

## 肥育牛の栄養と感染症 —飼養管理と免疫の関連性を探る—

木村信熙

木村畜産技術士事務所・日本獣医生命科学大学名誉教授

〒336-0922 埼玉県さいたま市緑区大牧 1438-5

電話：048-873-6916

E.mail：cattleya-house@mercury.dti.ne.jp

### 【はじめに】

我が国の近年の肥育牛の疾病状況をみると、飼養管理の変化による栄養的要因が死廃に影響を及ぼしていると感じられることが多い。そこで本稿では肉牛の飼養管理と免疫との関連性について各種要因を探り、問題提起としたい。

### 【肥育牛の死廃原因】（表1）

肥育牛の死廃原因は消化器病（30.3%）、呼吸器病（24.3%）、循環器病（20.0%）で全体の約75%を占める（平成21年農水省家畜共済統計表）。これを疾病別にみると、肺炎（23.7%）、心不全（19.3%）、鼓脹症（10.5%）である。平成15年と比較して、鼓脹症や第4胃変位などの消化器病の割合は減少しているのに対し、循環器病と呼吸器病の割合が増加している。とくに心不全と細菌性肺炎の増加が著しい。これらは、我が国における肉牛飼養管理の変化に伴うものとも推察され、肥育牛の免疫能の低下も想定されるが、直接的な報告は多くはない。

### 【肥育牛疾病の発生要因】（図1）

疾病の発生要因は、一般に病因要因（病原体）、宿主要因（肥育牛）、環境要因（飼養環境）に大別され、疾病の発生にはこれらがさまざまな程度に関与する。環境汚染は病原体－環境の間

で成り立ち、感染は病因－宿主の間で、そして宿主の受ける種々のストレスは栄養を含めた環境－宿主の状態の間で成り立つ。感染症の発症は汚染と感染とストレスが重なった複合的な原因で生じる。

### 【栄養素と免疫機能】（表2）

肥育牛の栄養を含めた環境条件が、感染症の発症に影響することは多くの断片的な臨床事例でよく知られている。ヒトにおいても「ストレスと栄養」として多くの研究がなされており、機能性食品の開発などにつながっている。動物の免疫に関与する栄養素には、ビタミンA、Eや各種ミネラル、特殊成分がある。

これらのメカニズムについては近年、免疫学、細胞生理学的、遺伝子工学的に多くの研究が進んでいるおり、例えば各種飼料給与時の鶏腸管免疫能の発達の比較、高炭水化物または高脂肪飼料給与時の腸管免疫能の発達との関係、酵母細胞壁・アガリスクなど各種のきのこ類の多糖体である $\beta$ -d-グルカンは細胞性免疫を強化する、天然物や飼料素材、物質などに含まれる各種免疫賦与物質のスクリーニングなど多くの研究がある。これらの研究成果は、抗菌剤を含まない飼料の開発に貢献するものと期待されると同時に、家畜の免疫系に影響を及ぼすさまざまな因子の相互関係や免疫機序解明に関しても貢献している。免疫応答の個体差は、環境要因と遺伝要因により限定されており、近年は免疫遺伝学として研究分野が確立している。肉牛

表1 死廃の原因となった肥育牛の主な疾病発生率の変化  
(平成15年と平成21年の比較)

病名	H15年 (%)	H21年 (%)	動向	病名	H15年 (%)	H21年 (%)	動向
01 循環器病	13.5	20.0	↑	05 泌尿器病	8.0	3.9	↓
10 心不全	13.1	19.3	↑	17 尿毒症	1.3	0.5	↓
03 呼吸器病	21.9	24.3		18 尿石症	5.4	2.3	↓
14 肺炎	21.3	23.7		01 腎結石	0.2	0.1	
01 ウイルス性	0.7	0.5		02 膀胱結石	0.4	0.2	
03 マイコプラズマ性	0.1	0.1		03 尿道結石	4.6	1.9	
04 細菌性	11.7	16.2	↑	04 尿管結石	0.1	0.1	
07 吸引性	0.1	0.2		06 生殖器病	0.1	0.3	
09 その他	8.6	6.7		10 神経系病	0.4	0.8	
04 消化器病	39.0	30.3	↓	12 内分泌及び代謝疾患	0.4	1.1	
25 第一胃食滞	0.3	0.6		13 運動器病	12.2	9.7	↓
28 ルーメンアシドーシス	0.5	0.4		11 股関節脱臼	3.2	2.5	
30 急性鼓脹症	15.7	10.0	↓	20 関節炎	2.8	1.7	
31 慢性鼓脹症	0.3	0.2		38 蹄葉炎	1.0	0.4	↓
37 第四胃潰瘍	0.3	0.3		14 皮膚病	0.3	0.2	
39 第四胃左方変位	1.4	0.6	↓	15 中毒	0	0.1	
40 第四胃右方変位	2.0	0.8	↓	16 ウイルス病	0.1	0.9	
68 脂肪壊死症	2.9	2.9		17 細菌・真菌病	1.6	1.4	
71 肝炎	6.2	4.2		18 原虫・寄生虫病	0.1	0.3	
01 中毒性	0.1	0.1		09 コクシジウム病	0.1	0.2	
02 食餌性	1.4	0.8		19 外傷不慮その他	2.3	3.0	
03 感染性	0.2	0.3					
06 その他	4.4	2.9					
76 肝膿瘍	2.2	0.3	↓				

(肥育肉牛死廃頭数：  
平成15年 26,670頭、平成21年 41,370頭)

(農水省家畜共済統計表より作成 木村信照 2012)

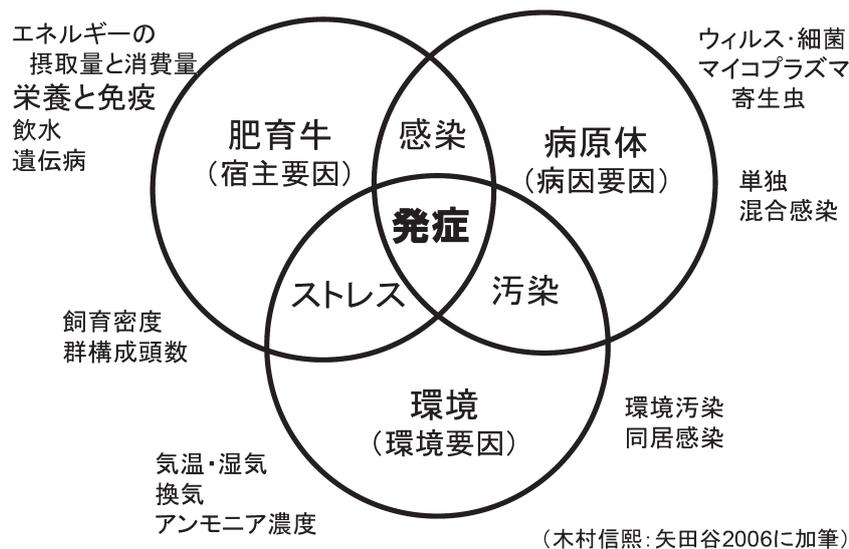


図1 肥育牛感染症発生の要因

表2 栄養素と免疫機能の関係

栄養素	栄養状態	作用
タンパク質	欠乏	急性期タンパク質合成低下、一酸化窒素合成低下、グルタチオン合成低下
アルギニン	欠乏	一酸化窒素合成低下
システイン	欠乏	急性期タンパク質合成低下、抗体産生低下
ビタミン A	欠乏	抗体産生低下、T 細胞機能低下
	過剰	T 細胞機能低下、抗体産生低下、抗原への接着性増加
ビタミン D	欠乏	T 細胞反応低下、胸腺重量低下
ビタミン E	欠乏	T 細胞機能低下
	過剰	抗体産生低下
ビタミン B6	欠乏	抗体産生低下
パントテン酸	欠乏	抗体産生低下
マグネシウム	欠乏	インターロイキン 6 産生増加
亜鉛	欠乏	抗体産生低下、免疫グロブリン合成低下
鉄	欠乏	インターロイキン 1 産生低下、粘膜グロブリン A、M の低下
	過剰	DNA 損傷脂質過酸化
銅	欠乏	抗体産生低下、活性酸素消去酵素活性低下、胸腺、脾臓重量低下

免疫機能および免疫応答制御の栄養による調節 (東北大学 高橋和昭)

の疾病や成長、脂肪酸組成などの生産物の質などを支配する遺伝子も特定されつつある。さらに最近では、牛肉の美味しさに関連する脂肪酸不飽和化酵素 (SCD) 遺伝子の発現は栄養にも支配されることが解明されつつあるように、多くの遺伝子の発現は栄養に支配されている。

#### [我が国の肉牛肥育方式による免疫低下の可能性]

近年の我が国肥育牛の疾病発生状況を見ると、栄養や環境を含めた肥育牛の飼養条件の変化が免疫力を低下させ、感染症を誘発し症状を増強している可能性を想定させる。栄養と免疫の関連性は新しい概念ではなく、畜産業界で従来から家畜に対するストレスが疾病を誘発したり重篤化させたりする、という表現で栄養と疾病の関係が認識されてきた。したがってストレスを軽減させる飼養管理として、飼育環境や飼料内容、給与法などが工夫されてきたが、飼養管理方法の変化による免疫低下の認識は畜産現場では強くない。

我が国の近年の肥育牛飼養方式から、免疫に関連すると思われる要因を列記すると以下のようになる。

##### ①濃厚飼料 (穀物) 多給による要因

- ・ルーメン発酵不全: 乳酸アシドーシス—St. Bovis の破壊—エンドトキシン (グラム陰性菌の細胞壁毒素。リポ多糖類) の産生

- ・第 1 胃パラケラトーシス—第 1 胃炎、第 4 胃炎 (ヒスタミン性)
- ・第 1 胃パラケラトーシス—肝膿瘍 (細菌性、ヒスタミン性)
- ・第 1 胃内で多量のエンドトキシンの産生、吸収
  - 非選択的 (非特異的) 細胞毒の多量吸収: (糖タンパクである) リシン、アブリン (レクチンの一種)、細菌由来タンパク質—アレルゲン
  - 選択的 (特異的) 細胞毒—肝臓におけるサイトカインの誘発 (腫瘍壊死因子 (TNF- $\alpha$ : カケクチン、TNF- $\beta$ : リンホトキシン): 腫瘍細胞などそれに対するレセプターを持つ細胞にのみ毒性を示す) と多量放出

##### ②ビタミン A 欠乏による要因

脂肪交雑との関係で、我が国では近年肥育中期でビタミン A を低下させるというビタミン A のコントロール方式が一般化してきた。これに伴うビタミン A 欠乏が肥育牛の免疫低下に伴う死廃の原因とも考えられる。ビタミン A は粘膜の保護作用や体内活性酸素による酸化作用を防止することにより感染防御に関与している。活性酸素は細菌感染防御や免疫細胞の接着を阻害する。ビタミン A、C、E や亜鉛、銅、セレンなどは体内抗酸化作用を有する。細菌性の肺炎や心不全による

肥育牛の死産率の増加と、ビタミン A コン  
トロールの普及とが時期的に重なっているよ  
うである。

③その他

- ・牛舎内肥育（乳雄の濃厚飼料多給による屋  
外肥育では、泥濘化した環境で肝膿瘍が多  
発したが感染症は少なかった。舎内アンモ  
ニア濃度など感染の条件編家）
- ・肥満（アディポサイトカイン：飽和脂肪酸  
の放出）
- ・肥育期間延長（高月齢による免疫力低下、  
大型化による相対的密飼い亢進と感染性）
- ・ビタミン C の低下（肥育牛の血中では欠  
乏状態が多い）。ビタミン E の過剰（肉の  
保存性向上をめざした添加：ビタミン A/  
E 比の低下）

・幼齢時からの飼料原料に含まれる食物アレ  
ルゲン（大豆などのレクチン：糖結合タン  
パク。IgE 抗体を誘発する）の長期摂取。  
心不全などアナフィラトキシー様反応の遠  
因になっていないか。

・免疫応答の弱い個体（遺伝的なもの）。免  
疫抵抗性による抗病性系統への選抜のため  
に免疫応答遺伝子（MHC 遺伝子）の導入  
も。免疫応答力の強い個体はワクチンがよ  
く効く。

これらは単独では死産に至るほどではない  
と思われるが、濃厚飼料多給から誘発され  
た各症状やビタミン A 欠乏などとの複合によ  
り、肥育牛の死産にまで至る可能性があるも  
のと思われる。

## Association between nutrition of fattening cattle and infectious disease

Nobuhiro Kimura

Kimura Livestock technician office, Nippon Veterinary and Life Science University  
(1438-5 Ohmaki, Midori-ku, Saitama city, Saitama, Japan 336-0922)

Tel: 048-873-6916

E.mail: cattleya-house@mercury.dti.ne.jp