

話題の感染症

野生動物における耐性菌の保有状況

Situation of Antimicrobial-resistant bacteria prevalent in wild animals.

あさ い てつ お
浅井鉄夫
Tetsuo ASAI

はじめに

抗菌性物質は医療だけではなく、畜産動物や伴侶動物の獣医療、畜産で抗菌性飼料添加物、農薬として利用されている。1969年のスワンレポート¹⁾によって、畜産動物が保有する薬剤耐性菌が畜産物を介してヒトへ伝播する危険性が指摘され、薬剤耐性菌は公衆衛生と家畜衛生の相互に関連した問題と考えられるようになった。約半世紀後(2014年)に公表されたオニールレポート²⁾は、現状のままでは何もしなければ2050年までに1000万人が薬剤耐性菌により死亡すると推定した。国内においても、2019年の年末に国立国際医療センターAMR臨床リファレンスセンターは、薬剤耐性菌による年間死者は約8,000人以上として警戒を促している。

近年、河川からヒトや動物に由来する薬剤耐性菌や抗菌薬が検出されることが明らかにされ、医療や獣医療だけではなく、環境分野の薬剤耐性菌にも注目が集まっている。河川を汚染した薬剤耐性菌が水系を利用し環境を広範囲に汚染するだけではなく、環境中に生息する種々の動植物が耐性菌で汚染したり、汚染した動植物を野生動物が摂食したりすることで、野生動物の腸管内で伝播・維持される可能性が危惧される。本稿では、これまで国内で実施されてきた野生動物に分布する薬剤耐性菌の調査の中で、幅広い動物に分布し、薬剤耐性の指標菌として利用されている大腸菌の薬剤耐性について紹介する。

I. 医療と獣医療における
薬剤耐性に関する調査

2015年5月に世界保健機関(WHO)が採択した薬剤耐性に関する行動計画(Global action plan on antimicrobial resistance)³⁾では、ヒトの健康を守るために動物や環境を一体として取り組むOne Health approachを基本的な考えとした。WHOの行動計画では加盟国は2年以内に自国の行動計画を策定するよう要請され、日本政府は2016年4月にOne Healthに基づく「薬剤耐性(AMR)対策アクションプラン2016-2020」⁴⁾を公表した。その行動計画の一つとして、ヒト、動物、食品および環境等から分離される薬剤耐性菌に関する統合的なワンヘルス動向調査が取り組まれている。2019年11月に公表された「薬剤耐性ワンヘルス動向調査年次報告書2019」⁵⁾によると2017年の動物用抗菌剤の販売量は872トンで、うち畜産動物には694トン、水産分野で約170トン、伴侶動物に約8トンである。抗菌性飼料添加物として221トンが使用されていることから、畜産動物では合計905トンが使用されている。日本における抗菌性物質の使用量は1816トンであることから、約50%が畜産で使用されていることになる。これまで、医療分野では、院内感染の発生状況、薬剤耐性菌の分離状況および薬剤耐性菌による感染症の発生状況を調査する院内感染対策サーベイランス(JANIS)が2000年から続いている。畜産分野では、1999年に家畜衛生分野における薬剤耐性モニタリング体制(JVARM)が構築され、2000年度から全国の家畜保健衛生所と共同で家畜由来食品媒介性病原細菌(サルモネラとカンピロバクター)および指標細菌(大

腸菌と腸球菌)を対象に薬剤耐性菌の発現状況が調査されている。さらにJVARMにより2017年から、伴侶動物における薬剤耐性菌の動向調査が開始され、水産分野における薬剤耐性菌の動向調査の充実が図られている。このように、One Healthアプローチに基づいて包括的な薬剤耐性菌のモニタリング体制が構築されつつあり、特にJANISとJVARMの連携が図られ、フードチェーンにおいて統合的な薬剤耐性菌の分布実態が明らかになってきている。

II. 野生動物における薬剤耐性菌の調査

野生動物は新興・再興感染症の感染源として、公衆衛生・家畜衛生の両面で関心が高まっている。野生動物の生息する環境が大きく変化する中で、野生動物と人間社会との接触が増え、感染症以外にも人身被害、農作物被害、林業被害、糞害など様々な問題につながっている⁶⁾。1970～1980年代に国内で実施された野生動物における薬剤耐性菌の調査の多くはハト、スズメ、ムクドリ、カラスなど都市部に生息するもの、ハクチョウ、ウミネコ、カモなどの水辺に生息するものを対象としている(表1)⁷⁻¹¹⁾。スワンレポート以降、家畜に使用する抗菌性物質に注目が集まり、野鳥が保有する薬剤耐性菌の問題は、ヒトへの危害、家畜からの獲得、環境汚染など様々な面で議論されている。当時からテトラサイクリン、ストレプトマイシン、サルファ剤に対する耐性菌が野鳥から検出され、市街地で見かける野鳥が薬剤耐

性菌を保有することが知られていた。

一方、哺乳類の調査は限られており、1980年代に行われた特別天然記念物のカモシカを対象にした調査では、ほとんど耐性菌が見つかっていない¹²⁾。これは、山岳地帯に生息するといったカモシカの特性と深く関係している。2000年以降に実施した山中で捕獲したネズミなどの小型哺乳類においても耐性菌の保有は限られている^{13,14)}ことから、人間との接触の程度が大きくかかわっていることが推察できる。

1. 野鳥

1970年代の後半から野鳥を中心に耐性菌の調査が行われ、金城⁷⁾は、1973～1976年に沖縄のドバトから分離した大腸菌345株で、アンピシリン(0.3%)、テトラサイクリン(7.5%)、ストレプトマイシン(2.0%)、サルファ剤(4.3%)に対する耐性が認められることを報告した。金城ら⁸⁾は、約10年後(1982～1983年)に岐阜・愛知・三重県のドバトから分離した大腸菌558株で、アンピシリン(0.2%)、テトラサイクリン(4.3%)、ストレプトマイシン(1.8%)、サルファ剤(4.8%)に関して同様の成績を報告した。

Kanaiら⁹⁾は、スズメ、ニホンキジおよびコジュケイを対象に群馬県で実施した調査(1978～1979年)で、テトラサイクリン耐性はスズメ由来大腸菌株(46検体、1380株)の72.2%、ニホンキジ由来株(27検体、810株)の10.7%やコジュケイ由来株(51検体、

表1 1970～1980年代に国内で実施された野鳥由来大腸菌における薬剤耐性割合(%)

種類	調査年	調査地	株数	AMP	KAN	TET	CHL	STR	Sulfa	文献
ドバト	1973～1976	沖縄	345	0.3	0	7.5	0	2	4.3	7)
スズメ	1978～1979	群馬	1380	8.6	26.4	72.2	1.6	35.5	65.8	9)
日本雉	1978～1979	群馬	810	0	3.5	10.7	1.7	6.8	3.1	〃
コジュケイ	1978～1979	群馬	1530	0	3.7	10.6	0.7	7.1	8.1	〃
ムクドリ	1979	東京	10	0	0	70	0	0	0	10)
ヒヨドリ	1979	東京	40	0	0	0	0	0	0	〃
オナガ	1979	東京	10	0	0	0	0	0	0	〃
ハシブトガラス	1980	東京	120	0	0	11.7	5	11.7	0	〃
コジュケイ	1980	東京	25	0	0	2	0	2	0	〃
キジバト	1980	東京	25	0	0	0	0	0	0	〃
ドバト	1982～1983	岐阜、愛知、三重	558	0.2	0	4.3	0	1.8	4.8	8)
コハクチョウ	1983～1986	鳥取、島根	279	12.2	13.2	25.4	1.8	18.3	100	11)
オナガガモ	1983～1986	鳥取、島根	196	2.6	1	14.8	0	16.8	100	〃
ウミネコ	1983～1986	鳥取、島根	79	10.1	1.3	21.5	1.3	32.9	100	〃

1530株)の10.6%に認められることを報告した。スズメではテトラサイクリン(72.2%)、カナマイシン(26.9%)、ストレプトマイシン(35.5%)、サルファ剤(65.8%)に対する耐性が20%以上で認められ、多剤耐性を含む薬剤耐性菌が多く認められている。Kanaiらは、スズメに薬剤耐性菌が分布するのは、スズメが農場へ侵入して家畜由来の耐性菌や治療薬、飼料添加物との関わりを考察している。Nakamuraら¹⁰⁾の1979年の東京都における調査では、ムクドリ(2検体)由来大腸菌(10株)の70%にテトラサイクリン耐性が認められている。また、ハシブトガラス(8検体)由来40株においてもテトラサイクリン(11.7%)、クロラムフェニコール(5.0%)、ストレプトマイシン(11.7%)に対する耐性が認められている。ドバト、スズメ、ムクドリ、ハシブトガラスは市街地で見かける鳥類で、人間生活とかわりが多い。しかし、興味深いことに、ヒヨドリ(8検体、40株)、オナガ(2検体、10株)、キジバト(5検体、25株)など市街地で見かける鳥類が含まれていたが、耐性菌は認められていない。

水環境に生息する鳥類においても、薬剤耐性菌が報告されている。Tsubokuraら¹¹⁾は1983～1986年に鳥取・島根県でコハクチョウ984検体中54検体(5.5%)、オナガガモ606検体中51検体(8.4%)、ウミネコ279検体中16検体(5.7%)から大腸菌を分離して、コハクチョウ由来279株、オナガガモ由来196株、ウミネコ79株の薬剤感受性を調べた。テトラサイクリン耐性は14.8～25.4%、ストレプトマイシン耐性は16.8～32.9%、サルファ剤耐性は100%に認められた。アンピシリン耐性の割合は、オナガガモ(2.6%)に比べてコハクチョウ(12.2%)とウミネコ(10.1%)が高く、カナマイシン耐性はオナガガモ(1.0%)とウミネコ(1.3%)に比べてコハクチョウ(13.2%)で高い。この論文で、コハクチョウやオナガガモの生息地の汚染を反映していることが考察されている。

2. 哺乳類

1980～1984年に中部地区の山岳地帯で捕獲されたカモシカ287検体から分離された大腸菌(873株)では、薬剤耐性はカナマイシン(0.3%)、テトラサイクリン(0.5%)、クロラムフェニコール(0.1%)、ストレプトマイシン(0.1%)、サルファ剤(0.1%)

に認められ、アンピシリンにはすべて感受性であった¹²⁾。また、2006年に北海道の自然公園で捕獲されたネズミ180検体のうち81検体(45.0%)から分離した大腸菌81株では、テトラサイクリン(3.7%)、アンピシリン(1.3%)、ストレプトマイシン(1.3%)、カナマイシン(1.3%)、クロラムフェニコール(1.3%)に対する耐性が認められたが、セファゾリン、ゲンタマイシン、ナリジクス酸、フルオロキノロン(エンロフロキサシン)には感受性であった¹³⁾。2013～2017年に長野と岐阜県の山中で捕獲した野ネズミやヒミズといった小型哺乳類では薬剤耐性菌は分離されなかった¹⁴⁾。このように、人との接点が少ない野生動物では薬剤耐性菌をほとんど保有していない。

Ogawaら¹⁵⁾は、2005～2006年に「北限のサル」¹⁶⁾として天然記念物に指定されている下北半島(青森県)のニホンザルを対象に報告した。ニホンザル71頭由来の83株では、約50%でアンピシリンやセファロチンといったβ-ラクタム剤や1%でストレプトマイシンに対して耐性を示したが、その他のアミノグリコシド(カナマイシンやゲンタマイシン)、テトラサイクリンなどには感受性を示した。この地域では、サルによる食害等も問題となっており、人とのかわりも多いことが知られている。

3. 近年の大型哺乳類における薬剤耐性菌の分布

里山における人間活動の低下により、シカやイノシシによる農作物被害や林業被害が問題となり、さらに市街地に出没して人身被害や生活への影響へと及んでいる⁶⁾。特に、人間社会と密接に接触することで、人と野生動物の間での薬剤耐性菌や病原体などを含む微生物の相互伝播が懸念される。これまでの野生動物を対象にした調査は限られた地域で実施されたものが中心であったため、われわれは2013～2017年に複数県で捕獲した野生動物から分離・保存した大腸菌株の薬剤感受性を、統一したレイアウトの微量液体希釈法で調査した¹⁴⁾。

北海道と埼玉、静岡、岐阜、山口、鹿児島¹⁷⁾の5県で捕獲されたシカ191検体から分離された大腸菌327株では、テトラサイクリン耐性が3.1%、コリスチン耐性が1.2%で認められたが、その他の薬剤では、アンピシリン(0.6%)、ゲンタマイシン(0.3%)、カナマイシン(0.9%)、ナリジクス酸(0.9%)、フルオロキノロン(シプロフロキサシン、0.3%)、ST合

剤 (0.6%) に対する耐性は 1% 未満で、セファロスポリン系薬剤やクロラムフェニコールには感受性であった。また、栃木、石川、岐阜、山口、鹿児島 の 5 県で捕獲したイノシシ 112 頭から分離した大腸菌 224 株では、アンピシリン (3.6%)、テトラサイクリン (4.0%)、カナマイシン (1.3%)、コリスチン (1.4%)、クロラムフェニコール (1.8%)、ゲンタマイシン (0.4%)、ナリジクス酸 (0.9%)、ST 合剤 (0.9%) に対する耐性が認められたが、フルオロキノロンやセファロスポリン系薬剤に対しては感受性であった。このように、比較的広範囲の地域で捕獲された野生動物を対象にした調査でも、大腸菌において耐性を示す薬剤の種類は増加しているが、その割合は低率に維持されている。

4. 生息環境 (餌付け) の影響

日本獣医師会による「保全医学の観点を踏まえた野生動物の在り方」⁹⁾において、人間社会と野生動物のかかわりについて、野生動物への餌付けを意図的・非意図的に分類している。意図的餌付けは、希少種の保護、環境教育・調査研究、娯楽・趣味、商売・観光資源、捕獲に区分され、餌付けは生態の改変、個体数の増加、外来種の定着、感染症の媒介、環境汚染につながっている。非意図的餌付けにはカラスなどによる家庭ごみ (一般廃棄物) やシカやイノシシなどの農作物の被害が含まれる。このように、野生動物は「餌付け」によって人との接点を増やし、人間社会から放出される薬剤耐性菌が野生動物へ伝播・定着する可能性がある。

1). 希少種の保護

鹿児島県出水平野の水田地帯は、毎年 10 月中旬から 3 月に約 1 万羽のナベヅルとマナヅルなどのツルが越冬することで知られ、「鹿児島県のツルおよびその渡来地」として国の特別天然記念物に指定されている。稲刈りが終了した水田で稲の二番穂やカエル、タニシやバッタなどの動植物をエサとするほか、希少種の保護のために小麦、玄米、イワシなども人工的に給餌されている。出水平野で実施されたツルから分離された大腸菌における耐性は、2007～2008 年 (138 株) にアンピシリン (2.9%)、カナマイシン (0.7%)、テトラサイクリン (15.9%) ナリジクス酸 (2.9%)、エンロフロキサシン (1.4%) などに認められた¹⁶⁾。その後、約 10 年後 (2016～2017 年) に

は、アンピシリン (3.7%)、テトラサイクリン (10.9%) およびナリジクス酸 (4.8%) に対する耐性が認められたが、カナマイシンとエンロフロキサシンに対する耐性は認められなかった¹⁷⁾。2007～2008 年に分離されたフルオロキノロン耐性はキノロン剤の標的となるトポイソメラーゼに変異が認められた¹⁶⁾。ナリジクス酸耐性の割合がわずかに増加しているが、フルオロキノロンに対する耐性の増加にはつながっていない。鹿児島のツルにおける耐性菌の変動は 10 年間で認められないが、渡り鳥であることが関係しているかもしれない。

2). 観光資源

奈良公園や宮島 (広島県) では、ニホンジカは神聖な野生動物および観光資源として、人間社会と密接にかかわりながら生息してきた。2013～2017 年に実施された調査で、ニホンジカの糞便から分離した大腸菌における耐性菌の割合は、家畜に比べると明らかに低い。奈良公園では宮島に比べて高いことがわかった¹⁴⁾。さらに、宮島のシカの耐性菌の保有状況は、山林等で狩猟や有害駆除で捕獲されたシカのものと同程度であった。前述した 1980 年代に中部地区の山岳地帯で捕獲されたカモシカを対象にした調査において、捕獲個体では薬剤耐性菌をほとんど保有していないが、飼育間もなく耐性菌を保有することが報告されている¹²⁾。完全飼育下の家畜では一定程度薬剤耐性菌が分布するように、野生動物も飼育下では家畜と同様に耐性菌が定着する。

宮島ではニホンジカによる住民の生活被害や観光客への危害、さらに異物の誤食によるニホンジカの健康被害などが問題視されるようになった。宮島町の所在する廿日市市で平成 20 年 (2002 年) に「宮島地域シカ保護管理計画」を策定し、餌やりの禁止とゴミの管理の徹底を柱とした保護管理を進めはじめた¹⁸⁾。一方、奈良公園では観光客による、「シカ煎餅」の給餌が継続している。また、シカが観光客手荷物を盗食し、死亡したシカの胃からポリ袋が発見される映像がテレビで紹介された。シカ煎餅は米糠を原料としているが、餌付けはニホンジカにおける薬剤耐性菌の分布をある程度助長しているのかもしれない。

3). 非意図的餌付け

野生動物の生息環境が耐性菌の分布に影響する。家畜の飼育施設 (畜舎) には、ネズミなどの小型動

物が舎内へ侵入して定住するだけでなく、飼料を目的にクマやイノシシ、幼弱家畜や卵を目的にイタチやキツネなどが近づいてくる⁶⁾。畜舎のネズミ(クマネズミやドブネズミなど)がサルモネラなどの食中毒菌を家畜へ媒介することが古くから知られ、鶏卵や鶏肉のサルモネラ汚染を防止するため、多くの農場でネズミ対策が取り組まれている。家畜の飼養衛生管理基準でも、野生動物が飼育動物へ感染症を伝播する危険性があるとして、野生動物の侵入防止策を実施するよう指導されている。しかし、2018年に26年ぶりに国内で発生した豚コレラの事例からもわかるように、家畜と野生動物における感染症や病原体の相互伝播を完全に防ぐことは非常に困難である。

畜舎内で捕獲したネズミからCTX-M-1産生大腸菌が分離され、飼育する採卵鶏からも同様の薬剤耐性大腸菌が分離された¹⁴⁾。畜舎内に生息するネズミはサルモネラだけではなく、薬剤耐性菌の定着や維持に関与している。

沖縄で天然記念物であるヤンバルクイナを対象に実施した調査で、森林地域に生息する個体に比べて、農場周辺に生息する個体から分離された大腸菌において薬剤耐性が多く認められる¹⁹⁾。農場周辺の個体22羽中16羽から大腸菌が分離され、うち11羽(69%)

由来大腸菌で耐性が認められた。一方、森林地域の個体26羽中15羽から大腸菌が分離され、うち3羽(20%)由来大腸菌のみで耐性が認められた。このことは、農場周辺が森林地域に比べて薬剤耐性菌で汚染されていることを示唆している。特に、耐性菌の中でテトラサイクリン耐性が高率であること、フルオロキノロン(オフロキサシン)に対する耐性が森林地域の個体でも発見されていることを考えると、ヤンバルクイナの生息地域の薬剤耐性汚染が疑われる。

5. 野生動物における薬剤耐性菌の監視

国内には多様な野生生物が生息し、都市部にも多くの鳥類や哺乳動物が生息している。野生動物における薬剤耐性大腸菌の分布状況には、個体の生息環境と生態が大きく影響する。野生動物における薬剤耐性菌の実態調査は、ヨーロッパや米国では数多く報告されているが、国内では限られている。一つには、野生動物のサンプルを収集することが困難であることが原因と考えられる。また、サンプルを収集する場所によって、薬剤耐性菌の分布状況にも違いが見られる。薬剤耐性菌を指標に環境汚染の程度を評価する場合と、野生動物からの薬剤耐性菌の伝播の可能性を評価する場合とでは調査デザインが異

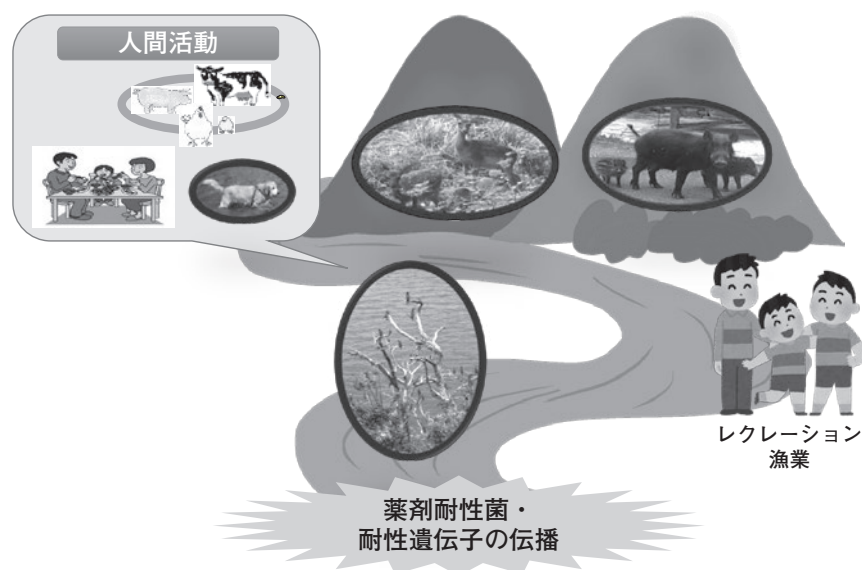


図1 薬剤耐性菌による環境汚染

なってくる。

野生動物を対象に薬剤耐性菌のモニタリングを進める上で、調査方法の統一は重要である。野生動物に分布する細菌は多様で、薬剤耐性の指標菌として使われる大腸菌や腸球菌を利用して実態を把握できるとは限らない。家畜の糞便では90%以上のサンプルから大腸菌を分離できるが、野生動物の糞便では大腸菌の分離率が低いことが多々ある。また、感受性試験方法については、寒天平板希釈法やディスク法のほか、初期には薬剤含有平板での発育確認により耐性菌とするものもあり、標準化された感受性試験法で実施されているとは限らない。今後、目的を明確にしてモニタリング体制を構築して実態を把握することが必要となる。

おわりに

野生動物が薬剤耐性菌を保有していたことが大きく注目された時代もあった。しかし、人類が抗菌性物質を手にする事で、人間社会に薬剤耐性菌の問題を引き起こした。野生動物における薬剤耐性菌の分布は現在のところ低率であるが、行動範囲が拡大した野生動物が人類の生活環境中に存在する薬剤耐性菌や耐性因子を獲得する機会も増えていくことが予想される(図1)。また、野生動物が農薬や汚水等に含まれる抗菌性物質に暴露することで薬剤耐性菌をより選択できるようになるかもしれない。近年の調査で、汚水処理場から流入する河川から種々の薬剤耐性菌が分離されている。日常生活から放出された薬剤耐性菌が河川等の水系環境を介して野生動物の腸管内に定着するためにどのような条件が必要なのか明らかにしていきたい。

文 献

- Anonymous, Report of the Joint Committee on the Use of Antibiotics in Animal Husbandry and Veterinary Medicine. London: Her Majesty's Stationary Office (HMSO), 1969.
- Tackling Drug-resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations. UK, May 2016. (https://amr-review.org/sites/default/files/160518_Final%20paper_with%20cover.pdf)
- World Health Organization: Global Action Plan on Antimicrobial Resistance. (https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/193736/9789241509763_eng.pdf;sequence=1)
- 国際的に脅威となる感染症対策関係閣僚会議: 薬剤耐性 (AMR) 対策アクションプラン (http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kokusai_kansen/pdf/yakuzai_honbun.pdf)
- 薬剤耐性ワンヘルス動向調査検討会: 薬剤耐性ワンヘルス動向調査年次報告書2019 (<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000571553.pdf>)
- 日本獣医師会職域総合部会野生動物対策検討委員会「保全医学の観点から踏まえた野生動物の在り方」 (http://nichiju.lin.gr.jp/kousyu/pdf/h28_06_yasei.pdf)
- 金城 俊夫 沖縄における各種動物および人糞由来大腸菌の薬剤耐性とRプラスミド 日本畜産学会報 1979; 50: 542-548.
- 金城 俊夫, 森重 正幸, 源 宣之, 福士 秀人 ドバトからのサルモネラ及び大腸菌の分離と分離株の薬剤感受性及びRプラスミド 岐阜大学農学部研究報告1983; 48: 121-127.
- Kanai H, Hashimoto H, Mitsuhashi S. Drug-resistance and conjugative R plasmids in *Escherichia coli* strains isolated from wild birds (Japanese tree sparrows, Green pheasants and Bamboo partridges). Jpn J Poul Sci 1981; 18: 234-239.
- Nakamura M, Yoshimura H, Koeda T. Drug resistance and R plasmids of *Escherichia coli* strains isolated from six species of wild birds. Nihon Juigaku Zasshi. 1982; 44 (3): 465-71.
- Tsubokura M, Matsumoto A, Otsuki K, Animas SB, Sanekata T. Drug resistance and conjugative R plasmids in *Escherichia coli* strains isolated from migratory waterfowl. J Wildl Dis. 1995; 31 (3): 352-357.
- Kinjo T, Minamoto N, Sugiyama M, Sugiyama Y. Comparison of antimicrobial resistant *Escherichia coli* in wild and captive Japanese serows. J Vet Med Sci. 1992; 54 (5): 821-7.
- Ishihara K, Kanamori K, Asai T, Kojima A, Takahashi T, Ueno H, Muramatsu Y, Tamura Y. Antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* isolates from wild mice in a forest of a natural park in Hokkaido, Japan. J Vet Med Sci. 2011; 73 (9): 1191-3.
- Asai T, Usui M, Sugiyama M, Izumi K, Ikeda T, Andoh M. Antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* isolates obtained from wild mammals between 2013 and 2017 in Japan. J Vet Med Sci. 2020; 82 (3): 345-349.
- Ogawa K, Yamaguchi K, Suzuki M, Tsubota T, Ohya K, Fukushi H. Genetic characteristics and antimicrobial resistance of *Escherichia coli* from Japanese macaques (*Macaca fuscata*) in rural Japan. J Wildl Dis. 2011; 47 (2): 261-70.
- Kitadai N, Obi T, Yamashita S, Murase T, Takase K. Antimicrobial susceptibility of *Escherichia coli* isolated from feces of wild cranes migrating to Kagoshima, Japan. J Vet Med Sci. 2012; 74 (3): 395-7.
- Suenaga Y, Obi T, Ijiri M, Chuma T, Fujimoto Y. Surveil-

- lance of antibiotic resistance in *Escherichia coli* isolated from wild cranes on the Izumi plain in Kagoshima prefecture, Japan. J Vet Med Sci. 2019; **81** (9): 1291-1293.
- 18) 廿日市市 宮島地域シカ保護管理ガイドライン 平成20年9月
(<https://www.city.hatsukaichi.hiroshima.jp/uploaded/attachment/24230.pdf>)
- 19) Ishibashi S, Sumiyama D, Kanazawa T, Murata K. Prevalence of antimicrobial-resistant *Escherichia coli* in endangered Okinawa rail (*Gallirallus okinawae*) inhabiting areas around a livestock farm. Vet Med Sci. 2019; **5** (4): 563-568.