

## カンキツの果汁に関する基礎的研究 第2報

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	吉田, 保治 池上, 隆雄
巻/号	43巻4号
掲載ページ	p. 449-454
発行年月	1975年3月

## カンキツの果汁に関する基礎的研究(第2報)

果汁粘度と数種の化学的性質との関係

吉田保治・池上隆雄

(近畿大学農学部付属農場)

Foundational Study on Citrus Fruit Juice

### II. Correlation between Viscosity of Juice and its some Chemical Properties

Yasuji YOSHIDA and Takao IREGAMI

*Experimental Farm, Faculty of Agriculture, Kinki University, Yuasa-cho, Wakayama*

#### Summary

The relationship between the viscosity of satsuma mandarin (Citrus Unshiu MARC.) juice and some other chemical constitution was examined in this study.

There was high or low positive correlation among the viscosity and non-reducing sugar amount, reducing sugar amount, total pectin, water soluble pectin,  $(\text{NaPO}_3)_6$  soluble pectin, NaOH soluble pectin and was low negative correlation between the viscosity and organic acid amount. Their correlation coefficients of Wase Unshiu (early maturing cultivar) were 0.81, 0.75, 0.75, 0.82, 0.72, 0.60, -0.60, -0.59 and those of Futsu Unshiu (Medium maturing cultivar) were 0.75, 0.88, 0.78, 0.84, 0.76, 0.82, 0.85, -0.64, -0.57, respectively. On the other hand, free organic acid contents have high negative correlation with pH values. These correlation coefficients of Wase and Futsu Unshiu were -0.90 and -0.80.

From the experimental results described above, the viscosity of juice was considered to play good index in determining the quality of citrus fruits and their products.

#### 緒 言

近年ミカンの生産量が伸びたことにより、食味のよい果実の生産と果実の利用加工の拡大をはかることが急務とされている。果汁の品質に関して、筆者らは果汁の粘度とその他数種の理化学的性質との関係について実験したところ、第1報(10)で報告したごとく、粘度は屈折計示度、比重、水分、可溶性固形物、全糖分などと早生、普通温州ミカンともにいずれも1%水準の高い相関があり、またpHとは前述の諸性質に比較してやや低い5%水準の相関のあることを知った。

次に供試用の果実を採取する際食味を検討したが、よい味と感じられたミカンの果汁粘度はおいしくないと感じたものに比較して高くなる傾向が認められた。このようなことから果汁の粘度はよい品質のミカンの生産や果実の利用加工をすすめるうえでよい指標になると考えられた。本報ではさらに非還元糖、還元糖、有機酸および

ペクチンなどの果汁組成成分と粘度との関係に関する実験を行なった。

#### 実験材料および方法

##### 1. 材 料

果実の採取の場所、品種、樹齢、時期などの採果方法、果実からの果汁の調整法、果汁粘度および糖分の測定法についてはいずれも第1報(10)でのべたと同一の方法である。

##### 2. 供試果汁の遊離酸およびペクチンの定量

遊離酸は0.1N NaOH 滴定法によりクエン酸として算出した。ペクチンは伊藤ら(2)のカルパゾール比色法により水溶性、塩類可溶性およびアルカリ可溶性のペクチンを定量し、これらを合計して全ペクチンとした。

#### 実験結果および考察

##### 1. 粘度と糖含量との関係

伊藤ら(3)は温州ミカン果汁の組成糖はしよ糖、ぶどう糖、果糖の3種であると報告している。また Curl ら

(1) はパレンシヤオレンジの果汁でこれら3種の組成糖を2:1:1の比率に含有していることをのべている。このようなことから、非還元糖をしよ糖として、還元糖をぶどう糖と果糖の混合糖として考察をすすめる。第1報(10)でのべたごとく、早生、普通温州ミカンで粘度と全糖量との間にそれぞれ相関係数( $r$ ) 0.88, 0.81 の1%水準の高い正の相関があつたことから、組成糖との間にもかなり高い相関のあることが考えられた。

まずしよ糖との関係についてみると、早生温州ミカンの場合の実験結果は第1表のごとくで、糖分の多い果汁の粘度は高くなる傾向があり、また果汁 100 ml 中の含量は 3.15~6.23g で果実個体間にかなりの差が認められた。つぎに採果した際に食味がよいと思われた果実の粘度は高く、またしよ糖量も多かつた。このような傾向は全糖量の場合とおなじであつた。そこで実験結果から粘度としよ糖量との相関を解析したところ第1図のごとく  $n=18$ ,  $r=0.81$ ,  $y$  (しよ糖量)  $=14.4x-12.9$  ( $n$ : 自由度,  $r$ : 相関係数,  $x$ : 粘度値で以下同様) となり、1%水準で有意な正の高い相関があつた。また普通温州ミカンの実験結果は第2表のとおりで、早生温州ミカンの場合とほぼおなじような糖含量で果実個体間の差が大

Table 1. Measured viscosity and determined non-reducing sugar, reducing sugar, free acid amount (Wase unshiu).

Sample No.	Viscosity (c.p.)	Non-reducing sugar (g/100 ml)	Reducing sugar (g/100 ml)	Free acid (g/100 ml)
1	1.129	3.15	2.13	—
2	1.154	3.27	2.53	0.92
3	1.151	3.38	2.32	0.97
4	1.161	3.42	2.02	0.96
5	1.189	3.50	3.44	1.10
6	1.263	4.24	3.55	—
7	1.228	4.41	3.47	1.01
8	1.134	3.90	2.26	1.01
9	1.160	4.82	2.75	1.00
10	1.186	4.21	2.70	0.87
11	1.188	3.78	2.53	0.93
12	1.187	3.95	2.30	0.81
13	1.110	3.18	2.44	—
14	1.259	5.55	3.32	0.81
15	1.251	5.46	3.04	0.86
16	1.296	6.23	3.21	0.82
17	1.192	4.57	2.28	0.85
18	1.194	4.92	2.36	0.77
19	1.209	5.32	2.78	0.96
20	1.270	5.30	—	0.70
21	1.132	—	—	1.02
22	1.195	—	—	1.00
S	26.238	86.56	51.43	17.38
$\bar{S}$	1.192	4.32	2.71	0.92

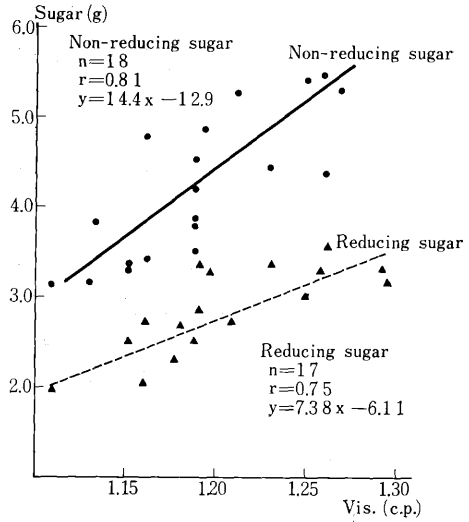


Fig. 1. Correlation between viscosity and non-reducing sugar, reducing sugar (Wase unshiu).

きく、その他のことに関してもよく似た傾向があり、粘度としよ糖量との相関を解析した結果は第2図にしめすように、 $n=17$ ,  $r=0.75$ ,  $y=16.3x-17.4$  となり、1%水準で早生温州ミカンと比較してほぼおなじ程度の有意

Table 2. Measured viscosity and determined non-reducing sugar, reducing sugar, free acid amount (Futsu unshiu).

Sample No.	Viscosity (c.p.)	Non-reducing sugar (g/100 ml)	Reducing sugar (g/100 ml)	Free acid (g/100 ml)
1	1.339	2.12	2.43	0.92
2	1.404	5.11	3.03	0.85
3	1.367	5.23	2.73	0.76
4	1.347	5.60	2.67	1.06
5	1.440	6.26	—	0.92
6	1.445	6.25	3.82	0.91
7	1.358	5.41	2.73	1.00
8	1.418	5.70	2.75	0.90
9	1.388	5.35	2.92	0.77
10	1.409	5.79	2.90	0.92
11	1.370	5.29	2.67	1.01
12	1.308	4.26	2.35	1.09
13	1.314	3.80	2.39	1.18
14	1.303	4.68	—	—
15	1.316	4.03	2.45	1.13
16	1.265	3.99	2.26	1.05
17	1.338	4.19	2.53	0.90
18	1.321	3.78	2.29	1.08
19	1.336	3.96	2.24	1.13
20	1.410	—	2.87	—
21	1.305	—	2.39	—
S	28.501	91.19	50.41	17.55
$\bar{S}$	1.357	4.80	2.65	0.98

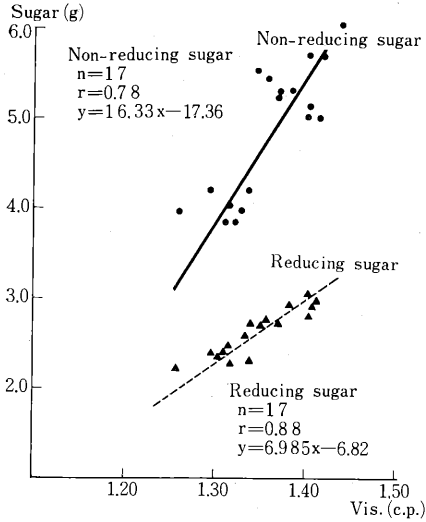


Fig. 2. Correlation between viscosity and non-reducing sugar, reducing sugar (Futsu unshiu)

な相関があつた。

つぎに還元糖についてみると、早生温州ミカンの場合第1表に示すごとく2.02~3.55g、糖量は普通温州ミカンの場合第2表のとおり2.33~3.32gで、両品種間に品種による差異が認められず、また果実個体間の糖量の相違もしよ糖の場合に比較して少ない。還元糖量と粘度の高低および採果の際の食味のよい、まずいとの関係はしよ糖の場合とほぼおなじような傾向にあつた。そこで粘度と還元糖との相関を解析した。その結果早生温州ミカンの場合第1図のごとく、 $n=17$ 、 $r=0.75$ 、 $y$  (還元糖量) $=7.38x-6.11$  となり、1%水準で有意な正のかなり高い相関があつた。また普通温州ミカンの場合にも第2図に示すとおり、 $n=17$ 、 $r=0.88$ 、 $y=6.99x-6.82$  となり、早生温州ミカンとほぼおなじような相関があつた。またこれらの相関係数はしよ糖の場合と比較してよく似ていた。

宮崎(7)はスイカの果汁しろう(漿)液の粘度変化が純粹なしよ糖溶液の粘度変化によく似た変化を示すことから、スイカ果汁の粘度は果汁中の糖濃度のみ依存していると報告している。この実験においても第1報で述べたごとく、全糖量と高い相関にあり、さらにしよ糖および還元糖ともかなり高い相関のあつたことから、宮崎(7)のごとく果汁中の糖濃度に粘度は依存しているのではないかと考えられるが、スイカ果汁の組成とミカン果汁の組成に相違があり、また果汁中のペクチン分や有機酸分の粘度への影響も考えられるため、粘度が糖分のみに依存しているとはこの実験のみで判断することはでき

ない。

つぎに果汁の粘度の高い果実ほど採果の際の食味がよく感じられたことから、果汁粘度は食味ことに甘味と密接な関係にあるのではないかと考えられた。

## 2. 粘度と有機酸含量との関係

有機酸分はミカンの酸味成分で、果汁中の成分としては糖分について多く、甘味成分の糖分とともに重要な呈味成分である。森ら(6)は温州ミカンの有機酸の主成分はクエン酸で、遊離または結合酸の形で果汁中に存在しているとのべている。

果汁100ml中の遊離酸の含量は早生温州ミカンの場合第1表のごとく0.8~1.10gであつた。遊離酸量の多い果実の果汁粘度は低くなる傾向がみられ、またこのよ

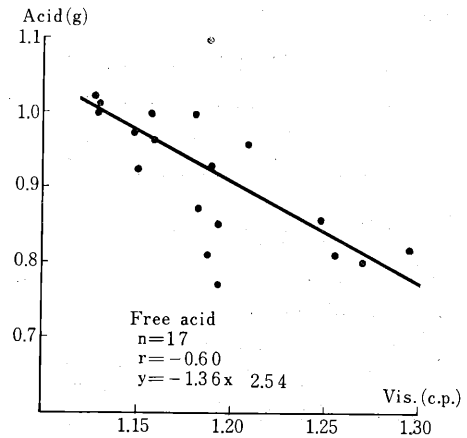


Fig. 3. Correlation between viscosity and free acid (Wase unshiu).

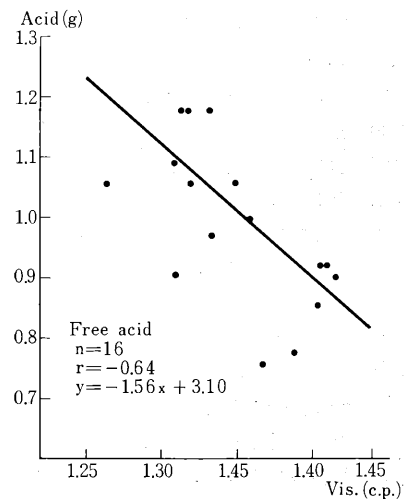


Fig. 4. Correlation between viscosity and free acid (Futsu unshiu).

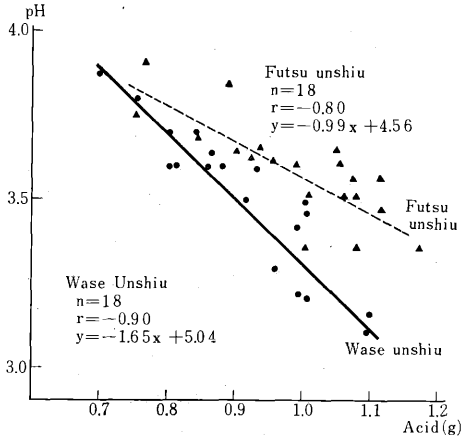


Fig. 5. Correlation between pH and free acid.

うな果実の採果時の食味はよくないように感じられた。そこで粘度と遊離酸との相関を解析した。その結果第3図にしめすとおり  $n=17$ ,  $r=0.60$ ,  $y$  (遊離酸量)  $= -1.36x + 2.54$  となり 1% 水準で有意なやや低い負の相関があつた。

他方普通温州ミカンの場合第2表に示すとおり、遊離酸は 0.76~1.13g で早生温州ミカンとはほぼ同量で品種

間の相違はみられなかつた。また遊離酸量と粘度および食味との間に早生温州ミカンの場合とおなじような傾向があつた。粘度と遊離酸との相関を解析した結果は第4図のごとく、 $n=16$ ,  $r=-0.64$ ,  $y = -1.56x + 3.10$ , 早生温州ミカンの場合とおなじく 1% 水準で有意な負のやや低い相関があつた。

小曾戸ら(5)はミカンのすつばさは果汁の pH と密接な関係があり、pH と遊離酸とは高い相関を示すとのべている。そこでこの実験においても両者の相関を解析した結果は第3表、第5図のとおりである。早生温州ミカンでは  $n=18$ ,  $r=0.90$ ,  $y = -1.65x + 5.04$ , 普通温州ミカンでは  $n=18$ ,  $r=0.80$ ,  $y = -0.99x + 4.56$  (式中  $x$  は遊離酸量,  $y$  は pH 値である) となり、小曾戸ら(5)とおなじく高い相関のあることがわかつた。粘度と pH との相関は第1報(10)でのべたとく早生温州、普通

Table 3. pH value and determined free acid amount.

Sample No.	Wase unshiu		Futsu unshiu	
	pH value	Free acid (g/100 ml)	pH value	Free acid (g/100 ml)
1	3.50	0.920	3.35	1.088
2	3.32	0.986	3.63	0.922
3	3.28	0.960	3.68	0.845
4	3.17	1.101	3.76	0.755
5	3.20	1.101	3.52	1.062
6	3.50	1.011	3.62	0.922
7	3.42	0.988	3.65	0.909
8	3.65	0.870	3.92	0.768
9	3.60	0.934	3.61	0.998
10	3.30	1.011	3.59	0.896
11	3.70	0.806	3.56	0.922
12	3.60	0.833	3.37	1.011
13	3.47	1.024	3.51	1.118
14	3.70	0.806	3.36	1.178
15	3.60	0.858	3.66	0.934
16	3.70	0.845	3.56	1.126
17	3.81	0.768	3.65	1.050
18	3.60	0.819	3.85	0.896
19	3.62	0.960	3.56	1.075
20	—	—	3.48	1.126
S	70.62	18.365	71.84	19.571
$\bar{S}$	3.53	0.918	3.59	0.979

Table 4. Measured viscosity and determined water soluble pectin, (NaPO<sub>3</sub>)<sub>6</sub> soluble pectin, NaOH soluble pectin, total pectin amount(Wase unshiu).

Sample No.	Viscosity (c. p.)	W.S. pectin (mg/100 ml)	P.S. pectin (mg/100 ml)	A.S. pectin (mg/100 ml)	Total pectin (mg/100 ml)
1	1.151	21.0	4.0	4.0	29.0
2	1.189	23.5	7.0	5.0	35.5
3	1.186	23.5	6.0	4.5	34.0
4	1.228	26.0	7.5	6.0	39.5
5	1.110	20.0	2.0	1.0	23.0
6	1.259	29.0	10.0	4.5	43.5
7	1.192	22.0	4.5	1.3	27.8
8	1.209	22.0	7.0	3.0	32.0
9	1.270	26.0	10.0	4.0	40.0
10	1.161	23.5	5.0	4.5	33.0
11	1.263	27.5	7.0	6.0	40.5
12	1.188	22.8	5.5	4.0	32.3
13	1.187	28.5	3.5	2.5	34.5
14	1.132	24.0	4.0	2.5	30.5
15	1.251	25.0	9.0	2.5	36.5
16	1.194	26.5	5.5	2.5	34.5
17	1.154	21.5	4.5	3.8	29.8
18	1.296	30.3	11.0	6.5	47.8
19	1.134	17.0	3.5	2.5	—
20	1.160	19.5	5.0	3.5	—
21	1.129	16.0	3.0	2.5	—
S	25.049	489.0	124.5	76.6	623.5
$\bar{S}$	1.193	23.3	5.9	3.6	35.1

Table 5. Measured viscosity and determined water soluble pectin ( $\text{NaPO}_3$ )<sub>6</sub> soluble pectin, NaOH soluble pectin, total pectin amount (Futsu unshiu).

Sample No.	Viscosity (c. p.)	W. S. pectin (g/100 ml)	P. S. pectin (g/100 ml)	A. S. pectin (g/100 ml)	Total pectin (g/100 ml)
1	1.339	29.8	4.8	4.0	38.5
2	1.367	33.3	6.0	4.8	44.0
3	1.440	35.5	6.5	5.0	47.0
4	1.445	38.5	7.5	5.8	51.8
5	1.418	33.0	5.0	4.5	42.5
6	1.409	36.0	5.5	4.5	46.0
7	1.314	34.0	5.5	4.0	43.5
8	1.316	22.5	3.0	3.0	28.5
9	1.338	30.0	4.3	2.5	36.8
10	1.321	24.5	3.5	2.0	30.0
11	1.336	31.0	4.5	3.0	38.5
12	1.404	35.8	6.3	5.0	47.0
13	1.347	26.5	4.3	2.5	33.3
14	1.388	35.0	6.3	4.5	45.8
15	1.358	26.3	4.5	3.5	34.3
16	1.370	32.0	5.0	4.0	41.0
17	1.308	31.5	4.5	3.0	39.0
18	1.305	30.0	4.0	3.0	37.0
19	1.265	22.3	3.3	2.0	27.5
S	25.788	587.3	94.0	70.5	751.7
$\bar{S}$	1.357	30.9	4.95	3.7	39.6

温州ともほぼ1%水準で有意な相関にあり、遊離酸との相関ともあまり差がないことがわかった。また Z. I. Kertesz ら(4)はトマト果汁の場合果汁中の電解質成分によつて粘度は低下すると報告しており、ミカン果汁の場合遊離酸は粘度を低下させる成分と考えられる。このようなことから果汁粘度の低いミカンは遊離酸の多い、pH 値の低い食味がよくない果実といえよう。

### 3. 粘度とペクチン分との関係

果汁粘度とペクチン分との間に高い相関のあることはトマト果汁について Z. I. Kertesz ら(4), R. T. Whittenberger ら(8)を始め多くの研究者により、またスイカ果汁について宮崎(7)により報告されている。

果汁 100 ml 中の総ペクチン量は早生温州ミカンで第4表のごとく 27.8~47.8 mg, 普通温州ミカンで第5表のとおり 27.5~51.8 mg であつた。粘度との相関を解析した結果は第6表、第7表のとおり。早生温州ミカンで  $n=18$ ,  $r=0.82$ ,  $y$  (総ペクチン量)  $=85.39x-67.80$ , 普通温州ミカンで  $n=17$ ,  $r=0.84$ ,  $y=114.82x-116.24$  であつた。

Robinson ら(9)はトマト果汁で粘度とペクチン酸カルシウムとの間に正の高い相関のあることを報告しているが、この実験においてもおなじように正の高い相関のあることがわかつた。また宮崎(7)はスイカ果汁で糖濃度 4% のものにペクチンを 0.2~1.0% の割合に添加した場合の粘度変化は純粋ペクチン溶液の同濃度のもとはほぼ一致する。しかしペクチンの濃度を 0.25% 一定とした純粋ペクチン水溶液にしよ糖を10~30% の割合に添加した溶液と、純粋な同濃度のしよ糖溶液の粘度変化を比較すると 0.25% ペクチンを含む各種濃度のしよ糖溶液は同量の純しよ糖溶液より粘度の増加が次第に増大してゆくことから、果汁中のしよ糖濃度とペクチン濃度が粘度に密接な関係のあることを報告している。さらにミカン果汁では有機酸量が多いので有機酸を添加した場合の

有機酸濃度、糖濃度、ペクチン濃度の粘度への影響についての研究が必要であらう。

果実中のペクチン分は水溶性ペクチン、塩類可溶性ペクチン、アルカリ可溶性ペクチンなどに通常分画されている。そこでこの実験においてもこれらのペクチンと粘度の関係について検討を加えた。

水溶性ペクチンの果汁中の含量は第4表、第5表のごとく、早生温州ミカンで16.0~30.3 mg, 普通温州ミカンで 22.3~38.5 mg であつた。水溶性ペクチンが他のペクチンに比較して極めて多く、数倍の量であつたが、

Table 6. Correlation between viscosity and pectic substance (Wase unshiu).

Pectic substance	n	r	Regressive equation
Water soluble pectin	19	0.72	$y=52.15x-38.64$
( $\text{NaPO}_3$ ) <sub>6</sub> soluble pectin	19	0.94	$y=44.42x-47.06$
NaOH soluble pectin	19	0.60	$y=17.15x-16.80$
Total pectin	18	0.82	$y=85.39x-67.30$

Table 7. Correlation between viscosity and pectic substance (Futsu unshiu).

Pectic substance	n	r	Regressive equation
Water soluble pectin	17	0.76	$y=71.77x-66.48$
( $\text{NaPO}_3$ ) <sub>6</sub> soluble pectin	17	0.82	$y=19.64x-21.70$
NaOH soluble pectin	17	0.85	$y=18.72x-21.70$
Total pectin	17	0.84	$y=114.2x-116.24$

品種間にはそれほどの差は認められなかつた。

粘度との相関を解析した結果は第6表、第7表のとおり、早生温州ミカンの場合  $n=19$ ,  $r=0.72$ ,  $y$  (水溶性ペクチン量)  $=52.15x-38.64$ 、普通温州ミカンの場合  $n=17$ ,  $r=0.76$ ,  $y=71.77x-66.48$  となつた。このように粘度はミカン果汁中のペクチンの主成分である水溶性ペクチンと1%水準で有意な正の相関があつた。

果汁 100ml 中の塩類およびカセイソーダ可溶性ペクチンの含量は早生温州ミカンの場合第4表のとおり、それぞれ 2.0~11.0mg であり、また普通温州ミカンの場合第5表のごとく 3.0~7.5mg および 2.0~5.8mg であつた。品種間の含量の相違は両ペクチンにおいてなく、塩類可溶性ペクチンのほうがわずかにアルカリ可溶性ペクチンより多かつた。粘度とこれら両ペクチンとの相関を解析した結果は第6表、第7表に示すとおりである。

早生温州ミカンの場合塩類可溶性ペクチンと  $n=19$ ,  $r=0.94$ ,  $y$  (塩類可溶ペクチン量)  $=44.42x-47.06$ 、アルカリ可溶性ペクチンと  $n=19$ ,  $r=0.60$ ,  $y$  (アルカリ可溶性ペクチン量)  $=17.15x-16.8$  であつた。また普通温州ミカンの場合塩類可溶性ペクチンと  $n=17$ ,  $r=0.82$ ,  $y=19.64x-21.70$ 、アルカリ可溶性ペクチンと  $n=17$ ,  $r=0.85$ ,  $y=18.72x-21.70$  であつた。このように塩類可溶性ペクチンとは1%水準の有意な高い相関があつたが、アルカリ可溶性ペクチンとは1%水準で有意とはいへ、かなり低い相関であつた。

果汁粘度の高い果汁はこのように水溶性ペクチンが多く、また塩類およびアルカリ可溶性のペクチンも多いが、果汁の粘度に関係するペクチンの主成分は水溶性ペクチンと考えられた。

採果の際食味がよいと感じられたミカンは粘度が高く、したがつて果汁中のペクチン分も多かつたが、ペクチンは果実の呈味成分でないことから、果実食味のテクスチャーに関係する重要な成分であろうと考えられる。

#### 摘 要

温州ミカン果汁の粘度が果汁の数種物理化学的性質と

相関のあつたことから、さらに果汁の化学的性質との関係を求めるためこの実験を行なつた。その結果果汁中のしよ糖、還元糖(ぶどう糖、果糖)、遊離酸、ペクチン分などとの間に1%水準で有意な正または負の相関があり、糖分、ペクチン分とはかなり高い相関が認められたが、遊離酸とはやや低い相関であつた。また遊離酸量とpHとの間に1%水準で有意な負の高い相関があつた。このようなことから果汁粘度はよい食味の果実生産や果実の利用加工に利用できるよき指標でないかと考えられた。

#### 引用文献

1. CURL, A. L., and VELDHIJS, M. K. 1948. The composition of the sugar in Florida Valencia Orange juice. *Fruit products*. J. 27. 3 42—350.
2. 伊藤三郎・垣内典夫. 1969. カルバゾール比色法による数種果実ペクチンの定量. 農林省園試興津支場試験研究年報. No. 5: 63—65.
3. 伊藤三郎・逆瀬川浩. 1952. ペーパークロマトグラフ法による果汁成分の検索に就て. 東海近畿農試研究報告園芸部. No. 1, 225—235.
4. KERTESZ, Z. I., and LOCONTI, J. D. 1944. Factors determining the consistency of commercial canned tomato juice. *N. Y. state Agr. EXP. sta. Tech. Bull. etin.*
5. 小曾戸和夫・飯野久栄. 1972. 温州ミカンの食味評価(第1報)主成分分析による市場ミカンの形質の解析. 園学雑. 41: 83—91.
6. 森 健・村岡信雄・薮 花雄. 1967. 果実の有機酸組成に関する研究. *食品工誌*. 14(5): 187—192.
7. 宮崎芳光. 1959. スイカ果汁漿液の粘度について. *農産技研誌*. 6(6): 283—285.
8. R. T. WHITTENBERGER. 1955. Effect of processing condition on the viscosity of tomato juice, *Food Technol.* 9(5): 228—235.
9. ROBINSON, W. B. 1956. Factors influencing the degree of settling in tomato juice. *Food Technol.* 10(2): 109—112.
10. 吉田保治・池上隆雄. 1973. カンキツの果汁に関する基礎的研究(第1報) 園学雑. 242: 80—287.