

食品健康影響評価のためのリスクプロファイル
～ 鶏卵中のサルモネラ・エンテリティディス ～

(改訂版)

食品安全委員会

2010年4月

目 次

	頁
1. 対象の微生物・食品の組合せについて.....	4
(1) 微生物.....	4
① 形態等.....	4
② 分類.....	4
(2) 対象食品.....	5
2. 公衆衛生上に影響を及ぼす重要な特性.....	5
(1) 対象微生物の特性.....	5
① 保菌動物.....	5
② 増殖性.....	5
③ 生残性.....	5
④ 鶏における病原性.....	6
⑤ 鶏におけるサルモネラ属菌の伝播.....	6
(2) 対象食品の特性.....	6
① 鶏卵の消費量.....	6
② 鶏卵の性状.....	7
③ 鶏卵のSE汚染経路.....	7
(3) 対象食品中での対象微生物の増殖.....	7
① 鶏卵の保管中のSE菌数の変化(卵白内接種).....	7
② 鶏卵の保管中のSE菌数の変化(卵黄内接種).....	8
3. 引き起こされる疾病の特徴.....	9
(1) 症状.....	9
① 臨床症状.....	9
② 潜伏期間.....	9
③ 症状持続期間等.....	10
④ 治療法.....	10
⑤ 致死率.....	10
(2) 用量反応関係.....	11
4. サルモネラ感染症の特徴.....	13
(1) サルモネラ感染症患者数に関する特徴.....	13
① 感染性胃腸炎患者の概要.....	13
② 感染性腸炎患者等の年齢構成.....	14
③ SE検出数の推移.....	14
(2) SEによる食中毒の特徴.....	15
① サルモネラ属菌による中毒の発生状況.....	15
② 原因食品(SEによるもの).....	17
③ 原因施設.....	17
5. 食品の生産、製造、流通、消費における要因.....	18
(1) 生産における要因.....	18

① 鶏卵生産の概要	18
② 生産段階に共通した要因	19
③ 種鶏段階の要因	21
④ 採卵鶏段階の要因	21
(2) 処理・製造・流通における要因	24
① 鶏卵の流通経路の概要	24
② 処理段階 (GP センター) の要因	27
③ 製造 (液卵製造) 段階の要因	30
④ 流通 (小売) 段階での要因	31
(3) 消費	32
① 鶏卵の喫食頻度	32
② 喫食量	32
③ 調理時の SE の生残性	33
④ 喫食方法	33
6. 問題点の抽出	34
(1) SE による食中毒の原因食品・原因施設	34
(2) 鶏卵内部の SE 汚染	34
(3) 未殺菌液卵の SE 汚染	34
(4) 感染者・死亡者に占める年齢構成	34
(5) 患者からの二次汚染	34
7. リスク管理措置等について	35
(1) 輸入段階での措置	35
(2) 農場段階での措置	35
(3) 農場段階でのその他の対策	35
(4) 製造・加工・調理段階での措置	36
(5) 流通段階での措置	36
(6) 消費段階での措置	37
(7) SE による食中毒の減少要因について	37
8. 求められるリスク評価と今後の課題	38
(1) 求められるリスク評価	38
① 鶏卵を介した SE による感染症のリスクの推定	38
② 未殺菌液卵を使用した食品を介した SE による感染症のリスクの推定	38
③ 以下の対策を講じた場合の効果の推定	39
④ 感受性集団のリスクの推定	39
(2) 今後の課題	39
① フードチェーンに沿った鶏卵の保管状況の把握	39
② フードチェーンに沿った汚染率・汚染レベル等のデータ収集	39
③ 患者の SE 摂取量、症状、転帰等の詳細なデータの収集	40
④ 能動的サーベイランスによる SE 患者数の実態把握	40

9. その他.....	40
(1) 既存のリスク評価	40
(2) 対象微生物に対する規制	40
(3) その他海外の対策	41
<参照>	43

1. 対象の微生物・食品の組合せについて

(1) 微生物

本リスクプロファイルで対象とする微生物は *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis (SE) とする。

サルモネラの形態等及び分類について以下に概説する。

① 形態等

サルモネラは、腸内細菌科に属する通性嫌気性グラム陰性桿菌である。菌体の周りには周毛性鞭毛を持ち、運動性を有する。

② 分類

サルモネラの菌体表面を構成するリポ多糖体 (O) 及び鞭毛 (H) にはそれぞれ抗原番号が付けられており、血清型は O 抗原と H 抗原の組み合わせによって決定され、2007 年までに 2,500 種類以上が報告されている。(参照 1)

また、サルモネラ属菌は遺伝子の近縁性に基づいて、表 1 のとおり 2 菌種 6 亜種に分類されており (参照 1, 2, 3)、これらの亜種は、それぞれの特徴的な生化学性状等によっても鑑別できる。人から分離されるサルモネラのほとんどは *Salmonella enterica* subsp. *enterica* である。血清型は各亜種 (subsp.) の下位に位置し、例えば血清型 Enteritidis の場合には、*Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis と表記され、通常は *S. Enteritidis* と略記される。

表 1 サルモネラ属の分類

種名	亜種名	略称	血清型数
<i>Salmonella enterica</i>	<i>enterica</i>	I	1,531
	<i>salamae</i>	II	505
	<i>arizonae</i>	IIIa	99
	<i>diarizonae</i>	IIIb	336
	<i>houtenae</i>	IV	73
	<i>indica</i>	VI	13
<i>Salmonella bongori</i>		V	22
		合計	2,579

※参照 1、2、3 から作成

サルモネラ属菌のうち、チフス菌、*S. Typhimurium* (ST)、SE などについては、疫学的解析を行うためさらにファージ型別^{注 1)} (2009 年現在、SE

注 1) 細菌を宿主とするウイルス (細菌ウイルス又は単にファージともいわれる) が、細菌に感染増殖すると菌体の溶解 (溶菌) が起こる現象を利用した型別方法

については 17 種類の型別用ファージを用い 96 種類に型別) が行われている (参照4)。

(2) 対象食品

本リスクプロファイルで対象とする食品は、鶏卵及び液卵とする。

液卵については、卵を割って、卵殻を取り除いただけのもの、卵黄又は卵白を分離して取り出したもの、卵黄及び卵白を混合したもの並びにこれらに加塩又は加糖したものとする。

2. 公衆衛生上に影響を及ぼす重要な特性

(1) 対象微生物の特性

① 保菌動物

サルモネラ属菌は自然界では、は虫類、両生類、鳥類及びほ乳類まで広く動物界に分布している。家畜及び家きんの中でサルモネラ属菌の分離率が高いのは鶏と報告されている。(参照3)

② 増殖性

サルモネラ属菌の増殖温度、pH 及び水分活性 (a_w) は表 2 に示すとおりである。(参照5, 6)

表 2 サルモネラ属菌の増殖条件

項目	最低	至適	最高
温度 (°C)	5.2*	35~43	46.2
pH	3.8	6.6~8.2	9.5
a_w	0.94	0.99	>0.99

*: ほとんどの血清型は 7°C 未満で発育不可
※参照5, 6から作成

③ 生残性

サルモネラ属菌の加熱抵抗性は菌株によって必ずしも同一ではないが、ほとんどのサルモネラ属菌は 60°C 15 分の加熱で殺菌される (参照3)。

液卵に 4 株の SE を接種した実験から 56.7°C の D 値を 3.16~4.09 分とし、殻付き卵に SE、ST 及び *S. Heidelberg* の混合菌液を接種した実験から 57.2°C で加温した際の D 値を 5.49~6.12 分とした報告がある (参照7)。

なお、サルモネラ属菌は含まれる食品の水分活性によって加熱抵抗性に影響を受けるとされている (参照3)。低温で加熱する場合は水分活性が高い方が加熱に対し抵抗性を示し、高温で加熱する場合は水分活性が低い方が抵抗性を示すとされており、対象となる菌株又は水分活性によって異なる温度となることが示されているが、ST を用い水分活性 0.99 と 0.94 で比較した場合、

53～55℃の間で耐熱性が変化することが報告されている（参照8）。また、pHの低下によって加熱抵抗性が下がるとされている（参照5）。

サルモネラ属菌の低温下での生残については、凍結保存よりも凍結過程で菌数低減が大きく起こるとされている。凍結保存の間に緩やかな菌数低減が生じ、-20～17℃の温度範囲での保存より-10～0℃の温度範囲の方が速やかな菌数低減が起こるとされている（参照5）。

④ 鶏における病原性

SE、ST、*S. Dublin* 又は *S. Choleraesuis* による鶏のサルモネラ症は、「サルモネラ症」として家畜伝染病予防法（昭和26年法律第166号）に基づく届出伝染病に規定されている。鶏のサルモネラ症は、ふ化直後から3週齢頃までのひなに発生する敗血症性疾患であるが、日齢の進んだ鶏では無症状で経過する保菌鶏となる。

⑤ 鶏におけるサルモネラ属菌の伝播

鶏におけるサルモネラ属菌の伝播様式は、介卵感染、飼料経由感染及び環境経由感染の大きく3種類に分けられており（参照9）、介卵感染はさらに in egg 介卵感染、on egg 介卵感染に分けられる。

(2) 対象食品の特性

① 鶏卵の消費量

鶏卵は、栄養的に優れており、物価の優等生とも呼ばれ、安売りの対象となっていることもあり、多くの日本人に食されている。世界での卵の年間消費量の多い10か国について、1人当たりの卵消費量を計算したものが表3であり、日本では中国と並びよく食されている（卵1個60gとすると1日約1個弱（約320個/年/人））ことがわかる。

表3 一人当たりの卵の年間消費量

国名	(単位: kg/人)			
	2000年	2001年	2002年	2003年
日本	19.4	19.2	19.2	19.1
中国	16.4	17.0	17.7	18.6
メキシコ	15.7	16.3	16.1	15.9
フランス	16.0	15.6	15.2	15.3
米国	14.6	14.7	14.9	14.8
ロシア	12.8	13.2	13.6	13.6
ドイツ	12.5	12.6	12.6	11.9
ブラジル	7.2	7.2	7.0	6.7
インドネシア	3.1	3.3	3.6	4.0
インド	1.7	1.7	1.7	1.8

※卵の国別年間消費量: FAOSTATによる国別食品消費量
 各国の人口: 国連人口統計年鑑システムによる推計人口
 年間消費量=卵の年間消費量/推計人口

② 鶏卵の性状

鶏卵は水分含量が高く(表4)、細菌の増殖に必要な栄養素が含まれている。産卵後の日数経過によって卵白中の水分は気孔(卵殻を貫いた微細な穴)を通じて揮散し、卵黄中にも吸収されるため水分含量は変化する(参照10)。また、産卵直後の鶏卵の卵白はpH7.6~7.8であるが、1~3日間の室温保存によって二酸化炭素が大気中に放出され、pH9.1~9.6に上昇するとされている(参照11)。

鶏卵の卵白中には抗菌作用を有するリゾチームやコンアルブミンが含まれており、また、高pHのため細菌の増殖に適していないとされている。しかし、グラム陰性菌であるサルモネラ属菌ではグラム陽性菌に比べてリゾチームに対する感受性が低いとされており、鉄などの金属をキレートするコンアルブミンの作用を中和する化合物を産生するサルモネラでは卵白中でも増殖が可能とされている(参照11)。

表4 鶏卵の分析例

項目	全卵	卵白	卵黄
水分(%)	73.5	87.5	54.6
pH	7.8	9.2	6.8

※工業的に卵割、分離した全卵、卵白、卵黄について分析した結果
参照10から引用

③ 鶏卵のSE汚染経路

鶏卵がSEで汚染される経路は、卵殻表面に付着した糞便等に存在するSEが卵内部に侵入する場合(on egg汚染)と感染鶏の卵巣や卵管に保菌されているSEが卵の形成過程で内部に取り込まれる場合(in egg汚染)の2通りとされている(参照3)。in egg汚染の場合、SEは卵黄と卵白の両方から分離されるが、卵白から高い頻度で分離されるとする報告が多い(参照12)。

(3) 対象食品中での対象微生物の増殖

① 鶏卵の保管中のSE菌数の変化(卵白内接種)

殻付き卵の卵白内に20CFU/個のSEを接種した後の各保管温度における菌数の変化を調べた報告では、30℃保管で3週目から菌数の急激な上昇が認められたものの、10℃及び20℃保管では接種後6週間まで菌数のわずかな減少が認められたとしている(図1、参照13)。

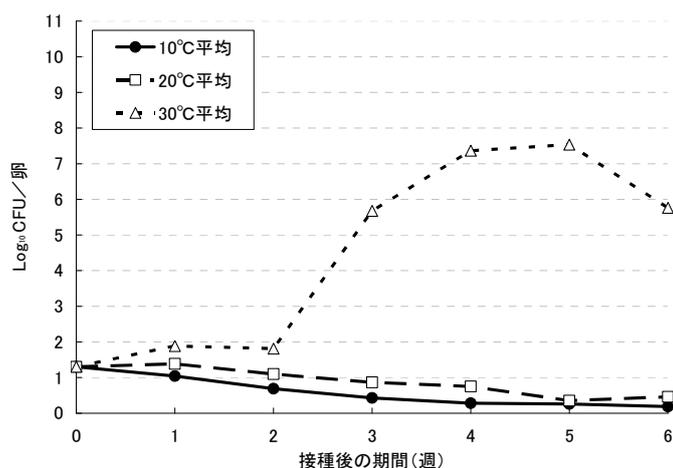


図1 卵白内 SE 接種後の菌数の変化

※参照13から引用

一方、2CFU/個の SE を卵白内に接種後、30 日間保管した際の各保管温度（4、10、16、21、27℃）での菌数の変化を調べた報告では、4℃ 30 日間の保管で SE の増殖は見られなかったが、10℃では接種後徐々に、16℃以上では急速な増殖が認められたとするものもある(参照14)。これは、卵黄膜の透過性が高くなるまでの時間が温度に依存しており、当該時間経過後、急激に SE の増殖が起こるためであると考えられている(参照15)。

② 鶏卵の保管中の SE 菌数の変化（卵黄内接種）

殻付き鶏卵の卵黄内に 10^3 CFU/個の SE を接種後、各保管温度での菌数の変化を調べた報告では、5℃でほとんど菌数の変化が認められていないものの、10℃で7日目以降、25℃では1日目以降に SE の増殖が認められている。(表5、参照16)

表5 卵黄内 SE 接種後の SE 菌数の変化

保存温度	区分	保管日数 (日)				
		0a	1	2	7	10
5℃	陽性数	5/5b	4/5	5/5	5/5	5/5
	平均菌数	1.3×10^3 ^c	3.4×10^2	1.7×10^3	1.3×10^3	1.5×10^3
10℃	陽性数	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5
	平均菌数	1.3×10^3	2.9×10^2	7.4×10^3	4.0×10^5	6.5×10^6
25℃	陽性数	5/5	5/5	5/5	5/5	NT ^d
	平均菌数	1.3×10^3	1.4×10^8	1.0×10^{10}	5.2×10^{10}	NT

※a : 接種直後 b : SE の検出された卵数/検査卵数 c : SE 菌数 (CFU) /g d : 試験未実施
参照16から作成

3. 引き起こされる疾病の特徴

(1) 症状

① 臨床症状

サルモネラによる胃腸疾患の症状は主として急性胃腸炎であり、下痢、腹痛、嘔吐及び発熱（場合によっては 38～40℃）などを主徴とする。感染性腸炎研究会（全国 13 大都市立感染症指定医療機関で構成）がとりまとめた感染性腸炎（感染性下痢症）入院例について、1996～2000 年間の臨床症状の調査結果を抜粋したものが表 6 である(参照17)。当該結果では、腹痛、嘔気、嘔吐、発熱がそれぞれ約 88%、約 62%、約 52%、約 39%であった。下痢については、軟便、水様便が多いが、重症の場合粘血便が見られることもある。

なお、ごく少数の人々では、排尿時痛（尿道炎）から関節痛（関節炎）や眼の痛み（結膜炎）、微熱が出現して、数ヶ月から数年持続することがある。

さらに、乳児と高齢者では菌血症になるリスクが高まるとされており(参照18)、小児では SE などの非チフス性サルモネラ腸炎の経過中に、けいれんや意識障害を呈する急性脳症（いわゆるサルモネラ脳症）がまれに認められる合併症として認識されており、1994～2003 年の間に少なくとも 22 例（1 例の O9 群によるものを含む）が報告されている(参照59)。

表 6 サルモネラ属菌が検出された感染性腸炎入院患者の症状等

症状	割合(%)	調査人数(人)
腹痛	87.7	497
吐気	61.5	504
嘔吐	52.2	513
発熱	38.7	516
便回数頻回	12.8	511
血便	26.2	519

※参照17から作成

② 潜伏期間

サルモネラによる食中毒は、汚染された食品を摂取してから通常、8～48 時間の潜伏期間を経て発症するとされているが、最近の事例では、3～4 日後の発症も散見されるとされている(参照3)。潜伏期間の長い事例としては、1997年に143名の患者が発生し、推定原因食品がケーキとされた食中毒で、潜伏期間が214時間(8.9日)であった患者の事例が報告されている(参照19)。

また、摂取菌量と潜伏期間の間には負の相関があり、摂取菌量が多いほど潜伏期間が短く、摂取菌量が少ないほど潜伏期間が長いとの報告がなされている(参照20)。

③ 症状持続期間等

感染性腸炎研究会がとりまとめた非チフス性サルモネラ感染症（感染性腸炎）入院例についての症状持続期間の調査結果は表7のとおりである(参照17)。当該表から、発熱、血便症状は平均4日程度、下痢症状は平均6日程度で改善していることがわかる。

表7 サルモネラ属菌が検出された入院症例の平均症状持続期間

症状改善	日数(日)	調査人数(人)
下熱	4.2	514
排便改善(2回以下)	6.1	490
便性回復(有形便)	6.3	489
血便消失	4.4	131

※参照17から作成

また、非チフス性サルモネラ感染症患者では、感染後平均4週間サルモネラ属菌を胃腸内に保菌し、慢性保菌状態となった場合には、感染後12か月間サルモネラ属菌が便又は尿中から検出されることがあるとされている(参照18)。サルモネラ属菌の慢性保菌は非チフス性サルモネラ感染症患者の0.5%で起こるとされている。(参照18)

④ 治療法

感染初期又は軽症の場合は、乳酸菌などの生菌整腸剤の投与や補液などの対症療法を行うとされている。①下痢回数が10回/日以上、血便、強い腹痛、嘔吐のうち、下痢を含む2項目以上が見られる重症例、②基礎疾患などの易感染性要因のある中等症例、③食品取扱者など、保菌により就業制限を受ける者、④集団内の2次感染防止が必要な保育園や施設などで生活している小児又は高齢者の場合には、ニューキノロン薬、ホスホマイシン又はアンピシリンによる抗菌薬投与を行う(参照21)とされている。

⑤ 致死率

1999～2008年間の人口動態統計から、死因がサルモネラ属菌による腸管感染症となっている死亡者数等をまとめたものが表8である。2008年までの10年間で45名の死亡者が報告されており、その約73%が60歳以上であるが、45～59歳が約18%、0～14歳が約9%を占めていることがわかる。

また、当該表から人口1,000万人当たりの死亡者数は0.23～0.55で推移していることがわかる。なお、サルモネラ感染による死亡と基礎疾患等の関係及び当該死亡とサルモネラ属菌の血清型の関係については、情報が得られていない。

表8 サルモネラ属菌による腸管感染症での死亡者数等

(単位：人)

年齢区分	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	合計
0～4歳	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
5～9歳	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	2
10～14歳	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
15～44歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
45～49歳	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
50～54歳	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
55～59歳	1	1	-	2	1	-	-	-	-	-	5
60～64歳	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2
65～69歳	-	1	1	-	-	-	1	-	2	-	5
70～74歳	1	1	1	-	2	-	1	-	-	1	7
75～79歳	-	1	-	1	1	2	-	1	-	-	6
80～84歳	-	1	1	-	1	-	2	-	-	1	6
85～89歳	1	2	-	-	-	-	-	1	-	2	6
90～94歳	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
95歳～	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
不詳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
合計	3	7	3	5	6	5	4	3	4	5	45
死亡率	0.24	0.55	0.24	0.39	0.47	0.39	0.31	0.23	0.31	0.39	0.35

※基本死因分類が「A02 その他のサルモネラ感染症」^{注2)}とされたものを集計
 死亡率：各年の総人口（推計）に対して1,000万人当たりの死亡者数
 人口動態統計（厚生労働省）から作成

(2) 用量反応関係

国内での食中毒事例において摂取菌量が推定できた事例をまとめたものが表9（参照22）である。

表9 国内食中毒事例において摂取菌量が推定できた事例

発生日	原因物質	原因食品	推定摂取量	備考
1995/9/4	SE	卵	<1.8	
1998/4/13	SE	マセドアンサラダ	23～39	○
1996/10/28	SE(P1)	ピーナッツ和え	4.9×10	○
1998/3/11	SE(P4)	三色ケーキ	4.7×10 ²	○
1997/4/26	SE	親子どんぶり	数百～数千	○
1994/9/8	SE(P22)	牛肉ともやしのごまあえ	8.8×10 ²	○
1997/8/27	SE(P1)	タルタルソース	<3.6×10 ³	
1997/6/26	SE(P1)	ピーナッツ和え	<8×10 ³	
1998/1/21	SE(P1)	玉子巾着	2.0×10 ³ ～1.0×10 ⁴	○
1997/8/17	SE(P4)	とろろ芋汁	1.4×10 ⁵	
1990/8/1	SE(P4)	牛のタタキ	2.4×10 ⁵	○
1996/9/24	SE	ケーキ	6.0×10 ⁵	○
1996/4/16	SE	ホタテの黄身焼き	1.9×10 ⁶	○
1992/12/6	SE	山芋とろろ	1.9×10 ⁶	○
1997/7/15	SE	納豆ねぎ卵和え	6×10 ⁷	

※備考欄：FAO/WHOのSE評価書で用量反応の推定に用いられたデータ
 参照22から作成

注2) 基本死因分類「A02 その他のサルモネラ感染症」には、細分類として「A02.0 サルモネラ腸炎」、「A02.1 サルモネラ敗血症」、「A02.2 局所的サルモネラ感染症」、「A02.8 その他の明示されたサルモネラ感染症」及び「A02.9 サルモネラ感染症、詳細不明」が含まれる。

FAO/WHO の「鶏卵及びブロイラーにおけるサルモネラのリスク評価書」
 注3) (SE 評価書) では、次式のベータポアソンモデル (方程式) に、表9の
 一部を含む各国の食中毒事例から推定された用量反応データを用い、最良適
 合曲線を求めたものが図2の曲線である。(統計的に有意な単一の曲線を得
 ることはできなかった。) 当該図では食中毒事例に基づくデータを当該曲線
 と比較してある。

当該曲線に近接した境界を生成させるベータポアソン用量反応パラメー
 タを推定したものが表10である。

$$P_{ill} = 1 - \left(1 + \frac{\text{用量}}{\beta} \right)^{-\alpha}$$

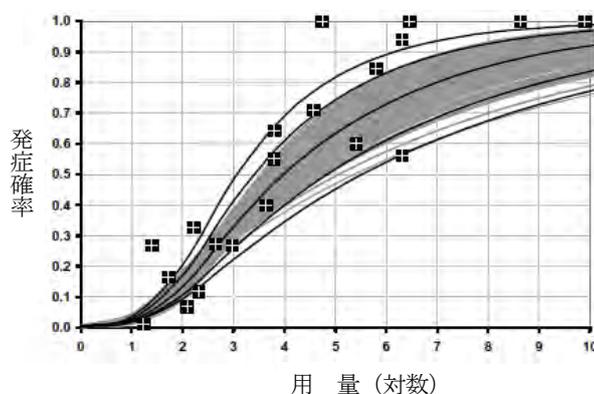


図2 近似曲線と食中毒事例に基づくデータとの比較

表10 図2の曲線に近接した境界を生成させる
 ベータポアソン用量反応パラメータ

項目	α	β
期待値	0.1324	51.45
下限	0.0763	38.49
2.5 パーセンタイル	0.0940	43.75
97.5 パーセンタイル	0.1817	56.39
上限	0.2274	57.96

FAO/WHO では、サルモネラなどの侵襲性病原体の用量反応関係について
 は、図2で示されるように、生物学的な閾値が存在しないという広く受け入
 れられた仮定を採用している注4)。その背景には、以下に示すような根拠とな
 る仮定があり、これらを支持する間接的な根拠も存在する。

- ① シングルヒット：ひとつの細菌がいくつもの生体のバリアをくぐり抜
 け、感染を起こす確率はゼロではない。つまり、確率は低い、1個

注3) http://www.fao.org/ag/agn/agns/jemra_riskassessment_salmonella_en.asp

注4) FAO/WHO, 2004. Microbiological risk assessment, Series 3. Hazard Characterization for Pathogens in Food and Water.

の病原菌でも感染を起こす可能性はある。

- ② 独立的なアクション：侵入した病原体により感染が確立する確率は複数の菌の相互作用に影響されず（菌同士が共同作業をして感染の確率を上げるようなことはない）、菌数が増えれば、そのことにより感染のチャンスが増加するだけであること。

4. サルモネラ感染症の特徴

(1) サルモネラ感染症患者数に関する特徴

① 感染性胃腸炎患者の概要

サルモネラ感染症の患者数については、全国約 3,000 の小児科医療機関（定点）から報告（感染症発生動向調査）される感染性胃腸炎として把握されている。2000～2007 年間の感染性胃腸炎患者数について、年齢階級別にとりまとめたものが表 1 1 である。感染性胃腸炎の原因となる病原体には、サルモネラ属菌の他に、他の細菌、ウイルス、原虫等があり、当該患者数全体に占めるサルモネラ属菌による感染性胃腸炎の患者数の割合が判明していないため、当該データからサルモネラ感染症患者数を算出することは困難である。

表 1 1 感染性胃腸炎患者数の年齢階級別構成

(単位:人)									
年齢区分	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	合計(%)
0～4歳	471,310	430,799	480,516	480,150	509,090	502,939	588,520	522,724	52.5
5～9歳	251,133	268,825	247,164	258,897	264,673	256,173	310,803	263,615	27.9
10～14歳	72,131	78,271	72,229	72,404	76,050	76,144	98,790	83,755	8.3
15歳～	91,600	96,346	90,018	95,352	102,868	106,666	150,841	119,553	11.2
合計	886,174	874,241	889,927	906,803	952,681	941,922	1,148,954	989,647	100.0

※感染症発生動向調査 IDWR から作成

なお、2005～2006 年の間、宮城県内の下痢症患者の便からの原因菌検出状況の積極的な把握と住民 1 万人を対象とした電話調査を基に、サルモネラ属菌等による食品由来の患者数を推計した研究結果と食中毒患者数とを比較したものは表 1 2 のとおりである（参照23）。当該表では、推定食品由来患者数に対する食中毒患者数の割合と SE 食中毒患者数の割合は、それぞれ約 1.5%、約 1.2%であり、各年度の比率はほぼ同じであった。

表 1 2 サルモネラ属菌による食品由来急性下痢症患者と食中毒患者数等との比較

(単位:人)			
年度	推定食品由来患者数	食中毒患者数(%)	SE食中毒患者数(%)
2005	254,020	3,700 (1.46)	3,070 (1.21)
2006	145,757	2,053 (1.41)	1,689 (1.16)

※():推定食品由来患者数に対する%
参照23から作成

② 感染性腸炎患者等の年齢構成

感染性腸炎研究会がとりまとめた感染性腸炎（感染性下痢症）入院例の年齢別患者数の調査結果（1996～2000年、原因菌が腸チフス・パラチフスを除くサルモネラ属菌であったもの）は表13のとおりである(参照17)。当該表では、患者数は4歳以下の年齢階級で最も多く、9歳以下の年齢階級では約40%となっている。

表13 サルモネラ感染症（感染性腸炎）により入院した患者の年齢階級別構成

年齢階級	0～4歳	5～9歳	10～14歳	15～19歳	20～29歳	30～39歳	40～49歳	50～59歳	60～69歳	70歳～	合計
患者数(人)	131	96	64	28	81	42	29	40	33	18	562
(%)	(23.3)	(17.1)	(11.4)	(5.0)	(14.4)	(7.5)	(5.2)	(7.1)	(5.9)	(3.2)	(100)

※参照17から作成

SEによる食中毒患者数の年齢階級別構成は表14に示すとおりであり、当該表でも患者数は9歳以下の年齢階級で約21%と最も多くなっている。

表14 SEによる食中毒患者数の年齢階級別構成

年齢階級								(単位：人)	
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	合計	比率(%)
0歳	26	6	21	11	26	7	2	215	0.4
1～4歳	649	339	546	671	404	351	270	5,293	9.0
5～9歳	923	450	765	520	393	173	293	6,871	11.7
10～14歳	709	200	204	207	306	115	376	6,090	10.4
15～19歳	837	333	82	166	285	128	163	4,431	7.6
20～29歳	1,059	662	426	541	584	258	291	7,705	13.1
30～39歳	710	586	302	667	540	185	443	6,528	11.1
40～49歳	739	558	240	630	462	162	379	6,754	11.5
50～59歳	840	616	345	710	531	197	393	6,673	11.4
60～69歳	658	388	162	314	413	154	251	4,295	7.3
70歳～	687	275	278	205	433	183	207	3,794	6.5
不詳	16	21	10	21	48	11	60	1,928	—
合計	7,853	4,434	3,381	4,663	4,425	1,924	3,128	60,577	100

※厚生労働省提供データより作成

③ SE 検出数の推移

主として食中毒患者から分離される病原体について、地方衛生研究所から国立感染症研究所感染症情報センターに報告される検出報告のうち、2001～2008年の間に分離されたサルモネラ属菌について、血清型別の検出数をまとめたものが表15である。SEの検出数は2008年までの10年間ではすべての年において最多検出血清型となっているが、2001年から減少傾向で推移し、各年の総検出数に対する割合についても減少している。

表 1 5 サルモネラ属菌の血清型別検出状況

血清型	(単位：人)										
	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	合計
Enteritidis	2,874	1,731	1,510	1,322	1,433	671	725	360	576	341	11,543
(%)	(45.5)	(54.0)	(52.7)	(60.7)	(58.3)	(42.6)	(47.4)	(32.6)	(39.2)	(31.5)	(49.2)
Infantis	355	140	111	95	106	115	79	67	72	105	1,245
Typhimurium	168	189	125	61	182	122	63	73	95	82	1,160
Saintpaul	57	54	109	71	62	42	34	65	72	70	636
Braenderup	38	0	70	17	16	12	20	9	52	65	299
Thompson	182	93	158	55	53	80	61	43	83	60	868
Montevideo	59	47	30	29	17	19	50	20	82	49	402
Stanley	0	0	0	0	0	12	10	16	17	22	77
Litchfield	55	0	0	17	40	51	35	25	27	19	269
Schwarzengrund	0	0	0	0	0	0	12	5	20	17	54
その他	2,481	900	698	451	491	408	440	421	374	252	6,917
合計	6,315	3,208	2,864	2,179	2,458	1,575	1,529	1,104	1,470	1,082	23,470

※(%)：各年の合計に対する Enteritidis の割合
病原体検出情報 IASR から作成

なお、日英米における 1996 年以降の SE 分離株数についてまとめたものが表 1 6 である。各国で分離方法が異なるので分離株数を単純に比較することはできないが、1996 年の分離株数を 100 としたときの比率を比較すれば、日本が突出して減少率が大きいことが認められる。生卵の喫食という日本独特の食形態を考慮すれば、当該分離株数の減少率は突出していると考えられる。

表 1 6 日米英における 1996 年以降の SE 分離株数

年次	(単位：株数)		
	日本	米国	英国
1996	3,830 (100.0)	9,570 (100.0)	17,879 (100.0)
1997	2,836 (74.0)	7,924 (82.8)	22,254 (124.5)
1998	3,072 (80.2)	6,030 (63.0)	16,048 (89.8)
1999	2,874 (75.0)	5,343 (55.8)	10,454 (58.5)
2000	1,731 (45.2)	6,487 (67.8)	8,268 (46.2)
2001	1,510 (39.4)	5,634 (58.9)	10,493 (58.7)
2002	1,322 (34.5)	5,145 (53.8)	9,499 (53.1)
2003	1,433 (37.4)	4,914 (51.3)	9,756 (54.6)
2004	671 (17.5)	5,028 (52.5)	8,633 (48.3)
2005	725 (18.9)	6,732 (70.3)	6,832 (38.2)
2006	360 (9.4)	6,740 (70.4)	7,145 (40.0)
2007	576 (15.0)	—	6,303 (35.3)
2008	341 (8.9)	—	—

※ ()：1996 年の各国の値を 100 とした場合の割合 (%) —：データなし

日本：病原体検出情報 IASR

米国：CDC PHLIS Surveillance Data

英国：HPA Salmonella Epidemiological Data

(2) SE による食中毒の特徴

① サルモネラ属菌による中毒の発生状況

サルモネラ属菌による食中毒の発生状況は表 1 7 に示すとおり、1999 年以降発生件数、患者数ともに減少傾向にあり、2008 年にはそれぞれ 1999 年の約 13%、約 22% という状況にある(参照 24)。サルモネラ属菌のうち、SE による食中毒についても同様に減少傾向にあり、2008 年にはそれぞれ 1999 年の

約 8%、約 14%という状況にある。なお、当該 11 年間の死者の合計は 11 人であり、そのうち SE によるものは 9 人で約 82%を占めていることが分かる。

表 1 7 サルモネラ属菌による食中毒発生状況

年次	発生件数	患者数	(単位：人)	
			患者数	死者数
1998	757 (466)	11,471 (9,583)	1	(1)
1999	825 (494)	11,888 (8,073)	3	(2)
2000	518 (208)	6,940 (4,404)	1	(1)
2001	361 (132)	4,949 (3,467)	0	
2002	465 (119)	5,833 (4,658)	2	(2)
2003	350 (130)	6,517 (4,446)	0	
2004	225 (90)	3,788 (1,939)	2	(1)
2005	144 (67)	3,700 (3,070)	1	(1)
2006	124 (63)	2,053 (1,689)	1	(1)
2007	126 (58)	3,603 (2,894)	0	
2008	99 (39)	2,551 (1,161)	0	

※ () 内は SE
参照24から作成

1999 年～2005 年の間に発生した SE による食中毒のうち、死亡者の報告のあった事例をとりまとめたものが表 1 8 である。当該表から、人口動態統計 (表 8) に計上されていると考えられるものは 4 名であった。当該事例に関する情報についても、詳細な分析結果が無いことから、死因につながる共通事項は判明していない。

表 1 8 SE による食中毒のうち死亡者の報告のあった事例

年次	原因食品	患者数	死亡者		発生要因	備考
			人数	詳細		
1999	鶏肉と切り干し大根と油揚げの煮物	5	1	女、15～19歳	二次汚染(推定)	×
	不明(家庭料理)	1	1	男、30～39歳	不明	×
2000	不明	2	1	女、70歳～	—	○
2002	不明	3	1	女、5～9歳	不明	○
	11月20日の夕食	2	1	男、60～69歳	—	×
2004	不明	3	1	男、40～49歳	—	○
2005	グラタン又は仕出し弁当	105	1	男、70歳～	—	○

※備考：○；表 8 の該当年齢層に統計値の記載があるもの、×；記載のないもの
厚生労働省提供データから作成

基礎疾患のない健常人において、急性経過を示し、死亡した事例も報告されている。1995～1996 年に発生した 4 事例については、それぞれ 14 歳、43 歳、53 歳及び 59 歳の死亡例が報告されており、2 例は発症から 2 日以内、他の 2 例は 6～10 日で死亡しており、いずれも下痢症状の悪化からの経過が急速であり、急性死の様相を呈しているものであった。2 例は割卵後長時間室温に放置されたと考えられる生卵、1 例は卵サンドイッチ及びサバ寿司が原因食品として疑われているが、1 例の原因については不明とされている。すべての事例について急性死とサルモネラの因果関係が明らかになっている訳ではないが、本来自然治癒傾向の強いサルモネラ感染症の中に死亡を含む重症例が

存在することは臨床的・細菌学的に注目しておく必要があるとされている(参照25)。

② 原因食品 (SE によるもの)

1998年～2005年の間に発生したSEによる食中毒について、原因食品別の発生割合を示したものが表19である。

表19 SEによる食中毒発生状況(原因食品別事件数の割合)

原因食品・食事	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	合計
魚介類及びその加工品	0.6	0.2	0.5	0.8	1.7	0.0	2.3	0.0	0.6
肉類及びその加工品	0.9	2.7	1.0	3.1	3.3	3.8	6.8	4.5	2.4
卵類及びその加工品	7.5	5.9	12.9	16.2	13.2	11.5	13.6	11.9	9.6
乳類及びその加工品	0.2	0.6	0.0	0.8	0.0	0.8	1.1	0.0	0.4
穀類及びその加工品	0.6	0.4	1.4	1.5	0.0	2.3	1.1	1.5	0.9
野菜及びその加工品	0.6	0.6	1.0	3.1	0.8	3.1	0.0	0.0	1.0
菓子類	3.0	1.6	2.9	3.8	5.0	9.2	8.0	7.5	3.7
複合調理食品	6.4	6.3	9.0	15.4	15.7	12.3	15.9	10.4	9.2
その他									
食品特定	0.2	0.6	1.4	1.5	5.8	3.1	2.3	4.5	1.5
食事特定	14.2	15.9	27.1	24.6	22.3	26.9	21.6	41.8	20.1
不明	65.7	65.1	42.9	29.2	32.2	26.9	27.3	17.9	50.7
合計	100	100	100	100	100	100	100	100	100

(単位：%)
※年次ごとの総件数に対する割合を示す
厚生労働省提供データから作成

当該表では、原因の判明したもののうち卵類及びその加工品が8年間の平均で約10%と最も多くなっており、5.9～16.2%で推移している。次いで仕出し・弁当を含む複合調理食品が約9%、菓子類が4%となっている。特に菓子類及び複合調理食品における発生割合は、2001年から2005年にかけて、それぞれ3%から約8%、約6%から約10%と概ね倍増している。

患者数500名以上の大規模食中毒については、1999年に1件、2002年に3件、2007年には1件の発生が認められている。

③ 原因施設

1998年～2005年の間に発生したSEによる食中毒のうち、原因施設別の発生割合については、表20に示すとおり、飲食店における発生が8年間の平均で約23%と最も多く、次いで約13%の家庭における発生となっている。特に飲食店における発生は、1998年の約15%から2005年の約40%と2倍以上に増加している。

表20 SEによる食中毒発生状況（施設別事件数の割合）

(単位：%)

原因施設	1998年	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	合計
家庭	9.9	10.6	18.1	16.9	14.0	10.0	18.2	13.4	12.5
事業所	2.4	2.4	3.8	1.5	3.3	2.3	5.7	3.0	2.8
保育所	1.5	1.6	3.3	4.6	0.8	3.8	8.0	3.0	2.5
老人ホーム	1.3	1.0	1.0	2.3	0.0	5.4	2.3	4.5	1.6
学校	0.9	0.2	1.0	3.1	1.7	2.3	1.1	1.5	1.1
幼稚園	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
小学校	0.2	0.0	0.5	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2
病院	0.6	2.4	2.4	4.6	4.1	1.5	3.4	1.5	2.2
旅館	2.8	3.3	2.4	3.1	4.1	8.5	1.1	4.5	3.4
飲食店	14.6	14.3	27.1	30.0	36.4	38.5	34.1	38.8	22.6
販売店	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	1.1	0.0	0.1
製造所	2.4	1.2	2.9	3.8	5.8	5.4	4.5	6.0	2.9
仕出屋	4.1	3.5	3.3	6.9	5.8	5.4	4.5	10.4	4.5
その他	0.6	0.6	1.9	3.1	0.8	2.3	1.1	0.0	1.1
不明	58.8	58.4	32.4	19.2	23.1	13.8	14.8	13.4	42.4

※年次ごとの総件数に対する割合を示す
厚生労働省提供データから作成

また、平成20年に発生した食中毒事例では、調理時に健康不良を申告していない調理従事者と患者から同じ遺伝子型のSEが分離され、健康保菌（または継続排菌）従事者からの食品汚染が疑われる事例が報告されている。一方、米国でも、同一レストランを原因施設とした散発性SE食中毒事例において、無症状調理従事者との関連を特定した事例が報告されている(参照26)。

5. 食品の生産、製造、流通、消費における要因

(1) 生産における要因

① 鶏卵生産の概要

世界に数千羽しかいないと言われている高産卵鶏として育種選抜されたいわゆるエリート鶏から商業採卵鶏生産までの流れを示したものが図3である。

わが国にはエリート鶏がほとんど存在せず、原種鶏、種鶏は毎年数十万羽輸入されている。さらに購入した種鶏は種鶏場で育成され、商業採卵鶏となる種卵を産む。産卵開始は20週齢時頃で、26週齢頃には産卵ピークを迎えるが、産卵率は加齢と共に徐々に低下するので、産卵開始後10～12か月で換羽誘導（休産）^{注5)}を1回実施し産卵率を上昇させるのが一般的である。(図4)

注5) 換羽誘導（休産）は10日程度絶食させることであり、その後に産卵率が上昇するので、その経済的効果が大きいとされている。しかし、動物福祉の観点から絶食（餌切り）に反対する人達も多く、換羽誘導と同様な効果を期待できる栄養価の低い飼料（ふすま及び脱脂米ぬか）が販売されている(参照27)。

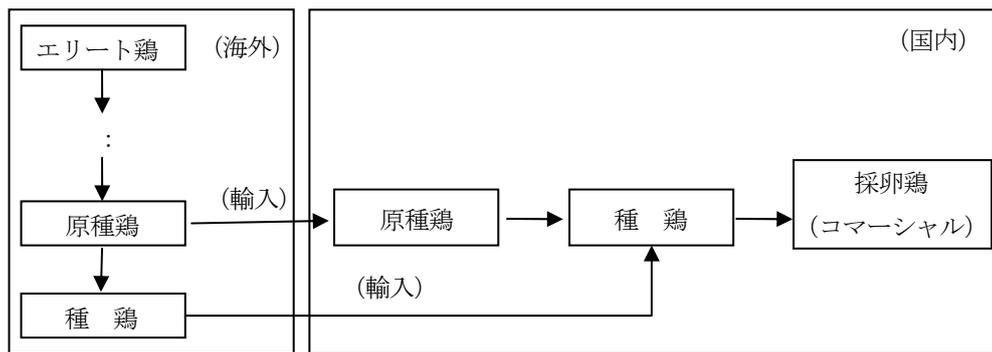


図3 原種鶏・種鶏の輸入から採卵鶏生産までの流れ

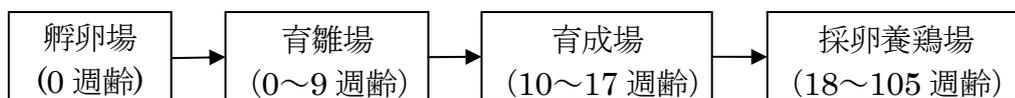


図4 採卵養鶏における卵生産までの流れ

採卵養鶏場以外の鶏舎では、閉鎖系のウインドウレス鶏舎が多く、採卵養鶏場ではウインドウレス鶏舎と開放鶏舎の両者がある。

② 生産段階に共通した要因

a. 飼料のサルモネラ汚染

鶏に給与される配合飼料の原料はほとんどが輸入である。飼料経由感染が鶏における SE 感染にどの程度寄与するのか明確になっていないが、国内で販売される飼料に SE の汚染があれば、ひなや成鶏が感染する可能性がある。

独立行政法人農林水産消費安全技術センターが 2001～2008 年度の 8 年間に実施した飼料のサルモネラ・モニタリング検査結果が表 2 1 である。当該調査では鶏、ブロイラー、ウズラ用配合飼料からサルモネラ属菌は検出されているが、SE は検出されていない(参照28)。

表 2 1 飼料中のサルモネラ汚染率 (2001～2008 年度の合計)

(単位：検体)

鶏、ブロイラー、ウズラ 用配合飼料	検査数	サルモネラ 属菌陽性	SE陽性
ばら積み貨物(1t～)	88	1	0
コンテナ・バッグ(450kg～1t)	84	1	0
密封袋(15～20kg)	252	2	0

※参照28から作成

なお、2001 年 4 月～2006 年 11 月の間、輸入原料の搬入される 1 油粕工場にて採取された油粕原料種子のサルモネラ汚染状況をまとめたものが表 2 2 である。当該調査結果ではサルモネラ属菌陽性率は表 2 1 より高くなっているが、SE は検出されていない。(参照29)。

表 2 2 輸入油粕原料中のサルモネラ属菌の汚染状況
(単位：検体)

原料	検体数	サルモネラ 属菌陽性 (%)	SE陽性
大豆	142	52 (36.6)	0
菜種	136	31 (22.8)	0
亜麻仁	8	0 (0)	0

※参照29から作成

b. 各種ストレスの影響

鶏は飼育中に種々のストレスを受けることによって SE に感染しやすくなり、感染していれば症状が増悪することとなる(参照9)。鶏にストレスを与える要因としては、暑熱、寒冷、社会的（鶏舎に他のロットが導入された時）、輸送、他の病原体との複合感染、一時的断餌・断水（管理上のミス）、換羽誘導、産卵開始（産卵開始時期にホルモンバランスが崩れ、サルモネラに対する感受性が高まる）などが知られている。

換羽誘導の影響については、米国で実施された SEPP(SE Pilot Project) 注6)の報告書で、換羽誘導前後の SE 汚染率はそれぞれ 0.0140%、0.0630%と換羽誘導によって汚染率は増加したとしている(参照30)。

また、米国で 2005 年に公表された SE のリスク評価書（以下、「米国での SE 評価」という。）では、換羽誘導による SE 陽性率の増加を示す根拠として表 2 3 のデータが示されている。注7)

表 2 3 換羽誘導による SE 陽性率の変化

感染種別	(単位：%)		報告年
	非換羽誘導群 の SE 陽性率	換羽誘導群 の SE 陽性率	
経口感染実験	0 (0/13)	18 (2/11)	1992
経口感染実験	0 (0/105)	2 (3/153)	
摂取鶏との接触暴露	0 (0/53)	1.6 (2/124)	1993
自然感染	0.02(14/67,000)	0.05(39/74,000)	1995

※ () : 陽性羽数/検査羽数

実験的に SE を感染させた産卵鶏について、産卵開始の排菌に及ぼす影響を調べた実験では、産卵開始とともに排菌陽性鶏が増加したことが示されており(参照31)、産卵開始が鶏にストレスを与える要因となると考えられている。

注6) 米国にて 1992 年 4 月から約 2 年間実施された SE 汚染卵を減少させるための調査・研究の一つ。当時 SE 食中毒の発生及び SE 陽性鶏群が多かった米国ペンシルベニア州において、同州の養鶏産業界、州農業局、ペンシルベニア大学、同州立大学及び米国農務省によって設立されたパイロットプロジェクト。(参照30)

注7) http://www.fsis.usda.gov/PDF/SE_Risk_Assess_Annex_B_Oct2005.pdf

c. 飼育鶏舎の影響

一般にウインドウレス鶏舎（30/60 陽性率 50%）は開放鶏舎（23/139 陽性率 16.5%）に比べサルモネラの汚染率は高いとされている（参照32）。これは換気やストレスなどの影響、自然光による鶏舎内の殺菌などが要因と考えられている。

③ 種鶏段階の要因

a. 感染ヒナの輸入

1980年代後半に欧米諸国においてSEによる鶏卵の汚染が蔓延しており、その後汚染鶏卵の存在が世界的な問題となっている。我が国では、汚染された種鶏ヒナの輸入によってSEが持ち込まれ、その次世代のコマーシャル採卵鶏から生産される汚染鶏卵がヒトへの重要な感染源となっていると考えられている（参照3）。

海外から輸入される初生ヒナは輸入検疫の対象となっており、輸出国と輸入国の両方においてSEの検査が実施されている。当該輸入検疫における検査実績（SE汚染率）については情報が得られていない。

b. 種鶏場のSE汚染

種鶏がSEに感染すれば、産出される種卵がSE汚染卵となる可能性があるが、種鶏場でのSE汚染率については情報が得られていない。

④ 採卵鶏段階の要因

a. 採卵鶏の育成期（ふ化、育すう）のSE感染

産まれたてのヒナの腸管は無菌的状态にあり、1個のサルモネラの経口感染はヒナにとって致死的である。なお、最近では育種の改良、抗菌剤投与によりサルモネラ感染に抵抗性を示し、上記のような典型的な経過を経ない場合も認められている。感受性の非常に高い時期では、ヒナは外界での抵抗性が弱く、環境中に潜んでいる可能性のあるサルモネラに感染しやすい。このような時期を過ぎると、腸内細菌叢が形成され、経口感染を受けても無症状で経過する保菌鶏となる場合が多い。

b. 採卵鶏の産卵期（成鶏）段階の要因

採卵養鶏場のSE汚染状況は表24のとおりである。食鳥卵の規格基準等が設定された1999年以降では、採卵養鶏場のSE汚染率は0.5～3.5%となっている。

表 2 4 採卵養鶏場の SE 汚染状況

(単位：農場)

検体	検査 農場数	陽性数	汚染率	調査年	備 考	文献
鶏糞便			15% ^{※1}	1992～ 1998 年	1 道 9 県の家畜保健衛生所・食肉衛生 検査所による各単独調査	未発表
鶏糞便			8.5%	1995 年	全国約 4500 戸の約 10%の採卵養鶏 場	未発表
鶏糞便			3.5%	2001 年	全国約 4500 戸の約 10%の採卵養鶏 場	未発表
鶏盲腸便 又は塵埃	204	1 ^{※2}	0.5%	2004 年	日本養鶏協会実施 (任意)	参照32

※1：1 道 9 県のデータの平均値

2：サルモネラ属菌 (O9 群) の検出

採卵養鶏場では日齢の異なる数ロットの鶏群によるローテーション制を採用している場合が多く、産卵率が低下したロットは順次更新される (マルチエイジシステム)。したがって、鶏舎の消毒は難しく、汚染が蓄積されていく場合が多いと考えられる。このような状態では、一度 SE に汚染されれば、その汚染は除去されずに長年持続する可能性が否定できない。

なお、米国での SE 評価では、鶏群の SE 汚染率は 19.2% (標準誤差: 10.4%) と推定されている。^{注7)}

c. SE 感染鶏による汚染卵の産出

SE 感染鶏は毎日汚染卵を産む訳ではなく、断続的に産むとの報告がある (参照33)。

また、SE (食中毒原因食品由来株 2 株、食中毒患者由来株 18 株、鶏由来株 2 株) を用いた成鶏への経口接種試験において、接種後日数と陽性卵産卵率の関係を示したものが図 5 である。SE 陽性卵が産出されたのは、14 日間の観察期間中で最初の 5 日間のみであり、陽性率は 0.5～5%/日であった (参照34)。

さらに、同試験においては、22 株中 7 株で汚染卵が産出され、それぞれの菌株での陽性率は 0.86～6.74% と約 10 倍の幅があることが認められている。

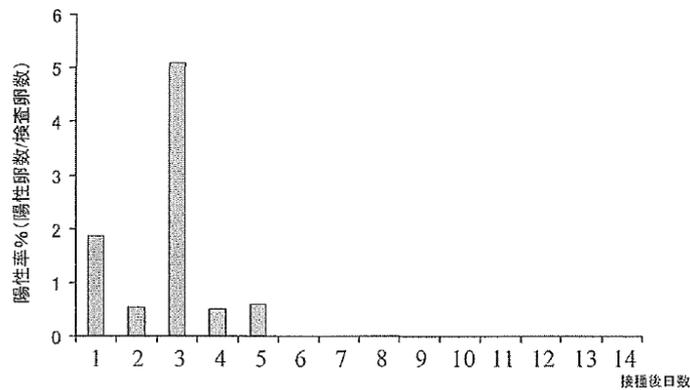


図5 SE接種後の陽性卵産出率の推移

※参照34から引用

d. SE汚染卵の割合

国内の養鶏場にて採取された鶏卵について、SE汚染状況の調査結果をとりまとめたものが表25である。鶏卵の規格基準が導入された1999年以降のデータは、食品安全委員会で実施した3,000個の鶏卵を対象とした任意調査結果のみであり、当該調査結果では汚染率は0%であった。同調査では、同時に鶏の糞便検査（1農場当たり10か所）も実施しており、1農場4か所でサルモネラ汚染（全てO7）が確認されている。（参照35）

表25 国内の養鶏場における鶏卵のSE汚染率

調査年	検体数	汚染個数(%)	備考	文献
1990年	2,400	0(0)	1県内6養鶏場	参照36
1990年	2,400	0(0)	1県内の5養鶏場	参照37
2004年	3,000	0(0)	全国6地域10養鶏場(任意)	参照35

(単位：個)

※鶏卵：試料としてその中身を用いたもの

なお、米国で実施されたSEPP(SE Pilot Project)等の調査結果は表26のとおり、養鶏場で採卵した鶏卵の汚染率は0.03%未満であった。（参照38,39,40）

表26 米国の養鶏場での鶏卵のSE汚染率

試料	検体数	汚染率(%)	備考	文献
鶏卵	738,000	0.026 ^{※1}	1992～1994年、米国で実施されたSEPP(SE Pilot Project)	参照38
鶏卵	89,000	0.023 ^{※2}	1994～1995年、米国カリフォルニア州南部で実施された調査	参照39
鶏卵	推計	0.005	米国で1年間に産出されるSE汚染卵の推計(2000年)	参照40

(単位：羽)

※1：10～20個の鶏卵を1プールとし、当該プールが陽性の場合、1個の鶏卵が陽性として計数
 ※2：20個程度の鶏卵を1プールとし、2,512のプールを検査（総数89,000個）。D群サルモネラとして推計

さらに、米国でのSE評価では、産卵時の卵のSE汚染率を0.028%(3,600

卵に1個のSE汚染)と推定している。

e. 汚染卵中のSE菌数

SEに自然感染した採卵鶏15鶏群の5,700個以上の卵について、室温保管の影響を調査した英国での調査結果は表2.7のとおりであり、卵1個当たりのSEの菌数は20個未満であったことが示されている(参照41)。

表 2.7 英国でのSE汚染卵の割合と菌数

室温保管 日数(日)	供試卵数	SE陽性(%)	SE菌数 (7個)			
			<20	<100	>100	>1000
0~7	1,085	5 (0.5)	5	0	0	0
8~14	1,353	7 (0.5)	7	0	0	0
15~21	1,221	1 (0.1)	1	0	0	0
>21	1,603	12 (0.7)	7	0	3	2*

*2個の内訳: 1.5×10^4 及び 1.2×10^5

※参照41から引用

また、米国でのSE評価では、3,600個に1個汚染された汚染卵中のSEの菌数の分布を図6のように推定している。

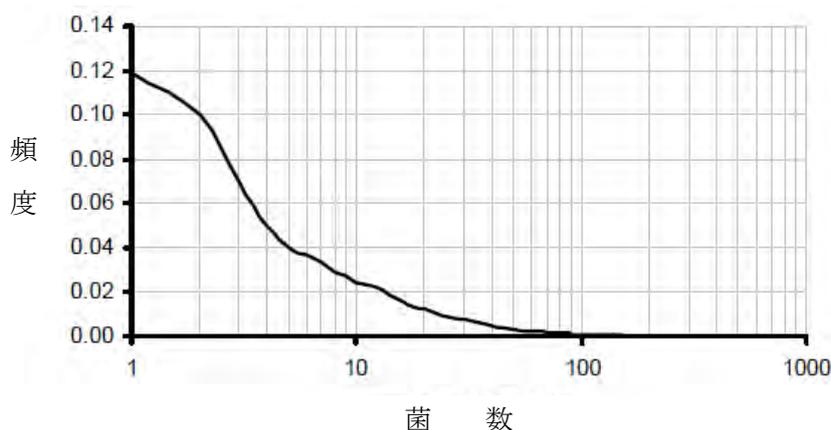


図6 産卵時におけるSE汚染卵中の菌数

※USDA/FSIS: 2005から引用^{注13)}

(2) 処理・製造・流通における要因

① 鶏卵の流通経路の概要

養鶏場で産卵された鶏卵の大部分は、鶏卵選別・包装施設(Grading and Packing center: GPセンター)に搬入される。GPセンターでは、洗卵殺菌・乾燥・検卵後選別・包装され、パック卵として直接量販店や小売店に配送される。その他、図7に記載のとおり、問屋への配送、さらに箱詰卵としてホテル、給食センター、飲食店や製菓・製パン業などに配送されるもの等様々な経路が存在する。

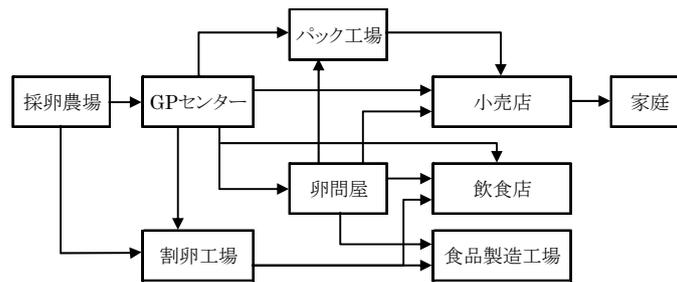


図7 鶏卵の流通経路

なお、輸入鶏卵類の推移は下表に示すとおりであり、2000～2008年の間の消費量に占める輸入量の割合は4.2～5.7%で推移していることが分かる。当該表に示される輸入実績には、殻付き鶏卵（生鮮、保存に適する処理、加熱調理済み）、卵黄粉、全卵粉、乾燥卵白などが含まれる。当該輸入鶏卵に関するSE汚染に関するデータは得られていない。

表28 鶏卵需給の推移

	(単位：千トン)								
年度	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
消費量	2,656	2,634	2,649	2,641	2,615	2,631	2,630	2,700	2,647
生産量	2,535	2,519	2,529	2,530	2,481	2,481	2,509	2,587	2,535
輸入量	121	114	120	110	134	151	122	113	112
(%)	(4.6)	(4.3)	(4.5)	(4.2)	(5.1)	(5.7)	(4.6)	(4.2)	(4.2)

※ (%)：輸入量/消費量 輸入量は殻付き換算
農林水産省生産局畜産部食肉鶏卵課から引用

農場で集卵された卵は、インライン式でそのまま同じ敷地内の直結したGPセンターへ自動的にベルトコンベアで搬入されるものと、専用のコンテナトレイ又はダンボール箱に詰められ運搬車で近場のGPセンターへ運ばれるものがある。農場からGPセンターで処理・出荷されるまでの経過日数は通常1～2日と考えられるが、パック工場や卵問屋で数日間保管される場合もあり、消費者に渡るのは数日あるいはそれ以上の場合もあると考えられる。1998年に、「鶏卵流通の状況」、「食品統計」及び「畜産統計」をもとに、業界関係者からの意見を聴取して作成された殻付き卵の流通経路と、各段階における卵の滞在日数、保管温度の推定値及び量的割合をまとめたものが図8である。当該調査は、鶏卵の規格基準が導入された年（1998年）に実施されたものであり、10年以上前の調査結果でもあるため、定量的リスク評価に用いるには情報更新が必要である。

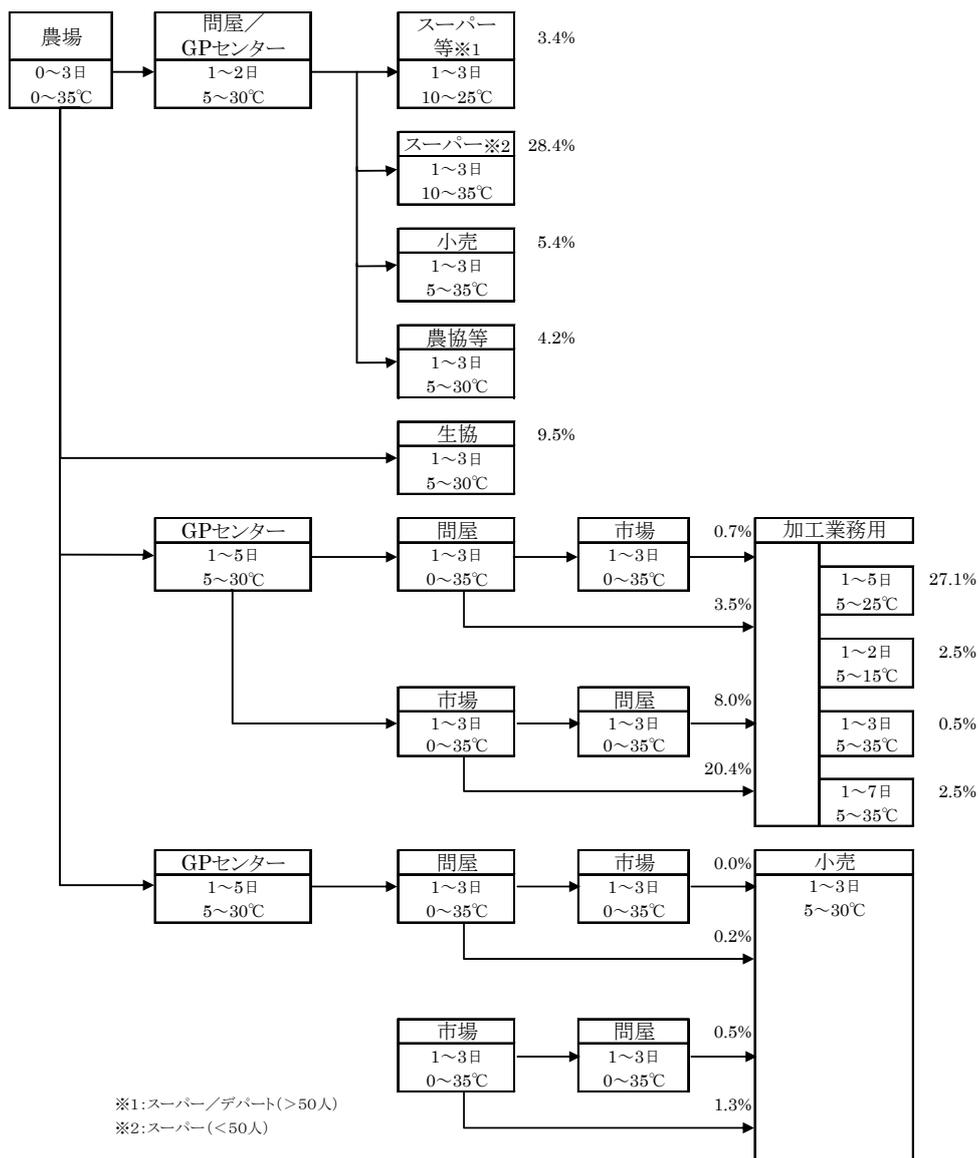


図8 殻付卵の流通経路

※参照22から引用

他方、農場で生産された鶏卵の約30%は割卵工場で割卵され、液卵としてマヨネーズの原料や各種製品の原材料として用いられている。割卵工場の多くはGPセンターに併設されているが、消費地型割卵工場では需要と供給のバランスによっては箱詰卵（正常卵）も使用される場合があるので、産地型割卵工場に比較し、産卵後の保管日数の長いものが用いられる傾向がある。以上のように鶏卵の流通経路は複雑である。1998年に実施された上記調査のうち、液卵の流通経路と、各段階における卵の滞在日数、保管温度の推定値及び量的割合をまとめたものが図9である。

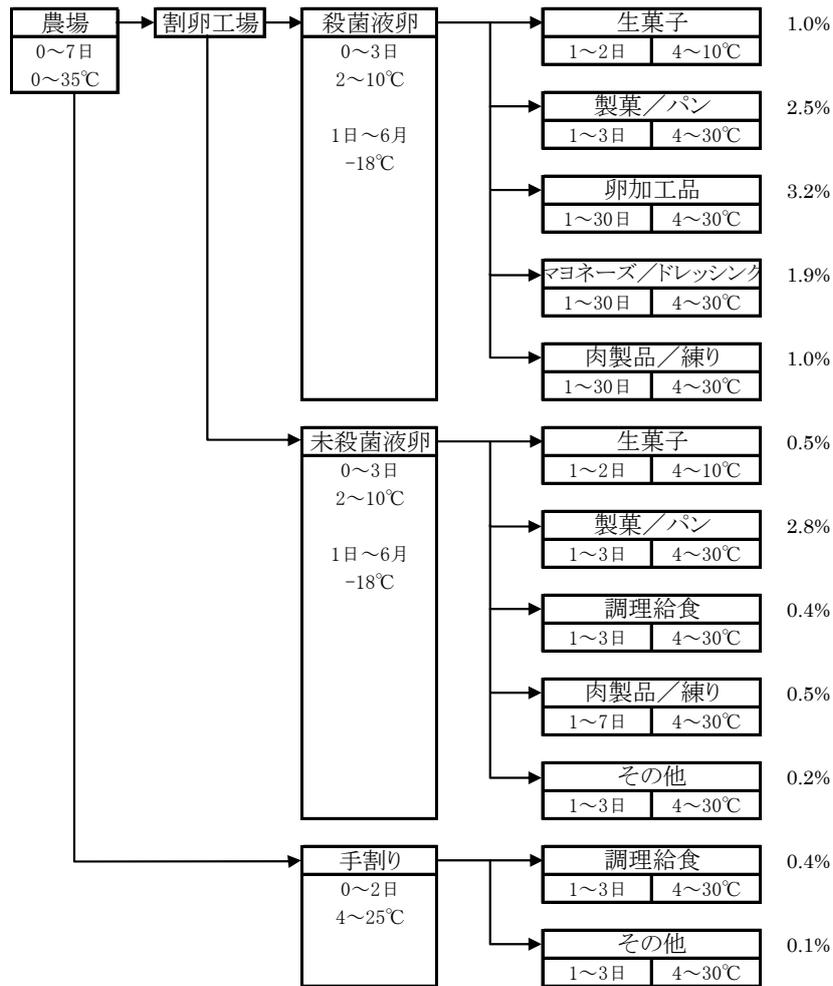


図9 液卵の流通経路

※参照22から引用

② 処理段階 (GP センター) の要因

a. in egg 汚染卵中の SE の増殖

SE の卵内部 (in egg) の介卵感染については、数千個に 1 個の割合で発生 (表 30 参照) し、その菌数は数十個とされているが、このような汚染卵は直接消費者に渡る可能性があるため、流通時の温度やその経過時間が重要となる。

また、農場から GP センター、流通、小売り、家庭に至るまでの鶏卵の温度変化を想定し、20CFU/個の SE を卵白中に接種した卵を 3 通りの条件 (①適切な温度管理、②①と③の中間的な温度管理、③不適切な温度管理) で保存した場合、①ではほとんど増殖は起こらなかったが、②と③では 2 週後ころから増殖し始めることが報告されている (参照13)。(図 10)

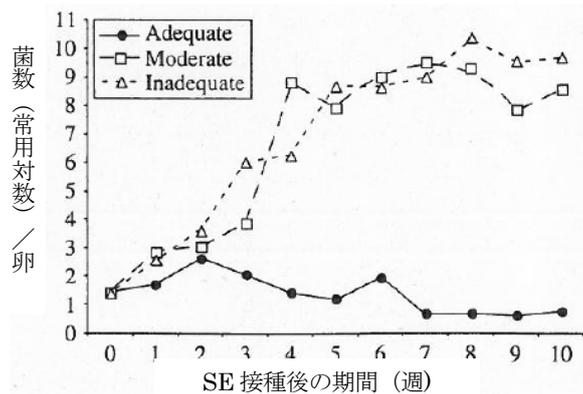


図10 SE 接種後の保管条件・期間による平均菌数変化

※実験条件は下表のとおり

施設	作業	時間	実験温度 (°C)		
			①適切	②中間	③不適切
農場	産卵/集卵	15分	20	30	35
農場	集荷/発送	5時間	20	30	35
GPセンター	保管	24時間	20	22	30
輸送	保管	8時間	20	25	27
流通センター	保管	8時間	20	25	27
小売	保管/陳列	3日	20	25	25
家庭	保管	10週間未満	10	25	25

※参照13から引用

当該結果から、夏場の高温多湿時の流通には注意が必要であることが示されている。すなわち、夏場に 20°C を超える流通過程には、鶏舎からのインライン式では GP センターまでベルトコンベアで運ばれる場面、トラックで輸送される場面（冷やしすぎて到着後の流通センターとの温度差が 5°C 以上になると鶏卵表面に結露を生じるため、30°C 以上の外気温で輸送する場合に問題）、その他空調施設のない保管場所で外気温と同じ温度で保存される場面などがある。

b. SE on egg 汚染卵

GP センターを経由する場合は、洗卵殺菌・乾燥・検卵が実施されているので、卵殻表面 (on egg) の汚染は除去されると考えられるが、洗卵時の水温管理が不適切となった場合等では汚染除去が不十分となる可能性が考えられる。

c. GP センターにおける鶏卵の処理

日本における一般的な GP センターでの洗卵殺菌・乾燥・検卵等の処理工程は、図11に示すとおりである。(参照33)

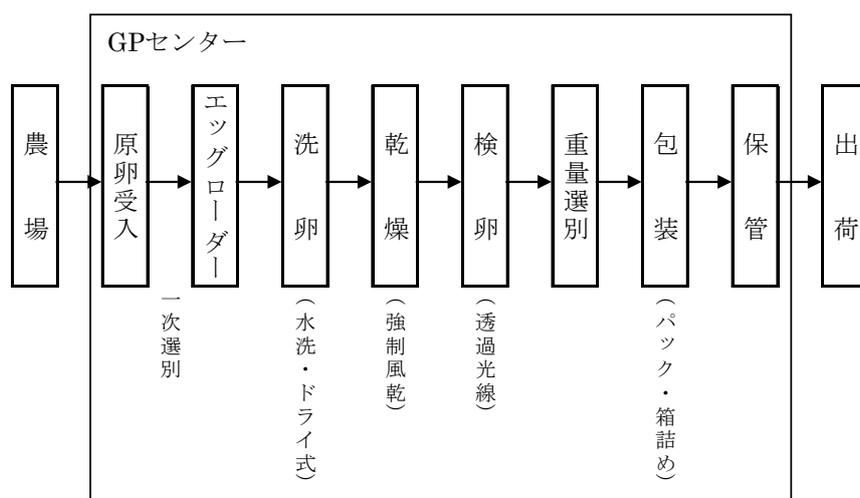


図 1 1 一般的な GP センターでの処理工程

※参照33から作成

また、GP センターへの搬入卵について、汚卵及び破卵に分けて卵殻表面と卵内容物のサルモネラ属菌の汚染状況を調査した結果は表 2 9 のとおりである (参照33)。当該結果では、正常卵及び汚卵からはサルモネラ属菌は検出されていないが、破卵から SE が検出されている。

表 2 9 GP センター搬入卵のサルモネラ汚染状況^{注 8)}

鶏卵のグレード		検体数	卵殻表面 (/cm ²)	卵中身 (g)
正常卵		54	0/54	0/54
汚卵	A級	22	0/22	0/22
	B級	14	0/14	0/14
	C級	12	0/12	0/12
破卵	A級	34	0/34	0/34
	B級	40	0/40	1/40 (SE)
	C級	19	0/19	0/19
その他				
血卵 (卵内に血液混入)		8	0/8	0/8
軟卵 (卵殻欠損)		3	0/3	0/3

※参照33から引用

国内の GP センター等において採取された鶏卵について、SE 汚染状況をとりとまとめたものが表 3 0 である。鶏卵の規格基準が導入された 1999 年以降のデータは、調査した範囲では認められなかった。

注 8) 正常卵：肉眼で卵殻にひび様のものを認めず、糞便、血液、羽毛、卵内容物により汚染されていないもの
 A 級汚卵：糞便、卵内容物、羽毛などによってわずかに汚染されているもの
 B 級汚卵：糞便、卵内容物、羽毛などが 1c m²以上付着しているもの
 C 級汚卵：糞便、卵内容物、羽毛などが 3c m²以上付着しているもの
 A 級破卵：肉眼的に正常卵と区別できないが、暗所で透過光下ひび様のものが認められるもの
 B 級破卵：卵殻にひびが入り、肉眼で判別できるが、卵殻膜は破れていないもの

表30 国内のGPセンター等における鶏卵のSE汚染率

(単位：個)						
検体	検体数	汚染個数(%)	考備	調査年	文献	
鶏卵	11,000	2 (0.02)	加工原料用殻付卵*	1989年	参照33	
鶏卵	24,000	6 (0.03)	中部、近畿、九州の3割卵工場	1992年	参照37	
鶏卵(卵殻)	11,000	0 (0)	加工原料用殻付卵*	1989年	参照33	

※20個を1プールとして実施

EUのGPセンターにて採取された鶏卵について、SE汚染状況をとりとめたものが表31である。当該表から、国により年次によって汚染率は異なるが、2005～2007年の3年間のデータでは0～4.88%の範囲にあることが分かる。

表31 EUのGPセンターにおける鶏卵のSE汚染率

国名	2005年			2006年			2007年		
	検体数	陽性数	陽性率(%)	検体数	陽性数	陽性率(%)	検体数	陽性数	陽性率(%)
オーストリア	280	3	1.07	1,385	42	3.03	—	—	—
ドイツ	—	—	—	646	0	0	795	5	0.63
アイルランド	—	—	—	—	—	—	88	0	0
イタリア	524	2	0.38	251	0	0	186	2	1.08
スロバキア	470	5	1.06	—	—	—	—	—	—
スペイン	—	—	—	2,956	23	0.78	41	2	4.88
ルーマニア	—	—	—	1,295	2	0.15	—	—	—

※EFSA データから作成^{注9)}

③ 製造（液卵製造）段階の要因

未殺菌液卵については、SEに汚染された原料卵の使用によって製品となる液卵が汚染される可能性がある。国内の液卵についての検査結果をまとめたものが表32である(参照42, 43, 44, 45)。当該表から、未殺菌液卵の汚染率は1998年以前の7.1%から2002年の4.8～5.5%と若干減少しているが、依然5%程度の汚染率にあることが分かる。

^{注9)} Community summary report : Trends and sources of zoonoses and zoonotic agents in the European Union in 2007

The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2006

The community summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, antimicrobial resistance and foodborne outbreaks in the European Union in 2005

表 3 2 液卵の SE 又はサルモネラ属菌 (O9 群) の検出率

種別	検体数	陽性数	陽性率(%)	備考	文献
未殺菌液卵	59	9 ^{※1}	15.3	市販液卵	参照42 ^{※2}
	508	36	7.1	1998 年以前	参照43 ^{※4}
	197	8	4.1	1999 年	
未殺菌液卵 ^{※3}	240	7	2.9	2000 年	
	193	6	3.1	2001 年	
	189	9	4.8	2002 年	
殺菌液卵	26	0	0	2002 年	参照44
未殺菌液卵	384	21 ^{※1}	5.5		
未殺菌液卵	110	54 ^{※1}	49.1	2003 年	参照45 ^{※5}

※1: SE 陽性

※2: 1995~1998 年

※3: 殺菌液卵 2 検体を含む

※4: 1992~2002 年の 16 都府県、6 市での流通液卵の収去検査結果の解析

※5: 1 県内の 4 液卵製造工場

④ 流通 (小売) 段階での要因

a. 市販パック卵の SE 汚染率

市販パック卵の SE 汚染に関する国内データは、調査した範囲では認められなかった。

なお、2005~2007 年の EU の市販鶏卵の汚染率は表 3 3 に示すとおり、0~3.13%の範囲にあることが分かる。

表 3 3 EUにおける市販鶏卵の汚染率

国名	2005年			2006年			2007年		
	検体数	陽性数	陽性率(%)	検体数	陽性数	陽性率(%)	検体数	陽性数	陽性率(%)
オーストリア	473	4	0.85	299	5	1.67	225	1	0.44
ドイツ	5,649	24	0.42	3,419	23	0.67	5,521	25	0.45
ギリシャ	197	0	0	—	—	—	—	—	—
アイルランド	—	—	—	—	—	—	16	0	0
イタリア	1,242	1	0.08	320	10	3.13	160	1	0.63
ルクセンブルク	—	—	—	148	2	1.35	258	0	0
スロベニア	102	1	0.98	100	2	2.00	—	—	—
スロバキア	51	0	0	—	—	—	—	—	—
スペイン	—	—	—	—	—	—	1,653	13	0.79
ルーマニア	—	—	—	204	0	0	—	—	—

※EFSA データから作成

b. 市販パック卵の高頻度汚染の例

2003 年 11 月に発生した散発性食中毒の一事例では、卵かけ納豆ご飯を食した家族 3 人が罹患した。冷蔵庫で保存されていた残りのパック卵 6 個を調べたところ、2 個からそれぞれ 8.8×10^4 個/g、 <300 個未満/100g (MPN) の SE が検出されている(参照36)。このパック卵では 10 個中 3 個が SE に汚染されていたことになり、鶏卵の汚染頻度としては類をみない極端な高率であった。このような場合、採卵養鶏場での大規模な感染又は何らかの大きなストレスが与えられた可能性が考えられる。

(3) 消費

2000～2005 年度の 1 人 1 日当たりの鶏卵消費量は、表 3 4 に示すとおり、2000 年以降横ばいで推移しており、家計消費と業務加工用の割合はほぼ同率となっている。(参照46)

表 3 4 1 人 1 日当たりの鶏卵消費量
(単位：g/日)

年度	1人1日当たり	家計消費 (%)	業務加工用 (%)
2000	54.6	47.8	52.2
2001	54.0	46.7	53.3
2002	54.2	48.0	52.0
2003	53.7	48.2	51.8
2004	53.0	50.8	49.2
2005	53.3	49.3	50.7

① 鶏卵の喫食頻度

鶏卵の喫食頻度について、食品安全委員会が 2006 年度に行った一般消費者 3,000 人を対象としたアンケート調査の結果は表 3 5 のとおり、一週間に 3 回以上喫食する人は約 45%であり、一週間に 1 回以上喫食する人は約 80%以上を占めていた(参照47)。1 年の週数を 52 として、当該表から 1 人当たりの鶏卵の平均喫食頻度を求めると 104 食/年となる。

表 3 5 鶏卵の喫食頻度 (n=3,000)

項目	回答 (%)
一週間に3回以上	44.8
一週間に1～2回	37.6
一カ月に1～3回	12.4
年に数回	3.5
全く食べない	1.7

② 喫食量

鶏卵の一度の喫食量について、食品安全委員会が 2006 年度に行った一般消費者を対象としたアンケート調査の結果は表 3 6 のとおりであり、1 回に 1 個喫食する人は約 70%を占めていた。当該表から 1 人当たりの鶏卵の平均喫食量を求めると、1 食当たり 1.3 個となる。

表 3 6 鶏卵の一度の喫食量 (n=2,950)

項目	回答 (%)
1個	69.7
2個	27
3個	2
4個以上	1.3

③ 調理時の SE の生残性

調理器具上での SE の生残性については、ステンレスボウルに 2.2×10^8 CFU/100cm² の SE を付着させ、室温で 14 日間保管した実験があり、付着後 2 日、4 日、7 日及び 14 日目の SE 菌数の推移を示したものが表 3 7 である。当該表では、保管に数の経過とともに SE 菌数は減少したが、保管 14 日目でも平均 2.5×10^3 CFU/100cm² の生存が認められるとしている（参照 16）。

表 3 7 ステンレスボウルに付着させた SE 菌数の変化

検体番号	検体準備直後の菌数 ^a	保管日数（日）			
		2	4	7	14
1	2.7×10^7	7.8×10^6	1.3×10^6	5.3×10^5	1.7×10^3
2	1.0×10^7	7.7×10^6	1.2×10^6	2.5×10^5	2.5×10^3
3	5.5×10^7	6.7×10^6	1.5×10^6	4.2×10^5	3.8×10^3
相乗平均	2.4×10^7	7.4×10^6	1.3×10^6	3.8×10^5	2.5×10^3

※a：SE 菌数（CFU/100cm²） 参照16から作成

また、SE を添加したオムレツ(卵液 300ml、牛乳 50ml)の調理方法による菌数変化の実験では、十分に加熱したオムレツの場合、少量添加分、多量添加分ともに SE は検出されなかったが(10^4 /ml：中心温度 85℃、 10^6 /ml：中心温度 72℃)、半熟状態で加熱をやめたオムレツの場合、少量添加分では SE が検出されなかったものの(中心温度 72℃)、多量添加分では 9.3/g の SE が検出された(中心温度 72℃)との報告がある。^{注10)}

④ 喫食方法

卵を用いた料理は様々であるが、加熱して喫食する場合と未加熱又は加熱不十分状態で喫食する場合と大別して 2 通りの喫食方法がある。生卵又は半熟卵の喫食頻度について、食品安全委員会で 2006 年度に行った一般消費者を対象としたアンケート調査の結果は表 3 8 のとおりであり、一週間に 3 回以上喫食する人は約 7%であり、一週間に 1 回以上喫食する人は約 35%を占めていた。1 年の週数を 52 として、当該表から 1 人当たりの生卵又は半熟卵の平均喫食頻度を求めると 47 食/年となる。

なお、液卵を原料とした生菓子等の食品については、その喫食頻度等のデータが得られていない。

表 3 8 生卵又は半熟卵の喫食頻度 (n=2,950)

項目	回答(%)
一週間に3回以上	6.7
一週間に1~2回	35.9
一カ月に1~3回	33.4
年に数回	16.0
全く食べない	8.0

注10) <http://www.kenkou.med.pref.kochi.lg.jp/eiken/shoho/KPHshoho/KPHs5401.pdf>

6. 問題点の抽出

1～5に整理されたハザード等に関する現状から、以下のとおり主要な問題点を抽出・整理した。

(1) SEによる食中毒の原因食品・原因施設

SEによる食中毒の発生は1999年以降減少傾向にあり、2008年までに1999年の発生件数の1/12へと激減しているが、1998年以降の8年間の原因食品の割合は卵類（加工品を含む）と複合調理食品が約10%、9%と依然多い状況にあること。

また、1998年以降の8年間の原因施設の割合は飲食店（22.6%）、家庭（12.5%）と多く、特に飲食店の割合は1998年の14.6%が2005年に38.8%となっており、8年間で2.6倍に増加していること。

(2) 鶏卵内部のSE汚染

SE感染鶏が断続的に産出する汚染卵については、卵殻表面（on egg）と卵内部（in egg）の両方でSE汚染が起こるが、選別包装過程で洗卵が行われるため、GPセンターを経て流通する鶏卵では内部が汚染された鶏卵のみが流通すると考えられていること。

また、鶏卵内部の汚染部位によってSEの増殖は異なることが分かっており、卵黄がSEに汚染される頻度は少ないと考えられるものの、卵白が汚染される場合と比べ短い保存期間で増殖することが示されていること。

(3) 未殺菌液卵のSE汚染

全国調査における未殺菌液卵のSE汚染率は食鳥卵の規格基準等の導入後に低下しているが、依然4.8～5.5%の汚染が認められており、未殺菌液卵を用いた食品等（交差汚染の可能性のある食品を含む）がSE汚染を受ける原因となりうること。

(4) 感染者・死亡者に占める年齢構成

SEによる食中毒患者の年齢構成は、9歳以下の年齢階級でそれぞれ約21%と他の年齢階級に比較して高くなっていること。

また、1999～2005年の間に7人計上されているSEによる食中毒の死亡者については、60歳以上が3名となっており、サルモネラ感染症による死亡者は60歳以上が73%を占めていること。

一方、SEによる食中毒では、基礎疾患のない14～59歳の死亡例も報告されていること。

(5) 患者からの二次汚染

サルモネラ感染症患者の下痢症状は平均6日程度で回復するものの、感染後平均4週間サルモネラ属菌を保有し、排菌が認められるとされており、無症状調理従事者によると推定又は確定された食中毒事例が我が国及び海外では報

告されていること。

7. リスク管理措置等について

現在行われているリスク管理措置及び管理手法について、フードチェーンの各段階に沿って以下のとおり取りまとめ、SE 食中毒低減との関係を考察した。

(1) 輸入段階での措置

農林水産省では 1991 年 11 月 1 日以降、SE 及び ST を初生ひなのサルモネラ検査対象として、輸出国に対する検疫証明書添付と着地検疫による感染ヒナの淘汰又は返送が行われている。(輸入初生ひな等の検疫強化疾病検査要領、初生ひなの輸入検疫要領)

(2) 農場段階での措置

農林水産省では、家畜伝染病予防法の改正により SE、ST などの鶏のサルモネラ症を届出伝染病に指定するとともに、「採卵養鶏場におけるサルモネラ対策指針」を制定し(1998 年)、サルモネラ侵入防止対策、ワクチン接種による防疫対策、HACCP 方式の導入、清浄化対策等の孵卵場及び採卵養鶏場における総合的な衛生管理対策を進めている。さらに、生産段階における鶏卵のサルモネラ汚染を防止するため、「鶏卵のサルモネラ総合対策指針」(2005 年)に基づく対策を進めている。

一方、業界団体の日本養鶏協会においても「採卵養鶏場におけるサルモネラ対策指針」に基づき、清浄ひなの導入や飼料の給与、一般衛生管理に加えて汚染養鶏場における換羽誘導の中止を要請している。さらに、家畜の生産段階における衛生管理については、家畜伝染病予防法に基づく飼養衛生管理基準(平成 16 年農林水産省令第 68 号)が定められ、農場における適切な一般衛生管理の実施を推進している。

(3) 農場段階でのその他の対策

サルモネラに非常に感受性の高いふ化直後のひなには、成鶏の盲腸内容の嫌氣的培養物又はその希釈液を投与し早期に腸内細菌叢を形成させる製品も使用されている(参照48)。

さらに、生薬(ガジュツ)の飼料添加での実験報告例があり(参照49)、生菌剤(参照50)などが使用されている。なお、抗菌剤は、鶏群内個体数の損耗の激しい時には使用され、損耗防止には有効であり排菌も無くなるが、投与を中止すると投与前に排菌され周囲を汚染したサルモネラに食糞などによって再感染するため推奨されていない。

サルモネラ不活化ワクチンは 1998 年から使用されており(参照51, 52)、その効果は SE の排菌抑制とされている(参照53,54)。現在の接種率は 30%強とい

われている。介卵感染抑制効果については、SE の静脈内接種、腹腔内接種、ひな白痢菌 (*S. Pullorum*、介卵感染あり) を用いた経口摂取では、ワクチン接種により汚染卵産出を有意に低下させることが報告されている(参照55)。

また、換羽誘導時にはSE に対する感受性が高まるが、このような場合でもワクチン接種は有効とされている(参照56, 57)。

(4) 製造・加工・調理段階での措置

1999年11月以降、改正された食品、添加物等の規格基準(1959年厚生省告示第370号、以下「食品の規格基準」という。)等に基づき以下に記載の義務が課されることとなった。

<p>●食品一般の製造、加工及び調理基準</p> <p>①食用不適卵(腐敗殻付き卵、カビの生えた殻付き卵、異物が混入している殻付き卵、血液が混入している殻付き卵、液漏れしている殻付き卵、卵黄が潰れている殻付き卵(物理的原因によるものを除く)及びふ化させるために加温し、途中で加温を中止した殻付き卵)の使用禁止</p> <p>②鶏卵を使用して食品を製造・加工・調理する場合、70℃1分間以上の加熱、又は同等以上の加熱殺菌の義務(賞味期限内の生食用正常卵を除く)</p>
<p>●食鳥卵の規格基準</p> <p>①成分規格[殺菌液卵(鶏卵)]</p> <ul style="list-style-type: none">・サルモネラ属菌 0個/25g <p>②成分規格[未殺菌液卵(鶏卵)]</p> <ul style="list-style-type: none">・細菌数 1,000,000/g以下 <p>③製造基準[液卵(鶏卵)]</p> <ul style="list-style-type: none">・殺菌液卵、未殺菌液卵について製造基準を規定 <p>④保存基準[液卵(鶏卵)]</p> <ul style="list-style-type: none">・8℃以下(冷凍: -15℃以下) <p>⑤使用基準[殻付鶏卵]</p> <ul style="list-style-type: none">・未加熱で飲食に供する場合、賞味期限を経過していない生食用の正常卵を使用

さらに、液卵には殺菌方法(殺菌液卵)、未殺菌の旨・飲食の際加熱殺菌を要する旨(未殺菌液卵)の表示義務等が課せられることとなった。

(5) 流通段階での措置

1999年11月以降、食品の規格基準の改正とともに、表示基準の改正が行われ、賞味期限などの一般的な食品の表示に加え、以下の項目の表示が義務づけられることとなった。

<p>●表示基準</p> <p>①殻付き鶏卵(生食用)</p>

- ・生食用の旨
- ・10℃以下保存が望ましい旨
- ・賞味期限経過後は、飲食の際加熱殺菌を要する旨
- ②殻付き鶏卵（生食用以外）
 - ・加熱加工用の旨
 - ・飲食の際加熱殺菌を要する旨
- ③鶏の液卵
 - ・殺菌液卵：殺菌方法
 - ・未殺菌液卵：未殺菌の旨、飲食の際加熱殺菌を要する旨

（6）消費段階での措置

厚生労働省では、1998年に食品衛生調査会委員長からの意見具申を受け、具体的な衛生対策として、食品の購入、保存、調理時等のポイントを示した「家庭における卵の衛生的な取扱いについて」^{注11)}を公表し、消費段階での食中毒防止対策が進められている。

（7）SEによる食中毒の減少要因について

(1)～(6)に記載した各段階における対策等を年次別に整理したものが表39である。当該表から、1998年に講じられた生産、流通、消費の各段階でSE規制や業界団体等関係機関での取組を契機に、SEによる食中毒件数が減少に転じていることが考察される。どの段階での対策がどの程度寄与しているかに関するデータは認められないが、総合的な効果としてSE食中毒が減少しているといえる。

注11) <http://www1.mhlw.go.jp/houdou/1007/h0722-1.html>

表 3 9 SE による食中毒の発生とリスク管理措置の実施経緯

年次	食中毒発生状況※	新たなリスク管理措置	備 考
1991	— (159)	・ 輸入ひなの検疫強化 (SE 感染ひなの導入規制)	
1993	— (143)	・ 採卵養鶏場におけるサルモネラ衛生対策指針の制定 ・ 液卵製造等に関わる衛生確保対策	
1994	— (205)		
1998	464 (757)	・ 家畜伝染病予防法改正により、SE、ST などの鶏のサルモネラ症を届出伝染病に指定 ・ 採卵養鶏場におけるサルモネラ対策指針の制定 ・ 食鳥卵の規格基準・表示基準等の制定 ・ 家庭における卵の衛生的な取扱いを公表	・ 養鶏業界団体による取組 (採卵養鶏場におけるサルモネラ対策指針に基づく各種対策の実施) ・ 鶏卵業界関係者、研究者等の参加する各種シンポジウムを開催 ・ サルモネラ不活化ワクチンの使用
1999	494 (825)		
2000	208 (518)		
2004	90 (225)	・ 飼養管理基準に係る指導指針の策定	・ 業界団体による取組 (清浄ひなの導入、換羽誘導中止の要請等)
2005	67 (144)	・ 鶏卵のサルモネラ総合対策指針策定 (農場での衛生対策徹底) (採卵養鶏場におけるサルモネラ対策指針を廃止)	

※SE 食中毒事件数 (サルモネラ属菌食中毒事件数) — : データなし (単位 : 件)

8. 求められるリスク評価と今後の課題

1～7にまとめた問題点及び現在行われているリスク管理措置等から、今後求められるリスク評価を(1)にまとめた。(1)の各項目についてフードチェーン全般にわたるリスク評価を行うには、(2)に示す課題があるため、直ちに評価を行うことは困難である。しかし、フードチェーンの一部に係るリスク評価については、(2)に示す課題のうち関係するデータの収集を行うことによって、一定の定量的リスク評価を行うことが可能と考える。

(2)に示した課題については、リスク管理措置導入後の食中毒事件数の推移を勘案しながら、関係機関においてデータ収集等の取組を進めることが必要と考える。

(1) 求められるリスク評価

- ① 鶏卵を介した SE による感染症のリスクの推定
 - ・ 小売鶏卵を家庭で保管した後、調理・喫食 (生食を含む。) した場合
 - ・ 小売鶏卵を飲食店で保管した後、調理・喫食 (生食を含む。) した場合
- ② 未殺菌液卵を使用した食品を介した SE による感染症のリスクの推定
 - ・ 未殺菌液卵を使用する洋生菓子、そうざい等の食品を対象とした場合

- ③ 以下の対策を講じた場合の効果の推定
- ・ 農場での汚染防止等の対策
 - ・ 農場段階で SE 検査を行い、SE 陽性鶏群の摘発淘汰および鶏舎の徹底的な洗浄殺菌
 - ・ 農場での SE 検査及び陽性鶏舎由来鶏卵の殺菌液卵への用途限定義務 (table egg は SE 陰性鶏群由来のみとした場合)
 - ・ ワクチン接種の義務づけ
 - ・ 鶏卵の低温流通の義務付け
 - ・ 殺菌液卵の使用の義務付け
 - ・ 適切な調理 (加熱調理、二次汚染防止、調理従事者の衛生管理)
- ④ 感受性集団のリスクの推定
- ・ 小児又は高齢者とその他年齢層との感受性の差異

(2) 今後の課題

- ① フードチェーンに沿った鶏卵の保管状況の把握
- フードチェーンの全部又は一部についての評価を行うためには、関係するフードチェーンの段階における以下のデータを収集することが必要となる。
- ・ 鶏卵の流通経路 (農場～消費) の各段階における保管時間・温度
 - ・ 流通経路別の取扱量 (複雑な鶏卵の流通経路のうち、どの経路を評価するのかを決めるため)
- ② フードチェーンに沿った汚染率・汚染レベル等のデータ収集
- フードチェーンの全部又は一部についての評価を行うためには、関係するフードチェーンの段階における以下のデータ (食鳥卵の規格基準等のリスク管理措置導入後のもの) を収集することが必要となる。
- a. 農場での対策効果を推定する場合
 - ・ 農場の SE 汚染率、汚染農場内での個体別 SE 感染率、SE 汚染鶏卵の産卵頻度、SE 汚染鶏卵中の菌数
 - b. GP センターでの対策効果を推定する場合
 - ・ 搬入卵の SE 汚染率、汚染卵中の SE 菌数
 - ・ 破卵、汚染卵の発生率と排除率
 - c. 液卵製造施設での対策効果を推定する場合
 - ・ 原料卵の SE 汚染率、汚染卵中の SE 菌数、製品液卵の SE 汚染率、汚染製品中の SE 菌数
 - d. 洋生菓子等製造施設での対策効果を推定する場合
 - ・ 原料液卵の SE 汚染率、汚染液卵中の SE 菌数、製造工程での SE 汚染率・汚染濃度の増減状況
 - ・ 殺菌液卵、未殺菌液卵、それぞれの使用量、用途
 - e. 流通段階以降
 - ・ 小売店 (殻付き卵) での対策効果を推定する場合：仕入れ卵の SE 汚染率、汚染卵中の SE 菌数、卵の保管・販売状況 (温度、時間)、殺菌液卵の使用割合

- f. 消費段階（家庭・飲食店）以降
 - ・ 小売鶏卵の SE 汚染率、汚染濃度
 - ・ 殺菌液卵、未殺菌液卵、それぞれの使用量、用途
- ③ 患者の SE 摂取量、症状、転帰等の詳細なデータの収集
- ④ 能動的サーベイランスによる SE 患者数の実態把握

9. その他

(1) 既存のリスク評価

- ① Microbiological Risk Assessment Series 1 - Risk Assessments of *Salmonella* in Eggs and Broiler Chickens - 1,2 (WHO/FAO : 2002)^{注12)}
- ② Risk Assessment for *Salmonella* Enteritidis in Shell Eggs and *Salmonella* spp. in Egg Products (USDA/FSIS : 2005)^{注13)}
- ③ *Salmonella* Enteritidis Risk Assessment Shell Eggs and Egg Products Final Report (USDA/FSIS : 1998)^{注14)}

(2) 対象微生物に対する規制

- ① EU^{注15)}
 - ・ 卵製品（サルモネラのリスクを除去する工業的処理又は混合がなされたものを除く。）：n=5, c=0, m=0 (25g 中)^{*}
※2 階級法による検体採取法と基準値。n：検体数、c：基準値 m を満たさないものの許容される検体数、m：基準値。以下同じ。
 - ・ 生卵含有調理不要食品（サルモネラのリスクを除去する工業的処理又は混合がなされたものを除く）：n=5, c=0, m=0 (25g 又は 25ml 中)
- ② 米国
 - ・ 卵製品（卵白、卵黄、液卵、凍結卵、凍結卵白、凍結卵黄、乾燥卵、乾燥卵白、乾燥卵黄）：m=0^{注16)}
 - ・ 鶏卵生産者：サルモネラ属菌のモニターを行っている業者からのひな等の購入、そ族昆虫対策、鶏舎の定期的 SE 検査、鶏舎検査陽性時の卵の SE 検査、SE 陽性鶏舎の洗浄と消毒、産卵後 36 時間以内に鶏卵を 45° F (7.2°C) で冷蔵して保存・輸送する義務、文書化された SE 防除計画の作成、当該計画への適合を示す記録の作成義務等

注12) http://www.fao.org/ag/agn/agns/jemra_riskassessment_salmonella_en.asp

注13) http://origin-www.fsis.usda.gov/Science/Risk_Assessments/index.asp#eggs

注14) <http://origin-www.fsis.usda.gov/Frame/FrameRedirect.asp?main=http://www.fsis.usda.gov/OPHS/risk/index.htm>

注15) Commission Regulation (EC) No 1441/2007 of 5 December 2007 amending Regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:322:0012:0029:EN:PDF>)

注16) Title 21 Code of Federal Regulations (CFR) Part 160 Eggs and Egg Products Subpart B (http://www.access.gpo.gov/nara/cfr/waisidx_09/21cfr160_09.html)

- ・ 流通業者、出荷業者、輸送業者等：鶏卵の 45° F (7.2°C) 冷蔵の義務
 ※2009 年 7 月 9 日公布の「殻付き鶏卵の生産、貯蔵及び搬送の過程における血清型 SE のサルモネラ属菌汚染の予防に係る最終規則」^{注17)}に基づく鶏卵生産者、流通業者等の義務（産卵鶏 50,000 羽以上の養鶏業者は官報公布後 1 年後に、3,000～50,000 羽までの産卵鶏を飼育する養鶏業者は官報公布後 36 か月以内に規則に適合する必要あり。2009 年 9 月 8 日施行）なお、USFDA は、この規則の施行により、79,000 人の患者および 30 名の死者を防ぐことができると試算している。
- ③ オーストラリア、ニュージーランド^{注18)}
 - ・ 低温殺菌済み卵製品：n=5, c=0, m=0 (25g 中)
- ④ カナダ^{注19)}
 - ・ 卵製品：n=10, c=0, m=0

(3) その他海外の対策

① 英国の対策(参照58)

英国農林漁業食料省は 1989 年に感染種鶏のみならず産卵鶏群の淘汰を含む強力な対策を実施している。その結果、1993 年 2 月までの 4 年間に卵用種鶏 20 群、採卵鶏 272 群、ブロイラー種鶏 88 群を淘汰した。一方、英国の卵業協会は 1993 年には自主的に「ライオン品質管理実施規定 (Lion Quality Code of Practice)」を設定し、約 75%の農場が参加した。この規程に合格した鶏群には登録証明書が交付される。

採卵鶏群、育成鶏群の衛生管理には、農場施設の消毒、ネズミ・野鳥の防除対策、強制換羽の禁止などが規定されている。1998 年の改訂ではすべての採卵鶏群に SE ワクチンの接種が義務づけられた。農場では、鶏卵は 20°C 以下で保管し、鶏卵の生産記録と鶏卵の取扱いに関する記録を保管する。GP センターでは飼育方法（放飼、舎飼、ケージ飼育など）によって包装資材を色分けし、包装には産卵日齢、飼育方法、農場名などを表示し、卵殻表面には賞味期限と赤ライオンマークを表示する。鶏卵はすべて 20°C 以下で流通され、賞味期限は産卵日から 21 日以内とされている。すべての登録施設では自主的なサルモネラ検査のほか、協会が認定した第三者機関による無作為抽出、時には予告無しの検査を受ける。この検査で不合格と認定された施設は、期限内に適切な処置を行わないと失格となり、赤ライオンマークを使用できなくなる。

英国では以上のような官民一体となった厳格な防除対策により鶏の SE 感染症、ヒトの SE 食中毒は減少した。

注17) Egg Safety Final Rule (<http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/Product-SpecificInformation/EggSafety/EggSafetyActionPlan/ucm170746.htm>)

注18) Standard 1.6.1 - Microbiological Limits for Food (<http://www.foodstandards.gov.au/foodstandards/foodstandardscode/standard161microbiol4250.cfm>)

注19) Health Products and Food Branch (HPFB) Standards and Guidelines for Microbiological Safety of Food (<http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/res-rech/analy-meth/microbio/volume1/intsum-somexp-eng.php>)

② 米国の対策(参照30)

米国では、1991年のSE緊急全国廃鶏調査、SEPP(1992-1994年)により養鶏場の深刻な汚染実態が明らかにされ(廃鶏のSE汚染率は、1992年27%、1995年45%)、1994年に農務省のSE防除対策が改定された。一方、ペンシルベニア州などの鶏卵生産地帯では鶏卵品質保証規程が設定され、業界、州政府機関、大学などが協力してSE防除対策を推進している。

③ EUの対策^{注20)}

EUでは、加盟国が毎年採卵鶏群の保菌率を以下に示す割合で低減させ、最終的に2%以下とする目標を設定する規則が2006年8月1日から施行された。^{注21)}加盟国は施行後6か月間に、サルモネラコントロール計画の提出が求められるとともに、採卵鶏からの検体を採集する条件、サルモネラ検査の必要条件および結果報告の手順も設定された。

- ・前年の保菌率が10%未満の場合：10%低減
- ・前年の保菌率が10%～19%の場合：20%低減
- ・前年の保菌率が20%～39%の場合：30%低減
- ・前年の保菌率が40%以上の場合：40%低減

また、2010年以降、サルモネラに汚染された鶏群由来の卵のEU域内での販売を禁止し、加工卵製品に使用する場合は滅菌するという規則が検討されている。

さらに、サルモネラ低減対策として、ワクチン接種と抗菌薬に関する規則が制定され、2008年1月1日以降、採卵鶏群の保菌率が約10%を超える加盟国に対してワクチン接種が義務付けられた。適切な予防策が実施されている場合や、過去12か月間サルモネラが発生していない養鶏場は免除されることもある。

注20) Reducing Salmonella: Commission sets EU targets for laying hens and adopts new control rules (<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/06/1082&format=PDF&>)

注21) Commission Regulation (EC) No 1168/2006 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:211:0004:0008:EN:PDF>) , Regulation (EC) No 2160/2003 (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:325:0001:0015:EN:PDF>)

<参照>

- 1 Grimont P. A.D. , Weill FX. . [Antigenic formulae of the *Salmonella* serobars 9th ed. 2007](#), WHO Collaborating Centre for Reference and Research on *Salmonella*.
- 2 [病原微生物検出情報 2005](#), vol. 26, no. 4, p. 92-93.
- 3 田口真澄, 泉谷秀昌. [A 細菌感染症 1 *Salmonella*](#). 仲西寿男, 丸山務 監修, 食品由来感染症と食品微生物 2009, 中央法規出版, p.154-191.
- 4 中村明子. [サルモネラの血清型別とフェージ型別](#). 臨床と微生物 1988, vol. 15, no. 1, p. 61-68.
- 5 ICMSF-International Commission on Microbiological Specifications for Foods. “[14 *Salmonella*](#)”. Micro-organisms in foods 5 : Characteristics of microbial pathogens. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 1996, p. 225.
- 6 CCFH Working Group on Guidelines for control of Campylobacter and Salmonella spp. in broiler (young bird) chicken meat. [Food Safety Risk Profile for *Salmonella* species in broiler \(young\) chickens](#). 2007. (<http://www.nzfsa.govt.nz/policy-law/codex/cac-and-subsiary-bodies/ccfh-wg-june-07-risk-profile-salmonella.pdf>)
- 7 Brackett R. E. , Schuman J. D. , Ball H.R. , Scouten A. J. , [Thermal Inactivation Kinetics of *Salmonella* spp. within Intact Eggs Heated Using Humidity-Controlled Air](#). Journal of Food Protection 2001, vol. 64, no. 7, p. 934-938.
- 8 Aljarallah K.M. , Adams M.R. . [Mechanisms of heat inactivation in *Salmonella* serotype Typhimurium as affected by low water activity at different temperatures](#). Journal of Applied Microbiology 2007, vol. 102, no. 1, p. 153-168
- 9 中村政幸. “[第3章 鶏のサルモネラ症](#) “. 鶏病研究会編. 鶏卵・鶏肉のサルモネラ全書. (株)日本畜産振興会. 1998, p. 35-74.
- 10 今井忠平, 栗原健志. [9.3.1 鶏卵の成分と組成](#). 扇元敬司, 桑原正貴, 寺田文典, 中井裕, 清家英貴, 廣川治 編, 新編畜産ハンドブック 2006, 講談社. p. 427-428.
- 11 ICMSF-International Commission on Microbiological Specifications for Foods. “[15 Egg and egg products](#)”. Micro-organisms in foods 6 2nd ed. : Microbial ecology of food commodities. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2005, p. 597-642.
- 12 Gantois I. , Ducatelle R. , Pasmans F. , Haesebrouck F. , Gast R. , Humphrey T. J. et. al. . [Review article Mechanisms of egg contamination by *Salmonella* Enteritidis](#). FEMS Microbiology Reviews 2009, vol. 33, no. 4, p. 718-738 .

- 13 Okamura M. , Kikuchi S. , Tchizaki H. , Takehara K. , Nakamura M. . [Effect of fixed and changing temperatures during prolonged storage on the growth of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis inoculated artificially into shell eggs.](#) Epidemiology and Infection 2008, vol. 136, p. 1210-1216.
- 14 Kim, C. J. et al. [Effect of time and temperature on growth of *Salmonella enteritidis* in experimentally inoculated eggs.](#) Avian Diseases 1989, vol. 33, p. 735-742.
- 15 WHO/FAO. ” [4. Exposure assessment of *Salmonella Enteritidis* in eggs.](#) 4.2.3 Distribution and storage. Microbial growth dynamics” . Risk assessments of Salmonella in eggs and broiler chickens : Microbiological risk assessment series, no. 2, technical report, 2002, p. 127-139.
- 16 相川勝弘, 村上裕之, 猪俣恭子, 丸山務, 藤沢倫彦, 高橋孝則 他. [卵の保存及び調理と関連する条件が *Salmonella Enteritidis* の増殖、侵入及び生残に与える影響.](#) 2002, 食品衛生学雑誌 vol. 43, no. 3, p. 178-184.
- 17 小花光夫, 相楽裕子, 青木知信, 金龍起, 滝沢慶彦, 角田隆文 他. 『[感染性腸炎の細菌の動向](#)』－1996～2000 年における感染性腸炎研究会の調査成績より－. 感染症学雑誌. 2002, vol. 76, no. 5, p. 355-368.
- 18 Cianflone N. F. C. . [Salmonellosis and the GI Tract: More than Just Peanut Butter.](#) Current Gastroenterology Reports 2008, vol. 10, no. 4, p. 424-431.
- 19 Nagai K. , Mori T. , Tsuda S. , Izumiya H. , Terajima J. , Watanabe H. , [Prolonged incubation period of Salmonellosis in an outbreak of *Salmonella enteritidis* infection.](#) Microbiology and Immunology 1999, vol. 43, no. 1, p. 69-71.
- 20 Abe K. , Saito N. , Kasuga F. , Yamamoto S. , [Prolonged incubation period of Salmonellosis associated with low bacterial doses.](#) Journal of Food Protection 2004, vol. 67, no. 12, p. 2735-2740.
- 21 相良裕子. [感染症の診断・治療のガイドライン](#)、日本医師会編、医学書院：1999, p. 190-193.
- 22 平成 10 年度厚生労働科学研究費補助金 食品安全研究事業『[食中毒原因究明方策に関する研究](#)』（主任研究者 三瀬勝利）：分担研究「[微生物学的リスクアセスメントに関する研究](#)」分担研究者 熊谷進, 1998.
- 23 平成 19 年度厚生労働科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業『[食品衛生関連情報の効率的な活用に関する研究](#)』（主任研究者 森川馨）：分担研究「[微生物に起因する原因不明食中毒の実態調査に関する研究](#)」分担研究者 春日文子, 2007, p. 173-192.
- 24 [病原微生物検出情報 2009](#), vol. 30, no. 8, p. 206-207.
- 25 [病原微生物検出情報 1997](#), vol. 18, no. 3, p. 32-33.
- 26 Hedican E. , Hooker C. , Jenkins T. , Medus C. , Jawahir S. , Leano F. et al. . [Restaurant *Salmonella Enteritidis* outbreak associated with an asymptomatic infected food worker.](#) Journal of Food Protection 2009, vol. 72,

- no. 11, p. 2332-2336.
- 27 箕浦正人、大口秀司、伊藤裕和、野田賢治、加藤泰之. [採鶏卵における米ぬか又はふすま主体飼料を用いた絶食を伴わない誘導換羽法](#) 愛知農総試験報 2005, vol. 37, p. 173-179.
 - 28 独立行政法人農林水産消費安全技術センター肥飼料安全検査部. [飼料のサルモネラ汚染状況 \(平成 13~20 年度\)](#). 飼料研究報告
 - 29 盛田隆行, 北澤秀基, 村山靖之, 飯田孝, 鎌田信一. 輸入油粕原料を介して油粕工場に侵入するサルモネラの汚染リスク. 家畜衛生学雑誌 2006, vol. 32, no. 2, p. 79-85.
 - 30 中村政幸. “[第 14 章 欧米におけるサルモネラ対策 *Salmonella Enteritidis* パイロットプロジェクト中間報告](#) “. 鶏病研究会編. 鶏卵・鶏肉のサルモネラ全書. (株)日本畜産振興会. 1998, p. 238-270.
 - 31 佐藤寛子, 竹原一明, 中村政幸. [Salmonella Enteritidis 感染鶏の排菌に及ぼす産卵開始の影響](#). 鶏病研究会報 1997, vol. 33, p. 160-165.
 - 32 日本養鶏協会. [平成 16 年度サルモネラ汚染実態調査](#) (養鶏生産・衛生管理技術向上対策事業)
 - 33 小沼博隆, 今井忠平. “[第 5 章 鶏卵の処理・加工におけるサルモネラ汚染対策](#) “. 鶏病研究会編. 鶏卵・鶏肉のサルモネラ全書. (株)日本畜産振興会. 1998, p. 88-114.
 - 34 中村政幸, 照井佐知子, 永田知史, 竹原一明, 柳川義勢, 柴田幹良. [高介卵感染性 *Salmonella Enteritidis* 株の検索と介卵感染への断餌・断水の影響](#)、鶏病研究会報 2001, vol. 37, p. 36-43.
 - 35 内閣府食品安全委員会事務局 [平成 15 年度食品安全確保総合調査報告](#) 家畜等の食中毒細菌に関する汚染実態調査
 - 36 仲西寿男, 村瀬稔, 宮田勉. [S. Enteritidis による下痢症の現状と食品衛生上の課題](#). 鶏病研究会報 1991, vol. 27, 増刊号, p. 1-6.
 - 37 村瀬稔. [サルモネラ, とくに Enteritidis 下痢症の現状](#). 食品と微生物 1994, vol. 10, no. 4, p. 181-184.
 - 38 中村政幸. [Salmonella Enteritidis パイロットプロジェクト中間報告 \(II\)](#)、鶏病研究会報 1995, vol. 31, p. 193-205.
 - 39 Kinde H. , Read D. H. , Chin R. P. , Bickford A. A. , Walker R. L. , Ardans A. et al. [Salmonella Enteritidis, phage type 4 infection in a commercial layer flock in southern California : bacteriologic and epidemiologic findings](#). Avian Diseases 1995, vol. 40, no. 3, p. 665-671.
 - 40 Ebel, E. and Schlosser, W.: [Estimating the annual fraction of eggs contaminated with Salmonella Enteritidis in the United States](#). International Journal of Food Microbiology 2000, vol. 61, p. 51-62.
 - 41 Humphrey T. J. et al.. [Numbers of Salmonella enteritidis in the contents of naturally contaminated hens's eggs](#). Epidemiology and Infection 1991, vol. 106, p. 489-496.

- 42 Murakami K. , Horikawa K. , Ito T. , Otsuki K. . [Environmental survey of *Salmonella* and comparison of genotype character with human isolates in western Japan](#). Epidemiology and Infection 2001, vol. 126, no. 2, p. 159-171.
- 43 平成 15 年度厚生労働科学研究費補助金 食品安全研究事業『食品製造の高度衛生管理に関する研究』（主任研究者 品川邦汎）：分担研究「液卵製造の高度衛生管理に関する研究」分担研究者 高鳥浩介；協力研究者 工藤由起子他「[流通液卵の細菌学的解析](#)」, 2004. p.170-206
- 44 平成 14 年度厚生労働科学研究費補助金 食品安全研究事業『食品製造の高度衛生管理に関する研究』（主任研究者 品川邦汎）：分担研究「液卵製造の高度衛生管理に関する研究」分担研究者 高鳥浩介；協力研究 工藤由起子他「[液卵の製造・流通の現状と細菌学的データについて](#)」, 2003. p.114-138
- 45 平成 15 年度厚生労働科学研究費補助金 食品安全研究事業『食品製造の高度衛生管理に関する研究』（主任研究者 品川邦汎）：分担研究「液卵製造の高度衛生管理に関する研究」分担研究者 高鳥浩介；協力研究者 大塚佳代子、柳川敬子「[Looped-mediated isothermal amplification 法を用いた液卵のサルモネラ検査法の検討および分離菌株の細菌学的解析](#)」, 2004. p.224-239
- 46 農林水産省生産局畜産部食肉鶏卵課. [養鶏をめぐる情勢](#). 平成 21 年 6 月.
- 47 内閣府食品安全委員会事務局 平成 18 年度食品安全確保総合調査報告 [食品により媒介される微生物に関する食品健康影響評価に係る情報収集調査](#)
- 48 中村政幸, 方波見将人, 竹原一明, 森腰俊亨. [CE 製品の投与方法および投与場所の検討：寒天固化物を中心として](#). 鶏病研究会報 2000, vol. 36, p. 82-90.
- 49 中村政幸, 矢島佳世, 西村肇, 永田知史, 竹原一明, 井上雅彦. [採卵育成鶏における生薬の *Salmonella Enteritidis* 排菌抑制効果](#). 鶏病研究会報 2001, vol. 27, p. 217-223.
- 50 今井康雄, 小川めぐみ, 藤井誠一, 並松孝憲, 矢澤慈人, 奥田陽 他. [採卵鶏ひなにおける生菌剤混合物の *Salmonella Enteritidis* に対する増殖抑制効果および CE 製品との併用効果](#). 鶏病研究会報 2000, vol. 36, p. 139-144.
- 51 中村政幸, 西村肇, 永田知史, 竹原一明. [Salmonella Enteritidis 不活化ワクチンの O9、O4、O7 群サルモネラに対する排菌抑制効果](#). 鶏病研究会報 1999, vol. 38, p. 149-152.
- 52 中村政幸, 丹後仁志, 酒井宏治, 竹原一明. [二価サルモネラ不活化ワクチンの有効性評価](#). 鶏病研究会報 2004, vol. 40, p. 96-99.
- 53 山田果林, 竹原一明, 中村政幸. [鶏用サルモネラ不活化ワクチンの有効性評価](#). 鶏病研究会報 1999 vol. 35, p. 13-21.
- 54 立崎元, 菊池秀一, 鈴木晶子, 岡村雅史, 竹原一明, 中村政幸. [二価サルモネラ不活化ワクチンの介卵感染抑制試験](#). 第 140 回日本獣医学会学術集会講演要旨集, p135.
- 55 佐藤静夫. [欧米ならびにわが国におけるサルモネラ対策](#). 家禽疾病分科会報 2003, vol. 9, p. 2-4.
- 56 Nakamura M. , Nagata T. , Okamura S. , Takehara K. , Holt P. S. . [The](#)

- [effect of killed *Salmonella enteritidis* vaccine prior to induced molting on the shedding of *S. enteritidis* in laying hens.](#) Avian Diseases 2004, vol. 48, p. 183-188.
- 57 Piao Z. , Toyota-Hanatani Y. , Ohta H. , Sasai K. , Tani H. , Baba E. . [Effects of *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis vaccination in layer hens subjected to *S. Enteritidis* challenge and various feedwithdrawal regimens](#) Veterinary Microbiology 2007, vol. 125, no. 1-2, p. 111-119.
- 58 平成 17 年度鶏卵衛生流通推進指導事業『欧米における鶏卵等の衛生管理に関する翻訳文献集』（社団法人日本養鶏協会）：「[1. 英国のライオンマーク鶏卵の実施規則](#)」2006, p. 3-38
- 59 藤田百合, 櫻井嘉彦, 吉田幸一, 嶋緑倫, 吉岡章. [非チフス性サルモネラ脳症の1小児例.](#) 小児科臨床 2008, vol. 61, no. 5, p. 1035-1040.