



日本ウマ科学会

Japanese Society of Equine Science

第34回 学術集会

講演要旨集



写真提供 日本馬術連盟

会期

2021年12月1日（水）～ 12月10日（金）

会場

日本ウマ科学会 特設ページ（WEB開催）

第 34 回学術集会 ご挨拶

2019 年後半から 2020 年初頭にかけて、中国の武漢市から始まった原因不明の肺炎は、COVID-19 と名付けられ、瞬く間に世界各地に拡散しました。我が国でも 2020 年の 2 月頃から猛威を振るいはじめ、これまでも 5 回の感染拡大を経験し、その都度、政府からは緊急事態宣言が発出され、飲食業や娯楽業の休業や時短経営が要請され、各種イベントの規模縮小や中止が求められる事態に発展し、一般市民も 3 密を避けての自粛生活を余儀なくされてきました。すでに古稀を迎えた私ですら、これほど長期間に亘る感染症の蔓延と自粛生活は記憶にありません。

幸いにして、この未曾有の感染症拡散も今は小康状態を維持しており、緊急事態宣言も撤回されていますが、まだまだ油断は出来ず、今後も第 6 波の襲来も懸念されていることから、今年の当学会についても昨年と同様、インターネット配信での開催とさせていただくことになりました。ネット配信では、期間中であれば何度でも興味深い講演を聞き直すことができ、スライドの細部にも目が届くし、発信された情報を事細かに吟味する事が可能です。それでも集合型対面式の学会のように、年に一度は馬仲間が一堂に集い、旧交を温めて親しく意見交換や歓談の一時を共有することを待ち望んでいる会員諸氏も少なくはないと存じますが、今しばらく、感染予防対策を主体としたインターネット配信による学会開催にご理解とご協力を宜しくお願ひします。来年こそは、集合型対面式の学会が復活することを期待しましょう。

ネット配信での講演は、一般講演 47 題のほか、シンポジウム、特別講演および奨励賞受賞講演が予定されています。シンポジウムでは、「東京オリンピック馬術競技での馬のウェルフェア- 馬の安全と安心を確保するために -」と題して、馬の防疫対策や獣医業務あるいは装蹄業務などの実態だけでなく、東京オリンピックに出場した日本人選手にも集まっていたいただき、本番を迎えるまでの苦労談や戦略などを語っていただきます。無観客で行われた競技の舞台裏を含めた最高峰の安全対策をご理解いただければ幸いです。

奨励賞受賞講演では、一昨年の受賞者でありながら海外留学中であった黒田泰輔氏による講演が行われます。特別講演では、Dr. Martin Krarup Nielsen による寄生虫の制御に関する講演をお願いしています。

来年の集合型学会の再開と会員各位との再会を願いつつ、ネット配信での一般講演、シンポジウムおよび特別講演などを是非、ご視聴ください。詳しくは、当要旨集および学会 HP をご参照のほど、よろしく願ひいたします。末尾ながら、会員各位のご自愛とご活躍を心よりお祈りし、第 34 回学術集会にあたってのご挨拶とさせていただきます。

日本ウマ科学会 会長

青木 修

■ 第 34 回 日本ウマ科学会学術集会 開催要領

【会期】 2021 年 12 月 1 日（水）～ 12 月 10 日（金）

【会場】 日本ウマ科学会 特設ページ（WEB 開催）

【会議日程】

理事会・評議員会	WEB 会議
定時総会	WEB 会議（詳細は HP のお知らせに告知します）
Hippophile 編集委員会	メール会議
JES 編集委員会	メール会議
臨床委員会	メール会議

【参加費】

無料（ただし、2022 年度の日本ウマ科学会会員に限ります）

【参加登録】

2022 年度（2021 年 11 月 1 日～2022 年 10 月 31 日）の年会費を納めていただいた方に、特設サイト専用 ID とパスワードをメールにて送付いたします。

なお、2021 年度の会員の皆様には払込票を送付いたします。

会員情報の更新がお済みでない方は、ホームページの会員手続から更新をお願いします。

■ 第 63 回競走馬に関する調査研究発表会（JRA 主催）

JRA 主催の第 63 回競走馬に関する調査研究発表会との共催は行いません。

■ 企業展示

本年は開催いたしません。

日本ウマ科学会特設ページに、協賛企業のホームページのバナーを掲載しています。

■ 参加者へのご案内

参加者の皆様へ

- 2022 年度（2021 年 11 月 1 日～2022 年 10 月 31 日分）の年会費を収めていただいた方に特設サイト専用 ID とパスワードをメールにて送付いたします。
- 期間中にメールでお知らせした特設サイト専用 ID と PW でログインしてください。
- 質疑がある場合は、ホームページ上コメント欄で質疑応答を行ってください。質疑受付締切は 12 月 6 日（月）、回答締切は 12 月 8 日（水）です。
- 会期後 PDF データと音声付き動画は削除します。12 月 31 日まで学術集会 WEB サイトは要旨のみ閲覧可能です。
- 発表内容について、日本ウマ科学会の許可なく保存・転用することを禁止いたします。
- 発表スライドの写真撮影、動画撮影、PDF のコピー等をご遠慮ください。

【学会事務局】

日本ウマ科学会事務局

〒329-0412 栃木県下野市柴 1400-4 JRA 競走馬総合研究所内

Tel: 0285-39-7398 e-mail: kouen@jses.jp

■ シンポジウム

コーディネーター：青木 修（日本ウマ科学会会長）

東京五輪大会馬術競技での馬のウェルフェア！

— 馬の安全と安心を確保するために —

Part 1：座談会「2020 東京オリンピック：戦い終えて今、思うこと」

司会・進行： 北野あづさ（日本馬術連盟）

出席者： 戸本一真（JRA 馬事公苑）

佐渡一毅（JRA 馬事公苑）

福島大輔（STAR HORSES）

Part 2：シンポジウム「オリンピック馬術競技の舞台裏」

● 競技馬たちのバイオセキュリティ

東京 2020 大会会場内における実際

山中隆史（JRA 馬事部防疫課）

● 競技の獣医事とドーピング管理

2021 年東京オリンピック・パラリンピックはこうして行われた

天谷友彦（大和高原動物診療所／乗馬クラブクレイン）

● 競技馬のフットケア

装蹄事情とスポーツ装蹄の実態

藤平克彦（関東装蹄師会）

■ 奨励賞受賞講演

座長：高橋敏之（日本ウマ科学会常任理事）

競走馬のアレルギー疾患および感染症に対する治療法の研究

黒田泰輔（JRA 競走馬総合研究所）

■ 臨床委員会企画 招待講演

コーディネーター：佐藤文夫（JRA 競走馬総合研究所）

Evidence-Based Equine Parasite Control ?

- Current and Future Approaches -

Dr. Martin K. Nielsen (Maxwell H. Gluck Equine Research Center,
University of Kentucky)

■ 一般講演

一般講演 I 優秀発表賞講演

1 31 個のマイクロサテライトを用いた宮古馬の遺伝的多様性の推移

○増田未央子¹、戸崎晃明²、滝澤康正³、久貝春陽⁴、長濱幸男⁵

¹ 荷川取牧場、² 競走馬理化学研究所、³ 日本中央競馬会、⁴ 宮古馬保存会事務局、⁵ 宮古島市史編纂委員

2 ウマ Histidine-rich glycoprotein による好中球の遊走と貪食能の調節

○向 亮¹、松田浩珍²、及川正明³、田中あかね^{1,2}

¹ 東京農工大 共同先進健康科学専攻、² 東京農工大 農学部、³ Equine Veterinary Medical Center・State of Qatar

3 ウマ iPS 細胞からの筋細胞系列への誘導法の検討

○榎本はるか¹、田村周久²、佐藤文夫²、笠嶋快周²、新井克彦¹

¹ 東京農工大学・硬蛋白研、² JRA 競走馬総合研究所・臨床医学研究室

4 レーザー穿孔とピエゾドリル技術によるウマ受精卵のガラス化保存法の成功

○李 燦波¹、Reza Rajabi-Toustani¹、渡部浩之¹、Munkhtuul Tsogtgerel¹、高 遠之¹、
羽田真悟¹、Soon Hon Cheong²、南保泰雄¹

¹ 帯広畜産大学、² Cornell University

5 サラシアのインスリン分泌抑制効果 ～蹄葉炎予防に向けて～

○植田文教¹、水上貴裕²、齋藤重彰²、天谷友彦²

¹ 富士フィルム株式会社、² 大和高原動物診療所

一般講演 II

6 空撮映像を利用した馬場馬術競技中の人馬の運動の特徴の可視化

○齊藤朋子

帯広畜産大学

7 馬術における、ICT を用いた指導法の確立と、引退競走馬の利用へ向けた取り組み

○野中京香、山中惇登、森山 徹

信州大学大学院・生命医工学専攻・生体医工学分野

8 IMU 式モーションキャプチャを用いた、馬を美しく停止させる適切な扶助の検討

○山中惇登、野中京香、森山 徹

信州大学大学院・生命医工学専攻・生体医工学分野

9 軽速歩・正反動および低速度駈歩における騎乗者の重心変動

○仰木裕嗣¹、朝倉洵之介¹、石塚辰郎¹、高橋佑治²、大村 一²

¹慶應義塾大学政策・メディア研究科、²日本中央競馬会

10 ナチュラルホースマンシップの問題点とクリッカー・トレーニングについて

○川喜田健司

明治国際医療大学、(ヒトとウマのインターアクション研究会)

11 サラブレッドの頸髄および脊柱管の成長の性差が頸椎狭窄性脊髄症の発症に及ぼす影響

○近藤太郎¹、佐藤文夫²、都築 直³、山田一孝¹

¹麻布大学 臨床診断学研究室、²JRA 競走馬総合研究所、³帯広畜産大学 獣医学研究部門

12 芝馬場のクッション値と含水率の関係について

○菊地賢一¹、高橋敏之²

¹東邦大学、²JRA 競走馬総合研究所

13 高強度インターバル運動に対するサラブレッドの生理的および骨格筋応答

○向井和隆¹、高橋佑治¹、胡田悠作¹、宮田浩文²、大村 一¹

¹日本中央競馬会 競走馬総合研究所、²山口大学

14 駈歩時の運動強度と筋活動の関係

○高橋佑治、大村 一、向井和隆、高橋敏之

日本中央競馬会

15 競走時におけるサラブレッド競走馬の水平速度変動と四肢の役割

○高橋敏之、高橋佑治、大村 一

日本中央競馬会

16 アーモンドアイの強さの秘密

—調教中心拍数・調教後血中乳酸値・レース時走速度を用いた運動生理学的評価—

○羽田哲朗

JRA 栗東トレーニング・センター

17 マイクロサテライト分析から見る対州馬の遺伝的多様性

○吉原知子¹、高須正規²、戸崎晃明^{2,3}

¹対馬市役所、²岐阜大学、³競走馬理化学研究所

18 2015年から2020年に至る御崎馬の集団構造ならびに遺伝的多様性の変化

○宮崎正道¹、鈴木美結¹、秋田 優²、戸崎晃明^{1,3}、高須正規¹、小林郁雄⁴

¹岐阜大学 応用生物科学部、²串間市、³競走馬理化学研究所、⁴宮崎大学 住吉フィールド

19 日本統治時代の台北における競馬活動

○和田奈穂実

駐日台北経済文化代表処

20 と畜場で Crest of neck に出血様脂肪組織が認められた重種馬における疫学的調査、一般血液生化学的解析および組織学的解析

○原田幸治¹、兼光沙織¹、秋岡幸兵¹、藤田和成¹、土井（戸田）純子¹、西 康暢²、田浦保穂²、佐々木直樹²

¹熊本県食肉衛生検査所、²山口大学共同獣医学部大動物臨床学研究室

21 ウマの上部消化管 *in vitro* 消化率によるユーグレナの飼料としての有用性

○柰屋長良¹、花田正明²、福間直希^{2,3}、西田武弘²

¹帯広畜産大学大学院畜産学研究科、²帯広畜産大学生命・食料科学研究部門、³帯広畜産大学グローバルアグロメディシン研究センター

22 競走馬の酸化ストレスに対するアスタキサンチン投与の有効性の検討

○土屋 武、菅沼俊一、妙中友美

ノーザンファーム天栄

23 北海道和種馬の春機発動期における精巣発達に関する研究

○小出明里¹、佐藤 心²、金 翔宇¹、山根慧悟¹、米田英里奈¹、村西由紀¹

¹帯広畜産大学大学院畜産学研究科、²帯広畜産大学畜産学部

24 採精から約 48 時間経過した冷蔵精液を用いた馬の人工授精の試み

○高橋 透¹、浦本右文¹、吉田朋恵¹、相澤 葵¹、高橋貫生¹、安田 出²

¹岩手大学農学部、²安田動物医院

25 重種馬における仏国産凍結精液を用いた人工授精

○田中翔子¹、益子知実¹、廣澤悠子¹、山下大輔²

¹独立行政法人家畜改良センター十勝牧場、²公益社団法人日本馬事協会

26 iPad mini を使用した精液解析ソフトの有用性について

○登石裕子、角田修男

社台スタリオンステーション

27 ウマ卵巢内卵子を用いた体外胚生産技術の検討

○戸石川柊輔^{1,2}、芦部詩織^{2,3}、玉野慎也⁴、長尾慶和^{1,2,3}

¹宇都宮大院地域創生科学、²宇都宮大農附属農場、³東京農工大院連合農、⁴タマノアニマルクリニック

28 受精卵の遠隔輸送による希少日本在来種馬生産法の確立

○坂戸美桜¹、中川 剛²、伊藤 忍²、Munktuul Tsogtgerel¹、高 遠之¹、李 燦波¹、栗本敦代¹、Reza Rajabi-Toustani¹、羽田真悟¹、南保泰雄¹

¹帯広畜産大学、²木曾馬保存会

- 29 サラブレッド種後期育成馬における近位種子骨骨折の発生状況とその予後に関する回顧的調査
○多田健一郎、小林光紀、安藤邦英、日高修平
(公財) 軽種馬育成調教センター (BTC)
- 30 手根間関節における第三手根骨硬化像とその後の構成骨骨折との関連について
○小柳友和、鶴町貴史、橋倉慎吾、松本康宏
ノーザンファームしがらき
- 31 ウマ臨床で用いられる抗真菌点眼液の角膜毒性について
○宮平沙貴子¹、戸田彩香¹、星野浩一郎¹、花木千恵¹、黒田泰輔²、佐藤文夫²、伊藤典彦¹
¹鳥取大学農学部附属動物医療センター、²JRA 総研
- 32 子宮内膜炎由来細菌の薬剤感受性
○丹羽秀和¹、宮越大輔²、佐藤正人²、藤井誠一³、木下優太¹、内田英里¹、上野孝範¹
¹JRA 総研・微生物、²NOSAI みなみ、³北海道日高家畜保健衛生所
- 33 放射能被災地で飼養される引退競走馬の馬糞堆肥の特性と土壌再生への活用の検討
○西村順子¹、大坪和香子²
¹福島大学食農学類、²東北大学大学院農学研究科
- 34 ウマの下部消化管内に普遍的に存在する未同定細菌群の機能推定
○矢野琳太郎¹、花田正明²、西田武弘²、南保泰雄^{3,4,5}、福間直希^{2,4}
¹帯広畜産大学大学院畜産学研究科、²同・生命・食料科学研究部門、³同・獣医学研究部門、⁴同・グローバルアグロメディシン研究センター、⁵同・動物医療センター
- 35 周囲セメント質齶歯のリスク因子の調査
○水上貴裕、古川雅樹、齋藤重彰、飯島 秋、足立 亮、神林夏実、江田 遙、天谷友彦
大和高原動物診療所
- 36 パラグアイで飼養されている馬におけるトリパノソーマ感染に関する疫学調査
○山崎 藍、菅沼啓輔、齊藤朋子、Tomas J. Acosta
帯広畜産大学
- 37 サラブレッド雌馬における血中低分子代謝産物変化に関する研究
○松本瞳子¹、村瀬晴崇²、渡辺 元¹、永岡謙太郎¹
¹東京農工大学獣医生理学研究室、²JRA 日高育成牧場
- 38 ウマ可溶性テノモジュリンの分泌生産系の確立
○森 夏音¹、田村周久²、佐藤文夫²、笠嶋快周²、新井克彦¹
¹東京農工大学・硬蛋白研、²JRA 競走馬総合研究所・臨床医学研究室

- 39 ウマ自己調整血清（AGS）と多血小板血漿（PRP）のサイトカイン特性比較
○福田健太郎、田村周久、黒田泰輔、三田宇宙、桑野睦敏、佐藤文夫
JRA 競走馬総合研究所
- 40 ウマ赤血球膜の浸透圧脆弱性の変動に関する研究
○千葉恭平、原 ひろみ、平野 貴、半澤 恵
東京農業大学・家畜生理学研究室
- 41 ウマ輸送時及び馬耕時の唾液中コルチゾール濃度の変化
○野谷夏海、南保康雄、齊藤朋子、瀬尾哲也
帯広畜産大学大学院畜産学研究所
- 42 ウマ iPS 細胞からの間葉系幹細胞の誘導法の検討
○久保田博己¹、篠田美悠乃¹、田村周久²、佐藤文夫²、笠嶋快周²、新井克彦¹
¹東京農工大学・硬蛋白研、²JRA 競走馬総合研究所・臨床医学研究室
- 43 ウマ iPS 細胞、iPS 細胞由来並びに骨髓由来間葉系幹細胞からの腱分化形質の誘導
○篠田美悠乃¹、田村周久²、佐藤文夫²、笠嶋快周²、新井克彦¹
¹東京農工大学・硬蛋白研、²JRA 競走馬総合研究所・臨床医学研究室
- 44 ウマ Histidine-rich glycoprotein による溶血阻止機能
○須之内智也¹、向 亮²、松田浩珍¹、及川正明³、田中あかね^{1,2}
¹東京農工大農学部、²東京農工大共同先進健康科学専攻、³Equine Veterinary Medical Center・State of Qatar
- 45 競走馬の蟻洞の発生状況および発生要因の解明
○桑野睦敏¹、三田宇宙¹、草野寛一²、栗東 TC 蟻洞調査チーム³、美浦 TC 蟻洞調査チーム⁴
¹JRA 総研、²JRA 本部、³JRA 栗東、⁴JRA 美浦
- 46 馬獣医師より蹄葉炎との診断を受けたサラブレッドに対し、抗真菌剤による治療を行い、ほぼ完治に至った一例
○石井美樹子
クラムボン動物病院
- 47 3D プリンターを用いた熱可塑性樹脂蹄鉄の製造
○中川佑貴¹、池田慎一²、高澤幸治²、吉野雅彦¹
¹東京工業大学・工学院、²苫小牧工業高等専門学校・創造工学科

メ 毛

シ ン ポ ジ ウ ム

【シンポジウム】

東京オリンピック馬術競技での馬のウェルフェア！

－ 馬の安全と安心を確保するために －

コーディネーター：青木 修（日本ウマ科学会会長）

（はじめに）

夏のオリンピックが日本で開催されるのは1964年以来、二度目のことである。当時の馬術競技のうち、大障害飛越競技は、最終日の最終競技種目として、国立競技場のアリーナにおいて開催された。欧州を発祥とするオリンピックでは、それほど馬術競技は人気が高かったのであるが、参加競技種目が飛躍的に拡大した近年では、馬術競技が最終種目としてメインアリーナで開催されることはなくなっている。

そんなオリンピックの馬術競技は、馬場馬術、障害馬術、総合馬術の3競技種目から構成されている。これまでに日本人選手がメダルを獲得したのは、戦前のロスアンゼルス大会（1932年）での障害競技で金メダルに輝いた西竹一選手のみ。それ以来、馬術競技におけるメダル獲得は、国内馬術関係者の悲願ともなっているが、今回の東京大会では、2種目で、メダルまであと一歩のところまで迫ったのである。そこでまずは、今回の東京大会に参加した日本人チームの選手3名を招いて、大会までの苦労談や戦略、秘策なども話していただく。

とにかくオリンピック種目のなかで、動物と共に戦う競技は、馬術だけである。競技用の馬は、主に欧州の国々で生産される乗用専用種である。また、オリンピック出場を目指す日本選手は海外（主に欧州）を拠点に活動し、愛馬とともにハイレベルな競技会に出場して、オリンピックの出場資格を得なければならない。さらに出場が決まれば、馬を開催地に搬入し、その地の環境に適応させなければならない。選手の身一つで行う競技とは異なり、馬の福祉と健康管理に最大限の配慮をしなければならないのである。選手と愛馬が本番に向けて切磋琢磨すると同時に、会場となる開催国では、馬の安全と安心を確保するために、最新の注意が払われている。まず国際間の馬の移動に伴う感染症の予防対策が不可欠である。そのために競技参加馬は国際馬術連盟が発行する「馬のパスポート」を携行しなければならない。また会期中には勝手に治療してはならず、ドーピング規制も厳しく行われている。また競技の直前などには、競技馬の健康状態や歩様の確認も行われる。会期中の落鉄や蹄鉄の緩みにも万全の対策が取られている。

この機会に、東京大会に臨んで大きな成果を残した日本選手たちの生の声と

共に、その舞台裏で大会の成功を支えた獣医師や装蹄師たちのたゆまぬ努力と、多大なる貢献の足跡をたどって欲しい。

Part 1 : 座談会 「2020 東京オリンピック : 戦い終えて今、思うこと」

北野あづさ（日本馬術連盟）

これまでとはまったく違う環境の中で行われた東京オリンピック。日本代表選手は、自国開催のプレッシャーと誇りとともに参加し、精一杯のパフォーマンスを繰り広げました。総合馬術個人 4 位、障害馬術個人 6 位は、西竹一選手とウラヌスの金メダル以来の好成績で、馬術関係者のみならず、メディアにも取り上げていただきました。

選手たちはこの大会に向けて何年もかけてトレーニングを重ね、競技に出場して経験を積み、選考を経て代表の座を獲得しました。本番に向けての馬のコンディショニングや本番の舞台ですべてを出し切ることの難しさ、そして達成感など、様々な体験をしたことと思います。この座談会には、戸本一真選手（総合馬術）、佐渡一毅選手（馬場馬術）、福島大輔選手（障害馬術）と、3 種目から一人ずつ参加いたしますので、それぞれの種目特性を踏まえつつ、大会を振り返っていただこうと思います。

これをきっかけに、視聴する皆様が、選手だけではなくグルームやトレーナー、獣医師、装蹄師などが一丸となってチームとして馬をケアしてともに戦う馬術というスポーツの奥深さに触れ、より理解と興味を深めてくださることを願っています。

Part 2 : シンポジウム「オリンピック馬術競技の舞台裏」

(1) 競技馬のバイオセキュリティー東京 2020 大会会場内における実際ー

山中隆史（JRA 馬事部防疫課）

演者は、オリンピック（五輪）に参加する馬が最初に到着した 2021 年 7 月 13 日以降、同年 9 月 2 日にパラリンピック（パラ）に参加したすべての競技馬が帰国するまでの間、東京 2020 五輪・パラ馬術競技大会会場のバイオセキュリティ・マネージャーとして大会に携わった。

合計 49 か国/地域の代表である 323 頭の競技馬が来日し、最大 245 頭が一時期に馬事公苑内に滞在した。本大会においては、豪州から直接来日した 8 頭を除くほぼすべての馬が、欧州（ドイツ、英国あるいはフランス）の輸出検疫施設において 7 日間の検疫を受け、ベルギーのリエージュ空港から来日する形式が採られた。馬事公苑到着直後に、パスポート等の書類審査（個体照合や馬インフルエンザワクチンの接種歴）だけでなく、体温、心拍、呼吸および体表の外部寄生虫の有無を確認する検査をすべての馬に課した。特に体温については重要視し、発熱（ $\geq 38.5^{\circ}\text{C}$ ）を示す馬については鼻咽頭スワブを採取し、馬インフルエンザおよび馬ヘルペスウイルス 1 型感染の除外診断に供した（それぞれ、簡易抗原検査および LAMP 検査による）。これらの検査については、ただちに会場内で実施出来る体制をあらかじめ構築し遂行した。

滞在中の日常的な健康管理として、滞在中、1 日 2 回の体温測定および体表の外部寄生虫の有無の観察を義務づけ、各馬房の前扉に貼り付けた専用用紙に、その結果を記録させた。演者らは、毎日、すべての厩舎を巡回し、それらが順守されているか、および異常の有無を確認した。

日本において、今回のような多くの国々に由来する馬が参加する国際的なイベントが開催されることは、1964 年の東京オリンピック以来のことと思われる。本発表では、上記防疫対応の手順の詳細、および実際に遭遇した事例について紹介し、今後、日本で再び、国際的な馬を用いたイベントが開催される場合を想定した課題についても触れたい。

(2) 競技の獣医事とドーピング管理

—2021 年東京オリンピック・パラリンピックはこうして行われた—

天谷友彦（大和高原動物診療所／乗馬クラブクレイン）

新型コロナウイルスの世界的な蔓延のため 1 年延長された東京オリンピック大会は、第 5 波のコロナ感染の中で行われた。オリンピック馬術競技では総勢約 250 頭、パラリンピック馬術競技では約 80 頭の世界のトップクラスの馬が集まり、最高の演技を見せてくれた。

競技開始の約 1 週間前に入国した競技馬は、入厩日および翌日には厩舎周囲の曳き運動や草地でのリラクゼーションが行われていた。その後、主催者側が提示したトレーニング時間に対応して、通常午前 6 時から 11 時まで、午後 3 時から 9 時までの調教が行われ、チームごとに馬の体調に合わせてトレーニングが開始された。一般的には午前中は軽めの調教、暑い日中は避けて、夕方以降にし

っかりした運動といった競技時間に合わせた調教内容が組み立てられていた。長時間の輸送と日本の暑熱環境を考え、体力の回復と温存に重点を置いていたと思われる。

各トレーニングエリアには、獣医師・装蹄師・スチュワードがその時間内待機し、運動の監視やアクシデントの対応などに当たった。

各国のチーム獣医師は、それぞれの種目ごとにその都度、異なった別の獣医師が来日していた。各種目のチーム獣医師を集めた獣医ミーティングを行い、各担当のオフィシャル獣医師の紹介や期間中の治療の注意、ルール説明を行った。公設診療所には治療用の馬房や検査および手術施設が設置され、各種検査のエキスパートが海外からも招聘された。通常の治療は、チーム獣医師が治療用馬房で行い、各種検査は公設診療所の獣医師メンバーが行った。

暑熱対策として、運動時間の制限や厩舎内のエアコンでの温度管理、厩舎毎に設置した低温水、トレーニングエリアのクーリングテントなどの施設を準備した。それ以外に、競技場周囲の気象条件測定（WBGT）による競技時間の検討、サーモグラフィーによる馬体体表温測定データからのクーリング通告なども行った。

最も重要としたのは、総合馬術のクロスカントリー競技である。一昨年のテストイベントでの結果を基に、コース変更を行い、競技エリアの区分や獣医師や馬用救急車、ストッピングポイントの配置、ゴール前後での馬のチェックなどを検討し、シュミレーションを重ね、競技中にトラブルがあっても対処ができるように入念に進められた。

ドーピングは、競技開始前日のインスペクション後からサンプリングが始まり、決勝競技終了まで実施された。採取された検体は本年 FEI から新たに認定を受けた競走馬理化学研究所にて検査された。オリンピック・パラリンピックの検査対象馬が、すべて陰性であったのは喜ばしいことであった。

これらの対応を踏まえ、今回のシンポジウムでは特に、各国の獣医師達が協力して大会運営を行ない、遺漏なく円滑に馬術競技が開催されたことのすばらしさを紹介したい。

(3) 競技馬のフットケア ー装蹄事情とスポーツ装蹄の実態ー

藤平克彦（関東装蹄師会）

オリンピック・パラリンピック期間中の装蹄に関する体制・状況、及び装蹄師から見た、今大会を通しての国際大会におけるスポーツ装蹄の実態とこれから

を話したいと思います。

まずオリンピックの 30 日間、パラリンピック 18 日間の長きにわたり、ボランティアという立場で、深い専門知識と技術を提供して下さった、JRA、競走馬及び乗馬の装蹄師の皆様がこの場をお借りして感謝申し上げます。皆様の協力がなしでは成り立ちませんでした。ありがとうございました。

大会期間中、装蹄師の体制としては、統括としてオリンピックではベン・ベンソン氏、パラリンピックではイアン・ヒューズ氏がトップとなり、ボランティアの外国人 4 名、日本人約 40 名に交代で朝 6 時から午前 0 時まで職務を果たしていただきました。新型コロナの影響で本来の想定より外国人のボランティアは少なくなりました。

装蹄チームは獣医チームやスチュワードチームからは完全に独立していますが、他チームと毎日ミーティングをしながら競技に備えていました。また、獣医師の関与が必要な疾患が発生した場合、獣医チームとチームワークが必要になります。我々のチームのほかに各国のチーム装蹄師として 7 名が参加していました。チーム装蹄師も新型コロナの影響で通常より少なくなっていました。主な職務として、フィールドを開放している時間、各馬場に 1~2 名が待機します。総合馬術の場合はさらに各ポジションの人数を増やして厩舎にも待機します。野外走行で落鉄した馬をゴール地点でケアして厩舎に戻ったら対応するためです。

また競技前に釘締めも重要な仕事となります。このことで馬たちが無事に競技を終えることに貢献できたと考えられます。装蹄も数頭、行いました。ほとんどが競技後でしたが、治療的な装蹄も行いました。

スポーツ装蹄の実態ですが、日本では今回の馬場 (Fiber mix sand) は特殊なものと思われていますが、実際にはこの馬場の方が今ではグローバルスタンダードになっています。そのため、この馬場に対応するように各競技ごとに各国で色々、工夫が施されていました。馬によっては一年以上前からこの馬場への対応を競技会に出て試していました。

ただ、色々工夫を凝らしている一方で、蹄が長く感じられた馬が数多くいました。これは検疫や競技前の調整などの諸事情により改装時期が過ぎてしまった馬たちが多かったためと推察されます。事情は理解できますが、オリンピックレベルのライダーやチームでも装蹄に関する知識は世界でも乏しいと感じざるを得ませんでした。

また、今後、馬事公苑で日本の競技会も開催されると思いますが、普段の馬場から Fiber mix sand の馬場への対応をどのようにするかが課題になると考えられます。

演 講 賞 受 賞 勵 獎

【2019年 奨励賞受賞】

競走馬のアレルギー疾患および感染症に対する治療法の研究

講演者：黒田泰輔（JRA 競走馬総合研究所）

座長：高橋敏之（日本ウマ科学会常任理事）

ヒトおよび動物において用いられている薬物治療の背景には、対象種における薬物濃度の研究である薬物動態学 (PK) と、効果の研究である薬力学 (PD) があり、これらを利用した PK/PD 解析は薬物投与法の確立に有用である。本講演では、競走馬における各種疾患の中で、アレルギー疾患への抗ヒスタミン薬と感染症への抗菌薬に関する PK/PD を用いた治療法の研究について概説する。

[抗ヒスタミン薬]

ウマの蕁麻疹に対する治療の一つとして、抗ヒスタミン薬による対症療法が行われている。しかし、以前ウマに使用されていた第1世代の抗ヒスタミン薬は十分な臨床効果が得られていなかった。そこで第1世代抗ヒスタミン薬のクロルフェニラミンと第2世代のオロパタジンのウマにおける効果をヒスタミン皮内試験によって検証したところ、ヒスタミン抑制率はクロルフェニラミン 0.1 mg/kg 経口投与時の 6.7% に対して、オロパタジン 0.1 mg/kg 経口投与では 87.7% と高かった。薬物動態を解析した結果、オロパタジンは消化管からの吸収が良好で体内からの消失が遅いため、効果が長く持続しオロパタジンはウマのアレルギー疾患に適した治療薬であることを示した。

[抗菌薬]

偏性嫌気性菌による肺胸膜炎は、競走馬にとって致死的な疾患である。そこで、偏性嫌気性菌に対して効果を有するメトロニダゾールとイミペネムの投与試験を行い、ウマ胸水中濃度を測定した結果、共に良好な胸水移行性を示し、メトロニダゾール 1回 15 mg/kg・1日3回の経口投与、イミペネム 1回 10 mg/kg・1日3回の静脈内投与はウマの偏性嫌気性菌による肺胸膜炎に有効であることを示した。また、レンサ球菌やブドウ球菌などのグラム陽性球菌は、輸送熱やフレグモーネの原因菌と考えられており、それらに効果が高いβラムタム系抗菌薬が第1選択薬として用いられている。そこで、セファロsporin系抗菌薬であるセファロチンとセファゾリンの薬物動態を解析し、有効な投与法について報告した。さらに、抗菌薬治療が困難な疾患としてメチシリン耐性黄色ブドウ球菌 (MRSA) や致死的な下痢症を引き起こす *Clostridioides difficile* 感染症の研究にも取り組み、予防法や治療法を検討した。

PK/PD 解析は薬物治療法確立に有用であり、引き続きウマにおける抗菌薬治療法の確立を目指すとともに、鎮痛薬やドーピング規制などの PK/PD 解析にも取り組んでいきたいと考えている。

臨床委員会企画 招待講演

Evidence-Based Equine Parasite Control ?
-Current and Future Approaches-
根拠に基づくウマの寄生虫コントロール ～現在と将来の取り組み～

講演者：Dr. Martin K. Nielsen

DVM, PhD, Dipl. EVPC

Specialist in Parasitology, Professor of Equine Infectious Disease

Maxwell H. Gluck Equine Research Center, Collage of Agriculture, Food and Environment, University of Kentucky

コーディネーター：佐藤文夫（JRA 競走馬総合研究所）

ウマにおける寄生虫対策プログラムは、伝統的に一定間隔で頻回に駆虫をおこなうことが推奨されてきた。この方法は普通円虫には功を奏したが、今の主要な寄生虫が普通円虫を始めとする大円虫から小円虫と条虫へと大きく変化する要因となった。一方、子馬については未だに回虫の寄生が最大の寄生虫感染症である。小円虫や葉状条虫、回虫の生態や生活環・宿主に与える影響は普通円虫とは全く異なるため、かつて普通円虫対策のために設計された戦略では不適切であり十分な効果が発揮されない。そのため、頻回駆虫の継続は、小円虫と回虫が駆虫薬耐性を獲得する原因となった。また、小円虫に対する先天的な易感染性と円虫卵の排泄量には、個体差があり、寄生虫対策には個体ごとの管理が必要となる。

Dr. Martin K. Nielsen（ニールセン博士）は、世界でも数少ないウマの寄生虫学の専門家である。デンマークのコペンハーゲン大学で博士号を取得後、ジョージア大学アテネ校の寄生虫学研究所で4年間教鞭をとった後、ケンタッキー大学に移籍。現職は、ウマ感染症学教授としてウマの内部寄生虫感染症の臨床診断・対策法などの調査研究や提言を行っている。また、AAEP（アメリカ馬臨床獣医師会）では、ウマの寄生虫対策のためのプロジェクトチームを作り、10年ほど前からガイドラインの策定に取り組み、頻繁に改訂版を発表している。著書の「Handbook of Equine Parasite Control, 2nd ed.」（日本では緑書房から2019年12月に出版：ノーザンファーム・妙中友美先生翻訳）では、糞中虫卵数測定による寄生虫対策の重要性を訴え、駆虫薬耐性の現状について警笛を鳴らしてきた。

本講演では「根拠に基づくウマの寄生虫コントロール」として、円虫、回虫、条虫などの寄生虫の現状とエビデンスに基づいた寄生虫対策を、既報論文などを参考にした糞中虫卵数測定を用いて、個々のウマの寄生虫感染負荷に応じた、適切なタイミングで効果的に駆虫する方法（ベースライン・トリートメントおよびターゲット・トリートメント）について紹介する。

一 般 講 演

31 個のマイクロサテライトを用いた宮古馬の遺伝的多様性の推移

○増田未央子¹、戸崎晃明²、滝澤康正³、久貝春陽⁴、長濱幸男⁵

¹荷川取牧場、²競走馬理化学研究所、³日本中央競馬会、⁴宮古馬保存会事務局、⁵宮古島市史編纂委員

【背景と目的】

宮古馬は、1980年の保存会発足以降、当初の14頭から現在は55頭（島外含む）にまで増加している。しかし、保存会は宮古馬の飼養を希望する一般農家および団体に委託する方式を採用したため、当初は12件以上存在した飼養管理者も、現在は4件にまで減少した。そのため、限られた飼養管理者の保有馬内での繁殖が続いたことから、近親交配が進んだ可能性がある。本研究では、今後の効果的な繁殖計画を策定することを目的とし、客観的な現状把握が必要であると考え、遺伝マーカーによる多様性の評価を行った。

【材料と方法】

雄32頭と雌31頭の血液サンプルからDNAを抽出した。競走馬の個体識別に利用されている31種類のマイクロサテライトをマーカーとし、その遺伝型を判定した。遺伝的多様性の指標としてアレル数(Na)、ヘテロ接合度の観測値(Ho)およびヘテロ接合度の期待値(He)の平均値を、全体、出生年別(H10~24年生とH25~R2年生)に分別して比較した。各値はGenepop(version4.7.5)を用いて算出した。

【結果】

全体のNaは4.2(範囲:2~6)、Hoは0.669(範囲:0.238~0.921)、Heは0.633(範囲:0.235~0.801)であった。出生年別ではH10~24年生がNa:4.2(範囲:2~6)、Ho:0.705(範囲:0.250~0.906)、He:0.653(範囲:0.310~0.823)であり、H25~R2年生がNa:3.9(範囲:2~5)、Ho:0.633(範囲:0.161~0.935)、He:0.603(範囲:0.151~0.771)であった。

【考察】

出生年別では、H10~24年生よりH25~R2年生の方において、すべての指標が減少したことから、経年により遺伝的多様性が減少していることが示唆された。これは、宮古馬の飼養管理者の減少に伴い繁殖可能な飼育先が限られ、種牡馬が限定されたことに起因すると考えられた。

【展望】

今後の繁殖においては、特に種牡馬の偏りを避け、出来る限り遠縁同士で様々な個体の子孫を残していくことが重要であり、本研究で得られた結果を基に繁殖計画を策定した。

ウマ Histidine-rich glycoprotein による好中球の遊走と貪食能の調節

○向 亮¹、松田浩珍²、及川正明³、田中あかね^{1,2}

¹東京農工大 共同先進健康科学専攻、²東京農工大 農学部、

³Equine Veterinary Medical Center • State of Qatar

【背景と目的】

ウマにおける炎症性疾患の病態形成の多くに好中球が関与しており、輸送熱や脳炎、全身性炎症反応症候群 (SIRS) や敗血症など様々な疾患において病変部への好中球の浸潤が認められる。ヒト Histidine-rich glycoprotein (HRG) は、SIRS や敗血症への適用が期待される血漿糖タンパク質で、ウマの炎症性疾患にも関与する可能性がある。ヒトの HRG は好中球機能を調節するとの報告があるが、ウマについての研究は行われていない。我々はこれまでウマ HRG について、日本ウマ科学会第 31-33 回学術集会では、そのクローニングと精製、および好中球の機能調節 (接着性と ROS 産生) についての報告を行なっている。今回は、好中球の遊走と貪食能に対するウマ HRG の影響を検証した。

【材料と方法】

ウマの静脈血から密度勾配遠心法により好中球を分離、回収した細胞はギムザ染色によって好中球の純度を確認したのち、実験に用いた。ウマ HRG は、ウマ血漿からニッケルカラムを用いて精製した。ウマ好中球と ChemoTx System (Neuro Probe) を使用して、ヒト IL-8 誘導性の遊走に対するウマ HRG の作用を検証した。また、pH 感受性蛍光色素を使用して好中球の貪食能に対するウマ HRG の作用を検証した。

【結果】

ヒト IL-8 によってウマ好中球の遊走が誘導され、抗 IL-8 中和抗体により完全に抑制された。IL-8 誘導性の遊走はウマ HRG の添加によって部分的に抑制されたが、その抑制率は 10 μ M で 40%程度に留まった。また、好中球の貪食能はウマ HRG の添加によって有意に促進され、5 μ M では Control と比較して約 13 倍貪食能が亢進した。

【考察】

ウマ HRG は好中球の接着・ROS 産生・遊走に対しては抑制的に作用する一方で、貪食能は促進することが明らかとなった。HRG は Thrombin によって分解されるため、炎症によって凝固系が活性化した病変部位では血中から末梢組織にかけて HRG の濃度勾配が形成される。この密度勾配によってウマ HRG は、好中球の機能を多角的に調節していることが示唆された。

ウマ iPS 細胞からの筋細胞系列への誘導法の検討

○榎本はるか¹、田村周久²、佐藤文夫²、笠嶋快周²、新井克彦¹

¹東京農工大学・硬蛋白研、²JRA 競走馬総合研究所・臨床医学研究室

【背景と目的】

iPS 細胞から様々な細胞系列への分化手法を確立することは、臨床並びに病態研究の一助となる。中でも競走馬の筋肉における様々な代謝の研究を可能にする培養細胞モデルが樹立できれば、当該分野の発展が期待できる。そこで、ウマ iPS 細胞の筋細胞系列への誘導法について検討した。

【材料と方法】

ウマ iPS 細胞 (eiPSC) はマトリゲル塗布シャーレ上で iPS 用培地により増殖させ、筋分化誘導は Genea Biocells 社のプロトコルに従い実施した。まず eiPSC を単一細胞へ分散させた後、コラーゲン塗布シャーレ上へ播種し Skeletal Muscle Induction Medium (MI 培地) でコンフルエントに達するまで培養することで筋サテライト細胞を誘導した。続いてトリプシンで分散した後、新しいコラーゲン塗布シャーレ上へ播種し Skeletal Myoblast Medium (MB 培地) により筋芽細胞を誘導した。その後、培地を Myotube Medium (MT 培地) 或いは Myotube Fusion Medium (MF 培地) に交換して 2 週間まで培養し、それぞれの段階における筋分化形質発現について qRT-PCR により検討した。

【結果】

MI による 10 日間の培養により Pax3 および myf5 の発現が一過性に上昇した。続く MB 培養では目立った変化は起こらず、MT 培養 2 週間後に Pax7、MyoD1 および筋分化形質であるトロポニン T1、トロポニン T3、ミオシン重鎖の発現が一過性に上昇した。一方、MF により 2 週間後培養することにより、MT 培養と比較してクレアチンキナーゼ (CK) およびミオグロビン (MG) 発現が 100 倍以上に上昇した。

【考察】

今回、ウマ iPSC から CK および MG まで発現可能な筋細胞への誘導に成功した。しかし MI 培地によりまず Pax3 および myf5 が誘導された一方で、MB 培地では顕著な変化は見られず、その後 MT 培地により Pax7 や MyoD1 に加えて多くの筋分化形質が同時期に誘導されたことから、一般的に知られている Pax3/Pax7 発現→myf5/MyoD1 発現→筋構成蛋白質発現の流れとは多少異なっていた。これらの相違は各誘導培地による培養時間に起因する可能性があることから、生体に近い分化過程を再現するためには各培養ステージでの誘導時間を再検討する必要があると考えられた。

レーザー穿孔とピエゾドリル技術によるウマ受精卵のガラス化保存法の成功

○李 燦波¹、Reza Rajabi-Toustani¹、渡部浩之¹、Munkhtuul Tsogtgerel¹、高 遠之¹、
羽田真悟¹、Soon Hon Cheong²、南保泰雄¹

¹帯広畜産大学、²Cornell University

【背景と目的】

受精卵の凍結保存は絶滅が危惧されるウマの効率的な生産を可能にする方法である。一方、液体窒素中でのウマ受精卵ガラス化保存および加温後の移植妊娠率は、ウシやヒトと比較して低く、その原因として胚盤胞腔の体積および損傷の度合いに関係する (Diaz et al., 2016)。過去の研究では直径 300 μm 未満のウマ受精卵は直接ガラス化保存が可能であるが、300 μm を超える受精卵は、胚盤胞腔内に耐凍液を置換するための穴をあける必要があるため、その損傷により移植後の妊娠率が低下すると報告されている。近年、ヒト、マウスなどの哺乳動物の生殖補助医療において、レーザー技術が活用されている。本研究は、従来のピエゾドリル（以下ドリル）に加えてレーザー穿孔技術により直径 300 μm を超えるウマの受精卵を穿孔することで、受精卵の腔液の除去と耐凍剤の透過性を増加させ、妊娠率の向上を目的として行った。

【材料と方法】

北海道和種馬であるドナー雌ウマの主席卵胞の直径が 35 mm を超え、子宮の浮腫グレードが 2 以上(0~5)である時点で hCG または GnRH 製剤によって排卵を誘起した。人工授精は凍結精液を用い、排卵誘発剤投与後の 32 時間を目安に行った。排卵後 7、8 日に非外科的手法による受精卵回収を行い、回収された受精卵はドリルとレーザー技術を利用して穿孔し、Cryotop[®]を用いてガラス化保存した。加温後、回復培養を 3 時間行った。同期化された雌ウマをレシピエント(代理母)として加温した受精卵を非外科的に子宮頸管経由で移植した。受精卵移植から 5 日後、経直腸超音波検査により妊娠鑑定を行った。

【結果と考察】

受精卵回収率は 40.9% (9/22) であった。ドリルとレーザー穿孔によるガラス化保存した受精卵 9 個中 6 個を加温後代理母の子宮に移植し、6 頭のうち 2 頭(直径約 233 μm 、598 μm) が妊娠に至った。2021 年 8 月に 2 頭の健康な子ウマ(雌; 胎齢 326 日、雌齢 337 日)、が各代理母から出生した。レーザー穿孔技術を使用し、凍結受精卵を作製した後、移植による妊娠の継続、生産の成功は世界初であり、ウマの大型受精卵 ($\geq 300 \mu\text{m}$) のガラス化保存の低妊娠率を改善し、希少なウマの保存に有用な手段となるものと考えられた。

サラシアのインスリン分泌抑制効果 ～蹄葉炎予防に向けて～

○植田文教¹、水上貴裕²、齋藤重彰²、天谷友彦²

¹富士フィルム株式会社、²大和高原動物診療所

【背景と目的】

蹄葉炎は馬へ深刻な影響を及ぼす疾患である。その原因の一つとして内分泌異常が挙げられ、中でも高濃度の血中インスリンは蹄葉炎を惹起することが分かっている。しかし、インスリンの分泌量を下げる方法は医薬品以外では食餌療法に頼るしかなく有効な方法が求められていた。本研究では糖の吸収抑制作用のあるサラシアが馬のインスリン分泌に及ぼす効果について検証し、蹄葉炎の予防・治療への可能性について検討した。

【材料と方法】

1. シヨ糖負荷試験 乗用馬 14 頭（サラブレッド 10 頭、サラ半血 3 頭、中半血 1 頭、5～26 歳）にシヨ糖 125g を経口投与し、摂取後 1, 2, 3 時間後の血糖値及び血中インスリン濃度を測定した。更に 1 週間後、シヨ糖を負荷する直前にサラシア粉末 16g（サラシノール量 10 μ g 相当）を経口投与し同様に血糖値とインスリン濃度を測定し比較した。
2. 日内変動比較試験 サラブレッド 6 頭（6～26 歳）について乾草:チモシー2kg、濃厚飼料:ホースバランサー®1kg を 4 時間毎に 3 回給餌させ、13 時間にわたり 1 時間ごとに血液を採取して血糖値及び血中インスリン濃度を測定、1 週間後にサラシア摂取させた時との比較を行った。

【結果と考察】

シヨ糖 125g 負荷群とシヨ糖+サラシア摂取群を比較すると、1～3hr までの血糖値の時間経緯および濃度曲線下面積（AUC）については有意差が見られなかったが、インスリン分泌量は摂取 1 時間後にサラシア投与群が有意に低く、インスリンAUCに関して有意に低下した。濃厚飼料を与えた場合も、サラシア摂取有無で 1hr～13hr 後の血糖値の変動は無かったが、インスリン分泌量はサラシア摂取時で有意に低い値を示した。以上よりサラシア摂取は血糖値を下げることなくインスリン分泌量を抑制することがわかった。

サラシアに含まれるサラシノールは小腸上皮の α -グルコシダーゼを阻害し二糖類の吸収を抑えることが知られている。これまでのマウス等の研究では血糖値抑制とインスリン分泌抑制が同時に起こっていたが、ウマの場合血糖値を下げずにインスリン分泌を抑えられることから、食餌制限に頼らない蹄葉炎のリスク因子の低減に繋がる可能性がある。今後、蹄葉炎罹患馬についても同様の効果が認められるかを検証する必要がある。

空撮映像を利用した馬場馬術競技中の人馬の運動の特徴の可視化

○齊藤朋子

帯広畜産大学

【背景と目的】

演者は昨年（2020年）本学会にて、馬場馬術競技中の人馬をドローンを用いて撮影し、その空撮映像を利用し2組の人馬の運動の軌跡を比較することで、人馬の運動の特徴や人の騎乗技術の一端を示すことができることを発表した。本年は、その映像をさらに詳細に分析することで、騎乗者の騎乗技術（現在は地上から審判が判定している運動の正確さや美しさ）の可視化を試みたので発表する。

【材料と方法】

2020年8月29日に帯広畜産大学馬場にて行われた、馬場馬術の規定演技を、ドローン（Mavic 2 Pro）を用いて撮影した2名分の映像を分析に利用した。撮影した動画の人馬の位置を追尾し数値化するプログラムは昨年より精度が高く追尾できるよう改良した。昨年の分析の結果から①上空で滞空しているドローンの微妙な揺れを補正するプログラムおよび②補正後の軌跡の指定した区間を最小二乗法により円近似し表示するプログラムを作成し、より詳細な映像の分析を行った。

【結果と考察】

補正後の人馬の軌跡に近似円を描画したのが下図である。下図のように近似円を描画すると、特に輪乗りの中心および真円からのずれが可視化可能になった。さらに2組の人馬を比較することで、それぞれの人馬の演技の特徴がより明白になった。このように、ドローンによる空撮映像を利用することで、騎乗技術を可視化することが可能であり、これは、騎乗者の騎乗技術の向上に資する技術であると考えられた。今後は、ハーフパスなど馬体の向きと進行方向が異なる場合の分析方法を検討し、ドローンによる空撮映像を利用した馬場馬術の騎乗技術の分析技術を向上させる予定である。

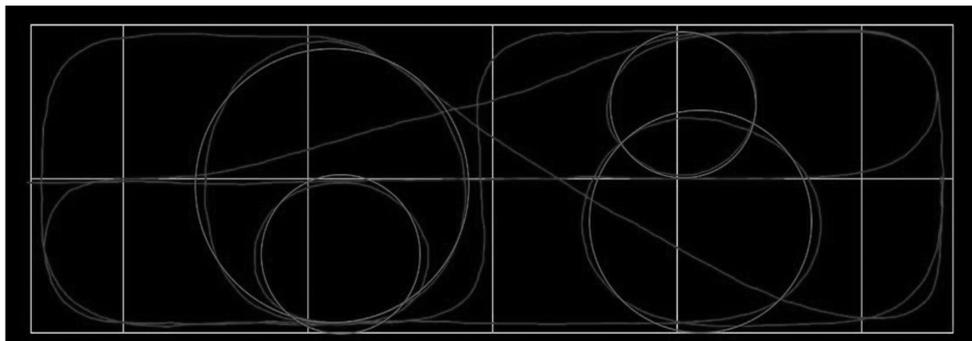


図. 馬場馬術運動中の人馬の軌跡と輪乗り部分の近似円の描画の例

馬術における、ICT を用いた指導法の確立と、引退競走馬の利用へ向けた取り組み

○野中京香、山中惇登、森山 徹

信州大学大学院・生命医工学専攻・生体医工学分野

【背景と目的】

馬術を始める初心者にとって、良い指導者や良い指導法は上達に欠かせないものである。しかし、一般的な馬術の指導法は、指導者の経験に基づいた感覚的なものになってしまうことが多く、客観性の高い、良い指導法の確立は難しい。一方、ICT を用いて騎手の運動をバイオメカニクスの側面から計測し、得られたデータに基づいて構築される客観的指導法は、経験の浅い指導者の育成、および、経験を積んだ指導者のより深い学びのために役立つと考えられる。加えて、ICT の活用は、長年競走馬として調教された馬を、引退後馬術用に再調教するという、経験を積んだ指導者でも難しい課題に対し、有用な解を与えることが期待される。

本発表では、ICT を用いた騎手の運動計測に参加した指導者の意見をもとに、馬術指導や引退競走馬の再調教に対する ICT の活用が、馬を用いたスポーツ業界において、どのような効果を発揮するのかを考察した結果を報告する。

【材料と方法】

計測機器：Xsens 社製 MVN（慣性センサ式 3D 人体モデル構築モーションキャプチャ）

方法：信州大学馬術部および上田乗馬倶楽部における障害飛越騎手の運動計測と計測結果説明会での意見聴取

【結果と考察】

MVN を用いた計測を行ったところ、被験者やその指導者から、3D モデルを見ることで、騎乗姿勢を分かりやすく知ることができ、口頭の指導やビデオ映像だけでは分からない姿勢の改善点を見つけることができるなどの好意的な意見を得ることができた。競走馬の再調教も、MVN を用いることで、調教過程での騎乗者の適切なアプローチ方法を確立することが可能になると期待される。

引退競走馬は毎年 6,000 頭ほど発生し、その後の受け入れ先としては乗馬、繁殖牝馬・繁殖牝馬などが挙げられる。乗馬の受け入れ先としては、全国に 300 箇所ほどある乗馬施設が主となる。しかし、引退競走馬の数に対して受け入れ可能な乗馬施設の数が少ないことが現状である。ICT の活用による客観的な馬術指導法の構築と指導者の育成や、引退競走馬の再調教法の確立は、引退競走馬の受け入れ先を増やし、ひいては乗馬全体の総数を増やすことで、馬術の普及へ大きく貢献すると期待される。

IMU式モーションキャプチャを用いた、馬を美しく停止させる適切な扶助の検討

○山中惇登、野中京香、森山 徹

信州大学大学院・生命医工学専攻・生体医工学分野

【背景と目的】

馬術において、熟練騎手が馬を意のままに操作する様子は「人馬一体」と表現される。人馬一体は、騎手が練習を積み重ねることで習得され、この過程の科学的研究は、馬術指導の現場に対して実用的な知見を与えると期待されている。

【材料と方法】

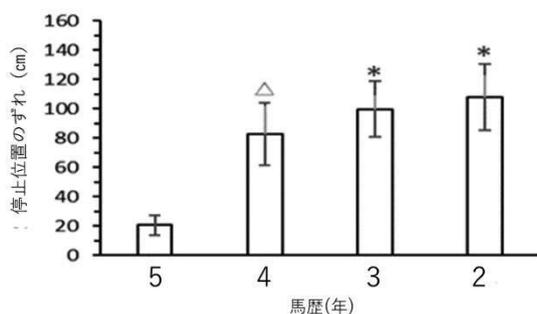
使用した機器

- ・ Xsens 社製 MVN : IMU センサを用いて被験者の動きを 3D 人体モデルとして表現するモーションキャプチャ
- ・ デジタルビデオカメラ

方法

IMU センサを装着した騎手に、馬を決められたポイントで停止させるよう指示し、その様子をビデオカメラで撮影した。取得された映像から、①ポイントと停止位置のずれ、②停止時の馬の四肢のずれ、③停止時に馬を正面から見た時の馬体の真直度を測定した。また、MVN で再現された騎手のモデルから、扶助が出される様子を観察した。

【結果と考察】



停止位置のずれは、騎手の馬歴が短くなるにつれて大きくなる傾向にあった（左図）。停止時の馬の四肢のずれも、馬歴が短くなるにつれて大きくなった。また、馬を正面から見た時の馬体の真直度も、馬歴が短くなるにつれて悪くなった。



馬歴(年)

これらの結果は、騎手の熟練度が高くなるにつれ、停止の美しさが増すことを示唆する。一方、停止時の馬の四肢のずれの平均値は、馬歴の違う騎手間であまり変わらなかった。この結果は、熟練度が高い騎手でも、四肢のずれを小さくすることは難しいことを示唆する。騎乗時の騎手の動きを MVN で再現された人体モデル（左図）で観察すると、ビデオ映像では確認できない細かい扶助の動きを見出すことができた。今後、より多くのデータを集め、美しい停止を実現する扶助の方法を抽出することを目指す。

軽速歩・正反動および低速度駈歩における騎乗者の重心変動

○仰木裕嗣¹、朝倉洵之介¹、石塚辰郎¹、高橋佑治²、大村 一²

¹慶應義塾大学政策・メディア研究科、²日本中央競馬会

【背景と目的】

「馬の背に揺られて」という言葉がある。騎乗者が何ら能動的に動かずにウマの歩きに任せて乗っているかの如く受け取られるが、実際には騎乗者はウマの動きに合わせて自身の身体を動かしている。軽速歩は能動的に身体を動かし、正反動はウマの動作に同調して、その後駈歩へと指導書では説明されているが(岩谷 2019)、「どのようなタイミングでどこを動かすのか?同調するとはどのような意味か?」は明らかではない。本研究の目的は騎乗者がウマの歩容の違いによってどのように自身の身体を操作しているのか?さらには騎乗者同士の個体差の実態を明らかにすることである。

【方法】

走路を取り囲み光学式モーションキャプチャカメラ 26 台、側方から高速度カメラを屋外馬場に設置した。得られた関節標識点から騎乗者については Chandler (1975)、ウマについては Kubo ら (1992) による慣性パラメータ推定式を用いてそれぞれの身体重心を算出し、騎乗者については下肢以外の上半身重心、下肢全体の下半身重心を算出し、その上下方向変位、速度および加速度を軽速歩、正反動および低速度駈歩について算出した。二頭のウマに対して騎乗経験豊富 (15 年以上) な 2 名の騎乗者による複数試技を行なった。

【結果および考察】

ウマおよび騎乗者の重心の鉛直位置と速度の変化からわかったことは、(1) 歩容の変化により騎乗者の重心上下動速度のタイミングが明瞭に変化すること、(2) 同じウマに対して異なる騎乗者が行う動作には明瞭な個人差が存在することである。軽速歩においてはより騎乗経験の長い騎乗者 B はウマの重心が最下点になると同時に自身の上半身・下半身の身体重心も同様に最下点に到達し、すなわち同じタイミングで上昇に転じていた。これに対して騎乗者 A ではウマの最下点到達後に自身の身体重心が最下点を迎えるため、ウマの背から突き上げられていることが予想された。正反動ではこれが逆転し、騎乗者 B ではウマ重心が上昇に転じた後に自身の上半身・下半身重心が最下点に至り、ウマの上昇に遅れて上昇を迎えており、ウマの動きに任せて乗るとも言える動作であると考えられた。低速度の駈歩では、再び騎乗者 B はウマの上昇タイミングと同じタイミングで、且つウマの速度よりも僅かに速い速度で上昇するのに対して、騎乗者 A ではウマの上昇よりも先んじて上昇を始めていた。このように身体重心の動きから騎乗者の個体差が明瞭であった。

ナチュラルホースマンシップの問題点とクリッカー・トレーニングについて

○川喜田健司

明治国際医療大学、(ヒトとウマのインターラクシオン研究会)

【背景と目的】

近年、ナチュラル・ホースマンシップ（自然馬術）を標榜した調教法が広まっているが、そのルーツと思われるモンティ・ロバーツ氏の「ジョイン・アップ」は、調教法としては疑問が多い。その問題点を明らかにするとともに、それに代わる正の強化学習法であるクリッカー・トレーニング法を紹介する。

【方法】

関連する論文と書籍を可能な限り網羅的に収集し、その内容を検討した。

【結果と考察】

ロバーツ氏が行うデモンストレーションでは、高いフェンスで囲まれた丸馬場の中にウマを入れ、威圧的な姿勢と長いヒモ（追い鞭は使わない）を投げつけることでウマを追い立て、時々手前を変えながら駈歩で走らせ続ける。ウマからのサイン（頭を下げて口をモグモグさせる）が出たら、追い立てることを止めて彼が姿勢を変えるとウマは彼に近づいてくる。それを彼は「ジョイン・アップ」と名付け、ヒトとウマに信頼関係が出来た証としている。しかし、それについての詳しい解説はない。また、氏の発表した書籍の内容を偽りとする親族の告発本まで出版されている。さらに、多くの動物心理学や行動学者から、「ジョイン・アップ」は学習性無力感（Learned Helplessness）の現れではないかとの指摘もあり、自然馬術の基本原則とみなすことには無理がある。

一方、これまで広く用いられてきた「Pressure（圧力） & Release（解放）」を基礎にした負の強化ではなく、報酬とクリッカー音を結び付けた正の強化法がウマにも応用されるようになってきている。近年、数多くの書籍以外にも、Youtubeにも多数の動画が紹介されている。その基本原理は、まずクリッカー音を聞かせた直後に報酬（ニンジンの小片）を与えることを繰り返すことで、クリッカー音と報酬を結び付け（Click and Treat: C&T）、ウマが何か定めたターゲットに触った直後に C&T を行うことで、ウマが報酬を求めて自発的にターゲットに触れるようにする（シェーピング：行動形成）方法である。

このクリッカー・トレーニングは、ウマにとってストレスになる圧力が不要であり、ウマも報酬を楽しみに積極的に行動するなど、メリットの大きい方法と思われる。

サラブレッドの頸髄および脊柱管の成長の性差が 頸椎狭窄性脊髄症の発症に及ぼす影響

○近藤太郎¹、佐藤文夫²、都築 直³、山田一孝¹

¹麻布大学 臨床診断学研究室、²JRA 競走馬総合研究所、³帯広畜産大学 獣医学研究部門

【背景と目的】

サラブレッドの頸椎狭窄性脊髄症は若齢の雄で発症率が高いことが知られている。これまでの我々の研究においても 1.5 倍の発症率の差が認められている。しかし、本疾患の明確な発症原因や性差が存在する要因は明らかにされていない。今回我々は、サラブレッドの頸髄および脊柱管の成長の性差に着目した。そこで本研究では、これまで撮影されたサラブレッドの頸部脊髄造影 CT 画像を解析し、頸髄体積および脊柱管体積を求め、頸髄および脊柱管の成長の性差が頸椎狭窄性脊髄症の発症に及ぼす影響について検討した。

【材料と方法】

本研究では、2013 年 6 月から 2019 年 10 月までの期間に頸椎狭窄性脊髄症が疑われ、CT 検査を実施したサラブレッド 29 頭（雄：20 頭，雌：9 頭，日齢：25-1298 日）の頸部脊髄造影 CT 画像を解析した。頸髄体積および脊柱管体積は、横断像で第 3 頸椎頭側端から第 6 頸椎尾側端までの面積を測定し、3 次的に体積を求めた。また、頸髄体積を脊柱管体積で除して算出した頸髄体積/脊柱管体積を求め、日齢と比較した。

【結果】

サラブレッドの頸髄体積は出生直後から雄が雌よりも大きかった。また、出生直後の頸髄体積/脊柱管体積も雄が雌よりも高かった。しかし、日齢とともに頸髄体積/脊柱管体積の性差は小さくなっていった。

【考察】

サラブレッドの頸髄体積に性差が認められ、これは過去に報告されている人の脳体積の性差と一致していた。

若齢時において、サラブレッドの頸髄体積/脊柱管体積は雄が雌よりも高かった。頸椎狭窄性脊髄症の発症に性差が存在する理由として、若齢時の雄の脊柱管体積は頸髄に対して十分な空間ではないと考えられた。若齢の雄の不十分な脊柱管体積は、外傷に伴う骨の肥厚や頸椎の不整配列による頸髄圧迫を引き起こし易い可能性が示唆された。

芝馬場のクッション値と含水率の関係について

○菊地賢一¹、高橋敏之²

¹東邦大学、²JRA 競走馬総合研究所

【背景と目的】

日本中央競馬会（JRA）では、2020年9月の第4回中山競馬、第2回中京競馬から、馬場の含水率に加えて、芝馬場のクッション値の公表を始めた。JRAの公式Webサイトによると、クッション値は馬場表層の含水率と密接な関係があるとされている。そこで、本研究ではクッション値と含水率の関係に着目し、各競馬場の芝馬場の特徴を考察する。

【材料と方法】

分析対象は、2020年9月から2021年6月の開催のうち、開催日が多い、東京、中山、中京、阪神競馬場とし、JRAの公式Webサイトで公表されている開催日前日と開催日に測定された芝馬場のクッション値と含水率を用いる。なお、公表されている芝の含水率は、表層ではなく路盤で測定されたものである。また、含水率は、降水量に影響されるため、気象庁の府中、船橋、名古屋、西宮の降水量の観測値を利用し、測定日前日と測定日の2日間降水量が79.5mm以上と極端に多かった6日分を、外れ値として分析から除外した。

【結果】

各競馬場のクッション値とゴール前含水率の平均と標準偏差、クッション値とゴール前含水率の相関係数、目的変数をクッション値、説明変数をゴール前含水率とした単回帰分析の回帰係数を、右の表に示す。

	n	クッション値		含水率		相関係数	回帰係数
		平均	SD	平均	SD		
東京	65	9.30	0.51	14.95	1.78	-0.64	-0.18
中山	61	10.15	0.83	11.14	1.51	-0.78	-0.43
中京	64	9.86	0.73	13.48	1.43	-0.73	-0.37
阪神	66	9.70	0.50	9.87	1.05	-0.51	-0.24

【考察】

東京競馬場は、含水率のばらつきが大きく、含水率の変化に対するクッション値の変化が小さい。中山競馬場は、含水率が低く、クッション値との相関が大きい。また、含水率の変化に対する、クッション値の変化も大きい。中京競馬場は、中山競馬場と似た傾向だが、中山競馬場より含水率が高い。阪神競馬場は、中山競馬場と同様に含水率が低い、クッション値との相関は小さく、含水率の変化に対する、クッション値の変化も小さい。各競馬場の含水率の違いは、路盤の材料等の違いによるものと考えられる。

クッション値については、まだ公表を始めたばかりであり、今回用いた観測値も61～66件である。この傾向が続くかどうかは、今後、注視が必要と思われる。

高強度インターバル運動に対するサラブレッドの生理的および骨格筋応答

○向井和隆¹、高橋佑治¹、胡田悠作¹、宮田浩文²、大村 一¹

¹日本中央競馬会 競走馬総合研究所、²山口大学

【背景と目的】

高強度インターバルトレーニングは持続的トレーニングに比べて運動パフォーマンスをより向上させることやミトコンドリア新生に関わる主要レギュレーターである AMPK や PGC-1 α を介して骨格筋のミトコンドリアを増加させることが知られており、近年注目されている。そこで、高強度インターバル運動がウマに対してどのような生理的および骨格筋応答を引き起こすのかを調べた。

【材料と方法】

8 頭のトレーニングされているサラブレッドを用いて、ランダム化クロスオーバー試験を実施した。走行距離を同じに設定した中強度持続運動（最大酸素摂取量（VO₂max）に達する速度の 70%（70%VO₂max）6 分；MICT）、高強度インターバル運動（100%VO₂max 30 秒+30%VO₂max 30 秒を 6 セット；HIIT）およびスプリントインターバル運動（120%VO₂max 15 秒+30%VO₂max 70 秒を 6 セット；SIT）の 3 種類の運動を傾斜 6% のトレッドミル上で実施し、運動中の血液ガスや血漿乳酸濃度、心拍数などを測定した。運動前、直後および 4 時間後に中殿筋バイオプシーを行い、AMPK のリン酸化をウエスタンブロットで、4 時間後の PGC-1 α mRNA をリアルタイム PCR で分析した。統計解析には混合モデルを用い、多重比較には Tukey の HSD 検定を行った（ $P < 0.05$ ）。

【結果と考察】

運動終了時の血漿乳酸濃度と心拍数は HIIT と SIT が MICT に比べて高かった（MICT, 8.5 ± 1.6 mmol/l, 196 ± 6 bpm; HIIT, 22.0 ± 3.3 mmol/l, 214 ± 2 bpm; SIT, 24.3 ± 2.3 mmol/l, 212 ± 2 bpm）。動脈血の酸素飽和度は MICT > SIT > HIIT となり（MICT, $93.5 \pm 0.4\%$; HIIT, $88.1 \pm 1.8\%$; SIT, $89.5 \pm 1.3\%$ ）、pH は HIIT と SIT が MICT に比べ低かった（MICT, 7.332 ± 0.017 ; HIIT, 7.178 ± 0.038 ; SIT, 7.164 ± 0.035 ）。運動前に比べて運動直後の AMPK のリン酸化は HIIT のみ増加し（ 1.4 ± 0.2 倍）、運動 4 時間後に PGC-1 α mRNA は HIIT と SIT（HIIT, 5.2 ± 1.3 倍; SIT, 5.3 ± 1.1 倍）で増加した。

これらの結果から、HIIT と SIT は MICT に比べて、より重度の低酸素血症や乳酸アシドーシスを引き起こし、骨格筋におけるミトコンドリア新生をより強く誘導する可能性が示唆された。つまり、走行距離が同じでも、高強度の運動を組み込んだトレーニングの方が運動パフォーマンスや有酸素能力の向上をより期待できると考えられる。

駢歩時の運動強度と筋活動の関係

○高橋佑治、大村 一、向井和隆、高橋敏之

日本中央競馬会

【背景と目的】

競走馬のトレーニングメニュー作成時は、駢歩時の筋への負荷を考慮した運動強度の設定が重要である。駢歩時の筋活動に関する先行研究は低い運動強度のみであり、サラブレッド競走馬に適用するには高強度運動に伴う変化を測定する必要がある。そこで、本研究の目的は駢歩時の運動強度と各筋における活動の関係を明らかにすることとした。

【材料と方法】

よくトレーニングしたサラブレッド7頭を6%傾斜トレッドミル上において45%、60%、75%、90%、105%VO₂max（最大酸素摂取量）の強度で30秒ずつランダムに走らせ、駢歩中に手前肢となる側の上腕頭筋、棘下筋、上腕三頭筋長頭、中殿筋、大腿二頭筋、半腱様筋から表面筋電図の信号を得た。測定項目はストライド頻度、ストライド長、1完歩分の積分筋電図値とし、5完歩分の平均値を統計処理した。統計解析には混合モデルを用い、多重比較にはTukeyのHSD検定を行った。有意水準は5%とした。

【結果と考察】

ストライド頻度、ストライド長ともに運動強度が高くなるにつれて増加しており、各運動強度間で有意な差が認められた。45%VO₂maxを基準にすると、105%VO₂max走行時は全ての筋において積分筋電図値が増加していた(上腕頭筋; +172%, 棘下筋; +36%, 上腕三頭筋長頭; +211%, 中殿筋; +126%, 大腿二頭筋; +55%, 半腱様筋; +150%)。また、全ての筋において45%VO₂maxと60%VO₂maxの積分筋電図値間には有意な増加がなかったが、それ以降の積分筋電図値の増加の仕方は筋によって異なっていた。上腕三頭筋長頭では105%VO₂maxまで各運動強度間で有意な増加が認められた。上腕頭筋と大腿二頭筋では90%VO₂maxまでは増加するが、90%VO₂maxと105%VO₂maxの間に有意な増加はなかった。棘下筋では90%VO₂maxまで有意な増加はなかった。中殿筋および半腱様筋では45%VO₂maxから75%VO₂maxでは増加率が低かったのに対し、75%VO₂max以上での増加が顕著であった。以上のことから、駢歩において運動強度が増加すると各筋の活動が増加し、ストライド頻度とストライド長が増加するが、60%VO₂max以下の運動では筋活動の増加は乏しいことが示唆された。また、筋によって各運動強度への応答が異なり、高速走行に重要な中殿筋や半腱様筋に対して効果的な反応を得るには、高い運動強度が必要となることも示唆された。

競走時におけるサラブレッド競走馬の水平速度変動と四肢の役割

○高橋敏之、高橋佑治、大村 一

日本中央競馬会

【背景と目的】

駈歩時のウマの四肢の役割は、蹄にかかる力のデータから、後肢は推進力を発揮して加速し、前肢は制動力を発揮し加速はしないと考えられている。しかし、競走時など高速走行中における四肢の役割については、画像解析による水平速度変化について少数の報告はあるが、駈歩時の結果が一致していない。また、馬場により四肢の役割が異なり、ダート馬場では前肢を掻き込むように走ると経験的に言われている。そこで、この研究では、高速走行時の馬体の水平速度変化と四肢の着地状態との関係から四肢の役割を検討した。

【材料と方法】

高速走行する競走時（芝およびダート）における馬体の水平速度（反手前後肢着地時点）および四肢のいずれかが最初に着地した時点と、最後に離地した時点の水平速度差、ストライド長、後肢間、手前後肢—反手前前肢間、前肢間、サスペンション距離を高速度ビデオ解析により測定した。芝競走では 23 頭、ダート競走では 29 頭の水平速度および各ストライド長を測定した。いずれかの後肢が着地している時間帯における水平速度ピーク値に対していずれかの前肢のみが着地している時間帯における水平速度ピーク値が高いまたはほぼ同等（後肢着地時間帯におけるピーク値の-1.0%以上）のウマを前肢加速群、その他を後肢加速群と分類した。芝およびダート競走における各群の割合の相違をカイ二乗検定、芝およびダート競走それぞれにおいて、前肢および後肢加速群間の各ストライド長の相違を t 検定により解析した。有意水準は 5%とした。

【結果と考察】

前肢加速群では、反手前前肢が離地し、手前前肢が着地する時点の前後に水平速度のピークが見られた。前肢加速群、後肢加速群には、芝競走において 7 頭、16 頭、ダート競走において 10 頭、19 頭の割合で分類され、馬場の種類により割合に相違は見られなかった。芝およびダート競走において、馬体の水平速度および四肢のいずれかが最初に着地した時点と、最後に離地した時点の水平速度差、ストライド長、後肢間、手前後肢—反手前前肢間、前肢間、サスペンション距離に有意差は見られなかった。以上から、高速走行時には、後肢のみで加速するのではなく、前肢のみの着地時間帯でも同等に加速するウマがいることが明らかとなった。また、この群間差は馬場の相違、馬体の水平方向速度や加減速、走行フォームによるものではなく、各馬が持つ固有の特徴ではないかと考えられた。

アーモンドアイの強さの秘密

—調教中心拍数・調教後血中乳酸値・レース時走速度を用いた運動生理学的評価—

○羽田哲朗

JRA 栗東トレーニング・センター

【背景と目的】

日本歴代最多賞金獲得馬であるアーモンドアイ、競馬関係者やファンでは知らない者はいないであろう。JRA では、現役時のアーモンドアイの調教中心拍数および調教後血中乳酸値を測定する機会を得たことから、それらを基に同馬の運動生理学的評価を行った。あわせて、レース時のラップタイムから走速度を評価した。

【方法】

心拍数：Polar 社製 GPS 付き心拍計 M400 を用いて追い切り時の心拍数と走速度を測定し、調教後心拍数が 100bpm を切るまでの時間（THR100）を算出した。

血中乳酸値：2018 秋華賞に向けて行われた美浦トレセン坂路馬場での追い切り時、調教 3-5 分後に採血を行い、アークレイ社製ラクテート・プロ 2（LT-1730）により血中乳酸値を測定して、後半 3F の走速度と乳酸値との関係を他の競走馬のデータと比較した。

走速度：日本国内で出走した G1 レースのうち、芝・良馬場で行われた 1600m、2000m および 2400m 各 3 競走について、レース全体の平均速度（Ave SP）およびラスト 600m の平均速度（3F SP）を算出し、2011-2020 年に良馬場で行われた同レースデータと比較した。

【結果と考察】

アーモンドアイの調教後心拍数は他の競走馬より回復が早い傾向があり、特に 2019 ドバイターフ最終追い切り（@メイダン競馬場）では、3F:34.3sec- 1 F:10.8sec の高速調教にもかかわらず THR100 は 174sec で回復が非常に早かった。2018 秋華賞時の坂路調教後の血中乳酸値は 12.0-14.9mmol/L で、走速度と乳酸値との関係から評価した他の競走馬の平均値より低かった。これらの結果から、現役時のアーモンドアイは高い有酸素性運動能力を有していたことが示唆された。また、Ave SP は解析したすべての競走で他の G1 レースデータと同等もしくは速く、3F SP は特に 1600m 競走（2018 桜花賞、2019 安田記念、2020 ヴィクトリアマイル）で速い傾向が認められた。これらの結果から、1600-2400m ではどの距離でも平均以上のスピードで走行でき、1600m では後半の瞬発力が優れていたことが示唆された。以上より、現役時のアーモンドアイは高い運動能力と速いスピードを兼ね備えており、かつ万能距離タイプの競走馬であったことが明らかになった。

マイクロサテライト分析から見る対州馬の遺伝的多様性

○吉原知子¹、高須正規²、戸崎晃明^{2,3}

¹対馬市役所、²岐阜大学、³競走馬理化学研究所

【背景と目的】

対州馬は長崎県対馬市原産の日本在来馬である。明治期には4000頭以上飼育されていたが、現在51頭（島内：41頭、島外：10頭）のみであり、絶滅の危機にある。希少品種では近親交配により、潜在していた有害な表現形質が表れて集団中に適応度の低い個体が増える近交弱勢が懸念されるため、遺伝的多様性の評価が重要である。本研究は現在する対州馬のマイクロサテライト（mSat）分析結果から現状把握することを目的とする。

【材料と方法】

52頭の対州馬（雄：24、雌：28、含：死亡個体：5頭）から血液を採取し、定法に従ってDNAを抽出した。競走馬の血統登録検査に使用されているmSat31座位を型判定し、得られた遺伝型情報から、genepop4.7を用いてアリル数（Na）、ヘテロ接合体の観察値（Ho）および期待値（He）、本集団内の近親交配割合（Fis）を計測した。

【結果】

mSatの型判定では、31座位全てで多型性が認められ、親子関係にある対州馬間において矛盾は確認されなかった。また、Na、Ho、He、Fisの平均はそれぞれ4.74、0.644、0.632、-0.022であった。

【考察】

平均Fisが負の数値であることから、極度な近親交配が進行しているわけではないことが示された。また、Na、Ho、Heを他の日本在来種馬に比較したところ、明らかな遺伝的多様性の低さは認められなかった。先行研究として対州馬25頭（雄：5、雌：25）をmSat20座位で測定したKakoiら（Biochem. Genet. 2007, 45:375–395）の平均Na、Ho、Heは4.6、0.655、0.649であったことから、mSat分析の観点からは、この十数年間における対州馬の遺伝的多様性に大きな変化はないようであった。

対州馬の緊急的課題は増頭であるが、計画的繁殖を実施することにより、遺伝的多様性が維持および増加されることが望ましい。遺伝的多様性の指標として今後もmSat分析から得られる今回の分析項目も利用し、定期的な分析を行うことで遺伝的多様性の変遷を知ることができると考えている。

2015年から2020年に至る御崎馬の集団構造ならびに遺伝的多様性の変化

○宮崎正道¹、鈴木美結¹、秋田 優²、戸崎晃明^{1,3}、高須正規¹、小林郁雄⁴

¹岐阜大学 応用生物科学部、²串間市、³競走馬理化学研究所、⁴宮崎大学 住吉フィールド

【背景と目的】

都井岬の半野生馬と呼ばれる御崎馬は、300年以上、ほとんど人の手を掛けられずに世代を重ねてきた。このように自然に沿って生きている御崎馬の生涯には不明な点が多く、御崎馬がどのように世代を重ねているのかに関する知見は乏しい。本研究では、2015年から2020年にかけて、1) 御崎馬の集団構成がどのように変化したのか、2) 御崎馬の遺伝的多様性がどのように変化したかを明らかにすることを目的とした。

【材料と方法】

御崎馬では年に1度、「馬追い」が行われる。本研究では、2015年ならびに2020年の馬追い時に採取した血液サンプルを用い、31個のマイクロサテライトをタイピングした。タイピングしたマイクロサテライトの情報から、遺伝的多様性の指標となる平均アレル数 (Na)、ヘテロ接合率の観察値 (Ho) ならびに期待値 (He) を算出した。2015年と2020年に得られたこれらの値を比較し、5年間で御崎馬の遺伝的多様性がどのように変化したのかを明らかにした。また、御崎馬における個体管理情報から、5年間に死亡した馬ならびに出生した馬の数を抽出し、御崎馬の世代交代のスピード、有効集団サイズならびにその期待値 (required Ne) の変化を明らかにした。

【結果と考察】

2020年における御崎馬の Na, Ho, He は、それぞれ 3.161, 0.503, 0.487 であり、2015年の 3.419, 0.508, 0.497 と比較して、大きな変化はないように考えられた。

御崎馬は5年間で集団の43.2%が更新される「個体の更新が早い集団である」ことが明らかになった。このような集団では、種牡馬の多様性が集団の遺伝的多様性に重要である。つまり、御崎馬は、何らかの影響で種牡馬の極端な偏りが生じれば、その遺伝的多様性は急速に失われることが示唆された。

現在進められている「御崎馬の血統書を作成し、科学的根拠に基づいた血統管理をすすめること」を目的としたマイクロサテライトのタイピングデータを活用することで、御崎馬の遺伝的多様性をモニタリングできた。今回、御崎馬の世代交代が速いことが明らかになったことから、今後もマイクロサテライトのタイピングを続け、その遺伝的多様性の動向を細かく把握することが重要であると考えられた。

日本統治時代の台北における競馬活動

○和田奈穂実

駐日台北経済文化代表処

【背景と目的】

本研究は筆者が 2020 年 1 月に国立台湾師範大学台湾史研究所にて発表した修士論文を一部編纂したものである。

本研究の目的は 1928 年から 1943 年まで台北で行われた競馬活動についての背景、過程、結果を政治、軍事、経済、社会の面を分析する。

1895 年から 1945 年までの 50 年間台湾は日本の植民地化となった。当時、台湾では水牛や黄牛を農業等に使用していた為、馬の普及率が一向に上がらず、1928 年 5 月に久邇宮邦彦王が訪台した際台湾の馬普及問題について言及する。これを機に台湾でも馬の飼育を推奨する活動が始まり、ひいては台湾にて馬を周知させるために一部有志が募り、馬事思想の普及を願って第一回台北競馬大会が開催される。

【材料と方法】

研究方法としては筆者の修士論文を除けば台湾の競馬に関する論文は発表されていないため、新聞、雑誌を用いた研究方法を年代に沿って展開していく。

主に日本側では農林省畜産局発行『外地及満洲国馬事調査書』や『日本馬政史』、『馬政第二期計画綱領』、台湾側では『臺灣總督府公文類纂』、『臺灣總督府統計書』、『臺灣日日新報』、『臺灣之畜産』、『臺灣畜産會會報』を用い、史料の解釈、分析を行う。

【結果と考察】

第二次世界大戦が佳境に入るにつれて、大本営は台湾を南進政策において重要地点であると考え、より耐久性があり熱に強い馬を育成させるため、台湾の競馬と戦争は密接な関係を築いていった。

1928 年から 1943 年まで行われた台北の競馬活動は日本統治時代の代表的な娯楽活動の一つとして名を馳せ、当初の目的であった馬事思想の普及を浸透させ、日本人、台湾人問わず競馬に参加することで同時に国防産業上に貢献した成功例といえるだろう。だが、本研究の範囲は台北地区のみであるため、嘉義、台南、台中、屏東、新竹、高雄、花蓮、8 か所で開催されていた他の地域の競馬活動については知ることが出来ない。筆者は現在他地域の競馬活動について研究を行っている最中ではあるが、全台湾の競馬活動を引き続き研究していくことで台湾における競馬活動がもたらした軌跡が更に顕著に現れると筆者は考察する。

と畜場で Crest of neck に出血様脂肪組織が認められた重種馬における疫学的調査、一般血液生化学的解析および組織学的解析

○原田幸治¹、兼光沙織¹、秋岡幸兵¹、藤田和成¹、土井（戸田）純子¹、西 康暢²、
田浦保徳²、佐々木直樹²

¹熊本県食肉衛生検査所、²山口大学共同獣医学部大動物臨床学研究室

【背景と目的】

馬の頸部白色脂肪組織で「たてがみ」（以下 Crest of neck）と呼ばれる部位は、馬刺しと同様に生食される部位で希少な部位である。Crest of neck は、白色であることが商品的価値に必要不可欠である。

熊本県内のと畜場に搬入される多くの馬は、枝肉重量を確保するため馬体は大きく肥育され、かつ Crest of neck に多量の脂肪沈着が認められる。そして、と畜時に Crest of neck の縦切断面に出血様脂肪組織が認められることがある。本研究では、S と畜場に搬入され、と畜時に Crest of neck の縦切断面に出血様脂肪組織が認められた馬の疫学的調査、一般血液生化学検査および組織学的検査を行ったので報告する。

【材料と方法】

と畜場において、Crest of neck に出血様脂肪組織が認められた馬（以下 Group AH）5 頭および認めなかった馬（以下 Group NH）49 頭に分類して、一般血液生化学的検査（Alb、TP、T-bil、GOT、GPT、LDH、T-cho および BUN）および疫学的調査（年齢、性別、体重、産地、Body condition score（以下 BCS）、Crest of neck score（以下 CNS）および蹄病の有無を行った。

【結果と考察】

一般血液生化学的検査で Group NH の T-bil が Group AH と比較して高い傾向を示したが、他は正常範囲であった。体重、BCS および CNS について、Group AH は、Group NH と比較して有意に高値を示した（ $P=0.010$ および $P=0.020$ ）。また、GOT については、Group AH は Group NH と比較して有意に低値を示した（ $P=0.0056$ ）。この結果から、と畜場において Crest of neck 縦切断面に出血様の脂肪組織が認められた馬は過肥によるもので、Crest of neck の脂肪組織は、脂肪腫症に分類されると推察された。また、出血様の脂肪組織の組織像では、脂肪細胞間に出血が認められ、一部にマクロファージとリンパ球が確認された。このことは、出血様脂肪組織における軽度の炎症を示唆するものであった。以上から、過肥を起ささないことにより Crest of neck の脂肪組織の出血を防ぐ可能性がある。

ウマの上部消化管 *in vitro*消化率によるユーグレナの飼料としての有用性

○空屋長良¹、花田正明²、福間直希^{2,3}、西田武弘²

¹帯広畜産大学大学院畜産学研究科、²帯広畜産大学生命・食料科学研究部門、

³帯広畜産大学グローバルアグロメディシン研究センター

【背景と目的】

微細藻類であるユーグレナは、動物の発育に不可欠なビタミン13種、ミネラル9種、アミノ酸19種、不飽和脂肪酸12種が含まれ、栄養成分の消化吸収率が高いという特性をもつことから、近年人への健康機能食品、家畜への飼料化が期待されている。先行研究では、大豆粕の置き換えとしてユーグレナをヒツジに給与し、体重や全体的な窒素バランスの変化なしに、可消化窒素利用性が向上することが報告されている。その他にも、比内地鶏や稚魚などへの給与実例があり、各動物の健康に有益な効果があるという報告がある。そこで、ユーグレナが強度な運動を行い、エネルギーを必要とする競走馬や乗馬において、濃厚飼料だけでは補えない栄養をバランス良く補給する飼料として利用できるのではないかと考えた。しかしこれまで、ユーグレナの給与がウマの消化率などの健康へ及ぼす影響は明らかになっていない。よって本研究では、ウマへのユーグレナ給与が消化性にどのような影響を与えるかを明らかにすることを目的とする。

【材料と方法】

栄養成分の評価として、ユーグレナや主要なウマの飼料（アルファルファ・エンバク・大豆粕）の一般分析を行い、栄養成分の比較をする中でユーグレナの役割を検討した。ウマの上部消化管（胃・小腸）における消化試験は、消化酵素を用いて *in vitro* で行った。供試する飼料にペプシンを添加した後に2時間、その後αアミラーゼを添加して4時間、いずれも39℃で培養した。終了後、ろ紙を用いて吸引ろ過を行い60℃の乾燥機で48時間乾燥後、残渣を計測し、乾物消失率を求めた。

【結果と考察】

ユーグレナはウマの主要な飼料と比較して、繊維含量(NDF:1.02%)が少なく、粗タンパク質(30.09%)・粗脂肪(12.64%)含量が多く、非繊維性炭水化物含量は50.42%となった。また、上部消化管 *in vitro* 消化試験での乾物消失率は、ユーグレナ38.97%、アルファルファ47.17%、エンバク38.27%、大豆粕72.00%という結果であった。以上から、ユーグレナは濃厚飼料としての役割を担う飼料原料であるが、上部ではあまり消化されない飼料である可能性が考えられる。今後は、上部消化管では消化されなかったと考えられる約60%のユーグレナの下部消化管における消化特性について検証していく予定である。

競走馬の酸化ストレスに対するアスタキサンチン投与の有効性の検討

○土屋 武、菅沼俊一、妙中友美

ノーザンファーム天栄

【背景と目的】

酸化ストレスは様々な疾患との関係性が言及されており、その抑制は健康のために重要とされている。現在、様々な抗酸化剤が利用されているが、その中でもアスタキサンチンの抗酸化作用は非常に強力である。その効果から人では、アスリートの抗酸化およびパフォーマンス改善のためにも応用されているが、競走馬における酸化ストレスへの有効性については検証されていない。そこで、我々は現役競走馬に対しアスタキサンチンの継続投与を行い、酸化ストレス関連指標への影響を調査することを目的とし実験を行った。

【材料と方法】

2021年5～8月にノーザンファーム天栄に在厩した3歳競走馬 牡・牝 20頭ずつ、計40頭を対象としコントロール群（以下、A-群）およびアスタキサンチン投与群（以下、A+群）の2群に分類した。競馬出走後に美浦トレーニング・センター（茨城県）より帰場した翌週の日曜日を0日目（Pre）としてA+群にはアスタキサンチン（(株)フジフィルム提供）625 mg（粉末として25g）を4週間 毎日経口投与。併せて毎週日曜日の午後、給餌前の安静な状態で頸静脈より採血した。検体は採取後速やかに遠心分離（ヘパリン血漿）し、 -80°C にて冷凍保存。測定にはFree Carrio DU0（(株)ウイスマー貸与）を用い、酸化度を示すdROMs(U. CARR)および抗酸化力を示すBAP($\mu\text{mol}/\text{l}$)を測定。両数値より潜在的抗酸化能(BAP/dROMs)を算出した。また、併せて第三者による客観的評価（外見上および調教状況の状態評価 他）および当該馬の管理者による主観的評価（上記同）を1-10点で点数化し調査した。なお、統計解析にはJMP14を用い、群毎にStudent-T検定を実施した。

【結果】

全データを通して明確な有意差は認められなかったが、牡A+群において2・3週目のBAPが高い傾向が認められた($P=0.08$ 、 0.08)。dROMs、潜在的抗酸化能、CKおよびGOT値に有意差は認められなかった。なお、主観的評価では有意差は認めず。客観的評価では4週目の外見的な状態評価でA+群の点数が若干高い傾向が認められた($P=0.141$)

【考察】

引き続きの詳細な検証は必要であるが、牡のA+群でBAPが上昇する傾向にあったことから、継続的なアスタキサンチン投与は競走馬においても抗酸化効果を有し、体調管理に有用な可能性が推察された。

北海道和種馬の春機発動期における精巢発達に関する研究

○小出明里¹、佐藤 心²、金 翔宇¹、山根慧悟¹、米田英里奈¹、村西由紀¹

¹帯広畜産大学大学院畜産学研究科、²帯広畜産大学畜産学部

【背景と目的】

北海道和種馬は北海道原産の在来馬で、飼養頭数は1998年2408頭から2018年1029頭と半数以下に減少している。種雄馬飼養頭数は、顕著に頭数が減少し続けており（2017年時点で33頭）、北海道和種馬の遺伝的多様性の低下が危惧されている。しかし、北海道和種馬の繁殖に関する学術情報は少なく、とくに精巢発達に関する知見はほとんどない。精巢発達や性成熟の理解は、繁殖適期を明らかにし、より適切な生産管理を行うことが期待できる。したがって、本研究では、春機発動期前後における北海道和種馬の体型測定、精巢の重量、体積、および組織構造から、北海道和種馬の精巢発達を調査した。

【材料と方法】

北海道内で飼養されている北海道和種馬（12–35ヶ月齢、40頭）から、去勢時精巢をサンプリングした。また、各個体の体高、体長、精巢重量、精巢の径（縦、横、幅）を測定し、月齢との相関を調べた。精巢の各径を用いて Love らの方法を参考に精巢体積を算出した。採取した精巢を固定し、H&E染色、その後顕微鏡下で組織構造を観察し、精巢発達指標である精細管の成熟度合いをルーメンスコア 1（Lumen Score1: LS1）（未成熟）から LS7（成熟）の 7 段階に分類した。

【結果と考察】

月齢と精巢重量（ $r=0.40$, $P<0.05$ ）でやや正の相関が見られたが、月齢と精巢体積（ $r=0.09$, $P=0.72$ ）に相関は見られなかった。体高と精巢重量（ $r=0.57$, $P<0.05$ ）、体長と精巢重量（ $r=0.50$, $P<0.05$ ）にやや正の相関が見られた。また、精巢重量と精巢体積（ $r=0.97$, $P<0.05$ ）に正の相関が見られた。さらに、精巢重量と精巢の組織学的な評価において、未成熟の指標である LS1 と負の相関（ $r=-0.78$, $P<0.05$ ）、精子形成が確認できる成熟の指標である LS7 と正の相関（ $r=0.92$, $P<0.05$ ）が見られ、精巢重量に伴って精巢発達が進んでいることが確認できた。また、精巢重量と LS7 における成長曲線を検討し、あてはまりのよいロジスティック成長曲線を選択した。北海道和種馬の精巢は、60–80g にかけて急速に精巢成熟が進み、90g 以降には 80%以上の精細管に精子が確認された。今後は、精巢の性ホルモンや精巢発達に関する遺伝子の発現を解析し、精巢発達の分子機構や繁殖適期を明らかにすることによって、北海道和種馬の生産や在来馬の種の保存に寄与していきたい。

採精から約 48 時間経過した冷蔵精液を用いた馬の人工授精の試み

○高橋 透¹、浦本右文¹、吉田朋恵¹、相澤 葵¹、高橋貫生¹、安田 出²

¹岩手大学農学部、²安田動物医院

【背景と目的】

演者らは、家畜改良センター十勝牧場から配布された馬の冷蔵精液を航空便で輸送し、採精の翌朝に精液を受領して人工授精を実施してきた。しかし 2020 年度からの新型コロナウイルス感染拡大によって航空便が減便され、航空輸送が不可能になってしまった。2021 年度は輸送法をトラック輸送に切り替えて、採精の翌々日に盛岡に到着する冷蔵精液を用いて人工授精を実施し、長時間輸送が授精成績に及ぼす影響について検討した。

【材料と方法】

2021 年 3 月から 6 月にかけて、農用馬 23 頭とポニー 3 頭の延べ 33 周期に人工授精を実施した。授精適期の判定は、直腸検査および超音波検査による卵巣や子宮の所見から判断した。授精予定日の 2 日前の午前 10 時までに十勝牧場に冷蔵精液を注文し、精液を冷蔵宅配便で輸送した。授精予定時刻の 36 時間前を目安に hCG 3000 IU による排卵誘起処置を行った。精液は採精 2 日後の朝 8 時に盛岡に到着し、当日中に授精に供するとともに授精時に顕微鏡観察による精子の活力検査を実施した。授精回数は 1 発情に 1 回を基本としたが、4 頭（延べ 5 周期）は連続する 2 日間に 2 回の授精を行い、この場合の hCG 投与時期は 2 回目の授精予定時刻の約 36 時間前とした。授精後 2 週で超音波検査による妊娠診断を実施し、妊娠陽性を受胎率として取りまとめた。

【結果】

トラック輸送で採精の翌々日に到着した冷蔵精液の運動精子率は 40～50%程度で、採精翌日に到着する航空輸送の場合（60～70%）よりも低かった。しかし、2021 年の発情周期ベースの受胎率は 48%（16/33）で、冷蔵精液を航空輸送した 2019 年の成績（54%、13/24）と比較して著しい差が認められなかった。また、分娩後の初回発情とそれ以外の場合の受胎率はそれぞれ 45%（5/11）および 50%（11/22）であった。33 周期中で排卵前の授精が 21 周期、排卵後の授精が 12 周期であり、受胎率はそれぞれ 62%および 25%で、排卵後の授精では受胎率が低い傾向が認められた（ $p < 0.1$ ）。

【考察】

繁殖牝馬の授精適期を的確に判定し、精液到着に合わせた排卵誘起処置を行う事によって、採精から約 48 時間が経過した冷蔵精液でも人工授精に供用可能であり、採精翌日に授精した場合と同程度の受胎成績が得られる事が示された。

重種馬における仏国産凍結精液を用いた人工授精

○田中翔子¹、益子知実¹、廣澤悠子¹、山下大輔²

¹独立行政法人家畜改良センター十勝牧場、²公益社団法人日本馬事協会

【背景と目的】

重種馬では自然交配や冷蔵精液での人工授精が主流で、凍結精液での人工授精は受胎率が低いことから定着していない。しかし、乗用馬では平成 30 年度以降から凍結精液は輸入され人工授精が行われているものの、重種馬（ブルトン種およびペルシュロン種）の凍結精液については、精液の性状及び受胎率等を調査した実績がなかった。このため、仏国から凍結精液を輸入し、精液性状および深部注入法による受胎率について調査するとともに、我が国の重種馬の凍結精液との比較することとした。

【材料と方法】

①ブルトン種およびペルシュロン種の仏国産凍結精液を融解（38℃、30 秒）し精液性状（活力、精子数、奇形率）を調査した。②重種馬繁殖雌馬 11 頭（ブルトン種 5 頭、ペルシュロン種 6 頭）にヒト絨毛性性腺刺激ホルモン（hCG）3000IU の静脈内投与による排卵促進処置を行い、hCG 投与 32 時間後に深部注入法により定時人工授精を行い、hCG 投与 32 時間前に排卵した馬については、排卵確認直後に人工授精を行った。対照群として、ペルシュロン種 3 頭に同様の処置を行い、国内産凍結精液を同様の方法で人工授精した。

【結果】

①仏国産凍結精液の精子数は、ブルトン種、ペルシュロン種ともに約 5000 万/本であり、融解後活力は、ブルトン種が 30～50++、ペルシュロン種が 35～40++であった。②排卵促進処置を行った 14 頭とも hCG 投与 48 時間以内に排卵を確認した。発情周期ベースでの受胎率は仏国産凍結精液が 42.9%（6/14）、国内産凍結精液が 33.3%（1/3）であった。

【考察】

国内産凍結精液の精子数は 1～2 億/本、融解後活力は ++25% であるのに比べ仏国産凍結精液は精子数が少ないものの、融解後活力は良好であった。受胎率についても、仏国産凍結精液は国内産凍結精液よりも良好であった。なお、フランス国立種馬場における凍結精液での受胎率が 47%との報告があり、今回の結果については、その報告と同程度の受胎率が得られたと考えられる。

今後、国内において仏国産凍結精液のような精液性状良い凍結精液が流通すれば、重種馬においても凍結精液での人工授精の定着が期待できると考える。

iPad mini を使用した精液解析ソフトの有用性について

○登石裕子、角田修男

社台スタリオンステーション

【背景と目的】

近年日本国内において、ウマ輸入凍結精液の人工授精の普及や、乗馬クラブなどでの所有馬の交配が試みられている。しかし、雄ウマの精液性状の検査のために、Computer Assisted Sperm Analysis(CASA)のような大型で高価な機械の導入は少数の雄ウマが点在する状況では難しい。新たに開発された iPad mini 専用のウマの精液解析ソフトは、CASA と比較して安価な検査が可能である。また、iPad mini を使用するため持ち運びが容易であり、雄ウマが点在している状況下での内国産馬生産の助けとなると思われる。そこで、従来使用していた CASA の解析結果との比較を行いその有用性を検討した。

【材料と方法】

サラブレッドの交配後に採取したディスマウント精液 94 検体を用いた。CASA (IVOS, Hamilton Thorne)と iPad mini の解析ソフト(iSperm, Aidmics Biotechnology)でそれぞれ解析を行い、スピアマンの順位相関係数(r_s)を求めた。iSperm での精子濃度測定範囲は 1-7 億 5000 万/ml、最適濃度は 3-6 億/ml とされているので各濃度範囲での比較も行った。

【結果】

全検体の解析では、精子濃度、運動率、直進運動率の相関係数はそれぞれ $r_s=0.697$ 、 0.713 、 0.601 であった($n=94$ 、直進運動率は $n=58$)。iSperm での精子濃度測定範囲ではそれぞれ $r_s=0.508$ 、 0.622 、 0.578 であった($n=68$ 、直進運動率は $n=63$)。iSperm の最適濃度では、それぞれ $r_s=0.363$ 、 0.605 、 0.694 であった($n=28$)。いずれも正の相関が示された。

【まとめ】

iSpermを用いて得られた運動率、直進運動率の結果は、従来使用していたCASAの結果と正の相関を認めたが、測定範囲より高濃度では精子の直進運動率が計測出来ないことが多かった。精子濃度については測定範囲より高濃度では、iSpermでの結果がCASAシステムと比較して高値で示される傾向が認められた。今回無処理のディスマウント精液を用いたため、精液に含まれる汚れが影響した可能性がある。解析する精液の処理を行うことで、より高い相関が得られると推測されるが、牧場や乗馬クラブなどの生産現場で利用するにも充分有用であると思われる。

ウマ卵巢内卵子を用いた体外胚生産技術の検討

○戸石川柊輔^{1,2}、芦部詩織^{2,3}、玉野慎也⁴、長尾慶和^{1,2,3}

¹宇都宮大院地域創生科学、²宇都宮大農附属農場、³東京農工大院連合農、⁴タマノアニマルクリニック

【背景と目的】

国内においてウマの体外培養卵巢内卵子由来の産子獲得の成功は未だ報告されていない。卵巢内卵子から体外で胚を作出することができれば、国産の競技用馬の遺伝的資質への貢献は大きい。そこで本研究では、卵巢内卵子由来の産子獲得を目指し、と体卵巢の輸送条件、卵巢由来卵子の成熟培養および顕微授精法について検討した。

【材料と方法】

食肉処理場でと殺された軽種馬の卵巢を、約 15°C に維持した生理食塩水中に浸し、と殺から 4 時間以内に実験室へと輸送した。実験 1：実験室到着後に直ちに、あるいは 15°C の生理食塩水中でさらに 4 時間保存した後に卵子を採取した。卵子採取は 20G の注射針を装着したシリンジを用いて、直径 30mm 以下の卵胞を吸引することにより行ない、形態的に未成熟な卵丘卵子複合体を選別した。体外成熟培養は、medium199 に、0.4% ウシ血清アルブミン、1µg/ml のエストラジオール 17β および 0.02AU/ml の卵胞刺激ホルモンを添加した培養液 (m-199) または EQ-IVM (IVF Bioscience 社) を用いて行なった。成熟培養時間は 32 時間とし、核相評価により第二減数分裂中期に達した卵子を成熟卵子とした。実験 2：実験 1 で作出した成熟卵子を用いて顕微授精を行なった。顕微授精は、ピエゾ装置 (Eppendorf) および ICSI-Kit (IVF Bioscience 社) を用いて行ない、体外発生培養 8 から 10 日目に胚盤胞への発生について評価した。

【結果と考察】

実験 1：卵巢到着後にすぐに卵子採取を行なった区および 15°C の生理食塩水中で 4 時間保存した区において、成熟培養後の核成熟率に有意な差はみられなかった。また、供試した培養液について、m-199 区および EQ-IVM 区に有意な差はみられなかった。このことから、と畜から 7～8 時間以内であれば 15°C の生理食塩水中で卵巢内卵子の核成熟能を維持できることが示唆された。実験 2：ピエゾ装置を用いた顕微授精卵の体外発生培養後の卵割率は 66.7%、胚盤胞発生率は 8.3% であった。胚発生率に改善の余地はあるものの、これまでの報告と同等の値である。以上より、と畜から 7～8 時間保存したウマと体卵巢由来の体外成熟卵を用いた顕微授精による胚生産が可能であることが示唆された。今後は、より効率的で再現性の高いウマ体外胚生産技術について検討を重ね、最終的には国内初の体外培養卵巢内卵子由来の産子獲得を目指す。

受精卵の遠隔輸送による希少日本在来種馬生産法の確立

○坂戸美桜¹、中川 剛²、伊藤 忍²、Munktuul Tsogtgerel¹、高 遠之¹、李 燦波¹、
栗本敦代¹、Reza Rajabi-Toustani¹、羽田真悟¹、南保泰雄¹

¹帯広畜産大学、²木曾馬保存会

【背景と目的】

近年、動物介在活動に注目が集まっており、ホースセラピーや体験乗馬において安全に使用できる馬の需要が高まっている。日本在来種馬は、馬介在活動のために適した体格や気性を有していると考えられる。しかし、木曾馬などの飼育頭数は減少傾向にあり、希少日本在来種馬の頭数を増加させる生産法の確立が課題となっている。効率的な生産法のひとつとして受精卵移植は有用な手段となりうるが、南北に長い日本では、輸送に飛行機を使用して受精卵回収の同日中に移植を行う必要がある。本研究では、北海道一本州間で受精卵を室温輸送し、移植に成功したのでその概要を報告する。

【材料と方法】

2021年6~7月にかけて長野県木曾町で使用されている正常な発情周期を有する木曾馬の雌馬4頭(A:3歳、B:8歳、C:15歳、D:20歳)をドナーとして、のべ5回、交配後の排卵確認から8日目7:00に受精卵回収を定法に従い実施した(Hannan et al. 2019)。回収した受精卵を20°Cの維持が可能な容器に入れ、木曾町から帯広市まで空路・陸路を乗り継ぎ、約1500kmを9時間ほどかけて移動した。帯広畜産大学で飼養されている北海道和種馬2頭(7, 12歳)を代理母馬として使用した。運ばれた新鮮受精卵を北海道和種に子宮頸管経由で移植した。移植後に経口黄体ホルモン剤(Regu-Mate® 8cc)を毎日投与した。初回妊娠診断は、超音波検査にて移植から5日目に行った。

【結果と考察】

同一雌馬Aから連続する2回の周期で1個ずつ回収した2個を含む、計3個の受精卵を回収した。そのうち2個の新鮮受精卵(直径742, 1476 μ m)を帯広に移送して移植し、2頭の妊娠を確認した。Regu-Mate®を妊娠45日まで継続し、妊娠100日を超えた現在も胎子の成長および心拍数は正常である。ドナーとなった木曾馬1頭は、妊娠の継続が困難な腰痠をもつ馬であったため、受精卵移植により子馬が複数頭生産される意義は極めて大きい。また、馬の受精卵移植の許容されうる排卵日の差は+1~4日と牛と比較して広く、この幅により発情周期の同期化が比較的簡便であった。以上より、初の木曾馬の受精卵移植が成功した。新鮮受精卵の飛行機輸送は可能であり、本技術は希少な日本在来馬やセラピーホースなどの特殊乗用馬の生産性向上に非常に有効である。

サラブレッド種後期育成馬における近位種子骨骨折の発生状況とその予後に関する 回顧的調査

○多田健一郎、小林光紀、安藤邦英、日高修平

(公財) 軽種馬育成調教センター (BTC)

【背景と目的】

馬の近位種子骨には繋靭帯および種子骨遠位靭帯群が付着しており、運動時にこれらから過剰な張力を受けることによって骨折が起こると考えられている。近位種子骨骨折は競走馬に多く発生し、骨折の形状および部位によって分類され、競走能力への影響が明らかにされてきている。しかし、国内における未出走のサラブレッド種後期育成馬（育成馬）に限定した報告は見当たらない。そこで本調査では、BTC 診療所において近位種子骨骨折と診断した育成馬について回顧的調査を行い、その発生状況および予後を明らかにすることを目的とした。

【材料と方法】

2006年8月から2018年6月の期間に近位種子骨骨折と診断した育成馬49頭について診療記録を調査した。調査項目は骨折パターン、発生部位、発生時の運動内容、治療法、出走の有無とした。

【結果】

骨折パターンは尖部20頭（前肢3頭、後肢17頭）、軸外部9頭（前肢6頭、後肢3頭）、体部6頭（前肢4頭、後肢2頭）、底部14頭（前肢12頭、後肢2頭）であった。尖部は後肢外側が10頭、底部は前肢内側が8頭と発生に偏りが見られた。底部の骨折発生時の運動は周回コースが多く（記録があったうちの7/8頭）、速度は1ハロンの走行タイムが20秒以上（記録があったうちの11/11頭）であった。出走率は尖部100%（20頭）、軸外部77.8%（7頭）、体部50.0%（3頭）、底部21.4%（3頭）であった。骨片摘出を行った症例は尖部13頭、軸外部3頭、体部1頭、底部1頭で、全て出走した。

【考察】

競走馬における種子骨骨折の多くは尖部に発生するとの報告があるが、本調査において育成馬では尖部に次いで底部に多く発生した。尖部の骨折は、後肢に多く発生し、予後は非常に良好であった。底部の骨折は前肢内側での発生が多く、周回コースにおける比較的 low 強度な調教時の発生が特徴的であった。底部で骨体を横断する骨折は、診断した時点で競走馬として予後不良と判断した症例が含まれ、出走率が低かった。骨片摘出を行った症例は全てその後に出走できたことから、手術により予後が改善される可能性が示唆された。

手根間関節における第三手根骨硬化像とその後の構成骨骨折との関連について

○小柳友和、鶴町貴史、橋倉慎吾、松本康宏

ノーザンファームしがらき

【背景と目的】

レントゲン画像における第三手根骨硬化像は、海綿骨の骨梁の肥厚により通常よりも輝度が上昇してうつる状態であり、硬化は反復運動負荷に対する正常な適応反応の一つである。しかし過度に硬化した場合、自然な衝撃吸収能力が低下し硬く脆い骨となることから、第三手根骨硬化像は手根間関節を原因とする跛行や骨折との関連が示されている。今回、2歳馬の第三手根骨のレントゲン画像を用いた硬化像グレード分類を行い、その後の手根間関節構成骨の骨折発症について調査を行った。

【材料と方法】

2020年9月～12月の期間に、手根間関節に骨折既往歴の無い2歳馬281頭(562肢)を用い、第三手根骨のSkyline viewを撮影した。第三手根骨硬化像の評価として橈側面の硬化の程度とその面積を組み合わせた4段階(G1-4)のグレード分けを行った。また撮影と同時に手根間関節の症状(熱感、屈曲痛、関節液の量)を3段階で記録した。加えて、骨折発症リスクを評価するために硬化像グレード及び各症状のリスク比を算出し、それぞれを比較した。なお、骨折発症数については2021年8月末までの診療データを用いた。

【結果と考察】

骨折は左前肢9頭、右前肢2頭の計10頭(内1頭重複)で生じ、発症率は3.5%であった。レントゲン撮影から骨折発症までの期間は27～276日(中央値103.5日)であった。硬化像グレードごとの発症率はG1(0%)、G2(0.5%)に対し、G3(5.4%)、G4(9.4%)で有意に高い結果となった。また骨折発症のリスク比は高い順に硬化像グレード28.5、屈曲痛18.5、関節液の量3.2、熱感2.3であった。以上のことから、第三手根骨硬化像グレードがG3以上の場合、その後の骨折発症率が高いことが示された。また骨折発症リスクについても、硬化像グレードは各症状よりも重要なリスク因子である可能性が示唆された。しかし、本調査では硬化像グレードと症状の測定は一回しか行っていないことから、両者の骨折発症までの経過が不明であることが課題の一つとして挙げられる。今後は、定期的な測定による経時的変化を加味することで、より詳細な骨折発症リスクの評価が可能となることが期待される。

ウマ臨床で用いられる抗真菌点眼液の角膜毒性について

○宮平沙貴子¹、戸田彩香¹、星野浩一郎¹、花木千恵¹、黒田泰輔²、佐藤文夫²、伊藤典彦¹

¹鳥取大学農学部附属動物医療センター、²JRA 総研

【背景と目的】

真菌性角膜炎はウマの感染性角膜炎の中でも重篤な疾患である。市販の抗真菌点眼液はピマリシン点眼液の1種類しかないため、臨床現場では注射液から点眼液を自家調整し使用しているが、これらのウマ角膜への毒性は明らかとなっていない現状にある。真菌は有核細胞生物であり抗真菌薬の薬物原体自身が細胞毒性を有する可能性もある。そこで今回我々は、ウマ培養角膜ディスクを用いた *in vitro* 試験系を用いて、ウマ臨床に加えてヒト臨床で用いられている各種抗真菌点眼液の角膜毒性を検討した。

【材料と方法】

食肉用馬の眼球を用い、薄切した角膜表層をφ2 mmの生検用トレパンで打ち抜いた角膜ディスク8枚を1群とし、コラーゲンゲル上に静置し培養を開始した。12時間後に、被験薬50μlの角膜ディスクへの滴下を開始した。陰性対照には、生理食塩水を、陽性対照には、塩化ベンザルコニウムの生理食塩水希釈液を使用した。被験薬には、市販の5%ピマリシン点眼液に加えて、0.1%リポソーム化アムホテリシンBおよびアムホテリシンB、1%ミコナゾール、0.2%フルコナゾール、1%ポリコナゾール、0.1%ミカファンギンそれぞれの注射薬から自家調整した点眼液を使用した。リポソーム化アムホテリシンBはブドウ糖注射液で、その他は生理食塩水で濃度を調整した。各被験薬を1日2回、2日間角膜ディスクに滴下し、滴下1分後にPBSで洗浄し、培養を継続した。滴下開始後48時間の角膜ディスク辺縁から伸展する細胞の面積を陰性対照のPBSの伸展面積と比較し、その差を統計学的に検定した(Tukey-Kramer法)。

【結果】

5%ピマリシン点眼液、アムホテリシンB、1%ミコナゾールでは、陰性対照と比較して有意な細胞伸展の抑制がみられ角膜毒性を有していたが、0.1%リポソーム化アムホテリシンB、0.2%フルコナゾール、1%ポリコナゾール、0.1%ミカファンギンでは有意な抑制は認めず、毒性が無いことが示された。

【考察】

ポリエン系では、アムホテリシンBがリポソーム化されたことで角膜毒性が回避され、角膜毒性を有する市販のピマリシン点眼液に代わる臨床応用が期待される。アゾール系では、ポリコナゾールが真菌性角膜炎での有用性に加えて角膜毒性が低いことが検証された。イミダゾール系では、ミコナゾールはヒト臨床では0.1%で使用されており濃度を再検討し毒性を減弱できる余地がある。ウマ臨床でまだ使用されていないファンギン系では、ヒト眼科臨床でも使用されているミカファンギンの角膜毒性は低く、薬剤耐性菌への対応として期待される。真菌性角膜炎の治療では、各種抗真菌薬の薬効に今回明らかになった角膜への毒性を加味したより有効な点眼療法確立が期待される。

子宮内膜炎由来細菌の薬剤感受性

○丹羽秀和¹、宮越大輔²、佐藤正人²、藤井誠一³、木下優太¹、内田英里¹、上野孝範¹

¹JRA 総研・微生物、²NOSAI みなみ、³北海道日高家畜保健衛生所

【背景と目的】

ウマの子宮内膜炎は、主に交配後に発症する疾病であり、細菌による感染を起こしている場合は抗菌薬による治療が必要となる。近年、競走馬において一部の病原細菌での耐性化の傾向が認められ、薬剤耐性菌はウマ医療においても注視すべき問題となっている。そこで、本研究では、子宮内膜炎由来細菌における薬剤感受性を調査した。

【材料と方法】

2019年4月～2021年7月の間、子宮内膜炎を発症した繁殖牝馬延べ174頭から検出された204株を供試した。分離株の菌種をMALDI-TOF MSを用いて同定した後、Etest（バイオメリュール）を用いてベンジルペニシリン（PG）、アンピシリン（ABPC）、セファロチン（CET）、ゲンタマイシン（GM）、ドキシサイクリン（DOXY）、ST合剤（ST）の最小発育阻止濃度（MIC）を測定した。分離株の薬剤感受性および基質特異性拡張型β-ラクタマーゼ（ESBL）産生の有無は米国または欧州の基準に従って判定した。

【結果と考察】

分離株（204株）の菌種は、*Streptococcus zooepidemicus*が最も多く（120株）、次いで*Escherichia coli*（34株）であり、この2菌種が全体の3/4を占めた。この結果は、国内または海外の既報と同様の傾向であった。その他には*Klebsiella aerogenes*（9株）、*Streptococcus equisimilis*（8株）、*Enterococcus faecalis*（7株）が比較的多く認められた。*S. zooepidemicus*は、すべての株がPG、ABPC、CET、STに感受性であった。DOXYに対しては約40%の株が耐性を示し、丹羽らが報告（第163回日本獣医学会学術集会）した2011～18年に分離された競走馬由来株の薬剤感受性と類似した傾向を示した。*E. coli*は、菌株により異なる感受性パターンを示したが、異なる3系統以上の抗菌薬に耐性を示す多剤耐性株が6株認められた。特にCETに高度な耐性を示した3株はESBL産生株であった。子宮内膜炎由来株は競走馬由来株と比較し、CET（28% vs 68%）およびST（19% vs 46%）の耐性率は低かった。また、他の細菌種については*K. aerogenes*を除き、複数の抗菌薬に耐性を示す株は少なかった。

以上の結果、子宮内膜炎の原因菌における薬剤耐性化は進んでいないものの、ESBL産生*E. coli*を始めとした多剤耐性菌も少数認められた。これらの細菌を蔓延させないためにも、薬剤耐性菌のサーベイランスおよび抗菌薬の適正使用の継続が必要と考えられた。

放射能被災地で飼養される引退競走馬の馬糞堆肥の特性と土壤再生への活用の検討

○西村順子¹、大坪和香子²

¹福島大学食農学類、²東北大学大学院農学研究科

【背景と目的】

福島県の浜地域は原発事故による除染作業で土壤の除去と入れ替えが行われたが、農業再開にあたって、農地の土壤肥沃度低下が問題になっている。その地域の一自治体である南相馬市は、古くから日常的に馬に接している地域で、自治体を上げて馬の支援活動を進めており、引退競走馬の飼養も積極的に行っている。本研究では、南相馬市の引退競走馬の馬糞から堆肥を製造し、その理化学的および微生物学的特性を解析して、放射能被災地の農地土壤の再生における馬糞堆肥の利用可能性を模索した。

【材料と方法】

サラブレッド種 5 頭の馬糞に糶殻を加え、ベンチスケールで、30 °C で 1 ヶ月間発酵熟成させた。熟成前後の堆肥は、堆肥一般成分の分析を行うとともに、熟成後堆肥はコマツナの発芽率と酸素消費量を測定して熟成度を評価した。また、馬糞および堆肥試料から DNA を調製し、16S rRNA 遺伝子 V4 領域のシーケンス解析を次世代シーケンサー Illumina MiSeq により実施した。細菌叢解析は QIIME 2 および EzBioCloud (ChunLab 社) を用いて行った。

【結果】

熟成後の馬糞堆肥では、肥料主成分である窒素、リン酸、カリウム、石灰、苦土の含量が増加し、コマツナ発芽率及び酸素消費量の数値から十分な腐熟が確認できた。堆肥化前後の微生物叢解析から、堆肥化前は腸管内で繊維・炭水化物の腸管内の嫌気発酵に関与する細菌が優勢であったのに対し、堆肥化後は好気性芽胞形成細菌 (Bacillales 目) や好氣的セルロース資化能が知られる細菌群が優勢化しており、堆肥化の前後で構成微生物が大きく変化していた。

【考察】

馬糞を用いた堆肥製造において、ベンチスケールでも迅速に熟成が進行し、良好な堆肥製造が可能であることが判明した。成熟堆肥の成分組成および細菌叢の分析結果は、比較的短い発酵期間でも好氣的な有機物分解の促進や肥効成分の生成が起こったことを示唆しており、発芽試験の結果から肥効性も高いことが確認された。このため、引退競走馬の飼養の際に発生する馬糞は、堆肥としての利用価値が高いと考えられた。

(引用文献：西村，池田・大坪：復興農学会誌，1(2)，1-11，2021.)

ウマの下部消化管内に普遍的に存在する未同定細菌群の機能推定

○矢野琳太郎¹、花田正明²、西田武弘²、南保泰雄^{3,4,5}、福間直希^{2,4}

¹帯広畜産大学大学院畜産学研究科、²同・生命・食料科学研究部門、³同・獣医学研究部門、

⁴同・グローバルアグロメディシン研究センター、⁵同・動物医療センター

【背景と目的】

ウマは高繊維質の牧草を摂取しエネルギーを獲得しているが、植物繊維の主成分はウマ自身の消化酵素だけでは分解することができず、その役割は盲結腸（以下、下部消化管）内に共生する細菌が担っている。他方、抗生剤投与や穀物飼料の多給による下部消化管内細菌叢バランスの乱れは、疝痛や蹄葉炎の発症要因となることが知られている。故に、下部消化管内細菌叢に関する理解を深めることは、ウマの健康を維持する上で重要である。本研究グループの先行研究において、ウマの下部消化管内には *Verrucomicrobia* 門に属する科レベルでの未同定細菌群 RFP12 が 2%から 9%程度の割合で存在すること、および未同定細菌群 RFP12 が疝痛罹患歴の無い個体に多く存在する傾向があることを明らかにしている。しかし、本細菌群は遺伝情報に関する報告例があるものの、その機能については未解明な点が多い。そこで本研究では、ウマ糞便から得られた未同定細菌群 RFP12 の塩基配列を用いた遺伝子解析により、本細菌群の生態情報を取得することを目的とした。

【材料と方法】

本研究では、次世代シーケンサーにより得られたウマ糞便由来 RFP12 の 16S rRNA 遺伝子の塩基配列を用いた。また、本菌群と同様に *Verrucomicrobia* 門のサブグループ 5 に属する塩基配列を 59 配列、およびサブグループ 1 に属する代表細菌の塩基配列をデータベースから取得し、分子系統関係を推定した。また、本研究室で過去に得られた様々な動物種（ヒト糞便、ラット盲腸、イヌ糞便、ブタ糞便、ウシルーメン、ウマ糞便）における RFP12 の存在割合を算出し、動物種間での存在割合を比較した。

【結果と考察】

本研究において、RFP12 に割り当てられた配列（全 70 配列）は全て同じ分岐点を持つことから、互いに近縁関係にあることが明らかになった。加えて、RFP12 は雑食・肉食動物の消化管や糞便からはほとんど検出されないものの、草食動物、特にウマ糞便に多く存在するため（ $P < 0.0001$ ）、消化管内において植物繊維の発酵に関与している可能性が示唆された。本研究および先行研究結果を踏まえ、未同定細菌群 RFP12 はウマ消化管内において繊維分解を介した安定発酵に寄与する有用菌である可能性があり、本細菌群の更なる機能解明は疝痛発症の未然防止策を講じる上で重要な基盤情報となり得る。

周囲セメント質齲歯のリスク因子の調査

○水上貴裕、古川雅樹、齋藤重彰、飯島 秋、足立 亮、神林夏実、江田 遙、天谷友彦

大和高原動物診療所

【背景と目的】

人同様に馬も体質、食べ物そして口腔内微生物などの要因が重なり齲歯（虫歯）が発生すると考えられている。一般的に馬の歯はエナメル質の特徴的な配置により、上顎臼歯のインファンディビュラに齲歯（Infundibular Caries:以下 IC）が 50~70%程度認められるという報告がある。一方、臼歯周囲のセメント質が溶解する齲歯（Peripheral Cemental Caries:以下 PC）の発生率は 5~8%と IC に比べ低いことが報告されている。今回複数の乗馬クラブで PC が多発していたことからそのリスク因子の可能性を調査した。

【材料と方法】

乗用馬 48 頭（年齢 6~27 歳、去勢馬 35 頭、牝馬 13 頭、品種:サラブレッド 44 頭、サラ系 1 頭、中半血 1 頭、クォーターホース 1 頭、日本乗系 1 頭）を用いた。鎮静下で、デンタルミラーを用いた口腔内検査により齲歯（PC）、歯間空隙（Diastema）などの有無を調べた。同時に給餌内容、厩舎内の水の pH、PC 罹患馬（3 頭）の細菌培養検査および薬剤感受性試験を実施した。

【結果】

PC は 31 頭（65%）、歯間空隙は 27 頭（56%）認めた。PC 発生部位は上顎後臼歯で多く認められ、PC 重症馬は下顎第三後臼歯（311、411）の鈎状突起が多発した。

PC 罹患馬全ての馬にオーツヘイが給餌させており、厩舎内の水の pH は 6.0~6.5 の範囲内で顕著な酸性化は確認できなかった。

PC 患部の細菌培養検査から *Streptococcus*、*Pseudomonas* spp.、*Candida* spp.が確認され、ミノサイクリンやドキシサイクリンが一部の菌で感受性が認められた。

【考察】

今回の調査により、PC発生リスク因子の1つとしてオーツヘイの給餌を推察した。これはJacksonらがオーツヘイと歯周病がPCのリスクファクターとして考えられるとの報告（Equine Vet J.2018）と合致するものであった。一方、オーツヘイを給餌した全ての馬がPCを発症していないことから、給餌の割合やその他の要因を多角的に探る必要がある。PC多発部位の特徴は、唾液腺開口部と臼歯の位置関係でpH緩衝作用が受け難い部位で症状が進行したと考えた。この疾患の治療法は現状で確立されていないが、局所的な症状の緩和を目的としてミノサイクリン等の抗生剤投与が有効な可能性がある。

パラグアイで飼養されている馬におけるトリパノソーマ感染に関する疫学調査

○山崎 藍、菅沼啓輔、齊藤朋子、Tomas J. Acosta

帯広畜産大学

【背景と目的】

農業はパラグアイ経済の基盤であり、国内総生産（GDP）の 25% を占めている。畜産業は主に牛の生産に基づいており、放牧を基本とした生産システムの中で牛を扱うために馬が重要な役割を果たしている。*Trypanosoma evansi*, *T. vivax* による動物トリパノソーマ症が南米のいくつかの国で流行しており、畜産業に悪影響を与えている。しかしパラグアイにおいては動物トリパノソーマ症に関する先行研究がないため、現在の動物トリパノソーマ症の流行状況は不明である。本研究では、*T. evansi* と *T. vivax* を含む動物トリパノソーマの分子疫学的調査を行いパラグアイにおける馬トリパノソーマの感染状況を明らかにすることを目的とした。

【材料と方法】

パラグアイの 17 県中 16 県で飼養されているウマから、2019 年 8 月から 10 月に採取した血液 408 検体を使用した。408 頭のうち 298 頭の血液 DNA は DNAzol 試薬を用いて、残りの 110 頭の血液 DNA は FTA Elute カードに保存された乾燥血液から、それぞれ製造マニュアルにしたがい抽出した。抽出した DNA を利用して PCR 法による *T. evansi* および *T. vivax* に対する分子生物学的調査を実施した。PCR のサイクル条件は、98 °C/2min->(98°C/10s, 66 °C/15s, 68 °C /10s)×40cycles>4 °C, とした。

【結果と考察】

T. evansi の感染率は 7.11%(29/408 頭), *T. vivax* の感染率は 26.23%(107/408 頭) であった。また、これらのトリパノソーマの混合感染は 4.90%(20/408 頭) の馬から検出された。トリパノソーマ感染馬はパラグアイの17 県中今回調査した16 県全てで確認された。これらの結果から、馬トリパノソーマの蔓延状況が明らかになり、馬やそれ以外の家畜の生産性に悪影響を及ぼす可能性が示唆された。また特定の品種またはその混血の馬で感染率が高い結果となり、その原因としてそれらの品種における血液中成分が関連していることが示された。さらに、品種の他に性別や飼育環境（主に飼育県の気候等）が感染率に影響を与えていることも示唆された。

サラブレッド雌馬における血中低分子代謝産物変化に関する研究

○松本瞳子¹、村瀬晴崇²、渡辺 元¹、永岡謙太郎¹

¹東京農工大学獣医生理学研究室、²JRA 日高育成牧場

【背景と目的】

近年、血液や唾液、尿中の低分子代謝産物を網羅的に調べることにより生命現象を深く理解する試みが盛んである。しかし、動物により特徴的な低分子代謝物が異なる上、様々な外的・内的要因によって刻々と変動することから、動物種ごとの生理的基礎データの取得が重要である。そこで本研究では、サラブレッド雌馬における血中低分子代謝産物の日内変動や飼養環境による違い、および個体差（年齢差）について検討を行った。

【材料と方法】

JRA 日高育成牧場で飼育されている空胎馬 3 頭（8, 13, 21 歳）を用い、馬房内での乾草給餌下および放牧地内での青草自由採食下の異なる飼育環境下において、いずれも 5 日間の馴致期間後、正午 12 時から翌日朝 9 時にかけて 3 時間ごとに採血を行った。血漿を用いたガスクロマトグラフ質量分析（GC/MS）によるノンターゲットメタボローム解析を行い、ピーク分析は MS-DIAL ソフトウェアを用いて代謝産物の自動同定を行なった。

【結果】

メタボローム解析により、雌馬の血中において 138 種の低分子代謝産物が同定された。飼養環境の違いについて統計処理を行なった結果、22 種の低分子代謝産物に有意な変化が認められ、馬房乾草給餌で Proline、Succinic acid、Galactose などが、放牧青草採食で Leucine、Valine、3-Hydroxybutyric acid などの血中濃度が高くなる結果が得られた。個体差について統計処理を行なった結果、38 種の低分子代謝産物に有意な違いが認められた。日内変動については、サンプルを朝（6, 9 時採血）、昼（12, 15 時採血）、夕（18, 21 時採血）、夜（0, 3 時採血）の 4 群に分けて統計処理を行なった結果、Hippuric acid において夕方から夜に高く、朝から昼にかけて低い日内変動が認められた。

【考察】

サラブレッド雌ウマの血中低分子代謝物の解析を行うにあたり、飼養条件と個体差によって変動し得る代謝物の存在が示唆された。特に個体差については、年齢による影響が大きいと考えられるため、頭数や年齢構成を考慮した追試が求められる。また、血中 Hippuric acid（馬尿酸）が日内変動を示すことはウマの生理学的に興味深い。

ウマ可溶性テノモジュリンの分泌生産系の確立

○森 夏音¹、田村周久²、佐藤文夫²、笠嶋快周²、新井克彦¹

¹東京農工大学・硬蛋白研、²JRA 競走馬総合研究所・臨床医学研究室

【背景と目的】

テノモジュリン (Tnmd) は腱分化形質であることが知られているが、腱組織における機能については未だ不明な点が多い。そこでウマ腱における Tnmd の機能を明らかにするため、可溶性の組換え Tnmd を iPS 細胞由来或いは骨髄由来間葉系幹細胞の培養系へ添加することによる腱分化誘導における効果を検証することを目指して、本研究では、まずウマ・Tnmd のブレビバチルス発現システムの構築を試みた。

【材料と方法】

ウマ・Tnmd の全長 cDNA を得るため、まず以下の実験を行った。ウマ iPS 細胞株 (eiPSC_A2) は数種の低分子化合物を添加した iPS 細胞培地 (Nutristem) を用いてマトリゲル塗布シャーレ上で増殖させ、継代時には 10 μ M Y-27632 を添加した。非接着性培養シャーレ内で eiPSC_A2 から形成させた胚葉体をマトリゲル塗布シャーレ上に播種し、その 6 日後に BMP-2/GDF-7/GDF-6 を 100 ng/mL の濃度で 2 日間刺激して Tnmd 発現を誘導した。培養後に胚葉体から RNA を回収し、逆転写した cDNA を鋳型として、Tnmd の全長 cDNA を PCR により増幅した。得られた PCR 産物をブレビバチルス発現システムに導入し可溶性 Tnmd の合成を試みた。

【結果および考察】

iPSC_eA2 由来胚葉体に BMP-2/GDF-7/GDF-6 を作用させたところ、同程度に高い Tnmd 発現が見られた。増幅された cDNA を精製した後にブレビバチルス発現システムの 4 種類のベクター (pBIC1~4) へ導入し、*Brevibacillus choshinensis* へ形質転換を行った。この形質転換体をネオマイシン選択培地に播種し得られたコロニーについて液体培養を行ったところ、pBIC1 から 2 つ、pBIC2 から 1 つおよび pBIC4 から 3 つの抗 His tag 抗体 (anti-His Ab) 陽性のコロニーが得られた。これらの陽性コロニーのうち anti-His Ab に最も強く反応したクローンについて SDS-PAGE および anti-His Ab によるウェスタンブロッティングを行ったところ、分子量約 37 kDa の単一バンドが確認され、アミノ酸配列から推定される分子量と一致した。そこでそのクローンを用いて分泌生産を行ったところ、PBS に可溶性の Tnmd が得られた。現在、可溶性 Tnmd の大量生産を行っており、今後は、得られた可溶性 Tnmd を iPS 細胞および骨髄由来の間葉系幹細胞の培養系へ添加し、腱分化誘導時における効果を検証したいと考えている。

ウマ自己調整血清（ACS）と多血小板血漿（PRP）のサイトカイン特性比較

○福田健太郎、田村周久、黒田泰輔、三田宇宙、桑野睦敏、佐藤文夫

JRA 競走馬総合研究所

【背景と目的】

近年、ウマの関節炎に対して多血小板血漿 platelet-rich plasma (PRP) 療法が広く適用されているが、海外では別の治療法として自己調整血清 autologous conditioned serum (ACS) 療法が普及しつつある。いずれも自己の血液を加工することで得られるサイトカイン製剤を関節内に投与する治療法であるが、両者の成分特性の相違は不明であるため、病態に即した治療法が適切に選択されていない可能性がある (Camargo Garbin L, et al. Front Vet Sci. 2021 Feb 19;8:602978)。そこで、本研究では ACS と PRP に含まれる多種のサイトカイン濃度を定量し、成分特性の相違を比較検討した。

【材料と方法】

9頭のサラブレッド（牡5頭、牝3頭、セン1頭、4～9歳）より静脈血を採取した。ACSの作製は専用調整キットを使用し、説明書のとおり抗凝固剤を添加していない血液をキットへ注入して行った。PRPの作製は、クエン酸ナトリウムを混じた静脈血を用いてダブルスピン法にて行い、その後2回凍結融解法により活性化させ、遠心後の上清を採取した。ACS、PRP および血漿におけるインターロイキン1受容体アンタゴニスト (IL-1Ra)、血小板由来成長因子 (PDGF-BB) およびトランスフォーミング増殖因子-β1 (TGFβ1) 濃度を ELISA 法にて定量し、One-way ANOVA および Tukey's test にて比較を行った。有意水準は5%とした。

【結果と考察】

消炎効果を有するIL-1Raの濃度はACSにおいて 158.3 ± 72.7 ng/mL（平均±標準偏差）を示し、PRPおよび血漿では検出限界を下回った。一方、組織修復効果を有するPDGF-BBの濃度はPRPにおいてACSや血漿に比べて有意に高く、ACSと血漿との間に差は見られなかった。同様に組織修復効果を有するTGFβ1の濃度もPRPにおいてACSや血漿に比べて有意に高く、ACSでは血漿に比べて有意に高かった。これらの結果から、ACSとPRPではサイトカイン特性が明らかに異なっており、ACS療法は関節内の消炎、PRP療法は組織修復の促進に対して有効となる可能性が考えられた。

ウマ赤血球膜の浸透圧脆弱性の変動に関する研究

○千葉恭平、原 ひろみ、平野 貴、半澤 恵

東京農業大学・家畜生理学研究室

【背景と目的】

健常な軽種馬に認められた赤血球浸透圧脆弱性 (Hemolysis, HL) の個体差 (日本ウマ科学会学術集会, 2020) の原因を解明する一助として, 赤血球の一般性状, 低張液に対する膨張率 (Expansion, EP) および遠心力による収縮率 (Contraction, CT) との関係を調査した.

【材料と方法】

東京農業大学農友会馬術部にて飼育管理されている健常な軽種馬 5 頭 (HB, HP, LC, SS, TA : 15~19 歳, 騏馬 3 頭, 牡馬 1 頭, 牝馬 1 頭) から頸静脈血を採取した. 【一般性状】Celltac α (MEK-6558, 日本光電社) で測定した. 【HL】前回 (日本ウマ科学会学術集会, 2020) と同様に測定した ($HL_{0.54}$, $HL_{0.56}$, $HL_{0.58}$, $HL_{0.60}$). 【EP】赤血球泥を 1 : 1 の比率で 0.60, 0.65, 0.70, 0.80 及び 0.90%NaCl に混合後, ヘマトクリット毛細管に採取し 8,000rpm, 5 分間遠心後に PCV を測定し, 次式により算出した. ($EP_{0.60}$, $EP_{0.65}$, $EP_{0.70}$ または $EP_{0.80}$) = $(A - B) / B$. A : 低張液混合後の PCV, B : 0.90%NaCl 混合後の PCV. 【CT】次いで, ヘマトクリット毛細管を 12,000rpm, 5 分間遠心後に PCV を測定し, 次式により算出した. ($CT_{0.60}$, $CT_{0.65}$, $CT_{0.70}$, $CT_{0.80}$ または $CT_{0.90}$) = $(C - D) / D$. C : 各 NaCl 濃度の 8000rpm 遠心時の PCV, D : 各 NaCl 濃度の 12000rpm 遠心時の PCV.

【結果と考察】

5 個体間で HL を比較したところ, $HL_{0.54} : HB = SS < TA < HP < LC$, $HL_{0.56} \sim HL_{0.60} : HB = SS \leq TA \leq HP < LC$ ($p < 0.05$) であった. 各個体の平均 HL と有意な相関が示されたのは $CT_{0.65}$ のみで, HL が高くなるほど $CT_{0.65}$ も高くなる傾向が示された ($r > 0.93 \sim 0.95$). さらに, 5 個体全ての測定データ ($n = 48$) を用いた場合も HL と $CT_{0.65}$ との間に有意な相関が示された ($r > 0.41 \sim 0.49$, $p < 0.05$). 浸透圧脆弱性を表す HL と低張液に対する膨張率である EP との間に相関は認められなかったが, CT の間に相関が認められた原因は不明である. しかし, 浸透圧脆弱性と容積変化の間には何かしらの関係があることが示唆された.

ウマ輸送時及び馬耕時の唾液中コルチゾール濃度の変化

○野谷夏海、南保康雄、齊藤朋子、瀬尾哲也

帯広畜産大学大学院畜産学研究科

【背景と目的】

馬耕はかつて日本で一般的に行われていた農耕の手法であるが、現在では機械化が進み大型重機がその役割を担っている。しかし今日でも一部では馬耕によって畑作や稲作が行われている。近年動物福祉への関心が高まっており、馬耕作業中のウマのストレスを知ることが馬耕実践者だけでなく社会的に有用である。動物のストレス評価の指標として血中コルチゾール濃度を測定することは一般的な方法であるが、侵襲的な行程を含む。唾液採取は非侵襲的かつ容易であり、唾液にはストレス応答として生理活性を示す遊離コルチゾールのみが存在する。ウマの唾液によるストレス評価研究は国内ではまだ行われていない。よって本研究の目的は、馬耕時及び輸送時のウマの唾液中コルチゾール濃度を測定し、その経時的变化からストレス評価を行うこととした。

【材料と方法】

馬耕は北海道中川郡幕別町にて行われた。実験は計 5 頭のウマを対象とし、内訳は幕別町にて飼養される 2 頭、豊浦町の 1 頭及び厚真町の 2 頭であった。サンプリングでは、ウマの輸送後と休息後、馬耕による運動後と休息後の唾液を 1 日 3～5 回採取した。唾液採取にはサリベットと鉗子を用い、サンプルは実験室に持ち帰るまで室温で 1 日保管した。コルチゾール濃度測定は ELISA キット (DetectX, Arbor Assays, 米) で行い、サンプルは -25 度で冷凍保存した。測定結果から、その経時的变化を記録した。

【結果】

豊浦町及び厚真町からの輸送後の 3 頭の唾液中コルチゾール濃度は、1.49～5.94nmol/l であった。馬耕開始までの待機後、3 頭すべての測定値は上昇した。輸送されなかった幕別町にて飼養される 2 頭の馬耕前の測定値は 0.18 nmol/l と 0.54 nmol/l であった。馬耕後の全 5 頭の測定値は 0.78～5.7nmol/l であり、内 3 頭は馬耕前よりも上昇、2 頭は減少した値だった。基準値となる翌日の朝の全 5 頭の測定値は 0.54～2.33nmol/l であった。

【考察】

馬耕作業中の唾液採取は実験者が一人であっても十分に可能であった。ウマのコルチゾール濃度を決定する要素は、ウマへの身体的負荷や個体の性質のほか、個体がその作業や環境、あるいは輸送自体に十分に馴致しているか否か等が考えられる。今後さらに詳細な唾液中コルチゾール濃度調査を行うことで、ウマの動物福祉向上に繋がると期待される。

ウマ iPS 細胞からの間葉系幹細胞の誘導法の検討

○久保田博己¹、篠田美悠乃¹、田村周久²、佐藤文夫²、笠嶋快周²、新井克彦¹

¹東京農工大学・硬蛋白研、²JRA 競走馬総合研究所・臨床医学研究室

【背景と目的】

間葉系幹細胞 (MSC) 移植を基盤とした再生医療ではその品質を管理することが重要であるが、個体差に由来すると考えられる MSC の品質のばらつき等が問題になっている。そこで均質かつ純粋な間葉系幹細胞の作製を目指し、ヒト iPSC で報告されている MSC 誘導法をウマ iPSC 細胞 (iPSC) へ適用し樹立された MSC の性状を比較、検討した。

【材料と方法】

ウマ iPSC は iPSC 細胞用培地 (Nutristem) により増殖させ、MSC 誘導法として以下に示す<手法①>と<手法②>を実施した。手法①は細胞接着性を元とした誘導法 (Hynes et al, Stem Cell Dev, 2014) であり、iPSC をゼラチン塗布上で 2 週間培養した後にさらにゼラチン塗布上で 2 回継代した後に、プラスチックシャーレ上で増殖してくる細胞を eiMSC-1 とした。手法②では iPSC 由来胚葉体に高濃度の ALK 阻害剤を作用させる誘導法 (Mahmood et al, J Bone Mineral Res, 2010) に従った。すなわち、iPSC 由来胚葉体を 10 μ M SB431542 を添加した KSR-ES 培地で 10 日間培養した後にフィブロネクチン (FN) 上でアウトグロースさせ、種々の低分子化合物を添加した無血清培地を用いて FN 上で 6 週間の継代培養を行い、最終的にプラスチックシャーレ上へ継代し増殖してきた細胞を eiMSC-2 とした。各 eiMSC について CD 並びに腱分化形質の発現解析を行い、さらに骨、軟骨、脂肪への三分化能を評価した。

【結果】

eiMSC-1 と eiMSC-2 の CD 発現を比較したところ、eiMSC-2 と比較して、eiMSC-1 では CD90、CD105、CD146 および CD166 の発現が高く、CD29、CD44 および CD73 は低い傾向にあった。二系統の eiMSC の骨、軟骨、脂肪への分化能を比較したところ、eiMSC-1 は三分化能を有していたが、eiMSC-2 は三分化能を示さなかった。一方、I 型コラーゲン等の結合組織成分の発現は eiMSC-2 で高い傾向にあった。

【考察】

eiMSC-1 は間葉系幹細胞としての特性の多くを有していたが、eiMSC-2 はより線維芽細胞に近い特性を示した。MSC 樹立までの操作時間を考慮すると eiMSC-1 の方が簡便であるため、現時点ではウマ iPSC からの MSC 誘導法としては手法①の方が有効であると考えられた。今後、さらに他の MSC 誘導法を試行する予定である。

ウマ iPS 細胞、iPS 細胞由来並びに骨髄由来間葉系幹細胞からの腱分化形質の誘導

○篠田美悠乃¹、田村周久²、佐藤文夫²、笠嶋快周²、新井克彦¹

¹東京農工大学・硬蛋白研、²JRA 競走馬総合研究所・臨床医学研究室

【背景と目的】

ウマ腱傷害に対する再生医療のための基礎的検討として、ウマ iPS 細胞 (eiPSC)、eiPSC から樹立した間葉系幹細胞 (eiMSC-1) および骨髄由来間葉系幹細胞 (BMSC) からの腱細胞系列への誘導法について、腱関連転写因子であるスクレラキシス (Scx) およびモホーク (Mkx) 並びに腱分化マーカーのテノモデュリン (Tnmd) の発現を指標として比較、検討した。また、ヒトやマウス等における腱の発生や修復に関して多くの報告のある GDF-5, 6 および 7 のうち GDF-6 の添加が腱関連マーカーに発現に及ぼす効果についても検討した。

【材料と方法】

eiPSC は非接着性培養ディッシュで 4 日間培養することにより胚葉体 (EB) を形成させ、続いて EB をマトリゲル塗布シャーレ上に播種しアウトグロースした紡錘形細胞 (OG 細胞) について培養 1, 2, 3 および 4 週間目に 3 日間の GDF-6 刺激を行った後に RNA を回収した。eiMSC-1 および 4 例の BMSC については、短期間における GDF-6 の作用を調べるため、eiPSC と同様に調製した OG 細胞に GDF-6 を添加し 2, 4 および 7 日目に RNA を回収した。以上の回収試料をについて Scx、Mkx および Tnmd の発現を qRT-PCR により測定した。さらに、Mkx 強制発現ベクター (pTarget™_Mkx) の eiMSC-1 へのトランスフェクションが Tnmd の発現に及ぼす効果についても検討した。

【結果および考察】

eiPSC 由来 EB からの OG 細胞における Scx、Mkx および Tnmd の発現は培養 4 週目まで経時的に上昇し、GDF-6 の添加により Mkx 発現のみ増強された。一方、eiMSC-1 における Tnmd 発現も GDF-6 添加により増強され、同様に実施した BMSC においても個体差が目立つものの eiMSC-1 と同様に GDF-6 添加により Tnmd 発現が増強された。さらに Mkx を強制発現させた eiMSC-1 では導入前と比較してより短い培養期間での Tnmd 発現上昇が見られた。以上の結果より、ウマにおいても GDF-6 が腱分化誘導因子の一つであり、また、Mkx を介した何らかの機構により Tnmd 発現を上昇させるものと考えられた。今後は、eiPSC からのダイレクトリプログラミングによる腱分化誘導と、eiPSC から誘導した eiMSC や BMSC を介した腱分化誘導のどちらが優れているかを、腱構成分子発現の観点から比較したいと考えている。

ウマ Histidine-rich glycoprotein による溶血阻止機能

○須之内智也¹、向 亮²、松田浩珍¹、及川正明³、田中あかね^{1,2}

¹東京農工大 農学部、²東京農工大 共同先進健康科学専攻、

³Equine Veterinary Medical Center • State of Qatar

【背景と目的】

Histidine-rich glycoprotein (HRG) は、約 75 kDa の 1 本鎖ポリペプチド、 α 2-血漿糖タンパク質で、ヒト、マウス、ウサギ、ラット、ニワトリ、及びウシを含む多くの脊椎動物の血漿に存在している。肝臓で合成され、数多くのタンパク質リガンドと相互作用することが報告されており、血液凝固及び線溶系、免疫複合体の形成、病原体の排除など、様々な病理学的・生理学的プロセスの制御に關与する。我々は日本ウマ科学会第 31-33 回学術集会において、ウマ HRG の遺伝子解析や精製、および好中球の機能調節についての報告を行なっている。本研究では、血液凝固におけるウマ HRG の機能を検証した。

【材料と方法】

ウマの静脈血から赤血球を分離し実験に用いた。ウマ HRG は、ウマ血漿からニッケルカラムを用いて精製した。PBS に懸濁したウマ赤血球にウマ HRG を添加して 37°C で 30 分間反応させた後、ヘミンを加えてさらに 90 分間反応させ溶血を誘導した。溶血の程度は、540 nm でヘモグロビンの吸光度を測定することにより測定した。HRG 非添加の対照群として、カラム精製時の素通り画分（タンパク質濃度を調整）を用いた。

【結果】

溶血率は、ヘミン単独群（陽性対照）で $15.7 \pm 0.9\%$ 、素通り画分（陰性対照）群で $9.8 \pm 1.0\%$ 、ウマ HRG 1 μM 添加群で $7.5 \pm 2.0\%$ 、ウマ HRG 5 μM 添加群で $1.0 \pm 3.6\%$ であり、ヘミン単独群および素通り画分添加群と比較して、ウマ HRG 添加群において濃度依存的な溶血抑制作用が認められた。

【考察】

ウマ HRG は、ヘミン誘導性溶血を有意に抑制することが明らかとなった。素通り画分を添加した場合にも溶血阻止効果が認められたが、これはアルブミンなどの血漿中のタンパク質成分が關与しているものと考えられる。ウマ HRG の添加は、素通り画分よりも強い溶血阻止効果を発揮したことから、種々の血漿タンパク質の中で HRG は、主たる溶血阻止因子のひとつであると考えられた。

競走馬の蟻洞の発生状況および発生要因の解明

○桑野睦敏¹、三田宇宙¹、草野寛一²、栗東 TC 蟻洞調査チーム³、美浦 TC 蟻洞調査チーム⁴

¹JRA 総研、²JRA 本部、³JRA 栗東、⁴JRA 美浦

【背景と目的】

JRA 施設内繋養の競走馬における大規模な蟻洞発生状況調査は 2001 年に実施されて以来行われていない。そこで、美浦および栗東トレーニング・センター（トレセン）において、その発生状況をあらためて調査し、加えて発生要因について解析した。

【材料と方法】

2020 年 4 月（春）と 10 月（秋）の各月においてトレセンに 1 日以上在厩かつ改装を受けた馬を対象に蟻洞発生状況を調査した。調査項目は所属トレセン、年齢、性別、体重、発生肢、肢蹄の水冷頻度、裏堀回数、蹄油の使用頻度、使用蹄鉄メーカー、蹄角度の大小、アンダーランの有無、特徴的な蹄形、蟻洞タイプ（白線裂型、蹄葉炎型）、蹄上の発生部位とし、トレセン間と春秋間の有病率は χ^2 検定を用いて比較した。また、発生要因の解明のため、対照として前記の中から蟻洞未発生馬を無作為に抽出し、前蹄を用いて前記項目について発生馬との関連性を多変量ロジスティック解析した。統計学的解析では、危険率 $p < 0.05$ をもって有意差があると判断した。

【結果】

調査した実頭数は春；4,959 頭（栗東 2,488 頭・美浦 2,471 頭）、秋；4,777 頭（栗東 2,431 頭・美浦 2,346 頭）で、うち蟻洞発生数は春；144 頭（栗東 79 頭・美浦 65 頭、有病率 2.9%）、秋；98 頭（栗東 45 頭・美浦 53 頭、有病率 2.1%）とトレセン間に有意差はなく、有病率は春より秋の方が有意に低かった。蟻洞の発症部位は前蹄（春 89.0%、秋 94.3%）の蹄尖（春 89.6%、秋 94.2%）に多かった。得られた対照馬（春；262 頭、秋；369 頭）を用いて多変量ロジスティック解析した結果、春秋ともに蟻洞発生のリスク要因となった項目は、特徴的な蹄形である過長蹄（OR/95%CI；春 13.9/2.8-63.0、秋 26.0/2.7-246.2）と広蹄（OR/95%CI；春 11.3/1.7-32.6、秋 6.2/1.1-33.4）であった。春でのみ 6 歳以上で発生リスクが高く（OR/95%CI；2.6/1.4-4.8）、また秋でのみ蹄油を使用しない馬で発生リスクが高かった（OR/95%CI；2.5/1.3-5.0）。他の項目は関連要因とは認められなかった。

【考察】

本調査により蟻洞の有病率と発生趾蹄とその部位は 2001 年実施時と大きく変わっていないこと、トレセン間で発生に偏りはないこと、春より秋で発生が低いこと、季節に関係なく特徴的な蹄形に発生リスクが高いことなどが解った。

馬獣医師より蹄葉炎との診断を受けたサラブレッドに対し、 抗真菌剤による治療を行い、ほぼ完治に至った一例

○石井美樹子

クラムボン動物病院

【発症及び経過】

患馬：サラブレッド・せん・現在 15 歳。2014 年 6 月に引き取り。2019 年 6 月、跛行がひどくなり、重度の裂蹄も起き、馬獣医師より蹄葉炎の疑いが強いと診断される。患馬は引き取り後から蹄鉄を外したが、その後蟻道や蹄叉腐乱も発症していた。

【診断と治療】

真菌培養の結果、「爪水虫」（真菌である白癬菌寄生による爪疾患）ではないかとの仮説の元、抗真菌剤であるテルビナフィン（テルビナフィン錠 125 mg・1 回 5 錠）を隔日経口投与し、併せて、蹄の消毒洗浄（過酢酸・イソプロパノール・イソプロピルメチルフェノール・ナノソイ®）を行いつつ、経過を観察した。投与開始後 1 週間程度で跛行は改善した。その後は一進一退を繰り返しつつじりじり改善し、投与開始から 1 年半後にテルビナフィン投与を中止。その後は、活性誘導水®の飲水投与のみとする。現在は蹄疾患を示唆する症状（蟻道・蹄叉腐乱）はほぼ消失し、蹄叉腐乱や蟻道もほぼ解消、裂蹄のみが残っている。跛行・四肢浮腫もなくなった。テルビナフィンには人で肝障害の副作用が報告されているので、3 か月～半年に 1 回程度血液検査を行ったが、特に問題は起きていない。

【考察】

人間の「爪水虫」は、白癬菌が罹患皮膚から爪に侵入することで発症する。馬の場合、皮膚から蹄へ、との侵入機序は考えにくいので、侵入経路として最も疑わしいのは装蹄師による削蹄や装蹄時に未消毒の道具を介する経路で、その結果、白癬菌寄生が起こるが、蹄の弱い部分から侵入するので、それが白線病・蟻道・蹄叉腐乱等と別々の病名をつけられ、混乱が生じた。装蹄師の技術不足や厩舎管理に原因を求めず、削蹄・装蹄道具の衛生管理の不備・および、真菌に無効な低水準消毒剤（パコマ等）の使用により蹄病が発症すると考えると、筋が通る。

白癬菌が爪に侵入するには付着後 12～24 時間要するので、削蹄・装蹄直後に真菌に有中水準以上の消毒剤または真菌に有効な除菌剤を使って蹄を徹底洗浄するのが、白癬菌寄生の防止に有用と考えられる。サラブレッドは装蹄された時点で全頭この疾患に罹患させられている恐れがあるので、深刻な問題と捉え、治療や予防に取り組むべきであろう。

3D プリンターを用いた熱可塑性樹脂蹄鉄の製造

○中川佑貴¹、池田慎一²、高澤幸治²、吉野雅彦¹

¹東京工業大学・工学院、²苫小牧工業高等専門学校・創造工学科

【背景と目的】

ポリウレタン製樹脂蹄鉄は軽量かつ脚元への衝撃緩和能が高い蹄鉄であるが、鋼やアルミニウム合金製蹄鉄と比較してコストが高く、形状の調整が難しいため普及が妨げられている。3D プリンターは熱可塑性樹脂を溶かして積層し造形する装置であり、3D-CAD で作成されたデータから金型なしで部品を製造できるため、形状自由度が非常に高く多品種少量生産に適している。本研究では 3D プリンティングされた樹脂蹄鉄の機械的特性を評価し、蹄鉄としての適用可能範囲を明らかにする。

【材料と方法】

素材はポリ乳酸(PLA)とナイロン(PA6)のフィラメントであり、3Dプリンターによって一層当たり 0.2mm の樹脂を積層することで部品を製造した。3Dプリンティングでは部品内部の密度を変えることができる。試験は円柱圧縮試験、テーバー摩耗試験、および蹄鉄模型を用いた鉄尾の拡張試験を行った。また製造された樹脂蹄鉄の寸法精度を評価した。

【結果と考察】

円柱圧縮試験によって得られた降伏応力とヤング率を図 1 に示す。密度が高いほど降伏応力およびヤング率ともに高くなった。いずれも PLA の方が PA6 より大きかったが、耐摩耗性は PA6 の方が優れており、ポリウレタンと同程度であった。一脚に作用する最大荷重は約 15000N であり、蹄鉄全体に均等に作用した場合、約 6MPa の圧縮応力が生ずる。この時は低密度でも降伏することはないが、鉄頭部のみで支持すると仮定すると応力は約 3 倍となり、低密度では塑性変形する恐れがある。密度が高いほどコストや製造時間が増えるため、必要な強度を満たす 3D プリンティング条件を選ぶことが重要である。3D プリンティングされた樹脂蹄鉄を図 2 に示す。特殊な形状の蹄鉄も製造が可能であった。

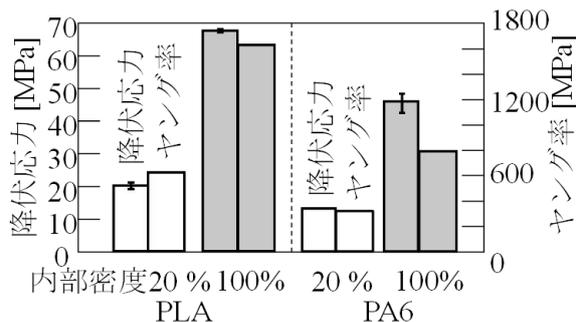
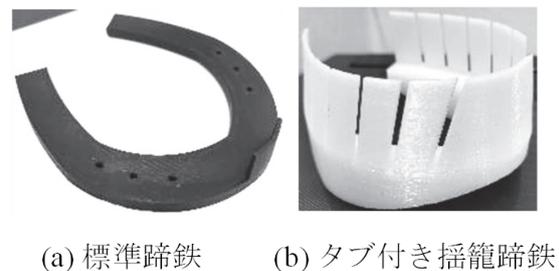


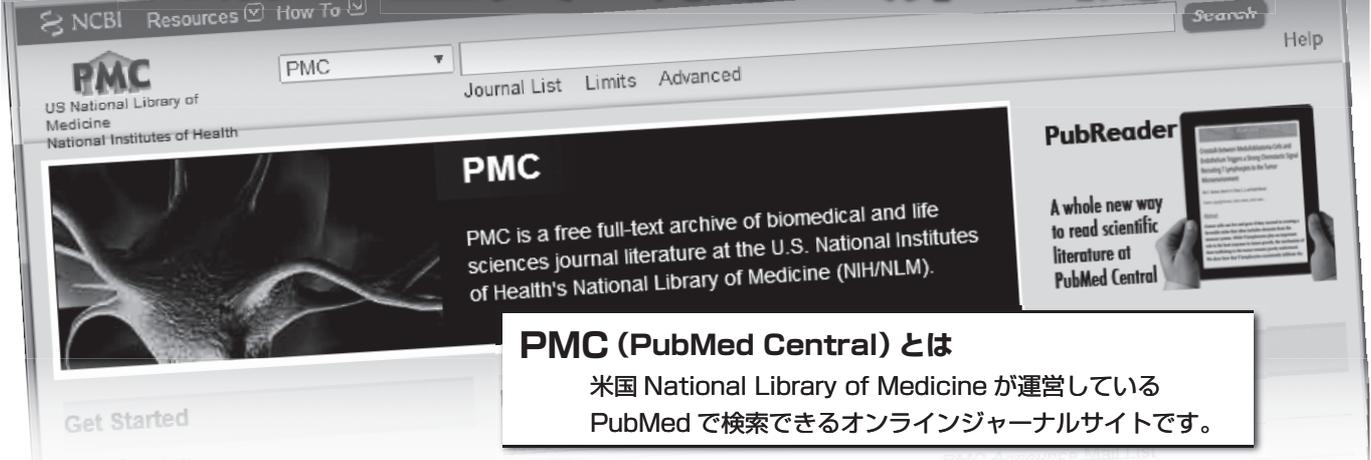
図1 降伏応力とヤング率



(a) 標準蹄鉄 (b) タブ付き揺籠蹄鉄

図2 3Dプリンティングされた樹脂蹄鉄

PMcで学会誌の全文公開の扉を開く



PMc (PubMed Central) とは
 米国 National Library of Medicine が運営している
 PubMed で検索できるオンラインジャーナルサイトです。

PMcの特徴

- ✔ PubMed の検索対象
- ✔ 読みやすいプラットフォームで全文公開
- ✔ XML を活かした最新の電子ジャーナル
- ✔ サーバ使用料無料

PMcに搭載すると

- ✔ アクセス数が飛躍的に増加
- ✔ 引用が増え Impact Factor の上昇・取得に好条件
- ✔ 投稿数の増加につながります

掲載のためにクリアしなければならない問題

- ✘ 審査は NLM の基準に沿った XML データを 25 論文提出
- ✘ 英語での交渉、応募書類・契約書の手続き

✔ 【導入・掲載】アイペックにお任せください。

公開実績

Journal of Rural Medicine (日本農村学会)
 The Journal of Veterinary Medical Science (日本獣医学会)
 Journal of Equine Science (日本ウマ科学会)
 Journal of Toxicologic Pathology (日本毒性病理学会)
 Clinical Pediatric Endocrinology (日本小児内分泌学会)
 Journal of Physical Therapy Science (理学療法科学学会)
 The Journal of Reproduction and Development (日本繁殖生物学会)
 Bioscience of Microbiota, Food and Health (BMFH 出版会)
 Experimental Animals (日本実験動物学会)
 Industrial Health (労働安全衛生総合研究所) …他

詳しいお問い合わせ・ご相談は

<http://www.ipecc-pub.co.jp>

学術文献専門の編集/出版/翻訳/校閲

株式会社 アイペック

Free in PMc Full Text 画面

引用文献は本文の右にも表示され見やすくなっています

図表はカーソルをおくだけで大きく表示されます

	Cont (120 weeks old)	Elder (120 weeks old)
Body mass (g)	406 ± 25.0*	489 ± 24.7*
Adipose weight (mg)	8028 ± 116.0*	899 ± 237.0*
Capillary diameter (μm)	7.83 ± 0.12*	4.98 ± 0.11
Capillary cross-sectional area (10 ³ μm ²)	52.12 ± 1.3*	22.34 ± 0.9
The number of microvascular ramifications	44.82 ± 2.0*	21.9 ± 0.7*



*画面はイメージです。

E-mail: xml@ipecc-pub.co.jp

170-0002 東京都豊島区巣鴨 1-24-12

TEL: 03-5978-4067 (代表) FAX: 03-5978-4068