

青果物の品質保持ならびに品質向上に関する実用的技術の開発

誌名	日本食品保蔵科学会誌
ISSN	13441213
著者	永井, 耕介
巻/号	28巻3号
掲載ページ	p. 147-153
発行年月	2002年5月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



青果物の品質保持ならびに品質向上に関する 実用的技術の開発

Development of Practical Techniques on Keeping Quality and Quality Improvement of Vegetables and Fruits

永井 耕介*

NAGAI Kousuke*

*Hyogo Prefectural Agricultural Institute
1533, Behutyo, Kasai-shi, Hyogo 679-0198

最近の青果物に対する消費者ニーズは健康志向の高まりに伴い、栄養価、機能性、安全性等に関心が向けられ、品質面以外にも栽培方法について注目されるようになってきた。品質面では高鮮度、良食味への要求が一層顕著になっている^{1),2)}。また消費動向は婦人の社会進出や核家族化等を反映し、利便性、多品目少量消費の傾向にあり、小家族の約5割が現在の販売単位が大きすぎる(多すぎる)と感じている²⁾。このような消費者志向の変化に対応して、流通・販売面ではブランド化(生産者の顔が見える、フードプラン、安心安全など)、多品目化、個包装化が進み、店頭には数多くの野菜、果実が陳列され、その商品形態はカット野菜などにみられるように大半がプリパッケージされた形態に変化してきている。一方、青果物の生産地は従来の重要な供給源であった都市近郊産地から遠隔地帯へと移行しており、今後も産地の遠隔化と広域化は一段と進展すると予想される。そのような状況下で、青果物における品質保持の技術開発の重要性は一層増すものと考えられる。

公設の試験場で13年間、この種の研究に従事してきた筆者はこれまで生産や流通の現場で多くの品質低下の問題に直面してきた。問題解決のために取り組んできた研究の中からいくつかを以下に紹介する。

1. 完熟トマトの高品質化と品質保持技術

「樹で熟した完熟トマト」は、栽培面から土壌養分、

植物体の栄養状態に基づいた肥培管理、品質面から収穫時のトマトについて甘味・酸味の検査を行い、一定の基準を満たしたトマトを「美味しいトマト」として流通させたもので、昭和57年に兵庫県で誕生した。この「美味しいトマトづくり事業」は県の試験場が農業改良普及センター、生産者、農協、流通業者、小売店等の生産、流通、販売に至る一貫した協力を得て実施したものであった。「樹で熟させた美味しい完熟トマト」は消費者にも大いに喜ばれ、たちまち全国に広まっていった。トマトの味がよくなり消費拡大にも大きく貢献したプロジェクト事業であった。この当時、筆者は農業試験場園芸部でトマトの栽培部門を担当しており、品種選定や栽培技術でこの事業に深くかかわっていた。まさに消費者ニーズに沿ったトマトづくりであると確信していた。その数年後、流通利用部門に仕事が変わり、市場調査して驚いたのは、市場では完熟トマトから幾分緑色のトマトに逆戻りしていたことである。その理由は出荷流通形態や方法が以前の「一部着色いたトマト」のものと同じであったために、完熟トマトの流通途上での過熟や損傷などによる品質劣化が生じていた。このときほど、消費者ニーズと市場ニーズの違いを思い知らされたことはなかった。流通部門での筆者の最初の仕事が完熟トマトを生産者から消費者まで品質を低下させることなく流通できる技術を確立することであった。

当時のトマト流通は、集荷時に予冷されているもの

*兵庫県立中央農業技術センター農業試験場環境部(〒679-0198 兵庫県加西市別府町1533)

もあったが、その後の保冷はほとんどされていないため、流通中に完熟トマトが過熟になっていた。市場でトマトに水滴があれば予冷品と認められていたことからそのことがわかる。

予冷効果は、トマトの中心温度を測定した結果、夏季高温時に予冷で5℃まで品温を低下させても約24時間後には、箱詰めトマトの品温は室温とほぼ同じ温度に上昇し、予冷のみでは熟度の進みを抑制することが困難であった。しかしながら、収穫後、予冷で品温を5℃に下げ、その後5℃に保冷することで、夏季高温時でも1週間程度、糖、酸、ビタミンC等の内容成分や食味が優れた状態に保てることが明らかになった (Fig.1)³⁾。

もう一つの品質低下は通称「あたり」といわれる物理的損傷である。落下や果実同士の接触で生じるが、流通段階の振動が物理的損傷に大きく影響するものと考えられた。そこで、IMV製振動試験機 (Fig.2) を用いて、完熟トマトの輸送性やパッケージ方法などを検討した。

1,000kmのトラック輸送試験に使われるJIS規格の振動条件すなわち加速度0.75G、周波数5~50Hz、掃引時間5分、振動時間20分で、トマト果実は激しく振動することが明らかになった。トマト果実の振動特性は上下振動の加速度0.5Gではいずれの周波数でもトマト果実が少し振動する程度であったが、1.0Gでは10Hz前後で激しく回転し踊りだした。水平振動では上下振動に比べて、より低周波数で果実は激しく振動することが明らかになった⁴⁾。

物理的損傷を防ぐために、緩衝材の効果を検討した。輸送中に生じる完熟トマトの底部の損傷は上下ならび

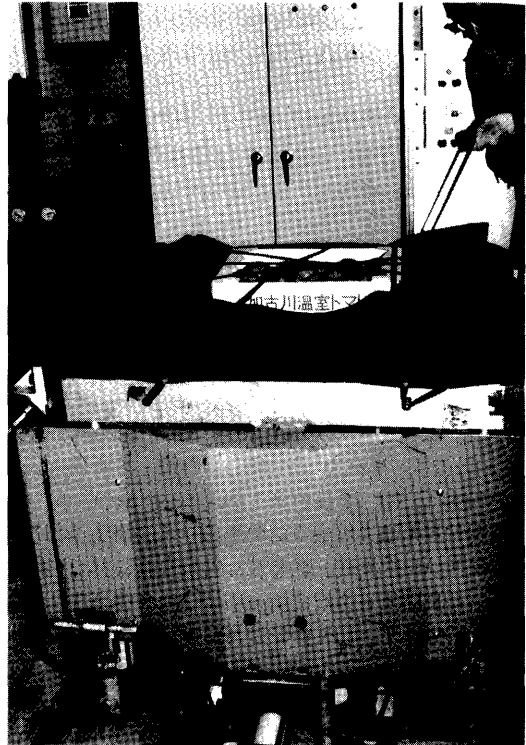


Fig. 2 The state of vibration test

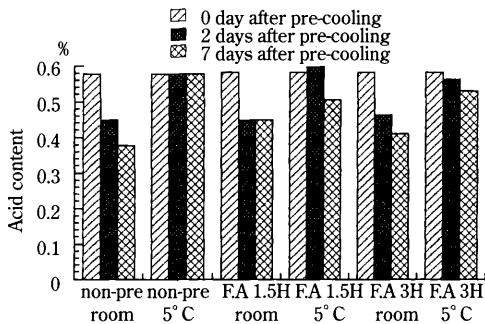


Fig. 1 Effects of pre-cooling and state of preservation on acid content of full-ripened tomato

non-pre: non pre-cooling, F. A 1.5 H: forced-air pre-cooling for 1.5 hours, F. A 3 H: forced-air pre-cooling for 3 hours

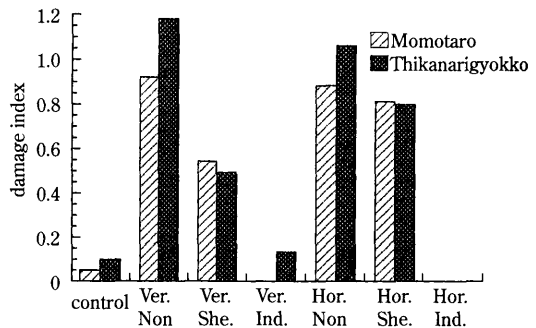


Fig. 3 Effects of shaking on physical damage of horizontal section of tomato through transporting simulation

The condition of test : acceleration degree...0.75 G, frequencies ...from 5 to 50 Hz, rotation time... 5 minutes, shaking time... 20 minutes

Ver. : Vertical shaking, Hor. : Horizontal shaking
 She. : Sheet of styrene, Ind. : packed individually
 Non : Cardboard box only

に水平振動ともに箱底に発泡スチロール製のシートを使用することによりかなり抑制された。しかしながら、側部の損傷は両振動方向ともに、箱底のシートのみではかなり発生しており、有効な対策は果実が直接接触しない個別包装であることが明らかになった (Fig. 3)。後に流通現場では紙製のトレーが使用されるようになり、果実同士が接触しない流通形態が確立された。

完熟トマトが誕生した時点の美味しいトマトの基準は糖度5.0以上、酸含量0.4%以上であった。これは当時の産地や農家の品質目標値でもあった。しかしながら、今日市場流通している8~9割の完熟トマトがこの目標値をすでに達成している。また、当時の基準は通年のものであり、季節や作型により嗜好が異なることも考えられる。そこで、冬春収穫と夏秋収穫の二つの作型について完熟トマトの味に関する内容成分の項目選定を行うとともに、消費者ニーズに対応した新たな美味しさの基準値の検討を行った。糖度5.2、滴定酸0.45%の冬春トマトでは「うまい」との回答は4割程度で、糖度5程度では満足されていないことが明らかになった。夏秋トマトでは糖度が8以上のものは「まずい」と答える人が増える傾向がみられた。完熟トマトの食味と相関が高かった項目は冬春型では糖度/滴定酸比、夏秋型では糖度、滴定酸含量であった。このことから、冬春型には甘さが、夏秋型には適度の酸味が重要であることがわかる。「まずい」の回答が10%以下で、「うまい」の回答が60%以上を美味しさの基準と考え、冬春トマトでは「糖度6以上、滴定酸0.5%、糖度/滴定酸比12程度」、夏秋トマトでは「糖度6~8、滴定酸0.6~0.8%、糖度/滴定酸比10程度」との季節に応じた完熟トマトの美味しさの基準値を策定した^{51, 6)}。

2. 包装法の改善による夏季収穫ハウレンソウの鮮度保持

ハウレンソウの外観や成分変化には貯蔵温度が大きく影響する。低温ほど品質保持期間が長いことから、一般に予冷・保冷等の低温流通が行われている。しかし、実際の流通段階では品温の変化があり、生産者から消費者にわたる間に品質低下を生じる場合があり、大きな問題となっている。試験に取り組んだ産地のハウレンソウも、夏季に量販店から売り場における鮮度低下が指摘された。生産者および量販店等からは消費者まで高鮮度の状態で流通できる軟弱野菜の高鮮度流通技術の体系化がまさに望まれている。そこで、夏季の高温期に収穫したハウレンソウの輸送中の品温変化

を測定するとともに、鮮度保持対策として出荷ケースとフィルム包装の改善による実用的な鮮度保持効果を検討した。

収穫後のハウレンソウの品温変化を調査した結果、6時間の予冷で品温は26℃から6~7℃に低下した。輸送中に品温は上昇し、配送センター到着地点では18~20℃になり、そこでの冷蔵により品温は7℃程度に下がるものの、店頭に出されるまでの間に配送等で品温上昇がみられた。店頭では18~20℃の品温に保たれていた。このことから、流通の段階でかなりの品温変化が生じていることが明らかになった。さらに、品温変化は出荷ケースによっても異なっており、ダンボール箱はプラスチック製組立通いケースに比べて品温変化が遅く、温度の変動幅が3~4℃少なかった。そのために、ハウレンソウの品質は組立通いケースに比べてダンボール箱の方が優れていた。次に組み立て通いケースで品質を保持する視点で補助包材の検討を行った。組み立て通いケースの使用は「地球環境に優しい流通」を旨とする量販店が導入したものであり、生産者側も追随せざるを得ない状況にあった。補助包材としての発泡スチロールシートの使用が最も流通途上での品温変化が遅く、ハウレンソウの品質が優れていた。現行の新聞紙1枚使用による保温に比べて、新聞紙を2枚使用することでも品温変化は小さくなり (Fig. 4)、品質低下が抑制できることが明らかになった⁷⁾。

ハウレンソウの呼吸量は貯蔵温度が高いほど多く、収穫7日後では収穫直後の60~70%に呼吸量が減少した。呼吸量が多いほど、品質低下が早まることから、収穫直後の品質保持対策が重要であることがわかる。

フィルム包装の検討では現行の開放状態から、上部

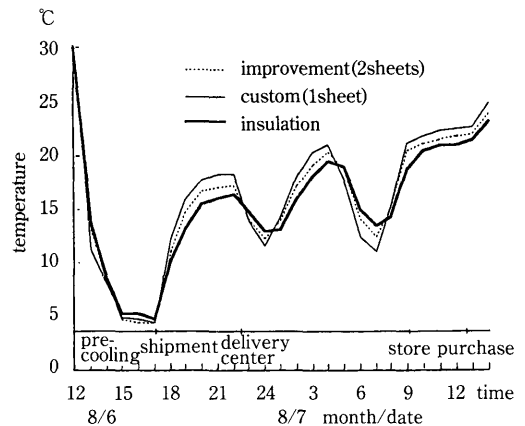


Fig. 4 Effect of supplementary packing on the changes of temperature in spinach during transportation

Table 1 Effect of package method and change of storage temperature on quality in spinach 'Active'

No	package		keeping time at room temperature*3	fresh score*5		relative weight(%)		note
	film*1	sealig method*2		storage period (days)		3	7	
			3	7	3			
①	C-OPP	open	non	4.2	2.5	97.8	95.1	tip drying
②	C-OPP	open	8 hr. (1st day) **	2.5	2.0	94.1	89.1	remarkable tip drying
③	C-OPP	open	8 hr. (2nd day)	2.5	1.5	92.5	86.7	remarkable tip drying
④	C-OPP	S-W	non	4.4	3.8	99.2	97.1	
⑤	C-OPP	S-W	8 hr. (1st day)	3.5	2.8	98.7	97.4	
⑥	C-OPP	S-W	8 hr. (2nd day)	3.5	3.2	98.6	97.8	
⑦	C-OPP	sealed	non	4.5	3.9	99.0	98.9	
⑧	C-OPP	sealed	8 hr. (1st day)	4.3	3.7	99.3	98.6	
⑨	C-OPP	sealed	8 hr. (2nd day)	4.0	2.5	99.0	98.6	slight root rot
⑩	M-OPP	sealed	non	4.5	4.0	99.1	98.9	
⑪	M-OPP	sealed	8 hr. (1st day)	4.4	3.6	99.7	98.9	
⑫	M-OPP	sealed	8 hr. (2nd day)	4.3	3.6	99.1	98.9	
⑬	non	-	non	1.8	1.0	83.7	61.2	remarkable whole drying

* 1 film: C-OPP...custom polypropylene (no-hole-OPP) film (thickness: 25 μ m)

M-OPP...microhole-OPP film (thickness: 25 μ m) treated with laser beams

* 2 sealing method: open...open at the upper part of pack, S-W...small windows type

* 3 spinach kept at room temperature for 8 hours after pre-cooling

* 4 date after harvest that spinach was kept at room temperature

* 5 fresh score: 5...Excellent ~ 1...not edible

のみシールし底部に孔の開いた小窓および密封形態にすることで、高鮮度保持期間が延長できた (Table 1)。しかし、密封形態では蒸れを起こす可能性があるため、小窓形態が実用的なシール法であることが明らかになった。ハウレンソウの集出荷現場では、包装機が全面シールから部分シールができるよう改良され、その後は品質のよいハウレンソウを生産、出荷している産地として量販店等から高い評価を得ている。

3. ブドウ「ピオーネ」の輸送中の振動特性と脱粒防止法

食生活の高級嗜好の中で、ブドウは大粒系が好まれる傾向にあり、無核のピオーネブドウ (以下ピオーネ) の需要は伸びている。しかしながら、現在普及しているジベレリン処理による無核化栽培では集出荷、輸送中の振動で脱粒が生じやすく、商品性が著しく低下し大きな問題となっている。そこで、「ピオーネ」の房の振動特性を明らかにするとともに脱粒防止対策について検討した。

1,000kmのトラック輸送試験に使われるJIS規格の振動条件で、ピオーネの果粒は激しく振動することが確認された。水平振動での加速度特性 (7 Hz) は0.5Gで果粒が振動し、0.8Gで房が激振し、1.0Gで房が激

しく擦れ合い、1.2Gで脱粒が発生した (Fig. 5)。

振動による脱粒は収穫時期が遅れるほど多く発生した。収穫の1カ月前にKT-30 (サイトカニン類) 液剤噴霧処理を行うことにより、JIS規格の振動条件下では振動直後の脱粒は生じなくなり、振動2日後においても脱粒数が1/2以下に減少した (Table 2)。その要因はKT-30液剤噴霧処理で果粒の引っ張り強度が高まることであった。しかも、KT-30剤の濃度が高まるほど引っ張り強度が高まり、果粒そのものが一層離脱しにくくなっていることが明らかになった。しかしながら、ピオーネの品質面において色調はKT-30剤の濃度が高いほどL値、a値が高く、着色の遅れがみられることと、糖度、糖度/滴定酸比が低下する傾向がみられるので、実用的な処理技術としては5 ppm程度が適濃度であると考えられる。また、発泡スチロール製ネットの緩衝材を用いることで、JIS規格の振動条件による振動直後および振動2日後の脱粒数は緩衝剤がない区に比べて1/2以下に減少した。さらに、KT-30処理と緩衝材の複合技術で脱粒がさらに抑制できることが明らかになった^{8),9)}。KT-30液剤処理の効果として収穫が遅れても脱粒しにくくなることからピオーネの収穫期間の拡大技術としても利用できるものと考えられる。

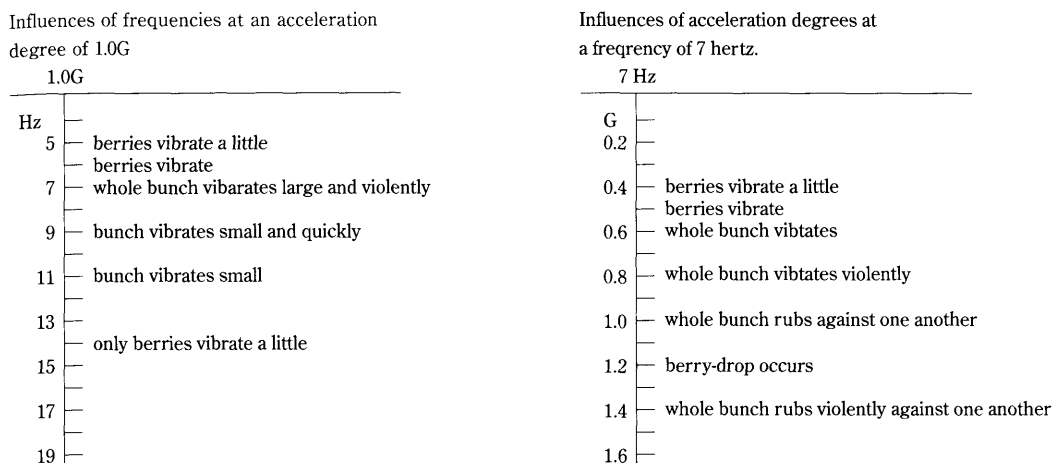


Fig. 5 State of vibration of grapes 'Pione' which are influenced by acceleration degrees and frequencies through transporting simulation (horizontal shaking)

Table 2 Berry-drop of grapes 'Pione' which were treated with KT-30 through transporting simulation

date of harvest	KT-30 treatment	stage of maturity	shock absorber	shaking test	berry-drop just after shaking (per bunch)	berry-drop after 2 days of shaking (per bunch)
Aug. 24	non	immature	non	done	0.0*	0.5
Aug. 24	non	immature	treated	done	0.0	0.2
Sep. 3	non	table ripe	non	done	0.5	1.8
Sep. 3	non	table ripe	treated	done	0.2	0.5
Sep. 3	5 ppm	immature~ripe	non	done	0.0	0.8
Sep. 3	5 ppm	immature~ripe	treated	done	0.0	0.5
Sep. 3	20ppm	immature~ripe	non	done	0.0	0.5
Sep. 3	20ppm	immature~ripe	treated	done	0.0	0.2
Sep. 16	non	overripe	non	done	1.6	2.6
Sep. 16	non	overripe	treated	done	0.6	0.8
Sep. 16	5 ppm	table ripe	non	done	0.0	1.2
Sep. 16	5 ppm	table ripe	treated	done	0.0	0.5
Sep. 16	20ppm	immature~ripe	non	done	0.0	0.3
Sep. 16	20ppm	immature~ripe	treated	done	0.0	0.2
Sep. 3	non	table ripe	non	non	0.0	0.0
Sep. 16	non	table ripe	non	non	0.0	0.0

* : The number of berry-drop per bunch

KT-30 treatment: KT-30 solutions were sprayed over upon whole bunches on Jul. 24

The shaking test by transporting simulation was done soon after harvest.

The condition of test : acceleration degree...0.75G, frequencies...from 5 to 50 Hz

rotation time... 5 minutes, shaking time...20 minutes

4. クリにおける収穫後の品質向上技術の確立

クリの収穫期は9月上旬から10月下旬の短期間に集中する。特に9月下旬から10月上旬の市場出荷量は最大となり、この時期の市場価格の低下が著しい。また、近年は韓国、中国からの剥きグリ輸入が増加し、それに伴いクリの国内生産量は過去10年間徐々に低下して

いる。このような状況の下で、今後とも国内産グリの消費の維持拡大を図るには栽培面での高品質化はもとより、収穫後の果実についても貯蔵による食味向上策を図り、出荷調整をする必要性が一層高まっている。そこで、食味の優れた国内産大粒グリの出荷、流通技術を確立するために、大粒日本グリの貯蔵温度、貯蔵期間とクリの糖含量との関係を調査した。また、消費

ニーズに対応しクリの甘さ調節の可能性について検討した。さらに、糖含量を高めた大甘栗が周年供給できる調理グリの製造法について検討した。

クリ果実は低温条件（ $-2 \sim 5^{\circ}\text{C}$ ）でデンプンが減少し、ショ糖、全糖含量が増加した。貯蔵条件 0°C 、2週間で全糖含量が収穫時の1.7~3.1倍となった。 0°C での全糖含量の増加速度は、品種によって異なるが、全糖含量はほぼ4~6週間でピークに達し、その後緩やかに減少した（Fig. 6）。その速度は最初は速く、その後は徐々に減少した。また、晩生品種ほど早く糖含量がピークに達する傾向がみられた。糖含量の増加に比例して、色調のb値（黄色度）が高まる傾向にあった。主たる甘み成分であるショ糖は3日程度の短期間の低温処理でも増加が認められた。低温処理により甘みの増したクリをその後常温で約2週間貯蔵してもショ糖含量の増減がほとんど生じなかった（Fig. 7）。このことから、甘さの異なるクリを作成し、常温で流通することが可能であることが明らかになった¹⁰⁾。

糖含量の高まったクリを冷凍貯蔵し、食べる直前に凍結の状態に加圧湿熱調理すれば、凍結前に蒸したのと同程度に風味、舌触りがよい美味しい蒸しグリを周年食べられることが明らかになった¹¹⁾。この技術は収穫直後に低温処理し、その後凍結するので、従来の燻蒸処理が不要となり安全性の点でも優れている。

甘さの異なるクリを作成し、450人の甘さに対する嗜好を調査した結果、ショ糖含量を高めたクリの方が美味しいと答えた人は全体の84%と多く、甘いクリが好まれていた。クリの食味はショ糖含量との相関が特に高いことから、甘さの程度についてショ糖含量が4.5%未満を普通、4.5~8%を甘、8%以上を極甘とする基準を策定した¹²⁾。今後流通するクリに甘さの程度の表示がなされるようになれば、消費者は好みの甘さのクリを選択できるようになり、消費拡大と地域ブランド化に役立てることができる。

現在、「丹波ささやま」で名高い兵庫県篠山市にある「ささやま特産館」では1年中いつでも甘くて美味しい焼きグリ風蒸しグリ（Fig. 8）を食べることが可能となった。また、大粒甘栗を食材としたお菓子など新しい商品開発も検討されている。

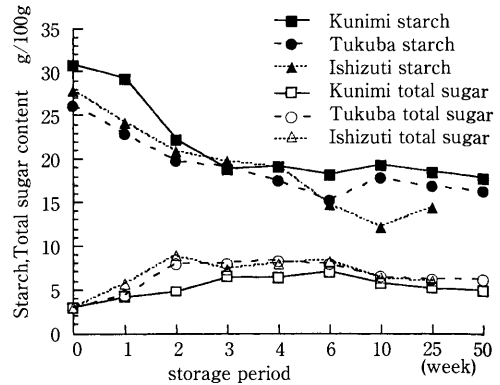


Fig. 6 Effects of 0°C storage on starch and total sugar content of chestnut

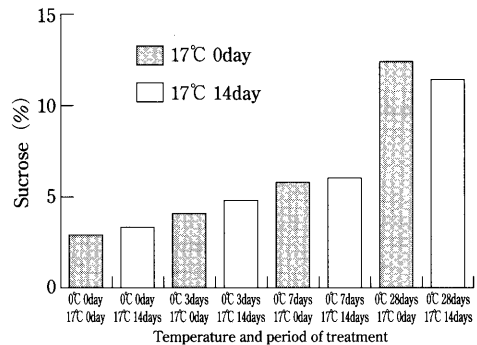


Fig. 7 Changes of the sucrose content in chest nuts by short storage at 0°C

1) Means treatment of 3 days with 0°C and 14 days with 17°C later

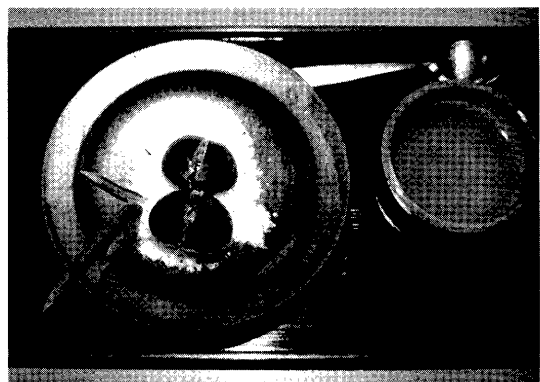


Fig. 8 Sweet chestnut of Sasayama - tokusankan

おわりに

流通利用部門の仕事に13年間携わったが、その間に上記以外の品目としてミニトマト¹³⁾、タマネギ¹⁵⁾、ヤマノイモ¹⁶⁾の品質、貯蔵技術、キャベツ¹⁷⁾、ブロッコリ¹⁸⁾、レタス¹⁹⁾の品質保持、温州ミカン²⁰⁾、ユズ²¹⁾の品質、品質保持等の研究にかかわってきた。それらを通じて感じたことは、生産者にとって、つくる技術はもちろん重要であるが、売る技術の必要性が一層増してきていることで、農産物の品質評価がより重要になることである。栽培部門と流通利用部門の研究者が一環して研究に取り組める環境下で、しかも現場の普及員や営農指導員、栽培農家の協力が得られて、はじめて現場に役立つ技術が確立できると思った。また、鮮度や品質の測定方法は確立されておらず、他の部門に比べて調査や分析方法に創意、工夫が求められ、それらが活かされる研究分野だと感じた。筆者は約1年前流通利用部門から土壤肥料部門に仕事が変わった。土壤肥料部門はこれまでとはかなり異なった分野である。この新しい分野の仕事にかかわりを持ち、この分野にも多くの課題が存在することがわかりつつある。これまで取り組んできた流通利用部門の知識や経験を土壤肥料部門の新たな課題解決のために少しでも多く活かしたいと考えているこの頃である。

謝 辞 本研究を行うにあたり、ご指導とご助言をいただいた元神戸大学教授土田廣信博士に心から御礼申し上げます。また、兵庫県立北部農業技術センター加工流通部の澤正樹前部長、同部の中川勝也部長、井上喜正次長をはじめ多くの方々のご助言、ご協力をいただいたことに深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 永井耕介・吉川年彦・澤 正樹：兵庫中央農技研報（農業編），**39**，101～106（1991）
- 2) 永井耕介・有方千裕・小河拓也・中川勝也：近畿中国農研，**89**，45～50（1995）
- 3) 永井耕介・吉川年彦・澤 正樹・岸本基男：近畿中国農研，**82**，34～38（1991）
- 4) 永井耕介・吉川年彦・澤 正樹：近畿中国農研，**80**，54～58（1990）
- 5) 永井耕介・吉川年彦・澤 正樹・小林尚司・田中平義：日食低保誌，**15**（2），75～81（1989）
- 6) 永井耕介・中川勝也：近畿中国農研，**90**，30～33（1995）
- 7) 永井耕介・羽瀨維子・小河拓也・中川勝也：日食低保誌，**23**（3），133～138（1997）
- 8) NAGAI, K., HAMADA, K., OGAWA, T. and NAKAGAWA, K.: *J. Japan. Soc. Cold Preserva. Food*, **22**（4），223～229（1996）
- 9) 永井耕介・浜田憲一・小河拓也・中川勝也：近畿中国農研，**89**，41～44（1995）
- 10) 永井耕介・堀本宗清・澤 正樹・吉川年彦：兵庫中央農技研報（農業編），**40**，29～34（1992）
- 11) 永井耕介：農業機械学会誌，**57**（3），131～135（1995）
- 12) 永井耕介・堀本宗清・小河拓也・中川勝也：日食低保誌，**22**（2），91～95（1996）
- 13) 永井耕介・吉川年彦・中川勝也・澤 正樹・田中平義：兵庫中央農技研報（農業編），**36**，103～106（1988）
- 14) 永井耕介・吉川年彦・中川勝也・澤 正樹・田中平義：兵庫中央農技研報（農業編），**37**，29～34（1989）
- 15) 永井耕介・澤 正樹・吉川年彦・岸本基男・山田正敏・中川裕八郎・伊佐定夫：日食低保誌，**18**（4），141～147（1992）
- 16) 永井耕介・田畑広之進・有福一郎・小河拓也・廣田智子・福嶋昭・井上喜正：日食低保誌，**25**（4），169～173（1999）
- 17) NAGAI, K., FUKUSHIMA, A., OGAWA, T., MATUURA, K. and NAKAGAWA, K.: *J. Japan. Soc. Cold Preserva. Food*, **24**（1），11～16（1998）
- 18) 永井耕介・小河拓也・福嶋 昭・中川勝也：日食低保誌，**23**（6），323～328（1997）
- 19) 永井耕介・小河拓也・中川勝也：兵庫中央農技研報（農業編），**46**，45～50（1998）
- 20) 永井耕介：近畿中国地域における新技術（近畿中国農業試験研究推進会議編），**28**，204～206（1994）
- 21) 永井耕介・田畑広之進・小河拓也・岸根秀明・井上喜正：近畿中国農研，**101**，57～61（2001）