

# キウイフルーツ「甘うい」における収穫後の貯蔵期間と追熟処理後の保存温度が 果肉色の変化に及ぼす影響

竹内菜恵\*・江嶋亜祐子・増本憲考

キウイフルーツ「甘うい」の収穫後の貯蔵期間と追熟処理後の保存温度が果肉色の変化に及ぼす影響を明らかにするため、収穫時に緑色が残っていた果実を4週間または8週間貯蔵し、追熟処理後に8℃または15℃で保存して果肉色、果実品質（果実硬度、糖度、酸含量）、果肉中のクロロフィル含量およびクロロフィラーゼ活性の変化について調査した。8℃保存と15℃保存では、保存7日後まで果実硬度、糖度および酸含量で試験区間の差がほとんど認められなかった。しかし、果肉色では差が認められ、8℃保存では緑色に変化がなかったのに対し、15℃保存では黄変した。果肉中のクロロフィル含量も果肉色と同様に8℃保存では変化がなかったのに対し、15℃保存では減少した。また、8週間貯蔵した果実のほうが4週間貯蔵した果実よりも果肉色およびクロロフィル含量の変化が大きかった。4週間貯蔵した果実のクロロフィラーゼ活性は8℃保存と15℃保存で有意な差が認められなかった。これらのことから、追熟処理後の「甘うい」の果肉色の黄変にはクロロフィル含量の減少が関わっており、この黄変の程度は収穫後の貯蔵期間と追熟処理後の保存温度相互の影響を受けることが明らかになった。

[キーワード：クロロフィル、クロロフィラーゼ、保存温度、果肉色、キウイフルーツ]

The Effects of Storing Period before Ripening and Storing Temperature after Ripening on the Flesh Color of Kiwifruit 'Amawi'. TAKEUCHI Nae, Ayuko ESHIMA and Noritaka MASUMOTO (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 7: 40-45 (2021)

The effects of the storage period before ripening and the storage temperature after ripening on the flesh color of kiwifruit 'Amawi' were investigated. The hue angle, which expresses the green level of flesh color, became smaller and was approximately 105 in fruits stored at 15 °C; however, that of the fruits stored at 8 °C hardly changed. This indicated that the flesh color in the fruits stored at 15 °C changed to more yellow than that of the fruits stored at 8 °C. The content of chlorophyll and green pigment in the fruits stored at 15 °C also decreased as the flesh color changed. The activity of chlorophyllase was not different between the fruits stored at 8 °C and 15 °C. These results revealed that the decrease in chlorophyll content was involved in the color change of ripened 'Amawi' flesh, and that the degree of color change was affected by the storage period before ripening and the storage temperature after ripening.

[Key words: Chlorophyll, Chlorophyllase, Flesh color, Kiwifruit, Storing Temperature]

## 緒言

福岡県は、キウイフルーツ生産量が愛媛県に次いで全国2位であり（農林水産省2019）、主要な栽培品種は緑色系品種の「ヘイワード」である。「ヘイワード」等の緑色系品種は、1990年代までは世界的にも市場流通の大部分を占めていたが、2000年代に入ってから黄色系品種を中心に新品種の開発が積極的に進められ（福田2009）、日本でも香川県の「さぬきゴールド」や神奈川県「片浦イエロー」などの黄色系品種が育成されている（福田ら2006、鈴木ら2010）。福岡県においても2005年より独自のキウイフルーツ育種に取り組み、2013年に黄色から黄緑色を帯びた果肉色が特徴の「甘うい」を育成した（朝隈ら2014）。

「甘うい」の果肉は、果実が未熟な段階では緑色を呈し、熟度が進むにつれて黄緑色～黄色へと変化する。しかし、販売された果実の一部に緑色が残ったままの果実が混在し、「甘うい」のブランド化を推進する上で改善が求められている。この緑色が残存する果実に関して、収穫時点での果肉色が黄色になることを目指して栽培面での原因解明と対策について検討されている。一方、収穫時点で果肉が緑色の果実は追熟・保存後も緑色が抜けないことが多いが、一部の果肉では黄変する事例もあることから、貯蔵・

追熟・保存条件が果肉の色調に何らかの影響を及ぼすと考えられた。

キウイフルーツの果肉の緑色はクロロフィルによるものである（渡辺・高橋1999）。緑色系キウイフルーツ品種では成熟期においてもクロロフィル含量が低下することはないが、黄色系品種では樹上での成熟に伴ってクロロフィル含量が減少する（Montefiori *et al.* 2009）。このとき、果肉中のカロテノイド含量の増加は認められないことから、クロロフィル含量が減少することで果肉中のカロテノイドの色が現れ果肉が黄変すると考えられている。クロロフィル分解機構の一つとして、クロロフィラーゼがクロロフィルをフィトールおよびクロロフィリドへと分解する経路が知られている。この分解経路はウンシュウミカンの果皮やミツバの黄変に関わっていると報告されている（下川ら1994, Yamauchi *et al.* 1995）。しかし、キウイフルーツ果実のクロロフィル分解機構については明らかにされておらず、クロロフィラーゼに関する報告も見当たらない。これに加えて、現在、追熟処理後の「甘うい」は温度管理が行われていないトラックで輸送されているが、他の青果物との混載の観点から低温トラックによる8℃での輸送についての要望があがっている。

そこで本研究では、収穫後の貯蔵期間や追熟処理後の保

存温度によって緑色果実の果肉色が十分に黄変するかを明らかにすることおよび 8℃での保存が果実品質に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、収穫後の貯蔵期間および追熟処理後の保存温度を変えて試験を行った。試験では、まず収穫後の貯蔵期間を 4 週間と 8 週間の 2 つに分け、さらに追熟処理後の保存温度を低温トラックの庫内温度である 8℃と「甘うい」が出荷される 10~11 月の福岡県八女市の平均気温である 15℃の 2 つに分けた。その後、果肉色および果実の状態を知る上での基礎的なデータとしての果実硬度等の果実品質、果肉中のクロロフィル含量およびクロロフィラーゼ活性を測定し、収穫後の貯蔵期間と追熟処理後の保存温度が「甘うい」の果肉色の変化に及ぼす影響について調査した。さらに、果肉色の変化を引き起こすためには 15℃保存を継続する必要があるのか否かを確認するため、追熟処理後の 15℃での短期間保存が果肉色に及ぼす影響について調査したので報告する。

## 材料および方法

### 試験 1 収穫後の貯蔵期間および追熟処理後の保存温度が果肉色に及ぼす影響

貯蔵期間の違いおよび追熟処理後の保存温度の違いが果肉色等に及ぼす影響を調査した。

#### 1 供試材料

2019 年 10 月中旬に福岡県八女市で収穫された果肉に緑色が強く残る「甘うい」果実（M~2L サイズ、100 g ~ 144 g）を厚さ 20μm のポリエチレンフィルム（縦 100cm × 横 90cm）で約 100 果ずつ大袋包装した後、2℃の低温庫で貯蔵した。貯蔵期間は 4 週間および 8 週間とした。出庫後、20℃、エチレン濃度 100ppm で 24 時間追熟処理を行った。エチレン除去後は厚さ 25μm の有孔延伸ポリプロピレンフィルム（縦 34cm × 横 23cm）で 6 果ずつ包装し、低温トラックの庫内温度である 8℃または「甘うい」が出荷される 10~11 月の八女市の平均気温である 15℃に設定したインキュベーターで 1~7 日間保存した後以下の試験に供した（第 1 表）。

第 1 表 各試験の貯蔵期間と保存温度

貯蔵期間	追熟処理後経過日数							供試試験
	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	
4週間 (2試験区)	8℃							試験 1, 試験 2
	15℃							
8週間 (4試験区)	8℃							試験 1, 試験 3
	15℃							
	15℃			8℃				
	15℃		8℃					

#### 2 品質調査

果肉色の調査に先立ち、果実の状態を知る上での基礎的なデータとして、果実硬度、糖度および酸含量を調査した。果実硬度は、果実硬度計 KM-5（株式会社藤原製作所製）の円錐プランジャーを用いて果実赤道上の対角 2 か所を外側から貫入して測定した。測定後は果実赤道面で切断し、

以下の果肉色測定に用いた。その後、果肉を約 10 g ずつ採取し、試験 2 のクロロフィル含量およびクロロフィラーゼ活性の測定に供するまで -80℃で保存した。残った果肉は手動ジューサーを用いて搾汁し、得られた果汁を室温で 640 × g の条件下において 10 分間遠心分離した。上清を糖度および酸含量の測定に用いた。糖度は、ポケット糖度計 PAL-1（株式会社アタゴ製）を用いて測定し、酸含量は、0.1M の水酸化ナトリウムを用いて中和滴定し、クエン酸換算で求めた。各区 6 反復とし、得られた値は t 検定を用いて検定した。

#### 3 果肉色測定

果肉色は、測色色差計 ZE-6000（日本電色工業株式会社製）を用いて測定した。測定箇所は上記 2 の果実硬度測定後に切断した果実赤道面の果皮よりの果肉部分とし、φ 10mm の試料台を用いて反射光を測定した。得られたデータの内、本研究では色相角 (arctan (b\*/a\*)) を用いた。各区 6 反復とし、得られた値は t 検定または Tukey の多重検定を用いて検定した。

### 試験 2 クロロフィル含量およびクロロフィラーゼ活性の変化

保存温度の違いにより果肉色の変化程度が異なることから、保存温度の違いによる果肉色の違いを生じさせている要因を明らかにするため、キウイフルーツ果肉中の緑色素であるクロロフィルの含量およびクロロフィラーゼ活性の変化を調査した。

#### 1 クロロフィル含量測定

試験 1 で保存した果肉切片を 100%アセトン 10mL と共にマルチビーズジョッカー MB1001FAG（安井器械株式会社製）を用いて 2,500rpm で 70 秒間磨砕した。5B 濾紙（東洋濾紙株式会社製）を敷いたブフナー漏斗に磨砕液を入れ、100%アセトンで洗い流しながらエアポンプ SPP-25EBS（株式会社テクノ高槻製）を用いて吸引濾過した。残渣の緑色がなくなるまで 100%アセトンで洗浄濾過し、濾液は 50mL 容のメスフラスコに回収した。回収した濾液に蒸留水を加えて最終アセトン濃度が 80%になるようにし、50mL にメスアップした。得られた溶液を室温で 1,450 × g の条件下において 5 分間遠心分離し、上清の 646.6nm および 663.6nm における吸光度（以下の式の A646.6 および A663.6）を可視紫外分光光度計 V-550（日本分光株式会社製）を用いて測定した。クロロフィル含量は Porra *et al.* (1989) に従い、以下の式を用いて求めた。

$$\text{クロロフィル } a + b \text{ (}\mu\text{g/mL)} = 17.76 \times A_{646.6} + 7.34 \times A_{663.6}$$

上式で得られた値から果肉 1g あたりのクロロフィル含量 (μg/g FW) を求めた。各区 6 反復とし、得られた値は t 検定または Tukey の多重検定を用いて検定した。

#### 2 クロロフィラーゼ活性測定

貯蔵 4 週後の果実のクロロフィル抽出後の濾紙上残渣（以下、アセトンパウダー）を以下のクロロフィラーゼ活

性の測定に用いるまで 4℃で保存した。クロロフィル活性の測定に用いたクロロフィル溶液は、2019年8月に福岡県内の量販店で購入したホウレンソウの葉からジオキサン法 (Iriyama *et al.* 1974) により抽出したクロロフィルを 90%アセトンに溶解して作成した。クロロフィル活性の測定は風見ら (1991) の測定方法を参考に次の方法で行った。すなわち、アセトンパウダー 0.05 g を遠沈管に量り取り pH 6 の McIlvaine Buffer 2.0 mL を添加した後、クロロフィル溶液 1.0 mL を加えた。溶液をよく混和した後、30℃、暗所の恒温水槽中に 70 分間静置した。その後、100%アセトン 3.0 mL を加え素早く振とうして酵素反応を停止させ、ヘキサソ 4.0 mL を加え更に振とうしてクロロフィルをヘキサソ層に移行させた。処理後の溶液を 15℃で 1,450 × g の条件下において 5 分間遠心分離し、上層のヘキサソ溶液の 646.6 nm および 663.6 nm における吸光度を前述の分光光度計を用いて測定した。得られた値から 1 の式を用いてクロロフィル含量を求めた。さらに、クロロフィルの減少が酵素の作用によることを確認するため、上記手法の McIlvaine Buffer 添加後に 100℃で 10 分間の煮沸を行い、酵素を失活させた溶液を作成した。この溶液を用いて、上記と同様の方法でクロロフィル含量を求め、酵素を反応させた溶液中のクロロフィル含量との差をクロロフィル分解量とした。クロロフィル活性は、果肉 1 g に含まれるクロロフィルが 1 分間にクロロフィル a+b 1 μg を分解する能力を 1 unit として求めた。各区 6 反復とし、得られた値は t 検定を用いて検定した。

### 試験 3 追熟処理後の短期間の 15℃保存が果肉色に及ぼす影響

短期間の 15℃保存による果肉色の改善を期待し、1～2 日間の 15℃保存がその後の果肉色に及ぼす影響を調査した。

#### 1 供試材料

試験 1 で 8 週間貯蔵した果実の一部を追熟処理後に 1～2 日間 15℃のインキュベータで保存した後、8℃で 1～6 日間保存した。

#### 2 果肉色測定・クロロフィル含量測定

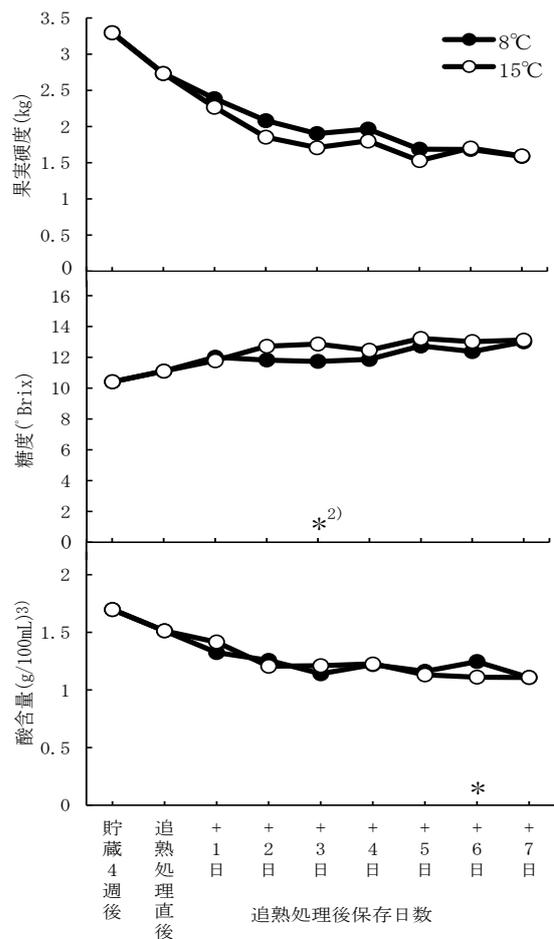
試験 1 および試験 2 に準じた。

## 結果

### 試験 1 収穫後の貯蔵期間および追熟処理後の保存温度が果肉色に及ぼす影響

#### 1 果実硬度、糖度および酸含量の変化

追熟処理後の保存温度が貯蔵 4 週後の「甘うい」の果実硬度、糖度および酸含量に及ぼす影響を第 1 図に示した。8℃保存および 15℃保存ともに、果実硬度は保存日数が長くなるにつれて低下し、糖度は徐々に上昇して保存 2～3 日後に平衡に達した。酸含量は保存 2 日後までは徐々に低下し、それ以降はほぼ平衡に達した。果実硬度、糖度および酸含量は追熟処理直後から保存 7 日後までいずれも試験区間で差がほとんど認められなかった。



第 1 図 追熟処理後の保存温度が貯蔵 4 週後の「甘うい」の果実硬度、糖度、酸含量に及ぼす影響<sup>1)</sup>

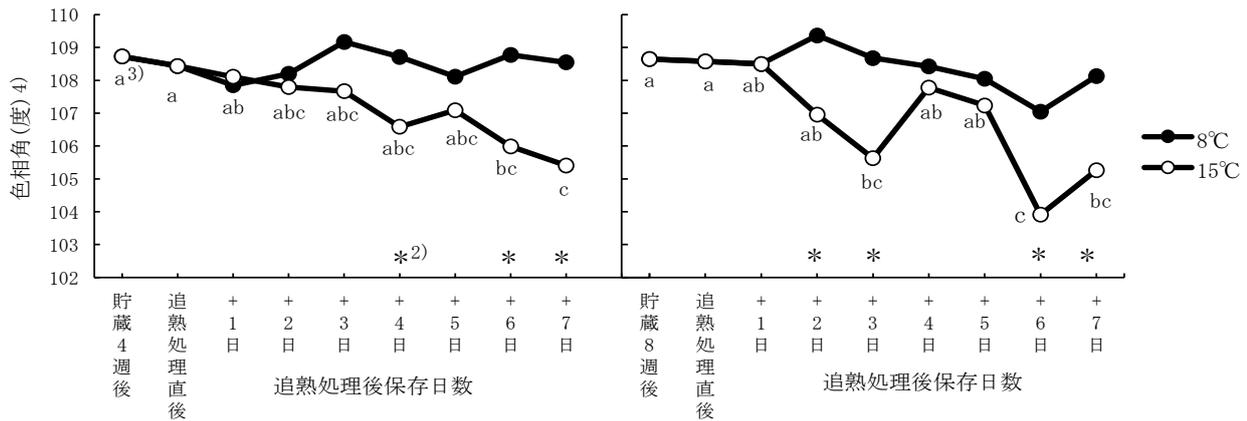
- 1) 各区の n 数は 6
- 2) \* は保存温度間に 5% 水準で有意差あり (t 検定)
- 3) 酸含量はクエン酸換算値

#### 2 果肉色の変化

追熟処理後の保存温度が貯蔵 4 週後および貯蔵 8 週後の「甘うい」の果肉色 (色相角) に及ぼす影響を第 2 図に示した。貯蔵 4 週後の 8℃保存では追熟処理直後から保存 7 日後まで色相角に統計的な変化が認められなかったが、15℃保存では保存日数が長くなるほど色相角が有意に小さくなり果肉が黄変していった。試験区間での有意差は保存 4 日後から認められた。貯蔵 8 週後の果実の場合、8℃保存では貯蔵 4 週後の果実同様、追熟処理直後から保存 7 日後まで色相角に統計的な差が認められなかったものの、貯蔵 4 週後の果実と比べると果肉が黄変する傾向があった。15℃保存では保存 2 日後から色相角が貯蔵 4 週後の果実よりも急激に低下した。貯蔵 8 週後の果実では試験区間での有意差は保存 2 日後から認められた。

### 試験 2 クロロフィル含量およびクロロフィル活性の変化

#### 1 クロロフィル含量の変化



第2図 追熟処理後の保存温度が貯蔵4週後および貯蔵8週後の「甘うい」の果肉色に及ぼす影響<sup>1)</sup>

- 1) 各区のn数は6
- 2) \*は保存温度間に5%水準で有意差あり(t検定)
- 3) 15°C保存において、異なるアルファベットは保存日数間に5%水準で有意差あり。8°C保存は有意差なし(Tukeyの多重検定)
- 4) 色相角は、102度~110度の間では値が小さいほど黄色に近い、大きいほど緑色に近い色を表す

追熟処理後の保存温度が貯蔵4週後および貯蔵8週間後の「甘うい」果肉中のクロロフィル含量に及ぼす影響を第3図に示した。貯蔵4週後の果実のクロロフィル含量は、8°C保存では保存7日後まで変化が認められなかったのに対し、15°C保存では保存2日後から低下した。試験区間での有意差は保存3日後から認められた。貯蔵8週後の果実の場合、8°C保存では有意差は認められなかったもののクロロフィル含量がやや減少する傾向があった。15°C保存では果肉中のクロロフィル含量が貯蔵4週後の果実よりも減少し、保存7日後には追熟処理直後のおよそ3分の1にまで減少した。

## 2 クロロフィル活性の変化

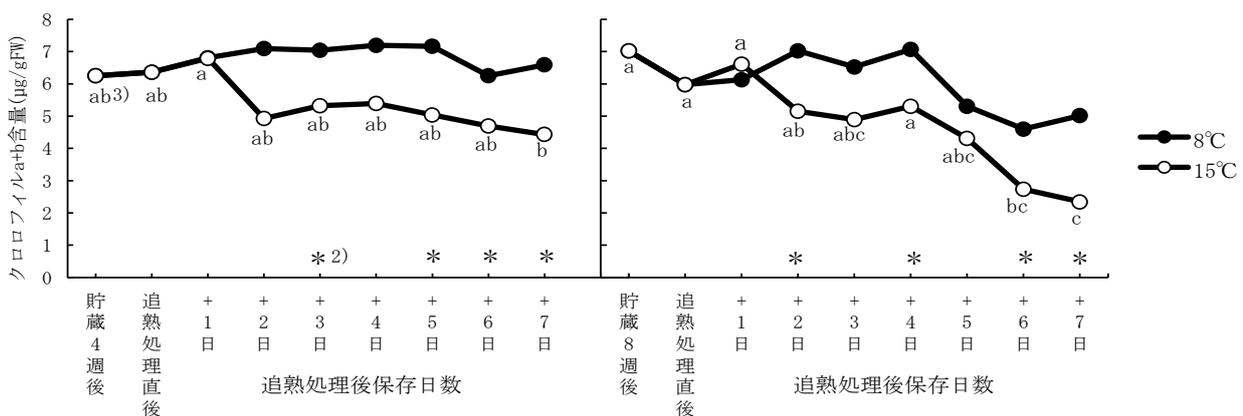
追熟処理後の保存温度が貯蔵4週後の「甘うい」果肉中のクロロフィル活性に及ぼす影響を第4図に示した。果肉中のクロロフィル活性は保存3日後に増加したが、その後はそれ以上の増加が認められなかった。ク

ロロフィル活性は、保存6日後に試験区間で差が認められたものの、それ以外では差は認められなかった。

## 試験3 追熟処理後の短期間の15°C保存が果肉色に及ぼす影響

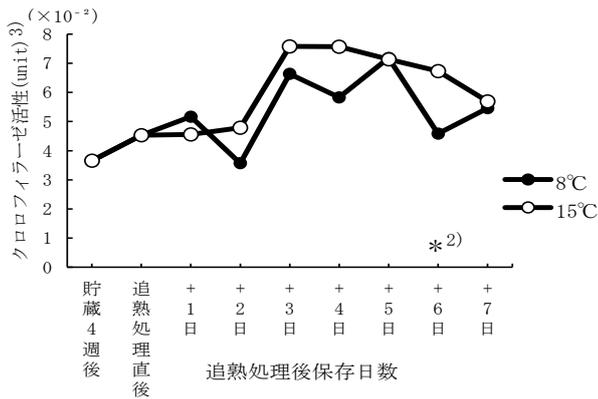
### 1 追熟処理後の保存温度の変化による果肉色およびクロロフィル含量の変化

貯蔵8週後の果実において、追熟処理後の保存温度の変化が「甘うい」の果肉色(色相角)および果肉中のクロロフィル含量に及ぼす影響を第5図に示した。貯蔵8週後の果実を15°Cで2日間保存し、その後8°Cで保存した場合、統計的な差は認められなかったものの果肉がやや黄変する傾向があった。クロロフィル含量は、15°Cで1日間保存した場合は統計的な差が認められなかったが、どちらの試験区でも減少する傾向があった。しかしながら、いずれの試験区も8°C保存との有意差は認められず、短期間の15°C保存による効果は認められなかった。



第3図 追熟処理後の保存温度が貯蔵4週後および貯蔵8週後の「甘うい」果肉中のクロロフィル含量に及ぼす影響<sup>1)</sup>

- 1) 各区のn数は6
- 2) \*は保存温度間に5%水準で有意差あり(t検定)
- 3) 15°C保存において、異なるアルファベットは保存日数間に5%水準で有意差あり。8°C保存は有意差なし(Tukeyの多重検定)



第4図 追熟処理後の保存温度が貯蔵4週後の「甘うい」のクロロフィラーゼ活性に及ぼす影響<sup>1)</sup>

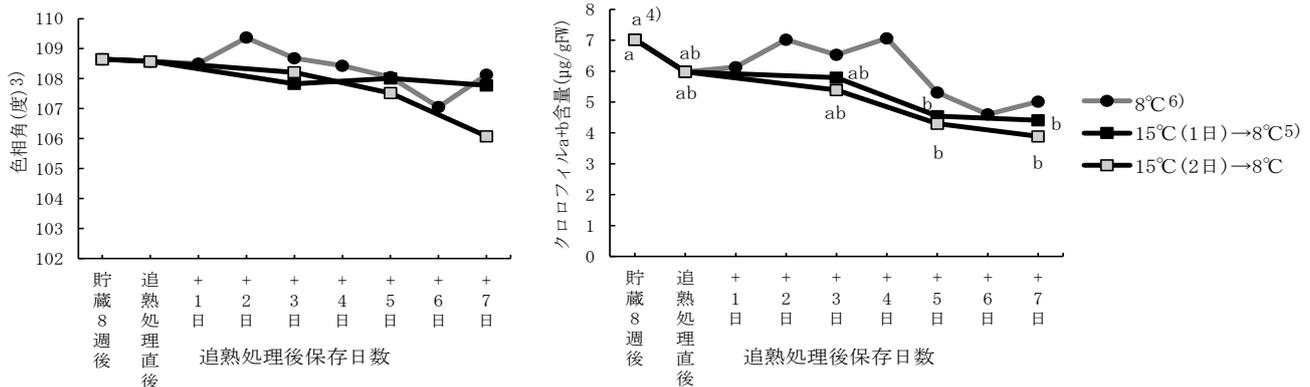
- 1) 各区のn数は6
- 2) \*は保存温度間に5%水準で有意差あり(t検定)
- 3) 果肉1gに含まれるクロロフィラーゼが1分間にクロロフィル a+b  $\mu\text{g}$  を分解する能力を1 unit とした

### 考察

緑色系キウイフルーツ「ヘイワード」では、エチレン暴露による追熟処理後の果実を10°Cで保存すると、果実硬度の低下および酸含量の低下が認められて追熟が進行し、官能評価においても15°Cで保存した場合と同様に高い評価を得ることができた(山下ら 1988)。本研究の結果、黄色系品種である「甘うい」においても果実硬度、糖度および酸含量において、15°Cで保存した果実と8°Cで保存した果実で差がほとんど認められなかった(第1図)。このことから、キウイフルーツでは緑色系品種および黄色系品種ともに追熟処理後の果実を10°C程度の低温で保存しても食味に問題はなく、正常に追熟できる可能性が示唆され

た。しかしながら、「甘うい」では、一部ではあるが収穫時においても緑色が残る果実が存在し、ブランド化を進める上で改善を求められている。このような果実を4週間または8週間貯蔵した後追熟処理し保存すると、8°Cで保存した場合は8週間貯蔵した果実で果肉がやや黄変する傾向があったものの果肉色はそれほど変化しなかった。一方、15°Cで保存した場合は有意に果肉色に変化した(第2図)。しかしながら、今回用いた色差計で測定した場合、十分黄化した果実の色相角は100度以下であるのに対し、本研究では貯蔵8週後の果実を15°Cで7日間保存した場合においても105度程度までしか下がっておらず、果肉の黄変は十分ではなかった。また、果肉中のクロロフィル含量も果肉色と同様に保存温度の違いで差が認められ、8°C保存では追熟処理直後から保存7日後まで果肉色に統計的な差が認められなかったのに対し、15°C保存では有意に減少した(第3図)。このことから、「甘うい」の果肉色の変化にはクロロフィル含量の減少が関わっていると考えられた。次に、貯蔵8週後の果実を15°Cで1~2日間保存しその後8°Cで保存した場合、果肉色とクロロフィル含量ともに7日間8°Cで保存した場合との有意差は認められず、短期間の15°C保存による効果は認められなかった(第5図)。これは、追熟処理後の「甘うい」果肉中でのクロロフィルの減少に関与している機構が温度に依存しているものの、15°C保存条件でも保存後すぐに急激なクロロフィルの減少が引き起こされるわけではなく、時間の経過とともに徐々に減少することを示唆している。

第3図より、8°C保存と15°C保存で果肉中のクロロフィル含量に有意な差が認められたことから、試験区間でクロロフィラーゼ活性に差が認められることが想定された。しかしながら、クロロフィラーゼ活性は8°C保存と15°C保存で有意な差は認められず(第4図)、8°C保存と15°C保存では果肉中のクロロフィラーゼの総合的な活性はほ



第5図 追熟処理後の保存温度の変化が貯蔵8週後の「甘うい」の果肉色および果肉中のクロロフィル含量に及ぼす影響<sup>1)2)</sup>

- 1) 各区のn数は6
- 2) 全ての保存日数において、保存温度間で有意差なし(Tukeyの多重検定)
- 3) 同一試験区における異なるアルファベットは保存日数間に5%水準で有意差あり(Tukeyの多重検定)
- 4) 色相角は、102度~110度の間では値が小さいほど黄色に近く、大きいほど緑色に近い色を表す
- 5) 15°C(1日)→8°Cは15°Cで1日間置いた後8°Cで保存した区、15°C(2日)→8°Cは15°Cで2日間置いた後8°Cで保存した区を表す
- 6) 8°Cは第2図の貯蔵8週後と同一のデータ

ぼ同じであると考えられた。本研究における「甘うい」果肉中の活性はクロロフィル a 換算で 0.00028 ~ 0.00142mg/min/g Acetone Powder 程度であった。ウンシュウミカン果皮中の活性(下川ら 1994)がクロロフィル a 換算で 54~76mg/min/g Acetone Powder 程度であったのと比較すると、「甘うい」果肉中の活性はかなり低かった。このように、「甘うい」果肉中のクロロフィラーゼ活性が低いことおよび 8°C保存と 15°C保存でクロロフィル含量に差が認められたにもかかわらずクロロフィラーゼ活性の差が認められなかったことから、追熟処理後の「甘うい」果肉中におけるクロロフィルの減少へのクロロフィラーゼの寄与率は小さいと考えられた。クロロフィルの分解には、クロロフィラーゼの働きによってフィトールが外れクロロフィリドになる経路と、クロロフィル中心部のマグネシウムが水素へと置き換わりフェオフィチンになる経路があることが知られている(Pilkington *et al.* 2012)。このマグネシウムの水素への置換は、Mg-デキレターゼによる酵素的作用もしくは酸や光、加熱といった非酵素的作用で生じる(小倉 1966, 林 1977, Suzuki・Shioi 2002)。一般にキウイフルーツ果実は酸が強く、本研究で用いた「甘うい」も果汁 pH が 3.4~3.7 と強い酸性であった。植物細胞内においてクロロフィルは中性から弱アルカリ性の葉緑体内に存在し、葉緑体が崩壊すると有機酸類や光などの要因によってクロロフィルは急速に変性・分解する(大谷 1985)。このことから、「甘うい」果肉においても、何らかの温度依存性の作用等によって葉緑体が崩壊し、クロロフィルが酸性の細胞液中に放出されることでフェオフィチンへと変換された可能性が想定された。以上のことから、追熟処理後の「甘うい」の果肉色の変化にはクロロフィル含量の減少が関わっているが、このときのクロロフィルの減少にクロロフィラーゼはそれほど関与しておらず、他の要因によって果肉が黄変すると思われた。

本研究の結果から、「甘うい」を追熟処理後に 15°C で保存すると果肉色が改善することが明らかになった。また、貯蔵 8 週後の果実のほうが貯蔵 4 週後の果実よりも果肉色が改善することが明らかになった。このことから、貯蔵期間を延長することで果肉色がより改善すると考えられた。しかし、収穫時に果肉に緑色が強く残る果実では、貯蔵 8 週後に追熟処理し 15°C で 7 日間保存しても果肉の黄変が十分ではなかった。

今後は果肉色を改善するための適切な貯蔵条件を再度検討するとともに、収穫後に果肉色を判別し、果肉色で選果する技術の開発も必要である。

## 引用文献

朝隈英昭・藤島宏之・村本晃司・矢羽田二郎・牛島孝孝・松本和紀・栗村光男(2014)キウイフルーツ新品種「甘うい」の育成. 福岡農総試研報 33 : 24-28.  
福田哲生・片桐孝樹・末澤克彦(2006)キウイフルーツ新品種「さぬきゴールド」の育成. 香川農試研報 58 : 45-50.  
福田哲生(2009)キウイフルーツの情勢と品種動向. 日家政

会誌 60 : 913-917.  
林 孝三(1977)植物色素. 養賢堂, 東京, p. 42.  
Iriyama K, Ogura N, Takamiya A (1974) A Simple Method for Extraction and Partial Purification of Chlorophyll from Plant Material, Using Dioxane. J. Biochem. 76 : 901-904.  
風見大司・佐藤隆英・中川弘毅・小倉長雄(1991)高温短時間処理がブロッコリーの貯蔵性に及ぼす影響について. 日農化会誌. 65 : 19-26.  
Montefiori M, McGhie TK, Hallett IC, Costa G (2009) Changes in pigments and plastid ultrastructure during ripening of green-fleshed and yellow-fleshed kiwifruit. Sci. Hortic. 199 : 377-387.  
農林水産省(2019)平成 30 年産キウイフルーツの結果樹面積, 収穫量及び出荷量. 農林水産省, 東京, [https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou\\_kazyu/index.html](https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kazyu/index.html) (2020 年 5 月 20 日閲覧).  
小倉長雄(1966)クロロフィルの安定度について. 千葉大学園芸学部学術報告. 14 : 49-55.  
大谷俊二(1985)紅葉の化学. 化学と生物. 23 : 701-708.  
Pilkington SM, Montefiori M, Jameson PE, Allan AC (2012) The control of chlorophyll levels in maturing kiwifruit. Planta. 236 : 1615-1628.  
Porra RJ, Thompson WA, Kriedemann PE (1989) Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. Biochim. Biophys. Acta. 975 : 384-394.  
下川敬之・橋本栄弘・前田義志・内田好則・柴崎 康(1994)ウンシュウミカン果実におけるエチレン誘導クロロフィル分解のアリルイソチオシアネートによる抑制. 園学雑. 63 : 195-201.  
鈴木伸一・浅田真一・真壁敏明・片木新作・香川陽子・簗島恒樹・鈴木 誠・佐々木皓二・真子正史・青木 隆・川嶋幸喜・松下一興(2010)キウイフルーツ新品種「片浦イエロー」の育成. 神奈川農技セ研報 153 : 37-42.  
Suzuki T, Shioi Y (2002) Re-examination of Mg-dechelation reaction in the degradation of chlorophylls using chlorophyllin a as a substrate. Photosyn. Res. 74 : 217-223.  
渡辺慶一・高橋文次郎(1999)緑色系, 黄色系キウイフルーツ果実の発育および貯蔵中のクロロフィル, カロテノイド色素. 園学雑 68 : 1038-1043.  
山下純隆・茨木俊行・馬場紀子・平野稔彦(1988)キウイフルーツの低温追熟におけるエチレンの効果. 福岡農総試研報. B-8 : 53-58.  
Yamauchi N, Yoshimura M, Shono Y, Kozukue N (1995) Chlorophyll Degradation in Mitsuba Leaves during Storage. Nippon. Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi. 42 : 709-714.