

あった。7日保管では、すべての検体で回収率は0%であった。

D. 考察

菌株 54 では、添加菌数より回収菌数が高くなる場合もみられ、保管時に懸濁液 (TSB または卵黄液) が乾燥するまでの間に菌が増殖したものと考えられる。実際の食品製造施設においても、機械・器具類を汚染した菌が、状況によっては汚染部位で増殖する可能性があることが示唆された。

菌の懸濁物質についてみると、TSB と比較して卵黄液での生残性が低い傾向がみられ、菌の生残性は菌を懸濁する物質に影響される可能性が示唆された。ステンレス表面に食品残渣が存在すると菌の生残に影響する、あるいはタンパク質などの栄養源に富んだ物質に懸濁した場合は、栄養源に乏しい物質に懸濁した場合より菌が生残しやすいという報告がみられる。今回の実験で使用した懸濁物質は TSB および卵黄液で、どちらも栄養源を豊富に含有した物質であったが、TSB の方が卵黄液より生残性が高かった。上述のように、ステンレスに添加した菌が保管中に増殖する可能性があり、TSB は卵黄液と比較して最終発育菌数が高いことなどがから、TSB の方が保管中に菌が増殖しやすく、このことが TSB と卵黄液による生残性の違いに影響している可能性も考えられた。

ステンレス板に付着した菌を回収する方法については、スタンプ法、綿棒やスワブによる拭き取り法あるいは液体中で洗い出すなどの方法が利用されている。スタンプ法は簡便であるが平面以外の部

位では使用が困難であり、凹凸のある場所の汚染調査には適さない。洗い出し法は高い回収率が期待されるが、採取可能なものには大きさの制限がある。綿棒による拭き取りは、曲面や入り組んだ部位でも容易に利用できることから、食品製造施設の機械・器具類の表面など汚染調査に有効な方法となるものと考えられる。今回の結果では綿棒による拭き取りによりほとんどの検体で 98%以上の菌が回収可能であり、実際の汚染実態調査においても綿棒による拭き取りで十分な回収率を期待できるものと考えられる。

ステンレス板の違いによる生残状況を見ると、菌株 280 では TSB に懸濁した場合は N0.1 および 3 のステンレスで若干生残菌数が高くなる傾向がみられたが、菌株 280 を卵黄液に懸濁した場合や菌株 54 では明確な差はみられず、実験誤差等を考慮すると、今回の実験ではステンレスの組成と表面仕上げによる菌の生残性の違いを明確にすることはできなかった。

拭き取り圧力の違いによる回収菌数及び回収率は、TSB 及び卵黄液ともに明確な差はみられなかった。一本綿棒の吸収容量に限界があるため、拭き取り圧力を強くしても、弱い場合の吸収量と大きな違いが得られず、回収菌数に明確に差がみられなかったものと考えられる。複数本の綿棒を用いるなど拭き取り方法を考慮することにより回収率に高められる可能性がある。3日及び7日保管では試料は乾燥状態であり、拭き取り圧力が高い方が回収菌数及び回収率ともに高くなる傾向がみられ、乾燥状態では回収率を高くするためには強い拭き取り圧力が必要とな

るものと考えられる。

綿棒による拭き取りでステンレス板に付着した菌を回収する場合、付着した菌の乾燥状態、懸濁物質の違い、拭き取り圧力など種々の条件に影響を受けることが明らかとなった。試料が乾燥していない状況では、拭き取り圧力を高めても回収率が高くなるとは限らず、さらに回収方法を検討する必要があるが、1 検体を除いて生残菌数の 90%以上を回収することが可能であり、拭き取りは有効な菌の回収方法であると考えられる。乾燥状態では、菌の回収率は低かったが、圧力が高い方が回収率が高い傾向であった。また、今回は綿棒を往復させずに 5 回拭き取ったが、さらに丁寧に拭き取れば回収率を高められたものと考えられる。

E. 結論

ステンレスにおけるサルモネラの生残実験を行ったところ、菌株により生残性に大きな差がみられた。卵黄液に懸濁した場合は TSB 懸濁と比較して菌の生残性が低い傾向がみられた。ステンレスの組成と研磨状況の違いによる生残菌数には明確な差は認められなかった。

試料が乾燥していない状態では、拭き取り圧力を高めても、綿棒による回収菌数及び回収率は高くならなかった。試料が乾燥した状態では、拭き取り圧力が高い方が綿棒による回収菌数及び回収率は高くなる傾向がみられた。

F. 研究発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 ステンレス板組成

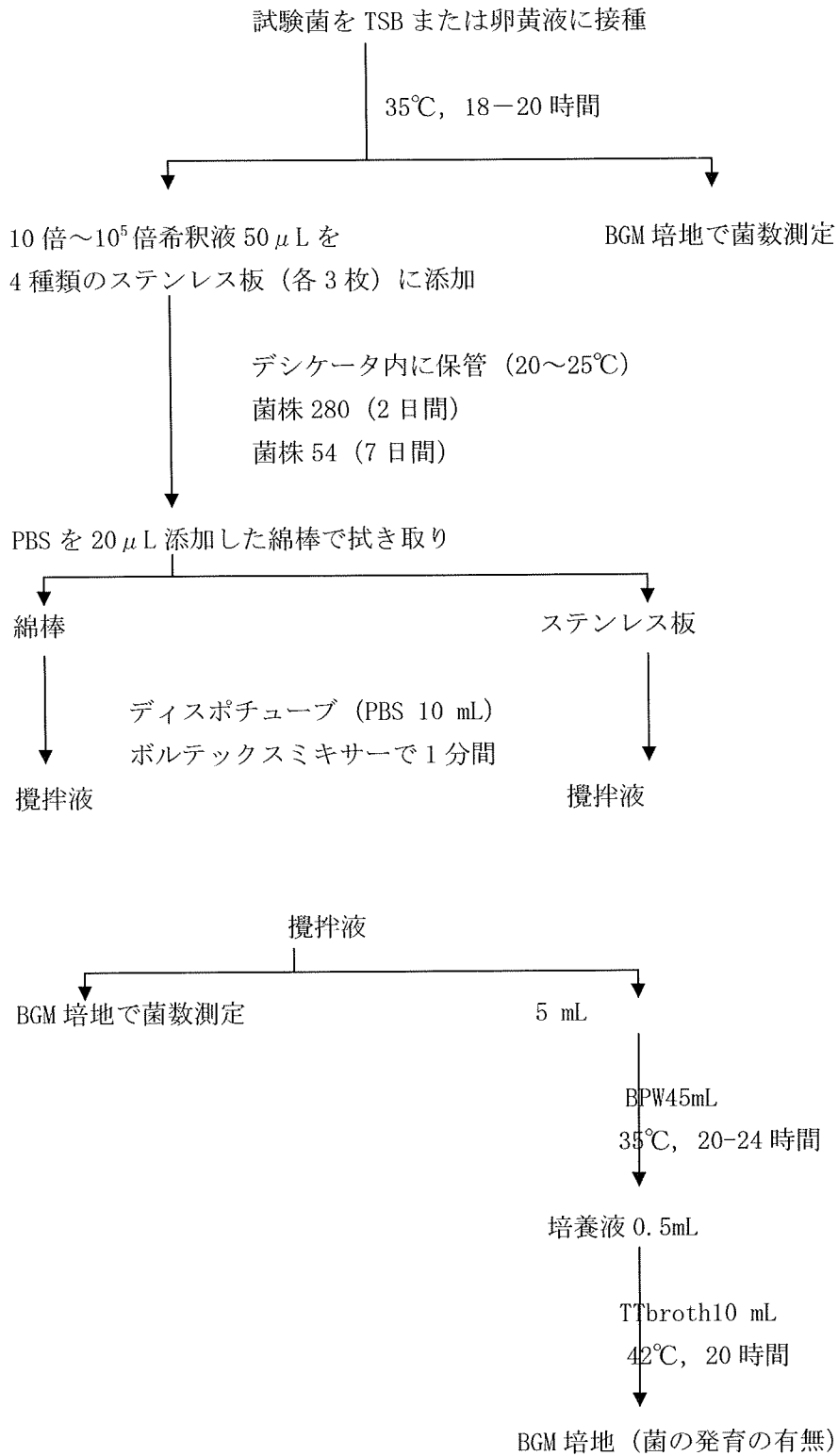
No.	研磨	組成	組成 (%)		
			ニッケル	クロム	モリブデン
1	320	304	8-10.5	18-20	
2	320	316L	12-15	16-18	2-3
3	400	304	8-10.5	18-20	
4	400	316L	12-15	16-18	2-3

表2 菌株

No.	血清型	由来
54	Enteritidis	液卵
280	Enteritidis	液卵

表3 ステンレス表面に添加した試験菌の菌数 ($10^2 \sim 10^6$ オーダー)

菌株	培養・懸濁液	添加菌数				
		10^2	10^3	10^4	10^5	10^6
54	TSB	4.9×10^2	4.9×10^3	4.9×10^4	4.9×10^5	4.9×10^6
	卵黄液	1.0×10^2	1.0×10^3	1.0×10^4	1.0×10^5	1.0×10^6
280	TSB	4.5×10^2	4.5×10^3	4.5×10^4	4.5×10^5	4.5×10^6
	卵黄液	1.7×10^2	1.7×10^3	1.7×10^4	1.7×10^5	1.7×10^6



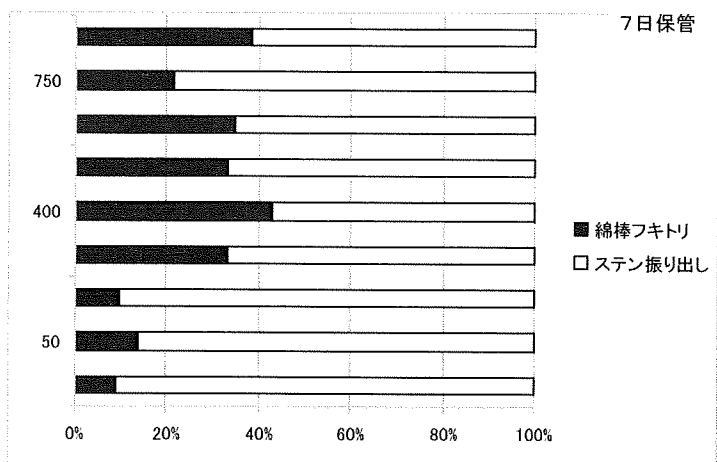
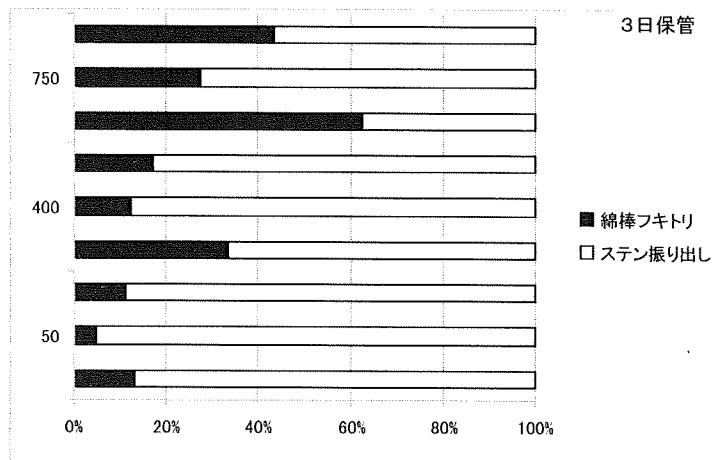
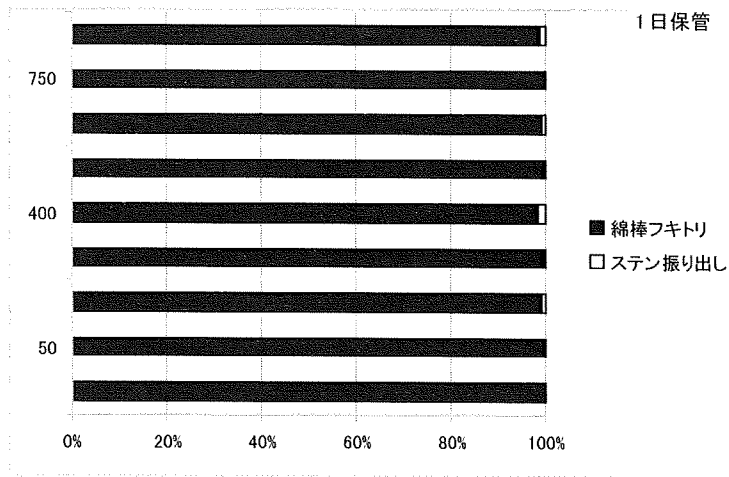


図18 菌株54をTSBで懸濁してステンレス板に添加した場合の綿棒による回収率 (縦軸：拭き取り圧力 横軸：回収率(%))

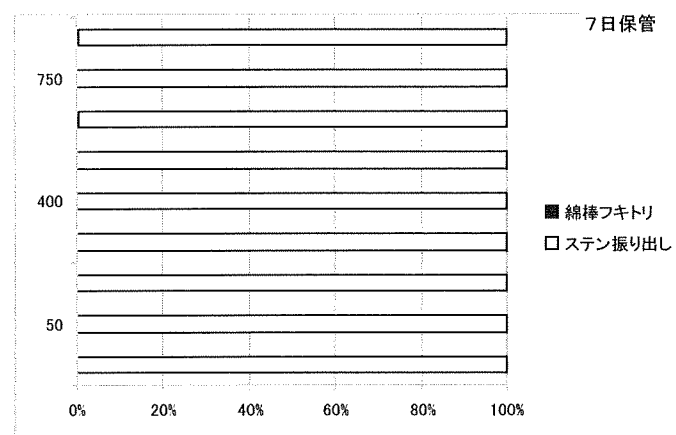
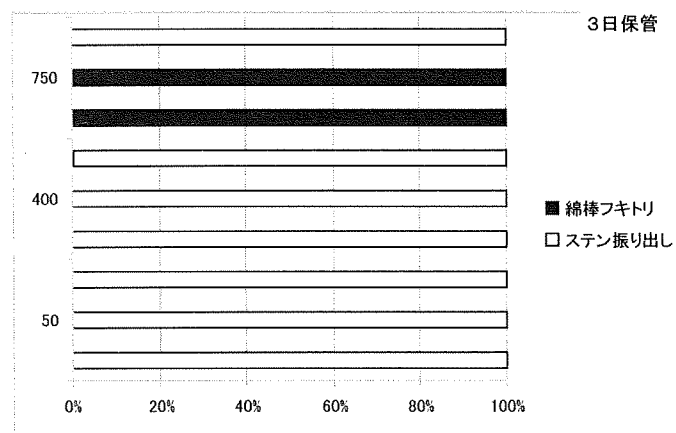
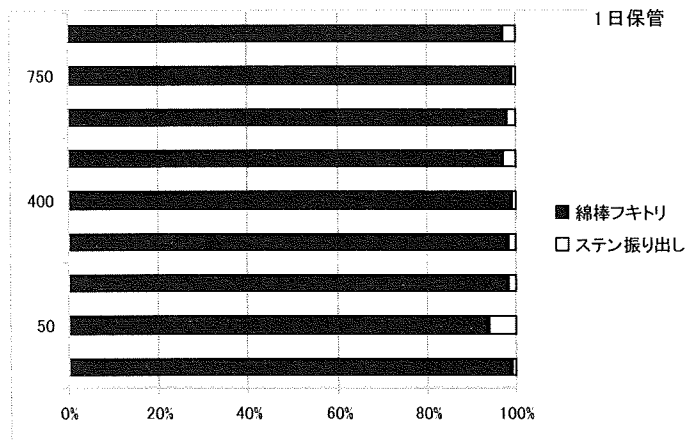


図19 菌株54を卵黄液で懸濁してステンレス板に添加した場合の綿棒による回収率
 縦軸：拭き取り圧力 横軸：回収率 (%)

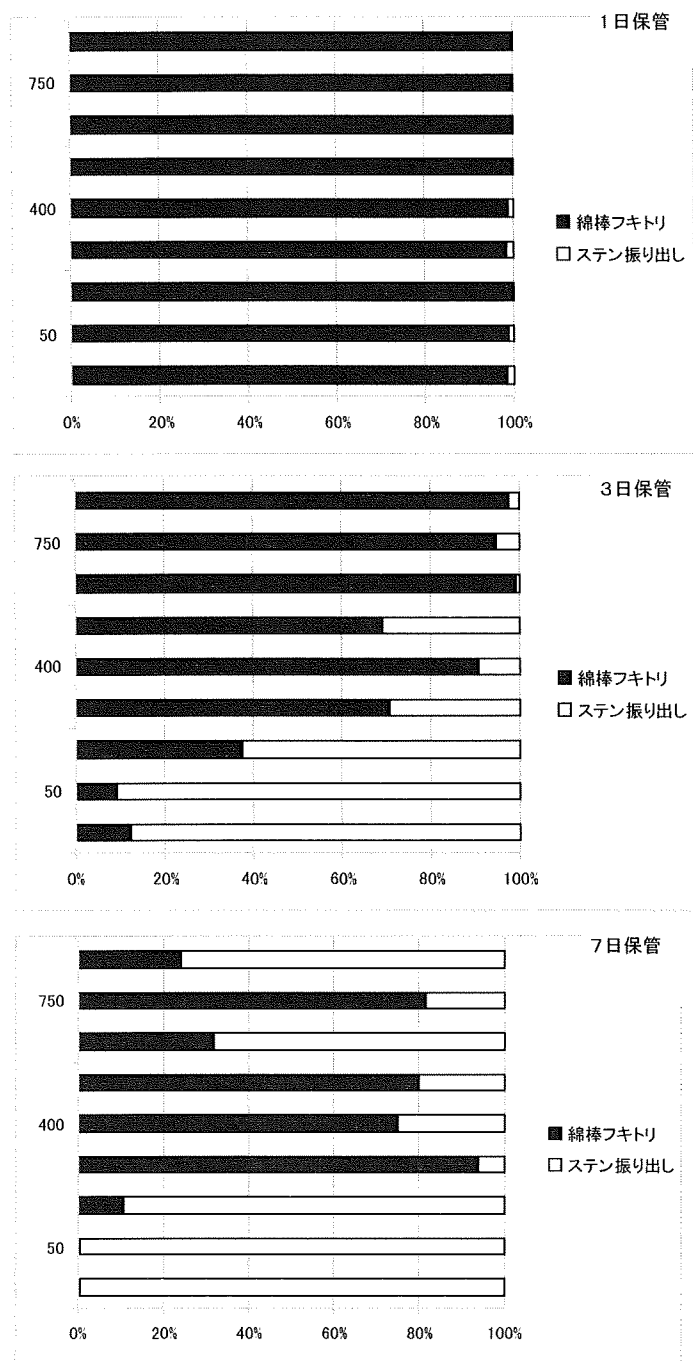


図20 菌株280をTSBで懸濁してステンレス板に添加した場合の綿棒による回収率

縦軸：拭き取り圧力

横軸：回収率 (%)

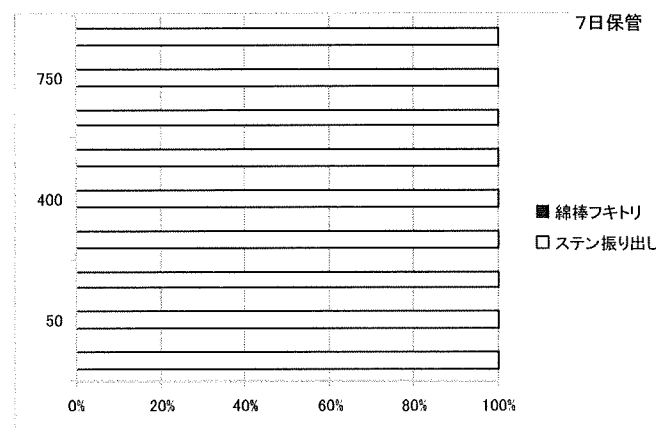
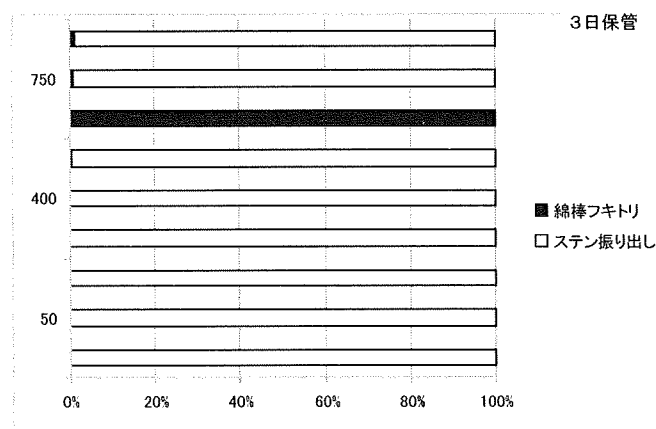
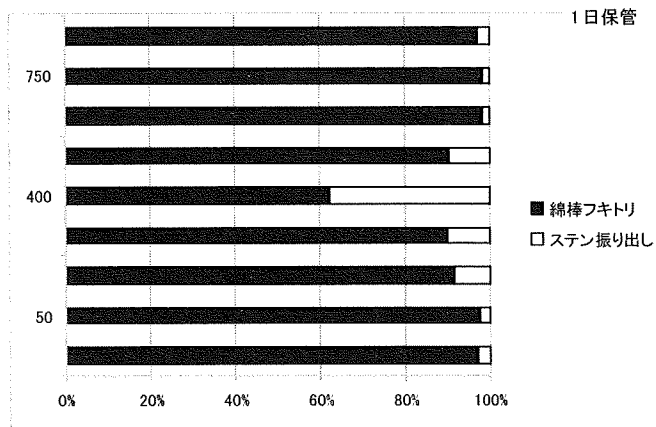


図 21 菌株 280 を卵黄液で懸濁してステンレス板に添加した場合の綿棒による回収率

縦軸：拭き取り圧力

横軸：回収率 (%)

5. 食肉加工機械の汚染実験

A. 研究目的

食品製造加工に用いられる機器の衛生管理の監視の要点を求めるためには、部品のみならず、機器自体の構造や機能との関係における汚染と洗浄のし易さについての知見を得る必要がある。この点を究明するために、2年度にかけて、とくに複雑な構造をもつ食肉加工機械について、汚染実験を行うこととした。

B. 研究方法

市販豚薄切り肉・約 10 kg をカッターとチョッパーで順次処理してから、得られた挽肉をスタッファーに充填し処理した。処理後に綿棒で各部位を拭取り、その後各機械を分解し、部品を 30 秒間 40℃ の温水に漬けた。温水から引き上げた部分は軽く水切りをした後に、先の拭取り場所に隣接した部位を綿棒で拭取った。さらに各部品を洗剤とスポンジで通常作業と同様に洗浄し、水洗してから水切りをし、乾燥した後に前回の拭取り場所に隣接した部位を綿棒で拭取り、大腸菌群数と一般生菌数の検査に供した。

C. 結果と考察

全成績を総合すると、肉処理直後には、チョッパーについては両刃の溝について、プレートの穴と表面、スクリューのノックビン内表面の順に汚染度が高いこと、洗浄後にもノックビン内表面以外は汚染が残り易いことが判明した。

カッターについては、刃、ネジ頭、ついでボルトの溝と始部角、蓋湾曲部表面

に肉処理直後の汚染度が高いこと、洗浄後にはネジ頭、ボルトの溝と始部角に汚染が残り易いことが判った。スタッファーについては、底面の穴凹み部、床の溝部、オーリング（装着したまま）、ノズルリング部の溝部に肉処理直後の汚染度が高いこと、洗浄後には穴とオーリングに汚染が残り易いことが判った。

以上の成績から、食材に直接接触する機械の汚染度評価のためには、食材への密着性の高いと考えられる部位および溝を含む部位に代表される汚染を受け易い部位の拭き取り検査、さらに洗浄後の汚染度評価に限定する場合には溝を含む部位をそれぞれ優先すべきであると考えられ、解放系の食品加工製造機器の衛生管理状態の評価または監視に用い得る方法であろうと考えられた。また閉鎖系についても分解後の汚染度評価には有用なものであると考えられるが、分解できない部品の検査には EHEDG が用いている検査方法以外に、さらに新たな検査方法を開発することが必要である。EHEDG による現行の検査方法で対応できない機械は、分解できず、かつ、機械内部に充填した寒天を回収することができない壺型に代表される機械またはその部品についての検査であり、特にこうした構造物の検査方法の開発が必要である。

D. 結論

食材に直接接触する機械の汚染度評価のためには、食材への密着性の高いと考えられる部位および溝を含む部位に代表される汚染を受け易い部位の拭き取り検査、さらに洗浄後の汚染度評価に限

定する場合には溝を含む部位をそれぞれ優先すべきであると考えられ、解放系の食品加工製造機器の衛生管理状態の評価または監視に用い得る方法であろうと考えられた。また閉鎖系についても分解後の汚染度評価には有用なものと考えられるが、分解できず、かつ、機械内部に充填した寒天を回収することができない壺型に代表される機械またはその部品については、検査方法の開発が今後必要である。また、現状では汚染度を定量的に評価するため、従来法である培養法を用いるべきものと考えられる。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

なし

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）
（分担）研究報告書

殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の経済効果推定

分担研究者 山本 茂貴 国立医薬品食品衛生研究所食品衛生管理部長

研究要旨

食中毒リスク対策を講じる際には、想定されるリスク対策措置のうち最も効率的かつ効果的なものを選択する必要がある。また、リスク管理措置を講じた後には、当該リスク管理措置の有効性を検証する必要がある。その方法論としては、公共経済学の分野において確立され、既にさまざまな分野に適用されている経済分析手法である費用便益分析がある。

本研究は、殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策について、生産段階でのワクチンの接種、流通段階でのコールドチェーンの導入、小売段階での鶏卵の日付表示義務の3つの対策を対象に費用便益分析に基づく経済効果の推定を行い、各対策の有効性を検証するとともに、今後の食中毒リスク対策措置の選択や有効性検証における費用便益分析の枠組みの確立に寄与することを目的とした。

社会的費用については、3つの対策のそれぞれについて初期投資とランニングコストを業界団体や関係企業、有識者へのヒアリングおよび各種データに基づいて推定した。

3つの対策全体の社会的便益は、厚生労働省「食中毒監視統計」のサルモネラ食中毒患者・死亡者の報告数を基に、サルモネラ食中毒の患者減少便益と死亡者減少便益の和として算出した。患者減少便益は対策による患者減少数を推定し、これにCost of illnessを乗じて算出した。死亡者減少効果は対策による死亡者減少数を推定し、これに死亡者1人当たり社会的損失額を乗じて算出した。

ここで得られた3つの対策全体の社会的便益に対する各対策の寄与度を推定するために、USDA/FSIS(2005)のサルモネラ食中毒の確率論的リスクアセスメントモデルをベースとして、可能な範囲でわが国の鶏卵に係る生産・流通・喫食の実態やそれらのデータを適用したリスクアセスメントモデルを構築した。3つの対策シナリオの組合せ（8ケース）をモデルに適用し、各シナリオの下での食中毒リスクをモンテカルロシミュレーションによって推定した。なお、コールドチェーンの導入率は不確実であるため感度分析を行った。シミュレーション結果から、各対策の食中毒リスク減少効果を2つの考え方（対策追加型推定および対策削除型推定）に基づいて推定し、3つの対策全体の社会的便益に対する各対策の寄与度は食中毒リスク減少効果に基づいて推定した。各対策の個別便益は、3つの対策全体の社会的便益に各対策の寄与度を乗じることで推定した。

上記の方法に基づき推定した3つのサルモネラ汚染防止対策の費用対効果（B/C）は、コールドチェーンの導入率が30%のケースで、対策追加型推定および対策削除型推定のそれぞれで、ワクチン接種が1.58および3.00（以下、同様）、コールドチェーン導入が2.37および2.29、鶏卵の日付表示義務が1.24および4.61、3つの対策全体では2.93との結果を得た。

研究協力者 長谷川 専 株式会社三菱総合研究所

研究協力者 土谷 和之 株式会社三菱総合研究所

研究協力者 大橋 毅夫 株式会社三菱総合研究所

研究協力者 柿沼美智留 株式会社三菱総合研究所

A. 研究目的

食中毒リスク対策を講じる際には、想定されるリスク対策措置のうち最も効率的かつ効果的なものを選択する必要がある。また、リスク管理措置を講じた後には、当該リスク管理措置の有効性を検証する必要がある。その方法論としては、公共経済学の分野において確立され、既にさまざまな分野に適用されている経済分析手法である費用便益分析がある。

本研究は、殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策について、生産段階でのワクチンの接種、流通段階でのコールドチェーンの導入、小売段階での鶏卵の日付表示義務を対象に費用便益分析に基づく経済効果の推定を行い、それぞれの対策の有効性を検証するとともに、今後の食中毒リスク対策措置の選択や有効性検証における費用便益分析の枠組みの確立に寄与することを目的とした。

B. 研究方法

殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策である、ワクチン接種、コールドチェーン導入、鶏卵の日付表示義務の3つの対策について費用便益分析に基づく経済効果の推定を行った。費用便益分析では、個々の対策を講じた場合（With ケース）と講じなかった場合（Without ケース）を比較し、社会的費用と社会的便益を推定する必要がある。

なお、対策によって施設・設備等の初期投資が行われた場合、当該施設・設備等は耐用年数

にわたって便益を発現することから、会計上の費用収益対応の原則に基づき、耐用年数を計算期間として、当該年数にわたって年間の社会的費用および社会的便益の現在価値をそれぞれ合計したものを社会的費用および社会的便益として算出する。

1. 殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の社会的費用の推定

殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の社会的費用については、3つの対策のそれぞれについて初期投資とランニングコスト等の推定に必要な基礎データを各種統計データおよび業界団体や関係企業、有識者へのヒアリングによって得て推定した。また、必要に応じて基礎データを業界団体や有識者へのヒアリングによって裏付けをとった。

2. 社会的便益の推定

社会的便益については、3つの対策がほぼ同時期に講じられたため、個々の便益を直接的に推定することは困難である。このため、まず3つの対策全体の社会的便益を推定し、次に3つの対策それぞれの個別便益を推定するアプローチをとった。すなわち、3つの対策全体の社会的便益に対して、各対策が寄与する割合（寄与率）を推定し、これを社会的便益にそれぞれ乗じることで推定した。

寄与率の推定は、まず、USDA/FSIS(2005)の

サルモネラ食中毒に係る確率論的リスクアセスメントモデルをベースに、可能な範囲でわが国における殻付き卵の生産・流通・喫食の実態を反映したデータを用いてリスクアセスメントモデルを構築した（ベースケース）。次に、3つの対策シナリオをモデルに適用し、対策なしのケースであるベースケースとともにモンテカルロシミュレーションを実行することで各ケースの食中毒リスクを推定した。この結果に基づいて、各対策の食中毒リスク低減効果を推定し、寄与率を推定した。

3. サルモネラ汚染防止対策の経済効果推定

3つのサルモネラ汚染防止対策のそれぞれの経済効果は、計算期間における1. および2. で推定した社会的費用（C）および社会的便益（B）の現在価値に基づき、社会的便益（B）を社会的費用（C）で除した費用便益比（B/C）および社会的便益と社会的費用の差をとった純便益（B-C）を算出することで推定した。

◆倫理面への配慮

本研究において、特定の研究対象者は存在せず、倫理面への配慮は不要である。

C. 研究成果

1. 殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の社会的費用の推定

1. 1 ワクチン接種の社会的費用の推定

ワクチン接種の社会的費用項目を図表1のとおり整理した。このうち、定量的把握が可能な項目として薬剤費および人件費を抽出した。

1. 1. 1 薬剤費の推定

(1) 接種1回当たり薬剤費の推定

現在、日本で認可されている鶏サルモネラ症（*Salmonella* Enteritidis ; SE）ワクチンは6製品あり、各製品で用法・用量、販売価格が異なる（図表2）。

ワクチン6製品の参考価格（大規模養鶏場向け価格および中小規模養鶏場向け価格：非公開）¹および各製品のシェア²に基づきワクチン価格（1000羽分）の加重平均値を算出した結果、大規模および中小規模養鶏場向け価格はそれぞれ12,800円および17,070円と推定された。

農林水産省「平成20年度畜産統計」によれば、総養鶏数に占める大規模養鶏場での養鶏数が78.4%であることから、大規模および中小規模養鶏場向け価格の加重平均をとることでワクチン価格を推定すると、

$$12,800 \times 0.784 + 17,070 \times 0.216 \\ \approx 13,700 \text{ 円/1000 羽}$$

となる。以上から1羽あたりワクチン価格（薬剤費）は13.7円/羽と推定される。

(2) 年間接種回数の推定

農林水産省「平成20年度畜産統計」によれば、採卵鶏の成鶏めす飼育総数は1億4252万3千羽である。ヒアリング結果に基づき、強制換羽実施鶏および強制換羽非実施鶏の寿命をそれぞれ1.9年および1.5年、また強制換羽実施率を95%と仮定して年間接種対象羽数を推定すると、

¹ ディーラー3社に問い合わせたほか、NPO法人日本食品安全検証機構および（株）シーエーエフ・ラボラトリーズに対してヒアリングを行い、主要製品群の平均的な価格を推定した。
² 動物医薬品検査所「平成20年度 国家検定合格件数及び数量」を参考に各ワクチンの用量ベースに換算した値を算出した（図表2）。

1. 42523 億× (1/1.5×0.05+1/1.9×0.95)
≒0.755 億羽

となる。

また、ワクチン接種率はヒアリングから 40%～50%との回答が得られた。ここではワクチン接種率を 40%と仮定した。

さらに、ワクチン接種回数は、2 回接種および 1 回接種ワクチンのシェア (各 44%、56%) の加重平均をとり、

1 回/羽×0.44+2 回/羽×0.56=1.44 回/羽
と推定される。

これらから、ワクチンの年間接種回数は、
(年間接種対象羽数) × (接種率) × (接種回数)

=0.755 億羽/年×40%×1.44 回/羽

≒0.435 回/年

と推定される。

(3) 年間薬剤費の推定

0 および(2) の推定結果から、ワクチン接種に伴う年間薬剤費は、

(接種 1 回あたり薬剤費) × (年間接種回数)
=13.7 円/回×0.435 回/年

≒5.96 億円/年

と推定される。なお、ワクチン接種率を 50%とした場合には約 7.45 億円/年と推定される。

1. 1. 2 人件費の推定

(1) 接種 1 回当たり人件費の推定

NPO 法人日本食品安全検証機構および (株) シーエーエフ・ラボラトリーズへのヒアリングを踏まえ、ワクチン接種作業は 2 名で行うものと仮定した。また 1 人あたりの日当を 13,000 円、1 日あたりワクチン接種羽数を 3,000 羽(接

種回数) と仮定することで³、ワクチン接種 1 回当たりの人件費は、

2 人×13,000 円/人・日÷3,000 回/日=8.7 円/回

と推定される。

(2) 年間人件費の推定

(1) および 1. 1. 1 (2) で推定したワクチンの年間接種回数を用いると、ワクチン接種に伴う年間人件費は、

(接種 1 回当たり人件費) × (年間接種回数)
=8.7 円/回×0.435 回/年

≒3.78 億円/年

と推定される。なお接種率を 50%とした場合には約 4.73 億円/年と推定される。

1. 1. 3 ワクチン接種の社会的費用の推定

ワクチン接種というサルモネラ汚染防止対策においては、既に開発・製造されていたワクチンを活用することで実施されたため、ワクチンの開発や製造に伴う初期投資は発生していない。すなわち、ワクチン接種には初期投資は伴わず、社会的費用としてはランニングコストとしての年間の薬剤費および人件費のみが発生する。

従って、ワクチン接種の社会的費用は、年間薬剤費と年間人件費を合計した年間費用として、1. 1. 1 および 1. 1. 2 の結果から、接種率 40%の場合で 9.74 億円/年、接種率 50%の場合で 12.2 億円/年と推定される。

³ 日当および作業能力の不確実性を考慮し、ヒアリング結果から得られた上限値を採用した。

1. 2 コールドチェーン導入の社会的費用の推定

コールドチェーン導入による社会的費用項目を図表3のとおり整理した。このうち、定量的把握が可能な項目としてコールドチェーンに対応するためのGPセンターの施設整備費増加および物流コストの増加を抽出した。

1. 2. 1 GPセンターの施設整備費の増加

(1) コールドチェーン対応のGPセンター整備の面積当たり費用増分

イセ食品㈱へのヒアリングから、コールドチェーン対応のGPセンターの施設整備費は、通常のGPセンターが約10万円/坪であるところ、40~50万円/坪となるとの情報が得られた。ここではコールドチェーン対応のGPセンター整備の面積当たり費用増分を約50万円/坪と設定した。

(2) コールドチェーン対応のGPセンターの面積の推定

標準的なGPセンターの処理能力や建床面積については、インターネット上でこれらのデータが取得できる標準的なGPセンターと考えられる有限会社村上ポトリー⁴のデータを採用した。当該GPセンターの処理能力は月400トン(年間4,800トン)、建床面積1,276m²(約380坪)である。

農林水産省「鶏卵流通統計」における平成20年度の鶏卵出荷量2,469,397トン/年を標準的GPセンターの処理能力4,800トン/年で除すると、GPセンターの数は約514箇所となる。なお、日本卵業協会へのヒアリングによれば

全国のGPセンターの箇所数は約500箇所程度とのことであり、このヒアリング結果とも合致する。そこで、GPセンターの箇所数を約500箇所と設定した。また、この結果から、有限会社村上ポトリーのGPセンターの面積(400坪)が標準的なGPセンターの面積と仮定した。

コールドチェーン導入率については正確なデータはないが、ベースケースを30%とし、感度分析的に20%、10%のケースも設定した。

以上より、コールドチェーン対応のGPセンターの面積は、

$$\begin{aligned} & (\text{GPセンター1箇所あたり面積}) \times (\text{GPセンター箇所数}) \times (\text{コールドチェーン導入率}) \\ & = 400 \text{ 坪/箇所} \times 500 \text{ 箇所} \times 0.3 \\ & = 6 \text{ 万坪} \end{aligned}$$

と推定される。コールドチェーン導入率が20%の場合は4万坪、10%の場合は2万坪と推定される。

(3) GPセンター整備の面積当たり費用増分

(1) および(2)の推定結果から、コールドチェーン導入によるGPセンターの施設整備費の増加は、

$$\begin{aligned} & (\text{面積当たり施設整備費増分}) \times (\text{コールドチェーン対応のGPセンターの面積}) \\ & = \text{約} 40 \text{ 万円/坪} \times 6 \text{ 万坪} = \text{約} 240 \text{ 億円} \end{aligned}$$

と推定される。コールドチェーン導入率が20%の場合は約160億円、10%の場合は約80億円と推定される。

1. 2. 2 物流コストの増加

イセ食品㈱へのヒアリングから、チルド物流に対応した車両購入コスト、冷凍機の搭載による積載効率の低下、冷凍機の運転に要するガソリン代等により、コールドチェーン対応の物流コストは通常よりも20~30%程度増

⁴ 有限会社村上ポトリー-HP
(<http://www.fujihashiya-murakami.com/>)

加するとの情報が得られた。ここでは、物流コストの増加率を30%と設定した。標準的な鶏卵輸送費は1kgあたり10円程度、年間鶏卵出荷量は250万トン程度であることから、コールドチェーン導入による物流コストの増加額は、

$$\begin{aligned} & (\text{年間鶏卵出荷量}) \times (\text{鶏卵輸送費}) \times (\text{物流コスト増加率}) \times (\text{コールドチェーン導入率}) \\ & = 250 \text{ 万トン/年} \times 10,000 \text{ 円/トン} \times 0.3 \times 0.3 \\ & = \text{約 } 22.5 \text{ 億円/年} \end{aligned}$$

と推定される。コールドチェーン導入率が20%の場合は約15.0億円/年、10%の場合は約7.50億円/年と推定される。

なお、日本卵業協会のヒアリングより「GPセンターの物流費用はコールドチェーン導入以降、製品取扱量1kgあたり15円前後」との情報が得られている。標準的な鶏卵輸送費が1kgあたり10円程度であることから、この物流コストの増加率は50%程度に相当する。よって、上記の物流コスト増加率30%との設定は妥当であると考えられる。

1. 2. 3 コールドチェーン導入の社会的費用の推定

コールドチェーンの導入による社会的費用は、初期投資としてのGPセンターの施設整備費の増加と、ランニングコストとしての物流コストの増加から構成される⁵。

コールドチェーンに対応するための施設・設備への投資（GPセンターの施設整備費の増加）は、当該施設・設備の耐用年数にわたってコールドチェーン導入による便益を発現し続ける

⁵ 車両購入費は初期投資であるが、物流コスト増加の一部としてランニングコストに変換されたものと捉えた。

ことから、社会的費用はGPセンターの施設整備費の増加と耐用年数分の物流コストの増加額（現在価値）を合計したものとなる。

コールドチェーンに対応するための施設・設備の耐用年数としては、「減価償却資産の耐用年数等に関する省令」（平成20年4月30日財務省令第32号）の「別表第二 機械及び装置の耐用年数表」における「食料品製造業用設備」の10年と設定した。また、現在価値換算に用いる社会的割引率は4%と設定した⁶。

よって、コールドチェーン導入（導入率30%）の社会的費用は、

$$240 + \sum_{t=0}^9 \frac{22.5}{1.04^t} = \text{約 } 430 \text{ 億円（現在価値）}$$

と推定される。コールドチェーン導入率が20%の場合は約287億円（現在価値）、10%の場合は約143億円（現在価値）と推定される。

1. 3 鶏卵の日付表示義務の社会的費用の推定

日本養鶏協会および日本卵業協会へのヒアリングに基づき、多様な影響をもたらした鶏卵の日付表示義務の影響フローを図表4のとおり整理した。これに基づき、鶏卵の日付表示義務による社会的費用項目を図表5のとおり整理した。このうち、定量的把握が可能な項目としてGPセンターの日付ラベル機器の新規導入コストおよびランニングコストを抽出した。

1. 3. 1 日付ラベル機器の新規導入コスト

⁶ 公共事業の費用便益分析においては、国債等の実質利回りを参考値として社会的割引率が4%と設定されていることに準拠した。

の推定

ある GP センターへのヒアリングにより、日付表示のための豆シール機の導入価格は約 250～300 万円/機（ここでは 250 万円/機と設定）、卵殻印字機は 700～800 万円程度（ここでは 700 万円/機と設定）であり、また豆シール機は各 GP センターについて 2 機ずつ導入しているとの情報が得られた。

また、日本卵業協会へのヒアリングによれば、賞味期限、産卵日、包装日等の表示状況に関するデータ⁷（図表 6）も参考にすれば、各機器の導入率としては表示書における日付表示が 50%程度、豆シール機が 45%、インクジェットは 5%、レーザーはほとんどないと想定されるとのことであった。

鶏卵の日付表示義務は全ての GP センターが対象となるため、1. 2. 1（2）で推定した全ての GP センター約 500 箇所の日付表示義務への対応がなされているものと考えられる。

これらから、日付表示機器の新規導入に係るコストは、
(機器の新規導入コストの加重平均) × (GP センター箇所数) × (1 箇所あたり機器導入台数)
= (0 円 × 50% + 250 万円/台 × 45% + 700 万円/第 × 5%) × 500 箇所 × 2 台/箇所
= 14.75 億円
と推定される。

なお、表示書における賞味期限表示については、賞味期限を表示することによる追加的な機器導入コストはほぼかからないと想定されるため、導入コストは 0 円と設定した。

⁷ 中央鶏卵規格取引協議会「2008 年度パック詰小売鶏卵の規格及び品質検査の概要」

1. 3. 2 日付ラベル機器のランニングコストの推定

ランニングコストについては、日本卵業協会のヒアリングより、「GP センター 1 日あたり 3 トン以上の扱いに対して豆シールはおよそ 1.8～1.9 円/kg、卵殻印字（インクジェット仕様）は 1.30～1.35 円/kg」との概数を得ている。表示書における賞味期限表示は上記に比べてコストは低いと考えられるため無視し、導入率も考慮して鶏卵 1 kg あたりの日付ラベル機器の平均ランニングコストを試算すると、
 $0 \text{ 円} \times 50\% + 1.8 \text{ 円/kg} \times 45\% + 1.3 \text{ 円/kg} \times 5\%$
 $= 0.875 \text{ 円/kg}$
と推定される。

これに毎年の鶏卵出荷量約 250 万トンを乗じ、さらに液卵として流通する割合として 20%⁸を控除すると、日付ラベル機器の年間平均ランニングコストは

$$0.875 \text{ 円/kg} \times 250 \text{ 万トン/年} \times (1 - 0.2)$$
$$= 17.5 \text{ 億円/年}$$

と推定される。

1. 3. 3 鶏卵の日付表示義務の社会的費用の推定

鶏卵の日付表示義務による社会的費用は、初期投資としての日付ラベル機器の新規導入コストと、ランニングコストとしての日付ラベル機器のランニングコストから構成される。

1. 2. 3 と同様に、日付ラベル機器の耐用年数を 10 年と設定し、これを計算期間として鶏卵の日付表示義務の社会的費用を計算す

⁸ 食品安全委員会 微生物・ウイルス合同専門調査会「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～」2006.

ると、

$$14.75 + \sum_{t=0}^9 \frac{17.5}{1.04^t} = \text{約 } 162 \text{ 億円 (現在価値)}$$

と推定される。

1. 4 殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の社会的費用の推定 (まとめ)

1. 1 ~ 1. 3 の推定結果を初期投資、ランニングコスト、両者の計算期間 (10 年) における現在価値合計を図表 7 に整理する。

殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の社会的費用は、コールドチェーン導入率 30% の場合、計算期間 10 年間の現在価値で約 678 億円と推定される。コールドチェーン導入率が 20% の場合は約 531 億円 (現在価値)、10% の場合は約 387 億円 (現在価値) と推定される。

なお、ワクチンについてはランニングコストしか発生しないため計算期間は 1 年とすることで十分であるが、コールドチェーン、日付表示義務とも計算期間が 10 年であるため、10 年間の総費用を算出するために計算期間 10 年の値も算出した。

2. 殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の社会的便益の推定

2. 1 3つの対策全体の社会的便益の推定

3つの対策全体の社会的効果を図表 8 のとおり整理した。定量的把握可能性の観点から、これらのうち、サルモネラ食中毒患者数の減少便益と、サルモネラ食中毒死亡者数減少便益を社会的便益として捉えた。

なお、本研究では、対策を講じることで生じるサルモネラ患者数等の数量的変化を「効果」と呼び、これを貨幣換算した金銭的变化を「便益」と呼ぶこととする。

2. 1. 1 サルモネラ食中毒患者減少便益

(1) サルモネラ食中毒患者減少効果

厚生労働省「食中毒監視統計」におけるサルモネラ食中毒患者の報告数と岩崎・春日・窪田 (2007)⁹で推定されたサルモネラ食中毒患者の報告率 (報告数/実発症者数=1/240) を用いて、報告のなかった患者を含めたサルモネラ食中毒患者数を平成 8 年~20 年にわたり年次別に推定した (推定患者数)。この推定結果を図表 9 に示す。

Without ケースにおける患者数は、殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策が講じられる以前の平成 8~10 年の推定患者数の平均 3, 118 千人/年とした。With ケースにおける患者数は、殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策を講じた後に、安定的に推移してきている平成 16~20 年の推定患者数の平均 753 千人/年とした。3つの対策全体のサルモネラ食中毒患者減少効果は、Without ケースと With ケースでの推定患者数の減少数 2, 364 千人/年として推定される (図表 10)。

(2) サルモネラ食中毒患者減少便益

サルモネラ食中毒患者減少便益は、患者が回復するまでに負担する医療費 (Cost of Illness) が、サルモネラ食中毒患者数が減少することにより減少する金額として推定される。すなわち、山本・石渡 (1998)¹⁰の推定結果

⁹ 岩崎恵美子・春日文子・窪田邦宏「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数推定」、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) 分担研究報告書, 2007.

¹⁰ 山本茂貴・石渡正樹「横浜市におけるサルモネラ食中毒による社会的損失」獣医学雑誌

に基づくサルモネラ食中毒患者一人当たり平均医療費 9,739 円 (図表 11) を用いて、

(Cost of Illness) × (サルモネラ食中毒患者減少数)

=9,739 円/人×2,364 千人/年

=約 230.3 億円/年

と推定される。

2. 1. 2 サルモネラ食中毒死亡者減少便益

(1) サルモネラ食中毒死亡者減少効果

厚生労働省「食中毒監視統計」において、サルモネラ食中毒による死亡者は全て報告されているものと仮定し、平成 8 年～20 年の 13 年間に於けるサルモネラ食中毒の死亡者数と推定患者数をプールしたデータに基づけば、サルモネラ食中毒患者の死亡率は、

16 (人) ÷ 21,782 (千人)

=0.0000735%

と推定される。

これを With ケースと Without ケースのそれぞれの推定患者数に乗じることで両ケースの平均死亡者数を推定した (推定死亡者数)。これらから、3つの対策全体のサルモネラ食中毒死亡者減少効果を推定死亡者数の減少数 1.74 人/年として推定した (図表 10)。

(2) サルモネラ食中毒死亡者減少便益

サルモネラ食中毒患者が死亡する場合、発症後に回復する患者と異なり、死亡するまでの医療費や当該死亡者が労働等によって将来にわたって社会的に生み出すはずの付加価値の逸失 (逸失利益)、葬祭に要する費用といった金銭的費用 (人的損失) だけでなく、遺族等の悲しみといった非金銭的費用が社会的損失とし

て発生する。

死亡者の社会的損失については、交通事故分野において多数の研究蓄積がある。交通事故による死亡者と食中毒による死亡者とは異なる点が多々あるが、安全が前提のシステムにおいて予期せず急に死に至るという点では類似している。ここでは内閣府(2007)¹¹ に示された交通事故による死亡者の社会的損失の推定方法を修正して、サルモネラ食中毒死亡者の一人当たり社会的損失額を約 2.42 億円/人と推定した (図表 12)。

サルモネラ食中毒死亡者減少便益は、患者が死亡することによる社会的損失が、サルモネラ食中毒死亡者数が減少することにより減少する金額として推定される。すなわち、

(社会的損失額) × (サルモネラ食中毒死亡者減少数)

=2.42 億円/人×1.74 人/年

=約 4.21 億円/年

と推定される。

2. 1. 3 3つの対策全体の社会的便益の推定

3つの対策全体の年間社会的便益 (年間) は、2. 1. 1 および 2. 1. 2 において推定したサルモネラ食中毒の患者減少便益と死亡者減少便益の合計として、約 234.5 億円/年と推定される。

1. 4 と同様に、計算期間 10 年間の現在価値での社会的便益は、

$$\sum_{t=0}^9 \frac{234.4}{1.04^t} = \text{約 } 1,978 \text{ 億円}$$

¹¹ 内閣府「交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書」2007。

と推定される。

2. 2 3つの対策全体の社会的便益に対する各対策の寄与度の推定

3つの対策全体の社会的便益に対する各対策の寄与度を推定するために、USDA/FSIS (2005) をベースにリスクアセスメントモデルを構築した。

2. 2. 1 USDA/FSIS (2005) のリスクアセスメントモデルの概要¹²

USDA/FSIS (2005)¹³ の SE に係るリスクアセスメントモデルは農場での生産から家庭での喫食に至る各段階を確率論的にモデル化した Farm-to-Fork のモデルである。USDA/FSIS (2005) のリスクアセスメントモデルの全体構造を図表 13 に図示する。

以下に、USDA/FSIS (2005) における各段階におけるモデルの概要を整理する。

(1) 生産段階

農場における生産段階においては SE 汚染卵の産出確率がモデル化されている。そこでは、発生源となる鶏群の感染割合、鶏群内における雌鶏への感染割合、感染鶏から汚染卵が産出される確率に基づいて確率論的なモデルが構築されている。

(2) 保管・加工・流通段階

農場での生産以降、家庭や飲食店における調理に至るまでの保管・加工・流通段階における

SE の増殖がモデル化されている。そこでは、卵内の感染部位別に、GP センターの形態(インライン施設/オフライン施設)、保管場所、保管形態(包装・搬送)、処理施設、冷蔵、流通時の包装方法の違いを考慮し、保存時間、温度、冷却速度をパラメータとする確率論的モデルが構築されている。また、米国内で義務化されている GP センターでの低温殺菌による SE 低減効果もモデル化されている。

(3) 調理段階

調理段階においては、調理方法別の SE 死滅率を用いて、喫食 1 食あたりの SE 暴露量を確率論的にモデル化している。

(4) 発症段階

SE に暴露された消費者の発症リスクは、(3) の喫食 1 食あたりの SE 暴露量の推定結果と、ベータポアソンモデルによる用量-反応モデルを用いて算出している。

2. 2. 2 リスクアセスメントモデルの構築

ここでは USDA/FSIS (2005) のリスクアセスメントモデルをベースとして、わが国の殻付き卵に係る生産・流通・喫食の実態やこれらに関するデータを用いて、3つの対策シナリオを含むリスクアセスメントモデルを構築した。

何の対策も講じられていないベースケースモデルでは、各種対策が採られるようになった平成 10~11 年以前の状況を可能な限りモデル化することとした。

(1) 生産段階

USDA/FSIS (2005) では、SE 汚染卵の産出プロセスや強制換羽の影響等をモデル化し SE 汚染卵の産出モデルを確率論的に構築している。本研究では、ワクチンの汚染卵産出防止効果を考慮できれば十分であるため、単純にデータに基

¹² 内閣府食品安全委員会「食中毒原因微生物の食品健康影響評価に関する調査報告書」平成 19 年度食品安全確保総合調査, 平成 20 年 3 月に基づき作成

¹³ USDA/FSIS: "Risk Assessment for *Salmonella* Enteritidis in Shell Eggs and *Salmonella* spp. in Egg Products", 2005.