HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	サラブレッド種当歳馬の昼夜放牧飼養管理に関する栄養学的・行動学的研究［全文の要約］
Author(s)	田辺, 智樹
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	乙第7094号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/78600
Type	doctoral thesis
File Information	Tomoki_TANABE_summary.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 の 要 約

博士（環境科学）　　氏 名　田 辺 智 樹

学 位 論 文 題 名

サラブレッド種当歳馬の昼夜放牧飼養管理に関する栄養学的・行動学的研究
（Nutritional and behavioral studies on grazing management
for whole-day stocked Thoroughbred foals）

第１章　緒言

我が国のウマの総飼養頭数のうち、約60％を軽種馬が占めている。日本における軽種馬とは主に競走用のサラブレッド種のことを指し、諸外国と比較してウマ総飼養頭数に対するサラブレッド生産の占める割合が非常に大きい国である。すなわち、サラブレッド生産は、日本の馬産業において主要な位置づけにあるといえる。サラブレッド種が生まれてからの約2年間の育成期は、他の家畜に比べても身体成長が著しく、運動能力が要求される競走馬にとって、骨格や筋肉といった運動器の成長は適正なものでなければならない。運動器の疾患は競走馬としての市場価値および将来の競走能力を大きく低下させる可能性があるため、育成期の不適切な発育を予防するためにも、この時期はとくに適切な飼養管理が求められる。

サラブレッド種育成馬は、誕生から1歳秋に騎乗馴致を開始するまでの期間、主に生産牧場において体力養成や栄養供給および群れへの順応などを目的として放牧飼養が行なわれる。とくに近年、育成馬の運動量の増加を目的として、これまでの時間制限した昼間のみの放牧から、数時間のみ厩舎内で馬体管理や補助飼料給与を行い、一日のうちほとんどの時間を牧草地で放牧管理する昼夜放牧が普及してきている。すなわち、放牧地を養分摂取の場、自発的運動の場、社会関係構築の場としてとらえ、それぞれの観点から適切な放牧飼養管理について検討する必要がある。しかしながら、サラブレッド種育成馬の昼夜放牧飼養が普及しているにも関わらず、乳牛や肉牛などの家畜にくらべてウマの放牧管理に関する知見は少なく、特に当歳馬に関するこの分野の研究蓄積はほとんどない。

本研究では、サラブレッド種当歳馬の適切な昼夜放牧飼養管理方法を確立するため、その養分摂取、自発的運動、社会関係に関する飼養管理上の問題点を明確にすることを目的として、以下の項目について検討した。まず第2章では、昼夜放牧飼養したサラブレッド種当歳馬の放牧草採食量および牧草由来の養分摂取量を明らかにし、飼料消化能力の変化についても検討した。第3章では、放牧地における自発的運動の指標として移動距離を測定し、月齢の進行に伴う変化とその特徴について明らかにした。第4章では、母馬および母馬以外の他個体との社会関係について、個体間距離を指標として測定し、その変化について明らかにした。最後に第5章では、養分摂取、自発的運動、社会関係の3つの観点から、昼夜放牧飼養下におけるサラブレッド種当歳馬の適切な離乳時期について検討するとともに、運動によるエネルギー消費量と放牧草採食量との関係から適切な飼料給与量について、それぞれ

総合的に考察した。

第2章　昼夜放牧飼養下おけるサラブレッド種当歳馬の放牧草採食量、養分摂取量および消化能力の変化

哺乳期および離乳前後における昼夜放牧飼養下のサラブレッド種当歳馬の食草時間および牧草採食量を測定し、月齢の進行に伴う変化について明らかにした。まず食草行動や哺乳行動について、9組のサラブレッド種当歳馬（雄5頭、雌4頭）とその母馬を用いて試験を行なった。1カ月齢時から5カ月齢時まで48時間連続の目視による行動観察を各月1回行い、各供試馬の行動形を食草、休息、その他に分けて5分間隔で記録し、食草時間を算出した。同時に哺乳行動について、各供試馬が哺乳行動を発現するたびに開始時間と終了時間を秒単位で記録し、1日あたりの哺乳回数と累積哺乳時間を算出した。

1日あたりの哺乳回数は1カ月齢時で36回/日、4カ月齢時で28回/日、累積哺乳時間は1カ月齢時で40分/日、4カ月齢時で33分/日であり、それぞれ4カ月齢時において1カ月齢時よりも少なかった（$P < 0.05$）。1回あたりの哺乳時間はいずれの月齢においてもおおむね70秒であり、月齢間における統計的な差はみられなかった。哺乳期の当歳馬の食草時間は1カ月齢時の335分から3カ月齢時の576分まで月齢の進行に伴って長くなり（$P < 0.01$）、3カ月齢から4カ月齢時にかけてはほとんど変化しなかった。離乳直後の5カ月齢時における当歳馬の食草時間は796分/日であり、離乳直前の4カ月齢時よりも長く（$P < 0.05$）、試験期間中ほとんど変化しなかった母馬の食草時間と同程度であった。

飼料摂取量は、3月または4月生まれの昼夜放牧飼養されているサラブレッド種当歳馬のべ35頭（雄22頭、雌13頭）を用い、哺乳期中である2カ月齢時（6月）および4カ月齢時（8月）と離乳直後の5カ月齢時（9月）に測定した。放牧草採食量は、各供試馬に酸化クロム含有ペレットを10日間毎日朝夕2回給与し、9日目と10日目に排泄直後の糞を48時間採取して、酸化クロムとアルカンを用いたDouble indicator 法により測定した。

放牧草採食量は、哺乳期の2カ月齢時において乾物（DM）で1.2 kg/日（体重の0.8%）、4カ月齢時で2.1 kg/日（1.0%）であり、離乳直後である5カ月齢時の食草量は4.7kg/日（2.0%）と離乳前より大きく増加した（$P < 0.05$）。当歳馬の放牧草からの可消化エネルギー（DE）摂取量は、維持と増体に必要な要求量（NRC 2007）に対して、2カ月齢時で29.2%、4カ月齢時で30.2%であり、5カ月齢時では 87.0%だった。配合飼料を含めたDEの総摂取量でみると、哺乳期である2カ月齢時および 4カ月齢時でそれぞれ30.0%、42.7%であり、それぞれ1.16, 0.96kg/日と我が国における標準発育と同等の増体量を得ていたことから、DE要求量の60～70%は母乳に依存していたと考えられる。また、離乳直後の5カ月齢時において、配合飼料を含めた総DE摂取量は要求量の103.1%であり、かつ1.01 kg/日の標準発育以上の増体量を得ていたことから、離乳直後において当歳馬は維持と増体に必要な養分量を充分に摂取できていたと考えられる。これらの結果から、母乳が主な栄養源である哺乳期において、当歳馬は栄養源を母乳に依存しつつも、乾物で体重の1%前後の牧草を摂取できていたこと、また離乳直後の5カ月齢時では体重の2%程度の放牧草を採食し、昼夜放牧飼養によって標準発育以上の増体量を得ることが可能であることが明らかとなった。

次に、成長や離乳による放牧草採食量の変化は、粗飼料の消化能力や利用性にも影響を与えると考えられるため、サラブレッド種当歳馬の粗飼料消化率を*in vitro*で測定し、月齢の進行に伴う変化を明

らかにした。さらに、飼料消化によって生じる発酵産物の吸収指標として、成長に伴う血液性状の変化について検討した。*in vitro*消化試験は、親子で昼夜放牧飼養しているサラブレッド種母子馬群6組を用いて行なった。哺乳期中の2カ月齢時から離乳直前の5カ月齢時まで毎月1回、当歳馬および母馬からそれぞれ採取した新鮮糞を用い、72時間培養後のDMおよび中性デタージェント繊維（NDF）消化率を測定した。また、同じく昼夜放牧飼養している当歳馬とその母馬5組について、2カ月齢から7カ月齢からまで各月2回採血を行い、血漿中の揮発性脂肪酸（VFA）濃度をガスクロマトグラフィーで測定した。

当歳馬のDM消化率は2カ月齢時で48.1%であり、3～5カ月齢時（55.5～59.1%）よりも低かった（$P < 0.05$）。また、母馬のDM消化率と比較すると、2カ月齢時では低かったが（$P < 0.01$）、3カ月齢以降では統計的な差がみられなかった。当歳馬のNDF消化率は2～5カ月齢時で27.9～33.6%といずれの月齢においても有意な差はみられず、母馬のNDF消化率（28.3%）と比較しても統計的な差はなかった。当歳馬の血中VFA濃度は、哺乳期中の2, 3および4カ月齢時でそれぞれ252, 246, 482 μmol/Lであり、2カ月齢時から3カ月齢の間はほとんど変化しなかったが、3カ月齢時から4カ月齢時にかけて顕著に上昇した（$P < 0.05$）。しかし、この間の値は、母馬のVFA濃度より低かった（$P < 0.05$）。離乳直後の母馬のVFA濃度は462 μmol/Lであり、離乳前より大きく低下したが（$P < 0.05$）、当歳馬のVFA濃度は686 μmol/Lと離乳直前よりも上昇し（$P < 0.05$）、母馬よりも高かった（$P < 0.01$）。これらの結果から、昼夜放牧飼養したサラブレッド種当歳馬の繊維成分の利用能力は2カ月齢から4カ月齢にかけて発達しており、4カ月齢時で成馬と同程度の繊維利用能力を有していると推察された。

第3章　昼夜放牧飼養下におけるサラブレッド種当歳馬の移動距離の変化

昼夜放牧は運動量の増加を期待して行なわれる放牧飼養方法であり、先行研究では主に1歳以上の育成馬を用いて放牧地での移動距離などが測定されてきている。一方、当歳馬を適切に昼夜放牧飼養するためには、当歳馬の成長に伴う移動距離や走距離の変化を明らかにし、その特徴について把握する必要がある。そこで第3章では、親子で昼夜放牧飼養されているサラブレッド種当歳馬の自発的運動について、成長に伴う移動距離の変化および歩法ごとの移動距離を測定して母馬と比較し、その特徴を明らかにした。

9組のサラブレッド種当歳馬（雄5頭、雌4頭）とその母馬について、1カ月齢時から5カ月齢時まで各月1回、各供試馬の無口頭絡に携帯型GPS データロガーを装着して放牧中の位置情報を5秒ごとに48時間記録した。得られた位置情報から、移動距離および移動速度を算出した。また、5分間の移動距離と2章で測定した行動観察時の行動型を照合し、食草行動を伴う移動（食草移動）と食草行動を伴わない移動（非食草移動）に分類し、それぞれの移動距離を算出した。さらに、移動速度により、3 m/秒未満での移動を常歩、3 m/秒以上6 m/秒未満を速歩、6 m/秒以上を駈歩として歩法を分類し、当歳馬および母馬それぞれの歩法ごとの移動距離を算出した。

放牧地における当歳馬の移動距離は9.7～15.2km/日、母馬では10.2～16.5km/日であった。母馬の食草移動距離は大きな変化がみられなかったが、当歳馬では2カ月齢時（5.0km/日）から3カ月齢時（6.3km/日）にかけて増加し（$P < 0.05$）、その後はほとんど変化しなかった。非食草移動距離は1カ月齢時（8.3 km/日）と4カ月齢時（8.0 km/日）で長く、5カ月齢時（3.0 km/日）においてもっとも短かった（$P < 0.05$）。これらの結果には、母馬の移動には食草行動が大きく影響するが、母馬より食

草時間が短い哺乳期の当歳馬の移動は、半分もしくはそれ以上が食草を伴わない、という特徴が反映されていた。

一方、哺乳期の当歳馬と母馬とで食草行動や休息行動といった放牧地における個体維持行動が大きく異なっていたにも関わらず、総移動距離はいずれの月齢においても同程度であった。さらに、速歩での移動と駈歩での移動を合わせた総走距離は、当歳馬が1カ月齢時で1,572 m/日といずれの月齢よりも長く（$P<0.05$）、母馬の総走距離も同様に1カ月齢時で1,074 m/日ともっとも長かった（$P<0.05$）。

以上より、昼夜放牧飼養したサラブレッド種当歳馬と母馬の1日の総移動距離は同程度であり、昼夜放牧は当歳馬にとって成馬と同等の運動量が見込める飼養方法であると考えられた。また、1カ月齢時は当歳馬の非食草時移動が母馬よりも長く、総走距離も母馬にくらべて長い傾向がみられたことから、この時期にもっとも活発に活動することが明らかとなり、当歳馬の昼夜放牧飼養管理はこの時期にもっとも注意が必要であると考えられた。

第4章　昼夜放牧飼養下におけるサラブレッド種当歳馬の社会関係の変化

複数頭の親子で放牧飼養した場合、母馬以外の個体が存在することで子馬は他個体との遊戯行動や敵対行動といった社会行動を発現するようになり、こうした行動を通して馬同士の社会関係は構築されていくと考えられる。サラブレッドの場合、特に群内における他個体との社会関係の構築は、競走馬としての群れへの順応性を養う上で重要であるとされている。第4章では、昼夜放牧飼養下におけるサラブレッド種当歳馬の母馬および母馬以外との個体間距離を指標として、月齢の進行に伴う社会関係の変化について明らかにした。

個体間距離は、第3章で移動距離の測定に供試した昼夜放牧飼養下の9組のサラブレッド種当歳馬（以下子馬：雄5頭、雌4頭）とその母馬について、1カ月齢時から5カ月齢時まで各月1回48時間記録したGPSの位置情報を用い、5分間隔で測定した。また、ある子馬からみてもっとも近かった他の子馬との距離を他子馬との最近接個体間距離、もっとも近かった自身の母馬以外の母馬との距離を他母馬との最近接個体間距離として、それぞれ算出した。

平均母子間距離は1カ月齢時から4カ月齢時まで7.2～8.8mとほとんど変化がみられず、いずれの月齢においても子馬同士の個体間距離や、子馬と自身の母馬以外の母馬との個体間距離よりも短かった（$P<0.05$）。最近接個体間距離でみると、1カ月齢時や2カ月齢時では個体間距離と同様、他子馬との最近接個体間距離や他母馬との最近接個体間距離にくらべて、母子間距離がもっとも短かった（$P<0.05$）。また、月齢の進行に伴って他子馬および他母馬との最近接個体間距離は短くなり、3カ月齢時以降では母子間距離と、他子馬および他母馬との最近接個体間距離に統計的な差がみられなくなった。しかし、いずれの月齢においても子馬にとっての最近接個体が母馬である割合がもっとも高く（$P<0.05$）、1カ月齢時では75.4%、4カ月齢時においても56.0%であった。このことは、離乳直前の4カ月齢時においても、子馬は心理的に母馬に依存している部分が比較的大きいことを反映していると推察された。

以上より、サラブレッド種当歳馬は3カ月齢以降、積極的に母馬以外の他個体との社会関係を築き始めると考えられるが、本試験で離乳を行った4カ月齢時はまだ母馬への心理的依存度が大きな時期であり、適切な離乳時期および離乳方法について今後さらに検討する必要があると考えられた。

第5章　総合考察

サラブレッド種当歳馬の昼夜放牧飼養管理について、養分摂取、自発的運動、社会関係の3つの観点から、適切な離乳時期について総合的に検討する。4カ月齢時での離乳は、まず放牧草採食量および飼料消化能力といった養分摂取の面から、当歳馬の適切な成長を妨げるような問題点はみられなかった。また、食草時間などの個体維持行動、移動距離といった自発的運動の面からみても、この時期には成馬と同程度まで成長していると考えられた。一方、他個体との社会関係からみた場合、4カ月齢時にはまだ母馬への心理的な依存が大きく、離乳には若干早い時期である可能性が示唆された。したがって、比較的早期の4カ月齢で離乳を適切に行うためには、その方法について今後さらに検討する必要があると考えられた。

本研究で測定した放牧地での移動距離および移動速度を用いることで、昼夜放牧飼養下のサラブレッド種当歳馬の運動に要するDE量を試算すると、1カ月齢時の2.5 Mcal/日から5カ月齢時の4.0 Mcal/日まで月齢の進行に伴って増加した。これは、主に成長に伴う体重増加を反映したものであり、DE要求量（NRC 2007）の22.2～24.3%に相当することが明らかとなった。また、昼夜放牧飼養下におけるサラブレッド種当歳馬の食草量を実際に放牧地で測定して明らかにしたことにより、適切な濃厚飼料給与量を提示することができた。すなわち、十分な草量と良質な牧草を確保できる放牧地を提供すれば、2, 4および5カ月齢時でそれぞれ1.2 kgDM/日（体重の0.8%）、2.1 kgDM/日（1.0%）、4.7kgDM/日（2.0%）の放牧草を摂取できるため、2カ月齢までは濃厚飼料を給与する必要がなく、3～4カ月齢時は最大量として1日1頭あたり0.7 kg、離乳後は0.3 kgとすることで、適正な増体量を見込んだサラブレッド種当歳馬の昼夜放牧飼養管理が可能であることを提言する。