

— ノート —

キャピラリー電気泳動法による野菜中に含まれる 主要呈味成分の一斉定量分析

田中 智子 奥田まなみ* 岩月 聡史* 茶山 健二*

Simultaneous Quantitative Analysis of Primary Taste Components in Vegetables
Using Capillary Electrophoresis

Satoko TANAKA Manami OKUDA* Satoshi IWATSUKI* Kenji CHAYAMA*

要 旨

キャピラリー電気泳動法により、販売用サラダ原料である3種類のレタスの呈味成分8成分の部位別呈味成分量の比較検討を行った。

サニーレタス、グリーンリーフ、エンダイブの部位別酸味およびうま味成分量は、芯部位と比較して葉部位に多かった。酸味成分ではリンゴ酸が、クエン酸やシュウ酸より有意に多く含まれていた。うま味成分では、特にサニーレタスのアスパラギン酸とグルタミン酸が、芯部位と比較して葉部位に有意に多かった。甘味成分は、うま味や酸味成分量と異なり、フルクトース、グルコース、スクロースともに葉部位と比較し芯部位に多く含まれていた。サニーレタスのグルコースとスクロース、またグリーンリーフのフルクトース、スクロース、さらにエンダイブのフルクトース、グルコース、スクロースの芯部位は、葉部位と比較して有意差が認められた。

キーワード：キャピラリー電気泳動：capillary electrophoresis

野菜：vegetables, 呈味成分：taste components

1. はじめに

野菜には、豊富なビタミン、ミネラル、食物繊維が含まれ、生活習慣病予防^{1),2)}として重要な役割を持つことが知られている。しかし、1日あたりの野菜の総摂取量は、昭和46年には326gであったが、平成23年には249gにまで減少している³⁾。一方、昭和46年から平成23年まで摂取量が横ばい傾向の野菜は、キャベツ、タマネギ、トマト、ニンジン、レタス、ネギ、ピーマン、ブロッコリーなど、近年カット野菜として多く販売されている野菜である。したがって、野菜の総摂取量に占めるカット野菜の比率は、近年増加していると考えられる。実際、野菜不足の解消法のアンケート結果の1つにも「カット野菜をもっと利用するようにしたい」が挙げられており³⁾、消費者のカット野菜への関心は、近年高まりを見せている。

野菜の呈味成分の評価は、従来 Brix 値が汎用されてきた。しかし、キャピラリー電気泳動

*甲南大学理工学部

法による測定が可能となったことで^{4),5),6)}, グルタミン酸やアスパラギン酸が, 味に関する成分として認識され, 品質評価に利用されつつある。筆者らは, 有機酸による酸味成分 (シュウ酸, クエン酸, リンゴ酸), アミノ酸によるうま味成分 (アスパラギン酸, グルタミン酸), 及び糖類による甘味成分 (フルクトース, グルコース, スクロース) の8成分を一斉に測定でき, 短時間で測定が可能であるというメリットを持つキャピラリー電気泳動法を用い, サニーレタスの部位別呈味成分量を測定した。いずれの栽培時期においても酸味とうま味は先端の葉部分に多く, 甘味は芯部位に多いことを報告した⁷⁾。

本研究では, キャピラリー電気泳動法により, 販売用サラダ原料である3種類のレタスの8成分の部位別呈味成分量の比較検討を行った。

2. 実験

2.1 試薬

標準物質のシュウ酸, クエン酸, リンゴ酸, アスパラギン酸, グルタミン酸, フルクトース, グルコース, スクロース, さらに, キャピラリー電気泳動の泳動溶液で使用したヘキサデシルトリメチルアンモニウムプロミド, 2,6-ピリジンジカルボン酸, 水酸化ナトリウム, 塩酸は, 特級試薬 (和光純薬工業製) を用いた。超純水はミリポア製 Milli-Q Simpli Lab により精製したものをを用いた。

2.2 試料

試料のサニーレタス, グリーンリーフ, エンダイブは, 販売用サラダ原料で2012年9月から2013年2月まで惣菜会社(株)ロックフィールド社より提供を受けたものをを用いた。

2.3 実験装置と分析

キャピラリー電気泳動装置は, 大塚電子社製 CAPI-3200KS を使用した。分析条件は, 前報⁷⁾に準じた。

2.4 野菜試料の調製と測定

試料の野菜は Fig. 1 に示したように, 葉部位 (葉), 中間部位 (中間), 芯部位 (芯) の3つに切断し, それぞれの部位を重量測定して用いた。分析試料溶液の調製方法は, 前報⁷⁾に準じた。

2.5 統計処理

キャピラリー電気泳動分析により得られた各分析試料のデータについて統計処理を行い, 有意差検定を行った。統計処理には Excel 2010 (Microsoft 社製) を用いた。

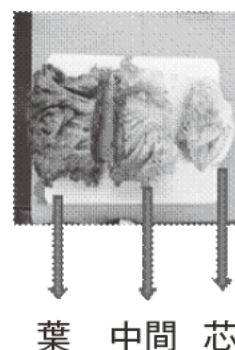


Fig. 1 野菜の部位

3. 結果と考察

3.1 標準試料

主要呈味成分の標準試料として、酸味成分（シュウ酸・クエン酸・リンゴ酸）、うま味成分（アスパラギン酸・グルタミン酸）及び甘味成分（フルクトース・グルコース・スクロース）の計8成分を400 ppm ずつ含む試料溶液を調製し、キャピラリー電気泳動分析を行った。標準添加法を用いて、各ピークの同定を行った結果を Fig.2 のフェログラムに示した。

酸味成分であるシュウ酸、クエン酸、リンゴ酸は、この順番で泳動時間3～4分に検出された。うま味成分であるアスパラギン酸、グルタミン酸はこの順番で泳動時間5～6分に検出された。また、甘味成分であるフルクトース、グルコース、スクロースは泳動時間16～18分に検出された。Fig.2 から明らかなように、それぞれの呈味成分のピークは鋭く、かつ各ピークが重なることなく独立して検出できた。したがって、本研究の分析法では8種の呈味成分を同時に20分程度で分離・定量できることが明らかになった。

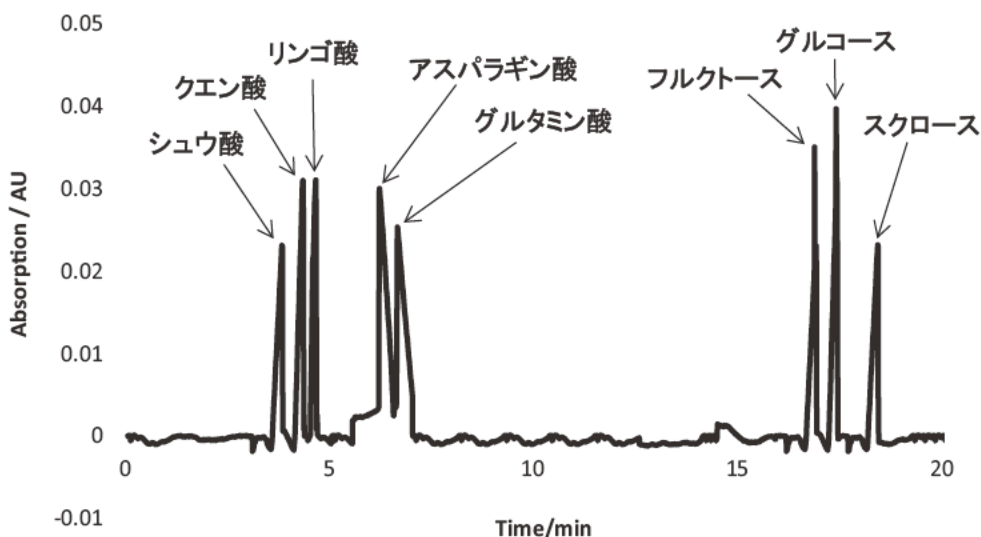


Fig.2 主要呈味8成分のキャピラリー電気泳動フェログラム

3.2 検量線の作成

標準試料溶液のキャピラリー電気泳動分析を、各標準試料の濃度を変化させて行い、各呈味成分のピーク面積の濃度依存性に基づいて検量線を作成した。その例として、酸味成分であるシュウ酸、クエン酸、リンゴ酸の検量線を Fig.3 に示した。これらの検量線は良好な直線関係が成り立っており、各成分の定量分析に適用可能であることがわかった。うま味成分のアスパラギン酸、グルタミン酸及び甘味成分のフルクトース、グルコース、スクロースとも良好な直線関係が得られた。

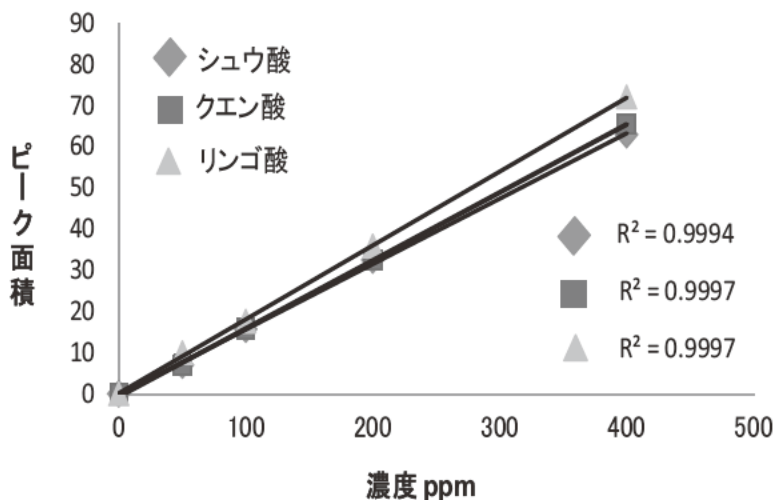


Fig. 3 酸味成分の検量線

3.3 販売用サラダ原料野菜の呈味成分量の比較

前節で作成した検量線を用い、販売用サラダ原料野菜である3種のレタス、すなわち、サニーレタス⁷⁾、グリーンリーフ、エンダイブの呈味成分量（酸味、うま味、甘味）を測定した。試料のレタスは、2012年9月から2013年2月までの6ヶ月間毎週提供を受け、葉、中間、芯の3つの部位に分けて分析を行った。得られた部位別の各呈味成分量を、6ヶ月間の平均値として Fig. 4～Fig. 6 に示した。

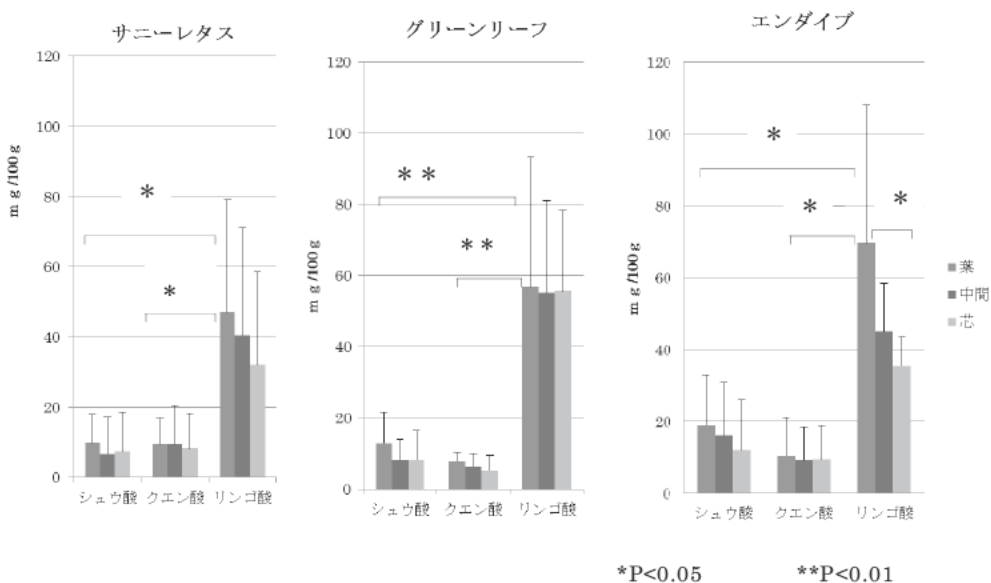


Fig. 4 販売用サラダ原料の各部位別酸味成分量

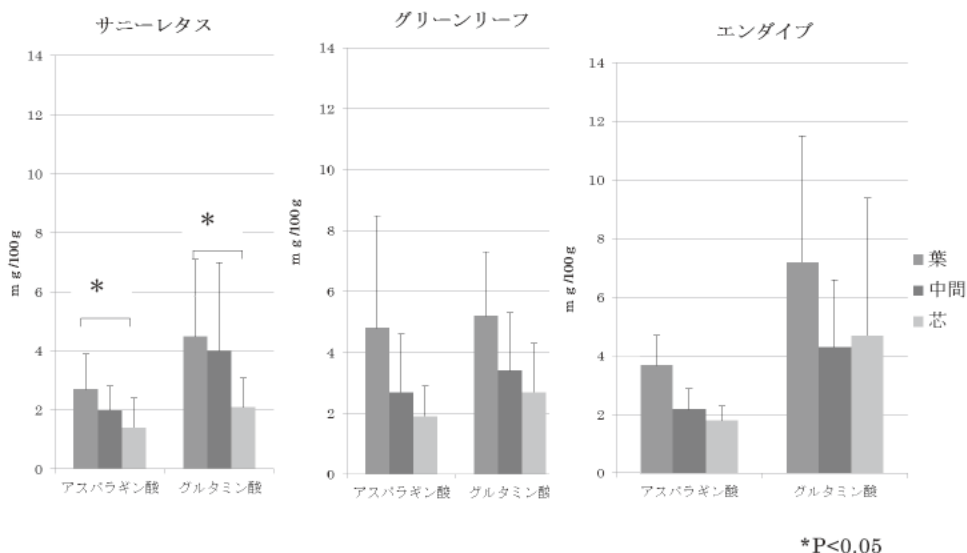


Fig. 5 販売用サラダ原料の各部位別うま味成分量

Fig. 4 に示した酸味成分であるシュウ酸、クエン酸、リンゴ酸は、いずれのレタスでも葉に多く、次いで中間、芯の順であった。サニーレタス、グリーンリーフ、エンダイブの葉には、リンゴ酸が、他の2成分と比較するといずれも有意に多く含まれていた（それぞれ $P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.05$ ）。さらに、エンダイブの葉には、リンゴ酸が芯と比較すると多く含まれていた ($P < 0.05$)。酸味成分は、いずれのレタスでもリンゴ酸が多く含まれていた。シュウ酸は、酸味成分であると共にえぐみ成分の一つでもあるが、エンダイブには多く、次いでグリーンリーフ、サニーレタスの順であった。

Fig. 5 に示したうま味成分であるグルタミン酸とアスパラギン酸は、3種のレタスとも葉に多く、次いで中間、芯の順であった。サニーレタスのアスパラギン酸とグルタミン酸は、芯と比較して、葉に有意に多かった ($P < 0.05$)。グリーンリーフとエンダイブでは、有意差は認められなかった。成分では、グルタミン酸は、アスパラギン酸と比較すると多い傾向にあり、各うま味成分量は、エンダイブに一番多く、グリーンリーフ、サニーレタスの順であった。

Fig. 6 に示した甘味成分であるフルクトース、グルコース、スクロースは、これまでの酸味成分やうま味成分と異なり、芯に多く含まれ、次いで中間、葉の順となった。サニーレタスのグルコースとスクロースは、葉と比較し芯に有意に多く含まれていた ($P < 0.05$)。サニーレタスのフルクトースは、有意差が認められなかったが、芯に多い傾向となった。グリーンリーフの芯は、葉と比較すると、フルクトースとスクロースが多く含まれていた（それぞれ $P < 0.1$, $P < 0.05$ ）。さらに、エンダイブのフルクトース、グルコース、スクロースは、いずれも葉と比較すると芯に有意に多く含まれていた（それぞれ $p < 0.01$, $P < 0.05$, $P < 0.05$ ）。

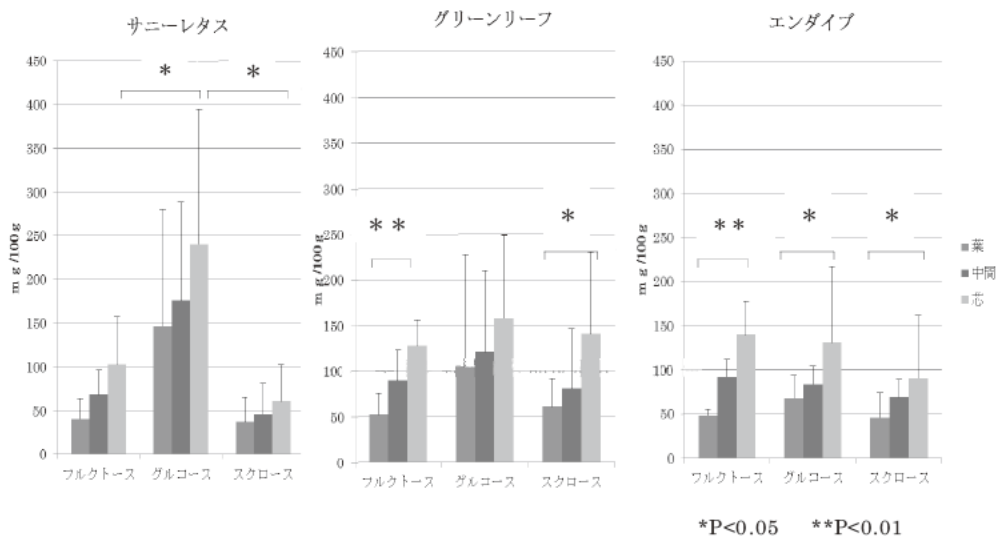


Fig. 6 販売用サラダ原料の各部位別甘味成分量

4. まとめ

キャピラリー電気泳動法により、野菜の主要呈味成分であるシュウ酸、クエン酸、リンゴ酸、アスパラギン酸、グルタミン酸、フルクトース、グルコース、スクロースの一斉定量が可能である。1回のサンプル測定時間は約20分で測定可能であることが分かった。

販売用サラダ原料である3種のレタスの部位別呈味成分量を測定し、以下の結果を得た。

酸味成分とうま味成分の部位別量では、3種とも葉に多く、次いで、中間、芯の順となった。サニーレタス、グリーンリーフ、エンダイブの主な酸味成分であるリンゴ酸は、クエン酸やシュウ酸の葉には、芯と比較すると、有意に多く含まれていた ($P < 0.05$, $P < 0.01$)。また、うま味成分であるアスパラギン酸とグルタミン酸は、葉に多く含まれており、サニーレタスの部位別ではこの2成分に有意差が認められた ($P < 0.05$)。うま味成分のグルタミン酸は、エンダイブには、サニーレタスやグリーンリーフと比較すると多い傾向となった。甘味成分の部位別量では、うま味成分や酸味成分と異なり、葉と比較すると芯に多く含まれていた。サニーレタスの芯のグルコースとスクロースは、葉と比較すると有意に多かった ($P < 0.05$)。また、グリーンリーフの芯は葉と比較して、フルクトースとスクロースが有意に多く含まれていた ($P < 0.01$, $P < 0.05$)。さらに、エンダイブの芯には、フルクトース、グルコース、スクロースともに、葉と比較して、有意に多く含まれていた (それぞれ $P < 0.01$, $P < 0.05$, $P < 0.05$)。今後継続した実験を行うことで、野菜に含まれる呈味成分および栄養成分に関わる適確な情報を消費者に、詳しく提供することができれば良いと考えている。

参考文献

- 1) H. J. Kim, S. Y. Lim, J.-S. Lee, S. Park, A. Shin, B. Y. Choi, T. Shimazu, M. Inoue, S. Tsugane, J. Kim, *Cancer Sci.*, 101, 508-516. (2010)
- 2) Y. Nakamura, T. Matsuo, S. Okamoto, A. Nishikawa, T. Imai, E. Y. Park, K. Sato, *Genes Environ.*, 30, 41-47. (2008)
- 3) 農林水産省 (2014) 野菜の消費をめぐる状況について (資料 2).
http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/yasai_zyukyu/y_h29_mitosi/pdf/yasai_shohi_jyokyo.pdf.
- 4) 堀江秀樹, *分析化学*, 58, 1063-1066. (2009)
- 5) T. Soga, G. A. Ross, *J. Chromatogr. A*, 767, 223-230. (2009)
- 6) T. Soga, G. A. Ross, *J. Chromatogr. A*, 837, 231-239. (2009)
- 7) 田中智子, 石田康浩, 奥田まなみ, 茶山健二, *神戸女子短期大学論攷*, 59, 47-54. (2014)

謝辞

今回の研究にあたり、(株)ロックフィールドより試料である野菜の提供をして頂きました事に厚く御礼申し上げます。