

—知っておきたい感染症 (Ⅷ)—

家 き ん サ ル モ ネ ラ 症

岡村雅史[†] (帯広畜産大学 獣医学研究部門
教授・基礎獣医学分野長)



1 は じ め に

家きんサルモネラ症は鳥類の敗血症性疾患で、*Salmonella enterica* 血清型 Gallinarum 生物型 Pullorum (以下、*S. Pullorum*) によるひな白痢と、同生物型 Gallinarum (以下、*S. Gallinarum*) による家きんチフスの二つが含まれる。

いずれも世界の養鶏産業においてきわめて重要な疾病であり、国内では1940年から家畜伝染病予防法(以下、家伝法)で鶏、あひる、うずら、七面鳥の家畜(法定)伝染病に指定されているほか、国際獣疫事務局(WOAH)のリスト疾病にも含まれている。かつて国内で多発していたひな白痢は、1990年代に入って激減した。その後に続いたサルモネラ汚染鶏卵による食中毒の世界的多発を受けて、養鶏業界と国は鶏卵汚染の原因となった血清型 Enteritidis (以下、*S. Enteritidis*) の制御に注力することになった。*S. Enteritidis* 食中毒事例数の減少に一定の成果が得られた現在に至っては、ひな白痢を含む家きんサルモネラ症はほとんど忘れ去られてしまった感が否めない。そこで本稿では、家きんサルモネラ症に関するこれまでの経緯や現状について整理し紹介する。

2 発 生 状 況

日本では、1920年頃からひな白痢の発生が確認され、1957年には発生件数21万羽超のピークに達した後は減少の一途を辿り、現在に至る(図1)。1940年以降は家伝法に基づき種鶏群に対する検査が実施され、保菌鶏の摘発淘汰が繰り返された結果、1940年には8.8%であった陽性率が1975年には0.004%まで減少し、ほぼ清浄化の域に達した[1]。1990年代以降は前述のとおり発生報告も激減したが、2000～2002年に宮城県、茨城県及び千葉県で、2010年には京都府で、ひな白痢の発生が確認されるなど、まだ散発例が認められる。家きんチ

フスはこれまで日本国内での発生報告はない。一方、WOAHへの発生報告によると、両疾病とも2005年以降には中国、韓国、東南アジア、中東、北アフリカ、中央アフリカ、中南米、英国、欧州諸国のほか、ひな白痢は米国や北欧、家きんチフスはロシアでも発生が認められる(図2)。英国では動植物衛生庁(Animal and Plant Health Agency: APHA)による家禽衛生スキーム(Poultry Health Scheme: PHS)、米国では農務省(US Department of Agriculture: USDA)による家禽改良計画(National Poultry Improvement Plan: NPIP)といった国家の施策により、いずれの疾病も1990年前後には国内で制御できたと考えられていたが、実際にはその後、裏庭養鶏や観賞用品種の他、まれにコマーシャル採卵鶏でも発生が認められている。

3 病 原 体

(1) 分 類

サルモネラ属菌は、1885年にSmithとSalmonによって豚コレラ(現豚熱)罹患豚から最初に分離され、当時 *Salmonella choleraesuis* と命名された。それ以来、サルモネラ属菌は2000種類以上分離されたが、その分類には国際原生生物命名規約 International Code of Nomenclature of Prokaryotes (当時の国際細菌命名規約 International Code of Nomenclature of Bacteria) には適合していない命名体系が広く使われていたため、長きにわたり混乱を生じてきた。そこで、この分類・命名体系における矛盾を解決するために、16SリボソームRNA配列解析の相違に基づいて分類が整理された。現在、サルモネラ属菌には *Salmonella enterica* と *Salmonella bongori* の2菌種が含まれ、この2種は生化学的及び系統学的特性に基づいてさらに *enterica*, *salamae*, *arizonae*, *diarizonae*, *houtenae* 及び *indica* の6亜種(subspecies)に細分されている。

これらの種及び亜種はさらにWhite-Kauffmann-Le Minorの抗原構造表に基づき、46種類の菌体O抗原(リ

[†] 連絡責任者：岡村雅史 (帯広畜産大学獣医学研究部門・基礎獣医学分野)

〒080-8555 帯広市稲田町西二線11 ☎・FAX 0155-49-5389 E-mail: okamuram@obihiro.ac.jp

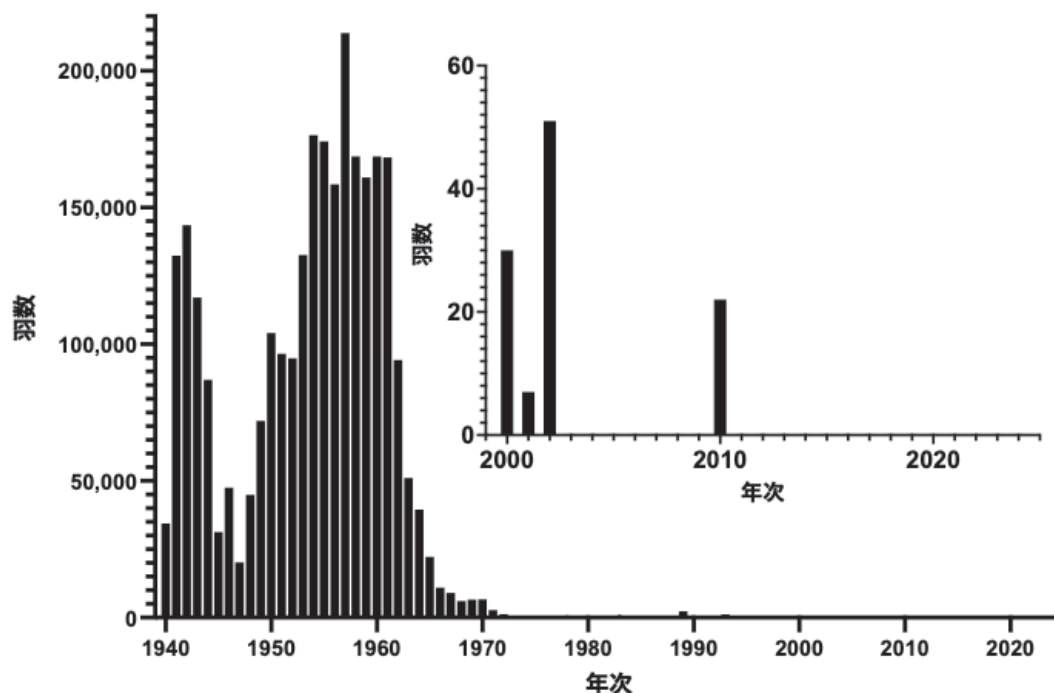


図1 国内のひな白痢の発生羽数の推移（中のグラフは2000年以降の発生についてスケールを変えて表示）
監視伝染病の発生状況（農林水産省）をもとに（https://www.maff.go.jp/j/syouan/douei/kansi_densen/kansi_densen.html）から作成（参照日 2025-9-15）

ポ多糖）と114種類の鞭毛H抗原（1相と2相）の抗原多型の組み合わせで約2600の血清型に分類される。亜種 *enterica* にはヒトや動物の感染症に関連する血清型が多く含まれており、各血清型に固有名が割り当てられている。この血清型名は、以前は菌種名として扱われていたため、過去のサルモネラ属の分類上の混乱を招いた原因にもなっている。現在サルモネラ属菌の名称は、属、種、亜種に続く血清型の呼称を、種レベルの呼称と区別するために、大文字で始まるローマ字（イタリックにしない）で表記される。例えば、*S. Pullorum*（抗原構造は1,9,12;-;-）の場合、正式には *Salmonella enterica* subspecies *enterica* serovar *Gallinarum* biovar *Pullorum* と記載する。

(2) 特徴と病原性

ひな白痢は Rettger [2] により、家きんチフスは Klein [3] により、世界で初めて報告された。これらの原因菌である *S. Pullorum* と *S. Gallinarum* は当初異なる血清型に分類されていたが、一部の糖分解能を除き、感染態度や生物学的性状がきわめて類似することから、現在では同一血清型内の別の生物型に整理されている。本血清型の菌体O抗原はO1,9,12であり、サルモネラ属菌の中で唯一鞭毛を欠失し非運動性であるほか、ほとんどの株が硫化水素を産生しない点やクエン酸利用能を持たない点は他の多くの血清型と異なる。一方、両生物型ではグルシット発酵能やオルニチン脱炭酸酵素な

ど生化学的性状においてわずかな違いがみられる。

2008年に *S. Gallinarum* の全ゲノムが解読された [4] が、両者の鳥類における宿主特異的な病原機序やそれに関連する病原因子についての理解はあまり進んでいない。サルモネラ属菌全般に共通する病原因子として最もよく知られているのは、染色体上に存在する複数の病原性アイランド (*Salmonella* Pathogenicity Island : SPI) である。中でも SPI-1 及び SPI-2 は、Ⅲ型分泌装置 (T3SS) と呼ばれる分子シリッジ構造とその分泌タンパク質の遺伝子をコードしており、それぞれ上皮細胞への侵入とマクロファージ内での生存・増殖に深く関与する。*S. Gallinarum* と *S. Pullorum* は、経口感染後、腸管上皮細胞またはパイエル板や盲腸扁桃に局在するリンパ組織を介して侵入し、菌の感染したマクロファージや細胞外の菌はリンパ組織へ到達し、そこで増殖すると考えられている。しかし、この初期の腸管侵入において、SPI-1 はほとんど寄与しないとされている [5]。家きんチフスでは腸炎をほとんど起こさずに全身感染すると考えられており、これはエフェクタータンパク質をコードする遺伝子の欠損や機能不全 [4] のほか、鞭毛の欠失により宿主の Toll-Like Receptor 5 の刺激を介した炎症を惹起させないことも要因と考えられている [6, 7]。一方、SPI-2 は *S. Pullorum* における持続感染に寄与することが示されている [8] が、マクロファージ内での生存との関連性は不明である。また、*S. Gallinarum* と *S. Pullorum* は共通して 85 kb の大型プラスミドを保有して

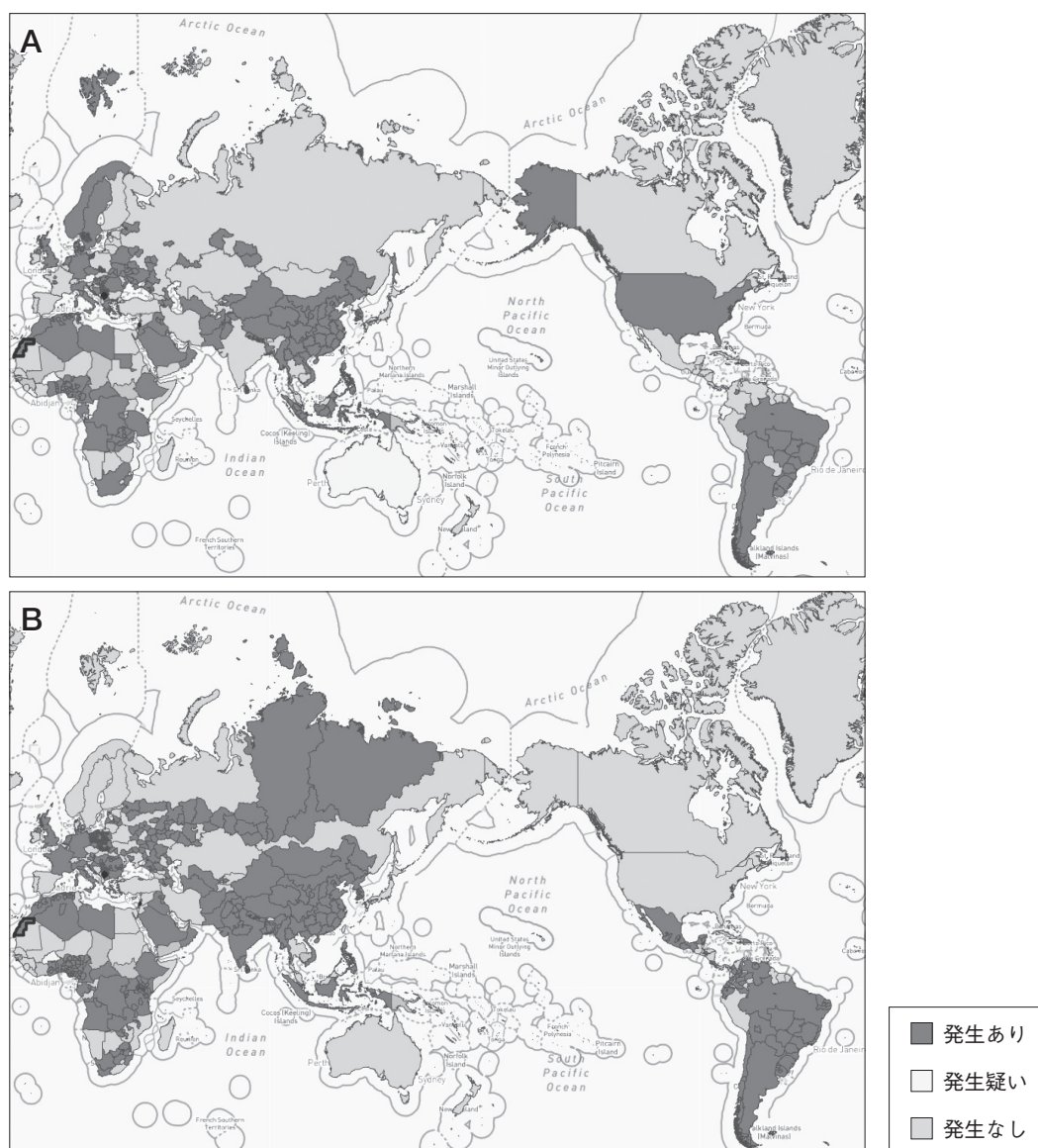


図2 世界のひな白痢の発生状況 (A: ひな白痢, B: 家禽チフス)

2005年～2024年に国際獣疫事務局 (WOAH) に報告された発生状況報告をもとに World Animal Health Information System (WAHIS), (<https://wahis.woah.org/#/dashboards/country-or-disease-dashboard>) から作成 (参照日 2025-9-15)

おり、これが病原性や致死性に関与することが証明されている [9, 10]. しかし、プラスミドだけで病原性の全てを説明できるほど単純ではなく、今後は染色体上にコードされた病原因子の検索と機能解析が不可欠である。

4 症状と病態

家きんサルモネラ症の症状と病態は、生物型によって異なる。ひな白痢はその名のとおり、初生雛を含む幼雛で発症が認められる。孵化後2～4日の潜伏期を経て発症することが多く、急性例では発症することなく無症状で急死する個体もみられる。死亡率は30～50%に達し、時に80%以上になることもあり、孵化後7～10日齢頃にピークとなる。典型的な症状は、元気消失、食欲不振、

羽毛逆立、嗜眠状態である。最も特徴的な症状は、灰白色の粘稠な便を排泄することであり、総排泄口周囲の羽毛に固着する (図3)。死亡したひなでは、吸収不全で変色・硬化した卵黄嚢が認められることが多い。発育不良も見られることがある。剖検では、肝臓の軽度腫大とチフス結節と呼ばれる灰白色の小壊死巣、脾臓の腫大、心膜の混濁と心膜液の増量 (心膜炎) などが確認されることがある。一方、中雛及び成鶏では、明らかな症状を示さず、不顕性感染として経過し、一部が保菌鶏となる。まれに起こる集団発生では、食欲減退、緑色または灰白色の下痢、産卵率の急激な低下が認められることがある。回復しても卵巣が侵されるため、産卵率の回復は困難な場合が多い。心外膜炎や卵嚢による腹膜炎、肝臓の



図3 *S. Pullorum* 実験感染ひなの総排泄腔周辺に付着した灰白色便

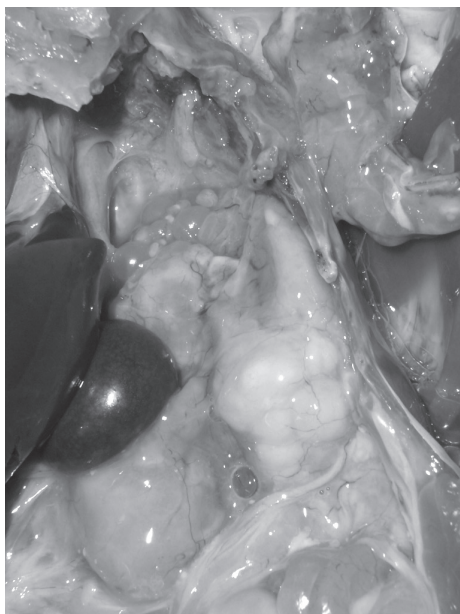


図4 *S. Pullorum* 実験感染鶏の脾腫と混濁・半熟卵状の卵胞

白色結節なども確認されることがあるほか、産卵率の低下を示す鶏では、卵巣や卵管に異常が認められることが多い（図4）。卵胞は萎縮・変形し、振子状や半熟卵状を呈したり、黒褐色の異常卵胞がみられ、卵管は萎縮・硬化する。

家きんチフスは、ひな白痢と同様の症状や所見を示すが、ひな白痢に比べて中雛や成鶏での発症が多く、高い病原性を示す（図5）。日齢に関わらず致死的な急性あるいは慢性的の敗血症を起こし、死亡率も比較的高い。

また、鶏の系統や品種によってサルモネラに対する感受性が異なることも知られている。単冠白色レグホン系は抵抗性が強く、ロードアイランドレッド系は感受性が高い。この違いには、鶏の第5染色体上の *SAL1* [11] などの関与が示唆されている。



図5 *S. Gallinarum* 実験感染鶏が示す沈鬱・翼下垂（A）と同感染ひなが示す沈鬱・羽毛逆立（B）、感染ひなの肝臓に見られた灰白色の壊死巣（C）

5 伝播経路と疫学

S. Pullorum の最も重要な伝播経路は、介卵感染である。感染して回復した鶏の多くは保菌鶏となり、その産卵した卵から本菌が分離される。孵卵中に死ごもり卵や発育中止卵になる率が高いが、一部は孵化して病雛となり、その糞便中に多量のひな白痢菌を排泄する。孵卵器、輸送箱、餌箱、飲水などが菌で汚染されることで、健康なひなが経口的に感染する同居感染も起こる。幼雛は腸内細菌叢が未熟であるため、サルモネラの組織内侵入が

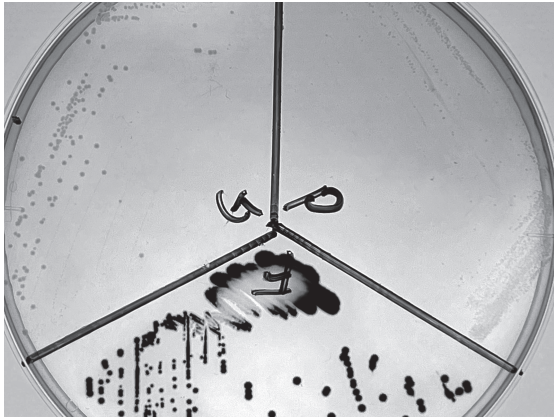


図6 DHL寒天培地に発育した *S. Gallinarum* (左上)、*S. Pullorum* (右上) 及び *S. Enteritidis* (下) のコロニー

容易に起こる。このため、幼雛はサルモネラに対する感受性が高く、同居感染が成立しやすい。現在では、抗菌剤の使用により典型的な症例が少なくなる傾向にある。中雛や成鶏間では、粘膜からの感染、特に保菌雄から健康雌への生殖器感染も考えられる。ひな時代に感染して回復した鶏の多くは、無症状のまま保菌鶏となる。これらの保菌鶏が後代鶏への介卵感染の主要な原因となる。*S. Gallinarum* も *S. Pullorum* と同様に介卵感染を起こすため、特に保菌鶏を含む特定の種鶏場に由来する鶏群で発生が見られる。監視伝染病に対する重点的検査が実施されているため、輸入家禽等に起因するひな白痢の発生はほとんど認められないが、まれに輸入検疫を逃れて仕向先農場で発生することがあるため、注意が必要である。

6 検 査 法

家きんサルモネラ症の診断は、上記症状に基づく疫学調査及び臨床検査に続き、抗体検査、剖検、細菌学的検査を組み合わせで行われる [12]。なお、主要臓器や卵巣などを材料とした病理組織学的検査で壊死巣や炎症所見を確認することもできるが、本病に特異的とは言えないため、確定診断は難しい。

(1) 抗体検査

野外で広く行われるスクリーニング検査として、ひな白痢菌を加熱殺菌しマラカイトグリーンで染色した濃厚死菌液である「ひな白痢急速診断用菌液」を用いた全血急速凝集反応が行われる [13]。スライドガラスの1区画内に診断用菌液を1滴 (約 0.03 ml) 置き、翼下静脈から採血した血液1滴をそのそばに滴下する。両者を攪拌棒で手早く混ぜ、ガラス板を前後左右に傾けながら反応を観察する。1分以内に緑色の顆粒が現われたものを陽性、1分経過しても顆粒が認められないものを陰性とする。本法は50年以上使用されてきた有用な検査法で

あるが、3～4週齢以下のひなでは感染しても陰性となることが多いこと、*S. Gallinarum* と同一のO抗原を有する *S. Enteritidis* に感染した鶏群や *S. Enteritidis* 不活化ワクチン接種鶏群では陽性を示すことがあることに注意が必要である [14]。また、異なるO抗原を有する *S. Schwarzengrund* などのサルモネラ属菌に感染した鶏でも非特異的な偽陽性を示すことがあり [15]、この場合は寒天ゲル内沈降反応や細菌学的検査を実施して確認する必要がある。

(2) 細菌学的検査

10日齢以下の無症状の急死個体では、敗血症死しているため、肉眼病変は見られないが、ほぼ全ての臓器から菌の分離が可能である。発症したひなでは、肝臓、脾臓、心血などから菌が検出されやすい。無症状の成鶏や抗体検査陽性鶏では上記病変部のほか、産卵開始後の雌では卵巣、雄では精巣からの分離率が高い。斃死鶏を検査する場合は、死後時間の経過とともに雑菌が増殖するため、できるだけ早く剖検し採材する。

分離培養には、トリプトソイ寒天培地 (非選択培地) と DHL 寒天やブリアントグリーン寒天培地 (選択培地) の各1枚に直接塗抹して 37℃ で 24 時間培養する。また、無症状鶏の場合は体内の菌数が少ないことを想定し、ハーナテトラチオン酸塩培地 (HTT) やラバポートバシリアディス培地 (RV) での 24 時間の増菌培養もあわせて実施し、同様に塗抹、培養することが推奨される。いずれの生物型もほとんどの株が硫化水素を産生しないため、DHL 寒天培地上では黒色コロニーを形成せず、白色半透明～淡黄赤色の微細な無色コロニーを形成する (図6)。分離されたコロニーについて、TSI 培地、SIM 培地、リジン脱炭酸培地、シモンズクエン酸培地などを用いた生化学的性状検査を行う。なお、生物型の鑑別には、前述のズルシット発酵能 (*S. Pullorum* は陰性、*S. Gallinarum* は陽性) やオルニチン脱炭酸酵素 (*S. Pullorum* は陽性、*S. Gallinarum* は陰性) などを確認する。市販の同定キット (アピ 20E など) も利用可能である。また、市販のサルモネラ免疫血清 (O9) を用いたため凝集反応及び血清型別で最終確認する。

7 予 防 と 対 策

家きんサルモネラ症の予防と対策は、摘発淘汰と検疫の徹底による清浄化の維持に尽きる。日本では、家伝法に基づき、血清学的検査による保菌鶏の摘発と淘汰を徹底することで、ひな白痢の発生を劇的に減少させ、ほぼ清浄化を達成した。本病は有効な治療法がないため、感染が確認された鶏には抗菌薬等による治療はせず、全羽を淘汰する。陽性農場の防疫措置は、確実な清浄化と早期の経営再開を目的として、迅速に実施される。また、

サルモネラフリーの種鶏場から清浄なひなを導入することが予防の基本である。種鶏については家伝法第5条の規定に基づく検査、また仕向先農場でも必要に応じて法第51条の規定に基づく立入検査を実施し、コマーシャル鶏で発生した場合は種卵提供元である種鶏場まで遡って立入検査を実施する。なお、日本ではひな白痢と家きんチフスに対するワクチンは承認されていないが、海外では *S. Gallinarum* の弱毒生ワクチン 9R 株が広く使用されている [16]。しかし、本株は *in vitro* での継代を長期間続けて弱毒化されたため、変異遺伝子が明らかではない。また、接種ひなに病原性を示したり [17]、組織に持続するなど [18]、安全性に問題がある。より安全で有効なワクチンの開発を進めるためにも、本菌の病原機序の解明が待たれる。

8 お わ り に

家きんサルモネラ症、特にひな白痢は、かつて日本の養鶏産業に甚大な被害をもたらしたが、家畜伝染病予防法に基づく検査の徹底と摘発淘汰を含む防疫措置と生産者の努力により、清浄化の道を歩んできた。しかし、2000 年以降も散発的な発生が確認されており、本病が依然として家畜防疫上重要な疾病であることに変わりはない。また、わが国の養鶏産業は種鶏及び原種鶏の輸入なしには成り立たない一方、その輸入元は発生国を含む欧米の数社のグローバル企業である。現地で介卵感染によって感染した種鶏ひなが、輸入先で検査をすり抜けて仕向先農場で発症し被害をもたらすだけでなく、検査をすり抜けた輸入ひなが成長し無症状の保菌鶏として感染種卵を生産し、孵化場から感染ひなが国内に広がる可能性も無視できない。1990 年代の *S. Enteritidis* 汚染鶏卵による世界的な食中毒の多発が、保菌種鶏の国際貿易に端を発していたことを忘れてはならない [19]。今後引き続き検査を徹底し、感染鶏の摘発淘汰による清浄度維持に努める必要がある。

引 用 文 献

- [1] 佐藤静夫：ひな白痢，鶏病診断，堀内貞治編，家の光協会，309-342 (1982)
- [2] Rettger LF：Septicemia among young chickens, *N Y Med J*, 71, 803-805 (1900)
- [3] Klein E：Über eine epidemische Krankheit der Hühner, verursacht durch einen Bacillus, *Bacillus gallinarum*, *Zentralblatt für Bakteriologie*, 5, 689-693 (1889)
- [4] Thomson NR et al.：Comparative genome analysis of *Salmonella* Enteritidis PT4 and *Salmonella* Gallinarum 287/91 provides insights into evolutionary and host adaptation pathways, *Genome Res*, 18, 1624-1637 (2008)
- [5] Jones MA et al.： *Salmonella enterica* serovar Gallinarum requires the Salmonella pathogenicity island 2 type III secretion system but not the Salmonella pathogenicity island 1 type III secretion system for virulence in chickens, *Infect Immun*, 69, 5471-5476 (2001)
- [6] Kaiser P et al.：Differential cytokine expression in avian cells in response to invasion by *Salmonella typhimurium*, *Salmonella enteritidis* and *Salmonella gallinarum*, *Microbiology*, 146, 3217-3226 (2000)
- [7] Iqbal M et al.：Identification and functional characterization of chicken toll-like receptor 5 reveals a fundamental role in the biology of infection with *Salmonella enterica* serovar Typhimurium, *Infect Immun*, 73, 2344-2350 (2005)
- [8] Wigley P et al.： *Salmonella enterica* serovar Pullorum requires the Salmonella pathogenicity island 2 type III secretion system for virulence and carriage in the chicken, *Avian Pathol*, 31, 501-506 (2002)
- [9] Barrow PA et al.：Contribution of *Salmonella gallinarum* large plasmid toward virulence in fowl typhoid, *Infect Immun*, 55, 388-392 (1987)
- [10] Barrow PA et al.：The association between a large molecular mass plasmid and virulence in a strain of *Salmonella pullorum*, *J Gen Microbiol*, 134, 2307-2316 (1988)
- [11] Mariani P et al.：Localization to chicken chromosome 5 of a novel locus determining salmonellosis resistance, *Immunogenetics*, 53, 786-791 (2001)
- [12] 農林水産省 消費・安全局：病性鑑定指針，300-302 (2015)
- [13] 平野文哉：一日本で使用されている動物用診断薬 (XVI) — 鶏感染症とその診断薬の概説，3 家きんサルモネラ感染症，*日獣会誌*，67，720-722 (2014)
- [14] 武平有理子ほか：ひな白痢急速診断用菌液を用いた *S. Enteritidis* 感染鶏の摘発と清浄化対策，*鶏病研報*，47，104-110 (2011)
- [15] 長岡健朗ほか：ひな白痢検査で摘発された *S. Schwarzengrund* とその清浄化への取組み，*大分県家畜保健衛生並びに畜産関係業績発表会集録*，60，60-65 (2011)
- [16] Smith HW：The use of live vaccines in experimental *Salmonella gallinarum* infection in chickens with observations on their interference effect, *J Hygiene*, 54, 419-432 (1956)
- [17] Lee YJ et al.：Safety and efficacy of *Salmonella gallinarum* 9R vaccine in young laying chickens, *Avian Pathol*, 34, 362-366 (2005)
- [18] Barrow PA et al.：The use of two live attenuated vaccines to immunize egg-laying hens against *Salmonella enteritidis* phage type 4, *Avian Pathol*, 20, 681-692 (1991)
- [19] Li S et al.：Global spread of *Salmonella* Enteritidis via centralized sourcing and international trade of poultry breeding stocks, *Nat Commun*, 12, 5109 (2021)