

# 研究の動向

## ■ 食品安全に関する研究の国際的動向

和洋女子大学家政学部 熊谷 優子

### 1. はじめに

日本では、2000年頃に相次いで食の安全を揺るがす問題（食品を原因とする腸管出血性大腸菌感染症のアウトブレイク、BSE感染牛の発生、輸入野菜の残留農薬問題など）が発生したことから、食品安全行政が見直され、欧米ですでに採用されていた「リスク分析」手法を導入した<sup>1)</sup>。リスク分析の枠組みは、①「リスク評価」（食品中のハザードの摂取によりどの程度の健康上の悪影響がでるかを科学的に評価）、②「リスク管理」（リスク評価を踏まえ、リスク低減のための具体的な措置を講じる）、③「リスクコミュニケーション」（リスク分析の各段階でリスク評価者・リスク管理者・消費者・事業者・研究者などのすべての関係者間で情報及び意見を双方向に交換する）の3つの要素からなっている。以降、食の安全に関する研究は、化学的有害要因としては食品中の添加物、残留農薬、カビ毒、自然毒、ダイオキシンなど、生物学的有害要因としては病原微生物（腸管出血性大腸菌、病原性大腸菌、カンピロバクター、サルモネラ属菌、ノロウイルスなど）や寄生虫（アニサキス、クダア、サルコシスティスなど）など、物理的有害要因としては放射性物質、異物の混入など、食品中の有害要因についてのリスク評価及びリスク管理の科学的根拠を得るという観点での研究が行われている。更には、食品のリスク認知やリスクリテラシーを含めたリスクコミュニケーションに関する研究などもあり、「リスク分析」に関連する様々な研究が行われている。本稿では、食品中の病原微生物のリスクに関する研究を中心に、食品安全に関する研究の国際的動向について述べさせていただく。

### 2. 食品安全に関する国際的な取り組みについて

2000年、2010年、及び2020年に開催された世界保健機関（WHO：World Health Organization）総会において、食品安全に関する決議が採択された<sup>2)~4)</sup>。日本は、これらの決議を踏まえ、食品安全に関する様々な取り組みを進めている。

2020年の決議文の総論部分では新たな科学技術から得られるデータを活用し、食品安全のシステムを設計することなどの重要性が示されている。また、加盟国に求められる取組みとしては「持続可能な開発目標（SDGs：Sustainable Development Goals）」を踏まえた食品安全への取り組み、食品のトレーサビリティの充実、食品汚染の早期発見の強化、消費者の食品安全への意識を高める教育・研修の重要性などが示され、WHOに対しては加盟国がリスク分析に新しい技術を導入する際に支援することや、食品に起因する疾病負荷の新しい報告書を作成し、その際には障害調整生存年数（DALYs：Disability-adjusted life years）の単位で最新の推計を行うことなどが示されている。

SDGsの目標3では「すべての人に健康と福祉を」を目標としている<sup>5)</sup>。国内では、「食と健康」という観点での課題として、食品の不健康な食べ方による不適切な栄養摂取リスクが取り上げられることが多い。例えば、栄養の過剰摂取による肥満状態が2型糖尿病の発症リスクや高血圧、動脈硬化などの発症リスクも高めることや高齢者の低栄養はフレイルからサルコペニア、ロコモティブシンドロームなどをもたらすことがある。これらの栄養摂取に関する課題は健康寿命の延伸を目指した健康日本21（第二次）における重要な課題の一つである<sup>6)</sup>。また、若い世代では不自然なダイエットや間食を中心とした不規則な食生活やファストフードへの偏りなどにより、カロリーは充足しているにもかかわらず、タンパク質やビタミン、ミネラルが不足するという問題が取り上げられることもある。このような栄養摂取リスクに関する課題への対応が図られる一方で、患者数が500人以上の大規

Yuko KUMAGAI

和洋女子大学家政学部健康栄養学科 教授

〔著者紹介〕（略歴）1987年に（旧）厚生省に入省後、食品安全部監視安全課課長補佐、食品安全部食中毒被害情報管理室長、国立感染症研究所国際協力室長を経て、2019年より現職。1987年岩手大学農学部獣医学科修士課程を修了、2015年に東京大学で獣医学博士号を取得。

〔専門分野〕食品衛生、食品由来疾患の疫学

〔その他〕内閣府食品安全委員会ウイルス・微生物専門委員会専門委員、市川市環境審議会委員

表1 複数県が関与する主な食中毒事例（1998年から2018年）

時期	場所	原因食品	原因物質	患者数	死亡者	関係自治体
H10. 3	大阪府（製造所）	三色ケーキ	サルモネラ属菌	1,371	0	4
H10. 5	北海道（製造所）	いくら醤油漬け	腸管出血性大腸菌	49	0	11
H11. 3	青森県（製造所）	イカ乾製品	サルモネラ属菌	1,634	0	114
H11. 8	北海道（製造所）	煮かに	腸炎ビブリオ	509	0	7
H12. 6	大阪市（製造所）	加工乳等	ブドウ球菌	13,420	0	23
H13. 3	栃木県（製造所）	牛たたき等	腸管出血性大腸菌	195	0	9
H15. 11	長崎市（飲食店）	レストランの弁当	ノロウイルス	790	0	10
H17. 5	大阪府（仕出屋）	給食弁当	ウェルシュ菌	673	0	4
H17. 6	滋賀県（仕出屋）	給食弁当（鮭の塩焼き）	ブドウ球菌	862	0	3
H18. 12	奈良県（仕出屋）	仕出し弁当	ノロウイルス	1,734	0	4
H19. 9	宮城県（製造所）	イカの塩辛	腸炎ビブリオ	620	0	12
H23. 4	富山県（飲食店）	ユッケ	腸管出血性大腸菌	181	5	9
H23. 5	山形県（製造所）	団子及び柏餅	腸管出血性大腸菌	287	1	4
H24. 8	札幌市（製造所）	漬物（白菜亜漬け）	腸管出血性大腸菌	169	8	11
H26. 7	静岡市（販売店）	冷やしキュウリ	腸管出血性大腸菌	510	0	11
H28. 4	江東区（飲食店）	鶏ささみ寿司	カンピロバクター属菌	609	0	3
H28. 10	静岡県（製造所）	冷凍メンチカツ	腸管出血性大腸菌	67	0	12
H29. 2	東京都（学校）	きざみのり	ノロウイルス	1,084	0	4
H29. 8	埼玉県等（飲食店、仕出屋）	そうざい	腸管出血性大腸菌	45	1	3
H30. 5	埼玉県等（高齢者施設）	サンチュ	腸管出血性大腸菌	20	0	4

（厚生労働省薬事食品衛生審議会資料をもとに作成）

模食中毒や複数の自治体が関連する食中毒が発生し（表1）、国内の食品の安全性確保において食中毒への対応も看過できないことから、厚生労働省は2018年の食品衛生法の改正において広域食中毒事例への対応を強化した<sup>7)</sup>。

海外の状況をみると、WHOは2015年に2010年の食品由来疾患の世界的負荷推計を公表し、「推計の対象とした31の病因物質に起因する汚染食品によって疾病に罹患する患者は6億人（95%信頼区間（UI：Uncertainty Interval）：4.2億人-9.6億人）と推計され、10人に1人が被害を被っていることが示され、このうち42万人（95% UI：31万人-60万人）が死亡した。最も発生頻度が多いものは下痢性疾患を引き起こす病因物質によるもので、特にノロウイルスやカンピロバクターに起因するものであった。さらに、5歳未満の乳幼児の推計結果をみると、5歳未満の乳幼児は総人口の9%を占めるにしかすぎないが、罹患率は38%を、死亡者は30%を、DALYsは40%を占めていた。」と報告した<sup>8)</sup>。このようにグローバルな視点での“食と健康”の課題では、食品衛生管理で活用されるより簡便で効果的な検査システムの開発などを通

じた途上国の食品由来疾患対策への日本の貢献も欠かすことはできない。

### 3. 食品中の病原微生物に起因する疾病負荷及び食品寄与率に関する研究

#### (1) 食品に由来する急性胃腸炎の実被害患者の推計

リスク管理の第一段階は、食品安全上の問題を迅速かつ正確に探知、認識することである。日本では食品に由来する健康被害は、「食品衛生法」と「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（以下、「感染症予防法」という）」に基づき報告されたデータが公表されている。食品衛生法では、食品が原因であることが疑われた事例に関する医師からの届出などを端緒として、都道府県等において調査が行われ、食中毒事例として対応したものが報告され、食中毒統計として公表されている。食品による健康被害として急性胃腸炎症状を呈する健康被害を考えると、ある程度ひどい下痢症状（1日に3回以上の水様性下痢等）があっても、必ず医師の診察を受けるわけではないことや、医療機関を受診しても対

表2 食品由来疾患の実被害患者の推計（10万人当たり）

根拠としたデータ	食品由来疾患の病原因子					
	腸管出血性大腸菌	カンピロバクター	サルモネラ属菌	腸炎ビブリオ	リステリア	ノロウイルス
感染症情報	80.7 <sup>10)</sup> (49.5-133.1)* (2011)					1,068.2 <sup>12)</sup> (968.6-1,171.0)* (2011)
患者調査		92.5 <sup>10)</sup> (55.2-154.5)* (2011)	31.7 <sup>10)</sup> (19.2-51.8)* (2011)			
院内感染症対策サーベイランス事業					0.157 <sup>11)</sup> (2011)	
民間臨床検査機関の検査結果		3,214.5 <sup>13)</sup> (8,199.8-18,067.2)* (2011)	581.6 <sup>13)</sup> (1,483.6-3,269.1)* (2011)	75.5 <sup>13)</sup> (192.5-424.2)* (2011)		
		2,753.6 <sup>13)</sup> (7,089.4-15,414.8)* (2018)	436.7 <sup>13)</sup> (1,124.4-2,444.8)* (2018)	26.2 <sup>13)</sup> (67.4-146.5)* (2018)		
食中毒統計（2011）	0.56	1.84	2.41	0.07	0.00	6.87
食中毒統計（2018）	0.36	1.57	0.50	0.17	0.00	6.66

\* 95% UI (Uncertainty Interval)

(文献10)~13) をもとに作成)

処療法のみで、検便検査を行い原因となった病原因子を突き止めるまで至らない場合があることから、食中毒統計で公表されている患者数は食品による急性胃腸炎疾患の一部であるといわれている。感染症予防法では、腸管出血性大腸菌感染症、コレラ、細菌性赤痢、腸チフス及びパラチフス、A型肝炎、E型肝炎については医療機関を受診した全感染者数が、感染性胃腸炎（ノロウイルス等によるもの）については小児科定点医療機関からの感染者数が感染症情報として公表される。これらの病原微生物は食品からの感染が疑われるが、ヒトからヒトへの感染もあり、食品の摂取によって感染した感染者数は報告されている感染者数の一部である。それぞれの法の目的にしたがって集計され、公表されているが、いずれの法律による統計値も、食品が原因である健康被害の実態を示してはいない<sup>9)</sup>。

そこで、食品による健康被害の実被害状況を把握するために、食品に由来する急性胃腸炎患者等の実被害患者数の推計が研究ベースで行われている。厚生労働省が3年毎に実施している基幹統計調査である患者調査のデータ、感染症予防法に基づいて集められる感染症情報のデータ、厚生労働省が実施している院内感染症対策サーベイランス事業（JANIS：Japan Nosocomial Infections Surveillance）の検査部門の検査データ、及び民間臨床検査機関の検査データなどを活用して実被害患者数を推計した事例が報告されている（表2）<sup>10)~13)</sup>。

## (2) 食品に由来する疾病負荷の推計

保健行政における政策評価において、疾患毎の患者数の他に、その疾患の重篤性も考慮する必要がある。1991年より、Murrayらは世界銀行の要請を受け、WHOと共同で疾病負担研究（Global Burden of Disease Study：以下、「GBD study」とする）に着手し、時間を共通の単位とし早死による生命損失年数と障害を抱えて生存した年数を加算し、疾病による負担を包括的に示すDALYsという指標を提唱し、それまで個別に分析されていた複数の疾患や危険因子による健康被害（死亡と障害）を包括的に比較することを可能にした<sup>14)</sup>。DALYsは現在の健康状態と理想的な健康状態（健康なまま疾病も無く寿命を全うする）とのギャップを示し、1DALYは健康な1年の損失と考えることができる<sup>15)</sup>。DALYsにより、死亡による負担と致命的ではないが多大な障害を引き起こす疾病による負担の加算ならびにそれらの直接の比較が可能となった。

食品安全の分野においても、WHOは2000年のWHO総会での食品安全に関する決議を踏まえ<sup>2)</sup>、グローバルな視点で食品由来疾患に関する対策の優先順位を考慮した新たな戦略を構築するために、「食中毒に関する諸問題を疫学的見地から検討するための食品由来疾患疫学リファレンスグループ（WHO/FERG：The WHO Food-borne Disease Epidemiology Reference Group）」を2006年に設置し、食品由来疾患の被害実態（Burden of Food-borne Diseases）を明らかにすることを試みた。WHO/FERGは、食品由来疾患に関する国際比較の指標として



GBD study で開発された DALYs を用いた。DALYs により、食品由来疾患の被害実態を急性ならびに慢性疾患の患者数及び死亡者数としてだけでなく、それらの疾患に罹患することによって失われた健康な生活時間の損失として比較することを可能とした。日本は WHO の活動に協力するとともに、日本の食品由来疾患として、カンピロバクター、サルモネラ属菌、腸管出血性大腸菌の3つの病原因子を対象とした事例研究を行った<sup>10)</sup>。WHO は WHO/FERG からの報告を受け、2015年12月3日に、「世界の食品由来疾患実被害の推計結果」を公表した<sup>8)16)</sup>。WHO/FERG は、10年に及ぶ活動の総括として、世界の食品由来疾患に対する今後の対応を検討し、「①今回の推計が入手可能な限られたデータからのものであり、実際の被害よりも小さな推計であると考えられるが、世界の食品由来疾患実被害を推計するという初めての試みであり、その状況を包括的に把握することができたこと」、「②今後は、専門家間のネットワークを維持するとともに、各国の調査を推進し、推計精度向上のために更なる入手可能なデータを増やすことを試みる必要があること」を確認して活動を終了した。WHO は2020年の決議を踏まえ、2025年までに食品に起因する疾病負荷の報告書を更新することを目指し、WHO/FERG の活動を再スタートさせた<sup>17)</sup>。DALYs の政策評価への活用をみると、オランダでは食品由来疾患の政策評価の指標として DALYs が活用されている<sup>18)</sup>。また、WHO が食品由来疾患の指標として DALYs を活用していることを踏まえると、DALYs が各国の食品安全体制を比較する指標となり、世界貿易機関 (WTO : World Trade Organization) による“衛生と植物防疫措置の適用に関する協定 (Sanitary and Phytosanitary Measures : 以下、「SPS 協定」とする)”で示されている「適切な保護の水準 (ALOP : Appropriate level of sanitary or phytosanitary protection)」の指標となりうる可能性もある<sup>19)</sup>。日本においては、世界的な状況を踏まえつつ、まずは、食品に由来する主な病原因子による急性胃腸炎疾患の実被害患者数を推計するシステ

ムを構築する研究を進める必要があると考える。

### (3) 食品寄与率に関する研究

食品による感染の割合 (感染源寄与率) とどのような食品により感染するかの割合 (食品寄与率) は、食品と危害因子の組み合わせ毎の優先順位を決定する上で重要なデータである。調査手法には、①専門家の意見を統計学的に解析し、集約するという手法 (expert elicitation)、②疫学調査結果を解析する手法、③対象とする微生物の分子生物学的情報を解析する手法、④対策などの介入による効果から解析する手法などがある。expert elicitation は十分な科学的データが不足している状況の中で目的とする情報を得るために確立された1つの有効な手法であり、米国<sup>20)</sup>、カナダ<sup>21)</sup>、オランダ<sup>22)</sup>、ニュージーランド<sup>23)</sup>でも用いられている。また、デンマーク<sup>24)25)</sup>では疫学調査結果から得られた原因食品から解析する手法で食品寄与率を公表している。日本においても、デンマークと同様の手法を用いて、食品寄与率が推計されている。具体的には、2007年から2018年の食中毒調査において特定された原因食品のデータを厚生労働省のホームページに掲載されている食中毒調査情報より入手し、特定された原因食品を食品群ごとに分類し、デンマークの解析と同様に統計分析フリーソフト「R」を用いた食品寄与率解析モデルにより、食品寄与率を推計した (表3)<sup>26)</sup>。複数の原材料から作られる食品が原因である場合は、その原材料を食品毎に分類した。例えば、親子丼が原因食品と特定されている場合は、公開情報には原材料まで示されていないため、一般的な料理レシピ情報から、鶏肉、卵、野菜 (タマネギ)、ご飯の割合を求めた。この推計では、原因食品の状態が加熱されているか、未加熱のものであるかは考慮せず、また、原因食品が特定されていない食中毒事例は推計から除外した。食中毒調査結果から求める推計手法ではより多くの食中毒事例で原因食品が特定されることが望ましいが、後述するように原因食品が特定される割合は決して高くはない。食品中の病原細菌は、

表3 7つの病原微生物による食品由来疾患の食品寄与率 (%) (2007年から2018年)<sup>26)</sup>

	腸管出血性大腸菌	カンピロバクター	サルモネラ属菌	腸炎ビブリオ	ノロウイルス
牛肉	50.1 (47.0-51.5)	10.5 (10.4-10.8)	2.2 (1.2-4.1)	0 (0-0)	0.5 (0.5-0.8)
鶏肉	1.5 (1.5-1.5)	80.3 (80.1-80.4)	11.6 (8.9-14.8)	0 (0-0)	0.2 (0.2-0.3)
豚肉	0 (0-0)	0.5 (0.5-0.5)	1.8 (1.2-3.6)	0 (0-0)	0 (0-0)
鶏卵	0 (0-0)	0 (0-0)	34.6 (27.8-41.4)	0 (0-0)	0 (0-0)
魚類	0 (0-0)	0.5 (0.5-0.5)	7.2 (4.7-10.7)	50.3 (33.3-66.7)	1.2 (0.8-1.8)
二枚貝	0 (0-0)	0 (0-0)	2.5 (1.2-5.3)	49.7 (33.3-66.7)	75.5 (74.7-76.2)
野菜	42.3 (40.9-45.5)	0 (0-0)	34.4 (27.8-40.8)	0 (0-0)	9.5 (7.8-11.1)

( ) 95% UI (Uncertainty Interval)

(文献26) をもとに作成)

食品の加熱や凍結などにより、何らかの損傷を受けることがあり、このような場合は食品からの検出が困難である。生産から消費に至るまでのフードチェーンにおける病原微生物の汚染実態に関する調査を充実させるためにも、食品安全分野での分子生物学的手法の導入に関する世界的な潮流を踏まえた対応を加速するような研究が推進されることが期待される。また、食品業界に蓄積されているビックデータを活用した分析ツールの開発は、従来の食中毒調査手法を補い、原因食品の究明の精度を高めることに寄与する可能性がある。

#### 4. 分子生物学的手法を用いた食中毒の原因調査に関する研究

食品中の病原微生物のリスクへの対応には二つの視点がある。一つは食品の調理・製造工程中のリスク管理であり、もう一つは食品を原因とする健康被害、いわゆる食中毒が発生したときの危機管理対応である。前者については、2018年の食品衛生法の改正により、調理・製造工程における病原微生物などの危害要因のリスクを分析し、管理をするという HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point) による食品衛生管理手法の導入が進められている。食品製造工程における危害分析において、製造工程のどの段階でどのような微生物の汚染があるかを把握することは重要であり、次世代シーケンサー (NGS: Next Generation Sequencer) を用いた解析により菌叢を把握すること等も行われるようになってきている<sup>27)</sup>。後者については、冷凍、冷蔵技術が発達し、全国各地に食品を届けることができるようになり、複数

自治体に関連する食中毒事例が増加していることから、広域食中毒事例への対応が強化された。ここでは、食中毒調査に係る今後の研究の方向性などについて考えてみたい。

各都道府県等は食中毒の発生を探知すると、その被害拡大を防ぎ、再発を防止するために、原因食品、原因物質及び原因施設を特定する食中毒調査を実施する。各都道府県等において食中毒として探知された事例は食品衛生法に基づいて厚生労働省に報告され、食中毒統計として公表されている。食中毒調査において、原因食品を特定するには、食中毒患者、食中毒患者と同じ食事をしてきた人、一緒に食事をした飲食店などの施設の責任者、飲食店などで提供したメニューの食材などを提供した人などの関係者からの聞き取りを行い、それらの情報を分析する疫学調査を行うとともに、食中毒患者の嘔吐物や便、原因と疑われる食品や使用した調理器具・機材、施設の汚染状況に関する調査(病原微生物の分離)を行う。このような疫学調査と実験室での分析結果を踏まえて、原因を究明する。疫学調査の結果から原因食品が特定されることもあるが、患者の下痢便等から病原微生物が分離されても、原因食品と疑われる食品から原因微生物が分離され、患者から分離されたものと同一であると確認されない場合は、原因と特定された施設で提供された食事が原因食品(“食事特定”)として報告される。食中毒統計をみると、“食事特定”の割合は、2018年の報告では患者数全体の61.6%であり、2019年は65.3%であり、2020年は55.1%であった(図1)<sup>28)</sup>。

原因食品を特定する際に用いられる分子生物学的手法

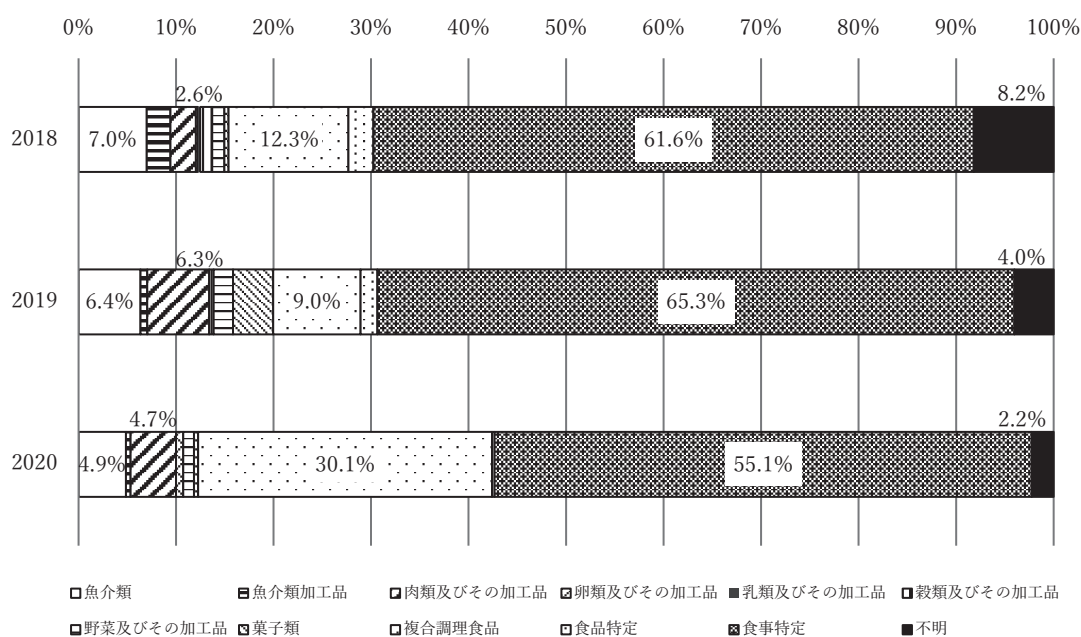


図1 食中毒調査による原因食品の分類ごとの割合(%) 2018~2020年

は分析機器の発達により変化している。パルスフィールド電気泳動法 (PFGE: Pulsed-Field Gel Electrophoresis) による分子疫学解析技術は1990年代に登場した。DNAのフラグメントを解析するものであり、バンドの濃さや移動度から菌株の同一性を判断している。このようなDNAのフラグメントの解析は異なる研究室で実施する実験者によって違いが生じる可能性があり、複数の研究室の結果をまとめることができなかった。2000年代に入り、高性能のキャピラリー型DNAシークエンサー装置が普及し、遺伝子の配列を基に菌株を識別するMLST法 (Multi-locus Sequence Typing) やMLVA法 (Multiple-Locus Variable-number tandem repeat Analysis) を一般的な研究室で実施することができるようになった。MLST法は細菌のゲノムの複数個所の配列を決定し、その配列情報に基づき菌株間の差異を判別する手法であり、MLVA法はゲノム上に複数個所存在する繰り返し構造 (リピート) を読み取り、そのリピート数の違いから菌株の相同性を解析するものである。これらの手法は再現性が高く、複数の研究室のデータを同時に解析することができる。更に、2010年代には次世代シークエンサーが登場し、微生物菌株の全ゲノム配列 (WGS: Whole Genome Sequence) に基づく分子疫学解析が可能となった。

日本では、2018年に腸管出血性大腸菌 O157, O26, O111の遺伝子型別検査に反復配列多型解析法 (MLVA法) を用いるようになった<sup>29)30)</sup> が、次世代シークエンサーを用いた全ゲノム配列による分子疫学解析技術は導入されていない。しかしながら、米国では、“Whole Genome Sequencing (WGS) Program” を立ち上げ、食品医薬品局 (FDA: Food and Drug Administration) と農務省 (USDA: United State Department of Agriculture)、疾病管理センター (CDC: Center for Disease Control)、国立生物工学情報センター (NCBI: National Center for Bio and Industry) が共同で、2013年に“Genome Trakr Network”を構築し、次世代シークエンサーを用いて食中毒の病因物質を探知する仕組みをスタートさせている<sup>31)</sup>。全ゲノム配列の解析により食中毒の病因物質を特定するには、対象とする病原体のゲノム情報を整備する必要がある。“GenomeTrakr Network”では、まずは、リステリア・モノサイトゲネス (*Listeria monocytogenes*) を第1候補として解析を進め、その後、サルモネラ属菌に関するゲノム情報を蓄積し、複数州に関連する食中毒事例の原因食品特定に成果をあげている。例えば、2016年に複数州で発生したリステリア集団感染の原因食品が冷凍野菜であることを特定した。さらに、この冷凍野菜が2013年に発生していたリステリア感染症の原因であることも全ゲノム配列の解析により確認された<sup>32)</sup>。また、2020年に米国で発生した *Salmonella Stanley* による食中毒事例の

原因食品が中国産乾燥きくらげであることを特定し、公表した<sup>33)</sup>。この事例を受けて、日本に輸入される中国産乾燥きくらげの食品監視が強化された<sup>34)</sup>。リステリア・モノサイトゲネスを第一候補として解析を進めた背景には、2011年に公表された“米国の食品由来疾患の実被害患者の推計に関する研究報告”において、リステリア推定感染者は1,591人 (95% CI: 557-3161)、死者は255人 (95% CI: 0-733) と報告され、高い致死率が示されたことがある<sup>35)</sup>。また、米国・CDCの新興感染症プログラム (EIP: Emerging Infections Program) による食品由来疾患アクティブサーベイランスネットワーク (FoodNet) による米国内10か所の監視サイトからの2020年の報告によると、リステリア推定感染者は10万人当たり0.2人と公表されている<sup>36)</sup>。健康な人であれば風邪のような症状で済むが、免疫の弱い人 (妊婦や乳幼児、高齢者など) では重篤な症状を示すことがある。また、患者の約40%が妊婦と推定され、流産や死産などを引き起こす可能性もあることから、第一候補として取り上げ、対応を強化した。また、ヨーロッパでも、次世代シークエンサーを用いた全ゲノム配列による分子疫学解析技術は導入されており、2015年以降、オーストリア、デンマーク、フィンランド、スウェーデン、英国において、冷凍コーン及びその他の冷凍野菜との関連の可能性がある侵襲性リステリア感染アウトブレイクが確認された<sup>37)</sup>。

以上のように、世界的には次世代シークエンサーなどを活用した食中毒の原因究明調査を実施しており、原因食品が特定されなかった食中毒事例の原因食品が特定されるようになってきている。日本においても、食中毒調査における次世代シークエンサーを用いた全ゲノム配列による分子疫学解析技術の活用に関する研究が推進されるであろう。

## 5. まとめ

本稿では、食品中の病原微生物によるリスクに関する研究を中心に、食品安全に関する研究の国際的動向について述べたが、食品安全に関する研究は多岐にわたる。2021年度の食品安全研究分野の厚生労働科学研究費<sup>38)</sup>の採択課題をみると、食品中の病原微生物に関する研究以外にも、「食品添加物の安全性確保に資する研究」、「食品や環境からの農薬等の摂取量の推計と国際標準を導入するための研究」、「輸出先国のリスク管理に対応した残留農薬データ等の補完に関する研究」、「食品用器具・容器包装等の安全性確保に資する研究」、「日本国内流通食品に検出される新興カビ毒の安全性確保に関する研究」、「ゲノム編集食品の安全性確保に関する取り組みの周知とさらなる安全性確保に寄与する手法の探求」、「食品行政における国際整合性の確保と食品分野の国際動向に関する



る研究」, 及び「食品中の放射性物質の基準施行後の検証とその影響評価に関する研究」などがある。また, 農林水産省には「レギュラトリーサイエンスに属する研究」<sup>39)</sup>があり, 食品安全委員会には「食品健康影響評価技術研究」<sup>40)</sup>があり, 関係省庁間で連携をとって食品安全に関する研究を推進している。日本における食の安全は, 食品安全に関する様々な研究より得られる科学的な根拠により確保されている。食品安全に関する研究は国際的な動向も踏まえ, 様々な視点から推進されるものと考えられる。

## 文 献

- 岡田祥, 松尾真紀子. 食品安全行政におけるリスクコミュニケーション調整機能とその体制. 日本リスク研究学会誌. 2012, Vol. 22, No. 4, 219-228.
- World Health Organization. “Food Safety”. 2000. [https://apps.who.int/gb/archive/pdf\\_files/WHA53/ResWHA53/15.pdf](https://apps.who.int/gb/archive/pdf_files/WHA53/ResWHA53/15.pdf) (accessed 2021.10.15).
- World Health Organization. “Advancing food safety initiatives”, 2010. [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/EB126-REC1/B126\\_REC1-en.pdf](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB126-REC1/B126_REC1-en.pdf) (accessed 2021.10.15).
- World Health Organization. “Strengthening efforts on food safety”. 2020. [https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/EB146/B146\\_R9-en.pdf](https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB146/B146_R9-en.pdf) (accessed 2021.10.15).
- 外務省. “Japan SDGs Action Platform”. <https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/about/index.html> (accessed 2021.10.15).
- 厚生労働省. “健康日本21 (第二次)”. [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/kenkou/kenkounippon21.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/kenkou/kenkounippon21.html) (閲覧 2021.10.15).
- 厚生労働省. “広域連携協議会の設置について”. 2019. [https://kouseikyoku.mhlw.go.jp/kantoshinetsu/gyomu/bu\\_ka/shokuhin/000097977.pdf](https://kouseikyoku.mhlw.go.jp/kantoshinetsu/gyomu/bu_ka/shokuhin/000097977.pdf) (閲覧 2021.10.15).
- World Health Organization. “WHO estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015”. 2015. [https://www.who.int/foodsafety/areas\\_work/foodborne-diseases/ferg/en/](https://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/ferg/en/) (accessed 2021.10.15).
- 春日文子. 食中毒の被害をより正確に把握するために. 家政誌. 2011, Vol. 62, No. 5, 329-333.
- Kumagai, Y.; Gilmour, S.; Ota, E.; Momose, Y.; Onishi, T.; Bilano, V. L. F.; Kasuga, F.; Sekizaki, T.; Shibuya, K. Estimating the burden of foodborne diseases in Japan. *Bulletin of the World Health Organization*. 2015, Vol. 93, No. 8, 540-549C.
- 国立感染症研究所. “厚生労働省院内感染対策サーベイランス検査部門データを用いた本邦におけるリステリア症罹患率の推定”. 2012. *IASR* vol. 33, p. 247-248. <https://www.niid.go.jp/niid/ja/l-monocytogenes-m/l-monocytogenes-iasrd/2591-kj3911.html> (閲覧 2021.10.15).
- 厚生労働省. “平成26年度厚生労働科学研究補助金食品安全確保事業「食品安全行政における政策立案, 政策評価に資する食品由来疾患の疫学的推計手法に関する研究 (代表研究者 渋谷健司)”. 2014. <https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/24535> (閲覧 2021.10.15).
- 厚生労働省. “令和2年度厚生労働科学研究補助金食品安全確保事業「と畜・食鳥処理場における HACCP 検証方法の確立と食鳥処理工程の硬度衛生管理に関する研究 (代表研究者 朝倉宏)”. 2020. <https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/149336> (閲覧 2021.10.15).
- Murray, C. J. L.; Acharya, A. K. Understanding DALYs. *Journal of Health Economics*. 1997, Vol. 16, No. 6, 703-730.
- World Health Organization. “Summary measures of population health: concepts, ethics, measurement and applications / edited by Murray, C. J. L.; Salomon, J. A.; Mathers, C. D.; Lopez, A. D. 2002”. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42439/9241545518.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (accessed 2021.10.15).
- Lake, R. J.; Devleeschauwer, B.; Nasinyama, G.; Havelaar, A. H.; Kuchenmüller, T.; Haagsma, J. A.; Jensen, H. H.; Jessani, N.; Maertens de Noordhout, C.; Angulo, F. J.; Ehiri, J. E.; Molla, L.; Agaba, F.; Aungkulanon, S.; Kumagai, Y.; Speybroeck, N. National Studies as a Component of the World Health Organization Initiative to Estimate the Global and Regional Burden of Foodborne Disease. *PLoS One*. 2015, Vol. 10, No. 12, e0140319.
- World Health Organization. “Public Notice and comments on the second meeting of the WHO Foodborne Disease Burden Epidemiology Reference Group (FERG) 2021-2024”. 2021. [https://www.who.int/news-room/articles-detail/public-notice-and-comments-on-the-second-meeting-of-the-who-foodborne-disease-burden-epidemiology-reference-group-\(ferg\)-2021-2024](https://www.who.int/news-room/articles-detail/public-notice-and-comments-on-the-second-meeting-of-the-who-foodborne-disease-burden-epidemiology-reference-group-(ferg)-2021-2024) (accessed 2021.10.15).
- National Institute for Public Health and the Environment of Netherland. “Disease burden of food-related pathogens in the Netherlands”. 2019. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2020-0117.pdf> (accessed 2021.10.15).
- World Trade Organization (WTO). “Agreement on the application of sanitary and phytosanitary measures”. [https://www.wto.org/english/docs\\_e/legal\\_e/15-sps.pdf](https://www.wto.org/english/docs_e/legal_e/15-sps.pdf) (accessed 2021.10.15).
- Batz, M. B.; Hoffmann, S.; Morris, J. G. Jr. Ranking the disease burden of 14 pathogens in food sources in the United States using attribution data from outbreak investigations and expert elicitation. *J. Food Prot.* 2012, Vol. 7, No. 7, 1278-1291.
- Ravel, A.; Davidson, V. J.; Ruzante, J. M.; Fazil, A. Foodborne proportion of gastrointestinal illness: estimates

- from a Canadian expert elicitation survey. *Foodborne Pathog Dis.*. 2010, Vol. 7, No. 12, 1463-1472.
- 22) Havelaar, A. H.; Galindo, A. V.; Kurowicka, D.; Cooke, R. M. Attribution of foodborne pathogens using structured expert elicitation. *Foodborne Pathog. Dis.*. 2008, Vol. 5, No. 5, 649-659.
  - 23) Hall, G.; Kirk, M. D.; Becker, N.; Gregory, J. E.; Unicomb, L.; Millard, G.; Stafford, R.; Lalor, K. and the OzFoodNet Working Group. Estimating foodborne gastroenteritis, Australia. *Emerg Infect Dis.* 2005, Vol. 11, No. 8, 1257-1264.
  - 24) Pires, S. M.; Vieira, A. R.; Perez, E.; Wong, D. L.; Hald, T. Attributing human foodborne illness to food sources and water in Latin America and the Caribbean using data from outbreak investigations. *Int. J. Food Microbiol.*. 2012, Vol. 152, No. 3, 129-138.
  - 25) Pires, S. M.; Christensen, J. "Source attribution of *Campylobacter* infections in Denmark". 2017. [https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/145802383/Report\\_Source\\_Attribution\\_Campylobacter\\_FINAL.pdf](https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/145802383/Report_Source_Attribution_Campylobacter_FINAL.pdf) (accessed 2021.10.15).
  - 26) Kumagai, Y.; Pires, S. M.; Kubota, K.; Asakura, H. Attributing human foodborne diseases to food sources and water in Japan using analysis of outbreak surveillance data. *J. Food Prot.*. 2020, Vol. 83, No. 12, 2087-2094.
  - 27) 厚生労働省. "平成27年度厚生労働科学研究補助金食品安全確保事業「非動物性の加工食品等における病原微生物の汚染実態に関する研究(代表研究者 朝倉宏)」". 2015. [https://mhlw-grants.niph.go.jp/system/files/2015/154031/201522010A\\_upload/201522010A0005.pdf](https://mhlw-grants.niph.go.jp/system/files/2015/154031/201522010A_upload/201522010A0005.pdf). (閲覧 2021.10.15).
  - 28) 厚生労働省. "食中毒統計資料". [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html) (閲覧 2021.10.15).
  - 29) 厚生労働省. "腸管出血性大腸菌の遺伝子型検査体制の整備及び研修会の開催". 2018. [https://www.mhlw.go.jp/web/t\\_doc?dataId=00tc4047&dataType=1&pageNo=1](https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00tc4047&dataType=1&pageNo=1) (閲覧 2021.10.15).
  - 30) 厚生労働省. "腸管出血性大腸菌による広域的な感染症・食中毒に関する調査について". 2018. <https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000307591.pdf> (閲覧 2021.10.15).
  - 31) U.S. FDA. "Genom Trakr Network". <https://www.fda.gov/food/whole-genome-sequencing-wgs-program/genometrakr-network> (accessed 2021.10.15).
  - 32) U.S. CDC. "Multistate Outbreak of Listeriosis Linked to Frozen Vegetables (Final Update)". <https://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/frozen-vegetables-05-16/index.html> (accessed 2021.10.15).
  - 33) U.S. CDC. "Outbreak of Salmonella Stanley Infections Linked to Wood Ear Mushrooms". <https://www.cdc.gov/salmonella/stanley-09-20/index.html> (accessed 2021.10.15).
  - 34) 厚生労働省. "中国産乾燥きくらげの取り扱いについて". <https://www.mhlw.go.jp/content/11135200/000680501.pdf> (閲覧 2021.10.15).
  - 35) Scallan, E.; Hoekstra, R. M.; Angulo, F. J.; Tauxe, R. V.; Widdowson, M-A.; Roy, S. L.; Jones, J. L.; Griffin, P. M. "Foodborne Illness Acquired in the United States—Major Pathogens". *Emerging Infectious Diseases.* 2011, Vol. 17, No. 1, 7-15.
  - 36) U.S. CDC. "Decreased Incidence of Infections Caused by Pathogens Transmitted, Commonly Through Food During the COVID-19 Pandemic — Foodborne, Diseases Active Surveillance Network, 10 U.S. Sites, 2017–2020. Morbidity and Mortality Weekly Report. <https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/70/wr/pdfs/mm7038a4-H.pdf> (accessed 2021.10.15).
  - 37) European Food Safety Authority (EFSA). "Multi-country outbreak of *Listeria monocytogenes* serogroup IVb, multi-locus sequence type 6, infections probably linked to frozen corn". 2018. <https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-1402> (accessed 2021.10.15).
  - 38) 厚生労働省. "令和2年度 厚生労働科学研究の概要". [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000103641\\_00001.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000103641_00001.html) (閲覧 2021.10.15).
  - 39) 農林水産省. "安全な農畜水産物安定供給のための包括的レギュラトリーサイエンス研究推進委託事業". [https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/regulatory-science/rs\\_seika.html](https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/regulatory-science/rs_seika.html) (閲覧 2021.10.15).
  - 40) 内閣府・食品安全委員会. "食品健康影響評価技術研究". <https://www.fsc.go.jp/chousa/kenkyu/> (閲覧 2021.10.15).