= 調 査 =

鶏肝臓のカンピロバクターおよび腸内細菌科菌群に 対する高圧処理効果

佐々木貴正^{*1,†}・岡田由美子^{*1}・上 間 匡^{*1}・
朝 倉 宏^{*1}・野 田 衛^{*1,2}

(^{*1}国立医薬品食品衛生研究所, ^{*2}公益社団法人食品衛生協会)

(受付: 平成30年6月14日)

(受理: 平成30年9月21日)

Effects of High-Hydrostatic Pressure on *Campylobacter* and Enterobacteriaceae in Chicken Liver

Yoshimasa SASAKI^{*1,†}, Yumiko OKADA^{*1}, Masashi UEMA^{*1},
Hiroshi ASAKURA^{*1} and Mamoru NODA^{*1,2}

(^{*1}National Institute of Health Sciences, Tonomachi, Kawasaki-ku, Kawasaki 210-9501,

^{*2}Japan Food Hygiene Association, Jingumae, Shibuya-ku, Tokyo 150-0001;

[†]Corresponding author)

緒 言

カンピロバクター食中毒は細菌性食中毒の中で、近年最も発生事件数が多い⁷⁾。原因食品が推定された食中毒事件の中では、生または加熱不十分な鶏肉の喫食が原因とされることが多いが、鶏肝臓の喫食が原因となることもある⁷⁾。カンピロバクターは鶏の消化管内に生息し、食鳥処理時に消化管から漏出した内容物とともに肉や肝臓に付着する。例えば、国内の食鳥処理場1カ所で採取したプラスチック袋詰めのみネ肉、ササミおよび肝臓のカンピロバクター汚染率は、それぞれ90% (90/100)、69% (69/100)および95% (95/100)と高く、また、陽性検体における平均菌数は肝臓の2.6 log CFU/gが最も高かったと報告されている¹²⁾。みネ肉やササミと比べ、肝臓のカンピロバクター菌数が高い理由の一つは、カンピロバクターは肝臓表面だけでなく、消化管からの肝臓摘出時や肝臓からの胆嚢切除時に、切断された胆管や血管から肝臓内部に侵入することで表面だけでなく肝臓全体が汚染されるためであると考えられる。鶏肝臓内部のカンピロバクター汚染に関する報告は国内だけでない。例えば、英国のスーパーで購入した肝臓では、表面の87.2% (95/109)および内部の82.6% (90/109)から分離され、肝

臓内部の4.6% (5/109)では菌数が3.0~3.8 log CFU/gであったと報告されている³⁾。また、Baumgartnerら²⁾は、12月~1月の間に購入した鶏肝臓内部30検体では、3検体しか分離されず、最大菌数も2.08 log CFU/gであったが、8月~10月の間に購入した鶏肝臓内部30検体では、全検体から分離され、最大菌数は4.34 log CFU/gであったと報告している。

加熱調理はカンピロバクター食中毒の予防に有効な殺菌調理法の一つである。その殺菌効果は温度と時間に大きく左右され、高温にするほど、また、長時間加熱するほど、殺菌効果は上昇する反面、食品の色調、光沢感、硬さなどの品質は変化する。また、通常、加熱調理は、熱が表面から内部に向かって伝導するため、食品全体を均等に加熱することが難しく、表面は十分に加熱された状態に見えても、中心部は加熱不十分な状態であることもある。つまり、食品製造業者や飲食店などは、消費者の嗜好に合わせ鶏肝臓を加熱調理するが、その加熱条件の違いによって、肝臓内部のカンピロバクターが十分殺滅できないことがあり、そのような肝臓料理を喫食するとカンピロバクターに感染すると考えられる。

一方、ジャム、果汁飲料などの製造で近年利用されている食品加工技術の一つである高圧処理は、高い静水圧により食品の中心部まで均等に圧力をかけることが可能で、殺菌効果もあることが知られている^{10, 15)}。食肉では、150 MPaから熟成促進や軟化効果があることが知ら

[†] 連絡先

^{*1} ☎ 210-9501 川崎市川崎区殿町3-25-26

^{*2} ☎ 150-0001 東京都渋谷区神宮前2-6-1

れている⁵⁾。その殺菌効果は、圧力と時間に大きく左右される。鶏ひき肉を使ったカンピロバクターの添加回収試験では、200 MPaでは15分間でも殺菌効果が得られないが、300 MPaで5分間の高圧処理で2.7 log、300 MPaで10分間および400 MPaで5分間の高圧処理で6.5 log以上の殺菌効果が得られたとの報告がある⁶⁾。肝臓の品質変化については、400 MPa以上の高圧処理では、鶏や牛の肝臓は白っぽく変色したとの報告がある^{9, 14)}。一方で、柔らかさおよび美味しさについては、鶏の肝臓を400 MPaで10分間の高圧処理を6回繰り返しても有意差が認められなかったと報告されている¹⁴⁾。

今回、加熱調理前に高圧処理を実施することにより、消費者の嗜好に沿う範囲内で鶏肝臓料理を原因とするカンピロバクター食中毒の発生リスクを低減できないか検討を行うことにした。まず、鶏肝臓を購入し、肝臓内部のカンピロバクター汚染状況を定量的に調査した。次に、高圧処理の鶏肝臓におけるカンピロバクター殺菌効果を調査するため、鶏肝臓から分離された*Campylobacter jejuni*株および*C. coli*株を用いて添加回収試験を実施した。その後、購入したカンピロバクター汚染肝臓を用いて、高圧処理のカンピロバクター殺菌効果および肝臓の色調変化について調査した。なお、鶏肝臓を汚染する可能性のあるカンピロバクター以外の腸内細菌に対する有効性を検討するため、腸内細菌科菌群(*Enterobacteriaceae*)をその指標として、添加回収試験を除き同様に調査した。

材料および方法

(1) 鶏肝臓および検体調製

2017年4月～7月の間に、鶏肉専門店から国産の冷蔵鶏肝臓（心臓付き）を購入し、冷蔵状態で当所に持ち込み、購入当日に試験を開始した。まず、外科バサミを用いて心臓を切除し、滅菌蒸留水で肝臓全体を洗浄した。その後、肝臓内部検体については、肝臓表面を消毒用アルコール綿で消毒し、外科バサミとメスを用いて肝臓表面から3×3×0.5 cm（厚さ）の範囲を切除した後、その切除部位の下部から約1 gを採取した。高圧処理用の検体については、添加回収試験を除き、洗浄後の各肝臓から約30 g片（肝臓表面を含む）を二つ切り出し、各片をプラスチック袋に入れ、空気が入らないように密閉した。なお、切り出し後に残った肝臓片は未高圧処理検体とした。添加回収試験用の検体については、洗浄後の各肝臓から約70 g片（肝臓表面を含む）をプラスチック袋に入れ、ストマック処理により乳剤とした後、培養菌液0.1 mLを添加し十分に混合した。その後、各30 gをプラスチック袋に入れ、空気が入らないようにシーラーを用いて密封した。色差測定用の検体については、肝臓丸ごとをプラスチック袋に入れ、空気が入らないように密封した。

(2) カンピロバクター株の調製および肝臓検体への添加（添加回収試験）

本研究で分離された*C. jejuni*株（LJ-1株）および*C. coli*株（LC-1株）をミューラー・ヒントン培地（Becton Dickinson）で、42℃で一晩微好気培養（アネロパック・ケンキ 三菱ガス化学(株)）したものを用いて培養菌液とした。

(3) 高圧処理

高圧処理装置（Dr. CHEF 神戸製鋼(株)）の圧力容器が汚染されないよう、上述の検体が入ったプラスチック袋を別のプラスチック袋に入れ、滅菌蒸留水を加えて空気が入らないように密封し、圧力容器に投入した。その後、室温（約25℃）で高圧処理（300 MPaで5分または10分）を実施した。なお、常圧から設定圧力（300 MPa）までの昇圧時間を1分、設定圧力から常圧までに降圧時間を1分30秒とした。同一条件下による添加回収試験を4回繰り返した。

(4) カンピロバクター分離培養試験および菌種同定

定量試験は、検体1 gに1 mLの滅菌緩衝ペプトン水（BPW）（極東純薬工業(株)）を加えて混合後、さらにBPWで10倍段階希釈したものを2枚のmCCDA培地に各0.1 mL塗抹して、42℃で2日間培養し、発育集落を集計した（直接培養）。定性試験は、ISO 10272-1:2006に従って、検体25 g中のカンピロバクターの有無を増菌培養により調べた。分離株については、1検体につきmCCDA培地に発育した最大2集落を採取し、DNAを抽出後、PCR法⁸⁾により菌種を同定した。

(5) 腸内細菌科菌群の定量試験

検体1 gに1 mLのBPWを加えて混合後、さらにBPWで10倍段階希釈したものについて、ISO 21528-2:2017に従い実施した。

(6) 色差測定

5羽分の肝臓を購入し、高圧処理（25℃、300 MPa、10分）前後の色調について、色彩色差計（カラーリーダー CR-20 コニカミノルタ(株)）を用いて、明るさ（L）、赤み（a*）および黄み（b*）を測定した。なお、最近鶏肉専門店や鶏肉料理店で「白レバー」として販売・提供されている鶏脂肪肝5羽分を鶏肉専門店で購入し、同様に測定した。

結 果

(1) 鶏肝臓内部のカンピロバクターおよび腸内細菌科菌群の定量的汚染調査

4～6月の間に鶏肉専門店から鶏肝臓を計40個購入し、肝臓内部におけるカンピロバクターおよび腸内細菌科菌群について定量試験を実施したところ、カンピロバクターは58%（23/40）から分離され、陽性検体における平均菌数は1.70 log CFU/g（Table 1）であった。最大菌数は6月に購入した検体の2.87 log CFU/gであった。6月の陽性率は、4月よりも有意に高かった（フィッシャー

Table 1. Concentrations of *Campylobacter* and *Enterobacteriaceae* in the internal parts of chicken liver samples

	April		March		June		Total	
	<i>Campylobacter</i>	EB ^{*1}	<i>Campylobacter</i>	EB	<i>Campylobacter</i>	EB	<i>Campylobacter</i>	EB
No. of samples	20	20	12	12	8	8	40	40
No. of positive samples (%)	8 (40)	17 (85)	8 (67)	11 (92)	7 (88) ^{*2}	8 (100)	23 (58)	36 (90)
Mean log CFU/g $\pm$ SD ^{*3}	1.64 $\pm$ 0.48	2.25 $\pm$ 0.38 ^{*4}	1.56 $\pm$ 0.39	1.75 $\pm$ 0.40	1.95 $\pm$ 0.60	1.69 $\pm$ 0.46	1.70 $\pm$ 0.52	1.97 $\pm$ 0.48
Maximum log CFU/g	2.23	3.18	2.23	2.43	2.87	2.61	2.87	3.18

^{*1}*Enterobacteriaceae*.

^{*2}Significant difference from April (Fisher's exact test: $p < 0.05$).

^{*3}Standard deviation.

^{*4}Significant difference from June (Student's *t*-test: $p < 0.01$).

の正確確率検定: $p < 0.05$). 一方, 菌数には月間で有意な差は見られなかった. カンピロバクター陽性23検体のすべてから *C. jejuni* が分離され, さらに, 2検体からは *C. jejuni* に加え, *C. coli* も分離された. 腸内細菌科菌群は90% (36/40) から分離され, 陽性検体における平均菌数は1.97 log CFU/gであった. 最大菌数は4月に購入した検体の3.18 log CFU/gであった. 陽性率は4~6月を通じ高率であったが, 菌数は4月のほうが6月よりも有意に多かった (スチューデントの *t* 検定: $p < 0.01$). カンピロバクターの分離と腸内細菌科菌群の分離との間に相関関係は認められなかった (フィッシャーの正確確率検定: $p = 1.00$). また, カンピロバクターが分離された検体について, カンピロバクター菌数が2.87 log CFU/gであった検体の腸内細菌科菌群数は1.95 log CFU/g, 腸内細菌科菌群数が3.18 log CFU/gであった検体のカンピロバクター菌数は2.15 log CFU/gであったなど, カンピロバクター菌数と腸内細菌科菌群数の間にも相関関係は認められなかった (ピアソンの積率相関係数: $r = 0.39$).

(2) 鶏肝臓乳剤に添加したカンピロバクターに対する高圧処理効果

同一条件下による添加回収試験を4回繰り返した. *C. jejuni* について300 MPaで5分間の高圧処理では殺菌効果が平均1.90 logであったが, 10分間で平均3.20 logの殺菌効果が得られた (Table 2). *C. coli* についても300 MPaで5分間の高圧処理では殺菌効果が平均2.34 logであったが, 10分間で平均3.00 logの殺菌効果が得られ, 300 MPaで10分間の高圧処理を行うことで, 両菌種の菌数を1,000分の1にすることができた.

(3) 鶏肝臓中のカンピロバクターおよび腸内細菌科菌群に対する高圧処理効果 (実証試験)

鶏肝臓は, 表面部分を含めて喫食されるため, 表面を含む肝臓検体で調査を行った. 6~7月の間に購入した鶏肝臓20検体のうち, 19検体(95%)からカンピロバクターが分離され, うち18検体 (検体番号1~18) は増菌培養だけでなく, 直接培養でもカンピロバクターが分離された (Table 3). 検体番号1~17では *C. jejuni* が分離され, さらに検体番号5および17からは, *C. jejuni* に加え *C. coli* も分離された. 検体番号18は *C. coli* のみが

Table 2. Effect of high hydrostatic pressure treatment on *Campylobacter* inoculated in chicken liver

Treatment	Mean log CFU/g $\pm$ SD ^{*1}	
	<i>C. jejuni</i>	<i>C. coli</i>
Untreatment	6.85 $\pm$ 0.59	6.99 $\pm$ 0.30
300 MPa, 5 min	4.95 $\pm$ 0.86	4.65 $\pm$ 0.96
300 MPa, 10 min	3.65 $\pm$ 0.51	3.99 $\pm$ 0.69

^{*1}Standard deviation.

¹⁾ All tests were performed in quadruplicate.

分離された. 検体番号19は, 直接培養でカンピロバクターが分離されなかったが, 増菌培養で *C. jejuni* が分離された. 直接培養でカンピロバクターが検出された検体における平均菌数は1.99 log CFU/gであった. 最大菌数は検体番号1の2.91 log CFU/gであった. 高圧処理のカンピロバクター殺菌効果については, 300 MPaで5分間の高圧処理では, カンピロバクターが直接培養で分離されなかったものの, 増菌培養では6検体から *C. jejuni* が分離された. 一方, 300 MPaで10分間の高圧処理では, 増菌培養を含めてカンピロバクターは分離されなかった. 腸内細菌科菌群については, 供試した20検体のすべてから分離され, 平均菌数は2.81 log CFU/gであった. 最大菌数は検体番号1の3.45 log CFU/gであった. 300 MPaで5分間の高圧処理では, 試験に供した12検体のうち1検体のみ腸内細菌科菌群が分離された. 一方, 300 MPaで10分間の高圧処理では, いずれの検体からも腸内細菌科菌群は分離されなかった. カンピロバクターが分離された検体について, カンピロバクター菌数と腸内細菌科菌群数の間には相関関係は認められなかった (ピアソンの積率相関係数: $r = 0.49$).

(4) 高圧処理による鶏肝臓の色調変化

高圧処理 (300 MPa, 10分間) により, 明るさ, 赤み, 黄みは, 未処理検体と比較して, それぞれ24, 35, 52%と全項目について増加し, 肉眼的にもこの色調変化を視認することができた (Table 4およびFig. 1). 脂肪肝 (白レバー) は, 高圧処理をしていない通常の肝臓検体と比較して, 明るさ, 赤み, 黄みがそれぞれ23, 27, 99%と全項目の数値が高く, 特に黄みは約2倍であった. 高圧処理後の肝臓は, 脂肪肝と比較して, 明るさまたは赤み

Table 3. Effect of high hydrostatic pressure treatment on *Campylobacter* and Enterobacteriaceae in naturally contaminated chicken liver.

Sample	Untreatment				300 MPa, 5 min				300 MPa, 10 min		
	<i>Campylobacter</i>			EB* ¹	<i>Campylobacter</i>			EB	<i>Campylobacter</i>		EB
	Direct	Enrichment	Species		Direct	Enrichment	Species		Direct	Enrichment	
1	2.91* ²	+* ³	<i>C. jejuni</i>	3.45	NT	NT* ⁴		NT	—* ⁵	—	—
2	2.67	+	<i>C. jejuni</i>	3.27	NT	NT		NT	—	—	—
3	2.46	+	<i>C. jejuni</i>	3.31	—	+	<i>C. jejuni</i>	+	—	—	—
4	2.40	+	<i>C. jejuni</i>	3.42	—	+	<i>C. jejuni</i>	—	—	—	—
5	2.40	+	<i>C. jejuni</i> , <i>C. coli</i>	3.11	—	+	<i>C. jejuni</i>	—	—	—	—
6	2.28	+	<i>C. jejuni</i>	3.19	—	—		—	—	—	—
7	2.18	+	<i>C. jejuni</i>	2.60	—	+	<i>C. jejuni</i>	—	—	—	—
8	2.15	+	<i>C. jejuni</i>	2.96	—	—		—	—	—	—
9	2.15	+	<i>C. jejuni</i>	2.86	—	—		—	—	—	—
10	1.90	+	<i>C. jejuni</i>	2.40	NT	NT		NT	—	—	—
11	1.78	+	<i>C. jejuni</i>	3.18	NT	NT		NT	—	—	—
12	1.78	+	<i>C. jejuni</i>	1.78	NT	NT		NT	—	—	—
13	1.70	+	<i>C. jejuni</i>	2.88	NT	NT		NT	—	—	—
14	1.70	+	<i>C. jejuni</i>	3.25	—	—		—	—	—	—
15	1.70	+	<i>C. jejuni</i>	2.41	—	—		—	—	—	—
16	1.30	+	<i>C. jejuni</i>	2.11	NT	NT		NT	—	—	—
17	1.30	+	<i>C. jejuni</i> , <i>C. coli</i>	3.31	—	+	<i>C. jejuni</i>	—	—	—	—
18	1.00	+	<i>C. coli</i>	2.72	—	+	<i>C. jejuni</i>	—	—	—	—
19	—	+	<i>C. jejuni</i>	1.30	NT	NT		NT	—	—	—
20	—	—		2.62	—	—		—	—	—	—

*¹ Enterobacteriaceae.*² log cfu/g.*³ Isolated.*⁴ Not tested.*⁵ Not isolated.

Table 4. Colorimetric values of chicken liver before and after high hydrostatic pressure treatment at 300 MPa for 10 min

	<i>L</i>	<i>a</i> *	<i>b</i> *
Untreatment	29.80 ± 2.29* ¹	9.48 ± 1.12	8.94 ± 2.62
300 MPa, 10 min	36.94 ± 1.15	12.82 ± 0.99	13.56 ± 1.54
Fatty liver (untreatment)	36.68 ± 2.34	12.02 ± 1.63	17.82 ± 2.61

*¹ Standard deviation.¹⁾ Five chicken livers were used in each treatment.

の数値がそれぞれ1または7%高かったが、黄みは24%低く、肉眼的には脂肪肝のほうが、少し黄みが強く感じられるものの、とても類似していた。

考 察

本研究により、国産の冷蔵鶏肝臓について、表面を含む肝臓では平均菌数1.99 log CFU/g（最大菌数2.91 log CFU/g）、肝臓内部では平均菌数1.70 log CFU/g（最大菌数2.87 log CFU/g）のカンピロバクター汚染があることが明らかとなった。これらの結果は、過去に海外で行われた研究^{2, 3)}と同様の結果であり、国産の市販鶏肝臓の内部は最大3 log CFU/g程度のカンピロバクターが存在する可能性があることが確認された。肝臓内部における腸内細菌科菌群汚染状況については、カンピロバクターより汚染率は高いものの、汚染菌数はカンピロバク

Fig. 1

ターと同程度であった。カンピロバクター分離と腸内細菌科菌群分離の関係については、定性的にも定量的にも相関性が認められず、肝臓内部における腸内細菌科菌群

の有無および菌数から、肝臓内部のカンピロバクター汚染を推定できず、肝臓のカンピロバクター汚染を確認するためには、カンピロバクター検査を実施する必要があることが再認識された。添加回収試験では、300 MPaで10分間の高圧処理により、*C. jejuni*, *C. coli*ともに約3 logの殺菌効果が得られた。さらに、実証試験においてもカンピロバクターが直接培養だけでなく増菌培養でも分離されず、また、腸内細菌科菌群も分離されなかった。以上から、300 MPaで10分間の高圧処理は、国産の市販鶏肝臓のカンピロバクターおよび腸内細菌科菌群の殺菌処理技術として有用である可能性が示唆された。ただし、今回の調査では、購入した鶏肝臓から3 log CFU/gを超えるカンピロバクターは検出されなかったものの、Firlieyanti らの報告³⁾では、購入した鶏肝臓内部の4.6%から3 log CFU/gを超えるカンピロバクターが検出されていることから、そのような高濃度汚染の肝臓に関しては、完全にカンピロバクターを死滅させることはできないと考えられた。その一方で、Rosenquistら¹¹⁾が実施したリスク評価では、鶏と体のカンピロバクター菌数を100分の1にすると、汚染鶏肉を原因とするカンピロバクター食中毒事件が30分の1になると評価しており、肝臓と体の違いはあるものの、鶏肝臓における3 logのカンピロバクター殺菌効果によって、カンピロバクター食中毒事件を減少させることができると考えられた。今後、国産の鶏肝臓で、3 log CFU/gを超える内部汚染がある肝臓がどの程度あるのか調査することで、高圧処理によるリスクの低減効果を詳細に評価できると考えられる。

高圧処理後の色調は、近年鶏肉専門店や鶏肉料理店で「白レバー」として販売・提供されている脂肪肝と類似しており、中でも黄みに関しては脂肪肝ほどの変化は認められなかった。また、鶏肝臓の柔らかさおよび美味しさは400 MPaで10分間の高圧処理を6回繰り返しても有意差が認められなかったと報告があることから¹⁴⁾、300 MPaで10分間の高圧処理後の肝臓の品質は、生と同等であり、この肝臓を材料として調理された鶏料理は、生の肝臓を材料として調理されたものと同様に消費者に受け入れられると考えられた。

鶏肉の冷凍処理は、確実に汚染菌量を低下させることができ、食中毒対策としてアイスランド、デンマークなどの一部の国で運用されている^{13, 16)}。鶏肝臓では、急速冷凍処理(Crust freezing)はチルド状態と比べ、カンピロバクターおよび腸内細菌科菌群を約10分の1にすることができたとの報告がある¹⁾。また、鶏肝臓を-25℃で24時間凍結させることでカンピロバクター菌数を約100分の1にすることができたとの報告もある⁴⁾。これら報告から、鶏肝臓の冷凍処理によって、カンピロバクター菌数を約100分の1にできると推定される。一方で、冷凍することなく、短時間でカンピロバクターを1,000分の1にできる高圧処理は、今回の鶏肝臓

に限らず、鶏肉についても冷凍処理と同様にカンピロバクターの殺菌技術の一つとして検討する価値があると考えられる。

謝 辞

本研究の一部は、厚生労働科学研究補助金「畜産食品の生物学的ハザードとその低減手法に関する研究」(H28-食品-一般-005)として実施された。

文 献

- 1) 朝倉 宏, 山本詩織, 橘 理人, 吉村昌徳, 山本茂貴, 五十君静信: 冷凍処理による鶏肉中でのカンピロバクター汚染低減効果に関する検討. 日食微誌, **32**, 159-166 (2015).
- 2) Baumgartner, A. and Felleisen, R.: Market surveillance for contamination with thermotolerant *Campylobacters* on various categories of chicken meat in Switzerland. J. Food Prot., **74**, 2048-2054 (2011).
- 3) Firlieyanti, A. S., Connerton, P. L. and Donnerton I. F.: *Campylobacters* and their bacteriophages from chicken liver: The prospect for phage biocontrol. Int. J. Food Microbiol., **237**, 121-127 (2016).
- 4) Harrison, D., Corry, J. E. L., Tchorzewska, M. A., Morris, V. K. and Hutchison, M. L.: Freezing as an intervention to reduce the numbers of *Campylobacters* isolated from chicken livers. Lett. Appl. Microbiol., **57**, 206-213 (2013).
- 5) 稲森悠平, 猪岡尚志: 応用細胞資源利用学 第2巻. 日本応用細胞生物学会編. p. 11-14. 株式会社大学教育出版. 岡山(2015).
- 6) Jackowska-Tracz, A. and Tracz, M.: Effects of high hydrostatic pressure on *Campylobacter jejuni* in poultry meat. Polish J. Vet. Sci., **18**, 261-266 (2015).
- 7) 厚生労働省医薬・生活衛生局: 食中毒統計資料(http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/shokuhin/syokuchu/04.html).
- 8) Linton, D., Lawson, A. J., Owen R. J. and Stanley, J.: PCR detection, identification to species level, and fingerprinting of *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* direct from diarrheic samples. J. Clin. Microbiol., **35**, 2568-2572 (1997).
- 9) Ogiwara, H., Suzuki, H., Michishita, M., Hatakeyama, H. and Okada, Y.: Effects of high hydrostatic pressure processing on the number of bacteria and texture of beef liver. J. Food Quality., 2017, Article ID 7835714 (2017).
- 10) Préstamo, G., Sanz, P. D., Fonberg-Broczek, M. and Arroyo, G.: High pressure response of fruit jams contaminated with *Listeria monocytogenes*. Lett. Appl. Microbiol., **28**, 313-316(1999).
- 11) Rosenquist, H., Nielsen, N. L., Sommer, H. M., Nørnung, B. and Christensen, B. B.: Quantitative risk assessment of human campylobacteriosis associated with thermophilic *Campylobacter* species in chickens. Int. J. Food Microbiol., **83**, 87-103(2003).
- 12) Sasaki, Y., Haruna, M., Mori, T., Kusukawa, M., Mu-

- rakami, M., Tsujiyama, Y., Ito, K., Toyofuku, H. and Yamada, Y.: Quantitative estimation of *Campylobacter* cross-contamination in carcasses and chicken products at an abattoir. *Food Control*, **43**, 10–17(2014).
- 13) Stern, N. J., Hiett, K. L., Alfredsson, G. A., Kristinsson, K. G., Peiersen, J. *et al.*: *Campylobacter* spp. in Icelandic poultry operations and human disease. *Epidemiol. Infect.*, **130**, 23–32 (2003).
 - 14) 上中登紀子, 森 孝夫, 藪野裕次郎, 鷺見桂一郎: 高圧処理を利用した家畜内臓肉の殺菌. 日本食品科学工学会誌, **53**, 651–654 (2006).
 - 15) Whitney, B. M., Williams, R. C., Eifert, J. and Marcy, J.: High-pressure resistance variation of *Escherichia coli* O157:H7 strains and *Salmonella* serovars in tryptic soy broth, distilled water, and fruit juice. *J. Food. Prot.*, **70**, 2078–2083 (2007).
 - 16) Wingstrand, A., Neimann, J., Engberg, J., Nielsen, E. M., Gerner-Smidt, P., Wegener, H. C. and Mølbak, K.: Fresh chicken as main risk factor for campylobacteriosis, Denmark. *Emerg. Infect. Dis.*, **12**, 280–284 (2006).