音響振動法によるカキ ‘太秋’ の食感評価

鈴木哲也^{1*}・新川 猛¹・櫻井直樹²¹ 岐阜県農業技術センター 501-1152 岐阜市又丸² 広島大学大学院生物圏科学研究科 739-8528 広島県東広島市鏡山

Texture Evaluation of ‘Taishuu’ Persimmon Using an Acoustic Vibration Method

Tetsuya Suzuki^{1*}, Takeshi Niikawa¹ and Naoki Sakurai²¹Gifu Prefectural Agricultural Technology Center, Gifu 501-1152²Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, Higashihiroshima, Hiroshima 739-8528

Abstract

Quantitative evaluation of the crisp texture of ‘Taishuu’ persimmon was studied based on an acoustic measurement of crispness (AMC). Measurements of the texture of ‘Taishuu’ persimmon stored for varying days after harvest suggested that the energy texture index (ETI) calculated at frequency bands from 100 to 140 Hz and above 3,200 Hz could be used to quantitatively evaluate the crispness. Measurements of the texture of ‘Kanshu’ persimmon with a different texture from that of ‘Taishuu’ persimmon revealed that there was a significant difference between ETIs of the two cultivars, especially above 4,480 Hz. These results suggest that ETIs with a frequency above 4,480 Hz can be used to quantitatively evaluate the crisp texture of ‘Taishuu’ persimmon. Furthermore, the effects of differences in harvest maturity on the persimmon texture were studied. The ETIs of ‘Taishuu’ persimmon harvested with a color score of 4.5 were lower than those harvested with a color score of 3.5, and corresponded to those of fruit harvested with a score of 3.5 and stored for 7 to 9 days. The crisp texture of ‘Taishuu’ persimmon is an important characteristic. Therefore shipment of the fruit with a color score above 4.5 may lead to a decline in the market rating of ‘Taishuu’ persimmon.

Key Words : acoustic measurement of crispness, energy texture index

キーワード : エネルギー食感指標, 食感測定装置

緒 言

近年、カキの消費は低迷しており、特に若い世代の消費量が非常に減少している。総務省家計調査(総務省統計局, 2011)によると、世帯主が29歳以下の世帯におけるカキの平均年間購入量は、世帯主が60～69歳の世帯に比べて約7.2%と非常に少なく、将来におけるカキの需要低下が危惧されている。この状況を打破し、カキの需要回復を図るためには、消費者ニーズを踏まえた戦略の構築が必要である。消費者がカキを購入する際の重要な要因は色、味であり(秋元・伊藤, 1979a)、また、小売店がカキを仕入れる際の重要な要因は‘味の保証’である(秋元・伊藤, 1979b)。このように以前から、消費者ニーズとして食味は重要な要因であったにも関わらず、農林水産省の定めた果実の全国標準規格が生産者と流通業者段階のみを対象としていたように(黒田, 1978)、カキ産地において消費者ニーズが考慮さ

れることはほとんどなく、大きさや果皮色など流通段階で重視される外観品質が優先されていた。しかし、時代が移り、今後カキ産地が生き残っていくためには、消費者ニーズを最優先に位置づけることが極めて重要になってきた。

‘太秋’は1995年に品種登録された中生の完全甘ガキであり、食味が優れていることが最大の特徴である(山根ら, 2001)。消費者への試食アンケート調査においても人気が高く(川尾, 2009)、『太秋』が基幹品種として出荷体系の一角を担うことは、カキ全体の需要拡大に繋がる。‘太秋’の食味の良さは、食感がサクサクとしていること(山根, 1994)、『富有』とは糖組成が異なること(鈴木ら, 2010)などにある。特にサクサクとした食感は今までのカキにはない新たな食感であり、ナシのような食感とも評されている。この食感を定量的に評価することは、おいしさの解明とともに今後のカキ消費拡大への取り組みにあたって重要なポイントである。

従来の食感測定は実際に人が食べた時に発生する音をマイクで計測する方法がとられていた。しかし、個人差の大きいこと、再現性のないことが課題であった。そこで、Sakuraiら(2005a)は、プローブをサンプルに貫入

2013年4月1日 受付。2013年6月17日 受理。

本報告の一部は平成23年園芸学会秋季大会で発表した。

* Corresponding author. E-mail: suzuki-tetsuya@pref.gifu.lg.jp

させ、その時に発生する音響振動をプローブとピストンの間に挟んだ圧電素子で検出する食感測定装置 (Acoustic Measurement of Crispness, AMC) を開発した。その後、その電圧データをオクターブマルチフィルタで周波数帯域ごとに分けて数値化し (Taniwaki ら, 2006), 振動検出に加速度センサを用い、エネルギー食感指標を厳密な物理量で定義した (Iwatani ら, 2013)。

Sakurai ら (2005b) においては、AMC 法によって‘富有’の肉質評価を行い、そのパラメーター「シャープネス指標」を検討した。また、Taniwaki ら (2009) においては、AMC 法と Muramatsu ら (1997) が開発したレーザードップラー (Laser Doppler Vibrometer, LDV) 法によって、‘富有’と‘太秋’の食べ頃を明らかにした。我々は、AMC 法と Kuroki ら (2006) が開発した音響振動法の小型測定装置によって、‘富有’の食べ頃の予測を行った (鈴木ら, 2011)。このように、AMC 法を中心に、カキ、特に‘富有’の肉質特性が明らかになってきた。

Taniwaki ら (2009) は、AMC 法による‘富有’と‘太秋’の食感指標 (TI : texture index) の推移が異なることを明らかにしたが、サクサクとした食感の評価については検討していない。そこで、本研究では、AMC 法を用いて、‘太秋’におけるサクサクとした食感 (以下、サクサク感) の定量評価方法および収穫時の熟度 (果頂部の果皮色) と食感の関係について検討したので報告する。

材料および方法

1. 収穫後日数とエネルギー食感指標の関係 (実験 1)

岐阜県農業技術センター植栽の 14 年生‘太秋’を供試した。2010 年 10 月 13 日, 15 日, 17 日, 19 日, 21 日, 23 日および 25 日に、果頂部の果皮色がカラーチャート値 (農林水産省果樹試験場監修) で 3.5 に達した果実を各 7 果収穫した。カラーチャート値 3.5 は岐阜県における‘太秋’の収穫基準であり、商業的な収穫適期である。果皮色の測定には色彩色差計 (CR-400, KONICA MINOLTA) を使用した。新川ら (2008) の報告に準じて次式を作成し、測定した色相角度 (H°) をカラーチャート値 (CC 値) に変換した。CC 値 $= -9.163 \times \text{LN} (H^\circ) + 43.807$ ($r^2 = 0.987$)。その後、室温下に置き、10 月 26 日に食感測定および官能評価を行った。

食感 は AMC 法による食感測定装置 (生物振動研究所) で測定した。果実赤道部を厚さ 2 cm 程度に輪切りにし、楔形のプローブ (直径 5 mm, 幅 5 mm, 先端角 30°) で果皮にやや近い果肉部を 5 か所、放射状の向きに測定した。毎秒 22 mm の速度で赤道面に対して直角に貫入させ、その時に生じる音響振動を加速度センサで検出し、出力電圧信号をコンピュータで解析した。得られた信号は半オクターブマルチフィルタを用いて 19 の周波数帯域に分割した。Iwatani ら (2013) の報告に準じて、各周波数帯域のエネルギー食感指標 (ETI : Energy texture index) をデータ取得時間 (t), 上限周波数 (f_u), 下限周波数 (f_l) および振幅 (v_i)

から、以下の式で算出した。

$$ETI = (1/t) \times (1/f_u f_l)^2 \times \Sigma (v_i)^2$$

官能評価は、5 段階評点法でサクサク感 (非常に弱い : -2 ~ 非常に強い : +2) およびおいしさ (非常においしくない : -2 ~ 非常においしい : +2) を評価した。パネリストは、カキ果実の品質評価の経験を積んだ著者の 1 人 (鈴木) が行い、試験区名を伏せたうえで評価した。

2. 商業適期に収穫した‘太秋’と‘甘秋’のエネルギー食感指標の比較 (実験 2)

当センター植栽の 14 年生‘太秋’および 15 年生‘甘秋’を供試した。2010 年 10 月 25 日に、果頂部の果皮色が‘富有’用カラーチャートで‘太秋’は 3.5, ‘甘秋’は 5.0 に達した果実を各 8 果収穫した。‘甘秋’の果実成熟期は‘伊豆’と‘松本早生富有’の中間の時期であり (山田ら, 2006), 岐阜県においては 10 月中下旬に相当し、商業的な適期としてカラーチャート値 5.0 で収穫した。10 月 25 日に果実硬度測定, 10 月 27 日に食感測定および官能評価を行った。

果実硬度は非破壊法による小型振動測定装置 (生物振動研究所) で測定した。果実のへたを上向きにしてスポンジ上に置き、加振器と受振器を果実の赤道部の対角線上に軽く挟み、100 ~ 1,500 Hz の振動を与えた。第 2 共鳴周波数 (f_2) をスペクトルピークおよび位相から求め、Kuroki ら (2006) の報告に準じて、弾性指標 (EI : Elasticity index) を以下の式で算出した。果実直径 (d) は加振器と受振器の挟んだ長さとした。

$$EI = d^2 \times f_2^2$$

食感測定と官能評価は実験 1 と同様の方法で行った。なお、官能評価は実験 1 に硬さ (非常に軟らかい : -2 ~ 非常に硬い : +2) を加えて評価した。

3. 収穫時の熟度 (果皮色) とエネルギー食感指標の関係 (実験 3)

当センター植栽の 14 年生‘太秋’を供試した。2010 年 10 月 25 日に、果頂部の果皮色が‘富有’用カラーチャートで 3.5 および 4.5 に達した果実を各 7 果収穫した。なお、カラーチャート値 3.5 の果実は実験 1 で用いた果実と同一のものである。

10 月 25 日に果実硬度測定, 10 月 26 日に食感測定および官能評価を実験 1 および 2 と同様の方法で行った。

結 果

1. 収穫後日数とエネルギー食感指標の関係 (実験 1)

エネルギー食感指標は、周波数帯域 0 ~ 50 Hz, 100 ~ 140 Hz および 3,200 Hz 以上において収穫後日数が経つに従い低下した (第 1 図)。周波数帯域 0 ~ 50 Hz におけるエネルギー食感指標は収穫後 1 ~ 3 日と 9 ~ 13 日に低下し、3 ~ 9 日はほぼ横ばいであった (第 2 図)。周波数帯域 100 ~ 140 Hz におけるエネルギー食感指標は収穫後 5 ~ 7 日と 11

～13日に低下し, 1～5日と7～11日はほぼ横ばいであった. 周波数帯域 3,200 Hz 以上におけるエネルギー食感指標およびサクサク感の評点は収穫後 5～13日に低下し, 1～5日はほぼ横ばいであった. 特に 11～13日は急激に低下した(第2図). おいしさの評点はサクサク感の評点とほぼ

第1図 ‘太秋’における収穫後日数とエネルギー食感指標の関係
縦線は標準誤差を示す (n=35)

第2図 周波数帯域 0～50 Hz, 100～140 Hz, 3,200 Hz 以上におけるエネルギー食感指標およびサクサク感の評点の推移

^z 収穫後1日のエネルギー食感指標および評点を100とした値

同様の推移を示した(データ略).

また, 周波数帯域 0～50 Hz, 100～140 Hz および 3,200 Hz 以上におけるエネルギー食感指標とサクサク感の評点との間には, 相関係数 0.7 以上の強い正の相関関係が認められた(第1表).

2. 商業適期に収穫した‘太秋’と‘甘秋’のエネルギー食感指標の比較(実験2)

弾性指標は‘太秋’で $28.6 \times 10^6 \text{ cm}^2 \cdot \text{Hz}^2$, ‘甘秋’で $26.6 \times 10^6 \text{ cm}^2 \cdot \text{Hz}^2$ であり, 両品種間に有意な差は認められなかった(第2表). 硬さの評点は‘太秋’で -0.1, ‘甘秋’で 0.1 であり, 両品種間に有意な差は認められなかった. サクサク感の評点は‘太秋’で 1.8, ‘甘秋’で -1.5 であり, 両品種間に 0.1% 水準で有意な差が認められた(第2表).

また, 両品種間において, 実験1で示した周波数帯域におけるエネルギー食感指標のうち, 0～50 Hz では 5% 水準, 4,480～12,800 Hz では 1% 水準, 12,800 Hz 以上では 0.1% 水準で有意な差が認められた. 特に, 4,480 Hz 以上の高周波帯域では, ‘太秋’が‘甘秋’より有意に高いエネルギー食感指標を示した(第3図).

第1表 各周波数帯域におけるエネルギー食感指標とサクサク感の評点との相関係数

周波数帯域 (Hz)	相関係数 (r)
0-50	0.806 ***
10-50	-0.277 ns
50-100	0.073 ns
100-140	0.705 ***
140-200	0.597 ***
200-280	0.433 ***
280-400	0.215 ns
560-800	0.429 ***
800-1120	0.073 ns
1120-1600	-0.130 ns
1600-2240	0.163 ns
2240-3200	0.695 ***
3200-4480	0.859 ***
4480-6400	0.901 ***
6400-8920	0.901 ***
8920-12800	0.892 ***
12800-17920	0.920 ***
17920-25600	0.928 ***

nsは有意差がないこと, ***は0.1%水準で有意差があることを示す (n=49)

第2表 商業適期に収穫した‘太秋’と‘甘秋’の果実硬度, 食感の比較

	弾性指標 ($\times 10^6 \text{ cm}^2 \cdot \text{Hz}^2$)	官能評価の評点	
		硬さ	サクサク感
太秋	28.6	-0.1	1.8
甘秋	26.6	0.1	-1.5
有意差 ^z	ns	ns	***

^z t検定により, nsは有意差がないこと, ***は0.1%水準で有意差があることを示す (n=8)

第3図 商業適期に収穫した‘太秋’と‘甘秋’のエネルギー食感指標の比較
縦線は標準誤差を示す (n = 40)
t検定により, nsは有意差がないこと, *は5%水準, **は1%水準, ***は0.1%水準で有意差があることを示す

第3表 ‘太秋’における果皮色と果実硬度, 食感の関係

	弾性指標 ($\times 10^6 \text{ cm}^2 \cdot \text{Hz}^2$)	官能評価の評点	
		硬さ	サクサク感
CC 値 3.5	28.7	0.0	1.9
CC 値 4.5	26.7	-0.1	1.4
有意差 ²	ns	ns	*

²t検定により, nsは有意差がないこと, *は5%水準で有意差があることを示す (n = 7)

3. 収穫時の熟度（果皮色）とエネルギー食感指標の関係（実験3）

‘太秋’の弾性指標はカラーチャート値3.5で $28.7 \times 10^6 \text{ cm}^2 \cdot \text{Hz}^2$, カラーチャート値4.5で $26.7 \times 10^6 \text{ cm}^2 \cdot \text{Hz}^2$ であり, 両区間に有意な差は認められなかった (第3表). 硬さの評点はカラーチャート値3.5で0.0, カラーチャート値4.5で-0.1であり, 両区間に有意な差は認められなかった. サクサク感の評点はカラーチャート値3.5で1.9, カラーチャート値4.5で1.4であり, 両区間に5%水準で有意な差が認められた (第3表).

また, 2つの果皮色 (カラーチャート値3.5と4.5) のエネルギー食感指標の間において, 周波数帯域12,800 ~ 17,920 Hzでは5%水準, 周波数帯域0 ~ 50 Hzおよび4,480 ~ 12,800 Hzでは1%水準, 周波数帯域3,200 ~ 4,480 Hzでは0.1%水準で, カラーチャート値3.5の方が有意に高いエネルギー食感指標を示した (第4図).

考 察

日本語のテクスチャー表現は非常に多く, 日本人はテク

第4図 ‘太秋’における果皮色とエネルギー食感指標の関係
縦線は標準誤差を示す (n = 35)
t検定により, nsは有意差がないこと, *は5%水準, **は1%水準, ***は0.1%水準で有意差があることを示す

スチャーに対して繊細であり, こだわりをもっている (早川, 2009). リンゴのシャキシャキ感やスイカのシャリ感など, 果物には特徴的な食感があり, テクスチャーとして表現されるが, 従来のカキにはこのような特徴的な食感, テクスチャー表現はなかった. しかし, ‘太秋’は今までのカキにはないサクサク感を有し, その食感は‘太秋’のおいしさを表現している. そこで, そのサクサク感を定量的に評価することは, おいしさの解明とともに‘太秋’の品質評価を行ううえで非常に重要である. ‘太秋’の果肉硬度は‘富有’などに比べて軟らかく (千々和ら, 1997; 山田ら, 1998), 果肉硬度の測定値だけで評価すると単なる軟らかい品種になってしまうため, 食感の客観的な測定を行い, サクサク感を評価することが重要である.

実験1で収穫後日数の異なる‘太秋’の食感測定および官能評価を行った. 周波数帯域0 ~ 50 Hz, 100 ~ 140 Hzおよび3,200 Hz以上におけるエネルギー食感指標は収穫後日数が経つに従い低下し, サクサク感の評点との間に強い正の相関関係が認められた (第1図, 第1表). しかし, 周波数帯域0 ~ 50 Hzにおけるエネルギー食感指標の低下パターンはサクサク感の評点の低下パターンと少し異なることから, 周波数帯域100 ~ 140 Hzおよび3,200 Hz以上のエネルギー食感指標においてサクサク感の定量評価が可能と考えられた (第2図).

次に, 実験2で商業的な適期に収穫した‘太秋’と‘甘秋’の果実硬度測定, 食感測定および官能評価の比較を行った. 果実硬度を示す弾性指標と官能評価の結果から, ‘太秋’と‘甘秋’との間に果実硬度の差は認められないが,

食感の差は認められることが確認された（第2表）。そして、その食感の差は食感測定の結果からも明らかになった。4,480 Hz 以上の高周波帯域において、‘太秋’が‘甘秋’より有意に高いエネルギー食感指標を示した（第4図）。実験2および前述の実験1の食感測定の結果から、‘太秋’のサクサク感の定量評価は、弾性指標ではできないが、周波数帯域4,480 Hz 以上におけるエネルギー食感指標ではできると明らかになった。これは、スイカのシャリ感を定量評価するに当たり、1,000 Hz 以上の高周波数帯域を大きく評価している報告と一致する（岩谷ら, 2011）。なお、実験2における‘太秋’と‘甘秋’は両方とも商業的な収穫適期の果実を用いている。すなわち、両品種の熟度を揃えていないため、この結果は品種間差のみでなく、それぞれの熟度の違いも影響している可能性があると考えられる。今後、熟度を揃えて実験を行い、より高精度にサクサク感を定量評価できる周波数帯域を検討していく必要がある。

‘太秋’は未熟な果実ほど糖度が低く、サクサク感が強いが、過熟になると糖度が高く、サクサク感がなくなる（川尾, 2009）。現在、岐阜県における‘太秋’の収穫基準は、果頂部の果皮色が‘富有’用カラーチャート3.5以上であり、糖度よりもサクサク感を重視している。そこで、収穫時の熟度（果頂部の果皮色）と食感の関係を調査した。カラーチャート値3.5で収穫した果実と4.5で収穫した果実との間に果実硬度の差は認められなかったが、食感の差は認められた（第3表）。収穫後1日のカラーチャート値4.5の果実と収穫後1～11日のカラーチャート値3.5の果実におけるエネルギー食感指標を比較すると、4.5で収穫した果実の食感は3.5で収穫した果実の収穫後7～9日に相当すると考えられた（第5図）。サクサク感は‘太秋’のおいしさ

第5図 ‘太秋’における果皮色、収穫後日数とエネルギー食感指標の関係
縦線は標準誤差を示す (n = 35)

の代名詞であり、食感を重視した選果の中で、カラーチャート値4.5以上の果実の出荷は‘太秋’の評価低下に繋がることが懸念された。今後、‘太秋’の一層のブランド化を図るためには、収穫基準の適正な範囲を検討する必要があると考えられた。

現在、カキの品種育成においては‘太秋’の食味の良さを活かした育種が行われており、2007年には‘黒熊’と‘太秋’を交雑して選抜された‘太天’が品種登録出願された（山田ら, 2008）。‘太天’は不完全渋ガキであることから脱渋処理を行うが、脱渋後もサクサク感に残る（佐藤, 2009）。このように、今後、サクサク感を有した品種の増えることが予測され、サクサク感を定量評価することは益々重要になると考えられた。

今後、カキの消費拡大を図るためには、‘太秋’のサクサク感を活用していく必要がある。サクサク感を定量評価することによって、品種育成や栽培技術および貯蔵技術の開発を効率的、効果的に進めることができると考えられる。‘太秋’を起爆剤として、カキ産地の活性が期待される。

摘 要

AMC (Acoustic Measurement of Crispness) 法によって、‘太秋’における食感の定量評価方法を検討した。まず、収穫後日数の異なる‘太秋’の食感を測定した結果、周波数帯域100～140 Hz および3,200 Hz 以上のエネルギー食感指標において食感の定量評価が可能と考えられた。次に、‘太秋’とは食感の異なる‘甘秋’の食感を測定した結果、両品種間において、前述の周波数帯域のうち、4,480 Hz 以上のエネルギー食感指標で有意な差が認められた。以上の結果から、‘太秋’の食感は周波数帯域4,480 Hz 以上のエネルギー食感指標で定量評価できると考えられた。また、収穫熟度の違いが食感に及ぼす影響について検討した。カラーチャート値4.5で収穫した果実の食感は3.5で収穫した果実の収穫後7～9日に相当すると考えられた。食感は‘太秋’のおいしさの代名詞であり、カラーチャート値4.5以上の果実の出荷は‘太秋’の評価低下に繋がることが懸念された。

謝 辞 本研究の実施、とりまとめに当たり、ご協力ご助言をいただいた広島大学院生物圏科学研究科博士課程後期岩谷真一郎氏に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 秋元浩一・伊藤扶美子. 1979a. アンケート調査による消費者の果実、とくにカキに対する購買行動の分析. 岐阜大農研報. 42: 59–76.
- 秋元浩一・伊藤 誠. 1979b. 全国の小売店における果実の取扱い実態と規格に対する意識について. 岐阜大農研報. 42: 77–98.
- 千々和浩幸・牛島孝策・林 公彦・姫野周二・吉永文浩・鶴 丈和. 1997. 福岡県におけるカキ‘太秋’の生育,

- 果実品質, 着花及び花粉に関する特性. 福岡農総試研報. 16: 82–86.
- 早川文代. 2009. 現代日本人の食感表現. 家政誌. 60: 69–72.
- Iwatani, S., H. Akimoto and N. Sakurai. 2013. Acoustic vibration method for food texture evaluation using an accelerometer sensor. *J. Food Eng.* 115: 26–32.
- 岩谷真一郎・大澤雅子・橋詰利治・櫻井直樹. 2011. 音響振動法を用いたスイカの肉質特性“シャリ感”の定量評価. 園学研. 10 (別1): 264.
- 川尾尚史. 2009. カキ=太秋. p. 33–47. 農山漁村文化協会編. 最新農業技術 果樹 vol. 2. 農文協. 東京.
- 黒田佐俊. 1978. 青果物流通技術の規格・標準化. 農業機械学会農産機械部会研究会資料. 5: 1–20.
- Kuroki, S., M. Tohro and N. Sakurai. 2006. Monitoring of the elasticity index of melon fruit in a greenhouse. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 75: 415–420.
- Muramatsu, N., N. Sakurai, N. Wada, R. Yamamoto, K. Tanaka, T. Asakura, Y. Ishikawa-Takano and D. J. Nevins. 1997. Critical comparison of an accelerometer and a laser Doppler vibrometer for measuring fruit firmness. *HortTechnology* 7: 434–438.
- 新川 猛・尾関 健・加藤雅也・生駒吉織. 2008. 収穫後の高温処理によるカキ‘富有’果肉中のカロテノイド含量の増強. 園学研. 7: 123–128.
- Sakurai, N., S. Iwatani, S. Terasaki and R. Yamamoto. 2005a. Texture evaluation of cucumber by a new acoustic vibration method. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 74: 31–35.
- Sakurai, N., S. Iwatani, S. Terasaki and R. Yamamoto. 2005b. Evaluation of ‘Fuyu’ persimmon texture by a new parameter, “Sharpness index”. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 74: 150–158.
- 佐藤明彦. 2009. 渋ガキ品種 太天, 太月. p. 71–72. 農山漁村文化協会編. 最新農業技術 果樹 vol. 2. 農文協. 東京.
- 総務省統計局. 2011 総務省家計調査. <<http://www.stat.go.jp/data/kakei/index.htm>>
- 鈴木哲也・新川 猛・櫻井直樹. 2011. 収穫後のカキ‘富有’果実における肉質評価と食べ頃予測. 園学研. 10: 421–427.
- 鈴木哲也・新川 猛・白武勝裕. 2010. カキ品種間の糖組成の違いと糖代謝酵素遺伝子発現との関係. 園学研. 9 (別1): 313.
- Taniwaki, M., T. Hanada and N. Sakurai. 2006. Device for acoustic measurement of food texture using a piezoelectric sensor. *Food Res. Int.* 39: 1099–1105.
- Taniwaki, M., T. Hanada and N. Sakurai. 2009. Postharvest quality evaluation of ‘Fuyu’ and ‘Taishuu’ persimmons using a nondestructive vibrational method and an acoustic vibration technique. *Postharvest Biol. Technol.* 51: 80–85.
- 山田昌彦・岩波 宏・佐藤明彦・栗師寺 博. 1998. カキの果肉の硬さの品種間差異. 園学雑. 67 (別2): 181.
- 山田昌彦・佐藤明彦・山根弘康・三谷宣仁・岩波 宏・白石美樹夫・平川信之・上野俊人・河野 淳・吉岡美加乃・中島育子. 2008. カキ新品種‘太天’. 園学研. 7 (別1): 310.
- 山田昌彦・佐藤明彦・山根弘康・吉永勝一・平川信之・岩波 宏・小澤俊治・角谷真奈美・三谷宣仁・吉岡美加乃・中島育子. 2006. カキ新品種‘甘秋’. 果樹研報. 5: 95–106.
- 山根弘康. 1994. 農林登録新品種の解説④かき‘太秋’. 果樹種苗. 56: 18–20.
- 山根弘康・山田昌彦・栗原昭夫・佐藤明彦・吉永勝一・永田賢嗣・松本亮司・平川信之・角谷真奈美・小澤俊治・角 利昭・平林利郎・岩波 宏. 2001. カキ新品種‘太秋’. 果樹試報. 35: 57–73.