

《解 説》

Enterococcus cecorum 感染症

鶏病研究会

〒305-0856 茨城県つくば市観音台 1-21-7 サンビレッジ川村 C-101

要 約

Enterococcus cecorum 感染症は、腸球菌の一種である *Enterococcus cecorum* による敗血症および骨病変を特徴とする疾病である。ブロイラーおよびブロイラー種鶏での発症報告が多く、主な臨床症状は跛行あるいは脚麻痺であり、淘汰率の増加および継続が特徴的である。本症は糞便により水平感染すると考えられているが、感染源、感染機序、誘因は現在に至るまで明らかになっていない。生来正常な腸内細菌叢の一員である本菌と、本症の原因菌との相違については徐々に解明が進んでいるが、結論は出されていない。対策として、適切な抗菌剤の早期投与は効果的とされているが、歩行困難を呈する鶏への抗菌剤治療効果は期待できない。生菌剤によるコントロールのほか、ワクチンの可能性についても模索が続いている。現状最も確実な対策は、鶏の腸内環境を整え、養鶏場の糞便汚染レベルを低減させるための適切な飼養衛生管理の継続である。

キーワード：*Enterococcus cecorum*、跛行、麻痺、腸球菌性脊椎炎、薬剤耐性

は じ め に

Enterococcus cecorum (以下 EC) はバチロータ門バチルス綱ラクトバチルス目エンテロコッカス科エンテロコッカス (*Enterococcus*) 属 (腸球菌属) に属する。EC は正常な腸内細菌叢の一員として認識される一方、ここ 20 年ほどで鶏の化膿性脊椎炎の主要な原因菌として認識されるようになった。EC 感染症は菌血症に始まり⁹⁾、2~3 週間で行歩困難、跛行、脚部の両側性麻痺あるいは不全麻痺を主とする臨床徴候を呈し^{9,27,38)}、これに伴う飢餓と脱水により死亡率および淘汰率が上昇する^{9,27,31,49)}。剖検による典型的な肉眼所見は心膜炎^{3,31,38,41)}、第六胸椎あるいはその前後に位置する胸椎椎体に限局した化膿性脊椎炎^{1,3,9,27,31,41,57,64)}、大腿骨頭壊死^{17,27,31,38,57,64)} および関節炎^{21,27,38,49,57)} である。本稿では、EC についてこれまで得られている知見をまとめた。

1. *Enterococcus* 属菌の性状

Enterococcus 属は、かつて *Streptococcus* 属に含まれていたが、1984 年に独立した属に再分類され、現在約 50 種が知られている。形態は卵円形または球形のグラム陽性菌で、双球菌状または短連鎖を形成することが多い。芽胞は形成せず、生化学的性状はカタラーゼ陰性で、好気性およ

び嫌気性の両方で発育する。至適発育温度は 35~37℃ であるが、多くの菌種で 10℃ および 45℃ での発育も可能である。また、6.5% 塩化ナトリウム水溶液耐性、胆汁への抵抗性、エスクリンの加水分解能、pH 9.6 での増殖、乾燥への抵抗性などの性状を示す。多くの菌種がランスフィールドの D 群抗原性を示す。DNA に含まれるグアニンとシトシンの量 (GC 含量) は 33~45% である。

Enterococcus 属菌は主に人や動物の腸管に常在し、ときに日和見感染の原因となることが知られている。EC のほかにも鶏の腸球菌症の原因菌としては *E.faecalis*、*E.faecium*、*E.durans*、*E.avium*、*E.hirae* が知られており⁵⁹⁾、日本でもブロイラーにおける *E.faecalis* による蜂窩織炎と線維索性漿膜炎の報告がなされている³⁷⁾。

腸球菌はもともと種々の抗菌剤に自然耐性を示すが、獲得耐性によりさらに高度多剤耐性化する⁵⁹⁾。特に、バンコマイシン耐性腸球菌 (VRE) およびバンコマイシン耐性を含む多剤耐性腸球菌は人の医療で問題視されるようになって久しい。日本では VRE 感染症は 1999 年以降四類感染症全数把握対象疾患 (2003 年 11 月の法改正以降、五類感染症) とされており、VRE 感染症届出数は 2013 年以降 *E.faecium* が台頭し、2020 年時点では 80% を超えている³⁶⁾。

2. *Enterococcus cecorum* の発見と病原菌としての認識

EC は 1983 年に Devriese ら¹³⁾ によって鶏の盲腸から単離され、45℃ で 40% 胆汁の存在下で発育する連鎖球菌の特徴を備えていたことから *Streptococcus cecorum* と命名さ

2024 年 5 月 7 日受付

この解説は、鶏病研究会専門委員会で検討されたものである。
担当委員：岡本花子、斉藤恵子、佐々木貴正、杉山美樹、矢口和彦
鶏病研報 60 巻 1 号、10~21 (2024)

れたが、5%CO₂ 下でも良好な発育を示したことから新たな属に分類することが提案されていた。その後、1989 年に Williams ら⁶³⁾ による 16S rRNA の解析から *Enterococcus* 属であることが判明し、*Enterococcus cecorum* として再分類された。

EC は鶏における主要な腸内細菌叢の一員¹⁴⁾ であるとともに、牛¹²⁾、豚^{12,16)}、馬¹²⁾ などの哺乳類やカナリア¹²⁾、マガモ¹²⁾ の消化管内容物およびハトの腸管内容物や糞便⁴⁾ ならびに人と身近な存在である犬や猫からの分離報告¹⁵⁾ もあることから、多様な動物種の腸管内に常在していると考えられる。

一方で、2002 年に Wood ら⁶⁴⁾ が英国の 4～5 週齢ブロイラーの脊椎病変から、Devriese ら¹⁷⁾ がオランダの 19 日齢ブロイラーの大腿骨頭病変から EC を分離したことで、はじめて EC は病原菌として認識された。以後も表 1 に示すとおり、ベルギー²⁷⁾、カナダ⁵⁷⁾、ハンガリー⁴³⁾、米国⁴⁹⁾、スイス²⁾、ドイツ³¹⁾、南アフリカ¹⁾、など世界中のブロイ

ラーあるいはブロイラー種鶏で化膿性脊椎炎をはじめとする EC 感染症が報告されている。過去に脊椎病変から EC の検出がみられなかった^{39,40,45,46,51,63)} 日本においても、2023 年に EC の菌血症⁶⁰⁾ および脊椎病変や心臓などからの EC 検出^{3,41)} がはじめて報告された。

3. *Enterococcus cecorum* の性状

EC の性状は他の *Enterococcus* 属菌といくつか異なる点がある。Dolka ら¹⁸⁾ により鶏の臨床例から分離された EC の性状は表 2 のとおりである。羊血液寒天培地で 5%CO₂ 条件のもと 37℃ で一晚培養すると、わずかに粘液質で隆起したクリーム色～灰色のコロニーを形成し、わずかな不完全溶血を伴う。42℃ で培養すると不完全溶血性は強まり、5% 羊血液添加コロンビア寒天培地、5% 羊血液添加コロンビア CNA 寒天培地、5% 羊血液添加エドワーズ寒天培地でも増殖する。なお、Suyemoto ら⁵⁸⁾ による 3 種の試験法の比較（表 3）において、アジ化ナトリウム添加胆

表 1. *Enterococcus cecorum* 感染症事例報告

報告年	鶏種	発症時期	症状	肉眼的病理所見	EC 検査	文献番号
2002 英国	ブロイラー	4～5 週齢	跛行、不全脚麻痺	脊椎炎、大腿骨頭壊死	細菌学的検査、生化学検査、遺伝子検査	64
2002 オランダ	ブロイラー	4～5 週齢	跛行	心膜炎、脊椎炎、大腿骨頭壊死、足関節炎	細菌学的検査、生化学検査、遺伝子検査	17
		1～2 週齢	歩行困難	(一)		
2008 ベルギー	ブロイラー	3 週齢～	跛行、脚麻痺、尻もちをついて両足を前方に伸展、衰弱死	脊椎炎、大腿骨頭壊死、足関節炎	細菌学的検査、生化学検査、遺伝子検査	27
2010 カナダ	ブロイラー	4 週齢	跛行	骨髓炎、足関節炎	細菌学的検査、生化学検査、遺伝子検査	57
	ブロイラー種鶏	9 週齢	うずくまり	化膿性脊椎炎		
2011 ハンガリー	ブロイラー種鶏 ♂	5～13 週齢	歩行困難	脊椎炎	細菌学的検査、生化学検査、遺伝子検査	43
2012 米国	ブロイラー ♂	5～6 週齢	跛行、脚麻痺、淘汰増加、猫背で足関節や尾部に座り両足を前方に伸展	化膿性脊椎炎、大腿骨頭壊死	細菌学的検査、生化学検査、遺伝子検査	49
2014 スイス	ブロイラー	3～4 週齢	地面に座り両足を前方に伸展	心膜炎、肝炎、脾炎、脊椎炎、大腿骨頭壊死、足関節炎	細菌学的検査、生化学検査	2
2014 ドイツ	ブロイラー	3 日齢	(一)	臍帯炎	細菌学的検査、生化学検査、遺伝子検査	31
		2 週齢	跛行、発育不良	心膜炎、肝炎、化膿性脊椎炎、大腿骨頭壊死		
2015 南アフリカ	ブロイラー種鶏 ♂	4, 9 週令	跛行、不全／完全麻痺	化膿性脊椎炎	細菌学的検査	1
2023 日本	ブロイラー	31 日齢～	脚弱	化膿性脊椎炎、大腿骨頭脆弱化	細菌学的検査	60
2023 日本	ブロイラー	2 週齢～	沈うつ、脚弱	心膜炎（心膜白濁）、化膿性脊椎炎	細菌学的検査、遺伝子検査	3
2023 日本	ブロイラー	2～5 週齢	脚弱、犬座姿勢、発育不良	心膜炎、化膿性脊椎炎、化膿性関節炎	細菌学的検査、遺伝子検査	41

鶏 病 研 究 会 報

表 2. 臨床由来株の性状

グラム染色性	陽性
溶血性	強い (α 溶血)
形状	卵形球菌 (単鎖, 2 連鎖, 短鎖)
カタラーゼ産生性	陰性
オキシダーゼ産生性	陰性
黄色色素産生性	陰性
ランズフィールド分類 D 抗原	陰性
運動性	陰性
塩耐性 (6.5 % NaCl)	微増殖
増殖性 (供試株数=82)	
4℃	100 %
10℃	98.8 %
45℃	74.4 %
生存性 (60℃) (供試株数=82)	
15 分間	76.8 %
30 分間	64.6 %
1 時間	54.9 %
生存性 (70℃) (供試株数=82)	
15 分間	36.6 %
30 分間	15.9 %
1 時間	0.0 %

(文献番号 18 から引用)

汁エスクリン培地を用いた米国の National Antimicrobial Resistance Monitoring System の FDA 法および USDA 法ではほとんど EC を分離できず, もう 1 種の標準法 (SC) で EC の分離率が高かったことは特筆すべき点である (表 4)。

病変部を採材する際は, 特に糞便由来の EC による誤診を避ける意味で十分な配慮が必要である。採材部位はアルコール綿で十分に消毒し, 滅菌あるいはアルコール綿で清拭した解剖器具で切開する (写真 1)。

表 4. 3 試験法の EC 分離率

検体	検体数	陽性数 (%)		
		FDA 法	USDA 法	標準法
盲腸	53 (有症 38 + 無症 15)	0 (0)	0 (0)	44 (83.0)
脊椎病変	38	2 (5.3)	1 (2.6)	38 (100.0)
市販胸肉	20	0 (0)	0 (0)	14 (70.0)
市販と体	6	0 (0)	0 (0)	3 (50.0)

(文献番号 58 から引用)

表 3. FDA 法, USDA 法および標準法の比較

試験法	増菌培養				選択培養			
	ガス組成	培養温度	培養時間	培地	ガス組成	培養温度	培地	
FDA 法	大気	45℃	18-24 H	BBL™ Enterococcosel broth	大気	35℃	BBL™ Enterococcosel agar	
USDA 法	大気	37℃	48 H	BBL™ Enterococcosel broth	大気	37℃	BBL™ Enterococcosel agar	
標準法	5 % CO ₂	37℃	18-24 H	Todd-Hewitt broth with amikacin (64 mg/L)	5 % CO ₂	37℃	Blood agar with colistin (10 mg/L) and nalidixic acid (15 mg/L)	

(文献番号 58 から引用)

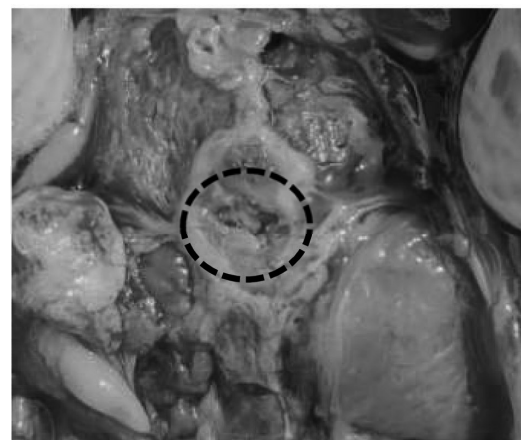


写真 1. 病変部からの採材は, 糞便由来の EC による汚染を防ぐ必要がある。

椎体の病変部から採材する際は, あらかじめアルコール綿で病変部と解剖器具を十分に消毒したのち, 矢状断面 (左図) あるいは水平面 (右図) に切開し, 中心 (点線黒丸) から採材する。(岡本原図)

4. *Enterococcus cecorum* の薬剤耐性

EC の薬剤耐性に関する論文は数多く、中でも EC 感染症を呈した鶏あるいは健康鶏に由来する EC の薬剤耐性を比較したものは表 5-1、表 5-2 に示すとおりである。

Boerlin ら⁵⁾ は、由来にかかわらずすべての EC はペニシリンに感受性があることを示した。その他抗菌剤に対してはいずれも薬剤耐性が認められ、フロルフェニコール以外の抗菌剤に対する耐性率は、EC 感染症を呈した鶏の病変部由来株（以下、臨床由来株）の方が健康鶏の盲腸由来株よりも高いことを示した。Borst ら⁶⁾ は、テトラサイクリン、オキシテトラサイクリンおよびエリスロマイシンに対する耐性率は、EC 感染症を呈した鶏に由来する株（以下、「EC 鶏盲腸由来株」および「脊椎病変由来株」）ならびに健康鶏の盲腸由来株ともに 70% 以上であり、中でも脊椎病変由来株は他の株よりも有意に耐性率が高いことを報告した。一方、EC 感染症を呈した鶏に由来する株の中でも、ストレプトマイシン耐性率に関しては、EC 鶏盲腸由来株（19.6%）と比較して、脊椎病変由来株（11.6%）は有意に低かった。表 5-1 に示した 3 つの論文に共通して、健康鶏に由来する株よりも EC 感染症の鶏に由来する株の方が、ストレプトマイシン、エリスロマイシンおよびテトラサイクリンに対して耐性率が高く^{5,6,29)}、表 5-2 でも同様の傾向がみられた^{21,58)}。

薬剤耐性菌に関する欧州食品安全機関（EFSA）の最新の科学的見解では、臨床由来株に関する 4 件の論文^{5,6,29,48)}からの抗菌剤耐性データが報告された。ペニシリン系耐性に関しては、3 件の論文^{5,6,48)}の 612 株の中で、これらに耐性を示した株はほとんどなかった（0~4%）。ゲンタマイシンも同様に、2 件の論文^{29,48)}の 238 株の中で、耐性を示した株はそれぞれ 0 および 2% しかなかった。他の薬剤（リンコマイシン系、テトラサイクリン系およびマクロライド系）に関しては、高率（最大 100%）の耐性が認められた²²⁾。

5. *Enterococcus cecorum* 感染症の病態

EC 感染症に罹患した鶏群は、早期の菌血症と成長期の骨格病変、特に腸球菌性脊椎炎（Enterococcal spondylitis, 以下 ES）による脚麻痺で餌や水が飲めず、脱水と飢餓により死亡率が増加する^{1,9,17,27,31,49,57)}。

1) 菌血症、敗血症

EC 感染症は菌血症から始まる。後に ES を発症するブロイラー鶏群において、EC は孵化後 3 日の卵黄囊^{31,52)}、および 6 日の心臓、肝臓、脾臓³¹⁾ から回収できるようになる。脾臓感染を指標とした菌血症は、臨床症状に 2~3 週間先行する⁹⁾。臨床症状はしばしば沈うつが認められ^{31,52)}、2~3 週齢頃にわずかに中程度死亡率が増加する^{31,49,57)}。敗血症期の経過に伴い肝炎、心膜炎、脾腫がみられるようにな

り、これらの臓器からも EC を分離することができる^{9,31,38)}。EC 感染症の肉眼所見は他の全身性細菌感染症のそれとほぼ同じであり、正確な診断のためには分離培養が必要である³⁴⁾。

2) 骨格病変

EC 感染による最も特徴的な病態は ES、すなわち第六胸椎やその前後に発生する脊椎炎および骨髄炎である^{1,17,27,49,57,64)}。病変部は腹側から体腔内に肥厚・腫大し（写真 2）、これを矢状あるいは水平面に切断すると、白い結合組織および軟骨の厚い層に覆われた黄色の炎症性塊が認められる（写真 3）。この炎症性塊が脊柱管に突出し脊髄を圧迫し、対称性麻痺をもたらす^{34,49)}。罹患鶏は両側の飛節を頭側に伸ばして座る場合が多く（写真 4）、しばしば水様性下痢便を排泄する（写真 5）。歩行困難から、翼での移動を試みることもある⁴⁹⁾。ES に起因する淘汰を含めた死亡率は、ブロイラーでは 5~6 週齢でピークに達し、ブロイラー種鶏ではブロイラーと同時期~13 週齢頃にピークに達する^{1,43,57)}。

EC による骨格病変は脊椎炎とともに、あるいは単独で大腿骨頭にも出現する^{17,21,31,38,57,64)}。初期段階では化膿性壊死病巣や亀裂が認められ、進行すると股関節脱臼時に大腿骨頭が容易に骨折する（写真 6）³⁸⁾。なお、リアルタイム PCR による第六胸椎および大腿骨頭からの EC 検出は、肉眼病変の形成以前から認められる⁵²⁾。

3) 鶏以外の鳥類における病態

鶏以外では、沈うつ、食欲不振、緑色下痢便、嘔吐などの臨床症状を呈し死亡したレース鳩において、心臓、肝臓、脾臓、腸からの EC 検出により全身性かつ致死性の EC 感染症が認められた³²⁾。ペキンダックにおいても EC の静脈内あるいは気嚢への接種により肺炎、気嚢炎、心膜炎、脾炎および高死亡率の誘発がみられ、かつ EC の再分離に成功している³⁰⁾。

4) 類症鑑別

本症と類似した脊椎病変を認める疾病として、遺伝的素因とブロイラーの増体の早さに関連すると考えられている脊椎すべり症のほか、大腸菌、ブドウ球菌などの常在菌あるいは *Salmonella* 属菌による脊椎膿瘍が挙げられる²⁴⁾。脊椎すべり症は第六胸椎椎体が腹腔内側へ落ち込み突出するものの椎体の大きさに変化がなく、脊椎膿瘍は第六胸椎椎体を中心に椎体部が肥厚・腫大するとされている。ともに脊髄を圧迫し脚麻痺を引き起こすため、臨床的に両者を区別することは困難であるが、脊椎病変の触診および矢状断面を目視で確認すれば、脊椎すべり症との判別は比較的容易である。脊椎膿瘍と本症は肉眼的に酷似しており、細菌分離なくして区別することはほぼ不可能である。

なお、本症に対し口語的に「Kinky-back」という病名が使われることがあるが、Kinky-back は脊椎異常や脊椎すべり症の通称でもあることに注意する必要がある³⁴⁾。こ

表 5-1. 臨床由来株と健康鶏由来株の薬剤耐性率の比較

系統	名称	Boerlin (2012) ⁽⁵⁾				Borst (2012) ⁽⁶⁾				Jackson (2015) ⁽²⁰⁾			
		臨床 (%)		健康 (%)		臨床 (%)		健康 (%)		臨床 (%)		健康 (%)	
		病変部	盲腸	盲腸	脊椎	盲腸	盲腸	盲腸	盲腸	病変部	と体洗浄液	病変部	と体洗浄液
アミノグリコシド系	ゲンタマイシン	57.1	9.7	20.7	12.6	5.5	0	1.3					
	カナマイシン	・	・	・	・	・	16.7	12					
	フラジオマイシン	・	・	17.4	25.3	5.5	・	・					
	スベクチノマイシン	・	・	27.2	2.1	24.7	・	・					
	ストレプトマイシン	78.6	25.8	19.6	11.6	4.1	16.7	4					
セファロスポリン系	セフトリオキサム	・	・	・	・	・	・	・					
	アモキシシリン	・	・	33.7	23.2	34.2	・	・					
	ベンジルペニシリン	0	0	4.3	0	1.4	・	・					
グリコペプチド系	バンコマイシン	・	・	・	・	・	・	・					
	リンコマイシン	・	・	・	・	・	20	72					
	クリンダマイシン	・	・	・	・	・	・	・					
マクロライド系	エリスロマイシン	97.6	77.4	78.3	100	90.4	36.7	22.7					
	タイロシン	・	・	・	・	・	6.7	17.3					
	クロラムフェニコール	・	・	・	・	・	0	1.3					
フェニコール系	フロルフェニコール	23.8	64.5	17.4	23.2	20.5	・	・					
	シプロフロキサシン	・	・	・	・	・	・	・					
	エンフロキサシン	59.5	9.8	23.9	25.3	13.7	・	・					
サルファ剤系	スルファジメトキシ	・	・	100	98.9	97.3	・	・					
	スルファチアゾール	・	・	92.4	95.8	91.8	・	・					
	オキシテトラサイクリン	・	・	82.6	99	74	・	・					
テトラサイクリン系	テトラサイクリン	97.6	100	82.6	99	74	73.3	61.3					
	リネゾリド	・	・	・	・	・	0	5.3					
	キヌプリスチン／ダルホプリスチン	・	・	・	・	・	0	28					
アミノクマリン系	ノボデオシン	・	・	25	25.3	31.5	・	・					

(文献番号 5, 6, 29 から引用)
(一部改変)
(・：データなし)

表 5-2. 臨床由来株の薬剤耐性率

Dunnam (2023) ⁽²¹⁾	Suyemoto (2017) ⁽³⁸⁾	
	臨床 (%)	病変部
10.3	0	
・	6	
49.5	・	
83	・	
81.4	6	
18	・	
10	・	
21	0	
・	0	
・	63	
36	・	
31	78	
43	66	
・	0	
・	・	
・	0	
8	・	
37	・	
・	・	
60	・	
53	69	
・	0	
・	28	
・	・	

(文献番号 21, 58 から引用)



写真 2. 写真 4 ①の鶏の胸腔～腹腔。
消化管，心臓，肺，腎臓を除去して病変部を露出すると，
第六胸椎に相当する部分が肥厚・腫大している。(岡本原図)



写真 3. 写真 2 の脊椎の矢状断面。
第五～六胸椎椎体に膿瘍が形成されており（矢印），
脊髓を圧迫している（矢頭）。(岡本原図)



写真 4. 両側性脚麻痺を呈した鶏。
両足の飛節を伸展し犬座姿勢を呈しているか（①），あるいは右足の飛節を伸ばし左足の飛節に座っている（②）。
ともに第六胸椎付近の矢状断面スワブから純培養的に *Enterococcus cecorum* が分離されている。(岡本原図)



写真 5. 写真 4 ①の水様性下痢便。
ES 発症鶏ではしばしば認められる（私信）。(岡本原図)

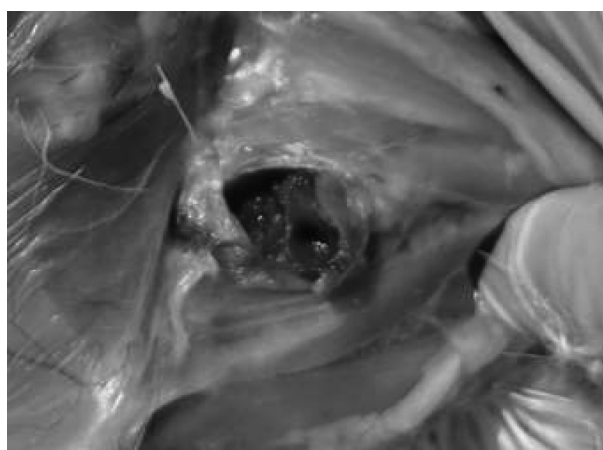


写真 6. 写真 4 ①の左側大腿骨頭。
わずかな力で容易に骨折し，骨髓が露出する。(岡本原図)

鶏病研究会報

これらのあいまいさを回避するため、ES という呼称が病因的診断に基づいて提唱されている^{6,34)}。

6. pathogenic *Enterococcus cecorum* と commensal *Enterococcus cecorum* の識別

臨床症状と病理学的病変に関連した EC は、病原性を示す EC (pathogenic *E. cecorum*, 以下 PEC) とされ、正常な腸内細菌叢の一員である共生型の EC (commensal *E. cecorum*, 以下 CEC) と区別される。ただし、PEC の明確な定義については未だ結論が出ていない。文献によって PEC と CEC、あるいは臨床由来株と健康鶏由来株など、呼称やその根拠が微妙に異なる（あるいは明言されていない）のが現状である。しかし、今日に至るまでのさまざまな研究の結果、以下のような特徴が明らかになりつつある。

3 週齢まで腸に出現しない CEC と比べ、PEC は早ければ 1 週齢で腸内に定着し菌血症をもたらし⁹⁾。また、分子疫学的手法により、PEC の大部分はクローン性^{5,6,8,33)} であり、マンニトール代謝ができず^{6,8,33)}、ゲノムサイズは小さく GC 含量が有意に高い⁸⁾ ことが示されている。PEC 株について、PCR 法を用いた腸球菌病原性遺伝子に関する報告が多数なされているものの、表 6 に示すように多くの株で病原性遺伝子が認められていない。

一方、Borst ら⁸⁾ は、PEC では高度に保存されるが CEC では保存されない 414 個の蛋白質をコードする遺伝子を比較し、潜在的な病原性決定因子を特定した。これには *E. faecium* と相同性のある莢膜多糖遺伝子座、*E. faecalis* と

類似した腸球菌多糖抗原 (*epa*) 様遺伝子座、*E. faecalis* の心内膜炎およびバイオフィーム関連線毛 (*ebp*) 遺伝子座に類似した線毛遺伝子座および宿主細胞外マトリックスに結合する可能性がある細胞壁関連蛋白質などが含まれる。

更に Laurentie ら⁴²⁾ は、148 株の EC のゲノム比較解析を行い、これらが 5 つの系統発生クレード (A~E) にクラスター化され、PEC をまったく含まない、あるいは半数ほどしか含まないクレード A~D に対し、クレード E では米国、ベルギー、ドイツ、ポーランド、フランスの PEC が 95% を占めることを示した。今後 EC の分子疫学的な解析事例を積み重ねることで、更なる PEC の特性の解明が進むと思われる。

7. 感染源、感染経路、誘因

PEC の水平感染は迅速であり³⁴⁾、また一度 PEC の被害が発生すると、次の飼育でも続発することがある⁴¹⁾。そして PEC は材料、温度、湿度の組み合わせに応じて 2~178 日間生存できることが報告されている²⁵⁾。PEC の生存期間は敷料>塵埃>ポリ塩化ビニルの順で長く、いずれの材料においても低温 (15℃) 低湿度 (相対湿度 32%) で最も長く生存し、同条件下では CEC よりも長期間生存した²⁵⁾。したがって PEC は環境中に残存する、あるいは生物学的レゼルボアが存在する可能性がある^{6,9,38,49)} が、これまでのところ養鶏場施設あるいは環境から PEC が単離された報告はない^{9,49)}。ただし、実験感染鶏飼育鶏舎で回収されたハエからの PEC 単離報告³⁴⁾ があることや、先述したように感受性動物が多岐に渡ることから、昆虫や他の動物が媒

表 6. PCR アッセイを用いて EC 分離株で検出された *Enterococcus* 病原性遺伝子

病原性因子	遺伝子	検出された病原性株数 / 解析した病原性株数 ^{※1}	検出された共生株数 / 解析された共生株数 ^{※1}	文献番号
細胞溶解素活性化	<i>cylA</i>	2/148 ; 0/30 ; 0/21	1/75 ; 0/29	19, 29, 33
細胞溶解素輸送	<i>cylB</i>	0/30	1/75	29
細胞溶解素翻訳後修飾	<i>cylM</i>	0/30	1/75	29
腸球菌表面蛋白質	<i>esp</i>	0/148 ; 0/30 ; 3/21	0/75 ; 3/29	19, 29, 33
ヒアルロン酸分解酵素	<i>hyl</i>	0/148 ; 0/30 ; 3/21	0/75 ; 0/29	19 ^{※2} , 29, 33
<i>E. faecium</i> の凝集物質	<i>asa1</i>	19/148 ; 0/21	4/29	19, 33
<i>E. faecalis</i> の凝集物質	<i>agg</i>	0/30	2/75	29
ゼラチン加水分解酵素	<i>gelE</i>	19/148 ; 0/30 ; 3/21	1/75 ; 5/29	19, 29, 33
<i>E. faecium</i> の細胞壁接着因子	<i>efaAfm</i>	30/30 ; 0/21	74/75 ; 0/29	29, 33
<i>E. faecalis</i> の細胞壁接着因子	<i>efaAfs</i>	10/148 ; 0/30 ; 1/21	1/75 ; 1/29 ※2	19, 29, 33
コラーゲン結合蛋白質	<i>ace</i>	8/148 ※2	ND	19
性フェロモン	<i>ccf</i>	0/30 ; 1/21	1/75 ; 3/29	29, 33
性フェロモン	<i>cad</i>	0/30	1/75	29
性フェロモン	<i>cob</i>	0/30	1/75	29
性フェロモン	<i>cpd</i>	0/30	1/75	29

※1 異なる研究結果はセミコロン (;) で区別

※2 文献番号 19 に基づき文献番号 34 の一部改変 (文献番号 34 から引用)

介する可能性については議論の余地がある。

感染経路および誘因については、以下のとおりである。

1) 経口感染

EC は盲腸からの検出率が高く、たびたび経口感染による EC 感染症の再現^{9,44,52)} がなされていることから、糞便を介した経口感染に疑う余地はない。その一方で、腸内細菌叢の一員である EC が、どのようにして腸管以外の組織に移行しているのかはいまだ不明である。Borst ら⁹⁾ は PEC が菌血症および ES に先行して腸内に定着するが、有意な臨床的腸疾患を認めなかったことから、EC 菌血症に先行して臨床的腸疾患が必ずしも発生するわけではないことを示した。一方 Schreier ら⁵³⁾ は、暑熱ストレスの有無による EC 感染鶏の腸管外組織における EC 検出率に有意差を見出すことはできなかったが、暑熱ストレス下では腸のタイトジャンクション蛋白質発現レベルが有意に低下することを確認したことから、暑熱ストレスにより EC が腸管外へ移行する可能性を示唆した。EC の腸管から血中への移行経路の解明には更なる検証が必要である。

2) 気道感染

鶏舎内において、EC を含む乾燥した糞便が舞い上がり鶏に吸入され、感染成立に至る可能性は高い。実際、EC の気道感染はブロイラーで示唆されており³¹⁾、ペキンダックでは PEC 気嚢接種により実験的に再現されている³⁰⁾。しかし、Martin ら⁴⁴⁾ はブロイラー種鶏への PEC 気嚢接種で本症を再現することができず、佐々木ら⁵⁰⁾ は X 線 CT による検証でブロイラーの第六胸椎椎体への気嚢分布を認めなかったことから、気道から血中あるいは患部に至る経路の解明には検証を重ねる必要がある。

3) 垂直感染

Kense と Landman³⁸⁾ は、跛行を呈したブロイラー群の病変部およびその種鶏群のクロアカスワブなどから分離した EC について遺伝的関連性を検証したが、遺伝子プロファイルが一致しなかった。また、Robbins ら⁴⁹⁾ は ES 発症ブロイラー群の病変部分離 EC とその種鶏の盲腸 / クロアカスワブ分離 EC について、糖の代謝活性などの表現型および遺伝子型の解析を行ったが、両 EC 間に一致するプロファイルを検出することができず、また孵化場の死胚と環境および 3 日齢の淘汰ひなからは EC を単離できなかったことなど、EC の垂直感染は未だ証明されていない。

4) 免疫抑制

鶏貧血ウイルス感染症、伝染性ファブリキウス嚢病、環境要因ストレスあるいはデキサメタゾンによる免疫抑制は、微生物の増殖を促進して細菌性骨髄炎に関与する可能性がある^{61,62)} が、EC 感染症に限っては免疫抑制との関連を示した報告は少ない。Martin ら⁴⁴⁾ による PEC の実験感染では、試験対象鶏の半数にデキサメタゾンで化学的に免疫抑制を惹起したが、ES 発生率の増加と関連していないことが示された。

5) 椎骨や大腿骨頭の関節軟骨における離断性骨軟骨炎 (osteochondrosis dissecans, OCD)

鶏において、癒合胸椎と複合仙骨に挟まれている第六胸椎への物理的負荷、二本足歩行故に大腿骨頭へかかる体重負荷が大きいことは想像に難くない。Wideman⁶²⁾ は、過去数十年間にわたり研究者らが健康なブロイラーの脚の骨や椎骨の骨端軟骨に微小骨折があることを報告していることに言及し、この機械的ストレスにより胸椎の骨端および軟骨に微小亀裂が生じ、血行性に到達した細菌の定着を受けやすくなることに加え、急速に成長するブロイラーにおいては、椎体の重度のずれや骨端軟骨の微小骨折の発生率が高くなる可能性があるとしている。Borst ら⁹⁾ も第六胸椎軟骨の OCD と ES 陽性の状態は有意に関連していると結論付けている。更に、OCD が無いあるいは軽度の鶏は ES に対して抵抗性であること、ES 陰性の鶏でもさまざまな程度の OCD を認めることから、OCD は EC 菌血症の存在下にあってはじめて ES の素因となる可能性がある。

6) 混合感染

Souillard ら⁵⁶⁾ は 1993～2020 年にフランスの家禽疫学監視ネットワーク (RNOEA) に収集された腸球菌関連疾患を分析し、*Enterococcus* 属菌関連疾病のうち EC が関与する自発運動障害の 55.4% が大腸菌や *Staphylococcus* 属菌などと混合感染していたと示した。Dunnam ら²¹⁾ は 1 インテグレーターで 1 年間に EC を分離した 100 例を分析し、70% でレオウイルス陽性、35% で大腸菌や *Salmonella* 属菌などの混合感染が認められた。他にも EC と他の細菌の混合感染事例は複数報告がなされている^{27,57)} が、これまでのところ EC と他病原体との相互作用は明らかになっていない。

8. pathogenic *Enterococcus cecorum* の病原性判定

発育鶏卵尿膜腔に菌液を接種し鶏胚の致死率で EC の病原性を判定する胚致死アッセイ (embryo lethality assay, ELA) がしばしば用いられる。臨床由来株と健康鶏の盲腸由来株による胚死亡率は、ブロイラー胚で 60% 対 23% および SPF 胚で 61% 対 9%⁷⁾、またはブロイラー胚で 36.8% 対 5.6%²⁸⁾ であった。さまざまな動物由来の EC を用いた ELA³³⁾ では、個々の株の胚死亡率は 0～100% とばらつきがあるものの SPF 胚で 39.7% 対 18.9% と、いずれも臨床由来株の方が有意に高い傾向であった。

一方、ELA の胚死亡率は 1 発育鶏卵あたりの EC 接種量にも比例する^{7,20)}。そのため、報告によって 1 発育鶏卵あたりの接種量が 10^2 CFU^{7,33)}、 10^4 CFU²⁸⁾ と異なる点にも注意する必要がある。Dolka ら²⁰⁾ によるさまざまな家禽の臨床由来株と、健康鶏の盲腸由来株を接種した SPF 胚の平均生存率は 46.6% 対 61.1%、累積死亡率は 53.4% 対 38.9% と、上記と矛盾しない結果を提示しているが、ELA

鶏病研究会報

の内訳を見ると接種量が最低の 3.4CFU では $6.3\sim 25\%$ 対 18.8% 、最高の $3.4\times 10^8\text{CFU}$ では $50\sim 90\%$ 対 68.8% であった。

9. 抗菌剤による治療

ほとんどの EC はペニシリンの最小発育阻止濃度 (MIC) が $2\mu\text{g/ml}$ 未満であり^{5,6)}、唯一 21% の耐性が認められた Dunnam ら²¹⁾ の報告においても「低レベルの耐性」とされているため、第一選択薬としてはペニシリンが適切である可能性が高い。しかし、アモキシシリン投与による治療¹⁾あるいはアモキシシリンやタイロシンの予防的投与による EC 感染症の再発予防²⁷⁾の成功例がある一方で、薬剤感受性試験の結果に基づいた治療で十分な効果が得られなかった報告もなされている³⁸⁾。この一因として、骨組織や細胞内に取り込まれた EC に抗菌剤が届かず、十分な効果が得られなかった可能性が挙げられる^{38,41)}。つまり、診断後の抗菌剤治療はできるだけ早い方が望ましいが、歩行困難を呈する鶏には効果が期待できない³⁴⁾ことに注意する必要がある。

また、先述のとおり EC は薬剤耐性の傾向がある。と体すすぎ液由来 EC で最大 6 剤に耐性を示した⁵⁴⁾、あるいは PEC のうち 91.5% で多剤耐性 (1 株あたり 2~5 剤耐性) であった¹⁸⁾などの報告に加え、Harada ら²⁶⁾は日本の鶏肉からバンコマイシン耐性遺伝子の一つである *vanA* 遺伝子をもつ EC を分離した。Chen ら¹¹⁾は *in silico* 解析により、EC がバシトラシンの能動排出に関与する ABC トランスポーターをコードする *bcrABD* オペロンとその調節遺伝子である *bcrR* 遺伝子を保有することを示した。Laurentie ら⁴²⁾は EC が *bcr* 遺伝子を含む複数の抗菌剤耐性遺伝子 (ARG) クラスターを保有することを示した。更に、EC の ARG は移動可能なゲノムアイランドに位置することが示唆されている⁴²⁾。したがって、EC は EC 自身の薬剤耐性のみならず他の菌とともに薬剤耐性遺伝子を共有し得るという点においても、抗菌剤の使用判断と選択は慎重にすべきである。

10. 生菌剤の可能性

EC に対する生菌剤の効果についても、幾つかの報告がなされている。Penaloza-Vazquez と Rayas-Duarte ら⁴⁷⁾は *Bacillus subtilis* 3 株と *Bacillus amyloliquefaciens* 3 株が EC に対して拮抗活性を有することを確認した。Fernández ら²³⁾は生菌剤として市販されている 14 種類の *Bacillus* 属菌株と、3 種類の標準菌株 (*B. amyloliquefaciens* 13 株, *B. licheniformis* 計 3 株, *B. subtilis* 計 2 株) の培養上清を用いて、PEC に対する阻害効果の比較を行い、結果は株によって大きく異なることを報告した。これらの知見は EC 対策資材としての生菌剤の可能性の一端を示唆するものである。生菌剤給与と鶏の腸内細菌叢の関係について

は近年研究が大きく進んだ分野である。複雑な腸内細菌叢が存在する生体内では、先述のような生菌剤として与えられた菌による直接の拮抗作用のみならず、生菌剤により変化した腸内細菌叢による競合排除や、宿主腸管のバリア機能への影響なども、先述の EC の腸管移行経路と合せて EC 感染に影響を与えている可能性があり、更なる報告が待たれる。

11. ワクチンの可能性

試験的に製造した PEC 多価不活化ワクチンをブロイラー種鶏に投与した報告¹⁰⁾では、ワクチン投与鶏は EC 特異抗体を獲得したが、ワクチン群および対照群由来鶏胚の EC 感染後の ELA の成績に有意差は認められなかった。またワクチン群由来のひなにおける EC 移行抗体は早期に消失し、ワクチンと同種あるいは異種の EC 暴露に対して抗体の有意な増加が認められ、かつ菌血症と脊椎病変形成の傾向に有意差を認めなかった。本報告では PEC がワクチン誘導抗体によるオプソニン化-貪食作用を回避できることが明らかになっており、これがこのワクチンが効かなかった理由と考えられた。一方で、試験的に製造した PEC 単価不活化ワクチンを投与し EC 特異的 IgY を高めた鶏の血清で受動免疫を付与した鶏は、免疫付与していない鶏と比べて EC 感染症の発症を遅らせることができたとの報告がなされた⁵⁵⁾。またドイツでは一部のベキンダックの親鳥群に対し EC の自家不活化ワクチンを投与している事例があるが、誘導される抗体力価は抗原組成によって影響を受ける可能性があり、これを評価するための ELISA 法は開発段階にある³⁵⁾。以上のことから、今後のワクチン開発に向けたさらなる研究が期待される。

おわりに

EC 感染症は比較的新しい疾病であり、未だ解明されていないことが多い。PEC と CEC の違いが徐々に明らかにされつつあるが「EC 感染症は PEC によってのみ生じるか否か」は未だ明確に示されておらず、感染源や感染機序は不明のままである。適切な抗菌剤による治療は早期であれば有効であるものの、管理者が臨床症状により本症に気が付いた時点ですでに手遅れである場合がほとんどである。これらの特徴が養鶏場における対策を一層困難なものとしており、本症の潜在的なまん延が危惧される。

不明点が多いとはいえ、腸内細菌である EC が最初に確実に定着するのは腸であることから、腸内環境の正常化と糞便汚染対策は一定の効果が期待できると考えられる。健康な鶏を衛生的な環境で育てるため、日々の飼養衛生管理が適切になされているかを今一度確認し、継続して改善に取り組むことが、今できる最善策のひとつである。

謝 辞

本原稿執筆にあたり、多大なご指導とご鞭撻を賜ったカルピスアメリカ社 濱岡寛裕博士に深謝申し上げます。

文 献

- 1) Aitchison, H. *et al.* : Enterococcal-related vertebral osteoarthritis in South African broiler breeders: A case report. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 85, 1077 (2014)
- 2) Albin, S. *et al.* : Infektionen mit dem kapnophilen bakterium *Enterococcus cecorum* bei Mastbroilern. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 156, 295-298 (2014)
- 3) 有吉理佳子ら : *Enterococcus cecorum* によるブロイラーの化膿性脊椎炎. 鶏病研報 59, 69-74 (2023)
- 4) Baele, M. *et al.* : Composition of enterococcal and streptococcal flora from pigeon intestines. *J. Appl. Microbiol.* 92, 348-351 (2002)
- 5) Boerlin, P. *et al.* : Diversity of *Enterococcus cecorum* from chickens. *Vet. Microbiol.* 157, 405-411 (2012)
- 6) Borst, L.B. *et al.* : Molecular epidemiology of *Enterococcus cecorum* isolates recovered from enterococcal spondylitis outbreaks in the southeastern United States. *Avian Pathol.* 41, 479-485 (2012)
- 7) Borst, L.B. *et al.* : A chicken embryo lethality assay for pathogenic *Enterococcus cecorum*. *Avian Dis.* 58, 244-248 (2014)
- 8) Borst, L.B. *et al.* : Comparative genomic analysis identifies divergent genomic features of pathogenic *Enterococcus cecorum* including a type IC CRISPR-Cas system, a capsule locus, an epa-like locus, and putative host tissue binding proteins. *PLOS. ONE.* April 10, (2015) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0121294>
- 9) Borst, L.B. *et al.* : Pathogenesis of enterococcal spondylitis caused by *Enterococcus cecorum* in broiler chickens. *Vet. Pathol.* 54, 61-73 (2017)
- 10) Borst, L.B. *et al.* : Vaccination of breeder hens with a polyvalent killed vaccine for pathogenic *Enterococcus cecorum* does not protect offspring from enterococcal spondylitis. *Avian Pathol.* 48, 17-24 (2019)
- 11) Chen, M. *et al.* : Multilevel selection of bcrABDR-mediated bacitracin resistance in *Enterococcus faecalis* from chicken farms. *Nature. Sci. Rep.* 6 : 34895 (2016) <https://www.nature.com/articles/srep34895>
- 12) Devriese, L.A., Ceyssens, K. and Haesebrouck, F. : Characteristics of *Enterococcus cecorum* strains from the intestines of different animal species. *Lett. Appl. Microbiol.* 12, 137-139 (1991)
- 13) Devriese, L.A. *et al.* : *Streptococcus cecorum*, a new species isolated from chickens. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 33, 772-776 (1983) <https://www.microbiologyresearch.org/content/journal/ijsem/10.1099/00207713-33-4-772>
- 14) Devriese, L.A. *et al.* : Composition of the enterococcal and streptococcal intestinal flora of poultry. *J. Appl. Bacteriol.* 71, 46-50 (1991)
- 15) Devriese, L.A. *et al.* : Identification and composition of the tonsillar and anal enterococcal and streptococcal flora of dogs and cats. *J. Appl. Bacteriol.* 73, 421-425 (1992)
- 16) Devriese, L.A. *et al.* : Identification and composition of the streptococcal and enterococcal flora of tonsils, intestines and faeces of pigs. *J. Appl. Bacteriol.* 77, 31-36 (1994)
- 17) Devriese, L.A. *et al.* : *Enterococcus cecorum* septicemia as a cause of bone and joint lesions resulting in lameness in broiler chickens. *Vlaams Diergeneeskd. Tijdschr.* 71, 219-221 (2002) https://www.researchgate.net/publication/230800337_Enterococcus_cecorum_septicemia_as_a_cause_of_bone_and_joint_lesions_resulting_in_lameness_in_broiler_chickens
- 18) Dolka, B. *et al.* : Phenotypic and genotypic characterization of *Enterococcus cecorum* strains associated with infections in poultry. *BMC Vet. Res.* 12 : 129 (2016)
- 19) Dolka, B. *et al.* : Characterization of pathogenic *Enterococcus cecorum* from different poultry groups : broiler chickens, layers, turkeys, and waterfowl. *PLOS. ONE.* September 21, (2017) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185199>
- 20) Dolka, B. *et al.* : Chicken embryo lethality assay for determining the lethal dose, tissue distribution and pathogenicity of clinical *Enterococcus cecorum* isolates from poultry. *Nature.* 12 : 10675 (2022) <https://doi.org/10.1038/s41598-022-14900-9>
- 21) Dunnam, G., Thornton, J.K. and Pulido-Landinez, M. : Characterization of an emerging *Enterococcus cecorum* outbreak causing severe systemic disease with concurrent leg problems in a broiler integrator in the Southern United States. *Avian Dis.* 67, 137-144 (2023)
- 22) EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare). : Scientific opinion on the assessment of animal diseases caused by bacteria resistant to antimicrobials : poultry. *EFSA Journal* 19 : 7114 (2021) <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.7114>
- 23) Fernández, S.M., Cretenet, M. and Bernardeau, M. : In vitro inhibition of avian pathogenic *Enterococcus cecorum* isolates by probiotic *Bacillus* strains. *Poult. Sci.* 98, 2338-2346 (2019)
- 24) 御領政信 : ブロイラーの脊椎症およびブドウ球菌症の病態と対策. 鶏病研報 55, 33-41 (2019)
- 25) Grund, A., Rautenschlein, S. and Jung, A. : Tenacity of *Enterococcus cecorum* at different environmental conditions. *J. Appl. Microbiol.* 130, 1494-1507 (2021) <https://doi.org/10.1111/jam.14899>
- 26) Harada, T. *et al.* : Isolation and characterization of *vanA* genotype vancomycin-resistant *Enterococcus cecorum* from retail poultry in Japan. *Int. J. Food Microbiol.* 153, 372-377 (2012)
- 27) Herdt, P.D. *et al.* : *Enterococcus cecorum* osteomyelitis and arthritis in broiler chickens. *Vlaams Diergeneeskd. Tijdschr.* 78, 44-48 (2009)
- 28) Huang, Y. *et al.* : Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis related *Enterococcus cecorum* isolates are genetically distinct from the commensal population and are more virulent in an embryo mortality model. *Vet Res.* 54, 13 (2023)
- 29) Jackson, C.R. *et al.* : Antimicrobial resistance, virulence determinants and genetic profiles of clinical and nonclinical *Enterococcus cecorum* from poultry. *Lett. Appl. Microbiol.* 60, 111-119 (2015)
- 30) Jung, A. *et al.* : Experimental reproduction of an *Enterococcus cecorum* infection in Pekin ducks. *Avian Pathol.* 42, 552-556 (2013)
- 31) Jung, A. and Rautenschlein, S. : Comprehensive report of an *Enterococcus cecorum* infection in a broiler flock in Northern Germany. *BMC Vet. Res.* 10 : 311 (2014)
- 32) Jung, A., Teske, L. and Rautenschlein, S. : *Enterococcus cecorum* infection in a racing pigeon. *Avian Dis.* 58, 654-658

鶏病研究会報

- (2014)
- 33) Jung, A., Metzner, M. and Ryll, M. : Comparison of pathogenic and non-pathogenic *Enterococcus cecorum* strains from different animal species. *BMC Microbiol.* 17, 33 (2017)
 - 34) Jung, A. *et al.* : A review of *Enterococcus cecorum* infection in poultry. *Avian Dis.* 62, 261-271 (2018)
 - 35) Jung, A. and Rautenschlein, S. : Development of an in-house ELISA for detection of antibodies against *Enterococcus cecorum* in Pekin ducks. *Avian Pathol.* 49, 355-360 (2020)
 - 36) 感染研感染症疫学センター : バンコマイシン耐性腸球菌 (VRE) 感染症. 病原微生物検出情報 42, 155-176 (2021) <https://www.niid.go.jp/niid/ja/iasr-vol42/10595-idx498.html>
 - 37) 川崎武志 : ブロイラーにおける *Enterococcus faecalis* 感染症の1例. 鶏病研報 49, 281-285 (2014)
 - 38) Kense, M.J. and Landman, W.J.M. : *Enterococcus cecorum* infections in broiler breeders and their offspring: molecular epidemiology. *Avian Pathol.* 40, 603-612 (2011)
 - 39) 木南藍子ら : 一ブロイラー農場における廃棄鶏の病理. 鶏病研報 43, 213-218 (2008)
 - 40) 木南藍子ら : 淘汰ブロイラー鶏における脊椎膿瘍. 日獣会誌 62, 289-293 (2009)
 - 41) 黒田萌黄, 馬場信隆, 松本佳代子 : 宮崎県内のブロイラーに発生した *Enterococcus cecorum* 感染症. 鶏病研報 59, 75-79 (2023)
 - 42) Laurentie, J. *et al.* : Comparative genome analysis of *Enterococcus cecorum* reveals intercontinental spread of a lineage of clinical poultry isolates. *mSphere*. 8, (2023) <https://journals.asm.org/doi/10.1128/msphere.00495-22>
 - 43) Makrai, L. *et al.* : Association of *Enterococcus cecorum* with vertebral osteomyelitis and spondylolisthesis in broiler parent chicks. *Acta Vet. Hung.* 59, 11-21 (2011)
 - 44) Martin, L.T., Martin, M.P. and Barnes, H.J. : Experimental reproduction of enterococcal spondylitis in male broiler breeder chickens. *Avian Dis.* 55, 273-278 (2011)
 - 45) 松野純子ら : ブロイラー淘汰鶏における脊椎椎体膿瘍. 岩獣会報 34, 133-138 (2008)
 - 46) 小笠原一憲ら : *Salmonella Infantis* が関与したブロイラーの脊椎膿瘍. 鶏病研報 49, 112-117 (2013)
 - 47) Penaloza-Vazquez, A., Ma, L.M. and Rayas-Duarte, P. : Isolation and characterization of *Bacillus spp.* strains as potential probiotics for poultry. *Can. J. Microbiol.* 65, 762-774 (2019)
 - 48) Resapath 2020 Annual report (2021) <https://www.anses.fr/en/system/files/LABO-Ra-Resapath2020EN.pdf>
 - 49) Robbins, K.M. *et al.* : An outbreak and source investigation of enterococcal spondylitis in broilers caused by *Enterococcus cecorum*. *Avian Dis.* 56, 768-773 (2012)
 - 50) 佐々木淳ら : X線CTを用いたブロイラーにみられる脊椎膿瘍の感染経路の検討. 日獣会誌 67, 839-843 (2014)
 - 51) 佐々木淳ら : ブロイラーにおける脊椎膿瘍の集団発生. 日獣会誌 70, 580-583 (2017)
 - 52) Schreier, J., Rautenschlein, S. and Jung, A. : Different virulence levels of *Enterococcus cecorum* strains in experimentally infected meat-type chickens. *PLOS. ONE*. November 12, (2021) <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259904>
 - 53) Schreier, J. *et al.* : Influence of heat stress on intestinal integrity and the caecal microbiota during *Enterococcus cecorum* infection in broilers. *Vet. Res.* 53 : 110 (2022)
 - 54) Sharma, P. *et al.* : Comparison of antimicrobial resistance and pan-genome of clinical and non-clinical *Enterococcus cecorum* from poultry using whole-genome sequencing. *Foods*. 9 : 686 (2020) <https://doi.org/10.3390/foods9060686>
 - 55) Silberborth, A., Rautenschlein, S. and Jung, A. : Protective capacity of a hyperimmune serum against infection with *Enterococcus cecorum*. the 22nd WVPAC S7-O12, (2023)
 - 56) Souillard, R. *et al.* : Increasing incidence of Enterococcus-associated diseases in poultry in France over the past 15 years. *Vet. Microbiol.* 269 : 109426 (2022) <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2022.109426>
 - 57) Stalker, M.J. *et al.* : Arthritis and osteomyelitis associated with *Enterococcus cecorum* infection in broiler and broiler breeder chickens in Ontario, Canada. *J. Vet. Diagn. Invest.* 22, 643-645 (2010)
 - 58) Suyemoto, M.M., Barnes, H.J. and Borst, L.B. : Culture methods impact recovery of antibiotic-resistant enterococci including *Enterococcus cecorum* from pre- and postharvest chicken. *Lett. Appl. Microbiol.* 64, 210-216 (2017)
 - 59) 高松大輔, 胡東良 : グラム陽性球菌. グラム陽性球菌. pp. 165-175. 獣医微生物学 第4版. 日本獣医学会微生物学分科会編. 文永堂出版. 東京 (2018)
 - 60) 寺山好美 : ブロイラーの *Enterococcus cecorum* の関与を疑う化膿性脊椎炎. 鶏病研報 59, 34 (2023)
 - 61) Wideman Jr., R. F. and Pevzner, I. : Dexamethasone triggers lameness associated with necrosis of the proximal tibial head and proximal femoral head in broilers. *Poultry Sci.* 91, 2464-2474 (2012)
 - 62) Wideman Jr., R.F. : Bacterial chondronecrosis with osteomyelitis and lameness in broilers: a review. *Poultry Sci.* 95, 325-344 (2016)
 - 63) Williams, A.M., Farrow, J.A.E. and Collins, M.D. : Reverse transcriptase sequencing of 16S ribosomal RNA from *Streptococcus cecorum*. *Lett. Appl. Microbiol.* 8, 185-189 (1989)
 - 64) Wood, A.M. *et al.* : Isolation of *Enterococcus cecorum* from bone lesions in broiler chickens. *Vet. Rec.* 150, 27 (2002)

Enterococcus cecorum infection

The Japanese Society on Poultry Diseases

C-101 Sun Village Kawamura, 1-21-7 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-0856, Japan

Summary

Enterococcus cecorum infection is delineated by septicemia and osteopathic lesions attributed to *Enterococcus cecorum*. Predominantly prevalent in broilers and broiler breeder chickens, the principal clinical symptomatology includes limb lameness or paralysis, underscored by an escalating and persistent culling rate. The etiology is hypothesized to be horizontal transmission through fecal matter harboring the pathogen, yet the origins, mechanisms, and precipitating factors of the infection remain obscure. Differentiation between the pathogenic *Enterococcus cecorum* and commensal bacteria within the innate intestinal microflora is progressively being clarified, albeit without definitive conclusions. Prompt intervention with suitable antimicrobial agents may offer marginal benefits; however, such therapeutic strategies are generally ineffectual in avians exhibiting ambulatory impediments. Beyond biocide and antibiotic application, the potential for vaccine development is under active investigation. Currently, the most efficacious strategy involves maintaining rigorous feeding and sanitary protocols to enhance the gastrointestinal milieu of poultry and diminish fecal contamination across poultry farms.

(J. Jpn. Soc. Poult. Dis., 60, 10-21, 2024)

Key words : *Enterococcus cecorum*, limb lameness, paralysis, enterococcal spondylitis, antimicrobial resistance