一般公開シンポジウム

「野生動物の健康」

プログラム・講演要旨集

2022 年 3 月 21 日（月祝）　10:00～17:00 オンライン開催

主催：（独）環境保全再生機構 環境研究総合推進費 戦略研究 SⅡ-1 プロジェクト

後援：日本鳥学会、日本野生動物医学会、日本獣医学会野生動物分科会

プログラム

開始	終了	タイトル	発表者	要旨ページ
10:00	10:10	開会あいさつ、全体説明	羽山伸一（日本獣医生命科学大学 教授）	6
第１部　動物園動物　―高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）対策を例に―				
10:10	10:45	【基調講演１】 米国の動物園における HPAI 講習会と発揮されたその効果	イボンヌ・ナドラー（アメリカ動物園水族館協会 上級研究員）	2
10:45	11:20	【基調講演２】 動物園の HPAI 対策：希少な飼育個体を守った実例	アンニャ・グロビグ（フリードリヒ・レフラー研究所（ドイツ連邦動物衛生研究所） 主任研究官）	3
11:20	11:45	【招待講演】 東山動植物園における高病原性鳥インフルエンザの発生と防疫措置	茶谷公一（名古屋市東山動植物園 副園長）	5
11:45	12:10	抗インフルエンザ薬による希少鳥の鳥インフルエンザ感染の予防と治療の試み	迫田義博（北海道大学 教授）	7
12:10	13:00	昼休憩		
第２部　野生動物　―ワンヘルスアプローチによる疾病対策を目指して―				
13:00	13:20	鳥インフルエンザウイルスの効率的サーベイランスシステムの開発と希少鳥類への感染源となる水鳥の感受性評価	山口剛士（鳥取大学 教授）	8
13:20	13:40	鳥インフルエンザウイルス感染による希少鳥類の減少リスク評価と生息環境清浄化技術の確立	小澤真（鹿児島大学 准教授）	9
13:40	14:00	本州以南における猛禽類の鉛中毒実態に迫る	齊藤慶輔（猛禽類医学研究所 代表）	10
14:00	14:20	鳥類に蓄積する鉛の検出と毒性学的解析	石塚真由美（北海道大学 教授）	11
14:20	14:30	休憩		
14:30	14:50	国内に分布する猛禽類の鉛曝露リスク評価	大沼学（国立環境研究所 主幹研究員）	12
14:50	15:10	野鳥の健康診断をやってみた―HPAI および鉛汚染サーベイランスによる総合的リスク評価―	森口紗千子（日本獣医生命科学大学 ポストドクター）	13
15:10	15:45	【基調講演 3】 今必要な野生動物疾病サーベイランスと未来への指針	ジョナサン・スリーマン（アメリカ地質調査所 野生動物衛生研究所 所長）	4
15:45	16:05	休憩		
16:05	17:00	総合討論		

【基調講演 1】

米国の動物園における HPAI 講習会と発揮されたその効果

現在起こっている COVID-19 のパンデミック以前は、多くの疫学者、公衆衛生の専門家は、A 型インフルエンザこそが次のパンデミックの原因になるだろうと信じていました。そして、東南アジアで高病原性鳥インフルエンザ H5N1（HPAI）が発生し、数百万羽の鳥類が殺処分され、死者が数百人に上ったとき、これが来たるパンデミックだと考えました。米国では、公衆衛生の専門家が準備を始め、米国農務省（USDA）も、この越境感染症が食糧供給と貿易に及ぼす影響を把握してきました。集団発生が東南アジアやヨーロッパに広がるにつれ、渡り鳥の飛来地を経由して広がる可能性が高まり、 2006 年にはシカゴのリンカーンパーク動物園と USDA が連携し、HPAI が動物園で飼育されている鳥類に発生した場合の予防と管理のための支援を提供しました。

本発表では、USDA の支援を受けて、飼育動物における HPAI の発生に備えて、動物園が行ってきた準備とその成果を紹介します。開発された試験的サーベイランスの方法や、訓練教材「Influenzas of Non-domestic Species」、動物園施設における HPAI 発生時の規制当局の集団発生制御ガイダンスなどが作成され、この訓練で得られた教訓は、2014 年から 2015 年にかけて太平洋岸北西部の野鳥から高病原性株が検出された際に活用されました。

●Yvonne Nadler（イボンヌ・ナドラー）
Association of Zoos and Aquariums, USA
（アメリカ動物園水族館協会　上級研究員）

獣医師として勤務を経て、2006 年に疫学や生物統計学の研究で公衆衛生修士号を取得した。2006 年から 2013 年には疫学者としてシカゴのリンカーンパーク動物園で HPAI に対する動物園の対策準備に従事し、プロジェクトをメリーランド州シルバースプリングのアメリカ動物園協会（AZA）に移行した。現在は動物園水族館オールハザード協定（ZAHP）の上級獣医学アドバイザーとなり、鳥インフルエンザや口蹄疫を含むあらゆる自然災害、人為災害に対する動物園、水族館の対策準備に従事し、農務省、緊急事態管理分野、学術研究機関との連携に没頭している。

【基調講演 2】

動物園の HPAI 対策：希少な飼育個体を守った実例

高病原性鳥インフルエンザウイルス（HPAIV）H5 亜型クレード 2.3.4.4b は、2015 年に初めて出現して以来、ドイツを含むヨーロッパで深刻な流行が発生し、特に 2016/2017 年と 2020/2021 年には最悪の事態となりました。長年にわたり、動物園で飼育されている多くの鳥類が、野鳥と同じ水域を共有することでウイルスに感染しています。EU および各国の法律によれば、ドイツでの HPAIV 発生を受けて、飼育しているすべての鳥類の淘汰が義務づけられていましたが、地域の獣医当局がリスク評価を行い、調査結果を定期的に EU に報告する場合には、免除が認められ、全羽淘汰を避けることができるようになりました。

動物園や飼育下の鳥類の淘汰を最小限に抑えるために、HPAI 発生時に備えて飼育施設を疫学的な区画に分けて調査管理をする方法と、検査システムが導入されています。本発表では、HPAIV の発生から貴重な飼育鳥を救うための方法を、ドイツの動物疾病管理システム、動物園における発生時の状況、感受性動物、対応措置の具体例を交えて紹介します。

●Anja Globig（アンニャ・グロビグ）
Friedrich-Loeffler-Institut, Germany
（フリードリヒ・レフラー研究所（ドイツ連邦動物衛生研究所）　主任研究官）

ハノーバー獣医大学を卒業後、鳥インフルエンザのリファレンスラボラトリーであるフリードリヒ・レフラー研究所（FLI; ドイツ連邦動物衛生研究所）に所属し、野鳥における鳥インフルエンザとパラミクソウイルスの研究で博士号を取得した。獣医ウイルス学を専門とする。2007 年には国際動物疾病チームに加入し、アフリカやアジア諸国で約 20 の国際研究プロジェクトに携わり、30 カ所以上の研究室を訪問し研修を実施した。2014 年から 2020 年には疫学研究部に所属し、野生動物に関わるリスク管理、集団発生調査、国際教育を通じて越境性人獣共通感染症の研究に従事した。2020 年からは FLI に新設された国際動物疾病・One Health 研究部に配属された。主な研究テーマは、野生および動物園の鳥類における鳥インフルエンザである。

【基調講演３】

今必要な野生動物疾病サーベイランスと未来への指針

野生動物の個体群における疾病を予測、検出、評価、制御を行うためには包括的な野生動物疾病サーベイランスが必要とされています。疾病サーベイランスは、一貫性のあるリスクコミュニケーションとリスク管理を行うために不可欠とされ、現在発生している感染症または将来発生しうる動物や人間の感染症に関するビッグデータを収集、解析を行うものです。そのため、野生動物の病原体のサーベイランスを強化することで、人-家畜-野生動物間の病原体の拡散を防ぎ、感染症抑制を行うにあたって非常に重要です。野生動物の疾病サーベイランスには、診断能力（病理学、毒性学、微生物学）、応用疫学（リスク評価、発生調査、サーベイランス計画）、情報管理（データベース構築、データの可視化、専門的知見の活用、意思決定支援）、調和と連携（国家レベルの計画、コミュニケーション、パートナーネットワーク、SOP 作成）、リスクコミュニケーション、応用研究、普及啓発、計画管理・運営（ガバナンス、戦略的計画、資金、人材育成）など、多くの連携が必要になります。現在の野生動物の疾病調査は、野生動物の感染症が発生した際の調査によって行われており、野生動物の個体群をスクリーニングすることで地域に存在する病原体を把握していると言えるでしょう。

また、HPAI や COVID-19 など、特定の病原体の存在を明らかにするターゲットサーベイランスも行われています。今後の方向性としては、野生動物の感染症情報システムへ移行していくことが望まれます。これには、疾病のリスク要因を特定し、感染症発生による個体群への影響を把握する体系的なデータ収集が必要となります。体系的な理解が進むことで、直接観察できないデータを間接要因で代替しながら社会学的、環境的要因のデータを統合することで、最終的にワンヘルスアプローチを達成できるでしょう。特に、野生動物に対する包括的なアプローチは、野生動物の個体群動態や生態系のレジリエンス、持続性に影響する無数の要因をひも解き、新興感染症の発生を予防する新しい解決策を示してくれるでしょう。

●Jonathan Sleeman（ジョナサン・スリーマン）
USGS National Wildlife Health Center, USA
（アメリカ地質調査所　野生動物衛生研究所　所長）

アメリカ地質学研究所の野生動物衛生研究所所長として、野生動物の個体群や公衆衛生、経済を脅かす感染症の調査チームを率いてきた。ケンブリッジ大学で動物学修士号と獣医師免許を取得した。テネシー州立大学でレジデントして従事し、動物園獣医学の専門資格を得て、野生動物の麻酔管理や新興感染症、感染症生態学、リスク評価、ワンヘルスに関する論文を発表してきた。OIE の野生動物ワーキンググループや Ecohealth International の評議員会をはじめとする様々な組織で代表者を務めている。現在の関心は、アジア・アフリカ諸国における国の野生動物疾病管理プログラムの開発、広域にわたる野生動物疾病リスク評価、野生動物疾病管理における指導力などである。

https://www.usgs.gov/staff-profiles/jonathan-sleeman?qt-staff_profile_science_products=0#qt-staff_profile_science_products

【招待講演】　　東山動植物園における高病原性鳥インフルエンザ発生と防疫措置

高病原性鳥インフルエンザ（H5N6）が国内で発生したことを受け、東山動植物園では園内の胡蝶池と古代池で飼育していたコクチョウとガンカモ類のすべてを動物病院の入院棟と検疫棟（BSL3）に隔離収容していた。2016 年 12 月 6 日に胡蝶池から検疫棟に隔離収容していたコクチョウ 1 羽が死亡し、鳥インフルエンザ簡易検査で陽性となった。12 月 10 日に古代池から入院棟に隔離収容したシジュウカラガン 1 羽が急死したことから、園内複数箇所の鳥インフルエンザ発生が疑われ、12 月 11 日から動物園エリアを閉鎖し休園とした。鳥類は 12 月 17 日までにコクチョウ、シジュウカラガン、マガモ、ヒドリガモの計 10 羽が死亡した。休園中は、園内消毒や、人・車両の入場規制、胡蝶池・古代池の消毒及び水抜き等の対策を行った。感染鳥と濃厚接触した獣医師等はオセルタミビル（®タミフル）を服用した。その後は新たな発生がなく、2017 年 1 月 2 日までに動物園全体の消毒や死体汚物処理等を完了するとともに、飼育鳥すべての健康状態を確認し、1 月 13 日に再開園した。なお、生存中のコクチョウ 2 羽とマガモ 1 羽は高い抗体価を示した。その後、池や鳥類飼育施設は金網で覆い野鳥との接触機会を防ぐとともに、東山動物園独自の鳥インフルエンザ対策マニュアルを策定し防疫対策を行っている。現在、感染鳥であっても飼育を続けられるよう動物バイオセーフティ基準 3 に適合できる動物病院に改築している。

■　東山動植物園における経過と対応

2016 11 月	15	秋田市大森山動物園のコクチョウが死亡（2016-2017 年シーズン国内初発生）
	22	国内発生を受け、こども動物園のアヒルとガチョウを屋内収容
	29	胡蝶池で飼育していたコクチョウA1 羽死亡（**簡易検査；陰性**）
	30	コクチョウ 4 羽全てを動物病院（1 羽）と検疫棟（3 羽）へ隔離
2016 12 月	4	コクチョウB1 羽が死亡（**簡易検査；陰性**）
	5	古代池で飼育していた鳥類（5 種 47 羽）をバックヤード施設へ隔離収容
	6	コクチョウC1 羽が衰弱（**簡易検査；陽性**）。その後死亡
	7	鳥類舎・池及び周囲・園路に消毒を実施（～1/3、毎日）。エミュー・ダチョウの屋内収容 鳥類展示施設閉館。来園者の靴底消毒等を開始
	8	エミュー・ペンギン舎に防鳥ネットを仮設設置（野鳥進入対策）
	9	隔離収容中のガンカモ類 10 羽（**簡易検査；すべて陰性**）。確定検査のための検体送付
	10	シジュウカラガンA1 羽（隔離収容中）が死亡（**簡易検査；陰性**）
	11	**動物園エリア休園　（～1/12、33 日間）** 園全体の消毒を実施（～1/4、計 4 回）。動物園エリア閉鎖。関係者・車両等の入場規制
	12	死亡したコクチョウ 3 羽A（11/29）B（12/4）C（12/6）が**■確定検査；3 羽すべて陽性■**
	13	シジュウカラガンB1 羽とマガモA1 羽（隔離収容中）が死亡（**簡易検査：ガンのみ陽性**） 死亡したシジュウカラガンA1 羽（12/10）とマガモA1 羽（12/13）、隔離収容中のヒドリガモ 1 羽とマガモB1 羽が**■確定検査；4 羽すべて陽性■。** ヒドリガモ、マガモB 各 1 羽を安楽死
	14	シジュウカラガンC1 羽が死亡（**簡易検査；陽性**）
	17	シジュウカラガンD1 羽が死亡（**簡易検査；陰性**）　**環境省緊急調査**
	20	死亡したシジュウカラガンB1 羽（12/13）が**■確定検査；陽性■**
	21	胡蝶池及び古代池の塩素消毒と水抜きを実施（～26 日）
	28	死亡したシジュウカラガンC・D2 羽（12/14）（12/17）が**■確定検査：2 羽すべて陽性■**
2017 1 月	2	動物園内の消毒等措置の完了。鳥類の健康状態を確認
	4	動物園内の防疫体制解除
	5	古代池の 2 か所で採取（12/17）した水からウイルス検出
	13	**動物園エリア再開園**
	31	野鳥監視重点区域解除（24 時）

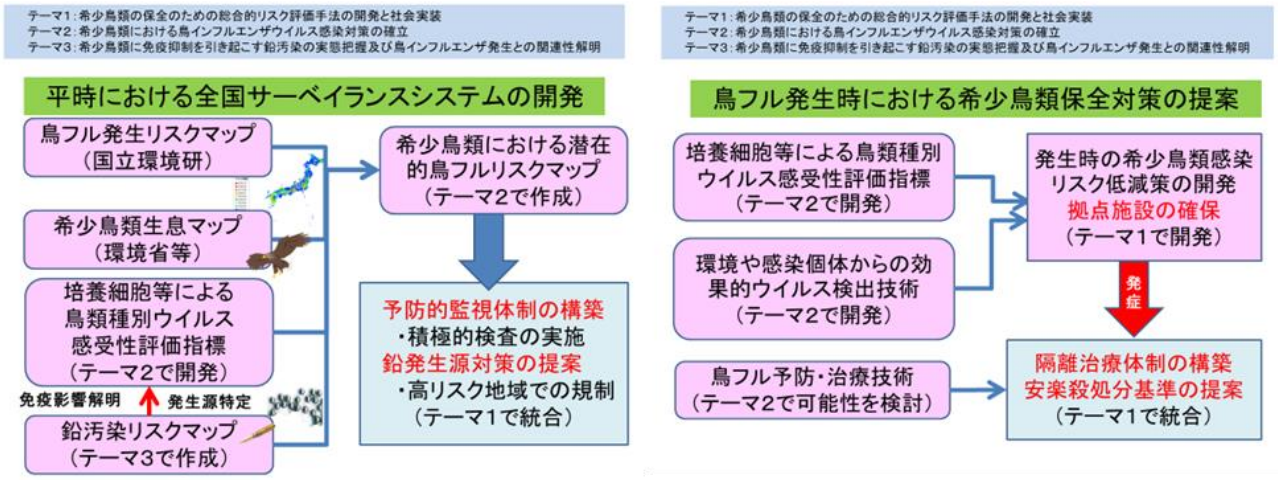
●茶谷 公一（名古屋市東山動物園　副園長）

岐阜大学農学部獣医学科卒。獣医師。1992 年に名古屋市入庁、2016 年より現職。

プロジェクトの紹介

本研究プロジェクトでは、希少鳥類の新たな脅威となる高病原性鳥インフルエンザにおいて、下記の研究を実施した。

- ✓ 早期発見・対策の鍵となる、より効率的なウイルスの検出手法の開発及び免疫抑制を引き起こす低濃度鉛汚染のモニタリング手法の開発。
- ✓ 希少鳥類において免疫抑制を引き起こす低濃度鉛汚染等の実態を把握するとともに、生体あるいは細胞レベルにおけるウイルスの感染実験、鉛の低濃度曝露実験等によって希少鳥類への感受性、ゲノム情報を基にした細胞毒性等の解析。さらに、それらのウイルス感受性や鉛による細胞毒性の鳥類種差について分子基盤の解明。
- ✓ ウイルス遺伝子からの感染源探索や鉛の安定同位体比の計測による汚染源の特定手法の開発希少鳥類及び生息域が重複する周辺種のウイルス感受性や伝播能等を解析し、予防や感染した場合の対処法等の提案。
- ✓ 国内外における鳥フルや鉛汚染等のサーベイランス体制の実態から希少鳥類保全のための体制整備の提案。



プロジェクトの全体イメージ

●羽山伸一（日本獣医生命科学大学　獣医学部　教授）
帯広畜産大学大学院獣医畜産学研究科修士課程修了。獣医師、博士（獣医学）。1985 年に日本獣医畜産大学（現・日本獣医生命科学大学）助手として赴任し、2012 年より現職。
専門：野生動物問題の解決に向けた研究。

抗インフルエンザ薬による高病原性鳥インフルエンザ感染の予防と治療の試み

高病原性鳥インフルエンザは今シーズンも家禽や野鳥からウイルスが検出され、天然記念物であるオジロワシやオオワシの感染死亡例も報告されている。そこで、高病原性鳥インフルエンザウイルスからこれらの希少鳥類を守るために、ヒトで使われている抗インフルエンザ薬を使った治療効果について鳥を用いて検討した。ニワトリに高病原性鳥インフルエンザウイルスを感染させた直後にインフルエンザの治療薬であるバロキサビル（商品名：ゾフルーザ）もしくはペラミビル（商品名：ラピアクタ）を 12 時間おきに 5 日間投与した。薬の投与によりニワトリが致死的なウイルスの感染から防御されるか、またウイルスの増殖を抑制できるか調べた。次に、効果のより高かったバロキサビルについてニワトリにおける最小有効量を調べるために投与量を変えて防御効果を調べた。この実験では薬の投与回数はウイルス感染直後 1 回のみ行った。
また、上記のニワトリの試験で得られたバロキサビルの最小有効量（2.5 mg/kg）をニワトリに投与し、採取した血液中の薬剤活性体の濃度を測定した。同様にアヒルとオジロワシにもバロキサビルを投与し、採取した血液中の薬剤活性体の濃度をニワトリのそれと比較した。高病原性鳥インフルエンザウイルスを接種したニワトリにバロキサビルを 5 日間投与したところ、4 羽全てのニワトリが生き残った。またペラミビルを投与したニワトリも 4 羽中 3 羽が生き残った。さらに感染後治療を施したニワトリの臓器中でのウイルス増殖を調べたところ、ペラミビル投与によりウイルスの増殖が抑制されていることが確認された。さらにその効果は、バロキサビルを投与したニワトリでより高かった。さらに、バロキサビルを 1 回投与した際の治療効果については、体重 1kg 当たり 2.5mg 投与するとニワトリにおけるウイルス感染による発病を抑制し、他のニワトリに感染を拡げないようにする効果があることもわかった。また最小有効量（2.5 mg/kg）のバロキサビルを投与後のニワトリの血液中の薬剤濃度を調べたところ、投与 48 時間以降でも防御効果に十分な量の薬剤の残存が確認された。一方、アヒルやオジロワシでは血液中の活性体薬剤の濃度は低かった。高病原性鳥インフルエンザが全世界的に流行している現在、希少鳥類への感染は深刻な問題となっている。今回、ヒトで既に使われている抗ウイルス薬を用いることで、鳥を致死的な感染症から守れることが世界で初めて実験的に示された。また、抗インフルエンザ薬の鳥における薬剤の動態は、鳥種や薬剤の投与方法に影響を受けることがわかった。今後は、ニワトリを用いた毒性試験の成績を蓄積し、抗ウイルス薬の安全で有効な治療プロトコールを設定した上で、様々な希少鳥種への試験的投与とその鳥におけるの薬剤動態のデータを蓄積する予定である。これらのデータの蓄積が、「抗ウイルス薬で希少鳥類を守る」というコンセプトを社会実装することにつながる。

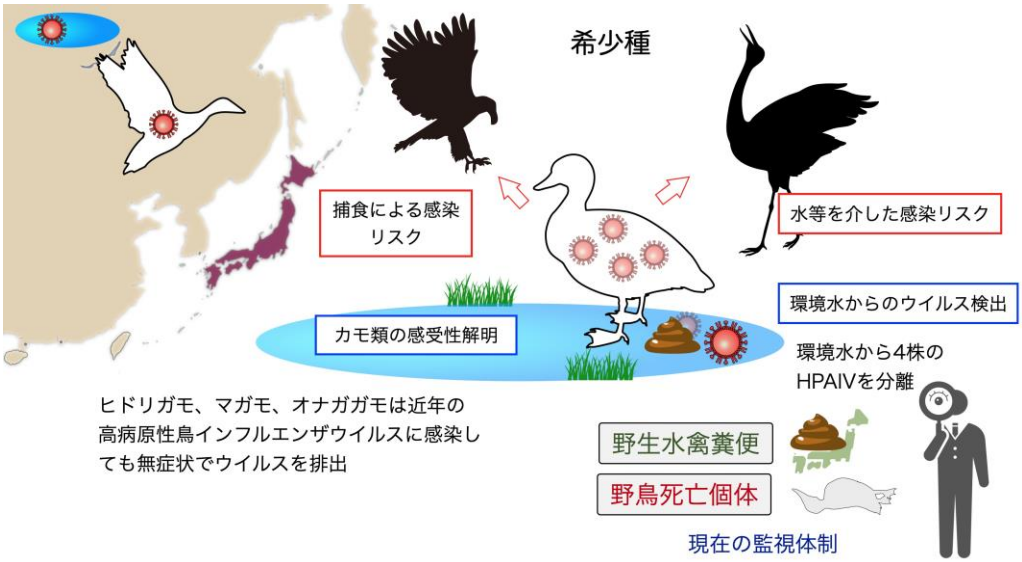
●迫田義博（北海道大学大学院獣医学研究院　教授、国際獣疫事務局（OIE）鳥インフルエンザリファレンスラボラトリー責任者）
北海道大学獣医学部卒業。（独）農研機構　動物衛生研究所 研究員、北海道大学大学院獣医学研究院　助教、准教授を経て、2014 年 4 月より現職。
専門：獣医微生物学、インフルエンザウイルスと豚熱ウイルスの疫学と病原性解明。

鳥インフルエンザウイルスの効率的サーベイランスシステムの開発と
希少鳥類への感染源となる水鳥の感受性評価

希少鳥種を高病原性鳥インフルエンザウイルス(HPAIV)の感染から守るため、鳥取大学では希少鳥類と生息環境を共にするカモ類の HPAIV 感受性評価試験、国内に侵入した HPAIV の環境水からの検出および捕獲カモ類からの抗体検出を行いました。

カモ類の感受性評価試験では、ヒドリガモ、マガモおよびオナガガモを用い、国内で分離した H5N6 亜型 HPAIV を接種後、臨床症状を観察し、呼吸器や肛門（総排泄腔）からのウイルス排出量を調べました。観察期間中、どの個体にも著明な臨床症状は認められませんでしたが、ヒドリガモ 1 羽とマガモ 2 羽から、接種後 10 日目まで HPAIV が分離され、これらカモ類が HPAIV に感染後も無症状のままウイルスを排出し、他鳥種の感染源になることが示されました。一部の個体では感染 10 日後に臓器から HPAIV が検出され、捕食されると猛禽類等の感染源になる可能性が示されました。また昨シーズン実施したカモ類の抗体調査では、全検体の 30%以上から H5 亜型 HPAIV 感染を示唆する抗体が検出され、多くのカモ類が HPAIV に感染耐過していることが示されました。

環境水からのウイルス分離では、カモ類など水鳥が生息する湖沼などの環境水から、鶏赤血球を用いたウイルス濃縮により過去 4 シーズンで 4 株の HPAIV を含む AIV8 株が分離されました。多くは死体や糞便からは HPAIV の分離がなかった場所であり、環境水からのウイルス検出が現監視体制を補完する新たな検査法として有用であることが示されました。



●山口　剛士（鳥取大学農学部　教授）
北海道大学獣医学部卒業。北海道大学大学院獣医学研究科修士課程修了後、岐阜大学助手、講師、准教授を経て、2007 年 6 月より現職。博士（獣医学）。獣医師。
専門：獣医衛生学、特に鳥類の感染症制御。

鳥インフルエンザウイルス感染による
希少鳥類の減少リスク評価と生息環境清浄化技術の確立

近年、国内外の家禽や野鳥の感染事例が相次いで報告されている高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）ウイルスは、希少鳥類の存続を脅かす重要なリスク要因のひとつに数えられる。希少鳥類の保護活動の一環として、HPAI ウイルスの感染による希少鳥類の減少リスクの評価や、希少鳥類の生息環境におけるウイルス清浄化技術の確立は、重要な研究課題に位置づけられる。

絶滅危惧種のナベヅルは、全世界における推定個体数のうち 8～9 割が、また同じく絶滅危惧種のマナヅルは 5 割が、鹿児島県北西部に位置する出水平野の水田地帯で密集して越冬する。ツル類の総越冬羽数だけで 1 万羽を優に超える同地では、鳥インフルエンザウイルスの自然宿主であるカモ類も多数越冬する。カモ類とツル類が共有する生息環境の水試料からは度々HPAI ウイルスが検出されており、環境水を感染源とするウイルスの蔓延･流行が危惧されている。そこでわれわれは、同地のツル類生息環境のウイルス清浄化を目指して、畜産農場で使用される消毒薬の v 環境水中のウイルスに対する効果を検討した。

絶滅危惧種のオジロワシは、全世界における推定個体数約 20,300～39,600 羽のうち、北海道および本州北部で約 700～900 羽が越冬する。近年、特に北海道の越冬個体は観光資源として注目され、人工飼料による餌付けが盛んになった結果、不自然な密集化が進んでいる。このような生息環境は、HPAI をはじめとする感染症の集団感染リスクを助長することから、オジロワシの観光資源としての活用には一定のルールを設ける必要がある一方、その根拠となる科学的知見は乏しい。そこでわれわれは、釧路湿原野生生物保護センターで保護飼育されているオジロワシのうち、野生復帰が不可能な終生飼育個体 3 羽を対象として HPAI ウイルスの感染実験を行い、オジロワシのウイルス感染･発症リスクやウイルス伝播能力などを検証した。

本講演では、これらの研究活動を通じて得られた知見をもとに、HPAI ウイルスが希少鳥類へもたらすリスクと、その制御･管理について考察する。

●小澤真（鹿児島大学共同獣医学部　准教授）
北海道大学卒業。東京大学大学院医学系研究科博士課程修了（博士（医学））。ウィスコンシン大学マディソン校（米国） 博士研究員、日本学術振興会 海外特別研究員、東京大学医科学研究所 感染症国際研究センター 特任助教を経て、2012 年 4 月より現職。
専門：ウイルス学ならびに動物衛生学。

本州以南における猛禽類の鉛中毒実態に迫る

希少猛禽類の鉛汚染が世界的な問題になっている。北海道においては、1990 年代よりオオワシやオジロワシなど 200 羽以上が鉛中毒により死亡している。また、本州以南にも広く分布するクマタカにおいても、37 羽の鉛中毒個体が 2003 年から 2019 年にかけて確認されている。主な鉛汚染源は狩猟用の鉛ライフル弾や鉛散弾で、特に大型獣の狩猟残滓を採食する事により発生している。北海道では 2000 年より段階的に鉛弾の使用が禁止されたが猛禽類の鉛中毒は現在も発生しており、規制の無い道外から鉛弾が持ち込まれ使用されている可能性が高い。北海道以南において鉛弾は一部を除き合法的に使用されており、同地域に生息する大型猛禽類でも鉛中毒が確認されているが、希少性や広い行動圏を持つ生態などからその実態は十分に把握できているとは言えない。北海道大学との共同研究では、2015 年までに発見されたイヌワシの 13 個体（死体）中 1 羽で鉛中毒、1 羽で高濃度の鉛暴露が疑われる値が検出された。このうち 1 羽は、鉛安定同位対比分析により鉛ライフル弾の摂食に起因する鉛汚染であることが判明している。さらに、2013 年に山形県で傷病収容されたイヌワシ 1 個体でも血液中から高濃度の鉛が検出されている。

猛禽類における鉛中毒の防止策を検討する上で、自然餌資源の鉛汚染状況を把握することも重要である。特に、水鳥猟用の鉛散弾を筋胃内に貯留する小石と誤認して飲み込むリスクが高いカモ類は、生態系における高次消費者の餌資源となっていることから、鉛汚染状況の把握が不可欠である。埼玉県と千葉県にある宮内庁鴨場において捕獲されたカモ類の血中鉛濃度を測定した結果、高濃度の鉛汚染が確認された。2018 年と 2019 年は 2 月に調査を実施したが、鉛汚染率はそれぞれ 14.6%（n=89）、17.8%(n=135)であった。しかし、2020 年 11 月に同様の調査を行ったところ、鉛汚染率は 7.0%(n=85)に過ぎず、当地を利用する個体群の入れ替わりや越冬中に周辺環境で鉛を摂取していることが示唆された。後者については同地で捕獲したカモ類(n=6)の GPS 追跡によって、捕獲地を一時的に離れて広域を移動する個体の存在が明らかになったが、猛禽類などの高次消費者によって捕食されている実態も判明した。カモ類を生体捕獲して血中鉛濃度を測定することにより、これまで死体や傷病個体の調査では明らかになっていなかった特定の地域における個体群の鉛汚染状況や地理的・季節的な差違などが判明したことから、全国各地でカモ類の生体捕獲調査を行うことで、鉛中毒の発生状況や潜在的なリスク（猛禽類における鉛中毒の発生リスクを含む）を把握できると思われる。

山梨県でクマタカを捕獲し、血中鉛濃度の測定や追跡調査を実施した結果、2019 年 1 月に捕獲したクマタカ 2 羽のうち 1 羽は血中鉛濃度が極めて高く、急性鉛中毒であると診断された。また、2019 年 12 月と 2020 年 1 月に同地でクマタカ計 4 羽を捕獲したところ、うち 1 羽で血中鉛濃度が高濃度鉛暴露レベルであることが確認された。同年の調査では、放鳥した 2 羽に送信機を装着して鉛汚染ルートの解明を試みたが、クマタカが高頻度に利用していた環境やその利用状況を確認したところ、一羽が河川敷に放置された狩猟残滓を採食していた可能性が高かった。捕獲作業の過程で同一のクマタカ（複数羽）が度々誘引用のシカの死体を食べに来ていたこと、翌年に同一個体が捕獲されたこと、道内での捕獲調査結果などから、クマタカの狩猟残滓に対する嗜好性や依存度が高いことが示唆された。猛禽類についても、死体や傷病個体のモニタリングに加えて、生体捕獲調査と行動追跡を全国各地で行うことにより、鉛汚染の実態や潜在的なリスクを把握できると思われる。

●齊藤慶輔（猛禽類医学研究所　代表）

1994 年より環境省釧路湿原野生生物保護センターで野生動物専門の獣医師として活動を開始。2005 年に同センターを拠点とする猛禽類医学研究所を設立、その代表を務める。絶滅の危機に瀕した猛禽類の保全活動の一環として、傷病鳥の治療と野生復帰、保全医学の立場からの調査研究を行う。日本野生動物医学会理事、世界野生動物獣医師協会理事。

鳥類に蓄積する鉛の検出と毒性学的解析

鳥類における鉛中毒は、世界中で頻発している。欧州では年間 16 種、70 万羽の水鳥が鉛中毒で 死亡していると指摘されており、米国では毎年数百万羽の野鳥が鉛中毒で死亡している可能性が報告されている。特にカリフォルニアコンドルは一時期鉛中毒により絶滅寸前に追い込まれ、現在でも生存するコンドルの 45～95% の個体が鉛に汚染されていることが確認されている。一方で、世界的に野生鳥類の鉛汚染に関する基礎的なデータが得られていない国・地域も多く、鉛汚染の同定の技術基盤の確立に関する社会的な要請は高い。

我が国では、オオワシ（*Haliaeetus pelagicus*）やオジロワシ（*Haliaeetus albicilla*）などをはじめとする希少猛禽類や、ハクチョウなど水鳥について、全国規模での被害が確認されており、特に北海道では大型希少猛禽類の被害が続いている。我々は北海道および本州、四国で死亡したオジロワシ、オオワシ、シマフクロウ、クマ タカ、オオタカなどの肝臓や血液について、鉛分析を行い、野生の猛禽類における鉛中毒が頻発していることを明らかにした。肝臓や腎臓における鉛蓄積の分析データは、北海道のみならず、本州、四国の個体からも、イヌワ シ、トビ、オオタカにおいて鉛が高濃度で検出され、北海道以外の地域でも希少鳥類の鉛汚染が拡大している可能性を示している。

また一方で、鳥類間でも鉛毒性の感受性には大きな種差があり、これまでのような家禽を用 いた研究ではその種差を推測することは困難である。さらに、鉛は多様な毒性を示し、血液、神経毒性から免疫 毒性まで幅広いことがわかっている。これまでに発見される鉛中毒個体は全体の被害数の極一部と考えられ、より詳細な鳥類への鉛曝露の実態解明が必要とされている。

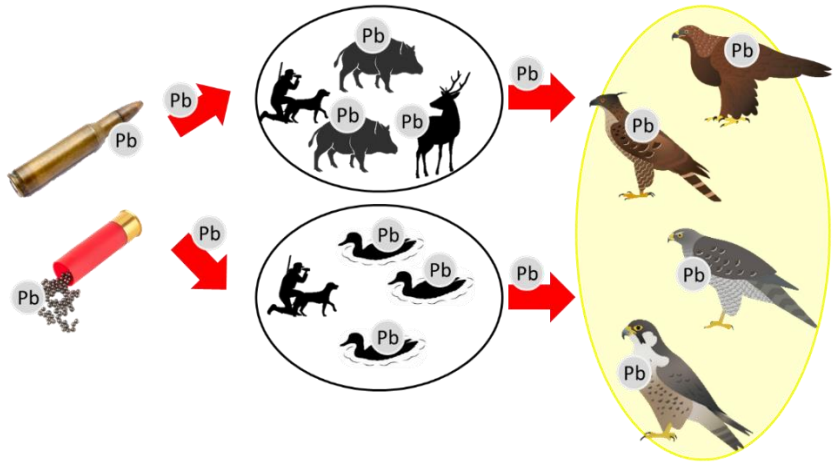
そこで、本研究では、さらに、鳥類における鉛毒性の評価やメカニズムの解明のための基盤的技術の開発とデータの提供を目的として、鉛の由来源同定のための分析方法の確立や、レーザーアブレーション試料導入（ LA）誘導結合プラズマ質量分析計（ICP-MS）等による鉛の体内動態のイメージング解析を行った。近年の国内における猛禽類の鉛汚染の由来がライフル弾を主としていることが同位体解析から明らかにされ、また、水鳥と猛禽類の脳における鉛局在の種差なども明らかとなり、動態の違いが毒性の種差に関係する可能性も示唆されている。本シンポジウムでは、鳥類を主とした鉛毒性に関する新たな知見について紹介する。

●石塚真由美(北海道大学大学院獣医学研究院　教授)
北海道大学にて博士取得後、国立環境研究所を経て、2010 年より現職。環境化学物質の代謝や毒性メカニズムに興味を持ち、特に動物種差に関して研究を進めている。

国内に分布する猛禽類の鉛曝露リスク評価

平成 9 年頃から北海道で、鉛製銃弾が原因となるオジロワシ、オオワシといった希少猛禽類の中毒症例が相次いで確認された。そのため、平成 12 年猟期からエゾシカ猟における鉛ライフル弾の使用が禁止されている。しかし、水鳥の鉛中毒症例があった湖沼等以外では、本州以南において、鉛製銃弾の規制は実施されていない。そうした中、環境省と農林水産省はニホンジカとイノシシの個体数を 2023 年度までに半減させる目標を設定した（「抜本的な鳥獣捕獲強化対策」（平成 25 年 12 月））。そのため、本州以南では鉛製銃弾によるニホンジカとイノシシの捕獲は増加傾向にある。このように、鉛製銃弾の規制が限定的であることに加え、ニホンジカとイノシシの鉛製銃弾による捕獲数が増加していることから、本州以南においても鉛製銃弾が原因となる鳥類の鉛曝露、特に猛禽類の鉛曝露の状況は悪化している可能性がある。

このような状況を踏まえ、本州以南における、鉛製銃弾を介した猛禽類の鉛曝露についてリスク評価を実施した。猛禽類が鉛製銃弾に曝露される主要な経路は、①シカおよびイノシシの狩猟残滓に残存する鉛製銃弾の破片を摂取する、②鉛散弾を体内に保持した水鳥を捕食する、と考えられる。



想定される猛禽類の鉛曝露経路

そこで、銃による狩猟数（ニホンジカ、イノシシ、カモ類等を対象）と猛禽類の分布情報を全国レベルで統合し、猛禽類が鉛製銃弾に曝露されるリスクを評価した。また、各種野生鳥類の臓器における実際の鉛濃度とリスク評価結果を比較・検討し、今回実施した手法の有効性を検証した。本講演では、今回得られた知見を紹介するとともに、猛禽類の鉛曝露を低減するためにはどのような地域で優先的に鉛製銃弾を規制する必要があるのか考察する。

●大沼学（国立研究開発法人国立環境研究所　主幹研究員）
酪農学園大学卒業（獣医師）。北海道大学大学院獣医学研究科獣医学専攻博士課程修了（博士（獣医学））。
専門：野生動物の絶滅要因（特に感染症と遺伝学）および絶滅危惧種の生息域外保全に関する研究。

野鳥の健康診断をやってみた―HPAI および鉛汚染サーベイランスによる総合的リスク評価―

HPAI-H5N1 ウイルスが発生した 1990 年代以降、欧米では捕獲や狩猟されたカモ類で鳥インフルエンザのリスク評価が盛んに実施され、どのような種を対象としてサーベイランスを実施すればよいか検討されました。検体数は海外ほど多くありませんが、日本でも生きた鳥を捕獲して鳥インフルエンザのウイルス検査をした後に放野する HPAI サーベイランスが一時期実施されましたが、現在は休止しています。

高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）ウイルスを運ぶ野鳥として、カモ類は世界中で HPAI サーベイランスの対象とされてきました。カモ類の多くは狩猟鳥であり、カモ猟のために使用された鉛散弾は、生息地の湖沼に蓄積され、ガンカモ類や、彼らを捕食する猛禽類の鉛中毒の原因になっています。鉛の低濃度曝露は、HPAI ウイルスに対する免疫機能も低下させている可能性があります。

そこで、鉛汚染による免疫抑制が野生のカモ類でも発生しているのか、そしてカモ類は鳥インフルエンザウイルスに感染しているのか、宮城県の伊豆沼・内沼のオナガガモを対象に、健康診断を実施しました。しかしそこには、調査地の行政や関係者の理解・協力を得るために、生きた鳥から HPAI ウイルスが検出された場合を想定したサーベイランス体制を構築するという、大きなハードルがありました。

2018～2021 年の 4 年間で 100 羽以上のオナガガモを捕獲し、鳥インフルエンザの簡易検査、採血、外部計測を現地で実施し、持ち帰った血液で A 型インフルエンザの抗体検査、血中鉛濃度、免疫指標（CD4、CD8α）を測定しました。HPAI ウイルスは検出されませんでしたが、多くのオナガガモから A 型インフルエンザ抗体が検出されました。また、鉛中毒レベルの高い血中鉛濃度の個体はわずかでしたが、鉛に低濃度曝露し、免疫機能が低下している個体は少なからずみられました。A 型インフルエンザ抗体を保有する個体は、抗体を保有しない個体よりも血中鉛濃度が低かったため、鉛汚染レベルが高いことにより、A 型インフルエンザに感染した後の生存に影響があることが示唆されました。

●森口紗千子（日本獣医生命科学大学　ポストドクター）
帯広畜産大学畜産学部卒業。東京大学大学院農学生命科学研究科博士課程修了。博士（農学）。（独）国立環境研究所 特別研究員、（独）農研機構動物衛生研究所 農研機構特別研究員、新潟大学 特任助教を経て、2018 年 5 月より現職。
専門：鳥類をはじめとした野生動物の景観生態学や保全生態学。