

解説

本誌に掲載されている Shannon Neibergs 博士の「繁殖牝馬の経済学」という言葉の基本的メッセージは、「サラブレッド生産事業の収益性の改善は繁殖効率の向上」に決定付けられるということである。Neibergs 博士の分析は、Karin Bosh 博士が大学院生であったときにマックスウェル・H・グルック馬研究センターで行った最近の研究の成果に基づいている。Bosh 博士は、牧場の管理体制と獣医師の診療行為が繁殖効率に与える影響を調査した。この調査は 2004 年から 2006 年にかけて実施され、ケンタッキー州中央部の 13 のサラブレッド生産牧場の 2,000 頭の牝馬がその対象となった。

生産事業の主な目標は、それぞれの牝馬にとって可能な限り長い年月にわたり、中断なく正常な子馬を出産させることにある。13 の牧場の年間の正常な子馬の出生率は 78% だったが、生殖可能な年数の最初の 7 年間に継続的に正常な子馬を出産した牝馬は 20% に過ぎなかった。平均すると牝馬は、その 7 年間中の 2 年間は生きた子馬の出産に失敗しているのである。また、分娩日の「ずれ」が生じなかった牝馬は 31% に留まった。「ずれ」が生じないということは、翌年の分娩日が前年と同じか、あるいはそれより早まることを意味する。その結果、繁殖シーズンの初期に未経産、不妊、および早期出産の牝馬に積極的に種付けを行えば、(初回発情における賢明な交配を含む) 繁殖成績に望ましい影響をもたらすことが示唆された。

長期間にわたって繁殖成績を向上させた要素としては、牝馬が毎年 4 月以前に分娩したことと、毎年出産している牝馬が選択されたことであった。一方、繁殖成績を低下させた要素としては、牝馬の高齢化と、繁殖シーズンにおいて 1 頭の牝馬に何度も交配させたことであった。

ケンタッキー州における繁殖成績に大きな影響を与えているのは、繁殖シーズンにおける種牝馬の交配回数が増加する傾向にあることである。ジョッキークラブが発表した数字によると、ケンタッキー州の種牝馬の平均交配回数は、1995 年は 35 回だったが、2005 年には 58 回に増加した。因みに、2005 年の全国平均は 17 回である。興味深いのは、この傾向は正常な子馬が出産される割合の増加と一致していることであり、牧場と獣医師による管理水準が非常に高く、調査した牝馬の発情周期毎の受胎率が増加していることを裏付けている。

種付料、牝馬の維持費、牝馬の年間の資本経費（減価償却）などを含む年間のトータルコストの中で、獣医師の診療費と輸送費を含む交配費はわずかな部分を占めているに過ぎない。しかし、繁殖成績に最も大きな影響を与えるのが交配費なのである。Neibergs 博士も、長期にわたって牝馬に投資することを重要視している。しかし、サラブレッドの生産には多くの未知の部分が存在しており、これが経済モデルの解釈を否応なく複雑にしている。その未知の部分とは、購入価格と販売価格に影響を与える繁殖牝馬の質のばらつき、牝馬を飼養する時間的長さ、当歳セールでの価格、そして、投資家個人個人の要求事項などである。

それでもなお、上記の調査は、高い繁殖成績と、繁殖成績が劣る牝馬の淘汰のための選択基準に基づいて牧場がプログラムを開発するためのプロトタイプ（模範）を提供するものである。

問合せ先：

Dr.David G. Powell,(859)257-4757,dgpowe@uky.edu

Maxwell H.Gluck Equine Research Center

University of Kentucky, Lexington,Kentucky.

2006 年第 2 四半期

イギリスのニューマーケットの International Collating Center (国際健康情報収集センター) を始めとする諸機関は、以下の病気の発生を報告した。

馬伝染性子宮炎 (CEM) は、スイスの非サラブレッド種生産施設の複数の牝馬と種牡馬に発生したことが確認された。馬ヘルペスウイルス-1 (EHV-1) による流産は、フランスのトロッター種の牝馬、日本の 3 つの施設のサラブレッドの牝馬、そしてイギリスの 5 つの施設で発生したことが報告された。イギリスでは、EHV-1 による新生子馬 1 頭の死亡、および EHV-4 が原因の 2 頭の死亡が診断された。

EHV による呼吸器の疾患は、フランス全土のいくつかの品種の馬に広く発生した。また、イギリスでは、非サラブレッド種の 3 頭の馬構診 (EHV-3) が診断された。

6 月にイタリアとアイルランドから発生が報告された馬伝染性貧血 (EIA) は引き続き調査が行われており、さらなる症例が診断されている。両国での EIA は、感染した馬の生物学的製剤の投与が原因とみられている。馬インフルエンザは、フランスのいくつかの品

種の馬に広く発生したこと、また、イギリスの預託施設で発生したことが報告されている。繁殖牝馬流産症候群（MRLS）の散発的な発生は、4月下旬にケンタッキー州で、6月にニュージャージー州で確認された。

2月および3月に、アルゼンチンで初めてウエストナイルウイルス（WNV）感染症が診断された。それは、相互に離れている施設における3頭の馬の神経系の疾患での死亡として確認された。アメリカでは、6月下旬までに馬のWNVの症例がアイオワ、ノースダコタ、ウィスコンシン、ワイミングの各州から、また、人の症例がカリフォルニア、ミシシッピ、テキサスの各州から報告された。

ニューメキシコ州におけるEVAの流行

馬ウイルス性動脈炎（EVA）の流行は、今年の6月にニューメキシコ州のクォーターホースの牧場で発生した。その後、その感染症は同州の内外に広がり、重大な問題と結末をもたらした。問題は、クォーターホースの生産者たちが繁殖成績を最大限に高めるために採った管理法、ならびに獣医学的手法にあった。彼らは人工授精と胚移植を大いに活用したが、それがEVAを拡散させる原因となったのである。感染症が流行したときには、迅速かつ正確な診断を行うことが必要不可欠となる。その診断がなされて初めて、速やかな予防的措置をとることができ、感染症の拡散を食い止めると共に、病気の重症化と経済的損失を抑制することができる。EVAは最早クォーターホースの中に定着してしまったことを認めるのであれば、予防的なワクチン・プログラムを導入すると同時に、適切な監視を行ってこの感染症がどの程度広がっているのかを確認することが必要になるだろう。

6月初旬、牧場主と獣医師は、妊娠が確認されていた牝馬が、再検査の際に「空胎」であることを発見し、その事実を懸念を抱いた。牧場主は、6月16日までに胎仔喪失の症例が増加したことを受け、可能性のある原因についての助言を急いで求めざるを得なかった。そして、血清と精液のサンプルがマックスウェル・H・グルック馬研究センターに提供された。同センターは、牧場の種牡馬の精液を牧場から発送するのを停止するよう提案し、実行された。6月23日、検査の結果、大半の精液が馬ウイルス性動脈炎に対する非常に高い抗体価を持っていることが明らかになった。そして、6月26日には、2頭の種牡馬の精液からウイルスが分離されたのである。それらの検査結果は、ウイルスに最近曝露したことを示す非常に有力な状況証拠となった。その後、各馬から一組ずつ採取したサンプル検査により、ウイルスの存在が確認された。

牧場主は、感染した種牡馬の精液を最近受け取った顧客、ならびに、多くのドナーおよびレシピエント（受取り側）の牝馬を牧場から出入りさせた人々に直ちにこれらの情報を

提供した。併せてニューメキシコの州獣医師にも情報が伝えられた。牧場は隔離されると共に、馬の移動が禁止された。その後、多くの情報が交換されると共に、初発牧場から精液あるいは牝馬を最近受け取った牧場から、グルック・センターに数多くのサンプルが提出された。その結果、馬ウイルス性動脈炎はニューメキシコ州ばかりでなく、他の6つの州の牧場にも広がっていることが確認された。

EVAの発生経過について初発牧場から提供された多くの情報に基づき、感染は5月下旬に起こった可能性が最も高いとの結論が出された。6月初旬になると4頭の種牡馬が感染し、そのうちの3頭が精液中にウイルスを「放出」し始めた。牧場の200頭以上の血清学的検査が行われ、感染が極めて高い率で発生していることが確認された。牧場のすべての牝馬、子馬、および種牡馬が血清反応陽性であることが判明したのである。当歳牡馬の3分の1も陽性であったが、当歳の牝馬は陰性であった。高い感染率が認められたにもかかわらず、報告された臨床症状は軽度であった。数頭の馬には発熱とそれに伴う四肢の浮腫、および軽度の呼吸器症状が報告されたが、大部分の馬は不顕性感染が起こったに過ぎなかった。しかし、妊娠初期に胎仔を喪失した牝馬の数は非常に多かった。当初の病気の蔓延は、感染の急性期にある馬との直接接触によるエアゾール感染が原因と考えられた。その感染は、牧場に数多くの馬が飼養されていたことによって悪化した。また、二次感染は、精液の「放出馬」となり、馬動脈炎ウイルスの保菌馬となった種牡馬の交配によって広がったと考えられている。

牧場では、この病気に曝露していない当歳馬に、改良生ワクチンのARVAC® (Fort Dodge Animal Health) が接種された。また、この病気が広まっている他の牧場の感染のリスクがある馬にもワクチンが接種された。だが、それまではワクチンの需要が少なかったため、アメリカで利用可能なワクチンは限られていた。従って、ワクチンはすぐに底をつき、品切れとなってしまったのである。供給業者であるフォートダッジ社は大量のワクチン製造に着手した。ワクチンは10月には利用できるはずである。そうなれば、2007年の繁殖シーズンが始まる前にワクチン・プログラムを開始することが可能となる。

全国家畜保健監視システム (NAHMS) が1998年に発表した調査結果と比較すると、過去2年間においてクォーターホースが馬ウイルス性動脈炎に罹患する率が上昇していることを示す証拠が増えている。この調査では、クォーターホースの有病率はわずか0.5%に過ぎなかったのである。

8月17日、年に1度のセールが行われていたニューメキシコ州のルイドソ・ダウンズで、クォーターホースの生産者、所有者、調教師、および獣医が参加する会議が開かれ、種牡馬と可能であれば牝馬を対象とするワクチン・プログラムの可能性について話し合いが行

われた。現在、その提案は検討中である。ワクチン・プログラムについての方針が合意された場合は、2007年の繁殖シーズンが始まる前にプログラムを実施する必要があるだろう。

問合せ先：

Dr.David G. Powell,(859)257-4757,dgpowe@uky.edu,or

Dr.Peter Timoney,(859)257-4757,ptimoney@uky.edu

Maxwell H.Gluck Equine Research Center

University of Kentucky, Lexington,Kentucky.

繁殖牝馬の経済学

マックスウェル・H・グルック馬研究センターの Karin Bosh 博士の最近の調査においては、管理的および獣医学的要素がサラブレッドの繁殖牝馬の繁殖効率に与える影響が調べられた。本誌では、その調査の一環として経済モデルが開発されたことが概説されている。

管理の最終目標は、可能な限り早い発情周期で繁殖牝馬を受胎させ、その妊娠を維持させて正常な子馬を生ませることである。繁殖牝馬の経済学においては、正常な子馬が極めて重要な生産単位となる。というのは、子馬が生産収入をもたらす唯一の資源だからである。管理手法と獣医師による治療は、早期の受胎を実現するために行われる。最初の発情周期で受胎することは、種付前後の獣医師による数多くの処置がいらなくなるので交配費の減少と共に、輸送費も低下するので多くの利点がある。また、分娩日が早まれば、離乳時の子馬／当歳時の子馬の成熟度が高まるので、セールでより高い価格が付けられる可能性があると共に、繁殖シーズンに種牝馬が交配する回数が少なくなる。さらに、最初の発情周期での受胎は、繁殖牝馬の分娩日の遅れを最小限に抑制するのである。調査により、早期の受胎が、正常な子馬の出生率を決定付ける重要な要素であることが示されている。

表 1 は、最初の発情周期で受胎した場合の、繁殖牝馬に要する一般的な年間経費を示している。その経費は、調査に参加した牧場管理者と獣医師の専門的な意見によって定義された最良の管理手法に基づいて設定された。最初の発情周期で受胎した繁殖牝馬の交配費は、不妊の繁殖牝馬の場合は 1,028 ドル、未経産の繁殖牝馬の場合は 902 ドル、子付繁殖牝馬の場合は 1,249 ドルで、獣医師による処置と輸送費が含まれている。それぞれの種類の繁殖牝馬に関して、発情周期毎に経費は 454 ドル増加する。維持費には、定期的な健康診断と装蹄師の費用が含まれている。そして、不妊および未経産の繁殖牝馬の場合は 1 日あたり 26 ドルの飼料代が追加される。子付繁殖牝馬の飼料代の他は、側にいる子馬の飼料費が、3 月 29 日から 8 月 1 日までは 1 日あたり 28 ドルになる。

表 1

最初の発情周期で受胎した場合の一般的な年間経費（繁殖牝馬の種類によって分類）

	不妊	未經産	仔付
交配費	\$1,028	\$902	\$1,249
維持費	\$9,981	\$9,981	\$10,231
種付料	\$30,000	\$30,000	\$30,000
繁殖牝馬の年間資本費 (減価償却)	\$17,143	\$17,143	\$17,143
年間費用の合計	\$58,152	\$58,026	\$58,623

繁殖牝馬を交配させる際に発生する 2 つの大きな追加費用は、種付料と繁殖牝馬の年換算の回収可能原価である。種付料は生産費の中の最大の費用で、当歳馬のときの価格を決定付ける最大の要素でもある。一般的に、種付料が増加すると、当歳馬のときの価格も上昇する。調査における繁殖牝馬の平均的な種付料は、正常な子馬の保証が付いて 30,000 ドルであった。繁殖牝馬は資本資産なので、減価償却費の回収規則が適用される。年齢が 12 歳以下の若い繁殖牝馬の減価償却期間は 7 年間、13 歳以上の繁殖牝馬は 3 年間である。減価償却費は、繁殖牝馬の年換算の資本費を表している。繁殖牝馬への投資額は、繁殖牝馬の種類を問わず、総額 120,000 ドルである。従って、若い繁殖牝馬の毎年の資本費は 17,143 ドルになる。

経費別ランキングによれば、種付料が最も大きな年間経費で、次いで繁殖牝馬の資本費用、維持費、交配費の順となっている。交配費は最も少ないコスト別カテゴリーに入っているが、最大の限界収益を生み出している。というのは、その費用は生産効率を最大限に引き上げるからである。生産者は、正常子馬が生まれる可能性が高まるのであれば、交配費により大きな金額を投資しようとするだろう。

繁殖牝馬の年間経費は、その牝馬の質によって異なる。質の高い繁殖牝馬の価格は高いので、年間の資本費も高くなり、質が高くて種付料も高い種牝馬と交配することになる。だが、年間の交配費と維持費は繁殖牝馬の質とは無関係で、すべての繁殖牝馬において同額である。図 1 は、繁殖牝馬の資本費および種付料と比較した、交配費と維持費の相対的な重要性を示している。このグラフは、繁殖牝馬の質が向上すると、種付料と繁殖牝馬の資本費が繁殖牝馬のコスト構成を支配することになることを明確に示している。子付繁殖牝馬が種付料 1,000 ドルの種牝馬と交配する場合、交配費と維持費は、正常な子馬を生産するための総費用の 88% を占めることになる。一方、子付繁殖牝馬が種付料 70,000 ドル以上の種牝馬と交配すると、その割合は 10% 未満になる。そして、種付料が 300,000 ドル

以上になると、交配費と維持費が総生産費に占める割合は 3%以下になってしまうのである。未経産の牝馬と不妊の牝馬の場合も、同様の分布状況が観察された。種付料／牝馬の質のレベルは、コスト管理を通して収益性に影響を与える機会を決定付ける。種付料が低くなれば、コスト管理戦略が収益性により大きな影響を与えることになる。

馬の繁殖成績の評価は、長年にわたって関心の的になっている。ケンタッキー州の調査では、牧場レベルの管理と獣医師の活動がサラブレッドの繁殖牝馬の繁殖効率にどのような影響を与えるのかが調べられた。そして、このプロジェクトでは、年間の交配費と生産コストが確認された。現在、繁殖牝馬への複数年の投資期間をモデル化すると共に、サラブレッド繁殖牝馬投資の収益性の一部として、繁殖牝馬の長期にわたる繁殖効率性を組み入れるための活動が行われている。

問合せ先：

Dr.Shannon Neibergs,(509)335-6360,sneibergs@wsu.edu
School of Economic Sciences,Washington State University
Pullman,Washington.

馬の増殖性腸疾患

豚とハムスターの原因菌として良く知られている *Lawsonia intracellularis* (偏性細胞内寄生菌) は、現在、様々な品種の馬においてその存在が頻繁に確認されている。この菌は、感染した腸細胞の先端の細胞質の中を自由に動き回る湾曲した偏性のグラム陰性菌で、増殖性腸疾患を引き起こす。*Lawsonia intracellularis* は、いくつかの種類の動物に感染することが報告されている。例えば、豚、ハムスター、ウサギ、人間以外の霊長類、イヌ、テンジクネズミ、ネズミ、ハツカネズミ、キツネ、オジロジカ、フェレット (白イタチ)、そして特定の鳥類などである。

Lawsonia intracellularis は、生後 3 ヶ月から 7 ヶ月までの子馬の増殖性腸疾患を引き起こすことが極めて多い。離乳したばかりの子馬の場合は、その割合がさらに高くなる。だが、年齢の高い馬も影響を受ける場合がある。この病気には、様々な臨床症状を伴う可能性がある。例えば、下痢、脱水症、虚脱状態、疝痛、継続的な体重減少、被毛状態の悪化、体調不良、下垂腹 (太鼓腹のような外観) などである。また、増殖性腸疾患に伴う臨床的異常には、低タンパク血症、低アルブミン血症、血清中クレアチンキナーゼの増加、貧血、一過性の白血球増多症などがある。

Lawsonia intracellularis が原因の肉眼的病変が認められる箇所は、一般的には、空腸

の末端、回腸、近接結腸などだが、腸管の一部が影響を受ける場合もある。病理学的な損傷には、多病巣性から融合性に至るまでの粘膜過形成が含まれる。過形成の粘膜は、環状域や癒着した顕著なひだやしわ（波形のような外観）を作り出す可能性がある。影響を受けた粘膜表面は、様々な状態のび爛あるいは潰瘍が形成される場合がある。潰瘍病変は、腸穿孔や腹膜炎につながることが多い。

増殖性腸疾患馬に観察される顕微鏡的病変には、腺窩の上皮過形成、有糸分裂像の増加、および杯細胞の減少などがある。様々な数の小さくて湾曲したバクテリアは増殖性腸細胞の先端の細胞質の中に存在しており、病変組織に銀染色（Warthin-starry-Steiner 法）を行えば容易に確認することができる。増殖性腸疾患が発生しても、潰瘍が併発していなければ、単核細胞が炎症を起こすことはほとんど、あるいは全くない。

増殖性腸疾患の診断に利用できる技術はそれほど多くない。腸管の超音波検査を行えば、疾病過程の重篤性と段階により、腸管の分節性あるいは拡散性の肥厚を確認できる可能性がある。その他の生体診断手法には、ELISA（酵素結合免疫測定法）および酵素免疫化学単層抗原分析による血清学的診断、糞のサンプルの免疫組織化学試験ならびにポリメラーゼ連鎖（PCR）試験、粘膜の採取、さらには生体組織検査などがある。また、死後の診断法には、剖検時の腸管全体の肉眼的評価、組織学的検査が行われた腸の部分の銀染色法、影響を受けたり、病変した腸から採取した粘膜剥離物の PCR 試験などが含まれる。粘膜剥離物の PCR 試験は、前述のすべての診断手法の中で最も感度が高い特有の手法である。*Lawsonia intracellularis* は通常の媒体では培養することができないが、微好氣的条件下であれば細胞培養が可能である。

ケンタッキー州の中央部では、過去 5 年間に於いてウマ科の若い動物が *Lawsonia intracellularis* に感染する事例が増加している。2000 年 12 月から 2006 年 6 月にかけて、*Lawsonia* の PCR 試験を行うために合計で 354 件のサンプルがケンタッキー大学家畜疾病診断センター（LDDC）に提出された。サンプルは、ケンタッキー州のいくつかの郡から送られた。354 件のサンプルのうち、74 件（21%）は PCR 試験で陽性であった。陽性馬は、ケンタッキー州の 6 つの郡の 157 の牧場で飼養されていた。その 74 件の中の 26 件は、剖検時の標本を伴っていた。それらの標本には、*Lawsonia* への感染を示唆する特徴的な組織学的病変が認められた（図 2 を参照）。

図 2

2000 年 12 月から 2006 年 7 月にかけて提出された 26 検体は、PCR 試験により *Lawsonia* に対して陽性であった。罹患した馬の年齢幅は生後 3 ヶ月から 12 ヶ月までであった。

LDDC に提出された馬の中で、*Lawsonia* 感染のような病変があり PCR 試験陽性であった馬の頭数、2000–2005 年

馬の月齢

Lawsonia intracellularis が好む生息場所は、腸細胞の先端の細胞質である。細胞膜を通過できる能力を持つ抗菌剤を使用することが極めて望ましい。馬の *Lawsonia* 感染に関する報告書では、エリスロマイシン–リファムピンが好ましい組み合わせで、また、最も効果的な治療法であるとされている。治療に効果があると報告されているその他の抗菌剤は、クロルテトラサイクリン、ペニシリン、エンロフロキサシン、クロラムフェニコール、アンピシリンなどである。

この馬の病気の疫学および正確な病態生理学的メカニズムは依然として明確になっておらず、継続的な研究が続けられている。

問合せ先：

Dr. Uneda K. Bryant, (859)253-0571, ubryant@uky.edu
Livestock Disease Diagnostic Center,
University of Kentucky, Lexington, Kentucky.