獣医学教育とその将来 (2)

W. R. Pritchard*

5 将来の社会的要求を満たすために今後の獣医学教育において強化すべき分野

今まで米国の獣医学教育システムについて述べてきた中で、将来の要求に応えるため強化が必要と思われる分野についても触れてきた。その大部分については繰り返さないが、基礎的で特に強調すべき、次の問題について詳しく述べる。

(1) 専門教育プログラムにおける疫学の強化

個人開業者であれ国の防疫担当官であれ、また、ペット、家畜のいずれに関係するにしても、獣医師は常に動物集団における疾病に関心を持たねばならない。集団医学の基礎である疫学及び数学的方法論は動物集団における疾病の状況を診断するのに有力な解析方法となる。これらの方法は、疾病の発生や、生産性の低下をもたらす多数の要因の中から重要な因子を抽出する必要のある時、絶対的に不可欠である。誰にでも入手しうる性能のよいコンピューターを用いることにより、ほとんどすべての獣医学分野における基礎的疫学的分析が可能となる。カリフォルニアでは多くの進歩的な畜産業者がコンピューターで家畜生産及び衛生のデータベースを管理している。獣医師は疫学及び計量法に関する正規のコースが獣医学教育に組みこまれるまで、これらのきわめて重要な方法をほとんど利用しないであろう。これらの道具の利用方法に関する知識は、獣医科大学の臨床プログラムにおける実習のなかでより強化されなければならない。

(2) 集団衛生及び生産管理

畜産企業の飼養規模の拡大に伴い、臨床サービスを提供する獣医師に対して新しい要求が生まれてきている。大規模農場では小規模農場より多数の家畜が罹ってしまうような疾病の予防がはるかに重要と

なる。家畜が高い密度で飼養されている時、生産性低下を起こす疾病は大きな問題となる。というのは多数の家畜が飼養されているため、企業にとって大きな経済的損失になるからである。これら集約的な飼養状況では、その衛生状態の指標は疾病の有無ではなく、全体的な生産性である。このように、獣医師にとっては家畜生産学も獣医学と同様に大切である。米国の獣医科大学はその教育課程から従来の畜産学の指導を削除した時に重大な誤ちを犯している。

群の衛生及び生産管理の専門家が基本的に用いるのは、生産及び衛生の両方の情報を含むコンピューターの群データベースである。予防医学及び家畜生産の両方に優れた獣医師は毎日のデータから群の生産性と衛生状態をモニターする。病気が発生した時や生産性の低下があった時、獣医師は原因を探り、それを是正するために疫学的方法を応用することができる。疾病をモニターするための改良された方法と衛生及び生産のデータを搾乳時などに直接家畜から取るための自動化システムが必要とされる。最も優れた生産管理の専門家は、予防医学、家畜生産、農業経済について正式なトレーニングを積んだ獣医師である。畜産業にとって重要なことは、少なくとも米国においてはもっと効果的な家畜衛生と生産の戦略及び臨床的方法論を発展させるとともに、開業獣医師にそれらを実行しうだけの技術を習得させることである。

(3) 基礎科学における教育の強化

将来の要求に応えるためには、今後は、獣医学教育課程の基礎の生物学を強化する必要がある。過去20～30年の間の獣医学上の大きな課題は、社会的に重要なすべての動物を苦しめる疾病について詳細に知ることと、これら疾病の防疫対策を計画することであった。獣医学は大きく進歩し、今日では臨床獣医学は人間の医学と同様に発展している。上記の期間、米国のファイルドにおける臨床サービスの水準は十分でなかったため、獣医学教育課程の中のかかなりの時間が臨床科目に割り当てられていた。しかし、現在は異なり、ファイルドにおける臨床サービスの水

* 米カリフォルニア大学獣医学部

本文は、日本獣医学会創設100年記念行事として行われたW. R. Pritchard博士の記念講演の内容を家畜衛生週報〔No1873, 1875, 1878, 1880, 1884農林水産省畜産局衛生課発行〕から転載したものである。本誌への掲載をご承諾下さった日本獣医学会尾形学会長ならびに農林水産省畜産局衛生課今井正夫課長に深謝いたします。

準は非常に上がり、獣医大学における臨床の水準に近づいた。それゆえ、現在では卒業生は卒業後すばやく臨床技術を習得することができる。

基礎科目にもっと時間を割り当てる必要がある。獣医師はさまざまな理由から、もっと強力な学問的基礎が必要である。疾病を理解する上で分子レベルでの急速な大きな進歩があったため、分子生物学をより良く知ることが、今後専門家としての能力を維持するために不可欠となってきた。基礎学問の知識を充実させた方が従来の分野でも獣医師は社会に貢献できるであろう。また、いわゆるバイオテクノロジーの進歩が生み出した新しい科学技術に参入する場合の準備となる。特に遺伝学、分子遺伝学、分子及び細胞生物学、発生生物学及び生理学の科目が強化される必要がある。これは、将来、獣医学が役立ったためにも不可欠であると私は考える。

(4) 学部卒業後の教育の拡充

獣医師に要求される多くの特殊技能を獣医師が、基礎医学教育プログラムの中で身につけることはもはや不可能である。唯一合理的な方法は、いずれの獣医業務へも進むことができるような、また、特殊トレーニングプログラムのための基礎知識も得ることができるような全般的な獣医学教育をすべての獣医師に課す方法である。米国の学部卒業後のプログラムの基礎的概要は優れたものであるが、さらに熟練した獣医師の必要性の増大に応えるためその拡充が必要である。特に、疫学及び予防医学は獣医学の中で遅れているため、これらの分野における専門的なトレーニングプログラムが必要とされている。

6 獣医学研究の新しい方向

米国の獣医師の9%は教育、研究、その他関連分野に従事している。米国のほとんどの獣医大学では、機能及び任務において研究を教育と同等にみなしている。私は獣医学の従来の姿を変えることになるかもしれない獣医学研究における極めて興味深い新しい方向について簡単に説明したい。食糧を生産する動物に適用される獣医学の主な目的は、生産効率の改善、すなわち畜産における生産性の向上を目的としている。この目的は、疾病による損耗の防止、植物性原料から、肉、乳、卵への変換効率の改善、エネルギー集約的な繁殖効率の改善等により達成されるであろう。

過去20年間に、我々の生物学的知識はめざましい進歩をとげた。また、生命科学のあらゆる分野における調査を可能ならしめる非常に便利で強力な新技

術が利用可能となった。この新しい科学、技術は、分子レベルの生命活動及び同活動においてDNAが果たす中心的役割に関する知識に基づいており、米国科学界では「バイオテクノロジー」と呼んでいる。バイオテクノロジーは、家畜の生産性を向上させるため産業動物及び生物学的製剤の製造に関する知識を増大させるために直接利用される。

私は家畜衛生、代謝機序、繁殖に関係した家畜の生産性の向上に貢献するであろう研究分野のいくつかについて簡単に紹介する。

(1) 家畜防疫

米国の畜産及び養鶏産業においては、疾病により少なくとも20%の生産性の低下が認められる。これは、年間140億ドルの経済的損失にあたる。世界全体の家畜疾病による損害は甚大であり推定不可能である。バイオテクノロジーの新技術、すなわち、分子クローニング、DNA及びRNAの操作、ヌクレオチド及びアミノ酸の連鎖化、遺伝子の挿入、モノクローナル抗体等の利用は、新しい強力な分析法と結合し、疾病の研究及び防遏に特別な可能性を提供している。分子生物学の家畜防疫への応用は、農業の他のどの分野への応用よりも早く実現できるだろう。なぜなら、医学分野での研究によりすでに基礎ができあがっているだけでなく、実験動物での基礎知識が十分得られているからである。家畜防疫戦略の改善には、診断技術の改良、効果的なワクチン、免疫応答の強化、ベクターの防除、効果的な治療法の開発等が必要である。

(2) 分子レベルでの診断

家畜防疫における大きな障害は、多くの重要な家畜疾病に対する迅速かつ正確な診断法がないことである。モノクローナル抗体及びDNA操作の利用により、病原体を同定するための強力かつ正確な手段が得られ、診断技術の改良の基礎となるであろう。特定の抗原を識別できるモノクローナル抗体は実験室で簡単に調製することができる。病原体の特異的な核酸配列は、制限酵素による解読及びRNA又はDNAの組み換え技術により同定することができる。このような技術が家畜の病原体に適用されれば、家畜疾病の診断技術に革命をもたらすに違いない。

(3) 病原性に影響を与える分子構造因子

多くの微生物は、宿主動物の免疫状態とは無関係にその病原性に違いがある。このような病原体のいくつかのゲノムの分子構造に関する研究により、重要な疾病の病原体の病原性の明白な変異について適

確な解答が得られている。このような情報は一部の疾病の複雑な疫学を解明することとなろう。これは効果的な防疫戦略の開発に欠くことができない。

(4) 生命工学を利用した動物用ワクチン

毎年莫大な量の動物用ワクチンが世界中で生産されている。大部分のワクチンは、不活化又は弱毒化した病原体を含んでいる。弱毒ワクチンは、病原体全体及びその遺伝物質を含んでいることから、疾病が発生するという危険を常に有している。一方、不活化ワクチンの抗体産生能力はあまり強くはなく、その利用は限定されている。

病原体の抗体産生刺激能力を有する部分のみを含んだサブユニットワクチンの開発により、従来のワクチンが有する多くの問題が解決されるであろう。もう1つの可能性としては、免疫用抗原として抗イディオタイプ抗体の利用がある。免疫原性蛋白はクローン化及び細菌による大量生産が可能である。科学的な見地からみると、将来は非常に明るい。しかしながら、生命工学を利用した動物用ワクチンに対する科学界の情熱に対する十分な経済的援助が得られていない。動物用ワクチンを製造しても利益は極めて少ない。このため、ワクチンの開発及び販売承認の費用を負担する企業はほとんどない。

生命工学を利用したワクチンの特別な種類であるワクシニアベクターワクチン (vaccinia vectored vaccine) に関して興味ある状況がみられる。DNAの組み換え技術により、ワクシニアウイルスに免疫原性を有するウイルス及び非ウイルス性抗原の遺伝子を挿入することが可能となった。ワクシニアウイルスは、細胞性免疫、液性免疫の両方を産生する。異なる遺伝子を組み込んだワクシニアの作成技術はすでに開発されている。異なる蛋白質の暗号を有する遺伝子は、直鎖に組み込まれた上でワクシニアウイルスに挿入される。ワクシニアウイルスの遺伝子は、25,000の塩基を組み込むことができ、これは多数の蛋白質の暗号化に十分である。ワクシニアウイルスはきわめて免疫原性が強く、利用する上で安全であることがわかっている。さらに、ワクシニアウイルスはその性状が極めて安定しており、例えば、室温で1カ月間感染能力を保持する。特に熱帯の開発途上国で用いられるワクチンにおいては、熱に対する安定性が非常に重要となる。

10又はそれ以上の種類の主要な牛疾病、豚疾病又は家きん疾病に関する暗号を有する遺伝子を含んだワクシニアベクターワクチンの実用化は、それ程

遠い将来のことではない。これらはすべて技術的に可能であり、ワクシニアワクチンの生産に要する費用も比較的安価なので実用化は可能である。本技術は、現在利用可能であり、動物用ワクチン産業に革命をもたらすであろう。もし、成功すれば主な家畜伝染病は防遏され、もはや家畜の生産性を低下させる重大な要因ではなくなる。

(5) 免疫応答の制御遺伝子

実験動物及び人での研究により、免疫応答の発現を支配する3種類の遺伝子の構造及び機能についての基礎的なデータが得られている。これらは、主要組織適合抗原複合体、メディエータープロテイン、抗体の暗号を持つ遺伝子である。最近まで、家畜における免疫応答に関する研究はほとんど行われていなかった。最近ではこの分野に対しても努力が向けられるようになったが、今後さらに研究が行われる必要がある。

1つの染色体上に局在する1グループの遺伝子が主要組織適合複合体 (MHC) の暗号を有している。これらの遺伝子は、免疫応答及び抗病性における識別現象のみならず、ある種の疾病の発生にもなんらかの役割を演じている。例えば、人の類リウマチ性関節炎、多発性硬化症、若年性発作性糖尿病等がある。動物では、鶏のマレック病、めん羊のスクレーピー病にMHCが強く関与していると考えられている。家畜におけるMHC遺伝子構成を解明し、その遺伝子の産物が、疾病に対する宿主の感受性及び免疫の制御に果たす役割を明確にすることが重要である。その目標の1つは、抗病性の高い家畜の頭数を増加させることであり、これは家畜疾病の研究の究極的な目標である。

(6) 治療物質

牛及び豚の新生仔に下痢を起こす腸内毒素原性大腸菌の線毛抗原に対する特異的モノクローナル抗体は、きわめて高い治療効果を有することが証明されている。細菌の表面に局在するヒゲ状の線毛により、細菌は消化器粘膜に吸着し、高濃度の毒素の産生が可能となる。この過程は、モノクローナル抗体の投与により阻害される。これは、バイオテクノロジーが、生産性の阻害要因である家畜疾病の治療技術に役立つバイオテクノロジーの多数の潜在能力の1例にすぎない。

(7) 代謝調節及び発生学 (生殖を含む) における分子生物学的基礎

バイオテクノロジーの応用により我々の代謝機

能・繁殖に関する知識がいかに増大するかについて述べる。獣医学においてこの分野は防疫と同様に重要であるからだ。時間に制限があるため詳細にわたっては、述べられない。その将来は、防疫と同様、非常にめざましく、奥深いものであると言える。例えば、成長ホルモンに関する遺伝子はクローン化されており、バクテリアを用いて非常に安価に、かつ大量に生産されている。実際に野外で本成長ホルモンを乳牛に給与したところ、飼料要求が増加することなく、乳生産が25%上昇した。豚及び肉用牛への投与でも、発育の促進が認められ、飼料効率も増加した。代謝効率は、細胞の代謝機能のコントロール、飼料摂取及び消化能力の改善及び植物飼料の利用効率の改善によりさらに増加する可能性を潜在している。

家畜は繁殖により莫大なエネルギーを消費する。繁殖能力に関するほんのわずかの改良が、全体的な生産性の向上に大いに貢献するであろう。バイオテクノロジーという新しく非常に便利な技術により、生殖過程を理解するためのすばらしい機会が得られた。ET技術には急速な進歩がみられる。本技術は受精卵を集めて冷凍し、その後、受卵動物に注入して産子を得ることを可能にした。個々の受精卵は、多数の同一家畜を生産するために、数個に分割される。なお、1細胞期の卵の胚細胞線に遺伝子を挿入することが可能なため、生まれてくる家畜及びその子孫の遺伝子はすでに知られている。家畜の生産能力の改良に寄与する遺伝子を他の種の家畜に移殖することが可能である。多産から疾病に対する抵抗性に至るまで、多岐にわたって生産性に影響を与える重要な遺伝子が、非常に多種類の動物の遺伝子プールの中に存在している。もし、このような遺伝子を挿入し、その特性を発現させることが可能となれば、家畜の生産性に対して著しい改良効果が期待できる。いままで述べてきたことは、家畜の生産性の向上に対する重要な活動における新たな展開のほんの一部にすぎない。私見だが、家畜の生産能力は、動物及び病原体の細胞核の変異、代謝機能及び繁殖のコントロールについて我々が得た知見の活用によりめざましく向上するであろう。獣医学研究の活動分野は、かってなく広がっている。人類の福祉に寄与するだろうという予想は、これほど大きいものではなかった。しかし、私達は歴史上初めて動物の望ましい形質を操作できる能力及び家畜の代謝、脂肪の蓄積、筋肉の発達、産乳をコントロールできる能力を

身につけるようになった。そして、我々は歴史始めて以来初めて、家畜生産の障害となっていた疾病被害を防除する力を得た。ゴールは手の届くところまでできている。技術は我々の手中にある。残されたのは我々が挑戦するかどうかの決断だけである。

7 まとめ

米国の獣医業は、馬を対象とする私立の獣医学校の設立から始まった。第1次世界大戦の後、獣医学教育は州立大学に移管され、その中心は産業動物となり、研究活動は獣医大学の任務となった。第2次世界大戦の後、獣医大学が非常に増加し、カリキュラムは拡充し、犬、猫、馬のようなペット動物も対象とするようになっていった。米国予防衛生研究所から、獣医学研究に対する資金援助が増加し、獣医大学を国家的な生命医学研究所に変身させた。

米国には約46,000名の獣医師が存在する。そのうち52%は小動物診療、24%は大動物診療、10%は政府の防疫事業、9%は教育及び研究、5%は民間企業にそれぞれ従事している。大規模な畜産農場の急速な増加に伴い産業動物獣医師を多数必要としなくなってきた。一方、集団衛生及び飼養管理について熟練した獣医師の需要が高まってきている。小動物獣医師は徐々に増加してきており、人々のペット動物に対する重要性の認識が高まるとともに、その内容も多様化してきている。政府の防疫事業は規模が縮小してきているが、疫学及び集団防疫技術を身につけた獣医師が要求されてきている。教育、研究、企業における獣医活動は徐々に拡大することが予想される。米国の獣医大学のカリキュラムは科学に立脚したものであり、個々の動物の医学に関する訓練を提供している。しかし、疾病にあまりに重点がおかれ、家畜の飼養あるいは生産に関する教科がほとんどないこと、個々の動物にあまりに重点が置かれ、集団医学についてほとんど関心が払われていないことが大きな欠点となっている。DVM取得後の獣医師に対するプログラムは充実しており、急速に拡充してきている。獣医研修病院における大学院の臨床教育は、開業及び大学の臨床の専門家を養成している。このような専門家が米国の開業獣医師の質を急速に向上させている。大学院の修士及び博士課程は非常に内容が多様で拡充しているが、獣医専門分野だけを扱っている。大学院における専門家養成のための職業教育は先進の専門技術が要求されるため非常に発達している。カリフォルニア大学の予防獣医学修士課程はこのような教育がいかにして発達した

かを知る際の非常によい例である。また獣医大学は研究においても非常に重要な役割を果たしている。研究内容は、家畜の品種に関する生物学的研究、大気汚染・水質汚濁の健康に与える影響、毒性化学物質の健康に与える影響等に関する研究などで、獣医学にとって比較的有利な分野を広く取り入れることを必要とする。

米国の獣医教育のいくつかの部門はさらに強化する必要がある。定量的集団的な疫学が広く発達し、大規模畜産の生産経営管理に関する効率的な集団衛生、教育、医療活動の改善がなされた。獣医師の能力を高め、その能力を長年にわたり維持し、高レベルの技術者集団として新たに位置づけるためには、獣医学教育は基礎科学によりさらに充実されるべきである。博士課程卒業後教育は、社会的要請のある幅広い分野にわたる専門的サービスに獣医師を供給するためにより拡大することが必要である。大学院の学術活動は、基礎生物学的教育にもっとも重点をおき、あまり獣医学的（専門的な）研究課題ばかり

取り入れることは止めるべきである。

研究は米国の獣医教育機関の業務の中で非常に重要な部分を占めている。過去20年間における、獣医学のめざましい進歩は我々の生物学的知識の増大によりなされた。そして今日、非常に可能性のある新しい技術が利用可能となり、獣医学研究に革命をもたらすことを約束している。DNAの組み換え技術及びその関連技術等を含むバイオテクノロジーは疾病の研究及び防遏に寄与するのみならず、家畜の成長、産乳、産卵、発生、繁殖などのコントロールにも非常によい機会を提供した。我々の生物学と疾病に関する理解の著しい増加及び研究者が手にした非常に強力な技術は、獣医学及び畜産業に大きなインパクトを与えるだろう。家畜の生産性の阻害要因である疾病をほとんど防除し、家畜の生長、産乳、繁殖及び生産物の質をコントロールし、社会の要望にこたえられる時がくることを我々は確実に期待できるであろう。

（訳；西貝正彦，力石弥生，山本実）