カンキツの果汁に関する基礎的研究(第1報)

吉田 保治・池上 隆雄

(近畿大学農学部附属農場)

Foundational Study On Citrus Fruit Juice I.

Yasuji YOSHIDA and Takao IKEGAMI

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

Summary

Since citrus fruits juice abundantly, physical and chemical properties of the juices are considered to play an important role in determining the quality of citrus fruits and in processing.

In the present study, viscosity of the juice prepared from satsuma mandarin (*Citrus unshiu* MARC.) fruits was investigated in relation to the various properties of the juice. The viscosity showed high positive correlation with refractometer index, Specific gravity, total Sugar contents, that is, their correlation coefficients were 0.87, 0.80, and 0.88 with Wase unshiu (early maturing cultivar), and 0.91, 0.81, and 0.81 with Futsu unshiu (medium maturing cultivar), respectively. On the contrary, there was negative correlation between viscosity and water content of the juice, showing -0.80 with Wase unshiu and -0.81 with Futsu unshiu. The correlation between viscosity and pH value was considerably lower, showing 0.51 and 0.57 with Wase and Futsu unshiu, respectively.

It seems that the viscosity of juice would be a good index to the quality citrus fruits.

緒 言

近年カンキツ類の果実ことに温州ミカンの生産量が著しく増加し、品質のよくない果実は商品とならない状態で、今後は品質のよい果実の生産が必要である。

通常ミカンの品質は形状、色沢などの外観的な要素と食味などで評価されている。このうち食味は果汁の組成とくに呈味成分の糖分や酸分の含量と密接な関係にある。また果実の生育や加工利用においても同様のことがいえる。このため果汁の諸性質と果実の食味、生育および加工利用とに関する研究は樽谷ら(7)の糖/酸比と食味とに関する研究を始め数多くの報告がある。しかしこれらの研究の多くは果汁の化学的組成と品質、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まだあまり報告されていない。物理的性質には比重、粘度などが考えられるが、このうち粘度に関しては果実の場合トマトについて W. B. Robinson(5), Kimball(3), Kertesz(2), 岩田ら(1)により研究されていて、粘度はペクチン、パルプなどの組成分や比重などと密接な関係

にあることをのべている。トマト以外のものでは宮崎(4)がスイカの果汁しろう液の粘度は糖分やその他の性質と関係のあることを報告している。このように粘度は果汁の諸性質と関係のあることから、筆者らはミカンが果汁の多い果実であり、その果汁の粘度が粘度以外の性質とどのような関係にあるかをしり、さらには食味のよ

Table 1. Experimental material

園 の 所 在 地	品種系統	樹 齢	採果期間
和歌山県有田郡湯浅町田	W 宮川	12	10~11月
同 上	F 林	13	11~1月
和歌山県有田市新堂	W 宮川	15	10~11月
同 上	F 杉山	20	11~1月
和歌山県有田郡吉備町井口	W 宮川	12	10~11月
同 上	F 向山	18	11~1月
和歌山県有田郡金屋町小川	W 宮川	16	10~11月
同 上	F 林	16	11~1月
和歌山県有田市野	W 宮川	15	10~11月
同 上	F 林	13	11~1月

W: 早生温州 F: 普通温州

採果年月 昭和45年10月~昭和46年1月

1972年9月18日受理

いミカン生産のための基礎資料，果汁その他の加工利用の際の指標をうるためこの実験を行なつた。

実験材料

材料

こ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ほうがよいと考え，つぎのようにして採果した。すなわち果実の食味に相違があれば果汁の諸性質にも相違があるものとして，採果を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果した。おもに採果を行なつた園の所在地，品種，系統，樹齢などはTable 1 のとおりであるが，これらの園地外の木からも前述の目的に合致すると考えられる果実は採果して供試した，また採果はそれぞれの実験項目別に行なつた。採果果実は早生温州，普通温州ミカンとも成熟期のもので，同一の枝に結実している果実を3〜4果採果した。採果後の果実は変質を防ぐために0〜2℃保存するとともにできるかぎり早く供試するようにした。

方法

1. 果汁の調製

果実はよく水洗後はく皮し，果肉部に付着しているアルベド層を丁寧に除去する。ついで果肉部を木綿布につつま，ハンドジュースーで果汁を十分に搾汁する。搾汁はさらに3,000 rpmで15分間遠心分離を行ないパルプ質を沈殿させた後上澄液を供試果汁とした。

2. 供試果汁の粘度，屈折計示度，比重，水分，の測定および糖分の定量

(1) 粘度の測定法 Ostwald Viscometer の100秒計で25℃における水および果汁の所要秒数を1/10秒まで常法により測定する。測定値から果汁の粘度を算出

Fig. 1. Correlation between viscosity and refractometer index (Wase Unshiu)

Fig. 2. Correlation between viscosity and refractometer index (Futsu Unshiu)

Table 2. Measured viscosity and refractometer index (Wase Unshiu)

Viscosity (C. P.)	1.129	1.154	1.151	1.167	1.189	1.263	1.134	1.160	1.228	1.188	1.186	1.187
Brix (%)	8.25	8.50	8.50	8.10	10.00	11.00	9.00	9.00	10.05	9.00	9.00	9.20
											S	$\bar{S}$
Viscosity (C. P.)	1.110	1.132	1.259	1.251	1.296	1.194	1.209	1.270	1.192		25.049	1.193
Brix (%)	8.00	8.75	10.06	10.09	11.70	10.00	10.06	10.00	9.90		199.15	9.48

Table 3. Measured viscosity and refractometer index (Futsu Unshiu)

Viscosity	(C. P.)	1.410	1.339	1.404	1.367	1.347	1.440	1.445	1.388	1.358	1.418	1.409
Brix	(%)	11.30	10.40	11.00	10.70	10.80	12.00	14.00	11.00	11.00	11.50	11.50
											S	$\bar{S}$
Viscosity	(C. P.)	1.370	1.308	1.314	1.305	1.316	1.265	1.338	1.321	1.336	27.198	1.360
Brix	(%)	10.70	9.40	9.40	9.50	9.70	9.00	9.80	9.40	9.60	211.40	10.6

した。粘度値は絶対粘度値 (c. p.) で示す。

(2) 屈折計示度の測定法 アタゴ製屈折計で 20℃ における果汁の屈折計示度を常法により測定した。

(3) 比重の測定法 10 ml 容のピクノメータを用いて常法により果汁の比重を算出した。

(4) 水分の測定法 50℃ で果汁中の水分が約 30% 位になるまで乾燥する。ついで 70℃ で恒量となるまで真空乾燥を行ない後常法によつて水分を算出した。

(5) pH の測定法 pH-Meter で常法により測定した。

(6) 糖分の定量法 全糖量はペルトランド法で常法により定量した。

実験結果および考察

1. 粘度と屈折計示度との関係

実験結果は早生温州ミカンの場合 Table 2, 普通温州ミカンの場合 Table 3 にしめすとおりで、それぞれについて解析した結果は Fig. 1, Fig. 2 のとおりである。

なお図表中の n は自由度, r は相関係数, s は合計, $\bar{s}$ は平均値, 数式は回帰直線式をそれぞれしめしている。以下の図表についても同様である。

果汁の粘度は早生温州ミカンで 1.13 から 1.30 で、普通温州ミカンで 1.20 から 1.40 である。また屈折計示度は早生温州ミカンで 8.0 から 11.5, 普通温州ミカンで 9.0 から 14.0 である。

果汁の粘度と屈折計示度との相関は早生温州ミカンの場合 $n=19$ で $r=0.874$, 普通温州ミカンの場合 $n=19$ で $r=0.918$ となり、いずれの場合も 1% 水準で有意であり、それぞれの回帰直線式は y (屈折計示度) $=16.896x-10.677$, $y=22.079-19.428$ である (式中の x は

果汁粘度値をしめす。以下の式についても同様である)。

岩田ら(1) はトマトピューレーのしよ液粘度はしよ

Fig. 3. Correlation between viscosity and specific gravity (Wase Unshiu)

Fig. 4. Correlation between viscosity and specific gravity (Futsu Unshiu)

Table 4. Measured viscosity and specific gravity value (Wase Unshiu)

Viscosity	(C. P.)	1.129	1.154	1.167	1.263	1.228	1.134	1.160	1.186	1.188	1.187	1.110
Sp. Gr.		1.033	1.035	1.031	1.044	1.041	1.032	1.036	1.036	1.036	1.036	1.033
											S	$\bar{S}$
Viscosity	(C. P.)	1.132	1.259	1.251	1.296	1.194	1.209	1.270	1.192		22.709	1.195
Sp. Gr.		1.035	1.043	1.042	1.046	1.039	1.043	1.039	1.031		19.716	1.038

Table 5. Measured viscosity and specific garvity value (Futsu Unshiu)

Viscosity	(C. P.)	1.410	1.339	1.404	1.367	1.347	1.440	1.445	1.388	1.358	1.418	1.409
Sp. Gr.		1.046	1.040	1.045	1.043	1.044	1.046	1.055	1.044	1.044	1.045	1.055
											S	$\bar{S}$
Viscosity	(C. P.)	1.310	1.308	1.314	1.316	1.321	1.336	1.305	1.265	1.338	27.197	1.360
Sp. Gr.		1.043	1.038	1.039	1.038	1.039	1.036	1.039	1.039	1.038	20.854	1.043

う液中の可溶性固形物量と $r=0.985$ から 0.988 の高い正の相関のあることを報告している。また樽谷ら (7), (6) によれば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度より高い値であるが、多くの果実で示度の中に占める糖の含量は 90% となるが、示度だけで食味などを推測することは危険であるとしている。しかし成熟中、貯蔵中の温州ミカン果実においては屈折計示度、全糖、滴定酸の関係は全期間を通じて比較的簡単な動きをし、このため示度から簡単な数式で全糖が求められ、さらに区画糖酸図で果実の食味を区別している。

これらのことから成熟期のミカン果実の果汁粘度が屈折計示度と正の高い相関をしめすため、果実の食味の評価に屈折計示度とおなじく利用でき、また果汁中の可溶性固形物とも相関があるものと考えられた。

2. 粘度と比重との関係

実験の結果は早生温州ミカンの場合 Table 4, 普通温州ミカンの場合 Table 5 のとおりである。それぞれについて相関を解析した結果は Fig. 3, Fig. 4 にしめす。

果汁の比重は早生温州ミカンで 1.03 から 1.04 , 普通温州ミカンで 1.03 から 1.05 である。これらの値は従来報告されている値とはほぼ同様であり、屈折計示度の高いものは比重も大であった。つぎに比重の小さい果汁の粘度は低くなる傾向があり、比重と粘度の相関を解析したところ早生温州ミカンの場合 $n=17$ で $r=0.8006$, 普通温州ミカンの場合 $n=18$ で $r=0.8080$ となり、いずれの場合も 1% 水準で有意であった。また回帰直線式はそれぞれ y (比重) $=0.066x+0.959$, $y=0.091x+0.920$ である。

岩田ら (1) によればトマトピューレーのしょう液粘度

Fig. 5. Correlation between viscosity and moisture (Wase Unshiu)

Fig. 6. Correlation between viscosity and moisture (Futsu Unshiu)

Table 6. Measured viscosity and determined moisture amount (Wase Unshiu)

Viscosity (C.P.)	1.129	1.154	1.151	1.167	1.189	1.263	1.228	1.134	1.160	1.188	1.188	1.188
Moisture (%)	91.5	91.1	91.2	91.8	89.5	88.8	89.6	91.0	90.8	90.9	91.1	91.0
											S	$\bar{S}$
Viscosity (C.P.)	1.110	1.132	1.259	1.251	1.296	1.192	1.194	1.209	1.270		25.049	1.193
Moisture (%)	91.7	91.2	89.4	89.5	88.4	90.7	90.5	89.4	90.3		1899.4	90.4

Table 7. Measured viscosity and determined moisture amount (Futsu Unshiu)

Viscosity (C.P.)	1.410	1.339	1.404	1.367	1.347	1.440	1.445	1.388	1.358	1.418	1.409
Moisture (%)	88.7	90.2	89.9	89.5	89.4	88.9	86.7	89.6	89.3	88.8	88.6
										S	$\bar{S}$
Viscosity (C.P.)	1.370	1.308	1.314	1.305	1.316	1.265	1.338	1.321	1.336	27.198	1.360
Moisture (%)	89.4	90.8	90.7	90.7	90.3	91.0	90.3	90.7	90.7	1793.9	89.7

と比重との相関は $r=0.955$ から 0.944 であり、また比重と可溶性固形物量との間には $r=0.991$ から 0.955 の相関があり、比重は粘度および可溶性固形物量と高い正の相関のあることを報告している。ミカン果汁の場合トマトビューレーのしろう液の場合に比較して粘度と比重の相関はやや低かつたが、果汁の粘度は果汁中の可溶性固形物量と相関のあることが考えられた。

3. 粘度と水分との関係

実験結果および粘度と水分との相関を解析した結果は早生温州ミカンの場合 Table 6, Fig. 5, 普通温州ミカンの場合 Table 7, Fig. 6 のとおりである。

果汁中の水分は早生温州ミカンで88.4%から91.7%、普通温州ミカンで88.6%から90.7%である。

つぎにこの実験に供試した果汁の場合果汁から水分を差し引いたものはほとんど可溶性固形物と考えられるので、この方法で可溶性固形物量を算出し、さらに粘度と可溶性固形物との相関を解析した結果を早生温州ミカンの場合 Table 8, Fig. 7, 普通温州ミカンの場合 Table 9 Fig. 8 にしめす。

一般に水分の多い果汁のミカンは食味がまずいとされ、また樽谷ら(7)の区画糖酸比図においても可溶性固形物量の少ないものは淡白区とされている。この実験に

Table 8. Measured viscosity and determined soluble solid amount (Wase Unshiu)

Viscosity (C.P.)	1.129	1.154	1.151	1.167	1.189	1.263	1.228	1.134	1.160	1.186	1.188	1.187
Soluble solid (g)	0.85	0.89	0.88	0.82	1.05	1.12	1.04	0.90	0.92	0.91	0.89	0.90
											S	$\bar{S}$
Viscosity (C.P.)	1.110	1.132	1.259	1.251	1.296	1.192	1.194	1.209	1.270		25.049	1.193
Soluble solid (g)	0.83	0.88	1.06	1.05	1.16	0.93	0.95	1.06	0.97		20.06	0.955

Soluble solid amount: g/10 g Juice

Table 9. Measured viscosity and determined soluble solid amount (Futsu Unshiu)

Viscosity (C.P.)	1.410	1.339	1.404	1.367	1.347	1.440	1.445	1.388	1.358	1.418	1.409
Soluble solid (g)	1.13	0.98	1.01	1.05	1.06	1.11	1.33	1.04	1.07	1.12	1.14
										S	$\bar{S}$
Viscosity (C.P.)	1.370	1.308	1.314	1.305	1.316	1.265	1.338	1.321	1.336	27.198	1.360
Soluble solid (g)	1.06	0.92	0.93	0.95	0.97	0.90	0.97	0.93	0.94	20.61	1.0305

Soluble solid amount: g/10 g Juice

Fig. 7. Correlation between viscosity and soluble solid (Wase Unshiu)

Fig. 8. Correlation between viscosity and soluble solid (Futsu Unshiu)

においても採果時の食味の評価でまずい味のミカンの果汁の水分は多かつた。粘度と水分および可溶性固形物量との相関は早生温州ミカンの場合 $n=19$ で $r=-0.854$ と $n=19$ で $r=0.777$ ，また普通温州ミカンの場合 $n=18$ で $r=-0.874$ と $n=18$ で $r=0.873$ で，それぞれの回帰直線式は早生温州ミカンでは y (水分) $=-16.046x+109.543$ ， y (可溶性固形物量) $=1.637x-0.998$ ，普通温州ミカンでは y (水分) $=-18.286x+114.569$ ， y (可溶性固形物量) $=0.417x+0.930$ である。このように果汁の粘度と水分との間には負の高い相関があり，また可溶性固形物量とも岩田ら(1) のトマトの場合と同様に正の高い相関のあることがわかった。

Fig. 9. Correlation between viscosity and pH (Wase Unshiu)

4. 粘度と pH との関係

実験結果および粘度と pH との相関を解析した結果は早生温州ミカンの場合 Table 10, Fig. 9, 普通温州ミカンの場合 Table 11, Fig. 10 にしめすとおりである。

果汁の粘度と pH との相関は早生温州ミカンの場合 $n=16$ で $r=0.513$ ，普通温州ミカンの場合 $n=18$ で $r=0.574$ となり，早生温州ミカンで 5%，普通温州ミカンで 1% の水準で有意であつた。これはほかの場合に比較して低い相関である。つぎにそれぞれの回帰直線式は y (pH) $=2.06x+1.085$ および $y=1.0229x+2.211$ である。宮崎(4) はスイカの果汁しりょう液の粘度と pH との間には何らの相関がないことを報告し，その理由は果汁中の総チッソ濃度が少なくしかもその大部分が非タンパク形態をなしているためであるとのべている。しかしこ

Fig. 10. Correlation between viscosity and pH (Futsu Unshiu)

Table 10. Measured viscosity and pH value (Wase Unshiu)

Viscosity	(C. P.)	1.129	1.154	1.161	1.189	1.134	1.160	1.186	1.188	1.187	1.132	
pH		3.15	3.46	3.28	3.20	3.45	3.42	3.65	3.60	3.70	3.47	
											S	$\bar{S}$
Viscosity	(C. P.)	1.259	1.251	1.296	1.192	1.194	1.209	1.151	1.270		21.442	1.191
pH		3.70	3.60	3.63	3.70	3.80	3.62	3.45	3.88		63.76	3.54

Table 11. Measured viscosity and pH value (Futsu Unshiu)

Viscosity	(C. P.)	1.339	1.404	1.367	1.347	1.440	1.445	1.388	1.358	1.418	1.409	1.370
pH		3.62	3.68	3.68	3.58	3.68	3.70	3.80	3.62	3.60	3.58	3.50
											S	$\bar{S}$
Viscosity	(C. P.)	1.308	1.314	1.316	1.265	1.338	1.321	1.336	1.305	1.375	27.163	1.358
pH		3.51	3.45	3.52	3.55	3.68	3.55	3.50	3.60	3.62	72.02	3.60

Table 12. Measured viscosity and determined total sugar amount (Wase Unshiu)

Viscosity	(C.P.)	1.129	1.154	1.151	1.161	1.189	1.263	1.228	1.134	1.160	1.186	1.188
Total sugar	(g)	5.28	5.80	5.70	5.44	6.94	7.79	7.88	6.16	7.57	6.91	6.31
											S	$\bar{S}$
Viscosity	(C.P.)	1.187	1.110	1.259	1.209	1.251	1.296	1.192	1.194	1.270	23.911	1.196
Total sugar	(g)	6.25	5.62	8.87	8.12	8.50	9.44	6.85	7.28	7.63	140.34	7.02

Total sugar amount g/100 ml Juice

Table 13. Measured viscosity and determined total sugar amount (Futsu Unshiu)

Viscosity	(C.P.)	1.339	1.404	1.367	1.347	1.440	1.445	1.358	1.418	1.388	1.409	1.370
Total sugar	(g)	4.553	8.142	7.960	8.268	8.790	10.46	8.142	8.454	8.266	8.649	7.960
											S	$\bar{S}$
Viscosity	(C.P.)	1.308	1.314	1.305	1.316	1.265	1.338	1.321	1.336		25.788	1.357
Total sugar	(g)	6.600	6.194	7.070	6.482	6.254	6.718	6.078	6.192		141.27	7.436

Total sugar Amount g/100 ml Juice

Fig. 11. Correlation between viscosity and total sugar (Wase Unshiu)

Fig. 12. Correlation between viscosity and total sugar (Futsu Unshiu)

の実験では相関は低いが以上のような相関がえられた。

5. 粘度と全糖量との相関

実験結果および粘度と全糖量との相関を解析した結果は早生温州ミカンの場合 Table 12, Fig. 11, 普通温州ミカンの場合 Table 13, Fig. 12 のとおりである。

すなわち粘度と全糖量との相関と回帰直線式は早生温州ミカンの場合 $n=18$ で $r=0.8758$, y (全糖量) $=20.382x-17.349$ となり、普通温州ミカンの場合 $n=17$ で $r=0.8078$, $y=22.012x-22.435$ となる。いずれの場合も 1% 水準で有意で正の高い相関があつた。

果汁中の全糖量は果汁 100 ml 中早生温州で 5.28～8.12 g, 普通温州ミカンで 4.5～10.5 g で、従来報告されている値とほぼ同様であつた。また品種間の差はな

く、食味のよいミカンの全糖量は多く、その屈折計示度も高くなる傾向がある。宮崎(4)によればスイカの果汁しろう液の場合粘度は果汁中の糖量と高い正の相関があり、粘度はおもに糖量に依存しているとのべている。樽谷ら(7)は温州ミカンの品質を区画糖酸比図で4区にわけているが、それによると全糖8%以上で酸量1%以下のものを甘味区、全糖が同様で酸量1%以上のものを濃厚区としていて全糖の多いもののほうが食用によいとしている。このように温州ミカンの場合全糖は呈味成分として重要であるが、粘度が全糖と高い相関をしめすことからミカンの食味と関係するのではないかと考えられた。またミカンの場合にもスイカの果汁の場合とよく似

た関係にあることがわかった。

摘 要

筆者らは成熟期の温州ミカンの果実は果汁を多く含有していることから、果汁の性質は果実の食味や加工利用に関係するものと考え、温州ミカン果実から供試果汁を調製し、果汁の粘度とその他の諸性質との関係を知ろうとしてこの実験を行なった。その結果粘度は屈折計示度、比重、可溶性固形物量、全糖量などの間に1%水準で高い正の相関があり、pH とは1または5%水準の正の低い相関となり、水分とは1%水準の負の高い相関のあることなどがわかった。このようなことから果汁の粘度は果実の食味や果実の加工利用に関係するよい指標となるのではないかと考えられた。

謝 辞 本報告を行なうに当たり京都大学小林 章教授の御指導を賜わり、大阪府大緒方邦安教授に御校閲をうけた。またミカン果実の提供をうけた秦、岩本両氏始め当業者の諸氏に厚く謝意を表します。

引用文献

1. 岩田幸夫・山田耕二. 1957. トマト加工品の流動

性に関する研究（第2報）. 農技研誌. 4(5) : 182—185.

2. KERTESZ, Z. I., and LOCONTI, J. D. 1944. Factors determining the consistency of commercial canned tomato juice, N. Y. State Agr. Exp. Sta. Tech. Bulletin No. 272.
3. KIMBALL, L. B., and KERTESZ, Z. I. 1952. Practical determination of Size distribution of Suspended Particles in macerated tomato products. Food Technol 6(2) : 283—285.
4. 宮崎芳光. 1959. スイカ果汁漿液の粘度について 農技研誌. 6(6) : 283—285.
5. ROBINSON, W. B. 1956. Factors Influencing the degree of Settling in tomato juice. Food Technol. 10(2) : 109—112.
6. 樽谷隆之・北川博敏・馬場 稔. 1967. 果実の品質に関する研究（第2報）. 日食工誌. 14(7) : 292—295.
7. 樽谷隆之・北川博敏・真部正敏・中川勝也. 1967. 果実の品質に関する研究（第3報）. 日食工誌. 14(8) : 354—358.