

BULLETIN OF THE EXPERIMENTAL FARM
OF
KINKI UNIVERSITY

No. 3 JAN. 1980

近畿大学農場報告

第 3 号

近畿大学附属農場

和歌山県有田郡湯浅町

昭和55年1月

Published by

The Experimental Farm, KINKI University

Yuasa, Wakayama, Japan.

温州ミカンの果汁に関する基礎的研究

——とくに果汁粘度について——

吉 田 保 治

— 1979 —

目 次

緒 言	1
謝 辞	3
第1編 果実の生育と果汁粘度の変化	4
第1章 果実発育期間中の果汁粘度の変化	4
第1節 果汁粘度の変化	4
第2節 果汁の流動性の変化	16
第3節 考 察	25
第4節 摘 要	37
第2章 果実発育期間中の果実形態の変化と果汁粘度変化との関係	38
第1節 果形変化との関係	38
第2節 果重、果肉重および果汁量の変化との関係	41
第3節 考 察	44
第4節 摘 要	48
第3章 果実発育期間中の果汁の諸性質の変化と果汁粘度変化との関係	50
第1節 果汁の比重、屈折計示度の変化との関係	50
第2節 果汁の水分量変化との関係	53
第3節 果汁の糖量変化との関係	55
第4節 果汁のpHおよび有機酸量の変化との関係	58
第5節 果汁の可溶性ペクチン含量の変化との関係	61
第6節 果汁のチッソ含量変化との関係	63
第7節 考 察	66
第8節 摘 要	77
第2編 果実の食味と果汁粘度との関係	79
第1章 成熟期果実の果汁の諸性質と果汁粘度との関係	79
第1節 果汁の比重との関係	79
第2節 果汁の屈折計示度との関係	83
第3節 果汁のpHとの関係	84

第 4 節	果汁の水分量との関係	86
第 5 節	果汁の糖量との関係	90
第 6 節	果汁の有機酸量との関係	95
第 7 節	果汁のペクチン含量との関係	98
第 8 節	果汁の甘味比との関係	102
第 9 節	考 察	105
第 10 節	摘 要	108
第 2 章	果実の食味と果汁粘度との関係	110
第 1 節	Ranking test	110
第 2 節	Scheffé test	125
第 3 節	考 察	130
第 4 節	摘 要	133
総合考察		134
総 摘 要		138
引用文献		139

結 言

近年わが国のカンキツ果実、ことに温州ミカンの生産量は、九州地方などの西南暖地を中心に増殖された結果、350万トンを超える程までに増加してきた。このため市場での需給関係は、供給量が過剰となりつつある。

また世界的にもカンキツ果実の生産量は多く、供給過剰になるであろうと予測されている。⁽²⁴⁾, (114)

さらにわが国からの工業製品等の輸出量が増加した結果、アメリカなど海外諸国からオレンジを始め、その他の果実やそれらの加工品などの輸入量が増加している。

このように、カンキツ生産者の現状は従来になかった厳しい状況下にあるといえよう。しかしこの半面、消費者は果実選択の巾がひろがり、従来に比較して一層自己の嗜好にあった果実を選べるようになったため、より品質のよいものを求めるようになった。

温州ミカンの場合、市場価格ともしっかり高い相関のある品質条件は食味であるとされている。⁽²⁴⁾ 今日のような状況が、今後もつづく限り、外観は勿論、食味のよいミカンの生産が、生産者にもっとも重要なことであろう。

温州ミカンの品質に関係する諸要素のうち、果実の手ざわりなどの触覚的要素は個体間に大きな相違がないため、品質にそれ程関係がなく、主に果汁呈味成分の糖分と酸分の含量比の味覚的要素が、もっとも品質と密接な関係にある。⁽¹⁹⁾, ⁽²⁵⁾ このため食味判定の指標に、果汁の糖酸比や甘味比などが、実用的に用いられている。⁽¹⁷⁾, ⁽¹⁰⁸⁾, ⁽¹⁰⁴⁾, ⁽¹⁰⁵⁾, ⁽¹⁰⁶⁾, ⁽¹⁰⁷⁾

ところで温州ミカンは永年性の樹木で、果実の発育期間は、開花から成熟まで7～8か月間以上と、かなり長期間にわたる。それでこの期間中に果実の形質も変化するが、その変化の状態は発育期間中の樹体の状態や果樹園の立地条件など、いろいろな条件の影響をうける。⁽²⁾, ⁽³¹⁾, ⁽⁸⁵⁾, ⁽⁸⁶⁾, ⁽⁸⁷⁾, ⁽⁸⁸⁾, ⁽⁸⁹⁾, ⁽⁹⁵⁾

そこで先述のごとく品質のよい温州ミカンの生産をするために、果実発育期間中の形質の変化、ことに果汁中の糖分、酸分、アミノ酸分などいろいろな成分の生成、分解、集積のメカニズムおよび代謝内容などが、樹体の肥培管理や園地の立地条件などでどのような影響をうけるかなどを解明して、食味のよい温州ミカンの生産技術を確立しようとする基礎的研究が行なわれている。⁽³⁸⁾, ⁽⁴⁴⁾, ⁽⁴⁵⁾, ⁽⁴⁶⁾, ⁽⁴⁷⁾ このような生産技術を確立するうえで、果実の発育にともなう果汁の性状の変化を知ることができて、かつ収穫期の果実の食味評価にも利用できる指標、例えば前記の糖酸比のように測定が簡単で、かつ有用な尺度にできる指標があれば有益であろう。

他方温州ミカンの発育にともなうクリーブ曲線の変化から、発育や成熟の程度を判定したり、また果汁、ピューレ、ペーストなどの加工品の品質管理や評価に粘稠性を用いるごとく、果実や

そ菜およびそれらの加工品の品質管理や評価の指標に硬度、弾性、粘稠性などが用いられている。(18), (52), (53), (83), (99), (119), (120), (121)

さて温州ミカン⁽¹⁰⁹⁾は全果の約60%が果汁という多汁質の果実であり、果汁の性状は前記のごとく果実の食味や果実の発育と密接な関係にあることなどから、果汁の物理的性質である果汁粘度と果実発育との関係、および果実食味との関係などを追究して、先述のような果実の食味評価の指標を求め、かつ食味のよい果実生産技術の確立にも利用できる指標とする目的で、この研究を行なった。

その結果若干の知見をえたので、ここにまとめて報告する次第である。

謝

辞

本研究を行なうにあたり、終始ご懇篤なご指導をいただき、論文の取りまとめにあたってご校閲を賜った京都大学教授苫名孝博士ならびに絶えずご指導とご激励をいただいた京都大学名誉教授小林章博士に対し衷心より感謝の意を表する。

また種々ご指導をいただいた近畿大学農学部長飯塚義富博士、および実験遂行にあたり多大の協力を寄せられた近畿大学農学部食品加工学研究室の諸氏、同農学部附属農場助教授小畑晃男氏ならびに農場教職員の諸氏、近畿大学教授佐藤庄太郎博士、池上隆雄博士に対しあつく御礼申し上げます。

なお和歌山県果樹試験場上野晴久、富田栄一両博士、吉備高校教諭引田玉男氏、および水崎正美、秦佐四郎、岩本康弘の各氏を始め多くの柑橘生産者から果実の採取などについて心よくご協力をいただいた。ここに深甚の謝意を表する。

本研究の一部に対し、近畿大学より研究費をうけた。記して感謝の意を表する。

第1編 果実の発育と果汁粘度の変化

第1章 果実発育期間中の果汁粘度の変化

温州ミカンには5月の開花結実後、その形質を変化しつつ成熟にいたるが、果実形質の変化の過程は、果樹園の立地条件、気象条件および肥培管理法などに相違があれば異なり、また最終的な成熟期果実の品質とも密接な関係にある。^{(21), (23), (25), (26), (38), (47), (48), (79)}この果実形質の変化にともなって、果汁の性状も変化するが、その変化の状態は、果汁の主な組成成分そのものの変化より組成成分の成分比においてかなり変化する。^{(81), (83), (84), (88)}

他方粘度は溶液の組成成分が変わると変化するとは勿論であるが、同一組成成分のものでも、その組成成分比が変わると粘度も変化するごとく、溶液の性質との関係は密接である。^{(18), (75)}

そこで本章では、第1節で果実発育にともなう果汁粘度変化の状態を、また第2節で果実発育期間中の果汁の流動性を明らかにする目的で、それぞれの実験を行なった。

第1節 果汁粘度の変化

温州ミカンの成熟果の果肉中で果汁成分が最も多いが、果汁の87~90%が水分で、ついで糖分の8~9%、有機酸分の0.9~1%などで、これら以外のアミノ酸、ペクチン質、脂質、色素分などは少量であるが、果汁はかなり複雑な組成をもつ溶液といえる。^{(108), (128)}

一般に溶液の粘度は前述のごとく、溶液固有の性質で、溶液を毛细管中で流動させる時のずり応力のずり速度に対する割合を粘度という。⁽⁷⁵⁾

このようなことから本節では、果実の発育にともなう果汁粘度の変化に検討を加えた。

実検材料および方法

果汁粘度の測定は1974、1975年の両年に行なった。実験の目的から供試果実の果汁の組成成分比に相違のある方がよいと考えられたので、供試果実の採取園の選定にあたっては園地の立地条件や肥培管理法などに相違のあるように配慮して選定した。^{(25), (26)}

このような観点から1974年には第1、2表と第1図の採取園番号2、5、7、8、22、23、24、25、26、27の10園地から、また1975年には第1、2表と第1図の採取園番号1から20までと、27の21園地から供試用果実を採取した。なおこれらの各園地の所在地および栽培されている温州ミカン樹の品種、樹令なども第1、2表にしめすとおりで、早生種は宮川、興津2号、松山など、普通種は林、向山、杉山、南柑20号などで、それぞれの樹勢、結果量は中庸で、樹令12~26年生のものである。

第1表 果実の採取樹および圃地の概要

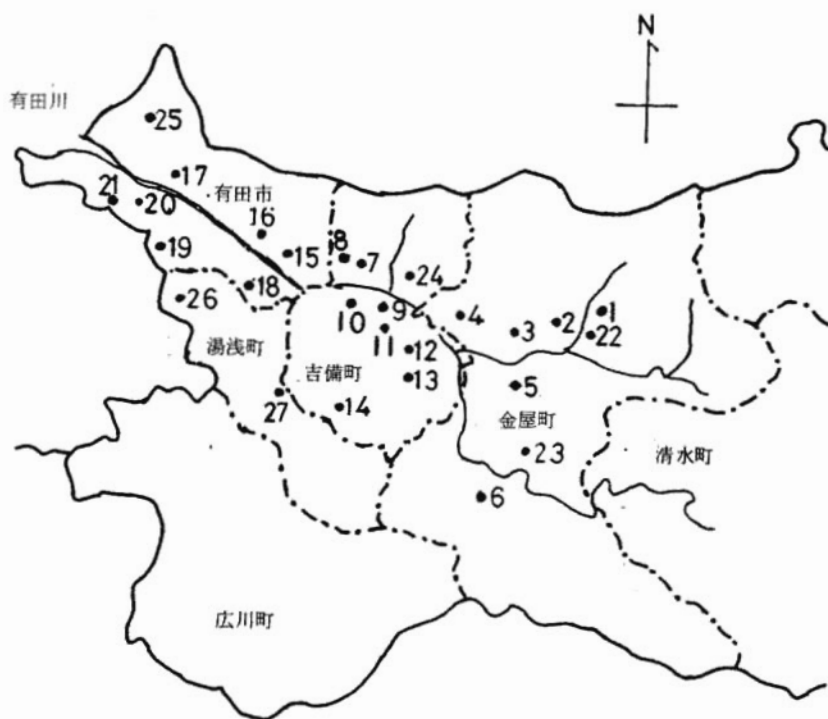
(早生温州ミカン)

採取圃の番号	所在地	系統	樹勢	樹令
1	金屋町 五西月	宮川	良	15
2	小川	宮川	良	18
3	市場	宮川	良	14
4	糸野	興津-2号	良	12
5	長谷川	宮川	良	15
6	吉原	宮川	良	18
7	吉備町 大谷	宮川	良	21
8	田口	宮川	良	18
9	長田	松山	良	15
10	小島	宮川	良	15
11	野田	宮川	良	13
12	庄	宮川	良	14
13	丹生園	宮川	良	16
14	奥	宮川	良	19
15	有田市 須谷	宮川	良	18
16	新町	宮川	良	16
17	新堂	宮川	良	22
18	糸我	宮川	良	20
19	野井	宮川	良	22
20	野村	宮川	良	16
21	古江見	茶原	良	18
22	金屋町 五西月	松山	良	16
23	歡喜寺	宮川	良	18
24	吉備町 船坂	宮川	良	21
25	有田市 初島	興津-2号	良	16
26	湯浅町 田	宮川	良	18
27	湯浅	宮川	良	15

第2表 果実の採取樹および園地の概要

(普通温州ミカン)

採取園の番号	所在地	系 統	樹 勢	樹 令
1	金屋町 五西月	南柑-20号	良	16
2	小川	林	良	18
3	市場	林	良	20
4	糸野	杉 山	良	22
5	長谷川	南柑-20号	良	16
6	吉原	尾 張	良	26
7	吉備町 大谷	杉 山	良	26
8	田口	林	良	17
9	長田	向 山	良	15
10	小島	向 山	良	16
11	野田	繁 田	良	18
12	庄	向 山	良	14
13	丹生園	向 山	良	17
14	奥	繁 田	良	20
15	有田市 須谷	尾 張	良	24
16	新町	米 沢	良	21
17	新堂	林	良	17
18	糸我	林	良	16
19	野井	向 山	良	16
20	野村	向 山	良	16
21	古江見	向 山	良	16
22	金屋町 五西月	林	良	20
23	歎喜寺	林	良	18
24	吉備町 船坂	池 田	良	18
25	有田市 初島	向 山	良	15
26	湯浅町 田	尾 張	良	26
27	湯浅	林	良	16



第1図 果実採取園の位置図

(注) 図中の1~27は果実の採取園番号を示す。

つぎに果実の採取は同一園地で隣りあっているもの4~5本から採取した。果実の採取時期は早生種、普通種ともに幼果期の7月1日から始め、早生種で11月中旬迄、また普通種で12月上旬までの期間に13~15回行なった。採取果実は1~3℃の低温に保ち、果実の変質を防ぐとともに3~4日以内に実験に供するようにした。

果実からの果汁の調製は、果実をよく水洗いし、果肉を傷つけないように、果皮を剥皮し、更に果肉に付着しているフラベド、アルベトなどを丁寧にとり除いた後、果肉を目の細かいナイロンクロスに包み、ハンドジュースーで十分搾汁する。このようにして得られた果汁中の微細な果肉片や空気を取り除くため、充分に脱気後、更に6850 ρ の遠心力で15分間遠心分離し、上澄み液を供試した。

果汁粘度の測定は Ostwald viscometer の100秒計で、30℃の恒温水槽中で常法により行なった。測定値から果汁粘度を算出した。^{(55), (118), (124)} 粘度値はc. p. (centi-poise) で示した。

実験結果

1974、1975両年の実験結果をそれぞれ早生種、普通種別に第3、4、5、6表に示した。

(1) 早生温州ミカンについて

1974年の測定結果は第3表のとおりであるが、7月1日0.962 c. p. から0.995 c. p. で、平均0.976 c. p. 7月8日0.976 c. p. から1.009 c. p. で、平均0.994 c. p. 7月15日1.010 c. p. から1.020 c. p. で平均1.014 c. p. 7月22日1.016 c. p. から1.039 c. p. で、平均1.027 c. p. 7月29日1.027 c. p. から1.047 c. p. で、平均1.035 c. p. 8月5日1.038 c. p. から1.060 c. p. で平均1.045 c. p. と7月初旬から8月初旬の期間には果実の発育と共に果汁粘度は急速に上昇した。その後8月26日には1.009 c. p. から1.026 c. p. で、平均1.014 c. p. 9月4日1.004 c. p. から1.010 c. p. で、平均1.008 c. p. 9月17日0.964 c. p. から0.993 c. p. で、平均0.980 c. p. とこの期間に、果汁粘度は次第に低下した。さらに10月2日0.983 c. p. から1.014 c. p. で、平均1.001 c. p. 10月15日1.002 c. p. から1.028 c. p. で、平均1.012 c. p. 10月28日1.005 c. p. から1.038 c. p. で、平均1.021 c. p. 11月11日1.018 c. p. から1.048 c. p. で、平均1.030 c. p. 11月18日1.025 c. p. から1.066 c. p. で、平均1.040 c. p. 12月2日1.028 c. p. から1.098 c. p. で、平均1.054 c. p. と、この期間には再び果汁粘度はかなり大巾に増加した。

1975年の測定結果は第4表のとおりであるが、1974年のときとおなじように7月1日0.9332 c. p. から1.0001 c. p. で、平均0.9624 c. p. で、7月11日0.9359 c. p. から1.0287 c. p. で、平均0.9797 c. p. 7月21日0.9732 c. p. から1.0194 c. p. で、平均0.9989 c. p. 7月28日0.9919 c. p. から1.1050 c. p. で、平均1.0202 c. p. 8月4日0.9848 c. p. から1.1184 c. p. で、平均1.0286 c. p. とこの期間中は上昇した。またその後8月9日0.9657 c. p. から1.1203 c. p. で平均1.0204 c. p. 9月1日0.9518 c. p. から1.0563 c. p. で平均0.9835 c. p. 9月8日0.9404 c. p. から1.0210 c. p. で、平均0.9737 c. p. と次第に低下した。さらに9月16日0.9568 c. p. から1.0386 c. p. で、平均0.9891 c. p. 9月30日0.9475 c. p. から1.0138 c. p. で、平均0.9824 c. p. 10月13日0.9534 c. p. から1.0151 c. p. で、平均0.9931 c. p. 10月27日0.9600 c. p. から1.0267 c. p. で平均1.0047 c. p. 11月10日0.9734 c. p. から1.0646 c. p. で、平均1.0178 c. p. とこの期間にはかなり急な再上昇をした。

第3表 1974年産早生温州ミカンの果汁粘度の季節的变化

試料番号	果 実 の 採 取 回 数							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	採 取 日							
	7月1日	7月8日	7月15日	7月22日	7月29日	8月5日	8月26日	9月4日
1	0.974	0.986	1.012	1.030	1.038	1.046	1.013	1.009
2	0.995	1.004	1.016	1.039	1.043	1.050	1.014	1.010
3	0.982	1.002	1.020	1.038	1.047	1.060	1.026	1.010
4	0.971	1.009	1.019	1.026	1.036	1.038	1.013	1.008
5	0.966	1.003	1.014	1.032	1.034	1.041	1.017	1.004
6	0.962	0.976	1.012	1.022	1.032	1.042	1.013	1.005
7	0.982	0.985	1.010	1.016	1.028	1.046	1.010	1.004
8	0.974	0.980	1.011	1.019	1.027	1.043	1.009	1.006
9	0.980	1.001	1.010	1.028	1.032	1.041	1.013	1.009
10	0.978	0.989	1.014	1.022	1.033	1.043	1.015	1.006
平 均	0.976	0.994	1.014	1.027	1.035	1.045	1.014	1.008

試料番号	果 実 の 採 取 回 数						
	9	10	11	12	13	14	15
	採 取 日						
	9月17日	10月2日	10月15日	10月28日	11月11日	11月18日	12月2日
1	0.980	1.009	1.010	1.013	1.024	1.026	1.042
2	0.984	1.007	1.010	1.028	1.039	1.046	1.069
3	0.984	1.011	1.028	1.038	1.048	1.058	1.072
4	0.979	0.987	1.008	1.010	1.022	1.028	1.043
5	0.964	0.983	1.002	1.005	1.018	1.025	1.028
6	0.970	1.004	1.016	1.023	1.028	1.040	1.046
7	0.986	1.009	1.011	1.028	1.034	1.046	1.064
8	0.984	1.003	1.008	1.012	1.021	1.029	1.039
9	0.993	1.014	1.024	1.038	1.046	1.066	1.098
10	0.971	0.985	1.004	1.016	1.023	1.036	1.042
平 均	0.980	1.001	1.012	1.021	1.030	1.040	1.054

(注) 粘度はセンチ・ポイズ(Centi - poise)でしめた。

第4表 1975年産早生温州ミカンの果汁粘度の季節変化

試料番号	果 実 の 採 取 回 数						
	1	2	3	4	5	6	7
	採			取		日	
	7月1日	7月11日	7月21日	7月28日	8月4日	8月9日	9月1日
1	0.9417	0.9640	0.9773	1.0104	1.0215	1.0619	1.0039
2	0.9332	0.9359	0.9732	0.9919	1.0233	1.0219	0.9631
3	0.9372	0.9466	1.0096	1.0190	1.0227	1.0149	0.9762
4	0.9389	0.9672	0.9819	0.9951	1.0221	1.0296	1.0018
5	0.9680	1.0053	1.0163	1.0237	1.0269	1.0812	0.9997
6	0.9444	0.9869	1.0084	1.0136	1.0555	1.0264	0.9873
7	0.9506	0.9612	0.9751	0.9943	1.0002	1.0241	0.9843
8	0.9654	0.9830	0.9942	1.0017	1.0045	1.0026	0.9689
9	0.9564	0.9922	1.0069	1.0165	1.0217	1.0368	0.9869
10	0.9846	1.0051	1.0179	1.0910	1.1161	1.1203	1.0563
11	0.9703	0.9864	1.0050	1.0119	1.0289	0.9790	0.9709
12	0.9660	0.9804	1.0043	1.0170	1.0207	0.9724	0.9603
13	0.9699	0.9737	0.9940	1.0161	1.0070	0.9982	0.9785
14	1.0001	1.0287	1.0340	1.0737	1.0570	1.0029	0.9823
15	0.9630	0.9684	0.9770	1.0031	1.0065	0.9791	0.9623
16	0.9650	0.9841	1.0081	1.0192	1.0229	1.0346	0.9976
17	0.9652	0.9753	0.9891	0.9968	0.9848	0.9657	0.9518
18	0.9776	0.9834	0.9903	0.9975	1.0077	0.9880	0.9626
19	0.9521	0.9612	0.9870	1.0072	0.9899	0.9823	0.9689
20	0.9808	0.9942	1.0085	1.0199	1.0417	0.9953	0.9799
21	0.9808	0.9908	1.0194	1.1050	1.1184	1.1118	1.0107
平 均	0.9624	0.9797	0.9989	1.0202	1.0286	1.0204	0.9835

(次頁につづく)

試料番号	果 実 の 採 取 回 数					
	8	9	10	11	12	13
	採 取 日					
	9月8日	9月16日	9月30日	10月13日	10月27日	11月10日
1	0.9892	0.9970	0.9963	1.0033	1.0267	1.0319
2	0.9665	0.9842	0.9799	0.9856	0.9932	1.0067
3	0.9791	1.0038	0.9922	0.9997	1.0104	1.0268
4	0.9809	0.9939	0.9909	0.9978	1.0005	1.0224
5	0.9934	1.0036	0.9949	1.0092	1.0195	1.0254
6	0.9693	0.9870	0.9869	0.9997	1.0065	1.0351
7	0.9820	1.0007	0.9980	1.0020	1.0136	1.0337
8	0.9676	0.9875	0.9735	0.9902	1.0000	1.0133
9	0.9726	1.0077	0.9850	0.9925	0.9955	1.0026
10	1.0210	1.0386	1.0138	1.0151	1.0236	1.0646
11	0.9687	0.9774	0.9712	0.9768	1.0029	1.0036
12	0.9648	0.9684	0.9706	0.9763	0.9930	0.9966
13	0.9650	0.9855	0.9867	1.0026	1.0155	1.0267
14	0.9631	0.9763	0.9753	0.9879	1.0123	1.0191
15	0.9404	0.9568	0.9475	0.9534	0.9600	0.9734
16	0.9866	0.9933	0.9814	0.9875	0.9932	1.0048
17	0.9633	0.9750	0.9658	1.0018	1.0028	1.0048
18	0.9687	0.9755	0.9708	0.9885	1.0043	1.0129
19	0.9493	0.9776	0.9777	0.9980	0.9997	1.0064
20	0.9722	0.9936	0.9831	0.9929	1.0107	1.0388
21	0.9844	0.9970	0.9889	0.9942	1.0152	1.0232
平 均	0.9737	0.9891	0.9824	0.9931	1.0047	1.0178

第5表 1974年産普通温州ミカンの果汁粘度の季節的变化

試料番号	果 実 の 採 取 回 数						
	1	2	3	4	5	6	7
	採 取 日						
	7月15日	7月22日	7月29日	8月5日	8月26日	9月4日	9月17日
1	1.046	1.058	1.066	1.074	1.024	1.023	1.010
2	1.031	1.047	1.061	1.070	1.031	1.022	1.006
3	1.010	1.021	1.035	1.042	1.019	1.010	1.004
4	0.996	1.018	1.033	1.041	1.018	1.009	1.003
5	1.036	1.050	1.066	1.074	1.032	1.021	1.009
6	1.006	1.016	1.029	1.041	1.017	1.013	1.001
7	1.007	1.018	1.032	1.044	1.018	1.013	1.003
8	1.026	1.038	1.046	1.065	1.020	1.015	1.005
9	1.015	1.028	1.036	1.051	1.019	1.010	1.007
10	0.998	1.014	1.029	1.039	1.017	1.013	1.006
平 均	1.017	1.031	1.041	1.054	1.021	1.015	1.005

(下段につづく)

試料番号	果 実 の 採 取 回 数						
	8	9	10	11	12	13	14
	採 取 日						
	10月2日	10月15日	10月28日	11月11日	11月18日	12月2日	12月18日
1	1.004	1.013	1.020	1.032	1.043	1.051	1.071
2	0.991	1.008	1.016	1.022	1.036	1.044	1.061
3	0.983	1.004	1.009	1.016	1.020	1.034	1.045
4	0.989	1.001	1.009	1.012	1.014	1.021	1.031
5	0.994	1.010	1.019	1.029	1.038	1.046	1.069
6	0.969	0.986	1.005	1.011	1.017	1.028	1.038
7	0.971	0.998	1.008	1.016	1.021	1.030	1.041
8	0.981	1.001	1.011	1.026	1.038	1.046	1.058
9	0.982	0.998	1.007	1.020	1.028	1.036	1.048
10	0.973	0.989	1.008	1.018	1.029	1.034	1.043
平 均	0.984	1.000	1.011	1.020	1.028	1.037	1.051

第6表 1975年産普通温州ミカンの果汁粘度の季節的变化

試料番号	果 実 の 採 取 回 数						
	1	2	3	4	5	6	7
	採 取 日						
	7月21日	7月28日	8月4日	8月9日	9月1日	9月8日	9月16日
1	1.0297	1.0334	1.0638	1.0374	1.0015	1.0143	1.0437
2	1.0401	1.0638	1.0680	1.0824	1.0037	1.0014	1.0357
3	1.0311	1.0261	1.0218	1.0071	0.9993	0.9945	1.0397
4	0.9900	0.9994	1.0018	1.0190	0.9871	0.9801	1.0013
5	0.9960	1.0077	1.0200	1.0387	0.9970	0.9963	1.0205
6	1.0267	1.0854	1.1326	1.1179	1.0284	1.0204	1.0356
7	1.0401	1.0543	1.0608	1.0781	1.0269	1.0101	1.0518
8	1.0180	1.0269	1.0443	1.0243	1.0064	0.9973	1.0358
9	1.0367	1.0351	1.0084	0.9954	0.9948	0.9855	0.9966
10	1.0259	1.0324	1.0807	1.0589	1.0280	1.0126	1.0601
11	0.9987	1.0004	0.9946	0.9849	0.9726	0.9670	0.9932
12	1.0009	1.0109	0.9954	0.9855	0.9768	0.9709	0.9835
13	1.0073	1.0116	1.0270	1.0060	0.9735	0.9725	0.9948
14	1.0174	1.0256	1.0441	1.0272	1.0151	1.0133	1.0441
15	0.9773	0.9851	0.9869	0.9869	0.9683	0.9600	0.9811
16	1.0140	1.0256	1.0373	1.0566	1.0264	1.0193	1.0260
17	1.0117	1.0338	1.0163	1.0050	0.9840	0.9842	0.9910
18	1.0007	1.0037	1.0028	0.9895	0.9806	0.9778	1.0118
19	1.0102	1.0229	1.0426	1.0433	1.0025	1.0013	1.0336
20	0.9944	1.0043	1.0141	0.9965	0.9904	0.9901	1.0067
21	1.0189	1.0348	1.0762	1.0378	1.0031	0.9987	1.0753
平 均	1.0136	1.0249	1.0352	1.0275	0.9984	0.9937	1.0220

(次頁につづく)

試料番号	果 実 の 採 取 回 数					
	8	9	10	11	12	13
	採 取 日					
	9月30日	10月13日	10月27日	11月10日	11月25日	12月8日
1	1.0318	1.0201	1.0284	1.0403	1.0923	1.0091
2	1.0181	1.0062	1.0197	1.0290	1.0466	1.0611
3	0.9997	0.9812	0.9938	1.0028	1.0118	1.0429
4	0.9887	0.9623	0.9723	0.9835	1.0101	1.0223
5	1.0018	0.9851	0.9921	1.0173	1.0396	1.0565
6	1.0256	1.0046	1.0182	1.0429	1.0543	1.0902
7	1.0036	0.9919	1.0098	1.0265	1.0436	1.0600
8	1.0009	0.9862	0.9993	1.0126	1.0219	1.0351
9	0.9840	0.9825	1.0026	1.0146	1.0253	1.0481
10	1.0157	1.0005	1.0136	1.0244	1.0318	1.0579
11	0.9655	0.9546	0.9636	0.9832	1.0048	1.0265
12	0.9609	0.9439	0.9592	0.9717	1.0029	1.0161
13	0.9700	0.9607	0.9843	0.9922	1.0090	1.0251
14	1.0215	1.0092	1.0199	1.0253	1.0443	1.0647
15	0.9736	0.9592	0.9724	0.9984	1.0001	1.0122
16	1.0056	0.9847	0.9945	0.9963	1.0070	1.0151
17	0.9706	0.9604	0.9884	1.0069	1.0213	1.0307
18	0.9758	0.9574	0.9758	0.9887	0.9932	1.0067
19	1.0151	0.9902	1.0009	1.0180	1.0407	1.0419
20	0.9801	0.9735	0.9754	0.9869	0.9904	1.0029
21	0.9974	0.9853	0.9984	1.0288	1.0301	1.0592
平均	0.9955	0.9809	0.9944	1.0090	1.0248	1.0421

早生温州ミカンの果汁粘度はこのように8月初旬までは上昇し、その後9月中、下旬にかけて次第に低下し、さらに果実の成熟のすすむとともに、再びかなり大巾な上昇をした。また1974年の果汁粘度は、1975年に比較してやや高かった。また1975年9月16日に果汁粘度が急に上昇し、異常が認められた。

(2) 普通温州ミカンについて

1974年の測定結果は第5表のとおりであるが、果汁粘度は7月15日0.996 c. p. から1.046 c. p. で、平均1.017 c. p.、7月22日1.014 c. p. から1.058 c. p. で、平均1.031 c. p.、7月29日1.029 c. p. から1.066 c. p. で、平均1.041 c. p.、8月5日1.039 c. p. から1.074 c. p. で平均1.054 c. p. とこの期間に上昇した。その後9月4日1.009 c. p. から1.023 c. p. で、平均1.015 c. p.、9月17日1.001 c. p. から1.010 c. p. で、平均1.005 c. p.、10月2日0.969 c. p. から1.004 c. p. で、平均0.984 c. p. となり、早生温州ミカンに比較して、約2週間位果汁粘度の低下期間が長かったが、次第に低下した。ついで10月15日0.986 c. p. から1.013 c. p. で、平均1.000 c. p.、10月28日1.005 c. p. から1.020 c. p. で、平均1.011 c. p.、11月11日1.011 c. p. から1.032 c. p. で、平均1.020 c. p.、11月18日1.014 c. p. から1.043 c. p. で、平均1.028 c. p.、12月2日1.021 c. p. から1.051 c. p. で、平均1.037 c. p.、12月18日1.031 c. p. から1.071 c. p. で、平均1.051 c. p. とこの期間中にかなり大巾に上昇した。

1975年の測定結果は第6表のとおりであるが、7月21日0.9773 c. p. から1.0401 c. p. で、平均1.0136 c. p.、7月28日0.9851 c. p. から1.0854 c. p. で、平均1.0249 c. p.、8月4日0.9869 c. p. から1.1326 c. p. で、平均1.0352 c. p. と果汁粘度は上昇した。その後8月9日0.9849 c. p. から1.1179 c. p. で、平均1.0275 c. p.、9月1日0.9683 c. p. から1.0284 c. p. で、平均0.9984 c. p.、9月8日0.9600 c. p. から1.0204 c. p. で、平均0.9937 c. p.、9月16日0.9811 c. p. から1.0753 c. p. で、平均1.022 c. p.、9月30日0.9609 c. p. から1.0318 c. p. で、平均0.9955 c. p.、10月13日0.9439 c. p. から1.0201 c. p. で、平均0.9809 c. p. と次第に低下する。しかしこの期間中9月16日には、果汁粘度の異常上昇が早生温州ミカンとおなじく認められた。ついで10月27日0.9592 c. p. から1.0284 c. p. で、平均0.9944 c. p.、11月10日0.9717 c. p. から1.0429 c. p. で、平均1.009 c. p.、11月25日0.9904 c. p. から1.0923 c. p. で、平均1.0248 c. p.、12月8日1.0029 c. p. から1.0902 c. p. で、平均1.0421 c. p. と、この期間に果汁粘度は再び上昇した。

このように早生温州ミカン、普通温州ミカンの果汁粘度の果実発育期間中の変化パターンは、

果汁粘度の下降期間の長さにやや相違がみられるが、7月から8月初旬の期間は急に上昇し、その後次第に低下し、果実の成熟期に再び大巾に上昇をする3期にわけて変化した。

第2節 果汁の流動性の変化

温州ミカンの果汁粘度は第1節でのべたごとく、果実の発育期間中に上昇期、下降期と再上昇期の3期に分けて変化する。

しかし一般にミカン果汁のように組成が複雑で、ペクチンのような高分子物質を含むものの粘度を検討する場合、その流動がニュートン流動か、非ニュートン流動であるかが、粘度を測定するうえで重要である。(18), (75), (79), (90) また果実の発育にともなって、果汁がどのような流動をするかは、果実の生理や利用加工上興味のあることであろう。従来果汁の流動については、濃縮果汁や濁濁果汁などは非ニュートン流動で、リンゴなどの清澄果汁はニュートン流動であることなどが報告されている。(6), (8), (12)

実験材料および方法

供試果実は第7表にしめすとおりである。果実の採取は第1節でのべたと同様の方法で、7月下旬から12月初旬の期間にわたって行なった。

果実からの果汁の調製も第1節と同様に行なったが、この実験では、3検体から調製した果汁1000ml、づつをよく混合して、300ml、とし、この混合果汁について、その流動性を測定した。

果汁の粘度と流動度の測定は、牛乳などの流動度の測定に用いているMaron - Belner viscometerで行なった。(67), (100), (115) この粘度計は第2図のごとく、毛細管型の粘度計で、測定が容易で、かつ1回の測定で広い範井にわたるずり応力(外力に相当する)に対応する結果がえられる。第2図からA、B、Cは内径の等しいバルブで、毛細管の半径は0.025cm、長さ29cmのもので、毛細管と併行して側管があって、これにはstop-cockがついている。このstop-cockは測定中はとじている。また他方には測定管部があって、内径0.8cmで、300mmまで、1mm間隔に目盛りがつけられている。そしてこの両部がボールジョイントで連絡されている。

本装置で果汁流動度を測定する方法は、Bulb-Bから果汁を、Bulb-Bの下部に達するまで入れて後、恒温水槽中に装着する。ついでBulb-Aに、果汁の液面が測定管部よりも下部にくるまで吸い上げた後、吸い上げをやめて、液面の高さ(h)とそれに要する時間(t)とを測定する。このように毛細管部を下降する速度は測定管部の上昇速度としてとらえられ、hとtの関係から、外圧に対応する速度、すなわち流動度(G/F)をいろいろなずり応力(F)に対しても測定することができる。測定値から次式によって、粘度などを算出した。

第7表 果実の採取樹および圃地の概要

試料番号	品 種	系 統	樹 令	樹 勢	所 在 地
1	早 生 種	宮 川	2 1	良	吉備町 大谷
2	早 生 種	宮 川	1 8	良	金屋町 小川
3	早 生 種	宮 川	1 6	良	有田市 野村
4	普 通 種	尾 張	2 8	良	吉備町 大谷
5	普 通 種	林	1 8	良	金屋町 小川
6	普 通 種	向 山	1 6	良	有田市 野村

(1) $F = Rc P / 2 L$

Rc : 毛細管の半径

L : 毛細管の長さ

(2) $P = A \rho (h_0 - h)$

ρ : 果汁の比重 h_0 : 測定管の目盛

りの読み

h : 測定時の液面の目盛りの読み

$$A = g \{ (Rm^2 / Rb^2) + 1 \}$$

Rm : 測定管の半径

Rb : Bulb-Bの内径

g : 重力

(3) $d \log_{10} h / dt = -B (\rho / \eta) = m$

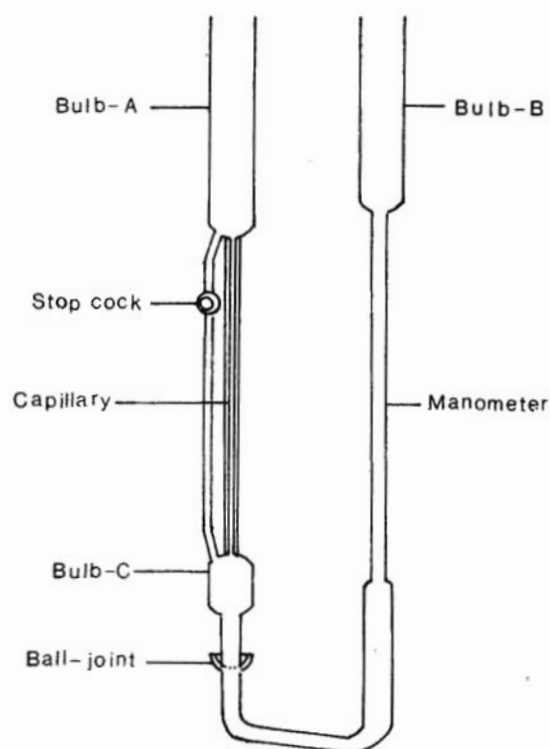
B : 装置常数

m : $\log h-t$ 曲線上の任意の点での接線の傾き

(4) $1 / \eta = G / F = - (m / B \rho)$

$$\{ 1 + (dm / dt)$$

$$1.4 (2.0303) m^2 \}$$



各部の寸法	長さ (cm)	直径 (cm)
Bulb A	1.4	2.5
B	2	2.5
C	1.3	2.5
Capillary	2.9	0.05
Manometer	3.0	0.8

第2図 Maron-Belner 粘度計図

実験結果

1977年7月下旬から12月上旬までの果実の発育にともなう果汁の粘度流動度の変化は第8表のとおりで、早生温州ミカンでは、果実採取日が7月20日のもののずり応力の変化にともなう粘度の変化は、ずり応力が 14.497 dyn/cm^2 のときの粘度は 1.391 c. p. 、 10.148 dyn/cm^2 で 1.379 c. p. 、 5.779 dyn/cm^2 で 1.331 c. p. 、 1.450 dyn/cm^2 で 1.117 c. p. 、同様に8月4日のものでは、 14.560 dyn/cm^2 で 1.422 c. p. 、 10.142 dyn/cm^2 で 1.526 c. p. 、 5.824 dyn/cm^2 で 1.462 c. p. 、 1.456 dyn/cm^2 で 1.210 c. p. 、9月16日のものでは、 14.540 dyn/cm^2 で 1.350 c. p. 、 10.178 dyn/cm^2 で 1.326 c. p. 、 5.186 dyn/cm^2 で 1.254 c. p. 、 1.454 dyn/cm^2 で 1.006 c. p. 、11月21日のものでは、 14.658 dyn/cm^2 で 1.471 c. p. 、 10.257 dyn/cm^2 で 1.466 c. p. 、 5.861 dyn/cm^2 で 1.420 c. p. 、 1.466 dyn/cm^2 で 1.150 c. p. をそれぞれしめた。

つぎに普通温州ミカンの場合にも、7月20日のものでは、 14.487 dyn/cm^2 で 1.372 c. p. 、 10.141 dyn/cm^2 で 1.355 c. p. 、 5.795 dyn/cm^2 で 1.291 c. p. 、 1.449 dyn/cm^2 で 1.046 c. p. 、8月4日のもので、 14.593 dyn/cm^2 で 1.492 c. p. 、 10.215 dyn/cm^2 で 1.486 c. p. 、 5.837 dyn/cm^2 で 1.432 c. p. 、 1.459 dyn/cm^2 で 1.188 c. p. 、10月1日のもので、 14.494 dyn/cm^2 で 1.387 c. p. 、 10.146 dyn/cm^2 で 1.351 c. p. 、 5.798 dyn/cm^2 で 1.288 c. p. 、 1.450 dyn/cm^2 で 1.033 c. p. 、12月9日のもので 14.608 dyn/cm^2 で 1.510 c. p. 、 10.226 dyn/cm^2 で 1.526 c. p. 、 5.844 dyn/cm^2 で 1.585 c. p. 、 1.461 dyn/cm^2 で 1.264 c. p. をそれぞれしめた。

このように実験期間中を通じて、早生、普通温州ミカンともに、果汁の粘度はずり応力の減少とともに減少する傾向がみられたが、その関係はずり応力が約 $1/10$ まで減少しても、粘度の減少は 0.2 c. p. 程度で、この粘度の減少は実験誤差範囲のもののみなされることから、ずり応力に関係なく、その粘度はほぼ一定であったと考えられる。

しかし果実の採取日別にそれぞれの粘度間には相違があって、ずり応力の高い場合の粘度を比較すると、早生種で7月20日 1.391 c. p. 、8月4日 1.422 c. p. 、8月29日 1.372 c. p. 、9月16日 1.350 c. p. 、10月1日 1.375 c. p. 、10月15日 1.382 c. p. 、11月1日 1.447 c. p. 、11月21日 1.471 c. p. 、と7月下旬から8月初旬までは粘度は上昇し、その後9月中旬頃まで下降し、さらにその後再び上昇した。普通種でも同様に7月20日 1.372 c. p. 、8月4日 1.492 c. p. 、8月29日 1.443 c. p. 、9月16日 1.408 c. p. 、10月1日 1.387 c. p. 、10月15日 1.352 c. p. 、11月1日 1.434 c. p. 、11月21日 1.484 c. p. 、12月9日 1.510 c. p. と7月下旬から8月初旬にかけて粘度は上昇し、その後10月中旬まで下降し、さらにその後再び上昇した。

第8表 1977年産温州ミカン果実の粘度および流動度の変化

早生温州ミカン

採取日	7 月 20 日			
$\log(h_0-h)$	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm^2)	粘 度 (c.p.)	流動度 ($1/\eta$)
1.4771	67.4	14497	1391	0.718
1.4314	74.4	13047	1391	0.718
1.3802	83.6	11598	1395	0.717
1.3222	93.6	10148	1379	0.725
1.2553	107.2	8698	1370	0.729
1.1761	125.3	7429	1352	0.739
1.0792	150.9	5779	1331	0.751
0.9542	187.3	4299	1281	0.780
0.7782	254.7	2900	1237	0.808
0.4771	293.4	1450	1117	0.895

採取日	8 月 4 日			
$\log(h_0-h)$	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm^2)	粘 度 (c.p.)	流動度 ($1/\eta$)
1.4771	68.6	14560	1422	0.704
1.4314	75.7	13104	1422	0.704
1.3802	91.7	11658	1537	0.651
1.3222	103.7	10142	1526	0.655
1.2553	117.7	8736	1510	0.662
1.1761	136.5	7280	1480	0.676
1.0792	165.0	5824	1462	0.684
0.9542	204.7	4368	1406	0.711
0.7782	264.2	2912	1289	0.775
0.4771	424.4	1456	1210	0.826

採取日	8 月 29 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力(dyn/cm ²)	粘 度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	66.4	14515	1372	0.728
1.4314	73.2	13064	1371	0.729
1.3802	84.0	11612	1404	0.712
1.3222	94.2	10161	1390	0.719
1.2553	107.5	8709	1375	0.727
1.1761	127.0	7258	1372	0.728
1.0792	155.1	5806	1370	0.729
0.9542	197.6	4355	1353	0.739
0.7782	258.8	2903	1258	0.795
0.4771	374.8	1452	1065	0.938

採取日	9 月 16 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力(dyn/cm ²)	粘 度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	65.2	14540	1350	0.740
1.4314	72.0	13086	1350	0.740
1.3802	79.9	11632	1338	0.747
1.3222	89.7	10178	1326	0.754
1.2553	102.3	8724	1311	0.726
1.1761	118.9	7270	1287	0.777
1.0792	141.8	5186	1254	0.797
0.9542	174.8	4362	1199	0.834
0.7782	235.4	2908	1146	0.873
0.4771	358.5	1454	1006	0.994

採取日	10 月 1 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力(dyn/cm ²)	粘 度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	66.3	14568		0.727
1.4314	73.2	13112		0.727
1.3802	80.9	11655		0.737
1.3222	91.0	10198		0.742
1.2553	103.7	8741		0.751
1.1761	120.4	7284		0.766
1.0792	144.0	5827		0.784
0.9542	178.4	4371		0.815
0.7782	239.0	2914		0.857
0.4771	360.2	1457		0.974

採取日	10 月 15 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘 度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	66.6	14572	1382	0.723
1.4314	73.5	13114	1382	0.723
1.3802	81.6	11657	1369	0.730
1.3222	91.3	10200	1352	0.739
1.2553	104.9	8743	1347	0.742
1.1761	121.5	7286	1318	0.759
1.0792	144.9	5829	1285	0.778
0.9542	178.5	4372	1227	0.815
0.7782	238.8	2915	1116	0.896
0.4771	363.9	1457	1038	0.963

採取日	11 月 1 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘 度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	69.2	14680	1447	0.691
1.4314	76.4	13212	1447	0.691
1.3702	85.5	11745	1445	0.692
1.3222	96.8	10276	1252	0.798
1.2553	110.2	8808	1425	0.702
1.1761	129.1	7340	1411	0.709
1.0792	155.2	5872	1386	0.721
0.9542	192.1	4404	1330	0.752
0.7782	258.5	2936	1271	0.787
0.4771	393.4	1468	1131	0.884

採取日	11 月 21 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘 度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	70.5	14658	1471	0.679
1.4314	77.8	13188	1471	0.679
1.3802	87.7	11722	1479	0.676
1.3222	98.5	10257	1466	0.682
1.2553	112.6	8792	1454	0.688
1.1761	131.3	7327	1432	0.698
1.0792	159.3	5861	1420	0.704
0.9542	197.5	4396	1365	0.733
0.7782	264.2	2931	1297	0.771
0.4771	401.0	1466	1150	0.869

普通温州ミカン

採取日	7 月 20 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	66.5	14487	1372	0.728
1.4314	73.4	13038	1372	0.728
1.3802	82.0	11590	1368	0.731
1.3222	92.0	10141	1355	0.738
1.2553	104.9	8692	1339	0.747
1.1761	122.2	7244	1318	0.758
1.0792	146.5	5795	1291	0.775
0.9542	181.4	4346	1239	0.807
0.7782	246.5	2899	1196	0.836
0.4771	368.8	1449	1046	0.956

採取日	8 月 4 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	71.8	14593	1492	0.670
1.4314	79.2	13133	1491	0.670
1.3802	89.6	11674	1508	0.663
1.3222	100.2	10215	1486	0.673
1.2553	115.3	8756	1483	0.674
1.1761	134.3	7296	1458	0.686
1.0792	161.3	5837	1432	0.698
0.9542	200.4	4378	1379	0.725
0.7782	271.7	2919	1328	0.753
0.4771	416.0	1459	1188	0.841

採取日	8 月 29 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	69.8	14520	1443	0.698
1.4314	77.0	13068	1442	0.703
1.3802	84.3	11616	1410	0.709
1.3222	94.9	10164	1400	0.714
1.2553	108.6	8712	1389	0.719
1.1761	126.5	7260	1367	0.732
1.0792	151.2	5808	1336	0.748
0.9542	186.7	4356	1278	0.782
0.7782	250.8	2904	1220	0.819
0.4771	378.1	1452	1075	0.930

採取日	9 月 16 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘 度 (c.p.)	流動度 (L)
1.4771	68.0	14544	1.408	0.710
1.4314	75.1	13090	1.409	0.709
1.3802	83.3	11635	1.395	0.717
1.3222	93.1	10181	1.376	0.727
1.2553	106.9	8726	1.370	0.729
1.1761	123.8	7272	1.340	0.746
1.0792	148.5	5818	1.314	0.761
0.9542	183.3	4363	1.257	0.796
0.7782	245.9	2909	1.198	0.835
0.4771	371.0	1455	1.056	0.947

採取日	10 月 1 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘 度 (c.p.)	流動度 (L)
1.4771	67.2	14494	1.387	0.721
1.4314	74.2	13045	1.387	0.721
1.3802	82.0	11596	1.368	0.731
1.3222	91.7	10146	1.351	0.740
1.2553	105.4	8697	1.347	0.743
1.1761	124.5	7247	1.344	0.744
1.0792	146.1	5798	1.288	0.776
0.9542	181.0	4348	1.237	0.808
0.7782	242.9	2899	1.179	0.848
0.4771	364.1	1450	1.033	0.968

採取日	10 月 15 日			
log(ho-h)	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘 度 (c.p.)	流動度 (L)
1.4771	65.4	14518	1.352	0.734
1.4314	72.2	13067	1.352	0.734
1.3802	80.5	11615	1.346	0.743
1.3222	93.4	10163	1.378	0.726
1.2553	106.5	8711	1.363	0.734
1.1761	125.5	7759	1.357	0.737
1.0792	149.0	5808	1.317	0.759
0.9542	182.0	4356	1.247	0.802
0.7782	240.9	2904	1.172	0.853
0.4771	367.1	1452	1.044	0.958

採取日	11月1日			
	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	68.9	14.613	1.434	0.697
1.4314	76.0	13.152	1.433	0.698
1.3802	83.9	11.690	1.412	0.708
1.3222	93.6	10.229	1.390	0.719
1.2553	108.1	8.768	1.392	0.718
1.1761	125.6	7.307	1.366	0.732
1.0792	149.9	5.845	1.333	0.750
0.9542	185.5	4.382	1.278	0.782
0.7782	247.3	2.923	1.211	0.826
0.4771	375.4	1.462	1.075	0.930

採取日	11月21日			
	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	71.1	14.664	1.484	0.674
1.4314	78.5	13.198	1.484	0.674
1.3802	87.1	11.731	1.471	0.679
1.3222	98.4	10.265	1.467	0.682
1.2553	113.3	8.798	1.464	0.683
1.1761	131.4	7.332	1.434	0.697
1.0792	158.5	5.866	1.414	0.707
0.9542	198.6	4.399	1.374	0.728
0.7782	264.5	2.933	1.299	0.769
0.4771	407.8	1.467	1.171	0.853

採取日	12月9日			
	所要秒数 (sec.)	ずり応力 (dyn/cm ²)	粘度 (c.p.)	流動度 (1/η)
1.4771	72.6	14.608	1.510	0.662
1.4314	80.1	13.147	1.510	0.662
1.3802	93.2	11.687	1.568	0.638
1.3222	102.8	10.226	1.526	0.655
1.2553	123.9	8.765	1.597	0.626
1.1761	147.1	7.304	1.599	0.625
1.0792	178.3	5.844	1.585	0.631
0.9542	207.8	4.383	1.432	0.698
0.7782	296.8	2.922	1.452	0.689
0.4771	442.0	1.461	1.264	0.791

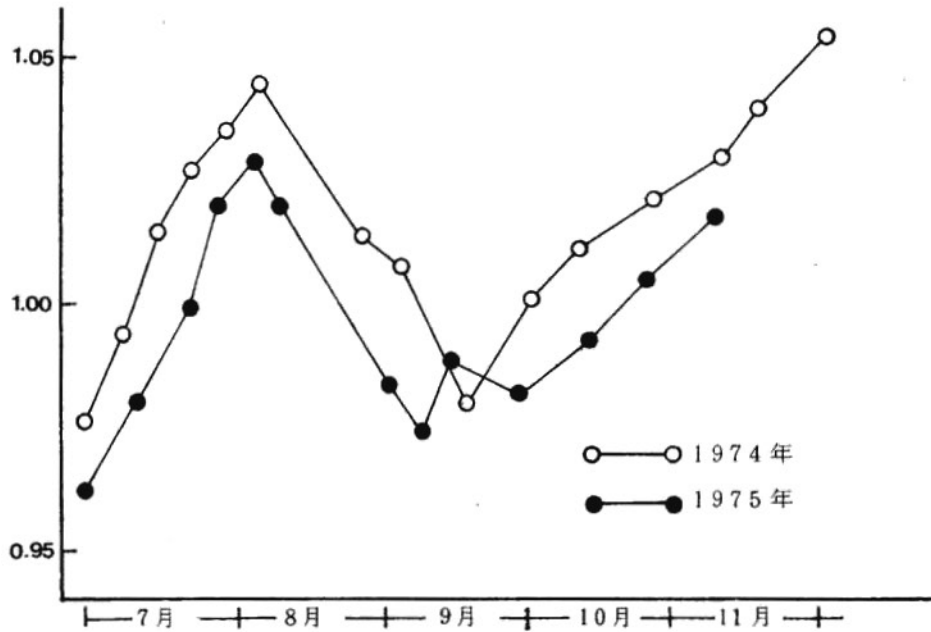
第3節 考 察

早生、普通温州ミカンの果実発育期間中の果汁粘度の変化を第9表に、またその変化パターンを第3、4図に示した。早生種で第3図のごとく、1974年の場合は、7月1日から8月5日までの35日間に、10検体の平均値で0.976 c. p. から1.045 c. p. と0.069 c. p.

第9表 1974、1975年産温州ミカン果汁粘度の季節的变化

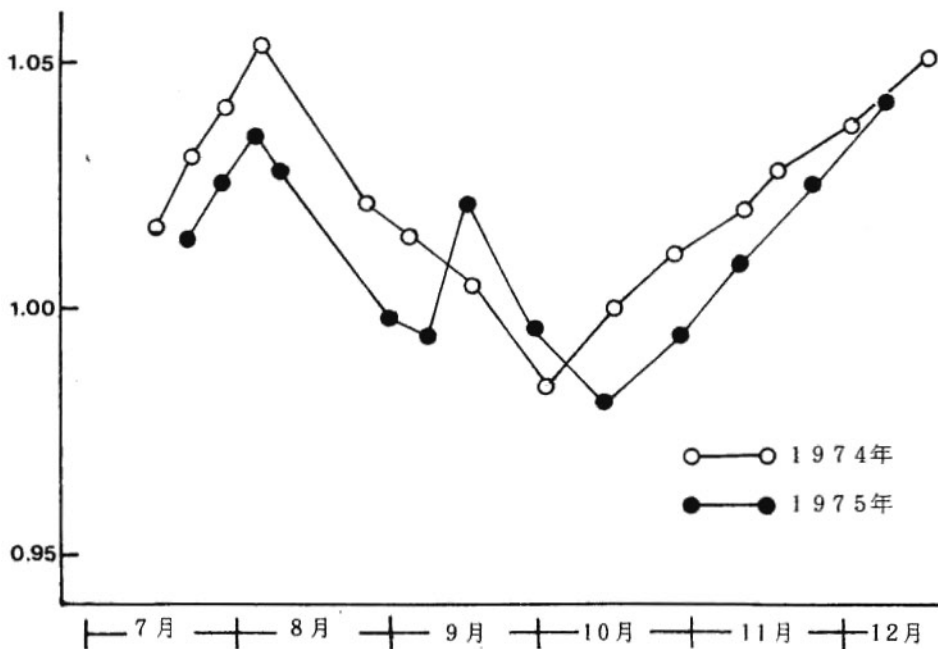
採 取 日 (月・日)	果 汁 粘 度 の 平 均 値 (c . p .)					
	早 生 種			普 通 種		
	1974	1975		1974	1975	
	粘 度	粘 度	標準偏差	粘 度	粘 度	標準偏差
7 1	0.976	0.962	0.017	-	-	-
8	0.994	-	-	-	-	-
11	-	0.980	0.021	-	-	-
15	1.014	-	-	1.017	-	-
21	-	0.999	0.017	-	1.014	0.017
22	1.027	-	-	1.031	-	-
28	-	1.020	0.031	-	1.025	0.023
29	1.035	-	-	1.041	-	-
8 4	-	1.029	0.035	-	1.035	0.036
5	1.045	-	-	1.054	-	-
9	-	1.020	0.043	-	1.028	0.036
26	1.014	-	-	1.021	-	-
9 1	-	0.984	0.023	-	0.998	0.019
4	1.008	-	-	1.015	-	-
8	-	0.974	0.017	-	0.994	0.018
16	-	0.984	0.017	-	1.022	0.027
17	0.980	-	-	1.005	-	-
30	-	0.982	0.014	-	0.996	0.021
10 2	1.001	-	-	0.984	-	-
13	-	0.993	0.014	-	0.981	0.021
15	1.012	-	-	1.000	-	-
27	-	1.005	0.014	-	0.994	0.020
28	1.021	-	-	1.011	-	-
11 10	-	1.018	0.019	-	1.009	0.020
11	1.030	-	-	1.020	-	-
18	1.040	-	-	1.028	-	-
25	-	-	-	-	1.025	0.024
12 2	1.054	-	-	1.037	-	-
8	-	-	-	-	1.042	0.027
18	-	-	-	1.051	-	-

粘度 (c.p.)



第3図 1974. 1975年産 早生温州ミカン果汁粘度の季節的变化

粘度 (c.p.)

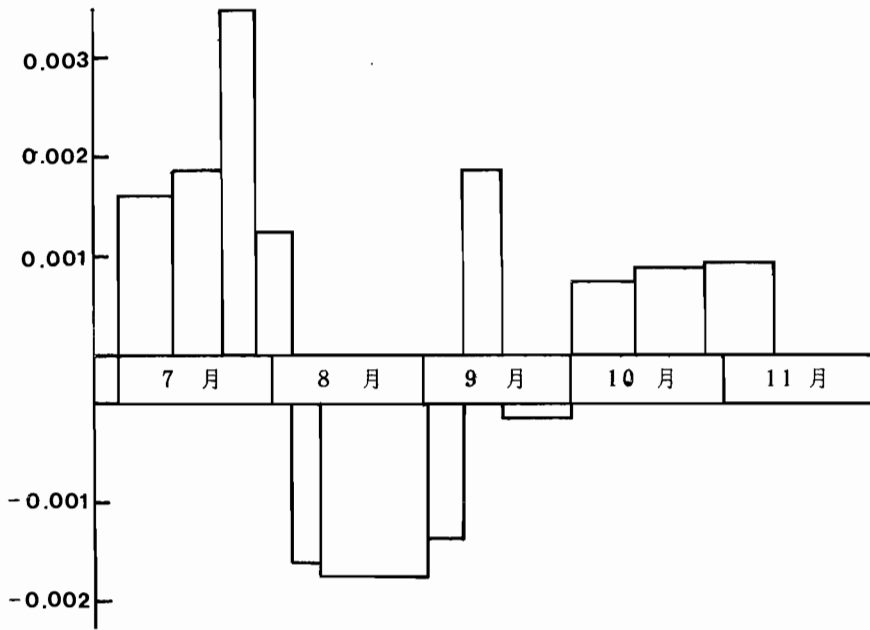


第4図 1974. 1975年産 普通温州ミカン果汁粘度の季節的变化

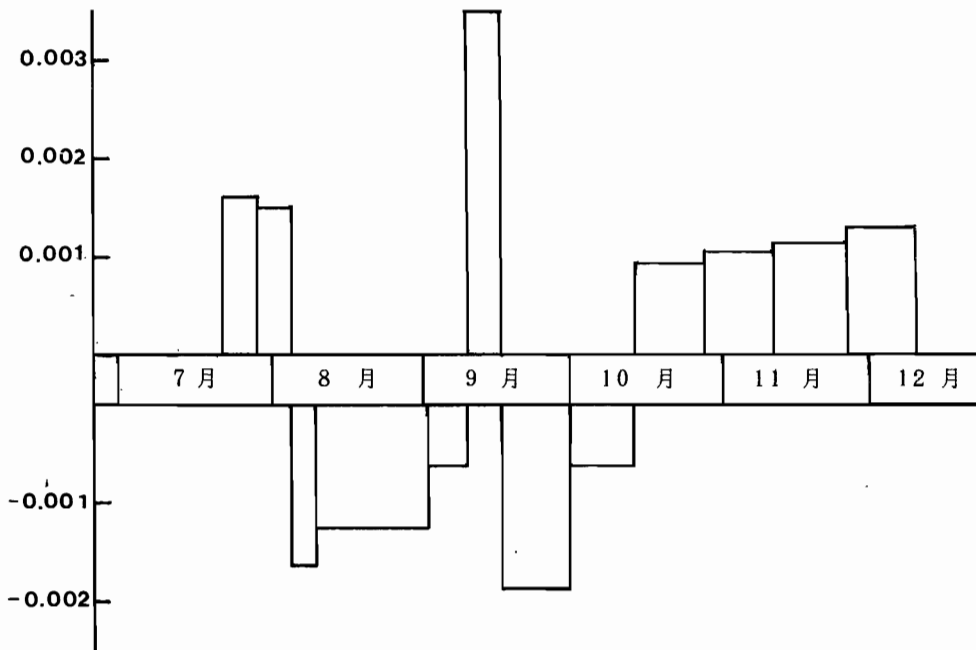
上昇し、1日当り0.002 c. p. ずつ増加した。その後9月17日までの43日間に、0.980 c. p. まで0.065 c. p. 下降し、1日当り0.0015 c. p. ずつ減少した。ついで12月2日までの76日間に、0.076 c. p. 増加して、1.054 c. p. まで上昇し1日当り0.001 c. p. ずつ増加した。つぎに1975年の場合、21検体の平均値で、7月1日の0.962 c. p. から8月4日の1.029 c. p. まで、1日当り0.002 c. p. ずつ34日間に0.067 c. p. 上昇した。その後9月8日までの35日間に0.974 c. p. まで、1日当り0.006 c. p. ずつ、0.055 c. p. 下降した。さらに11月10日まで、1日当り0.0007 c. p. ずつ、63日間に0.044 c. p. 増加して、1.018 c. p. まで増加した。

このように1974、1975両年ともよく似たパターンをしめし、各発育期の1日当りの果汁粘度の増減量もほぼ同じで、第3図のように、果汁粘度の転換期が8月初旬と9月中旬頃にあつて、3期に分けることができる。

普通種も同様に1974年の10検体平均値で、7月15日から8月5日までの21日間に1日当り0.0018 c. p. ずつ、0.037 c. p. 増加して、1.017 c. p. から1.054 c. p. まで上昇した。その後10月2日までの50日間に、1日当り0.0014 c. p. ずつ、0.07 c. p. 減少して、0.984 c. p. まで下降した。ついで1日当り0.0009 c. p. ずつ、77日間に0.067 c. p. 増加して、12月18日に1.051 c. p. まで上昇した。また1975年の場合、7月21日から8月4日までの14日間に、1日当り0.0015 c. p. ずつ、0.021 c. p. 増加し、1.014 c. p. から1.035 c. p. まで上昇した。その後10月13日までの70日間に、1日当り0.0008 c. p. ずつ、0.053 c. p. 減少して、0.981 c. p. まで下降した。ついで12月8日までの56日間に、1日当り0.001 c. p. ずつ、0.061 c. p. 増加して、1.042 c. p. まで上昇した。このように普通種においても、第4図のごとく、果汁粘度は8月初旬と10月中旬頃に転換期のある3期に分けることができる。しかし両年とも早生種の果汁粘度の方が、普通種に比較してやや低かった。さらに1975年の果汁粘度の1日当りの増減についてみると、第5図から早生種で最大の粘度増加期は、7月下旬で1日当り0.003 c. p. について7月上、中旬の0.002 c. p. と、それに10月上旬から11月上旬の0.0001 c. p. で、幼果期の方が成熟期よりも大きかった。反対に果汁粘度の減少期は8月上旬から9月中旬まで、1日当り0.0018 c. p. 減少した。普通種の場合、第6図から早生種とはほぼ同じく、最大の増加を示したのは7月下旬から8月上旬で、1日当り0.0018 c. p. ずつ増加した。ついで10月中旬から12月中旬で、1日当り0.0012 c. p. であった。また減少したのは8月上旬から9月下旬までの1日当り0.0015 c. p. であった。このように果汁粘度の最大の増加期は8月初旬から早生種で9月中旬、普通種で10月上旬までの減少期と成熟期の増加期となった。このような



第5図 1975年産 早生温州ミカンの果汁粘度の1日当りの増減



第6図 1975年産 普通温州ミカンの果汁粘度の1日当りの増減

果汁粘度の変化は1974年の場合もほぼおなじであった。

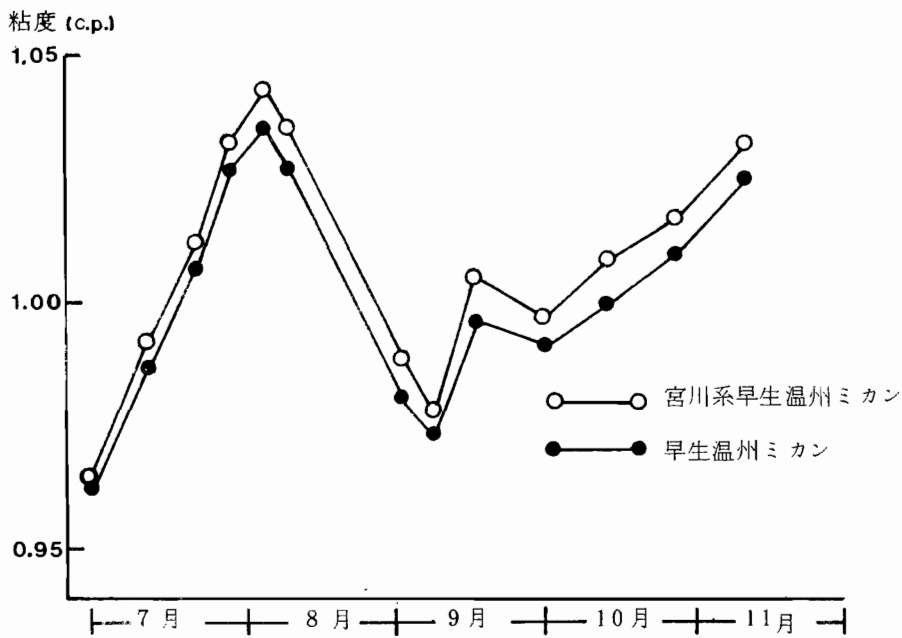
このような果汁粘度のパターンから、早生、普通種ともに7月初旬から8月初旬までは果汁粘度上昇期、ついで早生種で8月初旬から9月中、下旬まで、普通種で8月初旬から10月上旬までの期間の果汁粘度下降期、さらに早生種で9月中旬以後、普通種で10月上旬以後、それぞれの収穫期までの果汁粘度再上昇期の3期が、7月以後の果実発育期間中にみとめられた。

この変化パターンは定型のものと考えられるが、しかし果実発育期間中の気象条件、圃地条件や肥培管理法などいろいろな条件に影響されて、果汁粘度の転換期などにやや相違もできるであろうと考えられた。

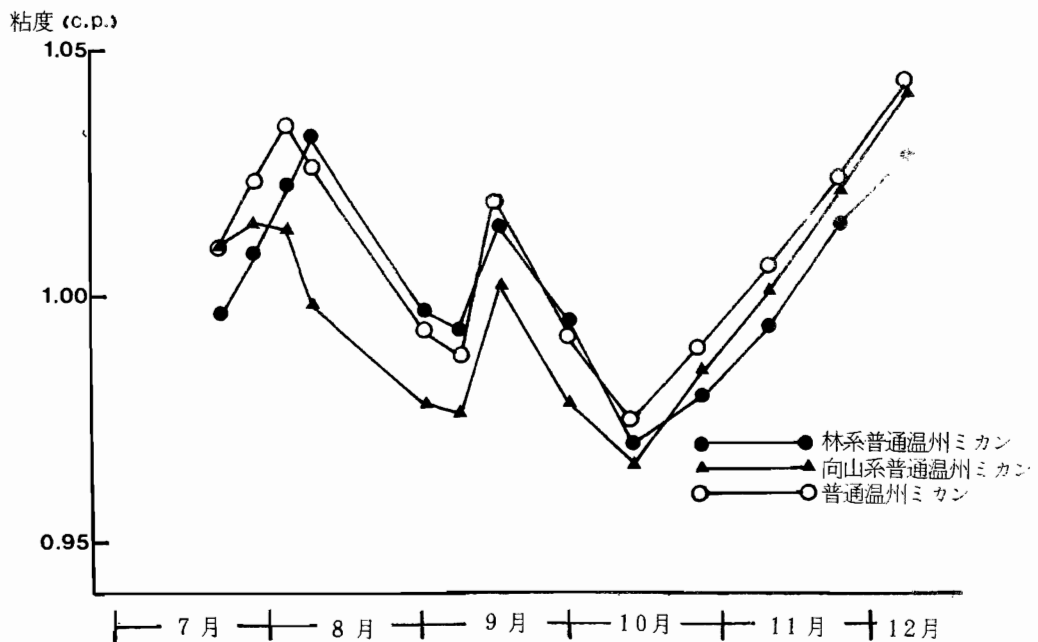
つぎに1975年の果実採取日別の果汁粘度の標準偏差値は第9表から早生種で7月1日から7月21日までは0.017から0.021と小さいが、7月28日から8月9日までは0.031から0.043とやや大きくなった。その後10月13日までは0.014から0.023と再び小さくなった。普通種の場合、7月21日は0.017と小さいが、7月28日から8月9日までは0.023から0.036とやや大きく、その後12月8日までは0.018から0.027と再び小さくなって、早生種とはほぼ同じような傾向がみられた。このように両品種ともに果汁粘度がピークに達する前後で、標準偏差値が他の時期に比較してやや大きくなったが、この原因についてはこの実験のみでは十分に分らないが、この時期は果実の発育が急なため果汁の組成成分の変化も急なためでないかと考えられた。^{(31), (49), (91)} なお普通種の方が早生種に比較してやや大きいのは、供試果実に例えば向山系と林系などのごとくかなり果実の発育に相違のあるものが含まれているためと考えられた。

つぎに1975年の供試果実21検体中、早生種では18検体が宮川系であり、また普通種では7検体が向山系、5検体が林系であったので、これら3検体の果汁粘度の平均値とそれぞれの品種の平均値の変化パターンを比較した。第7と8図から、早生種で宮川系の果汁粘度は品種平均の果汁粘度よりも高く、また他の系統のものよりも高かった。普通種では向山系の果汁粘度はやや低く、早生種に近い値のパターンであった。林系は果汁粘度の上昇期でやや低く、かつそのピークの時期も他のものに比較してややおそくなった。果汁粘度下降期は他のものよりも、その果汁粘度値はやや高くなった。果汁粘度再上昇期での果汁粘度の上昇割合は他のものに比較してやや小さかった。このように同一品種でも系統によりその果汁粘度の変化パターンにやや相違があった。

つぎに1975年の果汁粘度の変化パターン中で、早生、普通両温州ミカンともに9月16日に採取した果実の果汁粘度が第3、4図のごとく、一時的に急激な上昇をし、その直後にすぐに下降した。この異常な果汁粘度の変化は、この年度の気象条件によるもののようで、近畿大学農学部附属農場（和歌山県有田郡湯浅町）での1974年と1975年の果汁粘度と気象観測値の



第7図 1975年産 早生温州ミカンと宮川系 早生温州ミカンの果汁粘度 変化パターンの比較



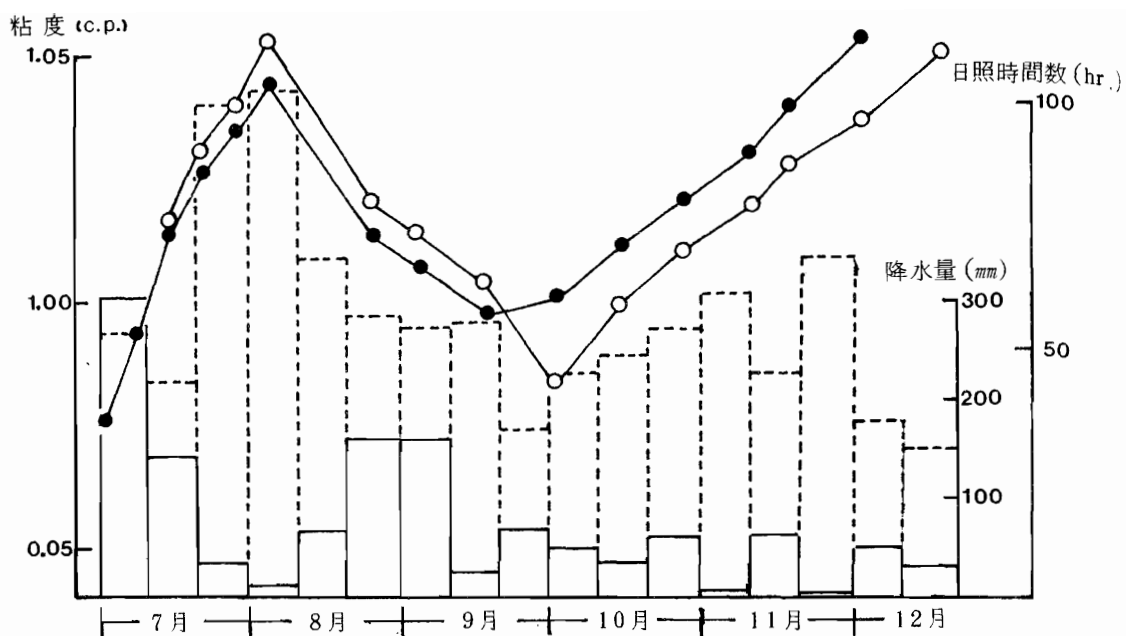
第8図 1975年産 普通温州ミカン、林系普通温州ミカン、向山系 普通温州ミカンの果汁粘度変化パターンの比較

比較を第9、10図にそれぞれ示した。第9、10図のごとく、果汁粘度と気象条件の間には密接な関係があった。両年を比較すると、降雨量と日照時間に相違がみられ、両年の降雨量はそれぞれ7月中旬146mmと17mm、下旬36.9mmと29.3mm、8月上旬13mmと57.4mm、中旬67.1mmと31.4mm、下旬155.8mmと320.3mm、9月上旬155.9mmと6.1mm、中旬23.7mmと65.7mm、下旬71.2mmと57.4mmであって、果汁粘度の異常上昇のみられた9月中旬は1975年の場合、とくに少なく、また日照時間が長く、一時的に干ばつ状態となったために誘発されたものと考えられた。このような温州ミカンの発育と気温、降雨量、日照時間などの気象条件との関係については数多く報告されていて、発育にともなう果実形質の変化に気象条件が影響することがのべられている。(2), (86)

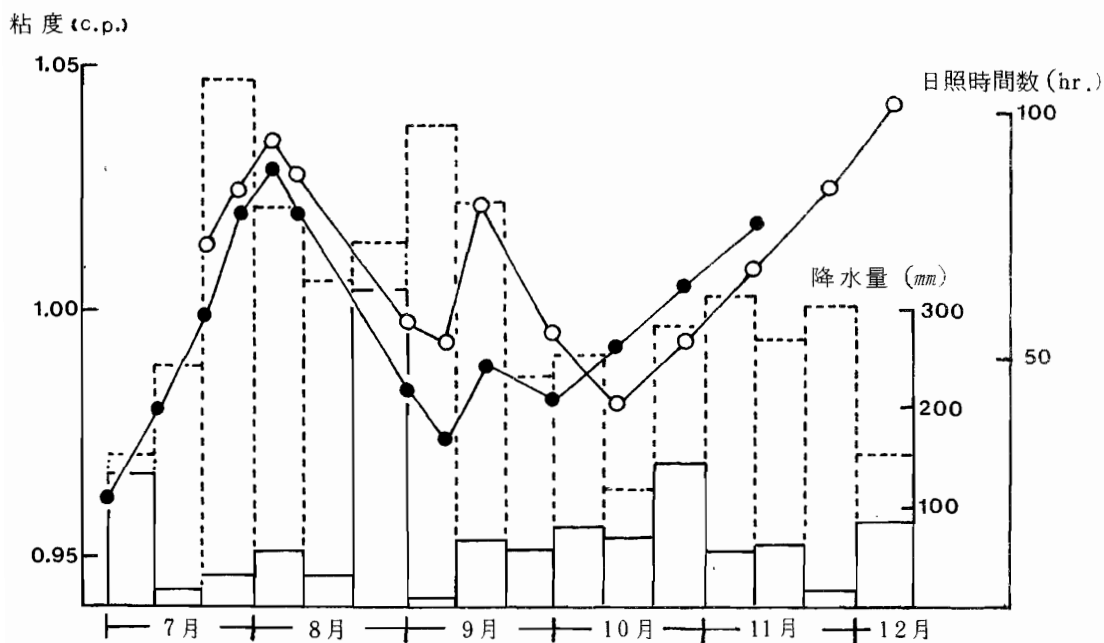
この実験をすすめる過程で、1974、1975年ともに前回の採取日に高い果汁粘度をもつ果実は次回の採取日にも高く、反対に前回低い果汁粘度をもつ果実は、次回にも低いといったような傾向が各検体間にみとめられた。そこで1975年の21検体について、各採取日の果汁粘度間の相関を解析した。その結果を早生、普通種別にそれぞれ第10表にしめた。

早生温州ミカンの場合、8月4日と8月9日および7月21日と7月28日の採取日間の相関係数(r)が、それぞれ0.746と0.755で、他の採取日間の相関係数に比較して、やや低いが、この2回を除き、その他の採取日間の場合はいずれも0.8以上で、全期間を通じて有意水準1%の高い正の相関がみとめられた。普通温州ミカンも果汁粘度の異常な上昇があった。9月16日と9月30日間の相関係数が、0.79であった以外はいずれも0.8以上で、有意水準1%の正の相関がみとめられた。

つぎに果汁粘度の果実発育期間の変化パターンの果汁粘度の上昇期、下降期、および再上昇期のそれぞれの各期間内の最終の採取日の果汁粘度とその他の採取日の果汁粘度との相関を早生、普通両品種別にそれぞれ第11、12表にしめた。果汁粘度の上昇期では、早生種で7月1日と11日の相関係数は0.50と低いが、21日0.748、28日0.895と8月4日に近づくにつれて高くなった。このような傾向は普通種でもおなじで、7月21日は0.66、28日は0.86と高くなった。果汁粘度の下降期は、早生種で9月8日と8月4日、9日および9月1日との間の相関係数は、それぞれ0.704、0.890、0.867で、果汁粘度上昇期に比較して高かった。また普通種では、9月30日と8月4日、9月1日、8日、16日との相関係数は、それぞれ0.686、0.635、0.813、0.899、0.792となって、果汁粘度上昇期とほぼおなじような傾向がみとめられた。果汁粘度の再上昇期は、早生種で11月10日と9月8日、16日、30日、10月27日との相関係数は、それぞれ0.762、0.783、0.877、0.852で、また普通種で12月8日と9月30日、10月13日、27日、11月10日、25日との間の相関係数は、それぞれ0.795、0.840、0.857、0.901、0.956となった。



第9図 1974年産 果実の果汁粘度の変化と降水量、日照時間数の変化との比較



第10図 1975年産 果実の果汁粘度の変化と降水量、日照時間数の変化との比較

第10表 各採取日果実間の果汁粘度の相関

採 取 日 (月・日) (月・日)	早 生 種		普 通 種	
	n	r	n	r
7・ 1- 7・11	19	0.834		
7・11- 7・21	19	0.792		
7・21- 7・28	19	0.755	19	0.839
7・28- 8・ 4	19	0.895	19	0.860
8・ 4- 8・ 9	19	0.746	19	0.873
8・ 9- 9・ 1	19	0.897	19	0.837
9・ 1- 9・ 8	19	0.867	19	0.947
9・ 8- 9・16	19	0.897	19	0.805
9・16- 9・30	19	0.920	19	0.792
9・30-10・13	19	0.842	19	0.961
10・13-10・27	19	0.850	19	0.960
10・27-11・10	19	0.852	19	0.934
11・27-11・25			19	0.879
11・25-12・ 8			19	0.956

n ; 自由度 r ; 相関係数

第11表 果汁粘度変化期別の期末果汁粘度と期内果汁粘度との相関

(早生温州ミカン)

期 別	採 取 日 (月・日) (月・日)	n	r	回 帰 式
1	7・ 1- 8・ 4	19	0.501	$y = 1.03x + 0.04$
	7・11- 8・ 4	19	0.500	$y = 0.83x + 0.22$
	7・21- 8・ 4	19	0.748	$y = 1.54x - 0.15$
	7・28- 8・ 4	19	0.895	$y = 0.10x + 0.01$
2	8・ 4- 9・ 8	19	0.704	$y = 0.34x + 0.63$
	8・ 9- 9・ 8	19	0.890	$y = 0.37x + 0.60$
	9・ 1- 9・ 8	19	0.867	$y = 0.62x + 0.36$
3	9・ 8-11・10	19	0.762	$y = 0.87x + 0.18$
	9・16-11・10	19	0.783	$y = 0.86x + 0.17$
	9・30-11・10	19	0.877	$y = 1.12x - 0.15$
	10・27-11・10	19	0.852	$y = 1.13x - 0.12$

第12表 果汁粘度変化期別の期末果汁粘度と 期内果汁粘度との相関

(普通温州ミカン)

期 別	採 取 日 (月・日)(月・日)	n	r	回 帰 式
1	7・ 21- 8・ 4	19	0.660	$y = 1.39x - 0.37$
	7・ 28- 8・ 4	19	0.860	$y = 1.35x - 0.35$
2	8・ 4- 9・ 30	19	0.686	$y = 0.40x + 0.58$
	8・ 9- 9・ 30	19	0.635	$y = 0.37x + 0.61$
	9・ 1- 9・ 30	19	0.813	$y = 0.92x + 0.08$
	9・ 8- 9・ 30	19	0.899	$y = 1.07x - 0.07$
	9・ 16- 9・ 30	19	0.792	$y = 0.63x + 0.35$
3	9・ 30-12・ 8	19	0.795	$y = 1.02x + 0.03$
	10・ 13-12・ 8	19	0.840	$y = 1.11x - 0.05$
	10・ 27-12・ 8	19	0.857	$y = 1.19x - 0.14$
	11・ 10-12・ 8	19	0.901	$y = 1.22x - 0.19$
	11・ 25-12・ 8	19	0.956	$y = 1.08x - 0.06$

このようにこの期間での相関係数は、前の2期に比較して高く、かつ最終採取日に近い採取日ほどその相関係数は高くなった。このように果実の幼果期には、成熟期のものに比較して、その相関係数が低いのは、丁度この時期に果肉部は著しく発育するが、発育にともなう果汁組成成分の変化が各検体果実にかなりの相違があるためであろう。また果実成熟期には、果肉部の発育がにぶり、そのため果汁組成成分の変化も大きくないため相関係数も高くなったのであろう。⁽¹²²⁾
(123)

以上のように、果実の採取日間および各発育期間中の果汁粘度間にそれぞれの相関があって、成熟期の果汁粘度をあらかじめ予測できることなどから、少なくとも7月初旬以後の果実形質の変化に伴う果汁の性状の変化を知るうえで、果汁粘度は有益な指標といえよう。

つぎに、果実の発育にともなう果汁の流動性は、第8表から、11月21日採取の早生温州ミカンの場合、ずり応力(F)が、 14.658 dyn/cm^2 で、粘度(η)は1.471 c. p.であったが、ずり応力が1/2の 7.327 dyn/cm^2 と減少しても、粘度は1.432 c. p.で0.009 c. p.の低下で、またずり応力が1/10の 1.466 dyn/cm^2 になっても、粘度は1.150 c. p.で、0.32 c. p.の低下であった。つぎに、12月9日の採取の普通温州ミカンでも、早生種とよくにていて、ずり応力が 14.608 dyn/cm^2 で、粘度は1.510 c. p.であったが、ずり応力が1/2の 7.304

dyn/cm^2 、 $1/10$ の 1.461 dyn/cm^2 となって、粘度はそれぞれ 1.599 c. p. と 1.264 c. p. で、 0.089 c. p. の上昇と 0.246 c. p. の低下であった。

流動度は $1/\eta$ であるから粘度(η)が高くなると流動度は小さくなる関係にあるが、この実験結果からは、粘度の変化は必ず応力の変化の割合に比較して少ないため、必ず応力に関係なく、ほぼ一定の流動度と、粘度であると考えてよからう。

このような関係は、その他の採取日についてもほぼおなじで、果実発育期間中、前述のような必ず応力と流動度、粘度の関係にあることがわかった。

一般に溶液を流動させるとき、その溶液が、ニュートン流動であるか、非ニュートン流動であるかは、得られた測定値の $\log_{10} h-t$ 曲線が直線をしめすかどうかで判別する。(75), (101)

そこで $\log_{10} h-t$ 曲線を、早生、普通温州ミカン別に8月4日、10月1日および早生種で、11月21日、普通種で12月9日の場合について、プロットしてみると、早生種は第11図、普通種は第12図のごとく、 $\log_{10} h-t$ 曲線は、ほぼ直線関係にあった。このような直線関係は、前記以外の果実の採取日のものについても同様であった。

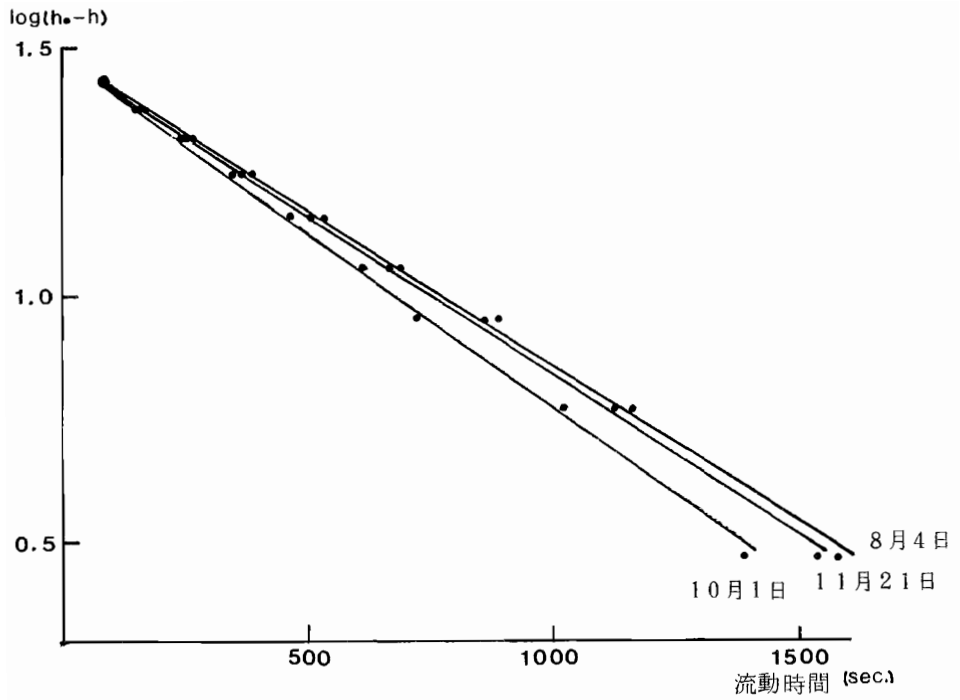
以上から、温州ミカンの果汁は果実の発育期間中、単純なニュートン流動をするといえよう。

果汁の流動に関する研究は共軸円筒式粘度計による測定結果が報告されている。この報告ではりんご、ぶどう、オレンジなどの成熟期果実から、製造した果汁のうちペクチン分をのぞいたりんご果汁は濃度に関係なく、濁濁果汁は屈折計示度50%以下で、また混合ぶどう果汁は屈折計示度50%以下では、それぞれニュートン流動をし、またオレンジ果汁は、パルプの含有しないもので屈折計示度80%、濁濁果汁で屈折計示度20%までは、それぞれニュートン流動をし、またこれらの清浄果汁の流動状態はいずれも糖溶液とよくにていると報告している。(92), (93), (131)

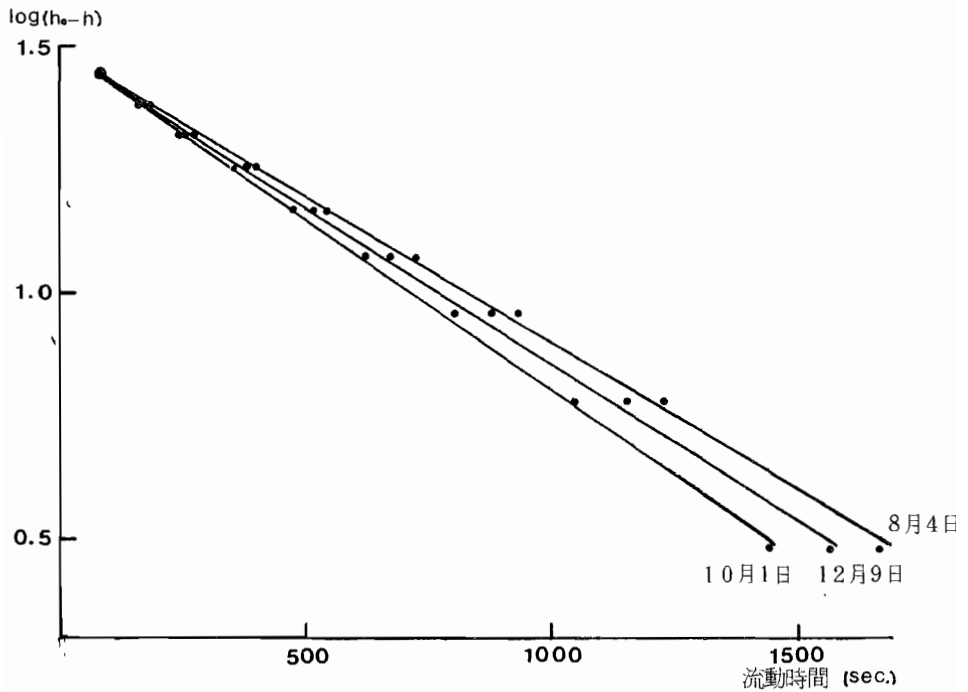
しかしこの実験は、成熟期果実の果汁に関するもので、果汁の組成成分は、果実の発育にともなって変化するから、果汁の流動に影響すると考えられるペクチン質、チソン化合物などの高分子物質量の増減もあって、その流動は単純でないと考えられたが、これらの物質の含有量が少なく、果汁中の約90%が水分で、残りの大部分が糖分と酸分であるため、流動にまで影響する程の量でなく、ニュートン流動をしめたのであろう。

このように果汁がニュートン流動であることから、果汁の粘度測定は、一定温度の必ず応力下で測定すれば十分である。

さらに Maron-Belner viscometer の測定でも、第一節でのべたとおなじく、8月初旬にピークがあって、その後早生種で9月中旬頃まで、普通種で10月上、中旬頃まで下降し、その後再び上昇する Ostwald viscometer のときと同様の果汁粘度変化パターンがみとめられた。



第 11 図 $\log(h_0 - h)$ - 流動時間数の関係 (早生温州ミカン)



第 12 図 $\log(h_0 - h)$ - 流動時間数の関係 (普通温州ミカン)

第4節 摘 要

本章では、温州ミカンの7月の幼果期から、早生種で11月、普通種で12月の成熟期までの期間にわたって、果汁粘度の変化と、果汁の流動性についての実験を行なった。

(1) 果実発育期間中の果汁粘度変化にはある定型のパターンがあって、このパターンから、かなり急速に果汁粘度の上昇する7月から8月初旬までの第1期の果汁粘度上昇期、ついで早生種で9月中、下旬頃まで、普通種で9月下旬、10月上旬頃までの果汁粘度の下降する第2期の果汁粘度下降期、さらには果実収穫期までの果汁粘度が上昇する第3期の果汁粘度再上昇期の3期のあることがわかった。

(2) 1974、1975両年の果汁粘度の変化パターンを比較すると、1974年の方が早生、普通両品種ともにやや果汁粘度が高く、また同一品種でも、系統によって相違がみられたが、その変化パターンはよくにっていた。このような年度別、品種系統別の果汁粘度の相違は、品種、系統や、園地の立地条件、栽培条件、その年の気象条件などいろいろな条件により生じるものと考えられた。

(3) 各採取日の前後間、および各果汁粘度変化期別に期末採取日と、それ以前の採取日間に正の相関関係がみとめられ、また成熟期に粘度の高い果実は、幼果期においても高く、食味に関する果実の品質管理の上でも、有益な指標に利用できるのではないかと考えられた。

(4) 果実の発育期間中の果汁の流動は、期間中のどの時期においても、ニュートン流動をしめすことから、果汁の粘度は、ある一定温度のずり応力で測定すれば、十分であることがわかった。

第 2 章 果実発育期間中の果実形態の変化と果汁粘度変化との関係

カンキツ類の果実の発育期間中の形態的な変化は、品種によって一様でなく、かなりの相違があって、それぞれに特徴のある変化をしめすものである。

温州ミカンでも、系統別に相違があって、果実の発育の状態などを知るうえでの重要な指標とされている。(31)、(41)、(49)、(84)

このような事から、果実発育期間中の果径や果重などの変化と、果汁粘度の変化との関係を知る目的で、第 1 節で果形変化との関係、第 2 節で果重、果肉重、果皮重などの変化との関係について実験を行なった。

第 1 節 果形変化との関係

カンキツ果実の肥大の様相は品種や同一品種でもその系統が異なると相違するごとく、果実生長の一特徴をなすものであるから、果実の発育状態などを知るうえで、有益な指標である。

温州ミカン果実の横径、縦径は共に 9 月下旬まではほぼ平行して発育するが、それ以後は縦径の発育は殆んど停止する。しかし横径は成熟期でも発育するため、9 月下旬頃までは横径に対する縦径の割合が大きくて、ほぼ果実は球形に近いが、10 月頃からは果実は次第に扁平となって扁球形を呈するようになる。そして果形指数(縦径×横径)は果実の品種、系統により相違することなどが報告されている。(2)、(31)、(49)、(84)

本節では、このように果形の変化は果実の生育の指標であることから、果形の変化と果汁粘度変化との関係を究明する目的で、実験を行なった。

実験材料および方法

この実験は、第 1 章第 1 節でのべた、1974 年の果汁粘度の変化を、測定する際に同時に行なった。果実の縦径と横径はキャリパーノギスを使用して測定し、横径では果実の長径、短径を測定し、その平均値でしめした。果実容積は(縦径×短径×長径)×0.6 で算出した。⁽³¹⁾ なお上記のごとく、1974 年の果汁粘度測定実験に併行して行なったから、果実の採取法などは、第 1 章第 1 節の通りである。なお供試果実数は 100 個で、1 検体当たりランダムに 10 個を取り出した。

実験結果

果形の変化と果重の変化を、それぞれ早生、普通種別に第 13、14 表にしめした。早生種の

場合、7月1日から8月5日までの期間には、縦径は29mmから40mmと、11mm増加したが、横径は29mmから42mmと、13mm増加して、両者の増加量には余り差がなかった。そして果形指数も、1.00から0.94とわずかに低下した。つぎに普通種では、7月15日縦径が30mmで、横径31mmのものが、8月5日それぞれ35mmと38mmとなり、縦径で5mm、横径で7mm増加した。また果径指数は、0.98から、0.93となって、0.05低下した。しかし果形は早生種に比較して小さく、その増加も少ないが、果径指数はほぼ同じ位いで、この期間に果実肥大が、縦径の発育よりも、横径の発育の方が大きくなる変換期にあることが分った。8月5日以後早生種で、縦径は9月17日までに40mmから50mmと、10mm増加したが、横径は42mmから56mmと、14mm増加し、また果径指数も0.94から0.89と0.15低下した。普通種の場合、8月5日縦径が35mmで、横径が38mm、果径指数が0.93であったが、10月2日には、それぞれ47mm、57mmと0.82となり、それぞれ12mmと19mm増加し、0.11低下した。

第13表 1974年産果実の発育(早生温州ミカン)

採 取 日 (月・日)	縦 径 (mm)	横 径 (mm)	果形指数	容 積 (ml)	重 量 (g)
7. 1	29	29	1.00	13	13
8	32	32	0.99	18	17
15	34	35	0.98	23	22
22	37	38	0.97	29	28
29	39	40	0.96	35	33
8. 5	40	42	0.94	40	38
26	46	50	0.92	62	61
9. 4	47	51	0.92	67	66
17	50	56	0.89	85	89
10. 2	50	62	0.81	107	104
15	51	64	0.79	115	116
28	51	64	0.79	117	117
11. 11	53	65	0.81	123	117
18	53	65	0.81	124	118
12. 2	53	65	0.81	124	118

(注) 果形指数=縦径/横径(長径)

第14表 1974年産果実の发育(普通温州ミカン)

採 取 日 (月・日)	縦 径 (mm)	横 径 (mm)	果形指数	容 積 (ml.)	重 量 (g)
7. 15	30	31	0.98	16	16
22	31	32	0.96	18	18
29	33	35	0.93	23	23
8. 5	35	38	0.93	29	29
26	41	45	0.90	46	46
9. 4	43	49	0.87	57	56
17	45	53	0.85	72	71
10. 2	47	57	0.82	84	84
15	47	60	0.79	93	92
28	49	63	0.78	108	102
11. 11	48	63	0.77	107	102
18	50	65	0.77	115	102
12. 2	50	65	0.77	116	102
18	50	65	0.77	116	102

早生種で9月17日以後12月2日までの期間では、縦径で3mmの増加、横径で5.6mmから、10月15日の6.4mmと、8mmの増加で、果形指数も0.89から、10月15日の0.79と0.1の低下と、10月15日までは、果実は横方向に肥大した。その後は果径には変化がなかった。普通種では、10月2日以後、縦径は11月18日の期間に、3mm増加し、横径は同期間に、8mmの増加で、果径指数は0.82から0.77と、0.05低下した。その後の果径の変化はなかった。

他方果実容積の変化は、早生種で、7月1日の13mlから、8月5日40ml.と、27ml.増加し、その後9月17日の85ml.まで45ml.増加、さらに10月15日の115ml.と30ml.の増加となった。このように8月初旬から9月中、下旬までの果実容積の増加が最も大きかった。

つぎに普通種の場合は、7月15日から8月5日の期間に、13ml.の増加、ついで10月2日までの期間に55ml.の増加、さらに10月28日までの期間に24ml.の増加となり、8月初旬から10月中旬までの増加量が他の期間に比較して大きかった。

以上から、果形の変化と果実容積の増加との間には、密接な関係にあるが、果実の肥大は7月

頃から、徐々に始まり、早生種で10月中旬頃まで、普通種で10月下旬頃まで肥大する。また早生種で8月初旬から9月中、下旬頃まで、また普通種で10月中、下旬頃までが最も大きく肥大することが分った。

第2節 果重、果肉重および果汁量の変化との関係

温州ミカン果実の果重は、7月初旬から急に増大しはじめ、11月頃にやや緩慢となる。なお8月頃までは、容積の増加とほぼ平行して、増加するが、その後は容積の方が増大率が高くなる。^{(31), (49)}果皮重は9月上旬頃まで増加し、果肉重は、7月下旬から10月中旬頃まで増加することなどが報告されている。^{(31), (33), (49), (84), (112), (113)}

本節では、果重や果皮重、果肉重および果汁重、それに果汁容量などの変化と果汁粘度変化との関連をしる目的で実験を行なった。

実験材料および方法

供試果実の採取園、品種、系統、樹令などは第15表のとおりで、果実の採取法は、第1章第1節でのべたと同様の方法で行なった。果重、果皮重、果肉重などの測定は、1検体当たり20個の果実について測定し、5検体100個の果実の平均値を求めた。⁽¹⁴⁾果汁の重量と容積は、検体の果肉をナイロンクロスに包み、ハンドジュースで十分に搾汁して、その重量と容積を測定し、品種別にその平均値をもとめた。⁽¹⁴⁾果汁粘度は、第1章第1節と同様にオストワルド粘度計で測定した。

なおこの実験は1976年の7月初旬から、12月上旬の期間にわたって行なった。

第15表 果実の採取樹および園地の概要

試料番号	品 種	系 統	樹 令	樹 勢	所 在 地
1	早 生 種	宮 川	1 8	良	金 屋 町 小 川
2	早 生 種	興 津 - 2 号	1 5	良	糸 野
3	早 生 種	松 山	1 6	良	吉 備 町 田 口
4	早 生 種	宮 川	2 3	良	大 谷
5	早 生 種	宮 川	1 8	良	有 田 市 新 堂
1	普 通 種	林	1 8	良	金 屋 町 小 川
2	普 通 種	杉 山	2 8	良	糸 野
3	普 通 種	杉 山	2 6	良	吉 備 町 田 口
4	普 通 種	林	1 8	良	大 谷
5	普 通 種	林	2 1	良	有 田 市 新 堂

実験結果

第13、16表から、果重の変化は、早生種は7月初旬、約16g、8月初旬、約35g、9月初旬、約68g、10月初旬、約104g、11月初旬、約118gと、それぞれ前月に比較すると、約18g、32g、37g、14gずつ増加したが、その後はほとんど増加しなくなった。

第16表 1976年産果実の重量、果皮重、果肉重、果汁の重量および

容積と果汁粘度の季節的变化

採 取 日 (月・日)	果実重量 (g)	果皮重量 (g)	果肉重量 (g)	果汁重量 (g)	果汁容積 (ml)	果汁/果肉 重量比 (%)	粘 度 (c.p.)
早 生 種							
7. 8	15.2	9.2	6.0	0.8	0.8	13	0.987
14	21.3	11.6	9.7	1.5	1.5	16	1.008
24	27.3	11.9	15.4	5.0	4.9	30	1.027
8. 4	36.5	14.4	22.1	12.8	12.6	58	1.039
26	60.2	16.7	43.5	29.6	29.5	68	1.013
9. 3	68.4	17.8	50.6	35.5	35.4	71	0.995
16	87.6	20.4	67.8	48.9	48.5	73	0.982
10. 2	103.2	18.9	84.3	63.6	63.2	76	0.994
15	115.3	21.8	93.5	70.6	70.3	76	1.008
26	118.3	24.7	93.6	71.8	71.3	77	1.016
11. 10	120.4	26.4	94.0	73.8	73.2	78	1.028
18	119.6	24.0	95.6	74.0	73.7	78	1.038
普 通 種							
7. 14	16.2	10.1	6.1	0.8	0.8	13	1.012
24	22.2	11.3	10.9	3.5	3.5	28	1.026
8. 4	27.4	11.9	15.5	8.8	8.6	56	1.044
26	46.3	14.7	31.6	22.9	22.8	68	1.018
9. 3	57.2	16.5	40.7	28.2	27.9	71	1.008
16	71.5	20.0	51.5	36.4	36.1	72	0.999
10. 2	84.6	18.8	65.8	49.6	48.8	74	0.989
15	90.3	23.0	67.3	55.6	55.2	76	0.996
26	98.2	22.6	75.6	60.0	59.4	77	1.006
11. 10	105.4	22.5	82.9	62.8	62.5	77	1.019
18	107.3	23.6	83.7	63.2	62.8	78	1.025
12. 10	106.3	22.6	83.7	64.2	63.6	77	1.042

また普通種は第14、16表から、7月中旬約16g、8月初旬約28g、9月初旬約57g、10月初旬約84g、11月上旬約104gと、それぞれ前月に比較して、約12g、29g、27g、20gずつ増加した。このように果重は、7月中旬頃から次第に増加し、8月、9月には増加量はさらに大きくなり、10月以後は増加量が漸次低下して、10月中旬頃からは、ほとんど果重の変化はなかった。

他方、果皮重と果肉重の変化は第16表から、果皮は早生種で、7月初旬9.2g、8月初旬14.4g、9月初旬17.8g、10月初旬18.9g、11月上旬26.4gで前月に比較して、5.2g、3.4g、1.1g、7.5gとなって、7月初旬から8月初旬の増加量が最大で、その後はその増加率は低下した。普通種で、7月中旬10.1g、8月初旬11.9g、9月初旬16.5g、10月初旬18.8g、11月上旬22.5gと前月に比較して、それぞれ1.8g、4.6g、2.3g、3.7g、ずつ増加し、早生種とよく似た傾向であった。

つぎに果肉は早生種で、7月初旬6.0g、8月初旬22.1g、9月初旬50.6g、10月初旬84.3g、10月中旬93.5gと前月に比較して、それぞれ16.1g、28.5g、33.7g、9.2gずつ増加し、10月中旬以後はほとんど増加しなかった。普通種で、7月中旬6.1g、8月初旬15.5g、9月初旬40.7g、10月初旬65.8g、11月上旬82.9gと前月に比較して、9.4g、25.2g、25.1g、17.1gずつ増加した。このように両品種ともに、7月中旬頃から、増加量が次第に大きくなり、8、9月頃の増加量が最大で、その後は漸次低下し、10月中旬以後はほとんど変化しなかった。

果汁重および果汁量は、早生種で、7月初旬0.8gと0.8ml、8月初旬12.8gと12.6ml、9月初旬35.5gと35.4ml、10月初旬63.6gと63.2ml、11月上旬73.8gと73.2mlと、前月に比較して、それぞれ果汁重は12.0g、22.7g、27.7g、28.1g、10.0gずつ増加した。また普通種で、7月中旬0.8gと0.8ml、8月初旬8.8gと8.6ml、9月初旬28.2gと27.9ml、10月上旬49.6gと48.8ml、11月上旬62.8gと62.5mlと、前月に比較して、それぞれ果汁重は8.0g、19.4g、21.4g、13.2gと増加した。

このように両品種ともに、7月中旬頃からしだいに果汁は増加しはじめ、8月、9月には最も増加量が大きくなり、その後次第に低下して、10月中旬頃からはほとんど増加しなかった。

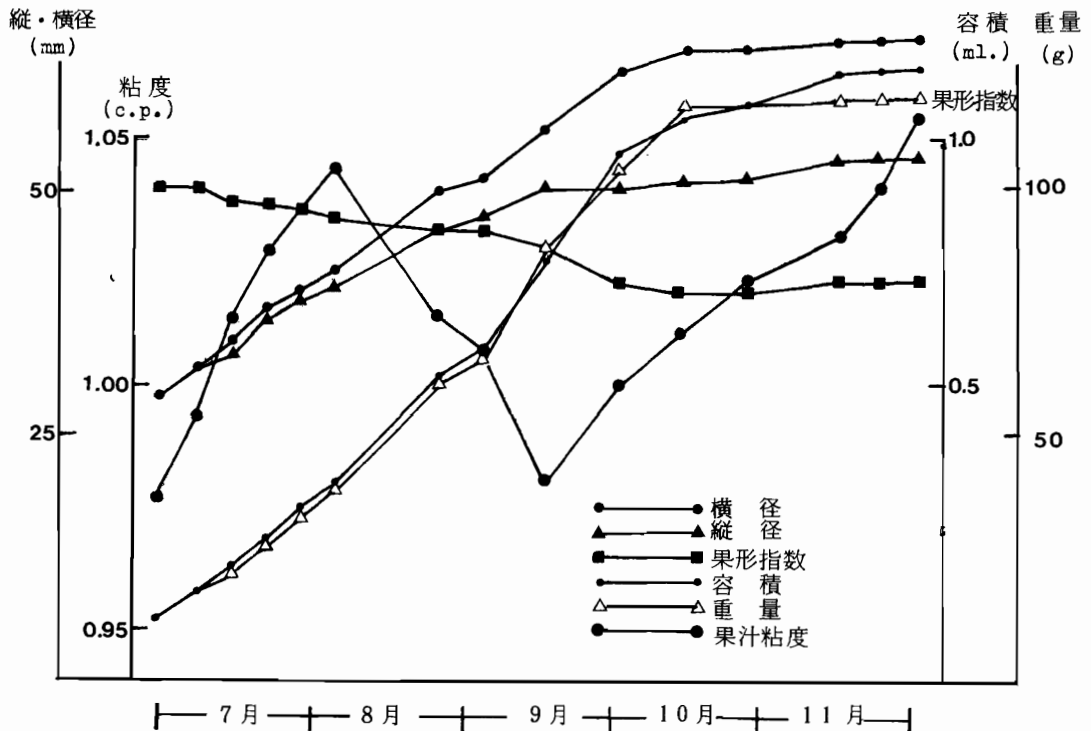
果汁粘度の変化は、早生種で、7月上旬0.987c.p.、8月初旬1.039c.p.、9月中旬0.982c.p.、11月中旬1.038c.p.、普通種で、7月中旬1.012c.p.、8月初旬1.044c.p.、10月初旬0.989c.p.、12月上旬1.042c.p.で、両品種の粘度変化パターンは、第1章第1節でのべたと同様のパターンであった。

第3節 考 察

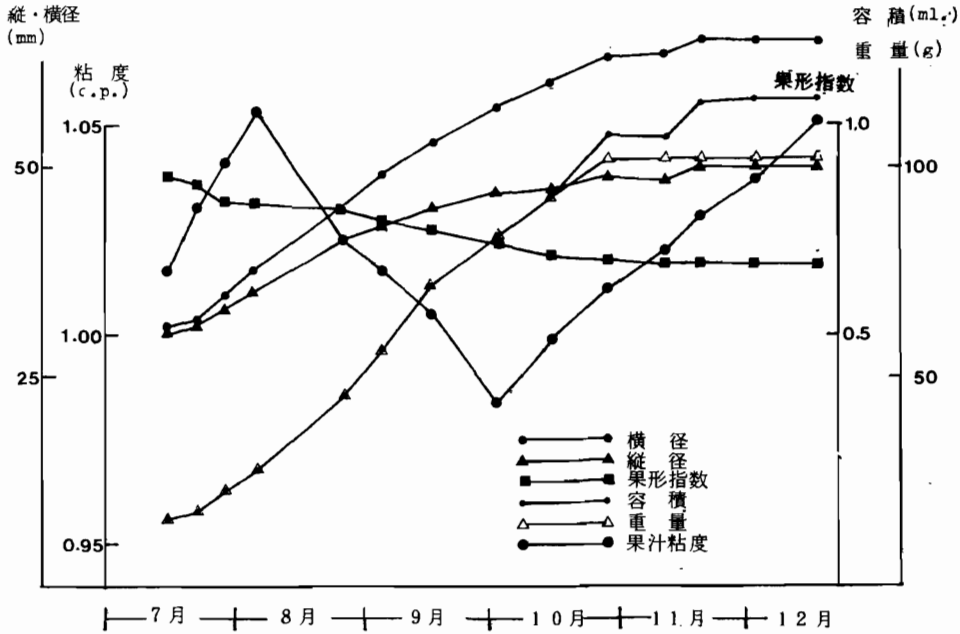
実験結果から8月初旬までの果汁粘度上昇期には、第13、14、15、16図のごとく、果実の縦径、横径、重量、容量ともにそれ程増加せず、8月初旬以後の果汁粘度下降期には果実の縦径の増加がややゆるやかになることをのぞいては、いずれも大幅に増加した。この傾向は早生種で10月上旬頃まで、普通種で10月下旬頃までつづき、その後はゆるやかな増加となる傾向がみとめられた。このように果径の変化は従来の報告のごとく、シグモイド形の曲線をしめした。(81)、(49) また果形指数は発育のすすむとともにゆるやかに減少してゆくことがみとめられた。

他方果汁粘度は早生種で9月中旬頃から、また普通種で10月上、中旬頃からそれぞれ再上昇期に転換した。

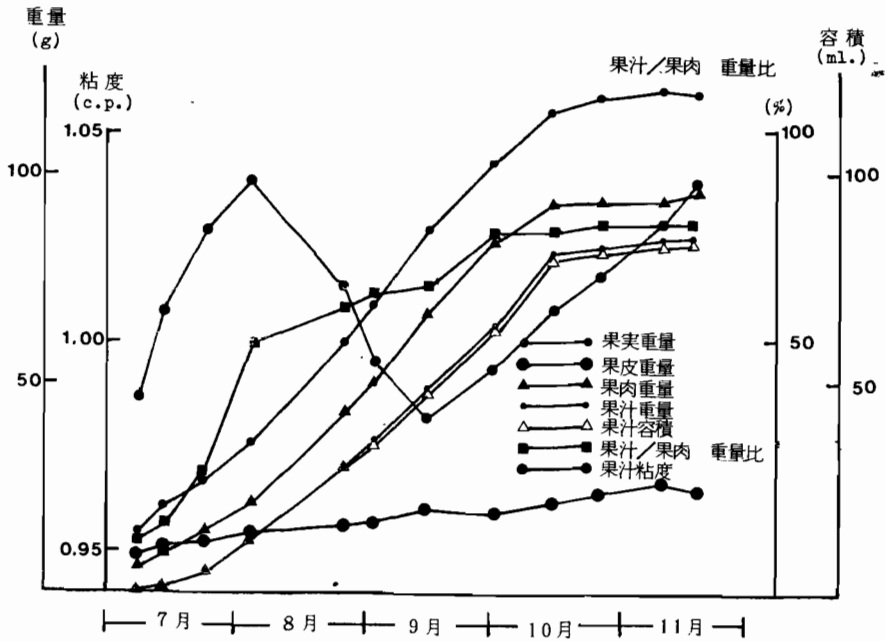
果実の果皮の発育は初期に発育するが、果肉は初期に非常に小さくて、発育もやや緩慢で、7月下旬頃から急に発育しはじめ、このため果重が増加する。この傾向は10月中旬頃までつづき、その後は再び緩慢になり、その発育曲線はシグモイド形を呈し、普通種の場合、7月下旬と10



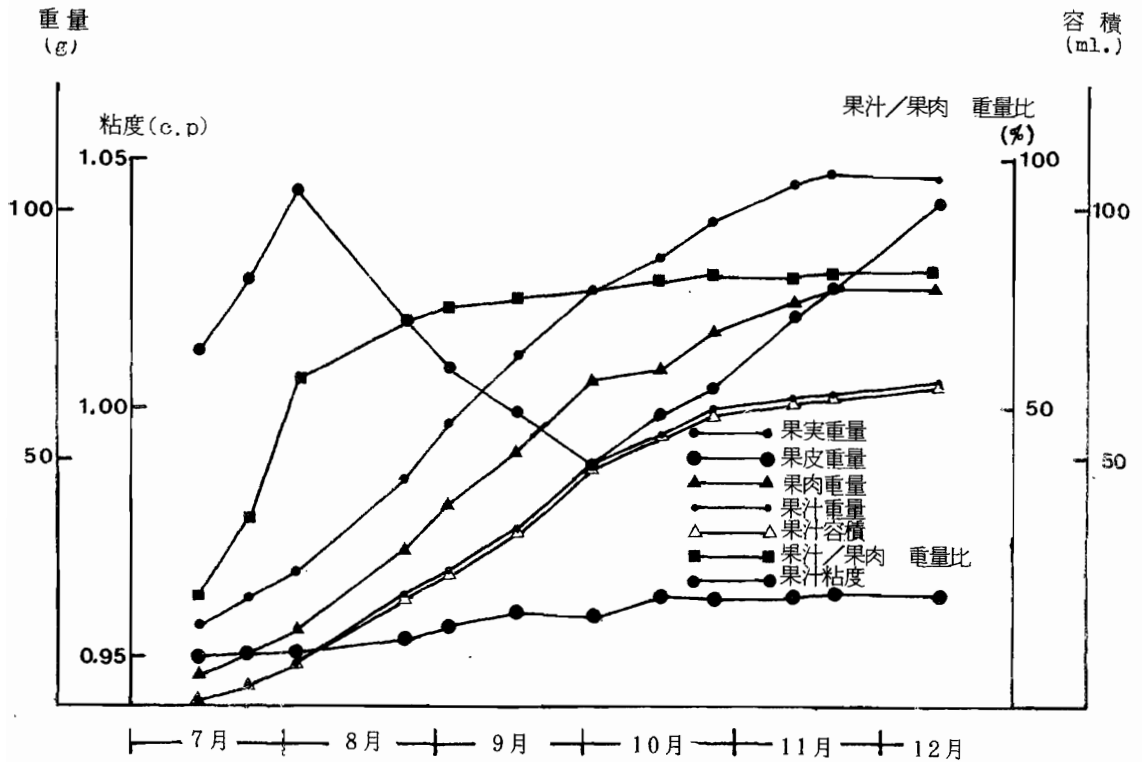
第13図 1974年産果実の横径・縦径、果形指数、容積、重量と果汁粘度の季節的变化(早生温州ミカン)



第14図 1974年産 果実の横径・縦径、果形指数、容積、重量と果汁粘度の季節的变化 (普通温州ミカン)



第15図 1976年産 果実の重量、果皮重量、果肉重量、果汁重量および容積、果汁/果肉 重量比と果汁粘度の季節的变化 (早生温州ミカン)



第16図 1976年産果実の重量、果皮重量、果肉重量、果汁重量および容積、果汁/果肉重量比と果汁粘度の季節的变化(普通温州ミカン)

月中旬が果肉発育の転換点であろうと報告されている。さらに果皮と果肉の発育は6月中旬頃に変換期があって、それ以後は果肉の増加が大きくなるのべている。(31), (49), (84) この実験においても同様の傾向があって、果重増加は主に果肉の増加によるもので、果皮の増加はゆるやかであった。

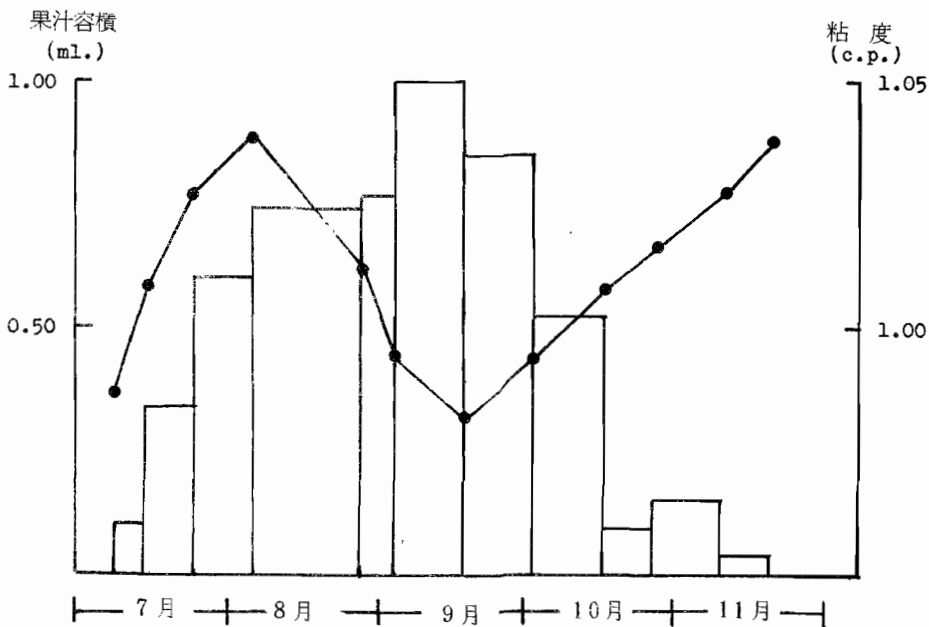
果肉中の果汁の変化は早生種、普通種ともに7月中旬から8月初旬には増加率が高く、大幅に増加し、その後やや増加率は低くなるが早生種で、9月下旬頃、普通種で、10月上、中旬頃まで増加はつづく。その後は一層ゆるやかに増加した。このように果肉中での果汁の増加は7月中旬から、8月初旬に増加率が高いが、1日当りの果汁の増加量は、第17、18図から早生種、普通種ともに7月初旬からだんだんと増加し始めて、早生種で9月上旬、普通種で9月中旬から10月上旬において最大となり、その後は漸減してゆくパターンをしめした。このように果肉部の増加は主に果汁の増加によるものようであった。

Bain⁽⁴⁾ はパレンシャオレンジの果実の発育過程を、細胞分裂期、細胞肥大期、成熟期の3期に分けている。温州ミカンの発育過程も、おなじように分けられていて、細胞分裂期は満開後

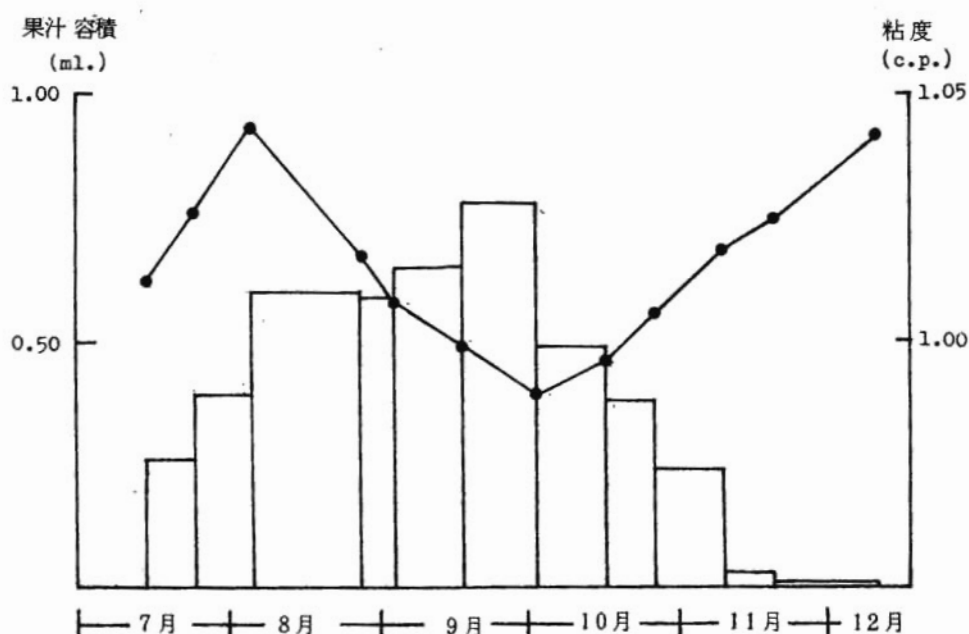
20日～1ヶ月間で、その後は細胞肥大期となり、この期の後半は液胞中に果汁がたまる果汁増加期（液胞発達期）で、7月下旬から8月上旬頃に始まるとされている。ついで成熟期となるが、細胞肥大期と成熟期との境界ははっきりせず、10月中旬頃にあるようだとされている。⁽³¹⁾このように細胞肥大期以後の果実の発育過程の変換期は7月下旬～8月上旬と10月上、中旬頃にあるようである。

この実験の開始時期は7月上、中旬で果実発育過程の細胞肥大期に相当するが、果汁粘度の上昇は細胞肥大期の前期、果汁粘度の下降期は細胞肥大期の後半、果汁粘度の再上昇期は成熟期にあたると考えられ、これら両者の変換期がよくにていた。

以上のようなことから、果汁粘度上昇期の粘度の上昇は細胞肥大期前半の細胞の肥大にともなう果汁成分の変化と何らかの関係があるのでないかと考えられた。さらに果汁粘度下降期の粘度低下は細胞肥大期の果汁の増加による果汁成分の稀釈効果によるものであって、^{(91), (123)}このことは第17、18図から、1日当り果汁量の増加が最も大きい早生種で9月上、中旬頃に、また普通種で10月上旬頃に、それぞれ果汁粘度が最も低下していることから理解できよう。さらに果汁粘度の再上昇期の粘度上昇は、早生、普通種ともに果汁の増加量が減少するとともに、果汁中に可溶性固形物が増加し、そのため果汁粘度は上昇するものと考えられた。



第17図 1976年産果実の果汁粘度の変化と1日当りの果汁容積の変化
(早生温州ミカン)



第18図 1976年産果実の果汁粘度の変化と1日当りの果汁容積の変化
(普通温州ミカン)

第4節 摘 要

温州ミカン果実の発育期中の7月から12月までの約6ヶ月間にわたって、果汁粘度の変化パターンと果実の形態的な変化との関係を明らかにする目的で、この実験を行なった。

(1) 果汁粘度の上昇期は果実発育過程中的細胞肥大期の前半の期間とよく一致していた。そしてこの期間では、果実の横径が増加する結果、その容積や果重もまた増加した。

しかしこの果重の増加は主に果肉中に果汁が増加するためである。そしてこの期間はちょうど、果実の肥大が始まる頃で、果肉部の発育とそれともなう果汁成分の変化によって、果汁粘度が上昇するものと考えられ、果肉部の発育と何らかの関係があると考えられた。

(2) 早生種で8月初旬から9月中旬頃、普通種で8月初旬から10月上旬頃までの果汁粘度下降期は果実の細胞肥大期の後半期にあたり、この期間中には縦径も前期にひきつき増加し、果重も増加するが、それらの増加はいずれも果肉部の発育によるもので、なかでも果汁の増加によるものであって、果汁粘度が最も低下する時期と果汁の1日当りの増加量の最も多い時期とが一致している。このようなことから、この期間は果汁の増加による稀釈効果によって、果汁粘度は低下するものと考えられた。

(3) 果汁粘度の再上昇期は早生種は9月中旬頃から、また普通種は10月上、中旬頃からで、果実の形態的な変化の縦径や果重、果汁の増加は10月上、中旬頃までつき、それ以後は大きい

変化はみられず、その転換期が10月上旬頃にあると考えられた。しかし果汁の1日当り増加量は早生種で9月中旬、普通種で10月上旬からその増加量も減少していて、果汁粘度の転換期とよく一致している。このように果汁粘度再上昇期は果実の成熟期と考えてよく、果実の成熟にもなって、果汁中に固形物が集積されるために果汁粘度が再上昇するものと考えられた。

以上のごとく、果実の発育過程中的細胞肥大期前半期と後半期、成熟期の3期の転換期頃に果汁粘度もまた転換することから、果実の形態的变化とともに、果汁の種々の性質が変化し、それにもなって果汁粘度も変化するものと考えられた。

第3章 果実発育期間中の果汁の諸性質の変化と果汁粘度変化との関係

第1、2章でのべたように、7月以後の温州ミカンの果汁粘度の変化には、果汁粘度の上昇期、下降期および再上昇期の3期があって、その変換期は細胞肥大期の前半期、後半期および成熟期の各期の変換期とほぼ一致しており、果実各部の発育、なかでも果肉部の発育と関連性があるように考えられた。

果肉部は食用に供する部分であるから、果実の食味ひいては果実の品質にとって重要な部分である。果肉部は水分87%、糖分、有機酸分などの炭水化物9.9%、タンパク質0.9%、繊維0.4%、灰分0.38%などからできているが、大部分が果汁で、肉質は比較的少量である。^{(31),(56)}

このように温州ミカンは果汁分が多いから、果汁の性質は果実の食味と密接な関係にある。しかし果肉中の果汁分は、幼果期中は少量で、7月中旬頃から増加しはじめ、10月上、中旬頃まで増加する。他方果汁の組成成分も果実の発育とともに変化し、その変化状態は、品種間ではもちろんのこと、同品種でも、樹園地の立地条件や栽培管理の方法などが異なると、相違を生じるとされている。^{(25),(26),(29),(36),(59),(69),(70)}

このようなことから、本章では果実の発育ともなう7月以後の果汁粘度の変化と果汁の数種の理化学的性質の変化との関係に検討を加える目的で以下の実験を行なった。

第1節 果汁の比重、屈折計示度の変化との関係

果汁の比重は果汁中の可溶性固形物、すなわち溶質の密度を容易に測定できることから、成熟果果汁中の可溶性固形物量を簡単に測定できる指標として、利用できることが報告されている。^{(108),(113)}

また果汁の屈折計示度は比重と同様に可溶性固形物量との間に密接な関係にあって、成熟果では、果汁中の糖量に比例することから食味評価の指標に用いられている。^{(103),(104),(105),(107)}

このように、果汁の比重や屈折計示度は果汁の性質を知るうえで重要な指標である。他方、溶液の比重は粘度とも密接な関係にあることはよく知られている。^{(75),(124)} 本節では果実発育期間中のこれらの指標の変化と果汁粘度変化との関係を知る目的で実験を行なった。

実験材料および方法

この実験は1974年の果汁粘度の測定実験に併行して行なったから、供試果実は第17表のとおりで、果実からの供試果汁の調製、果汁粘度の測定は第1章第1節でのべたと同様にして

行なった。果汁の比重はピクノメータを使用する常法^{(50),(51),(68)}により、また屈折計示度はアツベ屈折計(アタゴアツベ屈折計 302型)を用いて常法により測定した。なお、果汁粘度の比重および屈折計示度は、果実の採取日別、品種別に10検体の平均値をもってしめた。また果汁粘度の変化は第1章第1節でのべた1974年のものをそのまま用いた。

第17表 果実の採取樹および園地の概要

採取園の番号	系 統	樹 勢	樹 令	所 在 地
早 生 種				
2	宮 川	良	18	金屋町 小 川
5	宮 川	良	15	金屋町 長谷川
7	宮 川	良	21	吉備町 大 谷
8	宮 川	良	18	吉備町 田 口
22	松 山	良	16	金屋町 五西月
23	宮 川	良	18	金屋町 歎喜寺
24	宮 川	良	21	吉備町 船 坂
25	興津-2号	良	16	有田市 初 島
26	宮 川	良	18	湯浅町 田
27	宮 川	良	15	湯浅町 湯 浅
普 通 種				
2	林	良	18	金屋町 小 川
5	南柑-20号	良	16	金屋町 長谷川
7	杉 山	良	26	吉備町 大 谷
8	林	良	17	吉備町 田 口
22	林	良	20	金屋町 五西月
23	林	良	18	金屋町 歎喜寺
24	池 田	良	18	吉備町 船 坂
25	向 山	良	15	有田市 初 島
26	尾 張	良	26	湯浅町 田
27	林	良	16	湯浅町 湯 浅

実 験 結 果

第18表に果実発育期間中の果汁の粘度、比重および屈折計示度の測定結果をしめした。

比重は早生種で、7月1日から15日までは1.029と変わらず、22日1.031、29日1.032、8月5日1.033、9月4日1.032、17日1.033とわずかに7月下旬から増加したが、ほとんど変化しなかった。その後10月2日1.035、15日1.038と、中旬頃からやや増加の傾向がみられ、それ以後は11月11日1.043、12月2日1.045と、11月上旬から再び増加は緩慢となる傾向がみとめられた。

普通種は、7月15日から29日までは1.033と変わらず、8月5日1.035とわずかに増加するが、その後は26日1.034となり、この状態が10月2日までつづいた。10月15日1.036、28日1.038、11月11日1.042、18日1.043、12月2日1.045と増加したが、その後には変化はなかった。このように比重は全期間を通じて、10月上、中旬にその変換期があって、10月上、中旬までは余り変化なく、10月上、中旬から増加し、12月になると変化しなくなった。

第18表 1974年産果実の果汁の粘度、比重および屈折計示度の変化

採取日 (月・日)	早 生 種			普 通 種		
	粘 度 (c.p.)	比 重	屈折計示度 (%)	粘 度 (c.p.)	比 重	屈折計示度 (%)
7. 1	0.976	1.029				
8	0.994	1.029				
15	1.014	1.029	4.6	1.017	1.033	5.3
22	1.027	1.031	5.2	1.031	1.033	6.2
29	1.035	1.032	5.2	1.041	1.033	6.1
8. 5	1.045	1.033	5.3	1.054	1.035	6.2
26	1.014	1.032	5.6	1.021	1.034	6.3
9. 4	1.008	1.032	5.7	1.015	1.034	6.2
17	0.980	1.033	6.0	1.005	1.034	6.3
10. 2	1.001	1.035	7.1	0.984	1.034	6.5
15	1.012	1.038	7.8	1.000	1.036	7.4
28	1.021	1.040	8.4	1.011	1.038	8.0
11. 11	1.030	1.043	9.6	1.020	1.042	9.6
18	1.040	1.045	10.5	1.028	1.043	10.2
12. 2	1.054	1.045	10.6	1.037	1.045	10.3
18				1.051	1.046	10.6

つぎに屈折計示度は早生種で7月15日4.6%、22日5.2%とここでやや増加したが、その後29日5.2%、8月5日5.3%とほとんど変化せず、8月26日5.6%、9月4日5.7%、17日6.0%とやや増加しはじめる。その後10月2日7.1%、28日8.4%、11月11日9.6%、18日10.5%と増加したが、11月中旬から余り増加しない状態となった。

普通種は7月15日5.3%、22日6.2%でここでやや上昇したが、その後は29日6.1%、8月5日6.2%、9月4日6.2%、10月2日6.5%と余り変化しなかったが、その後15日7.4%、28日8.0%、11月11日9.6%、18日10.2%、12月2日10.3%、18日10.6%と増加したが、12月2日以後は余り増加せず、10月2日から11月18日までの期間で最も増加した。

このように比重や屈折計示度ともに早生種で9月中、下旬頃まで、また普通種で10月上旬頃までは余り変化なかった。なお果汁粘度の変化は第1章第1節でのべたと同様である。このことから、第3期の果汁粘度の再上昇は、果汁の比重や屈折計示度と密接な関係にある成分が果汁中に集積するためのように考えられた。

第2節 果汁の水分量の変化との関係

果汁の約90%は水分で、この水分量は果実の発育過程で変化し、また発育状態や環境条件などによっても相違がある。^{(85),(66),(116),(125)}

他方果実の水分は果実の発育とも密接な関係にあり、同時に成熟果の場合には食味にも関係する。^{(66),(116),(125)} 他方果汁を溶液として考えると、果汁は水を溶媒とし、糖分や酸分などの可溶性固形物を溶質とする溶液であるから、水分量の多少は果汁中の溶質濃度と表裏の関係にある。このため果汁粘度にも関係することとなる。

このようなことから、果汁中の水分量の変化と果汁粘度変化との関係を明らかにする目的で実験を行なった。

実験材料および方法

この実験は第2章第2節の実験と併行して行なったから、供試果実の概要は第15表のとおりで、果実からの果汁の調製法、果汁粘度の測定法などは第1章第1節と同様にして行なった。

水分量と固形物量の定量は内径4cm、深さ3cmのガラス製秤量皿を用いて、まず50℃で果汁中の70%位の水分を乾燥させ、ついで真空乾燥機に移し入れて、70℃、20mmHgで恒量になるまで乾燥後、常法により水分量、可溶性固形物量をそれぞれ算出した。^{(50),(68),(118)}なお測定、定量値はいずれも5検体の平均値(%)で算出した。

実験結果

果実の発育期間中の水分量の変化は、第19表にしめすとおりで、早生種では7月8日92.3%、14日92.4%、24日92.6%、8月4日92.5%で、ほぼ変化はなく、92.4~92.5%位の水分量であった。その後8月26日91.3%、9月3日91.3%、16日91.4%と9月中旬まではほぼ一定量であるが、10月2日91.0%、15日90.6%、11月10日89.6%、18日89.5%と除々に減少した。また普通種では7月14日92.1%、24日92.2%、8月4日92.1%、26日92.3%とはほぼ変わらず、9月3日91.5%、10月2日91.3%とこの期間はやや前期の7月中旬から8月下旬に比較してやや減少した。10月15日90.6%以後は、11月10日90.1%18日89.8%、12月10日88.7%と減少した。

第19表 1976年産果実の果汁粘度、果汁中の水分量、可溶性固形物量の変化

採取日 (月・日)	早 生 種			普 通 種		
	粘 度 (c.p.)	水分量 (%)	可溶性固形物 (%)	粘 度 (c.p.)	水分量 (%)	可溶性固形物 (%)
7. 8	0.987	92.3	7.7			
14	1.008	92.4	7.6	1.012	92.1	7.9
24	1.027	92.6	7.4	1.026	92.2	7.8
8. 4	1.039	92.5	7.5	1.044	92.1	7.9
26	1.013	91.3	8.7	1.018	92.3	7.7
9. 3	0.995	91.3	8.7	1.008	91.5	8.5
16	0.982	91.4	8.6	0.999	91.4	8.6
10. 2	0.994	91.0	9.0	0.989	91.3	8.7
15	1.008	90.6	9.4	0.996	90.6	9.4
11. 10	1.028	89.6	10.4	1.019	90.1	9.9
18	1.038	89.5	10.5	1.025	89.8	10.2
12. 10				1.042	88.7	11.3

果汁中の固形物量(蒸発残渣)は水分量とは反対に、早生種で7月8日7.7%、14日7.6%、8月4日7.5%さらに9月16日8.6%と余り変化しないが、10月2日9.0%、15日9.4%、11月10日10.4%とやや増加した。普通種では7月14日7.9%、8月4日7.9%、9月3日8.5%、10月2日8.7%と余り変化しなかったが、11月10日9.9%、18日10.2%、12月10日11.3%とやや増加した。つぎに果汁粘度の変化は第2章第2節でのべたと同様で

ある。このように果汁粘度の第1期と2期には水分および固形物量の変化は余りなく、第3期の成熟期に水分が減少した。

第3節 果汁の糖量変化との関係

カンキツ果実発育期間中の果汁の糖量の変化に関する研究は数多く報告されている。(10),(33)(34),(113)

果汁中の糖分は甘味の呈味成分であるから、ミカンの食味に直接関係するため、従来から果実の発育にともなう果汁中の糖量に関して、いろいろな面からの検討がなされていて、樹園地の立地条件や肥培管理条件などによって相違のあることなどが報告されている。(25),(26),(86),(87)(89)

温州ミカン果汁中の糖分はしょ糖、ブドウ糖と果糖からできていて、このうちしょ糖が最も多いとされている。(27),(33),(34),(57)

他方成熟果の果汁の糖量は果汁の比重や屈折計示度と密接な関係にあることも報告されている。⁽¹¹²⁾本章第1節でのべたように、果汁粘度変化パターンとの関連ではこれらの指標は果汁粘度の第1期、2期には余り変化しなかったが、第3期で、かなり変化したことから、果汁中の糖量と果汁粘度第3期との間には何らかの関係があるように考えられた。そこで両者の関係を明らかにする目的で実験を行なった。

実験材料および方法

供試果実は第2表にしめすとおり、早生、普通温州ミカン別にそれぞれ5園地から、第1章第1節でのべたと同様の方法で採取した。果実からの供試果汁の調製法および果汁粘度の測定法などもまた同様に行なった。

つぎに果汁中の糖分の分析は全糖と還元糖はベルトラン法で、⁽⁶⁸⁾果糖の分別定量は Jackson & Mathew 法を一部改良した古田ら⁽¹³⁾の方法により行なった。ブドウ糖は前記の還元糖の定量値から果糖の定量値を差し引いて求めた。なおこの実験は1977年7月から12月までの期間に行なった。

実験結果

第21表に果汁粘度、全糖、非還元糖、還元糖、ブドウ糖および果糖の測定定量値を5検体の平均値で、品種別、果実採取日別にそれぞれしめした。果汁粘度の変化は早生種で、7月上旬0.992 c.p.、8月初旬1.036 c.p.、9月中旬0.979 c.p.、11月上旬1.023 c.p.、で普通種は7月中旬1.016 c.p.、8月初旬1.041 c.p.、9月下旬0.989 c.p.、12月中旬

1.042 c.p. とほぼ第1章第1節でのべたとよく似た変化パターンであった。

第20表 果実の採取樹および園地の概要

試料番号	系 統	樹 勢	樹 令	所 在 地	
早 生 種					
1	宮 川	良	19	金屋町	小 川
2	宮 川	良	19	吉備町	田 口
3	宮 川	良	22	吉備町	大 谷
4	松 山	良	18	有田市	滝川原
5	宮 川	良	16	湯浅町	湯 浅
普 通 種					
1	林	良	19	金屋町	小 川
2	向 山	良	16	吉備町	田 口
3	杉 山	良	27	吉備町	大 谷
4	向 山	良	17	有田市	滝川原
5	林	良	17	湯浅町	湯 浅

果汁中の全糖量の変化は早生種の場合、7月1日0.59g、21日0.97g、8月4日1.94gで、この期間に約3.3倍量に増加した。ついでに8月17日2.64g、9月1日3.29g、16日4.71g、9月30日6.47g、10月27日7.97g、11月25日8.98gと増加した。このように全糖量は全期間を通じて増加しつづけたが、果汁中の各組成糖別の変化はつぎのようになった。果汁中の非還元糖(しょ糖)は7月1日0.24g、21日0.48g、28日0.56g、8月4日0.82gで約3.4倍量に増加した。つぎに8月17日1.10g、9月1日1.46g、16日2.54gとなり、この期間に2gレベルに達した。その後9月30日3.94g、10月13日4.50g、27日5.17g、11月25日5.96gと増加した。このように9月上、中旬からのしょ糖の増加は、それまでに比較して高くなった。他方還元糖は7月1日0.35g、21日0.49g、8月4日1.12gと約3.2倍増加し、非還元糖量よりもこの期間はややその糖量は多かった。ついで8月17日1.54g、9月1日1.83g、16日2.17gとややその増加量は低下し、また9月上、中旬頃に非還元糖の方が還元糖よりも多くなる転換期になった。その後9月30日2.53g、10月13日2.65g、11月10日2.85g、25日3.02gと増加量は少なく、非還元糖と還元糖の比率は11月25日で2:1となった。このように還元糖は初期の方が、その増加率は高く、成熟期においては低下した。さらに還元糖の組成糖であるぶどう糖と果糖は

第21表 1977年産果実の果汁粘度および果汁中の全糖量、非還元糖量、還元糖量、ブドウ糖量、果糖量の変化

採取日 (月・日)	粘度 (c.p.)	全糖	非還元糖	還元糖	ブドウ糖	果糖
		(果汁100ml当りの%)				
早 生 種						
7. 1	0.974	0.59	0.24	0.35	0.20	0.15
11	0.992	0.73	0.34	0.40	0.24	0.16
21	1.013	0.97	0.48	0.49	0.27	0.17
28	1.030	1.27	0.56	0.71	0.54	0.19
8. 4	1.036	1.94	0.82	1.12	0.90	0.22
9	1.025	2.20	0.94	1.26	0.99	0.28
17	1.013	2.64	1.10	1.54	1.12	0.42
9. 1	0.992	3.29	1.46	1.83	1.23	0.60
8	0.984	3.93	1.85	2.08	1.39	0.69
16	0.979	4.71	2.54	2.17	1.41	0.76
30	0.989	6.47	3.94	2.53	1.64	0.88
10. 13	1.004	7.12	4.50	2.65	1.66	0.98
27	1.013	7.97	5.17	2.80	1.69	1.11
11. 10	1.023	8.32	5.48	2.85	1.72	1.12
25	1.033	8.98	5.96	3.02	1.83	1.18
普 通 種						
7. 21	1.016	1.05	0.56	0.49	0.35	0.15
28	1.033	1.44	0.71	0.73	0.56	0.17
8. 4	1.041	1.72	0.80	0.92	0.74	0.18
9	1.034	2.00	0.96	1.04	0.83	0.21
17	1.025	2.43	1.05	1.38	1.05	0.33
9. 1	1.007	2.90	1.28	1.61	1.09	0.52
8	1.002	3.42	1.55	1.86	1.24	0.62
16	0.993	4.09	1.89	2.20	1.47	0.73
30	0.989	5.04	2.79	2.25	1.50	0.75
10. 13	0.995	5.76	3.37	2.39	1.58	0.81
27	1.003	6.92	4.25	2.67	1.69	0.98
11. 10	1.014	7.61	4.83	2.78	1.69	1.09
25	1.029	8.58	5.70	2.88	1.72	1.15
12. 8	1.032	8.88	5.97	2.91	1.69	1.22
18	1.042	9.03	6.06	2.97	1.69	1.31

7月1日それぞれ0.20gと0.15g、7月11日0.24gと0.16g、8月4日0.90gと0.22gで、7月初旬には両糖間に大きな差はないが、ぶどう糖の増加量の方が多く、8月4日にはほぼ両糖の比率は4:1となった。ついで8月17日には1.12gと0.42g、9月1日1.23gと0.6g、16日1.41gと0.76gとなってほぼ両糖の比率は2:1であるが、両糖ともそれ程増加しない。その後9月30日1.64gと0.88g、10月13日1.66gと0.98g、11月10日1.72gと1.12g、25日1.83gと1.18gで両糖の比率はそれ程変化せず、その増加量もまた少なかった。このように早生種のぶどう糖と果糖は全期を通じて増加するが、しょ糖のような変化はなかった。普通種の場合は、全糖が7月21日1.05g、28日1.44g、8月4日1.72gとその増加量はほぼ早生種と同様の傾向であった。ついで8月17日2.43g、9月1日2.90g、16日4.09g、30日5.04g、10月13日5.76gでこの期間に全糖量は大巾に増加し始め、その後10月27日6.92g、11月25日8.58g、12月8日8.88g、18日9.03gと10月下旬頃まで増加するが、その後はやや増加量は低下した。

非還元糖(しょ糖)は、7月21日0.56g、28日0.71g、8月4日0.80gと増加した。ついで8月17日1.05g、9月1日1.28g、16日1.89g、30日2.79g、10月13日3.37gと増加し、その後10月27日4.25g、11月25日5.70g、12月18日6.06gと増加した。このような傾向は早生種とほぼ同様であった。つぎに還元糖は7月21日0.49g、28日0.73g、8月4日0.92g、17日1.38g、9月1日1.61g、16日2.20g、30日2.25g、10月13日2.39g、27日2.67g、11月10日2.78g、12月18日2.97gとなった。組成糖のぶどう糖と果糖はそれぞれ7月21日0.35gと0.15g、28日0.56gと0.17g、8月4日0.74gと0.18g、17日1.05gと0.33g、9月1日1.09gと0.52g、16日1.47gと0.73g、30日1.50gと0.75gで両糖の比率は初期には3:1であるが、9月初旬頃から2:1となった。しかしこの両糖の増加量は少なかった。その後10月13日にはそれぞれ1.58gと0.81g、11月10日1.69gと1.09g、12月8日1.69gと1.22g、12月18日1.69gと1.31gと、成熟期になると、両糖は余り変化せず、ほぼ横ばいの状態となった。

第4節 果汁のpHおよび有機酸量の変化との関係

カンキツ果実の発育期間中の有機酸分の変化は第3節でのべた糖分と同様に成熟果の呈味成分として、食味に関係することや、果実の発育生理とも関係するため従来多くの研究報告がある。(5),(7),(10),(33),(46),(88),(91),(96),(97)

果汁中の主な有機酸分はクエン酸で、全発育期間を通じて77%から88%位をしめ、その他のものではりんご酸、シュウ酸など8種類以上の有機酸で組成されている。^{(33),(65)}そして有

有機酸量は果実の幼果期に多く、果実の成熟期には少なくなることや、pHの果実の発育にともなう変化について報告されている。^{(5),(7),(9),(16),(88)}

このようなことから、有機酸量の発育期間中の変化パターンと果汁粘度変化パターンとの関係をしる目的で、この実験を行なった。

実験材料および方法

この実験は第3章第3節の糖量変化の実験と同時に行なったので、供試用果実や果実からの果汁の調製法などはすべて同様である。

有機酸量の定量は、遊離酸は常法により滴定法で行い、また全酸量はイオン交換樹脂(アンバーライト1R-120)カラムを用いる方法によってそれぞれ定量した。^{(47),(51),(78),(91)} 全酸量から遊離酸量を差引いたものを結合酸量とした。なお酸量は果汁100ml当りのクエン酸量としてしめた。

つぎにpHはpH計(日立堀場-D5型)で常法により測定した。⁽¹²⁹⁾

実験結果

第2表に実験の結果をしめた。果汁粘度の変化パターンは前節でのべたと同様であった。pHの変化は早生種で7月11日2.76、28日2.42とやや低下したが、8月9日2.49、17日2.53、9月1日2.59、8日2.66、30日2.91、10月13日3.02、27日3.14、11月25日3.41と8月初旬以後はpHは上昇した。普通種でも、7月21日2.58、28日2.48、8月4日2.52とやや8月初旬までは低いが、その後9日2.57、9月1日2.61、16日2.75、30日2.87、10月27日3.21、11月25日3.45、12月18日3.49と上昇し、ほぼ早生種と同様の傾向がみとめられた。

他方全酸量は、早生種で7月11日4.51g、28日5.51g、8月4日5.34gと7月下旬から8月初旬の頃が最も多く、その後8月17日4.14g、9月1日3.64g、16日3.13g、30日2.14g、10月13日1.78g、11月10日1.25g、25日1.08gと8月初旬から9月下旬、10月上旬にかけてかなり減少し、その後はその減少度も低くなる。普通種でも7月21日4.88g、28日5.21g、8月4日4.28g、9日4.31gと7月下旬から8月上旬頃が多く、その後8月17日3.70g、9月16日2.74g、30日2.42g、10月13日1.88g、11月10日1.41g、25日1.23g、12月18日1.09gで、8月から10月中旬頃まではかなり減少してゆくが、その後の減少はやや緩慢となった。このように全酸量は7月下旬から8月初旬頃が最も多く、その後早生種で9月下旬、普通種で10月中旬頃までかなり大巾に減少するが、それ以後の減少は緩慢となった。遊離酸量の変化は早生種で7月11日3.98g、

第22表 1977年産果実の果汁の粘度、pHおよび果汁中の酸量の変化

採取日 (月・日)	粘 度 (c.p.)	pH	酸量(果汁100ml当りの%)			結合酸 / 全酸比(%)
			遊離酸	結合酸	全 酸	
早 生 種						
7. 11	0.992	2.76	3.98	0.53	4.51	11.1
21	1.013	2.42	4.43	0.62	5.05	12.3
28	1.030	2.41	4.80	0.72	5.51	13.0
8. 4	1.036	2.41	4.56	0.79	5.34	14.7
9	1.025	2.49	4.47	0.79	5.27	15.0
17	1.013	2.53	3.64	0.50	4.14	12.0
9. 1	0.992	2.59	3.17	0.47	3.64	13.0
8	0.984	2.66	2.89	0.43	3.32	13.0
16	0.979	2.70	2.70	0.43	3.13	13.6
30	0.989	2.91	1.78	0.37	2.14	17.2
10. 13	1.004	3.02	1.46	0.32	1.78	18.2
27	1.013	3.14	1.11	0.29	1.41	20.8
11. 10	1.023	3.32	0.96	0.28	1.25	22.7
25	1.033	3.41	0.82	0.26	1.08	24.5
普 通 種						
7. 21	1.016	2.58	4.26	0.62	4.88	12.7
28	1.033	2.48	4.47	0.74	5.21	14.2
8. 4	1.041	2.52	3.62	0.66	4.28	15.5
9	1.034	2.57	3.66	0.64	4.31	14.9
17	1.025	2.59	3.24	0.46	3.70	12.5
9. 1	1.007	2.61	2.61	0.43	3.04	14.1
8	1.002	2.69	2.39	0.41	2.80	14.7
16	0.993	2.75	2.33	0.42	2.74	15.2
30	0.989	2.87	2.03	0.38	2.42	15.8
10. 13	0.995	2.94	1.54	0.34	1.88	18.3
27	1.003	3.21	1.27	0.32	1.59	20.4
11. 10	1.014	3.36	1.09	0.32	1.41	22.4
25	1.029	3.45	0.93	0.29	1.23	24.0
12. 8	1.032	3.45	0.83	0.29	1.12	25.8
18	1.042	3.49	0.81	0.28	1.09	25.7

28日4.80g、8月4日4.56gと増加し、8月初旬頃に最も多くなったが、8月9日4.47g、9月1日3.17g、16日2.7g、30日1.78g、10月13日1.46g、11月10日0.96g、25日0.82gと8月上旬から10月上旬頃まではかなり減少したが、その後の減少率は少なかった。普通種では7月21日4.26g、28日4.47g、8月4日3.62gと7月下旬が最も多く、その後17日3.24g、9月1日2.61g、30日2.03g、10月13日1.54gとかなり減少したが、10月上旬以後は27日1.27g、11月25日0.93g、12月8日0.83g、18日0.81gと減少は緩慢となった。このように全酸量の変化パターンとよくにている。

結合酸量の変化は早生種で、7月11日0.53g、28日0.72g、8月4日0.79g、9日0.79gと増加したが、その後は8月17日0.50gとやや減少して、7月下旬から8月上旬にやや増加した。しかし8月中旬以後は9月1日0.47g、30日0.37g、10月13日0.32g、27日0.29g、11月25日0.26gと減少したが、減少量は少なくほぼ横ばい状態であった。普通種で7月21日0.62g、28日0.74g、8月4日0.66g、9日0.64g、17日0.46gと7月下旬から8月上旬に最多量となった。8月中旬以後は9月1日0.43g、30日0.38g、10月27日0.32g、11月25日0.29g、12月18日0.28gと減少したが、その減少量は緩慢であった。このように結合酸の変化パターンは7月下旬から8月上旬に最多量となり、その後早生、普通両品種ともに減少するが、8月上旬以後の減少量は緩慢となった。

以上のごとく有機酸量の変化パターンは7月下旬から8月初旬頃に最多量となっており、その後は減少しつづけたが、その減少量は早生種で9月中旬頃まで、普通種で10月上旬頃まではかなり大きい。以後の期間ではやや緩慢となる傾向がみとめられた。

第5節 果汁の可溶性ペクチン含量の変化との関係

カンキツ果実は他の果実に比較してペクチン質が多く、果皮中に約40%前後、果肉中に約2.5%前後含有されていることが報告されている。^{(58),(63)} また果肉中のペクチン分は果汁飲料の粘稠性と密接な関係にあつて、Cloudの安定に役立つ成分であるとされている。^{(3),(12),(61),(62),(63),(102),(126)}

このようにペクチン分は果汁粘度と関係のあることから、果実発育期間中の果汁中のペクチン分や果肉中のAIS(アルコール不溶性固形物)分と果汁粘度の変化との関係を知る目的でこの実験を行なった。

実験材料および方法

この実験は1977年産果実について、第3、4節の糖分や有機酸分の実験と同時に進められた。

から、供試果実の採取、果実からの果汁の調製法などはすべて第3節と同様である。

ペクチン質の定量はカルバゾール比色法でおこなった。⁽²⁸⁾ 供試果汁中のリン酸可溶性ペクチン、アルカリ可溶性ペクチンは予備的に定量したところ、微量であったので、水溶性ペクチン分のみについて定量を行なった。

A I S分は供試果実の果皮を剥皮し、果肉の一定量をワーニング、ブレンダーで十分に破碎した後、A I Sを抽出し、その乾燥重を秤量し、果肉重当りの百分率でしめした。⁽⁶²⁾

実験結果

実験の結果は第23表にしめすとおりである。果汁粘度の変化パターンは、第3、4節の場合と同様であるが、果汁100 ml中の水溶性ペクチン含量は7月21日22.7mg、8月4日28.8mg、と7月下旬から8月初旬にやや増加した。その後17日27.1mg、9月1日26.1mg、16日23.8mgと緩慢に減少したが、9月30日22.8mg、10月13日23.1mg、10月27日22.6mg、11月10日23.1mgとほとんど相違がなく推移し、余り変化はみられなかった。他方普通種でも、7月21日23.1mg、8月4日30.1mg、9月1日26.9mg、30日24.6mg、10月13日23.1mg、27日24.3mg、11月10日23.8mg、25日24.1mg、12月25日24.1mgと8月初旬にやや増加し、その後減少して、横ばい状態となる早生種とほぼ同様の傾向がみられた。

果肉部中のA I S量は早生種で7月21日4.8%、8月4日6.1%とややこの期間に増したが、8月17日4.6%、9月1日3.4%、16日3.6%、30日2.6%とだんだんと減少し、10月13日2.3%、11月10日2.5%、25日2.3%と余り変動はなかった。普通種では、7月21日5.1%、8月4日6.8%とやや増加したが、その後8月17日5.3%、9月1日4.6%、16日3.6%、30日2.9%と減少した。10月13日以後は2.4%前後をしめして、余り変動はなかった。なお早生種は普通種に比較してペクチン、A I S量ともにやや少なかった。

第23表 1977年産果実の果汁粘度果汁中の水溶性ペクチン量および果肉中のアルコール不溶性固形物量の変化

採取日 (月・日)	粘 度 (c.p.)	水溶性ペクチン (果汁100ml中のmg)	アルコール不溶性固形物 (%)
早 生 種			
7. 21	1.013	22.7	4.8
8. 4	1.036	28.8	6.1
17	1.013	27.1	4.6
9. 1	0.992	26.1	3.4
16	0.979	23.8	3.6
30	0.989	22.8	2.6
10. 13	1.004	23.1	2.3
27	1.013	22.6	2.3
11. 10	1.023	23.1	2.5
25	1.033	23.1	2.3
普 通 種			
7. 21	1.016	23.1	5.1
8. 4	1.041	30.1	6.8
17	1.025	28.6	5.3
9. 1	1.002	26.9	4.6
16	0.993	25.2	3.6
30	0.989	24.6	2.9
10. 13	0.995	23.1	2.4
27	1.003	24.3	2.4
11. 10	1.014	23.8	2.3
25	1.029	24.1	2.5
10	1.032	24.1	2.6
25	1.042	24.1	2.5

第6節 果汁のチッソ含量変化との関係

チッソ分は果実中で主に細胞の増殖や生長などに利用されている。チッソ分の分布は各部にわたるが、その量は各部によって相違があり、また供給量の多少によっても相違する。温州ミカンでは葉部に多く果実には割合い少なく、果肉部では葉中チッソ濃度の約 $\frac{1}{10}$ 位である。^{(31), (86), (87)}

チッソ分は果実の発育には不可欠の成分であるが、適量でないとも過ぎてても少なすぎても、果実の果形や食味などに悪影響がある。例えば多すぎると、果実の着色は不良となり果皮厚く、浮皮果となり、果汁が少なくなると、風味が低下するなどのごとく、果実の品質は悪くなる。⁽⁸⁰⁾、⁽⁸⁹⁾、⁽¹²⁷⁾チッソ含量は一般に幼果期に多く、成熟果に少なく、果実の発育期間中を通じて変化する。⁽⁴²⁾、⁽⁴⁵⁾、⁽⁴⁷⁾この実験はチッソ含量の変化と果汁粘度変化との関係をする目的で行なった。

実験材料および方法

供試果実の品種、系統、樹令、果樹園の所在地などは第24表にしめすとおりである。果実の採取、果実から果汁の調製法などは、第3節でのべたと同様の方法で行なった。

第24表 果実の採取樹および園地の概要

試料番号	系 統	樹 勢	樹 令	所 在 地	
早 生 種					
1	宮 川	良	1 8	金屋町	小 川
2	興 津-2号	良	1 7	金屋町	市 場
3	宮 川	良	2 2	吉備町	大 谷
4	松 山	良	2 3	有田市	須 谷
5	宮 川	良	2 0	湯浅町	湯 浅
普 通 種					
1	尾 張	良	3 2	金屋町	小 川
2	林	良	2 4	金屋町	市 場
3	杉 山	良	2 8	吉備町	大 谷
4	向 山	良	1 8	有田市	須 谷
5	林	良	2 0	湯浅町	湯 浅

全チッソ量はケルダール法により、果汁100ml中のチッソ量を常法によって求めた。⁽⁶⁸⁾、⁽⁷³⁾アンモニヤ態チッソ量は減圧蒸溜法で、果汁100ml中のチッソ量を常法によって、また果汁中のアミノ態チッソ含量は、バンスライク法によってそれぞれ定量した。⁽⁵⁰⁾、⁽⁶³⁾、⁽⁷³⁾なお、この実験は1978年産果実について行なった。

実 験 結 果

第25表に1978年の実験の結果をしめした。この年の果汁粘度の変化は早生種で、7月29日1.018 c.p.、8月4日1.038 c.p.と上昇し、9月1日1.004 c.p.、15日0.987

c.p. と下降し、その後上昇して10月14日1.009 c.p.、11月25日1.033 c.p. と上昇した。普通種で、7月20日1.028 c.p.、8月4日1.044 c.p. と上昇し、9月1日1.021 c.p.、10月3日0.988 c.p. と下降し、10月14日0.994 c.p.、11月25日1.029 c.p.、12月10日1.036 c.p. と上昇した。このように8月上旬と、早生種で9月中旬、普通種で10月上、中旬頃にそれぞれ上昇、下降の転換期があって、従来の場合とよく似た果汁粘度の変化パターンであった。全チッソ含量は早生種の場合、7月20日365.3mg、8月4日184.6mgとこの期間に約 $\frac{1}{2}$ に急激に減少した。8月18日168.7mg、9月1日156.8mg、15日121.6mg、10月3日106.3mg、14日87.5mg、11月2日57.4mg、25日44.6mgとこの期間中もチッソ分のかなりの減少がみられ、8月初旬に比較して、11月下旬は約 $\frac{1}{4}$ となった。普通種は、7月20日503.6mg、8月4日208.4mgとこの期間に約 $\frac{1}{2.4}$ に急減し、その後は9月1日163.1mg、10月3日115.3mg、11月2日67.4mg、25日54.8mg、12月10日43.2mgと減少し、12月上旬には8月初旬の約 $\frac{1}{3.8}$ となった。このように果実発育期間中を通じて減少したが、7月中旬から8月初旬の期間の減少は他の期間よりも大きかった。

第25表 1978年産果実の果汁粘度および果汁中の全チッソ量、アンモニア態チッソ量、アミノ態チッソ量の変化

採取日(月・日)	粘 度 (c.p.)	全チッソ (mg)	アンモニア態チッソ (mg)	アミノ態チッソ (mg%)
早 生 種				
7. 20	1.018	365.3	102.5	25.1
8. 4	1.038	184.6	112.1	25.8
18	1.017	168.7	—	—
9. 1	1.004	156.8	38.9	19.8
15	0.987	121.6	33.3	20.2
10. 3	0.999	106.3	29.7	19.1
14	1.009	87.5	29.1	18.8
11. 2	1.024	57.4	27.2	19.2
25	1.033	44.6	21.3	19.3
普 通 種				
7. 20	1.028	503.6	113.2	26.5
8. 4	1.044	208.4	153.6	26.5
18	1.035	178.4	—	—
9. 1	1.021	163.1	64.8	21.5
15	1.007	130.6	58.2	21.4
10. 3	0.988	115.3	53.2	21.4
14	0.994	112.7	49.3	20.7
11. 2	1.018	67.4	47.5	19.1
25	1.029	54.8	38.4	19.3
12. 10	1.036	43.2	31.8	19.2

アンモニヤ態チッソ含量は早生種で、7月20日102.5mg、8月4日112.1mgと少し増加したが、その後9月1日38.9mg、15日33.3mg、10月3日29.7mg、11月2日27.2mg、25日21.3mgと8月初旬かう9月初旬に約 $\frac{1}{2.9}$ まで急激に減少し、その後は徐々に減少した。普通種では7月20日113.2mg、8月4日153.6mgと増加、その後9月1日64.8mg、10月3日53.2mg、11月2日47.5mg、12月10日31.8mgと減少し、8月初旬から9月初旬には約 $\frac{1}{2.4}$ まで急減し、その後は徐々に減少し、早生種とよく似たパターンをしめした。

アミノ態チッソ含量は早生種で7月20日25.1mg%、8月4日25.8mg%とほぼ変動なく、その後9月1日19.8mg%、10月3日19.1mg%、11月2日19.2mg%、25日19.3mg%と8月初旬から9月初旬には約 $\frac{1}{1.3}$ までやや減少量は大きい、その後はほぼ横ばい状態で推移した。また普通種は7月20日26.5mg%、8月4日26.5mg%と変わらず、9月1日21.5mg%、10月3日21.4mg%、11月2日19.1mg%、12月10日19.2mg%と早生種と同様に8月初旬から9月初旬の期間に約 $\frac{1}{1.2}$ までやや大きく減少したが、その後は余り変動がなかった。

第7節 考 案

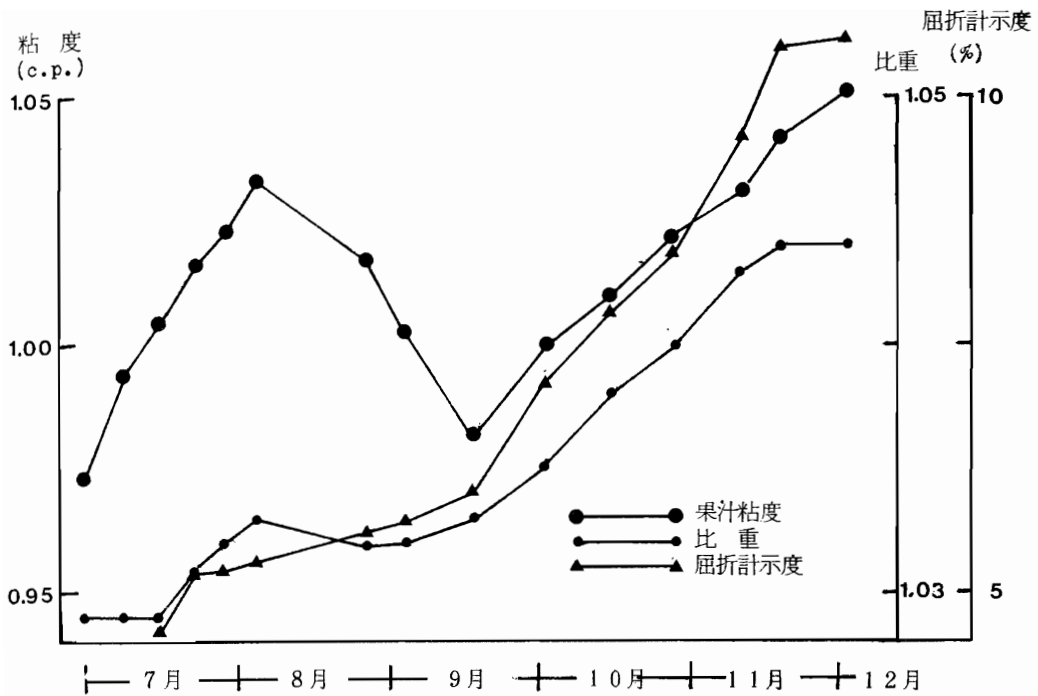
第1章で述べたごとく、温州ミカン果実の発育期間中の果汁粘度の変化パターンには果汁粘度の上昇期、下降期と再上昇期の3期があって、各期の転換期は8月初旬頃と早生種で9月中旬頃、普通種で10月上旬頃にあり、果肉の発育と関係のあることがわかった。そこで果肉の発育ともなう果汁のいろいろな性質の変化との関連性を知る目的で、この実験を行なった。

従来果汁の果実発育ともなう果汁の性質の変化は、果実の発育と食味の両方に関係するため、多くの報告がある。^{(26), (33), (46), (69), (82), (117)}しかし果汁粘度の変化に関する研究はまだ見当らない。

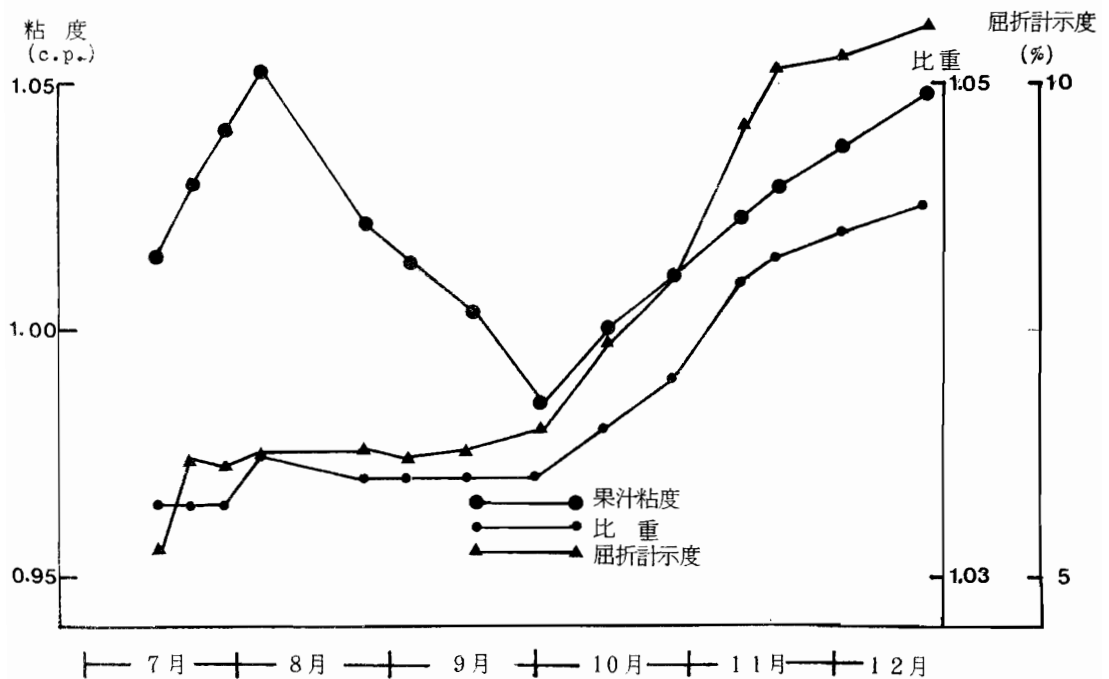
果実発育期間中の果汁の比重、屈折計示度の変化と果汁粘度変化との関係は第19、20図に示すごとく、早生、普通種ともに果汁粘度の第1、2期を通じて7月中旬から8月初旬の期間にわずかに増加し、その後下降するが、それ程著しい増減はなくほぼ一定したものであった。また屈折計示度も7月中旬から下旬にやや上昇したが、その後は早生種で9月中旬、普通種で10月上旬までは徐々に増加してゆくパターンをしめした。

このようなパターンは従来の報告とよくにていた。^{(31), (33), (113)}

他方果汁粘度は第1期の8月初旬にピークに達して、かなりの変化がみられたが、比重、屈折計示度はそのような変化はなく、徐々に増加してゆくパターンであった。しかし一般に溶液の粘度と比重や可溶性固形物量との間には密接な関係にあることから、両者の変化パターンに相違があっても、果汁粘度の変化要因を知るうえで有益な指標であろう。一方第3期には果汁粘度、比



第19図 1974年産早生温州ミカン果汁の粘度、比重、屈折計示度の経時的変化

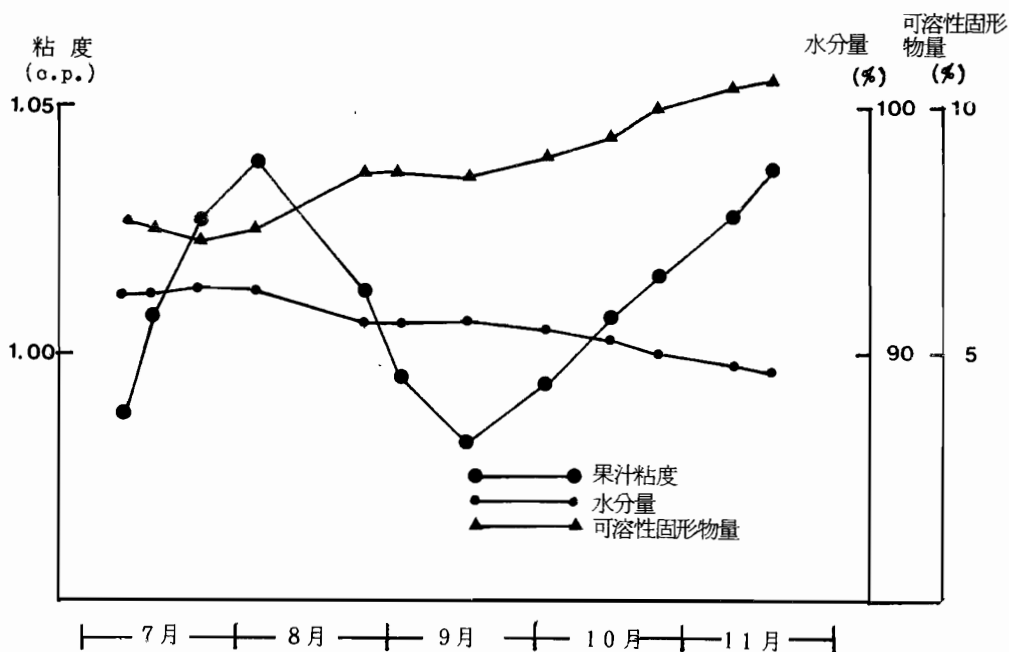


第20図 1974年産普通温州ミカン果汁の粘度、比重、屈折計示度の経時的変化

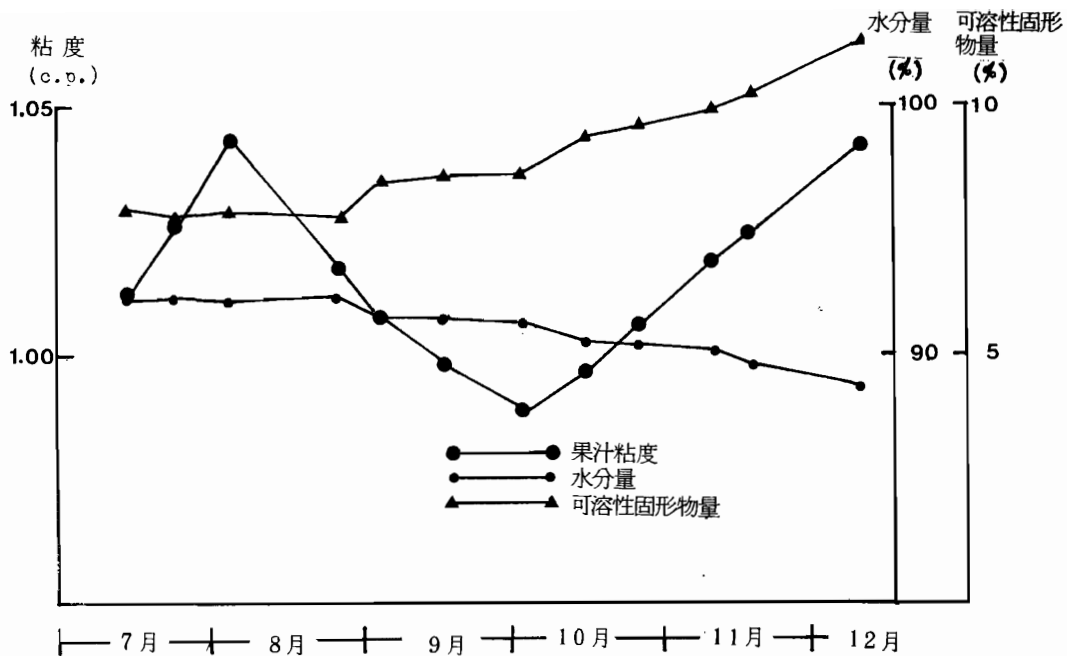
重、屈折計示度ともおなじような上昇、増加傾向をしめし、これらの間には密接な関係があるものと考えられた。

果実発育期間中の果汁中水分量の変化パターンと、果汁粘度変化パターンを品種別に第21、22図にそれぞれしめした。両品種とも水分量は全期間を通じて3%以内の変化で、それ程の変化はなかった。このように第1期、第2期での水分量の変化は両品種とも緩慢な減少であるが、第3期にはややその減少量が大きくなった。

他方果汁中の固形物量の変化パターンは水分量とは反対に増加した。このように果汁粘度の上昇、下降期を通じて、水分や比重などがそれ程変化しないのに、果汁粘度が変化したのは、量的には少量でも果汁粘度の変化に大きく影響を与えるような成分が、果汁中に生成されて、それらの成分の増減によって果汁粘度が変化したものと考えられた。そして第3期は前2期とは反対に、量的に変化の大きい物質の増加と水分の減少によるものと考えられた。



第21図 1976年産早生温州ミカン果汁粘度および果汁中の水分量、可溶性固形物量の経時的变化

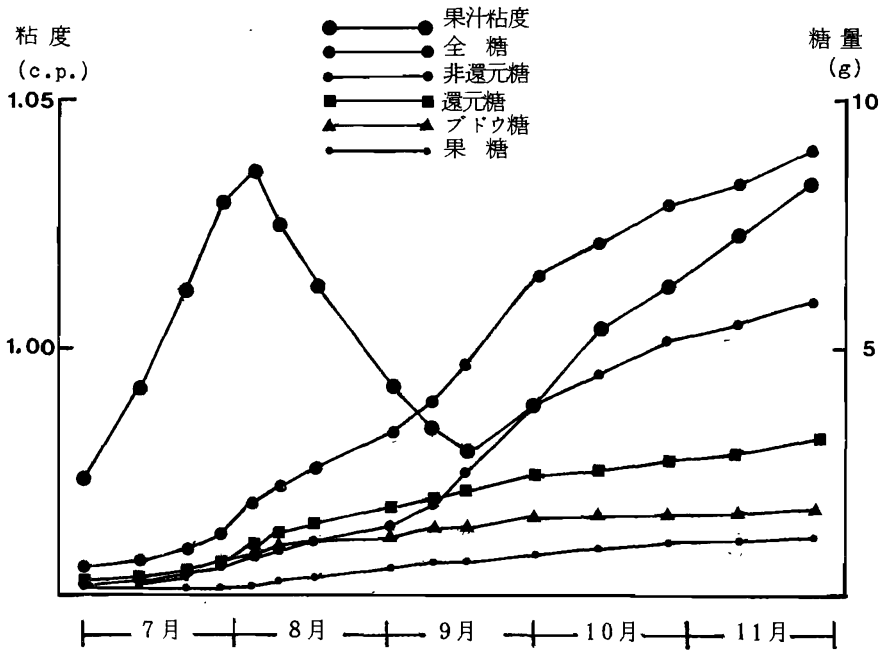


第22図 1976年産普通温州ミカン果汁粘度および果汁中の水分量、可溶性固形物量の経時的変化

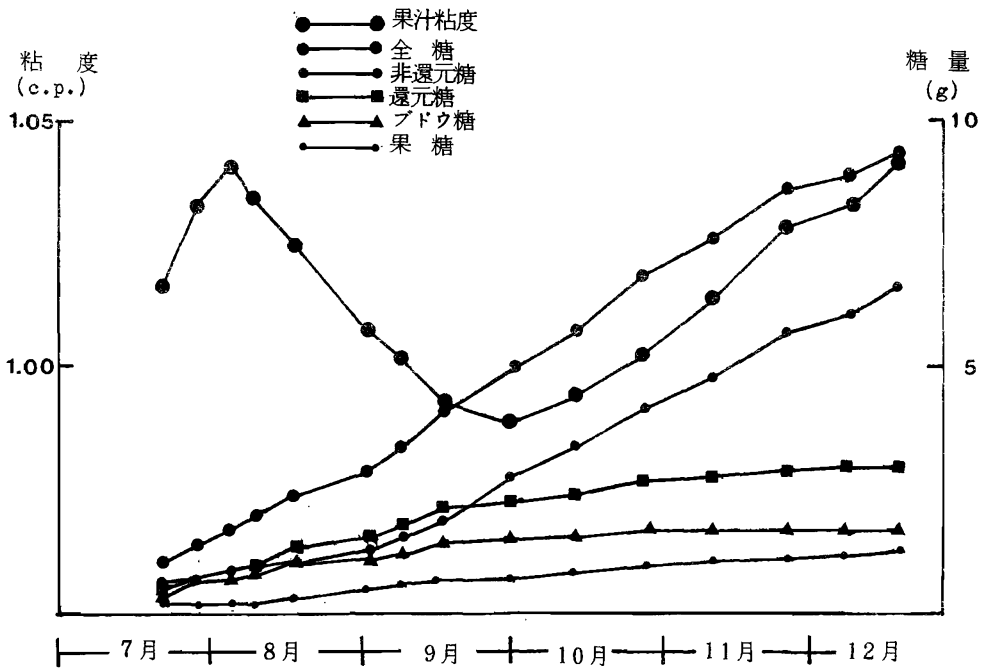
温州ミカン果実の食味に最も関係する糖分と果汁粘度の果実発育期間中のそれぞれの変化パターンを、早生・普通種別にそれぞれ第23、24図にしめた。糖分の変化パターンで早生種の場合、全糖は7月下旬まではわずかに増加し、その後は9月上旬頃まではかなりの増加率で増加し、それ以後は一層増加量は高くなった。そして組成糖のうち、7月下旬までの増加量は還元糖が多かった。これは主にブドウ糖の増加によるもので、果糖はそれ程増加しない。しかし7月下旬以後はブドウ糖、果糖ともに増加して、この期間中は還元糖の方がしょ糖よりも多かった。そして9月上旬頃には両糖はほぼ1:1の比率となった。他方8月中旬頃からしょ糖の増加量はこれより以前の期間に比較してやや大きくなる。そしてしょ糖の増加量は9月上旬以後急速に多くなった。しかし還元糖の増加量はそれ程変わらず、ゆるやかに増加した。

このような糖量の変化と果汁粘度の変化パターンとの関係は、果汁粘度の第1期、第2期の両期間中には糖分の増加量が少なく、かつ第2期には果汁の増加による希釈効果などもあって、果汁中の糖量が少ないため、果汁粘度の変化に大きく影響しないが、9月中旬以後の第3期には両期間に前2期に比較してより密接な関係があるように考えられた。

つぎに普通種の場合、早生種とはほぼ同様の傾向が認められたが、全糖の変化パターンは8月上旬、中旬頃までの増加量はゆるやかで、その後9月中旬頃までややその増加量が大きくなり、さ



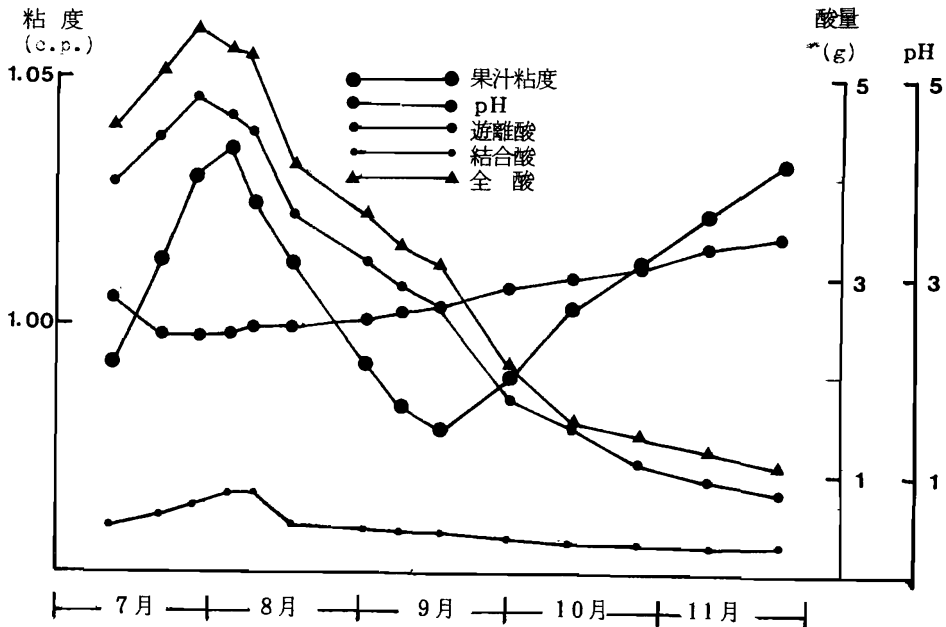
第23図 1977年産早生温州ミカンの果汁粘度および果汁中の全糖量、非還元糖量、還元糖量、ブドウ糖量、果糖量の経時的変化



第24図 1977年産普通温州ミカンの果汁粘度および果汁中の全糖量、非還元糖量、還元糖量、ブドウ糖量、果糖量の経時的変化

らにその後は一層増加量が大きくなった。そして9月中旬頃までの糖分の増加は、早生種と同様に、還元糖、非還元糖両糖が増加することによるもので、9月中旬以後は主にしょ糖の急激な増加によるものであった。このような糖分の変化パターンと果汁粘度変化パターンとの関係も早生種と同様の関係にあるといえよう。

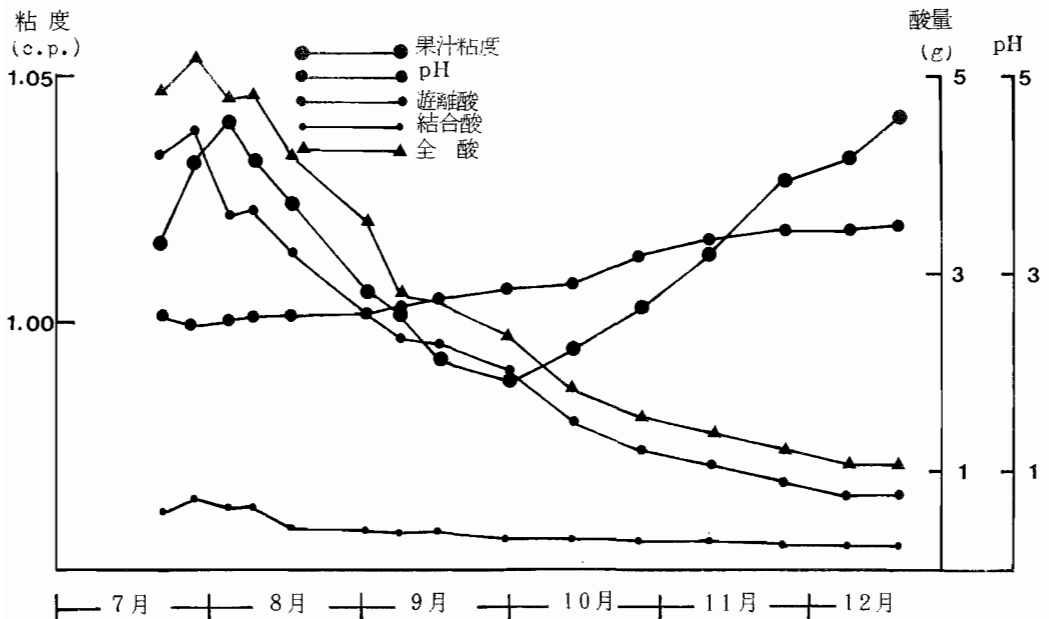
糖分について含量の多い有機酸分およびpHの果実発育期間中の変化パターンと果汁粘度変化パターンとの関係を早生、普通種別にそれぞれ第25、26図に示した。早生種は全酸量は7月上旬から下旬に急速に増加して、期間中の最高量となり、その後8月上旬まではわずかに減少し、8月上旬以後は急速に減少しつづけるが、9月下旬頃からその減少量はゆるやかになった。遊離酸量は、このような全酸量の変化パターンとほぼ同様の变化パターンを示した。他方結合酸量は7月上旬から7月下旬にはかなりの低下がみられたが、その後はほとんど横ばいの状態であった。つぎにpHの変化は7月下旬から8月上旬の間にやや変化があったが、その後は徐々に上昇してゆくパターンを示した。普通種でも早生種とほぼ同様の全酸、遊離酸の変化パターンを示し、またpHの変化パターンも同様によく似た。しかし結合酸量の場合は、早生種に比較してその増加量はやや大きかった。このようなことから、有機酸量が最高量の7月下旬から8月上旬に、果汁粘度も第1期のピークとなり、その後第2期には、有機酸量も果汁粘度の变化パター



第25図 1977年産早生温州ミカン果汁の粘度、pHおよび果汁中の全酸量、遊離酸量、結合酸量の経時的变化

ンとおなじように減少する。しかし第3期には有機酸量は横ばいになって、両者の関係は前2期に比較して相違があった。結合酸量とは全期間を通じて、両変化パターン間にはそれ程の関係は認められず、また pH はタンパク質やペクチン質などの粘稠性に関係することなどから、何らかの関係があるのではないかと考えられた。⁽¹⁵⁾

つぎに第26表のごとく、甘味比(糖分率、全糖/酸)の推移は早生種で、7月上旬から9月中旬まで、普通種で9月下旬頃まではそれぞれゆるやかに増加してゆくパターンであったが、8月初旬においてはややその増加率が高かった。これは糖量の増加は変わらないが、酸量がこの時期に急速に減少するためであろう。さらに両品種とも9月中旬および9月下旬から甘味比は、急速に増加しはじめる。これは成熟期になって、酸量はゆるやかながら減少する一方で、糖量は急速に増加するためである。このような甘味比の変化パターンと、果汁粘度変化パターンとの間には第3期は前2期に比較して、両者間により関係があるように考えられた。また還元糖率(非還元糖対還元糖比)は、両品種ともに7月上旬から8月中旬の期間には、ゆるやかに増加することから、還元糖の増加量の方が非還元糖の増加量よりも多いことをしめしており、8月中旬以後は逆に減少し、その減少率も前の期間に比較して大きい。これは非還元糖の増加が多くなったことをしめしている。このことから還元糖は8月中旬頃までは非還元糖に比較して多いが、それ以後は非還元糖が増加して、



第26図 1977年産普通温州ミカン果汁の粘度、pHおよび果汁中の全酸量、遊離酸量、結合酸量の経時的変化

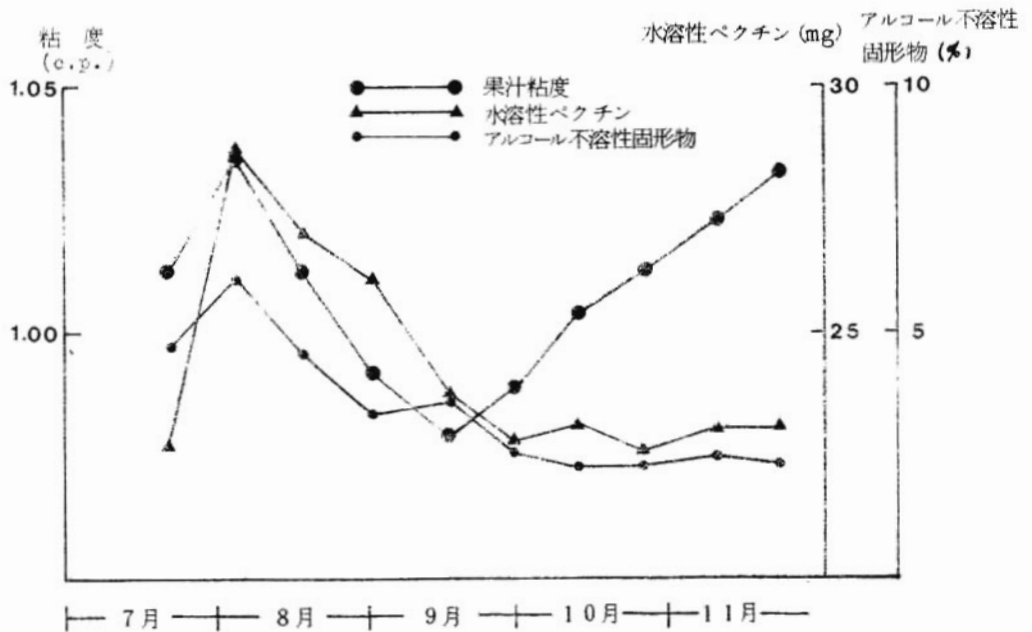
第26表 1977年産果実の甘味比、還元糖率および比較甘味の変化

採取日 (月・日)	甘味比 (糖分率)	還元糖率		比較甘味
		早生種		
7. 11	0.18	117		650
21	0.22	102		464
28	0.26	127		488
8. 4	0.43	137		319
9	0.49	134		273
17	0.72	140		194
9. 1	1.03	125		121
8	1.36	112		82
16	1.74	84		48
30	3.64	64		18
10. 13	4.87	58		11
27	7.18	54		8
11. 10	8.67	52		6
25	10.95	50		5
普通種				
7. 21	0.25	87		348
28	0.32	102		319
8. 4	0.48	115		240
9	0.55	108		196
17	0.75	131		175
9. 1	1.11	126		114
8	1.43	120		84
16	1.75	116		66
30	2.48	81		33
10. 13	3.74	71		19
27	5.45	63		12
11. 10	6.98	58		8
25	9.23	51		6
12. 8	10.69	48		5
18	11.15	48		4

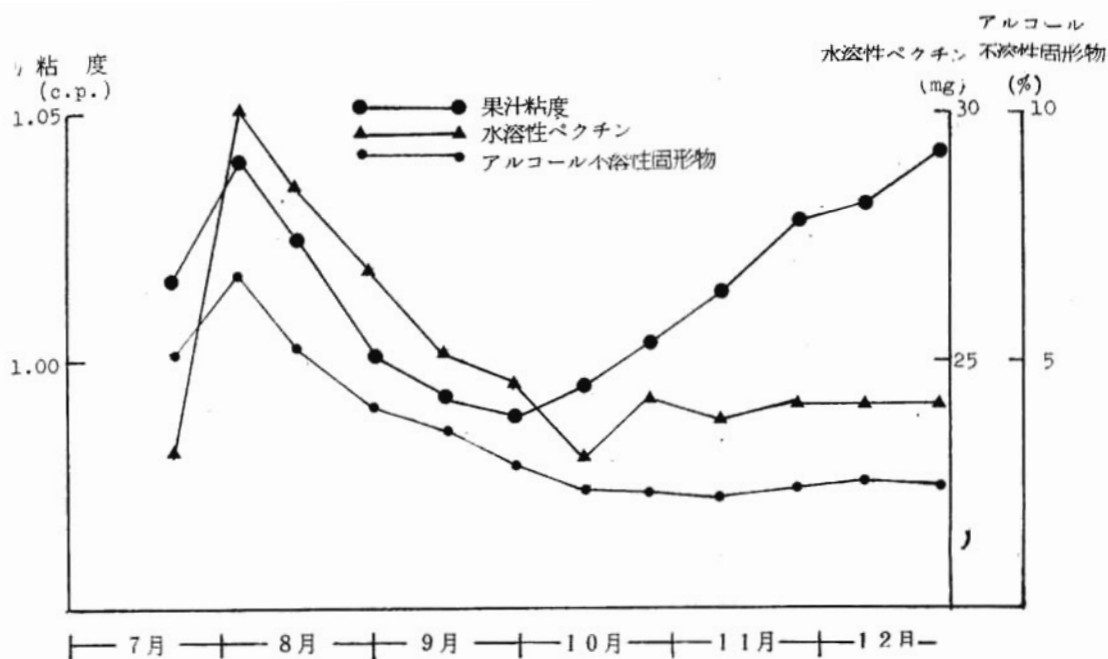
(注) 甘味比(糖分率) : 全糖/遊離酸
 還元糖率 : 還元糖/非還元糖 × 100
 比較甘味 : 還元糖率/糖分率

還元糖はあまり増加しないことをしめしている。このようなことから果汁粘度パターンで第3期の果汁粘度の再上昇は主に非還元糖の増加によるものと考えられた。さらに比較甘味⁽⁸¹⁾の果実発育期間中の推移は早生種で7月上旬から9月中旬まで、普通種で9月下旬頃まで、それぞれかなりの減少率で減少してゆくが、両品種ともその後の減少率が一層大きく減少し、風味が急速によくなることをしめしている。

ペクチン溶液は粘稠性があるため、果汁中のペクチン分は果汁粘度に少量でも影響する。⁽⁷⁶⁾
⁽¹⁰¹⁾ 第27、28図から、早生種は7月中旬頃から8月初旬にかけて、かなり増加し、その後9月中旬まで減少、それ以後はほぼ横ばい状態となる。他方普通種は早生種とほぼ同様に、7月中旬から8月初旬に増加し、その後9月中、下旬頃まで減少、それ以後は横ばい状態となる。このように8月初旬にピークに達し、9月中、下旬頃からは横ばい状態となるパターンであった。果汁粘度変化パターンと比較してみると、第1期には水溶性ペクチン量も増加し、果汁粘度のピーク時期と水溶性ペクチン量のピーク時期とが一致している。また第2期には果汁粘度は下降し、



第27図 1977年産早生温州ミカンの果汁粘度、果汁中の水溶性ペクチン量および果肉中のアルコール不溶性固形物量の経時的变化

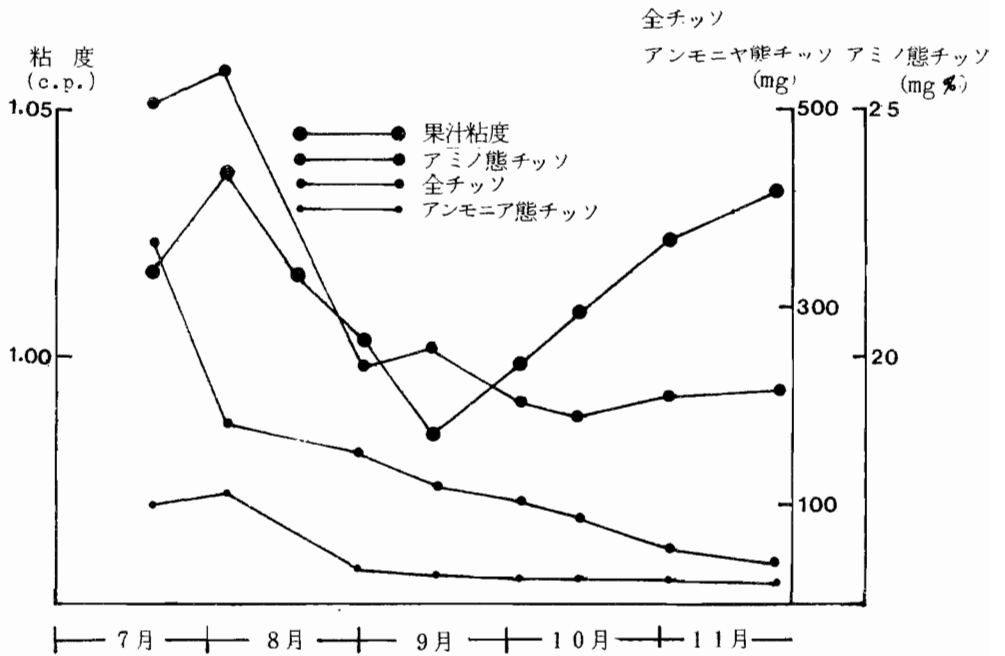


第28図 1977年産普通温州ミカンの果汁粘度、果汁中の水溶性ペクチン量および果肉中のアルコール不溶性固形物量の経時的变化

水溶性ペクチン量も減少する。このように果汁粘度の第1、2期の両者のパターンはよくにている。しかし第3期ではペクチン量は横ばいとなって、果汁粘度変化パターンとの関係は前2期と相違していた。

つぎに果肉中のアルコール不溶性固形物量の変化パターンも第27、28図から、早生種は7月中旬から8月初旬に増加し、その後9月下旬頃まで減少するが、それ以後は横ばい状となる。普通種でも早生種とほぼ同様のパターンであるが、減少は10月下旬頃までつづき、それ以後は横ばい状態となる。このようなパターンは水溶性ペクチンのパターンとよくにている。このように水溶性ペクチン量、アルコール不溶性固形物量の変化パターンと果汁粘度の第1、2期のパターンはよくにている、果汁粘度の第3期におけるよりも、これらの期間の方が、果汁粘度への影響は大きいものと考えられた。

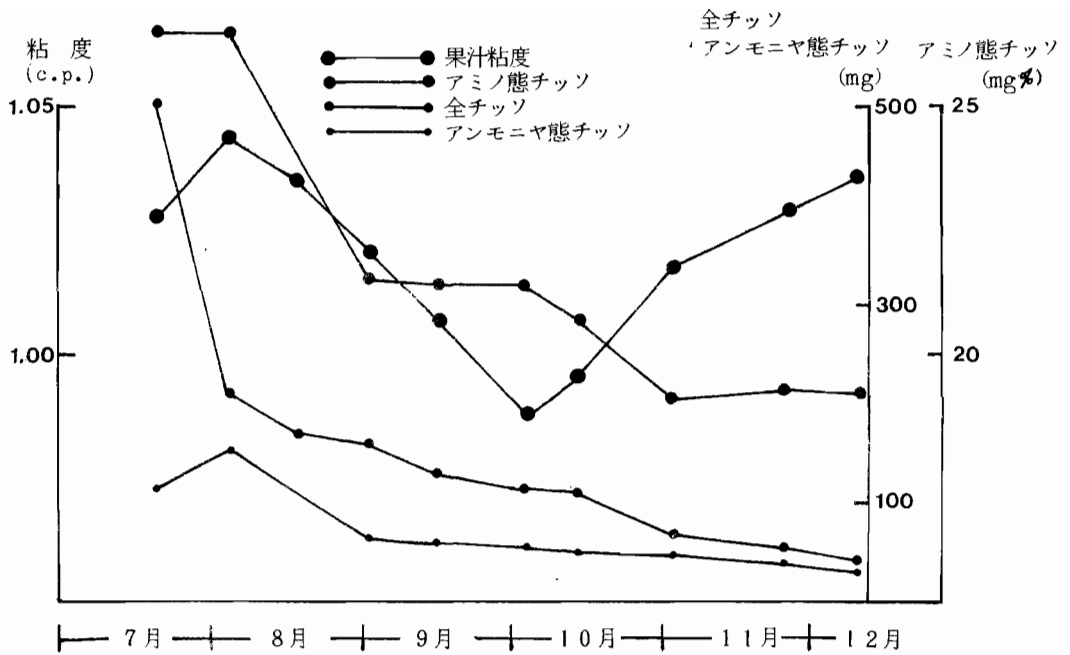
チップ分は主にタンパク質、アミノ酸などの含チップ物の形で果実中でも存在している。タンパク質は高分子化合物で、ペクチン質と同様に粘稠性が強く、少量でも粘度に大きく影響する。第29、30図から早生種は8月初旬頃の全チップ量は7月中旬頃のほぼ半量近くまで減少した。8月初旬以後は徐々に減少し、この減少は収穫期までつづいた。普通種でもほぼ早生種と同様の



第29図 1978年産早生温州ミカンの果汁粘度および果汁中の全チッソ量、アンモニア態チッソ量、アミノ態チッソ量の経時的変化

傾向があって、7月中旬から8月初旬に急減し、その後徐々に減少するパターンであった。つぎにアンモニア態チッソ含量は7月中旬から8月初旬に両品種ともにやや増加し、その後9月初旬までの期間に急減し、その後は徐々に減少した。アミノ態チッソ含量は、7月中旬から8月初旬にはほぼ変化なく、その後9月上旬までやや減少するが、その後はほぼ横ばいの状態で推移する傾向が両品種ともにみとめられた。このようにチッソ濃度は幼果期に多く、成熟期には少なくなる変化パターンであった。すなわち果汁粘度変化パターンの第1期にはチッソ量は多く、第2期には減少して少量となり、第3期にはほぼ変化がなかった。このように第1期にチッソ含量の多いことから、タンパク質も多いと考えられるが、タンパク質は前述のごとく果汁粘度の変化に影響する成分であるから、第1、2期での前述のようなチッソ量の増減がこれらの期間の果汁粘度の変化にペクチンや有機酸とともに、関係しているのではないかと考えられた。

以上のごとく、果実の7月以後の発育期間中の果汁粘度の変化と、果汁の諸性質との間にはそれぞれに関係のあることがわかった。果汁粘度の第1期には、有機酸、ペクチン、タンパク質およびその他のチッソ化合物などが粘度の変化に主な役割りを果たしており、これらの成分にさらに、糖分やその他の成分を加えた複雑な組成の果汁の物理化学的性状の変化によって影響を受け



第30図 1978年産普通温州ミカンの果汁粘度および果汁中の全チッソ量、アンモニヤ態チッソ量、アミノ態チッソ量の経時的変化

ているであろう。また第2期における粘度の低下は第1期諸成分の減少によるもので、第3期の上昇は糖分の増加によるものといえよう。

第8節 摘 要

本章では7月以降果実成熟期までの果汁粘度の変化パターンと果汁の比重、屈折計示度および水分、糖分、酸分などの果汁組成成分の変化パターンとの間の関係を知る目的で実験を行ない、大要つぎのようなことを明らかにすることができた。

- (1) 粘度と比重や屈折計示度の変化パターンとの間には、果汁粘度の第3期において高い相関があるものと考えられた。しかしこれらの指標は果汁の各種成分の変化と密接な関係にあると考え

られるから、果汁粘度の変化パターンとは相違するパターンをしめした第1期、第2期においても、果汁粘度の変化要因を解析するうえで有益な指標であろう。

(2) 水分量の変化は全期間を通じてそれ程大きくなく、ゆるやかに減少するパターンであった。しかし果実が成熟期になれば、その減少量はやや大きくなった。反対に可溶性固形物量の増加量は多かった。果汁中の水分量の多少は、果汁粘度に関係するであろう。果汁成分が単一でなく、かつ果汁成分個々の理化学的性質によっても大きく果汁粘度は影響をうけるため、この実験のみから即断することはできないが、水分は全期間を通じて果汁粘度と関係があるといえよう。しかし可溶性固形物量はその組成成分によっても果汁粘度への影響に相違があるから、量の多少のみで即断できないと考えられた。

(3) 糖含量の変化パターンは9月中旬頃からその増加量は急に大きくなり、この時期が果汁粘度の再上昇期と一致することから、両者の関係は第1、2期の場合に比較してより一層密接といえよう。第1期には糖分の変化は少なく、第2期にはやや増加の傾向はあるがそれ程大巾な増加でないから、果汁粘度に影響する成分ではあっても、これらの期間には果汁粘度にそれ程影響しないと考えられた。

(4) 酸含量は果汁粘度の第1期の7月下旬から8月初旬に最も多く、粘度もまたこの頃に高く、両者のピークはほぼ一致している。また第2期には両者ともに減少する。このように両者の変化パターンはよくにていることから、この両期間には両者間に密接な関係があるろう。しかし果汁粘度再上昇期には酸分は減少し、一方粘度は増加することから、糖分と反対にそれ程果汁粘度に影響しないように考えられた。

(5) ペクチン含量は果汁粘度のピークとなる8月初旬に、同様に増加し、その後減少する。このパターンは果汁粘度の第1期、第2期のパターンと一致していて、かつペクチンは高分子化合物であることから、少量の増加でも粘度の上昇は大きくなる。このようにペクチン分は果汁粘度の変化に重要な役割りを果たしていて、第3期にも関係するであろうが、前2期において一層その果汁粘度への影響は大きいと考えられた。

(6) チッソ成分含量は7月中旬頃に多く、8月初旬に半減する。その後は徐々に減少するパターンであった。しかし $\text{NH}_4\text{-N}$ 、アミノ態チッソ分は8月初旬にやや増加し、その後急速に減少し、果実の成熟期には余り変化しない。このようなパターンから、果汁粘度変化パターンの第1、2期には果汁粘度の変化に関係すると推定されるが、それ以後の第3期には前2期程の影響を及ぼさないようである。

以上から果汁粘度変化パターンの第1期には酸分、ペクチン分、チッソ分などが主に関係し、第2期はこれらの成分が、果実の肥大による稀釈効果により減少するため、果汁粘度は下降し、第3期は主に糖分の増加により果汁粘度は再上昇するものと考えられた。

第2編 果実の食味と果汁粘度との関係

第1章 成熟期果実の果汁の諸性質と 果汁粘度との関係

第1編第3章でのべたごとく、果実発育期間中の果汁粘度変化パターンと、果汁の諸性質の変化パターンとの間には果実の発育期別にそれぞれの関係のあることが分った。

また果汁粘度は第1章でのべたごとく幼果期に高いものは成熟果においても高く、収穫期の2～3か月前にはその果汁粘度値を推計できることを明らかにした。このように果汁粘度は果実発育と密接な関係にあるため、果実の発育状態やその品質などをするうえで、有益な指標に利用できるのではないかと考えられた。

温州ミカンの食味の良否は、果肉の硬、軟といったような組織的なものに余り関係なく、主に果汁の呈味成分の糖分と、酸分の含量と関係があるため、この両成分比の糖酸比が食味の指標として用いられている。^{(19),(108),(104),(105),(106),(107)}

他方果汁粘度は果汁の物理的性質や、いろいろな組成成分の分量、成分比などと密接な関係にある。^{(32),(39),(40),(43),(64),(80)} そこで果汁の呈味成分として、重要な役割をもっている糖分、酸分をはじめその他の成分とともに果汁の比重、屈折計示度、PHなどの物理的性質との関係を究明することによって、果汁粘度と果実食味との関係を明らかにする目的で本章の実験を行なった。

第1節 果汁の比重との関係

第1編第2章第1節でのべたように、果汁の比重の果実発育にともなう変化は、果汁粘度変化パターンの第1・2期にはそれ程変化しないが、第3期に果汁粘度の再上昇に併行する形で変化した。

比重は果汁中の固形物量との関係のあることはすでに報告されているが、果汁の性質を知るうえで貴重な指標である。⁽¹¹⁰⁾ 他方溶液の粘度を論ずる場合にも、また必要な値である。^{(75),(101)}
⁽¹²⁴⁾ そこで本節では両者間の関連性を知る目的で以下の実験を行なった。

実験材料および方法

本章の実験の目的上、供試する果汁の諸性質がそれぞれに相違している方がよいと考え、つぎのようにして果実を採取した。すなわち果実の食味に相違があれば、果汁の性質にも相違があるもの

として、果実を採取する際に、果実の食味を評価し、食味が違うと思われる果実を採取した。おもに果実を採取したミカン園の所在地、品種、系系、樹令などは第27表のとおり、和歌山県有田郡、市内の園地からであるが、これらの園地外からも前述の目的に合致すると考えられる果実は、採取して供試した。

第27表 果実の採取樹および園地の概要

系 統	樹 令	採 取 期 間	所 在 地
早 生 種			
宮 川	12	10月 - 11月	湯浅町 田
宮 川	15	10月 - 11月	有田市 新 堂
宮 川	12	10月 - 11月	吉備町 井ノ口
宮 川	16	10月 - 11月	金屋町 小 川
宮 川	13	10月 - 11月	有田市 野 井
普 通 種			
林	13	11月 - 1月	湯浅町 田
杉 山	20	11月 - 1月	有田市 新 堂
向 山	18	11月 - 1月	吉備町 井ノ口
林	16	11月 - 1月	金屋町 小 川
林	13	11月 - 1月	有田市 野 井

採取果実は早生種と普通種の温州ミカンで、成熟期の果実とし、個体差を少なくするため、同一枝に結実しているものを3~4個採取した。採取後の果実は変質を防止するため0~-2℃に保存するとともに、3~4日以内に実験に供した。

果実より果汁の調整は剥皮後、アルベド層を丁寧に取除き、果肉部だけを木綿布につつまこみ、これからハンドジューサで十分に搾汁して果汁をうる。果汁はさらに搾汁時に混入した気泡を除去するためアスピレーターで十分に脱気後、3000rpm、15分間遠心分離機でパルプ質を沈降させ、その上澄液を供試果汁とした。

果汁粘度の測定はOstwald viscometerの100秒計で25℃の恒温水槽中で、水および果汁の所要秒数を $\frac{1}{10}$ 秒まで常法により測定し、測定値から果汁粘度を算出した。

比重の測定は10ml・容のピクノメータを用いて常法により測定した。

実 験 結 果

比重値は第28表にしめすとおり、早生種は1.03から1.04で平均して1.038、または普

通種は 1.03 から 1.05 で平均で 1.043 であった。これらの値は従来報告されている値とはほぼ同様であった。(31),(33),(34),(110)

他方果汁粘度は早生種で 1.110 c.p. から 1.296 c.p.、平均 1.195 c.p.、また普通種で 1.265 c.p. から 1.445 c.p.、平均 1.360 c.p. であった。

前述の比重と果汁粘度の両者の関係は、早生種の場合も普通種の場合も、比重が大きくなるとその果汁粘度も高くなる傾向が認められた。そこで比重と粘度の相関を解析したところ、早生温州ミカンについては第 31 図のごとく、 $n=17$ で、 $r=0.8006$ 、又普通温州ミカンでは第 32 図のとおり、 $n=18$ で、 $r=0.8080$ となり、いずれの品種においても 1% 水準で有意であった。またそれぞれの回帰直線式は $y(\text{比重})=0.066x+0.959$ 、 $y=0.090x+0.920$ となった。

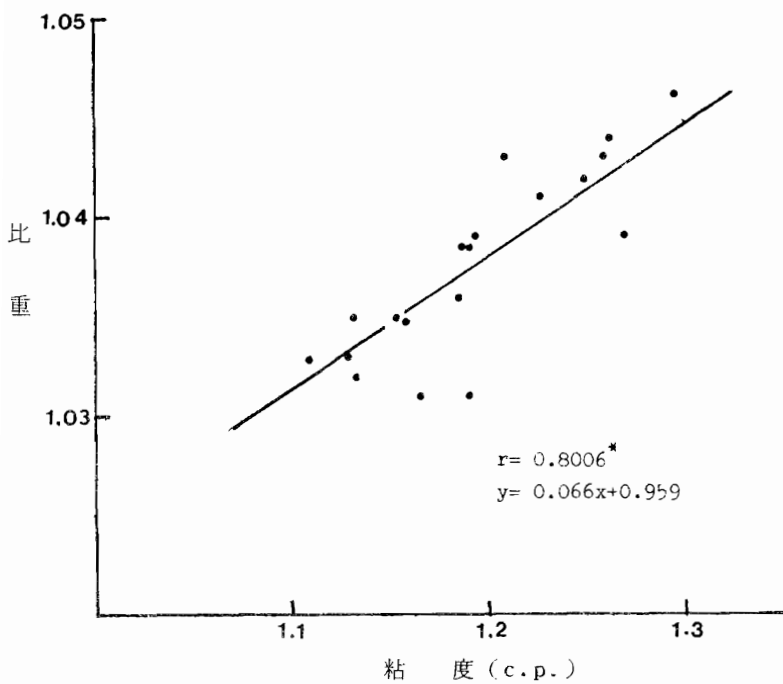
このように比重と果汁粘度との間には高い相関関係がみとめられた。

第 28 表 1970 年産 果実の果汁の粘度と比重

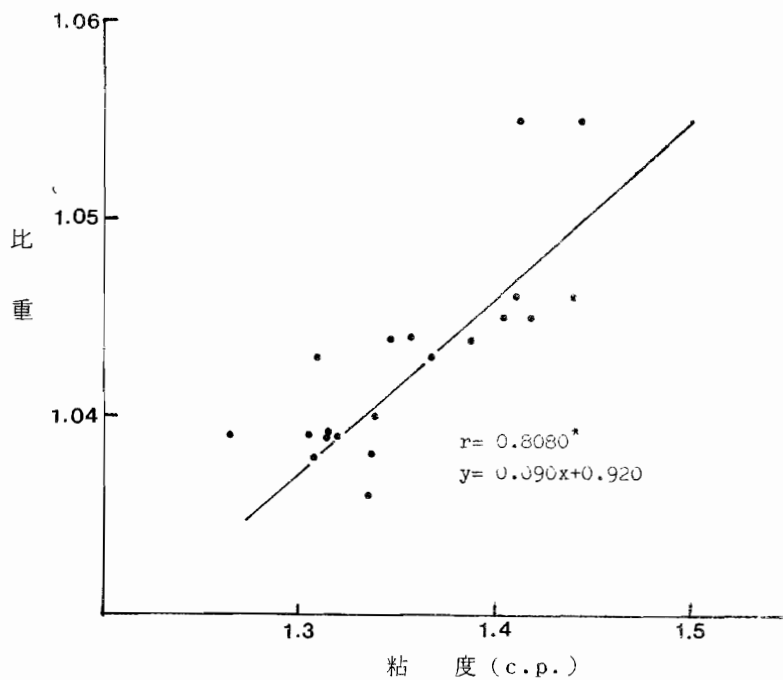
早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	比 重	粘 度 (c.p.)	比 重
1.129	1.033	1.410	1.046
1.154	1.035	1.339	1.040
1.167	1.031	1.404	1.045
1.263	1.044	1.367	1.043
1.228	0.041	1.347	1.044
1.134	1.032	1.440	1.046
1.160	1.036	1.445	1.055
1.186	1.036	1.388	1.044
1.188	1.036	1.358	1.044
1.187	1.036	1.418	1.045
1.110	1.033	1.409	1.055
1.132	1.035	1.310	1.043
1.259	1.043	1.308	1.038
1.251	1.042	1.314	1.039
1.296	1.046	1.316	1.038
1.194	1.039	1.321	1.039
1.209	1.043	1.336	1.036
1.270	1.039	1.305	1.039
1.192	1.031	1.265	1.039
		1.338	1.038
S 2.2709	1.9716	27.197	2.0854
\bar{S} 1.195	1.038	1.360	1.043

S : 合 計

\bar{S} : 平 均



第31図 果汁の粘度と比重との相関 (早生温州ミカン)



第32図 果汁の粘度と比重との相関 (普通温州ミカン)

第2節 果汁の屈折計示度との関係

屈折計示度は比重と同様に、果汁中の固形物量と密接な関係にあつて、ことに成熟果実の場合には、果汁中の糖分量にはほぼ比例することから、果実の食味を評価するときの糖酸比を算出する場合の値に利用されていて、成熟果にとつても重要な一指標といふことができよう。(22),(37),(103)(104),(105)さらに屈折計示度は比重と密接な関係にあることから、本節では果汁粘度と屈折計示度との関係に検討を加えた。

実験材料および方法

この実験は第1節の実験と併行して行なつたから、果汁粘度は第1節の実験値をそのまま使用した。屈折計示度の測定はアタゴ製屈折計No.302型で常法により測定した。

実験結果

第29表にしめすとおり、早生種は8.0%から11.7%で平均9.5%、普通種は9.0%から14%で平均10.6%であった。

第29表 1970年産果実の果汁の粘度と屈折計示度

早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	屈折計示度 (%)	粘 度 (c.p.)	屈折計示度 (%)
1.129	8.25	1.410	11.30
1.154	8.50	1.339	10.40
1.151	8.50	1.404	11.00
1.167	8.10	1.367	10.70
1.189	10.00	1.347	10.80
1.263	11.00	1.440	12.00
1.134	9.00	1.445	14.00
1.160	9.00	1.388	11.00
1.228	10.05	1.358	11.00
1.188	9.00	1.418	11.50
1.186	9.00	1.409	11.50
1.187	9.20	1.370	10.70
1.110	8.00	1.308	9.40
1.132	8.75	1.314	9.40
1.259	10.06	1.305	9.50
1.251	10.09	1.316	9.70
1.296	11.70	1.265	9.00
1.194	10.00	1.338	9.80
1.209	10.06	1.321	9.40
1.270	10.00	1.336	9.60
1.192	9.90		
S 25.049	199.15	27.198	211.40
S 1.193	9.48	1.360	10.60

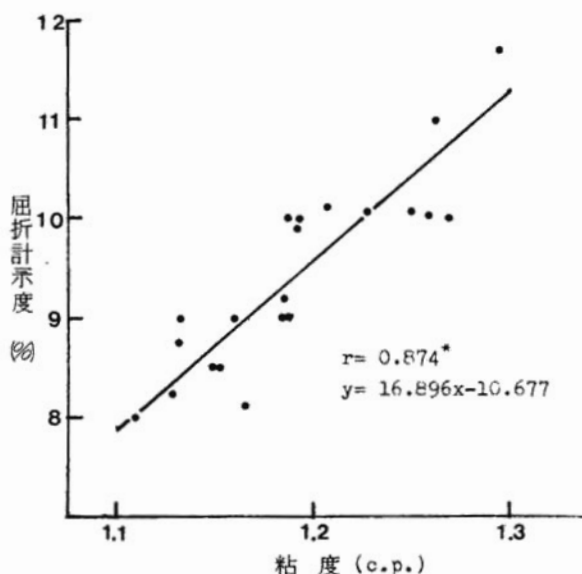
果汁粘度は第1節でのべたと同様であった。第28、29表から比重の大きい果汁はその屈折計示度も高くなり、おなじような関係が果汁粘度と屈折計示度との間にもみとめられたので、両者の相関を解析したところ、第33、34図から、早生温州ミカンは $n=19$ で、 $r=0.874$ 、回帰直線式 y （屈折計示度）= $16.896x-10.677$ 、また普通温州ミカンは第34図のごとく、 $n=19$ で $r=0.918$ 、 $y=22.079x-19.428$ となった。このように比重の場合とおなじく1%水準で有意な相関があることから、果汁粘度は果汁中の可溶性固形物量と密接な関係にあることがわかった。

第3節 果汁のpHとの関係

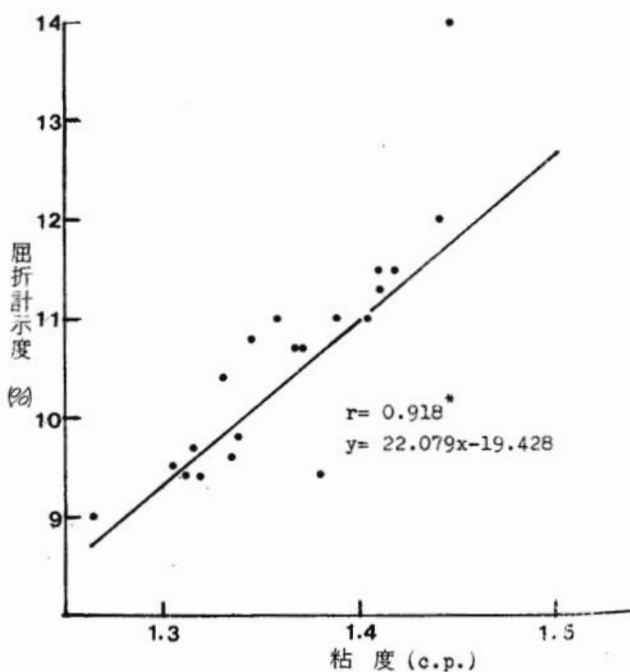
pHは果汁中の $[H^+]$ 濃度をしめすもので、果汁のpHは果汁中の遊離酸量と密接な関係にあり、また食味の酸味とも関係することが報告されている。(22),(77),(78),(106) しかし果汁のpHは果汁の緩衝作用によって、それ程変化しないことなども報告されている。(98),(122) 一方、高分子物質を含む溶液の粘度はpHによって、変化するとともによく知られている。(15),(76) のようなことからpHと果汁粘度との関係を知る目的でこの実験を行なった。

実験材料および方法

果実の採取、果実からの果汁の調整



第33図 果汁の粘度と屈折計示度との相関（早生温州ミカン）



第34図 果汁の粘度と屈折計示度との相関（普通温州ミカン）

法および果汁粘度の測定法などは第1節でのべたとおなじ方法で行なった。pHの測定はpH計（日立堀場-D5型）で常法により測定した。

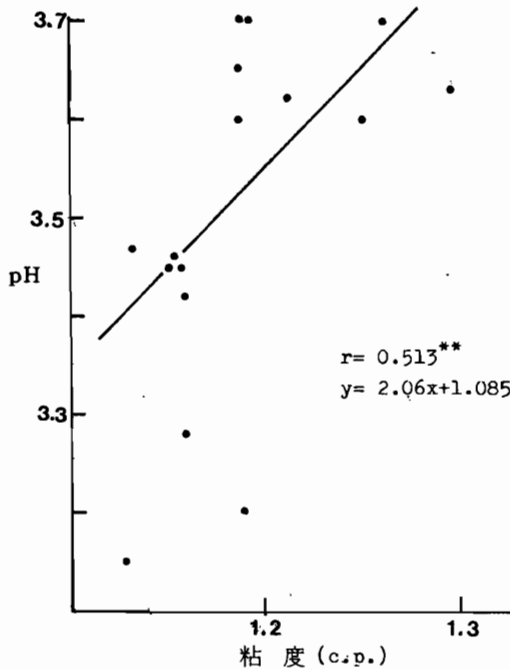
実験結果

第30表のごとく果汁粘度は、早生種で1.1209~1.296 c.p.で平均1.191 c.p.であった。またpHは3.15~3.88で平均3.54であった。両者の間にやや果汁粘度が高いと、pHも高くなるような傾向がみとめられたので、その相関を解析した。その結果 第35図のごとくn=16で

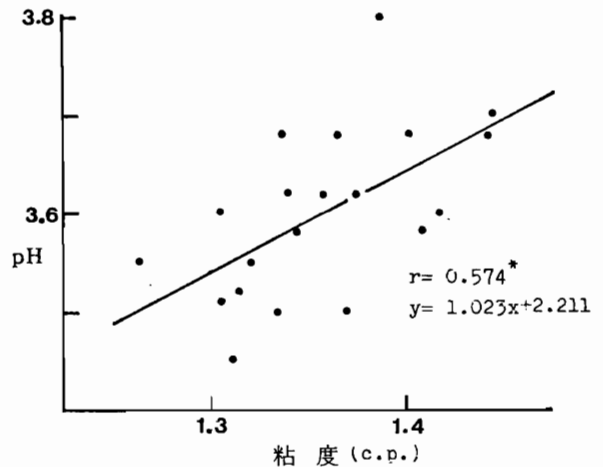
第30表 1970年産果実の果汁の粘度とpH

早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	pH	粘 度 (c.p.)	pH
1.129	3.15	1.339	3.62
1.154	3.46	1.404	3.68
1.161	3.28	1.367	3.68
1.189	3.20	1.347	3.58
1.134	3.45	1.440	3.68
1.160	3.42	1.445	3.70
1.186	3.65	1.388	3.80
1.188	3.60	1.358	3.62
1.187	3.70	1.418	3.60
1.132	3.47	1.409	3.58
1.259	3.70	1.370	3.50
1.251	3.60	1.308	3.51
1.296	3.63	1.314	3.45
1.192	3.70	1.316	3.52
1.194	3.80	1.265	3.55
1.209	3.62	1.338	3.68
1.151	3.45	1.321	3.55
1.270	3.88	1.336	3.50
		1.305	3.60
		1.375	3.62
S	21.442	63.76	72.02
S	1.191	3.54	1.358
			3.60

$r = 0.513$ と5%水準で有意な正の相関のあることがわかった。つぎに普通種の場合、果汁粘度は1.265~1.445 c.p. で、平均1.358 c.p.であった。一方pHは3.45~3.80で、平均3.60であった。両者の間に早生種とおなじような傾向がみとめられたので、その相関を解析したところ、第36図のごとく $n=18$ で、 $r = 0.574$ となり、1%水準で有意な正の相関のあることがわかった。このように普通種の方が、ややその相関係数はよくにっていたが、早生種よりも高い相関のあることがわかった。またそれぞれの品種別に回帰直線式は $y(\text{pH})=2.06x+1.085$ 、 $y = 1.023x+2.211$ であった。



第35図 果汁の粘度とpHとの相関
(早生温州ミカン)



第36図 果汁の粘度とpHとの相関
(普通温州ミカン)

第4節 果汁の水分量との関係

果汁の組成成分中最も多い成分は、水分である。それで水分多く、固形物量の少ないものは、食味が淡白になるといわれている。⁽¹⁰⁸⁾ 他方トマトの場合、水分と固形物の含量比は粘度にも関係のあることはすでに報告されている。^{(32), (128)} そこで両者間の関係を明らかにする目的で、この実験を行なった。

実験材料および方法

この実験は第1.2節の比重や屈折計示度の測定に併行して行なったから、果実の採取、果汁の

調整法などはまったくおなじである。また果汁粘度も第1節の測定値をそのまま用いた。

水分の定量は果汁約5gを内径4cm、深さ3cmの秤量皿に採取し、50℃で果汁中の水分が30%程度になるまで通風乾燥機で常法により乾燥する。その後70℃・20mmHgの真空下で恒量となるまで減圧乾燥を行ない、常法によって水分を算出した。(68)

実験結果

第31表に早生種、普通種温州ミカンの果汁粘度と水分量とをしめした。水分量で、早生種は88.4~91.8%で、その差は0.7%でそれ程大きな相違はなく、平均で90.4%であった。普

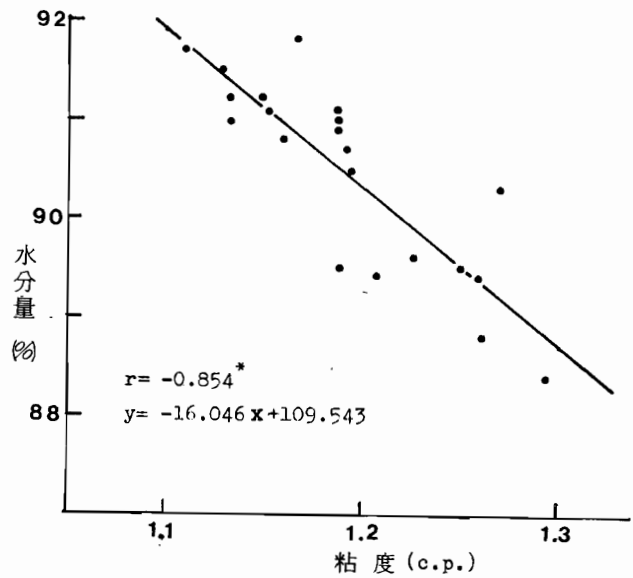
第31表 1970年産果実の果汁の粘度および果汁中の水分量

早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	水 分 (%)	粘 度 (c.p.)	水 分 (%)
1.129	91.5	1.410	88.7
1.154	91.1	1.339	90.2
1.151	91.2	1.404	89.9
1.167	91.8	1.367	89.5
1.189	89.5	1.347	89.4
1.263	88.8	1.440	88.9
1.228	89.6	1.445	86.7
1.134	91.0	1.388	89.6
1.160	90.8	1.358	89.3
1.188	90.9	1.418	88.8
1.188	91.1	1.409	88.6
1.188	91.0	1.370	89.4
1.110	91.7	1.308	90.8
1.132	91.2	1.314	90.7
1.259	89.4	1.305	90.7
1.251	89.5	1.316	90.3
1.296	88.4	1.265	91.0
1.192	90.7	1.338	90.3
1.194	90.5	1.321	90.7
1.209	89.4	1.336	90.7
1.270	90.3		
S 25.049	1899.4	27.198	1793.9
S 1.193	90.4	1.360	89.7

通種は86.7～91.0%で、両者の差は0.5%、平均89.7%で早生種に比較してやや少なかった。つぎに水分と果汁粘度との関係は、水分が多くなると果汁粘度が低くなる傾向がみとめられたので、その相関を解析したところ、早生種は第37図のごとく、 $n=19$ で $r=-0.854$ 、また普通種は第38図のごとく、 $n=18$ で $r=-0.874$ と、いずれも負の高い相関のあることがわかった。またそれぞれの回帰直線式は y (水分量) $= -16.046x + 109.543$ (早生種)、 $y = -18.286x + 114.569$ (普通種) となった。

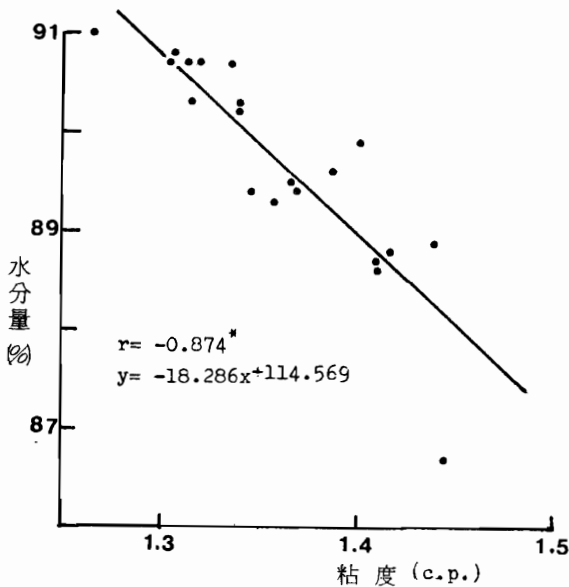
第37図

果汁の粘度と果汁中の水分量との相関 (早生温州ミカン)



第38図

果汁の粘度と果汁中の水分量との相関 (普通温州ミカン)

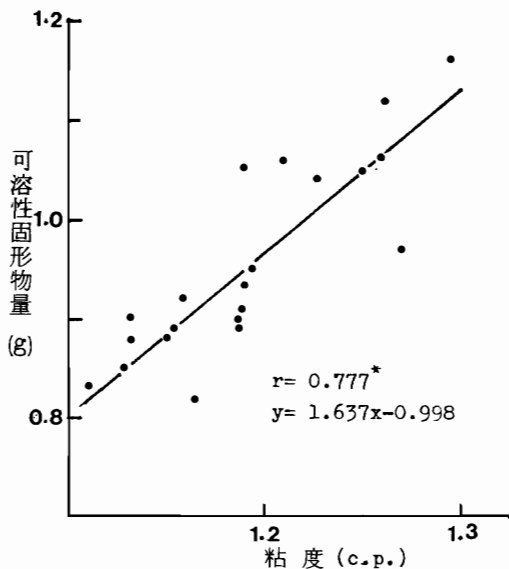


果汁中の固形物量と考えられる蒸発残渣と果汁粘度との関係は第32表にしめすとおりで水分とは反対に固形物の多いもの程果汁粘度も高くなる傾向がみとめられた。そこで両者の相関を解析したところ、早生種で第39図のごとく、 $n=19$ で $r=0.777$ 、 y (固形物量) = $1.637x - 0.998$ 、普通種で第40図のごとく、 $n=17$ で $r=0.873$ 、 $y = 1.417x - 0.930$ と、両者間に正の高い相関のあることがわかった。

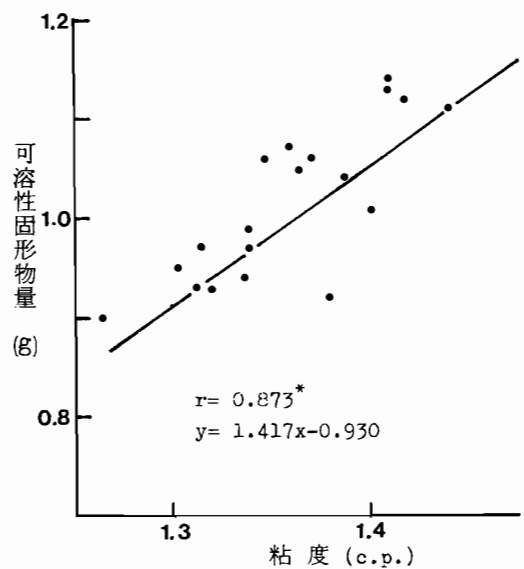
第32表 1970年産果実の果汁粘度および果汁中の可溶性固形物量

早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	可溶性固形物 (g)	粘 度 (c.p.)	可溶性固形物 (g)
1.129	0.85	1.410	1.13
1.154	0.89	1.339	0.98
1.151	0.88	1.404	1.01
1.167	0.82	1.367	1.05
1.189	1.05	1.347	1.06
1.263	1.12	1.440	1.11
1.228	1.04	1.445	1.33
1.134	0.90	1.388	1.04
1.160	0.92	1.358	1.07
1.186	0.91	1.418	1.12
1.188	0.89	1.409	1.14
1.187	0.90	1.370	1.06
1.110	0.83	1.308	0.92
1.132	0.88	1.318	0.93
1.259	1.06	1.305	0.95
1.251	1.05	1.316	0.97
1.296	1.16	1.265	0.90
1.192	0.93	1.338	0.97
1.194	0.95	1.321	0.93
1.209	1.06	1.336	0.94
1.270	0.97		
S	25.049	27.198	20.61
S	1.193	1.360	1.031

可溶性固形物量：果汁10g中のg



第 39 図 果汁の粘度と果汁中の可溶性固形物量との相関（早生温州ミカン）



第 40 図 果汁の粘度と果汁中の可溶性固形物量との相関（普通温州ミカン）

第 5 節 果汁の糖量との関係

果汁中の糖分は水分についても多い組成成分で、可溶性固形物の組成成分中最も多い成分である。また温州ミカン果汁中の主なる糖類は主にしよ糖、ぶどう糖、果糖であることが報告されている。^{(27)・(128)} 成熟果ではこれらの糖類中、しよ糖が他の糖類に比較してかなり多い。

これらの糖類はミカンの食味の呈味成分で、甘味のもとをなすものであるから糖分の少ないミカンは甘味が少なく、その食味も不良であるといわれている。^{(109)・(111)} また果汁粘度とも第 3 章第 3 節でのべたように、果実の成熟期には他の 2 期に比較して一層密接な関係にあるように考えられた。

本節では成熟期ミカンの果汁粘度と糖分量との関係を知る目的で、全糖量、非還元糖量（しよ糖）還元糖量（ぶどう糖、果糖）別にそれぞれ実験を行なった。

実験材料および方法

果汁の採取、果汁の調製および果汁粘度の測定は、それぞれ本章第 1 節でのべたとおなじ方法で行なった。

糖量の定量は、果汁から常法により糖液を調整後、ベルトランド法で還元糖量を、また糖液を常法により稀塩酸で加水分解後、ベルトランド法で全糖量をそれぞれ定量した。非還元糖量は、全糖

量から還元糖量を差引いた量とした。^{(50),(51),(68),(118)}

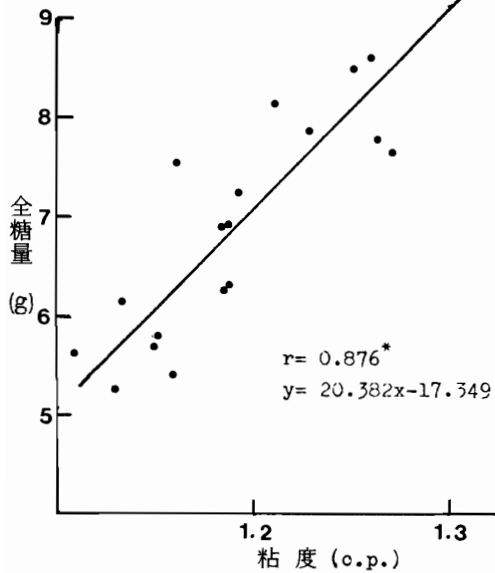
実験結果

全糖量は第33表から、果汁100ml. 当り早生種で5.28~9.44gで平均7.02gで、普通種で4.55~10.46gで平均7.44gであった。両品種ともに多いものと少ないものとの差はかなりあって、少ないものは多いものの約1/2であった。他方果汁粘度はそれぞれ品種別に、1.110~1.296 c.p.と1.265~1.445 c.p.で平均は1.196 c.p.と1.357 c.p.となった。全糖量の多いものは、果実の採取時の食味も良いと感じられたが、全糖量の多い果実の果汁粘度は全糖量の少ないものに比較して、果汁粘度も低い。そこで両者の相関について解析したところ、早生種で第41図にしめすとく、 $n=18$ で $r=0.876$ で $y(\text{全糖量})=20.382x-17.349$ となり、普通種で第42図にしめすとく、 $n=17$ 、 $r=0.807$ で $y=22.01x-22.435$ となつて、両品種ともに1%水準で有意な正の高い相関があった。このように成熟期の果実の果汁粘度は果汁中の糖量と高い相関のあることから、第3章第3節のような成熟期の果汁粘度の再上昇

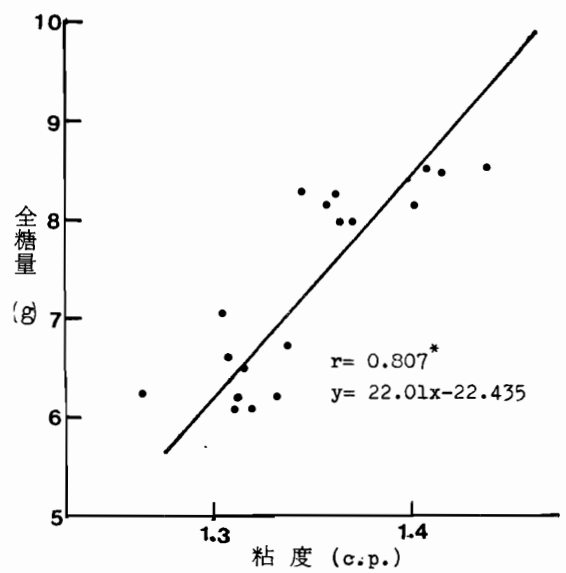
第33表 1970年産果実の果汁の粘度および果汁中の全糖量

早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	全 糖 (g)	粘 度 (c.p.)	全 糖 (g)
1.129	5.28	1.339	4.55
1.154	5.80	1.404	8.14
1.151	5.70	1.367	7.96
1.161	5.44	1.347	8.27
1.189	6.94	1.440	8.79
1.263	7.79	1.445	10.46
1.228	7.88	1.358	8.14
1.134	6.16	1.418	8.45
1.160	7.57	1.388	8.27
1.186	6.91	1.409	8.65
1.188	6.31	1.370	7.96
1.187	6.25	1.308	6.60
1.110	5.62	1.314	6.19
1.259	8.87	1.305	7.07
1.209	8.12	1.316	6.48
1.251	8.50	1.265	6.25
1.296	9.44	1.338	6.72
1.192	6.85	1.321	6.08
1.194	7.28	1.336	6.19
1.270	7.63		
S 23.911	140.34	25.788	141.27
S 1.196	7.02	1.357	7.44

全糖量：果汁100mlのg



第41図 果汁の粘度と果汁中の全糖量との相関 (早生温州ミカン)



第42図 果汁の粘度と果汁中の全糖量との相関 (普通温州ミカン)

は、糖量の集積増加によるものと考えられた。

非還元糖量は第34表から、早生種で果汁100 ml、当り3.15～6.23 gで平均4.32 g、普通種は2.12～6.26 gで平均4.8 gであった。また果汁粘度は早生種では1.110～1.296 c.p.、平均1.196 c.p.、普通種では1.265～1.445 c.p.、平均1.357 c.p.であった。この場合にも全糖量とおなじような傾向がみとめられたので、両者の相関を解析したところ、早生種、普通種別にそれぞれ第43、44図にしめすごとく、 $n=18$ 、 $r=0.81$ 、 y (しよ糖量) $=1.44x-12.9$ と、 $n=17$ 、 $r=0.78$ 、 $y=1.63x-17.4$ となって、1%水準の正の高い相関が全糖量のとときとおなじく得られた。

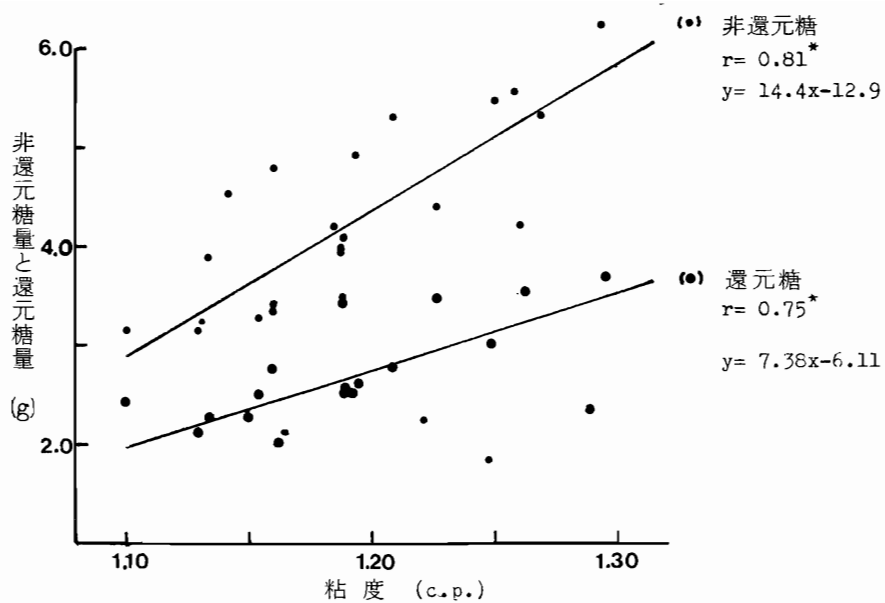
還元糖量は第35表のとおり、早生種では2.02～3.55 gで、平均2.71 g、また普通種は2.24～3.82 gで平均2.65 gであった。果汁粘度は非還元糖のとときと同一の果汁を使用して、実験を行なったので同様であった。非還元糖のとときとおなじく果汁粘度との相関を解析すると、早生種は第43図のとおり $n=17$ 、 $r=0.75$ 、 y (還元糖量) $=7.38x-6.11$ 、また普通種は第44図のごとく、 $n=17$ 、 $r=0.88$ 、 $y=6.99x-6.82$ と全糖量や非還元糖量の場合に比較してやや低いが、1%水準で有意な正の相関のあることがわかった。

第34表 1970年産果実の果汁の粘度および果汁中の非還元糖量

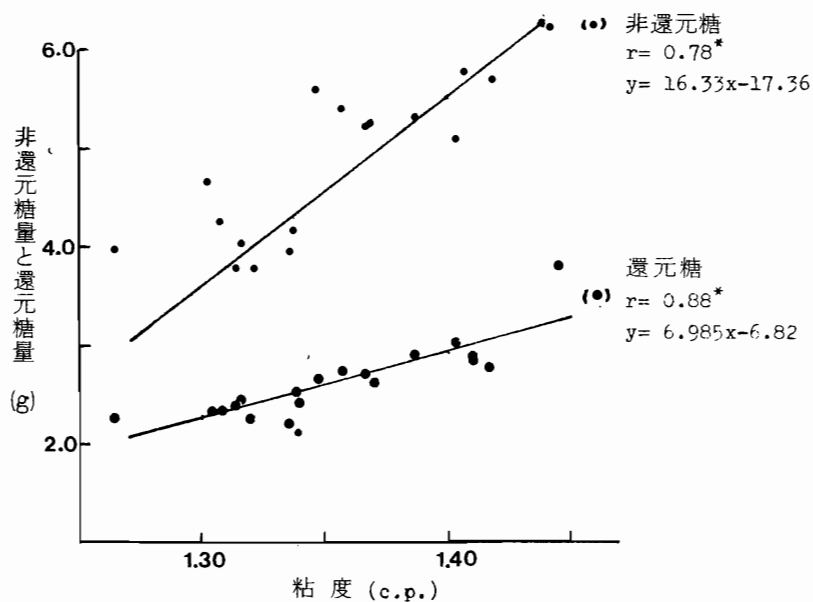
早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	非還元糖 (g)	粘 度 (c.p.)	非還元糖 (g)
1.129	3.15	1.339	2.12
1.154	3.27	1.404	5.11
1.151	3.38	1.367	5.23
1.161	3.42	1.347	5.60
1.189	3.50	1.440	6.26
1.263	4.24	1.445	6.25
1.228	4.41	1.358	5.41
1.134	3.90	1.418	5.70
1.160	4.82	1.388	5.35
1.186	4.21	1.409	5.79
1.188	3.78	1.370	5.29
1.187	3.95	1.308	4.26
1.110	3.18	1.314	3.80
1.259	5.55	1.303	4.68
1.251	5.46	1.316	4.03
1.296	6.23	1.265	3.99
1.192	4.57	1.338	4.19
1.194	4.92	1.321	3.78
1.209	5.32	1.336	3.96
1.270	5.30		
S 2 3.911	8 6.56	2 5.786	9 1.19
S 1.196	4.32	1.357	4.80

第35表 1970年産果実の果汁の粘度および果汁中の還元糖量

早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	還元糖 (g)	粘 度 (c.p.)	還元糖 (g)
1.129	2.13	1.339	2.43
1.154	2.53	1.404	3.03
1.151	2.32	1.367	2.73
1.161	2.02	1.347	2.67
1.189	3.44	1.445	3.82
1.263	3.55	1.358	2.73
1.228	3.47	1.418	2.75
1.134	2.26	1.388	2.92
1.160	2.75	1.409	2.90
1.186	2.70	1.370	2.67
1.188	2.53	1.308	2.35
1.187	2.30	1.314	2.39
1.110	2.44	1.316	2.45
1.259	2.32	1.265	2.26
1.251	3.04	1.338	2.53
1.296	3.21	1.321	2.29
1.192	2.28	1.336	2.24
1.194	2.36	1.410	2.87
1.209	2.78	1.305	2.39
S 2 2.641	5 1.43	2 5.758	5 0.41
S 1.192	2.71	1.356	2.65



第43図 果汁粘度と果汁中の非還元糖量、還元糖量との相関
 (早生温州ミカン)



第44図 果汁粘度と果汁中の非還元糖量と還元糖量との相関
 (普通温州ミカン)

第6節 果汁の有機酸量との関係

有機酸分は温州ミカンの酸味成分であり、成熟果の果汁中の可溶性固形物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。^{(77),(103),(104),(105),(106),(107)} 果汁中の有機酸分はクエン酸、リンゴ酸、しゅう酸、フマル酸、乳酸、グリコール酸、サク酸など約8種類の有機酸から構成されているが、これらの有機酸のうちで大部分がクエン酸であり、またこれらの有機酸類は遊離酸または結合酸として存在しているが、結合酸は比較的少量であることなどが報告されている。^{(33),(34),(65)} この実験は呈味成分として重要な遊離酸量と果汁粘度およびpHとの関係を明らかにする目的で行なった。

実験材料および方法

果実の採取、果汁の調製および果汁粘度の測定などは、本章第1節でのべたと同一の方法である。遊離酸の定量は0.1N NaOH滴定法によりクエン酸として常法により算出した。

なおpHの測定は本章第4節と同一の方法で測定した。

実験結果

果汁100 ml、中の遊離酸量と果汁粘度は第36表にしめすとおり、早生温州ミカンで0.7～1.10 gで平均0.92 g、また普通温州ミカンで0.76～1.18 gで平均0.98 gで、両品種間にはそれ程の相違はなくよくにっていた。つぎに果汁粘度の高いものはその遊離酸量が少ない傾向がみられ、またこのような温州ミカンの食味は良好であった。

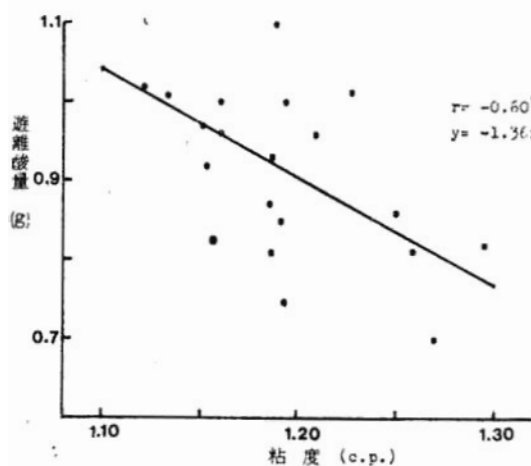
そこで両品種の果汁粘度と遊離酸量との相関を解析したところ、第45、46図にしめすとおり、つぎのような結果がえられた。すなわち早生種の場合、 $n=17$ 、 $r=-0.60$ 、 y (遊離酸量) $=-1.36x+2.54$ 、また普通種の場合 $n=16$ 、 $r=-0.64$ 、 $y=-1.56x+3.10$ と、いずれの品種においても1%水準で、有意なやや低い負の相関があった。

小曾戸ら⁽⁷⁷⁾は温州ミカンの酸味は果汁のpHと密接な関係にあって、遊離酸量とpHの間には高い相関のあることをのべていて、食味の表示にはpH値の方がより有益な指標であるとのべている。そこでさらにこの実験においてpHと遊離酸との相関についても解析したところ、第37表と第47、48図から、早生種で $n=18$ 、 $r=-0.90$ 、 y (pH) $=-1.65x+5.04$ 、普通種で $n=18$ 、 $r=-0.80$ 、 $y=-0.99x+4.56$ と小曾戸らと同様に1%水準で、有意な高い相関のあることがわかった。

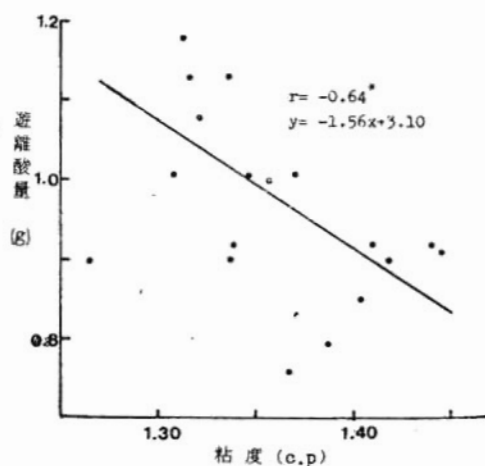
果汁粘度とpHの相関は第4節でのべたように、早生種、普通種ともにほぼ1%水準で、有意な相関にあって、遊離酸との相関と余り差のないことがわかった。

第36表 1970年産果実の果汁粘度および果汁中の遊離酸量

早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	遊離酸 (g)	粘 度 (c.p.)	遊離酸 (g)
1.154	0.92	1.339	0.92
1.151	0.97	1.404	0.85
1.161	0.96	1.367	0.76
1.189	1.10	1.347	1.06
1.228	1.01	1.440	0.92
1.134	1.01	1.445	0.91
1.160	1.00	1.358	1.00
1.186	0.87	1.418	0.90
1.188	0.93	1.388	0.77
1.187	0.81	1.409	0.92
1.259	0.81	1.370	1.01
1.251	0.86	1.308	1.09
1.296	0.82	1.314	1.18
1.192	0.85	1.316	1.13
1.194	0.77	1.265	1.05
1.209	0.96	1.338	0.90
1.270	0.70	1.321	1.08
1.132	1.02	1.336	1.13
1.195	1.00		
S	22736	S	24488
S	1197	S	1755
	1738		1360
	0.92		0.98



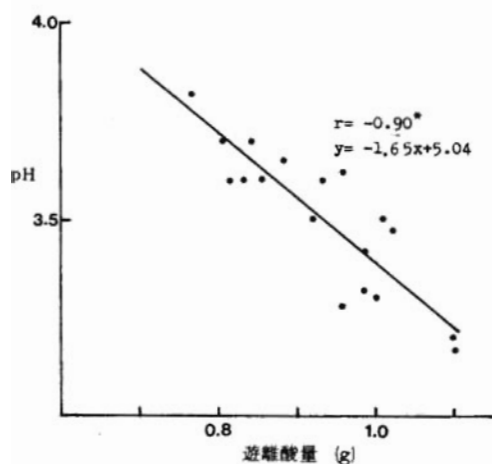
第45図 果汁粘度と果汁中の遊離酸量との相関 (早生温州ミカン)



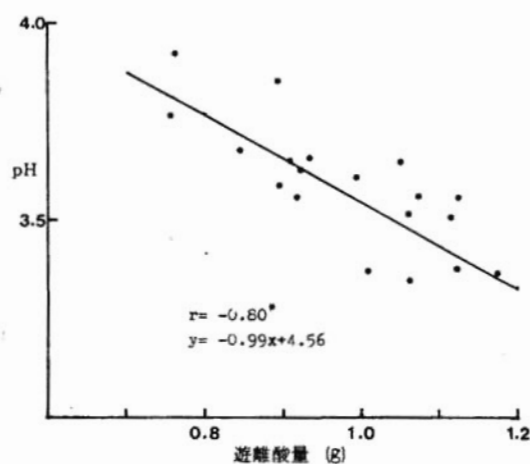
第46図 果汁粘度と果汁中の遊離酸量との相関 (普通温州ミカン)

第37表 1970年産果実の果汁のpHおよび果汁中の遊離酸量

早 生 種		普 通 種	
pH	遊 離 酸 (g/100ml)	pH	遊 離 酸 (g/100ml)
3.50	0.920	3.35	1.088
3.32	0.986	3.63	0.922
3.28	0.960	3.68	0.845
3.17	1.101	3.76	0.755
3.20	1.101	3.52	1.062
3.50	1.011	3.62	0.922
3.42	0.988	3.65	0.909
3.65	0.870	3.92	0.768
3.60	0.934	3.61	0.998
3.30	1.011	3.59	0.896
3.70	0.806	3.56	0.922
3.60	0.833	3.37	1.011
3.47	1.024	3.51	1.118
3.70	0.806	3.36	1.178
3.60	0.858	3.66	0.934
3.70	0.845	3.56	1.126
3.81	0.768	3.65	1.050
3.60	0.819	3.85	0.896
		3.48	1.126
S	70.62	S	195.71
\bar{S}	3.53	\bar{S}	0.979



第47図 果汁中の遊離酸量と果汁のpHとの相関 (早生温州ミカン)



第48図 果汁中の遊離酸量と果汁のpHとの相関 (普通温州ミカン)

第7節 果汁のペクチン含量との関係

果汁中のペクチン分は糖分や有機酸分などに比較してその量も微量で、また呈味成分でなく、直接食味に関係している成分とは考えられない。しかしペクチンは高分子化合物であり、ことに粘稠性の高いものであることはよく知られている。またトマトの果汁では、果汁粘度とペクチン量との間には高い相関があつて、トマト果汁の食味とも関係のあることが報告されている。^{(12),(15),(89),(60),(62),(81)}

そこでこの実験は、温州ミカンについての以上のごとき関係を明らかにする目的で行なつた。

実験材料および方法

果実の採取、果実からの果汁調製、果汁粘度の測定などは本章第1節でのべたと同様の方法で行なつた。つぎに果汁中のペクチンはカルバゾール比色法⁽²⁸⁾ によつて水溶性、塩類可溶性、アルカリ可溶性のペクチン量をそれぞれ定量し、これらを合計して全ペクチン量とした。

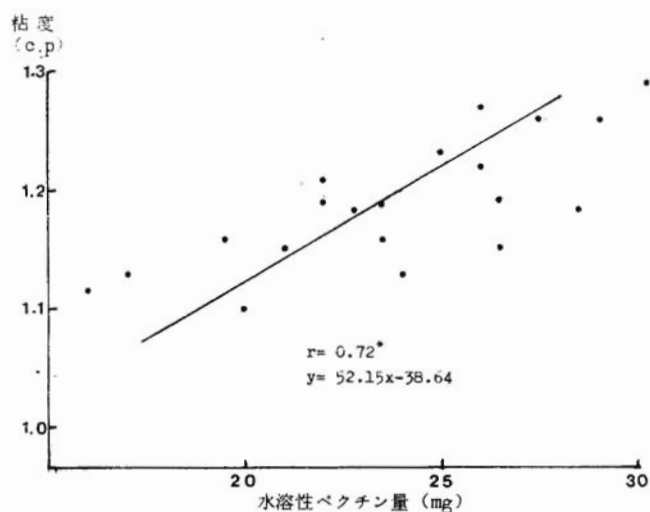
実験結果

実験の結果は早生温州ミカン、普通温州ミカン別にそれぞれ第38、39表にしめした。早生種で第38表から、果汁10.0 ml、中の全ペクチン量は23.0～47.8mgで平均35.1mg W.S.P. (水溶性ペクチン)量は16.0～30.3mgで平均23.3mg、P.S.P. (NaPO₃)₆ 可溶性ペクチン)量とA.S.P. (NaOH可溶性ペクチン)量はそれぞれ2.0mg～11.0mgと1.0mg～6.5mgで平均5.9mgと3.6mgであつた。また果汁粘度は1.110 c.p.～1.296 c.p. で平均1.193 c.p. をしめした。果汁粘度とペクチン量との関係は果汁粘度の高いものほど果汁中のペクチン量も多くなる傾向がみとめられたから、果汁粘度と全ペクチン、W.S.P.、P.S.P.、A.S.P.との相関を解析したところ第49、50、51図にしめすごとくつぎのようになった。全ペクチンとは $n=18$ 、 $r=0.82$ 、 y (全ペクチン量) = $85.39x - 67.30$ 、W.S.P.とは $n=19$ 、 $r=0.72$ 、 y (W.S.P.量) = $52.15x - 38.64$ 、P.S.P.とは $n=19$ 、 $r=0.94$ 、 y (P.S.P.量) = $44.42x - 47.06$ 、A.S.P.とは $n=19$ 、 $r=0.60$ 、 y (A.S.P.量) = $17.15x - 16.8$ と、いずれも1%水準で有意な正の相関があつたが、A.S.P.とはその相関係数が他のものに比してやや低いものであつた。

つぎに普通温州ミカンの場合、第39表から全ペクチン量で27.5～51.8mgで平均39.6mg、W.S.P.は22.3～38.5mgで平均30.9mg、P.S.P.は3.0～7.5mgで平均4.95mg、A.S.P.は2.0～5.8mgで平均3.7mgであつた。このように早生種、普通種の果汁中のペクチン量には余り相違はなかつたが、果汁中のペクチン質の大部分はW.S.P.で他のP.S.P.、A.S.P.

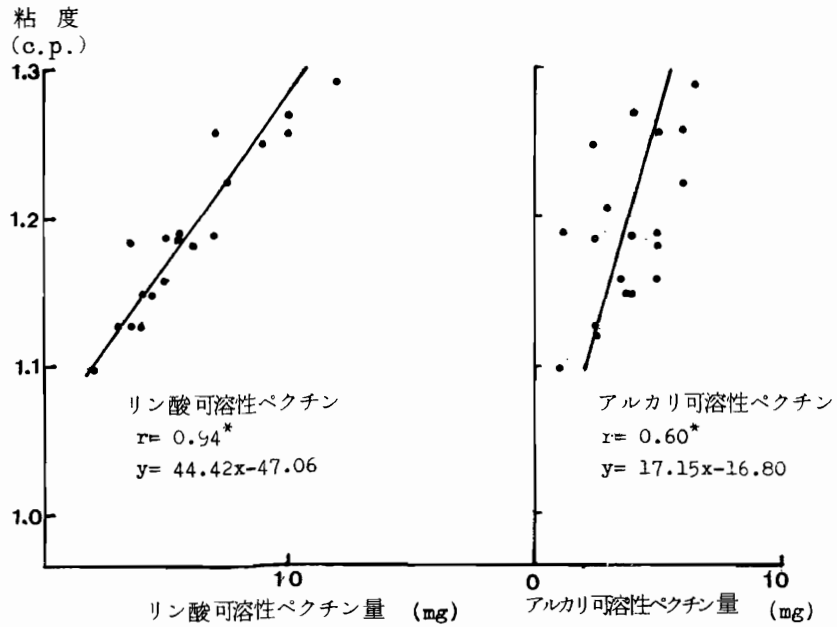
第38表 1970年産早生温州ミカンの果汁粘度および果汁中の水溶性ペクチン量、リン酸可溶性ペクチン量、アルカリ可溶性ペクチン量、全ペクチン量

粘 度 (c.p.)	水溶性ペクチン (mg/100ml)	リン酸可溶性 ペクチン (mg/100ml)	アルカリ可溶性 ペクチン (mg/100ml)	全ペクチン (mg/100ml)
1.151	21.0	4.0	4.0	29.0
1.189	23.5	7.6	5.0	35.5
1.186	23.5	6.0	4.5	34.0
1.228	26.0	7.5	6.0	39.5
1.110	20.0	2.0	1.0	23.0
1.259	29.0	10.0	4.5	43.5
1.192	22.0	4.5	1.3	27.8
1.209	22.0	7.0	3.0	32.0
1.270	26.0	10.0	4.0	40.0
1.161	23.5	5.0	4.5	33.0
1.263	27.5	7.0	6.0	40.5
1.188	22.8	5.5	4.0	32.3
1.187	28.5	3.5	2.5	34.5
1.132	24.0	4.0	2.5	30.5
1.251	25.0	9.0	2.5	36.5
1.194	26.5	5.5	2.5	34.5
1.154	21.5	4.5	3.8	29.8
1.296	30.3	11.0	6.5	47.8
1.134	17.0	3.5	2.5	-
1.160	19.5	5.0	3.5	-
1.129	16.0	3.0	2.5	-
\bar{S} 25.049	489.0	124.5	76.6	623.5
S 1.193	23.3	5.9	3.6	35.1

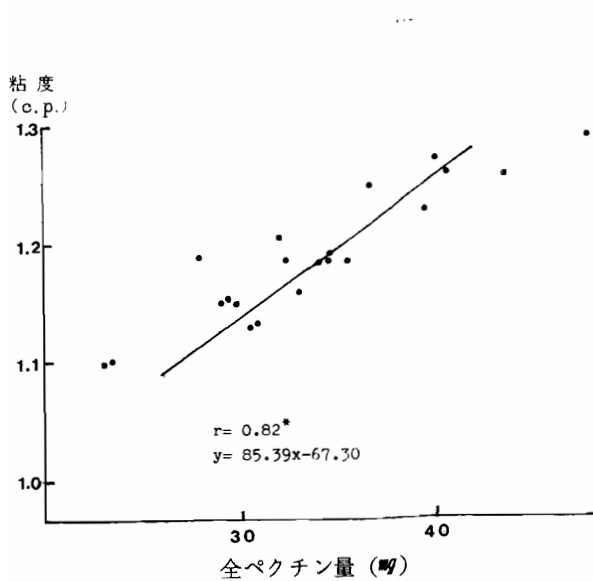


第49図 果汁粘度と果汁中の水溶性ペクチン量との相関 (早生温州ミカン)

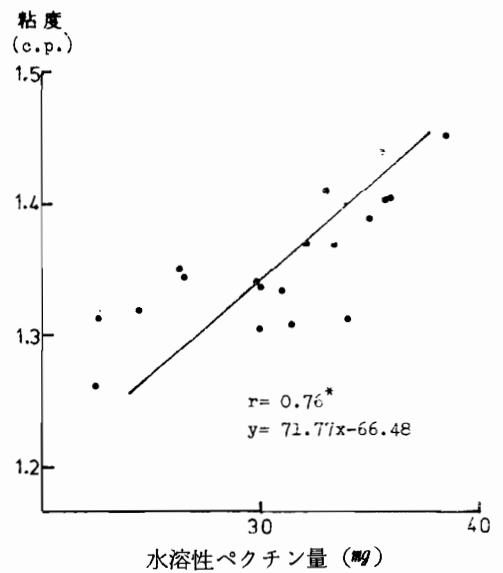
P. に比較すると数倍の量であった。他方果汁粘度は1.265~1.445 c.p. で平均1.357 c.p. をしめた。果汁粘度とそれぞれのペクチン量との間には早生種の場合とほぼおなじような関係がみとめられたので、それぞれの両者の相関について解析したところ、第52、53、54図から、全ペクチン量とは n =



第 50 図 果汁粘度と果汁中のリン酸可溶性ペクチン量、アルカリ可溶性ペクチン量との相関 (早生温州ミカン)



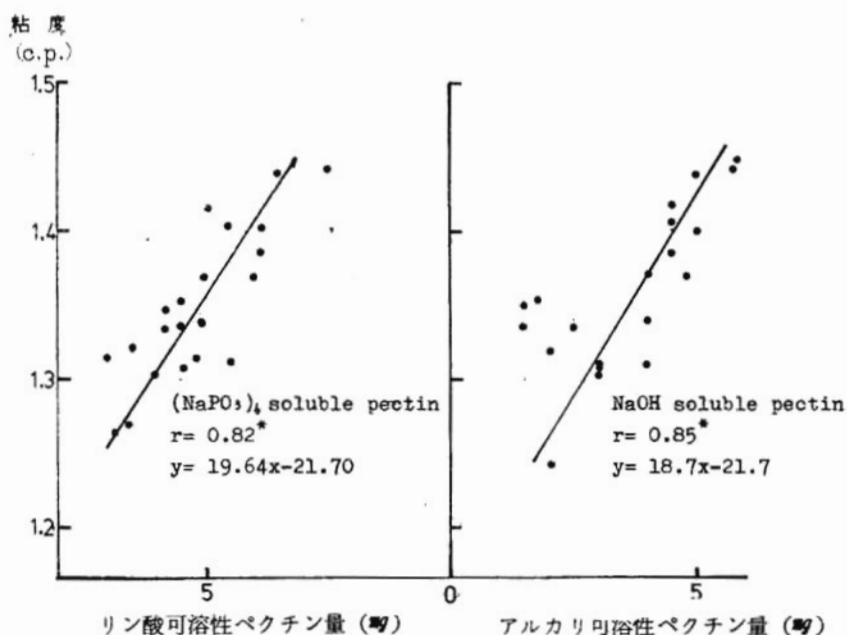
第 51 図 果汁粘度と果汁中の全ペクチン量との相関 (早生温州ミカン)



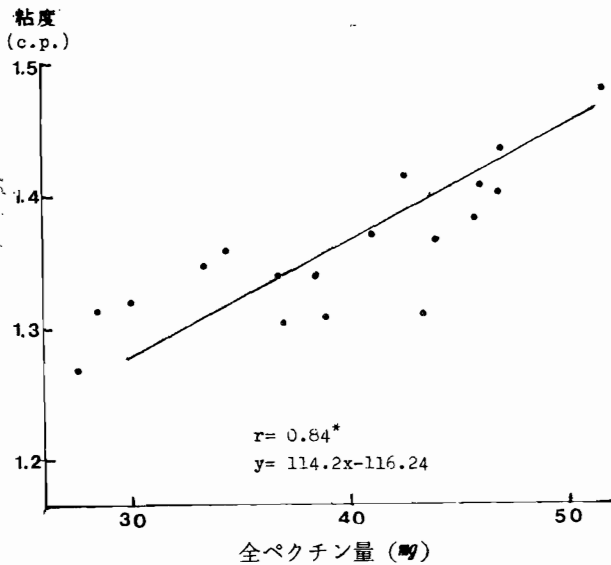
第 52 図 果汁粘度と果汁中の水溶性ペクチン量との相関 (普通温州ミカン)

第39表 1970年産普通温州ミカンの果汁粘度および果汁中の水溶性ペクチン量、
リン酸可溶性ペクチン量、アルカリ可溶性ペクチン量、全ペクチン量

粘度 (c.p.)	水溶性ペクチン (mg/100ml)	リン酸可溶性 ペクチン (mg/100ml)	アルカリ可溶性 ペクチン (mg/100ml)	全ペクチン (mg/100ml)
1.339	29.8	4.8	4.0	38.5
1.369	33.3	6.0	4.8	44.0
1.440	35.5	6.5	5.0	47.0
1.445	38.5	7.5	5.8	51.8
1.418	33.0	5.0	4.5	42.5
1.409	36.0	5.5	4.5	46.0
1.314	34.0	5.5	4.0	43.5
1.316	22.5	3.0	3.0	28.5
1.338	30.0	4.3	2.5	36.8
1.321	24.5	3.5	2.0	30.0
1.336	31.0	4.5	3.0	38.5
1.404	35.8	6.3	5.0	47.0
1.347	26.5	4.3	2.5	33.3
1.388	35.0	6.3	4.5	45.8
1.358	26.3	4.5	3.5	34.3
1.370	32.0	5.0	4.0	41.0
1.308	31.5	4.5	3.0	39.0
1.305	30.0	4.0	3.0	37.0
1.265	22.3	3.3	2.0	27.5
\bar{S} 25.788	587.3	94.0	70.5	751.7
S 1.357	30.9	4.95	3.7	39.6



第53図 果汁粘度と果汁中のリン酸可溶性ペクチン量、アルカリ可溶性ペクチン量との相関 (普通温州ミカン)



第54図 果汁粘度と果汁中の全ペクチン量との相関 (普通温州ミカン)

17、 $r = 0.84$ 、 y (全ペクチン量) = $114.2x - 116.24$ 、W.S.P. とは $n = 17$ 、 $r = 0.76$ 、 y (W.S.P.量) = $71.77x - 66.48$ 、P.S.P. とは $n = 17$ 、 $r = 0.82$ 、 y (P.S.P.量) = $19.64x - 21.70$ 、A.S.P. とは $n = 17$ 、 $r = 0.85$ 、 y (A.S.P.量) = $18.7x - 21.7$ の結果がえられ、果汁粘度とそれぞれのペクチン含量との間には早生種とおなじく1%水準で、有意な正の高い相関のあることがわかった。

第8節 果汁の甘味比との関係

現在温州ミカンの食味評価は果汁の屈折計示度を遊離酸量で除した値、すなわち糖酸比が実用的に用いられていて、食味評価の指標とされている。また屈折計示度のかわりに全糖量を用いる甘味比がある。この糖酸比と甘味比は極めて高い相関にあることが報告されている。^{(81),(77),(94),(95)(103),(104),(105),(106)} そこで本節ではこのうち、甘味比と果汁粘度との関係について検討を加えた。

実験材料および方法

この実験は第1章第5.6節で行なった全糖量および遊離酸量と果汁粘度との関係を知る目的で行なった実験値をそのまま用い、それにそれぞれ2検体を別に行ない計20検体について行なった。従って果実の採取法、果汁の調製法それに全糖量、遊離酸量の分析、果汁粘度の測定法などはすべて第1章第5.6節にのべたとおなじようにして行なった。

実験結果

第40表から、早生種で甘味比は4.97から11.51で平均7.86で、また普通種は4.95から11.50で平均7.44であった。このように甘味比の高いものと低いものとは約2倍以上の

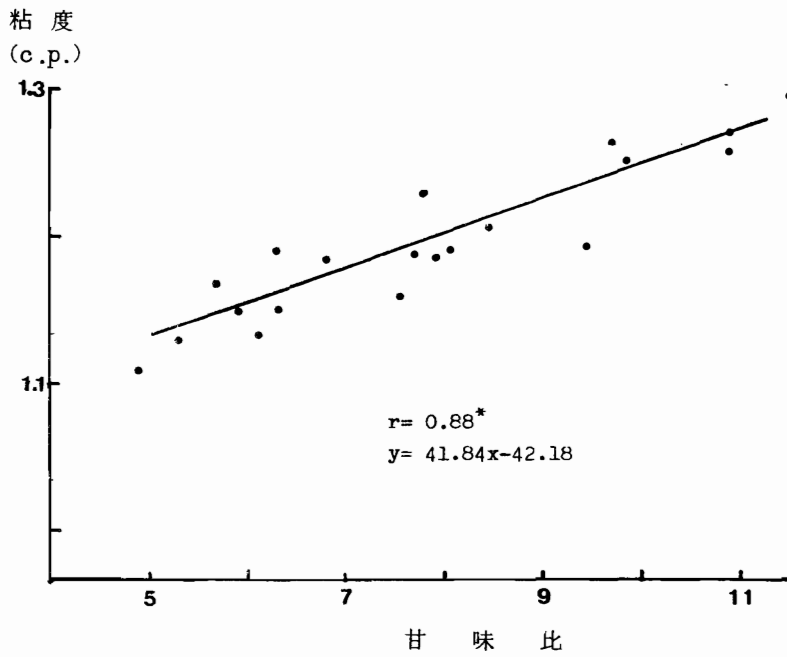
第40表 1970年産果実の果汁の粘度と甘味比

早 生 種		普 通 種	
粘 度 (c.p.)	甘 味 比	粘 度 (c.p.)	甘 味 比
1.154	6.30	1.339	4.95
1.151	5.87	1.404	9.58
1.161	5.67	1.364	10.47
1.189	6.31	1.347	7.80
1.263	9.74	1.445	11.50
1.228	7.80	1.358	8.14
1.134	6.10	1.418	9.39
1.160	7.57	1.388	10.74
1.186	7.94	1.409	9.39
1.188	6.78	1.370	7.88
1.187	7.72	1.308	6.06
1.110	4.97	1.314	5.25
1.259	10.95	1.316	5.73
1.251	9.88	1.265	5.95
1.296	11.51	1.338	7.47
1.192	8.06	1.321	5.63
1.194	9.45	1.336	5.48
1.209	8.45	1.305	5.88
1.270	10.90	1.271	5.48
1.130	5.30	1.312	6.09
S	23.912	15.727	26.931
\bar{S}	1.196	7.86	1.347
			14.885
			7.44

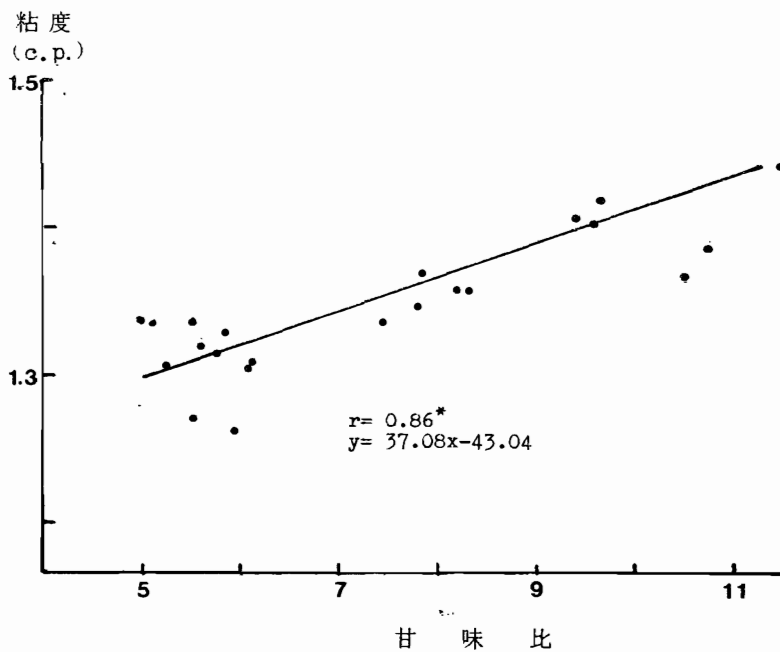
(注) 甘味比 : 全糖 / 遊離酸

差があった。これは早生種、普通種ともに第1章第1節でのべたように、食味に相違のあるものを選んで果実を採取したためであろう。

つぎに果汁粘度との関係を知るために、果汁粘度と甘味比の相関を解析した。その結果早生種で第55図のように $n=18$ 、 $r=0.88$ 、 y (甘味比) $= 4.184x - 4.218$ の高い正の相関のあることがわかった。また普通種では第56図のごとく、 $n=18$ で $r=0.86$ 、 $y=37.08x - 43.04$ と早生種とはほぼ同様の高い正の相関がみとめられた。



第55図 果汁粘度と甘味比との相関
 (早生温州ミカン)



第56図 果汁粘度と甘味比との相関
 (普通温州ミカン)

第9節 考 察

通常カンキツ果実の品質の評価は形状、色沢などの外観的要素と食味などの質的要素によって行なわれている。このうち食味には果実の組織的要素はミカンの場合、余り関係なく、果汁の組成とくに呈味成分の糖分と酸分の含量比と密接な関係にあるため、果汁の諸性質と果実の食味、生育および加工利用との関係に関する研究が数多く報告されている。^{(20),(77),(103),(104),(105),(106),(107),(112)}

しかしこれらの研究の多くは果汁の主に化学的組成と品質、生育、加工利用などに関するもので物理的性質に関するものは少ない。物理的性質には比重、粘度といったものが考えられるが、このうち粘度に関しては、果実の場合トマトについて報告がみられる。^{(32),(39),(40),(80)} トマト以外のものについては、スイカの果汁の粘度について報告されているにすぎない。⁽⁶⁴⁾ しかしこれらの報告で、果汁粘度は果汁の諸性質と密接な関係にあることがのべられている。

温州ミカンは果汁の多い果実であり、果汁の性質が食味と密接に関係するところから、本章においては果汁粘度とこれらと諸性質との関係を明らかにする目的で実験を行なった。その結果、果汁粘度は果汁のいろいろな性質と密接な関係にあつて、果汁の組成成分が変わると、果汁粘度もまた変化することがわかった。

屈折計示度は成熟果では果汁中の糖分含量と、ほぼ比例することがのべられている。^{(103),(104),(105)} この示度との間には相関係数が早生種で、 $n = 19$ で $r = 0.874$ 、普通種で $n = 19$ で $r = 0.918$ と高い相関があつた。トマトピューレのしよ液粘度は、しよ液中の可溶性固形物量と $r = 0.985$ から 0.988 の高い相関にあることを報告しているのとはほぼ同様の結果であつた。^{(32),(126)} また各種の果実の屈折計示度は可食適期において、常に分析糖量より高い値であり、多くの果実で屈折計示度の中にしめる糖含量は90%となる。このため示度だけで食味などを推測することは危険であるとされるが、温州ミカン果実においては成熟中、貯蔵中の屈折計示度、全糖、滴定酸の関係は全期間を通じて比較的単純に変動するため、示度から簡単な数式で全糖を求められ、さらには区画糖酸比図法で、食味を区別している。^{(103),(104),(105),(106),(107)} このようなことから果汁粘度を温州ミカンの食味評価に、屈折計示度と同様に利用できるのではないかと考えらる。

つぎに果汁の比重も成熟果では果汁中の可溶性固形物量と高い相関のあることが報告されている。⁽¹⁰⁸⁾ 比重と果汁粘度との間には早生種で $n = 17$ 、 $r = 0.80$ 、普通種で $n = 18$ 、 $r = 0.81$ といずれも高い相関にあることがわかつた。粘度と比重の相関について、トマトピューレのしよ液の場合、 $r = 0.95$ から 0.94 で比重と可溶性固形物量との間には $r = 0.99$ から 0.95 のいずれも高い相関があることが報告されている。⁽³²⁾ この実験ではトマトピューレのしよ液に比較してやや低かつたが、果汁粘度と比重の間に上述のごとき相関のあることから、可溶性固形物量とも相関のあることが推定された。

果汁の比重や屈折計示度と極めて密接な関係にある水分量や可溶性固形物量と果汁粘度との間にはそれぞれ早生種の場合、 $n = 19$ 、 $r = -0.854$ と $n = 19$ 、 $r = 0.78$ 、また普通種で $n = 18$ 、 $r = -0.87$ と $n = 18$ 、 $r = 0.87$ と高い正または負の相関がみとめられ、トマトピューレのしよ液のとときと同様の関係があった。⁽³²⁾一般に果汁中の水分量の多い果実は水っぽくて淡白な味の温州ミカンとされていて、果汁粘度はこのような果実食味の淡白であるか、濃厚であるかなどに関係し、果実食味をこのような観点から評価する場合の指標として、利用できるのではないかと考えられた。従来果汁中の水分量とその他の性質との間の関係についての研究はなされていないが、前述のごとく果汁粘度は水分量を知るうえで貴重な指標といえよう。

さらに果汁のpHと果汁粘度との相関は、早生種で $n = 16$ で $r = 0.51$ 、普通種で $n = 18$ で $r = 0.57$ と、それぞれ5%、1%の水準で有意であったが、屈折計示度や比重などに比較してかなり低い相関であった。スイカの果汁の場合にはpHと粘度との間には何等の相関がみとめられなかったことが報告されているが、その理由は果汁中の総チッソ濃度が少なく、しかもチッソ分の大部分が非タンパク態をなしているためであるとのべられている。⁽⁶⁴⁾しかし温州ミカンの場合はスイカに比較して果汁中のチッソ分も多く、そのためこの実験のごとく、両者間に有意の相関のあることがわかった。pHは食味評価上重要な性質とされている。^{(22),(77),(78)} pHとの間に以上の相関のあったことから、果汁中の有機酸量とも何等かの相関のあることが考えられた。

先述したごとく、屈折計示度や比重と果汁粘度との間に高い相関のあったことから、果汁中の糖量とは高い相関のあることが予想されたが、全糖とは早生種で $n = 18$ で $r = 0.88$ 、普通種で $n = 17$ で $r = 0.81$ と、それぞれ高い相関があった。粘度と糖量の相関はスイカ果汁の場合にも高く、粘度はおもに糖量に依存していることが報告されている。⁽⁶⁴⁾ ミカン果汁はスイカ果汁に比較して、ペクチン分やその他の果汁の組成成分において相違があるため、この実験のみから即断することはできないが、第1章第2節でのべたごとく、果汁の流動性がニュートン流動であること、また第2章第3節でのべたように成熟期における果汁粘度の再上昇期での糖量の増加傾向と、果汁粘度の上昇状態とがよく一致することから、この実験に用いた果実では、果汁粘度の高低はおもに果汁中の糖量に、スイカ果汁と同様に依存しているのではないかと推察された。

他方温州ミカンの食味を区画糖酸比図で4区にわけ、全糖量8%以上、酸量1%以下のものを甘味区、全糖量がおなじく8%で酸量1%以上のものを濃厚区として、全糖量の多いものほど食用に供して美味であるとしている。^{(103),(104),(106)} このようにミカン果実で全糖量は呈味成分として重要であり、先述のごとく果汁粘度が全糖量と高い相関をしめたことは、食味とも関係する指標になりうるのではないかと考えられた。

ミカン果汁の糖分はしよ糖、ぶどう糖、果糖の3糖が組成糖で、またバレンシヤオレンジの果汁

でも、これら3糖が組成糖であり、その比率2:1:1でしよ糖が最も多い主成分糖であることが報告されている。^{(11),(27)} 温州ミカンの場合も同様の分析結果が報告されている。⁽²⁷⁾ このようなことから、この実験では非還元糖をしよ糖、また還元糖をぶどう糖、果糖の混合糖と考えて以後の考察をすすめた。まず、しよ糖と果汁粘度との相関は早生種で $n=18$ で $r=0.81$ 、また普通種は $n=17$ で $r=0.78$ と両品種ともにはほぼおなじ程度の正の高い相関のあることがわかった。つぎに還元糖については、早生種で $n=17$ で $r=0.75$ 、普通種で $n=17$ で $r=0.88$ となって、しよ糖の場合とおなじく正の高い相関が両者間にあることがみとめられた。

スイカ果汁の場合、その粘度変化が純粋なしよ糖溶液とよく似た変化をしめすことが報告されているが、スイカ果汁の粘度は先述のごとく糖濃度、ことにしよ糖量の濃度のみ依存しているとのべられている。⁽⁶⁴⁾ しかし温州ミカン果汁の場合には先述のごとく、全糖量に依存しているとは考えられたが、しよ糖のみに依存しているとは即断することはできず、果汁中の有機酸量やペクチン分、チッソ分さらにはpHなどの果汁粘度への複雑な影響も考えられ、これらのいくつかの条件について、一層基礎的な果汁の流動性に関する実験を行なって、解析をすすめる必要があろう。

前述のように果汁粘度とpHとの間に有意の相関があったことから、有機酸分とも何らかの相関があると推察された。実験の結果、果汁粘度と有機酸量との間には早生種、普通種別にそれぞれ $n=17$ で $r=-0.60$ 、 $n=16$ で $r=-0.64$ といずれも1%水準で、有意な相関のあることがわかった。有機酸分は温州ミカンの酸味成分で糖分について果汁中の成分として多く、甘味成分の糖分とともに主要な呈味成分である。温州ミカンの有機酸の主成分は主にクエン酸で、遊離または結合酸の形で存在していると報告されている。⁽⁶⁵⁾ 一方温州ミカンの酸味は果汁のpHと密接な関係があって、pHは遊離酸と高い相関をしめすとのべられている。^{(22),(77)} この実験においても、この両者の相関は早生種で $n=18$ で $r=0.90$ 、普通種で $n=18$ で $r=0.80$ と高い正の相関のあることがみとめられた。一般に溶液の粘度は溶質にペクチン、アミノ酸などが含まれている場合には、その溶液のpHの影響をうけるとされている。^{(32),(64)} またトマト果汁などでは果汁中にふくまれている電解質成分によっても粘度が低下するとのべられている。⁽³⁹⁾ 温州ミカン果汁においても同様のことが考えられ、有機酸分の多いものは果汁粘度が低く、酸味の強い果実といえるであろう。しかしカンキツ果実はpH緩衝能が強いことなどもふくめて、pHと果汁粘度との間にどのような関連性があるかについては一層の基礎的な研究が必要であろう。⁽⁹⁸⁾

カンキツ果実は一般にペクチン分を豊富に含有しているため、果汁中のペクチン量も多い方の果実であろう。従来ペクチン質は粘稠性が強いためのいろいろな面に利用されている。果汁粘度とペクチン量との間に高い相関のあることは、トマト果汁やカンキツ果汁などについて報告されている。^{(89),(80),(131)} 一般にペクチン分は水溶性ペクチン(W.S.P.)、リン酸可溶性ペクチン(

P.S.P.)、アルカリ可溶性ペクチン(A.S.P.)など3分画されているが、この実験において果汁粘度とこれら3分画されたペクチン量、および全ペクチン量との間の相関は早生種で、それぞれ $n = 19$ で $r = 0.72$ 、 $n = 19$ で $r = 0.94$ 、 $n = 19$ で $r = 0.60$ および $n = 18$ で $r = 0.82$ 、また普通種でそれぞれ $n = 17$ で $r = 0.76$ 、 $n = 17$ で $r = 0.82$ 、 $n = 17$ で $r = 0.85$ および $n = 17$ で $r = 0.84$ の正の高い相関のあることがみとめられた。スイカ果汁で糖濃度4%のものにペクチンを0.2~1.0%の割合に添加したものの粘度変化は純粋なペクチン溶液の同濃度のものと一致するが、ペクチンの濃度を0.25%に一定としたペクチン溶液にしよ糖を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との粘度変化を比較すると、0.25%のペクチンをふくむ各種濃度しよ糖溶液は、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関して密接な関連性のあることが報告されている。⁽⁶⁴⁾ このようなことから果汁中の糖分、有機酸分、ペクチン分などの量、およびその比率などが果汁粘度の変化について相互に関連するものと考えられ、この観点からペクチン分は呈味成分ではないが、果実食味に関与しているといえよう。

現在実用的に温州ミカンの食味評価の指標に用いられている糖酸比と高い相関にある甘味比と、果汁粘度との間には早生種で $n = 18$ で $r = 0.88$ 、普通種で $n = 18$ で $r = 0.86$ と両品種ともに1%水準で、有意な高い正の相関のあったことは、全糖量の相関係数および遊離酸との相関係数などから考えてやや意外と考えられたが、両者間には正の高い相関がみとめられたことから、果汁粘度を甘味比にかわる食味評価の指標に使用してもよいといえよう。樽谷ら⁽¹⁰⁸⁾ は糖酸比は温州ミカンの成熟期における指標としてのみ利用できるのとべている。果汁粘度の場合は果実の発育期間中を通じて変化し、その変化状態から、つぎの変化状態を推察しうことは第1編においてのべたとおりであって、このような観点から、果汁粘度は温州ミカンの発育期間中を通じて、果実品質管理の指標として利用しうると推察される。

第10節 摘 要

本章では温州ミカンの食味と密接な関係にあるとされている果汁の比重、屈折計示度、pHなどの物理的性質、それに水分、可溶性固形物、糖分、有機酸分、ペクチン分などの化学的性質および食味の指標に用いられている甘味比などと果汁粘度との相関について検討を加えた。

(1) 果汁の比重との相関は早生種で $n = 17$ で $r = 0.80$ 、普通種で $n = 18$ で $r = 0.80$ とほぼよく似た相関係数で、比重との間には高い相関のあることがみとめられた。

(2) 果汁の屈折計示度との相関は早生種で $n = 19$ で $r = 0.87$ 、普通種で $n = 19$ で $r = 0.91$ と比重の場合とおなじく高い相関係数が果汁粘度との間にみとめられた。

(3) 果汁のpHとの相関は、早生種で $n=16$ で $r=0.51$ 、普通種で $n=18$ で $r=0.57$ と比重や屈折計示度の場合に比較して、かなり低い（早生種で5%、普通種で1%）相関係数をしめた。

(4) 果汁の水分量との相関は、早生種で $n=19$ で $r=-0.85$ 、普通種で $n=18$ で $r=-0.87$ と水分量が多くなると、果汁粘度が低下するといった高い負の相関係数がみとめられた。また果汁から水分量を差引いた可溶性固形物量とは、早生種で $n=19$ で $r=0.78$ 、普通種で $n=17$ で $r=0.87$ の相関係数がみとめられ、果汁中の水分量とおなじくかなり高い相関のあることがわかった。

(5) 果汁の糖分量との相関は、全糖量、非還元糖量、還元糖量別に、それぞれ早生種で $n=18$ で $r=0.88$ 、 $n=18$ で $r=0.81$ 、 $n=17$ で $r=0.75$ 、また普通種で $n=17$ で $r=0.81$ 、 $n=17$ で $r=0.78$ 、 $n=17$ で $r=0.88$ の相関係数がえられ、いずれも高い正の相関のあることがわかった。

(6) 果汁の有機酸量（遊離酸量）との相関は早生種で $n=17$ で $r=-0.60$ 、普通種で $n=16$ で $r=-0.64$ とやや低いが、1%水準で有意な相関があった。なおpHと有機酸量との相関は早生種で $n=18$ で $r=0.90$ 、普通種で $n=18$ で $r=0.80$ と高い相関係数をしめた。

(7) 果汁のペクチン含量との相関は、全ペクチン、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別に、それぞれ早生種で $n=18$ で $r=0.82$ 、 $n=19$ で $r=0.72$ 、 $n=19$ で $r=0.94$ 、 $n=19$ で $r=0.60$ 、また普通種で $n=17$ で $r=0.84$ 、 $n=17$ で $r=0.76$ 、 $n=17$ で $r=0.82$ 、 $n=19$ で $r=0.85$ と、いずれも高い相関係数をしめたが、早生種の塩類可溶性ペクチンとはやや低い相関係数であった。

(8) 食味評価の指標である甘味比との相関は、早生種で $n=18$ で $r=0.88$ 、普通種で $n=18$ で $r=0.86$ と高い正の相関係数がみとめられた。

このように果汁の各種の物理、化学的な性質や甘味比と果汁粘度との間にそれぞれの相関があることから、果汁粘度は温州ミカン果実の品質管理や食味評価の指標として利用できるものと推察された。

第2章 果実の食味と果汁粘度との関係

食品の食味は一般に外観、形状、色沢などの心理的な味、温冷、硬軟、粘度、触覚などの物理的な味、さらには甘味、酸味、鹹味、苦味、旨味、香りなどの化学的な味などから構成されている。(1),(17)(71),(72),(74)しかし最終的に「うまい」「まずい」の総合的な食味の判定は現状では人間の味覚による以外にない。(1),(72)

温州ミカンの場合、前述の物理的な味はそれ程食味には関係がなく、一方外観、形状などの心理的な味の格付けは共同選果場などの流通過程でかなりきびしく実施されている。(20),(22),(74)この格付け法で現在温州ミカン品質の選別が行なわれている。他方食味に最も密接な関係にある甘味、酸味などの化学的な味の格付けはまだ十分に行なわれているとはいいがたい。(17),(22),(77)

そこで本章では第1章でのべたごとく、果汁粘度が果汁の甘味比や比重、pH、屈折計示度、糖分、水分、有機酸分、ペクチン分などの各種の物理的性質や化学的性質とそれぞれに相関のあったことから、ミカンの食味評価の指標に利用できるのではないかと考えられたので、果汁粘度と温州ミカン食味との関係について検討を加えた。

第1節 Ranking test

Ranking test (順位法)はパネルに1・2・3・…・n個の試料を与え、試料の特性の強弱やし好度についてパネルに順位をつけさせる方法であって、理解しやすく広く官能検査に用いられている。そしてこの実験結果にSpearman、Kendall、Kramerなどの検定を加えることによって、パネルの嗜好順位や客観的に順位づけられた試料に対して、判定人個々の識別能力などを検定することのできる有益な方法である。(1),(17),(54),(72)

果汁粘度は前章でのべたように、果汁のいろいろな性質や甘味比とそれぞれに相関があったことから、果汁粘度をミカン食味評価の客観的順位として用いられないか、またパネルのミカンに対するし好度、および識別能力を知る目的でこの実験を行なった。

実験材料と方法

1. 材 料

供試果実は和歌山県内の各産地の早生種、普通種の温州ミカンである。果実は樹令10年以上の園で、かつ果実の食味に差があると感じられるミカン園を選択し、これらの園内で栽培されている樹勢良好で、結実中庸な樹を果実の採取樹とし、これらの樹から果形のよくいた果実を採取し

た。なお果実の個体間のバラツキを防ぐため、できるだけ隣接している果実で着果位置などがほぼおなじ位いのものを採取するようにした。そしてこれを1供試果実区とした。採取した果実はコンテナーに置いて通通常行なわれている方法で、官能検査を実施する時までそのまま保存した。このようにして採取した果実の生産地、品種、系統、採取期などは第41表のとおりである。

2. 果汁粘度の測定

果汁粘度は採取後3～4日以内に測定した。測定法は第1章第1節でのべたとおなじであるが1供試果実区の果汁粘度はミカン8～10個当りに1個のミカンをランダムに取り出し、これらを果汁粘度測定用果実として、第1章第1節でのべたとおなじような方法で、果汁粘度測定用果汁を調製し、それぞれの調製果汁を等量ずつ取り出して、よく混合し、この混合果汁の果汁粘度を測定し測定粘度を供試果実区の果汁粘度値とした。

3. 官能検査の実施法

Ranking test は常法により実施したが、つぎのような諸点に留意した。^{(1), (54), (72)}
(132)

- (A) 官能検査は晴天で、できるだけおだやかな日に実施した。
- (B) 官能検査の際パネルにミカン1個を与えると、多くの果実を要し、かつ果実個体間のバラツキも大きくなること、また判定人の食味識別能力にも影響すると考えられたので、この実験では1供試果実区からランダムに数個の果実をとり出し、果皮をはく皮して、果肉部のみとし、さらにじょうのう別に傷付けないようにいねいにバラバラにしたものをよく混和し、このなかから1～2個のじょうのうを判定人に与えたが、できるだけ1個で食味評価させた。
- (C) 官能検査室は明るくて、静かな室を選び判定人が落ち着いて食味を評価できるように配慮した。
- (D) 検定当日判定人の健康状態に異常がないかを聞いてカゼなど異常のある人は除外した。
- (E) 官能検査中判定人の味覚感覚が疲労するのを防ぐために、休憩をとり、また水でうがいのできるようにするなどの配慮をした。
- (F) パネルには官能検査を行なう前に第56表パネルカードの記入法やこの実験の目的などに十分に説明して納得させた。

このような点に留意したが、その試料の組み合わせは客観的順位（果汁粘度）に差のあるものを組み合わせるようにした。なお官能検査の概要を第42表にしめた。

実験結果

第41、42表のごとく、テスト番号1は1971年11月中旬に採取した果実を用いて行

第41表 供試果実の概要

テスト番号	試料番号	所在地	樹令	品種と系統	粘度(c.p.)	採取日
1	2	貴志川町 西山	11	早生種 宮川	1.290	1971年 11月中旬
	7	野上町 長谷	12	早生種 宮川	1.236	
	11	湯浅町 田	13	早生種 宮川	1.256	
	17	吉備町 天満	10	早生種 宮川	1.236	
	21	吉備町 高瀬	11	早生種 宮川	1.280	
2	13	金屋町 小川	13	早生種 宮川	1.201	1971年 11月中旬
	22	吉備町 高瀬	10	早生種 宮川	1.279	
	10	有田市 野村	12	早生種 宮川	1.231	
3	1	吉備町 船坂	14	普通種 林	1.380	1971年 12月中旬
	2	貴志川町 西山	13	普通種 宮川	1.737	
	3	橋本市 市脇	13	普通種 林	1.289	
4	7	貴志川町 西山	12	早生種 宮川	1.354	1972年 11月中旬
	2	吉備町 大谷	16	早生種 宮川	1.201	
	13	有田市 市原	15	早生種 宮川	1.069	
5	6	湯浅町 田	15	普通種 尾張	1.332	1972年 12月中旬
	3	有田市 野村	12	普通種 上林	1.221	
	2	吉備町 上中島	12	普通種 林	1.114	

なった。それぞれの果実の果汁粘度は1.290 c.p.、1.236 c.p.、1.256 c.p.、1.236 c.p.、1.280 c.p.であった。この5種の早生温州ミカンを試料にミカン農家7名と和歌山果試、農業改良普及所、農協、近大附属農場などの果樹関係の技術者9名の計16名で行なった。

第43表はこのようにして行なった官能検査の判定人カードの集計、およびそれにSpearmanの検定を加えたものである。第43表から、試料5種の場合、パネル16名中客観的順位(果汁粘度)と主観的順位とが一致していることをしめす $rs = 1$ は1名のみで、 $rs = 0.9$ が2名、 $rs = 0.6$ と 0.5 がそれぞれ3名と4名で計7名と一番多く、ついで $rs = 0.4 \sim -0.6$ の判定人は6名であった。このようにテスト番号1のように試料数5種ではパネルの識別はバラバラで、客観的順位と主観的順位は一致しなかった。

テスト番号2は第41、42表のとおり、テスト番号1と同様に1971年11月中旬に採取、果汁粘度がそれぞれ1.201 c.p.、1.231 c.p.と1.279 c.p.の3種の果実を試料にテスト番号1を終了後しばらくの時間休憩を行なった後に実施した。その結果の集計およびSpearmanの検定を加えた結果を第44表にしめした。第44表から $rs = 1$ をしめした判定人は16名中12名、 $rs = 0.5$ が3名、 $rs = -0.5$ が1名と $rs = 1$ のパネルが圧倒的に多くなった。

第42表 官能検査の概要

テスト番号	試料番号	官能検査日	天候	検査室温(°C)
1	2.7.11.17.21	1971年11月21日	晴	18
2	13.10.22	1971年11月21日	晴	18
3	1.2.3	1971年12月24日	晴	17
(1)		1972年11月20日	晴	15
4 (2)	7.2.13	1972年11月22日	晴	15
(3)		1972年11月24日	晴	14
(1)		1972年12月19日	晴	13
5 (2)	6.3.2	1972年12月24日	晴	17

(次頁につづく)

(前頁よりつづく)

テスト番号	判 定 人			検 査 場 所	官能検査法
	男 性	女 性	計		
1	16	0	16	近畿大学農学部 附属農場	順 位 法
2	16	0	16		
3	20	0	20		
(1)	19	1	20	和歌山県果樹試験場	順 位 法
4 (2)	8	31	39	有田川農協共選場	順 位 法
(3)	22	21	43	吉 備 高 校	順 位 法
(1)	9	29	38	有田市農協共選場	順 位 法
5 (2)	29	55	84	湯浅町内民家	順 位 法

このことからパネルの食味の識別能力は5種の場合に比較してよくなり、その嗜好もよく一致して、客観的順位と主観的順位とはよく一致することがわかった。

さらにテスト番号3は第41、42表のごとく、1971年12月中旬に採取した普通温州シカンを試料として12月中旬にミカン農家8名と果樹関係技術者(和果試、農業改良普及所、農協などの技術者)12名の計20名をパネルとして、テスト番号1、2の場合とほぼ同様の条件下で行なった官能検査の結果およびその結果にSpearmanの検定を加えた結果を第45表にしめした。第45表から、パネル20名中 $rs=1$ のパネルは18名、 $rs=0.5$ が1名、 $rs=-1$ が1名と圧倒的に $rs=1$ のパネルが多く、テスト番号2に比較しても多かった。このことから各試料果実間に食味の差のあることがみとめられた。

そこでさらにテスト番号2と3の官能検査の結果にKendallとKramerの検定を加えた結果をそれぞれ第46、47、48表および49表にしめした。テスト番号2の場合、第46表からKendall検定の結果は試料番号13、10、22の順位合計(T_i)は45、32、19となり、また $\bar{T}=32$ 、 $S=313$ となって、パネルの判定はよく一致していた。さらに一致係数

第43表 Spearman の順位相関係数による検定 (テスト番号1)

試料番号	客観的順位	パネ ル 番 号							
		1	2	3	4	5	6	7	8
2	1 (1.290)	1	1	5	1	1	1	1	1
7	5 (1.236)	5	3	1	2	3	3	3	3
11	3 (1.256)	3	5	3	4	2	2	5	2
17	4 (1.238)	2	4	4	5	5	5	2	4
21	2 (1.280)	4	2	2	3	4	4	4	5
$\Sigma (X_i - y_i)^2$		8	8	32	12	10	10	16	14
rs		0.6	0.6	-0.6	0.4	0.5	0.5	0.2	0.3

試料番号	パネ ル 番 号								
	9	10	11	12	13	14	15	16	
2	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	3	5	3	5	3	5	5	5	
11	5	3	5	3	2	3	2	4	
17	2	4	2	2	5	2	4	3	
21	4	2	4	4	4	4	3	2	
$\Sigma (x_i - y_i)^2$		16	0	16	8	10	6	2	2
rs		0.2	1	0.2	0.6	0.5	0.5	0.9	0.9

(注) rs : Spearman の順位相関係数

第44表 Spearman の順位相関係数による検定 (テスト番号2)

試料番号	客観的順位	パネ ル 番 号							
		1	2	3	4	5	6	7	8
13	3 (1.201)	2	3	2	3	3	3	2	3
10	2 (1.231)	3	2	1	2	1	2	3	2
22	1 (1.279)	1	1	3	1	2	1	1	1
$\Sigma (x_i - y_i)^2$		2	0	6	0	2	0	2	0
rs		0.5	1	-0.5	1	0.5	1	0.5	1

(次頁につづく)

試料番号	パネル番号							
	9	10	11	12	13	14	15	16
13	3	3	3	3	3	3	3	3
10	2	2	2	2	2	2	2	2
22	1	1	1	1	1	1	1	1
$\sum (x_i - y_i)^2$	0	0	0	0	0	0	0	0
rs	1	1	1	1	1	1	1	1

第45表 Spearman の順位相関係数による検定 (テスト番号3)

試料番号 客観的順位		パネル番号									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2 (1.386)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1 (1.737)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3 (1.289)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
$\sum (x_i - y_i)^2$		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
rs		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

試料番号		パネル番号									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2		1	2	1	1	1	1	3	1	1	1
3		3	3	3	3	3	3	1	3	3	3
$\sum (x_i - y_i)^2$		0	2	0	0	0	0	6	0	0	0
rs		1	0.5	1	1	1	1	-1	1	1	1

第46表 Kendall の一致性の係数による検定 (テスト番号2)

試料番号 客観的順位		パネル番号									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	3 (1.201)	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3
10	2 (1.231)	3	2	1	2	1	2	3	2	2	2
22	1 (1.279)	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1

(次頁につづく)

試料番号	パネル番号							Ti
	11	12	13	14	15	16		
13	3	3	3	3	3	3	45	
10	2	2	2	2	2	2	32	
22	1	1	1	1	1	1	19	

Ti	45.32.19	F_0	23.46
\bar{T}	32	φ_1	1.87
S	313	φ_2	28.5
W	0.61	$F_{\varphi_2}^{\varphi_1}$	3.33

第47表 Kendall の一致性の係数による検定 (テスト番号3)

試料番号 客観的順位		パネル番号									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2 (1.386)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1 (1.736)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3 (1.289)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

試料番号	パネル番号										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Ti
1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	39
2	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1	23
3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	58

Ti	39.23.58	F_0	60.1
\bar{T}	40	φ_1	1.9
S	614	φ_2	36.1
W	0.76	$F_{\varphi_2}^{\varphi_1}$	3.23

Wは0.61、また $F_0 = 23.46$ 、 $\varphi_1 = 1.9$ 、 $\varphi_2 = 2.9$ ゆえに $F_0 > F_{29}^2 (F_0 (2.36) > F_{29}^2 (3.33))$ となった。このことからテスト番号2の3種の試料の間には有意水準5%で16名のパネルの食味判定の結果がよく一致していて、また試料番号22-10-13の順に、すなわち客観的順位(果汁粘度の順位)の順にパネルが好んでいることがわかった。テスト番号3の場合も第47表のごとく、普通温州ミカンで、試料番号2-1-3の順にTi =

第48表 Kramer の順位合計による検定 (テスト番号2)

試料番号	客観的順位	パネ ル 番 号									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13	3 (1.201)	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2
10	2 (1.231)	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1
13	3 (1.201)	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2
22	1 (1.279)	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
10	2 (1.231)	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2
22	1 (1.279)	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1

試料番号	パネ ル 番 号						合 計
	11	12	13	14	15	16	
13	2	2	2	2	2	2	30
10	1	1	1	1	1	1	16
13	2	2	2	2	2	2	31
22	1	1	1	1	1	1	17
10	2	2	2	2	2	2	30
22	1	1	1	1	1	1	16

順位 : 22-10-13

第49表 Kramer の順位合計による検定 (テスト番号3)

試料番号	客観的順位	パネ ル 番 号									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2 (1.386)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1 (1.737)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2 (1.386)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3 (1.289)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	1 (1.737)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3 (1.289)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

試料番号	パネ ル 番 号										合 計
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	38
2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	22
1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	21
3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	39
2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	21
3	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	39

順位 : 2-1-3

39.23、58、 $\bar{T}=40$ 、 $S=614$ 、 $W=0.76$ 、 $F_0=60.1$ 、 $\varphi_1=1.9$ 、 $\varphi_2=36.1$ 、ゆえに $F_0 > F_{36}^2$ となってテスト番号2と同様の結果がえられた。なおWはテスト番号1の0.61に比較してやや大きかった。

つぎにKramerの検定を加えて、各試料間の有意差検定するためにテスト番号2、3の結果でパネルの主観的順位の上位のものに1、下位の方に2をつけて順位合計(Ti)を算出したものが第48表と49表である。第48表からテスト番号2の場合は試料番号13-10の順位合計(Ti)は30-16、試料番号13-22は31-17、試料番号10-22は30-16となった。Kramerの検定表^{(1),(54),(72)}からテスト番号2のn=20、t=2で20-28であるから、いずれの組み合わせの場合も順位合計が26-34の範囲外にあることから、各試料間に5%の有意水準で食味に差のあることがわかった。テスト番号3の場合もテスト番号2と同様にしてKramerの検定をしたところ、第49表のとおり試料番号1-2のTiは38-22、試料番号2-3は21-39、試料番号1-3は21-39となって、テスト番号2と同様に試料番号2-1-3の順に有意水準5%でパネルにより好まれていることがみとめられた。このようにKramerの検定においても、パネルの主観的順位(し好順位)と客観的順位(果汁粘度の順位)とがよく一致していた。テスト番号4と5は1972年の11月中旬および12月中旬に採取した早生温州ミカンと普通温州ミカンをそれぞれの試料3種を中間数のパネルに与えて、テスト番号2、3とおなじくRanking testを行なった。官能検査用の試料および官能検査の概要は第41と42表にしめすとおりである。テスト番号4は第41と42表から、果汁粘度1、354 c.p.、1、201 c.p.と1、069 c.p.の早生温州ミカン3種をパネル102人に与えてRanking testを行なった。パネルは和果試職員20名と有田川共選従業員39名、吉備高校生43名で、パネルの年齢幅は15~65才、平均年齢30.2才、また性別人数は男性49名、女性53名で、やや女性の方が多かった。またこれらのパネルが1回に官能検査を行なうことができなかったため第42表のように各グループごとに行なった。このため官能検査室などの条件はそれぞれのグループごとに相違があり、テスト番号1、2、3に比較して検査時の条件はかなり不十分な状態であった。このRanking testの結果を集計し、さらにSpearman、Kendall、kramerの検定を各グループ別に加えた結果を第50表にしめした。第50表からSpearman検定の結果は和果試グループでrs=1は20名中14名と有田川共選グループで同様に39名中22名、吉備高校グループで43名中24名と圧倒的にrs=1のパネルが多かった。しかし有田川共選グループでrs=0.5が16名いた点が、他のグループに比較してやや異なっていた。各グループを合計すると第52表から、102名のパネル中rs=1が60名で性別では男性のほうが多く、rs=0.5は39名で女性のほうが

第50表 各検査グループのSpearman, Kendall およびKramer の検定 (テスト番号4)

試料番号	果汁粘度 (c.p.)	客観的順位
7	1.345	1
2	1.201	2
13	1.069	3
$T = n(t+1)/2$	$W = 12S/n^2(t^3-t)$	$\varphi_1 = t-1-2/n$
$S = (\bar{T} - T_i)$	$F_0 = (n-1)W/1-W$	$\varphi_2 = (n-1)\varphi_1$

検査グループ名	和歌山県果樹試験場									有田					
	r s	n	順位合計									n	順		
			7	2	13	7	2	7	13	2	13		7	2	13
1.0	14	14	28	42	14	28	14	28	14	28	22	22	44	66	
0.5	4	8	4	12	8	4	4	8	4	8	6	12	6	18	
0.5	1	1	3	2	1	2	1	2	2	1	10	10	30	20	
-0.5	1	2	3	1	1	2	2	1	2	1	1	2	3	1	
-0.5															
-1.0															
Total	20	25	38	57	24	36	21	39	22	38	39	46	83	105	
K. range		32-48			26-34		26-34		26-34			64-91			
\bar{T}		40													
S		518													
W		0.64													
F_0		3286													
φ_1		1.8													
φ_2		342													
F^{φ_1}		332													
φ_2															

(注)

- n : パネル数
- K. range : Kramer の範囲
- W : Kendall の一致性の係数
- r s : Spearman の順位相関係数

川農協共選場						吉備高校												
位合計						n	順位合計											
7	2	7	13	2	13		7	2	13	7	2	7	13	2	13			
22	44	22	44	22	44	24	24	48	72	24	48	24	48	24	48			
12	6	6	12	6	12	9	18	9	27	18	9	9	18	9	18			
10	20	10	20	20	10	9	9	27	18	9	18	9	18	18	9			
1	2	2	1	2	1													
						1	3	2	1	2	1	2	1	2	1			
45	72	40	77	50	67	43	54	86	118	53	76	44	85	53	76			
51-67	51-67	51-67					71-99			56-74	56-74	56-74	56-74					
	78										86							
	1778										2048							
	0.58										0.55							
	52.47										51.33							
	1.95										1.96							
	74.10										82.32							
	3.15										3.15							

第51表 各グループのSpearman.Kendall およびKramer の検定 (テスト番号5)

試料番号	果汁粘度 (c.p.)	客観的順位
6	1.332	1
3	1.221	2
2	1.114	3

検査グループ名	有田市農協共選場										一般			
	r s	n	順位合計								n	順位		
			6	3	2	6	3	6	2	3		2	6	3
1.0	23	23	46	69	23	46	23	46	23	46	30	30	60	90
0.5	6	12	6	3	12	6	6	12	6	12	6	12	6	18
0.5	9	9	27	18	9	18	9	18	18	9	10	10	30	20
0.5											2	4	6	2
0.5											1	3	1	2
1.0											1	3	2	1
計	38	44	79	105	44	70	38	76	47	67	50	62	105	133
K.range		62-88			50-65		50-65		50-65			83-115		
\bar{T}												76		
S												1874		
W												0.65		
F_0												68.7		
φ_1												1.95		
φ_2												72.1		
F^{φ_1} φ_2												3.15		

消費者						一般消費者									
位合計						n	順位合計								
6	3	6	2	3	2		6	3	2	6	3	6	2	3	2
30	60	30	60	30	60	22	22	44	66	22	44	22	44	22	44
12	6	6	12	6	12	4	8	4	12	8	4	4	8	4	8
10	20	10	20	20	10	7	7	21	14	7	14	7	14	17	7
2	4	4	2	4	2	1	2	3	1	1	2	2	1	2	1
2	1	2	1	1	2										
2	1	2	1	2	1										
58	92	54	96	63	87	34	39	72	93	38	64	35	67	42	60
66-86		66-86		66-86			54-77			43-57		43-57		43-57	
		100								68					
		2558								1482					
		0.51								0.64					
		51.0								58.7					
		1.96								1.95					
		96.0								64.4					
		3.15								3.15					

多かった。その他 $r_s = -0.5$ 、 -1 はそれぞれ2名と1名いたが少なかった。このようになり検査時の状態が不十分であってもまたパネルの年齢や職業に相違があっても、パネルの識別能力はよく一致していて、各試料に食味の差のあることがみとめられた。つぎにテスト番号2と同様に Kendall の検定を加えたところ、 $T_i = 125, 207, 280$ 、 $\bar{T} = 204$ 、 $S = 12025$ 、 $W = 0.57$ 、 $F_0 = 133.88$ 、 $\varphi_1 = 1.99$ 、 $\varphi_2 = 200.9$ ゆえに $F_0 > F_{198}^2$ となってテスト番号2、3と同様の結果がえられた。さらに Kramer の検定を加えた結果は和歌山果試、有田川共選、吉備高校の各グループともに、Kramer の検定表^{(1)・(54)・(72)}の範囲外にあって、試料番号7-2、7-13、2-13の各組み合わせ試料間には有意差5%で食味に差があり、試料番号7-2-13の順にパネルに好まれていて、テスト番号2、3と同様の結果がえられた。テスト番号5は

第52表 テスト番号4の全グループのSpearman、Kendall およびKramerの検定

r s	n	順位合計								
		7	2	13	7	2	7	13	2	13
1.0	60	60	120	180	60	120	60	120	60	120
0.5	19	38	19	57	38	38	19	38	19	38
0.5	20	20	60	40	20	40	20	40	40	20
-0.5	2	4	6	2	2	4	4	2	4	2
-0.5										
-1.0	1	3	2	1	2	1	2	1	2	1
計	102	125	207	280	122	184	105	201	129	181
\bar{T}		204								
S		12025								
W		0.57								
F_0		133.88								
φ_1		1.99								
φ_2		200.99								
F_{φ_1} φ_2		3.07								

第53表 テスト番号5の全グループSpearman、Kendallおよびkramerの検定

r s	n	順位合計								
		6	3	2	6	3	6	2	3	2
1.0	75	75	150	225	75	150	75	150	75	150
0.5	16	32	16	48	32	16	16	32	16	32
0.5	26	26	78	52	26	52	26	52	52	26
-0.5	3	6	9	3	3	6	3	3	6	3
-0.5	1	3	1	2	2	1	1	1	1	2
-1.0	1	3	2	1	2	1	1	1	2	1
計	122	145	256	331	140	226	127	239	152	214
\bar{T}		244								
S		17514								
W		0.58								
F_0		167.09								
φ_1		1.99								
φ_2		240.79								
F_{φ_1} φ_2		3.07								

テスト番号4と同様に第41、42表にしめたような12月中旬に採取した普通温州ミカン3種を中間パネル数の122名(有田市共選従業員38名、一般消費者84名)のパネルに与えてRanking Testを行なった。パネルの年齢幅15~66才、平均年齢28.9才、男性38名、女性84名であった。この実験の条件もテスト番号4と同様かそれともやや悪い条件下で行なった。第51.53表にこの官能検査の結果にテスト番号4と同様のSpeaman.Kendell.kramerの検定を加えた結果をしめた。第51.53表から122名のパネル中 $rs=1$ のパネルは75名 $rs=0.5$ は42名、その他5名ではほぼテスト番号4と同様の結果がSpeaman 検定の結果えられた。つぎにKendall 検定の結果は $T_i=145、256、331、\bar{T}=244、S=17514、W=0.58、F_0=167.09、\varphi_1=1.99、\varphi_2=240.79$ 、ゆえに $F_0 > F_{306}^2$ となった。さらにKramer 検定の結果はいずれのグループの T_i もKramer 検定表^{(1),(54),(72)}の範囲外にあり、試料番号6-3-2の順のパネルによって好まれており、またこの順位はテスト番号2、3とおなじく客観的順位の果汁粘度の順位とよく一致していることがわかった。このようにRanking testの結果は各試料間に5%の有意水準で食味に差があり、またパネルの嗜好順位と客観的順位(果汁粘度の順位)とがよく一致することなどがわかった。

第2節 Scheffé test

本法はPaired comparison testの中でも、最も有効であるとされるものの一つで利用者が多い。通常の一対比較法では判定人への設問は例えば「AとBとどちらがおいしいか」といったようなもので、判定人にはAかBかのどちらかの返答しかない。これとはちがってScheffé testではScalar Scoring methodによって行なわせるもので、また試料の食味などを評価するときの順序効果がみられるようになっている。従って、Ranking testなどよりも正確に検査が行なえる利点があり、かつ比較する試料間の差の程度を表現できる。^{(1)•(54)•(72)•(130)}第1節のRanking testで主観的順位と客観的順位がよく一致し、また果汁粘度の相違のある試料間に食味の差のあることなどわかったので、本節ではさらにScheffé testによって官能検査を実施した。

実験材料と方法

官能検査に供試した果実は第2章第1節でのべたと同様の方法で採取した。また果実の採取後の取扱いや、果汁粘度の測定などもすべておなじようにして行なった。

なお供試果実の生産地、採取日などは第54表にしめすとおりである。つぎに官能検査も第一節でのべたとはほぼ同様の条件下で実施したが、その概要は第55表にしめすとおりである。

第54表 供試果実の概要

テスト番号	試料番号	所在地	樹令	品種と系統	粘度 (c.p.)	採取日
6	7	有田市新堂	12	早生種宮川	1.447	1973年11月中旬
	12	金屋町小川	14	早生種松山	1.123	
	17	金屋町西峰	11	早生種松山	1.072	
7	7	湯浅町 田	16	普通種尾張	1.252	1973年12月中旬
	2	有田市新堂	13	普通種上林	1.217	
	3	有田市市原	13	普通種繁田	1.150	

第55表 官能検査の概要

テスト番号	試料番号	官能検査日	天候	検査室温 (°C)
6	7.12.17	1973年11月26日	晴	17
7	7.2.3	1973年12月20日	晴	17

(下段につづく)

判定人			検査場所	官能検査法
男性	女性	計		
18	1	19	有田青少年センター	Scheffé 法
16	4	20	有田市役所	Scheffé 法

第56表 判定人カード (順位法)

テスト番号

日付 年 月 日 天候

判定人氏名 天齢 男 女

供試果実	A	B	C
順位			

A～Cのうち、もっともおいしいと感ずるものに1、以下2、3とそれぞれの試料名の下に記入して下さい。

性別は○で囲んで下さい。

判定人カード (Scheffé 法)

テスト番号

日 付 年 月 日 天候

判定人氏名 年齢 男 女

1	2	0	-1	-2
先に食した方が確 かにおいしい	先に食した方がい くぶんおいしい	まったく同じ程度	先に食した方がい くぶんまずい	先に食した方がた しかにまずい

先に食したミカンが後に食したものに比べて食味がどうかをそれぞれの評点の下に○をつけて評価して下さい。

性別は○で囲んで下さい。

第57表 判定人カードの集計 (テスト番号6)

評点 組み合わせ	評点					合 計	n	$\hat{\mu}_{ij}$	$\hat{\pi}_{ij}$
	-2	-1	0	1	2				
7-12	1	1	0	2	15	29	19	1.5263	1.2105
12-7	7	7	2	2	1	-17	19	-0.8947	
7-17	2	2	0	3	12	21	19	1.1052	1.3157
17-7	15	2	0	1	1	-29	19	-1.1526	
12-17	0	2	5	6	6	16	19	0.8421	0.8157
17-12	6	7	3	2	1	-15	19	-0.7894	
合 計	31	21	10	16	36				

α_7 0.8420

α_{12} - 0.1316

α_{17} - 0.7104

Scheffé test は常法により実施した。(1),(17),(54),(71) このさい用いたカテゴリ尺度は第56表のとおり、-2 (dislike very much)、-1 (dislike moderately)、0 (neither like or dislike)、1 (like moderately)、2 (like very much) の5段階の嗜好尺度を用いて、パネルに食味評価をさせた。その他本章第1節でのべたよう

な官能検査時の諸点に留意しながら実験をすすめるようにした。

実験結果

テスト番号6は1973年11月中旬に採取した果汁粘度1.447 c.p.、1.123 c.p.、1.072 c.p.の3種の早生温州ミカンを試料に農業改良普及員19名(うち女性1名)をパネルして Scheffé test を行なった。その結果を第57表にしめた。この実験の場合の官能検査室などの状態はテスト番号2、3に比較してやや不十分であったが、テスト番号4、5にくらべてかなりよかった。第57表は判定人カードを集計し、常法^{(1),(17),(72)}により $\hat{\mu}_{ij}$ 、 $\hat{\pi}_{ij}$ 、 α_i などを算出したもので、 $\alpha_7 = 0.8420$ 、 $\alpha_{12} = 0.1316$ 、 $\alpha_{17} = 0.7104$ となった。さらに常法^{(1),(17),(72)}により分散分析を行なった結果を第58表にしめた。第58表から、主効果、偏差、順序効果の分散比がそれぞれ4.9604、4.546および1.298でテスト番号6の場合、主効果と偏差に有意差がみとめられた。そこでさらにYard - Stick ($Y_{0.05}$)を算出すると、 $Y_{0.05} = 0.4065$ となって、つぎに各試料間の α_i の差は $\alpha_7 - \alpha_{12} = 0.9736$ 、 $\alpha_7 - \alpha_{17} = 1.5524$ 、 $\alpha_{12} - \alpha_{17} = 0.5788$ といずれも $Y_{0.05} = 0.4065$ よりも大きい、このため試料番号7-12-17の各試料間には有意水準5%で食味に差がみとめられ、図示すると第58表の下図の通りとなった。この試料番号7-12-17の嗜好順位は客観的順位(果汁粘度の順位)とよく一致していて、果汁粘度の高いミカンがパネルによって好まれていることをしめている。テスト番号7はテスト番号6とおなじく1973年12月中旬に採取した3種の普通温州ミカン(果汁粘度1.252 c.p.、1.217 c.p.、1.150 c.p.)を試料に、有田市役所農林部職員20名をパネルとして第54と55表にしめすような条件でScheffé test を実施した。判定カードを集計し、テスト番号6とおなじく常法により解析を行なった結果を第59と60表にしめた。^{(1),(17),(72)}第59表から $\alpha_7 = 0.475$ 、 $\alpha_2 = 0.150$ 、 $\alpha_3 = -0.625$ となった。また第60表から、主効果、偏差、順序効果の分散比が2.7828、5.449、0.690とテスト番号6とおなじように主効果と偏差に有意差がみとめられ、 $Y_{0.05} = 0.3588$ となり、つぎに各試料間の α_i の差はそれぞれ $\alpha_7 - \alpha_2 = 0.3250$ 、 $\alpha_7 - \alpha_3 = 1.1000$ 、 $\alpha_2 - \alpha_3 = 0.7750$ となった。このことから試料番号7-2の間には食味に有意差がみとめられず、試料番号7-3、試料番号2-3の間には食味に有意差がみとめられた。この関係を図示すると第62表の下図の通りとなった。

第58表 テスト番号6の分散分析表

	平方和		自由度	不偏分数	分散比
主効果	S_{α}	140.311	2	70.156	49.604
偏差	S_{γ}	6.43	1	6.43	4.546
平均嗜好度	S_{π}	146.741	3		
順序効果	S_{δ}	5.506	3	1.835	1.298
平均誤差	S_{μ}	152.247	6		
	S_e	152.753	108	0.705	
計		305.000	114		

$$Y_{0.05} = 0.4065 \quad \alpha_7 - \alpha_{12} = 0.9736 \quad \alpha_7 - \alpha_{17} = 1.5524$$

$$\alpha_{12} - \alpha_{17} = 0.5788$$

試料番号17

試料番号12

試料番号7

(-0.7104)

(-0.1316) 0

(0.8420)

第59表 判定人カードの集計 (テスト番号7)

評点 組み合わせ	評点					合計	n	$\hat{\mu}_{ij}$	$\hat{\sigma}_{ij}$
	-2	-1	0	1	2				
7-2	1	1	3	12	3	15	20	0.75	0.575
2-7	2	11	2	3	2	8	20	-0.40	
7-3	1	2	3	5	9	19	20	0.95	0.850
3-7	8	5	3	2	2	15	20	-0.75	
2-3	0	2	1	8	9	24	20	1.20	1.025
3-2	8	6	2	3	1	17			
合計	20	27	14	33	26				

$$\alpha_7 = 0.475$$

$$\alpha_2 = 0.150$$

$$\alpha_3 = 0.625$$

第60表 テスト番号7の分散分析表

	平方和	自由度	不偏分数	分散比	
主効果	S_{α}	76.644	2	38.322	27.828
偏差	S_{γ}	7.504	1	7.504	5.449
平均嗜好度	S_{π}	84.148	3		
順序効果	S_{δ}	2.852	3	0.951	0.690
平均均	S_{μ}	87.000	6		
誤差	S_e	157.000	114	1.377	
計		244.000	120		

$$Y_{0.05} = 0.3588 \quad \alpha_7 - \alpha_2 = 0.3250 \quad \alpha_7 - \alpha_3 = 1.1000$$

$$\alpha_2 - \alpha_3 = 0.7750$$

試料番号3

試料番号2

試料番号7

(-0.625)

0 (0.150)

(0.4750)

第3節 考 察

食品の味はわれわれが食物を口にしたときに感ずる感覚で、この際味覚以外の感覚が交錯し、その総合された結果が「うまい」「まずい」として表現されるものであって、科学技術の進歩した今日においても、味の最終的な判定は人間の味覚を判定器とした官能検査によらざるを得ない。しかし食品の品質などを評価する場合、その食品の品質特性を整理して、最もその品質特性を代表する物理、化学的特性かつ品質評価の客観的指標として用いられている。^{(1),(72)}温州ミカンの食味評価をする場合、このような指標として、従来は糖酸比、甘味比などが用いられていて、ミカンの食味をこの指標によって濃厚区、甘味区、酸味区、淡白区などの4区に分画して、食味の目やすにしている。^{(103),(105),(106),(107)}さらにミカンの17項目の特性値とミカンの食味との関係を解析した結果、食味の主要な刺激である。「甘さ」と「酸味」の成分因子である全糖と遊離酸が最大の品質情報をもつ方向に位置しており、また屈折計示度、pHもほぼ同様の傾向をしめすことから、実用的には屈折計

示度11~13、pH 3.7~3.8を頂上とするし好度の山形を考え、この山形の高さを適度に区分してできる等高線を平面に写影しておけば、直示的に食味をとらえることができることが報告されている。⁽⁷⁷⁾、⁽⁷⁸⁾このようにミカンの食味は果汁の糖分、酸分の含有比によってキキるとされている。

他方果汁粘度は第1章でのべたごとく、果汁の比重、屈折計示度、水分、pH、糖分、酸分、ペクチン分、などの多くの理化学的性質や、また果汁の甘味比とも高い相関係数をしめたことから、温州ミカンの食味とは密接な関係にあると考えられた。他方温州ミカンなど果実類の官能検査をする場合、どのような方法が適しているかに関する研究は余り見当らなかつたため、この実験ではパネルのし好度を知る目的で、多くの食品に広く用いられている順位法 (Ranking test) と一対比較法 (Paired comparison test) 中の Schffé test によって官能検査を実施した。

テスト番号1の結果から、5種の試料の場合はパネルの判定によってバラツキがみとめられ、パネルの識別能力が悪く、各試料間の食味の差がパネルによって正しく識別されているとはいえ、各試料間に差がないということになる。これとは対照的にテスト番号2の3種の場合はパネルの判定はよく一致していて、パネルの識別能力がよく、各試料間の食味の差がパネルによって正しく識別されたといえよう。このようなことから、温州ミカン食味の官能検査は試料数を少なくして、また評価する果実の1部(じょうのう1~2個)で行なうのがよいと考えられる。しかしテスト番号1と2では試料の組み合わせに相違があって、試料間の果汁粘度差もテスト番号1の方がテスト番号2に比較してかなり小さく、また飯野ら⁽²²⁾によれば果実の個体別、同一果実でもじょうのう別に屈折計示度 pH にかなりのバラツキがあると報告されていることから、この実験ではこのような個体別、じょうのう別の個体差を測定していないが、かなりの幅でバラツキがあるものと考えられる。このようなことから $r_s = 1$ のパネルが食味検査をしたじょうのう間の果汁粘度のバラツキが大きな原因の1つでないかと考えられた。しかし試料数は少ない方が、多いよりもパネルの識別能力がよくなると考えられ、この意味では5種よりも3種の方が適当であるが、試料5種でも、この実験よりもっと果汁粘度差の大きい試料を組み合わせた場合の実験を行なってみなければ、3種に比較して、パネルの識別能力がこの実験ほど著しくなると即断することは早計であるかもしれない。つぎにテスト番号2に、Kendall の検定を加えた結果は試料の3種の間には有意水準5%でパネルの食味判定の結果がよく一致していて、果汁粘度の高い順すなわち試料番号22-10-13の順にパネルが好んでいる。また Kramer の検定の結果も順位合計がいずれの組み合わせの場合にも Kramer の検定表の範囲外にあって、5%の有意水準で試料間に差があって、Kendall の検定とはなじように試料番号22-10-13の順にパネルによって好まれている。このように Spearman、Kendall、Kramer のいずれの検定においてもパネルのし好順位と試料の果汁粘度の順位とが一致していることから、果汁粘度をミカン食味評価の指標にできるものと考えられた。テスト

番号3は普通温州ミカン3種について、テスト番号2とほぼ同数のパネルによって官能検査を行なったが、Spearman 検定の結果はテスト番号2よりも $r_s = 1$ のパネル数が多い。これはテスト番号2の場合に比較して、やや果汁粘度差が大きいためと考えられた。そしてほぼテスト番号2とおなじ結果がえられた。つぎに Kendall、Kramer の検定の結果もテスト番号2と同様の結果をしめし、パネルの嗜好順位と果汁粘度の順位がよく一致している。テスト番号4と5はそれぞれ早生、普通温州ミカン3種を試料に100名以上の中間パネルによる Ranking test を行なった。この実験の場合はやや検査室の条件は不十分であったが、Spearman 検定の結果からテスト番号4の場合、 $r_s = 1$ のパネルが58.8%、 $r_s = 0.5$ のパネルが38.2%で、テスト番号2、3に比較してやや少なかった。またテスト番号5では $r_s = 1$ のパネルが61.5%、 $r_s = 0.5$ のパネルが34.4%でややテスト番号4に比較して多かったが全体として $r_s = 1 \sim 0.5$ のパネルがテスト番号4で97%、テスト番号5で96%とパネルの嗜好順位がよく一致していて、テスト番号2、3とおなじような結果がえられた。さらにテスト番号4、5の Kendall 検定の結果はいずれも有意水準5%でパネルの判定が一致していて、各試料間に食味に差のあることがみとめられた。なおテスト番号4、5のそれぞれの各グループ別にも同様のことがみとめられた。さらに Kramer 検定の結果から和果試、有田川共選、吉備高校の各グループとも順位合計が Kramer の検定表の範囲外でテスト番号4で、試料番号7-2-13の順にパネルに好まれていることがわかった。同様にテスト番号5の有田市共選、一般消費者の各グループでもおなじように試料番号6-3-2の順にパネルにより好まれていることがわかった。なお前述の一般消費者グループの Kramer の範囲は Kramer の検定表に記載がなく推算した数値によって検定した。またグループ合計の中間パネル数では Kramer の範囲がわからず検定することはできなかった。このように中間パネル数での Ranking test の結果でもテスト番号2、3と同様にパネルの嗜好順位と果汁粘度の順位とがよく一致していて、果汁粘度を温州ミカンの食味評価を行なう場合の有用な指標として用いることができるかと推察される。

他方一対比較法の1種である Scheffé test を早生・普通両温州ミカンについて、それぞれテスト番号6と7で行なった。テスト番号6から、各試料間に有意水準5%で食味の差があって、パネルの嗜好順位と試料の果汁粘度の順位とが一致している。テスト番号7の場合もテスト番号6と同様のことがみとめられた。しかしテスト番号7で試料番号7-3、試料番号2-3との間には食味間に有意水準5%で差がみとめられたが、試料番号7-2との間には食味に有意差がみとめられなかった。そこで各組み合わせ試料間の果汁粘度差を比較してみると、テスト番号6では試料番号7-12、試料番号7-17、試料番号12-17のそれぞれの果汁粘度差は0.324 c.p.、0.375 c.p. と0.051 c.p. で、またテスト番号7では試料番号7-2、試料番号7-3、試料番号2-3の差はそれぞれ0.035 c.p.、0.102 c.p. と0.067 c.p. と テスト番号7

の試料番号 7-2 が最も果汁粘度差が少なく、この実験ではどの程度の果汁粘度差があればパネルにより識別されるかは不明である。

果汁粘度差が小さくなれば食味に差がなくなり、よくなっていくためパネルの識別が困難になるため前述のごとく試料番号 7-2 の間には食味の差に有意差がみとめられなかったのであろう。このような問題点はあるけれども Scheffé test からパネルの嗜好順位と果汁粘度の順位とは一般的に一致していて、果汁粘度をミカンの食味評価の指標として利用できるものといえよう。

第 4 節 摘 要

温州ミカンの食味と果汁粘度との関係をしる目的で、果汁粘度に差のある試料を組み合わせ、官能検査を Ranking test と Scheffé test とにより実施した。

その結果 Ranking test の場合、Spearman、Kendall、Kramer の検定のいずれの検定を加えても、また中間パネル数においても、試料に対するパネルの嗜好順位（主観的順位）と試料の客観的順位（果汁粘度の順位）とはよく一致して、多数のパネルは果汁粘度の高い温州ミカンを美味であると判定することがわかった。

また Scheffé test の場合にも、Ranking test とおなじく試料間の果汁粘度差の大きい程、その食味の差も大きくなり、果汁の粘度差が小さくなると食味がよくなっていて、パネルの判定ははっきりしなくなるが、パネルのしめす主観的順位と客観的順位は一致する。

このように Ranking test、Scheffé test の結果から、果汁粘度を温州ミカンの食味評価の尺度に利用することができよう。

総 合 考 察

温州ミカンは5月に開花結実後約7～8ヶ月の期間にその形質を変化しつつ成熟する。この果実形質の変化の過程は成熟果の品質と密接な関係にある。このうち果汁諸性質の変化の状態は果汁の主な組成成分そのものが変化するのでなく、主に組成成分の組成比における変化である。

他方粘度は溶液固有の性質で、溶液の組成が変わればもちろんのこと、組成成分比が変化すれば、それに対応して変化する。

このようなことから、早生、普通両温州ミカン果実の発育にともなう果汁粘度の変化を測定したところ、7月初旬から8月初旬の果汁粘度上昇期、8月初旬から早生温州ミカンで9月中、下旬、普通温州ミカンで10月中旬までの果汁粘度下降期、その後の果汁粘度再上昇期の3期に分けられるパターンが認められた。このような8月初旬および早生種で9月中、下旬、普通種で10月中旬の果汁粘度の変換期はまた果実の細胞肥大前期、後期および成熟期のそれぞれの変換期とよく対応していた。また、年次による相違がみられることから、果汁粘度の変化はその年の気象条件など環境条件やその他肥培管理法の相違によっても変化するものと考えられた。なお果汁粘度の変化パターンには品種による相違があって、同一品種でも系統による相違もみられた。

また、各採取日間の相関を解析した結果、それぞれの採取日の果汁粘度間に高い正の相関があったことから、果汁粘度の差異を知ることによって、その後の果汁粘度の変化状態ひいては果実の最終的な形質を推測するに有益な指標に利用できるものと考えられた。

溶液の粘度を測定する際に、その流動がニュートン流動であるかどうかは粘度の測定上重要なことであるが、果汁の場合は発育期間を通じて単純なニュートン流動をしめたことから、果汁粘度の測定は一定温度のずり応力下で測定すればよく、本実験のオストワルド粘度計の測定法で十分であることがわかった。

前述の果汁粘度の変化パターンと果実発育期間中の果実の果重、果実容積、果肉重などの形態的变化との関係について検討を加えたところ、果重が急激に増加する8、9月は果汁粘度の下降期にあたり、この期間の果肉部の発育がとくに激しく、ことに果肉中での果汁の増加量が発育期間中で最大であったことなどから、果汁粘度の変化と果肉部の発育との間に密接な関係があるものと考えられた。そしてこの期間以外の7～8月の期間と10月中、下旬以後の期間には前述の期間に比較して果重、果実容積などはそれ程変化しない。このようなことから果汁粘度上昇期は細胞肥大にともなう果汁成分の変化と何等かの関係があるものと考えられ、果汁粘度の下降期は果汁の増加による稀釈効果によるもので、さらに果汁粘度の再上昇は果汁増加量の減少と果汁中の可溶性固形物量の増加によるものと考えられた。

つぎに果汁粘度の変化パターンに直接関係すると考えられる果汁の組成成分の変化との関係についてみると、果汁の比重や屈折計示度の変化は果汁粘度上昇期と下降期には余り変化なく、8月初旬にやや比重も大きくなる程度で、顕著な変化がなかった。しかし果汁粘度再上昇期には両者は果汁粘度の変化パターンとよく似たパターンをしめし、これら3者間の関係は密接であると考えられた。果汁の組成成分中最も多い水分量の変化は全期間を通じて3%以内である。果汁粘度変化パターンとの関係では再上昇期での水分量の減少がその他の2期に比較してやや大きいことから、再上昇期の果汁粘度の変化との関係がより密接ではないかと考えられた。しかし果汁を溶液としてとらえた場合、水分は溶媒となるからつぎにのべる可溶性固形物の組成成分の質、量両面の果実発育期間中の消長がより果汁粘度の変化に影響するであろう。

糖分は果実発育期間中を通じて増加してゆくが、果汁粘度の上昇、下降両期間中での増加量はそれほど高くなく、ゆるやかに増加するが果汁粘度第3期には増加量が急激に高くなり、ことにしょ糖の増加が著しい。このためこの期には果汁粘度が急速に上昇するのであろう。このような糖分の消長とはちがって、有機酸量は7月初旬から下旬の間に急速に増加して、8月上旬頃から急速に減少し、9月下旬頃から減少量は低下してゆるやかに減少する。pHの変化は顕著ではなかったが、有機酸分の消長の激しい7月上旬から8月上旬にやや変化した。このように果汁粘度の第1期、第2期には有機酸分は果汁粘度の変化パターンと併行する形で増減する。またpHは果汁粘度上昇期のピーク時にやや変化することから何等かの関係があると考えられるが、この実験では明らかにすることはできなかった。

水溶性ペクチン量の発育期間中の消長は果汁粘度第1期には増加して8月初旬にピークとなり、その後果汁粘度の第2期には減少する。その後果汁粘度第3期にはほぼ横ばいの状態で推移する。さらにペクチン質の消長に密接に関連すると考えられるアルコール不溶性固形物も水溶性ペクチンとよく似た消長をしめた。

全チッソ量は7月中旬には8月初旬の約倍量もあって多いが、このチッソ分が8月初旬までに半減し、その後は徐々に果実の成熟期まで減少しつづけた。

一方アンモニヤ態チッソ量は7月中旬から8月初旬にはやや増加しその後9月初旬頃まで急減し、その後は横ばいの状態となる。アミノ態チッソ分は8月初旬が全期間中でやや高くなるが、全期を通じてそれ程の増減はなかった。このようなことから7月中旬から8月初旬の全チッソ量の消長は果汁中のタンパク質の消長と関係があると考えられるが、この時期は果汁粘度上昇期であってチッソ成分が減少するとしても、なお他の期間に比較して多いことから、果汁粘度の上昇にペクチン分、有機酸分などとともに主な役割りを果たしていると考えられた。

以上のように果汁の組成成分にはそれぞれの消長があって、それらの変化状態と果汁粘度変化パターンとの間に関連があると考えられた。しかしこれらの各成分のうちで、果汁粘度第1期に主に関係してい

る成分は、その量や性質などから考えて有機酸分、ペクチン分、チッソ分および pH などであろう。また果汁粘度第 2 期における低下は第 1 期に關係したこれら成分の減少と果肉部の増大による稀釈効果とによるものでであろう。さらに果汁粘度第 3 期における上昇は糖分、ことにしょ糖の増加によるものでであろう。前述のごとく果汁粘度の変化は果実の發育と密接な關係にあったことから、成熟期の果実の果汁粘度と果汁のいろいろな性質との關係に検討を加えた。その結果果汁粘度は果汁の屈折計示度や比重とは有意水準 1% で両者間に高い正の相関があった。水分量や果汁の可溶性固形物量との間にもまた前二者と同様に水分量とは負の、可溶性固形物量とは正のそれぞれ高い相関がみとめられた。つぎに pH との相関は 5% または 1% の水準で相関があったが、相関係数が 0.513、0.574 と低く屈折計示度や比重などと比較してかなり低い相関であった。果汁粘度第 3 期で主な役割りを果たしていると考えられる糖分との關係は、まずしょ糖との相関は相関係数が 0.75 ~ 0.81 と高く、また還元糖(ブドウ糖、果糖)、全糖ともしょ糖と同様に高い相関係数があり、果汁粘度と糖分との關係は密接であった。糖分について果汁の主要な組成成分の有機酸と果汁粘度との相関は 1% 水準で有意であったが、その相関係数は -0.6 でやや低い負の相関であった。果汁の組成成分としては少量であっても、その性質から果汁粘度に關与している成分として、ペクチン質があるが、果汁中に最も多い水溶性ペクチンとは正の高い相関がある。またリン酸、アルカリ可溶性両ペクチン量は水溶性ペクチン量に比較してかなり少量であったが、いずれも 1% の水準で有意であった。そして全ペクチン量とは相関係数 0.8 以上の高い相関がみられた。このように成熟期果実の果汁粘度は果汁の種々の性質とそれぞれに相関があり、これらのうちでも屈折計示度、比重、水分、可溶性固形物、糖分、ペクチン質、などとは高い相関がみとめられる。また有機酸とも有意の相関があり、さらに pH とも相関のあることから、果実の食味の評価の指標に用いられている甘味比と果汁粘度との相関を解析したところ、相関係数 0.86 以上の高い相関があった。このようなことから果汁粘度は果実の食味とも關係があるのでないかと考えられたので、果汁粘度を客観的順位として官能検査法によって両者の關係に検討を加えた。

Ranking test の結果から、果実 5 種をパネルに与えた場合には判定人の判定がバラツキ、各試料間の食味の差が識別されなかった。しかし 3 種にすると判定人の識別能力がよくなり、各試料間の食味の差が識別された。また官能試験を行なうにあたってはしょうのう 1 ~ 2 個を与えた方がよかった。以上の点に留意しながら、果汁粘度に差のある試料 3 種を用いて小パネル、中間パネルで Ranking test を行ない、その結果に Spearman、Kendall、Kramer などの検定を加えた。その結果、いずれも主観的順位(パネルの嗜好順位)と客観的順位(果汁粘度の順位)とはよく一致していた。さらに一対比較法中食味検査に多く利用されている Scheffé test による官能検査においても同様の結果がえられた。このように温州ミカンの果汁粘度は果実の發育期間中の果実形質の変化にともなう定形のパターンをしめし、また果汁の組成成分比の変化とも發育期別に

それぞれの関係があること、さらには成熟期果実の果汁成分ともそれぞれの相関があり、果実の食味とも密接な関係にあることが分った。

本研究の目的は前述したように、良品質温州ミカン生産のために、発育期間中の果実の生育状態や成熟期果実の品質評価に果汁粘度を指標として利用できるかどうかを知ることであったが、これらの結果から果汁粘度はこのような指標として十分に利用できるといえよう。

総 摘 要

近年わが国の温州ミカンの生産量は350万トンをこえるまで増加してきた。このため供給過剰となりつつあって、良品質の「美味なミカン」を生産することが生産者にもっとも重要なことであろう。

温州ミカン果実の発育は開花結実後7~8カ月間とかなり長期にわたる。他方果実の形質はこの期間中に変化しつつ成熟する。カンキツ類果実は一般に果汁の多い果実で、発育期間中に組成成分比に消長がみられる。また果汁の性質がもっとも果実の食味と関係する。そこで果汁を溶液としてとらえた場合、その果汁粘度は果汁の組成成分比の変化によって変化することが考えられる。このような観点から、果実の発育から収穫さらには出荷までの全期間を通じて、果実の生育状態や品質の指標に果汁粘度を利用できないかを検討する目的でこの研究を行なった。その結果は要約の通りである。

(1) 果実発育期間中の果汁粘度変化にはある定型のパターンがあって、7~8月初旬の果汁粘度上昇期、8月初旬~9月中、下旬(早生温州ミカン)、10月上旬(普通温州ミカン)までの期間の果汁粘度下降期、それ以後の果汁粘度再上昇期の3期に分けられる。このパターンはまた品種系統によって相違があるほか、発育期間中の気象条件などの環境条件によっても変化する。発育期間中の果実の採取日の前後間と各果汁粘度変化期別に期末最終日とそれ以前の採取日間の果汁粘度に相関があって幼果期の果汁粘度の高いものはその後においても高かった。そして果汁の流動性は発育期間を通じてニュートン流動であった。

(2) 果汁粘度変化パターンと果実発育期間中の形態的变化との間には関連性がみとめられ、果肉部の発育とはとくに関係が密接であると考えられた。そして果汁粘度第1期、第2期および第3期はそれぞれ果実の形態的变化の細胞肥大前期、後期および成熟期にあたり、これら両者の各期の変換期がよくにていた。果汁粘度第1期は丁度果実肥大の始まる頃で果肉部内の変化がはげしいために上昇し、果汁粘度第2期は果実肥大による果汁成分の稀釈効果で低下し、果汁粘度第3期は果実の成熟による果汁成分の増加によるものであろう。

(3) 果汁粘度変化パターンと果汁組成成分変化との関係で、比重、屈折計示度などは果汁粘度第1期、第2期には余り変化せず、第3期には果汁粘度と併行して上昇した。水分は幼果期に多く、その後ゆるやかに減少してゆくが、果汁粘度第3期にはややその減少が大きくなって、粘度上昇に関係していよう。糖分は幼果期からゆるやかに増加するが、果汁粘度第3期の9月中、下旬頃から急に増加し始める。この傾向は比重や屈折計示度と同様であって、増加する糖は主にしょ糖であった。このことから糖分は果汁粘度第3期に主な役割りを果たしていると考えられた。有機酸分は果汁粘

度第1期に最も多く、果汁粘度のピークとほぼ一致していて、その後は第2期に急減し、第3期にはゆるやかに減少する。ペクチン分量としては少量であるが、有機酸とはほぼ同様の变化パターンをしめした。また全チッソ分はこれより早く7月中旬頃から減少しはじめて8月初旬には半減し、その後は徐々に減少したが、アンモニヤ態チッソ分、アミノ態チッソ分などは8月初旬にやや増加し、その後急減した。このように有機酸、ペクチン分およびチッソ分は果汁粘度第1期にその変化が激しいことから、果汁粘度の上昇とこれら各種成分の間にはかなり密接な関係にあるものと考えられたが、第2期、第3期には余り関与していないであろう。

(4) 成熟期果実の果汁成分と果汁粘度との間には、比重、屈折計示度とは相関係数0.8以上の相関がみとめられたが、pHとは0.5程度のやや低い相関係数があった。水分とは0.8以上の高い相関がみとめられ、糖分で全糖と0.8以上、非還元糖と0.85以上、還元糖と0.75以上のそれぞれ高い相関をしめした。またペクチン分とも全ペクチンで0.8以上、水溶性ペクチンで0.8以上、リン酸可溶性ペクチンで0.75以上の相関係数で高い相関があった。これらの高い相関に比較してやや低い相関が有機酸との相関で、その相関係数は0.6程度のものであった。果実の食味に関する指標に利用されている甘味比との相関は0.85以上の高い相関係数が見とめられた。このようにpHや有機酸分などをのぞいて、果汁のいろいろな性質と果汁粘度の間には密接な関係のあることが分かった。

(5) 成熟期果実の果汁粘度は果汁の甘味比などと高い相関係数があったことから、果実食味との関係に検討を加えた。Ranking test を小パネル、中間パネルで官能検査を行ない、その結果に Spearman, Kendall, Kramer のそれぞれの検定を加えたところ、いずれの検定においても試料に対するパネルの主観的順位(嗜好順位)と客観的順位(果汁粘度の順位)とはよく一致していて、多数のパネルは果汁粘度の高いミカンを好んでいることが分かった。また Scheffé test においても同様の結果がえられたが、果汁粘度差の大きい程、その食味の差も大きくなり、小さくなると食味がよくなっていて、パネルの識別がはっきりしなくなる傾向があった。このようにミカンの食味との間に密接な関係のあることがみとめられた。

以上のことから、果汁粘度は温州ミカン果実の発育期間中の果実の生育状態をしる指標として、さらには収穫後果実の食味評価の指標として果実の生産～出荷の全期間を通じて十分利用できるといえよう。

引用文献

1. 味の素K.K 1967 官能検査入門(味の素K,K)
2. 新居直祐・原田公平・門脇邦泰, 1970 園学雑 39(4)309-317
3. Atkins. C.D. and A.H. Rouse., 1951. Florida State Hort. Soc. 66:289-295
4. Bain, J.M., 1951. Austral. Jour. Bot. 6:1-24
5. Bartholomew. E.T., 1923 Amer. Jour. Bot. 10:67-70
6. Berk. Z., 1964 Food Technol 18:1811-1815
7. Caldwell. J.S., 1934 USDA Tech. Bul 403:1-53
8. Charm. S.E., 1960 Food Technol. 25:351-354
9. Clements, 1964 Jour. Food Sci. 29:281-286
10. Collison. S.E., 1913 Florida Agr. Expt. Sta. Bul 115:1-23
11. Curl. A.L. and Veldhuis. M.K., 1948 Fruit product J. 27:342-350
12. Ezell. G.H. 1959 Food Technol. 13:9-13
13. 古田守夫・水口克江・大和田静子, 1953 農産技研誌 1(1)9-11
14. 榛原良之助・中山明子, 1963 日食工誌 10(11)456-460
15. 長谷川忠男・相沢孝亮・片岡栄子, 1974 食品高分子概論(上)(地人書館)
P. 156-120
16. Harding. P.L. and D.F. Fisher 1945 USDA Tech. Bul. 886:100p.p.
17. Harding. P.L. 1952 Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 59:303-306
18. H.G. Muller, 1973 食品レオロジー入門(医歯薬出版)
19. 伊庭慶昭, 1969 日園連 7-18 別刷
20. 伊庭慶昭, 1969 農及園 44(7)1051-1056
21. 伊庭慶昭・山田彬雄・木原武士・西浦昌男, 1972 果樹試報 Series B. №. 8
(2)80-83
22. 飯野久栄・小曾戸和夫, 1972 園学雑 41(4)398-404
23. 池田鐘一・木村悟, 1972 農及園 47(12)1678-1682
24. 石川康夫, 1971 農及園 46(2)315-320
25. 伊東秀夫, 1976 農及園 51(2)290-294
26. 伊東秀夫, 1976 農及園 51(3)406-410
27. 伊藤三郎, 逆瀬川浩, 1952 東海近畿農試報 №1:225-234

28. 伊藤三郎・垣内典夫, 1966 果樹試報 Series B. №5 : 63-65
29. 伊藤三郎・永文男・沢大作, 1975 鹿大農学部報 №25 : 73-83
30. 井上宏, 1972 農及園 47 (2) 1711-1712
31. 岩崎藤助, 1966 カンキツ栽培法 (朝倉書店)
32. 岩田幸夫・山田耕二, 1957 農産技研誌. 4 (5) 182-185
33. 垣内典夫・伊庭慶昭・伊藤三郎, 1970 果樹試報 Series B. №10. 149-162
34. 垣内典夫・伊藤三郎, 1971 果樹試報 Series B. №11. 101-117
35. 門屋一臣, 1973 園学雑 42 (3) 215-220
36. Kazuo Matsumoto., Sojiro Chikaizumi. Hoeln Oku and Junichiro Watanabe, 1972 園学雑 41 (2) 171-178
37. 神吉久遠, 1970 園芸学会春季大会研究発表要旨 P.29
38. Kefford., J.F., 1959 Advance Food Res. 9-285-372
39. Kertesz. Z.I. and Loconti. J.D., 1944 N.Y. State Agr. Exp. Tech. Bul. No.272
40. Kimball. L.B. and Kertesz. Z.I., 1952 Food Technol 6 (2) 283-285
41. 菊地卓郎・門屋一臣・倉岡唯行, 1964 園学雑 33 (1) 8-12
42. 児玉雅信・赤松・別所康守・大和川厚・久保進, 1977 日食工誌 24 (8) 398-403
43. Krezdorn. A.H. and R.F. Cain. 1952 Proc. Rio. Grande Valley Hort. Inst. 1952 48-52
44. 久保田収治・福井春雄・赤尾勝一郎, 1971 四国農試報 24 : 73-96
45. 久保田収治・本山栄一, 1972 四国農試報 25 : 83-92
46. 久保田収治・赤尾勝一郎, 1973 四国農試報 №26 : 71-77
47. 久保田収治・赤尾勝一郎・福井春雄, 1972 四国農試報 25 : 105-118
48. 東山隆明, 1966 農及園 41 (6) 898-902
49. 倉岡唯行・菊地卓郎, 1961 園学雑 30 (3) 189-196
50. 京大農化教室, 1968 農芸化学実験書 (産業図書)
51. 京大農学部食品工学教室 1970 食品工学実験書 (上) (養賢堂)
52. 増田耕作, 1936 園学雑 7 (1) 137-146
53. 松本幸雄, 1973 日食工誌 20 (2) 75-81
54. Maynard. A. Amrine. Rose Marie Pangborn, 1965 Principles of Sensory evaluation

of food (Academic Press).

55. Maynard. A.J., 1970 Joslyn Method of food analysis (Academic Press)
56. 松本文子, 1978 標準食品成分表 (柴田書店)
57. McCready. R.M. Walker. E.D. and Maclay. W.D. 1950 Food Technol 4:19-21
58. McCready. R.M. A.D. Swanson. H.A. Erland. R.F. and Mclay. W.D. 1951 Anal. Chem. 23:975-981
59. 水野勉, 1928 土肥学雑 2 (1) 37-49
60. 三浦洋・水田昂, 1959 食研報 №4:6-8
61. 三浦洋・水田昂, 1961 園学雑 3 (1) 17-22
62. 三浦洋・萩沼之孝・水田昂, 1963 園学雑 32 (1) 27-35
63. 三浦洋・萩沼之孝・水田昂, 1963 園学雑 32 (2) 103-113
64. 官崎芳光, 1959 農産技研誌 6 (6) 283-285
65. 森健・村岡信雄・葎花雄, 1967 日食工誌 14 (5) 187-192
66. Monselise. S.P. and F.T. Turrell, 1959 Science 129:639-640
67. 中村照子・峯下雄, 1975 家政学雑 26 (2) 116-119
68. 永原太郎・岩尾裕之・久保彰治, 1967 食品分析法 (柴田書店)
69. 西浦昌男・山田彬雄, 1972 果樹試報 №8:78-83
70. 西国国誉・松本静子, 1931 日本化学会誌 52 (12) 856-877
71. 二宮恒彦, 1971 調理科学 4 (3) 166-173
72. 日科技連官能検査委員会, 1971 官能検査ハンドブック (日科技連)
73. 農林省農林水産技術会議, 1975 栽培植物分析測定法 (養賢堂)
74. 緒方邦安, 1977 青果保蔵汎論 (建帛社)
75. 岡小天, 1972 レオロジー入門 (工業調査会)
76. 沖増哲・金子照子, 1972 食品高分子化学 (医歯薬出版)
77. 小曾戸和夫・飯野久栄, 1972 園学雑 41 (1) 83-91
78. 大城晃・石田隆, 1974 園学雑 42 (4) 389-397
79. Rouse. A.H. C.D. Atkins and R.L. Huggart, 1954 Food Technol 10. 431-435
80. Robinson. W.B., 1956 Food Technol 10 (2) 109-112
81. R.T. Whitenberger, 1955 Food Technol 9 (5) 228-235
82. R.W. Kilburn and T.T. Davis, 1959 Florida State Hort. Soci. 271-276

83. R.J. Charles and M.A. Time, 1973 Jour Food Sci. 38:456—459
84. 佐宗久雄, 1938 柑橘研究 8 (2) : 187—194
85. 坂本辰馬・奥地進, 1968 園学雑 37 (2) 115—121
86. 坂本辰馬・奥地進, 1968 園学雑 37 (3) 212—220
87. 坂本辰馬・奥地進, 1969 園学雑 38 (4) 300—308
88. 坂本辰馬・奥地進, 1970 園学雑 39 (2) 107—114
89. 坂本辰馬, 1971 農及園 46 (11) 211—217
90. Samuel. H. Maron. Irvin. M. Krieger and Arthur. W. Sisko, 1954 Jour. Applied physics 25 (8) 976
91. 崎山亮三, 1970 園学雑 39 (2) 124—129
92. Saravacos. G.D., 1968 Food Technol 22. 1585—1587
93. Saravacos. G.D., 1970 Jour. Food. Sci. 35. 122—125
94. Sites. J.W. and H.J. Reitz, 1949 Amer. Soc. Hort. Sci. 54. 1—9
95. Sites. J.W. and H.J. Reitz, 1950 Amer. Soc. Hort. Sci. 55. 73—80
96. Sinclair. W.B. and Ramsey. R.C., 1944 Botan. Gaz. 105. 140—144
97. Sinclair W.B. Bartholomew. E.T. and Ramsey. R.C., 1945 Plant physiol 20:3—6
98. Sinclair. W.B. and Desire. M. Eny., 1947 Botan. Gaz. 108:398—407
99. Sinclair. W.B. and V.A. Jolliffe, 1961 Jour. Food. Sci. 26:276—282
100. S.H. Maron and R.J. Belner, 1955 Jour. Appl. Phys. 26. 1457—1460
101. 曾根敏磨, 1969 食品の粘稠性 (光琳書院)
102. Speiser. R. and Eddy. C.R., 1946 Jour. Amer. Chem. Soc. 68:287—293
103. 樽谷隆之, 1965 農及園 40 (11) 1779—1781
104. 樽谷隆之・北川博敏・馬場稔, 1967 日食工誌 14 (7) 292—295
105. 樽谷隆之・吉田智, 1970 園芸学会春季大会要旨 P. 294—295
106. 樽谷隆之・真部正敏・北川博敏 1970 園芸学会秋季大会研究発表要旨 P. 295—295
107. 樽谷隆之・北川博敏・真部正敏・中川勝也, 1976 日食工誌 14 (8) 354—358
108. 高橋郁郎, 1969 柑橘 (養賢堂)
109. 高田邦輔, 1930 静岡県会報 34 (9) 1—9
110. 高田邦輔, 1931 園芸の研究 26 : 29—45
111. 高田邦輔, 1933 園芸の研究 29 : 144—158

112. 高田邦輔, 1934 柑橘研究 9 (1) 35-48
113. 高田邦輔, 1936 園学雑 7 (1) 118-136
114. 多門院和夫, 1974 農及園 49 (5) 608-614
115. Takeshi Mineshita, 1967 Bull Chem. Soc. Japan 40 (10) 2217-2223
116. 富田栄一・東史郎, 1969 和園試報 № 2. 33-59
117. 苦名孝, 1971 果実の生理 (養賢堂)
118. 東大農化教室 1960 実験農芸化学 (朝倉書店)
119. 中馬豊・岩本睦夫, 1974 農及園 49 (12) 1453-1458
120. 中馬豊・岩本睦夫, 1975 農及園 50 (2) 268-272
121. 中馬豊・岩本睦夫, 1976 農機誌 33 (2) 304-311
122. W.B. Sinclair, 1972 The grape fruit Univ. of Calif. Div of Agr. Sci.
123. R. Walter. L.D. Batohlon. H.J. Webber, 1968 The Citrus industry. Univ. of California Press.
124. 渡辺裕・島内武彦, 1962 生物物理化学実験法 (培風館)
125. Watt. Bernicek and Annable. L. Merrill, 1963 USDA Hand Book 8:1-189
126. W. Clifford Scott. Theo. J. Kew and M.K. Veldhuis. 1965, Jour. Food Sci. 1:30-34
127. 薬師寺清司, 1968 農及園 43 (9) 1484-1488
128. 山田耕二・岩田幸夫, 1957 農産技研誌 4 (5) 178-185
129. 吉村寿人・松下寛・森本武利, 1968 pHの理論と測定法 (丸善)
130. 吉川誠次, 1967 食品の官能検査法 (光琳書院)
131. Zeki Berk, 1964 Food Technol (1811) 153-154

Summary

This study was carried out to determine whether viscosity of fruit juice could be utilized for an index of fruit development and their daintiness through all stages such as growing, picking and shipping.

(1) There was a certain pattern in changes in viscosity of fruit juice during fruit development and this pattern was divided into three stages.

Stage-1 was a period of rapid increase in viscosity from early in July to early in August. Stage-2 was by a period of considerable decrease in viscosity of fruit juice from early in August to the second part of September Wase unshiu or to the second part of October with Futsu unshiu. Stage-3 was a period of increase slowly again in viscosity after Stage-2.

There were the differences in cultivar and strain of citrus fruit in this pattern and the difference in viscosity of fruit juice seemed to correspond with changes in the meteorological and the other environmental conditions.

In this experiment, the higher viscosity of fruit juice in sampled fruit was on the first date, the more its value was on the second date. There was a high positive correlation between viscosity of fruit juice in sampled fruit at the preceding time and the latter time, for example the first time and the second time, the second time and the third time.

Since the flow behavior of fruit juice was Newtonian flow during fruit development, it was adequate to measure viscosity of fruit juice at the constant temperature and the stress.

(2) The relation between the changing pattern in viscosity of fruit juice and the morphological variation during fruit development was recognized and especially there was a close relation between its pattern and flesh development. Stage-1, 2 and 3 seemed to correspond with the first half of enlargement of fruit cell, with the latter part of enlargement of fruit cell and with the maturation period, respectively. Viscosity of fruit juice was increased rapidly by flesh development at Stage-1 and decreased slightly by the dilute effects of fruit juice components with flesh enlargement at Stage-2 and increased again by the accumulation of each component in fruit

juice with their maturation at Stage-3.

Both the changing dates of fruit development and viscosity of fruit juice were similar enough to each other.

(3) There was the following relation between the changing pattern in viscosity of fruit juice and the changing pattern in some of their physical and chemical propertise during fruit development.

Specific-gravity and refractmeter index of fruit juice changed a little from Stage-1 to Stage-2 and rose rapidly according as viscosity of fruit juice increased at Stage-3.

Water contents of fruit juice was abundantly in the young fruit, and then decreased slightly and much at Stage-3.

Sugar contents of fruit juice increased little by little through the stage of the young fruit and began to increase rapidly in its amounts about the middle and the latter in September as well as the changes in specific-gravity and refractmeter imdex during fruit development. This will be due to increase in sucrose amounts in fruit juice for this period.

Organic acid contents got to their peak about early in August. This stage agreed with a peak in the changing pattern in viscosity of fruit juice. After that, its amounts decreased rapidly at Stage-2 and little by little at Stage-3. Though pectin substances was a little amounts during fruit development, their changing pattern were similar to the changing pattern in organic acid. Total nitrogen decreased about the middle in July before the other contents such as organic acid and pectin substances began to decrease but $\text{NH}_4\text{-N}$ and amino nitrogen amounts increased slightly about early in August and decreased rapidly after that.

As above mentioned, the relation between the increase in viscosity of fruit juice and these components will be more close at Stage-1 than at Stage-2 and 3.

(4) Viscosity of fruit juice prepared from mature fruit was investigated in relation to the various propertise of fruit juice. They showed the hgh positive correlation with specific-gravity, refractmeter index, soluble solid amounts, total sugar amounts, non-reducing amounts, reducing sugar amounts,

total pectin amounts, water soluble pectin amounts, $(\text{NaPO}_3)_6$ soluble pectin amounts and NaOH soluble pectin amounts, that is, their correlation coefficient were 0.80, 0.87, 0.78, 0.88, 0.81, 0.75, 0.82, 0.72, 0.94 and 0.60 with Wase unshiu and 0.81, 0.92, 0.87, 0.81, 0.78, 0.88, 0.84, 0.76, 0.82 and 0.85 with Futsu unshiu, respectively. On the contrary, there was negative correlation between viscosity and water contents of fruit juice, showing -0.85 with Wase unshiu and -0.87 with Futsu unshiu.

On the other hand, there was the lower coefficient with pH value and free organic acid amounts. Their coefficient were 0.51 and -0.60 with Wase unshiu and 0.57 and -0.64 with Futsu unshiu, respectively and what is more, the correlation coefficient between pH value and free organic acid was -0.90 with Wase unshiu and -0.80 with Futsu unshiu.

Since there was a close correlation between viscosity and some physical and chemical properties of fruit juice, the correlation coefficient between viscosity of fruit juice and ratio of total sugar to free organic acid was analyzed.

There was a high positive correlation, showing 0.88 with Wase unshiu and 0.86 with Futsu unshiu.

(5) From the results above mentioned, the sensory test was conducted by the ranking test or Schéffe test to determine the relationship between viscosity of fruit juice and the sensory rating for daintiness of Satuma mandarin fruit and to examine whether viscosity of fruit juice suited for the indices of eating quality of fruit or not. In the case of the ranking test, the difference in daintiness among fruit used to this test was recognized by some estimated values on Spearman rank correlation, Kendall coefficient of concordance and Kramer sum of ranking score.

A number of panels were fond of fruit having high viscosity of fruit juice. The liking orders of panels for daintiness of fruit (subjective ranking) agreed well with the orders of viscosity of fruit juice (objective ranking).

On the other hand, the difference in daintiness among fruit was determined by the difference in viscosity of fruit juice in Schéffe test as well as

the ranking test and the more difference in viscosity of fruit juice was a large value, the more difference in daintiness of fruit was a large degree .

If the difference in viscosity of fruit juice had been small value, there was no difference in eating quality among the fruit used to the test .

In this test, the subjective ranking corresponded with the objective ranking. Viscosity of fruit juice was considered a good index of eating quality of Satuma mandarin fruit.