世界のサルモネラ汚染（食中毒）と対策

茶 蘭 明

エーザイ株式会社食品・化学事業部, 〒112 東京都文京区小石川 5-5-5

1. はじめに

近年, アメリカ, イギリスを始めフランス, ハンガリー, フィンランド, ユーゴスラビアなど世界各国で鶏卵・鶏肉に由来すると思われるサルモネラによる人の食中毒が発生して, 大きな社会問題となっている。1987年のイギリスにおける食中毒発生件数は5年前の1982年に比較して約6倍, 111件(6,858人)に増加し, 翌1988年には, 更に前年を大幅に上回る大発生がEnglandおよびWales地方でみられた。どちらもサルモネラによる食中毒である^{1,2,6)}。

一方, アメリカにおいても時を同じくして1985~1987年のわずか2年間に同じサルモネラ・エンテリテイdis(*Salmonella enteritidis*, 以下SEと記載)による集団食中毒が65件も発生した。欧州諸国と同様に大きな社会問題となった。これを受けて欧・米どちらも国を挙げて対策に乗り出した。まず被害状況から述べる。

アメリカのサルモネラ検討委員会はCDC (Centers for Disease Control) レポートの中で集団食中毒事例140例において, 食中毒患者数4,976人中, 入院患者数896人, 死亡者数30人と報告している。その他, 1989年集団食中毒事例56例において食中毒患者数1,270人中12人の死亡が報告されている³⁾。この対策として, アメリカ農務省は全米から研究者(25名)を集め年間研究費300万ドル(日本円約4億円)を投じて緊急対策を検討している。サルモネラ汚染のない安全で安心できる鶏卵・鶏肉を生産するには, まずSEの性状はもとより伝播経路(接触感染, 飲水感染, 空気感染, 飼料による感染, 介卵感染)に加え感染日齢, SE汚染卵の出現率など多面的に検討しなければならない。

それには, 対策を二つに分けて対応することが効果的とされている。その一つは, 介卵感染により親から子供

へと次々に汚染が拡大する垂直の感染経路を明らかにしてそれを遮断することにある。二つには汚染飼料による感染・鶏舎環境による感染・空気あるいは飲水, 接触などによる水平感染を明らかにして鶏へのSEの侵入を未然に防止することにある。アメリカではこの二つの分野をそれぞれ別々の組織体で互いに緊密な連係を取りながら目下研究をすすめている。

汚染飼料による感染や鶏舎汚染による伝播についてはジョージア州のラッセル研究所(Russell Agricultural Research Center, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture)が担当している。後者の鶏と病原体の関係については(Food Animal Protection Research Laboratory, U.S. Department of Agricultural Research Service)が担当している。それぞれリーダーはL.C. BLANKENSHIPとJohn R. DELOACHである。

1. サルモネラのタイプ

欧・米のどちらも, SEによる食中毒は主として鶏卵・鶏肉に由来するとしている。ちなみにイギリスで流行したタイプはファージ型4, アメリカのタイプはファージ型8, 目下, 我が国で確認されたタイプはファージ型4または34である²⁸⁾。いづれも食中毒の原因は不適切な調理によるものが大半を占めている。我が国では弁当などの惣菜類, その他アイスクリーム, サラダ, ケーキ, 卵焼きなど鶏卵・鶏肉を原料とした食中毒である。欧・米などの例では, 鶏卵の場合, 必ずしも産卵した後に汚染した汚卵又は軟卵, 破卵だけではなく新鮮な正常卵でも食中毒を起こすことが明らかになっている。

2. 世界保健機構(WHO)の動き

SEをはじめ各種のサルモネラは, 家畜・家禽はもとよりペット, 魚類などのあらゆる動物の腸管内に保菌され, 直接・間接的に食肉, 酪農製品, 洋菓子, 調理食品などを汚染して人の食中毒を引き起こすことがある。人の健康状態にもよるが, 摂取後8時間から24時間の潜伏後に腹痛, 発熱, 吐き気などの胃腸炎症状を示す。もちろんこれら症状は人によって大きく異なる。体力のない人は同じ菌量を摂取しても重篤な症状が現れ, 時に死亡事故を招くこともある。こうした病勢を率直に受け止

1992年8月5日受付

The Contamination and Countermeasure of Salmonellosis in the World. Akira CHAZONO, Food Additives & Chemicals Division., Eisai. CO., Ltd., 5-5-5 Koishikawa, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-88 Japan

めて、各国が足並みを揃えて実践的かつ効果的な対策を導きだすために1989年3月スイス ジュネーブのWHO本部で世界各国の専門家(14か国の代表と5つの国際機関)が参加してサルモネラ緊急対策会議を開催した。それがWHOの勧告内容である(詳細についてはレポート^{34,35)} 参照のこと)。

3. 我が国への影響

我が国の場合、飼料原料はもとより採卵・ブロイラーの別を問わずその大部分の種鶏が外国から輸入されている。SEの介卵感染による汚染種鶏からの雛への垂直感染や汚染飼料からの水平感染を考える時、欧米など各諸国の発病例を単に他人事として見逃すことはできない。事実わが国でも問題のSEの事例が大きな社会問題となろうとしている。

東京都立衛生研究所の伊藤¹⁸⁾及び国立予防衛生研究所の中村²⁸⁾の食中毒に関する研究報告では、サルモネラの食中毒は1988年までは毎年70例に過ぎなかった。またサルモネラのタイプもSEではなく*S. typhimurium* (ST)であった。しかし1989年にはSEによる食中毒が急激に増加して24件中23件が大型の集団発生で合計患者数は2,188人であった。さらに、翌1990年には同数の23件であったが患者数は3,477人と大幅に増加して食中毒の患者数は前年対比で159%にも達している。

さらに、厚生省は1991年度の食中毒発生状況の中でサルモネラによる食中毒患者数が最多数を占めたと報じた。食中毒発生総件数は782件であるが、その中でサルモネラによる発生件数は159件で前年比24.1%増、患者数は10,234人で30.9%増で件数、患者数ともに激増している。食中毒発生総件数の中で件数のトップは例年同様、腸炎ビブリオで247件であった患者数は8,082人でサルモネラを大幅に下回っている。サルモネラは1件当りの患者数が多く食中毒の大型化に拍車をかける傾向となっている。

・食中毒1件当りの患者数の増加

これまでの食中毒は漁貝類が主な原因と思われる腸炎ビブリオが大勢を占め、食中毒1件当りの患者数も500名を上回る事例は過去には少ない。食生活のなかに占める畜産物の割合が高まるにつれ畜産物由来と思われる食中毒が年々増加の傾向にある。原因別に見ると鶏卵・鶏肉に由来と考えられるカンピロバクター、サルモネラ、大腸菌などが増加の傾向にある。こうした傾向から今後の食中毒に占めるSEの割合は急激に高まることが予測される。

ここで無視できないことは食中毒1件当りの患者数の増加である。食中毒の大規模化である。鶏肉・鶏卵を生産する農場も大型化した。それを加工する食品工場も大

型化した。一旦、食中毒が発生すれば規模は限りなく拡大する傾向にある。1990年に広島で起きた洋風ケーキ(ティラミス)によるサルモネラ集団食中毒(600名)がある。また、1992年5月には関西地方を中心に日玉焼きによる食中毒が発生している。患者数は2,000名以上のSEによる中毒事件(死亡者1名)であった。SEは、家畜・家禽衛生にとどまらず食品衛生・労働衛生の立場から注目しなければならない。食品工場や農場では従業員の健康管理が今以上に重要になってくる。従って、これまでの家畜・家禽に限って被害を与える家畜伝染病、例えばマレック病、鶏伝染性気管支炎、伝染性喉頭気管炎、伝染性ファブリキウス嚢病、ニューカッスル病等とは根本的に意味を異にするものである。

アメリカを初め世界各国が何故、国を挙げて本格的にSE対策に取り組んでいるのか。それは、農場及び食品工場に従事する人達を含め、広く国民の健康を守ることに狙いがあるからだ。アメリカ農務省のSE研究チームのリーダーであるデローチの指摘によると発生農場や食品工場をよく調査してみると、従業員の陽性反応に加え、重篤な食中毒を招いた事例も少なくないと言う。この種の被害は畜物の生産農場から消費者が摂取するまで食品の流れに従って川下へ向かえば向かうほど被害は拡大する傾向にあるという。発生源対策(農場対策)の重要性を強く指摘している。

2. 鶏へのSE人工感染の事例

鶏のサルモネラといえば感染の代表例は“ひな白痢”である。白痢もSEと同じように介卵感染する。人畜共通の病原体で人を初め各種の動物に病原性を示すことが知られている。最も恐れられていることは一旦感染すると保菌動物となって常時病原菌を排泄するので伝播源となることである。この“ひな白痢”の場合、親から伝播を受けた初生ひなは例外なく敗血症死するので法定伝染病にも指定されている。SEも介卵伝達という点では“ひな白痢”と全く同様であることから種鶏の衛生管理が重要である。

1. SEの初生ひなへの人工感染例

SEの血清型フェージ型4タイプを飼料g当たり11~24CFUを混合して自由摂取させた場合の人工感染の事例である。感染後、2, 6, 9日齢にそれぞれ盲腸、肝臓から接種菌を回収している¹¹⁾。臨床症状では、病的所見は全くみられず健康ひなと変わらなかった。一方、接種菌の回収は盲腸の内容物146検体中140検体から分離している。その回収率は96%である。また肝臓においても同様に高い回収率となっている。

2. SE の成鶏への人工感染事例

52 週齢の鶏群に SE の血清型ファージ型 4 タイプを 1 羽当たり $10^2 \sim 10^4$ CFU をそ嚢に直接接種して 100 日間にわたって各臓器と新鮮卵から接種菌の回収と病理学的所見を調査している¹⁴⁾。臨床症状については初生ひなの所見と同様に全く異状は認められていない。接種菌の回収率は肝臓、脾臓、卵巣、卵管から 25% (5/25 羽) である。この実験を見るかぎり 52 週齢の鶏群では接種直後 15 日目までは各臓器から菌回収ができたが、23 日以降は実験終了の 100 日目まで回収されていない。新鮮卵 55 個の卵黄・卵白からも一切の菌回収はない (表 1)。

18 週齢鶏群では接種直後の回収は全くなかったが 70 日目に 1 個の卵から初めて菌回収されている。試験期間中の卵 375 個中 4 個の陽性卵が確認されている。4 個の汚染卵を生んだ鶏は SE 陽性鶏である。この 2 鶏群 (各 25 羽) の傾向が普遍的な現象であるとすれば保菌鶏となる感染日齢を突き止める効果的な対策を打てる可能性があるのかもしれない。つまり、卵巣・輸卵管などの生

殖器が発達する日齢をねらって対策を打つ必要性を示唆しているのかもしれない。

3. 感染耐過後の保菌鶏

本実験はそ嚢へ 10^6 CFU を直接接種した場合の菌分離の成績である (表 2)³³⁾。接種後 7 日目までは菌の回収は高率であるが 12 日目には延べ 27 検体中わずか 5 検体だけが陽性を示したに過ぎず、その後減少傾向を示し 30 日目には分離菌はゼロになっている。しかし、42 日目には再び陽性を示しており、一旦感染するとなかなか排除が難しく感染耐過後保菌鶏として長く存在することを示唆しており撲滅の困難さを教えている。

4. SE の感染鶏の汚染卵の出現率

SE の陽性鶏は、毎日 SE に汚染した鶏卵を産卵するのであろうか。大きな関心事である。卵巣や卵管に SE が定着しているのであれば産卵する卵は毎日汚染した卵が放出されるはずである。

自然感染鶏を実験鶏舎に収容して SE 汚染卵の出現率を調査している¹⁴⁾。SE に汚染したことが確認された

表 1. *Salmonella enteritidis* を 10^{2-6} CFU 経口接種した産卵鶏からの菌分離

試験 番号	鶏の 週齢	接 種 後 日 数										卵 内 菌分離
		2	3	4	7	15	23	42	49	70	100	
1	52	NT	3/4 ¹⁾ (a, b, c) ²⁾	NT	1/4 (a)	1/4 (a, b, d)	0/4 —	0/5 —	0/2 —	NT	0/2 —	0/ 55
2	18	0/4 —	NT	0/4 —	NT	0/4 —	NT	NT	NT	1/4 (a, b)	NT	4/375 ³⁾

^{1), 3)} 陽性羽数/供試羽数, ²⁾ a. 肝臓 b. 脾臓 c. 卵巣 d. 卵管, 接種 4, 20, 28, 30 日後の卵 (接種 4 日目の卵殻 1 個も陽性) (HUMPHREY *et al.*, 1989)

表 2. *Salmonella enteritidis* strain P 125592 ファージ型 4 をそ嚢内接種した採卵鶏からの菌分離

臓 器		接 種 後 日 数								
		2	4	3	7	12	13	19	30	42
心	血		3/3		3/3	1/3		0/5	0/5	0/10
脾	臓		3/3		3/3	1/3		0/5	0/5	2/23
肝	臓		3/3		3/3	1/3		0/5	0/5	NC ¹⁾
腹	腔		3/3		3/3	1/3		1/5	0/5	3/10
十二指腸			3/3		2/3	0/3		1/5	0/5	1/10
盲	腸		3/3		3/3	0/3		1/5	0/5	3/23
結	腸		3/3		2/3	0/3		0/5	0/5	0/10
卵	胞		3/3		3/3	1/3		0/5	0/5	0/10
卵	管		3/3		2/3	0/3		0/5	0/5	0/10
卵	白	0/40 ²⁾		1/22			3/20			
卵	黄	4/40		1/22			3/20			

¹⁾ 培養せず, ²⁾ 培養陽性日のみを示す, 合計 613 個培養

(TIMONEY *et al.*, 1989)

図 1. *S. enteritidis* 陽性卵の分布, ●: 陽性, ○: 陰性 (HUMPHREY *et al.*, 1989)

成鶏 35 羽を用いて 106 日間観察して SE 汚染卵の出現率を調査している。32 羽の累計産卵個数は 1,119 個であったが陽性卵はわずか 11 個に過ぎなかった (図 1)。1 羽の SE 陽性鶏は 2~3 か月に 1 個の割合で汚染卵を産む計算になる。恐らく野外においても同様の割合で産卵するものと思われる。アメリカ、イギリスの調査報告によると SE が問題になった地方では 1 万個に 1 個の割合で陽性卵が出現するという報告もある。こうした出現率の傾向を踏まえ危険率をはじき出した研究者もいる²⁶⁾。それによると、1 年間に 250 個の卵を食べたと仮定すると加熱・加工・調理されたものが大部分なので汚染卵を直接摂取することは比較的少なく、それを基準に危険率を算出すると 80 才の生涯で 80 サイクル繰り返して初めて一回の食中毒に遭遇する計算になるという。しかしそれはテーブルエッグとして食した時の場合である。何千何万個を 1 ロットの液卵として加工した時はどうなるのか、一個の汚染卵が全体に広がる可能性が非常に高いのではないか。広島、関西地区の鶏卵由来の食中毒事件は、どちらもテーブル・エッグではなく液卵を使用していることに注目したい。

3. サルモネラの発育条件

サルモネラを制御するには理化学的な発育条件を吟味しておかねばならない。どんな条件下で発育するのか、理化学的な条件と感作時間の限界値を知ることが重要である。特に SE フリーの飼料を製造する時の圧力に伴う加熱適正温度はもとより鶏卵・鶏肉を調理する時の温

度、時間が大切である。ここでは対策の重要性から SE に限らずサルモネラ一般について紹介する。

1. 発育最低温度

液体培地での発育最低温度は 5.2~6.8℃ である。Hert infusion のブイヨン培地では、5.5℃ では 5 日後に、7.5℃ では 3 日後に、10℃ では 2 日後にそれぞれ菌の発育がはじまる²¹⁾。食品中での発育最低温度は培地から得られた最適条件よりも高い温度が要求されることが知られている。それは調理時に加える調味料や甘味料などの影響により発育条件が大幅に変わるからである。

2. pH と発育温度の関係

一般にサルモネラの発育最低 pH は、4.05~4.25 である。Hert infusion のブイヨン培地では、*S. typhimurium* の場合、30℃ で培養した結果、pH 4.0 以下では菌数は減少して、菌の死滅が認められている³¹⁾。pH 4.25 では初期は菌数の減少が認められるが 2 日目より徐々に増殖する。培地の温度が低くなると菌の発育が抑制されるので、当然のことだが発育許容最低 pH は高くなる。例えば、pH を 5.0 にした場合、9℃ 以上でなければ増殖をしない。

3. 保存温度の影響

卵殻に小さな孔を開けて卵白の中に SE を接種して卵内の発育状況を検討した成績である¹⁶⁾。菌量として 10 cfu を接種して 4℃ に保存した場合は全く発育しない。10℃ に 20 日間保存した場合 10² 量の菌数が確認されている。また *S. typhimurium* をうずらの卵に接種して同じ 4℃ に保存した場合でも同様の結果となっている。

15℃ の保存では、わずか 3 日間で 10^8 cfu の菌が確認されている (図 2)。こうした実験結果から卵内のサルモネラは保存温度が 10℃ 以上になると発育することがわかる。特に、種卵の場合介卵感染があるので十分な対策が望まれる。わずか 1 個でも侵入していれば孵卵器内で一気に増殖する。貯卵温度も重要だが卵殻を通じて外部から卵の中へ侵入する微生物汚染も重要である。この種の汚染防止のために、目下アメリカでは貯卵室内はもとより孵卵舎の空気清浄装置の研究に取り組んでいる。

4. 卵白内の菌の増減

卵白の中にはリゾチームなどの酵素が多量に存在して

図 2. うずら卵内における *S. typhimurium* の増殖態度

図 3. 卵焼中におけるサルモネラの増殖態度

それによる静菌作用や溶解作用が知られている。カンピロバクターに対してはこれら酵素が有効に働き増殖できない。しかし、サルモネラの場合、接種菌の減少は全く認められず 25℃ の保存条件ではサルモネラは急速に発育することが報告されている^{20,30,32)}。

5. 調理及び保存温度の影響

① 卵焼

卵焼の表面に *S. typhimurium*, *S. infantis* を 10^2 cfu/g を塗布して、10℃, 15℃, 20℃, 30℃ にそれぞれ保存した場合の成績を紹介しよう (図 3)。10℃ の場合 3 日間保存してもサルモネラの増殖は認められない。15℃ の保存では 12 時間後よりサルモネラは徐々に増加して保存 2 日後では 10^2 個の菌数を確認している。30℃ 保存では、わずか 12 時間で食中毒を起こす程の菌量に増殖した^{17,31)}。

② マヨネーズ

マヨネーズの場合、製造過程において有機酸、香辛料、調味料、食塩などが使用されるので pH 4 強である。ほとんど問題はないことが確認されている³²⁾。

6. 卵製品中の熱抵抗性

サルモネラの熱抵抗性は、血清型、pH、蛋白質、塩、糖分などの多少により大きく変動することが知られている。例えば牛乳中のサルモネラと挽肉のサルモネラの熱抵抗性は、同じ温度 62.8℃ の場合でも、前者の D 値は 3.6~5.7 秒ときわめて短い。後者の挽肉のサルモネラの D 値は 7.0 分である¹⁰⁾。

④ 「D 値」とは菌数を一桁少なくするための作用時間 (分又は秒) である。

表 3. 卵液中のサルモネラの熱抵抗性の比較

供 試 菌 株	D 値 (分)					
	55℃			60℃		
	全卵液	卵 黄	卵 白	全卵液	卵 黄	卵 白
<i>S. enteritidis</i> PT4	6.4±0.6	21.0±1.5	1.5±0.2	0.4±0.1	1.1±0.2	0.2±0.1
<i>S. typhimurium</i> PT141	2.3±0.3	8.0±0.1	1.0±0.2	0.3±0.1	0.8±0.1	0.3±0.1
<i>S. senftenberg</i> 775W	34.3±1.2	42.0±1.0	3.0±0.2	5.6±0.1	11.8±0.2	0.8±0.1

(HUMPHREY, T.J. et al., 1990)

図 4. 加熱による液卵中の *S. typhimurium* Tm-1 死滅曲線⁵⁾

① 卵黄・卵白中の熱抵抗性

卵黄中のサルモネラの熱抵抗性は卵白や全卵よりも高い(表3)¹⁵⁾。SEの60℃におけるD値は卵黄が1.1分であるのに対して卵白では0.2分、全卵では0.4分である。*S. typhimurium*の60℃のD値は卵黄が0.8分に対して、全卵、卵白ともに0.3分である。同じ温度の条件下では全卵、卵白では死滅しても卵黄のなかに侵入したサルモネラは容易に死滅しないことを示すものである。こうした実験成績をもとにFAO/WHOでは卵及卵製品の衛生的な取り扱いに関する国際的な勧告を出している⁷⁾。それによると全卵の殺菌は64.4℃2.5分となっている。

② 調理方法と調理温度の関係

*S. typhimurium*の60℃における(全卵+10%白

糖)のD値は0.6分で、なにも添加しない全卵の0.3に比較して約2倍のD値となっている。卵黄に食塩を10%加えた時のD値は5.1分となり何もなかった時の0.8分に比べて約6倍の値となり熱抵抗性が増すことを示している(図4)¹⁰⁾。

③ 調理時間と調理温度による影響

いり卵(Scrambled egg)の中にSEをかきまぜて調理したときの生存率について調査している¹³⁾。中心温度が比較的高い82.8℃になるように調理時間を1.2分かけて調理したものと3.1分かけて中心温度が73.9℃になるようにした二つの調理方法に比較している(表4)。即ち、前者の高温感作(82.8℃)、短時間調理(1.2分)の場合は生存は全くないが、低温感作(73.9℃)、長時間調理(3.1分)の場合殆ど死滅していない。我が国の

表 4. Scrambled eggs 中のサルモネラの生存

供 試 菌 株	接 種 菌 量 (Log)	生 残 数 / 試 験 数	中心部の温度 (°C)	調 理 時 間 (分)
高温, 迅速調理				
Egg-associated*	6.09±0.13	0/15	82.8±1.1	1.2
<i>S. senftenberg</i> 775W	6.6±0.5	2/3	82.3±0.3	1.2
中温, 低速調理				
Egg-associated*	5.9±0.1	29/30	73.9±0.8	3.1
<i>S. senftenberg</i> 775W	6.22±0.2	6/6	74.7±0.8	2.7

* *S. typhimurium* PT110, *S. typhimurium* PT141, *S. enteritidis* PT4, *S. enteritidis* PT8, *S. enteritidis* PT13a を混合した菌液を接種 (HUMPHREY, T.J. et al., 1989).

表 5. *S. enteritidis* 自然感染鶏群由来血清を用いた各種血清反応の比較

鶏 群	RST ¹⁾		SAT ²⁾		SE ³⁾		ST ⁴⁾		SE + ST		エライザ
	+++	++	O	H	MT ⁵⁾	MAG ⁶⁾	MT	MAG	MT	MAT	
C		10/62 ⁷⁾	3/62	7/62	4/62	23/62	5/62	12/62	4/62	8/62	43/62
E	1/52	1/51	0/52	1/52	6/52	0/52	7/51	0/52	1/52	5/52	

¹⁾ ひな白痢急速凝集反応, ²⁾ 試験管内凝集反応, ³⁾ *S. enteritidis*, ⁴⁾ *S. typhimurium*, ⁵⁾ マイクロ凝集反応, ⁶⁾ ミクロアンチグロブリン反応, ⁷⁾ 陽性羽数/供試羽数 (COOPER et al., 1989)

卵焼による食中毒事件はこの成績からみると加熱温度不足による調理方法に問題があったことが容易に理解・推察されるよう。しかし、料理する時に中心温度をその都度測定することは事実上不可能なのでやはり根本的な対策が強く望まれるところである。

4. SE に対するイギリス・アメリカの対応

イギリス・アメリカでは主として鶏卵・鶏肉に由来するサルモネラによる人の食中毒を防止するために幾つかの法律を改定し新たに公布・施行した。イギリスにおける人畜伝染病規則の改定は1989年3月1日から実施された。一方、アメリカでは1990年に連邦家禽改良計画(National Poultry Improvement Plan: NPIP)を改定した。どちらも内容は類似しており重複している部分が少なくないので以下に要約して紹介する。

1. イギリスの人畜伝染病規則の改定の骨子²²⁾

微生物検査規則に従って、主として、家畜、家禽、屠体、生産物、飼養環境、飼料等を対象に細菌検査を行わなければならない。その結果、サルモネラが分離された時には血清型別の結果はもとより、必要に応じて菌株も合わせて農務大臣に報告・提出しなければならない。各州の獣医師は関連場所への立入調査・検査材料の収去・感染動物の淘汰・飼育施設の清掃消毒を命ずる権限などが新たに加わった。

2. イギリスの種鶏孵卵場の登録検査に関する規則

種鶏 25 羽以上を保有して、年間種卵 1,000 個以上の孵卵能力を持つ孵卵場は農務大臣に登録すること。その所有者は公定法に従って種鶏群や孵卵場の細菌検査を定期的実施するなど国の示した衛生管理規則を遵守しなければならない^{23,24)}。そのために農場現場では専属の獣医師を指名しなければならない。この規則は、鶏、七面鳥、アヒル、ガチョウに適用される。この規則による細菌学的検査は農務大臣が認可した場所で実施することとした。細菌検査については、以下の 3, 4 の細目に従っておこなうこと。

3. 育雛・育成雛・成鶏の細菌検査の細目

イギリス・アメリカのどちらも同じであるが検査の細目についてそれぞれが具体的に示されている。わが国においてもこの手法を参考にしている²⁷⁾。

例えば孵卵場からコマーシャル農場へ初生ひなが到着した場合の検査については、500 羽ごとに一つの輸送箱から糞便 10 サンプルを採材するとか、到着時死亡雛、到着 4 日までの死亡雛、淘汰雛については、それぞれ 60 羽まで細菌検査を行うとか、3~5 週齢および 8~12 週齢の間にそれぞれ連続 4 日間にわたって死亡・淘汰した雛についてはそれぞれ 60 羽まで細菌検査を行うこと。規定サンプル数に達しない時には、補足のために糞便検査もしくはクロアカスワブによる検査を併せ行うことなどが示されている。

4. 成鶏舎移動前後の検査

成鶏舎へ移動する前3～4週齢時に検査を行う。鶏では16～22週齢，アヒルでは18～22週齢，ガチョウでは30～36週齢までの間に連続4日間の死亡鶏についてそれぞれ60羽まで細菌検査を行う。検査材料が不足の時には糞便検査もしくはクロアカスワブによる検査を行う。なお同時に雛白痢検査も併わせ行う。25～26週齢および29～30週齢の間に更にその後は8週間ごとに糞便検査もしくはクロアカスワブによる検査を行う。更に、鶏舎ごとに換気扇、鶏舎床面の4隅、ホッパー、ネストなどを規定に従ってスワブ法を実施しなければならない。これらのうち4週ごとの検査は農務省担当官の監督下で実施することなどが示されている。詳細については、我が国でもすでに検討がなされ財団法人日本種鶏孵卵協会から「サルモネラ検査法」²⁷⁾として示されているので参照されたい。

5. 化製動物性蛋白に関する規則²⁵⁾

イギリスは、飼料からの感染防止のために飼料に関する規則を検討・強化した。この規則によりイギリス全土の化製動物性蛋白製造業者は農務省に登録して認可された検査場所で細菌検査を実施しなければならない。サルモネラが検出された時には規則に従って汚染した製品の出荷を停止しなければならない。政府の立入検査は4半期ごとに行い収去検査される。

一方、アメリカでも連邦家禽改良計画 (National Poultry Improvement Plan: NPIP)⁸⁾を改定して飼料の品質に関する規則を強化した。鶏群に給与する飼料は下記の条件に適合すること。

① 飼料のペレット化：基本的には動物性蛋白を用いないことが望ましい。用いる時には、Animal Protein Products Industry (API) の規定に従い Education Salmonella Reduction Program に適合した条件で製造された動物蛋白のみを用いること。なお、ペレットの製造条件は次の通りとする。水分含量は14.5%以下、温度87.8℃以上、加圧70/lb/cm²ポンドとする。

② マッシュ飼料：動物性蛋白を用いないことが望ましいが、用いる時にはペレットまたはクランプル形態として製造された動物性蛋白のみを用いることとする。

③ 飼料の輸送と保存方法：サルモネラ汚染を防止する方法とすること。

6. アメリカ連邦家禽改良計画における鶏群の区分

SEを撲滅するためにコマーシャル農場についてはすでにSEで汚染した鶏舎 (Infected poultry house)、汚染していない鶏舎、専門家の立入調査により防疫体制がしっかりとて隔離鶏舎として認めることのできる鶏舎 (Separate poultry house)、SEに感染したことが

明らかになった種鶏群からの垂直感染の可能性の高い鶏群 (観察鶏群) など、それぞれについてきめ細かな検査により連邦政府として管理していく方針を打ち出している。

例えば、汚染鶏舎に指定・分類された鶏舎では連邦政府が示した検査方法により (イギリスの細菌検査とはほぼ同じ) クロアカスワブによる検査を行う。その結果陽性と判定された時には種鶏、コマーシャル農場に限らず州間移動禁止令が出される仕組みである。

雛の細菌検査についてはイギリスと同様に孵化後1週間以内に死亡した雛の細菌検査、雛輸送箱に付着している糞便検査、分離株の血清型別など一切について公的検査機関で実施することとしている。さらに、鶏群の管理についてはNPIPの規定に従うこと。特に孵化場から販売された雛はこの規定にしたがって取り扱うこと。その他、飼育環境についても細菌検査・ひな白痢検査 (1群あたり30羽)・種卵の取り扱い方・孵卵場の資格・死籠卵の検査 (毎月1群あたり30個、SEが検出された時には当該種鶏群の60羽について細菌検査をすること) などが細かく規定されている。種鶏場、孵卵場の管理者が規定に違反した場合には認定は取り消されることになる。

7. 診断の基本

アメリカ、イギリスのどちらも同じであるがSEの診断の基本は病原微生物を直接分離することとしている。検査すべき動物を試験殺せず省力的な手法として診断するクロアカスワブによる菌分離または血清反応を用いる方法もあるが肝臓・脾臓・卵巣・卵管などから菌分離による診断法と比較すると検査漏れが多い。

S. gallinarum pullorum の急速診断用菌液による平板急速凝集反応をSE感染実験鶏に用いた場合、菌分離陽性鶏10羽の内、わずか3羽が陽性を示したにすぎず検出感度は必ずしも良好とは言えない¹²⁾。SEの自然感染鶏における血清反応の感度と菌分離成績との関係を調べた成績がある。SE染色抗原を用いたマイクロプレートによるミクロアグルチニン反応 (MT法)、同じ抗原を用いた不完全交代を検出するミクロアンチグロブリン反応 (MAG法) 及びSEのLipopolysaccharide (LPS) を抗原としたエライザ (ELISA法) を比較している。この中で、ELISA法がもっとも優れている (表5)⁹⁾。今のところ、この種の診断法については評価もまちまちであり、現段階では信頼性に乏しい。血清反応と菌分離成績との間には高い相関性が明らかになっていることから、またSEの場合、感染鶏の淘汰が防疫対策の柱であることから迅速かつ省力的な診断法として確立することが緊急のテーマと言えよう。

5. 対策とまとめ

SE の病性や疫学的な所見並びにアメリカ、イギリスなどの行政対応などを吟味する時、我が国においても統一した何らかの対応が必要ではなかろうか。国民に安全な食品を供給するシステム作りについても根本から見直す時期が来ているのかもしれない。注目すべき事例として一昨年から対米向けにわが国の高級牛肉が複雑な手続きを経て輸出された。アメリカは輸入手続きに当たって、新たに輸入される牛肉がどんな場所でどんな方法で解体処理されているのか、衛生状態はどうなっているのか、アメリカ農務省の基準に合致しているのかなど、その詳細について係官を現場（わが国）へ派遣して調査した。この目的はアメリカの国民に安全で安心できる牛肉を提供するために、国の責任において実施したものである。ひるがえって、このことをわが国に置き換えて考え直して見る必要があるのかもしれない。例えば平成3年度の我が国の輸入肉は食鳥肉を含めて161万トンとされている。国別に品目別に分類すればかなりの数にのぼるはずだ。これら輸出国に対してわが国は係官を派遣して安全性を確認した上で輸入を許可しているのであろうか。それには当然の事ながら確固としたわが国の基準値が品目別に設定されていなければならない。率直に言って隔絶の感をかくせない。ここでテーマにしているSEに関して先進国とわが国の取り取りみについて比較してみると大きく異なるようである。

しかし、ここではわが国の政策について云々することではなくSEの被害をできる限り、しかも短期間に食い止め策を確立することにある。その一つは輸入検疫に力を入れ本菌の国内への持ち込み防止に努め、定着を徹底して阻止する事である。二つには原種鶏並びに種鶏汚染の実態を良く調査して介卵感染による伝播防止に取り組む必要がある。三つには飼料汚染の防止である。四つには農場の総合的な衛生対策である。今のところ、それぞれの立場で先に示した欧米の事例を参考に自主的に取り組む以外に道はない。

1. 輸入ひなの検疫の強化

我が国においては、ブロイラー・採卵鶏の別を問わず原種鶏、種鶏の大部分は外国から導入している。SEの持ち込みを未然に防止するには介卵感染の機会を断ち切ることである。それには、まず検疫体制の強化が重要である。我が国では毎年120～130万羽の原種鶏または種鶏が持ち込まれている。検疫2週間の厳しい検疫期間を経て解放されている。これまでの措置では、この期間内に問題があれば検疫期間の延長に加え、投棄などの処置を施して後開放することになっている。1988年にはSE

感染群が3例確認されている。そのうち殺処分すべきものでも開放してしまった事例も記録に残っている¹⁹⁾。現行の2週間の検疫期間については、剖検所見の確認、病原体の分離・同定など検査に要する時間を十分考慮して検査期間や検査システムの再検討が必要である。

2. 農場現場における防疫（衛生）対策の強化

本稿では、SEの排除のルールとされている種鶏検査を柱とした淘汰とSEフリーの飼料製造法の見直し、さらには、汚染状況を知るための微生物検査の手順など、欧米での事例を具体的に紹介した。これに沿って自主検査体制を強化することがまず大切である。防疫対策は次の四つに要約される。

① SE 持ち込み防止のための農場の衛生対策

農場内に侵入したSEは、鶏の腸官に潜り込みそこで増殖・定着する。そして病原体を体外に排出して他の鶏を汚染する。この繰り返により農場全体が汚染する。伝播の経路は飲水、空気、鶏同士の接触など様々で短期間に汚染は拡大する。汚染した農場に初生雛を導入すればたちまち感染する。これを断ち切るのがオールイン・オールアウト時の徹底消毒である。我が国の生産現場ではSEを排除して鶏卵の食品として安全性を確保するための衛生対策が行われているのであろうか。吟味の必要がある。アメリカでの手順を紹介しよう。

② 汚物の徹底排除

敷料・糞便の取扱は地域汚染と伝播防止の上で重要である。衛生対策の強化により汚染の排除が必要である。

③ 洗浄・消毒の確認

鶏舎内は効果的な洗浄剤を用いて擦り洗いをする。水洗したあと米国環境保護局が認可したSEに対して有効な消毒薬を散布しなければならない。筆者らはこれに沿って、「食中毒菌に対する市販消毒薬の効力試験成績・未発表資料」⁹⁾を実施してみた。その結果、塩化ジデシルメチルアンモニウムの10%製剤が最も優れた効果を示した。

④ 州外移動禁止条例

汚染農場においては消毒完了後、政府当局の担当官の検査を受け洗浄・消毒が規定通り実施されていると認定されるまで新しい鶏群を再導入してはならない。この検査で、なお汚染が確認された場合には、そこから得られた卵・食鳥その他一切を州の外へ移動してはならない。ただし、卵・食鳥を人の食用として不適当に破碎したものは家畜の飼料としないことを条件に移動可能である。家畜の飼料として用いる時には加熱殺菌工場へ限って出荷が認められている。

⑤ 廃棄物の監視

輸送車・容器は、伝播防止可能な密閉容器を用いて生

産農場から積み出す直前に当局担当者が封印する。そして処理工場到着後に開封される。輸送車両は工場出発前に洗浄・消毒する。種卵・ヒナの扱いはNPIPの連邦衛生指針に合致しないものは州外移動禁止となる。

② 抗生物質による対応

陽性鶏の早期発見・早期淘汰が原則である。鶏体内に一旦侵入したSE（病原体）の排除は事実上困難なので早期発見・早期淘汰を原則としている。人へ影響のないマイコプラズマ・ガリセプチカム感染症（*Mycoplasma gallisepticum* Infection）や伝染性コリーザ（Infectious Coryza）などの感染症の場合、抗生物質などの応用は生産性低下防止の観点から極めて有効とされている。しかしSEに限ったことではないが、抗生物質の投与により一時的に菌検出がマイナスになっても後に問題が残る可能性が全くないわけではなく本症については慎重な対応をしている。

③ ワクチンの応用

世界各国で活発にワクチン（不活化、弱毒）の研究が進められている。生ワクチンはたとえ弱毒株でも卵巣や各臓器に定着して保菌される可能性があることから慎重な発言が少なくない。最近、アメリカ農務省はSEの不活化ワクチンについて卵用の種鶏に限って使用を許可を示した。わが国でこの種のワクチンを即応用できるかどうか慎重な検討が必要である。効果もさることながら国の方針と密接に関係する。目下わが国では感染鶏の取扱について多面的に検討がなされている。ワクチンを用いた場合血清学的な診断に当たって野外毒かワクチン毒かの区別が不明確となり混乱することも考えられる。

④ CE（Competitive Exclusion）法の応用

CE法は1973年にNURUMIとRANTALA²⁹⁾によって開発された。成鶏の盲腸内に棲息する菌叢の浮遊液または浮遊液を培養して、初生ひなに投与してSEの感染を防止する方法である。特にヨーロッパで広く応用されている。鶏同士の水平感染や飼料からの直接感染の防御については効果が高く評価されている⁹⁾。CE法の仕組みは平たく表現すれば無菌状態にある初生ひなの腸管内を一気に嫌気の状態にして、好気性のSEが侵入発育できないように人工的に仕向ける方法である。この理論を更に発展させ、逆に好気性の菌群を投与して腸管内の酸素を奪い取り嫌気状態にする方法も考えられる。今後の検討課題としたい。当然の事だが介卵感染防止には期待できない。

3. 割卵工場の衛生対策

食中毒の被害をなくすために差し当たっての対策を吟味する時、わが国の場合液卵の微生物基準がないのでテーブルエッグと液卵を区分して対策を議論することが望

ましい。

① 液卵の衛生対策

液卵衛生の基本は低温殺菌である。しかし、この方法で処理した液卵は発泡性が劣るので、わが国の菓子業界では敬遠される傾向にある。我が国では残念ながら制度としてまだ定着していない。低温殺菌法は国によって若干異なるが世界保健機構（WHO）では国際的な勧告⁷⁾として全卵の場合64.4℃、2.5分の殺菌となっている。アメリカでは1971年連邦加工卵検査法が施行されており、殺菌の条件は60℃、3.5分である。もちろん農場で発生した軟卵・破卵は液卵として食用に供することは一切認められておらず、国のインスペクターによって厳しく監視されている。液卵の原料はすべて正常卵であるため、混入した微生物は少なく低温殺菌すれば大方の場合清浄化される。この殺菌法でSEを含めてすべてが解決するのか。欧米ではすでに低温殺菌法は日常的に行われている中で、なおSEが問題になっている。この点については今後の検討課題とすべきであるが、その他微生物制御の観点からわが国においても低温殺菌方法を吟味する時期にきていると考える。

② 液卵の二次汚染の排除

液卵の二次汚染とは、持ち込まれる汚染卵の混合または割卵機械に残った卵黄、卵白を栄養源に増殖した微生物汚染が翌日の製品を汚染させることを言う。特に、外気温度の高い夏季は、サルモネラの発育には最高の条件である。それも割卵機の洗浄・殺菌が不十分で卵黄・卵白が残ってしまうと、ほんの僅かの細菌でも一夜の内に卵黄・卵白を栄養源に何千倍、何万倍に増殖するので、そこで加工する液卵は汚染卵となる。こうした二次汚染を排除するには、作業終了後の割卵機を含めた器具機材の洗浄・殺菌が重要である。

アメリカ、ヨーロッパなどの先進諸国では、割卵工場の二次汚染防止にとどまらず、農場の衛生対策はもとより一次加工、二次加工、三次加工から流通段階まで一貫した衛生対策がとられている。このシステムをトータルサニテーションと呼んでいる。これは文字通り生産農場から消費者の手に渡るまで、食品（鶏卵）としての一貫した衛生対策の思想である。ところが我が国ではこの「トータルサニテーション」という言葉は狭い意味で解釈され、例えば食品工場の場合、食品を作る工場の衛生対策に限られている。また農場においては、一口に衛生対策といっても生産性を阻害する疾病対策に限られており食品として衛生対策はあまり考慮されていない。日下サルモネラによる食中毒が社会問題となっているが、農場においては、従来のまま、鶏病予防のための家畜衛生の域を脱していない。今後は食品衛生の立場から総合的

な衛生対策が農場でも必要になってくる。

謝辞：本稿をまとめるに当たって、東京都立衛生研究所の伊藤 武，神戸市環境保健研究所の中西寿男，農林水産省動物医薬品検査所の中村政幸，全農家畜衛生研究所の佐藤静夫各先生方の研究論文を参考にさせて頂きました。心からお礼を申し上げます。また懇切丁寧なご校閲頂きました厚生省生活衛生局肉肉衛生課の課長補佐東島弘明氏，獣医衛生係長豊福 肇氏に心から感謝の意を表します。

(家禽会誌, 30 : 72-83, 1993)

キーワード：サルモネラ症，食中毒，サルモネラ エンテリテイデイス，サルモネラ汚染

引用文献

- 1) AGER, E.A., *et al.* (1967) Two outbreaks of egg borne salmonellosis and implications for their prevention. J. Am. Microb. Assoc., **199** : 372-378.
- 2) BAKER, R.C., *et al.* (1989) Survival of *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in eggs cooked by different methods. Poultry Sci., **62** : 1211-1216.
- 3) Center for Disease Control (1989) Morbid. Mortal Weekly Rep. **38**, 877-880.
- 4) 茶藺 明ら (1992) 「食中毒菌に対する市販消毒薬の効果試験成績未発表」.
- 5) COOPER, G.L., *et al.* (1989) Serological investigations of chicken from naturally infected with *Salmonella enteritidis*. Vet. Rec., **125** : 567-572.
- 6) COWDEN, J.M., *et al.* (1989) Report of a national case control study of *Salmonella enteritidis* phage type 4 infection. Br. Med. J., **299** : 771-773.
- 7) FAO/WHO, (1980) 国際食品規格IV, (社)国際食料農業協会.
- 8) Federal register (1991) Chicken Affected by *Salmonella enteritidis*: Final Rule. Part V. Department of Agriculture. Wednesday January 30, 3729-3743.
- 9) FOWLER, N.G. and MEAD, G.S. (1990) Competitive exclusion and *Salmonella enteritidis*. Vet. Rec., **126** : 489.
- 10) GARIBALDI, J.A., *et al.* (1969) Heat resistance of *Salmonella* in various egg products. Appl. Microbiol., **17** : 491-496.
- 11) HINTON, M., *et al.* (1989) Experiment *Salmonella enteritidis* infection in chicks. Vet. Rec., **124** : 223.
- 12) HOPPER, S.A. and MAWER, S. (1989) *Salmonella enteritidis* in a commercial layer flock. Vet. Rec., **123** : 251.
- 13) HUMPHREY, T.J., *et al.* (1989) The survival of salmonella in shell eggs cooked under simulated domestic conditions. Epidem. Inf., **103** : 35-45.
- 14) HUMPHREY, T.J., *et al.* (1989) Infection of egg-laying hen with *Salmonella enteritidis* TP 4 by oral inoculation. Vet. Rec., **125** : 531-532.
- 15) HUMPHREY, T.J., *et al.* (1990) A comparative study of the heat resistance of salmonellas in homogenized whole or albumen. Epidem. Inf., **104** : 237-241.
- 16) 伊藤 武ら (1983) うずら卵を原因食品としたサルモネラ食中毒およびうずら卵における本菌の汚染状況. 東京衛研年報, **34** : 126-131.
- 17) 伊藤 武・坂井千三 (1989) 主な食中毒起因細菌の食品中における増殖について. 食衛誌, **30** : 123-137.
- 18) 伊藤 武 (1991) 食品と微生物, **8**(2) : 85-96.
- 19) 市原 譲ら (1991) 輸入ヒナの検疫と *Salmonella choleraesuis* subsp. *choleraesuis* serovar *enteritidis* (*S. enteritidis*) 感染症の発生例. 鶏病研報, **27** : 7-12.
- 20) 今井忠平・中村悦子 (1990) 追補卵とサルモネラ. 卵の科学, **43** : 143-149.
- 21) KIM, C.J., *et al.* (1989) Effect of time and temperature on growth of *Salmonella enteritidis* in experimentally inoculated egg. Avian Dis., **33** : 735-742.
- 22) MAFF (1989) The Zoonoses Order 1989, Animal Health 1989 No. 285, 689. 01-07.
- 23) MAFF (1989) The Poultry Breeding Flocks and Hatcheries (Registration and Testing) Order 1989, Animal Health, 1989 No. 1968, 1570, 00-15.
- 24) MAFF (1990) The Poultry Breeding Flocks and Hatcheries (Registration and Testing) (Amendment) Order 1990. Animal Health, 1990 No. 347, 1570, 16-17.
- 25) MAFF (1989) The Processed Animal Protein 1989. Animal Health 1989 No. 661, 1484, 00-09.
- 26) MORRIS, G.K., (1990). Dairy, food and environ. Sanitation, **10** : 279-281.
- 27) 日本種鶏ふ卵協会 (1991) 原種鶏及種鶏のサルモネラ検査指針(付)種鶏場の衛生管理要項 1-5-5 日本種鶏ふ卵協会, 東京.
- 28) 中村明子 (1991) サルモネラ・エンテリテイデイスの疫学について食品衛生研究 **7** : 17-28.
- 29) NURUMI and RANTALA, M., (1973) New aspects of salmonella infection in broiler production. Nature, **241** : 210-211.

- 30) 塩沢寛治ら (1988) 液卵の微生物と卵液中のサルモネラ, 病原大腸菌の消長. 食品と微生物, **5**: 113-120.
- 31) 斉藤香彦ら (1980) 市販食品中におけるサルモネラの増殖態度. 東京衛研年報, **31**: 103-108.
- 32) 鈴木 昭ら (1982) 液全卵の加工処理中におけるサルモネラ及び黄色ブドウ球菌の挙動, 食衛誌, **23**: 45-52.
- 33) TIMONEY, J.F., *et al.* (1989) Egg transmission after infection of hen with *Salmonella enteritidis* phage type 4. Vet. Rec., **125**: 600-601.
- 34) WHO (1988) Report of WHO Consultation on epidemiological emergency in Poultry and Egg. Salmonellosis Geneva, 20, 23 March.
- 35) WHO (1987) Salmonellosis control the role of animal and product hygiene Report of a WHO Expert Committee World Health Organization Technical Report Series 774.