

食 品 健 康 影 響 評 価 の た め の リ ス ク プ ロ フ ァ イ ル
～ 鶏肉におけるサルモネラ属菌 ～

(改訂版)

食品安全委員会
2012年1月

目 次

	頁
1 対象の微生物・食品の組み合わせについて.....	3
(1) 対象病原体.....	3
① 形態等.....	3
② 分類.....	3
③ 自然界での分布.....	3
④ 増殖及び抑制条件.....	4
⑤ 薬剤感受性.....	5
(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) 引き起こされる疾病の特徴.....	5
① 症状、潜伏期間等.....	5
② 治療法.....	6
(2) 用量反応関係.....	6
(3) サルモネラ感染症.....	8
① 感染性胃腸炎患者の概要.....	8
② 感染性腸炎患者等の年齢構成.....	9
③ 食中毒患者等から検出されるサルモネラ属菌の血清型.....	9
④ 死者数.....	10
(4) サルモネラ属菌による食中毒発生状況.....	10
① サルモネラ属菌による食中毒の年次別発生状況.....	11
② サルモネラ属菌による食中毒の年齢階層別発生状況.....	12
③ サルモネラ属菌による食中毒の死亡者の状況.....	12
④ サルモネラ属菌による食中毒の原因食品.....	13
⑤ サルモネラ属菌による食中毒の原因施設.....	14
3 食品の生産、製造、流通、消費における要因.....	15
(1) 肉用鶏の生産.....	15
① 肉用鶏生産の概要.....	15
② コマーシャル肉用鶏生産までの要因.....	16
③ 肉用鶏農場のサルモネラ汚染状況.....	16
(2) 処理・製造(加工).....	17
(3) 流通(販売).....	17
(4) 消費.....	19
① 調理時の交差汚染.....	19
② 非加熱及び加熱不十分鶏肉の喫食割合.....	20
4 問題点の抽出.....	20
5 対象微生物・食品に対する規制状況等.....	21
(1) 国内規制等.....	21

(2) 諸外国における規制及びリスク評価.....	23
6 求められるリスク評価と今後の課題.....	23
(1) 求められるリスク評価.....	24
(2) 今後の課題.....	24
<参照>.....	25

1 対象の微生物・食品の組み合わせについて

(1) 対象病原体

本リスクプロファイルで対象とする微生物はサルモネラ属菌 (*Salmonella* spp.) とする。サルモネラ属菌の形態等について以下に概説する。

① 形態等

サルモネラ属菌は、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

サルモネラ属菌の菌体表面を構成するリポ多糖体(O)及び鞭毛(H)に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年現在までに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1~3)、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 Infantis の場合には、*Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Infantis と表記され、通常は *S. Infantis* 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
		合計	2,579

参照1~3から作成

サルモネラ属菌のうち、腸チフス菌 (*S. Typhi*) 及びパラチフス A 菌 (*S. Paratyphi A*) については、感染症の予防及び感染症の患者に対する医療に関する法律(平成10年法律第114号)に基づく3類感染症(腸チフス及びパラチフス)として取り扱われているが、本リスクプロファイルで対象とする微生物は当該2血清型以外のサルモネラ属菌とする。

③ 自然界での分布

サルモネラ属菌は亜種及び血清型等によって恒温動物、変温動物を問わず様々な動物を宿主とする、いわゆる人獣共通感染症の代表的な原因菌である。サルモネラ属菌は、感染動物の体内のみならずその排泄物を介して広く自然環境を汚染しているため、家畜・家畜及びヒトへの感染源や感染経路は複雑多岐となる(参照4)。(図1参照)

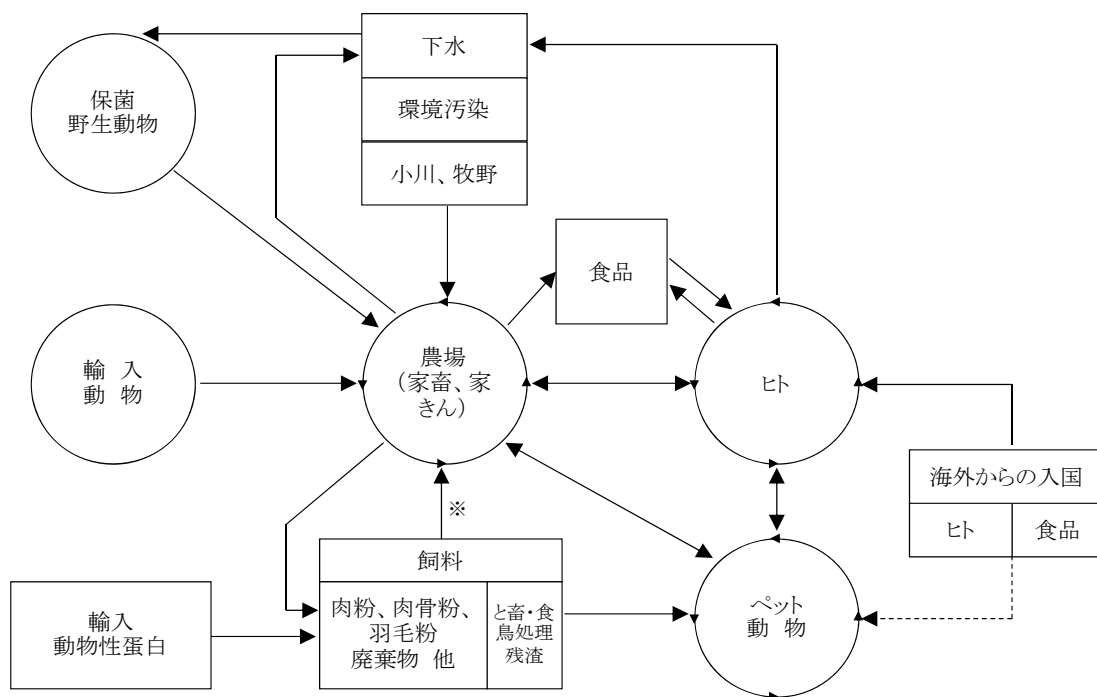


図1 サルモネラ属菌の自然界での循環経路

※牛由来の肉骨粉を牛・豚・鶏の飼料とすること及び豚・鶏由来の肉骨粉を牛の飼料とすることは禁止されている
 参照4を改変

S. Pullorum 及び *S. Gallinarum* による鶏、あひる及びうずらの感染症については、家畜伝染病予防法(昭和26年法律第166号)に、「家きんサルモネラ感染症」として家畜伝染病に定められている。また、*S. Enteritidis* (以下「SE」という。)、*S. Typhimurium* (以下「ST」という。)、*S. Dublin* 又は *S. Choleraesuis* による鶏の感染症については、「鶏のサルモネラ症」として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。

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4)、介卵感染はin egg と on egg に更に分けられる。

④ 増殖及び抑制条件

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
水分活性 (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

サルモネラ属菌の加熱抵抗性は菌株や含まれる食品などの条件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℃ 15 分の加熱で殺菌される (参照 3)。

サルモネラ属菌の D 値^{*1}に関して、液卵に 6 株のサルモネラ属菌 (SE、ST、*S. Heidelberg*) を接種した実験から 56.7℃の D 値が 3.05~4.09 分、殻付き卵に同菌混合菌液を接種した実験から 57.2℃の D 値が 5.49~6.12 分であるとした報告がある (参照 7)。

サルモネラ属菌の加熱抵抗性は、食品の成分、水分活性等によって影響を受けることが知られている (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、凍結保存の間よりも凍結過程で菌数が大きく低減するとされている。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)。

⑤ 薬剤感受性

薬剤感受性について、欧米では多剤耐性 ST が問題となっており、フェージ型 definitive type 104 (DT104)に代表される耐性株が、1986 年より国内でも分離されるようになってきている (参照 9)。なお、フルオロキノロン耐性株については、ヒトの散发例でまれに認められているという現状であることから、今後の動向把握が必要とされるものの一つとされている (参照 10)。

(2) 対象食品

本リスクプロファイルで対象とする食品は、鶏肉及びその加工品並びに鶏肉料理、二次汚染を受ける可能性のあるその他の料理とする。

2 公衆衛生上に影響を及ぼす重要な特性

(1) 引き起こされる疾病の特徴

① 症状、潜伏期間等

サルモネラ属菌による食中毒は、汚染された食品を摂取してから 12~48 時間の潜伏期を経て発症する。潜伏期間は、摂取菌量、患者の健康状態及び年齢によって左右される。

症状としては、主として下痢、腹痛、嘔吐などの急性胃腸炎であり、発熱(場合によっては 38~40℃)が特徴の一つである。下痢の症状として軟便及び水様便が多いが、

^{*1}最初に生存していた菌数を 1/10 に減少させる(つまり 90%を死滅させる)のに要する加熱時間を分単位で表したもの (D-value: Decimal reduction time)

重症の場合には、粘血便が見られることもある(参照 11)。

1996～2000 年の間に感染性腸炎(感染性下痢症)により入院した者の臨床症状を原因病原体ごとにまとめたものが表3である。それによると、サルモネラ属菌による感染性腸炎では平均体温が高く、排便回数も多いことが報告されている(参照 12)。

表3 感染性腸炎により入院した者の臨床症状の比較 (1996～2000 年)

(単位:%)

原因病原体	総患者数 (人)	症状()内に単位を記載した項目以外は%で記載)						
		腹痛	下痢	吐き気	嘔吐	平均体温 (℃)	平均排便回数 (回/日)	血便
サルモネラ属菌	521	87.7	100	61.5	52.2	38.7	12.8	26.2
カンピロバクター・ジェ ジュニ/コリ	245	86.9	100	50.5	33.3	38.2	10.2	40.5
赤痢菌	1,301	62.9	100	28.1	15.9	37.5	9.9	24.1
腸炎ピブリオ	58	92.6	100	80.2	73.6	37.3	9.6	15.7
腸管出血性大腸菌を含 む病原大腸菌	121	83.5	100	43.2	34.7	37.2	10.3	55.3
コレラ菌(O1)	206	35.1	100	29.3	27.6	36.4	9.7	3.4

参照 12 から作成

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ており、当該患者の 0.5%で起こるとされている慢性保菌状態では、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 13)。

乳幼児の場合には発症菌量も少なく、単なる腸炎で終わらずに血中に菌が侵入し死に至ることもある(参照 11)。また、本来抵抗力があるはずの健常人でも死亡例が報告されている。サルモネラ属菌による腸炎は、他の腸炎感染症よりも症状が遷延する傾向があり、重症である場合には勿論、症状が続く場合にも注意が必要とされている(参照 11)。

② 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。①下痢回数が 10 回/日以上、血便、強い腹痛、嘔吐のうち、下痢項目を含む 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食品取扱者等の保菌により就業制限を受ける者、又は④集団内の 2 次感染防止が必要な保育園等の施設等で生活している小児若しくは高齢者の場合には、抗菌薬投与を行う場合がある(参照 14)。

(2) 用量反応関係

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」では、世界中のサルモネラ属菌による食中毒事例のうち摂取菌量等が推定できた事例を基に、用量反応関係の推定が行われている(参照 15)。当該評価では、入手可能なサルモネラ属菌による食中毒の集団発生事例のうち、摂取菌量及び発症率等のデータが利用できる 20 事例をリストアップし(表4)、摂取菌量(用量)と

発症率の関係をもとに、各データの不確実性を考慮し用量反応曲線が求められている。(図2、統計的に有意な単一の曲線を得ることはできなかったとしている。) 当該曲線を次式のベータポアソンモデル (方程式) に当てはめ、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5である。

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

表4 サルモネラ属菌による食中毒において摂取菌量が推定できた事例

原因菌の血清型	原因食品	暴露集団	推定摂取量 (CFU [※])	発症率 (%)
Newport	ハンバーガー	N	1.7×10 ¹	1.1
Enteritidis	アイスクリーム	N	1.2×10 ²	6.8
Heidelberg	チェダーチーズ	N	1.7×10 ²	32.8
Typhimurium	水	S	2.0×10 ²	18.9
		N	2.0×10 ²	10.6
Enteritidis	卵サラダ	S	2.5×10 ²	26.9
Enteritidis	ケーキ	N	4.5×10 ²	27.3
Enteritidis	ピーナッツソース	N	5.2×10 ²	16.4
Enteritidis	牛肉とスプラウト豆	N	9.3×10 ²	26.9
		S	4.3×10 ³	42.7
Enteritidis	親子丼	N	4.3×10 ³	18.8
		S	4.3×10 ³	18.8
Typhimurium	模造アイスクリーム	N	6.2×10 ³	55.0
Enteritidis	加熱調理卵	N	6.3×10 ³	64.2
Cubana	深紅色色素	S	3.7×10 ⁴	70.9
Enteritidis	オランダーズソース	N	5.5×10 ⁴	100
Enteritidis	ローストビーフ	N	2.6×10 ⁵	60.0
Enteritidis	ケーキ	N	6.3×10 ⁵	84.6
Enteritidis	とろろ汁	N	2.0×10 ⁶	93.9
Enteritidis	カツレツと黄身	N	2.0×10 ⁶	56.0
Infantis	ハム	N	2.9×10 ⁶	100
Typhimurium	アイスクリーム	S	1.0×10 ⁸	100
		N	5.0×10 ⁸	100
Oranienburg	とろろ汁	N	7.9×10 ⁹	100

細菌の数を表す単位で、集落形成単位 (Colony Forming Unit) の略。一般に平板培地上に発育した集落数を計測して細菌数を測定するが、複数個の細菌が1個の集落を形成する場合もあることからこの単位が用いられる。

S:5歳未満の幼児及び入院患者など感受性が高いと推測される集団 N:S以外の集団 参照 15 から作成

FAO/WHO の評価書では、解析に利用されたデータの限界から、5歳未満の患者と病院で発生した *S. Cubana* による事例の患者を集団 S (感受性集団) と定義し、それ以外の患者を集団 N として表4の曝露集団の項目に分類している。さらに、表4に記載のデータをもとに集団 S と集団 N (S 以外の集団) の発症率の差異について解析したところ、解析に用いられたデータの範囲内では、集団 S の方が高い発症率を示すという証拠は得られなかったと結論づけている。ただし、同一事例内に両方の集団が含まれていた 2 事例については、集団 S の方が高い発症率を示したとしている。

また、当該評価書では、SE とそれ以外の血清型の発症率の比較も行われている。当該評価の目的と解析に用いられたデータの範囲内では、SE とそれ以外の

血清型のどちらも、同一用量が摂取された場合には同一の発症率となると解釈できると結論づけている。以上の検討結果から、当該評価書では曝露される集団又は血清型の区別をせず、同一の用量反応関係が提示されている。

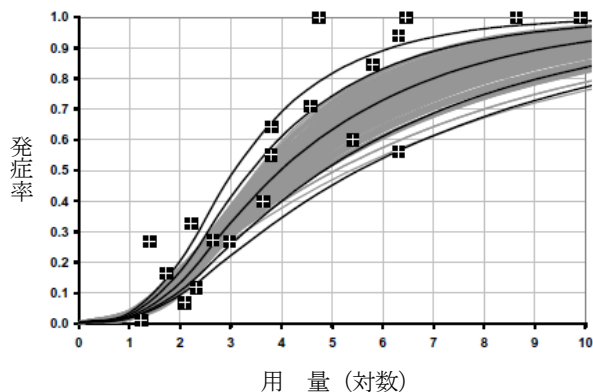


図2 用量反応近似曲線と食中毒事例に基づくデータとの比較
参照 15 から引用

表5 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

参照 15 から引用

一方、当該評価における用量反応の検討対象にならなかった食中毒事例（上記表5の項目すべてが利用できなかったもの）のうち、1984年にカナダで起きたチェダーチーズを原因食品とするSTによる食中毒事例では、患者6人の摂取菌量が1~6MPN^{*2}と推定されたことが示されている（参照 16）。また、1985年にカナダ及び米国で起きたチョコレートを原因食品としたS. Nimaによる食中毒事例でも、初発例で示された摂食量と食品中の菌量を基に（参照 17）、摂取菌量は1.1~6.0MPNと計算できることから、SE以外の血清型でも少量の摂取で発症したことが推定されている。

(3) サルモネラ感染症

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）から報告される「感染性胃腸炎」として把握されており、当該項目にはウイルス、細菌及び原虫等による胃腸炎が計上されているため、サルモネラ感染症のみを抽出することはできない。

*2 大腸菌群等の菌数を求める方法の一つで、最確数(Most Probable Number)の略。検体の連続希釈液を3本又は5本ずつの液体培地(試験管)に接種培養して「陽性」となった試験管数の出現率から生菌数(検体中の菌数の最も確からしい数値)を確率論的に推計する方法。一般的には菌数が少ないと思われる検体に用いられる方法。

一方、2005～2008年の間に実施された能動的サーベイランス^{※3}により食品由来のサルモネラ感染症の患者数を推計した研究があり（参照 18）、その推定値と食中毒患者数とを比較したものが表6である。当該表から食品由来患者数（推定）は年間約145千～254千人であり、推定数に対する報告数（統計値）の割合は約1.6%であることがわかる。

表6 サルモネラ属菌による食中毒患者数の推定値と統計値との比較
(単位:人)

年次	食品由来患者数 (推定)	食中毒統計における 患者数(%)
2005	253,997	3,700 (1.46)
2006	145,512	2,053 (1.41)
2007	165,867	3,603 (2.17)
2008	176,098	2,551 (1.45)
合計	741,474	11,907 (1.61)

():推定食品由来患者数に対する% 参照 18 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7のとおりである（参照 12）。当該表では、患者数は9歳以下の年齢階級では約40%となっており、4歳以下の年齢階級で最も多くなっている（参照 12）。

表7 サルモネラ感染症により入院した患者の年齢階級別構成
(1996～2000年)

年齢区分	人数	(%)
0～9歳	227	(40.4)
10～19歳	92	(16.4)
20～29歳	81	(14.4)
30～39歳	42	(7.5)
40～49歳	29	(5.2)
50～59歳	40	(7.1)
60～69歳	33	(5.9)
70歳～	18	(3.2)
合計	562	(100)

参照 12 から作成

③ 食中毒患者等から検出されるサルモネラ属菌の血清型

食中毒患者から分離される主な病原体について、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、2000～2009年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8である。SEの検出数は、2009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年から検出数は減少傾向で推移し、各年の総検出数に対する割合についても減少している。

^{※3} 宮城県内の下痢症患者便について原因菌の検出を行っている臨床検査機関から検出状況を把握するとともに、住民1万人を対象とした電話調査を基に通常時の医療機関受診率等を推定した研究（参照 18）

表8 食中毒患者等から分離されたサルモネラ属菌の血清型別検出状況（2000～2009年）

(単位：人)

血清型	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計
Enteritidis	1,731 (54.0)	1,510 (52.7)	1,322 (60.7)	1,433 (58.3)	671 (42.6)	725 (47.4)	360 (32.6)	576 (39.2)	341 (31.5)	225 (28.6)	8,894 (48.7)
Typhimurium	189 (5.9)	125 (4.4)	61 (2.8)	182 (7.4)	122 (7.7)	63 (4.1)	73 (6.6)	95 (6.5)	82 (7.6)	47 (6.0)	1,039 (5.7)
Infantis	140 (4.4)	111 (3.9)	95 (4.4)	106 (4.3)	115 (7.3)	79 (5.2)	67 (6.1)	72 (4.9)	105 (9.7)	87 (11.1)	977 (5.4)
Thompson	93 (2.9)	158 (5.5)	55 (2.5)	53 (2.2)	80 (5.1)	61 (4.0)	43 (3.9)	83 (5.6)	60 (5.5)	62 (7.9)	748 (4.1)
Saintpaul	54 (1.7)	109 (3.8)	71 (3.3)	62 (2.5)	42 (2.7)	34 (2.2)	65 (5.9)	72 (4.9)	70 (6.5)	62 (7.9)	641 (3.5)
Braenderup	0 (1.5)	70 (1.0)	17 (1.3)	16 (0.7)	12 (1.2)	20 (3.3)	9 (1.8)	52 (5.6)	65 (4.5)	7 (2.8)	268 (2.0)
Montevideo	47 (0)	30 (2.4)	29 (0.8)	17 (0.7)	19 (0.8)	50 (1.3)	20 (0.8)	82 (3.5)	49 (6.0)	22 (0.9)	365 (1.5)
Litchfield	0 (0)	0 (0)	17 (0.8)	40 (1.6)	51 (3.2)	35 (2.3)	25 (2.3)	27 (1.8)	19 (1.8)	12 (1.5)	226 (1.2)
Stanley	0	0	0	0	12	10	16	17	22	6	83
Schwarzengrund	0	0	0	0	0	12	5	20	17	0	54
その他	884	677	435	471	380	440	421	374	252	190	4,526
合計	3,208	2,864	2,179	2,458	1,575	1,529	1,104	1,470	1,082	787	17,893

参照19から作成

④ 死者数

2000～2009年の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者数等をまとめたものが表9である。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者数は49名報告されており、その約78%が60歳以上であり、40～59歳が約14%、0～19歳が約8%を占めていることが示されている。

表9 サルモネラ属菌による腸管感染症での死者数等（2000～2009年）

(単位：人)

年齢階級	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計
0～4歳	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
5～9歳	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2
10～19歳	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
20～29歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
30～39歳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
40～49歳	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
50～59歳	1	-	2	1	-	-	-	1	1	-	6
60～69歳	1	1	-	-	1	1	-	3	-	1	8
70～79歳	2	1	1	3	2	1	1	-	1	4	16
80～89歳	3	1	-	1	-	2	1	-	3	2	13
90～99歳	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
100歳～	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
不詳	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
合計	7	3	5	6	5	4	3	4	5	7	49

基本死因分類が「A02 その他のサルモネラ感染症」^{*4}とされたものを集計
 ー：0 死亡率：各年の総人口（推計）に対して1,000万人当たりの死者数
 人口動態統計（厚生労働省）から作成

^{*4}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。

(4) サルモネラ属菌による食中毒発生状況

① サルモネラ属菌による食中毒の年次別発生状況

2000～2009年の10年間のサルモネラ属菌による食中毒について、年次別発生状況をまとめたものが表10である。当該表から、発生件数、患者数ともに2000年以降減少傾向にあり、2009年にはそれぞれ2000年の約13%、約22%という状況にある。また、当該10年間の死者数の合計は7人である。

表10 サルモネラ属菌による食中毒の年次別発生状況(2000～2009年)

(単位：人)						
年次	発生件数		患者数		死者数	1件当たりの患者数
2000年	518	(208)	6,940	(4,404)	1 (1)	13.4 (21.2)
2001年	361	(132)	4,949	(3,467)	0 (0)	13.7 (26.3)
2002年	465	(119)	5,833	(4,658)	2 (2)	12.5 (39.1)
2003年	350	(130)	6,517	(4,446)	0 (0)	18.6 (34.2)
2004年	225	(90)	3,788	(1,939)	2 (1)	16.8 (21.5)
2005年	144	(67)	3,700	(3,070)	1 (1)	25.7 (45.8)
2006年	124	(63)	2,053	(1,689)	1 (1)	16.6 (26.8)
2007年	126	(58)	3,603	(2,894)	0 (0)	28.6 (49.9)
2008年	99	(39)	2,551	(1,161)	0 (0)	25.8 (29.8)
2009年	67	(40)	1,518	(986)	0 (0)	22.7 (24.7)
合計	2,479	(946)	41,452	(28,714)	7 (6)	16.7 (30.4)

() 内はSEで内数 食中毒統計及び厚生労働省提供データから作成

1999～2009年の間に発生した患者数500名以上の食中毒の概要についてまとめたものが表11である。当該期間内に患者数500名以上の食中毒は6件発生しており、そのうちSEによるものが5件、*S. Oranienburg*と*S. Chester*によるものが1件となっている。

サルモネラ属菌は、乾燥に強いなどの特徴があり、環境中での生存率が高いため、食品取扱施設等では二次汚染が起こりやすいという傾向がある。1999年に発生した乾燥イカ菓子を原因とした食中毒(原因菌：*S. Oranienburg*)では、日本のほぼ全都道府県において患者が発生し、患者数は1,634名に上っている。

表11 患者数500名以上のサルモネラ属菌による食中毒の概要(1999～2009年)

(単位：人)						
発生年	原因食品	原因施設	病因物質	患者数	死者数	発生要因
1999年	イカ乾製品	製造所	<i>S. Oranienburg</i> , <i>S. Chester</i>	1,634	0	製造工場内全体からサルモネラが検出されたことから、製造所内の汚染が製品に移行し、汚染が拡大(二次汚染)
	ごまあえ、ちぐさやき	学校給食施設	S.E	904	0	卵の攪拌に使用していたミキサーを、使用後、洗浄不足のまま原因食品の調理に使用したこと(二次汚染)
2002年	弁当	仕出屋	S.E	905	0	—
	不明(給食弁当)	仕出屋	S.E	725	0	鶏卵の取扱い不適正による汚染及び二次汚染が推定
	シュークリーム	製造所	S.E	644	0	通常の製造能力の約2～9倍の食品数を製造したことから、取扱いが粗雑となり、製品の汚染(二次汚染)、菌の増殖につながったことが推定
2007年	不明(仕出し弁当)	仕出屋	S.E	1,148	0	調理済み食品の温度管理不良、食品の加熱不足、従事者の衛生知識の不足

—：記載なし 厚生労働省提供データから作成

② サルモネラ属菌による食中毒の年齢階層別発生状況

2000～2009 年間のサルモネラ属菌による食中毒の年齢階級別患者数は表12に示すとおりである。サルモネラ属菌による食中毒患者数は9歳以下の年齢階級で21.8%と最も多く、次いで10～19歳の14.3%となっている。

表12 サルモネラ属菌による食中毒の年齢階級別患者数(2000～2009年)

年齢区分	(単位:人)										合計	比率(%)
	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年		
0歳	20	24	17	30	10	2	1	0	1	1	178	(0.3)
1～4歳	636	634	900	641	497	341	402	124	193	101	5,219	(10.1)
5～9歳	674	850	667	575	412	344	306	116	167	166	5,885	(11.4)
10～19歳	861	514	498	857	570	573	259	243	573	184	7,390	(14.3)
20～29歳	957	579	720	869	501	371	251	525	302	208	6,658	(12.9)
30～39歳	950	506	816	797	421	518	208	714	334	266	6,689	(12.9)
40～49歳	845	478	733	693	330	439	163	550	264	175	6,016	(11.6)
50～59歳	894	596	826	813	406	452	172	686	295	173	6,408	(12.4)
60～69歳	577	317	378	594	309	291	125	349	226	119	3,994	(7.7)
70歳～	479	417	253	567	299	299	154	238	171	110	3,359	(6.5)
不詳	47	34	25	81	33	70	12	58	25	15	488	—
合計	6,940	4,949	5,833	6,517	3,788	3,700	2,053	3,603	2,551	1,518	52,284	(100)

厚生労働省提供データから作成

③ サルモネラ属菌による食中毒の死亡者の状況

2000～2009年間に発生したサルモネラ属菌による食中毒で死亡者の報告のあった事例をとりまとめたものが表13である。当該事例についての詳細な分析結果が認められないことから、死因につながる共通事項は判明していないが、2000年以降の死亡事例7例中6例がSEによるものであることが示されている。また、死亡者の年齢については、7例中4例が60歳以上であり、7例中2例では9歳以下であることが示されている。

表13 サルモネラ属菌による食中毒における死亡事例(2000～2009年)

年次	死亡者			原因菌の血清型
	人数	性別	年齢	
2000	1	女	70歳～	Enteritidis
2002	1	女	5～9歳	Enteritidis
	1	男	60～69歳	Enteritidis
2004	1	男	40～49歳	Enteritidis
	1	男	70歳～	Haifa
2005	1	男	70歳～	Enteritidis
2006	1	女	5～9歳	Enteritidis

事件ごとに区分して標記 厚生労働省提供データから作成

一方、当該表記載以外(1999年以前)の事例として、基礎疾患のない健常人であって急性経過を示し、死亡した事例も報告されている。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わけではないが、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・細菌学的に注目されるものである(参照20)。

④ サルモネラ属菌による食中毒の原因食品

2000～2009年の10年間に発生したサルモネラ属菌による食中毒について、原因食品種別の発生状況をまとめたものが表14である。原因食品の判明したものでは、弁当・そうざいなどの複合調理食品が10年間の平均で7.8%と最も多く、次いで卵類及びその加工品、菓子類並びに肉類及びその加工品がそれぞれ、6.7%、2.5%及び2.2%となっている。

表14 サルモネラ属菌による食中毒の原因食品種別発生件数（2000～2009年）

食品種別	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計(%)
複合調理食品 (%)	29 (5.6)	25 (6.9)	30 (6.5)	24 (6.9)	21 (9.4)	10 (6.9)	15 (12.1)	11 (8.7)	15 (15.2)	13 (19.4)	193 (7.8)
卵類及びその加工品 (%)	42 (8.1)	30 (8.3)	19 (4.1)	19 (5.4)	12 (5.4)	10 (6.9)	7 (5.6)	8 (6.3)	8 (8.1)	10 (14.9)	165 (6.7)
菓子類 (%)	8 (1.5)	8 (2.2)	7 (1.5)	13 (3.7)	9 (4.0)	5 (3.5)	5 (4.0)	4 (3.2)	1 (1.0)	1 (1.5)	61 (2.5)
肉類及びその加工品 (%)	8 (1.5)	10 (2.8)	6 (1.3)	8 (2.3)	8 (3.6)	6 (4.2)	3 (2.4)	4 (3.2)	2 (2.0)	0 (0.0)	55 (2.2)
野菜及びその加工品	6	4	3	5	0	2	0	2	3	1	26 (1.0)
穀類及びその加工品	5	3	0	3	1	1	2	2	2	1	20 (0.8)
魚介類及びその加工品	4	1	4	2	2	1	2	0	2	1	19 (0.8)
乳類及びその加工品	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	5 (0.2)
その他・食品特定	3	6	7	6	4	5	3	2	1	1	38 (1.5)
その他・食事特定	112	58	48	60	36	37	40	55	35	28	509 (20.5)
不明	300	215	341	209	130	67	46	38	30	11	1,387 (56.0)
合計	518	361	465	350	224	144	124	126	99	67	2,478 (79)

(%)：合計に対する食品種別の割合 厚生労働省提供データから作成

当該表において原因食品種別が「肉類及びその加工品」であるものについて、食肉の種類をまとめたものが表15である。当該10年間の合計では、鶏肉が34.5%と最も多く、次いで、牛肉(14.5%)、豚肉(9.1%)となっている。

表15 肉類及びその加工品が原因食品となったサルモネラ属菌による食中毒の原因食肉の種類別発生件数（2000～2009年）

食肉の種類	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計(%)
鶏肉	1	3	3	2	3	4	0	3	0	0	19 (34.5)
牛肉	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2 (3.6)
牛肉(卵)	0	0	2	1	1	0	1	0	1	0	6 (10.9)
豚肉	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	3 (5.5)
豚肉(卵)	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2 (3.6)
鴨肉	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2 (3.6)
鹿肉	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.8)
不明	4	7	1	1	3	1	2	0	1	0	20 (36.4)
合計	8	10	6	8	8	6	3	4	2	0	55 (100)

厚生労働省提供データの「原因食品名」欄に記載されたデータ中に食肉の種類名が記載されているものを抽出。記載のないものは不明に集計

一方、当該55の食中毒事例について、サルモネラ属菌の血清型をまとめたものが表16である。当該10年間の合計では、Enteritidisが47.3%と最も多く、次いでInfantis(7.3%)、Typhimurium(5.5%)となっている。

表 1 6 肉類及びその加工品が原因食品となったサルモネラ属菌による食中毒における原因菌の血清型 (2000~2009 年)

(単位: 件数)

血清型	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	合計 (%)
Enteritidis	2	4	4	5	6	3	1	0	1	0	26 (47.3)
Infantis	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	4 (7.3)
Typhimurium	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3 (5.5)
Hadar	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2 (3.6)
Braenderup	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.8)
Montevideo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.8)
Thompson	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 (1.8)
Narashino	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1 (1.8)
O4	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4 (7.3)
O7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2 (3.6)
O9	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2 (3.6)
O3 O10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1 (1.8)
-	1	3	0	1	0	1	0	1	0	0	7 (12.7)
合計	8	10	6	8	8	6	3	4	2	0	55 (100)

厚生労働省提供データの「原因物質名」欄に記載されたデータ中に血清型が記載されているものを抽出
 - : 血清型の記載のないもの

さらに、当該 55 の食中毒事例について、サルモネラ属菌の血清型と原因となった食肉の種類の関係をまとめたものが表17である。鶏肉が原因となった食中毒では、Enteritidis が 52.6% (10/19) と最も多く、次いで、Infantis (10.5%)、Hadar (10.5%) となっている。一方、Enteritidis が原因となった食中毒では鶏肉が 38.5% (10/26) と原因食品となったものが最も多く、次いで、牛肉 (卵の使われた料理を含む。23.1%)、豚肉 (卵の使われた料理を含む。11.5%) となっている。

表 1 7 食肉及びその加工品が原因となったサルモネラ属菌による食中毒事件数 (2000~2009 年)

(単位: 件数)

血清型	肉等の種別								合計
	鶏肉	牛肉	牛肉(卵)	豚肉	豚肉(卵)	鴨肉	鹿肉	不明	
Enteritidis	10	0	6	1	2	0	0	7	26
Infantis	2	0	0	1	0	0	0	1	4
Typhimurium	0	0	0	0	0	1	0	2	3
Hadar	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Braenderup	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Montevideo	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Thompson	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Narashino	0	0	0	0	0	0	0	1	1
O4	0	2	0	1	0	1	0	0	4
O7	0	0	0	0	0	0	1	1	2
O9	1	0	0	0	0	0	0	1	2
O3 O10	1	0	0	0	0	0	0	0	1
-	2	0	0	0	0	0	0	5	7
合計	19	2	6	3	2	2	1	20	55

厚生労働省提供データの「原因物質名」欄に記載されたデータ中に血清型が記載されているものを抽出
 - : 血清型の記載のないもの (卵): ヌッケ、どんぶり物など卵の使用が推測されるもの

⑤ サルモネラ属菌による食中毒の原因施設

2000~2009 年の 10 年間に発生したサルモネラ属菌による食中毒について、原因施設種別の発生状況を取りまとめたものが表18である。飲食店における発生件数は 2000 年と比べ 2009 年は約 1/2 に減少しているが、10 年間すべての年

で最も多く（平均 24.4%）、2000 年の 18.1%から 2009 年の約 68.7%と施設種別の割合では大幅に増加していることがわかる。飲食店に次ぐ発生状況にある家庭では、10 年間で発生件数が約 1/25 と減少し、平均が 11.1%となっており、2000 年の 19.7%から 2009 年の 6.0%と減少傾向にあることが特徴的である。

表 1 8 サルモネラ属菌による食中毒の原因施設種別発生状況（2000～2009 年）

施設種別	(単位：件数)										合計(%)	
	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年		
飲食店 (%)	94 (18.1)	73 (20.2)	68 (14.6)	81 (23.1)	49 (21.8)	41 (28.5)	47 (37.9)	61 (48.4)	46 (46.5)	46 (68.7)	606	(24.4)
家庭 (%)	102 (19.7)	48 (13.3)	31 (6.7)	21 (6.0)	21 (9.3)	16 (11.1)	13 (10.5)	14 (11.1)	5 (5.1)	4 (6.0)	275	(11.1)
仕出屋	11	12	8	10	8	7	3	8	9	0	76	(3.1)
旅館	13	7	7	16	3	4	5	3	4	2	64	(2.6)
保育所	13	7	4	8	8	3	5	1	1	1	51	(2.1)
製造所	9	7	8	7	6	4	4	1	2	0	48	(1.9)
事業所	10	3	8	3	6	2	2	2	3	2	41	(1.7)
病院	8	8	5	3	4	3	1	2	1	2	37	(1.5)
老人ホーム	4	4	1	8	2	6	1	1	1	0	28	(1.1)
学校	3	6	3	4	1	1	0	2	2	0	22	(0.9)
販売店	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	6	(0.2)
幼稚園	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	(0.0)
その他	6	5	1	4	1	0	4	2	0	2	25	(1.0)
不明	244	180	321	185	115	57	37	28	24	8	1,199	(48.4)
合計	518	361	465	350	225	144	124	126	99	67	2,479	(100)

厚生労働省提供データから作成

3 食品の生産、製造、流通、消費における要因

(1) 肉用鶏の生産

① 肉用鶏生産の概要

世界に数千羽と言われているエリート鶏からコマーシャル肉用鶏^{*2}の生産までの流れは図3のとおりである。

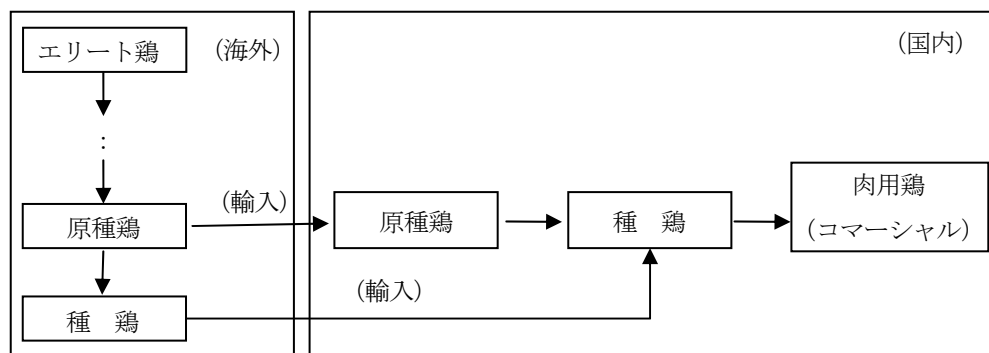


図 3 原種鶏・種鶏の輸入から肉用鶏生産までの流れ

我が国では原種鶏を約 18 万羽、種鶏を約 30 万羽(2002～2009 年の平均)輸入しており、これらが種鶏場で育成されコマーシャル肉用鶏の種卵を産み、ふ化場でふ

^{*2} エリート鶏とは、実用鶏（コマーシャル鶏）を作る基礎となる優れた特性をもった鶏をいう。エリートストックともいう。

化している。このひなが肉用鶏農場に搬入され、出荷日齢まで(約 50～53 日)同一鶏舎で飼育される。最近ではウィンドウレス鶏舎での飼育が多い。給与する配合飼料の原料のほとんどは輸入である。

② コマーシャル肉用鶏生産までの要因

種鶏等がサルモネラ属菌に感染する要因としては以下のものが指摘されている。

- a 汚染ひなの輸入(参照 21, 22)
- b ふ化時、飼育時の感染
- c 飼料由来感染(参照 4)

③ 肉用鶏農場のサルモネラ汚染状況

1995～1998 年に西日本の 35 農場で飼育されているブロイラーについて、サルモネラ属菌の検出状況をまとめたものが表19の上段である(参照 23)。調査対象となった 35 農場では、57.1%の農場がサルモネラ属菌に汚染されており、検出されたサルモネラ属菌のうち最も多い血清型は *S. Infantis* (42.9%) であることが報告されている。

一方、1998～2003 年に 1 県内の食鳥処理場において搬入されたブロイラーについて、サルモネラ属菌の検出状況をまとめたものが表19の下段である(参照 24)。調査対象となった 252 群、4,024 羽については、178 鶏群(70.6%)、563 羽(14.0%)でサルモネラ属菌が検出されており、検出されたサルモネラ属菌のうち最も多い血清型は *S. Infantis* (93.4%) であることが報告されている。

表 19 養鶏場等におけるブロイラーからのサルモネラ属菌の検出状況
(単位：農場、群、羽)

調査年	検体	検査数	陽性数(%)	分離血清型	分離農場数(%)
1995～1998年	ブロイラー糞便 (農場) ※西日本のブロイラー養鶏農場にて検体採取	35	20 (57.1) (農場)	Infantis	15 (42.9)
				Enteritidis	5 (14.3)
				Typhimurium	5 (14.3)
				Hadar	4 (11.4)
				Bredeney	1 (2.9)
				Liverpool	1 (2.9)
				B群UT	1 (2.9)
1998～2003年	ブロイラー盲腸 (鶏群) 4,024 (羽) ※1県内の食鳥処理場にて検体採取	252	135 (53.6) (鶏群)	Infantis	526 (93.4)
				—	—
				—	—
				サルモネラ属菌陽性羽数	563 (100)

UT:型別不能 %:分離数/検査数 -:データなし 参照 23, 24 から作成

2000～2003 年に全都道府県の養鶏場におけるブロイラーのサルモネラ属菌の分離状況をまとめたものが表20である(参照 25)。サルモネラ属菌は全調査対象 283 羽のブロイラーの 20.1%から分離されており、その全分離株 91 株の血清型を調べた結果、Infantis が 71.4%と最も多く、次いで Agona(4.4%)、Virchow(4.4%)、Enteritidis(3.3%)等が検出されており、Typhimurium は検出されていないことが報告されている。

表20 養鶏場におけるブロイラーのサルモネラ属菌分離状況 (2000～2003年)

(単位：羽、株)

検体	検査羽数	陽性羽数(%)	分離血清型	分離株数(%)
糞便	283	57 (20.1)	Infantis	65 (71.4)
※全都道府県のブロイラー養鶏農場			Agona	4 (4.4)
			Virchow	4 (4.4)
			Enteritidis	3 (3.3)
			Hadar	3 (3.3)
			Thompson	2 (2.2)
			Blockley	2 (2.2)
			Haifa	2 (2.2)
			Istanbul	2 (2.2)
			Newport	2 (2.2)
			UT	2 (2.2)
			分離株数合計	91 (100)

UT:型別不能 家畜衛生分野における薬剤耐性モニタリング体制(JVARM)の第1期調査結果(参照25)から作成

(2) 処理・製造(加工)

食鳥処理場及び食肉処理(加工)施設において食鳥とたい及び部分肉がサルモネラ属菌に汚染される要因として、以下のものが指摘される。

- ・ と殺・解体工程等での非汚染鶏と汚染鶏の交差汚染
- ・ 中抜き工程での汚染鶏の内臓破損による食鳥中抜きとたいの汚染
- ・ 冷却工程での非汚染鶏と汚染鶏の交差汚染
- ・ 食肉処理(加工)工程での非汚染鶏と汚染鶏の交差汚染

(3) 流通(販売)

厚生労働省が毎年度行っている市販流通食品を対象にした食中毒菌の汚染実態調査(十数自治体で実施)のうち、鶏肉におけるサルモネラ属菌の検出状況をとりまとめたものが表21である(参照26)。概ね毎年度実施されている食品のうち、鶏ミンチ肉については平均33.5%(年度ごとの陽性率:28.2～42.9%)、鶏たたきでは平均10.6%(年度ごとの陽性率:0～25.0%)の汚染状況にあることが報告されている。検体数は少ないが、鶏肉及び鶏刺しについては、平均でそれぞれ46.7%、21.0%であったことが示されている。他の畜種の食肉のうち汚染率の最も高い牛ミンチ肉及び豚ミンチ肉と比較し、鶏ミンチ肉は突出して高い汚染率にあることが示されている。

表21 鶏肉等におけるサルモネラ属菌の検出状況 (1999～2008年度)

(単位：検体数)

食品	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	合計
ミンチ肉(鶏)	検体数	—	83	64	54	78	103	110	96	129	913
	陽性数	—	24	19	21	22	26	37	35	38	306
	(%)	—	(28.9)	(29.7)	(38.9)	(28.2)	(25.2)	(33.6)	(36.5)	(29.5)	(33.5)
鶏たたき	検体数	5	—	22	7	10	47	52	24	34	246
	陽性数	0	—	1	0	1	4	5	6	0	9
	(%)	(0)	—	(4.5)	(0)	(10.0)	(8.5)	(9.6)	(25.0)	(0)	(10.6)
鶏刺し	検体数	—	—	—	—	—	—	33	11	18	62
	陽性数	—	—	—	—	—	—	10	1	2	13
	(%)	—	—	—	—	—	—	(30.3)	(9.1)	(11.1)	(21.0)
鶏肉	検体数	—	—	—	—	—	—	—	—	30	30
	陽性数	—	—	—	—	—	—	—	—	14	14
	(%)	—	—	—	—	—	—	—	—	(46.7)	(46.7)
ミンチ肉(牛)	検体数	—	244	305	201	172	188	165	127	146	1,685
	陽性数	—	6	6	1	0	2	3	2	2	25
	(%)	—	(2.5)	(2.0)	(0.5)	(0)	(1.1)	(1.8)	(1.6)	(1.4)	(1.5)
ミンチ肉(豚)	検体数	—	149	138	130	170	148	194	167	190	1,463
	陽性数	—	3	7	6	1	5	9	4	9	51
	(%)	—	(2.0)	(5.1)	(4.6)	(0.6)	(3.4)	(4.6)	(2.4)	(4.7)	(3.5)

—：データなし 毎年度十数自治体で調査実施されている食品の食中毒菌汚染実態調査結果(参照26)から作成

市販鶏肉について、長期間(1993～2008年)のサルモネラ属菌汚染実態調査結果(2自治体分)をまとめたものが、表22である(参照 27, 28)。国産、輸入の別で見ると、国産鶏肉では40.3～68.9%、輸入鶏肉で0～50.0%であることが示されている。

表22 2自治体で流通している市販鶏肉のサルモネラ属菌汚染状況
(1993～2008年)
(単位：検体数)

年次	A市								B県	
	国産鶏肉		輸入鶏肉		不明鶏肉		合計		市販鶏肉	
	検査数	陽性数 (%)	検査数	陽性数 (%)	検査数	陽性数 (%)	検査数	陽性数 (%)	検査数	陽性数 (%)
1993年	181	73 (40.3)	2	1 (50.0)	7	5 (71.4)	190	79 (41.6)	—	—
1994年	179	116 (64.8)	8	3 (37.5)	5	2 (40.0)	192	121 (63.0)	—	—
1995年	171	110 (64.3)	3	1 (33.3)	6	4 (66.7)	180	115 (63.9)	—	—
1996年	111	70 (63.1)	4	2 (50.0)	11	8 (72.7)	126	80 (63.5)	—	—
1997年	98	56 (57.1)	2	0 (0)	8	5 (62.5)	108	61 (56.5)	—	—
1998年	106	73 (68.9)	2	1 (50.0)	1	0 (0)	109	74 (67.9)	—	—
1999年	55	36 (65.5)	47	13 (27.7)	0	0 (—)	102	49 (48.0)	34	4 (11.8)
2000年	52	30 (57.7)	51	18 (35.3)	0	0 (—)	103	48 (46.6)	35	19 (54.3)
2001年	93	53 (57.0)	25	9 (36.0)	4	2 (50.0)	122	64 (52.5)	33	15 (45.5)
2002年	54	23 (42.6)	22	6 (27.3)	7	5 (71.4)	83	34 (41.0)	32	14 (43.8)
2003年	70	33 (47.1)	24	10 (41.7)	2	0 (0.0)	96	43 (44.8)	39	21 (53.8)
2004年	78	33 (42.3)	13	5 (38.5)	5	3 (60.0)	96	41 (42.7)	53	13 (24.5)
2005年	76	39 (51.3)	4	0 (0)	5	1 (20.0)	85	40 (47.1)	39	21 (53.8)
2006年	89	45 (50.6)	2	1 (50.0)	0	0 (—)	91	46 (50.5)	40	13 (32.5)
2007年	—	—	—	—	—	—	—	—	40	22 (55.0)
2008年	—	—	—	—	—	—	—	—	48	18 (37.5)

A市:参照 27 B県:参照 28 —:データなし A市とB県のデータを統合作成

当該調査結果で検出されたサルモネラ属菌の血清型について2006年までの8年間分の推移を年次別に整理したものが表23である(参照 27, 28)。市販鶏肉から検出される血清型は Infantis が突出して多く(67.6%)、次いで、Enteritidis(10.5%)、Manhattan(3.8%)、Hadar(3.8%)、Typhimurium(3.1%)であることが報告されている。

表23 汚染実態調査(2自治体分)の結果検出されたサルモネラ属菌の血清型
(1999～2006年)
(単位：検体数)

血清型	1999年	2000年	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	合計	(%)
Infantis	35	43	58	36	42	40	50	49	353	(67.6)
Enteritidis	12	13	10	5	9	4	1	1	55	(10.5)
Manhattan	0	0	0	2	5	3	3	7	20	(3.8)
Hadar	6	7	1	1	4	0	1	0	20	(3.8)
Typhimurium	3	1	4	1	0	3	3	1	16	(3.1)
Schwarzengrund	0	0	0	1	1	0	1	2	5	(1.0)
Virchow	2	0	2	1	2	0	0	0	7	(1.3)
Yovokome	0	0	0	1	0	1	0	0	2	(0.4)
Sofia	0	1	2	0	0	0	0	1	4	(0.8)
Agona	0	0	0	0	3	0	1	0	4	(0.8)
Haifa	0	0	2	0	1	0	1	0	4	(0.8)
Corvallis	0	1	0	0	0	0	1	0	2	(0.4)
Eppendorf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	(0.0)
その他	3	6	4	4	5	4	3	1	30	(5.7)
合計	61	72	83	52	72	55	65	62	522	(100)

参照 27 と参照 28 のデータを統合作成

また、別の県の市販鶏肉の汚染状況を取りまとめたものが表24である(参照 29, 30,

31)。国産鶏肉では9.5～63.8%、輸入鶏肉で13.6～17.0%の汚染が認められている。

表 2 4 市販鶏肉のサルモネラ属菌汚染状況

						(単位：検体数)	
検体	検査数	陽性数(%)	内訳	陽性数(%)	検体採取	備考	
鶏肉(国産)	21	2 (9.5)	Infantis	2 (9.5)	1999年5月～2001年3月	参照30	
鶏肉(輸入)	59	8 (13.6)	Enteritidis	6 (10.2)	X県内にて購入した市販鶏肉		
			Virchow	2 (3.4)			
鶏ひき肉	60	7 (11.7)	Infantis	6 (10.0)	2000年11月～2001年4月	参照31	
			Typhimurium	1 (1.7)	Y県内にて購入した市販鶏肉		
鶏肉(国産)	210	134 (63.8)	Infantis	111 (52.9)	2002年4月～2003年2月	参照29	
			Haifa	11 (5.2)	市販鶏肉		
			Manhattan	7 (3.3)	※血清型別陽性数は菌株数		
			Yovokome	4 (1.9)			
			Hadar	3 (1.4)			
			Typhimurium	2 (1.0)			
			Bredeney	1 (0.5)			
			Agona	1 (0.5)			
			OUT	33 (15.7)			
鶏肉(輸入)	47	8 (17.0)	Enteritidis	8 (17.0)			

(4) 消費

調理時の交差汚染

調理時の交差汚染については、調理器具を介した汚染と手指を介した汚染の両方が発生する可能性がある。2007年度に食品安全委員会が行った一般消費者を対象としたアンケート調査結果に基づき(参照32)、家庭及び飲食店における調理時の交差汚染の発生確率を推定したものが表25及び表26である。調理器具を介した交差汚染については、生鶏肉を調理した後に他の食材を調理する手順の場合又は調理手順が決まっていない場合であって、同じ調理器具を使用する場合に発生する可能性があると考えられる(表25では太枠内が該当)。当該交差汚染の可能性については、家庭で30.7%、飲食店で21.0%となっている。手指を介した交差汚染については、調理中に生鶏肉を扱った後以外に手洗いを行う場合に発生する可能性があり、家庭で25.2%、飲食店で22.9%となっている。

表 2 5 調理手順及び調理器具の取扱いに係るアンケート調査結果

		(単位：%)	
調理手順及び調理器具の取扱いの形態		回答者の割合 ^{*2}	
調理手順	調理器具の取扱い ^{*1}	家庭	飲食店
生鶏肉 他の食材	別の調理器具を使用	2.1	11.5
	同じ調理器具を使用	7.1	3.5
他の食材 生鶏肉	別の調理器具を使用	7.5	28.9
	同じ調理器具を使用	30.5	12.4
決まっていない	別の調理器具を使用	3.8	16.3
	同じ調理器具を使用	23.6	17.5

*1: 生鶏肉の調理と他の食材の調理とで、使用している調理器具は同じか別かを使用しているか

*2: アンケート調査では、調理器具としてまな板・包丁について尋ねているが、家庭ではまな板・包丁を使わない、あるいは調理をしないとの回答が25.4%、飲食店ではまな板・包丁を使わないとの回答が9.9%あったため、各々の合計は100%に一致しない。

家庭: 一般消費者約 6,000 人を対象として実施 飲食店: 飲食店従事者約 500 人を対象として実施

表 2 6 手洗いに係るアンケート調査結果

(単位：%)

手洗い時点	回答者の割合	
	家庭	飲食店
調理中に生鶏肉を扱った後	74.8	77.1
調理中に生鶏肉を扱った後以外	25.2	22.9

② 非加熱及び加熱不十分鶏肉の喫食割合

①に記載のアンケート調査結果に基づき、家庭及び飲食店において鶏肉を非加熱の状態喫食する割合及び加熱不十分な状態で喫食する割合をまとめたものが表27及び表28である。鶏肉の生食割合については、家庭で19.5%、飲食店等で16.8%であり、加熱不十分な状態で喫食する割合については、家庭で9.6%、飲食店等で5.7%であった。

表 2 7 非加熱喫食（生食）割合

(単位：%)

区 分		回答割合
家 庭	する	19.5
	しない	80.5
飲食店等	する	16.8
	しない	83.2

表 2 8 加熱不十分喫食割合

(単位：%)

区 分		回答割合
家 庭	ある	9.6
	ない	90.4
飲食店等	ある	5.7
	ない	94.3

調理後の鶏肉の中心部が紅色を呈するものを加熱不十分な場合として調査

4 問題点の抽出

1～3で整理された現状から公衆衛生上の問題点(課題)を抽出し、以下のとおり整理した。なお、当該問題点を踏まえ、求められるリスク評価及び評価を行う上で必要とされるデータ等については、6に整理することとする。

(1) 鶏肉のサルモネラ属菌汚染は他の食肉への汚染と比較して高い状況にあるが、それが食中毒の発生にどの程度寄与しているのか明確となっていないこと

自治体で実施された市販鶏肉を対象とした複数のサルモネラ属菌汚染状況調査(表22及び表24)の結果から、それぞれ11.8～67.9%、9.5～63.8%で汚染が確認されている。鶏肉の汚染率については、食品の食中毒菌汚染実態調査結果(全国の十数自治体により実施)から、牛肉及び豚肉より高いことも確認されている(表21)。しかし、鶏肉のサルモネラ属菌による汚染がどの程度食中毒の発生に寄与しているのか明確となっていない。

(2) 生鳥及び鶏肉から検出される主な血清型は Infantis であり、食中毒等の患者から検出される主な血清型の Enteritidis とは異なっており、その差異の原因が明確となっていないこと

養鶏場又は食鳥処理場において生鳥の糞便等から検出されるサルモネラ属菌の血清型については、Infantis の割合が42.9～93.4%と突出して多いことが示されている(表19及び表20)。また、100検体以上が検査対象となった鶏肉から検出されるサルモ

ネラ属菌の血清型でも *Infantis* の割合が 52.9～67.6%と突出して多いことが示されている(表23及び表24)。

一方、肉類及びその加工品が原因食品となったサルモネラ属菌食中毒の原因菌の血清型では、*Enteritidis* の割合が突出して多く、47.3%となっている(表16)。この差が宿主における感受性に起因するのか、又は病原体の血清型による病原性、環境での残存性などに起因しているのかは明確にされていない。

(3) 鶏肉の生食がどの程度食中毒の発生に寄与しているのか明確となっていないこと

家庭又は飲食店において、鶏肉を非加熱状態で喫食する人の割合は 19.5%又は 16.8%(表27)であり、加熱不十分な状態で喫食する割合を合わせれば、それぞれ 29.1%又は 22.5%(表27及び表28)となっており、食中毒要因の一つと考えられているが、どの程度食中毒の発生に寄与しているか明確となっていない。

5 対象微生物・食品に対する規制状況等

(1) 国内規制等

① 輸入段階での措置

農林水産省では、1991年11月1日以降、「輸入初生ひなのサルモネラ検査実務要領」(平成3年10月21日付け3動検甲第1355号動物検疫所長通知)に基づき、*S.pullorum*、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全群淘汰又は返送が開始された。1999年8月3日には、家畜伝染病予防法施行規則の一部改正に伴い、「輸入初生ひなのサルモネラ検査要領」(平成11年8月3日付け11動検甲第1099号動物検疫所長通知)が新たに定められ、*S.pullorum*、*S.gallinarum*、SE、ST、*S.dublin* 及び *S.choleraesuis* が感染ヒナの全群淘汰又は返送の対象とされた。

現在は、「初生ひなの輸入検疫要領」(平成23年5月11日付け23動検第138号動物検疫所長通知)及び「輸入初生ひな等の検疫強化疾病検査要領」(平成21年12月16日付け21動検第855号動物検疫所長通知)に基づき、輸入初生ひなによるサルモネラ症の侵入防止対策が行われている。

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一部を改正する法律(平成9年法律第34号)により改正された家畜伝染病予防法において、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、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、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、健康な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 33）。

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 34）、生菌剤（参照 35）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。ワクチンは欧米諸国では使用されているが、我が国では承認されていない。

④ 食鳥処理場における対策

食鳥処理場の衛生確保については、食鳥処理の事業の規制及び食鳥処理に関する法律（平成 2 年法律第 70 号）に基づき、食鳥処理に関して一般的な衛生管理が義務づけられている。さらに、厚生労働省では、サルモネラ、カンピロバクター等の微生物による汚染対策を念頭に置いて、HACCP システムの考え方を取り入れた「食鳥処理場における HACCP 方式による衛生管理指針」（1992 年）及び「一般的な食鳥処理場における衛生管理総括表」（2006 年）を公表し、各食鳥処理場において、当該指針に基づく衛生管理が進められている。サルモネラ属菌対策については、当該指針等に基づき、湯漬けにおける適正な温度管理、腸内容物による食鳥とたいへの汚染防止のための機械の正常化稼働の確認及び冷却における適正な塩素濃度等の確保が進められている。

⑤ 製造・加工・流通・調理段階での措置

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。）には、鶏肉中のサルモネラ属菌に関する規格は設けられていない。しかし、食肉全般に関して 10℃以下（細切りした食肉を凍結させ、容器包装に入れられたものは-15℃以下）での保存が課されている。

なお、鶏肉を用いた製造・加工品のうち、サルモネラ属菌に関する規格が設けられているものは食肉製品であり、その概要は以下のとおりである。

●食肉製品の成分規格（サルモネラ属菌に関する微生物規格のみ）

- ①非加熱食肉製品 サルモネラ属菌 陰性
- ②特定加熱食肉製品 サルモネラ属菌 陰性
- ③加熱食肉製品（加熱殺菌後包装） サルモネラ属菌 陰性

⑥ 消費段階での措置

厚生労働省では、「家庭でできる食中毒予防の6つのポイント」を公表し、消費段階での食中毒防止対策を進めている。

(2) 諸外国における規制及びリスク評価

① 規制等

鶏肉等についてサルモネラ属菌の規格が定められている国等の例を以下のとおり示す。

a EU

- ・加熱調理用の家禽肉の挽肉と精肉:n=5, c=0, m=陰性(25g 中)^{※3}
- ・家禽肉以外の加熱調理用の挽肉及び精肉:n=5, c=0, m=陰性(10g 中)
- ・食肉製品(家禽肉由来加熱調理用):n=5, c=0, m=陰性(10g 中)
- ・ブロイラー及び七面鳥の屠体:n=50, c=7, m=陰性(首肉をプールしたもの25g 中)

b カナダ

- ・骨抜き家禽の肉製品(調理済み):n=5, c=0, m=0

c その他

- ・米国については、HACCP に関する規則中に、工程管理の基準が定められている (参照 36)

② リスク評価事例

- a FAO/WHO. 鶏卵及びブロイラー鶏肉におけるサルモネラ属菌のリスク評価－微生物学的リスク評価シリーズ1及び2 (Microbiological Risk Assessment Series 1, 2 - Risk Assessments of *Salmonella* in Eggs and Broiler Chickens. 2002)

③ その他

コーデックス委員会では「鶏肉中の *Campylobacter* 及び *Salmonella* 属菌の管理のためのガイドライン」が策定され、2011年7月の総会で採択された。

(Guideline for the Control of *Campylobacter* and *Salmonella* spp in Chicken Meat)

6 求められるリスク評価と今後の課題

^{※3} 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を満たさないが、許容される検体数、m：基準値

(1) 求められるリスク評価

- ① 鶏肉を介したサルモネラ感染症のリスクの推定
- ② 対策効果の推定
 - 農場での汚染率低減
 - 食鳥処理場での汚染拡大防止策
 - カット工場での汚染拡大防止策
 - 冷蔵又は冷凍流通
 - カット工場出荷時又流通段階における微生物規格設定
 - 飲食店や消費者への啓発による加熱調理の徹底

(2) 今後の課題

- ① リスクプロファイルの更新に向けた課題
 - 血清型 Enteritidis と Infantis その他の血清型とのヒトに対する病原性等の差異に関する究明が必要
- ② リスク評価を行う場合に必要とされるデータ
 - 血清型別の違いによる用量反応の検討結果
 - 農場段階でのサルモネラ汚染率・汚染菌数
 - 食鳥処理場での汚染率・汚染菌数
 - 外国産鶏肉の汚染率・汚染菌数
 - カット工場での汚染率・汚染菌数
 - 市販流通段階での汚染率・汚染菌数
 - 喫食頻度、喫食量、喫食態様(食べ方)

<参照>

- 1 Grimont P. A. D. , Weill F. X. 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, p.154-191, 中央法規出版.
- 4 WHO. Guidelines on prevention and control of Salmonellosis. 1983.
http://whqlibdoc.who.int/hq/pre-wholis/VPH_83.42_%28p1-p66%29.pdf.
- 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. 225-264.
- 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-subsidiary-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 病原微生物検出情報 2003, vol. 24, no. 8, p. 179-180.
- 10 病原微生物検出情報 2006, vol. 27, no. 8, p. 191-206.
- 11 泉谷秀昌, 田村和満, 渡辺治雄. “感染性食中毒 1 サルモネラ”. 治療学 2000, vol. 34, no. 7, p. 711-715.
- 12 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.
- 13 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.
- 14 相楽裕子. “感染性胃腸炎”. 感染症の診断・治療研究会編集, 感染症の診断・治療ガイドライン. 1999, p.190-193. 日本医師会.
- 15 FAO/WHO. ” 3.5.2 Epidemiological data summary and analysis” . Risk assessments of *Salmonella* in eggs and broiler chickens : Microbiological risk assessment series, no. 2, technical report, 2002, p. 76-89.
- 16 D’Aoust J.-Y. Infective dose of *Salmonella* Typhimurium in cheddar cheese. American Journal of Epidemiology 1985, vol. 122, no. 4, p. 717-720.

- 17 Hockin J. C. , D'Aoust J.-Y. , Bowering D. , Jessop J. H. , Khanna B. , Lior H. , et al. An international outbreak of *Salmonella* Nima from imported chocolate. *Journal of Food Protection* 1989, vol. 52, no. 1, p. 51-54.
- 18 平成 21 年度厚生労働省科学研究費補助金 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』: 分担研究「宮城県における積極的食品由来感染症病原体サーベイランスならびに急性下痢症疾患の実被害者数推定」分担研究者 窪田邦宏、春日文子、2010、p. 117-136.
- 19 病原体検出情報. 最新の細菌検出状況・集計表.
<http://idsc.nih.gov.jp/iasr/virus/bacteria-j.html>
- 20 病原微生物検出情報 1997, vol. 18, no. 3, p. 32-33.
- 21 鶏病研究会. ブロイラー養鶏場における HACCP の導入とその問題. 鶏病研究会報 2005, vol. 41, p. 3-21.
- 22 市原 譲. 輸入ヒナの検疫と *Salmonella* Enteritidis 感染症. *臨床獣医* 1994, vol. 12, no. 2, p. 41-47.
- 23 Murakami K. , Horikawa K. , Ito T. , Otsuka K. Environmental survey of *Salmonella* and comparison of genotype character with human isolates in western Japan. *Epidemiology and Infection* 2001, vol. 126, p. 159-171.
- 24 Shahada F. , Chuma T. , Tobata T. , Okamoto K. , Sueyoshi M. , Takase K. Molecular epidemiology of antimicrobial resistance among *Salmonella enterica* serovar Infantis from poultry in Kagoshima, Japan. *International Journal of Antimicrobial Agents* 2006, vol. 28, p. 302-307.
- 25 Asai T. , Esaki H. , Kojima A. , Ishihara K. , Tamura Y. , Takahashi T. Antimicrobial resistance in *Salmonella* isolates from apparently healthy food-producing animal from 2000 to 2003: the first stage of Japanese veterinary antimicrobial resistance monitoring (JVARM). *Journal of Veterinary Medical Science* 2006, vol. 68, no. 8, p. 881-884.
- 26 厚生労働省. 食品の食中毒菌汚染実態調査 (平成 11~20 年度集計結果) .
- 27 北爪晴恵, 松本裕子, 石黒裕紀子, 山田三紀子, 武藤哲典, 泉谷秀昌. 市販鶏肉から分離された *Salmonella* Enteritidis の疫学解析. *日本食品微生物学会雑誌* 2008, vol. 25, no. 1, p. 36-41.
- 28 村上光一, 堀川和美, 小田隆弘. 64. 福岡県における鶏肉のサルモネラ汚染状況を明らかにし、サルモネラの食中毒発生の予防に資するための研究. 財団法人大同生命厚生事業団. 平成 19 年度地域保健福祉研究助成報告書 2008, p. 312-316.
- 29 平成 17 年度厚生労働省科学研究費補助金 食品の安心・安全確保推進研究事業『食中毒菌の薬剤耐性に関する疫学的・遺伝学的研究』(主任研究者 渡邊治雄): 分担研究「食中毒菌の薬剤耐性に関する疫学的・遺伝学的研究」分担研究者 甲斐明美, 2006, p. 128-148.
- 30 土井りえ, 小野一晃, 斎藤章暢, 大塚佳代子, 柴田穰, 正木宏幸. 市販食肉におけるサルモネラとリステリアの汚染状況. *日獣会誌* 2003, vol. 56, p. 167-170.
- 31 森田幸雄, 壁谷英則, 丸山総一, 長井章, 奥野英俊, 中林良雄 他. 市販鶏ひき肉

- における *Arcobacter*, *Campylobacter* および *Salmonella* の汚染状況. 日獣会誌 2003, vol. 56, p. 401-405.
- 32 平成 19 年度食品安全確保総合調査：鶏肉を主とする畜産物中のカンピロバクター・ジェジュニ／コリの食品健康影響評価に関する調査. (株)三菱総合研究所. 2007.
- 33 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, no. 2, p. 82-90.
- 34 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, no. 4, p. 217-223.
- 35 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, no. 3, p. 139-144.
- 36 USDA/FSIS. Pathogen Reduction; Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) Systems (9 CFR Parts 304, 308, 310, 320, 327, 381, 416, and 417) . Federal Register 1996, vol. 61, no, 144, p. 38806- 38989.
<http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/93-016F.pdf>