

ウマおよび騎乗者の振動解析

—障害者用乗馬の評価の可能性—

学位論文内容の要旨

従来、ウマは主に労役や輸送手段のための役畜として利用されてきたが、20 世紀中ごろからこれらの役割は機械にとって替わられた。ところが、この 20 年間で世界全体のウマの頭数は概ね 6 千万頭とほとんど変わっていない。こうした事実は従来と異なるウマの用途が重要視されていることを裏付けている。新たなウマの用途として、競馬、馬術競技、長距離耐久レース、ホーストレッキングなどがあるが、最近急速に需要が高まっている分野に障害者の乗馬がある。他の用途と異なり障害者用のウマに関しては、従来求められてきた「力、スピード、耐久性」といった能力以外の観点が必要である。自発的に運動する歩行や体操などと異なり、乗馬運動ではヒトは重力以外にウマから物理的な刺激を受ける。そのため、乗馬運動によって得られる身体的効果は、ウマからの物理的な刺激を検討することにより明らかになると考えられる。ウマからの物理的な刺激はウマの運動によって発生するため、周期的に変化しながら騎乗者に振動として伝達される。障害者用乗馬を畜産学的に追及するための基礎的知識として、ウマの振動だけでなく騎乗者の振動もリズムの観点から明確にする必要がある。ウマの振動を測定した研究は多いが、騎乗者の振動を解析した研究はほとんどない。

障害者の乗馬は、Riding for the Disabled Association (RDA) のインストラクションに従って、レッスンという形で実施されることが多い。レッスンは認定を受けたインストラクターによって計画および実施される。レッスンを構成するメンバーはウマ、騎乗者、およびインストラクターの他に、ウマを曳くリーダーと、騎乗者の左右で物理的に騎乗者を支えるサイドウォーカーからなる。インストラクターは RDA のマニュアルおよび自身の経験などから個々の騎乗者に対してウマを選択する。しかし、ウマの選択基準に科学的な根拠はない。

以上の観点から本研究では、1) 騎乗者の振動を測定する手法を確立し、それに関わる要因を解析した上で 2) 乗馬経験者、乗馬初心者、および障害者といった騎乗者の違いが振動に与える影響を検討し、3) ウマの体格の違いが騎乗者の振動に与える影響、およびこれらと RDA インストラクションによる評価との関係について検討することを目的とした。

主な結果は次のように要約される。

1) 振動測定法の確立のため、ビデオカメラを用いてトレッドミル上を運動する騎乗者を撮影し、騎乗者の振動を画像情報から抽出する方法と、加速度計を用いて直線走路上を運動する騎乗者の振動を加速度情報から抽出する方法の 2 つを検討した。ビデオ画像から振動を抽出した結果、サンプリング間隔が 1/32 秒と比較的長かったものの、振動の特徴を周波数および振幅の指標から把握できた。大型の設備が必要で測定場所が限定されるトレッドミルと組み合わせ

たこの方法は、騎乗者が障害者である場合、実施が難しいと考えられた。一方、加速度記録の積分から推定した位置情報に基づき振動を抽出し、振動の特徴を周波数および振幅の指標から検討した結果、サンプリング間隔が 1/200 秒とより詳細な解析が可能となった。また、障害者の乗馬が実際に行われる環境下で、ウマとヒトの 3 方向の振動を同時に測定でき、両者の振動の関係を把握することができた。ウマの鉛直振幅は胴体の頭部側よりも尾部側で大きかった。一方、ウマの前後振幅は、常歩の場合は尾部側で、速歩の場合は頭部側で大きかった。また、騎乗者の振動の周波数は常歩時で概ね 2 Hz であったのに対し、正反撞速歩時で概ね 3Hz であった。騎乗者の振幅にもウマの歩法間で差があり、特に顕著であった鉛直振幅は、常歩時で 1cm 未満と小さく、速歩および軽速歩時でそれぞれ 3.9cm および 4.4cm と大きかった。

2) 騎乗者間でウマの振動や騎乗者の振動そのものには違いがなかったが、ウマの振動と騎乗者の振動の鉛直方向における相互相関関係に障害者と乗馬経験者の間で違いがあった。乗馬経験者の振動はウマよりも 0.1 秒程度早く、かつウマの振動との相互相関係数が 0.44 と低かった。一方、障害者の振動はウマよりもわずかに遅れ、かつウマの振動との相互相関係数が 0.73 と高かった。このことは、障害者の乗馬運動が乗馬経験者に比べてより受動的なものであったことを意味する。

3) RDA のインストラクターを騎乗者として振動測定を行い、一頭の振動測定が終了する度ごとに、騎乗者にウマを評価させた。ウマは、27 項目の質問に対する 5 段階評価の質問紙法により評価された。体高と躯幹幅をもとに 35 頭の供試馬を 4 群に分類し、騎乗者の振動における群間の違いを解析した。その結果、体高の低い群では高い群に比べて、常歩時および速歩時ともに騎乗者の振動の周波数は高く、速歩時の鉛直および前後振幅は小さかった。躯幹の細い群では太い群に比べて、常歩時の鉛直振幅が大きく、一方、速歩時の左右振幅が小さかった。ウマの評価における群間の違いを比較したところ、次のような可能性が示された。①体高が低いウマは騎乗者の機敏さの向上に利用できる。②体高の低いウマは、サイドウォーカーを必要とする騎乗者に利用できる。③躯幹の太いウマは、騎乗者の筋肉を弛緩させるため、高緊張の騎乗者に利用できる。④躯幹の太いウマは、バランスの不安定な状態の騎乗者に利用できる。一方、RDA のインストラクターは、上記以外の 2 つの基準からもウマを評価していた可能性が示された。すなわち、運動量、および筋肉の協同運動といった筋骨格運動に関する基準と、ウマの反応の良さに関する基準であった。

4) 騎乗者の振動に影響を与える様々な要因について検討した結果、ウマの体格の違いから騎乗者の振動の特徴を説明できることが明らかになった。すなわち、体高が低いウマは、速歩時に騎乗者に大きな振幅を与えることがないため広く障害者の乗馬として利用できるが、躯幹が細ければ常歩時に大きな鉛直振幅を、躯幹が太ければ速歩時に大きな左右振幅を騎乗者に与えることを考慮して使い分けることが重要である。体高が高く躯幹の細いウマは、騎乗技術の高い騎乗者には向いているものの、障害者用としての利用は限られる。体高が高くても躯幹の太いウマは、常歩時に騎乗者に小さな鉛直振幅を与え、バランスの悪い騎乗者にも利用できる。なお RDA のインストラクションが推奨するウマの品種は、体高が低く躯幹の太い群に属するとされるが、本研究でも体高が低く躯幹の太いウマは障害者の乗馬として適することが振動解析の面からも裏付けられた。

以上のように、本研究は、新たな利活用が期待される障害者用の乗馬について畜産学的に追究したものであり、ウマの体格の違いによる騎乗者の振動の違いを明らかにし、障害者用のウマの選択法に関して基礎的な知見を示した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 近 藤 誠 司
副 査 教 授 小 林 泰 男
副 査 教 授 端 俊 一
副 査 助 教 授 上 田 宏 一 郎
副 査 講 師 中 辻 浩 喜

学 位 論 文 題 名

ウマおよび騎乗者の振動解析

—障害者用乗馬の評価の可能性—

本論文は7章からなり、図20、表20、引用文献87、補遺を含む、総頁数99の和文論文であり、別に3編の参考論文が添えられている。

使役馬としてのウマの能力は、「力、スピード、耐久性」という点から畜産学的に検討されてきた。一方、近年ウマはヒトの健康やQuality of Life (QOL)向上のための利活用が多く、その点で従来と異なる観点からウマの能力を追究する必要がある。乗馬運動においてヒトは重力以外にウマから物理的な刺激を受け、様々な身体的効果を得るといわれている。また最近急速に需要が高まっているウマの用途として障害者の乗馬があるが、乗馬することによる心理的効果に加えてウマからの物理的な刺激が大きな効果を生むとされている。ウマの運動によって発生する物理的な刺激は、周期的に変化しながら騎乗者に振動として伝達される。そのため、乗馬の効果を畜産学的に追究する上で、ウマの振動とともに騎乗者の振動もリズムの観点から明確にする必要がある。

従来、ウマの力やスピードといった能力を最大限に利用する目的で、運動するウマ自体の振動解析はいくつか行われてきたが、以上のような観点からウマと同時に騎乗者の振動を検討した研究はほとんどなく、その測定法についても未開発である。また、障害者の乗馬に関する世界的組織であるRiding for the Disabled Association (RDA)においても、そのインストラクションマニュアルの障害者用のウマの評価は主として経験的であり、その科学的な根拠は希薄である。

そこで本研究は、1) 騎乗者の振動を測定・解析する手法を確立し、2) 乗馬経験者、乗馬初心者、および障害者といった騎乗者の違いが振動に与える影響を明らかにした上で、3) ウ

マの体格の違いが騎乗者の振動に与える影響、およびこれらと RDA インストラクションによる評価との関係について検討した。得られた結果の概要は以下の通りである。

1) 騎乗者の振動測定法の確立

ビデオカメラを用いてトレッドミル上を運動する騎乗者を撮影し、騎乗者の振動を画像情報から解析する方法と、加速度計を用いて直線走路上を運動する騎乗者の振動を加速度情報から解析する方法の2つを検討した。加速度計を用いることにより、特殊な施設を使用することなく比較的簡易にウマと騎乗者の3方向の振動を同時に測定できた。また、加速度記録の積分とフィルター処理によって推定した振動軌跡をフーリエ変換することにより、周波数と振幅の2つの指標から振動の特徴を把握できた。

2) 騎乗者の違いが振動に与える影響

乗馬経験者、乗馬初心者、および障害者間でウマの振動や騎乗者の振動そのものには違いがなかった。ただし鉛直方向におけるウマとヒトとの振動の関係は、乗馬経験者はウマよりも0.1秒程度早く振動し、相互相関係数値が0.44と低かった。一方、障害者の振動はウマよりもわずかに遅れ相互相関係数値は0.73と高く、障害者の乗馬運動は相対的にやや受動的であることが示唆された。

3) ウマの体格の違いが騎乗者の振動に与える影響およびこれらと RDA インストラクションによる評価との関係

体高と躯幹幅をもとに35頭の供試馬を4群に分類し、加速時計を装着したRDAのインストラクターを騎乗者として振動を解析した。その結果、騎乗者の振動の周波数は、1.7~3 Hz、振幅は1~5 cmの範囲にあったが、周波数および振幅はウマの体格によって統計的に異なることが明らかとなった。すなわち、体高の低い群では高い群に比べて、常歩時および速歩時ともに騎乗者の振動の周波数は高く、速歩時の鉛直および前後振幅は小さかった。躯幹の太い群では細い群に比べて、常歩時の鉛直振幅が小さく、一方、速歩時の左右振幅が大きかった。騎乗者に各供試馬をRDAのインストラクションマニュアルを基礎とした27の評価項目について回答させた結果と合わせて検討すると、①高い周波数の振動を小さな振幅で与える体高が低いウマは騎乗者の機敏さの向上に利用できる上、サイドウォーカーを必要とする騎乗者に利用できる；②鉛直振幅が小さいが速歩時の左右振幅が大きい躯幹の太いウマは、騎乗者の筋肉を弛緩させるため、高緊張の騎乗者に利用できる上、バランスの不安定な状態の騎乗者に利用できる；などの可能性が示された。

以上のように本研究は、ウマの評価についてウマおよび騎乗者の振動という従来なかった観点から追究し、測定方法および解析方法を確立した上で、ウマの体格の違いによる騎乗者の振動の違いを明らかにした。これらはウマの評価について新たな知見を示したものであり

学術面において高く評価され、障害者用の乗馬の科学的選択法の確立といった応用面での貢献も大きい。

よって審査員一同は、松浦 晶央が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。