

# 今季のHPAI発生メカニズムを考察する①

(株)PPQC 研究所代表取締役会長／獣医師・農学博士  
加藤 宏光

## はじめに

昨年11月に始まった今季の高病原性鳥インフルエンザ（HPAI）は3月12日時点で17県51件（疫学関連農場を含めると74件）に及び、淘汰総数は980万羽、採卵用成鶏淘汰羽数では略々780万羽となった（農林水産省の公示データによっても、正確な羽数事例と概略羽数の事例が混在しているため、正確には不明である）。

## 昨年末時点の《私見》

昨年（2020年）11月5日に香川県三豊市においてHPAI発生が確認され、続いて8日、11日、13日、15日に続々と疑似患者陽性事例が報告された時、著者は異様なパターンであると感じた。本誌11月25日号に《緊急アラート／今シーズンの高病原性鳥インフルエンザは何か違う》と題して、その時に感じた思いを述べた。11月25日号に掲載されるためには原稿をまとも上げる期限は10日前の15日がギリギリである。15日に疑似陽性と判断された事例は、それぞれ締め切り間際の発生であった。

## 《緊急アラート》の内容

緊急アラートで強調したかったことを箇条書きにまとめてみた。

- ・最初の発生とその後の拡散パターンの推移が2004～2010年までとそれ以降では大きく異なる
- ・日本へ飛来するカモや白鳥を始めとする水きん類において、HPAIウイルスが感染していることが、大陸からこのウイルスをわが国へ持ち込むことにつながり、さらには鶏を始めとする家禽への拡散が起きる
- ・HPAIウイルスに感染した野鳥（水きん類）への感染頻度が極端に上がり、当初（2000年からしばらくの間）は大陸でも限定的であった（著者はたぶん中国のかなり限られたエリアであったと考えている）汚染野鳥の生息エリアが、ユーラシア大陸全域に拡大してしまっただけが2010年以降であろう
- ・この推測に従えば、大陸における野鳥の感染エリアが大きく広がるとともに、群における感染頻度も全個体とも言えるほどに一気に感染している可能性があり得る
- ・この状態は、HPAIウイルスの水きん類への病原性がかなり軽度であることを考慮すれば《あたかも自然生ワクチンにより免疫を与えた》と言えるような状態ができた
- ・過酷な環境に生きる野鳥の寿命を勘案すれば、世代の交代は相当度に高く、3年ほどで相当比率（たぶん60%以上か、とは著者の私見）が新世代であり、HPAI経験がない世代が優勢となる
- ・もしこのような想定が野外で現実起きていれば、今季（2020年秋から2021年春まで）のHPAI発生は激烈となる可能性が高い
- ・これらが敢えて《緊急アラート》で強調したかった事柄である。

## なぜ、1カ月後にその後の経過を考察したのか

それから1カ月後の12月25日号に掲載された《TOPICS》記事の締め切り期限は、本誌の好意に甘えて待っていただいても、12月15日過

## 《TOPICS》における予測

この記事で述べた私見の概要は以下のようにならざるを得ない。

高知県宿毛市で採卵農場が、香川県の三豊市で最初の事例関連としてプロイラー農場で2件が疑似患者と判定されている（14日に疑似例の情報）。

これが以降の展開で大きく間違える可能性を押しつけて今後を予測したのは、それまでの拡散があまりにも激しく《この後の展開がどうなるのか》という不安の影が、生産者の方々からの問い掛けの中にまざまざと見えただからであった。

もちろん、終息の気配もないその時点での予測は、まったく方向を異にする可能性も高い。それでも、敢えて私見を述べたのは、著者自身にも《HPAIの発生メカニズムを見極めて、何とか対応の方法、それは無理でも、せめて方向性だけでも予測できないか!》という気持ちが強かったからである。

予想が外れた折には、反省と謝罪の記事をしたためる覚悟で私見を開示した次第であった。

## 水きんの汚染レベルに差が出た理由は?

はウイルス保有個体の頻度や汚染レベル（ウイルス量）には相当の差があったものと考えた

- ・この汚染レベルの差異がHPAI発生の地域差に大きな影響を与えてきたことが推察される

## 水きんの汚染レベルに差が出た理由は?

12月中旬までの発生状況を外観すると、発生地域は西日本に集中している。《TOPICS》における推察では、その後の異様な発生パターンを洞察できなかった。しかし、シーズン前半の発生分布は当然これらの地域に渡ってきた水きんへの汚染が原因していることは否定できない。

この逆説として、この時点で発生していなかったエリアに飛来していたカモや白鳥等のウイルス汚染レベルが相対的に相当度低いものと考えた。これは、欧州からシベリアを介して北海道エリアを中心として飛来した水きん類は欧州で棲息している期間中にすでにHPAI感染を済ませ、免疫を獲得している可能性に思い至ったのである（詳細は本誌2020年12月25日号のTOPICS記事を参照されたい）。

## 千葉県での突然の発生

このまま沈静化してくればよいが…と思いつつ迎えた年末12月24日に、突然《千葉県いすみ市》の超大型採卵農場での発生が報じられた。この時点で実施された疫学調査チームの報告書に、この発生事例の経過が以下のように記載されている。

- ・当該農場は山間部に位置。農場から最も近い堰までは1.3キロメートル。40羽余りの水鳥を確認
- ・発生鶏舎では12月1日から22日までの死亡羽数は18～62羽で推移。23日の午前中に126羽の死亡を確認（鶏舎内に1～数羽の死亡鶏が散在）。簡易検査で陽性確認し、家畜保健衛生所へ通報。午後には97羽死亡
- ・鶏舎ごとのオールイン・オールアウトを実施。アウト後は洗浄消毒、管理者は手指の消毒を実施、着衣や長靴は鶏舎専用に変換して管理
- ・死亡鶏はコンポスト工場へ徐ふん
- ・換気システムはいわゆる縦換気（前面天井から入気、後部へ排気）

- ・集卵・搬送ベルト（いわゆるバーコンベア）は閉鎖系
- ・防鼠対策は実施しているという

が、鶏舎内でラットサイン確認  
これらの報告からは、取り立てて  
リスク要因となる項目はないように  
感じられる。死亡数に関しては、今  
季の発生については、これまでのも  
のとは異なるウイルス性状を勘案す  
ると、気になる点がある（後述・注  
2、注3）。

著者のこれまでの野外経験を元に  
すれば、100万羽を超える大型生  
産システムは、厳密な管理マニユア  
ルがあるのが普通であり、疫学調査  
チームの報告からも同様の印象を受  
ける。それだけに、西日本を中心と  
していたそれまでの発生事例から  
100キロメートル以上離れた千葉  
県のそれも太平洋側でなぜ？

この発生に続いて、千葉県の養鶏  
場で次々とHPAI発生が報道が続  
いた。12月24日の先の事例発生から  
2月15日の匝瑳市の事例までの28農  
場すべてが千葉県のものではない。  
その中には宮崎県、鹿児島県、岐阜  
県、茨城県、徳島県の各事例が混在  
しているのではあるが……。

## 千葉県のアヒル農場で発生

著者がハットしたのは、千葉県横  
芝町のアヒル農場における発生（報  
道（1月21日）を知った時であつ  
た。日本ではアヒル産業が盛んでは  
なく、韓国や中国のように日常的に  
アヒルに接することは少ない。過去  
に、韓国のHPAI発生を疫学的に  
調査した際も《HPAI発生を媒体  
として》アヒル農場の存在が大きく  
養鶏産業に悪影響を与えた、とい  
うことは周知していた。

しかし、彼の国に比較するとわが  
国の肉用や卵用のアヒル産業は目立  
たず、もっぱら合鴨農法といった特  
殊な稲作方法の手段としてのアヒル  
（合鴨）を知るに留まっていた。こ  
の認識の薄さから、アヒルがHPAI  
ウイルスの侵襲を受けた場合の感  
染に対する敏感さは鶏の比ではない  
ことをつい失念していたのである。

かつて、茨城県でLPAIの蔓延  
が発覚した時、著者は合鴨農法のリ  
スクを考えたことがある。特に《水  
田に放された合鴨ヒナはその後、回  
収・処理されることなく放置されて  
いる》という、その時得た情報に唾

然とした覚えがある。何でも、少羽  
数の合鴨を肉処理してくれる業者が  
いないこと、また自分で処理するに  
は、アヒルや合鴨の羽毛は強固で、  
容易に脱毛できず、また敢えて肉に  
するほどの価値がないため、そのま  
まりリリースされるのだという（多分  
野犬や野良猫あるいはその他の肉食  
野生動物に襲われるのであろう）。  
こうしたアヒルや合鴨がLPAI、  
HPAIに感染し、そのまま放置さ  
れるリスクを考えると、何らかの規  
制が必要となるのではないか。そん  
な思いで、当時親しかった農林水産  
省の課長、課長代理の方々に提案し  
たことを覚えている（残念ながらそ  
の後、何らかの対応がなされていな  
いようではあるが……）。

改めて言うまでもないが、アヒル、  
カモ、白鳥の類は《インフルエン  
ザウイルスの本来の宿主》である。  
このため、インフルエンザウイルス  
はこれらの水きんには極めて容易に  
感染し、その上、病原性を示さない、  
もしくは病原性を有していても極め  
て軽微である、というのが本来の両  
者の関係である（HPAIとして鶏  
への高い致死性病原性を獲得した株  
は水きんへの病原性も増加している

ケースが多いが、それでもそのほと  
んどは株で鶏に比較すれば明らかに  
病原性は低い）。

## アヒルでの初発事例の詳細

疫学調査チームの報告にある千葉  
県の発生事例（横芝町で確認された  
最初のアヒル事例）に関する調査内  
容を次に記述する。

- ・当該農場はアヒルのヒナ供給が  
主で、合鴨農法用ヒナのほか製  
薬メーカーに種卵を出荷。開放・  
平飼いのアヒル舎9棟と1棟の  
ウインドウレス育成舎。近隣は  
水田、3・6キロメートル離れた  
沼にカモ類約1400羽、5・8  
キロメートル離れた池でカモ類  
約3000羽確認

・発生アヒル舎で産卵率が約40%低  
下。これ以外のアヒル舎で、神  
経症状を呈する個体や死亡例を  
確認

- ・これとは別に、生産調整のため約  
2週間断餌していた群では死亡  
数が増加

・従業員1人が飼養管理に、2人が  
種卵作業に従事していた（計3  
人がアヒル舎に入る）。その他2

人は解卵施設管理（舎内には入  
らない）

- ・従業員は農場専用作業着、長靴、  
手袋着用。長靴は各アヒル舎専  
用を使用。手指消毒は完全とは  
言えない

- ・アヒル舎ごとのオールイン・オー  
ルアウトは徹底されず、舎内間仕  
切りで複数ロットが飼育されて  
いる場合にはロット単位のオー  
ルイン・オールアウト
- ・オールアウト時に洗浄・消毒実施
- ・ふんは農場内の堆肥場に一時保管  
後、大型コンポスト処理（死亡  
個体や卵殻等も処理、数カ月か  
けるとのこと）
- ・バイオセキュリティは平均的なレ  
ベルで実施

これらの項目で気になるのは、産  
卵率が40%低下したことで申告、調  
査に際して《神経症状を示すもの、  
死亡個体が各アヒル舎にあった》と  
いう記述である。

HPAI感染鶏では本来激甚な転  
機をたどるため、発症から死までの  
経過が早すぎて神経症状は見られな  
い（はずである）。一方で水きん類  
では、それそのものがインフルエン  
ザウイルスの本来の宿主であること

から、このウイルスは本来の宿主へ  
の病原性がないか、もしくは極めて  
軽い（もつとも、HPAIウイルス  
は本来の宿主ではない鶏に順化され  
ているために水きんへの病原性を獲  
得している可能性があることには注  
意を要する）（注1）。

追跡調査に際して確認された《神  
経症状発現》から、このアヒル群が  
今季のHPAIウイルスに感染して  
からの経過期間が相当度に長いこと  
が推測される（注2）。

著者の印象をもって敢えて言え  
ば、このアヒル農場では少なくとも  
1月の初めに、アヒルの持つ本来  
の《病原性発現への抵抗力》を想定  
すれば12月中旬頃には農場内に感染  
個体がいた可能性を否定できないも  
の、と類推する。

この著者のいう《病原性発現への  
抵抗力》とは、感染への抵抗力を意  
味していない。感染しても発病して  
いない期間が長い、という意味であ  
り《感染後発病し人（＝管理者）が  
気付くまでの期間が長い》という性  
格があるものと考えている、という  
のが正確な著者の解釈である。

## アヒル農場感染の、 養鶏産業への危険性

著者の本稿における記述には、サ  
イエンス上のエビデンスが十分でな  
く、くれぐれも私見としてのストー  
リーであるとご理解の上、ご笑読い  
ただきたい。

先に述べた1例目のアヒル農場で  
の発生経過と、著者の類推（注2）  
が正しいとすれば、この事例でウイ  
ルスが排出されていた期間は最短で  
も1月初旬、長ければ1カ月半もし  
くは2カ月に及ぼう。

現実には今回の発生事例の中で、で  
きる限りの防疫に努めていて《なお  
発生》という例が複数ある。これま  
でも家畜保健衛生所の先生方が  
「このような体制の防疫システムを  
潜る発生があるなら、どうして防げ  
ばよいのだろう?！」と嘆かれた、と  
いう事例があると聞いている。

冬季に大陸から渡ってくる野鳥  
（水きん）が日本中にばら撒くウイ  
ルスがどのような経路を辿って養鶏  
農場へ侵入するのか、未だにわから  
ない（これか?と思う事象があつて  
も、次の発生では想定を覆す現象に  
戸惑わされ続けているのが現状であ

らう）。

今回の千葉・茨城で起きた一連の  
発生は著者には青天の霹靂とも言え  
る想定外の発生であった。

もし、アヒル農場において、見え  
ない状況の中で（潜在）増殖・保持  
されていたウイルスが、風（春一番  
のような強風）やバイオセキユリ  
ティの抜け穴を通じて、日常的に拡  
散・飛散され続けているとしたら、  
そしてある日、ある養鶏農場で連悪  
く《当該ウイルスに対して敏感な個  
体》によってテイクされ、感染が成  
立してしまえば、本誌の緊急アラ  
ート記事やTOPICS記事で述べた  
ように、その感染鶏が増幅するウイ  
ルスは、周辺の鶏たちを容易に感染  
させ、さらに幾何級数的に増幅排出  
され続けるウイルスが、再び風等の  
要因でエリアに感染拡散させるのは  
想像に難くない。

次号は、3月10日付で農研機構動  
物衛生研究部門が発表した公開情報  
などを基に、今季のHPAIについ  
て私見を述べてみたいと思う。

（注1）

HPAIウイルス罹患アヒルのあ  
る適度高い死亡率に関しては、かつ

て緊密に情報を交換していたキム・サンジュンソウル大学名誉教授の記録に詳しくあった。このことから、著者はHPA1ウイルスが本来の宿主である水きんへの病原性を獲得している、というイメージを持っている。

(注2)

著者の鶏病研究で最初に取り組んだのが《ニューカッスル病(ND)》であり、その中でも《アジア型ND》の神経組織侵襲と組織障害の関連性の病理学的な解析をテーマとしていた。アジア型NDも、NDフリーな鶏(SPF鶏)には激甚な転機をもって感染後4〜5日で100%の死亡率をもたらす。しかし、不十分な免疫を持っている個体では、この疾患は亜急性もしくは慢性経過で進行し、死亡率は免疫レベルによって数%〜十数%、高度に耐化した場合には30〜40%に至り、また消化器・呼吸器への壊死性病変に伴う症状(緑色下痢便排出、喘鳴、開口呼吸など)とともに神経症状を発現する(病理組織学的には脳脊髄組織の壊死形成)。これらの症状は、個体の免疫レベルによって程度が異なる。つまり軽いものでは一過性に

軽度の呼吸器症状を示して回復、中等度では相当度に強い呼吸器症状と神経症状(頸部捻転や脚弱等)を呈し、10日ほどの経過で回復するものの、神経症状の後遺症を残す。また、重篤な例では、強い呼吸器症状や神経症状を顕した後に死への転機をたどる。しかし、重篤な事例であつてもSPFでない鶏では、その経過は免疫をもたないものに比較すると、発症から死への経過は7〜10日に及び、病原性は相当度に緩和されている。

株の病原性に比較して明らかに致死性が低下していたとされる(図)。この結果から、今季のウイルスは自然感染した最初の個体は、当然ウイルス量は $10^{4.0} \text{EID}_{50}$ 以下であろうし、少なくとも10日は感染後ウイルスを排出し続け、周辺に水平感染をさせたことが推定される。通常潜伏期が4日程度であることから、周辺で感染を受けた複数個体(たぶん数十〜数百羽)もその4日後からはウイルスを排出し、最初の感染が起きてから発症が確認されるまでの期間(多分14〜20日間、もしくはそれ以上で場合によっては1カ月を超えるかも知れない)は、多量のウイルスが増殖排出されたはずである。ウインド

ウレス鶏舎でこのような事象が起れば、排出された多量のウイルスが、相当期間に強制排気を介して環境へばら撒かれた可能性が高い。

インフルエンザウイルスとNDウイルスは異なるウイルスではあるが、双方ともミクソウイルスに属し、宿主選択制や病変発現等には類似点が多い。

(注3)

12月14日に公開された情報によれば、 $10^{6.0} \text{EID}_{50}$ のウイルス量を静脈内に接種した場合には6日以内に5/5が死亡、 $10^{5.5} \text{EID}_{50}$ の群では7日以内に4/5が死亡したのに対して、 $10^{4.0} \text{EID}_{50}$ のウイルス量接種群では14日間に死亡例を認めなかった。この経過は2004年(山口県)、2018年(香川県)に分離された

株の病原性に比較して明らかに致死性が低下していたとされる(図)。この結果から、今季のウイルスは自然感染した最初の個体は、当然ウイルス量は $10^{4.0} \text{EID}_{50}$ 以下であろうし、少なくとも10日は感染後ウイルスを排出し続け、周辺に水平感染をさせたことが推定される。通常潜伏期が4日程度であることから、周辺で感染を受けた複数個体(たぶん数十〜数百羽)もその4日後からはウイルスを排出し、最初の感染が起きてから発症が確認されるまでの期間(多分14〜20日間、もしくはそれ以上で場合によっては1カ月を超えるかも知れない)は、多量のウイルスが増殖排出されたはずである。ウインド

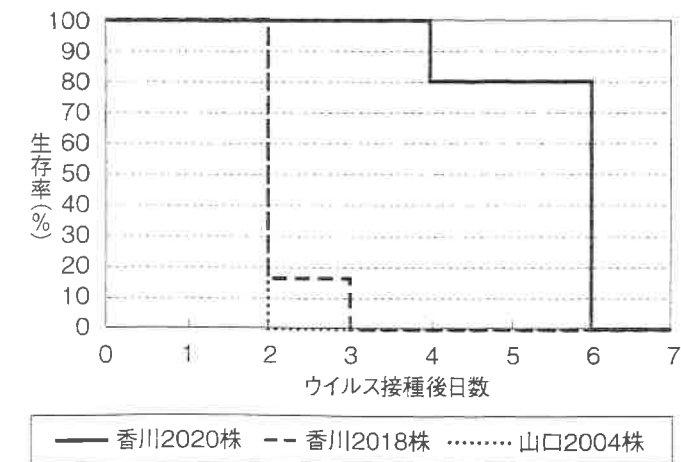


図 日本で分離されたH5亜型HPAIV経鼻接種鶏の生存曲線  
 鶏に $10^{6.0} \text{EID}_{50}$ のウイルス量を経鼻接種したところ、過去の国内分離株と比較して、香川2020株は感染してから死亡するまでの期間が有意に長いことがわかりました。