

特集：HACCP 導入による今後の食品衛生

<総説>

食肉・食鳥肉製品のハザードとその管理

朝倉宏

国立医薬品食品衛生研究所食品衛生管理部

Risk hazards in meat and poultry products and hygiene control

ASAKURA Hiroshi

Division of Biomedical Food Research, National Institute of Health Sciences

抄録

食品衛生法の一部を改正する法律が公布され、我が国の食品等事業者についてはHACCPに基づく、或いはHACCPの考え方を取り入れた衛生管理を行うことが令和3年6月以降求められることとなった。このうち、食肉・食鳥肉製品の製造を担う、と畜場及び大規模食鳥処理場では、HACCPに基づく衛生管理（いわゆるCodex HACCPの日本版）が求められ、各業界団体はその実施に先立ち、衛生管理の手引書を作成するとともにその普及啓発に当たっているところである。また、事業者の対応に連動して、HACCPに基づく衛生管理の実施にあたっては、自治体等が行う外部検証も求められており、その中ではと畜場法や食鳥検査法で示される施設設備基準等のほか、微生物試験による衛生状況の確認も評価項目した形で通知が出されている。本稿では、食肉・食鳥肉製品に関わる主な危害要因を概説すると共に、これらの管理方法について紹介する。

キーワード：と畜場、食鳥処理場、HACCP、微生物ハザード

Abstract

Following amendment of the Food Safety Act, all food manufacturers in Japan are required to introduce HACCP-based hygienic process control. Notification of the implementation of this systematic rule was provided in June 2020, and all manufacturers must respond to the legal amendments after June 1, 2021. Meat and poultry products are manufactured primarily at slaughterhouses, which were requested to introduce the Codex HACCP-based hygienic control system. The related industry associations then attempted to publish a handbook for hygienic process control and popularize and raise awareness of the food safety system. Furthermore, local governments are required to construct external evaluation systems for slaughterhouses in which microbiological testing is requested along with the standards for facility structure and equipment to judge adequate operations from the viewpoint of food hygiene. Given this background, this review summarizes current knowledges on the hazards behind meat and poultry, together with possible management practices to reduce such hazards.

keywords: Meat slaughterhouse, poultry slaughterhouse, HACCP, Microbiological hazards

(accepted for publication, March 24, 2021)

連絡先：朝倉宏

〒210-9501 神奈川県川崎市川崎区殿町3-25-26

3-25-26 Tonomachi, Kawasaki-ku, Kawasaki, Kanagawa 210-9501, Japan.

Tel: 044-270-6563

Fax: 044-270-6564

E-mail: hasakura@nihs.go.jp

[令和3年3月24日受理]

I. はじめに

食肉及び食鳥肉製品の製造は、生体を搬入し、とさつ・解体処理を行う工程により構成される。食肉のとさつ・解体はと畜場、食鳥肉のとさつ・解体は食鳥処理場において行われ、国内外へ出荷される。多様な種類の食品がある中、特に食肉・食鳥肉製品については、その製造工程中には、加熱殺菌等の確実に微生物汚染を低減させる工程が含まれないことから、特に微生物による汚染を如何に低減させるかが、衛生管理上、重要となる。本稿では、食肉及び食鳥肉製品を対象として、製造に関わる施設の定義や法規、並びにこれらに潜む主な危害要因を挙げ、それらの性質や挙動等を概説すると共に、リスク管理のための対策について紹介する。

II. 食肉における危害要因とリスク管理

1. 食肉及びと畜場の定義

食肉として我が国で取り扱われるものは、一般的にと畜場法において「獣畜」と定義される、牛、馬、豚、めん羊及び山羊の食肉を指す。と畜場には、一般と畜場(通例として生後1年以上の牛若しくは馬又は一日に10頭を超える獣畜をとさつし、又は解体する規模を有すると畜場)と簡易と畜場(一般と畜場以外のと畜場)に大別されている。と畜場の設置は、管轄する都道府県知事、または保健所を設置する市にあっては市長による許可を必要とする。厚生労働省が令和2年10月30日付で発出した「と畜・食鳥検査等に関する実態調査の結果について」(薬生食監発1030第1号)によると、令和元年度時点でのと畜場数は一般と畜場が172施設、簡易と畜場が3施設の計175施設となっている[1]。また、一般と畜場全体での処理頭数は、牛が1,049,734頭、馬が10,404頭、豚が16,457,706頭、めん羊が5,473頭、山羊が4,166頭となっている[1]。

2. 生物的危害要因

食肉製品における生物的危害要因としては、これまでも多くの微生物が報告されており、厚生労働省・総合衛生管理製造過程承認制度では、黄色ブドウ球菌、カンピロバクター・ジェジュニ/コリ、クロストリジウム属菌、サルモネラ属菌、セレウス菌、病原大腸菌、腐敗微生物が食肉に潜む生物的危害要因として挙げられている[2]。また、国際食品微生物規格委員会(ICMSF)では、生鮮食肉における生物的危害要因として、特に重要な危害要因となる微生物として、牛肉についてはサルモネラ属菌、腸管出血性大腸菌、カンピロバクター・ジェジュニ/コリを、豚肉については旋毛虫を挙げている。

獣種に拠らず、食肉における生物的危害要因の低減または除去に資するリスク管理措置は、農場での適正な家畜飼養規範、と畜処理工程中での交叉汚染防止、及び冷却処理前の枝肉の表面処理による微生物汚染低減、並び

に冷蔵保管時の適切な温度管理による微生物の増殖抑制等が骨格と想定される。なお、我が国では平成28年に食肉等の表面殺菌を目的として、過酢酸製剤や亜塩素酸水等の使用が承認されている[3a]。

また、腐敗変敗についても食肉の可食期間を設定する上での重要な要因であり、低温細菌の菌数・種類のほか、食肉固有のpH、保管温度、包装形態等が主な影響因子と考えられる。低温細菌の増殖抑制にあたっては、温度管理は勿論のこと、枝肉の間隔をあけることで交叉汚染を防止すること、更には関連する装置の適正な保守、洗浄・消毒の定期的な実施を行い、施設環境での生残を制御すること等が重要と考えられる。特に管理を徹底すべき微生物については、表1にまとめたほか、それらの性状やこれまでのリスク管理措置の経緯等については以下に概説する。

・腸管出血性大腸菌

厚生労働省は、食肉等の生食は食中毒の危険性が高いため、基本的に避けるべきことを従前より普及啓発していたが、近年では水産食品と同様に、食肉が生食形態で提供される状況が続いていた。こうした中、2011年4月に広域発生し、不幸にも複数の死者を招いた腸管出血性大腸菌O111及びO157による集団食中毒事件[4]の事態の深刻さを踏まえ、厚生労働省は同年に「食肉等の生食に関する調査会」を立ち上げ、牛肉については腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌を重大な危害要因と捉えたリスク管理策の構築が急務との結論に至り、生食用食肉(牛肉)を製造加工する施設については、高度衛生管理を維持できる施設基準を設けると共に、国際標準的な数的指標の考え方を取り入れた微生物試験として、腸内細菌科菌群の定性試験が我が国で初めて適用されることとなった[5]。また、上記食中毒事件患者糞便検体からは0.71-10.44 ng/mLの志賀毒素1型(Stx1)及び2.75-51.61 ng/mLの志賀毒素2型(Stx2)が検出されている[6]。腸管出血性大腸菌は特に牛の腸管内より多く検出されているが、肝臓や胆嚢からの検出報告もある[7]。牛肝臓についても、以前は生食用に提供されていたが、実効性を伴うリスク管理措置の設定が困難であることを踏まえ、2012年には牛肝臓の生食提供禁止措置が取られている[8]。更に、ドイツでフェヌグリークを原因推定食品として大規模な食中毒事例を引き起こした腸管出血性大腸菌O104:H4株も牛腸管内に定着する能力を有することが報告されており[9]、牛は当該食中毒菌の保菌動物として広く認知されている。国連食糧農業機関(FAO)/世界保健機関(WHO)合同微生物学的リスク評価専門家会議(JEMRA)では、こうした食肉に起因する腸管出血性大腸菌感染症の公衆衛生上のリスクの大きさを把握すると共に、ヒトの健康被害リスクの高低を分離株の性状を基に5つのカテゴリーに分類することを提案している状況にある[10]。今後は、こうした微生物の特性をより深く探知することもリスク管理措置の効率的な運用に向けた課題の一つと考えられる。

・サルモネラ属菌

上述の調査会で結論が得られた通り、牛肉等を原因とするサルモネラ属菌による食中毒事例についても一定程度発生している。腸管出血性大腸菌に比べ、本菌は多様な食用動物から検出されている状況にある：近年の報告として、米国のと畜場における調査では牛及び羊の糞便よりそれぞれ1%または2%の割合で検出されている[11]ほか、カナダの豚枝肉の約10%から検出されたとする報告もある[12]。食肉製品の原料となるこれらの獣畜では特にリンパ節で保菌が確認される事例が多いため、食道・肛門の結紮に加え、内臓摘出から枝肉の洗浄・消毒の適切な実施がリスク管理を行う上で特に重要な工程と考えられる。

・カンピロバクター・ジェジュニ/コリ

カンピロバクター・ジェジュニ/コリは、定型的にはらせん状を呈する微好気性のグラム陰性菌である。本菌は牛肝臓及び胆嚢内に高率に分布し [13]、特に牛肝臓の衛生的な取り扱いを実施する上で本菌は重要な危害要因と位置付けられる。一方、上述の通り、牛肝臓の生食提供禁止措置が取られた後に、我が国で発生する本食中毒の原因食品として牛肉や牛肝臓が挙げられる割合は極めて低い状況となっており[14]、上記のリスク管理策が功を奏した結果と目される。なお、海外では綿羊肉がカンピロバクター食中毒の主要な原因食品と推定される知見もあり[15]、今後国内の実態を調査する必要があると考えられる。

・E型肝炎ウイルス

E型肝炎ウイルスについては、近年感染者数の増加が懸念されている。特に欧州では豚肉の喫食が主たる感染経路とされており、直近10年間の患者数は21,000名、死者28名とする報告が挙げられている[16]。

3. 化学的危険要因

と畜工程を通じた化学的危険要因には、生産段階で使用された動物用医薬品（含抗生物質）の残留のほか、と

畜場で防鼠防虫のために使用される殺鼠剤、殺虫剤、洗浄消毒時またはその後に用いられる殺菌剤の残留、機械器具に使用されるグリース等がある。抗生物質等の残留については、生体受け入れ時に動物用医薬品の使用履歴を確認することが第一義的なリスク管理策と言える。このほか、食肉衛生検査所では残留抗生物質検査を行っている。また、殺菌剤の残留については、残留がないことが食品添加物の使用基準として定められているため、必ず遵守しなければならない形態となっている。

4. 物理的危険要因

と畜場における物理的危険要因には、獣畜の疾病治療に用いられた注射針の残留や、家畜が誤嚥した金属片やガラス片の混入、解体レーンより落下し得るレールダスト、解体時に使用する刃やデハイダー等の破損（刃こぼれ）等がある。これらのうち、金属異物については、枝肉の分割を行うと畜場では金属探知機を用いることで、また刃こぼれについては一頭毎に器具を洗浄する際に破損の有無を目視確認することでそれぞれ管理できる。

5. 生食用馬肉及び馬レバーにおける危険要因とリスク管理措置

厚生労働省が平成21年6月から平成23年3月まで全国調査を行ったところ、馬刺し等の生食用馬肉・馬内臓肉を喫食した後、数時間で一過性の嘔吐や下痢を呈する原因不明の食中毒が発生していることが判明した。これを受けて、厚生労働省では、生食用馬肉等については、サルコシスティス・フェアリーをリスク管理すべき危険要因として位置づけ、流通段階での冷凍を求めている[17]。また、施設には「生食用食肉等の安全性確保について」(平成10年9月11日付け生衛発第1358号 最終改正：平成28年1月29日付け生食発0129第2号)に基づく加工基準目標が求められており、令和元年度の時点において、生食用馬レバーの加工基準に適合している施設は4自治体が所管する4と畜場に限定されている[1]。

表1 食肉製品の製造工程において管理すべき主な生物的危険要因

獣種	管理すべき微生物	汚染や増殖が懸念される主な工程
牛	腸管出血性大腸菌	剥皮、内臓摘出等
	サルモネラ属菌	剥皮、内臓摘出等
	カンピロバクター・ジェジュニ/コリ	内臓摘出等
馬	サルコシスティス・フェアリー	内臓摘出等
	腸管出血性大腸菌	剥皮、内臓摘出等
豚	旋毛虫（トリヒナ）等の寄生虫	内臓摘出等
	サルモネラ属菌	剥皮、内臓摘出
	E型肝炎ウイルス	内臓摘出等
めん羊	腸管出血性大腸菌	剥皮、内臓摘出等
	サルモネラ属菌	剥皮、内臓摘出等
	カンピロバクター・ジェジュニ/コリ	内臓摘出等

6. と畜場におけるHACCP方式の工程管理に向けて

と畜場における衛生管理については、公益財団法人日本食肉生産技術開発センターにより「と畜場におけるとさつ・解体処理の衛生管理計画作成のための手引書」が作成され、厚生労働省ホームページ上に公開されている[18]。同手引書では、枝肉のトリミングや洗浄・消毒工程、更には冷却・冷蔵保管工程を重要管理点（CCP）の例として挙げている。CCPとして設定された工程については管理基準を定め、記録を取り、保管する必要がある。これらの管理の適切な運用により、我が国で製造加工される食鳥肉の安全性確保が推進されるものと期待される。

また、と畜検査員等はHACCPの導入・運用が適切に行われているかを外部検証する必要がある。当該施設における工程管理の中で重要性が高い危害要因として本稿で挙げた微生物による汚染や増殖についてはモニタリングする必要があり、厚生労働省では一般生菌数と腸内細菌科菌群数を微生物試験項目として通知で示している。また、対米等の輸出認定を受けている施設では、輸出相手国の要求する微生物試験成績の提示が求められている。こうした微生物試験成績の集積は、対象施設の衛生状況を確認するのみならず、リスク管理措置が取られた際の効果を科学的に検証する上でも有用と思われる。

III. 食鳥処理場における衛生管理

1. 食鳥肉及び食鳥処理場の定義

「食鳥処理の事業の規制及び食鳥検査に関する法律」（食鳥検査法）に基づく、食鳥の定義は、「鶏、あひる、七面鳥、その他一般に食用に供する家きんであって政令で定めるもの」とされる。こうした食鳥を解体処理する食鳥処理場のうち、年間30万羽以下の羽数を処理する食鳥処理場を「認定小規模食鳥処理場」、年間30万羽を超える羽数を処理する食鳥処理場を「大規模食鳥処理場」と定義される。令和元年度の全国における食鳥処理場の施設数は、認定小規模食鳥処理場が全体の約92.0%（1,636施設）と多数を占め、大規模食鳥処理場数は全体の約8.0%（143施設）に過ぎない。しかしながら、同年度の処理羽数は大規模食鳥処理場が全体の約97.6%（811,142,444羽）を占めており、近年は特に集約化傾向にあると思われる。なお、事業の許可業務はと畜場と同様に、都道府県知事または保健所を設置する市にあっては市長が担う。このほか、検査の面において、と畜場と大きく異なる点は、都道府県知事等が指定する、いわゆる「指定検査機関」に食鳥検査の全部又は一部を行わせることができるとしている点が挙げられる。

2. 食鳥肉における生物的危害要因

と畜場で解体処理される食肉と同様、食鳥処理場においても、その処理工程には加熱等の微生物汚染を確実に低減することのできる工程は存在しない。そのため、最も懸念すべき危害要因としては微生物の汚染または増殖

が挙げられる。

・カンピロバクター・ジェジュニ/コリ

細菌性食中毒のうち、カンピロバクター・ジェジュニ/コリによるものは事件数・患者数共に最多の状況が近年続いている[19]。カンピロバクター・ジェジュニ/コリは、食鳥の生産段階で既に高率な保菌が確認されており、農林水産省の調査によると、国内で生産される肉用若鳥の盲腸便から30～57%の割合でカンピロバクター・ジェジュニ/コリが検出されている[20]。そのため、食鳥処理場に搬入される原料となる食鳥生体でカンピロバクター・ジェジュニ/コリの排除を行うことは現実的には困難な状況にある。但し、本菌は食品中では増殖は示さない特性を有していることから、汚染を如何に低減させるかが重要なリスク管理策となっている。2007年から2018年にかけて、食中毒として厚生労働省に届出のあったデータを基に原因食品の寄与率が検討された結果、本食中毒の約80.3%は鶏肉（製品）によると推計されている[14]。こうした状況を踏まえ、厚生労働省では自治体との連携を通じ、殺菌剤を用いた汚染低減効果等が検証され、従来から汎用されている次亜塩素酸ナトリウムのほかにも、過酢酸製剤や亜塩素酸水等を冷却槽に添加することで、より効果的な汚染低減が期待される知見も得られている[21]。

しかしながら、食鳥処理工程を経て製造加工された食鳥肉にカンピロバクター・ジェジュニ/コリが生残する可能性は否定できない。そのため、我が国に流通する食鳥肉については、加熱用を原則としている。但し、南九州地方では生食用食鳥肉の製造加工に関わる衛生管理ガイドラインが自治体により策定され、運用されている実態もある。これらの加工工程では、食鳥部分肉または食鳥と体表面について、バーナーを用いた焼烙等の加熱処理が行われており、一般的に全国に流通する食鳥肉とは加工工程や形態が異なっており、衛生状況もより良好な場合が多いと考えられていることを踏まえ、現在のこれらの施設における製造工程管理実態等については研究を進めているところである。

・サルモネラ属菌

食鳥肉に関わるもう一つの重要な生物的危害要因としてはサルモネラ属菌が挙げられる。本菌はカンピロバクター・ジェジュニ/コリと同様、生産段階で保菌が確認されており、上述の農林水産省調査によると56-71%の肉用若鳥盲腸便より検出されている[20]。分離株の血清型別に関する情報として、以前は*S. Enteritidis*によるものが注目されていたが、2020年に地方衛生研究所より国立感染症研究所に報告のあったヒト臨床分離株の血清型構成としては*S. Braenderup*が9.0%、*S. Korbol*が7.7%、*S. Typhimurium*が7.3%、*S. Schwarzengrund*が6.4%等となっている[22]。また、これと呼応するように、近年の国内で生産される肉用若鳥からは*S. Schwarzengrund*が検出される割合が増加傾向にあるとの報告もなされている[23]。サルモネラ属菌は、概して殺菌剤等に対して抵

抗性を示すが、サルモネラ検出率は適切な食鳥処理工程を通じて低減することも報告されている[24]。本菌の汚染低減に資する殺菌剤としては、先述の剤に加え、近年では飽和脂肪酸の一種であるペラルゴン酸（トマトに多く含まれる）の有効性も示されている[25]。ただし、殺菌剤の使用のみにより本菌の確実な制御を果たせる保障はない。カンピロバクター・ジェジュニ/コリとは異なり、本菌は食鳥と体や食鳥肉において増殖を示しうするため、本菌の増殖を制御するためには、一般衛生管理事項である低温での温度管理は欠かせない。

3. 化学的有害要因

化学的有害要因としては、動物用医薬品や殺菌剤等の残留が挙げられる。動物用医薬品の残留は生産農場における使用管理に依存するため、生体受入れ時には動物用医薬品等の使用記録を確認すると共に、残留基準違反等が認められた場合には、検査が判明するまでの間、当該ロットを保留する、または流通状況を把握し、関係者間で情報を共有することが重要となる。また、後者については食鳥肉への殺菌剤等への残留を防止するため、冷却槽等に殺菌剤等を添加する場合には、その使用状況が適切であることを確認することが、微生物汚染低減のみならず、化学的有害を防止する上でも重要なリスク管理措置となる。

4. 物理的有害要因

解体、脱骨時における刃の破損や骨片の混入等が挙げられるが、これらの工程で適切な骨の除去や、使用する刃に破損がないことを目視確認すること、更には金属探知機や目視確認による最終製品の異物混入検査を行うことで、こうした有害を防ぐことができる。

5. 食鳥処理場におけるHACCP方式の工程管理に向けて

食鳥処理場における衛生管理に関する手引書として、一般社団法人日本食鳥協会は「認定小規模食鳥処理場

のためのHACCPの考え方を取り入れた衛生管理の手引書」を作成し、厚生労働省ホームページにおいて公開されている[26]。また、大規模食鳥処理場、とりわけ親鳥肉を対象とした施設向けには、日本成鶏処理流通協議会により「親鳥製品製造事業者向けHACCPに基づく衛生管理に関する手引書」が作成され、食品衛生管理に関する技術検討会での議論を経て、最終調整の段階にある。両手引書共に、冷却工程での殺菌剤及び水温の管理を食鳥処理工程における重要管理点（Critical Control Point; CCP）と位置づけており、一般衛生管理とあわせて適切に運用されることにより、我が国で製造加工される食鳥肉の安全性が確保されるものと期待される。後述の手引書作成の過程では、外剥ぎ方式の食鳥と体では冷却後に温度測定すべき部位の選定を行う必要性が認識された。そこで、外剥ぎ方式の食鳥処理場の協力を得て、計3ロットの冷却後食鳥と体について、ムネ・モモ・腹腔の3部位を測定した。結果として、モモ芯部温度の測定がロット間及び食鳥と体間で最もばらつきが少なく、温度データ取得を行いうると判断されたことから、モモ部位での温度測定を参考例として採用されることとなった（図1）。

また、食鳥検査員等が行う外部検証では、と畜場と同様、一般生菌数と腸内細菌科菌群数が微生物試験の評価項目として位置づけられたほか、カンピロバクター・ジェジュニ/コリ定量試験については任意評価項目とされた。後者の試験は前者に比べ、より専門的な技術を要するための措置と史料されるが、直接的な有害要因であるカンピロバクター・ジェジュニ/コリの定量的汚染データの集積は今後積極的に進められるべき課題と考えられる。なお、一般生菌数と腸内細菌科菌群数に関する試験は海外主要国においても採用されている実績があり、国際調和の観点からも、継続的な実施を通じ、我が国全体での安全性を評価し、今後、リスク管理措置が新たに追加される場合にも、その効果を検証する上で有用と思われる。

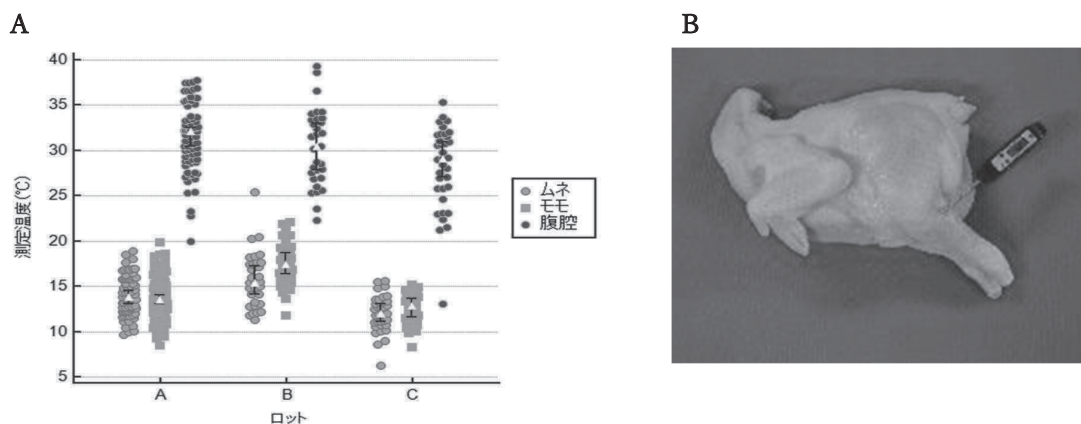


図1 外剥ぎ方式の食鳥と体（冷却後）における部位別温度測定結果（A）及びモモ芯部温度測定例（B）

謝辞

本総説は、厚生労働科学研究費補助金（食品の安全性確保推進研究事業）「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高度衛生管理に関する研究」の助成を受けたものである。

利益相反

利益相反なし

引用文献

- [1] 厚生労働省. と畜・食鳥検査等に関する実態調査の結果について（薬生食監発1030第1号）. 令和2年10月30日. <https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000689979.pdf> (accessed 2021-03-22)
Ministry of Health, Labour and Welfare. [Tochiku/Shokucho kensa to ni kansuru jittai chosa no kekka nit suite.] Reiwa 2 nen 10 gatsu 30 nichi. <https://www.mhlw.go.jp/content/11130500/000689979.pdf> (in Japanese) (accessed 2021-03-22)
- [2] 動物性食品のHACCP研究班. 編. HACCP：衛生管理計画の作成と実践総論編. 東京：中央法規出版：1997.
Dobutsusei shokuhin no HACCP kenkyu han, hen. HACCP: Eisei kanri keikaku no sakusei to jissen soron hen. Tokyo: Chuohoki shuppan; 1997. (in Japanese)
- [3] 厚生労働省. 食品衛生法施行規則の一部を改正する省令及び食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件について. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzenshu/0000139278.pdf> (accessed 2021-03-22)
Ministry of Health, Labour and Welfare. [Shokuhin eiseiho shiko kisoku no ichibu o kaisei suru shorei oyobi shokuhin, tenkabutsu to no kikaku kijun no ichibu o kaisei suru ken ni tsuite.] <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinanzenshu/0000139278.pdf> (in Japanese) (accessed 2021-03-22)
- [4] Yahata Y, Misaki T, Ishida Y, Nagira M, Watahiki M, Isobe J, et al. Epidemiological analysis of a large enterohaemorrhagic *Escherichia coli* O111 outbreak in Japan associated with hemolytic uremic syndrome and acute encephalopathy. *Epidemiol Infect.* 2015;143(13):2721-2732. doi: 10.1017/S0950268814003641.
- [5] 厚生労働省. 生食用食肉の腸内細菌科菌群の試験法について. https://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/dl/110927_01.pdf (accessed 2021-03-22)
Ministry of Health, Labour and Welfare. [Seishokuyo shokuniku no chonai saikinka kin gun no shikenho ni tsuite.] https://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/dl/110927_01.pdf (in Japanese) (accessed 2021-03-22)
- [6] Yamasaki E, Watahiki M, Isobe J, Sata T, Nair GB, Kurazono H. Quantitative detection of shiga toxins directly from stool specimens of patients associated with an outbreak of enterohaemorrhagic *Escherichia coli* in Japan-quantitative shiga toxin detection from stool during EHEC outbreak. *Toxins (Basel)*. 2015;7(10):4381-4389. doi: 10.3390/toxins7104381.
- [7] Reinstein S, Fox JT, Shi X, Nagaraja TG. Prevalence of *Escherichia coli* O157:H7 in gallbladders of beef cattle. *Appl Environ Microbiol.* 2007;73(3):1002-1004. doi:10.1128/AEM.02037-06.
- [8] 品川邦汎. 生食肉による食中毒とその予防—牛肝臓の腸管出血性大腸菌の汚染—. *食品衛生研究*. 2012;62(10):7-12.
Shinagawa K. [Outbreaks of foodborne diseases caused by raw beef and its prevention: Prevalence of enterohaemorrhagic *E. coli* in liver of beef cattle.] *Food Sanitation Res.* 2012;62(10):7-12. (in Japanese)
- [9] Hamm K, Barth SA, Stalb S, Geue L, Liebler-Tenorio E, Teifke JP, et al. Experimental infection of calves with *Escherichia coli* O104: H4 outbreak strain. *Sci Rep.* 2016;6:32812. doi:10.1038/srep32812.
- [10] Joint FAO/WHO Expert Meetings on Microbiological Risk Assessment (JEMRA). Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and food: attribution, characterization, and monitoring. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/CA0032EN> (accessed 2021-03-22)
- [11] Cetin E, Temelli S, Eyigor A. *Salmonella* prevalence and serovar distribution in healthy slaughter sheep and cattle determined by ISO 6579 and VIDAS UP *Salmonella* methods. *J Food Sci Technol.* 2019;56(12):5317-5325. doi: 10.1007/s13197-019-04002-2.
- [12] Sanchez-Maldonado AF, Aslam M, Service C, Narváez-Bravo C, Avery BP, Johnson R, et al. Prevalence and antimicrobial resistance of *Salmonella* isolated from two pork processing plants in Alberta, Canada. *Int J Food Microbiol.* 2017;241:49-59. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.004.
- [13] Jeong J, Lee J, Lee H, Kim S, Ha J, Yoon KS, et al. Quantitative microbial risk assessment for *Campylobacter* foodborne illness in raw beef offal consumption in South Korea. *J Food Prot.* 2017;80(4):609-618. doi: 10.4315/0362-028X.JFP-16-159.
- [14] Kumagai Y, Pires SM, 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;83:2087-2094. doi: 10.4315/JFP-20-151.
- [15] Cody AJ, Maiden MC, Strachan NJ, McCarthy ND. A systematic review of source attribution of human cam-

- pylobacteriosis using multilocus sequence typing. *Euro Surveill.* 2019;24(43):1800696. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2019.24.43.1800696.
- [16] EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), Ricci A, Allende A, Bolton D, Chemaly M, Davies R, et al. Public health risks associated with hepatitis E virus (HEV) as a food-borne pathogen. *EFSA J.* 2017;15(7):e04886. doi:10.2903/j.efsa.2017.4886.
- [17] 厚生労働省. 生食用生鮮食品による病因物質不明有症事例への対応について. https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/gyousei/dl/110617_02.pdf (accessed 2021-03-22)
Ministry of Health, Labour and Welfare. [Seishokuyo seisen shokuhin ni yoru byoin busshitsu fumei yusho jirei eno taio ni tsuite.] https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/gyousei/dl/110617_02.pdf (in Japanese) (accessed 2021-03-22)
- [18] 厚生労働省. HACCPに基づく衛生管理のための手引書. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000179028_00002.html (accessed 2021-03-22)
Ministry of Health, Labour and Welfare. [HACCP ni motozuku eisei kanri no tame no tebikisho.] https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000179028_00002.html (in Japanese) (accessed 2021-03-22)
- [19] 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 (accessed 2021-03-22)
Ministry of Health, Labour and Welfare. [Shokuchudoku tokei shiryo.] https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html (in Japanese) (accessed 2021-03-22)
- [20] 農林水産省. 平成30年度 食品安全セミナー (微生物編) 食中毒の発生防止～鶏肉の衛生管理を題材に～. 資料3「食中毒の発生防止のための農林水産省の対策 (鶏肉を例に)」。 https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/seminar_jisseki/seminar_30/index.html (accessed 2021-03-22)
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. [Heisei 30 nendo shokuhin anzen seminar (Biseibutsu hen) shokuchudoku no hassei boshi: Toriniku no eisei kanri o daizai ni.] Shiryo 3 'Shokuchudoku no hassei boshi no tame no norin suisansho no taisaku (Toriniku o rei ni)'] https://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/seminar_jisseki/seminar_30/index.html (in Japanese) (accessed 2021-03-22)
- [21] 朝倉宏, 山本詩織, 中山達哉, 佐々木貴正. 冷却工程での各種殺菌剤利用を通じた, 食鳥と体におけるカンピロバクター汚染低減効果に関する検討. *食品衛生研究.* 2020;70(3):17-25.
Asakura H, Yamamoto S, Nakayama T, Sasaki T. [Evaluation of the effects of representative sanitizers for the reduction of *Campylobacter* spp. contamination on poultry carcasses during chilling process.] *Food sanitation research.* 2020;70(3):17-25. (in Japanese)
- [22] 国立感染症研究所. 病原微生物検出情報 (IASR). <https://www.niid.go.jp/niid/ja/typhi-m/iasr-reference/510-graphs/1524-iasrgb.html> (accessed 2021-03-22)
National Institute of Infectious Diseases. Infectious Agents Surveillance Report (IASR). <https://www.niid.go.jp/niid/ja/typhi-m/iasr-reference/510-graphs/1524-iasrgb.html> (in Japanese) (accessed 2021-03-22)
- [23] Duc VM, Shin J, Nagamatsu Y, Fuhiwara A, Toyofuku H, Obi T, et al. Increased *Salmonella* Schwarzengrund prevalence and antimicrobial susceptibility of *Salmonella enterica* isolated from broiler chickens in Kagoshima Prefecture in Japan between 2013 and 2016. *J Vet Med Sci.* 2020;82(5):585-589. doi: 10.1292/jvms.20-0096.
- [24] Obe T, Nannapaneni R, Schilling W, Zhang L, McDaniel C, Kiess A. Prevalence of *Salmonella enterica* on poultry processing equipment after completion of sanitization procedures. *Poult Sci.* 2020;99(9):4539-4548. doi: 10.1016/j.psj.2020.05.043.
- [25] Dev Kumar G, Mis Solval K, Mishra A, Macarisin D. Antimicrobial efficacy of pelargonic acid micelles against *Salmonella* varies by surfactant, serotype and stress response. *Sci Rep.* 2020;10(1):10287. doi: 10.1038/s41598-020-67223-y.
- [26] 厚生労働省. 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 (accessed 2021-03-22)
Ministry of Health, Labour and Welfare. [HACCP no kangaekata o toriireta eisei kanri no tame no tebiki.] https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000179028_00003.html (in Japanese) (accessed 2021-03-22)