

第5 評価事例

評価事例の概要の目次

(1) 代表例の概要

i 半定量的リスク評価の事例

【タイトル】：半定量的水産食品安全リスク評価

(Semi-quantitative seafood safety risk assessment)

【著者】：Sumner J, Ross T

【出典】：International Journal of Food Microbiology, 77 (2002), 55– 59

ii 定量的リスク評価の事例

(i) 定量的リスク評価の事例①

【タイトル】：鶏卵及び肉用鶏の肉におけるサルモネラ属菌のリスク評価

(Risk Assessments of *Salmonella* in Eggs and Broiler Chickens)

【実施機関】：FAO/WHO

【出典】：Microbiological Risk Assessment Series 2. 2002

(ii) 定量的リスク評価の事例②

【タイトル】：セネガル、ダカールの家庭で調理された鶏肉の食事によるカンピロバクター感染症及びサルモネラ感染症のリスク評価

(Risk Assessment of campylobacteriosis and Salmonellosis Linked to Chicken Meals Prepared in Households in Dakar, Senegal)

【著者】：Pouillot R, Garin B, Ravaonindrina N, Diop K, Mahery Ratsitorahina M, Ramanantsoa D, Rocourt J

【出典】：Risk Analysis, Vol. 32, No. 10, 2012

(iii) 定量的リスク評価の事例③

【タイトル】：タイ南部の Bloody clam 中の腸炎ビブリオのリスク評価のための定量的モデリング

(Quantitative modeling for risk assessment of *Vibrio parahaemolyticus* in bloody clams in southern Thailand)

【著者】: Yamamoto A, Iwahori J, Vuddhakul V, Charernjiratragul W, Vose D, Osaka K, Shigematsu M, Toyofuku H, Yamamoto S, Mitsuaki Nishibuchi M, Kasuga F

【出典】: International Journal of Food Microbiology 124 (2008) 70–78

(iv) 定量的リスク評価の事例④

【タイトル】: 一次生産段階における肉用鶏中のカンピロバクターのコントロールに関する情報の更新及びレビュー

(Update and review of control for *Campylobacter* in broiler at primary production)

【実施期間】: 欧州食品安全機関 (EFSA)

【出典】: EFSA Journal. 2020. 18(4): 6090

(v) 定量的リスク評価 (確率論的リスク評価事例) ⑤

【タイトル】: 肉用鶏のカンピロバクター汚染に関する知識の更新及びフランスのフードチェーンの異なるステージにおける介入措置の影響の評価

(State of Knowledge Relating to the Contamination of Broilers with *Campylobacter* and Assessment of the Impact of Interventions at Different Stages of the Food Chain in France)

【実施機関】: フランス食品環境労働衛生安全庁 (ANSES: Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) .

【出典】: Collective Expert Appraisal Report; Anses: Fougères, France, 2018:1-81

(vi) 定量的リスク評価事例⑥

【タイトル】: 食鳥処理での介入を評価するための肉用鶏のカンピロバクターの定量的微生物リスク評価モデル

(A quantitative microbial risk assessment model of *Campylobacter* in broiler chickens: Evaluating processing interventions.)

【著者】: Dogan OB, Clarke J, Mattos F, Wang B (University of Nebraska-Lincoln, U.S.A.)

【出典】: Food Control 2019; 100: 97-110

(vii) 定量的リスク評価事例⑦

【タイトル】：生の鶏肉の取扱い中における交差汚染に関連した人のカンピロバクター感染症：オーストラリアにおける介入のシナリオ解析をガイドするための定量的リスク評価の適用

(Human campylobacteriosis related to cross-contamination during handling of raw chicken meat: Application of quantitative risk assessment to guide intervention scenarios analysis in the Australian context)

【著者】：Habib I, Coles J, Fallows M, Goodchild S

【出典】：International Journal of Food Microbiology 2020; 332(2):108775

iii リスク管理の新しい数値的指標を用いた定量的リスク評価の事例

【タイトル】：食品安全委員会：微生物・ウイルス評価書 生食用食肉（牛肉）における腸管出血性大腸菌及びサルモネラ属菌

【実施機関】：内閣府食品安全委員会

【公表時期】：2011年8月

iv 食品安全委員会が自ら評価を行う定量的リスク評価事例

【タイトル】：食品安全委員会：鶏肉中のカンピロバクター・ジェジュニ/コリ

【実施機関】：内閣府食品安全委員会

【公表時期】：2009年6月

(2) 評価事例の一覧

(1) 代表例の概要

i 半定量的リスク評価の事例

【タイトル】：半定量的水産食品安全リスク評価

(Semi-quantitative seafood safety risk assessment)

【著者】：Sumner J, Ross T

【出典】：International Journal of Food Microbiology, 77 (2002), 55– 59

【概要】

オーストラリアの研究チームにより、半定量的リスク評価の一部として、10の海産品（シーフード）におけるハザード/製品の組合せについて、“Risk Ranger”というリスク評価ツールを使用し、リスクランキング（以下「RR」とする。）を作成した。このツールは表計算シート（スプレッドシート）ソフトウェア形式であり、リスク推定の結果を提供する。リスクは0から100の数値で表され、0はリスクがないことを表し、100はすべての食事に致死量のハザードを含むことを意味する。このランキングに基づいて、オーストラリアのシーフードは3つのリスクカテゴリーに分類された。

ランクが32未満のハザード/製品の組合せには、水銀中毒（相対リスク=24）、缶詰の魚のボツリヌス菌（RR=25）、真空包装された冷燻製魚（RR=28）のボツリヌス菌、寿司/刺身の寄生虫（RR=31）、汚染されていない海域の貝類（RR=31）、輸入された調理済エビの腸内細菌（一般的なオーストラリアの国民）（RR=31）、及び管理された水域のバイオトキシン（RR=31）が含まれた。上記のいずれのハザード/製品の組合せも、オーストラリアにおいて食中毒の事例は記録されていない。

ランキング32～48のハザード/製品の組合せには、調理されたエビの腸炎ビブリオ（*Vibrio parahaemolyticus*）（RR=37）、調理されたエビのコレラ菌（*Vibrio cholerae*）（RR=37）、冷燻製シーフードのリスティア（RR=39）、スコンプロトキシン¹（RR=40）、カキの *Vibrio vulnificus*（RR=41）、一般的なオーストラリアの人におけるシガテラ魚（RR=45）、感受性集団（高齢者、妊婦等）（RR=45）と非常に感受性の高い集団（HIV感染患者、がん患者）（RR=47）における *Listeria monocytogenes*、感受性の高い消費者が食べる調理済エビ中の腸内細菌（RR=48）が含まれた。このカテゴリーのほとんどすべての

1 スコンプロトキシン（scombrototoxin）は、サバ科（scombroidei）の魚を喫食することにより発生する食中毒は、Scombrotoxin fish poisoning と呼ばれ、ヒスタミンを含め原因物質の総称として呼ばれることもある。（参照：農林水産省：食品安全に関するリスクプロフィールシート（検討会用）（化学物質）2021年12月5日 更新版）

ハザード/製品の組合せは、オーストラリアでの食中毒の発生が報告されていた。ランキングが 48 を超えるハザード/製品の組合せには、影響を受けやすい海域（サンゴ礁エリア）での遊漁釣りでのシガテラ魚（RR = 60）、汚染された水域由来の貝類のウイルス（RR = 67）、制御されていない水域における有毒藻類事案（RR = 72）が含まれた。このカテゴリーでは貝類に含まれるウイルスと生物毒素、オーストラリアの温水の沿岸地域で蔓延しているシガテラ中毒など、重大な（> 100 件の）食中毒の発生が報告されていた。

【結果】

Risk Ranger（Excel を用いたスプレッドシートモデル）を用いた半定量的リスク評価の結果は以下の表のとおり。表 13（Table 2）に示すように、ハザード/食品(製品)と対象集団（Selected population）をリスクに応じてランク付け（Risk ranking）した（0=リスクなし、100=死亡）。

表 13. リスクランキング

Hazard/product pairing	Selected population	Risk ranking
Ciguatera in reef fish	General Australian population	45
Ciguatera in reef fish	Recreational fishers, Queensland	60
Scombrototoxicosis	General Australian population	40
Algal biotoxin in shellfish-controlled waters	General Australian population	31
Algal biotoxin—during an algal bloom	Recreational gatherers	72
Mercury in predaceous fish	General Australian population	24
Viruses in oysters—contaminated waters	General Australian population	67
Viruses in oysters—uncontaminated waters	General Australian population	31
<i>V. parahaemolyticus</i> in cooked prawns	General Australian population	37
<i>V. cholerae</i> in cooked prawns	General Australian population	37
<i>V. vulnificus</i> in oysters	General Australian population	41
<i>L. monocytogenes</i> in cold-smoked seafoods	General Australian population	39
<i>L. monocytogenes</i> in cold-smoked seafoods	Susceptible (aged, pregnant, etc.)	45
<i>L. monocytogenes</i> in cold-smoked seafoods	Extremely susceptible (AIDS, cancer)	47
<i>C. botulinum</i> in canned fish	General Australian population	25
<i>C. botulinum</i> in vacuum packed smoked fish	General Australian population	28
Parasites in sushi/sashimi	General Australian population	31
Enteric bacteria in imported cooked shrimp	General Australian population	31
Enteric bacteria in imported cooked shrimp	Susceptible (aged, pregnant, etc.)	48

（Sumner J, Ross T（2002）から引用。）

【結論】

このリスク特性解析のモデルにより、迅速に、おおまかなリスクを推定することが可能となり、リスク管理者がハザード/製品の組み合わせについて、より集中的にリスク評価研究を行うべき優先順位をつけることができる。また、タイムリーに“what if”シナリオに対応でき、リスク管理者及び関係者にとって有益であると考えられる。

ii 定量的リスク評価の事例

(i) 定量的リスク評価の事例①

【タイトル】：鶏卵及び肉用鶏肉におけるサルモネラ属菌のリスク評価
(Risk Assessments of *Salmonella* in Eggs and Broiler Chickens)

【実施機関】：FAO/WHO

【出典】：Microbiological Risk Assessment Series 2. 2002

【概要】

FAO/WHO は、加盟国と合同食品規格委員会 (Codex 委員会) の両方から鶏卵及び肉用鶏におけるサルモネラ属菌のリスク評価に係る専門家の助言を求められたことから、鶏卵及び肉用鶏の肉におけるサルモネラ属菌のリスク評価を行った。本評価は、

- ・鶏卵および肉用鶏の肉におけるサルモネラ属菌のリスク評価に関する現在 (2000 年当時) 入手可能な全情報に関する文書を作成すること、問題に完全に対処するために現在入手できるデータのどこが不足し、どのようなことを補わなければならないかを明確にすること。
 - ・リスク評価の枠組みとモデル例を作成すること。
 - ・リスク評価を通じ、鶏卵および肉用鶏の肉のサルモネラ属菌に関連する問題に対処するためのいくつかのリスク管理 (介入) 措置の効果を検討すること。
- を目的とし、リスク管理機関の意思決定の助けとなる情報を提供するものとして、ハザードの特定、ハザードの特性評価、ばく露評価及びリスクの判定というリスク評価の 4 つの段階を含み評価を行った。

この「鶏卵及び肉用鶏におけるサルモネラ属菌のリスク評価書」では、ベータポアソンモデル(方程式)に、日本の食中毒調査 (国内の食中毒事例において摂取菌量が推定できた事例データ) 等のデータを用いて、以下の図 19 に示す用量反応曲線が作成された。

なお、FAO/WHO では、このようなサルモネラ等の侵襲性病原体の用量反応関係については、生物学的な閾値が存在しないという広く受け入れられた仮定を採用している。

以下では、卵のリスク評価に絞って紹介する。

ア. ハザードの特性評価

日本の食中毒調査データに基づき、用量反応曲線の作成が作成された。上限 (Upper bounder)、下限 (lower bounder)、2.5 パーセンタイル、95 パーセンタイル 及び期待値が示されている。期待値 (Expected value) のベ

- 1 タポアソンモデルの α 、 β 値は0.1324、51.45であった。

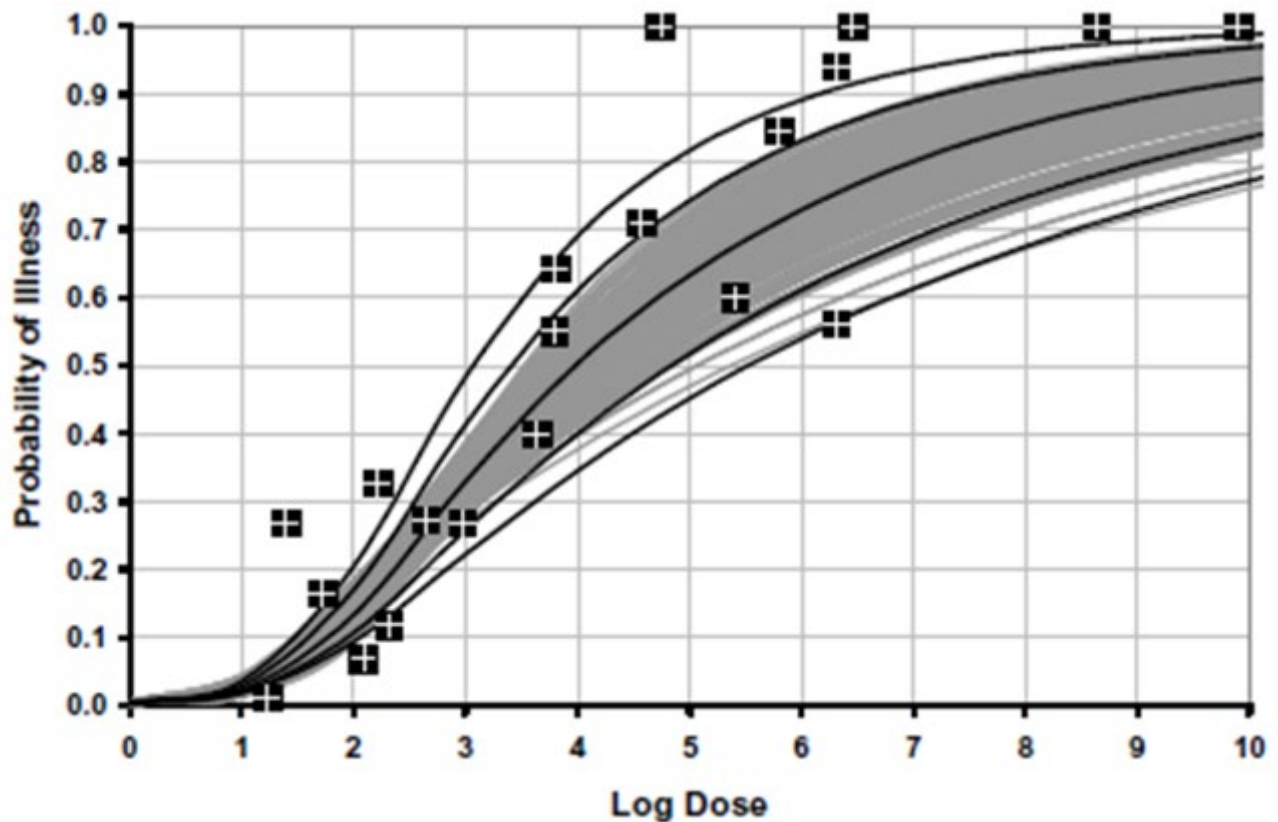


図 19. サルモネラの用量反応曲線

※図 19 の用量反応曲線の横軸は摂取量 (Log Dose)、縦軸は発症確率を示している。曲線は上から上限、95 percentile、expected value、2.5 percentile、及び下限の順に示してある。

■は食中毒調査結果に基づくデータで、低～中程度の摂取量でモデルによく当てはまっている。

(Microbiological Risk Assessment Series 2. (2002) から引用。)

イ. ばく露評価

ばく露評価で生産（鶏卵農場）から流通（GP センター、問屋、市場、量販店、小売店）さらに直接調理消費と割卵工場での加工後の調理消費をモデル化し、各段階での黒字で記載したデータをインプットした。

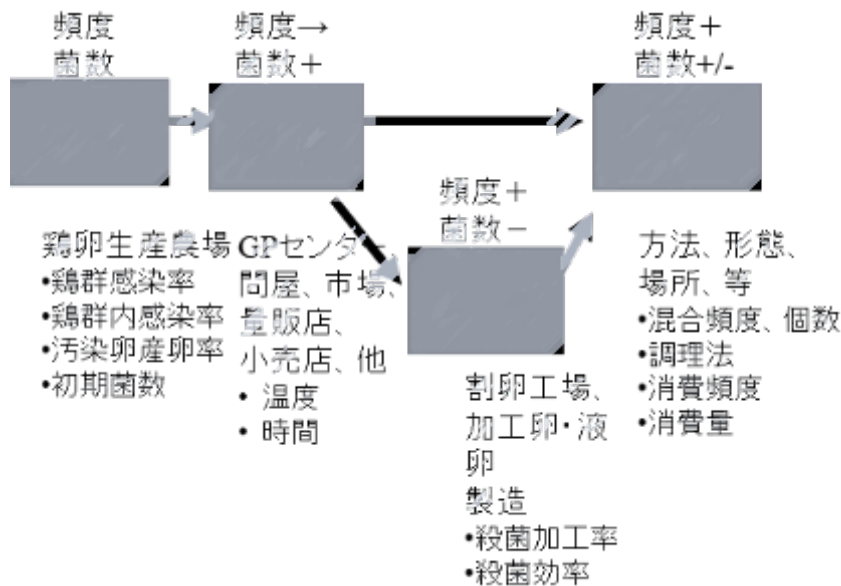


図 20. 生産（鶏卵農場）、流通（GP センター、問屋、市場、量販店、小売店）及び調理・消費までの経路と割卵工場での加工後の調理・消費までの経路モデル

(Microbiological Risk Assessment Series 2. (2002) から引用、作成。)

ウ. リスクの判定

ハザード特性評価とばく露評価を組み合わせ、リスクの判定を行った結果、鶏群の汚染率が5%で、卵の保管中の時間と温度のシナリオが **reduced**（温度低く、保管期間も短いシナリオ）で最も低く 0.00002%(喫食機会 1 千万回あたり患者 2 名)、逆に鶏群汚染率が 50%で、卵の保管中の時間と温度のシナリオが **elevated**（温度が高く、保管期間も長いシナリオ）で最も高く 0.00045%(喫食機会 100 万回あたり患者 4.5 名)であった。リスクの変化は鶏群の汚染率にほぼ比例し、ベースラインで見た場合汚染率 5%から 25%（5 倍）でリスクは 0.00002%から 0.00012%とほぼ 5 倍上昇、5%から 50%（10 倍）で、リスクは 0.00002%から 0.00024%とほぼ 10 倍上昇していた。

表 14 (Table 5.1) では、採卵鶏の群の有病率 (Flock prevalence) を 5%、25%、50%とした時、時間と管理温度を同じ管理下としたシナリオを仮定すると最低予測値（5%の有病率）では喫食機会 100 万回あたり患者 0.2 名 (Time-temperature scenarios の Reduced の部分 : 0.00002%)、最高予測値（50%の有病率）で同 100 万回あたり患者 4.5 名 (Time-temperature scenarios の Elevated の部分 : 0.00045%) となる。

表 14. 予測発症確率

Table 5.1. Predicted probabilities of illness per egg serving based on different flock prevalence settings and different egg storage time and temperature scenarios.

Flock prevalence	Time-temperature scenarios		
	Reduced	Baseline	Elevated
5%	0.00002%	0.00002%	0.00004%
25%	0.00009%	0.00012%	0.00022%
50%	0.00017%	0.00024%	0.00045%

(Microbiological Risk Assessment Series 2. (2002) から引用。)

汚染卵中の SE (*Salmonella Enteritidis*) が卵当たり 1, 10 又は 100 個と仮定した場合、汚染率が 5% の場合、卵の初期菌数が 1, 10, 100 個いずれであっても、1 回の喫食当たりのリスクは 1 千万回当たり 2 名であった。汚染率が 25% と 50% では初期菌数の影響が表れ、初期菌数が 1 から 100 個に増えると、喫食回数あたりのリスクは 1 千万回の喫食当たり、8 名から 10 名に増加する。初期菌数が 1 log 変化しても、感染のリスクの変化は 1 log 未満であった。

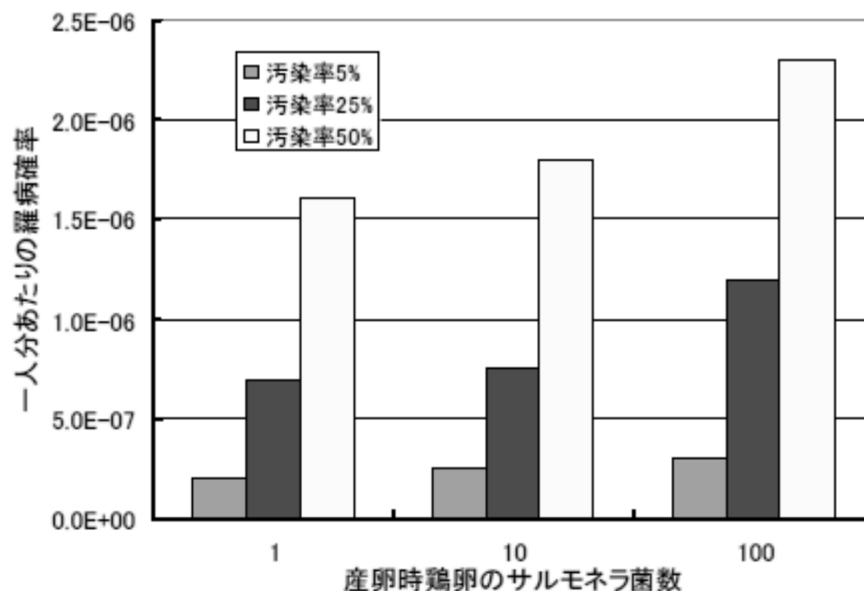


図 21. 汚染卵内の菌数と鶏群の汚染率と発症確率の関係。

※汚染卵中の SE の菌数が卵当たり 1, 10, または 100 個と仮定したときの、鶏群汚染率ごとの喫食回数あたりの感染確率の予測。3 つの鶏群の汚染率を想定した。卵の保管時間と温度はベースラインシナリオ条件と仮定。

1 ※図 21 (Fig5.6) では、横軸の数字は卵 1 個当たりの初期の *S. Enteritidis* の数を、棒
2 グラフは各群の汚染率を 5%、25%、50%とした時の結果を示している。縦軸は発症確率で、
3 喫食回数当たりのリスクを意味している。

4 (Microbiological Risk Assessment Series 2. (2002) から引用、作成。)

5

(ii) 定量的リスク評価の事例②

【タイトル】：セネガル、ダカールの家庭で調理された鶏肉の食事によるカンピロバクター感染症及びサルモネラ感染症のリスク評価

(Risk Assessment of campylobacteriosis and Salmonellosis Linked to Chicken Meals Prepared in Households in Dakar, Senegal)

【著者】： Pouillot R, Garin B, Ravaonindrina N, Diop K, Mahery Ratsitorahina M, Ramanantsoa D, Rocourt J

【出典】： Risk Analysis, Vol. 32, No. 10, 2012

【概要】

セネガルのダカールの家庭で、調理された鶏肉の食事に関連するサルモネラ感染症及びカンピロバクター感染症のリスクを説明するために、定量的な微生物学的リスク評価モデルを使用した。モデルは、ダカール市場で購入した鶏の首の皮膚の細菌による汚染率や菌数、鶏肉購入から消費までの時間と温度のプロファイル、家庭のキッチンにおける食事準備の観察調査及び台所用品と調理者の手の病原体の検出と菌数測定など、この研究のために特別に収集されたデータを使用して構築された。

鶏肉を完全に加熱すると、鶏肉に存在するすべての細菌が調理過程で死滅するが、調理済みの鶏肉あるいは台所用品又は調理者の手を介した相互汚染は、高い頻度での病原体の摂取につながった。また、調理前後での室温保管の間にサルモネラ属菌の著しい増殖が予想された。これらの高いばく露がダカールの家庭におけるカンピロバクター感染症及びまたはサルモネラ感染症に関連していた。摂取された細菌数とリスクを著しく下げることが、食鳥処理場において鶏肉の汚染率を減らすこと、又はキッチンでの簡単な衛生対策により達成できる。セネガルの食品取扱者の衛生教育を強化する緊急の必要性がある。

【モデルアプローチ】

下図の左端（Stage 0：食鳥処理場）から右端まで（消費されるまで）の過程で、6つのステップ（①食鳥処理場、②処理場から家庭への輸送、③家庭での加熱前、④加熱、⑤加熱後の保管、⑥喫食）で構築されていた。

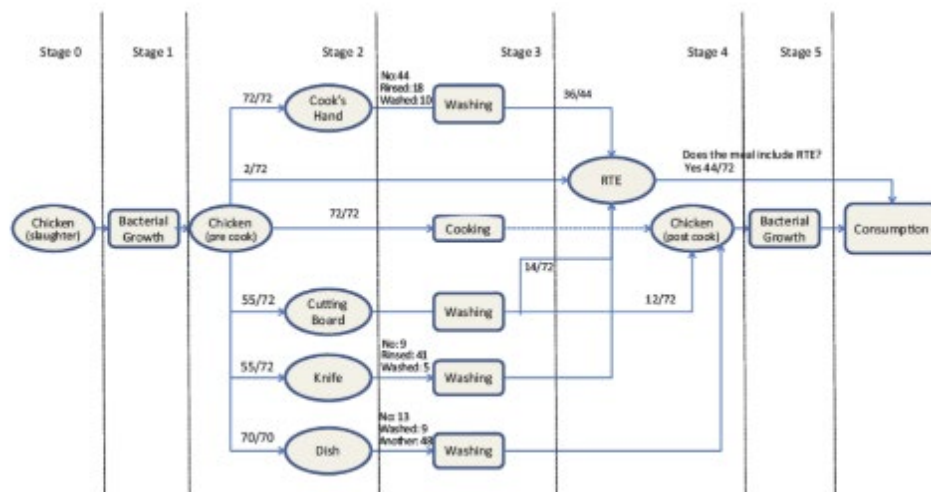


Fig. 1. Model diagram of the quantitative exposure assessment for *Campylobacter* and *Salmonella* in Dakar households.

図 22. (Fig. 1) ダカールの家庭でのカンピロバクター及びサルモネラ属菌の定量的ばく露評価のモデル図

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

【結果】

①初期汚染分布

カンピロバクター：鶏の汚染率は常に 100%で、対数正規分布でと体サンプル当たり、平均が $-0.281 \log_{10}$ で SD が $2.66 \log_{10}$ であった。

サルモネラ：最適なモデルは zeroinflated 対数正規分布であった。鶏の汚染率は 78.0%と推定された。汚染された鶏での菌数は対数正規分布で、平均 $1.91 \log_{10}$ CFU/サンプルで、SD は $1.15 \log_{10}$ CFU/サンプルと推定された。

②温度と時間のプロファイル及び加熱の効果

Fig. 2 は研究で観察された、4つの典型的な時間と温度のプロファイルを示している。加熱調理前のステップ、すなわち鶏肉の購入から加熱までの時間は通常長く(平均: 4 時間 17 分, SD: 1 時間 52 分)、その間、鶏肉は室温で保管されていた(平均 29.3°C ; Table II)。平均的な加熱調理ステップの時間も長かった(平均 75°C ; Table II)。加熱調理ステップでは、鶏肉に挿入した記録計が示し

た温度は極めて高く平均 93℃であった。この長時間の高温加熱の組み合わせにより、理論的には加熱工程では平均 $10^7 \log_{10}$ 、中央値で $3 \times 10^4 \log_{10}$ の菌数低減効果が考えられた。冷却工程は通常短く、しかし時には2時間以上で、その間の平均温度はおおよそ 35℃であった。最後に、加熱後、消費前の保管ステップは非常にバラツキがあり、6分から9時間36分までであった。加熱済の鶏肉は冷蔵庫または冷凍庫で保管されることはなく、この段階で最低温度は 17.5℃、平均温度は 32℃であった。

(Table II に観察された 72 事例のデータをまとめて示している。)

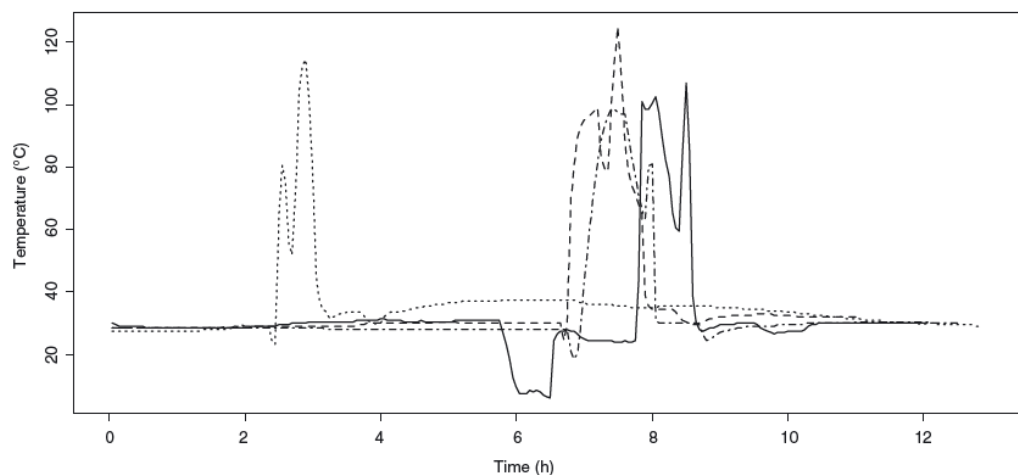


Fig. 2. Four examples of time-temperature profiles. Note the generally high temperature of storage and the extremely high temperature of cooking.

図 23 (Fig 2) Pouillot らの論文における 72 例の報告における温度及び時間
※典型的な 4 例分の「購入」から「喫食」までの時間経過 (横軸: Time (h)) と温度 (縦軸: Temperature (°C)) を示している。(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

表 15. (Table II) 72 例の 4 ステージの各時間の平均値及び中央値

Stage		Mean of the 72 Records	Median of the 72 Records
Precooking	Duration	4 hours 17 minutes	4 hours 21 minutes
	Average temperature (°C)	29.3	29.7
	SD temperature ^a (°C)	2.78	2.56
Cooking	Duration	51 minutes	51 minutes
	Average temperature (°C)	75	78
	SD temperature (°C)	14.0	14.3
	Log ₁₀ reduction	10 ⁷	3 × 10 ⁴
Cooling	Duration	17 minutes	12 minutes
	Average temperature (°C)	35	35
	SD temperature (°C)	4.0	3.5
Storage	Duration (minutes)	3 hours 40 minutes	3 hours 30 minutes
	Average temperature (°C)	30	30
	SD temperature (°C)	1.14	0.8

Table II. Time-Temperature Profiles Observed from Chicken Purchase in the Market to Consumption, 72 Records, Dakar (Senegal)

^aThe SD refers to the standard deviation of the varying temperature during the considered period.

表 15 (Table II.) では、本論文における 72 例の 4 ステージ分の (料理前時間 : Precooking、料理時間 : Cooking、冷却時間 : Cooling、喫食前の保管時間 : Storage) の平均値、中央値を示している。

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

③鶏肉の食事に関連する調査

鶏肉の食事に関連する調査では、台所で起こり得る交差汚染の可能性が指摘された。例えば、55 人の調理人が鶏肉を加熱したと申告していたが、9 人が使用前にまな板ナイフを洗浄もリンスもしたことがないと回答し、36 人はすすぐだけ、5 人が洗浄だけ、5 人が洗剤で洗うと回答した。喫食の前後での温度の不適切な管理が明らかとなった。

表 16 (Table III) は、本論文で評価された 72 人分の鶏肉の食事に関連する質問とその回答を表しており、キッチンでの交差汚染、細菌の増殖可能性に及び食事の人数に関する質問と、具体的な回答が示されている。

表 16. (Table III) : 本論文で評価された 72 人分の鶏肉の食事に関連する質問とその回答

Table III. Selected Results of the Questionnaire on Meal Preparation Completed by 72 Volunteers, Dakar, Senegal

Questions on Potential Cross-Contamination in the Kitchen		
Was the raw chicken in contact with uncooked or ready-to-eat food during its transport from the market to the house, or during its storage?	Yes	2
	No	70
Does the meal include uncooked, or already cooked and not recooked (ready-to-eat, RTE) food?	Yes	44
	No	28
If yes: what is the order of preparation of the food items?	Chicken, then RTE	33
	RTE, then chicken	8
	Simultaneous	3
Does the cook wash her hands before preparing the meal or touching the chicken?	No	29
	Yes	43
Does the cook use a hand cloth while preparing the meal?	Yes	26
	No	46
If yes, what is the state of the cloth?	Very clean	0
	Clean	6
	Rather dirty	14
	Dirty	5
	Really dirty	1
Is the chicken cut before cooking?	Yes	55
	No	17
If yes, is the material (knife, board) cleaned before use?	No	13
	Rinsed	31
	Washed, without detergent	4
	Washed, with detergent	6
Is the material (knife, board) cleaned after use?	No	9
	Rinsed	36
	Washed, without detergent	5
	Washed, with detergent	5
Is uncooked or RTE food placed on the cutting board after the chicken is cut?	Yes	14
	No	58
After the cooking step, is the chicken put on the cutting board?	Yes ^a	18
	No	54
After cooking, is the chicken placed on a dish?	The same as before cooking, washed	9
	The same as before cooking, not washed	13
	Another dish	48
After cooking, is the chicken in contact with uncooked food while stored?	Yes	6
	No	66
Questions to Investigate Potential Bacterial Growth		
In the kitchen, do you have a freezer?	Yes	35
	No	37
In the kitchen, do you have a refrigerator?	Yes	13
	No ^b	59
How did you store the chicken at home, before its preparation?	Ambient temperature	62
	Refrigerated	2
	Frozen	9
How did you store the chicken at home, after its preparation?	Ambient temperature	61
	Refrigerated	1
Questions to Investigate Consumption		
How many people will share this meal?	3	1
	4	10
	5	12
	6	6
	7	9
	8	13
	9	10
	≥9	11

^aAmong the 18 people who answered "Yes," six did not cut the chicken before cooking. Among the 12 who cut the chicken before cooking, four did not clean the board between these two contacts, six rinsed it, one washed it without a detergent, and one washed it with a detergent.

^bTwenty-four individuals had neither freezer nor refrigerator.

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

④リスク評価モデル

食事の調理の一般的な経路及び種々の活動の頻度のためのフードチェーンモデルが質問状に対する回答及び現場での観察から推論された。

ア. 結果としてのプロセスモデル

調理人の手及び5つの異なるもの（鶏、調理済（RTE）,まな板、包丁及び皿）が考えられた。モデルは図22（Fig 1）に示した6つの段階で構成した。

イ. ばく露評価モデル

モンテカルロシミュレーションから、74% (95%CI: 4–82) の鶏肉が食鳥処理場においてカンピロバクターに汚染されていると推定された。実際、モデルの初期汚染は、汚染率は100%で、菌数は低く設定したことから、シミュレーションしたおよそ25%のと体は菌数がゼロであった。鶏肉中の菌数(と体全体)は非常にバラツキが大きく、平均が7.5 log₁₀ CFU (95%CI: 6.1–8.3)、中央値が1.5 log₁₀ CFU (95%CI: 0.8–1.9)であった。カンピロバクターは大気中では増殖しないため、調理時の菌数は購入時と同じと仮定した。キッチンではカンピロバクターは食事の準備中に様々なものに移行した（手、まな板、皿およびナイフ）。Fig. 3 はこれらの移行の程度を示したものである。調理した食事の汚染率は5% (95%CI: 3–7) 、平均菌数は3.4 log₁₀CFU/serving (95%CI: 1.6–5.4 log₁₀ CFU/serving)であった。(Table IV参照)

サルモネラ属菌については、調理した食事の汚染率は21% (95%CI: 15–26) 、平均菌数は5.1 log₁₀ CFU/serving (95%CI: 4.4–6.1 log₁₀ CFU/serving)であった。(後述の表18 (Table V) 参照)

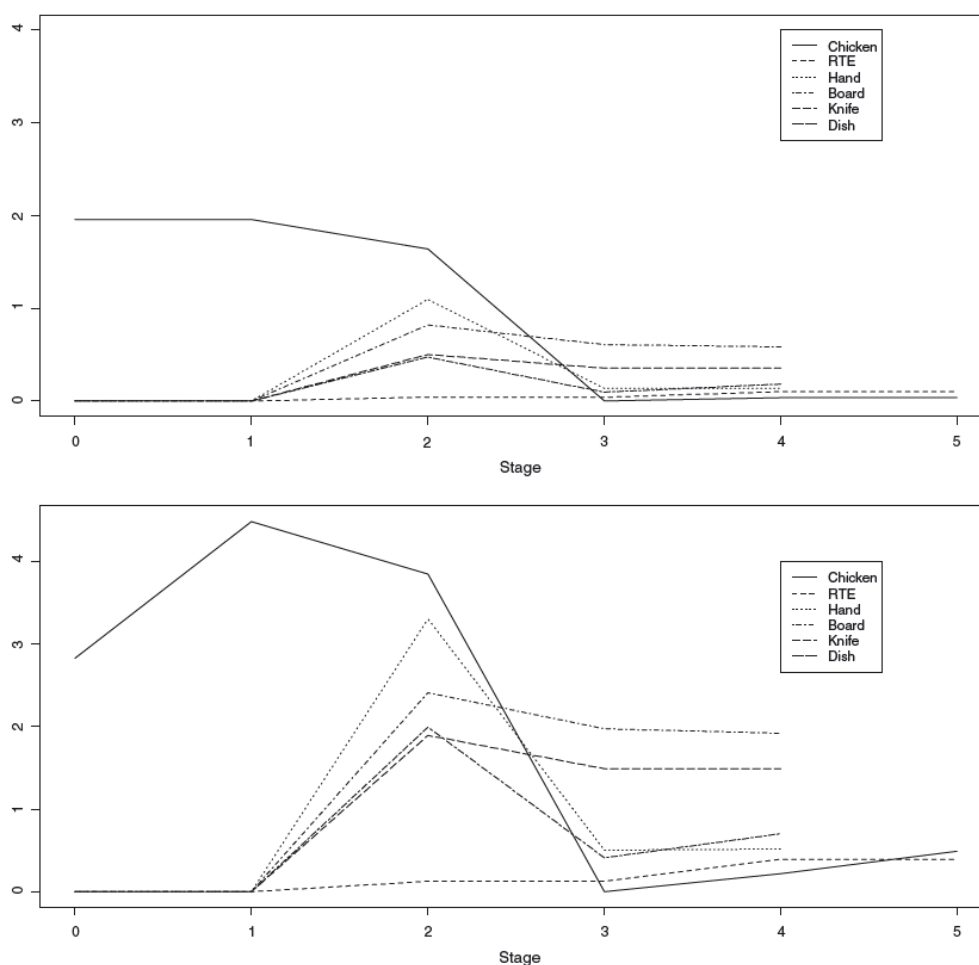


Fig. 3. Changes in the mean of the $\log_{10}$ (number of bacteria + 1) on objects and food at the end of each stage (see Fig. 1 for definition of the stages). Top panel: *Campylobacter*; Bottom panel: *Salmonella*.

図 24、横軸は Fig1 で示された Stage 0（食鳥処理場）から Stage 6（消費・喫食）のうち 1～5 のステージの図示

※複数ある直線あるいは破線は調理人の手、鶏、調理済（RTE）、まな板、包丁及び皿の菌数推移を示している。

（Pouillot R et al. (2012)から引用。）

表17 (Table IV) には、カンピロバクターに汚染された鶏肉を調理した食事を喫食した時の、喫食時のばく露菌数、喫食される食物の消費時の有病率、さらにその後の発症の可能性の平均値・標準偏差値・分位値に関し、見積値・95%上限値・95%下限値について記載。

表 17 . ダカールの家庭における鶏肉料理喫食時のカンピロバクターの
推定ばく露菌数

Table IV. Outputs of a Quantitative Risk Assessment of Campylobacteriosis Following Ingestion of a Serving of a Chicken Meal in Dakar Households (Senegal)

Output	Mean	SD	Quantiles		
			50%	75%	97.5%
Dose (CFU/serving)					
Estimate	2,624	160,933	0	0	6
Lower limit 95% CI	39	1,473	0	0	1
Upper limit 95% CI	251,465	20,409,503	0	0	49
Prevalence at Consumption					
Estimate	0.047	0.212	0	0	1.000
Lower limit 95% CI	0.030	0.172	0	0	1.000
Upper limit 95% CI	0.070	0.255	0	0	1.000
Probability of Infection					
Estimate	0.033	0.177	0	0	1.000
Lower limit 95% CI	0.019	0.137	0	0	0.000
Upper limit 95% CI	0.052	0.221	0	0	1.000
Probability of Illness (Children)					
Estimate	0.031	0.171	0	0	0.999
Lower limit 95% CI	0.015	0.110	0	0	0.000
Upper limit 95% CI	0.051	0.219	0	0	1.000
Probability of Illness (Adults)					
Estimate	0.015	0.118	0	0	1.79×10^{-7}
Lower limit 95% CI	0.007	0.081	0	0	0.000
Upper limit 95% CI	0.029	0.166	0	0	1.000

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

ウ. リスクの判定

カンピロバクター: 感染リスクの平均値は 3.3% (95%CI: 1.9–5.2)と推定された。子供の疾病リスクは平均 3.1% (95%CI: 1.5–5.1) 、成人は子供より低く、平均 1.5%であった (95%CI: 0.70–2.9) (Table IV)。

サルモネラ属菌: 食事の喫食後の感染リスクの推定平均は 16% (95%CI: 1.5–25)で、発病リスクの推定平均は 13% (95%CI: 0.4–25)であった。カンピロバクター同様、これらのリスクの分布はきわめて skewed であった。

また、用量反応モデルに大きな不確実性があるため、これらの推定は不確実性が高い。サルモネラ属菌についても、カンピロバクターと同様、50% 以上の個人のリスクはゼロであった。なぜなら、食事中にサルモネラ属菌を全く摂取していないからである。(表 18 Table V)。

表 18 (Table V) では、サルモネラ属菌に汚染された鶏肉を調理した食事を喫食した時の、喫食時のばく露菌数、喫食される食物の消費時の有病率、さらにその後の発症の可能性の平均値・標準偏差値・分位値に関し、見積値・、95%上限値・95%下限値について記載。

表18. ダカールの家庭における鶏肉料理喫食時のサルモネラ属菌の
推定ばく露菌数

Table V. Outputs of a Quantitative Risk Assessment of Salmonellosis Following Ingestion of a Serving of a Chicken Meal in Dakar Households (Senegal)

Output	Mean	SD	Quantiles		
			50%	75%	97.5%
Dose (CFU/serving)					
Estimate	119,614	4.94×10^6	0	0.000	31,507
Lower limit 95%CI	22,794	5.98×10^5	0	0.000	9,672
Upper limit 95%CI	1,353,948	1.16×10^8	0	2.000	98,592
Prevalence at Consumption					
Estimate	0.205	0.404	0	0.000	1
Lower limit 95%CI	0.151	0.358	0	0.000	1
Upper limit 95%CI	0.263	0.440	0	1.000	1
Probability of Infection					
Estimate	0.161	0.360	0	0.000	1.000
Lower limit 95%CI	0.015	0.117	0	0.000	0.000
Upper limit 95%CI	0.248	0.432	0	0.134	1.000
Probability of Illness					
Estimate	0.125	0.318	0	0.000	1.000
Lower limit 95%CI	0.004	0.057	0	0.000	0.000
Upper limit 95%CI	0.248	0.432	0	0.010	1.000

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

エ 介入措置

食鳥処理場における菌数削減がリスク低減に効果が認められた(Fig. 4)。2 $\log_{10}$ 削減 (菌数を 99%削減) により患者数を 1/2 に減らすことができると推定された。5 $\log_{10}$ 削減でもリスクを完全に排除するには不十分であると考えられた。台所での洗浄効果のモデル化から、洗浄はサルモネラ感染症またはカンピロバクター感染症のリスクを著しく減らすためには不十分であることが示唆された(図25の alternatives #4 and #5)。リスクを減らす効果的な方法は加熱前後において、まな板、包丁及び皿を変えることにより、製品間の交差汚染を避けることであると考えられた(alternative #6)。細菌は増殖がなければ、摂取される菌数及びリスクに明らかに前向きな影響を及ぼすであろう。しかし、このインパクトは予想したより小さく、このプロセスにおけるばく露において交差汚染が重要な役割を果たしていると考えられた。

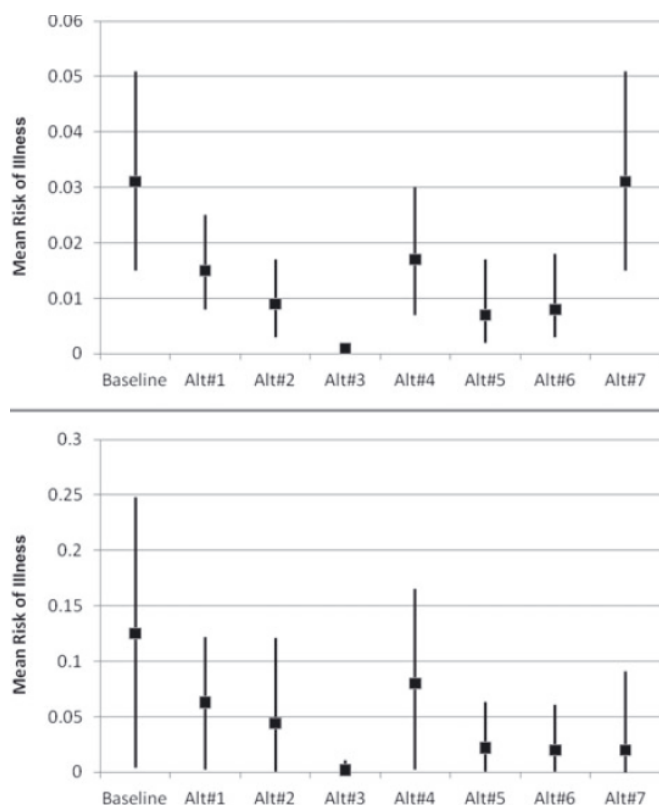


Fig. 4. Mean risk (95%CI) of campylobacteriosis for children (top panel) and salmonellosis for adults and children (bottom panel) for children, following the ingestion of a serving of a chicken meal in Dakar households (Senegal), according to the baseline model and the alternative models: Alt#1: reduction in the prevalence of contaminated chickens by a factor of two; Alt#2: 2 log₁₀ reduction in bacterial load at slaughter; Alt#3: 5 log₁₀ reduction in bacterial load at slaughter; Alt#4: the cooks wash the various objects (with a detergent) each time they attended to wash or rinse them in the baseline model; Alt#5: the cooks systematically washed the various objects (knife, board, dishes, and hands) during stage 2; Alt#6: the cooks changed the knife, board, and dish between stages 1 and 3 and washed their hands with a detergent; Alt#7: products are stored in a refrigerator before and after cooking.

図25 (Fig. 4.)

上図:子供のカンピロバクター感染症、下図:大人と子供のサルモネラ感染症に関する発症平均リスク(95%信頼区間)の図示

※縦軸は平均発症リスク、縦線は各モデルで示している。

左端:ベースラインモデルの結果。

Alt#1:汚染された鶏の汚染率を減少させると、とさつ時にと体の汚染発生を減らせる。

Alt#2:とさつ時の細菌量 2log₁₀ 減少した時。

Alt#3:とさつ時の細菌量 5log₁₀ 減少した時。

Alt#4:調理人が、ベースラインモデルで洗いやすすぎ毎に、様々なものを洗剤で洗った時。

Alt#5:ステージ2において、調理人が包丁、まな板、食器、手などを体系的に洗った時。

Alt#6:調理人がステージ1とステージ3の間で包丁、まな板、食器を交換し洗剤で手を洗った時。

Alt#7:料理が、調理前と調理後に冷蔵庫で保管された時。

(Pouillot R et al. (2012)から引用。)

1 【考察】

2 鶏のと体のカンピロバクターとサルモネラ属菌の高い汚染菌量がキッチンに
3 入り、交差汚染を起こすことが人への感染及び疾病の高いリスクにつながって
4 いることが示唆された。食鳥処理と食事調理時の衛生の改善により、ダカールに
5 おけるカンピロバクター感染症とサルモネラ感染症の疾病負荷を減らすことが
6 できると考えられた。食品安全全体、特にカンピロバクターとサルモネラ属菌に
7 関する、国民の意識を高める必要がある。WHO の“Five keys to safer food” の
8 ような明解でかつシンプルなメッセージに基づくコミュニケーションツールが
9 開発された。セネガルにおける食鳥処理場の衛生、及び個々の家庭での衛生を
10 強化するための追加のリスク管理及びリスクコミュニケーションツールが作成
11 されるべきである。

12

(iii) 定量的リスク評価の事例③

【タイトル】：タイ南部の Bloody clam 中の腸炎ビブリオのリスク評価のための定量的モデリング

(Quantitative modeling for risk assessment of *Vibrio parahaemolyticus* in bloody clams in southern Thailand)

【著者】： Yamamoto A, Iwahori J, Vuddhakul V, Charernjiratragul W, Vose D, Osaka K, Shigematsu M, Toyofuku H, Yamamoto S, Mitsuaki Nishibuchi M, Kasuga F

【出典】： International Journal of Food Microbiology 124 (2008) 70–78

【概要】

タイ南部で消費された Bloody clam: アカガイ (*Anadara granosa*, 以下「BC」という。) における腸炎ビブリオのリスク評価が実施された。この研究では、採取及び小売段階、そしてこのプロセスの間での BC 中の病原性腸炎ビブリオの汚染率と濃度を推定した。また、BC の総腸炎ビブリオと病原性腸炎ビブリオを検出する方法を調査した。BC の消費と加熱調理の効率、消費者のインタビューと現場観察により調査した。ベータ・ポアソン用量反応モデルを使用して、米国 FDA によって提示された最も可能性の高いパラメーターの推定方法を適用して発症確率を推定した。これらの細菌の動態及び消費行動データは、確率モデルを開発することによって分析された。シミュレーションでは、BC を消費し、腸炎ビブリオ食中毒になる平均回数が 5.6×10^{-4} /人/年と推定された。感度分析により、BC を十分に加熱しなかった人がリスクを高める主要な要因であることが示唆された。この研究は限られたデータ収集と国際協力（日、米、タイ）による微生物学的リスク評価がどのように貴重な地元の洞察につながるかという事例として役立つと考えられた。

【モデルアプローチ】

利用可能なデータから図26 (Fig1) に示したモデルが構築された。

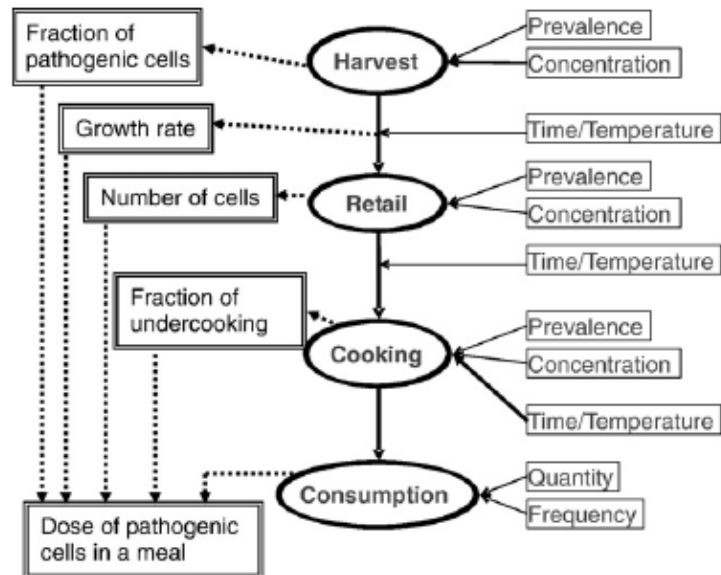


Fig. 1. Schematic representation of the model framework for production-to-consumption risk assessment of *V. parahaemolyticus* in bloody clams. Modeled parameters are written in double-lined squares.

図26. 生産から消費までのリスク評価モデルフレームワーク

(Yamamoto A et al. (2008)から引用。)

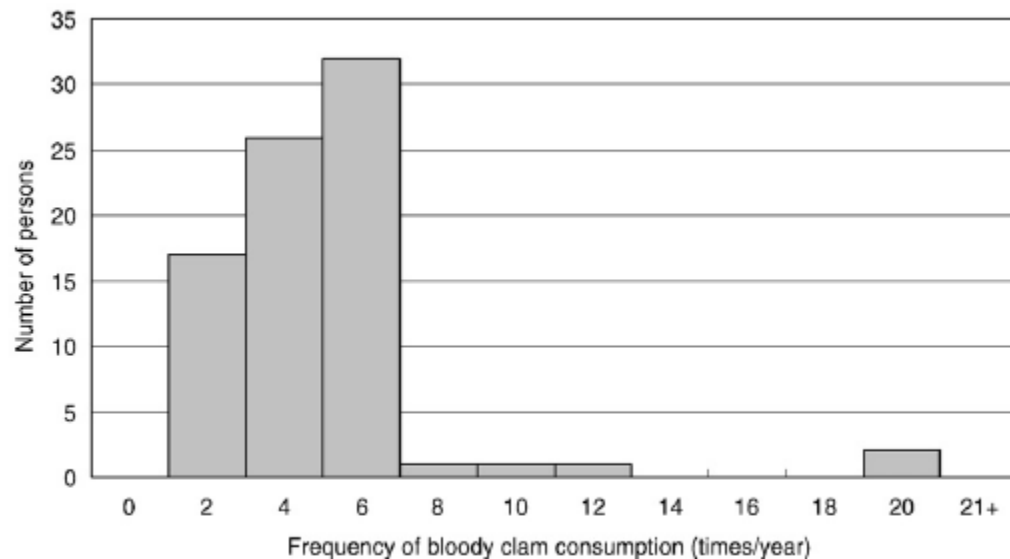


Fig. 3. Distribution of frequency of bloody clam consumption per year.

図27. 年間のBCの喫食の頻度分布

(Yamamoto A et al. (2008)から引用。)

消費者のインタビューから、年間のBCの喫食の頻度分布が得られた(図27)。
縦軸：人数、横軸：年間のBCの喫食回数を示す。

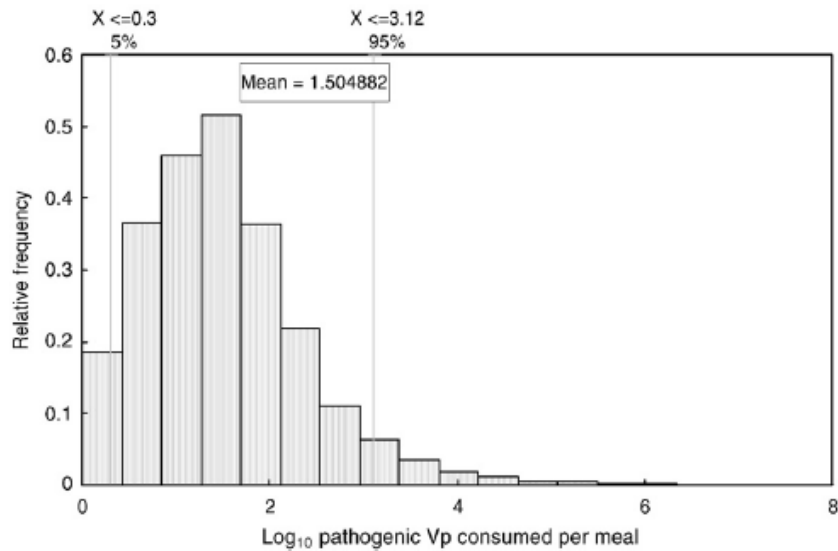


Fig. 5. Distribution of pathogenic *V. parahaemolyticus* (Log₁₀ cells) in a simulated bloody clam meal after improper cooking.

図28 (Fig. 5.) 十分に加熱されず不適切に調理されたBC料理の病原性V_pの数

※縦軸：相対頻度、横軸：十分に加熱されず不適切に調理されたBC料理の病原性V_pの数（常用対数換算）

(Yamamoto A et al.(2008)から引用。)

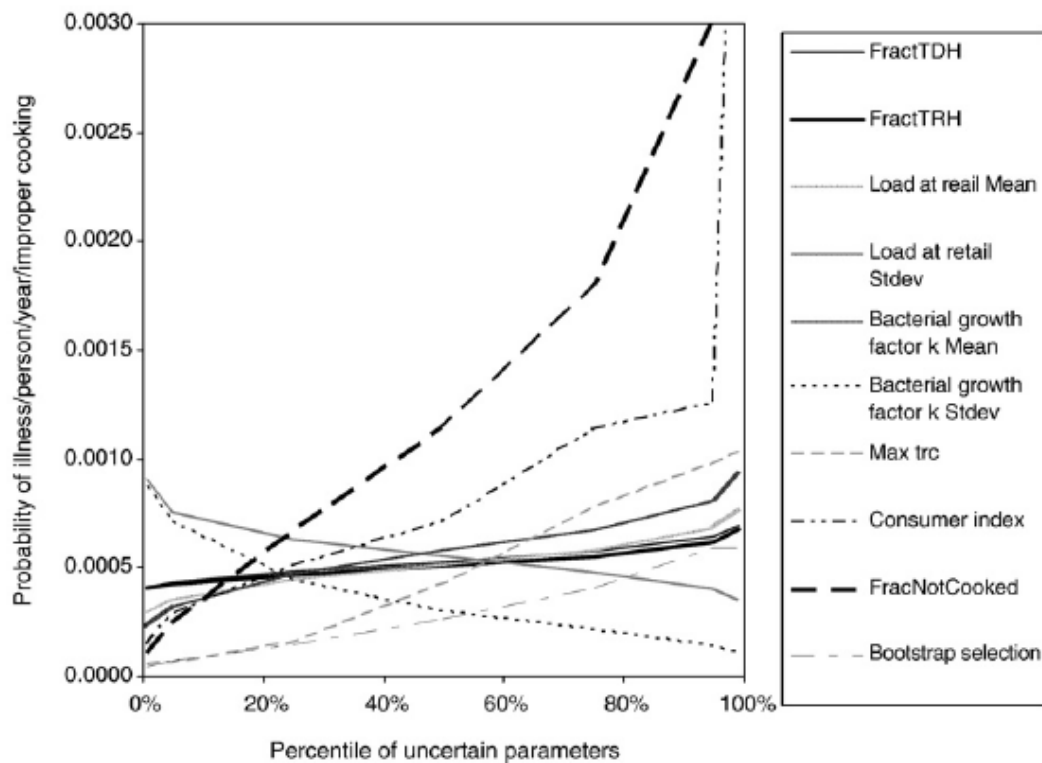


図29. (Fig. 6.) スパイダー図(感度分析)

縦軸：不十分の加熱で調理での1年間1人当たりの発症確率、横軸：不確実性要素のパーセンタイル

- ・ FractTDH: 全 V_p 中の tdh+腸炎ビブリオ (V_p) の割合
- ・ FractTRH: 全 V_p に占める trh+ V_p の割合
- ・ Load at retail Mean (小売段階での負荷 平均値): 小売段階での全 V_p の平均濃度。
- ・ Bacterial growth factor k Mean (細菌増殖因子 k 平均値): V_p の増殖速度の平均値。
- ・ Bacterial growth factor k Stdev (細菌増殖因子 k Stdev): V_p の増殖速度の標準偏差。
- ・ Max trc: 小売から家庭で調理するまでの時間の最大値。
- ・ Consumer index (消費者指数): インタビューを受けた人の中から、年間のアサリの喫食頻度や、1回の食事で喫食するアサリの個数をモデル化したものを選択。
- ・ FracNotCooked: アサリ料理の加熱調理が不十分な人の割合。
- ・ Bootstrap selection: 米国 FDA によるブートストラップ結果の可能性に応じた β -ポアソン用量反応モデルのパラメータ推定値の選択。

(Yamamoto A et al.(2008)から引用。)

【結果】

シミュレーションモデルは、BC の喫食により腸炎ビブリオ食中毒になる確率の平均値は 5.6×10^{-4} 、つまり1年に人口10,000人当たり6人が発症すると推定

1 した。

2 感度分析によると、図6に示すように、腸炎ビブリオの感染はBCを不適切に
3 沸騰させていたことがリスクに最も影響を与え、その次にBCの年間消費量が
4 続き、他の確率変数はリスクに有意に影響しないことが実証された。

5 結論として、このモデルの統計的不確実性は、モデルからの推定では、不確実
6 なパラメータのいくつかが極端な場合、年間一人あたり 0.003 変化することが
7 ありえるが、これ以上大きくなることはないというものだった。

8
9 本研究では、いくつかの重大なデータギャップがあるため、腸炎ビブリオ食中
10 毒の発症リスクを過小評価する可能性があることについて言及している。また、
11 本評価では、フードチェーンを通じて BC における細菌に関するデータをより
12 多く収集し、ハザードの検出に重点を置き、貝の収穫、保管、調理及び喫食パタ
13 ーンに関する行動のより詳細なデータを収集する必要性に言及している。

(iv) 定量的リスク評価の事例④

【タイトル】：一次生産段階における肉用鶏中のカンピロバクターのコントロールに関する情報の更新及びレビュー

(Update and review of control for *Campylobacter* in broiler at primary production)

【実施期間】：欧州食品安全機関 (EFSA)

【出典】：EFSA Journal. 2020. 18(4): 6090

【概要】

EFSA が 2020 年 3 月 18 日に公表した科学意見書「一次生産における肉用鶏のカンピロバクターに対する管理オプションの更新及びレビュー(見直し)」では、2011 年のカンピロバクターに関する EFSA の意見書(EFSA:Scientific Opinion on *Campylobacter* in broiler meat production: control options and performance objectives and/or targets at different stages of the food chain. EFSA Journal 2011; 9(4): 2105) について、より最近の科学的データを使用して更新した。

肉用鶏の肉に起因する EU での人のカンピロバクター感染症の相対リスクの減少、鶏群のカンピロバクターの汚染率を減らす介入のために、農場での管理のオプションの効果を集団の寄与割合 (人口寄与割合 Population Attributable Fractions (PAF) ²⁾ を用いて推定した。また、盲腸便中のカンピロバクター濃度を低下させる介入のためのモデリングアプローチが更新され、さらに科学文献のレビューが行われた。生産段階における 6 つの管理 (コントロール) オプション (以下「CO」という。) として、①衛生的な前室、②げっ歯類管理、③鶏舎への侵入動物の管理、④飲水の殺菌、⑤従業員の訓練、⑥カップなし飲水器について計算された PAF 分析によると、これら 6 つの CO のそれぞれを個別に採用することで達成できる相対リスクの削減はかなりの量であると推定されたが、すべての CO の相対リスクの信頼区間の幅が大きいため、特定のリスクを削減する CO の可能性には、大きな不確実性が認められた。

更新されたモデルの結果は、2011 年の EFSA の意見書で使用されたモデルよりも影響の推定が低かった。肉用鶏の盲腸のカンピロバクター濃度を 3-log10 減少させることにより、肉用鶏の肉に起因する人のカンピロバクター感染症の相

2 あるリスク要因によるばく露について、代替のシナリオにより、そのばく露が減少した場合における集団の疾病又は致死率の減少割合のこと。(参照. WHO: Metrics: Population Attributable Fraction (PAF). Health statistics and information systems. https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_paf/en/)

1 対的な EU でのリスク低減は、以前の意見では 90%を超えると推定されていた
2 のに対し、このモデルでは 58%の低減と推定された。

3 専門家の知識を引き出し集約する方法 (Expert Knowledge Elicitation) を、様々
4 な証拠に重みを付けて統合し、また不確実性を評価して、CO をランク付けする
5 ために使用した。

6 選択された CO の相対リスク削減の中央値は信頼区間が大きく重複している
7 ため、順位は不確実だった：ワクチン接種 27% (90%の信頼区間 (PI) 4–74%) ;
8 飼料および水添加物 24% (90%PI 4–60%) ;間びきの禁止 18% (90%PI 5–65%) ;
9 少数の十分な訓練を受けたスタッフを雇用する 16% (90%PI 5–45%) ;給水器
10 の使用による飲水 15% (90%PI 4–53%)、飲料水への消毒剤の添加 14% (90%
11 PI 3–36%) ;衛生的な前室 12% (90%PI 3–50%) ;肉用鶏の養鶏場毎の指定工
12 具の使用 7% (90%PI 1–18%)。CO の組み合わせの効果を定量化することはで
13 きなかった。証拠から導き出された推定値は相互に依存しており、関連する不確
14 実性のレベルが高かった。

15
16 なお、リスク管理機関からリスク評価機関への諮問とその回答の具体例とし
17 て、以下に詳細を示す。

18 19 【リスク評価における管理者からの諮問】

20 本リスク評価における諮問は次のとおり。

21 問 1：前回の 2011 年の意見書以降、CO についてどんな新しい科学的エビデンス
22 が得られたか。またそれらのカンピロバクター感染症減少の相対的リスク低減
23 効果は？

24 問 2：一次生産レベルで選択した CO の人のカンピロバクター感染症を減少させ
25 る上での効果に関するランキングは？

26 問 3：選択した CO の利点及び欠点は？

27 問 4：CO を組み合わせた効果は？

28 29 【アプローチの概要】

30 CO の効果は 2 つの異なるモデリングアプローチを用いて推定

31 (a)食鳥処理場へ送られる肉用鶏群のカンピロバクター汚染率を下げる CO

32 (b)盲腸便中のカンピロバクター菌数を下げる CO モデリング

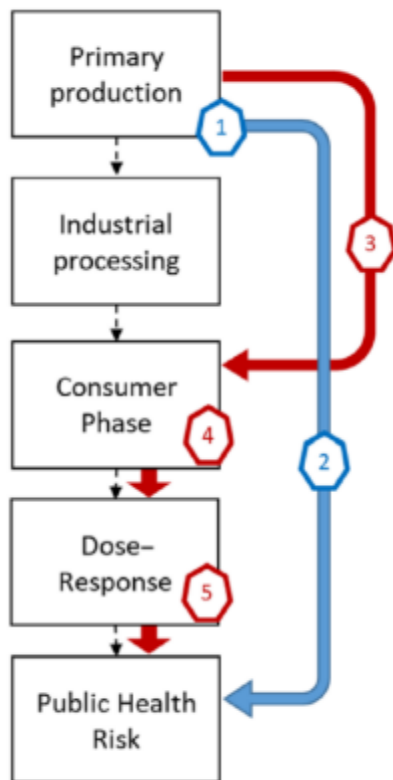


図30. Population Attributable Fractions (PAF) 分析手法による鶏群の汚染割合低減のための介入措置の検討

(EFSA (2020) から引用。)

※公衆衛生上の効果を推定するために用いたモデリングステップを表している。

2 (青線) : 鶏群汚染率を下げることによる公衆衛生上の効果 (養鶏場の群の有病率と公衆衛生上のリスクとの間に比例した関係があると仮定)

3 (赤線) : 盲腸便中の菌数を下げることによる公衆衛生上の効果を推定 (盲腸の菌濃度を肉用鶏の肉の菌濃度と関連付ける回帰モデル)

1 : 疫学的リスク因子研究から得られた PAF (人口帰属的画分) 分析手法

4 : 群れの有病率と公衆衛生上のリスクとの間に比例した関係があると仮定する

5 : 用量反応 (DR) モデル

PAF については、以下のようにみなして考え、計算することとした。

- 農場での管理の変更の効果を鶏群におけるカンピロバクターの定着のリスクに解釈するため、オッズ比を PAF に変換することができる。
- PAF の定義 (WHO):あるリスク要因によるばく露について、代替のシナリオによりそのばく露が減少した場合における集団の疾病又は致死率の減少割合のこと
- もしリスク因子へのばく露が代わりの理想的なばく露にまで減ったときに起きる集団における疾病または死亡率の低下

- ここでは「集団の疾病又は致死率」とは、鶏群へ腸管にカンピロバクターが定着したとと解釈した。
- 農場の管理が存在して、リスク因子を修正できるものだけを PAF 解析に使用した。
- PAF 値：リスク因子への暴露がもしなくなったら鶏群の陽性率が比例して減少すると解釈
- CO の効果は相対リスク低減として表現：もしそのオプションが EU 中のすべての農場で実施されたとしたら、肉用鶏の肉の喫食によっておきる人のカンピロバクター感染症の発生率の相対的な減少率として表した
 - $RRR = 1 - Inc_{int}/Inc_{curr}$
- CO のランキングは専門家による知識の抽出 (Expert Knowledge Elicitation (EKE)) を用いた、可能性のある効果の評価に基づく異なるエビデンスと関連する不確実性を考慮に入れて実施した。

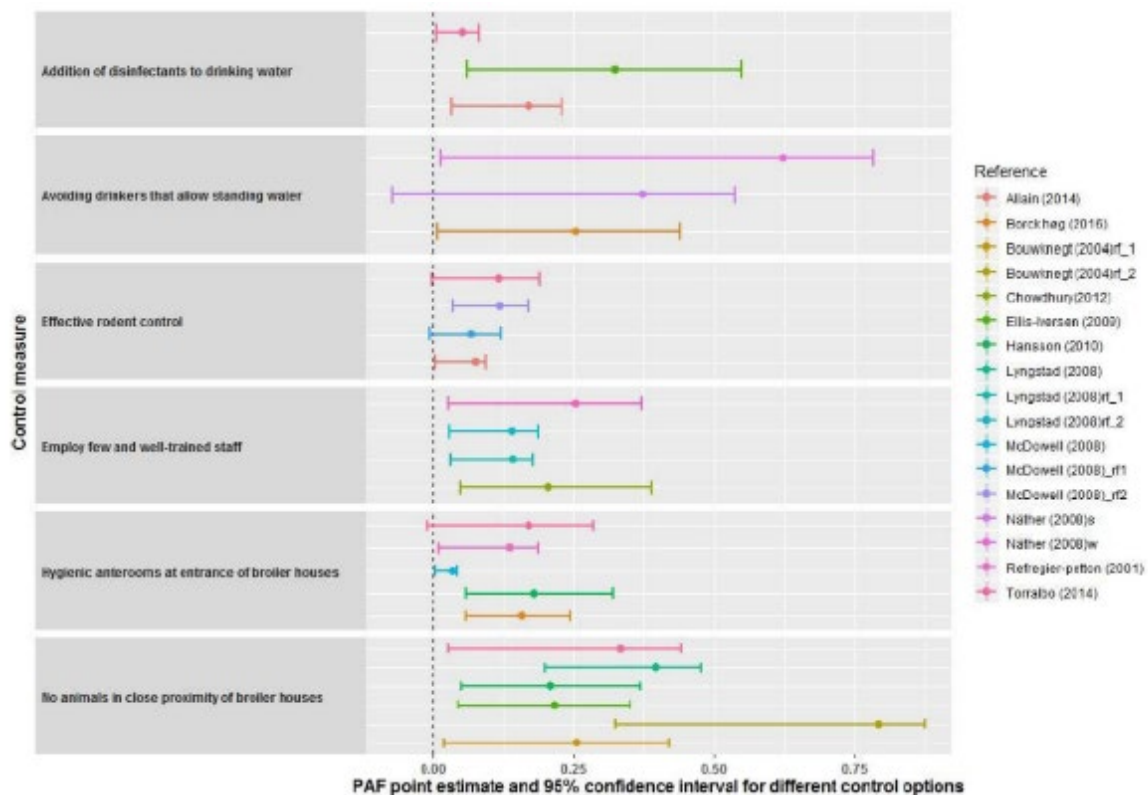


図3 1. 管理手段毎の論文ごとのリスク低減効果

(EFSA (2020) から引用。)

縦軸：PAF 解析により、管理方法が特定された 6 つのエビデンスをたての 6 列に示した。
 各エビデンスで文献ごとに 95%信頼区間と PAF の点推定値を表現している。
 横軸：PAF 値

図の右の Reference は筆頭著者と論文の発行年を示す。

i)消毒薬の飲水添加、ii)ため水が生じる飲水装置の使用を避ける、iii)効果的なげっ歯類の管理抑制、iv)数人のよく訓練されたスタッフの雇用、v)鶏舎入口の衛生的な前室、及びvi)鶏舎の近隣に動物が存在しないこと の6つのCOについて、PAFの点推定及び95%信頼区間を示した。いずれの95%信頼区間が極めて大きく、どのCOが著しく効果的であるとまでは言えなかった。

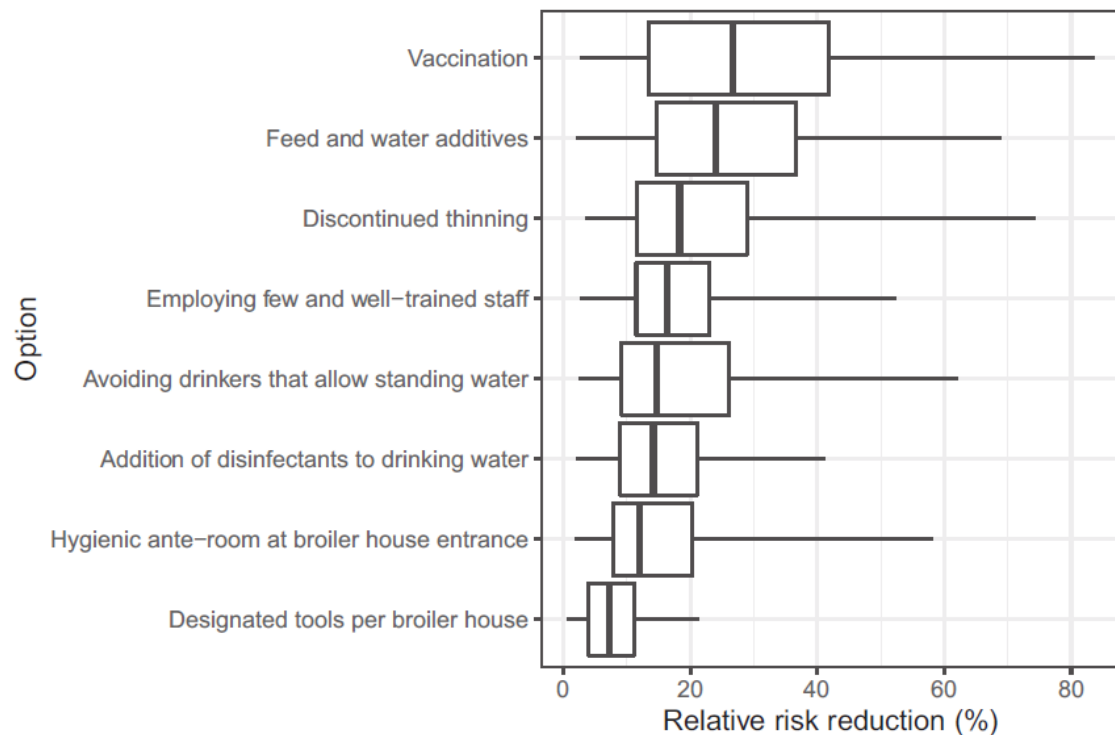


Figure 6: Results of step 2 of the ranking and uncertainty analysis. The horizontal axis is the relative risk reduction for each control option, assessed by expert judgement and expressed as % relative risk reduction in EU campylobacteriosis cases if the control option was implemented by all EU broiler producers. For each control option, the horizontal line shows the 95% probability interval for the estimated risk reduction (P2.5 and P97.5), the box shows the interquartile range (P25 and P75) and the vertical line shows the median (P50). The control options are ordered by the medians, but this should not be interpreted as a ranking due to the large degree of overlap between options

(EFSA (2020) から引用。)

図32. 相対リスク低減効果

※平均とラインが95%信頼区間、ボックスは25%と75%を示した。ワクチンが最も相対リスク低減が大きく、次に飼料及び飲水添加物、間引きの禁止と続いていたが、大きな不確

実性があるため、この順番をランキングとしてとらえるべきではないとしている。

縦軸の項目：PAF 分析での農場での管理のオプションの効果をランキングと不確実性解析において、第1段階で絞ったのち、次の段階でEKEの手法で8項目に縛ったオプションを記載している。低減効果の中央値が大きいものを上から掲載している。
横軸は相対的リスク低減率を示している。

用量反応曲線

クラシカルなモデルは青線で、これは病原性の低いカンピロバクターの投与により低めに反応が出ている可能性がある一方、黒線のアウトブレイクデータに基づく用量反応曲線は過剰な推定値と考えられ、この意見書では赤線の用量反応曲線を用いている。

Table A.1: The model parameter values for the models used are given below. For details, see Teunis et al. (2018)

	P_{inf}		$P_{ill inf}$		
	α	β	r	η	Constant
Classic model	0.145	7.59			0.33
Median Challenge model	0.44	0.51	0.06	0.88	
Median Outbreak model	0.38	0.51	0.76	0.0092	

For this opinion, the default choice for the DR model remains the 'classic model', for best comparison with the 2011 opinion. In the uncertainty analysis, a random choice is made between the

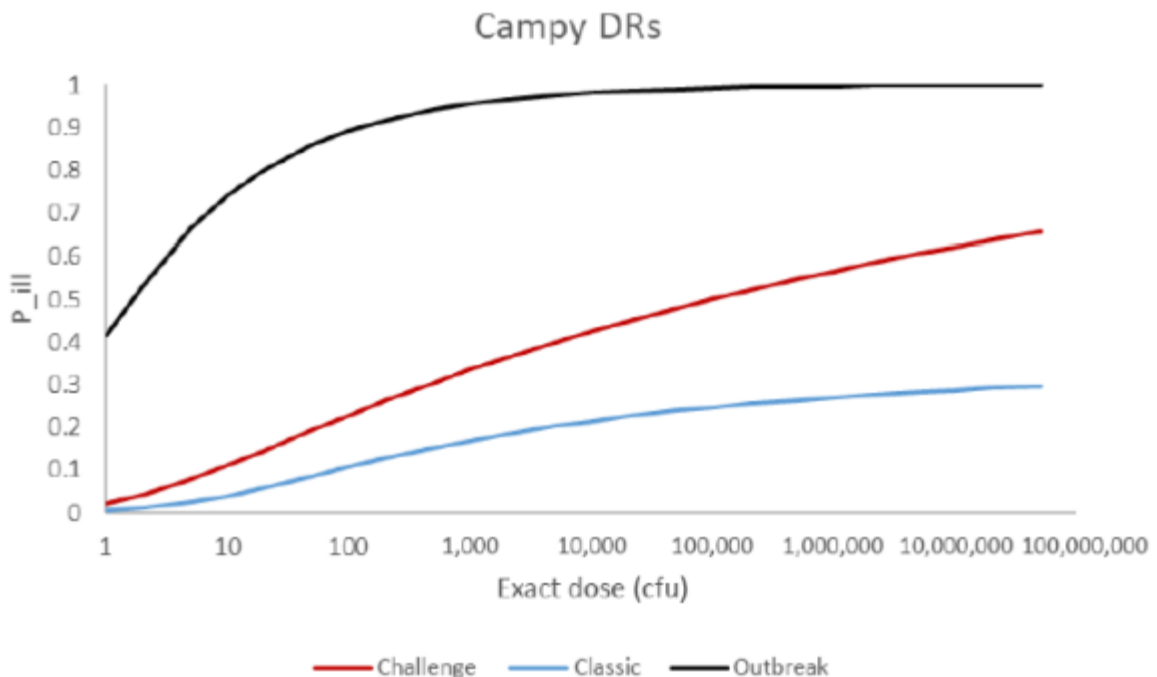


図33. Teunisら(2018)が提唱した代替用量反応曲線モデルに使用した各モデルの具体的なパラメータ及び用量反応曲線

※縦軸：発症確率、縦軸：ばく露菌数

赤線：‘median challenge model (チャレンジモデルの中央値)、青線：classic model (クラシカルなモデル)、黒線：median outbreak model (アウトブレイクモデルの中央値)
(EFSA (2020) から引用。)

【諮問に対する回答】

諮問 1: 前回の 2011 年の意見書以降、CO についてどんな新しい科学的エビデンスが得られたか。またそれらによるカンピロバクター感染症減少の相対的リスク低減効果はどうか。

とさつ日数、季節、間引き、汚染された飲水及び前の鶏群のからの持ち越しが、肉用鶏群へのカンピロバクターの定着の重要なリスク因子であるという追加のエビデンスを提供する新しい情報が 2011 年 EFSA 意見書以降に公表されていた。

鶏群の陽性率を低下させるための、農場段階での CO の効果の推定を得るために、PAF を用いることによって、新しい疫学的根拠として解析された。

入手できた研究に基づき、生産段階における 6 つの CO (①衛生的な前室、②げっ歯類管理、③鶏舎への侵入動物の管理、④飲水の殺菌、⑤従業員の訓練、⑥カップなし飲水器に関する PAF 解析を行った結果、これらの 6 つの CO を個別に適用することによって達成され得る相対リスクの低減割合の平均は、かなりの割合であると推定されたが、すべての CO の幅広い信頼区間は、特定のリスク低減効果における高程度の不確実性があることを示唆している。例えば、飲水への消毒剤の添加という CO の推定相対リスクの低減割合の平均は、入手できた 3 つの研究によると、5 % (95% CI 0.6–8.2) ~ 32% (95% CI 6.0–54.9) の間であった。

2011 年以降に得られた情報のレビューにより、実験レベルの研究により、鶏の盲腸便中の菌数減少 (log 減少) は、飼料添加物、飲水添加物の添加、又はワクチンで可能であると推定されている。しかし、フィールド研究での新しい情報は得られていない。

盲腸便中のカンピロバクターの菌数と首皮サンプルの菌数の関係に関する新たに公表されたデータ、消費者段階のモデルの大きなバラツキ及び新たに公表された用量反応モデルにより、肉用鶏の盲腸便の菌数を下げる介入によるモデリングアプローチを更新することができた。これにより、2011 年の意見書で用いたモデルより推定は低くなった。盲腸便中のカンピロバクターを 2-log 減少させれば、相対リスクは 42% (中央値) (95% CI 11–75%) 下がると推定された。

(2011 年の推定では 4 加盟国で相対リスク低減効果 76–98% であった。) 盲腸

便中の菌数を 3-log 減少させれば EU でのリスクは 58% (95% CI 16–89%)低減できると推定された。(2011 年の意見書では 4 加盟国で相対リスクは 90%低減すると推定。)

諮問 2:一次生産レベルで選択した CO が人のカンピロバクター感染症を減少させる上での効果に関するランキングはどうか。

EU のすべての肉用鶏農場によって実施された場合の 20 のコントロールオプション(CO)の効果を現在の実施レベルを考慮にいれ、更新された科学的エビデンスのモデリングから得られた結果、文献レビュー (2011 EFSA の意見を含む) 及び専門家の経験によって情報を提供された、2 段階の専門家による知識の抽出 (two-step expert knowledge elicitation) 過程によって推定された。

次の 8 つの CO は少なくとも 10%のカンピロバクター感染症の発生率の低減を達成する確率は低いと判断した: 効果的なげっ歯類の管理抑制、鶏群間の空舎期間、フライスクリーンと鶏舎内からの昆虫の排除、清潔または改良された床、鶏の密度及び鶏群のサイズ、鶏舎数、鶏の血統及び餌の供給構造。

その他の 12 CO は 10%のカンピロバクター感染症の発生率の低減を達成する確率は高いと判断した: 鶏舎入り口の衛生的な前室、鶏舎の近隣に他の動物が存在しないこと、高度に訓練された限定数の従事者を雇う、飲水に消毒剤の添加、ため水ができる飲水器の使用を避ける、効果的な洗浄消毒、とさつする日齢の引下げ、間引きの中止、鶏舎毎に指定された道具を使用、飼料及び飲水添加物、バクテリオファージ 及びワクチン。

12 の選択した CO から、エビデンスの品質及び実務的な実行可能性に基づき、8 つの CO を更なる評価のために選択した。

EKE 過程で判断された 8 つの CO の相対リスク低減割合の中央値は; ワクチン使用が 27% (90% Probability interval (PI) 4–74%); 飼料及び飲水添加物使用が 24% (90% PI 4–60%); 間引きの中止が 18% (90% PI 5–65%); 高度に訓練された限定数の従事者を雇うことが 16% (90% PI 5–45%); ため水ができる飲水器を避けることが 15% (90% PI 4–53%); 飲水に消毒剤を添加することが 14% (90% PI 3–36%);鶏舎入り口の衛生的な前室が 12% (90% PI 3–50%); 鶏舎毎に指定された道具を使用することが 7% (90% PI 1–18%)として示された。

諮問 3: 選択した CO の利点及び欠点は何か。

利点:

- いくつかの手段は容易に適用できること (例. 衛生バリア、飼料への添加物の添加)、

- 鶏の健康の改善（例. バイオセキュリティ活動）、
 - より良い肉養鶏の 動物愛護（例. 間引きの中止）または
 - 他の病原体に対する交差的な保護（例. 飲水の処理、 飼料添加物）。
- 欠点には
- 投資が必要（例. 前室を設けるための構造的な変更が必要）、
 - コントロールの欠如（例. 農場は鶏舎周囲の土地を保有していないので、近隣に他の動物が侵入することを防げない）
 - 飼料または飲水の減少による肉用鶏の増体の減少（例. 添加物が官能的に悪影響（味、臭い、見ため）する場合）。

諮問 4: CO を組み合わせた効果はどうか。

- 複数の管理活動がカンピロバクターの鶏舎への侵入及び鳥の感染を防ぐために高い効果があることが予想される。
- カンピロバクターが腸管に定着するリスクを最小にするためには、 バイオセキュリティに関連するすべての管理活動を完全に実施しなければならない。
- 各々の管理活動の効果に関する不確実性のレベルが大きいため、管理活動を組み合わせた効果を定量することはできない。CO の中には他の CO の効果を強化するものもあるし、逆に減じる措置もある。
- もし CO の標的に関係しない場合には、陽性率と菌数を標的にした2つのCOを組み合わせることが累積的影響をもたらすかもしれない。