

## もずく加工製品の品質保持に関する研究 (I)

食品加工室 池宮 勇 田村博三 照屋比呂子

### 1. はじめに

沖縄地方で主に生産されるもずくは、「ナガマツモ科」のオキナワモズクと「モズク科」のモズクである。沖縄県のもずく総生産量は9,933トン(平成6年度)と毎年1万トン前後である。このうち多く生産されたオキナワモズクは、太さ1.5~3.5mmで枝が不規則に分岐し、粘質に富み、非常に柔軟である。また全長は25~30cmに達し、褐色から暗褐色を呈する<sup>1)</sup>。

オキナワモズクの加工食品としては、加工度が低い塩蔵品が主なものであるが、調味ずみ製品としてプラスチック容器に入った酢のものが多く生産されている。従来より、もずく加工製品は加熱処理を行うと、食感が悪くなり消費者に好まれないとして非加熱で製造されている。この味付もずくパック製品の流通過程で、膨張した不良製品が発生することがあり本研究では、膨張パックが発生する原因と対策について検討を行うことにした。今回は味付もずくパック製品を製造し、保存試験を実施して、膨張パックの発生状態および微生物数の推移、また天然抽出物品質保持剤の効果を検討したので報告する。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験材料

- 1) もずく オキナワモズク (学名: *Cladosiphon Okamuraanus*)  
伊平屋産平成8年6月11日製造、18リットル缶入り塩蔵品を用いた。
- 2) 天然抽出物品質保持製剤
  - ①茶抽出物製剤: 茶抽出物10%含有品。
  - ②カラシ抽出物製剤: カラシ抽出物5%含有品。
- 3) 調味液 食酢、醤油等を主材料とした調製品を用いた。

#### 2.2 試料の調製および保存試験

もずくは塩蔵原料を洗浄・脱塩した洗いもずくを、調味液と混合して、混合量150gを角型プラスチック容器(85mm×85mm×35mm)に充填し、A工場の充填シール機でパック包装したものを試料とした。試料は37°C、25°C、10°Cの各温度で恒温器中に保存した。

#### 2.3 測定方法

試料は膨張により破損する場合があるので、所定日数経過後の破損してないものを測定した。

##### 1) 微生物数

微生物の測定は、試料10gをストマッカー用滅菌プラスチックバック(フィルター付き)に採取し、10倍量の生理食塩水を加えた後、ホモジナイズし、ろ過浸出したものを試料原液とした。それを所定希釈倍率に希釈し、その1mlを下記の各培地に混釈又は塗末し、25°C、3~7

日間培養後の出現したコロニーを計測した。

①細菌：糸状菌の生育を抑えるためにカビサイジン173ppm (0.1力価/1 ml) を添加した Nutrient agar (Difco製) (甜菜エキス0.3%、ペプトン0.5%、寒天1.5%) を使用し、平板混釈法で行った<sup>2)</sup>。

②酵母：クロラムフェニコール (SIGMA製) 50ppm、ペニシリンGカリウム32ppm (NACALAI製 1,600u/ml) を添加したYM培地 (グルコース1%、ペプトン0.5%、麦芽エキス0.3%、寒天2%) を調製し、平板混釈法で行った<sup>2)</sup>。

③糸状菌：クロラムフェニコール (SIGMA製) 50ppm、ペニシリンGカリウム32ppm (NACALAI製 1,600u/ml) を添加した麦芽エキス寒天培地 (グルコース2%、ペプトン0.1%、麦芽エキス2%、寒天2%) を調製し、平板塗抹法で行った<sup>2)</sup>。

④大腸菌群：デスオキシコーレイト培地 (栄研製) (ペプトン1%、乳糖1%、デスオキシコール酸ナトリウム0.1%、塩化ナトリウム0.5%、リン酸2カリウム0.2%、クエン酸鉄アンモニウム0.2%、中性紅0.0033%、寒天1.5%) を使用し、平板混釈法で行った。

2) pH : 3分間ホモジナイズした試料 (10 g) に蒸留水 (10ml) を加えて、ガラス電極式pH計 (F-21、堀場製作所製) で測定した。

3) 酸度 : pH測定終了直後に、0.1N水酸化ナトリウム溶液を用いてpH8.2を終点として滴定し、試料10 g当たりの滴定量を酸度 (ml) として表した。

## 2. 4 微生物の分離

微生物を計数した洗いもずくおよび25°C保存の無添加の試料より、3日目~8日目のコロニーを観察し、形態の異なるものを選び、以下の寒天斜面培地 (PDA培地 (栄研製) 3.9%、酵母エキス0.7%、ポリペプトン0.7%、グリセリン0.7%、寒天0.5%、エタノール1%、炭酸カルシウム1%) に釣菌し分離した。

## 2. 5 分離微生物の性質

1) グラム陽性・陰性の判定 : 分離した菌を1白金耳取り、3%水酸化カリウム溶液1滴を滴下して液の粘性により、菌体から糸を引かないものは陽性菌と判定した<sup>3)</sup>。

2) オキシダーゼ試験 : チトクロームオキシダーゼ試験用ろ紙 (日水製薬) をシャーレに取り出し、これを純水数滴を滴下して湿らせてから、菌体を白金耳で取りディスク表面に付着させて色の変化により、2~3分以内に菌体部分が深青色を呈するものは陽性菌と判定した<sup>3)</sup>。

3) カタラーゼ試験 : 菌体を半白金耳程度スライドガラスの表面に塗布し、3%過酸化水素水を滴下して気泡の発生の有無により、菌体から気泡を発生したものは陽性菌と判定した<sup>3)</sup>。

## 3. 結果及び考察

### 3. 1 実験材料の分析結果

実験材料の分析結果を表1に示す。洗いもずくは、pHが5.6、酸度が0.4ml/10 g、酵母と細菌は $10^2$ 個/gオーダーであった。調味液は、pHが3.6、酸度が27.4ml/10 g、酵母と細菌は全く検出されなかった。また、洗いもずくと調味液とも、糸状菌や大腸菌群については、全く検出されなかった。

表1 実験材料の分析結果

| 原 材 料 | pH  | 酸 度<br>ml | 細菌<br>個/g         | 酵母<br>個/g         | 酸度: 0.1N NaOHml/10g |             |
|-------|-----|-----------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------|
|       |     |           |                   |                   | 糸状菌<br>個/g          | 大腸菌群<br>個/g |
| 洗いもずく | 5.6 | 0.4       | $8.3 \times 10^2$ | $2.2 \times 10^2$ | <10                 | <10         |
| 調味液   | 3.6 | 27.4      | 0                 | 0                 | 0                   | 0           |

### 3. 2 保存試験結果

#### 1) 膨張パックの発生率

試料の保存条件と膨張パックの発生率を表2に示した。25℃保存の試料では膨張パックが発生したのに対して、37℃と10℃保存では全く膨張パックが発生しなかった。また、品質保持剤の添加効果をみると、25℃保存の茶抽出物を添加した試料は無添加と比較して差がなく、共に8日目で膨張パックが100%発生した。一方、カラシ抽出物を添加した試料では8日目で膨張パックの発生率が40%と低く、カラシ抽出物を添加した場合は試料の膨張を抑制する効果が認められた。

表2 試料の保存条件と膨張パックの発生率

| 保存<br>温度 | 試験サンプル<br>添 加 物   | 保 存 日 数 |   |     |      |     |     | 保存<br>個数 |
|----------|-------------------|---------|---|-----|------|-----|-----|----------|
|          |                   | 0       | 3 | 6   | 8    | 12  | 16  |          |
| 10℃      | 無 添 加             | 0       | 0 | 0   | 0    | 0   | 0   | 40       |
|          | 茶 抽 出 物 (0.2%添加)  | 0       | 0 | 0   | 0    | 0   | 0   | 20       |
|          | カラシ抽出物 (0.025%添加) | 0       | 0 | 0   | 0    | 0   | 0   | 20       |
| 25℃      | 無 添 加             | 0       | 0 | 72% | 100% |     |     | 40       |
|          | 茶 抽 出 物 (0.2%添加)  | 0       | 0 | 90% | 100% |     |     | 20       |
|          | カラシ抽出物 (0.025%添加) | 0       | 0 | 0   | 40%  | 75% | 90% | 20       |
| 37℃      | 無 添 加             | 0       | 0 | 0   | 0    | 0   | 0   | 40       |
|          | 茶 抽 出 物 (0.2%添加)  | 0       | 0 | 0   | 0    | 0   | 0   | 20       |
|          | カラシ抽出物 (0.025%添加) | 0       | 0 | 0   | 0    | 0   | 0   | 20       |

#### 2) 微生物数の推移

膨張パックは微生物が原因と考えられたので、微生物の増殖と膨張パックが発生する関連を調べた。その結果、今回の微生物測定での糸状菌と大腸菌群については、すべての条件において検出されなかったため、以下の細菌と酵母について述べる。

細菌数の変化を表3に示した。細菌の初発菌数は、希釈倍率1万倍では検出されなかった。膨張パックが発生した25℃保存の経過をみると、無添加とカラシ抽出物を添加した場合は細菌の増殖は認められなかった。一方、茶抽出物を添加した場合は6日目で $10^6$ 個/g以上の細菌が検出された。また、膨張パックが発生しなかった37℃と10℃保存において、茶抽出物およびカラシ抽出物を添加した場合でも、 $10^6$ 個/g以上の細菌が検出されている。

以上のことから、細菌の増殖と膨張パックの発生に関連がないと考えられる。また、品質保持剤の添加は、茶抽出物とカラシ抽出物と共に細菌の生育を抑制する効果は認められなかった。

表3 試料の保存条件と細菌数

| 保存<br>温度 | 試験サンプル<br>添 加 物   | 保 存 日 数          |                  |                     |                     |                     |                     |
|----------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|          |                   | 0                | 3                | 6                   | 8                   | 12                  | 16                  |
| 10℃      | 無添加               | <10 <sup>4</sup> | —                | 1.4×10 <sup>5</sup> | 1.0×10 <sup>3</sup> | 2.2×10 <sup>2</sup> | 5.0×10 <sup>3</sup> |
|          | 茶抽出物 (0.2%添加)     | <10 <sup>4</sup> | —                | >10 <sup>6</sup>    | —                   | —                   | —                   |
|          | カラシ抽出物 (0.025%添加) | <10 <sup>4</sup> | —                | 3.0×10 <sup>5</sup> | —                   | —                   | —                   |
| 25℃      | 無添加               | <10 <sup>4</sup> | <10 <sup>4</sup> | <10 <sup>4</sup>    | <10 <sup>4</sup>    | —                   | —                   |
|          | 茶抽出物 (0.2%添加)     | <10 <sup>4</sup> | <10 <sup>4</sup> | >10 <sup>6</sup>    | >10 <sup>6</sup>    | —                   | —                   |
|          | カラシ抽出物 (0.025%添加) | <10 <sup>4</sup> | <10 <sup>4</sup> | <10 <sup>4</sup>    | <10 <sup>4</sup>    | <10 <sup>4</sup>    | 1.1×10 <sup>5</sup> |
| 37℃      | 無添加               | <10 <sup>4</sup> | —                | 2.0×10 <sup>4</sup> | 1.6×10 <sup>2</sup> | 5.0×10              | 6.2×10 <sup>3</sup> |
|          | 茶抽出物 (0.2%添加)     | <10 <sup>4</sup> | —                | >10 <sup>6</sup>    | —                   | —                   | —                   |
|          | カラシ抽出物 (0.025%添加) | <10 <sup>4</sup> | —                | >10 <sup>6</sup>    | —                   | 2.3×10 <sup>8</sup> | —                   |

— :未測定

酵母の変化を表4に示した。酵母の初発菌数は、10個/g以下であった。膨張パックが発生した25℃保存の経過をみると、膨張パックが発生した無添加と茶抽出物を添加した場合は3日目から酵母菌の増殖が認められ10<sup>6</sup>個/gオーダーに達した。また、膨張パックが発生しなかった37℃と10℃保存の場合は、10<sup>5</sup>個/g以下の酵母数しか検出されなかった。このことから、膨張パックは酵母の増殖により、引き起こされる可能性が高いと考えられる。次に、品質保持剤の添加効果をみると、膨張パックが発生した25℃保存のカラシ抽出物を添加した場合は12日目においても酵母数は10<sup>5</sup>個/gオーダーに抑えられていることから、カラシ抽出物には酵母の増殖を抑える効果が認められた。

以上のことをまとめると、酵母菌数が10<sup>6</sup>個/g程度になると膨張パックが発生する傾向が認められた。また酵母菌の増殖至適温度は、25℃付近であろうと推定された。

食品の品質保持剤の利用例としては、茶抽出物ポリフェノール類のボツリヌス菌、耐熱性有芽胞細菌に対する増殖阻止<sup>4)</sup>、またカラシ抽出物については、グラム陰性細菌、真菌類に対する強い抗菌性<sup>5)</sup>、酵母菌類に対する生育阻止又は遅延<sup>6)</sup>が報告されている。本試験においても、カラシ抽出物製剤の添加効果として、膨張パック発生が遅延や酵母菌の増殖抑制が認められたので、今後さらに生育阻止濃度等の諸試験を実施して、もずく加工製品の保存性向上を検討したい。

表4 試料の保存条件と酵母菌数

| 保存<br>温度 | 試験サンプル<br>添 加 物   | 保 存 日 数 |                     |                     |                     |                     |                     |
|----------|-------------------|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|          |                   | 0       | 3                   | 6                   | 8                   | 12                  | 16                  |
| 10℃      | 無添加               | <10     | 1.5×10 <sup>2</sup> | 9.0×10 <sup>5</sup> | 6.5×10 <sup>4</sup> | 4.6×10 <sup>4</sup> | 2.9×10 <sup>5</sup> |
|          | 茶抽出物 (0.2%添加)     | <10     | —                   | 3.0×10 <sup>5</sup> | —                   | —                   | —                   |
|          | カラシ抽出物 (0.025%添加) | <10     | —                   | 3.8×10 <sup>5</sup> | —                   | —                   | —                   |
| 25℃      | 無添加               | <10     | 1.0×10 <sup>8</sup> | 2.0×10 <sup>8</sup> | 1.4×10 <sup>5</sup> | —                   | —                   |
|          | 茶抽出物 (0.2%添加)     | <10     | 1.0×10 <sup>8</sup> | 1.7×10 <sup>8</sup> | 1.5×10 <sup>5</sup> | —                   | —                   |
|          | カラシ抽出物 (0.025%添加) | <10     | <10                 | 3.4×10 <sup>3</sup> | <10                 | 2.9×10 <sup>5</sup> | <10                 |
| 37℃      | 無添加               | <10     | 9.0×10 <sup>4</sup> | 5.3×10 <sup>4</sup> | 5.1×10 <sup>3</sup> | 3.3×10 <sup>3</sup> | 4.3×10 <sup>3</sup> |
|          | 茶抽出物 (0.2%添加)     | <10     | —                   | —                   | —                   | —                   | —                   |
|          | カラシ抽出物 (0.025%添加) | <10     | —                   | 3.8×10 <sup>4</sup> | —                   | <10                 | —                   |

— :未測定

3) pHおよび酸度の変化

試料の保存中におけるpHおよび酸度の変化を表5に示した。

保存期間中のpHおよび酸度については、膨張パックの発生の有無および菌数の増減に対しても、pHが3.8~3.9、酸度が9.6~11.8の範囲にあり、大きな変化は認められなかった。

表5 試料の保存中のpHおよび酸度の変化

| 項目 | 保存温度 | 試験サンプル<br>添加物     | 酸度: 0.1N NaOHml/10g<br>保 存 日 数 |      |      |      |      |      |
|----|------|-------------------|--------------------------------|------|------|------|------|------|
|    |      |                   | 0                              | 3    | 6    | 8    | 12   | 16   |
| pH | 10℃  | 無 添 加             | 3.9                            | 3.9  | 3.9  | 3.9  | 3.9  | 3.8  |
|    |      | 茶 抽 出 物 (0.2%添加)  | 3.9                            | -    | 3.9  | -    | -    | -    |
|    |      | カリン抽出物 (0.025%添加) | 3.9                            | -    | 3.9  | -    | -    | -    |
|    | 25℃  | 無 添 加             | 3.9                            | 3.9  | 3.8  | 3.9  | 3.9  | 3.8  |
|    |      | 茶 抽 出 物 (0.2%添加)  | 3.9                            | 3.9  | 3.8  | 3.9  | 3.9  | 3.8  |
|    |      | カリン抽出物 (0.025%添加) | 3.9                            | 3.9  | 3.9  | 3.9  | 3.9  | 3.8  |
|    | 37℃  | 無 添 加             | 3.9                            | 3.9  | 3.9  | 3.9  | 3.9  | 3.8  |
|    |      | 茶 抽 出 物 (0.2%添加)  | 3.9                            | 3.9  | 3.9  | 3.9  | 3.9  | 3.8  |
|    |      | カリン抽出物 (0.025%添加) | 3.9                            | -    | 3.9  | -    | -    | -    |
| 酸度 | 10℃  | 無 添 加             | 9.9                            | 10.5 | 10.1 | 9.9  | 10.0 | 10.2 |
|    |      | 茶 抽 出 物 (0.2%添加)  | 9.6                            | -    | 10.0 | -    | -    | -    |
|    |      | カリン抽出物 (0.025%添加) | 9.6                            | -    | 10.2 | -    | -    | -    |
|    | 25℃  | 無 添 加             | 9.9                            | 10.2 | 11.8 | 10.3 | 10.1 | 10.5 |
|    |      | 茶 抽 出 物 (0.2%添加)  | 9.6                            | 10.0 | 10.2 | 10.1 | 10.2 | 10.2 |
|    |      | カリン抽出物 (0.025%添加) | 9.6                            | 10.0 | 10.2 | 10.0 | 10.0 | 10.2 |
|    | 37℃  | 無 添 加             | 9.9                            | 10.0 | 10.3 | 10.0 | 10.0 | -    |
|    |      | 茶 抽 出 物 (0.2%添加)  | 9.6                            | 10.0 | 10.2 | 10.0 | 10.0 | 10.5 |
|    |      | カリン抽出物 (0.025%添加) | 9.6                            | -    | 10.1 | -    | -    | -    |

-:未測定

4. 微生物の分離とその性質

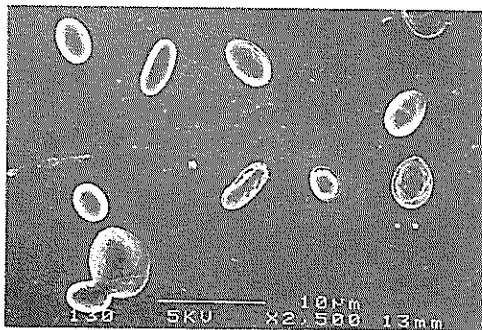
25℃保存の無添加試料（8日間保存）から酵母2菌株（No.1, No.6）、細菌1菌株（No.5）を、洗いもずくより細菌3菌株（No.2, No.3, No.4）を分離した。

分離菌株の諸性質を表6に示した。グラム陽性・陰性の判定はNo.1, No.5, No.6が陽性、No.2, No.3, No.4は陰性であった。またカタラーゼ反応の判定は菌株すべて陽性であった。顕微鏡による形態観察から、No.1, No.6は酵母と推定した。写真1にもずく試料より分離した酵母および細菌の顕微鏡写真を示した。

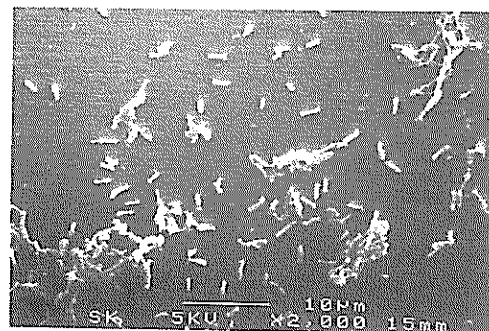
表6 分離菌株の生理的性質と特徴

| 菌株No. | グラム陽性、<br>陰性の判定 | オキシダーゼ<br>反応 | カタラーゼ<br>反応 | 平板培地での<br>コロニーの特徴 |
|-------|-----------------|--------------|-------------|-------------------|
| 1     | +               | +            | +           | 白色粘濁小コロニー         |
| 2     | -               | -            | +           | 灰白色中央黒点           |
| 3     | -               | +            | +           | 灰白色中央しわあり         |
| 4     | -               | +            | +           | 灰白色広がる            |
| 5     | +               | -            | +           | 白色小楕円             |
| 6     | +               | -            | +           | 白色粘濁              |

+:陽性、-:陰性



No. 1



No. 2

写真1 試料より分離した酵母および細菌の電子顕微鏡写真

## 5. まとめ

「味付もずく」として市販されているパック製品が膨張する原因を調べるために保存試験を行い、以下の結果を得た。

- 1) 膨張パックが発生する保存温度は、25℃付近であった。
- 2) 膨張パックの発生率と酵母の増殖には関連性があり、酵母数が $10^6$ 個/g程度に達すると膨張パックが発生する傾向が見られた。
- 3) 茶抽出物は酵母、細菌ともに増殖抑制効果が認められず、カラシ抽出物は酵母に対して増殖抑制効果が認められた。
- 4) 保存期間中でのpHおよび酸度については、膨張パックの発生の有無および菌数の増殖傾向に対しても大きな変化は認められなかった。
- 5) 膨張パック試料より原因菌と思われる酵母2菌株と細菌4菌株を分離した。

## 6. おわりに

本研究は、食品微生物管理研究会の提案テーマとして研究を実施したものである。今後の課題として、分離した原因菌の増殖特性、生理的特性等について試験を実施し、もずく加工製品の品質保持向上を検討する。

## 7. 参考文献

- 1) 当真武：「サンゴ礁域の増養殖」（諸喜田茂充編）、緑書房、東京都、1988, pp.56-67.
- 2) 和久豊、角田潔和、進藤斉、小泉武夫：中国の発酵ハム“金華火腿”の一般成分・アミノ酸・5'-ヌクレオチド及び微生物相。日食工誌、41, 921-926 (1994)。
- 3) 日本食品科学工学会西日本支部主催：食品・バイオテクノフォーラム；講義テキスト、(1995)。
- 4) 原征彦、渡辺真由美：茶ポリフェノール類のボツリヌス菌に対する抗菌作用。日食工誌、36, 951-955 (1989)
- 5) 若林素子、有田俊幸、宮尾茂雄：カラシ抽出物による浅漬の保存性向上。都立食品技術センター研究報告、4, 6-12 (1995)。
- 6) 宮尾茂雄、若林素子、有田俊幸：カラシ抽出物を利用したトレーカップ詰め浅漬の保存性向上。都立食品技術センター研究報告、4, 13-19 (1995)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。