

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

分担課題名 : Food Chain における薬剤耐性菌の実態調査及び分布要因の解析

研究分担者 : 浅井鉄夫 岐阜大学大学院連合獣医学研究科・教授

研究協力者 : 杉山美千代 (岐阜大学大学院連合獣医学研究科)

研究協力者 : 佐々木貴正 (国立医薬品食品衛生研究所/帯広畜産大学)

研究要旨

Food Chainにおける薬剤耐性菌の制御は人の健康に影響する重要な課題で、その実態把握は対策を構築する上で不可欠な情報である。鶏肉におけるESBL産生菌の汚染や豚とその生産物に分布する家畜関連黄色ブドウ球菌 (LA-MRSA) の実態を把握して、人への健康危害の検討に資することを目的に検討した。国内で生産された豚と市販豚肉からLA-MRSAが分離されたが、国内生産豚に比べて市販豚肉の汚染は程度であることが示された。また、鶏肉においてESBL産生大腸菌の汚染に季節変動は認められなかったが、依然として国内産と外国産に関わらずESBL産生大腸菌を含む第3世代セファロスポリン耐性大腸菌に汚染していることが示された。その他、国内で飼育される採卵鶏における薬剤耐性大腸菌、国内で飼育される肉用鶏における薬剤耐性サルモネラ、外国産鶏肉の薬剤耐性サルモネラの実態を調査した。

A. 研究目的 :

食品を介して人へ伝播する薬剤耐性菌の対策は、Food Chain における汚染実態に基づき構築すべき喫緊の課題である。畜産現場における抗菌薬治療は、細菌感染症を制御し、安全な畜産物を安定供給するための必要な資材であるが、畜産物における薬剤耐性菌汚染が増大する危険性がある。食肉処理施設へ出荷される家畜に対し抗菌性物質の使用禁止期間 (休薬期間) が設定されているため、抗菌薬による選択圧は低下していると考えられている。また、食肉処理施設において家畜の腸管内の細菌による汚染が一定の頻度で生じるが、腸管内細菌数に対する薬剤耐性菌比率が低ければ耐性菌による汚染確率は低下する。

これまでの研究により、肉用鶏生産農場において第3世代セファロスポリン耐性大腸菌が分

離されるが、その存在比率は低い (1%未満) こと (Suzuki et al, 2019) や、肉用鶏の飼育期間中に薬剤耐性プラスミドが菌種間伝播することを明らかにしてきた (Yossapol et al, 2020)。しかし、別の研究テーマで食鳥処理場の汚水を検査する過程で、ESBL産生大腸菌の割合が大きく変動する可能性が示唆された。そこで、市販肉におけるESBL産生大腸菌汚染の季節変動性について調査する。

2018~2020年に本事業で実施した研究で、東北地方と関東の食肉処理場で得た豚のサンプルの10%から家畜関連黄色ブドウ球菌 (Livestock-associated MRSA, LA-MRSA) が分離されることを明らかにした。また、枝肉のMRSA率は低い (0.4%) が (Sasaki et al, 2020)、東京都の調査では国産豚肉の2%、輸入豚肉の18%からMRSAが分離されている (下島

ら、2020)。このような状況から、中部から九州にかけての食肉処理場で出荷豚における MRSA の分布と国産豚肉を対象とした全国規模の MRSA 汚染実態調査が必要である。また、2012 年に孵化場における第 3 世代セファロスポリン使用を中止し、その後、肉用鶏から分離される大腸菌やサルモネラの第 3 世代セファロスポリン耐性は低下しているが、鶏肉の状況に関する情報は少なく、また、外国産鶏肉に関する情報も少ない。

本研究では、食肉処理施設へ搬入（出荷）された家畜が保有する薬剤耐性菌と国産食肉における薬剤耐性菌の実態を明らかにし、疫学的に解析することで対策を構築することを目的とする。2021 年度から 3 年間で Food Chain における薬剤耐性菌の汚染対策を構築するため、2 年目に肉用鶏及び豚における薬剤耐性菌の汚染実態を継続調査した。

B. 研究方法：

（1）市販肉における ESBL 産生大腸菌の汚染菌量の季節変動性

岐阜市内のスーパーマーケット 4 店舗で、輸入・国産・銘柄の鶏肉（ムネまたはモモ）を購入し、サンプルとした。薬剤（CTX 1 μ g/ml）添加 ECC 培地を用いて CTX 耐性大腸菌数を MPN 法により推定した。分離された CTX 耐性大腸菌の bla グループ型を PCR 法で決定し、薬剤感受性を実施した。

（2）国内の出荷豚における LA-MRSA の実態調査

2022 年度は、近畿地方のと畜場において西日本の延べ 22 農場からの出荷豚 110 頭（各ロット 5 頭）を調査対象として、各豚の耳丸ごとを 6.5% 塩化ナトリウム加ミューラーヒントン培地（関東化学）100mL に入れて、37°C で 1 日間培養した。1 白金耳分の培養液をポアメディア MRSA II 培地（栄研化学）に塗抹し、37°C で 48 時間培養した。MRSA と思われる集落を最大 2 個

釣菌し、PCR 法で黄色ブドウ球菌の同定と *mecA* の保有を確認した。

（3）市販豚肉における LA-MRSA の汚染実態調査

昨年度実施できなかった 3 地域（北海道・東北、関西、九州）のスーパーマーケットで豚肉を購入し、LA-MRSA の汚染実態調査を継続して行った。豚肉 25g をビニール袋に入れ、6.5% 塩化ナトリウム加ミューラーヒントン培地（関東化学）225mL を加えて、37°C で 1 日間培養した。1 白金耳分の培養液をポアメディア MRSA II 培地（栄研化学）に塗抹し、37°C で 48 時間培養した。MRSA と思われる集落を最大 2 個釣菌し、PCR 法で黄色ブドウ球菌の同定と *mecA* の保有を確認した。市販キットを用いた POT 法により分離株を解析した。

（4）産卵中の鶏糞便由来大腸菌における薬剤耐性

10 農場から採卵鶏の糞便（19～101 週齢、産卵開始済み、最大 5 検体/農場）48 検体を収集した。CL 0.1 μ g/mL 含有 TBX 培地を用いて、1 検体あたり最大 10 株を分離した。大腸菌の同定は、大腸菌特異的プライマーを用いた PCR 法で同定した。薬剤感受性試験は、フローズプレートを用いた微量液体希釈法で MIC を決定した。

（5）東北地方及び九州地方の肉用鶏群のサルモネラの薬剤耐性状況調査

東北地方の食鳥処理場 1 施設及び九州地方の食鳥処理場 6 施設から計 46 鶏群の盲腸内容物と胸肉（各群 2 kg 胸肉パック 1 袋）を入手し、サルモネラの薬剤耐性状況と抗菌剤の使用状況との関連性を調査した。各食鳥作業日の最初に食鳥処理された鶏群（各 5 羽）の盲腸内容物 1g を 9mL の緩衝ペプトン水（BPW）に入れ、37°C で 1 日間培養した。培養後の BPW の 1mL または 0.1 mL をそれぞれハーナ・テトラチオン液体培地 10mL またはラバポート・バシリアディス液

体培地 10mL と混合し、1 日間 42°C で増菌培養した。その後、培養後の培養液の 1 白金耳をクロモアガー・サルモネラ培地および XLD 培地に塗布し、1 日間 37°C で選択培養した。培養したハーナ・テトラチオン液体培地は、さらに室温で 5~7 日間放置後に増菌培養および選択培養を実施した（遅延二次増菌培養法）。胸肉については、各袋の 4 胸ブロックから皮を各 30g（計 120g）切り取り、滅菌ストマック袋に投入後、120 mL の BPW を加え 1 分間ストマック処理し、50 mL を 1 日間 37°C で前増菌培養し、その後は盲腸内容物と同様に分離試験を実施した。選択培地上にサルモネラを疑う集落が形成された場合には、各検体最大 2 集落を釣菌し、サルモネラ免疫血清を用いて血清型を同定した。サルモネラ免疫血清で凝集が認められなかった株は、PCR 法を用いてサルモネラかどうか判定した。1 羽でも盲腸内容物からサルモネラが分離された鶏群を保菌群とし、5 羽すべての盲腸内容物からサルモネラが分離されなかった鶏群を非保菌群とした。各鶏群の盲腸内容物検体および胸肉検体から分離された各検体の 1 血清型 1 株について薬剤感受性試験を実施した。

（6）外国産鶏肉のサルモネラ汚染状況調査

関東地方の小売店で販売されていた外国産鶏肉（食鳥処理場真空包装のモモ肉）を 50 袋購入し、サルモネラの分離及び薬剤耐性状況を調査した。サルモネラ分離及び性状解析は上述の胸肉と同一の方法を用いた。

（倫理面への配慮）
特になし

C. 研究結果:

（1）市販鶏肉における ESBL 産生大腸菌の汚染菌量の季節変動性

2022 年 1~8 月において鶏肉から CTX 耐性菌は、91 検体中 47 検体（51.6%）から分離された。国産 36 検体中 21 検体（58.3%）、銘柄 36 検体中 19 検体（52.7%）、輸入 19 検体中 7 検体

（36.8%）の順であった（表 1）。店舗別に MPN 法で推定した g 当たりの菌数は、大部分の検体で 20/g 以下であったが、S 店で購入した銘柄肉の 6 月（24/g）と 7 月（160/g）、K 店で購入した銘柄肉の 6 月（160/g）で 20 以上を示した（図 1）。CTX 耐性株の産生する β -ラクタマーゼ型では、国産と銘柄ともに CTX-M-2G が最も多く、外国産では CIT 型が最も多かった。CTX-M-8/25G は外国産のみで認められた（表 2）。CTX 耐性株の薬剤感受性に関して、国産・銘柄肉では KM、TC、NA および CP 耐性の割合が高く、外国産肉では CPFX および ST 耐性の割合が高かった（図 2）。

（2）国内の出荷豚における LA-MRSA の実態調査

近畿地方のと畜場で実施した調査については、延べ 22 農場中 18 農場（81.8%）からの出荷豚 48 頭（43.6%）から MRSA が分離された。陽性ロットにおけるロット内 MRSA 陽性率の分布は 2 分されていた（図 3）。

（3）市販豚肉における LA-MRSA の汚染実態調査

MRSA は 176 検体中 3 検体（1.6%）から分離され、内訳は国産肉 108 検体中 2 検体、外国産肉 68 検体中 1 検体（1.5%）であった（表 4）。北海道・東北で 64 検体中 2 検体（3.1%）、関西で 49 検体中 1 検体（2.0%）から分離された MRSA は全て CC398 であった。外国産肉の産地はスペインであった。

2021 年度と 2022 年度に市販豚肉から分離された MRSA ST398 12 株を POT 法で解析したところ、POT 型 64-0-0 と 64-144-65 が複数検体から分離され、64-16-5、64-208-65、64-128-69、64-46-64、64-0-5 が各 1 検体から分離された（表 5）。POT 型 64-0-0 の MRSA は鹿児島県産 3 検体と国産肉（産地不明）2 検体、POT 型 64-144-65 株は北海道産 1 検体と茨城県産 1 検体から分離された。2017 年に東北のと畜場で分離さ

れた MRSAST398 13 株では、POT 型 64-144-117 (3 株)、64-144-101 (3 株)、64-192-101、64-114-117、104-64-33、104-0-0、104-0-1 (各 1 検体) に型別された。また、2018 年に関東のと畜場で分離された MRSA ST398 7 株は、全て POT 型 104-0-0 であった。

(4) 産卵中の鶏糞便由来大腸菌における薬剤耐性

大腸菌は、10 農場で収集した糞便 48 検体から 456 株を分離した。薬剤感受性試験の結果、TC 耐性が最も高く (24.3%)、次いで ST 耐性 (19.1%)、NA 耐性 (11.6%)、ABPC 耐性 (11.4%) の順であった (表 6)。その他の薬剤に対する耐性は 5%未満であったが、CTX および CPFX 耐性が認められた。MEPM、GM および CL 耐性は認められなかった。

農場別では、H2 農場のみで CEZ、CTX 耐性、記載なし農場のみで KM、CPFX 耐性が認められた。また、YK 農場は ABPC 耐性のみ認められた (図 5)。週齢別では、ABPC、TC、NA、ST 耐性は週齢に関わらず広く分布していた。TC、NA、ST 耐性は 71~97 週で多く分布し、CEZ、CTX、CP 耐性は 17~43 週齢のみで分布した (図 6)。

(5) 東北地方及び九州地方の肉用鶏群のサルモネラの薬剤耐性状況調査

調査 46 群中 37 群 (80.0%) の盲腸内容物からサルモネラが分離され、サルモネラ保菌 37 群中 36 群から *Salmonella* Schwarzengrund, 3 群から *S. Manhattan*, 1 群から同定不能株が分離された (表 7)。薬剤耐性については、*S. Schwarzengrund* ではカナマイシン (97.2% : 35/36)、ストレプトマイシン (66.7% : 24/36)、テトラサイクリン (63.9% : 23/36)、トリメトプリム (41.7% : 15/36)、ナリジクス酸 (22.2% : 8/36) の順に高かった。*S. Schwarzengrund* の 61.1% (22 株) は、ストレプトマイシン、カナマイシンおよびテトラサイクリンの 3 抗菌薬に耐性を示したが、*S. Manhattan*

3 株はストレプトマイシンおよびテトラサイクリンの 2 抗菌薬に耐性を示した。同定不能株はストレプトマイシンのみに耐性を示した。アンピシリン、セファゾリン、セフォタキシム、ゲンタマイシン、クロラムフェニコール、コリスチンまたはシプロフロキサシンに耐性を示した株はなかった。11 鶏群 (23.9%) に対し抗菌薬が投与され、最も使用されていたのはフルオロキノロン系で 9 群 (19.6%) で、次いでペニシリン系 (13.0%) が多かった。フルオロキノロン系抗菌薬が使用された 11 鶏群中 1 鶏群 (9.1%) で NA 耐性サルモネラが認められたが、フルオロキノロン未使用鶏群 37 鶏群中 8 鶏群 (21.6%) において NA 耐性サルモネラが認められた。NA 耐性株の分離率については、素ビナが自社の種鶏場に由来する食鳥処理場 4 施設 (A~D) では 4.3% (1/23) であったが、素ビナを他社から購入している食鳥処理施設 3 施設 (E~G) では 30.4% (7/23) と高率であった (フィッシャーの正確確率検定 : $p < 0.05$)。さらに、胸肉由来株では、素ビナが自社の種鶏場に由来する食鳥処理場では 4.3% (1/23) であったのに対し、素ビナを他社から購入している食鳥処理施設 3 施設 (E~G) では 52.2% (12/23) とその差がさらに大きくなった。

(6) 外国産鶏肉のサルモネラ汚染状況調査

調査 50 検体中 14 検体 (28.0%) からサルモネラが分離された。分離率は国間で大きく異なり、タイ産が最も高く (60.0% : 9/15)、次いでブラジル (16.1% : 5/31) であった。タイ産鶏肉から分離された 9 株は *S. Agona* (3 株) の他、6 血清型に分類された。ブラジル産鶏肉では 5 検体中 3 検体から *S. Minnesota* が分離された (表 8)。薬剤耐性については、アンピシリン耐性率が最も高く (64.3% : 9/14)、次いでテトラサイクリン (57.1% : 8/14) とストレプトマイシン (57.1% : 8/14) であった。国産鶏肉で最も高率であったカナマイシン耐性率は 14.3% (2/14) であった。一方で、国産鶏肉では認め

られなかったセフトキシム耐性 (21.4%: 3/14) とシプロフロキサシン耐性 (7.1%: 1/14) が認められた。

D. 考察:

2021 年度から 3 年間で Food-chain における薬剤耐性菌の汚染対策を構築するため、1 年目に肉用鶏及び豚における薬剤耐性菌の汚染実態調査を段階的に開始し、2 年目は継続調査を実施するとともに、疫学解析を実施した。

(1) 国産食肉における ESBL 産生大腸菌の汚染菌量の季節変動性

CTX 耐性大腸菌は、2021 年 10 月～2022 年 9 月に鶏肉から分離されつづけ、全体で 51.6% (47/91) の鶏肉から分離され、鶏肉の CTX 耐性大腸菌汚染は高率に維持されていた。国産肉 (不明、58.3%及び銘柄鶏肉、52.7%) の汚染は輸入肉 (36.8%) に比べて高率で、これまでの報告と同様であった。また、汚染菌量は 20 MPN/g 未満が大部分で、鶏肉の汚染菌量は少ないことが示された。MPN で推定した菌数は 6 月と 7 月に各 1 店舗で購入した銘柄鶏肉で高い汚染 (160 MPN/g) が認められたが、他店では同様の傾向は認められていないことから季節変動はないことが示唆された。以前の調査では AmpC 型 β -ラクタマーゼ産生大腸菌が高頻度に分離されていたが、国産鶏肉の CTX 耐性大腸菌の大部分は CTX-M 型 ESBL を産生していた。ブロイラー農場の汚染状況が変動したかについて、今後検討していく必要がある。

(2) 国内の出荷豚における LA-MRSA の実態調査

近畿地方の出荷豚で実施した耳丸ごとを検体とした調査では、81.8%の農場、出荷豚の 43.6%から MRSA が分離され、出荷ロット内の MRSA 陽性率の分布は低率な場合と高率な場合に 2 分 (2 峰性) され、中程度の汚染であったロットは限られていた。この 2 峰性分布は株の伝播力の違いによるものなのか、今後分離株の性

状解析等により明らかにしていく予定である。また、耳裏スワブと耳丸ごとでは分離率が大きく異なり、地域性というよりは検体によって分離率に大きな違いが生じている可能性が高いと考えられる。今後、遺伝子レベルの解析を進めながら豚に分布する MRSA の遺伝子型、耐性遺伝子型とヒトに由来する MRSA との関連についても検討していく予定である。

(3) 国産豚肉における LA-MRSA の汚染実態調査

2021 年度と 2022 年度に北海道・東北～九州までの 5 地域で 385 検体 (国産 268 検体と外国産 117 検体) を対象に MRSA を調査した。国産肉の 4.1% (11 検体) と外国産肉 0.9% (1 検体) から分離され、全て ST398 であった。これまでの、と場の調査結果 (Sasaki ら 2020 ; 2021 ; 2022、本研究班) および東京都の市販肉調査 (下島ら 2020) に比べて市販肉の MRSA の分離率は低率であった。このことは、と畜過程での汚染低下や枝肉汚染頻度が低いことと一致している (C. Narvaez-Bravo ら 2015 ; Sasaki ら 2021)。産地別では、鹿児島、茨城、千葉、北海道で生産されていたことから、広範囲の飼育豚に MRSA が浸潤していることが示唆された。今回 POT 法による株間の比較を行ったが、一致する POT 型株が異なる地域の複数の店舗で購入した豚肉から分離されたが一部の検体で産地が一致した。また、既報の出荷豚由来 ST398 株を解析したところ、豚肉由来株の POT 型と一致せず、国内は多様な株で汚染している実態が明らかとなった。今後、遺伝子解析を継続してコアゲノム解析による株間の比較、SCCmec 型や spa 型を決定していく予定である。

(4) 産卵中の鶏糞由来大腸菌における薬剤耐性

採卵鶏由来大腸菌における薬剤耐性の割合は豚や肉用鶏に比べ低率で、また、個体中の薬剤耐性大腸菌の分布は一率ではなく、産卵中の採

卵鶏に抗菌薬が使用されないことと関連すると考えられた。薬剤耐性大腸菌の分布は農場ごとに異なり、育雛期間（産卵前）において使用される薬剤や種鶏場の耐性菌汚染状況が影響することが推察された。一方、70週齢以降で一過性に耐性菌の割合が上昇したが、強制換羽後の時期と一致したことから、強制換羽の影響について調査する必要があると考えられた。

別研究で食鳥（採卵鶏）処理場の污水からプラスミド性コリスチン耐性遺伝子（MCR）保有大腸菌が分離されたことから、CL（0.1mg/ml）添加TBX培地を利用して大腸菌を分離したがCL耐性大腸菌は分離されなかった。食肉や污水を検体とした場合はCL耐性大腸菌が分離されることから、糞便を検体としてCL耐性菌を分離する方法を再検討する必要がある。

（5）東北地方及び九州地方の肉用鶏群のサルモネラの薬剤耐性状況調査

2012年の孵化場における第3世代セファロスポリン使用中止から10年が経過し、鶏肉生産の主産地である東北地方および九州地方の肉用鶏群およびその鶏肉から第3世代セファロスポリン耐性サルモネラは分離されておらず、大腸菌と比べサルモネラに対する中止効果が高いことが確認された。特に、今回調査した3施設（C、DおよびE）は、2007～2010年の間にも肉用鶏群のサルモネラ調査を実施しており、当時、約20%のサルモネラ株が第3世代セファロスポリンに耐性であり、E施設の孵化場では、抗菌薬を第3世代セファロスポリンからジヒドロストレプトマイシンに変更したことが確認された。本調査では、テトラサイクリン系およびフルオロキノロン系を使用していた2鶏群を除いて、使用抗菌薬に対する耐性株は認められず、調査鶏群に対する抗菌剤使用と薬剤耐性との関連は低いことが示唆された。NA耐性株の分離率については、素ビナが自社の種鶏場に由来する食鳥処理場4施設（A～D）の鶏群（4.3%）に比べ、素ビナを他社から購入している食鳥処理施設3

施設（E～G）の鶏群（30.4%）で有意に高率で、胸肉由来株では、両者の違いがさらに大きくなった。このことから、薬剤耐性サルモネラ保菌鶏群の汚染は食鳥処理により増幅されることが示唆された。

（6）外国産鶏肉のサルモネラ汚染状況調査

本研究によって、外国産鶏肉のサルモネラ汚染状況および薬剤耐性状況は、国間で大きく異なることが明らかとなった。国産鶏肉から最もよく分離される *S. Schwarzengrund* は全く分離されず、タイ産では *S. Agona* が多く、ブラジル産では *S. Minnesota* が多かった。また、養鶏団体がセフトオフルの使用を自主規制した後、国産鶏肉からほぼ分離されなくなった第3世代セファロスポリン耐性株だけではなく、フルオロキノロン耐性株も確認されたため、来年度はさらに検体数を増やし、外国産鶏肉における薬剤耐性サルモネラ汚染実態を明らかにしていく必要がある。

E. 結論

本研究で、国内産豚肉のメチシリン耐性黄色ブドウ球菌（MRSA）汚染が低度であること、鶏肉中のESBL産生大腸菌の分布に季節変動がないことを明らかにした。薬剤耐性菌による食品汚染は、生産段階に分布する薬剤耐性菌に起因するため、Food Chainにおける汚染実態の把握を進めながら、問題点を明らかにしていく必要がある。

F. 健康危険情報

（分担研究報告書には記入せずに、総括研究報告書にまとめて記入）

G. 研究発表

1. 論文発表

1. 富山満里奈、市川 隆、村松智恵子、浅井鉄夫 東海地方の家畜からの *Escherichia albertii* の分離と性状解析 日獣会誌

75:e107-e113, 2022.

2. Sasaki, Y., Asakura, H., Asai, T. Prevalence and fluoroquinolone resistance of *Campylobacter* spp. isolated from beef cattle in Japan. *Animal Diseases* 2: 15, 2022.
3. Sasaki Y., Aoki K, Ishii Y, Tamura Y, Asai T. First isolation of ST398 methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carrying staphylococcal cassette chromosome mec type IVd from pig ears in Japan. *J Vet Med Sci.* 84(9):1211-1215, 2022.
4. Sasaki Y., Yonemitsu K, Uema M, Asakura H, Asai T. Prevalence and antimicrobial resistance of *Campylobacter* and *Salmonella* in layer flocks in Honshu, Japan. *J Vet Med Sci.* 84(11):1502-1507, 2022.

2. 学会発表

杉浦 萌香、佐々木 貴正、杉山 美千代、浅井鉄夫 豚肉由来家畜関連型 MRSA の薬剤感受性と遺伝学的性状 2022年9月6～8日 WEB開催
第165回日本獣医学会学術集会

H. 知的財産権の出願・登録状況
(予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

表 1

鶏肉におけるCTX耐性大腸菌の汚染状況

| | 陽性/検査 (%) | | |
|-------------|----------------|---------------|----------------|
| | 国産 | 輸入 | 銘柄 |
| 2021/10 | 3/4 | 0/3 | 2/4 |
| 2021/11 | 3/4 | 0/2 | 1/4 |
| 2021/12 | 3/4 | 1/3 | 0/4 |
| 2022/1 | 3/4 | 1/3 | 3/4 |
| 2022/2 | 3/4 | 1/2 | 2/4 |
| 2022/3 | 3/4 | 2/2 | 2/4 |
| 2022/4 | 3/4 | 1/2 | 3/4 |
| 2022/5 | 2/4 | 0/2 | 1/4 |
| 2022/6 | 2/4 | 1/2 | 2/4 |
| 2022/7 | 1/4 | 0/2 | 2/4 |
| 2022/8 | 2/4 | 0/2 | 2/4 |
| 2022/9 | 2/4 | 1/2 | 2/4 |
| (2022/1~9計) | (21/36, 58.3%) | (7/19, 36.8%) | (19/36, 52.7%) |
| 計 | 30/48 (62.5) | 8/27 (29.6) | 22/48 (45.8) |

- CTX耐性大腸菌：
国産 > 銘柄 > 輸入？

図 1 4 店舗で購入した鶏肉の菌数 (MPN/g)

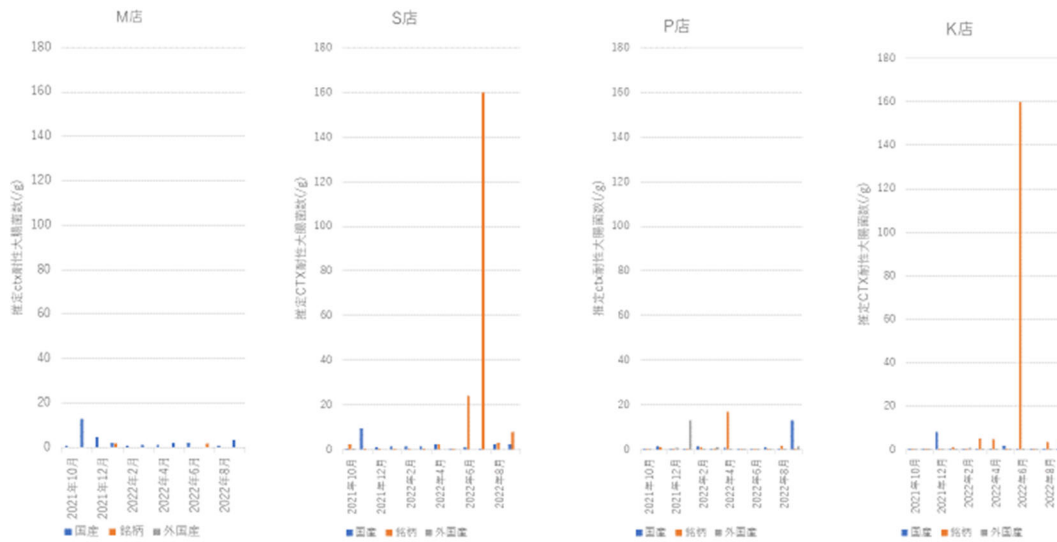


表 2

CTX耐性株の産生する β -ラクタマーゼ型

| | 国産 | 銘柄 | 外国産 | 計 |
|-------------|----|----|-----|-----|
| CIT | 5 | 4 | 13 | 22 |
| CTX-M-1G | 16 | 17 | 3 | 36 |
| CTX-M-2G | 37 | 33 | 0 | 70 |
| CTX-M-9G | 28 | 7 | 0 | 35 |
| CTX-M-8/25G | 0 | 0 | 5 | 5 |
| SHV | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 不明 | 6 | 0 | 0 | 6 |
| 計 | 92 | 66 | 21 | 179 |

図 2

区分別CTX耐性株の薬剤感受性

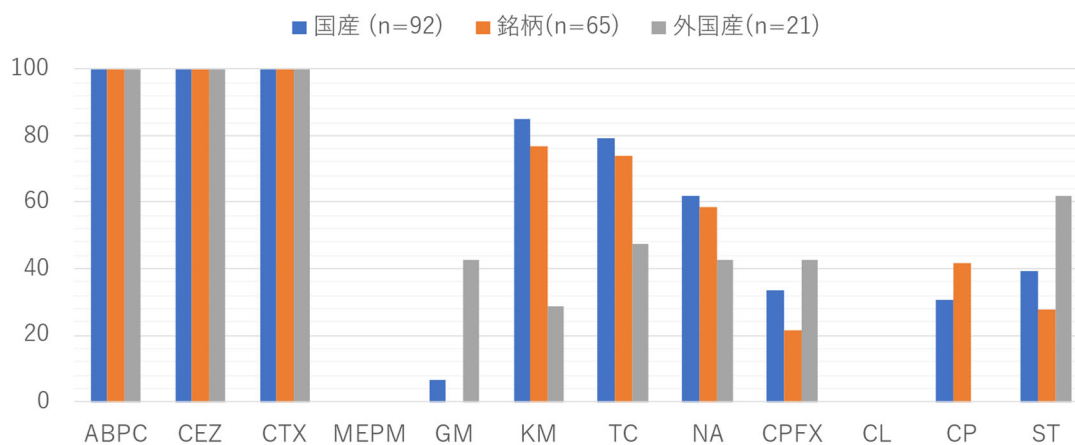


図 3

図 豚農場のロット内MRSA陽性率の分布

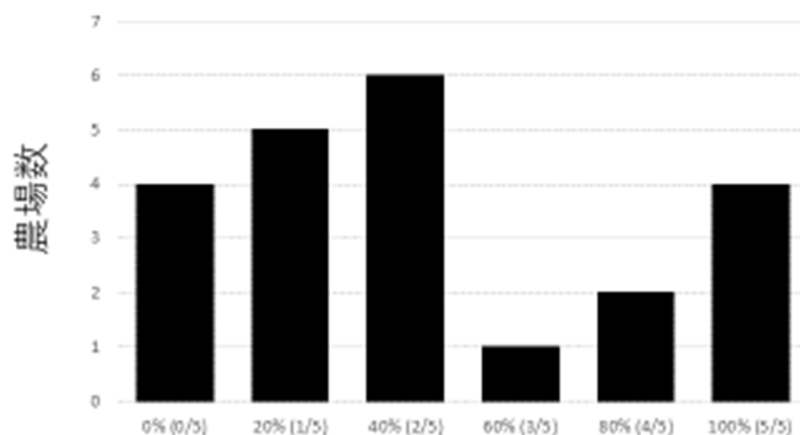


表 3 と畜場および市販肉から分離した MRSA の薬剤感受性

| 薬剤 | と畜場(n=19) | | 食肉由来(n=12) | | | |
|-------|-----------------|----------|---------------------|---------|------------|---------|
| | | | 国産(n=11) | | 外国産(n=1) | |
| | MIC範囲 | 耐性株数(%) | MIC範囲 | 耐性株数(%) | MIC範囲 | 耐性株数(%) |
| CEZ | 2-32 | | 1-32 | | 2 | |
| FMOX | 1-8 | | 2-8 | | 2 | |
| CMZ | 4-16 | | 4-8 | | 4 | |
| IPM | ≦0.25 | | ≦0.25-1 | | ≦0.25 | |
| MINO | ≦0.12-4 | | 2-4 | | 2 | |
| TC | ≦0.5-64< | 16(84.2) | 32-64< | 11(100) | 64 | 1(100) |
| VCM | 0.5-1 | | 0.5-1 | | 0.5 | |
| TEIC | ≦0.25 | | ≦0.25 | | ≦0.25 | |
| LZD | 1 | | 1-2 | | 1 | |
| ABK | 1-2 | | 1-2 | | 2 | |
| TZD | ≦0.12-0.25 | | ≦0.12-0.25 | | ≦0.12 | |
| DAP | 0.25-5 | | 0.25-0.5 | | 0.25 | |
| RFP | ≦1 | | ≦1 | | ≦1 | |
| MPIPC | >4 | 19(100) | 4-4< | 11(100) | >4 | 1(100) |
| MUP | ≦0.06 | | ≦0.06 | | ≦0.06 | |
| EM | 1-128< | 15(78.9) | 0.5-128< | 5(45.6) | >128 | 1(100) |
| CLDM | 0.25-128< | 17(89.5) | 0.12-128< | 5(45.6) | >128 | 1(100) |
| GM | 0.5-2 | | 0.5-32 | 1(9.09) | 1 | |
| LVFX | 0.12-8 | 1(5.26) | 0.12-8 | 3(27.3) | 0.25 | |
| ST | ≦4.75/0.25 | | ≦4.75/0.25 -19/1 | | ≦4.75/0.25 | |
| FOM | ≦0.25-2 | | ≦0.25-0.5 | | ≦0.25 | |
| CFX | 8-8< | 19(100) | 8-8< | 11(100) | 8 | 1(100) |
| CP | 4-64 | 5(26.3) | 4-64 | 7(63.6) | 4 | |
| | CLSI ブレイクポイントあり | | | | | |

表 4 MRSA の薬剤耐性パターン

| 耐性パターン | 株数 | | |
|---------------------------------|-----|------|-----|
| | と畜場 | 食肉由来 | |
| | | 国産 | 外国産 |
| TC,MPIPC,EM,CLDM,GM,LVFX,CFX,CP | 0 | 1* | 0 |
| TC,MPIPC,EM,CLDM,LVFX,CFX,CP | 0 | 2* | 0 |
| TC,MPIPC,EM,CLDM,GM,CFX,CP | 0 | 0 | 0 |
| TC,MPIPC,EM,CLDM,LVFX,CFX | 0 | 0 | 0 |
| TC,MPIPC,EM,CLDM,CFX,CP | 1 | 0 | 0 |
| TC,MPIPC,EM,CLDM,CFX | 11 | 2* | 1* |
| TC,MPIPC,CLDM,CFX,CP | 4* | 0 | 0 |
| TC,MPIPC,CFX,CP | 0 | 4* | 0 |
| MPIPC,EM,CLDM,CFX | 1 | 0 | 0 |
| MPIPC,EM,LVFX,CFX | 1 | 0 | 0 |
| TC,MPIPC,CFX | 0 | 2* | 0 |
| MPIPC,EM,CFX | 1 | 0 | 0 |

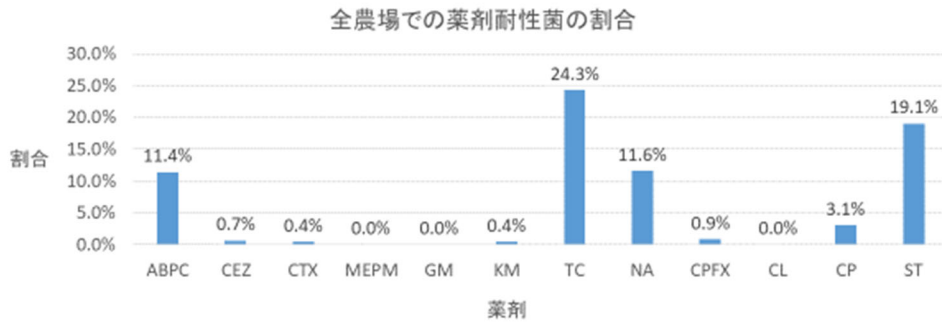
*:CC398

表 5 食肉由来株とと場分離株の POT 型の比較

| 調査時期 (出典) | 論文株No | ST | <i>spa</i> | SCC <i>mec</i> | POT型 | 産地 |
|--|-------|------|------------|----------------|------------|------|
| 2021-2022年 (今年度の本研究) | M33 | 398 | * | VII(5C1) | 64-0-0 | 鹿児島県 |
| | M53 | 398 | t571 | V(5C2) | 64-16-5 | 国産 |
| | M63 | 398 | * | Vc(5C2&5) | 64-144-65 | 茨城県 |
| | M75 | 398 | * | unknown | 64-0-0 | 鹿児島県 |
| | M86 | 398 | * | 不明 | 64-0-0 | 鹿児島県 |
| | M88 | 398 | * | 不明 | 64-208-65 | スペイン |
| | M89 | 398 | * | Vc(5C2&5) | 64-144-65 | 北海道 |
| | KN7 | 398 | t16964 | V(5C2&5) | 64-128-69 | 国産 |
| | KN8 | 398 | t034 | V(5C2&5) | 64-46-64 | 国産 |
| | KN26 | 398 | t571 | Vc(5C2&5) | 64-0-5 | 千葉県 |
| | KN53 | 398 | * | unknown | 64-0-0 | 国産 |
| KN54 | 398 | t571 | VII(5C1)? | 64-0-0 | 国産 | |
| 2017+和田と畜場 (Sasakiら, JVMS, 2020) | f-1 | 398 | t034 | IVa | 104-64-33 | |
| | f-2 | 398 | t034 | IVa | 104-0-0 | |
| | a-1 | 398 | t034 | V | 64-192-101 | |
| | b-1 | 398 | t034 | V | 64-144-117 | |
| | b-2 | 398 | t034 | V | 64-144-101 | |
| | c-1 | 398 | t011 | V | 64-64-33 | |
| | c-2 | 398 | t011 | V | 64-64-33 | |
| | d-1 | 398 | t034 | V | 64-144-117 | |
| | g-1 | 398 | t034 | V | 64-144-101 | |
| | g-2 | 398 | t034 | V | 64-144-101 | |
| | e-1 | 398 | t034 | V | 64-114-117 | |
| h-1 | 398 | t034 | IVa | 104-0-1 | | |
| i-1 | 398 | t034 | V | 64-144-117 | | |
| 2018芝浦と畜場 (Sasakiら, JVMS, 2022) | a-1 | 398 | t011 | IVd | 104-0-0 | |
| | a-2 | 398 | t011 | IVd | 104-0-0 | |
| | f-1 | 398 | t011 | IVd | 104-0-0 | |
| | g-1 | 398 | t011 | IVd | 104-0-0 | |
| | h-1 | 398 | t011 | IVd | 104-0-0 | |
| | j-1 | 398 | t011 | V | 64-0-0 | |
| | l-1 | 398 | t011 | IVd | 104-0-0 | |
| | m-1 | 398 | t011 | IVd | 104-0-0 | |
| * 検討中 | | | | | | |

図 4

採卵鶏農場由来大腸菌における薬剤耐性菌の割合



ABPC,TC,NA,ST耐性菌が多い
MEPM,GM,CL耐性菌はどの農場でも見られなかった

図 5

農場ごとの薬剤耐性菌の分布状況

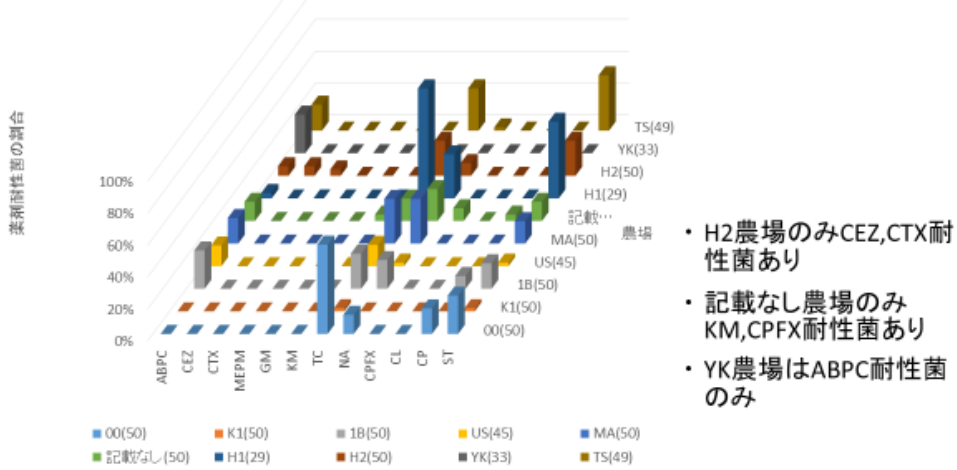


図 6

鶏の週齢ごとの薬剤耐性菌の割合

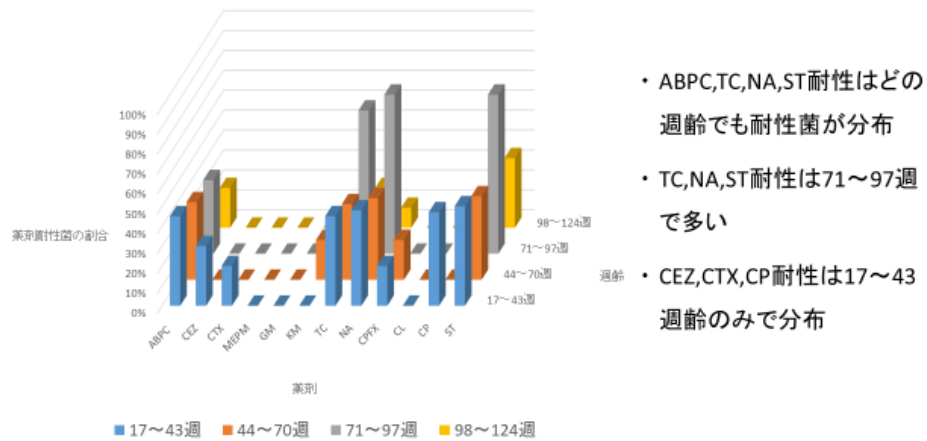
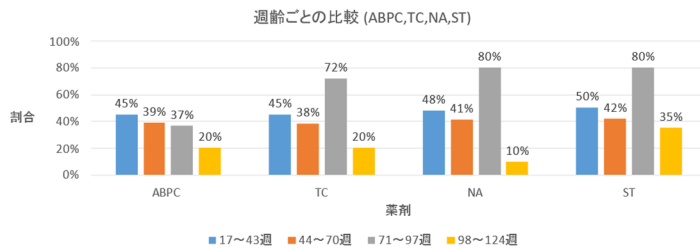


図 7

ABPC,TC,NA,STにおける週齢ごとの比較



ABPC耐性菌は若齢から高齢になるにつれ薬剤耐性菌の割合が減少しているのに対し、TC,NA,ST耐性菌は17~43週から44~70週にかけて減少し44~70週から71~97週にかけて急増しているという違いが見られた

表 6

| 表. 肉用鶏群の盲腸内容物、胸肉サルモネラ汚染状況と抗菌薬使用 | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|----|----|-------|-------------------------|------------------------------------|-----|-------|-----|-----|------|
| 施設 | 群 | 採材 | | 盲腸内容物 | | 胸肉 | | 使用抗菌薬 | | | |
| | | 年 | 月 | 陽性数 | 血清型 (薬剤耐性パターン) | 血清型 (薬剤耐性パターン) | PC系 | FQ系 | TC系 | ML系 | ST合剤 |
| A | A1 | R4 | 6 | 3 | S (SM+KM+TC+TMP) | S (SM+KM+TC+TMP) | - | - | - | - | - |
| | A2 | R4 | 7 | 2 | S (SM+KM+TC) | S (SM+KM+TC) | - | - | - | - | - |
| | A3 | R4 | 8 | 2 | S (KM) | S (SM+KM+TC+TMP), I (SM+KM+TC+TMP) | - | - | - | - | - |
| | A4 | R4 | 8 | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| | A5 | R4 | 9 | 2 | S (SM+KM+TC+TMP) | S (SM+TC+TMP) | - | - | - | - | - |
| | A6 | R4 | 10 | 4 | S (SM+KM+TC) | S (SM+KM+TC) | - | - | - | - | - |
| B | B1 | R4 | 6 | 0 | - | S (SM+KM+TC+TMP) | ○ | ○ | - | - | ○ |
| | B2 | R4 | 7 | 0 | - | - | ○ | ○ | - | - | ○ |
| | B3 | R4 | 8 | 0 | - | S (KM+TC) | ○ | ○ | - | - | ○ |
| | B4 | R4 | 9 | 2 | S (SM+KM+TC+TMP) | - | - | - | - | - | - |
| | B5 | R4 | 9 | 1 | S (SM+KM+TC+TMP) | S (SM+KM+TC+NA) | - | - | - | - | - |
| C | C1 | R4 | 6 | 3 | S (SM+KM+TC+TMP) | S (SM+KM+TC+TMP) | - | - | - | - | - |
| | C2 | R4 | 7 | 0 | - | S (SM+KM+TC+TMP) | - | - | - | - | - |
| | C3 | R4 | 8 | 2 | S (SM+KM+TC+TMP) | S (SM+KM+TC+TMP) | - | - | - | - | - |
| | C4 | R4 | 9 | 1 | S (SM+KM+TMP) | M (SM+TC) | - | - | - | - | - |
| | C5 | R4 | 9 | 5 | S (SM+KM+TC), UT (SM) | UT (感受性) | - | - | - | - | - |
| D | D1 | R4 | 6 | 4 | S (SM+KM+TC), M (SM+TC) | S (SM+KM+TC) | - | - | - | - | - |
| | D2 | R4 | 7 | 3 | S (SM+KM+TC+NA+TMP) | S (SM+KM+TC+TMP) | - | - | - | - | - |
| | D3 | R4 | 7 | 3 | M (SM+TC) | M (SM+TC) | - | - | - | - | - |
| | D4 | R4 | 8 | 0 | - | - | - | - | - | - | - |
| | D5 | R4 | 9 | 2 | S (感受性) | S (SM+TC), M (SM+TC) | - | - | - | - | - |
| | D6 | R4 | 10 | 1 | S (SM+KM+TC) | S (KM) | - | - | - | - | - |
| | D7 | R4 | 11 | 0 | - | M (SM+TC) | - | - | - | - | - |
| E | E1 | R4 | 6 | 4 | S (SM+KM+TC+NA+TMP) | S (SM+KM+TC+NA+TMP) | - | ○ | - | ○ | - |
| | E2 | R4 | 7 | 0 | - | S (SM+KM+TC+NA+TMP) | ○ | - | - | - | - |
| | E3 | R4 | 8 | 3 | S (SM+KM+TC+TMP) | S (SM+KM+TC+TMP) | - | - | - | - | - |
| | E4 | R4 | 9 | 3 | S (SM+KM+TC+NA+TMP) | S (SM+KM+TC+NA+TMP) | - | - | ○ | - | - |
| | E5 | R4 | 9 | 1 | S (SM+KM+TC+NA) | - | - | - | - | - | - |
| | E6 | R4 | 10 | 4 | S (SM+KM+TC+NA+TMP) | S (SM+KM+TC+NA+TMP) | - | - | - | - | - |
| F | F1 | R4 | 6 | 2 | S (KM+TMP), M (SM+TC) | S (KM+TMP) | - | - | - | - | - |
| | F2 | R4 | 7 | 2 | S (SM+KM+TC+NA) | S (SM+KM+TC+NA) | - | - | - | - | - |
| | F3 | R4 | 7 | 1 | S (SM+KM+TC+TMP) | S (SM+KM+TC+TMP) | - | - | - | - | - |
| | F4 | R4 | 8 | 3 | S (SM+KM+TC) | S (SM+KM+TC) | - | - | - | - | - |
| | F5 | R4 | 9 | 1 | S (SM+KM+TC+TMP) | S (SM+KM+TC+TMP) | - | ○ | - | - | - |
| | F6 | R4 | 9 | 2 | S (SM+KM+TC+TMP) | S (SM+KM+TC+NA) | - | - | - | - | - |
| G | G1 | R3 | 10 | 3 | S (KM) | S (KM+NA) | - | - | - | - | - |
| | G2 | R4 | 3 | 4 | S (SM+KM) | S (SM+KM+NA) | - | ○ | - | - | - |
| | G3 | R4 | 4 | 2 | S (KM) | S (KM) | - | - | - | - | - |
| | G4 | R4 | 4 | 5 | S (KM) | S (SM+KM+NA) | - | - | - | - | - |
| | G5 | R4 | 4 | 5 | S (KM+NA) | S (NA) | - | - | - | - | - |
| | G6 | R4 | 5 | 4 | S (KM) | S (KM) | ○ | ○ | - | - | - |
| | G7 | R4 | 5 | 5 | S (KM) | S (KM) | - | - | - | - | - |
| | G8 | R4 | 6 | 4 | S (KM) | S (KM+NA) | - | ○ | - | - | - |
| | G9 | R4 | 6 | 1 | S (KM) | S (KM+NA) | - | - | - | - | - |
| | G10 | R4 | 8 | 0 | - | - | ○ | ○ | - | - | - |
| | G11 | R4 | 11 | 2 | S (KM+NA) | S (KM) | - | - | - | - | - |

1) ABPC: アンピシリン, KM: カナマイシン, NA: ナリジクス酸, SM: ストレプトマイシン, TC: テトラサイクリン, TMP: トリメトプリム, PC系: ペニシリン系, FQ系: フルオロキノロン系, TC系: テトラサイクリン系, ML系: マクロライド系, ST合剤, サルファ剤複合製剤

2) M: *S. Manhattan*, S: *S. Schwarzengrund*, UT: Untypeable.

表 7

外国産鶏肉から分離されたサルモネラ株の血清型および薬剤耐性パターン

| O群 (株数) | 血清型 | 薬剤耐性パターン(輸出国) | 株数 |
|-----------------|------------------------------------|--------------------------------------|----|
| O:4 (6) | Agona (3) | ABPC, CEZ, CTX, SM, TC, NA, TMP (タイ) | 1 |
| | | ABPC, SM, TC, NA, TMP (タイ) | 1 |
| | | SM, TC, TMP (タイ) | 1 |
| | Saintpaul (1) | ABPC, SM (タイ) | 1 |
| | Typhimurium monophasic variant (2) | ABPC, SM, TC (タイ) | 1 |
| | | ABPC, SM (ブラジル) | 1 |
| O:7 (1) | Oslo (1) | susceptible (タイ) | 1 |
| O:8 (3) | Albany (1) | ABPC, SM, GM, KM, NA (タイ) | 1 |
| | Kentucky (1) | ABPC, SM, GM, TC, NA, CPFX (タイ) | 1 |
| | Newport (1) | NA (ブラジル) | 1 |
| O:9 (1) | Enteritidis (1) | CL (タイ) | 1 |
| O:21 (3) | Minnesota (3) | ABPC, CEZ, CTX, TC, NA (ブラジル) | 2 |
| | | KM, TC, NA (ブラジル) | 1 |

ABPC: アンピシリン、CEZ: セファゾリン、CTX: セフォタキシム、SM: ストレプトマイシン、GM: ゲンタマイシン、KM: カナマイシン、TC: テトラサイクリン、NA: ナリジクス酸、CPF: シプロフロキサシン、CL: コリスチン、TMP: トリメトプリム