

食品事故及び苦情のm-SHELモデルを用いた背後要因分析 －食品分類別の特徴抽出の試み－

川 瀬 健太郎¹⁾、岡 本 満喜子²⁾

1) 日清オイリオグループ株式会社

2) 関西大学社会安全学部

抄録

食品事故や苦情の発生が日常的に報告され消費者の食に対する不信感が高まっている。しかし、食品事故等の発生に影響する背後要因（ヒューマンエラーを含む）について、食品の種類別に詳細に検討した研究は数少ない。そこで本研究では、食品の種類別に、食品事故等の背後要因を抽出し、体系的に類型化することを試みた。調査対象は2003年～2019年に都道府県の衛生研究機関等から報告された食品事故及び苦情に関わる389文献943食品事例とした。検討対象とした文献の記載に基づき、事故や苦情の原因となった食品の種類（原因食品）、事故や苦情の内容（発生危害）、m-SHELモデルの各要素（management、Software、Hardware、Environment、Liveware）に分類した。事故の原因となった食品の種類は、複合調理食品系（259食品）、水産物系（164食品）、農産物系（143食品）が特に多かった。発生危害は、食中毒・有症（576食品）、異物混入（233食品）、異味・異臭（99食品）が多かった。m-SHELモデルに該当する要素に関し、ヒューマンエラーに関わるLivewareが59.7%、managementが15.9%、Softwareが10.4%、Hardwareが8.7%、Environmentが5.3%みられた。原因食品分類別では、複合調理食品系と菓子・パン系は複数の要素が事故や苦情の発生に関わっており、農産物系及び水産物系はLiveware（特にcommission error）が特に多く、飲料・酒類系はHardwareに関する要素が多いという特徴がみられた。

キーワード：ヒューマンエラー、食品苦情、食品安全、m-SHEL、HACCP

I. 緒言

食の安全に対する消費者の関心は高い。2018年には15年ぶりに食品衛生法が改正され、2021年6月から原則全ての食品関連事業者に対し科学的な食品衛生管理手法であるHACCP（Hazard Analysis and Critical Control Point：危害要因分析重要管理点）の制度化が始まり、その適切な運用に基づいた、事故及び苦情を発生させない食品衛生管理体制の強化が求められるようになり、安全な食品の提供に向けた制度の整備が進行する状況にある。

一方で、食中毒事故や異物混入など品質不良が原因の苦情事例が後を絶たないのが現状である。日本における食料品に関わる事故情報は平成21年4月以降で延べ90,212件が報告・登録されており、食品苦情の処理状況は東京都だけでも年間3,847件にのぼる^{1,2)}。食品安全の高度化を進める上で、食品事故及び苦情の実態と傾向を把握することが重要である。

筆者らは過去に、製造物責任訴訟が提起された食品事故裁判事例を対象にHACCPの観点からの争点分析、食品異臭苦情の報告事例を対象にフローダイアグラム分析の実施状況が原因発生工程の特定率向上に影響する点を定量化した分析、食品異臭の原因物質と申告された異臭の臭気表現との関連性を統計分析の実施に拠り発生傾向として導出した研究を行った³⁻⁶⁾。これらは食品事故・苦情事例に関し体系的な事例分析を行うことで、未然防止対策の導出のために一定の知見が得られることを示すものといえる。しかし、上記研究の対象は、製造物責任訴訟が提起された事例や食品異臭事例のように限定的である。食品事故・苦情は対象となる食品の種類や発生する危害が多様であり、発生機序や原因もまた多様であると想定されるが、食品事故・苦情に関する文献を横断的に検討対象とし、事故等の原因を抽出して体系的に整理した研究は多くない。

食品事故等の具体例をみると、個人が誤って有害

な山菜等を喫食する場合から、大規模工場での製造過程で不具合が生じる場合まで多様であるが、いずれにせよ食品事故等への人の関わりは大きいと考えられる。そして、組織的に食品の製造や提供が行われる場合、人（例えば調理者）による過誤の背景には、製造等に用いる設備機器、調理等の環境や手順のあり方等の問題が存在する可能性がある。この人と人を取り巻く要素との関係を表すモデルとしてSHELモデルがある。本モデルはE.Edwards⁷⁾が提唱し、その概念をH.F. Hawkins⁸⁾が発展させたものである。同モデルのSはソフトウェア（手順書、マニュアル、チェックリスト、教育訓練等）、Hはハードウェア（設備、機器等）、Eは環境（温度、湿度、照明、空間の広さ等）、Lは人間（本人、周囲の同僚や上司等）を意味するとされる⁹⁾。現在では、このSHELモデルに組織（マネジメント）のmを加えたm-SHELモデル^{10,11)}が提唱されており、産業界で広く活用されている^(註1)。例えば、海運業界においては、航行する船舶全般の海難事故の未然防止を目的としたモデル分析¹²⁾、漁船や遊漁船の海難事故とその発生海域に注目した研究¹³⁾がある。伊藤他¹²⁾は、操船者対象に相手船の避航及び座礁等の回避の場面で安全上重視することのアンケートを行い、その結果をm-SHELの視点で分析し、年代や場面、船舶の種類による違いを導出しており、総じてL（人間）の要素が重視されることを示している。酒出他¹³⁾は海難審判の採決録を対象に漁船・遊漁船の衝突・乗揚事故に至る背後要因をm-SHELの視点で分析検討し、操船者自身（L）に関わる要因が多いこと、海域によって多く関連する背後要因が異なることを示した上で、事故防止のためには事業者と行政等とが連携した組織的な取り組みが必要であることを述べている。竹本他¹⁴⁾は、運輸安全委員会の事故調査報告書を対象に国内輸送を担う内航海運の事故を同様に分析し、錯誤を始めとするL（当事者）の要因が最も多く、それ以外の要因ではm（管理のうち安全文化の欠如）が多いことを示し、中小零細規模の事業者が多い内航海運業者の実態に鑑み、業界全体の問題として系列会社全体で安全対策を推進する必要性を述べている。海運以外の分野では製品事故のシミュレーションの事例として、ヘアドライヤの危険事象の発生を予測し、ヒューマンエラーの形成因子をm-SHELの各要素の整理と事前解析の点から、その妥当性を確

認し見出す試みがなされた研究がある¹⁵⁾。このようにm-SHELモデルは人間を中心に人を取り巻く諸要素との関係性を可視化し、対策を導出する分析手法として活用されている。このことから、食品事故・苦情の原因を解明するための手法としても有効であると考えた。しかし、食品事故等を対象にm-SHELの要因を抽出しその傾向を検討した先行研究は、筆者らが調査した限りみあたらなかった。

食品事故が発生した場合、食中毒事案では食中毒処理要領及び食中毒調査マニュアルに基づいて比較的詳細な調査が実施される¹⁶⁾が、必ずしもm-SHELモデルの視点を意識して調査が行われるとは限らない。また、食品苦情に関しては公定法がなく、受理した保健所等による発生状況のヒアリングに基づいた病原微生物など原因物質の同定、最適な理化学検査手法の検討と選定報告に留まることも多く、上記の視点からの原因究明が常に行われるとは限らないのが現状である。

本研究は、原因食品毎に多発する発生危害を整理した上、その原因をm-SHELの視点から分類して特徴を明らかにし、特に重要となりうる事故・苦情防止対策を検討することを目的とした。

II. 方法

1. 調査対象及び対象期間

本研究では、2003年から2019年までの間に発行された、公的機関である47都道府県及び行政区の衛生研究機関が発行する年次報告書、衛生検査情報に採録されている食品の品質事故及び苦情に関わる389文献で延べ943件の個別事例を対象とした。各事例について、原因食品、発生危害、事故等の発生に影響した要因（影響要因）を抽出し、以下の分類項目の設定に基づき分類した。影響要因は、その中からm-SHELモデルの各要素に該当することが読み取れた記述を抽出し、各要素に分類した。同モデル中当事者のL（人間）に関する記述は、ヒューマンエラーの種類によってさらに分類した。詳細は以下で述べる。

表1 m-SHELの要素の具体例

m-SHEL	要素の具体例
m: management	食品安全衛生教育、品質管理体制、食品安全文化の醸成、要員・従事者管理、組織体系、経営・財務管理など
組織	
S: Software	調理マニュアル、衛生管理チェックリスト、就業規定、調理機器操作マニュアル、原材料情報シート、食品安全研修教育など
ソフトウェア	
H: Hardware	調理施設、食品加工・厨房機器、空調・給排水設備、機器の操作性・配置、原材料・包装資材、殺鼠防虫対策設備など
ハードウェア	
E: Environment	温度、湿度、照明、騒音、振動などの作業環境、空間の広さなど物理的環境、労働作業行動に影響を与える因子など
環境	
L: Liveware	食品事故及び苦情発生に関与した本人、周囲の同僚・上長、納品等の取引関係者、利用客等の来訪者など
人間	

2. 分類項目の設定

(1) 原因食品の分類: 事故・苦情の原因となった食品の種類について、行政資料¹⁷⁾における分類方法に基づき分類した。具体的には、複合調理食品・惣菜食品系（以下、複合調理食品系）、農産物及びその加工品系（農産物系）、畜産物及びその加工品系（畜産物系）、水産物及びその加工品系（水産物系）、飲料・酒類系、菓子・パン系、調味料・油脂・製糖・穀粉等のそのまま喫食しない食素材（食素材系）、原因食品不明の8項目である。

(2) 発生危害の分類: 文献上報告されている事故・苦情の内容について、行政統計²⁾の分類方法を参考に、発生した危害に着目し分類した。具体的には、異味・異臭、腐敗・変敗、異物混入、食中毒・有症、表示関係の5つの分類となる。

(3) 影響要因: 文献から事故・苦情発生に影響したことが読み取れる項目を抽出した。1件の発生危害に影響する項目は複数記述されていることがあるので、発生危害数と影響要因の総数は異なる。

(4) m-SHEL モデル⁹⁻¹¹⁾ 該当要素: 影響要因には、m-SHEL モデルの各要素に該当することが読み取れる事象と、読み取れない、あるいは「〇〇菌が増殖した」というような単なる事実を示す記述がみられた。そこで、m-SHEL モデルの各要素に該当することが読み取れる記述については、記述毎に同モデルのいずれの要素に該当するか検討し分類を行った。なお、同モデルに示される一般的な要素はI. 緒言で述べたとおりだが、食品事故・苦情事例に則して各要素の具体例を示すと表1のとおりとなる。同モデルに該当することが読み取れない、あるいは

単なる事実を示す記述は「非該当」に分類した。

(5) ヒューマンエラー分類: (4) のうちL(人間)に該当する事象について、文献¹⁸⁾で示された評価基準の考えを用いて、①すべきことをしない（以下、①類型）、②すべきでないことをする（②類型）、③本来すべきでないことをタスクに挿入する（③類型）、④タスク遂行の順序を誤る（④類型）、⑤タスク実行のタイミングを誤る（⑤類型）の5つの類型に分類した。当該文献は、エラーが発生しやすい機器設計及び機器類のポリシーと慣行、取り巻く環境、文書化された手順、及びその他の人的要因の問題を認識し、改善を検討できるようにするための支援を企図したツールであり、ヒューマンエラーの可能性を特定し、定量化するための方法論として策定されたものである。これら5分類に該当しない、または分類できない事象の記載は、⑥分類不可に分類して集計した。さらに、②類型に該当した事例中、知識・技量不足に起因した事象を内数として集計した。ヒューマンエラー及びm-SHELに関わる事象の抽出、発生危害の食品安全科学的なポイントや言及部分の抽出と分類の判定評価に関しては、法律実務と安全分野の学識経験者、及び食品安全の関連業務に20年以上携わる実務家の2名で合意に達するまで協議し決定した。

Ⅲ. 調査結果及び考察

1. 原因食品分類と発生危害の状況

検討対象とした文献389件から、943件の原因食品及び発生危害を抽出した。文献数と原因食品及び発生危害数が異なるのは、ひとつの文献に複数の事故・苦情事例が記載されていることがあるためである。原因食品と発生危害をクロス集計したものを表2に示す。原因食品でみると、複合調理食品系(259件、27.5%)が最も発生件数が多く、次いで水産物系(164件、17.4%)、農産物系143件(15.2%)と続き、これら3分類で全体の60.1%を占めた。原因食品不明の事故・苦情は137件(14.5%)であった。発生危害では食中毒・有症が最も多く(576件、61.1%)、次いで異物混入(233件、24.7%)で、これら3分類で全体の85.8%を占めた。両者を組み合わせると、複合調理食品系の食中毒・有症が最も多く、次いで水産物系の食中毒・有症が多い。また原因食品不明の食中毒・有症も多く見られた。異物混入は複合調理食品系に次いで菓子・パン系が多く、

表2 原因食品分類別にみた発生危害数

原因食品分類\発生危害分類	食中毒・有症	異物混入	異味・異臭	腐敗・変敗	表示関係	合計
複合調理食品系	171	63	18	4	3	259
水産物系	135	17	12	0	0	164
農産物系	81	30	24	8	0	143
原因食品不明	134	2	1	0	0	137
菓子・パン系	12	57	17	7	0	93
飲料・酒類系	14	37	22	8	0	81
畜産物系	26	19	2	4	1	52
食素材系	3	8	3	0	0	14
合計	576	233	99	31	4	943

異味・異臭は農産物系、飲料・酒類系が多いのが特徴である。最も少なかった表示関係は4件（0.5%）であり、複合調理食品系と畜産物系のみ事例が発生していた。

2. 原因食品別の m-SHEL モデル該当要素

II. 2. (3) の影響要因は1684項目であった。その中から、II. 2. (4) の m-SHEL モデルを構成する各要素に該当することが読み取れる要素を抽出した結果848項目となり、影響要因全体の50.4%であった。これら項目数とその構成比を原因食品別に分類しクロス集計したものを表3に示す。m-SHEL 該当要素全体を見ると、最も多く抽出されたものはL（人間）に関する要素であり、全体の59.7%（506/848項目）を占めた。次いでm（組織）、が135項目（15.9%）、S（ソフトウェア）が88項目（10.4%）であった。なお、食品全体でみた総該当数中の割合（全体割合）に比べ、原因食品分類別にみたときの割合が多い要素は太字と下線で示した。

全体割合とほぼ違いがないものは下線のみ示した。

次に、統計学的な検討として、原因食品分類と m-SHEL モデルを構成する各要素における変数の関連性みるために、表3のクロス集計結果に基づき Pearson のカイ2乗検定を実施した。検討対象は要素の該当数が100個以上ある複合調理食品系、農産物系、菓子・パン系、水産物系、飲料・酒類系とした。その結果数値が自由度16、有意水準5%のとき、 $\chi^2 = 61.42 > 26.296$, $p = 3.0013 \times 10^{-7} < 0.05$ であった。次にコレスポンデンス分析を実施し、その結果を図1に示す。寄与率は第1成分87.4%、第2成分6.8%で累積寄与率94.2%であった。コレスポンデンス分析によって計算された座標をみると、L（人間）及びm（組織）においては、原点から同一方向に農産物系と水産物系が近傍に布置された。同様に、S（ソフトウェア）においては、原点から同一方向に菓子・パン系と複合料理食品系が近傍に布置された。H（ハードウェア）においては、原点から同一方向に飲料・酒類系が布置された。E（環境）においては、中央付近にプロットされたことから、どの要素とも一定の関わりがあることが推察された。

図1の意味づけとして、原因食品分類においては、横軸に生鮮品で未加工及び加工度が低い原因食品分類（農産物系、水産物系）が負の方向に布置され、正の方向に製造施設などにおいて複数の工程を経て製造され加工度が高く、包装された形態で流通する原因食品分類（複合調理食品系、菓子・パン系、飲料・酒類系）が布置されているものと考えら

表3 原因食品分類でみたm-SHELモデル該当要素の個数及び割合

原因食品分類\m-SHEL該当数及び割合	m（組織）		S（ソフトウェア）		H（ハードウェア）		E（環境）		L（人間）		原因食品分類別該当数合計	原因食品分類別割合合計（%）
	該当数	割合（%）	該当数	割合（%）	該当数	割合（%）	該当数	割合（%）	該当数	割合（%）		
複合調理食品系	32	<u>15.3</u>	26	<u>12.4</u>	22	<u>10.5</u>	10	4.8	119	56.9	209	100.0
農産物系	20	11.9	15	8.9	4	2.4	9	<u>5.4</u>	120	<u>71.4</u>	168	100.0
菓子・パン系	15	11.1	20	<u>14.8</u>	13	<u>9.6</u>	6	4.4	81	<u>60.0</u>	135	100.0
水産物系	22	<u>17.6</u>	8	6.4	0	0.0	5	4.0	90	<u>72.0</u>	125	100.0
飲料・酒類系	10	9.5	11	<u>10.5</u>	24	<u>22.9</u>	5	4.8	55	52.4	105	100.0
畜産物系	18	<u>31.6</u>	4	7.0	5	<u>8.8</u>	3	<u>5.3</u>	27	47.4	57	100.0
原因食品不明	16	<u>47.1</u>	3	8.8	2	5.9	4	<u>11.8</u>	9	26.5	34	100.0
食素材系	2	13.3	1	6.7	4	<u>26.7</u>	3	<u>20.0</u>	5	33.3	15	100.0
合計\総該当数の割合	135	15.9	88	10.4	74	8.7	45	5.3	506	59.7	848	100.0

注記：表中の割合（%）は、原因食品分類別該当数合計に占めるm-SHELそれぞれの該当数の構成比を示す。太字と下線は、原因食品分類全体でみた総該当数中の割合（全体割合）に比べ原因食品分類別にみたときの割合が多い要素を示す。下線のみは、全体割合とほぼ違いがない要素を示す。

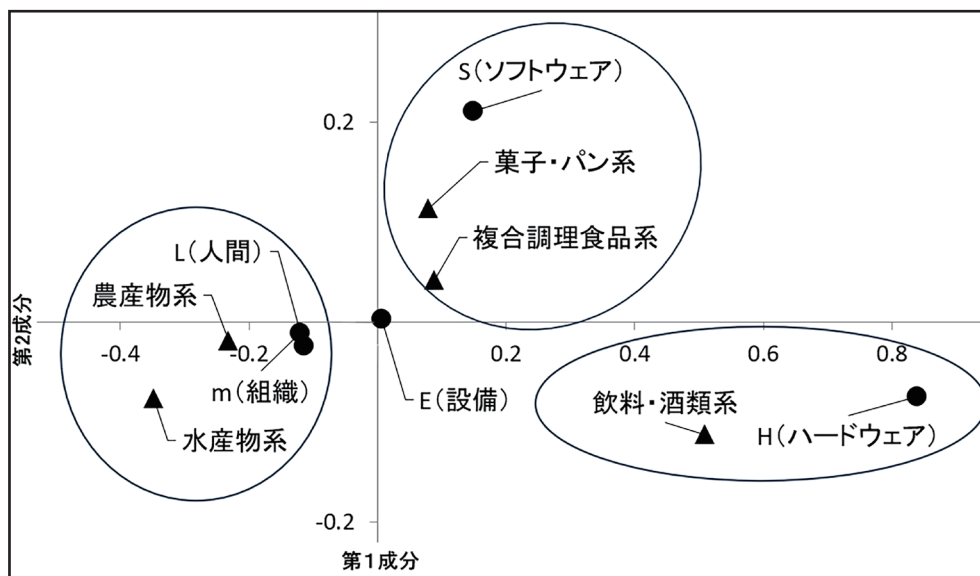


図1 原因食品分類と各m-SHELのコレスポネンス分析結果

注記：軸の意味づけについて

横軸は、フードサプライチェーンとして意味づけし、負の方向を原材料に近い食品分類の川上であるとし、正の方向に向かって川下が加工度が高い食品分類であると意味づけた。縦軸は、m-SHEL各要素において人間（L）との関わり、距離感や密接度の強弱を表す軸として意味づけし、負の方向には人間（L）と人間で構成される組織（m）が布置され、正の方向に向かって環境（E）→ソフトウェア（S）→ハードウェア（H）の順に布置されているものと意味づけた。なお、軸の目盛りは各要素の座標値を示す。

れた。m-SHEL 各要素においては、横軸は負の方向に L（人間）及び m（組織）が布置され、中央附近に E（設備）、正の方向に S（ソフトウェア）、H（ハードウェア）が布置された。このことから、負の方向から正の方向に向かって、人間との関わり、距離感や密接度が強いと推察される m-SHEL 要素（L → m → E → S → H）が順に布置されていると推察された。

3. 食品事故・苦情に関わるヒューマンエラーの類型

2. の分類の結果、いずれの原因食品においても事故・苦情の発生に L（人間）の要素の影響が大きいことがうかがえた。そこで、L（人間）の要素

506項目の内容に着目し、ヒューマンエラー5類型のうちいずれに該当するかを検討し各要素の数字をクロス集計して表4に示した。数字は該当した個数、②類型のカッコ内は知識・技量不足を原因とするものの個数を示す。全体で見ると、①類型209項目（41.3%）、②類型294項目（58.1%）が多数を占め②類型が多い結果となった。③類型、④類型及び⑤類型に該当するヒューマンエラーは各1項目しか事例がみられなかった。②類型のエラーのうち、156項目（53.1%）が知識・技量不足に起因するものであった。

次に、統計学的な検討として、原因食品分類と m-SHEL モデルを構成する各要素における変数の関連性をみるために、表4のクロス集計結果に基づ

表4 原因食品分類でみたヒューマンエラー5分類の該当状況

原因食品分類\ヒューマンエラー5分類	複合調理食品系	農産物系	水産物系	菓子・パン系	飲料・酒類系	畜産物系	原因食品不明	食素材系	合計
①すべきことをしない	74	24	18	44	28	14	5	2	209
②すべきでないことをする	44 (11)	95 (70)	72 (65)	37 (3)	26 (4)	13 (1)	4 (2)	3 (0)	294 (156)
③本来すべきでない行動をタスクに挿入する	1	0	0	0	0	0	0	0	1
④タスク遂行の順序の誤り	1	0	0	0	0	0	0	0	1
⑤タスク実行のタイミングの誤り	0	0	0	0	1	0	0	0	1
合計	120	119	90	81	55	27	9	5	506

注記：「②すべきでないことをする」のカッコ内の数値は、該当数に占める「知識・技量不足」を原因とするヒューマンエラーとして内数で記載した。

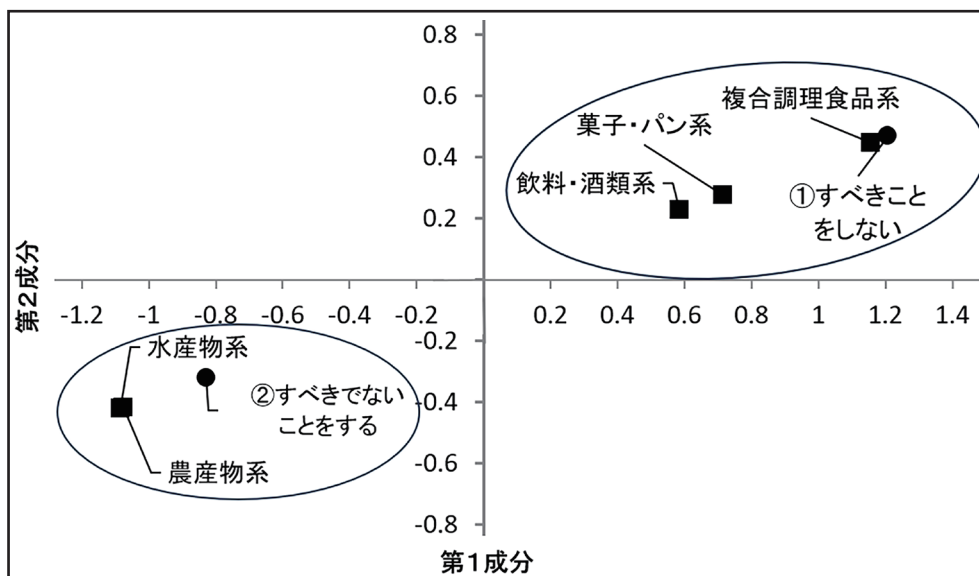


図2 原因食品分類とヒューマンエラー(①及び②類型)のコレスポネンス分析結果

注記：軸の意味づけについて

横軸は、フードサプライチェーンとして意味づけし、負の方向を原材料に近い食品分類の川上であるとし、正の方向に向かって川下が加工度が高い食品分類であるものと意味づけた。縦軸は、ヒューマンエラーの類型として位置づけし、負の方向を①類型、正の方向を②類型として、それぞれの類型において事故や苦情が多発している原因食品分類が近傍に布置されているものと意味づけた。なお、軸の目盛りは各要素の座標値を示す。

き Pearson のカイ2乗検定を実施した。検討対象は要素の該当数が50個以上ある原因食品分類である複合調理食品系、農産物系、菓子・パン系、水産物系、飲料・酒類系とした。それらとヒューマンエラー5分類のうちの①類型(すべきことをしない)及び②類型(すべきでないことをする)との関連性を分析した。その結果数値が自由度4、有意水準5%のとき、 $\chi^2=69.46 > 9.48$ 、 $p=2.94 \times 10^{-14} < 0.05$ であった。

次にコレスポネンス分析を実施し、その結果を図2に示す。寄与率は第1成分100%であった。コレスポネンス分析によって計算された座標をみると、①類型においては、原点から同一方向に複合調理食品系、菓子・パン系、飲料・酒類系が近傍に布置された。同様に、②類型においては、原点から同一方向に農産物系及び水産物系が近傍に布置された。

図2の意味づけとして、原因食品分類においては、横軸の負の方向には生鮮品で未加工及び加工度が低い原因食品分類(農産物系、水産物系)が布置され、正の方向に製造施設などにおいて複数の工程を経て製造され加工度が高く、包装された形態で流通する原因食品分類(複合調理食品系、菓子・パン系、飲料・酒類系)が布置されたものと考えられ

た。ヒューマンエラー類型においては、縦軸の正の方向に①類型、負の方向に②類型が布置されたことから、それぞれの類型の近傍に布置された原因食品分類において、発生するヒューマンエラーの傾向が異なることが示唆された。

4. 原因食品別にみた食品事故・苦情発生への関与要因の特徴

表2、表3及び表4に基づき、原因食品分類別に発生危害に関与する要素の特徴をみていきたい。

複合調理食品系は発生危害数が最も多く、内訳として食中毒・有症が多い(表2)。危害発生に関わる m-SHEL 該当要素をみると、L(人間)の56.9%と m(組織)の15.3%は全体割合(L:59.7%、m:15.9%)とほぼ変わらず、S(ソフトウェア)と H(ハードウェア)はそれより多い(表3太字下線部分)。コレスポネンス分析の結果(図1)と合わせてみると、特に S(ソフトウェア)と関連を有するといえるであろう。L(人間)をヒューマンエラー分類の観点からみると、①類型のタイプのエラーが61.7%、②類型が36.7%と前者が多いのが特徴であり、この点は農産物系、水産物系の傾向と大きく異なった。次いで発生危害数が多い水産物系は食中毒・有症が82.3%と多い(表2)。危害発生に関わる

m-SHEL 該当要素をみると、L（人間）の72.0%とm（組織）の17.6%が全体割合より多いのが特徴であり（表3太字下線部分）、コレスポネンス分析でもこれらの要素との関連がみられた（図1）。ヒューマンエラー分類では②類型のタイプのエラーが多い（表4、①類型20%、②類型80%）点で、複合調理食品系と異なる。②類型のうち、90.3%（65/72項目）が「知識・技量不足」によることも特徴である（表4）。3番目に発生危害数が多い農産物系は食中毒・有症が56.7%を占めるものの、異物混入（21%）や異味・異臭（16.8%）も比較的多いのが特徴である（表2）。m-SHEL 該当要素をみると、L（人間）のみ全体割合より多く（71.4%）、他の要素は少ない（表3）。ヒューマンエラー分類では①類型20.2%、②類型79.8%と後者が多く、その73.7%（70/95項目）が「知識・技量不足」によるものであった（表4）。4番目に発生危害数が多い菓子・パン系は異物混入が61.3%と最も多いのが特徴である（表2）。m-SHEL 該当要素をみると、全体割合より特にS（ソフトウェア）の14.8%が多いのが特徴であり（表3）、コレスポネンス分析の結果（図1）と合わせてみると、S（ソフトウェア）と関連が強いといえる。ヒューマンエラー分類では①類型と②類型の割合に大きな違いはみられず、また②類型のうち知識・技量不足によるものは3項目と少ないことが特徴といえる（表4）。5番目に発生危害数が多い飲料・酒類系は、異物混入（45.7%）、次いで異味・異臭（27.2%）が多いのが特徴である（表2）。m-SHEL 該当要素をみると、H（ハードウェア）が全体割合（8.7%）に比べ特に多い（22.9%）ことが特徴と言える（表3、図1）。ヒューマンエラー分類は菓子・パン類と同様の傾向がみられた（表4）。6番目に発生危害数が多い畜産物系は、全体の発生危害の件数は多くなく、危害の内容は食中毒・有症が50%と多い（表2）。m-SHEL 該当要素は全体割合よりm（組織）が多い（表3）。ヒューマンエラー分類では菓子・パン系と類似した結果が見られた（表4）。最も少なかった食素材系は、発生危害としては異物混入が最も多いが、発生事例数自体が少ないため明確な傾向は読み取れなかった。原因食品不明に関しては137件みられ、発生危害はほぼ食中毒・有症である（表2）。原因食品不明は、事故及び苦情の発生プロセスの検証がなされたものの、原因食品特定に資する有力なエビデンスが得られなかった事

例として分類された。

このように、原因食品分類によって発生する危害や関与するm-SHEL 該当要素、発生しやすいヒューマンエラーの傾向が異なることがわかった。そこで、事例の発生概要を調査し、L（人間）を軸としたS（ソフトウェア）、H（ハードウェア）、E（環境）及びm（組織）の関係性から、ヒューマンエラー発生の背景と有効と思われる対策について検討した。ここでは、表3及び図1において、特にS（手順）との関わりが強い原因食品分類、L（人間）との関わりが強い原因食品分類、H（ハードウェア）との関わりが強い原因食品分類の特徴を分けて検討する。

5. S（手順）との関わりが強い原因食品分類

S（手順）との関わりが強い原因食品分類は複合調理食品系、菓子・パン系である^(注2)。このため、これらの原因食品分類を中心に、人間のエラーであるLとm-SHEの関わりを検討する。

5.1. 複合調理食品系の概要

複合調理食品系のL（人間）に関わる事例は全体割合よりやや少ないが、事例上は調理担当者や総菜や外食など調理済み食品の提供者が多い。L（人間）は、これらの人が守るべき手順を守らない（①類型）という、S（ソフトウェア）と関連する形でエラーが生じているケースが全体割合より多くみられたことが特徴として挙げられる（表3、表4）。

L（人間）の要素の影響がみられた事例として、だご汁の事例¹⁹⁾では、本来10℃以下で保管すべきところ、実施していなかったことで腐敗・変敗が発生した。また、牛肉オイスター炒めの事例²⁰⁾では、速やかに10℃以下で冷却すべきところ、実施していなかったため、病原菌が増殖し食中毒が発生した。なお、S（ソフトウェア）とL（人間）の関連でみると、手順が明確でないことが人のエラー発生に影響したことがうかがえる事例もみられた。

例えば、S（ソフトウェア）の要素の影響がみられた事例として、梅おにぎりの事例²¹⁾では、食中毒菌の増殖抑制のための酢や食品添加物を使用しておらず、またpHや水分活性値の基準を定めていなかったことで病原菌を制御できず食中毒が発生した。茶わん蒸しの事例²²⁾では、手洗いや調理器具の洗浄に関する従業員教育が徹底されておらず、製造室の温度管理基準も順守されていなかったことで、

製品が汚染され腐敗・変敗が発生した。昆布巻きの事例²³⁾では、調理作業前後の調理道具の確認作業の手順が決められていなかったことで、調理器具に異物が付着しそのまま製品混入した。

次に、表3からはH（ハードウェア）の要素の影響も全体割合より多くみられた。例えば、メンチカツの事例²⁴⁾では、半製品製造工場における原料の攪拌機の内部構造が下部の四隅にpH調整剤が滞留しやすい構造であったため、製品に規定量以上が混入され異味・異臭が発生した。レトルトカレーの事例²⁵⁾では、殺菌工程の後に続く製品充填ラインにおいて、充填したレトルトカレー袋を整列させる自動整列装置に機器トラブルが発生したが、充填機を自動停止させる装置が設けられていなかったため作動が継続され、変敗した品質不良品がロット製品として出荷された。また、うどんの事例²⁶⁾では、乾うどんの製造施設にある送風用のパイプラインが洗浄しにくい構造であったことから、他食品の製造で使用した素材が残留しており異物としてうどんに混入した。

m（組織）の要素は、表3から全体割合と同程度影響していることがうかがえる。いわしのつみれ汁の事例²⁷⁾では、ヒスタミンが原因と思われる苦情を受け自主検査を実施し製造済み製品からヒスタミンを検出していたが、新たな注文を受けた際にこれらの品質不良情報を正確に管理、伝達できていなかったため、誤って不適合品が出荷され食中毒が発生した。刺身会席料理の事例²⁸⁾では、提供したホテルにおいて大量調理施設衛生管理マニュアルが組織として整備、徹底されていなかったことで安全な品質を担保できず食中毒が発生した。ハンバーグ挽肉の事例²⁹⁾では納入業者が本来は添加が禁止されているニコチン酸を精肉の赤い肉色保持を目的に不正に添加して販売したことで、給食調理用に購入され調理、喫食した幼稚園の児童らが健康被害を呈した。

なお、E（環境）の要素の影響がみられた事例は、全体割合よりやや少なかった（表3）。給食弁当の事例³⁰⁾では、調理施設で調製された給食弁当の喫食者から多数の食中毒患者が発生したが、調査の結果、原因は当該調理施設において調理員が多数ノロウイルスに感染していたことで調理空間にウイルスが残留し、弁当に混入したと判断された。キーマカレーの事例³¹⁾では、企業の夏祭りで提供されたカレーを喫食した参加者から食中毒患者が発生したが、原因

として、高温の日が連日続くなか調製したカレーを屋外に数時間放置したことが発生要因と疑われた。

総合的にみると、複合調理食品系は原材料や製造調理方法が多岐にわたり、提供形式も外食、中食から包装食品まで幅広い。そして、完成した食品を消費者が喫食するまでに、消費期限、温度や不適合品の選別など、事業者が管理すべきポイントが多いという特徴がうかがえる。また製造工程に絞ってみても、事業者にとって作業場内の動線の設定、工程管理や製造品目の生産スケジュール設定なども煩雑・複雑になる。この多様さ・複雑さ故に、複合調理食品系は、病原菌の付着・増殖や品質劣化等を誘発する機会が多く、適切な管理が行われないと事故等リスクを増大させやすくなると考えられる。この管理を適切に行うためには手順を定め、現場で遵守を求めることが重要になるであろうが、工程等の複雑さに応じて求められる手順も複雑かつ多様・大量となり、調理担当者等の理解や遵守を困難にしている、あるいは手順の整備自体が追いついていないことがうかがえる。加えて、複合調理食品系は食材加工や調理の過程で様々な食品機械が用いられることが多いが、製造調理機器の内部構造の瑕疵や、調整・メンテナンスの困難な構造という機器の構造上の問題が事故・苦情発生に影響しやすいことがうかがえる。

5.2. 菓子・パン系の概要

菓子・パン系もS（手順）との関連が強くみられた（図1）。m-SHELの各要素でも危害要因では異物混入が最も多くみられた。

m（組織）の要素の影響がみられた事例は、表3をみると全体割合よりやや少なかった。油菓子の事例³²⁾では、ピーナツの脱皮工程で除去しきれず、残留した渋皮が何層にも重なって固着したまま製品の揚げピーナツに混入したことで異物混入が発生したが、除去選別工程での検査要員が充足していなかったことで異物混入が見逃された。

H（ハードウェア）の要素の影響がみられた事例は全体割合より多かった（表3）。アイスクリームの事例³³⁾では、製造ラインに異物混入対策としてストレーナーや金属探知機、X線検査機を導入していたが、アイス用チョコレートソースの粘度が高く目詰まりを起こすことを理由に異物除去設備を取り付けておらず、着用していた作業用手袋の一部が異物として混入した。

L（人間）の要素の影響がみられた事例は、全体割合とほぼ同じであった（表3）。菓子パンの事例³⁴⁾では、従業員が原材料の計量中にプラスチック製の計量器に接触し破損したことで破片が製品に混入し、それに気づかず作業していたため、最終製品に混入したまま出荷され異物混入が発生した。

S（ソフトウェア）の要素の影響がみられた事例として、あんこ菓子の事例³⁵⁾では、あんこの袋の開封から製造までの工程において留意すべき管理点が手順として文書化されておらず、従事者教育も実施されていなかったことで製品へ異物が混入した。

E（環境）の要素の影響がみられた事例として、杏仁豆腐の事例³⁶⁾では、製品の流通時に温度変化や紫外線の影響を受けやすい状態で流通されたことで製品が変質し異味・異臭が発生した。

総合的にみると、菓子・パン系の特徴として、食パンや焼き菓子等は工程中のオープン等によって加熱、焼成されるため、有害な病原微生物が死滅するのに十分な中心温度、時間が保たれる製品が多いと考えられる³⁷⁾。そのため微生物類の生残が重篤な危害要因とはなりにくいことから、本研究においても食中毒・有症事例は少なく、異物混入の事例が多くなったと考えられる。

また、菓子・パン系はm（組織）に該当する要素が全体傾向より少ない一方、S（ソフトウェア）とL（人間）の要素が比較的多くみられた。上述のように微生物類の生残が重篤な危害要因とはなりにくいことから、事業者にとって作業動線の設定、工程管理や製造品目の生産スケジュール設定などは複合調理食品系と比較すると、煩雑・複雑になることは少なく、m（組織）の要素が少なくなった可能性がある。一方で、パン製造は中小零細規模の事業所において製造調理されることが多い³⁸⁾。そのため、小規模の事業場ゆえの組織的な活動が不十分であると推測され、製造調理を行うにあたってのS（ソフトウェア）が整備されておらず、これに起因するL（人間）の調理作業中の取り扱いミスが多くなったことが推察される。

このように、菓子・パン系は、食品事故等に直結するのは作業者のエラーとともに、整備されていない手順に基づく調理作業により異物混入等の危害が引き起こされると考えられ、その未然防止には、作業者に対する手順策定を含めた組織的な対応が重要となるといえる。

5.3. S（手順）との関わりが強い原因食品への対策検討

S（手順）の要素が強く関わる複合調理食品系、菓子・パン系ともに、食品事業者が食品の安全を管理するための枠組みを形成することが不可欠である。それには、2021年6月から原則全ての食品関連事業者に対して導入が義務化された科学的な食品衛生管理手法であるHACCP（Hazard Analysis and Critical Control Point）の7原則12手順に基づく取り組みの適切な導入と運用^{（註3）}が特に重要となると思われる。作業手順策定に向けては、厚生労働省の食品業種別の「HACCPの考え方を取り入れた衛生管理のための手引書³⁹⁾」を活用し、食品安全への理解と衛生管理指針の策定を進めることが望ましいと考える。

以上みてきたように、複合調理食品系、菓子・パン系においては、現場での個別のエラー防止に向けた取り組みに止まらず、手順、設備、環境の整備全てを視野に入れた安全管理体制の構築に向け、作業手順書にわかりやすく危害発生抑止に対する留意点を盛り込むことに重点を置いて、手順や教育体制を構築する必要がある可能性が示された。

6. 特にL（人間）及びH（ハードウェア）との関わりが強い原因食品分類

表3と図1をあわせてみると、農産物系はL（人間）、水産物系はL（人間）とm（組織）、飲料・酒類系はH（ハードウェア）の影響が全体割合より多いという特徴がみられた。以下、その理由を検討する。

6.1. 農産物系の特徴

農産物系の特徴としては、L（人間）が関与する食中毒・有症の事例が多く（表3、図1）、エラーの分類として個人の知識・技量不足による②タイプのエラーが多いことがあげられる（表4、図2）。また、農産物系は表3をみると個人の要因以外であるm（組織）、S（ソフトウェア）、H（ハードウェア）、E（環境）の関与が比較的小さいのが特徴である。農産物系、とりわけ国産青果物は収穫、選別された物の76.9%が卸売市場経由で出荷⁴⁰⁾されているのが現状である。また、改正食品衛生法⁴¹⁾では、農家（生産者）が行う、皮剥き・洗浄等の形状変化を伴わない未加工の青果物の消費者への有人・無人の直売所等を通じた販売や、大根の丸干しや

乾燥キノコ等の乾燥加工・天日干し等の簡易な加工は、同法第4条第7項に規定する採取業に該当することから、加工度が高くない青果物が多く存在すると考えられる。そのため、人の積極的な介入により未加工の農産物の鮮度を維持することが求められることから、L（人間）の要素が多くなる一方、その作業は大規模な加工場で組織的に行われることは少ないため、その他の要素に関わることも少なくなると考えられる。L（人間）のエラー類型に関し詳細な事例をみると、農産物系の事例の多くで要因となったL（人間）は個人（一般人、飲食店等事業者の従業員含む）がすべきでないことをする②タイプの行動を取ったことが要因となっており、中でも事業者でない一般人が有毒なキノコ類や野草を食用の植物と誤認して採取し喫食した事例が大半を占める。両者は極めて似た形状であり、一見では判別しにくいことが挙げられる。知識を有しない個人が誤認した事例として、譲渡された野生の芋が有毒種のクワズイモと知らずサトイモと誤認して摂食し中毒を発症した事例⁴²⁾、知人が有毒種のツキヨタケを可食種のヒラタケと判断してしまい採取したものを譲り受けた家族が、バター焼き等にして喫食したところ中毒を発症した事例⁴³⁾などが挙げられる。事業者においても、バイケイソウの事例⁴⁴⁾では、飲食店の従業員が食用のウルイと誤認してバイケイソウを採取し料理として客に提供したことで食中毒が発症した事例がみられた。イヌサフランの事例⁴⁵⁾では食品の小売店舗において、従業員が食用のギョウジャニンニクと誤認してイヌサフランを販売した事例などが挙げられる。クワズイモの事例⁴⁶⁾では、外食店舗での調理において調理従業員が食用のハスイモと誤って提供した事例がみられた。ただ、一部で食品の小売販売店、外食店などの組織体で発生したm（組織）に関わる事例もみられた。これらm（組織）に関わる事例では、有毒植物等に関する行政からの注意喚起⁴⁷⁾にもかかわらず、店舗等で適切な仕分けが行われないまま提供、販売されたことで食中毒等が発生させ、行政指導等の対象となるような組織作りが行われた、あるいは当該組織に問題があることを前提に行政の普及啓発の充実が報告書上求められている事例がみられた。

以上より、農産物系に関する対策として重要なのは、多発しているL（人間）である各個人の誤認を未然に防止することであり、告知とその啓発が重要

である。有毒植物や有毒のキノコ類と誤認されやすい食用の生鮮植物類との違いに関しては上述のとおり、行政が誤認されやすい有毒種の存在について注意を喚起している現状にある⁴⁷⁾（注4）。今後は行政等がSNS（Social Networking Service）や動画プラットフォーム等のオンライン手段を利活用して、食関連、旅行サイトやハイキング関連の掲示板などに、発生した事故の概要を記事や広告として開示することで、エラーを引き起こすに至った要因を明確に伝達するとともに、多発傾向にある事象の危険性が高いことを広く周知し、注意を喚起する対策が求められると考えられる。また、同時に小売販売店、外食店などにおいて、組織的に食品安全研修を取り入れ、管理者、従業員ともに取り扱いや販売時における留意点の理解が促進される組織作りが必要であり、有毒種を判別するためのマニュアル等を整備することが不可欠である。

6.2. 水産物系の特徴

水産物系の特徴としては、農産物系と比べると、L（人間）及びm（組織）の安全管理の両方に関わる事例が多くみられたのが特徴である（表3、図1）。L（人間）のエラーの内訳としては②タイプが多く、有害な魚介類を喫食することによる食中毒・有症事例が多く発生している。個人のエラーは、釣り人等の一般人によるものと飲食店等の従業員個人によるものに分けられる。一般人による事例として、有害な魚介類（特にフグ）を入手した人が、知識がないままさばくなどして喫食し食中毒を招いた事例が多くみられた。シイラの事例⁴⁸⁾では、釣り人が釣り上げて漁港で解体して刺身にし、翌日に職場に持参して同僚ら等とともに喫食したことで9名が食中毒を発症した。また、バラフエダイの事例⁴⁹⁾では、釣り上げて自宅に持ち帰り刺身にさばいて切り身を喫食したところ、体調不良の症状を呈したなどが挙げられる。飲食店等従業員個人によるものとして、ツブ貝の事例⁵⁰⁾では、スーパーマーケットの従業員がツブ貝の唾液腺に毒がある事を知らず、唾液腺等の除去を行わないまま商品を販売し食中毒が発生した。また、寄生虫がいるモクズガニは必ず加熱して食べることが広く知られているものの、調理担当者に知識がなく加熱が不十分で、モクズガニを老酒漬として提供したことで食中毒を呈した事例⁵¹⁾や、調理師がフグの有毒部位について不適切な取り扱いをした

ことで食中毒が発生した事例⁵²⁾ がみられた。

一方、m（組織）に関わる事例として、飲食店や魚介類取扱店などにおいて、処理方法を過信、誤認したり無許可で不適切な処置を行って魚介類を販売・提供した事例が多くみられた。ツブ貝の事例⁵⁰⁾では、卸売業者が安全上必要な情報（唾液腺を除去すべきこと）を小売店に組織として伝達せず、小売店側も安全情報の入手・周知に課題があるとして、行政指導を受けるような組織作りを行ったことがあげられる。フグの事例⁵³⁾では、飲食店が東京都ふぐ取り扱い規制条例の定めるフグ調理師の設置、認証もない状態にも関わらずフグ刺し及びフグの内臓を含むフグちりを提供し食中毒が発生した事例などが挙げられる。飲食業や小売店舗は、有害魚介類、毒を有する貝類を取り扱う機会や、加熱・冷凍・部位の切除等の品質管理が求められる素材を多く扱う業態であるにもかかわらず、店舗が有毒魚介類（主に貝類）の危険性を顧客に告知していない、あるいは従業員が有毒成分を除去する技量や知識が欠如しているなど従業員の力量不足という課題がうかがえた。

以上より、対策としてまず釣り人等を対象に、有害な魚介類の存在の情報提供と、喫食しないことへの意識啓発は対策として重要と思われる。同時に魚介類を提供している飲食店や小売業の店舗に対し、組織的な従業員教育制度の整備と定期的な理解度の確認が必要と思われる。行政主催の食品安全衛生研修会への積極的な参加や料飲組合など関連する業界団体での集合研修などを取り入れることも重要である。卸売市場で魚介類の選別仕入を行う関係者向けにリリースされている毒魚の見分け方についての注意喚起パンフレット⁵⁴⁾等を活用して理解を深めたり、店内に魚介類の危険性に関するポスターを掲示するなどして、来店客への注意喚起を行うことも取り組みとして重要と考えられる。

6.3. 飲料・酒類系の特徴

飲料・酒類系の特徴としては、特にH（ハードウェア）に関わる要素が多くみられる点である（表3、図1）。例えば、牛乳の事例⁵⁵⁾では、製函ヒーターのヒーターヘッドの位置が若干前方に寄っていたため加工した時にカートンと接触し、カートンにコーティングされているポリエチレン資材がヒーター部に付着し、そこに牛乳が飛散して付着し塊が形成されたことでパック牛乳に異物混入が発生した。ま

た、白ワインの事例⁵⁶⁾では、ワインメーカーの工場のビン洗浄機の水圧が不足していたことで残留していた残渣を除去できず異物混入が発生した事例もみられた。設備の問題として、製造調理関係機材が事故等を引き起こしやすい構造となっている、また水圧のような設備のセッティング等の問題がうかがえる。

飲料・酒類系でH（ハードウェア）に関する要素が多い理由は以下の点が挙げられる⁵⁷⁾。製造所内では工程がタンクや配管などを密閉したプラントシステムとして設計され、製造される飲料の製造技術の基本がPETボトル、ガラスビンや紙容器など自動化された充填機械を通じて容器包装されることが多く、ハード面での安全対策が重要となっている。また、飲料は加熱殺菌による微生物制御における商業的無菌性の確保が原則であり、異物混入に関してもラインストレーナーなどが設置されるなど、主にハード面からの品質管理対策が講じられている。それ故に、ハード類の機器に不具合、トラブルやメンテナンス不足があり、また品質管理に関わるシステムのな制御にエラーが発生すると、微生物等起因の危害や異物混入等の危害要因が排除できずに製品が汚染されることが想定される。

こうしたことから、飲料・酒類系の事故防止のためには、機器類の分解、洗浄、定期的な保守点検、部品交換がしやすくメンテナンス性の高い機器類の設置と定期的な保全、操作性が考慮された機器類の設置と代替促進、機器類の密閉されたプラント化促進、など設備面からの対策が有効だということが挙げられる。

V. 結語

本研究では、食品事故及び苦情に関わる原因食品と発生危害、危害の発生に影響した要素に着目して、2003年～2019年に報告された389文献から943食品事例を対象とし発生実態を調査した。次に、ヒューマンファクター分野で多用されている分析手法 m-SHEL モデルを援用し、事例から当該モデルに該当する要素を抽出して分類することで、事故・苦情の原因の類型化を試みた。

その結果、発生危害は延べ943食品事例、影響要因は延べ1684項目であった。m-SHEL に該当する要素は848個の項目（50.3%）がみられ、このうちの506項目（59.7%）がL（人間）に関する要素で

あった。船舶事故の分野でもL（人間、特に行為者本人）の要因が多いことが示されており（伊藤他¹²⁾、酒出他¹³⁾）、この点は共通するといえよう。

本研究ではL（人間）のうち294項目（58.1%）が②類型であり、ヒューマンエラーの種類の中で最も多かった。また、②類型のうちの156項目（53.1%）が知識・技量不足が要因となってエラーが発生していた。

原因食品分類別にみると、②類型に占める知識・技量不足のエラーのうち、農産物系（70項目）と水産物系（65項目）の2分類が合わせて86.5%（135項目/156項目）を占めた。②類型に該当した農産物系の内訳をみると、食用の野菜類と有毒のキノコ類を誤認して摂食する食中毒・有症の事例などが73.7%（70/95件）を占め、同様に、水産物系は魚介類の知識がなく誤認して有毒魚を摂食する事例など、90.3%（65/72件）が該当した。③類型、④類型及び⑤類型は、それぞれ1件のみしか発生がみられなかった。

m-SHEL からみた原因食品分類と発生危害分類との組み合わせでは、m（組織）は食中毒・有症（複合調理食品系、農産物系、水産物系）、S（ソフトウェア）は異物混入（複合調理食品系、菓子・パン系）と異味・異臭（農産物系）、H（ハードウェア）は異物混入（複合調理食品系）と異味・異臭（飲料・酒類系）、E（環境）は食中毒・有症（複合調理食品系）、異物混入（農産物系、菓子・パン系）、異味・異臭（農産物系、菓子・パン系）、L（人間）は食中毒・有症（複合調理食品系、農産物系、水産物系）、異物混入（菓子・パン系）の事例が多くみられた。

原因食品分類別にみると、複合調理食品及び菓子・パン系に関しては、ヒューマンエラーの①類型に起因する食品事故や苦情が大多数を占めるとともに、特にS（ソフトウェア）の要素が関連し発生していることがうかがえた。また、飲料・酒類系ではH（ハードウェア）との関連が強くみられた。これらの原因食品分類では、人間に対する対策だけでは不十分であるといえる。

対照的に、農産物系では有毒のキノコ類や野草を食用の植物と誤認したL（人間）起因の事例が大多数を占めた。これは、個人が毒を有する品種と可食種との違いを理解できていないため誤食したり第三者に譲渡するなど、「知識・技量」が不足してい

ることが危害を引き起こすエラー行動に直結していることから、個人への情報提供、意識啓発が重要であることが明らかとなった。水産物系では有毒魚介類を可食種と誤認した事例が大多数を占めた。これは、毒を有する魚介類と可食種の違いを理解できていないため誤食したり、第三者に譲渡するなどの事例が多数報告された。また、水産物系の特徴として、フグなど調理免許の有資格者のみがフグの調理を許可されているものの、有資格者の技量不足により有毒成分を食事提供した事例もあったことから、魚種や部位を判別する「知識」のほかに、調理する「技量」の不足が危害を引き起こすエラー行動に直結していることが特徴として挙げられる。水産物系においては、個人への情報提供、意識啓発が重要であることが明らかとなった。

このように、食品の種類によって危害の発生機序や求められる安全対策が異なることが浮き彫りにできたと考える。これら分析から、m-SHEL ごとに多発傾向にある発生危害と原因となる食品分類との組み合わせには顕著な差異がみられ、その組み合わせの実態と事故及び苦情を引き起こすヒューマンエラーに基づく人間の行動と取り巻くエラー構成要素の詳細と発生傾向が明らかとなった。

ここで他の産業分野における事故の背後要因の傾向と本研究を比較検討しておきたい。伊藤他¹²⁾、酒出他¹³⁾、竹本他¹⁴⁾は、船舶事故を対象にm-SHELの各要因をより細かく項目分けし詳細な分類を行っているが、本研究で用いた報告書等の記載内容から詳細な情報を読み取ることが困難であった。このため、上記先行研究と同じ詳細項目の抽出や分析手法はとっておらず、本研究の結果と直接比較することはできない。ただ、船舶事故でも食品事故等でもL（人間）、特に行為者本人の要因が事故等に大きく関わっていることは共通しており、いずれの産業分野でも人的要因への対策が最重要課題であることがうかがえる。

また、事故の実態に着目すると、酒出他¹³⁾が検討対象とした漁船及び遊漁船の乗揚、衝突事故では操船者個人のエラーが事故に直結しやすく、自身に関わる要因（L）が多く抽出されたことがうかがえる。食品業界では、農産物系と水産物系でL（人間）の要因が特に多いが、農産物や水産物の生産者、飲食店の調理者が有害な植物・魚介類を食用と誤認あるいは不適切な調理をして提供し食中毒が発

生するケースが多く、行為者個人のエラーが事故に直結する点で酒出他¹³⁾が示す事故実態と類似点があるといえよう。このため、酒出他¹³⁾が示す対策は、食品業界における当該類型の事故等に関しても参考になると考えられる。酒出他¹³⁾は、漁船、遊漁船は「各漁業者個人による経営が主体」であり、安全対策も「漁業者ら個人によるもの」であったが、今後は「行政、関係団体、利用者らによる連携と取り組みが不可欠」で、「今まで以上に組織的な安全対策、管理の考え方や取り組みが必要」と指摘している。食品業界も小規模零細事業者が多く、上記と同様事業者が個々に安全対策を行っている」と推測されるが、L（人間）の要素への対策には組織的な安全管理が求められると言えよう。

一方、小規模零細事業者について「『管理』や『体制』といった概念で安全対策を進めることは難しい」という指摘もある¹⁴⁾。そこで竹本他¹⁴⁾は、安全の問題を「業界全体の問題としてとらえ」「系列会社を含めた全体で安全対策を推進することが必要」としており、この指摘は食品業界にも妥当すると思われる。竹本他¹⁴⁾のいう「系列会社を含めた全体」に関し食品業界に即して考えると、農産物は農家個人、農業法人、農業協同組合（農協）、卸業者、市場、直売所、また飲食店は地域や業態ごとの料飲組合等との連携が考えられる。水産物は漁師個人、漁業協同組合（漁協）、都道府県漁業協同組合連合会・信用漁業協同組合連合会（漁連）、卸業者、市場等との連携が考えられる。これらの組織が協働し、マニュアルの作成や安全教育の実施等安全体制を構築するための役割を分担して担うといった形での取り組みが考えられよう。

また、農産物系、水産物系では、事業者ではない個人の家庭内消費における事故等多発している。この類型の事故等は、事業者を前提とした上記先行研究の範囲外ということができ、食品事故では個人への安全対策も重要となることが特徴といえる。個人に対しては前述のように行政を主体とした広報活動が中心になると思われる。SNSの普及で情報提供を行う媒体は多様化しており、取り違いが起きやすい動植物の画像照合ツールなど一般人にも理解が容易な教材等の提供が望まれる。

加えて、酒出他¹³⁾、竹本他¹⁴⁾の対策への示唆は、農産物系、水産物系に留まらず、S（手順）関わる複合調理食品や菓子・パン系、H（ハードウェア）

の関わりが大きい飲料・酒類系にも応用できると考えられる。すなわち、先行研究の示唆は、直接の原因がL（人間。特に行為者本人）に由来するものであっても、安全確保には組織的な取り組みが必要であることを示すといえる。そして、S（ソフトウェア）、H（ハードウェア）の整備には、予算措置や人員配置等組織的な取り組みがより求められると考えられる。これらの分野も中小零細事業者が少ないことから、事業者単体に委ねるのに留まらず、行政や業界団体、同業他社や取引関係にある企業が連携して安全管理体制を構築する仕組み作りが望まれる。例えば、複合調理食品系に関し飲食店は料飲組合、食品メーカーは業種別の業界団体との連携、菓子パン系に関しては個人で営むパン販売店は全日本パン協同組合連合会、大手メーカーは日本パン工業会や卸業者との連携が考えられる。

最後に本研究の限界について述べる。まず、本研究は先行研究¹²⁻¹⁵⁾のように詳細な項目分けが行えなかったため、背景要因の傾向についてこれら先行研究との詳細な比較までは行えず、食品事故等に関する全体傾向を捉えるに留まっている。ただ、大局的な視点からの考察を行うことで、より詳細な分析の基盤を築くことができたと考える。

次に、本研究で検討対象とした報告書等は必ずしもm-SHELの視点を取り入れて分析・記載等されている訳ではない、例えば、最も事例数の多い食中毒の報告書で法律上求められるのは食中毒の原因物質、発生機序、症状（被害）を特定することであり、m-SHELの観点でどこまで調査するかは各調査者に委ねられている、このため、当該報告書等の記載に基づく分析は食品事故等の実態を完璧に反映していない可能性が考えられる。しかし、当該報告書等は、公的機関が市民の健康や安全確保を目的として試験検査、調査研究、情報収集、解析・提供等を行う結果として作成されたものであり、事故等の実態を第三者的視点で記述したものといえる。また、当該報告書等作成に当たる要員は、医学、薬学、農学、畜産学、食品科学系等の専門的な背景を有しており⁵⁸⁾、原因究明を行う視点の多様性はある程度確保されていると思われる。さらに本研究では、当該報告書等からm-SHELに該当する要素を抽出・分類するに当たり、複数の評価者でブレインストーミングを行っていること、また現時点で他に分析対象としうる公表情報がないことも加味して考

えると、本研究は現状可能な範囲で食品事故等に関わる要因の傾向を示したものと見えるであろう。

ただ、報告書作成に当たる要員にヒューマンファクターの専門家が多くはなく、また事故等の原因物質等を特定する過程で設備（例：設定条件からの逸脱、機械部品の損傷・摩耗）や環境（例：作業場所の室温、空気の滞留）といった定量化しやすい要因に注目されがちであることが推測される。このため、H（ハードウェア）、E（環境）に関する要因は報告書等に記載されやすいのに対し、人の認知・判断・行動、さらにその背後にある手順や組織の問題は定量化しづらく実態より記載されにくい可能性がある。このため、本研究の結果の解釈については、以上の点に注意が必要と思われる。ただ、これを踏まえてもL（人間）やS（ソフトウェア）の要因が比較的多く抽出されたのは、これらの要因の事故等への関わりがそれだけ大きなものであることを示すといえるであろう。

今後、食品事故等の削減に向け、ヒューマンエラーの背後要因や組織の安全管理に関する要因を抽出しやすくする報告書書式の検討や、ヒューマンファクターの専門知識を有する調査担当者の育成が望まれる。

注1 m-SHEL 発展型においては、Patient（患者）を加えた P-m-SHEL⁵⁹⁾ モデル、time（時間軸）を加えた t-m-SHEL⁶⁰⁾ モデルなどが医療現場における事故分析で活用されている。

注2 畜産物系もこれに該当するが、発生危害数が少ないためここでは取り上げないこととした。

注3 HACCP の取り組みを導入するには、食品安全管理主導のための HACCP チームの編成が初動となる。社長、工場長など管理権限者がチームリーダーとなり、メンバーとともに状況によっては外部専門家とともに、自組織が提供している食品で発生が予測される危害要因の特定と分析、工程における重要管理点（Critical Control Point）の特定、定期的な品質管理状態のモニタリングを行い、それら製造や出荷、保管状態についての記録をデータとして報告できるような組織を編成することが安全管理対策としての基礎的な考えである。

注4 カッコ内は可食種と誤認されやすい有毒種である。モミジガサ（トリカブト）、シイタケ、ヒラタケ、ムキタケ（ツキヨタケ）、キノコ類（オオシロカラカサタケ、ニガクリタケ）、アマドコロ（イヌサフラン）、ミョウガの球根（イヌサフランの球根）、ハタケシメジ（クサウラベニタケ）、ゴボウ（チョウセンアサガオ）、芋（グロリオサの球根）、ニラ（ヒガンバナ）、ルッコラの種（チョウセンアサガオ）、ギョウジャニンニク（ユリ）、ショウガ（ヨウシュヤマゴボウ）、ウルイ（バイケイソウ）などの事例が挙げられる。

利益相反

本研究に関連し、著者らに開示すべき COI 関係にある企業・組織または団体などはない。

引用文献

- 1) 消費者庁. 消費者安全課情報データベース.
<https://www.jikojoho.caa.go.jp/ai-national/>
(2024年12月11日閲覧)
- 2) 東京都健康福祉保健局. 食品の苦情統計 食品衛生の窓.
<https://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/shokuhin/kujou/index.html> (2024年12月11日閲覧)
- 3) 川瀬健太郎、日佐和夫、岡本満喜子、他. 食品事故の製造物責任訴訟における争点分析に基づく HACCP の重点取り組み項目の検討. 社会技術研究論文集. 2017 ; 14 : 134-145.
- 4) 川瀬健太郎、日佐和夫、岡本満喜子 他. 食品事故訴訟における認定過失と食品衛生管理システム（HACCP）との照合の試み. 一般社団法人電子情報通信学会 信学技報 IEICE Technical Report. 2017 ; 117(179) : 15-18.
- 5) 川瀬健太郎、日佐和夫、濱田（佐藤）奈保子. HACCP 視点に基づく食品異臭苦情の分類と原因工程の特定. 安全工学会. 2022 ; 61(5) : 340-347.
- 6) 川瀬健太郎、座本（山中）典子、濱田（佐藤）奈保子. 食品の異臭発生状況による文献調査. 日本食品科学工学会. 2025 ; 72(3) : 79-87.
- 7) Earl L.Wiener, David C.Nagel. Human Factors in Aviation. Academic Press. 1988.

- 8) Hawkins, F.H. Human factor in flight. Gower Publishing Company. 1989 ; 7-12.
- 9) 小松原明哲. ヒューマンエラー第2版. 丸善出版. 2016 ; 5-7, 63-64.
- 10) 東京電力ヒューマンファクター研究室 Human Factors TOPICS. 1994 ; 29-32.
- 11) 日本航空株式会社. ヒューマン・ファクターガイドブック. 日本航空技術研究所ヒューマンファクターグループ. 1995 ; 139.
- 12) 伊藤博子、三友信夫、松岡猛 他. m-SHEL モデルを用いた船舶運航のヒューマンファクター分析. 日本航海学会論文集. 2004 ; 110 : 83-91.
- 13) 酒出昌寿、水谷壮太郎、松本浩文 他. 三大湾における漁船海難の要因について – m-SHELモデルによる背後要因の分析 –. 日本航海学会論文集. 2012 ; 28 : 39-47.
- 14) 竹本七海、安部誠治、内航海運における船舶事故の特徴と事故防止の課題. 社会安全学研究. 2023 ; 14 : 27-45.
- 15) 清水洋孝、佐藤吉信. t-m-SHEL モデルとそのケーススタディ. 日本信頼性学会誌. 2004 ; 26 (7) : 711-723.
- 16) 厚生労働省. 食中毒統計作成要領の改正について.
<https://www.mhlw.go.jp/content/000496802.pdf> (2024.12.11閲覧)
- 17) 文部科学省. 科学技術・学術審議会資源調査分科会報告 (令和2年12月) : 日本食品標準成分表2020年版八訂.
https://www.mext.go.jp/content/20201225-mxt_kagsei-mext_01110_011.pdf (2024.12.11閲覧)
- 18) Swain, A. D., Guttman, H. E., Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications Final Report. 2-16.
- 19) 杉谷和加奈、市丸優子、中澤由美 他. だんご生地の膨張の検証について. 熊本市環境総合センター年報. 2012 ; 23 : 49-52.
- 20) 高良武俊、岡野祥、天久朝信 他. 2014年度に沖縄県で発生したウエルシュ菌集団食中毒事例. 沖縄県衛生環境研究所年報. 2015 ; 49 : 38-42.
- 21) 柳本恵太、山上隆也、植松香星. 梅おにぎりが原因と考えられたセレウス菌による食中毒事例. 山梨県衛生環境研究所年報. 2017 ; 61 : 50-52.
- 22) 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課. 平成26年度 食品衛生関係苦情処理集計表 IX 苦情・相談事例. 2014 ; 1-5.
- 23) 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課. 平成25年度 食品衛生関係苦情処理集計表 VIII 苦情・相談事例. 2013 ; 1-8.
- 24) 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課. 平成17年度 食品衛生関係苦情処理集計表 VIII 苦情・相談事例. 2005 ; 58-64.
- 25) 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課. 平成15年度 食品衛生関係苦情処理集計表 VIII 苦情・相談事例. 2003 ; 58-66.
- 26) 阿部剛士、吉田孝子、大前壽子 他. 微生物によるうどんの苦味苦情事例について. 奈良県保健研究センター年報. 2014 ; 49 : 44-46.
- 27) 厚生労働省. 平成20年度 食品衛生監視員研究会研究発表等抄録. 「ヒスタミン食中毒事件の一考察 (横浜市中央卸売市場本場食品衛生検査所)」。2008 ; 215-216.
- 28) 宮基良子、江渕寿美、樋脇弘 他. 同一施設で連続して発生したサルモネラ食中毒事例. 福岡市保健環境研究所報. 2009 ; 35 : 72-75.
- 29) 牛山博文、観公子、斉藤和夫 他. 化学物質及び自然毒による食中毒事件例 – 平成15年度 –. 東京都健康安全研究センター年報. 2004 ; 55 : 183-186.
- 30) 田中寛子、藤井慶樹、石村勝之 他. 平成24年度に広島市内で発生した大規模ノロウイルス食中毒事例の検査概要. 広島市衛研年報. 2013 ; 32 : 71-73.
- 31) 柳本恵太、植松香星. 2012年に山梨県で発生したウエルシュ菌食中毒4事例. 山梨県衛生環境研究所年報. 2012 ; 56 : 47-50.
- 32) 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課. 平成22年度 食品衛生関係苦情処理集計表 VIII 苦情・相談事例. 2010 ; 1-13.
- 33) 下井俊子、田口信夫、大石充男 他. 食品の苦情事例 (平成25年度). 東京都健康安全研究センター年報. 2014 ; 65 : 161-166.
- 34) 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課. 平成

- 16年度 食品衛生関係苦情処理集計表 Ⅷ 苦情・相談事例. 2004 ; 58-64.
- 35) 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課. 平成22年度 食品衛生関係苦情処理集計表 Ⅷ 苦情・相談事例. 2010 ; 1-13.
- 36) 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課. 平成20年度 食品衛生関係苦情処理集計表 Ⅷ 苦情・相談事例. 2008 ; 1-5.
- 37) HACCP の考え方を取り入れたパン類の製造における食品衛生管理の手引書.
<https://www.mhlw.go.jp/content/11121000/000360002.pdf> (2024.12.11閲覧)
- 38) 経済産業省大臣官房調査統計グループ構造統計室. 令和3年経済センサス活動調査 産業別集計 (製造業)「品目編」統計表データ.
- 39) HACCP の考え方を取り入れた衛生管理のための手引書.
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000179028_00003.html (2024.12.11閲覧)
- 40) 農林水産省新事業・食品産業部食品流通課「卸売市場をめぐる情勢について (令和6年9月)」.
<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/sijyo/info/attach/pdf/index-185.pdf> (2024.12.11閲覧)
- 41) 厚生労働省大臣官房生活衛生・食品安全審議官通知「食品衛生法等の一部を改正する法律の一部の施行に伴う関係省令の制定について第22オ(2) (令和元年12月27日生食発1227第2号)」.
- 42) 牛山博文、舘公子、斉藤和夫 他. 化学物質及び自然毒による食中毒等事件例 (第20報) – 平成14年 –、東京都健康安全研究センター年報. 2003 ; 54 ; 214-219.
- 43) 下井俊子、田口信夫、牛山博文 他. 化学物質及び自然毒による食中毒事件例 (平成23年). 東京都健康安全研究センター年報. 2012 ; 63 ; 189-192.
- 44) 下井俊子、大石充男、牛山博文 他. 化学物質及び自然毒による食中毒事件例 (平成20年). 東京都健康安全研究センター. 2009 ; 60 ; 205-211.
- 45) 南谷臣昭、若園久美子、後藤黄太郎. 岐阜県内で販売されたイヌサフランによる食中毒事例. 岐阜県保健環境研究所報. 2017 ; 25 ; 59-61.
- 46) 厚生労働省. 平成20年度 食品衛生監視員研修会研究発表等抄録「クワズイモによる食中毒事例について (長崎県県北保健所、長崎県環境保健研究センター)」. 2008 ; 217-218.
- 47) 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部. 「毒キノコに気をつけて!」.
https://www.nihs.go.jp/dsi/section_s3/toxins/mushroomA4.pdf (2024.12.11閲覧)
- 48) 佐久川さつき、古謝あゆ子、真保栄陽子 他. 沖縄県における化学物質と自然毒による食中毒および苦情事例 (平成15年度). 沖縄県衛生環境研究所報. 2004 ; 38 ; 92-95.
- 49) 岩屋あまね、下堂蘭栄子、吉村浩三 他. 鹿児島県における自然毒による食中毒および苦情事例 (2012年度). 鹿児島県環境保健センター所報. 2013 ; 14 ; 70-71.
- 50) 浦崎美和、北尾拓也、森野吉晴 他. ツブ貝の喫食による有症苦情事例について. 和歌山市衛生研究所報. 2011-2012 ; 18 ; 30-34.
- 51) 平野敬之、増本久人、船津丸貞幸 他. ウェステルマン肺吸虫による食中毒事例について (発生概要と原因の寄生虫学的精査). 佐賀県衛生薬業センター所報. 2004 ; 29 ; 43-46.
- 52) 佐久川さつき、古謝あゆ子、真保栄陽子 他. 沖縄県における化学物質と自然毒による食中毒および苦情事例 – 2012-2013年度 –. 沖縄県衛生環境研究所所報. 2024 ; 48 ; 92-95
- 53) 下井俊子、茅島正資、井部明広 他. 化学物質及び自然毒による食中毒及び有症苦情事件例 (平成19年). 東京都健康安全研究センター. 2008 ; 59 ; 240-244.
- 54) 東京都保健医療局東京都市場衛生検査所. 「市場で働く方のための有毒魚介類の見分け方」. 2022 ; 1-11.
<https://www.hokeniryo.metro.tokyo.lg.jp/shisetsu/jigyosyo/itiba/information/2022/2022060601> (2024.12.17閲覧)
- 55) 厚生労働省. 平成16年度 食品衛生監視員研修会研究発表等抄録. 「牛乳に混入した黒色異物について: 苦情事例 (千葉県君津保健所)」. 2004 ; 141-144.
- 56) 東京都福祉保健局健康安全室食品監視課. 平成26年度 食品衛生関係苦情処理集計表 IX 苦情・相談事例. 2014 ; 1-5.
- 57) 一般社団法人全国清涼飲料連合. 清涼飲料水の製造における衛生管理計画手引書. 2018 ;

- 1-44.
- 58) 和歌山県衛生研究所. 和歌山市衛生研究所報.
I. 総説「1.組織と主な業務および2.職員人員
配置表」. 2011-2012; 18: 5.
- 59) 河野龍太郎. 医療におけるヒューマンエラー：
なぜ間違えるどう防ぐ. 医学書院. 2014; 52-
64.
- 60) 清水洋孝、飯田修平、柳川達生 他. t-m-
SHEL モデル RCA ハイブリッド分析手法 –
医療インシデントへの適用 –. 2006; 45(4):
228-241.

Analysis of the Underlying Causes of Food Incidents and Complaints Using m-SHEL Model: An Attempt to Extract Features by Food Category

Kentaro Kawase¹⁾, Makiko Okamoto²⁾

1) The Nisshin OilliO Group, LTD

2) Faculty of Societal Safety Sciences, Kansai University

Food-related accidents and complaints are reported daily, and consumer distrust in food is increasing. However, few studies have examined in detail the underlying factors (including human error) that affect the occurrence of food incidents by food type. This study aimed to identify the underlying factors of food incidents by food type and systematically categorize them. The survey data comprised 943 food cases reported in 389 documents related to food incidents and complaints obtained from prefectural public health research institutions and other sources between 2003 and 2019. Based on descriptions in the examined literature, the types of food involved in the accidents and complaints (causing foods) were categorized. Additionally, the details of these accidents and complaints (hazards), and the elements of the management-software-hardware-environment- liveware (m-SHEL) model were classified. The foods causing the incidents were particularly prevalent in the categories of composite cooked foods (259 cases), marine products (164 cases), and agricultural products (143 cases). The most common hazards were food poisoning and related symptoms (576 cases), foreign objects (233 cases), and unusual tastes and odors (99 cases). Regarding the elements corresponding to the m-SHEL model, liveware related to human error was identified in approximately 59.7% of the cases, management in 15.9%, software in 10.4%, hardware in 8.7%, and the environment in 5.3%. By food category, multiple factors contributed to accidents and complaints in the categories of composite cooked foods and confectionery or bread. Liveware (particularly commission errors) was especially common in the categories of agricultural and marine products, while the category of beverages and alcohol products was characterized by a high number of factors related to hardware.

Keywords: Human error, Food complaints, Food safety, m-SHEL, HACCP