

# 水耕トマトの果皮，果肉の強度

寺林 敏・藤原一哉・山下智史・並木隆和

SATOSHI TERABAYASHI, KAZUYA FUJIWARA, TOMOFUMI YAMASHITA  
and TAKAKAZU NAMIKI

Strength of skin and flesh of water-cultured tomato

**要旨：**トマト (*Lycopersicon esculentum* MILL cv. Ohgata-fukuju) を水耕および土耕栽培し，果実の果皮強度，果皮の厚さ，果肉強度を測定した。

水耕区，土耕区とも施肥濃度が高いほど，果皮強度が高く，果皮の厚さが増した。一方，果肉強度は低下した。

果実の成熟段階が進んだものほど，果皮強度は低かった。

収穫後 30°C 暗黒条件下で6日間ないし8日間貯蔵した場合，果皮強度の低下は小さく，果肉強度の低下が大きかった。とくに土耕区のトマトで顕著であった。

果実の硬さを支配する果皮強度や果肉強度の要因は，施肥濃度，果房段位，果実の成熟段階，収穫後の日数によって変化した。しかし，これらの要因は水耕および土耕といった栽培法の違いによって特徴づけられるものでなかった。

## 緒 言

水耕栽培したトマトは果皮に傷，変色などが少ないため外観が良く，また歯を立てた時，果皮を硬く感じることが多い。また，水耕栽培したトマトは，トマト特有の味や香りが少なく，水っぽいとも言われる。

トマトをはじめとする水耕野菜の品質に対して，永年興味もたれてきたにもかかわらず，水耕野菜の品質に関する報告は少ない。南光ら(1979)は果実中のアルコールビン酸含量，還元糖含量，酸度を水耕栽培したものと土耕栽培したものとで比較し，両者には差が認められなかったことを報告している。

果実の硬さについては，裂果現象の問題に関連して調査されているが(Frazier 1934, Johannessen 1949, 二井内ら1960, Contner 1969)，水耕栽培と土耕栽培において比較したものはない。

本研究では，トマトを水耕および土耕栽培し，施肥

濃度，果実の成熟段階の違いなどによって果実の硬さがどのように変化するか調査した。その結果より，水耕栽培したトマトと土耕栽培したトマトの品質の違いについて検討した。

## 実験材料及び方法

1981年1月17日，トマト品種‘大型福寿’をは種し，水耕用カップに鉢上げ後園試処方培養液の50%濃度液（以下，園試50%濃度液と略す）で育苗した。同時に，土耕栽培用としては，本学圃場の畑土を蒸気消毒したものを用土とし，園試50%濃度液をかん水がわりに適宜与えて育苗した。3月27日，水耕育苗株を71×41×22 cm のプラスチックケースに2本ずつ定植した。施肥濃度の影響をみるため，園試50%濃度液を標準区とし，さらに25%濃度区，100%濃度区で栽培した。通気はエアポンプで行った。土耕育苗株は2000分の1aのワグネルポットに1本ずつ定植した。用土は蒸気消毒した本学圃場の畑土にパーミキュライトを

京都府立大学農学部蔬菜園芸学研究室  
Laboratory of Olericulture, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural  
University, Kyoto, Japan  
昭和60年8月16日受理

5 : 1 の割合で混合したものを用いた。1ポットあたり元肥として化成肥料 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 14-10-13) を 5 g, 過石を 2 g, 微量要素剤を 3 g 与えたものを標準施肥区とし、標準施肥区の施肥量の2分の1, 2倍施肥区で各々栽培した。1段摘心栽培で、花はすべてトマトーン100倍希釈液で浸漬処理し、単為結果させた。供試個体数は各区4本で、1果房あたり5果着果させた。果実の表面全体が赤くなったものを収穫した。同時に、果房の違いによる影響をみるため、定植した株の内、4株ずつを3段摘心栽培し実験に供した。なお、土耕区のポットは40×30×21 cm のプラスチックケースの底に排水孔を開けたものを用い、施肥は標準施肥量の2倍とした。

果実収穫後の果皮強度の変化を調べるため、収穫した果実を、30°C 暗黒条件で0, 2, 4, 6日間貯蔵した。各区6果ずつ供試した。栽培時の施肥濃度は、水耕, 土耕とも標準区と同じである。

1981年6月30日には種し、春作に準じて栽培を行い、成熟段階の異なる果実について調査した。水耕区の培養液は標準区と同じで、土耕区は元肥として1ポットあたり苦土石灰を2.5 g, 熔リンを2.5 g, 追肥として園試50%濃度液をかん水がわりに適宜与えた。供試個体数は各区8本とした。

1982年1月7日には種し、前年と同様の方法で育苗した。水耕区は、クボタ式水耕プラント2号型栽培槽で栽培した。培養液の循環は30分ごとに5分間行った。培養液は園試処方培養液を用い、25%, 50%, 100%, 200%濃度区の4区を設けた。土耕区は、素焼きの10号鉢に1本植えとし、蒸気消毒した畑土にパーミキュライトを5 : 1の割合で混合したものを用いた。元肥としては熔リンを1鉢あたり10 g 与え、追肥中心として園試処方培養液を生育に応じかん水がわりに与えた。培養液濃度は水耕区と同様の濃度のものを用いた。2段摘心栽培し、1果房あたり5果着果させ、果実表面がピンク色になったものを収穫した。収穫した果実は、30°C 暗黒条件で0, 2, 4, 6, 8日間貯蔵し、果肉強度を測定した。

果皮強度は、果皮の穿孔抵抗 (puncture resistance) により求めた。穿孔抵抗の測定には、富士理工工業 RVD-J 型レオメーターを使用した。果実頂部周辺より直径 15 mm の果皮切片を1果あたり3個とり測定に供した。

果皮の厚さは、小野測器デジタルリニアメーター、DG-751 を使用し測定した。果実より採取した果皮切片の果肉 (中果皮) を金属製のヘラで削り落した。

果肉強度は、果実より採取した果皮切片の果皮をて

いねいにはがしたものを、果皮強度の測定と同様のレオメーターで測定した。果肉強度は破断荷重が 200 g を示したものを100とし、相対値で表わした。

## 実験結果

### 施肥濃度と果皮強度・果皮の厚さ

水耕区, 土耕区ともに、施肥濃度が高くなるほど、果皮強度は高くなり、果皮も厚くなった (第1図, 第2図)。水耕区のトマトの方が果皮強度が高いとは言えなかった。むしろ、標準施肥区, 2倍施肥区では土耕区の方が高かった。果皮の厚さは、いずれの区も測定値のばらつきが大きかった。

### 果房段位と果皮強度・果皮の厚さ

果房段位の違いにより、果皮強度はわずかに差が認められた (第3図)。水耕区, 土耕区とも第2果房で低く、第1, 第3果房の間では差がなかった。いずれの果房も、土耕区の方が水耕区よりわずかに高かった。

果皮の厚さは、水耕区では第3果房の果実が、土耕区では第1果房の果実がもっとも厚かった (第4図)。果房段位と果皮の厚さとの間には一定した関係が認められなかった。果皮は土耕区の方が水耕区より厚かつ

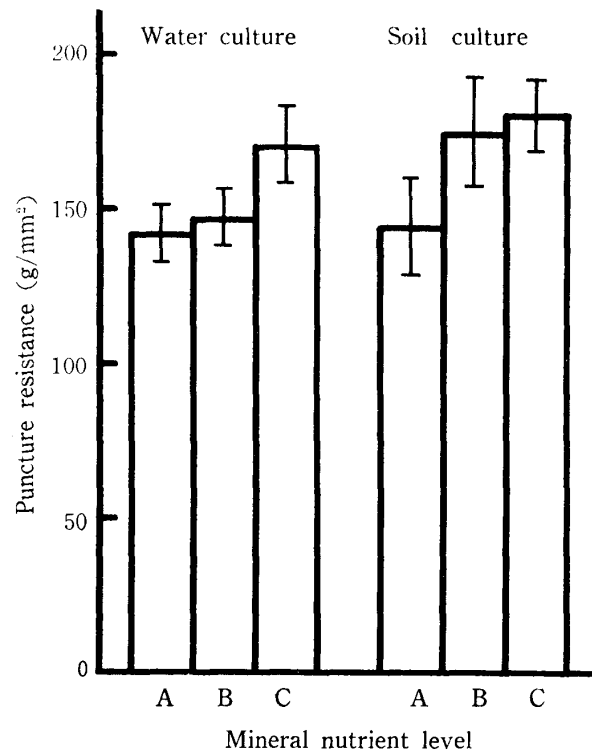


Fig. 1. Effect of mineral nutrient level on skin firmness of tomato grown in water culture and in soil. A: half strength B: standard C: double strength. Bars represent  $\pm$  S.E. at the 5% level.

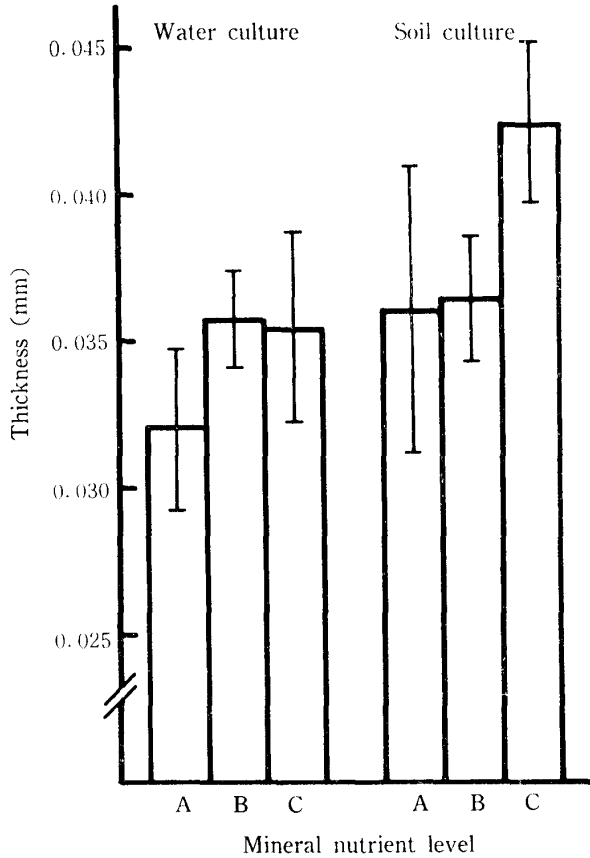


Fig. 2. Effect of mineral nutrient level on skin thickness of tomato grown in water culture and in soil. A: half strength B: standard C: double strength. Other details are as described in Fig. 1.

た。

果実の成熟段階と果皮強度

水耕区、土耕区とも果実の成熟段階がA（果実頂部がわずかにピンク色）からB（果実表面の2分の1がピンク色）に進むと、果皮強度が有意に低下した（第5図）。成熟段階BとC（果実表面全体が赤く着色）では差がなかった。いずれの成熟段階においても、水耕区の方が土耕区よりも果皮強度は高かった。

収穫後の貯蔵日数と果皮強度・果肉強度

水耕区では果皮強度の変化は認められなかった（第6図）。土耕区では果皮強度の値のばらつきが大きく、貯蔵日数と果皮強度の変化との関係は明らかでなかった。貯蔵日数にかかわらず、果皮強度は土耕区の方が水耕区より高かった。

果実は貯蔵日数とともに急激に成熟が進み、果肉は非常に軟らかくなった。第7図と第8図に果肉強度の変化を示した。土耕区では貯蔵開始から2日間で果肉強度が急激に低下し、8日目まで低下を続けた。低下の度合は、日数とともに小さくなった。収穫日の果肉強度は、施肥濃度が低いほど高く、とくに25%濃度区

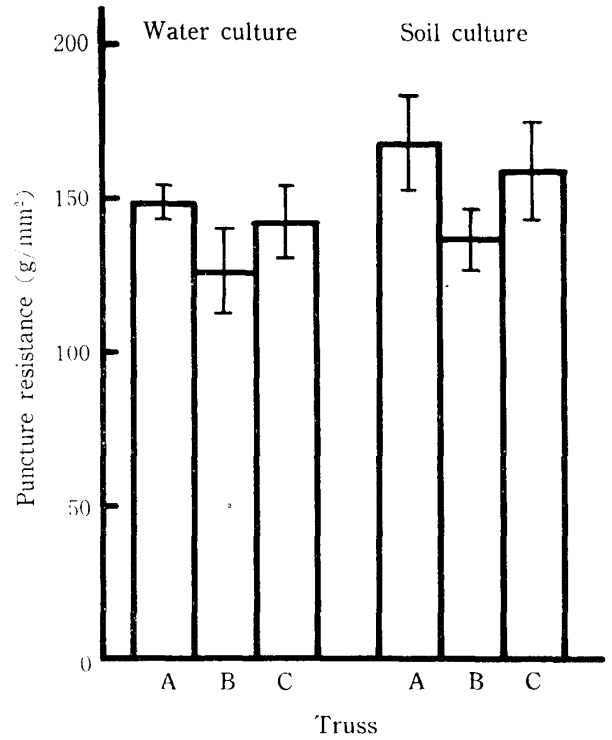


Fig. 3. Skin firmness of tomato grown in water culture and in soil. A: first truss B: second truss C: third truss. Other details are as described in Fig. 1.

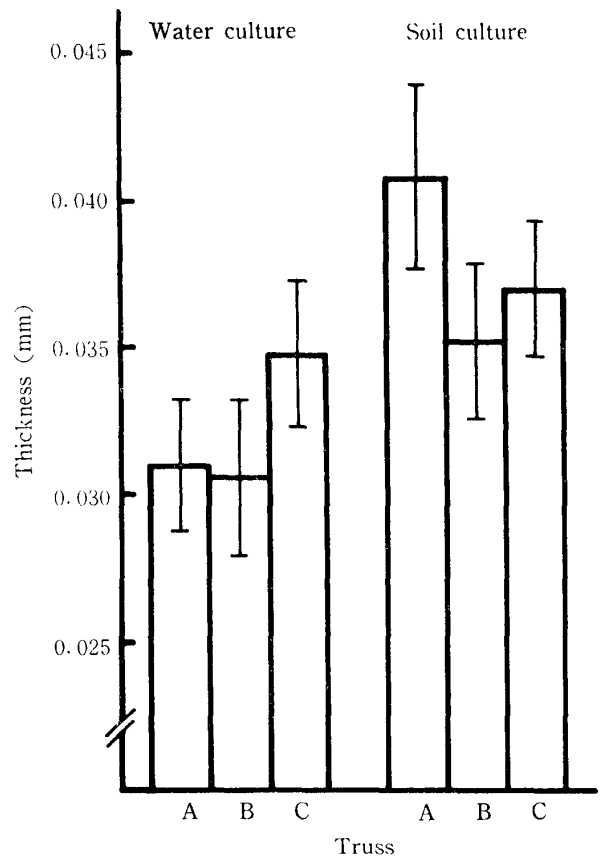


Fig. 4. Skin thickness of tomato grown in water culture and in soil. A: first truss B: second truss C: third truss. Other details are as described in Fig. 1.

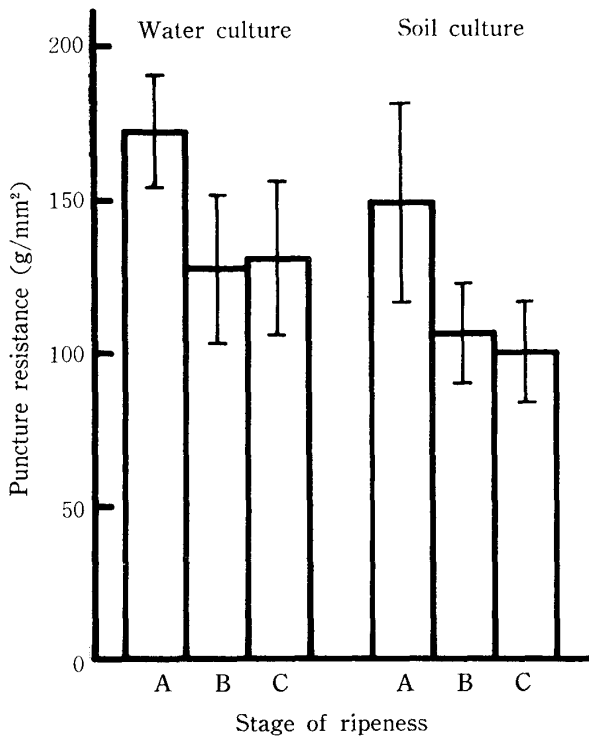


Fig. 5. Skin firmness of tomato grown in water culture and in soil. A: slightly colored pink at apical end B: colored pink in half of fruit surface C: red in whole of fruit surface. Other details are as described in Fig. 1.

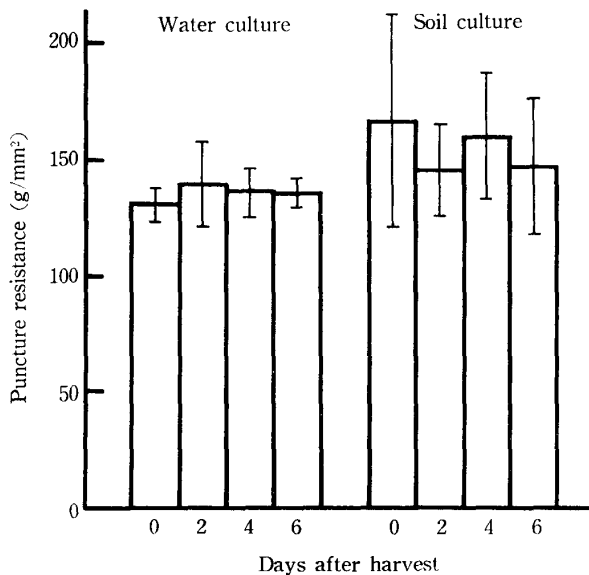


Fig. 6. Changes in skin firmness of tomato grown in water culture and in soil during storage. Other details are as described in Fig. 1.

で高かった。しかし貯蔵8日目では、施肥濃度による差はなかった。水耕区も土耕区と同様、収穫2日後の果肉強度の低下が大きかった。しかし、土耕区の場合

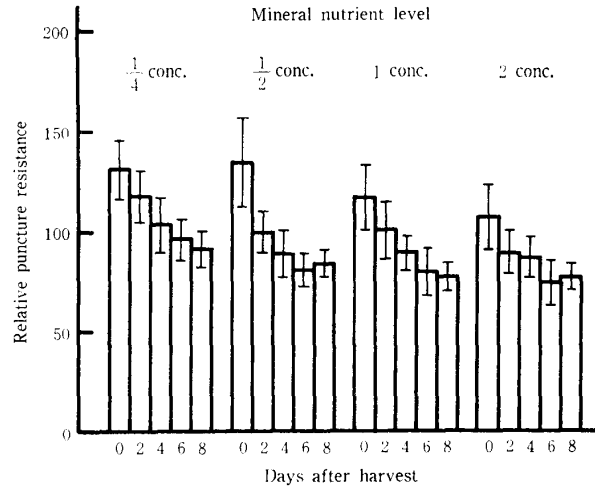


Fig. 7. Changes in flesh firmness of tomato grown in water culture during storage. Other details are as described in Fig. 1.

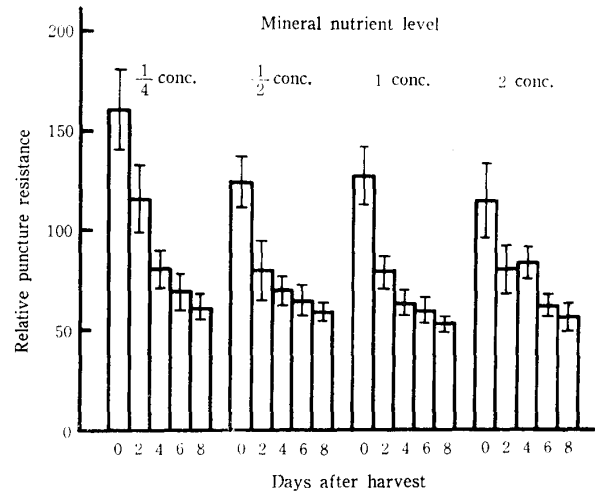


Fig. 8. Changes in flesh firmness of tomato grown in soil culture during storage. Other details are as described in Fig. 1.

ほど顕著ではなかった。しかもその後の果肉強度の低下の度合いが小さく、収穫当日の果肉強度は土耕区の方が高かったが、貯蔵8日目では水耕区の方が高くなった。

考 察

Voisey (1965) は空気圧による果皮の破裂抵抗、果皮の引張り抵抗、ならびに針による穿孔抵抗などについて、果皮強度の測定方法を検討し、穿孔抵抗による測定がもっとも実用的であるとしている。ただし、本実験では測定器の構造上、非破壊の状態で測定することができないため、果皮切片を採取して行った。しかし、この方法による方が正確な値を得ることができる。

なぜなら，果実表面から針を突き刺して果皮強度を求めた場合，果肉強度の影響を受けることは避けられない (Voisey 1970)。本実験では果皮切片の果肉側から針をあてて測定しているので，果肉強度の影響は少ない。

水耕栽培においては培養液濃度が高いほど，土耕栽培においては施肥量ならびに液肥として与えた培養液の濃度が高いほど，果皮強度は高く，果皮は厚くなった。一方，果肉強度は果皮強度とは逆に低くなった。果皮強度は栽培期間中の土壌水分量によって影響される。二井内ら (1960) は，引張り抵抗により求めた果皮強度が多湿区ほど低くなることを報告している。しかし，施肥量の多少による影響について調査した報告はみあたらない。

果実の硬さは，生食用トマトの鮮度保持，裂果の発生原因，品種比較，ならびに加工用トマトの機械収穫性に関して問題にされることが多い。しかし，この果実の硬さの要因である果皮強度，果肉強度，果肉の厚さに関して，栽培学的な面から行った調査は極めて少ない。Frazier (1936) は施肥量を異にした場合の果実の裂果発生率を比較し，施肥量の多少は裂果の発生率に影響しないことを報告した。しかし，この場合，果皮の強度，果肉の強度については言及されていない。

本実験では，水耕栽培したトマトの方が収穫後の果肉強度の低下が土耕栽培したものに比べ小さかった。

また，吉田ら (1984) は，無機質肥料と有機質肥料でそれぞれ栽培したトマトで，糖，酸，アミノ酸含量などの化学的性質や果実の硬さなどの物理的性質に違いがあることを明らかにした。これらの事実はいずれも興味深く，今後さらに調査する必要がある。

果皮強度と果皮の厚さとの間には有意な正の相関関係があった (第9図)。施肥濃度を高くすると，果皮の発達が良く，果皮が厚くなることによって果皮強度が増したと考えられる。

伊藤ら (1979) は加工用トマトで，石橋ら (1970) は生食用トマトで，熟度の進行とともに果実の貫入抵抗が減少することを報告している。貫入抵抗とは見かけの果皮強度と言われるもので，果肉強度の影響を受けている。また，トマト果実は着色程度がピンク期以後から果肉の軟化が急激に進行することが知られている (大久保 1967)。このように果実の成熟段階によって果肉強度が大きく変化するため，果肉強度の品種比較や栽培方法の違いによる比較を行う際，果実の成熟段階がそろっていることが要求される。しかし，成熟段階をそろえるのは容易なことではない。

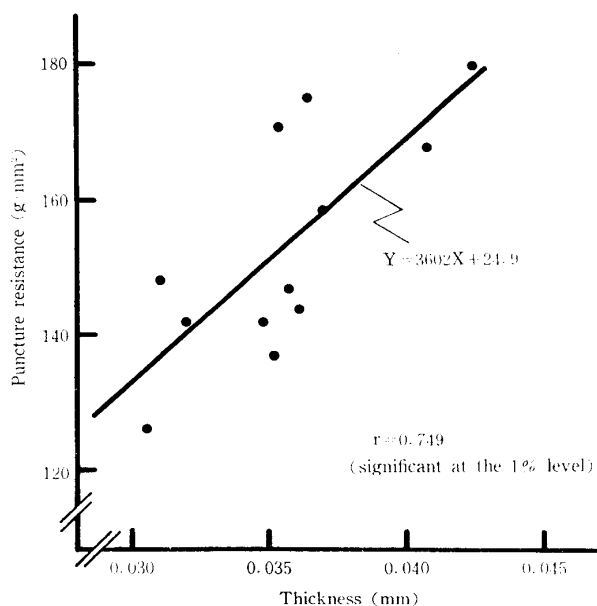


Fig. 9. Relationship between firmness and thickness of skin.

果皮強度，果肉強度，果皮の厚さは水耕，土耕にかかわらず，施肥濃度，果実の成熟段階，果房段階によって異なり，単に水耕，土耕といった培地の物理的条件の違いによって説明される差異は認められなかった。

## 謝 辞

穿孔抵抗の測定に際し，種々の便宜をはかっていただいた，本学生活科学部畑明美教授に感謝する。

## 引用文献

- 1) Contner, S. D., E. E. Burns, and P. W. Leeper (1969): J. Amer. Soc. Hort. Sci. **94**: 136-137.
- 2) Frazier, W. A. (1934): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **32**: 519-523.
- 3) \_\_\_\_\_ (1936): 同上 **33**: 536-541.
- 4) 石橋貞人・小嶋孝之 (1970): 農機誌 **32**: 59-64.
- 5) 伊藤憲弘・寺田俊郎・高橋亮正 (1979): 島根大農学部研究報告 **13**: 12-20.
- 6) Johannessen, G. A. (1949): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **54**: 272-276.
- 7) 南光美子・並木隆和・高嶋四郎 (1979): 園芸学研究集録, **9**: 66-70.
- 8) 二井内清之・本多藤雄・太田成美 (1960): 園学雑, **29**: 287-293.
- 9) 大久保増太郎・前沢辰雄 (1969): 同上, **36**: 462-466.
- 10) 吉田企世子・森 敏・長谷川和久・西沢直子・熊沢喜久雄 (1984): 栄食誌, **37**: 115-121, 123-127, 269-272.
- 11) Voisey, P. W. and L. H. Lyall (1965): Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **84**: 557-562.
- 12) \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, and M. Kloek (1970): J. Amer. Soc. Hort. Sci. **95**: 485-488.

### Summary

The tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv Ohgata-fukuju) was grown in water culture and in soil. The fruit harvested from the two cultures were compared for puncture resistance and thickness of the skin (epidermis) and puncture resistance of the flesh (outer wall of the pericarp).

Puncture resistance and thickness of the skin were higher, while puncture resistance of the flesh was lower with higher mineral nutrient levels both in water culture and in soil.

Puncture resistance of the flesh declined as fruit maturity advanced.

Change in puncture resistance of the skin was small, while that of the flesh declined appreciably during 6 or 8 day's storage at 30°C in the dark after harvest. These tendencies were more pronounced in soil-grown fruit.

Thus, puncture resistances of the skin and the flesh which make up firmness of the fruit, were influenced by mineral nutrient level, fruit truss, fruit maturity and post-harvest storage. These items, however, were not to be characterized by the difference in growing media of water culture and soil.