

データ 1

No. 1 糞便中の菌濃度 Cf_F

(1) 使用データ

表 1 鶏（盲腸内容）のカンピロバクター保菌状況

No.	農場	検査 検体	カンピロバクター(cfu/g)									陽性(%)
			—	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	
1	S	10							5	5		10(100)
2	T	10	10									0(0)
3	O	15					2	2	5	6		15(100)
4		5	5									0(0)
5	A	10						1	4	5		10(100)
6	B	33	15					3	9	6		18(55)
7	C	20	3				3	4	10			17(85)
8	D	17	11	1	2			2	1			6(35)
9	F	8	7			1						1(13)
合計		128	51	1	2	1	5	12	34	22	0	77(60)

資料：厚生労働科学研究費補助金報告書より作成

(2) 活用方法

表 1 のデータのうち、カンピロバクターが検出されなかった 51 サンプルを除く 77 サンプルの汚染鶏のデータ（表 2）に基づいて、汚染鶏（盲腸内容）のカンピロバクター濃度の分布 Cf_F が Health Canada と同様に正規分布に従うものと仮定して、そのパラメータを以下のとおり推定した（図）。

Health Canada の糞便中のカンピロバクター濃度の分布 Cf_F に比べて、平均値が 2 log 程度大きく、標準偏差は約 4 割小さい。

汚染鶏（盲腸内容）のカンピロバクター濃度：

$$Cf_F \sim \text{Normal}(7.16916, 0.85074) \quad \log \text{CFU/g}$$

表 2 農場における汚染鶏（盲腸内容）のカンピロバクターの対数濃度データ

対数濃度(logCFU/g)	2	3	4	5	6	7	8	9	合計
サンプル数	1	2	1	5	12	34	22	0	77

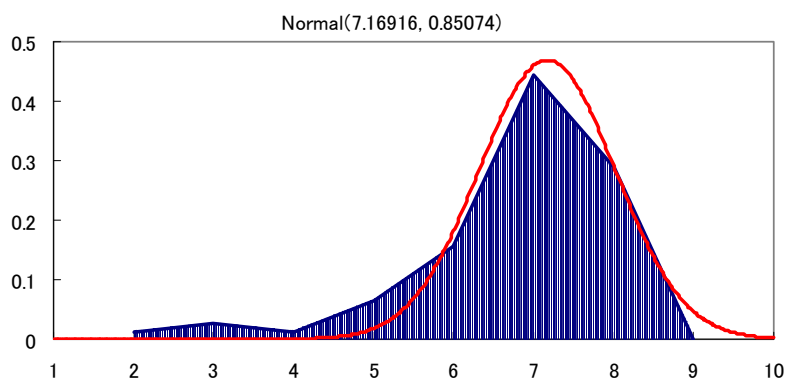


図 盲腸内容のカンピロバクター濃度のデータと適合分布

データ 2

No. 5 輸送による汚染量の増大 Mag_T

(1) 使用データ

表 輸送実験の結果

鶏の平均カンピロバクター汚染量 (log (CFU/とたい))			備考
農場数	輸送前	輸送後	
6 農場	6.11	7.8	・ 1.7log の汚染量増大 ・ 農場ベースでは汚染量増大に 1.3～2.3log の大きなばらつき (変動性) あり
3 農場	非検出	7.13	・ 輸送前の鶏が非汚染鶏であったわけではない (輸送前の鶏の腸管サンプルからカンピロバクターを検出)。
1 農場	非検出	非検出	・ 輸送前に非汚染だった鶏を非汚染のまま食鳥処理場に輸送できる可能性を示唆。

Stern (1995)

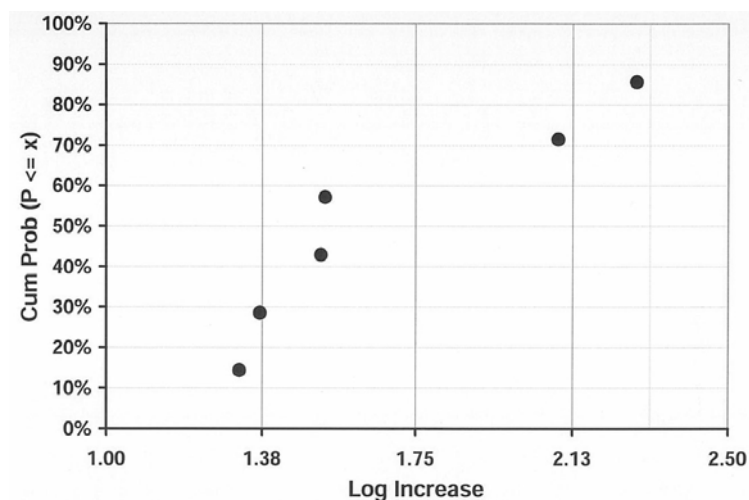


図 6 農場の汚染鶏の輸送前後でのカンピロバクターの汚染量の増大データ

(2) 活用方法

鶏を食鳥処理場に輸送する過程においては、鶏の体表に付着したカンピロバクターの交差汚染とカンピロバクター自身の増殖の双方が起こる。

Stern (1995) では、10 農場の 20 サンプルの鶏を用いた輸送実験において、輸送前後での鶏のカンピロバクター濃度から、輸送による汚染量の増大を計測している (表)。

汚染鶏の輸送によるカンピロバクターの汚染量の増大 Mag_T (log CFU) は、この輸送実験データのうち、輸送前後にカンピロバクターを検出した 6 農場のデータ (図) を用いるとともに、データ以上に大きな変動性が存在することを考慮して、次式の三角分布として推定されている。

汚染鶏の輸送によるカンピロバクターの汚染量の増大 :

$$Mag_T \sim \text{Triang}(0, 1.5, 3.0) \text{ log CFU}$$

データ 3

No. 9 湯漬の効果 *Effect_Scald*

(1) 使用データ

表 弱湯漬によるカンピロバクター濃度の対数変化データ

Samples	Author	Sample Point	Mean Log CFU/unit	Sample Point	Mean Log CFU/unit	Mean Log Change
8	(Izat et al, 1988).	Pre Scald	3.74	Post Scald	< 1.26	-3.11
8	(Izat et al, 1988).	Pre Scald	3.56	Post Scald	1.26	-2.30
8	(Izat et al, 1988).	Pre Scald	3.03	Post Scald	1.19	-1.84
8	(Ooesterom et al, 1983).	Post Bleed	3.99	Post Scald	1.37	-2.62
8	(Ooesterom et al, 1983).	Post Bleed	3.30	Post Scald	1.68	-1.62
8	(Ooesterom et al, 1983).	Post Bleed	2.18	Post Scald	2.4	0.22
5	Berrang, M. (unpublished)	Pre Scald	2.90	Post Scald	1.0	-1.90
5	Berrang, M. (unpublished)	Pre Scald	5.00	Post Scald	2.0	-3.00
5	Berrang, M. (unpublished)	Pre Scald	5.00	Post Scald	1.7	-3.30
5	Berrang, M. (unpublished)	Pre Scald	3.10	Post Scald	2.4	-0.70
5	Berrang, M. (unpublished)	Pre Scald	5.80	Post Scald	2.4	-3.40
5	Berrang, M. (unpublished)	Pre Scald	4.60	Post Scald	1.5	-3.10

(2) 活用方法

Health Canada のモデルでは、日本の湯漬方法である強湯漬によるカンピロバクター濃度の対数変化は、弱湯漬のそれをベースとして推定されている。弱湯漬によるカンピロバクターの対数変化 *Effect_Scald(SS)* は $\text{Triang}(-3.50, -3.00, +0.25)$ とされている。最大値と最小値は専門家としての知見を踏まえた設定であるため、これらを固定して表のデータに適合させると、脚注に示したとおり、最確値は -3.40 となる。すなわち、 $\text{Triang}(-3.50, -3.40, +0.25)$ が適合分布となる (図)。

Health Canada のモデルでは、強湯漬によるカンピロバクター濃度の対数変化は、弱湯漬に関する分布について、最小値、最確値を 0.5 だけ減少させ¹、最大値を -0.75 としている。この推定方法を踏襲すれば、*Effect_Scald* は次式のとおり推定される。

強湯漬によるカンピロバクター濃度の対数変化：

$$Effect_Scald \sim \text{Triang}(-4.00, -3.90, -0.75) \quad \log \text{ CFU/羽}$$

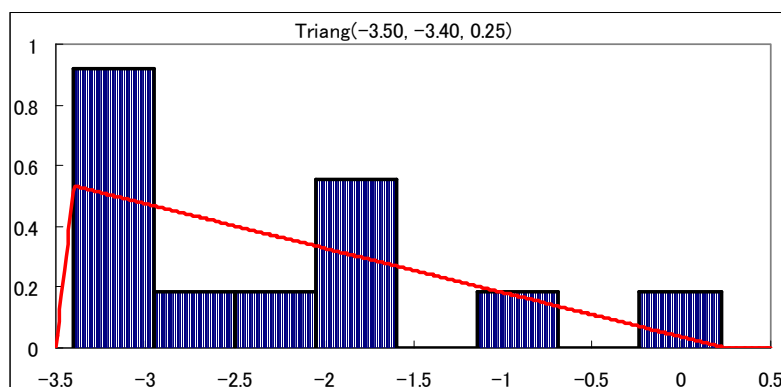


図 弱湯漬によるカンピロバクター濃度の対数変化

¹ Health Canada の最小値 -4.0 および最確値 -3.50 は表のデータからは大きく乖離していることから、データによらず弱湯漬の最小値、最確値を単純に -0.5 だけシフトさせて設定したものと解される。

データ 4

No. 12 脱羽の効果 *Effect_Def*

(1) 使用データ

表 1 脱羽によるカンピロバクター濃度の対数変化データ

Samples	Author	Sample Point	Mean log CFU/unit	Sample Point	Mean Log CFU/unit	Mean Log Change
8	Ooesterom et al 1983	After Scald (>55)	0.61	After Defeather	1.07	0.46
8	Ooesterom et al 1983	After Scald (>55)	1.25	After Defeather	1.99	0.74
8	Ooesterom et al 1983	After Scald (>55)	1.26	After Defeather	2.85	1.59
8	Ooesterom et al 1983	After Scald (<55)	1.37	After Defeather	2.46	1.09
8	Ooesterom et al 1983	After Scald (<55)	1.68	After Defeather	2.09	0.41
8	Ooesterom et al 1983	After Scald (<55)	2.40	After Defeather	2.18	-0.22
8	(Izat et al 1988).	Post Scald (< 55)	<1.26	Post Pick	2.37	1.74
8	(Izat et al 1988).	Post Scald (< 55)	1.26	Post Pick	3.68	2.42
8	(Izat et al 1988).	Post Scald (< 55)	1.19	Post Pick	2.82	1.63
5	Berrang, M. (review)	Post Scald (< 55)	1.00	Post Pick	<3	0.50
5	Berrang, M. (review)	Post Scald (< 55)	2.00	Post Pick	3.20	1.20
5	Berrang, M. (review)	Post Scald (< 55)	1.70	Post Pick	4.50	2.80
5	Berrang, M. (review)	Post Scald (< 55)	2.40	Post Pick	3.10	0.70
5	Berrang, M. (review)	Post Scald (< 55)	2.40	Post Pick	4.10	1.70
5	Berrang, M. (review)	Post Scald (< 55)	1.50	Post Pick	3.70	2.20

表 2 脱羽によるカンピロバクター以外の菌濃度の対数変化データ

Samples	Author	Organism	Sample Point	log CFU/unit	Sample Point	Log CFU/unit	Log Change
54	Lillard 1990	aerobic	After Scald (<55)	8.05	After Defeather	7.37	-0.68
30	Berrang, M. (review)	aerobic	Post Scald (< 55)	5.00	Post Pick	5.00	0.00
30	Berrang, M. (review)	Coliform	Post Scald (< 55)	2.90	Post Pick	3.40	0.50
30	Berrang, M. (review)	<i>E.coli</i>	Post Scald (< 55)	2.10	Post Pick	2.80	0.70
8	Ooesterom et al 1983	enterobacteriaceae	After Scald (>55)	4.10	After Defeather	3.97	-0.13
8	Ooesterom et al 1983	enterobacteriaceae	After Scald (>55)	3.20	After Defeather	2.90	-0.30
8	Ooesterom et al 1983	enterobacteriaceae	After Scald (>55)	3.67	After Defeather	3.69	0.02
8	Ooesterom et al 1983	enterobacteriaceae	After Scald (<55)	4.69	After Defeather	2.94	-1.75
8	Ooesterom et al 1983	enterobacteriaceae	After Scald (<55)	4.42	After Defeather	3.69	-0.73
8	Ooesterom et al 1983	enterobacteriaceae	After Scald (<55)	5.03	After Defeather	4.16	-0.87
54	Lillard 1990	enterobacteriaceae	After Scald (<55)	5.92	After Defeather	5.92	0.00

(2) 活用方法

Health Canada のモデルでは、脱羽によるカンピロバクター濃度の対数変化 *Effect_Def* は $\text{Triang}(-1.0, 0.5, 3.0)$ と推定されている。最大値と最小値は専門家としての知見を踏まえた設定であるため、これらを固定して表 1、表 2 のデータに適合させると、最確値は -0.13 となる (図)。従って、*Effect_Def* は次式のとおり推定される。

脱羽によるカンピロバクター濃度の対数変化：

$$Effect_Def \sim \text{Triang}(-1.00, -0.13, 3.00) \log \text{ CFU/羽}$$

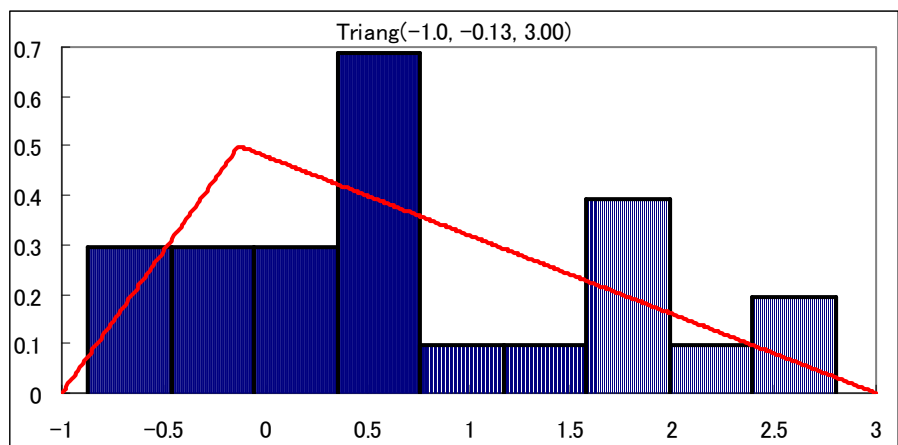


図 脱羽によるカンピロバクター濃度の対数変化

データ 5

No. 15 中抜きの効果 *Effect_Evisc*

(1) 使用データ

表 1 中抜きによるカンピロバクター濃度の対数変化データ

Samples	Author	Sample Point	Log CFU/unit	Sample Point	Log CFU/unit	Log Change
8	Ooesterom et al 1983	After Defeather	1.07	After Evisceration	2.58	1.51
8	Ooesterom et al 1983	After Defeather	1.99	After Evisceration	2.44	0.45
8	Ooesterom et al 1983	After Defeather	2.85	After Evisceration	2.60	-0.25
8	Ooesterom et al 1983	After Defeather	2.46	After Evisceration	2.24	-0.22
8	Ooesterom et al 1983	After Defeather	2.09	After Evisceration	2.62	0.53
8	Ooesterom et al 1983	After Defeather	2.18	After Evisceration	2.50	0.32
8	Izat et al 1988	Post Pick	2.37	Post Viscera Removal	3.12	0.75
8	Izat et al 1988	Post Pick	3.68	Post Viscera Removal	3.49	-0.19
8	Izat et al 1988	Post Pick	2.82	Post Viscera Removal	3.49	0.67
5	Berrang (unpublished)	Post Pick	< 3.00	Post Evisceration	1.60	0.50
5	Berrang (unpublished)	Post Pick	3.20	Post Evisceration	3.20	0.00
5	Berrang (unpublished)	Post Pick	4.50	Post Evisceration	3.70	-0.80
5	Berrang (unpublished)	Post Pick	3.10	Post Evisceration	2.53	-0.57
5	Berrang (unpublished)	Post Pick	4.10	Post Evisceration	4.00	-0.10
5	Berrang (unpublished)	Post Pick	3.70	Post Evisceration	3.70	0.00
11	Abu-Ruwaida 1994	After Defeather	5.75	After Lung Sucking	5.70	-0.05

表 2 中抜きによるカンピロバクター以外の菌濃度の対数変化データ

Samples	Author	Organism	Sample Point	log CFU/unit	Sample Point	Log CFU/unit	Log Change
11	Abu-Ruwaida 1994	Aerobic	After Defeather	7.10	After Lung Sucking	7.20	0.10
54	Lillard 1990	Aerobic	Post Pick	7.37	Post Evisceration	6.76	-0.61
30	Berrang (unpublished)	Aerobic	Post Pick	5.00	Post Evisceration	4.50	-0.50
30	Berrang (unpublished)	Coliforms	Post Pick	3.40	Post Evisceration	3.10	-0.30
11	Abu-Ruwaida 1994	Coliforms	After Defeather	5.50	After Lung Sucking	5.45	-0.05
30	Berrang (unpublished)	E.coli	Post Pick	2.80	Post Evisceration	2.20	-0.60
11	Abu-Ruwaida 1994	E.coli	After Defeather	4.85	After Lung Sucking	4.95	0.10
8	Ooesterom et al 1983	Enterobacteriaceae	After Defeather	3.97	After Evisceration	5.73	1.76
8	Ooesterom et al 1983	Enterobacteriaceae	After Defeather	2.90	After Evisceration	3.60	0.70
8	Ooesterom et al 1983	Enterobacteriaceae	After Defeather	3.69	After Evisceration	4.86	1.17
8	Ooesterom et al 1983	Enterobacteriaceae	After Defeather	2.94	After Evisceration	3.86	0.92
8	Ooesterom et al 1983	Enterobacteriaceae	After Defeather	3.69	After Evisceration	3.60	-0.09
8	Ooesterom et al 1983	Enterobacteriaceae	After Defeather	4.16	After Evisceration	3.87	-0.29
54	Lillard 1990	Enterobacteriaceae	Post Pick	5.92	Post Evisceration	5.74	-0.18
11	Abu-Ruwaida 1994	Enterobacteriaceae	After Defeather	5.55	After Lung Sucking	5.35	-0.20

(2) 活用方法

中抜き過程においては、次の 2 つの要因で交差汚染が発生する。

- ・内臓を取り出す過程における腸管の切断や粗暴な取り扱いによる糞便汚染の拡大
- ・汚染鶏の体表から手や器材、器具にカンピロバクターが付着し、その後、他の鶏に付着

中抜き過程のモデルには、脱羽から最終的な洗浄までに生起する全ての事象を織り込んでいる。この過程では、汚染レベルの増加・減少の報告はあるが、冷却前の最終洗浄プロセスに先立つ器材・鶏肉のすすぎ洗いを除いて、実質的な汚染除去ステップはない。

中抜き過程の汚染プロセスは、脱羽と同様に、菌種に固有のものではないため、他の菌種に関するデータも利用することができる。中抜きによる菌濃度の対数変化が従う分布については、カンピロバクターに係るデータのみを用いた場合と、カンピロバクター以外の菌種も含めたデータを用いた場合の双方について検討され、最終的には後者が採用されている。

カンピロバクター濃度の対数変化に係るデータ（表1）では、大きなばらつきがあり、明確に認識可能なパターンはないとされている。カンピロバクターの減少は通常 0.25 log 未満であり、Berrang(unpublished)のデータのみ 0.5log 未満のデータが報告されている。カンピロバクター以外の菌種も含めた菌濃度の対数変化に係るデータ（表2）では、菌濃度が増加しているデータと減少しているデータがほぼ同数ある。これは、大きな不確実性と変動性に起因するものとされている。減少データは 0.0～-0.25 log、増加データはやや幅が広いが 0.0～+2.0 log に集中している。脱羽～洗浄のプロセスで 0.5 log より大きい減少を正当化することは困難であるとして、この値より大きい減少データは分析から除外されている。

また、カンピロバクターに係るデータとカンピロバクター以外の菌種も含めたデータでは、最大値のみ後者が右にシフトし、最頻値のレンジは-0.25～0.25 とほぼ同じになっている。

Health Canada のモデルでは、脱羽によるカンピロバクター濃度の対数変化 *Effect_Evisc* は $\text{Triang}(-0.5, 0.0, 2.0)$ と推定されている。最大値と最小値は専門家としての知見を踏まえた設定であるため、これらを固定して表1及び表2のデータに適合させると、最確値は-0.5 となる（図）。従って、*Effect_Evisc* は次式のとおりに推定される。

中抜きによるカンピロバクター濃度の対数変化：

$$Effect_Evisc \sim \text{Triang}(-0.5, -0.5, 2.0) \quad \log \text{ CFU/羽}$$

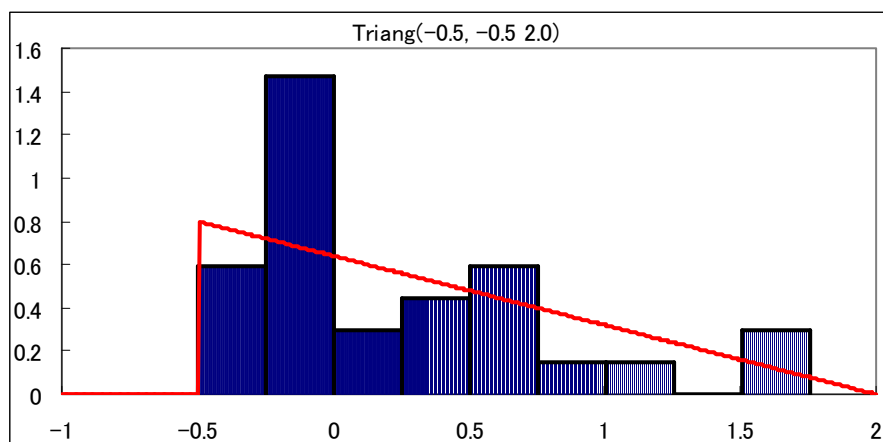


図 中抜きによるカンピロバクター濃度の対数変化

データ 6

No. 18 洗浄の効果 *Effect_Wash*

(1) 使用データ

表 1 洗浄によるカンピロバクター濃度の対数変化データ

Samples	Author	Sample Point	Mean Log CFU/unit	Sample Point	Mean Log CFU/unit	Mean Log Change
5	Berrang (unpublished)	Post Evisceration	1.60	Pre Chill	<1.00	-1.10
5	Berrang (unpublished)	Post Evisceration	3.20	Pre Chill	2.10	-1.10
5	Berrang (unpublished)	Post Evisceration	3.70	Pre Chill	3.30	-0.40
5	Berrang (unpublished)	Post Evisceration	2.53	Pre Chill	2.00	-0.53
5	Berrang (unpublished)	Post Evisceration	4.00	Pre Chill	1.60	-2.40
5	Berrang (unpublished)	Post Evisceration	3.70	Pre Chill	2.70	-1.00
8	Izat et al 1988	Pre Wash	2.83	Post Wash	1.71	-1.12
8	Izat et al 1988	Pre Wash	2.94	Post Wash	2.39	-0.55
8	Izat et al 1988	Pre Wash	3.50	Post Wash	3.04	-0.46
11	Abu-Ruwaida 1994	Post Evisceration	5.70	Post Wash	5.10	-0.60

表 2 洗浄によるカンピロバクター以外の菌濃度の対数変化データ

Samples	Author	Organism	Sample Point	Mean log CFU/unit	Sample Point	Mean log CFU/unit	Mean Log Change
54	Lillard 1990	Aerobic Bacteria	Post Evisceration	6.76	Pre Chill	6.46	-0.30
11	Abu-Ruwaida 1994	Aerobic Bacteria	Post Evisceration	7.20	Post Wash	6.15	-1.05
30	Berrang (unpublished)	Aerobic Bacteria	Post Evisceration	4.50	Pre Chill	3.60	-0.90
11	Abu-Ruwaida 1994	Coliform	Post Evisceration	5.45	Post Wash	5.15	-0.30
30	Berrang (unpublished)	Coliform	Post Evisceration	3.10	Pre Chill	2.20	-0.90
11	Abu-Ruwaida 1994	E.coli	Post Evisceration	4.95	Post Wash	4.50	-0.45
30	Berrang (unpublished)	E.coli	Post Evisceration	2.20	Pre Chill	1.50	-0.70
54	Lillard 1990	enterobacteriaceae	Post Evisceration	5.74	Pre Chill	5.50	-0.24
11	Abu-Ruwaida 1994	enterobacteriaceae	Post Evisceration	5.35	Post Wash	5.20	-0.15

(2) 活用方法

噴霧洗浄では、きれいな水によって、鶏の体表の汚染体液を除去するため、付着物や有機物と一部の微生物が除去される。洗浄による細菌の減少率は 90%(1 log)に留まる。

洗浄の効果は、脱羽や中抜きと同様に、菌種に固有のものではないが、他の微生物はカンピロバクターよりも体表に緩く付着する。ただし、洗浄の有効性の相違を示す根拠は見当たらないため、データをレビューした上で、洗浄についても他の菌種も含めたデータに基づいて、カンピロバクター濃度の対数変化の分布を推定している。

Health Canada のモデルでは、洗浄によるカンピロバクター濃度の対数変化 *Effect_Wash* は $\text{Triang}(-1.5, -0.5, 0.0)$ と推定されている。最大値と最小値は専門家としての知見を踏まえた設定であるため、これらを固定して表 1 及び表 2 のデータに適合させると、最確値は -0.45 となる (図)。従って、*Effect_Wash* は次式のとおりに推定される。

洗浄によるカンピロバクター濃度の対数変化：

$$Effect_Wash \sim \text{Triang}(-1.50, -0.45, 0.00) \quad \log \text{ CFU/羽}$$

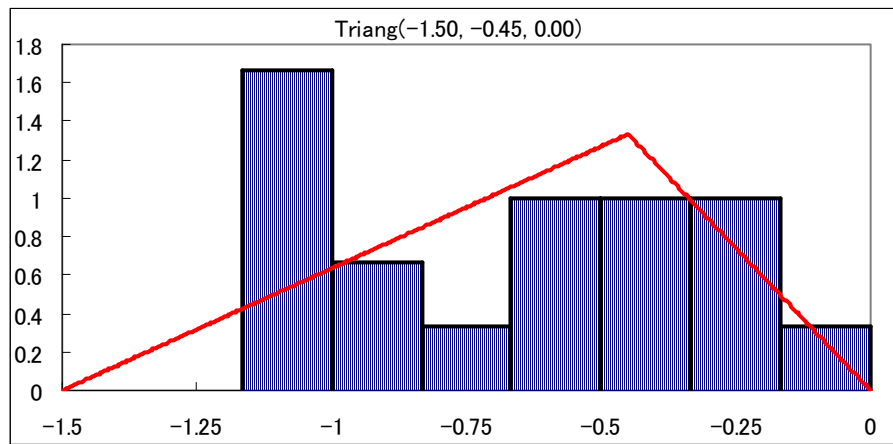


図 洗浄によるカンピロバクター濃度の対数変化

データ 7

No. 21 冷却の効果 *Effect_Chill*

(1) 使用データ

表 冷却（塩素非添加）によるカンピロバクター濃度の対数変化データ

Samples	Author	Sample Point	Mean Log CFU/unit	Sample Point	Mean Log CFU/unit	Mean Log Change
8	Izat et al 1988	post wash	1.71	post chill	1.43	-0.28
8	Izat et al 1988	post wash	2.39	post chill	1.85	-0.54
8	Izat et al 1988	post wash	3.04	post chill	1.18	-1.86
15	Wempe et al 1983	pre chill	2.92	post chill	1.74	-1.18
15	Wempe et al 1983	pre chill	2.62	post chill	1.38	-1.24
15	Wempe et al 1983	pre chill	3.32	post chill	2.33	-0.99
15	Wempe et al 1983	pre chill	2.50	post chill	1.76	-0.74
8	Ooesterom et al 1983	post evisceration**	2.58	post spinchill	0.98	-1.60 (-1.10)**
8	Ooesterom et al 1983	post evisceration**	2.44	post spinchill	1.24	-1.20 (-0.70)**
8	Ooesterom et al 1983	post evisceration**	2.60	post spinchill	1.83	-0.77 (-0.27)**

** Ooesterom ら 1983 のデータには、洗浄の効果も含まれているため、0.5log の洗浄効果を補正している。

(2) 活用方法

浸漬冷却の効果としては、洗浄効果と希釈効果に加え、冷却タンク内の環境における微生物の死滅効果（微生物の生残能力に依存）が挙げられる。冷却タンクへの塩素の添加は微生物の生残に重要な役割を果たす。ただし、その影響は菌種によって異なる。そこで、洗浄によるカンピロバクター濃度の対数変化を推定する際には、カンピロバクターに係るデータのみを利用している。

アメリカなど海外諸国では、近年、塩素添加（遊離塩素濃度 1～5ppm）が普通に行われるようになってきているが、カナダでは一般的ではない²。そこで、塩素添加がない場合のデータと、塩素添加がある場合（遊離塩素濃度 1～5ppm）のデータの双方を収集し、冷却によるカンピロバクター濃度の対数変化を推定している。

日本における冷却は塩素添加で行われているが、遊離塩素濃度を 5ppm に保つことは困難であるといわれており、実質的には塩素非添加で行われているものと解される。そこで、冷却方法については塩素非添加のモデルを適用する。すなわち、Health Canada のモデルにおける HSnCl のパターンを用いることとする。

Health Canada のモデルでは、冷却（塩素非添加）によるカンピロバクター濃度の対数変化 *Effect_Cill(nCl)* は $\text{Triang}(-2.0, -0.75, 0.0)$ と推定されている。最大値と最小値は専門家としての知見を踏まえた設定であるため、これらを固定して表のデータに適合させると、最確値は -0.70 となる（図）。従って、*Effect_Cill(nCl)* は次式のとおり推定される。

冷却（塩素非添加）によるカンピロバクター濃度の対数変化：

$$Effect_Cill(nCl) \sim \text{Triang}(-2.0, -0.7, 0.0) \quad \log \text{ CFU/羽}$$

² 日本では塩素添加を行っているが、遊離塩素濃度を 5ppm に保つことは困難であるといわれている。

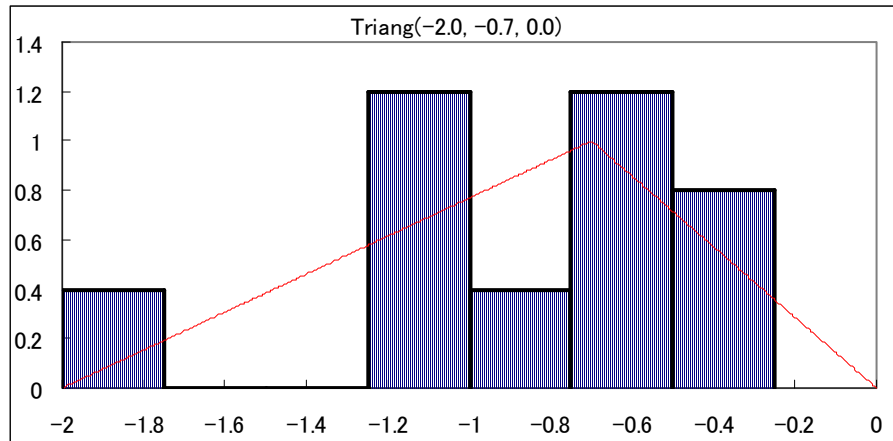


図 冷却（塩素非添加）によるカンピロバクター濃度の対数変化

データ 8

No. 24 輸送後の鶏の汚染率 P_{post_T}

(1) 使用データ

表 1 鶏（盲腸内容）のカンピロバクター保菌状況

No.	農場	検査 検体	カンピロバクター(cfu/g)									陽性(%)
			—	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	
1	S	10							5	5		10(100)
2	T	10	10									0(0)
3	O	15					2	2	5	6		15(100)
4		5	5									0(0)
5	A	10						1	4	5		10(100)
6	B	33	15					3	9	6		18(55)
7	C	20	3				3	4	10			17(85)
8	D	17	11	1	2			2	1			6(35)
9	F	8	7			1						1(13)
合計		128	51	1	2	1	5	12	34	22	0	77(60)

資料：厚生労働科学研究費補助金報告書より作成

(2) 活用方法

表のデータは飼養中の鶏に係るカンピロバクター汚染率データである。出荷時（食鳥処理前）には、汚染農場で飼養される鶏は全て汚染され则认为られる。そこで、出荷時には表の 128 サンプルのうち非汚染農場（No.2 および 4）で飼養される 15 サンプルを除く 113 サンプルは全て汚染されていると仮定する（汚染率 88.3%）。

食鳥処理前のカンピロバクター汚染率 P_{Post_T} はベータ分布に従うため、事前分布を Beta(1,1)とすれば、その分布は次式のとおり推定される。

農場におけるカンピロバクター汚染率：

$$P_{Post_T} \sim \text{Beta}(114, 16)$$

データ 9

- No. 29 湯漬による交差汚染 XS
 No. 35 脱羽による交差汚染 XD
 No. 40 中抜きによる交差汚染 XE
 No. 45 洗浄による交差汚染 XW
 No. 50 冷却による交差汚染 XC

(1) 使用データ

表 1 食鳥処理プロセスにおける交差汚染の可能性

Process Step	Rank	Max Increase $\log_{10}$	Other Quantitative (ref)	Other Qualitative (ref)
Scalding	4	0.22	No	Yes (1)
Defeathering	1	2.80	Yes (2)	Yes (3, 4, 5, 6)
Evisceration	2	1.76	Yes (8)	Yes (4)
Washing	5	No increases	No	No
Chilling	3	No increases	Yes (7)	No

- (1) Bautista et al 1994.
 (2) Mulder et al 1978.
 (3) Genigeorgis et al, 1986.
 (4) Bryan & Doyle 1995.
 (5) Wempe et al 1983.
 (6) Oosterom et al 1983
 (7) Lillard 1990
 (8) Cason et al 1997.

表 2 食鳥処理プロセスにおける交差汚染の発生確率とその大きさ
(交差汚染係数)

Processing Step	Frequency of Cross-contamination Occurrence	Magnitude of Cross-contamination (X-Factor)		
		Distribution	Min	Max
Soft Scalding	50 %	UNIFORM	1.05	1.86
Hard Scalding	25%	UNIFORM	1.05	1.50
Defeathering	80 %	UNIFORM	1.05	3.00
Evisceration	60 %	UNIFORM	1.05	3.00
Washing	0 %	UNIFORM	1.00	1.00
Chilling, No Chlorine	50 %	UNIFORM	1.05	2.33
Chilling, Chlorine Added	25%	UNIFORM	1.05	1.86

(2) 活用方法

カンピロバクターの汚染率や交差汚染に食鳥処理プロセスが与える影響は定量化が困難であることが分かっている。そこで、処理プロセスによる汚染率の変化をモデル化するために、定性的データと定量的データを組み合わせて、各処理プロセスについて交差汚染の発生する度合いをランク付けし、ランクに応じて交差汚染係数を割り当てる準定量的アプローチが採られている。

交差汚染の可能性は、表に示すとおり、脱羽、中抜き、湯漬および浸漬冷却の順で高く、噴霧洗浄は交差汚染をもたらさないとされている。表の 3 列目は当該処理プロセスによるカンピロバクター汚染の増加について報告されている最大対数変化（増加）である。4 列目は他の微生物について定量的に交差汚染の発生度合いを示している文献の有無を、5 列目は他の微生物について定性的あるいは準定量的に交差汚染の可能性を指摘している文献の有無を示している。こうしたランクを交差汚染係数の割り当てに用いている（表 2）。

表の交差汚染係数の最大値は、ある処理プロセスに 50%の汚染率で鶏が入ってきたときに、当該処理プロセス後に適切な汚染率を与えるよう設定されている³（下の点線囲み参照）。最小値は交差汚染の可能性のあるプロセスでは 1.05、ない場合には 1.0 と設定されている。交差汚染係数の分布は一様分布が仮定されている。

食鳥処理プロセス		交差汚染係数の分布	交差汚染係数が最大の場合の当該処理プロセス前後の汚染率
湯漬	弱湯漬	XS(SS)～Uniform(1.05,1.86)	XS(SS)=1.86：50%→65%
	強湯漬	XS(HS)～Uniform(1.05,1.50)	XS(HS)=1.50：50%→60%
脱羽		XD～Uniform(1.05,3.00)	XD=3.00：50%→75%
中抜き		XE～Uniform(1.05,3.00)	XE=3.00：50%→75%
洗浄		XW～Uniform(1.00,1.00)	XW=1.00：50%→50%
冷却	塩素非添加	XC(nCl)～Uniform(1.05,2.33)	XC(nCl)=2.33：50%→70%
	塩素添加	XC(Cl)～Uniform(1.05,1.86)	XC(Cl)=1.86：50%→65%

・各処理プロセス後の汚染率は以下のとおり導出された式で推定⁴（Cassin et al. 1998）

P_B ：処理前の陽性の割合（事前汚染率）

$1-P_B$ ：処理前の陰性の割合

P_A ：処理後の陽性の割合（事後汚染率）

$1-P_A$ ：処理後の陰性の割合

Z ：交差汚染係数

$$\left(\frac{P_B}{1-P_B}\right) \times Z = \left(\frac{P_A}{1-P_A}\right) \Rightarrow P_A = \frac{P_B \times Z}{1-P_B + P_B \times Z}$$

例）脱羽

- ・脱羽プロセスでは、80%の確率で交差汚染が発生（表）。交差汚染発生時には、交差汚染係数は 1.05～3.00 である。
- ・鶏の汚染率が 40%で脱羽プロセスに入ったとすると、脱羽プロセスの後には、80%の確率で汚染率が 41%～67%に増大する（残りの 20%の確率で 40%のまま）。

³ 根拠はかなり希薄である。

⁴ 当該記述はレポートの Appendix2 に記載

データ 10

No. 55 冷蔵保管による汚染量の減少 LR_Rate

(1) 使用データ

表 鶏肉の冷蔵庫保管中の 1 日あたりカンピロバクター対数減少データ

Author	Substrate	(LR)	Days	LR/Day
Blankenship & Craven (1982)	Ground Chicken	1.50	17	0.09
Blankenship & Craven (1982)	Ground Chicken	0.80	17	0.05
Blankenship & Craven (1982)	Ground Chicken	2.00	17	0.12
Blankenship & Craven (1982)	Drumsticks	2.00	16	0.13
Ooesterom et al (1983b)	Chicken Carcass	1.00	7	0.14
Ooesterom et al (1983b)	Chicken Carcass	1.00	8	0.13
Yogasundaram & Shane (1986)	Drumsticks	0.74	7	0.11
Svedhem et al (1981)	Chicken Parts	0.40	7	0.06
Stern (1995b)	Chicken Carcass	1.80	7	0.26
Stern (1995b)	Chicken Carcass	2.00	7	0.29
Stern (1995b)	Chicken Carcass	1.40	7	0.20
Stern (1995b)	Chicken Carcass	0.40	7	0.06

(2) 活用方法

カンピロバクターはそれ程耐性の高い微生物ではなく、周辺の温度下に置かれた食品中では増殖しない。高温や低 pH、高酸素濃度、低湿度のような異なる環境に敏感である。発育至適温度は 37～42℃である。サルモネラや *E.coli* とは異なり、食鳥処理後にカンピロバクターが増殖することは考えにくい。逆に、死滅によって減少することが考えられる。これは食品が置かれる温度に依存する。

カンピロバクターは冷凍の影響に敏感であり、室温よりも冷蔵庫中の食品でより生残する。なお、ここでのリスク評価では生鶏枝肉が対象であるとされている。

表に示すデータに基づき、鶏肉の冷蔵庫保管中 (4℃) の 1 日あたりカンピロバクターの対数減少率は、次式の三角分布に従うものとして推定されている。なお、Stern(1995b)のデータは他の研究者のデータと異なる値をとっている。理由は不明であるが、分析に含めている。

鶏肉の冷蔵庫保管中 (4℃) の 1 日あたりカンピロバクターの対数減少率 :

$LR_Rate \sim \text{Triang}(0.04, 0.12, 0.30) \log\text{CFU/日}$

データ 1 1

No. 62 不十分な加熱調理による汚染量の減少効果 *Effect_ck_prtct*

(1) 使用データ

表 一定温度下でのカンピロバクターの死滅時間

	H-840	5 strain composite
	z-value = 5.91 C	z-value = 6.35 C
Temperature (deg C)	D-value (min)	D-value (min)
49	20.5	ND
51	8.77	9.27
53	4.85	4.89
55	2.12	2.25
57	0.79	0.98

Blackenship and Craven (1982)

(2) 活用方法

調理によるカンピロバクターの対数減少を推定するために、Blackenship and Craven (1982)において、温度がカンピロバクターに与える効果を実験的に推定した D 値と z 値⁵を用いてモデル化が行われている（表）。カンピロバクターの 5 株の混合物及び H840 株の z 値はそれぞれ 6.35℃、5.91℃である。カンピロバクターの 5 株の混合物のデータに基づき、調理によるカンピロバクターの対数減少は線形回帰によって次式のとおりに推定されている。

不十分な加熱調理によるカンピロバクターの汚染量の対数減少：

$$Effect_CK = Time_CK / 10^{(-0.158 \times Temp_CK + 9.01)}$$

⁵ z 値は D 値（時間）を 90%減少させるために要する温度上昇