

# フード ケミカル

食品のおいしさと安心を科学する技術情報誌  
A Technical Journal on Food Chemistry & Chemicals.

月刊

2015

6

vol.362

## 特集1 HACCP変化の兆し

最新技術情報

シッフズジャパン

マダニ媒介赤身肉アレルギーのリスク

Pick Up! 編集部イチ押し

(株)林原

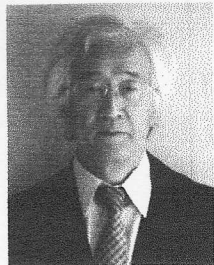
林原ヘスペリジン®S



特集2 食品検査におけるサンプリングの重要性

特集3 酸味料の利用技術と市場

### 相知高菜漬の製造過程における 微生物と香気成分の変化



**宮尾茂雄** Shigeo Miyao  
東京家政大学 短期大学部 栄養科 教授

みやお・しげお

●略歴 1973年、東京農工大学農学部卒業。東京都立食品技術センターを経て東京家政大学教授。四川大学客員教授、全日本漬物協同組合連合会技術顧問。



**佐藤吉朗** Yoshio Sato  
東京家政大学 家政学部 栄養学科 教授

さとう・よしお

●略歴 東京大学農学系大学院博士課程修了。1984～2010年、明治乳業研究所を経て東京家政大学教授。オフフレーバー研究会会長。

#### 1. はじめに

漬物は食塩を利用することにより、野菜を長期に保存することが可能となることから、乾物などと同様にもっとも古い保存食品の一つである。「藻塩焼」という言葉が万葉集に出てくる。この「藻塩焼」の藻は海中に漂う海藻のことで、海藻を海水に浸けて干すことを繰り返すことで塩分が濃縮される。これを海辺にさらしてから焼くと塩と海藻に含まれている灰分が残ることになる。日本には中国や西欧のように岩塩が産出しないことから、古代の日本においては、このように藻塩が使われていた。また、野菜を海水に浸けて干すことを繰り返せば、塩がなくても保存性のある漬物ができる。野菜を海水で漬けた場合は、塩濃度が低いので、乳酸菌や酵母などが増殖し、酸味や香気成分が作られるので風味が出て発酵漬物になる。従って、製造の容易さを考えると漬物は発酵漬物から始まったものと考えられる。

現在、日本で製造されている発酵漬物の一つである高菜漬は、主に九州で生産されている。高菜漬には、新高菜と古高菜と呼ばれるものがあり、新高菜は2～3%の食塩で漬けられ、新鮮な味覚と明るい緑色を特徴とする浅漬風の漬物である。一方、古高菜は6～12%の食塩濃度で乳酸発酵を行った発酵漬物で、べっこう色を呈している。高菜漬の原料となる高菜(*Brassica juncea* Coss.)は、からし菜に属する漬物野菜で、九州北部には

三池高菜、山汐高菜、かつお菜など、中部には阿蘇高菜がある。かつて佐賀県の高菜漬として栽培されていた相知(おうち)高菜が姿を消し、「まぼろしの高菜」といわれていたが、2007年に相知町の農家で種子が発見された。その後、栽培、種子採集がおこなわれ、2009年以降、佐賀県の前田食品工業で相知高菜漬が復活、生産されるようになった。

発酵漬物に関する微生物学的研究は、近年では荻原ら<sup>1)</sup>、総説では、宮尾<sup>2)</sup>の報告がある。また、香気成分に関する報告では、糠味噌漬を対象とした今井ら<sup>3～5)</sup>の報告があるが、相知高菜を用いた高菜漬の製造過程における微生物と香気成分の消長について検討した報告は見当たらない。そこで、相知高菜を原料とし、6～12%の食塩を加えて高菜漬を製造した場合の製造過程における菌叢および香気成分の変化について調べた。

#### 2. 相知高菜漬の製造過程における微生物叢の変化

高菜漬の原料野菜は、佐賀県西浦郡相知町で収穫された相知高菜で、収穫後、朝露が乾いたところで切り込みを行い、半日天日干しをしたものである。相知高菜漬の製造は、相知高菜にウコン塩(ウコン粉末を約3%含有する塩)を用い、それぞれ食塩濃度が6, 9, 12%となるように漬込みを行い、原料(7kg)とほぼ同重量の重石をして、室温下で2014年4月3日から100日間、発酵、熟成させ、その間における微生物の変化について調べた。

その一例として、食塩濃度が6%のものの結果を図1に示した。

相知高菜原菜の微生物叢について調べた結果、生菌数は $8.2 \times 10^6$  CFU/gで、多くは *Pseudomonas* 属菌などのグラム陰性菌が占めており、乳酸菌は300 CFU/g以下であった。漬込み開始後の発酵・熟成中の微生物叢の変化について調べたところ、食塩濃度が6%の場合は、5日目頃から乳酸菌の増加がみられるようになり、20日目には $10^8$  CFU/gに達した。30日目には乳酸発酵にともなう酸生成により、pHは4.0以下となり、その結果、大腸菌群を含むグラム陰性菌は減少、死滅した。一方、酵母は20日目頃から増殖し始め、一時は $10^6$  CFU/gに達したが、その後は減少傾向であった。40日目以降は乳酸菌、酵母ともに減少傾向がみられるようになり、100日目にはいずれも $10^4$  CFU/g台となった。食塩濃度が9%の場合は、10日目頃から乳酸菌の増加がみられるようになり、20日目には $10^8$  CFU/gに達し、その後は徐々に減少した。30日目には乳酸発酵に伴う酸生成により、pHは4.0以下となり、その結果、大腸菌群を含むグラム陰性菌は10日目には、減少、死滅した。一方、酵母は30日目頃から

増殖し始め、 $10^6$  CFU/gに達したが、その後は減少し、 $10^4$  CFU/g台で推移した。40日目以降は乳酸菌、酵母ともに減少傾向がみられるようになり、100日目にはいずれも $10^4$  CFU/g台となった。

食塩濃度が12%の場合は、6,9%の場合よりも変化が遅くなり、20日目頃から乳酸菌の増加がみられるようになった。30日目には $10^6$  CFU/gに達したが、6,9%の場合と異なり、 $10^8$  CFU/g以上に達することはなく、 $10^6$  CFU/g台にとどまった。その後、40日目以降は徐々に減少した。食塩濃度が12%と高濃度であったことから、乳酸発酵の進行が遅く、pHが4.0近辺に達したのは60日目であった。なお、グラム陰性菌は6,9%の場合と異なり、30日目においても $10^2$  CFU/gの菌数が生残していたが、40日目以降は検出されなくなった。一方、酵母は40日目頃から増殖が始まり、その後、 $10^5$  CFU/g台に達したが、その後は減少し、 $10^4$  CFU/g台で推移した。40日目頃からは乳酸菌、酵母ともに減少傾向がみられるようになり、100日目は、6,9%の場合よりも多く、 $10^5$  CFU/g台であった。

このように、いずれの食塩濃度においても漬込み当初多くみられたグラム陰性菌は、乳

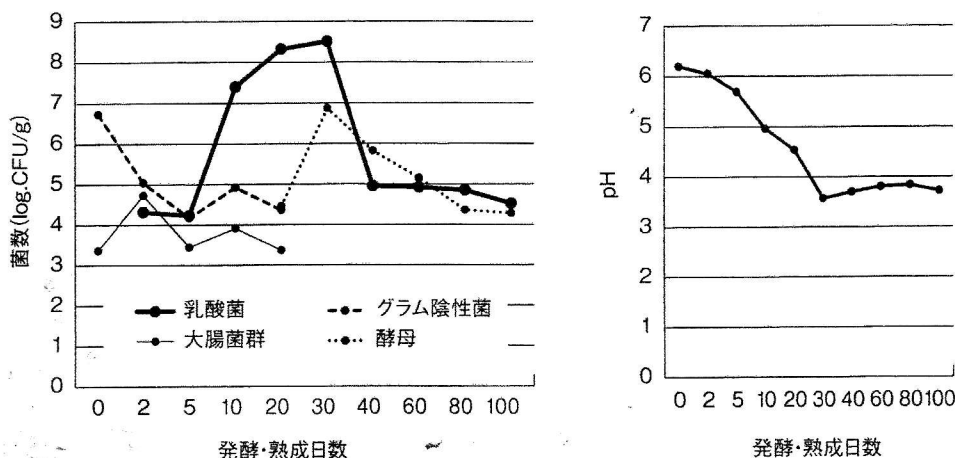


図1 相知高菜の発酵、熟成工程における微生物叢およびpHの変化(食塩濃度6%)

表1 相知高菜漬の優勢乳酸菌

食塩濃度	主な分離乳酸菌
6%	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>
9%	<i>Weisella confusa</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>
12%	<i>Lactobacillus brevis</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>
	<i>Lactobacillus plantarum</i>

酸発酵に伴うpHの低下により、減少、死滅する傾向がみられ、pHが5.0以下になると乳酸菌が優勢となった。発酵・熟成の後期には次第に酵母が増加する傾向がみられたが、食塩濃度が高くなるほど乳酸菌や酵母の出現する時期は遅くなる傾向がみられた。

### 3. 相知高菜漬の製造過程における主要乳酸菌

発酵・熟成過程にある相知高菜漬から無作為に釣菌した乳酸菌のうち、主要なものを絞り込んだ後、API50CHLシステム(BIO-MERIEUX)により簡易同定を行ったところ、表1に示すように食塩濃度6%の場合には、*Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, 食塩濃度9%の場合には、*Lactobacillus plantarum* および *Weisella confusa*, 食塩濃度12%の場合には、*Lactobacillus plantarum* および *Lactobacillus brevis* であった。そのなかでも最も優勢な乳酸菌は、*Lactobacillus plantarum* であった。

### 4. 相知高菜漬の製造過程における香気成分の変化

高菜漬からの香気成分の吸着法について検討した結果、におい吸着フィルムを用いる方法よりもSPMEファイバーを用いる方法の感度が優れていたことから<sup>6)</sup>、図2のように密閉容器中に高菜漬試料を封入し、その上層

(気相)にSPMEファイバーを挿入し、ファイバーの先端に塗布固定された樹脂に香気成分を40℃、30分間処理することによって吸着させ、そのファイバーをにおい嗅ぎ装置付きガスクロマトグラフに導入した。

これまでの漬物の香気成分分析は、揮発成分について全て観測されるピークについて成分を同定し、漬物の香気成分としてきた。しかし、におい嗅ぎ付きガスクロマトグラフを用いると、分離された成分を直接ヒトの鼻でにおいを嗅ぐことができることから、あらかじめ自分で漬物のにおいを嗅いでにおいを記憶させ、実際に漬物のにおいを分析する際ににおい嗅ぎ装置にて、におい嗅ぎを行い、どの成分がこの漬物の主たるにおい成分であるかを判別することが可能である。

その結果の一例として食塩濃度が6%のものを図3に示した。相知高菜漬の発酵・熟成過程で生成される香気成分の主なものとして、アリルイソチオシアネート(AIC)、ジメチルトリサルファイド(DMS)、3-ヘキセン-1-オール(HO)、1-ブテン-4-イソチオシアネート(BIC)、ヘプタジエナル(HDA)、3-メチルチオプロピルイソチオシアネート(MPIC)などが検出された。相知高菜の原菜からは、香気成分としてAICが検出され、漬込み後、日数が進むにつれ減少する傾向にあった。これは塩分濃度にかかわらず、同じ

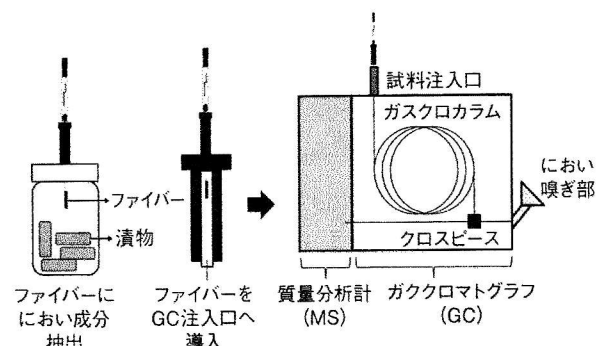


図2 相知高菜漬からの香気成分の採取および解析方法

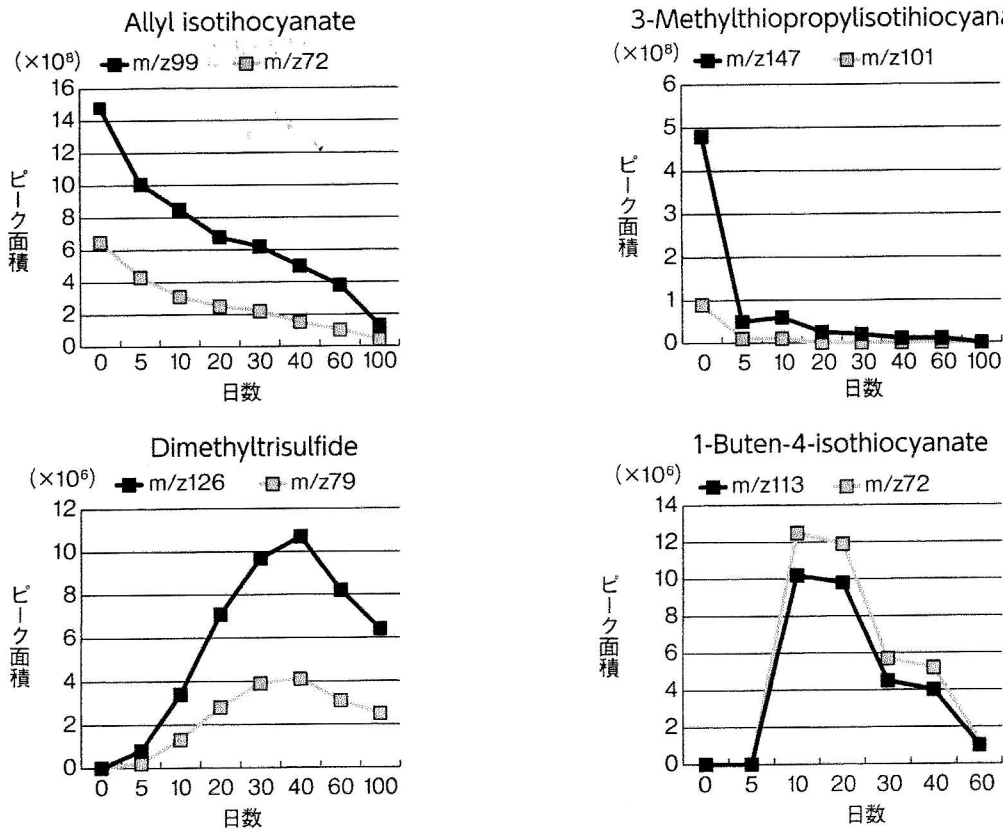


図3 相知高菜漬(食塩濃度6%)の発酵、熟成過程における香り成分の変化

傾向を示した。なお、AICは抗菌活性も示すため、漬込みの初期段階においてグラム陰性菌、大腸菌群の増殖を抑制していることが推察された。発酵に生成された香り成分と考えられるDMSは塩分濃度6, 9, 12%いずれの漬物においても、乳酸菌の増殖曲線とはほぼ同様の挙動を示し、脂肪酸の分解物であるHOは日数とともに増加する傾向であった。この結果、DMSあるいはBICの挙動を観測することにより、熟成度を予測することが可能になると思われた。

相知高菜の原菜からは、香り成分としてAICが検出されたが、AICはカラシ菜、高菜、カブ、ワサビなどのBrassica属の野菜に多く含まれている揮発性成分で、気相下で微生物の生育を強く抑制することが知られている。抗菌スペクトラムをみると多くの細菌やカ

ビ、酵母に対しては、強い抗菌性を示す一方、乳酸菌に対しては弱い傾向のあることが明らかとなっている。従って、発酵させる際は原料野菜に付着しているグラム陰性菌などの有害菌の生育が抑制され、乳酸菌が増殖しやすい環境となっていたものと考えられる。

引用文献

- 1) 萩原博和ら, 日食微誌, 26, 98-106 (2009)
- 2) 宮尾茂雄, J.J.Lact. Acid Bact., 13, 2-22 (2002)
- 3) 今井正武ら, 農化, 57, 1105-1112 (1983)
- 4) 今井正武ら, 農化, 57, 1113-1120 (1983)
- 5) 今井正武ら, 農化, 58, 545-551 (1984)
- 6) 宮尾茂雄ら, 東京家政大学生活科学研究所報告, 37, 45-47 (2014)