

味覚センサーを用いた味噌の発酵状態の評価

藤原孝之*, 石川智子*

Evaluation of the Fermentation State of Miso Using Taste Sensors

Takayuki FUJIWARA and Tomoko ISHIKAWA

1. はじめに

味噌の製造においては、蒸煮大豆、麹、食塩等を混合し、熟成容器に詰める作業である「仕込み」後に、麹の酵素による原料成分の分解作用と、酵母・乳酸菌等による発酵作用が行われ、味噌特有の光沢、香味、組織が醸成される¹⁾。そのため、味噌の製造管理においては熟成度の評価が重要であり、従来は味噌の熟成度を色、香り、味の官能検査によって判定されてきたが、色調、香りともに決定的な指標とはし難い²⁾。また、味については「塩馴れ」という塩辛さがまろやかになる現象が熟成の重要な鍵であり、新たに生成される物質に由来する塩以外の物質に由来すると考えられている²⁾。理化学的に測定された数値が、官能評価による熟成度と相関があれば、熟成度の判定に用いることができるが、決定的な客観的指標はない³⁾。以上のことから、味噌の熟成や品質に関与する成分や、「塩馴れ」を簡便かつ定量的に把握できる方法が求められている。

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呈味物質の受容部分とし、電位出力パターンから味を数値化する装置である⁴⁾。味噌の熟成については、今村ら⁵⁾によりマルチチャンネル味覚センサーによる評価の可能性が示唆されているが、現在市販されている装置ではない。筆者ら⁶⁾は、味覚センサーを用いて清酒もろみのアミノ酸およびエタノール濃度の増加、ならびに pH の上昇を観測することにより、発酵状態を定量的に把握することが可能であることを報告した。そこで、本報では、市販の味覚センサーを用いて、製造中の味噌の熟成度を評価することの可能性を検討した。

* 食と医薬品研究課

2. 実験方法

2.1 材料

味噌は麹を造る原料により米味噌、麦味噌、豆味噌およびその他の味噌に分けられ、豆味噌は主に中京地域で製造されている²⁾。味噌の熟成は、自然の気温下で行う方法（天然醸造、天然熟成法）と、人為的に加温して熟成を促進させる方法（速醸、温醸）がある^{7,8)}。

県内の味噌製造企業より、速醸および天然醸造により熟成中の豆味噌を経時的に桶から採取した試料を譲り受けた。試料数は速醸が 25 点、天然醸造が 11 点であり、これらを冷凍保存後、適宜解凍して実験に用いた。味噌試料 5g に 195ml の蒸留水を加えて、ホモジナイザーにより 60 秒間粉碎・攪拌し、濾紙（No.2）により濾過をした。この操作により得た濾液（以下、「抽出液」という）を成分分析および味覚センサー測定に供した。

2.2 成分分析

以下の通り、抽出液の成分や特性を分析した。

(1) アミノ酸

既報⁶⁾と同様の方法により、高速液体クロマトグラフィー（装置：アミノ酸分析システム Prominence、島津製作所、カラム：Shim-pack Amino-Na）によるアミノ酸の定量を行った。試料中のタンパク質等の高分子成分は、試料溶液の 1.5 倍量のエタノールを加えて沈殿させ、遠心分離することにより除去した。定量した遊離アミノ酸の合計濃度を、以下「総アミノ酸」とした。

(2) pH

pH メーター（D-54、堀場製作所）により測定し

た。

(3) 食塩

塩素濃度をモール法 (JIS K 0400-35-10, 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) で求めた⁹⁾。

2.3 味覚センサー測定

既報⁶⁾の方法により, 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) を用いて抽出液の味覚特性を測定した。用いたセンサーおよび測定した味評価値は表 1 のとおりである。

表 1 用いたセンサーおよび測定した味評価値

| 極性 | センサー名 | 味評価値 | |
|------|-------|-------|------|
| | | 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 |

* 計算において, CT0 センサーの測定値も使われる。

3. 結果と考察

3.1 味噌の発酵に伴う成分変化

味噌の発酵進展に伴う成分の変化を図 1 に示す。

日数経過に従い pH は低下した (図 1(a))。これは, 味噌の発酵過程における一般的な現象で, アミノ酸や有機酸の生成によるものとされている¹⁰⁾。

総アミノ酸は発酵初期に増加し, あとは変化が小さく (図 1(b)), これまでの知見と同様であった²⁾。アミノ酸のうち, 味噌の呈味物質として重要なグルタミン酸とアスパラギン酸²⁾の合計値についても, 総アミノ酸と同様な推移を示した (データ略)。

味噌の食塩については, 発酵中に大きな変化はみられなかったが, 熟成期間の短い味噌については, 製造法および採取日が同一にもかかわらず, ばらつきが認められる場合があった (図 1(c))。

3.2 味噌の発酵に伴う味覚センサー測定値の変化

味噌の発酵進展に伴う味覚センサー測定値の変化

を図 2 に示す。また, 味噌の pH と味覚センサー測定値との相関を図 3 に示す。

日数経過に伴い, 味噌の「酸味」評価値が上昇した (図 2(a))。その変化は, pH の変化 (図 1(a)) と対応するとともに, 「酸味」評価値と pH との間には高い負の相関が認められ (図 3(a)), 妥当な結果であった。

「旨味」(先味) および「旨味コク」(後味) 評価値は日数経過に応じて低下した (図 2(b))。味噌の旨味は主にアミノ酸であることを考えると, これは図 1(b) と矛盾する結果である。このことを考察するために, 「旨味」評価値と pH の関係を調べると, 両者には極めて高い正の相関が認められた (図 3(b))。「旨味コク」評価値についても, 相関はやや低いものの ($r=0.77$), 類似する結果であった (データ略)。このことより, AAE センサーの応答値が pH の影響を強く受け, 「旨味」および「旨味コク」評価値がアミノ酸の濃度を的確に反映しなかったことが推定される。なお, 「旨味」評価値が試料の pH と正の相関を示すことは, 清酒もろみについても筆者らが報告しており⁶⁾, AAE センサーの特性と考えられる。

「塩味」評価値は熟成日数との間に一定の傾向は見られなかった (図 2(c))。また, 熟成期間の短い味噌は「塩味」評価値がばらつくことが認められ, 食塩の変化 (図 1(c)) と同様な傾向であった。図 4 に示すように, 「塩味」評価値と食塩との間には高い正の相関が認められ, キュウリの漬物における報告¹¹⁾と同様の結果であった。これらのことから, 「塩味」評価値は, 単に食塩濃度を反映するものであり, 熟成に伴う「塩馴れ」をこの値により評価することは困難と考えられた。

「苦味雑味」(先味) 評価値は仕込み直後に比較的高い値を示したが, 後は一定の変化は見られず, 「苦味」(後味) には全過程を通じて大きな変化が認められなかった (図 2(d))。「苦味雑味」評価値が味噌のどのような成分を反映したかは不明である。

「渋味刺激」および「渋味」評価値には熟成過程においてほとんど変化がなかった。

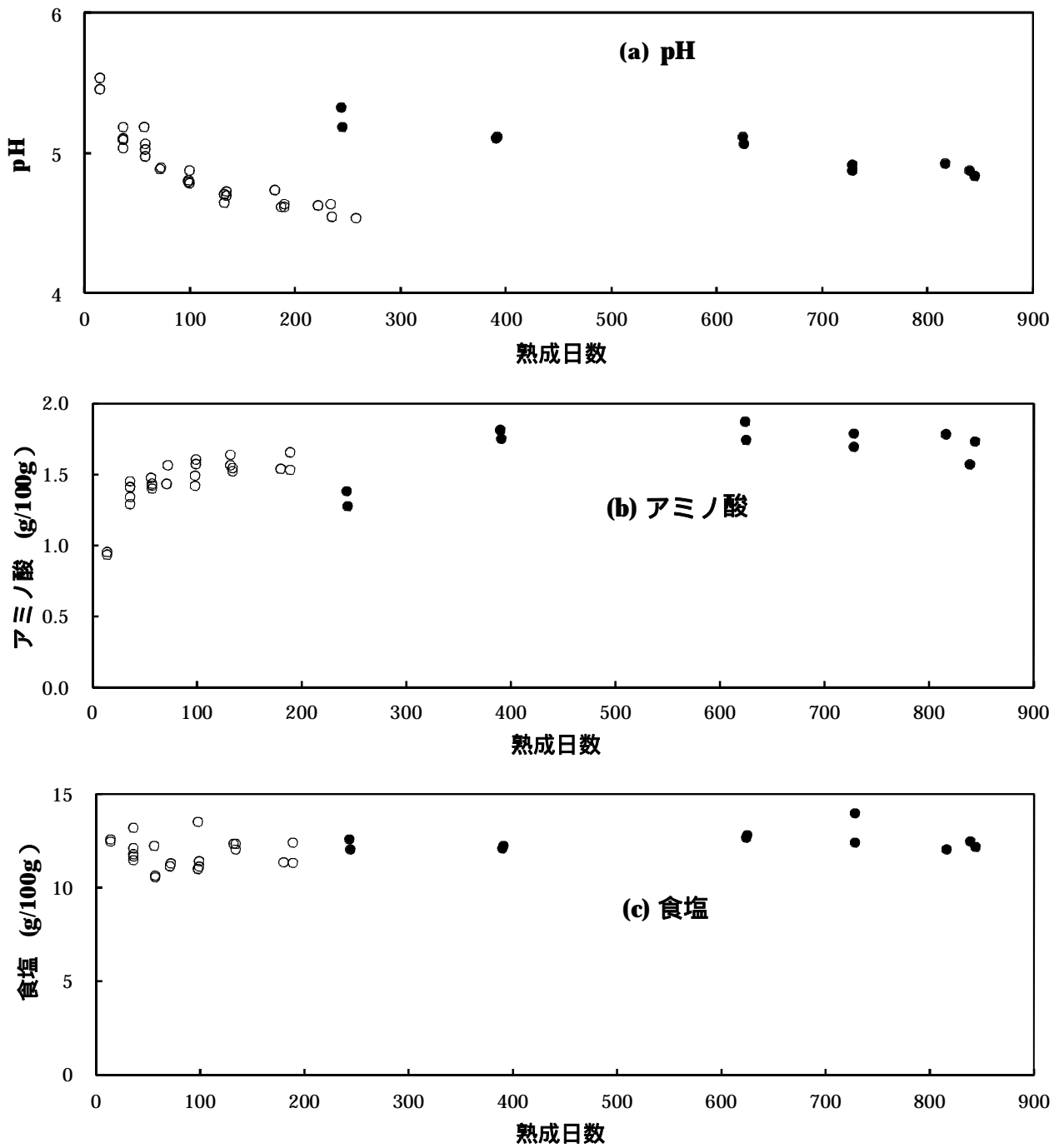


図1 熟成中の味噌の成分変化
 ○：速醸，●：天然醸造

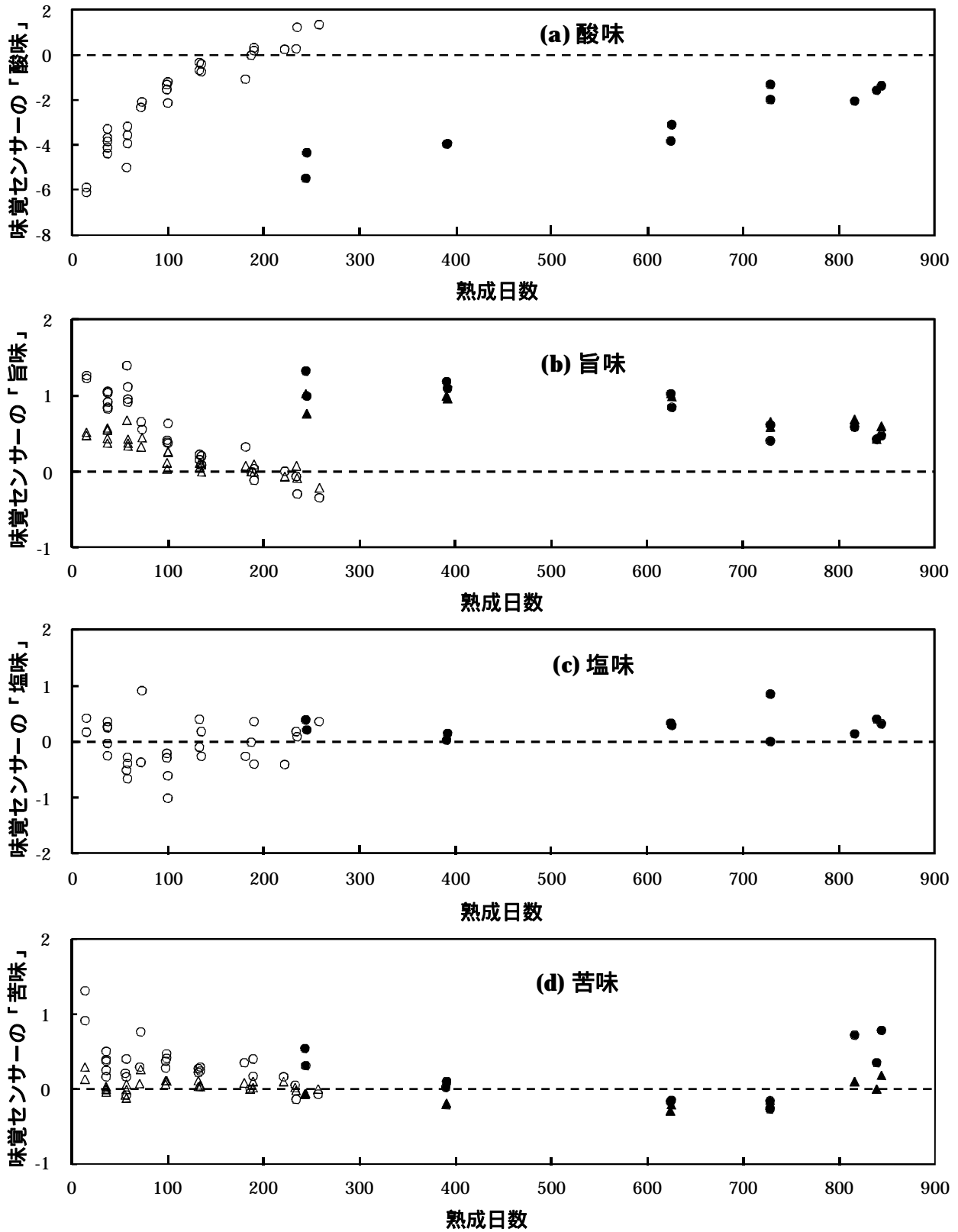


図2 熟成中の味噌の味覚センサー測定値

○：速醸，先味， △：速醸，後味， ○：天然醸造，先味， △：天然醸造，後味
 味覚センサー測定は，速醸の186日間熟成試料を0とした場合の相対値

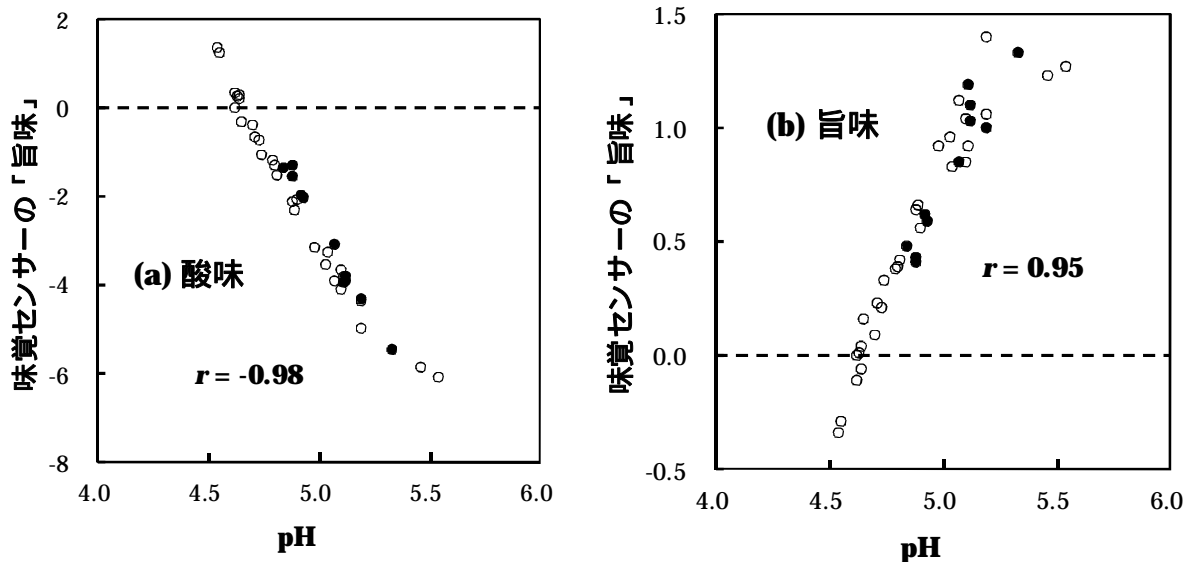


図3 味噌のpHと味覚センサー測定値との関係

○：速醸，●：天然醸造

味覚センサー測定は，速醸の186日間熟成試料を0とした場合の相対値（先味）。

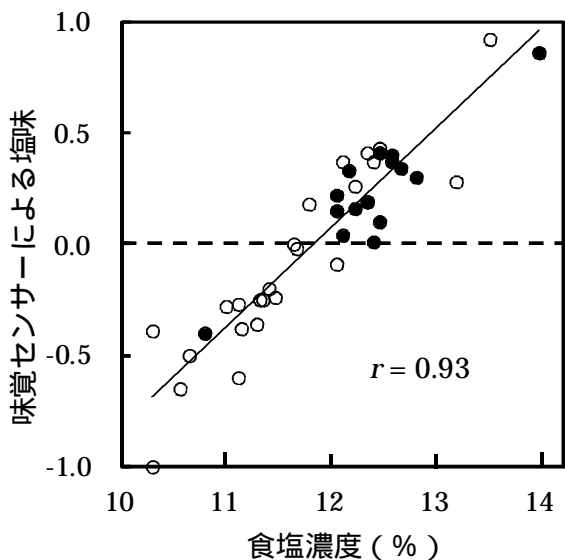


図4 味噌の食塩濃度と味覚センサーによる「塩味」値との関係

○：速醸，●：天然醸造

味覚センサー測定は，速醸の186日間熟成試料を0とした場合の相対値。

4. まとめ

製造中の味噌について，市販の味覚センサーによ

る評価値と，熟成日数および成分分析値との関係を検討した。味覚センサーの「酸味」評価値は，pHとの間に高い負の相関を示し，熟成に伴うpHの低下をよく反映していた。「旨味」評価値は，熟成中の味噌のアミノ酸の増加を反映せず，これはセンサーがpHの影響を強く受けたためと考えられた。「塩味」評価値は，味噌の食塩濃度との間に高い正の相関を示したものの，熟成に伴う「塩味」評価値の変化は認められず，「塩馴れ」と呼ばれる塩辛さがまるやかになる現象の評価は困難と考えられた。「渋味」および「苦味」に関連する評価値については，味噌の熟成に伴う変化がみられなかった。

既報において，味覚センサーを用いて清酒もろみのアミノ酸およびエタノール濃度の増加，ならびにpHの上昇を観測することにより，発酵状態を定量的に把握することが可能であることを発表した。しかし，熟成中の味噌については，pHの低下や食塩濃度のばらつきを把握できるものの，アミノ酸の増加や「塩馴れ」を評価できないことがわかった。このことから，現在市販されている味覚センサーを用いて味噌の熟成度を的確に評価することは困難であり，仕込み原料や製品の評価の方が実用の可能性が高いと考えられた。

謝辞

供試試料を提供いただいたサンジルス醸造株式会社 松永正好氏に心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 東 和男：“発酵と醸造〔 〕”。光琳. p82-90 (2005)
- 2) 海老根英雄：“食品の熟成”。光琳. p255-275 (1984)
- 3) 望月 務ほか：“味噌の醸造技術”。日本醸造協会. p79-92 (1982)
- 4) 都甲 潔：“五感の科学 - 味を目で見る”。応用物理, 77(8), p938-945 (2008)
- 5) 今村卓司ほか：“味覚センサーを用いた味噌の熟成度評価の研究”。電子情報通信学会技術研究報告, MBE, 95(501), p43-48 (1996)
- 6) 藤原孝之ほか：“味覚センサーを用いた清酒もろみの発酵状態の評価”。平成 22 年度三重県工業研究所研究報告, 35, p37-42 (2011)
- 7) 中野政弘ほか：“発酵食品”。光琳. p47-49 (1967)
- 8) 東 和男：“発酵と醸造〔 〕”。光琳. p104-113 (2005)
- 9) 東 和男：“発酵と醸造〔 〕”。光琳. p325-326 (2005)
- 10) 東 和男：“発酵と醸造〔 〕”。光琳. p130-147 (2005)
- 11) 藤原孝之ほか：“漬物の保存に伴う品質劣化の味覚センサーによる評価”。平成 21 年度三重県工業研究所研究報告, 34, p129-135 (2010)