

# グローブ型近赤外分光計測装置によるキウイフルーツ

## ‘レインボーレッド’の果実品質分析

村上 覚<sup>1)</sup>・青木宏道<sup>2)</sup>・浜部直哉<sup>1)</sup>・太田 充<sup>1)</sup>

1) 農林技術研究所果樹研究センター, 2) 株式会社デュナミスト

### Evaluation of fruit characteristics of the red kiwifruit cultivar ‘Rainbow Red’ (*Actinidia chinensis*) by using a portable and handy glove-type near-infrared device

Satoru Murakami<sup>1)</sup>, Hiromichi Aoki<sup>2)</sup>, Naoya Hamabe<sup>1)</sup> and Mituru Ohta<sup>1)</sup>

1) Fruit Research Center/Shizuoka Res. Inst. of Agri. and Forest., 2) DUNAMIST co.ltd.

#### Abstract

The fruit of the kiwifruit cultivar ‘Rainbow Red’ (*Actinidia chinensis*) softens rapidly; hence, it is necessary to understand the fruit characteristics to facilitate distribution. Subsequently, we evaluated the fruit characteristics by using a portable and handy glove-type near infrared (NIR) device. No significant changes were found in soluble solids, flesh firmness, and titratable acids. Therefore, the non-destructive measurement technique by using the NIR device may be used to predict fruit quality. It is suggested that the different measurement condition was because of measurement error. Further, we investigated the relationship among soluble solids, flesh firmness, titratable acids, and flesh redness. We confirmed high correlations between soluble solids and flesh firmness, flesh firmness and titratable acids, and soluble solid and titratable acids. Hence, fruit ripeness may be inferred by the measurement of soluble solids, flesh firmness, or titratable acids. It is suggested that the handy glove-type NIR device is sufficiently accurate to determine the fruit characteristics of the kiwifruit cultivar ‘Rainbow Red’ for practical uses.

キーワード：キウイフルーツ, 近赤外分光法, 非破壊品質測定, ‘レインボーレッド’

#### I 緒 言

キウイフルーツ‘レインボーレッド’は、中国から導入された幾つかの系統の中から静岡県富士市（旧富士川町）の小林利夫氏により選抜、商品化された品種である。果肉の一部が赤く、糖度も18Brix以上で食味も良好なのが特徴である<sup>14)</sup>。静岡県落葉果樹振興協会キウイフルーツ部会では2002年から産地化を進め、

2010年時点では静岡県内にはキウイフルーツ栽培面積の約1割にあたる10.8ha<sup>15)</sup>で植栽され、栽培面積及び生産量ともに増加している。

キウイフルーツは追熟型果実に属し、収穫後の追熟処理によって完熟する。キウイフルーツの収穫適期は収穫時点の糖度で決定しているが、キウイフルーツの糖度測定は、デンプンを十分に沈殿させてから測定し

なければならないため、煩雑な作業となっている。このため、生産現場では適切に糖度分析されていないことがあり、収穫時期が適切に判断されていない一因となっている。また、流通現場では出荷・販売適期は手作業による感触で判断されているため、適切な硬さの果実が提供されていない。特に「レインボーレッド」は、他の品種に比べて追熟しやすく、流通時において果実間で硬度に差が生じやすいことが課題となっている<sup>14)</sup>。このため、簡易でかつ非破壊で正確に果実分析することが要望されている。

近赤外 (NIR : near-infrared) 分光法は、農産物や食品に含まれる有機物や品質を非破壊で分析できる手法である。近年、国内の青果物流通の現場では積極的に活用され、普及している。しかし、普及している近赤外分光計測装置の多くは大型の選果施設等に設置することを前提としているため、設置に多額の経費が必要であるとともに、栽培及び流通現場での運用には適さない。近年、主に栽培現場での情報収集を目的とした小型の近赤外分光計測装置は幾つか開発されている<sup>12, 13)</sup>。しかし、これらは両手で使用するため、キウイフルーツのように棚栽培で果実が作業者の視線よりも比較的高所に結実し、傾斜地においても栽培されるようなものでは実用性が低いと考えられる。青木ら<sup>12)</sup>は携帯型でかつ片手でも使用できるグローブ型近赤外分光計測装置を開発し、栽培及び流通現場での活用が期待できる。そこで、本研究では、グローブ型近赤外分光計測装置を用い、キウイフルーツ「レインボーレッド」において近赤外分光計測を試みるとともに、その実用性についての評価を試みた。

## Ⅱ 材料及び方法

### 1. グローブ型近赤外分光計測装置による検量線の作成 (試験1)

供試果実は、果樹研究センター落葉果樹科 (浜松市北区都田町) 露地ほ場で栽培された。2010年9月13日～10月1日に収穫後、エチレン発生剤 (商品名「完熟バック」白石カルシウム) を用い、20℃で24時間エチレン処理した。エチレン処理後0～7日経過した熟度の異なる735果を用いた。

グローブ型近赤外分光計測装置の仕様を表1に示す<sup>1, 2)</sup>。グローブ型近赤外分光計測装置は、グローブの指先に小型の計測プローブを内蔵している (図1A)。また、分光ユニットは振動に対して耐性の強い特殊分

光器を利用しており、電源などととともに縦15cm×横17cm×高さ8cmで重さ約1kgの本体ケースに収納されている。このため、作業者はこれを肩に掛け、片手で計測する (図1B, C)。グローブ型近赤外分光計測装置による測定は室内常温下で行い、果実の赤道部について1回ずつ測定した (図1D)。

表1 本研究で使用したグローブ型近赤外分光計測装置の仕様<sup>1)</sup>

波長領域	625～1025nm
波長間隔	2nm
測光時間	200ms
検出器	SIPD
電源	ドライバタリー
光源	ハロゲン光源
受光素子	NMOS型シリコン・フォトダイオードアレイ・S3904-256 (浜松ホトニクス (株))
プローブ重量	120g
総重量	1050g

1) 青木；2010<sup>1)</sup>、青木ら；2010<sup>2)</sup>による

グローブ型近赤外分光計測装置による測定後、糖度、クエン酸含量、硬度、果肉の赤みを測定した。糖度とクエン酸含量は果頂部より果肉を20～30g採取し、ホモジナイズした後、4400Gで10分間遠心分離し、その上澄み液を分析した。糖度はデジタル糖度計 (DBX-55A, (株) アタゴ) で測定し、クエン酸含量は0.1mol/L 水酸化ナトリウム溶液を用いて滴定酸度を測定し、その値をクエン酸含量に換算した。果実硬度は、収穫時と追熟後に果実硬度計 (KM-5 (硬度1～3kg) KM-1 (硬度1kg以下), (株) 藤原製作所 貫入部は円錐型で基部の直径は12mm) を用いて調査した。果肉の赤みは、赤色部の濃さを0 (なし) ～5 (強い) までの6段階で観察により評価した。得られた硬度、糖度、クエン酸含量、果肉の赤みについては、相互の相関について調査した。

検量線は、スペクトルを2次微分処理後、5波長の吸光度を説明変数とする線形多重回帰分析法によって作成した。検量線は、得られた735果実のデータをほぼ均等に2分割し、それぞれで検量線を作成した。作成した検量線を、作成に用いなかったデータ群に対して当てはめ、未知データへの評価結果から検量線の妥当性を検討した。2群のデータで相互にこれを行い、2つの未知データへの評価事例について検証した。実測値との重相関係数を比較し、相関の強かった方を検量線として試験2において採用した。

### 2. 計測環境条件の違いが誤差に与える影響 (試験2)

グローブ型近赤外分光計測装置と作成した検量線を用い、表2の計測条件で硬度、糖度及びクエン酸含量について推定値と実測値との誤差を算出した。誤差は、

RMSE（推定値と実測値との差を二乗した平方根）とした。屋外での計測は、比較的日照が強い午後 2～3 時にかけて行った。9 月 17 日は曇天で、11 月 1 日は晴天であった。果実は未熟果と完熟果を対象とし、実

用場面では結露等により濡れることが想定されるため、測定直前に水に浸漬し湿潤状態にしたものと、無処理で乾燥した状態についてそれぞれ計測した。

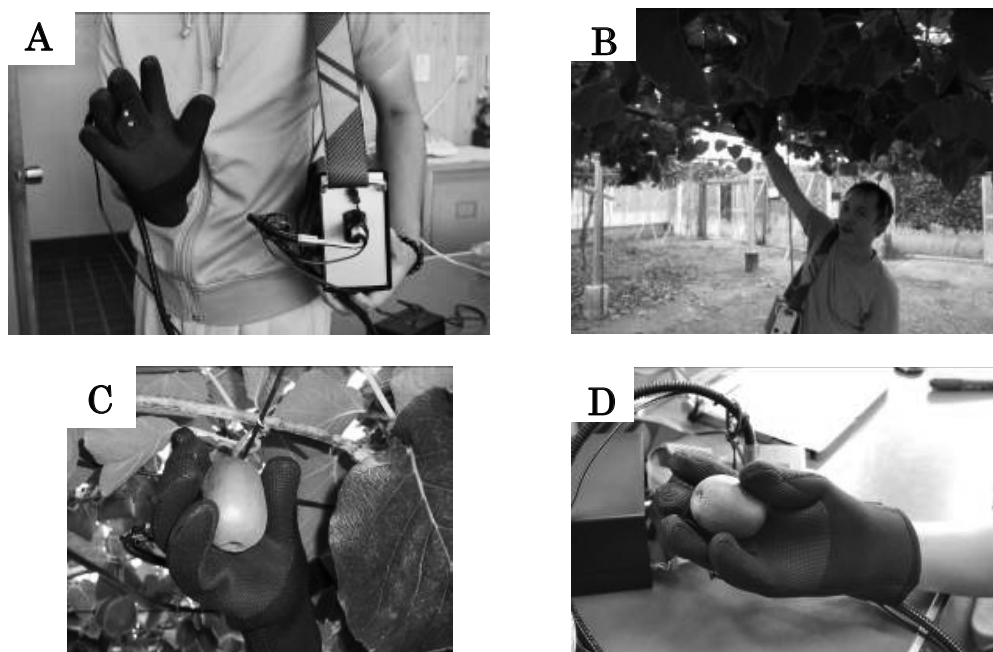


図1 グローブ型近赤外分光計測装置によるキウイフルーツ‘レインボーレッド’の計測の様子

A：装置の外観，B，C：屋外での測定，D：屋内での測定

表2 キウイフルーツ‘レインボーレッド’におけるグローブ型近赤外分光計測装置による計測環境の違いが実測値との誤差に与える影響（試験2）

計測環境		調査		計測項目		
調査日・天候・気温	果実	計測場所	果実数	糖度 (Brix)	硬度 (kg)	クエン酸含量 (%)
9月17日 曇天 最高気温 29.0℃ 平均気温 26.4℃ 最低気温 24.4℃	未熟果 樹上	屋外 ハウス内	10	実測値	6.06	2.90
				推定値	7.99	2.69
				t検定 <sup>1)</sup>	*	n. s.
				RMSE <sup>2)</sup>	1.83	0.32
	未熟果 樹上	屋外 露地圃場	10	実測値	6.32	2.85
				推定値	8.45	2.66
				t検定	**	n. s.
				RMSE	2.56	0.41
11月1日 晴天 最高気温 24.2℃ 平均気温 17.2℃ 最低気温 11.9℃	未熟果 水浸漬処理	屋内	10	実測値	6.38	2.85
				推定値	6.81	3.15
				t検定	n. s.	n. s.
				RMSE	2.41	0.57
	完熟果 樹上	屋外 ハウス内	5	実測値	21.8	0.71
				推定値	17.6	0.95
				t検定	**	n. s.
				RMSE	4.15	0.33
	完熟果 樹上	屋外 露地圃場	5	実測値	21.1	0.71
				推定値	19.8	0.45
				t検定	**	n. s.
				RMSE	1.48	0.24
	完熟果 無処理	屋内	5	実測値	19.1	0.52
				推定値	19.1	0.70
				t検定	n. s.	*
				RMSE	0.50	0.18
	完熟果 水浸漬処理	屋内	5	実測値	18.7	0.50
				推定値	19.8	0.81
				t検定	n. s.	*
				RMSE	0.91	0.31

1) \*\*は1%水準で、\*は5%水準で有意差あり。n. s. は有意差なし

2) 推定値と実測値との差を二乗した平均値の平方根

### Ⅲ 結 果

#### 1. グローブ型近赤外分光計測装置による検量線の作成 (試験1)

2次微分スペクトルにおいては未熟果、完熟果ともに、670~690nm付近に最も低いバレー以外には、目立った吸収ピークは観測されなかった(図2)。

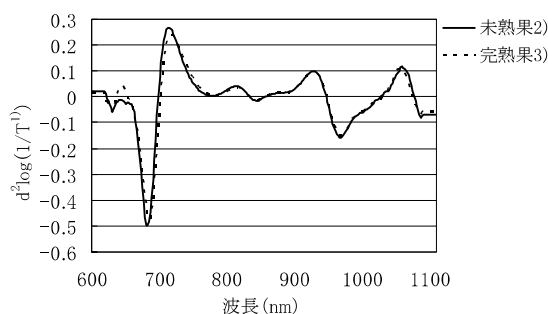


図2 キウイフルーツ「レインボーレッド」の未熟果及び完熟果における近赤外線吸収スペクトル2次微分変換(試験1)

- 1) 局所拡散透過計測(インタラクタンス)における透過率(%)
- 2) 未熟果(糖度7.1Brix, 硬度3.03kg, クエン酸含量2.00%, 果肉の赤み2)
- 3) 完熟果(糖度20.7Brix, 硬度0.60kg, クエン酸含量0.58%, 果肉の赤み5)

表2に2群の果実データから得られた検量線における未知検体の評価を示した。糖度における得られた2つの検量線での推定値と実測値との重相関係数(R)は、0.791及び0.768で未知検体に対する推定誤差(SEP)は1.830及び1.980であった(表3)。クエン酸含量ではRは0.619及び0.640で、SEPは0.237及び0.236であった。硬度ではRは0.716及び0.720で、SEPは0.536及び0.538であった。果肉の赤みではRは0.001及び0.008で、SEPは1.099及び1.168であった。果肉の赤みを除き、糖度、硬度、クエン酸含量いずれにおいても相互に安定した評価指数を確認することができた。この結果から、各成分について作成した

2つの検量式の内、相関の強かった方を検量線として採用した。表4にその結果得られた検量式及び選択した5波長とその検量式を示した。図3に採用した検量式を用い、未知検体における推定した値と実測値との相関について示した。

糖度、硬度及びクエン酸含量の実測値間の相関図を図4に示した。糖度と硬度の相関係数(r)は-0.863で強い負の相関を示した(図4A)。糖度とクエン酸含量のrは-0.815で強い負の相関を示した(図4B)。クエン酸含量と硬度のrは0.916で強い正の相関を示した(図4C)。果肉の赤みは、糖度とのrは0.110, クエン酸含量とのrは-0.023, 硬度とのrは-0.062で、いずれとも相関は弱かった(表5)。

表3 2群の果実データから得られた検量線における未知検体の評価(試験1)

内容	検量線	評価果実数	R <sup>1)</sup>	SEC <sup>2)</sup>	SEP <sup>3)</sup>	Bias <sup>4)</sup>
糖度	1	367	0.791	1.930	1.830	-0.026
	2	368	0.768	1.780	1.980	-0.270
クエン酸含量	1	367	0.619	0.228	0.237	0.020
	2	368	0.640	0.229	0.236	-0.190
硬度	1	367	0.716	0.516	0.536	0.010
	2	368	0.720	0.533	0.538	0.005
果肉の赤み	1	367	0.001	1.080	1.099	0.008
	2	368	0.008	1.053	1.168	-0.039

- 1) 推定値と実測値との重相関係数
- 2) 検量線標準誤差
- 3) 未知検体に対する推定標準誤差
- 4) 推定値-実測値の平均

#### 2. 計測環境条件の違いが誤差に与える影響(試験2)

グローブ型近赤外分光計測装置を用いることで、屋外においても果実を非破壊で測定することができた。糖度の測定では、RMSEは0.50~4.15Brixであった。最も誤差が小さい条件は、屋内で乾燥した完熟果を測定した時であった(表2)。クエン酸含量の測定では、RMSEは0.13~0.29%であった。最も誤差が小さい条件は、屋外(ハウス)で乾燥した完熟果を測定した場合であった。硬度の測定では、RMSEは0.18~0.57kgであった。最も誤差が小さい条件は、屋内で乾燥した完熟果を測定した場合であった。

表4 試験1の結果得られた糖度、クエン酸含量、硬度及び赤みの推定における検量線(試験1)

計測項目	選択波長 (nm)					検量式
	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$\lambda_3$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	
糖度	724	762	864	902	924	糖度 (Brix) = 19.5 - 119.9* $\lambda_1^{1)}$ + 759.3* $\lambda_2$ + 342.3* $\lambda_3$ - 391.7* $\lambda_4$ + 337.1* $\lambda_5$
クエン酸含量	724	746	768	886	924	クエン酸含量 (%) = 0.2 + 23.1* $\lambda_1$ - 32.4* $\lambda_2$ - 74.3* $\lambda_3$ + 46.0* $\lambda_4$ - 20.7* $\lambda_5$
硬度	684	722	760	894	924	硬度 (kg) = -3.4 + 5.8* $\lambda_1$ + 57.5* $\lambda_2$ - 146.4* $\lambda_3$ + 91.1* $\lambda_4$ - 66.4* $\lambda_5$
果肉の赤み	692	738	816	862	900	果肉の赤み = 2.3 + 6.0* $\lambda_1$ + 19.3* $\lambda_2$ - 44.3* $\lambda_3$ + 69.2* $\lambda_4$ - 25.1* $\lambda_5$

1) 選択波長における吸光度2次微分値

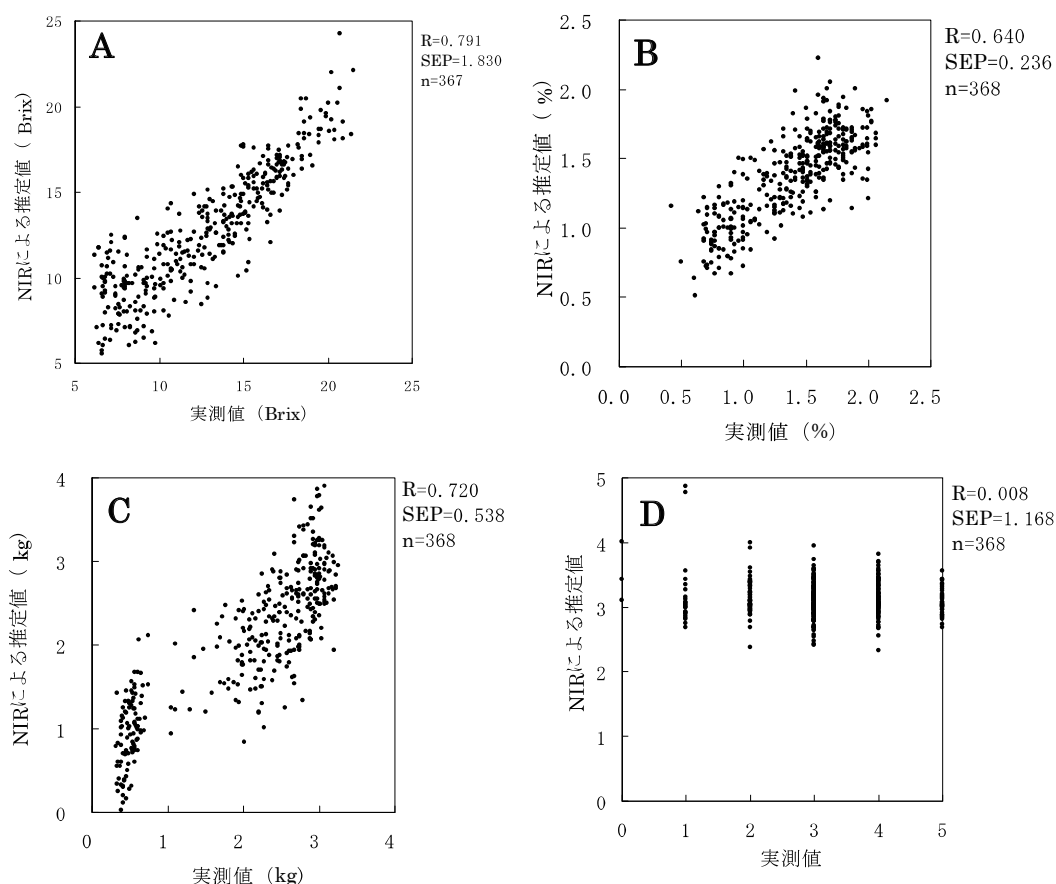


図 3 キウイフルーツ‘レインボーレッド’におけるグローブ型近赤外分光計測装置での未知検体への各果実形質の推定値と実測値との相関関係 (試験 1)

A: 糖度, B: クエン酸含量, C: 硬度, D: 果肉の赤み

#### IV 考 察

近赤外分光法は、農産物や食品に含まれる有機物や品質を非破壊で分析する手法として、多方面で研究・利用されている。具体例としては、メロン<sup>4)</sup>、ウンシュウミカン<sup>11)</sup>、マンゴー<sup>7)</sup>、スイカ<sup>5)</sup>、スモモ<sup>16)</sup>等で測定例がある。キウイフルーツに関しても同様に多くの測定例があり、糖度<sup>3,10)</sup>のほか、固形物含量<sup>3,9,10)</sup>、果肉の色相<sup>3)</sup>が分析できることが報告されている。本研究では、グローブ型近赤外分光計測装置を用い、‘レインボーレッド’を対象に測定を試みた。未知検体において、糖度、クエン酸含量に関しては、NIRにより推定した値は実測値との重相関係数は比較的高かった (表 3, 図 3A, B)。本研究では 735 果を対象としており、サンプル数が比較的大きいことと、基データの収集が熟

度別に分散して行われていることを考慮すると、‘レインボーレッド’においてもグローブ型近赤外分光計測装置を用いることにより、糖度、クエン酸含量の推定は可能であることが示唆された。今後は、収穫時期や出荷適期の判別等、目的に応じた検量線を作成することにより、より精度が高くなることが期待できる。

本研究では、硬度についても同様に NIR により推定した値は実測値との相関が比較的強く、推定が可能であることが示唆された (表 3, 図 3C)。硬度は物理的指標であり、光線の吸収を持ち得ないので、近赤外分光法の対象になるかは検討する必要がある。しかし、近赤外分光法において、近赤外吸収を持たない情報が、近赤外吸収スペクトルと間接的に強い相関を示し、精度の高い検量線が得られることはこれまでも報

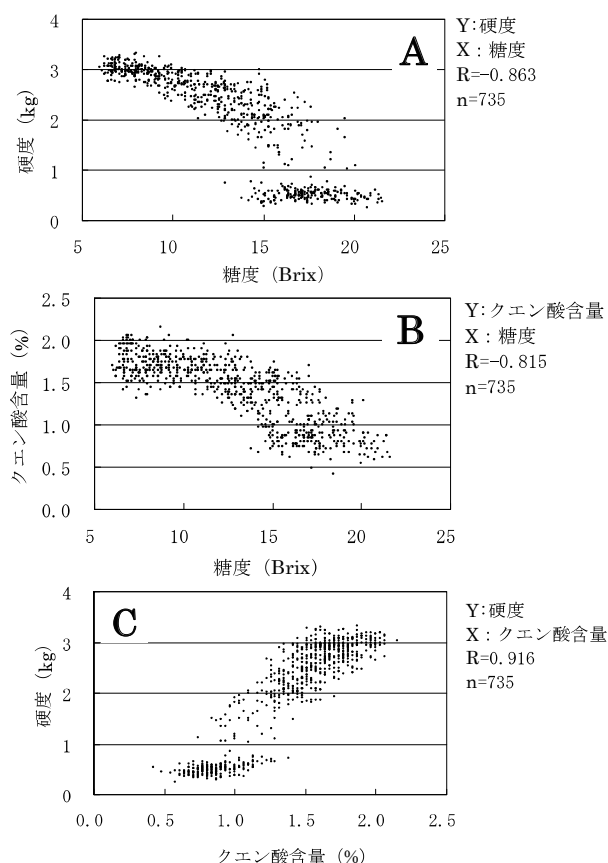


図4 キウイフルーツ‘レインボーレッド’における各果実形質間の相関関係(試験1)  
A: 糖度×硬度, B: 糖度×クエン酸含量  
C: クエン酸含量×硬度

表5 キウイフルーツ‘レインボーレッド’735果における糖度, 硬度, クエン酸含量, 果肉の赤みの相互間の相関係数(試験1)

	糖度	硬度	果肉の赤み
硬度	-0.863	—	—
果肉の赤み	0.110	-0.062	—
クエン酸含量	-0.815	0.916	-0.023

告されており, スモモにおいては本研究と同様に果実硬度を測定した報告がある<sup>16)</sup>. 本研究で得られた硬度をみると, 糖度及びクエン酸含量いずれとも強い相関を示した(表5, 図4A, B). また, 硬度の推定に用いた波長は糖度やクエン酸含量を推定した波長に近かった(表4). これらのことが, 硬度においても近赤外分光法により, 比較的精度が高かった原因と考えられた.

本研究では, 果肉の赤みについては実測値との相関が弱く(表3, 図3D), 現状では近赤外分光法での測定は難しいと考えられた. Fengら(2011)は, ‘レインボーレッド’と同じ *A. chinensis* である ‘Hort16A’ を対象に, 携帯型の近赤外分光計測装置を用い, 固形物含量,

糖度だけではなく果肉の色相についても精度良く計測できることを報告している<sup>3)</sup>. ‘レインボーレッド’の果肉の赤みは, 主にアントシアニンと考えられているが, 果実の中心部に分布し, ‘Hort16A’で計測の対象とした色相とは明らかに異なる. 小林(2006)は, サツマイモとイチゴのハイパースペクトルイメージングにおいて490~530nmの波長を用いることでアントシアニンを精度良く測定できることを報告している<sup>8)</sup>. 本研究では, 625~1025nmまでの波長を採用したが, 相関が弱かった理由の一つと考えられるが, 不明な点が多く, 今後も検討する必要がある.

本研究では室内に限らず屋外圃場, 熟度の違い, 結露を想定し濡らした果実において近赤外分光法について検討した. その結果, 個別の条件について, それぞれ実測値とある程度の誤差は確認されたものの(表3), いずれの条件においても概ね果実の糖度, 硬度, クエン酸含量は推定できると考えられた. 近赤外分光計測においては, 水の影響を強く受けるといわれており<sup>6)</sup>, 特に湿潤条件下において誤差が大きくなることが懸念される. しかし, 本研究の結果では, 水浸漬処理により誤差が大きくなることは確認されなかった. 近赤外分光法における計測環境条件の違いが誤差に与える影響については, さらに詳細な解析が必要ではあると考えられる. グローブ型近赤外分光計測装置は, 携帯型でかつ片手で簡易に測定できることが長所であるが, 今後はさらなる汎用的な安定性の確保が課題と考えられる.

キウイフルーツはエチレン処理により, 硬度の低下, デンプンの分解による糖度の上昇, 減酸がそれぞれ進むことから, 果肉硬度と酸含量には正の相関があることが ‘ヘイワード’で報告されている<sup>17)</sup>. 本研究では, 糖度はクエン酸含量及び硬度と強い負の相関を示し, クエン酸含量は硬度と強い正の相関を示した. このことから, ‘レインボーレッド’においても ‘ヘイワード’と同様の現象が確認されるとともに, 糖度, クエン酸含量, 硬度は相互にそれぞれの値が推定できる可能性が示唆された.

以上のように, キウイフルーツにおいてグロ

ーブ型近赤外分光計測装置を活用し、非破壊計測を試みた結果、糖度、クエン酸含量、硬度はいずれも実測値との相関が強く、同装置により、糖度、クエン酸含量、硬度の推定が可能と考えられた。果肉の赤みは相関が弱く、測定は難しいと考えられた。計測環境の違いにより、誤差が異なることが示唆され、その点に関しては今後さらに検討する必要があると考えられたものの、携帯型でかつ片手で簡易に測定できることから、生産現場及び流通現場などの実用場面での利用が期待できた。

## V 摘 要

キウイフルーツの果実分析は煩雑であり、生産現場からは簡易な方法が求められている。特に‘レインボーレッド’は、追熟しやすいために品質変化が大きく、流通現場では熟度が適切に把握されていない。そこで、本研究では近年開発されたグローブ型近赤外分光計測装置を活用し、非破壊分析を試みた。熟度の異なる‘レインボーレッド’735果を対象に、糖度、クエン酸含量、硬度、果肉の赤みについて検量線を作成し、非破壊での果実分析を試みた。糖度、クエン酸含量、硬度いずれも実測値と近赤外分光法による推定値との相関は強く、近赤外分光法による計測の可能が示唆された。しかし、果肉の赤みは相関が弱く、近赤外分光法による計測は難しいと考えられた。計測環境の違いにより、誤差が異なることが示唆され、その点に関しては今後さらに検討する必要があると考えられたものの、携帯型でかつ片手で簡易に測定できることから、生産現場及び流通現場などの実用場面での利用が期待できた。

## 引用文献

- 1) 青木宏道 (2010) : 携帯型分光装置の開発と果実市場における新しいビジネスの提案ーグローブ型近赤外計測装置の開発ー. 光産業創成大学院大学博士論文, 1~75.
- 2) 青木宏道・太田万理・大塚周二・鈴木鐵也 (2010) : グローブ型装置による収穫前果実の可視近赤外分光計測 (第1報) 一圃場での作業効率に特化した近赤外分光装置の開発ー. 農業機械学会誌, 72 (4), 376~381.
- 3) Feng,J.・A.V.McGlone・M.Currie・C.J.Clark and B.R.Jordan ( 2011 ) : Assessment of yellow-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis* ‘Hort16A’) quality in pre- and post- harvest conditions using a portable near-infrared spectrometer. HortScience, 46, 57~63.
- 4) 堀内正美・佐藤克昭・佐藤展之・鈴木義彦 (1991) : 近赤外分光分析法による温室メロン生育中の葉中成分含有率及び果実糖度の簡易測定. 静岡県農業試験場研究報告, 36, 47~55.
- 5) 伊藤 茂・大竹良知・吉村幸江 (1999) : 近赤外分光法によるスイカ果実の非破壊糖度測定. 愛知県農業総合試験場研究報告, 31, 153~158.
- 6) 岩本睦夫・魚住 純 (1985) : 近赤外分光法による食品の非破壊品質測定ー最近の動向ー. 日本食品工業学会誌, 32, 685~695.
- 7) 菊池 香・平良英三 (2009) : マンゴーの近赤外線 (NIR) による品質評価と消費者の食味 評価の関係. 農業および園芸, 84 (6), 614~623.
- 8) 小林太一 (2006) : ハイパースペクトルイメージングによる青果物の品質評価, 検査に関する基礎的研究. 鹿児島大学大学院連合農学研究科博士論文, 1~103.
- 9) Qiang,L.・T.Mingjie・C.Jianrong・L.Huazhu・S.Chaitap ( 2010 ) : Selection of efficient wavelengths in NIR spectrum for determination of dry matter in kiwi fruit. Maejo Int.J.Sci.Technol, 4, 113~124.
- 10) McGlone.V.A. and S.Kawano ( 1998 ) : Firmness,dry-matter and soluble-solids assessment of postharvest kiwifruit by NIR spectroscopy. Postharvest Biol.Technol, 13, 131~141.
- 11) 宮本久美 (2006) : 近赤外分光法によるミカン果実糖度の全数検査 (特集 安全で快適な生活を支える分析化学). ぶんせき, 379, 352~355.
- 12) Mizuno.T. (2003) : Development of portable near infra red photometer FT-20 and FQA-NIRGUN. A collection of lecture points of 19th non destructive measurement symposium, 19, 25~30.
- 13) Morimoto.S. (2003) : Development of portable

near infra red photometer FRUIT SELECTER  
K-BA100. A collection of lecture points of 19th  
non destructive measurement symposium, 19,  
31~39.

- 14) 村上 覚(2013):優良新系統をつくりこなす‘レインボーレッド’. 農業技術体系 果樹編 第5巻 キウイフルーツ 基本技術編, 78(1), 2~9.
- 15) 農林水産省 生産局生産流通振興課(2012):平成22年産 特産果樹生産動態等調査.
- 16) 恩田 匠・辻 政雄・小宮山美弘(1994):近赤外分光分析法によるスモモ果実の糖度, 酸度および硬度の非破壊計測. 日本食品工業学会誌, 41, 50~54.
- 17) 吉田智也・古原剛二・芝田展幸・小出 聖・広瀬正純・松本誠司(1989):キウイフルーツの収穫、貯蔵、追熟技術. 大分県農業技術センター研究報告, 19, 75~91