

鶏卵, 液卵およびその加工品における サルモネラ対策について

樋脇 弘¹・椿本 亮¹・久保倉 宏一¹
栗原 淑子¹・本田 己喜子¹・小田 隆弘¹

Contamination of *Salmonella* and its Preventive Study in Hen Eggs, Liquid Eggs and Egg Products

Hiroshi HIWAKI, Makoto TSUBAKIMOTO,
Kouichi KUBOKURA, Yoshiko KURIHARA,
Mikiko HONDA, Takahiro ODA

From April, 1993 to March, 1995, a total of 175 samples (91 hen eggs, 73 liquid eggs, 11 egg products) were examined for the presence of *Salmonella*. *Salmonella* was isolated from 1 (1.1%) of 91 hen eggs, 7 (9.6%) of 73 liquid eggs, and none of 11 egg products.

Heat resistance of *Salmonella* in liquid eggs was studied. When liquid eggs with a high contamination of *Salmonella* were heated in a waterbath, *Salmonella* did not survive after 58°C heating between 1.5 and 3.5 min, 60°C heating between 45 sec and 1 min, 65°C heating for 20 sec, and over 70°C heating for 10 sec. When thin eggrolls, omelets, and scrambled eggs were experimentally cooked from the contaminated liquid eggs, the retained heat of egg products was more than 80°C in eggrolls, 66°C in omelets, 65°C in scrambled eggs and *Salmonella* did not survive in all egg products. When omelets and scrambled eggs were cooked by 14 volunteers, the retained heat of all egg products was more than 65°C. Therefore, there is no survival of *Salmonella* in egg products soon after ordinal cooking process, and *Salmonella* contamination on egg products was considered to be caused by handling after cooking process.

In additional experiment, growth in storage of *Salmonella* in liquid eggs and thin eggrolls was studied. The growth rate of *Salmonella* in thin eggrolls was as same as in growth medium and more rapid than in liquid eggs.

Key Words: サルモネラ *Salmonella*, 鶏卵 eggs, 液卵 liquid eggs,
熱抵抗性 heat resistance

I はじめに

平成元年よりサルモネラ食中毒が全国的に急増するに伴い, 菌の流行血清型も, 従来は主流であった *S. Typhimurium* から *S. Enteritidis* (以下 SE と略す) へと変わった¹⁾. SE による食中毒は, 毎年大型の集団発生が認められ, 本菌による集団発生事例の約三分の一は鶏卵が関与していると推定されている¹⁾.

福岡市におけるサルモネラ食中毒の発生は, 平成3年度以降急増し, 平成6年度までの4年間で計29事例の発生があった²⁻⁵⁾. このうちの14事例はSEによるものであり, その原因食品として, 鶏卵を使用した食品が多く見られた²⁻⁵⁾. これらの食品は, 錦糸卵を使った寿司, 卵とじ料理, あるいはスクランブルエッグを使った卵サンドウィッチであったが, SEの食品への汚染経路は解明できなかった. しかし, これらの食品はいずれも加熱食品であるため, SEの食品汚染は, 本菌が加熱調理工程で完全に死滅しなかったのか, あるいは調理後の二次

1. 福岡市衛生試験所 微生物課

汚染によるものかのいずれかによるものと考えられた。

そこで、鶏卵、液卵およびその加工品のサルモネラ汚染調査、サルモネラの液卵中での加熱試験、卵焼き調理におけるサルモネラの生残試験、液卵および錦糸卵中のサルモネラの増殖試験を行い、食品へのサルモネラ汚染経路の解明と汚染防止対策について検討を行った。

II 調査方法

1. 鶏卵、液卵およびその加工品のサルモネラ汚染調査

平成5年度から平成6年度にかけて、市内の小売店、液卵製造施設、および液卵加工施設において、鶏卵、液卵およびその加工品のサンプリングを行った。

サルモネラの検査は、検体約25gをEEM培地で前培養し、SBG培地で増菌後、DHL寒天培地とSS寒天培地で分離を行った。サルモネラの同定は、常法⁶⁾に従い、生化学的性状および血清学的性状により決定した。

2. サルモネラの液卵中での加熱試験

液卵は、市販の鶏卵を割卵し、30秒間ホモゲナイズして調整し、以下の実験に用いた。

サルモネラは当所で分離された食中毒患者由来株であるSEファージ型(以下PTと略す)1, SE PT 4, SE PT 8, *S. Infantis*, *S. Typhimurium*の5株を使用し、感受性ブイヨン培地で一夜振とう培養した菌液を液卵に約 10^7 コ/gの菌量となるよう添加した。

調整した液卵を10mlずつ、ストマッカー用ポリ袋に入れ、サルモネラ菌液を0.1ml添加し、ヒートシールした。

ヒートシールした試料は精密恒温水槽に沈め、58℃～80℃の範囲で加熱処理を行った。なお、ヒートシールした試料は、縦12.5cm×横8cm×厚さ0.1cm(=10ml)のサイズに調整し、試料の厚さを約1mmと薄くしたため、実験における試料の中心温度は考慮しなかった。

サルモネラの菌数測定は、DHL寒天でのスパイラルプレATING法⁶⁾で行った。

3. 薄焼き卵調理時のサルモネラの生残試験

1) 薄焼き卵の調理における卵の温度変化と固化

薄焼き卵の作製には、家庭用ホットプレートを用い、プレート温度を電圧調整器(ボルトスライダ)で正確に制御しながら調理を行った。

1回の卵焼きに使用した液卵は12mlで、直径10cmの金属性ループの中に液卵を素早く流し込み、コンラージ棒で均一な厚さ(約1.5mm)に整えた後、素早くル

ープを除去し、片面焼きの薄焼き卵を作成した。

調理開始後、液卵が固化し焼き上がるまでの卵焼き表面の放射温度を測定した。

2) サルモネラの生残試験

サルモネラを約 10^4 コ/gの菌量となるように液卵に添加し、薄焼き卵を作成した。なお、液卵中のサルモネラの菌数測定は、DHL寒天でのスパイラルプレATING法⁶⁾で行った。

卵焼き表面が乾燥した時点と卵焼きが完全固化した時点の計2回、薄焼き卵を採取し、検体10gをEEM培地で前培養する方法でサルモネラの生残を調べた。

4. オムレツおよびスクランブルエッグ調理時のSEの生残試験

1) SEの生残試験

SE汚染液卵は、感受性ブイヨンで一夜静置培養したSE PT 1菌液を液卵に直接添加し約 10^6 コ/gの菌量としたものと、SEを液卵に馴化させるため、液卵にSE PT 1を接種し15℃で一夜培養後、約 10^6 コ/gの菌量まで増殖させてものと2種類準備した。

オムレツとスクランブルエッグは、フライパンを使用してガスレンジで調理し、1回の卵焼きには、鶏卵2個分の液卵を使用した。焼き具合は、表面に焦げ目がついた固めの卵焼き、内部が半熟の卵焼き、および内部が一部生に近い卵焼きの3種類とした。

卵を焼き終えた時点で卵焼きを採取し、直ちに製品温度(放射温度)を測定するとともに、MPN5本法(EEM培地)⁶⁾でSEの菌数測定を行った。

2) オムレツとスクランブルエッグの加熱調理後の固化度

卵焼きの焼け具合とSEの生残性の関連性を客観的に評価するため、以下の方法で、加熱調理後の固化度を測定した。

焼き上がった卵焼きを生理食塩水で5倍に希釈し、30秒間ホモゲナイズ後、ホモゲナイズ液100mlをメスシリンダー(100ml容量)に移し換え、一夜静置し、沈殿物と液体に分離し、沈殿物の容量を計測した。固化度は、計測された沈殿物の容量%を度数として表示した。

また、当所職員14名にオムレツとスクランブルエッグをそれぞれ作製してもらい、通常の卵焼きの固化度を調べた。

5. 液卵および錦糸卵におけるサルモネラの増殖試験

錦糸卵は、厚さ約1.5mmの薄焼き卵を幅2mm程度に細切したものを使用した。

サルモネラは、液卵、菌糸卵とも、約 10^3 コ/gの菌

量となるように菌液を添加した。鶏卵への菌液の添加は、クロマトスプレーを用いて菌液を噴霧した。

増殖試験は、15℃、20℃および25℃の温度で実施し、所定の時間後にDHL寒天にスパイラルプレートイング⁶⁾を行い菌数を測定した。

Ⅲ 結 果

1. 鶏卵、液卵およびその加工品のサルモネラ汚染状況

鶏卵91検体、液卵73検体（液全卵が48検体、卵黄が10検体、卵白が15検体）およびその加工品11検体のサルモネラ検査結果を、表1に示した。

表1 液卵および加工品のサルモネラ検出率

	検体数	サルモネラ陽性(%)
鶏卵	91	1 (1.1)
計	91	1 (1.1)
液卵		
液全卵	48	2 (4.2)
卵黄	10	0
卵白	15	5 (33.3)
計	73	7 (9.6)
加工品	11	0
計	11	0
合計	175	8 (4.6)

鶏卵では、1検体からサルモネラが検出され、1.1%の汚染率であった。

液卵では、7検体がサルモネラ陽性で、9.9%の汚染率であった。液卵の種類別では、卵白が33.3%と高い汚染率（15検体中5検体が陽性）で、液全卵は4.2%の汚染率（48検体中2検体が陽性）であった。

加工品からは、サルモネラは検出されなかった。

検出されたサルモネラの血清型は、表2に示すように5種類に型別されたが、SEが、鶏卵1検体、液全卵1検体、卵白2検体の計4検体から最も多く検出された。

表2 検出されたサルモネラの血清型

O群	血清型	計	由来(数)
O7群	S. Thompson	1	卵白(1)
	血清型不明	1	液全卵(1)
O9群	SE	4	鶏卵(1)、液全卵(1)、卵白(2)
O18群	S. Cerro	1	卵白(1)
O35群	血清型不明	1	卵白(1)
計		8	

2. サルモネラの液卵中での加熱試験

サルモネラの液卵中での加熱試験の菌数測定結果を表3に示した。

液卵への接種菌量はいずれも 10^7 コ/gのオーダーであり、接種菌量が $1/10^5$ に減少した時間を「殺菌時間」とし、表4に示した。

58℃における「殺菌時間」は、SE PT1が3.5分未満、SE PT4が3分未満、SE PT8が1.5分未満、S. Infantisが2.5分未満、S. Typhimuriumが2分未満で、ばらつきが認められた。

60℃での「殺菌時間」は、SE PT4、SE PT8およびS. Typhimuriumが45秒未満であったが、SE PT1とS. Infantisは、1分未満であった。

65℃での「殺菌時間」は、いずれのサルモネラも20秒未満であった。

70℃、75℃および80℃での「殺菌時間」は、いずれのサルモネラも10秒未満であった。

なお、液卵の凝固は、80℃の20秒の加熱で認められた。

3. 薄焼き卵調理時のサルモネラの生残試験

1) 薄焼き卵の調理における卵の温度変化と固化

プレートの温度別に作製した薄焼き卵の放射温度の経時変化と外観の変化を表5に示した。調理プレート温度が113℃～200℃の範囲で薄焼き卵を調理すると、卵焼きの表面が乾燥し始める温度は80℃～86℃の範囲であり、プレート温度が高ければ、表面乾燥温度が高くなり、乾燥までの時間は短くなった。卵焼きが完全に固化する温度は、プレート温度の高低にかかわらず、85℃～87℃と差は認められなかった。

2) 薄焼き卵調理におけるサルモネラの生残試験

サルモネラを添加した液卵を113℃～200℃のプレート温度で調理し、卵焼き表面が乾燥した時点と卵が固化した時点で採取した卵焼きにおけるサルモネラ検査結果を表6に示した。卵焼き表面が乾燥した時点において、サルモネラ5株は同じように死滅していた。

4. オムレットおよびスクランブルエッグ調理時のSEの生残試験

調理加熱の程度に明確な差をつけ、サルモネラ汚染液卵から作製した、卵焼き全体が完全固化、大部分が半熟～一部が半生、大部分が半生～一部が生の状態の3種類のオムレットとスクランブルエッグについては、表7および表8に示すように、調理加熱の程度により、焼き上がり時の製品温度と固化度に明確な差が認められた。

オムレットにおいては、加熱が強度であれば、焼き上がった製品温度は75℃～80℃、固化度は57%～60%であ

表3 サルモネラの液卵中での加熱試験結果

		SE PT 1	SE PT 4	SE PT 8	S. Infantis	S. Typhimurium
58℃	開始	4.4×10^7	4.0×10^7	7.2×10^7	4.8×10^7	5.6×10^7
	30 秒	1.4×10^7	8.0×10^6	1.8×10^6	1.0×10^7	1.1×10^6
	1 分	8.0×10^5	6.5×10^5	7.0×10^4	3.4×10^5	2.6×10^4
	1.5分	1.1×10^5	1.1×10^5	2.0×10^2	7.5×10^3	8.3×10^2
	2 分	2.6×10^4	6.4×10^3	$< 2.0 \times 10^2$	7.0×10^2	$< 2.0 \times 10^2$
	2.5分	5.6×10^3	3.2×10^3		$< 2.0 \times 10^2$	
	3 分	1.1×10^3	2.7×10^2			
	3.5分	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$			
60℃	開始	5.8×10^7	2.4×10^7	8.1×10^7	2.9×10^7	2.1×10^7
	30 秒	2.1×10^5	6.2×10^3	4.9×10^4	1.9×10^4	2.9×10^3
	45 秒	5.6×10^3	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	3.1×10^3	$< 2.0 \times 10^2$
	1 分	$< 2.0 \times 10^2$			$< 2.0 \times 10^2$	
65℃	開始	5.8×10^7	5.2×10^7	8.1×10^7	6.2×10^7	4.8×10^7
	10 秒	8.4×10^5	1.6×10^6	6.2×10^5	1.3×10^6	2.7×10^5
	20 秒	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$
	30 秒	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固
70℃	開始	2.8×10^7	2.4×10^7	2.7×10^7	3.0×10^7	2.1×10^7
	10 秒	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	2.0×10^2	$< 2.0 \times 10^2$
	20 秒	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固
	30 秒	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固
75℃	開始	2.8×10^7	2.4×10^7	2.7×10^7	3.0×10^7	2.1×10^7
	10 秒	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$
	20 秒	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固
	30 秒	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固	NT:未凝固
80℃	開始	2.8×10^7	2.4×10^7	2.7×10^7	3.0×10^7	2.1×10^7
	10 秒	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$	$< 2.0 \times 10^2$
	20 秒	NT:凝固	NT:凝固	NT:凝固	NT:凝固	NT:凝固

NT:菌数測定は未実施

表4 各温度における液卵中のサルモネラの「殺菌時間」

	SE PT 1	SE PT 4	SE PT 8	S. Infantis	S. Typhimurium
58℃	3.5分未満	3分未満	1.5分未満	2.5分未満	2分未満
60℃	1分未満	45秒未満	45秒未満	1分未満	45秒未満
65℃	20秒未満	20秒未満	20秒未満	20秒未満	20秒未満
70℃	10秒未満	10秒未満	10秒未満	10秒未満	10秒未満
75℃	10秒未満	10秒未満	10秒未満	10秒未満	10秒未満
80℃	10秒未満	10秒未満	10秒未満	10秒未満	10秒未満

り、中程度の加熱ではそれぞれ70℃～74℃と43%～49%、弱い加熱ではそれぞれ66℃～72℃と27%～37%であった。

スクランブルエッグでは、加熱程度の強い順にそれぞれ、80℃～83℃と58%～67%、72℃～77℃と52

%～56%、65℃～74℃と33%～46%であった。

調理前の液卵中のSE数は、菌を直接添加した液卵で平均 1.1×10^6 コ/gであり、液卵中で一夜培養した液卵で平均 1.4×10^6 コ/gであった。これらの汚染液卵から作成したオムレットとスクランブルエッグ中のSE数

表5 プレート温度別の卵焼きの放射温度と外観の変化

プレート 温度		経過時間 (秒)									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	120
113℃	卵焼き温度 (℃)	71	76	77	78	79	80	83	86	89	92
	卵焼き外観							乾	固		
145℃	卵焼き温度 (℃)	75	83	84	85	85	86	86	86	88	89
	卵焼き外観		乾		固						焦
160℃	卵焼き温度 (℃)	81	83	85	85	87	88	89	90	91	93
	卵焼き外観		乾		固			焦			
175℃	卵焼き温度 (℃)	81	84	85	85	86	88	89	91	91	91
	卵焼き外観		乾	固			焦				
185℃	卵焼き温度 (℃)	81	84	85	86	88	89	91	91	92	92
	卵焼き外観		乾	固・焦							
200℃	卵焼き温度 (℃)	81	86	87	89	90	90	91	91	91	91
	卵焼き外観		乾・焦	固							

乾：卵焼き表面の乾燥 固：卵の固化 焦：焦げ目の発生

表6 サルモネラ添加の液卵から作成した薄焼き卵の調理実験結果

プレート 温度	試料採取時	液卵への添加菌				
		SE PT 1	SE PT 4	SE PT 8	S. Infantis	S. Typhimurium
113℃	表面乾燥時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
	固化時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
145℃	表面乾燥時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
	固化時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
160℃	表面乾燥時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
	固化時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
175℃	表面乾燥時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
	固化時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
185℃	表面乾燥時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
	固化・焦げ目発生時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
200℃	表面乾燥・焦げ目発生時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅
	固化時	死滅	死滅	死滅	死滅	死滅

表7 実験的に作成したオムレツの状態とSEの生残性

調理加熱 の程度	出来上がった卵焼きの状態				SEの生残性	
	表面： 焦げ目	内部： 凝固の程度	卵焼き内部 の温度	固 化 度	SE 直接添加の液卵 平均 1.1×10^6 /g	SE 接種-培養の液卵 平均 1.4×10^6 /g
強	±~+	完全固化	75℃~80℃	57%~60%	0.18 未満/g (0/4)	0.18 未満/g (0/4)
中	なし	大部分半熟 ~一部半生	70℃~74℃	43%~49%	0.18 未満/g (0/4)	0.18 未満/g (0/4)
弱	なし	大部分半生 ~一部生	66℃~72℃	27%~37%	0.18 未満/g (0/10)	0.18 未満/g (0/7)

() : SE 生残回数/実験回数

表 8 実験的に作成したスクランブルエッグの状態と SE の生残性

調理加熱の程度	出来上がった卵焼きの状態				SE の生残性	
	表面： 焦げ目	内部： 凝固の程度	卵焼き内部 の温度	固 化 度	SE 直接添加の液卵 平均 $1.1 \times 10^6 / g$	SE 接種一培養の液卵 平均 $1.4 \times 10^6 / g$
強	±~+	完全固化	80℃~83℃	58%~67%	0.18 未満/g (0/4)	0.18 未満/g (0/4)
中	なし	大部分半熟 ~一部半生	72℃~77℃	52%~56%	0.18 未満/g (0/4)	0.18 未満/g (0/4)
弱	なし	大部分半生 ~一部生	65℃~74℃	33%~46%	0.18 未満/g (0/10)	0.18 未満/g (0/7)

() : SE 生残回数/実験回数

は、SE 直接添加の液卵においても、また SE を増殖させた液卵においても、いずれも 0.18 未満/g (不検出) であった。

当所職員 14 名が調理したオムレツおよびスクランブルエッグにおける固化度と最終品温を、図 1 および図 2

に示した。オムレツでは、固化度が最低 40%~最高 61%、品温が最低 68℃~最高 80℃に分布した。スクランブルエッグでは、固化度が最低 50%~最高 64%、品温は最低 65℃~最高 75℃に分布した。通常の調理で作製されたオムレツとスクランブルエッグは、実験的に作製

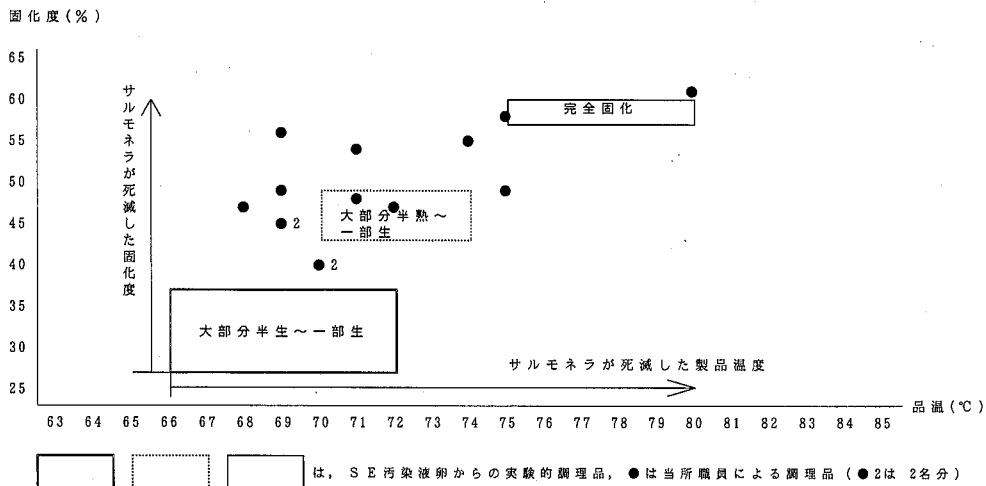


図 1 通常のオムレツの固化度と品温

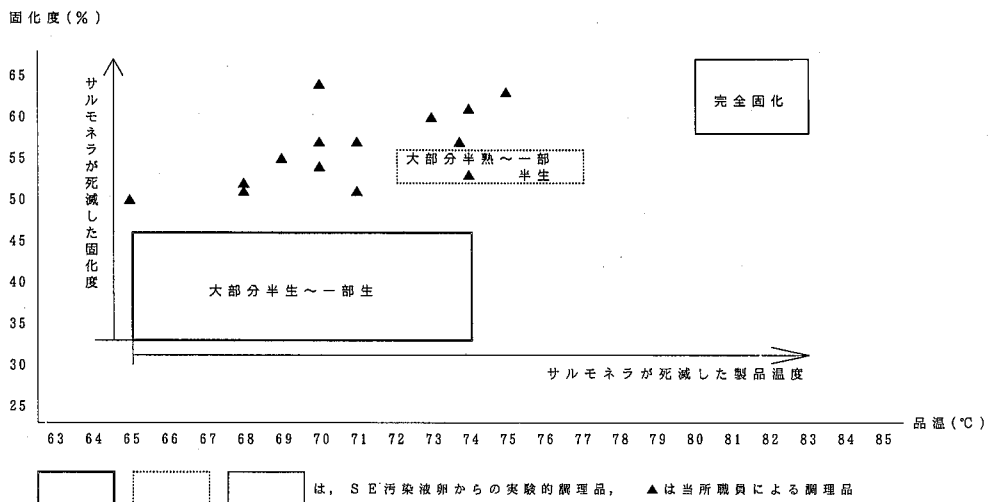


図 2 通常のスクランブルエッグの固化度と品温

した卵焼きの最低の固化度と製品温度を下回ることにはなかった。

5. 液卵および錦糸卵中でのサルモネラの増殖試験

液卵および錦糸卵中でのサルモネラの増殖試験結果を表9および表10に示した。

サルモネラ5株の添加菌量は、液卵、錦糸卵ともすべて 10^3 コ/gのオーダーであった。

15℃では、液卵の場合、5株とも8時間後から緩やかに菌数が増加し、24時間後は $10^4 \sim 10^5$ コ/gのオーダーとなった。錦糸卵の場合、8時間以降は液卵よりも明らかに増殖速度が速く、24時間後は 10^6 コ/gのオーダーに達した。

20℃では、液卵の場合、5株とも6時間以降から明らかに菌数が増加し、24時間後は $10^5 \sim 10^6$ コ/gのオーダーに増加した。錦糸卵の場合、液卵よりも増殖速度が速く、10時間後で 10^5 コ/g、24時間後では 10^7 コ/gのオーダーまで増加した。

25℃では、液卵の場合、*S. Infantis*以外の4株は8時間後で 10^5 コ/g、12時間後で 10^6 コ/g、24時間後には $10^8 \sim 10^9$ コ/gまで増加した。*S. Infantis*株は、他の4株に比べるとやや増殖速度が遅く、12時間後で 10^6 コ/gのオーダーに達し、24時間後も 10^6 コ/gのオーダーであった。錦糸卵の場合、5株とも液卵よりも増殖速度が速く、8～10時間後で 10^6 コ/gのオーダー、24時間後では 10^9 コ/gのオーダーに達した。

IV 考 察

SEによる食中毒は、本菌による鶏卵の卵殻内（インエッグ型）汚染が関与していることが判明し、従来の卵殻外（オンエッグ型）汚染とは異なっているため、公衆衛生上大きな問題となっている⁷⁻⁹⁾。インエッグ型の汚染率は、それが食中毒の原因として追跡された養鶏場の卵である場合、あるいは食中毒の多発している地方で流通している卵である場合など、様々な要因で異なってくるが、一般的には5,000～10,000個に1個の低い陽性率と考えられている⁸⁾。しかし、液卵を加工する場合、例え低い汚染率であっても、その加工工程で数多くの卵を割ってその中身を均一化するため、液卵の汚染率は急激に上昇する⁸⁾。

近年の市販液卵のサルモネラ汚染状況については、村瀬ら¹⁰⁾は8.7%～13.3%、大中ら¹¹⁾は13.8%、宇田ら¹²⁾は14.0%、原田ら¹³⁾は26.0%の汚染率を報告しており、また、液卵の中でも卵白のサルモネラ陽性率は高く、その血清型にはSEが多い傾向が見られている^{14, 15)}。

今回の調査では、鶏卵については、91検体中1検体がサルモネラ陽性で1.1%の汚染率であり、液卵では、73検体中7検体が陽性で9.6%の汚染率であった。液卵加工品からは、サルモネラは検出されなかった。

検出されたサルモネラの血清型は、SEが最も多く、鶏卵1検体、液全卵1検体、卵白2検体から検出され、市内に流通する鶏卵と液卵にもSEの汚染が認められた。液卵のサルモネラ汚染については、インエッグ型、オンエッグ型、あるいは製造工程での二次汚染等、その発生源はさまざまであり、液卵製造施設の衛生管理の強化だけでサルモネラ汚染を防ぐことは困難と考えられ、市内の液卵製造施設においても殺菌工程を導入することが必要と思われた。

未殺菌液卵中のサルモネラは菌量が多い場合でも 10^3 コ未満/gと報告されており^{14, 15)}、液卵の殺菌条件は安全性を考慮してその菌量が5オーダー減少した場合と考えられている¹⁶⁾。従って、サルモネラの液卵中での加熱試験では菌量が5オーダー減少した時間を「殺菌時間」として評価した。

58℃および60℃における「殺菌時間」は、各サルモネラで45秒未満～3.5分未満とばらつきが認められた。65℃以上では「殺菌時間」に各サルモネラでばらつきは認められず、65℃での「殺菌時間」はいずれのサルモネラも20秒未満であり、70℃、75℃および80℃ではわずか10秒未満であった。

サルモネラの中でもSE、特にSE PT 4は比較的に熱抵抗性があると報告されている^{9, 17)}。今回の実験では、58℃と60℃における「殺菌時間」に菌株間で若干の差が見られたが、これは血清型よりも使用した株による差と考えられ、SE特にSE PT 4の熱抵抗性は認められず、65℃以上では他のサルモネラと全く同様な「殺菌時間」であった。

加熱試験での液卵の凝固は、75℃以下で認められず、80℃、20秒の加熱で初めて発生した。したがって、80℃での「殺菌時間」は10秒未満であることから、液卵が加熱により凝固した時点では、サルモネラが生残している可能性はないものと考えられた。

113℃～200℃の範囲のプレート温度で薄焼き卵を作製すると、卵焼きの表面が乾燥し始める温度は80℃～86℃の範囲であり、卵焼きが完全に固化する温度はプレート温度の高低にかかわらず、85℃～87℃と差は認められなかった。

10^4 コ/gのサルモネラ5株をそれぞれ、液卵に添加し、113℃～200℃のプレート温度で薄焼き卵を調理すると、卵焼き表面の乾燥した時点で、いずれのサルモネラも同様に死滅した。薄焼き卵の表面乾燥時の温度は最低80℃以上であり、しかも調理中の薄焼き卵は70℃か

表9 液卵中でのサルモネラ増殖試験結果

		SE PT 1	SE PT 4	SE PT 8	S. Infantis	S. Typhimurium
添加時菌数		2.8×10^3	2.2×10^3	4.4×10^3	4.8×10^3	3.2×10^3
15 °C	4 h	1.6×10^3	1.0×10^3	2.8×10^3	2.9×10^3	1.8×10^3
	6 h	5.6×10^3	2.0×10^3	3.8×10^3	6.0×10^3	3.2×10^3
	8 h	5.8×10^3	3.6×10^3	8.4×10^3	6.2×10^3	9.8×10^3
	10 h	1.4×10^4	4.4×10^3	1.2×10^4	7.2×10^3	1.5×10^4
	12 h	2.2×10^4	1.1×10^4	2.3×10^4	7.6×10^3	2.9×10^4
	24 h	3.4×10^5	8.8×10^4	3.4×10^5	7.4×10^4	3.7×10^5
20 °C	4 h	5.8×10^3	3.2×10^3	3.8×10^3	4.6×10^3	3.4×10^3
	6 h	1.3×10^4	5.2×10^3	5.6×10^3	9.8×10^3	7.6×10^3
	8 h	2.2×10^4	1.4×10^4	2.4×10^4	1.0×10^4	2.7×10^4
	10 h	3.9×10^4	1.8×10^4	3.1×10^4	1.7×10^4	4.6×10^4
	12 h	1.4×10^5	5.2×10^4	1.1×10^5	2.0×10^4	1.2×10^5
	24 h	5.2×10^5	2.1×10^5	4.6×10^5	1.8×10^5	1.8×10^5
25 °C	4 h	1.4×10^4	7.0×10^3	1.0×10^4	8.2×10^3	1.2×10^4
	6 h	6.4×10^4	4.8×10^4	3.4×10^4	2.3×10^4	5.1×10^4
	8 h	2.3×10^5	1.8×10^5	1.7×10^5	8.0×10^4	3.2×10^5
	10 h	6.4×10^5	4.8×10^5	4.9×10^5	3.2×10^5	6.6×10^5
	12 h	3.4×10^6	2.2×10^6	2.0×10^6	1.3×10^6	2.6×10^6
	24 h	1.0×10^9	1.4×10^8	4.2×10^8	4.0×10^6	4.2×10^8

表10 錦糸卵中でのサルモネラ増殖試験結果

		SE PT 1	SE PT 4	SE PT 8	S. Infantis	S. Typhimurium
添加時菌数		1.7×10^3	1.2×10^3	2.0×10^3	6.0×10^3	4.6×10^3
15 °C	4 h	4.3×10^3	3.3×10^3	3.9×10^3	5.8×10^3	5.6×10^3
	6 h	6.8×10^3	4.1×10^3	6.6×10^3	7.0×10^3	8.7×10^3
	8 h	3.2×10^4	8.5×10^3	9.5×10^3	1.1×10^4	1.5×10^4
	10 h	4.4×10^4	2.2×10^4	2.9×10^4	3.5×10^4	4.0×10^4
	12 h	9.8×10^4	6.7×10^4	6.8×10^4	6.0×10^4	9.4×10^4
	24 h	2.0×10^6	1.2×10^6	2.2×10^6	2.8×10^6	2.7×10^6
20 °C	4 h	7.0×10^3	6.0×10^3	4.1×10^3	8.7×10^3	6.2×10^3
	6 h	2.4×10^4	2.3×10^4	1.8×10^4	1.7×10^4	2.3×10^4
	8 h	6.0×10^4	6.3×10^4	6.3×10^4	6.1×10^4	8.0×10^4
	10 h	1.4×10^5	1.1×10^5	1.4×10^5	1.2×10^5	1.7×10^5
	12 h	9.0×10^5	5.0×10^5	6.1×10^5	4.1×10^5	8.1×10^5
	24 h	3.1×10^7	2.5×10^7	6.9×10^7	1.1×10^7	2.4×10^7
25 °C	4 h	3.7×10^4	1.1×10^4	1.5×10^4	2.5×10^4	2.4×10^4
	6 h	1.4×10^5	7.8×10^4	1.1×10^5	9.4×10^4	9.3×10^4
	8 h	1.0×10^6	6.1×10^5	5.5×10^5	7.5×10^5	1.1×10^6
	10 h	3.0×10^6	1.5×10^6	3.9×10^6	5.8×10^6	3.1×10^6
	12 h	1.8×10^7	7.0×10^6	1.1×10^7	8.8×10^6	3.4×10^6
	24 h	4.5×10^9	3.0×10^9	4.8×10^9	4.6×10^9	8.4×10^9

ら80 °Cの温度を最低でも20秒間以上保持しており、サルモネラの液卵中での加熱試験での「殺菌時間」が70

°C以上ではわずか10秒未満であったことから、通常の焼き上がった薄焼き卵に、サルモネラが生残することは

あり得ないと考えられた。

SE汚染液卵を使って、卵焼き全体が完全固化、大部分が半熟～一部が半生、大部分が半生～一部が生れの3種類のオムレツとスクランブルエッグを作成した。「大部分が半生～一部が生」に焼けたオムレツでは、固化度は最低27%以上、焼き上がりの製品温度は最低66℃以上であり、「大部分が半生～一部が生」に焼けたスクランブルエッグでは、固化度が最低33%以上、製品温度が最低65℃以上であった。液卵中には約 10^6 コ/gのSEが含まれていたが、調理後の菌数は、「大部分が半生～一部が生」に焼けた固化不完全なオムレツとスクランブルエッグにおいても0.18未満/gとなり、いずれの焼き方をしても、卵焼きからSEが検出されることはなかった。

これらのSE汚染液卵から作成した固化不完全なオムレツおよびスクランブルエッグの製品温度は最低でも65℃以上であり、サルモネラの液卵中での加熱試験での「殺菌時間」は、65℃でも20秒未満と短時間であったことから、液卵中のSEは、加熱調理時に加えて、焼き上がり後の余熱においても死滅するものと考えられた。

14名の職員が、日常、行っている焼き方で作製したオムレツとスクランブルエッグについて、その固化度と製品温度の分布を調べたところ、オムレツでは、固化度が最低40%以上、製品温度は最低68℃以上であり、スクランブルエッグでは、固化度が最低50%以上、製品温度が最低65℃以上であった。したがって、通常の調理で作製されたオムレツとスクランブルエッグは、実験的に作製した製品の最低の固化度と製品温度を下回ることはないと思われ、焼き上がった製品を直ちに冷蔵庫内で急冷しない限り、SEが生残する可能性は、きわめて低いものと考えられた。

10^3 コ/gのサルモネラ5株をそれぞれ、液卵および錦糸卵に接種し、15℃、20℃および25℃で増殖試験を行った。液卵と錦糸卵中でのサルモネラの増殖態度は、同じ温度であれば液卵中よりも錦糸卵中の方が増殖速度が速かった。液卵には抗菌性のある卵白由来の溶菌性物質リゾチームや鉄をキレート化するコンアルブミンが含まれており、また、液卵は粘度の高い液体であるため空気との接触が錦糸卵よりも悪くなるのが菌の増殖速度に影響するものと考えられた。

25℃以上のいわゆる夏場の室温状態では、液卵中のサルモネラの増殖は、菌を通常の液体培地で培養する場合の増殖態度とあまり変わらず、液卵はサルモネラにとって良好な増殖培地となることが判明した。従って、液卵の保存や輸送には温度管理の徹底が望まれた。また、錦糸卵については、調理後の二次汚染が生じれば、急速に

菌が増殖するため、二次汚染防止の他に調理後、喫食するまでの温度管理と保存時間には十分な注意が必要と考えられた。

卵焼きの調理実験は、 $10^4 \sim 10^6$ コ/gのサルモネラ汚染液卵から薄焼き卵、オムレツおよびスクランブルエッグの調理実験を行ったが、焼き上がったいずれの卵焼きにも、サルモネラが生残することはなかった。したがって、福岡市で発生した錦糸卵やスクランブルエッグなどを原因としたサルモネラ食中毒は、調理後の二次汚染による可能性が非常に強いと考えられた。しかし、卵黄1個あたり 10^8 コ以上の非常に高濃度のSE汚染卵からゆで卵やスクランブルエッグを作成した場合にはSEが生残することがあり、液卵に加糖あるいは加塩することによりサルモネラの液卵中での耐熱性が高まることも報告されている^{18, 19)}。このため、鶏卵・液卵加工品によるサルモネラ食中毒防止には、卵生産農場から調理にいたるまでの鶏卵・液卵の低温流通、液卵の低温殺菌、卵の調理では時間をかけて内部まで火を通し卵全体を確実に凝固させ、調理後の二次汚染防止と製品の低温保存を励行する一貫した衛生管理が必要と考えられた。

V 要 約

- 1 市内に流通する鶏卵および液卵のサルモネラ汚染率は、それぞれ、1.1%（91検体中1検体が陽性）、9.6%（73検体中7検体が陽性）であり、検出されたサルモネラの血清型はSEが最も多く、SEは鶏卵からも検出された。液卵加工品（11検体）からは、サルモネラは検出されなかった。
- 2 サルモネラの液卵中での加熱試験では、58℃では3.5分以内、60℃では1分以内、65℃では20秒以内、70℃～80℃では10秒以内に「殺菌」された。
- 3 サルモネラを添加した液卵から実験的に卵焼きを作成した場合、調理直後の製品温度は、薄焼き卵で80℃以上、オムレツで66℃以上、スクランブルエッグで65℃以上であり、いずれの製品からもサルモネラが検出されることはなかった。当所職員14名がオムレツとスクランブルエッグを調理した場合、その製品温度は、オムレツで68℃以上、スクランブルエッグで65℃以上であった。したがって、通常、調理直後の卵焼きにはサルモネラが生残することはないと考えられ、卵焼きによるサルモネラ食中毒は、調理後の二次汚染によるものと推定された。
- 4 液卵および錦糸卵中でのサルモネラの増殖態度は、同じ温度であれば、液卵中よりも錦糸卵中の方が増殖速度が速かった。

謝 辞

本調査研究の検体の収集や卵焼きの調理実験にあたり、ご協力を頂きました各保健所衛生課食品係ならびに衛生試験所の方々に、深くお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 国立予防衛生研究所：〈特集〉サルモネラ・エンテリティディス流行1989～1992. 10・病原微生物検出情報, 14, 1～2, 1993
- 2) 樋脇弘, 他：福岡市における平成3年度のサルモネラ食中毒8例について. 福岡市衛生試験所報, 17, 43～46, 1992
- 3) 本田己喜子, 他：福岡市におけるサルモネラ食中毒について. 福岡市衛生試験所報, 18, 82～86, 1993
- 4) 福岡市衛生試験所微生物課業務報告. 福岡市衛生試験所報, 19, 7～12, 1994
- 5) 福岡市衛生試験所微生物課業務報告. 福岡市衛生試験所報, 20, 11～13, 1995
- 6) 厚生省生活衛生局監修：食品衛生検査指針, 微生物編, 日本食品衛生協会, 1990
- 7) 本田武志：鶏卵内サルモネラ汚染と食中毒, メディアサークル, 37(9), 293～298, 1992
- 8) 今井忠平：卵とサルモネラ(その1), ニューフードインダストリー, 35(1), 81～89, 1993
- 9) 佐藤静夫：鶏の *Salmonella* Enteritidis 感染症, モダンメディア, 37(9), 481～496, 1991
- 10) 村瀬稔, 他：タマゴとサルモネラ, 食品と微生物, 8(4), 181～187, 1992
- 11) 大中隆史, 他：液卵の細菌汚染状況, 食品と微生物, 9(2), 109～112, 1992
- 12) 宇田明日子, 他：液卵・鶏卵および鶏卵加工品のサルモネラを中心とした細菌学的実態調査, 食品衛生研究, 43(12), 55～62, 1993
- 13) 原田哲夫, 他：液卵のサルモネラ汚染状況および液卵中におけるサルモネラの加熱耐性・保存試験, 食品衛生研究, 43(9), 47～52, 1993
- 14) 鈴木昭, 他：液全卵中のサルモネラ及び黄色ブドウ球菌汚染について, 食品衛生学雑誌, 22(3), 223～232, 1981
- 15) 塩沢寛治, 他：液卵の微生物汚染と液卵中でのサルモネラ, 病原大腸菌の消長, 食品と微生物, 5(2), 113～120, 1988
- 16) 今井忠平：卵とサルモネラ(その2), ニューフードインダストリー, 35(3), 33～43, 1993
- 17) 中村明子：サルモネラ・エンテリティディスの疫学について, 食品衛生研究, 41(7), 17～28, 1991
- 18) Humphrey, T.J. : Worlds Poultry Sci., 46, 5～13, 1990
- 19) 今井忠平：サルモネラの耐熱性, ニューフードインダストリー, 34(2), 51～56, 1992