

総説特集Ⅱ：食べ物のおいしさを引き出すうま味とコクを考える－6

CaSR アゴニストの官能特性（「コク味」）

宮村 直宏¹⁾*・丸山 豊²⁾(¹ 味の素(株)・食品研究所、² 味の素(株)・イノベーション研究所)

“おいしさ”の向上には、5基本味や香りが大きな役割を果たすが、筆者らが呼ぶ「コク味」物質なども、重要な要素と考えられる。その認識は、海外でも広がりつつある。しかし、「コク味」物質と受容体との関係は不明であった。その解明を目指し、カルシウム感知受容体（Calcium Sensing Receptor：CaSR）のペプチド・アミノ酸受容研究から CaSR による「コク味」物質の受容が確認され、また、細胞生理学的研究から CaSR アゴニストの味細胞への関与が示された。

キーワード：「コク味」、*kokumi*、CaSR、グルタチオン、 γ -Glu-Val-Gly

はじめに

ヒトが感じる“おいしさ”には、いろいろな要素が関係する。最大の要素は、“うま味”などの“5基本味”であり、“香り”も、大きな役割を担うと言われる^{1,2)}。しかし同時に、“5基本味”と“香り”の間に入る要素も重要で、筆者のような調味を開発研究する者は、概して、それら要素の使用技術開発に時間を費やしている。間に入る要素としては、広義では味に含まれる「辛味」「渋味」や「こく・コク」、「こく味・コク味」などがある、と言われている^{3,4)}。なお、「こく・コク」、「こく味・コク味」は、一般に区別なく、時にはひらがな、時にはカタカナが、使われているので、本稿では以降、カタカナ表記を用いる。また、誰もが認める定義がまだ無いので、「」付やイタリックとする。

「コク味」物質について、はじめて報告したのは上田ら^{5,6)}である。これらの報告に従い、筆者らは、それ自身呈味を発現しない濃度において、うま味・塩味溶液やスープに“持続性”（continuity）、“広がり”（mouthfulness）、“厚み”（thickness）を付与する、グルタチオン（GSH； γ -Glu-Cys-Gly、 γ ECG）などの物質を、「コク味」物質と呼んでいる。「コク味」物質の探索については海外の研究者によっ

ても進められ、2007年、ドイツの Hofmann らは、グルタチオンを加えたチキンスープを識別できるよう訓練したパネリストの官能評価により、インゲン豆から「コク味」物質： γ -Glu-Leu、 γ -Glu-Val、 γ -Glu-Cys- β -Ala を単離、同定した⁷⁾。海外にも共通の感覚がある *kokumi* に関し、筆者らのもの以外に、2000 年以降、論文が増えつつある。また、GSH を高含有する調味料について、国内外の食品メーカーによる使用が進んでいる。

「コク」について、山口は関係する言葉を調査し、1997 年に、濃厚感（濃厚な味わい、味が濃い、こってりしている、厚み）、深み（味わい深い、深い味わい、成分がとけあっている、素材が集まって醸し出される、単純でない）、広がり（口の中に広がる）、持続性（口に残る味の深み、口に残る香りと味、飲み込んだときにわかるおいしさ、すぐに消えてしまわない）、力強さ（味がしっかりしている、特徴がはっきりしている、メリハリがある、食べ物独特の味がする）、まろやかさ（まろやか）、うま味（うま味がある、うま味に近い）、動物性の味（肉がたっぷり、バター、油が入っている）、快さ（心地よい、快い）に整理した⁴⁾。「コク」に関係する言葉群の一部に、“持続性”、“広がり”、“厚

Received June 28, 2012; Accepted August 1, 2012

Flavor character of CaSR agonists (*kokumi* substances).

* Naohiro Miyamura: Institute of Food Science & Technologies, Ajinomoto Co., Inc.,

1-1, Suzuki-cho, Kawasaki-ku, Kawasaki-shi 210-8681; naohiro_miyamura@ajinomoto.com; Fax: +81-44-246-6196

み”が入るので、「コク味」は「コク」の一部分と考えられた。また、「コク」は、味に加え、“ねっとり”というような食感やある種の香り（口腔内からの戻り香を意味するようである）から成るとの考え方があり⁸⁾、その点から、「コク味」は、「コク」から、食感と香りの部分を除いた味の部分と考えられた。しかしながら、「コク味」の理解を進める味覚受容体との関係については、不明であった。

一方、大洲、江藤らは、アミノ酸受容機構に関する研究の過程で、カルシウム感知受容体（Calcium Sensing Receptor: CaSR）が、L-アミノ酸のみならず、いくつかのペプチドを受容することを見出した。その中に、GSH も含まれていたことから、CaSR が、「コク味」物質を受容する、という作業仮説をたて、筆者も参加し、官能特性に関する検証が進められた⁹⁾。その結果、各種 CaSR 活性化物質（CaSR アゴニスト）に、GSH と同様の効果が認められた。さらに、高い CaSR 活性を示す γ -Glu-Val-Gly (γ EVG) に強い「こく味」物質としての効果が認められた。

丸山らは、CaSR アゴニストについて、細胞生理学的手法を用い口腔内の受容細胞の存在を確認し、味細胞において「コク味」物質による細胞内 Ca^{2+} 濃度増加反応を観察した。また、CaSR の存在を示す味細胞とうま味受容体・甘味受容体 (T1R3) を示す味細胞が、明確に分かれることを確認した¹⁰⁾。

本稿では以降に、「コク味」物質受容機構の明確化を目的に行った、CaSR アゴニストの官能特性評価ならびに細胞生理学的手法による CaSR アゴニストと味細胞との関係の研究について、詳細を紹介する。

CaSR 活性と官能評価結果の関係

官能評価については、ヘルシンキ宣言の趣旨に沿い、社内のヒトを対象とする試験審議委員会承認後、よく訓練されたパネリストによって実施された。評価に供するサンプルに関しては、物質添加溶液の pH が添加前の ± 0.2 内になるよう微量の NaOH にて調整した。以降に、CaSR 活性と官能評価結果との関係の詳細を述べる。

1. GSH と γ EVG の官能特性の経時変化

パネリストは、評価液を口に含んだ後の経時変化に関し、純水を 0 とし、0.07%MSG + 0.07%IMP +

0.7% NaCl 溶液の最も強く感じた呈味の強度を 100%として、40 秒間測定した。0.02%MSG + 0.02%IMP + 0.07%NaCl 溶液とその溶液に 0.08%GSH または 0.01% γ EVG を加えた溶液との比較では、GSH または γ EVG 添加により、どの時間においても、呈味の増強が確認された（図 1）。口に含んだ後 5 秒の増強時に、うま味と塩味のまとまりが十分に感じられ、“厚み” (thickness) が感知されていると考えられた。また、20 秒後も、十分な増強があり、「コク味」の特徴とされてきた“持続性” (continuity) が認められた。“広がり”は、舌以外の口腔における呈味知覚として捉えられた。

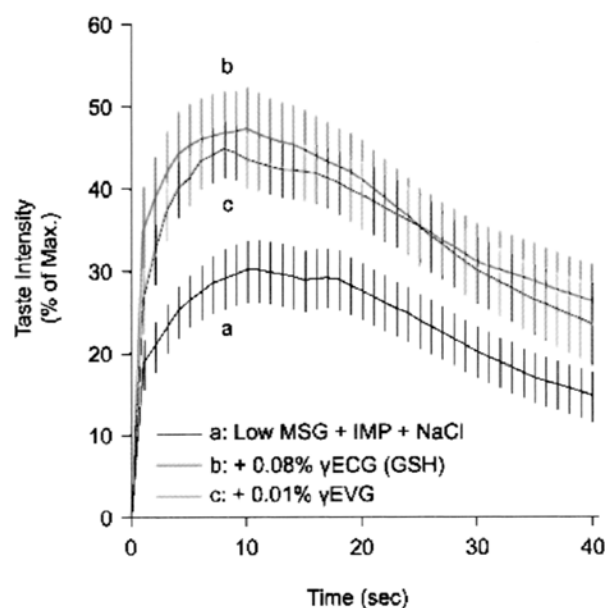


図 1 GSH と γ EVG の官能特性の経時変化

GSH または γ EVG 添加による官能特性について、経時的に測定した結果。横軸 0 秒が口ふくみ開始、縦軸が呈味の強度である。0.07%MSG + 0.07%IMP + 0.7%NaCl 溶液を評価し、最も強く感じた呈味強度を 100%として、0.02%MSG + 0.02%IMP + 0.07%NaCl 溶液 (a)、a に 0.08%GSH を添加した溶液 (b)、a に 0.01% γ EVG を添加した溶液 (c) を評価した（ブラインド評価）。各ラインが平均値 ($n = 20$)、タテ棒がエラーバー (S.E.) である。全経時において、a より b 及び c が有意に高かった (5 秒後: $p < 0.01$ 、20 秒後: $p < 0.05$)。 (文献 9 より引用)

CaSR アゴニストの官能特性 (「コク味」)

2. 各種 CaSR アゴニストの官能特性とアンタゴニスト (阻害剤) の影響

既知の各種 CaSR アゴニストに関する官能評価を、次の要領によって実施した。乳酸カルシウム (Ca-Lactate)、白子の塩基性タンパク質であるプロタミン (Protamine)、アニオンであるポリリジン (Poly-Lysine)、アミノ酸としてヒスチジン (L-His)、代表的アゴニストであるシナカルセット (Cinacalcet) を、CaSR の異なる領域に結合するアゴニストとして選択し、0.1%MSG + 0.5%NaCl コントロール溶液に加え、“厚み”を測定した。図2に示す添加濃度において、各 CaSR アゴニストは、「コク味」物質である GSH と同様に、コントロール溶液と比較して、有意な評点増を示した。

次に、CaSR に選択的なアンタゴニスト (阻害剤) NPS-2143 の影響を評価した。NPS-2143 は、 γ EVG による CaSR 活性化を抑制した (図 3A)。GSH による CaSR 活性化も同様に抑制された。一方、本アンタゴニストを、GSH または γ EVG を含むうま味

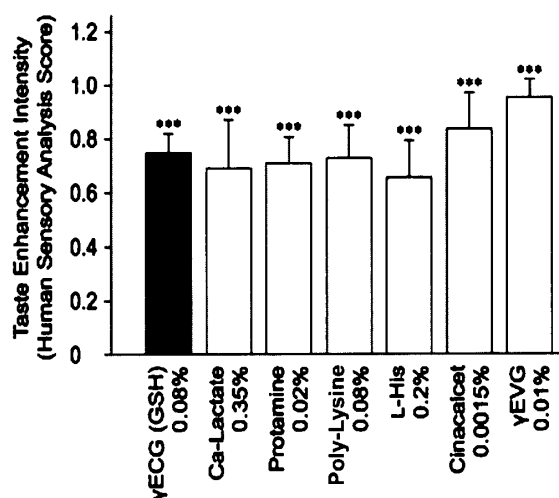


図2 各種 CaSR アゴニストの官能評価結果

各種 CaSR アゴニストをコントロール溶液 (0.1%MSG + 0.5%NaCl) に添加し、評価した結果である (ブラインド評価)。縦軸には、口ふくみ 5 秒後の呈味強度 (“厚み” : 「コク味」物質の官能特性の一つ) の評点平均値 ($n = 20$) を示す。評点尺度は、コントロールに対し、明確に弱い - 2、弱い - 1、同等 0、強い 1、明確に強い 2 である。各種 CaSR アゴニストの添加により、有意に評点が上昇した (***) : $p < 0.001$ 。図には示していないが、無添加の評価結果は -0.03 ± 0.1 であった。(文献 9 より引用)

塩味溶液に、添加し官能評価したところ、評点が、有意に低下した (図 3B)。これらの結果は、CaSR アゴニストの官能 (「コク味」) への関与を強く支持するものであった。

3. CaSR 活性と官能特性の強度との関係

γ Glu ペプチドの CaSR 活性強度と官能特性の強度との関係を確認する実験を次に実施した。CaSR 活性については、hCaSR 発現遺伝子を導入した HEK-293 細胞を用い、シグナル伝達物質の量を指標に測定した。各 γ Glu ペプチドの活性値として、最大反応 E_{max} の 50% の反応強度を示す濃度 (EC_{50}) を用いた (図 4A)。

官能特性の強度定量に関しては、上田らの方法を用いた^{6,11)}。具体的には、0.5% γ -Glu-Ala、0.15% γ -Glu-Val、0.15% γ -Glu-Cys、0.05% γ -Glu-Abu-Gly、0.01% γ EVG を添加したうま味塩味溶液 (0.05% MSG + 0.05%IMP + 0.5%NaCl) について、パネリスト ($n = 17 \times 2$) が 8 段階の GSH 添加うま味溶液 (0.02、0.03、0.044、0.07、0.10、0.15、0.23、0.34% の GSH) から同等と感じる GSH 濃度を選択し、結果をプロビット分析して、主観的等価濃度 (PSE) を求めた。各 γ Glu ペプチド溶液に対応する GSH の PSE は、各々 0.074%、0.092%、0.094%、0.085%、0.128% と算出された。すなわち、本うま味塩味溶液において、100ppm の γ -Glu-Ala、 γ -Glu-Val、 γ -Glu-Cys、 γ -Glu-Abu-Gly、 γ EVG と同等の GSH 濃度は、各々 15ppm、61ppm、63ppm、170ppm、1280ppm となった。なお、0.15%GSH 添加溶液について、パネリストがブラインドで選択した GSH 添加溶液の PSE も 0.15% であったことから、この方法の妥当性が示された。以上、求めた数値を用いた γ Glu ペプチドの CaSR 活性と官能特性の強度との関係を図 4B に示す。CaSR 活性と「コク味」強度は、 γ Glu ペプチドでは、正の相関関係を示した。この結果も、CaSR アゴニストの「コク味」官能特性への関与を強く支持する。

4. γ EVG の官能特性

上述の官能評価で、最も強度が高かった (GSH の 12.8 倍) γ EVG の特性について、GSH と比較した結果を以下に述べる。基本味である、うま味、甘味、塩味に対する評価については、うま味標準液として 0.5% グルタミン酸ナトリウム、甘味標準液として 3.3% ショ糖、塩味標準液として 0.9% 塩化ナ

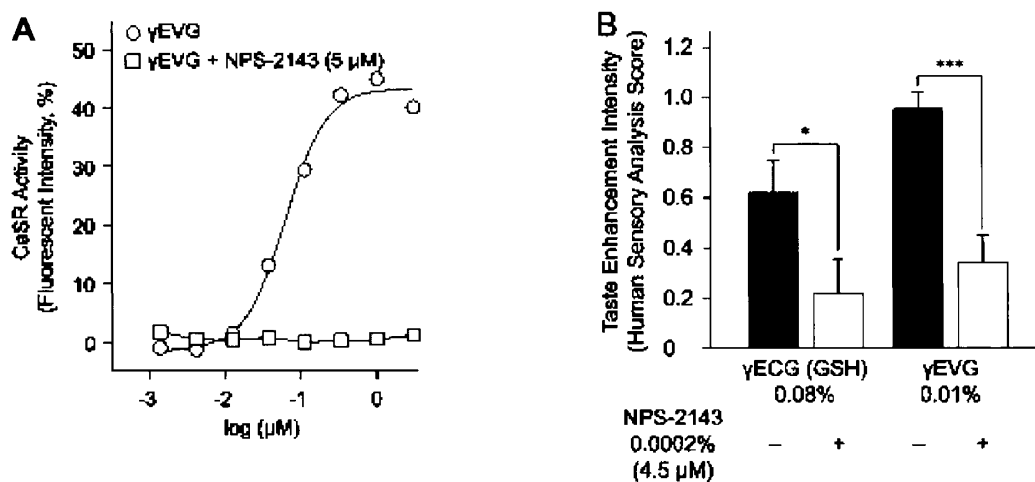


図3 CaSR アンタゴニストの影響

A: HEK-293 細胞に発現させた hCaSR を用いた、CaSR アンタゴニスト NPS-2143 の非存在・存在下における、 γ EVG による細胞内 Ca^{2+} 増加の測定結果。縦軸には、Ca-Lactate (乳酸カルシウム) の $E_{\max}$ を 100% として換算した細胞内 Ca^{2+} 増加量 (蛍光強度) を示す。NPS-2143 による γ EVG の CaSR 活性に対する抑制が認められた。

B: NPS-2143 非存在・存在下において、GSH または γ EVG をコントロール溶液 (0.1%MSG + 0.5% NaCl) に添加し、呈味強度を官能評価した結果 (ブラインド評価)。縦軸には、口ふくみ 5 秒後の呈味強度 (“厚み”) の評点平均値 ($n = 20$) を示す。評点尺度は、コントロールに対し、明確に弱い -2、弱い -1、同等 0、強い 1、明確に強い 2 である。GSH または γ EVG による官能評点の向上が、NPS-2143 により有意に低下した (*: $p < 0.05$, ***: $p < 0.001$)。 (文献9より引用)

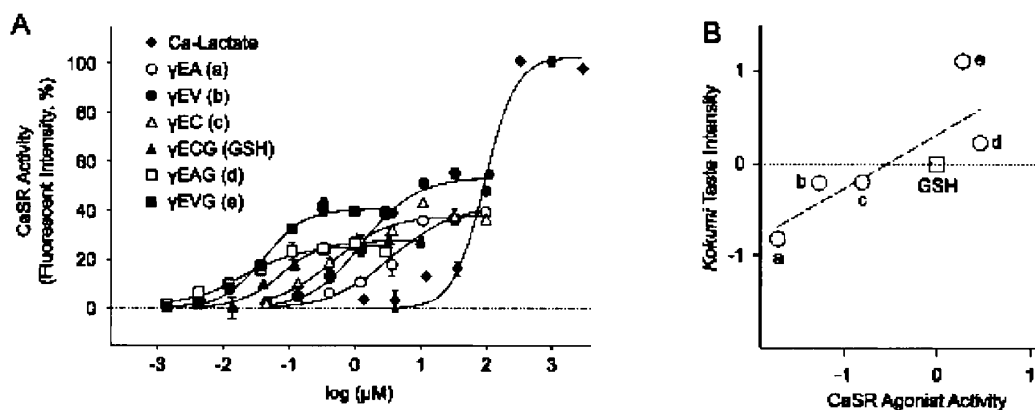


図4 CaSR 活性と官能特性の強度との関係

A: HEK-293 細胞に発現させた hCaSR を用いた、CaSR アゴニストである γ Glu ペプチドによる細胞内 Ca^{2+} 増加の測定結果。縦軸には、Ca-Lactate の $E_{\max}$ を 100% として換算した細胞内 Ca^{2+} 増加量 (蛍光強度) を示す。横軸は、アゴニスト濃度である。各々の EC_{50} は、 γ -Glu-Ala; 3.65 μ M、 γ -Glu-Val; 1.34 μ M、 γ -Glu-Cys; 458 nM、 γ -Glu-Cys-Gly (GSH); 76.5 nM、 γ -Glu-Abu-Gly; 18.1 nM、 γ -Glu-Val-Gly; 41.9 nM であった。

B: γ Glu ペプチドの CaSR 活性と官能特性の強度との関係。縦軸の官能特性の強度は、各 γ Glu ペプチドについて GSH の主観的等価濃度から算出した GSH に対する倍率 (例えば γ EVG は 12.8 倍) を対数表示した。横軸には、CaSR 活性 (GSH に対する活性の倍率) を、GSH の EC_{50} を各 γ Glu ペプチドの EC_{50} によって除した値で示した (対数表示)。 γ Glu ペプチドでは、CaSR 活性と官能特性の強度の間に正の相関が認められた ($r^2 = 0.660$, $p = 0.0496$)。 (文献9より引用)

CaSR アゴニストの官能特性 (「コク味」)

トリウムを用い、0.1%GSH または 0.01% γ EVG を添加した場合の呈味強度を測定した結果を図 5A に示す。0.1%GSH および 0.01% γ EVG では、うま味、甘味、塩味に関し、同程度にほぼ有意な評点上昇が認められた。

γ EVG の食品に対する効果に関しては、2% 市販チキンコンソメスープを用いて検討した。0.02%GSH または 0.002% γ EVG 添加による「コク味」物質に特徴的な官能特性、“持続性”、“広がり”、“あつみ”の項目に関する変化を測定した結果を図 5B に示す。0.002% γ EVG 添加では、0.02%GSH と同様に、“持続性”、“広がり”、“厚み”の評点が有意に上昇し、 γ EVG が GSH と同様に「コク味」物質であることが明確になった。

5. 官能評価のまとめ

以上の官能評価の結果をまとめると、CaSR アゴニストに「コク味」物質としての特徴が認められ、代表として γ EVG をさらに詳しく評価したところ、GSH と同様に、基本味溶液では、“甘味”、“塩味”、“うま味”の強度を上昇させ、食品では、“持続性”、

“ひろがり”、“厚み”を向上させた。したがって、CaSR アゴニストは「コク味」物質であること、特に γ EVG は GSH の 12.8 倍の呈味強度をもち有望な「コク味」物質であることが示唆された。

「コク味」物質の作用機作に関する研究

前述のように、CaSR アゴニストが、味修飾を与える「コク味」物質であると考えられたのは官能評価による結果からであった。

丸山らは、CaSR アゴニストと味細胞との関係を検証するため、細胞生理学的研究を行い、味細胞において「コク味」物質が受容されることを示す結果を得た。以降に、その詳細を紹介する。

1. マウス舌上皮味蕾における CaSR の発現

丸山らは、C57BL/6 マウスの味蕾と味蕾を含まない舌上皮における CaSR mRNA の発現を、RT-PCR 法を用い検討した。その結果、有郭乳頭、葉状乳頭には CaSR mRNA の発現が確認されたが、味蕾を含まない舌上皮では発現が確認されなかった (図 6)。

次に、味細胞での CaSR タンパク質の存在を確認

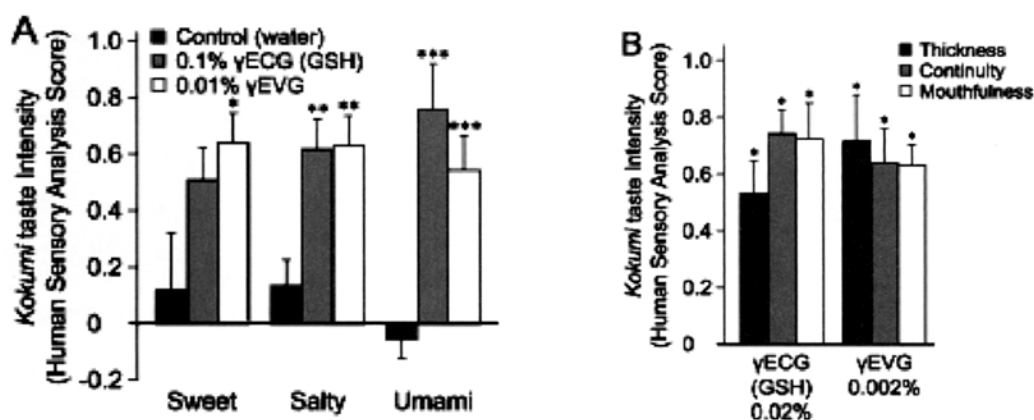


図5 GSH と γ EVG の官能評価結果

A: 0.1%GSH または 0.01% γ EVG を、基本味である甘味 (シヨ糖 3.3%)、塩味 (NaCl0.9%)、うま味 (MSG0.5%) の溶液に添加し、官能評価した結果 (ブラインド評価)。Control は、無添加の味溶液である。縦軸には、呈味強度の評点を取り、平均値 ($n = 20$) を示す。評点尺度は、無添加の各基本味溶液に対し、明確に弱い: -2、弱い: -1、同等: 0、強い: 1、明確に強い: 2 である。各基本味溶液の評点は、GSH 添加の甘味を除き、GSH または γ EVG 添加により有意に上昇した (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, ***: $p < 0.001$)。B: 0.02%GSH または 0.002% γ EVG を、2% 市販チキンコンソメスープ (70℃) に添加し、官能評価した結果。縦軸には呈味強度の評点を取り、平均値 ($n = 20$) を示す。評点尺度は A と同様である。評価項目は、「コク味」物質の官能特性とされる“持続性”(口ふくみ 20 秒後の強度、continuity)、“広がり”(舌以外の口腔にて感じる強度、mouthfulness)、“厚み”(口ふくみ 5 秒後の強度、thickness) である。GSH または γ EVG により、各項目の評点が有意に上昇した (*: $p < 0.05$)。(文献 9 より改変)

宮村 直宏・丸山 豊

するために、マウス舌組織の免疫組織染色を行った。その結果、CaSR 発現が、有郭乳頭、葉状乳頭、茸状乳頭および口蓋の味蕾内の味細胞に認められた(図7)。なお、抗体の結合特異性はCaSR 抗原ペプチドによる抗体吸着実験によって確認した。

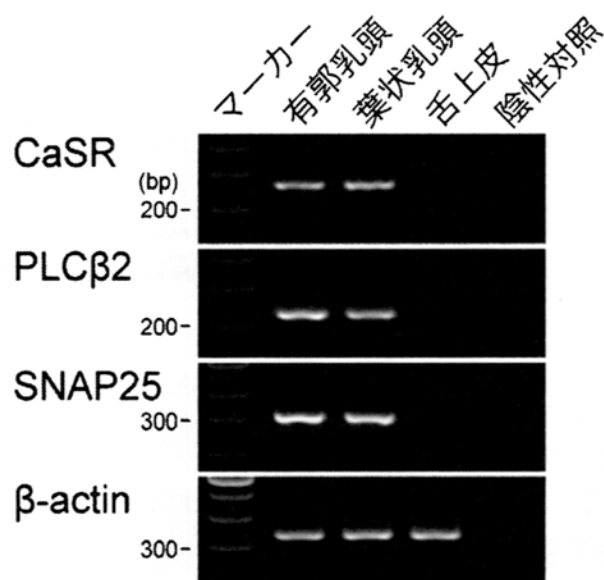
2. 「コク味」物質に対する味細胞の応答

「コク味」物質の刺激に対し味細胞が応答するかが確認された。観察には、マウス有郭乳頭組織スライスをを用い、「コク味」物質をスライスの味孔付近に局所投与した。味細胞の応答は共焦点顕微鏡を用いた細胞内 Ca^{2+} 濃度上昇により観察した。「コク味」物質であるシナカルセット(代表的なCaSR アゴニスト; $10 \mu\text{M}$)、GSH ($100 \mu\text{M}$)、 γ EVG ($100 \mu\text{M}$) の局所投与によって、単一味細胞に Ca^{2+} 応答が認められた(図8A)。この反応は「コク味」物質溶液に使用した溶媒液(タイロード液)だけでは誘

発されなかった(図8A)。 $100 \mu\text{M}$ γ EVG による反応強度($\% \Delta F/F$)は $11.66 \pm 1.7\%$ (平均 $\pm$ SE; $n = 21$ cells; 図8B)であり、 γ EVG の EC_{50} 値は約 $13 \mu\text{M}$ と算出された(図8B)。また、CaSR アンタゴニストであるNPS-2143 ($3 \mu\text{M}$) は「コク味」物質による誘発反応を抑制したが、うま味物質(MPG 100mM + IMP 1mM) と甘味物質(SC45647, $100 \mu\text{M}$) による応答には全く影響しなかった(図8C)。これらの結果は、「コク味」物質に応答する味細胞が存在することを示している。

3. うま味、甘味受容細胞と「コク味」受容細胞の関連性

「コク味」物質はうま味、甘味を増強することが官能評価によって明らかになっている。この作用機作の検証を目指し、うま味、甘味の受容体サブユニットであるTIR3 と「コク味」物質受容体CaSR の発現関連性を二重免疫組織化学により検討した。図9に示すように、マウス有郭乳頭の味細胞の一部はCaSR 陽性であった。63 個の有郭乳頭味蕾を計数したところ、うま味、甘味受容体サブユニットの



PLC β 2: II 型味細胞マーカー

SNAP25: III 型味細胞マーカー

図6 味細胞におけるCaSR mRNA 発現の確認

有郭乳頭、葉状乳頭、舌上皮(味蕾を含まない)における各 mRNA の発現を RT-PCR (Reverse transcriptase-polymerase chain reaction) 法により検出した結果。マーカーは分子量を示す。 β -actin (細胞質に存在) の mRNA は各組織に認められたが、CaSR、PLC β 2、SNAP25 の mRNA は味蕾が存在する有郭乳頭、葉状乳頭にのみ確認された。(文献 10 より改変)

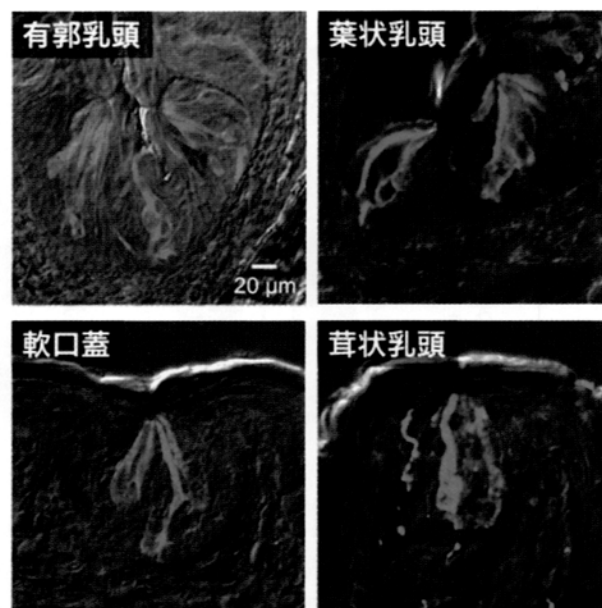


図7 味細胞におけるCaSR タンパク質発現の確認
味蕾中のCaSR タンパク質を蛍光染色した結果である。免疫蛍光染色されたCaSR が、有郭乳頭、葉状乳頭、軟口蓋、茸状乳頭の味蕾にみられる。免疫蛍光染色(緑色)は、微分干渉によりコントラストを高めた(DIC: differential interference contrast) 味細胞の画像に重ねてある。(文献 10 より改変)

CaSR アゴニストの官能特性 (「コク味」)

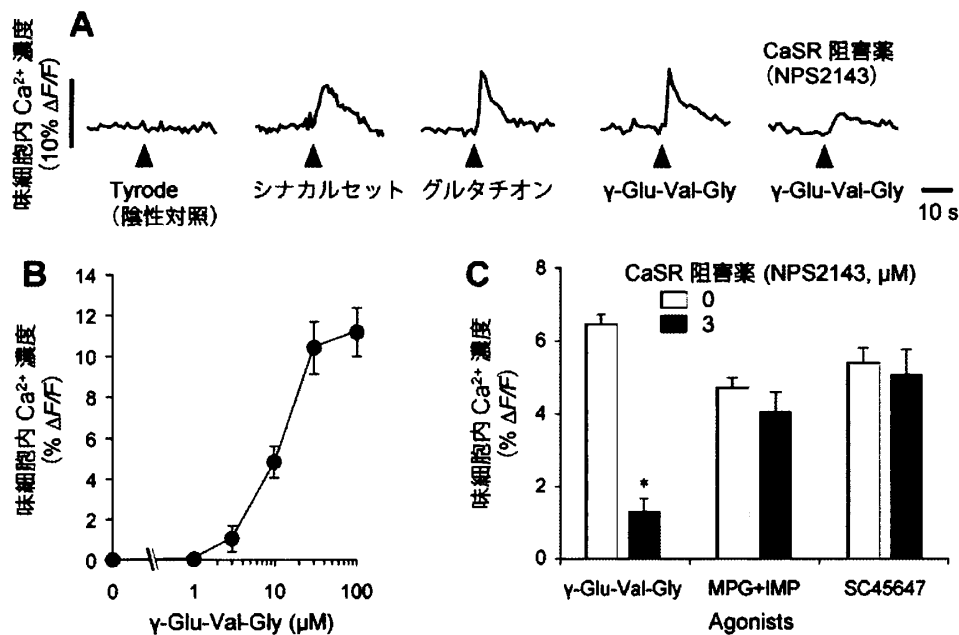


図 8 味細胞の「コク味」物質反応性

「コク味」物質刺激による Ca²⁺ 濃度上昇がマウス有郭乳頭組織切片の味細胞において記録された。A: 味細胞を、各「コク味」物質、シナカルセット (CCT, 10 μM)、グルタチオン (GSH, 100 μM)、γ-Glu-Val-Gly (γ EVG, 100 μM) および γ EVG + NPS-2143 (3 μM, CaSR 阻害剤) により刺激した結果。経時変化ライン下の矢印が刺激時である。B: γ EVG 投入濃度と Ca²⁺ 増加との関係 (平均 ± SE; n = 4 cells)。C: 3 μM NPS-2143 存在下、非存在下にて、γ EVG、MPG + IMP、SC45647 により誘発された Ca²⁺ の平均増加率 (平均 ± SE; *: p < 0.05, n = 4 cells)。γ EVG (100 μM) により誘発された反応が、CaSR 阻害剤の NPS-2143 (3 μM) によって阻害されたが、うま味 (MPG 100mM + IMP 1mM) と甘味 (SC45647, 10 μM) による反応に対しては無影響であった。(文献 10 より改変)

T1R3 陽性細胞は 347 細胞で、CaSR 陽性細胞は 502 細胞であった。わずか 3 細胞だけ (CaSR 陽性味細胞の 0.6%) が CaSR と T1R3 の両方を有していた (図 9)。これらの結果は、「コク味」物質は、うま味、甘味受容細胞とは別の味細胞によって受容されることを示している。これらの結果から考えられる受容細胞の存在パターンを図 10 に示した。

4. 作用機作のまとめ

マウス味蕾に CaSR アゴニスト受容細胞の存在が確認され、CaSR を発現する味細胞が観察された。また、マウス舌後部組織の味細胞において、「コク味」物質による細胞内 Ca²⁺ 濃度上昇応答が観察され、その応答は CaSR アンタゴニストにより抑制された。一方、うま味物質ならびに甘味物質による Ca²⁺ 増加応答は CaSR アンタゴニストの影響を受けなかった。また、CaSR ならびにうま味受容体・甘

味受容体 (T1R3) の免疫染色像から、両受容体は異なる味細胞に発現することが明かとなった。これらの結果は、CaSR アゴニストが、CaSR を発現する味細胞によって受容され、基本味を受容する細胞の応答を修飾する「コク味」物質として作用する可能性を示唆する。

結 語

「コク味」物質の研究を上田らが始めてから、すでに 20 年以上を経過した。本稿で紹介した知見の製品への応用は、すでに国内外において進みつつある。しかしながら、受容体や作用機作の研究が可能になったのは、2000 年以降である。また、味覚の研究では基本味の研究が先行しているが、基本味は「おいしさ」の骨格のようなものであり、さらに「コク味」物質など味修飾物や各種刺激物について

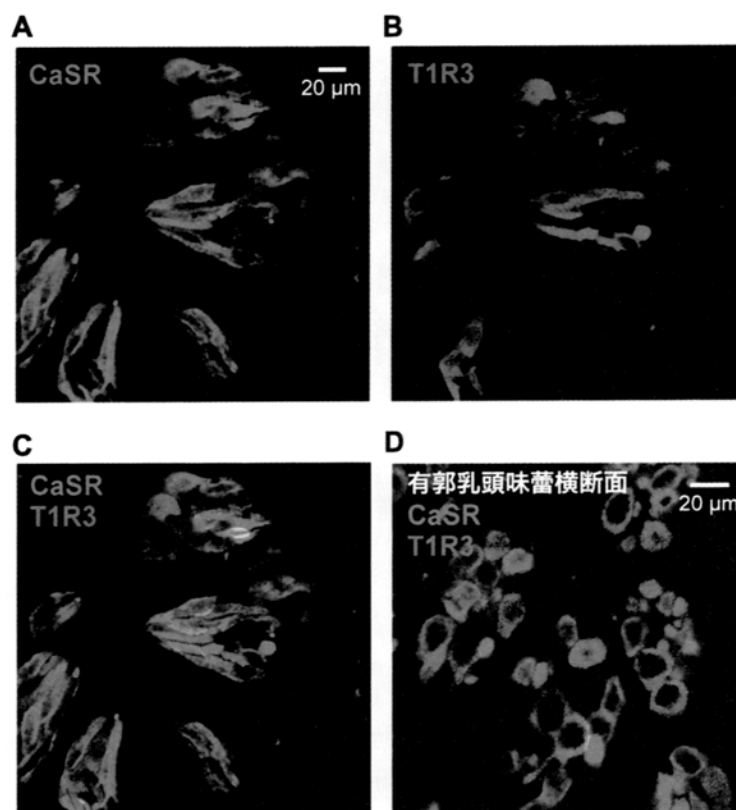


図9 味蕾でのCaSRとうま味・甘味受容体T1R3の発現

CaSR発現は、うま味/甘味受容体共通サブユニットを発現しない細胞にのみ認められた。A、B：CaSR抗体（緑色）、T1R3抗体（赤色）によって、免疫染色した有郭乳頭味蕾の縦断面画像。C：AとBを重ね合わせた画像。D：CaSR抗体（緑色）およびT1R3抗体（赤色）によって免疫染色された有郭乳頭味蕾の横断面画像。（文献10より改変）

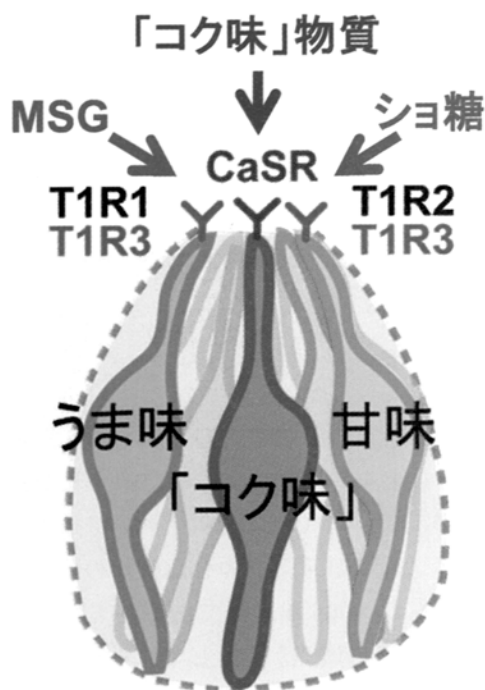


図10 味蕾と味細胞のイメージ図

の理解が進んでこそ、現実にも望まれる“おいしさ”に向けた技術が発展するのではないかと考える。

本稿では、近年、進歩が著しい受容体関連の研究のうち、筆者が関わったCaSRアゴニストが「コク味」物質であることを示す研究について紹介した。ここで述べたように、味修飾作用などに関して、精緻な科学的エビデンスを得られる状況が整いつつある。多様な味風味を理解する感覚と科学的蓄積をもつ日本の研究者が、うま味研究に加え、基本味の機能を向上させる「コク味」など味修飾について探求し、その知見を普及させることによって、世界の味覚研究や人々の食生活向上に貢献できるのではないかと考える。

CaSR アゴニストの官能特性 (「コク味」)

文 献

- 1) 栗原堅三:「味覚・嗅覚」, 化学同人, 東京, pp. 28-31 (1990)
- 2) 栗原堅三: うま味って何だろう. 岩波ジュニア新書, 岩波書店, 東京, pp. 2-7 (2012)
- 3) 山中正彦, 岡安祥夫:「おいしさ」を表すことばの分類・解析. 第9回官能検査シンポジウム論文集, 日科技連, pp. 15-19 (1979)
- 4) 山口静子: 表現用語からみた「コク」の構成要因の解析. 味と匂誌 4, 515-518 (1997)
- 5) Ueda Y, Sakaguchi M, Hirayama K, Miyajima R and Kimizuka A: Characteristic flavor constituents in water extract of garlic. *Agric Biol Chem* 54(1), 163-169 (1990)
- 6) Ueda Y, Yonemitsu M, Tsubuku T, Sakaguchi M and Miyajima R: Flavor characteristics of glutathione in raw and cooked foodstuffs. *Biosci Biotech Biochem* 61(12), 1977-1980 (1997)
- 7) Dunkel A, Köster J and Hofmann T: Molecular and sensory characterization of γ -glutamyl peptides as key contributors to the *kokumi* taste of edible beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *J Agric Food Chem* 55, 6712-6719 (2007)
- 8) 伏木亨: コクと旨味の秘密. 新潮新書, 新潮社, 東京, pp. 134-138 (2005)
- 9) Ohsu T, Amino Y, Nagasaki H, Yamanaka T, Takeshita S, Hatanaka T, Maruyama Y, Miyamura N and Eto Y: Involvement of the calcium-sensing receptor in human taste perception. *J Biol Chem* 285 (2), 1016-1022 (2010)
- 10) Maruyama Y, Yasuda R, Kuroda M and Eto Y: *Kokumi* substances, enhancers of basic tastes, induce responses in calcium-sensing receptor expressing taste cells. *PLoS ONE* 7(4), e34489 (2012)
- 11) 古川秀子: おいしさを測る. 幸書房, 東京, pp. 69-71 (1994)

<著者紹介>

宮村 直宏 (みやむら なおひろ) 氏略歴

1981 年 3 月 北海道大学農学部農芸化学科卒業
 1983 年 3 月 北海道大学農学研究科修了
 1983 年 4 月 味の素株式会社入社、現在に至る



丸山 豊 (まるやま ゆたか) 氏略歴

2001 年 北海道大学大学院獣医学研究科博士課程修了
 博士 (獣医学)
 2001 年 米国マイアミ大学医学部 Postdoctoral Research Associate
 2004 年 同大学医学部 Assistant Scientist
 2007 年 味の素 (株) ライフサイエンス研究所 研究員
 2011 年 同社イノベーション研究所 主任研究員
 現在に至る

