ダイコンのテクスチャー評価法と浅漬け加工に伴うテクスチャーの変化

小宮山誠一^{1*}・加藤 淳^{1a}・目黒孝司¹・山口敦子²・山本愛子²

¹ 北海道立中央農業試験場 069-1395 北海道夕張郡長沼町

² 天使大学 065-0013 北海道札幌市東区

Methods of Evaluating Texture in Japanese Radishes and Changes in Texture during a Light-pickling Process

Seiichi Komiyama^{1*}, Jun Kato^{1a}, Takashi Meguro¹, Atsuko Yamaguchi² and Aiko Yamamoto²

¹Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido 069-1395

²School of Nursing and Nutrition, Tenshi College, Sapporo, Hokkaido 065-0013

Abstract

For efficient research into breeding, cultivation, storage and marketing of vegetables, objective methods of quality evaluation are needed. Texture (Firmness) is the most important factor in evaluating the quality of Japanese radish (*Raphanus sativus* L.) root. We proposed a firmness evaluating method of fresh and lightly-pickled radish roots using a Texture Analyzer in the following way. Disks (10 mm in diameter and 5 mm thick) were obtained from the defined positions of radish roots of various cultivars and compressed using a cylindrical probe, then the destructive force was measured by the texture analyser. The measured forces correlated with firmness scores in the sensory evaluation. When there was more than 13 N difference in the destructive force needed for disks prepared after pickling radishes of different cultivars, the difference in firmness was also detectable by the sensory test. There was a considerable difference in the destructive force needed for the disks between cultivars, which was correlated with the concentrations of pectin and alcohol insoluble solids in radish tissue.

Key Words : firmness, pectin, sensory evaluation, taste, texture analyser

キーワード : 官能評価, 硬さ, ペクチン, 嗜好性, テクスチャーアナライザー

緒 言

安価な輸入野菜により圧迫される国内野菜生産の維持・向上には、良食味で調理加工適性に優れた国産野菜の生産が不可欠である。その支援のため、野菜の品質向上を目指した新品種育成や栽培・貯蔵技術向上に関する研究が実施されている。研究の効率的な推進には、ヒトによる官能評価に加え、機器分析による客観的な食味評価法の確立が重要である。それにより、研究者の身体的負担軽減のみならず、年次や作型の異なる多数の試料を同一条件下で比較でき、評価ぶれを最小限に抑えることも可能となる。

野菜の食味要素のうち、テクスチャーは極めて重要な項目である(田村, 1995)。また、野菜の食味評価上、物理性を中心とした評価法開発の必要性が指摘されている(堀江, 2006)。ダイコンの場合、食味総合評価に対しては、味とテクスチャーが密接に関係していることが明らかにされた(平本・松本, 1992)。同時に、テクスチュロメーターによる評

価法(ニードル型プランジャーによる貫入抵抗測定)が検討されたが、生食(サラダ)における硬さ官能評価値との関係性は見出されていない。一方、加工用途として最も利用の多い塩漬けについて、加工条件の異なる試料を用い、官能によるクリスピー性とテクスチュロメーターによる測定値との相関が認められている(金子ら, 1982a)。また、クリスピー性とペクチン組成の関係についても検討されている(金子ら, 1982b, 1983)。しかしながら、これらの報告はいずれも加工法の異なる試料を用いたものであり、品種間の差異を基にした検討は見当たらない。また、その塩漬け加工は長期間(1か月以上)にわたるものであり、近年、サラダ感覚での利用が多い浅漬け条件での報告は見当たらない。

他の野菜類では、バレイショ(古館・目黒, 1997; 佐藤ら, 1991)およびメロン(Hirai ら, 2007)において、物性測定機器を用いたテクスチャー評価法が検討され、試料圧縮時の荷重値と官能評価との間に相関関係を有することが確認されている。

そこで本研究では、特性の異なるいくつかの品種を用い、生および浅漬け加工したダイコンのテクスチャー(硬さ)を対象に、物性測定機器による官能評価と整合性の高い客観的評価法を検討した。さらに、浅漬け加工に伴う物性変

2008年3月14日 受付。2008年6月18日 受理。

* Corresponding author. E-mail: komiyasi@agri.pref.hokkaido.jp

^a現在:北海道総務部

化の品種間差異および生・浅漬けダイコンの硬さとペクチン含有率の関係についても検討した。

材料および方法

1. 供試試料と浅漬け加工

生食用には1999年10月北海道立十勝農業試験場（十勝農試）において収穫した4品種‘おでん’（山陽種苗株式会社）、‘かつみ’、‘新八州’および‘献夏青首’を供試した。また、浅漬け用には2001年10月十勝農試において収穫した4品種‘おでん’、‘かつみ’、‘健志総太り’および‘献夏青首’を供試した。いずれも生育中庸なものを選別し、表面を水洗後、肉質の安定しない葉柄基部から5 cmの部位および根部先端から5 cmの部位を切除したものをそれぞれの用途に用いた。

浅漬け加工は、次のとおり“塩水浮かし漬け”とした。はじめに、根部を約2 mm厚で剥皮して厚さ5 mmで輪切りにした後、さらに半月切りにして、試料重量の1.2倍量の下漬け液（ $30\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 塩化ナトリウム、 $1\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ アスコルビン酸ナトリウム水溶液）を加え、 15°C で24時間下漬けた。下漬けた試料は、いったん水洗・水切りして秤量した後、再び重量の1.2倍量の本漬け液（下漬け液： $3\text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ グルタミン酸ナトリウム、 $5\text{ mL} \cdot \text{L}^{-1}$ 醸造酢水溶液）を加え、 5°C で24時間本漬けた。調製後の試料は、漬け液とともに小分けしてパッキングした後、官能評価およびテクスチャー測定時まで 5°C で保存した。さらに、十勝農試において2001年7、8、9、10月収穫の4作型で各々9～12品種のダイコンを、別途浅漬け加工して、各品種の加工に伴うテクスチャー変化を測定した。

2. 物性測定機器によるテクスチャー測定

物性測定機器は、測定用アームが上下して治具（プローブ）を介して試料を圧縮し、その荷重を連続的に測定する機能を持つ Stable Micro Systems 社製 Texture Analyser TA-XT2i を用いた。生食用試料の測定はプローブ貫入法（以下、貫入法と略）およびディスク破断法（以下、破断法と略）とし、浅漬け試料の測定は破断法とした。

貫入法は、根部を剥皮せずに幅2 cm程度に輪切りし、さらに半月切りにし、うち一切片を表皮を上にして測定台に置いた後、表皮最上点から根組織中心部へ向けてステンレス製の直径2 mm円筒型プローブを $2\text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ の速度で貫入させ、その時の荷重を連続的に測定した。

破断法は、まず上記で調製した半月型試料の他方の切片を用い、Fuchigami (1987)の方法に準じて、表皮と中心部の中間点をコルクボーラで直径10 mmに打ち抜き、厚さ5 mmに切断してディスクを調製した。その後、ディスクをアルミニウム製の直径25 mm円筒型プローブを用い、測定速度 $2\text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ 、圧縮率70%の条件で圧縮させた時の荷重を連続的に測定した。

いずれの方法でも、測定値の取り込み速度は $200\text{ 点} \cdot \text{s}^{-1}$ とした。また、各品種の根部5本ずつを首部から尻部にか

けてそれぞれ3等分に輪切りし、各部位から半月2切片ずつあるいはディスク2個ずつを調製し、合計30試料を測定した。なお、浅漬け試料の測定は、各品種の加工後試料からランダムに20切片ずつを選び、生食用と同様にディスク調製したものを測定した。

3. 官能評価

官能評価にあたり、生食用試料はサラダ用途を想定して根部を約2 mm厚で剥皮後、スライサーを用いて断面 $1.5\text{ mm} \times 3.0\text{ mm}$ 、長さ30～60 mmの千切りにしたものを供試した。評価パネルは、天使女子短期大学食物栄養学科学生27名（18～19歳、女性）である。評価項目は硬さおよび嗜好性とし、評価基準は各々“非常にやわらかい”-3～“普通”0～“非常にかたい”+3および“非常にまずい”-3～“普通”0～“非常においしい”+3の7段階評点法で評価を行った。

浅漬け用試料は、前述の方法で浅漬け加工したものを供試した。評価パネルは、北海道立中央農業試験場職員43名（20～50歳代、男女）である。評価項目および基準は生食用の項目に辛味を加え“全く辛くない”-3～“普通の辛さ”0～“非常に辛い”+3の7段階評点法で評価を行った。

4. ペクチンの定量

試料中のペクチンは“新・食品分析法”（日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会、1996）に従って定量した。すなわち、生試料を凍結乾燥した後、粉碎し、エタノールを加えて環流してアルコール可溶性成分を除去し、アルコール不溶性固形物（AIS）を調製した。AISを水、 0.4% ヘキサメタリン酸ナトリウム、 $0.05\text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 塩酸で順次抽出し、カルバゾール法で各画分のガラクトロン酸を定量し、ペクチン含有率を算出した。なお、ペクチン含有率は、試料の凍結乾燥前後の重量をそれぞれ秤量して乾物率を求め、新鮮重あたりの含量に換算して示した。

結果および考察

1. 物性測定機器によるテクスチャー測定

物性測定機器を用いたテクスチャー評価のために、2種類の方法を検討した。貫入法では、プローブにかかる荷重は試料に接触した直後の表皮貫入時に最も大きく、根部組織に貫入するに従って小さくなり、やがてほぼ一定となった（第1図A）。一方、破断法では、プローブが試料を圧縮するに伴い急激にその荷重は大きくなり、ディスクの破断時に最大値をとり、破断直後には一旦急激に低下した後、最圧縮点に向け再度大きくなった（第1図B）。本報では官能評価用の試料はすべて剥皮したものを供試している。このため、貫入法では、表皮を突きやぶる時の荷重ではなく、その後の組織貫入時の荷重、すなわち、試料とプローブが接触後1～3秒の間に測定された荷重の平均値を用いることとした。一方、破断法では、最も特異的な点であるディスク破断時の荷重を用いることとした。

浅漬け試料を破断法で測定した時の測定曲線は、生のも

第1図 テクスチャーアナライザーによるダイコン試料の物性測定曲線
供試試料は2001年10月収穫の‘かつみ’

のと異なる点が観察された(第1図C). すなわち, 生のものが破断点まで直線的に上昇したのに対して, 浅漬けでは圧縮前半の上昇が緩やかで, 破断後半から急激に上昇するパターンを示し, 破断までの時間が長くなった. つまり, 浅漬けによって弾力性が増大したことを示した. これは, 田村(1995)が野菜に振り塩をした際にしなやかなテクスチャーになるとの指摘と同様, 浅漬けにより細胞内の水分が放出されることにより膨圧を失うためと考えられた. また, 硬さに影響を及ぼすヘキサメタリン酸可溶性ペクチンは塩蔵により減少することが明らかとなっており(金子ら, 1982b), 第1図に示したように浅漬け試料の変形初期の荷重値が生試料と比べて低い, すなわちしなやかな物性を示したのはヘキサメタリン酸可溶性ペクチンの減少によるものと推察された.

2. 官能による硬さ評価値と物性測定値の関係

生食用試料について, 官能評価で得られた硬さ評価値と上記の測定法で得られた物性測定値との関係を示した(第2図). 供試品種は, カタログの記載や一般的な評価で, 肉質の軟らかいとされる‘おでん’, 標準的な青首品種‘かつみ’, たくあん用(一般に青首品種より硬い)の白首品種‘新八州’および青首品種の中では肉質の硬いとされる‘猷夏青首’の4品種を用いた. まず, 官能による硬さ評価では, ‘おでん’が最も軟らかく, 次いで‘かつみ’であり, ‘新八州’および‘猷夏青首’はより硬い評価であった(第2図A). 次に, 物性測定機器による荷重測定値は貫入法では‘おでん’の測定値が‘かつみ’より高く, 官能評価の硬さ評価の結果と一致しなかった(第2図B). 従って, 貫入法によるダイコンの硬さ評価は困難であると考えられる. このことは, 直径2mm ニードル型プローブにより厚さ3mmの試料を繊維に対して3方向から測定した結果(平本・松本, 1992)と同様であった. 一方, 破断法による荷重測定値は, ‘おでん’, ‘かつみ’, ‘新八州’および‘猷夏青首’の順に大きく, 官能評価での硬さ評価と一致しており, 品種の特性を反映していた(第2図C). つまり, 口腔内でのダイコン咀嚼時に感知される硬さと, ディスク試料が圧縮で破断される時の荷重の間には整合性が認められ, ダイコンの硬さを客観的に評価する機器測定法としては破断法が適当であると判断される.

浅漬け試料についても, 官能評価による硬さ評価値と破断法で得られた物性測定値との関係を検討した(第3図). 供試品種は, 生食用と同様の‘おでん’, ‘かつみ’および‘猷夏青首’に加え, ‘健志総太り’の4品種を用いた. 官能による硬さ評価では‘おでん’が最も軟らかく, 次いで‘健志総太り’, ‘かつみ’であり, ‘猷夏青首’は最も硬い

第2図 生試料の官能による硬さ評価値と物性測定値の関係
異なるアルファベット間に5%水準で有意差あり(Tukeyの多重検定)
誤差線は標準偏差を示す
硬さ評価値: “非常にやわらかい” -3 ~ “普通” 0 ~ “非常に硬い” +3

第3図 浅漬け試料の官能による硬さ評価値と物性測定値の関係

異なるアルファベット間に5%水準で有意差あり (Tukeyの多重検定)

誤差線は標準偏差を示す

硬さ評価値: “非常にやわらかい” -3 ~ “普通” 0 ~ “非常にかたい” +3

辛味評価値: “全く辛くない” -3 ~ “普通の辛さ” 0 ~ “非常に辛い” +3

嗜好性評価値: “非常にまずい” -3 ~ “普通” 0 ~ “非常においしい” +3

評価となった (第3図A)。一方、機器による破断時荷重についても官能による硬さ評価と同じ品種の順となった (第3図B)。従って、生と同様に浅漬けしたダイコンにおいても、破断法を用いることで硬さの評価が可能であると判断された。さらに、官能評価値に有意な差が認められた ‘おでん’ と ‘かつみ’ および ‘かつみ’ と ‘猷夏青首’ において、物性測定値の差はそれぞれ 14.6 N および 12.8 N であった。このことから、浅漬け後のダイコンの硬さについて、破断時荷重に 13 N 程度の差があれば、官能により硬さの差を明確に識別可能であると考えられた。

浅漬けしたダイコンでは、硬さと同時に辛味および嗜好性の官能評価も実施した。その結果、辛味評価ではいずれの品種間にも有意な差が認められなかった (第3図C)。また、嗜好性評価では ‘猷夏青首’ が他の3品種に比べて有意に評価値が低く、品種による嗜好性の差異が観察された (第3図D)。そこで、官能評価を行った全パネルの各試料に対する “硬さ” と “嗜好性” の評価値をもとに相関関係の有無を検討した。その結果、両者の間に1%水準で有意な負の相関関係 (Spearmanの順位相関係数 $r_s = -0.34$) が認められた。つまり、浅漬けでは、辛味に差が認められない場合、硬いものよりも軟らかいものの方が好まれることが示唆された。

3. 生および浅漬けしたダイコンのテクスチャーの変化

作型毎 (7, 8, 9, 10月収穫) にそれぞれ9~12品種を供試して、破断時荷重の品種間差異および浅漬け加工に伴

う変化について検討した。その結果、生試料の破断時荷重は70~128 N、浅漬け試料では96~166 Nの範囲にあり、いずれも品種間に有意な差が認められた (第4図)。作型が異なる場合でも、各品種間での破断時荷重の順位に大きな変動はなかった。また、すべての作型および品種において、生よりも浅漬け加工後の方が破断時荷重は増大した。さらに、全試料 (計41点) について、生と浅漬け後の破断時荷重の関係を検討したところ、両者に0.1%水準で有意な正の相関関係 ($r = 0.78^{***}$) が認められた (第1表)。つまり、本報で実施したように塩漬け期間が短い浅漬けの場合、各品種の硬さ特性が浅漬け加工後も保持されと考えられた。

破断時荷重に品種間差異が生じた要因を明らかにするため、全供試品種について、ペクチン含有率 (第2表) と生および浅漬け試料の破断時荷重との関係を検討した (第1表)。その結果、両者間に密接な関係が見いだされた。すなわち、作型間でやや傾向が異なるが、概ね不溶性ペクチン (ヘキサメタリン酸可溶性ペクチンと塩酸可溶性ペクチン) および全ペクチン含有率と破断時荷重との間に有意な正の相関が認められる場合が多かった。また、いずれの作型でも AIS 含有率と破断時荷重との間には有意な正の相関が認められた。金子ら (1982b, 1983) の報告では、加工過程でのヘキサメタリン酸可溶性ペクチンの比率が塩漬け後の硬さに影響を及ぼしていることを指摘している。本報では、ペクチンに加えて AIS 含有率についても、破断時荷重との

第4図 浅漬けによるディスク破断時荷重の変化の品種間差異

誤差線は標準偏差を示す

供試試料は、いずれも2001年十勝農試産

生の破断時荷重の小さい品種（左）から大きい品種（右）の順に並べた

第1表 破断時荷重とペクチン含有率との相関

収穫時期	試料	破断時荷重と新鮮物中ペクチン含有率との相関 ²						
		WP ^y	PP ^x	HP ^w	PP + HP	TP ^v	AIS ^u	生
7月 (n = 9)	生	0.21	0.38	0.48	0.55	0.58	0.81**	—
	浅漬け	0.31	0.36	0.79**	0.81**	0.86**	0.91***	0.86**
8月 (n = 12)	生	0.27	0.57	0.47	0.66*	0.81**	0.67*	—
	浅漬け	0.20	0.63*	0.51	0.73**	0.84***	0.68*	0.81**
9月 (n = 11)	生	0.36	0.86**	0.58	0.85***	0.81**	0.78**	—
	浅漬け	0.39	0.80**	0.58	0.81**	0.80**	0.64*	0.85***
10月 (n = 9)	生	0.31	0.06	0.14	0.10	0.21	0.68*	—
	浅漬け	0.41	0.45	0.38	0.45	0.61	0.73*	0.78*
全期 (n = 41)	生	0.30	0.47**	0.43**	0.53***	0.65***	0.71***	—
	浅漬け	0.10	0.53***	0.44**	0.57***	0.54***	0.60***	0.78***

²相関係数の有意水準：* 5%，** 1%，*** 0.1%^y水溶性ペクチン，^xヘキサメタリン酸可溶性ペクチン，^w塩酸可溶性ペクチン，^v全ペクチン，^uアルコール不溶性固形物

有意な正の相関関係が認められた（第1表）。

野菜の食味構成要素の中でもテクスチャーは極めて重要な項目であり，細胞壁の物理・化学的構造が大きな影響を及ぼす（田村，1995）。パレイショではペクチンの性状が生鮮時の物性に大きな影響を及ぼし，加工特性の違いの要因としてもペクチンの関与が明らかとなっている（佐藤ら，1998）。また，メロンでは果肉の追熟による軟化過程で塩酸可溶性ペクチンの減少と水溶性ペクチン含量の増加が観察され，果肉硬さと水溶性ペクチン含量間に有意な負の相関関係が見いだされている（Hirai ら，2007）。さらに，キュ

ウリではピクルス加工時の硬度の増大に伴って水酸化ナトリウム可溶性ペクチン含量が増加する傾向が認められている（桑原ら，1985）。本報においても，品種間で生じた破断時荷重の差異は，細胞壁構成成分であるペクチンの含有率に加え AIS 含有率の違いも密接に関係していると考えられ，品種ごとの硬さ評価・スクリーニングに化学的手法（ペクチン・AIS 定量）が適用できる可能性も示唆された。

以上のように，異なる作型や年次にわたる多点数のダイコン試料について，同一条件下で硬さを比較評価することが可能となった。さらに，破断法を用いることにより，浅

第2表 各作型におけるペクチン含有率の品種間差異

収穫時期	品種	WP ^z	PP ^y	HP ^x	PP + HP	TP ^w	AIS ^v
		(mg・100 g ⁻¹ FW)					
7月	春北海	90	150	196	346	436	1,776
	喜太一	101	139	204	342	443	1,817
	YR 春大将	99	132	196	327	426	1,797
	優等生	109	139	196	335	444	1,827
	味職人	109	134	187	321	431	1,806
	藤風	87	137	205	342	429	1,786
	貴宮	85	140	218	358	443	1,935
	春大地	113	145	234	378	492	2,038
	初舞台	98	148	193	341	440	1,896
8月	おでん	90	109	134	242	332	1,535
	初舞台	55	137	187	325	380	1,865
	優等生	66	126	183	309	376	1,735
	貴宮	44	143	209	352	396	1,820
	春大地	59	130	180	311	370	1,788
	藤風	50	120	200	320	370	1,900
	喜太一	59	139	196	334	394	1,743
	春北海	55	130	201	331	386	1,815
	スーパー夏信	40	147	213	360	399	1,948
	YR てんぐ	58	108	248	356	413	1,857
	清宮	73	114	167	281	353	1,732
	YR 太鼓判	104	181	194	374	479	1,967
9月	清宮	51	127	188	315	366	1,662
	おでん	17	132	149	280	298	1,473
	健志総太り	77	129	163	293	369	1,558
	貴宮	23	138	184	322	345	1,670
	夏つかさ	31	117	173	290	321	1,566
	T-411	25	121	207	328	353	1,709
	かつみ	40	147	171	318	358	1,569
	新八州	49	136	172	307	356	1,781
	スーパー夏信	48	145	206	352	399	1,820
	猷夏青首	61	168	191	359	420	1,834
10月	YR 太鼓判	55	174	212	386	442	1,855
	おでん	118	108	132	240	357	1,597
	貴宮	104	149	186	335	439	1,976
	健志総太り	106	126	161	287	393	1,704
	YR てんぐ	111	118	171	289	400	1,864
	新八州	94	122	177	299	393	1,903
	かつみ	111	123	162	285	397	1,772
	福味2号	94	114	165	280	373	1,792
	猷夏青首	114	160	178	338	452	2,065
	夏つかさ	122	97	151	248	369	1,964

^z水溶性ペクチン, ^yヘキサメタリン酸可溶性ペクチン, ^x塩酸可溶性ペクチン, ^w全ペクチン, ^vアルコール不溶性固形物
供試試料は、いずれも2001年十勝農試産
収穫時期ごとに生の破断時荷重の小さい品種(上)から大きい品種(下)の順に並べた(第4図に示した品種順)

漬け試料についても硬さの評価法として活用できると考えられる。今後、浅漬け用途も含めたダイコンの品質向上を目指し、新品種育成、栽培・貯蔵技術研究に活用され、高品質安定生産に資することが望まれる。また、硬さのみならず、キュウリで検討例のあるコリコリ感(堀江ら, 2004)や多汁性などの項目についても評価法が確立されることにより、総合的なテクスチャー評価へのレベルアップが期待される。

摘 要

野菜の品質向上を目指した品種・栽培・貯蔵などに関する研究の効率化には、客観的な品質評価法の確立が重要である。ここでは、異なるダイコン品種を用い、生および浅漬け加工後のテクスチャー(硬さ)について物性測定機器による評価法を検討し、官能評価による硬さ評価値と整合性の高い客観的な評価法を開発した。すなわち、ダイコンの各部位から調製したディスク試料(直径10 mm, 厚さ5 mm)について、テクスチャーアナライザーを用い、直径25 mmアルミニウム製円筒型プローブにより圧縮したときの破断時荷重により、硬さを評価できた。浅漬けの場合、この破断時荷重に試料間で約13 N以上の差があれば、官能により硬さの差を明確に識別できると考えられた。また、生および浅漬け加工後の試料の硬さに品種間差異が認められ、これらはペクチンおよびAIS含有率と密接に関係していた。

謝 辞 ダイコン試料を御提供頂いた道立十勝農試(現、北海道立北見農業試験場)の西田氏および浅漬け加工に御協力いただいた株式会社香貴の林氏に深謝致します。

引用文献

- Fuchigami, M. 1987. Relationship between pectic compositions and the softening of the texture of Japanese radish roots during cooking. *J. Food Sci.* 52: 1317–1320.
- 古館明洋・目黒孝司. 1997. 水煮バレイショの硬さ測定法. 北海道立農試集報. 73: 35–40.
- Hirai, G., S. Komiyama, A. Yamaguchi, A. Yamamoto and K. Masuda. 2007. Sensory and objective evaluation of postharvest fruit softening and its relationship with pectin solubility in eight commercial cultivars of muskmelon (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud.). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 76: 237–243.
- 平本ふく子・松本伸子. 1992. だいこんの品質と嗜好. 女子栄養大学紀. 23: 69–77.
- 堀江秀樹. 2006. 野菜の品質評価の現状と展望. 野菜茶研集報. 3: 123–127.
- 堀江秀樹・伊藤秀和・一法師克成・東 敬子・五十嵐 勇. 2004. キュウリ果肉部の物理性評価法の開発. 園学研. 3: 425–428.
- 金子憲太郎・黒坂光江・前田安彦. 1982a. 塩蔵大根のテクスチャーと塩蔵中における変化について. 日食工誌. 29: 443–450.
- 金子憲太郎・黒坂光江・前田安彦. 1982b. 大根の塩蔵によるペクチン質の変化とその機構について. 日食工誌. 29: 611–617.
- 金子憲太郎・黒坂光江・前田安彦. 1983. 塩蔵大根のクリスプ性に及ぼすCa塩の影響. 日食工誌. 30: 111–113.
- 桑原祐二・大塚暢幸・真部正敏. 1985. キュウリピクルスのテクスチャーとペクチン組成に及ぼす無機成分の影響. 日食工誌. 32: 710–717.

- 日本食品科学工学会 新・食品分析法編集委員会編. 1996. 新・食品分析法. p. 575–581. 光琳. 東京.
- 佐藤広顕・高野克己・小嶋秩夫・谷村和八郎・鴨居郁三. 1998. 比重の異なるパレイシヨの物性に及ぼすペクチン質の影響. 日食保蔵誌. 24: 355–359.
- 佐藤広顕・高野克己・光浦暢洋・谷村和八郎・鴨居郁三. 1991. 比重の異なるパレイシヨの物性について. 日食工試. 38: 1134–1136.
- 田村咲江. 1995. 野菜の細胞壁と調理. 日調科誌. 28: 274–282.