

ゼリーの甘味評価に対する香りと色の複合効果

Multimodal effects of flavor and color of jelly on sweetness intensity

菊地 亨

Toru Kikuchi

Abstract

ゼリーを摂取した際の甘味評価に対する香りと色の複合効果を明らかにすることを目的として、香り（ストロベリー、レモン、ペパーミント）と色（無色、赤色、黄色、緑色）の組み合わせで調製した 12 種類のゼリーを試料とした官能評価を行なった。被験者内計画の二元配置分散分析の結果、香りの主効果が有意 ( $p < 0.001$ )、色の主効果と交互作用では有意差は認められなかった。また、ゼリーに添加した香りと同一の食品を連想した被験者が 70 %以上を占め、色の違いによる割合の変化は認められなかった。以上のことから、ゼリー試料では色より香りの方が甘味強度や喫食印象に強い効果を及ぼすこと、甘味強度に対して香りとは互いに影響を与えないことが示された。

キーワード：ゼリー、色、香り、官能評価、甘味、感覚間の相互作用（クロスモーダル）

The objective of this study was to clarify the multimodal effects of color and flavor on the sweetness intensity. We prepared twelve jellies with the combination of three differently flavor and four differently color. We conducted a two-factor repeated measured ANOVA on the conditions, and the result showed a significant difference in the flavor factor :  $p < 0.001$ . We did not find any significant differences in the color factor, and the interaction effects. More than 70 % of the subjects imaged the same food as the flavor added to the jelly. Additionally, there was no change in the percentage due to differences in color. In conclusion, flavor had a stronger effect than color on sweetness intensity and impression, and there was no interaction between flavor and color.

Key words : jelly, color, flavor, sensory evaluation, sweetness, cross-modal

## I 諸言

味覚と嗅覚は、食べ物を味わう上で非常に重要な感覚である。味覚は主に舌上にある味覚受容体、嗅覚は鼻腔内の嗅覚受容体と、それぞれ独立した受容体により化学物質が受容されることで知覚される。しかし、ヒトは食べ物を口にした際、味と匂いによる刺激を完全に区別はできていないと考えられている。例えば、風邪をひいて鼻が塞がれた状態で食事を摂ると匂いのみならず味もないように感じられる。このことから、普段「味」だと捉えているものの一部については、実は「匂い（口中香）」であることがわかる。酪酸エチル（モモなどの果実の香り成分）から感じられる「味」と感じていたもののうち最大 80%が匂いに起因していたという実験報告もある<sup>7)</sup>。加えて、特定の匂いによって味の強さが増強されるなど、味覚と嗅覚の間に相互作用（クロスモーダル）が存在することについても、多くの研究で示されて

いる<sup>2-6)</sup>。

他方、視覚も味覚や嗅覚と並び、ヒトの摂食活動において欠かせない感覚である。視覚は、食べ物を口にする前に反応する感覚であり、食べ物の安全性や美味しさなどを経験的に予想するためにも重要である。味質について判断する際には、食品の色などが手掛かりになる旨の報告もある<sup>7)</sup>。また、食品や食環境の色が味の印象に与える影響についても多くの研究が行われている<sup>8-16)</sup>。

このように、味覚に対する嗅覚、視覚の単独効果については多方面で検討されている。しかし、ヒトが実際に食品を摂取する際には、視覚と嗅覚による複合的な影響もあると考えられる。Dubose らは、チェリー飲料とオレンジ飲料の 2 種について、それぞれ 4 段階の濃度の着色料とフレーバーを組み合わせた飲料を調製し、喫飲後の好ましさを官能評価で測定している<sup>17)</sup>。また奥田らは、飲料水の予想され

る味覚強度（甘味、酸味、苦味）に対する色と香りの複合効果に関して喫飲前の印象評価を行った研究について報告している<sup>18)</sup>。一方で、食品を口に含んだ場合の甘味などの基本味の感じ方に影響を与えるかについて検討した事例はほとんどない。

そこで本研究では、食品を口にされた際の甘味強度評価に対する香りと色の複合効果を明らかにすることを目的とし、本学の女子大学生を対象として着香、着色ゼリーを試料とした主観評価実験を行った。まず実験1において、香りの単独効果を確認し、実験2において、香りと色の複合効果を検討した。加えて、ゼリー摂取時に連想された食品名を自由記述させた結果についても検証を行なった。

## II 実験方法

### 1. 実験材料

ゼリー材料には、ミネラルウォーター（硬度 13.4 mg/L, pH 6.9、マキテックサービス株式会社）、粉ゼラチン（大晃化成株式会社）、グラニュー糖（三井製糖株式会社）、クエン酸（食品添加物、大洋製菓株式会社）を使用した。食用香料は、ストロベリーエッセンス、レモンエッセンス、ペパーミントエッセンス（全て、株式会社浅古香料化学）を使用した。食用色素は、赤色色素（赤色 102 号）、黄色色素（黄色 4 号）、緑色色素（黄色 4 号+青色 1 号）、（全て、井立食品株式会社）を使用した。

### 2. 試料調製

試料調製は、材料の配合を段階的に変えた複数のゼリーを用いて予備検討を行い（ $n=7$ ）、甘味評価および総合評価が総じて高かった配合とした。グラニュー糖のみの添加では甘味の質が悪く嗜好性が著しく低かったため、全体的な味をまとめる目的で少量のクエン酸を付加し、味を調整した。

次の手順でゼリーを調製した。ミネラルウォーターを 55℃ に加熱し、ゼラチン 2% (w/w)、グラニュー糖 2% (w/w)、クエン酸 0.5% (w/w)、食用香料 0.5% (w/w)、食用色素 0.02% (w/w) ずつを加えて攪拌、溶解した。その溶液を 60ml 容量のプラスチック容器に 20ml ずつ分注し、プラスチック容器（HBC-6B3、ホシザキ株式会社）で 5℃ まで急冷して凝固させたものを試料とした。

### 3. 試料の測色

色彩計（CR-20、コニカミノルタ株式会社）を用い、CIELA（JIS-Z-8729）による  $L^*$  値（明度）、 $a^*$  値（赤・緑度）、 $b^*$  値（黄・青度）を、D65 光源下で測定した（表 1）。ゼリーは半透明性試料であるため、試料下台面からの反射光の影響を抑えるよう、測色時には黒の裏あてを試料下に施した<sup>19)</sup>。

表 1 ゼリー試料の色調値

色	$L^*$	$a^*$	$b^*$
赤	15.1	21.1	7.3
黄	24.5	-2.8	30.7
緑	15.6	-24.7	17.8

### 4. 対象者

対象者は、武蔵丘短期大学 健康生活学科 健康栄養専攻 1 年生のうち、女性 26 名（18.9 ± 0.3 歳）とした。官能評価の実施内容、研究データの取り扱いを説明し、調査用紙の提出を持って研究への参加同意とした。

### 5. 実験プロトコル

#### 5-1. 実験 1（香りの単独効果の検討）

ゼリーの甘味強度に対する香りの単独効果を調べるため、4 種類の無着色ゼリー（無香料、ストロベリー、レモン、ペパーミント）を用いて、甘味強度を測る官能評価を行った。

官能評価の実施場所は、被験者同士が干渉しない距離を保てる一定の広さの教室を使用し、温度と湿度を一定に保った。無香料ゼリーをコントロールとして被験者正面左端に配置し、残りのゼリーは被験者毎にランダムな配置となるよう調整して横一列に並べた。実施説明の後、ゼリーの摂取及び評価を行ってもらった。ゼリー摂取方法に制限は設けず、自由摂取とした。主観量を測る本実験の特性上、学習効果による影響を避けるため、事前に味覚識別のトレーニングは行わなかった。

官能評価用紙には、甘味強度を採点法で回答してもらう設問①、ゼリー摂取時に連想された食品名を自由記述してもらう設問②を設定した。設問①では、甘味を全く感じない（-3）～甘味を強く感じる（3）の 7 段階尺度を設定した（-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3）。コ

ントロールゼリー（無香料、無着色）の甘味強度を 0 とした際の甘味強度を評価してもらった。

## 5-2. 実験 2（香りとの複合効果の検討）

ゼリーの甘味強度に対する香りとの複合効果を調べるため、3 種類の香り（ストロベリー、レモン、ペパーミント）と 3 種類の色（赤、黄、緑）の各組み合わせで調製した 9 種類のゼリーを用いて官能評価を行った。試料数が多いため、コントロールゼリーと 3 種類のゼリーを供した官能評価を連続で 3 回行った。コントロールゼリーは毎回被験者正面左端に配置し、その他のゼリーの提供順ならびに配置順は被験者毎にランダムになるよう調整して横一列に並べた。

官能評価用紙には、甘味強度を採点法で回答してもらった設問①、ゼリー摂取時に連想された食品名を自由記述してもらった設問②を設定した。

実験参加者は 1、2 の実験にそれぞれ 1 回ずつ参加した。

## 6. 統計解析

本研究の官能評価得点は間隔量であるが、等間隔に近い 5 段階以上に分かれた値は連続量（定量的変数に準じて扱える）として扱えるという古谷の見解に従って統計解析を行った<sup>20,21)</sup>。

官能評価値のデータは平均値と標準偏差で示し、統計解析の有意水準は 5%未満とした。実験 1 の官能評価データ群間の有意差は一元配置分散分析および Turkey 多重比較法を用いて判断した。実験 1 と 2 の官能評価複合データにおいては、反復測定による二元配置分散分析を用いて検定を行った。ゼリー摂取時に連想された食品の自由記述データは 2 値変数に分類し、Cochran の Q 検定を用いて変数間の比率を比較した。

統計処理には IBM SPSS Statistics 27（日本 IBM、東京）を用いた。

## III 結果

実験 1 の官能評価結果を表 2 に示した。3 つの試料間の甘味強度評価値には有意差が認められた。無香料ゼリーと比較して、ストロベリー香料ゼリーは甘味強度が最も高く、ミント香料ゼリーは甘味強度

が最も低かった。

次に実験 1 と実験 2 で得られた複合データについて、図 1 に示した。被験者内計画の二元配置分散分析（香り×色）において、香りの主効果は有意（ $p < 0.001$ ）、色の主効果および交互作用では有意差は認められなかった。

表 2 ゼリー（無着色）の甘味強度評価値の比較

ゼリーの香料	甘味強度(-3~3)
ストロベリー	1.0 ± 1.0 a
レモン	-0.3 ± 1.3 b
ペパーミント	-1.4 ± 1.4 c

表の数値は平均値 ± 標準偏差 (n=26)

異符号 (a, b, c) は有意差を示す ( $p < 0.05$ )

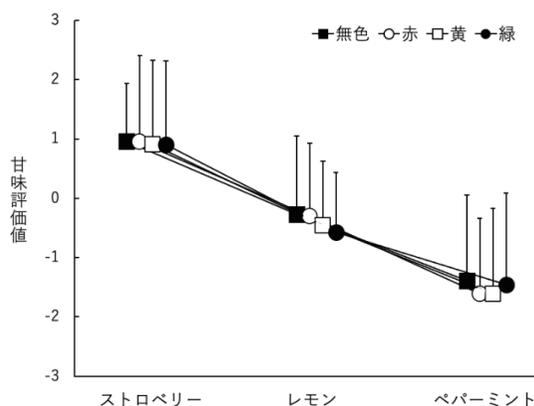


図 1 ゼリー甘味評価値の比較（香り×色）

実験 1、実験 2 において、着香ゼリーの摂取時に連想された食品を自由記述してもらった結果を表 3 に示した。12 種の着香ゼリー全てにおいて、26 名の被験者全員が何らかの食品を連想した。更に全てのゼリーにおいて、添加した香料と同一の食品を連想した被験者が 70%以上を占めたため、それ以外の食品を連想した被験者を「その他」としてまとめ、2 値変数に分類した。Cochran の Q 検定を用いて変数間の比率を比較したところ、いずれの着色ゼリーの組み合わせ間でも有意差は認められなかった。従って、香料と同一の食品を連想する被験者の割合と、ゼリーの色との間に関連性があるとはいえないことが示された。

表3 ゼリー摂取時に連想された食品

香料と着色料の組み合わせ		連想された食品		
		ストロベリー	その他	合計
ストロベリー香料×無色	n	19	7	26
	%	73	27	100
ストロベリー香料×赤色	n	20	6	26
	%	77	23	100
ストロベリー香料×黄色	n	19	7	26
	%	73	27	100
ストロベリー香料×緑色	n	19	7	26
	%	73	27	100

香料と着色料の組み合わせ		連想された食品		
		レモン	その他	合計
レモン香料×無色	n	22	4	26
	%	85	15	100
レモン香料×赤色	n	22	4	26
	%	85	15	100
レモン香料×黄色	n	23	3	26
	%	88	12	100
レモン香料×緑色	n	20	6	26
	%	77	13	100

香料と着色料の組み合わせ		連想された食品		
		ミント・ハッカ	その他	合計
ペパーミント香料×無色	n	24	2	26
	%	92	8	100
ペパーミント香料×赤色	n	24	2	26
	%	92	8	100
ペパーミント香料×黄色	n	24	2	26
	%	92	8	100
ペパーミント香料×緑色	n	24	2	26
	%	92	8	100

#### IV 考察

本研究では、ゼリーを試料とした主観評価実験を行い、甘味強度に対する香りの影響を確認し、次に香りと色の交互作用について検討した。

まず、香りによる単独効果を調べた結果、香りの

有無、種類によって食品の甘味強度評価が変化することが確認できた。このことは、香りの種類によってショ糖溶液の甘味強度評価値が増減したとするRichardらの報告とも一致する<sup>4)</sup>。

次に色と香りの複合効果について調べた結果、色

の主効果および交互作用は認められず、香りの主効果のみ有意であった。このことから、ゼリーに香りと色の両方を付加する場合、色より香りの方が甘味強度に大きな影響を与えること、着香ゼリーの色を変えても甘味強度への影響は少ないことが示された。

最後に、ゼリー摂取時に連想された食品の自由記述から、食品イメージへの色の影響を調べたところ、添加した香りと同一の食品を連想した被験者が70%以上を占め、色の違いによる割合の差は認められなかった。このことから、着香ゼリーにおいて色の変化による食品イメージへの影響はほぼないと考えられた。

数野らは果物の味と香りをつけたゼリーにそれぞれの果物に固有の色とそれ以外の色をつけて摂食時に何のゼリーかを回答してもらい、味覚が食品の色彩にどの程度影響されているかを調査している<sup>22</sup>。その報告によると、色と香りが異なるゼリーの場合、ゼリーの色からイメージできる果物の味に感じる回答が多かったという結果であり、色の効果が認められなかった本研究の自由記述調査結果とは異なる。本研究との相違点として、細野らのゼリーは果物の色調に近くなるよう着色料の配合を調整している点、香料の濃度が本研究より低い濃度であった点が挙げられる。細野らは果物のイメージと近い色のゼリーを試料に含めることで、他の色合いのゼリーにおいて強い違和感を誘発し、色の影響を大きく引き出した可能性がある。また、本研究では香料の濃度がより高かったことから、香りの影響が強くなったことも考えられる。

いずれにしても、着色料や香料の添加濃度の僅かな差によって香りと色を与える影響の程度が変化する可能性があることが示唆された。今後の課題として、着色料と香料について、段階的な濃度差をつけた複数のゼリーを試料として官能評価を行い、さらに詳細な検証を進めていきたい。

## V 結論

本研究において、ゼリーの香りの違いは甘味強度の感じ方に差をもたらした。一方で、色の違いによる差はいかなる香りとの組み合わせ上でも認められなかった。摂食時に連想する食品イメージも香りによってある程度決定づけられ、色によるイメージの

変化は認められなかった。以上のことから、ゼリーに添加した香りと色では、香りの方が甘味強度や喫食印象に強い影響を与えること、甘味強度に対して香りと色は互いに影響を与えないことが示された。

## VI 謝辞

共同で研究を行なった、給食管理研究室 2018 年度入学生の日羽生瑛さん、蜂須賀みくさん、および、官能評価にご協力いただいた武蔵丘短期大学健康生化学科健康栄養専攻 2019 年度入学生の皆様に、心より感謝申し上げます。

### 【参考文献】

- 1) Murphy, C. and Cain, W. S.(1980), Taste and olfaction: Independence vs interaction, *Physiol. Behav.* 24, 601-605
- 2) 下田満哉(2007), 醤油の香りは塩味を増強するか?, 日本味と匂学会誌 Vol.14, No.1, 3-8.
- 3) Prescott J, Hohnstone V and Francis J (2004), Odor-taste interaction: Effects of attentional strategies during exposure. *Chem. Senses.* 29, 331-340.
- 4) Richard J. Stevenson, John Prescott and Robert A. Boakes (1999), Confusing taste and smells: How odors can influence the perception of sweet and sour tastes. *Chem. Senses* 24, 627-635.
- 5) Djordjevic J, Zatorre RJ and Jones-Gotman M (2004), Effects of perceived and imagined odors on taste detection, *Chem. Senses* 29, 199-208.
- 6) Mojet J, Koster EP and Prinz JF (2005), Do tastants have a smell? *Chem.Senses* 30, 9-21.
- 7) Shinsuke Shimajo and Ladan Shams (2001). Sensory modalities are not separate modalities: plasticity and interactions. *Current Opinion in Neurobiology.* Vol.11, 1, 505-509.
- 8) J.A. MAGA (1974). Influence of color on taste thresholds, *Chemical senses*, Vol1, 1, 115-119.
- 9) 子坂井信之, 長谷川智子 (2006). 飲料の色が飲料の風味及び美味しさの評定に及ぼす影響. 日

- 本心理学会発表論文集, Vol.70, 550.
- 10) 富田圭子, 水谷芙希, 菊田千景, 松井元子, 大谷貴美子 (2012). 給食用トレイの色と料理の彩りの組み合わせが喫食者の心理に与える影響. 日本色彩学会誌, Vol.36, 106-107.
  - 11) Spence, C., Levitan, C., Shankar, M. and Zampini, M. (2010). Does Food Color Influence Taste and Flavor Perception in Humans? *Chem Percept*, Vol.3, 68-84.
  - 12) Cho, S., Han, A., Taylor, M.H., Huck, A.C., Mishler, A.M., Mattal, K.L., Barker, C. A. and Seo, H.S. (2015). Blue lighting decreases the amount of food consumed in men, but not in women. *Appetite*, Vol.85, 111-117.
  - 13) 齋藤牧子, 潮田浩, 和田祐一 (2007). ペットボトル緑茶飲料の味覚印象に及ぼす色の効果. 電情報通信学会技術報告, ヒューマン情報処理, Vol. 107 (369) 73-78.
  - 14) 大谷貴美子, 尾崎彩子, 李温九, 章貞玉, 廉薔薇, 松井元子, 南出隆久(2000). 缶飲料のデザイン色が各種感覚特性に与える影・日韓の女子大生を対象として-. 日本色彩学会誌, Vol.24(4), 223-231.
  - 15) J. L. Johnson, F. M. Clydesdale (1982). Perceived Sweetness and Redness in Colored Sucrose Solutions. *Food Science*, Vol.47, 3, 747-752
  - 16) H. A. Roth, et al. (1988). Psychophysical Relationships Between Perceived Sweetness and Color in Lemon and Lime-Flavored Drinks. *Food Science*, Vol.53, 4, 1116-1119.
  - 17) Dubose, C. N., Cardello, A. V. and Maller, O. (1980) Effects of colorants and flavorants on identification, perceived flavor intensity, and hedonic quality of fruit-flavored beverages and cake, *Food Science*, 45(5), 1393-1399
  - 18) 奥田紫乃, 荒金美幸, 竹村明久, 岡嶋克典 (2015). 清涼飲料水の予想されるおいしさと味覚に対する色と香りの複合効果. *Japanese Journal of Sensory Evaluation*, Vol.19, No.2, 99-105.
  - 19) 石川典夫 (2015) 測色の基礎と実際 日本画像学会誌 44, 6, 489-498
  - 20) 古谷野亘, 測定値の水準による分析方法の制約, 「保健・医療・看護調査ハンドブック」, 東京大学医学部保健社会学教室編, (東京大学出版会, 東京), p. 56 (1998).
  - 21) 坂本恵, 荒川義人, 三好孝二, 金澤康子, 森谷潔 (2012), 北海道産ハスカップ茶の創製と官能評価. 日本食品科学工学会誌, Vol.59, 9, 456-464.
  - 22) 数野千恵子, 渡辺絵里香, 藤田綾子, 増尾侑子 (2006). ゼリーの色が味覚の判別に与える影響. 実践女子大学生活科学紀要. 43, 1-7.