

## 過熱水蒸気加熱によるしらす干しの細菌数低下\*

浜田盛承<sup>\*1</sup>・太田康之<sup>\*1</sup>・河村公樹<sup>\*2</sup>・浦 博之<sup>\*2</sup>・藤澤浩明<sup>\*2</sup>

### Superheated Steam Heating to Reduce the Bacterial Counts in the Boiled-Dry Sardine Fry, *Shirasu-Boshi*

Moritsugu Hamada,<sup>\*1</sup> Yasuyuki Ohta,<sup>\*1</sup> Kouki Kawamura,<sup>\*2</sup>  
Hiroyuki Ura,<sup>\*2</sup> and Hiroaki Fujisawa<sup>\*2</sup>

*Shirasu-Boshi*, a boiled and dried sardine fry, is a favorite of the Japanese people because of its soft texture and nutritive wholesomeness. While the *Shirasu-Boshi* is not usually heavily dried in order to keep its soft texture, a large number of bacteria are found in the products. Recently, a superheated steam (SHS) heating process was introduced to food processing. This process is expected not only to improve the quality but also to sterilize the products. In this study, we applied the SHS heating process to the sterilization of *Shirasu-Boshi*. The SHS heating reduced the bacterial number in the sample from  $10^4$  to  $10^2$ . The water content, breaking force and compressing strain were almost unchanged under suitable heating conditions. The SHS heating at 120°C for 40 seconds was the best choice to maintain the quality of the *Shirasu-Boshi*. The heated *Shirasu-Boshi*, however, yellowed with storage at room temperature. The coloration increased with heating temperature and time. These results suggested that the SHS heating was useful for reducing the bacterial numbers while maintaining a soft texture of the products under the required heating conditions.

#### 1 緒 言

近年、水産物の乾製品は消費者の嗜好を反映して、貯蔵性よりもソフトな食感に重点を置いた生干品が増えてきている<sup>1-5)</sup>。このような生干品には通常多数の細菌が存在しており<sup>\*\*</sup>、微生物学的には好ましくない。そのため加工業者はこれまで種々の改善策を試みてきているが、充分と言える状態ではない。

他方、飽和蒸気をさらに加熱した過熱水蒸気 (Super-

heated Steam ; 以下SHSと略称) を大気圧下で照射して加熱する新たな方法が目下注目を浴びている。従来の乾熱による加熱では製品の乾燥とテクスチャーの硬化を、飽和水蒸気加熱では凝縮水による吸水とテクスチャーの軟化を引き起こすため、それぞれ利用できる製品に限られている。しかし過熱水蒸気を用いる加熱方法では、温度と加熱時間を制御することにより製品の乾燥と吸水を防止することができ、製品の性状に大きな変化を起こすことなく殺菌効果が期待できる。

2001年9月3日受付. Received Sep. 3. 2001

\*1 水産大学校食品化学科 (Department of Food Science and Technology, National Fisheries University).

\*2 デリカート株式会社 (Delicart Co.Ltd. )

\* 過熱水蒸気加熱による水産加工品の品質改善-I

(Quality Improvement of Fishery Products by Superheated Steam Heating - I)

\*\* 矢野浩一・新谷寛治・清水則和 : 水産物高鮮度保持技術開発研究, 平成10年度鹿児島県水産試験場事業報告書, p.35(1999);  
上村 健・矢野浩一・清水則和 : 水産物高鮮度保持技術開発研究, 平成11年度鹿児島県水産試験場事業報告書, p.36(2000).

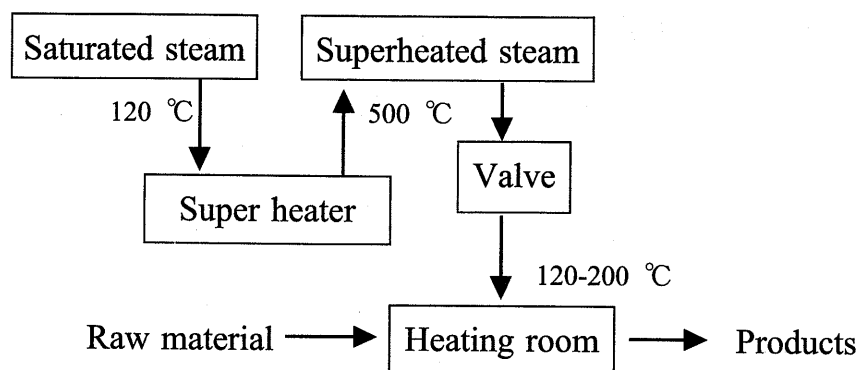


Fig. 1. Flow sheet of the superheated-steam heating

そこで本研究では、生干品としてしらす干し製品を選び、SHSによって殺菌効果と物理化学的性状がどのように変化するかを明らかにするために実験を行った。その結果、これらの性状改善にSHS加熱が有効であることを確かめたので報告する。

## 2 実験材料および実験方法

### 2.1 実験材料

加工原料として輸入されたインドネシア産しらす干し製品（体長約20～30mm）1種類と、国産品3種類を実験に用いた。ただし、後者は前者の微生物学的ならびに物理化学的性状を比較するために用いた。

### 2.2 SHS加熱装置および加熱方法

過熱水蒸気加熱装置（清本鉄工社製，縦5.20m×横1.19m×高さ1.66m）を用いてSHS加熱を行った。本装置は120℃の飽和水蒸気を蒸気過熱器（スーパーヒーター）に通して約500℃まで加熱後，温度制御を行って試料に照射する加熱装置である。温度制御は上記装置内に流入するSHSの流量をバルブによって調節し，加熱室内のセンサーを用いて温度を管理した。SHSの生成ならびに加熱のフローシートはFig.1に示すとおりである。

アルミ製容器（34cm×26cm×3.5cm）に試料しらす干しを約1.5cmの厚さに入れ，SHS加熱を行った。SHSの温度を120～200℃，加熱時間を40～90秒とし，両者の適当な組み合わせでSHS加熱を行った。加熱が終わった試料を無菌的に研究室まで持ち帰り，微生物学的ならびに物理化学的性状の測定に供した。

### 2.3 水分含量

試料を105℃で8時間乾燥後，デシケーター内で30分間放冷し秤量した。その後1時間乾燥，30分間放冷，秤量の操作を恒量になるまで繰り返した。1試料について4回の測定を行い，平均値を求めた。

### 2.4 水分活性

試料を水分活性測定装置（三菱ガス化学社製，TR-9100型）に入れ，室温（約20℃）で一定時間放置後の表示を水分活性値として表示した。1試料について2回測定を行い平均値を求めた。本測定装置はセラミック素子をセンサーとして温度と湿度を測り，水分活性を算出する機構となっている。

### 2.5 微生物学的検査

微生物学的検査として一般生菌数，芽胞菌数および大腸菌群数を測定した<sup>6)</sup>。一般生菌数は標準寒天培地（日水製薬社製）を用いて35℃，48時間培養を行い，生育した集落数を測定して計数した。希釈水として0.1%ペプトン加生理食塩水を使用した。芽胞菌数は一般生菌数測定時における各10倍段階希釈液を沸騰水中で10分間加熱した後，生菌数測定の場合と同様に計測した。大腸菌群数は一般生菌数検査で調製した試料原液またはその10倍段階希釈試料液をそのまま検査用試料液とし，デソキシコレート寒天培地（日水製薬社製）を用いて35℃で24時間培養した。

### 2.6 テクスチャー測定

レオメーター（レオテック社製，RT-2002D型）を用いて，固さの指標として押し込み破断荷重を，柔らかさの指標としてプランジャーの押し込み距離を測定した。破断荷

**Table 1.** Results of bacterial experiments, water and salinity contents of *Shirasu-boshi* sample

Sample No.	Country of Production	Body length mm	Viable bacterial count, CFU/g	Coliform bacteria CFU/g	Spore forming bacteria CFU/g	Water content %	Salinity %
1	Indonesia	20-30	$5.6 \times 10^4$	0	<10	35.0	11
2	Japan	ca.20	$9.7 \times 10^8$	0	<10	45.3	12
3	Japan	15-25	$2.7 \times 10^8$	0	<10	49.5	14
4	Japan	<10	$5.5 \times 10^5$	0	$5.1 \times 10^2$	35.1	16

**Table 2.** Variations of viable bacterial counts, water content, water activity, and some rheological characteristics of *Shirasu-boshi* samples by superheated-steam heating

Heating conditions Temp./Duration °C/sec	Viable bacterial counts CFU/g	Survival ratio after heating, %	Water content %	Water activity %	Yield* <sup>1</sup> %	Breaking force g	Compressing strain cm	Extent of coloring to yellow* <sup>2</sup>
Non-heating	$1.2 \times 10^4$	100	$37.5 \pm 0.2$	0.80	100.0	$831 \pm 104$	$0.97 \pm 0.06$	0
120/40	$1.4 \times 10^2$	1.1	$40.5 \pm 0.2$	0.83	104.8	$643 \pm 54$	$0.90 \pm 0.31$	1
120/60	$1.0 \times 10^2$	0.8	$38.7 \pm 0.5$	0.82	102.0	$677 \pm 94$	$1.01 \pm 0.07$	1
150/60	$1.0 \times 10^2$	0.8	$36.8 \pm 0.3$	0.81	100.0	$708 \pm 87$	$1.03 \pm 0.06$	2
175/60	$7.0 \times 10^1$	0.6	$34.5 \pm 0.3$	0.79	96.8	$731 \pm 154$	$1.01 \pm 0.11$	3
200/40	$8.0 \times 10^1$	0.7	$36.1 \pm 0.5$	0.81	98.4	$685 \pm 100$	$1.01 \pm 0.07$	4
200/60	$8.0 \times 10^1$	0.7	$34.6 \pm 0.2$	0.79	94.4	$750 \pm 73$	$1.03 \pm 0.09$	5
200/90	$7.0 \times 10^1$	0.6	$28.0 \pm 0.3$	0.76	87.2	$1028 \pm 123$	$0.74 \pm 0.10$	5

\*1 Weight ratio against initial weight of sample.

\*2 Evaluation by a ten-score test by visual observation.

重は鋼性の板状プランジャー（厚み0.5mm）を用いて、1試料を破断させる時の荷重として測定した。1試料について20回測定を行い、平均値を求めた。プランジャー押し込み距離の測定は次のように行った。すなわち、プラスチックケース（φ29mm×高さ50mm）に試料約5gを入れ、上からφ27mmの円板形プランジャーを垂直に押し込み、荷重が200gから1,800gまで変動した時のプランジャーの移動距離から測定した。測定は1試料について10回行った。なお、すべての実験においてプランジャーの移動速度は2cm/minとした。

### 3 結果と考察

#### 3.1 試料の細菌数と水分含量

インドネシア産試料1試料ならびに国産品3試料について、一般成分分析と微生物学的検査を行い、それらの結果をTable 1に示す。

この結果に見られるようにインドネシア産試料の一般細菌数は $10^4$ オーダーであり、国産品は1試料が $10^5$ オーダー、

2試料が $10^8$ オーダーであった。したがってインドネシア産試料の細菌数は国産品のそれよりも少なく、 $10^{-1} \sim 10^{-4}$ の細菌数であった。一方、大腸菌群はいずれの試料にも検出されなかった。芽胞菌数は10以下ないし $10^2$ のオーダーであり、生菌数に占める割合は全体的に小さかった。しかし、国産品試料No.4については芽胞菌数の割合が他よりも高かった。

水分含量については、インドネシア産試料において35%であったが、国産品では35~49%と広い範囲に及んでいた。塩分含量はインドネシア産試料で11%（製品ベース）であり、12~16%であった国産品に比べて少なかった。水分含量ならびに塩分含量と細菌数との関連について考えると、水分含量が比較的高い45と49%の試料では一般細菌数は $10^8$ オーダーと高いが、35%の試料では一般細菌数は $10^4 \sim 10^5$ オーダーと低かった。しかし、塩分との相関は認められなかった。

### 3.2 SHS加熱による細菌数、水分含量ならびにテクスチャーの変化

インドネシア産試料をSHS加熱した時の一般生菌数、水分含量、水分活性、歩留まりの変化およびテクスチャー測定結果をTable 2にまとめて示す。

SHSの温度と加熱時間を7種類の組み合わせで加熱を行ったところ、120℃、40秒間加熱によって生菌数は原料の1.1%に減少した。120～150℃、60秒間加熱のように加熱条件を多少厳しくしても殺菌効果は0.8%の残存であり、前者とほぼ同じであった。175～200℃で40～90秒間加熱では前2者の場合よりも残存率は多少低くなった程度であった。

水分含量は、120℃、40秒間の加熱では40.5%であり対照値よりも増加したが、加熱条件が厳しくなるにつれて漸減し、200℃、90秒間加熱では28%にまで減少した。120℃加熱の場合に水分含量、水分活性が対照より増加したのは、SHSの温度が下がり飽和蒸気によって試料に付着したためと考えられる。このことは目視観察ではSHSは透明であるのに対して、120℃では多少白色に見えたこととも符合した。歩留まりは120℃で40あるいは60秒間加熱した場合には原料よりも高くなったが、その理由は前記のとおり水蒸気が凝縮して水分含量が増加したためであろう。

水分活性値 $A_w$ については原料では0.80であり、既報値<sup>9)</sup>とほぼ同じ値であった。試料の $A_w$ は水分含量にほぼ比例した(相関係数, 0.95)が、加熱条件を種々変えた割にはその数値的変動は小さかった。

### 3.3 テクスチャー測定値の変化

破断荷重は対照試料で平均831gであったが、穏和なSHS加熱条件下では643gに低下し、加熱条件が厳しくなるにつれて増加した。200℃、90秒間加熱の場合にはきわめて固くなり、1,028gに達した。破断荷重のこのような変化は水分含量に起因することは明らかであり、両者には負の比例関係が見られた(相関係数, -0.91)。押し込み距離については、120℃、40秒間の加熱および200℃、90秒間の加熱で対照値よりも減少したが、それ以外の条件ではほぼ一定であった。押し込み距離がほぼ一定ということは、加熱条件に関わらず試料の全体的柔らかさがあまり変わらないことを表している。一方、200℃、90秒間の加熱では数値が減少し、柔軟性が失われた。この結果は200℃、90秒間の加熱では試料が固くなった結果と一致した。これらの結果に見られるように、試料の柔らかさを失わないことを主な目的とすれば、SHSの加熱条件は120℃、40秒間加熱程度の穏やかな条件が妥当と考えられる。

上記のようにSHS加熱条件を細かく設定することによって、歩留りを上げながら細菌数を大幅に減少させ、しかも柔らかさ感を保持したしらす干しに仕上げることができた。しかし、SHS加熱を行ってから室温に数日間放置した試料は黄ばみ始め、時間の経過と共にその程度は大きくなった(Table 2)。120℃、40あるいは60秒間のような穏やかなSHS加熱条件では黄ばみの程度は軽微であったが、加熱条件が厳しくなるにつれて黄ばみの程度は増加した。試料の黄色化の原因は不明であるが、その度合いは加熱時の温度や時間、試料の水分含量、水分活性に関係があると推測され、今後の研究課題である。

## 4 要約

過熱水蒸気(SHS)加熱によるしらす干しの細菌数低下について、インドネシア産しらす干しを用いて殺菌効果と物理化学的性状の変化から検討した。その結果、次のようにSHS加熱条件を細かく設定することによって、歩留りを上げると共に柔らかさを保持しながら細菌数を減少させることが可能であることを明らかにした。

1.  $10^4$ レベルであった試料の生菌数は、120℃、40秒間のSHS加熱によって約1%に減少したが、200℃、90秒間では0.6%に減少した。
2. 水分含量は120℃で60秒間程度で加熱した場合には対照値よりも増加したが、加熱条件が厳しくなるにつれて減少した。水分活性値は水分含量にほぼ比例した。
3. 破断荷重は水分含量にほぼ反比例したが、プランジャー押し込み距離は200℃、90秒間加熱を除きほぼ一定であった。したがって、試料は適当な条件で加熱すれば柔らかさを保持することができた。
4. しらす干し試料はSHS加熱によって多少黄色化した。120℃、40あるいは60秒間のような穏やかなSHS加熱条件では黄ばみの程度は軽微であったが、加熱条件が厳しくなるにつれて強くなった。

## 文献

- 1) 中井 裕: 水産加工業の展開と冷凍・冷蔵等施設の実体と動向, “第6次漁業センサス分析, 日本漁業の構

- 造”（長谷川彰監修），財団法人農林統計協会，東京，1981，pp.325-332.
- 2) 松吉 實：低迷状況下の水産加工業の問題点と対応－水産加工食品の商品的位置づけ，水産振興，10-11(1982).
- 3) 徳永俊夫：食品別の加工・流通・貯蔵技術－水産加工品，食の科学，88-93(1986).
- 4) 山本常治：加工食品需要の移り変わり－水産加工食品，食の科学，25-31(1986).
- 5) 多屋勝雄：水産物需要の動向，“1999年版食料白書”（食料・農業政策研究センター編），農山漁村文化協会，東京，1999，pp.59-77.
- 6) 目で見える食品衛生検査法（春田三佐夫・細貝祐太郎・宇田川俊一 編），初版，中央法規出版，東京，1999，pp.6-25.
- 7) 食品包装便覧編集委員会：食品包装便覧，初版，日本包装技術協会，東京，1988，pp.228-229.