

<令和元年度助成>

甘みを中心とした加熱野菜のおいしさの可視化に関する基礎的研究

井奥 加奈

(大阪教育大学 教育学部)

1. 緒言

野菜摂取は、微量栄養素の摂取や食嗜好の改善、生活習慣病の改善につながるため重要であるが、なかでも加熱野菜は「かさ」を減らして摂取量をふやせる点で健康維持に有用である。しかし、味の濃い食物に慣れた若い世代にとって、加熱野菜には味がなく、あるいは柔らかな食感が好ましくないと感じる場合もある。ゆえに、食育において加熱野菜のおいしさに対する体系化や指導が必要不可欠であると考えられる。

そこで、本研究では、加熱野菜の甘味と好ましさについて、成分含有量の変化と官能評価から検討した。モデル野菜としてキャベツとカブを用い、加熱調理として蒸し調理を行った。

一般に野菜を加熱すると甘くなると言われる。重量の90%近くが水分である野菜が甘く感じられる要因には、①「甘味を呈する糖量の増加」、②「糖組成の変化」のほかに、③「咀嚼により食物から放出される溶液に含まれる糖量（リリース糖量）の増加」、④「糖類の甘味を抑制する成分の減少」、⑤「共存する微量な成分の増加による甘味の増強」の可能性もある。本研究では、主に④や⑤の可能性を検討した。

さらに、官能評価は、パネル（消費者パネル）の主観的判断が評価に出やすく、結果的に再現性に欠ける問題点が従来から指摘されていた。おいしさのような総合判断はもとより、呈味濃度による基本味の識別においても、各パネルの日常の食生活などに基づく主観的判断が評価に加わるので、消費パネルの評価は多様になりやすい。そこで、パネルの甘味

に対する感度を把握するために、ショ糖溶液の評価を加えた野菜試料の官能評価を実践した。野菜の甘さは主にショ糖などの糖類であると言われているので、今回、0.7%と1.0%のショ糖溶液を野菜試料とともに提供し、パネルの甘さに対する感度との関連を検討した。川上らの報告¹⁾と予備実験を参考にし、ショ糖濃度に対する識別をより詳しく検討するため2つの濃度を設定した。官能評価はすべて大阪教育大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。

2. 蒸し調理したキャベツの甘さ評価²⁾

キャベツを蒸すとキャベツの糖含有量に大きな変動はみられないものの、他の調理方法に比して甘く感じられることが本研究グループの研究³⁾から分かっている。本研究では、蒸し調理したキャベツの甘さ評価に関してショ糖溶液の基準試料を加えた官能評価を実施し、女子大学生パネル19～20才の甘味評価とキャベツの甘さ評価の関連を検討した。キャベツは既報⁴⁾に準じて冬キャベツ（愛知県産もしくは茨城県産）の中葉部分を用い、葉脈に平行になるよう10×50 mmの短冊切りにしたものをを用いた。15 gずつをトレイに入れて過熱水蒸気オーブンレンジ（ER-PD5000、株式会社東芝）で調理した。低温蒸しモードで70℃蒸し20分、蒸しモードで100℃蒸し10分とした。全糖量は試料2 gに純水を加えてホモジナイズ、100 mlに定容した溶液に対し、フェノール硫酸法で測定した。

図1にパネルが0.7%と1.0%ショ糖溶液（各5 ml）を摂取してVAS（Visual Analogue Scale）法にて評価し、その結果をWard法によるクラスター分析に

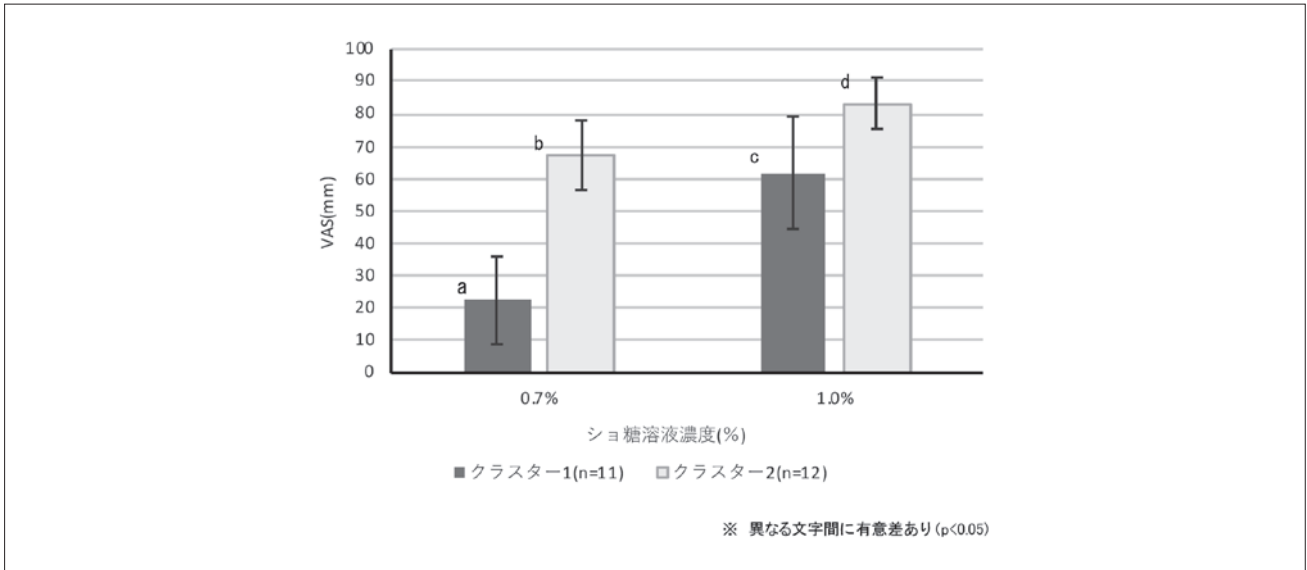


図1 シヨ糖溶液の官能評価結果を用いて分類した際の各群の評価

て2群に分けた際の各クラスターの平均値と標準偏差を示した。いずれの濃度のシヨ糖溶液においてもクラスター2に属するパネルの評価は有意に高かった。また、クラスター1パネルはクラスター2パネルに比して0.7%、1.0%のシヨ糖溶液の甘味を識別できなかったパネルもいた。0.7%未満のシヨ糖溶液を試料にすると甘味の識別が難しいパネルがさらに増える可能性もあり、2種類の濃度で提供することでパネルを分類することもできるので、他の野菜の

甘味評価時にも活用できると考えられた。

次に、グループ分けされたパネルの蒸しキャベツに対する甘さ評価を図2に示した。キャベツ試料は1人3試料、1試料あたり5gを提供した。官能評価に用いたキャベツ試料に含まれる糖含有量(全糖量)は生キャベツが100gあたり3.43g、70℃蒸しキャベツで加熱後試料100gあたり4.39g、100℃蒸しキャベツで4.60gであった。全体では生キャベツに対して蒸し調理済みキャベツは有意に評価が高

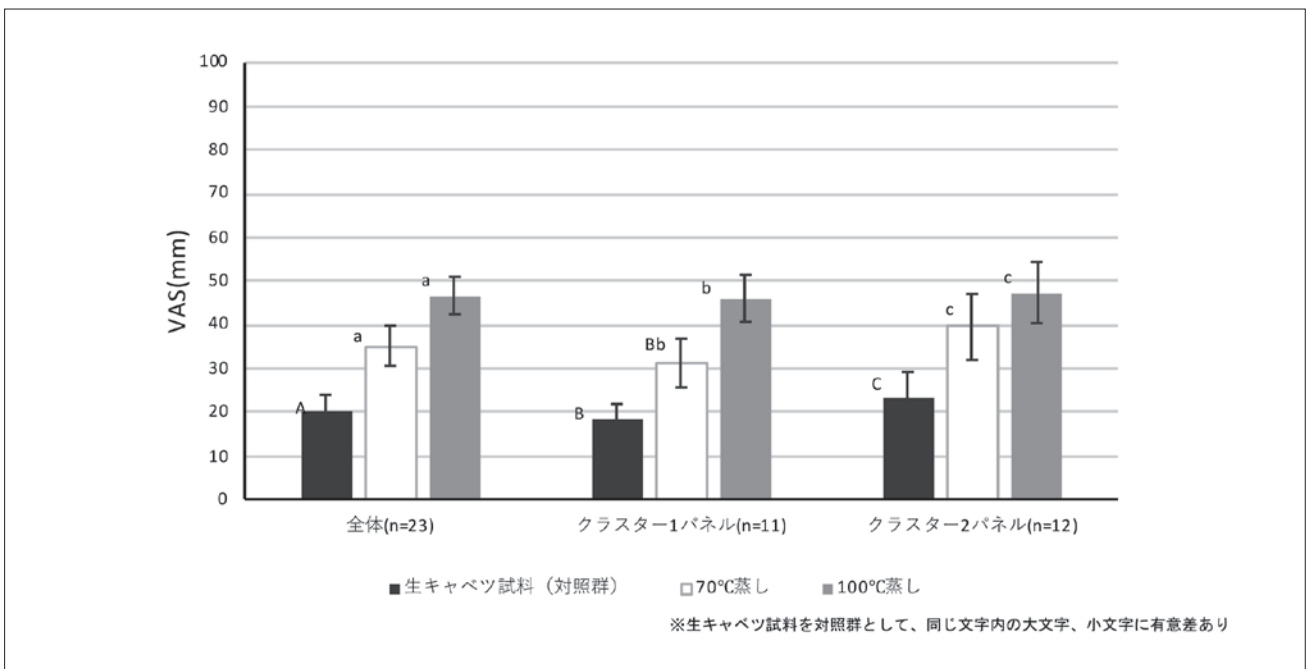


図2 蒸し調理したキャベツの官能評価 (1回咀嚼後)

かったことから、加熱することでキャベツが甘くなったと評価されたことが分かった。クラスター2に属するパネルも全体の傾向と同じであったが、クラスター1に関しては70℃で蒸し調理したキャベツの甘さと生キャベツの甘さに有意性が認められなかった。今回の70℃での蒸し調理に関しては、グルコシノレート（苦味・辛味成分）などの甘さ抑制関連成分が残存した可能性⁵⁾もあり、今後さらに検討したいと考える。また、70℃蒸しの甘さ評価が生キャベツの評価と有意でないのはクラスター1に属するパネルに対してのみ、であったことから、0.7%、1.0%ショ糖溶液における甘味評価のばらつきは、野菜のように希薄な甘味の認識に影響があるのではないかと考えられた。

3. 蒸し調理したカブの甘さ評価と甘味関連成分含有量の変化

本研究グループでは蒸し調理したカブの甘さについて検討を進め、カブの甘さを大学生パネルが認識できることを報告した⁶⁾。野菜の甘味関与成分としては、ショ糖などの糖類のほか、微量ではあるがアラニンなど甘味を呈する遊離アミノ酸も考えられ

る。そこで、カブに関しては⑤「共存する微量な成分の増加による甘味の増強」の可能性を考え、カブに含まれる糖含有量をフェノール硫酸法による全糖量で測定しながら、遊離アミノ酸のうち、アラニン、アスパラギン酸、グルタミン酸をダブシル化してHPLC法にて定量した。合わせて、官能評価では0.7%ショ糖溶液、1.0%ショ糖溶液に加えて1.0%ショ糖溶液に0.01%グルタミン酸ナトリウムを加えた溶液の3種類でパネルのショ糖溶液の甘さに対する評価をVAS法で行った。グルタミン酸ナトリウムの濃度は日本食品標準成分表2020年版（八訂）より、カブに含まれるグルタミン酸量から換算して設定した。

カブ（福岡県産、12月購入、直径約15cm）は、先端と根元を直方体になるよう切り落とした後、1.5cmの角切りにし、10個ずつアルマイト皿に入れ、キャベツと同じ型式の過熱水蒸気スチームオーブレンジの蒸しモードで調理した。加熱時間は予備実験から、非加熱（0分）、5分、10分、20分とした。調理済みカブ試料100gあたりの全糖量は2.50～3.03mg程度でほとんど変動がみられなかった。また、カブは10分の加熱で柔らかくなり、既報⁶⁾のテクスチャー変化と同じ傾向であった。蒸し調理におけるカブ中の遊離アミノ酸量の変化（図3）より、

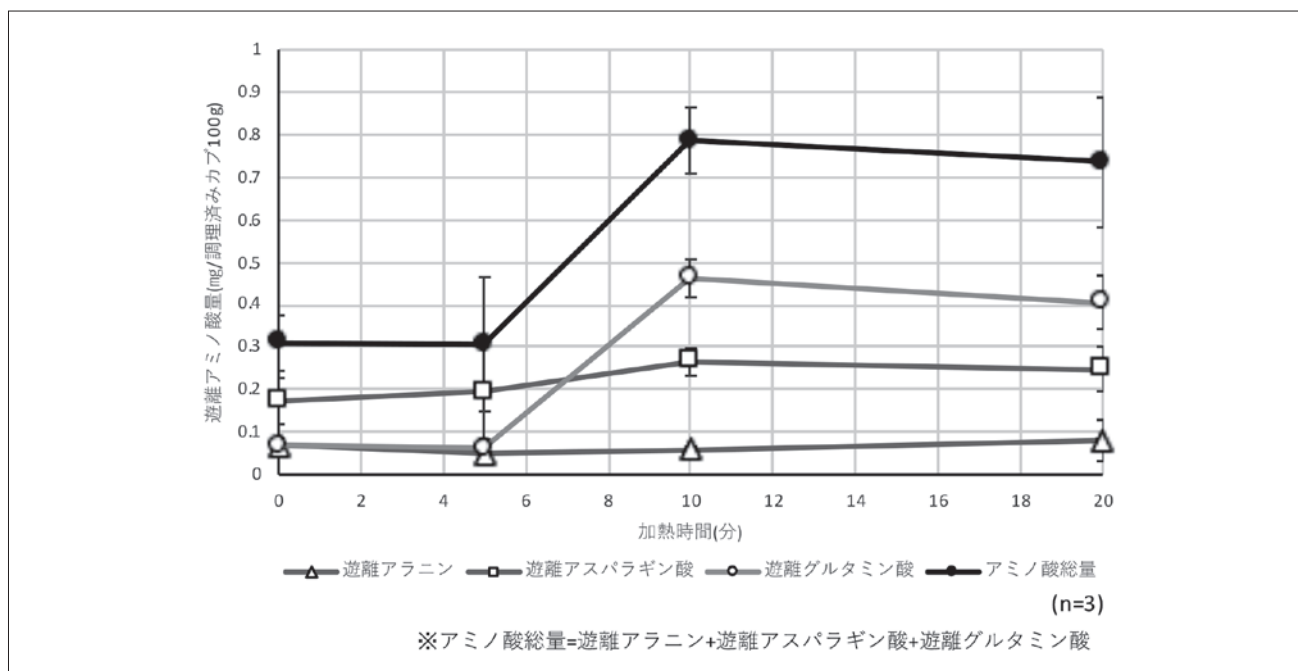


図3 蒸し調理に伴うカブ中の遊離アミノ酸量の変化
アミノ酸総量 = 遊離アラニン + 遊離アスパラギン酸 + 遊離グルタミン酸

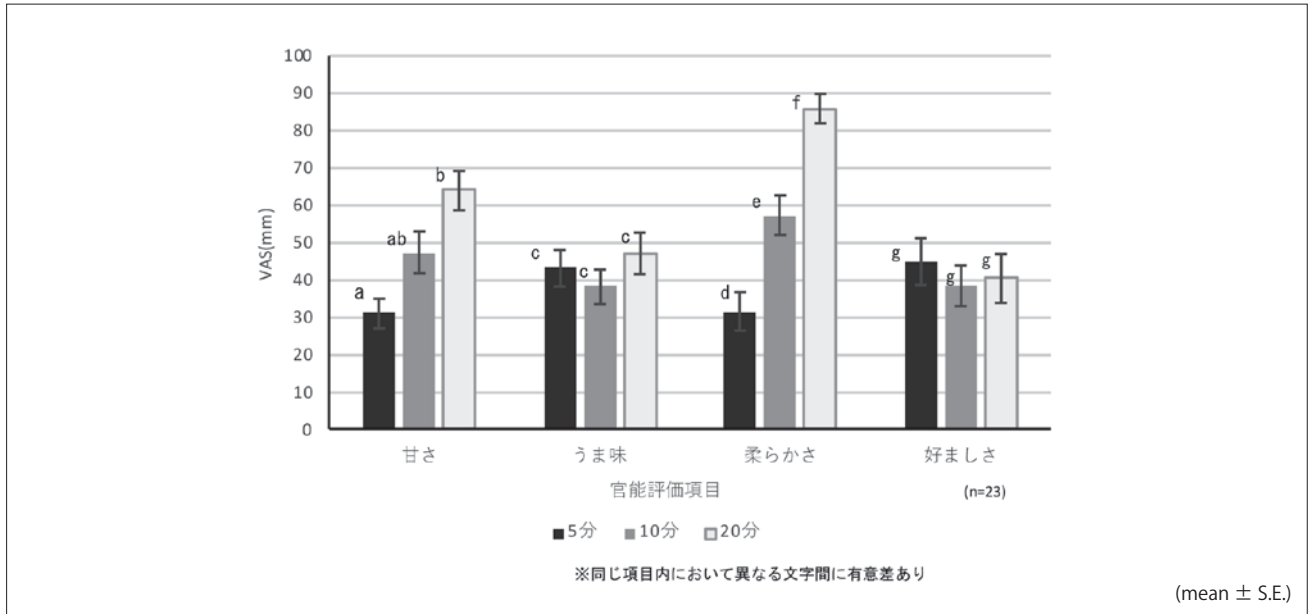


図4 蒸し調理したカブの官能評価

グルタミン酸が加熱時間 10 分で有意に増加することが分かった。これより、加熱時間 10 分のカブ試料が好まれるのではないかと考え、官能評価では基準溶液とともに調理時間 5 分、10 分、20 分のカブ試料（15 mm の角切り）を提供し、甘さとともにうま味、柔らかさ、好ましさの評価項目とした。図 4 に官能評価の各項目における VAS 値の平均と標準誤差をまとめたが、好ましさとうま味は加熱時間による有意差がみられず、柔らかさはいずれの加熱時間においても有意に異なると評価された。甘さは 10 分と 20 分に有意差が認められなかったが、他の組み合わせには有意差が認められたので、十分な加熱によってカブは甘くなったと評価された。

シヨ糖溶液ならびにグルタミン酸ナトリウムを添加したシヨ糖溶液の官能評価において、グルタミン酸ナトリウムを加えることで 1.0%シヨ糖溶液の甘味評価は 41.8 ± 5.6 mm から 49.4 ± 6.5 mm になり、有意に高くなったことから、うま味が加わることによる甘味の増強は今回のパネルにおいて検証された。以上より図 4 における甘味の増加は遊離アミノ酸の増加が影響している可能性もある。今後更に検討していきたい。

4. 要約

本研究では加熱野菜の甘味に注目し、加熱調理（蒸し調理）による甘味関連成分とシヨ糖基準溶液の評価を加えた官能評価の関連について研究した。キャベツを蒸し調理し、官能評価を実施した結果、0.7%、1.0%シヨ糖溶液に対して VAS 値を高くつける傾向のパネルは蒸し調理したキャベツの甘味が非加熱に比べて有意に高いと評価したが、他方のパネルは 70℃調理のキャベツに多少の苦みを感じた可能性が示唆された。カブの蒸し調理では、パネルが 1.0%シヨ糖溶液に 0.01%グルタミン酸ナトリウムを加えることで有意により甘くなると評価し、十分蒸し調理されたカブには遊離アミノ酸含有量が増加したことが分かった。ゆえに、蒸し調理したカブの甘味強化は遊離アミノ酸の増加による可能性が考えられた。なお、本研究は日本調理科学会 2022 年度大会（P-31）にて発表した。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、研究助成を賜りました公益財団法人 浦上食品・食文化振興財団に厚く御礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 川上育代, 我如古菜月, 池上由美, 湯之上祐子, 松添直隆, 北野直子, 女子大生における味覚感度の現状と「だし」の嗜好性, 栄養学雑誌, 69, 10-19, 2011.
- 2) 井奥加奈, 田中智美, 岸田恵津, 大学生パネルのショ糖に対する甘味評価と蒸し調理したキャベツの甘さ評価との関連, 日本調理科学会に投稿中 (2023年3月現在).
- 3) 岸田恵津, 有村結依, 星野亜由美, 山本真子, 井奥加奈, 調理方法別にみるキャベツの嗜好特性, 日本調理科学会大会発表要旨集, P-38, 2021.
- 4) 井奥加奈, 高瀬珠未, 西窪玲奈, 岸田恵津, 蒸し加熱におけるキャベツの破断特性と官能評価, 食生活研究, 37(5), 237-246, 2017.
- 5) Tove K. Beck, Sidsel Jensen, Gitte K. Bjoern and Ulla Kidmose, The masking effect of sucrose on perception of bitter compounds in Brassica vegetables, Journal of Sensory Studies, 29, 190-200, 2014.
- 6) 山本真子, 井奥加奈, 岸田恵津, 蒸し調理におけるカブの甘味と嗜好特性, 日本調理科学会誌, 54(1), 49-55, 2021.

Research on visualization of the deliciousness of cooked vegetables with a focus on sweetness

Kana IOKU

Courses for School Teachers, Faculty of Education, Osaka Kyoiku University

Summary

We studied the relationship between changes in the content of sweetness-related compounds due to steaming and sensory evaluation, including an evaluation of standard sucrose solutions. As a result of performing sensory evaluations with cooked cabbages, panelists who tended to highly evaluate 0.7% and 1.0% sucrose solutions evaluated the sweetness of cabbage that had been steamed at 100°C as significantly higher than that of fresh cabbage. It was suggested that the other panelists may have detected some bitterness in the 70°C cooked cabbage. In the sensory evaluation of steamed turnip, the evaluation of the panelists was that adding 0.01% sodium glutamate to a 1.0% sucrose solution made it significantly sweeter, and an HPLC analysis showed that the fully steamed turnip had an increased content of free amino acids. Therefore, it was considered that the increase in the sweetness of steamed turnips may be due to the increase in free amino acids.