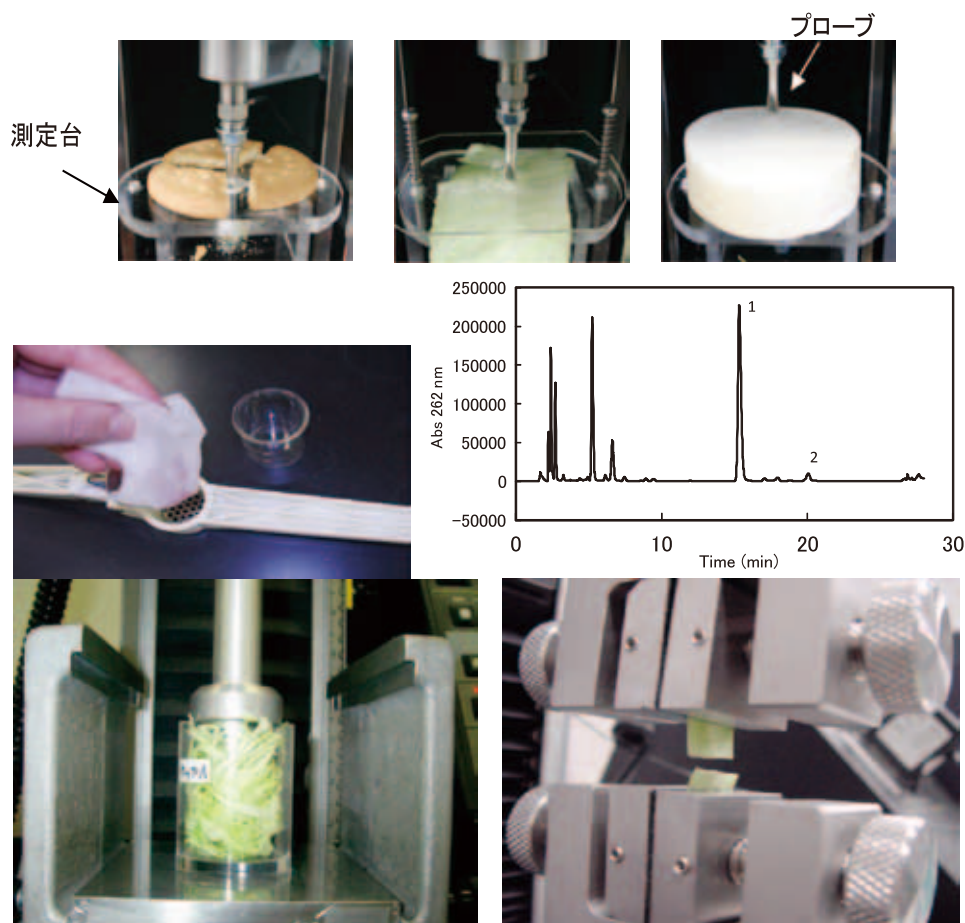


農林水産省委託プロジェクト研究
「低コストで質の良い加工・業務用農産物の
安定供給技術の開発」 1系(野菜)

加工・業務用野菜の 品質評価法マニュアル集 (暫定版)



平成22年11月

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構
野菜茶業研究所

本資料から転載・複製または引用する場合には、必ず執筆者の承諾を得てください。

はじめに

本マニュアル集は農林水産省委託プロジェクト研究「低コストで質の良い加工・業務用農産物の安定供給技術の開発」の元で行われた野菜の品質評価法に関する研究成果をまとめたものである。近年、野菜の加工・業務用途での需要が高まる中で、加工歩留まりや形状以外に、内部品質に関しても関心がはらわれている。しかしながら、野菜の内部品質評価法としてまとめられた資料はほとんどなかった。こういった背景のもと、加工・業務用野菜の品質評価法に関する研究が行われ、その中でも特に食味や食感を客観的に評価する方法についてマニュアル化したものが本マニュアル集である。本マニュアル集は、加工・業務用途のみならず、生鮮品の品質評価にも十分活用できるものである。

加工・業務用途としては多様な野菜が用いられている。しかしながら、本プロジェクト研究においては、効率的に研究を推進するため対象品目を限定して取り組んできた。取り組んだ野菜についても、加工・業務用としては用途によって重要とされる特性は異なるため、マニュアル集には食味・食感に関わる項目のうち生食での利用を想定して開発された評価法について掲載した。したがって、本マニュアル集はすべての野菜の品質評価法について網羅的に解説したものではなく、また取り上げた野菜についても期待される品質要素すべてに対応しているともいえない。ただし、野菜の食味・食感評価法について先進的な知見をまとめた本マニュアル集は画期的なものであり、野菜の実需者や研究者が様々な野菜の多様な形質について評価したり、新たに品質評価法を開発する際にも大いに参考になるものと期待する。今後、本マニュアル集を核として、さらに多様な野菜品目について、利用目的に即した品質特性を評価できるよう品質評価法の拡充が期待される。

なお、本マニュアル集は暫定版としている。さらに新しい知見に基づき追加改訂したマニュアル集を野菜茶業研究所のホームページ等に掲載する予定である。

目 次

加工・業務用品種選定のための野菜の官能評価法・・・・・・・・・・	1
（試料準備に関する留意点と調製方法、評価条件）	
キャピラリー電気泳動法による野菜中の主要呈味成分の分析・・・・・・・・	12
レタスの苦味の評価（lactucopicrins の分析法）・・・・・・・・・・	16
キュウリ果汁中のブドウ糖の簡易定量法・・・・・・・・・・	19
音響振動法による野菜の食感評価・・・・・・・・・・	21
簡易な測定機器を用いたキャベツ葉の力学特性・・・・・・・・・・	33
二方向引っ張り試験によるキャベツ葉の力学特性評価・・・・・・・・・・	35
定容量カップを用いた千切りキャベツの物性試験法・・・・・・・・・・	38
Kramer せん断セルを用いた千切りキャベツの物性試験法・・・・・・・・・・	40
キュウリの食感評価法・・・・・・・・・・	43
トマトのジューシーさの評価・・・・・・・・・・	46

加工・業務用品種選定のための野菜の官能評価法 (試料準備に関する留意点と調製方法、評価条件)

加工・業務用に求められる品質評価を行う際には野菜が持つ感覚特性を抽出し、その特性の強度や嗜好度を把握することが求められる。嗜好性が低いものは消費量に限界があり、大きな市場を確保することは難しい。需要が高い品種を選定するためには、野菜に備わった感覚を引き起こす物質（化学的性質や物理的性質）が客観的に数値化できたとしても、感覚は人の意識に成立するものであるため、人が一定の条件で味わい、判断した結果を統計的に解析する手法が求められる。

官能評価とは、人が測定器となって判断基準と比較し、検査するためだけの手法ではなく、食べ物のおいしさや好ましさなどを人の五感（視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚）の能力を利用して評価する唯一の測定方法である。測定が科学的といえるための必要条件の一つは再現性であり、同じ条件で実験を繰り返したときに同様の結果を得るためには、官能評価の条件を注意深く管理することにある。

そこで、主な官能評価の条件を整理し、野菜の評価において留意したい点について評価方法の一連の手続きとともに記す。

〔官能評価の条件〕

1. 評価試料の準備、調製

実験を繰り返すには均質な試料が必要である。野菜のように個体差や部位差があるがある試料の評価は容易ではないため、創意工夫が必要である。試料のサンプリングに関する規格が存在していればそれに従い準備をするが、多くの場合該当する規格が存在しないため、サンプリング方法は十分検討しなくてはならない。特に、評価に用いた試料が母集団を代表する場合にだけ全体としての妥当な結論と言えるため、準備の段階で選んだ試料が正しく代表しているかどうか注意する必要がある。

評価試料は、評価者が特性を識別しやすい形状に調製し、実際に喫食する場合に即した形状で評価を行うことが望ましい。しかし、官能評価と機器測定との共通試験を行う場合は、同じような部位が評価・測定できるように可能な限り摺り合わせを行い形状を決定する方が望ましい。また、官能評価により識別可能な特性であるか否かを予備試験により確認し、評価する試料の特性の差がパネルにとってより識別しやすい方法を検討するなどの配慮も必要である。なお、収穫日や保存条件、喫食温度なども評価に影響を与えるため、統一した条件で試料を管理しておく必要がある。

2. 試料の提示方法

評価試料は、評価目的に適した方法で試料を準備し、パネルへの提示を行うことが望ましい。各パネルリストに提示する試料はできるだけ均一で同質になるよう注意が必要である。

主な留意点は表 1 に示す。

パネルにとって食経験が少ないような試料を評価する場合は、見本試料を準備する。数種類の試料を少量ずつ見本として試食させ、特定の特性を認識させることや、おおよその評価範囲を認識させることに用いる。これにより、評価者の判断基準（内部標準）の補正ができる。ただし、先入観を与えるような情報は一切提供しない点に気をつける。

表 1 評価対象が食品となる評価における試料提示の留意点

試料の状態： どのパネルにもできる限り同じ状態の試料を準備する。試料を入れる器の色や形状から、パネルの好みや先入観が生じないように配慮する。一般的には白色の器が用いられる。
試料の温度： 試料の温度は評価試料の特性を考慮し、評価したい項目に適した温度設定とする。評価する際にはどの試料も中心内部まで均一な温度になるように調製しておく。
試料の量： どのパネルにも同じ量になるように調製し、評価に適した量を提示する。与える試料の形状についても注意を払う。

（参考）日本官能評価学会編：官能評価士テキスト，第 3 章，建帛社，東京（2009）66-67

3. パネルの構成

パネルとは官能評価に参加する評価者（被験者）の集団のことであるが、いろいろな名称があるので表 2 に簡単にまとめる。

パネルを構成する人数（パネルサイズ）はパネルの型や検査で必要とされる検出力によって決まるため、適当なパネルサイズを決定するにはいくつかの相反する要求を上手く折り合わせなければならない。パネルの型とパネル選定の要件と合わせておおよその目安が定められているので、表 3 に示す。試料間の差や性質の解明を目的とした実験では、評価のために訓練を行った選ばれたパネルで行う。JIS Z 9080 によると 5 名以上のパネルを準備するとよいとされているが、パネルについても事前の準備が必要となる。

一般に繰り替えし数が多いほど検出力はよく、この意味においてパネルサイズは大きいほどよいといえる。パネルサイズが小さいときに検出力を高めるためにパネリストの繰り替えし数を増やすことは疲労効果を考慮すると好ましくないとされる。しかし、訓練されていない多人数のパネルよりも訓練された少人数のパネルの方が効果的であり、実験や調査に許される費用、労力、時間、試料の量などの経済性を考慮するとパネルサイズを大きくできない場合、一回に提示する試料数を制限したり、試料を味わうときは短時間に判断を下せるようにしたりして、疲労効果を避ける配慮を行い評価を実施する方法もある。

パネルの選定には、感度が正常であることが大前提であるが、他にも基本的な条件としては、健康であること、生理的な欠陥がないこと、意欲があること、偏見がないこと、利用しやすいこと、参加しやすいこと、安定した性格であること、経験があること、などがあげられる。考慮すべき因子としては、特に嗜好性に偏りがある試料を用いる場合や嗜好性を評価する場合にはパネルの属性によって評価判断が異なるため、フェイスシートを作成し、必要な情報を収集し、パネルの属性を明らかにしておく必要がある。例えば、性別

や出身地、生活環境、評価対象物の嗜好度や喫食経験などがあげられる。なお、解析する際にパネルの層別因子として取り上げて考察するとよい。この意味においては、パネルサイズは大きく設定してある方が望ましいといえる。

表 2. パネルの名称

A. 役割による分類

パネルリーダー：記述的試験においてパネルの指導者として、訓練の指導、討論の進行を管理し合意を導き出す、などを行う人。

パネルメンバー、パネリスト：パネルを構成する個々の人（※パネラーという呼称は和製英語である）。

B. 官能評価に対する経験と訓練の程度による分類

未経験者パネル：官能評価に対して全く経験がないパネル。

経験者パネル：官能評価に従事した経験があるパネル。

訓練者パネル：パネルの能力を高めるために系統的に計画された訓練を経たパネル。

スーパーパネル：十分な選択と訓練を経てきた、小規模ではあるが効果的なパネル。

専門家パネル：訓練された専門家で構成されたパネル。

C. 評価（検査）環境による分類

クローズドパネル：評価者各人が意見の交換なしに独立に個室で評価するときのパネル。

オープンパネル：評価者各人が意見交換しながら円卓を囲んで評価するときのパネル。

D. パネルの判断の型による分類

分析型パネル：試料の官能特性を評価するパネル。人間の感覚器官を測定器として試料の特性や差を判断するパネル。鋭敏な感度が必要であり、感度の維持、向上のために訓練が必要となる。

嗜好型パネル：試料の嗜好特性を評価するパネル。個人の好みで試料を判断するパネル。感度の鋭敏さよりも、試料となる食品の消費者を正しく代表していることが重要となる。

E. 調査目的による分類

被験者パネル：経験者パネルであり、主に分析型評価に用いられるが、嗜好型評価にも適用されるパネル。専門家パネルと消費者パネルの中間の性質をもつ（中間パネル）。

消費者パネル：消費者の嗜好を調査するためのパネル。

（参考）日本工業標準調査会：JIS Z8144 官能評価分析-用語，日本規格協会（2004）15

佐藤信：官能検査入門．第4章．日科技連出版．東京（1978）153-196

表 3. パネルの型とパネルを選定する必要条件

パネルの型		差の検出パネル	評価特性パネル	審査品評会パネル	調査消費者嗜好	感覚研究パネル
必要条件						
健康(生理的要因・心理的要因)		+++	+++	+++	+++	+++
意欲・興味		+++	+++	+++	+++	+++
知的水準		-	+++	+++	-	-
協調性		-	+++	+	-	-
経験または訓練		+++	+++	+++	-	-
差の識別力		+++	+++	+++	-	-
判断基準	安定性	+ または +++	+++	+++	±	±
	妥当性	+++	+++	+++	±	±
表現	特性の数量的表現	-	+++	+++	+ または -	+ または -
	表現語彙	-	+++	+	+ または -	+ または -
記憶力		+++	+++	+++	+	+
嗜好		-	-	-	+++	-
専門知識	特性の分析能力	-	+++	+++	-	-
	特性と生産過程との関連を見抜く力	-	+++	-	-	-
	既に経験によって好都合不都合な事態と関係していた特性を見抜く力	-	+++	+	-	-
その他				見識・社会的信用	消費者の正しい代表であること	
パネルサイズ		5～10人	6～12人	8～12人	大型パネル: 200～200,000人 中型パネル: 40～200人	研究室の場合: 8～30人 市場の場合: 100～200,000

(備考) -: 不必要、±: 特に問題にしない、+: 必要

(引用) 日科技連官能検査委員会編 (1973)「新版官能検査ハンドブック」582

4. パネルの訓練方法

パネルの能力を訓練する方法としては表 4 に示すようなものがある。これらの手法は訓練のみに使用するのではなく、実際に評価を行う手法となっている。訓練の際にも目的に応じた試料あるいは評価手法に応じた方法を選択するとよい。訓練は識別能力、判断の安定性、妥当性の高いパネルを選定するために多種類の方法を組み合わせて行い、訓練効果や個人差を調べて決定するとよい。また、パネルの判断基準は経時的に変動しやすく、次第に判断基準が厳格になったり、不規則に変動することもある。従って、評価を継続して行う場合にはパネルの判断の平均値(妥当性)と分散(安定性)を管理する必要がある。

判断の妥当性については、客観的標準(物理・化学的基準)が準備できる場合はパネルに提示し判断基準の補正に用いる。標準試料がないような場合は、この際、可能な限りの多種多様の種類の試料を準備するとよい。基準となる物質がないような場合は実際の試料

を囲んでディスカッションを行い、判断基準の摺り合わせを行う工夫が必要となる。野菜の評価の場合、基準となる試料が用意できる場合は少ない。この場合、評価者が経験を通じて培った判断基準に従って採点する絶対評価を検討してみる。そのために、例えば、キャベツの食感特性を評価する際の訓練方法としては、異なる品種（例えば春系や寒玉系）やレタスなど葉質の特性が異なる試料を準備したり、外葉、中葉、内葉、芯葉といった部位の異なる試料を用い特性の把握（識別）と訓練を行い、判断基準を確立させる。このような訓練は、野菜という範囲に限られている場合でも、野菜の種類が変わるたびに新しく施すことが望ましい。当然、パネルが変わるたびに予備試験として訓練する必要が生じる。

表 4. 訓練に用いる手法（官能評価手法の一例）

識別試験法：試料に差があるか、質問にあう試料はどれか、といった試験方法。

配偶法：試料群を 2 組作り、各組から同一試料を 1 個ずつ抜き出して組み合わせる。

振り分け試験：m 個の A と n 個の B を盲の状態で混合して提示する。これを A、B の 2 群に振り分けさせる。

順位法：いくつかの試料について品質の良否順に順位をつけさせる試験方法。

採点法（評点法）：試料を与え品質の良否の程度を採点させる。

一対比較法：試料を 2 個ずつ組み合わせ、特性の大小、好みの程度について比較させる。

（参考）佐藤信：官能検査入門，第 4 章，日科技連出版，東京（1978）153-196

5. 質問票の設計

官能評価は、評価対象物（モノ）があり、パネル（人）がそろえば、あとは質問票にしたがって評価するだけであるが、多くの場合、この質問票を独自に設計する必要がある。

質問票は評価手法によって設計が異なり、モノの特性を描写するためには、対象となるモノに適した用語を選ぶ必要がある。その上、評価の型やパネルの性質によって選択する用語が異なるため、調査の目的にあわせた質問票の設計が不可欠となる。官能評価の精度や再現性を確保するためには、質問票の設計が最も重要といえる。

評価方法によって質問票の設計は異なるが、評価に必要な用語の収集・整理・分類・選定を行うことが必要となる。一連の流れとしては、表 5 のようになるが、1 と 2 の作業はどちらか一方でも可能と思われるが、どのような言葉を選ぶかが評価結果に大きく影響するため 3～6 の作業は十分に行った方がよい。すなわち、目的および試料の評価内容が確認できたら、予備試験（観察・試食テスト）により重要な評価用語を選び、質問項目を設定する。感覚特性は 1 つということではなく多数の特性からなるため、多くの形容詞対を両側に置いた評定尺度群（SD 法）を用いる場合が多い。

評価用語が決定したら、評価手法を選び、評価項目を設定する。評価項目は食品により重要度が異なると思うが、実際に食する流れに沿って（時系列に）知覚される官能特性を配置することで、パネルの心理的な負担が軽減される上、評価に伴う各パネリストの動作をそろえることができる。

評価手法は、①2つの試料に差があるかどうかを決定するために用いる識別試験法、②尺度及びカテゴリーを用いる試験方法、③試料特有の官能特性を確かめるために用いる分析型試験法又は記述的試験法があり、定量的な手法としては②または③を用いる。

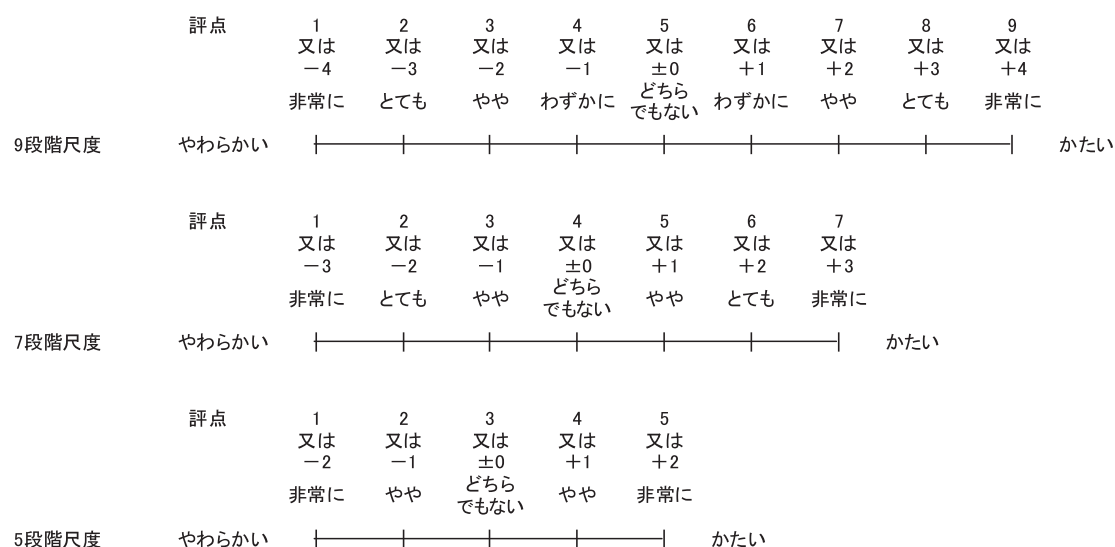
定量的な手法として用いられる尺度は間隔尺度が一般的であるが、非常に種類が多いため、注意深く設定する必要がある。これらの尺度は「等間隔である」という前提のときだけでなく間隔尺度となり、等間隔ではない場合には順序尺度として取り扱わなければならない。そのため、それぞれの段階がその等間隔性の条件を満たす感覚強度の水準に対応するように注意深く設定する必要がある。5段階、7段階、9段階尺度で評価する場合の一例を図1に示す。

この他、標題に試料の名称や目的を記載し、試食順序や試料の見方、味わい方などを記載し、パネリストが理解しやすく、誤解を招く表現がないかどうか、予備試験を繰り返して検討する。

表 5 評価用語の収集・整理・分類・選定

-
1. 質問紙調査（イメージ調査、市場調査など）により用語を収集する。自由記述形式により言葉だしを行う。
 2. 先行研究や文献調査、用語集など公表されている資料を参照し、用語を収集する。
 3. 研究対象とする範囲から偏りなく試料を選び、実際に試料を扱いながら観察・試食テストを行い、思いつく限り試料の官能特性を表現する用語を抽出する。aやbの方法により用語を収集した場合においても、このような予備試験を行い、重要な用語の取りこぼしがないかを確認する。
 4. 用語の整理・分類は討議で行う場合と、予備試験により得られたデータを解析して行う場合がある。ともに実際に評価を行うパネリストが行う場合が多いが、実験者やパネルリーダー等、少数で行う場合もある。
 5. 最終的な用語の選定はパネルディスカッションにより決定する。
 6. 用語が決まったら、実際に評価するパネリスト間で用語に対する認識の統一を図り、納得できるまで討議や予備評価を重ねる。
-

（参考）日本官能評価学会編：官能評価士テキスト．第3章, 第7章．建帛社．東京（2009）125-127



※間隔尺度とみなし、数値化を行う場合には表現用語とともに数字の併記をしておく。

図1 間隔尺度（一例）

（参考）日本官能評価学会編：官能評価士テキスト．第3章, 第7章．建帛社．東京（2009）69-71, 117-124

日本工業標準調査会：JIS Z 9080 官能評価分析-方法，日本規格協会（2004）18-20

6. 実施上の留意点

再現性のある官能評価を実施するためには、測定器となるパネルの管理が不可欠といえる。パネルは感情を持っている人間であるので、疲労効果のような生理的制約や心理的な影響により評価が左右されることがある。いくつかの留意点を表6に示す。

また、評価環境に変化によってデータにバラツキが生じるため、可能な範囲で評価室のコントロールし、パネルが共通の環境で評価できるように条件を管理することが望ましい。また、実験室のスペースがどのくらいあるか、実験対象が何かによっても備えるべき設備内容は異なる。配慮すべき環境条件および設備例を表7に示す。

この他、データの解析方法も事前に検討し、必要なデータ数を集める。1つの食品について多数の特性に関する測定値が得られるため、これらの多量のデータの中から有用な情報を取り出すための手法として多変量解析の検討も行っておく。

表 6. パネルの生理的・心理的効果に基づく評価への影響

疲労効果：ある刺激を継続的に与えると疲労により正常な判断ができなくなる現象。刺激の種類や感覚器にもよるが、身体的に感覚器が疲労すると次第に知覚が弱まり、遂には感じなくなってしまうため、一回に提示する試料数を制限したり、試料を味わうときは短時間に判断を下せるようにするなど工夫し、パネルの負担軽減に努める。

順序効果：2 つ以上の試料を連続して評価するとき、前の試料の影響を受けて次の試料の評価が偏るという効果。評価順序を変えるとともに回数を同じにして釣り合いをとるようにするとよい。

対比効果：2 つ以上の刺激を同時に（同時対比）、または継続して提示したとき（継時対比）、それらの刺激の差を実際より大きく感じるという効果。特に、強い刺激を与えた後に弱い刺激を与えると、本来の刺激よりさらに弱く知覚されたりする場合がある。比較する試料との間で口をすすぐと前試料の記憶が薄れる場合もあるが、評価中の口すすぎの条件を管理するとよい。

期待効果：先入観によって評価結果が左右されるという効果。評価に際し、判断に影響を及ぼす恐れがある不必要な情報は与えないように管理する。

記号効果：試料につけた記号が判断に影響を与えるという効果。試料につけられた記号が評価に影響しないように 2 桁あるいは 3 桁の乱数を用いる方法が一般的である。乱数表や乱数サイなどを利用する方法もある。

位置効果：試料の並べ方が判断に影響するという効果。3 個の試料を提示した場合、中央に置かれた試料が選ばれやすく、5 個の場合は両端の試料が選ばれやすいとされている。パネリストごとに、または繰り返しごとに試料の配置順序をランダム化することや、釣り合い実験計画を検討するとよい。

練習効果：訓練によってパネリストの判断が変化するという効果。同一系列の試験中にパネリストが次第に練習効果を上げること。最初の 1～3 個の試料に対しては慎重さによる誤差（初期効果）が生じ、連続して評価を継続すると疲労効果を生じる。提示順序、実験計画に工夫が必要となる。

（参考）佐藤信：官能検査入門．第 5 章．日科技連出版．東京（1978）197-201

表 7. 評価環境および設備の条件の一例（評価対象が食品の場合）

評価環境

防音：騒音（好ましくない音）を最小限に抑える。

温度・湿度：恒温・恒湿につとめる。通常、官能検査室は温度 20～25℃、相対湿度 60%前後とされる。

照明：机上の照明はすべて一様に、試料を置く範囲内は均等に照らすことが重要。色調だけで識別されては困る食品の評価の場合は、通常の照明に色つきのセロファンを巻いたりして、照明を用いてマスクすることもある。

換気：無臭。特に調理場からのにおいが流入しない場所を選ぶ。評価中、試料のにおいが混交しないように、空気の循環浄化に配慮する。

雰囲気：分析型評価の場合、パネリストが他人の影響を受けないで判断するために個室を使って評価することが多い（個室法）。一方で、家庭的な雰囲気や環境映像を流し周囲の雰囲気を変えて評価する場合もある。意見交換を行いながら評価をまとめていく方法（円卓法）ではない限り、私語は厳禁であり、評価が静粛に行われるように管理する。

評価設備

保温・保冷库：試料の保管や温度調節のための冷蔵庫や冷凍庫、保温庫など

調理設備・備品：流しや調理台、包丁やまな板、バット、トレイなど。

測定器：十分な精度を持つ自動天秤や温度計など。

無味・無臭の水が調製できるような装置：水道水ではカルキ臭やカビ臭等の問題を抱えているため、良好な水質の水を準備する。ミネラルウォーターを用いる場合はメーカーや成分を記録しておく。

（参考）日本官能評価学会：官能評価士テキスト，第 3 章，建帛社，東京（2009）63-65

7. [具体例] 品質評価の一例（キュウリを用いた場合）

キュウリを用いた場合の具体的な手続きのポイントを示す。野菜によって把握する特性は異なるが、手順については同様の流れで行うことが可能である。

質問票作成のポイント

◆キュウリの官能特性を抽出し、用語の選定を行う。

キュウリに対するイメージ調査や市場調査によりキュウリの特徴となる評価用語を収集する。その後、多種類のキュウリを準備し、特徴的な用語を抽出する。少数のパネルで試食・評価を行いながら気がついたことを書き出し、討議により用語を精査し質問項目を設定する。

◆特徴を識別しやすい味わい方を吟味する。

キュウリの肉質には、品種によりねっとりした肉質とコリッとした肉質が食感の特徴を決定する特性の一つといえる。皮の有無が肉質評価の判断を複雑にするため、皮を剥いた。さらに、討議により、繊維と平行にかみ切った方がねっとりとした肉質を把握しやすかったことから、半月切りの試料を用いて肉質の評価を行うこととした。また、皮と果肉のバ

ランスの良さも評価に影響することから、皮付きの輪切りについても評価を行うことにした。輪切りの厚さについても 0.5cm 間隔で試料を調製し、討議によりパネルが評価しやすい厚さに決定した。1.5cm の厚さを採用した。



◆一噛み目の条件を
図に示し評価者に示した。

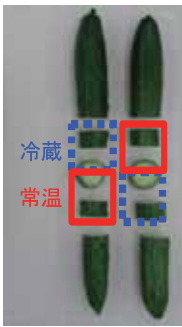
	評価項目（評価尺度）	－	＋
皮なし 試料 ＜半月切り＞	種子部のかたさ	やわらかい	かたい
	果肉のかたさ	やわらかい	かたい
	果肉の肉質	ねっとり	コリッ
	果肉の歯切れ	わるい	よい
	果肉の割れ（単極）	－	あり
	多汁性（ジューシー感）	弱い	強い
	歯ごたえ	弱い	強い
	食感のよさ	わるい	よい
皮付き 輪切り 試料 ＜＞	歯切れのよさ	わるい	よい
	みずみずしさ（鮮度）	みずみずしくない	みずみずしい
	皮のかたさ	やわらかい	かたい
	果肉のかたさ	やわらかい	かたい
	皮と果肉のバランス	わるい	よい
	多汁性（ジューシー感）	弱い	強い
	咀嚼音	重い（ゴリゴリ）	軽い（コリコリ）
	口当たり（残存感）	わるい	よい
	食感のよさ	わるい	よい
	総合評価	わるい	よい

◆評価尺度は評点と言葉を併用した 7 段階評価尺度（例：-3 非常にわるい～+3 非常によい）を用いた。

評価方法（左）と評価項目および評価尺度（右）



アンコール10 フリーダムハウス2号 半白節成



定尺カッター※

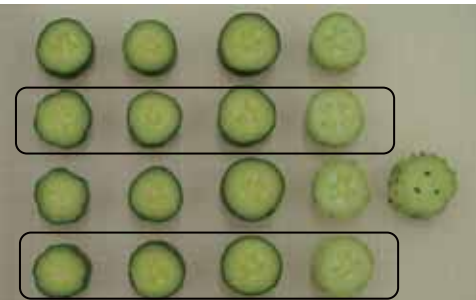


写真 試料調製例



スライスカッター※

※業務用総合カタログ EBM2010Vol. 14-2, p440 より引用

試料調製、管理のポイント

- ◆均一な輪切りを調製するためにカットガイドがついている包丁付きまな板（スライスカッター（SK-4N））や定尺カッター（TCL）などを用いるとよい。
- ◆パネルへの提供は部位によって異なる場合にはパネリスト毎に部位がばらつかないようにする工夫も必要である。例えば左写真の黒枠の部位を1人のパネリストに評価試料として用いる。
- ◆品温が異なる試料を用いる場合は、1本のキュウリから異なる品温条件を調製する。1人のパネリストに同じキュウリの試料を提示するようにし、部位差を相殺するために互い違いに調製しておく。
- ◆調製中に品質の劣化が認められる試料（例えば鬆が入っている、しなびや腐敗など）は当然ながら評価試料から取り除く。喫食可能な可食部を試料に用いる。
- ◆野菜は収穫後、品質変化が生じるため、収穫後の日数、保存条件なども管理を行う。試料を提示する際は、条件の組み合わせ効果が相殺されるように評価者に1試料ずつランダムに提示する。
- ◆多数の試料条件がある場合は、実験計画法を用いた割り付け方も検討するよい。

参考文献

[官能評価全般]

- ・日本官能評価学会. 2009. 官能評価士テキスト. 建帛社. 東京.
- ・佐藤 信. 1978. 官能検査入門. 日科技連出版. 東京.
- ・日本工業標準調査会. 2004. JIS Z 9080 官能評価分析-方法. 日本規格協会.
- ・大山 正. 2006. セマンティック・ディファレンシャル法（SD 法）による感性の測定. 日本官能評価学会誌 10(2): 89-93.

[用語の抽出]

- ・早川文代・神山かおる・阿久沢さゆり・斎藤昌義・西成勝好・山野善正. 2005. 日本語テクスチャー用語の収集. 日本食品科学工学会誌. 52: 337-346.
- ・阿刀田稔子・星野和子. 1993. 擬音語擬態語使い方辞典. 創拓社出版. 東京.
- ・日本工業標準調査会. 2004. JIS Z 8144 官能評価分析-用語. 日本規格協会.

[解析法]

- ・日本科学技術研修所. 1997. JUSE-MA による多変量解析. 日科技連出版. 東京.
- ・永田 靖・棟近雅彦. 2001. 多変量解析法入門. サイエンス社. 東京.

[評価例]

- ・玉木有子・堀江秀樹. 2009. 貯蔵により失われるキュウリのもぎたての新鮮味について. 日本味と匂学会誌 16(3): 433-436.

（新潟医療福祉大学 玉木有子）

キャピラリー電気泳動法による野菜中の主要呈味成分の分析

野菜の味については糖類による甘味、有機酸による酸味、グルタミン酸等のうま味が重要である。高速液体クロマトグラフィ等従来法では、糖類、有機酸、グルタミン酸を同時には分析できなかった。キャピラリー電気泳動法を用いることによって、これら重要な呈味成分を一斉にしかも安価に分析することができる。野菜試料の調製からキャピラリー電気泳動法による分析までを記載する。

準備

〔装置〕

1. キャピラリー電気泳動装置

注：アジレント社 G1600 を用いた方法を記載する。他機種においても同等の条件設定ができれば、本マニュアルに準じて分析可能。

〔器具〕

1. 家庭用電子レンジ
2. ミキサー（ワーリング社のフードブレンダー又は家庭用ジューサーミキサー）
3. 試験管
4. 漏斗
5. 濾紙（5A）
6. シリンジフィルター（水系、0.45 μ m）
7. pH メーター

〔試薬〕

1. メタノール（劇物）
2. 水酸化ナトリウム溶液（1M およびさらに濃厚なもの（濃度は問わない））
3. 2,6-ピリジンジカルボン酸
4. 臭化ヘキサデシルトリメチルアンモニウム
5. 超純水

試料の調製

1. 野菜試料を縮分し、測定に供する分の重量を測る。

注：部位により成分含量に差がある野菜が多いので、目的に応じたサンプリングが重要になる。

2. 水を測定試料の4倍量加え、ラップして電子レンジで沸騰直前まで加熱する。

注：試料量が少ない場合は、水を19倍量にするなど調整可。加熱は内生酵素を失活さ

せるため。

3. 2で得られた試料を全量ミキサーに移し、破碎する。

注：時間や強度は材料に依存する。

4. 3で得られた抽出液を濾過し、試験管等でうける。

注：濾紙は 5A 程度が使いやすいが、大きなゴミが除去できれば号数は問わない。すぐに分析できない場合は、この段階で保存容器に移し冷凍保存。

5. 試料を水で希釈して（通常は 20 倍程度にまで希釈）、シリンジフィルターに通し、分析用試料とする。

電気泳動液の調製

1. 2,6-ピリジンジカルボン酸 167mg と臭化ヘキサデシルトリメチルアンモニウム 9.1mg を秤量し、超純水約 45ml に懸濁する。

注：この状態での pH は 3 以下であり、完全には溶解しない。超音波洗浄器等を用いて振動を与え試薬の粒子を微細化しておけば、pH 調製時に溶解しやすくなる。

2. 懸濁液に水酸化ナトリウム溶液を添加し pH を 12.1 に調製後、超純水を加えて全量を 50ml とする。

注：濃厚な水酸化ナトリウム溶液を用いて pH を 7 程度にまで上げて、懸濁している試薬を完全に溶かす。その後 1M 程度の水酸化ナトリウム溶液を用いて pH 調製する。pH 調製は手早く行う。電気泳動液は室温で数日保存可能ではあるが、毎日新たに調製する方がピーク形状は優れる。（冷蔵すると結晶が析出するため好ましくない）。

キャピラリー電気泳動装置を用いた分析

1. 内径 50 μ m のキャピラリー管を 1m 巻いたカードリッジを本体にセットする。
2. 使用前にキャピラリー管に、メタノール、1 M 水酸化ナトリウム、電気泳動液の順にそれぞれ 5 分、3 分、10 分流してコンディショニングする。

注：連続分析の結果、ピーク形状が悪化した場合もこの条件でコンディショニングする。

3. 分析条件を次のように設定する。

試料注入：50mbar で 5 秒間加圧注入

印加電圧：-30kV

検出：270nm を参照波長、350nm を検出波長と設定（波形シグナルを見かけ上逆転させるため）

温度：25℃

キャピラリー管の洗浄・平衡化：各分析の間に水を 1.5 分、メタノールを 3 分、1 M 水酸化ナトリウムを 4 分、電気泳動液を 5 分流して平衡化する。（分析対象によって洗浄に用いる液を変更する場合もある。電気泳動の時間は 20 分程度であるが、分析

の間にキャピラリー管を洗浄・平衡化する時間も必要である。)

4. ピークの同定、定量は既知濃度の標準品との比較により行う。

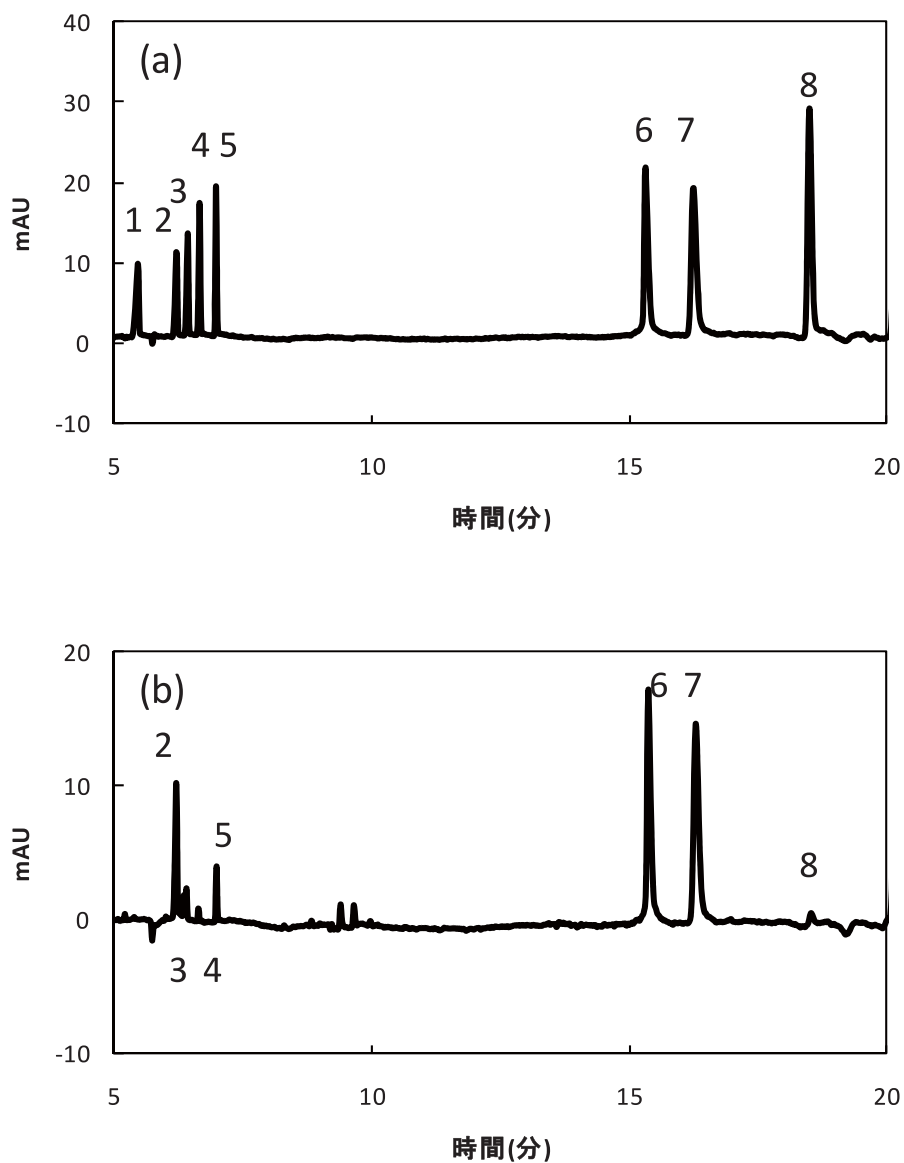


図1 キャピラリー電気泳動法を用いた分析例

(a)標準品 (1~5 : 250mg/l, 6~8 : 1000mg/l), (b)トマト抽出液

1 : シュウ酸, 2 : クエン酸, 3 : リンゴ酸, 4 : アスパラギン酸,
5 : グルタミン酸, 6 : 果糖, 7 : ブドウ糖, 8 : ショ糖

留意点

本法は文献2に基づき考案した。図1に示さなかったピークの同定については文献2等

も参考にされたい。

参考文献

- 1) 堀江秀樹. 2009. キャピラリー電気泳動法による野菜の主要呈味成分の分析. 分析化学. 58: 1063-4066.
- 2) Soga, T. and G. A. Ross. 1999. Simultaneous determination of inorganic anions, organic acids, amino acids and carbohydrates by capillary electrophoresis. J. Chromatogr. A. 637: 231-239.

(農研機構 野菜茶業研究所 堀江秀樹)

レタスの苦味の評価 (lactucopicrins の分析法)

レタスやエンダイブの苦味成分として lactucopicrin 類など sesquiterpene lactons (本稿では lactucopicrin および lactucopicrin oxalate のみを取り上げる) の存在が知られている。このような成分を定量するための前処理法として熱メタノールで抽出する方法も報告されている¹⁾が、主要成分である lactucopicrin oxalate が非常に不安定なため、試料調製中に分解する懸念がある。ここでは、より簡易迅速に前処理できる水抽出法²⁾について解説する。

準備

【器具】

1. 高速液体クロマトグラフ装置 (HPLC)
グラジエント分析が可能で、UV-VIS 検出器を付属するもの。
カラムは関東化学 Mightysil RP-18 GP、粒子径 $5\mu\text{m}$ 、 $4.6\text{mm} \times 150\text{mm}$ に専用のガードカラムを接続したものを推奨するが、逆相系カラムであれば分離可能と期待される。
2. 移動相を濾過するための減圧濾過装置及びメンブレンフィルター (セルロースアセテートタイプ、孔径 $0.20\mu\text{m}$ など)
3. ブレンダー (水中で試料を破砕する装置、家庭用ジューサーミキサーでも代用可)
4. 濾紙 (5A) および漏斗、試験管
5. シリンジフィルター (水系、孔径 $0.45\mu\text{m}$ 、セルロースアセテートなど) および注射筒

【試薬】

1. リン酸二水素ナトリウム二水和物
2. リン酸(85%)
3. 超純水 (または蒸留水 (高速液体クロマトグラフ用が望ましい))
4. アセトニトリル (高速液体クロマトグラフ用が望ましい)
5. サントニン

【HPLC 用移動相の調製】

1. A 液 : リン酸緩衝液 (pH2.1、100mM)
リン酸二水素ナトリウム二水和物 7.8g を約 950ml の超純水に溶解し、これに、3.4ml のリン酸を添加後、超純水で 1 L にメスアップする。できた緩衝液は減圧濾過装置を用いて吸引し、メンブレンフィルターを通したものを A 液とする。
2. B 液 : 90%アセトニトリル
体積比で超純水 1 に対してアセトニトリルを 9 混合し、B 液とする。

操作の実際

1. 試料^{注1)} に対して 4~19 倍量（レタスの葉の場合は 4 倍、抽苔した茎は 19 倍等、推定される試料中の lactucopicroins 含量、あるいは試料量と用いるブレンダーの容量の関係によって希釈倍率は変更）の蒸留水を加え、ブレンダーで 3 分程度破碎抽出する。抽出液は濾過する。

2. 必要に応じて濾液を蒸留水で希釈後、シリンジフィルターを通したものを高速液体クロマトグラフィ用試料とする。調製した試料は直ちに分析に供する。

3. 高速液体クロマトグラフィの条件は下記のように設定する。

流速：1ml/min、検出波長：262nm、カラム温度：35℃、

グラジエント条件（B 液）：0-2 分；24%（固定）、2-22 分；24-36%（リニアグラジエント）、22-25 分；36%（固定）、25 分後初期条件にもどす。注入量は 20 μ l または 10 μ l とし、lactucopicroin および lactucopicroin oxalate に相当するピークの面積値を求める^{注2,3)}。

注 1) lactucopicroin および lactucopicroin oxalate は乳液に局在する。そのため、試料の洗浄等の操作により乳液を流出させれば、lactucopicroins の定量値は著しく低下する。目的に応じた試料の扱いが重要である。

注 2) ピークの同定について、本来は標品との間でリテンションタイムを比較すべきであるが、lactucopicroins について標品の入手は極めて困難である。乳液試料では極めてシンプルなクロマトパターンを示すため、標品が入手できない場合は、乳液のクロマトパターン（図 1）からリテンションタイムを推定する。その場合は、レタスを切断する際の乳液 10 μ l 程度を 1ml のメタノール（0.1%リン酸を含む）に懸濁し、遠心分離した上澄みをシリンジフィルターに通し乳液試料とする。

注 3) lactucopicroins の定量についても、本来は高純度の標品との間でピーク面積値を比較すべきである。しかしながら、不安定である lactucopicroin oxalate の高純度標品を得ることは非常に難しい。262nm で検出されたピーク面積値について、lactucopicroin は同濃度（mg/l）のサントニンと等しくなることが知られている³⁾。サントニンは容易に入手できるので、あらかじめ一定濃度のサントニンのピーク面積値を測定しておき、これを lactucopicroin のピーク面積値と比較すれば、lactucopicroin の濃度が推定できる。lactucopicroin oxalate については、lactucopicroin の分子量が 410、lactucopicroin oxalate の分子量が 482 であることから、暫定的に 482/410 倍（1.18 倍）する。例えば、10mg/l のサントニンのピーク面積値が 10,000、lactucopicroin のピーク面積値が 1,000、lactucopicroin oxalate のピーク面積値が 20,000 であったとすれば、lactucopicroin は

$10(\text{mg/l}) \times 1000/10000$ で 試料液中濃度が 1mg/l、

lactucopicroin oxalate については

$10(\text{mg/l}) \times 20000/10000 \times 1.18$ となり、試料液中濃度 23.6mg/l と計算する。

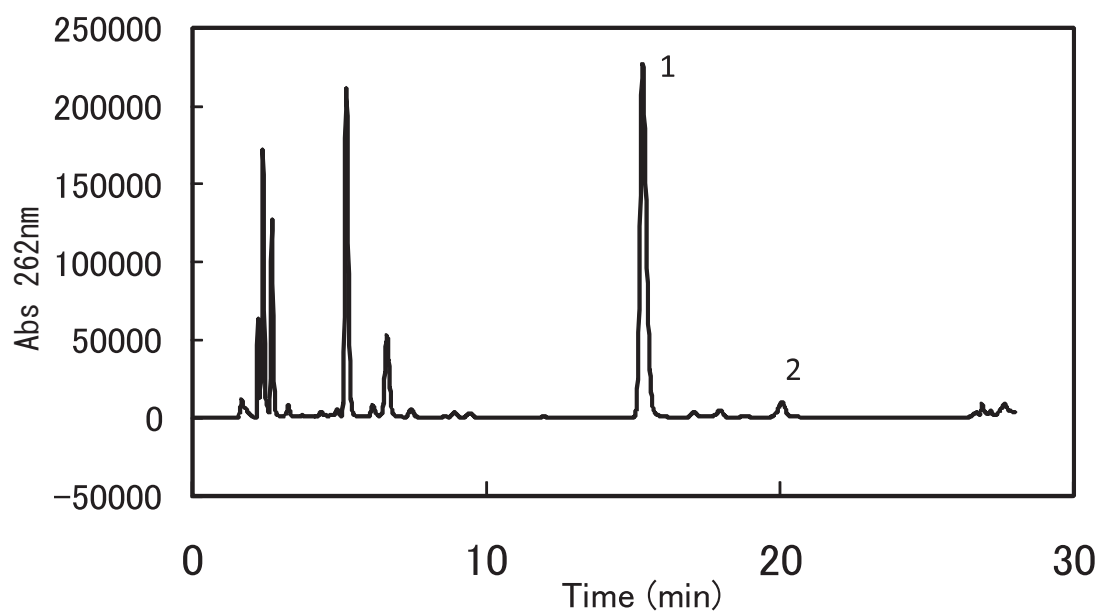


図1 レタス乳液のクロマトグラム
1: lactucopicrin, 2: lactucopicrin oxalate

留意点

レタス等キク科野菜では、ここで分析法を示した lactucopicrin、lactucopicrin oxalate 以外に、lactucin、deoxylactucin などの類縁物質も存在が知られている。したがって、苦味をさらに詳細に検討するには、lactucin 等微量な成分の同定・定量やそれらの苦味強度の比較等を行う必要がある。

参考文献

- 1) 荒川浩二郎・田中雅透・中村浩蔵・南 峰夫・石田 了・六角啓一・松嶋憲一・根本和洋. 2007. レタスにおける Sesquiterpen Lactones 分析用試料の調製方法. 北陸作物学会報. 42: 120-124.
- 2) Horie, H. 2010. Analysis of lactucopicrins (bitter compounds) in lettuce by high-performance liquid chromatography. Bull. Natl. Inst. Veg. & Tea Sci. 9: 189-195.
- 3) Price, K. P., DuPont, M. S., Shepherd, R., Chan, H. W-S and C. R. Fenwick. 1990. Relationship between the chemical and sensory properties of exotic salad crops – coloured lettuce (*Lactuca sativa*) and chicory (*Cichorium intybus*). J. Sci. Food. Agric. 53: 185-192.

(農研機構 野菜茶業研究所 堀江秀樹)

キュウリ果汁中のブドウ糖の簡易定量法

キュウリは甘味の強くない野菜ではあるが、果糖、ブドウ糖含量の高いものの方が好まれる傾向にある。新鮮なキュウリにおいては果糖、ブドウ糖が等含量含まれるが、これらの含量は天候の影響を受けて日々変動する。品質管理のためには簡易な糖濃度の測定が望まれる。

糖尿病患者のための血糖値の自己診断用のセンサー（血糖センサー）が市販されている。血液中のブドウ糖含量を電気化学的に測定するバイオセンサーである。キュウリの品質管理を目的に、血糖センサーの利用法について紹介する。

準備

【器具】

1. 血糖センサー（グルテストエブリ：三和化学研究所、または同等品）
注：1 μ L 以下の微量の血液でも測定できるタイプが主流になりつつあるが、果汁の調製は容易なので、むしろ数 μ L 以上の血液を要するものの方が使いやすい。
2. 試験管と漏斗
3. 小型の遠心機と遠心チューブ
4. ピペッター（1mL、100 μ L）とチップ
5. ナイフとニンニク搾り

操作の実際

1. キュウリ果実の中央部からナイフを用いて幅 1～2cm の輪切りを切り出す。
注：部位によって成分含量は異なるので、果実間で比較する場合は同一の部位から切り出す。
2. ニンニク搾りで破碎したものを空の漏斗にのせ、落下する果汁を試験管で受ける。
3. 試験管に溜まった液を遠心チューブに移し、遠心分離して上澄み（果汁）を得る。
4. ピペッターなどを用いて果汁を蒸留水で 10 倍に希釈する。
5. 機器に添付されたマニュアルに従い血糖センサーを準備し、センサーチップの感応部に 10 倍希釈した果汁をたらす。
6. 一定時間後（グルテストエブリの場合は 15 秒）に測定値が表示されるので、これを記録し、センサーチップは廃棄する。試料間の相対比較が目的であれば、この値を用いる。（2 回測定し、平均値をとる。）
注：血糖センサーの機種によって得られる値は異なる。異機種間で値を比較するには、以下 7 の操作が必要である。
7. ブドウ糖標準液（濃度の異なるもの）を調製し、同様に血糖センサーで測定する。この値から検量線を作成し、6 で得た値をブドウ糖濃度として読み取る。試料とした果

汁は 10 倍希釈しているので、得られた値を 10 倍したものが、元の果汁中のブドウ糖濃度である。

注：ブドウ糖の標準液は試薬のブドウ糖を水に溶解して調製する。ただし、調製後直ちに使用するのではなく、1 晩程度静置したものをを用いる。また、検量線は毎回作成する必要はないが、センサーチップのロットが変わったり、長期保存後などには標準液でチェックするのが望ましい。

留意点

ブドウ糖、果糖、ショ糖のうちで甘味の最も強いのは果糖である。ただし、果糖を直接簡易に測定できる方法はない。キュウリについては含まれるショ糖は微量であり、果糖はブドウ糖と等含量含まれるので、ブドウ糖の測定値が品質評価の目的で利用しやすい。血糖センサーの他の野菜への利活用については今後の課題である。なお、血糖センサーのセンサーチップは使い捨てである。低廉化傾向にはあるが、現在 1 枚あたり 100 円程度で、センサー本体は 1 万円程度である。

(農研機構 野菜茶業研究所 堀江秀樹)

音響振動法による野菜の食感評価

野菜の食感は鮮度の指標となり、特に生食用の野菜ではおいしさの重要な判断要素となる。食感の評価は官能試験が一般的であるが、評価者間の比較や年次比較が難しい。これまで応力センサを用いた力学的評価やマイクロフォンを利用した音響評価法があった。しかし、応力センサは高音域の取得が難しく、マイクロフォンは測定環境やマイク性能に依存し再現性に問題があった。そこで、人間の歯の知覚構造をモデルにした音響振動測定装置を用いた食品の食感を定量的に評価する方法について操作マニュアルを提供する。

準備

[器具]

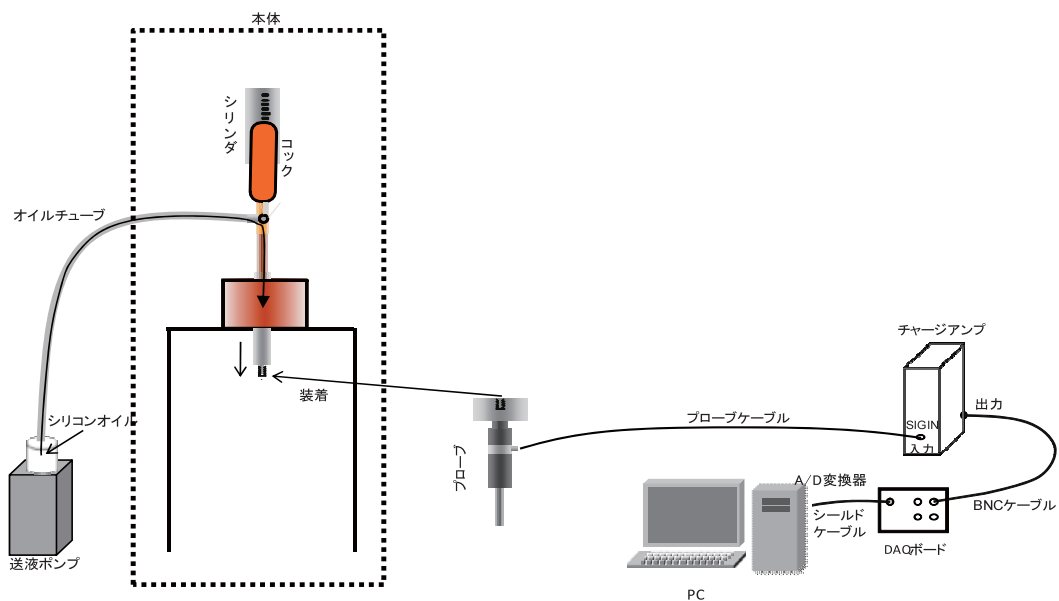
1. 音響振動測定装置（（有）生物振動研究所製，嚙音1号機）

システムは、本体、センサー一体型プローブ、アンプ、データ取得デバイス、コンピュータ、送液ポンプ、シリコンオイル、データ取得プログラム(ver1.0)、解析プログラム(ver2.0)で構成されている。

[測定器の設定]

1. 配線

- ・プローブケーブルをプローブセンサに取り付け、チャージアンプの「SIG IN」表示のあるミニチュア端子に接続する。
- ・本体のピストン下端部にプローブを取り付ける。
- ・DAQ ボードをコンピュータに接続した A/D 変換カードとはシールドケーブルで、チャージアンプ出力端子とは BNC ケーブルで接続する。下図参照



2. 送液ポンプの設定


- ・送液量を「003ml」に合わせ電源スイッチをオンにする。

3. チャージアンプの設定

- ・電源スイッチをオンにする。
- ・「ENT」ボタンを1回押し、「RST」ボタンで感度を変更し、「ENT」ボタンを再度押して設定を確定させる。
- ・数字が大きければ出力電圧が大きくなり感度が上がる。
- ・標準設定を「3.16」mV/EU とし、測定サンプルによっては最大出力電圧が5Vを超えないよう、また少なくとも数百mVは出力されるように設定値を調整する。

[データ収録の準備]

1. データ収録プログラムの設定

- ・PCの電源を入れて立ち上げる。
- ・PCデスクトップ上の「食感測定プログラム」を開く。
- ・「食感測定プログラム」の画面左上にある「

- ・モニタ上のノイズが10mV以下であることを確認する。もしノイズが大きい場合は、アースに問題がある可能性があるため、本体のアース線がアース端子に接続されているか確認する。

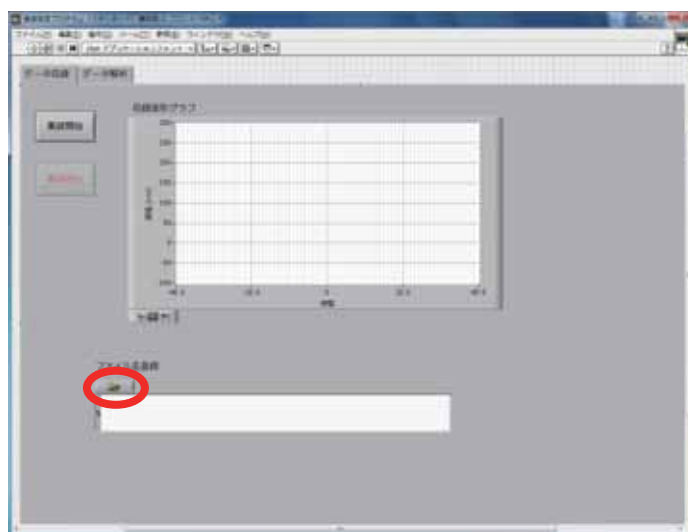
2. データ記録ファイルの設定

- ・操作画面のファイル名登録の下フォルダボタン（次図赤丸参照）を押下する。

- ・「名前を付けて保存」のウィンドウが現れるので記録用ファイルを保存したい場所を選びファイル名を入力する。
- ・記録ファイルには自動的に番号が付けられる。

(例) 指定したファイル名:「リンゴ」

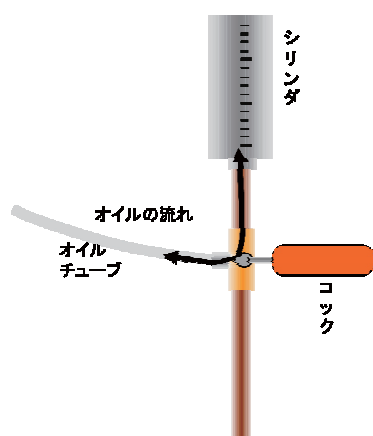
→実際のファイル名:「リンゴ_01.lvm」「リンゴ_02.lvm」…



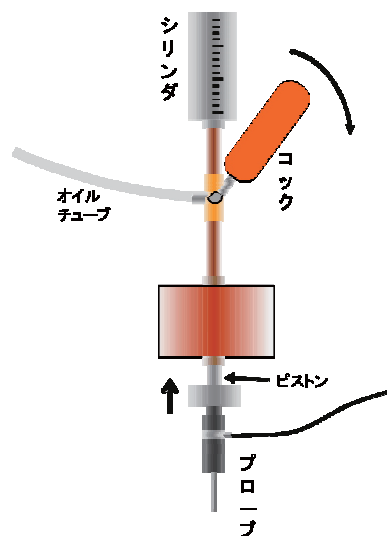
[送液ポンプの準備]

1. オイルチューブ内の空気抜き

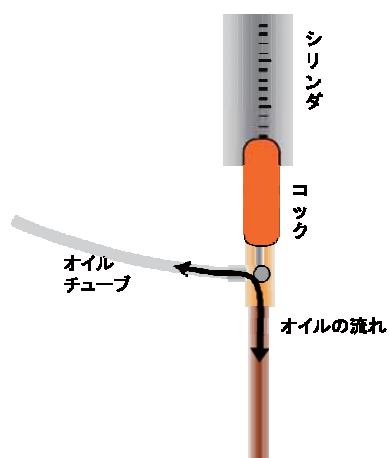
- ・オイルチューブ内の空気混入はピストンの運動距離やプローブの挿入力に影響を与える場合があります、測定条件が変化してしまう恐れがあるので抜気を行う必要があります。
- ・ピストンが下がってこないよう指でピストンを押さえながらオイルコックを真横にし、ポンプの[START STOP]スイッチを押す。チューブ内の空気がコック上部のガラスシリンダから押し出される。
- ・チューブ内の空気が完全に抜けるまで数回オイルポンプのスイッチを入れる。
- ・空気を抜き終わったらコックを斜め上 45° の位置にし、ピストンを奥まで押し上げる。
- ・ピストンの位置がずれないように指でしっかりと押さえながらオイルコックを真上の位置にもどす。
- ・連続測定中や硬いサンプル測定時にはオイルチューブ内に空気が混入する場合があるので、同一手順でその都度空気抜きを行う。
- ・コック位置とシリコンオイルの動きは次図参照。



空気抜き時のコック位置



ピストン押し上げ時のコック位置



空気抜き終了後のコクの位置

2. 測定台の位置決定

- ・ポンプの「START STOP」スイッチを入れてピストンが一番下にきた時にポンプの電源スイッチを off にし、プローブを最下位置に固定する。ポンプ送液中は途中停止できないので、電源スイッチにて停止させる。
- ・このプローブ位置を基準にして測定台の位置を決める。
- ・ポンプの電源ボタンを on にし、プローブを最上位置に戻す。
- ・データ取得秒数にバラつきがでないよう、プローブが測定サンプルから 1mm 程度の位置にくるよう測定台の高さを調整する。

測定

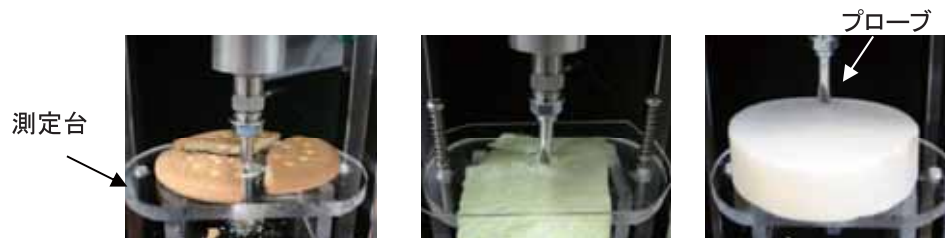
本装置は人が食べ物を食べた時に歯が受ける振動をモデルに検出するもので、測定サンプルをプローブで破壊した時にプローブが受ける音響振動を、加速度センサで検出して記

録する装置である。

[測定条件の設定]

1. サンプル測定台の選定

プローブでサンプルを破壊する時、サンプルが変形し破壊が安定しなかったり、プローブが測定台に触れたりしないようにサンプルの固定方法を決める。以下、例を示す。



ビスケット

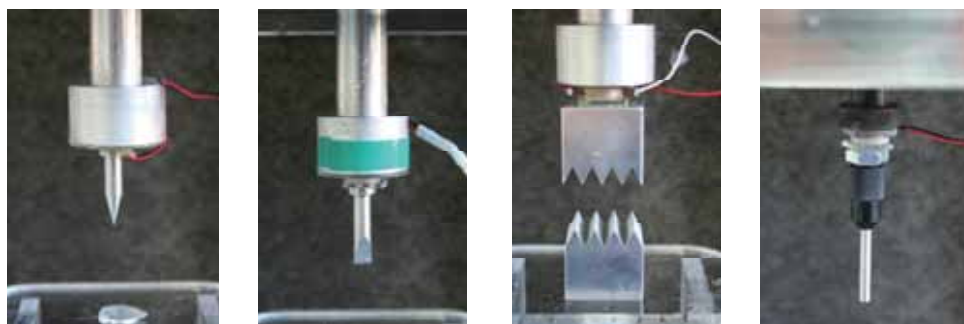
レタス

ダイコン

- ・ビスケットのように硬く薄いサンプルは、確実にプローブが貫通して割れるよう測定台中央にプローブ通過用の穴を開けた測定台を用いる。
- ・レタスのように薄く比較的軟らかいサンプルは、プローブ接触時の力によってサンプルが穴に向けて変形し、安定した破壊ができない場合があるので、アクリル板で挟んで固定する。
- ・ダイコンのように十分厚みがあるサンプルは測定台に置いたままで測定可能である。

2. プローブ形状の選定

- ・サンプルの硬さやサイズによっては破壊信号が少なかったり、小さかったり、破壊過程がばらついたりするので適切なプローブ形状を選択する。
- 以下例を示す。



犬歯（円錐）型

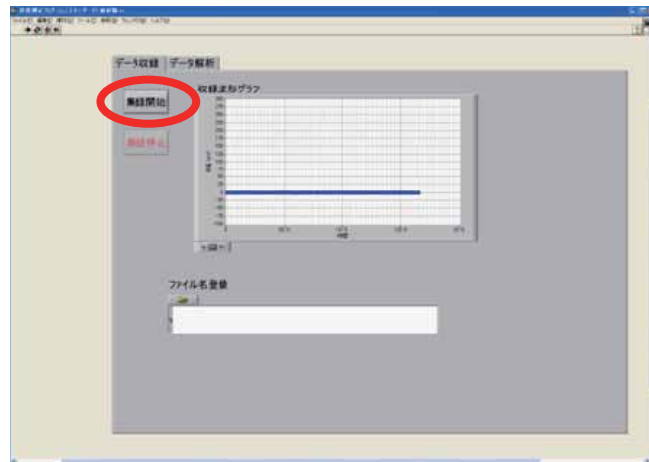
門歯（くさび）型

臼歯型

円柱型

[データの取得]

1. 「食感測定プログラム」の「収録開始」ボタン（下図参照）にポインタを合わせ、左手はポンプのスイッチにのせ、ボタンをクリックして1秒後にポンプの「START STOP」スイッチを入れる。交流ノイズ除去のため必ず「収録開始」からポンプのスイッチを入れるまで0.5秒～1秒程度あける。



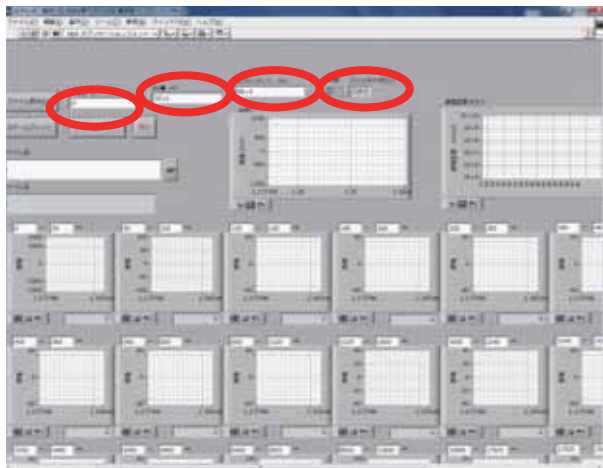
2. プローブがサンプルを破壊し元の位置まで戻ったら、「食感測定プログラム」の「収録停止」ボタンを押下する。データは[データ収録の準備]で設定した名前、場所に自動で時間(秒)と電圧値(mV)がテキスト形式で保存される。
3. 保存ファイルを Excel 等で開き正しく測定できているかグラフに描き確認する。
信号が 5V を超えていれば適切な出力電圧になるよう[測定器の設定]チャージアンプの設定にならない感度調整を行う。

[食感指標計算]

本装置は測定した音響振動の特徴を評価するために、どのような高さの音がどれくらいのエネルギーで振動しているかを調べる。具体的には収録振動を半オクターブ幅のデジタルフィルタを使って 19 の高さの音に分解し、それぞれのエネルギーに相当する値を指標として計算する。

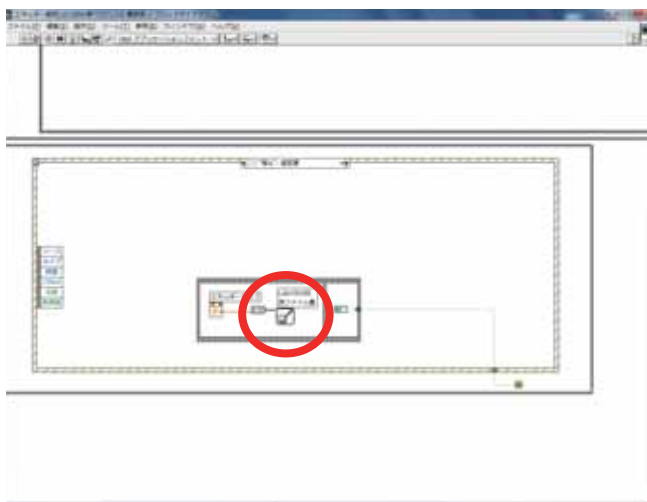
1. 「エネルギー解析」プログラムを開く。
2. プログラム上のパラメータ設定を確認する（次図参照）。
開始時間 → 0（ゼロ）
総水量 (ml) → 1E+1 あるいは 10 を入力
サンプリングレート → 8E+4 あるいは 80000 を入力
次数 → 3

フィルタトポロジ → バタワース

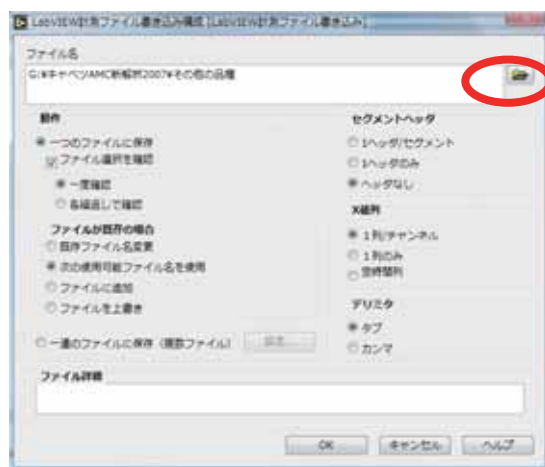


3. 保存ファイルの設定

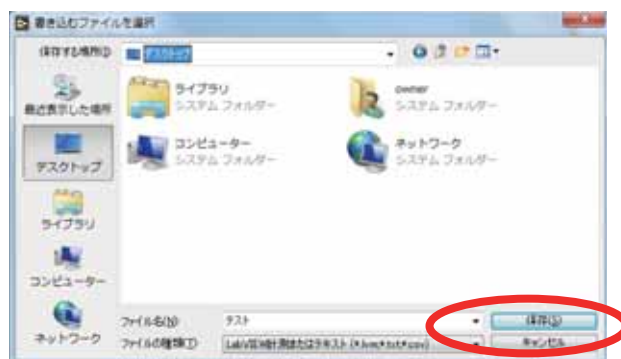
- ・メニューの「ウィンドウ」→「ブロックダイアグラム」を表示する。
- ・「LabView 計測ファイル書込み」部分をダブルクリックする（下図赤丸部）。



- ・設定画面のフォルダアイコンをクリックする（下図赤丸部）。



- ・ 演算結果ファイルを保存する場所を選んだら仮のファイル名を入れて、「保存」ボタンを押下する。



- ・ 設定画面に戻ったら、「ファイル名」の下ボックスにあるパス名の末端にあるファイル名を削除して、下の「OK」ボタンを押下する。

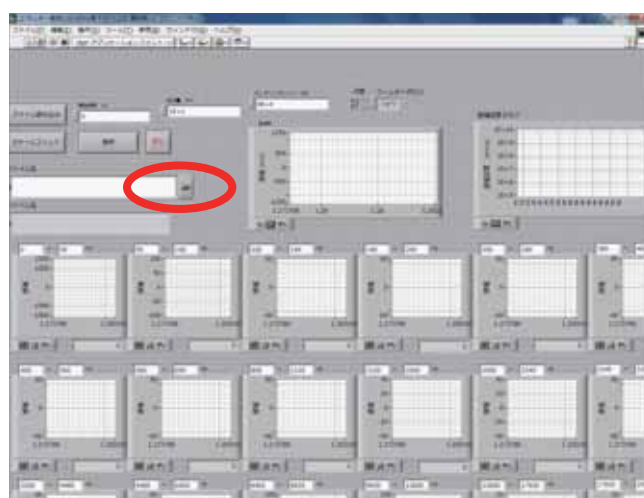
(例) 「G:¥キャベツ 2007¥テスト.1vm」

→ 「G:¥キャベツ 2007」


- ・ ファイルセーブ時にファイル名変更が可能になる。
- ・ ブロックダイアグラム画面を閉じる。

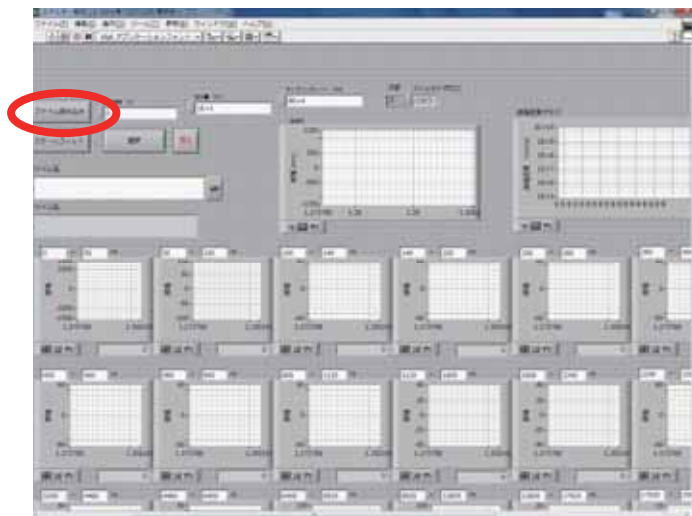
4. データの読込

- ・ 「エネルギー解析」の操作画面に戻ったら、データのあるフォルダ読み込み準備のためにフォルダアイコン（下図参照）をクリックする。

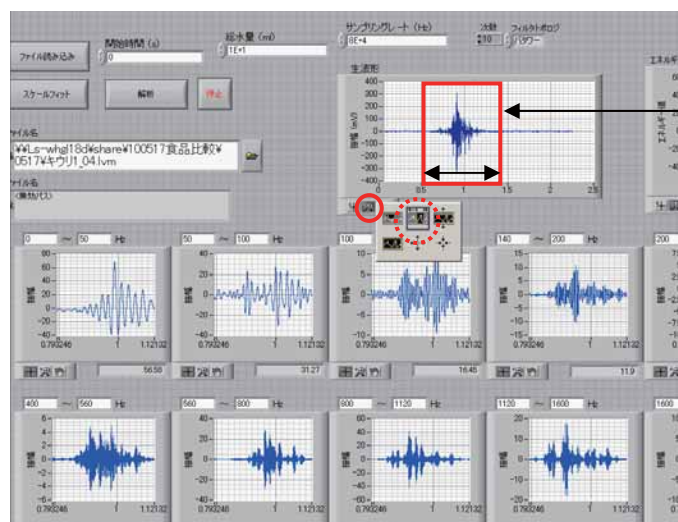


- ・ [データ収録の準備] 2. データ記録ファイルの設定で決定した収録データ保存フォルダを選び、その中の収録データファイルを一つ選択し「開く」ボタンをクリックする。この操作で指定したフォルダから演算ファイルを読み込むことが可能となる。

- ・ 操作画面の「」を押下する。
- ・ 「ファイル読み込み」 ボタンを押下する。



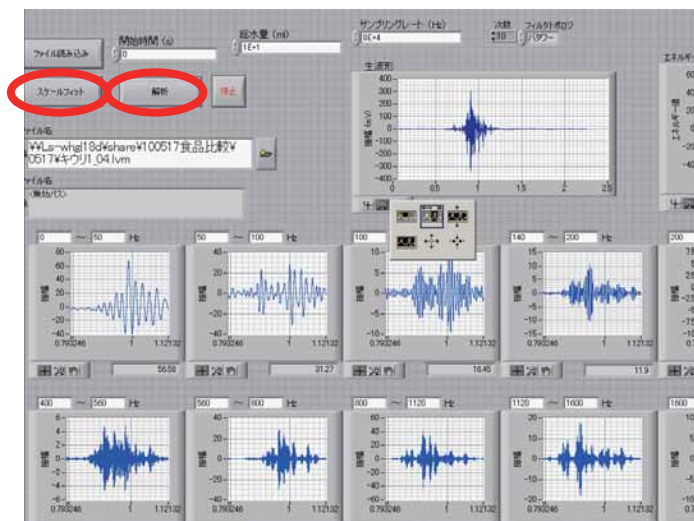
- ・ 指標計算したいデータファイルを指定して「OK」 ボタンを押下する。
- ・ データ読み込みに成功すると下図のようにそれぞれの窓に生波形が表示される。



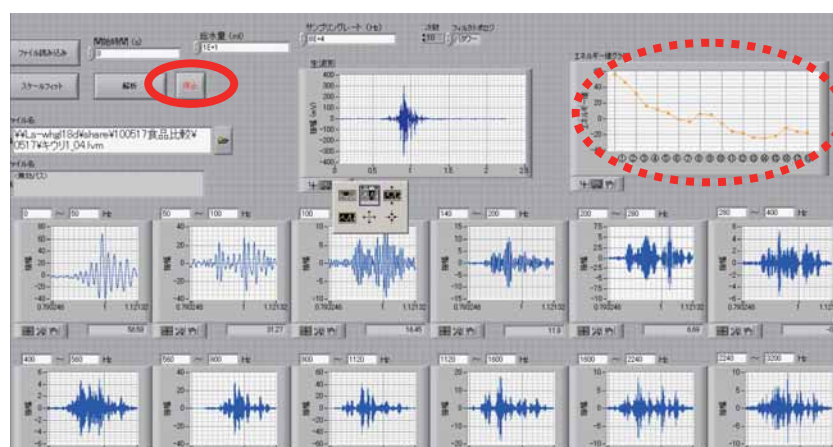
ウィンドウ上でマウス
をクリック&ホールド

5. 演算の実行

- ・ 中央窓左下（上図赤丸位置）にある3つのタブのうち真中をクリックして、新たに表示されたウィンドウの上段真中にある範囲指定アイコン（上図破線赤丸）をクリック。
- ・ ポインタを上図赤四角部の波形窓に合わせ、指標計算範囲を指定する。
範囲指定はマウスのクリック&ホールドで行う。
- ・ 「スケールフィット」 ボタンを押下した後、「解析」 ボタンを押下する（下図赤丸部）。



- ・エネルギー値のグラフが表示されるのを確認したら（下図破線部）、「停止」ボタンを押下する。



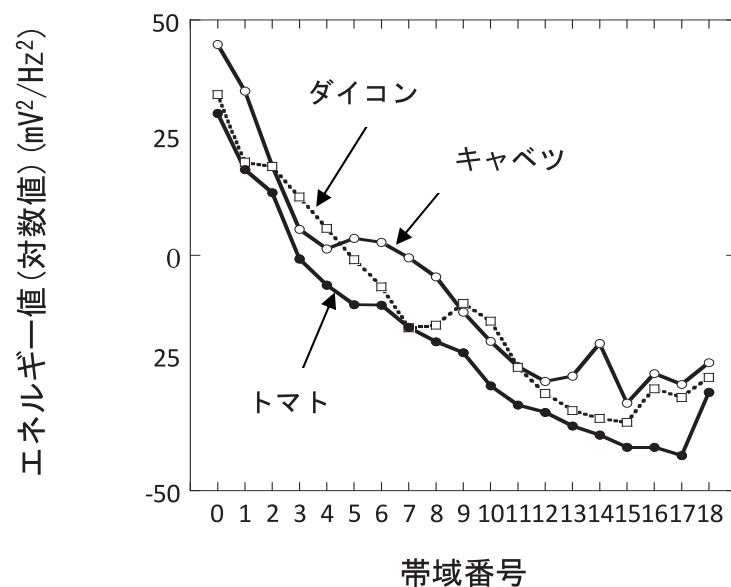
- ・保存するファイル名を入れて「OK」ボタンを押下すると 0～18 までの 19 の帯域のエネルギー値グラフがテキストファイルで保存される。
- ・エネルギー値は Excel 等の集計ソフトに入力し統計処理を行う。
- ・エネルギー値は以下の式で計算されている。

$$\text{エネルギー値} = 10 \times \log \left(\frac{1}{f_u \times f_l} \times \frac{f_s}{n} \times \sum_{i=1}^n v_i^2 \right)$$

f_u : フィルタの下限周波数、 f_l : フィルタの上限周波数、 f_s : サンプル周波数
 n : データ数、 v_i : 電圧値

6. エネルギー値のグラフ例

- ・ダイコン、キャベツ、トマトの測定例を下図に示す。



・帯域番号と各帯域の境界周波数（下限—上限周波数）の関係は下表の通り。

帯域番号	周波数(Hz)
0	0-50
1	10-50
2	50-100
3	100-140
4	140-200
5	200-280
6	280-400
7	400-560
8	560-800
9	800-1120
10	1120-1600
11	1600-2240
12	2240-3200
13	3200-4480
14	4480-6400
15	6400-8920
16	8920-12800
17	12800-17920
18	17920-25600

・サンプルによってエネルギー値の分布に特徴が見られる。エネルギー値の大きさや帯域番号で数値評価が可能。

参考文献

- Sakurai, N., S. Iwatani, S. Terasaki and R. Yamamoto. 2005. 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. 2005. Evaluation of ‘Fuyu’ persimmon texture by a new parameter, “Sharpness index”. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 74:150-158.
- Taniwaki, M., T. Hanada and N. Sakurai. 2006. Development of a methodology for quantifying food texture using blanched bunching onions. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 75: 410-414.
- Taniwaki, M., T. Hanada and N. Sakurai. 2006. Device for acoustic measurement of food texture using a piezoelectric sensor. Food Research International 39: 1099-1105.
- Taniwaki, M. and N. Sakurai 2008. Texture measurement of cabbages using acoustical vibration method. Postharvest Biol. Technol. 50: 176-181.
- 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.
- Taniwaki, M., M. Takahashi, N. Sakurai, A. Takada and M. Nagata. 2009. Effects of harvest time and low temperature storage on the texture of cabbage leaves. Postharvest Biol. Technol. 54: 106-110.
- Taniwaki, M., N. Sakurai and H. Kato. 2010. Texture measurement of potato chips using a novel analysis technique for acoustic vibration measurements. Food Research International. 43: 814-818.
- 櫻井直樹. 2010. 音響振動信号による野菜の食感の評価法. 野菜情報. 73: 28-35.
- 櫻井直樹. 2010. 新しい食感評価法と装置. ジャパンフードサイエンス. 2010-5: 56-63.

(広島大学生物圏科学研究科 櫻井直樹, 岩谷真一郎)

簡易な測定機器を用いたキャベツ葉の力学特性評価

キャベツは品種や収穫時期等により物性の差が大きい。調理・加工法の開発や品質研究において、目前の試料が以前のものと同等であるか、他事業所で扱ったものと同等であるか、確認が望まれる。本法は、異なる研究機関間で共通に扱う実験材料の同等性を確認するために開発したキャベツ葉の物性評価法である。本法では、汎用化を目指して簡易な測定機器を採用し、本機を用いた葉肉の貫入破壊試験の方法をマニュアル化した。なお本マニュアルについては、すでに 5 つの試験研究機関で同時に試験を行い、操作性等について確認済みである。本マニュアルは、加工原材料や試験研究材料としてのキャベツのおおよその物性を予備的に把握するために活用される。

準備

〔器具〕

1. デジタルフォースゲージ（イマダ製 ZP-50N もしくは同等品）
2. スタンド（イマダ製 MX500N-E-WP 推奨）
3. 長さ・速度表示器（イマダ製デジタルフォースゲージのオプション）
4. 押し棒（直径 3mm のピンゲージ PG-3）

〔測定前準備〕

1. パソコンとデジタルフォースゲージ、スタンド背面とデジタルフォースゲージ、計測スタンドと長さ・速度表示器を接続する。
2. デジタルフォースゲージを充電する。スタンドに取り付けたままでも良い。
3. デジタルフォースゲージの電源を入れ、使用開始までに約 20 分ウォームアップする。
毎回でなくても良いが、既知の荷重を与えて出力を確認する。
4. デジタルフォースゲージを計測スタンドに取り付ける。この時、センサ部に余計な荷重がかからないように本体表面のパネルを見ながら注意深く行う。
5. 計測スタンドとパソコンの電源を入れ、ソフト（標準では ZP レコーダー）を立ち上げる。

試料の調製

1. キャベツは常温に保つ。冷蔵していた場合は、数時間前に常温にもどす。
2. 流通段階では、外葉（結球しておらず、外に広がっている葉）が 1～2 枚ついているので、それを除去する。それより内側を可食部とみなすが、そこからさらに 2 枚は捨て、3～5 枚目の葉を用いる。（図 1 の状態から 3 枚の葉を用いる）
3. 図 2 のように、1 枚の葉の根から 3 分の 1 の部分とちゅうろく部を除く。数～10cm 角くらいにぎっと切り、デジタルフォースゲージの台に、葉の外側を上向きにして置

く。

測定

1. 標準条件として、図2の星印の位置のように、葉脈部分を避けて、1枚の葉から8カ所程度測る。それを3枚分測り、全部で20カ所以上測定する。
2. 共通試験と他の試験を組み合わせる場合は、葉の半分から4カ所以上測り、もう半分から別の試験を行う。
3. キャベツの個体差を考慮し、同一条件の個体を5個以上は測定する。



図1 可食部3枚目の寒玉キャベツの外観

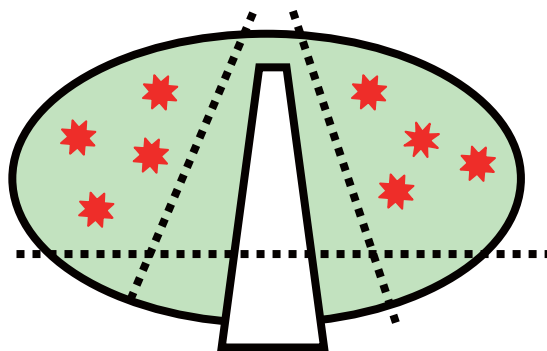


図2 キャベツ貫入試験箇所の様式図

データのまとめ方

1. まず1個体について破壊荷重の平均、標準偏差、測定個数を求める。1個体の中で、細い葉脈を貫通してしまった等、極端に外れた場合は、できれば別の部位をもう一度測り、測定点数は確保する。ここでの平均値を用いて、個体個数分の平均値を求め、キャベツ試料の代表値とする。個体の平均値が他と大きく外れた場合は、外れ個体となるため、他の実験結果を解釈する際に考慮する。
2. この方法に従って測定速度、温度、押し棒や試料押さえを合わせて測定した場合、同一個体の破壊荷重値は、装置が異なっても同等の値を得ることができる。異なる試験機関でも有意な差は出ない。
3. 外れ個体を含まなければ、個体差は品種差より小さく、葉の3、4、5枚目による差よりも大きい。異なる条件でのキャベツ試料の比較は十分可能と考えられる。

備考

イマダフォースゲージを使用時のマニュアルと試験装置の貸し出しは可能である。

(農研機構 食品総合研究所 神山かおる

食味・食感ユニット 桜井直樹, 岩谷真一郎, 高井雄一郎, 中村隆, 堀江秀樹)

二方向引っ張り試験によるキャベツ葉の力学特性評価

キャベツの葉の葉脈に対し平行及び垂直方向への引っ張り破壊試験結果を主成分分析することにより、キャベツ葉の力学的特徴を示すことができる。品種、栽培条件、収穫時期、貯蔵条件等が異なるキャベツのカット加工適性評価に活用できる。

準備

〔器具〕

1. 引っ張り試験機（等速動作制御でき、キャベツの葉を挟める治具がつけられるもの）
2. カッター
3. ノギス

試料の調製

1. キャベツの外側から数えて第五葉を用いる。（本マニュアル集「簡易な測定機器を用いたキャベツ葉の力学特性評価」の図 1 に示したキャベツの一番外側の葉が第五葉の目安である。）
2. 主葉脈部は除き、第二葉脈に対し平行と直交方向に短冊状（10mm×60mm）の試料片をそれぞれカッターで 10 片程度切り出す（図 1）。この試験片は、カットキャベツのモデルである。

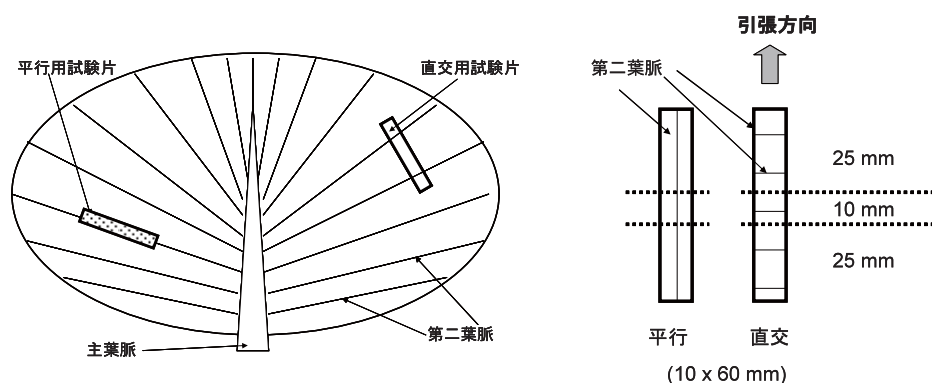


図 1 キャベツ第五葉から試料片調製の模式図（左）と試験片と引張方向の関係（右）

引っ張り試験

1. 試料片の上下 25mm 部分を試験機のチャックで挟み、毎分 250mm の等速で引っ張り、破壊するまでの荷重値を測定する（図 2）。
2. 破壊された直後に、破壊面の厚さと幅をノギスで測定する。平行方向に引っ張る場合、葉脈部の方が葉肉部よりも厚いが、最大の部分の厚さを測定する。
3. 第二葉脈に直交方向に引っ張ると、薄い葉肉部分が破壊される。この破壊力は、従

来行われていた葉の貫入破壊試験結果とよく相関する(図 3)。

4. 第二葉脈に平行方向に引っ張ると、噛みごたえや筋っぽさ等と関係する葉脈を含む部位の破壊特性が評価できる。この特性は直交方向とは異なる(図 4)。

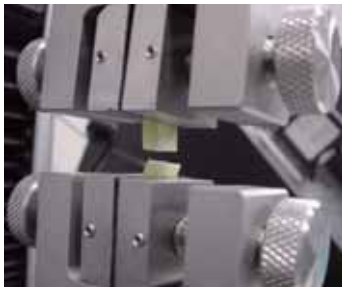


図 2 試験片の上下 25mm 部分をチャックで挟み引っ張り破壊したところ

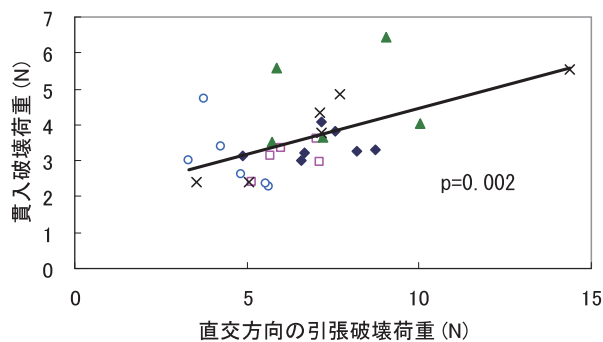


図 3 葉脈に直交方向の引張試験と貫入試験における破壊荷重の関係

同じ記号は同一個体からの試料を示し、各点は同一葉の 5cm 以内の近い部位の異なる破壊試験結果の比較。

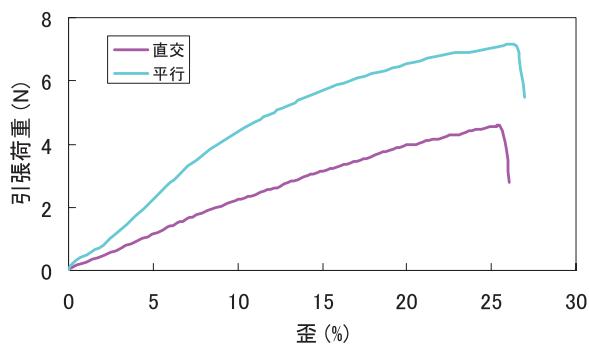


図 4 二方向の引張曲線の例
葉肉部が切れる直交方向よりも葉脈を切る平行方向の破壊荷重が大きい。

主成分分析

1. 破壊荷重と破壊面の厚さの他に、破壊歪（破壊時点の伸びを初期のチャック間距離で割って求める）、破壊応力（破壊荷重を破壊断面積＝幅×厚さで割って求める）、弾性率（破壊曲線の最大傾き）を計算する。
2. 平行と直交の二方向の、計 10 変数の一個体からの平均値を用いて、主成分分析を行う。方向性のあるキャベツ葉のような試料について、単独変数では説明できなかった試料の力学的な特徴が明らかにできる。

留意点

1. チャックでの固定の仕方が強すぎるとチャック部で葉が切れ、弱すぎると引っ張っているときに滑って抜ける。このような場合は結果に含めずやり直す。
2. 品種差、栽培条件差、保存条件差等を論じる場合は、キャベツの個体差を考慮して、同一条件の個体を5個以上は測定する。
3. 本方法による結果は、収穫後2日目から4日目までのばらつきは顕著ではなかったが、それ以上になると破壊歪が大きくなる等、保存したキャベツの特徴が出る。試験検体数が多い場合でも、収穫後4日目までに測定する。
4. 力学物性は温度により影響を受ける。測定は常温で構わないが、試料の温度が常温であることを確かめ、実験日により環境温度が大きく変わらないように留意する。

参考文献

- ・ Kohyama, K., A. Takada, N. Sakurai, F. Hayakawa and H. Yoshiaki. 2008. Tensile test of cabbage leaves for quality evaluation of shredded cabbage. Food Sci. Technol. Res. 14: 337-344.
- ・ Kohyama, K., Y. Takezawa and A. Takada. 2008. Effects of head size on the mechanical properties of shredded cabbage. Food Sci. Technol. Res. 14: 541-546.
- ・ Kohyama, K., T. Saito, Y. Takezawa, I. Matsumoto and H. Yoshiaki. 2009. Effects of head density of cabbages (*Brassica oleracea* var. *Capitata*) on mechanical properties. Food Sci. Technol. Res. 15: 11-18.

(農研機構 食品総合研究所 神山かおる)

定容量カップを用いた千切りキャベツの物性試験法

千切りキャベツの品質として、硬い、軟らかいなどの食感（物性）は評価項目として重要である。これまでは、食感の評価を評価者が食味検査で判断するしかなく、客観的かつ普遍的な評価が困難であった。物性測定装置を用いることによって、千切りキャベツの食感を客観的に数値化することができる。

本試験法は、キャベツ品種の影響の他、千切りキャベツのスライス幅や、加工後の時間経過といった加工流通時の様々な要因の影響を評価することができる。

例えば、薄くスライスした千切りキャベツは測定値が低く表され、一方で、厚くスライスしたキャベツは測定値が高く表される。また、両者を混合した場合は、その中間の測定値を表し、キャベツを任意の食感に加工しようとする場合に活用できる。

また、加工後の時間経過とともに測定値が高く表され、流通後の食感について評価する場合に活用できるが、複数試料の比較をする場合は、比較する試料を測定する時間差は 3 時間以内とする必要がある。

準備

〔器具〕

1. 物性測定装置（インストロン 5542 型試験機もしくは同等品）
2. 500N または 1000N のロードセル
3. 円筒型プランジャー（例：直径 35.7mm（接触面積 1000mm²）、参考図 1）
4. 一定容量のカップ（例：特注品 内寸 直径 39mm×高さ 50mm、参考図 1）

試験方法

1. キャベツを一定幅の千切りにし、全体が均等になるように混ぜる。
2. 例示のカップの場合、千切りキャベツを 10g 採取し、カップの開口部からはみ出さないように詰める（参考図 1）。
3. 物性測定装置で千切りキャベツを 40mm 圧縮(80%圧縮)した時点の荷重を読み取る。（例示の装置の場合、250mm/min の速度で圧縮する。（参考図 2）
4. 測定毎のばらつきを考慮して、1 試験区につき 15 回以上測定し、その平均値で評価することが望ましい。（個体群の比較をする場合、1 個体 5 回測定し、3～5 個体の平均値で比較する。）

（大阪府環境農林水産総合研究所

高井雄一郎，中村隆，西岡輝美，鈴木敏征，橘田浩二）

参考図



図1 円筒型プランジャーとキャベツを詰めた定容量カップ

図のカップの場合、10g を測りると
少し開口部からはみ出す場合があるので、
軽く指で押して、開口部にきれいに収める。

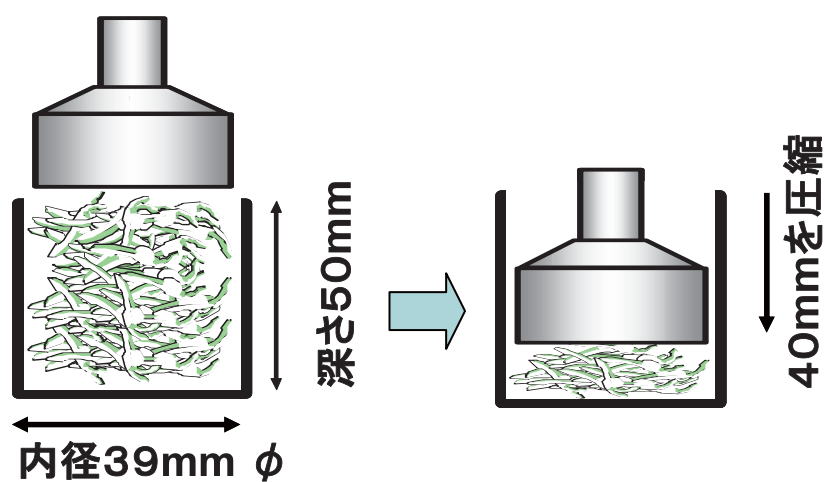


図2 プランジャーで干切りキャベツを 80%圧縮するイメージ

Kramer せん断セルを用いた千切りキャベツの物性試験法

キャベツの品質として、噛み切るときの食感（物性）は評価項目として重要である。これまで、食感の評価を評価者が食味検査で判断するしかなく、客観的かつ普遍的な評価が困難であった。また、キャベツの葉は、厚みや葉脈のありなし等の影響を受けるため、同一個体でも測定部位によって物性値が大きく変動することが知られている。本試験法は、千切りキャベツをサンプルとして用いることで、同一個体の測定値のばらつきを小さくすることができ、キャベツの物性を客観的に数値化する有望な手法である。

本試験法は、千切りキャベツのスライス幅が 1～4mm の間では、測定値に影響はない。従って、キャベツ個体固有の物性（繊維の硬さ）を評価したい場合は、「定容量カップを用いた試験法」より、「Kramer せん断セルを用いた試験法」が適している。例えば、食感の軟らかい春系のキャベツは測定値が低く表され、一方で、食感の硬い寒球系のキャベツは測定値が高く表される。

準備

〔器具〕

1. インストロン試験機（参考図は 5542 型試験機）
2. 500N または、1000N のロードセル
3. Kramer せん断セル（インストロンジャパンより食品試験アクセサリとして販売。参考図 1 左）

試験方法

1. キャベツを千切りにし、全体が均等になるように混ぜる。
2. 千切りキャベツを 2g 採取し Kramer せん断セルの台座部に均等に並べる。
（参考図 1 右のように上から見て、およそ均等であれば、千切りの向きや多少の重なりは測定値に影響しない。）
3. 物性測定装置でサンプルを切断し、最大切断荷重を測定する。（例示の装置の場合、250mm/min の速度で切断する。参考図 2）
4. 測定毎のばらつきを考慮するために、1 試験区につき 15 回以上測定し、その平均値で評価することが望ましい。（個体群の比較をする場合、1 個体 5 回測定し、3～5 個体の平均値で比較する。）

留意点

- ・ 加工後の時間経過とともに、測定値が高くなる傾向があり、複数試料の比較試験を行う場合は、比較する試料の測定時間差は 3 時間以内にする必要がある。
- ・ せん断セルは隙間に前回測定した試料の残さが残りやすいため、測定毎に十分洗浄

する必要がある。

(大阪府環境農林水産総合研究所

高井雄一郎，中村隆，西岡輝美，鈴木敏征，橘田浩二)

参考図

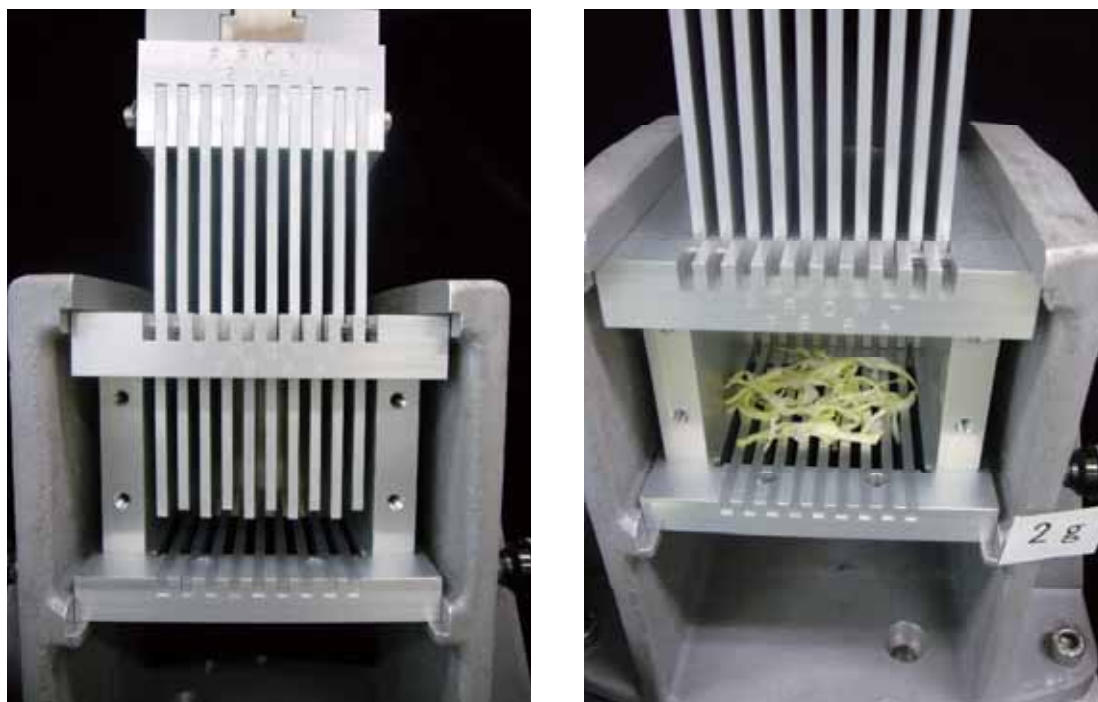


図 1 左 Kramer せん断セル外観 右 セルの台座部に置かれた試料

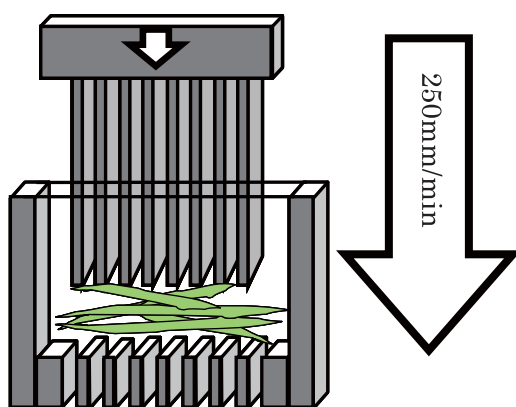


図 2 試料切断方向のイメージ図

キュウリの食感評価法

キュウリは食感が重要な野菜である。食感に対応する物性について機器を用いて評価する方法について紹介する。果実を食する場合には、大きく3つの食感の異なる部分があるため、輪切り切片を試料として果皮部、果肉部、胎座部のそれぞれについて測定法を記載する。なお、キュウリは花の咲く先端部、中央部、蔓に近い部分の間で物性が異なる¹⁾ため、果実間で比較するには、同一部位間での比較が必要になる。

準備

【器具】

1. テクスチャーアナライザーまたは同等品
プランジャー（または試料）を等速で動かし、加わった力を記録できる機能を有するもの。データの取り込みにはクロマトグラフィー用のワークステーションが利用できる場合もある。
2. 上記テクスチャーアナライザー等の付属のプランジャー（直径 3mm）
3. 直径 10mm 程度の穴を開けた板

操作の実際

1. 果肉部物性の測定²⁾

- 1) キュウリ果実の中央部から 15mm~20mm 幅（一定幅）で輪切り断片を切り出す。
- 2) 試料をテクスチャーアナライザーの試料台に置き、150mm/min（2.5mm/s）の速度で、輪切り切断面に対して垂直にプランジャーを貫入させる。ある程度（1cm 以上が望ましい）貫入したところで、プランジャーを止め、逆に引き抜くように設定しておく。
- 3) プランジャーが切断面に接触し、先端が果肉内部に貫入する際に記録されたデータ（1秒間に 100 ポイント以上採取）に基づき次のパラメータを求める。

切断面破壊時の荷重(N)：プランジャーの先端が切断面に接してからも継続して押すことにより荷重値が増加する。一定の力が加わった時点で切断面の構造が破壊され、最大荷重を示した後に、一度荷重値が低下する。このときに観察される最大荷重（N）を求める。「硬さ」とも表される。

Crispness Index : Crispness Index (CI) は時間-荷重曲線（図 1）のギザギザの程度（滑らかさ）の指標値であり、任意の区間（例えば 1.5 秒から 4.5 秒までの 3 秒間など）の 2 次微分値の絶対値の総和として計算される。テクスチャーアナライザーではエキスポートコマンドを使えば、一定時間毎に計測された荷重を読み取ることができ、この値を表計算ソフトに貼り付ければ簡単に計算できる。CI はパリパリした食感に対応することが示されている³⁾。2 次微分値は次式より得る。

$$d^2F_t = F_{t-1} + F_{t+1} - 2F_t$$

d^2F_t : 時間 t における 2 次微分値

F_t : 時間 t に置ける荷重 (N)

F_{t-1} : 時間 t の 0.01 秒前の荷重 (N)

F_{t+1} : 時間 t の 0.01 秒後の荷重 (N)

(注 : 1 秒間に 100 ポイント採取した場合)

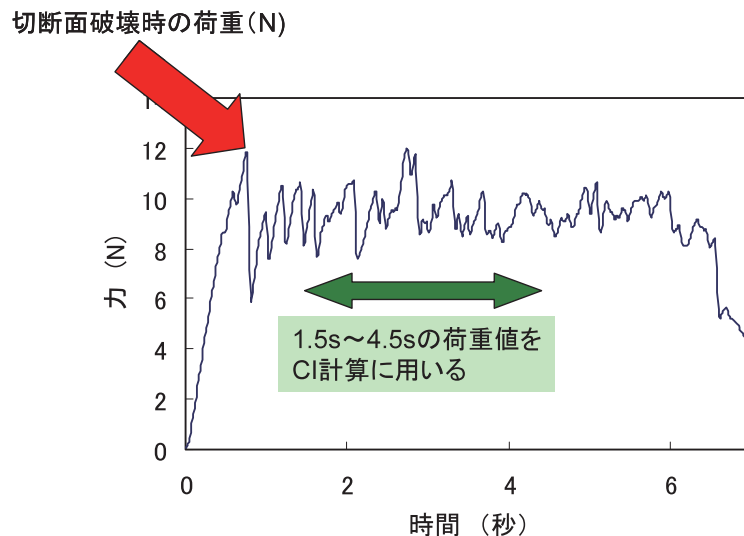


図 1 輪切り切片の果肉部にプランジャーを貫入させた時の荷重

2. 胎座部の物性の測定⁴⁾

上記果肉部の測定法の 1)~3)を行い、切断面破壊時の荷重 (N) を求める。

3. 果皮の強度測定⁴⁾

- 1) 果実中央部から 2cm の輪切りを切り出し、さらに最厚部の厚みが約 5mm になるようカマボコ型に果皮を切り出す。
- 2) 直径 10mm の穴の開いた板上に果皮が下になるように置く。
- 3) 150mm/min (2.5mm/s) の速度で直径 3mm プランジャーを貫入させる。
- 4) 記録された荷重値のうちプランジャーが果皮を突きつける時に得られるピーク（最後に出現する）を読み取り果皮強度 (N) とする。

留意点

1. CI についてはデータの記録間隔や計算に用いる時間－荷重曲線の範囲に依存するので、基準とする材料を 100 として相対値で表すか、あるいは計算条件を明記する必要がある。

2. キュウリの物性は品種や栽培法・環境によっても差が認められるが、それ以外にも収穫後の貯蔵期間中にも大きく変化することが明らかにされた^{4~6)}。したがって、キュウリの食感について、機器で評価する際はもとより、官能比較する場合においても試料間で貯蔵条件を揃える等の工夫が必要である。
3. 本稿では物性評価法について記したが、実際に口にする場合には果肉部と胎座部の割合やそれぞれの部位の大きさなども食感に影響するものと予想される。品種や果実の大きさが異なるものの食感比較を行うには、切断面におけるそれぞれの部分の大きさに関する情報も重要になる。

参考文献

- 1) Sakurai, N., Iwatani, S. Terasaki, S. and R. Yamamoto, 2005, Texture evaluation of cucumber by a new acoustic vibration method. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 74: 31-35.
- 2) 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.
- 3) Yoshioka, Y., Horie, H. Sugiyama, M. and Y. Sakata, 2009. Quantifying cucumber fruit crispness by mechanical measurement. Breeding Science, 59: 139-147.
- 4) Sakata, Y., Horie, H., Ohara, T., Kawasaki, Y. and M. Sugiyama, 2008. Influence of rootstock cultivar and storage on the texture of cucumber fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 77: 47-53.
- 5) 玉木有子・堀江秀樹. 2009. 貯蔵により失われるキュウリのもぎたての新鮮味について. 味と匂誌. 16: pp. 433-436.
- 6) 堀江秀樹・玉木有子. 2009. キュウリは収穫後の急激な物性変化にともない風味が低下する. 味と匂誌. 16: 437-440.

(農研機構 野菜茶業研究所 堀江秀樹, 吉岡洋輔)

トマトのジューシーさの評価

トマトの品質評価には糖度など内容成分が重視されてきた。いっぽう、調理加工用トマトを生食してもおいしくないのは、内容成分だけでなく果肉の紛質性にも原因があると考えられる。すなわち生食に適したトマトの果肉はジューシーで、調理加工用のトマトを生食する場合には果肉が紛質でありジューシーさに劣る。また、栽培・流通条件が不適切であれば、生食用トマトであっても果肉が紛質なままで着色する可能性がある。そこで、トマトの食感の指標としてジューシーさの評価法について紹介する。

準備

【器具】

1. 電子天秤（100g まで秤量でき、最小表示 0.01g）
2. ニンニク搾り（一般家庭用）
3. 10～30ml 容のビーカーまたは同等の容器
4. コルクボーラー（No.5、外形 11mm）

操作の実際

1. あらかじめビーカーの風袋を測定しておく（A グラム）。
2. 試料とするトマトを切って、ゼリー部を取り出す。残った果肉部からコルクボーラーで切片を切り出す（写真 1）。部位によってジューシーさは異なるので、まんべんなく切片を切り出す。切り出す切片数は、用いるニンニク搾りのサイズによって決まり、6～8 片とする。
3. 切り出した切片をお茶パック（ポリエチレン・ポリプロピレン製、急須で茶をいれる際に茶葉を入れるための袋）に入れ切片（6～8 片）の合計の重量を測定する（B グラム）。
4. 果肉切片の入ったお茶パックをニンニク搾りでしぼり、得られたジュースをビーカーに集める（写真 2,3）。力を加えすぎるとお茶パックが破れるので、注意しながら搾る。
5. ジュースを溜めたビーカーの重量を測定する（C グラム）。

計算

ジューシーさの指標を **JI**（Juiciness Index）とすれば、

$$JI = (C - A) / B * 100$$

と定義する。 **JI** が高い方がジューシーである。



写真 1 左上

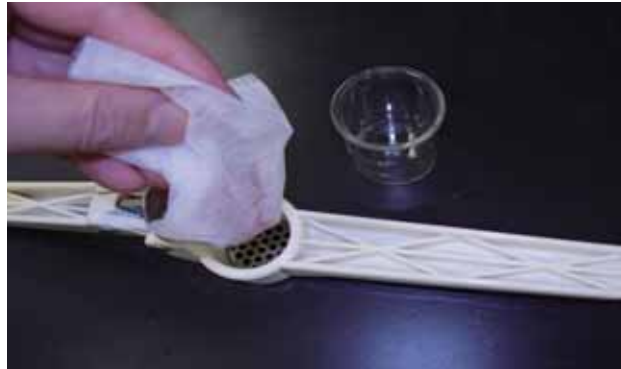


写真 2 右上



写真 3 右下

留意点

特殊な器具を使わず安価な評価法ではあるが、操作の 4 にある搾る作業において従事者間やニンニク搾りの機種間で差が出るものと予想される。JI 値については、一連の試験で値の大小の比較は可能であっても、他の機関との絶対値の比較は困難である。また、JI は果実の熟度によって大きく変化するため、品種間、栽培法間の比較にあつては、試料間で熟度をそろえる必要がある。

(農研機構 野菜茶業研究所 堀江秀樹)

加工・業務用野菜の品質評価法マニュアル集

2010（平成22）年11月2日発行

編集・発行 独立行政法人

農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）
野菜茶業研究所

〒514-2392 三重県津市安濃町草生360番地

TEL 059（268）4626（情報広報課）

FAX 059（268）3124

URL <http://vegetea.naro.affrc.go.jp/>
