

## 木曾馬, アラブ種およびサラブレッド種による乗馬時の 騎乗者と馬の3軸方向の加速度にみられる品種差

松井寛二・雨宮宏美・岡本敬子・竹田謙一

信州大学農学部食料生産科学科

### 要 約

木曾馬, アラブ種およびサラブレッド種の各1頭を用いて, 常歩, 速歩および駆歩時の馬のき甲部と騎乗者の腰部の3軸方向(上下, 前後, 左右)の加速度を同時記録した。騎乗者は高度な乗馬技能を有する成人男性であった。木曾馬, アラブ種およびサラブレッド種の体高は, それぞれ135, 146, 161cmであった。馬および騎乗者の加速度計測値をプロットすることにより, 馬の歩様の動態と騎乗者の動きを詳細に把握することができた。馬の平均ピーク加速度値において, 木曾馬とアラブ種はサラブレッド種よりも小さかった。また, 騎乗者の平均ピーク加速度値において, 木曾馬の上方向, 後方向および右方向の値はサラブレッド種とアラブ種よりも小さかった。これらの成績から木曾馬はアラブ種およびサラブレッド種に比べて乗馬時の馬上の騎乗者の安定性が高いことが明らかに示された。

キーワード: 木曾馬, アラブ種, サラブレッド種, 乗馬, 加速度, 騎乗者, データロガ

### 緒 言

木曾馬をはじめとする在来馬は全国各地で8馬種, 約3,500頭が飼育されている。木曾馬は一時期絶滅の危機にあったが, その後の保存活動により現在は血統登録上, 木曾種や木曾系種に区分され約150頭が保存, 飼育されている。障害者乗馬や初心者のトレーニングなどには, 馬の振動が少なく騎乗者が安定し, 安心して騎乗できるような体型の小さな馬が好まれる傾向にあり, 在来馬における新しい利活用の用途になるといわれている<sup>8,11)</sup>。木曾馬の体高は, 牝132~134cm, 牡135~140cmであり<sup>7)</sup>, わが国では, 中型馬の範疇に分類されている。体型的には胴長で脚が短く首が太く, 気質は温順であるといわれている。これらの理由から, 現在木曾馬は子供や初心者の乗馬, 障害者乗馬, トレーニングの乗用馬としての新しい利活用が注目されている<sup>6,8,11,12)</sup>。

乗馬時の木曾馬の振動が洋種馬(大型馬)よりも小さく, 安定して乗馬できると経験的に言われている。しかしこれらの経験的なデータについて科学的に実証した研究は少なく, 木曾馬と他品種の比較も行われていない。木曾馬による乗馬の研究として, 松井ら<sup>4)</sup>は木曾馬の乗馬時の馬と騎乗者の加速度, 騎乗者の心拍数および呼吸数を記録する装置につい

て報告している。

そこで本研究では, 木曾馬, そして木曾馬と体型および用途の異なるアラブ種とサラブレッド種を用いて, 3品種の乗馬時における馬と騎乗者の加速度を測定し, 3品種間で比較して, 木曾馬乗馬時の馬と騎乗者の動きの特性を明らかにしたので報告する。

### 材料および方法

#### 1) 供試馬, 騎乗者および実験場所

供試馬として山梨県馬事振興センター繋養で乗馬として使用されている木曾馬(馬名: 静花, 牝, 10歳, 体高135cm), アラブ種(馬名: 苑美, 牡, 5歳, 体高146cm), サラブレッド種(馬名: ロッキーダンサー, せん馬, 6歳, 体高161cm)各1頭を供試した。実験時の騎乗者は乗馬の専門的な技能を有する成人男性(19歳)であった。実験は同センターの室内馬場で実施した。

#### 2) 測定機器と実験方法

馬および騎乗者の加速度測定は加速度データロガ(3DG RECORDER YG-550, 山佐時計計器製, 東京)を使用した。このデータロガは0.01秒ごとに3軸方向, すなわちX, Y, Z軸(上下, 前後, 左右)の加速度を同時に記録できる。メモリー容量の制約から最大20分連続記録できる。本装置の詳細は前報<sup>4)</sup>に示してある。この装置を2台使用して騎乗者と馬の加速度を同時記録した。騎乗者と馬には,

受領日 2005年1月31日

採択日 2005年2月14日

それぞれ10Gと4Gの加速度センサーを使用した。供試馬はブリティッシュ鞍、はみ、籠、手綱などで馬装した。加速度センサーは、馬にはき甲部における鞍下ゼッケンの上部に固定し、騎乗者には右腰部のベルトに装着した。2台のデータログ本体は騎乗者の腰に付けたバックの中に収納した。

馬装と計測装置の装着終了後、騎乗者が乗馬した後に加速度の記録を開始した。その後、直ちに騎乗者は自ら室内馬場内に馬を誘導し実験を開始した。また乗馬中の騎乗者と馬の動きをビデオカメラで撮影した。

実験順序は常歩を1～3分(反時計回り)、速歩を2～3分(反時計回り)、駆歩を2～3分(反時計回り)の合計6～9分間の乗馬を行った。同じ実験順序の乗馬を、同一の騎乗者で3品種について実施した。加速度データ解析は、ビデオカメラの映像から歩様が安定している時間と照らし合わせ、10秒間の加速度記録を抜き出し、加速度変化をプロットした後、波形として比較した。さらにプロットした波形における10秒間に含まれるピーク値を平均して平均ピーク加速度値を算出した。

#### 結果および考察

木曽馬の体高は、牝132～134cm、牡135～140cmであり<sup>7)</sup>、体型的には胴が長く脚が短く首が太く、気質は温順であるといわれている。アラブ種の体型は体高142～150cm程度(中等)で、体質強健、粗食に耐え、運動は軽快で持久力に富んでいる。しかしその反面、長距離走以外の競技には不向きである<sup>3)</sup>。またサラブレッド種の体型は体高160～162cm、脚が長くスリムである。歩様は、歩幅が広く重心が低く、無駄のない動きを示す。1,000～3,500mの距離の競走では、時速60km以上のスピードで走ることができる能力を持っている<sup>3)</sup>。本実験で供試した木曽馬、アラブ種およびサラブレッド種の体高は、それぞれ135cm、146cm、161cmであり、上記の各品種の体高と一致していた。

図1は常歩時の馬の上下方向の10秒間の加速度を、図2は騎乗者の上下方向の加速度をプロットしたものである。騎乗者は高度な乗馬技能を有しており、3品種ともほぼ同じスピードで常歩を行った。計測の結果、馬の加速度のピーク回数は10秒間で木曽馬では19回、アラブ種では18回、サラブレッド種では17回となった(図1)。品種による差異は、各馬の体高や脚の長さが反映し、その結果、木曽馬>アラブ種>サラブレッド種の順になったと推察された。

また上下方向ともに、木曽馬とアラブ種のピーク値はほぼ同じ値を示したが、サラブレッド種はこれら2品種に比べて約5倍以上大きな値を示した。

常歩時の騎乗者の加速度も基本的には馬の加速度周期と同調していたが、騎乗者は馬の運動を自分の尻と腰で吸収しながら乗馬しているため、3品種ともに大きなピーク波形に加えて小さなピークも観察された(図2)。馬および騎乗者の加速度を同時記録し、図1および図2のように図示することにより、馬の歩様の動態と騎乗者のリズムカルな動きを詳細に把握することができた。

Matsuuraら<sup>5)</sup>は北海道和種馬とサラブレッド種を用いて、トレッドミル上での馬と騎乗者の動きを画像解析し、馬と騎乗者の揺れを周波数分析した。その結果、和種馬騎乗者の振動は、サラブレッド種より周波数が高く、振幅が小さいことを明らかにした。すなわち、和種馬はサラブレッドよりも振動のリズムが速く、振動の大きさが小さいことを示している。本実験の木曽馬とサラブレッド種の加速度波形の成績から、木曽馬とサラブレッド種の関係は和種馬とサラブレッドの報告と同様であると思われた。ちなみに、Matsuuraら<sup>5)</sup>が使用した和種馬の体高

馬

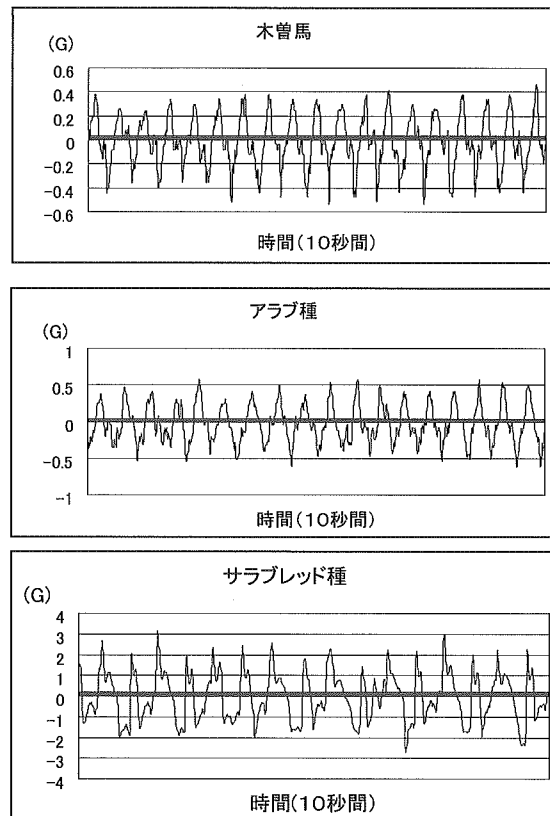


図1 常歩時の馬の上下方向の加速度  
+ : 上方向, - : 下方向

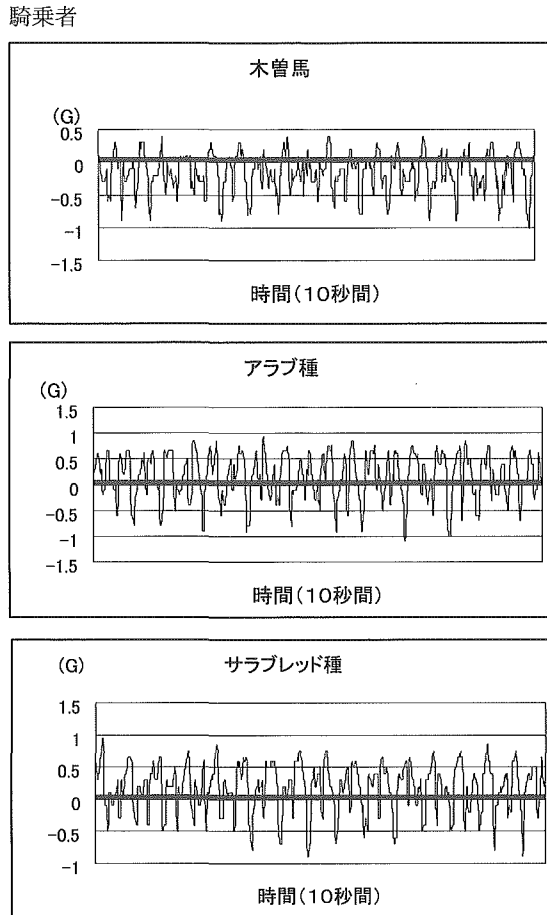


図2 常歩時の騎乗者の上下方向の加速度  
+ : 上方向, - : 下方向

は $129 \pm 2.3$ cmであり, 本実験の木曾馬よりも6cm低かった。またサラブレッドは $159 \pm 6.1$ cmであり, 本実験のサラブレッド種とはほぼ同じであった。

馬と騎乗者の動きを計測する方法として上述した画像解析やテレメータによる筋電図や加速度の計測が行われているが, これらの計測装置は広い野外の乗馬に応用することができないと思われる。しかし, 本実験の計測装置は小型で騎乗者が携帯できるので, 場所を選ばず, どこでも馬および騎乗者の加速度を記録できるので, 例えば障害者乗馬時の馬や騎乗者の動きを計測する有効な装置となり, 馬上での身体的なりハビリの診断に応用できると思われた。本実験では騎乗者の加速度センサーを右腰部に装着したが, 伊藤ら<sup>2)</sup>は加速度センサーを騎乗者の胸骨柄上に装着し, 騎乗者と馬の加速度を測定している。例えば, 障害者乗馬などで, 騎乗者の動きを評価する場合の最適なセンサーの装着位置(装着し易さと加速度評価の両面から)の検討も今後必要である。

木曾馬の乗馬時(常歩, 速歩, 駆歩)の馬の上下方向の10秒間の加速度変化を図3に, 騎乗者の加速度変化を図4に示した。馬のピーク回数は常歩では

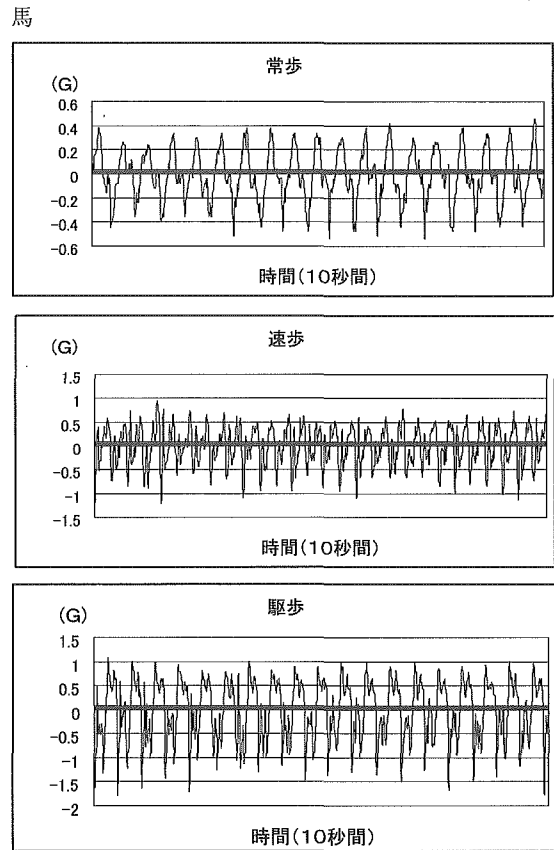


図3 木曾馬の常歩, 速歩, 駆歩時の馬の上下方向の加速度  
+ : 上方向, - : 下方向

19回, 速歩では27回, 駆歩では19回となった。また駆歩では19回であったが, 2つのピークが重なった波形の特徴を示した。ピーク値は常歩では上下方向とも $0.2 \sim 0.3$ G, 速歩では $0.5$ G, 駆歩では $1.0 \sim 1.5$ G前後の値を示した(図3)。騎乗者の加速度は, 常歩では波形のピークの形状が不明瞭であるが, ピーク回数は馬と同様の $18 \sim 19$ 回であり, 速歩と駆歩ではピークの波形は極めて明瞭でシャープとなり, 速歩では27回, 駆歩では19回となった(図4)。この騎乗者は高度な乗馬技能を有しており, スピードを増すに従い馬の動きに同調して騎乗者自ら規則正しい安定した上下運動を繰り返し乗馬していたと推察された。常歩の上方向が $0.3$ G, 下方向が $0.8$ G前後であった。速歩では上方向が $2 \sim 3$ G, 下方向が $1.0 \sim 1.5$ G, また駆歩では, 速歩とはほぼ同様の値であった。

Terada<sup>10)</sup>は騎手の頭部に加速度センサーを取り付け, 走法による乗馬熟練者と非熟練者の動きを測定している。その中で, 騎手が乗馬に習熟することによって「無駄な力を使わず」, かつ馬の動きに上手に同調して良好な姿勢が維持でき, 「適切な筋の活動」ができるようになると報告している。図4の

速歩および駆歩のシャープな規則的な加速度波形は上記の熟練者の動きを表現していると判断された。

3品種の常歩、速歩および駆歩の3軸方向の馬の騎乗者

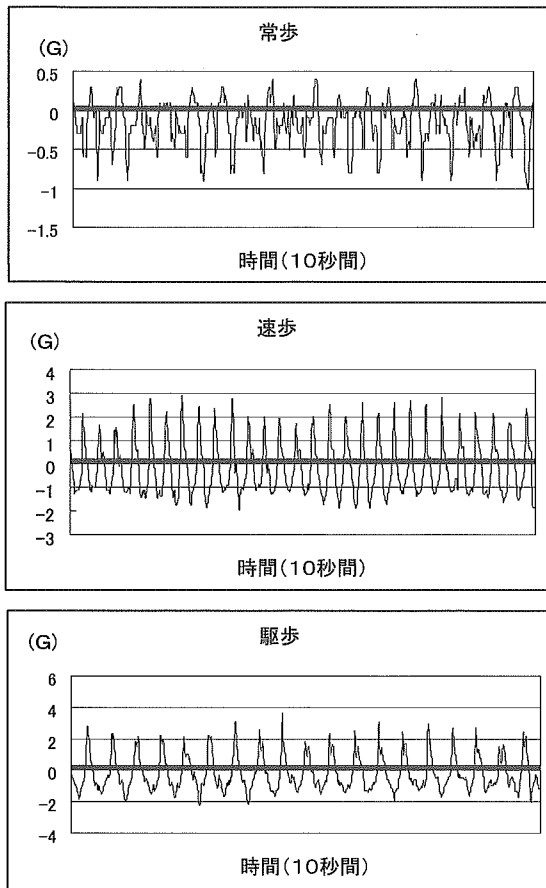


図4 木曾馬の常歩、速歩、駆歩時の騎乗者の上下方向の加速度  
+：上方向，-：下方向

平均ピーク加速度値を図5に、騎乗者の平均ピーク加速度値を図6に示した。本実験では3品種とも同一の騎乗者であったため騎乗者による影響はない。馬の加速度は、常歩、速歩および駆歩の上下、前後、左右の全ての方向において、サラブレッド種が最も大きかった。サラブレッド種は木曾馬とアラブ種に比べて常歩では10倍以上、速歩では5～6倍、駆歩では上下方向が1.5倍、前後および左右方向が約5倍となった。局<sup>12)</sup>は体高が高い馬、体長が短い馬、首が長い馬、胴が狭い特徴を持つ馬は揺れが大きくなることを指摘している。サラブレッド種は体高が高く、首が長く、走りは力強く、そしてスリムな体型のため胴が狭い特徴を有しており、この品種の特徴によりサラブレッド種の加速度は木曾馬、アラブ種よりも顕著に大きな値を示したと思われた。

木曾馬とアラブ種で馬の平均ピーク加速度値を比較すると、木曾馬は常歩の下方向、前方向および左右方向においてアラブ種に比べて小さかった。速歩では、木曾馬は上方向で大きく、下方向、前後方向および右方向では同程度であり、左方向では木曾馬が小さかった。駆歩では、木曾馬は上下方向、前方向で大きく、後方向で小さかった。木曾馬はアラブ種よりも体高が低いいため、上下方向の加速度が小さくなると予測した。しかし、常歩時で木曾馬の下方向の加速度はやや小さくなったが、速歩および駆歩では木曾馬がアラブ種よりも大きな値を示した。アラブ種(146cm)の体高は木曾馬(135cm)に比べて11cm高かったが、記録したビデオ映像から木曾馬とアラブ種の動きを比較したところ、アラブ種の動き

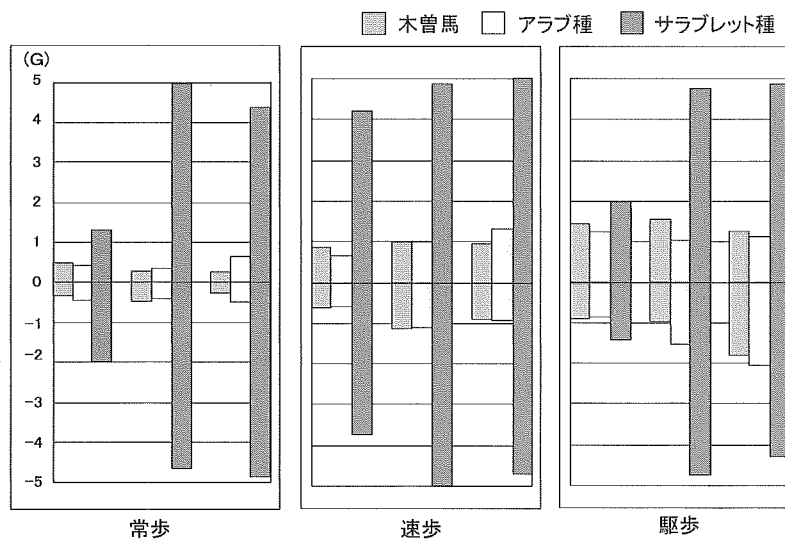


図5 常歩、速歩、駆歩時の馬の平均ピーク加速度値  
上下：+値は上方向，-値が下方向  
前後：+値は前方向，-値が後方向  
左右：+値は右方向，-値が左方向

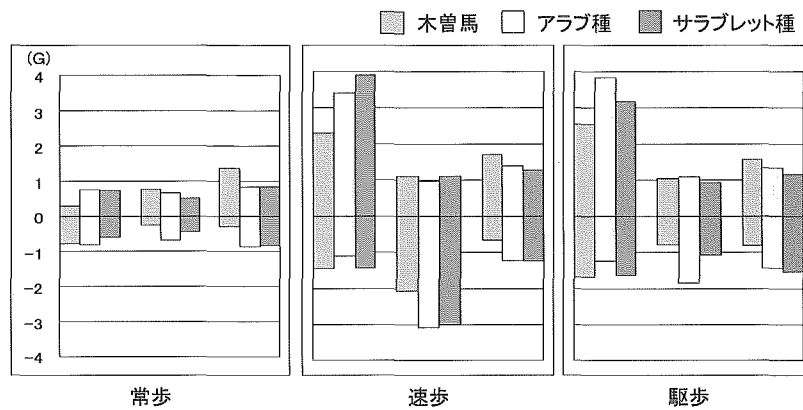


図6 常歩, 速歩, 駆歩時の騎乗者の平均ピーク加速度値

上下: +値は上方向, -値が下方向

前後: +値は前方向, -値が後方向

左右: +値は右方向, -値が左方向

は木曾馬に比較して歩様が柔軟で、軽快であったので、このことがアラブ種の値が小さかった原因の一つであると考察した。「アラブ種の歩様は『浮かんでいる』と表現されるが、バネの上で乗っているように走行する」と指摘している<sup>3)</sup>ことから推察できる。

騎乗者の平均ピーク加速度値は常歩, 速歩, 駆歩の全てにおいて、木曾馬は上方向, 後方向および右方向で、アラブ種とサラブレッド種よりも小さな値を示したが、常歩では前方向と左方向, 速歩では左方向で、また駆歩では下方向と左方向で大きな値を示した。騎乗者の平均ピーク加速度値において、木曾馬は常歩と速歩の左方向で大きな値であった。乗馬時のビデオ記録を分析したところ、木曾馬乗馬時に騎乗者が左回りの内側(左)にやや強く重心をかけ乗馬していたことが観察され、このことが左方向の加速度を大きくした原因になったかもしれないと思われた。馬の歩行時の四肢の動き, 歩行運動時の筋活動, 体型と運動能力などについて、競走馬を中心に研究されている<sup>1)</sup>。その中で、在来馬を評価する研究も徐々に始められている<sup>4,5)1)</sup>。今後さらにいろいろな視点(画像解析, 筋電図, 心拍数, 加速度, 運動能力, 調教方法など)<sup>1)</sup>から在来馬の運動特性を評価し明らかにすることが、在来馬の保存と利活用につながると思われる。

本実験に使用した馬は3品種各1頭であったが、これらの馬の体高は品種の特徴として示されている範囲内であった。また実験した馬事振興センターの馬の管理責任者から、これらの馬の歩様は各品種の特徴を示しており、跛行などの異常な動きはしていないとの説明を受けた。そのため、本実験で得られた馬および騎乗者(高度な乗馬技能を有する成人)

の加速度は、3品種の特徴の一端を明らかに示していると考えられる。馬の平均ピーク加速度値において、木曾馬とアラブ種はサラブレッド種よりも小さな値を示した。騎乗者の平均ピーク加速度値において、木曾馬は上方向, 後方向および右方向でサラブレッド種とアラブ種よりも小さな値を示した。これらの成績から木曾馬はアラブ種およびサラブレッド種よりも乗馬時の騎乗者の安定性が高いことが明らかに示された。さらに木曾馬は胴長で体高が低い体型をしているので、木曾馬乗馬時の騎乗者の視点は体高が高い洋種馬に比べて低くなる。体高が低いことは、騎乗が容易であり、また視点が低いことは、初めての乗馬においても騎乗者が受ける恐怖感も小さくなると推察できる。よく調教された木曾馬は初心者や高齢者、さらに障害をもった人など、幅広い人々が乗馬しやすい馬である特徴を持ち備えていると考えられた。

#### まとめ

小型携帯型の加速度記録装置を用いて、木曾馬, アラブ種およびサラブレッド種の乗馬時の騎乗者と馬の加速度を記録した。その結果から、馬および騎乗者の加速度計測値をプロットすることにより、馬の歩様の動態と騎乗者の動きを詳細に把握することができた。馬の平均ピーク加速度値において、木曾馬とアラブ種はサラブレッド種よりも小さかった。また騎乗者の平均ピーク加速度値において、木曾馬の上方向, 後方向および右方向の値はサラブレッド種とアラブ種よりも小さかった。これらの成績から木曾馬はアラブ種とサラブレッド種に比べて乗馬時の馬上の騎乗者の安定性が高いことが明らかに示された。

最後に、信州大学農学部で繋養している木曾馬を用いて、障害をもった子供達に乗馬の楽しみを体験してもらい催しとして、これまで4回「木曾馬乗馬体験会 in 信州大学」を開催し、木曾馬による障害者乗馬やヘルパーのための講習会を実施してきた<sup>9)</sup>。この未完の小論が障害者乗馬に木曾馬が使用され評価を受けている科学的根拠の1つになり、木曾馬を含めた在来馬が安定的に保存され、利活用されることを願っている。

### 謝 辞

最後に、本研究を実施するにあたり、ご指導とご協力頂いた山梨県馬事振興センターの職員の皆様、とくに実験時に騎乗して頂いた水川学氏に深謝いたします。

### 引用文献

- 1) 天田明夫 (1998) 馬のスポーツ医学「9 歩行運動」. 日本中央競馬会競走馬総合研究所監修. 159-173. 日本中央競馬会弘済会
- 2) 伊藤晋彦, 三田勝巳, 慶野裕美, 続木雅子, 岸川正大 (2000) 加速度計測法によるヒトと馬の運動計測. ヒトと動物の関係学会第6回学術大会予演集. 25.
- 3) 楠瀬 良 (1996) アルティメイト・ブック馬 (楠瀬良監訳)「品種」. 28-29, 34-35. 緑書房.
- 4) 松井寛二, 岡本敬子, 竹田謙一 (2004) 携帯型データロガーによる乗馬時のウマき甲部および騎乗者腰部における3軸方向の加速度と騎乗者の心拍数および呼吸数の計測. ヒトと動物の関係学会誌, 13: 105-109
- 5) Matuura, A., Takita, N., Shingu, Y., Kondo, S., Matsui, A., Hiraga, A., Asai, Y., Hara, H. and Okubo, M. (2003) Rhythm analysis for movements of horse and rider on a treadmill by sequential still VTR pictures. J. Equine Sci., 14: 125-131.
- 6) 六浦一浩 (1997) 木曾馬と共に生きる. J. Equine Sci., 8 (特別号): S13-S17.
- 7) 野澤 謙 (1997) 日本在来馬をめぐる諸問題. 畜産の研究, 51: 135-141.
- 8) 澤崎 坦 (1999) 馬産を支える日本在来馬. 日本ウマ科学会誌, Hippophile 6: 39-57.
- 9) 竹田謙一, 松井寛二, 岡本敬子, 佐藤陽子, 田巻義孝 (2003) 「木曾馬乗馬体験会 in 信州大学」の実施報告. 信州大学 AFC 報告, 1: 101-105.
- 10) Terada K. (2000) Comparison of head movement and EMG activity of muscles between advanced and novice horseback riders at different gaits. J. Equine Sci., 11: 83-90.
- 11) 局 博一 (1998) 在来馬をめぐる雑感. 日本ウマ科学会誌, Hippophile 2: 24-31.
- 12) 局 博一 (2000) 障害者乗馬. 畜産の研究, 54: 175-182.

## Breed differences in three-dimensional acceleration of rider and horse as seen through the riding of Kiso, Arab and Thoroughbred horses

Kanji MATSUI, Hiromi AMEMIYA, Keiko OKAMOTO and Ken-ichi TAKEDA

Department of Food Production Science, Faculty of Agriculture, Shinshu University

### Summary

Breed differences were investigated in three-dimensional (up and down, back and forth, right and left) accelerations at the waist of the rider and at the withers of the horse, during walk, trot and canter in Kiso, Arab and Thoroughbred horses. The rider was an adult male highly skilled in horse riding. The withers heights were 135 cm, 146 cm and 161 cm in the Kiso, Arab and Thoroughbred horse, respectively. From the figures plotted from the acceleration of the horse and rider, it was possible to understand the movements of the horse and rider. The peak acceleration value of Kiso and Arab horses was smaller than that of the Thoroughbred horse. Moreover, the peak acceleration values of the rider in an upwards, backwards and right direction were smaller in Kiso horse than in Arab and Thoroughbred horses. From these results, it appears that the stability of the rider was higher in Kiso horse than in Arab and Thoroughbred horses.

**Key word** : Kiso horse, Arab horse, Thoroughbred horse, horse-riding, acceleration, rider, data-logger