

## 自動煮釜で製造されたシラス干しの汚染源

野内孝則

Microbial Contamination on Shirasuboshi Processed by  
the Automatic Boiling System

Takanori YANAI

## Abstract

The author measured bacterial counts of Shirasuboshi, examined the source of contamination in the process of manufacture, and incubating temperatures of the conservative test.

The results are as follows ;

- (1) The source of contamination is caused by the process of cooling in the automatic boiling system.
- (2) In the process of cooling, there are a lot of bacteria in the air sent from process of dispersion by the blower, cooling fan, belt, etc.
- (3) After the boiling, the temperature of Shirasu in the process of manufacture is approximately 80°C, but the process of cooling was 15~45°C, which allows the propagation of the bacteria. In the process of cooling Shirasu containing much water, these conditions are ideal for the growth of the bacteria.
- (4) In the preservation of Shirasuboshi, there is a remarkable difference between bacterial counts incubating at 35°C and 20°C. Making Shirasuboshi using a dryer, there was no difference in the bacterial counts between the incubating temperatures, however making it by solar drying, the counts are higher at the temperature of 20°C.

Key words : Shirasuboshi, automatic boiling system, bacterial counts

1996年に発生した腸管出血性大腸菌 (Enterohemorrhagic *Escherichia coli* : EHEC) O157による食中毒以来、食品の安全性に対する要求はますます大きくなってきた。これまで日本では、最終製品の抜き取り検査が主に行われてきたが、この方法では検査を行った製品の安全性は証明できても、全ての製品の安全性を証明することはできなかった。このため、製品の製造管理にあたってはHACCP (危害分析・重要管理点) 方式、すなわち製造工程の各段階にどのような問題があるのかを明確にし、確認された危害を防止する対策を行うことによって製品全体の安全性を高めようとする方法が取り入れられるようになってきた。現在、米国向けの輸出は、HACCPによって管理された製品以外は認められなくなっている。また、日本国内でも、大手量販店、生協等からHACCPによる製造管理が求められてきている。このため、本県の主要な加工品であり、通常生食されることから製品管理の要求が大きい「シラス干し」について、製造工程の汚染源を把握することを目的として試験を行った。シラス干しは、かつては角釜、丸釜で煮熟後、天日乾燥で

製造されていた。しかし、1988年に自動煮釜 (図1) が導入されると急速に普及し、近年のシラス干しは自動煮釜による製造が主体となっている。このため、自動煮釜によって煮熟され、機械乾燥と天日乾燥で製造されるシラス干しについて検討し、若干の知見を得たので報告する。

## 方 法

## 1. 実態調査

シラス干し製造工場5社について工程毎に2~3検体のサンプリングを行って、生菌数の変化を追跡した。各製造工場におけるシラス干し製造工程の概略を表1に示した。調査は、1997年6月~11月に1~3回行った。また、工程毎のシラスの温度、水分を測定し、また、製造ラインについて拭き取り検査、加工場内の落下細菌等の調査を行った。

## (1) 生菌数測定

培地としては3MPetrifilm (好気性細菌数測定用プレート)、希釈液としては滅菌リン酸緩衝生理食塩水(食

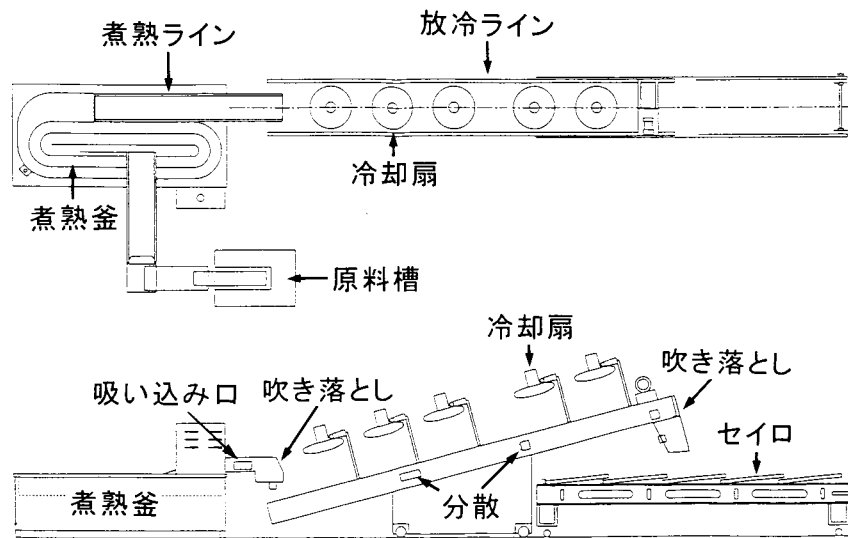


図1 自動煮釜による工程

表1 製造工程別処理時間

製造工程	A 社	B 社	C 社	D 社	E 社
煮熟時間	1分30秒～ 2分	1分30秒～ 2分30秒	1分～2分 30秒	1分～2分 40秒	1分10秒～ 2分
煮熟ライン	7秒	6秒			
放冷ライン	25秒	32秒	45秒	20秒	1分
乾燥時間	約20分 (約40℃)	約3時間 (天日乾燥)	約3時間 (天日乾燥)	約15分 (約60℃)	12～13分 (約60℃)

品衛生検査指針1990)を用いた。試料5gを無菌的に採取し、滅菌希釈水45mlを加えホモジナイズしたものを試料原液とした。また、培養は35℃で48時間行った。

#### (2) 大腸菌群測定

培地としては3MPetrifilm(大腸菌群数測定用プレート)を用い、希釈液、試料の調整等は、生菌数測定と同様に行った。培養は、35℃で24時間行った。

#### (3) 温度測定

ハンディ型放射温度計(CHINO MP-1000)により測定した。

#### (4) 水分分析

CEM分析装置(Lab Wave 9000)で測定した。

#### (5) 拭き取り検査

拭き取った試料を滅菌リン酸緩衝液に混濁し、前述の生菌数、大腸菌群と同様に測定した。

#### (6) 落下細菌測定

寒天平板(90×15mmの滅菌プラスチックシャーレに標準寒天培地15mlを注加して平板としたもの)を原則として5分間測定した。培養は、35℃で48時間行った。

## 2. 製品調査

シラス干しを製造工場から直接搬入し、生菌数、水分、塩分について測定した。生菌数、水分の測定については、前述の方法により行った。なお塩分は、シナール塩分濃度計(NS-3P)で測定した。

## 3. モデル試験

今回は、自動煮釜を対象に実態試験を行ったことから、比較試験として丸釜によってシラス干しを製造するモデル試験を行った。モデル試験では、シラスを5%食塩水で5分間煮熟し、5℃冷蔵庫に約16時間保管後、4時間天日乾燥を行い、シラス干しを製造した。各工程毎の生菌数を前述の方法により測定した。

## 4. 保存試験調査

試験は、県内の4業者が製造した製品を用いて行った。保存温度は3℃と-3℃、培養条件を35℃48時間と20℃72時間で生菌数を測定した。

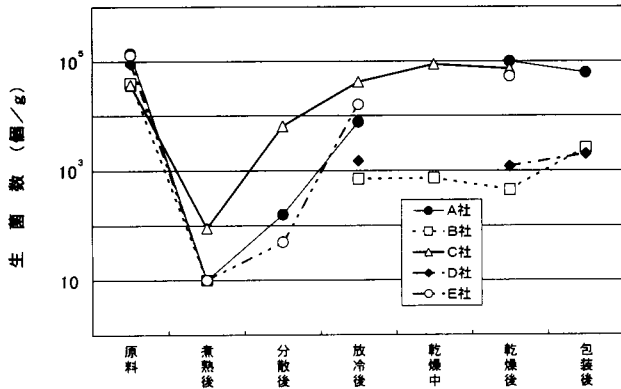


図2 シラス干し製造工程別細菌数の推移

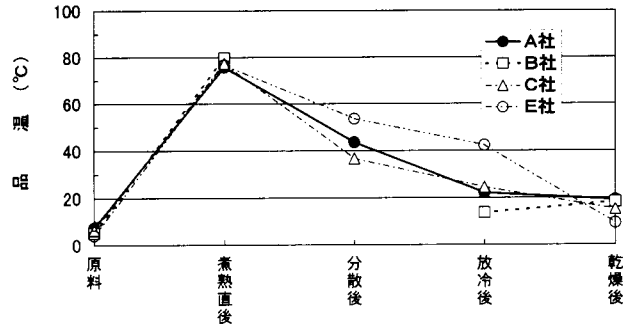


図3 シラス干し製造工程別品温の推移

表2 拭き取り (100cm<sup>2</sup>) 検査結果

検査対象	細菌区分	A 社	B 社	C 社	E 社
煮熟ライン (使用前)	一般細菌数	$2.3 \times 10^2$	$2.3 \times 10^4$	$3.7 \times 10^4$	$2.1 \times 10^4$
	大腸菌群	(-)	(-)	(-)	(-)
〃 (使用后)	一般細菌数	$1.0 \times 10^4$	$1.0 \times 10^4$	$1.2 \times 10^3$	
	大腸菌群	(-)	(-)	(-)	
放冷ライン (使用前)	一般細菌数	$2.9 \times 10^3$	$1.3 \times 10^3$	$6.3 \times 10^5$	$2.4 \times 10^6$
	大腸菌群	(-)	(-)	(-)	(-)
〃 (使用后)	一般細菌数	TNTC	$1.3 \times 10^4$	$1.2 \times 10^6$	
	大腸菌群	$2.8 \times 10^2$	(-)	(-)	
乾燥ライン (使用前)	一般細菌数				$9.5 \times 10^3$
	大腸菌群				(-)
〃 (使用后)	一般細菌数	$2.8 \times 10^2$			
	大腸菌群	(-)			
セイロ (使用前)	一般細菌数	$1.3 \times 10^3$	$2.3 \times 10^3$	$2.0 \times 10^5$	$6.9 \times 10^5$
	大腸菌群	(-)	(-)	(-)	(-)
〃 (使用后)	一般細菌数		$6.5 \times 10^3$		
	大腸菌群		(-)		

表3 落下細菌等検査結果 (90mm シャーレ, 5分間)

検査対象	A 社	B 社	C 社	D 社	E 社
屋内	83	103 (煮熟中)	13	3	426 (煮熟中)
		11 (煮熟前)			59 (包装室)
屋外		17	25	8	
放冷ライン上	8 (20秒)				12
冷風扇	502	66 (30秒)			
ブローア- (煮熟ライン)	19 (1秒)	677 (1秒)			
ブローア- (放冷ライン)	192 (1秒)	7 (1秒)			

## 結 果

## 1. 実態調査

シラス干し製造工程毎の生菌数は、原料が $10^4 \sim 10^5/g$ であり、煮熟後はほとんど細菌がいなくなるが、放冷後に $10^3 \sim 10^4/g$ となり、その後の乾燥・包装工程では、

生菌数は横這いとなった。この傾向は各工場とも同様で、放冷工程時にシラスの生菌数が多くなっていた(図2)。拭き取り検査では、自動煮釜に組み込まれている各ラインのベルト及びセイロに多数の細菌が確認された(表2)。落下細菌測定結果によれば、落下細菌は作業前に

表4 製造工程別水分量の推移

工 程	A 社	B 社	C 社	D 社	E 社
原 料	81.2%	82.6%	82.5%	83.6%	82.3%
煮 熟 後	82.7	81.5	81.4	82.3	82.3
分 散 後	80.6		79.7	78.8	79.9
放 冷 後	79.9	78.1	79.3		
乾 燥 後	63.6	73.5	72.9	63.5	68.4
包 装 後	67.9	69.6		60.6	67.4

表5 シラス干し製品生菌数 (/g)

今 回 調 査				篠 崎 ら ( 1976 )			
製造地域	水分(%)	塩分(%)	生 菌 数	製造地域	水分(%)	塩分(%)	生 菌 数
茨 城	70.3	3.7	$4.7 \times 10^4$	不 明	63.5	6.9	$4.2 \times 10^3$
〃	74.5	4.3	$2.1 \times 10^4$	〃	62.0	10.2	$1.3 \times 10^3$
〃	71.7	6.7	$3.7 \times 10^5$	〃	61.0	13.3	$5.6 \times 10^2$
〃	63.1	6.5	$2.9 \times 10^3$	〃	61.9	11.9	$5.5 \times 10^2$
〃	71.5	4.6	$2.2 \times 10^4$	愛 知	67.4	7.6	$4.0 \times 10^2$
〃	69.9	4.3	$1.4 \times 10^4$	不 明	65.6	9.0	$5.0 \times 10^2$
〃	66.2	5.8	$1.7 \times 10^4$	茨 城	64.4	8.8	$4.2 \times 10^4$
〃	70.8	3.7	$1.7 \times 10^4$	高 知	63.1	8.1	$3.0 \times 10^2$
〃	69.5	5.1	$2.6 \times 10^4$	静 岡	60.4	12.2	$3.7 \times 10^2$
〃	70.6	3.8	$3.0 \times 10^4$	静 岡	63.9	11.8	$1.2 \times 10^4$
〃	71.6	4.1	$8.1 \times 10^3$	愛 知	60.0	12.3	$3.4 \times 10^3$
〃	67.1	4.3	$1.9 \times 10^4$	不 明	62.8	11.1	$3.9 \times 10^3$
〃	68.8	4.1	$8.4 \times 10^4$	不 明	66.5	8.8	$1.2 \times 10^3$
〃	67.0	4.4	$2.4 \times 10^4$	茨 城	65.7	10.2	$3.8 \times 10^3$
淡 路	63.8	4.2	$1.6 \times 10^6$	〃	64.2	10.5	$4.6 \times 10^3$
高 知	68.6	4.8	$1.2 \times 10^3$				
鹿 児 島	69.4	3.6	$5.0 \times 10^4$				
淡 路	69.3	6.4	$4.9 \times 10^4$				
和 歌 山	63.1	4.1	$5.3 \times 10^3$				
淡 路	62.8	6.2	$5.5 \times 10^2$				
愛 知	69.4	6.0	$1.7 \times 10^3$				
静 岡	69.6	4.6	$1.3 \times 10^4$				
宮 崎	64.9	3.6	$2.1 \times 10^3$				

は少ないが、作業中特に自動煮釜による煮熟中に多くなっていた(表3)。また、吹き飛ばし(分散)工程のためのプロアから送られる空気、冷却扇の空気は細菌で汚染されていた。製造工程中のシラスの温度は、煮熟直後には約80℃であるが、煮熟工程から放冷工程に移る分散後急激に下がり、放冷後の温度は15~45℃であった(図3)。製造工程中のシラスの水分量を表4に示した。シラスの水分は、煮熟後に82%前後であり、放冷後は約80%であった。シラス干しの乾燥、包装後の水分は、60~70%であった。煮熟後から放冷後におけるシラスは、乾燥後のシラス干しより10~20%水分が多く含まれていた。

## 2. シラス干し製品の生菌数調査

シラス干し市販品を対象に行った篠崎ら(1976)の結果と今回の調査結果を表5に示した。シラス干し製品の生菌数は、篠崎らの結果では生菌数は $10^3/g$ 台が主体であったのに対し、今回の結果では、製造工場からの出荷前の製品にもかかわらず $10^4/g$ 台が主体で、篠崎ら(1976)の報告より多くなっていた。

## 3. 丸釜によるモデル試験

今回の試験は、自動煮釜による製造工程を対象としたことから、比較として丸釜による試験を行いその結果を表6に示した。丸釜によるモデル試験の生菌数は、1~3区とも $10^3/g$ 未満となり、今回行った自動煮釜の製品より少ない値となった(表4)。

しかし、シラスの手入れを素手で行った直後のモデル試験区Ⅲ区の測定では $10^4/g$ 台となっていた。

## 4. 保存試験

県内のシラス干し製造工場4社の製品について行った。各社の製品をA, B, C, Dとし、生菌数、乾燥方法等を表7に示した。

3℃保存では、35℃培養で、初期腐敗( $10^7/g$ )に達するのはA, Bが約22日, Cが約10日, Dが約6日となった(図4)。次に20℃培養では、Aが約21日, Bが約8日, Cが約8日, Dが約3日となった(図5)。35℃と20℃培養では、A, Cではそれほど差がないが、Bでは約14日, Dでは約3日の差があった。B, Dの初期腐敗に達する日数は、20℃培養では35℃培養時の約1/2となった。

- 3℃保存では、35℃培養で、初期腐敗に達するのは、

表6 丸釜によるモデル試験の細菌検査結果

工 程	細菌区分	1 区	2 区	3 区
原 料	一般生菌数	$5.8 \times 10^3$		
	大腸菌群	$7.0 \times 10$		
乾燥開始時	一般生菌数	$4.0 \times 10$	$1.6 \times 10^2$	$2.5 \times 10$
	大腸菌群	(-)	(-)	(-)
2 時間 後	一般生菌数	$6.0 \times 10$	$1.1 \times 10^2$	$2.1 \times 10^4$
	大腸菌群	(-)	(-)	(-)
4 時間 後	一般生菌数	$7.0 \times 10$	$1.2 \times 10^2$	$4.5 \times 10^3$
	大腸菌群	(-)	(-)	(-)

\* 試験区(乾燥中の条件)

1区: 返しのみ

2区: 返し+手入れ(手袋)

3区: 返し+手入れ(素手)

表7 保存試験に用いたシラス干しの成分等

試料	一般生菌数 (/g)		乾燥条件	水分 (%)	塩分 (%)	粗脂肪 (%)
	35℃培養	20℃培養				
A	$8.7 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	機会乾燥(約50℃)	64.6	5.7	1.5
B	$1.1 \times 10^3$	$4.6 \times 10^2$	天日乾燥	70.7	5.1	1.5
C	$1.1 \times 10^4$	$7.1 \times 10^3$	機会乾燥(約60℃)	66.1	4.4	1.5
D	$1.8 \times 10^5$	$1.2 \times 10^5$	天日乾燥	70.0	3.6	1.5

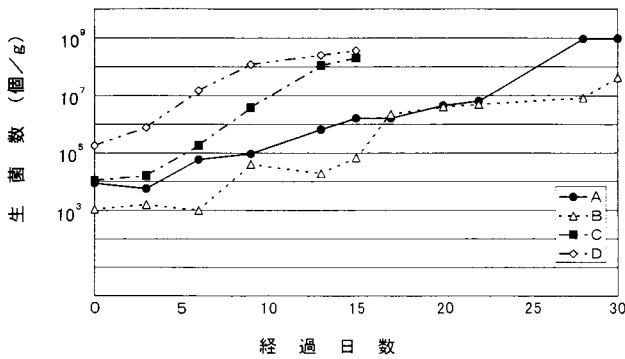


図4 シラス干し保存試験 (3℃) : 35℃培養

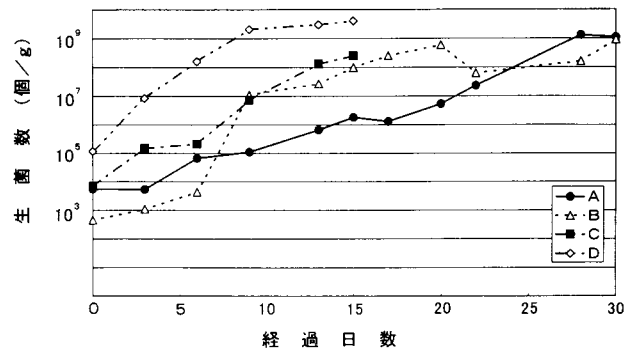


図5 シラス干し保存試験 (3℃) : 20℃培養

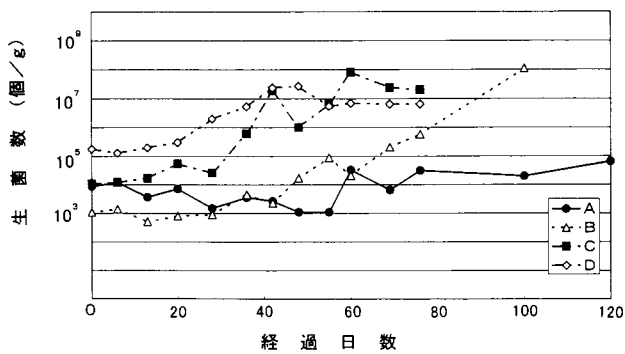


図6 シラス干し保存試験 (-3℃) : 35℃培養

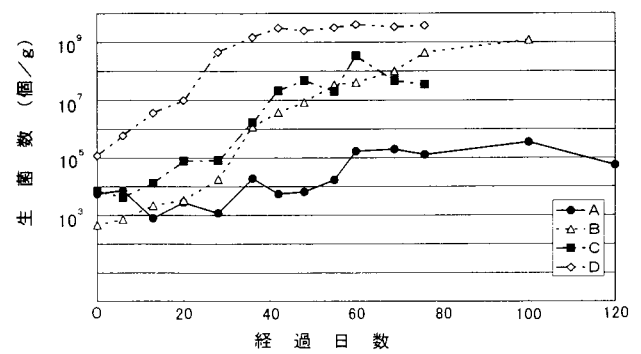


図7 シラス干し保存試験 (-3℃) : 20℃培養

Bは約90日, C, Dは約40日となった(図6)。20℃培養時ではBは約50日, Cは約40日, Dは約20日となった。35℃培養時と20℃培養時では, Cは差がなかったが, Bは約40日, Dは約20日の差があった。B, Dの初期腐敗に達する日数は, 3℃保存試験と同様20℃培養では35℃培養時の約1/2となった。

35℃培養時と20℃培養時で初期腐敗に達するのに差があったB, Dと差のなかったA, Cの製造方法は, A, Cは乾燥機で製造されていたが, B, Dは天日乾燥によって製造されていた。

考 察

1. シラス干し製造時の汚染源

シラス干し製造工程の調査結果から, 煮熟後にはほとんど細菌がいなくなるものの, 放冷後に $10^3 \sim 10^4/g$ となり, その後の工程での生菌数は横這いであった。このことから, 放冷工程時にシラスに細菌が付着したと考えられた。放冷工程通過時間は, 各製造工場によって異なるものの20秒~1分と短時間であった。この短時間にシラスが接触する可能性のあるのは, 各ラインのベルト, 分散時に吹き付けられるブローアからの空気, 冷風扇から送られる空気等と考えられた。拭き取り検査結果から,

自動煮釜に組み込まれている各ラインのベルトに多数の細菌の付着が確認された。ベルトの構造は, 網目状で洗浄作業が困難であった。また, ベルトは自動煮釜での製造中, 繰り返し使用されているにもかかわらず, 各ベルトを洗浄する工程は組み入れられていなかった。このため, ベルトが一旦細菌等で汚染されれば, シラスが繰り返し細菌の汚染下にさらされることが考えられた。竹村(1997)によれば, 同様の事例が連続炊飯冷却システムでも認められている。このシステムでは洗浄槽があり, ベルトとその洗浄槽の管理を行うことにより汚染が改善している。製造工場内の落下細菌は, 作業前には少ないが作業中特に煮熟中に多くなっていた。吹き飛ばし(分散)工程のためのブローアから送られる空気, 冷却扇から送られる空気は細菌で汚染されていたことから, シラスが放冷工程中に受ける空気によって生菌数が急激に増加すると考えられた。また, ブローアから空気を送るためのホース内や吹き出し口に腐敗したシラス等が混入している場合もあった。これらの洗浄は, 非常に困難であり, 細菌汚染の温床となっているものと考えられた。

自動煮釜の煮熟液の温度は, シラスの投入時が $87 \sim 90^\circ\text{C}$ で, すぐに $90 \sim 100^\circ\text{C}$ となり, この中で約2分間煮熟される(茨水試, 1999)。また, 製造工程中のシラスの温

度は、放冷工程通過時は、15～45℃であり、中温細菌の増殖が活発な温度帯にあたっていた。この温度帯からも放冷工程は、細菌汚染を受け易い状況と考えられた。

また、放冷工程のシラスの水分は約80%と水分が多く含まれていることから、細菌等がシラスの体表に付着しやすい状況と考えられた。

## 2. シラス干し製品の生菌数と製造方法

丸釜によるモデル試験の生菌数は、1～3区とも $10^3$ /g未満となり、自動煮釜で製造されたものより少なかった。これは、自動煮釜の製造工程で問題となった冷却工程がなかったためと考えられた。また、丸釜、角釜によって製造されたシラス干しの生菌数は、 $10^3$ /gが主体であった（篠崎ら、1976）ことから、冷却工程によるシラスへの細菌の付着は深刻な問題と考えられた。ただし、モデル試験でシラス干しの手入れを素手で行った直後の生菌数が $10^4$ /g台となっていたことから、シラスに接触する手、セイロ等が汚染源と考えられた。

## 3. 保存試験

シラス干しを機械乾燥で製造した場合の生菌数は培養条件による差はないが、天日乾燥による場合は、20℃培養の方が生菌数が多くなった。これは、乾燥時の温度が乾燥機は、50℃以上の高い温度で短時間（10～20分）で乾燥されるのに対し、天日乾燥では30℃以下の温度で長時間（約3時間）乾燥することによって生じると考えられた。公定法では35℃培養が定められているが、水産食品は低温細菌の影響が大きいことから20℃培養を行うことを提言している（藤井、1985）。シラス干し製品の細菌は、天日乾燥によるものは機械乾燥に比べて低温細菌の割合が多いことから、培養温度による差が生じたものと考えられた。

## 要 約

シラス干し製造工程の生菌数等を測定し、汚染源について検討した。また、保存試験について培養温度を検討した。これらの結果から次の結果を得た。

- (1) 自動煮釜によるシラス干し製造工程では、放冷工程が汚染源と考えられた。
- (2) 放冷工程では、分散工程時のプロアーから送られる空気、冷風扇からの空気、ベルト等に細菌が多かった。
- (3) 製造工程中のシラスの温度は、煮熟直後は、約80℃であったが、放冷工程通過時は15～45℃で細菌の増殖適温となっていた。同時に放冷工程のシラスは水分が多く、細菌の付着しやすい状況となっていた。
- (4) シラス干しを保存すると、35℃と20℃培養時で生菌数が著しく異なる場合があった。シラス干しを機械乾燥で製造した場合の生菌数は培養条件による差はないが、天日乾燥による場合は20℃培養の方が生菌数が多くなった。

## 文 献

- 日本食品衛生協会（1990）食品衛生検査指針．67-107．
- 篠崎和夫・飛田 清・山口安男・長谷川一磨（1976）しらす干しの品質に関する試験．茨水加研報，7，10-16．
- 藤井建夫（1985）水産食品の生菌数測定法の検討-I．東海水研報，118，71-79．
- 竹村憲之（1997）連続炊飯冷却システムで製造された米飯の汚染源の追求．食品衛生研究，47，69-74．
- 茨水試（1998）シラス干し県内外産品の比較試験について．茨水試加工だより，57，2-4．