

13 堆積式ブロイラー飼育農場における抗原変異型伝染性ファブリキウス嚢病ウイルスの清浄化対策

県南家畜保健衛生所

井上 大輔・中島 大・元村 泰彦

中央家畜保健衛生所

秦 祐介

伝染性ファブリキウス嚢病 (IBD) は、ビルナウイルス科アピビルナウイルス属に属する伝染性ファブリキウス嚢病ウイルス (IBDV) の感染により引き起こされる鶏の急性伝染病で、わが国では届出伝染病に指定されている。3～6週齢のひなで感受性が高く^{5, 6)}、罹患鶏のファブリキウス (F) 嚢を中心としたリンパ器官を障害することで免疫抑制を惹起し、他病の誘発やワクチン不応答の原因となる^{14, 26)}。IBDV はエンベロープを有さず、熱や消毒薬等に対して抵抗性が強いため、環境中で長期間感染性を維持し、しばしば農場に常在化する^{1, 3, 8, 25, 35)}。

IBDV は、主に鶏に病原性を示す血清型 1 と、七面鳥から分離され、鶏には病原性の低い血清型 2 の 2 つの血清型に分けられる^{17, 19, 22)}。この血清型 1 の株は、病原性と抗原性の違いにより、従来型 (cIBDV)、強毒型 (vvIBDV) 及び抗原変異型 (vIBDV) に大別される。vIBDV は、1984～1985 年に米国のデルマルバ半島地方の肉用鶏農場に出現したウイルスで、cIBDV と異なる抗原性状を示し、Delaware 抗原変異株ともよばれた³⁰⁾。このウイルスは、中和抗体が結合する抗原決定基が消失しており、当時北米で使用されていたワクチンで制御できず、大きな問題となった^{10, 18, 30, 31, 34)}。本ウイルスは、単独感染でひなに臨床症状や死亡を引き起こすことは少ないものの、他の型と同様に強い免疫抑制を引き起こし、大腸菌等の他病原体との混合感染により高い損耗率を示す^{28, 30)}。北米では、本ウイルスに対するワクチンが開発され、制御されるようになったが³⁴⁾、わが国ではこれまで vIBDV の流行がなかったため、北米で開発されたようなワクチンは承認されておらず、国内で市販されて

いるワクチンの vIBDV に対する有効性に関する報告もなかった。そのような状況の中、平成 29 年度に本県の複数農場で vIBDV の浸潤が確認されたため、平成 30 年度に、民間企業の協力を得て、実験室内検査による国内市販ワクチンの有効性の検証を行い、弱毒ワクチンにも一定の効果が認められるが、特に中等毒ワクチンが非常に高い効果を示すことを明らかとした¹⁶⁾。

そして今回、本県の堆積式飼育のブロイラー農場で vIBDV の関与した被害が認められ、当該農場でウイルスの残存調査を行ったところ、vIBDV の常在化が確認された。そこで、本病の清浄化に向け追跡調査を行い、本ウイルス常在化農場における感染動態と鶏の免疫状態を調べるとともに、vIBDV 用のワクチンのないわが国における本ウイルスに対する有効な対策法について検討したところ、一定の知見が得られたため報告する。

1 材料及び方法

(1) 農場概要及び発生状況

当該農場は、開放式鶏舎 2 棟で、畜主とその母親の 2 名で管理を行っていた。堆積式飼育方式によりブロイラー 17,500 羽を飼養しており、入雛と出荷はオールイン・オールアウト方式 (AI/AO) で行っていた。鶏出荷後の空舎期間は 30 日間であり、空舎中には鶏舎壁面の水洗と、敷料への酵素の添加のみを実施し、鶏舎内の消毒や敷料の堆積発酵は行っていなかった。IBD ワクチンは、弱毒ワクチン (IBD 生ワクチン「KMB」L、KM バイオロジクス、熊本) を 16 日齢で接種していた。また、導入されるすべての鶏群の種鶏には、鶏貧血ウイルス (CAV) のワクチンが接種されていた。

平成31年3月中旬から、1号舎(11,000羽群、28日齢)で死亡が増加し、28及び29日齢でアモキシシリン(AMPC)、31~33日齢で3倍量のAMPC、33~35日齢でノルフロキサシン(NLFX)、並びに38~40日齢でアンピシリン(ABPC)及びビタミン剤の投与を行ったが状況は改善されず、最終的に当該鶏群の38.2%が死亡する甚大な被害となった(図-1)。病性鑑定の結果、本病は鶏壊疽性皮膚炎、鶏大腸菌症、及びIBDの合併症と診断され、検出されたIBDVは、遺伝子解析の結果vIBDVであることが示唆された。

(2) 調査鶏群

本事例発生後の令和元年5月から令和2年6月にかけて当該農場に導入された6回転11鶏群を調査対象とした(表-1)。鶏銘柄はすべてチャンキーで、導入年月日及び導入羽数は表-1に示すとおりであった。

(3) ワクチン

対策法の検討のために、従来から当該農場で使用していた前述の弱毒ワクチン(IBD生ワクチン「KMB」L)と中等毒ワクチン(アビテクトIBD/TY2、KMバイオロジクス、熊本)の2種類を使用した。

(4) 調査方法

追跡調査は、オールインからオールアウトまでの期間を1回の調査期間として、計6回の調

査を行った(表-1)。各回、経時的に鶏を採取し、ウイルスの残存状況と鶏の免疫状態を調べ、その結果に応じた対策を次群で実施し、効果を検証するPDCAサイクル方式で、有効な対策法を模索した。

対策は、主に飼育環境中のウイルス量低減と鶏への免疫賦与により行った(表-1)。被害発生当初、第1回調査前の空舎期間に2棟の敷料をすべて廃棄し、鶏舎の洗浄及び消毒を徹底して行うよう指導を行っていたが、当該農場には堆肥施設がなく、両鶏舎に蓄積されていた敷料のすべてを受け入れ可能な施設も見つけることができなかつたため、まずは発生鶏舎である1号舎の敷料をすべて廃棄し、鶏舎を洗浄後、ヨード剤(バイオシッド30、ゾエティスジャパン、東京)及び消石灰を併用して徹底的に消毒を行い、新品の敷料を搬入した。発生の認められなかつた2号舎については、従来どおり鶏舎壁面の水洗と、敷料への酵素添加を行った。ワクチンについては、従来どおり16日齢で弱毒ワクチンを1回接種した。第2回調査では、2号舎の敷料の1/3量程度を廃棄し、1号舎のものを含めて残った敷料は鶏舎内で堆肥化処理を行った。その際、敷料の切り返しは3日間隔で3回行った。また、堆積した敷料の温度を測定し、65℃以上の温度上昇を確認した。

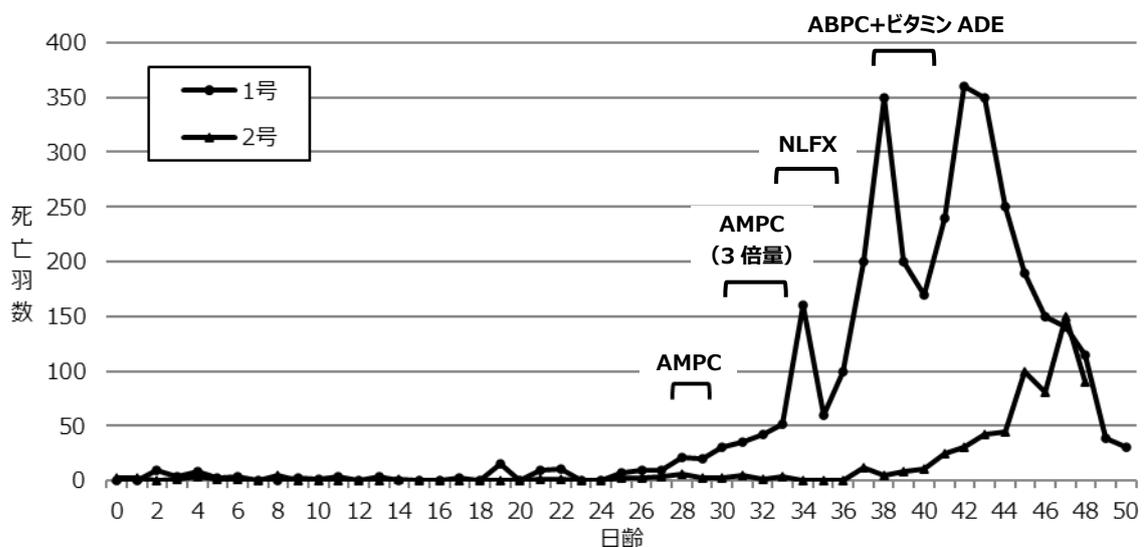


図-1 死亡羽数の推移

表-1 調査鶏群、実施された対策及び採材日齢

調査	導入年月日	鶏舎	導入羽数	飼養環境中のウイルス量低減対策*			IBD ワクチン		採材日齢
				敷料廃棄	敷料堆肥化処理	鶏舎消毒	種類/株	接種日齢	
第1回	R1.5.7	1号	11,000	実施	-	実施	弱毒/K	16	34、41、52
	R1.5.15	2号	6,500	実施せず	実施せず	実施せず	弱毒/K	16	26、33、44
第2回	R1.7.30	1号	10,000	実施せず	実施	実施	中等毒/TY2	18	17、21、29、36、49
	R1.8.7	2号	6,000	一部(1/3量)	実施	実施	中等毒/TY2	18	9、13、21、28、41
第3回	R1.10.29	2号	6,500	実施せず	実施	実施	中等毒/TY2	14及び21	21、29、41
第4回	R2.1.10	1号	11,000	実施せず	実施	実施	中等毒/TY2	14及び21	33、54
	R2.1.17	2号	6,500	実施せず	実施	実施	中等毒/TY2	14及び21	47
第5回	R2.3.31	1号	11,000	実施せず	実施	実施	中等毒/TY2	14及び21	38、48
	R2.4.8	2号	6,500	実施せず	実施	実施	中等毒/TY2	14及び21	30、40
第6回	R2.6.21	1号	11,000	実施せず	実施	実施	弱毒/K	14及び21	31、43
	R2.6.30	2号	6,500	実施せず	実施	実施	弱毒/K	14及び21	22、34

* 当該鶏群導入前の空舎期間に実施

鶏舎の消毒は、敷料の堆積後に、鶏舎床、壁、器具を水洗した後、グルタルアルデヒド（ヘルミン 25、共立製薬、東京）とオルソ剤（ゼクトン、Meiji Seika ファルマ、東京）で消毒を行い、最後に消石灰を鶏舎床に塗布した。敷料の堆積されている部分の床については、敷料切り返し時に堆積する場所を変えた後、前述と同様の方法で消毒を行った。敷料を広げた後は、従来から使用していた酵素を敷料に混合し、攪拌を行った。また、第1回調査でワクチンブレイクが示唆されたため、ワクチンを中等毒ワクチンに変更し、18日齢で接種した。第3回調査では、敷料は廃棄せず、第2回と同様に敷料の堆肥化処理と鶏舎消毒を行い、中等毒ワクチンを14及び21日齢で2回接種した。この第3回調査でvIBDVが検出されなくなったが、念のため第5回まで同じ対策を継続し、第6回でワクチンを弱毒に変更した。

採材は表-1に示す各日齢で行った。ウイルス及び病理組織学的検査用として、1回の採材あたり3～5羽/棟、計97羽の鶏から採取したF囊計97検体及び胸腺計87検体を検査材料とした。また、第2回及び第3回調査では、F囊及び胸腺を採取した個体から、計42検体の血清を採取した。第1～3回及び第5回調査では、採取された検査材料のうちF囊60検体及び胸腺61検体について、採取した約半分をそれぞれ10%

ホルマリン緩衝液で固定した。残りの生材料については、100単位/mLペニシリン及び100単位/mLストレプトマイシン（Pen strep、Thermo Fisher Scientific）を添加したイーグルMEM培地（日水製薬）で10%（w/v）乳剤を作製した後、10,000×gで15分間遠心分離を行い、その上清を孔径0.22μmのフィルターで濾過した。なお、これらの検査材料のうち、乳剤は-80℃、血清は-20℃で、使用時を除き冷凍保管した。

（5）ウイルス遺伝子検査

F囊及び胸腺の乳剤について、各採材日齢ごとに材料をプールし、市販の核酸精製キット（High Pure Viral Nucleic Acid Kit、ロシュダイアグノスティックス、東京）を用い、核酸を精製した。

F囊から精製された核酸については、林らの方法²⁰⁾に従い、市販のRT-PCRキット（PrimeScript One Step RT-PCR Kit Ver.2（Dye Plus）、タカラバイオ、滋賀）を用いたRT-PCRによりIBDV遺伝子のVP2領域を増幅し、2.0%アガロースゲルを用いた電気泳動により目的サイズの遺伝子バンドを確認した。ここでIBDV遺伝子の増幅が確認されたPCR産物については、8種類の制限酵素（*Ssp*I、*Taq*I、*Bst*EII、*Ava*II、*Acc*I、*Nae*I、*Stu*I及び*Hinf*I）を用いたRFLP法による遺伝子型別²⁰⁾を行い、その切断パターンから検出された株の推定を行った。なお、判定時に

1つのプール検体から複数の株が検出された場合は、個体ごとに検査を行った。

胸腺から精製された核酸については、Imai らの方法¹⁵⁾に従い、市販のPCRキット(SapphireAmp® Fast PCR Master Mix, タカラバイオ, 滋賀)を用いたPCRによりCAV遺伝子のORF2領域を増幅し、前述と同様に電気泳動にて目的サイズの遺伝子バンドを確認した。

(6) 中和試験

中和試験は、血清型1に属するIBDV弱毒ワクチン株であるK株(IBD生ワクチン「KMB」L, KMバイオロジクス、熊本)を抗原として、藤井らの報告⁹⁾を参考に、マイクロプレート法により行った。すなわち、被検血清を56°Cで30分間非働化後、2倍階段希釈し、各希釈液50 μ lに200TCID₅₀に調整したウイルス液を等量加えて37°Cで1時間感作後、前日から96穴マイクロプレートにて単層培養していたVero細胞(アフリカミドリザル腎由来)に接種し、5%炭酸ガス存在下で37°C、7日間培養して細胞変性効果(CPE)の出現を観察した。なお、血清及びウイルス液の希釈には、血清の添加されていないイーグルMEM培地を使用した。CPEを抑制した血清の最高希釈倍数の逆数を中和抗体価とした。

(7) 病理組織学的検査

ホルマリン固定されたF囊及び胸腺について、パラフィン切片を作製しヘマトキシリン・エオジン染色を行い鏡検した。さらに、鶏の免疫状態を評価するために、これらの検体に認められたリンパ球減少度をスコア化した。すなわち、リンパ球の減少度が10%未満のものをスコア0、10~40%のものをスコア1、40~70%のものをスコア2、70%以上のものをスコア3とした。

2 結果

(1) リンパ球減少度とウイルス検出状況

6回の調査におけるF囊及び胸腺におけるリンパ球減少度とIBDV及びCAVの検出状況を表-2に示す。

第1回では、両鶏舎ともに、調査開始から継続的にF囊のリンパ球の減少が認められ、スコア3の重度の病変を示す個体が散見された。また、両鶏舎ともに、調査期間を通して接種され

たIBDV弱毒ワクチン株は検出されず、vIBDVの遺伝子のみが継続的に検出された。胸腺では、F囊と同様に調査当初からリンパ球減少が認められ、両鶏舎でCAVの遺伝子が検出された。なお、敷料を更新しなかった2号舎では、44日齢の採材時に鶏壊疽性皮膚炎の発生が認められた。

第2回では、F囊でスコア3を示す個体が認められなかった。また、1号舎では29日以降、2号舎では28日齢以降でvIBDVが継続して検出されたが、vIBDVが検出され始めた当初、一部の個体から中等毒ワクチン株も検出された。胸腺については、CAVは検出されず、リンパ球数もほぼ正常であった。

第3回では、F囊からvIBDVが検出されず、かわって継続的に中等毒ワクチン株が検出された。また、調査期間を通してCAVは検出されなかった。しかしながら、この群では26日齢で落雷に伴う自動給餌機や給水機器の故障があり、この時期にF囊におけるスコア3のリンパ球減少と、鶏大腸菌症の発生が確認された。

第4及び5回では、vIBDVは検出されず、中等毒ワクチン株のみが検出された。胸腺については、第4回では検査を行っていないが、第5回でCAVが検出され、軽度~中等度のリンパ球減少が認められた。

第6回では、F囊から弱毒ワクチン株のみが検出された。胸腺では1号舎のみでCAVが検出された。

(2) IBDVに対する中和抗体価の推移

第2回及び第3回でのIBDVに対する中和抗体の推移を図-2に示す。第2回では、3~4週齢にかけて抗体価が低下し、1号舎及び2号舎で最も抗体価が低下した21日齢及び28日齢の平均中和抗体価は、それぞれ1,280倍及び403倍であった。その後、抗体価は上昇していた。一方、第3回では第2回でみられたような免疫の谷間が認められず、高い抗体価が維持されていた。

3 まとめ及び考察

これまで我々は、平成29年度に国内で初めて野外におけるvIBDVの浸潤を確認して以降、本

表-2 F 囊及び胸腺のリンパ球減少度、並びに IBDV 及び CAV の検出状況

調査	鶏舎	供試羽数	日齢	F 囊リンパ球減少度ごとの羽数					IBDV 遺伝子	胸腺リンパ球減少度ごとの羽数					CAV 遺伝子
				0	1	2	3	平均		0	1	2	3	平均	
第1回	1号	3	34			1	2	2.7	V	1		2		1.3	+
		3	41		1	1	1	2.0	V	2		1		0.7	+
		3	52		2		1	1.7	V	3				0.0	-
	2号	3	26		2	1		1.3	V	1		2		1.3	-
		3	33		2	1		1.3	V	2		1		0.7	+
		4	44	4				0.0	V	4				0.0	+
第2回	1号	3	17	3				0.0	-	3				0.0	-
		3	21	3				0.0	-	3				0.0	-
		3	29		3			1.0	V, I	2	1			0.3	-
		3	36		1	2		1.7	V	3				0.0	-
		3	49		2	1		1.3	V	2			1	1.0	-
	2号	3	9	3				0.0	-	3				0.0	-
		3	13	3				0.0	-	3				0.0	-
		3	21	3				0.0	-	3				0.0	-
		3	28		1	2		1.7	V, I	3				0.0	-
		2	41			2		2.0	V	2		1		0.7	-
第3回	2号	3	21		2	1		1.3	I	3				0.0	-
		3	29				3	3.0	I	3				0.0	-
		3	41			2	1	2.3	I	3				0.0	-
第4回	1号	2	33	NT	NT	NT	NT	NT	I	NT	NT	NT	NT	NT	NT
		3	54	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	2号	3	47	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT
第5回	1号	3	38	3				0.0	-	1	1	1		1.0	+
		3	48	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT
	2号	3	30	NT	NT	NT	NT	NT	I	NT	NT	NT	NT	NT	NT
		3	40	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	NT
第6回	1号	5	31	NT	NT	NT	NT	NT	A	NT	NT	NT	NT	NT	+
		5	43	NT	NT	NT	NT	NT	A	NT	NT	NT	NT	NT	+
	2号	5	22	NT	NT	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT	NT	NT	-
		5	34	NT	NT	NT	NT	NT	A	NT	NT	NT	NT	NT	-

* V: vIBDV I: 中等毒ワクチン株 A: 弱毒ワクチン株 +: 検出 -: 検出されず NT: 実施せず

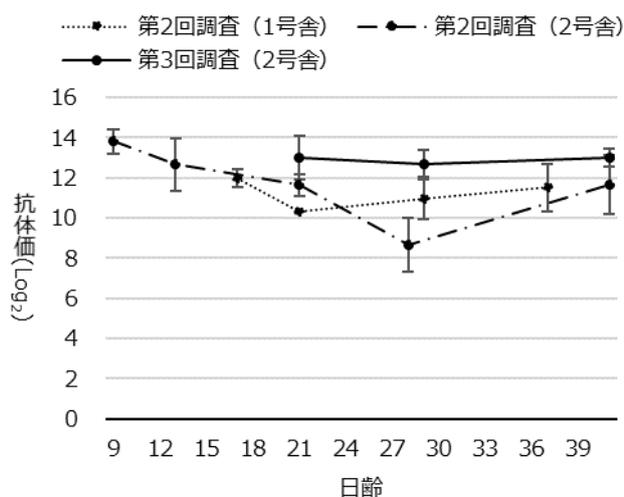


図-2 IBDV に対する中和抗体価の推移

ウイルスの由来や病原性、わが国の養鶏産業に及ぼす影響、国内市販ワクチンの有効性について分析し、報告してきた¹⁶⁾。それらの結果を踏

まえ、今回、野外における vIBDV に対する有効な対策法を確立するために、本ウイルスの常在化したブロイラー農場において1年間にわたる追跡調査を行い、ウイルスの感染動態の調査と、対策法の検証を行った。発生当初、鶏壊疽性皮膚炎や鶏大腸菌症は免疫抑制により発症することから^{2, 11)}、再発防止のためには、まず vIBDV の常在化を防ぐ必要があると考えられた。一般的に、IBDV を農場から排除するためには、AI/AO や、敷料の更新、飼育環境の徹底した消毒が重要であるが、当該農場は堆積式飼育農場であり、これらの対策が完全に実施できない環境であった。被害の発生した1号舎では敷料の更新と鶏舎の消毒が行われたが、IBDV の感染力の強さに加え、単独感染では臨床的に異常を示さない本ウイルスの特徴^{16, 28, 30)}から、発生の認められ

なかった2号舎にもウイルスが侵入している可能性が否定できなかった。そのため、次の導入鶏群でウイルスの残存状況を調査したところ、1及び2号舎の両方でvIBDVの感染が認められ、ウイルスの常在化と鶏舎間伝播が起きていたことが示唆された。このことから、対策はすべての鶏舎で実施する必要があると考えられ、敷料更新の代替法として、敷料の堆肥化処理を行うこととした。

鶏壊疽性皮膚炎は、第1回調査において、敷料が更新されなかった2号舎で発生が認められた。本調査では、発生前からvIBDVに加えて、鶏の免疫抑制因子のひとつであるCAVの感染が認められ、F嚢及び胸腺のリンパ球の減少も確認されていた。CAVは、介卵感染や移行抗体のない幼若なヒナに感染した場合、一過性の再生不良性貧血、全身性リンパ球萎縮、血小板減少症や死亡の増加を引き起こすが¹²⁾、種鶏にワクチンを接種することで幼若なヒナの発症を防ぐことができる²⁷⁾。しかし、移行抗体消失後にCAVが感染した場合、臨床症状を示さず、骨髄の障害や貧血も認められないが、胸腺や脾臓などのリンパ器官において一過性の軽度から中等度のリンパ球減少が起き、細胞性免疫が低下することが報告されている¹³⁾。さらに、vIBDVとの混合感染によりCAVによる胸腺障害の回復が遅れることも報告されている³²⁾。これらのことから、本発生は、環境中のクロストリジウム属菌の残存と、vIBDVとCAVの重感染による免疫抑制などが複合して起きた可能性が考えられ、飼養環境中の病原体の濃度を低減させることが再発防止に重要であることが確認された。

さらに、第1回調査では接種された弱毒ワクチン株が検出されず、ワクチンブレイクが示唆された。この原因として常在化したvIBDVがワクチンテイクより早く感染している可能性が疑われた。そのため、次の鶏群では、ある程度の移行抗体存在下でもテイク可能な中等毒ワクチンを使用することとした。

第2回調査では、堆肥化処理により敷料に熱をかけ、鶏舎に残存するウイルスの量の低減を試みた。IBDVは熱に対する抵抗性が強く、60℃

90分の加熱で失活せず⁷⁾、56℃5時間⁴⁾の加熱に耐過する。しかしながら、65℃以上の加熱でウイルス力価が減衰するようになり²³⁾、70℃であれば30分で失活する¹⁾。今回、敷料の温度を測定し、65℃以上の温度上昇が確認され、3日間隔で切り返しを3回行ったことで、敷料中のvIBDVのウイルス量が減少したことが推察される。また、IBDVにも有効なグルタルアルデヒド²⁵⁾と消石灰を併用して鶏舎内を消毒し、18日齢で中等毒ワクチンを接種した。その結果、4週齢頃に中等毒ワクチン株とvIBDVが同時に検出され、それ以降vIBDVが継続的に検出された。抗体検査では、3～4週齢にかけて抗体価が最も低下し、その後上昇していたことから、この免疫の谷間の時期が野外感染の時期と推察された。vIBDVについては、暴露されるウイルス量が多い場合、10,000倍を超える中和抗体を有していても感染し、F嚢が障害を受けるが、暴露量が少ない場合、1,000倍程度の中和抗体で防御できたことが報告されている¹⁸⁾。IBDVが検出されなかった3週齢時の平均抗体価は、1号舎で1,280倍、2号舎で3,225倍であり、この抗体レベルで感染を防げていたことから、前述の堆肥化処理等の対策により環境中のウイルス量が減少し、感染が成立し難くなっていたことが示唆される。移行抗体存在下でIBDVが感染できる中和抗体価は、vvIBDV、中等毒ワクチン株、弱毒ワクチン株で、それぞれおよそ500倍未満、250倍未満及び100倍未満とされている^{21)、29)}。1号舎及び2号舎で最も抗体価が低下した時期の中和抗体価は、弱毒ワクチンのテイク不能なレベルであり、当該農場の飼養環境で常在化したvIBDVに対して、弱毒ワクチンで防御するのは難しいと考えられた。一方、第2回ではワクチンを中等毒に変更したことで、vIBDVの清浄化には至らなかったものの、一定割合の個体に免疫を賦与でき、F嚢の状態がやや改善された。さらに、CAVの感染が認められなくなり、胸腺の障害がほぼなくなったことから、第2回調査時の対策で一定の効果が期待できると考えられた。しかしながら、中等毒ワクチンのリアクションによりF嚢の萎縮やリンパ球減少等が生じる可能性があり^{24)、33)}、

継続的な使用に不安があったこと、常在する vIBDV が突発的な被害を及ぼす可能性が懸念されたこと、当該農場が他農場への vIBDV の感染伝播源となり得ると考えられたことから、農家の将来のため、清浄化を目指してさらなる対策法の検討を行った。

第3回調査では、環境中のウイルス量低減対策は第2回と同様に行い、中等毒ワクチンを14及び21日齢での2回接種とした。その結果、調査期間を通して高い抗体価が維持され、野外株が検出されなかったことから、vIBDV の感染防御に成功したと考えられた。また、落雷に伴う管理失宜によるストレスが強いワクチンリアクションを引き起こし、鶏大腸菌症の発生に繋がったと考えられ、中等毒ワクチン使用時にはより慎重な飼養管理が必要であることが確認された。さらに第4回及び第5回調査でも vIBDV が検出されず、第6回でワクチンを弱毒に変更しても vIBDV は検出されなかったことから、当該農場において本ウイルスは清浄化されたと考えられた。vIBDV は、国内で確認されて間もない制御困難とされるウイルスであるが、今回、野外の常在化農場で試行錯誤の末、これを制御することに成功した。堆積式農場は、従来型 IBDV でも清浄化が非常に難しい環境であるが、環境中のウイルス量を減らしつつ、中等毒ワクチンを複数回接種することで野外感染の防御が可能であり、清浄化が期待できる。本対策法は、堆積式農場だけでなく、連続飼育式農場や空舎期間の短い農場を含めた国内の殆どのブロイラー農場で有効と考えられ、今後、vIBDV を含めた IBDV の清浄化が困難な農場におけるわが国の対策モデルとなり得る。

4 参考文献

- [1] Alexander DJ *et al*: Heat inactivation of serotype 1 infectious bursal disease virus, *Avian Pathol*, 27, 97-99 (1998)
- [2] Barnes HJ *et al*: Colibacillosis. *Diseases of Poultry*, Saif YM, et al eds, 12th ed, 691-737, Blackwell Publ, USA (2008)
- [3] Benton WJ *et al*: Studies on the transmission of the infectious bursal agent (IBA) of chickens, *Avian Dis*, 11, 430-438 (1967)
- [4] Benton WJ *et al*: Physicochemical properties of the infectious bursal agent (IBA), *Avian Dis*, 11, 438-445 (1967)
- [5] Berg TP *et al*: Acute infectious bursal disease in poultry: Isolation and characterisation of a highly virulent strain, *Avian Pathol*, 20, 133-143 (1991)
- [6] Berg TP *et al*: Assessment of genetic, antigenic and pathotypic criteria for the characterization of IBDV strains, *Avian Pathol*, 33, 470-476 (2004)
- [7] Cho Y *et al*: Characterization of infectious bursal disease, *Poult Sci*, 51, 60-69 (1972)
- [8] Eterradossi N *et al*: Infectious bursal disease, *Disease of Poultry*, Saif YM *et al* eds, 12th ed, 185-208, Blackwell Publ, Iowa (2008)
- [9] 藤井満貴ら: 伝染性ファブリキウス嚢病ウイルスの哺乳類由来株化細胞への馴化, 平成4年度山口県家畜保健衛生業績発表会集録, 180-184 (1993)
- [10] Giambone JJ *et al*: Efficacy of live vaccines against serologic subtypes of infectious bursal disease virus, *Avian Diseases*, 34, 7-11 (1990)
- [11] Gornatti-Churria CD *et al*: Gangrenous dermatitis in chickens and turkeys, *J Vet Diagn Invest*, 30, 188-196 (2018)
- [12] Goryo M *et al*: Histopathology of chicks inoculated with chicken anemia agent (MSB1-TK5803 strain), *Avian Pathol*, 18, 73-89 (1989)
- [13] Haridy M *et al*: Pathological and immunohistochemical studies of subclinical infection of chicken anemia virus in 4-week-old chickens, *J Vet Med Sci*,

- 74, 757-764 (2012)
- [14] Hirai K *et al*: The immunodepressive effect of infectious bursal disease virus in chickens, *Avian Dis*, 18, 50-57 (1974)
- [15] Imai K *et al*: Detection of chicken anaemia virus DNA from formalin-fixed tissues by polymerase chain reaction, *Res Vet Sci*, 64, 205-208 (1998)
- [16] 井上大輔ら: 国内で確認された抗原変異型伝染性ファブリキウス嚢病ウイルスの性状と市販ワクチンの有効性, 令和元年度長崎県家畜保健衛生業績発表会集録, 48-61 (2019)
- [17] Ismail NM *et al*: Infectious bursal disease virus variant from commercial Leghorn pullets, *Avian Dis*, 34, 141-145 (1990)
- [18] Ismail NM *et al*: Immunogenicity of infectious bursal disease viruses in chickens, *Avian Dis*, 35, 460-469 (1991)
- [19] Jackwood DJ *et al*: Characteristics and serologic studies of two serotypes of infectious bursal disease virus in turkeys, *Avian Dis*, 26, 871-882 (1982)
- [20] 林志鋒: PCR 法による伝染性ファブリキウス嚢病ウイルスの検出と株型別, 鶏病研報, 30, 144-148 (1994)
- [21] Lucio B *et al*: Infectious Bursal Disease Emulsified Vaccine: Effect upon neutralizing-antibody levels in the dam and subsequent protection of the progeny, *Avian Dis*, 23, 466-478 (1979)
- [22] McFerran JB *et al*: Isolation and serological studies with infectious bursal disease viruses from fowl, turkeys and ducks: demonstration of a second serotype, *Avian Pathol*, 9, 395-404 (1980)
- [23] Mandeville WF *et al*: Heat lability of five strains of infectious bursal disease virus, *Poult Sc*, 79, 838-842 (2000)
- [24] Mazariegos LA *et al*: Pathogenicity and immunosuppressive properties of infectious bursal disease "intermediate" strains, *Avian Dis*, 34, 203-208 (1990)
- [25] Meulemans G *et al*: Efficacy of some disinfectants against infectious bursal disease virus and avian reovirus, *Vet Rec*. 111, 412-413 (1982)
- [26] Saif YM: Immunosuppression induced by infectious bursal disease virus, *Vet Immunol Immunopathol*, 30, 45-50 (1991)
- [27] Schat KA *et al*: Chicken infectious anemia, *Diseases of Poultry*, Saif YM, et al eds, 12th ed, 211-235, Blackwell Publ, USA (2008)
- [28] Sharma JM *et al*: Comparative pathogenesis of serotype 1 and variant serotype 1 isolates of infectious bursal disease virus and their effect on humoral and cellular immune competence of specific-pathogen-free chickens, *Avian Dis*, 33, 112-124 (1989)
- [29] Skeeles JK *et al*: Immunization Studies with a Cell-Culture-Adapted Infectious Bursal Disease Virus, *Avian Dis*, 23, 456-465 (1979)
- [30] Snyder DB: Changes in the field status of infectious bursal disease virus, *Avian Pathol*, 19, 419-423 (1990)
- [31] Snyder DB *et al*: Differentiation of infectious bursal disease viruses directly from infected tissues with neutralizing monoclonal antibodies: evidence of a major antigenic shift in recent field isolates, *Avian Dis*, 32, 535-539 (1988)
- [32] Toro H *et al*: Effects of chicken anaemia virus and infectious bursal disease

se virus in commercial chickens, Avian Dis, 53, 94-102 (2009)

- [33] Tsukamoto K *et al*: Efficacy of three live vaccines against highly virulent infectious bursal disease virus in chickens with or without maternal antibodies, Avian Diseases, 39, 218-229 (1995)
- [34] Vakharia VN *et al*: Molecular basis of antigenic variation in infectious bursal disease virus, Virus Res, 31, 265-273 (1994)
- [35] Zachar T *et al*: A 5-year study of the incidence and economic impact of variant infectious bursal disease viruses on broiler production in Saskatchewan, Canada, Can J Vet Res, 80, 255-261 (2016)

,