

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

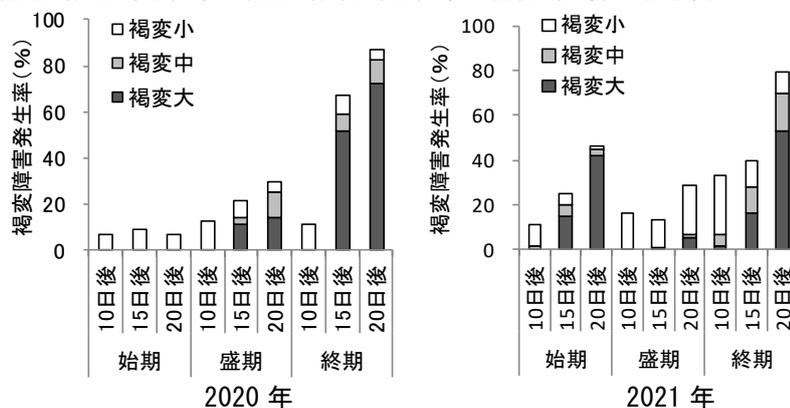


図 3 果実の採取時期および保存期間と障害果発生率（5°C 保存）

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

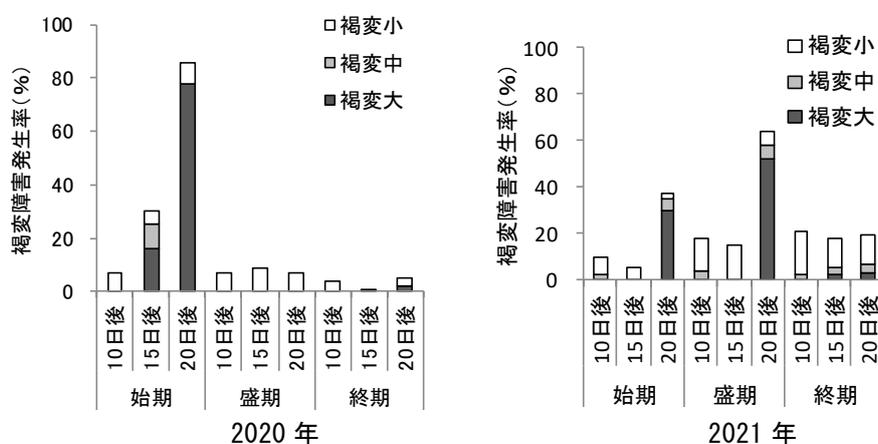


図4 果実の採取時期および保存期間と障害果発生率（0℃保存）

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

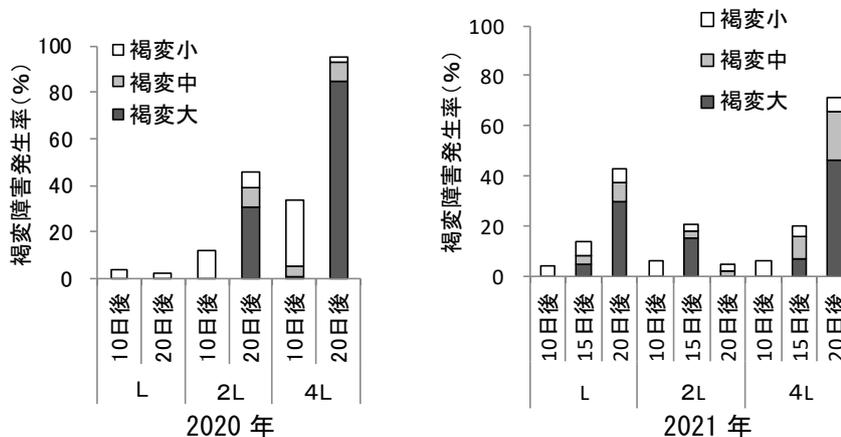


図 5 果実の階級および保存期間と障害果発生率（5℃保存）

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.