

<平成25年度助成>

おいしさの評価モデルを利用した 新規低カロリー化高嗜好性レトルト食品の開発

中野久美子

(京都大学大学院農学研究科)

緒言

飽食の現代社会において、増大する生活習慣病患者のみならず健康に関心がある人々により、食べ物を低カロリー化することが求められ多くの低カロリー食品が開発されている。しかしながら、一般的に低カロリー化した食品は通常の食品に比べておいしさや嗜好性の低下を伴うことが多く、おいしい低カロリー食品の開発が求められている。

これまでに多くの研究や文献をもとに、おいしさや嗜好性の要素を分類しおいしさを構成する要素として生理、報酬効果、食文化、情報を抽出した。これらの要素でおいしさを再構成する評価モデルを構築し¹⁾、このモデルを用いて様々な食品の評価分析を行い、評価方法の統計的検証および食品とおいしさ、嗜好性の関係の解明を試みた。“palatability”、“preference”、“liking”、“wanting”等で表現されるおいしさや嗜好性の研究²⁾は、官能検査や製品検査等に関するもの³⁾やおいしさの特定の要素に焦点を絞った手法によるもの⁴⁾、摂取量の比較等の行動学実験によるもの⁵⁾等が多く行われてきた。

本研究は食品と人間の関係性に着目して、総合的なおいしさをその要素に分解し再構成を行うおいしさの評価モデルを応用して、レトルト食品の低カロリー化によって生じるおいしさの要素の変化を指標にした、低カロリー化によるおいしさの低下を改善する新しい風味や食感等の基盤技術を開発することを目的とした。

方法

1. サンプル

風味補正した低カロリーカレーの市販品(カレーD)をベースに、低カロリー化する前の普通のカレーに戻した試作品(カレーA)、カレーAをカロリーダウンさせたカレー試作品(カレーB)、カレーBを粘度補正したカレー試作品(カレーC)の4種類のレトルトパック(180g入)をサンプルとして用いた。

カレーA：普通のカロリーレトルトカレー(カレーDをベースにカロリーを156kcalにもどしたカレー)

カレーB：低カロリーレトルトカレー(カレーAからラード全抜き、生クリーム減量、小麦粉減量、上白糖減量したカレー)

カレーC：粘度補正した低カロリーレトルトカレー(カレーBにキサンタンガムを添加したカレー)

カレーD：風味補正した低カロリーレトルトカレーの市販品(カレーCに各種フレーバー、甘味、うま味を添加した80kcalのカレー)

カレーはレトルトパックを湯煎で80℃程度に温めて、約50gを耐熱の90ccプラスチックカップに盛り付けてブラインドで提供した。被験者はカレールー(具の摂取はなし)をステンレスのティースプーンを使用して3口摂取後すぐに質問用紙に記入した。

2. 被験者

京都大学大学院栄養化学研究室の日本人スタッ

フ、学生、関係者 約20名

本実験の実施にあたっては、倫理面や個人情報保護への配慮を取り入れた実験計画書を作成し承諾を受け、全被験者から実験参加同意書を得た。

3. レトルトカレー のおいしさの評価実験

3口摂取したカレーに対する直感的なおいしさの評価値を100mm-visual analog scale (VAS)により求めると同時に、報酬効果、食文化の2つの要素の評価を質問するためのプロファイリング用紙を作成し、各要素の評価を5段階評点尺度法によって数値化した。おいしさの評価モデルを用いておいしさの総合評価値と各要素を数値化したデータの統計解析を行った。実験は23℃前後の部屋で15時～16時に実施し空腹でも満腹でもない状態で生理的要素をできるだけ除外した。

実験1. 実験条件の違いがおいしさに与える影響

4種類のカレーについて、1回に比較しながらのブラインドおよびランダムな順番での評価(比較評価)と、1日に1回1種類を最低1週間あけてのブラインドでの評価(単独評価)の結果のデータを分析した。単独評価は、前に食べたカレーの風味の記憶による影響を少なくするために1週間以上空けて実験を行った。

実験2. 風味補正した低カロリー食品を繰り返し摂取することがおいしさに与える影響

風味補正した低カロリーカレーDのブラインドでの単独評価を繰り返し行った。

実験3. 低カロリーの情報がおいしさに与える影響

市販品であるカレーDを用いて低カロリーという文字情報のみ付加して実験を行った。

実験4. カレーのごはんの有無によるおいしさの評価の違い

4種類カレーライスを一回に比較しながらブラインドおよびランダムな順番で実験を行った(実験1と同じ容器を用い、ごはんの上に各カレーを約40gかけた)。

結果と考察

I. 実験条件の違いがおいしさの評価に与える影響(実験1)

カレー4種類のおいしさの総合評価に関して、比較評価に比して単独評価により同程度または高い値を示した。特に、カレーDにおいて、比較評価での低い評価値は単独評価により有意に高い値を示し、カレーAと同程度の評価値にまで上昇した。

比較評価では、カレーAに比してカレーDは有意に低い値を示し、カレーB、C、Dはバラツキが大きかった(図1)。

おいしさの要素である報酬効果要素と食文化要素の評価点と、重回帰分析により標準偏回帰係数を算出することで、各カレーのおいしさの総合評価への要素の寄与率を分析した。カレーのおいしさには基本的に報酬効果要素の寄与が高い傾向があることが示された。カレーAの評価点は実験条

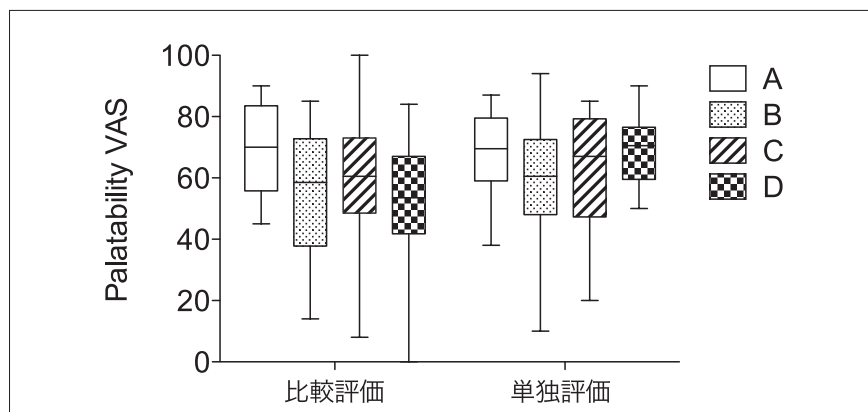


図1. 4種類のカレーの比較評価と単独評価のおいしさ評価

Box-and-whisker plots of comprehensive palatability measured with VAS ($n=22$). Middle line in the box, median; analyzed by two-way repeated measures ANOVA, followed by Bonferroni's post-hoc test

件に関わらず報酬効果、食文化のいずれも高い値であり、特に食文化が高い傾向を示した。カレーBとCの評価点は報酬効果、食文化の両方とも低い値であった。一方、実験条件によっておいしさの評価が大きく異なったカレーDの評価点は報酬効果、食文化のいずれも比較評価に比して単独評価で高い値を示した(表1)。

カレーDの比較評価において、報酬効果および食文化の評価点が低い値である結果から、おいしさの評価値が低いのは、低カロリーを維持したまま風味を向上させるように添加された甘味料や食物繊維等による風味やテクスチャーの違和感を認知したためである可能性が示唆された。さらに、カレーDの単独評価においては、比較評価のように他のカレーと比べながら意識的に分析しながら食べないため、低カロリー化の補正風味による違和感に気づけなかったことが考えられる。

比較、単独両方の評価において、低カロリー化カレーCさらにテクスチャー(粘度)補正もないカレーBはおいしさの評価は低いと仮定したが、ある程度の高い値を示した。カレーBおよびCの評価時には「スパイスが効いたカレーとしておいしい」という感想が多く、カレー独特の香辛料等による高嗜好性効果がある程度維持されていることが示唆された。

今回の研究に用いたカレーに関しては、カレーのカテゴリーの枠からはずれていないカレーはいつもカレーとしておいしいと評価することが示唆された。

II. 風味補正した低カロリー食品の繰り返し摂取(実験2)

カレーDは比較評価でのおいしさの評価は低いが単独評価では大きく上昇した。

マウスによる行動学実験(二瓶選択試験)の結果(参考実験)から、風味補正した低カロリー食品において、単独評価を繰り返すことでVAS値は単独評価の1回目から次第に低下してくることが推察された。

参考実験：マウスによる行動学実験(二瓶選択試験、BALB/c8週齢雄性マウス使用)

マウスが好むアロマ⁶⁾を添加したカロリーの低い溶液とアロマを添加しない同じ溶液を用いて1日1回、10分間の二瓶選択試験を行った結果、アロマ添加の溶液に嗜好性を示すのは最初の1回だけで、その後同じ試験を繰り返しても(2日~5日)アロマ添加溶液に嗜好性を示さなかった。

参考実験の結果から、マウスが、アロマを手がかりした溶液にカロリーが少なく価値がないことを1回の体験で学習しアロマに対する嗜好が変わったことが示唆された。

本実験の人間による試食評価では、カレーDの単独評価のおいしさの評価値は1回目で比較評価時より有意に高く、最低一週間以上あけてカレーDの単独評価を繰り返しても、その値は低下しないことが示された(図2)。

表1. 各要素の評価点、標準偏回帰係数

		比較評価				単独評価			
		A	B	C	D	A	B	C	D
評価点	報酬効果	17.09	12.05	14.41	14.14	17.77	14.73	14.82	17.14
	食文化	17.73	11.73	14.73	13.91	18.18	14.14	15.45	15.91
標準偏回帰係数	報酬効果	0.65	0.72	0.63	0.79	0.17	0.81	1.11	0.55
	食文化	0.18	-0.05	0.28	0.05	0.55	0.06	-0.39	0.10

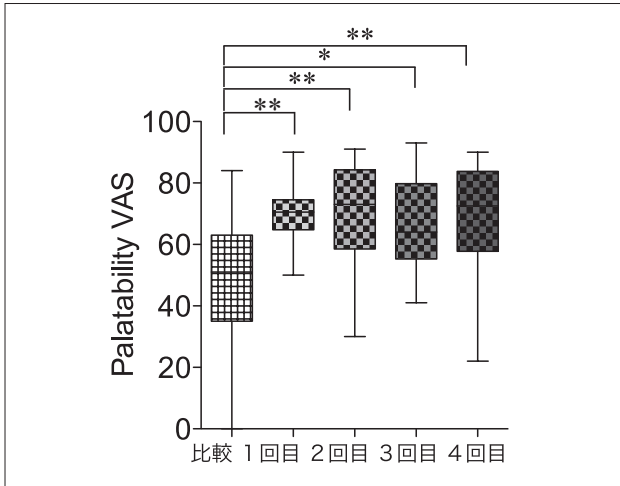


図2. カレーDの単独評価のリピートによるVASの変化
 Analyzed by one-way repeated measures ANOVA (n=16).
 **p<0.01、*p<0.05

III. 低カロリーという情報の有無(実験3)

カレーDは風味補正した低カロリーの市販品であることから、商品情報がおいしさの評価に与える影響について検討した。本実験では、低カロリーという情報だけをパッケージではなく文字情報だけで被験者に提示した。また、おいしさの総合評価に加え、食前の「食べたいか」をVASで数値化し、食前の欲求または期待感であると仮定した。

提示したカレーDの情報

カロリーダウンレトルトカレー
 80 kcal/パック (1人分180g)
 [通常のレトルトカレー
 156 kcal/パック (1人分180g)]

おいしさの総合評価については、情報開示では情報開示無し(ブラインド)に比して低くなる傾向があるが有意な差は示されなかった(図3.a)。一方、食前の「食べたいか」のVAS値は、ブラインドに比して情報開示で有意に低い値を示した(図3.b)。カレーに対するカロリーダウンの情報は、食前の欲求や期待感のような感覚にマイナスの影響を与えることが明らかになった。

おいしさの要素の情報は、その内容と対象食品により食べてすぐのおいしさの判断に寄与する。また、食べる前の期待感や欲求、ならびに購入時にも大きく寄与することが示唆された。これらの寄与率は、対象食品と情報の内容や種類との関係性⁷⁾により変わることが考えられた。

IV. カレールーのみとカレーライスのおいしさ(実験4)

日本では通常、カレーはごはんにかけてカレールーとして食べることが多い。そこで、カレーのごはんの有無によるおいしさの評価への影響について検討した。

ごはん(京都大学生生活協同組合にて購入)にカレー4種をのせて比較しながら食べて評価する条件では、4種類のカレールーの比較評価に比べて大きな違いはなかった(図4)。

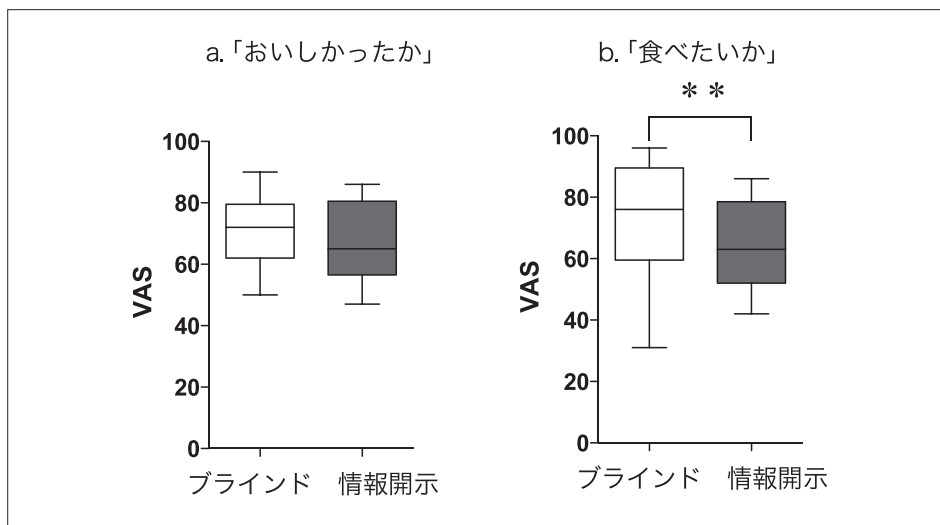


図3. カレーDの情報の有無によるおいしさの評価(a)、期待感(b)
 (n=18) **p<0.01

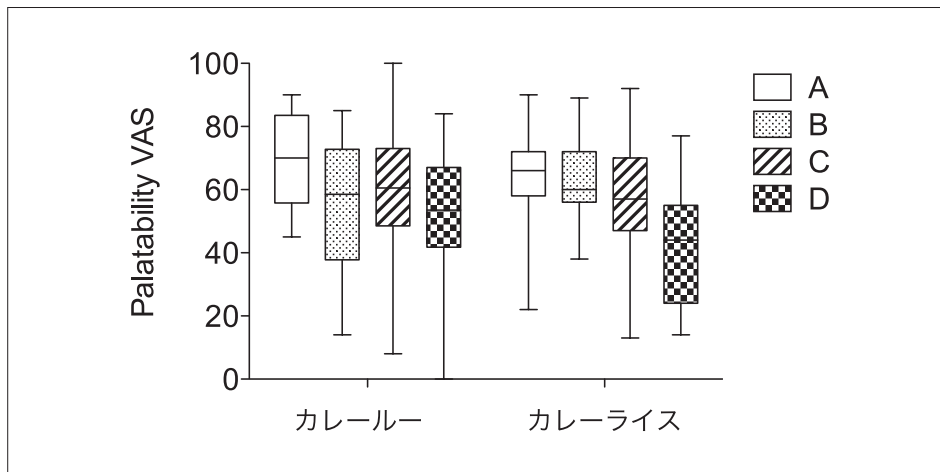


図4. カレールーのみとカレーライスの比較評価でのおいしさの総合評価
Box-and-whisker plots of comprehensive palatability measured with VAS ($n=15$). Middle line in the box, median; analyzed by two-way repeated measures ANOVA, followed by Bonferroni's post-hoc test

おわりに

カレーは2000年日本全国15-79歳の男女5000人を対象に行われた嗜好調査において好きな主食7位であり大多数の日本人の嗜好性が高い食品である⁸⁾。カレーは、家庭やレストラン等で作られた様々な風味のものを子供のころから食べられてきた非常に親しみのある食品である。

一般的に消費者が1回の食事で食べるカレーは1種類である。また違う日に他の種類のカレーを食べることもある。そしてそれぞれのカレーの風味の違い等による味わいを認識し記憶しているつもりである。しかしながら本研究において、1回に1種類のカレーを食べる単独評価では、カレーらしい香辛料や辛味、塩味がある食品はカレーと認識して、カレーというカテゴリーから逸脱しないカレーはすべておいしいと判断してしまうことが示唆された。さらに低カロリー化カレーの単独評価をリピートしてもおいしさの低下はないことが明らかになった。低カロリー化によるカレーのおいしさの低下は、他のカレーとの比較評価の条件により起こる現象で、単独評価の条件においてはおいしさの低下はおこらないことが明らかになった。これらのことから、カレーというカテゴ

リーの数種類のカレーを評価する場合、比較評価は風味等の違いを認識しやすくして、頭の中でそのカレーのカテゴリーの要素分析を行い各カレーに対するカテゴリーの枠内または枠外への振り分けを判断していることが考えられた。今後、他のカテゴリーの食品にも適応する現象であるのか、カレー特有の結果であるのか検証する必要がある。

本研究は、食品と人間の関係性に着目したおいしさの評価モデルの応用として、人間とカレーのおいしさの関係性において、カレーとカロリーダウンの情報の組み合わせの場合、食べた時のおいしさへの影響よりも食べる前の欲求や期待感へのマイナス方向への影響が大きいことが示された。情報はその内容と対象食品により食べてすぐのおいしさの判断にも寄与するが、食べる前の期待感や欲求、購入時に大きく寄与することが示唆された。今後、様々な情報との組み合わせを行い検証する必要がある。

本研究では、カレーのカテゴリーの要素をカレーらしさの限界まで削減してもカレーとしておいしく評価できる可能性を明らかにした。カレーのカレーらしさの限界の要素に関する今後の研究に期待できる可能性を示した。

謝 辞

本研究の遂行にあたって貴重な研究助成を賜りました公益財団法人 浦上食品・食文化振興財団及びその関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

文 献

- 1) Nakano, K., Kyutoku, Y., Sawa, M., Matsumura, S., Dan, I., & Fushiki, T. Analyzing comprehensive palatability of cheese products by multivariate regression to its subdomains. *Food Science & Nutrition* **1**(5):369-376 (2013).
- 2) Ramirez, I. What do we mean when we say “palatable food”? *Appetite*, **14**, 159-61 (1990).
- 3) Mehaffey, J. M., Brooks, J. C., Rathmann, R. J., Alsup, E. M., Hutcheson, J. P., Nichols, W. T., Streeter, M. N., Yates, D. A., Johnson, B. J. & Miller, M. F. Effect of feeding zilpaterol hydrochloride to beef and calf-fed Holstein cattle on consumer palatability ratings. *J Anim Sci*, **87**, 3712-21 (2009).
- 4) Mela, D. J. Eating for pleasure or just wanting to eat? Reconsidering sensory hedonic responses as a driver of obesity. *Appetite*, **47**, 10-7 (2006).
- 5) Wansink, B. Environmental factors that increase the food intake and consumption volume of unknowing consumers. *Annu Rev Nutr*, **24**, 455-79 (2004).
- 6) Nakano, K., Kubo, H., Matsumura, S., Saito, T. & Fushiki, T. Effects of aroma components from oxidized olive oil on preference. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **77**, 1166-70 (2013).
- 7) Okamoto, M., Wada, Y., Yamaguchi, Y., Kimura, A., Dan, H., Mastuda, T., Singh, A. K., Clowney, L. & Dan, I. Influences of food-name labels on perceived tastes. *Chem Senses*, **34**, 187-94 (2009).
- 8) Fushiki, T. 2006. *Gustation and palatability*, Domesu Publishing Co.,Ltd.

Development of novel palatable low-calorie retort pouch foods for using model of analyzing comprehensive palatability

Kumiko Nakano

Graduate School of Agriculture, Kyoto University

Abstract

The current study presents the use of sensory evaluation to determine the effect of various conditions on assessing curry palatability. Japanese participants (22-60 years old, n=22) were asked to taste four curry samples and respond to a questionnaire that was developed to assess and dissect the distinct subdomains of palatability using a sensory evaluation instrument to describe food palatability.

We demonstrated that the sensory evaluation value for comprehensive palatability of the low-calorie curry corrected for flavor and spice reduce significantly in the condition on comparative assessing, and the possibility of not reducing the sensory evaluation value in the condition on assessing only one for once the curry. Furthermore, we found that a sensory evaluation of its curry palatability did not have reduced even though repeat of evaluating only one curry for once. The curry samples with the same spices but made low-calorie curry by adjusting ingredients led to different comprehensive palatability ratings due to the contribution of the cultural factor, and transmitted the information of low-calorie curry to participants led to motivation or anticipation ratings due to the inverted contribution of the information factor.

These results suggest that palatability depends on psychological properties that can arise through interactions between humans and the food product (i.e., the retort pouch curry). We demonstrated the possibility that the judgment in the condition of comparative evaluation of foods in same category could be discriminated the difference of taste, and could be dissected the category.

Novel palatable, low-calorie retort pouch food can be developed by analyzing the subdomains for comprehensive palatability that reduced sensory evaluation values in low-calorie food.