

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

NO. 12 March 2024

和歌山県農林水産試験研究機関
研究報告

第12号

令和6年3月

和歌山県農林水産部

Wakayama Prefectural
Agriculture, Forestry and Fisheries Department

目 次

【農業試験場】

- キュウリ褐斑病に対する有効薬剤と残効期間 ————— 1～6
木村響・林佑香・大谷洋子

【果樹試験場】

- 和歌山県における新害虫「ピワキジラミ」の発生生態と防除対策
松山尚生 ————— 7～16

【果樹試験場うめ研究所】

- フィルム包装したウメ‘南高’果実の熟度および大きさが褐変障害果発生に及ぼす影響 — 17～25
大江孝明・下村友季子・梶野高志・稲葉有里・土田靖久・菱池政志

【畜産試験場養鶏研究所】

- 卵用地鶏「龍神コッコ」生産性向上のための「龍神地鶏」の改良 ————— 26～31
松井 望・湯橋宏美・小松広幸
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
湯橋宏美・松井望・小松広幸 ————— 32～42

【林業試験場】

- 和歌山県産スギ心去り平角材の曲げ強度性能 ————— 43～51
一岡直道・岡本憲治・山裾伸浩・東山貢

【学会誌掲載論文抄録】

- ウメの青果流通期間拡大に向けた台湾ウメ, 日本ウメの収穫後果実の低温応答と 1-MCP 処理効果の
調査 ————— 54～55
柏本知晟・河井崇・大江孝明・土田靖久・矢野親良・Muqadas Maqsood・赤木剛士・福田
文夫・久保康隆・牛島幸一郎
‘染井吉野’切枝の樹皮表面の形状や着生植物がクビアカツヤカミキリの産卵選好に与える影響
————— 56
法眼利幸・小田奈津子

キュウリ褐斑病に対する有効薬剤と残効期間

木村 響・林 佑香¹・大谷洋子²

和歌山県農業試験場

Effective Fungicides Against *Corynespora* Leaf Spot on Cucumber and Their Residual Effect Period

Hibiki Kimura, Yuka Hayashi¹ and Yoko Otani²

Wakayama Agricultural Experiment Station

緒 言

褐斑病は *Corynespora cassiicola* によって引き起こされるキュウリの重要病害であり、初め下位葉で不整形の斑点が発生した後、上位葉まで病勢が進展する。多発すると早期に枯れ上がるため、収量が低下する（狭間，1990）。

キュウリ産地である和歌山県日高郡美浜町における主な作型は促成栽培で、施設の昼間温度はキュウリの生育適温である 25~30℃に設定され、乾燥防止のため多湿条件で栽培されている。一方、気温 25~28℃、高湿度の条件は、褐斑病の発病好適条件と重なるため（狭間，1990）、施設内は発病リスクの高い環境となっている。このため、産地では本病の防除対策が必須であり、薬剤散布が行われているものの、多発して問題となることがある。2016 年の 4~5 月には発生ほ場率が約 9 割に達し（農作物病害虫防除所調べ）、大きな被害が生じた。

そこで近年は耐病性品種への転換が進められているが、本病の防除対策としては、病原菌に対して感受性の低い品種を導入した上で、薬剤耐性菌の発生リスクが低い薬剤の定期的な散布と、発生状況に応じた追加的な散布を行うことが有効とされている（山崎，2017）。薬剤防除の面でも効果の向上を図るため、各種薬剤の特徴や効果の程度を把握することが重要である。本研究では、産地から採取した褐斑病菌を用いた防除試験により有効薬剤を示し、その残効期間を検討したので報告する。

材料および方法

1. 数種薬剤の防除効果

1) 供試植物

試験は農業試験場内のガラス温室内で実施し、ポット（直径 9cm）栽培のキュウリ‘ズバリ 163’を 1 剤あたり 6 ポット供試した。播種は 2017 年 4 月 24 日に行い、薬剤処理時の生育ステージは第 2 本葉期であった。

2) 薬剤処理

キュウリ褐斑病に適用のある、ボスカリド水和剤、メパニピリム水和剤、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤、アゾキシストロビン水和剤、クレソキシムメチル水和剤、フルジオキシニル水和剤、マンゼブ水和剤、キャプタン水和剤、イミノクタジン酢酸塩・ポリオキシニン水和剤およびイミノクタジンアルベシル酸塩・キャプタン水和剤を供試した。2017年5月19日に、各薬剤を適用濃度に希釈し、展着剤としてポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル10%・ポリナフチルメタンスルホン酸ナトリウム6%剤を0.02%加用してハンドスプレーで7ml/株散布した。

3) 病原菌接種

2017年3月に和歌山県日高郡美浜町のキュウリ栽培施設で採取した発病葉から単孢子分離したキュウリ褐斑病菌2017-9株を用いた。PDA平板培地を用い25°C、暗下で5日間培養後、25°C、BLB照射下で4日間培養して孢子を形成させた。薬剤散布の翌日、滅菌水で 3.0×10^4 個/mlに調整した孢子懸濁液を、ハンドスプレーで1株あたり2ml噴霧した。感染促進のため株全体をビニール袋で24時間被覆した。

4) 発病調査

接種16日後に各株の第1本葉について、発病の程度を、指数0：葉に病斑を認めない、1：病斑面積が葉の25%未満、2：25%以上50%未満、3：50%以上75%未満、4：75%以上、の基準で調査し、発病葉率と発病度（式： Σ （指数×指数別葉数）/（4×調査葉数）×100）を算出した。防除価は、式： $100 - \left(\frac{\text{各処理区発病度}}{\text{無処理区発病度}} \right) \times 100$ 、で算出した。

2. 薬剤の残効期間

1) 供試植物

試験は農業試験場内のガラス温室内で実施し、ポット（直径9cm）栽培のキュウリ‘ズバリ163’を1剤あたり4~6ポット供試した。播種は3回に分けて行い、2019年4月23日に播種したものを薬剤散布21日後病原菌接種処理に、4月30日に播種したものを散布14日後接種処理に、5月14日に播種したものを散布7日後接種処理にそれぞれ供試した。いずれも病原菌接種時の生育ステージは第8~9本葉期であった。

2) 薬剤処理

ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤、フルジオキシニル水和剤、マンゼブ水和剤、キャプタン水和剤およびイミノクタジンアルベシル酸塩水和剤を供試した。病原菌接種の7、14および21日前に、各薬剤を適用濃度に希釈し、展着剤としてポリオキシエチレンノニルフェニルエーテル10%・ポリナフチルメタンスルホン酸ナトリウム6%剤を0.02%加用してハンドスプレーで10ml/株散布した。

3) 病原菌接種

1と同じ菌株を用いた。PDA平板培地を用い25°C、暗下で7日間培養後、25°C、BLB照射下で7日間培養して孢子を形成させた。2019年7月24日に、滅菌水で 4.6×10^3 個/mlに調整した孢子懸濁液を肩掛け式噴霧機（神木製作所製、SA-601型）で1株あたり30ml噴霧した。感染促進のため株全体をビニール袋で24時間被覆した。

4) 発病調査

接種6日後に各株の第3、第4、第5本葉について、発病を程度別に調査し、発病葉率、発病度および防除価を算出した。調査時の発病程度の指数および発病度、防除価の算出式は1に準じた。

結果

1. 数種薬剤の防除効果

病原菌接種 16 日後において、ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、フルジオキシソニル水和剤、マンゼブ水和剤およびイミノクタジンアルベシル酸塩・キャプタン水和剤は発病が認められず、防除価は 100 であった (表 1)。ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤およびキャプタン水和剤は、いずれも発病葉率 16.7%，発病度 4.2 で、防除価は 85.7 と高かった。

メパニピリム水和剤およびイミノクタジン酢酸塩・ポリオキシシン水和剤は、いずれも発病葉率 50.0%，発病度 12.5 で、防除価は 57.1 とやや低かった。

ボスカリド水和剤は、発病葉率 100%，発病度 25.0 で、防除価は 14.3 と低く、アゾキシストロビン水和剤、クレソキシムメチル水和剤はいずれも発病葉率 100%，発病度 29.2 で、防除価は 0 と防除効果が認められなかった。

表1 キュウリ褐斑病に対する各種薬剤の防除効果

FRAC コード ²	供試薬剤 ³	希釈倍数	調査 葉数	程度別発病葉数 ⁴					発病葉率 (%)	発病度 ⁵	防除価 ⁶
				0	1	2	3	4			
7	ボスカリド水和剤 (50.0%)	1500	6	0	6	0	0	0	100	25.0	14.3
9	メパニピリム水和剤 (40.0%)	2000	6	3	3	0	0	0	50.0	12.5	57.1
10.1	ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤 (12.5%・52.5%)	1500	6	6	0	0	0	0	0	0	100
10.2	ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤 (12.5%・37.5%)	1500	6	5	1	0	0	0	16.7	4.2	85.7
11	アゾキシストロビン水和剤 (20.0%)	2000	6	0	5	1	0	0	100	29.2	0
11	クレソキシムメチル水和剤 (44.2%)	3000	6	0	5	1	0	0	100	29.2	0
12	フルジオキシソニル水和剤 (20.0%)	1000	6	6	0	0	0	0	0	0	100
M3	マンゼブ水和剤 (80.0%)	600	6	6	0	0	0	0	0	0	100
M4	キャプタン水和剤 (80.0%)	600	6	5	1	0	0	0	16.7	4.2	85.7
M7.19	イミノクタジン酢酸塩・ポリオキシシン水和剤 (5.0%・15.0%)	1000	6	3	3	0	0	0	50.0	12.5	57.1
M7. M4	イミノクタジンアルベシル酸塩・キャプタン水和剤 (20.0%・45.0%)	1000	6	6	0	0	0	0	0	0	100
	無処理		6	0	5	1	0	0	100	29.2	

²FRAC (2022) による

³括弧内は有効成分含有量

⁴指数 0 発病なし、1 病斑が葉の25%未満、2 病斑が葉の25～50%未満、3 病斑が葉の50～75%未満、4 病斑が葉の75%以上

⁵発病度=Σ(指数×指数別葉数)/(4×調査葉数)×100

⁶防除価=100-(各処理区発病度/無処理区発病度)×100

2. 薬剤の残効期間

1 で防除価が 85.7 および 100 と高かった薬剤について残効期間を検討した。ただし、イミノクタジンアルベシル酸塩・キャプタン水和剤については、有効成分単剤での効果を検証するため、イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤を供試した。薬剤散布から病原菌接種までの日数を変えて試験を実施したところ、マンゼブ水和剤とイミノクタジンアルベシル酸塩水和剤は、散布 7 日後、14 日後、21 日後の接種のいずれも発病が認められず、防除価は 100 であった (表 2)。フルジオキシソニル水和剤は、散布 7 日後、14 日後の接種で発病が認められず、21 日後の接種で発病が見られたが、防除価は 95.2 と高かった。キャプタン水和剤は散布 7 日後、14 日後、21 日後の接種で発病が見られたが、防除価は 90.8～93.7 といずれも高かった。ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤は 7 日後の接種で防除価が 90.8、14 日後で 93.7 と高かったが、21 日後は 58.3 でやや低かつ

た。ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤は散布7日後の接種では発病が見られなかったが、14日後では防除価が68.9とやや低く、21日後は24.9と低かった。

表2 キュウリ褐斑病に対する各種薬剤の残効期間

FRAC コード ²	供試薬剤 ³	希釈倍数	薬剤散布から 病原菌接種 までの日数	調査 葉数	程度別発病葉数 ⁴					発病率 (%)	発病度 ⁵	防除価 ⁶
					0	1	2	3	4			
10,1	ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤 (12.5%・52.5%)	1500	7日	16	16	0	0	0	0	0	0	100
				18	13	5	0	0	0	27.8	6.9	68.9
				15	0	15	0	0	0	100	25.0	24.9
10,2	ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤 (12.5%・37.5%)	1500	7日	18	17	1	0	0	0	5.6	1.4	90.8
				18	17	1	0	0	0	5.6	1.4	93.7
				18	8	10	0	0	0	55.6	13.9	58.3
12	フルジオキシニル水和剤 (20.0%)	1000	7日	16	16	0	0	0	0	0	0	100
				18	18	0	0	0	0	0	0	100
				16	15	1	0	0	0	6.3	1.6	95.2
M3	マンゼブ水和剤 (80.0%)	600	7日	18	18	0	0	0	0	0	0	100
				16	16	0	0	0	0	0	0	100
				14	14	0	0	0	0	0	0	100
M4	キャプタン水和剤 (80.0%)	600	7日	18	17	1	0	0	0	5.6	1.4	90.8
				18	17	1	0	0	0	5.6	1.4	93.7
				18	16	2	0	0	0	11.1	2.8	91.6
M7	イミノクタジンアルベシル酸塩水和剤 (40.0%)	2000	7日	14	14	0	0	0	0	0	0	100
				18	18	0	0	0	0	0	0	100
				12	12	0	0	0	0	0	0	100
無処理			7日	18	7	11	0	0	0	61.1	15.3	
				18	2	16	0	0	0	88.9	22.2	
				18	0	12	6	0	0	100	33.3	

²FRAC(2022)による

³括弧内は有効成分含有量

⁴指数 0 発病なし、1 病斑が葉の25%未満、2 病斑が葉の25~50%未満、3 病斑が葉の50~75%未満、4 病斑が葉の75%以上

⁵発病度=Σ(指数×指数別葉数)/(4×調査葉数)×100

⁶防除価=100-(各処理区発病度/無処理区発病度)×100

考察

キュウリ褐斑病に適用のある数種薬剤について、県内のキュウリ栽培施設から採取した褐斑病菌を用いて試験を実施した結果、防除価が85.7~100と高かったジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、フルジオキシニル水和剤、マンゼブ水和剤、イミノクタジンアルベシル酸塩・キャプタン水和剤、ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤およびキャプタン水和剤が有効薬剤であると考えられた。他方、メパニピリム水和剤とイミノクタジン酢酸塩・ポリオキシニル水和剤は防除価が57.1とやや低く、効果は認められるがその程度は低かった。また、ボスカリド水和剤、アゾキシストロビン水和剤およびクレソキシムメチル水和剤については防除価が0~14.3と低く、効果がほとんど認められなかった。ボスカリド水和剤はSDHI剤、アゾキシストロビン水和剤とクレソキシムメチル水和剤はQoI剤のグループに属し、いずれも耐性菌の発生リスクが高い(FRAC, 2022)。ボスカリド水和剤は農薬登録(2005年)の3年後に茨城県において(宮本ら, 2008)、ア

ゾキシストロビン水和剤は農薬登録（2001年）と同年度に茨城県において（石井ら，2001），耐性菌の発生が報告されており，急速に耐性が発達しやすいことがうかがえる．本県においては，これらの薬剤が近年まで産地の防除暦に掲載されており，農薬登録以降長期間使用されていたことを考慮すると，薬剤耐性の発達により防除効果が低下したと考えられた．

次に，前記の有効薬剤6剤について残効期間を検討した．防除価80以上を維持した薬剤散布から病原菌接種までの日数を残効期間とすると，ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤の防除価は，散布7日後接種で100，14日後接種で68.9，21日後接種で24.9であったことから，残効期間は7日間であった．ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤の防除価は，散布7日後接種で90.8，14日後接種で93.7，21日後接種で58.3であったことから，残効期間は14日間であった．フルジオキシニル水和剤，マンゼブ水和剤，キャプタン水和剤およびイミノクタジナルベシル酸塩水和剤の防除価は，散布7日後，14日後，21日後接種いずれも90.8～100であったことから，残効期間は21日間であった．

以上より，有効薬剤の残効期間が明らかとなったが，供試薬剤のうち，ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤およびジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤の場合，ジエトフェンカルブとチオファネートメチルの耐性菌発生リスクは「高」，プロシミドンは「中～高」である（FRAC，2022）．いずれの成分についても，2000年代からすでに各地で耐性菌が確認されており（伊達ら，2004；宮本ら，2006），本県においても，使用を重ねると耐性が発達するおそれがあることから，使用に際しては連用を避けることが求められる．一方，フルジオキシニル水和剤，マンゼブ水和剤，キャプタン水和剤およびイミノクタジナルベシル酸塩水和剤の耐性菌発生リスクについては，フルジオキシニルが「低～中」，マンゼブ，キャプタンおよびイミノクタジナルベシル酸塩が「低」となっている（FRAC，2022）．これらのうち，イミノクタジナルベシル酸塩水和剤のみ山梨県で耐性菌が確認されているものの（船久保・山口，2014），他の3剤は現時点で感受性低下の報告はない．また，残効期間はいずれも21日間であった．従って，フルジオキシニル水和剤，マンゼブ水和剤，キャプタン水和剤およびイミノクタジナルベシル酸塩水和剤を基幹的な防除薬剤とし，ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤とジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤は追加的な散布に用いることが望ましいと考えられた．

摘要

1. キュウリ褐斑病に登録のある薬剤について防除効果を確認したところ，ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤，ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤，フルジオキシニル水和剤，マンゼブ水和剤，キャプタン水和剤およびイミノクタジナルベシル酸塩・キャプタン水和剤の防除効果が高かった．
2. 有効薬剤の残効期間を調査したところ，フルジオキシニル水和剤，マンゼブ水和剤，キャプタン水和剤およびイミノクタジナルベシル酸塩水和剤は21日間，ジエトフェンカルブ・プロシミドン水和剤は14日間，ジエトフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤は7日間であった．

引用文献

- 伊達寛敬・片岡英子・谷名光治・佐々木静江・井上幸次・那須英夫・粕山新二. 2004. 岡山県におけるチオファネートメチル, ジェトフェンカルブ及びアゾキシストロビンに対するキュウリ褐斑病菌の感受性. 日植病報. 70 : 10-13.
- 船久保太一・山口優子. 2014. 山梨県におけるキュウリ褐斑病菌の薬剤耐性の実態と有効薬剤. 山梨総農セ研報. 7 : 17-23.
- FRAC (2022) 作用機構分類一覧表 2022 URL :
https://www.jcpa.or.jp/assets/file/lab0/mechanism/2022/mechanism_frac.pdf (2023 年 11 月アクセス).
- 狭間 渉. 1990. キュウリ褐斑病の発生動向及び研究の現状と防除対策. 植物防疫 44 : 224-228
- 石井英夫・杉山知子・西村久美子. 2001. キュウリ病害におけるストロビルリン系薬剤耐性菌の分布状況の推移. 日植病報 68 : 74.
- 近藤 誠. 2012. 薬剤耐性キュウリ褐斑病菌に対する各種薬剤の残効期間. 北日本病虫研報. 63 : 57-59.
- 宮本拓也・富田恭範・鹿島哲郎・米山一海・野上真希・諏訪順子. 2006. キュウリ褐斑病の品種間における発生差異とチオファネートメチル, プロシミドン, ジェトフェンカルブに対する感受性. 日植病報. 72 : 236-237.
- 宮本拓也・石井英夫・瀬古隆司・富田恭範・小堀智史・小笠原孝司. 2008. ボスカリド耐性キュウリ褐斑病菌の発生. 日植病報. 74 : 37-38.
- 山崎睦子. 2017. 高知県内で発生する複合薬剤耐性菌によるキュウリ褐斑病に対する防除法. 高知農技セ研報. 26 : 15-24.

和歌山県における新害虫「ビワキジラミ」の 発生生態と防除対策

松山尚生

和歌山県果樹試験場

The Ecology and Control Measures of the New Pest, *Cacopsylla biwa*(inoue) in Wakayama Prefecture

Naoki Matsuyama

Wakayama Fruit Tree Experiment Station

緒 言

ビワキジラミは 2012 年に徳島県において国内で初めて確認された新種のビワの害虫である (Inoue et al., 2014 ; 井上, 2015). 本種が発生したビワは, 主に幼虫が排出した排泄物が付着することですす症状が発生し, 果実の商品価値が低下する (Inoue et al., 2014 ; 井上, 2015). また, 生息密度が高い場合には被害果は幼果のまま腐敗して落果することもある (井上, 2021).

本県では 2018 年に日高郡由良町のビワ樹上で本種の生息が認められ, その後も各地域で発生が確認されている (和歌山県農作物病虫害防除所, 2018). また, 2020 年と 2021 年に主要なビワ栽培地域である海南市下津町と有田郡湯浅町において分布調査を実施したところ, 広い範囲で発生していることが明らかになった (和歌山県農作物病虫害防除所, 2021). 本県のビワ栽培ほ場においてもすす症状による被害が発生したことから薬剤防除が導入されたが, 安定した効果が得られていない. このため, 県内における発生生態の解明や防除薬剤の選定, 有効な防除体系の開発等による防除対策の確立が必要であった.

徳島県における本種の発生生態について, 中西ら (2015) や生咲 (2020) が述べているが, 他県と本県では気候やほ場環境などの違いから発生消長が異なる可能性がある. また, 殺虫効果が高い薬剤は徳島県 (中西ら, 2015 ; 兼田ら, 2020) や本県 (松山, 2021 ; 松山, 2022) において室内検定で明らかにされているが, ほ場での試験結果に関する報告は少ない (中西ら, 2015 ; 生咲・渡邊, 2020).

そこで本研究では, 本種に対する有効な防除対策を確立することを目的とした. まず, ビワの花や果実, 葉における発生消長を調査することにより時期別の発生量を明らかにした. また, 発生が多かった秋季 (開花初期) と春季 (幼果期), 夏季 (果実収穫後) において, 現地のビワ栽培ほ場で薬剤散布の効果を確認した. さらに, 各時期に最も高い効果が認められた薬剤を組み合わせた防除体系の効果を検討した.

材料および方法

試験 1. ビワ樹におけるビワキジラミの発生消長

調査は海南市下津町引尾のビワ栽培ほ場（面積：約20a、品種：茂木、園地条件：傾斜地）で行った。

1) 葉における生息数の推移

調査は2020年4月15日～2021年6月17日に行った。調査ほ場内の2樹を選定し、樹あたり20枝、1枝あたり春葉5葉（計100葉）に生息するビワキジラミを肉眼で5日～9日毎に観察して、成虫・幼虫別に生息数を調査した。調査葉は各年に発生した春葉が着生した枝から任意に選んだ。

2) 花房および果房における生息数の推移

調査は花蕾発生期の2020年9月9日～果実の収穫直前の2021年6月17日まで行った。調査ほ場内の2樹を選定し、1樹あたりマークした10花房（果房）に生息するビワキジラミを肉眼で5～9日毎に観察し、成虫・幼虫別に生息数を調査した。

試験 2. 開花初期、幼果期、果実収穫後における各種薬剤の防除効果

試験 2-1) 及び 2) は海南市下津町引尾（面積：30a、品種：茂木、園地条件：傾斜地）、試験 2-3) は海南市下津町松尾（面積：30a、品種：茂木、園地条件：傾斜地）のビワ栽培ほ場（面積：品種：茂木、園地条件：傾斜地）において、自然発生のビワキジラミを対象に薬剤散布試験を行った。供試薬剤は表 1 のとおりとした。防除効果は補正密度指数が 10 未満で「効果が高い」、10 以上 30 未満で「効果が認められる」、30 以上 50 未満で「効果はやや低い」50 以上で「効果は低い」とした。

表1 薬剤散布試験の供試薬剤

IRACコード	供試薬剤名 ^z	希釈倍数	薬剤散布試験の実施時期		
			開花初期	幼果期	果実収穫後
1A	アラニカルブ水和剤	1,000	× ^y	○	○
3A	トラロメトリン水和剤	2,000	○	○	○
4A	アセタミプリド水溶剤	2,000	○	○	×
4A	ジノテフラン水溶剤	2,000	○	○	×
21A	ピリダベン水和剤	3,000	○	○	○
23	スピロテトラマト水和剤	2,000	○	×	×

^zいずれの供試薬剤もびわのビワキジラミに適用あり（2023年12月時点）

^y○は供試した薬剤、×は供試していない薬剤を示す

1) 開花初期における防除効果

2021年11月10日に水道水で所定濃度に希釈した薬液を、動力噴霧機を用いて30L/樹の散布量で葉の表裏が十分濡れるように散布した。1主枝あたり2花房を選び、散布前（11月10日）と散布8日後（11月18日）に生息するビワキジラミ幼虫を計数して補正密度指数を算出した。1薬剤につき1樹を供試し、1区1主枝3反復として区内反復で行った。

2) 幼果期における防除効果

2021年3月15日に水道水で所定濃度に希釈した薬液を、動力噴霧機を用いて30L/樹の散布量で葉の表裏が十分濡れるように散布した。1主枝あたり3果房を選び、散布前（3月15日）と散布15日後（3月30日）に生息するビワキジラミ幼虫を計数して補正密度指数を算出した。1薬剤につき1樹を供試し、1区1主枝3反復として区内反復で行った。

3) 果実収穫後における防除効果

2022年6月16日に水道水で所定濃度に希釈した薬液を、動力噴霧機を用いて30L/樹の散布量で葉の表裏が十分濡れるように散布した。散布前(6月16日)、散布7日後(6月23日)にビワ樹1樹あたり50葉に生息するビワキジラミ成虫を計数して補正密度指数を算出した。試験は1区1樹3反復で行った。

試験3. ビワキジラミに対する体系防除の被害抑制効果

試験は海南市下津町松尾のビワ栽培ほ場で、自然発生のビワキジラミを対象に行った。試験区を表2に示す。2022年7月6日の果実収穫後、同年11月30日の開花初期、2023年3月27日の幼果期に水道水で所定濃度に希釈した薬液を動力噴霧機を用いて30L/樹の散布量で葉の表裏が十分濡れるように散布した。4月4日に1樹あたり30果房を、果房あたり3果を残して摘果し、袋掛けを行った。5月29日に袋掛けを行った果実を収穫し、果実のすす症状の程度を以下の基準(JAながみねの出荷基準に基づく)で調査して各区の被害果率および次式による被害度を算出した。試験は1区1樹3反復で行った。

無：被害が果面の5%以下、秀品の果実

小：被害が果面に6%~20%程度認められ、優品として出荷可能な果実

中：被害が果面に21%~50%程度認められ、加工用として出荷可能な果実

大：被害が果面に51%以上認められ、出荷不可となる果実

$$\text{被害度} = \frac{(\text{小の果実数} \times 1) + (\text{中の果実数} \times 3) + (\text{大の果実数} \times 6)}{\text{全調査果実数} \times 6} \times 100$$

表2 ビワキジラミ体系防除試験の処理区

試験区	散布日と散布薬剤(希釈倍数)		
	2022年7月6日(果実収穫後)	2022年11月30日(開花初期)	2023年3月27日(幼果期)
新防除体系区	トラロメトリン水和剤(2,000倍)	ピリダベン水和剤(3,000倍)	アセタミプリド水溶剤(2,000倍)
慣行防除体系区	DMTP乳剤(1,500倍)	ピリダベン水和剤(3,000倍)	ジノテフラン水溶剤(2,000倍)
無処理区	-	-	-

※慣行防除体系区は「ビワキジラミのための総合防除マニュアル(農研機構, 2020)」に基づいて設定した

結 果

試験1. ビワ樹におけるビワキジラミの発生消長

1) 葉における生息数の推移

成虫は調査を開始した2020年4月から7月にかけて増加し、7月上旬に発生のピークがあった。以降は減少し9月中旬以降はほとんど認められなくなった。2021年は5月上旬から増加し、6月上旬にピークとなった。成虫は全て葉裏に生息した。幼虫は、2020年は4月下旬に最も多かったが5月に急減し、5月下旬以降は認められなかった。2021年は3月から発生が認められ、4月中旬にピークとなったが急減し、5月以降は認められなかった。幼虫は新梢の葉と葉の間や葉柄の付け根に生息していた(図1-A)。

2) 花房および果房における生息数の推移

成虫は2020年9月上旬の調査開始時には花蕾上に生息が認められ、10月にかけて減少した。11月から再び花房で生息が認められ、11月中旬にピークとなった。1月にかけて減少し、以降は少なく推移した。幼虫は10月から花房で発生が増加し、11月上旬に最も多くなったが、11月中旬には減少した。1月にはほとんど認められなくなったが、2月から果房で再び増加し、3月～4月にかけて多くなった(図1-B)。5月には減少し、5月下旬以降は全く見られなかった。

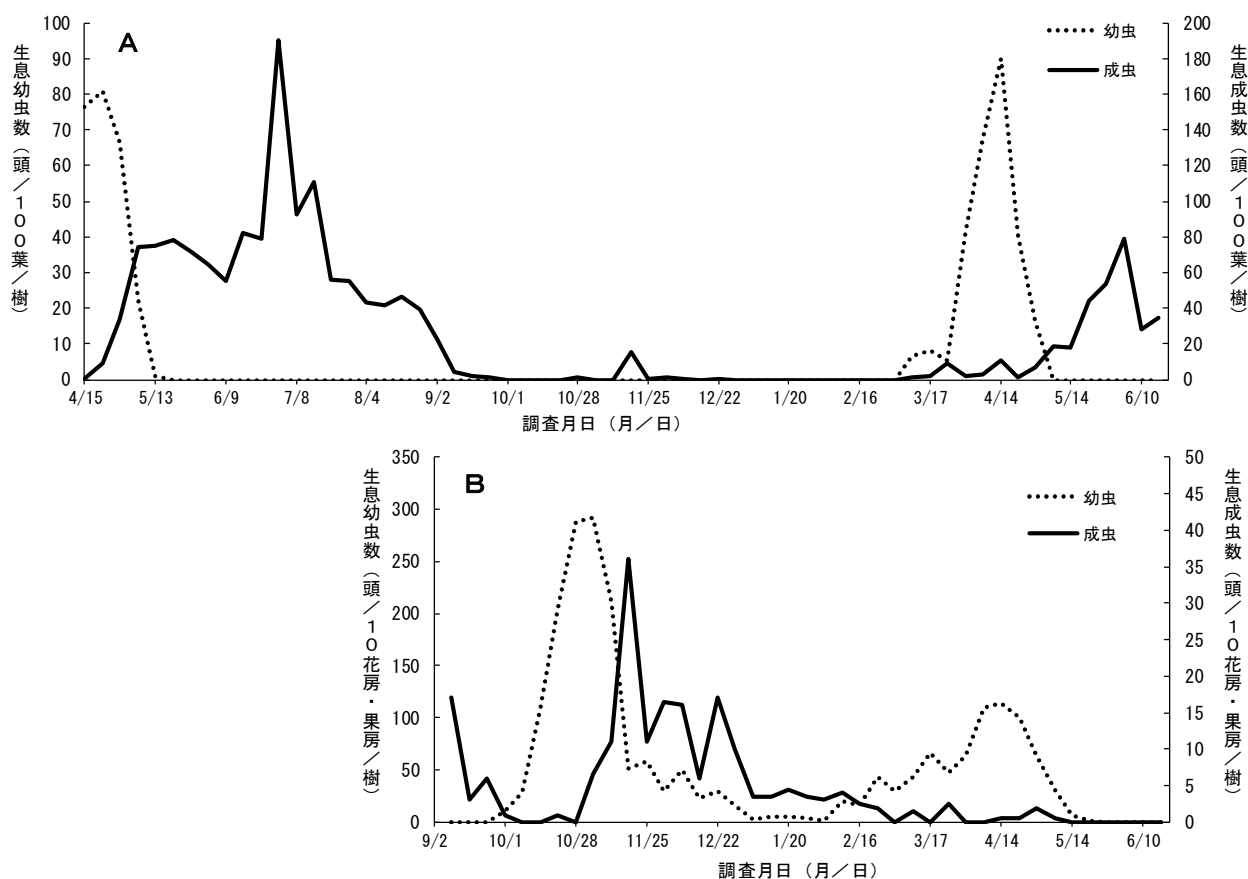


図1 ビワ樹におけるビワキジラミの生息数の推移 (2020～2021年、A：葉、B：花房または果房)

試験 2. 開花初期, 幼果期, 果実収穫後における各種薬剤の防除効果

1) 開花初期における防除効果

無処理区におけるビワキジラミ幼虫の2花房あたりの生息数は、散布前は30.7頭で、散布8日後は29頭とほぼ同じであった。処理区の生息数は、散布前は33～45.7頭であったが散布後はいずれの区も16頭以下となり、ピリダベン水和剤は11.3頭、スピロテトラマト水和剤は11.0頭と処理区の中でも少なかった。散布8日後の補正密度指数は、ピリダベン水和剤区は29.2で効果が認められた。アセタミプリド水溶剤区は33.2、スピロテトラマト水和剤区は35.2、トラロメトリン水和剤区は37.5、ジノテフラン水溶剤区は43.0で効果はやや低かった(図2)。

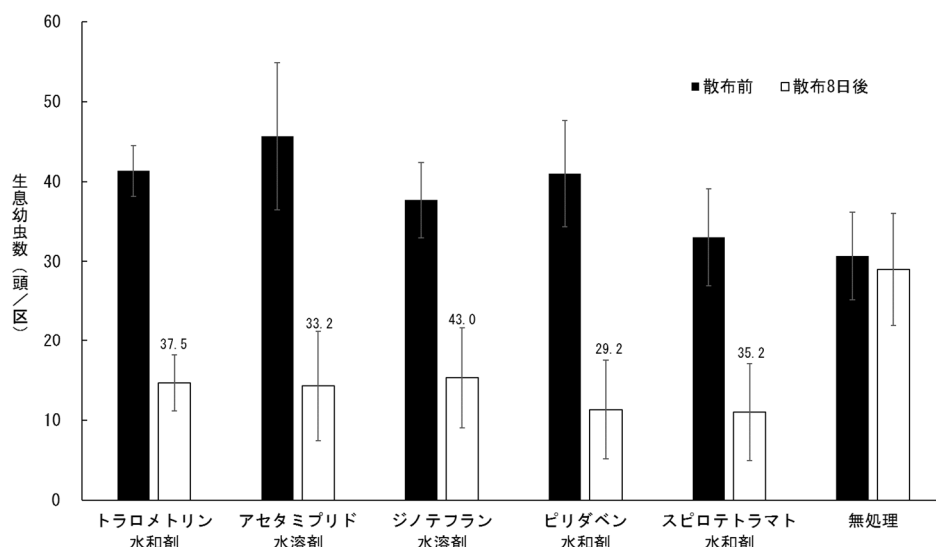


図2 開花初期におけるビワキジラミに対する各種薬剤の防除効果 (2021年)

散布日：2021年11月10日
 幼虫数は3反復の平均
 図中の数字は補正密度指数を示す

2) 幼果期における防除効果

無処理区におけるビワキジラミ幼虫の3果房あたりの生息数は、散布前は31.7頭、散布15日後は52.7頭と増加した。処理区の生息数は、散布前は37~47.7頭であったが、散布後は5.7~25頭と薬剤によって差が大きく、中でもアセタミプリド水溶剤は5.7頭と少なかった。散布15日後の補正密度指数は、アセタミプリド水溶剤区は8.3で高い効果が認められ、ジノテフラン水溶剤区は12.2、トラロメトリン水和剤区は24.8で効果が認められた。ピリダベン水和剤区は30.9、アラニカルブ水和剤区は31.5で効果がやや低かった (図3)。

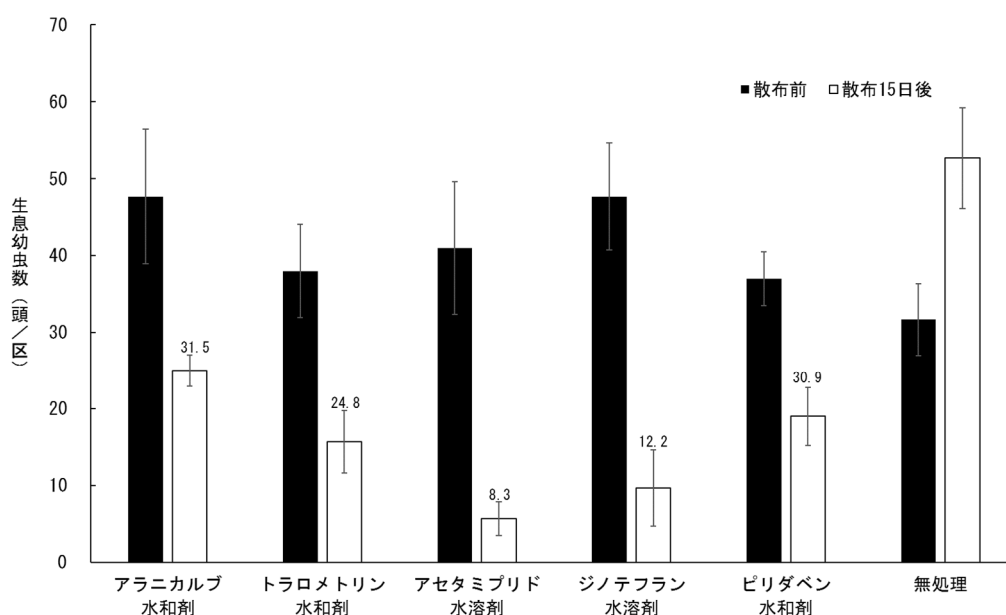


図3 幼果期におけるビワキジラミに対する各種薬剤の防除効果 (2021年)

散布日：2021年3月15日
 幼虫数は3反復の平均
 図中の数字は補正密度指数を示す

3) 果実収穫後における防除効果

無処理区におけるビワキジラミ成虫の50葉あたりの生息数は、散布前は95.7頭、散布7日後は135頭と増加した。処理区の生息数は、散布前は79~84.3頭であったが、散布後は0.3~17.3頭と薬剤によって差が認められ、中でもトラロメトリン水和剤は0.3頭と少なかった。散布7日後の補正密度指数は、トラロメトリン水和剤区は0.3、ピリダベン水和剤区は8.0で高い効果が認められた。アラニカルブ水和剤区は15.5で効果が認められた(図4)。

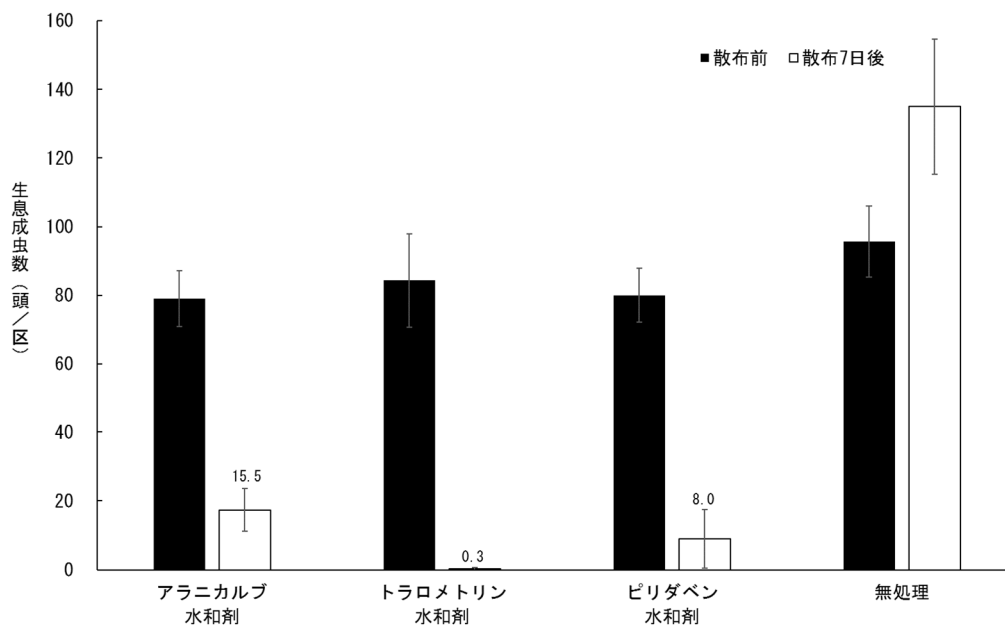


図4 果実収穫後におけるビワキジラミに対する各種薬剤の防除効果(2022年)

散布日: 2022年6月16日

成虫数は3反復の平均

図中の数字は補正密度指数を示す

試験3. ビワキジラミに対する体系防除の被害抑制効果

無防除区では被害果率83.7%で、被害程度が「多」の果実の割合も高く、被害度は68.2であった。慣行防除体系区の被害果率は69.2%、被害度は34.3であった。新防除体系区の被害果率は34.4%、被害度は11.9で無防除区、慣行防除体系区と比較して被害が抑制された(表3, 図5)。

表3 ビワキジラミに対する各防除体系による被害抑制効果

区	反復	調査 果数	被害程度別の 果実数				被害果率 (%)	被害度
			無	少	中	多		
新防除体系区	1	52	33	16	3	0	36.5	8.0
	2	78	63	8	6	1	19.2	6.8
	3	63	33	13	12	5	47.6	20.9
	計	193	129	37	21	6	平均	34.4
慣行防除体系区	1	96	51	18	26	1	46.9	17.7
	2	79	13	25	28	13	83.5	39.5
	3	66	15	16	15	20	77.3	45.7
	計	241	79	59	69	34	平均	69.2
無防除区	1	69	14	5	5	45	79.7	70.0
	2	56	15	2	2	37	73.2	68.5
	3	58	1	14	14	29	98.3	66.1
	計	183	30	21	21	111	平均	83.7



図5 各区の果実の被害状況（左：新防除体系区，中：慣行防除体系区，右：無防除区）

考察

試験1の結果から、本種は幼虫が10月～11月に花房で、3月～4月に果房や新梢で、成虫が11月～12月に花房で、5月～7月に葉でそれぞれ多発することが明らかになった。生咲（2020）は、徳島県板野郡上板町における2017年～2018年の調査で、本種は7月下旬から9月上旬までは成虫の発生が認められ、10月以降は幼虫が増加して11月中旬から新成虫が発生していること、4月中旬からは羽化した成虫が認められていることを報告しており、本試験の結果も概ね一致していた。一方で、生咲（2020）は3月中旬から幼虫が急増したとも報告しているが、試験1において2021年は2月から幼虫が少なからず発生し、増加している点で消長が異なっていた。調査ほ場から最も近い気象庁観測地点である和歌山市における2021年2月の気温を平年値と比較すると、平均気温は2.1℃、日最高気温は2.6℃高かったこと（気象庁、2021）から、例年より幼虫の発生が早まった可能性がある。幼虫が早期に発生した場合は、すす症状の発生も早まると推察されることから、今後この時期の気温の推移と発生活消長との関係について調査する必要がある。本種の発生が最も多くな

る時期として、生咲 (2020) や井上 (2020) は春季から夏季にかけてと述べているが、試験 1 の結果によると 10 月から 11 月にも多発していた。10 月から花房で密度が高まることですす症状が発生し、これが翌年の収穫果の果皮上に残る可能性がある。このことについても調査期間や地域による気候の違いが影響すると考えられるため、今後継続的な調査が必要である。試験 1 では 7 月下旬以降は成虫の生息数が少なくなり、それ以降も徐々に減少した。井上 (2020) は盛夏期に本種の密度が低下する理由について、枝先から樹冠の内部の日陰に移動するためと報告している。試験 1-1) では樹冠内の位置ごとに葉での生息数を調査していないが、この時期の成虫の減少は同様の理由が考えられる。

本種の防除適期は 11 月中旬頃の開花初期、3 月中旬頃の幼果期の袋掛け前、果実収穫後から 7 月中旬頃までの 3 回とされている (井上, 2021)。試験 1 の結果、本県の防除適期も同様の時期と考えられた。

秋季の防除について、生咲・渡邊 (2020) は花房が伸長して花や蕾に隙間ができてからが有効と述べているが、本県では伸長した花房の割合が高まるのは 11 月以降である。したがって、本試験の結果を踏まえると防除適期については幼虫の発生ピークよりやや遅れる可能性があるが、11 月中の防除が有効と考えられる。試験 2-1) では花房が伸長した 11 月 10 日に薬剤を散布し、4 分の 1 程度にまで密度を低下させることができたが、効果が高いとはいえなかった。本種の幼虫は花房の間など隙間に生息する生態であることから (井上, 2015; 兼田ら, 2020)、花房内部に生息する幼虫に対して十分に薬液が届かなかったことが考えられる。開花初期の防除については、防除効果を高めるための散布方法や有効な薬剤をさらに検討する必要がある。

また、次に発生数が多かった春季の防除も重要と考えられ、試験 1-2) において 3 月に果房で幼虫の発生が多かったことから防除適期は 3 月以降と考えられる。本県では幼虫の密度が急増する 3 月から 4 月にかけて幼果に袋掛けが行われているが、防除を十分に行わないまま袋掛けを行うと、袋内に閉じ込められた幼虫により果実のすす症状が進行する (生咲, 2020)。この時期のすす症状は収穫果実への被害につながるため、袋掛け前の防除は徹底して行う必要がある (井上, 2020)。しかし、試験 2-2) ではアセタミプリド水溶剤で効果が高かったものの、散布後も生息個体が認められ確実に防除できていなかった。本試験では本県の栽培体系に合わせ、袋掛け直前に果実肥大を目的として行われる摘果の前に薬剤散布を行ったが、摘果前の果房内は果実が混み合い、さらに花殻が付着しているため果房内部まで薬液が届きにくい (井上, 2020)。したがって、幼果期の薬剤散布を行う前に摘果を行い、込み合いを無くした上で薬剤を散布し、袋掛けを行うことで高い効果が得られると考えられる。しかし、成木園の割合が高い本県では摘果と袋掛けを別に行うのは労力的に困難であるため、摘果前の薬剤散布でも安定して高い効果が得られる防除方法の検討が今後の課題である。この時期は新葉にも多数の幼虫が認められたことから、ほ場内の密度を低下させるためには果房だけでなく葉にも薬液を十分に散布することが重要と考えられる。

果房に生息した幼虫は 5 月には減少し、4 月から 7 月にかけて主に葉裏で成虫の密度が高まった。果実被害が認められたほ場では本種の密度が高いことから、この時期の防除適期は果実収穫後から枝先の葉に発生が多い 7 月中旬までとされている (井上, 2021)。試験 1 では 7 月下旬以降は成虫の生息数が少なくそれ以降も徐々に減少しているが、これは樹冠内部への移動と推察され、本県においても本種の発生が枝先に多く薬液がかかりやすい 7 月中旬までに薬剤散布を行う必要があると考えられる。試験 2-3) では収穫後の薬剤散布 (6 月 16 日) により、いずれの処理区も防除効果が認められ、中でもトラロメトリン水和剤区で生存個体数が極めて少なかった。この時期は成虫が葉裏に生息していることから比較的薬液がかかりやすかったため効果が高まったと推察される。

試験2の結果から、ピリダベン水和剤は花房、アセタミプリド顆粒水溶剤は果房に生息する幼虫に対し、また、トラロメトリン水和剤は葉裏に生息する成虫に対し他剤と比較してそれぞれ有効性が認められた。一方、トラロメトリン水和剤は薬剤検定では幼虫に対して高い殺虫効果が認められているが（松山，2022）、試験2-1)及び2)における開花初期や幼果期の幼虫には効果が高くなかった。また、アセタミプリド顆粒水溶剤は果房と異なり、花房に生息する幼虫には高い効果が認められていない。本種が生息する部位によって薬剤の防除効果が異なるのは浸透移行性や残効期間など、薬剤の特性が関係している可能性がある。

試験3の結果から新防除体系は慣行防除体系と比較して被害果率は約半分で、すす症状の発生程度も抑えられたことから本種の被害抑制に有効であった。この理由として、果実収穫後と幼果期における新防除体系区と慣行防除体系区の薬剤の違いが考えられた。本試験ではDMTP乳剤とトラロメトリン水和剤の比較試験を実施していないため、これらの効果の違いは明らかではないが、アセタミプリド水溶剤は幼果期においてジノテフラン水溶剤より高い効果が認められていることから、このことが被害の抑制に繋がったと思われる。なお、新防除体系区において依然として3割程度の果実に被害が発生した理由としては、試験2と同様に開花初期や幼果期に薬液が虫体まで十分に達していなかったためと推察される。生咲・渡邊（2020）が行った試験では、夏季から秋季にかけてカルタップ水溶剤、アラニカルブ水和剤、ジノテフラン水溶剤、開花初期にピリダベン水和剤、幼果期にジノテフラン水溶剤を散布した計6回の殺虫剤散布による体系防除により、被害果率を10%程度に抑えている。本県においては、現状から薬剤散布回数を増やすことは生産者の労力が増大することから困難と思われる。したがって、薬剤の選定によりさらに有効な防除体系を考案する必要がある。

ビワは樹高が8~10mに達し、樹幅も10m以上になる（一ノ瀬，2007）。本県に植栽されているビワも多くが高木で樹幅も広いことから、花房や果房の内部に潜む本種に対し防除効果が得られにくい状況にあるといえる。したがって、今後は適切な散布量など、本県の栽培環境に合わせた散布方法を検証するとともに、薬液を果房にかかりやすくするため樹高の切り下げや縮伐などによる樹形改造を検討することも必要である。

摘 要

ビワの新害虫ビワキジラミについて、発生消長、防除薬剤および防除体系の検討を行った。

- 1 ビワキジラミの発生消長として、幼虫が10月~11月に花房で、3月~4月に果房や新梢で多発し、成虫が11月~12月に花房で、成虫が5月~7月に葉で多発することが明らかになった。防除適期は果実収穫後から7月中旬までと開花初期の11月中、幼果期の3月中の袋掛け前と考えられた。
- 2 果実収穫後、開花初期、幼果期に最も効果が高かった薬剤はそれぞれ、トラロメトリン水和剤、ピリダベン水和剤、アセタミプリド水溶剤であった。開花初期についてはいずれの薬剤も効果が高くなかったため、防除効果を高めるための散布方法や有効な薬剤を検討する必要があると考えられた。
- 3 果実収穫後にトラロメトリン水和剤、開花初期にピリダベン水和剤、幼果期にアセタミプリドを散布する新防除体系は慣行防除体系と比較して被害果率が約半分で、すす症状の発生も軽度であったことから、本種の被害抑制に有効と考えられた。

本試験を実施するにあたりご協力いただいた生産者の皆様に深謝いたします。また、試験に多大なご協力をいただいたながみね農業協同組合の営農相談員の田中昌隆氏、菊池佑磨氏、並びに果樹試験場の職員の皆様に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 一ノ瀬 至. 2007. 果樹園芸大百科11 ビワ. 整枝・剪定の方法. pp. 149. 農山漁村文化協会. 東京
- Inoue, H., T. Nakanishi and T. Kaneda. 2014. *Cacopsylla biwa* sp. nov. (Hemipteran: Psyllidae): a new pest of loquat *Eriobotrya japonica* (Rosaceae) in Japan. *Appl. Entomol. Zool.* 49 : 11-18.
- 井上広光. 2015. ビワを加害する新種の侵入害虫ビワキジラミ. *植物防疫* 69 : 97-101.
- 井上広光. 2020. ビワの新害虫ビワキジラミの対策技術. *果実日本* 75 : 78-81.
- 井上広光. 2021. ビワの新害虫ビワキジラミの防除対策. *果樹種苗* 162 : 11-15.
- 兼田武典・阿部成人・中西友章. 2020. ビワキジラミの薬剤感受性評価. *植物防疫* 74 : 504-509.
- 生咲 巖. 2020. ビワキジラミの防除体系技術の開発. *農薬春秋* 97 : 8-13.
- 生咲 巖・渡邊丈夫. 2020. ビワキジラミの防除体系技術の開発. *植物防疫* 74 : 510-513.
- 気象庁. 2021. 和歌山の月ごとの平年値.
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/nml_sfc_ym.php?prec_no=65&block_no=47777&year=2021&month=2&day=&view= (2023年12月閲覧)
- 松山尚生. 2021. ビワキジラミ成虫に対する各種薬剤の殺虫効果. *関西病虫研報* 63 : 167-169.
- 松山尚生. 2022. ビワキジラミ幼虫に対する薬剤の殺虫効果. *関西病虫研報* 64 : 144-146.
- 中西友章・今井健司・兼田武典・武知耕二. 2015. 徳島県でのビワキジラミの発生状況と薬剤防除対策. *植物防疫*. 69 : 102-105.
- 農研機構. 2020. ビワキジラミ防除のための総合技術マニュアル.
https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/biwakijirami_sougougijutsu_manual_revised_20201104.pdf (2023年12月閲覧)
- 和歌山県農作物病虫害防除所. 2018. 平成30年度病虫害発生予察特殊報.
https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070300/071400/yosatsujoyouhoukako_d/fil/h30tokusyuhou2.pdf (2023年12月閲覧)
- 和歌山県農作物病虫害防除所. 2021. 令和3年度病虫害防除技術情報.
https://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070300/071400/yosatsujoyouhoukako_d/fil/r3giyyutujoyouhou5.pdf (2023年12月閲覧)

フィルム包装したウメ ‘南高’ 果実の熟度および大きさが 褐変障害果発生に及ぼす影響

大江孝明¹・下村友季子²・梶野高志²・稲葉有里³・土田靖久・菱池政志

和歌山県果樹試験場うめ研究所

Influence of Maturity and Size on the Browning of Skin in Japanese Apricot 'Nanko' Fruit Packaged with Film

Takaaki Oe, Yukiko Shimomura, Takashi Kajino, Yuri Inaba, Yasuhisa Tsuchida and Masashi Hishiike

Japanese Apricot Laboratory, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

緒 言

和歌山県においてウメは、産出額がミカンに次ぐ基幹品目であり、2023年の生産量は61,000tで、全国生産量の64%を占める（農林水産省、2023a）。国は食品の輸出を拡大するための施策を推進しており（農林水産省、2023b）、ウメも梅酒等の加工品が輸出されてきた。加えて近年、香港や東南アジアではウメ果実を家庭で梅酒等に加工する需要が増え、和歌山県産の‘南高’青果もこれらの地域に輸出されている（森口、2017）。国内では熟して黄化した果実は高品質な梅干および梅酒の原料等として利用されているが（南部川村梅加工開発センター、1987；大江ら、2012）、海外では黄化した果実は劣化した果実と見なされ、商品性が低い（森口、2017）。ウメ果実の収穫期は主に6月で気温が高いため、常温では収穫後の熟度進行が早く3~5日程度で見た目での黄化がみられるが（大江ら、2008）、青果の主要な輸出先である香港への船による輸出では、収穫から販売まで2週間程度を要することから（土田ら、2016）、鮮度保持技術が必要である。

ウメ果実の鮮度保持期間を延長する技術として、低温貯蔵（岩田・緒方、1976）、CA貯蔵（小役丸、1997；小役丸ら、1994、1995）、エチレン除去剤（浅見・田中、1990a；宮崎、1983；張ら、1991、1993）、1-methylcyclopropene処理（Shi et al., 2013；塩見ら、2008）および包装資材（浅見・青柳、1997；浅見・田中、1990a、1990b；鈴木ら、2008）が検討されている。香港への輸出時の流通温度が5℃程度であることから、和歌山県のJAグループでは、これら技術のうち低温条件下で黄化防止効果の高い資材の探索を行い（森口、2017；土田ら、2016）、包装資材としてオーラパック（株式会社ベルグリーンワイズ製）を選抜し使用してきた。しかし、2018年に輸出された青果の多くが褐変するという問題が発生したため（図1）、現在、高コストな航空便での対応を強いられている。

低温保存したウメ果実では、陥没障害（岩田・木下、1978；岩田・緒



図1 輸出時に発生した褐変障害果

¹現在：和歌山県農林水産政策局農林水産総務課研究推進室

²現在：和歌山県農業生産局経営支援課

³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

方, 1976 ; 岩田・吉田, 1979) 等が発生することが報告されている。陥没障害は褐変を伴う場合があり, 3~8℃で発生しやすいことから, 今回の事例でも温度条件が褐変障害果の要因と考えられたが, ほとんどの果実で陥没が認められていなかった。一方, 主に 20~25℃保存での報告であるが, ウメにおいて低 O₂ 濃度や高 CO₂ 濃度が果皮または果肉の褐変を引き起こすことが報告されている (浅見・田中, 1990a ; 加地ら, 1991 ; 小役丸ら, 1994, 1995 ; 宮崎, 1983 ; 鈴木ら, 2008)。

そこで既報 (大江ら, 2023) では, 資材包装前後の温度, O₂ および CO₂ 濃度等の違いと褐変障害果発生や黄化との関係を調査した。その結果, 5℃で予冷し 5~8℃保存した条件でも CO₂ 濃度が高いほど褐変障害果の発生が多くなる傾向が認められ, 褐変障害果発生に CO₂ 濃度が大きく関与すると判断した。また, 予冷温度および保存温度を検討し, 5℃での一貫した保存が良いと判断した。さらに予冷後は, 低温保存するまでの温度が高く, 日数が長くなるほど障害果の発生が増加するため, 予冷後はできるだけ温度を高めず, 早めに低温保存することが重要と判断した。しかし, 実際のウメ‘南高’の輸出において, 予冷から低温管理を行っても褐変障害果発生の有無は年により異なっていた。

低温障害発生程度はウメ (後藤ら, 1986 ; 後藤ら, 1988 ; 岩田・木下, 1978 ; 緒方・阪本, 1979), モモ (福田ら, 2015) およびリンゴ (王ら, 1990) において収穫熟度, 大きさおよび品種に影響を受けることが報告されている。よって, 褐変障害果発生についてもこのような違いによる影響が予想されることから, 本試験では収穫熟度および大きさとの関係を調査した。

材料および方法

1. 果実の採取時期が褐変障害果発生に及ぼす影響 (試験 1)

2020 年および 2021 年の青果収穫始期 (2020 年 6 月 3 日, 2021 年 6 月 2 日, 以下始期), 青果収穫盛期 (2020 年 6 月 7 日, 2021 年 6 月 5 日, 以下盛期) および青果収穫終期 (2020 年 6 月 9 日, 2021 年 6 月 9 日, 以下終期) に, 和歌山県果樹試験場うめ研究所 (和歌山県みなべ町) で収穫したウメ‘南高’果実を用いた。‘南高’青果の輸出では階級 2L (約 30g) および 3L (約 36g) が用いられているため, 2L および 3L の果実を選果機により選別し供試した。なお, 供試した果実の 2L と 3L の比率は収穫当日の比率と同じとした。筆者ら (大江ら, 2012) が‘南高’果実の熟度指標として示した赤道部の果皮色 h* 値 (100 以下が黄化の目安) を収穫日に 10 果を抜き取り分光色差計 (日本電色, NR11) で調査したうえで, コンテナに入れて 5℃で 1 日予冷した。その後, 10kg ずつオーラパックで包装して段ボール箱に入れ, 0℃および 5℃で保存した。包装 10, 15 および 20 日後に包装資材内の O₂ および CO₂ 濃度を測定し, 直ちに開封して果実表面の結露状態および褐変障害果発生率を調査した。なお, O₂ および CO₂ 濃度は O₂/CO₂ 計 (AMETEK 製 CheckPoint3) で測定し, 結露状態は触感で果実表面が完全に乾いている状態を 0, 水滴が全面にたっぷり付いている状態を 10 とした結露指数で示し, 6 以上を結露が多いと判断した。褐変障害果発生率は 100 果を無作為に抽出し, 程度別に褐変小 (果梗部にのみ小さな褐変), 褐変中 (果実全体に小さな褐変または果梗部にのみ大きな褐変) および褐変大 (果実全体に大きな褐変) に分類し調査した (図 2)。なお, 褐変中および大は青果としての販売ができない程度と判断される。また包装 15 日後のみ, 10 果を抜き取り赤道部の果皮色 h* 値を測定した。



褐変小 褐変中 褐変大
図 2 褐変障害果の程度別区分

2. 果実の大きさが褐変障害果発生に及ぼす影響（試験 2）

2020 年および 2021 年の始期（2020 年 6 月 4 日，2021 年 6 月 3 日）にうめ研究所で収穫した‘南高’果実を選果機により階級 L（約 24g），2L，4L（約 44g）に選別して供試した。果実は収穫日にコンテナに入れて 5°C で 1 日予冷した後，10kg ずつオーラパックで包装して段ボール箱に入れ，5°C で保存した。試験 1 と同様に包装 10，15 および 20 日後（2020 年の包装 15 日後は未調査）に包装資材内の O₂ および CO₂ 濃度，結露指数および褐変障害果発生率を調査した。また，2021 年は収穫日および包装 15 日後に 10 果を抜き取り赤道部の果皮色 h* 値を調査した。

結 果

1. 果実の採取時期が褐変障害果発生に及ぼす影響（試験 1）

1) 5°C 保存

2020 年および 2021 年ともに，果皮色 h* 値は採取時期が遅い果実ほど小さい傾向であり，特に終期が他に比べて小さかった（表 1）。ただし値は概ね 100 以上であり，青果として販売可能な外観であった。各採取時期の果実とも保存前後の差はなかった。包装資材内の O₂ および CO₂ 濃度について，2020 年は一定の傾向がみられず，2021 年の 10 日後では採取時

表 1 果実の採取時期と保存前および 15 日後の果皮色 h* 値（5°C 保存）

採取時期 ^z	2020年		2021年	
	保存前	15日後	保存前	15日後
始期	105.7 ± 0.2 ^y	105.0 ± 0.4	105.6 ± 0.4	105.1 ± 0.3
盛期	104.5 ± 0.5	103.4 ± 0.6	105.0 ± 0.4	104.6 ± 0.9
終期	99.9 ± 1.1	99.8 ± 0.9	102.9 ± 0.7	101.7 ± 0.9

^z始期は青果収穫始期，盛期は青果収穫盛期，終期は青果収穫終期に採取した果実
^y平均値±標準誤差(n=10)

表 2 果実の採取時期および保存日数と包装資材内の O₂ および CO₂ 濃度並びに結露指数（5°C 保存）

採取時期 ^z	O ₂ 濃度(%)			CO ₂ 濃度(%)			結露指数(10段階)		
	10日後	15日後	20日後	10日後	15日後	20日後	10日後	15日後	20日後
2020年 始期	3.2	3.8	1.9	19.9	19.7	26.1	2	1	1
2020年 盛期	2.0	3.7	9.4	25.0	29.0	18.9	2	0	0
2020年 終期	4.1	7.3	8.1	22.5	26.4	25.4	0	2	6
2021年 始期	10.1	3.4	5.2	13.2	23.3	25.4	0	0	2
2021年 盛期	5.5	3.7	4.5	14.1	24.1	27.3	0	2	3
2021年 終期	2.8	6.4	10.9	26.4	27.9	21.1	0	6	6

^z始期は青果収穫始期，盛期は青果収穫盛期，終期は青果収穫終期に採取した果実

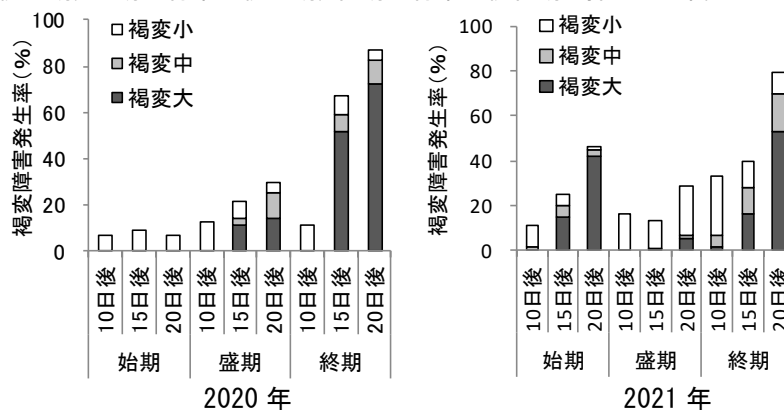


図 3 果実の採取時期および保存期間と障害果発生率（5°C 保存）

期が遅い果実ほど O₂濃度が低く、CO₂濃度が高かった（表2）。結露指数は終期が2020年の20日後、2021年の15および20日後において6であった（表2）。褐変障害果発生率について、2020年（図3左）は同じ保存日数では採取時期が遅い果実ほど多い傾向であった。2021年（図3右）は同じ保存日数では終期、始期、盛期の順に高い傾向であった。褐変大と中の合計について、2020年は終期の15日後および20日後で、2021年は終期の20日後、始期の20日後で40%以上であった。

2) 0℃保存

果皮色 h*値は2021年の始期で保存後にやや低下したが、その後は保存前後の差がなく、値は概ね100以上であり（表3）、青果として販売可能な外観であった。包装資材内の O₂および CO₂濃度について、2020年は一定の傾向がみられず、2021年は採取時期が遅い果実ほど O₂濃度が低く、CO₂濃度が高い傾向であった（表4）。

表3 果実の採取時期と保存前および15日後の果皮色 h*値（0℃保存）

採取時期 ^z	2020年		2021年	
	保存前	15日後	保存前	15日後
始期	105.7 ± 0.2 ^y	105.7 ± 0.2	105.6 ± 0.4	104.2 ± 0.5
盛期	104.5 ± 0.5	103.8 ± 0.4	105.0 ± 0.4	103.7 ± 0.9
終期	99.9 ± 1.1	101.8 ± 0.6	102.9 ± 0.7	102.8 ± 0.9

^z始期は青果収穫始期、盛期は青果収穫盛期、終期は青果収穫終期に採取した果実

^y平均値±標準誤差(n=10)

結露指数は2020年が始期の20日後、2021年が始期の20日後で6以上であった（表4）。褐変障害果発生率について、2020年（図4左）は始期が高く、2021年（図4右）は20日後において始期および盛期で高い傾向であった。褐変大と中の合計は2020年が始期の20日後で、2021年が始期の20日後で40%以上であった。

表4 果実の採取時期および保存期間と包装資材内の O₂および CO₂濃度並びに結露指数（0℃保存）

採取時期 ^z	O ₂ 濃度(%)			CO ₂ 濃度(%)			結露指数(10段階)		
	10日後	15日後	20日後	10日後	15日後	20日後	10日後	15日後	20日後
2020年									
始期	9.5	9.1	9.2	12.5	15.0	16.7	0	2	8
盛期	9.9	5.9	7.2	12.0	17.7	19.7	2	0	0
終期	11.0	11.8	7.0	10.4	10.3	20.0	0	0	2
2021年									
始期	12.9	8.6	12.9	9.8	15.2	12.3	0	0	2
盛期	12.5	8.3	11.1	10.7	15.6	14.6	0	0	6
終期	7.2	9.0	10.6	16.3	17.6	16.8	0	1	1

^z始期は青果収穫始期、盛期は青果収穫盛期、終期は青果収穫終期に採取した果実

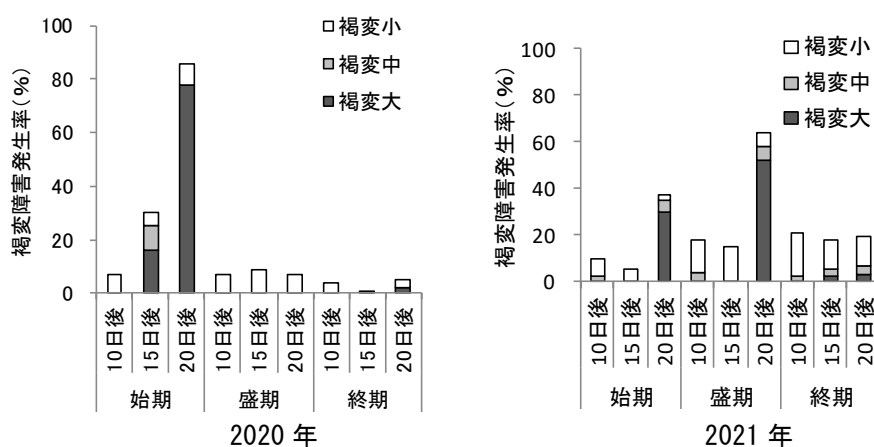


図4 果実の採取時期および保存期間と障害果発生率（0℃保存）

2. 果実の大きさが褐変障害果発生に及ぼす影響（試験 2）

果皮色 h^* 値は階級が大きいほど小さい傾向であったが、値は 103 以上と青果として販売可能な外観であり、保存前後での差がなかった（表 5）。包装資材内の O_2 および CO_2 濃度について、2020 年および 2021 年ともに一定の傾向はみられなかった（表 6）。結露指数は階級および保存日数に関わらず 4 以下であった（表 6）。褐変障害果発生率について、2020 年（図 5 左）は 10 日後、20 日後ともに階級が大きいほどが高かった。2021 年（図 5 右）は 10 日後および 15 日後では L が他に比べてやや低く、20 日後では 4L、L、2L の順に高かった。褐変大と中の合計は 2020 年、2021 年ともに 4L では 20 日後に 40% 以上であった。

表 5 果実の階級と保存前および 15 日後の果皮色 h^* 値（2021 年、5℃保存）

階級	保存前	15日後
L	106.6 ± 0.3 ^z	105.9 ± 0.4
2L	105.5 ± 0.2	105.8 ± 0.4
4L	104.6 ± 0.4	103.7 ± 0.5

^z 平均値 ± 標準誤差 (n=10)

表 6 果実の階級および保存期間と包装資材内の O_2 および CO_2 濃度並びに結露指数（5℃保存）

年	階級	O_2 濃度 (%)			CO_2 濃度 (%)			結露指数 (10段階)		
		10日後	15日後	20日後	10日後	15日後	20日後	10日後	15日後	20日後
2020年	L	3.3	- ^z	1.9	19.1	-	29.3	0	-	0
	2L	4.5	-	3.2	18.3	-	25.0	2	-	0
	4L	2.9	-	9.1	29.8	-	21.1	2	-	3
2021年	L	6.7	4.5	-	15.0	19.6	-	0	0	2
	2L	4.8	2.7	2.8	17.8	26.4	23.1	0	0	0
	4L	5.9	6.7	8.8	19.0	26.0	24.7	1	4	4

^z - : 未調査

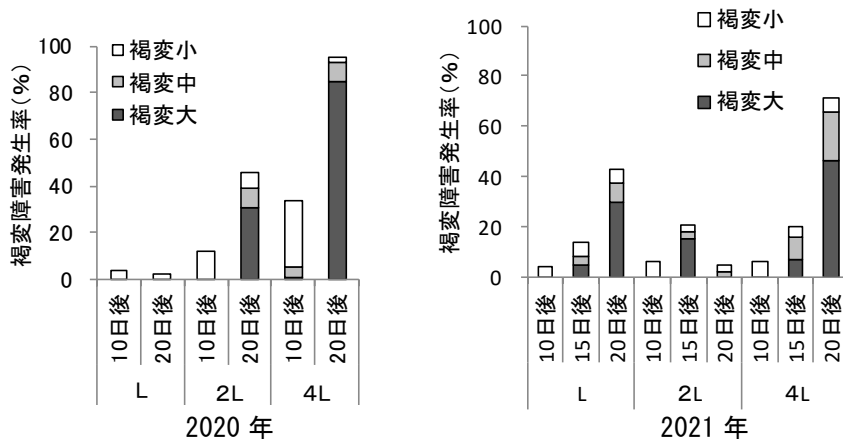


図 5 果実の階級および保存期間と障害果発生率（5℃保存）

考 察

ウメ青果の船での輸出では、他の作物とコンテナ内に混載して 5℃程度の低温で輸送される。このため、和歌山県では JA グループを中心に、‘南高’において低温条件下で黄化防止効果の高い包装資材を検討し、オーラパックが選抜されて使用されてきた（森口，2017；土田ら，2016）。しかし、輸出開始 4 年目である 2018 年に多くの果実が褐変するという問題が発生したことから（図 1），JA グループからの要望を受け、褐変障害の要因を明らかにしようとした。

既報（大江ら，2023）で，1 日予冷後に容器内の CO₂ 濃度を変えて 5℃～8℃の低温で保存したところ，果実封入時の CO₂ 濃度が高いほどその後の CO₂ 濃度が高く推移し，褐変障害果の発生が多い傾向が認められた．また，予冷温度を 0℃および 5℃，保存温度を 0℃および 5℃としてオーラパック包装した試験において，包装資材内の CO₂ 濃度が 25%以上の場合，褐変中と大の合計が 40%以上発生し，これらのことから，褐変障害には CO₂ 濃度が大きく関与すると判断した．さらに，CO₂ 濃度が 25%未満で褐変中と大の合計が 40%以上発生した場合は，結露指数が大きく，北野ら（1984）の報告と同様，褐変障害には結露も関与すると判断した．

一方で，実際のウメ‘南高’の輸出において，褐変障害果発生の有無は年により異なっていたが，低温障害発生程度はウメ，モモおよびリンゴにおいて，収穫熟度，大きさおよび品種の影響を受けることが報告されていることから，褐変障害果発生についてもこのような要因に影響を受けることが予想される．そこで本試験では，オーラパック包装した果実の収穫熟度および大きさと褐変障害果発生や黄化との関係を調査した．まず熟度との関係について，包装後の保存温度との関係も併せて調査した．筆者ら（大江ら，2012）が低い値ほど熟度が進んでいることを示した果皮色 h*値は，採取時期が遅い果実ほど低い傾向であり，採取時期が遅い果実ほど熟度が進んでいると判断された（表 1）．ただし，値が概ね 100 以上であり，採取時期に関わらず青果として販売可能な緑色であった．また，0℃および 5℃保存ともに封入前後で果皮色 h*値の変化はほとんどなく，保存中の果皮の黄化進行はみられなかった．5℃で保存した場合，褐変障害果の発生は採取時期が遅い終期の果実で多い傾向であり，褐変中と大の果実の発生も多かった（図 3）．このことから現状の輸出時の流通温度である 5℃保存では，熟度が進んだ果実は褐変障害が発生しやすいと判断された．一方，0℃で保存した場合は 5℃保存とは異なり，褐変障害果の発生は採取時期が遅い終期の果実で少なく，褐変中と大の果実の発生も終期の果実で少なかった（図 4）．池ヶ谷ら（2022）は 13 種の果実類を 5℃および 0℃で輸送したところ，輸送後の外観品質が 5℃で優れるものと 0℃で優れるものがあると報告している．また，同じ品種でも熟度の違いにより品質保持に適した保存温度が異なるとの報告もみられ，王ら（1990）はリンゴにおいて，標準的な収穫時期よりも 27 日早く採取した果実は，0℃では 5℃に比べて裂果やピッキング等の低温障害が多発し，電解質漏出速度（生体膜の透過性）が貯蔵中に急増することが関与すると報告している．ウメにおいて後藤ら（1986）は，‘南高’をポリエチレン製袋に入れて 8 および 10℃で保存した場合，標準的な収穫時期よりも 20 日早く収穫した果実では，果皮の褐変およびピッキングの発生が多いことを報告している．また，後藤ら（1988）は，1 週間隔で採取した‘鶯宿’をポリエチレン製袋に入れて 3，6 および 8℃で保存した場合，果皮の褐変およびピッキングの発生が多い果実は収穫時に電解質漏出速度が低い傾向であったと報告している．これらのことから，本試験で熟度の違いにより褐変障害果の発生程度が異なったことについても生体膜の透過性が関係していることが予想され，今後詳細な検討が必要である．

次に，果実の大きさとの関係について，5℃で保存した場合，20 日後の褐変障害果の発生は最も大きい 4L の果実で多い傾向であり，褐変大と中の果実の発生も多かった（図 5）．このことから，5℃保存では大きい果実は褐変障害が発生しやすいと判断された．緒方・阪本（1979）はウメ‘鶯宿’において，出荷熟度の果実を大果（23.5g），中果（15.5g），小果（6.5g）に分け 6℃で貯蔵したところ，小果に比べ中果や大果で低温障害の発生が多かったと報告しており，5～6℃の温度帯では大きい果実で障害が発生しやすいと判断された．しかし，本試験では果実が大きいほど熟度指標となる果皮色 h*値が小さい傾向であったことから（表 5），同一採取日でも果実が大きいほど熟度が進んでいるとも考えられ，今後，熟度指標となる数値が同程度の果実を用いて大きさとの関係を

調査する必要がある。

先述のとおり既報（大江ら，2023）において，密封容器内での試験では CO₂ 濃度が高いほど褐変障害が発生しやすかった。本研究の試験 1 では 5℃および 0℃保存ともに，2021 年は採取時期が遅い果実ほど包装資材内の O₂ 濃度が低く，CO₂ 濃度が高い傾向であったが，2020 年は一定の傾向がみられなかった（表 2，4）。また試験 2 において，2020 年および 2021 年ともに大きさとの間に一定の傾向はみられなかった（表 6）。既報（大江ら，2023）においても CO₂ 濃度と褐変障害果発生率との間に関係性が認められなかった場合があり，この要因については褐変障害を生じた果実の呼吸停止により，O₂ 消費量および CO₂ 排出量が減少するとともに資材内外のガス交換がおこり関連性がみられなかったと推察しており，本試験でも同様と考えられる。

結露との関係について，結露指数 6 以上の場合はほとんどで褐変中と大の合計が 40%以上であり（表 2，4，図 3，4），既報（大江ら，2023）と同様に褐変障害には結露も関与することが再確認された。

以上のことから，オーラパックで包装し低温保存する場合，果実の熟度や大きさにより褐変障害果の発生程度が異なることが明らかとなった。また，褐変障害果が発生しやすい熟度が保存温度により異なることが明らかとなった。さらに，結露防止も重要であることが再確認された。現状，輸出は 5℃で行われているため，オーラパックで包装し輸出する場合は，青果収穫始期から盛期の果実を用いるのが良いと判断された。大きさについては，L~2L の果実を用いるのが良いと考えられたが，海外ではより大きい果実が好まれるため，2L 果実を用いるのが良いと判断された。ただし，オーラパックは輸送温度や果実熟度等の少しの違いで褐変障害発生程度が大きく異なったことから，今後，他の包装資材や CO₂ 吸着剤（鈴木ら，2021）の検討も必要である。

摘 要

本試験では，褐変障害の原因を明らかにし，船での輸出再開につなげるために，鮮度保持資材オーラパックで包装した果実の熟度および大きさの違いと褐変障害果発生や黄化との関係を調査した。

- 1) 5℃で保存する場合，熟度が進んだ青果収穫終期の果実で褐変障害果の発生が多かった。
- 2) 0℃で保存する場合，熟度が進んだ青果収穫終期の果実で褐変障害果の発生が少なかった。
- 3) 青果収穫始期の果実を 5℃で保存する場合，4L の果実では L および 2L に比べて褐変障害果の発生が多かった。
- 4) 褐変障害果発生には結露も関与することが再確認された。

包装資材をご提供いただいた株式会社ケイネット，紀南農業協同組合に深く感謝の意を表す。

引用文献

- 浅見逸夫・青柳光昭. 1997. 青ウメの高品質出荷技術に関する研究（第 3 報）. 微細孔フィルム小袋包装による鮮度保持. 愛知農総試研報. 29: 231-237.
- 浅見逸夫・田中喜久. 1990a. 青ウメの高品質出荷技術に関する研究（第 1 報）. 環境ガス組成が鮮度に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 22: 259-265.
- 浅見逸夫・田中喜久. 1990b. 青ウメの高品質出荷技術に関する研究（第 2 報）. 種々の出荷用包装資

- 材が鮮度に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 22: 267-274.
- 福田文夫・荒木克也・永易美咲・藤本黎・森永邦久・志水基修・岡村憲一・長谷川圭則・中野龍平. 2015. 0°C付近で貯蔵したモモ3品種における品質と低温障害発生の品種間差異. 園学研. 14 (別1) : 235.
- 後藤昌弘・南出隆久・岩田隆. 1986. ウメ果実の収穫熟度及び品種による低温障害感受性並びに低温ショック効果の差異. 食品と低温. 12: 17-24.
- 後藤昌弘・南出隆久・岩田隆. 1988. ウメ果実の収穫熟度による低温障害感受性の差異とリン脂質成分及び膜透過性との関連について. 園学雑. 56: 479-485.
- 池ヶ谷篤・長藤亮彦・豊泉友康・山崎成浩・西家健宏・小杉徹. 青果物を混載で輸出する際のコンテナ内の温度が品質に与える影響. 園学研 (別1) . 21: 143.
- 岩田隆・木下光子. 1978. ウメ果実の貯蔵と低温障害に関する研究. (第2報) 低温障害と貯蔵温度, 品種, 熟度との関係ならびにポリエチレン包装の障害防止効果. 園学雑. 47: 97-104.
- 岩田隆・緒方邦安. 1976. ウメ果実の貯蔵と低温障害に関する研究. (第1報) 貯蔵中の外観ならびに内的変化の一般的様相. 園学雑. 44: 422-428.
- 岩田隆・吉田匡央. 1979. ウメ果実の低温障害とその防止. 園学研究集録. 9: 135-140.
- 加地浩章・池辺哲朗・箴島豊. 1991. 青梅の貯蔵性に及ぼす環境ガス組成の影響. 日食工雑. 38: 797-803.
- 北野欣信・小川正毅・角田秀孝・前阪和夫・山下重良. 1984. ウメ果実の予冷法に関する研究. 和歌山果樹園試研報. 8: 10-21.
- 小役丸孝俊. 1997. CA条件下での青ウメ果実の呼吸生理に及ぼすエチレン除去剤と貯蔵温度の影響. 園学雑. 66 : 409-418.
- 小役丸孝俊・安達憲司・二田和宏・迫田直一・小田圭昭. 1994. 常温でのCA貯蔵条件下における青ウメ果実の生理と品質変化. 園学雑. 62: 877-887.
- 小役丸孝俊・塔田和宏・小野嘉則・迫田直一. 1995. 常温での種々のCA条件下における4品種の青ウメ果実の呼吸生理. 園学雑. 64: 639-648.
- 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. 1-3.
- 宮崎丈史. 1983. 青ウメの鮮度保持に及ぼす包装とエチレン除去の効果. 園学雑. 52: 85-92.
- 森口仁文. 2017. 青梅香港輸出の取り組みと輸送試験・貯蔵試験の結果について. 和歌山の果樹. 5月号: 42-46.
- 農林水産省. 2023a. 令和5年産びわ, おうとう, うめの結果樹面積, 収穫量及び出荷量. 作物統計調査
<https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/attach/pdf/syukaku_biwa_23.pdf>
- 農林水産省. 2023b. 政府の輸出促進政策. 政府の取組.
<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/export/e_kyouka_senryaku/h28_senryaku.html>
- 大江孝明・岡室美絵子・根来圭一・土田靖久・細平正人. 2008. 異なる熟度で収穫したウメ‘南高’果実の追熟期間が果実および梅酒の品質に及ぼす影響. 園学研. 7: 299-303.
- 大江孝明・櫻井直樹・山崎哲弘・奥井弥生・石原紀恵・岡室美絵子・細平正人. 2012. 高い芳香成分を有する梅酒製造のためのウメ‘南高’果実の熟度指標. 園学研. 11: 515-521.
- 大江孝明・下村友季子・梶野高志・稲葉有里・土田靖久・菱池政志. 2023. ウメ‘南高’果実の収穫

- 後の保存条件が褐変障害果発生に及ぼす影響. 和歌山県農林水研報. 11: 31-41.
- 緒方邦安・阪本隆志. 1976. 青ウメ, トマト果実の品質保持に対する予冷時の低温ショック的効果について. 園芸学収録 9 集. 146-150.
- Shi. T., Z. Li, Z. Zhang, C. Zhang and Z. Gao. 2013. Effect of 1-methylcyclopropene (1- MCP) treatment on antioxidant enzymes of postharvest Japanese apricot. African J. Biotech. 12: 689-694.
- 塩見慎二郎. 2008. ウメ果実の追熟に及ぼす 1-メチルシクロプロペンの影響. 暮らしき作陽大紀要. 41: 97-105.
- 鈴木芳孝・宮崎清宏・鶴永陽子・石川豊・今堀義洋. 2008. パーシャルシール包装による青ウメの鮮度保持技術. 日食保蔵誌. 34: 71-74.
- 鈴木哲也・新川猛・杉浦真由・櫻井直樹・中野浩平. 2021. 二酸化炭素吸着剤を同封したポリエチレン包装によるカキ‘太秋’果実の長期貯蔵. 園学研. 10: 421-427.
- 土田靖久・廣畑佳和・榎本雄司・下岡三穂・廣畑賢一. 2016. ウメ‘南高’果実の香港への輸送中における品質変化. 和歌山農林水研報. 4: 77-84.
- 王洪剛・弦間洋・大垣智昭・黒川円. 1990. リンゴ‘千秋’果実の収穫熟度による低温障害感受性, 呼吸活性並びにエチレン生成の差異. 園学雑. 59: 163-169.
- 張世明・茶珍和雄・岩田隆. 1991. 青ウメの常温貯蔵におけるエチレン除去剤とポリエチレン密封包装の影響. 園学雑. 60:183-190.
- 張世明・茶珍和雄・上田悦範・岩田隆. 1993. 収穫後の青ウメのペクチン質の変化に及ぼす包装とエチレン除去の影響. 日食工. 40: 163-169.

卵用地鶏「龍神コッコ」生産性向上のための「龍神地鶏」の改良

松井 望・湯橋宏美・小松広幸

和歌山県畜産試験場養鶏研究所

Breed Improvement of “Ryujin-Jidori” to Improve the Egg-laying Performance of “Ryujin-Kokko”

Nozomu Matsui, Hiromi Yuhashi, and Hiroyuki Komatsu

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）。このことから当所では2012年度から龍神地鶏の保護・増殖に取り組み始め、2015年度からこの龍神地鶏を新たな商用品種の原因種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。

2021年に「龍神地鶏」（雄）とロードアイランドレッド（雌）（独立行政法人家畜改良センター岡崎牧場，YC系統）（以下「RIR」）を交配し、採卵用地鶏の「龍神コッコ」を開発した（湯橋ら，2022）。

「龍神コッコ」の雄親である「龍神地鶏」は原種のままで、採卵用種鶏として改良されていないため、性能調査と選抜を実施し、「龍神コッコ」の性能向上のために「龍神地鶏」を改良した3年間の過程の概要を報告する。

材料および方法

1 供試鶏

1) 「龍神地鶏」

令和2年度供試鶏（以下「R2 龍神」）：当所で飼育している「龍神地鶏」（雄）のうち体重が大きく、精液産生能力の高い個体を選び、雌と自然交配し、2020年3月ふ化したヒナの内275羽を用いた。

令和3年度供試鶏（以下「R3 龍神」）：「R2 龍神」（雄）のうち体重が大きく精液産生能力の高い個体5羽を選び、産卵前期に産卵率の高い「R2 龍神」（雌）40羽と人工授精（以下「AI」）で交配し、2020年12月ふ化した182羽を用いた。

令和4年度供試鶏（以下「R4 龍神」）：「R3 龍神」（雌）のうち、体重、産卵成績及び卵質検査成績から、卵重、卵殻破壊強度、産卵率、体重に優れた雌各8羽計32羽を選び、その系統と同じ系統の雄を4羽選び「AI」により交配し、2021年1月ふ化した74羽を用いた。

「AI」の方法は、雄1羽の精液をベルツビル家禽精液希釈液（（独）家畜改良センター，2005）を

用いて5倍希釈し、雌4羽に注入する方法で週に2回、2週間行った。ふ化成績は表1のとおり。

表1 「龍神地鶏」の試験に供した鶏のふ化成績

区分	授精方法	入卵数(個)	受精率(%)	対入卵ふ化率(%)	発生羽数	供試羽数
R2 龍神	自然交配	1001	84.4	47.4	474	275
R3 龍神	AI	366	65.0	51.4	188	182
R4 龍神	AI	238	44.5	44.1	105	74

2) 「龍神コッコ」

H30年生まれの「龍神コッコ」(以下「H30コッコ」):改良前の「龍神地鶏」と「RIR」を「AI」で交配し作成した2018年11月ふ化の鶏42羽の成績を示した(湯橋ら2022)。

令和4年度供試鶏(以下「R4コッコ」):「R3龍神」の雄を用い「RIR」の雌に「AI」で作成した2022年3月ふ化の「龍神コッコ」の内70羽を残し、その後、繁殖や他の試験で使用しなかった鶏で産卵成績の調査と卵質検査を行った。

「龍神コッコ」作成時の「AI」は、雌とほぼ同数の雄から採取した精液を無希釈で注入する方法で、週2回、2週間行い、その間に産卵した卵を貯卵し、ふ卵した。

2 飼養管理及び飼料

0~5週齢まで電熱式バタリー育雛器で飼養した。その後、「龍神地鶏」は5~9週齢までウインドレス鶏舎内のバタリー育雛器、10~14週齢まで育成ケージ(開放鶏舎)で飼養、「龍神コッコ」は5~14週齢まで育成ケージ(開放鶏舎)で飼養した。14週齢以降は、両方とも単飼ケージ(開放鶏舎)で飼育した。

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、ふ化時と71日齢に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、50日齢にオイルボックス7R(ND, IB2価, EDS, 鶏伝染性コリーザA・C型, Mg)(一般財団法人化学及血清療法研究所)を皮下投与、71日齢にオイルボックスSETi(鶏サルモネラ症不活化ワクチン)(一般財団法人化学及血清療法研究所)を皮下投与した。

飼料は、0~6週齢まで採卵鶏幼雛用(CP21%以上, ME2900kcal以上), 6週齢~10週齢まで採卵鶏中雛用(CP18%以上, ME2800kcal以上), 10週齢~16週齢まで採卵鶏大雛用(CP15%以上, ME2800kcal以上), 以降採卵鶏成鶏用飼料(CP17%以上, ME2850kcal以上)を給与した。

3 調査項目

「龍神地鶏」の産卵成績は、24~72週齢のヘンデイ産卵率を調査した。卵質検査は、卵重、ハウユニット、卵殻破壊強度、卵殻厚、卵黄色(株式会社ナベルDIGITAL EGG TESTER DET6500)を測定した。30週齢の成績を産卵初期、60週齢を産卵後期の代表として示した。

「龍神コッコ」の産卵成績は、22~72週齢の間のヘンデイ産卵率、平均卵重、日産卵量を調査した。卵質検査は、23~73週齢の間で4週間毎に行なった。

4 統計分析

各測定項目については、スチューデントの T 検定やウェルチの検定で分析した。P<0.05 を有意差があるものとし、0.05<P<0.1 を傾向があるものとした。

結 果

1 龍神地鶏

「龍神地鶏」の 12 カ月齢時の平均体重は、雄は「R2 龍神」で 1250±107g から「R4 龍神」で 1282±101g へ増加し、特に雌では 967±81g から 1056±107g へ有意に増加していた（表 2）。

表 2 「龍神地鶏」12 カ月齢の体重の推移

区分	羽数	雄体重 (g)	羽数	雌体重 (g)
R2 龍神	144	1250±107	131	967± 81 ^a
R3 龍神	89	1275±106	80	982± 66 ^b
R4 龍神	34	1282±101	40	1056±107 ^b

各数値は平均値±標準偏差で表示。

ab は異符号間で有意差あり (P<0.05)

表 3 「龍神地鶏」ヘンデイ産卵率の推移

区分	羽数	24-72 週齢産卵率 (%)	41-55 週齢産卵率 (%)
R2 龍神	83	28.2±10.8 ^a	22.8±6.3 ^a
R3 龍神	80	34.3±14.9 ^b	34.9±7.6 ^b
R4 龍神	40	37.9±15.3 ^c	37.4±7.8 ^c

各数値は平均値±標準偏差で表示。

abc は異符号間で有意差あり (P<0.05)

「龍神地鶏」の 24~72 週齢までのヘンデイ産卵率の平均は、「R2 龍神」28.2%、「R3 龍神」34.3%、「R4 龍神」37.9%と有意に上昇し、特に 41~55 週齢の産卵中期の産卵率が有意に上昇した（表 3、図 1）。

「龍神地鶏」の卵質検査成績は、30 週齢、60 週齢とも「R2 龍神」、「R3 龍神」、「R4 龍神」間で有意な差は認めなかった（表 4）。

2 「龍神コッコ」

「龍神コッコ」の産卵成績は、「H29 コッコ」に比較して、ヘンデイ産卵率、日産卵量が有意に増加した（表 5）。

「龍神コッコ」の産卵は、龍神地鶏よりも早く始まり、23 週齢で 90%以上に達した後、大きな変動はあるが、72 週齢まで 60%以上を維持している（図 2）。

「龍神コッコ」の卵質検査成績は、平均卵重、ハウユニット、卵殻厚、卵殻破壊強度、卵黄色とも、「H29 コッコ」と「R4 コッコ」の間で有意な差は無かった（表 6）。

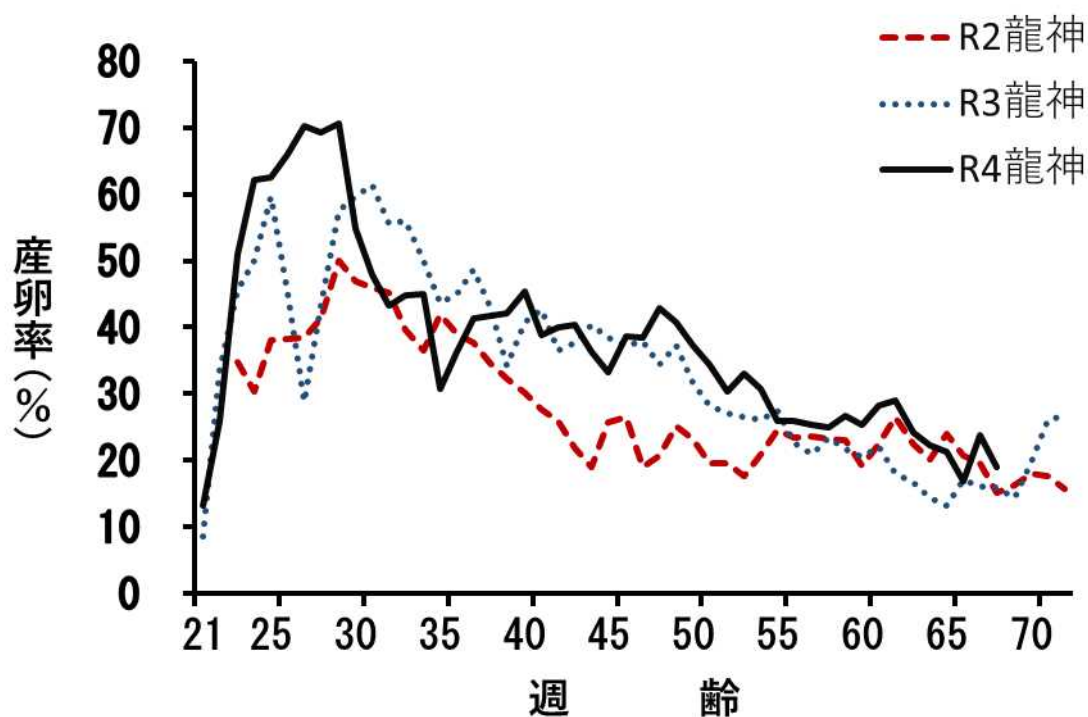


図1 「龍神地鶏」週間産卵率の推移

表4 「龍神地鶏」の卵質検査成績

区分	卵重 (g)	ハウユニット*	卵殻厚 (mm)	卵殻破壊強度 (kg/cm ²)	卵黄色**
R2 龍神 (30 週)	30.72±1.92	70.6±3.7	0.36±0.02	3.79±0.48	12.7±0.8
R3 龍神 (30 週)	32.38±1.82	72.3±4.6	0.36±0.03	3.78±0.62	11.9±0.6
R4 龍神 (30 週)	30.90±1.92	68.7±4.9	0.33±0.03	3.32±0.61	12.0±0.8
R2 龍神 (60 週)	35.28±1.83	73.1±5.2	0.32±0.04	2.96±0.76	12.7±0.6
R3 龍神 (60 週)	36.74±2.67	75.5±3.7	0.27±0.03	2.80±0.67	14.0±0.8
R4 龍神 (60 週)	36.20±2.90	73.3±2.4	0.30±0.04	2.79±0.66	14.2±0.7

各数値は平均値±標準偏差で表示.

*:Haugh unit=100log₁₀(h-1.7w^{0.37}+7.6) h:濃厚卵白高 w:殻付き卵重

** :全農卵黄カラーチャート

表5 「龍神コッコ」の産卵成績

区分	ヘンデイ産卵率 (%)	平均卵重 (g)	日産卵量 (g)
H30 コッコ (42 羽)	77.1±10.1	42.6±2.5	32.7±3.6
R4 コッコ (70-15 羽)	81.9±11.0*	42.2±1.8	34.5±4.3*

各数値は平均値±標準偏差で表示. *はウェルチの検定により有意差あり (P<0.05)

注) R4 コッコの羽数は開始時 70 羽終了時 15 羽

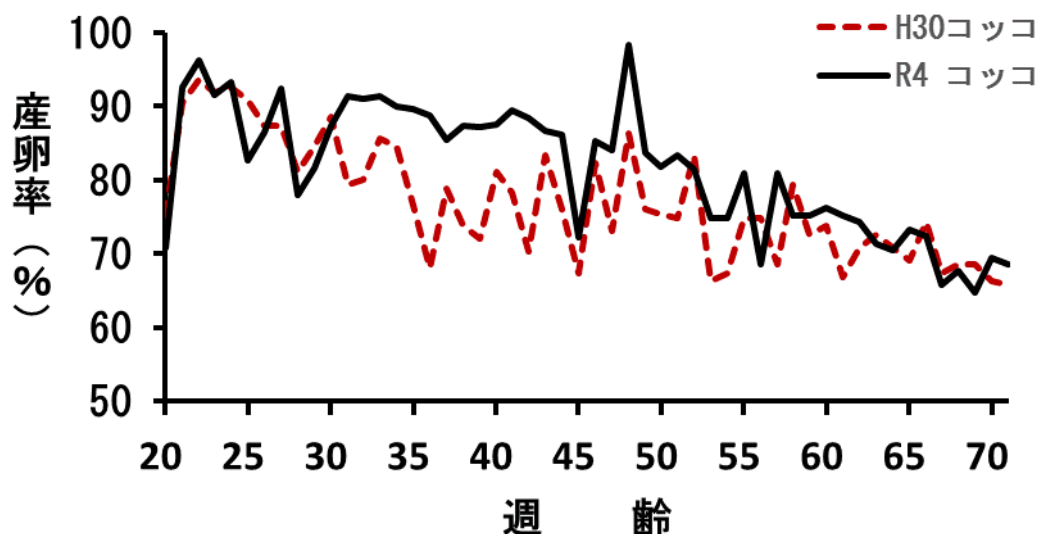


図 2 「龍神コッコ」の週間産卵率の推移

表 6 「龍神コッコ」の卵質検査成績

区分	卵重 (g)	ハウユニット*	卵殻厚 (mm)	卵殻破壊強度 (kg/cm ²)	卵黄色**
H30 コッコ	42.1±3.5	81.6±6.4	0.31±0.03	3.57±0.60	10.8±1.2
R4 コッコ	42.3±2.3	78.1±3.1	0.36±0.04	3.57±0.30	13.0±0.6

各数値は平均値±標準偏差で表示.

*: Haugh unit=100log₁₀(h-1.7w^{0.37}+7.6) h: 濃厚卵白高 w: 殻付き卵重

** : 全農卵黄カラーチャート

考 察

本研究では、和歌山県固有の「龍神地鶏」を交配することで本県独自の採卵用地鶏品種「龍神コッコ」の生産性につながるかを調査した。

「龍神地鶏」成鶏の体重は雄 1309.3g, 雌 952.4g, 産卵率は 23.6% であり, 観賞用として明治以前から飼養されてきた(橋本ら, 2019)。この報告と比較するため, 成鶏の体重の基準を 12 カ月齢として調査した。結果, 「R2 龍神」で雄は 1250±107g, 雌で 967±81g と雄の体重はやや低かったが, 「R4 龍神」では, 雄で 1282±101g と回復し, 雌で 1056±107g と大きくなっていた。飼養管理の徹底や雄親の効果と考えられた。雌の体重の増加は, 卵重の増加につながる可能性がある(田名部, 1971)。

ヘンデイ産卵率は, 「R2 龍神」で 28.2±10.8%, 「R3 龍神」で 34.3±14.9%, 「R4 龍神」で 37.9±15.3% と有意に上昇していた。「龍神地鶏」の産卵率は, 産卵初期に高くなるが, 長く続かず 40 週齢以降は 20% 以下となっていた(橋本ら, 2019)。しかし, 「R3 龍神」, 「R4 龍神」では, 41 週齢から 55 週齢の産卵中期まで 30% 以上を維持していた。これは, 産卵率の良い母鶏を選抜交

配した効果と考えられた。通常、雌体重の増加は産卵率と負の相関にある（田名部，1971）しかし、産卵率も上昇した事から更なる改良の可能性はある。

「龍神地鶏」の卵質検査では、卵殻破壊強度は、30週齢では、平均で3kg/cm²以上を維持しているが、「R2 龍神」、「R3 龍神」、「R4 龍神」とも60週齢時には、3kg/cm²以下に低下していた。

「龍神地鶏」の卵質は、夏や産卵後期に低下するから、気温や加齢の影響が大きいと考えられた。

「龍神コッコ」は、「RIR」と龍神地鶏を交配して作出した採卵用地鶏の普及用品種で（湯橋ら，2022），ヘンデイ産卵率は、「龍神地鶏」に比べ大きく向上し、22～72週齢の平均で、「H30 コッコ」は77.1%であった。「R4 コッコ」では、81.9%と有意に上昇した。雄親の「龍神地鶏」の産卵率の改良が「龍神コッコ」の産卵率の上昇につながったと考えられた。鶏の産卵率は、気温や飼養管理の影響を受けやすく変動が大きい。しかし、平均産卵率が有意に上昇したことから、平均卵重は変化なかったが、日産卵量は1羽当たり1.8g増加した。卵価を1kg300円として100羽飼養した場合、1年間で19,710円の増収が見込まれる。以上のことから「龍神地鶏」の改良することで「龍神コッコ」の産卵能力を向上することができた。今後も「龍神地鶏」の改良をつづけ、「龍神コッコ」の性能向上に努め、地域の振興に寄与したい。また、改良を効率化する研究にも取り組む必要がある。

摘 要

和歌山県固有の卵用地鶏「龍神コッコ」の性能向上のために、雄親の「龍神地鶏」の改良に取り組んだ。

- 1 「龍神地鶏」の体重は増加し、特に雌の12カ月齢の体重が1056gにまで増加した。
- 2 「龍神地鶏」の産卵率は、37.9%まで増加した。
- 3 「龍神コッコ」のヘンデイ産卵率は、77.1%から81.9%に上昇した。
- 4 1羽当たりの日産卵量が1.8g増加し、100羽1年間で19,710円の増収が見込める。

謝辞

本研究において、品種改良の方法にご助言いただいた独立行政法人家畜改良センター 山本力也氏に深謝する。

引用文献

- （独）家畜改良センター岡崎牧場業務第一課． 2005． 鶏の繁殖技術マニュアル． p． 25． （独）家畜改良センター企画調整部企画調整課． 福島県
- 橋本典和・伊丹哲哉・松井望． 2019． 龍神地鶏の産卵特性調査． 和歌山県農林水研報． 7:137-143．
- 岡孝夫・井野靖子・高橋幸水． 2009． マイクロサテライト DNA 多型情報にもとづく龍神地鶏の遺伝的多様性． 東京農大農学集報． 53:363-367．
- 田名部雄一． 1971． 鶏の改良と繁殖． p． 104． 養賢堂． 東京都
- 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．

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

湯橋宏美・松井 望・小松広幸

和歌山県畜産試験場養鶏研究所

Effects of Perches and Fences on Ryujin Jidori Crossbred Chickens

Hiromi Yuhashi, Nozomu Matsui and Hiroyuki Komatsu

Laboratory of Poultry, Livestock Experiment Station, Wakayama Prefecture

緒 言

近年、家畜の動物福祉（アニマルウェルフェア）が叫ばれており、家畜の性質をよく理解し、適した方法で飼育することが求められている。令和5年7月には農林水産省において「アニマルウェルフェアに関する新たな指針」が策定された。その中で長く飼養する採卵鶏については、羽つつきやカニバリズムを抑制する一例として止まり木の設置が挙げられている。同指針ではブロイラーは通常飼養期間が短くこれらの行動が問題となることは少ないとあるが、ブロイラーより長く飼養する地鶏の生産現場においてはしばしば問題となる。羽つつきが発生すると鶏体が損傷し経済的価値が低下、場合によってはへい死するため、アニマルウェルフェアの観点だけでなく経営面においても問題となっている（海老沢, 1971; 新小田, 1998）。止まり木設置による生産性の向上とつつき行動の低減はこれまでも報告されている（長瀬ら, 2005; 湯橋ら, 2022）が、鶏のストレス状態まで評価した報告は少ない。一方、東京大学先端科学技術研究センター西成教授が提唱する渋滞学において、障害物があることで人や物の流れが円滑になることが知られている（西成, 2006）。これまで畜産分野での活用事例はないが、個体間の羽つつきや圧死を起こす鶏においては障害物設置により行動や生産性に变化がある可能性がある。そこで今回、2種類の龍神地鶏交雑鶏を用い、鶏舎内に止まり木およびT字型の柵を設置することによる影響を調べたので、その概況を報告する。

材料および方法

1 供試鶏

当所で育成した龍神コッコ（龍神地鶏雄とロードアイランドレッド（独立行政法人家畜改良センター岡崎牧場, YC 系統）雌の1代交雑鶏）の雄47羽および3元交雑鶏（龍神コッコ雌と龍軍鶏ごろう（独立行政法人家畜改良センター兵庫牧場, 834 系統）雄の交雑鶏）の雌雄混合40羽を用いた。

2 龍神コッコを用いた試験

1) 試験区分及び供試羽数

99日齢の龍神コッコの雄を表1のとおり供した。試験区①にはT字柵のみを設置し、試験区②にはT字柵と止まり木を設置した。

表1 龍神コッコの試験区分と供試羽数

区分	T字柵	止まり木	羽数	飼育密度 (羽/m ²)
対照区	なし	なし	15	4.5
試験区①	あり	なし	16	4.8
試験区②	あり	あり	16	4.8

2) 飼養管理及び飼料

0～35日齢まで電熱式バタリー育雛器、36～98日齢まで育成ケージ（開放鶏舎）で飼育した。99日齢以降試験に供し、平飼い（開放鶏舎）で飼育した。各区の飼養環境を図1に示した。平飼い鶏舎は各区1坪の部屋を用い、試験区①および②には図1に示すT字型の柵を設置し、試験区②には3.5cmの角材を床から高さ115cmの位置に止まり木として設置した。171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、ふ化時と71日齢に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、0～35日齢まで採卵鶏幼雛用（CP21%以上、ME2900kcal以上）、36～70日齢まで採卵鶏中雛用（CP18%以上、ME2800kcal以上）、71～98日齢まで採卵鶏大雛用（CP15%以上、ME2800kcal以上）、99日齢以降採卵鶏成鶏用飼料（CP17%以上、ME2850kcal以上）を給与した。

各区の飼養環境

- ・ 広さ…1坪
- ・ T字柵
…90cm×35cmのコンパネ2枚で作成
- ・ 止まり木
…3.5cm角材を床から高さ115cmに設置



図1 各区の飼養環境

3) 調査項目

生産性の指標として育成率，体重，解体成績を調べた。

羽つつきの指標として，解体時の頭部および臀部の状態を数値化した。すなわち，頭部については，無傷なものを「0」，鶏冠に黒色の傷跡が1つあるものを「1」，黒色の傷跡が2～3個あるものを「2」，黒色の傷跡が多数あるものを「3」，黒色の傷跡があり且つ後頭部が一部脱羽しているものを「4」黒色の傷跡があり且つ後頭部が広く脱羽しているものを「5」とした。臀部については，無傷のものを「0」，軽い脱羽が見られるものを「1」とした。

ストレス指標として，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梢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。脱水や貧血等の健康状態を調べるため，血液はヘマトクリット管を用いてヘマトクリット(Hct)を測定した。遠心後血漿を分離し，血清蛋白比重屈折計で総蛋白（TP）を測定した。

4) 統計分析

各測定項目について，対照区と各試験区間でDunnett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 3元交雑鶏を用いた試験

1) 試験区分及び供試羽数

32日齢の3元交雑鶏については表2のとおり供した。試験区にはT字柵と止まり木を設置した。

表2 3元交雑鶏の試験区分と供試羽数

区分	T字柵	止まり木	羽数	飼育密度（羽/m ² ）
対照区	なし	なし	20	6.1
試験区	あり	あり	20	6.1

2) 飼養管理及び飼料

3元交雑鶏は雌雄混合で平飼い（開放鶏舎）し，32日齢以降，試験区および対照区に供した。各区1坪の部屋で飼養し，試験区には止まり木として床から高さ115cmに3.5cmの角材を設置し，90×45cmのコンパネ2枚で作製したT字型の柵を設置した。雄は99日齢で，雌は120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，ME3100kcal以上），21日齢からブロイラー後期用（CP18%以上，ME3150kcal以上）を給与した。

3) 調査項目

生産性の指標として育成率、体重、飼料要求率、解体成績を調べた。

羽つっきの指標として、各区、解体時の羽毛の脱落または皮膚の損傷がある個体をカウントした。

ストレスの指標として、血液中の偽好酸球とリンパ球の比 (H/L 比) を測定した。血液は解体 3 日前に翼下静脈からへ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。血液を遠心後、血漿を分離し、血清蛋白比重屈折計で総蛋白 (TP) を測定した。

4) 統計分析

育成率および被害羽数については各区間でカイ二乗検定を行った。体重、解体成績および血液検査結果については二元配置分散分析法を実施し、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 龍神コッコを用いた試験

1) 止まり木および T 字柵の使用状況

各区の鶏の様子を図 2 および 3 に示した。試験開始直後は柵と壁に囲まれた空間に集まっている様子がしばしば観察された (図 2)。120 日齢頃からつつき行動が観察され始め、試験終了前には試験区①では T 字柵を止まり木として使用している様子、試験区②では止まり木に並んで止まっている様子が観察された (図 3)。



図 2 試験開始直後の試験区①の様子



図 3 試験終了前の各区の様子

2) 生産性の結果

表 3 および 4 に示した。いずれの区においてもへい死はなく、育成率は 100% だった。体重および正肉重量について対照区，試験区①，試験区②の順で高くなり，試験区②が対照区より有意に大きくなった(表 3)。平均体重については，試験開始時と 121 日齢では各区間に差はなかったが，つき行動開始後の 171 日齢では区間に差が認められた。標準偏差が試験区②で最も小さく，対照区で最も大きくなりばらつきが認められた。増体率については試験区②が最も大きかった(表 4，図 4)。

表 3 龍神コッコの育成率，体重，解体成績

区分	育成率 (%)	体重 (g)	正肉重量 (g)	正肉割合 (%)
対照区	100.0	1672.0±194 a	591.1±79.4 a	39.4±2.1
試験区①	100.0	1761.3±126 ab	638.7±63.5 ab	40.4±1.8
試験区②	100.0	1808.8±92 b	646.7±40.6 b	39.7±2.0

体重，正肉重量，正肉割合は平均値±標準偏差で表示。

Dunnet の多重比較検定により異符号間に有意差あり (P<0.05)

表 4 龍神コッコの平均体重の推移

区分	試験開始時	3 週後	10 週後	増体率 (%)
	99 日齢 (g)	121 日齢 (g)	171 日齢 (g)	
対照区	1373.3±84	1507.3±75	1672.0±194 a	21.7
試験区①	1374.4±95	1543.1±107	1761.3±126 ab	28.1
試験区②	1405.0±71	1559.1±84	1808.8±92 b	28.7

体重は平均値±標準偏差で表示。

Dunnet の多重比較検定により異符号間に有意差あり (P<0.05)

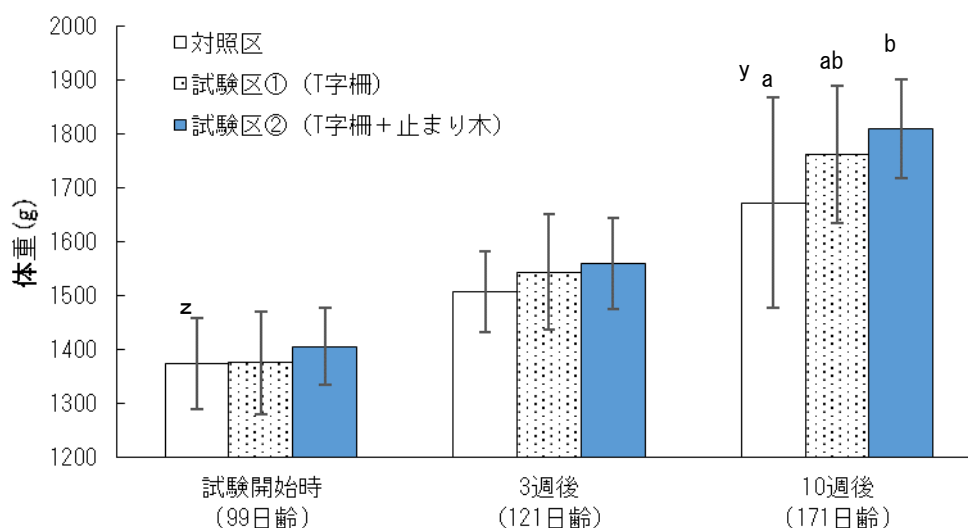


図4 龍神コッコの体重の推移

z: 誤差線は標準偏差を示す

y: Dunnet 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

3) つつきスコアの結果

羽つつきの状態を数値化した結果を表5に示した。すべての個体において頭部につつきによる痕跡が確認された。臀部については試験区①の1羽のみだった。区間に有意差はなかった。

表5 龍神コッコのつつきスコアの結果

区分	頭部	臀部	合計
対照区	2.33±0.82	0	2.33±0.82
試験区①	2.56±1.03	0.06±0.25	2.62±1.09
試験区②	2.06±0.25	0	2.06±0.25

数値は平均値±標準偏差で表示。

4) 血液検査の結果

表6に示した。HCTおよびTPについて、区間に有意差はなく、明らかな脱水や貧血の個体はなかった。ストレス指標であるH/L比は対照区に対し、試験区①および試験区②で有意に低くなった(表6)。

表6 龍神コッコの血液検査の結果

区分	HCT (%)	TP (%)	H/L 比
対照区	45.8±4.81	4.16±0.44	0.40±0.25a
試験区①	46.69±4.30	4.46±0.42	0.20±0.14b
試験区②	47.25±4.68	4.08±0.36	0.17±0.10b

数値は平均値±標準偏差で表示。

Dunnet の多重比較検定により、異符号間に有意差あり (P<0.01)

2 3 元交雑鶏を用いた試験

1) 止まり木および T 字柵の使用状況

試験区では龍神コッコと同様に柵と壁の間の空間に集まる様子や T 字柵を止まり木として使用する様子が観察された。止まり木は雌が頻繁に使用していた。

2) 生産性およびつつき被害の結果

各区の生産性およびつつき被害について表 7 に示した。へい死はなく育成率は両区とも 100%だった。つつきによる被害は解体時脱羽後に腰部に確認できる程度の軽症のもので、いずれも雌で観察された。両区間に有意差はなかった。飼料消費量、解体時体重は対照区がやや大きく、飼料要求率は試験区がやや高くなった。

解体成績の比較を表 8 に示した。生体重、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、止まり木による効果は認められなかった。

体重の推移を図 5, 6 に示した。62 日齢頃から対照区に比べ試験区の雄が高くなり、雌が低くなる傾向が見られた。

表 7 3 元交雑鶏の育成率、つつき被害羽数、飼料要求率、解体時雌雄平均体重

区分	育成率 (%)	被害羽数 (羽)	飼料要求率	解体時雌雄平均体重 (g)
対照区	100	1	3.77	2623.4
試験区	100	3	3.80	2560.4

表 8 3 元交雑鶏の解体成績の比較

測定項目	雄		雌		主効果		交互作用 (性別 × 止まり木)
	対照区	試験区	対照区	試験区	性別	止まり木	
生体重 (g)	2787.8±410	2858.6±279	2459.1±311	2262.3±321	**	ns	ns
むね肉及び ささみ重量 (g)	477.4±71	468.2±60	465.9±75	425.9±70	ns	ns	ns
もも肉重量 (g)	513.0±114	522.2±63	442.4±41	393.8±39	**	ns	ns
正肉重量 (g)	990.4±180	990.4±115	908.3±112	819.7±103	**	ns	ns
正肉割合 (%)	40.1±2.0	39.2±1.7	40.3±1.3	39.9±2.2	ns	ns	ns

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主効果あり (**:p<0.01)

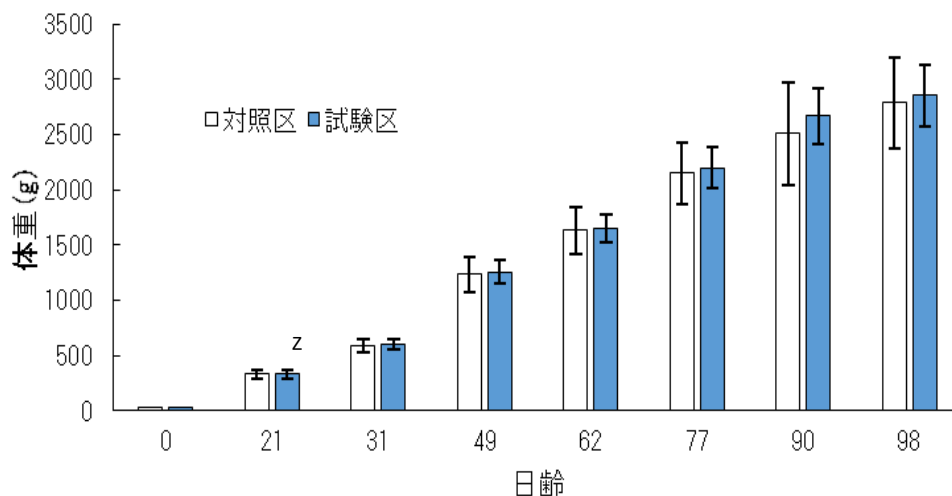


図5 3元交雑鶏 雄の体重の推移
z: 誤差線は標準偏差を示す

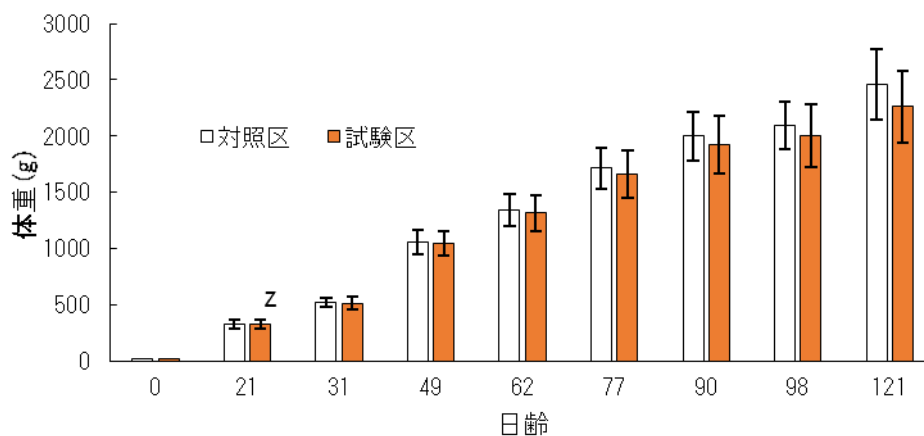


図6 3元交雑鶏 雌の体重の推移
z: 誤差線は標準偏差を示す

3) 血液検査の結果

血液検査結果の比較を表9に示した。TPについては、性別による主効果および性別と止まり木の交互作用が認められ、試験区の雄が試験区の雌より有意に低値となった。H/L比については、性別と止まり木の主効果および交互作用が認められ、対照区の雄が他の群よりも有意に高い値となった。

表 9 3 元交雑鶏の血液検査結果の比較

測定項目	雄		雌		主効果		交互作用
	対照区	試験区	対照区	試験区	性別	止まり木	(性別×止まり木)
TP(g/dl)	4.31±0.25	3.94±0.22 ^a	4.40±0.25	4.42±0.28 ^b	**	ns	*
H/L 比	0.27±0.04 ^{aA}	0.15±0.07 ^b	0.12±0.03 ^B	0.15±0.07 ^B	**	*	**

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主効果及び交互作用あり (* :p<0.05, ** :p<0.01)

Tukey-Kramer の多重比較検定により異符号間に有意差あり (小文字:p<0.05, 大文字:p<0.01)

考 察

本研究では 2 種類の龍神地鶏交雑鶏を用い、止まり木および柵の設置による、生産性、羽つき、ストレスへの影響を調べた。

龍神コッコにおいては、120 日齢頃から羽つきが始まり、T 字柵を止まり木として利用する様子や止まり木に止まっている様子が観察された。羽つき開始前は区間の体重差はなかったが、開始後の 171 日齢では止まり木と T 字柵の区で体重が有意に増加し、正肉重量も増加した。筆者らは龍神コッコにおいて止まり木設置による生産性向上を報告しており、T 字柵を追加しても同様の結果が得られた。

龍神コッコのつつきスコアについては区間に有意差はなかったが、止まり木と T 字柵設置区ではやや低い値となった。T 字柵だけではつつき行動を低減させることは困難だが、止まり木と合わせることでやや低減させる可能性があると考えられた。つつかれた部位は主に頭部であり、頭部のつつきは社会的順位をつけるための雄の闘争行動によるものが多く、龍神コッコで観察されたつつきも同様の行動によるものと考えられた。血液検査結果からは T 字柵設置区および止まり木と T 字柵設置区では対照区に比べストレス指標である H/L 比が有意に低下した。つつき行動自体は有意に低減できなかったが、これらの設備は龍神コッコのストレスを低減させる効果が期待でき、アニマルウェルフェアの向上につながると考えられた。

3 元交雑鶏においては、重度のつつき被害はなかったが 45 日齢頃から闘争行動が見られはじめ、T 字柵を止まり木として使用する個体があった。軽度の傷があった個体はいずれも雌であり、止まり木を主に使用しているのも雌だった。雌がつつき行動から避難するために止まり木を利用していたと推察された。それらの行動が観察され始めた時期から試験区では対照区に比べ雌の体重が低くなる傾向があり、雄においては雌とは逆に体重が高くなる傾向があった。雌は止まり木に避難することで摂食機会が減少し、雄は雌が避難していることで摂食機会が増えた可能性が考えられた。解体成績については止まり木による主効果はなく、T 字柵と止まり木を設置しても生産性に大きな影響はないと考えられた。龍神コッコやみやざき地頭鶏の報告では止まり木により有意に生産性が向上している(長瀬ら, 2005) ことから、鶏の種類や日齢、飼育密度によっても異なると考えられ、今後もそれぞれの地鶏に適した飼育環境の検討が必要である。

血液検査では、TP についていずれも正常値内(鶏病研究会, 2017)であったが、性別の主効果と性

別と止まり木の交互作用が認められた。試験区の雄が試験区の雌より有意に低く、体重の傾向と同様に雌が止まり木に避難することで、雄の飲水機会が増えた可能性が考えられた。H/L比については、性別、止まり木の主効果および交互作用が認められ、対照区の雄が他の区分よりも有意に高い値となった。雄は雌よりストレスの影響を受けやすく、止まり木によりストレスが緩和され、その効果は雄でより現れることが推察された。地鶏のストレスの性差については報告がなく、今後も検証が必要である。止まり木によるストレス緩和は長瀬らの報告と同様、止まり木を使用することで飼育密度が緩和された影響と考えられた。

同じ龍神地鶏の交雑鶏であるが、龍神コッコではつつき被害が見られたが、3元交雑鶏では軽度のものしかなかった。羽つつきの発生要因は多様であり、遺伝的な要因も報告されている（海老沢, 1971; 川合, 1987）。今回の2交雑鶏は品種の掛け合わせが異なることは1つの要因と考えられた。また、日齢が異なる、雌雄混合飼育か否かなど複数の条件が異なり、要因を断定できなかったが、羽つつき防止のために今後も発生要因を探求していきたい。

いずれの鶏においてもT字柵と壁の間に集まる様子やT字柵を止まり木として利用する様子が観察された。龍神コッコとその3元交雑鶏においては、羽つつきを劇的に低減させることはできなかったが、生来の隠れる行動や避難する行動を促していた。立体的に空間を使うことで飼育密度が緩和されたことでストレスは低減された。生産性への影響は鶏によって異なるが、止まり木とT字柵の設置はアニマルウェルフェアを向上させることが示唆された。

本研究は渋滞学を参考に、鶏においてT字型の柵を設置することでつつき行動を低減できないか検討した。T字型の柵だけではつつきを低減させることはできなかったが、止まり木と併用することで一定の効果が得られた。平面的な人や物の流れでは障害物を設置することで流れが円滑になる（西成, 2006）が、鶏は飛ぶという立体的な動きを行うため、柵の形状や高さなど更なる検討が必要である。

摘 要

止まり木とT字型の柵の設置による龍神地鶏交雑鶏への影響を調べた。

- 1 龍神コッコでは止まり木とT字柵設置により体重が増加し、ストレスが緩和された。
- 2 3元交雑鶏では止まり木とT字柵設置により雄のストレスが緩和された。
- 3 止まり木とT字柵は鶏のアニマルウェルフェアを向上させる。

謝辞

本研究において、T字柵の設置をご助言くださいました東京大学先端科学技術研究センター 西成教授に深謝する。

引用文献

- 海老沢昭二. 1971. 鶏のカニバリズム. 鶏病研究会報. 7:20-26
- 出雲章久・安松谷恵子・高見玲子. 2009. 獣医学術近畿地区学会講演要旨集. 2009:44
- 川合昌子・梅田勲・桜井進. 1987. 悪癖被害鶏の発生に関する観察及び鶏の銘柄にみられた発生率の差. 24:316-319
- 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
- 長瀬朋子・小坂昭三・仁田脇一義. 2005. みやざき地頭鶏憩いの場「止まり木」. 宮崎県畜産試験場研究報告. 18 : 110-113
- 西成活裕. 2006. 渋滞学. p83-123. 新潮社. 東京
- 新小田修一. 1998. 薩摩鶏交雑「かごしま地鶏」のデビークが生産性およびつつき行動に及ぼす影響. 日本家畜管理学会誌. 34:36-37
- 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

和歌山県産スギ心去り平角材の曲げ強度性能

一岡直道・岡本憲治¹・山裾伸浩・東山貢

和歌山県林業試験場

Bending strength performance of Sugi (*Cryptomeria japonica*) flat square lumber without pith produced in Wakayama Prefecture

Naomichi Ichioka, Kenji Okamoto, Nobuhiro Yamasuso and Mitsugi Higashiyama

Wakayama Prefectural Forestry Experiment Station

緒言

和歌山県のスギ人工林は長伐期化を背景に原木の大径化が進行し、民有人工林齢級構成面積は、13 齢級以上が 76%を占め、12~14 齢級の面積が多くなっている（和歌山県農林水産部森林・林業局, 2023）。今後、スギ原木供給の中心が大径材へと移り変わることが想定され、有効活用が求められている。大径材の特性を生かす方法として、1 本の原木から複数の柱材や平角材を生産することができる心去り製材法がある。他県では心去り平角材に関する研究が行われており（椎葉ら, 2015）（中ら, 2023）、心持ち平角材の曲げ強度と差異がないという結果も得られている（後藤ら, 2017）。一方、これまで県産の心去り平角材に関する知見は得られていない。このため、県産スギ大径材の利用拡大に資するべく、製材される心去り平角材の曲げ強度性能に関する評価を 3 年間（2020~2022 年）行ったので報告する。

材料および方法

1. 原木の強度性能評価

試験体用原木には県産スギ大径材 80 本を用いた（平均末口直径 41.8cm, 平均年輪幅 3.5mm, 平均年輪数 67.4）。なお、試験体は白浜町日置（30 本 : 1 年目）、田辺市龍神村（25 本 : 2 年目, 25 本 : 3 年目）から調達した。調達した原木の材長および重量、両木口面の短径と長径を測定した。なお、両木口面の直径は、短径と長径の平均とし、さらに両木口面の平均を原木の直径とすることで、材積およびみかけの密度を算出した。そして、簡易型強度測定器（HG2020sp, 株式会社エーティーエー製）（図 1, 2）を用い、原木の木口面をハンマーで打撃して得られた固有振動周波数、材長及びみかけの密度から、下記の計算式にて動的ヤング係数を算出した。

$$E=4 \times f^2 \times L^2 \times \rho / 10^9$$

E: ヤング係数 (kN/m²), f: 周波数 (Hz), L: 材長 (m), ρ : 密度 (kg/m³)

¹現在: (一社)わかやま森林と緑の公社



図 1 簡易型強度測定器



図 2 重量及び固有振動周波数測定

2. 心去り平角材の曲げ強度性能評価

試験体は、1本の原木から心去り平角材を2本製材する方法にて行った(図3)。試験体原木80本から幅120mm×梁せい240mm×長さ4,000mmの心去り平角材を160本製材し、表1の条件にて乾燥した後に幅105mm×梁せい210mm×長さ4,000mmとなるようにモルダー加工した。試験体は「製材の日本農林規格」(以下、JAS)に準拠し、甲種Ⅱの条件にて、荷重点間および支点間のJAS目視等級区分(以下、目視等級区分)判定を実施するとともに、動的ヤング係数を原木と同様の方法で求めた。その後、万能型材料試験機(AG-250kNX, 株式会社島津製作所製)を用い、「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、エッジワイズ方向の3等分点4点荷重方式にて曲げ強度試験を実施した(図4)。なお、荷重点間距離は梁せいの6倍(1,260mm)、支点間距離を梁せいの18倍(3,780mm)とした。また、試験後に両木口面の500mm内側から厚さ25mm程度の試験体を採取し、含水率を全乾法にて算出した。

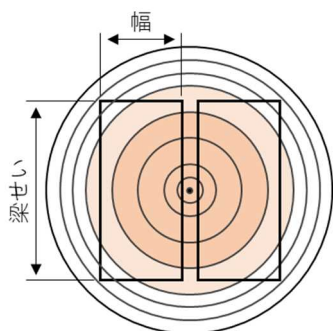


図 3 心去り平角材の製材方法



図 4 曲げ強度試験

表 1 乾燥条件

年	本数	乾燥条件
1年目	60	天然乾燥(9月18日~11月17日)+人工乾燥(14日, 最高温度90℃)
2年目	50	天然乾燥(12月6日~1月13日)+人工乾燥(14日, 最高温度75℃)
3年目	25	天然乾燥(8月26日~11月14日)+人工乾燥(10日, 最高温度75℃)
	25	高温セット ² +天然乾燥(8月29日~11月14日)+人工乾燥(10日, 最高温度75℃)

² 蒸煮10時間(乾球温度95℃, 湿球温度95℃)+ドラインセット10時間(乾球温度120℃, 湿球温度90℃)

結果および考察

1. 原木の強度性能評価

動的ヤング係数の平均は 7.36kN/mm^2 であり (表 2), JAS 機械等級区分 (以下, 機械等級区分) に当てはめると, E90 の出現割合が高くなった (図 5). 今回の心去り平角材用原木, いわゆる大径材と, 本県で過去に実施した心持ち平角材の研究に用いた原木 (平均末口直径 25.5 cm , 平均年輪幅 2.9 mm), いわゆる中径材の動的ヤング係数を比較したところ (参考 1) (西野・山裾, 2002), 大径材の値はやや低いことが確認された (t 検定 1% 水準で有意差あり). また, 機械等級区分の出現割合についても, 大径材は中径材と比べて低い等級を中心に分布していることがわかった. なお, 本県における原木ヤング係数の簡易測定に関する過去の研究成果においても (山裾・一岡, 2021), 前述の内容と同様に, 原木の径が大きくなると動的ヤング係数が低くなる傾向が得られている.

表 2 心去り平角材用原木の測定結果

	本数	重量 (kg)	みかけ密度 (kg/m^3)	動的ヤング係数 (kN/mm^2)
平均		460.5	789.7	7.36
最大値	80	626.4	1061.7	11.56
最小値		305.4	548.0	4.08
標準偏差		75.9	119.3	1.60

参考 1 心持ち平角材用原木の測定結果 (西野・山裾, 2002)

	本数	重量 (kg)	みかけ密度 (kg/m^3)	動的ヤング係数 (kN/mm^2)
平均		203.4	683.2	8.23
最大値	160	413.0	875.7	13.93
最小値		114.9	519.9	5.03
標準偏差		57.5	85.7	1.32

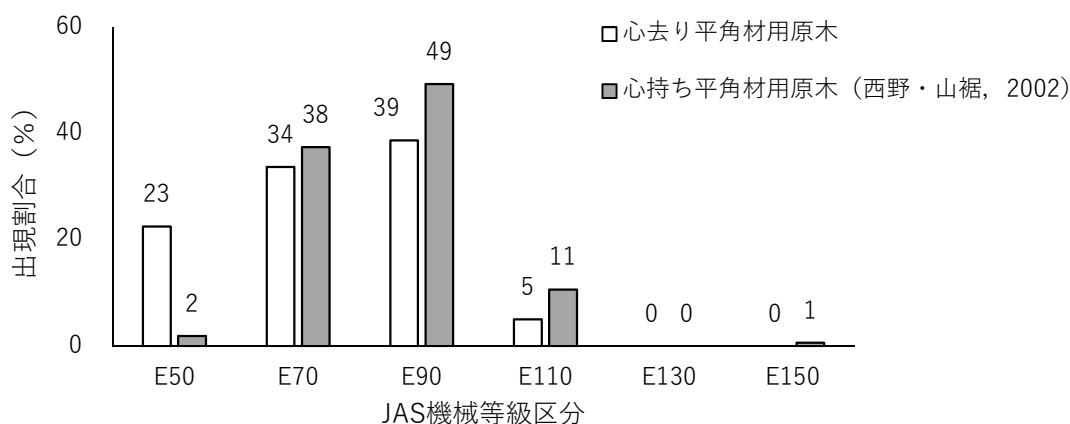


図 5 原木の JAS 機械等級区分出現割合

2. 心去り平角材の曲げ強度性能評価

心去り平角材の試験結果を表 3 に示す。動的ヤング係数の平均は 8.31kN/mm^2 であった。今回の曲げ強度試験によって得られた曲げヤング係数および曲げ強度は、含水率の高い心去り平角材が含まれるため、ASTM D 1990-07 に準拠し、目標含水率が 15% になるように数値を調整した（公益財団法人日本住宅・木材技術センター，2011）。ただし，5%以上の含水率調整は避けるべきとされているため，含水率 10%以下は 10%とし，含水率 20%以上は全て生材とみなし 20%とした。調整後の平均曲げヤング係数は 7.81kN/mm^2 であり，平均曲げ強度は 39.5N/mm^2 となった（表 3）。また，曲げ強度の 5%下限値は 23.0N/mm^2 となり，スギ無等級材の基準強度 22.2N/mm^2 より高くなった。

なお，全国の主要なスギ産地から得られた平角材の平均曲げヤング係数は 7.35kN/mm^2 ，平均曲げ強度は 45.1N/mm^2 となっている（木構造振興株式会社，2011）。今回得られた心去り平角材のデータはこれらと比較すると平均曲げ強度がやや低いものの，強度的には問題なく使用できると考えられた。

表 3 心去り平角材の曲げ強度試験結果

	本数	重量 (kg)	含水率 (%)	みかけ密度 (kg/m^3)	動的ヤング係数 (kN/mm^2)	曲げヤング係数 ² (kN/mm^2)	曲げ強度 ² (N/mm^2)
平均		37.0	27.7	414.8	8.31	7.81	39.5
最大値	160	53.4	106.9	599.3	13.15	11.64	61.1
最小値		29.0	8.3	323.5	4.48	4.50	17.0
標準偏差		5.10	16.1	57.0	1.65	1.46	9.4

² 「構造用木材の強度試験マニュアル」に準拠し目標含水率が 15% になるように調整

原木および心去り平角材のヤング係数の関係は図 6～9 であり，いずれも正の相関関係が確認され，特に心去り平角材の動的ヤング係数と曲げヤング係数の間には非常に高い相関関係が認められた（図 6）。また，原木の動的ヤング係数と心去り平角材の曲げヤング係数にも高い相関関係が確認されたことから（図 9），原木段階で製材される心去り平角材の機械等級区分を概ね推測できるのではないかと考えられた。ここで，各機械等級区分の原木から製材される心去り平角材の機械等級区分出現割合についてを図 10 に示す。これにより，原木の機械等級区分以上となる心去り平角材が 8 割以上出現していることを確認できた。よって，必要とされる心去り平角材の機械等級区分に合わせた原木から製材することにより，製材にかかるロスを減らせる可能性が示唆された。また，平角材は曲げ強度性能が求められる梁や桁材に多く使用されるため，E70 以上の原木から製材することによって，E50 の心去り平角材の出現割合を大幅に減らすことができると考えられた。

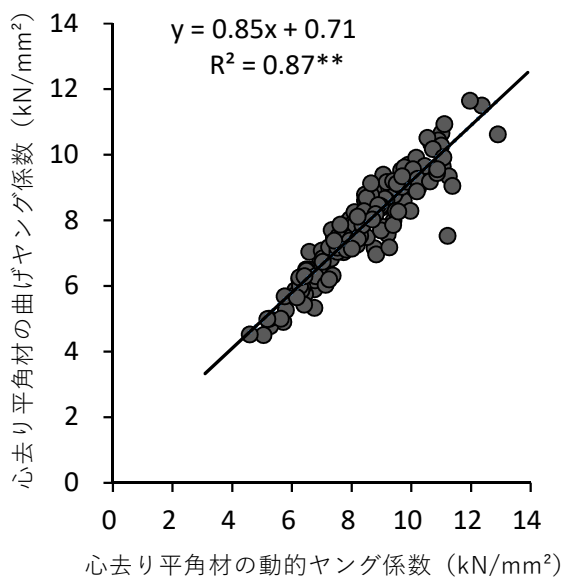


図6 心去り平角材の動的ヤング係数と心去り平角材の曲げヤング係数の関係
** : 1%水準で有意

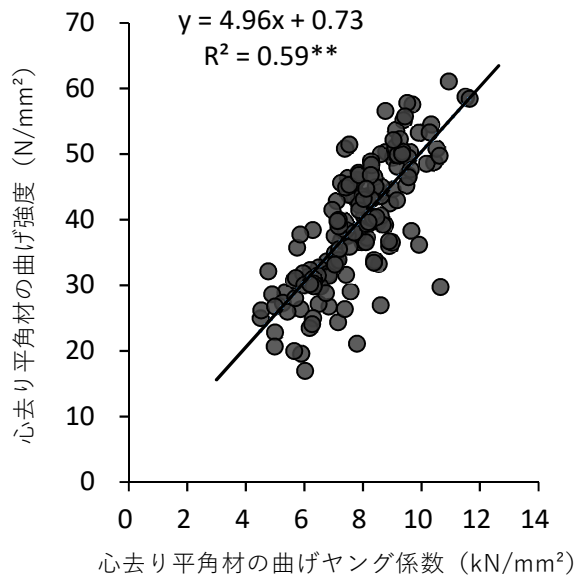


図7 心去り平角材の曲げヤング係数と心去り平角材の曲げ強度の関係
** : 1%水準で有意

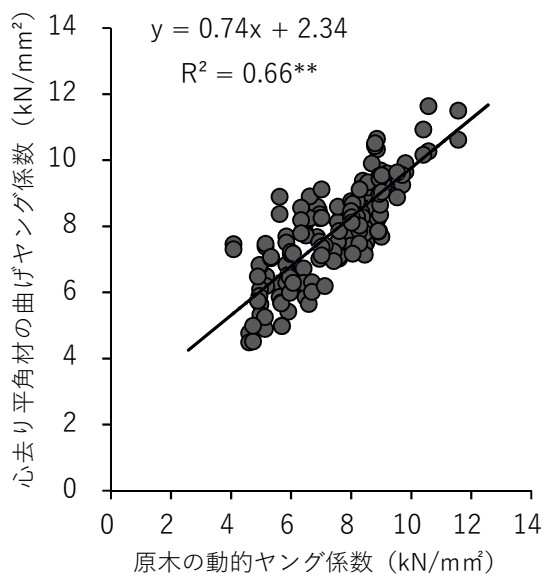


図8 原木の動的ヤング係数と心去り平角材の曲げヤング係数の関係
** : 1%水準で有意

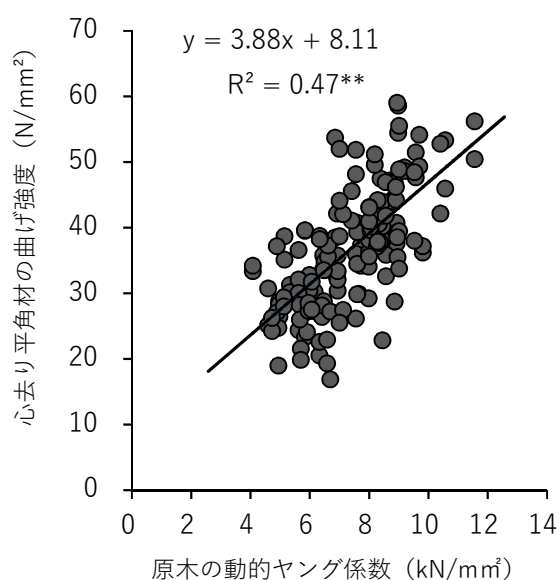


図9 原木の動的ヤング係数と心去り平角材の曲げ強度の関係
** : 1%水準で有意

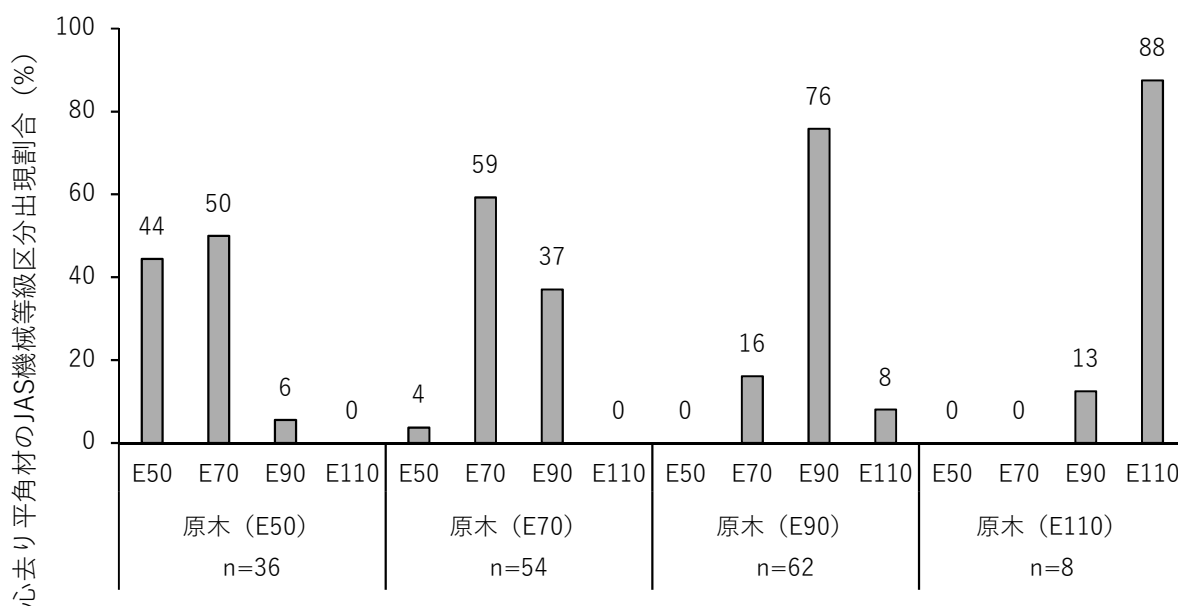


図 10 原木の各 JAS 機械等級区分から得られる心去り平角材の JAS 機械等級分布

過去の研究成果における心持ち平角材（幅 105mm 又は 120mm×梁せい 210mm×長さ 4,000mm）の曲げ強度性能との比較について、心持ち平角材の曲げ強度性能は参考 2 のとおりであり（西野・山裾, 2002）、曲げヤング係数および曲げ強度ともに今回の心去り平角材の方がやや低いことが確認された（t 検定 1%水準で有意差あり）。機械等級区分の出現割合では、心去り、心持ち平角材ともに E90 が高い結果となった。ただし、心去り平角材では E50 の割合が高くなった（図 11）。また、曲げ強度の出現割合は、20 以上 30N/mm²未満では心去り平角材の方が高いのに対し、50 以上 60N/mm²未満は心持ち平角材の方が高かった（図 12）。

参考 2 心持ち平角材の曲げ強度試験結果（西野・山裾, 2002）

	本数	みかけ密度 (kg/m ³)	曲げヤング係数 ² (kN/mm ²)	曲げ強度 ² (N/mm ²)
平均		432.4	8.41	45.6
最大値	260	611.6	13.88	74.6
最小値		326.6	4.59	20.2
標準偏差		49.1	1.29	9.23

² 「構造用木材の強度試験マニュアル」に準拠し目標含水率が 15%になるように調整

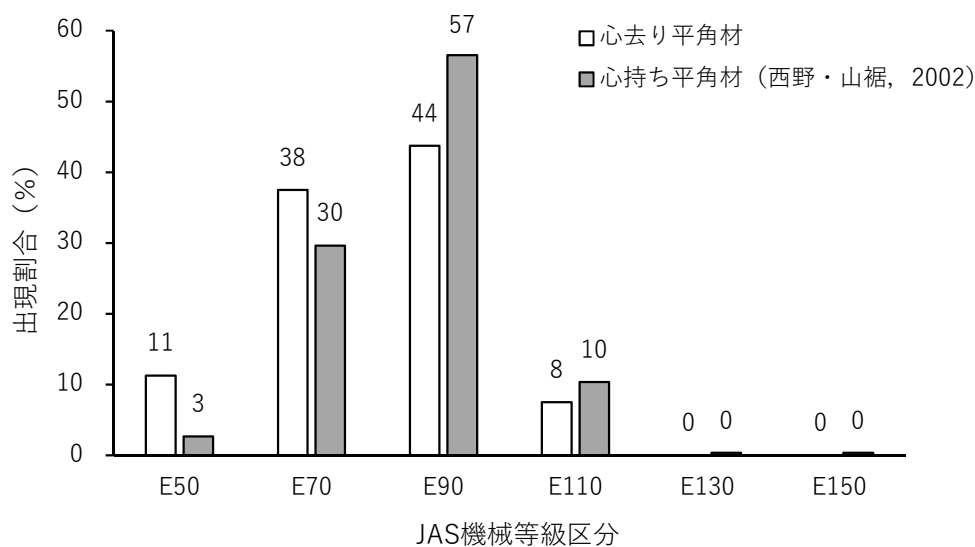


図 11 心去り平角材および心持ち平角材の JAS 機械等級出現割合

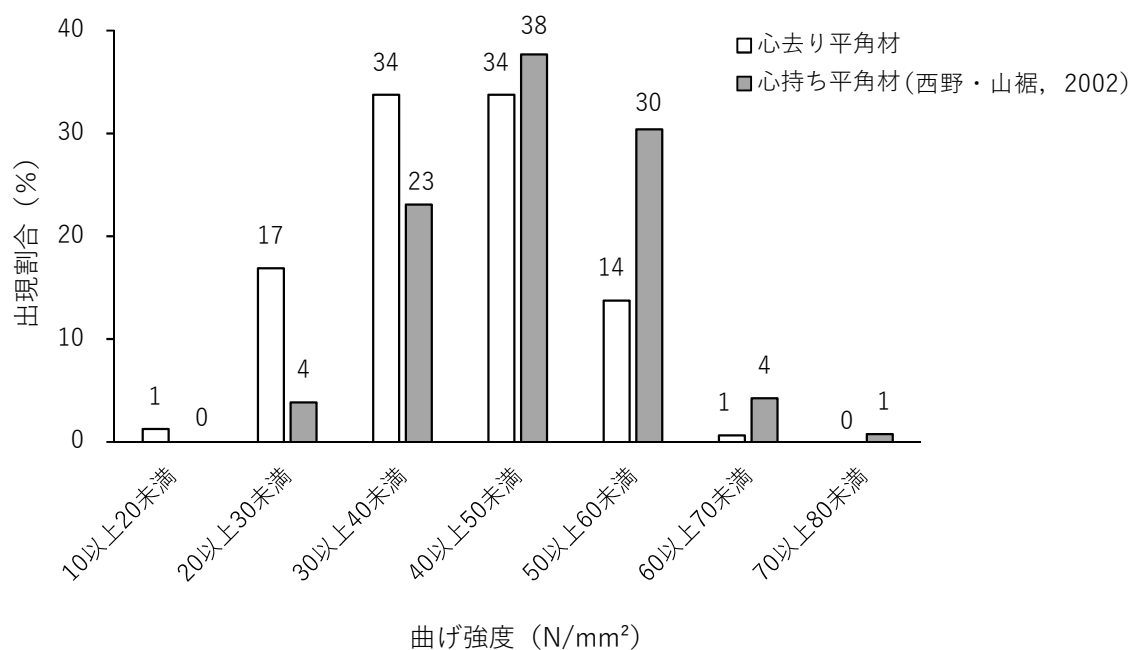


図 12 心去り平角材および心持ち平角材の曲げ強度出現割合

目視等級区分の出現割合は、荷重点間では1級が高く、支点間においては2級が高くなった（図 13）。木表側は節が少なく、無節のものもあったが、木裏側の節の数や大きさが全体の目視等級区分決定に影響を与えている場合が多く見受けられた。また、荷重点間および支点間にて、目視等級区分が高いほど曲げ強度の数値も高くなる傾向が確認され（図 14～15）、節が強度に影響を与えていると推察された。前述のとおり、曲げヤング係数と曲げ強度には相関関係が確認されたが、目視等級区分も組合せることで、より正確な非破壊評価が可能になると考えられた。

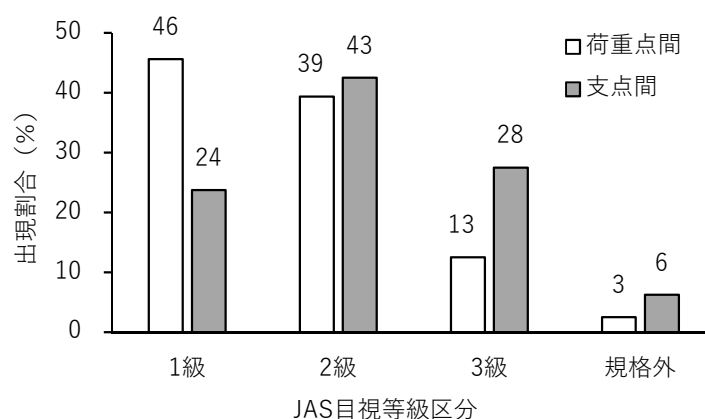


図 13 心去り平角材の JAS 目視等級区分出現割合

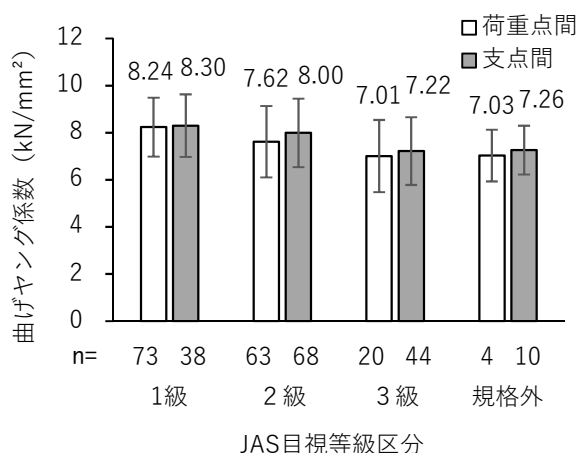


図 14 JAS 目視等級別曲げヤング係数の平均
注) エラーバーは標準偏差を表す

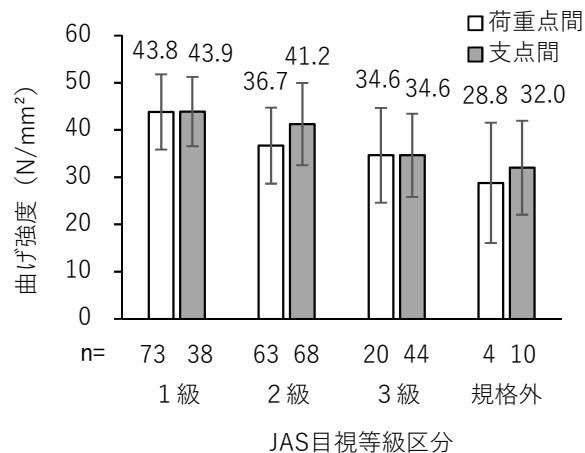


図 15 JAS 目視等級別曲げ強度の平均
注) エラーバーは標準偏差を表す

摘 要

1. 心去り平角材の平均曲げヤング係数は 7.81kN/mm^2 であり、曲げ強度は 39.5N/mm^2 であった。また、曲げ強度の 5% 下限値は 23.0N/mm^2 であり、基準強度 22.2N/mm^2 より高くなった。
2. 大径材から製材された心去り平角材は、中径材から製材された心持ち平角材よりも曲げヤング係数および曲げ強度がやや低いことが確認された (t 検定 1% 水準で有意差あり)。
3. 原木の機械等級から、製材される心去り平角材の概ねの機械等級区分を予測することができると考えられた。
4. 心去り平角材の曲げ強度は節の影響を受けると推察され、目視等級区分と曲げヤング係数を組み合わせることにより、より正確な非破壊評価が可能になると考えられた。

引用文献

- 後藤崇志・中山茂生・吉野毅. 2017. 島根県産スギ心去り角と心持ち角の材質及び強度特性の比較—正角と平角での曲げ性能—. 木材工業. 72:262–267.
- JAS 1083 製材の日本農林規格. 製材—第一部：一般. 6. 2 節.
- 構造用木材の強度試験マニュアル. 2011. 7. 1 試験体および載荷方法. 公益財団法人日本住宅・木材技術センター.
- 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. ASTM D 1990–07. 公益財団法人日本住宅・木材技術センター.
- 木構造振興株式会社. 2011. 木材の強度等データおよび解説. p. 22.
- 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: pp. 1–10.
- 中晶平・柳川靖夫・井道裕史・長尾博文. 2023. 県産スギ大径材から採取した心去り平角の曲げ強度性能. 奈良県森林技術センター研究報告. 52:29–38.
- 椎葉淳・荒武志朗・松元明弘・森田秀樹. 2015. 大径材から得られたスギ心去り平角材の曲げ性能. 日本森林学会誌. 97:203–207.
- 和歌山県農林水産部森林・林業局. 2023. 令和 5 年度森林・林業及び山村の概況. 2. 人工林の現状. p. 5.
- 山裾伸浩・一岡直道. 2021. 次世代優良品種（スギ，ヒノキ，マツ）の創生と選抜 県内原木市場における原木段階での強度調査（第 1 報）. 和歌山県林業試験場業務報告. 79:18–19.

学会誌掲載論文抄録

ウメの青果流通期間拡大に向けた台湾ウメ，日本ウメの収穫後果実の低温応答と 1-MCP 処理効果の調査

柏本知晟^{1,2}・河井 崇²・大江孝明¹・土田靖久¹・矢野親良²・Muqadas Maqsood²・赤木剛士²・福田文夫²・久保康隆²・牛島幸一郎²

¹和歌山県果樹試験場うめ研究所

²岡山大学大学院環境生命科学研究科

Low Temperature Response and Effects of 1-MCP Treatment on Taiwanese and Japanese Cultivars of Japanese Apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) during Postharvest Storage to Expand the Period of Fresh Fruit Supply

Tomoaki Kashiwamoto^{1,2}, Takashi Kawai², Takaaki Oe¹, Yasuhisa Tsuchida¹, Chikara Yano², Maqsood Muqadas², Takashi Akagi², Fumio Fukuda², Yasutaka Kubo² and Koichiro Ushijima²

¹*Japanese Apricot Laboratory, Wakayama Fruit Tree Experiment Station*

²*Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University*

Abstract

In this study, we investigated the response to low temperature and effect of 1-MCP treatment on maintaining fruit quality during postharvest storage in Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) fruit of Taiwanese and Japanese cultivars. In all cultivars, fruit softening was repressed at 2, 5, and 8°C compared with 15°C, and the effect was enhanced at lower temperatures. Among the cultivars, ‘Hakuo’ and the Taiwanese cultivar, ‘Taiwan’, which showed no and a very low incidence of chilling injury (CI), respectively, could be stored for a long time at 2°C. On the other hand, ‘Gojiro’ showed frequent CI at 2, 5, and 8°C, and so these temperature conditions were considered unsuitable for long-term storage. As the other 5 cultivars (‘Nanko’, ‘Ellching’, ‘ST’, ‘Hakufunbai’, and ‘85486’) showed frequent CI when stored at 2°C, storage at 5 or 8°C was considered favorable for these cultivars. In addition, ripening-inhibitory effects of 1-MCP treatment were observed as repressed fruit softening, peel color change, and ethylene production in both the Taiwanese cultivar ‘Ellching’ and Japanese cultivar ‘Nanko’. 1-MCP was effective in ‘Ellching’ for suppressing peel color change at 15 and 20°C, and fruit softening at 15°C. On the other hand, 1-MCP treatment at lower storage temperatures such as 0 and 5°C induced CI and adversely affected the maintenance of fruit quality in both cultivars. These results collectively suggest that the late-maturing Taiwanese cultivars have the same or higher resistance to low temperatures compared with Japanese cultivars, and 1-MCP treatment at a certain temperature range is promising for maintaining fruit quality during postharvest storage of Japanese apricot.

摘 要

本研究では複数の台湾ウメと日本ウメについて収穫後果実の低温応答および 1-MCP 処理による品質保持効果の調査を行った。いずれの品種においても 15℃貯蔵に比べ、2、5 および 8℃貯蔵のほうが果実軟化は遅延し、温度が低いほどその効果は高くなった。調査した品種の中では、低温障害の発生がなかった‘白王’と低温障害果発生率が非常に低かった台湾ウメの‘台湾’はそれぞれ 2℃での長期貯蔵が可能であると考えられた。一方、2、5 および 8℃貯蔵でいずれも低温障害が多発した‘古城’は長期貯蔵向きではないと考えられた。その他の 5 品種（‘南高’、‘二青梅’、‘ST’、‘白粉梅’、‘85486’）については 2℃貯蔵で低温障害が多発したため、5℃または 8℃貯蔵が適切であると判断された。また、台湾ウメの‘二青梅’および日本ウメの‘南高’への 1-MCP 処理により、両品種とも果実軟化、果皮色変化といった果実成熟形質およびエチレン生成の抑制効果が認められた。果皮色変化については 15℃および 20℃貯蔵、果実軟化については 15℃貯蔵で‘二青梅’の 1-MCP 処理による成熟抑制効果が高かった。一方で、両品種とも 0℃や 5℃のような低温貯蔵下における 1-MCP 処理は低温障害を誘発し、品質保持を逆に悪くした。以上の結果を総合すると、収穫期の遅い台湾ウメは日本ウメと同等以上の低温耐性をもち、適切な温度帯での 1-MCP 処理によりウメの収穫後果実の品質保持が期待できることが明らかとなった。

‘染井吉野’切枝の樹皮表面の形状や着生植物が クビアカツヤカミキリの産卵選好に与える影響

法眼利幸, 小田奈津子¹

和歌山県林業試験場

Effect of twig surface shape and epiphytes of a cherry tree, *Prunus* × *yedoensis* on ovipositional preference of red-necked longhorn beetle, *Aromia bungii*

Toshiyuki Hougen, Natsuko Oda¹

Wakayama Prefectural Forestry Experiment Station

摘 要

樹皮の状態が異なる‘染井吉野’の切枝を用いてクビアカツヤカミキリ成虫の産卵選好性を評価した。樹皮表面が粗く隙間の多い枝と樹皮表面が滑らかで隙間の少ない枝を、クビアカツヤカミキリ成虫の入った同一の容器内に入れて産下卵数を比較した。表面が粗く隙間の多い枝が滑らかで隙間の少ない枝に比べ産下卵数は多かった。同様に樹皮上の着生植物を除去した処理枝と、除去しない枝（無処理枝）を比較したところ、無処理枝が処理枝に比べ産下卵数が多かった。樹皮上に着生植物のみられる枝について場所別に産みつけられた卵数を比較したところ、地衣類下はコケ類内と樹皮に比べて有意に多く、コケ類内は樹皮に比べて有意に多くなった。サクラ属樹種の樹皮の形状は、種、齢、生育環境などによって異なると考えられる。クビアカツヤカミキリの産卵選好性はそうした樹皮の形状に加え、着生植物の有無、種、付着状況も加えて総合的に考察する必要があることが明らかとなった。

¹2023年3月31日退職

和歌山県農林水産試験研究機関研究報告
第 1 2 号

発行 令和 6 年 3 月
発行所 和歌山県農林水産部
〒640-8585
和歌山県和歌山市小松原通 1-1
TEL 073-441-2997
FAX 073-433-3024
