

# 加工用トマト果実の物理的性質に関する研究

## 果実の色調について

伊藤 憲 弘<sup>※</sup>・寺田 俊 郎<sup>※</sup>

---

Norihiro ITO and Toshiro TERADA  
Studies on the Some Physical Properties  
of Processing Tomato Fruit.  
On the Color Tone of Tomato Fruits.

---

### 緒 言

従来加工用トマト栽培にあって、人が手どり収穫作業を施行する際の作業手順は、まず五感によって対象物であるトマト果実の状態を診断し、成熟状態を見極め、収穫対象とすべきかどうかを判断し、摘みとり動作・方法を決定し施行する。すなわち情報収集—情報処理—意思決定—技術施行の経過をとる。

したがって原料トマト果実の着色状態はこれを摘みとる人の肉眼に頼って鑑定されている、すなわち人の色知覚によって熟度が判定されているわけである。

果実の色調の差を比較する場合、人の肉眼による比較能力は最も優れていると考えられる。しかし個人差があったり、その日の心身状態で異なる結果が出たりしやすい。またその色調を記憶できず、再現性に乏しく、客観的に比較検討することができない。そこで果実の色調を科学的に測色し、客観的に色表示する方法を考えねばならない。

色差の表示が確立されるためには (1) 色の物理的な測定、およびその数値的評価、(2) 物理的に測定された色の差とそのような色差の肉眼による識別との関係、の2つの要求が満足されねばならない。

そこで本研究はこれらの観点から加工用トマト果実の着色、とくに果皮の色調について等色差表色系による測色の有用性を実験的に追求し、熟度判定基準として検討した。

### 材料および方法

※ 附属農場

### 1. 供試トマト

供試トマト果実は島根大学農学部附属農場において標準耕種基準によって栽培されたものから採取した。

供試品種は果実の形状、大きさの点で特徴を有する品種、系統、および近年機械収穫用品種として開発された系統などを考慮し選定した。すなわち等色差表色系の測色、および肉眼による熟度判定においては、H-1409, K G-127, TE-30, Super Roma V. F の4品種、色差の肉眼による識別測定にあっては、Super Roma V. F, AT-70/24, ES-58, TE-30, H-1409, Chico, Kagome 70 の7品種を用いた。

### 2. 測色装置と測定法

測色装置：

色差直読デジタル測色色差計（日本電色工業製、ND-504DE）を使用した。この装置は電源部（光源安定化電源）、光学部、計測部から構成され、光学部における積分球のX、Y、Z3種のフィルタを透過した光による電流を計測部に導いて、CIE表色系（X、Y、Z）の数値を測定する。しかし本機は計測部のコンピューター回路により等色差表色系（L、a、b）に換算されて直読できる。

X、Y、Z値とL、a、b値との間には次の関係が存在する。

$$L = 100Y^{\frac{1}{2}}$$

$$a = 175(1.02X - Y)/Y^{\frac{1}{2}}$$

$$b = 70(Y - 0.847Z)/Y^{\frac{1}{2}}$$

なお本装置の概略図を第1図に示した。

測色法：

測色はトマト果実を直接反射用測定台上に置き、果皮

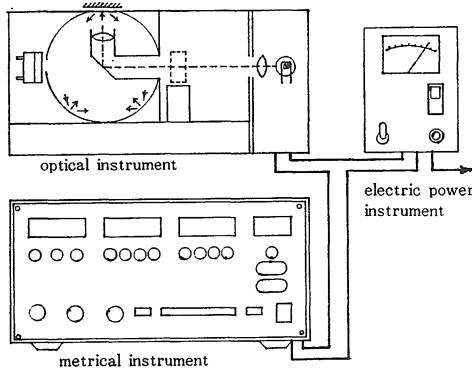


Fig. 1. Outline on the equipment of measuring the color tone.

の色調を測定した。

測定面積は大きいほど測色値が安定すると考えられるが、測色面ができるだけ平面であることが望ましく、さらに個体差を少なくする意味から照射面積を10mmφとした。測定個体数は各品種とも25個体であり、果実の着色状態から緑熟期、催色期、半熟期、成熟期、完熟期と肉眼により5つの熟期に区分して測定した。なお、測定部位は果実の赤道部とした。

### 3. 肉眼による熟度判定

肉眼判定によりトマトの外観着色状態から熟度を10段階に区分し、それぞれに1~10の熟度指数を与えた。

一方それらの区分された果実を色差計によって測色した。そしてその測定値から a/b 値を算出し、熟度指数との相関を調べた。

### 4. 色差の肉眼判定

標準色調板：

トマト標準色調板B(全国トマト工業会製)を使用した。これは90mmφの円形板の中央に36mmφの穴をあけたドーナツ型の色板である。その赤色の色調はマンセル回転円板の加法混色法による色紙面積割合で、①赤(5R 2.6/13) 60%，②黄(2.5YR 5/12) 40%，③黒(N1/Glossy) 0，④灰(N4/Matte) 0である。これを色差計で測定したところ、L=34.1 a=31.8 b=17.5であった。

測定法：

標準色調板との対比において、色調の一致すると思われる果実をそれぞれの観測者が品種別に5個体ずつ選び、その色調を色差計によって測定した。なお観測者は5名であり、いずれもトマト栽培未経験である。

果実の選び出しに際し、まず均一に着色している果実の側面に色調板をあて、穴の中の果実の色と板の色とが

同じと感じるものを選んだ。さらに観測条件を考慮し、選出は直射日光下をさけ、室内の自然光下で実施した。なお色板の穴の部分をあてた箇所には測色位置を示す印をつけ、後に色差計でL, a, b値を測定した。

## 結果および考察

### 1. 等色差表色系と測色値の展開

#### 1) 等色差表色系

等色差表色系(ULCS表色系, Hunter表色系)はRichard S. Hunterによって考案された。すなわちCIE表色系(XYZ表色系, xyY表色系)では色度およびY値の等しい数値の差が等しい感覚の差を示さないことや、色度の数値が色感覚と直感的に結びつかない欠陥がある。そこでこの数値の差と感覚差を対応するように工夫したのがこの表色系である。

L, a, bの尺度を使用し、第2図のような色立体(L-a-b空間)において、Lは高さ、aは左右、bは前後の尺度を示し、測色値L, a, bから試料の色の位置を定めることができる。

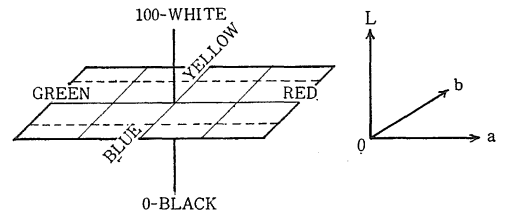


Fig. 2. Hunter chromaticity scale system.

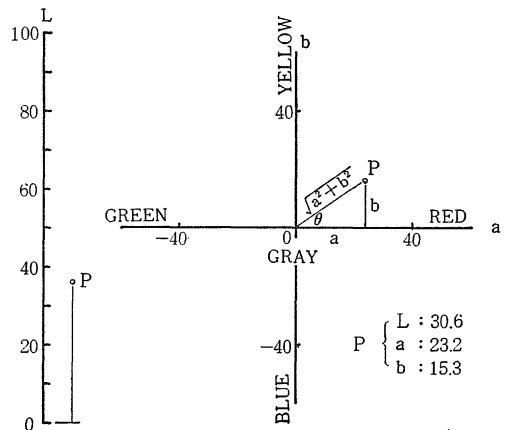


Fig. 3. Example of indication in Hunter chromaticity scale system.

### 2) 測色値の展開

測色値を表示する場合、第2図に示したL-a-b空間図のままでは不便であることから、第3図のような図を用いて表示する。すなわち左図のLは明度を示し、右図はL軸に直角に色立体を切断した図であり、aおよびbを表わす。

第3図に記したP点は測色値L=30.6 a=23.2 b=15.3を示した試料の色の表示例である。

さらにこの図から色の数値的処理をするために、直角座標法、極座標法の2つの方法を用いて展開した。

(i) 直角座標法

L, a, bの数値をそのまま使用すれば良く、最も普通に用いられる展開方法である。

Lは明度を示し、0から100までの数値を与え、その値の大きいほど明度が高い。L軸は無彩色 GRAY である。aおよびbはL軸を通る中心線で(+)側と(-)側に分けられる。aは(+)側で RED の度合、(-)側で緑の度合、bは(+)側で YELLOW の度合、(-)側で BLUE の度合を示し、それぞれ数値の大きいほど、その度合の大きいことを意味する。

Table 1. The value of colorimetry (Three ingredient value)

Variety	—	$\frac{L}{x}$		$\frac{a}{x}$		$\frac{b}{x}$	
		s	s	s	s	s	s
H-1409	f.r	28.0	1.87	21.2	4.35	12.6	1.85
	r	30.6	1.42	23.2	2.8	15.3	1.13
	s.r	34.7	2.79	18.2	1.69	18.5	2.04
	d	43.3	4.3	11.0	5.6	22.8	2.5
	m.g	55.0	5.13	-6.7	4.26	20.2	2.56
KG-127	f.r	28.2	1.26	24.8	3.12	13.2	1.84
	r	31.2	1.3	26.8	2.6	15.6	1.05
	s.r	32.1	2.43	23.3	3.93	15.9	1.82
	d	39.8	3.29	9.9	6.36	20.2	1.1
	m.g	51.9	2.02	-10.0	1.74	23.4	1.33
TE-30	f.r	27.8	1.02	29.5	3.76	13.3	1.11
	r	31.2	2.11	33.1	1.9	15.3	1.1
	s.r	36.2	2.7	25.4	4.39	19.5	1.93
	d	48.1	3.27	7.4	6.62	26.1	1.52
	m.g	56.4	4.02	-9.9	1.66	22.0	2.62
Super Roma V.F.	f.r	24.2	1.09	22.0	3.25	10.7	0.72
	r	30.5	2.45	29.4	5.16	15.6	1.93
	s.r	36.4	2.42	20.3	2.43	19.0	2.08
	d	48.5	3.53	2.3	5.75	24.9	2.18
	m.g	58.1	1.23	-8.1	0.94	18.8	1.73

f. r. : full-ripeness stage. r : ripeness stage.  
 s. r. : semi-ripeness stage. d : degreening stage.  
 m. g : mature-green stage.  
 x : mean s : standard deviation.

第1表は品種、熟度別に測色値を示したものである。各品種とも熟期の進むにつれてL値は51.9~58.1から24.2~28.2へと順次減少する傾向を示した。これは

熟度の増加につれて果実色調の明るさは低下することを意味している。

a値は順次増大して成熟期21.2~29.5を示し、当然ながら熟度の増すにつれて赤色の度合が強くなることを示した。

黄色の度合を示すbの数値は未熟の緑熟期を別として催色期以降熟度の増加につれて低下する傾向を示した。

第2表はこの測色値L, a, b相互間の相関係数、回帰直線を示したものである。これによると各品種ともにL, a, L, b間には0.1%水準での高い有意差がある。a, b間にあってもKG-127, TE-30では同様に0.1%水準で有意差があり、1次の高い相関々係が認められた。さらにこれを平面図上の直角三角形として考えた場合、底辺はa値で赤色の度合を示し、高さはb値で黄色の度合を示すことになる。

Table 2. Correlation coefficients of every two Hunter values and their regression lines.

Variety	La	Lb	ab
H-1409	*** a=-1.023L +52.581	*** b=0.281L +7.113	* -0.497 b=-0.176a +20.234
KG-127	*** a=-1.55L +71.748	*** b=0.419L +2.304	*** -0.858 b=-0.232a +21.126
TE-30	*** a=-1.428L +74.632	*** b=0.352L +5.456	*** -0.702 b=-0.201a +23.011
Super Roma V. F.	*** a=-0.886 -1.086 +57.15	*** b=0.725 0.283L +6.661	** -0.522 b=-0.166a +20.055

\* 5%, \*\* 1%, \*\*\* 0.1%

トマト果実の色調は通常の品種で主として赤色と黄色の配色であると考えられるので、a値とb値の割合、すなわちa/b値によって表示することができる。したがってこの数値が大きいほど赤色の度合は強く、トマト果実の色調は優れていることになる。さらに明るさのL値を含めて果実の総合的な色調として考えた場合、Lb/a値を用いることもある。この場合数値は小さいほど果実の色調は良好なことになる。しかしaまたはb値が正負にわたって変化している場合には判りにくい。

第4図は4品種における熟期別のa/b, Lb/a値を示したものである。

a/b値は各品種とも熟期の進んだものほど高い数値を示した。またLb/a値は逆に低い数値を示した。これは熟度の増加につれてトマトの色調は良好になるという当然の結果を意味するものである。

供試品種別にみると、a/b値, Lb/a値ともに数値の

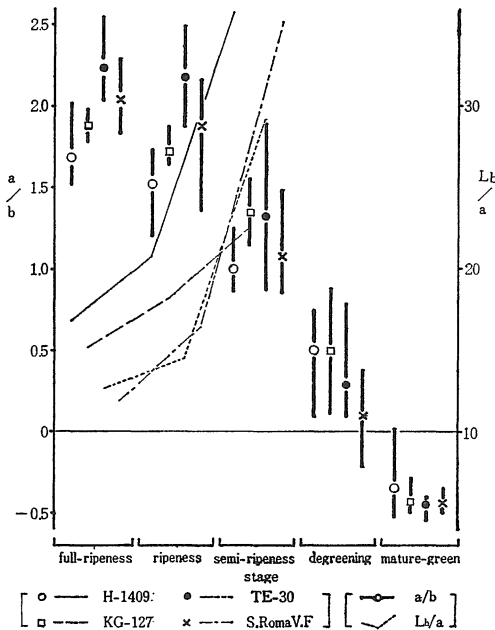


Fig. 4. Hunter a/b, Lb/a ratio as a function of picking stage.

大きさ、バラつきなど品種間差が存在する。すなわち熟度の高い成熟期、完熟期の果実において、TE-30, Super Roma V. F の色調が優れているという結果を示した。しかし4品種程度の今回の実験からは、品種間差の傾向が認められたという程度に考察をとどめる。

(ii) 極座標法

物体の色を識別するときは色の3属性(色相, 明度, 彩度)をとらえていると考えるのが, CIE表色系でいう色の3刺激値でとらえていると考えるよりも現実的である。そこでL, a, bから変換した色の3属性の表現法を考えてみた。

まず色相はa-b面上でa軸(+)に対する向き, b/a, または角度θで表わされる。しかしaまたはbが正負にわたって変化している場合には判りにくく, またb/aは正接であることから, 補色関係にある二つの色相を示すことになる。

明度はLで表わされる。明度とは色の明るさであって無彩色である。

彩度はL軸からの距離  $\sqrt{a^2+b^2}$  で表わされる。したがって  $\sqrt{a^2+b^2} = 0$  は完全に無彩色であり,  $\sqrt{a^2+b^2}$  の値が大きいほど色はあざやかであって, 彩度が高いことになる。

L, a, bの測値を色の3属性に変換して展開すれ

ば第3表のような結果となる。

Table 3. Three attributes of colors computed from the value of colorimetry.

Variety		f. r	r	s. r	d	m. g
H-1409	L	28.2	30.6	34.7	43.3	55.0
	b/a	0.6	0.67	1.02	3.61	—
	$\sqrt{a^2+b^2}$	24.7	27.84	25.78	26.2	17.67
KG-127	L	28.2	31.2	32.1	39.8	51.9
	b/a	0.53	0.58	0.7	3.45	—
	$\sqrt{a^2+b^2}$	31.69	31.01	28.35	23.09	25.51
TE-30	L	27.8	31.2	36.2	48.1	56.4
	b/a	0.45	0.46	0.8	5.82	—
	$\sqrt{a^2+b^2}$	32.37	35.85	32.26	27.77	24.13
Super Roma V. F.	L	24.2	30.5	36.4	48.5	58.1
	b/a	0.49	0.54	0.96	2.01	—
	$\sqrt{a^2+b^2}$	24.44	33.29	27.96	25.51	20.49

L : Lightness b/a : Hue  $\sqrt{a^2+b^2}$  : Saturation

数値は各品種ともに同様な傾向が認められた。すなわちL値は熟期の進むのにつれて順次小さくなり, 明度が低下することを示した。また b/a 値は先の直角座標法で検討した如く, 熟度の増加につれてa値は高くなり, b値は低下することから, b/a 値も当然低下の傾向を示した。これは熟度の増加につれて色相, すなわち色立体における中心軸からの角度θの値は順次小さくなることを意味している。

$\sqrt{a^2+b^2}$  値から彩度, すなわち中心軸からの距離をみると, 熟期の進むのにつれてその数値は高い傾向を示した。したがって熟度の増加につれて中心軸からの距離は遠ざかり, 色調はあざやかになることを意味するものである。しかし今回の実験結果では完熟期の果実が必ずしも最高の数値を示さなかった。これは供試個体が完熟を過ぎ, むしろ過熟状態にあったためとも考えられる。

品種間においては TE-30 の  $\sqrt{a^2+b^2}$  値が他の品種より, いくぶん高い数値を示すなど, 品種間差があるものと考えられるが, 今回の実験では顕著な差異は認めがたい。

2. 色差の肉眼による識別

物理的に測定された色の差と, そのような色差の肉眼による識別との関係について調べ, つぎのような結果を得た。

1) 色差の表示法

色差を評価するための実験的な公式は第5図に示すようなP<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>間の距離を求めることで与えられる。

色差計で試料 No.1, および No.2 を測定し, L<sub>1</sub>, a<sub>1</sub>, b<sub>1</sub>およびL<sub>2</sub>, a<sub>2</sub>, b<sub>2</sub>を得て, 図上にP<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>

を記入した。このとき  $P_1$ 、 $P_2$ 間の距離は直角三角形の斜辺であり、その上さらに垂直方向の明度差を考慮すると立体間における距離となる。これが色差 $\Delta E$ であり、次の式で求められる。

$$\begin{aligned} \Delta a &= a_2 - a_1 \\ \Delta b &= b_2 - b_1 \\ \Delta L &= L_2 - L_1 \\ \Delta E &= \{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2\}^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

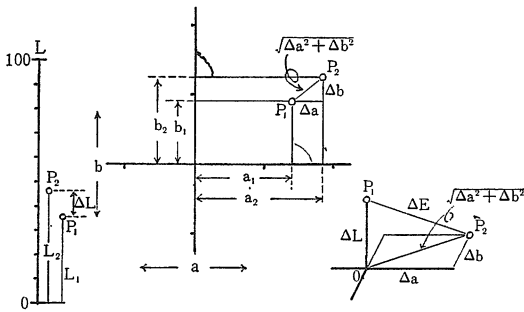


Fig. 5. Example of indication in color difference.

なお $\Delta E$ の値は色差単位として、“NBS単位”と呼ばれ、その数値の低いほど対比する2つの色調間の差は少ないことを示す。

2) 肉眼による熟度の判定

熟度について外観から果実の着色状態で観察した。まず果実全体に薄緑色であった未熟果は果頂部から着色を開始し、全体には白っぽい緑色に変化する。そしてそれが黄色く変り、さらに赤みをおびてきて全体に朱色を呈してくる。この頃が50%程度の着色状態である。この朱色は赤色に変化し、全体に加工トマト特有の赤色を呈し完熟状態となる。

第4表はこの肉眼観察による果実熟度の外観状態を表わしたものである。すなわち果実の外観着色状態から、

Table 4. Relationships of the appearance of tomato fruit in surface color to degree of maturity

m. i	degree of maturity	appearance of tomato fruit in surface color
1	mature -green stage	薄緑色から果頂部がいくぶん白っぽくなるが、全然着色はしていない
2	degreening stage	I 果頂部からわずかに着色開始、しかし全体には白っぽい緑色
3		II 全体に黄色く着色、着色程度15%以下
4		III 黄色から赤みをおびてくる、着色程度 15~30%
5	Semi-ripeness stage	I 黄色より赤みが強くなり、全体に赤色を呈す、着色程度 31~50%
6		II 赤色から赤色になってくる、着色程度 51~70%
7	ripeness stage	I 加工トマト特有の赤色を呈す、着色程度 71~85%
8		II 加工トマト特有の赤色を呈す、着色程度 86~95%
9	full-ripeness stage	完全に着色、肉質は硬い
10	over-ripeness stage	着色を過ぎ、赤色に黒みをおびてくる、肉質はや軟化

m. i : maturity index.

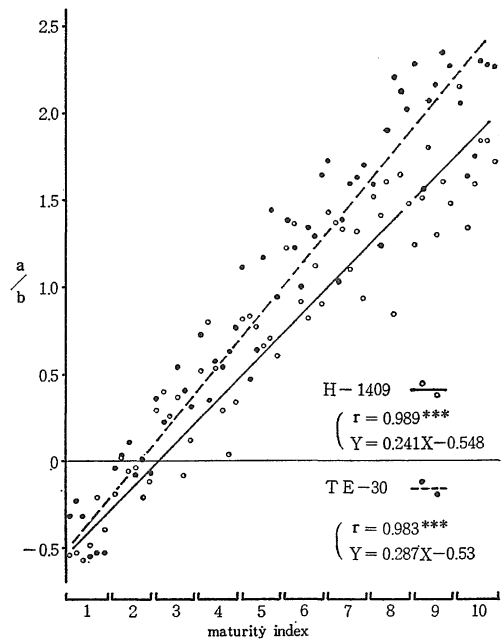
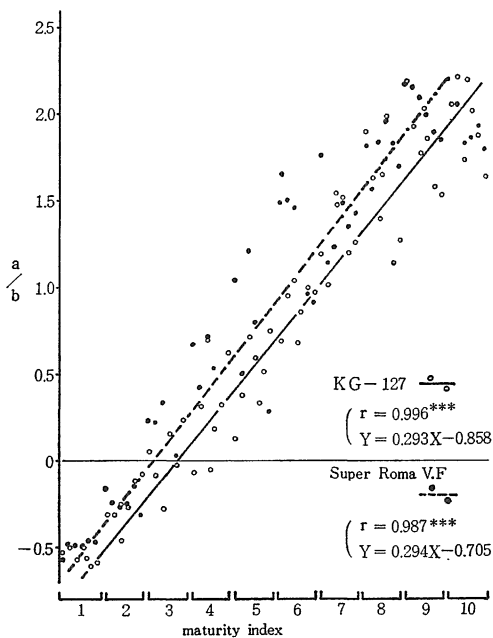


Fig. 6. Coefficient of correlation and regression line between maturity index, and Hunter a/b ratio.

緑熟期、催色期、半熟期、成熟期、完熟期、過熟期に熟度区分した。そして未熟果を0の基準にそれぞれ1~10の熟度指数を与えた。なお実際の収穫作業において収穫対象として取扱われている果実は熟度指数7~10に属しており、外観から70%以上の着色状態のものである。

このような肉眼判定による熟度と物理的に測定された測色値の関係、すなわち熟度指数と等色差表色系における a/b 値との関係をみたのが第6図である。

供試した4品種ともに  $r=0.983\sim 0.996$  と著しく高い。1次の相関々係にあることを示し、それぞれ0.1%水準での有意差が認められた。

このことは物理的に測定された色の差と、そのような色差の肉眼による識別とは一致するという結果を示したものである。すなわち客観的な色表示の方法、ひいては熟度判定の方法として等色差表色系の有用性を意味するものである。

### 3) 色差の肉眼判定

色差の肉眼による判定の確かさを等色差表色系における色差の表示法を用いて検討した結果が第5、6、7表である。

第5表、第6表は色調板との対比で、色調の一致する果実を選びだし、色差計で測定した。そしてその測色値をそれぞれ品種別、観測者別にとりまとめたものである。

品種別に数値のバラつきをみると、L、a、b値ともに大きな変異は認められない。

観測者別にみるとa値の変異がL、b値よりいくぶんバラつく傾向を示したが、この程度では問題になるほどの変異とは考えられない。

選出された果実の色調と標準色調板との色差をNBS単位で表わしたのが第7表である

Table 5. Relationships of Hunter value of the fruits sorted on the basis of color indicator of standard to varieties.

Variety	L			a			b		
	$\bar{x}$	s	c.v	$\bar{x}$	s	c.v	$\bar{x}$	s	c.v
Super Roma V. F.	31.8	1.82	5.72	31.2	1.68	5.38	16.0	1.16	7.28
AT 70/24	33.9	1.22	3.59	37.6	1.42	3.78	17.9	0.64	3.6
ES-58	31.3	0.94	3.0	28.8	1.5	5.21	16.3	0.6	3.67
TE-30	32.2	1.4	4.36	31.9	2.14	6.72	16.1	0.47	2.95
H-1409	32.3	0.75	2.31	29.6	2.59	8.76	17.0	0.52	3.08
Chico	31.9	1.87	5.86	29.0	1.97	6.78	16.1	1.13	7.02
Kagome-70	30.1	0.47	1.58	28.3	1.12	3.96	15.6	0.36	2.31

color indicator of standard L : 34.1, a : 31.8, b : 17.5  
 $\bar{x}$  : mean, s : standard deviation, c. v : coefficient of variation

Table 6. Relationship of Hunter value of the fruits sorted on the basis of the color indicator of standard to observer.

observer		L			a			b		
sex	age	$\bar{x}$	s	c.v	$\bar{x}$	s	c.v	$\bar{x}$	s	c.v
♂	34	32.3	0.94	2.92	30.4	4.15	13.61	16.3	1.03	6.31
♂	47	32.3	2.09	6.48	31.4	3.56	11.34	16.4	1.14	6.97
♂	30	31.4	0.89	2.85	30.8	3.7	12.01	16.4	0.79	4.82
♀	27	32.3	1.78	5.51	30.7	3.68	11.99	16.7	0.95	5.72
♂	37	31.4	1.69	5.38	31.3	3.44	11.0	16.3	1.33	8.15

Color indicator of standard L : 34.1, a : 31.8, b : 17.5  
 $\bar{x}$  : mean, s : standard deviation c. v : coefficient of variation

品種別にみると AT70/24, Kagme 70 のNBS単位が 5.82, 5.64 といくぶん高い数値を示したものの、その他の品種にあっては 2.81~4.81 であった。

このことは品種によってその特有の色調を持つためにいくぶん数値にバラつきを生じたものと考えられる。

観測者別に色差をみると、ともに2~3の低いNBS単位を示し、標準色調板の色調と良く一致する果実を選びだしたことを表わした。

色差の肉眼による識別においては1人の観測者がその肉眼判定の結果与えた数値と、他の観測者の同様な肉眼判定の結果がどの程度一致するかが問題である。しかし今回の実験から各観測者ともにその変異、色差は僅少であり、各観測者の肉眼判定結果が良く一致することを示した。すなわち色調を比較する際における人の肉眼判定の確かさを意味する結果を得た。

以上の実験結果から、色差の数値的評価としては等色

Table 7. Differences between Hunter value of color indicator of standard and those of sorted fruits.

Variety	$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$	$\Delta E$
Super Roma V. F.	-2.3	-0.6	-1.5	2.81
AT 70/24	-0.2	5.8	0.4	5.82
ES-58	-2.8	-3.0	-1.2	4.28
TE-30	-1.9	0.1	-1.4	2.36
H-1409	-1.8	-2.2	-0.5	2.89
Chico	-2.2	-2.8	-1.4	3.83
Kagome-70	-4.0	-3.5	-1.9	5.64

Observer					
sex	age	$\Delta L$	$\Delta a$	$\Delta b$	$\Delta E$
♂	34	-1.8	-1.4	-1.2	2.58
♂	47	-1.8	-0.4	-1.1	2.15
♂	30	-2.7	-1.0	-1.1	3.08
♀	27	-1.8	-1.1	-0.8	2.26
♂	37	-2.7	-0.5	-1.2	3.0

Color indicator of Standard  
 L : 34.1, a : 31.8, b : 17.5  
 $\Delta E = \{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2\}^{\frac{1}{2}}$

差表色系を用いることで、品種、時期的なわずかな果実色調の差も表現しうるものとする。そしてさらにその表色が人の色感と良く一致し、主観に支配されず科学的、客観的な数値として得られることも明らかとなった。

このことから加工用トマト果実の着色、とくに果皮の色調比較において、等色差表色系による測色、表示法が非常に有用であるとする。そして今後トマト果実の色調を色彩学的に取り扱い、ひいてはこのトマト果実の物理的性質についての研究を進める上で、果実の熟度判定の基準として採用しうる結果を得たものと確信する。

### 摘 要

本実験は加工用トマト果実の色調について等色差表色系による測色の有用性を検討した。すなわち色の物理的な測定によるその数値的評価、およびその数値と人の色感との関係について調べ、つぎのような結果を得た。

- 1) 測色値L, a, bと熟度との関係をみると、熟度が増すにつれてL値(明るさ)は減少し、a値(赤色)は増加する。そしてb値(黄色)は減少する。
- 2) L, a, b値相互間に高い相関係が認められた。
- 3) 測色値から計算して得たa/b, Lb/a値は熟度が増すにつれて、a/b値は増加し、Lb/a値は減少する。
- 4) 色の三属性と熟度の関係をみると、熟度が増すにつれて、明度(L値)、色相(b/a)は低下する。

彩度( $\sqrt{a^2+b^2}$ 値)は増加して色調はあざやかになる。しかし今回の実験では完熟期の資料果実が過熟であったためか、最高値を示さなかった。

5) 肉眼判定による熟度(熟度指数)とHunter a/b値の間には0.1%水準で有意差があり、1次の相関係が認められた。

6) 標準色調板と色感の一致するものとして選出された果実の色調は、供試品種、観測者間ともにその測定値に大きな変異は認められなかった。

7) 標準色調板と選出した果実との色差 $\Delta E$ は各観測者ともに低い値を示し、NBS単位2~3であった。

以上の結果から等色差表色系の測色によって得た数値は色の数値的表現価値が高く、人の色感と良く一致することが判明した。ひいては果皮色調の測色により熟度判定の基準としても採用しうるという結果を得た。

### 参 考 文 献

1. 色彩科学協会：色彩科学ハンドブック 南江堂 1962, p. 70-253
2. 高橋和彦：食品工業誌6(下)73-76, 1964
3. 寺田俊郎・高橋亮正：島根大農研報1:25-32, 1967
4. 田原虎次・渡辺兼五・藍房和・中司敬：農機学会誌37(4):569-576, 1976

### Summary

The present study was carried out in order to investigate the applicability of Hunter chromaticity scale system in measuring the color tone of some kinds of processing tomatoes; that is, physically measured chromaticity values were analyzed and the relationships of the values to visual surface color were investigated.

The results were as follows;

1. In view of the relationships of measured Hunter values to the degree of fruit maturation, "L" value (brightness) and "b" value (yellow) decreased and "a" value (red) increased as the fruit grew and matured.
2. The correlation between each pair of the values mentioned above was high.
3. The computed Hunter a/b ratio increased and Lb/a ratio decreased with the progression of fruit maturation.
4. From the color-psychological point of view, both lightness (L value) and hue (b/a ratio) decreased and saturation ( $\sqrt{a^2+b^2}$  value) increased with the progression of fruit maturation, but the fruits at full-ripeness stage were not in maximum saturation ( $\sqrt{a^2+b^2}$  value) because of over-ripeness, in this experiment.
5. The correlation coefficient between the degrees of maturity (maturity index) judged visually and by Hunter a/b ratio was significant difference at the 0.1% level, and a linear correlation was recognized.
6. Among varieties tested and among observers, there were no large differences in Hunter values (L, a, b) of the fruits sorted under the conditions that the color tones by visual sense consisted with that of the color indicator of standards.
7. The value of color difference,  $\Delta E$ , between measured and computed values of the color indicator of standards and that of each sorted fruit was found to be low, 2 to 3 in NBS unit, by every observer.

Above results show that the chromatic value measured in Hunter chromaticity scale system has a high correlation with visual surface color and is valuable and practical.