総説

卵及び卵加工品におけるサルモネラエンテリティディスの汚染とその対策

品川 邦 汎*

Contamination of *Salmonella* Enteritidis in Hen Eggs and Egg-Products and Its Control

Kunihiro SHINAGAWA

(Department of Veterinary Microbiology, Faculty of Agriculture, Iwate University:
3-18-8, Ueda, Morioka-shi, Iwate 020-8550, Japan)

我が国における鶏卵生産量は257万トン（平成8年）で、その消費形態としては、一般家庭用のものが最も多く全体の52.3%を占めており、このほかレストラン、ホテル・旅館、給食施設などで使われる業務用殻付卵が26.6%である。更に、液卵として加工用に使用されているものが21.1%で、この加工用は年々増加の傾向を示している（平成8年鶏卵流通統計による）。

我が国では、古くから卵は安全で栄養化の高い食品として、病人、老人及び虚弱体質の人を初めとし、一般の人々に生卵として食されている。しかし、1980年代の中頃から欧米諸国、特に英国、フランス、北ヨーロッパ諸国及び米国において「卵およびその加工品」による *Salmonella* Enteritidis (SE と略) 食中毒事件が急増してきた^{1), 2)}。また、我が国でも1988年に、錦糸卵により患者数10,476名と最大規模のサルモネラ (*S. Typhimurium*) 食中毒事件³⁾が発生し、この年には患者数が激増した。更に1990年以後、サルモネラ（特にSE）による食中毒事件及び患者数が増加し始め、1991年にはそれまで第1位の患者数を示していた腸炎ビブリオ食中毒を抜いて最も多く発生し、また1992年には事件数でも第1位を示すようになった。それ以後、本食中毒は発生件数及び患者数とも毎年第1, 2位を示している⁴⁾。それらの事例の多くは「卵及び卵加工品」によるものであり、農場でのニワトリの飼養管理及び農場（生産）から消費における鶏卵の取り扱い、更に液卵の製造及び卵加工品（卵調理食品）等の衛生管理等について、その重要性が強く指摘されてきた。

本稿では、卵の衛生管理、特に農場から鶏卵格付選

別・包装センター（GPセンター）及び液卵製造（割卵工場）の実態とその衛生管理（特にSEの汚染対策）を中心に述べる。

I. サルモネラ食中毒の発生状況

1. 諸外国及び我が国における発生状況

1985年以降、世界各国で鶏卵によるSE食中毒が多発し始め、ヨーロッパでは1982年から88年にかけてSE分離例数は14倍に増加した⁵⁾。1989年3月WHOにおいて「鶏におけるサルモネラ(SE)汚染に関する疫学と防除対策」について緊急会議が開催され、各国の現

図1. 我が国におけるサルモネラ食中毒の発生状況

* 岩手大学農学部: 〒020-8550 岩手県盛岡市上田 3-18-8

表 1. サルモネラ各血清による食中毒発生状況

O 群	1993 年		1994 年		1995 年		1996 年(速報による)	
	血清型	事件数	血清型	事件数	血清型	事件数	血清型	事件数
O4	S. Typhimurium	11 (15%)	S. Typhimurium	5 (5%)	S. Typhimurium	5 (5%)	S. Typhimurium	4 (4%)
	S. Haifa	4	S. Paratyphi B	3	S. Chester	1	S. Heidelberg	3
	S. Paratyphi B	1	S. Stanley	1				
	S. Stanley	1						
	型不明	1	型不明	4	型不明	1		
O7	S. Thompson	4	S. Singapore	2	S. Infantis	5	S. Montevideo	2
	S. Potsdam	1	S. Thompson	1	S. Montevideo	2	S. Singapore	2
	S. Virchow	1	S. Infantis	1	S. Thompson	1	S. Infantis	1
					S. Virchow	1	S. Virchow	1
					S. Braenderup	1	S. Thompson	1
	型不明	2	型不明	2	型不明	1	型不明	1
O8	S. Litchfield	1	S. Litchfield	1	S. Hadar	3	S. Litchfield	1
			S. Hadar	1	S. Litchfield	1	S. Hadar	1
			型不明	1				
O9	S. Enteritidis	41 (55%)	S. Enteritidis	75 (70%)	S. Enteritidis	69 (71%)	S. Enteritidis	84 (77%)
	S. Dublin	1			S. Dublin	1		
	型不明	5	型不明	7	型不明	4	型不明	6
O3, 10			S. Weltevreden	3	S. Weltevreden	1	S. Anatum	1
O16	S. Gaminara	1					型複数分離*	1
	計	75		107		97		109
	(%)	(100%)		(100%)		(100%)		(100%)

* S. Infantis (5); S. Tennessee (1); S. Enteritidis (14); S. Eastbourne (3)
(血清型別事件数: 患者数 10 名以上, 病原微生物検出情報の速報による)

表 2. 各国における S. Enteritidis ファージ型分布

ファージ型	日本 (1989~95)* ¹	米国 (1985~93)* ¹	英国 (1993, 7~9)* ¹	オーストラリア (1990~93)	オランダ (1989~92)	オーストラリア (1991~93)
1	138 (28)* ³	—	3	1,966 (5)	2,342 (84)	—
2	—	8	—	—	119	—
3	5	—	—	—	16	—
4	172 (35)	4	46 (81)	29,627 (77)	10	156 (45)
6	1	—	2	—	55	—
8	22	148 (54)	1	3,767 (10)	3	—
9	15	—	—	—	1	—
11	—	—	—	—	2	—
13	—	14	—	—	—	—
13a	2	58 (21)	—	—	—	—
14b	1	11	—	—	—	—
24	—	—	1	—	—	—
26	—	—	—	—	—	93 (27)
34	90 (18)	4	—	—	—	—
Mix	23	16	—	—	—	—
他* ²	18	13	4	3,262	240	101
計	487 (100)	276 (100)	57 (100)	38,622 (100)	2,788 (100)	350 (100)

*¹: 集団事例数, *²: 型別不能を含む, *³: ()内は%
中村¹⁾: 臨床と微生物より引用.

表 3. 卵及び卵料理による S. Enteritidis 食中毒

原因食品	発生件数 (患者数)
卵料理 (生)	
マヨネーズ	9 (1,309)
洋菓子	19 (2,717)
アイスクリーム	5 (938)
卵納豆	8 (409)
とろろ	7 (284)
まぐろ山かけ	1 (11)
卵料理 (加熱)	
卵焼き	5 (1,066)
錦糸卵	3 (281)
オムレツ	7 (175)
卵納豆	1 (32)
だし巻き	6 (194)
卵とじ	5 (128)
目玉焼き	1 (32)
茶碗蒸し	2 (71)
卵料理 加熱複合	
魚介類の煮物, 焼物, 揚げ物	19 (1,279)
サンドイッチ	4 (328)
調理パン	3 (159)
そば (具)	3 (608)
卵入りどんぶり	8 (1,580)
コロッケ	1 (24)
サラダ	3 (1,818)
給食 (原料: 鶏卵, 液卵)	2 (78)
鳥肉 (加熱したもの)	3 (177)

「病原微生物検出状況の集団事例に関する速報」,
調査年: 1989～1997 年 (伊藤¹⁴⁾の成績に追加)

状把握並に今後の防止対策などが論議された^{6), 7)}. しかし, 十分な予防対策はなく, その後も本食中毒事件は減少を示すことなく, 各国で多数の患者が発生しており, 今日世界で最も発生頻度の高い食中毒 (foodborne disease) の一つである. 一方, 我が国では平成元年 (1989 年) に突如として SE による食中毒が多発し, その発生病件数 (146 事例) は例年の 2 倍近くに増加し, 平成 4 年 (1992 年) には食中毒事件数の中で第 1 位を示すようになった⁴⁾. サルモネラ食中毒患者数の約 80% 以上が SE によるものであり, また 1995 年以後本菌による死者も毎年発生している⁸⁾. 我が国におけるサルモネラ食中毒のうち, 本菌の各血清型 (SE とその他の型) による発生病件数及び患者数を図 1 に示す.

2. サルモネラの血清型とファージ型

サルモネラ食中毒のうち SE (患者数 10 名以上) による事件は, 93 年 41 件 (54%) で, それ以後は毎年 69～84 件 (71～76%) の発生を示している. また 1988 年以前, 最も多く発生を示していた S. Typhimurium 食中毒は減少しており, 毎年数件の発生である (表 1). しかし近年, 欧米諸国では SE に変わり S. Typhimu-

rium による発生が増加傾向を示し, しかもこれらの多くは抗生物質の多剤耐性を示すものである⁹⁾. 他方, 家庭内などで発生する散発事例から分離されるサルモネラでも SE が最も多く, 毎年 40～60% を占めている¹⁰⁾.

食中毒事例から分離される SE のファージ型 (14 種のファージにより 47 型に細分される) には特徴があり, 我が国で高頻度に分離されるファージ型 (PT) 4 及び PT1 (1992 年以後に増加) は, オランダ, 英国及びオーストラリアで多く見られている (表 2). しかし, 1989～1991 年に多く見られた PT34 (1990 年には分離株の 69% を占める) によるものは減少し, 1995～1996 年にはほとんど発生がなくなった¹¹⁾. なお, 米国及びカナダでは PT8 と PT13 が多く分離されている¹²⁾.

3. 原因食品と原因施設

サルモネラ食中毒 (1986～1995 年に発生した SE 食中毒 380 件) において, 原因食品が特定されたものは 45% で, そのうち鶏卵使用によるものが 57% であった¹³⁾. 1989～1997 年までの「卵及び卵加工品 (卵料理食品)」によるサルモネラ (SE) 食中毒の発生病件数 (患者数 10 名以上の事例) を表 3 に示す. 生卵によるものが最も多く 49 件で, 加熱した卵料理 30 件, 卵を用いた料理 (又は複合料理) が 35 件であった¹⁴⁾. このほか, 卵及び卵加工品によると推定されたものを入れると約 90% が殻付卵によるものであり, 液卵によるものはわずか 2% 程度である¹⁵⁾. また, 本食中毒の発生原因施設は飲食店が最も多く 32%, 次いで集団給食施設 22%, この他弁当給食施設, 家庭などの 15% である^{13), 16)}.

4. ヒトへの SE 発症菌量

サルモネラ食中毒の発症菌量は, ヒトが 10^5 cfu (個) 以上摂取した場合に発症すると言われていたが, 近年 SE 食中毒の原因食品の残品 (又は同一製品) などの検査成績から, その菌量は数個～ 10^2 cfu/ヒトでも発症することが報告されている¹⁷⁾. 更に, これらの事例では原因食品 (SE) を摂取し発症するまでの潜伏期は, これまで一般に言われているサルモネラ食中毒の潜伏期 12～48 時間 (平均 18～24 時間) に対し, 長時間 (30～36 時間) であることも知られており, これは原因食品中の菌数が少ないことによると推定されている¹⁸⁾.

II. 殻付卵の衛生管理

1. 鶏卵の処理, 流通

1) GP センターでの卵処理

全国の各農場で生産される鶏卵 (年間約 260 万トン) の約 79% は, GP センター (Grading and Packing Center) に搬入されている.

農場で採取された卵は, 専用のコンテナトレイあるいはダンボール箱に詰め GP センターに搬入される. また, 農場によっては GP センターに直結した自動コンベアーベルトで定期的に搬入するシステム (インライン方・

図2. GPセンターにおける鶏卵の処理工程
*GMP: 卵生産のための一般的衛生管理

式)を導入しているところもある¹⁹⁾。農場から搬入された卵は農場・納入業者名、数量、重量などが確認された後、処理コンベアベルトに乗せられ洗卵、乾燥、検卵及び「鶏卵の取引規格」²⁰⁾に基づいて選別・包装された後、出荷されている。GPセンターにおける鶏卵の処理工程と衛生的処理ポイント（適正製造基準：GMP）を図2に示す。

2) GPセンター出荷後の鶏卵流通

GPセンターで選別・包装されたパック（5～10個詰）卵は量販店や小売店に、箱詰卵（ダンボール箱：10 kg 詰め）やコンテナに詰められた卵は、ホテルや給食センターなどの飲食店や製菓・製パンあるいは惣菜製造業などに配送される。また、箱詰又はコンテナに詰められた卵は、卵包装（パック）工場及び割卵工場などに送られ、そこでパック卵又は液卵にされるものもある。更に、これらの箱詰卵、コンテナ詰卵は卵間屋を経由して各ユーザーに配送されるものなど種々の流通形態（経路）がある（図3）。

・農場での卵生産からGPセンターで処理され、出荷さ

れるまでの経過日数は通常1～4日間である。しかし、パック工場や卵間屋に配送された卵は、そこで更に1～3日間（卵価によっては更に数日間）保管される¹⁸⁾。

一般に、量販店や小売店で販売され消費者に渡るのは産卵後1週間以内であるが、更に長期間を要しているものもあり、GPセンター出荷後から数週間を経過したものもある。また、卵間屋を経由して割卵工場に搬入されるものでは2～3か月経過しているものも見られると言われている。これらの卵流通は常温で行われており、この場合、高温多湿環境下ではサルモネラ（SE, S. Anatum など）は、卵殻を通過して卵内に侵入しやすいことが報告されており²¹⁾、SEの汚染及び増殖防止としては、低温（8℃以下）流通の義務付けが必要である^{15), 21)}。

2. 鶏卵の衛生管理

1) 生産農場（採卵養鶏場）での衛生管理

殻付卵のサルモネラ（特にSE）汚染には、SE保菌鶏の卵巣や卵管を経由して卵に移行し、産卵時には既に卵内に本菌が認められるもの（in-egg による汚染）と、

図3. 鶏卵の流通経路

産卵後卵殻表面にSE汚染糞便などが付着し、その後の取り扱い、処理・加工、流通時に卵殻を通過し卵内に侵入するもの（on-egg汚染）の二つの経路がある^{22)~24)}。しかし前者の汚染は、SE感染鶏であっても産卵されるすべての卵に移行するものではなく、一部の卵に低頻度（1羽当たり1.5~2.0%の頻度²⁵⁾で汚染し、その汚染菌数も少ない（産卵後室温で7日間以内保存で20cfu/卵程度^{25)~27)}。また、産卵鶏に強制換羽（産卵能力の低下した鶏を一定期間断餌させて強制的に換羽させることにより、産卵能力を回復させる）によるストレス^{22), 28), 29)}や、温度（高温で鶏が熱射病を起こすような場合³⁰⁾）及び断水ストレス（一時的断水した時³¹⁾）等を与えることにより、排菌頻度は増加することも報告されている。In-eggによるSE汚染防止としては、原種鶏や種鶏の輸入時にSE感染ヒナをチェックし、陽性ヒナを排除すること、また種鶏場、孵卵場及び採卵養鶏場における衛生管理を十分行うことが重要である。更に、鶏舎管理（ネズミもSEを保菌しており、その侵入防止³²⁾）や鶏の飼料管理等³³⁾を十分行うことも必要である。農林水産省は生産農場におけるサルモネラ対策として、いくつかの衛生対策指針を作成し都道府県に通達を行っている³⁴⁾。採卵農場におけるSE制御のための衛生管理について表4に示す。

他方、on-eggによる汚染は、産卵時に総排泄腔での汚染、産卵直後のケージ及びGPセンター（インライン方式）輸送ベルトなどによる糞便汚染によって、卵殻表面にサルモネラが付着し、その後の取り扱い不適によって卵内に侵入する³⁵⁾。また、カルシウム含量の多い餌を与えた卵（比重が大きく、卵殻の厚い卵）では、卵殻表面のサルモネラの浸入性は低く³⁶⁾、更に卵を急激に冷却

表4. 採卵農場におけるSEの制御

1. 施設・設備の衛生管理
2. 衛生管理体制の確立〔衛生標準作業手順書(SSOP)の作成〕
3. 衛生管理基準(CL)の設定(モニタリング法を含む)
4. CL逸脱時の措置方法の設定
5. 生菌剤・ワクチン等による鶏SE排除
6. 導入ヒナ・飼料のSE検査・管理
7. 養鶏場における衛生管理責任者の設定
8. SE汚染又は汚染が疑われる卵の回収システムの設定

することにより卵内に容易に侵入することも明らかにされている^{37), 38)}。我が国における殻付卵のサルモネラ汚染状況を表5に示す。

2) GPセンターでの卵処理工程における衛生管理

生産農場からGPセンターへ搬入される卵のグレードは、汚卵及び破卵の状態によって、以下のように区別される¹⁹⁾。

正常卵：肉眼で卵殻にヒビ様のものが見えず、糞便、卵内容物、血液及び羽毛などに汚染されていない卵。

汚卵 (soiled egg)：糞便、卵内容物、血液、羽毛などの付着程度によってA級（付着が最も少ない）、B級及びC級（付着が最も多い）汚卵に区別される。

破卵 (hair line cracked egg)：破卵の程度によって下記に示すA~D級に区別されている。

A級破卵：肉眼的には正常卵と区別できないが、暗所の透過光線下によってヒビ様のものが見られる卵。

B級破卵 (cracked egg)：卵殻にヒビが入り肉眼で判

表 5. 我が国における殻付卵のサルモネラ汚染状況

検体	検査数	陽性数	血清型	調査年
1. 全卵	3,285	7	S. Oranienburg (7)*	1971
2. 卵殻	1,470	2	S. Mbandaka, S. Braendrup	1990～
卵内容	1,470	1	S. Braendrup	1993
3. 卵黄・卵白	2,400	0		
	24,000	6	S. Enteritidis (6)	1992
4. 卵殻	6,700	10		1993
卵黄・卵白	6,700	1		1994
5. 卵黄・卵白	735	1	S. Enteritidis	1994
6. 食中毒関連時の調査				
卵殻	323	10	S. Enteritidis (10)	1993
卵黄・卵殻	323	1	S. Enteritidis	

* () 内は陽性検体数.

別できるが、卵殻膜は破れていない卵。

C 級破卵 (broken egg): 卵殻及び卵殻膜のいずれも破れているが、内容物は漏出していない卵。

D 級破卵 (leaker): 卵殻、卵殻膜は破れ、内容物が外に漏出している卵。

軟卵: 卵殻が形成されず卵膜だけのもの。

血卵 (血玉): 卵中に血液の混入しているもの。

これらのうち、SE 汚染防止には汚卵 (B 及び C 級) 及び破卵 (A～C 級) の衛生的取り扱い (農場及び GP センターでの取り扱いと処理) が必要である。

次に、GP センターでの処理工程で、微生物 (サルモネラを含む) 汚染防止のための重要な衛生管理ポイントを以下に示す。

(1) 搬入卵の管理

一般に、生産農場 (採卵養鶏場) では C 級汚卵及び C, D 級破卵は区別して GP センターに搬入されており、更に GP センターではエッグローダーで卵処理のベルトコンベアに乗せる場合にも、これらの汚卵、破卵は区別され、別途処理又は廃棄されている。しかし、A 級破卵及び A, B 級汚卵 (中には C 級汚卵) は、正常卵と一緒に処理されている。また、農場直結型のインライン式 GP センターでは、産卵された卵は直接処理コンベアに移行しているため、汚卵、破卵の区別はほとんど行われていないのが現状である。

GP センターでの最初の衛生管理ポイントは、搬入卵の汚卵・破卵を十分にチェックし、処理ラインに持ち込まないことである。

(2) 洗浄工程の管理

洗浄工程も重要な衛生管理ポイントの一つである。洗浄卵は一般に 45～60℃ の温水によるブラシ洗浄が行われているが、洗浄水及び洗浄ブラシはサルモネラなどの微生物汚染が高いことも知られている^{19), 37)}。

洗浄方法には、①水洗方式、②ドライ方式があり、更に前者には循環式 (洗浄水を繰り返し使用する方式) と

ワンウェイ式 (洗浄水は再使用しないで、新しい湯水で洗浄する方式) があり、後者のドライ方式は水を使用せず卵表面をブラシで清拭する方法である。米国では我が国と同様に水洗方式が行われているのに対し、ヨーロッパ諸国では汚染の少ない卵はドライ方式が行われており、汚卵は割卵工場で温水洗浄後、液卵に使用することと定められている。米国 USDA では、洗卵方法について洗卵水は 90°F (32.2℃) 以上で、少なくとも卵品温より 6.7℃ 以上の高い温水を用いること、洗浄水は 4 時間以内に 1 回以上交換し、洗浄後は次塩素酸ナトリウム 50～200 ppm の温水でシャワーリングすることと定めている⁸⁾。

我が国ではドライ方式による洗浄は、一部の施設で行なわれているにすぎない。ほとんどの GP センターでは、水洗方式のワンウェイ式が行われており、都市近郊の GP センター (大量処理している大型 GP センター) では、循環式を用いているところも見られる。循環式は洗浄水を繰り返し使用するため、卵殻表面の汚物 (糞便等) を除去して肉眼的に清潔にしても、微生物学的には汚染を拡散しているにすぎない。特に、洗浄水温が低い (50℃ 以下) 場合、サルモネラなどの病原菌は生残し、多くの卵を汚染させていることになる。それゆえ循環式の場合、一度使用した洗浄水は加熱などによって殺菌処理したものを使用すること、及び卵洗浄後、消毒・殺菌剤 (次亜塩素酸ナトリウム溶液又は同等以上) を含む清潔な温水でシャワーリングを行うことなども重要な衛生管理ポイントである¹⁵⁾。

正常卵について、無洗浄卵と洗浄卵 (水洗方式: 循環式) を一定期間保存 (25℃) した場合、卵内の細菌数を表 6 に示す。卵を水洗洗浄することにより、卵殻表面のクチクラ層が破壊され、卵表面の汚染細菌は卵殻を通過しやすくなり、洗浄卵は無洗浄卵に比べて短期間で菌数増加を示すものも多く認められるようになる。更に、SE の卵殻通過による卵内侵入性について、品温の高い

表 6. 正常卵（無洗浄卵と洗浄卵）の保存中における生菌数の変化

—無洗浄卵—

生菌数 /g	卵の保存* (週): 生菌数を示す卵個数 (%)					
	0	1	2	3	4	6
0 or < 10	98 (89.1)	95 (87.4)	79 (71.8)	74 (67.3)	55 (55.0)	5 (10.0)
10 ¹ ~10 ²	12 (10.9)	15 (13.6)	15 (13.6)	19 (17.3)	26 (26.0)	10 (20.0)
10 ² ~10 ³	—	—	16 (14.6)	15 (13.6)	16 (16.0)	22 (44.0)
10 ³ ~10 ⁴	—	—	—	2 (1.8)	3 (3.0)	3 (6.0)
10 ⁴ ~10 ⁵	—	—	—	—	—	—
>10 ⁶	—	—	—	—	—	—
合計	110 (100%)	110 (100%)	110 (100%)	110 (100%)	100 (100%)	50 (100%)

—洗浄卵—

生菌数 /g	卵の保存 (週): 生菌数を示す卵個数 (%)					
	0	1	2	3	4	6
0 or < 10	94 (85.5)	89 (80.9)	76 (76.0)	58 (52.7)	50 (50.0)	—
10 ¹ ~10 ²	16 (14.5)	13 (11.8)	12 (12.0)	20 (18.2)	26 (26.0)	5 (25.0)
10 ² ~10 ³	—	6 (5.5)	10 (10.0)	16 (14.6)	12 (12.0)	7 (35.0)
10 ³ ~10 ⁴	—	2 (1.8)	1 (1.0)	9 (8.2)	8 (8.0)	4 (20.0)
10 ⁴ ~10 ⁵	—	—	1 (1.0)	2 (1.8)	2 (2.0)	2 (10.0)
10 ⁵ ~10 ⁶	—	—	—	3 (2.7)	1 (1.0)	—
10 ⁶ ~10 ⁷	—	—	—	2 (1.8)	1 (1.0)	2 (10.0)
10 ⁷ ~10 ⁸	—	—	—	—	—	—
>10 ⁸	—	—	—	—	—	—
合計	110 (100%)	110 (100%)	100 (100%)	110 (100%)	100 (100%)	20 (100%)

正 常 卵: 肉眼で卵殻にヒビ様のものが見えず, 糞便, 血液, 卵内容物等により汚染されていない卵。

* 保存条件: 25℃乾燥条件。

表 7. サルモネラ菌液と卵の温度別の浸漬による卵内への侵入性^{*1}

SE 菌液 温度 (°C)		卵温度 (10°C)			卵温度 (40°C)		
		保存期間*2 (週)			保存期間 (週)		
		0 週	1 週	3 週	0 週	1 週	3 週
正 常 卵	5	0*3	3	8	3*4	3	5
	10	0	1	7	2	4	5
	20	0	2	4	0	3	5
	30	0	2	4	0	3	5

*¹ サルモネラ菌液: S. Enteritidis, 10⁵ cfu/mL
浸漬時間: 10 分。*² 卵保存: 25℃, 乾燥状態。*³ 卵 10 個検査したときの SE 陽性個数。*⁴ 卵 5 個検査したときの SE 陽性個数。

卵を低温の SE 菌液に浸漬した場合, SE の侵入性は高くなる (表 7)。また, 正常卵と A 級破卵を SE 菌液に浸漬後, 一定温度 (25℃) で保存した場合, 卵内の SE 汚染を調べると, 破卵 (A, B 級) では侵入性が高く,

しかも汚染菌数の多いものも認められた (表 8, 9)。同様に, 卵殻表面に SE 汚染糞便を付着させて保存した場合でも, A 級破卵では正常卵に比べ容易に卵内に侵入した²¹⁾。GP センター及び割卵工場で卵洗浄に使用される消毒剤として, 第 3 リン酸ナトリウム, 次亜塩素酸ナトリウム (有機物の付着が多い場合, 効力は減少) は効果があり³⁹⁾, 卵洗浄後のシャワーリング水にこれらの消毒剤を添加することはサルモネラ侵入防止に有効である。

(3) 検卵工程

GP センターでの検卵工程は, 卵の衛生監視・管理を行う上で最も重要なポイントである。この工程で破卵, ヒビ入り卵 (キズ卵も含む), 糞便・血液などの汚卵 (シミ卵も含む), 血卵 (血玉) などが選別されており, ここで検定合格になった卵はそのまま重量選別後包装され, 加工, 流通, 販売等を経由して消費される。検卵では A~D 級破卵並びに汚卵を確実に選別し, 更に卵の乾燥状態の確認等を行い, これらの不適卵を排除することが重要である。それゆえ, この検卵者は衛生管理につ

表 8. サルモネラ菌液浸漬による卵内への侵入性^{*1}

卵グレード	保存温度 (25℃)・期間 (日)			
	0 日	3 日	7 日	14 日
正常卵	1 ^{*2}	3	7	10
A 級破卵	4	6	10	10
B 級破卵	9	9	10	NT ^{*3}

^{*1} 浸漬卵: 25℃, サルモネラ菌液: *S. Enteritidis*, 10⁶ cfu/mL, 10℃, 浸漬時間: 10 分.

^{*2} 卵 10 個検査したときの SE 陽性個数.

^{*3} NT: 検査せず.

いて十分な知識を有する者, または専任者 (鶏卵処理衛生管理者) を配置すべきである.

III. 加工卵

加工卵とは, 殻付卵を割卵 (自動割卵機又は手割りで割卵) して液卵としたもの (液全卵), 卵黄と卵白に分離して液卵としたもの, 更にこれらに糖又は食塩などを添加したものであり, これらをチルド (液全卵を対象), 凍結あるいは乾燥 (我が国ではほとんど製造されていない) などの一次加工を行ったもので, 商業的に取引される製品をいう⁴⁰⁾. 各液卵の製造工程と衛生管理 (GMP) を図 4 に示す. これらの製品はそのままの形状で消費者に提供されることはなく, 調理, 加工 (二次加工) 用として用いられる. 加工卵は大手の食品加工業社の製菓・製パン, 水産練製品, 畜肉加工, 惣菜などの製造に使用されるもので, 小規模の旅館, 食堂, 給食場などではほとんど使われない.

1. 液卵の衛生管理

我が国における未殺菌液卵のサルモネラ汚染は, 報告者, 調査年・時期 (季節) によって異なるが, 10～80% と高いことが報告されている^{40), 41)}. 本菌は液全卵及び卵黄中で, 5℃ では増殖しないが, 10℃ ではわずかに増殖を示す⁴⁰⁾. また, 冷蔵や冷凍状態では長期間生存し, 不適当な温度下に置かれた場合に増殖を示す. それゆえ, 液卵製造に当たっては原卵受け入れから製造・加工及び製品保管まで, 十分な衛生管理を行うことが重要である.

厚生省では, 「卵及びその加工品の衛生対策について」 (平成 4 年 7 月 8 日, 衛乳第 128 号) の中で, その取り扱い方を定め, 各都道府県, 政令市及び特別区に対し通知している. その主な内容は次のとおりである.

ア) 破卵及びヒビ割れ卵 (B 級破卵) は細菌の汚染を受けやすいので, 速やかに冷蔵するとともに長期間経過しないうちに加熱して使用, 加工すること.

イ) 液卵は加熱殺菌したものを使用するか, または加工もしくは調理の過程で加熱殺菌すること. 液卵の保存及び流通にあたっては, 冷蔵及び冷凍する

表 9. サルモネラ菌液浸漬による卵内中の菌数^{*1}

卵グレード	卵 No.	保存温度 (25℃)・期間 (日)			
		0 日	3 日	7 日	14 日
正常卵	1	0 ^{*2}	0	2	1,200
	2	8	0	16	2
	3	0	2	25	5
	4	0	16	0	1
	5	0	0	150	1
	A 級破卵	1	2	2	0
	2	1	2,700	61,000	NT ^{*3}
	3	8	5,800	12	
	4	3,200	0	190	
	5	0	1,700	5	

^{*1} 浸漬卵: 25℃, サルモネラ菌液: *S. Enteritidis*, 10⁶ cfu/mL, 10℃, 浸漬時間: 10 分.

^{*2} 卵中身 25 g 中の SE 菌数.

^{*3} NT: 検査せず.

こと.

ウ) 正常殻付卵は新鮮なうちに使用すること. やむを得ず長期保存する場合は冷蔵保存すること.

エ) 生卵, 半生卵及びこれらを含む食品は, 室温に長時間置かないこと.

しかし, これらの通知後も卵及びその加工品によるサルモネラ (SE) 食中毒が多発するため, 厚生省は「液卵の製造などに係る衛生確保について」 (平成 5 年 8 月 27 日, 衛乳第 160 号), 液卵製造施設等における衛生指導要領を通知した. この衛生指導要領は, 1) 目的, 2) 用語の定義, 3) 原料卵, 4) 製造, 5) 製品及び 6) 液卵の使用上の注意, の 6 項目から構成されており, 更に 1) 洗卵における洗浄水の透視度測定法, 2) 液卵の微生物基準における試験法, 及び殺菌前の液卵を 2 時間以上貯蔵する場合に遵守すべき保存温度についても記述されている. 以下, 液卵製造施設における衛生指導要領のうち, 衛生管理を行う上に重要な項目について説明する (表 10).

1) 原料卵

液卵に用いる原料卵について, (1) 原料卵の受け入れ, (2) 原料卵の運搬用器具, (3) 原料卵の保存, に分けて規定されている. 破卵, 汚卵及び軟卵は搬入後 24 時間以内に割卵するか, 又は 8℃ 以下で保存して 72 時間以内に割卵して加熱殺菌すること. また, 正常卵を長時間保存する場合でも 8℃ 以下で保存し, 速やかに割卵することと義務づけられている.

2) 製造

製造は, (1) 洗卵工程, (2) 割卵及びろ過工程, (3) 殺菌前の液卵の貯蔵温度, (4) 殺菌, 冷却及び充てん, (5) 無殺菌液卵, 熱殺菌液卵 (製品) に分けて規定されている. この内, (1) の洗卵工程では, 洗卵は飲用適の流水

図 4. 液卵の製造工程
* GMP: 液卵製造のための一般的衛生管理

表 10. 液卵の製造等に係わる衛生確保について
—液卵製造施設等の衛生指導要領—

原料卵	
破卵, 汚卵, 軟卵:	搬入後 24 時間以内, 又は 8℃, 72 時間に割卵し, 加熱殺菌すること.
正常卵	: 8℃に保存後, 速やかに割卵すること.
製造	
洗浄:	洗浄水 (循環水) の透視度は 10 cm 以上で, 4 時間ごとに水を交換. 洗浄水の温度は 30℃ 以上かつ卵より 5℃ 以上高いこと.
殺菌 (加塩, 加糖除く):	全卵, 卵黄: 連続式 : 60℃, 3.5 分間 バッチ式: 58℃, 10 分間 卵白: 連続式 : 55~56℃, 3.5 分間 バッチ式: 54℃, 10 分間 (加塩, 加糖液卵): 63~68℃, 3.5 分間
冷却:	加熱後直ちに 8℃ 以下にする.
製品	
保存:	液卵は 8℃ 以下, 凍結液卵は -18℃以下であること.

で行うこと、循環水を使用する場合、洗浄水の透視度は10 cm以上に保つとともに、4時間ごとにすべて新しい水と交換すること。また洗浄水の温度は、30℃以上かつ原料卵の温度より5℃以上高くすることと定めている。(2)の割卵には、機械割りと手割りがあり、前者ではオペレータが割卵後の状態を検査し、腐敗卵などの異常卵を排除している。しかし、割卵スピードが速いため(約400~600個/分)、異常卵を見落とさないことが衛生管理上重要である。また、この異常卵を排除した後の受卵カップは洗浄・消毒できる構造とすること。(4)の液卵の殺菌、冷却及び充てんについて、液卵の殺菌温度は以下のように規定されている。

①加糖又は加塩したものを除く液卵では、連続式殺菌を行う場合、液全卵及び卵黄は60℃・3.5分間、卵白は55~56℃・3.5分間とし、バッチ式殺菌を行う場合、液全卵及び卵黄は58℃・10分間、卵白は54℃・10分間であることと定められている。

②加糖又は加塩した液卵では、連続式殺菌を行い、加糖又は加塩の濃度により63~68℃・3.5分間であることと定められている。

なお殺菌前、液卵を2時間以上貯蔵する場合に遵守すべき温度についても規定され、更に冷却についても、加熱後直ちに8℃以下にすることが定められている。

3) 製品

製品の保存は、液卵では8℃以下、凍結液卵では

表 11. 液卵（製品）の微生物基準

製品	検査対象微生物	n	c	m	M
無殺菌液卵 (製品)	細菌数(生菌数)	5	3	10 ⁴	10 ⁵
	大腸菌群	5	2	10 ¹	10 ²
加熱殺菌液卵 (製品)	細菌数(生菌数)	5	2	10 ⁴	10 ⁵
	大腸菌群	5	1	10 ¹	10 ²

n: 検査サンプル個数

c: 合格判定個数(ロットを合格と判定する基準: m~Mの個数)

m: 合格判定値(合格判定菌数値: cfu/g)

M: 条件付き合格と判定する基準(許容限界菌数: cfu/g)

-18℃以下と規定されている。また、液卵(無殺菌液卵、加熱殺菌液卵)の微生物基準が設けられ、これはICMSF(The International Commission on Microbiological Specification for Food: 国際微生物規格委員会)が提案している国際食品微生物規格に示されている三階級法(n, c, m, M)の考え方が採用されている⁴²⁾。液卵(製品)の微生物基準は表11のとおりである。

4) 液卵の使用上の注意

食品などの取り扱いの中では、下記に示す項目が衛生管理を行う上に重要である。

(1) 液卵は8℃以下(凍結液卵においては-18℃以下)で保存すること。

(2) 液卵を原材料として食品を製造する場合、十分加熱を行うことを原則とする。しかし、製造又は調理の過程で加熱が行われない場合には、加熱殺菌済みの液卵を用いること。

(3) 卵焼きなどの加熱調理を行った「卵加工品」については、微生物基準が次のように設けられている。

細菌数(生菌数): 検体1g当り10⁵以下

大腸菌(*E. coli*): 陰性

サルモネラ: 陰性

(4) 液卵及び凍結液卵を原材料として製造した製品は、製造ロットごとに製品1個を検食として、販売期間などを考慮して、10℃以下で保存すること。

以上に示した液卵製造施設での衛生指導要領は、液卵製造及び使用上における重要な衛生管理ポイントであり、安全で衛生的な液卵を製造するためにはこれらを実施に実施すべきである。

IV. 卵及び卵加工品によるサルモネラ食中毒防止対策

卵及び卵加工品によるSE食中毒を防止するため、食品衛生調査会・乳肉水産食品・食中毒合同部会では「卵によるサルモネラ食中毒の発生防止について」の報告書をまとめている(平成9年12月5日)¹⁵⁾。本報告の中で、まず最初に「卵及び卵加工品の衛生対策の基本的な考え方」を提示し(表12)、次に具体的な衛生対策として「殻付卵」、「液卵」及び「家庭における卵の衛生的な取り扱い」に区別してまとめており、最後にこれらの衛

表 12. 卵及び卵加工品の衛生対策の基本的な考え方

1. 卵および卵加工品によるサルモネラ食中毒の防止として、生産(農場)から消費に至るまでの各段階における汚染防止、増殖抑制および死滅操作等の対策を確実に行う。
2. わが国では生卵を喫食する習慣があり、これを前提とした衛生対策が必要である。
3. 生食用の殻付き卵を除いて、卵加工・調理食品については消費者に提供されるまでの間に、いずれかの段階で必ずサルモネラを死滅させるための加熱工程を導入する。
4. 食品の製造者や消費者に対して、卵の表示を義務付けて、適切に卵を取り扱うための情報を提供する。
5. 消費者の役割を明確にし、家庭における卵の適切な取り扱い方法について積極的な啓発を行う。

表 13. 鶏卵の加工・調理における SE の動態

耐熱性: 全卵, 卵黄中で 60℃, 3.5 分(65℃, 3分)で死滅. 卵白中で 55℃, 3.5 分(56℃, 2~3分)では死滅. 砂糖や食塩を添加すると耐熱性は増加. 食品中では 68℃, 3.5 分で死滅.
 増殖温度: 10℃ 以下, 46℃ 以上で増殖遅延. 5℃ 以下及び 50℃ 以上では増殖しない.
 増殖 pH: pH 10 以上又は 4.75 以下では増殖しない. pH 4.0 のマヨネーズ中で生存. pH 4.6 で増殖する. pH 3.0 ~3.5 (23℃) で死滅.
 増殖 a_w : a_w 0.95 以下では増殖しない.
 消毒剤耐性: 食品製造所で使用される通常の消毒剤は有効.
 凍 結: 食品中の SE は凍結では死滅しない.
 乾 燥: 食品中の SE は乾燥に対して生残. しかし増殖はしない. 乾燥するまでの間に増殖することあり.
 卵食品を水で希釈: 非常に薄い希釈液中でも増殖.

生対策を早急に実施し, サルモネラ食中毒の発生防止を図るべきであると締めくくっている.

1. 殻付き卵の衛生対策

殻付き卵の SE 対策として, 1) 生産段階における対策, 2) 流通段階—GP センター, 食品製造所・飲食店等—における対策, 及び 3) 消費者における対策に分けて, それぞれ述べられている.

1) 生産段階における対策として, (1) 採卵養鶏場のサルモネラ防除の徹底, (2) 輸入ヒナの検疫強化, (3) SE ワクチン等の有効利用, (4) 卵によるサルモネラ食中毒発生時の採卵養鶏場までの「逆のぼり調査」への協力, (5) 重度破卵, 孵化中止卵の食用禁止の徹底等を挙げ, これらの対策について早急に実施するよう農林水産省に要請している.

2) 流通段階における対策として, 採卵農場及び GP センターの所在, 名称・氏名の表示, 及び (1) 消費期限又は品質保持期限, (2) 購入後の冷蔵保管の必要性, (3) 生食用及び加熱・加工用の区別をすること. また, 卵加工・調理食品の場合, 割卵後速やかに 70℃, 1 分以上又はこれと同等の加熱殺菌をすることと述べている. 卵加工及び調理食品の SE コントロールを行うためには, 本菌の性状・動態(表 13)を十分に把握しておく必要がある.

3) 消費者における衛生対策として, (1) 卵はきれいで, ひび割れのない新鮮なものを購入. (2) 購入後, 早急に冷蔵庫に入れる. (3) 加熱調理では十分に加熱する. (4) 卵を生で食べる場合, 破卵やひび割れ卵を使用しない. 食べる直前に割卵する. (5) 卵料理は調理後 2 時間以内に食べること等について提案している⁸⁾.

2. 液卵の衛生対策

殺菌液卵及び未殺菌液卵について, 成分規格(サルモネラ: 食品 25 g 中陰性)及び製造基準[原料卵の保存(温度と時間)条件, 洗卵, 割卵, ろ過工程及び殺菌等の各条件]の設定, 更に製品の保存基準, 表示等を定めている. 液卵の衛生管理(SE 対策)としては, これらの基準を遵守することにより, SE 食中毒の発生を防止することが望まれる.

3. 家庭における卵の衛生的な取り扱い

家庭で卵を取り扱う際のポイント(購入, 保存, 下準備, 調理, 食事及び残品の 6 項目)についても詳細に述べられている. 安全で衛生的な卵を摂取するためには, 消費者が各自十分な注意を払って取り扱う(消費者の責任)ことも重要である.

最近, 厚生省の「鶏卵の日付け表示」に関する検討委員会は, 生食用殻付き卵の「期限表示」について最終報告を示した⁴³⁾. 賞味期限は, 卵黄膜が軟化してサルモネラ等の食中毒菌が異常に増殖するまでの期間に基づいて算出されている. 実際に鶏卵の生食可能な期限(日)設定には, 農場から GP センターに搬入される期間, GP センターで処理・保管される期間及び流通・保管(販売)期間の「各温度と日数」から算出される⁴³⁾. 更に, これらの日数に家庭などでの冷蔵庫保管期間(7 日間)を加えて最終的な生食可能な期限が求められる. この期限設定を行うには, 夏・冬期の季節により大きく異なり, 卵の生産, GP センターでの処理, 流通及び販売等の各工程期間の温度, 日数等を, 記録し保存しておくことが重要である.

今後, 卵及び卵加工品におけるサルモネラ等の食中毒菌汚染を防止し, 卵の安全性を確保するためには, 鶏卵農場から消費者まで一貫した衛生管理が必要であり, 各段階における GAP(適正農畜産物生産基準)や GMP(適正製造基準)及び SSOP(衛生的標準手順書)等を構築することが重要であると考えられる.

文 献

- 1) Duguid, J. P., North, R. A. E.: J. Med. Microbiol. 34, 65 ~72 (1991).
- 2) Rodrigue, D. C., Tauxe, R. V., Rowe, B.: Epidemiol. Infect. 105, 21~27 (1990).
- 3) 厚生省生活衛生局食品保健課: 昭和 62, 63 年全国食中毒事件録, p. 84~98 (1991).
- 4) 小沼博隆, 品川邦汎, 熊谷 進: モダンメディア 41, 230~244 (1995).
- 5) JAVMA: JAVMA, 196, 850 (1990).
- 6) Anon: Report of WHO consultation on epidemiolo-

- gical emergency in poultry and egg-salmonellosis. 20-23, Geneva, WHO (1989).
- 7) 中村政幸: 鶏病研究 **25**, 127~131, 184~191 (1989).
- 8) 厚生省生活衛生局乳肉衛生課: 食品衛生調査会 乳肉水産食品部会資料, 7月23日 (1997).
- 9) Euro Surveillance: Euroroundup 2 January, France (1997).
- 10) 国立予防衛生研究所: 病原微生物検出情報 **18**(3), 51~53 (1997).
- 11) 中村明子: 臨床と微生物 **23**(6), 107~112 (1996).
- 12) Rodrigue, D. C., *et al.*: J. Clin. Microbiol. **30**, 854~857 (1992).
- 13) 中村明子: LABEAM (SRL 感染症検査ニュースレター) **9**(9), 1~3 (1997).
- 14) 伊藤 武, 楠 淳: 動業研究 **53**, 1~11 (1996).
- 15) 食品衛生調査会 乳肉水産食品・食中毒合同部会: 卵によるサルモネラ食中毒の発生防止について, 報告書 12月5日 (1998).
- 16) 三重県桑名保健所: 地域食品保健推進事業 (平成8年度) “サルモネラ食中毒の防止対策” (1998).
- 17) Blaser, M. J., Newman, L. S.: Rev. Infect. Dis. **4**, 1,096~1,106 (1982).
- 18) Glynn, J. R., Bradley, D. J.: Epidemiol Infect. **109**, 371~388 (1992).
- 19) 増田高志, 小沼博隆, 品川邦汎: 日食微誌. **10**, 203~210 (1994).
- 20) 中央鶏卵規格取引協議会: 鶏卵規格取引ガイドブック, p. 1~21, 10月 (1974).
- 21) Simmons, E. R., *et al.*: Poultry Sci. **49**, 761~768 (1970).
- 22) 佐藤静夫: 日食微誌. **10**, 185~193 (1994).
- 23) Snoeyenbos, G. H., *et al.*: Avian Dis. **13**, 668~670 (1969).
- 24) Nakamura, M., *et al.*: J. Vet. Med. Sci. **55**, 649~665 (1963).
- 25) Humphrey, T. J., *et al.*: Epidemiol. Infect. **103**, 415~423 (1989).
- 26) Mawer, S. L., *et al.*: Lancet **280**~281 (1989).
- 27) Humphrey, T. J., *et al.*: Epidemiol. Infect. **106**, 489~496 (1991).
- 28) Holt, P. S., Porter, Jr. R. E.: Avian Dis. **36**, 610~618 (1992).
- 29) Holt, P. S.: Avian Dis. **37**, 412~417 (1993).
- 30) Jones, F. T.: Feed Stuff. **64**(11), 22~23 (1992).
- 31) Brownell, J. R., *et al.*: Avian Dis. **13**, 804~816 (1969).
- 32) Henzler, D. J., Opitz, H. M.: Avian Dis. **36**, 625~631 (1992).
- 33) Hilton, M., *et al.*: Vet. Rec. **124**, 223 (1989).
- 34) 鶏病研究会: 鶏卵・鶏肉のサルモネラ全書 p. 257~280 (1998).
- 35) Board, R. G., *et al.*: Poultry Sci. **43**, 584~595 (1964).
- 36) Sauter, E. A., Petersen, G. F.: Poultry Sci. **53**, 2,159~2,162 (1974).
- 37) 小沼博隆, 品川邦汎: 鶏病研究会報 **30**, 79~86 (1994).
- 38) Hopper, S. A., Mawer, S.: Vet. Rec. **123**, 351~355 (1988).
- 39) 後藤公吉ら: 食衛誌. **37**, 165~172 (1996).
- 40) 今井忠平, 栗原健志: 鶏卵肉情報 2月25日~7月25日 (1995).
- 41) 村瀬 稔: モダンメディア **40**(7), 3~10 (1994).
- 42) 倉田 浩ら: “食品衛生における微生物制御の基本的な考え方” p. 36~51 (1994) 日本食品衛生協会.
- 43) 渡辺邦雄: 鶏卵肉情報 10月25日号 (1998).