

## 特集 感覚をつなぐ色の可能性

### 食べ物の味と見た目の相互作用について

#### Interaction between colors of foods/beverages and flavor perception

坂井 信之 Nobuyuki Sakai

神戸松蔭女子学院大学

Kobe Shoin Women's University.

#### 1. はじめに

まずは図1をみていただきたい。この図は著作権フリーの明太子の写真の色を変換したものである。この写真を見て多くの方が食欲を無くされたと思うが、このように、食べ物の見た目、特に食べ物の色は、食べ物の認知に大きな影響を与えている。本稿では、食べ物の色が、食べ物の味にどのような影響を与えるかということについて、日常生活上での現象とその背後にある心理学・生物学的な基盤について解説したい。



図1 超ネタ27新鮮食材より、27PHAN33.jpg(グラバックジャパン株式会社)の色を変換したもの。

#### 2. 食べ物の味

最初に本稿で扱う言葉を定義しておきたい。本稿では味覚と味という表現を区別して用いる。前者の味覚は、口腔内に分布する味蕾という感覚器官によって水溶性の化学物質が受容されたときに生じる感覚を指している。例えば、チョコレートを口に含んだときに感じられる甘さや苦さのことである。この味覚という言葉にはチョコレートの香りや舌触り(なめらかさ)は含まれない。あえて例えたとするならば、グラインダー

で細かく挽いたチョコレートの粉を水に溶かしろ過したものを鼻をつまみながら口に入れたときに感じられる味となるだろうか。このような学術用語としての味覚には、現時点で甘味、うま味、塩味、酸味、苦味の五基本味のみが存在するとされている。つまり、この五基本味を様々な割合で混合することによって、この世に存在するすべての味覚を再現できるというわけである。

一方、味という表現には、上述の味覚だけでなく、嗅覚(食べ物の香り)や口腔内体性感覚(舌触りや口当たり、辛味、冷感など)が含まれ、食べ物を食べたときに感じられる感覚の総称という意味がある。我々が日常生活で使っている「味覚」という表現は、本稿では味という表現に相当することを予め念頭に置いておいていただきたい。

本稿では最初に食べ物の色が味覚に与える影響を調べた研究をまとめる。味覚というのは前述の五基本味を意味するため、実験で用いられる刺激は主に単純な基本味の水溶液である場合がほとんどになる。次に食べ物(や飲料)の色が味に与える影響、最後に食べ物の見た目(やパッケージ)が味に与える影響についてそれぞれまとめることにする。

#### 3. 味覚に対する色の影響

Maga(1974)は、4種類の味質(うま味以外の基本味)の閾値に対する色(赤色、黄色、緑色の3色)の効果を調べた。ショ糖溶液、食塩溶液、クエン酸溶液、カフェイン溶液それぞれに対する検知閾値のほとんどは色づけされることによって、閾値が上昇(感受性が低下)した。その他の類似の研究については総説論文(Delwiche, 2004)を参照されたい。

さらに、様々な味溶液(五基本味)に食品色素を用い

て着色(赤、黄、緑、橙、茶、桃)した刺激の味の質を同定させた実験では、甘味の正答率が一番高かったのは赤色、塩味は黄色、酸味と苦味は桃色、うま味は緑色にそれぞれ着色したときであった。また、赤色や黄色、桃色に着色されたただの水の味を判断する場合、実際は味がしないにも拘らず、その味を甘味と判断した人が多かった。一方、緑色や橙色、茶色に着色された水の味は苦味と判断される傾向にあった(片山・田島, 2003)。

一方で、五基本味に対してそれぞれの味をイメージさせる色をアンケート調査により調べた研究(奥田ら, 2002)では、甘味をイメージさせる色はピンク色と赤色、塩味をイメージさせる色は青色と無彩色、酸味をイメージさせる色は黄色、苦味をイメージさせる色は茶色と緑色、うま味をイメージさせる色はオレンジ色と茶色であることが報告されている。これらの結果を上述の着色水溶液の味推定の結果と合わせて考えると、色と味覚の関係性に日常の摂食経験が深く関わっていることが示唆される。日常経験ではコーヒーの茶色と苦味、熟した果物(例えばイチゴやモモなど)の赤色や桃色と甘味、生野菜の苦味と緑色などの対提示をよく経験する。そのため、これらの色と味の連合が脳内に形成され、その記憶が色をみた時点で直ちに想起され、味への期待を形成するのである。

その他閾値上の濃度の味溶液(つまり、しっかりと味がわかるほど濃い溶液)に着色し、感じられる味覚の強度を評定させた実験も多くおこなわれている。ただし、その多くでは刺激溶液にフレーバーも混入されており、味覚というよりは味を評定させている実験であるため、ここでは触れない(本稿4. 風味に対する色の影響で紹介する)。数少ない研究では、甘味に対する着色の効果調べているものもあるが、その他の基本味については報告されていない。おそらく健康上の理由(特に糖尿病や肥満)から、甘味(や炭水化物)の摂取制限を余儀なくされている人が多いため、砂糖の摂取を抑えながらも、味やおいしさは元のままという食品の開発が急務だからであろう。これらの研究によると、甘味溶液に対する着色の効果はあり、着色が濃くなればなるほど、感じられる甘さは増大するという効果があると考えられる(Clydesdale, 1993)。このことも、普段の経験から、見た目の色が濃いものにはたくさんの成分が解けており、味も濃いはずだという期待が形成されると考えると理解しやすい。

ところが、この考え方に対する反論も提唱されてい

る。味覚の感度を測るために使われる方法として、上に挙げたもの以外に一对比較法という方法がある。例えば、微妙に異なる濃度の甘味溶液を二つ提示し、どちらがより強い甘味を感じさせるかということ进行调查するものである。HoeggとAlba(2007)はオレンジジュースを着色し濃い黄色にしたものと、着色しないもののいずれがより甘く感じるかということを一对比較法により研究し、着色したものの方がより強く感じられると報告している。なお、この着色の効果は、生産地やブランド、価格などの情報の効果よりも極めて強く、再現性も高かった。また、Strugnell(1997)は、実験参加者に甘味の強度を弁別させる実験をおこなっている。無着色のショ糖溶液の弁別を課した場合、実験参加者は非常に簡単に弁別できた。ところが、ショ糖溶液が赤色に着色されると、その強度の区別はできなくなった。つまり、5%のショ糖溶液と0.5%のショ糖溶液の濃度の区別さえできなくなってしまった。さらに、ショ糖溶液の濃度を一定にして、色の違う(無着色、青色、緑色、赤色、黄色)ショ糖溶液の甘さの弁別をさせると、無着色や赤色に着色された溶液は、他の色に比べてより甘く評定され、青色に着色されるとより甘さが弱く評定される傾向にあることもわかった。Strugnell(1997)はこれらの結果から、味溶液が着色されると、甘さの情報処理が混乱し、甘さを通常のように処理できなくなってしまう、すなわち、学習性・認知性の現象ではなく、生得的な感覚間相互作用が存在するのではないかと考えている。赤色あるいは濃い黄色といえ、熟した果物がそのような色をしていることが多いので、この関係が生得的であると言われれば納得できる方も多いだろう。しかしながら、ショ糖溶液が赤色に着色されても、甘味受容には関係ないことを示す論文も多くある(Delwiche, 2004を参照)ため、このような色と味覚の相互作用が生得的であると断言するのは難しい。

さらに、ヒトを対象とした風味知覚連合の研究(Baeyensら, 1990)も、色と味覚の連合という考え方に矛盾する結果を提示している。濃い黄色、薄い黄色、桃色、橙色の4色のいずれか一色を甘味溶液と対提示し、別の一色を苦味溶液と対提示する。この対提示を12回繰り返した後、それぞれの色に着色された水を提示し、その好みを評定させた。もし、色と味覚の連合が成立するのならば、甘味と連合された色に着色された水に対する好みは上昇し、苦味と連合された色の水に対する好みは低下するはずである。実験結

果はそうはならなかった。それぞれの色に着色された水に対する好みは対提示前と変わらなかった。同じ対提示の条件で、色の代わりにフレーバーを使うと、フレーバーに対する好みの上昇(あるいは低下)が生じるため、12回の対提示で味覚と風味の連合の獲得が確認できる。つまり、風味と味覚の対提示は獲得されやすいが、色と味覚の対提示は獲得されにくく、日常の食経験で無意識のうちに食品の色と味の対提示を受けていても、その連合は生じにくいと考えられる。

これまでの話をまとめると、色の感覚は味覚に影響を与える可能性はあるが、それが学習性のもか生得的なものかは不明だと言っても良いだろう。味覚と嗅覚の連合・共感覚に関する知見は、心理物理学や認知神経科学の分野の知見が多く蓄積され、ようやくその仕組みが理解できるようになってきている(坂井, 2009)。このような学際的な研究が視覚(色覚)と味覚の関係性についてもおこなわれるようになれば、その仕組みがわかってくるようになるだろう。

#### 4. 風味に対する色の影響

色が風味知覚に影響を与えることを報告した研究で、最も有名なものはMorrotら(2001)によるものであろう。この研究では、Bordeaux大学のワイン醸造学専攻の学部生に対して、Bordeaux産の白ワイン(セミヨンとソービニヨンのブレンド、以下W)と、そのワインをアントシアニンで赤色に着色したもの(以下RW)とを飲み比べさせ、それぞれのワインについて当てはまる表現語を選ばせた。表現語については予めワインの専門家たちによって記述されたワインの味からコーパス分析をおこない、リストを作成しておいた。その結果、実験に参加した学生は、白ワイン(上述のW)と赤ワイン(カベルネ・ソービニヨンとメルローのブレンド、以下R)の区別はきちんとできたが、RWについて選んだ単語の多くは赤ワインに対する記述語であり、白ワインに着色しただけのRWの味を赤ワインと誤って識別していることが明らかとなった(図2を参照)。もちろん、この研究で用いられたアントシアニンの量では、味に変化がないことは確認済みであった。

我々の研究室でも同じような風味に対する色の効果を確認することができた。実験参加者に、市販の蜜にストロベリーとメロンのフレーバーを添加したものを味見させ、その味は何であるか自由に回答してもらった。その結果、無着色の場合は、メロン、イチゴ、スイカ、バナナなどの回答を得た(図3A)。続いて、同

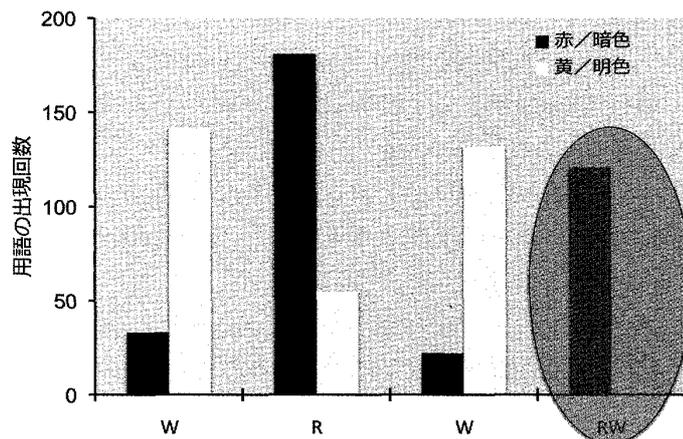


図2 Morrotら(2004)の研究結果の一部を元に作成したグラフ。○で囲んだ部分は、赤色に着色された白ワインに対する記述結果を示しているが、このパターンが白ワインではなく、赤ワインに対する記述結果に類似していることに注目していただきたい。

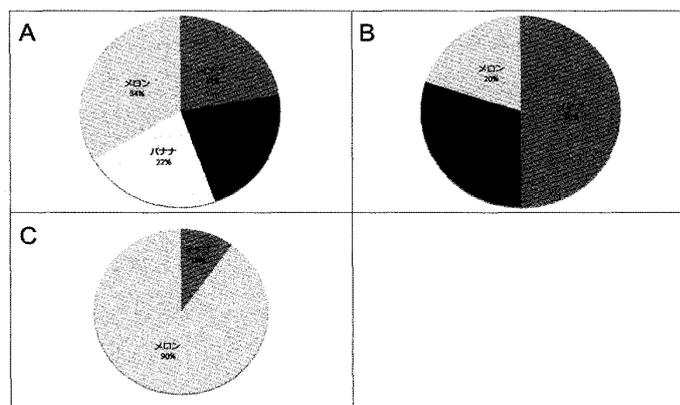


図3 メロンとイチゴの香料をそれぞれ同じ量混合されたシロップに対する味の同定結果。Aは無着色のシロップに対する結果、Bは赤色に着色されたシロップに対する結果、Cは緑色に着色されたシロップに対する結果をそれぞれ示している。

じ風味の蜜に赤色で着色したものを提示すると、回答の半分をイチゴが占めた(図3B)。一方、緑色で着色した場合、回答のほとんどはメロンであった(図3C)。味見をする前に溶液をみて味の推定をおこなわせると、赤色に着色した場合はイチゴという回答、緑色に着色した場合はメロンという回答が多かったため、色によって味を類推し、その類推が実際の味見における味の同定(検出)に影響を与えたと考察される。

このような色による風味知覚の歪みについて、Blackwell(1995)はストループ効果を用いて説明している。我々が食物を見たときに生じる食物の見た目や色彩などの感覚によって、香りや風味、口当たりなどに対する期待が生じ、その期待がトップダウン的に風味知覚に影響を及ぼすというものである。このよ

うな考え方はわざわざストループ効果という概念を持ち出さなくとも、連合という概念でも説明できる。もともと嗅覚はその様々な特徴から、視覚の情報処理とは異なる方法でコーディングされると考えられていた。Stevensonらのグループは多くの連合の実験をおこない、嗅覚は記憶を基礎とした知覚経験ともいべき情報処理を伴う感覚であることを論じている (Stevenson and Boakes, 2003; 詳しい議論は坂井, 2010を参照)。つまり、食物の色彩や形の情報は、我々の食経験に従って嗅覚と連合され、その記憶が脳内に形成される。次にその食物をみたときに、その色彩や形によって、見た目と連合されたにの記憶が、嗅覚の情報処理にトップダウン的に影響を与える。このように考えると、ストループ効果のような認知的な情報処理 (言語やパターン分析など) を必要としないため、より堅固な再現性の高い現象となることが期待される。今後、高度な認知機能を妨害するような課題を課したときも、食物の色彩が風味知覚に影響を与えることが確認できれば、この仮説は支持されるであろう。

## 5. 食物の受容に対する食物の見た目の影響

このトピックスについての詳細は別の総説等 (Hutchings, 2003; 坂井・ベル, 2005; Sakai, 2009) を参考にさせていただくことにして、本稿では我々の研究室でおこなった研究を3つ紹介したい。最初の2つの研究は、特殊なゴーグル (メガネ型モニタ) を用いたもので、実際に食べているものとは異なるイメージを見ながら食べ物を摂取したときの知覚の変容に関するものである。最後の一つは飲み物をいれる容器の色を変えると風味は違うように感じられるかということを心理物理学的に調べたものである。

マグロの生臭さの受容に関する研究 (三宅他, 2009) では、実験参加者に4色 (赤、青、黄、白) のにぎり寿司の写真を見せながら、マグロのにぎり寿司を試食させ、その生臭さとおいしさについて評定させた。その結果、赤色の寿司の写真を見ながら試食すると、白や黄の写真を見ながら試食したときに比べて、有意に生臭さが強く評定されることがわかった。おいしさ評定値においては、青い寿司の写真を見ながら試食したときには、白や黄の写真を見ながら試食したときに比べて、有意においしさが低いこともわかった。さらに、おいしさ評定値において、もともとマグロの寿司が好きな人は赤色の寿司の写真を見ながら評価したときは「おいしい」と感じるのに対して、もともと

嫌いだった人は赤色の写真を見ながら評価すると「おいしくない」と感じることもわかった。同じ寿司を食べているのに、見ている寿司の写真の色の違いだけでこのような変化が生じたということは、我々ヒトが味覚や嗅覚などに頼って味を評価しているのではなく、視覚 (色覚) も含めて味を評価していることを強く示唆するものである。

また、単純な色の効果ではないが、市販の有名なチョコレートを使用した研究 (坂井・山崎, 2009) では、誰でも知っている赤いパッケージの甘味を強調したチョコレートのパッケージを見ながら、苦さも甘さも中間の茶色のパッケージのチョコレートを食べた実験参加者の甘味および苦味評定値と、黒色で苦味を強調したチョコレートのパッケージを見ながら同じ茶色のチョコレートを摂取したときの評定値を比較した。その結果、同じチョコレートを食べているにも拘らず、赤いパッケージを見ながら食べたときの方が、有意に甘さが強く、苦さは弱く感じられることがわかった。この実験の結果から、視覚刺激の味に対する効果は生得的なものというよりは、日常の食経験により形成された記憶に基づく可能性が高いことが示唆された。

最後に、同じ飲料 (市販のカルピスウォーターにシヨ糖やクエン酸を添加したもの) を4色のカップにわけて飲んだときの味の評価に関する研究では、カップの色の主効果はおいしさや甘さ、味の強さの各評定値においては有意ではなかった (いずれも  $F(1,92) < 1.35, p > 0.26$ ) が、酸っぱさおよび冷たさの評定値において有意であった (それぞれ  $F(1,92) = 2.84, 3.08$ , いずれも  $p < 0.05$ )。下位検定 (TukeyのHSD検定,  $p < 0.05$ ) の結果、黄色のカップで飲んだときの酸っぱさは、ピンクや青色のカップで飲んだときよ

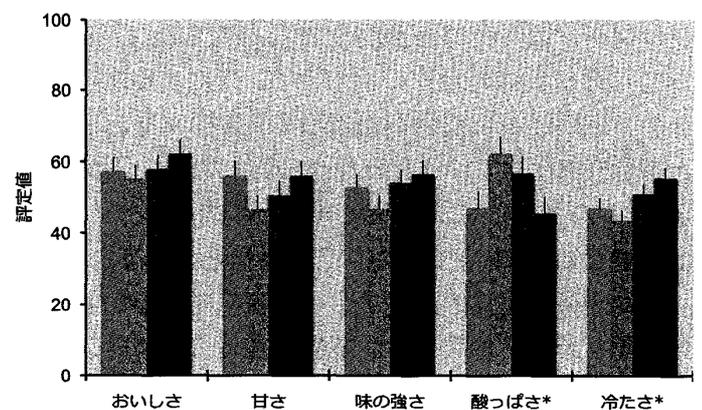


図4 4色のカップに同じ飲料を注いだときの味覚評定値。酸っぱさと冷たさの評定値においては、カップの色の主効果がみられた。

りも酸っぱく感じられる一方、青色のカップで飲んだときの冷たさは、黄色のカップで飲んだときよりも冷たく感じられることがわかった(図4)。

## 6. まとめ

これらの研究結果は、我々ヒトが食物や飲料を味わうときに視覚を活用していることを示唆しているが、この仕組みの詳細についてはまだわからないことが多い。これまでの少ない知見をまとめると、日常生活での食経験を通じて、視覚と嗅覚、嗅覚と味覚の連合が生じ、その連合が視覚や嗅覚によって引き出され、その記憶に基づく味への期待が、実際にそれらを摂取したときに感じられる味に影響を与えていると考えられる。この考え方は生態学的にも妥当である。接触しない限り生じない味覚や触覚の感覚を、接触しなくても生じる嗅覚が代理し、近距離でなければ検知できない嗅覚を遠距離でも検知できる視覚が代理することは、生存する上で有利に働く。そのような特徴を持っている個体がより効果的に子孫を残してきた結果が我々であるので、我々はこのような遺伝的特徴を供えていることも理解しやすい。

これまで食物の見た目については、調理学や色彩学、美学などの観点から「経験的に」語られてきたことが多い。今後、多領域(感覚心理学、調理科学、脳神経科学など)にまたがる学際的な研究により、我々の食物認知の仕組みの解明がさらに進むことを期待したい。

## 引用文献

Baeyens, F., Eelen, P., Van Den Bergh, O. and Crombez, G. (1990). Flavor-flavor and color-flavor conditioning in humans. *Learning and Motivation*, 21, 434-455.

Blackwell, L. (1995). Visual cues and their effects on odour assessment. *Nutrition & Food Science*, 5, 24-28.

Clydesdale, F.M. (1993). Color as a factor in food choice. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33, 83-101.

Delwiche, J. (2004). The impact of perceptual interactions on perceived flavor. *Food Quality and Preference*, 15, 137-146.

Hoegg, J. and Alba, J.W. (2007). Taste perception: More than meets the tongue.

*Journal of Consumer Research*, 33, 490-498.

Hutchings, J.B. (2003). *Expectations and the food industry. The impact of color and appearance*. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York.

片山脩・田島眞(2003). 食品と色, 光琳, p. 28-29.

Maga, J.A. (1974). Influence of color on taste thresholds. *Chemical Senses and Flavor*, 1, 115-119.

三宅裕子・吉松宏苑・坂井信之(2009). マグロの生臭さとおいしさの評定における視覚の影響. 日本味と匂学会誌, 16, 406-406.

Morrot, G., Brochet, F. and Dubourdieu, D. (2001). The color of odors. *Brain and Language*, 79, 309-320.

奥田弘枝・田坂美央・由井明子・川染節江(2002). 食品の色彩と味覚の関係—日本の20代の場合—. 日本調理科学会誌, 35, 2-9.

坂井信之(2009). 食における学習性の共感覚. 日本味と匂学会誌, 16, 171-178.

Sakai, N. (2009). Cognitive and contextual factors affecting olfactory and gustatory perception and palatability of beverages. *ChemoSense*, 11 (3), 1-6.

坂井信之(2010). ニオイの感覚研究の最近の展開—ニオイの感覚は経験・学習に依存する—. におい・かおり環境学会誌, 41, 92-99.

坂井信之・グラハムAベル(2005). 見ることと味わうこと. FFIジャーナル, 210, 65-74.

坂井信之・山崎由貴(2009). チョコレートの味覚評定におけるパッケージの効果. 日本味と匂学会誌, 16, 407-410.

Stevenson, R.J. and Boakes, R.A. (2003). A mnemonic theory of odor perception. *Psychological Review*, 110, 340-364.

Strugnell, C. (1997). Colour and its role in sweetness perception. *Appetite*, 28, 85.

## 謝辞

本論文で触れた実験の遂行にあたって、赤松佑美、荒川なつき(以上色と風味の関係)、山田尚美、井崎友起子(以上カップと風味の関係)(いずれも敬称略)の協力を得た。