

ミカンサビダニの加害が温州ミカン果実の発育に 及ぼす影響および被害果のジュース化適性

東野 哲三・藤田 修二・山口 清二*

(園芸工学教室)

昭和 52 年 8 月 27 日 受理

Effect of Infestation by Citrus Rust Mites, *Aculus pelekassi* Keifer,
on Development of Satsuma Mandarin Fruit and Availability
for Juice Processing from Damaged Fruit

Tetsuzo TONO, Shuji FUJITA and Seiji YAMAGUCHI*

(Laboratory of Food Science and Horticultural Engineering)

Received August 27, 1977

Summary

Satsuma mandarin fruit infested with citrus rust mites, *Aculus pelekassi* Keifer, in late of August was examined on its physical and chemical properties in different developmental stages after infested. Size, volume and weight of the damaged fruit were less than those of undamaged fruit at the developmental stage. Specific gravity, viscosity, Brix, acidity and sugar contents of juice of the damaged fruit were high compared with those of the undamaged fruit at any stages.

Juice was produced by Reamer extractor and In-Line juice extractor from the mature fruit picked in the middle of December. In both extracting processes, juice yield from the damaged fruit was greater than that from the undamaged fruit. The juice from the damaged fruit was excellent in quality when compared with the undamaged fruit. It was confirmed also by the sensory test.

緒 言

ミカンサビダニ (*Aculus pelekassi* Keifer, 以下サビダニと略す) の被害を受けた温州ミカンは、初期には灰白色を呈するが、後に褐色から暗褐色に変化し、その果面は粗ざうとなり、発育も阻害される。そのため、生食用としての商品価値はほとんどなくなるが、その味は健全果に比べ濃厚であるといわれている。しかし、農業による害虫防除が普及した現在では、サビダニの被害果をみるのはまれとなったが、ときに局部的に発生することがある。温州ミカンにおけるサビダニの生態や防除については、いくつかの報告¹⁾²⁾³⁾がみられるが、本害虫の加害による果実発育の阻害や風味の変化などについての調査はほとんど行われていない。

本学付属農場藤付果樹園の温州ミカンの一部において、1975年8月中旬にサビダニの発生をみたので、それ以後防除を行わず、その加害が果実の肥大や形状、果汁の成分や物性などに及ぼす影響について調査した。さらに、収穫後、被害果のジュース化適性についても検討した。

* 果樹園芸学教室

I. サビダニの加害が温州ミカン果実の発育および果汁の品質に及ぼす影響

実験方法

1. 材料

材料には本学付属農場果樹園の松田温州を用い、サビダニの加害を受けた果樹を被害区とし、これらに近接した無被害樹を対照区とした。9月2日(測定開始日)より12月11日(収穫日)までの各発育時期における両区の果実を材料として、以下の各項目について調査した。

2. 果径の測定

被害区および対照区(各々4樹)から大きさのほぼそろった果実を1樹につき25個ずつ選んでしるしを付し、発育各時期におけるそれら個々の果径(横径および縦径)を測定した。

3. 果実の重量、容積および比重の測定

2.とは別の両区の各々4樹から、発育各時期に1樹につき6個ずつの果実を採取し、それぞれの重量、容積および比重を測定した。

4. 果汁の物性および糖、酸含量の測定

重量等を測定後の両区の果実について、任意の4個を1組として、剥皮、搾汁してそれぞれ6組ずつの果汁試料を得た。各果汁試料を12,000rpmで15分間遠心分離し、その上澄液について粘度、比重およびBrix(可溶性固型物量)を測定した。さらに、糖および酸含量を定量した。

粘度; オストワルド粘度計を用い25°Cで測定した。結果は水に対する相対粘度として表示した。

比重; 果汁用比重計(1.000~1.060)を用いて測定した。

Brix; 20°CにおけるAbbe屈折計の示度で表わした。

糖含量; ジニトロフタル酸法⁴⁾により全糖および還元糖量を定量し、その差より非還元糖量を求めた。

酸含量; 中和滴定により果汁100ml中のクエン酸量として定量した。

結果および考察

1. 果実の発育

果径: 両区の果径(横径および縦径)の経時的変化を測定した結果をFig. 1に示した。被害区の果実の横径は、10月中旬頃までは対照区のそれとほぼ同様の傾向を示しながら増大していったが、それ以後では対照区に比べ増加率は鈍化した。そのため12月中旬における被害区の果実の横径は、9月上旬の約1.3倍の大きさとどまったが、対照区では同時期には1.5倍以上の大きさまで増大した。一方、縦径の増大については、両区の間で発育中にそれほど大きな差はみられなかった。したがって、収穫期には、被害区の果実は対照区のそれに比べ、かなり小形でやや腰高の傾向を示した。

重量および容積: それらの経時的変化をFig. 2(a)および(b)に示した。重量は両区とも10月下旬まで増加したが、それ以後は変化がみられなかった。10月下旬までの重量の増加率は被害区より対照区の方がかなり大きかった。一方、容積は被害区では重量の場合とほぼ同様の傾向を示して10月下旬まで増加した。これに対し、対照区では容積の増加率は被害区よりかなり大きく、また、10月下旬以後も増大して12月上旬には両区間でかなりの差を生じた。

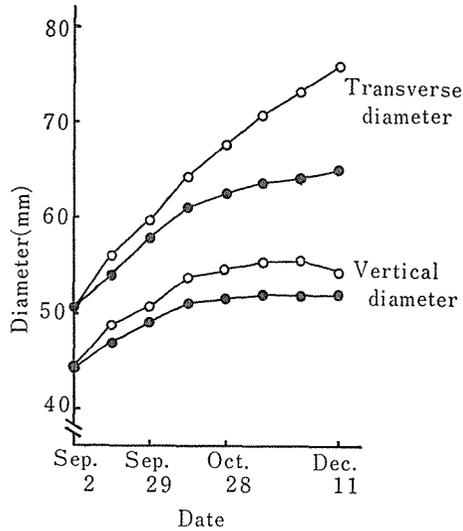


Fig. 1. Change in diameter of satsuma mandarin fruit during the developmental stage.
 ●—● Damaged fruit, ○—○ Undamaged fruit.

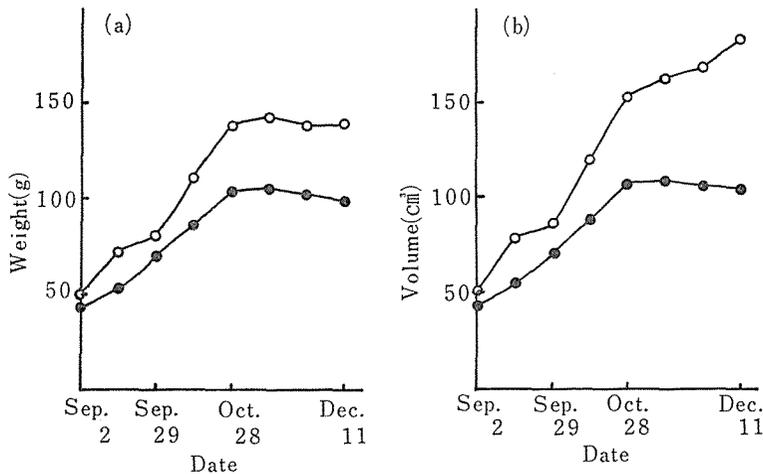


Fig. 2. Changes in weight (a) and volume (b) of satsuma mandarin fruit during the developmental stage.
 ●—● Damaged fruit, ○—○ Undamaged fruit.

果実比重：その経時的变化を Fig. 3 に示した。被害区では発育中の比重の低下は少なかった。これに対し、対照区では10月下旬以後、比重の急激な減少がみられた。この対照区における比重の低下は、同時期以後にみられる浮皮現象と関係があるものと思われる。

このような果径、果実の重量、容積および比重の経時的变化からみて、サビダニの加害により果実の肥大生長はかなり抑制されるようである。その結果、被害果は健全果より相対的に小形となるが、浮皮にはならずひきしまった果実となる。

2. 果汁の品質

比重および粘度：果汁の比重および粘度は Fig. 4 (a) および (b) に示すように、両区とも発

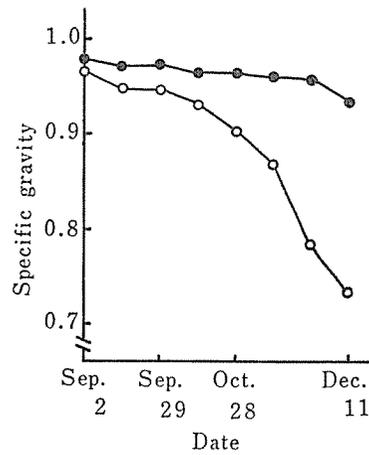


Fig. 3. Change in specific gravity of satsuma mandarin fruit during the developmental stage.

●—● Damaged fruit, ○—○ Undamaged fruit.

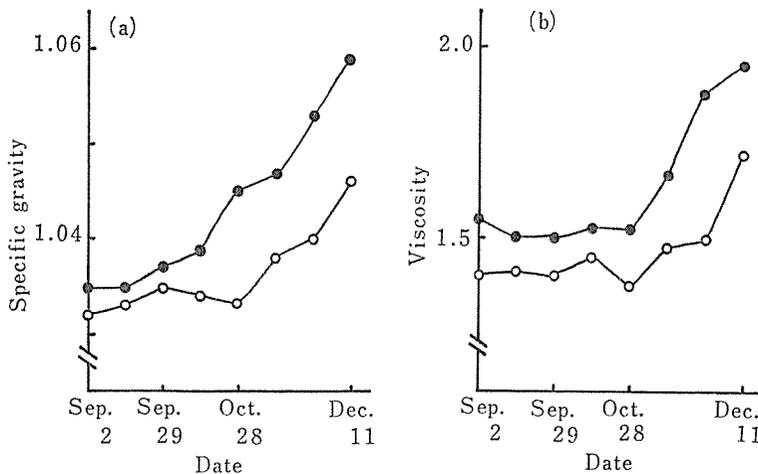


Fig. 4. Changes in specific gravity (a) and relative viscosity (b) of juice of satsuma mandarin fruit during the developmental stage.

●—● Damaged fruit, ○—○ Undamaged fruit.

育後期に増加する傾向が認められた。また、それらの増加率は被害区の方が対照区よりもかなり高いようであった。

全糖、還元糖および非還元糖：それらの経時的変化は Fig. 5 のとおりである。なお、図中には6個の測定値の上限と下限をも示した。

被害区の果汁では、全糖は10月下旬まで急激に増加し、その後は増加がやや緩慢となったが、11月下旬以後再び急増した。これに対し、対照区の果汁では、全糖は10月上旬までは被害区とほぼ同様の増加率で増加したが、10月中旬より11月中旬にかけてその増加は停滞し、11月下旬以後再び増加した。その結果、10月下旬以後では両区の間でかなりの差が認められた。そこで、これを還元糖と非還元糖とについて検討すると、被害区のこれら両糖と対照区の前還元糖は、全糖とほぼ同様な増加の傾向にあったが、対照区の前還元糖は発育中ほとんど増加しなかった。沢村ら⁵⁾

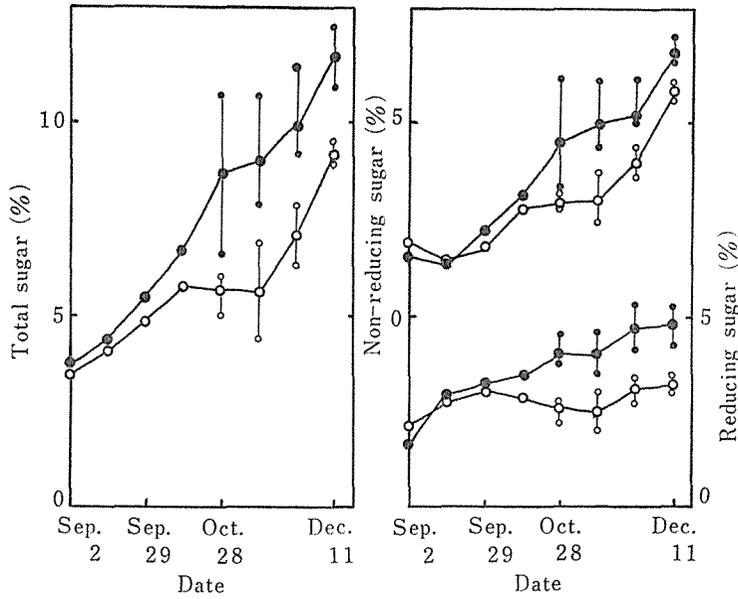


Fig. 5. Changes in sugar contents of juice of satsuma mandarin fruit during the developmental stage.

●—● Damaged fruit, ○—○ Undamaged fruit.

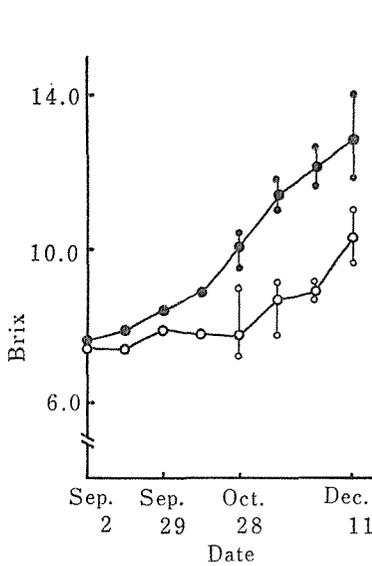


Fig. 6. Change in Brix of juice of satsuma mandarin fruit during the developmental stage.

●—● Damaged fruit,
○—○ Undamaged fruit.

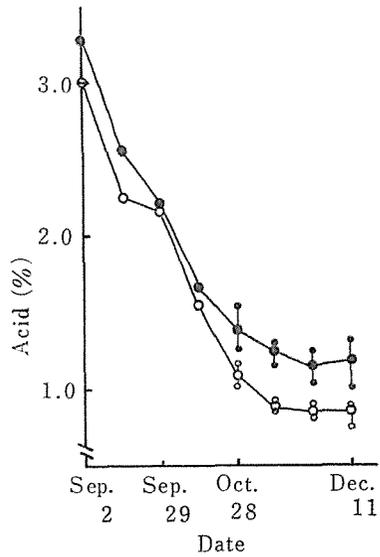


Fig. 7. Change in acid content of juice of satsuma mandarin fruit during the developmental stage.

●—● Damaged fruit,
○—○ Undamaged fruit.

は¹⁴C-トレーサー法による研究から、9月後期の温州ミカンでは、葉から果実への糖の転流能力が低下することを報告している。本実験においても、対照区の果実ではそれよりやや時期は遅れるが同様の傾向が認められ、10月中旬より11月中旬までの間、糖の増加はほとんどみられなかった。これに対し、被害区の果実ではその時期がさらに遅れ、かつ、転流能力の低下が明瞭にみられないままに増糖するようであった。このような被害果実の代謝生理の変化の機構については、今後さらに検討を要するであろう。

Brix, 酸度および甘味比: BrixはFig. 6に示すように、被害区では果実の発育につれ著しく増大したが、対照区ではその増加率は小さく、とくに10月下旬以後では両区の差はかなり大きくなった。一方、酸度はFig. 7に示すように、両区とも発育中に急速に低下していったが、被害区の果汁の方が総じて高く、12月中旬の収穫日においても1%以上の酸度を示した。すなわち、被害区の果実は、対照区のそれより、いわゆる酸の抜けがやや遅いようであった。これは発育後期における有機酸から糖への転換能力⁵⁾がサビダニの加害によって低下したのではないかと考えられる。酸度に対するBrixの比、すなわち甘味比はFig. 8に示すように、両区とも全期間を通じてほぼ同一の値を示しながら増大していった。

このような果汁品質の変化から考えて、12月中旬に収穫した被害果の果汁は、健全果のそれに比べかなりの粘稠でかつ果汁成分が濃厚であり、いわゆる味の濃い果汁であるといえそうである。

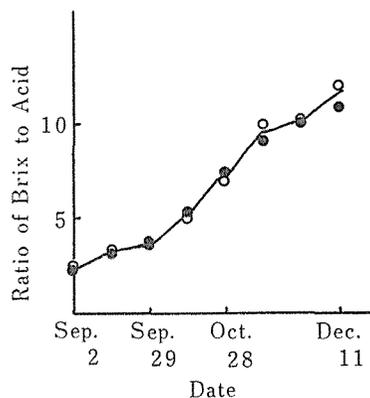


Fig. 8. Change in ratio of Brix to acid content of juice of satsuma mandarin fruit during the developmental stage.

●—● Damaged fruit, ○—○ Undamaged fruit.

II. 被害果のサイズ別選果および搾汁試験

実験方法

1. サイズ別選果試験

実験Iで果径の測定に用いた被害区および対照区の各々4樹からすべての果実を採取し、サイズ別選果試験を行なった。すなわち、実験用小型選果機により採取した果実をサイズ別に分別し、各サイズの果実の両区に占める割合を算出した。

2. 搾汁試験

両区とも選果後のL, MおよびS級の果実を実験材料とした。被害区については、さらにその被害の程度に応じて、重度被害区と軽度被害区の2区に分け搾汁試験を行った。すなわち、リー

マーで搾汁 (RE) 後、フィニッシャー処理して果汁を調製し、一部はびん詰にして保存した。また、各区 10kg についてインライン搾汁機でも搾汁 (IL) し果汁を得た。RE の場合はフィニッシャー後の果汁量を、IL の場合は搾汁後の果汁量を測定し、これらの値から搾汁率を求めた。さらに、実験 I と同様の方法で、各果汁の比重、粘度、Brix、酸含量、糖含量等を測定した。

3. 果汁の色調

日本電色製の ND-K6B 型色差計を使用し、反射光によってハンターソリッドによる L 値、a 値および b 値を測定し、これらの値から色相 (b/a) および彩度 ($\sqrt{a^2+b^2}$) を計算した。また、 ΔL , Δa , Δb の値を求め、これらから次式により色差 (ΔE) を算出した。

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

4. 官能試験

11人のパネラーに各区の果汁の色調、粘稠性、甘味、酸味、香りおよび総合評価について、市販ジュースを基準として比較させた。

結果および考察

1. サイズ別選果

採取後の果実をサイズ別に選果した結果を Fig. 9 に示した。被害区では果実の約 60% が S 級以下の大きさであり、また、そのうちの 50% 以上は 2S 級以下の小形果で占められていた。これに対し、対照区では S 級以下の果実は約 25% にすぎなかった。なお、被害区でも L 級以上の大形果が少数みられたが、それらはサビダニの被害をほとんど受けていない果実であった。このように、収穫果のサイズ別選果試験の結果からも、サビダニ被害果は健全果より相対的に小形であることが確かめられた。

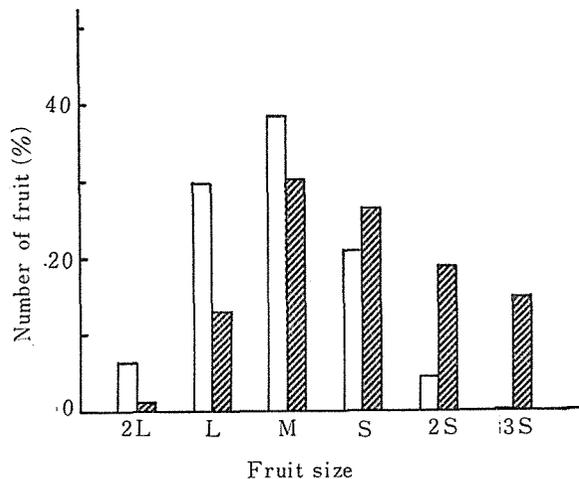


Fig. 9. Classification of size of satsuma mandarin fruit.

▨ Damaged fruit, □ Undamaged fruit.

2. 搾汁試験

搾汁率ならびに果汁の物性および化学成分を測定し、その結果を Table 1 に示した。搾汁率は RE および IL の両搾汁方式において、被害区の方が対照区よりも高い値を示した。果汁の物性

Table 1. Comparison between Undamaged and Damaged Fruit in Juice Qualities.

	Fruit	Juice Yield (%)	Specific Gravity	Relative Viscosity	Acid Content (g/100 ml)	Soluble Solid (Brix)	Sugar Content	
							Total	Reducing (%)
Reamer	Undamaged	54.8	1.046	—	0.82	10.0	8.77	3.29
	Lightly Damaged	57.3	1.051	—	0.92	10.8	9.75	3.92
	Heavily Damaged	62.0	1.059	—	1.19	12.8	10.70	4.28
In-Line	Undamaged	52.3	1.045	1.44	0.93	10.0	8.46	2.89
	Lightly Damaged	60.2	1.051	1.47	0.94	11.0	9.48	3.38
	Heavily Damaged	57.6	1.058	1.48	1.18	13.4	10.71	4.28

および化学成分含量を測定した結果では、RE, IL 両果汁において、比重、粘度、Brix、糖および酸含量は被害区の方が対照区よりいずれも高い値を示し、また、それらの値は被害の程度が大きいほど、高くなる傾向にあることが認められた。

3. 果汁の色調

各区の果汁の色調を測定した結果を Table 2 に示した。L 値、a 値および b 値は RE 果汁の場合、両被害区と対照区との間では大きな差はみられなかったが、IL 果汁の場合は、いずれも両被害区より対照区の方が高い値を示した。また、彩度は RE 果汁ではほとんど差がみられなかったが、IL 果汁では被害区の方が対照区よりかなり低い値であった。これは IL が全果搾汁方式であるので、被害果皮の暗褐色色素の一部が混入したためであろう。一方、両被害区と対照区との色差はかなり大きく、とくに IL 果汁の場合は7.43~8.45と著しかった。しかし、RE, IL 両方式とも両被害区間では大きな差は認められなかった。a 値および b 値をハンターソリッドのダイアグラムにプロットすると Fig. 10 のようになった。これより明らかなように RE 果汁はオレンジ色系を、IL 果汁は黄色系を呈していた。このような搾汁方式の違いによる果汁間の色差は伊福ら⁶⁾、泉ら⁷⁾、柴田ら⁸⁾ も認めている。また、IL 果汁における黄色化の傾向は、伊福らの報告⁹⁾ のように果皮中の精油成分に起因するものと考えられる。

Table 2. Colorimeter Readings and Color Differences of Juice.

	Reamer			In-Line		
	Undamaged	Lightly Damaged	Heavily Damaged	Undamaged	Lightly Damaged	Heavily Damaged
L	44.20	46.20	45.90	43.20	37.50	36.00
a	10.70	9.50	11.30	1.90	1.20	1.30
b	23.80	24.70	25.70	24.60	19.90	19.20
b/a	2.22	2.60	2.27	12.95	16.58	14.69
$\sqrt{a^2+b^2}$	26.09	26.48	28.07	24.67	19.94	19.24
Color Differences	— 2.50 —			— 7.43 —		
	— 2.62 —			— 8.45 —		
	— 1.32 —			— 1.66 —		

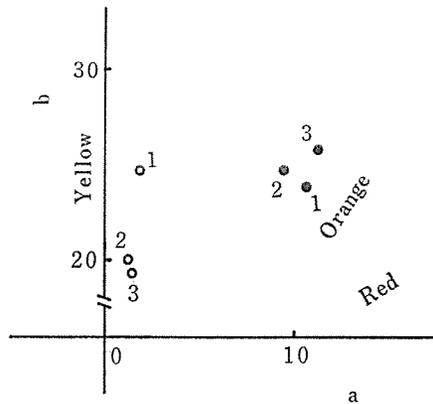


Fig. 10. Comparison of juice color on Hunter solid diagrams.

- Reamer juice, ○ In-Line juice.
- 1. Undamaged fruit juice, 2. Lightly damaged fruit juice, 3. Heavily damaged fruit juice.

4. 官能試験

RE 果汁について官能試験を行なった結果を Table 3 に示した。被害区の果汁の方が対照区のそれより色調，粘稠性，甘味，香りの点で優れていた。また，被害区では被害の程度が大きいほど，これらの評価も高いようであった。一方，酸味は被害区の果汁の方が強かったが，それはむしろ，果汁に清涼感を与えるようであり，総合評価でも，被害区の果汁の方が対照区のそれよりかなり高い値となった。

Table 3. Sensory test of RE juice.

	Color tone	Consistensy	Sweetness	Sourness	Aroma	Over all
	-2-1 0 1 2	-2-1 0 1 2	-2-1 0 1 2	-2-1 0 1 2	-2-1 0 1 2	-2-1 0 1 2
Undamaged	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{2}{8} 1$	$\frac{4}{7}$	$\frac{3}{7} 1$
	-6	-5	-5	-1	-4	-2
Lightly Damaged	$\frac{1}{5} 5$	$\frac{1}{8} 2$	$\frac{1}{6} 4$	$\frac{3}{6} 1$	$\frac{2}{8} 1$	$\frac{1}{9} 1$
	4	1	3	-2	-1	0
Heavily Damaged	$\frac{1}{6} 4$	$\frac{1}{2} 7 1$	$\frac{4}{2} 5$	$\frac{1}{3} 6 1$	$\frac{2}{7} 1 1$	$\frac{1}{3} 7$
	13	6	12	-4	1	6

Bad, Unpleasant ←—Medium—→ Pleasant, Good
 -2-1 0 1 2 Degree of sensation
 $\frac{2}{7} 1 1$ Numbers of panelist
 1 Total number of panelist

以上のように，サビダニの被害果は外観が悪く小形で，生食用としての商品価値はほとんどないが，しかし，その果汁は成分が濃厚であり，官能試験の結果でも，食味は健全果の果汁より優れているように思われた。したがって，被害果はジュース加工用原料として好適であり，十分に利用すべきであろう。

摘 要

温州ミカン果実の発育におよぼすサビダニの加害の影響について調査し、さらに、被害果より調製した果汁の品質について健全果のそれと比較した。

1. 果径、果重などの発育中の変化から、サビダニの加害により果実の肥大生長がかなり抑制される傾向が認められた。また、発育後期における被害果の果汁の粘度等物性および糖、酸含量は、健全果のそれらより数値がいずれも高く、発育が進むにつれ、果汁成分が濃厚になることが認められた。

2. 収穫果について RE および IL 両搾汁方式で搾汁したところ、搾汁率は両方式とも被害果の方が健全果より高かった。また、果汁の品質も被害果の方が健全果より優れており、被害果はジュース加工用原料として十分適することが示唆された。

謝 辞

本実験を行うにあたって、有益な御助言を頂いた本学の付属農場長岩政正男助教授ならびに被害樹の管理に尽力された片山幸良、野口益夫、荒谷秀明技官に深謝の意を表します。また、色差計およびインライン搾汁機の使用に際し御協力下さった佐賀県果樹試験場 柴田 萬氏、佐賀県園芸農業協同組合連合会 本島義昭氏ならびに本実験に協力された高尾勝弘（現在、佐賀園芸連）、入江勝博両君に厚く感謝いたします。

文 献

- 1) 高橋郁郎 (1972) 柑橘, 養賢堂, 東京, p. 303, 313.
- 2) 関 道生, 松尾善行; 佐賀果試研報, 2, 63 (1959)
- 3) 関 道生, 松尾善行; 佐賀果試研報, 4, 57 (1965)
- 4) 百瀬 勉, 向井良子, 河辺節子, 鈴木順子, 山本恭子; *Japan Analyst.*, 11, 956 (1962)
- 5) 沢村正義, 橋永文男, 箴島 豊; 農化, 47, 571 (1973)
- 6) 伊福 靖, 前田久夫; 食品工誌, 22, 211 (1975)
- 7) 泉 嘉郎, 垣内典夫, 伊藤三郎, 荒木忠治; 果試報告, B-1, 25 (1974).
- 8) 柴田 萬, 中原美智男; 佐賀果試研報, 6, 85 (1967)
- 9) 伊福 靖, 前田久夫, 小倉一彦; 食品工誌, 23, 84 (1976)