

# 鯖糠漬“へしこ”からの乳酸菌の分離と発酵微生物の変化

百木 華奈子・駒野 小百合\*・小林 恭一\*・谷 政八

(2009年1月30日受理)

## Isolation and characterization of lactic acid bacteria from mackerel pickle “Heshiko” and changes in its microflora

Kanako Momoki, Sayuri Komano\*, Kyoichi Kobayashi\*, Masahachi Tani

Lactic acid bacteria (LAB) from “Heshiko” which is mackerel pickle with salt and rice-bran, a traditional fermented food in Fukui were isolated and characterized. The temperature was a range of 12°C to 28°C during fermentation for 10 months. After soaking with salt and rice-bran, the concentration of NaCl was about 9%, acidity as lactic acid increased from 800mg/100g to 1200mg/100g, viable cell counts of LAB were  $10^3$  to  $10^7$  cfu/g, viable cell counts of other bacteria were  $10^5$  cfu/g, and viable cell counts of yeasts were  $10^4$  to  $10^7$  cfu/g during fermentation. Ninety six strains of LAB were isolated during fermentation process. The heterofermentive rods and the homofermentive rods (or streptococci) were isolated at the initial stage, and then LAB isolated from “Heshiko” was *Tetragenococcus halophilus* only. *T. halophilus* was the dominant strain in the fermentation of “Heshiko”.

キーワード (key words)

塩蔵保存食品 Salting preserved food、鯖糠漬(へしこ) Mackerel in salted rice-bran paste (Heshiko)、  
発酵微生物 Fermentation microorganism、乳酸菌 lactic acid bacteria、乳酸旋光性 Lactic acid  
rotatory polarization

### 緒 言

石川県から鳥取県の日本海沿岸で造られている「へしこ」と呼ばれる塩漬魚類には、鯖、鰯、鰯などに塩を振って糠漬にして長期間発酵熟成させた伝統保存食品がある。

戦後1950年代に入り、中枢神経の血管損傷が国民の死因の第一位を占めるようになり、減塩運動が盛んになると、高塩分の「へしこ」は敬遠されていった。しかし、1970年代の高度経済成長期を経て、食生活が多様化され、伝統食品の見直しが始まると、「へしこ」の生産が漸増し始めるよう

になった<sup>1)</sup>。谷らは、1980年代に市販されていた魚類の糠漬に関する一般食品成分分析や微生物分布などについて研究をおこなって、水産加工食品の糠漬を塩蔵発酵食品として分類の位置づけを提案し報告した<sup>2)3)4)5)6)</sup>。

福井県若狭地方ではかつて鯖が大量に獲れ、古来より若狭から京へ鯖を運ぶ道は「鯖街道」と呼ばれており、鯖を用いた「へしこ」が広く造られている。鯖にはEPAやDHAなどの不飽和脂肪酸が豊富に含まれており<sup>7)</sup>、抗動脈硬化作用があることのほか、「鯖へしこ」では、発酵熟成中に生成するペプチドに血圧降下作用があることが知ら

\* 福井県食品加工研究所

れ<sup>8)9)10)</sup>、最近ではおいしさに加え、栄養面からも見直され、発酵食品としての「へしこ」人気は全国的に広がりつつある<sup>1)11)12)</sup>。

「へしこ」の製造は、背開きにし、内臓を除去した生鮮な鯖を20%の食塩で塩漬にする。塩蔵時にあがってくる塩水は塩汁と呼ばれ、調味料に混ぜ合わせ糠床に漬けて半年から1年間発酵熟成させ、発酵期間中に北陸地方特有の高温多湿の夏を経ることが必要とされている。

多種類の魚醤油、くさやなどの発酵食品は、乳酸菌や酵母等の微生物やその代謝産物が健康や保存性に対して有用性を持つことが知られており、鰯糠漬の乳酸菌についての報告もあるが<sup>3)6)13)</sup>、若狭地方の「鯖へしこ」の製造発酵熟成に関与する微生物についての報告がほとんどなく詳細も明らかではない。また、食塩濃度が比較的高く、製造には長期間を有することから、低塩化や製造期間の短縮化が望まれているが、有効な方法は確立されていない。

そこで本研究は、「鯖へしこ」の低塩化や製造期間の短縮化を図ることを目的に、鰯糠漬から乳酸菌の分離と菌叢の変化について検討し、分離した乳酸菌の同定を進めるとともに、有用な菌株をスクリーニングし、「鯖へしこ」の乳酸菌の特徴を検討した。

## 試料及び方法

### 1. 鰯糠漬からの乳酸菌の分離・同定と菌叢の変化

#### 1-1. 試料

2006年4月15日に福井県美浜町の鯖へしこ製造所で下処理した塩鯖40尾(約35kg)を漬け込んだ。配合量はTable 1.に示したとおりである。

75リットルのポリ樽に糠と唐辛子を入れて、塩鯖を並べた。その上に調味液の順で入れ、再び糠を入れ、これを繰り返した。最後まで並べたら、上に編みわら、中ブタ、重石40kgをのせ、最後に残った調味液を流し込んだ。そして、外部から異物が入らないようにポリ袋を全体にかぶせた。漬け込みの終わった樽は、福井県食品加工研究所の冷暗所に移し、発酵熟成させた。

Table 1. 配合量

・ 塩鯖
(20%重量の食塩を加え2週間漬け込んだもの): 40尾 約 35kg
・ 調味液
(塩汁 <sup>*</sup> 、みりん、砂糖、焼酎、醤油): 7リットル
・ 米糠: 12kg

※塩汁: 塩鯖製造時に上がった液を煮沸後、綿布で濾過したもの

#### 1-2. 方法

約1ヶ月おきに樽の中心部から糠をサンプリングし、pH、塩分、酸度、生菌数(乳酸菌、非生酸菌、酵母)を調査測定した。またこの間の温度を記録した。

##### 1) pH

糠をそのままpHメーターで測定した。

##### 2) 塩分

糠を均一に混ぜ合わせた後、5.0gをとり純水で100mlにメスアップし、2.0mlをモール法で測定した。

##### 3) 酸度

塩分で用いた試料液10.0mlを0.1M NaOHで滴定して乳酸として換算した。

##### 3) 温度記録

データロガー TR-71U (株式会社ティアンドディ社製) を樽の上部に置き、温度を記録した。

##### 4) 培地

###### ① GYP白亜寒天培地

乳酸菌実験マニュアルに従って<sup>14)</sup>、組成はTable2.に示したとおりである。

Table 2. GYP 白亜寒天培地の組成

組成① (pH6.8)		組成②	
glucose	1.0g	CaCO <sub>3</sub> <sup>*3</sup>	0.5g
yeast extract	1.0g	agar	1.2g
peptone	0.5g		
meat extract	0.2g		
Na-acetate·3H <sub>2</sub> O	0.2g		
salts solution <sup>*1</sup>	0.5ml		
Tween 80 solution <sup>*2</sup>	1.0ml		
water	100ml		

培地調整法: 組成①を初めに調製し、そこへ組成②を加える。  
オートクレーブ: 121℃, 15分

<sup>\*1</sup> salts solution 1ml中には、MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 40mg, MnSO<sub>4</sub>·4H<sub>2</sub>O 2mg, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O 2mg, NaCl 2mgが含まれる

<sup>\*2</sup> Tween 80 solution = 50mg/ml水溶液

<sup>\*3</sup> 180℃, 30分乾燥滅菌したもの

## ② PDA培地

日本製薬株式会社製、ポテトデキストロース寒天培地を用いた。

## 5) 生菌数

乳酸菌：GYP白亜寒天培地（NaCl無添加、5 % NaCl添加の2種）、混しゃく（重層処理）、30℃恒温で培養し、クリアゾーンを形成したコロニーを計測した。

非生菌：GYP白亜寒天培地（NaCl無添加）、混しゃく（重層処理）、30℃恒温で培養し、クリアゾーンを形成しないコロニーを計測した。

酵母：PDA培地（pH3.5±0.1に調製）平板法、室温培養1～3日培養後、数を計測した。

## 6) 乳酸菌の分離

GYP白亜寒天培地でクリアゾーンを形成したコロニーを1シャーレ5個位釣菌し、GYP高層培地に穿刺して30℃1～5日間培養し、冷蔵保存した。

## 2. 同定のためのグルーピング試験

乳酸菌実験マニュアルに従い<sup>14)</sup>、前述の方法で分離した100株について以下の項目について検討した。

### 2-1. 形態

顕微鏡観察

30℃24時間培養したGYP高層培地の一部を光学顕微鏡（400倍）で観察した。

### 2-2. カタラーゼ試験

実験方法

GYP液体培地（pH7.5）に5 % NaClを加え、ワッセルマン試験管に2 mlずつ分注し、キャップをして、121℃15分滅菌したものに十分に生育した培養液をパスツールピペットで1滴接種した。そこに3 % 過酸化水素水溶液を2～3滴加えて、発泡性の有無を観察した。

### 2-3. 耐塩性・好塩性試験

#### 1) 培地調製法

200 ml ビーカー4個に、それぞれ0、3、5、10 % の食塩濃度になるように計り採りGYP液体培地（pH7.5）を加え、200 ml とした。これをワッセルマン試験管に2 ml ずつ分注し、キャップをして、121℃15分滅菌したものを供

試培地とした。

#### 2) 供試菌の摂取

十分に生育した培養液をパスツールピペットで1滴接種した。

#### 3) 培養条件

30℃で3日間培養した。

#### 4) 生育の判定

吸光プレートリーダー（EZS-ABS, IWAKI）を用い630 nm で濁度を測定した。

### 2-4. 生育温度試験

#### 1) 培地調製法

GYP液体培地（pH7.5）に5 % NaClを加え、ワッセルマン試験管に2 ml ずつ分注し、キャップをして、121℃15分滅菌したものを供試培地とした。

#### 2) 供試菌の摂取

十分に生育した培養液をパスツールピペットで1滴接種した。

#### 3) 培養条件

30、40、50℃で3日間培養した。

#### 4) 生育の判定

吸光プレートリーダー（EZS-ABS, IWAKI）を用い630 nm で濁度を測定した。

### 2-5. 初発pH試験

#### 1) 培地調製法

GYP液体培地5 % NaCl含有を1 M HClでpH4.2に調整し、ワッセルマン試験管に2 ml ずつ分注しキャップをして、121℃15分滅菌したもの（pH4.2）と1 M NaOHでpH8.5に調整後メンブレンフィルターで濾過滅菌させ、乾熱滅菌済みのアルミキャップ付きワッセルマン試験管に無菌的に2 ml ずつ分注したもの（pH8.5）を用いた。

#### 2) 供試菌の摂取

十分に生育した培養液をパスツールピペットで1滴接種した。

#### 3) 培養条件

30℃で3日間培養した。

#### 4) 生育の判定

吸光プレートリーダー（EZS-ABS, IWAKI）を用い630 nm で濁度を測定した。

### 3. 同定項目と実験方法

ブルーピング試験により選定した20株について、乳酸菌実験マニュアル<sup>6)</sup>に従って、次の項目について検討した。

#### 3-1. グラム染色

日水製薬株式会社製フィバー G「ニッスイ」を用い染色操作法に従った。

#### 3-2. 糖類発酵試験

##### 1) 培地調製法

各40mlのGYP液体培地に各糖類 (Table3.) 0.4gずつを加えたものをワッセルマン試験管に2mlずつ分注し、キャップをして、121℃ 15分滅菌したものを供試培地とした。

##### 2) 供試菌の摂取

十分に生育した培養液をパスツールピペットで1滴接種した。

##### 3) 培養条件 30℃で3日間培養した。

##### 4) 生育の判定

肉眼で生育判定を行った後、吸光プレートリーダー (EZS-ABS, IWAKI) を用い630nmで濁度を測り、0.1M NaOH溶液 (混合指示薬: NR+BTB) で滴定した。

Table 3. 糖類発酵試験に用いた糖類

1. L-arabinose	13. melibiose
2. D-ribose	14. sucrose
3. D-xylose	15. raffinose
4. gluconate (Na)	16. salicin
5. glucose	17. trehalose
6. fructose	18. melezitose
7. galactose	19. mannitol
8. mannose	20. sorbitol
9. rhamnose	21. starch (soluble)
10. cellobiose	22. sugar free
11. lactose	23. Inulin
12. maltose	24. glycerol

#### 3-3. 発酵形式

##### 1) 試験培地

GYP液体培地を用いた。

##### 2) 供試菌の摂取

十分に生育した培養液をパスツールピペットで1滴接種した。

##### 3) 培養条件

30℃で3日間培養した。

##### 4) 試料の調製

液体培地試料を300μlずつエッペンチューブに入れ、5分/8000回転で遠心分離にかけ、上澄液を200μlとり、10mlにメスアップしたものを試料とした。

##### 5) エタノールの定量法

F-キット/エタノール (Roche社) を用い、指示方法に従い定量測定した。

##### 6) 乳酸の定量法

培養した上澄液2.0mlに0.1M NaOH溶液 (混合指示薬: NR+BTB) で滴定した。

##### 7) 判定

エタノール量 (Emg/ml) と乳酸量 (Lmg/ml) の比率 (E/L) を、下表 (Table4.) の判定基準に従って発酵形式を決定した。

Table 4. 発酵形式判定基準

区 分	判定基準
ホモ発酵型	$0.0 \leq E/L < 0.05$
ヘテロ発酵型	$0.30 \leq E/L < 0.51$
再実験	$0.05 \leq E/L < 0.30$

#### 3-4. 乳酸旋光性

##### 1) 試験培地

酢酸ナトリウムを除いたGYP液体培地を用いた。

##### 2) 供試菌の摂取

十分に生育した培養液をパスツールピペットで1滴接種した。

##### 3) 培養条件

30℃で3日間培養した。

##### 4) 試料の調製

GYP高層培地試料を5mlずつ10分間/4000回転で遠心分離にかけ、上澄液を1.0mlとり、50mlにメスアップしたものをを用いた。

##### 5) D-乳酸/L-乳酸の定量法

F-キット (Roche社) を用い、指示方法に従い定量測定した。

##### 6) 判定

定量した値から偏り率(E)を求め、Table 5.に示した通りの判定基準に従って生成乳酸の旋光性を決定した。

Table 5. 乳酸旋光性判定基準

偏り率(E)	系列	判 定
$-16.0 \geq E$ $-1.00 \geq E > -16.0$	D	D(-) D(-) + DL
$-0.15 \geq E > -1.00$ $+0.05 > E > -0.15$ $+0.54 > E \geq +0.05$	DL	DL + D(-) DL DL + L(+)
$+0.92 > E \geq +0.54$ $+1.00 \geq E \geq +0.92$	L	L(+) + DL L(+)

### 3-5. 耐塩性・好塩性試験

#### 1) 培地調整法

ビーカーに、それぞれ0、3、4、6.5、7.5、10、12.5、15、18、20%の食塩濃度になるように秤り、GYP液体培地(pH7.5)を加え、100mlとした。これをワッセルマン試験管に5.0mlずつ分注し、キャップをして、121℃ 15分滅菌したものを供試培地とした。

#### 2) 供試菌の接種

十分に生育した培養液をパスツールピペットで1滴接種した。

#### 3) 培養条件

30℃で7日間培養した。

#### 4) 生育の判定

肉眼で生育判定を行った後、吸光プレートリーダー(EZS-ABS, IWAKI)を用い630nmで濁度を測り、0.1M NaOH溶液(混合指示薬:NR+BTB)で滴定した。

## 結果および考察

### 1. 鯖糠漬からの乳酸菌の分離・同定と菌叢の変化

#### 1-1. 発酵熟成期間中の温度変化

熟成期間中の温度変化をFig.1.に示した。漬け込み開始期は12℃程度であったがその後徐々に上昇し、夏期の8月から9月には28℃まで上昇し、その後は徐々に低下した。12月には10℃以下となり1月から2月にかけては7℃前後となった。

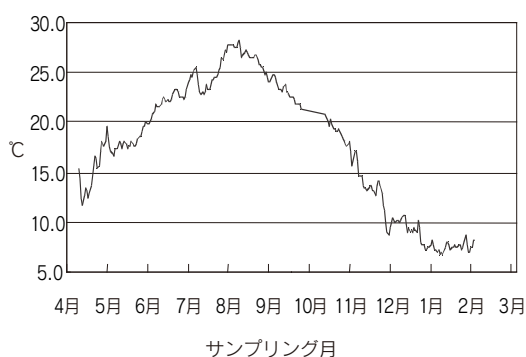


Fig. 1. 糠の温度変化

#### 1-2. 糠床の塩分(食塩濃度)の推移

糠の塩分(食塩濃度)の変化をFig.2.に示した。塩分は、9～10%の濃度で推移した。漬け込みの始めは低かったが、夏頃には一時的に上昇した。これは塩鯖からの塩分が、糠中に溶け出たためと思われる。その後徐々に低下し、10月以後はほぼ一定となり変化はみられなかった。最終的には9.1%となった。

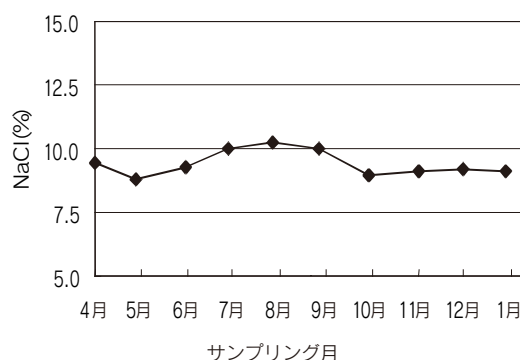


Fig. 2. 糠床の塩分変化

#### 1-3. 糠床の酸度の変化

酸度の変化をFig.3.に示した。最初800mg/100g(乳酸換算)程度であったが、おだやかに上昇し8月には1200mg/100gとなった。その後やや低下し、11月には1000mg/100gとなったが、再び上昇し1200mg/100g程度となった。酸度の上昇は乳酸菌が発酵する過程で乳酸などの有機酸を作り出しているためと思われる。特に乳酸菌は、30℃近く



で増殖しやすいため夏場の暑い時期に乳酸発酵が進み、酸度が上昇したと考えられる。

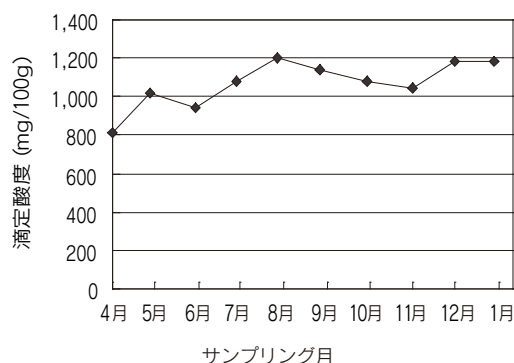


Fig. 3. 糠床の酸度の変化

#### 1-4. 生菌数の変化

発酵熟成期間中の生菌数の変化をFig.4.に示した。漬け込み時の糠には、乳酸菌 $10^3$ CFU/g、酵母が $10^4$ CFU/g、非生酸菌が $10^5$ CFU/g程度が平均して棲息した。乳酸菌数は、1ヵ月後には $10^2$ CFU/gまで低下し、その後ゆるやかに上昇し、7月から8月にかけて急激に上昇し、10月には $10^7$ CFU/g近くまで上昇した。その後はやや減少し、11月から1月には $10^5$ CFU/g程度となった。4～5月に分離された乳酸菌は、食塩無添加培地でもよく生育したが、7月以降に分離された乳酸菌のほとんどは、食塩無添加の培地よりも食塩を含む培地の方がよく生育したことから、7月以降の乳酸菌の増加は、好塩性の乳酸菌によるものと思われる。一方、酵母は5月頃から増加し始め、7月には $10^7$ CFU/gに達したが、その後低下し9月には $10^4$ CFU/g近くになったが、再び上昇し10月には $10^5$ CFU/g程度となった。6～7月の最初のピークと10～11月の2回目のピーク時の、培養したときの培地の発酵の香りが全く異なっているため、この2つのピークでは酵母の種類が異なる可能性があると思われる。非生酸菌については、ほとんど $10^5$ CFU/g近くで横ばい状態であった。この菌の細胞形態、コロニーの形状などから芽胞を形成するバチルス属であると思われ、塩分濃度が高いことから、常に孢子状態で存在しているものと考えられる<sup>15)</sup>。

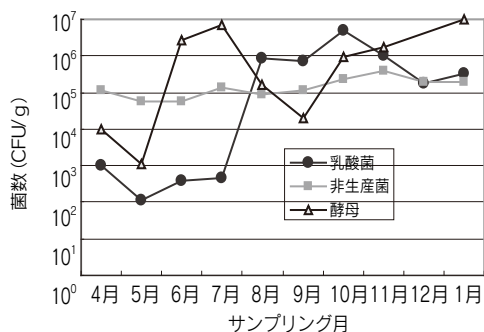


Fig. 4. 生菌数変化

#### 2. 乳酸菌の同定

グルーピング試験の結果、100株中4株は酵母であった。残り96株のうち、生育を示さない株が1株、連鎖球菌もしくは桿菌が8株、コンタミが疑われる株が2株、残り85株はすべて四聯球菌であった。

耐塩性、生育温度、pH4.2、pH8.5での生育から連鎖球菌もしくは桿菌8株を3タイプに分類し、四聯球菌は12タイプに分類して、それぞれから1～2株を選び20株に選定した。

この20株について、グラム染色、発酵形式、生成乳酸の旋光性、糖類発酵性、耐塩性について検討した。その結果をTable.6.に示した。20株中17株がL型乳酸を生成するホモ発酵四聯球菌で、1株がDL型乳酸を生成するヘテロ発酵桿菌、2株がL型乳酸を生成するホモ発酵連鎖球菌もしくは桿菌であった。すべての株が、50℃では生育せず、pH8.5で生育を示した。また、17株の四聯球菌のうち16株は40℃でも生育せず、18%以上の食塩濃度でも生育を示した。この16株は食塩を添加しない培地よりも食塩を含む培地でよく生育し、7.5～10%で最高生育を示した。このことから、乳酸菌実験マニュアルのダイアグラムより<sup>6)</sup>20株中16株は *Pediococcus halophilus* であると考えられる。*P. halophilus* は現在 *Tetragenococcus* という独立した属が与えられ、*T. halophilus* と呼ばれている<sup>16)</sup>。*T. halophilus* は醤油や味噌の発酵でも重要な細菌であることが知られており<sup>17)</sup>、魚介類の糠漬でも、この好塩性乳酸菌の有無が風味に影響していると考えられる。

ヘテロ型桿菌は、*L. viridescens*、*L. confusus*、*L. halotolerans*、*L. minor*のいずれかであると推定された。また、ホモ型の連鎖球菌もしくは桿菌は、*Enterococcus faecium*、*Enterococcus gallinamm*、*L. murinus*のいずれかであると推定された。分離した乳酸菌の分離時期と乳酸菌数の変化を見ると、漬け込み後菌数が低下する4月、5月に分離された乳酸菌は、*Lactobacillus*属ないしは *Enterococcus* 属であったが、乳酸菌数が増加してくる6月以降ではほとんどが好塩性の *T. halophilus* であり、鯖へしこの乳酸発酵の主体は *T. halophilus* であると推定される。

山本は、鯖へしこの品質について優良例では pH5.19 で不良例の pH4.91 よりも高いことを挙げている<sup>1)</sup>。過度の酸生成はへしこの品質を損ねる要因と思われるが、*T. halophilus* の pH 限界は 5.0 付近、5.5 以上が望ましいといわれ<sup>18)</sup>、耐酸性はそれほど強くない。鯖へしこでは、乳酸菌の中でも *T. halophilus* が優性となることで、過度の酸生成を抑え適度な pH を保っていると考えられる。この点を考慮すると、低塩化を図る目的で食塩濃度を下げた場合、他の乳酸菌が優性となって pH が低下して品質が低下する恐れがある。本研究で分離された *T. halophilus* と思われる菌は 7.5～10% の食塩濃度で最もよく生育することから 7.5% 以上の塩分が必要であると考えられ、これ以上の減塩は難しいものと思われる。

また、*Tetragenococcus* は *T. halophilus* の 1 種のみが知られてきたが、最近飛鳥のイシルから分離されたヒスタミンを生成する好塩性乳酸菌が、16rRNA 塩基配列の違いから新種 *T. muriaticus* として報告されている<sup>19)</sup>。本研究で好塩性乳酸菌として分離した菌株も、糖の資化性でいくつか異なったグループにわけられ、すべてが *T. halophilus* と言い難く、今後遺伝子レベルの実験による比較検討が必要であると思われる。その他にも、鯖糠漬から、死海などの塩湖に棲息することが知られており、食品から分離された例がない嫌気性の好塩菌 *Haloanaerobium* 属が存在したと報告されており<sup>20)</sup>、へしこの熟成には、乳酸発酵のほかに、アルコール発酵、コハク酸発酵なども関与していると報告されている<sup>8)</sup>。

今後の研究により新種の菌が発見される可能性も残されている。

なお、谷らが、いわし糠漬のへしこ糠床中の乳酸菌について検討したものと類似性を示していた。すなわち、糠床中に棲息する乳酸菌は、1 g あたり  $10^4$  個のオーダーで存在していた。これらの菌株は耐塩性が高く、熱抵抗性も強いことが認められ、生産された乳酸が防腐的作用を有していた。分離同定した乳酸菌は、*Pediococcus halophilus*、*Pediococcus faecalis*、*Pediococcus pentosaceus*、*Pediococcus urinaeaequi* が優勢種であった。その他に *Streptomyces faecalis*、*Lactobacillus plantarum*、*Leuconostoc mesenteroides* を分離同定した<sup>3)6)</sup>。また、酵母菌では、*Saccharomyces rouxii* をはじめ *Saccharomyces* 属が優勢種であった<sup>4)5)</sup>。このように乳酸菌以外にも複数の発酵微生物が関与していた。したがって、長期間の複雑な発酵を主体とする加工食品は、単一の微生物発酵だけでなく複合された調味料や原材料との調和によるものと解されることから、今後、鯖糠漬へしこに関しても乳酸菌だけでなく、他の微生物の関与も含め多面的な検討が必要と思われる。

## 要 約

若狭地方で作られる鯖糠漬（へしこ）の発酵・熟成期間中の塩分、pH、酸度、生菌数（乳酸菌、非生酸菌、酵母類）を測定した。また糠床から乳酸菌を分離し、その性質についても検討した。

熟成期間中の温度変化は、4月の漬け込み開始期が12℃程度であったが、夏期の8月から9月には28℃まで上昇した。塩分は、9～10%の濃度で推移した。酸度は、最初800mg/100g（乳酸換算）であったが、8月には1200mg/100gとなった。漬け込み時の生菌数は、乳酸菌が $10^3$ CFU/g、酵母が $10^4$ CFU/g、非生酸菌が $10^5$ CFU/gであった。乳酸菌数は、1ヵ月後には $10^2$ CFU/gまで低下し、7月から8月にかけて急激に上昇し、10月には $10^7$ CFU/g近くまで上昇した。その後は減少し、1月には $10^5$ CFU/gとなった。酵母は5月頃から増加し始め、7月には $10^7$ CFU/gに達したが、その後低下し9月には $10^4$ CFU/g近くになったが、

再び上昇し10月には $10^5$ CFU/g程度となった。

漬け込み初期に分離される乳酸菌はヘテロ型桿菌、ホモ型の連鎖球菌（もしくは桿菌）だったが、乳酸菌数が増加する7月以降は、ほとんどが好塩性の四聯球菌 *Tetragenococcus halophilus* であり、鯖糠漬へしこの主要乳酸菌であった。また、乳酸菌以外にも複数の発酵微生物が関与しているため、他の微生物についてもさらに検討する必要がある。

### 文 献

- 1) 山本巖. 「へしこ考」竹下印刷所, 福井, 1-33 (2005)
- 2) 谷政八, 加藤隆夫: 水産加工食品に関する研究 (第1報) 魚介類の糠漬、粕漬、味噌漬の成分組成及び微生物分布について 日本農芸化学会大会講演要旨集, 136 (1977)
- 3) 加藤隆夫, 谷政八, 三谷勝巳: 水産加工食品に関する研究 (第2報) イワシ糠漬より分離した乳酸菌の同定 日本農芸化学会大会講演要旨集, 132 (1980)
- 4) 谷政八, 三谷勝巳, 加藤隆夫: 水産加工食品に関する研究 (第3報) イワシ糠漬より分離した酵母菌の同定 日本農芸化学会大会講演要旨集, 128 (1980)
- 5) 谷政八, 三谷勝巳, 加藤隆夫: 水産加工食品の微生物学的研究 (第1報) いわし糠漬中の酵母菌類 仁愛女子短期大学研究紀要, 14, 95-108 (1983)
- 6) 谷政八, 三谷勝巳, 加藤隆夫: 水産加工食品の微生物学的研究 (第2報) いわし糠漬中の乳酸菌 仁愛女子短期大学研究紀要, 15, 129-141 (1984)
- 7) 科学技術庁資源調査会編. 「日本食品脂溶性成分表」大蔵省印刷局, (1989)
- 8) 松井利郎, 川崎晃: 食品タンパク質由来機能性ペプチドによる血圧降下作用-イワシペプチド (Val-Try) による降圧食品の開発を中心として-, 日本栄養・食糧学会誌, 53, 77-85 (2000)
- 9) 伊藤光史, 赤羽義章: マサバへしこの一般成分ならびにエキス成分の比較, 日本水産学会誌, 65 (5), 878-885 (1999)
- 10) 伊藤光史, 赤羽義章: マサバへしこの製造工程中の一般成分ならびにエキス成分の変化, 日本水産学会誌, 66, 1051-1058 (2000)
- 11) 村上亜由美, 川口真規子, 末信一郎: サバ糠漬「へしこ」の低塩化のための調味糠の調製, 福井大学教育地域科学部紀要V (応用科学 家政学編), 43, 15-24 (2004)
- 12) 坂口 絵美, 佐藤 真実, 谷 洋子: 福井県の「へしこ」に関する実態調査, 仁愛女子短期大学研究紀要, 40, 23-31 (2008)
- 13) 久田孝, 宮本浩衣, 坂尻誠, 安藤琴美, 矢野俊博: 石川県で製造された魚介類の糠漬け製品中の微生物フローラ, 日本水産学会誌, 67 (2), 296-301 (2001)
- 14) 小崎道雄. 「乳酸菌実験マニュアル-分離から同定まで-」朝倉書店, 東京126-133 (1992)
- 15) 百木華奈子, 駒野小百合, 小林恭一, 谷政八: 若狭地方鯖糠漬 (へしこ) からの乳酸菌の分離と菌叢の変化, 日本栄養改善学会北陸支部学術総会, 22 (2007)
- 16) 乳酸菌研究集談会. 「乳酸菌の科学と技術」学会出版センター, 東京, 37-45 (1996)
- 17) 好井久雄. 味噌の微生物. 「微生物の分離法」R&Dプランニング, 東京, 286-292 (1986)
- 18) Kandler, O., and Weiss, N., in Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, " Vol.2, ed. by Sneath, P. H. A., Mair, N. S., Sharpe, M. E., Williams & Wilkins, Baltimore, pp. 1079 (1986)
- 19) Satomi M, Kimura B, Mizoi M, Sato T, Fujii T: *Tetragenococcus muriaticus* sp. nov., a new moderately halophilic lactic acid bacterium isolated from fermented squid liver sauce. Int. J. Syst. Bacteriol. 47, 832-836 (1997)
- 20) 藤井建夫. 「魚の発酵食品」成山堂書店, 東京98-106 (2001)