

収穫後のウメ‘露茜’果実へのエチレン処理および光照射による赤色着色促進技術

和歌山県果樹試験場
うめ研究所
大江 孝明

はじめに

ウメ^{つゆあかね}‘露茜’は農研機構果樹茶業研究部門で育成され、2009年に品種登録されたスモモとウメとの種間雑種で、果皮だけでなく果肉まで赤く色づく特徴があり、梅酒や梅シロップなどに加工すると鮮やかな赤色の製品ができることから、その商品性が注目されている（八重垣ら、2012）。和歌山県においても産地化が進められているが、同一樹でも果実熟度がバラつき、地域や年によっては熟しても外観上十分に赤色着色しない。このような着色程度の低い果実を加工した製品は赤い色調が不十分となり、商品価値が低くなる。また、従来のウメ品種と比べて

酸含量が低いこともあり、果実全体が赤く色づく頃に野生動物による食害を受けやすい。その対策のために防御柵や防鳥網などの設置を行う場合は、多大なコストと労力がかかる。

これらを解決するため、収穫後に果実を赤く着色させる技術の開発に取り組んできたので、これまで得られた知見を紹介する。

異なる温度条件下でのエチレン処理による赤色着色促進効果

収穫した果実をそのまま置いても赤色着色は促進されないが、ある濃度以上のエチレン存在下で追熟すると赤色着色が進む（図-1）。この着色進行の程度は追熟時の温度に影響を受

け、15～30℃で4日以上追熟させると赤く着色し、特に20～25℃で濃く着色する。‘露茜’果実（果皮を含む果肉）の主要なアントシアニン^①はシアニジン-3-グルコシドとシアニジン-3-ルチノシドであることから（赤木ら2011）、これらをHPLCにより測定し合計してアントシアニン含量とすると、追熟4日時点のアントシアニン含量は追熟温度20～30℃で多い。ただし、温度が高いほど果実の劣化が早いため、20℃程度でエチレン処理し追熟するのが良いと判断される。

異なる熟度でのエチレン処理による赤色着色促進効果

アントシアニン含量は樹上で着果している状態での増加は緩やかであるが、収穫してエチレン存在下で追熟すると大きく増加する（図-2）。また、樹上で赤く着色させて収穫する場合は適熟期（果面の8割程度が赤く着色）に収穫した果実では、エチレン処理によるアントシアニン含量の増加が小さく、反対に未着色の果実ではエチレン処理しても部分的に緑色が残るもの（図-3、以下不完全着色果）が多くみられる。よって、‘露茜’果実を追熟により赤く着色させ、アントシアニン含量を効率良く増加させるには、赤く色づき始めた頃の「やや未熟な果実」を追熟するのが適当と判断される。

次に、「やや未熟な果実」を判断する指標について述べる。着色の濃さを0（無着色）～5（濃く着色）とし、

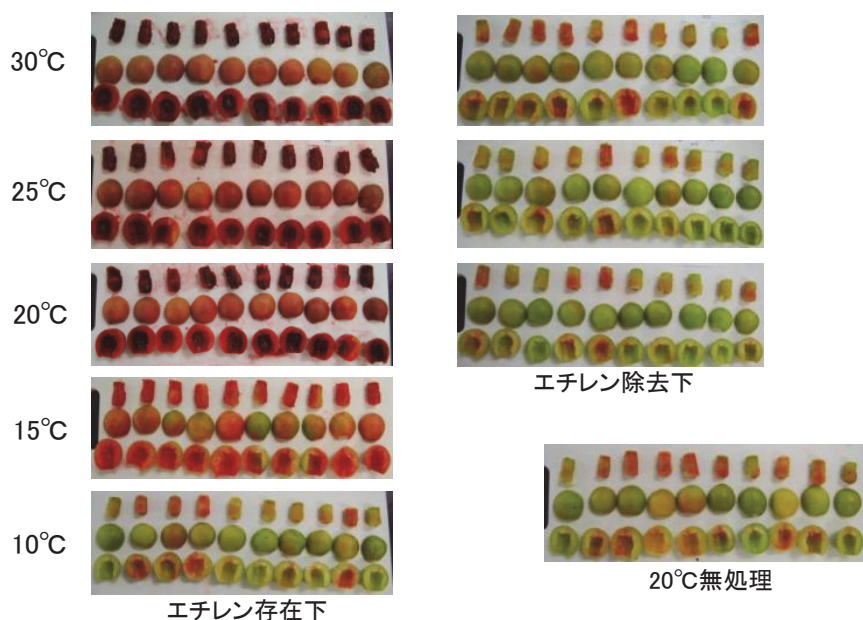


図-1 貯蔵温度、エチレン処理の有無の違いと追熟後の果皮および果肉の着色（大江ら、2016）
注）着色開始期の果実を追熟して4日後
エチレン存在下はエチレン発生剤、エチレン除去下はエチレン除去剤を同封して追熟

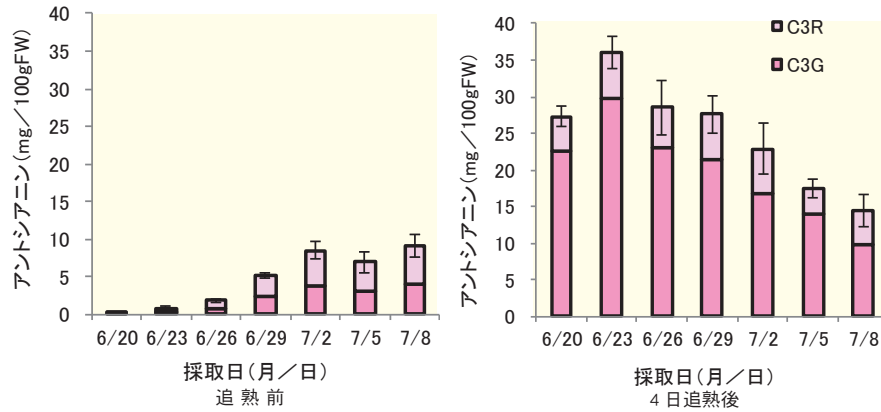


図-2 採取日の異なる果実における追熟前後のアントシアニン含量 (大江ら 2016)
 注) C3G はシアニジン-3-グルコシド, C3R はシアニジン-3-ルチノシドを示す
 樹上で赤く着色させて収穫する場合の適熟期 (8割着色) は 7/8
 バーは標準誤差を示す

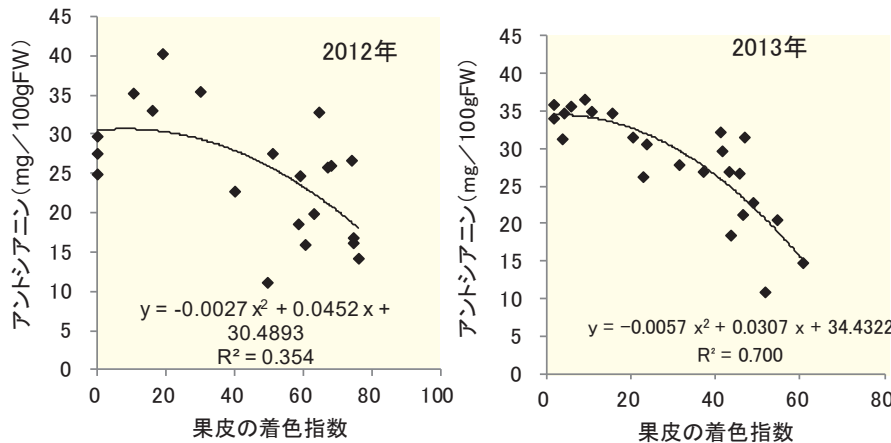


図-4 果皮の着色指数と追熟後のアントシアニン含量との関係 (大江ら 2017)
 注) 追熟日数は 4 日

各濃さの部分果実表面に占める割合を目視で 5% 刻みで調査し、それぞれ a ~ f% として $(b+2c+3d+4e+5f) / 5$ の式で収穫時の果皮の着色指数 (指数の範囲は 0 ~ 100) を算出すると、着色指数は成熟とともに増加傾向を示す。4 日追熟後のアントシアニン含量を不完全着色果を除いて比較すると、収穫時の着色指数が 10 程度の果実で最大となる (図-4)。また、収穫時の着色指数が 10 を超えた時期から不完全着色果の発生が大きく減少する。一方、収穫時の着色指数が 40 を超えるほど追熟後の果実が外観上黄色みを帯び十分に赤くならず、アントシアニン含量が少なくなる。この結果を踏まえ、生産現場で簡易に収穫適期を判断できるよう、収穫時の果皮の着色

程度と追熟後の果肉の着色程度との関係を段階的に示したカラーチャートを作成し (北村ら 2018, 図-5)、生産者に対し JA へ出荷する果実についてはカラーチャートに基づいて収穫するよう推進している。

このように、野生動物による食害を防ぐことができ、樹上で熟した果実よ

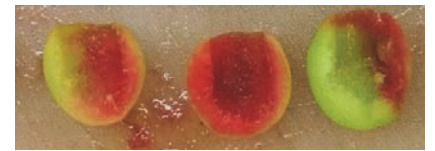


図-3 不完全着色果

りもアントシアニン含量が大幅に高まることから特許登録している (「梅類果実の赤化法」, 特許第 5796825 号)。なお、追熟した果実は樹上の果実とアントシアニン成分の組成が異なるが、加工品の色調に対する影響はみられない。本技術により着色の安定化が図られたため、メーカーによる加工原料としての需要に加え、近年では追熟した果実を生果として販売する市場からの需要も高まっている。このため、プレハブ式処理庫を用いたより効率的な追熟方法を和歌山県内の産地 JA 等とともに開発・実用化し、一度に数トンの果実を追熟できる体制を確立している (大江ら 2021)。

追熟中の光照射による赤色着色促進効果

上述のように、カラーチャートに基づいて収穫・出荷するよう推進しているものの、他品種との収穫時期の重なりもあり、採り遅れた果実が混入し追熟後に十分に赤くならない果実がみられることから、着色程度をより高める

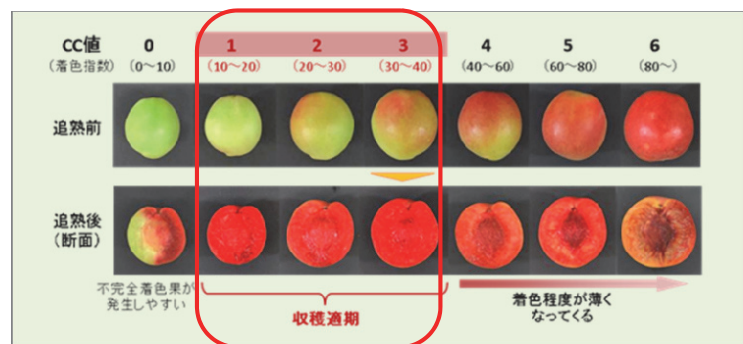


図-5 '露茜' 用カラーチャート (北村ら 2018)

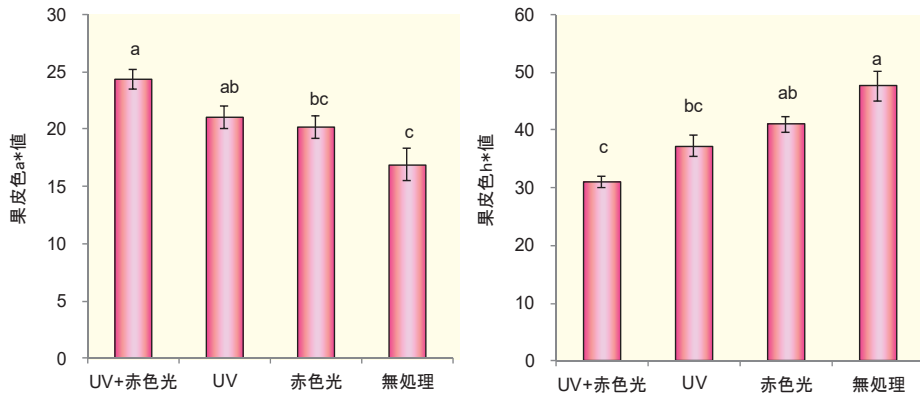


図-6 追熟中果実への光照射と果皮色
注) Tukeyの多重検定により異符号間に5%水準で有意差あり
バーは標準誤差を示す

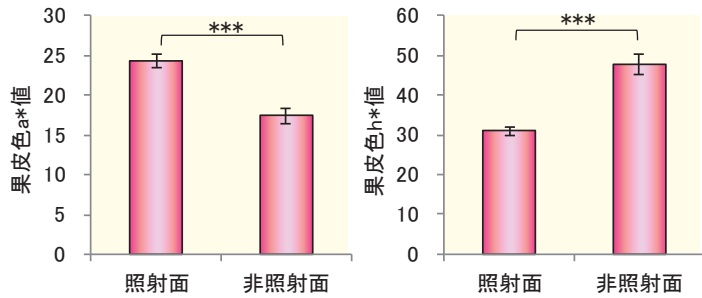


図-7 追熟中果実への光照射と照射面および非照射面の果皮色
注) t検定により***は0.1%水準で有意差があることを示す
バーは標準誤差を示す

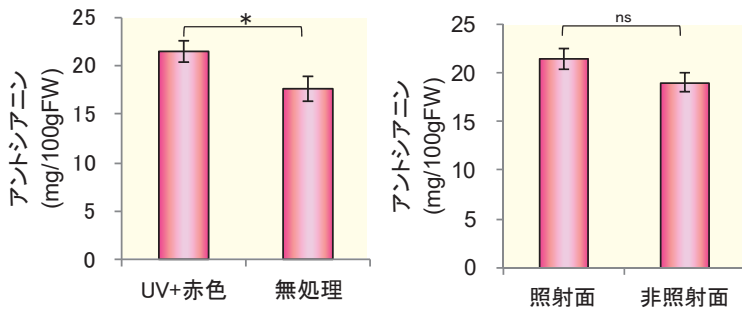
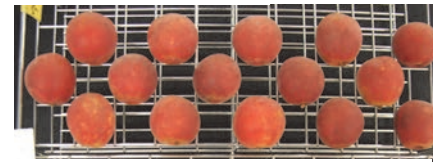


図-8 追熟中果実への光照射と照射面のアントシアニン含量
注) t検定により*は5%水準で有意差があること、nsは有意差がないことを示す
バーは標準誤差を示す

UV+赤色 (照射面)



UV+赤色 (非照射面)



無処理 (反対面)



図-9 追熟中果実への光照射と果実外観

(ピーク波長 305nm) または赤色光 (ピーク波長 660nm, 波長を絞るためのカラーパイプをランプに装着) を照射する区 (以下, UV区, 赤色区) 並びにそれらを同時照射する区 (以下, UV+赤色区) を設置した。また, 光非照射の無処理区も設置した。

まず, 追熟に適した熟度で収穫した果実を供試したところ, UV+赤色区は赤色区および無処理区に比べて照射面の赤みが強く, 赤みを示す果皮色 a* 値が大きく, 色相角度を示す果皮色 h* 値 (本試験では値が小さいほど赤い) が小さかった (図-6)。また, 照射面は非照射面に比べ果皮色 a* 値が大きく, h* 値が小さかった (図-7)。アントシアニン含量は, UV+赤色区の照射面は無処理区に比べて多く, UV+赤色区の照射面は非照射面に比べ多い傾向であった (図-8)。次に, 追熟に適した熟度よりも熟度を進めて収穫した果実を供試し, UV+赤色区および無処理区について調査したところ, UV+赤色区の照射面は無処理区に比べて赤みが強かった (図-9)。また, アントシアニン含量は, UV+赤色区の照射面は無処理区に比べて多く, UV+赤色区の照射面は非照射面

追熟方法を検討することとした。リンゴやブドウにおいて, 収穫後果実への UV-B と可視光の照射で着色程度が高まるとの報告があり (Arakawa 1988 ; Kataoka *et al.* 2003), 筆者らも収穫後のウメ '南高' 果実に UV-B と赤色光を同時照射すると, 照射面の果皮が赤く着色することを明らかにしている (大江ら 2012)。また, 着果状態の '露茜' 果実を遮光すると, 果肉は赤く着色するものの果皮はほとん

ど着色しないことを明らかにしている (大江ら 2013)。すなわち, '露茜' の果皮の着色には光が関与すると考えられる。そこで, 追熟時の光照射による果実の赤色着色促進効果について検討したので次に紹介する。

20℃の室内において, ガス透過性の低い機能性段ボール箱に果実とエチレン発生剤 (熟れごろ, 日園連) を入れ 48 時間処理した。その後, 20℃の人工気象室内に果実を移し, UV-B

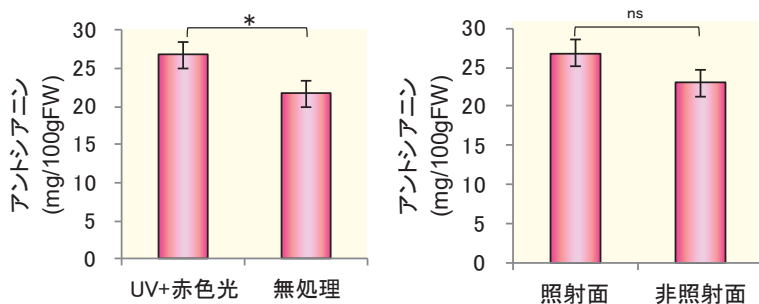


図-10 追熟中果実への光照射と照射面のアントシアニン含量

注) t検定により*は5%水準で有意差があること、nsは有意差がないことを示す

左図のUV+赤色光は照射面、右図はUV+赤色光での比較

に比べ多い傾向であった(図-10)。

おわりに

以上のように、収穫後の果実をエチレン存在下で追熟することで着色やアントシアニン含量が大きく増加し、その増加程度は温度や熟度に影響を受けることが明らかとなった。また、着色やアントシアニン含量は追熟時の光環境にも影響を受けることが明らかとなり、追熟による着色増大程度が小さい熟度が進んだ果実でもUV-Bと赤色光の同時照射で照射面の着色が促進し、アントシアニン含量が高まる傾向とな

ることが明らかとなった。追熟中の光照射については効率的な照射方法として、より短時間の照射での効果、照射のタイミングおよび果面全体に着色させる方法の検討が今後必要である。

参考文献

- 赤木知裕ら 2011. 梅果実の紅色色素に関する研究. 農化講演集, 237.
- Arakawa, Osamu 1988. Photoregulation of anthocyanin synthesis in apple fruit under UV-B and red light. *Plant Cell Physiol.* 29, 1385-1389.
- Kataoka, Ikuo *et al.* 2003. Role of ultraviolet radiation in accumulation of anthocyanin in berries of 'Gros Colman' grapes (*Vitis vinifera* L.). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 72,

1-6.

- 北村祐人ら 2018. ウメ'露茜'果実の大量追熟法およびそれに適した収穫時期簡易判定法の開発. 和歌山農林水研報 6, 37-50.
- 大江孝明ら 2012. 収穫後のウメ'南高'果実への光照射が紅色着色に及ぼす影響. 園学研 11(別)1, 75.
- 大江孝明ら 2013. ウメ'露茜'果実の熟度と着果条件がアントシアニンの蓄積およびその他の機能性成分含量に及ぼす影響. 園学研 12, 411-418.
- 大江孝明ら 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機能性成分含量に及ぼす影響. 園学研 15, 439-444.
- 大江孝明ら 2017. アントシアニン増量のための追熟に適したウメ'露茜'果実の収穫指標. 和歌山農林水研報 5, 91-98.
- 大江孝明ら 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. 和歌山農林水研報 9, 印刷中.
- 八重垣英明ら 2012. ウメ新品種'露茜'. 果樹研報 13, 1-6.

統計データから

農業経営体数 (2020年農林業センサスから その2)

農林業センサスは全ての農林業の経営体を対象に5年に一度行われる調査で、2020年2月1日調査結果の概要が農林水産省から公表されている。

全国の農業経営体(耕地面積30a以上か、販売額が50万円以上の経営)は107万6千経営体で、5年前の2015年に比べ30万2千経営体(21.9%)が減少している。15年前の2005年の200万9千経営体のほぼ半分に近く減少している。

農業経営体のうち減少しているのは、個人経営体(103万7千経営体)で、5年前に比べ30万3千経営体(22.6%)減少した。

その一方、団体経営体(3万8千経営体)は1千経営体(2.6%)増加している。

団体経営体のうち法人経営体は3万1千経営体で、5年前に比べ4千経営体増加している。この結果、団体経営体に占める法人経営体の割合は80.1%となり、その法人経営体では、会社法人は2万経営体、農事組合法人は7千経営体となり、5年前に比べそれぞれ3千経営体、1千経営体増加している。

家族経営が大量に離農する傍ら、一部で経営の法人化・企業化が進んでいる。(K.O)

表 農業経営体数とその組織形態別の内訳

(単位:千経営体)

区分/年	農業経営体	増減率(%)	組織形態別					
			個人経営体	団体経営体	法人経営体	農事組合法人	会社法人	その他
2010	1,679		1,644	36	22	4	13	5
2015	1,377	△18.0	1,340	37	27	6	17	4
2020	1,076	△21.9	1,037	38	31	7	20	4