

視覚情報による「おいしさ」の研究

大谷貴美子*

Kimiko Ohtani



はじめに

この度、日本調理科学会平成 21 年度大会において、学会賞を戴くという身に余る栄誉に浴せたことは、これまで私の研究を様々な形で支えてくださった恩師を始め多くの先生方の支援があったからと、こころより感謝申し上げます。

受賞対象となった研究を始めたきっかけは、今から約 13 年前に、当時発足したばかりの京都府立大学の食事学研究室に赴任したことに始まります。食事学研究室では、人の食行動の最終段階である食べるという行為に焦点を当て、主として「おいしさ」をキーワードに、様々な視点から食の在り方を研究しています。

ところで、私たちが食べ物を味わう際には、五感を駆使していますが、五感の中でも視覚が果たす役割は特に大きいとされています。食事環境に限定して視覚情報を考えても、食空間のインテリアに始まり、照明やキャンドルなどが生み出す明暗、陰影とゆらぎ、食卓に目を向けるとテーブルクロスの色や食器の色・形、輝き、また一皿の上では、料理の盛り付けに見る造形、色彩調和、料理表面や食材の切断面に見るてり・つや・みずみずしさ感など、実に多様です。喫食者は、まず視覚から入ってくる情報によって、「食いたい・食べたくない」を感覚で捉え、「食べるか・食べないか」の食行動を決定します。つまり、視覚情報は人間の(食)欲に大きな影響を与えます。しかしながら、食におけるこの分野の研究は、格段に遅れているように思われます。その理由のひとつには心理学的な効果を裏付けるような科学的なデータを得ることの難しさにあるといえます。

色についても、一般的に暖色は食欲を増進し、寒色は食欲を減退させると言われていますが、果たしてそのように決めてよいのでしょうか。無彩色の白、黒でも照明や材質によって見え方が異なり、それを専門に研究されている方もあります。まして食の世界は有彩色の世界であり、一皿に盛られる食材も多様です。従って、同じ色であっても使用する物、場所や使用面積、環境温度等によっても与える印象は異なるのではないのでしょうか。そのような疑問が本研究のスタートでした。

私の研究室では、調理科学会誌会に投稿した研究課題¹⁻⁷⁾以外にも、パッケージデザインの色やテーブルクロスの色などが対象者にどのような心理的效果を与えるかなど視覚情報に関わる研究⁸⁻¹⁰⁾を行っています。いずれの研究も遂行するうえでの苦労は多かったはずですが、振り返れば、研究手法を考える面白さや、うまくいって予期せぬ結果に出会ったときの感動など、楽しい思い出ばかりが記憶に残っています。

以下に、若干の苦労話も交えながら受賞の対象となった研究の一端を、紹介させていただきますが、これが若い研究者の方々への、応援メッセージになれば嬉しい限りです。

1) 表面物性(てり・つや)に関する研究^{2,6)}

料理に「てり・つや」をつけるためには、一般的にショ糖やみりん、片栗などのでんぷんなどの糖類が用いられますが、その発現メカニズムについては、詳細には分かっていませんでした。本研究は、みりんを製造している企業からの研究委託というかたちでスタートしました。

本研究を始めるに際し、「てり・つや」といった言葉が、実際に料理ではどのように区別されて使用されているかを調理用語辞典から探ってみました。しかし、調理の分野では、「てり・つや」の言葉の使い方に区別は認められませんでした。「つや」や「光沢」については、蓮沼¹¹⁾は「つや」は「光沢」と同義語に使用されるとし、JIS¹²⁾によると、「光沢」には正反射成分の大小や、反射光の空間分布の尖鋭さなどが関係するとあり、色彩科学ハンドブック¹³⁾では、「光沢感」は、本来の形、色、模様など、像と違う何か異種の明るさがそれをおおい、本来の形を知ることを迷わすものがあるという感覚で、鏡面反射光と拡散反射光の比、拡散反射光の少なさ、表面に映る物体の像の鮮明さ、像の歪み、表面のテクスチャー、きず、表面のごみ、シーン現象などが関与するとありました。一方、江崎¹⁴⁾は拡散反射光が色を生み、正反射光が「つや」を生むとし、高宮ら¹⁵⁾は、食品の「つや」には、両眼対比光沢性のつや、色彩対比光沢性のつやがあり、つや層の厚さから導かれる目の焦点の多様性、色相(食品の地色)とつやなど考えるべき要素が多くあること、また「きらきら」、「ぎらぎら」といった時間的様相を加え動的に考える必要性があることを指摘したうえで、これらを心理的光沢感と呼んでいました。なか

* 京都府立大学人間環境学部
(Kyoto Prefectural University, Graduate School of Life and Environmental Sciences)

か複雑です。しかし、「てり」について言及されたものはありませんでした。そこで、我々は、まず、「てり」と「つや」という言葉のイメージについてSD法を用いて調べてみました。その結果、両者には共通のイメージとして、“濡れた”や“豪華な”などがあるものの、「てり」では“あたたかい”、“重厚な”が、「つや」では“冷たい”、“女性的な”など、イメージに違いがあることが分かりました。しかし、これらはいずれも心理的光沢感であり、これを、科学的に測定することはできません。私たちが、測定できるのは、あくまで光学的に測定できるもののみです。

さて料理に「てり・つや」を付与するために用いるみりんの中の糖の組成が「てり・つや」発現にどのように関係しているのかを研究しようとしたのですが、実際にどのように実験をするのかは非常に難しい問題でした。まず、オリゴ糖は非常に高価ですので、それらをみりんの代わりに使用して調理するわけにはいきません。さらに、常に同じ食材を得ることは不可能です。そのために、測定のためのモデル系を確立する必要性に迫られました。詳細は、論文に譲りますが、試行錯誤の結果、すりガラス板を用いる系を確立することができ、少量のオリゴ糖を用いて、オリゴ糖の構造と光沢度との関係を明らかにすることができました。図1は、焼成モデルでの α -グリコシド結合したgluco-bioseの結果ですが、 α -1-6、 α -1-4結合した2糖（イソマルトース、マルトース）の光沢度が高いことが示され、みりんを製造する過程で、でんぷんから生じるこういったオリゴ糖が光沢発現に寄与していることが示唆されました。また図2は同じく焼成モデルにおけるgluco-oligo-saccharideについて検討した結果ですが、グルコースの数が同じオリゴ糖の場合、 α 結合のほうが β 結合よりも光沢度が高いことが示されました。このモデル系を用いて、濡れによる光沢発現についても検討することができました。

続いて、このモデル系を化工でんぷんにも応用しました⁶⁾。化工澱粉¹⁶⁻²⁰⁾は、でんぷん分子を切断したり、粒構造の破壊または強化、改質などによって、原料でんぷんの特性を助長させ、でんぷんに目的とする特性をもたせたもの

のことです。食の外部化が急激に進行し、外食産業の競争が激化している中、惣菜やお弁当などの売れ行きは、見た目のおいしさに加え、出来立て感、新鮮感に大きく左右されます。そこで、出来立て感やおいしさをアピールするために料理表面の濡れ感、「てり・つや」などを持続させる必要があります。このことが販売戦略の大きなポイントとなっていました。化工でんぷんは「てり・つや」剤として、そういった惣菜や弁当に利用されていたのですが、化学的な処理条件は出来上がった製品の特性を検討しながら経験的に選択されていて、特性発現に関するメカニズムは殆ど解明されていませんでした。本研究も化工でんぷんを作っている企業からの研究依頼がきっかけでした。

研究には処理方法が明らかで、架橋度の異なるタピオカでんぷんを提供して頂き、架橋度の違いが光沢度に与える影響を検討しました。架橋でんぷんの場合は、架橋度が強くなるほどでんぷん粒の膨張が抑制され、最高粘度は低値を示します。また糊化後も粒の破裂が起こらないため、ブレイクダウンも起こらないという特性があります²¹⁻²⁴⁾。

図3は、実験で用いた架橋度の異なるタピオカでんぷん（架橋度：KT1<…<KT5）のRVAの測定結果（濃度8%または10%）ですが、架橋度が上がるほど最高粘度は低下し、最も架橋度が低いKT1以外ではブレイクダウンは起きていません。これらのでんぷんを用いて、「濡れ」による光沢発現を測定した結果が、図4ですが、光沢度は架橋度が高くなるほど低下することが示されました。そこで、加熱糊化後のでんぷん粒の様子を走査型電子顕微鏡にて観

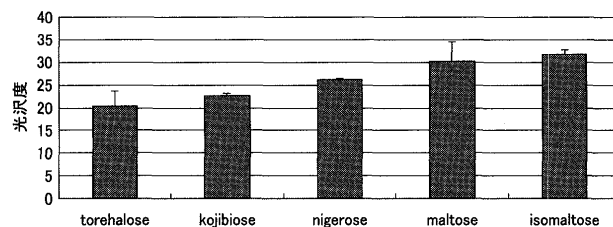


図1. α 結合したグルコビオースの結合様式の違いが光沢度と与える影響

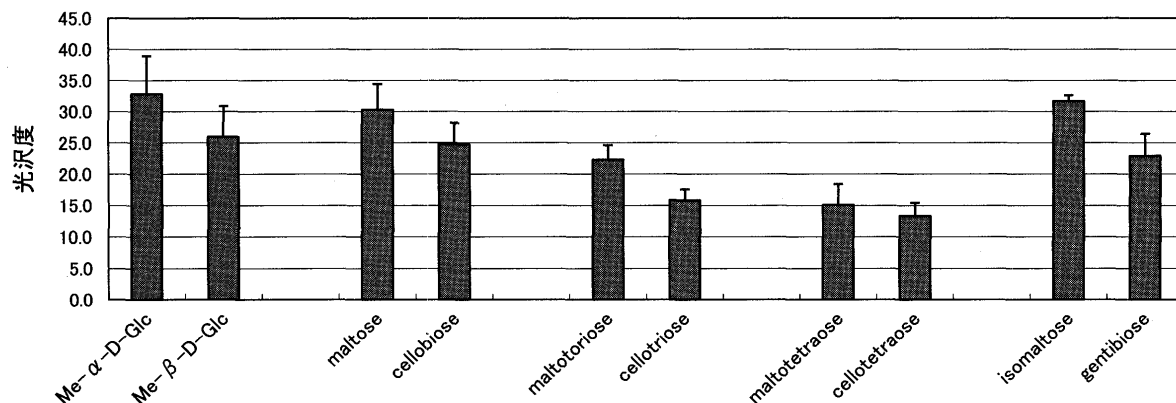


図2. α 結合と β 結合の光沢度の比較

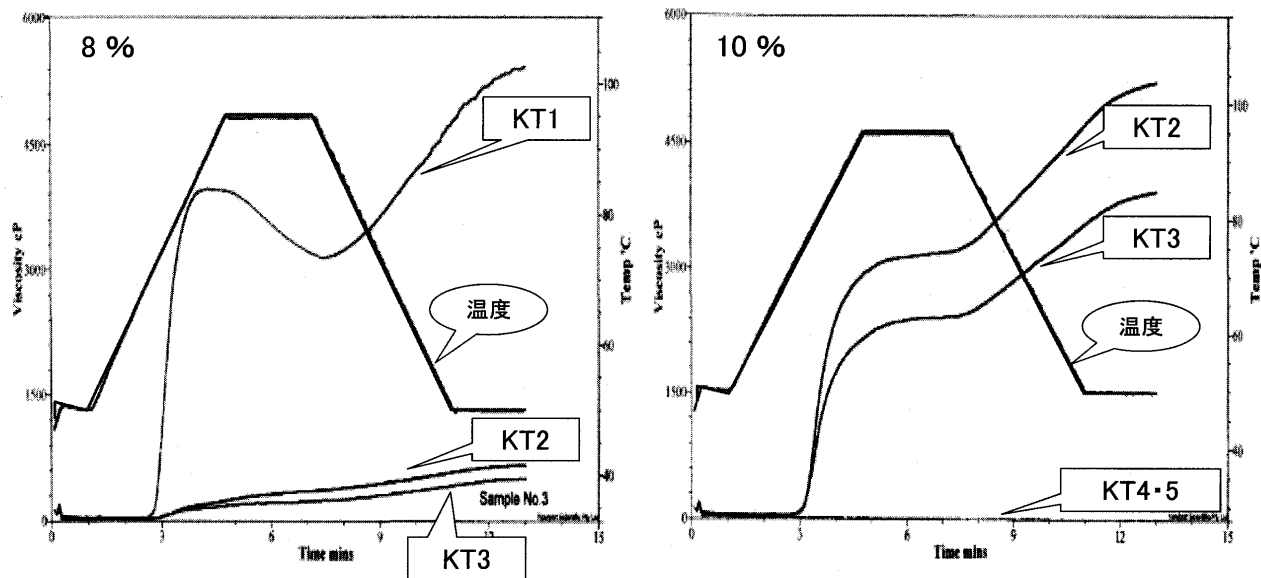


図3. 架橋度の異なるタピオカでんぶんのRVA測定結果

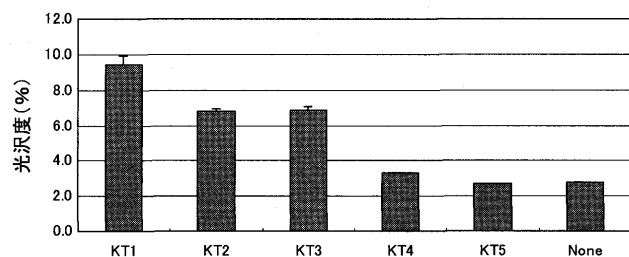


図4. 架橋度の異なるタピオカでんぶんによる光沢発現 (濡れモデル)

察してみました。結果、写真1に示したように光沢度が最も高値を示したKT1は、RVA測定では小さなブレイクダウンが観察されていましたが、でんぶん粒全体が大きく膨潤し、粒形らしき形が崩壊して維持されていました。しかし、全体が網目構造を呈しており、でんぶん内部のアミロースが外部に溶出している可能性が示唆されました。つまり、光沢度発現のためには、加熱により、でんぶん粒が大きく膨潤して高粘性を示すこと、しかし完全に粒は壊れず老化が抑制されていること、また外部に溶出したアミロースなどが光沢発現に関与していることが示唆されました。そこで、アミロースを含まないワキシーコーンでんぶんを用いて同様に検討を行ってみました。その結果、架橋度の違いによる光沢度の違いも、また未処理でんぶんの光沢度とも差は認められず、光沢発現にはアミロースが重要な働きをしていることが確認されました。

2) 色彩調和に関する研究^{1,3)}

ある時、醤油メーカーから、つけ醤油をどのような色の器に入れたらおいしそうに見えるのかを調べてほしいとの依頼がありました。しかし、様々な色や使用されている色

面積の異なる器を多種類調達することは実際上不可能です。そこで、初めてCRT上のカラーパレットを用いることにしました¹⁾。当時はプリンターの性能がそれほど高くなかったことから、CRT上の色がそのままプリントアウトできませんでした。そのため、本研究ではパネラーに直接、コンピューターの画面を見て判断してもらう手法をとりました。そして、この研究が、器と料理との色彩調和を研究する足がかりとなり、次に紹介させていただく椀盛の色彩分析³⁾へと発展していきました。

日本料理は目で食べる料理とも言われますが、なかでも懐石は、特に季節感が重んじられる料理であり、椀盛はそのメインディッシュとして供される料理です。そこで、季節感を演出するプロの感性と盛りつけ技術を、椀盛であればお椀という比較的小さな世界であることから分析しやすいと考え、コンピューターを使って科学的に分析することを思い立ちました。

懐石の料理本17冊から、ほぼ同じ角度で椀の上方より撮影された黒塗りの椀に盛られた椀盛の写真123点をパソコンに取り込み、Adobe photoshop 4.0を用いて必要な部分を切り取り、さらにカラーパレットを用いて、類似色7色(赤(ピンク)、黄、オレンジ、白(肌色)、茶、緑、黒)に色分けをしていきました。そして、修正された画像から、東洋紡のImage Analyzer V20を用いて、色面積を算出しました。

方法を文章にすれば簡単ですが、実際はコンピューターを使用して色面積を算出するところまでの画像処理はなかなか緻密で、根気のいる作業でした。無謀ともいえる私の思いつきに、文句も言わずに黙々と作業を行ってくれた学生に本当に感謝です。当時のデータベースは今も残っていますが、貴重な情報がいっぱい残っており何か有効利用で

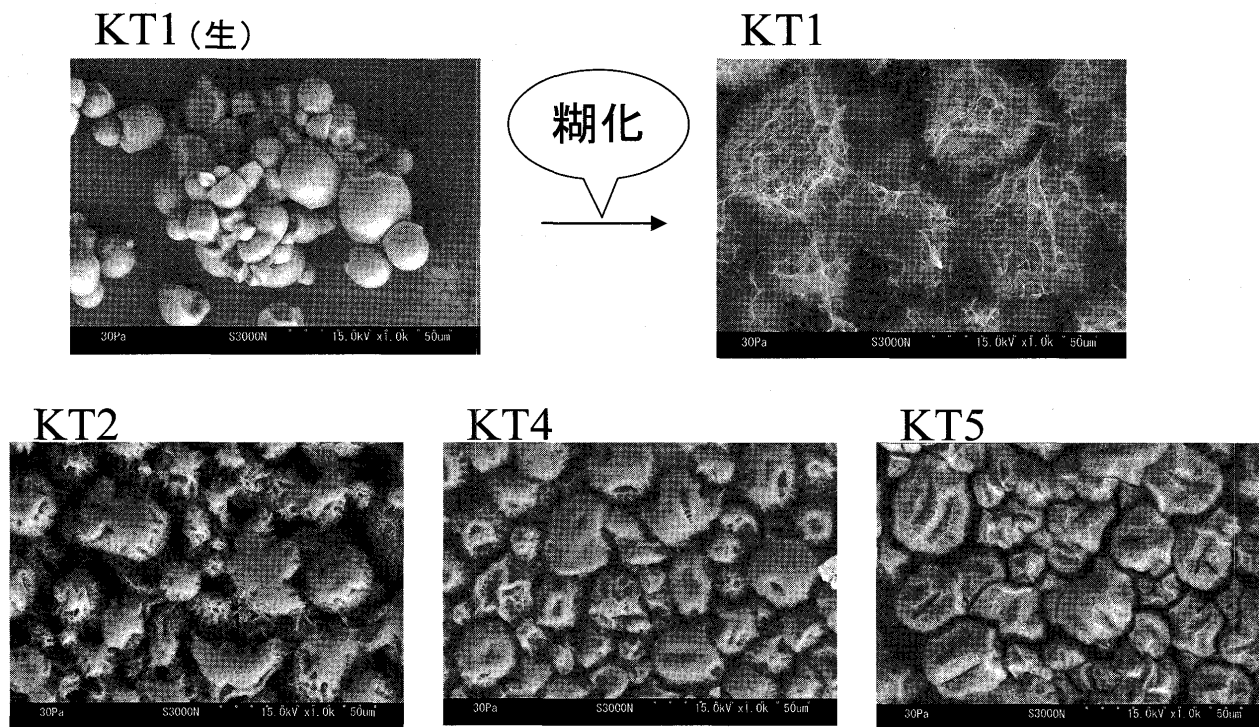


写真 1. 糊化後の架橋タピオカでんぷん

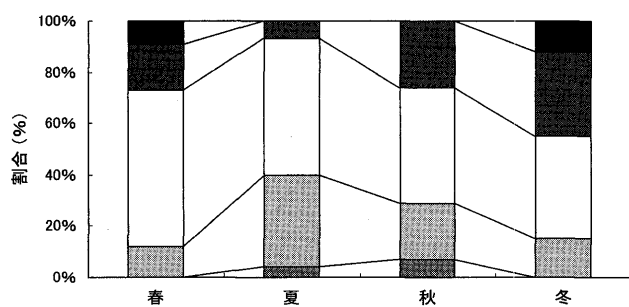


図 5. 季節別の碗盛に使用されている色数

■ 2色 ■ 3色 □ 4色 ■ 5色 ■ 6色

きないかと思っています。

分析の結果、我々の視覚に入ってくる碗の面積（画像として切り取った円の面積）のうち、主たる碗種が碗に占める面積は、20% から 40% で、色で言えば多くは季節の魚などが中心の白・肌色（白に近い）で、黒い碗とは無彩色の調和としてよく合います。またこれらは明度が高い色であることから、その上にどのような色の食材を配しても美しく見えます（単色の調和）。碗妻として使用される季節を代表する緑の食材の占有面積は 6~10% で、吸い口を含む赤、黄色、オレンジ、茶色などの食材の色は 5% 以下と少ないのですが、アクセントカラーとして、華やかさや温かさを演出するために有効に利用されていることが示されました。図 5 には、一碗に使われている色数を示したのですが、夏は色数は少なく、白・肌色の見える割合を大きくして涼しさを演出し、冬は色数を多くして、赤などの暖色系の色を効果的に用いながら暖かさを演出していること

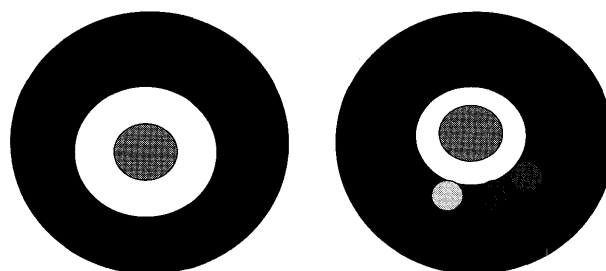


図 6. 夏と冬の碗盛りのパターン図

が示されました。図 6 は色彩分析の結果をもとに、夏の碗盛の盛り付けの特徴をパターン化したものです。

プロの料理人は自らの感性で一碗の世界を作っているわけですが、それを科学的な手法でパターン化できれば、素人でもある程度は、美しい盛り付けができます。この研究をもとに、弁当の色彩分析などさらなる展開を望んでいるのですが、分析のための、あの労苦を考えると、二の足を踏んでいるといったところが正直なところです。

3) ビールのヘッドに関する研究⁴⁾

本研究は、一人の学生がビールのおいしさについて研究をしたいと言い出したことに始まります。しかし、ビールはアルコール飲料の中で最も生産量、消費量の多い飲料である²⁵⁾ことから、すでにビールの成分とおいしさについては数多くの研究が成されており²⁶⁻³⁰⁾、今さら、成分とおいしさについて研究しても無謀としか言いようがありません。ところで、ビールをグラスに注いだ際に形成されるへ

視覚情報による「おいしさ」の研究

ッド (head) と呼ばれるクリーム状の厚い泡は、蓋としての役割を担い、ビール中の炭酸ガスの気化を抑えると同時に、芳醇な香りをビール中に長く保たせ、飲むときには炭酸ガスの刺激を和らげる効果を持っています。さらに白く盛り上がった泡の外観は飲む者に清涼感や爽快感を与えるなど、味覚的にも視覚的にもビールのおいしさに深く関わっています³¹⁻³⁴。そこで、他の人がやっていない研究を行おうということで、ビールを飲む際に使用するビアカップの表面特性がヘッドの形成にどのような影響を与えるのかについて、滋賀県の信楽にある窯業試験場に協力を仰ぎ研究を行うことにしました。

ビールのヘッドは、供給される泡と消失する泡との動的非平衡の中で形成されますが、「核発生の困難」と呼ばれるように、液体に溶け込んでいる気体分子は核となる物質が無いと気泡になることができません³⁵。一般に陶器のカップを用いると泡立ちが良く、生じた泡が細かいとされていますが、様々な陶器のカップを用いて検討してみると、粘土粒子の粗さ、焼き締め温度、釉薬の有無、種類などによってカップの表面特性が大きく異なることから、一概に陶器のカップがよいとは言えないことが判りました。また、ビアカップの好ましい条件の1つとして良く乾いていることが指摘されますが、我々がビールを飲む際には、同じカップを繰り返し使用します。ガラスカップの場合は、濡れ性が高いため、1度濡れると、気泡核となりうる表面に吸着した空気が少なくなるために、泡立ちが悪くなります。グラスでビールを飲んでいると、2杯目以降にビールが黄色い液体になっていることはよく経験することです。

そこで、カップ表面の濡れ性と気泡発生について検討を行いました。ビール中の炭酸ガスが他の炭酸飲料のように一気に気散してしまわないのは、ビールタンパクが他のコロイド成分と共に強力な炭酸ガス保持作用を有していて、

それによりビールの気泡が長時間にわたって徐々に新生されるためとされています³⁶。空気を気泡核とした小さな気泡の場合は、ビールカップ中での上昇速度が遅く、泡膜を構成するタンパク質や糖類、イソフムロンなどが吸着されやすいために安定したヘッドを形成しますが、大型の気泡の場合は一気に浮上する為に薄膜の安定性が乏しくなり、形成されるヘッドの寿命は短くなります。また、不均一な気泡からなるヘッドは、不均化により破壊が促進されます³⁷。濡れ性が大きな（親水性が強い）場合は、カップ表面の気体が液体に置き換わりやすいことから、気泡径が小さくても、カップ表面への付着力が浮力に負け、カップ表面から容易に離脱されますが、濡れ性が小さければ（疎水性が強い）、生成された気泡が浮上するまでに時間がかかり、気泡の発生量が少なくなるとともに、気泡径が大きくなり、薄膜の安定性が低下して、形成されたヘッドの寿命は短くなると考えられます。そこで、ガラスをはじめ様々な陶器片を使用して表面の濡れ性（接触角）とその面で成長し得る気泡の最大径との関係について実測してみました。結果は、図7に示すように、接触角が小さくなる、つまり濡れ性が大きいほど、ほぼ直線的に気泡径も小さくなることが示されました。

カップ底面で成長する気泡の形と底面より離脱するときの気泡半径及び体積は、気泡に加わる外力の釣り合い条件から求めることができます。詳細は論文に譲りますが、理論式から得られた値も、実測値とほぼ一致しました。

ところで、固体の表面のある部分から気泡が連続発生するのは何故でしょうか。カップの底部において発生する気泡を連続撮影したところ、同一箇所でも連続発生する気泡には一定の大きさとリズムがあることが確認されました。つまり、気泡が連続発生する場所では気泡がカップ底部から離脱する際に、その部位に小さな気泡核を残すことが示唆

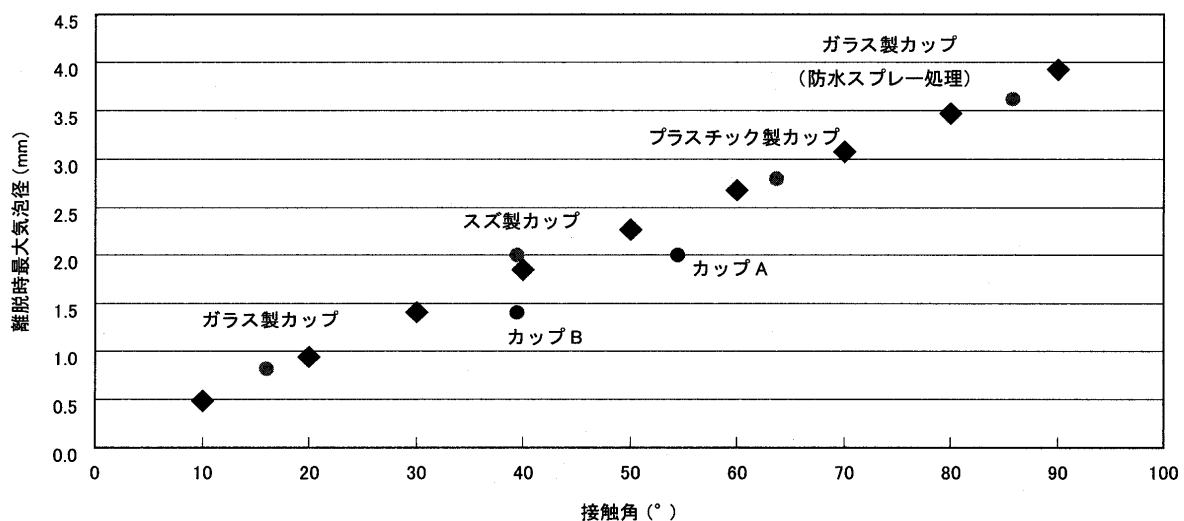


図7. 濡れ性と最大気泡径
●: 実測値 ◆: 理論値

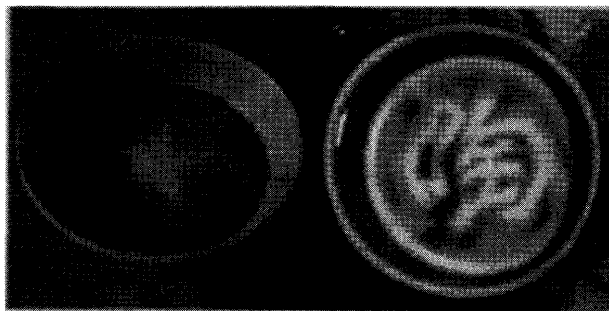


写真2. ビールの泡による図形・文字

されました。これらについても理論的に検証を行ったところ、気泡の離脱時に、凹部に次の気泡の核となりうる気体を残すことが十分に考えられ、気泡が一定のリズムと大きさで離脱していく理由が説明されました。

一部のシャンパングラスにわざとキズがつけられているのは、そこから気泡の連続発生を可能にして、視覚的にシャンパンのおいしさを演出するための工夫だったのです。

本研究により、ビアカップ内でのビールの気泡発生に関しておよその解明ができ、研究の成果を利用して、写真2にあるように気泡の発生をコントロールして泡文字を書くこともできました。一人の学生の興味からスタートし、苦労も多い研究ではありましたが、ビアカップの中で文字が書けた時には、本当に“ぞくっ”とするほどの感動を覚えました。しかし、あまりにビールの泡のことがばかり考えていたために、この研究以降しばらくの間、ビールがおいしく飲めなくなってしまいました。もちろん、現在は回復しています。

4) 色と形

食品の色彩嗜好に対する研究は、標準色表を用いた研究が一般的となっています³⁷⁻³⁹⁾、これは常に同一色を評価することが可能なためでといえます。しかし、色表を用い

る系では評価される対象が平面的であり、立体感や質感、量感を表現することはできません。従って、色表を用いた調査で得られた結果を直接、実際の食品の評価として当てはめるのには無理があります。一方、実際の食品を用いて調査をしようとする、食品の個体差があり、同一条件下で評価を行うのは非常に難しいという現実があります。そこで、実際の食品を使って食品の色や形の嗜好性を研究するにはどのようなモデル系が可能かを思索し、白飯を型で抜いた物相飯に着目し、器の色（朱色、黒）と形（5種類）の組み合わせについて調べてみることにしました。白いご飯は、無彩色でもあり、他の食品に比較しても色の個体差は少ないと思われます。

物相飯は日本料理の世界では季節感やハレを演出する手法として、しばしば用いられますが、韓国には御飯を型どり、季節感やハレを表現するような料理文化はありません。また、黒塗り、朱塗りといった器の色も漆器に代表されるように、日本においては汁碗や弁当箱など、日常食器として用いられていますが、韓国では、漆器は行事用として用いられることがほとんどで、日常生活において黒や朱といった色の器は、あまり見られません。そこで、こういった食文化的背景の違いが視覚による食のイメージに与える影響について、このモデル系を用いて日本の大学生と韓国の大学生を対象に調査研究を行ってみました。その結果、図8に示すように日常生活の中で物相飯を食べた経験があり、物相の持つ意味を知っていた日本の学生と、物相飯を初めて見た韓国の学生では食文化的背景の違いがそのまま物相飯の評価に反映され、日本の学生はそれぞれの型に対してよく反応しているのに対し韓国の学生の反応はあまりありませんでした。例えば、我が国で秋に用いられる物相である“もみじ型”は、日韓両国で季節感はあるとされたにもかかわらず、韓国の学生の評価は低く、彼らがもみじ型を混沌とした、変わったものと受け止めたことが原因であることが示されました。

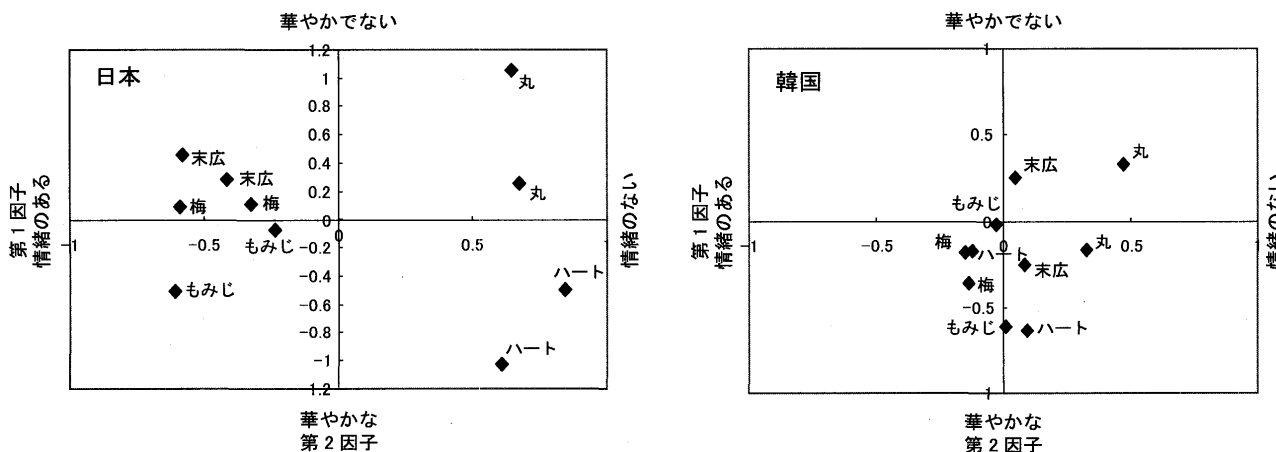


図8. 物相飯のイメージの違い（日韓比較）

以上、「視覚情報によるおいしさ」の研究の一端を紹介させていただきましたが、やはりこの分野の研究を遂行するには、実際に食べる環境に近い環境をいかに設定できるか、またそれに代わるモデル系をつくることができるか、また測定方法をどうするかなどの難しい問題を克服しなければなりません。そして、その難しさがあるがゆえに、うまくいったときの喜びは大きいといえます。「食べる」という行為には視覚情報はとても重要な要素です。今後、多くの方々が、この分野の研究に取り組んでいただき、食の世界におけるこの領域の研究が発展していくことを願っております。私自身も、今回賞を戴いたことを励みに、残された研究生活の中で、様々なチャレンジを続けていきたいと考えております。ありがとうございました。

文 献

- 大谷貴美子, 尾崎彩子, 松本裕子, 南出隆久 (2000), つけ醤油の皿の色に関する一考察—CRT上のカラーパレットを利用して, 日本調理科学会誌, **33**, 204-211
- 大谷貴美子, 本田初美, 南出隆久, 片岡あゆみ, 饗庭照美, 光田佳代, 松田秀喜, 森田日出男 (2000), つやに関する基礎研究—糖溶液塗布面の過熱によるつや, 日本調理科学会誌, **33**, 441-450
- 大谷貴美子, 饗庭照美, 徳田涼子, 尾崎彩子, 南出隆久 (2001), 椀盛りの色彩分析—イメージアナライザーを利用して, 日本調理科学会誌, **34**, 20-25
- 大谷貴美子, 尾崎彩子, 小島憲治, 神田真由美, 南出隆久, 高井隆三, 中島孝, 高畑宏, 大谷晃也 (2001), ビアカップの特性とビールの泡発生に関する理論的考察, 日本調理科学会誌, **34**, 10-19
- 饗庭照美, 尾崎彩子, 李温九, 章貞玉, 康薔薇, 松井元子, 南出隆久, 大谷貴美子 (2002), 漆塗りの皿に盛られた物相飯に対するイメージ比較—日韓の女子学生を対象として, 日本調理科学会誌, **35**, 68-74
- 大谷貴美子, 瀧口悦子, 片岡あゆみ, 饗庭照美, 井川佳子, 松田秀樹, 石田丈博, 中久喜輝夫 (2004), 化工でんぶんによる光沢発現, 日本調理科学会誌, **37**, 37-47
- 饗庭照美, 上田敏子, 富田圭子, 田口邦子, 濱田明美, 康薔薇, 大谷貴美子 (2008), 視覚による高齢者の食物認識と食嗜好に関する調査, 日本調理科学会誌, **41**, No. 1, 35-41
- 大谷貴美子, 尾崎彩子, 李温九, 章貞玉, 康薔薇, 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響—日韓の女子大生を対象として, 日本色彩学会誌, **24**, 223-231
- 李温九, 西村美沙, 饗庭照美, 章貞玉, Tasanee Limsuwan, 富田圭子, 大谷貴美子 (2004), 黒色と黒色食品に対するイメージ調査—東アジアの大学生を対象に, 日本色彩学会誌, **28**, 144-151
- 富田圭子, 小野真紀子, 饗庭照美, 大谷貴美子 (2007), Psychological effects of tablecloth color on diners under different brightness, 日本食生活学会誌, **18**, 48-55
- 蓮沼宏 (1965), 光沢, コロナ社
- 日本規格協会 (1999), JIS ハンドブック, 色彩
- 日本色彩学会編 (1998), 新編色彩科学ハンドブック, 東京大学出版会
- 江崎正直編著 (1998), 色材の小百科, 工業調査会
- 高宮和彦, 宇都宮信子 (1979), 食品のつやに関する研究 (第1報), 調理科学, **12**, 42-49
- 高橋禮治 (1974), 各種化工澱粉の性状と食品への利用特性, 食品工業, **6** 下, 31-40
- 小倉徳重 (1974), 化工澱粉の生産をめぐる新しい技術的諸問題, 食品工業, **6** 下, 20-40
- 檜作進, 高橋禮治, 長井直士, 朝田仁, 鈴木寛一, 蔵橋嘉樹, 寺西仁司 (1993), 澱粉の化学の現状と課題, 食品工業, **5**, 30, 17-55
- 小野かおり (1999), 麵の物性および食味特性に及ぼすヒドロキシプロピル小麦粉添加の効果, 日本家政学会誌, **58**, 813-820
- 中村道徳, 貝沼圭二 (1986), 澱粉の誘導体と修飾, 澱粉・関連糖質実験法, (株)学会出版センター, 273-303
- 豊島英親, 岡留博司, 大坪研一, 須藤充, 堀末登, 稲津脩, 成塚彰久, 相崎万裕美, 大川俊彦, 井ノ内直良, 不破英次 (1997), ラピッド・ビスコ・アナライザーによる米粉粘度特性の微量迅速測定方法に関する共同試験, 日本食品科学工学会誌, **44**, 8, 579-584
- 井川佳子, 市販サツマイモ澱粉 (わらび餅粉) の性質に及ぼす粒子径, 無機質, 脱脂の影響 (1996), 応用糖質科学, **43**, 4, 517-524
- 井川佳子 (1989), 澱粉粒の加熱崩壊状態の測定方法, 日本家政学会誌, **40**, 12, 1045-1050
- 鈴木繁男, 荒井克祐 (1963), 各種澱粉のアミログラフィー (第1報), 澱粉工業学会誌, **10**, 2, 54-62
- 橋本直樹 (1998), ビールのはなし Part 2, おいしさの科学, 技報堂出版
- 橋本直樹 (1997), 夏の夕の泡ものがたり, *New Food Industry*, **39**, NO. 9, 39-44
- 橋本直樹 (1997), ビールの味, *New Food Industry*, **39**, NO. 12, 16-22
- 橋本直樹 (1998), ビールの「おいしさ」工学への道, *New Food Industry*, **40**, NO. 2, 7-15
- ビール酒造組合編 (1995), 「ビール百科」
- N. Gains and D.M.H. Thomson (1990), Contextual evaluation of canned lagers using repertory grid method, *Inter. J. Food Sci. Tech.*, **25**, 699-705
- 田嶋和夫 (1987), コロイド化学の進歩と実際, 222-282, 日光ケミカルズ株式会社
- J. I. Evans (1972), Control of Beer Foam, *Process Biochem.*, 19-21
- N. C. Curtis, A. G. Clark, A. H-W. C., P. J. Ogie (1963), Some Observations on the Head Retention of Bottled Ales, *J. Inst. Brew.*, **69**, 30-38
- K. Maeda, S. Yokoi, K. Kamada, M. Kamimura (1990), Foam Stability and Physicochemical Properties of Beer, *ASBC J.*, 14-19
- 近角聡信 (1996), 日常の物理事典, p 67, 東京出版
- 熊田順一 (1975), ビールの泡, 化学と生物, **13**, 504-509
- 近江源太郎 (1997), 食品色彩の心理的効果, *Foods Food Ingredients Journal*, **174**, 37-43
- 川染節江 (1991), 食品の色彩嗜好に関する研究, 味の素文化センター助成研究の報告, **1**, 91-95
- 今井弥生, 津久井亜紀夫, 西川真理枝, 高野美栄 (1882), 衣・食における色彩嗜好の主成分分析, 東京家政学院紀, **22**, 23-29