

## 資料3

# 高病原性鳥インフルエンザの流行と疫学

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

**動物衛生研究部門**

越境性家畜感染症研究領域

疫学・昆虫媒介感染症グループ

**疫学研究室**

山本健久

1

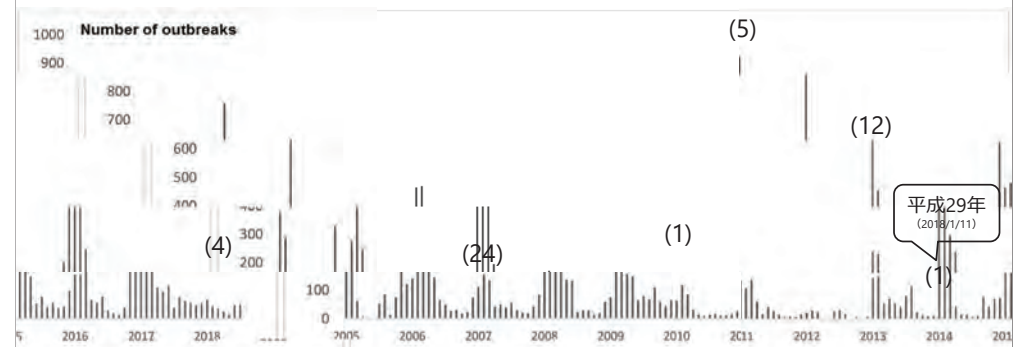
## 本日の内容

- 世界の発生状況
- 2020-2021 シーズンの日本の発生
- 2021-2022 シーズンの日本の発生
- 2022-2023 シーズンの日本の発生

2

## 世界の発生状況

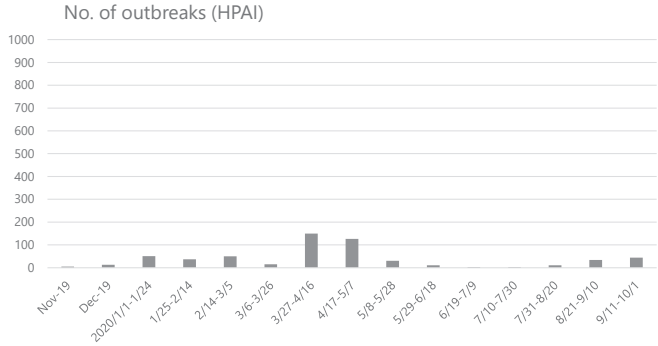
## 2005～2018年の世界（と日本）の発生例数の推移



出典：OIE Situation Report for Highly Pathogenic Avian Influenza

カッコ内は日本におけるシーズンごとの合計発生農場数

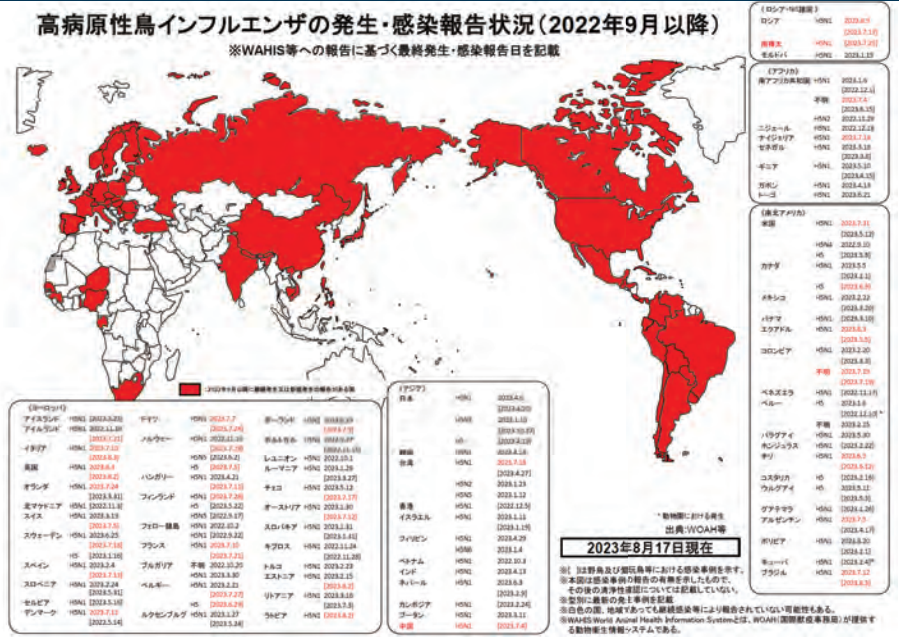
2019～2020年の世界の発生例数の推移



出典：OIE Situation Reports for avian influenza

国内発生はなし。

家禽・野鳥における発生状況（2022年9月～）



出典：農林水産省

2023年5月24日  
ブラジルで野鳥が鳥インフル 鶏肉最大輸入先 農水省「感染状況を注視」

ニュース | 鳥インフル

鶏肉輸出量が世界最大のブラジル政府は22日、野鳥での高病原性鳥インフルエンザ「H5N1型」の感染を確認したとして、全土に180日間の動物衛生緊急事態を宣言した。農水省によると、ブラジルでの感染確認は初めて。同省は「現時点で鶏肉や鶏卵の輸入に影響はないが、今後の感染状況を注視する必要がある」（動物衛生課）としている。

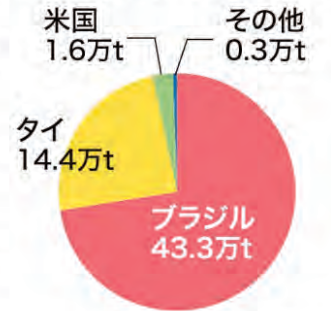
今後、家禽（かきん）で感染を確認した場合、日本は発生した州からの鶏肉や鶏卵の輸入を停止する。日本が輸入する鶏肉の7割はブラジル産で、需給への影響が懸念される。

ブラジルでは今月、鶏肉生産が盛んな南東部のエスピリトサント州とリオデジャネイロ州の野鳥で計8件の感染が確認された。政府は鳥類を集める展示会などのイベントを停止。住民に病気になるったり、死んだりした鳥を回収しないよう求めている。

日本とブラジルは、家禽で発生を確認した場合でも、発生していない州の鶏肉・鶏卵は輸入できる「地域主義」を適用することで合意。発生州からの輸入再開は、防疫措置が完了してから90日間、新たな発生がないことなどが要件になる。

鶏肉の輸入量は、国内消費量全体の3、4割を占める。同省によると、調製品を除く鶏肉の輸入量（2021年）のうちブラジル産は43万トンに上る。日本は国内での同病発生で加工用鶏卵が不足し、3月以降は鶏卵もブラジルから輸入する。3月は249トンの殻付き卵の輸入実績があった。

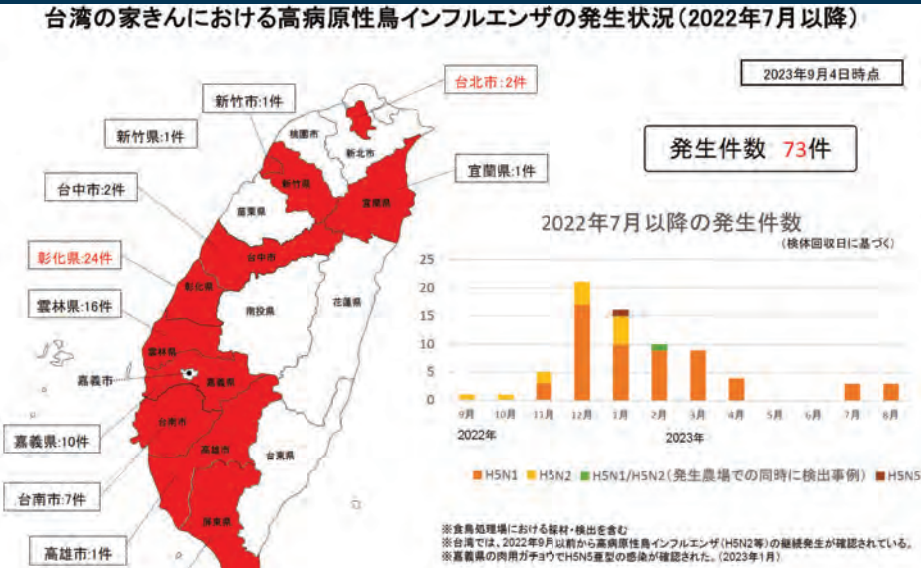
鶏肉の輸入実績(2021年)



（農水省の資料を基に作成）

出典：日本農業新聞

台湾における発生状況（2022年7月～）

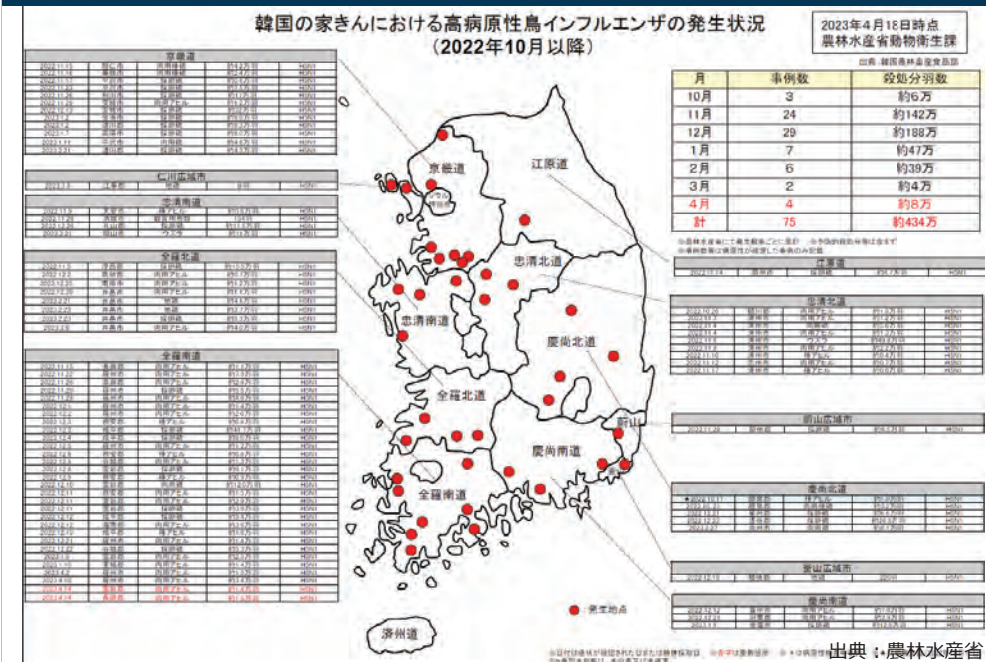


※食鳥処理場における採材・検出を含む  
※台湾では、2022年9月以前から高病原性鳥インフルエンザ(H5N2型)の継続発生が確認されている。  
※嘉義県の肉用ガチョウでH5N5型型の感染が確認された。(2023年1月)

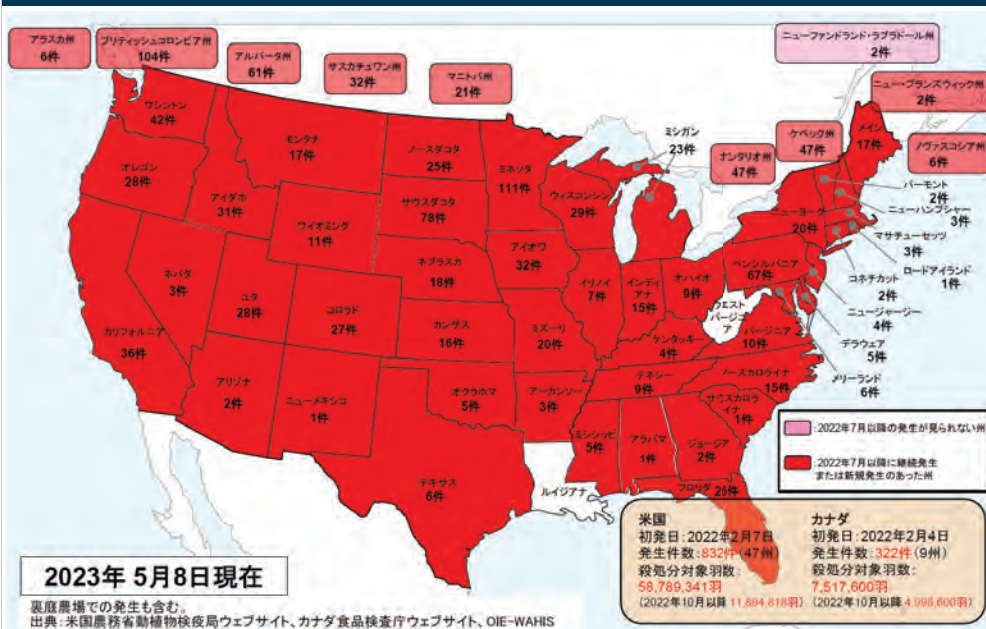
出典：台湾当局HP(URL: <https://ai.gov.tw/index.php>)

出典：農林水産省

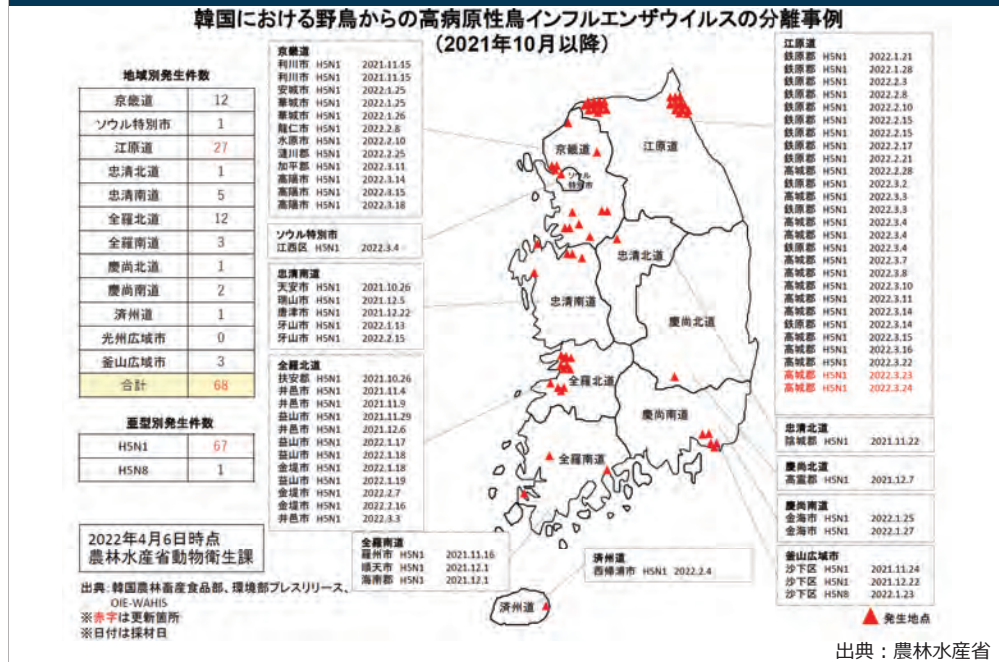
## 韓国の家きんにおける発生状況（2022年～）



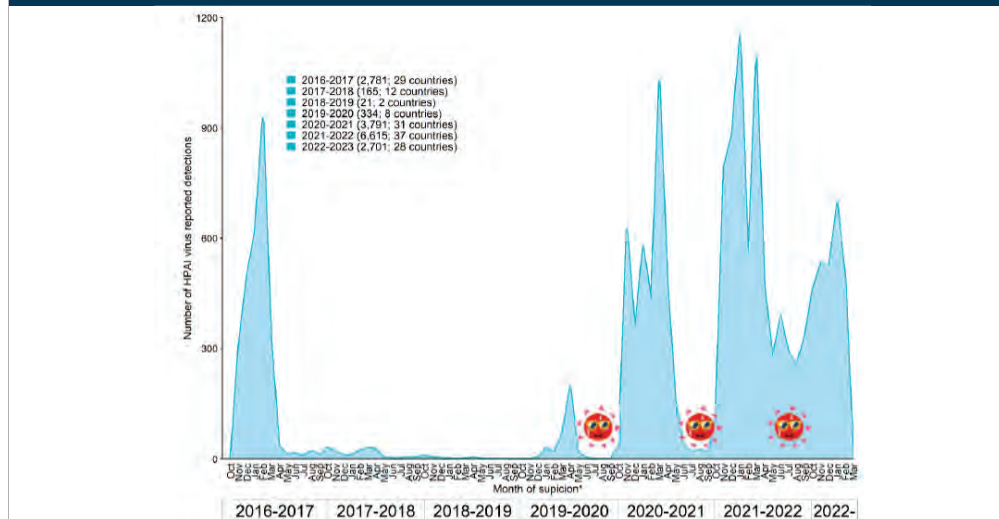
## 北米における発生状況（2022年～）



## 韓国の野鳥における発生状況（2021年～）



## 欧州における発生状況（家きん+野鳥、2016-2023）



## 欧州における発生状況（家きん、2020-2023）

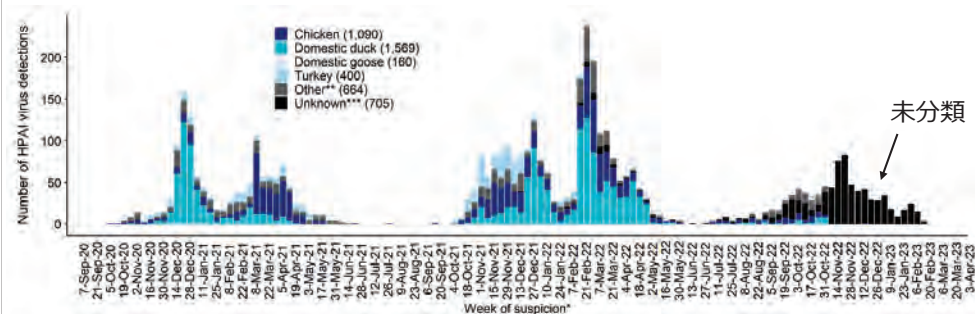
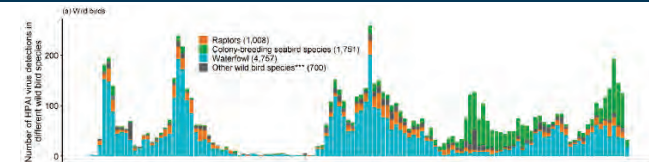


Figure 3: Distribution of the highly pathogenic avian influenza virus detections in poultry (522) in Europe by week of suspicion, from October 2020 to 1 March 2023

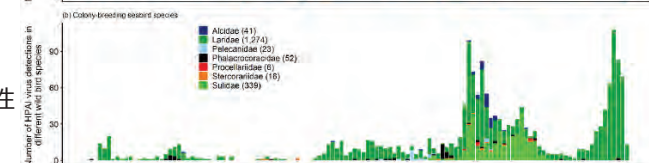
出典：EFSA

## 欧州における発生状況（野鳥、2020-2023）

野鳥合計



うち、  
コロニー性  
海鳥類



うち、  
カモメ科  
(カモメ、アジサシ)

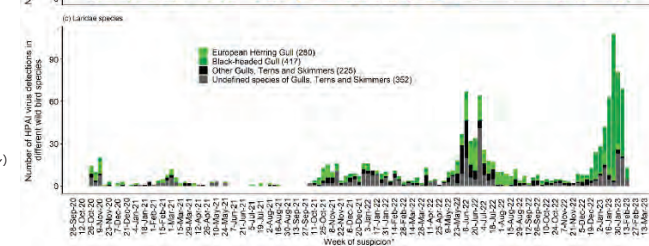
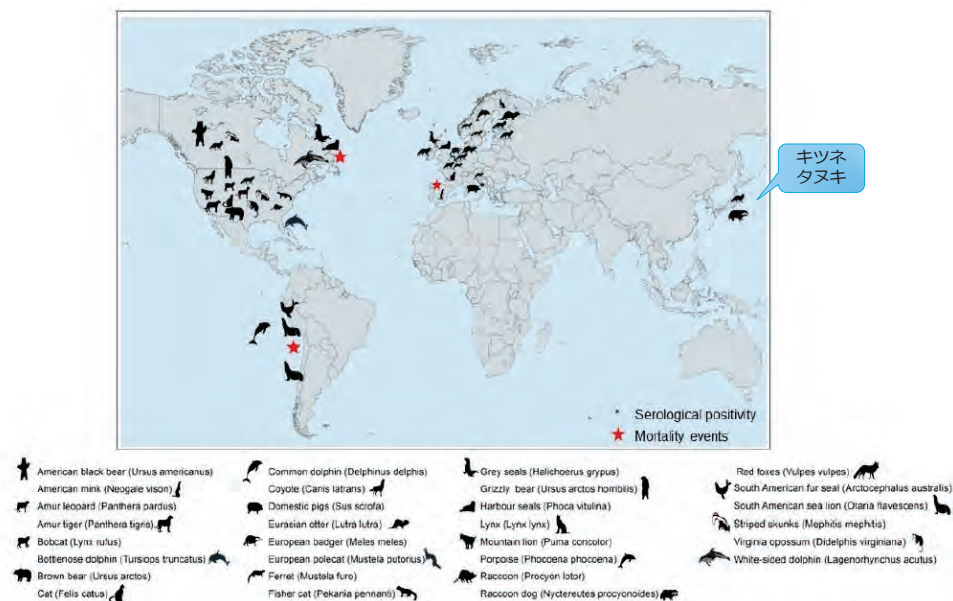


Figure 4: Distribution of total number of HPAI virus detections reported in Europe by week of suspicion (dates indicate the first day of the week) and (a) affected wild bird categories (8,216), (b) affected colony-breeding seabird families (1,751), (c) affected Laridae species (1,274), from October 2020 to 1 March 2023

出典：EFSA

## 哺乳類における発生状況（2016-）

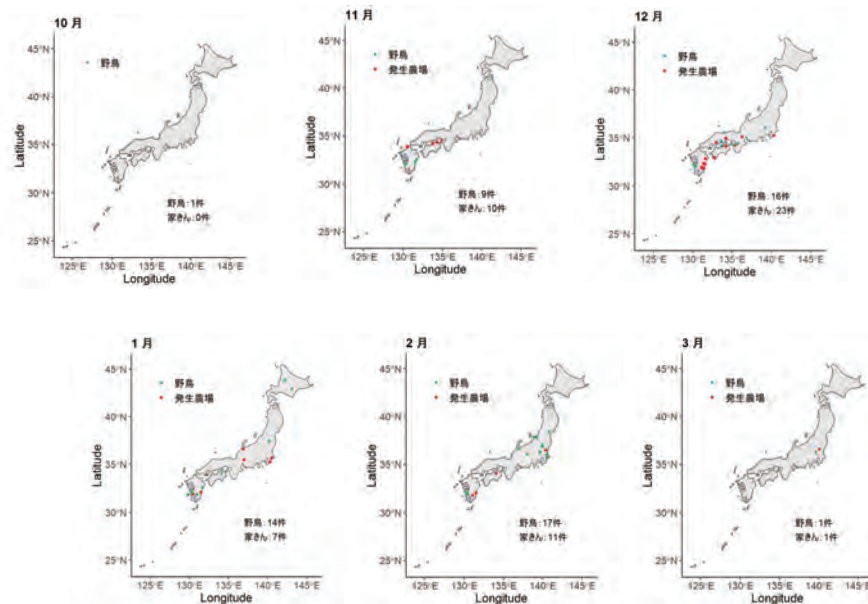


出典：EFSA

## 日本の発生状況

## 2020年（令和2年度）の発生

## 月別発生状況

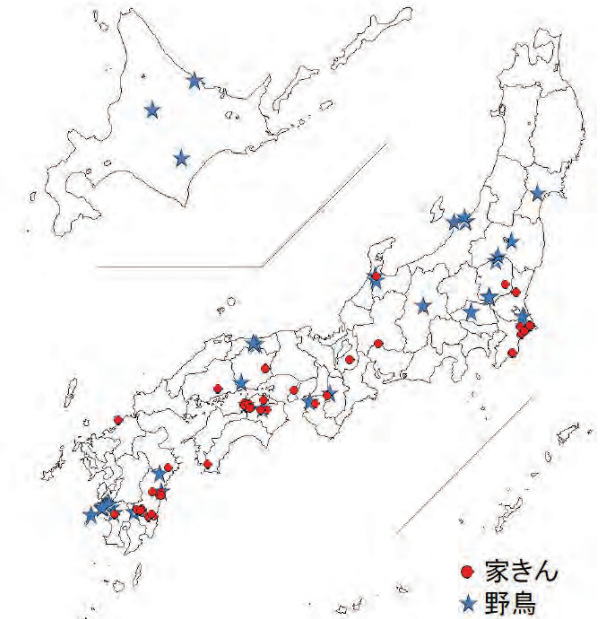


## 発生状況の概要

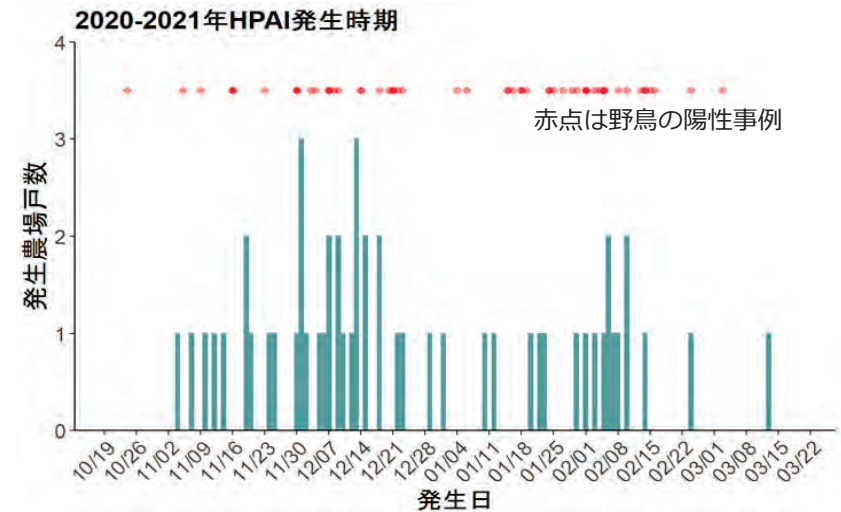
H5N8 clade 2.3.4.4

家禽 18県 52事例

野鳥 18道県 58事例



## 農場の発生と野鳥の発生



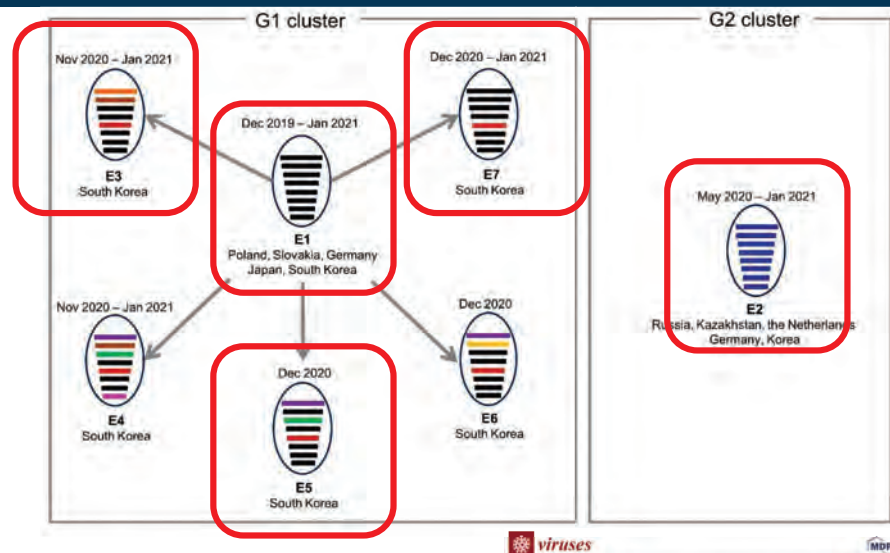
## 発生農場の内訳

|     |       | セミ     |        |    |    |
|-----|-------|--------|--------|----|----|
|     | 飼養形態  | ウインドレス | ウインドレス | 開放 | 合計 |
| 採卵用 | ケージ飼い | 22     | 3      | 7  | 32 |
| 肉用  | 平飼い   | 0      | 0      | 14 | 14 |
| 種鶏  | ケージ飼い | 2      | 0      | 0  | 2  |
|     | 平飼い   | 0      | 0      | 2  | 2  |
| あひる | 平飼い   | 0      | 0      | 2  | 2  |
| 合計  |       | 24     | 3      | 25 | 52 |

Note: 「種鶏」には肉用種鶏、採卵用種鶏を含む

Note: 「採卵用」には育成鶏を含む

## 全ゲノム解析（韓国）



## 日本でも確認

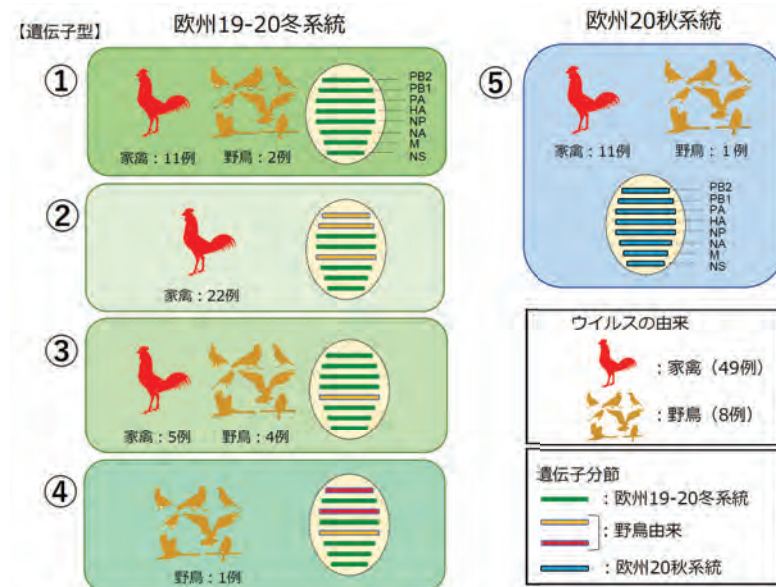
**viruses** MDPI

Communication

**Multiple Reassortants of H5N8 Clade 2.3.4.4b Highly Pathogenic Avian Influenza Viruses Detected in South Korea during the Winter of 2020–2021**

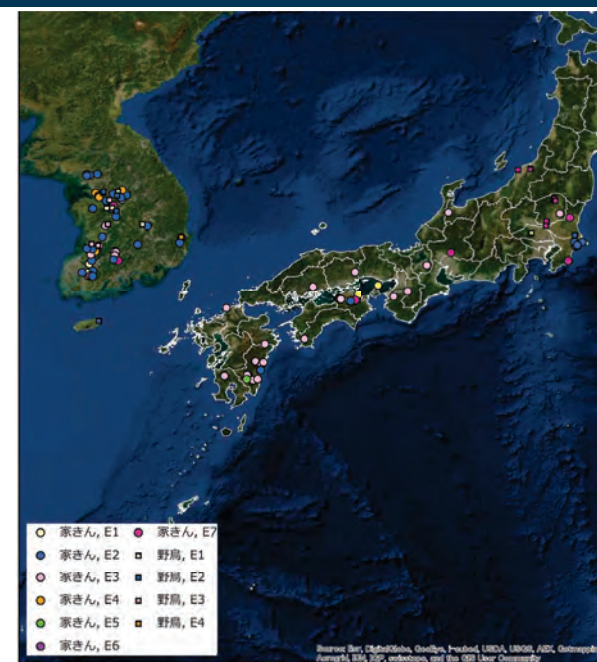
Yun-Gi Baeck <sup>1,2</sup>, Yu-Na Lee <sup>3,4</sup>, Dong-Hwan Lee <sup>5</sup>, Jia-Lin Miao <sup>6</sup>, Ji-Ho Lee <sup>7</sup>, David H. Chung <sup>8</sup>, Eun-Kyung Lee <sup>9</sup>, Gyeong-Bum Han <sup>10</sup>, Mingzhe Naging <sup>11</sup>, Su-Jong Kye <sup>12</sup>, Kwang-Nyung Lee <sup>13</sup>, Myung-Hoan Lee <sup>14</sup> 

## 全ゲノム解析（日本（動衛研））



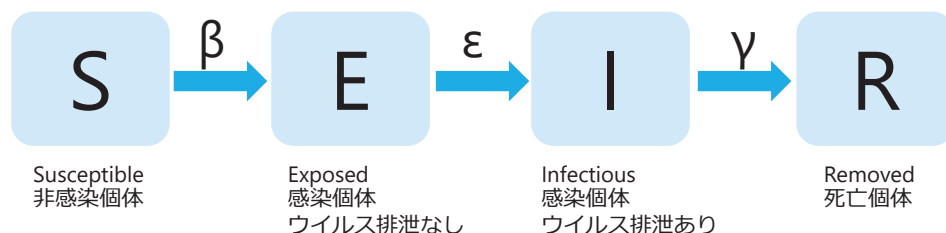
出典：動衛研HP

## 韓国と日本の分離株



# 数理モデルによるウイルスの侵入時期の推定

## 方法



$\beta$  : transmission rate (伝播率)

$\epsilon$  : latent periodの逆数。latent periodは2日間と仮定

$\gamma$  : infectious periodの逆数。infectious periodは4日間と仮定

※latent periodとinfectious periodは感染実験 (Sakuma et al., 2021) を参考

※latent period : 感染からウイルス排泄までの期間

※infectious period : ウイルス排泄期間

## 2021年（令和3年度）の発生

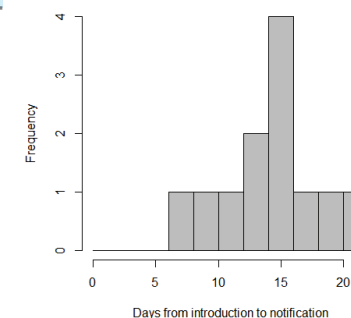
# 数理モデルによるウイルスの侵入時期の推定

## 結果

| 発生事例 | 推定侵入日  | (95%CI)          |
|------|--------|------------------|
| 11   | 21.556 | (20.838, 22.349) |
| 12   | 9.238  | (9.173, 9.304)   |
| 15   | 7.704  | (7.68, 7.728)    |
| 19   | 16.451 | (14.705, 18.652) |
| 20   | 12.293 | (10.352, 15.099) |
| 26   | 18.691 | (18.623, 18.76)  |
| 28   | 14.424 | (12.99, 16.203)  |
| 31   | 12.508 | (12.249, 12.778) |
| 33   | 14.196 | (14.13, 14.263)  |
| 36   | 10.090 | (10.078, 10.102) |
| 47   | 15.996 | (15.977, 16.016) |
| 51   | 14.984 | (14.975, 14.993) |

※ウイルス侵入から届出までの日数

各農場の推定侵入日の分布



### 侵入日の推定値

中央値 : 14.0日

(最小 : 7.7日, 最大 : 21.5日)

## 海外の発生との比較

|        | 2021/2022シーズン<br>(2022年8月29日時点) |            | 2020/2021シーズン<br>(2020年10月～2021年9月) |            |
|--------|---------------------------------|------------|-------------------------------------|------------|
|        |                                 | うち7月以降の発生数 |                                     | うち7月以降の発生数 |
| フランス   | 1416                            | (3)        | 508                                 | (2)        |
| 英国     | 124                             | (9)        | 21                                  | (0)        |
| イタリア   | 317                             | (0)        | 3                                   | (0)        |
| ハンガリー  | 290                             | (0)        | 7                                   | (0)        |
| スペイン   | 31                              | (0)        | 0                                   | (0)        |
| アイルランド | 6                               | (0)        | 1                                   | (0)        |
| 米国     | 410                             | (31)       | 0                                   | (0)        |
| カナダ    | 112                             | (8)        | 0                                   | (0)        |
| ポーランド  | 95                              | (1)        | 357                                 | (1)        |
| ドイツ    | 78                              | (7)        | 231                                 | (0)        |
| 韓国     | 47                              | (0)        | 109                                 | (0)        |
| 日本     | 25                              | (0)        | 52                                  | (0)        |

赤字 : 昨シーズンより増加

青字 : 昨シーズンより減少

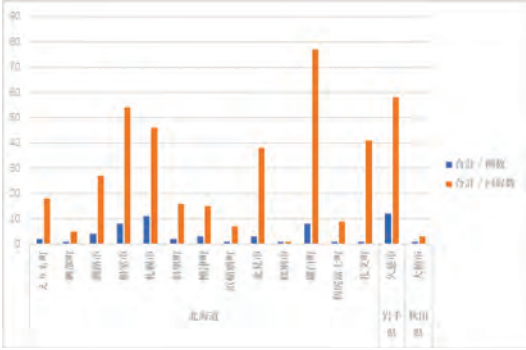
橙字 : 夏季(7月～9月)に発生あり

出典 : OIE-WAHIS, FAO EMPRES-i, EFSAL-ポルト、各国当局情報

出典 : 2021年～2022年シーズン疫学調査報告書 (農林水産省)

# 野鳥の感染

| 2010-112016-172020-212021-22 |     |           |       |     |    |         |    |
|------------------------------|-----|-----------|-------|-----|----|---------|----|
| カモ類                          | ハ   | オオハクチョウ   | 7     | 33  | 4  | 8       |    |
|                              | ク   | コハクチョウ    | 2     | 19  |    |         |    |
|                              | チ   | コバクチョウ    | 31    | 1   |    |         |    |
|                              | ヨ   | コクチョウ     | 14    |     |    |         |    |
|                              | ウ   | ハクチョウ類    | 1     |     |    |         |    |
|                              | ガ   | ヒシクイ      | 2     |     | 1  |         |    |
|                              | ン   | マガモ       | 2     |     | 1  |         |    |
|                              |     | オシドリ      | 11    | 1   | 2  |         |    |
|                              |     | オナガガモ     | 1     | 4   | 1  |         |    |
|                              |     | コガモ       | 1     |     |    |         |    |
|                              |     | マガモ       | 2     | 5   | 1  |         |    |
|                              |     | カルガモ      |       |     | 1  |         |    |
|                              |     | ヒドリガモ     | 4     |     |    |         |    |
|                              |     | スズガモ      | 1     | 2   |    |         |    |
|                              |     | キンクロハジロ   | 12    | 1   |    |         |    |
| 水鳥類                          |     | ホシハジロ     | 3     | 4   |    |         |    |
|                              |     | スズガモSP    | 1     |     |    |         |    |
|                              |     | カイツブリ     | 2     |     |    |         |    |
|                              |     | カンムリカイツブリ | 1     | 3   |    |         |    |
|                              |     | ユリカモメ     | 1     | 11  |    |         |    |
|                              |     | オオバン      | 2     |     |    |         |    |
|                              |     | アオサギ      | 1     |     |    |         |    |
|                              |     | ナベヅル      | 7     | 23  | 5  | 1       |    |
|                              |     | マナヅル      | 1     | 1   |    |         |    |
|                              | 猛禽類 |           | オジロワシ |     |    | 1       | 18 |
|                              |     |           | オオワシ  |     |    |         | 3  |
|                              |     |           | クマタカ  |     |    |         | 2  |
|                              |     |           | オオタカ  | 1   | 4  | 1       |    |
|                              |     |           | トビ    |     |    |         | 2  |
|                              |     |           | ノスリ   | 1   | 1  | 5       | 2  |
|                              |     | ハヤブサ      | 9     | 6   | 3  |         |    |
|                              |     | フクロウ      | 1     | 1   | 2  |         |    |
|                              |     | ハシブトガラス   |       |     |    | 414 58例 |    |
|                              |     | ハシボソガラス   |       |     |    | 1       |    |
|                              |     | 野鳥糞便      | 1     | 3   | 8  | 1       |    |
|                              |     | 環境試料（水）   |       |     | 19 | 8       |    |
|                              |     | 総計        | 62    | 176 | 58 | 464     |    |

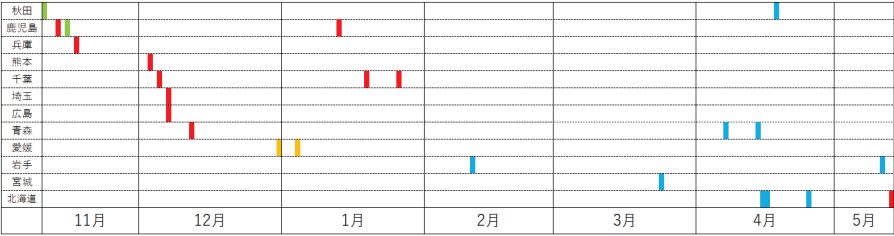


カラスの市町村別回収個体数・例数



出典：2021年～2022年シーズン疫学調査報告書（農林水産省）

# 分離されたウイルス

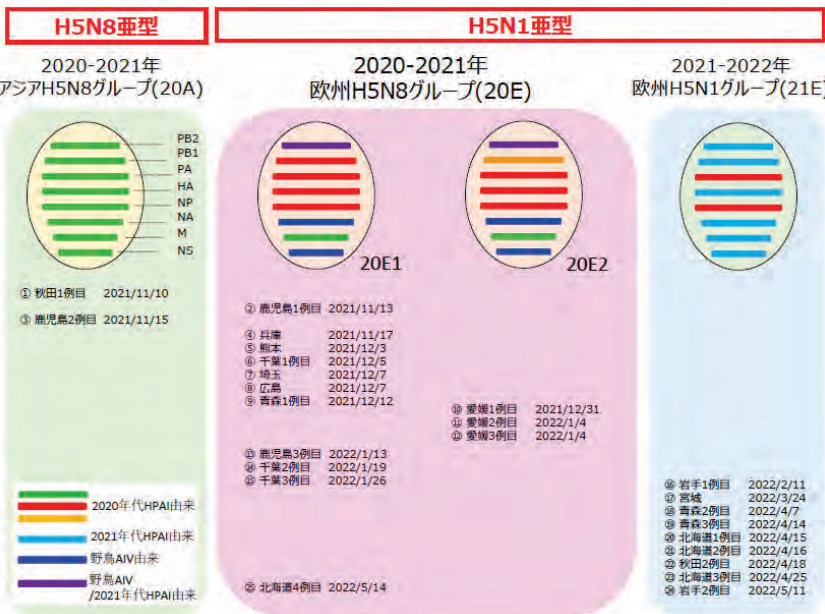


| ウイルス名  | 遺伝子型 | 静脈内接種試験による致死率 | CLD <sub>50</sub> (log <sub>10</sub> EID <sub>50</sub> ) | 6log <sub>10</sub> EID <sub>50</sub> 経鼻接種後平均死亡日数 (日) |
|--------|------|---------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 秋田1例目  | 20A  | 100%          | 3.8                                                      | 3.5                                                  |
| 鹿児島1例目 | 20E1 | 100%          | 4.5                                                      | 3.3                                                  |
| 岩手1例目  | 21E  | 100%          | 4.7                                                      | 2.2                                                  |

3種類の遺伝子型のウイルスについて、鶏1羽に10<sup>6</sup>EID<sub>50</sub>のウイルスを経鼻接種後、18時間後にウイルスを接種していない鶏6羽を同居させ、伝播試験を実施した。いずれの遺伝子型のウイルスを接種した鶏は全て死亡したが、同居鶏へのウイルス伝播による死亡率は最も高い20Aで100%、20E1で50%、最も低い21Eで33.3%であった。

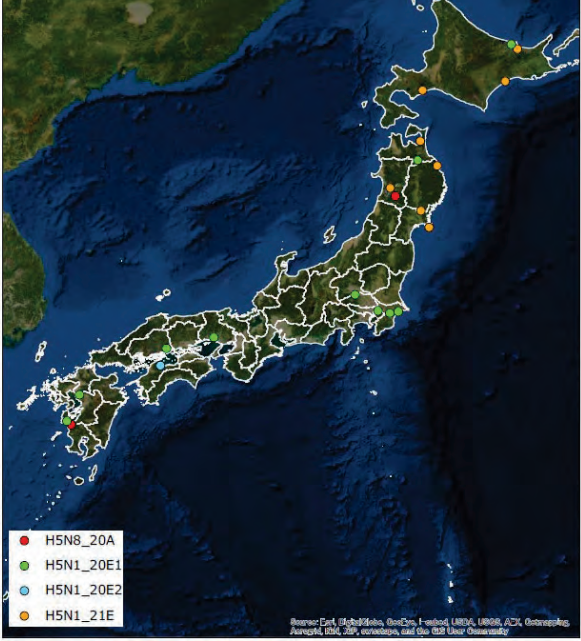
出典：2021年～2022年シーズン疫学調査報告書（農林水産省）

# 分離されたウイルス



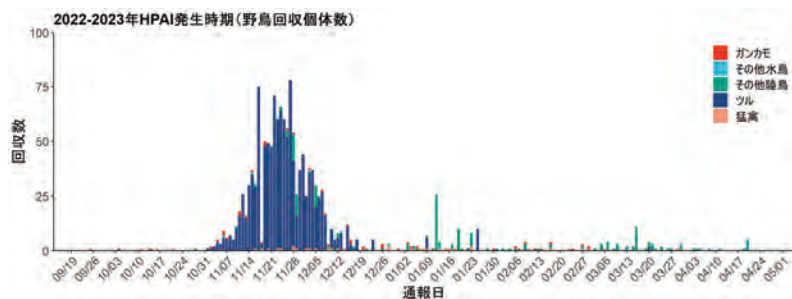
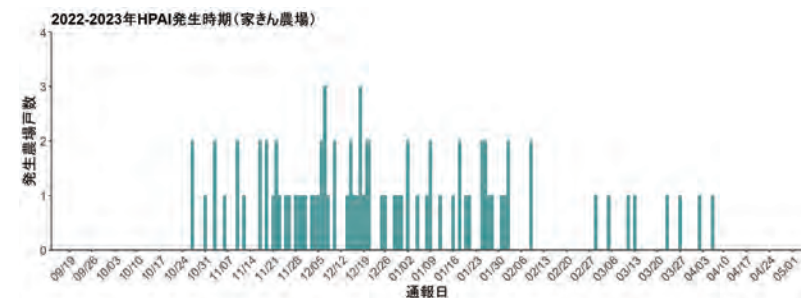
出典：2021年～2022年シーズン疫学調査報告書（農林水産省）

# 分離されたウイルス



## 2022年（令和4年度）の発生

## 流行曲線



## 発生地点の分布

### 2022-2023年HPAI発生農場地図

< 1例目（岡山県：2022/10/27）～84例目（北海道：2023/4/6）>



| 用途       | 飼養形態  | ウィンドウレス | セミウィンドウレス | 開放 | 開放/屋外 | 合計 |
|----------|-------|---------|-----------|----|-------|----|
| 採卵用      | ケージ飼い | 30      | 11        | 16 | 0     | 57 |
| 採卵用      | 平飼い   | 0       | 0         | 2  | 0     | 2  |
| 採卵用（育成）  | ケージ飼い | 2       | 0         | 0  | 0     | 2  |
| 肉用       | 平飼い   | 1       | 5         | 5  | 0     | 11 |
| 肉用種鶏（育成） | 平飼い   | 1       | 0         | 0  | 0     | 1  |
| あひる      | 平飼い   | 0       | 0         | 5  | 0     | 5  |
| あひる      | その他   | 0       | 0         | 1  | 1     | 2  |
| うずら      | ケージ飼い | 0       | 1         | 0  | 0     | 1  |
| エミュー     | 放牧    | 0       | 0         | 0  | 2     | 2  |
| ホロホロチョウ  | ケージ飼い | 0       | 1         | 0  | 0     | 1  |

## 飼養羽数の比較

採卵鶏農場については、発生農場の飼養規模は非発生農場と比較し有意に大きかった（マン・ホイットニーのU検定、 $p < 0.01$ ）が、肉用鶏農場については発生の有無と飼養規模に関連は見られなかった。

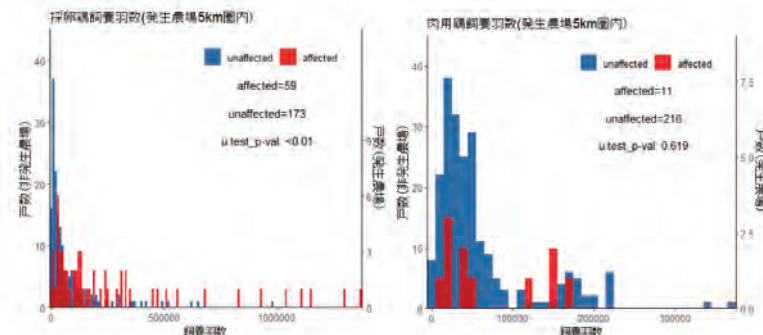


図5 発生農場と非発生農場における用途毎の飼養規模の分布

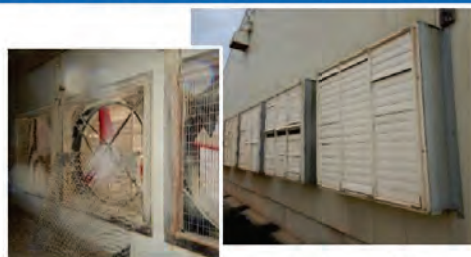
赤い棒グラフは各飼養羽数における発生農場の戸数（右側の y 軸）を、青い棒グラフは非発生農場の戸数（左側の y 軸）を示す。

高病原性鳥インフルエンザの発生時に疫学調査チームが撮影した写真 (参考9)

## 飼養衛生管理基準項目24 野生動物の侵入防止のためのネット等の設置、点検及び修繕



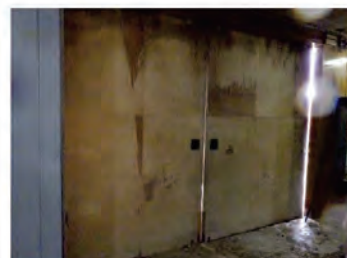
集卵コンベア開口部



排気ファンの金網脱落・シャッター破損



鶏舎開口部の金網の破損・湾曲



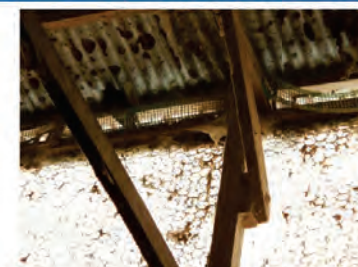
鶏舎外側出荷用出入口扉の隙間

出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）

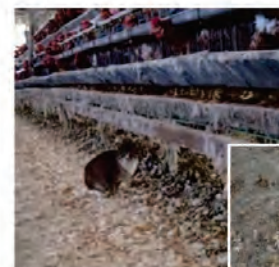
## 飼養衛生管理基準項目24 野生動物の侵入防止のためのネット等の設置、点検及び修繕



防鳥ネットの破れと鶏舎の壁の破損



鶏舎のモニター式屋根の隙間から侵入したハト



鶏舎内で確認された猫と鶏の死体の食害



出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）

## 飼養衛生管理基準項目24 野生動物の侵入防止のためのネット等の設置、点検及び修繕



モニターの金網破損とカラスが運んだと思われる羽及び卵殻



鶏舎側面の入気口木板の破損と天井裏の中型哺乳動物のものとと思われる糞



鶏舎構造の一例

（注：モニターや入気口の形状や位置、屋根裏の有無等は鶏舎によって様々）



堆肥舎内の死亡カラス（HPAI陽性）

出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）

## 飼養衛生管理基準項目26 ねずみ及び害虫の駆除



鶏舎（クーリングパッド）のかじり跡



飼槽内のネズミ



鶏舎基部の隙間



鶏舎内で確認されたネズミ、子ネズミ、糞

出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）

## 飼養衛生管理基準項目27「衛生管理区域内の整理整頓及び消毒」



果樹や、飼料パイプライン下のこぼれた飼料と近くの野生動物の糞



樹木の枝が伸びた先に、金網に埃がない場所があり、スズメ等の侵入口と思われる

農場敷地内の草むらの獣道を自動撮影カメラで夜間記録(11日間)



### 結果

| 動物種       | 撮影された日数 |
|-----------|---------|
| タヌキ       | 5       |
| アナグマ      | 6       |
| ネコ        | 2       |
| キツネ       | 1       |
| イタチ科(テン?) | 1       |



タヌキ



アナグマ



発生鶏舎横の木製パレットの鳥の巣

出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）

## 疫学調査時に確認された農場における症状



鶏冠チアノーゼを呈した死亡鶏



顔面の浮腫



沈鬱

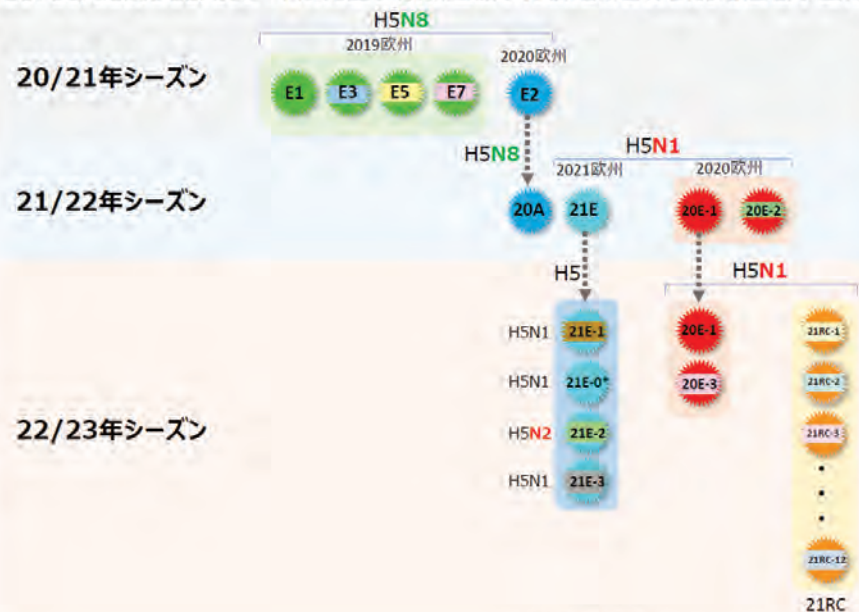


同一ケージ内でのまとまつの死亡・衰弱



出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）

20/21、21/22及び22/23シーズン発生ウイルス遺伝子分節組み合わせによる遺伝子型の推移 (参考5)



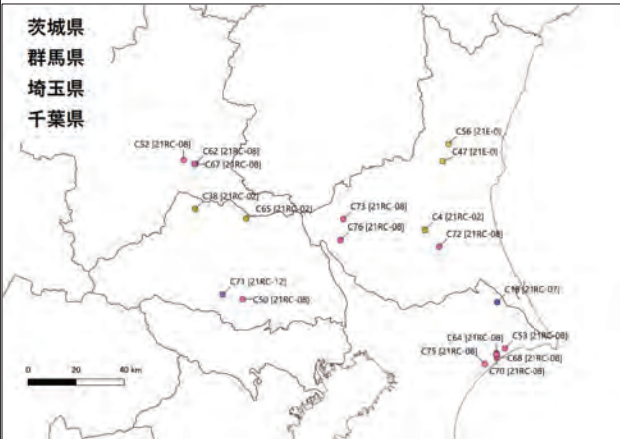
\*21E=21E-0

出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）

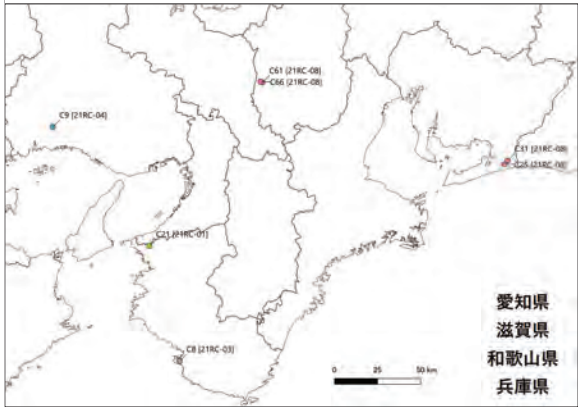
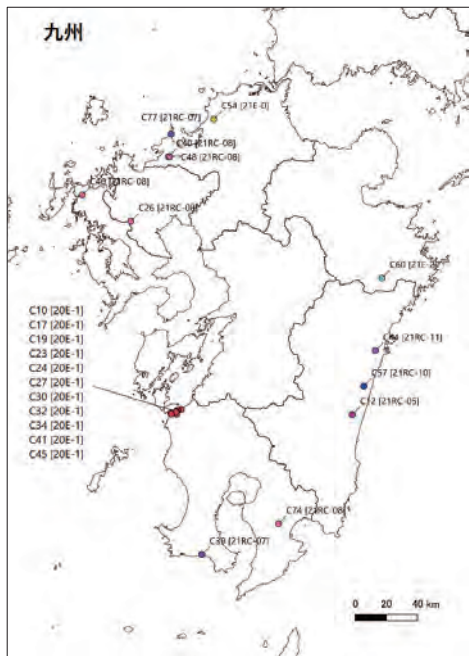
発生農場由来のHPAIVの遺伝子型の分布 (参考1)



出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）



出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）



出典：農水省HP（2022年～2023年シーズンにおける高病原性鳥インフルエンザの発生に係る疫学調査報告書）

## 地理的要因の解析

### 1 使用したデータ

- 種鶏農場や育成農場、鶏以外の鳥種の農場は、発生戸数が少なかったことから、解析から除外。
- 比較対象とする非発生農場として、発生農場から5km圏内において、1000羽以上の採卵鶏もしくは肉用鶏を飼養する農場を抽出。
- 疫学関連農場として殺処分の対象となった農場は感染の有無が不明なことから解析から除外した。
- 採卵鶏農場230戸（発生：59戸、非発生：171戸）と肉用鶏農場201戸（発生：11戸、非発生：190戸）を解析に使用。

### 2 解析方法

解析対象農場周辺の地理的要因として、以下の要因を分析した。また、地理的要因ではないが、解析対象農場の飼養羽数も発生リスクに関連することが予想されたため、同様に解析対象とした。農場が所在する地域をランダム効果とした一般化線形混合モデルを用いて統計解析を行い、発生に関連する要因を決定した。

- 標高
- 傾斜
- 水田の有無（※）
- 森林の有無（※）
- 水域の有無（※）
- 耕作地の有無（※）
- 市街地の有無（※）
- 当該農場の飼養羽数
- 当該農場の経営区分（採卵用/肉用）

※ これらの項目の「有無」は、「あり」と判定する発生農場からの距離の基準値を段階的に変化させ、統計的に最もあてはまりがよい基準値を項目ごとに決定して使用した。

### 発生の有無と地理的要因の関連性についての変量解析の結果

|                | 係数                  |
|----------------|---------------------|
| 飼養羽数           | 1.98 ( $p < 0.01$ ) |
| 採卵鶏農場であること     | 1.50 ( $p < 0.01$ ) |
| 600m以内に水域があること | 1.23 ( $p < 0.01$ ) |
| 300m以内に水田があること | 0.68 ( $p = 0.16$ ) |

注: 飼養羽数は常用対数

## 農場の用途、飼養規模と発生リスク（方法）

### <解析に用いた農場>

**発生農場：**HPAIが発生した**採卵鶏農場**と**肉用鶏農場**（育成や種鶏を除く）

**非発生農場：**発生農場の周囲5km圏内でHPAIが発生しなかった採卵鶏農場と肉用鶏農場（1000羽以上飼養）

|     | 2020年流行期 |       | 2022年流行期 |       |
|-----|----------|-------|----------|-------|
|     | 発生農場     | 非発生農場 | 発生農場     | 非発生農場 |
| 採卵用 | 30       | 138   | 59       | 171   |
| 肉用  | 14       | 353   | 11       | 190   |

各流行期について、

**ベイジアンネットワーク解析** R package : “abn”

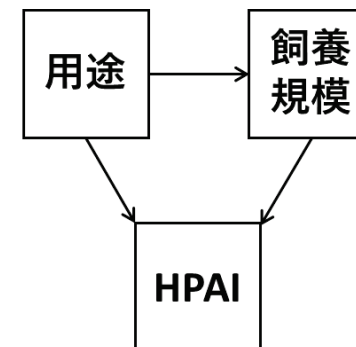
解析に  
用いた変数

**HPAI発生**（各流行期におけるHPAI発生の有無）  
**飼養規模**（10万羽以下 ・ 10万羽超）  
**用途**（採卵用 ・ 肉用）

# さいごに

## 農場の用途、飼養規模と発生リスク（結果）

### Best DAG



- 🌟 2020・2022年の最適DAGは同一構造
- 🌟 飼養規模はHPAI発生に直接影響
- 🌟 用途はHPAI発生に対して、飼養規模を介した間接的な影響に加え、直接的な影響も

## まとめ

- ・ HPAIの国内侵入要因は渡り鳥
- ・ 渡り鳥を介して、HPAIの流行は地球規模で結びついている
- ・ 来年以降も渡り鳥によってウイルスが国内に持ち込まれる可能性が高い
- ・ 渡り鳥によって農場周辺にウイルスが持ち込まれたあと、ウイルスがどのように農場内に侵入するかはよく分かっていない
- ・ 農場での衛生対策の改善によって侵入リスクは低減できる
- ・ 一方で、衛生対策が徹底されている農場でも、感染を完全に防ぐことは困難で、感染への備えが不可欠
- ・ 日本では、農場間の感染拡大はほとんど起こっていないため、予防的殺処分は必要ない