

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 カルタン クレール 和美

馬の姿勢や重心の位置は、馬の動作や走行速度に大きな影響をもたらす要素であることが経験的に知られているが、とりわけ後肢に負重を大きくかけた「収縮 (collection)」と呼ばれる状態は馬の運動性を左右する重要な要素であるとして、馬術競技などでは長年にわたってもっとも重視している事項である。しかしながら、収縮の実体を科学的に明らかにした研究はきわめて少なく、その意義については不明瞭な点が少なくない。本研究は、「収縮」を伴った状態を画像解析と運動力学的手法を用いることによって科学的に明らかにすることで、馬術競技や馬の歩行運動における「収縮」の意義を問い直したものである。

第一章では、馬の頭頸部の角度が収縮に及ぼす効果を調べた。本研究では「収縮」を後肢に体重がより多くかかり、重心と後肢との距離が狭まる状態と定義した。同一の騎乗者が5頭の馬に対して、1) 屈とう、2) 起揚、3) 伸展、4) フリーの4種類の頭頸部姿勢をとらせ馬体各部位の頭頸部に対する角度および重心と四肢との距離に対する関係を求めた。その結果、屈とうと起揚は伸展やフリーにくらべてより後肢に重心が近づくことがわかったが、その影響は軽微であり、屈とうや起揚が「収縮」を起こすための重要な条件ではないことが示唆された。

第二章では、馬の歩幅 (ストライド) と運歩数 (ピッチ) が各種の競技馬 (馬場馬術、馬上闘牛、レイニング、競馬、繋駕レース) においてどの程度、速度に影響を与えているかについて検討した。その結果、運歩数よりも歩幅と速度との関係がより相関性が高いことが示されたため、歩幅を決定する因子である「四肢の角度」と「滞空時間」に注目する必要があることが考えられた。

第三章では、「収縮」と速度との関係を調べた。速度が増加するに伴って、前肢および後肢の胴体に対する角度の増大が離地時 (後伸) と着地時 (前伸) のいずれにも生じた。この前伸および後伸における重心と四肢の着地点との関係を明らかにした。

第四章では、滞空時間と四肢の働きについて検討した。滞空時間は速度に影響されない指標であることが示された。馬は肢のパネ定数を増大させることで滞空時間を延長させていると仮定したが、この仮定は繋駕レースにのみ当てはまることがわかった。また、滞空時間の調節は騎乗者の有無に関係なく馬自身がかもともと備えている性質であり、肢のパネ的性質よりも筋力に頼っていると考えられた。長い滞空時間は歩様の活気に貢献し、短い滞空時間は上下動の少ない乗り心地と敏捷性を与える利点があるものと思われた。

第五章では、減速時の馬体の働きを明らかにするための解析を行った。減速に伴い、水平線に対する馬の胴体の角度が増大し、首の角度は減少した。馬は後肢を主体的に用いて減速すること、その際、重心が後肢に近づくので減速は馬の収縮を考える上で有力な働きとなり得るものと思われた。

第六章では、加速時の馬体の働きを明らかにするための解析を行った。加速度が増すに従って、離地時の後肢は伸展し、接地時間も増大した。加速時には四肢の後伸筋肉が強く働き回転モーメントを生み出すため、馬の体重は前肢から後肢へと移行するようになると考えられる。したがって、後肢は加速時においても重要な働きをもつことが示唆された。

第七章では、運動力学的データと画像データを重ね合わせることによって、馬の動的収縮を加重面から検討した。4頭の馬をフォースプレート上に引き馬をして速歩と常歩で通過させ垂直方向に生じる力を測定した。この解析によって、馬は単に肢を構成している筋肉群のみならず肢を体幹部に連結している筋肉群を用いることで、より少ない力で水平方向の移動を行っていることが実証された。

本研究によって、「収縮」には静的ないし「姿勢的収縮」と「動的収縮」が存在することが明らかになった。「姿勢的」収縮は、1) 重心に対する前肢と後肢の位置関係に従って生じる、2) 四肢の前伸を保ちながら後伸を抑えることによって達成される、3) その結果、歩幅は短くなる、4) 「姿勢的」収縮は速度に対し負の関係を持つ、5) 「姿勢的」収縮は、速度・方向変換など、馬が地面に余分に力を加える必要がある際に役立つことがわかった。一方、「動的収縮」は1) 速度に影響されないこと、2) 前半身の軽やかさと歩様の安定性を生み出していること、3) 「動的収縮」は、四肢を胴体に連結する筋肉群の働きによって生じること、4) 「動的収縮」は「静的収縮」とは異なる現象であり、同時に別々にも生じるうること、5) 「動的収縮」を促すには、大きな摩擦力を与えるダートの馬場よりも、より摩擦係数が小さい地面の方が適している、ことなどが明らかになった。

以上を要するに、本論文は馬術における「収縮」の実体を科学的に裏付けるとともに、その意義について新しい概念をもたらしたものであり、その成果は学術上、応用上寄与するところが少なくない。よって、審査員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと思われた。