

表1 食品衛生管理の経済的評価

分析方法：費用－便益分析（社会的立場）

便益

HACCPによる食中毒減少の推定
 食中毒減少による直接費用，間接費用の推定
 生産損失（とくに生命）：生涯稼得総額

費用

施設改修費・機械器具整備費
 HACCPの導入費

評価指標：純便益（便益－費用）

割引：5%

感度分析：

食中毒発生患者数（食中毒減少効果）
 治療費用
 生命価値
 対策費用
 割引率

表2 学校給食施設における対策費

対策	費用
0-157対策（1996）	
施設改修費	42 億円
機械設備費	78
HACCP導入費（1996）	
単独校調理場	109 億円
共同調理場	46
総計	275 億円

表3 食中毒の発生状況および患者発生状況

食中毒発生状況（1996）	1217 件
食中毒患者発生状況（1996）	4 3935 人
0-157 発生状況（1997）	1300 人
腸管感染症（社会診療報酬1995）	45 0248 件

表4 腸管感染症の医療費（社会診療報酬）

入院（7-15歳）	2 2011 円/日
入院外（7-15歳）	4114 円/日

表5 食中毒の社会的負担と費用（潜在便益）

学校関連食中毒患者数	6 5000 人
入院患者	1300
外来患者	6 3700
検査人数	32 5000
死亡	5
入院費用／患者	22000円×5日 = 11 0000 円
外来費用／患者	4100円×3日 = 1 2300 円
検査費用／一人	300 円
通院費用／患者	1200円×3日 = 3600 円
家族時間費用／患者	9800円×5日 = 4 9000 円
生命価値／死亡	5600 0000 円
総費用（潜在便益）	47億1833 万円

表6 食品衛生管理の費用－便益（億円）

項目	割引なし	3%	5%	7%
便益	707.7	580.2	514.2	459.8
費用	275.0	275.0	275.0	275.0
純便益	432.7	305.2	239.2	184.8

表7 治療費用別の純便益 (基準: 44億円/年)

予防患者数 (倍率)	治療費		
	0.5倍	1.0倍	2.0倍
0.5	-138.8	-17.9	224.0
1.0	-2.6	239.2	723.0
2.0	269.8	753.5	1,720.9

5%割引、(単位: 億円)

表8 生命価値別の純便益

予防患者数 (倍率)	生命価値			
	3,800万円	5,600万円	1.12億円	1.6億円
0.5	-22.8	-17.9	-2.6	10.5
1.0	229.4	239.2	269.8	295.9
2.0	733.9	753.5	814.5	866.8

5%割引、(単位: 億円)

表9 対策費別の純便益

予防患者数 (倍率)	対策費		
	1.0倍	2.0倍	3.0倍
0.5	-17.9	-292.9	-567.9
1.0	239.2	-35.8	-310.8
2.0	753.5	478.5	203.5

5%割引、(単位: 億円)

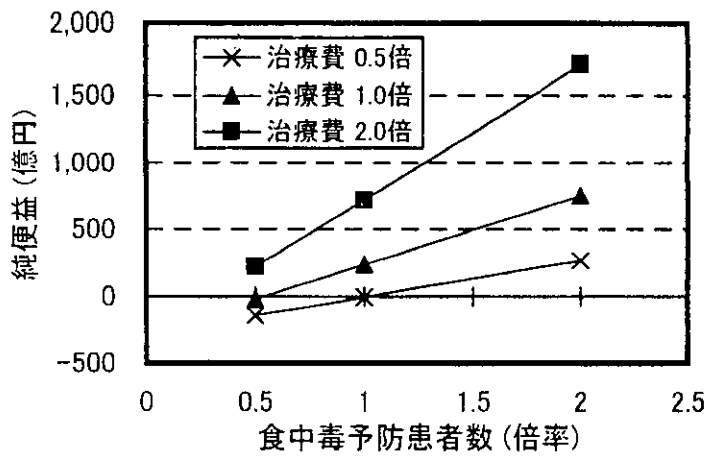


図1 治療費別・予防患者数別の純便益

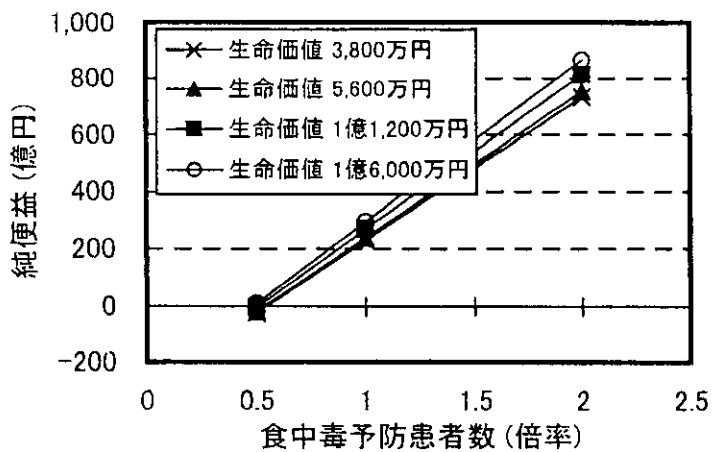


図2 生命価値別・予防患者数別の純便益

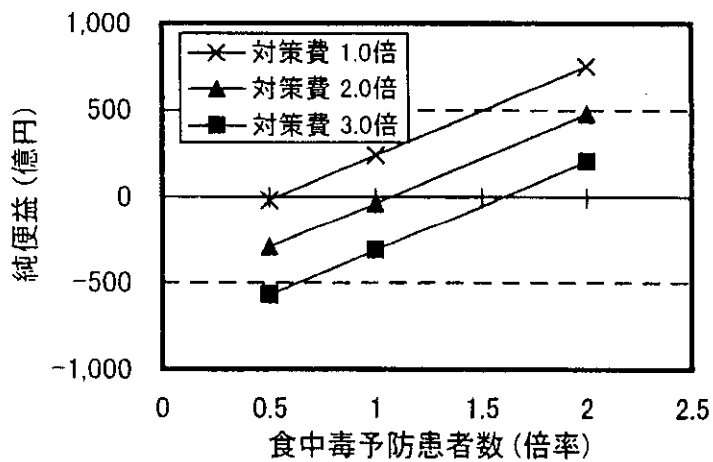


図3 対策費別・予防患者数別の純便益

分 担 研 究 報 告 書

電解水の有効性に関する調査研究

分担研究者 小宮山 寛 機

厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）

分担研究報告書

食中毒の予防対策のあり方に関する研究

分担研究者 小宮山 寛 機（北里研究所・基礎研究所）
研究協力者 佐藤久聡、前原信敏（北里大学獣医学部微生物学教室）、井川
房欣（財、日本食品分析センター）、葵 誓、神野洋彰、斎藤
洋介、阿知波信夫（株、ホシザキ電機）

研究要旨

次亜水の毒性を文献調査し、安全性を再度調べ、また、食中毒予防のために厨房を対象とした消毒を研究室規模で検討し、さらに実際に食料品を扱っている小売業の厨房を対象として有効性を調べた。その結果、次亜塩素酸ナトリウムの安全性に関する文献調査では免疫抑制作用が認められる報告があったが、他の毒性は特に認められなかった。インビトロ実験で器物に付着した細菌を強アルカリ電解水と強酸性電解水で洗浄することによって優れた効果が認められた。特に、蛋白質などが混入している場合は十分な強アルカリ電解水の洗浄を併用すると期待される効果が得られる。フィールドテストでは、一般に使用されている次亜水による除菌と同等な効果が確認された。しかし、作業中に使用することで食品およびその接触対象物を滅菌し、感染経路を遮断しうる可能性が高いことは食中毒防止に効果的に利用できると考えられる。使用する有効塩素濃度が少ないことから、食品への影響はほとんど無く、総論として、経済性、作業効率、確実性、簡便性などを加味すると電解水は有益な洗浄消毒方法と言えよう。

A. 研究目的

今までに食品関連の消毒に対する電解水の有用性について文献調査すると同時に、有効性について試験管内で調べてきた。また次亜塩素酸ナトリウム水溶液（次亜水）と強酸性電解水の物理化学的相違の有無についても検討してきた。今年度は次亜水の毒性を文献調査し、安全性を再度調べた。さらに、食中毒予防のために厨房を対

象とした消毒を試みた。即ち、強アルカリ電解水で洗浄後、強酸性電解水を利用した消毒効果について研究室規模で検討し、さらに実際に食料品を扱っている小売業の厨房を対象として有効性を調べたので報告する。

B. 研究方法

1. 次亜塩素酸ナトリウムの毒性を文献検索； 用いた調査方法はメドラ

インで sodium hypochlorite + toxicity で調べた。1970-1999 年では 90 件の報告があったが、動物を用いた食品添加物に関する毒性試験の報告書は、ほとんどが発癌性の試験であり、他の試験報告書はわずかであった。そこで食品添加物の試験に指定されている発癌性試験と、その他に毒性に関係が近いと思われる論文 14 報を選びそれらの記載されている内容を詳細に調べた。

2. インビトロ試験

タイル、ステンレスおよびガーゼに大腸菌 (EC)、サルモネラ菌 (ST)、黄色ブドウ球菌を付着させ (1×10^6 CFU/ml) の 0.1 ml スキムミルク添加 PBS 液に浸漬し、30 分乾燥)、次亜水 (塩素濃度 100ppm)、強アルカリ電解水 (pH11.5) および強酸性電解水 (pH 2.7, 塩素濃度 40ppm) で 10-15 秒洗浄した後、生菌数を測定した。さらに菌液にスキムミルクを 1% になるよう添加した後付着させ、同様の方法で洗浄した。

3. フィールドテスト

市中一般的に見られるスーパーマーケットの鮮魚ならびに惣菜部門の厨房を対象にして、電解水の消毒効果を次亜水を用いた従来法と比較した。用いた次亜水および電解水の特徴は；

次亜水：pH 9.0、有効塩素濃度 100ppm

電解水：強酸性電解水 (pH 2.62、

有効塩素濃度 36ppm)

強アルカリ電解水 (pH 11.4)

【試験 1：従来の洗浄法との比較】

厨房内全体の様々な個所 (エプロン、床、冷蔵庫取っ手、長靴、アルミバット、ラックなど) において、作業前、作業中、作業後の検体表面を 10×10 cm の面積で拭き取り、一般細菌数および大腸菌数を測定した。

洗浄方法

従来の洗浄方法：水道水+洗剤

今回の洗浄方法：強アルカリ電解水+強酸性電解水

【試験 2：魚をおろす工程中の菌数】

アジ 8 匹を 3 枚におろす工程において、作業前、作業中、作業後の検体表面 (フキン、まな板、包丁、手指) を 10×10 cm の面積 (但し、包丁は全体、作業者の手指は片手掌) で拭き取り、一般細菌数および大腸菌数を測定した。

洗浄方法

従来の洗浄方法：作業中は、水道水とたわしによる洗浄を行ない、作業後は、上記+次亜水にて殺菌

今回の洗浄方法：強アルカリ電解水+強酸性電解水およびたわしによる洗浄

C. 研究結果

次亜塩素酸ナトリウムの毒性を文献検索

Maltoni らはSDラットを対象に飲水に次亜塩素酸ナトリウムを添加して(750, 500, 100 mg/l) 104週間飲ませた。その結果、雌ラットでリンパ系の収用が増加した。この結果は米国のNIHで行なわれた試験結果と同様であった。但し薬量相関は見られずさらなる試験が必要であるとの結論である。

毒性試験では免疫抑制に関する報告が2報あった(Exonら、Frenchら)。いずれもラットあるいはマウスに対して飲水に混ぜて投与し免疫抑制を調べたもので(5-30 ppm)、9週間投与すると30 ppmで軽度な免疫抑制が認められるが、2週間投与では変化はなかった。

発癌性試験ではラットおよびマウスを用いた試験でHayashiらは雌雄のラットおよびマウスに経口摂取させて(500-2000ppm x 100週以上)発癌性の有無を調べたが、発癌性は認められなかった。

総説としてはRacioppiらが欧州7ヶ国の1989-1992年の毒性コントロールセンターの発表したデータを基に次亜塩素酸ナトリウムの毒性を述べている。動物およびヒトを対象にした安全性の研究ならびにヒトの事故例を取り上げている。最も多い毒性事故は塩素系漂白剤を酸あるいはアルカリと混ぜて発生するガスを吸入する

事故である。その他眼および皮膚の刺激などの事故例についても述べてあり、引用文献も参考となるものが多く優れた総説となっている。但し、食品消毒への応用を対象とした安全性については言及してはいない。

電解水の有効性に関する研究

電解水のインビトロでの試験結果については、各文献、シンポジウムで発表され、消毒効果も実証されている。この効果を、厨房へ利用する場合、もっとも問題となるのが妨害物質の存在である。厨房内での利用においては、電解水の効果を十分に発揮できる使用環境の検討も必要である。

1. インビトロでの結果

0.1% スキムミルク液で付着させた菌に対して強アルカリ電解水で洗浄した場合やや減菌した。一方、次亜水および強酸性電解水で洗浄したものでは、菌数が1-10個程度まで減少した。さらに強アルカリ電解水および強酸性電解水で洗浄した場合は0-数個であり最も顕著な効果が認められた。一方、1.0%のスキムミルク溶液にて付着させた菌に対しては、それぞれ単独水での効果はやや劣るが、強アルカリ電解水と強酸性電解水を併用した場合は顕著な除菌効果が認められた(表1)。

2. フィールドテスト

今回の試験では、電解水を特別な環境で利用するのではなく、従来と何ら変わらないか、あるいはより作業性を向上させる簡単な利用法とした。

試験1において、鮮魚部門では従来の方法の作業後の簡単な水洗いでは相当数の細菌が残存していたが（例：長靴 2×10^5 個）、強アルカリ電解水および強酸性電解水で洗浄することにより消毒できた（ 1×10^3 個）。

試験2において、従来の方法で洗浄し次亜水で消毒することで、菌数を減少させることができた。また、強アルカリ電解水および強酸性電解水で洗浄した場合においても、従来法とほぼ同等の減菌率が得られた。さらに、電

解水を利用することで、特に、作業中のあらゆる検体について優位に減菌することができた。解体用のまな板を例に述べると、従来法では作業後タワシを使用して中性洗剤と水道水にて洗浄した後（ 10^5 個）次亜水（100 ppm）を含ませたキッチンペーパーでまな板を2分以上おとした（ 10^3 個）。電解水の場合タワシを使用して、強アルカリ電解水、強酸性電解水でそれぞれ15秒洗った（ 10^1 個）。この様に作業後の簡単な電解水洗いで細菌数が減少している。同様な事がフキン（従来法： 10^4 個、電解水 < 100 個）、手指、アルミバットなどほとんどの検体に認められた。

表1. 1.0% スキムミルク添加 PBS で菌液を調製した場合の各処理後の生菌数

菌種	素材	生菌数 (コロニー数)					
		未処理	処理 1	処理 2	処理 3	処理 4	処理 5
EC	ステンレス	>1000	>1000	>1000	28.7	19.0	2.7
	タイル	>1000	>1000	>1000	200.0	179.7	24.7
	ガーゼ	>1000	>1000	>1000	18.0	12.7	0
ST	ステンレス	>1000	>1000	>1000	30.7	40.7	2.0
	タイル	>1000	>1000	>1000	193.3	168.7	31.0
	ガーゼ	>1000	>1000	>1000	28.7	41.0	0
SA	ステンレス	>1000	>1000	>1000	66.3	69.7	0
	タイル	>1000	>1000	>1000	194.7	217.0	7.7
	ガーゼ	>1000	>1000	>1000	23.3	29.0	0

菌種: EC; *Escherichia coli*, ST; *Salmonella typhimurium*, SA; *Staphylococcus aureus*

洗浄処理: 処理 1 --- 超純水で 10 15 秒間洗浄

処理 2 --- アルカリ電解水で 10 15 秒間洗浄

処理 3 --- 100 ppm 次亜塩素酸ナトリウム液で 10 15 秒間洗浄

処理 4 --- 酸性電解水で 10 15 秒間洗浄

処理 5 --- アルカリ電解水で 10 15 秒間洗浄後、精製水で 10 15 秒間洗浄し、さらに酸性電解水で 10 15 秒間洗浄

D. 考察

次亜塩素酸ナトリウムの毒性を文献検索したが、塩素系の消毒剤は歴史が古いために食品添加物としての一連の毒性試験に関する報告は見出せなかった。以前水道水に含まれている次亜塩素酸ナトリウムと発癌性が問題となりその関係を明らかにする目的で研究された論文が数編あったが、特に発癌性との関係は証明されていない。免疫系への影響が見られたが、厨房の消毒剤として使用する場合、食品への付着は試験系に比べてはるかに低濃度であることから問題はないと思われる。

有効性に関する研究として、器物に対する電解水の除菌効果を比較検討するために、壁材の代表としてタイルを、シンクの素材としてステンレスを、布巾の代りにガーゼを用い、それらの表面に付着した細菌に対する電解水の除菌効果を比較検討した。水洗のみでは菌数の減少はほとんど見られなかったが、強アルカリ電解水ですると洗浄後に生菌数は減少した。これは菌と共に付着している有機物が強アルカリ電解水により溶解し洗い出されたためと考えられる。但し、添加する

有機物を 10 倍に増量したところ効果が著しく低下した。一方、強アルカリ電解水で洗浄後、超純水による数回の洗浄操作の繰返しが器物に付着した菌数の減少をもたらさなかったが、これに強酸性電解水の洗浄を加えると強い除菌効果が見られた。このことは繰返しによる 3 回の洗浄操作の物理的な洗浄効果ではなく、強アルカリ電解水により有機物が分解された後に超純水で洗い流すことにより大部分の付着菌が表面に露出し、そこに強酸性電解水が作用した為に殺菌されたものと考えられる。また、ステンレスよりもタイルに付着した菌の方が排除し難く、実際にタイルに付着した菌を排除するためには大量の水が必要である。有機物の混入が少ない場合には強酸性電解水の単独使用でも強い除菌効果が期待できるが、有機物の混入が多い場合には強アルカリ電解水との併用が必要であることが示唆された。厨房などの施設で実際に機能水を応用する際には、有機物の混入が多いために大量の強酸性電解水や次亜水で洗浄するよりは少量の強アルカリ電解水と強酸性電解水を併用した方が、より高い除菌効果を期待で

きると思われる。

フィールドテストにおいては対象とする施設、対象物、洗浄方法の設定が重要である。今回は、市中一般的に見られるスーパーの生鮮食料品を扱っている厨房を試験対象に選んだ。特に最も細菌汚染にさらされる可能性のある鮮魚部門の器物を対象とし、洗浄方法は日常行なわれている方法を参考に設定した。

この結果、試験1においては、作業中および作業後の簡単な水洗いでは比較的多くの細菌が残存していたが、電解水の洗浄消毒が効果的であった。試験2の魚をおろす作業においては、作業中および作業後の簡単な水洗いでは比較的多くの細菌が付着しているが、次亜水消毒および電解水消毒において、どちらも有意に消毒することができ、両者のあいだに特記する差は認められなかった。従って強アルカリ電解水と強酸性電解水の洗浄消毒で従来の方法（次亜水）とほぼ同等の効果が認められたが、作業性の点では明らかに次亜水を利用するよりも有効であった。

また作業を中断することなく従来のように水道水感覚で使用することで、対象物を滅菌し、感染経路を遮断しうる可能性が高いことは特筆すべき効果であるといえよう。さらに食品の味あるいは香りをお損なうことが

懸念されるが、食品を直接消毒しないので影響はほとんどない。短所として、対象とする器物によっては錆が出やすい（多少次亜水にも認められているが）ことと初期投資（機器の購入費、配管費用）および定期点検（管理者を置く）が必要ではあるが、経済性、作業効率、確実性、簡便性などを加味すると電解水は有益な洗浄消毒方法と言えよう。今回は厳冬季（12月）に試験を行なったが、夏であればより効果的な結果が期待できると思われる。

E. 結論

1. 次亜塩素酸ナトリウムの安全性に関する文献調査では免疫抑制作用が認められる報告があったが、他の毒性は特に認められなかった。
2. 研究室内における実験で器物に付着した細菌を強アルカリ電解水と強酸性電解水で洗浄することによって優れた効果が認められた。特に、蛋白質などが混入している場合は十分な強アルカリ電解水の洗浄を併用すると期待される効果が得られる。
3. フィールドテストでは、一般に使用されている次亜塩素酸ナトリウム水による除菌と同等な効果が確認された。しかしながら、作業中に使用することで食品およびその接触対象物を滅菌し、感染経路を遮断しうる可能性が高いことは食中毒防止に効果的

に利用できると考えられる。使用する有効塩素濃度が少ないことから、食品への影響はほとんど無く、総論として、経済性、作業効率、確実性、簡便性などを加味すると電解水は有益な洗浄消毒方法と言えよう。

F. 研究発表

電解水の有効性に関する調査研究
小宮山寛機、松井英則、堂ヶ崎知格
公衆衛生情報 28 (11)、46-47
(1998)

分担研究報告書

食中毒等による経済的損失の評価に関する経済疫学的研究

分担研究者 山本茂貴

厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）

分担研究報告書

食中毒等による経済的損失の評価に関する経済疫学的研究

分担研究者 山本 茂 貴（国立公衆衛生院衛生獣医学部）

研究要旨

食中毒による被害はこれまで事件数、患者数、死者数という直接的な被害を表す数値によって表現されてきた。しかし、このような指標は原因の異なる食中毒の被害を十分に比較できず、食中毒が社会的又は経済的に及ぼす影響について評価し難いという問題を持っている。

これらの問題を解決する1つの方法として経済損失額により被害の大きさを表現するという手法が知られている。そこで、細菌性食中毒による経済損失の推計方法及び推計に必要なデータを調べるために米国農務省の Buzby らが行った cost-of-illness の推計方法を検討した。

その結果、現在の日本では Buzby らが使用したものと同様な疫学データがないために同じ方法で推計を行うことができないことが判明した。そのため、現在入手可能なデータを使用して横浜市におけるサルモネラ食中毒の cost-of-illness の推計を行なった結果、1991～1995年に横浜市内でおきた食中毒事件の cost-of-illness はおよそ850万円（1993年の円に換算）（1年あたり平均約170万円、患者1人あたりの費用は約44,000円）、横浜市民のなかで発生したサルモネラ食中毒の1年間の cost-of-illness はおよそ7,700万～5億3,000万円（患者1人あたりの費用は約23,000円）と推計された。

今後、精度の高い cost-of-illness の推計を行うためには、使用する質の高いデータを得るための疫学研究の充実が必要であると考えられる。

A. 研究目的

平成8年は腸管出血性大腸菌 O157による集団食中毒の続発、サルモネラによる食中毒の増加等近年になく食中毒が社会的に問題となった年であり、また、食中毒事件数は1,217件、患者数は43,954人、死者数15人で、事件数、患者数、死者数ともこの10年で最も多い年となった¹⁾。食中毒による被害はこれまで事件数、患者数、死者数という直接的な被害を表す数値のみが、原因毎に集計されるといった手法で示めされてきた。しかし、このような指標では1日で症状の治まった黄色ブドウ球菌による食中毒の患者と腸管出血性大腸菌 O157による食中毒に感染し HUS をおこした患者も同じ1人という数字で計上されるために、単純にこの数字だけをもとにして行政が対策の優先順

位を考えることは困難である。また、ひとたび食中毒が発生するとその被害は患者の発生という直接的被害にとどまらず、食中毒に伴う様々な間接的な被害が生じている。小澤²⁾は、経済的被害を考える場合は人に対する直接的（一次的）被害の他に間接的被害を考慮する必要があるとし、1996年に O157が日本経済に与えた被害を計算するための項目として、①家畜生産に及ぼした被害、②消費の減少による損害、③価値の低下による損害、④調査・研究費、会議費の支出、⑤輸出入の減少による被害、⑥人の健康に及ぼす被害、⑦社会的損害、⑧レジャーの損害を例示している。

行政が食中毒についての対策の優先順位や効率性を考える場合に、このようにいくつかの性質の違う被害の状況を1つの単位にまとめて把握する

ことが必要があり、金額という単位であらわされた経済的損失額を知ることは重要と考える。

アメリカでは、以前から食中毒の経済損失について研究が行われており、1996年にはアメリカ農務省の Buzby ら³⁾が、サルモネラ菌、カンピロバクター、病原性大腸菌 O157:H7、リステリア菌、黄色ブドウ球菌、ウエルシュ菌の6種類の細菌による食中毒についてのこれまでの研究をまとめて1993年の米ドルに換算した経済損失額の推計額を公表している。

一方、日本ではこのような研究はほとんど行われておらず、わずかに静岡県保健衛生部⁴⁾が食中毒原因施設のうちの損害額が判明した施設の損害額の合計金額を、医療費・見舞金・慰謝料、休業にともなう損害、食品廃棄による損害、雑費の4項目にわけて食中毒年報で発表している以外はほとんど行われていない。

そこで、本研究では細菌性食中毒による経済損失の推計方法及び推計に必要なデータについて米国、特に Buzby らの方法と現在の日本で可能な方法を比較しながら検討し、横浜市におけるサルモネラ食中毒による食中毒の損失額の推計を試みることにより、日本における細菌性食中毒による経済損失額の推計に必要な要件について考えた。

B. 研究方法

1 アメリカにおける方法

アメリカ農務省の Buzby ら³⁾は、1996年の「細菌性食中毒—医療費と生産性損失」の中で、アメリカ合衆国におけるサルモネラ菌、カンピロバクター、病原性大腸菌 O157:H7、リステリア菌、黄色ブドウ球菌、ウエルシュ菌による食中毒の経済損失についてのこれまでの cost-of-illness (傷病の費用)の研究をまとめて1993年の米ドルに換算した推計額を公表している。この著書のなかで Buzby らは食品媒介疾病による社会的損失の項目として表1のような項目をあげているが従来の cost-of-illness の研究ではこれらのうちの個人・家族の医療費と生産性の損失のみの場合がほとんどであり、他の損失は適当な方法がないために通常は省略されると述べており、実際にこの本の中の研究においても個人・家族の医療費及び生産性損失しか計算していない。

Buzby らの推計した cost-of-illness は、疾病の

リスクの減少によってどのような社会的な利益を与えることができるかということ推計するための主要な指標である。cost-of-illness は、通常、疾病が原因で、ある1期間に費やされた治療費などの直接費用と介護費用や患者の生産性損失などの社会的なコストを間接費用として分類し、これらの合計を総コストとして推計する方法である⁵⁾。この方法はデータの入手が容易であるなど扱いやすいために、この数十年の間にアメリカで幅広く使われてきた。しかし、子供や老人の価値が低くなる、個人の苦痛などが考慮されていないために社会的利益を控えめにあらわすなどのマイナス面も持っている³⁾。

Buzby ら³⁾は、cost-of-illness の推計を、まず、①患者数の推計を行い、次に②患者の重症度(具体的には、死亡、入院、通院及び非通院の4つに区分)ごとの人数を推計し、そして③重症度ごとの患者1人あたりの医療費及び生産性損失の推計し、最後に④ cost-of-illness を推計するという手順で行っている。

サルモネラ食中毒の場合は、すべてのサルモネラ症患者の cost-of-illness を求めてそれからサルモネラ食中毒の cost-of-illness を求めている。その手法は、まず、① CDC への年間の報告数及び Chalker ら⁶⁾の患者発生数と CDC への患者報告数の割合を研究した報告を根拠に患者数の推計を行い、次に、② CDC のサーベイランスデータ及び1985年にシカゴで起きたミルクによるサルモネラ食中毒の調査結果をもとに重症度ごとの患者数を推計し、③ Cohen⁷⁾らが1976年にコロラド州で起きたサルモネラ食中毒事件で行った調査結果を平均賃金と消費者物価指数のデータを使用して1993年の米ドルに換算し、死亡者の費用については入院患者の費用に Landefeld と Seskin の算定法にもとづいて算出した平均逸失利益額を加えることにより重症度ごとの患者1人あたりの医療費及び生産性損失の推計し、最後に④各重症度ごとの患者数と1人あたりの費用をかけあわせ、それを合計して cost-of-illness を求めている。

このように、Buzby らは既存の調査のデータを組み合わせて総費用(cost-of-illness)の推計を行っている。

表2. 横浜市におけるサルモネラ食中毒事件数及び患者数

年	事件数(件)	患者数(入院者数)(人)
1991	1	1 (1)
1992	2	16 (10)
1993	3	112 (36)
1994	2	45 (3)
1995	2	19 (0)
合計	10	193 (40)

2 日本の食中毒の損害額推計法の検討

前項で述べたように、Buzby らの推計方法は既存の疫学調査の積み重ねの上に行われている。しかし、我が国においては食中毒についての疫学調査は、発生した食中毒の原因を究明し、その結果を事故の拡大と再発の防止に役立てることを目的に行われ、まとめられたものがほとんどであり、Cohen ら⁷⁾の行った研究のように、食中毒の損失について詳しく調査した研究はない、そのため Buzby らと同様な方法で cost-of-illness の推計を行うことはできない。

食中毒の被害額を推計する方法として、1つの可能性として考えられるのは、損害賠償保険金の額を調査する方法である。食中毒の原因施設が日本食品衛生協会の行う食中毒営業賠償共催に加入している場合に損害賠償金が共済金として支払われる。この額について調査するという方法である。ただし、この方法は、共済に加入している施設のデータしか手に入れることしかできないため、必ずしもすべてを把握することができない。

このようなことを考え合わせて、現在、入手可能なデータをもとに横浜市におけるサルモネラ食中毒の cost-of-illness の推計を行うこととした。

3 サルモネラ食中毒について

サルモネラは約2,000種の血清型をもち、食肉類、イヌ、ネコ、キバラガメなどのペット類、下水、河川など自然界に広く分布している。サルモネラ属の菌のうち、チフス菌、パラチフス菌を除くサルモネラによって引き起こされる感染症をサルモネラ症という。発症にはかなり大量の菌が必要とされており、ほとんどが食品媒介感染症の形態をとっている⁸⁾。

サルモネラ食中毒の患者数は食中毒統計による

表3. 1991～1995年に横浜市で起きたサルモネラ食中毒事件の患者の年齢構成

年齢	人数	割合(%)
0～4	2	1.0
5～9	8	4.1
10～14	18	9.3
15～19	55	28.5
20～29	53	27.5
30～39	22	11.4
40～49	15	7.8
50～59	10	5.2
60～69	9	4.7
70～	1	0.5
合計	193	100.0

と1980年代前半までは、腸炎ビブリオ、黄色ブドウ球菌について第3位の位置にあったが、1980年代後半から増加し、1991年からは年間患者数が最も多い食中毒となっている⁹⁾。平成8年のサルモネラによる食中毒は事件数350件(全体の33.5%)、患者数16,334人(同42.3%)、死者数3人と¹⁰⁾我が国におけるの食中毒事件の中で最も大きな位置を占めている。

4 cost-of-illness の推計の概要

今回はこのサルモネラ食中毒の cost-of-illness について、横浜市の食中毒事件のデータをもとにした推計及び、独自の方法で横浜市民全体を対象として発生を推定したサルモネラ食中毒患者数をもとに行う推計の2つの方法による推計を試みた。食中毒事件のデータは現在入手可能な最新の5年間(1991～1995年)を使用し、金額は中央年である1993年の円で求めた。これに合わせるために横浜市民全体を対象として推定したサルモネラ食中毒の推計も1993年のデータを用いた。

cost-of-illness の推計の手順は、

- ①患者数の把握
- ②受療パターン¹¹⁾の推計
- ③患者1人あたりの医療費の推計
- ④患者1人あたりの間接費用の推計
- ⑤総費用(cost-of-illness)の推計

の順番で行った、なお、この期間に横浜市内で発生したサルモネラによる食中毒事件で死者が出ていないこと、ここ数年のサルモネラ食中毒の死者数が全国で1～3名¹²⁾と割合が少ないことから、死

表4. 1991～1995年に横浜市で起きたサルモネラ食中毒事件の患者の症状の割合

症状	割合(%)	症状	割合(%)
下痢	94.8	あい気	0.0
発熱	95.1	嘔気	22.3
嘔吐	27.0	頭痛	8.8
腹痛	43.3	悪寒	13.0
臥床	51.2	戦慄	2.7
		倦怠感	20.7

※左列のデータのみ今回の推計に使用

※臥床の割合は入院患者以外のものである。

者は発生しないものと仮定して推計を行った。

C. 結果

1 サルモネラ患者数の推計

1.1 横浜市における食中毒事件のデータ

医師が食中毒患者・その疑いのあるものを診断した場合、またはこれらの死者を検索した場合に食品衛生法（昭和22年法律第233号）第27条第1項規定により、直ちに最寄りの保健所に届け出られる。

保健所はこの届け出をもとに調査を実施し事件票を作成し（14日以内）、翌々月20日までに指定都市の市長（都道府県知事）を経由して厚生省に提出される⁹⁾。今回用いたデータは、この報告の過程で横浜市衛生局生活衛生部食品衛生課に集められたものを利用した。データは事件毎に原因、患者数、重症（入院）者数、患者の年齢構成、各症状を示した患者数、原因究明のための疫学調査などが記載されている。ただし、ここに記されたデータには医療機関の受診者の数（例外として入院患者数のみ重傷者数として記載される。）、個々の患者の症状は記載されていない。

以上のデータのうち入手可能であった最新のデータとして、1991～1995年の横浜市内におけるサルモネラによる食中毒の、事件数及び患者数（表2）、年齢階級別患者数（表3）、患者の症状の割合（表4）を求めた。なお、患者の症状の割合は、症状の有無について確認できたものの中の割合であり、さらに、臥床の割合については、入院患者を除いた割合を求めている。

1.2 横浜市民全体を対象として発生を推定したサ

ルモネラ食中毒患者数の推計

Buzby ら³⁾は、CDC に報告される食中毒患者数が米国内での食中毒患者数の実数よりもかなり少ないものであることを考慮して cost-of-illness を推計している。

我が国においても食中毒統計に計上されたサルモネラ食中毒の患者数が実際の患者数よりもかなり少ないであろうということが以前から指摘されている¹⁰⁾¹¹⁾。しかし、日本国内のサルモネラ症の発生患者数の推計についてはこれまで行われていない。今回は、健康保菌者のデータ及び Chalker ら⁶⁾の推計法、小野川ら¹²⁾調査結果などを用いて図1のように横浜市民の中で1年間に発生するサルモネラ食中毒の患者数を推計した。推計の手順はまずすべてのサルモネラ症の患者数を推計した後にサルモネラ食中毒の患者数を推計している。

Chalker ら⁶⁾は、合衆国における年間のサルモネ

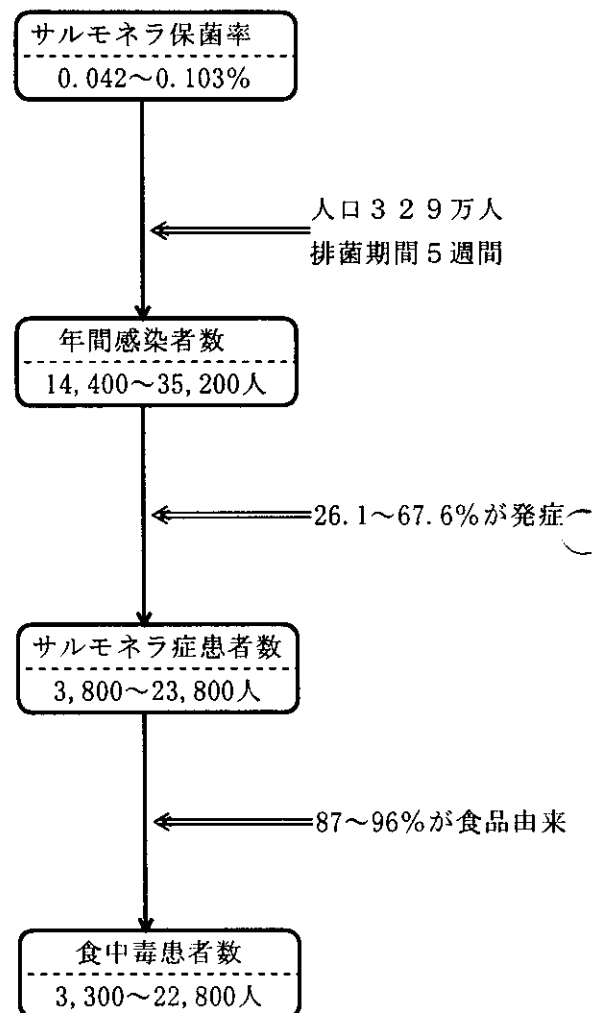


図1 サルモネラ食中毒患者発生数の推計の流れ

表5. サルモネラ菌の検出状況

年	福岡市衛生研究所 ¹³⁾		東京都予防医学協会 ¹⁴⁾	
	検査件数	検出件数(%)	検査件数	検出件数(%)
1989	38,312	5 (0.013)	247,698	242 (0.098)
1990	38,494	14 (0.036)	221,755	203 (0.092)
1991	39,929	9 (0.023)	213,113	219 (0.103)
1992	40,785	30 (0.074)	205,185	205 (0.100)
1993	42,745	40 (0.094)	105,008	49 (0.047)
1994	44,242	39 (0.088)	71,546	30 (0.042)
1995	—	—	72,023	31 (0.043)

※福岡市衛生研究所のデータは年度単位のもの

※東京都予防医学協会の原版は割合を小数点以下2位で表記されている。

ラの感染者数は、80万人から370万人の間であると推計し、その最大値である370万人という感染者数は、サルモネラの保菌者数から次の式により推計を行っている。

$$1 \text{ 年間の感染者の発生率} = \frac{\text{保菌率}}{\text{排菌の期間(年換算)}}$$

表5は福岡市衛生研究所¹³⁾及び東京都予防医学協会¹⁴⁾による最近のサルモネラ菌の検出状況である、これらのデータは食品取扱者、学校の宿泊行

表6. 患者の自覚症状の割合¹²⁾

症状	割合 (%)
悪心・嘔吐	7.6
腹痛	68.8
下痢	86.8
発熱	17.4

表7. 患者の年齢階級別頻度

年齢	割合 (%)
0～4	3.7
5～9	13.0
10～14	16.1
15～19	5.8
20～29	13.2
30～39	11.4
40～49	14.2
50～59	12.1
60～69	6.8
70～	3.7

事の際の健康診断（東京）、保母（福岡）などの検査結果から得られものである。この表からもサルモネラ菌の保菌率は年毎、地域ごとの差が見られる。横浜市が首都圏であることを考慮して、東京都予防医学協会のデータを使用し横浜市のサルモネラ推定保菌率を0.042～0.103%、また、排菌の期間は Chalker らと同様に Buchwald ら¹⁵⁾の研究による5週間(0.096年)という数値を使用した。この発生率に1993年の横浜市の人口(約329万人)

をかけて、横浜市民の中の年間のサルモネラ感染者数を14,400～35,200人であると推計した。

次にこの中から、発症者の割合を推計した。小野川ら¹²⁾は、1980年1月から1985年12月までの5年間に東京都予防医学協会の検査でサルモネラが保菌された保菌者に対し、検査の前後1週間の自覚症状についてのアンケート調査を行ったところ、2,272例のうち1,329例から回答があり、そのうち545例(44.5%)が何らかの自覚症状を訴えていると報告している。小野川らの報告のうちの未回答部分について、すべてが無症状例と仮定した数値を最低、すべてが発症していると仮定した場合の数値を最大として、推定発症率を26.1～67.6%とし、サルモネラ症患者数を3,800～23,800人と推計した。

最後にサルモネラ食中毒患者数の推計を行った。食中毒以外のサルモネラ症の感染源としては日本でも、カメからの感染事例¹¹⁾、病院内での人から人への感染事例¹⁶⁾、健康保菌者のペットの所有数の報告¹⁷⁾などがあるが、これらの感染者数が実際にどの程度の割合になるかという推計は現在のところ行われていない。そこで、米国の数値ではあるが、Buzby らの用いたサルモネラ症患者にしめるサルモネラ食中毒患者の割合は87～96%であるという数値を用いて、最終的に横浜市におけるサルモネラ食中毒の患者数は3,300～22,800人であると推計した。

患者の自覚症状の割合は、小野川ら¹²⁾の報告の割合(表6)を、また、患者の年齢構成は1991～1995年の食中毒統計第11表⁹⁾の全国のサルモネラ食中毒事件の患者の年齢階級別頻度を用いて計算したものをを用いることとした。

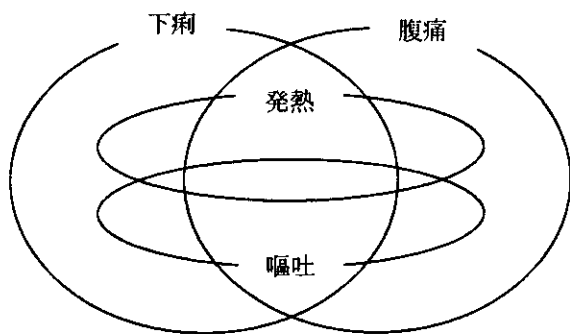


図2 患者の症状パターンのモデル

2 患者の受療パターンの推計

患者の受療パターンは入院、通院、売薬を飲む、何もしないの4つの区分に分けてそれぞれの患者数を推計した。

横浜市のデータでは、入院患者は重症者として計上されているが、その他の患者の通院の有無については記載されていない。また、日本国内の食中毒事件において患者がどのような受療行動をとったかという調査も行われていない。そこで、サルモネラ食中毒の主な症状から、下痢、腹痛、発熱、嘔吐の症状の患者の割合に着目し、平成4年度国民生活基礎調査¹⁸⁾のデータをもとに受療パターンの推計を試みることにした。

推計の方法は、まず、症状のパターンごとの患者の割合を推計し、次にそれぞれのパターン毎に治療行為の割合を求め、最後に症状のパターンごとの総患者数に対する治療行為の割合を合計したものを最終的な受療パターンの割合とした。

症状のパターンごとの患者の割合は、横浜市のデータ、小野川ら¹²⁾のデータともに、複数の症状を示した患者の割合については記載されていない、そこで患者の症状について図2のようなモデルを考え、すべての患者が、下痢もしくは腹痛の症状を示すとし、発熱及び嘔吐はどの群の患者にも同じ割合で存在すると仮定して症状パターンごとの患者の割合を推計した。

計算の方法は、

- P_D : 下痢の症状の患者の割合、
- P_V : 嘔吐の症状の患者の割合、
- P_S : 腹痛の症状の患者の割合、
- P_F : 発熱の症状の患者の割合、とすると：
- ・下痢のみの症状の患者の割合

表8. 有訴者の治療状況 (%)

主症状	通院	売薬をのむ	何もしない
下痢	36.4	30.6	33.0
腹痛	52.2	27.1	20.7
発熱	69.4	18.8	11.9
嘔吐	48.8	18.7	32.5

		症 状 A		
		通院する	売薬を飲む	何もしない
症 状 B	通院する			
	売薬を飲む			
	何もしない			

症状A及びBがある時に

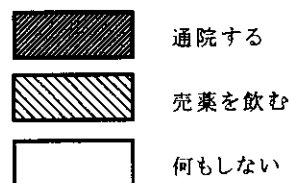


図3 二症状をもつ患者の治療行動のモデル

$$P_d = (1 - P_s) \cdot (1 - P_v) \cdot (1 - P_f)$$

・腹痛のみの症状の患者の割合

$$P_s = (1 - P_D) \cdot (1 - P_V) \cdot (1 - P_F)$$

・下痢及び腹痛の症状の患者の割合

$$P_{s,d} = (P_s + P_D - 1) \cdot (1 - P_V) \cdot (1 - P_F)$$

・下痢及び発熱の症状の患者の割合

$$P_{f,d} = (1 - P_s) \cdot (1 - P_V) \cdot P_F$$

・腹痛及び発熱の症状の患者の割合

$$P_{f,s} = (1 - P_D) \cdot (1 - P_V) \cdot P_F$$

・下痢、腹痛及び発熱の症状の患者の割合

$$P_{f,s,d} = (P_s + P_D - 1) \cdot (1 - P_V) \cdot P_F$$

・下痢及び嘔吐の症状の患者の割合

$$P_{v,d} = (1 - P_s) \cdot P_V \cdot (1 - P_F)$$

・腹痛及び嘔吐の症状の患者の割合

$$P_{v,s} = (1 - P_D) \cdot P_V \cdot (1 - P_F)$$

・下痢、腹痛及び嘔吐の症状の患者の割合

$$P_{vsd} = (P_s + P_D - 1) \cdot P_v \cdot (1 - P_F)$$

・下痢，発熱及び嘔吐の症状の患者の割合

$$P_{fvd} = (1 - P_s) \cdot P_v \cdot P_F$$

・腹痛，発熱及び嘔吐の症状の患者の割合

$$P_{fvs} = (1 - P_D) \cdot P_v \cdot P_F$$

・下痢，腹痛，発熱及び嘔吐の症状の患者の割合

$$P_{fvsd} = (P_s + P_D - 1) \cdot P_v \cdot P_F$$

となる。

次に受療パターンの割合を推計した。平成4年度国民生活基礎調査第2巻第29表¹⁸⁾には、有訴者の主症状別の治療状況が記載されており、主症状別に行った治療状況が集計されている。このデータをもとに下痢，腹痛，発熱，嘔吐の主症状別の治療状況の割合を表8にまとめた。なお，嘔吐は，吐き気・嘔吐として，腹痛は腹痛・胃痛として調査されているが，ここでは嘔吐，腹痛と同じものと考えたこととした。また，治療行動のうちの「通所している」については通常のサルモネラ食中毒では，はり，灸，マッサージは用いられないことから，「それ以外の治療をしている」は数も少なく民間療法の実態が不明であることから，それぞれを除いて割合を計算した。

各群ともに表8の割合で治療行動をとるものとし，複数の治療行動が重複する場合は，

通院している > 売薬を飲む > 何もしない

の順で行動が優先されると仮定して治療行動の割合を計算した。(二症状を示す場合は図3のようになる。)

計算方法は，症状 A 単独のときの，通院している，売薬を飲む，何もしないの割合がそれぞれ，Ga, Ma, Na とすると，

2つの症状 (A 及び B) の患者の場合

$$G_{ab} = 1 - \overline{G_a} \cdot \overline{G_b}$$

$$M_{ab} = 1 - G_{ab} - N_{ab}$$

$$N_{ab} = 1 - N_a \cdot N_b$$

3つの症状 (A, B 及び C) の患者の場合

$$G_{abc} = 1 - \overline{G_a} \cdot \overline{G_b} \cdot \overline{G_c}$$

$$M_{abc} = 1 - G_{abc} - N_{abc}$$

$$N_{abc} = 1 - N_a \cdot N_b \cdot N_c$$

4つの症状 (A, B, C 及び D) の患者の場合

$$G_{abcd} = 1 - \overline{G_a} \cdot \overline{G_b} \cdot \overline{G_c} \cdot \overline{G_d}$$

$$M_{abcd} = 1 - G_{abcd} - N_{abcd}$$

$$N_{abcd} = 1 - N_a \cdot N_b \cdot N_c \cdot N_d$$

となり，最終的な各治療行動の割合は，

$$\text{通院している} : G = \sum P_x \cdot G_x$$

$$\text{売薬を飲む} : M = \sum P_x \cdot M_x$$

$$\text{何もしない} : N = \sum P_x \cdot N_x$$

となる。

この割合を総数にかけて受療パターンごとの患者数を求めた(図4, 図5)。横浜市民の中の推計患者数の入院患者の割合は，平成5年患者調査¹⁹⁾の第39表推計受療傷病数の腸管感染症の入院患者と外来患者の割合を用いて通院しているの中から入院患者と通院のみの患者にわけた。

3 患者1人あたりの医療費の推計

サルモネラ症の治療は，軽症例では，安静と食餌療法のみでよいが，大量の水様下痢を呈する症例では，輸液を行う⁹⁾。また，抗菌剤の使用についてはニューキノロン系製剤があるがその使用方法についても様々な説がある⁸⁾²⁰⁾²¹⁾²²⁾²³⁾などの理由から，治療方法を特定してレセプトの点数から医療費を推計することは困難である。そこで，今回は，平成5年社会医療診療行為別調査報告²⁴⁾の第4票のB1腸管感染症のデータから医療費の推計を試みた(表9)。使用したデータは入院及び入院外ともに「総数」のデータを用いた。

入院患者の費用のうち，診察，投薬，注射，検査の項目については1件あたりの平均金額を，入院費については1日あたりの平均入院費を算出し，それに推定入院日数をかけたものとし，これ

表9. 1人あたりの医療費の推計金額 (円)

診療行為	診察	投薬	注射	検査	入院	合計
入院	2,860	3,870	16,740	20,510	45,730	89,710
通院	3,060	2,420	580	1,160	—	7,220