

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

NO. 11 March 2023

和歌山県農林水産試験研究機関
研究報告

第 1 1 号

令和 5 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】

- ナバナの高収量連続収穫技術 _____ 1～10
嶋本旭寿・橋本真明

【果樹試験場】

- ニホンジカを捕獲するための新しいタイプの囲いワナの開発 _____ 11～24
角川敬造・西村光由・山本浩之

【果樹試験場かき・もも研究所】

- カキ‘紀州てまり’におけるへたすき発生の要因と着果管理によるへたすき軽減 _____ 25～30
有田慎・古田貴裕・野中亜優美

【果樹試験場うめ研究所】

- 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 _____ 31～41
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
- ウメにおける単肥および鶏糞堆肥を活用した施肥の低コスト化 _____ 42～48
梶野高志・稲葉有里・綱木海成・城村徳明・土田靖久
- ウメ‘露茜’に発生した斑入果からのホップ矮化ウイルス plum 系統 (HSVd-plum) の検出と対策
_____ 49～59
沼口孝司・江畑真美・仲 慶晃・間佐古将則・武田知明・大江孝明

【学会誌掲載論文抄録】

- 辛味果実の発生しないシシトウ新品種‘ししわかまる’の育成 _____ 62
田中寿弥・南山泰宏・小谷泰之・高垣昌史・片山泰弘・林 恭弘
- カンキツ緑かび病に対するベノミル剤とイミノクタジン酢酸塩剤の混用散布およびテブコナゾール・トリフロキシストロビン剤単用散布の耐雨性と残効性 _____ 63
武田知明
- ビワキジラミ幼虫に対する薬剤の殺虫効果 _____ 64
松山尚生
- 収穫後のウメ‘南高’果実へのUV-Bおよび赤色光の同時照射による赤色着色促進 _____ 65
大江孝明・根来圭一・岡室美絵子・土田靖久
- 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 _____ 66
山根弘士・安江尚孝・清藤秀理
- 紀伊水道におけるクマエビの卵巣の組織学的観察に基づく成熟と産卵期 _____ 67
武田崇史・高橋芳明・安江尚孝

ナバナの高収量連続収穫技術

嶋本旭寿¹・橋本真明²

和歌山県農業試験場

High-yield Continuous Harvesting Technology of Nabana(*Brassica campestris* L.)

Akihisa Shimamoto¹ and Shinmei Hashimoto²

Wakayama Agricultural Experiment Station

緒言

ナバナはアブラナ科アブラナ属の作物の中で、抽苔前後の若葉や花茎、蕾を野菜として利用する菜類の総称であり、植物分類学上は洋種ナタネ (*Brassica napus* L.) と和種ナタネ (*Brassica campestris* L.) に大別される (大川・小島, 2008). 関西圏では徳島県が和種ナタネ (以下, ナバナ) の一大産地としての地位を築いてきたが、生産者の高齢化などによる生産量の減少から、大阪市場において生産量の確保が急務となっていた. 大阪市場からの要請を受けて、和歌山県では2012年からJAを中心に業務用ナバナの契約栽培を振興している.

ナバナは収穫と出荷調整作業に労力がかかり、特に丸束出荷については「手間で稼ぐ」と評されるほど調整作業が大変である (石田, 2004). 一方、業務用ナバナは鮮度保持袋で覆ったコンテナにバラ詰めでお荷できるため、出荷調整作業に時間がかからず、生産規模の拡大が可能である. また、契約栽培のため、買取単価が設定されており、収益の見通しが立てやすいことから経営の安定化にもつながっている. このような背景から、2015年には県内の栽培面積が14haまで拡大した (和歌山県農業協同組合連合会調べ).

和歌山県では鑑賞花き用の‘寒咲21号’が推奨品種として栽培されている. しかし、収量性が低く、特に2月から3月3日の雛祭りまでの需要期に安定した収量を得られないことが問題となっている. また、ナバナは頂花蕾の摘心から一次側枝の発生、さらに二次側枝の発生までに数週間かかることから、収穫期間中の収量が大きく増減する. このことから、収穫がほとんどできない期間がある一方で、ピーク時には収穫が追い付かず、生産規模を拡大するうえでの課題の一つとなっている.

そこで、ナバナの需要期の収量向上のため、‘寒咲21号’に代わる有望品種の選定とその播種日の検討、および栽培様式 (栽植密度) の検討を行った. さらに、ナバナを連続的に収穫し、栽培中の労力分散を行うため、頂花蕾の摘心長が側枝の収穫ピークに及ぼす影響を検討するとともに、他品種や播種日との組み合わせによる収穫ピークの分散を試みた.

¹現在：和歌山県那賀振興局農林水産振興部農業水産振興課

²現在：和歌山県農林水産部農林水産政策局食品流通課わかやま紀州館

材料および方法

試験 1 播種日の検討および有望品種の選定

供試品種は早生品種の‘寒咲 21 号’，中生品種の‘CR 栄華’，‘CR 花かんざし’，‘花娘’，および中晩生品種の‘CR 華の舞’を用いた。2017 年 9 月 12 日および 9 月 26 日に与作 N-8 を充填した 128 穴セルトレイに播種し，農業試験場内（和歌山県紀の川市貴志川町高尾）のガラス温室内で育苗した。播種 10 日後から養液土耕 2 号の 1000 倍養液を 10 日間隔で，育苗期間中 2 回施用した。本葉 4 枚頃となる 10 月 10 日（9 月 12 日播種）および 10 月 25 日（9 月 26 日播種）に試験場内露地圃場に定植した。栽植密度は畝幅 100cm，株間 35cm の 1 条植えで，2857 株/10a とした。定植前に基肥として化成肥料を N:P₂O₅:K₂O=16:18:13.8kg/10a，苦土セルカを 76kg/10a 施用した。また，追肥として定植 30 日後に化成肥料を N:P₂O₅:K₂O=6:7.2:5.6kg/10a 施用し，その後 20 日間隔で化成肥料を N:P₂O₅:K₂O=3:0:3.4kg/10a で計 4 回施用した。

頂花蕾が抽苔し，蕾が十分肥大した頃，蕾の先端から 15cm 下で摘心した。摘心した頂花蕾は業務用ナバナの出荷規格に準じて 6cm に調整し，収量調査に供した。側枝についても蕾が十分肥大した頃，蕾の先端から 10cm 下で収穫し，収量調査に供した。調査株の頂花蕾を収穫した日の平均となる日を収穫始期，側枝の規格品 1 本の平均重が 4g を下回る日を収穫終期とし，この期間内に調査を行った。調査区は 1 区 5 株調査の 2 反復とした。調査区ごとにまとめて収穫し，規格品および規格外品に分類して，本数および重量を測定した。また，2018 年 3 月 26 日に調査株の草丈を測定した。

試験 2 栽植密度が収量，品質に及ぼす影響

供試品種は試験 1 で有望と考えられた‘CR 花かんざし’を用いた。2018 年 9 月 20 日に与作 N-150 を充填した 128 穴セルトレイに播種し，試験場内のガラス温室内で育苗した。本葉 4 枚頃となる 10 月 16 日に試験場内露地圃場に定植した。栽植密度は畝幅 100cm の 1 条植えとし，株間を 35cm（2857 株/10a），40cm（2500 株/10a），45cm（2222 株/10a）とした。定植前に基肥として化成肥料を N:P₂O₅:K₂O=16:22:15kg/10a，苦土セルカを 76kg/10a 施用した。また，追肥として定植 25 日後に化成肥料を N:P₂O₅:K₂O=5:0:6kg/10a 施用し，その後 30 日間隔で化成肥料を N:P₂O₅:K₂O=3:0:4kg/10a で計 3 回施用した。調査区は 1 区 5 株調査の 3 反復とし，調査方法は試験 1 と同様とした。

試験 3 摘心長が側枝の収穫ピークに及ぼす影響

供試品種は‘CR 花かんざし’を用いた。2020 年 9 月 10 日に与作 N-150 を充填した 128 穴セルトレイに播種し，試験場内のガラス温室内で育苗した。本葉 3.5 枚頃となる 10 月 5 日に試験場内露地圃場に定植した。栽植密度は試験 1 と同様とし，定植前に基肥として化成肥料を N:P₂O₅:K₂O=16:16:14kg/10a，苦土セルカを 111kg/10a 施用した。また，追肥として定植後 25 日間隔で化成肥料を N:P₂O₅:K₂O=5:0:5kg/10a で計 4 回施用した。調査株の約 8 割が収穫適期を迎えた 12 月 3 日に，頂花蕾を蕾の先端から 6cm，13cm，20cm の位置でそれぞれ摘心した。側枝についてはいずれの区も蕾の先端から 8cm で収穫し，試験 1 と同様に収量調査を行った。なお，調査区は 1 区 5 株調査の 2 反復とした。

試験 4 有望品種‘CR 花かんざし’と他品種および異なる播種日の組み合わせによる収穫ピークの分散効果

供試品種は‘CR 花かんざし’に加えて、早生品種の‘寒咲 21 号’，‘CR 春華’，‘CR 京の春’，中生品種の‘CR 栄華’，中晩生品種の‘CR 華の舞’，晩生品種の‘花ぐるま’を用いた。2019 年 9 月 11 日に与作 N-150 を充填した 128 穴セルトレイに播種し，試験場内のガラス温室内で育苗した。本葉 3.5 枚頃となる 10 月 3 日に試験場内露地圃場に定植した。また，‘CR 花かんざし’については播種日の影響を検討するため，9 月 18 日に再度播種し，本葉 3.5 枚となる 10 月 15 日に定植した。栽植密度は試験 1，基肥は試験 2 と同様とし，追肥は定植後 25 日間隔で化成肥料 N:P₂O₅:K₂O=5:0:6kg/10a を計 5 回施用した。頂花蕾を蕾の先端から 6cm，側枝を 8cm で収穫し，試験 1 と同様に収量調査を行った。また，規格外品の分類にあたっては，花蕾および茎葉の状態を目視で確認し，花蕾の枯死による白化，花蕾および茎葉へのアントシアンの着色，花蕾の腐敗，若葉の先端枯れ，花蕾での黒色小斑点の発現のいずれかに分類した。なお，調査区は 1 区 5 株調査の 2 反復とした。

結 果

試験 1 播種日の検討および高収量品種の選定

9 月 12 日播種の各品種の草丈は，‘寒咲 21 号’と比較して，‘CR 花かんざし’が 7cm，‘CR 栄華’が 15cm，‘花娘’および‘CR 華の舞’が 20cm 程度高く，収穫始期が遅い品種ほど草丈が高かった。9 月 26 日播種は 9 月 12 日播種と比較して，すべての品種で草丈が 5cm 程度低くなった（図 1）。

9 月 26 日播種は 9 月 12 日播種と比較して，収穫始期が 2 週間以上遅れたが，‘寒咲 21 号’を除く品種では収穫終期は同程度であり，すべての品種で収量および 1 本重が減少した（表 1）。

9 月 12 日播種の各品種を比較すると，1 月収量は‘寒咲 21 号’，‘CR 花かんざし’の順に多く，2 月収量は‘CR 栄華’，‘花娘’の順に多かった。3 月収量は‘CR 華の舞’が最も多く，‘寒咲 21 号’，‘CR 花かんざし’では収量が得られなかった。合計収量は‘CR 花かんざし’が最も多く，‘寒咲 21 号’が最も少なかった。秀品率は‘CR 花かんざし’が最も高く，‘寒咲 21 号’が最も低かった。1 本重は‘寒咲 21 号’，‘CR 花かんざし’の順に重く，‘花娘’が最も軽かった（表 1）。以上のことから，高収量で，秀品率が高く，1 本重が重い‘CR 花かんざし’を有望品種に選定した。

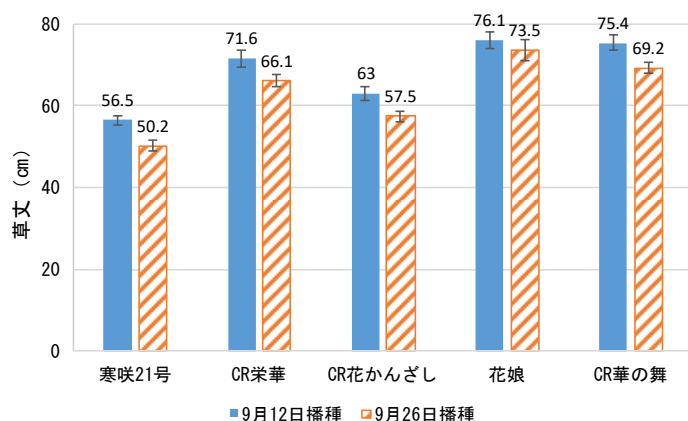


図 1 異なる播種日が品種別草丈に及ぼす影響

注) 数値は平均値，バーは標準誤差 (n=10)

表 1 異なる播種日が収穫期間、収量・品質に及ぼす影響

播種日	品種名	収穫期間			収量 ^x (kg/10a)				秀品率 ^w (%)	1本重 ^v (g/本)
		始期 ^z	終期 ^y	日数	1月	2月	3月	合計		
9月12日	寒咲21号	1月13日	2月21日	39	327	104	0	431	87	10.0
	CR栄華	1月22日	3月6日	43	76	338	59	473	89	7.4
	CR花かんざし	1月15日	3月2日	46	284	211	0	495	99	9.6
	花娘	1月21日	3月9日	47	38	282	120	440	89	6.9
	CR華の舞	1月31日	3月9日	37	13	201	240	454	94	7.9
9月26日	寒咲21号	1月27日	3月6日	38	17	175	42	234	84	6.6
	CR栄華	2月10日	3月9日	27	0	86	236	322	94	5.5
	CR花かんざし	2月7日	3月6日	27	0	167	85	252	95	6.4
	花娘	2月11日	3月9日	26	0	63	164	227	92	6.2
	CR華の舞	2月22日	3月9日	15	0	48	206	254	93	6.0

9月12日播種は10月10日、9月26日播種は10月25日に定植した

^zすべての調査株の頂花蕾を収穫した日の平均の日

^y側枝の規格品1本の平均重が4gを下回った日

^x調査株の頂花蕾の収穫が始まった日から収穫期間終期の前回調査日までの規格品収量

^w秀品率 = 規格品収量 / 総収量 (規格品収量 + 規格外品収量) × 100

^v調査株の頂花蕾の収穫が始まった日から収穫期間終期の前回調査日までの規格品1本の平均重

試験 2 栽植密度が収量、品質に及ぼす影響

株間が広がるほど1株あたりの収量および本数は増加したが、面積あたりの収量では株間35cmが最も多くなった。秀品率および1本重は株間による差がほとんどみられなかった(表2)。

表 2 'CR花かんざし' における異なる株間が収量・品質に及ぼす影響

株間 ^z (cm)	収穫期間			1株あたり規格品		収量 (kg/10a)	秀品率 (%)	1本重 (g)
	始期	終期	日数	収量 (g)	本数 (本)			
35	12月28日	3月18日	80	400	69	1144	98	5.8
40	12月31日	3月18日	77	437	74	1092	98	5.9
45	12月26日	3月18日	82	487	84	1083	98	5.8

播種日は9月20日、定植日は10月16日

^z株間35cm : 2857株/10a, 40cm : 2500株/10a, 45cm : 2222株/10a

試験 3 摘心長が側枝の収穫ピークに及ぼす影響

摘心長20cm区はその他の摘心長区と比較して、12月14日から1月15日にかけての収量の波が数日前進傾向であったが、摘心長によって収穫ピークを分散させるほどの効果は認められなかった(図2)。

摘心長が長いほど、12月収量が若干多く、1月収量が少なかった。また、摘心長が長いほど、合計収量および秀品率が若干低く、1本重が若干重い傾向がみられた（表3）。

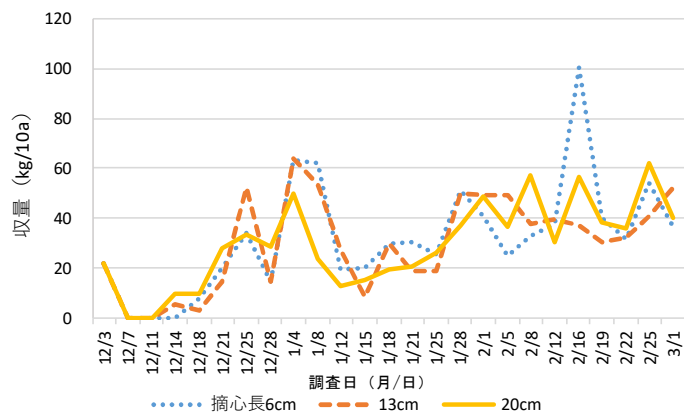


図2 摘心長が‘CR花かんざし’の時期別収量に及ぼす影響

播種日は9月10日、定植日は10月5日

表3 摘心長が‘CR花かんざし’の収量・品質に及ぼす影響

摘心長 ² (cm)	収量 (kg/10a)					秀品率 (%)	1本重 (g/本)
	12月	1月	2月	3月	合計		
6	99	302	363	37	801	83	7.2
13	113	271	317	52	753	78	7.1
20	131	205	366	40	743	77	7.4

播種日は9月10日、定植日は10月5日

²12月3日に頂花蕾を蕾の先端から各長さで摘心した

試験4 有望品種‘CR花かんざし’と他品種および異なる播種日の組み合わせによる収穫ピークの分散効果

9月11日播種の‘CR花かんざし’は12月30日前後に一次側枝の収穫ピークを迎え、①頂花蕾の収穫後から一次側枝の収穫開始までの期間、②一次側枝の収穫後から二次側枝の収穫開始までの期間においてほとんど収量を得られなかった（図3）。一方で、早生品種の‘寒咲21号’は①の期間ではほとんど収量がなく、②の期間では途中から収量を得られた。‘CR春華’および‘CR京の春’は①の期間に一次側枝の収穫ピークがあり、十分な収量を得られ、②の期間においても途中まで収量を得られた（図3）。中生品種の‘CR栄華’は調査期間を通して‘CR花かんざし’と収穫ピークが重なっており、組み合わせ品種としては不適であった。中晩生品種の‘CR華の舞’は②の期間中収量が増加し、その後一次側枝の収穫ピークを迎えた。晩生品種の‘花ぐるま’は②の期間の直前に一次側枝の収穫ピークを迎え、②の期間中一定の収量を得られた（図3）。また、9月11日から1週間播種を遅らせた9月18日播種の‘CR花かんざし’は②の期間の直前に一次側枝の収穫ピークを迎え、②の期間中減少しながらも収量を得られた（図3）。

収量については‘CR華の舞’が9月11日播種の‘CR花かんざし’を上回った。秀品率は‘CR京

の春’，‘CR 華の舞’の順に高く，‘花ぐるま’が最も低かった．1 本重は 9 月 11 日播種の ‘CR 花かんざし’と比較して，‘寒咲 21 号’および ‘花ぐるま’が 1g 程度重く，‘CR 春華’および ‘CR 京の春’が 1g 程度軽かった（表 4）．

規格外品の内訳は，‘花ぐるま’で花蕾の腐敗が多く発生した．若葉の先端枯れ（チップバーン）は ‘CR 華の舞’を除く品種で多く発生し，特に 9 月 11 日播種の ‘CR 花かんざし’が多かった．花蕾での黒色小斑点の発現は 9 月 18 日播種の ‘CR 花かんざし’で特に多く発生したが，‘CR 春華’および ‘CR 京の春’では発生しなかった（表 5）．

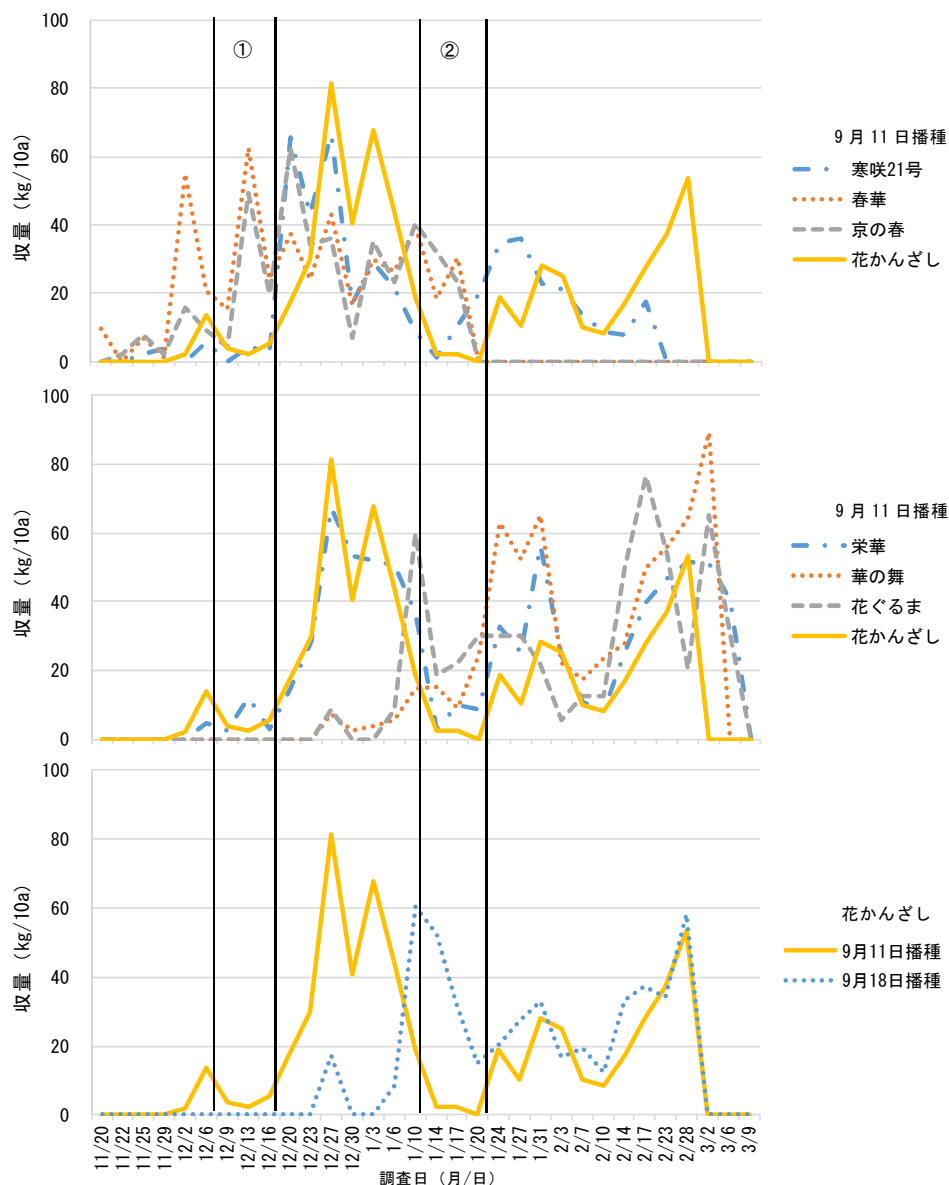


図 3 ‘CR 花かんざし’と他品種および異なる播種日の組み合わせによる時期別収量の比較

上段は早生品種，中段は中・晩生品種，下段は ‘CR 花かんざし’の異なる播種日

表 4 異なる播種日、品種が収量・品質に及ぼす影響

播種日	早晚性	品種名	収量 (kg/10a)	秀品率 (%)	1本重 (g/株)
9月11日	早生	寒咲21号	463	72	7.5
		CR春華	461	84	5.3
		CR京の春	405	91	5.5
	中生	CR花かんざし	568	74	6.6
		CR栄華	760	79	6.6
	中晩生	CR華の舞	614	89	6.0
9月18日	晩生	花ぐるま	557	64	7.4
	中生	CR花かんざし	478	71	6.2

9月11日播種は10月3日、9月18日播種は10月15日に定植した

表 5 異なる播種日、品種が規格外品の発生に及ぼす影響

播種日	品種	規格外品内訳 (kg/10a)						合計
		白化 ^z	アントシアン ^y	腐敗 ^x	葉枯 ^w	黒点 ^v	その他	
9月11日	寒咲21号	40.9	10.0	32.3	54.9	36.9	4.9	179.7
	CR春華	1.1	0.0	0.0	74.6	0.0	10.3	86.0
	CR京の春	0.0	0.0	0.0	35.7	0.0	2.0	37.7
	CR花かんざし	14.3	0.0	16.6	108.6	60.0	1.4	200.8
	CR華の舞	20.6	14.9	10.3	4.6	22.3	3.1	75.7
	花ぐるま	68.6	0.0	130.9	56.9	54.6	6.0	316.8
9月18日	CR花かんざし	19.7	0.0	7.4	42.3	123.7	0.0	193.1

^z花蕾の枯死による白化

^y花蕾および茎葉へのアントシアンの着色

^x花蕾の腐敗

^w若葉の先端枯れ（チップバーン）

^v花蕾での黒色小斑点の発現

考 察

本研究では、ナバナの収量向上および収穫ピークの分散による連続収穫技術の開発に取り組んだ。試験1で、播種日が各品種の収穫期間および収量に及ぼす影響について検討を行った結果、播種日を2週間遅らせたことで、収穫始期が2週間以上遅れたが、収穫終期は同程度であり、すべての品種で収量および1本重が減少した。洋種ナバナでは播種日が早いほど収穫始期が早まり、総収量が増加する（小田原ら、1990）。側枝の収穫終期には播種日の違いによる影響は見られず、総収量は播種日が早い方が多い（大川・小島、2008）。また、和種ナバナでは播種日が遅いほど側枝の1本重は軽くなる（押切・大泉、2011）。今回の試験ではこれらの報告と同様の結果が得られた。県内では水田の裏作としてナバナを栽培している生産者が多く、圃場の準備期間を考慮すると、栽培期間は10月から3月までに限られる。このため、ナバナは圃場準備が整い次第すぐに定植できるよう、9

月中旬までに播種することで、収穫期間の延長および収量の増加が見込めると考えられた。

業務用ナバナは花蕾の先端から茎の切り口までの長さおよび若葉の長さに規格が設けられているが、側枝 1 本の重さに規格はなく、1kg 単位で価格が決められている（表 6）。そのため、1 本重が重いほど収穫時間あたりの粗収益が多くなる。これらのことから、高収量で、秀品率が高く、1 本重が重い‘CR 花かんざし’を有望品種に選定した。

各品種の草丈の比較では、収穫始期が遅い晩生種ほど草丈が高くなる傾向がみられた。ブロッコリーでは晩生種ほど草勢が強く、株間を広くとる必要があるとの報告がある（河野，1989）。‘寒咲 21 号’を採用した JA の栽培基準では、株間 30～40cm での栽培が推奨されているが、今回有望品種に選定した‘CR 花かんざし’は‘寒咲 21 号’より晩生であり草丈が高かったことから、適正な株間は JA の栽培基準とは異なると考えられた。そこで、試験 2 で、‘CR 花かんざし’において高収量となる栽植密度を検討したところ、株間が広がるほど、1 株あたりの側枝の発生数が増加し、1 株あたりの収量が増えた。中野ら（2004）はダイズの栽植密度を高めることで、分枝発生節位の光照度が低下し、個体あたりの分枝数が低下すると報告している。ナバナでも同様に、受光態勢の悪い株間の狭い処理で側枝の発生が少なく、受光態勢の良い株間の広い処理で多くなったと推察された。しかし、面積あたりの収量は株間が狭い 35cm で多くなった。株間を広くすることで栽植本数が減り、種子や培土などの資材費を若干節約できることに加えて、収穫作業がしやすくなるという優位性がある。一方で、株間を広くするほど強風で倒伏しやすい傾向がみられた（データなし）。株間の選択にあたっては、これらを加味したうえで、自身の経営方針や圃場環境に適したものにすることがあると考えられた。

続いて、収穫ピークの分散を目的に、摘心長や品種と播種日の組み合わせについて検討した。JA のナバナ栽培基準では、摘心長を長くすることで、側枝の発生が早くなるとされている。本県ではナバナの頂花蕾の摘心長は統一されておらず、生産者によって 6～20cm 程度と大きく異なる。そこで、試験 3 では‘CR 花かんざし’の摘心長が側枝の収穫ピークに及ぼす影響について検討した。摘心長 20cm 区では、その他の摘心長区と比較して、収穫期の前進傾向が認められたが、一方で、摘心長が短いほど合計収量および秀品率が若干高くなった。これらの結果は、洋種ナバナの摘心において、残す腋芽が多いほど側枝収量が増え、収穫時期は遅れるとする小田原ら（1991）の報告と同様であった。また、摘心長を長くすることによる収穫期の前進では、顕著なピークの分散効果は得られなかった。業務用ナバナの頂花蕾は 6cm で出荷されることから、調整作業の労力を考慮すると、摘心長は 6cm でよいと考えられた。

試験 4 では‘CR 花かんざし’と収穫ピークの分散が可能な品種の選定と、‘CR 花かんざし’の播種日の組み合わせによる分散効果について検討した。9 月 11 日播種の‘CR 花かんざし’で収量の少ない①頂花蕾の収穫後から一次側枝の収穫開始までの期間、②一次側枝の収穫後から二次側枝の収穫開始までの 2 つの期間において収量の見込める品種として、①の期間では‘CR 春華’および‘CR 京の春’、②の期間では‘CR 華の舞’、‘花ぐるま’および 9 月 18 日播種の‘CR 花かんざし’が有望であった。しかし、‘CR 春華’と‘CR 京の春’は 1 本重が軽く小ぶり、葉色が薄く、‘CR 花かんざし’と比較して商品性が見劣りした。また、‘花ぐるま’は花蕾の腐敗が多く発生することから、市場関係者から取り扱いが難しいという意見があった。以上のことから、①の期間については適切な品種がなく、②の期間については‘CR 華の舞’および 9 月 18 日播種の‘CR 花かんざし’を組み合わせ候補として選定した。9 月 11 日播種の‘CR 花かんざし’は 12 月 30 日、9 月 18 日播種の‘CR 花かんざし’は 1 月 14 日、‘CR 華の舞’は 1 月 31 日と、一次側枝の収穫ピークがそれぞれ 2 週間

程度ずれていたことから、これらを組み合わせることで連続収穫が可能であると考えられた。

業務用ナバナの集出荷は県内各 JA とともに、基本的に週 2 回、正午前後に行われる。図 4 において、‘CR 花かんざし’ および ‘CR 華の舞’ を 9 月 11 日に播種するとともに、‘CR 花かんざし’ を 9 月 18 日に再度播種をした場合の試算結果を時期別収量で示した（各 952 株×3/10a、以下、組み合わせ栽培）。組み合わせ栽培では収穫期間中の収量が平準化され、連続収穫が可能であった。全量を出荷した場合、収量は 553kg/10a で、粗収益が 300,000 円となり、‘CR 花かんざし’ のみの栽培（収量 568kg/10a、粗収益 302,000 円）と同程度であった（粗収益は表 6 より算出）。しかし、1 日の収穫量には限界があり、作業労力 2 人では、6.6kg/h×3h×2 人=40kg 程度である（生産者への聞き取りによる）。1 日あたりの収量が 40kg を超えるものについては収穫遅れによるロスとなるため、実際の収益は、組み合わせ栽培が収量 532kg/10a、粗収益 289,000 円となり、‘CR 花かんざし’ のみの栽培（481kg/10a、粗収益 257,000 円）と比較してやや増益と試算された。一方で、2 月中旬までは収穫労力に余裕があることから、栽培面積を拡大する余地があると考えられた。

表 6 2019 年度産業務用ナバナの買取単価実績（円/kg）

12月	1月	2月	3月上旬	3月中旬	3月下旬
500	550	550	550	500	450

JA和歌山県農契約価格

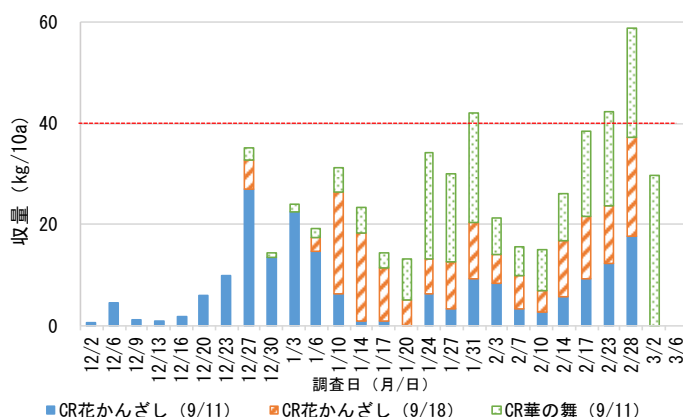


図 4 組み合わせ栽培の時期別収量

9 月 11 日播種の ‘CR 花かんざし’ と ‘CR 華の舞’ および 9 月 18 日播種の ‘CR 花かんざし’ を 3 等分（各 952 株×3/10a）して栽培した場合
 グラフ中の横点線は収穫者 2 人の場合の 1 日の収穫限界量を示す。

摘 要

ナバナの収量向上および連続的に収穫を行うため、優良品種の選定および栽培様式、播種時期と品種の組み合わせについて検討を行った。

- 1 ‘寒咲 21 号’ に代わる品種として、収穫期間が長く、高収量で、高品質である ‘CR 花かんざし’ を有望品種に選定した。

- 2 畝幅 100cm の 1 条植えにおいて、株間 35～45cm の間では 35cm が面積あたりの収量が多かった。
- 3 摘心長 (6, 13, 20cm) の組み合わせによる収穫ピークの分散効果は認められなかったが、摘心長 6cm で面積あたりの収量が若干多かったこと、また、出荷に際して頂花蕾を 6cm に調整する労力を考慮すると、摘心長は 6cm が適すると考えられた。
- 4 ‘CR 花かんざし’ と ‘CR 華の舞’ を同日播種するとともに、‘CR 花かんざし’ を 1 週間遅れて播種することで、一次側枝の収穫ピークが 2 週間ごととなり、連続収穫が可能であった。この組み合わせ栽培では、‘CR 花かんざし’ のみの栽培と同程度の収量を得られるとともに、収穫期間中の収量が平準化されることで、栽培面積の拡大が可能であると考えられた。

引用文献

- 石田正彦. 2004. ナバナ類の作型と品種. ナバナ育種の動向. pp. 19—20. 農業技術体系 野菜編 7 ナバナ類. 社団法人農山漁村文化協会. 東京.
- 河野信. 1989. 夏まき秋どり栽培. 栽培法と生理, 生態. 定植期. pp. 330—331. 野菜園芸大百科 8. ブロッコリー. 社団法人農山漁村文化協会. 東京
- 中野尚夫・平田清則・大西政夫. 2004. ダイズの栽植密度による光受容の変化と生育・収量. 日作紀 73 (2) : 175—180
- 大川浩司・小島安治. 2008. 愛知県におけるナバナ (*Brassica napus* L.) 在来種の抽台・開花及び側枝発生特性. 愛知農総試研報 40 : 113—119.
- 押切浩江・大泉利勝. 2011. 食用ナバナの品種と播種期が収量・収穫期間等に及ぼす影響. 千葉農林総研研報 3 : 37—44.
- 小田原孝治・矢野雅彦・尾形武文. 1990. ナバナの安定栽培技術 第 1 報 播種期, 栽植密度及び施肥法と収量. 福岡農総試研報 B-10 : 27—30
- 小田原孝治・矢野雅彦・松江勇次. 1991. ナバナの安定栽培技術 第 2 報 側枝の生育に及ぼす気温ならびに摘心, 摘葉処理の影響. 福岡農総試研報 B-11 : 35—38

ニホンジカを捕獲するための新しいタイプの 囲いワナの開発

角川敬造・西村光由¹・山本浩之

和歌山県果樹試験場

Development of new type modified corral trap for capturing Sika deer

Keizo Tsunokawa, Mitsuyoshi Nishimura, Hiroyuki Yamamoto
Wakayama Prefecture Fruit Tree Experiment Station

緒言

和歌山県におけるニホンジカ (*Cervus nippon* 以下, シカ) による農作物被害金額は平成21年度以降年間4,000万円以上で推移し, 令和3年度は5,510万円である。県内のシカ生息数は令和2年度で65,162頭と推定され, 平成26年の58,633頭から6,529頭増加した。生息分布も紀中エリアから北上し, 紀北エリアまで拡大している。

和歌山県が策定した「第5期ニホンジカ第二種特定鳥獣管理計画」(和歌山県, 2022)では, 令和12年度の生息数が32,000頭以下になるよう設定され, 年間19,000頭以上の捕獲を目標としている。しかし, 実際の捕獲頭数は平成29年度の17,715頭が最多で, 令和2年度は15,013頭となっており, 目標頭数には達していない。捕獲の担い手となる狩猟者の登録数は平成27年以降やや増加傾向であるものの, 第一種銃猟登録者は減少しており, わな猟登録者の増加で補っているのが現状である。また有害捕獲における捕獲方法の内訳を見ると, 銃器による捕獲は平成23年の79.1%から令和2年には40.2%に低下し, ワナによる捕獲の割合が増加している。とりわけ農地近辺では, 主に箱ワナや囲いワナによる捕獲が行われている。

中～大型の囲いワナで捕獲する場合, 地域の群れ全体を捕獲することが理想であるが, 金属製の扉を落下させて捕獲する従来のワナの場合, 扉の落下時に大きな衝撃音が発生し, 捕獲を免れた周辺のシカが警戒することで, 継続して捕獲できなくなるケースが見受けられる。そのため, このような状況が反復することで捕獲が難しくなる「スマートディア」(青木, 2013)を増やしてしまう可能性がある。また, シカの侵入を防ぐための柵を設置する場合, 高さ200cmの柵が必要とされる(井上・金森, 2006)など高さが重視されることが多いが, その一方で, シカは跳躍による脚の怪我を避けるため, まずは地際からの侵入を選択する習性を持つといわれており (Williamsら, 2006,

1 現在: 愛知県農業総合試験場 環境基盤研究部 病虫害研究室

堂山ら, 2016), 柵による防護の際にはくぐり抜けを防ぐ地際の固定をより重視すべきとの指摘もある。

そこで, スマートディアを生み出さず, シカの習性を利用して持続的な捕獲を可能にすることを目的とした捕獲技術の開発に着手した。そして, 漁具の「カニかご」の構造を参考に, シカを防護柵の破損部に見立てた侵入口からワナ内部に潜り込ませることで, 大きな衝撃音を発生させず, シカが脱出することができない一方通行の潜り込み式シカ捕獲用ゲート (以下「ゲート」) を開発した。これを既存の囲いワナに取り付け, 馴化に適したゲート開口部の高さや侵入角度を検討するとともに, 現地で捕獲実証を行った。

材料および方法

図 1 から 3 に示したゲートを作成した。侵入口は, 軽量で耐候性のある高強力ポリエチレン繊維ネット (以下「HMPE ネット」, イザナスTM, 東工コーセン株式会社) を使用し, シカ侵入後に侵入口を押さえ込むように, 弾性ポール (ダンポールTM, 宇部エクシモ株式会社) を図 1 のように取り付けた。

囲いワナに取り付ける部分は, 骨格を単管パイプで組立て, 左右の柱に 2m の単管パイプを斜めに設置し, HMPE ネットを斜めに取り付けた単管パイプに沿わせて固定した (図 2)。

またワナの内側には, 地際部から 60cm 上方に単管とワイヤーメッシュを設置 (図 3) し, 侵入口の HMPE ネットの上に隙間を作った (図 4 右図の←印部分)。シカにこの隙間を出口と誤認させて, 脱出できない構造とした (図 4)。使用した資材は表 1 のとおりである。

このゲートを囲いワナに取り付け, ゲートの設置方法の検討 (試験 1) 及びシカ捕獲現地実証 (試験 2) に供試した。給餌する餌は, 試験 1 では主にシカの誘引エサとして嗜好性の高いヘイキューブ (法眼ら, 2017) を, 試験 2 では表 3 に記載のものを使用した。ゲートの侵入・馴化の程度は, センサーカメラをワナの周囲に設置し, 撮影された動画および画像の解析により確認した。

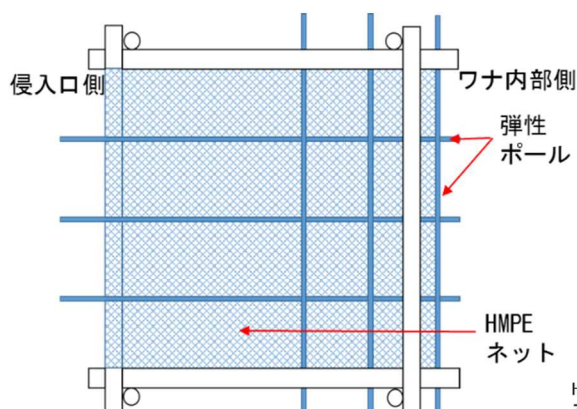


図 1 HMPE ネットと弾性ポールで作成したゲート (上部から見た図)

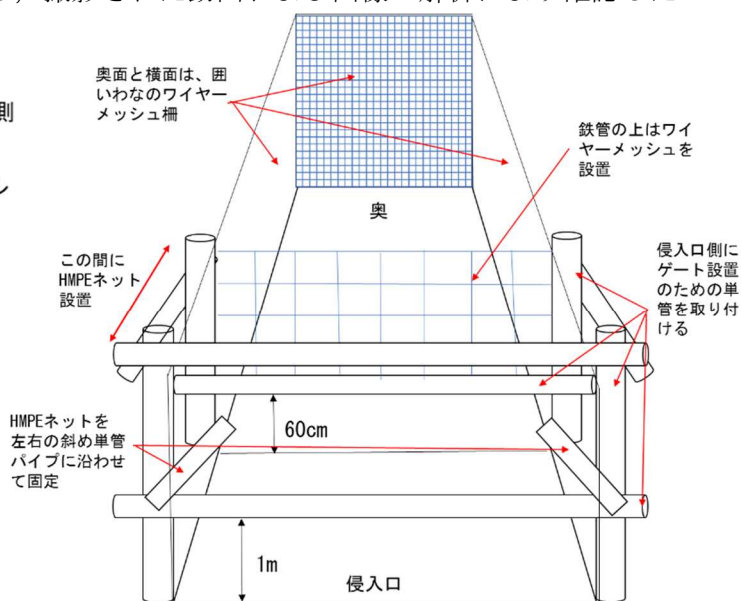


図 2 ゲートの骨格

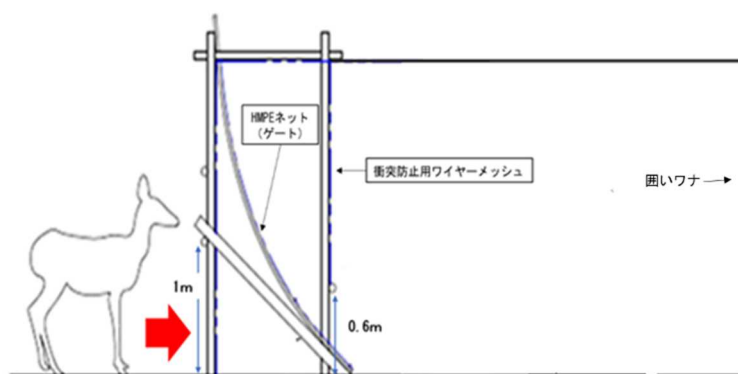


図3 ゲートを取り付けた囲いワナ概略図(横から見た図)

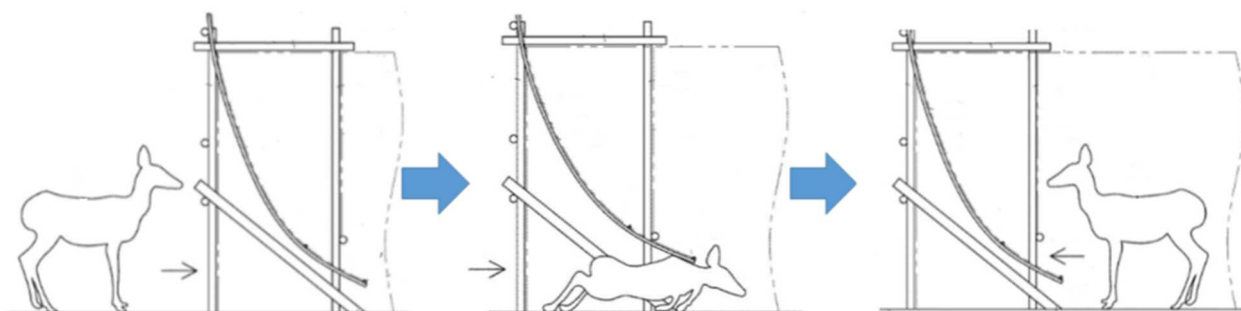


図4 シカがゲートから侵入し捕獲するまでの概略図

表1 作成したゲート資材一覧

品名	規格	数量
単管パイプ	2m (48.6mm)	6本
単管パイプ	2.5m (48.6mm)	2本
単管パイプ	1.5m (48.6mm)	2本
直交クランプ	単管パイプ用 (48.6mm)	10本
自在クランプ	単管パイプ用 (48.6mm)	4本
単管パイプ打ち込みキャップ	単管パイプ用 (48.6mm)	4個
HMPEネット	縦2.6m 横3m	1枚
HMPE補修糸	1200D (デニール)	約20m
弾性ポール	ダンポール L=2.7m Φ=65mm	6本
結束バンド	L=380mm W=370mm	50本
ワイヤーメッシュ	L=2m W=1m Φ=6mm	1枚
耐候性ラバーバンド	L=1m W=3cm	2本
足場用番線	L=70cm Φ=2.8mm	11本
ステンレス針金	#20	50m
シリコンチューブ	内径=6mm 外径=9mm	1m

試験 1 ゲート開口部の高さや角度の検討

1) ゲート開口部の高さの検討方法（和歌山県有田郡広川町）

2019年にシカが侵入可能なゲート開口部の高さ（以下ゲート高）を検討するため、幅 1m のゲートを 2 組用意し、幅 4m×奥行 4m×高さ 2m の金属製囲いワナの前面左右に取り付けた（図 5, 6）。2 つのゲートは、一方を表 2 に示した試験区で設定し、もう一方を開口部の高さ 50cm とした。

なお、囲いワナの前面にワイヤーメッシュでガイドを設置することにより、前方のみから侵入してゲートを選択するように促した（図 6）。侵入した個体は、オス、メス（角の生えていないオス含む）、幼獣に分けて調査した。

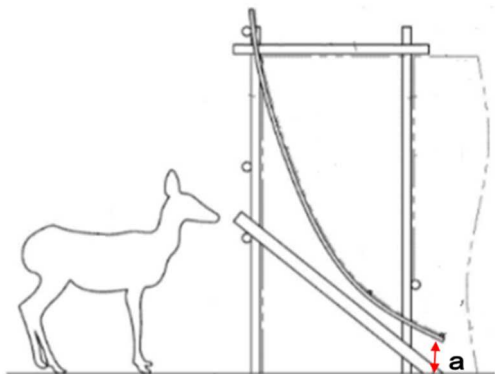


図 5 ゲートの構造

a : ゲート開口部の高さ

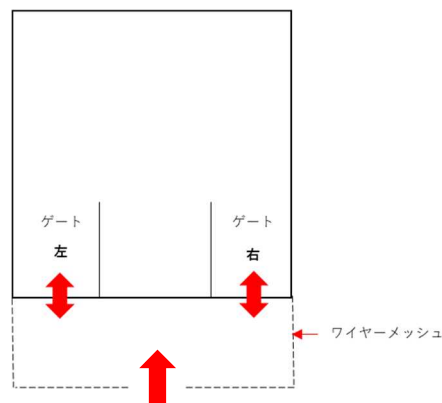


図 6 ゲートの設置方法

メッシュによる障壁の設置（上から見た図）
シカは矢印から接近し、ゲートを選択する。

表 2 試験区及び試験期間

試験区 (開口部の高さ)	試験期間 (2019年)
20cm	10月15-17日 (右), 10月23-25日 (左), 10月25-28日 (右), 10月30-11月5日 (右)
30cm	10月9-15日 (右), 10月21-23日 (右), 10月28-30日 (左)
40cm	10月6-9日 (右), 10月17-21日 (左)
50cm	9月6-10月5日

2) ゲートの角度の検討方法（和歌山県有田郡有田川町）

2020年にシカが侵入しやすいゲートの角度を検討するため、ゲートと地表面の角度を一方のゲートは 30°、他方のゲートは 45° とした囲いワナを設置した（図 7, 8）。なお、ワナ内部に侵入したシカが跳躍して外部へ脱出できるように、囲いワナ後面に幅 1m、高さ 70cm で上部を 30 cm 外側に向けて約 30° 折り返した「アウトジャンプ」を設けた（図 8）。

2020年6月12日から試験を開始し、延べ 25 頭侵入した時点（7月2日）で 2 つのゲートの角度を入れ替え、その後 20 頭侵入した時点（9月4日）で終了した。侵入した個体は、オス、メス（角の生えていないオス含む）、幼獣に分けて調査した。

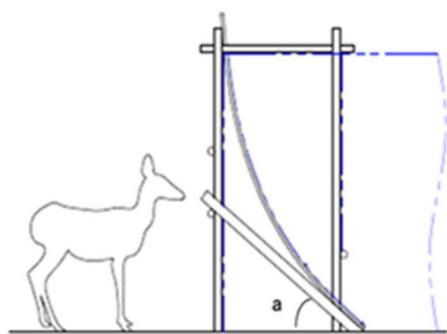


図7 ゲートの構造

a:ゲートの角度は30° または45° とした.

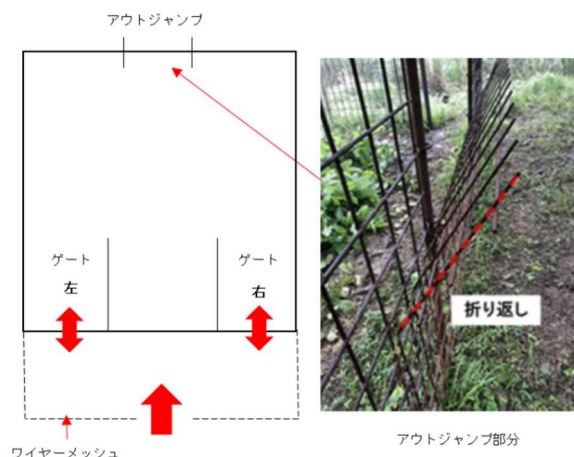


図8 ゲートの設置方法

メッシュによる障壁の設置 (上から見た図)
シカは矢印から接近し、ゲートを選択する.

試験2 現地における捕獲実証

2020～2021年にゲートを和歌山県内の現地3箇所に設置し、ゲート式囲いワナの実用性を検証した(図9)。また、金属製囲いワナとHMPEネット囲いワナの設置及び解体・撤収時間を測定した。なお、試験は表3に示した期間と給餌方法で行った。

1) 捕獲方法

(1) 現地① (和歌山県有田郡広川町)

試験地は、山林内のヘリポート跡地で、終日人の出入りが少なく、日中でもシカの出没が多く確認された場所で、地面はコンクリート舗装されている(図10左)。2020年4月16日から事前誘引を開始し、安定したシカの出没を確認した4月30日にワナを設置した。幅2m×奥行4m×高さ2mの囲いワナ(サークルD™、竹森鐵鋼株式会社)の前面に幅2m、進入角度45度のゲートを取り付けた。ゲート高はシカが馴化レベル3に達するまで40cmとした。それ以降、5cmずつ段階的にゲート高を下げ、脱出が不可能なゲート高で捕獲した。捕獲後はゲート高を40cmに戻し、同様の手順を繰り返した。

(2) 現地② (和歌山県有田郡湯浅町)

試験地は、山林内で道路に隣接するが車の交通量は少ないため、事前の調査で日中でもシカの出没が確認された場所で、地面は森林土壌が露出している(図10中)。2020年9月1日から事前誘引を開始し、安定した出没を確認した9月15日にワナを設置した。(1)と同じワナ及び方法で捕獲を行った。

(3) 現地③ (和歌山県有田郡湯浅町)

試験地は、カンキツ廃園で、日中は隣接するカンキツ園で人が農作業を行うことがあるため、シカの出没は日没後から明け方に限られる(図10右)。ワナの軽量化を目的として、HMPEネットや繊維強化プラスチック支柱(Fiber Reinforced Plastics以下FRP支柱)などを用いたワナを供試した。ワナのサイズは(1)と同様とし、長さ2.4mのFRP支柱を2m間隔で地面に約40cm打ち込むことで骨格とした。ゲートは、幅2m、45°の角度で取り付けた。なお、ゲート高は40cmから開始し、高さを段階的に下げずに2021年7月8日に25cmとした。

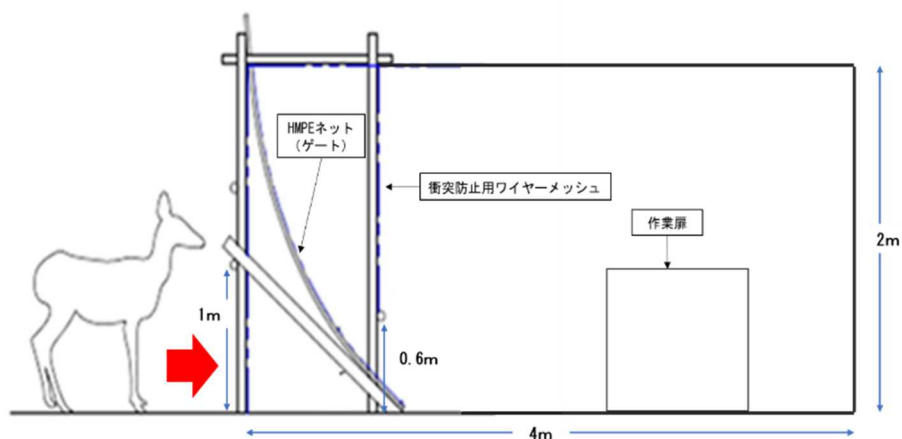


図 9 ゲートを取り付けた囲いワナの概略図

表 3 調査期間及び給餌方法

	調査期間	事前誘引	ワナ設置日	餌	給餌方法
現地①	2020年 4月16日～8月28日	4月16日 ～4月30日	4月30日	ヘイキューブ (醤油添加)	摂食に応じて(ほぼ毎日) 1回当たり2～3kg
現地②	2020年 9月1日～12月30日	9月1日 ～9月15日	9月15日	同上	同上
現地③	2021年 4月13日～7月9日	4月13日 ～6月7日	6月7日	ヘイキューブ (醤油添加) カンキツ枝葉他	摂食に応じて(ほぼ毎日) ヘイキューブ約2～3kg カンキツ枝葉約3kg ソメイヨシノ枝葉 約2kg オオバヤシャブシ枝葉 約2kg



現地①



現地②



現地③

図 10 囲いワナの設置場所

2) 馴化レベルと捕獲個体の調査

ワナ周辺にセンサーカメラを 3 台設置し、シカの馴化レベルを調査した。得られた映像から 1 日のうち馴化レベルが最も高い個体をその日の馴化レベルとした。なお、馴化レベルの分類は図 11 のとおりである。調査期間は、現地①では 2020 年 4 月 16 日から 8 月 28 日、現地②では 2020 年 9 月 1 日から 12 月 30 日、現地③では 2021 年 4 月 13 日から 7 月 9 日とした。

捕獲した個体は性別，体長，体高，体重を測定した．齢については，すべて乳歯の個体は当年仔（若しくは満1歳），乳歯と永久歯が混在する個体は2歳，すべて永久歯の個体は3歳以上として分類した．



図11 ワナへの馴化レベルの分類

- ・馴化0（撮影無）：シカが撮影されなかった．
- ・馴化1（ワナ外）：シカがワナの外に撮影された．
- ・馴化2（ワナ入り口）：シカがゲートに頭を入れ，四肢のうちどれかがワナ内に入っていた．
- ・馴化3（ワナ内）：シカがワナ内で撮影されており，四肢のすべてがワナ内に入っていた．

結 果

試験1 ゲート開口部の高さや角度の検討

1) ゲート開口部の高さの検討結果

ゲート高を左右とも50cmとしたときのシカの侵入割合は右55%，左45%であった（表4）．ゲート開口部の一方の高さ40cmとしたときの侵入割合は58%，30cmにしたときは19%，20cmとしたときは0%であった．オス，メス，幼獣割合に傾向は見られなかった．

表4 各隙間の高さと侵入した頭数と侵入割合

開口部の高さ	オス	メス	幼獣	計	侵入割合 (%)
50cm (右)	2	6	9	17	55
50cm (左)	0	7	7	14	45
合計	2	13	16	31	100

開口部の高さ	オス	メス	幼獣	計	侵入割合 (%)
30cm	2	3	4	9	19
50cm	5	14	20	39	81
合計	7	17	24	48	100

開口部の高さ	オス	メス	幼獣	計	侵入割合 (%)
40cm	4	11	17	32	58
50cm	3	7	13	23	42
合計	7	18	30	55	100

開口部の高さ	オス	メス	幼獣	計	侵入割合 (%)
20cm	0	0	0	0	0
50cm	12	8	27	47	100
合計	12	8	27	47	100

2) ゲートの角度の検討結果

期間①で45°のゲートから侵入したシカの割合は56%，30°のゲートから侵入したシカの割合は44%であった（表5）．期間②で45°のゲートから侵入したシカの割合は80%，30°のゲートから侵入したシカの割合は20%であった．

表 5 ワナ内部に侵入したシカの割合

期間	ゲートの角度	頭数 (頭)			割合 (%)	
		成獣		幼獣		
		オス	メス			
①2020年6月12日 ～7月2日	右 45°	1	13	0	14	56
	左 30°	0	9	2	11	44
②2020年7月3日 ～9月4日	右 30°	1	0	3	4	20
	左 45°	0	16	0	16	80

試験 2 現地における捕獲実証

1) 捕獲結果及び馴化レベル

(1) 現地①

ワナ設置前の事前誘引期間 (2020年4月16日～4月30日) において、シカが同時に出現した最多頭数は3頭であった (表6)。また、ワナ設置後から試験期間終了 (2020年4月30日～8月28日) までの間で、ワナ周辺に同時に出現した最多頭数は5頭 (5月4日) であり、ワナへの同時最多侵入頭数は2頭 (6月6日) であった。

試験期間中 (2020年4月16日～8月28日) に捕獲した個体は5頭であり、その内訳はメス成獣4頭 (うち1頭は齢不明)、幼獣1頭であった (表7)。6月9日には2頭を同時に捕獲した。

馴化レベルはワナ設置 (4月30日) 時に1であったが、設置1日後 (5月1日) に2となり、設置14日後 (5月14日) には3に達した (図12)。以降、ゲートの高さを徐々に下げ、設置32日後 (5月31日) に個体Aを捕獲した (ゲート高25cm)。

A捕獲1日後 (6月1日) は馴化レベルが0であったが、A捕獲3日後 (6月3日) は馴化レベルが3に達し、A捕獲6日後 (6月6日) に個体Bを捕獲した (ゲート高25cm)。

B捕獲1日後 (6月7日) は馴化レベルが0であったが、B捕獲3日後 (6月9日) に馴化レベル3に達し、同日に個体C、Dを捕獲した。 (ゲート高30cm)

C、D捕獲1日後 (6月10日) は馴化レベル1であったが、C、D捕獲後4日後 (6月14日) に馴化レベル3に達し、C、D捕獲13日後 (6月22日) に個体Eを捕獲した (ゲート高25cm)。

E捕獲1日後 (6月23日) は馴化レベル1であったが、E捕獲2日後 (6月24日) に馴化レベル3に達した。

7月3日から7月31日まで馴化レベルは0～2で推移したが、8月1日に馴化レベル3に達し、8月14日以降は馴化レベル3の日が多くなった。

表 6 現地①におけるワナへの誘引状況 (2020年4月16日～8月28日)

事前誘引最多頭数 (頭)	最多来訪頭数 (頭)	最多侵入頭数 (頭/回)	最多捕獲頭数 (頭/回)
3	5	2	2

表 7 捕獲個体一覧（現地①）

個体	捕獲日	性別	頭胴長 (c m)	体高 (c m)	体重 (k g)	齢	備考
A	2020年5月31日	メス	—	—	—	—	と殺時に逃亡
B	2020年6月6日	メス	128	80	44	3歳以上	
C	2020年6月9日	メス	130	82	47	3歳以上	妊娠中
D	2020年6月9日	オス	99	74	23	満1歳	
E	2020年6月22日	メス	140	79	43	3歳以上	

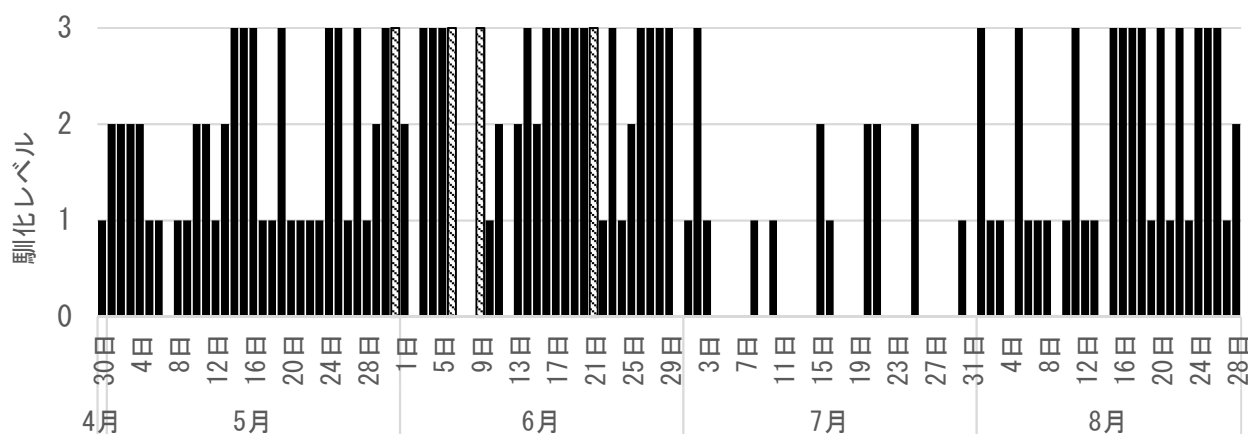


図 12 現地①におけるシカ馴化レベルの推移
斜線の棒グラフは捕獲日を示す

(2) 現地②

ワナ設置前の事前誘引期間（2020年9月1日～9月15日）においてシカが同時に出現した最多頭数は3頭であった（表8）。また、ワナ設置後から試験期間終了（2020年9月15日～12月30日）までの間で、ワナ周辺に同時に出現した最多頭数は5頭（10月31日）であり、ワナへの同時最多侵入頭数は2頭（9月26日）であった。

試験期間中（2020年9月1日～12月30日）に捕獲した個体は8頭であり、その内訳はメス成獣7頭（うち1頭は当年仔）、オス成獣1頭であった（表9）。10月28日と12月18日には2頭を同時に捕獲した。

馴化レベルはワナ設置開始時（9月15日）に3で、以降ゲートの高さを徐々に下げ、設置16日後（10月1日）に個体Fを捕獲した（ゲート高30cm、図13）。

F捕獲1日後（10月2日）には馴化レベルが3に達し、F捕獲5日後（10月6日）に個体Gを捕獲した（ゲート高25cm）。

G捕獲1日後（10月7日）は馴化レベルが0であったが、翌日（10月8日）に馴化レベル3に達し、G捕獲22日後（10月28日）に個体H、Iを捕獲した（ゲート高25cm）。

H、I捕獲1日後（10月29日）は馴化レベル0であったが、その2日後（10月31日）馴化レベル3に達し、個体Jを捕獲した（ゲート高30cm）。

J 捕獲後は馴化レベル 2～3 を繰り返す、J 捕獲 11 日後（11 月 11 日）に個体 K を捕獲した（ゲート高 30cm）。

11 月 12 日から 12 月 15 日まで馴化レベルは 0～3 で推移したが、12 月 16 日に馴化レベル 3 に達し、K 捕獲 37 日後（12 月 18 日）に個体 L, M を捕獲した（ゲート高 25cm）。

12 月 16 日から 12 月 30 日まで馴化レベル 0～3 で推移したが、馴化レベル 1 の日が多くなった。

表 8 現地②におけるワナへの誘引状況（2020 年 9 月 1 日～12 月 30 日）

事前誘引最多頭数 (頭)	最多来訪頭数 (頭)	最多侵入頭数 (頭/回)	最多捕獲頭数 (頭/回)
3	5	3	2

表 9 捕獲個体一覧（現地②）

個体	捕獲日	性別	頭胴長 (c m)	体高 (c m)	体重 (k g)	齢
F	2020年10月1日	メス	110	73	43	3歳以上
G	2020年10月6日	メス	133	75	42	3歳以上
H	2020年10月28日	メス	139	73	45	3歳以上
I	2020年10月28日	メス	100	63	21	当年仔
J	2020年10月31日	メス	114	72	35	2歳
K	2020年11月11日	オス	133	85	51	3歳以上
L	2020年12月18日	メス	123	78	35	3歳以上
M	2020年12月18日	メス	110	73	27	2歳

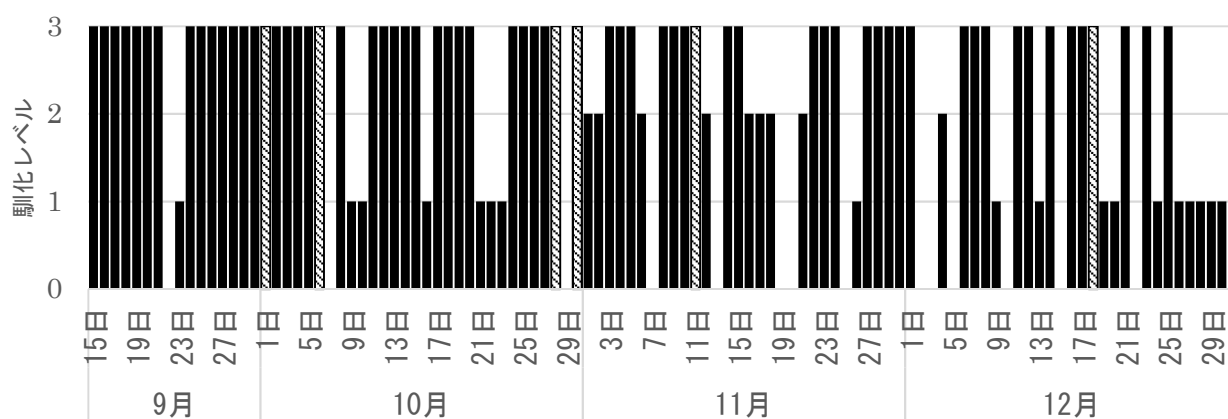


図 13 現地②のシカの馴化状況
斜線の棒グラフは捕獲日を示す

(3) 現地③

ワナ設置前の事前誘引期間（2021年4月13日～6月7日）においてシカが同時に出現最多頭数は6頭であった（表10）。また、ワナ設置後から試験期間終了（2021年6月7日～7月9日）までの間で、ワナ周辺に同時に出現した最多頭数は5頭（6月30日）であり、ワナへの同時最多侵入頭数は3頭であった。

試験期間中に捕獲した個体は3頭で、7月9日に同時に捕獲した（表11）。捕獲した個体の内訳はメス成獣2頭、オス成獣1頭であった。

表10 現地③におけるワナへの誘引状況（2021年4月13日～7月9日）

事前誘引最多頭数 (頭)	最多来訪頭数 (頭)	最多侵入頭数 (頭/回)	最多捕獲頭数 (頭/回)
6	5	3	3

表11 捕獲個体一覧（現地③）

個体	捕獲日	性別	頭胴長 (cm)	体高 (cm)	体重 (kg)	齢	備考
A	2021年7月9日	メス	—	—	—	—	と殺時に逃走
B	2021年7月9日	メス	112	80	40	3歳以上	
C	2021年7月9日	オス	101	72	31	2歳	

3) ワナの設置及び解体・撤収時間

1名によるゲートを含むワナの設置時間は、金属製囲いワナで2時間30分、HMPE ネット囲いワナで3時間であった（表12）。また、いずれのワナについても、解体と車両への積み込みを含む撤収には1名で約1時間30分を要し、全ての資材を軽トラック1台に積載できた。

表12 ワナの設置および解体・撤収に要した時間（作業員1人）

ワナのタイプ	設置	解体・撤収
	時間	時間
金属製囲いワナ	2.5	1.5
HMPE ネット囲いワナ	3	1.5

考 察

試験1では、ゲート開口部の高さおよび角度の検討を行った。試験開始時のゲート高は左右ともに50cmとし、左右のゲートの侵入割合に差がないことを確認したのち、一方を高さ40cm、30cm、20cmとしてシカの侵入を観察した。その結果、高さ40cmの侵入割合は50cmと同等以上であったが、高さを30cm以下にすると侵入割合が低くなった。このことから、シカが侵入しやすい最低限

の高さは 40cm であると考えられた。しかし、高さ 40cm では侵入しやすい一方で、ワナ内部からの脱出も可能であった。そこで、ワナに対する馴化段階では開口部の高さを 40cm とし、馴化が進むにつれて段階的に低くし、ワナ内部から脱出できなくなるまで開口部の高さを下げて捕獲することとした。試験 2 の結果から、脱出が不可能となる高さは 25~30cm であった。これは、横長の隙間が拡大しないという条件下で、シカの通過が可能な隙間の最小値は高さ 20~30cm の範囲であるとした堂山ら (2016) の考察と一致している。

シカの侵入を容易にするため、ゲートの隙間を構成する部材にはシカが通過する際に変形する弾性ポールを使用した。そのため、シカの大きさによっては開口部の内側から脱出することも不可能ではない。しかし、ゲートの内側にワイヤーメッシュを設置し、HMPE ネットの上に作った隙間を出口と誤認させる構造としているため (図 4 右図)、仮に開口部が脱出可能な高さであったとしても、開口部の内側から脱出できると認識することは困難だったと思われる。センサーカメラの映像からも、HMPE ネットの上に作った偽の出口から脱出しようとしたシカが HMPE ネットの上に乗り上げ、脱出をあきらめる様子が確認できている。

ゲートの角度について 30° と 45° で比較検討したところ、侵入した頭数は 45° で多かった。また、センサーカメラでシカを撮影したところ、侵入する際に地面を掘ることはなく、前足をたたみ頭部の挿入を何度も繰り返しながらより低い姿勢をとり、最後に後脚蹄で地面を蹴りながら通過の様子が確認された。このため、匍匐前進の姿勢がとりやすく、後脚蹄で地面を強力に蹴りやすいスペースを確保することが侵入を促すために重要と考えた。さらに、45° より角度が大きいほど侵入しやすいが、脱出を試みた際に HMPE ネットに足が絡まり、開口部の隙間が拡大して逃亡される事例があった。このようなことからゲートの角度は 45° とした。

現地①における捕獲実証では、事前誘引から捕獲に至るまで馴化に 30 日を要したが、捕獲の 2 日から 4 日後には再び馴化レベル 3 に達し、前回捕獲の 3 日から 13 日後には捕獲に至っており、連続的かつ継続的な捕獲が可能であった。一方で、7 月以降は馴化レベルの低下が確認された。これは、夏季には周囲の環境に餌となる草本類が多く存在し、誘引餌の誘引力が低下すること、さらには、主に森林内とその林縁に偏る夏季特有の行動傾向が要因と考えられた (西村, 2019)。現地②では、事前誘引から捕獲に至るまで馴化に 30 日を要したが、捕獲後の馴化レベルは概ね 3 で推移し、前回捕獲の 5 日から 22 日後には捕獲に至っており、ここでも連続的かつ継続的な捕獲が可能であった。12 月以降は馴化レベルの低下が確認されたが、行動圏を広げカンキツ園への侵入や開けた造成地に移る冬季特有の行動傾向が要因と考えられた (西村, 2019)。現地③では、2021 年 7 月 8 日にゲート開口部の高さを 40cm から 25cm に下げて捕獲を試みたところ、翌日に 3 頭を捕獲できた。なお、馴化から捕獲に至るゲートの高さの調整方法については検討の余地がある。

3 箇所の現地実証の結果から、新たに開発したゲートを取り付けた囲いワナにより、ほぼ警戒されることなくシカを連続的に捕獲できたことから、シカの生息密度が高い地域における有効な捕獲手段となることが示唆された。また、囲いワナのサイズを拡大せずに多頭のシカを連続して捕獲できるため、大型の囲いワナが設置しにくい場所においても捕獲が可能である。

ワナの設置や運搬等にかかる労力を検討したところ、1 名での設置には金属製囲いワナで 2 時間 30 分、HMPE ネット囲いワナで 3 時間を要した。また、1 名での解体・撤収にはいずれも 1 時間 30 分を要した。遠藤ら (2000) が開発した EN-TRAP II および III (4m×2m) では 3~4 名での設置に 3 時間を要し、宇野ら (2019) が開発した小型囲いワナ (アナログ型) では 2~3 名での設置に 7 時間、3 名での撤収に 2~3.5 時間、同デジタル型では 3 名での設置に 10 時間、3 名での撤収に 3.5

時間を要することが報告されている。今回開発したワナは、既存の囲いワナよりも省力的に設置、撤収できることを確認できた。なお、HMPE ネットを用いたワナの設置、撤収にかかる作業時間は金属製囲いワナに比べて長くなったが、軽量で運搬しやすいため、車での運搬が困難な場所へも搬入、設置が可能になると考えている。

本研究において開発したゲートの最大の特長はシカを連続的に捕獲できることであり、そのほかにも、①設置および運搬が容易 ②複雑な構造を持たないため修繕や改良が簡易 ③高価なセンサーやトリガーが無く安価 ④既存の囲いワナにも簡単に設置可能 といった優れた特長を有する。2021年11月からは県内5か所で地域の捕獲従事者が実施主体となった捕獲実証試験も行われており、12頭（メス7頭、オス5頭）の捕獲に成功している（角川ら、2022）。また、本ゲートの新規性が特許庁に認められ、2022年2月4日付けで特許第7019133号として登録された。

なお、今回開発したゲートについても、従来のワナと同様に事前誘引や餌付け、馴化をしっかり行うことが重要であり、誘引餌についても地域ごとのシカの嗜好に合ったものを選定することが肝要である。

摘 要

1. 防護柵地際の破損部を探して潜り侵入しようとするシカの習性を利用し、捕獲されたシカが脱出できない捕獲用ゲートを開発した。
2. ゲートは高強力ポリエチレン繊維ネットと弾性ポールなどで構成され、既存の囲いワナにも装着できた。また、捕獲時に大きな衝撃音が発生しないため、シカを持続的に捕獲することができた。
3. 馴化開始時のゲート高を40cmとし、馴化の状況を確認しつつ段階的に下げたところ、ゲート高25~30cmで幼獣、成獣、性別を問わず捕獲できたことから、ゲート高は25cmで捕獲に至る可能性が高いと考えられた。
4. ゲートの角度は45°が適していた。
5. 有田地域の3か所で捕獲実証を行ったところ、16頭を捕獲できた。その内訳はメス成獣13頭（うち齢不明1頭、当年仔1頭）、オス成獣2頭、幼獣1頭であった。
6. 本ゲートの新規性が特許庁に認められ、2022年2月4日付けで特許第7019133号として登録された。

謝 辞

本試験研究を行うにあたり、有田川町、広川町、湯浅町の職員の皆さまに、心よりお礼を申し上げます。特に有田川町商工観光課垣谷英宏主査、キトラ農園新田清信氏、新田豊仁氏には、捕獲試験およびワナの開発に際して多大なるご協力をいただいた。ここに記して感謝申し上げます。

引用文献

- 青木豊 2013. 狩猟方法・猟具・捕獲技術. 「野生動物管理のための狩猟学」25-29. 朝倉書店. 東京.
- 堂山宗一郎・江口祐輔・上田弘則 2016. ホンシュウジカが通り抜けられる隙間サイズの測定. *Animal Behaviour and Management*. 52(4). 171-179.
- 遠藤晃・土肥昭夫・伊澤雅子・矢部恒晶・辻高史 2000. シカ用生け捕りワナ EN-TRAP の試作・適用. *哺乳類科学* 40 (2) : 145-153
- 法眼利幸・植田栄仁・山本浩之 2017. 和歌山県有田地域におけるニホンジカの給餌による嗜好性調査. 和歌山県農林水産試験研究報告. 61-71
- 井上雅央・金森弘樹 2006. 山と田畑をシカから守る—おもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農文協. 東京. 1-134.
- 西村光由 2019. カンキツ栽培地域におけるニホンジカの行動追跡. 野生生物と社会学会大会プログラム・講演要旨集. 25 : 82
- 角川敬造・西村光由 2022. 囲いワナで効率的にシカを捕獲するための装置の開発. 和歌山県農林水産試験研究成果情報
- 宇野裕之・立木靖之・村井拓成・吉田光男 2019. ニホンジカ生態捕獲用の小型囲いワナの開発およびその適用. *哺乳類科学* 59 (1) : 93-101
- 和歌山県 2022. 第 5 期ニホンジカ第二種特定鳥獣管理計画. 和歌山
- Williams SC, Ramakrishnan U, Ward JS. 2006. Deer damage management options. *The Connecticut Agricultural Experiment Station Bulletin* 1005, USA : 5

カキ ‘紀州てまり’ におけるへたすき発生の要因と 着果管理によるへたすき軽減

有田慎・古田貴裕・野中亜優美¹

和歌山県果樹試験場かき・もも研究所

Factors of Calyx-end Fruit Cracking and Decreasing Effects of Fruit Management on Calyx-end Fruit Cracking in Persimmon Cultivar ‘Kishu temari’

Shin Arita, Takahiro Furuta and Ayumi Nonaka

Laboratory of Persimmon and Peach, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

緒 言

カキ ‘紀州てまり’ はかき・もも研究所で ‘早秋’ に ‘太秋’ を交配し得られた実生から育成した品種で、2019 年に品種登録された。本品種は、和歌山県初のオリジナル甘ガキとして生産者からも注目を集め、栽培面積が 17ha に達している（農林水産省、2022）。

著者らは本品種の特長として、収穫盛期は 10 月の中下旬で、果実重は 380g 程度、糖度は 17% 程度、生理障害の条紋は発生せず、果頂裂果の発生も少ないが、へたすきの発生程度が親品種の ‘太秋’ と同程度で ‘早秋’ よりも大きいことを報告している（古田ら、2019）。へたすきは完全甘ガキで発生が多く（山田ら、1988）、‘太秋’ は和歌山県の主力甘ガキの ‘富有’ よりもへたすき性が大きいことが報告されている（山根ら、2001）。また、‘富有’ のへたすき発生は果実の大きさや核の入り方に左右されることが報告されているが（中村、1983）、‘紀州てまり’ のへたすき発生にそれらが及ぼす影響は明らかにされていない。へたすきは商品果率や日持ち性を低下させる要因となるため、‘紀州てまり’ の産地化を進める上で、へたすき発生対策技術の開発が必要である。

そこで本研究では、‘紀州てまり’ のへたすき発生に及ぼす果実の大きさや含核数の影響を解明するとともに、へたすき発生対策に繋がる着果管理法について検討を行った。

材料および方法

試験 1 果実の発育がへたすき発生に及ぼす影響

2019 年にかき・もも研究所内植栽の、‘紀州てまり’ 11 樹（高接ぎ 6 年生および苗木 5 年生、6 年生）を供試した。施肥および剪定、着果管理は ‘富有’ の地域慣行に準じて行った。収穫は 10 月 30 日から 11 月 2 日の期間に行い、果実重と含核数、へたすき程度を調査した。へたすき程度は発生し

¹ 現在：和歌山県果樹試験場

ていないものを程度 0, へたで隠れる程度で発生しているものを程度 1, 外観から発生がわかるものを程度 2, 果実の変形や軟化を伴うものを程度 3 と指数化し, 調査果の指数を平均してへたすき程度とした (第 1 図). へたすき程度と果実重の関係は階級別 ($M < 220g$, $220g \leq L < 260g$, $260g \leq 2L < 310g$, $310g \leq 3L < 360g$, $360g \leq 4L < 410g$, $410g \leq 5L < 460g$, $460g \leq 6L < 510g$, $510g \leq 7L$) に, 含核数との相関は含核数別にへたすき程度を調査した. 階級別, 含核数別の調査果数は第 1 表に示した.



図 1 果実のへたすき程度

表 1 階級別, 含核数別の調査果数

階級	M	L	2L	3L	4L	5L	6L	7L
調査果数	1	12	19	133	150	115	88	15
含核数	0	1	2	3	4	5	6	7
調査果数	70	68	93	125	96	72	27	4

試験 2 葉果比がへたすき発生に及ぼす影響

2019 年, 2020 年にかき・もも研究所内植栽の, ‘紀州てまり’ 苗木 9 樹 (2019 年に苗木 5 年生および 6 年生) を供試した. 施肥および剪定は ‘富有’ の地域慣行に準じて行った. 着果管理は 5 月上旬に 1 枝 1 蕾に摘蕾を行い, 2019 年は 7 月 9 日, 2020 年は 7 月 20 日に葉果比 15 区, 25 区, 35 区に分けて摘果を行い, 1 区 1 樹 3 反復とした. 収穫は, 2019 年は 10 月 31 日, 2020 年は 11 月 1 日に一斉に行った. 収穫後へたすき程度については試験 1 と同様に全果調査した. 調査果数は, 1 区あたり 22 果から 63 果であった. また, 各反復 15 果ずつ果実重, 果皮色 (農林水産省果樹試験場作成カキ用), 糖度 (PR-101 α , (株)アタゴ), 果肉硬度 (KM-5 (円柱型キャップ), (株)藤原製作所) および含核数を調査した.

試験 3 摘果時期がへたすき発生に及ぼす影響

2019 年, 2020 年にかき・もも研究所内植栽の, ‘紀州てまり’ 高接ぎ 3 樹 (2019 年に高接ぎ 6 年生) の 1 樹あたり 4 本の高接ぎ更新枝を供試した. 施肥および剪定は ‘富有’ の地域慣行に準じて行った. 着果管理は 5 月上旬に 1 枝 1 蕾に摘蕾を行い, 摘果時期は 7 月摘果区と 8 月摘果区を設け, 2019 年は 7 月 25 日または 8 月 9 日, 2020 年は 7 月 20 日または 8 月 13 日に, 葉果比 25 になるように摘果し, 1 区あたり 1 樹の 2 枝, 3 反復とした. 収穫は, 2019 年は 11 月 2 日, 2020 年は 11 月 1 日に一斉に行った. 試験 2 と同様にへたすき程度 (1 区あたり 16 果から 41 果調査), 果実重, 果皮色, 糖度, 果肉硬度および含核数を調査した.

試験 4 摘蕾強度がへたすき発生に及ぼす影響

2021 年にかき・もも研究所内植栽の, ‘紀州てまり’ 高接ぎ 3 樹 (高接ぎ 8 年生) の 1 樹あたり

4本の高接ぎ更新枝を供試した。施肥および剪定は‘富有’の地域慣行に準じて行った。着果管理は5月上旬に、1枝1蕾区と1枝2蕾区に分けて摘蕾、8月2日に葉果比25に摘果を行い、1区あたり1樹の2枝、3反復とした。収穫は11月5日に一斉に行った。試験2と同様にへたすき程度（1区あたり27果から53果調査）、果実重、果皮色、糖度、果肉硬度および含核数を調査した。

結 果

試験1 果実重および含核数がへたすき発生に及ぼす影響

へたすき程度と階級別平均果実重の相関係数は0.97で階級が大きくなるほどへたすき程度も大きくなり、2L以下の果実ではへたすき程度2以上の果実は認められなかった（表2）。

へたすき程度と含核数の相関係数は0.95で含核数が多くなるほどへたすき程度も大きくなった（表3）。

表2 へたすきと果実重との関係

階級	平均 果実重(g)	へたすき 程度	程度別発生割合 (%)			
			0	1	2	3
M	215.3	0.00	100	0	0	0
L	249.5	0.00	100	0	0	0
2L	289.4	0.03	94.7	5.3	0	0
3L	339.5	0.36	75.2	17.3	3.8	3.8
4L	387.9	0.53	60.0	30.0	7.3	2.7
5L	433.3	0.61	53.0	37.4	5.2	4.3
6L	481.2	0.78	40.9	43.2	12.5	3.4
7L	528.0	0.77	26.7	73.3	0	0
相関係数		0.97 ^{**z}				

z：スピアマンの順位相関により**は1%水準で有意差あり（n=8）

表3 へたすきと含核数との関係

含核数 (個/果)	へたすき 程度	程度別発生割合 (%)				
		0	1	2	3	
0	0.19	84.3	12.9	2.9	0	
1	0.35	70.6	25.0	2.9	1.5	
2	0.55	62.4	26.9	4.3	6.5	
3	0.40	66.4	28.0	4.8	0.8	
4	0.67	51.0	36.5	7.3	5.2	
5	0.65	51.4	34.7	11.1	2.8	
6	0.85	40.7	40.7	11.1	7.4	
7	1.00	50.0	25.0	0	25.0	
相関係数		0.95 ^{**z}				

z：スピアマンの順位相関により**は1%水準で有意差あり（n=8）

試験 2 葉果比がへたすき発生に及ぼす影響

へたすき程度の平均値は 2019 年, 2020 年共に葉果比が大きい区ほど, 大きくなる傾向がみられた (表 4) . また, 果実重は 2019 年, 2020 年共に葉果比が大きい区ほど, 大きくなる傾向がみられた. 糖度, 果皮色, 果肉硬度, 含核数は区間に差はみられなかった.

表 4 葉果比がへたすき程度および果実品質に与える影響

年次	試験区	へたすき程度	果実重	果皮色			糖度 (%)	硬度 (kg)	含核数 (個/果)
				果頂部	赤道部	果底部			
2019	葉果比15	0.1 b ^z	339.1 b	5.2 a	5.1 a	5.0 a	16.2 a	1.2 a	2.4 a
	葉果比25	0.5 ab	381.6 ab	5.1 a	4.9 a	4.9 a	15.8 a	1.2 a	2.4 a
	葉果比35	0.6 a	401.3 a	5.1 a	4.9 a	4.9 a	15.7 a	1.3 a	1.8 a
2020	葉果比15	0.4 b ^z	329.0 b	5.3 a	5.0 a	4.9 a	16.8 a	1.0 a	3.1 a
	葉果比25	0.6 ab	347.4 ab	5.1 a	4.8 a	4.6 a	16.5 a	1.1 a	3.6 a
	葉果比35	1.1 a	362.4 a	5.1 a	4.9 a	4.7 a	16.3 a	1.1 a	2.7 a

z: 異なるアルファベット間にはTukeyの多重比較法に5%水準で有意差あり (n=3)

試験 3 摘果時期がへたすき発生に及ぼす影響

摘果時期を変えても, へたすき程度は 2019 年, 2020 年ともに区間に差はみられなかった (表 5) . 果実重, 果皮色, 糖度, 果肉硬度, 含核数も 2019 年, 2020 年ともに区間に差は見られなかった.

表 5 摘果時期がへたすき程度および果実品質に与える影響

年次	試験区	へたすき程度	果実重	カラーチャート値			糖度 (%)	硬度 (kg)	含核数 (個/果)
				果頂部	赤道部	果底部			
2019	7月摘果	0.8	462.6	5.0	5.0	4.9	16.3	1.2	3.6
	8月摘果	0.5	424.8	5.1	5.0	5.0	16.4	1.3	3.7
	有意性	n.s. ^z	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
2020	7月摘果	1.0	379.8	5.0	4.9	4.7	16.9	1.1	2.6
	8月摘果	0.8	355.0	5.2	4.9	4.8	17.3	1.1	2.6
	有意性	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

z: n.s.はt検定により有意差なし (n=3)

試験 4 摘蕾強度がへたすき発生に及ぼす影響

へたすき程度は, 1枝2蕾区の方が1枝1蕾区よりも低くなった (表 6) . 果実重は1枝2蕾区で1枝1蕾区よりも小さくなった. カラーチャート値, 糖度, 果肉硬度, 含核数は区間に差はみられなかった.

表 6 摘蕾強度がへたすき程度および果実品質に与える影響 (2021)

試験区	へたすき程度	果実重	カラーチャート値			糖度 (%)	硬度 (kg)	含核数 (個/果)
			果頂部	赤道部	果底部			
1枝1蕾	0.6	378.3	5.5	5.3	5.2	17.7	1.2	0.5
1枝2蕾	0.3	302.4	5.3	5.2	5.2	17.5	1.3	0.2
有意性	** ^z	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

z: t検定により1%水準で有意差があるものは**, 5%水準で有意差があるものは*, 有意差が無いものはn.s.とした (n=3)

考 察

カキ果実の発育とへたすきの発生との関係について、中村（1983）は‘富有’について果実重が大きくなるとへたすきの発生程度が大きくなること、含核数が1から3個の果実は種子形成された側の果実肥大が促進され、肥大の不均衡が生じることでへたすきの発生程度が大きくなることを報告している。試験1において、‘紀州てまり’のへたすき程度は果実重と含核数に正の相関がみられた。果実重については‘富有’と同様に、大きくなるとへたすきの発生が増加するため、果実肥大を制限することでへたすきの発生が抑制されると示唆された。一方、含核数については、‘富有’とは異なり、多くなるほどへたすき程度が大きくなった。著者らは前報（古田ら、2019）において、‘紀州てまり’は花粉遮断条件下でも早期の生理落果率が高くないことを報告しており、へたすき発生軽減のためには、受粉樹が近隣にないほ場で受粉させずに生産することが望ましいと考えられる。

松本ら（1982）は‘富有’の着果制限を早く行くと、果実重が大きくなり、へたすき果の発生が増えることを報告している。そこで、着果管理による‘紀州てまり’のへたすき軽減効果について検討した。試験2で摘果時に葉果比を変えると、葉果比が小さいほど果実重が小さくなり、へたすきが軽減される傾向がみられた。‘太秋’および‘富有’果実では、6月下旬以降の果実肥大には細胞肥大が関係すると報告されており（長谷川ら、2007）、‘紀州てまり’においても葉果比が小さくなるほど細胞肥大が抑制され、果実重が小さくなりへたすきが軽減されたものと考えられる。一方、試験3で摘果時期を変えて管理したところ、摘果時期を遅らせてもへたすき発生や果実重に差はみられなかった。‘紀州てまり’は大果になることから果実肥大が旺盛で、2から3週間程度の摘果時期の違いでは果実肥大を抑制できなかったと考えられる。また、試験4で摘蕾強度を1枝1蕾と2蕾に分けて管理したところ、2蕾に摘蕾することで果実重が小さくなりへたすきが軽減された。‘太秋’および‘富有’果実では、6月中旬までの果実肥大には細胞数が最も大きく影響するとされており（長谷川ら、2007）、‘紀州てまり’においても2蕾では同化養分の分配が制限されたことによる細胞数の減少と、摘果までの細胞肥大の抑制の組み合わせにより果実肥大が抑制され、果実重が小さくなったためにへたすきが軽減されたと考えられる。

カキ果実は商品価値が高くなる大玉生産が推奨されている。‘紀州てまり’でも果実重が大きいほど商品価値は高くなるが、大玉にしすぎるとへたすきが多発するため3L、4L程度の果実主体で栽培することが望ましいと考えられる。‘紀州てまり’のへたすき程度は葉果比15から35で葉果比が小さくなるほど軽減されたが、和歌山県では‘富有’の適正な葉果比を20から25としており、‘紀州てまり’は果実重が‘富有’より大きくなることから（古田ら、2019）、葉果比25で管理することが望ましいと考えられる。また、‘紀州てまり’は早期の生理落果が少なく、1枝1蕾の摘蕾が推奨される品種であるが、へたすきの生じやすい栽培条件下では摘蕾を1枝2蕾にすることもへたすき軽減に有効と考えられる。

摘 要

本研究ではカキ‘紀州てまり’におけるへたすき発生の要因の解明と着果管理によるへたすき軽減技術の検討を行った。

1. ‘紀州てまり’の果実は重量が大きくなるほど、へたすき程度は大きくなった。

2. ‘紀州てまり’の果実は含核数が多くなるほど、へたすき程度は大きくなった。
3. 葉果比を 15, 25, 35 に分けて管理すると、葉果比が小さくなるほどへたすき程度が軽減される傾向がみられた。
4. 摘果時期を 7 月と 8 月に分けて管理すると、摘果時期を遅らせても、へたすき程度は軽減されなかった。
5. 摘蕾強度を 1 枝 1 蕾と 1 枝 2 蕾に分けて管理すると、1 枝 2 蕾区でへたすき程度が軽減された。

引用文献

- 中村三夫. 1983. I 生理障害 へたすき. 農業技術体系果樹編 4 カキ. p. 技 205-209. 農文協. 東京.
- 農林水産省. 2022. 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&year=20190&month=0&tclass1=000001032892&tclass2=000001163131> (2022 年 12 月アクセス)
- 長谷川耕二郎・中村拓司・北島宣・尾形凡生. 2007. カキ‘太秋’および‘富有’の果実発育と果肉細胞の大きさに及ぼす側枝結縛の影響. 高知大学研報. 56 : 21-33
- 古田貴裕・熊本昌平・野中亜由美・小松英雄. 2019. カキ新品種‘紀州てまり’. 和歌山県農林水産研報. 7 : 83-91
- 松本善守・黒田喜佐雄. 1982. カキの着果調整に関する研究 第 1 報 カキの着果調整に関する研究. 奈良県農試研報. 13 : 9-20
- 山田昌彦・山根弘康・平林利郎. 1988. カキ交雑育種法の改良に関する研究 第 5 報 へたすきの変異の特徴と大きさについて. 果樹研報. E6 : 21-30
- 山根弘康・山田昌彦・栗原昭夫・佐藤明彦・吉永勝一・永田賢嗣・松本亮司・平川信之・角谷真奈美・小澤俊治・角利明・平林利郎・岩波宏. 2001. カキ新品種‘太秋’. 果樹試報. 35 : 57-73

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

大江孝明・下村友季子¹・梶野高志・稲葉有里²・土田靖久・菱池政志

和歌山県果樹試験場うめ研究所

Influences of the Postharvest Condition on Browning of Skin in Japanese Apricot ‘Nanko’ Fruit

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

Japanese Apricot Laboratory, Wakayama Fruit Tree Experiment Station

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、2022年の生産量は64,400tで、全国生産量の67%を占める（農林水産省，2022a）。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，2022b），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，2008）および包装資材（浅見・青柳，1997；浅見・田中，1990a，1990b；鈴木ら，2008）が検討されてきている。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。

低温保存した果実では障害が発生することがあり，核果類ではモモ（Girardi et al.，2005；Lurie and Crisosto，2005）お



図1 輸出時に発生した褐変障害果

¹ 現在：和歌山県農業生産局経営支援課

² 現在：和歌山県農林水産政策局食品流通課

よびネクタリン (Zhou et al., 2001) の woolliness (乾燥した粉っぽい食感), ニホンスモモのゲル状軟化 (Taylor et al., 1993), ウメの陥没障害 (岩田・木下, 1978; 岩田・緒方, 1976; 岩田・吉田, 1979) 等が報告されている。ウメの陥没障害は褐変を伴う場合があり, 3~8°C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一因と考えられたが, 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°C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, 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。

材料および方法

1. 予冷温度および保存温度が褐変障害果発生に及ぼす影響 (試験 1)

2020年6月3日および2021年6月2日(ともに青果収穫始期)に, うめ研究所ほ場(和歌山県みなべ町)で収穫した‘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を選果機により選別し供試した。2020年は階級2L, 2021年は階級2L:3L=3:1の割合とし, 果実は収穫日にコンテナに入れて0および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, 0および5°Cで保存した。以下, 予冷0°Cで保存0°Cを0-0区とし, 同様に0-5区, 5-0区, 5-5区とする。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, 褐変障害果発生率および黄化果実の割合を調査した。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)。黄化割合は, 青果として海外で販売が難しい程度の果実の割合を目視により0~10割で判断した。また, 筆者ら(大江ら, 2012)が‘南高’果実の黄化の指標となることを示した赤道部の果皮色h*値(100以下が黄化の目安)を包装15日後のみ分光色差計(日本電色, NR11)で測定した。



褐変小 褐変中 褐変大
図2 褐変障害果の程度別区分

2. 保存温度および保存後の温度上昇が褐変障害果発生に及ぼす影響 (試験 2)

2020年6月4日(青果収穫始期)にうめ研究所ほ場で収穫した‘南高’果実(階級2L:3L=9:1)を供試した。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, 0, 5および8°Cで保存した。包装20日後まで5日ごとに包装資材内のO₂およびCO₂濃度, 結露指数, 褐変障害果発生率並びに果皮色h*値を試験1と同様に調査した(一部は未調査)。調査後, 全果実を再度包装して段ボール箱に入れ25°Cに移し, 24時間後にO₂およびCO₂濃度, 結露指数並びに褐変障害果発生率を調査した。

3. CO₂濃度が褐変障害果発生に及ぼす影響（試験3）

2020年6月3日（青果収穫始期）にうめ研究所ほ場で収穫した‘南高’果実（階級3L）を供試した。果実は収穫日にコンテナに入れて5°Cで1日、さらに8°Cで1日予冷した。その後、ゴム栓を取り付けた密閉容器（容量8.8L、タッパーウェア製ジャイアント）に果実を1.5kgずつ封入し、8°Cで保存した。封入する際、CO₂ガスの注入量を変え、封入時の容器内のCO₂濃度が4、10、14、20および37%の5区を設置した。封入12日後まで3日ごとに容器内のO₂およびCO₂濃度を測定するとともに、封入12日後に開封し褐変障害果発生率を調査した。同様に、2021年6月1日（青果収穫始期）にうめ研究所内で収穫した‘南高’果実（階級2L）を供試した。収穫日にコンテナに入れて5°Cで1日予冷した後、果実を1.5kgずつ密閉容器に封入し、5°Cで保存した。封入時の容器内のCO₂濃度が0、8、25、32、40および50%の6区を設置した。封入15日後まで3日ごとに容器内のO₂およびCO₂濃度を測定するとともに、封入15日後に開封し褐変障害果発生率を調査した。また、封入時のCO₂濃度と褐変障害果発生率および褐変大発生率との関係を調査した。

4. 予冷後の低温保存までの高温が褐変障害果発生に及ぼす影響（試験4）

2019年6月10日および2020年6月8日（ともに青果収穫盛期）に、うめ研究所ほ場で収穫した‘南高’果実を用いた。2019年は階級2L：3L＝1：1の割合とし、2020年は階級2Lを供試した。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、20、25および30°Cで保存した（一部35°Cでも保存し、以下20°C以上での保存を高温保存とする）。2019年は包装72時間後まで12時間おきに段ボール箱を1つ開封して障害果発生率を調査し、その後、全果実を再度包装して5°Cに移し、7日後に褐変障害果発生率を調査した。2020年は包装72時間後まで24時間おきに段ボール箱を1つ5°Cに移し、7日後に包装資材内のO₂およびCO₂濃度、結露指数並びに褐変障害果発生率を試験1と同様に調査した。

結 果

1. 予冷温度および保存温度が褐変障害果発生に及ぼす影響（試験1）

包装資材内の状態について、予冷温度および保存日数に関わらず、保存温度0°Cの区は5°Cの区に比べてO₂濃度が高く、CO₂濃度が低かった（表1）。結露指数は保存15日および20日において、2020年は0-5区および5-0区で大きい傾向であり、2021年は0-5区が多かった。障害果発生率は予冷0°Cの区で高く、保存15日では特に0-5区で褐変大発生率が高かった（図3）。保存20日では

表1 予冷温度、保存温度および保存期間と包装資材内の状態

	予冷 温度	保存 温度	包装資材内O ₂ 濃度(%)			包装資材内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	0°C	0°C	10.6	10.4	9.7	11.9	12.5	13.9	0	0	0
		5°C	1.9	4.1	1.8	22.5	25.7	31.4	1	6	4
	5°C	0°C	9.5	9.1	9.2	12.5	15.0	16.7	0	2	8
		5°C	3.2	3.8	1.9	19.9	19.7	26.1	2	1	1
2021年	0°C	0°C	15.2	13.9	9.2	7.8	9.4	15.6	0	0	0
		5°C	4.4	6.0	7.0	16.1	24.9	25.6	0	8	7
	5°C	0°C	12.9	8.6	12.9	9.8	15.2	12.3	0	0	2
		5°C	10.1	3.4	5.2	13.2	23.3	25.4	0	0	2

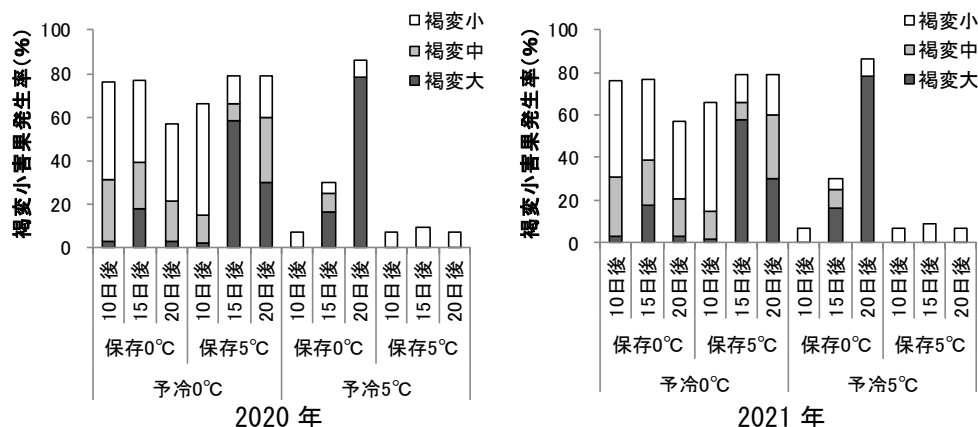


図 3 予冷温度，保存温度および保存期間と褐変障害果発生率

2020 年の 5-5 区を除いたすべての区で障害果発生率が高かった。黄化割合は各区ともほぼ 0 であった（データ省略）。保存 15 日後の果皮色 h*値はすべての区で 104 以上であり，青果として販売可能な水準であった（表 2）。

表 2 予冷温度および保存温度と 15 日後の果皮色 h*値

予冷温度	保存温度	果皮色h*値	
		2020年	2021年
0°C	0°C	105.1 ± 0.5 ^z	105.1 ± 0.5
	5°C	105.7 ± 0.3	104.1 ± 0.5
5°C	0°C	105.7 ± 0.2	104.2 ± 0.5
	5°C	105.0 ± 0.4	105.1 ± 0.3

^z平均値±標準誤差(n=10)

2. 保存温度および保存後の温度上昇が褐変障害果発生に及ぼす影響（試験 2）

包装資材内の状態について，保存日数に関わらず 0°Cは 5°Cおよび 8°Cに比べ O₂濃度が高く，CO₂濃度が低かった（表 3）。結露指数は 0°Cの保存 20 日で大きかった。褐変障害果について，0°Cでは 15 日後より褐変大発生率が高まり，20 日後には 78%の果実が褐変大となった（図 4）。5°Cおよび 8°Cは 0°Cに比べて保存 15 日以降の褐変障害果発生が少なかった。保存 15 日後の果皮色 h*値

表 3 保存温度および保存期間と包装資材内の状態

保存温度	包装資材内O ₂ 濃度(%)			包装資材内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	5日後	10日後	15日後	20日後
0°C	9.5	9.1	9.2	12.5	15.0	16.7	4	0	2	8
5°C	3.2	3.8	1.9	19.9	19.7	26.1	2	2	1	1
8°C	5.0	5.6	1.3	17.6	19.1	33.9	2	0	0	0

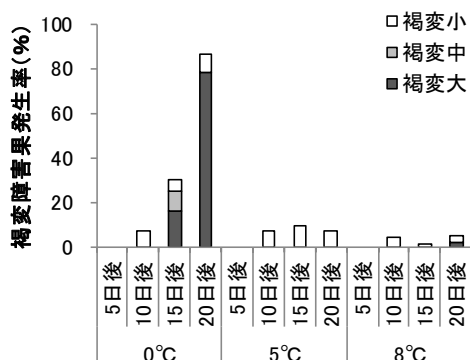


図 4 保存温度および保存期間と褐変障害果発生率

表 4 保存温度と 15 日後の果皮色 h*値

保存温度	果皮色h*値
0°C	105.7 ± 0.2 ^z
5°C	105.0 ± 0.4
8°C	104.6 ± 0.4

^z平均値±標準誤差(n=10)

表5 保存温度および保存期間とその後24時間25℃に移した場合の包装資材内の状態

保存温度	包装資材内O ₂ 濃度(%)			包装資材内CO ₂ 濃度(%)			結露指数(10段階)			
	10日	15日	20日	10日	15日	20日	5日	10日	15日	20日
	+25℃	+25℃	+25℃	+25℃	+25℃	+25℃	+25℃	+25℃	+25℃	+25℃
0℃	1.2	0.2	- ^z	32.5	36.5	-	6	6	8	-
5℃	0.5	0.4	0.9	34.4	34.1	40.9	4	6	2	6
8℃	0.7	-	0.8	35.6	-	47.2	4	6	4	6

^z-:未調査

は、0℃が5℃および8℃に比べて大きい傾向であった(表4)。0℃、5℃および8℃で保存後に25℃へ24時間移した場合、移す前(表3)に比べてすべての区でO₂濃度が低下し、CO₂濃度および結露指数が高まり(表5)、褐変障害果発生率も移す前(図4)に比べて高まる傾向であった(図5)。

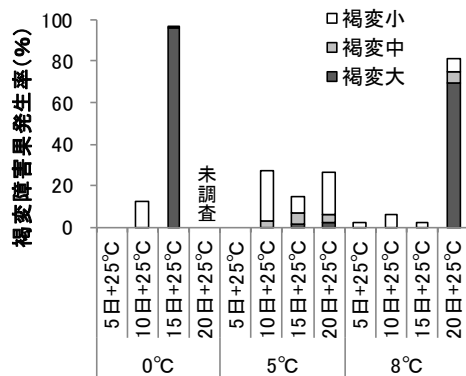


図5 保存温度および保存期間とその後24時間25℃に移した場合の褐変障害果発生率

3. CO₂濃度が褐変障害果発生に及ぼす影響(試験3)

2020年に行った8℃保存での試験について、O₂濃度は保存6日後まで封入時のCO₂濃度が高い区ほど低く推移する傾向であり、各区とも6日後には0.7%以下にまで減少した(図6左)。CO₂濃度は封入時の濃度が高い区ほど高く推移した(図6右)。褐変障害果および褐変大の発生率は封入時のCO₂濃度が高い区ほど高い傾向であり、37%区では褐変大が44%と多く発生した(図7)。2021年に行った5℃保存での試験について、O₂濃度は保存6日後まで封入時のCO₂濃度が高いほど低く推移する傾向であり、各区とも9日後には1.3%以下にまで減少した(図8左)。CO₂濃度は封入時の濃度が高い区ほど高く推移する傾向であった(図8右)。褐変障害果および褐変大の発生率は封入時のCO₂濃度が高い区ほど高い傾向であった(図9)。果実封入時のCO₂濃度は、保存15日後の褐変障害果発生率(図10左)および褐変大発生率(図10右)との間に強い正の相関関係が認められた。

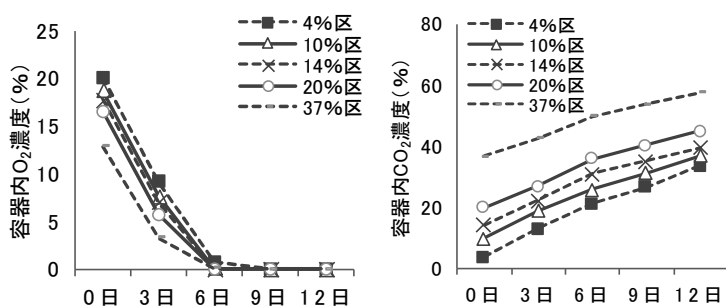


図6 果実封入時の容器内のCO₂濃度の違いとその後24時間のO₂およびCO₂濃度の推移(8℃保存)

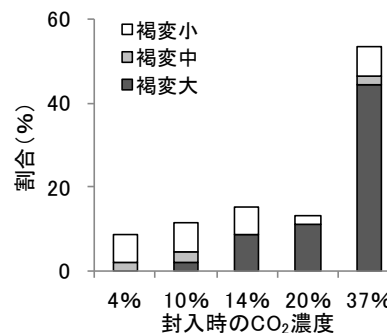


図7 果実封入時の容器内のCO₂濃度の違いと保存12日後の褐変障害果発生率(8℃保存)

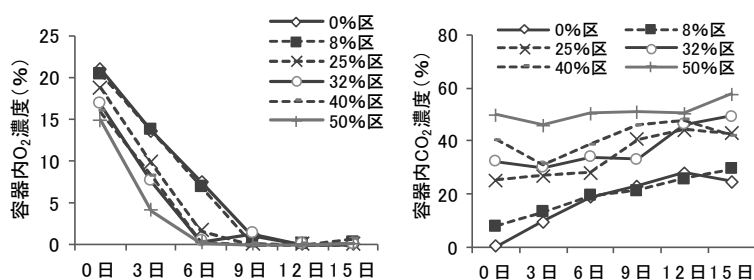


図 8 果実封入時の容器内の CO₂ 濃度の違いとその後の O₂ および CO₂ 濃度の推移 (5°C 保存)

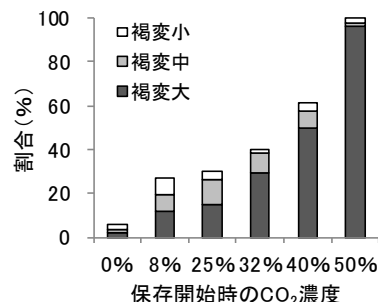


図 9 果実封入時の容器内の CO₂ 濃度の違いと保存 15 日後の褐変障害果発生率 (5°C 保存)

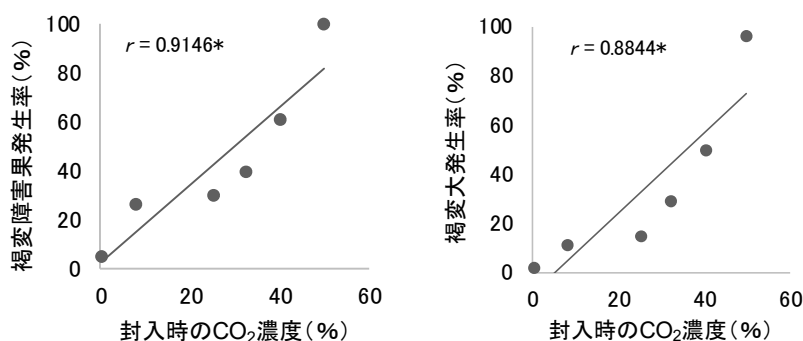


図 10 果実封入時の容器内の CO₂ 濃度と保存 15 日後の褐変障害果発生との関係 (5°C 保存)

注) *は 5%水準で有意であることを示す (n=6)

4. 予冷後の低温保存までの高温が褐変障害果発生に及ぼす影響 (試験 4)

2019 年の高温保存直後について、褐変障害果は 20°C および 25°C では 72 時間後までほとんど発生せず、30°C でも 36 時間後まではほとんど発生しなかった (図 11 左)。なお、35°C では 24 時間後には全果実で全面が褐変した (データ省略)。その後再度包装して 5°C に 7 日間おくと、高温保存した時間が長いほど、褐変障害発生率が高い傾向であった (図 11 右)。2020 年の包装資材内の状態について、予冷後に高温保存しない場合に比べて、高温保存温度および日数に関わらず CO₂ 濃度および結露指数が高まる傾向であり、結露指数は特に 30°C で大きかった (表 6)。同じ温度では

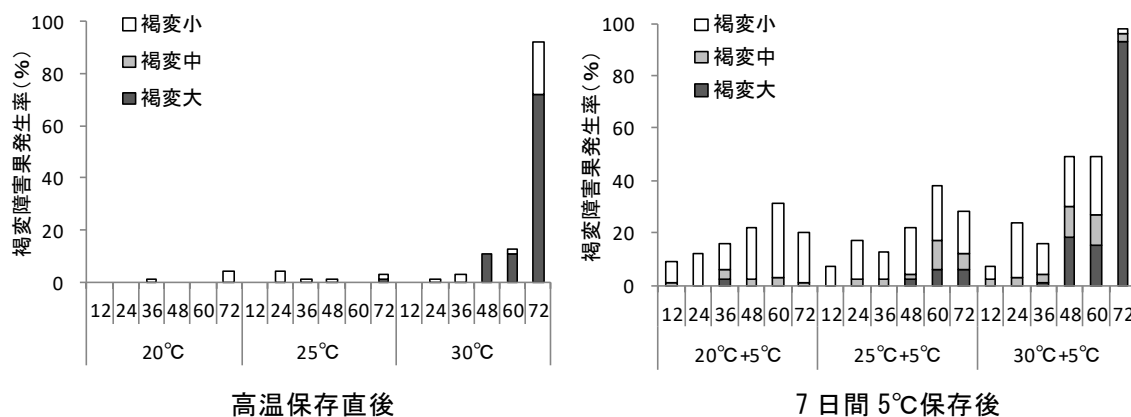


図 11 予冷後の高温保存温度および時間の違いと保存直後およびその後 7 日間 5°C に保存した場合の褐変障害果発生率 (2019 年)

注) 横軸の数字は保存時間を示す

高温保存した時間が長いほど褐変障害果発生率が高く、褐変程度が大きい傾向であった（図 12）。高温保存時間が同じ場合、温度が高いほど褐変障害果発生率が高く、障害程度が大きい傾向であった。

表 6 予冷後の高温保存温度および時間の違いとその後 7 日間 5°C に保存した場合の包装資材内の状態（2020 年）

保存温度	高温保存時間	包装資材内濃度(%)		結露指数 (10段階)
		O ₂	CO ₂	
	0	5.4	16.5	2
20°C	24	2.5	23.0	4
+5°C	48	4.9	21.0	4
	72	6.2	21.6	2
25°C	24	2.9	21.1	4
+5°C	48	4.6	21.9	4
	72	5.4	23.3	8
30°C	24	3.4	22.8	6
+5°C	48	3.3	25.6	6
	72	9.9	20.3	10

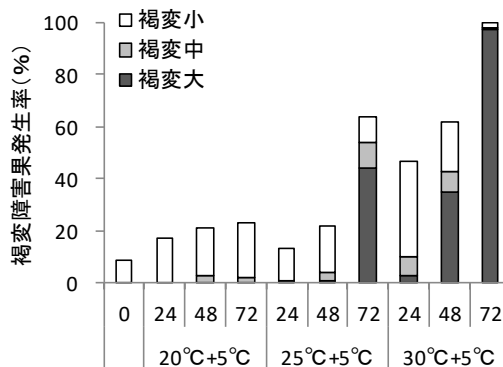


図 12 予冷後の高温保存温度および時間の違いとその後 7 日間 5°C に保存した場合の褐変障害果発生率（2020 年）
注）横軸の数字は高温保存時間を示す

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°C 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。

まず、オーラパック包装前の予冷温度および包装後の保存温度と褐変障害果発生や黄化との関係を調査した。なお、予冷期間は実態に合わせて 1 日とした。その結果、予冷温度または保存温度が 0°C の場合は、それらが 5°C の場合に比べて褐変障害果発生が多いことが明らかとなった（図 3）。オーラパック包装した場合、森口（2017）は 3°C で保存すると 14 日後に褐変障害果が多く発生したと報告している。筆者らは 5°C で予冷し 1°C で保存した場合も褐変障害果が多く発生することを確認している（データ省略）。よって、0~3°C で保存することは褐変障害果の発生を高めるものと判断された。また、予冷期間の 1 日のみ 0°C においても 5°C 保存で褐変障害果発生が多かったが（図 3），予冷および保存ともに 5°C の場合に比べて結露指数が大きかったことから（表 1），後述する果実表面の結露が褐変障害の一因と推察された。果皮の黄化については、予冷および保存温度に関わらず黄化割合はほぼ 0 であり、保存 15 日後の果皮色 h* 値も 104 以上と（表 2），青果として販売可能な緑色を維持していた。

一方、ウメ果実の低温貯蔵では陥没障害や陥没を伴った褐変障害が発生することが知られており、3~8°C で発生しやすいことが報告されている（岩田・緒方，1976；岩田・木下，1978；緒方・阪本，1979）。0°C および 5°C で行った本試験において、陥没障害の発生は少なかった（データ省略）。田中（2000）はウメ‘十郎’について、5°C であっても湿度 95% の高温条件下であれば果実重の減少

が小さく、陥没障害が認められないことから、陥没障害抑制には水分損失を防ぐことが重要としている。本試験で包装資材内の湿度をいくつか測定したところ、包装直後より 95%以上で推移していたことから（データ省略）、資材内部の湿度が高いため陥没果の発生が少なかったと考えられた。

次に、予冷温度 5°C の条件で保存温度との関係をさらに調査した。その結果、5°C および 8°C の保存では褐変障害果発生が少なく、5°C と 8°C で大差がなかった（図 4）。また、保存 15 日後の果皮色 h^* 値は、5°C および 8°C が 0°C に比べて小さい傾向であったものの 104 以上であり（表 4）、青果として販売可能な緑色を維持していた。森口（2017）は実際のウメ輸出において、船内の温度低下には時間を要し、設定温度よりもやや高い温度で推移したと報告しているが、5°C の設定温度より高く推移しても 8°C 以下であれば問題ないと考えられた。一方、低温保存後にオーラパック包装の状態では 25°C に 24 時間おくと褐変障害果発生が多くなる傾向であった（図 5）。よって、包装資材を用いた輸出では、一貫した低温管理（5~8°C）が重要と判断された。

上記の低温から 25°C に移して褐変障害果発生が多くなった際、大きく O_2 濃度が低下し、 CO_2 濃度が上昇していた（表 3, 5）。ウメにおいて 20~25°C 保存の場合、 O_2 濃度 2~3% 条件下では、 CO_2 濃度 10% 以上の条件で果皮や果肉の褐変が生じることが報告されている（浅見・田中, 1990a; 加地ら, 1991）。また、 O_2 濃度 3% および CO_2 濃度 8% の条件でも保存 27 日目に小さな褐変が多数発生することが報告されている（加地ら, 1991）。さらに、 O_2 濃度が 2% 以下では嫌気呼吸が増加し、縫合線に沿った褐変障害が発生すること（小役丸ら, 1994, 小役丸ら, 1995）、0.5% 以下では果肉褐変が生じること（宮崎, 1983）が報告されている。鈴木ら（2008）は 20°C 保存条件で包装資材を検討した際、 O_2 濃度 1% 以下で CO_2 濃度 20% 以上となる資材では果皮の褐変障害が多発したことを報告している。これらは 20~25°C 付近での結果であるが、低温条件でも褐変障害に O_2 および CO_2 濃度が関与すると予想されたため、次に容器内の CO_2 濃度を変えて低温保存し、容器内の O_2 および CO_2 濃度並びに褐変障害果発生との関係を調査した。その結果、果実封入時の CO_2 濃度が高いほどその後の CO_2 濃度が高く推移する傾向であり（図 6, 8）、褐変障害果発生が多くなる傾向が認められた（図 7, 9）。一方、 O_2 濃度は果実封入時の濃度に関わらず、8°C 保存では 6 日、5°C 保存では 9 日までに 1.3% 以下に低下していた（図 6, 8）。また、果実封入時の CO_2 濃度と褐変障害果発生率および褐変大発生率との間に強い正の相関関係が認められたことから（図 10）、褐変障害果発生には果実周辺の CO_2 濃度が大きく関与すると判断された。なお、先述の 20~25°C での報告では、 CO_2 濃度が 20% 以上で褐変障害果が多く発生し、箴島ら（1987）も 20°C において障害果が急激に増加する CO_2 濃度は 20% であると報告しているが、本試験では 30% 以上の条件で特に多く発生していた（図 7, 9）。また、予冷温度または保存温度を変えて行った試験 1, 2, 4 において、 CO_2 濃度が 25% 以上の場合、多くで褐変大と中の合計が 40% 以上であり、 CO_2 濃度と褐変障害との関係が認められた（表 1, 図 3, 表 3, 図 4, 表 6, 図 12）。 CO_2 濃度が 25% 未満で褐変大と中の合計が 40% 以上の場合は、すべてで結露指数が 8 以上であった。北野ら（1984）は、予冷後に水滴が付着したまま果実をポリエチレン袋に入れ常温におくと果皮に褐変が生じたと報告していることから、褐変障害には結露も関与すると判断された。ただし、 CO_2 濃度が 25% 以上であっても褐変障害発生が少ない場合や、 CO_2 濃度や結露が少なくても褐変障害発生が比較的多い場合がみられることから、他の要因についても今後検討する必要がある。

最後に、予冷した果実を包装後、低温保存するまでの高温遭遇時間が褐変障害果発生に及ぼす影響について検討したところ、同じ温度では遭遇時間が長いほど、同じ遭遇時間では温度が高いほど褐変障害果発生率が高く、褐変程度が大きい傾向であった（図 11, 12）。ウメでは保存温度が高い

ほど呼吸量が増加することから（乙黒ら，1994），果実からのCO₂排出量に応じて褐変障害果が増加したと考えられた．よって，包装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された．

本試験で‘南高’の低温輸送時の褐変障害発生にはCO₂濃度が大きく関係することが明らかとなった．実際のウメの輸出において，褐変障害果発生の有無は年により異なっていたことから，オーラパックのガス透過性は障害が発生するかどうかの境目付近であると考えられる．岩田・吉田（1979）は‘白加賀’において，厚さ0.03mmポリエチレン包装し0°Cおよび5°Cで保存すると低温障害を防止でき，0°Cでは2ヵ月以上障害が発生しないこと，5°Cでも褐変障害果発生が少なかったと報告している．浅見・青柳（1997）は‘長束’において，22~24°Cの室温条件では，酸素透過性が15,000mL・m⁻²・atm・24hr程度の微細孔フィルムが適していることを報告している．今後，船での輸出を再開するためには，‘南高’において褐変障害果発生が少なく黄化防止効果を有する資材の探索が必要である．一方，カキにおいて，CO₂吸着剤による鮮度保持効果が報告されており（鈴木ら，2021），CO₂による褐変障害が明らかとなったウメにおいても有効である可能性があり，今後検討する必要がある．また，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）の低温障害発生程度は，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が予想されることから，褐変障害果の発生が少ない収穫熟度，大きさおよび品種を検討する必要がある．

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，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．

- 1) 予冷温度，保存温度ともに0°Cでは褐変障害果発生が多かった．
- 2) 包装状態では1日の温度上昇で褐変障害果が多くなったことから，包装時は一貫した低温管理が重要と判断された．
- 3) 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された．また，結露も関与すると判断された．
- 4) 包装後，低温保存するまでの温度が高く，日数が長くなるほど褐変障害果発生が多くなるため，包装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.
- Girardi, C. L., A. R. Corrent, L. Lucchetta, M. R. Zanuzo, T. S. da Costa, A. Brackmann, R. M. Twyman, F. R. Nora, L. Nora, J. A. Silva and C. V. Rombaldi. 2005. Effect of ethylene, intermittent warning and controlled atmosphere on postharvest quality and the occurrence of woolliness in peach (*Prunus persica* cv. Chiripá) during cold storage. *Postharvest Biol. Technol.* 38: 25-33.
- 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.
- 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.
- Lurie, S. and C. H. Crisosto. 2005. Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biol. Technol.* 195-208.
- 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. 2022a. 令和 4 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/index.html#y5>
- 農林水産省. 2022b. 政府の輸出促進政策. 政府の取り組み. <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.

- 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效果について. 園芸学収録 9 集. 146-150.
- 箴島豊・和田浩二・伊東裕子. 1987. ウメ及びカボスの品質保持に及ぼすエチレン・アセトアルデヒド除去剤とフィルム密封包装の効果. 園学雑. 55: 524-530.
- 乙黒親男・小宮山美弘・金子憲太郎. 1994. 小ウメ‘甲州小梅’果実の生理特性と成分に及ぼす収穫時期および貯蔵温度の影響. 日食保蔵誌. 20: 73-79.
- 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. ぐらしき作陽大紀要. 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.
- 田中敬一. 2000. 果実の収穫後生理と冷温高湿貯蔵. 日食保蔵誌. 26: 167-172.
- Taylor, M. A., G. Jacobs, E. Rabe and M. C. Dodd. 1993. Physiological factors associated with overripeness, internal breakdown and gel breakdown in plums stored at low temperature. J. Hort. Sci. 68: 825-830.
- 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.
- Zhou, H. W., L. Dong, R. Ben-Arie and S. Lurie. 2001. The role of ethylene in the prevention of chilling injury in nectarines. J. Plant Physiol. 158: 55-61.

ウメにおける単肥および鶏糞堆肥を活用した施肥の低コスト化

梶野高志¹・稲葉有里^{1,2}・綱木海成¹・城村徳明^{1,3}・土田靖久¹

¹和歌山県果樹試験場うめ研究所

Low-cost Fertilizer Application Using Straight Fertilizer and Chicken Manure Compost in Japanese Apricot Tree

Takashi Kajino¹, Yuri Inaba^{1,2}, Kaisei Tsunaki¹, Noriaki Jomura^{1,3} and Yasuhisa Tsuchida¹

¹ Japanese Apricot Laboratory, Wakayama Fruit Tree Experiment Station

緒言

日本は化学肥料の主な原料である尿素、リン酸アンモニウム、塩化カリウムのほぼ全量を輸入していることから、国内の肥料価格は国際価格や運送費の影響を大きく受ける（農林水産省，2022）。2008年に世界経済の三F危機（金融・燃料・食料）と連動した資源インフラの一環で、窒素・リン酸（P₂O₅）・カリ（K₂O）の肥料原料価格が高騰した（高辻，2008）。その後急激な価格上昇は落ち着いたものの、近年、世界的な穀物需要の増加やエネルギー価格の上昇に加え、ロシアによるウクライナ侵攻等の影響により、化学肥料原料の国際価格が大幅に上昇したため、肥料価格が急騰している。

ウメでは主に有機配合肥料が使用されているが肥料価格の高騰が栽培コストを圧迫している現状から、施肥コストの削減が望まれている。施肥コスト削減にあたって減肥が考えられるが、ウメ‘南高’で年間施肥量を3割削減し3年間連用した場合、樹体の窒素含有率が不足傾向となり、樹の健全度を示す葉面積も小さくなったため、樹勢低下を招く恐れがあると報告されている（和歌山県農林水産部，2018）。そこで、本研究では有機配合肥料の代替として安価な種類の肥料を活用できるか検討を行った。一般的に化成肥料や鶏糞堆肥は有機配合肥料よりも安価である。同じ窒素施用量であればウメ‘南高’において有機配合肥料の代替として化成肥料を施用した場合、肥効および収量、果実、樹体生育に影響はないと報告されている（岡室ら，2013）。また、施肥の一部を梅調味廃液添加鶏糞堆肥で代替し、有機配合肥料と梅調味廃液添加鶏糞堆肥を組み合わせる3年間連用しても生育には影響が見られなかったと報告されている（岡室ら，2015）。本研究では、さらなるコスト削減の方法として安価な単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系を考案した。しかし、単肥はナシにおいて、複合肥料に比べ、果実の収量・品質および樹体の生育量が劣った（熊代・建石，1967）と報告されているため、ウメの生育への影響を明らかにする必要がある。そこで、ウメ‘南高’における単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた低コスト施肥体系が、土壌理化学性、収量および樹体生育に及ぼす影響について調査した。また、鶏糞堆肥には石灰成分が含まれており、pH調整の役割

を果たす（斎藤，2022）とされているため，土壌 pH の矯正効果についても検討した。

材料および方法

2019年4月から，和歌山県果樹試験場うめ研究所圃場（和歌山県みなべ町，褐色森林土）植栽の開心自然形‘南高’18年生を供試して4年間試験を行った。試験区は，硫酸アンモニウム，BM ようりんおよび硫酸カリウムのみを施用した単肥区，実肥と礼肥は単肥区と同様に施用し，元肥に発酵鶏糞堆肥を組み合わせて施用した単肥＋鶏糞堆肥区とし，対照は有機配合肥料を施用した慣行施肥区とした。

施用量および施肥時期は土壌肥料対策指針（和歌山県農林水産部，2019）のウメ施肥基準に準じ，表1のとおりとした。施肥量を設定する際，試験開始前の収量をもとに1.5t/10a程度と判断し，同施肥基準に準じて年間施用窒素成分20kg/10aとした。植栽本数は樹体占有面積から25本/10aとし，試験期間を通じて窒素施用量を800g/樹/年とした。窒素施用量800g/樹/年を実肥30%（4月上中旬と5月上中旬に15%ずつ2回に分けて施用），礼肥40%（6月下旬～7月上旬），元肥30%（9月中旬～10月上旬）の割合で施用した。単肥＋鶏糞堆肥区は，元肥の窒素量の半分（年間施肥量の15%）を鶏糞堆肥で代替した。

土壌理化学性の調査をするため，実肥および元肥の施用前（2019年4月4日，10月1日，2020年4月8日，9月28日，2021年3月19日，9月14日，2022年3月28日，9月14日）に供試樹の主幹と樹冠外周部の中間にある土壌（深さ20cm以内）を1樹あたり3カ所から採取した。採取後，pH，無機態窒素含量を蒸留法，可給態リン酸含量をトルオーグ法（日本分光株式会社，V-750），交換性カリウム含量を炎光法（サーモエレクトロン株式会社，SOLAAR AA），交換性カルシウム含量および交換性マグネシウム含量を原子吸光法（サーモエレクトロン株式会社，SOLAAR AA），腐植含有率をCNコーダー法（ジェイ・サイエンス・ラボ社，マイクロコーダーJM1000CN）で測定した。

果実収量の調査項目は，収量および階級構成とし，階級構成から大玉果率（全収量に対する2L階級以上の果実重量の割合）を算出した。果実は青果収穫適期（2019年6月12日，6月17日，2020年6月4日，2021年6月3日，2022年6月3日，6月9日）に収穫した。階級構成は，選果機により選別を行い，直径30mm未満をS，30～33mmをM，33～37mmをL，37～41mmを2L，41～45mmを3L，45mm以上を4Lとした。

樹体養分の指標である葉中無機成分は，8月上旬（2020年8月5日，2021年8月5日，2022年月8月9日）に15～25cmの中果枝の中位葉を各樹10枚ずつ採取した。採取後80℃で通風乾燥した後，ミルサーで粉碎した。窒素はCNコーダー法で測定し，リン，カリウム，カルシウムおよびマグネシウムは試料を乾式灰化（180℃2時間，580℃5時間）して，6N塩酸で溶解し，リンはバナドモリブデン酸法，カリウムは炎光法，カルシウムおよびマグネシウムは原子吸光法で測定した。

表1 各試験区における資材および施用成分量

試験区	施肥時期	資材 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O(%))	有効成分量 (g/樹)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
単肥区	4月上中旬	硫酸+BMようりん+硫カリ(21-20-50)	120	67	211
	5月上中旬	"	120	67	106
	6月下旬～7月上旬	"	320	179	176
	9月下旬～10月上旬	"	240	134	211
	合計		800	448	704
単肥 + 鶏糞堆肥区	4月上中旬	硫酸+BMようりん+硫カリ(21-20-50)	120	67	211
	5月上中旬	"	120	67	106
	6月下旬～7月上旬	"	320	179	176
	9月下旬～10月上旬	硫酸+BMようりん+硫カリ(21-20-50) 鶏糞(2.3-5.1-3.2)	120	134	211
	合計		800	885	1015
慣行施肥区	4月上中旬	南高タブレット(8-5-7)	120	75	105
	5月上中旬	"	120	75	105
	6月下旬～7月上旬	"	320	200	280
	9月下旬～10月上旬	"	240	150	210
	合計		800	500	700

²鶏糞の肥効率はN:50%、P₂O₅:80%、K₂O:90%として算出した。

樹体生育の指標である徒長枝本数、幹周および樹容積については 11～12 月の冬季剪定前に調査した。徒長枝本数は、長さ 50cm 以上の基部が木化した 1 年生枝の樹幹占有面積 (m²) あたりの本数とした。幹周は地上から 15cm 上部分で測定し、幹肥大指数として 2019 年 11 月の幹周を 100 としたときの数値を算出した。樹容積は [樹冠の長径×短径×(樹高-第一主枝までの高さ)×0.7] で求めた。

コスト削減効果については、2022 年 10 月における主産地の販売単価 (JA よびホームセンターの単価を調査) を基に各試験区のコストを土壤肥料対策指針 (和歌山県農林水産部, 2019) のウメ基準施肥量に準じ算出した。

結 果

土壤理化学性の結果を表 2 に示す。土壤 pH は、2021 年 9 月に単肥+鶏糞堆肥区で慣行施肥区に比べて高かったが、それ以外の時期では試験区間に差が見られなかった。また、各試験区とも年数の経過とともに低下する傾向を示し、試験最終年の 2022 年には、pH4.6～4.8 まで低下した。土壤中無機成分含量について、無機態窒素は試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった。可給態リン酸は 2022 年 3 月に単肥+鶏糞堆肥区で単肥区に比べて高かったが、それ以外の時期では差が見られなかった。交換性カリウム、交換性カルシウムおよび交換性マグネシウムは、試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった。腐植含有率は 2022 年 3 月に単肥+鶏糞堆肥区で他の区に比べて高かったが、それ以外の時期では差が見られなかった。

表2 施肥体系の違いによる土壤理化学性

年	月	試験区	pH	無機態窒素 (mg/100g乾土)	可給態リン酸 (mg/100g乾土)	交換性塩基(mg/100g乾土)			腐植 (%)			
						K ₂ O	CaO	MgO				
2019	4月	単肥区	5.9	2.4	34.2	13.9	125	29.5	2.5			
		単肥+鶏糞堆肥区	5.5	1.3	21.4	3.6	148	37.8	2.1			
		慣行施肥区	5.5	2.4	14.7	11.9	136	32.1	1.8			
		有意性 ^z	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
	10月	単肥区	5.2	1.6	51.9	12.2	156	32.9	3.7			
		単肥+鶏糞堆肥区	5.2	0.9	28.7	17.8	187	32.9	3.7			
		慣行施肥区	5.1	1.5	39.7	12.7	172	25.1	3.5			
		有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
	2020	4月	単肥区	5.3	1.4	23.3	8.2	54	79.9	1.2		
			単肥+鶏糞堆肥区	5.4	1.6	66.6	5.9	115	149.2	1.4		
			慣行施肥区	5.1	1.5	19.6	6.3	52	200.7	1.1		
			有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
9月		単肥区	4.9	2.7	38.2	10.5	88	157.6	3.9			
		単肥+鶏糞堆肥区	5.2	2.0	56.1	9.4	106	262.3	3.0			
		慣行施肥区	5.0	1.9	31.7	15.6	97	90.5	2.7			
		有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
2021		3月	単肥区	4.7	1.1	21.8	10.6	185	29.4	1.5		
			単肥+鶏糞堆肥区	5.0	1.5	19.5	11.1	226	35.0	1.4		
			慣行施肥区	5.2	0.8	10.9	8.1	271	42.5	1.0		
			有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		
	9月	単肥区	4.2	ab	1.1	22.0	13.8	75	30.2	1.6		
		単肥+鶏糞堆肥区	4.5	a	1.5	32.1	12.0	105	34.3	2.3		
		慣行施肥区	4.2	b	1.2	16.8	13.2	95	29.8	1.3		
		有意性	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns			
	2022	3月	単肥区	4.6	1.1	15.1	b	12.8	99	27.2	1.3	b
			単肥+鶏糞堆肥区	4.8	1.5	28.6	a	15.2	137	33.1	1.8	a
			慣行施肥区	4.7	1.0	15.6	ab	11.6	118	31.3	1.3	b
			有意性	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	*	
9月		単肥区	4.8	4.0	36.6	13.5	123	30.8	2.4			
		単肥+鶏糞堆肥区	4.6	2.1	9.0	10.6	106	29.2	1.4			
		慣行施肥区	4.6	2.2	11.6	10.9	111	30.3	1.8			
		有意性	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns			

^z異符号間にはTukeyの多重比較検定により*は5%水準で有意差あり、nsは有意差なし(n=3)

収量は、試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった（図 1）。階級構成は試験区間に差がなく、大玉果率にも差がなかった（表 3）。

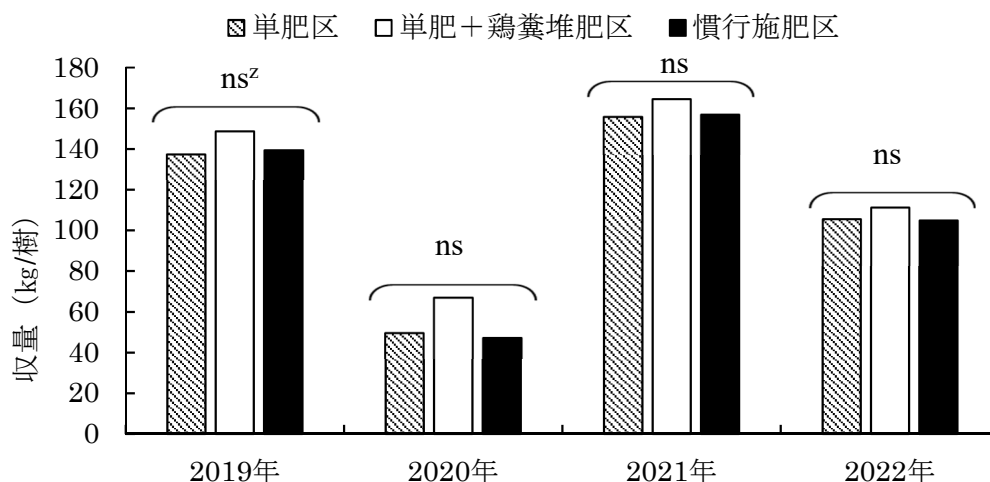


図 1 施肥体系の違いによる収量

^zTukey の多重比較検定により、図中の ns は有意差がないことを示す (n=3)

表 3 施肥体系の違いによる収穫果実の階級構成

年	試験区	階級構成 (%) ^z						大玉果率 (%) ^y
		S	M	L	2L	3L	4L	
2019	単肥区	5.8	13.4	39.3	35.0	6.4	0.1	41.5
	単肥+鶏糞堆肥区	5.2	13.6	42.2	34.0	4.8	0.0	38.9
	慣行施肥区	2.8	7.3	34.1	42.0	13.2	0.5	55.8
	有意性 ^x	-	-	-	-	-	-	ns
2020	単肥区	0.8	2.2	14.0	37.3	42.0	3.8	83.1
	単肥+鶏糞堆肥区	0.6	2.2	14.4	44.7	35.2	3.0	82.8
	慣行施肥区	0.2	0.7	6.2	37.6	48.6	6.8	93.0
	有意性	-	-	-	-	-	-	ns
2021	単肥区	6.4	13.6	32.3	35.5	11.5	0.7	47.7
	単肥+鶏糞堆肥区	8.3	15.5	33.1	34.9	7.5	0.7	43.1
	慣行施肥区	2.7	8.4	27.7	41.0	18.4	1.7	61.1
	有意性	-	-	-	-	-	-	ns
2022	単肥区	2.5	6.4	32.8	46.1	11.6	0.6	58.3
	単肥+鶏糞堆肥区	4.6	9.6	32.5	40.9	11.5	0.9	53.3
	慣行施肥区	2.9	7.7	28.1	39.8	18.3	3.2	61.3
	有意性	-	-	-	-	-	-	ns

^z重量による割合，果実直径により階級 (S<30mm≤M<33mm≤L<37mm≤2L<41mm≤3L<45mm≤4L) を選別した

^y全収量に対する2L以上の果実重量の割合

^xTukeyの多重比較検定により，nsは有意差がないことを示す (n=3)

葉中の窒素，リン，カリウム，カルシウムおよびマグネシウム含有率は，試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった（表 4）。しかし，窒素およびリン含有率は試験期間を通じて各試験区で和歌山県農林水産部（2019）によるウメ‘南高’葉診断基準の適正範囲（窒素 2.5～3.0%、リン 0.16～0.20%）をほぼ下回っており，カルシウム含有率は 2021 年に各試験区で適正範囲（1.01～2.00%）を下回り，カリウムおよびマグネシウム含有率は 2021 年以降各試験区で適正範囲（カリウム 3.0～5.0%，マグネシウム 0.31～0.45%）を下回っていた。

表4 施肥体系の違いによる葉中無機成分含有率

年	試験区	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
2020	単肥区	2.42	0.13	3.12	1.32	0.38
	単肥+鶏糞堆肥区	2.39	0.12	2.88	1.31	0.32
	慣行施肥区	2.46	0.13	3.25	1.32	0.32
	有意性 ^z	ns	ns	ns	ns	ns
2021	単肥区	2.35	0.12	1.81	0.95	0.23
	単肥+鶏糞堆肥区	2.33	0.12	1.71	0.85	0.19
	慣行施肥区	2.25	0.11	1.62	0.77	0.19
	有意性	ns	ns	ns	ns	ns
2022	単肥区	2.35	0.12	1.70	0.87	0.20
	単肥+鶏糞堆肥区	2.46	0.17	2.38	1.25	0.27
	慣行施肥区	2.33	0.14	2.25	1.02	0.22
	有意性	ns	ns	ns	ns	ns

^zTukeyの多重比較検定により、nsは有意差がないことを示す(n=3)

樹容積および幹周は、2020年に単肥区で慣行施肥区よりも小さかったが、それ以外の時期では差が見られなかった(表5)。また、幹肥大指数および徒長枝本数は、試験期間を通じて試験区間に差は見られなかった。

表5 施肥体系の違いによる樹体生育

年	試験区	樹容積 (m ³)	幹周 (cm)	幹肥大指数 ^z	徒長枝本数 (本/m ²)
2019	単肥区	132.7	83.8	-	4.9
	単肥+鶏糞堆肥区	124.7	90.5	-	4.4
	慣行施肥区	120.8	88.2	-	5.4
	有意性 ^y	ns	ns	-	ns
2020	単肥区	143.6 b	90.3 b	107.8	4.2
	単肥+鶏糞堆肥区	162.7 ab	102.0 a	112.5	3.9
	慣行施肥区	187.0 a	98.7 a	112.0	3.8
	有意性	*	*	ns	ns
2021	単肥区	154.9	95.2	113.5	3.0
	単肥+鶏糞堆肥区	173.8	103.5	114.2	3.1
	慣行施肥区	156.9	101.8	115.6	3.4
	有意性	ns	ns	ns	ns
2022	単肥区	155.9	101.4	121.0	5.0
	単肥+鶏糞堆肥区	171.4	109.5	121.0	4.8
	慣行施肥区	169.4	109.2	123.9	5.4
	有意性	ns	ns	ns	ns

^y異符号間にはTukeyの多重比較検定により*は5%水準で有意差あり、nsは有意差なし(n=3)

^z幹肥大指数は2019年11月調査時の幹周を100とした指数

慣行施肥区と比較したコストの削減効果は、単肥区は45%削減、単肥+鶏糞堆肥区は43%削減と試算された(表6)。

表6 施肥体系の違いによる施肥コスト

試験区	価格(円/10a)	コスト削減率(%) ^z
単肥区	34,000	45
単肥+鶏糞堆肥区	35,000	43
慣行施肥区	62,000	-

^zコスト削減率=[1-(単肥区および単肥+鶏糞堆肥区の価格/慣行施肥区の価格)]×100

考 察

本研究では、ウメ‘南高’における安価な単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた低コスト施肥体系が、土壤理化学性、収量および樹体生育に及ぼす影響を調査した。

土壤 pH を調査したところ、単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系と慣行施肥体系の間に差はほとんどみられなかった。鶏糞堆肥には石灰成分が含まれているため土壤 pH を調整する役割があり（斎藤，2022），岡室ら（2015）は年間施肥量の 30%以上を梅調味廃液添加鶏糞堆肥で代替し‘南高’成木に 3 年間連用したところ、代替率が高いほど土壤 pH が適正範囲に近づいたことを報告している。しかし、本研究の単肥+鶏糞堆肥区では、試験開始 3~4 年目に慣行施肥区と同様に土壤 pH が 4.5 近くまで低下した。これは、本研究の単肥+鶏糞堆肥区は鶏糞堆肥による代替率が 15%と低かったためと考えられた。ウメの適正土壤 pH は 6.0~7.0（和歌山農林水産部，2019）とされている。pH4.0 と pH7.0 の土壤に根分け法で定植したウメの苗木では pH4.0 で根の生育が抑制される（和歌山県うめ対策研究会，2000），ウメは pH4.5 以下になると生育が著しく抑制される（小川，1985）との報告がある。そのため、今回検討したどの施肥体系でも石灰による pH の矯正が 3 年に 1 回程度必要となり、本研究における鶏糞堆肥の代替率では pH 矯正効果はないと判断した。

土壤中の無機態窒素含量，可給態リン酸含量，交換性カリウム含量，交換性カルシウム含量および交換性マグネシウム含量，腐植含有率は施肥体系の違いによる差がほとんどみられなかった。また，土壤の養分保持力（保肥力）は，腐植等の質と量で決まるとされている（壽松木，2002）。土壤中の腐植含有率は施肥体系の違いによる差がなかったことから，単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系は慣行施肥体系と土壤の養分保持力への影響が同等であると判断された。

樹体養分の指標として葉中無機成分含有率を調査したところ，窒素，リン，カリウム，カルシウムおよびマグネシウムについて試験期間を通じて施肥体系の違いによる差はみられなかったことから，樹体養分への影響はないと判断された。しかし，ウメ‘南高’葉の栄養診断基準（和歌山農林水産部，2019）を各試験区で試験期間中下回る事が多く，樹体養分が不足気味であると考えられた。本研究では，2020 年以外は各試験区とも想定した収量の 60kg/樹（1.5t/10a）を大きく上回る収量があった。着果量が多い樹では，果実への窒素寄与率が高くなり，葉や 1 年枝の窒素吸収量が減少し（未発表データ），葉中窒素含有率が低くなる（和歌山県うめ対策研究会，2000）ことが報告されている。本研究では果実に養分が多く分配され，施肥量が不足気味になった可能性が示唆された。今後は収量に応じて，施肥量を増減するなどの検討が必要である。

次に，果実収量について，単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系と慣行施肥体系の間に差がみられなかった。また，階級構成の大玉果率にも差がなかった。このことから，単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系は果実収量に影響がないと判断された。

樹体生育について，樹容積，幹周，幹肥大指数および徒長枝本数は試験期間を通じて施肥体系の違いによる差がほとんどなかったことから，単肥や鶏糞堆肥を利用した施肥体系は樹体生育に影響はないと判断された。このことは，有機配合肥料の代替として化成肥料や梅調味廃液添加鶏糞堆肥を使用してもウメの樹体生育に影響がないとする報告（岡室ら，2013，2015）と一致している。

以上のことから，単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた施肥体系は，慣行施肥体系と比較して施肥コストを 43~45%削減が可能で，土壤理化学性や収量，樹体生育等が同等であることから，コスト低減技術として活用可能であると考えられた。ただし，本研究の鶏糞堆肥による代替率では pH 矯正効果はないため連年の施用により土壤 pH が低下した場合，慣行施肥体系と同様に石灰による pH の矯正

が必要となる。また、収量が多い場合は施肥量を増減するなどの検討が必要である。

摘 要

近年、国内の肥料価格が上昇傾向であり、施肥の低コスト化が望まれている。そこで、安価な単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた低コスト施肥体系が慣行施肥体系の代替として活用できるかを調査した。試験区として、単肥区、単肥＋鶏糞堆肥区および慣行施肥区を設定した。単肥や鶏糞堆肥を組み合わせた低コスト施肥体系は、土壤理化学性や収量、樹体生育等を調査したところ、いずれの試験区でも同等であるから代替として活用可能であると考えられた。また、コスト削減効果については、慣行施肥区と比較して単肥区は 45%、単肥＋鶏糞堆肥区は 43%と十分なコスト削減効果があると判断された。ただし本研究の鶏糞堆肥による代替率では pH 上昇効果はないため連年の施用により土壤 pH が低下した場合、慣行施肥体系と同様に石灰による pH の矯正が必要となる。また、収量が多い場合は施肥量を増減するなどの検討が必要である。

引用文献

- 熊代克巳・建石繁明. 1967. 緩効性窒素を含む高度複合肥料と単肥配合のナシに対する肥効の相違. 信州大農学部紀要. 4 巻 2 号 : 133-139.
- 農林水産省. 2022. 肥料をめぐる情勢. <https://www.maff.go.jp/j/seisan/sien/sizai/s_hiryo/attach/pdf/index-7.pdf>.
- 小川正毅. 1985. 果樹・種類別の施肥技術. ウメ. pp. 585-588. 農業技術大系. 土壤施肥編 6-②. 農文協. 東京.
- 岡室美絵子・城村徳明・大江孝明・中西慶. 2013. ウメ樹に対する化成肥料および有機配合肥料施用の比較と石灰施用の効果. 和歌山農林水産研報. 1 : 103-112.
- 岡室美絵子・城村徳明・前田恵助・福島学・小松希・橋本真穂. 2015. 梅調味廃液添加鶏糞堆肥のウメへの施用効果. 和歌山農林水産研報. 3 : 91-105.
- 斎藤毅. 2022. 肥料屋からもひと言 鶏糞栽培は緑肥をかませるべし. 現代農業. 3 月号 : 67.
- 壽松木章. 2002. 土壤管理. 土壤生産力. pp. 248-253. 間苧谷徹ら著. 新編果樹園芸学. 化学工業日報社. 東京.
- 高辻豊二. 2008. 肥料価格の高騰とコスト削減対策(1). 果実日本. 63 : 74-78.
- 和歌山県農林水産部. 2018. ウメ栽培の低コスト化技術の開発. 研究成果集. pp. 11-12.
- 和歌山県農林水産部. 2019. 土壤肥料対策指針(改訂版). pp. 78-79.
- 和歌山県うめ対策研究会. 2000. ウメ生育不良の原因解明と対策技術への提言. pp. 57. 84-88.

ウメ ‘露茜’ に発生した斑入果からのホップ矮化ウイルス plum 系統 (HSVd-plum) の検出と対策

沼口孝司^{1,4}・江畑真美^{1,5}・仲 慶晃^{1,6}・間佐古将則^{2,7}・武田知明³・大江孝明¹

¹和歌山県果樹試験場うめ研究所

²和歌山県果樹試験場かき・もも研究所

³和歌山県果樹試験場

Identification of *Hop stunt viroid-plum* (HSVd-plum) from Dappled Fruit in Japanese Apricot ‘Tsuyuakane’

Koji Numaguchi^{1,4}, Mami Ebata^{1,5}, Yoshiaki Naka^{1,6}, Masanori Kansako^{2,7}, Tomoaki Takeda³ and Takaaki Oe¹

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

²Laboratory of Persimmon and Peach, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

³Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

緒 言

ウメ ‘露茜’ はニホンスモモ ‘笠原巴旦杏’ とウメ ‘養青’ との種間交雑によって育成された品種であり (八重垣ら, 2012), アントシアニンの増加により果皮および果肉が鮮紅色となる特性を有する。本品種は, 追熟によって果実中のアントシアニン含量がさらに増加することが知られており (大江ら, 2016), 十分に着色した果実を加工すると鮮やかな赤色の梅酒やシロップができる他, 従来のウメにない新たな需要創出につながる可能性が期待され, 本県では栽培面積 15.4 ha, 収穫量 9.4 トンにまで生産が拡大してきた (農林水産省, 2019)。産地では新たにプレハブ式処理庫を設置し, 約 2 トンの果実を一度にエチレン処理することで追熟, 着色させる技術が確立され, さらなる収穫量の増加ならびに需要拡大に備えている (大江ら, 2021)。

そのような中, 2017 年に, 追熟処理後の ‘露茜’ の選果中に, 果皮の着色が不十分で, まだら模様を呈する果実 (以降, 斑入果) が発見された (図 1)。「露茜」においては, 果皮および果肉が追熟によって十分に着色することが品質上極めて重要であるため, 生産現場からは早急な原因究明ならびに本症状の発生が果実中のアントシアニン含量に与える影響についての調査を求められた。本症状は外観上, ホップ矮化ウイルス plum 系統 (*Hop stunt viroid-plum*; HSVd-plum) を病原とするスモモ斑入果病の病徴に類似していた。「露茜」はスモモを片親にもつとともに, その特性もスモモに類似していることから, 本症状は HSVd-plum の感染によるものである可能性が疑われた。スモモ斑入果病は, 山梨県のスモモで発見され, 感染すると ‘太陽’, ‘大石早生’, ‘ビューティ’, ‘サンタ

ローザ’では斑入果となり，‘ソルダム’では果皮や果肉が品種特有の鮮紅色とならず，黄化症状が生じる病害であるが（寺井，1992），ウメでの発生事例はない。



図1 ‘露茜’で発見された斑入果

ウイルスは環状1本鎖RNA（約250-400 nt）で構成される，最小の植物病原体であり（佐野，2010），2021年7月現在，2科8属44種に分類されている（International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV), 2021）。園芸植物に感染するウイルスとしては，ジャガイモ等に感染するジャガイモやせいもウイルス（*Potato spindle tuber viroid*; PSTVd），キク等に感染するキク矮化ウイルス（*Chrysanthemum stunt viroid*; CSVd），カンキツ類に感染するカンキツエクソコーティスウイルス（*Citrus exocortis viroid*; CEVd）などが挙げられる（松下，2011）。ウイルスは宿主細胞に侵入後，自身由来の small RNA を生じ，宿主植物における RNA サイレンシング機構を誘導して，類似した配列をもつ遺伝子発現に干渉することで病徴発現を引き起こすというメカニズムが提唱されている（佐野，2010）。伝染方法は汁液伝染，栄養繁殖による伝染（接ぎ木等），種子伝染および花粉伝染である（松下，2016）。特に果樹では，せん定作業によって大規模な汁液伝染が起こる可能性が懸念されるため，せん定器具の消毒法について検討することは大変重要である。

そこで本研究では，まず発見された斑入果から既報ウイルスの検出を試みた。その結果，HSVd-plum が検出されたため，県下における感染樹の分布について調査を行った。加えて，汁液伝染の防止策として，せん定器具の簡易消毒法について検討するとともに，斑入果の発生による果実中のアントシアニン含量への影響について考察したので報告する。

材料および方法

試験1 RT-PCRによる‘露茜’斑入果からのHSVd-plumの検出

2017年にJA紀州選果場（和歌山県日高郡みなべ町気佐藤）で選果中に発見された‘露茜’斑入果を用いた。本果実から果皮を含む5mm角程度の果実片をナイフで切り出し，Nakaune・Nakano（2006）の方法に準じて次の通り試料を調製した。まず，抽出バッファ（組成：50mMクエン酸ナトリウム，2%（w/v）ポリビニルピロリドンK25，10mMジチオスレイトール）1mlと果実片をポリ袋（ユニパックA-8，生産日本社）に入れ，果実片を袋の上から乳棒で押しつぶし，上清を回収

して抽出液とした。この抽出液 5 µl と DEPC 処理水 15 µl を混合し、サーマルサイクラーを用いて 75°C・5 分間の変性処理を行った。処理済の抽出液 1 µl を鋳型とし、OneStep RT-PCR kit (キアゲン) を用いて全量を 20 µl とした RT-PCR を行った。PCR 条件は 50°C・30 分の逆転写反応、95°C・15 分の変性処理に続いて、95°C・15 秒、56°C・20 秒、72°C・40 秒の PCR 反応を 40 サイクル行い、最終伸長反応 72°C・2 分の後、20°C 保温とした。プライマーは HSVd の全ゲノムを増幅する既報の HSVC-1 (5'-GGCTCCTTTCTCAGGTAAG-3') および HSVS-2 (5'-CCGGGGCAACTCTTCTCAGAATCCA-3') (草野・下村, 1997) を使用した。PCR 産物は 1.5% アガロースゲル電気泳動、染色後にバンド (297 bp) の有無を確認した。分子量マーカーは OneSTEP Ladder 100 (ニッポン・ジーン) を使用した。

ウイルスの種および系統を同定するため、PCR 産物からダイレクトシーケンシングにより全長の塩基配列を取得した。電気泳動後のアガロースゲルから PCR 産物に該当するバンドを切り出し、FastGene Gel/PCR Extraction Kit (日本ジェネティクス) により精製して 20 µl のバッファに溶出した。精製後の PCR 産物について、HSVc-1, HSVS-2 のそれぞれを用いて 3730xl DNA Analyzer (Applied Biosystems) によりシーケンスした。得られた 2 本の配列を目視にてクオリティトリミングのうえ統合して完全長配列を復元し、BLAST データベースにおける相同性検索に供した。なお、検索でヒットした配列のうち代表的なものについて、MAFFT ver.7 (Katoh et al. 2013) を用いて今回得られた配列とアラインメントし、比較した。

試験 2 県下における HSVd-plum 感染樹の分布調査

1) 苗木における調査 (2017, 2018 年)

県下植栽の‘露茜’苗木 2,753 樹 (内訳：海草, 那賀および伊都地域 101 樹, 有田地域 857 樹, 日高および西牟婁地域 1,795 樹) について、RT-PCR 検定を行った。なお、東牟婁地域には、調査時点で‘露茜’の植栽はなかった。2 年生枝基部に着生した 3 枚/樹の葉を採取して 1 サンプルとみなし、葉柄基部から試験 1 の方法で抽出液を調製し、RT-PCR を行った。なお、本調査で発見された感染樹のうち代表的な 1 樹について、ダイレクトシーケンシングによりウイルスの塩基配列を取得するとともに、スモモとの交雑に由来しないウメへの伝染性について調べるため、台木部 (ウメ自然交雑実生) から採取した葉を用いた RT-PCR を行った。

2) 高接ぎ樹における調査 (2019 年)

日高地域植栽の‘露茜’高接ぎ樹 325 樹について、RT-PCR 検定を行った。中間台木あたり、高接ぎした‘露茜’の枝それぞれについて 2 年枝基部に着生した葉を 1 枚/枝ずつ採取して 1 サンプルとみなし、葉柄基部から試験 1 の方法で抽出液を調製し、RT-PCR を行った。

試験 3 せん定器具の簡易消毒法の検討

1) 洗浄剤の選定

試験 2 において確認された感染樹のうち、果実における病徴が明らかな樹から徒長枝を採取し、せん定ばさみ (岡恒) およびせん定のこぎり (天寿, 刃渡り 210 mm) で 10 回程度切り付け、汁液を十分に付着させた。試験区は①洗浄なし, ②残さのみふき取り除去, ③水道水で洗浄後ふき取り, ④70%エタノールをハンドスプレーで噴霧後ふき取り, ⑤5%第三リン酸ナトリウム溶液 (ピストロン 10 (旭化学工業) を水道水で希釈) を噴霧後ふき取り, ⑥次亜塩素酸ナトリウム 6% 含有洗浄剤 (キッチン泡ハイター, 花王) を噴霧後ふき取り (①のみせん定ばさみ, のこぎり)

もに実施，②以降はのこぎりのみ実施)とし，それぞれ3反復行った．なお，試験区④～⑥については，ふき取り後，検定用サンプル調製の前に，洗浄剤除去のため水道水ですすいだ．検定試料は，200 μ l の抽出バッファ（試験 1 と同じ）をチューブに入れ，それを染みこませた極細綿棒で刃の汚染部全体を数回に分けてふき取ることで調製し，試験 1 の方法で RT-PCR 検定に供した．

2) 第三リン酸ナトリウムおよび次亜塩素酸ナトリウムの HSVd-plum 除去効果の比較

試験 3 の 1) と同様に汚染したせん定のこぎりを準備した．次に，5% 第三リン酸ナトリウム溶液または次亜塩素酸ナトリウム 6% 含有洗浄剤を，ハンドスプレーを用いて噴霧し，残さを残さないようキムタオル（日本製紙クレシア）でふき取った後，洗浄剤除去のため水道水ですすいだ．続いて試験 3 の 1) と同様に消毒前および消毒後の刃から検定用サンプルを調製し，RT-PCR による検定に供した．一連の作業を両洗浄剤について 10 反復ずつ行った．

試験 4 追熟後果実の外観およびアントシアニン含量の比較

試験 2 の 1) の RT-PCR で HSVd-plum 陽性となった 2 樹および陰性となった 5 樹から，2018 年 6 月 22 日に果実を収穫した．収穫した果実は当日中にエチレン発生剤（熟れごろ，日園連）とともに機能性段ボール箱に梱包し，20°C で 4 日間追熟処理を施した．収穫直後および追熟 4 日後の果実について，目視で斑入あり果と斑入なし果とに分け，計数した．また，果皮および断面を観察するとともに，果汁中および梅酒中の 530 nm 吸光度を分光光度計で測定し，アントシアニン含量をシアニジン-3-グルコシド相当量で定量した．測定用果実は果実重 22 g 程度に揃えた．

結 果

試験 1 RT-PCR による‘露茜’斑入果からの HSVd-plum の検出

2017 年に JA 紀州選果場で選果中に発見された‘露茜’斑入果（図 1）から調製した試料の RT-PCR の結果，300 bp 付近の位置に明瞭なバンドが検出された（図 2）．

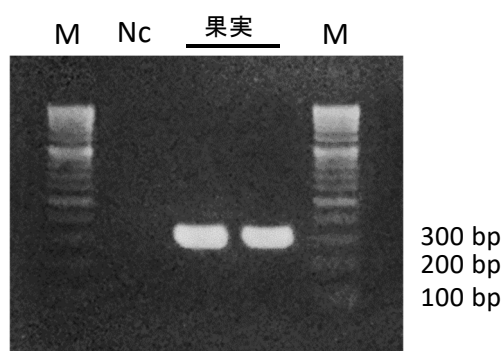


図 2 RT-PCR による‘露茜’斑入果からのホップわい化ウイルス (HSVd) の検出

注) M: 分子量マーカー (100 bp)、Nc: ネガティブコントロール

続いて，HSVC-1 および HSVS-2（草野・下村，1997）を用いて本 PCR 産物のダイレクトシーケンシングを行ったところ，297 bp の完全長配列が復元された．本配列を BLAST 検索に供したところ，Sano et al. (1989) が報告した HSVd-plum の配列と完全に一致した（図 3）．これらのことか

ら、‘露茜’斑入果に、HSVd-plum が感染していたことが確認された。

試験 2 県下における HSVd-plum 感染樹の分布調査

1) 苗木における調査 (2017, 2018 年)

試験 1 の結果を受け、主産地における HSVd-plum 感染樹の特定および県下における HSVd-plum 感染苗木の分布の把握を目的として、2018 年時点で県下に植栽されていた‘露茜’苗木 2,753 樹から葉をサンプリングし、RT-PCR によるウイルス検定に供した。その結果、海草地域で 3 樹、有田地域で 4 樹、日高地域で 6 樹の計 13 樹の陽性樹が確認された (表 1)。

なお、日高地域で確認された陽性樹のうち、代表的な 1 本について RT-PCR 産物のダイレクトシーケンシングを行ったところ、297 bp の塩基配列が得られ、Sano et al. (1989) の HSVd-plum の配列と完全に一致した (図 3)。また、本感染樹の台木部 (ウメ自然交雑実生) から葉をサンプリングし、RT-PCR を行ったところ、明瞭なバンドが確認された (図 4)。

```

CLUSTAL format alignment by MAFFT FFT-NS-i (v7.487)

HSV_fruit      GGCTCCTTTCTCAGGTAAGCACCTCCCTGCCTAGTTTTTTCTTTGCATGCCTTTTGCGG
HSV_Sano_1989  GGCTCCTTTCTCAGGTAAGCACCTCCCTGCCTAGTTTTTTCTTTGCATGCCTTTTGCGG
HSV_tree       GGCTCCTTTCTCAGGTAAGCACCTCCCTGCCTAGTTTTTTCTTTGCATGCCTTTTGCGG
*****

HSV_fruit      CAACTCGAGAATTCCCCAGAGGGGCTCAAGAGAGGATCCGCGGCAGAGGCGCAGATAGAA
HSV_Sano_1989  CAACTCGAGAATTCCCCAGAGGGGCTCAAGAGAGGATCCGCGGCAGAGGCGCAGATAGAA
HSV_tree       CAACTCGAGAATTCCCCAGAGGGGCTCAAGAGAGGATCCGCGGCAGAGGCGCAGATAGAA
*****

HSV_fruit      CAAAAGCAGGTTGGAGCGAAACCGAGCAGGGGTGCCACCGGTCGCGTCTCCAAGAAGAGCC
HSV_Sano_1989  CAAAAGCAGGTTGGAGCGAAACCGAGCAGGGGTGCCACCGGTCGCGTCTCCAAGAAGAGCC
HSV_tree       CAAAAGCAGGTTGGAGCGAAACCGAGCAGGGGTGCCACCGGTCGCGTCTCCAAGAAGAGCC
*****

HSV_fruit      AGAAGAAGGTAAGAAGAAGGGACGATCGATGGTGTTCGAAGGCAGAGCCTCTACTCCA
HSV_Sano_1989  AGAAGAAGGTAAGAAGAAGGGACGATCGATGGTGTTCGAAGGCAGAGCCTCTACTCCA
HSV_tree       AGAAGAAGGTAAGAAGAAGGGACGATCGATGGTGTTCGAAGGCAGAGCCTCTACTCCA
*****

HSV_fruit      GAGCACCGCGGCCCTCTCTCCACGCCTCTCGCTGGATTCTGAGAAGAGTTGCCCGG
HSV_Sano_1989  GAGCACCGCGGCCCTCTCTCCACGCCTCTCGCTGGATTCTGAGAAGAGTTGCCCGG
HSV_tree       GAGCACCGCGGCCCTCTCTCCACGCCTCTCGCTGGATTCTGAGAAGAGTTGCCCGG
*****
    
```

図 3 検出された RT-PCR 産物の塩基配列全長と既報の HSVd-plum の塩基配列との比較

注) HSV_fruit: ‘露茜’斑入果から検出された RT-PCR 産物の全塩基配列 (297bp)

HSV_Sano_1989: Sano et al. (1989) の HSVd-plum の全塩基配列 (D13764.1; 297bp)

HSV_tree: ‘露茜’現地植栽樹から検出された RT-PCR 産物の全塩基配列 (297bp)

*: 塩基の種類が一致していることを示す

表 1 和歌山県下植栽の‘露茜’苗木の検定結果

地域	サンプル数	陽性数
海草	60	3
那賀	22	0
伊都	19	0
有田	857	4
日高	1615	6
西牟婁	180	0
東牟婁 ²	なし	—
計	2753	13

² 調査時点で‘露茜’の植栽がなかった

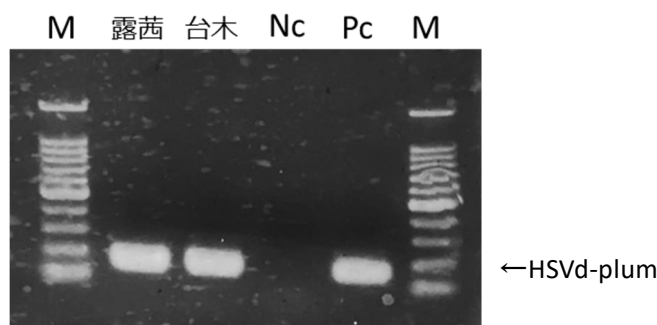


図 4 ‘露茜’現地植栽樹およびその台木部（ウメ自然交雑実生）からの HSVd-plum の検出
注）M：分子量マーカー（100 bp）

Nc：ネガティブコントロール

Pc：ポジティブコントロール（HSVd-plum 既検出の‘露茜’斑入果由来）

※ただし、プライマーは、HSVd-plum の配列の一部（168bp）を増幅する HSVnest1（5′ - GGCAACTCGAGAATTCCCA-3′）および HSVnest2（5′ - TGCCTCGAAACACCATCGA-3′）を使用

2) 高接ぎ樹における調査（2019 年）

日高地域植栽の‘露茜’高接ぎ樹 325 樹について、RT-PCR 検定を行った。その結果、陽性樹は確認されなかった（データ省略）。

試験 3 せん定器具の簡易消毒法の検討

1) 洗浄剤の選定

感染樹から採取した徒長枝を切りつけたせん定ばさみ、のこぎりのいずれからも HSVd-plum が検出された（図 5 上）。このため、以降の実験は、はさみよりも刃渡りの長いのがこぎりを用いて行った。残さのみふき取り除去区、水道水で洗浄後ふき取り区、70%エタノールをハンドスプレーで噴霧後ふき取り区ではいずれも HSVd-plum が検出された（図 5 上）。一方、5%第三リン酸ナトリウム溶液を噴霧後ふき取り区からは HSVd-plum の検出はなく、次亜塩素酸ナトリウム溶液 6% 含有洗浄剤を噴霧後ふき取り区では、3 反復中 1 反復のみで HSVd-plum が検出された（図 5 下）。

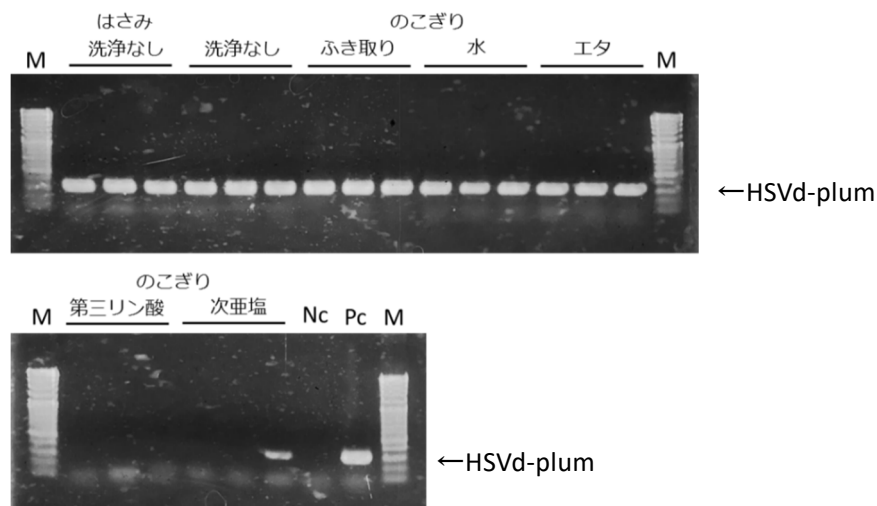


図5 せん定器具の洗浄方法による HSVd-plum 除去効果の違い

注) ふき取り：残さのみふき取り除去

水：水道水で洗浄後ふき取り

エタ：70%エタノール噴霧後ふき取り

第三リン酸：5%第三リン酸ナトリウム溶液噴霧後ふき取り

次亜塩：次亜塩素酸ナトリウム6%含有洗浄剤噴霧後ふき取り

M：分子量マーカー（100 bp），Nc：ネガティブコントロール，Pc：ポジティブコントロール

2) 第三リン酸ナトリウムおよび次亜塩素酸ナトリウムの HSVd-plum 除去効果の比較

1) の実験で HSVd-plum の除去効果があった 5%第三リン酸ナトリウム溶液の噴霧および次亜塩素酸ナトリウム6%含有洗浄剤の噴霧について、再度効果を確認した。その結果、5%第三リン酸ナトリウム溶液区では10反復とも HSVd-plum は検出されなかった一方、塩素酸ナトリウム6%含有洗浄剤区では、10反復中2反復において HSVd-plum が検出された（図6）。

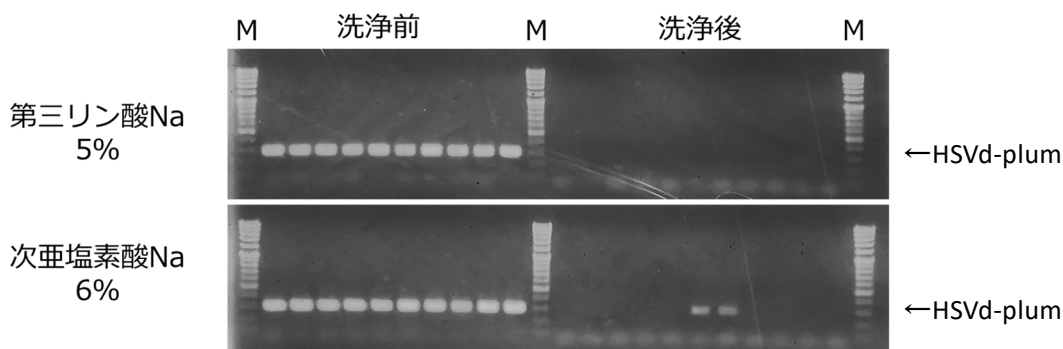


図6 第三リン酸ナトリウムおよび次亜塩素酸ナトリウム溶液の噴霧におけるウイルス除去効果の安定性の比較

注) 洗浄前：感染樹から採取した枝を切りつけた直後に RT-PCR 検定

洗浄後：洗浄後に RT-PCR 検定

M：分子量マーカー（100 bp）

試験 4 追熟後果実の外観およびアントシアニン含量の比較

日高郡みなべ町植栽の‘露茜’のうち、HSVd-plum 陽性樹 2 樹および陰性樹 5 樹から果実を収穫し、収穫直後および追熟 4 日後に、目視で斑入あり果と斑入なし果とに分けて計数した。その結果、HSVd-plum 陰性樹では、5 樹とも斑入あり果は認められなかった（表 2）。一方、陽性樹においては、2 樹から収穫した果実の大部分が斑入あり果となり、収穫直後の発生率は 47.1%および 78.7%、追熟 4 日後の発生率は 69.2%および 100.0%であった（表 2）。

なお、果実断面（果肉）における着色程度は、HSVd-plum 陽性樹、陰性樹ともに収穫直後は違いが判然とせず、追熟 4 日後にはともに十分であることが確認された（図 7）。

表 2 HSVd-plum の感染の有無および斑入果発生率

樹番号	斑入（収穫直後）			斑入（追熟 4 日後）			
	あり	なし ^a	発生率 （%）	あり	なし	発生率 （%）	
陽性	1	113	127	47.1	166	74	69.2
	2	96	26	78.7	122	0	100.0
陰性	1	0	179	0	0	179	0
	2	0	64	0	0	64	0
	3	0	50	0	0	50	0
	4	0	199	0	0	199	0
	5	0	212	0	0	212	0

^a 果皮の着色がなく判定不能な果実も含む

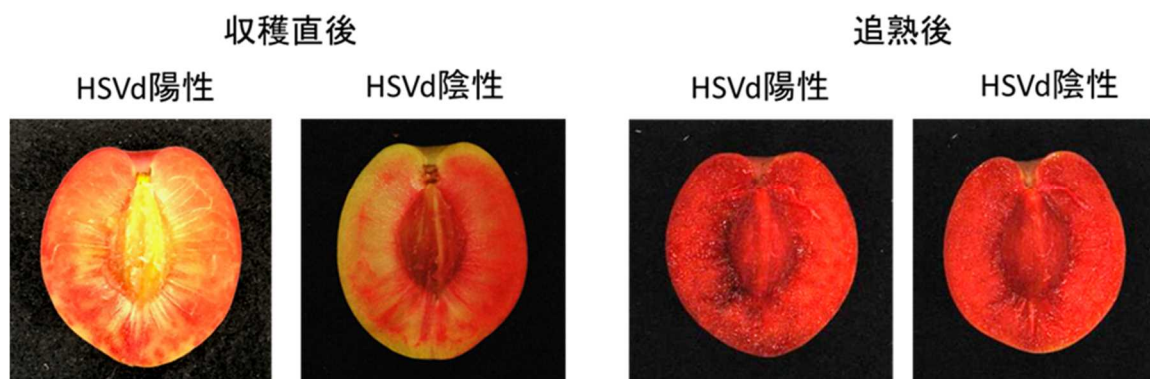


図 7 HSVd-plum 陽性および陰性樹から収穫した果実の断面（収穫直後および追熟 4 日後）

次に、HSVd-plum 陽性樹 2 樹および陰性樹のうち 2 樹について、追熟 4 日後の果実およびそれを用いて作成した梅酒におけるアントシアニン含量を測定した。その結果、アントシアニン含量は HSVd-plum 陽性樹の果実において陰性樹の果実と比較して多く（図 8A）、それらを用いて作成した梅酒においても同様の傾向であった（図 8B）。

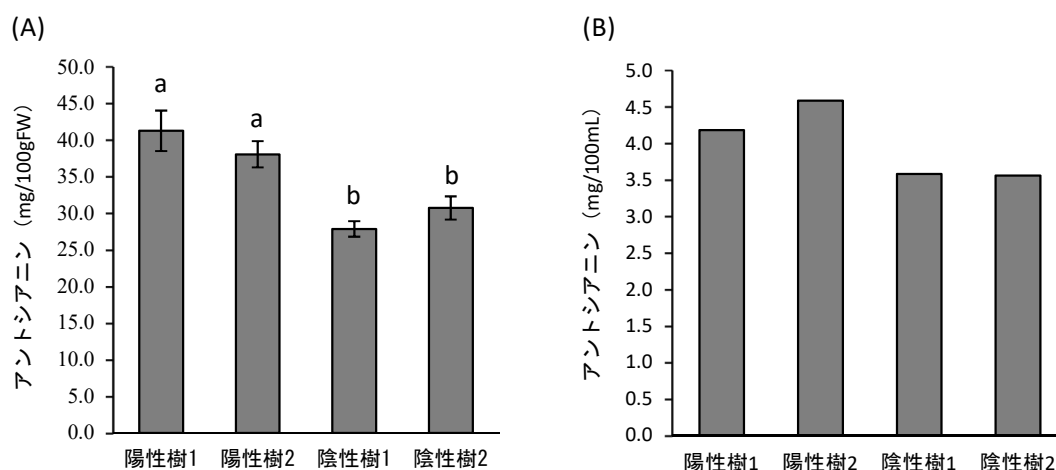


図 8 HSVd-plum 陽性および陰性樹から収穫した果実 (A) およびそれらを用いて作成した梅酒 (B) におけるアントシアニン含量の比較

注) 図 A においてバーは標準誤差 (n = 10) を示し, 異なるアルファベット間に有意差があることを示す (Tukey 法, $p < 0.05$)

図 B の試験は反復なしで行った

考 察

本研究では, まず 2017 年に JA 紀州選果場 (みなべ町気佐藤) で発見された‘露茜’斑入果からの HSVd-plum の検出を試みた. 草野・下村 (1997) の方法で RT-PCR 検定を行ったところ, 300 bp 付近の位置に明瞭なバンドが確認された. PCR 産物を精製し, ダイレクトシーケンシングを行ったところ既報 (Sano et al. 1989) の HSVd-plum の配列 (297 bp) と一致した. このことから, 当該斑入果には HSVd-plum が感染していたことが確認された. ウメにおける HSVd-plum の感染確認は, 本研究が初めてである. 今後, 純化したウイルスを‘露茜’に戻し接種し, 病徴の再現を試みる必要がある. なお, HSVd-plum に感染した‘露茜’苗木の台木部 (ウメ自然交雑実生) から採取した葉からも本ウイルスが検出された. このことから, スモモとの交雑に由来しないウメにも感染すると考えられたため, ウメに対する病原性についても調査する必要がある.

次に, 現地における感染樹の分布を把握するため, 県下植栽の‘露茜’苗木 2,753 樹および高接ぎ樹 325 樹のウイルス検定を行った. その結果, 陽性樹は苗木 13 本にとどまり, 高接ぎ樹からは検出されなかった. ウイルスが検出された樹のうち代表的な 1 樹について PCR 産物のダイレクトシーケンシングを行ったところ, 既報の HSVd-plum の配列と一致した. これらのことから, 県下に HSVd-plum 感染樹が確認されたものの, 調査時点において, その分布は限定的であった.

HSVd-plum は接ぎ木伝染の他, 汁液伝染することが報告されている (平島ら, 1994). 下村・草野 (1997) は, 刃を 0.5% 次亜塩素酸ナトリウム水溶液に 10 秒間浸漬することで HSVd-plum の除去が可能であることを示したが, 1 人あたり数 ha もの農地を管理し, 多数の樹のせん定を行わなければならない本県のウメ生産者に広く普及させるためには, より簡便な方法を検討する必要がある. そこで本研究では, ハンドスプレーによる消毒液の噴霧とふき取りのみで HSVd-plum の除去が可能

な方法について検討した。その結果、5%第三リン酸ナトリウム溶液の噴霧および次亜塩素酸ナトリウム 6%含有洗浄剤の噴霧に効果が認められた。この 2 者のうちでは、前者でより効果が安定する傾向であった。このことから、HSVd-plum に汚染されたせん定器具の消毒においては、5%第三リン酸ナトリウム溶液の噴霧およびふき取りが現時点で最も有効であるものと判断された。なお、キク矮化ウイルス (CSVd) では、第三リン酸ナトリウムに効果はなく、次亜塩素酸ナトリウムにのみ効果が認められるとしている (中村ら, 2013)。そのため、消毒液の効果については、対象とするウイルス種毎に注意深く検討する必要があると考えられた。

‘露茜’における斑入果の発生は、HSVd-plum 陽性樹で顕著であったが、陰性樹においては確認されなかった。斑入症状は、果皮では明瞭であるものの、果肉では追熟前、追熟後ともに顕著ではなかった。また果実および梅酒におけるアントシアニン含量が、陽性樹において陰性樹と比較して減少することも確認されなかった。さらに樹勢、葉、新梢の発生などに影響が認められないことから、‘露茜’では、HSVd-plum の感染が実用上重大な影響を及ぼす心配はないものと推察された。

なお、本研究でアントシアニン含量が陽性樹において多い傾向が認められたが、現時点でその要因は不明であり、再現性の検討を必要とする。

以上のとおり、本県のウメにおいて斑入果の発生および HSVd-plum の感染が確認されたものの、現時点で実用上問題となる可能性は低いものと考えられた。しかしスモモにおいては、感染によって斑入果、黄果の発生その他、果粉形成不良、食味の悪化など果実品質に影響する症状が報告されている (寺井, 1992)。本県は山梨県、長野県に次ぐ国内第 3 位のスモモ産地であり (農林水産省, 2021)、スモモ斑入果病の発生は現在のところない。そのため、スモモへの伝染を防止する必要があることから、ウメにおいて感染拡大防止策の普及を推進していくことが重要である。

摘 要

本研究では、ウメ‘露茜’における斑入果の発生要因、状況を調査し、その対策について検討するとともに、本症状が果実品質に及ぼす影響について評価した。

1. ‘露茜’斑入果からスモモ斑入果病の病原とされるホップ矮化ウイルス plum 系統 (HSVd-plum) が検出された。
2. 県下植栽の‘露茜’苗木 2,753 樹および高接ぎ樹 325 樹について HSVd-plum の検定を行ったところ、検出は苗木 13 樹のみにとどまり、高接ぎ樹からは検出されなかった。
3. せん定器具からの HSVd-plum の除去には、5%第三リン酸ナトリウム溶液の噴霧が最も効果的であった。
4. HSVd-plum 感染樹における果実の斑入症状は、果皮では顕著であるものの果肉では判然とせず、感染によるアントシアニン含量の減少も認められなかった。
5. 以上のことから、本県の‘露茜’において、斑入果の発生および HSVd-plum 感染が確認されたが、現時点では実用上大きな影響を与える可能性は低いものと推察された。しかしスモモへの伝染を防止するため、感染対策の普及に努める必要がある。

本研究に協力いただいた和歌山県日高振興局農業水産振興課、JA 紀州、JA 和歌山県農植物バイオセンター、和歌山県果樹育苗組合および‘露茜’生産者諸氏に深く感謝の意を表す。

引用文献

- 平島敬太・野口保弘・牛島孝策・草野成夫. 1994. スモモ斑入果病のポリアクリルアミド電気泳動法による診断と対策. 福岡農総試研報 B-13: 65-68.
- International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV). 2021. Virus Taxonomy: 2021 Release. <https://ictv.global/taxonomy>.
- Katoh, K., Standley, D. M. 2013. MAFFT multiple sequence alignment software version 7: Improvements in performance and usability. *Mol. Biol. Evol.* 30: 772-780.
- 草野成夫・下村克己. 1997. RT-PCR によるスモモ斑入果病の病原ホップ矮化ウイルス plum 系の高感度検出のための増幅用プライマーおよび簡易抽出. 日植病報 63: 119-123.
- 松下陽介. 2011. 園芸植物における日本国内でのウイルスの発生分布と変異体の感染性. 花き研報 11: 9-48.
- 松下陽介. 2016. ウイルス 起源・伝播・進化について. 化学と生物 54: 170-175.
- 中村恵章・福田至朗・栗山幸子・服部裕美・平野哲司・大石一史. 2013. キク矮化ウイルス (CSVd) の蔓延を防ぐ鉢等器具の消毒方法. 愛知農総試研報 45: 61-67.
- Nakaune, R., Nakano, M. 2006. Efficient methods for sample processing and cDNA synthesis by RT-PCR for the detection of grapevine viruses and viroids. *J. Virol. Methods* 134: 244-249.
- 農林水産省. 2019. 特産果樹生産動態等調査. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&lid=000001289056>.
- 農林水産省. 2021. 令和 3 年産もも、すももの結果樹面積、収穫量及び出荷量. <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files/data?sinfid=000032162996&ext=xls>.
- 大江孝明・竹中正好・根来圭一・北村祐人・松川哲也・三谷隆彦・赤木知裕・古屋挙幸・岡室美絵子・土田靖久. 2016. ウメ‘露茜’果実の追熟条件がアントシアニンの蓄積とその他果実成分含量に及ぼす影響. 園学研 15: 439-444.
- 大江孝明・北村祐人・城村徳明・仲 慶晃・岡田 壮・丸野精二・丸野普治・佐原重広・植田栄仁. 2021. アントシアニン含量の多いウメ‘露茜’果実を供給する効率的な追熟体制の確立. 和歌山県農林水研報 9: 87-98.
- 佐野輝男. 2010. 4. ウイルス研究の新展開. ウイルス 6: 177-186.
- Sano, T., Hataya, T., Terai, Y., Shikata, E. 1989. Hop stunt viroid strains from dapple fruit disease of plum and peach in Japan. *J. gen. Virol.* 70: 1311-1319.
- 下村克己・草野成夫. 1997. スモモ斑入果病汚染器具の簡易消毒法. 福岡農総試研報 16: 92-95.
- 寺井康夫. 1992. 山梨県におけるブドウのウイルス病およびスモモ斑入果病に関する研究. 山梨果試研報 8: 1-60.
- 八重垣英明・山口正己・土師 岳・末貞佑子・三宅正則・木原武士・鈴木勝征・内田 誠. 2012. ウメ新品種‘露茜’. 果樹研報 13: 1-6.

学会誌掲載論文抄録

辛味果実の発生しないシシトウ新品種 ‘ししわかまる’ の育成

田中寿弥^{1*}・南山泰宏²・小谷泰之^{1a}・高垣昌史³・片山泰弘¹・林 恭弘^{1b}

¹ 和歌山県農業試験場暖地園芸センター 644-0024 和歌山県御坊市塩屋町

² 京都教育大学環境教育実践センター 612-8522 京都市伏見区深草藤森町

³ 和歌山県工業技術センター 649-6261 和歌山市小倉

Breeding of New Non-pungent Sweet Pepper Cultivar ‘Shishiwakamaru’

Toshihiro Tanaka^{1*}, Yasuhiro Minamiyama², Yasuyuki Kotani^{1a}, Masafumi Takagaki³, Yasuhiro Katayama¹
and Yasuhiro Hayashi^{1b}

¹*Horticultural Experiment Center, Wakayama Agricultural Experiment Station, Shioya, Gobo, Wakayama
644-0024*

²*Center for Environmental Education, Kyoto University of Education, Fukakusafujinomori, Fushimi, Kyoto
612-8522*

³*Industrial Technology Center of Wakayama Prefecture, Ogura, Wakayama 649-6261*

摘 要

辛味果実の全く発生しないシシトウ新品種‘ししわかまる’を育成した。‘ししわかまる’は、‘紀州ししとう 1号’にピーマン品種‘京ひかり’を交雑し、DNA マーカーと‘紀州ししとう 1号’の連続戻し交雑により、選抜・固定を行った品種である。‘京ひかり’と同様に、機能欠損型の辛味抑制遺伝子 *pun1* を持ち、官能試験での辛味果実の発生は全く確認されておらず、成分分析でのカプサイシン、ジヒドロカプサイシンも全く検出されなかった。果実の大きさや外観、収量は、‘紀州ししとう 1号’と同等であった。

カンキツ緑かび病に対するベノミル剤とイミノクタジン酢酸塩剤 の混用散布およびテブコナゾール・トリフロキシストロビン剤単 用散布の耐雨性と残効性

武田知明

和歌山県果樹試験場

The rainfastness and residual efficacy of the simultaneous application of benzimidazoles and iminoctadine triacetate, and a single application of a combination of tebuconazole and trifloxystrobin in the control of citrus green mold caused by *Penicillium digitatum*

Tomoaki Takeda

Wakayama fruit tree Experiment Station

摘要

ベノミル剤とイミノクタジン酢酸塩剤の混用散布、テブコナゾール・トリフロキシストロビン剤の単用散布についてカンキツ緑かび病に対する耐雨性と残効性を検討した。その結果、ベノミル剤とイミノクタジン酢酸塩剤の混用散布は、散布後の累積降雨量が 177mm の条件下であれば約 30 日間は高い防除効果を維持した。また、室内試験の結果から 300mm 程度の累積降雨があっても効果は低下しない可能性が示されたが、この点については圃場試験で確認する必要がある。テブコナゾール・トリフロキシストロビン剤は、耐雨性、残効性が劣るため緑かび病の防除においては実用性が低いと考えられた。

ビワキジラミ幼虫に対する薬剤の殺虫効果

松山尚生

和歌山県果樹試験場

Effect of insecticides on the larvae of loquat psyllid, *Cacopsylla biwa* Inoue

Naoki Matsuyama

Wakayama fruit tree Experiment Station

摘要

和歌山県のビワ樹から採集したビワキジラミ幼虫に対する各種殺虫剤の効果を、枝挿し法により調査した。クロルピリホス剤、マラソン剤、DMTP 剤、PAP 剤、エチプロール剤、フェンプロパトリン剤、トラロメトリン剤、アセタミプリド剤、クロチアニジン剤、イミダクロプリド剤およびカルタップ剤は補正死亡率 90%以上で殺虫効果が高かった。

収穫後のウメ‘南高’果実への UV-B および赤色光の同時照射による 赤色着色促進

大江孝明・根来圭一・岡室美絵子・土田靖久

和歌山県果樹試験場うめ研究所

Effects of Simultaneous Irradiation with UV-B and Red Light on Red Coloration in Postharvest ‘Nanko’ Japanese Apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) Fruit

Takaaki Oe, Keiichi Negoro, Mieko Okamuro and Yasuhisa Tsuchida

Japanese Apricot Laboratory, Wakayama Fruit Tree Experiment Station

Abstract

The effects of light irradiation on the surface blushing and anthocyanin content of postharvest Japanese apricot ‘Nanko’ fruit were investigated. Ultraviolet-B (UV-B) irradiation beyond 48 h resulted in surface blushing and increased the anthocyanin content in the flesh with skin, although the blushing was mottled. On simultaneously irradiating with red and UV-B light, there was bright surface blushing and a significantly higher anthocyanin content than in the case of only UV-B irradiation. The effect of simultaneous irradiation with UV-B and red light on the surface blushing and anthocyanin content was influenced by maturity, and the mature green and fully ripe fruit contained less anthocyanin than those of intermediate maturity. These results suggest that the surface blushing and anthocyanin content are associated with UV-B and red light and are influenced by the maturity of postharvest Japanese apricot ‘Nanko’ fruit.

摘 要

収穫後のウメ‘南高’果実に対する光の照射が表面の赤色着色および品質成分含量に及ぼす影響を調査した。48時間以上 UV-B を果実に照射すると赤色に着色し、アントシアニン含量が増加したが、赤色着色はまだらであった。しかし、赤色光を UV-B と同時に照射するとむらなく赤色着色し、UV-B 単独で照射するよりもアントシアニン含量が多かった。また、UV-B と赤色光の同時照射による赤色着色とアントシアニン含量の増加は熟度に影響を受け、緑色果および黄熟果はそれらの間の熟度（黄緑色）の果実に比べてアントシアニンの含量が少なかった。以上のことから、収穫後のウメ‘南高’果実の赤色着色とアントシアニン含量には UV-B および赤色光が関与し、収穫時の熟度に影響を受けることが明らかとなった。

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

山根弘士¹, 安江尚孝¹, 清藤秀理²

¹和歌山県水産試験場 649-3503 和歌山県東牟婁郡串本町串本 1557-20

²(国研)水産研究・教育機構水産資源研究所 236-8648 神奈川県横浜市金沢区福浦 2-12-4

Migration, diet, condition factor and maturation of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* associated with the surface fish aggregating devices on the coast of Wakayama, Japan

KOJI YAMANE¹, NAOTAKA YASUE¹ AND HIDETADA KIYOFUJI²

¹Wakayama Prefectural Fisheries Experiment Station, Kushimoto, Wakayama 649-3503,

²Fisheries Resource Institute, Fisheries Research and Education Agency, Yokohama, Kanagawa 236-8648,

Abstract

The migration, diet, condition factor and maturation of skipjack tuna *Katsuwonus pelamis* associated with surface fish aggregating devices (FADs) were examined on the coast of Wakayama, Japan. 126 fish were tagged and released with dart tags around the FADs, and 39 fish (31.0%) were recaptured along the Pacific coast of Japan. Among the 39 fish recaptured, 25 fish (64.1%) were recaptured around the FADs where they had been released, and the elapsed number of days between release and recapture was 10.9 ± 8.3 (mean \pm standard deviation). Stomach contents analyses indicated that the percentage of fish with prey items in the stomach (feeding incidence) was 0–28.6% for each daily sample. Ovarian histological observations indicated that a total of 76.9% fish were in the immature phase, although those in the post-ovulated phase were also observed (5.5%). Accordingly, the results of the present study suggest that the area around the FADs is not necessarily a feeding ground for skipjack tuna, and that spawning is limited around the FADs, although the FADs showed fish aggregating effects.

和歌山県沿岸の表層型浮魚礁周辺で漁獲されたカツオの移動, 食性, 肥満度および成熟を調べた。浮魚礁での標識放流後に再捕された39個体のうち, 25個体が放流元の浮魚礁での再捕であった。胃内容物分析では, 各漁獲日における餌生物の摂餌個体率は0–28.6%であった。卵巣の観察では, 未熟段階が全体の76.9%と多く, 産卵可能な状態の個体は少なかった。以上より, 浮魚礁は高い集魚効果が示唆されたが, その周辺は必ずしも摂餌場となっているとは限らず, 産卵規模は小さいと考えられた。

紀伊水道におけるクマエビの卵巣の組織学的観察に基づく 成熟と産卵期

武田崇史・高橋芳明・安江尚孝

和歌山県水産試験場，和歌山県東牟婁郡串本町，649-3503

Maturation and spawning season of green tiger prawn *Penaeus semisulcatus* in the Kii Channel based on ovarian histological observations

Takashi TAKEDA, Yoshiaki TAKAHASHI and Naotaka YASUE

Wakayama Prefectural Fisheries Experiment Station, Kushimoto 1557-20, Kushimoto, Higashimuro, Wakayama 649-3503, Japan

Abstract

The present study aimed to provide accurate information on maturation and spawning season of green tiger prawn *Penaeus semisulcatus* in the Kii Channel based on ovarian histological observations. The observation showed that vitellogenesis began in April and ended in August. Based on the occurrence of cortical crypts (ripe oocyte), the spawning season of green tiger prawn lasted from June to August with the peak spawning of July in the Kii Channel.

本研究は、卵巣の組織学的観察に基づいて、紀伊水道に生息するクマエビ *Penaeus semisulcatus* の成熟と産卵期に関する正確な情報を提示することを目的とした。組織学的観察の結果、クマエビの卵黄蓄積は4月に開始し、8月に終了していた。表層胞（成熟した卵母細胞）の出現を指標とすると、紀伊水道に生息するクマエビの産卵期は6月から8月であり、産卵盛期は7月であると判断された。

和歌山県農林水産試験研究機関研究報告
第 1 1 号

発行 令和 5 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
