

## 県産食品資源の市場流通を促進するための評価技術の確立

—市販茶葉に対する各種機器分析を応用した客観的評価—

食品工業部

吉村臣史 鶴田裕美 澤田和敬

柘植圭介

茶業試験場

山口幸蔵 宮崎秀雄

農林水産物や製造した加工食品における全国的な取組として、地域の特色を前面に出した独自ブランドが数多く立ち上がっている。そのような取組の中で、農林水産業者や食品製造業者から食品素材や商品の風味を客観的に評価する技術の開発が求められている。本研究では、本県特産品の一つにあげられる「茶」に関して、味・香り・外観色といった官能的評価項目に関して、各種の機器分析を用いて測定を行い、その傾向の把握を試みた。得られたデータについては、味、香り及び外観色の各項目に対して、対応するデータを用いて主成分分析を行った。その結果、味、香り及び外観色それぞれにおいて、産地間における風味の差異が示されるとともに、産地ごとにグループ化できる可能性を示すものであった。これらの結果は、機器分析を適用することによって風味特性等に関して特徴付けができる可能性が示唆されるものであるが、今後十分なデータの蓄積が重要である。

### 1. はじめに

佐賀県において、農林水産業等の一次産業は主要産業の一つである（1,267 億円（平成 24 年農業産出額<sup>1)</sup>）、1,243 億円（平成 23 年農業産出額<sup>2)</sup>）。本県における全産業分野のうち、一次産業や食料品製造業、小売業、飲食店等の食品に関わる事業所数は、県内全事業所数の約 22%、従業員数は全従業員数の約 20%を占めている<sup>3)</sup>。各種製造業における製造品出荷額等においても、食料品・飲料製造業はおよそ 3,445 億円<sup>3)</sup>（県内製造業全体の約 22%）であり、全国的にも著名な窯業や鉄鋼業、電子機器業等の製造品出荷額等を超える非常に重要な産業の一つである。このような状況の中、食料品・飲料製造に従事する事業者は中小事業者が多く、鉄鋼業や電気機器業と比較して事業所あたりの製造品出荷額等は半分以下となっており、今後の新商品開発などの取組や技術的な支援が非常に重要である。

全国的な取組として、各地域の特色を表に出し、独自ブランドを形成することによって付加価値を付与した食品や、食品素材の機能性を活かした加工食品の開発など、農林水産物や加工食品の安全・安心、健康への配慮を強調した開発に重点が置かれている。食品の機能性に関する研究開発については、これまでも民間企業や大学、公設試等において積極的に取

り組まれており、将来的に商品化されるものも増えてくるのではないかと予測される。

独自ブランド化への取組については、産地ごとに行政を交えた様々なブランドが立ち上がっている。本県では農業団体と連携し、厳しい基準で厳選した佐賀を代表する“最高級な”商品を創り出すことを目的に、「Premier-S」（プルミエ）というブランドを付して、積極的に首都圏や関西圏等への販路拡大に取り組んでいるところである。

そのような中、食品製造業者や農林水産業者からは、素材や商品の特徴・特性を客観的に把握し、消費者への PR 活動において示すことはできないか、というニーズが出されていた。食品の風味評価については、一般に難揮発性成分（主に味に関与）と揮発性成分（主に香りに関与）の 2 つに大別して実施され、検出された成分から、「旨味が強い」、「柑橘臭が強い」といった評価が行われている。これは、個々の成分が本来持つ特性と含有量から推察した結果であり、食品全体の風味を示したものとは言えない。一方で、食品全体の風味を総括的に評価するための分析機器の開発がセンサー工学の観点から取り組まれており<sup>4) 5)</sup>、現時点において数機種発売されている。そのような味覚認識装置により得られるデータは、客観的なデータであるものの、「苦味」、「旨味」

や「酸味」など味覚の程度を示すものであり、ヒトの主観性によらない評価方法として重要であると考えられる。当該機器を用いて評価をする場合、しいては当該機器を応用して様々な食品の開発に活用する場合には、得られた数値がどのようなことを意味するのかを的確に把握することが、非常に重要となる。このような課題を解決するためには、より多くの基礎データを収集し、その再現性等の検証が必要不可欠となってくる。

これまでに、個々の食品における味覚認識装置を用いた評価は幾つか報告<sup>6)~8)</sup>されているものの、風味を評価する基盤技術として体系的に検討、報告した例はほとんど見当たらない。最近では、医薬品開発においても風味の評価技術を導入する必要性について報告されており<sup>9), 10)</sup>、食品関係業界や農林水産業に限らず、今後広がっていくと予測され、学術的、基礎的な観点からの客観的な風味評価体系の確立が重要となる。客観的なデータを得る利点として、他社や他産地との比較が容易になるとともに、自社製品の特徴把握や営業用 PR 資料への応用、食品開発への応用など様々な展開があげられる。

以上の背景から、本研究では風味を客観的に評価する技術の確立を目指すことを目的として、本報告では本県特産品の一つである「茶」をモデル食品として、味覚認識装置並びに各種分析機器による測定を行い、得られたデータを活用した解析及びそこから得られる結果について検討を試みた。

## 2. 方法

### 2.1 被験試料

今回使用した試料は、市場に流通している茶葉(煎茶として販売されているもの)を購入し以後の実験に用いた。一部の試料については、佐賀県茶業試験場より提供いただいた。茶葉の種類は、表 1 のとおりである。

### 2.2 茶葉浸出液の調製

茶葉 3 g をガラス製ビーカー内にセットしたポリ

表 1 使用した市販茶葉

産地	製法	試料数
佐賀県	蒸し製	4
	釜炒り製	3
A 県	蒸し製	2
B 県	蒸し製	3

プロピレン製茶漉し用袋に入れ、180 mL の沸騰した蒸留水を茶葉に直接接触するように注いだ。水蒸気の漏れによる水の減量を減らすようにアルミ箔で蓋をし、5 分間静置後、茶葉の入った袋を取り出した。茶葉の入った袋を取り出す際には、茶葉を直接絞ることはせず、20 秒間程度自然に落下した液滴を回収した。再度アルミ箔で蓋をし、水浴中で室温まで冷却した。

冷却後、茶葉浸出液中に含まれる微細な固形分を除去するために、定性用ろ紙 (Size M1 (JIS 規格 No. 2 相当), 150 mm i.d., Munktell & Filtrak GmbH, Bärenstein, Germany) を用いてろ過を行い、以後の各種分析用浸出液とした。また、2.4 に係る測定に関しては、冷凍保存し、分析に供する直前に解凍した。

### 2.3 茶葉浸出液の味に関する機器分析

#### (1) 茶葉浸出液の前処理

茶葉浸出液に含まれるポリフェノール等の成分が味覚認識装置による旨味・旨味コク及び甘味の測定に影響を及ぼすことから、以下に従い前処理を行った。

茶葉浸出液に Polyvinylpyrrolidone (Nacalai Tesque, Inc., Kyoto, Japan) を 4% (w/w) となるように添加し十分に振とう、懸濁後、4°C にて一晚静置した。その後、4°C, 20,000 x g にて 15 分間遠心分離を行い、上澄み液をろ過した後、得られたろ液を旨味・旨味コク及び甘味測定用試料溶液とした。

これ以外の味に関する測定項目については、前処理を行わずに直接味覚認識装置による分析に供した。

#### (2) 茶葉浸出液の味覚に関する分析

茶葉浸出液の味覚に関する分析は、味覚認識装置 (TS-5000Z, Intelligent Sensor Technology, Inc., Kanagawa, Japan) を用いて行った。旨味・旨味コク及び甘味の測定、並びに前述以外の味覚の測定は別々に行った。測定時における茶葉浸出液の温度は 20°C と設定した。また、試料溶液中への浸漬、センサーの洗浄等に個々の味覚の測定に要する一連の測定操作は、任意のプログラムに従った。

### 2.4 茶葉浸出液のにおいに関する機器分析

2.2 で調製した個々の茶葉浸出液を 3 mL ずつバイアルに分注し、密閉後以後の分析に用いた。

においに関する分析は、におい識別センサー (FOX, Alpha M.O.S., Toulouse, France) を用いて行った。60°C, 10 分間予備加熱後、バイアル上部空間のガスを 4 mL 採取し、におい識別センサーに導入することによって各種センサーの応答値を測定した。

### 2.5 茶葉の外観色に関する機器分析

茶葉の外観色の測定は、ビジュアルアナライザ (IRIS, Alpha M.O.S., Toulouse, France) を用いて行った。茶葉を直径が 4~5 cm, 厚さ 3 mm 程度の円形状に茶葉が重なり合うように配置した。測定時の条件は、任意に設定し測定した。色は、付属のアプリケーションを用いて解析し、RGB の 256 階調で表示した。

### 2.6 統計解析

それぞれの測定において得られたデータに対して、味・におい・外観色のそれぞれの項目ごとに主成分分析を行った。主成分分析については、エクセル統計 2012 (Social Survey Research Information Co., Ltd., Tokyo, Japan) を用いて実施した。

## 3. 結果及び考察

### 3.1 味覚認識装置を用いた評価

味覚認識装置を応用した測定では、6 種類の脂質膜センサー (AAE センサー, AE1 センサー, CA0 センサー, CT0 センサー, C00 センサー, GL1 センサー) の個々の膜表面と電極内に発生する電位差を測定する仕組みとなっている。一般には、測定された値を用いて、各風味に対するセンサーの寄与等を考慮した統計解析を行うことにより、旨味や渋味等の味覚評価値を算出する。今回の測定では、味覚評価値を算出する元データである各センサーの測定値を用いて主成分分析を行い、得られる傾向について検討を行った。

図 1A に味覚認識装置において得られたセンサー測定値を用いた主成分分析の結果を、また図 1B に各センサーに関するローディングプロットを示した。この結果より、佐賀県産及び B 県産の茶葉浸出液に対しては、それぞれの産地において、特定の部分に集まる傾向が認められた。このことから、センサーの測定値から産地間ごとにグループ化できる可能性が示唆された。

図 1B のデータを基に図 1A の主成分分析の結果を解析すると、第 1 主成分は AAE センサーが先味及び後味両方において大きく負に寄与しているとともに、AE1 センサー (先味及び後味とも) 及び CA0 センサー, CT0 センサーが正に寄与していることを示している。また、第 2 主成分は GL1 センサーの寄与が推察された。図 1B における CPA1 値は、対応するセンサーの後味に相当する測定値を示している。AAE センサーは主に旨味を、AE1 センサーは主に渋味を、また CA0 センサーは主に酸味、CT0 センサー

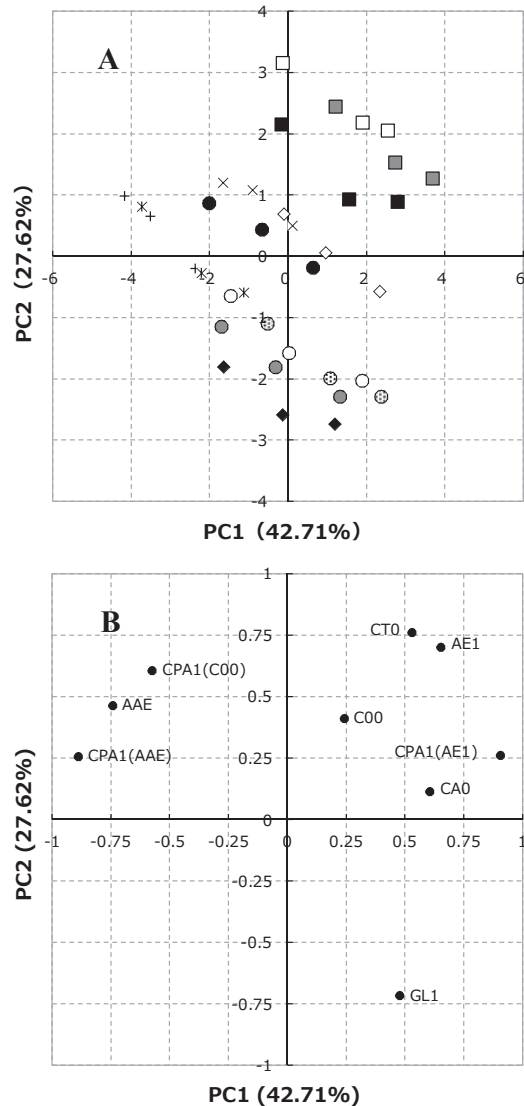


図 1 味覚認識装置におけるセンサー応答値の主成分分析

A: 茶葉浸出液の主成分得点プロット

B: ローディングプロット (該当するセンサーをポイントに記載)

凡例 (グラフ A): 佐賀県産蒸し製 (●, ○, ●, ⊕); 佐賀県産釜炒り製 (+, \*, x); A 県産蒸し製 (◆, ◇); B 県産蒸し製 (■, □, ■)

は主に塩味にあたる風味を測定している<sup>11)</sup>。これらのデータから、旨味や総合的風味等により個々の産地間において差異がある可能性が予想されるが、今後更なるデータの蓄積が重要であると考えられた。

### 3.2 におい識別センサーを用いた評価

におい識別センサーを用いた測定では、装置内に備えられている 12 種類の半導体センサーが供試されたにおいサンプルに応答することで、その測定値をデータとして数値化する。すなわち、個々のセン

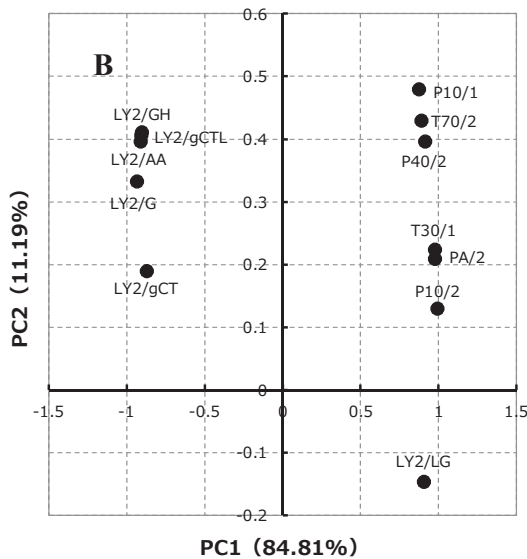
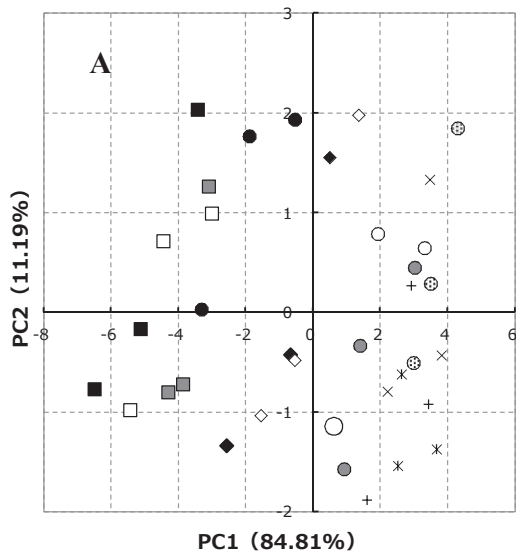


図 2 におい識別センサーにおけるセンサー応答値の主成分分析

A : 茶葉浸出液の主成分得点プロット

B : ローディングプロット (該当するセンサーをポイントに記載)

凡例 (グラフ A) : 図 1A と同様

サーに対する測定値の違い、並びに各センサーの測定値のプロファイルを解析することによって、サンプル間の差異を評価する。本研究では、味覚認識装置と同様に、個々のセンサーから得られた測定値を直接用いて主成分分析を行い、傾向について解析を行った。

図 2A ではにおい識別センサーにおいて得られたセンサー測定値を基に主成分分析した結果を、また図 2B に各センサーに関するローディングプロット

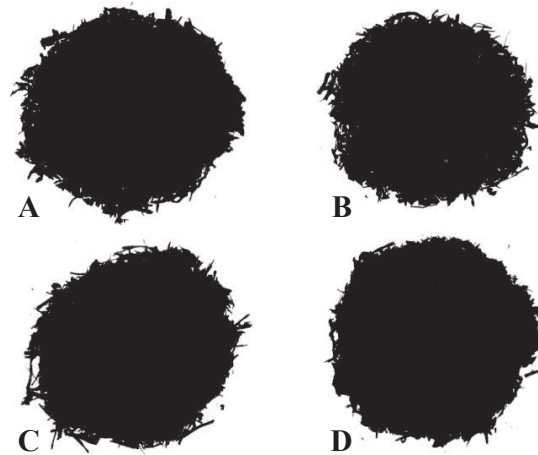


図 3 ビジュアルアナライザにより撮影された茶葉の画像例

A : 佐賀県産蒸し製

B : 佐賀県産釜炒り製

C : A 県産蒸し製

D : B 県産蒸し製

を示した。この結果から、第 1 主成分において寄与率が 84.81% と非常に大きいことから、第 1 主成分において、主に説明できる可能性が示唆された。また、味覚認識装置による測定の場合と同様に、個々の産地において特定のグループに集まる傾向が認められた。今回の分析では、一部の佐賀県産の茶葉浸出液においてばらつきが認められたものの、産地ごとに差異がある可能性が示唆された。また、第 2 主成分による寄与率が小さいため、個々のサンプル測定値に関する主成分得点は、第 2 主成分に対してばらつきが大きい結果となっている。

図 2B のローディングプロットに基づき、図 2A のデータを解析すると、主に LY2 系の半導体センサーが第 1 主成分の負の方向に大きく寄与するとともに、正の方向には、P10 系等複数のセンサーが関与している可能性が示されている。味覚認識装置の場合と同様に、測定された各種センサーの測定値を用い、主成分分析を応用して解析することによって、産地間の差異を示すことができる可能性が示された。におい識別センサーにおいても、味覚認識装置と同様に更なるデータの蓄積が重要であると考えられた。

### 3.3 ビジュアルアナライザを用いた評価

ビジュアルアナライザを用いた測定では、自然光に照らされる状況と同条件とみなした撮影環境を整えている所定の空間 (チャンバー) 内にサンプルを静置した後、チャンバー内部に設置されているカメラで画像を撮影することによって、画像データを得ることができる (図 3)。その画像データに関して、

専用ソフトを用いて色分解することによって、色の種類や個々の色の割合を算出し数値化することができる。今回の分析では、茶葉の外観の色合いを本機器を用いて撮影し、その画像データから存在する色の種類及び色の割合に関するデータを、主成分分析を用いて解析し、その傾向の把握を試みた。

図 4A にビジュアルアナライザを用いて撮影された画像データから、色分解した個々の色に対する主成分得点のプロットを、また図 4B に個々の色に関するローディングプロットを示した。図 4B の結果から、第 1 主成分において寄与率 53.83%であり、第 2 主成分において 24.96%であった。主に第 1 主成分では、負の方向に緑の影響が弱い傾向から、比較的颜色合いが濃く感じる一方、正の方向に対しては緑の影響が強くオリーブ色に類似した色合いを示す傾向であると推察された。第 2 主成分からは、正から負の方向に対して青の影響が強くなる傾向が示唆された。また、第三象限 (PC1<0, PC2<0) から第一象限 (PC1>0, PC2>0) に向けて、すなわち、PC1 の値及び PC2 の値が大きくなるに伴い、葡萄色のような渋味のある紫色に類似した色合いを示す傾向が示唆された。

図 4A の各サンプルの主成分得点の結果より、味覚認識装置及びにおい識別センサーの場合と同様に、個々の産地において特定のグループに集まる傾向が認められた。特に、ビジュアルアナライザにおいて得られたデータを基にした解析結果は、より明確なグループ化ができる可能性が示唆された。今後についても、更なるデータの取得が重要であると判断される。

#### 4. おわりに

今回実施した評価において、味や香り、外観色といった個々のファクターにおける測定の実施及び主成分分析による統計解析を行うことで、産地間の差異が示される可能性が示唆された。

このことは、味や香り、外観色といった個々の“おいしさ”に関係する特徴を今後評価できる可能性もあるが、より正確な評価を実施するためには、センサーの特徴や応答の傾向を把握するとともに、更に多くのデータを蓄積していくことが重要であると考えられる。

本研究を実施するにあたり、本研究で使用した味覚認識装置は、電源立地地域対策交付金により導入した。

また、におい識別センサー及びビジュアルアナラ

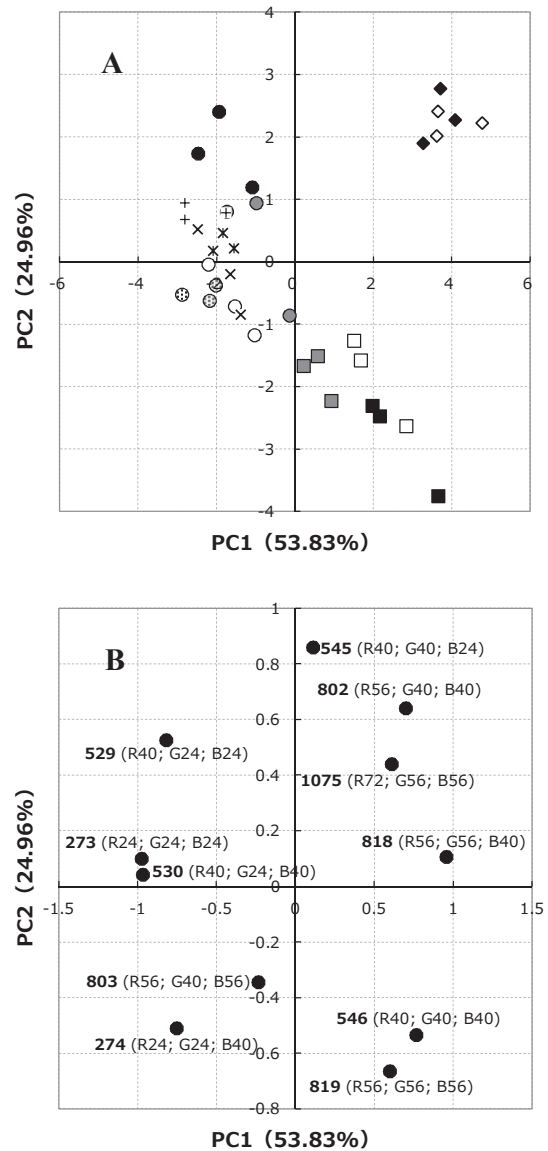


図 4 ビジュアルアナライザにおける色分解値の主成分分析

A: 茶葉の主成分得点プロット  
 B: ローディングプロット (該当する色分解値及び関連する RGB 値 (括弧内)) をポイントに記載  
 凡例 (グラフ A): 図 1A と同様

イザの測定並びにデータ解析に関して、多大なるご支援を賜った宮崎県食品開発センター食品開発部主任研究員高橋克嘉氏並びに食品開発部部长柚木崎千鶴子氏にこの場を借りて厚くお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 農林水産省「平成24年生産農業所得統計」(平

- 成25年12月25日公表) ; [www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/nougyou\\_sansyutu/](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/nougyou_sansyutu/)
- 2) 農林水産省「平成23年生産農業所得統計」(平成25年2月28日公表) ; [www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001104918](http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001104918)
- 3) 佐賀県「平成24年版佐賀県統計年鑑」 ; [www.pref.saga.lg.jp/web/kensei/\\_1366/toukei/t-sougo-u/t-nenpou/\\_72049.html](http://www.pref.saga.lg.jp/web/kensei/_1366/toukei/t-sougo-u/t-nenpou/_72049.html)
- 4) K. Hayashi, M. Yamanaka, K. Toko, and K. Yamafuji, Multichannel taste sensor using lipid membranes; *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2(3), 205-213, 1990.
- 5) A. Legin, A. Rudnitskaya, Yu Vlasov, C. Di Natale, E. Mazzone, and A. D'Amico, Application of electric tongue for qualitative and quantitative analysis of complex liquid media; *Sensors and Actuators B: Chemical*, 65(1-3), 232- 234, 2000.
- 6) 中原徳昭, 古田幸, 境田博至, 甲斐孝憲, 榎原陽一, 西山和夫, 水光正仁, 本格焼酎の基本味を識別する脂質膜センサ ; 日本食品科学工学会誌, 52(8), 355-365, 2005.
- 7) 福井裕, 石田丈博, 西村敏英, 松田秀喜, 本みりんの塩味・酸味抑制効果における官能評価と味覚センサーの分析結果との相関性 ; 日本調理科学会誌, 39(1), 49-56, 2006.
- 8) K. Chikuni, M. Oe, K. Sasaki, M. Shibata, I. Nakajima, K. Ojima, and S. Muroya, Effects of muscle type on beef taste-traits assessed by an electric sensing system; *Animal Science Journal.*, 81(5), 600-605, 2010.
- 9) V. Anand, M. Kataria, V. Kukkar, V. Saharan, and P.K. Choudhury, The latest trends in the taste assessment of pharmaceuticals; *Drug Discovery Today*, 12(5-6), 257- 265, 2007.
- 10) K. Woertz, C. Tissen, P. Kleinebudde, and J. Breitzkreutz, Taste sensing systems (electric tongues) for pharmaceutical applications; *International Journal of Pharmaceutics*, 417(1-2), 256-271, 2011.
- 11) 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー「味覚センサーとは?」 ; [www.insent.co.jp/products/taste\\_sensor\\_index.html](http://www.insent.co.jp/products/taste_sensor_index.html)