

博士学位論文

学位論文内容の要旨および審査結果の要旨

氏 名 石丸 睦樹

学位の種類 博士（獣医学）

学位授与の条件 酪農学園大学学位規程第3条第4項に該当

学位論文の題目 気候の異なる条件下で飼育した競走馬の育成に関する研究

審査委員

主査 教授 樋口 豪紀（獣医衛生学）

副査 教授 翁長 武紀（獣医生理学）

副査 教授 山下 和人（獣医麻酔学）

副査 教授 鈴木 一由（生産動物外科学）

副査 教授 南保 泰雄（帯広畜産大学）

学位論文要旨

気候の異なる条件下で飼育した競走馬の育成に関する研究

酪農学園大学大学院獣医学研究科

石丸睦樹

本論文は、冬期に寒冷な北海道日高地方の日本中央競馬会日高育成牧場（日高育成牧場）で飼育されたサラブレッド種競走馬（日高育成馬）の育成期における体組成の変化、身体の成長及び性腺機能の変化を内分泌学的に解明するとともに、初期、中期及び後期育成期におけるサラブレッドの適切な育成方法を検討することを目的とした。

第I章では、繁殖雌馬に対する長日処理の普及により、「早生まれ」の子馬が増加していることを背景に、初期育成期における出生時期の違いによる成長及び内分泌機能の発達について検討した。経時的な平均増体日量（ADG）の比較では、厳寒期に生まれた「早生まれ」の当歳馬は、「遅生まれ」の当歳馬と比較して、概ね8週齢までは低値を示すことが判明した。一方、初期育成期のADGは、出生月に関わらず、長日期に相対的に高値となることが明らかになった。さらに、長日期には、出生月に関わらず血中黄体形成ホルモン（LH）、卵胞刺激ホルモン（FSH）及びプロラクチン濃度も高値を示すことが明らかになったことから、初期育成期のサラブレッドは、出生直後から日長時間の変化に対して視床下部-下垂体系の内分泌機能が活性化されていることが明らかになった。一方、代謝に関わるコルチゾールや甲状腺ホルモン（サイロキシン）は、出生月に関わらず出生直後に血中濃度が高値を示したことから、寒冷な1月から3月の早期に出生しても、副腎や甲状腺は十分に機能していると推察され、母子の適切な栄養や保温などの飼養管理によって、子馬の成長と内分泌機能の発達を促すことが可能であることが示唆された。

第II章では中期育成期における厳寒期の放牧管理が成長及び内分泌機能に及ぼす影響について検討した。北海道日高地方の厳寒期において22時間の昼夜放牧を行う「昼夜群」と7時間の昼放牧と1時間のウォーキングマシン（WM）運動を組み合わせる「昼W群」を比較したところ、「昼W群」では、「昼夜群」と同等の移動距離を確保することが可能であることが明らかになった。「昼夜群」は、「昼W群」と比べ、厳しい寒冷環境に適応するために体温の低下、安静時心拍数の減少など、副交感神経活動が優勢となり、代謝を抑制する生体反応を示すことが明らかになった。一方、「昼W群」

は、プロラクチンおよびインスリン様成長因子（IGF-I）の分泌が増加するとともに、コルチゾールやサイロキシン分泌も上昇したことから、昼夜群と比べて代謝や成長の抑制が少ないことが示唆され、昼放牧に WM を組み合わせる方法は、効果的な厳寒期の管理方法であることが示唆された。

第III章では、冬期に穏やかな気候である南九州の日本中央競馬会宮崎育成牧場（宮崎育成牧場）で育成されたサラブレッド（宮崎育成馬）と冬期に寒さが厳しい北海道の日高育成馬を比較し、気候環境が体組成、成長及び内分泌機能に及ぼす影響について検討した。筋肉量の指標とされる除脂肪体重（FFM）増加率の比較において、雄馬では、宮崎育成馬は日高育成馬と比べて高値であったことから、宮崎は冬期に効果的なトレーニングを実施することができる可能性が示唆された。成長指標の比較において、宮崎育成馬は日高育成馬と比べて、雌雄ともに、すべての成長指標（体重、体高、胸囲及び管囲）の増加率が高値であった。また、生殖関連ホルモン分泌の比較において、宮崎育成馬は日高育成馬と比べて、雌雄ともに、性腺から分泌される血中テストステロンやエストラジオール-17 β 濃度が早期に上昇することが明らかとなった。サラブレッドに対する実験的な情動や運動負荷試験では、運動によって成長ホルモン及びプロラクチンの分泌が促進されることが明らかになり、育成期の適正な発育のためには、運動の重要性が示唆された。

第IV章では、後期育成期の長日処理が、日高育成馬と宮崎育成馬の体組成、成長及び内分泌機能に及ぼす影響について検討した。長日処理を北海道の後期育成馬に応用することで、成長停滞の軽減や FFM 増加などが得られ、冬期に効果的なトレーニングを実施することができる可能性が示唆された。宮崎育成牧場の雌馬では、長日処理によって成長指標及び性腺機能の促進効果が得られたが、雄馬では効果が認められなかった。しかし、プロラクチンは雌雄ともに早期に分泌され、換毛が促進された。宮崎育成牧場の雄馬において、換毛以外の長日処理による効果が明らかではなかった理由は、自然光下で冬期の成長停滞や性腺機能抑制が軽度であったためと推察された。また、長日処理の効果が発揮されるまでに約 1 ヶ月が必要であることが明らかとなった。

以上の研究により、育成期の課題であった厳寒期の成長や性腺機能発達の特徴を明らかにし、また、中期育成期における WM 運動及び後期育成期における長日処理法の応用等、我国の気候に合致した新しい育成期の飼養管理方法を提示することができた。

論文審査の要旨および結果

1 論文審査の要旨および結果

審査は、1) 体裁を整え、新規性があり、明確に十分な根拠があるか、2) 科学および獣医学の発展に寄与する内容であるかの2点を重点に行われた。

論文の概要について

本研究は、北海道で出生したサラブレッドにおける出生時期の違いが初期育成期の成長や内分泌機能に及ぼす影響を解析した（第I章）。また、厳寒期の異なる管理方法が中期育成期の成長、生理及び内分泌機能に及ぼす影響を解析した（第II章）。さらに、冬期の異なる気候が後期育成期の体組成、成長及び性腺機能に及ぼす影響を解析した（第III章）。最後に、異なる気候下で実施した長日処理が後期育成期の体組成、成長、性腺機能及び被毛に及ぼす影響を解析した（第IV章）。

研究の背景と目的

我国のサラブレッド生産や育成は主に北海道で行われている。北海道の夏期は日長時間が長く冷涼であることからサラブレッドの育成に適した気候と考えられているが、冬期には成長が停滞することが育成期の課題となっている。しかし、冬期の気候が、育成期の成長や性腺機能に及ぼす影響については明らかにされていない。本研究では、冬期に寒冷な北海道で飼育されるサラブレッドの適切な育成方法を検討することを目的として、気候の異なる条件下で飼育・育成されたサラブレッドの体組成、馬体成長及び性腺機能について内分泌学的に解明を試みた。

研究の成果

1. 初期育成期における黄体形成ホルモン、卵胞刺激ホルモン及びプロラクチンの血中濃度は、出生時期に関わらず、長日期に高値となることが判明した。また、平均増体日量（ADG）も長日期に相対的な高値を示したことから、出生直後から子馬は長日刺激に反応し視床下部-下垂体-成長ホルモン軸が活性化される可能性が示唆された。一方、寒冷な時期に出生した子馬でも、出生直後にサイロキシンとコルチゾールの血中濃度が高値を示したことから、出生早期に甲状腺と副腎は十分に機能していることが推察された。

2. 中期育成期の厳寒期管理として、昼夜放牧を実施した昼夜群と昼放牧とウォーキングマシン（WM）を実施した昼W群の成長と生理機能を比較した。昼夜群は、体温低下、心拍数減少、HFパワー上昇など副交感神経活動が優勢となり、成長が停滞することが判明した。一方、昼W群は、代謝は維持され血中インスリン様成長因子やプロラクチン濃度が上昇することが判明した。また、1月の除脂肪体重（FFM）増加率やADGも維持されたことから、昼放牧とWMを併用する方法は、厳寒期に代謝や成長を促す有効な管理方法であることを明らかにした。

3. 冬期間に後期育成期を日高と宮崎で育成したサラブレッドを比較したところ、宮崎は

日高と比べて雄馬の FFM の増加率が高く、雌雄ともに成長指標の増加率が高いことが判明した。また、生殖関連ホルモンの分泌開始も早期であったことから、視床下部一下垂体一性腺軸が早期に賦活されることが示された。運動ストレス負荷実験では、運動強度とともにプロラクチンと成長ホルモンの分泌が増加したことから、運動負荷後の筋修復や成長が促進される可能性が示唆された。

4. 後期育成期に長日処理を実施した結果、日高では、雌雄ともに FFM の増加、成長指標の増加、性腺機能の早期賦活及び換毛促進が認められた。長日処理によって日高の冬期成長停滞を軽減し効率的なトレーニングを実施できる可能性が示唆された。宮崎では、長日処理によって、雌馬では成長、性腺機能賦活及び換毛を促進する効果が認められたが、雄馬では換毛以外の効果は明らかではなかった。宮崎の雄馬では、自然光下で冬期の成長停滞や性腺機能抑制が軽度であるため、長日処理の効果が低いと推察された。

研究の評価

本研究では出生時期（季節）の違いが初期育成期の成長や内分泌機能に及ぼす影響を解明するとともに、北海道と本州における比較研究を通し寒冷環境が育成期の生理及び内分泌機能に与える影響を明らかにしている。一連の研究は、物理的環境が競走馬の生体に及ぼす影響を生理学的側面から解明したものであり、競走馬の新たな管理技術構築においてその一助となることが期待される。

学位論文の一部を公表した論文

1. Ishimaru M, Matsui A, Seki K, Korosue K, Akiyama K, Mizukami H, Yoshida T, Taya K. 2022. Effects of different winter climates in Japan on body composition of young Thoroughbreds in training. *J Vet Med Sci* 84: 1585-1594.
2. Kitaura T, Sato F, Hada T, Ishimaru M, Kodama R, Nambo Y, Watanabe G, Taya K. 2021. Influence of exercise and emotional stresses on secretion of prolactin and growth hormone in Thoroughbred horses. *J Equine Sci* 32: 49-53.
3. Suzuki T, Mizukami H, Nambo Y, Ishimaru M, Miyata K, Akiyama K, Korosue K, Naito H, Nagaoka K, Watanabe G, Taya K. 2016. Different effects of an extended photoperiod treatment on growth, gonadal function, and condition of hair coats in Thoroughbred yearlings reared under different climate conditions. *J Equine Sci* 26: 113-24.
4. Kunii H, Nambo Y, Okano A, Matsui A, Ishimaru M, Asai Y, Sato F, Fujii K, Nagaoka K, Watanabe G, Taya K. 2015. Effects of an extended photoperiod on gonadal function and condition of hair coats in Thoroughbred colts and fillies. *J Equine Sci* 26: 57-66.
5. Mizukami H, Suzuki T, Nambo Y, Ishimaru M, Naito H, Korosue K, Akiyama K, Miyata K, Yamanobe A, Nagaoka K, Watanabe G, Taya K. 2015. Comparison of growth and endocrine changes in Thoroughbred colts and fillies reared under different climate conditions. *J Equine Sci* 26: 49-56.

以上のことから、石丸 睦樹 氏は、博士（獣医学）の学位を授与されるに十分な資格を有すると審査員一同は認めた。

2 最終試験の結果

審査委員 5 名が最終試験を行った結果、合格と認める。

2023 年 3 月 8 日

審査委員

主査	教	授	樋口	豪紀
副査	教	授	翁長	武紀
副査	教	授	山下	和人
副査	教	授	鈴木	一由
副査	教	授	南保	泰雄