

## 味覚センサを用いた海産物の味の測定と再現

高木, 想

九州大学大学院システム情報科学研究科電子デバイス工学専攻 : 博士後期課程

都甲, 潔

九州大学大学院システム情報科学研究科電子デバイス工学専攻

<https://doi.org/10.15017/1515676>

---

出版情報 : 九州大学大学院システム情報科学紀要. 5 (1), pp.131-134, 2000-03-24. 九州大学大学院システム情報科学研究院

バージョン :

権利関係 :

## 味覚センサを用いた海産物の味の測定と再現

高木 想\*・都甲 潔\*\*

### Measurement and Reproduction of the Taste of Seafoods Using a Taste Sensor

Sou TAKAGI and Kiyoshi TOKO

(Received December 10, 1999)

**Abstract:** Human sensory evaluations show that the taste of seafoods can be expressed by amino acids, umami substances and NaCl. In this paper, we studied the tastes of sea-urchin and synthetic sea-urchin using a multichannel taste sensor, whose transducer is composed of several kinds of lipid/polymer membranes with different characteristics. The sea-urchin showed a response pattern of electric potential similar to that of synthetic sea-urchin, which is composed of amino acids, nucleotides and NaCl. The response for synthetic sea-urchin became closer to that for sea-urchin depending on the concentration of NaCl which is a constituent of synthetic sea-urchin. The present method using the taste sensor can be expected to provide a new automated method to synthesize the taste of foods and take the place of human sensory evaluation.

**Keywords:** Taste sensor, Seafood, Amino acid, NaCl, Reproduction

#### 1. はじめに

私たちが口にする食品の味は、甘味、苦味、塩味、酸味、うま味の5つの基本味から構成されており、食品を成分分析すると、これらの味を呈する様々な味物質が検出される。ある食品の味を再現するためにはその食品に含まれるすべての味物質を用いなければならないように思われるが、実は意外と単純な成分でその食品固有の味を再現することができる。肉、魚、海産動物といった動物性の食品の場合、酸や甘味を呈する糖はこれらの味にほとんど寄与していない。味を決める上で大きな役割を果たすのは、遊離アミノ酸、うま味物質、塩である。

自然界には20種類のアミノ酸が存在し、それらの味は様々である。例えばグリシンやアラニンは甘味を呈し、トリプトファンやバリンは苦味を呈する。食品の味は、これらのアミノ酸の組み合わせによって大きく左右される。どの成分がある食品の味に必須であるかは以下のようにして確かめることができる。まずその食品の成分を分析し、この分析値をもとに試薬を混合して合成エキスを調整する。この合成エキスからある成分を除くとその食品の味がしなくなる場合、その成分は必須であるとする。このようにして、カニ、ホタテ貝、ウニといった海産動物の味を再現するための必須成分が調べられている<sup>1)</sup>。これによると、数種類のアミノ酸、うま味物質、食塩

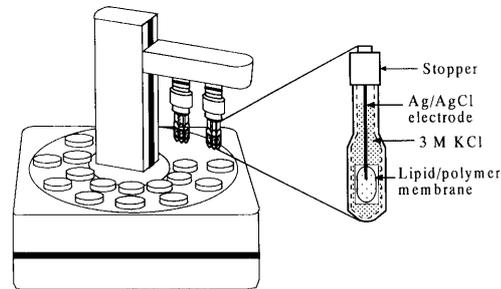


Fig.1 Taste sensing system (SA402, Anritsu Corp.).

でこれらの味を再現できるとされている。

現状においては、このような味を合成するという作業は官能検査に頼らざるを得ないが、パネラーと呼ばれる検査員に大きな手間や負担がかかるという欠点がある。そのため、パネラーによる味の比較や合成を代行できるセンサが望まれている。本研究では、本研究室で開発された味覚センサ<sup>2),3)</sup>を用いて、ウニの味を合成したサンプル（合成ウニ）と生のウニを測定し、これらが近い応答を示すという結果を得た。また、合成した成分のうち食塩の濃度を変化させることで、より生ウニに近い応答が得られることが確認されたので合わせて報告する。

#### 2. 材料と方法

本研究では、アンリツ(株)製のSA402味覚センサ(Fig.1)を用いて測定を行った。味覚センサは、複数種類の脂質高分子膜をトランスデューサとするマルチチャ

平成11年12月10日受付

\* 電子デバイス工学専攻博士後期課程

\*\* 電子デバイス工学専攻

Table-1 Lipids used for the membranes.

Channel	Lipid (Abbreviation)
1	Decyl alcohol (DA)
2	Oleic acid (OA)
3	Diocetyl phosphate (DOP)
4	DOP:TOMA=5:5
5	DOP:TOMA=3:7
6	Triocetyl methyl ammonium chloride (TOMA)
7	Oleyl amine (OAm)

ネル型センサである。電極先端に取り付けた脂質膜部分を味溶液に浸し、脂質膜と味物質との物理化学的吸着による脂質膜の膜電位変化を情報として取り出す。この脂質膜は次のようにして作製した。まず、支持材料であるポリ塩化ビニル800mgを溶剤のテトラヒドロフラン(THF) 18mlに溶かす。次に、その中に可塑剤であるジオクチルフォスフォネート1mlと脂質材料を加え、よく混ぜ合わせる。この溶液をシャーレに移し、30℃に設定したホットプレート上で2時間温めてTHFを揮散させる。このようにしてできた脂質膜は、厚さ約0.2mmの透明なフィルム状のものである。用いる脂質の種類をすることで、それぞれの脂質膜に荷電や疎水性などの異なる特性を持たせることができる。本研究では、負の荷電を持つDA, OA, DOPや、正の荷電を持つTOMA, OAm, またDOPとTOMAの混合比率を変えた膜など、Table 1に示す7種類の脂質膜を用いた。SA402は通常9:1膜を含む8種類の脂質膜を用いるが、本研究では応答が不安定であったことから9:1膜は使用しなかった。

測定の手順は、基準となる溶液の測定、サンプルの測定、電極(脂質膜)の洗浄という順序である。サンプル溶液に対する膜電位と基準となる溶液(50mM KCl)に対する膜電位の差を応答電位とする。本測定では7種類の脂質膜を使用したので、一つのサンプルに対し、7チャンネルの応答が得られることになる。電極の洗浄は、サンプルを1回測定するごとに基準溶液と同じ50mM KClで150秒行った。

合成ウニは、食塩水100g中にグルタミン酸103mg, グリシン842mg, アラニン261mg, バリン154mg, メチオニン47mg, IMP(イノシン-5'-リン酸) 2mg, GMP(グアノシン-5'-リン酸) 2mgを加えて調製する。グルタミン酸, IMP, GMPはうま味に、グリシン, アラニンは甘味に、バリンとメチオニンはウニ特有の旨味に関係する。食塩は、アミノ酸やうま味物質の味を増強する効果があるとされており、本研究では数種類の食塩濃度を用いた。また、価格の異なる2種類の市販の生ウニや、合成ウニと生ウニの味の違いを比較するため、全く味の異なる複数の食品(コーヒー, オレンジジュース, ビール, ミ

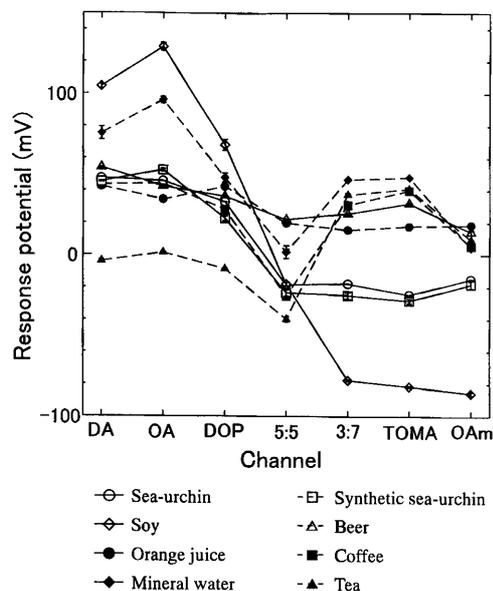


Fig.2 Response patterns for samples.

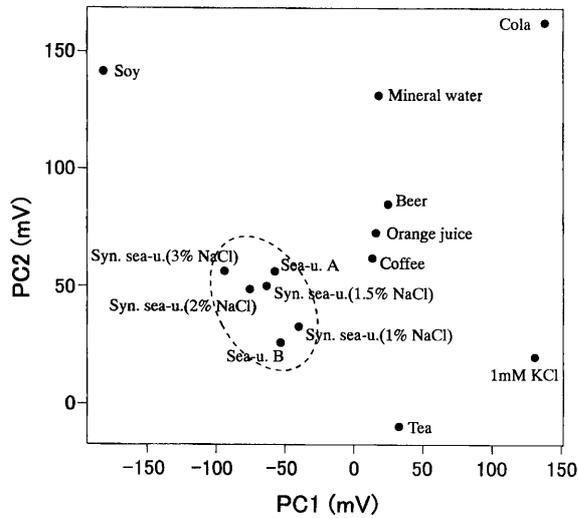
ネラルウォーターなど)をサンプルとして用いた。

### 3. 結 果

まず、生ウニ, 1.5%食塩水を用いた合成ウニ, コーヒー, オレンジジュース, ビール, ミネラルウォーター, 醤油, 緑茶を測定した。Fig.2に示すように、それぞれの食品特有の応答電位パターンが得られた。生ウニと合成ウニの応答電位パターンを比較すると、その他のサンプルに比べて明らかに似たパターンであることがいえる。これらのパターンにおいて、3:7, TOMA, OAmといった正の荷電を持つ膜では負の応答を示している。これは、溶液中で負の荷電を持つアミノ酸がこれらの膜に吸着したためと考えられる。

次に、これらの味の違いをわかりやすくするために主成分分析<sup>4)</sup>を行い、また各応答電位パターン間の相関係数を求めた。主成分分析とは、高い次元のデータが持つ情報をできるだけ失うことなく低次元のデータに変換する多変量解析の一種で、変換されたデータのうち元の情報を多く含むものから順に第1主成分(PC1), 第2主成分(PC2)と呼ばれる。あるサンプルを測定したとき、味覚センサで得られる情報は7次元である。このような多次元の情報を視覚的にわかりやすい2次元の情報に変換するには、主成分分析が最も適していると思われる。またこれまでにこの方法によって、味覚センサで得られた情報から味の評価に成功してきている<sup>2),3)</sup>。

Fig.2に示した応答電位パターンから、より生ウニに近い合成ウニを作ることができるのではないかと考え、価格の異なるウニと、1%~3%食塩水を用いた合成ウニを測定し、それらの応答電位パターンを含めて主成分分析



**Fig.3** Result of principal component analysis. Sea-urchin and synthetic sea-urchin are abbreviated to sea-u. and syn. sea-u., respectively.

を行った。各主成分の寄与率はPC1~PC4の順に70.2%, 22.8%, 5.2%, 1.1%であり、これはPC1とPC2の2つでほとんどすべての情報を持っていることを意味する。**Fig.3**に各サンプルのPC1, PC2の値を示す。2種類の生ウニと合成ウニが一箇所にまとまっていることから、これらの味は近いと考えられる。また、合成ウニの中では、1.5%食塩水を用いた合成ウニが最も生ウニに近い味を示すと考えられる。この結果より、味覚センサの応答電位パターンを比較することで、人間の官能検査に頼らずにある食品の味を合成することが可能であることが示唆される。具体的には、合成したサンプルを味覚センサで測定し、ある食品の応答電位パターンに一致するように味物質を添加していけばよい。

次に、各サンプル間の相関係数の一部を**Table 2**に示す。生ウニと合成ウニの相関係数はいずれも大きな値となっており、応答電位パターンの形状、つまり味の質が似ていることが示唆される。

しかし、醤油やミネラルウォーターと生ウニ、合成ウニなど、その味がかなり異なるにもかかわらず、相関係数が大きな値を示しているものがある。醤油にはアミノ酸や塩分が多量に含まれており、やはりこれらを含む生ウニや合成ウニと応答電位パターンの形状が似るのは妥当なことではあるが、実際に味わった場合の味は似ているとは言いがたい。そこで、味の持つ情報をより多く得るために、CPA (Change in membrane Potential due to Adsorption) 測定<sup>5)</sup>という方法で各サンプルを測定した。

ある食品を味わった後、舌に残る味は後味と呼ばれている。これは味受容膜に対する吸着力の弱い味物質が受容膜から離れた後に、強い吸着力を持つ味物質が過渡的な刺激を与えることによるものであると考えられている。

**Table-2** Correlation coefficients of samples with sea-urchin and synthetic sea-urchin.

	Syn. sea-u. (1.5% NaCl)	Sea-u. A
Mineral water	0.697	0.875
Tea	-0.916	-0.845
Cola	-0.484	-0.145
Coffee	0.574	0.733
Orange juice	0.519	0.821
Beer	0.522	0.771
Soy	0.895	0.991
Sea-urchin B	0.877	0.929
Syn. sea-u.(1% NaCl)	0.834	0.850
Syn. sea-u.(1.5% NaCl)	-	0.910
Syn. sea-u.(2% NaCl)	0.998	0.905
Syn. sea-u.(3% NaCl)	0.975	0.976

CPA測定とは、味覚センサを用いてこの後味を得るための測定方法であり、以下のような手順で測定を行った。まず基準液を測定し、次にサンプル溶液に電極を15秒間浸す。その後再び基準液を測定し、電極を洗浄する。サンプル溶液を測定した直後に測定した基準液の応答電位と、最初に測定した基準液の応答電位の差がCPA測定応答値となる。この方法により、脂質膜に吸着した味物質の影響を知ることができ、通常の測定とは別に7チャンネルの情報が新たに得られることになる。

そこで、CPA測定で得られた7チャンネルの情報を含む14チャンネルの情報をを用いて主成分分析を行い、相関係数を求めた。なお、その際通常測定の応答値とCPA測定の応答値の規格化を行った。主成分分析結果を**Fig.4**に、相関係数を**Table 3**に示す。寄与率はPC1~PC4の順に53.5%, 29.0%, 8.9%, 1.7%であり、**Fig.3**の通常測定の場合より、各主成分に広く情報がばらまかれていることがわかる。つまりCPA測定を加味することでより多くの情報を抽出することができる。

**Table-3** Correlation coefficients of samples using 14 channels with synthetic sea-urchin and soy.

	Syn. sea-u. (1.5% NaCl)	Soy
Mineral water	0.047	0.401
Tea	-0.237	-0.039
Coffee	0.272	0.573
Orange juice	0.416	0.555
Beer	0.255	0.755
Cola	-0.310	-0.115
Syn. sea-u.(1.5% NaCl)	-	0.761

通常の測定では応答の傾向が似て相関の大きなサンプル間でも、それぞれの後味が異なると相関は小さくなる。合成ウニとその他の食品の相関係数を見ると、CPA測定

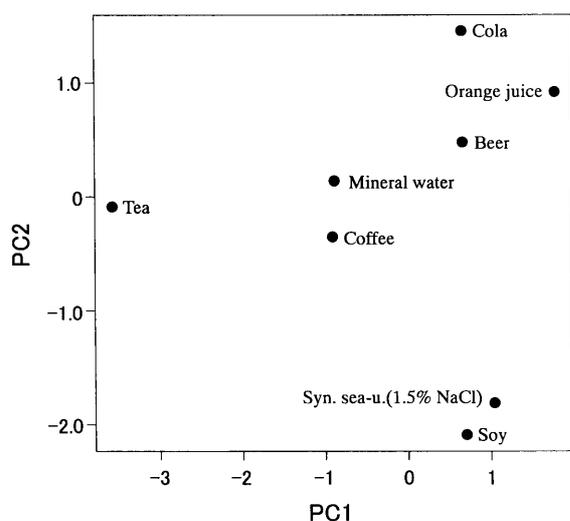


Fig.4 Result of principal component analysis using 14 channels.

を含めた場合ではいずれも値が小さくなっていることがわかる。CPA測定を含めることで、より正確に味の比較をすることができると考えられる。

#### 4. ま と め

アミノ酸と食塩を調合した合成ウニの味は生ウニに近いことが、味覚センサの応答電位パターンより示された。また加える食塩の濃度を变化させることで、味をより近づけることができることも示した。このことは、味覚センサを用いて様々な食品の味を合成することが可能であ

ることを示唆するものである。また、合成ウニは溶液なので生ウニとは明らかに食感の違いがある。人間が食品を味わう場合、食感は味に大きな影響を与えることが知られている。しかし味覚センサは物理的な刺激である食感には左右されず、味物質による味のみを測定することができる。このような点から、官能検査に代わる手段として味覚センサの利用が期待できる。

なお、CPA測定を含めることでより多くの情報を得ることができたが、この方法は生ウニなどサンプルの粘性が高いと測定できないという欠点がある。測定方法の改良は今後の課題である。また、本研究では食塩の濃度のみを变化させて味の変化を調べたが、アミノ酸の濃度も变化させることで、より近い応答が得られると考えられる。アミノ酸と食塩の相互作用を考慮した測定・解析が必要であろう。

#### 参 考 文 献

- 1) S. Fuke and S. Konosu: "Taste-active components in some foods: a review of Japanese research," *Physiology & Behavior* **49** (1991) 863.
- 2) K. Toko: "Electronic sensing of tastes," *Sensors Update*, Vol. 3, H. Baltes, W. Göpel & J. Hesse, eds., Wiley-VCH (1998) 131.
- 3) K. Toko: "Electronic tongue," *Biosensors & Bioelectronics* **13** (1998) 701.
- 4) 塩谷 實: 「多変量解析概論」, 朝倉書店 1990.
- 5) 池崎秀和, 谷口 晃, 都甲 潔: マルチチャネル味センサの測定方法の改良による情報量の増加, *電気学会論文誌E* **118** (1998) 506.

