

令和6年度厚生労働科学研究費補助金
 (食品の安全確保推進研究事業)
 (分担) 研究報告書

食中毒や健康被害の発生防止対策のための科学的な根拠の提供に関する研究
 —野生カモおよびその捕獲・解体環境におけるカンピロバクター分布調査—

研究分担者	前田 健	(国立感染症研究所・獣医科学部)
研究協力者	渡辺 麻衣子	(国立医薬品食品衛生研究所・衛生微生物部)
研究協力者	西角 光平	(国立医薬品食品衛生研究所・衛生微生物部)
研究協力者	大屋 賢治	(国立医薬品食品衛生研究所・衛生微生物部)
研究協力者	森部 絢嗣	(岐阜大学)
研究協力者	山口 剛士	(鳥取大学)
研究協力者	小林 裕美	(北海道大学)

研究要旨：

近年、捕獲羽数が増大傾向にある野生カモについては、鶏肉と同様に、カンピロバクター食中毒のリスクに留意する必要がある。本研究班での昨年度の研究成果から、野生カモは盲腸内に高頻度・高濃度のカンピロバクターを保有しており、野生カモ盲腸は食肉のカンピロバクターの汚染源として重要であることが示された。そこで今年度は、野生カモでの狩猟・処理工程における健康危害が発生しやすいポイントについて明らかにすることを目的として、カモ種別または捕獲地別の盲腸内のカンピロバクター菌保有状況の差の検討、さらにカモ捕獲地やカモ解体場等環境中のカンピロバクター分布状況の調査を行った。カモの盲腸内容物、カモ捕獲地の河川水、ならびにカモ解体施設内の壁・解体に使用する器具等からサンプルを採取し、カンピロバクターを分離培養した。加えて、カモが保有する菌の由来とカモ生息環境との間の関連性を検討するため、薬剤感受性試験を実施した。その結果、盲腸内容物からは36.5%の陽性率および最高で 2.8×10^7 cfu/gの濃度で菌を検出し、ブロイラーと同程度の高頻度・高濃度で菌が経年的に分布すること、同一県内でも捕獲知によって菌の検出頻度は有意に異なること、さらにカモ盲腸内に分布するカンピロバクターは国内に渡ってきた後の環境に影響される可能性があることを示した。1解体場でのデータではあるが、解体場の壁・食肉に触れる解体道具・作業者の使用した手袋等から菌は非検出であった。以上の結果から、天然カモ盲腸内には高頻度・高濃度でカンピロバクターが分布すること、鴨の捕獲地環境から鴨のカンピロバクター保有状況が影響を受ける可能性があり、捕獲地によっても食中毒リスクの大きさは左右されることが示唆された。天然カモ解体時において、特に腸管(盲腸)内容物を精肉から隔離できる安全な取り扱いを行うことにより、カモ食肉のカンピロバクター汚染リスクは軽減できると考えられ、今後は具体的な解体方法について提言していく必要があると考えられた。

A. 研究目的

国内では、カンピロバクター(主に *Campylobacter jejuni* または *C. coli*) による食中毒は近年増加傾向にあり、事例件数および患者数ともに最も多い食中毒の一つである。カンピロバクター食中毒の原因食品は

鶏肉であることが広く知られるが、ブロイラーでは、特に盲腸内容物中には 10^7 から 10^8 cfu/g レベルの高濃度のカンピロバクターが分布しており、これが精肉の重要な汚染源となる。

農林水産省の統計では、令和5年における食肉処理施設における解体処理頭数・羽数を種別に見ると、シカ、イノシシ、鳥類の順で多く処理されており、特に鳥類は前年度比で64.7%の増加を示した。したがって、鳥類ジビエ肉の流通および利活用の機会が今後さらに増加することが予想され、鳥類ジビエ肉の衛生管理の必要性が増大している。鳥類の中での捕獲される鳥種の実績については、環境所の統計によると、国内では令和2年の時点で、カモ類の捕獲羽数が最大となっており、特にカモ類について情報を収集する必要がある。国内で過去に実施された野生カモにおけるカンピロバクターの定性的調査においては、ジビエ肉用市販野生カモ類の直腸スワブや野生個体糞から、数%から65%程度の頻度でカンピロバクターが分離されたとの報告が複数ある。一方で、ヒトがカンピロバクター症を発症するのに必要な菌数は 10^2 cfu程度であるとされ、菌の汚染程度を定量的に評価する意義は大きい。カモでも、ブロイラーと同様に、盲腸内容物が精肉の最大の汚染源である可能性が高いと考えられるが、カモ盲腸内容物におけるカンピロバクターの定量的データはほとんど無い。

そこで本研究では、野生カモにおけるカンピロバクターの分布実態の把握、特に定量解析結果の集積をはかることを目的として、国内捕獲の野生カモにおけるカンピロバクターの分布実態調査を行った。今年度は、野生カモでの狩猟・処理工程における健康危害が発生しやすいポイントについて明らかにすることを目的として、カモ種別または捕獲地別の菌保有状況および菌の保有に影響する要因の検討、さらにカモ捕獲地および解体場のカンピロバクター汚染実態を調査し、カモ食肉の菌汚染源に関する情報の収集を行った。

B. 研究方法

1. 野生カモにおけるカンピロバクターの分布実態の把握

1) 供試検体

国内で令和6年12月から令和7年3月にかけて、北海道および岐阜県（各務ヶ原市地点A、関市地点Bおよび岐阜市地点C）で捕

獲された野生のカルガモ、コガモおよびマガモ計104個体の、盲腸内容物を検討対象として供試した。個体ごとに記録されるカモ種・性別・捕獲地の情報を記録し、表1に集計した。北海道の個体は銃で捕獲、岐阜県の個体は投網で捕獲された。羽抜き未処理の丸と体、カモ解体作、業者によって食肉部位のみを採取された頭部や全ての内臓・骨格が傷なく残されたと体、および研究協力者によって解剖され直腸から盲腸にかけて部分的に採取された腸管の一部、これらの状態のサンプルを譲り受け、4℃で国立衛研実験室に運搬した。丸と体については実験室で羽抜き処理後、直腸から盲腸にかけての腸管の一部を採取した。全てのサンプルは、2本の盲腸のみ切り離し、盲腸の内容物を採取し重量を計測した。全てのサンプルの盲腸内容物採取は安全キャビネット内で無菌的に行われた。

本研究でカモを捕獲した岐阜県内3地点の河川の水中のカンピロバクターの定性的試験を行った。試験した河川の詳細を表2に示した。各地点の河川水を滅菌プラスチックボトルに約1Lずつ採取し、4℃で実験室に運搬した。オートクレーブ滅菌処理したろ過装置を用いて、ポアサイズ22 μ Lメンブランフィルター1枚につき250 mLの水を吸引ろ過した。河川1地点につき2枚のろ過フィルターを作製した。

本研究で供試したカモを解体し食肉部位を採取した解体場1施設にて、羽抜き処理済丸と体の洗浄や解体作業に近接した地点の室内壁2カ所・解体に使用したナイフ2カ所・まな板2カ所・解体者の使用したゴム手袋の付着物を採取し、そこでのカンピロバクターの定性的試験を行った。解体場環境の拭き取りは、市販のふき取りキット（ドライスポンジスティック;3M）を用いて10~100 cm²程度の面積を付属のスポンジで拭き、回収袋に入れたプレストンカンピロバクター選択液体培地（プレストン液体培地）{以下をメーカーが公開する処方に従って調合;ニュートリエントブイヨンNo. 2 (OXOID)、カンピロバクター発育サプリメント (OXOID)、プレストンカンピロバクター選択サプリメント (OXOID)}10 mL中にスポンジごと回収した。ゴム手袋は解体作業直後のものをチャック

付きビニール袋に入れた。これらの環境サンプルを4°Cで実験室に運搬した。拭き取りサンプルは、拭き取られた環境表面付着物を指でプレストン液体培地中によく揉みこみ懸濁し、これを試験液とした。ゴム手袋両手分をストマッカー袋に入れ、プレストン液体培地 250 mL を加え、1 分間ストマッカー処理し、これを試験液とした。

2) 培養法によるカンピロバクターの定量的試験

1-1) で採取した盲腸内容物試料は、15ml 遠沈管に入れた PBS に懸濁した。この際、体格が小さく内容物が少量しか採取されないコガモ用には 4 mL、その他カモ種用には 9 mL の PBS を使用し、ボルテックスミキサーでよく混合し、これを試験原液とした。これから 10^{-2} までの段階希釈列を作製した。段階希釈液を CCDA 変法培地 (mCCDA 培地) {以下をメーカーが公開する処方に従って調合;カンピロバクター血液無添加選択寒天基礎培地 (OXOID)、CCDA サプリメント (OXOID)} 平板 2 枚に 100 μ L ずつ塗抹し、42°C で 48 ± 2 hr 微好気条件下で培養した。培養後、形成されたコロニー数を計測し、盲腸内容物 1 g あたりの菌数 (cfu/g) を算出した。またコロニーを目視観察し、コロニーの形態性状で判断した代表的コロニー2つずつ以上をヒツジ血液寒天(ニッスイ)に釣菌し分離培養した。分離株の DNA をアルカリ熱抽出法で粗抽出し、これをテンプレートとして *C. jejuni*、*C. coli* または *C. fetus* 特異的増幅のマルチプレックス PCR を行い、カンピロバクターの種の同定を行った。

3) 培養法によるカンピロバクターの定性的試験

1-2) の方法で菌が非検出となった盲腸内容物サンプルについては、プレストン液体培地 10 mL に、1-2) で作製した試験原液を 100 μ L 加え懸濁後、42°C で 24 ± 2 hr、微好気条件下で前培養した。培養後、前培養液の 100 または 500 μ L ずつをそれぞれ 1 枚の mCCDA 平板に塗抹し、42°C で 48 ± 2 hr 微好気条件下で培養した。培養後、形成されたコロニーは、2) と同様の方法で分離・同定した。

河川水のろ過によって得られた 1 カ所の河川につき 2 枚のメンブランフィルターは、50mL 遠沈管に入れたプレストン液体培地 10 mL に加えた。カモ解体場で採取したふき取りサンプルおよび解体者使用ゴム手袋の試験液 100 μ L は、50mL 遠沈管に入れたプレストン液体培地 10 mL に加えた。これらは上述の盲腸内容物試験原液と同様の方法で培養し、形成されたコロニーを分離・同定した。

4) カンピロバクター検出陽性率および検出菌数に関する統計解析

IBM SPSS Statistics 27.1 を用いた。カンピロバクター検出陽性/陰性および検出菌数を従属変数とし、カモ種・カモ捕獲地の別・カモ性別を説明変数とした、多項ロジスティック回帰分析または重回帰分析を行った。

5) 分離したカンピロバクター株の薬剤感受性試験

カモ由来株の性質について、カモ捕獲地の環境要因からの影響を検討するため、本研究において分離された菌株に対して薬剤感受性試験を実施した。カモ盲腸由来株はカモ 1 個体あたり 1 株、環境由来株は全分離株を試験に供した。薬剤感受性試験は、供試薬剤を充填した 96 穴プレート (栄研化学) を用いて CLSI 法に準拠した微量液体希釈法にて最小発育阻止濃度 (MIC) を決定した。対象とする薬剤は、過去に食品由来株を対象とした研究で使用された薬剤を参照し選定した。アンピシリン (ABPC)、イミペネム (IPM)、ストレプトマイシン (SM)、カナマイシン (KM)、ゲンタマイシン (GM)、エリスロマイシン (EM)、クリンダマイシン (CLDM)、クロラムフェニコール (CP)、テトラサイクリン (TC)、ドキシサイクリン (DOXY)、ナリジクス酸 (NA)、シプロフロキサシン (CPFX) の 12 剤を供試し、精度管理株として *C. jejuni* ATCC 33560 株を用いた。

(倫理面への配慮)

本研究はこれに該当しない。

C. 研究結果

1. 野生カモにおけるカンピロバクターの分布実態の把握

野生カモ盲腸内容物からのカンピロバクター一定性的試験の結果、104 個体中 38 個体 (36.5%) でカンピロバクター陽性となった。カモのカンピロバクター検出状況について、カモ種・岐阜県内のカモ捕獲地の2種類の情報にしたがって集計し、比較した(表2)。その結果、コガモでは38 個体中 12 個体 (31.6%)、マガモでは 61 個体中 26 個体 (42.6%) がカンピロバクター陽性であった。岐阜県内の捕獲地3 地点では、各務ヶ原市内地点 A で捕獲された 43 個体中 22 個体 (51.2%)、関市内地点 B で捕獲された 18 個体中 7 個体 (38.9%) で、岐阜市内地点 C で捕獲された 39 個体中 9 個体 (23.1%) で、それぞれカンピロバクターが検出され、地点間でカンピロバクター陽性となる比率は異なる傾向が見られた。陽性個体中のマガモの比率を3 地点で比較すると、地点 A、B および C でそれぞれ 0.86、0.29 および 0.56 となり地点間で大きく異なったことから、マガモとコガモの間でカンピロバクター陽性となる比率には傾向が無いと考えられた。さらに、従属変数をカンピロバクター陽性/陰性、独立変数をカモ種、カモ雌雄またはカモ捕獲地として多項ロジスティック回帰分析を実施したところ、カンピロバクター陽性/陰性はカモ捕獲地と有意な関連性が有り、捕獲地が地点 A は地点 C に比べてオッズ比が 0.267 (95%信頼区間: 0.101-0.705)、有意確率 0.008 であった(表3)。検出されたカンピロバクターはそのほとんどが *C. jejuni* であり、カモ 1 個体のみから *C. coli* および *C. fetus* が検出された。

野生カモ盲腸内容物からのカンピロバクター一定性的調査の結果をカモ種ごとまたはカモ捕獲地ごとに比較した結果を図 1 に示した。今回の調査では、カンピロバクターが検出された 38 個体中、プレストン液体培地による増菌培養からのみ菌が検出された(定量下限値以下の菌数での検出) 3 個体を除いた 36 個体での検出菌数の平均値は 1.2×10^6 cfu/g、中央値は 1.8×10^4 cfu/g、最高菌数は 2.8×10^7 cfu/g となった。従属変数をカンピロバクター検出菌数、独立変数をカモ種、

カモ雌雄またはカモ捕獲地として重回帰分析を実施したところ、検出菌数に対してカモ種・カモ捕獲地・カモ性別による有意な関連性は今回のデータセットでは確認されなかった。

2. 環境サンプルにおけるカンピロバクターの分布実態の把握

カモ捕獲地の地点 A、B および C の河川水のカンピロバクター一定性的調査の結果、地点 B の水からカンピロバクター生菌が検出された。検出されたカンピロバクターは全株が *C. jejuni* であった。また、1 カ所のカモ解体場の室内壁・食肉に触れる解体道具・作業者の使用した手袋の計 8 地点全てにおいて、今回はカンピロバクター生菌は非検出であった。

3. 分離カンピロバクター株の薬剤感受性

カモ 1 個体につき 1 株のカモ盲腸からの分離株を供試した。カモ捕獲地の地点 A のカモ由来株は 13 株、地点 B のカモ由来株は 5 株、地点 C のカモ由来株は 1 株、地点 B の河川水由来株は 2 株、計 19 株を試験した。12 剤の薬剤感受性試験の結果を表 4 に示した。地点 A および C で捕獲されたカモ由来の全ての菌株は、今回供試した全薬剤に対して感受性を示した。一方で、地点 B で捕獲されたカモ由来および河川水由来の菌株は、7 株中 5 株で 8 種の薬剤・計 4 パターンの薬剤耐性パターンであることを確認した。河川水由来 2 株はいずれも NA および CPFX 耐性を示した。以上のことから、今回分離したカンピロバクター菌株の薬剤感受性パターンは、地点 A/C および地点 B の間で明確に異なる傾向にあることが確認され、地点 B の分離株においては、薬剤耐性パターンはカモ由来株と河川水由来株との間で、類似する傾向にあることが示された。

D. 考察

昨年度調査に引き続き、今年度の結果からも野生カモの盲腸内容物における高頻度および高濃度のカンピロバクター保有を確認したことから、カモ盲腸には少なくとも経年的にカンピロバクターが分布していたことから、盲腸はカモ肉のカンピロバクターの汚

染源として重要であると言えた。捕獲・解体時において、特に腸管（盲腸）内容物を精肉から隔離できる安全な取り扱いを行うことにより、カンピロバクター汚染リスクは軽減できることが示唆された。

さらに、今年度の結果から、菌の分布頻度とカモ捕獲地の有意な関連性が認められたこと、同地点に生息するカモ盲腸と河川水との間に、分離されたカンピロバクター菌株の薬剤耐性プロファイルにおいて、他地点と比較しての類似性が確認されたことから、カモ盲腸内に分布するカンピロバクターは国内に渡ってきた後の環境に影響される可能性があることが示唆された。したがって、カモ捕獲地によってもカンピロバクター食中毒リスクの大きさは左右される可能性が考えられた。なお、地点Bの周辺には、下水処理施設およびと畜場があり、これら施設からの処理水が排出されていた。このことが、この地点由来の菌株だけで薬剤耐性が確認されたことと関連がある可能性があり、今後環境調査を継続する必要性があると考えられた。

今回、天然カモにおける盲腸内のカンピロバクター保有リスクを高める要因の一部を示すことができた。今後は、捕獲～解体にかけての流通過程における環境汚染の実態と、二次汚染の可能性の可視化、解体工程（内臓摘出、皮剥ぎ、洗浄など）における菌が検出されやすい箇所やタイミングの把握について、検討を進め、明らかにする必要があると考えられた。

E. 結論

野生カモの盲腸内容物における高頻度・高濃度のカンピロバクター保有を経年的に確認したことから、カモ盲腸はカモ肉のカンピロバクターの汚染源として重要である。捕獲・解体時において、特に腸管（盲腸）内容物を精肉から隔離できる安全な取り扱いを行うことにより、カンピロバクター汚染リスクは軽減できる。菌の分布状況は、カモ捕獲地の環境によって影響を受けることが示唆された。今後検体数を増やし詳細な環境調査が必要であると考えられた。今後は、捕獲～解体にかけての各工程の環境汚染の実態と、二次汚染の可視化、解体工程（内臓摘出、皮

剥ぎ、洗浄など）における菌が検出されやすい箇所やタイミングの把握について明らかにするため、環境調査を継続する必要があると考えられた。

F. 健康危機情報

特に無し。

G. 研究発表

1. 論文発表

特に無し。

2. 学会発表

特に無し。

3. 講演会

特に無し。

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

特に無し。

2. 実用新案登録

特に無し。

3. その他

特に無し。

表 1. 供試野生カモ検体 内訳

a) カモ種別内訳

カモ種	個体数
カルガモ	2
コガモ	38
マガモ	64
計	104

b) カモ捕獲地別内訳

捕獲地	個体数
北海道	4
岐阜県各務ヶ原市地点 A	43
岐阜県関市地点 B	18
岐阜県岐阜市地点 C	39
計	104

c) カモ性別内訳

性別	個体数
オス	61
メス	42
不明	1
計	104

表 2. 野生カモ捕獲地ごとにみた各カモ種におけるカンピロバクター
検出状況

カモ捕獲地ごとの捕獲されたカモ種		カンピロバクター検出		小計	陽性個体中の マガモ率
		陰性	陽性		
岐阜県各務原市地点A	カモ種	コガモ	12	3	0.86
		マガモ	9	19	
	小計	21	22	43	
岐阜県関市地点B	カモ種	カルガモ	1	0	0.29
		コガモ	7	5	
		マガモ	3	2	
	小計	11	7	18	
岐阜県岐阜市地点C	カモ種	コガモ	7	4	0.56
		マガモ	23	5	
	小計	30	9	39	
3地点の合計	カモ種	カルガモ	1	0	0.68
		コガモ	26	12	
		マガモ	35	26	
	合計	62	38	100	

表 3. 野生カモ盲腸におけるカンピロバクター陽性の関連要因

	有意確率	オッズ比	オッズ比の 95%信頼区間	
			下限	上限
カモ種 (ref=コガモ)				
マガモ	0.149	0.500	0.195	1.283
カモ捕獲地 (ref=地点 C)				
地点 A	0.008	0.267	0.101	0.705
地点 B	0.083	0.313	0.084	1.166
カモ雌雄 (ref=メス)				
オス	0.979	1.012	0.427	2.399

表 4. カンピロバクター分離株の薬剤感受性試験の地点別結果一覧

a. 地点 A で捕獲されたカモ由来株

薬剤耐性パターン	株数 (%)
感受性	13 (100)

a. 地点 B で捕獲されたカモまたは河川水由来株

薬剤耐性パターン	株数 (%)
ABPC, EM, CLDM, CP, TC, DOXY	1 (14.3)
TC, NA, CPFX	1 (14.3)
NA, CPFX	2 (28.6)
ABPC	1 (14.3)
感受性	2 (28.6)

c. 地点 C で捕獲されたカモ由来株

薬剤耐性パターン	株数 (%)
感受性	1 (100)

d. 地点 B で捕獲されたカモ由来カンピロバクター薬剤耐性状況

薬剤	耐性株数 (%)
ABPC	2 (28.6)
IPM	0 (0)
SM	0 (0)
KM	0 (0)
GM	0 (0)
EM	1 (14.3)
CLDM	1 (14.3)
CP	1 (14.3)
TC	2 (28.6)
DOXY	1 (14.3)
NA	3 (42.9)
CPFX	3 (42.9)

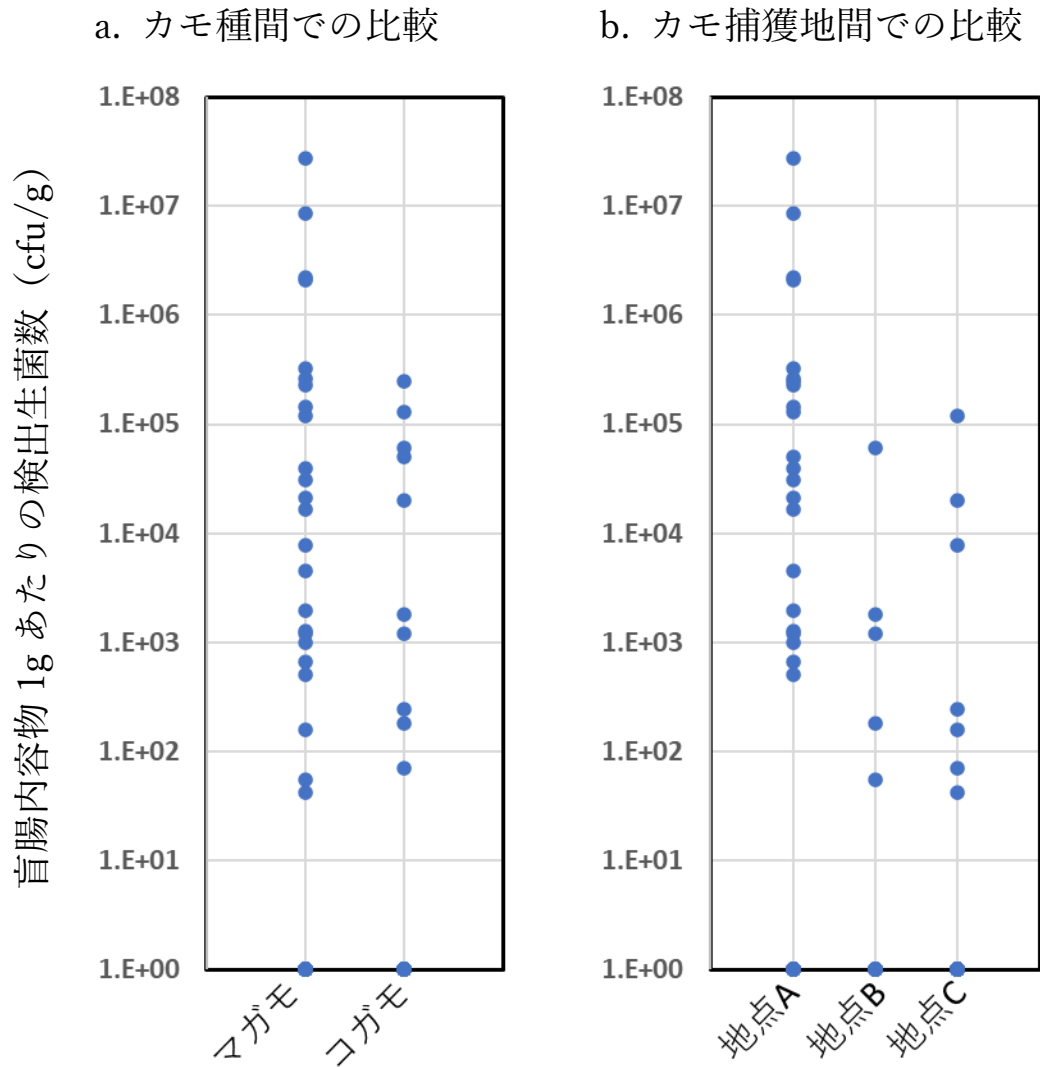


図 1. 野生カモ盲腸内容物中のカンピロバクター検出菌数の比較

盲腸内容物の平板塗抹法によって算出した、盲腸内容物 1g あたりの生菌数を、1 個体につき 1 ドットで示した。