

包装資材の違いがウメ ‘南高’ の貯蔵中の褐変障害発生および 果実品質に及ぼす影響

田嶋皓・大江孝明¹・金丸丈能²・道上想・沼田晃千月・梶野高志²

和歌山県果樹試験場うめ研究所

Effects of Different Packaging Products on the Browning Disorder and Fruit Quality of ‘Nanko’ Japanese Apricot During Storage

Hikaru Tajima, Takaaki Oe¹, Takenori Kanamaru², Sou Michiue, Kiseki Numata and Takashi Kajino²

Japanese Apricot Laboratory, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Prefecture

緒 言

ウメは和歌山県において、産出額がミカンに次ぐ基幹品目であるが、近年は国内需要に加え、香港や東南アジア諸国においても家庭で梅酒等に加工する需要が増加しており、本県産‘南高’青果はこれらの地域へ輸出されている（森口，2017）。しかし，JAグループから2018年に船便で輸出されたウメの多くで褐変障害が発生する問題が生じ，現在は高コストな航空便による輸出が行われている。

褐変障害は，果実内部や果皮周辺が褐色化する生理障害であり，その発生には果実の成熟度や貯蔵環境が大きく関与することが，さまざまな果樹で報告されている。例えば，リンゴの貯蔵においては，成熟が進んだ果実ほど貯蔵中の褐変障害発生率が高まることが示されている（Kweon et al., 2013）。また，貯蔵中のガス組成に関して，高濃度CO₂条件下では果実内部の代謝が変化し，嫌気呼吸の促進やエタノール・アセトアルデヒドの蓄積が生じやすく，複数の果樹において褐変障害が発生する可能性が報告されている（Imahori et al., 1998）。本県でも上記記事の発生を受け，果実収穫後の保存条件（大江ら，2023）や果実の熟度および果実サイズ（大江ら，2024）と褐変障害発生との関連について報告がなされており，包装資材内のCO₂濃度が高い条件下で褐変障害の発生が増加する傾向が確認されている。また，ウメは熟度の進行に伴い果皮の黄化が進むが，海外での販売に際して，黄化果実は劣化した果実とみなされ商品性が低い（森口，2017）。青果の主要な輸出先である香港への船便での輸出では，収穫から販売まで2週間程度（土田ら，2016），シンガポールやマレーシアではさらに長期間を要するため，青果の長期貯蔵が可能となる鮮度保持技術が必要である。

以上のように，果実の成熟度，貯蔵環境および包装資材内のガス組成と果実褐変障害との関係については一定の知見が蓄積されているが，実際の生産・流通現場で使用される各種包装資材の違いが，褐変障害の発生および果実品質に及ぼす影響については，十分に検討されていない。特に，船便輸出を想定した長期低温貯蔵や，輸送中に高温条件に曝露された場合における品質維持に適した包装資材の検討は，船便輸出再開に向けて必要不可欠である。

¹現在：和歌山県農林水産部農林水産政策局研究推進課

²現在：和歌山県農林水産部農業生産局経営支援課

そこで本研究では、複数の包装資材を用いてウメ‘南高’を貯蔵し、褐変障害の発生状況および果実品質の変化を比較検討することを目的とした。本研究により、褐変障害の発生および果皮の黄化を抑制し、高品質な青果を長期貯蔵できる包装資材の選定を行い、船便輸出に適した貯蔵・流通技術の確立に資する知見を提供することを目指す。

材料および方法

試験 1 包装資材の違いが冷蔵貯蔵後の褐変障害および果実品質に及ぼす影響

2021 年から 2024 年にかけて、和歌山県果樹試験場うめ研究所（日高郡みなべ町東本庄）で収穫した‘南高’果実を供試した。果実の階級は、青果輸出における中心階級である 2L（約 30g）および 3L（約 36g）とした。果実は収穫日にコンテナに入れ、大江ら（2023）と同様、5°C で 1 日間予冷した後、10kg ずつ各種包装資材で包装し、10kg 段ボール箱に入れて 5°C で貯蔵した（図 2）。包装資材として、2021 年は P プラスウメ用（住友ベークライト社製）を二重にして使用した。対照区には、輸出当初に使用されていたオーラパック（ベルグリーンワイズ社製）を用いた。2022 年以降は、冷蔵による長期貯蔵に適した包装資材の探索を目的として、フィルム素材および孔数の違いによりガス透過量が調節された P プラス各種資材の間で比較を実施した。なお、P プラス各種はすべて同じ大きさであった。

2022 年以降の処理区は、ウメ用の一重包装（以下、ウメ用一重）、ウメ用の二重包装（以下、ウメ用二重）、ブロッコリー用、リンゴ 20kg 用（以下、リンゴ用 20）、リンゴ 10kg 用（以下、リンゴ用 10）、湿度コントロール用（以下、湿度 Con）、対照として貯蔵中に褐変障害の発生が確認されたベジフレッシュ（ホリックス社製）とし、それぞれ開封日を決めた箱を用意した。冷蔵貯蔵後、包装資材内の O₂ および CO₂ 濃度を測定し、その後直ちに開封して褐変障害発生率、果実の黄化程度および結露度合を調査した。なお、各調査は冷蔵貯蔵後に加え、店頭での販売を想定し、さらに 24 時間室温で静置した後に行った。O₂ および CO₂ 濃度は O₂/CO₂ 計（AMETEK 製 CheckPoint3）を用いて測定した。褐変障害発生率は、100 果以上を無作為に抽出し、障害部分の面積に基づいて、褐変大（50% 以上）、中（10~50%）、小（10% 未満）に分類した（図 1）。なお、褐変大および中は青果として販売不可能な程度とした。黄化程度は収穫直後を 0 とし、目視により 0, 2, 4, 6, 8, 10 の 6 段階で評価した（図 3）。結露度合は、果実表面が完全に乾燥している状態を 0、水滴が全面に付着している状態を 10 とし、黄化程度と同様の 6 段階で評価した。その後、果実 10 果を無作為に抽出し、大江ら（2023 年）が‘南高’果実の黄化指標としている赤道部果皮色の h* 値（100 以下を黄化の目安）を分光色差計（日本電色社製 NR11）で測定した。また、果実硬度は大江ら（2023）と同様に、レオメーター（サン科学社製）で直径 5 mm の円柱プローブ 1 mm 侵入時の値を測定した。



図1 褐変障害果
(左から褐変障害小・中・大)



図2 包装の様子

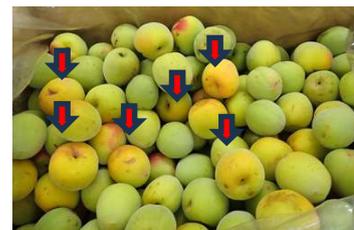


図3 黄化した果実(矢印)

試験2 包装資材の違いが高温遭遇後の褐変障害および果実品質に及ぼす影響

試験1と同様、各種包装資材で包装した果実を10kg段ボール箱に入れ、5℃で貯蔵した。輸送中の船舶輸送とトラック輸送間の積み換えを想定し、冷蔵貯蔵中に一度庫内から出し、24時間室温に遭遇させ、再冷蔵する処理を行った。2024年は、冷蔵貯蔵23日後に室温に遭遇させ再冷蔵した。さらに11日後(貯蔵35日後)に開封し、包装資材内の O_2 および CO_2 濃度を測定し、その後直ちに開封して褐変障害発生率、黄化程度および結露度合を調査した。続いて、果実10果を無作為に抽出し、果皮色 h^* 値および果実硬度を測定した。2025年は、対照に袋なし区を設定したうえで、冷蔵貯蔵4日後に室温に遭遇させ再冷蔵した。さらに15日後(貯蔵20日後)に2024年と同様の方法で調査を行った。なお、2025年は貯蔵7日後に開封せず目視で褐変障害発生率のみ追加調査を行った。調査方法は試験1と同様の方法を用いた。

試験3 Pプラスリング用による包装が長期貯蔵後の褐変障害および果実品質に及ぼす影響

2024年までの調査で貯蔵性に優れると考えられたPプラスリング用を用いて、長期冷蔵貯蔵後の褐変障害および果実品質を調査した。2025年にリング用20およびリング用10で包装した果実を10kg段ボール箱に入れ5℃で貯蔵した。対照は袋なし区とした。貯蔵7日後に包装資材を開封せず、目視で褐変障害発生率のみ調査した。20, 28, 40日後は開封し、 O_2 および CO_2 濃度、褐変障害発生率、黄化程度、結露度合を調査した。その後果実10果を無作為に抽出し、果皮色 h^* 値、果実硬度を調査した。調査方法は試験1と同様の方法を用いた。

なお、今回の試験で供試した2024および2025年の‘南高’果実は、ほぼすべてが雹害による傷果であったが、傷口が癒合し乾燥していたため、褐変障害や黄化への影響はないものとして調査に用いた。

結 果

試験1 包装資材の違いが褐変障害および果実品質に及ぼす影響

(1) 褐変障害発生率

2021年の褐変障害発生率は、オーラパックでは貯蔵期間が長くなるほど高くなったのに対し、ウメ用二重では20日後まで10%以下を維持した(図4左)。また、さらに室温で保存した後も同様の傾向であった(図4右)。さらにオーラパックは褐変大の発生率が高かった。

2022年は貯蔵20日後の果実の褐変障害発生率はウメ用二重、ブロッコリー用およびベジフレッシュで10%以下と低かった(図5左)。室温で24時間保存したあとはいずれも10%以上となった(図5右)。2023年は貯蔵20日後までの褐変障害発生率はウメ用一重、二重、ブロッコリー用で

10%以下と低かったが、ベジフレッシュでは10%以上となった(図6左)。貯蔵20日後室温で24時間保存したあとは、ウメ用二重、ブロッコリー用で10%以下を維持した(図6右)。2024年は貯蔵23日後の褐変障害発生率がいずれも10%以下と低く、室温で24時間保存したあとは、ウメ用二重、ブロッコリー用、リンゴ用20、湿度Conで10%以下を維持した(図7)。

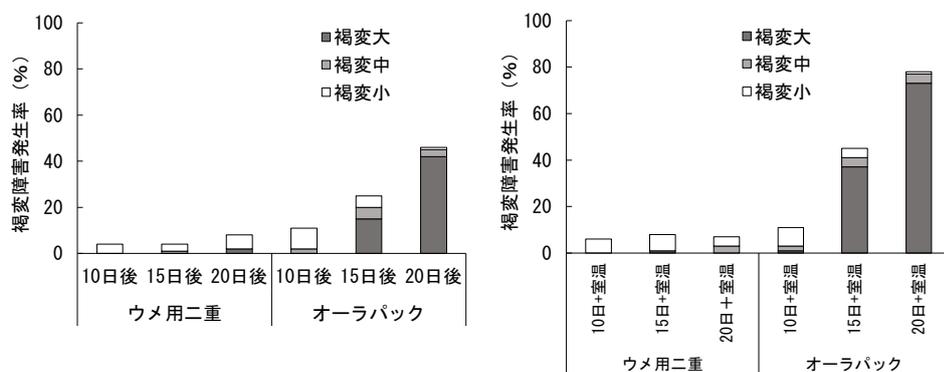


図4 各包装資材と褐変障害発生率(2021年, 左:貯蔵後, 右:貯蔵後24時間室温で保存)

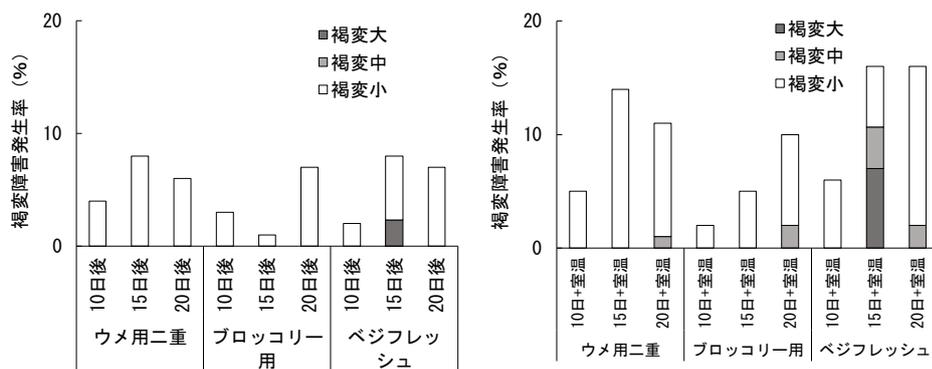


図5 各包装資材と褐変障害発生率(2022年, 左:貯蔵後, 右:貯蔵後24時間室温で保存)

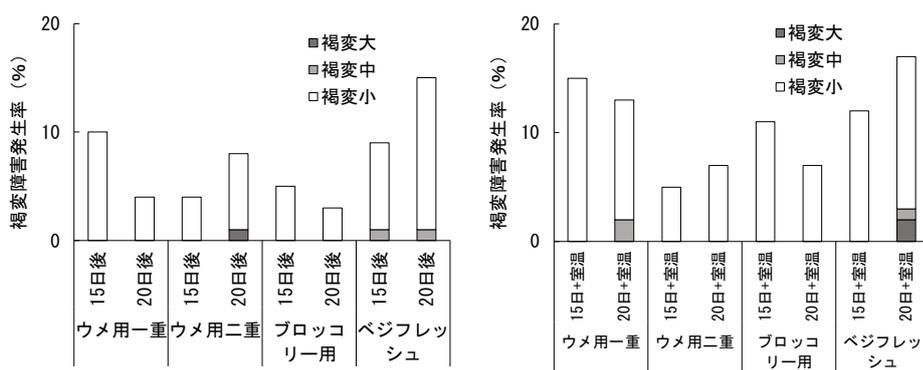


図6 各包装資材と褐変障害発生率(2023年, 左:貯蔵後, 右:貯蔵後24時間室温で保存)

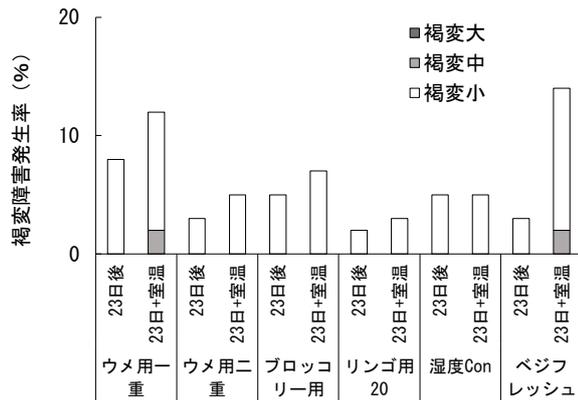


図7 各包装資材と褐変障害発生率 (2024年)

(2) 果皮色，果実硬度および包装資材内の結露度合とガス組成

黄化程度と果皮色 h^* 値について，2021 年はウメ用二重で黄化程度は 2 であったが，果皮色 h^* 値はいずれも 100 以上で緑色を維持した（表 1）．2022，2023 年はうめ用一重，二重，ブロッコリー用，ベジフレッシュで黄化程度 0～4 であったが，果皮色 h^* 値はいずれも 100 以上で緑色を維持した．2024 年はウメ用二重，リンゴ用 20，ベジフレッシュで黄化程度 2～4，果皮色 h^* 値は 100 以上であったが，その他の区は 100 未満となり，店頭での販売が不可能な程度まで黄化した．

2023 年はウメ用二重の果実硬度が他の区より高く，2024 年ではウメ用二重，リンゴ用 20 の果実硬度がウメ用一重およびブロッコリー用より高かった．

結露度合について，2021，2022 年はいずれの区でも発生はみられなかったが，室温保管後は，オーラパックで結露度合 6（2021 年），ウメ用二重で 8（2022 年）と多くの結露がみられた（表 2）．2023 年以降はいずれの区も，ベジフレッシュより結露度合が小さかった．室温保管後のガス組成について， O_2 濃度はウメ用二重で低く，ブロッコリー用で高い傾向であり，ベジフレッシュで CO_2 濃度が高い傾向であった．

表 1 各包装資材と果実品質 (2021-2024 年)

年次	包装資材	収穫日		貯蔵後 ^z		
		果皮色h ^v 値 ^y	果実硬度	黄化程度 ^x	果皮色h ^v 値	果実硬度
2021	ウメ用二重	105.6	2.32	2	104.6	1.63
	オーラパック			0	104.4	1.67
	有意差 ^w	-	-	-	n. s.	n. s.
2022	ウメ用二重	110.5	2.00	0	107.4	1.80
	ブロッコリー用			2	105.5	1.55
	ベジフレッシュ			0	106.9	1.87
	有意差			-	-	-
2023	ウメ用一重	109.2	1.99	4	104.9	1.63 b
	ウメ用二重			2	107.7	2.07 a
	ブロッコリー用			2	106.9	1.61 b
	ベジフレッシュ			2	107.7	1.92 ab
	有意差			-	-	-
2024	ウメ用一重	108.1	1.77	8	93.3	0.91 b
	ウメ用二重			4	103.9	1.82 a
	ブロッコリー用			6	98.3	1.13 b
	リンゴ用20			2	104.7	1.65 a
	湿度Con			4	97.2	1.12 b
	ベジフレッシュ			4	100.6	1.42 ab
	有意差	-	-	-	n. s.	*

^z貯蔵後日数は2023年は15日後、2024年は23日後^y平均値 (n=10)、値が低いほど黄化傾向で100未満が販売不可の目安^x0, 2, 4, 6, 8, 10の6段階で大きいほど黄化^wTukeyの多重比較により*は異なる符号間に5%水準で有意差があること、n. s. はないことを示す

表 2 各包装資材内の結露度合とガス組成 (2021-2024 年)

年次	包装資材	貯蔵後 ^z			貯蔵+室温		
		結露度合 ^y	O ₂ 濃度 (%)	CO ₂ 濃度 (%)	結露度合	O ₂ 濃度 (%)	CO ₂ 濃度 (%)
2021	ウメ用二重	0	13.9	8.9	4	3.1	17.0
	オーラパック	0	3.4	23.3	6	0.6	38.1
2022	ウメ用二重	0	6.5	15.6	8	0.6	29.1
	ブロッコリー用	0	17.3	5.3	4	8.9	13.1
	ベジフレッシュ	0	0.9	22.8	4	0.1	39.1
	ウメ用一重	6	17.5	4.7	4	11.0	10.7
2023	ウメ用二重	2	14.8	7.3	4	5.2	14.2
	ブロッコリー用	2	18.2	3.6	4	10.0	10.9
	ベジフレッシュ	6	7.7	12.3	6	0.7	19.5
	ウメ用一重	2	19.9	1.3	6	8.9	11.6
2024	ウメ用二重	2	17.5	4.3	4	3.0	16.8
	ブロッコリー用	0	18.0	4.3	2	11.2	11.3
	リンゴ用20	2	15.3	5.7	4	2.7	15.2
	湿度Con	0	19.6	2.1	4	8.4	14.4
	ベジフレッシュ	4	18.7	2.3	6	5.0	19.3

^z貯蔵後日数は2021-2023年は15日後、2024年は23日後^y0, 2, 4, 6, 8, 10の6段階で大きいほど水滴が多い

試験 2 包装資材の違いが高温遭遇時の褐変障害および果実品質に及ぼす影響

(1) 褐変障害発生率

2024年の貯蔵35日後の褐変障害について、いずれの処理区にも褐変程度中の果実が発生した(図8左)。発生率はウメ用二重、ブロッコリー用、リンゴ用20で15%以下と比較的低かった。

2025年の貯蔵7日後の褐変障害発生率は7日後で袋なし区のみ発生がみられた(図8右)。20日後にはウメ用一重，袋なしで40%前後の発生率であったが，ウメ用二重，リンゴ用20およびリンゴ用10では20%以下と比較的低かった。なお，いずれの年も室温保管中の箱内の最高温度は17℃であった(データ略)。

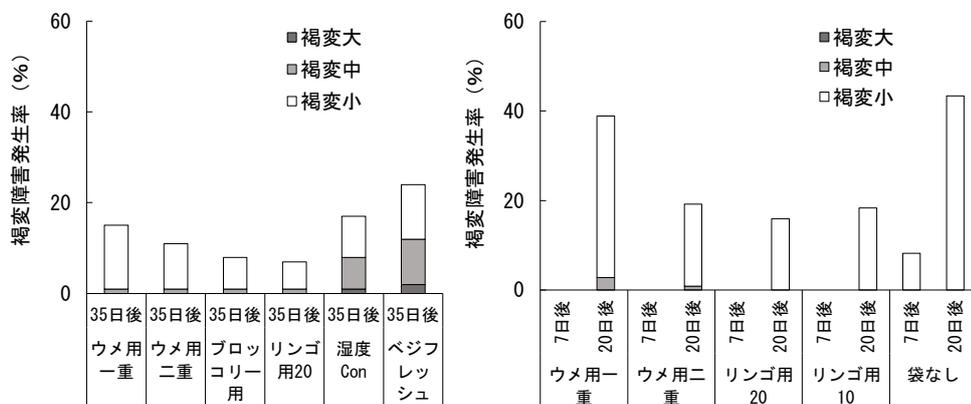


図8 各包装資材と高温処理後の褐変障害発生率(左:2024年 右:2025年)

注) 2024年は5℃(23日間), 室温(24時間), 5℃(11日間)貯蔵後に調査

2025年は5℃(4日間), 室温(24時間), 5℃(2, 15日間)貯蔵後に調査

(2) 果皮色, 果実硬度および包装資材内の結露度合とガス組成

黄化程度と果皮色 h*値について, 2024年は, いずれの区でも黄化が一定程度進んだが, 中でもウメ用一重, 湿度 Con で程度 8 となった。果皮色 h*値はいずれの区でも 100 未満で黄化が進んだが, リンゴ用 20 の値がもっとも高く黄化が抑えられた(表 3)。2025年はウメ用二重, リンゴ用 20, リンゴ用 10 で黄化程度 2, 果皮色 h*値は 100 以上で緑色を維持した。果実硬度は黄化程度が小さいほど値が高く, 軟化が抑えられる傾向であった。袋なしでは果皮の陥没が多数みられた(データ略)。

結露度合について, 2024年はブロッコリー用, 湿度 Con で結露度合 2~4 と少なかった(表 3)。2025年はウメ用二重, リンゴ用 20, リンゴ用 10 で結露度合 4 と少なかった。袋なしでは結露の発生はみられなかった。ガス組成の傾向としては, ウメ用二重で O₂濃度が低い傾向がみられた。

表 3 各包装資材と果実品質と包装資材内の結露度合およびガス組成 (2024-2025 年)

年次	包装資材	収穫日		貯蔵後 ^z			貯蔵後 ^z		
		果皮色h*値 ^y	果実硬度	黄化程度 ^x	果皮色h*値	果実硬度	結露度合 ^w	O ₂ 濃度(%)	CO ₂ 濃度(%)
2024	ウメ用一重			8	90.2 b	0.84	6	19.0	2.6
	ウメ用二重			6	96.1 ab	1.28	6	15.3	6.0
	ブロックリー用	108.1	1.77	6	93.1 ab	0.86	2	18.5	3.4
	リンゴ用20			4	99.5 a	1.37	6	16.1	5.2
	湿度Con			8	93.7 ab	0.92	4	19.9	1.3
	ベジフレッシュ			6	93.9 ab	1.15	6	19.4	1.9
	有意差 ^v	-	-	-	*	n. s.	-	-	-
2025	ウメ用一重			6	98.2 b	0.85 b	6	18.7	3.1
	ウメ用二重			2	106.4 a	1.65 a	4	13.7	8.6
	リンゴ用20	109.9	1.73	2	105.9 a	1.42 a	4	12.4	7.8
	リンゴ用10			2	106.6 a	1.56 a	4	11.0	8.1
	袋なし			8	94.4 b	0.49 b	0	20.5	0.5
		有意差	-	-	-	*	*	-	-

^z貯蔵後日数は2024年は35日後、2025年は20日後

^y平均値 (n=10)、値が低いほど黄化傾向で100未満が販売不可の目安

^x0, 2, 4, 6, 8, 10の6段階で大きいほど黄化

^w0, 2, 4, 6, 8, 10の6段階で大きいほど水滴が多い

^vTukeyの多重比較により*は異なる符号間に5%水準で有意差があること、n. s. はないことを示す

試験 3 P プラスリンゴ用による包装が長期貯蔵後の褐変障害および果実品質に及ぼす影響

(1) 褐変障害発生率

冷蔵貯蔵 7 日後はリンゴ用 20 およびリンゴ用 10 で褐変障害の発生はみられなかったが、袋なしでは発生が確認された (図 9)。冷蔵貯蔵 20 日後以降はすべての区で褐変障害の発生がみられたが、28 日後はリンゴ用 20 で 12%、リンゴ用 10 で 10%と比較的低かった。冷蔵貯蔵 40 日後はいずれの区でも 30%以上となった。

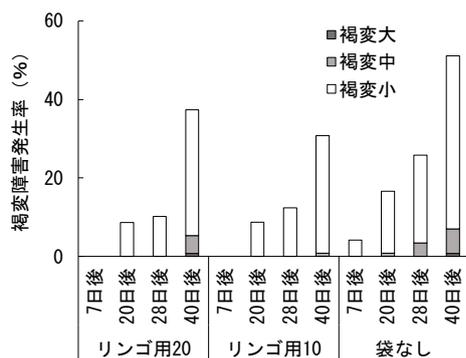


図 9 各包装資材と長期貯蔵後の褐変障害発生率 (2025 年)

(2) 果皮色, 果実硬度および包装資材内の結露度合とガス組成

黄化程度と果皮色 h*値について、貯蔵後 20 日の袋なしでは、黄化程度 8、果皮色 h*値は 100 以下と、店頭での販売が困難な果皮色となったが、リンゴ用 20 およびリンゴ用 10 では黄化程度は 2 と良好な果皮色を維持した (表 4)。28, 40 日後はリンゴ用 20 およびリンゴ用 10 で黄化は進んだ

が、果皮色 h^* 値は 100 以上を維持した。果実硬度は 20 日後に袋なしで 1 以下となり、急速な軟化が進んだが、リンゴ用 20 およびリンゴ用 10 では収穫直後とほぼ変わらない果実硬度を維持した。ガス組成の傾向について、リンゴ用 10 はリンゴ用 20 より O_2 濃度が低い傾向がみられた (表 5)。袋なしでは 20 日後以降果実に多くの低温陥没がみられた (データ略)。

表 4 各包装資材と果実品質 (2025 年)

包装資材	収穫日			20日後			28日後			40日後		
	果皮色 h^* 値	果実硬度 ^z	黄化程度 ^y	果皮色 h^* 値	果実硬度	黄化程度	果皮色 h^* 値	果実硬度	黄化程度	果皮色 h^* 値	果実硬度	
リンゴ用20			2	104.9 a	1.43 a	4	104.3 a	1.60 a	6	101.3 a	1.66 a	
リンゴ用10	109.9	1.73	2	105.3 a	1.49 a	4	106.2 a	1.66 a	4	103.1 a	1.65 a	
袋なし			8	99.8 b	0.72 b	8	95.4 b	0.60 b	8	89.7 b	0.50 b	
有意差 ^w	-	-	-	*	*	-	*	*	-	*	*	

^z平均値 (n=10)

^y0, 2, 4, 6, 8, 10の6段階で大きいほど黄化

^wTukeyの多重比較により*は異なる符号間に5%水準で有意差があること。n. s. はないことを示す

表 5 各包装資材内の結露度合とガス組成 (2025 年)

包装資材	20日後			28日後			40日後		
	結露度合 ^z	O_2 濃度 (%)	CO_2 濃度 (%)	結露度合	O_2 濃度 (%)	CO_2 濃度 (%)	結露度合	O_2 濃度 (%)	CO_2 濃度 (%)
リンゴ用20	2	12.0	7.7	2	13.6	6.8	4	15.1	6
リンゴ用10	2	12.2	6.1	2	6.6	9.9	4	8.5	9.7
袋なし	0	20.5	0.5	0	20.5	0.5	0	20.5	0.6

^z0, 2, 4, 6, 8, 10の6段階で大きいほど水滴が多い

考 察

本試験は、JA グループが船便でウメを輸出した際に多くの果実で褐変が発生したこと (図 1) を契機に開始された。これまでに、収穫後の保存条件 (大江ら, 2023) や果実の熟度および大きさ (大江ら, 2024) が褐変障害の発生に及ぼす影響が報告されている。また、香港への輸送中の品質変化については、複数の梱包方法の中でアルミ蒸着袋が低温障害果の抑制に有効であることが示されている (土田ら, 2016)。本試験では、住友ベークライト社製 P プラスを中心に複数の資材を用い、褐変障害の発生率と、販売時の重要な果実品質となる果皮の黄化程度および果実硬度との関係を調査した。

包装資材の違いによる影響を調査した結果、褐変障害の発生は年次差がみられたものの、複数年でウメ用二重包装が発生を抑える傾向を示した (図 4~7)。また、鮮度指標である黄化程度および果皮色 h^* 値は、2024 年の結果から、ウメ用二重包装、リンゴ 20kg 用、ベジフレッシュで、黄化程度 2~4、 h^* 値 100 以上と高い値を示し、店頭での販売が可能な果皮色を維持した (表 1)。果実硬度は、ウメ用二重包装およびリンゴ 20kg 用で値が高く良好な結果であった。

一方、結露については、果皮褐変との関連が既報で指摘されているが (北野ら, 1984; 大江ら, 2023, 2024)、本試験では 2024 年のベジフレッシュを除き、複数年で一定の傾向は認められなかった (表 2)。ガス組成についても明確な傾向はみられなかったが、 O_2 および CO_2 濃度が大きく変動した条件では褐変障害が多い傾向があり (図 4, 5, 表 2)、何らかの関与が示唆された。

以上より、ウメ用二重包装は複数年で褐変障害と黄化および軟化を抑制し、2024 年の結果からはリンゴ用 20 も同等の効果を有することが示された。ウメ果実は常温では熟度の進行が早いた

め、これまでに鮮度保持期間の延長を目的に様々な研究がなされてきた。ガス交換できる資材で包装を行い資材内にエチレン除去剤を入れると、果実から放出されるエチレンが除去され、鮮度保持期間が延長される（宮崎，1983）ことが報告されているが、多量の果実を出荷するにはコストの面で不利である。本試験で用いた P プラスを始めとする包装資材は、購入数が増えれば価格が安くなるため、多量のウメを輸出する際には有用であると考えられる。なお、海外輸送時の包装資材の活用については、土田ら（2016）がアルミ蒸着袋（福助工業社製）での包装が、低温障害や黄化などの抑制に効果が高いことを示している。しかし、褐変障害や果皮色については未検証であるため、今後、コストの面からも本試験で使用した P プラスとの比較検証が必要と考えられる。

次に、輸出時の船への積み込みや到着後の流通時に冷蔵状態から常温に曝露される状況を想定し、高温遭遇の影響を検討した。5℃貯蔵中に 1 日間室温（最高 17℃）に置いた後再び 5℃に戻した場合、2024、2025 年とも、終始 5℃で貯蔵した場合に比べ褐変障害が増加する傾向が認められた（図 8）。実際の輸送中に温度上昇の可能性があることから（森口，2017）、高温遭遇時でも品質を維持できる資材の選択が重要である。資材別では、ウメ用二重包装、ブロッコリー用、リンゴ 20kg 用およびリンゴ 10kg 用で褐変障害が抑えられ（図 8）、黄化抑制効果はウメ用二重包装、リンゴ 20kg 用およびリンゴ 10kg 用で優れていた（表 3）。リンゴ用は一重で効果がみられたことから、コスト面でも有利であった。

さらに、ウメ用二重包装と同等の効果を示したリンゴ 20kg 用およびリンゴ 10kg 用を用いて長期貯蔵試験を行った。リンゴ 20kg 用およびリンゴ 10kg 用では褐変障害の発生率は同程度で、貯蔵 20 日後まで 10%以下に抑えられた（図 9）。また、黄化程度および果皮色 h^* 値は貯蔵 40 日後まで販売可能な水準を維持した（表 5）。以上より、P プラスのリンゴ 20kg 用およびリンゴ 10kg 用は、1 枚使用でも高い貯蔵効果を示し、コスト面からもウメ‘南高’果実の船便輸出に適した資材であると判断された。ウメ果実は、冷蔵貯蔵中に包装資材内が嫌気状態になりすぎると CO_2 濃度が高まり、褐変障害が発生する（大江ら，2023）。住友ベークライト社製 P プラス各種は、常温での保存を前提に販売されている商品であるが、その中から本試験でウメの長期冷蔵に適した資材を見出すことができた。一方、包装資材内のガス組成と褐変障害や黄化に明瞭な傾向は認められなかったため、そのメカニズムについては、今後より詳細な調査が必要である。

摘 要

本試験ではウメの船便での輸出につなげるため、褐変障害や果実の鮮度を示す果皮色、果実硬度を調査し、ウメ‘南高’果実の冷蔵輸送に適した包装資材を明らかにした。

1. 果実の 5℃貯蔵中の褐変障害および黄化について複数年で調査を行ったところ、P プラスウメ用の二重包装で、もっとも軽減することが明らかとなった。
2. 果実の褐変障害および黄化の軽減に関して、P プラスリンゴ 20kg 用での包装は P プラスウメ用二重包装と同等の効果があつた。
3. 冷蔵貯蔵中に高温（17℃程度）に遭遇した場合でも、P プラスウメ用二重包装、リンゴ 20kg 用およびリンゴ 10kg 用での包装で褐変障害の発生を抑えられることが明らかとなった。
4. P プラスリンゴ 20kg 用およびリンゴ 10kg 用で包装し 5℃で貯蔵した場合、少なくとも 20 日間は褐変障害発生率を 10%以下に抑えられ、コストの面からもウメの船便輸出に適した資材であると判断された。

包装資材をご提供いただいた株式会社ケイネット，株式会社住友ベークライト，また輸出に関する情報提供をいただいたわかやま農業協同組合紀南地域本部に深く感謝の意を表す。

引用文献

- Imahori, Y., M. Kota, Y. Ueda, H. Yoshioka and K. Chachin. 1998. Relationship between low-oxygen induced injury and respiration in several fruits under hypoxia. *Food Preservation Science*. 24: 303-308.
- 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. 和歌山県果樹園試研報. 8: 10-21.
- Kweon, H., I. Kang, M. Kim, J. Lee, Y. Moon, C. Choi D. Choi and C. B. Watkins. 2013. Fruit maturity, controlled atmosphere delays and storage temperature affect fruit quality and incidence of storage disorders of ‘Fuji’ apples. *Scientia Horticulturae*. 20: 60-64.
- 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*. 68(5): 42-46.
- 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.
- 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. 2024. 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. *和歌山県農林水研報*. 12: 17-25.
- 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. *和歌山県農林水研報*. 4: 77-84.