

200939014B

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

## 細菌性食中毒の防止対策に関する研究

平成19年度～21年度 総合研究報告書

(H19-食品-一般015)

研究代表者 熊谷 進  
東京大学大学院農学生命科学研究科

平成22 (2010) 年3月

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

## 細菌性食中毒の防止対策に関する研究

平成19年度～21年度 総合研究報告書

(H19-食品-一般015)

研究代表者 熊谷 進

東京大学大学院農学生命科学研究科

平成22(2010)年3月

## 目 次

### I. 総合（総括）研究報告

細菌性食中毒の防止対策に関する研究 . . . . . 1

熊谷進

### II. 総合（分担）研究報告

1. 食品の製造加工機器の衛生管理に関する研究 . . . . . 12

熊谷 進

2. 殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の経済効果推定 . . . . . 48

山本 茂貴

3. 腸炎ビブリオ食中毒の防止対策に関する研究 . . . . . 74

工藤由起子・小西良子

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 . . . . . 88

IV. 研究成果の刊行物・別刷 . . . . . 89

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）  
（総合総括）研究報告書  
細菌性食中毒の防止対策に関する研究

研究代表者  
熊谷 進（東京大学大学院農学生命科学研究科）

研究要旨

食品の製造加工機器の衛生管理に関する研究として、食品の製造加工機器の衛生管理に関する規格基準（JISの機械に関する諸基準、EHEDGによる機械の衛生的設計のガイドライン）の整理と検討、ボルト上の菌の生残に関する実験研究、ボルトにおけるサルモネラの生残性と拭き取り試験の有効性に関する実験研究、ステンレス板上のサルモネラ生残と拭き取り効率に関する研究、食肉加工機械の汚染実験を行うことにより食品製造加工機器の衛生管理の監視の指針等の作成に有用な知見を得た。殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の経済効果推定については、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った。その結果、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。腸炎ビブリオ食中毒の防止対策に関する研究として、魚介類の汚染実態を調査し2001年（平成13年）時と比較した。2007-2009年（平成19-21年）の調査によって、843検体中のうち718検体（86.4%）から腸炎ビブリオが分離され、*tdh*陽性検体は64検体（7.6%）を数えた。これらの結果は、2001年（平成13年）の調査での国内産魚介類の腸炎ビブリオ汚染実態と比較して大きな差異はない。また、①腸炎ビブリオ食中毒の激減は03K6によるものだけでなく他の血清型によるものにも認められ、②2007-2009年（平成19-21年）には、03K6以外の血清型の*tdh*陽性腸炎ビブリオも魚介類から分離されており、*tdh*陽性検体率も2001年時（平成13年）と変わらないにもかかわらず、これら血清型菌による食中毒発生が認められないこと、③PFGE解析でパンデミック株の腸炎ビブリオが流行した1998年（平成10年）前後に分離された株がいまだに国内に生息し輸入食品にも存在し、それが現在でも少数ながら食中毒を起こしていることが認められた。さらに食品営業者へのアンケート調査や海水温等の公表データより、海水温等の気象状況の変化のみではこの食中毒減少は説明できず、食中毒防止対策に基づいて2001年（平成13年）以降（厳密には指導を開始した12年以降）に流通末端から消費において改善が図られた魚介類取り扱いの衛生管理が腸炎ビブリオ食中毒の減少をもたらしたものと推定した。

<食品の製造加工機器の衛生管理に関する研究>

研究分担者：熊谷 進（東京大学教授）

研究協力者：

森田 幸雄（群馬県衛生環境研究所）

小野 一晃（埼玉県衛生研究所）

三輪 憲永（東海大学短期大学部）

新村 裕・中島誠人・柴田清弘（有限責任中間法人食肉科学技術研究所）

天野富美夫（大阪薬科大学薬学部）

<殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の経済効果推定>

研究分担者：山本 茂貴（国立医薬品食品衛生研究所食品衛生管理部長）

研究協力者：

長谷川 専（株式会社三菱総合研究所）

土谷 和之（株式会社三菱総合研究所）

大橋 毅夫（株式会社三菱総合研究所）

柿沼美智留（株式会社三菱総合研究所）

<腸炎ビブリオ食中毒の防止対策に関する研究>

研究分担者：

平成19年度 工藤由起子（国立医薬品食品衛生研究所 衛生微生物部）

平成20、21年度 小西良子（国立医薬品食品衛生研究所 衛生微生物部）

研究協力者：

齋藤志保子（秋田県健康環境センター）

大塚佳代子（埼玉県衛生研究所）

杉山寛治（静岡県環境衛生科学研究所）

山中葉子、岩出義人（三重県保健環境研究所）

山崎省吾（長崎県衛生公害研究所）

八尋 俊輔、宮坂次郎（熊本県保健環境科学研究所）

大友良光（弘前大学大学院）

堂原寿人、高橋貴一、小沼博隆（東海大学海洋学部）

宇田川藤江、川村美佐子、田中廣行（(財)日本食品分析センター）

矢部美穂、中川 弘（(株)BMLフード・サイエンス）

権平文夫（(株)デンカ生研）

池戸正成（(株)栄研化学）

## A. 研究目的

食品の製造加工機器の衛生管理に関する研究として、①食品の製造加工機器の衛生管理に関する規格基準：食中毒細菌汚染防止の観点から機器の衛生要件を究明するために、食品製造加工に関する JIS の規格と EHEDG（ヨーロッパ衛生工学設計グループ、European Hygienic Equipment Design Group）による機械の衛生的設計のガイドラインにおける食中毒細菌汚染防止の上で重要な事項を整理した。②ボルト上の菌の生残に関する研究：複雑な構造を持つ機械部品の衛生上の特徴を浮き彫りにするために、ボルトをモデル部品として用い、その上に付着した細菌の生残性を調べた。③ボルトにおけるサルモネラの生残性と拭き取り試験の有効性：複雑な構造をもつ機械部品の拭き取り試験の有効性を確かめるために、サルモネラに汚染させたボルトを通常の方法で拭き取り試験に供し、拭き取った綿棒の菌数と、拭き取った後にボルト上に残存している菌数を比較検討した。④ステンレス板上のサルモネラ生残と引き取り効率：拭き取り方法や拭き取り圧力の差による回収状況の違いに関しては明確にされていないため、その点を含めてステンレス表面での食中毒起因菌の挙動を明確にするため、4種類のスチール鋼における菌の生残実験を行い、拭き取り圧力の違いによる回収効果の検討を行った。⑤食肉加工機械の汚染実験：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、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った。

殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の経済効果推定については、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。

腸炎ビブリオ食中毒は、平成 10 年（1998 年）までに急増し、事件数 839 件、患者数 12,318 人に至った。このため、平成 13 年（2001 年）に厚生労働省により一連の対策が講じられた。その後、現在まで腸炎ビブリオ食中毒は減少し平成 20 年（2008 年）までに患者数は 168 名（約 1/70）に、事件数は 17 件（約 1/50）に減少している。その減少と汚染実態との関係を究明するために、国産および輸入の二枚貝での汚染状況を調べ、得られた分離菌株の血清型、*tdh/trh* 保有、パンデミック株解析、パルスフィールドゲル電気泳動（PFGE）解析などを調べ、平成 10 年前後の腸炎ビブリオ流行時の食品等からの分離株や近年の食中毒患者株由来株ともそれら特徴を比較し検討した。

## B. 研究方法

食品の製造加工機器の衛生管理に関する研究については、①食品の製造加工機器の衛生管理に関する規格基準：食品製造加工に関する JIS の規格について安

全に関連すると考えられる基準を整理した。EHEDG が会員向けに発行しているガイドラインドキュメント 2、5、7 および 8 を精査し、本研究と特に関連の深い事項を整理した。②ボルト上の菌の生残に関する研究：バイオフィーム産生性の高いサルモネラ 2 菌株と低い 2 菌株を Tryptic Soy Broth (TSB) または卵黄乳液中で一晩培養した後に、各菌培養液を 5.0  $\mu$ l ボルト上に滴下し、ナットを締めてからそのまま、またはナットを外してからボルトと共にデシケーターで保存した。逐次デシケータからシャーレを取り出し、コロニー数を計測することによって生残菌数を測定した。③ボルトにおけるサルモネラの生残性と拭き取り試験の有効性：②と同様に保存した後に、ボルト、ナット、そしてボルト上を拭き取った綿棒の生残菌数を測定した。④ステンレス板上のサルモネラ生残と引き取り効率：JIS で推奨されている 300 シリーズ系のステンレス鋼で、組成と研磨状況の異なる 4 種類のステンレス板を用いた。綿棒による拭き取りは、歪みセンサー（共和電業株式会社 PCD300）をピンセットに取り付け、ピンセットに綿棒を固定して圧力によるピンセットの歪みを測定しながら行った。⑤食肉加工機械の汚染実験：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パ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°C 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き取り、大腸菌群数と一般生菌数の検査に供した。

殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の経済効果推定については、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した。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。

2007-2009年(平成19-21年)の7-11月に、国内産または輸入の二枚貝と魚を購入し検体とした。試験の当日に入手し直ちに試験に供試し、2001年(平成13年)の調査時と同様の方法で試験を行った。TDH(対象耐熱性溶血毒)産生株の確認は逆受け身ラテックス凝集反応キットを用いて、Group specific-PCRはMatsumotoらの方法(J. Clin. Microbiol. 2000; 38: 578-585)にしたがいそれぞれ行った。PFGE解析は、血清型によって大きく分け01:K25・01:KUT、03:K6、04:K8、04:K9、04:K68の5グループとその他血清型のグループについて、制限酵素*Not I*と*Sfi I*を用いて行った。加えて、静岡県とその近県において魚介類を取り扱う食品営業者を対象に衛生管理に関するアンケート調査を実施した。

### C. 研究結果

食品の製造加工機器の衛生管理に関しては以下の成果を得た。①食品の製造加工機器の衛生管理に関する規格基準：JISの規格に関しては、食料品加工機械の衛生性を確保するために必要なすべての機種に共通した要求事項、衛生要求事項、適合性検証(衛生手段の検証法)、機械・装置・関連機器の据付け、水産加工機械の機種別の安全及び衛生要求事項を整理した。EHEDGガイドラインによる食品製造装置の洗浄性評価方法、インライン蒸気滅菌能力の評価方法、微生物に対する不透性の評価方法、衛生設計と構造の基準の特徴を整理した。②ボルト上の菌の生残に関する研究：3菌株についてはTSB懸濁菌液の方が生残しやすいが、1菌株については卵黄懸濁菌液の方が生残しやすいこと、2菌株について卵黄懸濁菌液を接種した場合に、ユニット状態で生残しやすいことが認められた。バイオフィーム生成能の高い菌株では337日後までの生残が確認できた。③ボルトにおけるサルモネラの生残性と拭き取り試験の有効性：研究結果全体より、菌接種にTSBと卵黄のいずれを用いた場合にも、綿棒で拭き取ることでできた菌数が、ボルトとナットに残存している菌数よりも低いことが判明した。④ステンレス板上のサルモネラ生残と引き取り効率：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ること、ステンレスの組成と表面仕上げによる菌の生残性に明確な違いがないこと、3日及び7日保管後には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あることが認められた。⑤食肉加工機械の汚染実験：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、プレートとの穴と表面、スクリーン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。スタッパーについては、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。

殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の経済効果推定に関しては以下の成果を得た。ワクチン接種の社会的費用については、推定ワクチン価格（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1羽あたりワクチン価格（薬剤費）は13.7円/羽と推定された。年間接種対象羽数は、 $1.42523 \text{ 億} \times (1/1.5 \times 0.05 + 1/1.9 \times 0.95) \approx 0.755 \text{ 億羽}$ 、年間接種回数は、 $(\text{年間接種対象羽数}) \times (\text{接種率}) \times (\text{接種回数}) = 0.755 \text{ 億羽/年} \times 40\% \times 1.44 \text{ 回/羽} \approx 0.435 \text{ 回/年}$ 、ワクチン接種に伴う年間薬剤費は、 $(\text{接種1回あたり薬剤費}) \times (\text{年間接種回数}) = 13.7 \text{ 円/回} \times 0.435 \text{ 回/年} \approx 5.96 \text{ 億円/年}$ と推定された。ワクチン接種1回当たりの人件費は、 $2 \text{ 人} \times 13,000$

$\text{円/人} \cdot \text{日} \div 3,000 \text{ 回/日} = 8.7 \text{ 円/回}$ 、ワクチン接種に伴う年間人件費は、 $(\text{接種1回当たり人件費}) \times (\text{年間接種回数}) = 8.7 \text{ 円/回} \times 0.435 \text{ 回/年} \approx 3.78 \text{ 億円/年}$ と推定された。以上を基に、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、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/年と推定された。コールドチェーン導入の社会的費用については、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、コールドチェーン対応のGPセンターの面積は、 $(\text{GPセンター1箇所あたり面積}) \times (\text{GPセンター箇所数}) \times (\text{コールドチェーン導入率}) = 400 \text{ 坪/箇所} \times 500 \text{ 箇所} \times 0.3 = 6 \text{ 万坪}$ 、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、 $(\text{面積当たり施設整備費増分}) \times (\text{コールドチェーン対応のGPセンターの面積}) = \text{約} 40 \text{ 万円/坪} \times 6 \text{ 万坪} = \text{約} 240 \text{ 億円}$ 、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80億円と推定された。コールドチェーン導入による物流コストの増加額は、 $(\text{年間鶏卵出荷量}) \times (\text{鶏卵輸送費}) \times (\text{物流コスト増加分}) \times (\text{コールドチェーン導入率}) = 250 \text{ 万トン/年} \times 10,000 \text{ 円/トン} \times 0.3 \times 0.3 = \text{約} 22.5 \text{ 億円/年}$ 、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/年と推定された。以上を踏まえ、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）を合計したコールドチェーン導入（導入率30%）の社会的費用は、約430億円（現在価値）、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)と推定された。日付ラベル機器の年間平均ランニングコストは $0.875 \text{ 円/kg} \times 250 \text{ 万トン/年} \times (1-0.2) = 17.5 \text{ 億円/年}$ 、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ると、約162億円(現在価値)と推定された。3つの対策全体のサルモネラ食中毒死亡者減少効果は(社会的損失額)  $\times$  (サルモネラ食中毒死亡者減少数)  $= 2.42 \text{ 億円/人} \times 1.74 \text{ 人/年} = \text{約} 4.21 \text{ 億円/年}$ 、サルモネラ食中毒患者減少便益は、(Cost of Illness)  $\times$  (サルモネラ食中毒患者減少数)  $= 9,739 \text{ 円/人} \times 2,364 \text{ 千人/年} = \text{約} 230.3 \text{ 億円/年}$ と推定され、計算期間10年間の現在価値での社会的便益は約1,978億円と推定された。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各対策の寄与度を推定した結果、ワクチン接種が12.4%、コールドチェーンが49.8%、日付表示義務が37.7%であった。以上より、コールドチェーン導入率が30%の場合、ワクチン接種の純便益は164億円、費用便益比は3.00、コールドチェーンの純便益は556億円、費用便益比は2.29、日付表示義務の純便益は584億円、費用便益比は4.61、3つの対策全体の純便益は1,304億円、費用便益比は2.93と推定された。また、コールドチェーン導入率が20%および10%の場合において

も、いずれの個別対策および3つの対策全体の純便益は正であり、費用便益比は1を超えていた。

腸炎ビブリオ汚染の定性分析により、全検体である843検体中の718検体(86.4%)で腸炎ビブリオが分離され、アサリがもっとも分離率が高く、ついでアオヤギ、アカガイが高かった。*tdh* 遺伝子を対象としたPCR法では、64検体(7.6%)で*tdh* 遺伝子が検出された。検体種ごとでは、輸入アカガイが最も高く約18%、輸入アサリで約14%、国内産アカガイで約5%であった。腸炎ビブリオの定量分析の結果、生食用鮮魚介類の規格基準である腸炎ビブリオ菌数100 MPN/gを超えるものは約3割であった。輸入アサリでは約7割が、アカガイでは国産、輸入および全体ともに約2割、国産アオヤギでは約2割が100 MPN/gを超えていた。*tdh* 遺伝子陽性の24検体のうち7検体から*tdh* 遺伝子陽性菌株が分離され、TDH毒素産生性はほとんどの株で確認された。血清型は、国産魚介類では04KUTが最も多数の検体から、ついで010:K52、03:K6、04:K37、などが分離され、輸入魚介類からは03:K6が最も多くの検体から分離された。Group specific PCR法による解析では、03:K6はいずれも陽性でpandemic株であったが、03:K6以外の株はいずれも陰性でpandemic株ではなかった。PFGE解析の結果、血清型03:K6では、2001年(平成13年)イワガキおよび2008年(平成20年)のアサリ分離株と2007年(平成19年)食中毒患者株が*NotI*でのPFGEが3型で、*SfiI*でのPFGEがa型であるパンデミック株とし

て一致した。また、2001年（平成13年）アオヤギ分離株と2006年食中毒患者株が*NotI*でのPFGEが3型で、*SfiI*でのPFGEがe型であるパンデミック株として一致した。2001年（平成13年）イワガキ分離株および2009年（平成21年）年韓国産アカガイ分離株と1998年（平成10年）、2005年（平成17年）、2006年（平成18年）食中毒患者株が*NotI*でのPFGEが2型で、*SfiI*でのPFGEがa型であるパンデミック株として一致した。2008年（平成20年）国産アサリ分離株と2007年（平成19年）食中毒患者株が*NotI*でのPFGEが10型で、*SfiI*でのPFGEがa'型であるパンデミック株として一致した。これらのことから、腸炎ビブリオ食中毒が非常に多く、主にO3:K6によって発生していた頃の日本の海域での魚貝類に汚染していた同血清型株が依然として日本の海域の魚貝類に生息し、またアジアでも魚貝類を汚染し、日本に入荷されていることが示唆された。アンケート調査の結果、2001-2003年（平成13-15年）頃から、魚介類の取扱に対する指導や取締りが従来よりも強化されたと思う施設は約2/3を数え、2001年（平成13年）以降、調理場（厨房）施設の増改築または新築を行った施設のうち冷蔵庫を新設した施設が多数を占めた。調理器具について2001年（平成13年）以降に改善を図った施設は8割を占め、生鮮魚介類の保存または保管の方法に関しては、生食用魚介類は提供直前まで冷蔵するようにした施設が約半数を占めた。いけすの管理について改善を図った施設は少数であった。

#### D 考察

食品の製造加工機器の衛生管理に関しては、①食品の製造加工機器の衛生管理に関する規格基準：JISの規格に関しては一般的な事項が広く記載されているが、具体的な部分については不明である。EHEDGガイドラインでは、評価方法を含め直ちに指針等として利用できる事項が多いが、衛生管理状態の評価のためにはさらに汎用的な評価方法を追加する必要があると考えられた。したがって、衛生管理の監視のための指針等を作成するためには、JISの規格を網羅的に利用し、EHEDGガイドラインのきめで、その不足部分を補うような構成での立案が必要であることが示唆された。指針等作成作業は、機械の範囲が広いため、その種類ごとに機械製造者と使用者の協力の下に推進する必要があり、そのためには機械の衛生管理の重要性の認識の普及とそれを踏まえた民間の主体的取り組みが必須である。②ボルト上の菌の生残に関する研究：食品に直接に接触しないような施設設備の機械部品であっても洗浄をし難い場所に位置するものについては、施設設備の衛生状態の監視に際して、定期的に拭き取り検査または部品を取り外して検査を行うことも監視計画の中にも含めるべきであることが判った。③ボルトにおけるサルモネラの生残性と拭き取り試験の有効性：通常用いられている拭き取り試験方法によって得られる汚染レベルは、実際の汚染レベルよりも低く見積もっていると考えられる。これが、ネジのような複雑な構造のみに成り立つのか、単純な平面においても成り立つのか、今後の

検討が必要である。④ステンレス板上のサルモネラ生残と引き取り効率：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が認められたことから、約300 gm以上の圧力での拭き取りが望ましいものと考えられた。JIS 推奨によるステンレス板の表面構造と組成による相違が認められなかったことから、拭き取り検査においてその点を無視できることが判明した。⑤食肉加工機械の汚染実験：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。

殻付き卵のサルモネラ汚染防止対策の経済効果推定に関して本研究では、サルモネラ食中毒患者数、死亡者数の減少が全て3つの対策のみによる効果であると仮定しており、他の要因は考慮されていない。例えば、3つの対策の他にも、飲食店、旅館・ホテル等において、朝食に生卵を出さない等の個別の取組みが行われている。また、鶏卵の消費量の減少や、鶏卵の生食量の減少といった食生活の多様化や食習慣の変化もみられる。このため、3つの対策の便益は過大評価されている可能性がある。個別対策の CBR は最低でも 2.29 であるため、これが過大評価されているとしても、3つの対策の社会経済的に実施妥当性は認められ得るとい

える。

腸炎ビブリオ食中毒は、2009 年（平成 21 年）に患者数 280 名、事件数 14 件であった。これは 1998 年の患者数の約 1/40、事件数の約 1/60 であり、食中毒統計に腸炎ビブリオが原因物質として加わった 1962 年（昭和 37 年）以来の食中毒統計上の最低の事件数を示し 2008 年（平成 20 年）に続き低い発生レベルであった。本研究の結果、①腸炎ビブリオ食中毒の激減は O3K6 によるものだけでなく他の血清型によるものにも認められていること、②現状では、O3K6 以外の血清型の *tdh* 陽性腸炎ビブリオが魚介類から分離されており、*tdh* 陽性検体率も以前と変わらないにもかかわらず、これら血清型菌による食中毒発生が認められないこと、③ PFGE 解析でパンデミック株の腸炎ビブリオが流行した 1998 年前後に分離された株がいまだに国内に生息し輸入食品にも存在し、それが現在でも少数ながら食中毒を起こしていることが認められ、魚介類取り扱い業者へのアンケート結果から、2001 年（平成 13 年）以降、末端食品営業におけるとくに低温管理と調理器具の使い分けに高い頻度での改善が認められたことから、2001 年（平成 13 年）以降（厳密には指導を開始した 12 年以降）の流通末端から消費における魚介類取り扱いの衛生的改善が食中毒減少に貢献してしたものと考えられる。1996 年（平成 8 年）から 1998 年（平成 10 年）にかけて気温の上昇と一致して日本近海の海水温の上昇が認められたことは、この間の腸炎ビブリオ食中毒事例の増加と一致している。しかし、その後の同食中毒の

減少は海水温の変化と一致しない。したがって、1996年（平成8年）から1998年（平成10年）にかけての海水温の上昇は、沿岸海水の腸炎ビブリオ増殖、その結果として食中毒増加の一因であったことは否めないが、その後の食中毒減少は海水温の変化によるものではないといえる。漁業生産量はこの十数年間減少傾向にあるが、1998年（平成10年）度から翌年度までの沿岸漁業の生産量は約20%、沖合漁業生産量は約11%の減少が見られたにすぎず、国内消費向け食用生鮮・冷凍魚介類の量や年間一人当たり水産物消費量の減少割合によっても、839件から17件への腸炎ビブリオ食中毒件数の減少を説明することはできない。

#### E. 結論

JISの機械に関する諸基準においては、現実対応が困難な抽象的な基準となっているため、さらに構造的な規定を設けたり、確認試験方法を示すなどの対応が必要である。EHEDGによる機械の衛生的設計のガイドラインにおける評価方法は、閉鎖系の機械に関して試験装置に組み込むことが可能な機械に限定されているため、これら方法とは異なる方法も必要であると考えられた。複雑な構造を持つ機械部品のモデルとしてボルト上での菌の生残に関し、バイオフィーム産生性の高いサルモネラ菌株は一年間以上生残することが認められた。菌の生残し易さについては、接種に用いたTSB懸濁菌液と卵黄懸濁菌液との間に一定の差異は認められず、また、ボルトにナットを装着して保存した場合と装着しないで保存した場

合とでも一定の差異は認められなかった。ナットとボルトを用い、サルモネラの綿棒による拭き取り効率を調べた結果、綿棒で拭き取ることでできた菌数が、ボルトとナットに残存している菌数よりも低いことが判明したことから、通常用いられている拭き取り試験方法によって得られる汚染レベルは、実際の汚染レベルよりも低く見積もっていることが判明した。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差異が無く、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ことが判った。食肉加工機械の汚染実験により、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ことが判った。

3つの対策全体の社会的便益を、サルモネラ食中毒患者減少便益およびサルモネラ食中毒死亡者減少便益として推定した。3つの対策それぞれの社会的便益は、3つの対策全体の便益に対する個別対策の寄与率をUSDA/FSIS（2005）のSEに係る確率論的リスクアセスメントモデルを用いて推定し、これを用いて推定した。

3つの対策全体、個別対策のNPV、CBRを推定した。その結果、3つの対策全体、3つの個別対策の社会経済的な実施妥当性が検証された。また、3つの対策のうち日付表示が最も効率的であることが検証された。今後の課題としては、社会的費用、社会的便益の推定に用いた設定値

のさらなる見直しと精緻化を図る必要がある（特に感度分析を実施したコールドチェーン導入率）。また、対策の効果に関する地域的・季節的差異の分析を実施し、その結果をよりきめ細かな対策実施に反映させていく必要がある。

腸炎ビブリオ食中毒は、1998年（平成10年）までに急増し食中毒防止対策がとられた後、2009（平成12年）年までこれまでにない減少カーブを描き患者数が約1/40、事件数の約1/60に減少し食中毒統計上の最低レベルを維持している。この激減は、この間の海水温や気温などの環境要因の変化、魚介類の消費量の変化によっては説明できない。しかし、本研究から現在でも他の血清型の*tdh*陽性腸炎ビブリオは魚介類から分離されており、*tdh*陽性検体率も以前と変わらないにもかかわらず、これら血清型菌による食中毒発生も起こっていないこと、PFGE解析でパンデミック株の腸炎ビブリオが流行した1998年（平成10年）前後に分離された株がまだに国内にも生息および輸入食品として国内に存在しており、腸炎ビブリオ食中毒が非常に減少した現在も食中毒を起こしていることなどから、流通末端と消費段階での魚介類取り扱いの衛生的改善が食中毒減少に大きく貢献したものと考えられる。この衛生的改善は、魚介類取り扱い食品業者に対するアンケート調査からも伺うことができた。したがって、2001年（平成13年）に腸炎ビブリオ食中毒対策としてとりあげられた①腸炎ビブリオ汚染海水の魚介類への使用防

止、②10℃以下での流通販売、③生食用鮮魚介類の腸炎ビブリオ数100 MPN/gの規格基準設定に基づき、地方自治体による指導が強化され、営業者による衛生管理の向上への努力が功を奏し、本菌汚染食品の摂取を減少させたものと考えられる。

食品の製造加工機器の衛生管理に関する研究

研究分担者：熊谷 進（東京大学教授）

研究要旨

①食品の製造加工機器の衛生管理に関する規格基準：JISの機械に関する諸基準においては、微生物汚染防除に有用と考えられる基準項目が示されている。しかし、基準を満たすことを確認する方法や手段が示されていないため、抽象的な基準については構造的な規定を設けたり、確認試験方法を示すなどの対応が必要である。EHEDG（ヨーロッパ衛生工学設計グループ、European Hygienic Equipment Design Group）による機械の衛生的設計のガイドラインでは、食品製造装置の衛生評価方法を試験方法を含めて定めている。しかし、それら評価方法は、閉鎖系の機械のうち、試験装置に組み込むことが可能な機械に限定されているため、その他の機械を含む衛生管理の監視のための評価のためには、これら方法とは異なる方法も必要である。

②ボルト上の菌の生残に関する研究：バイオフィーム産生性の高いサルモネラ菌株とバイオフィーム産生性が低いサルモネラ菌株を用い、それら菌株を接種したボルト上での菌の生残を逐次的に調べた。その結果、バイオフィーム産生性の高いサルモネラ菌株は一年間以上生残することが認められた。菌の生残し易さについては、接種に用いたTSB懸濁菌液と卵黄懸濁菌液との間に一定の差異は認められず、また、ボルトにナットを装着して保存した場合と装着しないで保存した場合とでも一定の差異は認められなかった。

③ボルトにおけるサルモネラの生残性と拭き取り試験の有効性：複雑な構造を持つ機械部品のモデルとしてナットとボルトを用い、サルモネラの綿棒による拭き取り効率を調べた結果、綿棒で拭き取ることでできた菌数が、ボルトとナットに残存している菌数よりも低いことが判明した。したがって、通常用いられている拭き取り試験方法によって得られる汚染レベルは、実際の汚染レベルよりも低く見積もっていると考えられる。

④ステンレス板上のサルモネラ生残と引き取り効率：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。

⑤食肉加工機械の汚染実験：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。



研究協力者：

森田 幸雄（群馬県衛生環境研究所）

小野 一晃（埼玉県衛生研究所）

三輪 憲永（東海大学短期大学部）

新村 裕・中島誠人・柴田清弘（有限責任  
中間法人食肉科学技術研究所）

天野富美夫（大阪薬科大学薬学部）

## 1. 食品の製造加工機器の衛生管理に関する規格基準

### A. 研究目的

食品の製造加工に用いられる機器については、ISOやJISなどの規格があり、それらの中には部品混入や洗浄効率等の衛生要件を考慮したものもあるが、食中毒細菌汚染防止のための具体的な要件については不明である。

我が国においては食品衛生法の下に通知「許可営業施設の最低基準案の送付について」（昭和32年，衛環発第四三号）により、「(1) 機械器具のうち、食品に直接接触する部分は、耐水性で洗じょうし易く、加熱又はその他の殺菌が可能なものであること。(2) 機械、器具及び容器は、計画製造量に応じた数を備え、常によく補修され、かつ、清潔で完全に使用可能な状態に保持されていること。(3) 移動性の器具及び容器類を衛生的に保管する設備を設けること。」などの指導基準が、また、通知「食鳥処理加工指導要領について」（昭和53年，環乳第二号）においては、「(1) 機械、器具類は、すべて少なくとも一日に一回は、十分に洗浄す

る等の清掃を行い、食鳥肉に直接接触する面は、使用前に十分に洗浄殺菌し、衛生上支障のないように保持すること。(2) 異常又はその疑いのあるものを処理し、他に汚染のおそれのある場合には、その使用した機械、器具類はその都度十分に洗浄殺菌すること。(3) 機械、器具類の洗浄殺菌に使用する洗剤及び殺菌剤は、適正な方法で使用すること。(4) 機械、器具類及び分解した部分品は、それぞれ所定の場所に衛生的に保管すること。(5) 機械、器具類は常に点検し、故障、破損等があるときは、速やかに補修し、常に適正に使用できるよう整備しておくこと。

(6) 温度計、圧力計及び流量計等の機器類は定期的にその正確度を点検すること。」などの指導要領が示されているが、いずれも一般的な記述に留まっており具体性に欠けている。また、HACCPによる衛生管理の前提としての一般的衛生管理計画の中で、機械器具については保守点検作業のみが取り上げられているにすぎない。

食中毒細菌汚染防止の観点から機器の衛生要件を究明するために、食品製造加工に関するJISの規格とEHEDG(ヨーロッパ衛生工学設計グループ、European Hygienic Equipment Design Group)による機械の衛生的設計のガイドラインにおける食中毒細菌汚染防止の上で重要な事項を整理した。EHEDGは1989年に食品製造加工機器メーカーや食品業界等の専門家から成る組織として発足し、機械の衛生的設計のガイドラインを作成している。

## B. 研究方法

### ①日本工業規格における安全衛生に関わる基準

「JIS 機械類の安全性－設計のための基本概念，一般原則－第1部：基本用語，方法論 JIS B 9700-1」（日本規格協会，平成16年）

「JIS 機械類の安全性－設計のための基本概念，一般原則－第2部：技術原則 JIS B 9700-2」（日本規格協会，平成16年）

「JIS 食料品加工機械の安全及び衛生に関する設計基準通則－第1部：安全設計基準 JIS B 9650-1」（日本規格協会，平成15年）

「JIS 食料品加工機械の安全及び衛生に関する設計基準通則－第2部：衛生設計基準 JIS B 9650-2」（日本規格協会，平成15年）

「JIS 水産加工機械の安全及び衛生に関する設計基準 JIS B 9654」（日本規格協会，平成17年）

「JIS ハンドブック 7 機械要素」（日本規格協会，平成19年）

「JIS ハンドブック 6-2 配管Ⅱ 製品」（日本規格協会，平成19年）

を精査し、安全に関連すると考えられる基準を整理した。

#### ②EHEDG ガイドライン

EHEDG が会員向けに発行しているガイドラインドキュメント2、5、7および8を精査し、本研究と特に関連の深い事項を整理した。

## C. 研究結果

### ①日本工業規格における安全衛生に関わ

### る基準

以下の基準の中で、食中毒細菌汚染防止に関わると考えられる項目は以下の通りである。

①-1. 「JIS 機械類の安全性－設計のための基本概念，一般原則－第1部：基本用語，方法論 JIS B 9700-1」（日本工業規格）中では、機械類の安全性－設計のための基本概念の一般原則として、機械類で処理、使用、生産又は排出される材料及び物質並びに機械を製作するために使用される材料について、有害性、生物（例えば、かび）と微生物（ウイルス又は細菌）による危険源を挙げている。

①-2. 「JIS 食料品加工機械の安全及び衛生に関する設計基準通則－第2部：衛生設計基準 JIS B 9650-2」（日本工業規格）においては、食料品加工機械の安全及び衛生に関する設計基準が掲げられている。

I. 食料品加工機械の衛生性を確保するために必要な、すべての機種に共通した要求事項

この規格では、食料品加工機械に共通して発生し得る危険を予防するために、共通する技術的対策を講じえる危険を対象とし、技術的要素は、同種の危険をもつすべての食料品加工機械に適用できるものとしている。

用語の定義：

「食品衛生」：ある食品が、人間や動物の消費に適していることを保証するために、その調製と加工期間中に取られる対策のすべて。

「有害な影響」：食品の消費に対する適性を著しく減少させることであり、また、

特に好ましくない微生物、病原菌、毒素、有害動物、虫及び他の汚染物質による影響。

「汚染物質」：望ましくない任意の物質、製品残留物、微生物、残留洗剤又は残留消毒剤を含むもの。

## II. 衛生要求事項

機械・装置設計に際して、一般的に配慮すべき衛生対策選定についての方法は、ISO/DIS12100-1 によるほか、次の事項を検討することとしている。

- ① 生産される食品に伴う関連危険因子
- ② 危険因子を排除し、これに伴うリスクを減じる衛生設計
- ③ 危険因子に伴うリスクを軽減するために用いる手段によって、新たに引き起こされる可能性のあるその他の何らかの衛生上の危険因子
- ④ 危険因子の排除方法、又はリスク軽減方法の有効性を検証する方法
- ⑤ 残存リスク及び適用され得る用途に関する諸情報から、必要となる何らかの追加的予防措置

リスクアセスメントの要素分析を行う際、考慮しなければならない要因の範囲と、形態に対する手引きとして、次の事項を検討することとしている。

- ① 対象食品：食材で汚染されているか、保存されるか、防腐処理されるか。
- ② 加工される食品：危険因子排除のために、熱処理などの追加加工が行われるのか、その機械・装置が行う加工は、最終加工か。
- ③ 食品の用途：加工後直ちに消費者の使用に供されるか、微生物の増殖等

の衛生的リスクが増大する可能性。

- ④ 定期的な洗浄・清掃及び点検の頻度。
- ⑤ 使用法：十分に保守されるのか、不定期的に使用するのか、使用頻度は高いのか、連続して使用するのか、酷使されやすいのか。

洗浄、低温殺菌等の殺菌、微生物の侵入防護などの観点から、機械・装置は、適切に設計され、組み立てられ、据え付けられ、運転され、洗浄・清掃され、確実に保全されることによって、危険を取り除き、非衛生要因を減少させなければならないとしている。

機械・装置の衛生関連の要求事項として、食品接触部、食品飛散部、非食品接触部、加工される食品ごとに衛生的危険を検討することを挙げている。

### 構成材料については

一般要求事項として、材料は、意図した用途に適し、材料及びコーティングの表面は、意図した用途条件下で耐久性があり、洗浄・清掃しやすく、必要ならば消毒が必要で、破壊がなく、ひび割れ、傷入り、はく離、腐食、磨耗に対して抵抗力があり、好ましくない物質の浸透を防げるものを掲げている。

### 食品接触部の設計及び製造

- ① 表面
  - ・ 表面の設計と仕上げは、食品が食品接触部から偶発的に飛散することが防止されるか、又は飛散した食品が食品接触部に戻らないように設計する。

- ・ 表面の仕上げ状態は、食材が凹所、ひだ、ひび、小さな割目、継目などに補足され、それによって除去を困難にし、汚染の危険を持たないことのないようにする。必要に応じて、表面はシールによって、満たさなければならない。これらの事項は、容易に分解し、清掃・洗浄のために取外しできる部品にも適用される。
- ② 食品接触部の表面の洗浄及び検査  
食品接触部は、洗浄・清掃可能とする。分解するように意図された装置については、関連する場所が、洗浄・清掃、点検のため容易に接近できる設計とする。取り外しできる部品は、容易に取り外せるものとする。定置洗浄する場合は、洗浄後、点検のため、機械・装置に容易に接近できる設計とする。
- ③ 微生物の侵入  
機械・装置は、食品接触部に外部環境から微生物が直接、又は汚物を介して混入してくるのを防止する設計とする。
- ④ デッドスペース  
デッドスペースは、機械・装置の設計、組立て、及び据付けにおいて、技術的に不可能な場合を除き、避ける。デッドスペースが避けられない場合は、排出可能で、かつ洗浄・清掃可能な構造とする。必要に応じて、消毒処理が可能でなければならない。
- ⑤ 接合部
- ・ 永久接合部 金属間の接合部は、シールされ衛生的でなければならない。くぼみ、ギャップ、小さな割目、突出部分、インサイドショルダ及びデッドスペースは避ける。金属と非金属間、又は非金属間永久接合部は、連続的にボンド結合する。溶接部は、滑らかで、平らで、隣接表面と連続した平面とする。  
溶接、圧着又は締ばりはめ又はろう付けを行った食品接触部を、穴、ひだ入り、異物巻き込み、ひび、空げき（隙）など欠陥のないように滑らかに仕上げる。
  - ・ 分解可能な接合部 分解可能な接合部は、平滑で衛生的にシールされるなど、衛生的な適合状態を備えること。
- ⑥ コーティング  
コーティングは、意図した使用環境や、洗浄、消毒、低温殺菌及び殺菌する場合にも、表面にはく離、穴、はく落、破砕、気泡、ひずみなどを生じない。
- ⑦ すみ肉、R仕上げ、及びみぞ加工  
内面角度、コーナは、効果的な洗浄・清掃が可能であり、必要に応じて、消毒処理も可能なものとする。  
食品接触部の内部のすみと角は、連続的で滑らかな 6.35 mm以上の半径をもつものとする。ただし、適切に機能を果たすためや、が容易に洗浄・清掃できるように設けられた排水設備がある場合は、6.35 mm以下の半径を用いてもよい。みぞ加工は、その深さよりも幅を広く取る。また、機種別細則に該当するものは、細則において機械・装置に与えられた技術的要求事項を満たさなければならない。
- ⑧ ガasket

- ・ 食品との接触面を小さくするようにし、洗浄・清掃可能とする。
  - ・ 過剰に圧縮すると、エラストマは破損したり、食品側に押出されて洗浄性を悪くすることがあるので、エラストマを丈夫な面と面の間のシールとして使用する場合は、圧縮量を制限する。
- ⑨ ファスナ（ねじ、ボルト、リベットの締付け具）  
 ファスナの使用は避ける。技術的に避けられない場合は、締付け具は、洗浄可能とする。露出部には、ねじや、凹凸部があってはならない。必要に応じて、消毒可能なようにする。部品が、ナット、ボルト、ちょうナットの付いた固定植込みボルトで止めなければならないところは、ねじ込むより、穴に打ち込んで用いる。
- ⑩ プロセス流の阻害及び突起  
 プロセス流中の障害物、突起物は、機能的に必要な場合を除き避ける。必要に応じて、定置洗浄を可能とするか、洗浄・清掃や点検ができるようにする。
- ⑪ シャフト及びベアリング
- ・ シールが必要なシャフトは、衛生的に設計され、洗浄・清掃や、点検ができるようにする。
  - ・ シャフトが食品接触部を貫いているところでは、シャフトを取り巻く開口部は、汚染物質の侵入を防止できること。
  - ・ ベアリングは、技術的に回避できない場合を除いて、食品接触部の外側に置き、ベアリングと、食品接触部との間には、点検のための空間が必要。不可能な場合は、食品に対応した潤滑油を用いて、洗浄・清浄、必要に応じて、消毒処理が可能であること。底部で支持するベアリングについては、機械・装置の排液を邪魔しないものとする。
- ⑫ センサ及びセンサとの結合部  
 材料は、空げきやデッドスペースのないように設置し、排液が可能なもの。
- ⑬ その他の結合部  
 機械・装置に入る配管や分岐管は、衛生的にシールし、汚染物質の侵入を防ぐものとする。
- ⑭ 開口部、カバー及びドア
- ・ パネル、カバー、ドアは、汚物混入、たい（堆）積を生じず、洗浄、清掃可能とする。
  - ・ 人の出入のための開口部に外部のヒンジが付く場合には、開口部から排液できるようにする。
  - ・ カバーは、外縁部に向けてこう配をもつこと。
  - ・ 点検用窓、発火口、発煙口は、破損したり、飛散したりしない耐圧性・耐冷熱性でなければならない。容易に取外しできるものとする。
- 非食品接触部の設計及び製造
- ① 一般要求事項  
 非食品接触部の表面は、耐食性材料、又は耐食性をもつようにコーティング又は塗装処理したもの。洗浄・清掃が可能、必要に応じて低温殺菌や消毒処理が可能、食品を汚染したり