第 57 回 獣疫学会学術集会

シンポジウム “鳥インフルエンザの最新の知見について—最大規模の発生にどのように取り組むべきか—”

講演 2

高病原性鳥インフルエンザの発生状況からみた 野鳥サーベイランスの現状と課題

森口紗千子*

日本獣医生命科学大学 野生動物学研究室

Surveillance in Wild Birds: Current Status and Issues from Highly Pathogenic Avian Influenza Outbreaks in Japan

Sachiko MORIGUCHI*

Laboratory of Wildlife Medicine, Nippon Veterinary and Life Science University

Summary

Avian influenza (AI) surveillance in wild birds had been conducted all over the world, as migratory water birds are worrying potential carriers of highly pathogenic avian influenza (HPAI) viruses. Risk assessment of AI in wild birds had been conducted intensively in European and American countries, and target species and high priority areas for AI surveillance have been specified. Nowadays, passive surveillance of dead and debilitated birds are major surveillance methods in most of these countries. National HPAI surveillance in wild birds was started in Japan in 2008. Passive surveillance of reported dead birds and active surveillance of waterbird feces were conducted in each prefecture as part of the national surveillance. The livestock hygiene service centers in most of the prefectures conducted influenza rapid diagnostic tests. AI surveillance in wild birds is essential not only to perceive infection status in wild birds, but to provide important information for rare bird conservation, both in the wild and in captivity. In addition, the early detection of HPAI infection in wild birds plays an important role in the alert of poultry and captive birds. Surveillance system in wild birds should be prepared to maintain at any situation, such as in the middle of severe outbreaks of livestock diseases.

はじめに

鳥インフルエンザ (AI) ウイルスは、ガンカモ類やシギ・チドリ類などの水鳥類が自然宿主とされており^{4,39)}、特にカモ類からはほぼ全ての亜型が検出されている¹⁶⁾。本来カモ類などの水鳥類が保有している低病原性鳥インフルエンザ (LPAI) ウイルスにニワトリが繰り返し感染することにより、高病原性鳥インフルエンザウイルス (HPAI) に変異する¹⁹⁾。そして農場から漏れ出た HPAI ウイルスに渡

り鳥が感染すると、さらに遠くへと運ばれ、野鳥の中で感染が拡大すると考えられている。

渡り鳥による AI ウイルスの運搬を直接観察することは困難であるが、キャリアと考えられる鳥種の衛星追跡や感染実験により、渡り鳥が HPAI ウイルスを運ぶ可能性やその範囲が推定されてきた。中国の青海湖で HPAI-H5N1 に感染し大量死したことで知られるインドガン *Anser indicus* は^{5,6)}、越冬地のインドから繁殖地のモンゴルや中国へ北上する春の渡り途中に、家きんの HPAI 発生地域に滞在したのち、さらに北の中継地で HPAI ウイルスが野鳥で流行した²⁹⁾。そのため、HPAI ウイルスが渡り鳥に運ばれて北上し、中継地で野鳥に感染を広げたのではないかと結論づけている。ガンカモ類の感染実験 (18 種) と衛星追跡 (19 種) の結果を組み合わせると、HPAI ウイルスの潜伏期間 (平

連絡先：森口紗千子*

日本獣医生命科学大学 野生動物学研究室
〒180-8602 東京都武蔵野市境南町 1-7-1
Tel : 0422-31-4151 (代表)
E-mail : smoriguchi@nvlu.ac.jp

均4日間)の間に、渡り時期であれば渡り鳥により300–1700 kmを移動可能であることが明らかになっている¹⁷⁾。

ウイルス株や系統により、家きんだけでなく野鳥に対する病原性も異なることが野鳥の感染実験により指摘されている。HPAI-H5N1は、マガモやヒドリガモなどの水面採食ガモ類で無症状だったものの、ホシハジロやキンクロハジロのような潜水ガモ類では多くの個体が発症した²³⁾。しかし、HPAI-H5N8 clade 2.3.4.4 Aを用いた感染実験では、水面採食ガモ類だけでなく、潜水ガモ類のホシハジロでもすべて無症状であった³⁷⁾。

世界には9つの渡り鳥フライウェイが認められており、日本は東アジア–オーストラリア地域フライウェイに属している^{12,33,40)}。鳥インフルエンザのキャリアと考えられている、ガンカモ類やカモメ類の多くは日本では冬鳥であり、極東ロシアやシベリアの繁殖地から飛来する^{8,11,14,18,22,25)}。ガンカモ類は、東アジアや中央アジアとヨーロッパ³⁸⁾、東アジアと北米で越冬する個体群と繁殖地、中継地、越冬地のような生息地を共有する種もみられ^{18,22)}、このようなフライウェイの重複や、同じ個体のフライウェイをまたいだ移動により¹⁷⁾、フライウェイ間でもHPAIウイルスが運ばれていると考えられる。このように渡り鳥が世界中へとHPAIウイルスを運ぶキャリアであることが懸念されることから、HPAIウイルスの侵入を早期に発見し、野鳥の感染状況把握や家きんの防疫対策ためだけでなく、ヒト–ヒト感染するパンデミックウイルスに変異しないよう監視するためにも、野鳥におけるAIサーベイランスを継続して実施する必要がある。

海外における野鳥の鳥インフルエンザサーベイランス

野鳥におけるAIサーベイランスは、主に家きんや飼養鳥の感染を防ぐための早期警戒情報として、世界各国で実施されてきた。アメリカやイギリス、ドイツ、ベルギー、オーストラリアでは、家きん、野鳥、動物園等飼養鳥のAIサーベイランスは、それぞれ農務省(USDA)、環境・食料・農村地域省(Defra)、連邦食糧・農業省(BMEL)、連邦フードチェーン安全庁(FASFC)、農業・水資源・環境省(DAWE)の動物衛生部局が一括して所管している^{3,9,10,15,36)}。韓国では、家きんのAIサーベイランスは農林畜産食品部、野鳥および飼養鳥のAIサーベイランスは環境部が担当し、個々の検査体制を構築している²⁶⁾。

野生動物、家畜、人の健康という多様な分野に関わる問題のため、野鳥のAIサーベイランスは、複数の省庁や研究分野を越えた連携が進められている。アメリカでは、野鳥のAIサーベイランスは農務省、内務省、福祉保健省の州と連邦政府の科学者で構成される、「野生の渡り鳥にお

ける鳥インフルエンザサーベイランスのための省庁間運営委員会」がサーベイランスの体制構築、戦略や計画の策定を行っており、農務省が管理する連邦動物衛生検査機関ネットワーク(NAHLN)が検査を担うという、協働体制となっている^{34,36)}。ベルギーでは、公衆衛生省(FPS)が所管する、人と動物の健康に関する研究機関であるSCIENSANOにおいて、家きん、野鳥、飼養鳥のAIの検査が実施されている³²⁾。

2005年ごろより、欧米諸国をはじめとして野鳥におけるAIのリスク評価が実施され、検査対象種やサーベイランスの重点地域の特定が進められた。例えばアメリカでは、農務省に加え、内務省の研究機関であるアメリカ地質調査所(USGS)やアメリカ魚類野生生物局(USFWS)、州の機関などとの共同プロジェクトにより、2006–2009年の5年間に28万羽以上の野鳥と10万検体以上の糞便が検査され、リスク評価が行われた^{2,7)}。現在多くの国々で実施されているAIサーベイランスは、死亡鳥や衰弱鳥を発見した際の通報によるパッシブサーベイランスが主流であるが¹³⁾、ベルギーやオーストラリア、韓国など一部の国々では、捕獲個体や狩猟個体、糞便などを対象としたアクティブサーベイランスも、国のサーベイランスとして継続的に実施されている^{1,24,35)}。

国内における野鳥の鳥インフルエンザサーベイランス

日本では家きんのAIサーベイランスは農林水産省、野鳥および飼養鳥のAIサーベイランスは環境省が担当している。環境省による野鳥を対象としたAIサーベイランスは(以下、環境省サーベイランス)、2008年から全国で開始された。2018年に環境省より発行された「野鳥における高病原性鳥インフルエンザに係る対応技術マニュアル」²⁰⁾(以後、環境省マニュアル)によると、環境省サーベイランスの目的は①野鳥が海外から日本にHPAIウイルスを持ち込んだ場合の早期発見、②HPAIウイルスにより国内の野鳥が死亡した場合の早期発見、③野鳥や家きんおよび飼養鳥等においてHPAIの発生があった場合のウイルスの感染範囲や環境の汚染状況の把握、と位置付けられている。

国内や近隣国のHPAI発生状況に応じて、全国の対応レベルは1~3までの間で定められている。国内でHPAIの発生していない通常時(対応レベル1)、1カ所発生時(対応レベル2)、複数カ所発生時(対応レベル3)に加え、韓国など近隣国での発生時にも、対応レベルが2または3に引き上げられることがある。さらに、HPAI発生地点より半径10 km以内は野鳥監視重点区域に設定され、30日間監視を強化するとともに、HPAI陽性確定後には、都道府県または環境省が派遣する調査チームが緊急調査を実施す

る。

これまでの国内外の感染状況をふまえ、全ての野鳥は4区分からなる検査優先種に分類されており、環境省の対応レベルが上がるにつれ、検査対象となる野鳥の種や個体数は増加する。検査優先種1には、2010–2011年および2016–2017年シーズンのHPAI流行時の検査で5%が感染していた17種が指定されている。検査優先種2には、日本や海外で感染例がある種や、感染例のある種と同所的に生息する種として11種が指定されている。検査優先種3には、検査優先種1および2に指定されている種と同じ科の全種および他の科の水鳥類や猛禽類3種が指定されている。最後に、その他の種は、検査優先種1, 2, 3に含まれない種である。検査対象数は、回収時の対応レベルとその種の検査優先度により決められており、検査優先種1は通常時より、検査優先種2は対応レベル3および野鳥監視重点区域内では1羽から検査対象とされるが、検査優先種3やその他の種は、最もレベルの高い野鳥監視重点区域内でも、3羽以上がまとまって発見されない限り検査対象とはされない。検査優先種や検査対象数は、HPAIが流行するたびに、新たな検出例を加えて更新されてきた。

野鳥のAI検査方法は、都道府県や環境省地方環境事務所に指定されている機関が実施する簡易検査、環境省により遺伝子検査機関に指定されている研究機関等が実施する遺伝子検査、環境省により確定検査機関に指定されている大学等研究機関が実施する確定検査からなり、検査ごとに実施機関は異なる²⁷⁾。

演者らは、2018年に環境省サーベイランスに携わる都道府県自然環境部局の担当者を対象とするアンケート調査および聞き取り調査を実施し、現場における野鳥のHPAIサーベイランス体制について調査した²⁸⁾。アンケート調査等により、47都道府県中37都道府県(79%)から回答が得られた。

都道府県では、通常時の野鳥サーベイランスとして死亡鳥の検査と糞便調査が主に実施されていた。また、都道府県の50%以上では、救護個体などの生体は検査の対象とされていなかった(明らかな外傷がない異常個体など、一部の生体を検査しない場合を含む)。死亡鳥調査の検査対象となる個体数は、対応レベルが上がるにつれて減少しており、環境省のマニュアルに則って検査対象を増やし、監視が強化されていた。一方、生息状況調査または巡視では、都道府県内で発生する前の段階で強化する都道府県は25%に満たなかった。通常時には24都道府県、野鳥監視重点地域内で回収された場合も23都道府県では、家畜保健衛生所が野鳥の簡易検査を担う機関とされていた(複数機関を回答した都道府県を含む)。

野鳥における鳥インフルエンザ サーベイランスの課題と対応策

近年の度重なるHPAI発生状況からみてきた、環境省サーベイランスにおける目的の達成状況や課題を整理した。環境省サーベイランスが開始された2008年以降、環境省サーベイランスにより、家きんや飼養鳥の発生よりも早く野鳥でHPAIウイルスを検出できたのは、2017–2018年シーズンの1回のみであった²⁸⁾。一方、HPAI発生数の多かった4シーズン(2010–2011年、2014–2015年、2016–2017年、2020–2021年)では、大学等研究機関による糞便調査と水鳥類のねぐら水(環境水)の調査により、家きんや飼養鳥よりも早く野鳥に由来する糞便または環境水で検出された。2020–2021年シーズンにおける野鳥サーベイランスによる検出数や検出時期からみても、糞便や環境水は死亡鳥と衰弱鳥よりも早くHPAIウイルスが検出されており(図1)、早期発見可能なアクティブサーベイランス手法として期待される。

一方、環境省サーベイランスによる糞便調査では早期発見ができておらず²⁸⁾、HPAIウイルスの検出例も極めて少ない^{21,31)}。糞便採取調査は、研究機関による糞便調査とは異なり、専門家ではない都道府県職員等が採取していることから、定期的に講習会等を実施し、検査に適した糞便の回収および保存方法などの調査技術を学ぶ機会が必要であろう。

また、国内における死亡鳥や衰弱鳥による検出事例の有無に重点をおき、検査対象種や検査対象数を限定したことで、HPAIウイルス陽性となったはずの死亡鳥が回収されなかった恐れも考えられる。流行するウイルスの亜型や系統によっても野鳥の感受性は異なる可能性があるため、国内や近隣国だけではなく、広く海外で感染が確認された種や、生息環境が重複する種など、感染する可能性の高さを基準として検査優先種を設定し、検査優先種は1羽から検査できる検査体制を整備することが望ましいだろう。HPAIウイルスの早期発見に向けて、さらなる調査や検査方法の有効性の検証が求められる。

野鳥におけるHPAIウイルスの早期発見を目指すには、野鳥サーベイランス体制における検査時間の短縮も大きな課題である。2016–2017年シーズンから2018–2019年シーズンまでの死亡野鳥等調査において、回収から確定検査結果が得られるまでの所要日数は、簡易検査陽性個体で 7.8 ± 2.6 (SD)日($N=151$)、簡易検査陰性個体で 10.9 ± 4.0 (SD)日($N=86$)を要した²⁸⁾。野鳥での確定検査結果の遅れは、野鳥の対応レベルの引き上げの遅れとなり、家きんや飼養鳥における防疫対策や警戒の遅れにもつながることが懸念される。

図 1 2020–2021 年シーズンの HPAI-H5N8 の検出時期。野鳥と環境試料は確定日，家きんは通報日（簡易検査日）を発生時期とし，2021 年 3 月末までの環境省と農林水産省の公表データで作成した^{21,30)}。

これまでの HPAI 流行シーズンにおける野鳥での時系列の発生パターンを鑑みると，日本全国で同時多発的に発生しているため，1 例目が検出された時点で，野鳥の AI サーベイランスはただちに全国で監視を強化すべきである。しかしながら，都道府県は死亡鳥の検査対象は増やすものの，野鳥の生息地等の巡視や鳥類生息調査などのアクティブサーベイランスは，対応レベル 2 や対応レベル 3 に上がる段階で強化されることはそれぞれ 14% と 21%（発生地域により強化する場合を含む），自都道府県内で発生した際でも，35% にとどまった²⁸⁾。そのため，死亡鳥における検査対象の拡大に加え，野鳥監視重点区域内で実施される鳥類生息調査や巡視が，都道府県で実施されている主な監視強化のタイミングとその内容と考えられた。

野鳥の HPAI サーベイランスは，野鳥の感染状況を把握するためだけでなく，野生下の希少鳥類の保全を進める上でも重要な情報となる。さらには，家きんや飼養鳥の感染防止対策を啓発するアラートとしての役割も担う。豚熱や HPAI の発生が続き，家畜だけでなく野生動物においても感染症への対応が増す中，あらゆる状況下でも野鳥の AI サーベイランス体制を維持できるよう，体制の整備が求められる。

本シンポジウムで紹介した演者らの研究および国内外の情報収集は，（独）環境再生保全機構の環境研究総合推進費（JPMEERF18S20100）により実施された。

引用文献

- 1) Animal Health Australia : Animal health in Australia system report, first edition. Animal Health Australia, 2021.

Available at: <https://www.animalhealthaustralia.com.au/our-publications/animal-health-in-australia-report/> (Accessed July 7, 2021)

- 2) Bevins, S. N. *et al.* : Large-scale avian influenza surveillance in wild birds throughout the United States. *PLoS One*, **9**, e104360, 2014.
- 3) Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) : Bekämpfung der geflügelpest in deutschland. Available at: <https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tiergesundheit/tierseuchen/gefluegelpest2016.html> (Accessed April 5, 2021)
- 4) Causey, D. and Edwards, S. V. : Ecology of avian influenza virus in birds. *J. Infect. Dis.*, **197**, S29–S33, 2008.
- 5) Chen, H. *et al.* : Avian flu H5N1 virus outbreak in migratory waterfowl. *Nature*, **436**, 191–192, 2005.
- 6) Chen, H. *et al.* : Properties and dissemination of H5N1 viruses isolated during an influenza outbreak in migratory waterfowl in western China. *J. Virol.*, **80**, 5976–5983, 2006.
- 7) Deliberto, T. J. *et al.* : Surveillance for highly pathogenic avian influenza in wild birds in the USA. *Integr. Zool.*, **4**, 426–439, 2009.
- 8) Deng, X. *et al.* : Contrasting trends in two East Asian populations of the greater white-fronted goose *anser albifrons*. *Wildfowl, Special Issue* **6**, 181–205, 2020.
- 9) Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) : Notifiable avian disease control strategy for Great Britain. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/

- 834770/avian-disease-control-strategy1.pdf (Accessed April 5, 2021)
- 10) Department of Agriculture, Water and the Environment (DAWE) : Animal health surveillance. Available at: <https://www.agriculture.gov.au/animal/health/surveillance-diagnostics> (Accessed April 8, 2021)
 - 11) Doko, T. *et al.* : Migration patterns and characteristics of Eurasian wigeons (*Mareca penelope*) wintering in southwestern Japan based on satellite tracking. *Zool. Sci.*, **36**, 490–503, 2019.
 - 12) East Asian-Australasian Flyway Partnership (EAAFP) : What is a flyway? Available at: <https://www.eaaflyway.net/the-flyway/> (Accessed April 5, 2021)
 - 13) European Food Safety Authority (EFSA) *et al.* : Avian influenza overview August – December 2020. *EFSA J.*, **18**, e06379, 2020.
 - 14) Fang, L. *et al.* : Two distinct flyways with different population trends of Bewick's swan *Cygnus columbianus bewickii* in East Asia. *Wildfowl, Special Issue* **6**, 13–42, 2020.
 - 15) Federal Agency for the Safety of the Food Chain (FASFC) : Situation in Belgium. Available at: <https://www.fasfc.be/animalsanimal-healthanimal-diseasesavian-diseasesavian-influenza/situation-belgium> (Accessed April 2, 2021)
 - 16) Fouchier, R. and Munster, V. : Epidemiology of low pathogenic avian influenza viruses in wild birds. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.*, **28**, 49–58, 2009.
 - 17) Gaidet, N. *et al.* : Potential spread of highly pathogenic avian influenza H5N1 by wildfowl: Dispersal ranges and rates determined from large-scale satellite telemetry. *J. Appl. Ecol.*, **47**, 1147–1157, 2010.
 - 18) Hupp, J. W. *et al.* : Variation in spring migration routes and breeding distribution of Northern pintails *Anas acuta* that winter in Japan. *J. Avian Biol.*, **42**, 289–300, 2011.
 - 19) Ito, T. *et al.* : Generation of a highly pathogenic avian influenza A virus from an avirulent field isolate by passaging in chickens. *J. Virol.*, **75**, 4439–4443, 2001.
 - 20) 環境省：野鳥における高病原性鳥インフルエンザに係る対応技術マニュアル. Available at: http://www.env.go.jp/nature/dobutsu/bird_flu/manual/pref_0809.html (Accessed April 5, 2021)
 - 21) 環境省：高病原性鳥インフルエンザに関する情報. Available at: https://www.env.go.jp/nature/dobutsu/bird_flu/index.html (Accessed April 8, 2021)
 - 22) 環境省生物多様性センター：鳥類アトラス web 版（鳥類標識調査 回収記録データ）. Available at: <http://www.biodic.go.jp/birdRinging/index.html> (Accessed April 5, 2021)
 - 23) Keawcharoen, J. *et al.* : Wild ducks as long-distance vectors of highly pathogenic avian influenza virus (H5N1). *Emerg. Infect. Dis.*, **14**, 600–607, 2008.
 - 24) Lee, Y.-N. *et al.* : Pathogenesis and genetic characteristics of novel reassortant low-pathogenic avian influenza H7 viruses isolated from migratory birds in the republic of Korea in the winter of 2016–2017. *Emerg. Microbes. Infect.*, **7**, 1–13, 2018.
 - 25) Li, C. *et al.* : Population trends and migration routes of the East Asian Bean goose *Anser fabalis middendorffii* and *A. f. serrirostris*. *Wildfowl*, **S6**, 124–156, 2020.
 - 26) Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs: HPAI emergency action guidelines. 2018. (in Korean) Available at: <https://www.mafra.go.kr/> (Accessed July 5, 2021)
 - 27) 森口紗千子, 加藤卓也, 羽山伸一：野鳥における鳥インフルエンザサーベイランスの現状と課題. *獣医疫学雑誌*, **24**, 36–39, 2020.
 - 28) Moriguchi, S. *et al.* : Surveillance system for avian influenza in wild birds and implications of its improvement with insights into the highly pathogenic avian influenza outbreaks in Japan. *Prev. Vet. Med.*, **187**, 105234, 2021.
 - 29) Newman, S. H. *et al.* : Eco-virological approach for assessing the role of wild birds in the spread of avian influenza H5N1 along the central Asian flyway. *PLoS One*, **7**, e30636, 2012.
 - 30) 農林水産省：鳥インフルエンザに関する情報. Available at: <https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/tori/> (Accessed April 8, 2021)
 - 31) Onuma, M. *et al.* : Characterizing the temporal patterns of avian influenza virus introduction into Japan by migratory birds. *J. Vet. Med. Sci.*, **79**, 943–951, 2017.
 - 32) Sciensano : Animal health. Available at: <https://www.sciensano.be/en/health-topics/animal-health> (Accessed April 2, 2021)
 - 33) Shimada, T. *et al.* : Satellite tracking of migrating Whooper swans *Cygnus cygnus* wintering in Japan. *Ornithol. Sci.*, **13**, 67–75, 2014.
 - 34) Sleeman, J. M., DeLiberto, T. and Nguyen, N. : Optimization of human, animal, and environmental health by using the One Health approach. *J. Vet. Sci.*, **18**, 263–268, 2017.
 - 35) Steensels, M. *et al.* : One decade of active avian influenza wild bird surveillance in Belgium showed a higher viro-prevalence in hunter-harvested than in live-ringed birds. *Avian Dis.*, **60**, 387–393, 2016.
 - 36) U.S. Department of Agriculture (USDA) : Avian influenza

- and wild birds. Available at: <https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/animalhealth/animal-disease-information/avian/avian-influenza/defend-the-flock-ai-wild-birds> (Accessed April 2, 2021)
- 37) van den Brand, J. M. A. *et al.* : Wild ducks excrete highly pathogenic avian influenza virus H5N8 (2014–2015) without clinical or pathological evidence of disease. *Emerg. Microbes. Infec.*, **7**, 67, 2018.
- 38) Vangeluwe, D. *et al.* : Migrations of Bewick's swan (*Cygnus bewickii*): New data on tagging the migration routes, stopovers, and wintering sites. *Biology Bulletin*, **45**, 706–717, 2018.
- 39) Webster, R. G. *et al.* : Evolution and ecology of influenza A viruses. *Microbiol. Rev.*, **56**, 152–179, 1992.
- 40) Yamaguchi, N. and Higuchi, H. : Migration of birds in East Asia with reference to the spread of avian influenza. *Glob. Environ. Res.*, **12**, 41–54, 2008.