

わが国のブロイラー鶏における趾蹠皮膚炎の
発生実態に関する研究

橋本 信一郎

2011

目次

序文		(頁)
	ブロイラー鶏およびブロイラー産業（研究の背景）	1
第1章	わが国のブロイラー鶏における趾蹠皮膚炎の発生実態調査	
1-1	緒言	6
1-2	材料および方法	7
1-3	結果	8
1-4	考察	9
1-5	小括	11
第2章	ブロイラー鶏における趾蹠皮膚炎の病理学的検索	
2-1	緒言	13
2-2	材料および方法	14
2-3	結果	15
2-4	考察	16
2-5	小括	18
第3章	ブロイラー鶏における趾蹠皮膚炎の細菌学的検索	
3-1	緒言	20
3-2	材料および方法	21
3-3	結果	22
3-4	考察	23
3-5	小括	24
総括	. . . . .	26
謝辞	. . . . .	29
引用文献	. . . . .	30
写真および図表	. . . . .	36
Summary（英文要旨）	. . . . .	52

序 文

ブロイラー鶏およびブロイラー産業（研究の背景）

ブロイラー鶏の歴史：ブロイラー (broiler) 鶏はふ化後一定期間（わが国では3ヵ月齢未満[38]）、若鶏で食用に供する目的で飼育されている鶏の総称である。ブロイラーという用語が19世紀末に米国の食鶏規格の一つとして定められたもので、若鶏をあぶり焼き (broil) 用に供したことに由来することからわかるように、ブロイラー鶏の歴史は米国から始まった[40]。

米国では1880～1890年頃にニュージャージー州ハンモントンで約40戸の農家が合計約10万羽のブロイラー鶏生産をおこなっていたが[6]、1920年代にはデラウェア州でも飼養されるようになり、1934年から1939年の間にはウェストバージニア州で10万羽から120万羽へ増加するなど、生産地域および生産量が拡大されていった[9]。第二次世界大戦中に牛肉および豚肉は戦時下における統制品となったが、家禽肉の統制はおこなわれず、また連邦政府による戦時調達もあったため、生産と消費が飛躍的に増加し、1940年から1945年の間に生産量は約3倍となった[44]。1958年には食鳥検査法が施行され、食鳥処理場の規模拡大と、孵化、飼育、処理加工の各段階を統合したインテグレーション化が進行した。国際連合食糧農業機関 (FAO) の統計データベース (FAOSTAT) (<http://www.thepoultrysite.com/>(2011)) によれば、鶏肉の生産量は1986年に豚肉を、1996年に牛肉を上回り、1990年から2005年の間には年4.5%の率で増加し、2008年には1,667万トンに達した。

さらに、同データベースでは世界の鶏肉の生産量は2010年に8,620万トン（推定）であったが、最大の生産国は米国（1,697万トン）であり、第二位は中国（1,184万トン）、第三位はブラジル（1,069万トン）だった。過去2000年の生産量は5,869万トンであったことから、この10年間に46.9%が増加したことになる。特にブラジル、メキシコ、インド、インドネシア、イランな

どの生産増が顕著であった。

わが国でのブロイラー鶏： わが国では1953年に2万羽収容のブロイラー農場が初めて建設され、1960年代に普及が進み、1970年代に生産が拡大した。1990年に食鳥検査法が公布され、厚生労働省の食肉衛生検査等情報還元調査 (<http://mhlw.go.jp/toukei/list/113-1.html>/(2010)) によれば、1992年度のブロイラー鶏の食鳥処理場における処理羽数は全国で5億744万羽であったが、2010年度には6億4,161万羽と18年間で26.4%増加した。これは国産鶏肉の需要が堅調なためと考えられる。

近年のわが国の食鳥肉の輸入は、財務省の貿易統計 (<http://www.customs.go.jp/toukei/info/>(2011)) によれば、2001年に556,474トンであったが、2003年に365,262トンと減少し、以後33万トンから43万トンの範囲で推移し、2010年には431,195トンであった。2010年の輸入相手国は90%がブラジル、8%が米国である。輸入量の減少はタイや中国における鳥インフルエンザの発生による冷蔵・冷凍品の輸入制限によるものだろう。

一方、農林水産省の農林水産物の輸出促進対策資料 (<http://www.maff.go.jp/j/export/>(2011)) によると、わが国からの食鳥肉製品の輸出は少なく、2007年に金額ベースで9億円であったが、これは前年比30.2%あるいは2002年に比べて26.8%の増加だった。もみじと呼ばれる鶏足(写真 序-1)は、中国や東南アジアでは食材として好まれているため、わが国からの輸出の多くを占め、輸出相手国はベトナムや香港などである。この増加の原因は、ベトナムにおける需要が大きく、日本産の味、色合い、つや、衛生・安全面が高く評価されているためと思われる。

ブロイラー産業： ブロイラー鶏のヒナは孵卵場から初生ヒナとしてブロイラー農場に搬入される。ブロイラー鶏は交雑種で、その親鶏は種鶏(Parent

Stock : PS) および種鶏の親鶏は原種鶏 (Grand Parent Stock : GPS) と呼ばれる。わが国ではブロイラー鶏の種鶏と原種鶏が飼育されているが、原種鶏の親鶏である原原種鶏 (Great Grand Parent : GGP) およびその上の世代にあたり純系 (Pedigree) と呼ばれる系統の鶏は英国や米国など、基本的に海外で飼育されている[25]。1950年代には白色コーニッシュの雄とプリマスロックの雌の交雑種 (ロック・コーニッシュ) がブロイラー鶏であった[40]が、今日のブロイラー鶏銘柄の多くでは純系に使われる鶏の品種については育種会社から明らかにされていない。

ブロイラー原種鶏の供給は世界的に寡占化が進み、2006年の育種会社の世界シェアはコップ (Cobb) 社が 42%、アビアジェン (Aviagen) 社が 38%、ハバード (Hubbard) 社が 10%と上位3社で 90%が占められている[26]。現在のわが国ではアビアジェン社の一銘柄であるチャンキーブロイラーが約 70%を占めている。

ブロイラー鶏の飼料は、トウモロコシ、小麦、ソルガム (マイロ)、大豆粕などを主原料とし、ビタミンA、ビタミンD、ビタミンE、パントテン酸、コリン、葉酸、ビオチン、硫酸鉄、炭酸亜鉛、硫酸銅、炭酸マンガンなどが配合される。わが国では主原料のほとんどは輸入されているが、近年、国産飼料米の利用も進められている。生産費用の中で飼料コストの占める割合は極めて高く、約 60%以上と考えられる。

ブロイラー鶏の飼養管理：ブロイラーの鶏舎では主に平飼いがおこなわれ、ケージはほとんど使われていない。形態としては開放型鶏舎、セミウインドウレス鶏舎、ウインドウレス鶏舎がある。開放型鶏舎とは、自然光が鶏舎内に入り、空気の出入りも自由な構造の鶏舎であり、自然光、自然換気を利用した飼養管理が可能であるが、暑熱や寒冷等の環境コントロールがウインドウレス鶏舎に比べて難しい。セミウインドウレス鶏舎とは、開放型鶏舎にカーテン等を設置し、ウインドウレス鶏舎に準じた強制換気等による環境

コントロールを行いやすくした鶏舎である。ウインドウレス鶏舎とは、天井、壁、床を断熱材等で覆った鶏舎であり、換気扇を使った強制換気がおこなわれる[10]。近年は鶏舎内の温度や換気の調整が容易なウインドウレス鶏舎が増えている。給餌や給水は全て自動化され、換気や照明も機械的に制御されることが多い。以前から糞便などによる汚染が問題視されていた給水装置は、貯水量の多いベル型から貯水しないニップル型あるいは貯水量の少ないカップ型給水器への変更が進み、2008年の調査[11]では全国のブロイラー農場の57.9%がニップル、カップ型給水器を使用していた。平飼いの床面にはオガコなどの敷料が使われるが、ブロイラー鶏は初生ヒナとして導入されてから出荷されるまで、敷料の交換のないこの床面の上で飼育される。床面の状態が悪化すると大腸菌症や趾蹠皮膚炎などが発生しやすくなる[24、34]。

ブロイラー鶏は1940年代には飼育中に疾病による減耗が10%~50%と高率だったが、ワクチンなどの疾病対策が奏功して大規模生産が可能となった。衛生管理は今日も重要で、サルモネラやカンピロバクターなど食中毒の原因となる病原微生物の排除、抗菌性物質等の残留の回避、そして、近年世界的に流行が見られる鳥インフルエンザの発生防止が大きな課題となっている。

さらに、高度に集約的なブロイラー鶏生産が拡大する中で、鶏がどのように育てられているか、換言すれば鶏の快適性に配慮した飼養管理がおこなわれているかどうかを問う、アニマルウェルフェアが新たな国際的な課題となってきた。国際獣疫事務局(OIE)は陸生動物規約(OIEコード)にブロイラー鶏生産におけるアニマルウェルフェアに関する新章を設けることを検討している。公表された素案[39]では、ブロイラー鶏のウェルフェアの指標として、(1) 死亡率(斃死および淘汰)、(2) 歩様、(3) 接触性皮膚炎、(4) 羽生、(5) 疾病、寄生虫、代謝性異常の5項目が挙げられた。それらの中で、接触性皮膚炎としては、趾蹠皮膚炎、飛節の皮膚炎、胸部皮膚炎の3皮膚炎が採り上げられている。飛節の皮膚炎や胸部皮膚炎はわが国の食鳥製品では炎症として廃棄される。しかし、趾蹠皮膚炎については鶏足の国内需要が乏

しいこともあって、わが国ではほとんど注目されず今日に至っている。

本研究の目的： 趾蹠皮膚炎は劣悪な床面との接触で発生する接触性皮膚炎であり、ブロイラー鶏では古くから発生している疾病である。種々の菌の感染による化膿性皮膚炎でもあり、食品としては不適であろう。病変部は感染症の病原体の侵入門戸となる可能性もあり、病変部炎症による疼痛は鶏にとって大きなストレスになると考えられる。また、趾蹠皮膚炎の発生の程度から床面管理の状態が把握できるとも言える。さらには、欧米ではアニマルウェルフェアの指標として議論されている。このように趾蹠皮膚炎はブロイラー鶏の生産管理に重要な疾病であるが、わが国における関心度は低い。本研究は、趾蹠皮膚炎の発生防止の対策の基礎的データとするため、わが国でのブロイラー鶏における趾蹠皮膚炎の発生実態を調査し、さらに趾蹠皮膚炎を病理学的小よび細菌学的に検索したものである。

第1章

わが国のブロイラー鶏における趾蹠皮膚炎の発生実態調査

1-1. 緒言

鳥類の趾蹠に発生する皮膚炎 (Footpad dermatitis: FPD) は趾蹠の接触性皮膚炎[20]であり古くから発生している。七面鳥、ブロイラー鶏およびレイヤー鶏において、1969年頃から観察され、床の湿潤状態およびその湿潤状態に關与する敷料素材や飼料成分[1、12、16、22、23、31]、あるいはケージの状態[7]などが発生要因として検討されてきた。特に、平床飼育のブロイラー鶏や七面鳥において高率に発生している。これは、糞尿により湿潤となった敷料床面で長時間飼育されることで、趾蹠部に皮膚炎が発生しやすくなるためである。一旦皮膚炎が発生すると、糞あるいは鶏舎環境内にいる細菌に汚染した敷料から種々の細菌により、益々皮膚炎は重度となり、軽減あるいは回復することはない。

この趾蹠を含む足は食材として利用され、特に東南アジアでの需要は高く、わが国からも輸出されている。しかし、重度のFPDの発生している足は食用には不向きとなり廃棄されるため、大きな経済的損失となる。

一方、このFPDは鶏の健康を害し、苦痛を与える要因となりうるとの考えから、以前から特にヨーロッパでは家畜福祉(養鶏福祉)の指標のひとつとして議論されている[3、8、13、17、19、33、45]。スウェーデンにおいては、FPDの重度な病変が長期間にわたり観察される農場では、今後の飼育羽数密度を制限されることが検討されているほどである[17]。養鶏福祉の考えはわが国にも少しずつ紹介、浸透し、畜産関係

者の関心が高まってきた。このような中で、(社)畜産技術協会は農水省の指導により、畜産関係者がアニマルウェルフェアを推進するための指針をとりまとめ、平成 23 年に「アニマルウェルフェアの考え方に対応した家畜の飼養管理指針」[10]として報告している。

ところで、わが国においてもブロイラー鶏のFPDは多くの農場で観察されているようであるが、その発生状況を調査した報告はこれまでに見当たらない。著者らはわが国におけるブロイラー鶏のFPDの発生実態を知る目的で、食鳥処理場に出荷されたブロイラー鶏および農場で飼育されている幼若齢ブロイラー鶏のFPD発生状況を調査することにした。その結果、出荷時のブロイラー鶏において重度の FPD が高率に発生していること、また飼育農場においては 7 日齢という早い日齢から FPD の発生することが判明した。

1-2. 材料および方法

食鳥処理場での調査対象は、2008 年 6 月から 2009 年 8 月までの間に南九州の 3 処理場に搬入された 29 農場、および東北の 2 食鳥処理場に搬入された 7 農場、合計 36 農場の延 45 鶏群の肉用鶏 8,985 羽(1鶏群あたり 101 羽～254 羽、平均 200 羽/群)である(表 1-1)。鶏の日齢は 49～60(平均 53.2)日齢であり、鶏銘柄は 2 種類(CH、CB)からなるが、CB が 487 羽で少なく、CB・CH(混合)が425羽、残り 8,073 羽は CH であった。鶏舎構造別においては、ウインドウレス鶏舎 13 鶏群および開放鶏舎 32 鶏群となった。なお、南九州の4農場については、夏(9月)および冬(1月)の2回調査した。

さらに比較対象とするために、南九州で飼育されていたレイヤー鶏(親鳥:鶏銘

柄は HL) の 2 群 (570 および 565 日 齢 の 各 200 羽) に つ い て も、食 鳥 処 理 場 に お い て FPD 病 変 を 観 察 し た。

農 場 に お け る 調 査 は、南 九 州 の 5 農 場 (E~H、K) で 飼 育 さ れ て い た 7~28 日 齢 ブロイラー鶏 (鶏 銘 柄 は CH) で、延 15 鶏 群 の 2,245 羽 が 対 象 に さ れ た。

FPD の 肉 眼 病 変 は 左 側 の 趾 蹠 に つ い て 肉 眼 的 に 観 察 し、そ の 程 度 に よ り、スコア 0: 病 変 な し の 正 常、スコア 1: 趾 蹠 の 一 部 (<50%) の 領 域 に 病 変 を 認 め る、スコア 2: 趾 蹠 の 広 範 (50~100%) の 領 域 に 病 変 が 及 ぶ、スコア 3: 趾 蹠 全 域 か ら そ の 周 辺 に 病 変 が 波 及 し て い る、の 4 段 階 で 判 定 し た (写 真 1-2、1-3)。群 毎 に そ れ ぞ れ の スコア に 該 当 す る 羽 数 を 積 算 し た の ち 合 計 し、こ れ を 検 査 羽 数 で 除 し た 値 を、そ の 群 の 平 均 スコア と し た。

病 変 出 現 割 合 の 鶏 群 間 比 較 に は、ク ラ ス カ ル ・ワ ー リ ス 検 定 お よ び マ ン ホ イ ャ ッ ト ニ ー 検 定 を 用 い た。

1-3. 結 果

FPD は 調 査 し た 全 て の 鶏 群 で 観 察 さ れ、一 部 の 鶏 群 で は 全 て の 個 体 に FPD を 認 め た。そ れ ぞ れ の 群 の 平 均 スコア を 低 い ほう か ら 並 べ て 示 し た (図 1-1)。最 も 低 い 群 の 平 均 スコア は 0.31 で、そ の 内 訳 は スコア 0:147 羽、1:45 羽、2:8 羽、3:0 羽 で あり、スコア 0 が 73.5% を 占 め た。一 方、平 均 スコア の 最 も 高 い 群 は 2.69 を 示 し、そ の 内 訳 は スコア 0:2 羽、1:7 羽、2:41 羽、3:149 羽 で、こ こ で は スコア 3 の 重 度 病 変 が 74.8% に 認 め ら れ た。全 体 で は、スコア 0=1,181 例 (13.1%)、スコア 1=2,992 例 (33.3%)、スコア 2=3,000 例 (33.4%)、スコア 3=1,812 例 (20.2%) に 分 類 さ れ た。こ の よ う に、発 生 状 況 は 鶏 群 間 で 大 き く 異 な っ た。

鶏銘柄間の比較では、銘柄 CB がわずかに 3 群と少なかったため有意差検定は行なっていないが、銘柄 CB の平均スコアは 1.56 に対し、銘柄 CH の平均スコアは 1.87 であり、ほぼ同程度の FPD が観察された。

雌雄の区別が可能であった 28 鶏群について、雌と雄で比較した。雌の 11 鶏群の平均スコアは 1.63 に対し、雄の 17 鶏群の平均スコアは 1.84 であり、両群間で有意差 ($p < 0.05$) を認めた (図 1-2)。なお、このときの雌群の平均日齢は 55.8 日齢で、雄では 51.5 日齢であった。

夏(9月)および冬(1月)の2回にわたり調査できた農場が4農場(A~D)あり、その成績を比較したところ、3農場では冬の平均スコアが有意に ($p < 0.05$) 高く、1農場では逆に夏で有意に高値を示した(図 1-3)。

ウインドウレス鶏舎と開放鶏舎の鶏で平均スコアを比較したところ、ウインドウレス鶏舎の 13 鶏群では平均スコア 1.78 に対し、開放鶏舎の 32 鶏群では 1.54 となり、同程度の発生が観察され差を認めなかった(図 1-4)。

レイヤーでは、2 鶏群の全てにおいて FPD は観察されずスコア 0 であった(写真 1-4)。

日齢別の発生状況を 5 農場の 7~28 日齢の鶏で観察したところ、FPD は既に 7 日齢からスコア 1~2 が観察され、3 週齢ではスコア 3 も観察されるようになった(表 1-2、写真 1-5)。各週齢での平均スコアは農場毎に異なったが、週齢を重ねるごとにスコアは上昇する傾向を示し、全体平均スコアでは、1 週齢 0.22、2 週齢 1.13、3 週齢 2.04、4 週齢 2.11 となった。

1-4. 考 察

FPD は食材としての足の廃棄による経済的損失あるいは養鶏福祉の指標として重要であるほか、その病変部は病原細菌の侵入門戸 (gateway for bacteria) となる可能性があり、その結果、疾病の発生、育成率の低下あるいは肉質に影響を及ぼす要因となりうる。さらには床面の湿潤化により発生しやすいとすれば、床面の衛生管理の指標としても考える必要がある。このように考えると、FPD はブロイラー鶏の生産管理においては重要な疾病のひとつである。

わが国ではこれまで FPD に関する調査は全く行なわれていなかった。今回の調査で、わが国で飼育されているブロイラー鶏において、広範に、また高率に FPD の発生していることが初めて明らかにされた。

FPD は潰瘍を伴った化膿性皮膚炎[23、35、47]であるが、その肉眼所見を著者らは Kestin らの4段階スコア[27]で判定した。このスコアについては、3 段階[23]、5 段階[21]、6 段階[17]、9 段階[28]、あるいは 11 段階[46]で判定しているケースもある。肉眼病変であり、足のサイズも一定していないため、あまり細かく多段階で判定するのは困難と考えられ、3 あるいは 4 段階での判定が推奨されている[3、34]。今回のわが国での調査では、FPD 病変は海外のものより重度なものが多いと想定されたために、より重度な FPD をスコア 3 として、0~3 の 4 段階を設定した。この筆者らのスコア 3 に該当する重度な FPD は海外では少ないように思われる[18]。

FPD はわが国のブロイラー鶏に高率に発生していることが初めて明らかにされたが、農場あるいは鶏群によって、その発生状況が異なっていることもわかった。FPD の発生要因として、鶏舎内の床の状態が大きく関与するとされ、湿潤な床面ほど FPD が発生しやすくなる[13、17、23、31、32]。その床の湿潤度は鶏の飼育密度[15、16、42、45]や飼料成分[5、18]、敷料素材[21]、あるいは飼育システム[41]などが関与するとされる。わが国においても農場の管理方法によって、床の状態は様々であ

り、そのために FPD の発生状況も一様でないと思われる。

鶏の雌雄[5]、銘柄[5、27]あるいは季節[13]によっても FPD の発生状況に有意差が出たとの報告もある。今回の調査では雄のほうが平均スコアは高く、これは海外での報告[5]に一致している。また、季節間の調査では対象が 4 農場と少なかったものの、冬のほうが平均スコアは高かったという成績も英国の報告[13]に類似している。

これまで、日齢別に調査した報告はあまり見当たらない。著者らの調査では、7 日齢の早い時期から発生し、日齢と共に病変は重度になっていくのが観察された。FPD は病原体の侵入門戸になる可能性を考えると、抵抗力の弱い幼雛時期の FPD は大腸菌症など細菌感染症の要因のひとつとして重要かもしれない。

ケージ飼育されるレイヤー鶏では FPD が全く観察されなかったことから推察されるが、飼育管理により左右される床面状態が FPD 発生の大きな要因であろうと思われる。

本研究では、鶏の育成成績が調査されていないため、この FPD がブロイラーの生産にどのように関係しているのかは不明であるが、この点は重要であるため今後検討されなければならない。

1-5. 小 括

わが国の肉用鶏における、FPDの発生実態を調査した。食鳥処理場に出荷された 36 農場の延 45 鶏群の肉用鶏 8,985 羽を調査したところ、FPD は全ての鶏群で高率に観察された。観察した全ての個体に FPD を認めた鶏群も存在した。病変の程度をスコア 0～3 の 4 段階で分類したところ、スコア 0 が 1,181 例(13.1%)に、スコア 1 は 2,992 例(33.3%)、スコア 2 は 3,000 例(33.4%)、スコア 3 は 1,812 例(20.2%)

であった。鶏群間で平均スコアを求めたところ、0.31～2.69と大きくばらついた。雄での平均スコアは雌よりも高かった。ウインドウレス鶏舎と開放鶏舎でのスコアを比較したが差を認めなかった。異なる季節において調査した4農場の成績では、3農場において冬での平均スコアが夏より高かった。延15鶏群2,245羽を対象にした農場内での日齢別観察では、FPDが既に7日齢から発生し、日齢と共に重度になっていくことが判った。

第2章

ブロイラー鶏における趾蹠皮膚炎の病理学的検索

2-1. 緒言

前章において、FPDは全国的にほぼ全てのブロイラー農場で発生していることを明らかにした。この FPD は、糞尿などにより湿潤な状態となった床面敷料で長期間飼育されるブロイラー鶏に好発すると考えられている [17、20、23、28、31、32]。同様に、他の動物種でも非衛生環境を原因として発症する趾蹠の疾病が存在し、趾皮膚炎、趾間腐爛（趾間フレグモーネ、趾間皮膚炎）、蹄癌等が報告されている [2、14、30、37]。これらは、敷料が水分、糞便、尿により浸漬し湿潤となっている場合、接触する皮膚は外傷が起りやすくなることや湿潤な敷料では細菌あるいは真菌が増殖しやすいことに起因するとされている。牛や羊の趾皮膚炎では、消化管内トレポネーマが糞便を介して湿潤な敷料より蹄に到達し、外傷部や摩耗部から侵入すると報告 [14] されており、馬の趾間腐爛は飼育環境を清潔にし、乾燥させることで予防できることが知られている [2]。

この FPD 病変の組織学的検索は海外で報告 [20、22、28、31] されているが、経時的な組織学的変化に関する報告は見当たらない。前章において、わが国におけるブロイラー農場では、1 週齢という極めて早い時期から FPD が発生していることも明らかにした。本章では、1 週齢から発生する FPD を経時的に病理組織学的に検索し、病勢の発生経過や細菌や真菌の感染状態について形態

的に観察した結果を述べる。

2-2. 材料と方法

1) 材 料

鹿児島県内のA養鶏場において肉眼的にFPD病変が認められたブロイラー鶏（鶏銘柄：チャンキー）の脚34例を用いた。全例ともウインドウレス鶏舎で一般的な飼養衛生管理に基づいて飼養されていた個体であり、FPD以外に臨床症状は認められていない。FPD病変（FPDスコア2以上）が明らかに認められた1、2、3、4および7週齢の鶏をクロロホルムあるいはドライアイスを用いて過麻酔により安楽死させたのち、それぞれの足部（中足骨から趾骨を含む）を採取し、10%ホルマリンで固定後、当研究室に持ち込み検査した。なお、各週齢においてFPDの認められない正常な足を2羽ずつ対照として供試した。

2) 病理組織学的検索

上記の材料のホルマリン固定組織において中足骨と第二、三、四趾骨間で再切し、常法に従ってパラフィン切片を作製し、ヘマトキリン・エオジン染色（HE染色）および特殊染色（グラム染色、PAS染色、グロコット染色）を行った。HE染色切片およびグラム染色切片を用いて、FPD病変部の潰瘍・糜爛の大きさ、炎症性細胞浸潤、痂皮形成、表皮肥厚、真皮の線維増生および脂肪織の線維化について半定量的に4段階にスコア化（スコア0～3）し評価した（表2-1）。HE染色は常法に従って実施し、特殊染色は別途記載（表2-2）

の手順で行った。

2-3. 結 果

病理組織学的変化の検索結果は組織病変の検出率（表 2-3）および平均スコアの推移（表 2-4）としてまとめた。潰瘍は 76.5%の個体で広く形成され、週齢に従って重度となる傾向を示し、その表面は非常に厚い痂皮で覆われていた（写真 2-1、2-2）。なお、糜爛（写真 2-3）は 3 週齢まで認められたが、4 週齢および 7 週齢では認められなかった。

潰瘍部の真皮側には偽好酸球やマクロファージの浸潤、線維芽細胞の増生をみる慢性化膿性炎が認められる（写真 2-4）。また 18%の個体には多核巨細胞の出現も認められ（写真 2-5）、肉芽腫性炎へと進行していた。さらに 3 週齢までの潰瘍形成が認められない個体であっても殆ど糜爛が存在し、結果として糜爛または潰瘍が 97%の個体で認められた。正常組織では真皮乳頭の形成が弱いが（写真 2-1）、FPD では病変部周囲の表皮が顕著に肥厚し、真皮側へと増生し、真皮乳頭を強く形成していた（写真 2-6）。また真皮において結合織の増生が認められ、真皮は肥厚していた。結合織の増生はさらに深部に広がり、正常組織では脂肪織が豊富に存在していたが、脂肪織において線維化が顕著に認められた（写真 2-7）。増生した結合織には充実した部位と水腫を伴う部位が存在し、水腫を伴う部位には偽好酸球やマクロファージの浸潤が認められた。

全例で痂皮内または痂皮の表層部にのみ細菌塊が認められ、2 例のみ糜爛部においても細菌塊が観察されたが、殆どの個体では痂皮内および痂皮の表層部にのみ細菌塊が認められるのみであり、真皮や皮下織に細菌が認められた

個体はなかった。グラム染色により、全例でグラム陰性菌および陽性菌が確認された（写真 2-8、2-9）。一方、PAS 染色、グロコット染色においては 1 週齢の 1 例のみ表皮内に真菌の増殖が認められた（写真 2-10）。

2-4. 考 察

FPD 病変の組織学的変化を、1~4 週齢および出荷前（52 日齢）ブロイラー鶏 34 例を用いて検索したが、加齢に伴い、病変部の大きさは増す傾向がみられた。全例とも肉眼的に FPD 病変の認められるものを選んで検索したが、8/34 例（24%）には組織学的に潰瘍形成が認められなかった。FPD 病変は皮膚の変色、表皮の角化亢進および壊死、次いで潰瘍へと進行するため [28]、潰瘍形成が認められなかった症例はその前病変であったと考えられる。今回の検体では、潰瘍形成が認められない症例の 7/8 例では糜爛形成が認められた。わずかに 1 例では潰瘍だけでなく糜爛形成も認められなかったが、痂皮形成、炎症性細胞浸潤、および脂肪織の線維化は認められた。

炎症性細胞浸潤は全例で認められ、偽好酸球を主体としており、これは過去の報告 [31] と一致する。また 6/34 例（18%）では多核巨細胞が潰瘍と真皮の境界部に柵状に認められ、肉芽腫性炎へと進行していた。興味深いことに、多核巨細胞が認められたのは出荷前および 4 週齢の検体のみであり、これも高齢の鶏でよくみられたとする過去の報告 [20] と一致した。炎症の経過の長さとの関連があるかもしれない。

痂皮形成、表皮肥厚は全例で認められ、ともに加齢に伴い厚みを増す傾向がみられた。角化が亢進し、肥厚した表皮は真皮側へと増生し、真皮乳頭の

形成が認められ、これも過去の報告 [31] と一致した。

真皮の線維増生は全例で、脂肪織の線維化は 31/34 例 (91%) で認められ、ともに加齢に伴い高度に増生する傾向がみられた。正常な趾蹠組織には厚い脂肪織が存在しており、接地時の衝撃を和らげる役割を果たしていると考えられる。FPD 病変部組織では高度に増生した結合織により脂肪織が置換され、比較的高齢の症例ではほぼ全てが置換されている症例もみられた。結合織の増生は慢性的な炎症性変化のひとつであるが、炎症細胞が脂肪織にも浸潤していたのは 8/34 例 (24%) であり、脂肪織の線維化が認められた症例 31/34 例 (91%) に比して明らかに少ない。結合織の増生は炎症のみならず、物理的な刺激に対する反応性増生である可能性も考えられ、増生した結合織により脂肪織がクッションの役割を果たすことができず、接地時の衝撃を和らげることができなくなり、それがさらに脂肪織を刺激して病変がより進展すると思われる。

グラム染色により、ほとんどの症例では痂皮内および痂皮の表層部にのみ細菌が認められた。検査した 2/34 例 (6%) では糜爛部においても細菌が認められたが、真皮や皮下織など深部においては細菌の存在は認められなかった。後章で示されるように、趾蹠の深部からも多くの細菌が検出されている。病理組織学的検査では、細菌と核の破砕物や変性壊死物等の区別は困難であり、固定時の流出もあり、検出にはある程度の細菌数が存在する必要がある。微生物学的検査の結果との関連性はさらなる検討が必要と思われる。

PAS 染色およびグロコット染色では、1/34 例 (3%) にのみ表皮内に真菌が認められたが、これまで FPD が真菌によって発生したとする報告はない。真菌陽性例の病変部の大きさ、炎症性細胞浸潤、痂皮形成、表皮肥厚、真皮の

線維増生のスコアは低く、FPD の発生の原因と考えるよりも二次的な感染とすべきであろう。

今回の研究により、FPD 病変は日齢とともに重度になり、飼養期間が長くなるほど病変が進行する傾向があることが示唆された。しかしながら FPD 病変の形成に対する細菌や真菌の関与がどの程度であるかを病理組織学的に深く究明することは出来なかった。ただし、脂肪織の線維化は、これまで注目されておらず、疾患の進行との関係について今後検討すべき病変と思われた。

2-5. 小 括

ブロイラー鶏の FPD の病変発生からその進展に関して経時的に病理組織学的検索を行い、形態学的変化および細菌の関与について検討した。肉眼的に FPD 病変が認められた 1、2、3、4、および 7 週齢のブロイラー鶏の足 34 例において、常法に従ってパラフィン切片を作製し、HE 染色、グラム染色、PAS 染色およびグロコット染色を行い、病変を判定的に評価した。その結果、76%の症例では FPD 病変部組織に広く潰瘍が形成され、その表面を厚い痂皮が覆っていた。潰瘍形成が認められない症例でも糜爛は存在した。潰瘍部の真皮側には偽好酸球やマクロファージの浸潤、線維芽細胞の増生をみる慢性化膿性炎が認められた。また 18%の個体には多核巨細胞の出現も認められ、肉芽腫性炎へと進行していた。FPD 病変部周囲の表皮は顕著に肥厚し、真皮においては結合織の増生が認められ、結合織の増生はさらに深部に広がり、脂肪織の線維化が顕著に認められた。全例で痂皮内または痂皮の表層部にのみ細菌塊が認められ、真皮や皮下織には認められなかった。全例でグラム陽性お

よび陰性菌が確認され、1例の表皮内に真菌が認められた。FPD病変が日齢とともに重度になり、飼養期間が長くなるほど病変が重度になる傾向が認められた。

第3章

ブロイラー鶏における趾蹠皮膚炎の細菌学的検索

3-1. 緒言

第1章では、全国の5食鳥処理場に搬入された36農場、延45鶏群の8,985羽および5農場、延15鶏群の2,245羽を対象に実施されたFPD発生実態調査において、FPDは全国的に広い範囲のブロイラー農場で発生していること、農場や鶏群によって発生の程度に大きな差のあること、さらには1週齢から発生の見られることを明らかにした。また第2章では、FPD病変部の病理組織学的検索において、FPD病変が日齢とともに重度になり、飼養期間が長くなるほど病変が重度になること、表皮部分にグラム陽性菌およびグラム陰性菌が多く確認されることが判明した。

ブロイラー鶏は湿潤な敷料からなる床面上で飼育されるように、その飼育環境は悪く、この飼育環境がブロイラー鶏の育成成績を低下させることになるが、直接の要因は大腸菌症が最も多い[36、43]。このほかブドウ球菌症やクロストリジウム感染症などもしばしば発生する。これらの感染症の原因菌は、多くが鶏舎内の敷料中に存在し、経口あるいは呼吸器感染によって感染すると思われる。

FPD病変部は化膿性皮膚炎であり、常時敷料に接している。このFPD病変部から菌が鶏体内に侵入し、感染症になるとすれば、この部位は菌の重要な侵入門戸として捉えなければならない。これまで、FPD病変部からの菌分離に関する

る報告は見当たらない。著者らは、予備的試験において、FPD 深部組織から血液寒天を用いて菌分離を試みたところ、非常に多種多様の異なるコロニーを示す菌が分離された。そこで、本章では、FPD 深部組織からまず鶏の主要病原細菌であるブドウ球菌および大腸菌の分離を試みることにした。

3-2. 材料および方法

1) 菌分離-1

鹿児島県内のK食鳥処理場に搬入された7週齢のブロイラー鶏の左足の中から、肉眼的に明らかな FPD 病変が認められた 246 検体（9 鶏群；1 鶏群当たり 15～33 検体）を採取し、冷蔵下で実験室に搬入、すみやかに FPD 病変部から 0.5cm ほど離れた部位を 70%アルコール綿および加熱スパーテルで消毒したのち FPD 下織に向けて無菌的に切開し、滅菌スワブで採材した（写真 3-1）。分離用培地にはマンニット食塩培地（日水、東京）および DHL 寒天培地（日水、東京）を用いた。これらの培地 1 枚の 1/2 面に採材後のスワブ 1 検体を塗布し、その塗布面から残り 1/2 面に白金耳を用いて伸展させ、37℃で 2 日間好気培養した。

各培地のスワブ塗布面での分離培養状態を、陰性（コロニーが 4 つ以下）、低増殖（コロニー 5 つ以上で計数可能な数）および高増殖（コロニー形成を認めるものの計数不可）に分類した。その後、“低増殖”又は“高増殖”に判定されたシャーレ 1 枚から 1～3 コロニーを釣菌し、普通寒天培地で 2 回クロウニングを行ったのちに分離株として保存、同定に供試した。なお、DHL 寒天培地ではピンク色の、マンニット食塩培地では黄色又は白色の各コロニーを対象

にクローニング培養した。分離株はグラム染色による鏡検で大腸菌様株とブドウ球菌様株に分類し、腸内細菌科同定用キット（アピ 20：シスメックス・ピオメリユー、東京）あるいはブドウ球菌同定用キット（N-ID テスト・SP-18「ニッスイ」：日水、東京）を用いてそれぞれ同定した。

2) 菌分離-2

鹿児島県内のK食鳥処理場に搬入された7週齢のブロイラー鶏の左足の中から、肉眼的に重度な FPD 病変が認められた 50 検体（2 鶏群；1 鶏群 25 検体）を採取し、”菌分離-1”と同様な方法で、卵黄加マンニット食塩培地（日水、東京）に塗布し、37℃で2日間培養観察後、卵黄反応陽性コロニーを釣菌した。クローニングおよび同定方法も”菌分離-1”と同様である。

3-3. 結 果

1) 菌分離-1

マンニット食塩培地では 106 検体（43%）において菌の増殖が認められ、140 検体では認めなかった。増殖を認めた検体のうち、高増殖を示した検体は 25 例（10%）で、低増殖は 81 例（33%）であった（写真 3-2）。DHL 寒天培地では、高増殖の検体は認められず、低増殖が 22 例（9%）に認められたが、このうちピンク色の大腸菌が疑われるコロニーが観察された検体は 9 例のみであった。マンニット食塩培地のコロニーからクローニングされたブドウ球菌様の 211 株の同定結果、16 種に分類された（表 3-1）。その割合は鶏群別で異なる場合があったものの、全体として *Staphylococcus(S) lentus* および *S.*

simulans の 2 菌種が優勢で、全体の 57.3% を占めた。なお判定不能株が 10 株 (4.74%) 認められた。

一方、DHL 寒天培地で低増殖ながらも検出され、クローニングされた 9 株を同定した結果、大腸菌は 6 株 (6/246、2.4%) であった。

2) 菌分離-2

卵黄加マンニット食塩培地での分離結果では、卵黄反応陽性コロニーは検出できなかった。

3-4. 考 察

前章の病理組織学的検索において、病変部の組織切片のグラム染色ではほとんどの症例で痂皮内あるいは表層部にのみ細菌が認められたが、深部では確認できなかった。血液寒天培地を用いた予備試験において多種多様な細菌が分離された (未発表) ことから、今回の試験ではブドウ球菌および大腸菌に的を絞り、両細菌の選択分離用培地を用いて分離を試みた。その結果、ブドウ球菌用選択培地のマンニット食塩培地上に多くの菌が分離された。なお、140 検体においては菌が分離されなかったが、培地の種類を変えることで分離される検体が増えた可能性はある。あるいは、FPD 病変部の深部をメスで切開する際に、深く切開しすぎた可能性も考えられる。切開する場所 (深さ) によって菌の分離状況が左右されることを考慮する必要があるだろう。

マンニット食塩培地で分離された菌を同定した結果、*Staphylococcus lentus* および *S. simulans* が優勢で、*S. aureus* が分離されなかった。このこ

とは、Awan ら[4]が6週齢ブロイラー鶏の血液、肝臓および膝関節から菌を分離した結果、*S. lentus* および *S. simulans* が最も高率に分離され、*S. aureus* はわずかに1株（全132株中）であったとする報告に類似している。同様に、木南ら[29]の淘汰ブロイラー鶏の脊椎膿瘍からの菌分離成績においても *S. cohnii* などが優勢に分離され、*S. aureus* はわずかに1株のみである。本研究においても、FPD病変部の深部から卵黄反応を指標として *S. aureus* を分離しようと試みたが分離できなかった。*S. aureus* が分離できずに、他のブドウ球菌が容易に分離されることは興味深いことである。優勢に分離された *S. lentus*、*S. simulans* あるいは *S. cohnii* などは湿潤な床面での分布状況（菌量）も同様に高いか否か、今後調査する必要があるだろう。また、これらの菌の鶏への病原性あるいは育成成績への関わりについても検討する必要がある。

大腸菌の分離率は予想外に低かった。大腸菌は湿潤な床面で常在していると思われるが、FP深部への侵入の頻度は低いことが判明した。

今回の調査において、大腸菌や *S. aureus* の分離率が低かったが、これらの菌がこの部位でそれほど増殖していなかったことだけでFPD病変部がこれらの菌の侵入門戸として否定されることにはならないだろう。

3-5. 小 括

肉用鶏のFPDを細菌学的に検索した。材料は7週齢ブロイラー鶏の肉眼的に重度の皮膚炎を呈した趾蹠を用いた。病変部深層からブドウ球菌が高率(43%)に分離され、同定の結果 *S. lentus* および *S. simulans* が優位を占めた。

S. aureus は分離されなかった。大腸菌は低率（2.4%）ながら分離された。
優位を占めた菌の FPD への関与については今後の検討課題である。

総括

ブロイラー鶏の趾蹠に発生する接触性皮膚炎 (Footpad dermatitis: FPD) は古くから湿潤な床面で発生しやすい疾病として知られている。ブロイラー鶏の足部分は食材として利用されるが、FPD の発生している足は廃棄されるため、大きな経済的損失となる。一方、この FPD は鶏の健康を害し、苦痛を与える要因となりうるとの考えから、欧米では家きんのアニマルウェルフェア (動物福祉) の指標のひとつとして議論されている。さらに、FPD 病変部は病原性細菌などの侵入門戸になりうることも危惧される。このように FPD は養鶏産業上重要な疾病であるにも係らず、わが国においては FPD への関心度は低く、その発生状況や被害については全く不明である。そこで、わが国におけるブロイラー鶏の FPD の発生実態を知る目的で本研究を行なった。

序文では研究の背景として、対象としたブロイラー鶏の歴史、わが国でのブロイラー鶏、ブロイラー産業、ブロイラー鶏の飼養管理および本研究の目的を、いくつかの文献資料を参考にして概説した。

第1章では、わが国のブロイラー鶏における、FPD の発生実態を調査した。食鳥処理場に出荷された 36 農場の延 45 鶏群のブロイラー鶏 8,985 羽を調査したところ、FPD は全ての鶏群で高率に観察された。観察した全ての個体に FPD を認めた鶏群も存在した。病変の程度をスコア 0~3 の 4 段階で分類したところ、スコア 0 が 1,181 例 (13.1%) に、スコア 1 は 2,992 例 (33.3%)、

スコア 2 は 3,000 例 (33.4%), スコア 3 は 1,812 例 (20.2%) であった。鶏群間で平均スコアを求めたところ、0.31~2.69 と大きくばらついた。雄での平均スコアは雌よりも高かった。ウインドレス鶏舎と開放鶏舎でのスコアを比較したが差を認めなかった。異なる季節において調査した 4 農場の成績では、3 農場において冬での平均スコアが夏より高かった。延 15 鶏群 2,245 羽を対象にした農場内での日齢別観察では、FPD が既に 7 日齢から発生し、日齢と共に重度になっていくことが判った。

第 2 章では、ブロイラー鶏の FPD の経時的病理組織学的検索を行い、形態学的変化および細菌の関与について検討した。肉眼的に FPD 病変が認められた 1、2、3、4 および 7 週齢のブロイラー鶏の足 34 例において、常法に従ってパラフィン切片を作製し、HE 染色、グラム染色、PAS 染色、グロコット染色を行い、病理変化を半定量的に評価した。その結果、76%の症例では FPD 病変部組織に広く潰瘍が形成され、その表面を厚い痂皮が覆っていた。潰瘍部の真皮側には偽好酸球やマクロファージの浸潤、線維芽細胞の増生をみる慢性化膿性炎が認められ、また 18%の個体には多核巨細胞の出現も認められ、肉芽腫性炎へと進行していた。FPD 病変部周囲の表皮は顕著に肥厚し、真皮においては結合織の増生が認められ、脂肪織では線維化が顕著に認められた。全例で痂皮内または痂皮の表層部にのみグラム陽性あるいはグラム陰性の細菌塊が認められ、1 例の表皮内に真菌が認められた。このように FPD 病変が日齢とともに重度になり、飼養期間が長くなるほど病変が重度になる傾向にあることがわかった。

第3章では、FPDが病原細菌の侵入門戸になっているか否かという視点から、7週齢ブロイラー鶏の肉眼的に重度のFPDを示した検体を用い、細菌学的に検索した。その結果、病変部深層からブドウ球菌が高率（43%）に分離され、同定の結果 *Staphylococcus (S) lentus* および *S. simulans* が優位を占めた。*S. aureus* は分離されなかったが、大腸菌は低率（2.4%）ながら分離された。優位を占めた菌のFPDへの関与については今後の検討が必要である。

本研究により、わが国のブロイラー鶏においてFPDが広範に発生していることが判明した。今後は、このFPDの発生要因を追求するとともに、FPDがブロイラー鶏の個体としての健康に、あるいは鶏群全体の育成成績にどのように関わっているのか、さらにFPDの発生防止策はあるのか、などが研究課題であろう。

謝 辞

本研究の計画立案から論文作成に至る全般にわたり、終始ご指導いただいた鹿児島大学農学獣医学科病態・予防獣医学講座微生物学分野、高瀬公三教授に謹んで感謝します。

調査、実験およびデータのとりまとめ、論文作成等に多大なご助言、ご協力いただいた鳥取大学農学部獣医学科病態・予防獣医学講座獣医公衆衛生学分野、伊藤壽啓教授および鹿児島大学農学部獣医学科病態・予防獣医学微生物学分野、小尾岳士准教授にお礼申し上げます。

病理学的検索の部分では、鹿児島大学農学部獣医学科病態・予防獣医学講座病理学分野、三好宣彰教授および川口博明准教授、ならびに学生（当時）荒木航氏に大変お世話になりました。

また微生物学的検索については、同講座微生物学分野の学生（当時）宮地裕也氏に多大なるご協力をいただきました。

材料観察および採取に当たっては、ブロイラー養鶏場および食鳥処理場の従業員各位および関係者各位に大変お世話になりました。

皆様のご協力がなければ本研究は達成できなかったと思います。ご指導、ご協力いただいた全ての皆様に、心から感謝の意を表します。

引用文献

1. Abbott, W.W., Couch, J.R. and Atkinson, R.L.: The incidence of foot pad dermatitis in young turkey fed high levels of soybean meal. *Poultry Sci.*, 48, 2186-2188 (1969)
2. Agne, B.: Diagnosis and treatment of foot infections. *J. Equine Vet. Sci.*, 30 (9), 510-512 (2010)
3. Arnould, C., Butterworth, A. and Knierim, U.: Standardization of clinical scoring in poultry. pp. 7-30. In: *Welfare Quality Reports No. 9* (Forkman, B. and Keeling, L. eds.), SLU Service, Uppsala (2009)
4. Awan, M.A. and Matsumoto, M.: Heterogeneity of staphylococci and other bacteria isolated from six-week-old broiler chickens. *Poultry Sci.*, 77, 944-949 (1998)
5. Bilgili, S.F., Alley, M.A., Hess, J.B. and Nagaraj, M.: Influence of age and sex on footpad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets. *J. Appl. Poultry Res.*, 15: 433-441 (2006)
6. Boyer, M.K.: Money in broilers and squabs, together with special chapters on turkey and guinea broilers and green ducklings and geese for market. Michael K. Boyer, Hammonton, N.J. (1904)
7. Burger, R.A. and Arscott, G.H.: A cage-related foot pad dermatitis in dwarf and normal-sized single comb white leghorn layers. *Poultry Sci.*, 63, 1512-1515 (1984)

8. Campo, J.L., Gil, M.G., Dávila, S.G. and Muñoz, I.: Influence of perches and footpad dermatitis on tonic immobility and heterophil to lymphocyte ratio of chickens. *Poultry Sci.*, 84, 1004-1009 (2005)
9. Clarke, J.H.: The broiler industry in West Virginia, Bulletin 338, West Virginia Agri. Exp. Sta., West Virginia. (1949)
10. 畜産技術協会： アニマルウエルフェアの考え方に対応した家畜の飼養管理指針. (社) 畜産技術協会 (2011)
11. 畜産技術協会：ブロイラー飼養実態アンケート調査 (2008) (私信)
12. Chavez, E. and Kratzer, F.H.: Effect of diet on foot pad dermatitis in poults. *Poultry Sci.*, 53, 755-760 (1974)
13. Dawkins, M.S., Donnelly, C.A. and Jones, T.A.: Chicken welfare is influenced more housing conditions than by stocking density. *Nature*, 427, 342-344 (2004)
14. Dhawi, A., Hart, C.A., Demirkan, I., Davies, I.H. and Carter, S.D.: Bovine digital dermatitis and severe virulent ovine foot rot: A common spirochaetal pathogenesis. *Vet. J.*, 169(2), 232-241 (2005)
15. Dozier, III, W.A., Thaxton, J.P., Branton, S.L., Morgan, G.W., Miles, D.M., Roush, W.B., Lott, B.D. and Vizzier-Thaxton, Y.: Stocking density effects on growth performance and processing yields of heavy broilers. *Poultry Sci.*, 84, 1332-1338 (2005)
16. Eichner, G., Vieira, S.L., Torres, C.A., Coneglian, J. L.B., Freitas, D.M. and Oyarzabal, O.A.: Litter moisture and footpad dermatitis as

- affected by diets formulated on an all-vegetable basis or having the inclusion of poultry by-product. *J. Appl. Poultry Res.*, 16, 344-350 (2007)
17. Ekstrand, C., Algers, B. and Svedberg, J.: Rearing conditions and foot-pad dermatitis in Swedish broiler chickens. *Prev. Vet. Med.*, 31, 167-174 (1997)
 18. Ekstrand, C., Carpenter, T.E., Andersson, I. and Algers, B.: Prevalence and control of foot-pad dermatitis in broilers in Sweden. *Br. Poultry Sci.*, 39, 318-324 (1998)
 19. Estevez, I.: Density allowances for broilers; Where to set the limits? *Poultry Sci.*, 86, 1265-1272 (2007)
 20. Green, J.A., McCracken, R.M. and Evans, R.T.: A contact dermatitis of broiler-clinical and pathological findings. *Avian Pathol.*, 14, 23-38 (1985)
 21. Grimes, J.L., Carter, T.A. and Godwin, J.L.: Use of a litter material made from cotton waste, gypsum, and old newsprint for rearing broiler chickens. *Poult. Sci.*, 85, 563-568 (2006)
 22. Harms, R.H. and Simpson, C.F.: Biotin deficiency as a possible cause of swelling and ulceration of foot pads. *Poultry Sci.*, 54, 1711-1713 (1975)
 23. Harms, R.H., Damron, B.L. and Simpson, C.F.: Effect of wet litter and supplemental biotin and/or whey on the production of foot pad dermatitis in broilers. *Poultry Sci.*, 56, 291-296 (1977)

24. Hermans, P.G., Fradkin, D., Muchnik, I.B. and Morgan, K.L. :
Prevalence of wet litter and the associated risk factors in broiler
flocks in the United Kingdom. *Vet. Rec.*, 158, 615-622 (2006)
25. Hocking, P.M., D'Earth, R.B. and Kjaer, B.: Genetic selection. pp.
263-277, In: *Animal welfare*, 2nd ed. (eds. Appleby MC, et al.),
Cambridge Univ. Press, Cambridge (2011)
26. 星野妙子、清水達也、北野浩一：養鶏インテグレーションの基礎知識、
pp1-43、ラテンアメリカの養鶏インテグレーション調査研究報告書、日
本貿易振興機構アジア経済研究所 (2008)
27. Kestin, S.C. and Sørensen, P.: Different commercial broiler crosses
have different susceptibilities to leg weakness. *Poultry Sci.*, 78,
1085-1090 (2000)
28. Kjaer, J.B., Su, G., Nielsen, B.L. and Sørensen, P.: Foot pad dermatitis
and hock burn in broiler chickens and degree of inheritance. *Poultry
Sci.*, 85, 1342-1348 (2006)
29. 木南藍子, 御領政信, 佐々木淳, 生澤充隆, 岡田幸助：淘汰ブロイラー鶏
における脊椎膿瘍. *日獣会誌*, 62, 289 - 293 (2009)
30. Laven, R.A, Logue, D.N.: Treatment strategies for digital dermatitis
for the UK. *Vet. J.*, 171(1), 79-88 (2006)
31. Martland, M.F.: Ulcerative dermatitis in broiler chickens; the effects of
wet litter. *Avian Pathol.*, 14, 353-364 (1985)
32. Martland, M.F.: Wet litter as a cause of plantar pododermatitis,

- leading to foot ulceration and lameness in fattening turkeys. *Avian Pathol.*, 13, 241-252 (1984)
33. Martrenchar, A., Boilletot, E., Huonnic, D. and Pol, F.: Risk factors of foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. *Prev. Vet. Med.*, 52, 213-226 (2002)
34. Mayne, R.K.: A review of the aetiology and possible causative factors of foot pad dermatitis in growing turkeys and broilers. *World's Poultry Sci. J.*, 61, 256-267 (2005)
35. Mayne, R.K., Powell, F., Else, R.W., Kaiser, P., Hocking, P.M.: Foot pad dermatitis in growing turkeys is associated with cytokine and cellular changes indicative of inflammatory immune response. *Avian Pathol.*, 36(6), 453-459 (2007)
36. 村瀬敏之: 最近の大腸菌症. 鶏病研究会報, 46 (増刊号), 1-4 (2010)
37. 内藤善久: 蹄および趾間の疾病. pp.172-175. 獣医内科学大動物編 (川村清市, 内藤義久, 前出吉光 監修). 文永堂出版. 東京 (2005)
38. 農林水産省: 食鶏取引規格、平成5年3月10日5畜A第435号農林水産省畜産局長通達 (1993)
39. OIE(国際獣疫事務局): Animal welfare and broiler chicken production, Draft chapter X, Annex 14, pp. 301-316, Meeting of the OIE Terrestrial Animal Health Standards Commission (2011)
40. 大西靖彦: 肉用鶏、pp.200-210、畜産大辞典、佐々木清綱監修、養賢堂、東京 (1973)

41. Pagazaurtundua, A. and Warriss, P.D.: Levels of foot pad dermatitis in broiler chickens reared in 5 different systems. *Br. Poultry Sci.*, 47, 529-532 (2006)
42. Sørensen, P., Su, G. and Kestin, S.C.: Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 79, 864-870 (2000)
43. 高瀬公三: 鶏病の発生実態と病原体の浸潤状況. *畜産の研究*, 55 (9) , 989-994 (2001)
44. 田先威和夫: 米国における養鶏の推移、pp.1225-1232、*畜産大辞典*、佐々木清綱監修、養賢堂、東京 (1973)
45. Thomas, D.G., Ravindran, V., Thomas, D.V., Camden, B.J., Cottam, Y.H., Morel, P.C.H. and Cook, C.J.: Influence of stocking density on the performance, carcass characteristics and selected welfare indicators of broiler chickens. *New Zeal. Vet. J.*, 52(2), 76-81 (2004)
46. Wang, G., Ekstrand, C. and Svedberg, J.: Wet litter and perches as risk factors for the development of foot pad dermatitis in floor-housed hens. *Br. Poultry Sci.*, 39, 191-197 (1998)
47. Weitzenburger, D., Vits, A., Hamann, H., Hewicker-Trautwein, M. and Distl, O.: Macroscopic and histopathological alterations of foot pads of laying hens kept in small group housing systems and furnished cages. *Br. Poultry Sci.*, 47, 533-543 (2006)



写真 序-1. 店頭に並ぶ鶏足
 (中国大連市にて 2011/11/18 撮影、
 左: 味付加工品、右: 新鮮加工品)



写真 1-2. ブロイラー鶏 50 日齢
 (円内を趾蹠面全体としてスコア判定
 に利用)



写真 1-3. FPD のスコア判定例
 (左より、スコア 0、1、2 および 3)



写真 1-4. レイヤー親鳥の足
 (趾蹠皮膚炎は見当たらない)

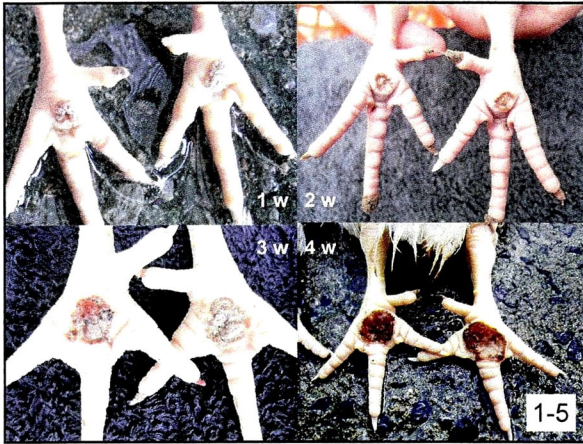


写真 1-5. ブロイラー鶏 1~4 週齢
の趾蹠皮膚炎

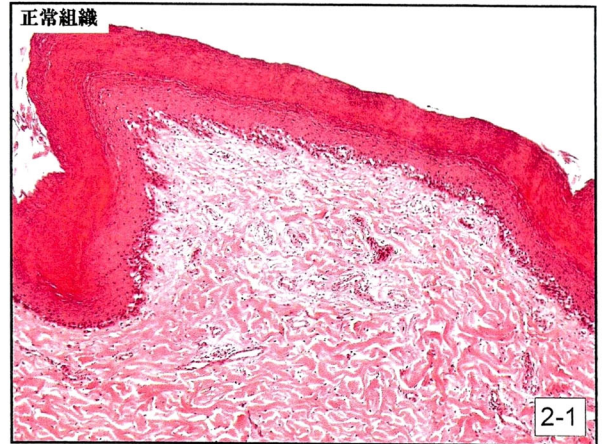


写真 2-1. ブロイラー鶏 52 日齢
(HE 染色 : 正常組織)



写真 2-2. ブロイラー鶏 52 日齢
(HE 染色 : 痂皮形成部)



写真 2-3. ブロイラー鶏 52 日齢
(HE 染色 : 糜爛形成部)

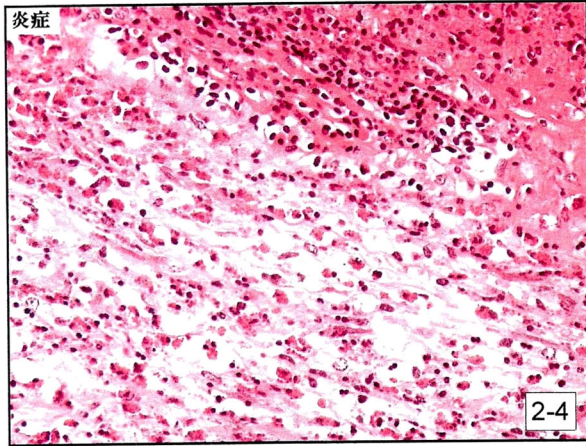


写真 2-4. ブロイラー鶏 52 日齢
(HE 染色：炎症部位)

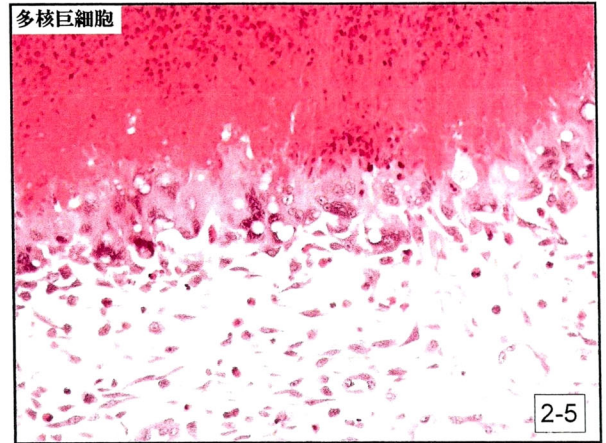


写真 2-5. ブロイラー鶏 52 日齢
(HE 染色：多核巨細胞出現部位)



写真 2-6. ブロイラー鶏 52 日齢
(HE 染色：真皮乳頭形成部位)

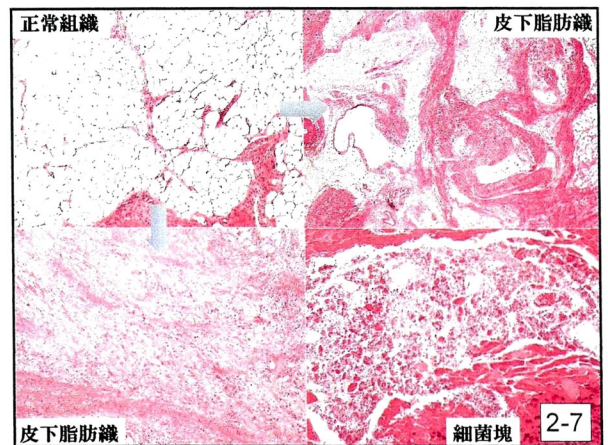


写真 2-7. ブロイラー鶏 52 日齢
(HE 染色：脂肪織の著しい繊維化および痂皮部に認められた細菌塊)

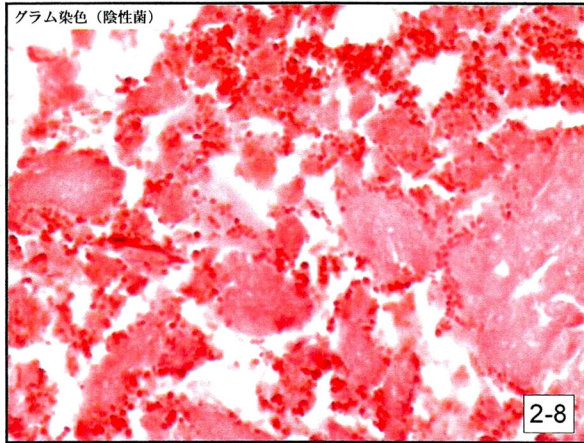


写真 2-8. ブロイラー鶏 52 日齢
 (グラム染色：痂皮内に認められた
 グラム陰性の細菌塊)

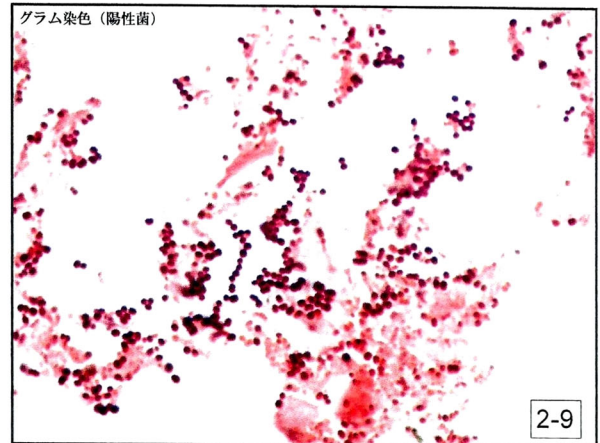


写真 2-9. ブロイラー鶏 52 日齢
 (グラム染色：痂皮内に認められた
 グラム陽性の細菌塊)

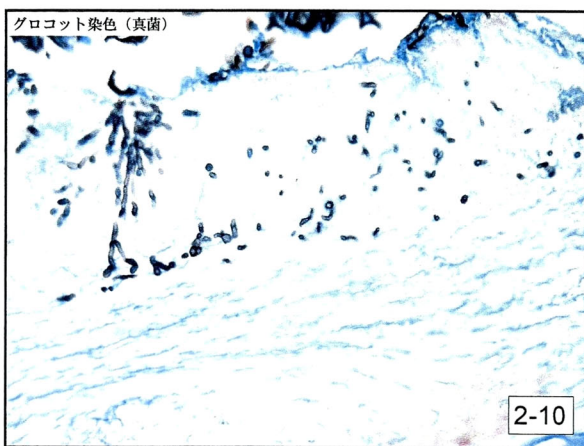


写真 2-10. ブロイラー 7 日齢
 (グロコット染色：表皮内に認められ
 た真菌の菌糸)

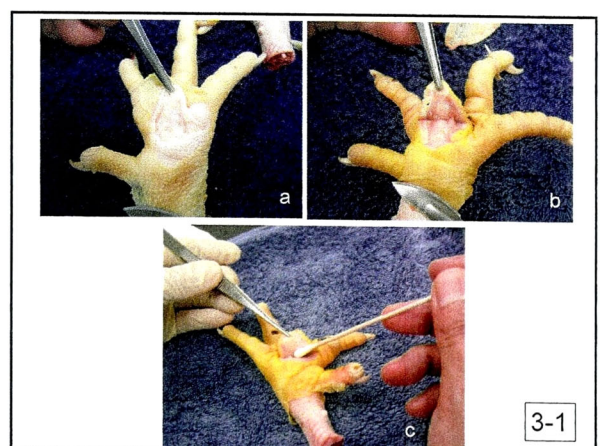


写真 3-1. FPD 組織からの菌分離
 (a : FPD スコア 0、b : FPD スコア 3、c :
 滅菌綿棒でスワップ採取)



写真 3-2. マンニット食塩培地での菌分離例（左：高増殖の認められた例、右：低増殖の認められた例）

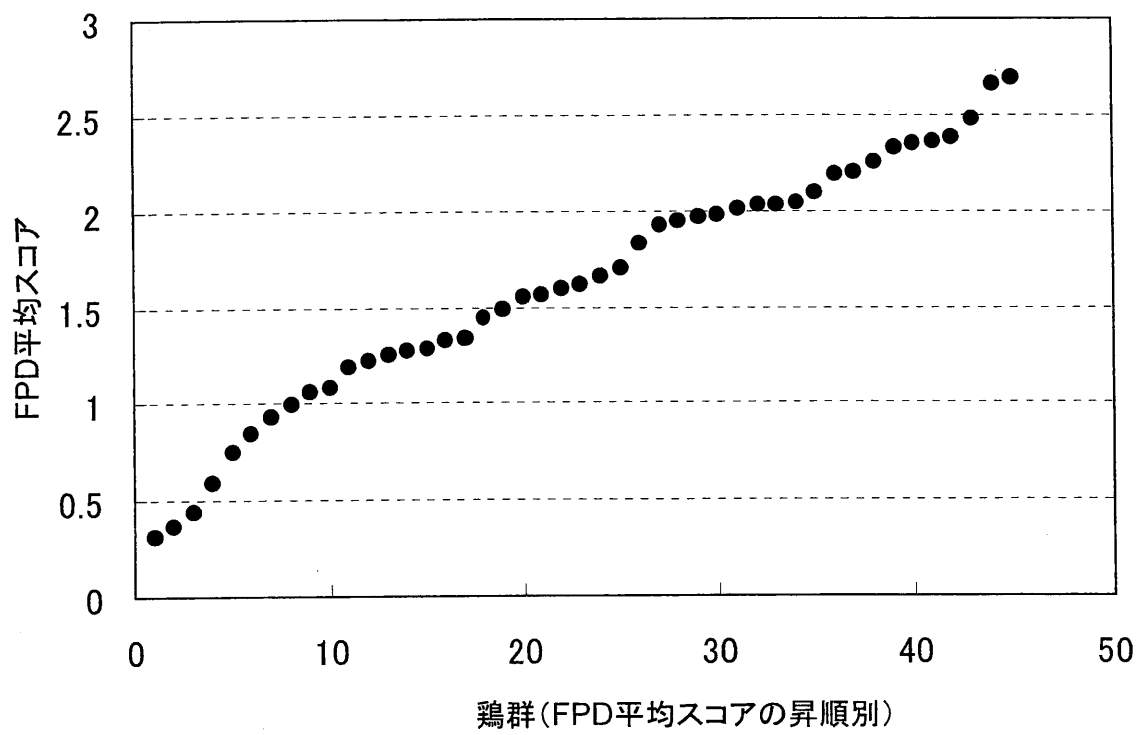


図 1-1. 調査したブロイラー鶏群の平均スコアの分布 (昇順別)

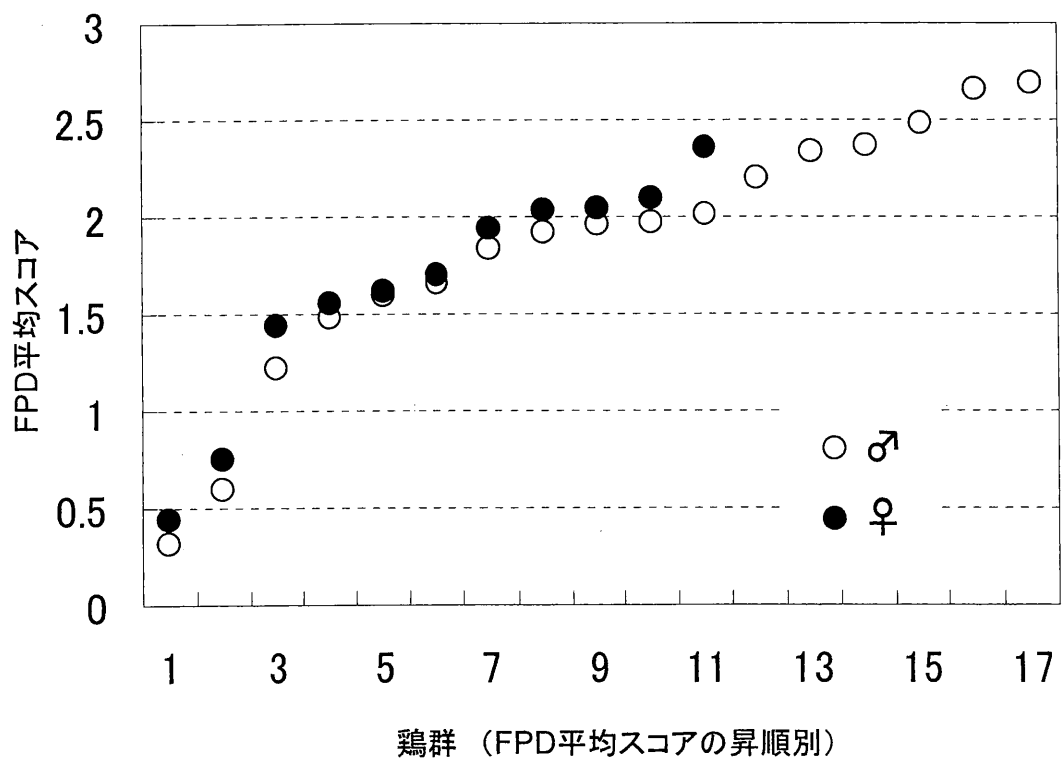


図 1-2. 雌雄別の平均スコアの分布 (昇順別)

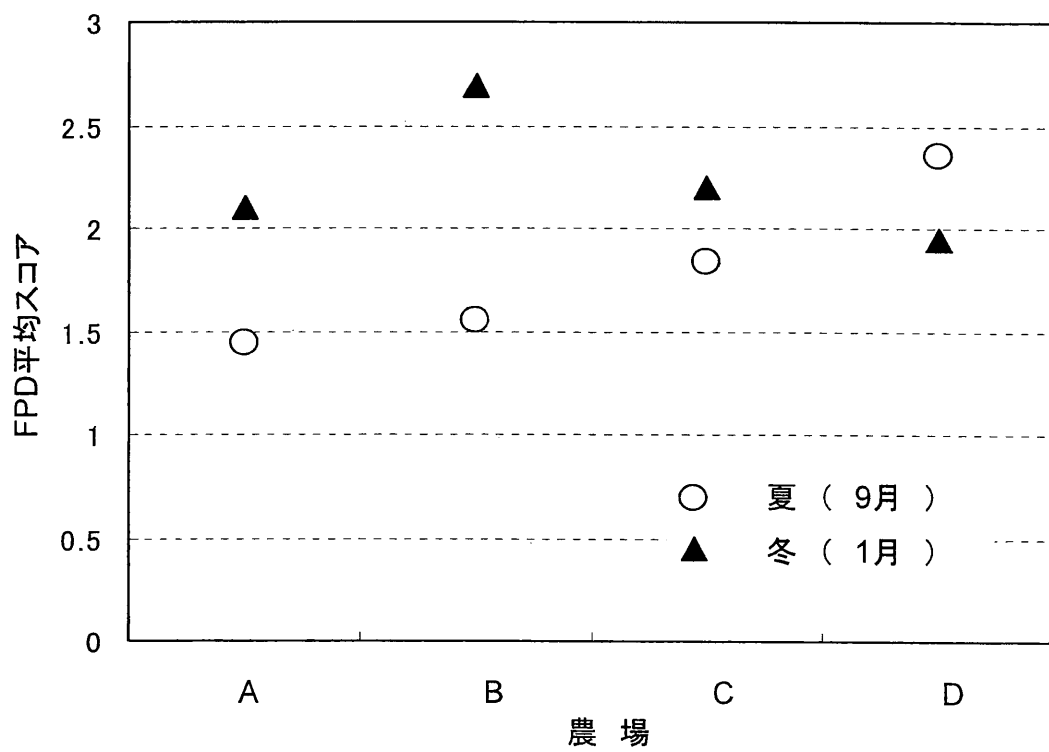


図 1-3. 季節別の平均スコアの分布 (昇順別)

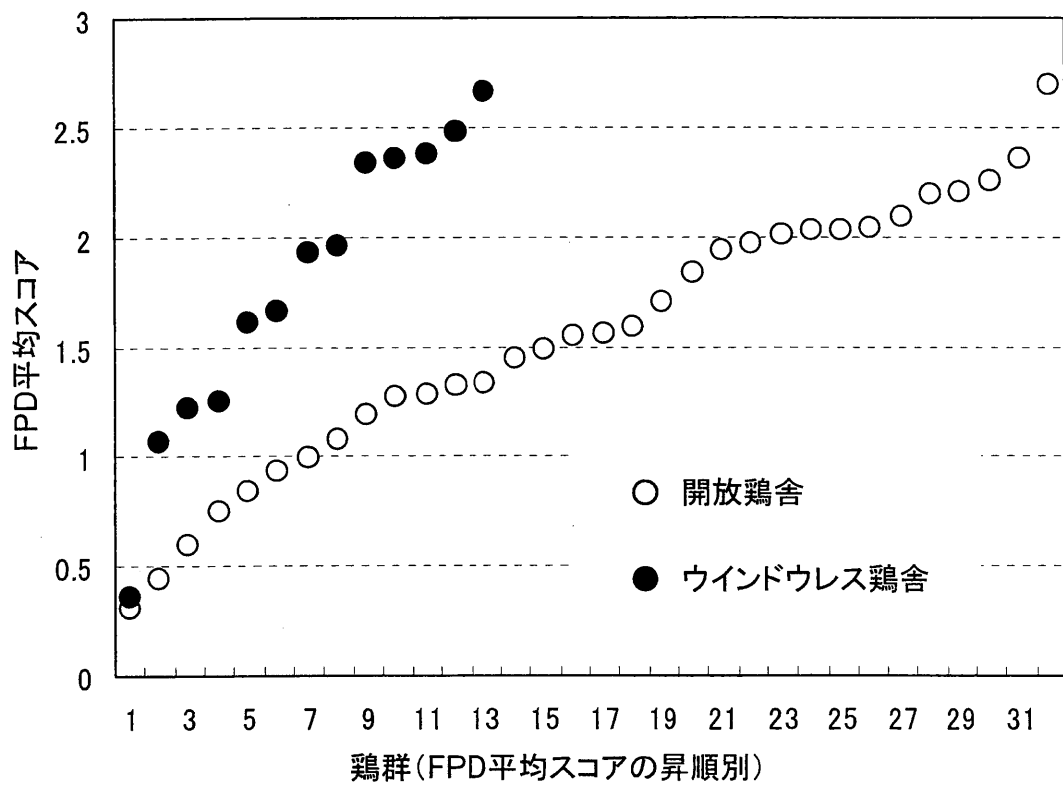


図 1-4. 鶏舎構造別の平均スコアの分布 (昇順別)

表 1-1. 食鳥処理場において観察されたブロイラー鶏足先部分の由来

項目	内容
検体	剥皮前の左側足先部分
地域	南九州(鹿児島、宮崎の29農場)および東北(岩手、秋田の7農場)地域
収集時期	2008年9月～2009年7月に出荷された鶏
鶏銘柄	CHの8673羽、CBの487羽、および混合の425羽
日齢	49～60日齢(平均53.2日齢)
雌雄	雄雌を区別して観察、一部は雌雄不明(混合飼育のため)
農場数	36農場、延45鶏群
検体数	8,985羽 (101～254羽/鶏群)

表 1-2. 週齢別趾蹠皮膚炎の発生状況

農場	週齢/日齢	観察羽数	病変スコア				平均スコア	
			0	1	2	3		
E	1	7	210	203	7	0	0	0.03
F		7	206	197	9	0	0	0.04
G		7	207	183	24	0	0	0.12
H		7	205	21	166	18	0	0.69
平均								
E	2	14	205	89	66	50	0	0.81
F		14	211	112	75	24	0	0.58
G		14	30	0	4	26	0	1.87
H		14	205	126	63	16	0	0.46
K		13	47	0	3	44	0	1.94
平均								1.13
E	3	21	209	7	60	134	8	1.68
H		19	208	3	56	146	3	1.72
K		21	35	0	1	8	26	2.71
平均								2.04
E	4	28	109	2	29	73	5	1.74
H		28	100	3	17	45	35	2.12
K		28	68	0	5	33	30	2.48
平均								

表 2-1. 病理組織学的変化の評価方法

項目	スコア1*	スコア2	スコア3
潰瘍 (40倍視野での大きさ)	1 視野未満	1~3視野	4視野以上
炎症性細胞浸潤	真皮浅部まで浸潤	真皮深部まで浸潤	脂肪織まで浸潤
痂皮形成 (正常角質に対する厚さ)	2倍未満	2~3倍未満	3倍以上
表皮肥厚 (正常組織に対する厚さ)	2倍未満	2~3倍未満	3倍以上
真皮の線維増生	増生あり	正常部の2倍未満の厚さ	正常部の2倍以上の厚さ
脂肪織の減少 (線維化)	わずかな減少	半分未満の減少	半分以上の減少

* スコア0 : 病変なし

表 2-2. 特殊染色方法

A グラム染色	B グロコット染色
① 脱パラフィン後、流水・蒸留水の水洗 ② Hucker-Connのクリスタルバイオレット (室温、30秒) ③ 流水洗、蒸留水 ④ ルゴール液 (室温、30秒) ⑤ 流水洗、蒸留水 ⑥ 濾紙で軽く押さえて水分を除く ⑦ 純エタノール (室温、組織の青変まで) ⑧ 流水洗、蒸留水水洗 ⑨ 0.1%サフラン液 (室温、10秒) ⑩ 流水洗、蒸留水水洗 ⑪ 脱水、透徹、封入	① 脱パラフィン後、流水・蒸留水の水洗 ② 5%クロム酸液 (室温、60分) ③ 流水洗 (室温、10分) ④ 1%重亜硫酸ナトリウム液 (室温、1分) ⑤ 流水洗 (室温、5分)、蒸留水水洗 (室温、3回) ⑥ 5%ホウ砂液添加メテナミン銀液 (50°C、60分) ⑦ 蒸留水水洗 (室温、5回) ⑧ 0.1%塩化金液 (3分) ⑨ 蒸留水水洗 (室温、1回) ⑩ 2%チオ硫酸ナトリウム液 (室温、3分) ⑪ 蒸留水水洗 (室温、5分) ⑫ ライトグリーン液 (室温、30秒) ⑬ 脱水、透徹、封入
C PAS染色	
① 脱パラフィン後、流水洗、蒸留水水洗 ② 0.5%過ヨウ素酸水溶液 (室温、10分) ③ 蒸留水水洗 (室温、2回) ④ シッフ試薬 (暗所、室温、15分) ⑤ 亜硫酸水 (室温、3分、3回) ⑥ 流水洗 (室温、4分)、蒸留水水洗 ⑦ ヘマトキシリン (室温、3分) ⑧ 流水洗 (室温、10分)、蒸留水水洗 ⑨ 脱水、透徹、封入	

表 2-3. 組織病変の検出率

週 齡	検体数*	潰瘍	糜爛	多核巨細胞	脂肪織の線維化
1	7	3 (43) ^{a)}	5 (71)	0 (0)	6 (86)
2	7	4 (57)	4 (57)	0 (0)	7 (100)
3	7	6 (86)	3 (43)	0 (0)	5 (71)
4	3	3 (100)	0 (0)	2 (67)	3 (100)
7	10	10 (100)	0 (0)	4 (40)	10 (100)
全体	34	26 (76.5)	12 (35.3)	6 (17.6)	31 (91.2)

^{a)} 陽性検体数 (%)

* 炎症性細胞浸潤、痂皮、表皮肥厚および真皮の線維増生は全例で検出 (100%)

表 2-4. 病理組織学的変化の評価結果

週齡	検体数	病変とその平均スコア							
		潰瘍	糜爛	細胞浸潤	多核巨細胞	痂皮の厚さ	表皮の肥厚	真皮の線維増生	脂肪織の線維化
1	7	0.4	0.7	1	0	1	1.7	1	1.6
2	7	0.6	0.6	1.7	0	1.7	2.3	1.3	1.7
3	7	1.3	0.4	1.6	0	2.1	2.8	1.7	1.6
4	3	2.7	0	2.7	0.7	3	3	3	3
7	10	2.3	0	2.1	0.4	3	2.9	2.6	2.2

表 3-1. 病変部の深部組織由来ブドウ球菌

菌種	株数	(%)
<i>S. lentus</i>	62	(29.4)
<i>S. simulans</i>	59	(28.0)
<i>S. hyicus</i>	14	(6.64)
<i>S. cohniiB</i>	14	(6.64)
<i>S. gallinarum</i>	13	(6.16)
<i>S. cohniiA</i>	11	(5.21)
<i>S. chromogenes</i>	10	(4.74)
<i>S. captis</i>	3	(1.42)
<i>S. warneriB</i>	3	(1.42)
<i>S. sciuri</i>	2	(0.95)
<i>S. kloosii</i>	2	(0.95)
<i>S. intermedius</i>	2	(0.95)
<i>S. carnosus</i>	2	(0.95)
<i>S. arlettae</i>	2	(0.95)
<i>S. warneriA</i>	1	(0.47)
<i>S. xylosus</i>	1	(0.47)
判定不能	10	(4.74)
合計	211	(100)

(Summary)

An Investigation into the Actual Occurrence of Footpad
Dermatitis of Broiler Chickens in Japan

By
Shinichiro HASHIMOTO

Contact dermatitis that occurs on the foot pads of broiler chickens (Footpad dermatitis: FPD) has long been known as the disease tends to occur on wet litter. The paws of broiler chickens, the portion of the leg below the spur, are used as common fare in some cuisines and FPD causes downgrades and condemnations of saleable chicken paws so that this condition results in large economic loss. On the other hand, with the idea that FPD impairs the bird health and can cause pain, the occurrence of FPD is now discussed as a criterion in animal welfare assessments of poultry production systems in Europe and the United States. In addition, FPD lesions may be a gateway for bacteria and this could be a hygiene problem. As just described, FPD is in the important interest of the world's poultry industry, but its occurrence and damage are completely unknown in Japan because of the lack of respect. Therefore, the purpose of this study was to examine the actual status of FPD of broiler chickens in our country.

In Chapter 1, the current status of FPD of broiler

chickens in our country was investigated. A total of 8,985 broiler chickens in 45 flocks from 36 farms were examined in poultry processing plants, and FPD was observed at a high rate in all of the flocks. There was a flock that showed FPD in all the birds observed. The foot pads of all birds were scored for the presence of gross lesions, and the scoring was made on a numerical basis ranging from 0 to 3. A score of 0 was recorded for 1,181 cases (13.1%) and a score of 1 was 2,992 cases (33.3%), score (2) 3,000 cases (33.4%), score (3) 1,812 cases (20.2%), respectively. Average scores were calculated for each flock, and there was a huge variation ranged from 0.31 to 2.69. The average scores were higher in males than females. A comparison between the average scores of window-less and open sided houses showed no significant differences. The results were attained on 4 farms at different seasons, and 3 farms showed higher average scores in winter than in summer. Next, 2,245 birds in total 15 flocks were observed according to the days of age on farms, and it was found that FPD had already occurred at 7 days of age and increased the severity with the age.

In chapter 2, longitudinal studies on the histopathological findings of FPD of broiler chickens were conducted, and the morphological alteration and bacterial involvement were investigated. Conventional paraffin sections of 34 foot pads with FPD gross lesions at 1, 2, 3, 4 and 7 weeks of age were prepared and stained with H&E, Gram stain, PAS stain and Grocott's stain. The histo-pathological changes were evaluated semi

quantitatively. As a result, ulcers were greatly developed in 76% of cases and their surfaces were covered with thick crust. Infiltration of heterophils and macrophages and chronic suppurative inflammation with fibroblasts were found in the dermal side of the ulcer, and in 18% of cases multinucleate giant cells were found to indicate granuloma development. Epidermis adjacent to the FPD lesions was markedly thickened, proliferation of connective tissue was found in dermis and fibrosis of adipose tissue was remarkable. In all cases gram-negative or gram-positive bacterial mass were found in the crusts or only on the surface of the crusts, and in 1 case the fungus was observed in the epidermis. As mentioned above, it was found that the FPD lesions increase the degree of pathological changes along with the days of age and the length of feeding period tends to contribute the severity of FPD.

In Chapter 3, from the perspective of whether or not FPD is a portal of entry of pathogenic bacteria, samples were taken for bacteriological analysis from broiler chickens at 7 weeks old with severe FPD gross lesions. As a result, staphylococcal bacteria were isolated at high rates (43%), and identification of the isolates showed that dominant bacterial strains were

Staphylococcus lentus and *S. simulans*. *S. aureus* was not isolated, but *Escherichia coli* was isolated at low rates (2.4%). Further study is needed to investigate the involvement of the dominant bacterial strains to FPD.

It was found that FPD has occurred extensively in broiler chickens in our country. Further research should be carried out in related fields, such as the involvement of FPD to the individual health of broiler chickens, the performance of entire flocks and what strategies can be used to prevent FPD.