

# 過熱水蒸気加熱によるしらす干しの殺菌効果\*

浜田盛承<sup>\*1</sup>・河村公樹<sup>\*2</sup>・浦博之<sup>\*2</sup>・藤澤浩明<sup>\*2</sup>

## Sterilization of Boiled-Dry sardine Fry, *Shirasu-boshi*, by Superheated Steam Heating

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

The bactericidal effect by superheated steam (SHS) heating was compared using two different boiled-dry sardine fries, *Shirasu-Boshi*, imported from China and Indonesia. The former was higher in both water and salinity contents than those of the latter. Viable count and spore forming bacteria decreased with rise of heating temperature and elongation of heating period. The survival rate of viable count was almost 0.1% on either sample, when heated at 200°C for 60 sec. Water contents of China and Indonesian *Shirasu-Boshi* samples rose about 3% and 1%, respectively, when heated at 120°C for 60 sec. The appearance of the heated sample became slightly yellow at 120°C and above in case of the 60 sec-heating, or for 40 sec and above in case of the 200°C-heating, and the yellowing increased with rising temperature or extending heating period. The degree of the yellowing did not correlate with either water content or salinity content. When two different seasoned *Shirasu-Boshi* products were heated for 160 sec at 180°C, the survival rate of viable count was 2% in either products, and accordingly the bactericidal effect was lower compared to the raw *Shirasu-Boshi*.

The set of results showed excellent effect of SHS heating on the *Shirasu-Boshi* samples at limited heating conditions.

### 1 緒言

水産物の生干品には通常多数の細菌が存在している。しかし外観の変化など製品に悪影響を与えずに殺菌を効果的に行う方法が見あたらないので、低温下での流通あるいは短期間内での販売が一般的となっている。一方大気圧下での過熱水蒸気 (Superheated Steam ; 以下SHSと略称) による新たな加熱方法が近年注目を浴びていることから、著者等は先に生干品としてしらす干しを選び、SHS加熱による殺菌効果を調べた。その結果、SHS加熱はしらす干しの外観や風味を損ねることなく細菌数を減少させる効果が高いことを先に報告した。<sup>1)</sup>

一方しらす干しは産地国によって微生物汚染の状況や水

分含量、塩分含量などの一般性状が異なるものが多く、これらがSHS加熱による殺菌効果にどのように影響するかを明らかにすることは水産加工業の観点からは重要である。今回産地国が異なるしらす干し試料を用いて殺菌効果を調べると共に、しらす干し調味加工品についても殺菌効果を調べたので、それらの結果について報告する。

### 2 実験材料および実験方法

#### 2.1 実験材料

中国およびインドネシアから加工原料として輸入されたしらす干し各1種類、および日本国産のしらす干し3種類

2002年9月2日受付. Received Sep. 2. 2002.

\*1 水産大学校食品化学科(Department of Food Science and Technology, National Fisheries University, Nagatohonmachi, Shimonoseki, 759-6595, Japan).

\*2 デリカート株式会社 (Delicart Co.Ltd., Hikoshima-nishiyama, Shimonoseki, 750-0093, Japan)

\* 過熱水蒸気加熱による水産加工品の品質改善-II

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

を実験に用いた (Table 1)。ただし、日本産品は微生物学的ならびに理化学的性状を輸入品と比較するために用いた。

## 2.2 SHS加熱装置および加熱方法

前報<sup>1)</sup>に記載した清本鉄工社製装置を用いた。試料をアルミ製容器に約1.5cmの厚さに入れ、SHS加熱を行った。SHSの温度を120~200°C、加熱時間を40~90秒とし、加熱温度一定で時間を変えた場合と、加熱時間一定で温度を変えた場合について殺菌効果を調べた。なお、しらす干し調味加工品の殺菌には製品の仕上がり状態を考慮して、180°Cで160秒間のSHS加熱を行った。

加熱試料を無菌的に研究室まで持ち帰り、微生物学的検査ならびに理化学的性状の測定に供した。

## 2.3 水分含量

前報と同様に水分含量は常圧加熱法 (105°C) によって、測定した。

## 2.4 塩分含量

ハサミを用いて細切した試料に4倍量の水を加え、ストマッカーで5分間ホモジナイズした。得られたホモジネートに塩分計 (積水化学工業社製, SS-31A型) を差し込み、デジタル表示された数値から塩分含量を測定した。

## 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すると共に、大腸菌、サルモネラ菌および黄色ブドウ球菌の検査を行った。<sup>2)</sup>

一般生菌数は標準寒天培地を用いて35°C、4日間培養を行い、生育したコロニー数から計数した。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数した。

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を用いて35°Cで24時間培養した。

大腸菌はECブイオン培地を用いて44.5°Cで48時間培養した。サルモネラ菌は初めにDHL寒天培地を用いて増菌培養を行い、TSI寒天培地を用いて確認を行った。一方黄色ブドウ球菌は選択分離培養と純粋培養を行った後確認を行った。すなわち選択分離培養は食塩卵黄寒天培地を用いて37°C、24~48時間の培養、純粋培養はハートインヒュージョン寒天培地を用いて37°C、24時間の培養、確認はスライドラテックス凝集反応によった。

## 2.6 しらす干し調味加工品のSHS加熱

しらす干しは生干し品をそのままあるいは簡単な調理を行って食用に供されるほか、調味加工品としても多く生産されている。そこでこのような調味加工品についてもSHSによる殺菌効果を調べることにした。調味加工品としてここではしょう油味製品と辛子メンタイ味製品の2種類を調製し、実験に用いた。

調味加工品の製造に当たっては Table 2 に記した業務用調味液を使用した。調味液2に対してしらす干し1の重量比で混合し、1夜浸漬後調味液を切ってSHS加熱を行った。ただし、辛子メンタイ味調味液については Table 2 記載の調味液を約1/3に希釈した後しらす干しを浸漬し、調味を行った。

## 3 結果と考察

### 3.1 しらす干し試料の一般分析ならびに微生物学的検査

しらす干し試料5種類について一般成分分析と微生物学的検査を行い、前者の結果を Table 1 に、後者のそれを Table 3 に示す。

5試料の水分含量は35~約50%であり、含量に大きな違いが見られた。国産品では3種類のうち2種類は水分含量が高く (45~50%)、生干品の生産が増加していることを

Table 1. General disposition of the samples *Shirasu-boshi*

Country of production	Body length mm	Water content %	Salinity %	Appearance	Smell
China	20-25	41.3	18	Good	Good
Indonesia	20-30	35.0	11	Good	Good
Japan-1	ca.20	45.3	12	Good (slightly bleached)	Good
Japan-2	15-25	49.5	14	Good (slightly black)	Good
Japan-3	<10	35.1	16	Good (slightly yellow)	Good

**Table 2.** Composition of the two kinds of seasonings used for seasoned *Shirasu-boshi* products

Soy-sauce taste		<i>Karashi-mentai</i> * taste	
Ingredient	Mixture ratio, %	Ingredient	Mixture ratio, %
Soy-sauce	31.8	Starch syrup	33.9
Starch syrup	30.8	Amino acids solution	29.5
Fermented condiment	26.8	Fermented condiment	19.7
Sugar	6.9	Liquid seasoning	4.5
alcohol	1.5	Sorbitol	4.2
Liquid seasoning	0.8	Alcohol	1.7
Colorant	0.4	Colorant	0.2
Added water	1.0	Spices	0.02
		Added water	6.3

\* Seasoned walleye pollack-roe mixed with red pepper.

*Shirasu-boshi* sample was immersed in either condiment with the weight ratio of 1 to 2, and the mixture was allowed to stand overnight. Meanwhile *Karashi-mentai* taste condiment was previously diluted to approximately one-third with water. After removing excess condiment, the seasoned *Shirasu-boshi* products were subjected to SHS heating.

**Table 3.** Bacteriological examination of the *Shirasu-boshi* samples

Country of production	Viable cell CFU/g	Coliform cells CFU/g	Spore cell CFU/g	<i>E. coli</i>	<i>Salmonella</i>	<i>Staphylococcus</i>
China	$3.7 \times 10^5$	ND	<30	ND	ND	ND
Indonesia	$5.6 \times 10^4$	ND	<10	ND	ND	ND
Japan-1	$9.7 \times 10^8$	ND	<10	ND	ND	ND
Japan-2	$2.7 \times 10^8$	ND	<10	ND	ND	ND
Japan-3	$5.5 \times 10^5$	ND	$5.1 \times 10^2$	ND	ND	ND

ND, not detected.

反映していると見なされた。中国産試料はインドネシア産試料に比べると、水分含量と塩分含量がいずれも高かった。これら2種類の分析結果から推測すれば、中国産品は塩分濃度を高くすることによって、インドネシア産品は水分含量を低く保つことによって微生物の増殖を抑制していると思われた。

外観についてはいずれも良好であり、特に中国産品は高級品を反映して自然な感じが残っていた。一方国産品は輸入品に比べると、漂白したり若干着色しており、品質が劣るように見なされた。匂いについては試料の違いによって特に差異は見られなかった。

生菌数については中国産品がインドネシア産品よりも多かったが、その理由は試料の水分含量が高かったことによると考えられる。国産品では水分含量が高かった先の2試料について生菌数が特に高かった。

大腸菌群はいずれの試料においても検出されなかった。芽胞菌数は塩分含量が低い試料では少なく、逆に高い試料では多い傾向が見られた。一方大腸菌、サルモネラ菌および黄色ブドウ球菌はいずれも検出されなかった。

### 3.2 SHS加熱による殺菌効果および品質の変化

中国産およびインドネシア産試料を用いて、加熱時間一定(実験1)あるいは加熱温度一定(実験2)でSHS加熱を行い、微生物学的検査と水分含量、収率および官能検査を行った。それらの結果をTable 4にまとめて示す。

中国産試料を用い加熱時間を60秒とする実験1の場合、温度の上昇に伴って生菌数は次第に減少し、200℃では残存率0.10%であった。一方加熱温度を200℃とする実験2の場合、加熱時間の延長に伴って生菌数は次第に減少し、90秒加熱後の残存率は0.09%であった。両実験における同一条件下(200℃, 60秒下)での結果を比較すると、生菌数の残存率はいずれも約0.1%でありほぼ一致した。一方インドネシア産試料では200℃, 60秒下で加熱した時の残存率は0.67%であったことから、数値的には中国産試料において高い殺菌効果が見られたが、生菌数の測定精度から考えればほぼ同一レベルと考えられた。

芽胞菌数については中国産試料の場合、非加熱試料で約30~40 CFU/gであり、実験1および2のいずれにおいても加熱条件が厳しくなるに伴って減少した。インドネシ

Table 4. Sterilization of the sample *Shirasu-boshi* by SHS heating.

Country of production	No. of Experiment	Heating condition °C/min	Viable cell CFU/g	Survival ratio after heating, %	Spore cell CFU/g	Water content %	Yield * <sup>1</sup> %	Appearance	Smell
China	1	Control	2.9×10 <sup>4</sup>	—	30	47.3	100	Good	Good
		120/60	1.0×10 <sup>2</sup>	0.34	10	50.0	107	slightly yellow	Good
		150/60	1.0×10 <sup>2</sup>	0.34	<10	48.5	104	slightly yellow	Good
		200/60	3.0×10 <sup>1</sup>	0.10	<10	45.3	98	yellow	Good
	2	Control	7.0×10 <sup>4</sup>	—	40	46.0	100	Good	Good
		200/40	7.5×10 <sup>2</sup>	1.07	20	45.7	99	slightly yellow	Good
		200/60	1.0×10 <sup>2</sup>	0.14	20	43.8	97	yellow	Good
		200/90	6.0×10 <sup>1</sup>	0.09	10	40.3	91	yellow	Good
Indonesia	1	Control	1.2×10 <sup>4</sup>	—	<10	37.5	100	Good	Good
		120/60	1.0×10 <sup>2</sup>	0.83	—	38.7	102	Good	Good
		150/60	1.0×10 <sup>2</sup>	0.83	—	36.8	100	slightly yellow	Good
		200/60	8.0×10 <sup>1</sup>	0.67	—	34.6	94	yellow	Good
	2	Control	1.2×10 <sup>4</sup>	—	<10	37.5	100	Good	Good
		200/40	8.0×10 <sup>1</sup>	0.67	—	36.1	98.4	slightly yellow	Good
		200/60	8.0×10 <sup>1</sup>	0.67	—	34.6	94.4	yellow	Good
		200/90	7.0×10 <sup>1</sup>	0.58	—	28.0	87.2	yellow	Good

\*<sup>1</sup> Weight ratio against initial sample weight.

ア産試料では非加熱試料において10 CFU/g以下であったことから、数値的論議はできないと考え測定を行わなかった。

次に加熱に伴う試料の水分含量および重量変化からみた歩留まりの変化について考える。中国産試料を用いた実験において、120°Cで60秒間加熱した場合水分含量は対照よりも高くなり、そのために歩留まりは高くなった。150°Cでも同様であったが、120°Cの場合に比べると若干低く、200°C加熱では対照よりも低くなった。実験2では水分含量と歩留まりは加熱時間の延長と共に減少した。このように中国産品では120~150°Cで60秒間の加熱によって、対照よりも歩留まりは高くなった。一方インドネシア産試料の歩留まりは加熱条件が120°Cで60秒の場合においてのみ対照より高くなった。

外観についてはSHSの加熱条件が厳しくなるに伴って黄色化が進んだ。中国産品において若干の黄色化が見られたのは60秒間加熱の場合には120°C以上、200°C一定温度加熱では40秒以上であり、インドネシア産品の場合の条件とほぼ類似した。したがって外観の変化の程度は加熱条件の厳しさにのみ比例し、塩分含量あるいは水分含量の多寡との相関は見られなかった。一方香りについてはかなり厳しい加熱条件でも、試料間に大きな違いは認められなかった。

このようにSHSの適当な温度と加熱時間を設定すれば、塩分含量あるいは水分含量に多少の違いはあっても、外観および香りに大きな変化を与えずに殺菌効果と歩留まりの向上を図ることが可能であった。

### 3.3 SHS加熱時における試料層の深さと殺菌効果

Table 3 および 4 に示したSHS加熱実験においては、試料層の高さは1.5 cmであった。しかし、商業的に殺菌を行う場合には試料層の高さは必ずしも一定ではない。そこで試料層の高さによって殺菌効果にどのような違いが現れるかを明らかにするために実験を行った。本実験では試料層の高さを3 cmとし、SHS加熱後表面から1 cmの層ごとに試料を採取し、それぞれ表層、中層および下層の試料とした。試料しらすにはインドネシア産試料を用い、生菌数と水分含量の分析結果を Table 5 に示す。

当初6.8×10<sup>4</sup> CFU/gであった生菌数は、表層および中層では残存率は0.04%であった。下層では残存率は0.09%であったが、生菌数の測定誤差から考えれば両者に特に大きな違いは無いと言える。一方水分含量は対照（非加熱試料）では35.5%であったが、表層では大きく減少した。中および下層では対照とほぼ同じ数値であった。

このように試料層の違いによって水分含量には大きな違いが見られ、表層における水分含量の減少は大きかった。その理由は表層試料にはSHSが直接照射され水分の蒸散が激しかったためと考えられるが、中および下層では水分の蒸散が大きくなかったことは注目に値する。この効果から判断すれば、中および下層試料では対照とほぼ同じ水分含量を保持したまま殺菌効果を上げることができるといえる。

### 3.4 しらす干し調味製品の殺菌効果

しょう油味付け製品と辛子メンタイ味付け製品を180°C

で160秒間SHS加熱を行った時の殺菌効果, ならびに一般性状および官能変化を測定した。それらの結果をTable 6 にまとめて示す。

原料しらす干しの生菌数は $7.0 \times 10^3$  CFU/gであり, 各調味液への浸漬品の生菌数レベルは原料のそれとほぼ同じであった。したがって調味液に一夜浸漬しただけでは生菌数の変化は見られなかった。180°Cで160秒間SHS加熱することによって残存率は約2%に減少していたが, 原料しらす干しだけの結果 (Table 5) に比べると殺菌効果はかなり低かった。一方芽胞菌数は調味液へ浸漬あるいはSHS加熱時においても30~50 CFU/g以下であり, 原料のそれとほとんど変わりはない。

調味品の水分含量はいずれの調味液に浸漬した場合にも増大し, 特に辛子メンタイ調味液に浸漬した時には53%となった。この水分含量は原料のその約2倍であった。しょう油味付け調味料よりもメンタイ味付け調味料に浸漬した

場合に水分含量が高くなった理由は, 後者では浸漬時に1/3に希釈したことによって塩分濃度が低くなり, 原料への水の浸透量が多くなったためと考えられる。SHS加熱によって水分含量は減少し, しょう油味付け製品では43.1%, 辛子メンタイ味付け製品では49.9%となった。

塩分濃度は原料では8%であったが調味液への浸漬によって減少し, 特に水分含量が高かった辛子メンタイ製品では5%にまで下がった。両調味品をSHS加熱した結果, 水分の蒸発によって塩分濃度は上昇し, 数値的には各1%高くなった。一方重量変化から見たSHS加熱後の製品の収率は, いずれの調理液の場合にも約160%であった。

これらの結果からしらす干し調味品をSHS加熱した場合, 芽胞菌の顕著な減少は見られなかったものの生菌数は減少し, 塩分濃度の低下と収率の向上が図られた。外観並びに匂いから判断した最終製品の品質はいずれも良好であり, 調味品においてもSHS加熱の効果は高かった。

Table 5. Comparison of the bactericidal effect of SHS heating on the sample *Shirasu-boshi* at different layer of depth

Sample layer of depth	Viable cell CFU/g	Survival ratio after heating, %	Water content %
Non-heating	$6.8 \times 10^4$	—	35.5
Upper	$2.5 \times 10^1$	0.04	30.3
Middle	$2.5 \times 10^1$	0.04	36.3
Lower	$6.0 \times 10^1$	0.09	35.4

Sample *Shirasu-boshi*, imported from Indonesia. Two hundreds gram of sample was put into the heating vessel, W90×H130×D30 in mm. SHS heating condition, 200°C/60 sec.

#### 4 要 約

水分含量と塩分含量が共に高い中国産しらす干しと, 低いインドネシア産しらす干しを用いて, 過熱水蒸気 (SHS) 加熱による殺菌効果を比較した。加熱温度は120~200°C, 加熱時間は40~90秒とし, 加熱温度一定あるいは加熱時間一定下で加熱を行い, 次の結果を得た。

1. しらす干し原料の生菌数はいずれも $10^4$  オーダー, 芽胞菌数は30~40 CFU/g以下であり, 両者に大きな違いは見られなかった。大腸菌群, 大腸菌, サルモネラ菌および

Table 6. Sterilization of the seasoned *Shirasu-boshi* products by SHS heating

Raw material or products	Heating condition °C/sec	Viable cell CFU/g	Survival ratio after heating %	Spore cell CFU/g	Water content %	Salinity %	Yield %	Appearance	Smell
Raw <i>Shirasu-boshi</i> *1	—	$7.0 \times 10^3$	—	<50	26.5	8	100	Good	Good
Seasoned with soy-sauce	Non-heating	$5.0 \times 10^3$	—	<30	48.6	6	180	Good	Good
	180/160	$1.2 \times 10^2$	2.4	<50	43.1	7	160	Good	Good
Seasoned with <i>Karashi-Mentai</i> *2	Non-heating	$4.7 \times 10^3$	—	<30	53.0	5	180	Good	Good
	180/160	$1.0 \times 10^2$	2.1	<30	49.9	6	164	Good	Good

\* 1 Imported from Indonesia.

\* 2 Seasoned walleye pollack-roe mixed with red pepper.

黄色ブドウ球菌はいずれにおいても検出されなかった。

2. 生菌数は加熱温度の上昇あるいは時間の延長に伴って次第に減少した。200℃・60秒加熱時の残存率は中国産試料、インドネシア産試料のいずれもほぼ0.1%であった。芽胞菌数も加熱条件が厳しくなるに伴って減少した。

3. 120℃で60秒間加熱した場合、水分含量は中国産では約3%、インドネシア産では約1%高くなり、原料の歩留まりは高くなった。

4. しらす干しの外観は60秒加熱の場合120℃、200℃加熱の場合40秒の加熱によって微黄色化し、加熱条件が厳しくなるに伴って黄色の程度は高くなった。黄色化は加熱条件の厳しさの程度に依存し、塩分含量あるいは水分含量の多寡とは相関しなかった。

5. 試料層の高さを3cmとし層ごとの殺菌効果を調べたが、大きな違いがあるとは見なされなかった。一方表層で水分含量は約5%も低下した。

6. しらす干し調味品を180℃で160秒間加熱した結果、生菌数の残存率は約2%であり、原料の場合と比較すると殺菌効果は低かった。外観並びに匂いから判断した最終製品の品質はいずれも良好であり、調味品においてもSHS加熱の効果は高かった。

## 文 献

- 1) 浜田盛承, 太田康之, 河村公樹, 浦 博之, 藤澤浩明: 過熱水蒸気加熱によるしらす干し製品の品質改善. 水産大研報, 50, 93-97 (2002).
- 2) 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.