3 の 150-f 及び 210-f）を除いて対称異等級の構成とした。なお、当研究では全て縦継ぎのない通しラミナを使用した。

そして，横架材の動的ヤング係数を測定してから，万能型材料試験機を用いて 4 点荷重方式による曲げ強度試験を実施し，曲げヤング係数及び曲げ強度を測定した（図 5）．曲げ強度試験の荷重点間及び支点間距離について，梁せい 150mm の場合は 600mm 及び 2,700mm，同 180mm の場合は 720mm 及び 3,240mm，同 210mm 以上の場合は 840mm 及び 3,780mm とした．また，使用機器について，梁せい 150mm の場合は株式会社島津製作所製 AG-10TD（容量 100kN），同 180mm 及び 210mm の場合は株式会社島津製作所製 AG-250kNX（容量 250kN），及び同 240mm 及び 270mm の場合は株式会社東京衡機製造所製 A094101（容量 1,000kN）をそれぞれ用いた（使用機器のうち AG-250kNX 及び A094101 は兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センター所有）．

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 30mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 45mm | 45mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 45mm | 45mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 30mm |      |

(150-a)

(150-b)

(150-c)

(150-d)

(150-e)

(150-f)

【梁せい150mm】

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 30mm | 30mm | 30mm | 45mm | 45mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 45mm | 45mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 45mm | 45mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 45mm | 45mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 45mm | 45mm | 60mm |

(180-a)

(180-b)

(180-c)

(180-d)

(180-e)

(180-f)

【梁せい180mm】

|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 30mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 45mm | 45mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 45mm | 45mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 60mm |
| 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 30mm | 60mm |

(210-a)

(210-b)

(210-c)

(210-d)

(210-e)

(210-f)

【梁せい210mm】

|      |      |
|------|------|
| 60mm | 60mm |
| 60mm | 60mm |
| 60mm | 60mm |
| 60mm | 60mm |

(240-a)

(240-b)

【梁せい240mm】

|      |      |
|------|------|
| 45mm | 45mm |
| 45mm | 45mm |
| 45mm | 45mm |
| 45mm | 45mm |
| 45mm | 45mm |
| 45mm | 45mm |

(270-a)

(270-b)

【梁せい270mm】

: スギ  
 : ヒノキ  
 ※枠内はラミナの厚さ

図 3 製作した横架材（積層材）の積層パターン

※材長は全て 4m，材幅は梁せい 240mm 以下の場合 105mm，梁せい 270mm の場合 150mm



図 4 製作した横架材の一例

図 5 曲げ強度試験  
(株式会社東京衡機製造所製 A094101)

## 結果および考察

### 1. 県産スギ，ヒノキ原木及び製材されるラミナの性能評価

#### 1) 県産スギ，ヒノキ原木の性能評価

原木の測定結果は表 2 のとおりであった。原木の動的ヤング係数について、「素材の日本農林規格」（以下，素材 JAS）の縦振動ヤング係数区分に準じた等級区分を行ったところ，図 6 のとおりとなり，スギは Ef90 をピークに Ef50～Ef110，ヒノキは Ef110 をピークに Ef90～Ef150 の間で分布していた。

表 2 原木の測定結果

| 樹種            |      | 材長<br>(m) | 平均直径<br>(cm) | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 動的ヤング係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) |
|---------------|------|-----------|--------------|----------------------------|----------------------------------|
| スギ<br>(n=81)  | 平均値  | 4.16      | 37.8         | 0.719                      | 8.00                             |
|               | 最大値  | 4.40      | 43.9         | 0.986                      | 10.84                            |
|               | 最小値  | 4.03      | 33.7         | 0.453                      | 4.88                             |
|               | 標準偏差 | 0.07      | 2.1          | 0.125                      | 1.32                             |
| ヒノキ<br>(n=42) | 平均値  | 4.13      | 33.9         | 0.634                      | 10.92                            |
|               | 最大値  | 4.27      | 38.6         | 0.852                      | 14.37                            |
|               | 最小値  | 4.02      | 30.0         | 0.461                      | 8.63                             |
|               | 標準偏差 | 0.04      | 2.1          | 0.103                      | 1.27                             |

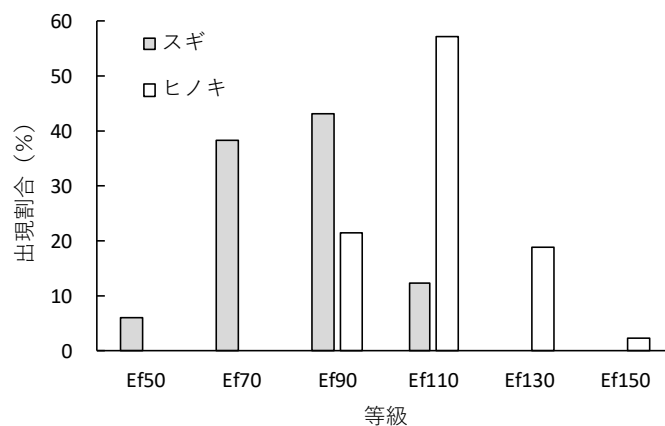


図 6 原木の動的ヤング係数に基づく等級区分（素材 JAS 基準）

## 2) 横架材用ラミナの性能評価

製材直後におけるラミナの含水率及び動的ヤング係数の測定結果を表3に示す．なお，表中には腐れ，損傷及び曲がりの著しいものなど，横架材の製作に不向きなラミナのデータも含まれている．含水率については，スギがヒノキに比べて約2倍の数値であった．

原木の動的ヤング係数と製材されたラミナの平均動的ヤング係数の関係を図7に示す．両者の値は近似しており，スギで相関係数  $R^2=0.71$ ，ヒノキで  $R^2=0.76$  の非常に高い相関が得られた．このことから，原木段階においてヤング係数を測定することで，製材されるラミナのヤング係数も推測が可能と考えられた．

表3 製材直後におけるラミナの含水率及び動的ヤング係数測定結果

| 樹種             | 断面寸法       |           | 数量  | 上段：使用した原木の本数<br>下段（）：原木1本当たり<br>ラミナ数量 |      | 含水率 <sup>2</sup><br>(%) | 動的ヤング係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) |
|----------------|------------|-----------|-----|---------------------------------------|------|-------------------------|----------------------------------|
|                | 厚さ<br>(mm) | 幅<br>(mm) |     |                                       |      |                         |                                  |
| スギ<br>(n=663)  | 37 × 120   |           | 309 | 28<br>(11.0)                          | 平均値  | 80.2                    | 7.94                             |
|                |            |           |     |                                       | 最大値  | 128.7                   | 12.30                            |
|                |            |           |     |                                       | 最小値  | 32.5                    | 3.55                             |
|                |            |           |     |                                       | 標準偏差 | 23.6                    | 1.69                             |
|                | 52 × 120   |           | 148 | 19<br>(7.8)                           | 平均値  | 73.0                    | 7.57                             |
|                |            |           |     |                                       | 最大値  | 123.3                   | 11.49                            |
|                |            |           |     |                                       | 最小値  | 25.5                    | 4.72                             |
|                |            |           |     |                                       | 標準偏差 | 24.3                    | 1.35                             |
|                | 68 × 120   |           | 123 | 22<br>(5.6)                           | 平均値  | 76.5                    | 8.44                             |
|                |            |           |     |                                       | 最大値  | 129.7                   | 11.63                            |
|                |            |           |     |                                       | 最小値  | 27.3                    | 4.95                             |
|                |            |           |     |                                       | 標準偏差 | 23.7                    | 1.45                             |
|                | 55 × 170   |           | 83  | 12<br>(6.9)                           | 平均値  | 75.6                    | 8.45                             |
|                |            |           |     |                                       | 最大値  | 122.5                   | 11.92                            |
|                |            |           |     |                                       | 最小値  | 42.0                    | 4.50                             |
|                |            |           |     |                                       | 標準偏差 | 19.0                    | 1.37                             |
| ヒノキ<br>(n=352) | 37 × 120   |           | 263 | 27<br>(9.7)                           | 平均値  | 35.7                    | 10.69                            |
|                |            |           |     |                                       | 最大値  | 65.7                    | 14.48                            |
|                |            |           |     |                                       | 最小値  | 19.0                    | 6.91                             |
|                |            |           |     |                                       | 標準偏差 | 6.2                     | 1.63                             |
|                | 52 × 120   |           | 56  | 8<br>(7.0)                            | 平均値  | 35.8                    | 10.90                            |
|                |            |           |     |                                       | 最大値  | 82.7                    | 15.18                            |
|                |            |           |     |                                       | 最小値  | 25.3                    | 8.32                             |
|                |            |           |     |                                       | 標準偏差 | 8.9                     | 1.60                             |
|                | 68 × 120   |           | 16  | 3<br>(5.3)                            | 平均値  | 34.5                    | 10.26                            |
|                |            |           |     |                                       | 最大値  | 48.3                    | 12.00                            |
|                |            |           |     |                                       | 最小値  | 28.2                    | 8.74                             |
|                |            |           |     |                                       | 標準偏差 | 5.8                     | 0.88                             |
|                | 55 × 170   |           | 17  | 4<br>(4.3)                            | 平均値  | 38.5                    | 11.09                            |
|                |            |           |     |                                       | 最大値  | 48.3                    | 13.87                            |
|                |            |           |     |                                       | 最小値  | 33.7                    | 8.38                             |
|                |            |           |     |                                       | 標準偏差 | 3.9                     | 1.48                             |

<sup>2</sup>ラミナの両端約500mm及び中央部において高周波含水率計を用いて測定した平均値

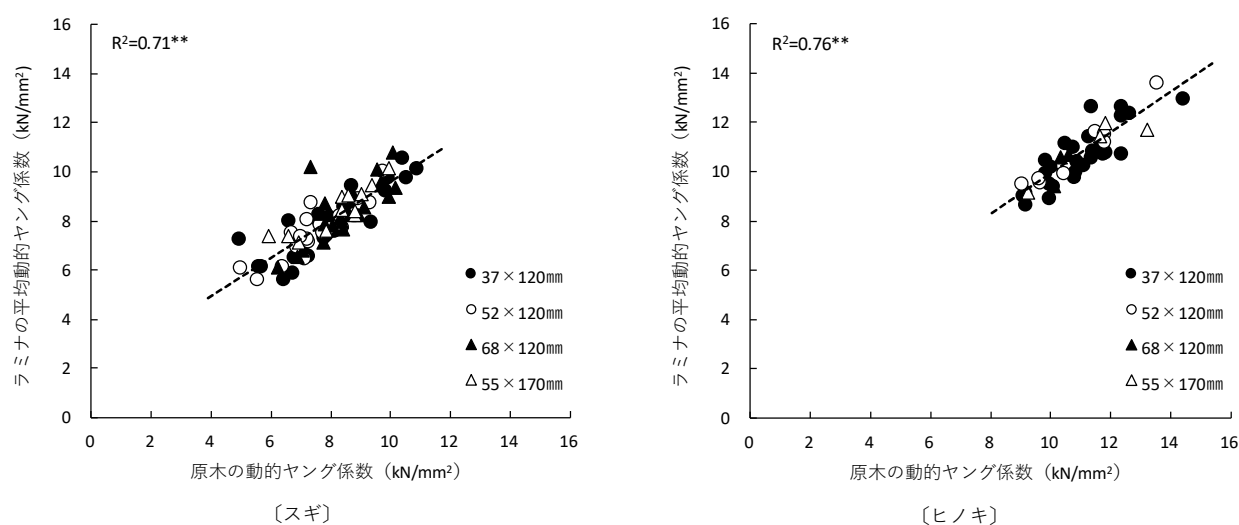


図7 原木の動的ヤング係数と製材されたラミナの平均動的ヤング係数の関係  
 \*\*: 1%水準で有意

乾燥、選別及びモルダー加工後におけるラミナの含水率並びに動的及び曲げヤング係数の測定結果を表4に示す。ラミナの曲げヤング係数について集成材JASに準じた機械等級区分を行ったところ、スギはL80をピークにL40～L110、ヒノキはL110をピークにL80～L140の間で分布していた(図8)。また、ラミナの動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係を図9に示す。曲げヤング係数の方が動的ヤング係数に比べ低い数値となる傾向があったが、スギで相関係数 $R^2=0.84$ 、ヒノキで $R^2=0.84$ の非常に高い相関が得られた。一般的にラミナの曲げヤング係数は長さ方向に連続して曲げ荷重を与えることができるグレーディングマシンでの測定が求められるが、今回の研究で用いた、例えば60mmのような厚みのあるラミナの場合、通常のグレーディングマシンでは対応が困難であるため、縦振動による動的ヤング係数を活用できる可能性が示唆された。

表4 乾燥、選別及びモルダー加工後におけるラミナの含水率及びヤング係数測定結果

| 樹種            | 断面寸法       |           | 数量   | 含水率 <sup>2</sup><br>(%) | 動的ヤング係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 曲げヤング係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) |
|---------------|------------|-----------|------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|               | 厚さ<br>(mm) | 幅<br>(mm) |      |                         |                                  |                                  |
| スギ<br>(n=453) | 33 × 110   | 214       | 平均値  | 9.9                     | 10.00                            | 8.68                             |
|               |            |           | 最大値  | 13.8                    | 14.03                            | 11.66                            |
|               |            |           | 最小値  | 7.5                     | 5.22                             | 4.93                             |
|               |            |           | 標準偏差 | 0.8                     | 1.73                             | 1.36                             |
|               | 48 × 110   | 84        | 平均値  | 10.0                    | 8.95                             | 7.83                             |
|               |            |           | 最大値  | 14.3                    | 13.10                            | 10.98                            |
|               |            |           | 最小値  | 8.0                     | 5.83                             | 5.16                             |
|               |            |           | 標準偏差 | 1.1                     | 1.42                             | 1.15                             |
|               | 63 × 110   | 80        | 平均値  | 10.2                    | 9.85                             | 9.19                             |
|               |            |           | 最大値  | 17.2                    | 13.14                            | 12.25                            |
|               |            |           | 最小値  | 8.7                     | 6.06                             | 5.72                             |
|               |            |           | 標準偏差 | 1.4                     | 1.51                             | 1.47                             |
|               | 48 × 157   | 75        | 平均値  | 10.4                    | 9.98                             | 8.60                             |
|               |            |           | 最大値  | 20.2                    | 13.29                            | 11.56                            |
|               |            |           | 最小値  | 8.2                     | 6.69                             | 5.69                             |
|               |            |           | 標準偏差 | 2.4                     | 1.47                             | 1.39                             |

(表4の続き)

| 樹種             | 断面寸法       |           | 数量   |  | 含水率 <sup>z</sup><br>(%) | 動的ヤング係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 曲げヤング係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) |
|----------------|------------|-----------|------|--|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                | 厚さ<br>(mm) | 幅<br>(mm) |      |  |                         |                                  |                                  |
| ヒノキ<br>(n=247) | 33 × 110   | 183       | 平均値  |  | 8.7                     | 12.88                            | 11.36                            |
|                |            |           | 最大値  |  | 10.7                    | 16.49                            | 13.94                            |
|                |            |           | 最小値  |  | 5.1                     | 8.96                             | 8.17                             |
|                |            |           | 標準偏差 |  | 0.8                     | 1.64                             | 1.25                             |
|                | 48 × 110   | 38        | 平均値  |  | 10.2                    | 12.44                            | 11.82                            |
|                |            |           | 最大値  |  | 13.2                    | 17.17                            | 15.78                            |
|                |            |           | 最小値  |  | 8.2                     | 8.41                             | 8.72                             |
|                |            |           | 標準偏差 |  | 1.3                     | 1.87                             | 1.64                             |
|                | 63 × 110   | 13        | 平均値  |  | 9.8                     | 12.24                            | 11.18                            |
|                |            |           | 最大値  |  | 13.0                    | 13.78                            | 12.72                            |
|                |            |           | 最小値  |  | 8.2                     | 10.97                            | 10.20                            |
|                |            |           | 標準偏差 |  | 1.5                     | 0.73                             | 0.60                             |
|                | 48 × 157   | 13        | 平均値  |  | 10.2                    | 13.54                            | 13.18                            |
|                |            |           | 最大値  |  | 12.3                    | 16.88                            | 15.35                            |
|                |            |           | 最小値  |  | 8.5                     | 10.77                            | 10.37                            |
|                |            |           | 標準偏差 |  | 1.1                     | 1.62                             | 1.34                             |

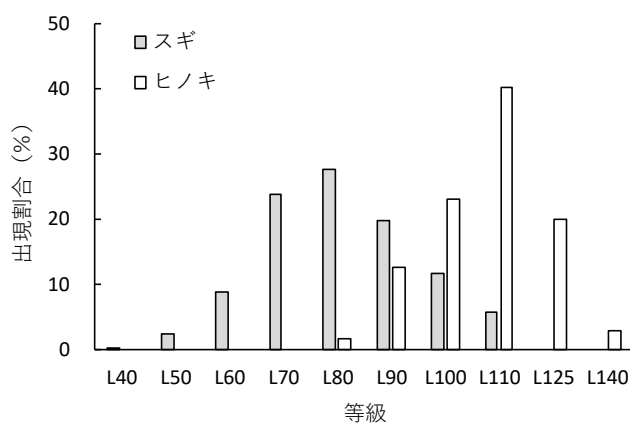
<sup>z</sup>ラミナの両端約500mm及び中央部において高周波含水率計を用いて測定した平均値


図8 ラミナの曲げヤング係数に基づく等級区分 (集成材 JAS 基準)

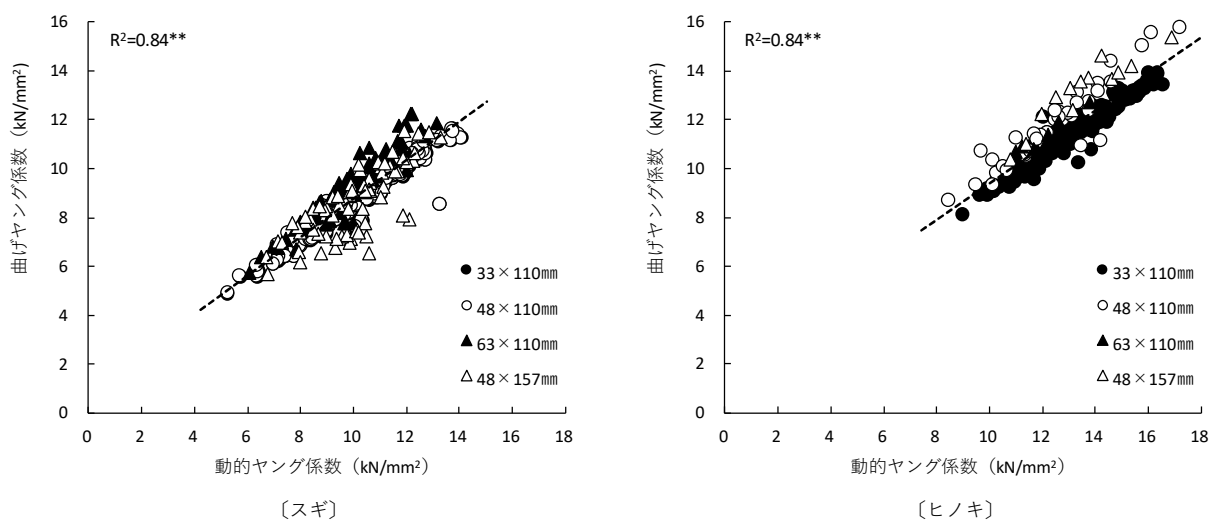


図9 ラミナの動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係

\*\*: 1%水準で有意

## 2. ラミナを活用した横架材の性能評価

横架材の曲げ強度試験結果は表5のとおりであった。横架材の曲げヤング係数と曲げ強度の関係は図10のとおりであり、相関係数  $R^2=0.43$  であった。一方、横架材を構成するラミナの平均動的ヤング係数と横架材の曲げ強度の関係は図11のとおりで、相関係数  $R^2=0.42$  であったことから、図10の場合とほぼ同じ相関が認められた。これらの結果から、ラミナの動的ヤング係数でも横架材の曲げ強度性能を十分コントロールできる可能性が認められた。

表5 横架材の曲げ強度試験結果

| 積層<br>パターン <sup>2</sup> | 等級<br>(集成材JAS基準) | 構成ラミナの<br>樹種・厚さ×数量 | 積層パターン <sup>2</sup> 別（各n=5）の平均値            |                                            |                                      |                                      |                                  |      |
|-------------------------|------------------|--------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|------|
|                         |                  |                    | 構成ラミナ                                      |                                            | 横架材                                  |                                      |                                  |      |
|                         |                  |                    | 平均動的<br>ヤング係数<br><br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 平均曲げ<br>ヤング係数<br><br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 動的ヤング係数<br><br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 曲げヤング係数<br><br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 曲げ強度<br><br>(N/mm <sup>2</sup> ) |      |
| 150-                    | a                | E65-F225～E95-F270  | スギ30mm×5                                   | 9.70                                       | 8.54                                 | 9.31                                 | 9.46                             | 46.8 |
|                         | b                | E95-F270～E105-F300 | ヒノキ30mm×5                                  | 12.86                                      | 11.33                                | 13.08                                | 12.68                            | 72.5 |
|                         | c                | E75-F240～E105-F300 | スギ30mm×3, ヒノキ30mm×2                        | 11.22                                      | 9.61                                 | 10.92                                | 11.12                            | 60.4 |
|                         | d                | E55-F200～E95-F270  | スギ30mm×2, スギ45mm×2                         | 9.32                                       | 8.28                                 | 9.19                                 | 8.66                             | 50.0 |
|                         | e                | E75-F240～E95-F270  | スギ45mm×2, ヒノキ30mm×2                        | 11.43                                      | 9.93                                 | 11.19                                | 10.98                            | 68.0 |
|                         | f                | E60-F210～E90-F255  | スギ30mm×1, スギ60mm×2                         | 9.78                                       | 8.97                                 | 9.80                                 | 9.13                             | 60.3 |
| 180-                    | a                | E65-F225～E95-F270  | スギ30mm×6                                   | 9.48                                       | 8.22                                 | 9.10                                 | 9.45                             | 51.0 |
|                         | b                | E95-F270～E105-F300 | ヒノキ30mm×6                                  | 12.74                                      | 11.33                                | 13.18                                | 12.64                            | 73.8 |
|                         | c                | E85-F255～E105-F300 | スギ30mm×4, ヒノキ30mm×2                        | 11.01                                      | 9.53                                 | 10.56                                | 10.84                            | 48.6 |
|                         | d                | E55-F200～E85-F255  | スギ45mm×4                                   | 8.76                                       | 7.91                                 | 8.75                                 | 8.34                             | 50.0 |
|                         | e                | E85-F255～E120-F330 | スギ45mm×2, ヒノキ45mm×2                        | 11.17                                      | 10.24                                | 11.39                                | 11.72                            | 63.1 |
|                         | f                | E55-F200～E95-F270  | スギ60mm×3                                   | 9.99                                       | 9.64                                 | 10.19                                | 9.62                             | 52.5 |
| 210-                    | a                | E65-F225～E95-F270  | スギ30mm×7                                   | 10.15                                      | 8.86                                 | 9.73                                 | 9.57                             | 44.5 |
|                         | b                | E95-F270～E105-F300 | ヒノキ30mm×7                                  | 12.64                                      | 11.29                                | 12.79                                | 12.56                            | 71.8 |
|                         | c                | E85-F255～E105-F300 | スギ30mm×5, ヒノキ30mm×2                        | 10.84                                      | 9.42                                 | 10.40                                | 10.63                            | 50.2 |
|                         | d                | E65-F225～E95-F270  | スギ30mm×4, スギ45mm×2                         | 10.45                                      | 9.14                                 | 10.00                                | 9.73                             | 49.3 |
|                         | e                | E75-F240～E105-F300 | スギ45mm×2, ヒノキ30mm×4                        | 11.90                                      | 10.30                                | 11.36                                | 11.88                            | 59.6 |
|                         | f                | E60-F210～E90-F255  | スギ30mm×1, スギ60mm×1                         | 9.77                                       | 9.12                                 | 9.71                                 | 9.01                             | 55.0 |
| 240-                    | a                | E65-F225～E95-F270  | スギ60mm×4                                   | 9.85                                       | 9.02                                 | 9.52                                 | 9.36                             | 55.5 |
|                         | b                | E85-F255～E95-F270  | スギ60mm×2, ヒノキ60mm×2                        | 10.93                                      | 9.91                                 | 10.54                                | 10.58                            | 59.2 |
| 270-                    | a                | E65-F225～E95-F270  | スギ45mm×6                                   | 10.15                                      | 8.70                                 | 9.96                                 | 9.42                             | 54.1 |
|                         | b                | E85-F255～E120-F330 | スギ45mm×4, ヒノキ45mm×2                        | 11.02                                      | 10.35                                | 10.59                                | 10.79                            | 58.6 |

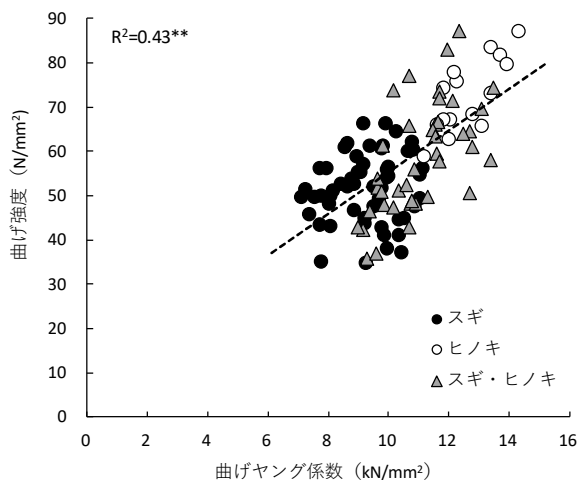
<sup>2</sup>図3 参照

図10 横架材の曲げヤング係数と曲げ強度係数の関係  
\*\* : 1%水準で有意

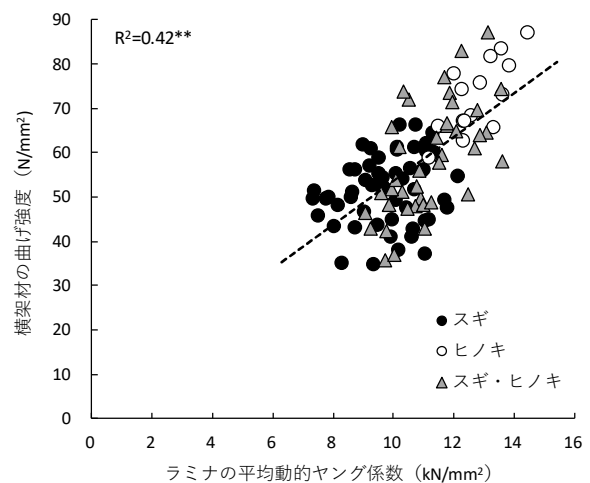


図11 ラミナの平均動的ヤング係数と横架材の曲げ強度の関係  
\*\* : 1%水準で有意



横架材の樹種構成別における曲げ強度試験結果を表 6 に示す。ヒノキ単独の構成が最も高く，ヒノキを外層に用いた構成ではスギ単独の場合と比べて曲げ強度性能が高くなる傾向にあった。このことから，横断面の構成を外層ヒノキ，内層スギとすることで，スギ単独の場合と比べて曲げ強度性能を向上させた横架材の製作が可能であることが認められた。また，今回の横架材で，集成材 JAS の規定による最も高い等級は E120-F330 で曲げ基準強度  $33.0\text{N/mm}^2$  であるのに対し，それよりもかなり強度性能が低い等級も含まれている全横架材の曲げ強度の最小値が  $35.0\text{N/mm}^2$  であったことから，曲げ強度は全て集成材 JAS の基準強度を大きく上回っており，十分な曲げ強度性能を有していることが確認できた。

表 6 横架材の樹種構成別における曲げ強度試験結果

| 樹種                   |      | 動的ヤング係数              | 曲げヤング係数              | 曲げ強度                |
|----------------------|------|----------------------|----------------------|---------------------|
|                      |      | ( $\text{kN/mm}^2$ ) | ( $\text{kN/mm}^2$ ) | ( $\text{N/mm}^2$ ) |
| スギ<br>(n=55)         | 平均値  | 9.57                 | 9.25                 | 51.7                |
|                      | 最大値  | 12.16                | 11.10                | 66.4                |
|                      | 最小値  | 7.37                 | 7.11                 | 35.0                |
|                      | 標準偏差 | 1.15                 | 1.08                 | 7.7                 |
| ヒノキ<br>(n=15)        | 平均値  | 13.02                | 12.63                | 72.7                |
|                      | 最大値  | 14.79                | 14.30                | 87.1                |
|                      | 最小値  | 10.89                | 11.15                | 58.8                |
|                      | 標準偏差 | 0.96                 | 0.92                 | 8.0                 |
| スギ・<br>ヒノキ<br>(n=40) | 平均値  | 10.87                | 11.07                | 58.5                |
|                      | 最大値  | 13.80                | 13.47                | 87.1                |
|                      | 最小値  | 8.74                 | 8.97                 | 35.7                |
|                      | 標準偏差 | 1.26                 | 1.22                 | 12.3                |
| 全体<br>(n=110)        | 平均値  | 10.51                | 10.37                | 57.0                |
|                      | 最大値  | 14.79                | 14.30                | 87.1                |
|                      | 最小値  | 7.37                 | 7.11                 | 35.0                |
|                      | 標準偏差 | 1.65                 | 1.66                 | 11.9                |

さらに，過去に和歌山県産の無垢スギ平角材を対象として実施した試験結果と比較するため，心持ち平角材（西野・山裾，2002）及び心去り平角材（一岡ら，2024）の曲げ強度性能データを下記の参考 1 に示す。今回の横架材における曲げ強度性能は，無垢スギ平角材のデータと比べて高い数値が得られた。これは，今回の横架材が梁せい方向の中央から外側に向かってラミナの曲げヤング係数が高くなるよう配置されており，また，スギ単独の構成であっても最外層には少なくとも L70 以上のラミナが使用されていることで，低い強度等級ラミナの曲げ強度性能を補うことができたことによるものと推察される。

参考 1 和歌山県産の無垢スギ平角材を対象とした曲げ強度性能データ

|      | 心持ち平角材 <sup>z</sup> (n=260) |                     | 心去り平角材 <sup>y</sup> (n=160) |                     |
|------|-----------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|
|      | 曲げヤング係数 <sup>x</sup>        | 曲げ強度 <sup>x</sup>   | 曲げヤング係数 <sup>x</sup>        | 曲げ強度 <sup>x</sup>   |
|      | ( $\text{kN/mm}^2$ )        | ( $\text{N/mm}^2$ ) | ( $\text{kN/mm}^2$ )        | ( $\text{N/mm}^2$ ) |
| 平均値  | 8.41                        | 45.6                | 7.81                        | 39.5                |
| 最大値  | 13.88                       | 74.9                | 11.64                       | 61.1                |
| 最小値  | 4.59                        | 20.2                | 4.50                        | 17.0                |
| 標準偏差 | 1.29                        | 9.2                 | 1.46                        | 9.4                 |

<sup>z</sup>（西野・山裾，2002）による

<sup>y</sup>（一岡ら，2024）による

<sup>x</sup>「構造用木材の強度試験マニュアル」（公益財団法人日本住宅・木材技術センター，2011）に準拠し目標含水率が 15% になるように調整

ここで、ラミナ厚さの違いによる横架材の生産性について考察する。薄くした場合は、乾燥が容易となる一方、製材時の鋸屑や乾燥後の表面仕上げ時におけるカンナ屑の発生量が多くなり、原木からの歩留まり低下につながるとともに、接着層が増えることで多くの接着剤が必要となる。一方、厚くした場合は、鋸屑やカンナ屑の発生量及び接着剤の使用量を抑えられる反面、乾燥に要する時間やコストが増加するとともに、グレーディングマシンでの曲げヤング係数測定が困難となる。以上のことから、今回の研究に関しては厚さ 45mm の場合が生産性の観点からバランスの取れた寸法であると考えられた。ただし、横架材の梁せいは一般的に 30mm 刻みで使用されることが多いため、厚さ 30mm のラミナが最も効率的に対応できることに比べ、本研究のように厚さ 45mm や 60mm のラミナを使用する場合、求められる梁せいによっては異なる厚さのラミナを組合せて対応しなければならないことに留意する必要がある。

## 摘 要

1. 和歌山県産スギ原木（末口径級 30cm 以上）及びヒノキ原木（同 26cm 以上）の動的ヤング係数に基づき、素材 JAS に準じて等級区分を行ったところ、スギは Ef90 をピークに Ef50～Ef110、ヒノキは Ef110 をピークに Ef90～Ef150 の間で分布していた。
2. ラミナの曲げヤング係数に基づき、集成材 JAS に準じて等級区分を行ったところ、スギは L80 をピークに L40～L110、ヒノキは L110 をピークに L80～L140 の間で分布していた。
3. 原木段階での動的ヤング係数の測定によって、ラミナのヤング係数も推測が可能と考えられた。
4. 22 種類の積層パターンで各 5 体、合計 110 体の横架材を製作、曲げ強度試験を行ったところ、ラミナの動的ヤング係数で横架材の曲げ強度性能をコントロールできる可能性が認められた。
5. 横断面の構成を外層ヒノキ、内層スギとすることで、スギ単独で用いる場合と比べて曲げ強度性能を向上させた横架材の製作が可能である。
6. 今回の横架材は全て集成材 JAS の基準強度を上回っており、十分な曲げ強度性能を有していた。

当研究を遂行するに当たり、ラミナの加工、乾燥及びグレーディングで株式会社山長商店、積層接着による横架材の製作で丸紀木材工業株式会社、並びに横架材の曲げ強度試験で兵庫県立農林水産技術総合センター森林林業技術センターに、それぞれご協力いただいた。深く感謝申し上げます。

## 引用文献

- 今井信・吉田孝久・奥原祐司・山口健太. 2021. 心去り平割材を利用した高剛性・高強度梁桁材の乾燥及び強度性能. 長野県林業総合センター研究報告. 35 : 153-168.
- 一岡直道・岡本憲治・山裾伸浩・東山貢. 2024. 和歌山県産スギ心去り平角材の曲げ強度性能. 和歌山県農林水産試験研究機関研究報告. 12 : 43-51.
- 岩崎晶一. 2008. スギ平割積層材の開発. 公立林業試験研究機関研究成果選集. 5 : 71-72.
- 構造用木材の強度試験マニュアル. 2011. 付録 3. 2 調整法に対する提案式. (1) ASTM D 1990-07. 公益財団法人日本住宅・木材技術センター : 88-90.
- 西野芳樹・山裾伸浩. 2002. 県産柱・横架材の強度性能に関する研究. 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告. 4 : 1-10.

# 和歌山県沿岸に設置された表層型浮魚礁周辺におけるカツオの漁業実態と生態

藤田朋季・安江尚孝

和歌山県水産試験場

## Fisheries and Ecology of Skipjack Tuna *Katsuwonus pelamis* Associated with the Surface Fish Aggregating Devices in the Coast of Wakayama

Tomoki Fujita and Naotaka Yasue

Wakayama Prefectural Fisheries Experiment Station

### 緒 言

カツオ *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus) は日本沿岸を含めた世界中の温帯から熱帯域に分布している (中坊・土居内, 2013). カツオは主に 2 月から 6 月に亜熱帯域から水温 18°C 以上の日本沿岸へと北上回遊する (Kiyofuji et al., 2019). 日本沿岸では, カツオの産卵は表面水温 23°C 以上の海域で行われ, 産卵場は冬季には沖ノ鳥島周辺の南方海域に形成され, 夏季には水温の上昇に伴って本州太平洋沿岸域の串本沖まで拡大する (芦田ら, 2013). カツオは, 流木などの浮いている物体に付く習性をもつ (木村, 1954). カツオが浮いている物体に付く意義はよくわかっていないが, ある群れが他の群れとの遭遇率を高めるために浮いている物体を出会いの場として使うとする Meeting point hypothesis が有力である (Fréon and Dagorn, 2000).

和歌山県において, カツオは重要な漁業資源であり, 主に擬餌針を用いたひき縄釣りや擬餌針と撒き餌を用いた沿岸カツオ一本釣りによって漁獲されている. ひき縄釣りによるカツオの漁獲はほぼ周年にわたって行われ, 沿岸カツオ一本釣りによるカツオの漁獲は主に春季から秋季に行われている (和歌山県水産試験場, 2024). ひき縄釣りによるカツオの 1 日 1 隻あたりの漁獲量は, 年変動があるものの, 2004 年以降低水準である (和歌山県水産試験場, 2024).

表層型浮魚礁は, 和歌山県によって 2018 年から 2022 年に 6 基設置された. 表層型浮魚礁の設置は漁獲量の増大や漁業経費の削減に寄与すると考えられることから, ひき縄釣り漁業や沿岸カツオ一本釣り漁業の重要な振興策となっている. 表層型浮魚礁にはカツオの蟄集が確認されており, 沿岸カツオ一本釣り漁業が特に盛んである. 表層型浮魚礁周辺は漁場として重要であるが, そこでの漁業実態やカツオの生態に関する知見は限られている (山根ら, 2022). 漁業実態やカツオの生態を明らかにすることは, 表層型浮魚礁の設置効果や表層型浮魚礁とカツオの蟄集との関係を検討するうえで重要である.

そこで本研究では, 漁業実態として, 表層型浮魚礁ごとの漁獲量の割合, 表層型浮魚礁周辺にお

ける漁獲量の日変動、漁獲物の尾叉長組成を明らかにした。また、カツオの生態として、性比と生殖腺指数の日変動を明らかにした。

## 材料および方法

### 1. 表層型浮魚礁と水温計

和歌山県の西側沿岸には 4 基（2 号、3 号、4 号、7 号）の表層型浮魚礁が設置されており、2 号は北緯 33°30′・東経 135°05′、3 号は北緯 33°27′・東経 135°08′、4 号は北緯 33°26′・東経 135°18′、7 号は北緯 33°25′・東経 135°27′ 付近にアンカーおよび係留索によって固定されている（図 1）。和歌山県の東側沿岸には 2 基（5 号、6 号）の表層型浮魚礁が設置されており、5 号は北緯 33°31′・東経 136°06′、6 号は北緯 33°28′・東経 135°58′ 付近にアンカーおよび係留索によって固定されている。2 号、3 号、4 号の浮体は鋼製の直径 6 m の円形型（浮体のうち水面下にある部分の深さ約 1 m）である。5 号、6 号、7 号の浮体は FRP と鋼のハイブリッド製の長径 7.5 m で短径 3.9 m の楕円形型（浮体のうち水面下にある部分の深さ約 2 m）である。

表層型浮魚礁 2 号、4 号、5 号には自動記録型的水温計が設置され、衛星通信を用いて浮魚礁から 1 時間ごとに表層水温データが送信される。そこで、1 日平均水温として 24 時間の平均値を用いた。

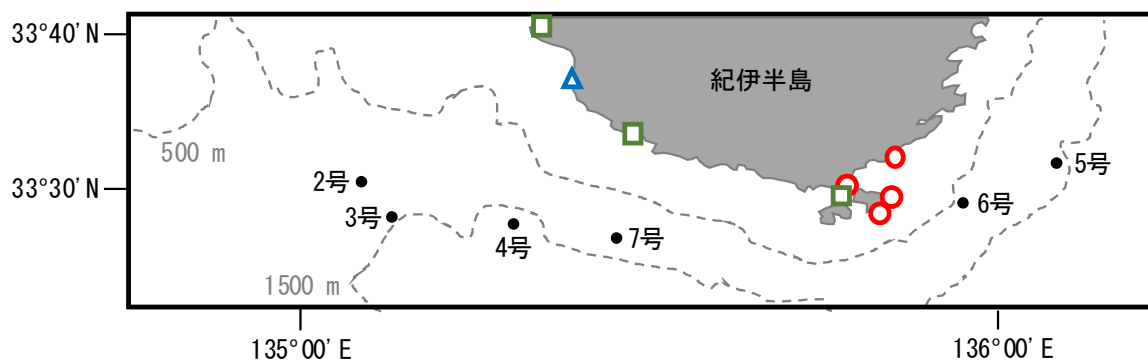


図 1 和歌山県沿岸に設置された表層型浮魚礁の位置

注) 点線は水深、黒丸は表層型浮魚礁、赤丸は東側漁船の出船場所、青三角は西側漁船の出船場所、緑四角は水揚可能場所を示す

### 2. 漁獲量の聞き取り調査

本研究は、2023 年 4 月 1 日から 2024 年 11 月 30 日の間に行った。沿岸カツオー一本釣り漁業は春季から秋季に行われたことから（結果の項を参照）、2023 年 4 月 1 日から 11 月 30 日を 2023 年シーズン、2024 年 4 月 1 日から 11 月 30 日を 2024 年シーズンと定義した。

和歌山東漁業協同組合所属の沿岸カツオー一本釣り漁船 5 隻（東側漁船）と和歌山南漁業協同組合所属の沿岸カツオー一本釣り漁船 2 隻（西側漁船）を対象に、日別に聞き取り調査を行った（図 1）。ただし、2023 年シーズンの西側漁船は 1 隻である。聞き取った内容は、漁獲した場所が表層型浮魚礁周辺かそれ以外の場所かであり、表層型浮魚礁周辺であった場合は表層型浮魚礁番号別で聞き取った。沿岸カツオー一本釣り漁船では、漁獲した場所が二か所以上であった場合、漁獲物は場所別に

区別されずに魚倉に収容されることが多い。そこで、漁獲した場所が二か所以上であった場合には、漁獲量 (kg) の場所別のおおよその比率を聞き取った (例えば、No. 2 が 65% と No. 4 が 35%)。

各漁船の日別の漁獲量は、水揚げを行った市場で測定された重量 (kg) を用いた。表層型浮魚礁番号  $i$  の漁獲量  $C_i$  は、 $C_i = C \cdot \alpha_i$  で算出し、ここで  $\alpha_i$  は表層型浮魚礁  $i$  の聞き取った漁獲量の比率である。日別の単位努力量あたり漁獲量 (CPUE) は、 $CPUE = C / E$  で算出し、ここで  $E$  は有漁隻数である。CPUE の算出において、漁船の違いによる漁獲能力の違いは考慮しなかった。

### 3. 尾叉長の測定と生殖腺指数の算出

表層型浮魚礁に蟄集したカツオの尾叉長組成を調べるために、和歌山県漁業協同組合南紀串本地方卸売市場において、沿岸カツオ一本釣り漁業が表層型浮魚礁周辺で漁獲したカツオの尾叉長 (FL, 1 cm 単位, 0.1 cm 単位は切り捨て) を測定した。測定は漁獲物から無作為に抽出して行った (表 1)。

表層型浮魚礁に蟄集したカツオの性比と成熟を調べるために、和歌山県漁業協同組合南紀串本地方卸売市場において、沿岸カツオ一本釣り漁船とひき縄釣り漁船が表層型浮魚礁周辺で漁獲したカツオから無作為に 12 個体を抽出し、和歌山県水産試験場に持ち帰った。各個体について尾叉長、重量 (BW, 1 g 単位)、生殖腺重量 (GW, 0.01 g 単位) を測定した (表 2)。性比が 1:1 から偏るかを確認するため、雌雄を調べた個体を各シーズンでプールし、 $\chi^2$  検定を行った。生殖腺指数 (GI) は、芦田ら (2007) と同様に、 $GI = GW/FL^3 \times 10^4$  で算出した。

表 1 尾叉長を測定したカツオのサンプル数

| 2023年シーズン  |            |           |             |            |           | 2024年シーズン  |            |           |
|------------|------------|-----------|-------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 漁獲日        | 表層型<br>浮魚礁 | サンプ<br>ル数 | 漁獲日         | 表層型<br>浮魚礁 | サンプ<br>ル数 | 漁獲日        | 表層型<br>浮魚礁 | サンプ<br>ル数 |
| 2023年5月22日 | 5号         | 57        | 2023年7月10日  | 6号         | 210       | 2024年5月27日 | 4号         | 159       |
| 2023年5月24日 | 5号         | 49        | 2023年7月19日  | 6号         | 188       | 2024年5月29日 | 4号         | 201       |
| 2023年5月25日 | 5号         | 81        | 2023年7月20日  | 6号         | 207       | 2024年6月6日  | 2号         | 202       |
| 2023年5月29日 | 6号         | 218       | 2023年7月21日  | 6号         | 85        | 2024年6月10日 | 5号         | 218       |
| 2023年5月31日 | 7号         | 189       | 2023年7月31日  | 4号         | 27        | 2024年6月12日 | 5号         | 264       |
| 2023年6月1日  | 5号         | 155       | 2023年8月3日   | 7号         | 56        | 2024年6月19日 | 5号         | 363       |
| 2023年6月5日  | 6号         | 147       | 2023年8月11日  | 6号         | 55        | 2024年6月20日 | 5号         | 244       |
| 2023年6月7日  | 6号         | 144       | 2023年8月18日  | 4号         | 151       | 2024年6月24日 | 5号         | 275       |
| 2023年6月8日  | 5号         | 121       | 2024年8月21日  | 4号         | 145       | 2024年6月26日 | 5号         | 367       |
| 2023年6月9日  | 6号         | 197       | 2023年8月31日  | 6号         | 15        | 2024年7月3日  | 5号         | 343       |
| 2023年6月14日 | 5号         | 302       | 2023年9月4日   | 6号         | 101       | 2024年7月4日  | 5号         | 205       |
| 2023年6月16日 | 6号         | 131       | 2023年9月6日   | 6号         | 159       | 2024年7月8日  | 5号         | 232       |
| 2023年6月19日 | 5号         | 174       | 2023年9月11日  | 6号         | 55        | 2024年7月12日 | 5号         | 84        |
| 2023年6月21日 | 5号         | 84        | 2023年9月13日  | 6号         | 69        | 2024年7月17日 | 5号         | 210       |
| 2023年6月22日 | 6号         | 27        | 2023年9月20日  | 5号         | 151       | 2024年7月31日 | 5号         | 227       |
| 2023年6月26日 | 5号         | 72        | 2023年9月28日  | 5号         | 69        | 2024年8月1日  | 5号         | 396       |
| 2023年6月28日 | 6号         | 273       | 2023年10月11日 | 5号         | 205       | 2024年8月7日  | 5号         | 83        |
| 2023年6月29日 | 6号         | 175       | 2023年10月12日 | 5号         | 172       | 2024年8月19日 | 5号         | 49        |
| 2023年7月3日  | 5号         | 374       | 2023年10月18日 | 5号         | 109       | 2024年8月22日 | 5号         | 212       |
| 2023年7月5日  | 6号         | 201       | 2023年10月30日 | 5号         | 64        | 2024年8月23日 | 5号         | 40        |
| 2023年7月6日  | 6号         | 162       | 2023年11月16日 | 5号         | 139       | 2024年8月28日 | 5号         | 17        |

表 2 生殖腺指数を算出したカツオの尾叉長

| 2023年シーズン  |            |    |          |       |           | 2024年シーズン   |            |            |      |          |           |           |           |
|------------|------------|----|----------|-------|-----------|-------------|------------|------------|------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 漁獲日        | 表層型<br>浮魚礁 | 性別 | 尾叉長 (cm) |       |           | サンプ<br>ル数   | 漁獲日        | 表層型<br>浮魚礁 | 性別   | 尾叉長 (cm) |           |           | サンプ<br>ル数 |
|            |            |    | 平均       | ±     | 標準偏差      |             |            |            |      | 範囲       | 平均        | ±         |           |
| 2023年5月22日 | 5号         | 雌  | 44.0     | ± 1.1 | 43.1-45.8 | 5           | 2024年5月29日 | 4号         | 雌    | 47.5     | ± 1.3     | 45.4-48.7 | 6         |
|            |            | 雄  | 44.4     | ± 1.4 | 42.4-46.8 | 7           |            |            | 雄    | 47.1     | ± 2.7     | 42.4-50.3 | 6         |
| 2023年5月31日 | 7号         | 雌  | 47.3     | ± 2.5 | 44.9-51.4 | 5           | 2024年6月5日  | 5号         | 雌    | 51.1     | ± 1.6     | 48.8-52.7 | 7         |
|            |            | 雄  | 47.5     | ± 2.1 | 44.0-50.4 | 7           |            |            | 雄    | 49.7     | ± 2.0     | 46.9-52.2 | 5         |
| 2023年6月8日  | 5号         | 雌  | 46.5     | ± 0.8 | 45.7-48.4 | 8           | 2024年6月19日 | 5号         | 雌    | 47.2     | ± 0.6     | 46.8-48.6 | 7         |
|            |            | 雄  | 46.9     | ± 1.6 | 45.9-49.2 | 4           |            |            | 雄    | 47.2     | ± 1.1     | 45.9-48.9 | 5         |
| 2023年6月19日 | 5号         | 雌  | 46.5     | ± 1.4 | 44.2-47.8 | 7           | 2024年6月26日 | 5号         | 雌    | 45.9     | ± 1.5     | 43.7-47.9 | 7         |
|            |            | 雄  | 47.2     | ± 1.9 | 44.0-48.7 | 5           |            |            | 雄    | 45.5     | ± 2.1     | 43.3-48.9 | 5         |
| 2023年6月29日 | 6号         | 雌  | 47.8     | ± 2.3 | 44.2-51.5 | 7           | 2024年7月10日 | 5号         | 雌    | 45.6     | ± 0.9     | 45.0-46.6 | 3         |
|            |            | 雄  | 47.6     | ± 0.8 | 46.3-48.4 | 5           |            |            | 雄    | 46.1     | ± 1.0     | 44.5-47.9 | 9         |
| 2023年7月6日  | 6号         | 雌  | 48.9     | ± 2.0 | 46.5-52.4 | 10          | 2024年7月31日 | 5号         | 雌    | 49.8     | ± 2.7     | 46.8-54.6 | 6         |
|            |            | 雄  | 49.5     | ± 0.7 | 49.0-50.0 | 2           |            |            | 雄    | 48.9     | ± 4.6     | 45.2-56.0 | 6         |
| 2023年7月21日 | 6号         | 雌  | 48.9     | ± 0.7 | 47.8-50.0 | 6           | 2024年8月22日 | 5号         | 雌    | 50.5     | ± 1.3     | 48.6-51.3 | 4         |
|            |            | 雄  | 49.1     | ± 1.6 | 47.1-51.1 | 6           |            |            | 雄    | 49.8     | ± 2.6     | 44.1-52.8 | 8         |
| 2023年8月31日 | 6号         | 雌  | 48.1     | ± 1.2 | 46.2-49.1 | 7           | 2024年8月28日 | 5号         | 雌    | 51.3     | ± 3.2     | 46.1-53.9 | 6         |
|            |            | 雄  | 48.4     | ± 1.6 | 46.7-50.9 | 5           |            |            | 雄    | 53.7     | ± 1.8     | 52.0-56.3 | 6         |
| 2023年9月4日  | 6号         | 雌  | 51.1     | ± 0.8 | 50.0-52.0 | 6           | 2024年10月7日 | 7号         | 雌    | 53.0     | ± 1.6     | 51.5-54.7 | 3         |
|            |            | 雄  | 50.1     | ± 1.6 | 47.8-52.6 | 6           |            |            | 雄    | 53.2     | ± 4.6     | 42.7-57.6 | 9         |
|            |            |    |          |       |           | 2024年10月30日 | 6号         | 雌          | 42.8 | ± 3.4    | 37.2-45.5 | 5         |           |
|            |            |    |          |       |           |             |            | 雄          | 42.5 | ± 2.4    | 38.1-44.8 | 7         |           |

注) 2024年10月7日はひき縄釣り漁船によるサンプル、他は沿岸カツオ一本釣り漁船によるサンプル

## 結 果

## 1. 水温の日変動

2023 年シーズンでは、水温は 16.9℃ (4 月 27 日, 2 号) から 29.8℃ (8 月 2 日, 5 号) の範囲であった (図 2)。2024 年シーズンでは、水温は 16.3℃ (4 月 1 日, 4 号) から 31.3℃ (8 月 6 日, 4 号) の範囲であった。各表層型浮魚礁の水温は 4 月から日変動しながら上昇し、8 月頃にピークを示した後、11 月に向けて低下した。

2023 年シーズンでは 4 月から 6 月にかけて 5 号の水温が 2 号と 4 号よりも高い傾向があり、2024 年シーズンでは 4 月下旬から 5 月上旬にかけて 4 号で水温が大きく上昇するなど、表層型浮魚礁間で差異があった。

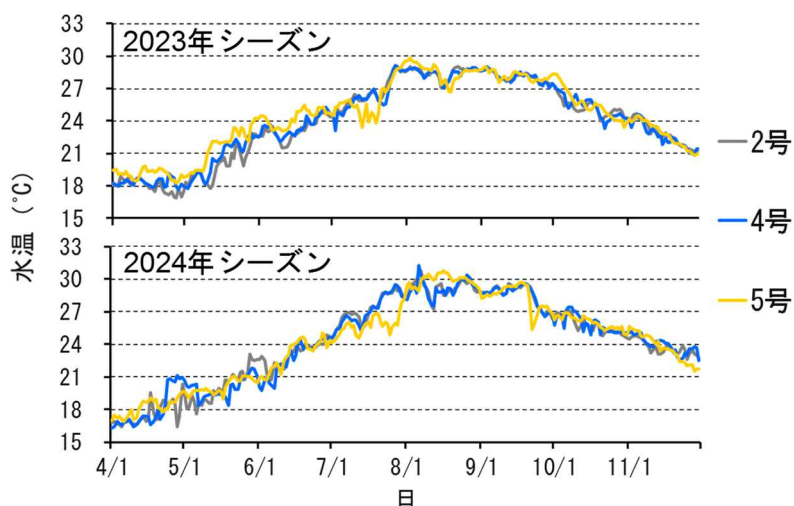


図 2 表層型浮魚礁の水温計で測定された水温の日変動

## 2. 表層型浮魚礁別の漁獲量の割合

2023年シーズンの東側漁船では、6号（45.5%）の漁獲量の割合が最も多く、次いで5号（32.1%）、7号（7.8%）の順番であった（図3）。西側漁船では、表層型浮魚礁周辺以外での漁獲量の割合が最も多かったが、表層型浮魚礁周辺では4号（22.0%）の割合が多く、次いで7号（21.5%）、3号（8.1%）の順番であった。

2024年シーズンの東側漁船では、5号（68.3%）の漁獲量の割合が最も多く、次いで4号（8.7%）、2号（2.6%）の順番であった。西側漁船では、表層型浮魚礁周辺以外での漁獲量の割合が最も多かったが、表層型浮魚礁周辺では2号（17.6%）の漁獲量の割合が最も多く、次いで3号（15.9%）、4号（13.4%）の順番であった。すなわち、漁獲量の割合が最も多い表層型浮魚礁は、東側漁船と西側漁船ともにシーズンで異なった。

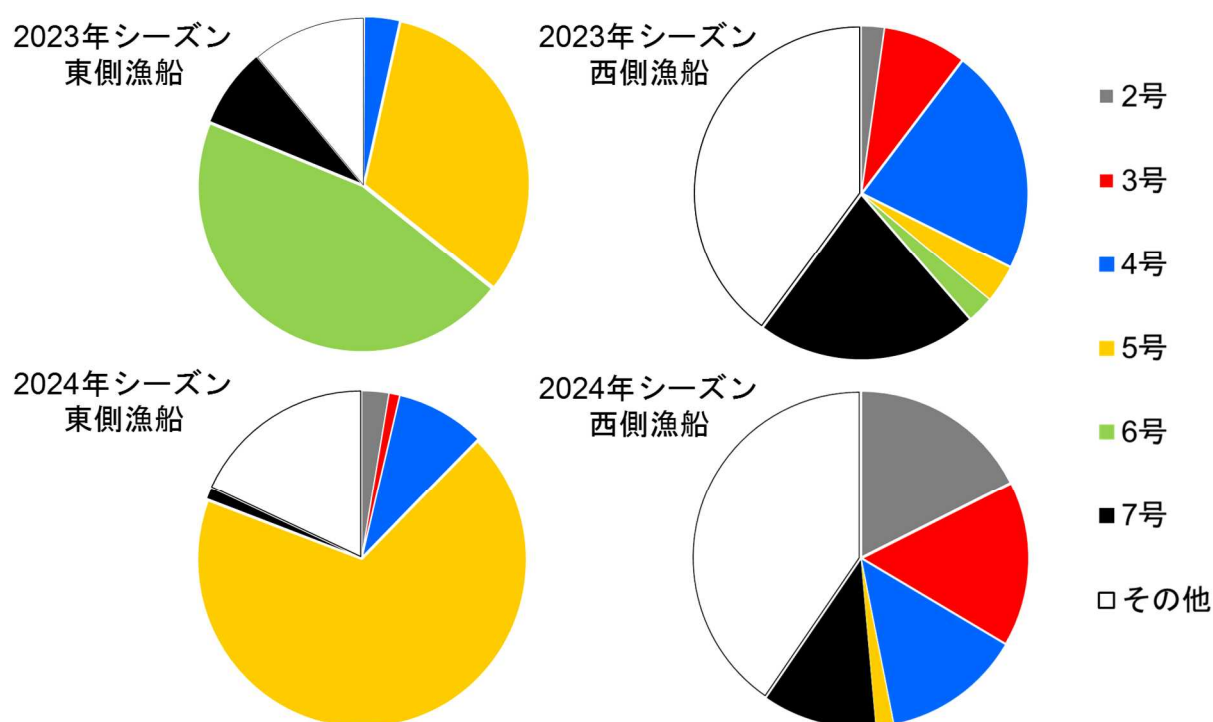


図3 表層型浮魚礁ごとの漁獲量の割合

## 3. 単位努力量あたり漁獲量の日変動

2023年シーズンの東側漁船は、4月21日に表層型浮魚礁周辺以外でシーズンの操業を開始した（図4）。表層型浮魚礁周辺での漁獲は5月16日に開始され（4号）、水温は20.8℃で、この日までの最高水温であった。漁獲量の割合が2番目に多い5号では、漁獲は5月21日に開始され、水温は23.4℃で、水温が初めて23℃を超えた日であった。東側漁船は11月5日に5号で本シーズンの操業を終了した。水温は24.5℃で、この日までの最低水温は23.4℃（10月30日）であった。



2023年シーズンの西側漁船は、5月5日に表層型浮魚礁周辺以外でシーズンの操業を開始した。表層型浮魚礁周辺での漁獲は5月6日に開始され（3号、水温計は無し）、2号の水温は19.4℃で、4号の水温は19.2℃であり、この日までの最高水温であった。4号では、漁獲は5月15日に開始され、水温は20.5℃で、この日までの最高水温であった。表層型浮魚礁周辺での漁獲は11月1日に終了し（4号）、水温は24.0℃で、この日までの最低水温は23.3℃（10月22日）であった。西側漁船は11月5日に表層型浮魚礁周辺以外で本シーズンの操業を終了した。

2024年シーズンの東側漁船は、5月26日に表層型浮魚礁周辺（5号）でシーズンの操業を開始した。5号の5月26日の水温は21.1℃で、この日までの最高水温であった。東側漁船は11月1日に5号と表層型浮魚礁周辺以外の二か所でカツオを漁獲し、本シーズンの操業を終了した。5号の水温は25.6℃で、シーズン中の最低水温は25.3℃（10月22日）であった。

2024年シーズンの西側漁船は、5月5日に表層型浮魚礁周辺（4号）でシーズンの操業を開始した。4号の水温は20.2℃であり、この日までの最高水温は21.1℃（4月28日）であった。表層型浮魚礁周辺での漁獲は10月25日に終了し（5号）、水温は25.7℃で、この日までの最低水温は25.3℃（10月22日）であった。西側漁船は11月1日に表層型浮魚礁周辺以外で本シーズンの操業を終了した。

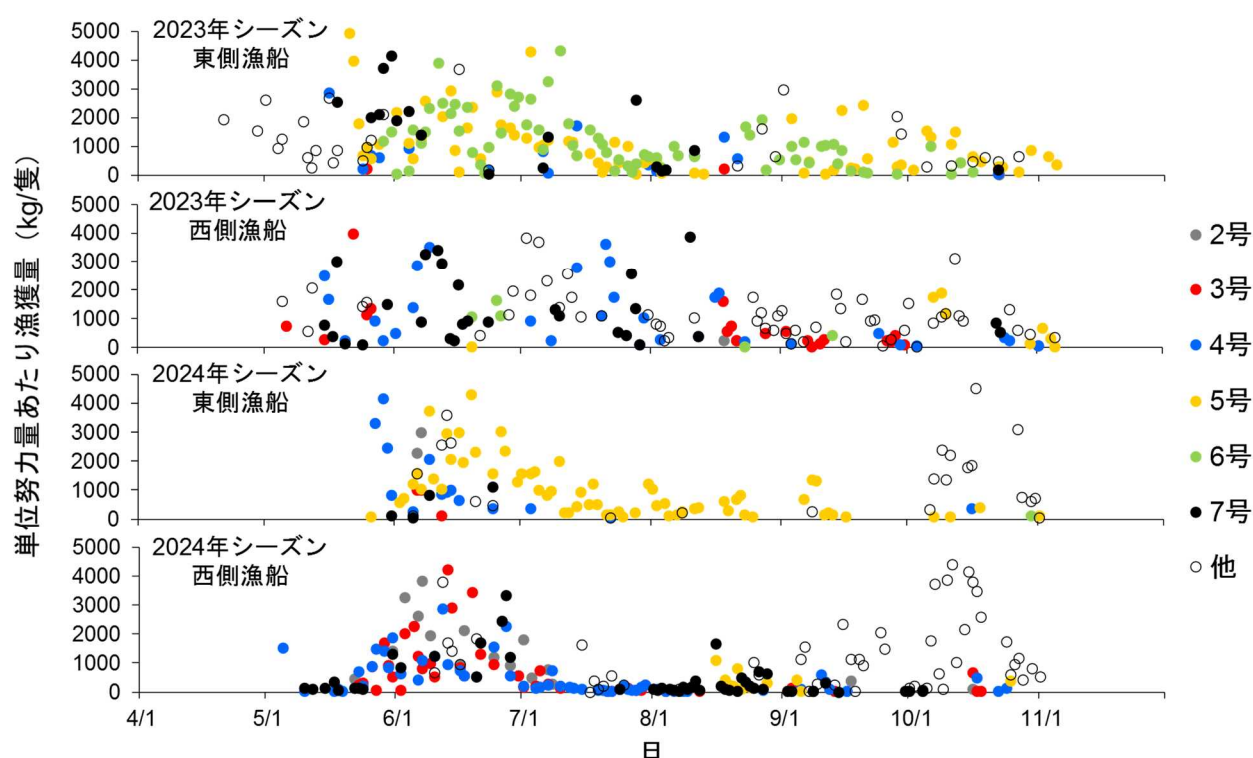


図4 単位努力量あたり漁獲量（CPUE）の日変動



#### 4. 尾叉長の日変動

2023年シーズンでは、尾叉長（平均 ± 標準偏差）は  $45.3 \pm 2.3$  cm（5月22日，5号）から  $66.1 \pm 15.1$  cm（9月20日，5号）の範囲であった（図5）．4号，5号，6号，7号の全体では，平均尾叉長は5月から9月にかけて大きくなる傾向が見られた．5号において，9月20日に尾叉長がそれ以前と比較して明確に大きくなったが，10月11日には小さくなった．

2024年シーズンでは，尾叉長は  $46.3 \pm 2.8$  cm（6月24日，5号）から  $54.7 \pm 3.3$  cm（8月19日，5号）の範囲であった．5号では，平均尾叉長は8月に大きくなる傾向が見られた．

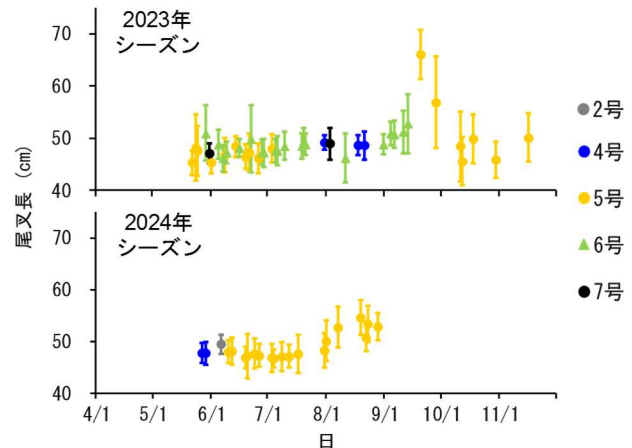


図5 表層型浮魚礁周辺で漁獲されたカツオの尾叉長の日変動

注) バーは標準偏差を示す

#### 5. 性比と生殖腺指数の日変動

2023年シーズンに生殖腺指数を算出した108個体の性比は1:1から有意に偏らなかった（ $\chi^2$ 検定， $\chi^2 = 1.815$ ， $df = 1$ ， $p = 0.178$ ）．生殖腺指数（平均 ± 標準偏差）は，雌では  $0.52 \pm 0.17$ （5月22日，5号）から  $2.61 \pm 0.67$ （8月31日，6号）の範囲，雄では  $0.13 \pm 0.08$ （5月22日，5号）から  $1.98 \pm 0.63$ （8月31日，6号）の範囲であった（表2；図6）．

2024年シーズンに生殖腺指数を算出した120個体の性比も1:1から有意に偏らなかった（ $\chi^2$ 検定， $\chi^2 = 1.200$ ， $df = 1$ ， $p = 0.273$ ）．生殖腺指数は，雌では  $0.51 \pm 0.31$ （10月30日，6号）から  $2.53 \pm 0.67$ （8月28日，5号）の範囲，雄では  $0.13 \pm 0.05$ （5月29日，4号）から  $1.63 \pm 1.42$ （8月28日，5号）の範囲であった．生殖腺指数は日変動を示しながら，雌雄ともカツオが表層型浮魚礁で漁獲され始めて以降8月にかけて上昇した．

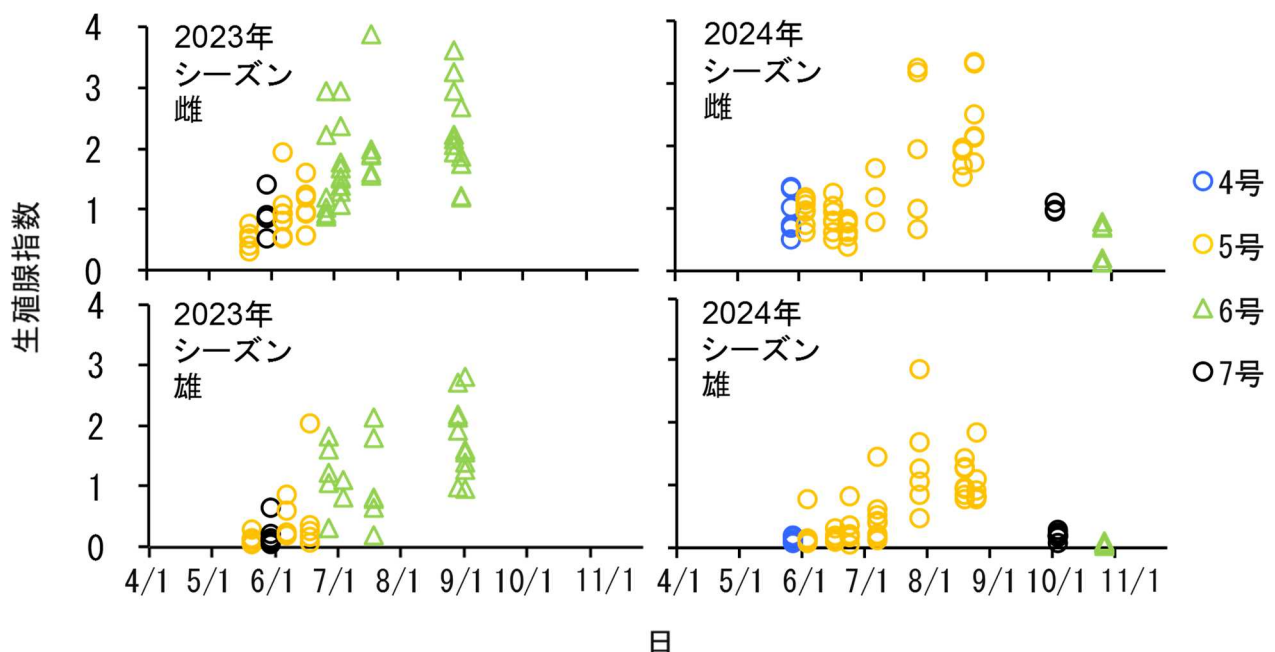


図6 表層型浮魚礁周辺で漁獲されたカツオの生殖腺指数の日変動

## 考 察

本研究では、沿岸カツオ一本釣り漁業に焦点を当てた。この理由は、沿岸カツオ一本釣り漁業は 1 隻あたりの漁獲量が多いため、少ない隻数への聞き取り調査で多くの漁獲情報が得られると考えたためである。一般的に、沿岸カツオ一本釣り漁業が表層型浮魚礁に蟄集したカツオを漁獲する場合、漁船は表層型浮魚礁に接近して行う。聞き取り調査において、表層型浮魚礁に蟄集したカツオかどうかの判断は漁業者に委ねたが、表層型浮魚礁周辺とは表層型浮魚礁から約 100 m 以内であった。水温データとしては、表層型浮魚礁に設置された自記水温計による測定値を用いた。この理由は、カツオの群れの性状と水温との関係を明らかにするうえで、広範囲を把握する水温分布図ではなく、局所的な表層型浮魚礁周辺の水温の把握を優先したためである。漁船は表層型浮魚礁に接近して漁獲を行うため、自記水温計による測定値と表層型浮魚礁周辺で漁獲されたカツオの漁獲範囲の水温は概ね一致すると仮定した。沿岸カツオ一本釣り漁業は活きたカタクチイワシやマイワシ等の撒き餌を用いてカツオを漁獲する。沿岸カツオ一本釣り漁業が操業を行うかどうかは漁獲見込み、撒き餌と擬餌針へのカツオの反応や天候だけではなく、撒き餌の確保の有無にも依存する。しかしながら、少なくとも 2023 年シーズンでは、表層型浮魚礁周辺での漁獲開始日より前から操業が行われており、その後継続的に操業が行われた。従って、CPUE は表層型浮魚礁へのカツオの蟄集量を概ね表すものと考えられる。

和歌山県の沿岸カツオ一本釣り漁業において、1 シーズン中のカツオ漁獲量全体のうち和歌山県沿岸に設置された表層型浮魚礁の漁獲量が占める割合は、東側漁船で 81.9%以上、西側漁船で 59.6%以上であった。このことは、沿岸カツオ一本釣り漁業にとって表層型浮魚礁周辺が重要な漁場であることを示している。カツオは紀伊半島の東側と西側の表層型浮魚礁に広く蟄集することから、和歌山県沿岸に設置された 6 基の表層型浮魚礁には東西広い範囲に高い集魚効果があることが確認された。カツオは 2 号から 7 号までのすべての表層型浮魚礁周辺で漁獲されたが、東側漁船においては、2023 年シーズンでは 6 号の漁獲量の割合が最も多く、2024 年シーズンでは 5 号の割合が最も多かった。燃料費や移動時間の削減のため、東側漁船は出船位置から距離的に近い 6 号において積極的にカツオを漁獲する可能性があるが、2024 年シーズンは 6 号における漁獲がほぼ確認されなかったことから、シーズンを通して 6 号でのカツオの蟄集量が少なかったと考えられる。また、西側漁船においては、2023 年シーズンでは 4 号の割合が最も多かったが、2024 年シーズンでは 2 号の割合が最も多かった。すなわち、カツオが多く蟄集する表層型浮魚礁は年で異なった。和歌山県沿岸の水温や流向流速のような海況は、黒潮流路の変動や黒潮系暖水の流入の影響を強く受ける（竹内, 2005）。このような海況の年変動によって、カツオが多く蟄集する表層型浮魚礁が変わる可能性がある。

黒潮流域から紀伊半島沿岸では、5 月中旬以降、水温が 23℃ から 25℃ 程度に上昇してくると、カツオは「流れ物付き群」、「素群」、「瀬付き群」など群れとしての性状が顕著になり、沿岸カツオ一本釣り漁業の対象となる（竹内ら, 2009）。和歌山県沿岸の表層型浮魚礁の場合、カツオは 5 月の水温約 20℃ 以上になると漁獲されたことから、水温約 20℃ 以上になると表層型浮魚礁に蟄集すると考えられる。カツオが表層型浮魚礁周辺で漁獲されなくなるのは 11 月の水温約 23℃ 以下であったことから、水温約 23℃ 以下になると表層型浮魚礁に蟄集しなくなると考えられる。表層型浮魚礁のこれら水温は、群れとしての性状が顕著になるとされる水温 23℃ から 25℃ 程度以上（竹内ら, 2009）と大きく異ならなかった。表層型浮魚礁には 5 月から 11 月にカツオを蟄集させる効果があ

ったことから、和歌山県沿岸の表層型浮魚礁には時間的に高い集魚効果があることが確認された。2023 年シーズンと 2024 年シーズンとも表層型浮魚礁周辺における CPUE は 8 月以降低下した。この傾向は東側漁船と西側漁船の両方で確認された。従って、表層型浮魚礁の集魚効果はシーズンの前半に特に高い可能性がある。シーズン中において CPUE は 1 日単位で変動したが、この変動要因については、聞き取り調査を継続し今後検討する必要がある。

中西部熱帯太平洋において、雌のカツオの最小成熟尾叉長は 40 cm と報告されている（芦田ら，2007）。表層型浮魚礁周辺で漁獲されたカツオの尾叉長を測定した結果、多く（99.3%）のカツオは 40 cm 以上であった。2023 年シーズンでは、表層型浮魚礁周辺に蟄集したカツオの平均尾叉長は、5 月から 9 月にかけて大きくなる傾向があり、蟄集したカツオの回遊経路は不明であるが、カツオが成長した可能性がある。10 月以降では、平均尾叉長の日変動が大きくなったことから、小型のカツオの来遊や大型のカツオの離脱といった魚群の入れ替わりが顕著であった可能性がある。和歌山県沿岸の表層型浮魚礁周辺に蟄集したカツオの性比は 1:1 であることが 2019 年から 2020 年のデータを用いて報告されている（山根ら，2022）。本研究では、2023 年と 2024 年それぞれについて表層型浮魚礁周辺に蟄集したカツオの性比を調べたが、性比はいずれの年も同様に 1:1 であった。生殖腺指数はカツオが表層型浮魚礁に蟄集し始めて以降、体長の増大にも伴って上昇した。和歌山県沿岸の表層型浮魚礁で漁獲された雌の産卵移行段階の生殖腺指数は 0.68 から 3.37 の範囲であり、最終成熟段階の生殖腺指数は 3.12 と報告されている（山根ら，2022）。本研究では卵巣の組織学的観察は行っていないが、生殖腺指数は多くの個体で 0.68 より高かった。表層型浮魚礁に蟄集したカツオの多くは、潜在的には産卵可能であると考えられる。

## 摘 要

本研究では、和歌山県沿岸に設置された表層型浮魚礁周辺における 2023 年シーズンと 2024 年シーズンのカツオの漁業実態として、表層型浮魚礁ごとのカツオ漁獲量の割合、表層型浮魚礁周辺における漁獲量の日変動、尾叉長組成を明らかにした。また、カツオの生態として、性比と生殖腺指数の日変動を明らかにした。

1. カツオは 2 号から 7 号までのすべての表層型浮魚礁周辺で漁獲されたが、漁獲量の割合が多い表層型浮魚礁は年によって異なった。
2. 表層型浮魚礁周辺において、カツオは 5 月から 11 月の水温約 20℃ 以上で漁獲された。
3. 表層型浮魚礁で漁獲されたカツオの多くは尾叉長が 40 cm（最小成熟尾叉長）以上であった。
4. 表層型浮魚礁で漁獲されたカツオの性比は 1:1 であり、生殖腺指数はカツオが表層型浮魚礁に蟄集し始めて以降上昇した。

## 謝 辞

和歌山東漁業協同組合と和歌山南漁業協同組合所属の沿岸カツオ一本釣り漁船の漁業者各位と漁業協同組合職員各位には、聞き取り調査、漁獲量の集計、尾叉長測定およびサンプリングにご協力いただいた。ここに記して謝意を表す。

## 引用文献

- 芦田拓士・増田傑・御所豊穂・千歳倫之・立原一憲・田邊智唯・鈴木伸洋. 2013. 組織学的手法による日本周辺海域におけるカツオ産卵個体の観察. 日水誌. 79 : 226-228.
- 芦田拓士・田邊智唯・鈴木伸洋. 2007. 卵巣の組織学的観察による中西部熱帯太平洋におけるカツオの成熟と産卵生態の推定. 日水誌. 73 : 437-442.
- Fréon, P., Dagorn, L. 2000. Review of fish associative behaviour : toward a generalisation of the meeting point hypothesis. Rev. Fish Biol. Fish. 10 : 183-207.
- 木村喜之助. 1954. カツオ群の性状 (1). 東北水研報. 3 : 1-87.
- Kiyofuji, H., Aoki, Y., Kinoshita, J., Okamoto, S., Masujima, M., Matsumoto, T., Fujioka, K., Ogata, R., Nakao, T., Sugimoto, N., Kitagawa, T. 2019. Northward migration dynamics of skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) associated with the lower thermal limit in the western Pacific Ocean. Prog. Oceanogr. 175 : 55-67.
- 松本隆之・北川貴士・木村伸吾・仙波靖子・岡本浩明・庄野宏・奥原誠・榊純一郎・近藤忍・太田格・前田訓次・新田朗・溝口雅彦. 2013. 南西諸島海域における浮魚礁とカツオ・マグロ類の移動. 水産工学. 50 : 43-49.
- 中坊徹次・土居内龍. 2013. サバ科. pp. 1648-1654. 中坊徹次編. 日本産魚類検索 全種の同定 第三版. 東海大学出版会. 神奈川.
- 竹内淳一. 2005. 紀伊半島周辺の海洋構造と変動および漁業への影響. 和歌山県農林水産総合技術センター特別研究報告. 8 : 1-123.
- 竹内淳一・御所豊穂・小久保友義. 2009. カツオ資源の動向と地域漁業: 紀伊半島沖のひき縄カツオ漁. 水産海洋研究. 73 : 126-130.
- 和歌山県水産試験場. 2024. 令和 5 年度水産資源調査・評価推進委託事業 第 1 回かつお SU 推進検討会 和歌山県資料. pp. 82-88. 令和 5 年度カツオ資源会議報告. 神奈川.
- 山根弘士・安江尚孝・清藤秀理. 2022. 和歌山県沿岸に設置された表層型浮魚礁周辺におけるカツオの移動, 食性, 肥満度および成熟. 日水誌. 88 : 453-462.

# 学 会 誌 掲 載 論 文 抄 録

## ハンドスプレーを用いた殺虫剤散布によるビワキジラミの防除

松山尚生<sup>1a</sup>・井口雅裕<sup>2</sup>

<sup>1</sup>和歌山県果樹試験場

<sup>2</sup>和歌山県果樹試験場かき・もも研究所

Insecticide application with a hand-held sprayer at the time of loquat fruit bagging against loquat psyllid,  
*Cacopsylla biwa* Inoue

Naoki Matsuyama<sup>1a</sup>, Masahiro Iguchi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Wakayama fruit tree Experiment Station

<sup>2</sup>Lab. of Persimmon and Peach, Wakayama fruit tree Experiment Station.

### 摘要

ビワの新害虫であるビワキジラミは、主に幼虫が排出する甘露に糸状菌が発生して激しいすす症を引き起こす。本種は、摘果と袋掛けが行われる3～4月に幼果で急増するため、袋掛け前に徹底的な防除を行う必要がある。しかし、従来行われている摘果・袋掛け前の動力噴霧機による殺虫剤散布では果実同士の込み合いなどにより、その隙間に生息する本種への効果が不安定である。そこで、まず摘果を行い、その直後にハンドスプレーで殺虫剤を散布し、続けて袋掛けを実施する防除法（ハンドスプレー法）を考案した。本法は従来の防除と比較して作業に要する時間は増加するが、被害が大きく抑えられ高い防除効果が認められた。また、殺虫剤の使用量を98%程度削減することができた。

---

<sup>a</sup> 現在：和歌山県農林水産部農業生産局鳥獣害対策課

## クビアカツヤカミキリに対する薬剤樹幹散布の効果

弘岡拓人・増田吉彦

和歌山県果樹試験場かき・もも研究所

**Toxicity of insecticides, applied as trunk sprays, to the red-necked longhorn beetle  
*Aromia bungii* (Faldermann) (Coleoptera: Cerambycidae)**

Takuto Hirooka, Yoshihiko Masuda

*Laboratory of Persimmon and Peach, Wakayama Fruit Tree Experiment Station, Wakayama, Japan.*

### Abstract

Female fecundity of *Aromia bungii* (Faldermann) was promoted by coiling peach branches with grafting tape in laboratory experiments because it offered slits for oviposition sites. The toxicity of the insecticides was determined by the number of larvae in the inner bark of the peach branches that were treated with the insecticides. Both acetamiprid and cypermethrin were toxic to the beetles. Acetamiprid had high contact toxicity to adults and cypermethrin suppressed oviposition.

### 摘 要

クビアカツヤカミキリの産卵は、接ぎ木テープをモモ枝に巻き付けることで促進された。接ぎ木テープには伸縮性があるため、産卵管を挿入した際に産卵に適した隙間を形成したと考えられた。成虫の死亡および産卵数、食入幼虫数で評価すると、アセタミプリド顆粒水溶剤は成虫に対し高い接触毒性、シペルメトリン水和剤は高い産卵抑制効果が認められた。

## ネット資材の目合いと色彩が クビアカツヤカミキリの産卵に及ぼす影響

弘岡拓人<sup>1,2\*</sup>・増田吉彦<sup>1†</sup>・滝 久智<sup>3</sup>・上田昇平<sup>2</sup>・平井規央<sup>2</sup>

<sup>1</sup>和歌山県果樹試験場かき・もも研究所

<sup>2</sup>大阪公立大学大学院 農学研究科

<sup>3</sup>国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所

<sup>†</sup>現所属 和歌山県岩出市

**Effects of netting material mesh size and color on oviposition by the red-necked longhorn beetle,  
*Aromia bungii*.**

Takuto Hirooka<sup>1,2</sup>, Yoshihiko Masuda<sup>1,†</sup>, Hisatomo Taki<sup>3</sup>, Shouhei Ueda<sup>2</sup>, Norio Hirai<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Persimmon and Peach, Wakayama Fruit Tree Experiment Station, Wakayama, Japan.

<sup>2</sup>Graduate School of Agriculture, Osaka Metropolitan University, Osaka, Japan.

<sup>3</sup>Department of Forest Entomology, Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, Japan.

<sup>†</sup>Present affiliation, Iwade City, Wakayama, Japan.

### Abstract

The red-necked longhorn beetle, *Aromia bungii*, is an invasive pest that causes significant damage to rosaceous fruit trees, particularly peaches. This study focused on the use of netting materials as a physical control method and evaluated the effects of mesh size, color, and gaps between the netting and bark on oviposition and larval feeding. Netting with different mesh sizes (0.3 mm, 0.4 mm) and colors (white, black) were wrapped around peach branches in outdoor cages, with some treatments having an approximately 10-mm gap between the bark and the netting. Mated adult female beetles were released, and the number of eggs laid and larvae feeding were investigated. The results showed that total oviposition was significantly reduced in all treatments compared with the control, with white nets having a higher suppressive effect than black nets. The treatment with a 0.3-mm white net wrapped with an approximately 10-mm gap had the lowest number of eggs laid on the bark, and larval feeding was completely suppressed. Therefore, netting materials with these specifications are considered the most promising physical control measure against *A. bungii* damage in peach orchards.

### 摘 要

クビアカツヤカミキリ *Aromia bungii* はモモなどのバラ科果樹に大きな被害をもたらす侵入害虫である。本研究では、物理的防除法としてネット資材の利用に着目し、目合い、色、樹皮とネットの隙間が成虫の



枝への定位，産卵および，ふ化幼虫の樹皮下への食入に与える影響を評価した．異なる目合い（0.3 mm，0.4 mm）と色（白，黒）のネットを屋外ケージ内のモモ枝に巻き付け，一部は樹皮と約 10 mm の隙間を設けた．交尾済み雌成虫を放虫し，産卵数や幼虫食入数を調査した結果，全処理区で無処理と比べ総産卵数が有意に減少し，白ネットは黒ネットより産卵抑制効果が高かった．目合い 0.3 mm の白ネットを約 10 mm の隙間を設けて巻いた区では樹皮上の産卵数が最も少なく，幼虫食入は完全に抑制された．したがって，このような仕様のネット資材が最も有望な物理的防除資材と考えられた．

---

---

和歌山県農林水産試験研究機関研究報告  
第 1 3 号

---

|     |                                                                                    |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
| 発行  | 令和 7 年 3 月                                                                         |
| 発行所 | 和歌山県農林水産部<br>〒640-8585<br>和歌山県和歌山市小松原通 1－1<br>TEL 073-441-2997<br>FAX 073-433-3024 |

---