

Vol.3 No.3 2008

子牛の免疫の特徴と感染症

Character of the immunity and infectious disease in calf

第3巻3号
2008

大塚浩通

Hiromichi Ohtsuka

教育講演

子牛の免疫の特徴と感染症

大塚浩通

北里大学獣医学部 大動物内科学研究室

(〒034-8628 青森県十和田市東23番町35-1)

【はじめに】

子牛は免疫グロブリンを持たずに出生するため免疫機能が未熟であり、下痢や肺炎などの粘膜感染症が多くみられるというのが一般的な見識である。そこでこれらの感染症を予防するために、「出生直後に子牛に初乳を給与する」ことが子牛の免疫性を高めるための絶対条件とされる。確かに初乳が給与され、十分に初乳中の免疫グロブリンを吸収した子牛は抗病性も高く感染症にもかかりにくい。時には初乳中の免疫グロブリンが子牛の免疫機能を総括しているように錯覚されることさえある。

近年、免疫に関する研究が進み、初乳中には免疫グロブリン以外の様々な免疫関連物質が存在しており、子牛の免疫機能の成熟に影響していることが明らかにされつつある。また、初乳の摂取は子牛の免疫成熟の過程における免疫活性の一過程であって、哺乳・育成期には様々な要素が子牛の免疫システムの成熟に影響している。本稿では、子牛の免疫の特徴と感染症の発症について僅かながら考察したい。

【子牛の免疫システム】

免疫システムの基本的機能には、生体への侵入物を認識し、病原体に対して各白血球が反応、その病原体を記憶して将来の侵入に備える、という大きく3つの働きがある。現在では、病原体が生体に侵入した場合の免疫応答として、微生物の体内への侵入によって、マクロファージや好中球、ナチュラルキラー細胞による非特異的な病原体の攻撃（自然免疫）が開始され、次

に抗原を認識・記憶していき（獲得免疫）、次の免疫反応に備えるという2つの応答に分類されている。さらに、この記憶された特異抗原に対する攻撃方法として抗体を産生する（液性免疫）、細胞により標的を攻撃する（細胞性免疫）という2つ方法によって防御反応が維持されている。

では、これらいくつかに分けられた免疫応答の中で、出生後の子牛において劣っている免疫応答はどの部分であろうか。最も古くから知られているのは、免疫グロブリンを保有していないことであるが、それに加えて自然免疫機能において重要な役割を担う、好中球の走化能・付着能が成獣に比べ低下していることが挙げられる。さらに獲得免疫機能を司るT細胞やB細胞数の活性も低い状態で出生する。出生後、子牛の自然免疫機能に関わる細胞群は初乳から吸収される抗体を初めとする免疫液性物質を利用しながら、感染防御を開始する。一方、T細胞やB細胞などの獲得免疫機能を担う細胞群は初乳を介して吸収されるサイトカインの刺激や抗原の暴露を受けて活性化し、獲得免疫応答を始動する。幼獣の免疫細胞機能は成獣に比べて劣っているものの、胎生期までの免疫システムの成熟、初乳の摂取、適当な抗原との接触によって順調に免疫システムが成熟することとなる。

【B細胞と抗体】

獲得免疫の一翼である体液性免疫はB細胞が担う抗体産生による免疫機構である。B細胞とT細胞は共に抗原と反応することによって免疫

応答を示す。B細胞の表面には抗原と1対1で反応する抗原レセプターを持っているため、細胞の絶対数が多いほど生体の液性免疫機能として有利である。生体には同種動物の細胞であっても、非自己と認識する機構が存在する。生体の細胞表面には個体ごとに違った抗原が存在し、他人の組織を移植するとその抗原に対する免疫応答が生じて拒絶反応を起こす。このような細胞表面の抗原を組織適合抗原と呼び、それを決定する遺伝子群を主要組織適合抗原（MHC）という。MHC抗原には、生体内のほとんどの組織に存在するクラスⅠとB細胞、マクロファージや樹上細胞など一部の細胞にしか存在しないクラスⅡとがある。

T細胞レセプターは抗原ペプチドがMHC分子に結合したものを認識する。B細胞は外来性の抗原と反応するときに、このMHC class-Ⅱを利用して抗原ペプチドを取り込み、T細胞の刺激活性によって取り込んだ抗原ペプチドに適した抗体を産生する。抗体は特定のタンパク質など抗原を認識し、結合する働きを持つ。抗体は、抗原を攻撃するミサイルのような物であるが、抗原その物を分解する作用はない。抗体の作用には、ウイルスが細胞に寄生できないようにする、細菌に結合して白血球の貪食を高める、補体の働きを助ける、などが挙げられる。B細胞が作り出す抗体は5種類あり、抗原を認識してから数日経過して産生されるといわれている。通常、侵入した異物や病原体に抗体が結合し、白血球が目印のついた侵入者を攻撃するのが、免疫システムのパターンである。牛が侵入を受ける外界からの抗原（病原体）には様々なものがあって、各々に結合する抗体は異なり、その数は1兆個以上にも及ぶとされている。このような体液性免疫によって免疫応答する場合には、抗体の量より質が重要であって、高い抗体価が維持されても、生体が抗原に対して高い攻撃能力を持つとは限らない。慢性的な化膿性疾

患の発生において免疫グロブリン濃度が上昇するものの、免疫抵抗性が高くなってはいないので分かりやすい例である。

【胸腺とT細胞の活性化】

胎子期の子牛は抗原微生物との接触が無いために、微生物の記憶がないまま出生する。出生すると直ちに免疫細胞が微生物に曝されることになり、粘膜や皮膚などに侵入した微生物を貪食しながら、免疫細胞は侵入した微生物の抗原性を記憶していくことになる。骨髄から胸腺に入ったT細胞抗原レセプターを発現していない前駆細胞は、「自己」と「非自己」を認識させ、正常な自己細胞は攻撃しないようにTリンパ球を成熟させ、やがてT細胞は全身に移動して、獲得免疫応答を果たす。

胸腺でのT細胞の成熟は、卵巣や精巣が活動し始め性ホルモンが産生され始めると、それ以降は減退し続ける。一般に、胸腺の老化がT細胞機能の減退をもたらし、高齢動物の免疫機能の減少と抵抗力の低下につながっていくと考えられている。特に、幼齢期に胸腺が萎縮してしまうと侵入した異物に対する免疫反応が弱くなるため、T細胞の“教育の不足”は生涯の免疫抵抗性にも影響する。

出生直後の子牛では、T細胞の分化機能だけでなく抗体の産生能力も低い。しかし胸腺でのT細胞の分化機能は出生後から徐々に高まり、哺乳期から性成熟が起こる頃まで発達し続け、これは胸腺の発達と相似するといえる。図1には黒毛和種子牛の出生後の末梢血白血球ポピュレーション推移を示している。出生後から、TおよびB細胞が徐々に増加しており、この時期において免疫細胞の成熟が進み、生命活動を維持する上で、遭遇する微生物に対しての獲得免疫を成熟させる過程であると考えられる。

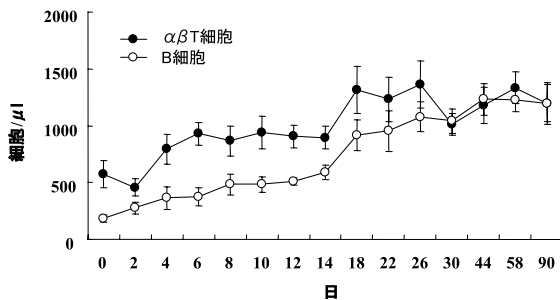


図1. 健康な黒毛和種子牛の出生後の末梢血T細胞およびB細胞の推移
観察頭数は8頭

[$\alpha\beta$ T細胞と $\gamma\delta$ T細胞]

T細胞には、①マクロファージなどを活性化させるサイトカインを産生して菌や異物を処理する反応を誘導する、②抗体の産生を促進して液性物質による防御反応を促進する、③ウイルス感染細胞、腫瘍細胞や移植細胞を破壊する、という機能がある。これらの機能は、役割を担う各々のT細胞に分担されている。①と②はCD4抗原を発現するヘルパーT細胞であり、①はインターフェロン(IFN)- γ やインターロイキン(IL)-2をつくるTh(Tヘルパー)1細胞、②はIL-4、5、10、13などをつくるTh2細胞がその機能を果たしている。また③の細胞を殺す働きをするT細胞はキラーT細胞と呼びCD8抗原を発現している。これらT細胞は細胞表面にT cell Receptor(TcR)という抗原受容体を保有する細胞として定義されているが、このTcRには $\alpha\beta$ と $\gamma\delta$ の2種類のTcRが存在し、T細胞はどちらかのTcRを保有する。上記のCD4+T細胞やCD8+T細胞はTcR $\alpha\beta$ を保有する $\alpha\beta$ 型T細胞に分類され、成獣の末梢中では大部分がこの $\alpha\beta$ 型T細胞であり、 $\gamma\delta$ 型T細胞は少数である。

幼齢期にはTcR $\alpha\beta$ を構成したT細胞が胸腺にて成熟し、末梢血、リンパ節や脾臓などに分布するのに対して、TCR $\gamma\delta$ を有する $\gamma\delta$ 型T細胞は、腸管局所など胸腺外にて分化する可能性も指摘されている。一般に、 $\gamma\delta$ 型T細胞は、成獣においては末梢血やリンパ節に、リンパ球の内の1~5%しか存在しないが、皮膚

や小腸の上皮や粘膜では、T細胞全体の50%以上を占める。一方、幼獣の $\gamma\delta$ 型T細胞は、多いものでは50%以上にも及ぶ割合で末梢血リンパ球中に存在する。 $\gamma\delta$ 型T細胞は、感染初期の免疫反応やがん細胞の排除など、ナチュラルキラー細胞様の細胞障害作用を持っていると考えられている。樹状細胞、NK T細胞、 $\gamma\delta$ T細胞などが自然免疫と獲得免疫の連結や相互作用及び感染防御免疫に極めて重要であると考えられている。

従来の厳密な特異性を保持した免疫システムを「獲得免疫(acquired immunity)」あるいは「適応免疫(adaptive immunity)」と呼ぶのに対し、体表面を中心に存在する樹状細胞や $\gamma\delta$ 型T細胞群を「基本免疫あるいは先天免疫(innate immunity)」とも呼ぶ。免疫記憶がなく獲得免疫機能の低下している幼獣の免疫抵抗性を高く維持するためには、非特異的な免疫応答能を高く維持することが必要であり、体外からの抗原微生物と接している粘膜での免疫応答に $\gamma\delta$ 型T細胞が豊富に存在することは、生体の防御反応において有効であると考えられる。 $\gamma\delta$ 型T細胞が幼獣の免疫システムにおいて重要な役割を担っている事を想像させる。

反芻獣はヒトやマウスに比べて $\gamma\delta$ 型T細胞数が多く存在する特徴があり、特に幼齢期には多い。 $\gamma\delta$ 型T細胞数は、IFN-gやIL-4、IL-12といったサイトカインを産生する能力が高い。絶えず抗原微生物が侵入する粘膜において、 $\gamma\delta$ 型T細胞が免疫システムの活性化に都合良く活動しているものと考えられる。また、 $\gamma\delta$ 型T細胞が幼齢期に多く存在することは、胸腺の成熟とそれにともなう $\alpha\beta$ 型T細胞の抗原記憶反応にも影響しているものと考えられ、 $\gamma\delta$ T細胞の機能として基本免疫という本来の機能だけでなく、獲得免疫に対しても補助的な役割を担う可能性もある。

【黒毛和種子牛】

本国の生産において、乳用牛のホルスタイン種、肉用牛の黒毛和種が飼育されている主な品種であり、この2つの品種は比較されることが多い。とかく、黒毛和種子牛は感染症を発症しやすく、虚弱体質であるとされる。黒毛和種子牛の免疫機能に関してはあまり報告されていないものの、他品種に比べてリンパ球幼若化反応が劣っていることが示されている。また黒毛和種子牛の免疫システムの特徴として、ホルスタイン種に比べて末梢血リンパ球数が少ないことが挙げられ、なかでも $\gamma\delta$ T細胞が少ない。上述したように $\gamma\delta$ T細胞は粘膜免疫応答において重要性が示唆され、この細胞の低値によって何らかの免疫応答の低下を及ぼす可能性がある。

IL-2はリンパ球の分裂を促進するサイトカインである。IL-2のレセプターとされるCD25は活性化したT細胞の表面に発現するレセプターであり、末梢血 $\gamma\delta$ T細胞数はCD25陽性率と弱い正の相関を持つ。さらに、黒毛和種における虚弱子牛症候群(WCS)の症例では、出生時から持続的に末梢血 $\gamma\delta$ 型T細胞数が少ないことも明らかにされている。幼齢期において $\gamma\delta$ 型T細胞能に問題のある場合、侵入した微生物への攻撃だけでなく、胸腺を中心とした獲得免疫細胞の発達も悪くなる可能性がある。サイトカインの産生能が高く、NK様作用を持つとされる $\gamma\delta$ T細胞の末梢血中の低数は、黒毛和種の免疫応答能において少なからず悪影響しているものと示唆され、黒毛和種子牛の中でもWCSの牛において肺炎や下痢が併発しやすい理由として、免疫的な機能低下による腸管内や肺の細菌叢の破綻をきたしやすいことが挙げられる。

上記のように黒毛和種子牛は他品種に比べて免疫機能が劣っている可能性があるが、加えて特定の血統、妊娠末期の母牛の栄養不良や母牛の低あるいは高産次なども、出生直後の末梢血

白血球数に影響を及ぼす要因である。出生直後の子牛の免疫状態は一律、同等ではないことに十分留意して、子牛の感染症の発生予防を重視した新生子牛の管理をするべきである。これに加えて分娩時の事故は出生子牛の体力を消耗させ、その後の免疫システムの成長を減退させるものと考えられる。難産の原因は過胎子ばかりでなく、母牛の陣痛微弱によっても発生するため、子牛の健康管理のために分娩前の母牛の飼養管理を充実させることは重要である。

【初乳と哺乳期の下痢】

哺乳期における下痢症は、免疫機能の低さが原因で発生すると思われるが、特に初乳の給与量が注目されることが多い。初乳は出生以降の子牛の免疫システムの構築において大きな役割を持っていることは間違いない。胎生期に抗原の暴露を受けていなかった子牛は、出生後、突然胎外で微生物の暴露を受けるため、その防御は生体を維持するにあたり大きな問題となる。初乳は出生直後の子牛の免疫活性を導くために、非常に大事な役割を持っている。これまでも議論されているように、初乳の成分は産次や母牛の体調によって多少異なっている。そのため、子牛の免疫機能を高めるために、出来るだけ質の高い初乳、特に免疫グロブリンの多い初乳を与えることに注目が集まることもある。近年は、初乳中には免疫グロブリン以外にもラクトフェリンやホルモンに加え、サイトカインや母牛の白血球なども多くの免疫物質が含まれており、新生子牛に対して免疫活性をもたらすことが指摘されている。しかし母牛の生産した初乳の成分が良質であっても、摂取する子牛の初乳の吸収能も考慮に入れるべきであり、虚弱子牛では初乳の吸収率が低下しやすく、初乳摂取後の血中免疫グロブリン量が低値であることもしばしば観察される。初乳による子牛の免疫活性は、母子ともに健康だからこそ、成立する作業である。

哺乳期における子牛の下痢症は出生後1週間前後に発生しやすい。子牛の下痢症が粘膜免疫機能の低下による感染と考えられているため、初乳の給与内容が問題にされることが多い。抗菌物質を多く含む初乳は、出生直後の子牛の消化管内の細菌の増殖をできるだけ抑制する役割も持っており、母牛が産生する初乳が常乳成分に変化する過程で、子牛の消化管内に徐々に細菌が定着していく。しかし、家畜である子牛の飼育環境は自然哺乳と人工哺乳があり、2つの哺乳方法の変換時期には統一性がない。さらに個々の子牛の消化・吸収能に個体差があることは、子牛の腸管内細菌叢の維持に大きな影響を持つ。子牛の栄養源である生乳あるいは代用乳は、消化管内の細菌にとっても栄養源であり、乳の消化の程度は腸管内細菌叢に大きな影響を持っている。細菌叢の崩壊は下痢症の発生原因の一つである。

【免疫システムと消化管の役割】

外界と接する皮膚や消化管などの器官は、免疫システムが機能する最前線といえる。なかでも消化管には免疫細胞の60から70%が集まり、抗体の60%が腸管で産生される最大の免疫器官である。腸管にある免疫システムは、体に有効なものを優遇し、反対に有害な異物や毒素から体を守るように反応する。

腸内には100兆個ともされる膨大な腸内細菌が定住して、腸内フローラを形成している。大部分は生体にとって特別な病原性のない定住型の細菌で、生体活動に必要なホルモン物質、ビタミンを合成したり、消化にも関わっている。この腸内フローラの存在によって、病原性の細菌やウイルスが侵入しても爆発的な増殖が抑えられている。通常、腸内細菌には病原性の無い細菌（善玉菌）、弱い病原性のある細菌（悪玉菌）と日和見菌という暫定型の腸内細菌叢が棲みついている。

腸管での免疫応答は全ての細菌に対して起こるわけではなく、寛容が存在する。消化管の粘膜（バリアー）を侵襲して、粘膜下（生体内）に入り込まない抗原に対しては、免疫応答は発動しない。いわば、共存の形をとっている。しかし、何らかの理由で腸内細菌叢が崩壊したり、病原性細菌が感染・増殖すると、消化管の粘膜バリアーが侵襲を受け、粘膜の透過性が亢進して、粘膜下（生体内）に微生物が侵入してくる。この抗原に対しては、免疫応答が起こり、病原性細菌を排除しようとして下痢症を発する。

腸管免疫と腸内細菌には相互に深い関係があり、安定した腸管内細菌叢が免疫細胞の活性化を誘導している。腸内細菌が存在しなければ腸管免疫は活性化せず、生体が易感染性となる。草食獣である牛は長い消化管を持ち、絶えまなく消化吸収をしているが、特に家畜では生産性を重視した飼料設計による飼養管理下に置かれるために腸管内細菌叢が変化しやすい。子牛の免疫機能の正常化には安定した有用菌の維持が必要であろう。

【下痢症による免疫成熟への影響】

下痢症には様々原因があるものの、共通するのは腸管内細菌叢が崩れ、腸管粘膜にダメージが残ることである。免疫システムの成長期にある哺乳から離乳にかけての子牛にとって、腸管内細菌叢を正常に維持することが免疫賦活に必要であり、子牛の下痢症はエネルギーの消耗、栄養の吸収不良、細菌叢の崩壊、過剰なストレスなど、多くの点で免疫システムの成熟を阻害する最大のリスクファクターである。また、子牛の下痢に対する抗菌剤の乱用は正常な細菌叢への回復を遅延させる可能性もあり、下痢の種類や病態を十分に理解して治療する必要がある。例えば大腸菌などは腸内に常在している細菌であるものの、下痢症を発症した個体から大量に検出されると原因を大腸菌性下痢症と診断され

ることも少なくない。出生後の子牛では、正常な腸内細菌叢の定着が急がれるものの、消化管機能は安定していないため腸管内細菌叢が破綻しやすい。特に母乳成分が不安定であったり、代用乳への転換など子牛の消化能力との関係に不具合が生じると、未消化の乳性分が腸管に流入して腸内細菌叢が不安定となり、下痢症を発症することにもなる。上述したが、子牛の下痢症を考察する上で免疫機能ばかりの問題でなく子牛の消化能力についても取り上げるべきである。

下痢のようなストレス下ではコルチゾルの産生が促進され、成長ホルモンの産生が低下する。コルチゾルは免疫細胞の機能を抑制するホルモンであり、成長ホルモンは胸腺の成長を促進する因子の一つである。また、コルチゾルは胸腺に対してプログラム死（アポトーシス）を誘導することも知られており、下痢によるストレスは胸腺でのT細胞の教育機能を強く抑制するものと考えられる。胸腺で分化するCD4、CD8といった $\alpha\beta$ T細胞数の減少には、下痢症による後天的な胸腺の低成熟の関与がある。一方、腸管にはB細胞や上述した $\gamma\delta$ T細胞が多く存在し、腸管内への抗体産生や免疫活性を促進している。下痢症を発症した子牛では腸管組織のダメージが大きく、 $\gamma\delta$ T細胞の分化が停滞する可能性は高い。図2には出生後に白痢を発症して、治療した子牛の末梢T細胞の推移を示している。下痢症を発症している前後のT細胞数が低値で推移している。

感染性下痢症においては、感染微生物の違いによって免疫応答が異なる事も想定できる。大腸菌は菌体内毒素-エンドトキシンを保有している。エンドトキシンは強力に炎症性サイトカインの放出を促し、腸管への炎症物質の分泌を促進するとともに、全身のショック症状を惹起する。ウイルス性下痢症においては、NK細胞、CD8+T細胞やマクロファージが主役となつて、ウイルスやウイルスの感染した細胞の処理

にあたるものの、ウイルス感染によって免疫防御機能が崩壊した腸管内では細菌叢の維持が出来なくなることも予測される。そのために二次的に細菌などの感染症を発症するリスクが高くなる。このような二次的な細菌感染を予測して抗菌剤も使用されることもあるが、正常細菌叢を維持するためにプレバイオ、プロバイオ製剤の投与なども効果が期待できる方法の一つである。また、コクシジウム症は実に頻繁に発生するが、発生に際しては駆虫を中心に対処されるのが一般である。しかしコクシジウムは牛の腸内に常在している微生物であり、感染によってリンパ球の分化能が高まるとされ、完全な駆除が動物に対して本当に適切な方法であるかについては検証する必要もあるかもしれない。

強い伝染力と病原力を持つ微生物の感染は嚴重に予防すべきであるが、コクシジウム症や大腸菌などは子牛の腸内の常在微生物であり、人ではブドウ球菌やクリプトスポリジウム感染を日和見感染症に位置づけている。子牛の日和見感染症に分類できるような子牛の下痢症を予防するなら、子牛の安楽性を重視して子牛を中心とした改善方法を検討することも一案である。

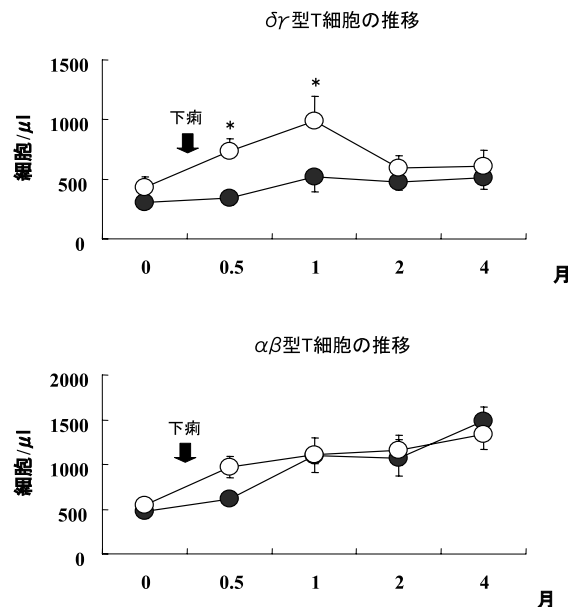


図2. 白痢を発症した黒毛和種子牛の末梢T細胞の推移 (●)下痢群 (n=5)、(○)健康群 (n=9) * ; p<0.05

【子牛の育成と肺炎】

下痢症を発症した子牛や、育成管理の問題から発育が不十分な個体では、肺炎を発症することが多くある。肺炎は集団発生することが多く、消毒などの環境整備や、抗菌剤の選択、ワクチネーションプログラムの実施等が重視される。しかし成長不良のある個体では末梢血T細胞が低下するリスクが高く、何らかのストレスが加わると免疫機能の低下によって日和見肺炎の発症を容易にするものと考えられる。

免疫細胞を構成しているのはアミノ酸であり、これらの細胞は糖분을エネルギーとして機能する。特に胸腺でのT細胞の教育応答がピークの時期である哺乳・育成子牛での栄養不良は、重大な免疫システムの成熟不良を招く。前述したが、牛の消化管、特に胃の発達は他動物にはない特殊なもので、第一胃の発達と消化可能な栄養分の供給は、育成牛の骨格形成や諸臓器の機能の維持に非常に大きな影響を与える。哺乳期に栄養供給を乳汁に依存していた子牛は、乳汁以外の固形飼料を採食し始め、ついには離乳して繊維と固形飼料からなる飼養管理の下で育成することになる。飼料設計不足のある子牛の末梢血T細胞数は持続的に低値で推移する。また、後天的な成長不良にある育成牛では、“細身の体型”となることは周知の事実であるが、このような体型の牛では末梢血T細胞数が低値である。子牛の飼養方法に問題がある場合には、臨床的な疾病を発症していなくても免疫細胞の分化・増殖を減退させるものと示唆される。

肺炎の多発する牛群では、しばしば栄養不良の体型の牛が散見される。肺炎の多発する牛群に対して、免疫機能の向上を目的にワクチネーションプログラムを積極的に実施することが多いものの、ワクチンの効果を高めるのなら接種する牛自身の免疫機能を高める必要があり、適切な飼育環境の下で適正に牛を成長させるべきである。

また下痢症の発症に対して、しばしば抗菌剤を投与することがある。抗菌剤は腸管内で細菌の増殖した下痢症に対して効果があるものの、肺内にある常在菌の耐性化をもたらす可能性があるというリスクを認識しなければならない。管理面に問題があるために下痢や肺炎の発生が多い牛群では、牛の飼育育成が充分でないために肺炎の発生する危険性も高くなる。したがって、下痢の処置に抗菌剤を常用すると肺炎の発生時に有効な抗菌剤の選択肢を狭くする危険性が高くなる。耐性菌の増殖と免疫システムの成熟不良は難治肺炎を発症させる危険性を大いに高くする。

【おわりに】

家畜の生産において、感染症の発生は避けることの出来ない問題である。感染症の発症を考察する上で、感染微生物と生体の感染防御との関係を熟慮するべきである。これまで細菌に対する新たな抗菌剤の開発や、免疫機能を高めるためにワクチンに関する研究は、生産現場において実際の動物の体内で、あるいは牛群内で何が起きているのかを明確にしないまま進められてきたようにも感じられる。

日本のように飼育環境の変化に富んだ地域では、家畜の体調が変化しやすく、絶えず日和見感染症を発症しやすい。我々は生産現場で発生している感染症をあたかも強病原性伝染病と同等のように捉えてしまい、衛生環境の徹底に主眼を置いたようにも考えられる。原因微生物と同等に家畜自身の育成・飼育状況がどうであるのか、動物自身の抵抗性がどのような状況であるのかをもう一度観察することも必要かもしれない。問題が発生している現場での情報を正確に評価し、もう一度基本に立ち返って“牛”あるいは“牛群”がどのような状況なのかを検証することが問題解決の糸口になるものと考えられる。

Character of the immunity and infectious disease in calf

Hiomichi Ohtsuka

Kitasato University

(35-1, Higashi23bancho, Towada, Aomori, 034-8628, Japan)