

着色飲料の輝度変化が味覚強度の評価に及ぼす効果¹

立教大学大学院文学研究科 金井 心 立教大学文学部 長田佳久

The effect on strength of taste of changes in luminance of colored water solutions
Kokoro Kanai (Graduate School of Arts, Rikkyo University), and
Yoshihisa Osada (College of Arts, Rikkyo University)

One way we judge our environment is through color. The ability to judge by color plays a key role in relation to our response to food. Maga (1974) suggested that colored (red, yellow and green) water solutions clearly influenced perception of sweetness, but had little effect on that of saltiness. We hypothesized that the effect of color can be subdivided into individual factors that influence perception of taste, such as hue and luminance. Specifically we tested whether the luminance of water solutions affects taste sensitivity. In this experiment, the luminance and density of a sucrose solution and of a sodium chloride solute solution were gradually manipulated. 10 untrained students evaluated the strength of sweetness or saltiness of the solutions using a visual analog scale. Luminance had a significant effect ($p < .05$) in perception of saltiness, but only at a particular density condition, at particular density conditions. These results suggest that luminance of solutions easily affects perception of saltiness, and that hue affects perception of sweetness. Therefore, we presume that Maga (1974) only examined the effect on taste sensitivity of color.

Key words : taste, luminance, evaluation, visual analog scale

我々が食事をする際に知覚する「味」は、味蕾のみによって生じる訳ではない。日常生活における食品の味とは、化学物質が味蕾の味細胞を刺激した結果感じる、心理学や生理学における「味覚」とは異なる部分を含んでいる。つまり「味」とは、味覚以外のモダリティに影響を受け、変化して知覚される部分を含んでいるのである。現在「味」は、嗅覚や聴覚（咀嚼音や環境音）、口腔内感覚、視覚、記憶（食物イメージ）、身体の生理状態に影響を受けると考えられている。例えば、味覚と嗅覚・口腔内感覚を統合した「風味知覚」研究において、風味知覚が脳の情報処理過程の中核レベルで生じる高次な認知活動である（坂井・ベル, 2005）ということが示唆されており、「味」と

「味覚」の違いを示していると思われる。

味覚以外のモダリティ中でも、特にヒトは、文化圏に依存せず食物を選択する際に、視覚情報を重要視することが多い（坂井・ベル, 2005）。したがって、食物の見た目は、食物のおいしさにおいて重要な要因となっていると考えられる。

これまで視覚と味に関する心理物理学的研究では、食物の色が味覚閾値や味覚強度評定値に及ぼす影響について検討されてきた。例えばMaga (1974) は、4種の水溶液（ショ糖水溶液、塩化ナトリウム水溶液、クエン酸溶液、カフェイン溶液）を赤、黄、緑に着色し、色が味覚閾値に及ぼす効果を研究した。その結果、(1)塩味溶液に対する色の効果はほぼ見られないこと、(2)甘味溶液は色の効果が見られたことが示唆された。しかし、その後の多くの研究において矛盾した実験結果が報告されており、包括的な理論の構築には至らな

¹ この研究結果の一部は第69回日本心理学会大会発表論文集において発表した。

かった。

これに対してChristensen (1983) は、色と味覚感受性には、色と風味の組み合わせの適切性が大きく影響すると考察した。また坂井・ベル (2005) も、特定の色が特定の味覚強度を増加、あるいは低下させるような一般的な法則は成立せず、赤色によってイチゴを連想すれば甘味が、トマトを連想すれば酸味が増強するとしている。つまり、味の強度はそれまでの食生活での連合学習により特定の色から連想したものによって変化して認知されると考えられる。

しかし、これまでの食品の色が味に及ぼす効果を検討している研究の多くは、非常に多くの変数(色相や輝度など)を集約して「色」としていると考えられる。このため、色という視覚刺激の味への効果に法則性が見出せなかった可能性は否定できない。色に含まれる変数の1つを操作することにより、味の認知に影響を及ぼすのか、あるいは一定の法則が見出せるのか検討する必要があるだろう。

金井・長田 (2005) は、この観点から色の効果の1つとして予測される食品(飲料)の輝度に注目した。刺激には、色から特定の食品を思い浮かべにくく、輝度の効果が明確になりやすいと予測した無彩色(黒色)に着色した2種の水溶液(シヨ糖水溶液と食塩水)を使用した。輝度の変化が各水溶液に対する実験参加者の基本4味の味覚強度に与える効果について検討するために、独立変数として輝度(着色濃度)を操作した。この結果、シヨ糖水溶液の甘味と食塩水の塩味において、有意差は得られなかったが、特定の輝度値内(73~96 cd/m²)で、輝度が実験参加者の味覚強度の評価に影響を及ぼし、水溶液によって輝度の効果が異なる可能性が示唆された。しかしながら、用いられた輝度のある範囲で天井効果を示し、適切ではなく、試行数も少なかったことから研究の妥当性に疑問が残った。このことから本研究では、刺激の輝度値を段階的に操作し、先行研究(金井・長田, 2005)において味への影響があると予測された範囲での輝度が味覚強度の評価に与える効

果を再検討した。

目的

本研究の目的は、1) 飲料の輝度の変化が味覚強度に及ぼす効果を検討すること、2) 輝度の効果は水溶液の味によって異なるか否かを明らかにすることであった。水溶液の輝度値を等間隔に設定し、輝度値の変化によって主観的な味の強度がどのように影響されるかを検討した。

方法

実験参加者 味覚が正常な大学生10名(平均年齢21.1歳、男性3名、女性7名)であった。実験参加者の選定は、実験において濃度条件として用いた味覚強度の刺激を正確に弁別することができた者とした。12人中10人が実験参加者となった。さらに実験に先立ち、喫煙の有無、味に対する偏った嗜好の有無(ある場合にはその味名)、味付けの嗜好(濃い・薄い)、最近の歯科への通院の有無、味覚障害経験の有無、その他食事制限の必要な疾病の有無などの質問を行って、味覚実験に妨害的な要因がない実験参加者であることを確認した。いずれの実験参加者も長期の味覚溶液の弁別訓練を行ったことのない者であった。

装置 刺激の温度(25℃)を一定に保つため恒温器(アズワン株式会社THERMAL ROBO TR-1A)を用い、輝度の測定にはTOPCON色彩輝度計BM-7を使用した。実験は、高さ45cmの白色パネルのついたブース型の白い机で行われた。

刺激 味覚刺激としてシヨ糖水溶液と食塩水(2.5ml)を用いた。各刺激の輝度を操作するため黒色の食用合成着色料(キリヤ科学 食品添加物 着色料製剤黒色A)を用いた。着色料の成分は、食用赤色2号:23.0%、食用黄色4号:17.0%、食用黄色5号:9.0%、食用青色2号:51.0%であった。実験条件は、味(2)×濃度(3)×輝度(4)=24条件であった。各水溶液に対して、味覚刺激の濃度条件を3ステップとした。3濃度条件は、味覚刺激間で心理的強度が同等で、等間隔となる2ステップ(gust単位(Beebe-Center, 1949))

の心理的強度において1, 1.8)と、溶媒のみの1ステップであった(シヨ糖水溶液=0, 1, 1.62 %w/v, 食塩水=0, 0.3, 0.46 %w/v)。この溶媒のみの1ステップを統制条件とした。これら3ステップを、濃度が低い順に、濃度低条件、濃度中条件、濃度高条件とした。したがって統制条件の場合、呈味の異なる刺激間で実験参加者の知覚する心理的強度に違いはなかった。さらに各濃度の水溶液に対して、水溶液の輝度条件を4条件とし、食用合成着色料(黒色)の濃度を操作した。無着色(透明)であった統制条件以外の輝度は等間隔に設定した(Figure 1参照)。各輝度条件は、73, 96, 118, 285 cd/m²であった。これらの輝度は、金井・長田(2005)において味への影響があると予測された輝度値範囲を考慮して決定した。上記の輝度条件を輝度の低い順に、輝度低条件、輝度中条件、輝度高条件、輝度統制条件とした。

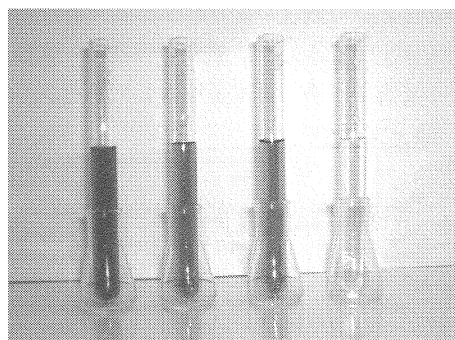


Figure 1 実験に用いた刺激

手続き 味覚刺激を自らスポイトで口に含み、質問紙上の長さ10cmのビジュアルアナログスケール(Figure 2)上で、刺激の味覚強度についてそれぞれ評価を行うように教示した。ビジュアルアナログスケールは、マグニチュード測定法のように特別なトレーニングを必要とせず、カテゴリー尺度法のように誰でも簡単に評価できること、および得られた結果がマグニチュード・マッチング法と同等の連続性が保証されることなどの利点がある(坂井, 2005)とされている。

今、飲んだ飲料の甘さの程度を、線分上で適当と思われる位置に線を入れてください。正解ありませんので感じたままにお答えください。

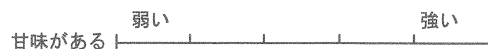


Figure 2 ビジュアルアナログスケールの例

評価対象は、シヨ糖水溶液が甘味の強度、食塩水が塩味の強度であった。このとき実験者は刺激と同じ輝度のサンプル(15ml)を試験管に入れて提示し、サンプルを見ながら評価をするように教示した。1人当たりの試行数は、味(2)×濃度(3)×輝度(4)×繰り返し(5)=120試行であった。

各セッションの導入において、味覚強度評価の妥当性を保持するため、無着色の水溶液を口に含み評価基準の確認を求めた。この水溶液は、無着色の溶媒(つまり濃度低条件)と、gust単位の心理的強度が3.6の濃度の水溶液(実験中に用いられた濃度高条件よりもgust単位が1段階高い濃度)であった。それぞれラインスケール上で最も低い強度(左端点)と、最も強い強度(右端点)として評価するように教示した。実験は全口腔法を用い、ランダムな順序で刺激を提示した。味の順応を防ぐために、試行間では水で口を十分にゆすがせた。セッション間は10分の休憩を取った。各実験参加者はあらかじめ12試行の練習試行を行った。実験は2日間に亘って行い、実験参加者は1日の実験で1種類の味条件だけを体験した。実験で用いられた水溶液(シヨ糖水溶液、食塩水)の順番は各個人でランダムであった。実験後、実験中に刺激から連想したものの有無とその内容についての内省報告を求めた。

結果

シヨ糖水溶液の甘味、食塩水の塩味における実験参加者の主観的な味覚強度について、各水溶液の評価平均値を算出した。このとき、ラインスケール上の左端点から評価点までの距離を1mm=強度1として算出した。

(1) ショ糖水溶液の甘味

実験参加者全員の評価平均値 Figure 3にショ糖水溶液の輝度および濃度の変化による実験参加者全員の評価平均値を示す。縦軸は評価値、横軸は対数表示による刺激の輝度値を示している。

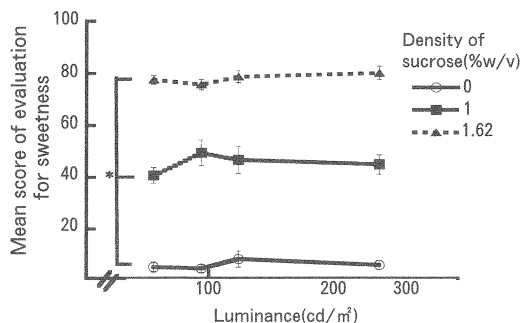


Figure 3 ショ糖水溶液における評価値

濃度 (3) × 輝度 (4) の分散分析を行った結果、濃度の主効果のみが認められた ($F(6,54) = 278.37, p < .05$)。さらに下位検定の結果、濃度低条件、中条件、高条件間に有意な差が見られた ($p < .05$)。

個人ごとの評価傾向 研究の信頼性を示すため、参考として代表的な評価傾向を下記に示す。実験参加者各個人の傾向は、10人中9人がFigure 3のような全体傾向と同様の傾向を示した。Figure 4は、同傾向を示した実験参加者Aの味覚溶液の輝度および濃度の変化による評価平均値を示している。縦軸は評価値、横軸は対数表示による刺激の輝度値である。

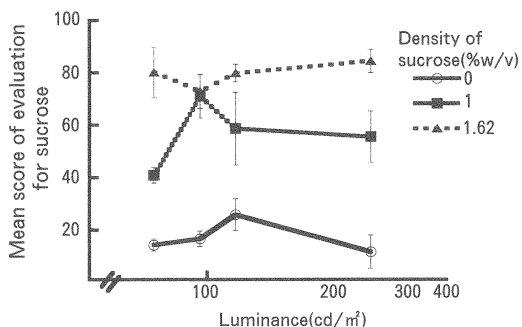


Figure 4 subject Aのショ糖水溶液における評価値

しかしながら、実験参加者B (Figure 5参照)のように、特定の輝度および濃度において平均値が変化する者もいた。縦軸は評価値、横軸は対数表示による刺激の輝度値を示している。

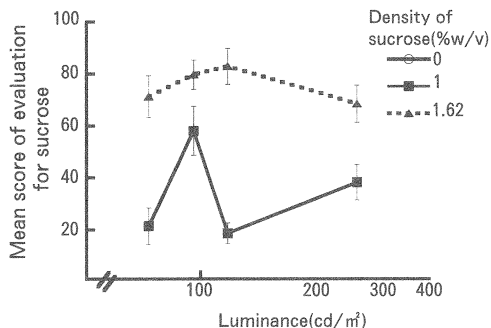


Figure 5 subject Bのショ糖水溶液における評価値

(2) 食塩水の塩味

実験参加者全員の評価平均値 Figure 6に食塩水の輝度および濃度の変化による実験参加者全員の評価平均値を示した。縦軸は評価値、横軸は対数表示による刺激の輝度値を表している。

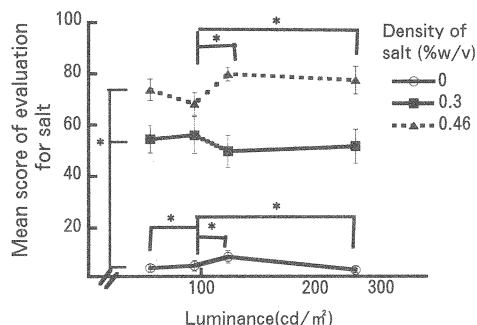


Figure 6 食塩水における評価値

実験参加者全員の評価平均値において濃度 (3) × 輝度 (4) の分散分析の結果、濃度の主効果 ($F(2,18) = 132.48, p < .05$) と交互作用 ($F(6,54) = 3.14, p < .05$) が見られた。さらに濃度条件ごとの1要因の分散分析を行ったところ、濃度低条件において、輝度低条件と輝度中条件、輝度中条件と輝度高条件、輝度高条件と輝度統制条件で有意差が認められた。また濃度高条件において、輝

度中条件と輝度高条件，輝度中条件と輝度統制条件で有意な差が見られた。

個人ごとの評価傾向 実験参加者各個人の傾向は，10人中6人がFigure 6のような全体傾向と同様の傾向を示した。例えばFigure 7は，同傾向を示した実験参加者Cのシヨ糖水溶液の輝度および濃度の変化による評価平均値を示している。縦軸は評価値，横軸は対数表示による刺激の輝度値を表している。

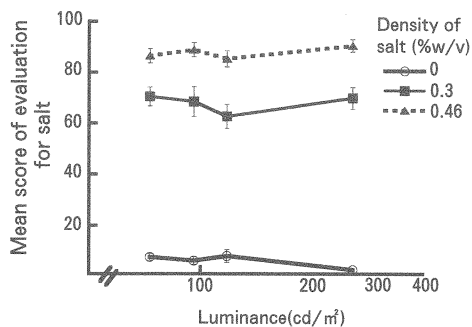


Figure 7 subject Cの食塩水における評価値

この傾向と異なる評価傾向は，食塩水の評価において2パターン見られた。

第1パターンは，シヨ糖水溶液の場合と同様，実験参加者D (Figure 8参照) のように，特定の輝度および濃度において平均値が変化するパターンであった。縦軸は評価値，横軸は対数表示による刺激の輝度値を示している。

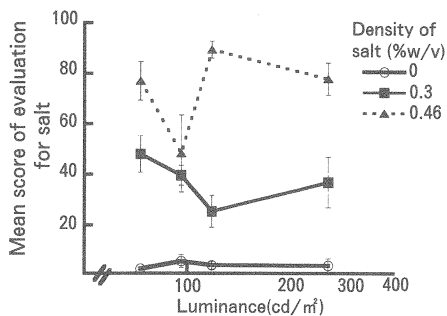


Figure 8 subject Dの食塩水における評価値

第2パターンは濃度低条件と濃度中条件，あるいは濃度中条件と高条件の評価値が，輝度中条件か輝度高条件で逆転するパターンであった。Figure 9は，第2パターンの評価傾向を示した実験参加者Eにおける食塩水の輝度および濃度の変化による評価平均値を示している。縦軸は評価値，横軸は対数表示による刺激の輝度値を示している。それぞれ第1パターンは1名，第2パターンは3名であった。

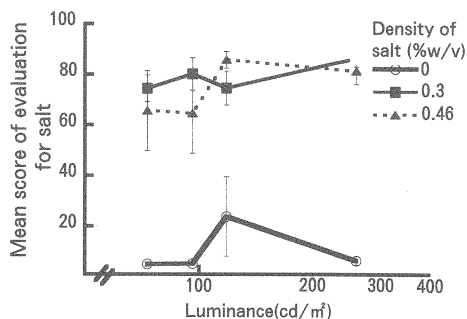


Figure 9 subject Eの食塩水における評価値

(3) 内省による分析

実験参加者の内省から，実験中に刺激から連想したものの有無と内容を分類した。その結果，「海」が4名，「墨汁」が1名，「特になし」が5名であった。

考察

本研究の目的は，飲料の輝度の変化が味覚強度に及ぼす効果を検討し，その輝度の効果が水溶液の味によって異なるのかを検証することであった。

本実験の結果，シヨ糖水溶液および食塩水の評価傾向の比較から，特定の輝度が食塩水の濃度高条件において味覚強度の評価に影響を及ぼすことが示唆された。これは，輝度は特定の濃度に限定されるが，食塩水においてのみ，味の知覚を変化させる効果があることを示している。

先行研究として前述したMaga (1974) は，塩味溶液に対する色の効果はほぼ見られず，甘味溶液は色の効果が見られるとしていた。しかし本研究の結果から，色の効果の1つと考えられる輝度

を操作した場合、塩味溶液においても効果があることが示唆された。つまり本研究とMaga (1974)の研究結果の比較から、甘味溶液は色相の効果を、塩味溶液は輝度の効果を受けやすいということが推測される。したがってMaga (1974)の示した色の効果とは、色相にのみに注目した効果であり、刺激の輝度の統制が不十分であったと考えられる。故に、これまで色の効果がないとされた味溶液であっても、輝度を統制することにより味覚強度に変化が生じる可能性があると思われる。刺激として使用する味覚溶液によって色の効果として影響を及ぼす要因が異なると考えられ、今後の研究は色相だけでなく輝度を操作する必要があるだろう。

自省報告の分析から刺激として用いた黒色の水溶液によって海を連想したと回答した実験参加者が複数見られた。海は海水という塩味を連想させるものである。これが刺激としては同じである溶媒のみを用いているにもかかわらず、ショ糖水溶液と食塩水の濃度低条件間で評価傾向に差が生じた原因ではないかと推測された。したがって、特定の食品に対する記憶（食物イメージ）が味の知覚に影響を及ぼした可能性があったと考えられるが、この要因を統制することは困難であった。しかし、海を連想した実験参加者と連想しなかった実験参加者間で評価傾向に顕著な差は見られなかったことから、必ずしも色によって連想された記憶のみが味覚強度に影響を及ぼしたとは言い難いと考えられる。

本研究では無彩色の刺激を用いて輝度の効果を示したが、今後の研究では有彩色の刺激を用いて、本実験との効果を比較する必要があるだろう。さ

らに甘味、塩味以外の基本5味の味覚溶液において輝度の効果を比較することも重要であると思われる。

また色の効果の1つとして輝度を用いたが、透過率や透明度といった指標を用いることも可能となろう。

本研究は、文部科学省オープン・リサーチ・センター整備事業（平成17年度～平成21年度）による私学助成を得て行われた。

引用文献

- Beebe-Center, J.G. (1949). Standards for use of the gust scale. *The Journal of Psychology*, **28**, 411-419.
- 金井心・長田佳久 (2005). 着色飲料の輝度変化が味覚強度の評価に及ぼす影響 第69回日本心理学会大会発表論文集, 560.
(Kanai,K., & Osada,Y.)
- Maga, J.A. (1974). Chemical Senses and Flavor. *Influence of color on taste Theresholds*, **1**, 115-119.
- 坂井信之 (2005). 日常生活に関連した味覚研究 *FFI* ジャーナル, **210** (9), 825-833.
- (Sakai, N. (2005). Flavor Perception in Everyday Lives. *Foods & Food Ingredients of Journal of Japan*, **210**, (9), 825-833.)
- 坂井信之・ベル G. A. (2005). 見ることと味わうこと *FFI* ジャーナル, **210** (1), 65-74.
- (Sakai, N., & Bell, G. A. (2005). Seeing is Tasting? *Foods & Food Ingredients of Journal of Japan*, **210** (1), 65-74.)