

# 漬物の保存に伴う品質劣化の味覚センサーによる評価

藤原孝之\* , 苔庵泰志\*

## Evaluation of Quality Degradation of Pickles Using Taste Sensors

Takayuki FUJIWARA and Yasushi KOKEAN

### 1. はじめに

消費者の減塩嗜好により、漬物の賞味期限は比較的短くなり、流通・保存中に味が変化しやすいため、官能検査に基づく適切な期限設定が重要である。しかし、官能検査は手間を有することや検査員の確保などの課題があるため、中小・零細企業では、信頼性の高い検査の遂行が困難であることが多い。そこで、機器分析により官能検査を補足・代替することが望まれる。

近年、食品の味を数値化・客観化するためのセンサーとデータ処理ソフトの開発が進んでいる<sup>1)</sup>。そのひとつである九州大学とアンリツが共同開発した装置（以下、味覚センサー）は、脂質と高分子を混合して作製された膜を味物質の受容部分とし、複数の脂質膜による電位出力応答パターンから味を数値化する機器である<sup>1,2)</sup>。現在、味覚センサーは、苦味、渋味、旨味、塩味、酸味および甘味の各センサーから構成され、新商品・新製品開発、製造工程における品質管理、クレーム対策、流通における品質保証およびマーケティングに利用されており、賞味期限の設定も新たな応用として期待されている<sup>2)</sup>。

そこで、本研究では、味覚センサーにより漬物の保存に伴う味の劣化を評価する可能性を検討した。キュウリ調味液漬を所定の温度で保存し、経時的に官能検査、味覚センサーによる測定および従来法による成分分析測定を行い、味覚センサーの有用性を検討した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 材料

試験に用いたキュウリ調味液漬は、実際に商品を製造している民間加工場において、以下の工程で製造された。キュウリを重量比 20%の食塩で下漬し（3ヶ月間）、次いで下漬の 5%量の食塩で中漬（11ヶ月間）した後、細断、流水中で塩抜き、圧搾および調味を行い、直ちにポリ袋に 180g（うち固形物 130g）を詰め、減圧包装した。包装後、80℃で 10 分の加熱処理（現在の商品の滅菌条件）を行ったものおよび非加熱のものを供試した。

#### 2.2 保存方法

加熱処理品および非加熱品のそれぞれを 10℃および 25℃のインキュベーターで保存した。1, 2, 3, 4, 5, 6 および 9 週間保存後に開封して官能検査、味覚センサー測定および成分分析を行った。官能検査の結果、商品価値が消失したと評価された試験区は、その時点で保存試験を打ち切った。

#### 2.3 官能検査

冷凍保存（-20℃）した漬物（検査当日に解凍）を対照として、保存した漬物の色彩、香り、味、歯切れ、総合評価、酸味、異味を製造関係者 7 名に評点法<sup>4)</sup>で評価させた。官能検査票は図 1 のとおりで、酸味および異味は味の強度、他の項目は嗜好性を判断させた。

\* 医薬品・食品研究課

	食用不可	基準より劣る 販売不可	基準よりやや劣る が販売可能	基準と同じ	基準より良い
色					
香り					
味					
歯切れ					
総合評価					
酸味		基準よりかなり 酸っぱい	基準より やや酸っぱい	基準と同じ	基準の方が 酸っぱい
異味		かなり異味が ある	やや異味が ある	異味なし	

図 1 官能検査票

## 2.5 成分分析

漬物試料を茶こしで固形物と漬液に分離した。固形物は重量比 4 倍量の蒸留水を加えてフードプロセッサーで 20 秒間、さらにホモジナイザーで 30 秒間破碎し、茶こしで濾過した。ろ過後の液および漬液を -40℃ で冷凍保存し、分析日に解凍して以下の調製を行った。固形物抽出液は蒸留水で 2 倍希釈し、3,000rpm で 5 分間遠心分離を行った（以下、同条件）。漬液は蒸留水で 10 倍に希釈し、遠心分離を行った。それぞれ、遠心分離後の液層を以下の分析に用いた。

pH

pH メーター（F-23, HORIBA）により測定した。

総酸

フェノールフタレインを指示薬として N/10 水酸化ナトリウム溶液で滴定し、主要な有機酸である乳酸の濃度に換算した<sup>5)</sup>。

食塩

クロム酸カリウム液を指示薬として N/10 硝酸銀溶液で滴定して求めた<sup>5)</sup>。

有機酸組成

高速液体クロマトグラフ（日本分光 LC-800）を用いたイオン排除クロマトグラフィーによるポストカラムシステムにより有機酸の分析を行った。カラムは、Shodex RS-pak KC-811 (8.0 x 300 mm ID x 2, 昭和電工)を用いた。分析は、カラム温度 60℃、流速 1mL/min、移動相として 3.5 mM HClO<sub>4</sub>、発色試薬として 0.2mM プロモチモール

ブルー（BTB）、15 mM Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> を用い、カラムで分離後、BTB で発色した有機酸の 445nm での吸光度を UV/VIS 検出器により測定した。試料中の有機酸濃度は、既知濃度の標準有機酸試料と比較することで決定した。試料中のタンパク質等の高分子成分は、試料溶液と同量のエタノールを加えて沈殿させ、5,000rpm で 5 分間遠心分離することにより除いた。

アミノ酸組成

遊離アミノ酸の分析は、Cohen らの方法<sup>6)</sup>に準じ、高速液体クロマトグラフ（Alliance 2690, ウォータース）により行った。フェニルチオシアン酸を用いて、試料中の遊離アミノ酸をフェニルイソチアニル-アミノ酸へと誘導体化し、逆相クロマトグラフィーにより分析した。試料中のタンパク質等の高分子成分は、有機酸分析と同様の処理で除いた。

## 2.4 味覚センサー測定

成分分析の場合と同様に冷凍保存した液を解凍し、以下のように調製した。固形物抽出液はそのままの液と蒸留水で 2 倍希釈した液（それぞれ、現物の 5 倍、10 倍抽出液となる）を用いた。漬液は解凍後、蒸留水で 5 倍または 10 倍に希釈した。それぞれについて遠心分離を行い、液層を味覚センサー（味認識装置 TS-5000Z, インテリジェントセンサーテクノロジー）による測定に供した。用いたセンサーは、表 1 に示した通常食品に用いられる 5 種類であった。味覚センサーにおいては、液体サンプルにセンサーを浸漬し、食品を口に含んだ瞬間の「先味」と、食品を飲み込んだ後の「後味」の 2 種類を評価する。サンプル液と基準液（30mM 塩化カリウムと 0.3mM 酒石酸からなる水溶液）との電位差を先味、その後センサーを基準液で軽く洗浄し、基準液中に浸漬して再度測定し

表 1 用いたセンサー

極性	センサー名	測定項目	
		先味	後味
ブレンド	AAE	旨味	旨味コク
	CT0	塩味	-
	CA0	酸味	-
プラス	C00	苦味雑味	苦味
	AE1	渋味刺激	渋味

た時の電位と基準液の電位との差を後味として測定する。各センサーの電位データを、装置に付属したソフトウェアにより表1に示すそれぞれの味評価値に変換した。なお、測定中、試料液の保持部に 20℃に調整したウォーターバスの水を循環させることにより、試料温度を一定に保った。

### 3. 結果と考察

#### 3. 1 官能検査値

保存に伴う官能検査値（嗜好性）の変化を図2に示す。非加熱試料を 25℃で保存すると、1週間後に香り、味および総合評価について「食用不可」と判断された。非加熱試料を 10℃で保存すると、保存期間が長くなるにつれて官能検査による香り、

味および総合評価の評価値が低下していき、3週間後に味および総合評価にて「販売不可」と判断された。加熱試料は官能検査値の低下がゆるやかであり、9週間保存しても 10℃保存、25℃保存ともに「販売可能」と評価され、加熱滅菌の重要性が再認識された。また、色および歯切れの評価値は、他の項目ほど大きな低下はなく、総合評価における品質劣化は、おもに味および香りの劣化に起因していた。なお、冷凍による品質の変化はほとんど認められず、最も懸念した歯切れについても製造直後のものと大きな差は感じられなかったため、冷凍試料を官能検査の対照試料としたことは妥当と考えられた。

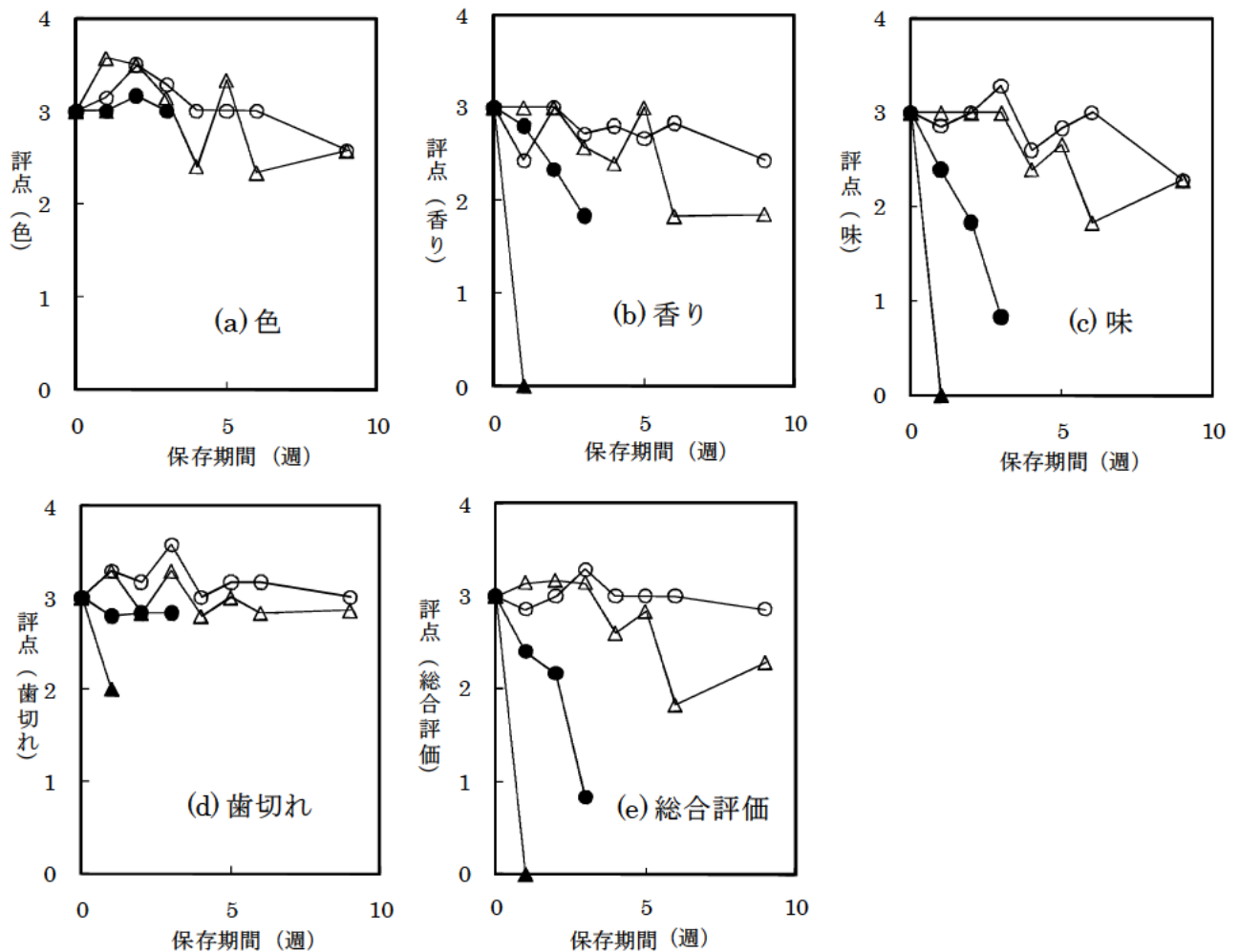


図2 漬物の保存に伴う官能検査値（嗜好性）の変化

○：加熱，10℃保存，△：加熱，25℃保存，●：非加熱，10℃保存，▲：非加熱，25℃保存

基準試料（冷凍保存）と比較した場合の、以下の尺度による評価の平均値

4：基準より良い，3：基準と同じ，2：基準よりやや劣るが販売可能，

1：基準よりかなり劣り販売不可，0：食用不可

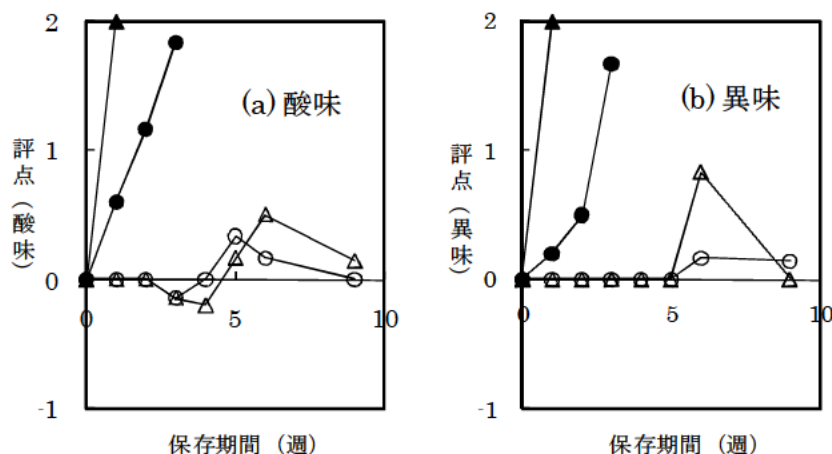


図3 漬物の保存に伴う官能検査値(味要素)の変化

○：加熱，10℃保存，△：加熱，25℃保存，●：非加熱，10℃保存，▲：非加熱，25℃保存  
基準試料(冷凍保存)と比較した場合の，以下の尺度による評価の平均値

(a) 酸味 2：かなり強い，1：やや強い，0：同じ，-1：弱い

(b) 異味 2：かなり異味がある，1：やや異味がある，0：なし(基準と同じ)

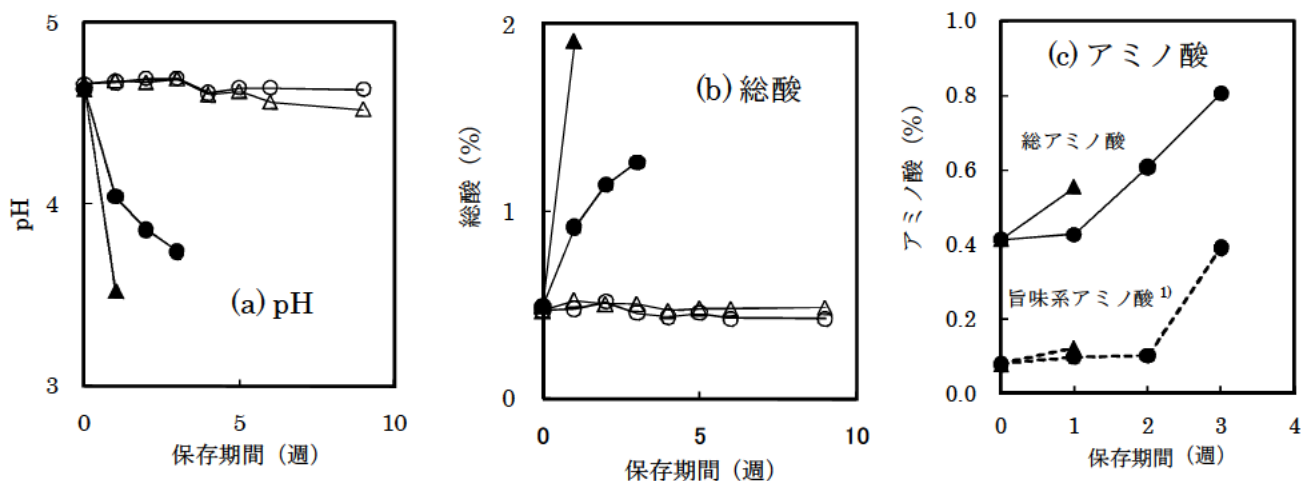


図4 漬物の保存に伴う成分の変化

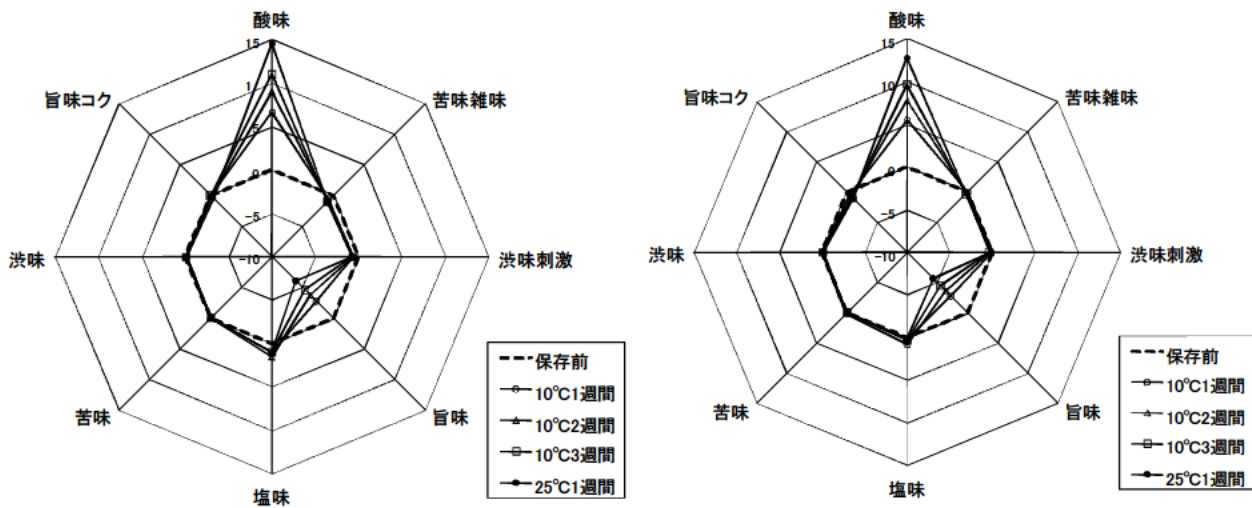
○：加熱，10℃保存，△：加熱，25℃保存，●：非加熱，10℃保存，▲：非加熱，25℃保存  
アミノ酸については，非加熱試料のみ測定。 <sup>1)</sup> グルタミン酸とアスパラギン酸の合計値。

官能検査による酸味および異味のデータを図3に示す。総合評価[図2(e)]が低下した試料は，酸味および異味の増加が認められた。保存に伴う味の劣化は，これらの味の変化を反映していたものと推測された。

### 3.2 成分分析値

化学分析による各試料の成分値を図4に示す。保存に伴い味の評価[図2(c)]が低下した試料は，総酸の上昇およびpHの低下が認められ，官能検査

による酸味の強さ[図3(a)]とよく対応していた。高速液体クロマトグラフィーにより有機酸組成を分析したところ，保存前の漬物の主要な酸は乳酸(酸合計値の54%)および酢酸(31%)で，総酸が増加した試料については乳酸が増加し，他の酸濃度は変化が少なかった。また，品質が劣化した試料は，アミノ酸濃度が高くなる傾向がみられた[図4(c)]。



(a) 5倍希釈

(b) 10倍希釈

図5 希釈が異なる漬物の味覚センサー測定値

非加熱処理試料のデータ、保存前を0とした場合の相対値  
苦味、渋味、旨味コクは後味、他は先味

### 3.3 試料の希釈倍率が味覚センサー測定値に及ぼす影響

図5～図7に示す味覚センサー測定データは、保存前試料を0とした場合の保存後各試料の相対値である。ヒトは、呈味物質に1.2倍の濃度差がないと識別できないという理論に基づき、単位の1はそれぞれの味を呈する代表的な物質が1.2倍の濃度差となるよう設定されたものである<sup>3)</sup>。

官能検査において、味が著しく劣化した非加熱試料の漬液について、5倍および10倍に希釈した液を味覚センサーにより測定した結果を図5に示す。このように、5倍および10倍希釈液の測定値はほぼ同様の絶対値および保存に伴う変化を示した。固形物についても同様の結果であった(データ略)。希釈率が低いほどセンサーへの負担が小さく、使用可能期間が長くなると考えられるため、以後の実験においては、漬液については10倍希釈液、固形物については10倍抽出液を用いることとした。

### 3.4 漬物の保存温度・期間と味覚センサー測定値との関係

漬物の品質低下に伴い大きく値が変化した味覚

センサーの測定項目は、酸味および旨味であった(図5)。そこで、漬物の固形物と漬液について、保存に伴う酸味および旨味の測定値の変化を図6に示す。

味が劣化した試料は、味覚センサーによる酸味の値が高く、旨味の値が低い傾向が認められた。味覚センサーにより測定した漬物の固形物および漬液の「酸味」測定値の変化[図6(a),(b)]は、官能検査による酸味評価値[図3(a)]および化学分析によるpH、総酸[図4(a),(b)]の変化をよく反映していた。しかし、保存に伴い味覚センサーの「旨味」測定値が低下する変化[図6(c),(d)]については、保存に伴い品質が劣化すると遊離アミノ酸の総量が増加する傾向[図4(c)]と相反する結果であり、旨味の呈味力が強いアミノ酸の測定値のみ(グルタミン酸およびアスパラギン酸)<sup>7)</sup>でも同様であった。今回は、旨味を直接評価する官能検査項目を設けていなかったため、味覚センサーの測定値が実際の旨味を適切に評価した結果であるか不明である。一方、旨味用センサー(AAE)は酒石酸に負の応答を示す知見があるため<sup>8)</sup>、本研究においても、旨味用センサーが有機

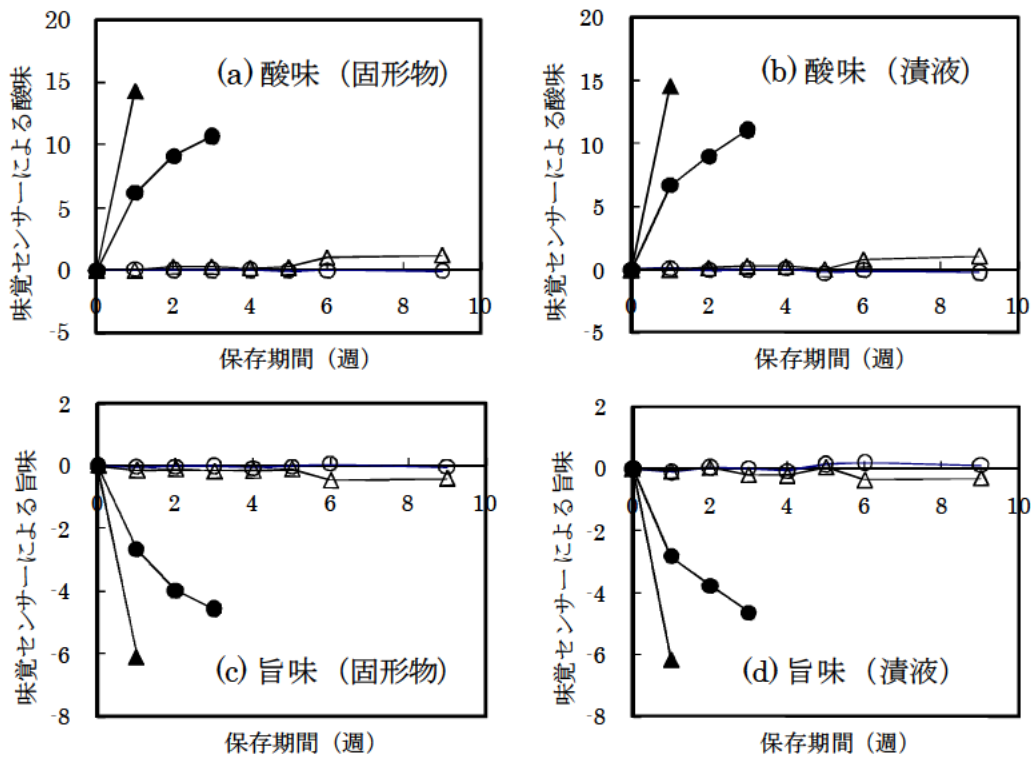


図6 保存に伴う漬物および漬液の味覚センサー測定値の変化  
保存前を0とした場合の相対値

酸等の旨味を呈さない物質に応答した可能性があると思われた。

なお、固形物と漬液とは味覚センサー測定値の変化が極めて類似しており（図6）、測定の前処理が簡便な漬液を用いても、可食部である固形物の味の変化を十分に評価できることが明らかになった。

### 3. 5 味覚センサーによる漬物の塩味測定値と成分値との関係

今回用いた試料の中に、製造ロットによっては漬物固形物および漬液の両方において、やや食塩濃度にばらつきのある場合が認められた。このような試料群について、味覚センサーによる「塩味」測定値と食塩濃度との関係を調べたところ、図7のように両者には高い正の相関が認められた。このため、味覚センサーは漬物の塩味の評価にも有効と考えられた。

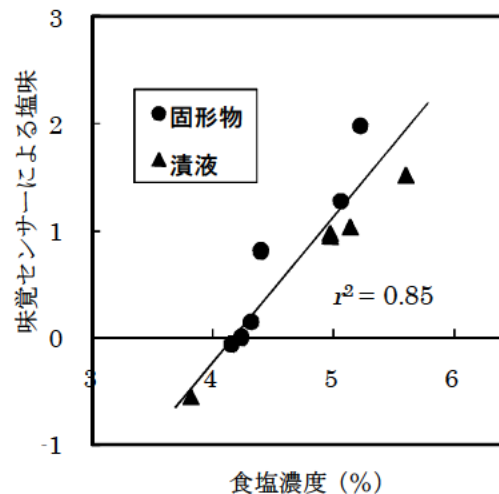


図7 漬物および漬液の食塩濃度と味覚センサー測定値との関係

非加熱試料のデータ、保存前を0とした場合の相対値

#### 4. まとめ

漬物（キュウリ調味液漬）の保存に伴う品質の劣化は、おもに味、香りの変化によるものであり、味に関しては酸味および異味の増加が認められた。味覚センサーの「酸味」測定値により、漬物の酸味の変化を的確に数値化できることが、官能検査値および化学分析値との比較により明らかになった。また、可食部である固形物を水で破碎し抽出した液と、漬物製品に含まれる漬液を希釈した液の味覚センサーによる測定値は同様であったため、いずれの前処理法でも味の変化を評価可能であり、操作が簡単な漬液の測定でも十分に実用性があると考えられた。また、味覚センサーの「塩味」測定値は、漬物の食塩濃度と相関が高かった。

以上により、味覚センサーはキュウリ調味液漬の賞味期限設定において、味の劣化を客観的に評価する技術として有効であり、さらに製品間の食塩濃度の比較など、品質管理にも有用であることが示唆された。ただし、漬物製品は多様であり、製品によっては、品質劣化の要因が今回のように酸味の増大ではなく、色彩、香り、テクスチャー等の劣化に起因するものもあると考えられ、そのような場合は味覚センサーによる評価が困難と予想されるため、評価対象とする製品ごとに予備検討が必要である。

#### 謝辞

供試試料の作製および官能検査の実施に協力いただいた、わらび会の皆様および桑名地域農業改良普及センター（現在、津地域農業改良普及センター）服部しづ子主幹に心よりお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 「食品と開発」編集部：“におい・味・テクスチャー・色の客観評価を目指して”。食品と開発, 45(4), p30-34 (2010)
- 2) 都甲 潔：“五感の科学 - 味を目で見る”。応用物理, 77, p938-945 (2008)
- 3) 池崎秀和：“味が見える味覚センサー”。食品と開発, 45(4), p35-37 (2010)
- 4) 古川秀子：“おいしさを測る-食品官能検査の実際-”。幸書房, p29-49 (1994)
- 5) 小原 哲二郎：“第2版 食品分析ハンドブック”。建帛社, p535-537 (1973)

- 6) Cohen et al.:“Analysis of amino acids using pre-column derivatization with phenylisothiocyanate”. American Laboratory, 48(8), p48 (1984)
- 7) 二宮恒彦：“アミノ酸の呈味に関する研究”。調理科学, 1, p185-197 (1968)
- 8) Y. Kobayashi et al.: “Advanced Taste Sensors Based on Artificial Lipids with Global Selectivity to Basic Taste Qualities and High Correlation to Sensory Scores”. Sensors, 10(4), p3411-3443 (2010)

（本研究は法人県民税の超過課税を財源としています）