

第 46 回生産地における軽種馬の 疾病に関するシンポジウム

(平 成 30 年 度)

講 演 抄 録

日時 平成 30年 7月 12日 (木)

会場 静内エクリプスホテル
2F エクリプスホール

 日本中央競馬会
馬事部 防疫課

第46回 生産地における軽種馬の疾病に関するシンポジウム

タイムテーブル

10:00～	開会式
10:10～	シンポジウム 「スポーツ科学の実践への応用 ーラボから現場へー」 ・演題 1) ～ 5) 座長:高橋 敏之
12:00～	昼食
12:30～	ランチョンセミナー 「慣性センサーによる馬の歩様解析」 富士通株式会社
13:10～	一般講演 感染症・内科 ・演題 1) ～ 4) 座長:丹羽 秀和
13:50～	休憩
14:00～	一般講演 繁殖・外科 ・演題 1) ～ 4) 座長:佐藤 文夫
14:40～	閉会式
	終了・解散

第 46 回 生産地における軽種馬の疾病に関するシンポジウム

プログラムおよび抄録目次

主催：日本中央競馬会（JRA）

開催日時：平成 30 年 7 月 12 日（木） 10 時 00 分～15 時 00 分

開催場所：静内エクリプスホテル 2F エクリプスホール

<開 会>		10 : 00
<開会の辞>	山中 隆史（JRA 馬事部防疫課）	
<開会挨拶>	木村 一人（JRA 馬事担当理事）	

<演 題>

● シンポジウム 10 : 10～

「スポーツ科学の実践への応用 ーラボから現場へー」

座長：高橋 敏之（JRA 競走馬総合研究所）

- 1) 科学トレーニングの可能性 ～エクワインレーシングの取り組み～・・・・・・・・・・2
○瀬瀬 賢（エクワインレーシング）
- 2) V200 から見る JRA 育成馬の調教状況の考察・・・・・・・・・・6
○胡田 悠作（JRA 日高育成牧場）
- 3) 門別競馬場坂路調教コースにおける運動効果の科学的評価の経験・・・・・・・・10
○齋藤 正弘（ホッカイドウ競馬 調教師）
- 4) 調教メニューの違いがサラブレッドに与える運動負荷の違い・・・・・・・・11
○向井 和隆（JRA 競走馬総合研究所）
- 5) 育成期におけるトレッドミルを用いた高強度運動負荷の検討・・・・・・・・15
○大村 一（JRA 競走馬総合研究所）

----- 昼食（12 : 00～13 : 10） -----

● ランチョンセミナー 12 : 30～

「慣性センサーによる馬の歩様解析」

○富士通株式会社

● 一般講演 (発表 8 分、質疑応答 2 分)

13 : 10～

「感染症・内科」

座長：丹羽 秀和 (JRA 競走馬総合研究所)

- 1) 子馬のロドコッカス・エクイ感染症の 10 年間にわたる回顧的調査と対策の推進・・・24
○篠田 理恵 (日高家畜保健衛生所)
- 2) 子馬のロドコッカス肺炎におけるドキシサイクリンの応用・・・31
○岸 恵里 (NOSAI みなみ日高支所
中部家畜診療センター)
- 3) マウスモデルによるウマロタウイルスワクチンの評価・・・36
○根本 学 (JRA 競走馬総合研究所)
- 4) 急性大腸炎に伴う血液凝固異常に対する血漿輸液療法の検討・・・38
○山本 匠 (JRA 栗東 TC 競走馬診療所)

----- 休憩 (13 : 50～14 : 00) -----

● 一般講演 (発表 8 分、質疑応答 2 分)

14 : 00～

「繁殖・外科」

座長：佐藤 文夫 (JRA 日高育成牧場)

- 1) 分娩後胎盤停滞に対する umbilical vessel water infusion のサラブレッド繁殖牝馬への応用検討・・・45
○前田 昌也 (日高軽種馬農業協同組合)
- 2) 流産胎子の大きさに関する回顧的調査・・・49
○村瀬 晴崇 (JRA 日高育成牧場)
- 3) 吸入麻酔下横臥位にて腹腔鏡補助下卵巢顆粒膜細胞腫摘出手術を実施した 2 症例・・・53
○田上 正明 (社台ホースクリニック)
- 4) Core 型浅屈腱炎発症馬の競走復帰に影響する因子の検討・・・60
○山崎 洋祐 (JRA 美浦 TC 競走馬診療所)

<閉会の辞> 田嶋 義男 (JRA 競走馬総合研究所)
<閉 会>

15 : 00

第 46 回生産地における軽種馬の疾病に関するシンポジウム

シンポジウム

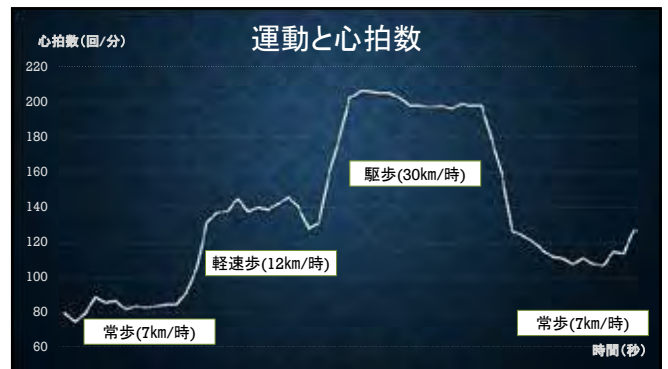
スポーツ科学の実践への応用
ーラボから現場へー

科学的トレーニングの可能性

～エクワインレーシングの取り組み～

株式会社エクワインレーシング

瀬瀬 賢



速く強く走るためには？

心

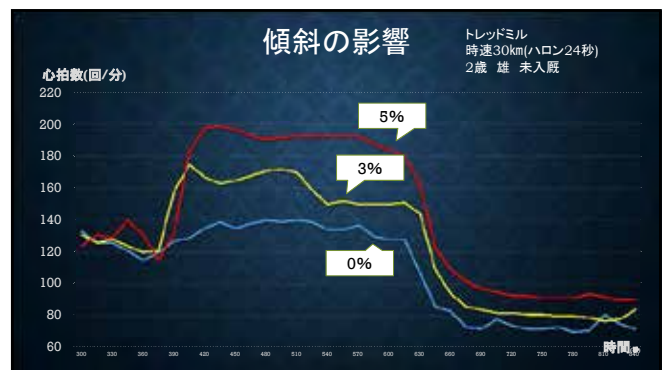
- ・ 精神力
- ・ 落ち着き
- ・ 興奮

技

- ・ フォーム
- ・ スタート
- ・ コンディショニング

体

- ・ 心肺機能(スタミナ)
- ・ 筋力(スピード)
- ・ 丈夫さ
- ・ 食欲



心肺機能とは？



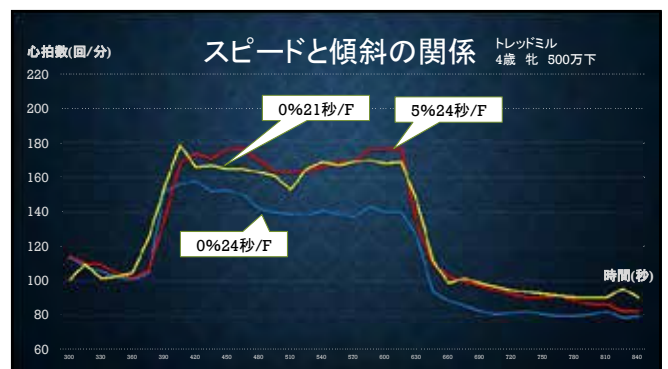
心臓と肺の機能

役割 : 体に血液(酸素)を送る

酸素を多く運ぶ為に心臓は速く動く

⇒ 運動強度が上がると心拍数は上昇

馬の最大心拍数は230回前後



心肺機能評価法

①平均心拍数

余裕度が高いほど心拍数が低い

②運動後心拍が100回/分を切るまでの時間 いわゆる『息の入り』

余裕度が高いほど心拍数の回復が早い

エクワインレーシングでの活用

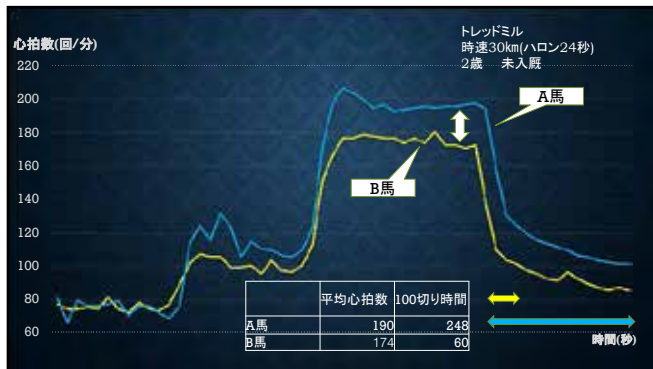
スポーツテスト

傾斜3~5% 時速30km 2000M
傾斜6% 時速25km 2000M



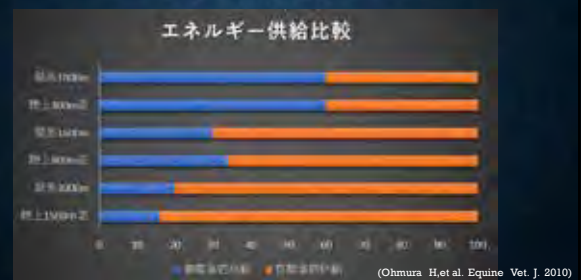
個別トレーニングメニュー作成
調教(体力)判定

○心肺機能(スタミナ)の指標
×筋肉
距離適性の影響?



心拍数だけが重要?

エネルギー供給比較



もマラソンでは無い

トレッドミルスポーツテスト

傾斜: 6%
時速25km(ハロン29秒)



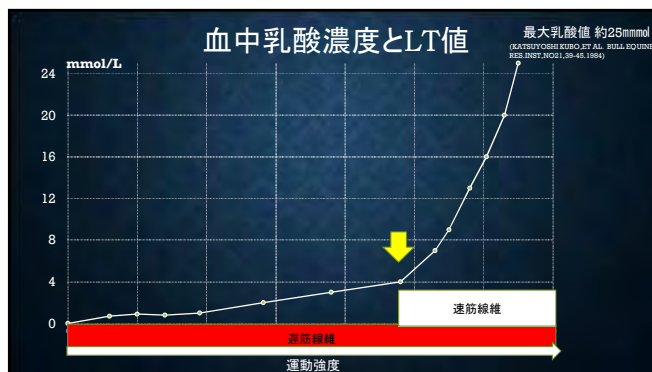
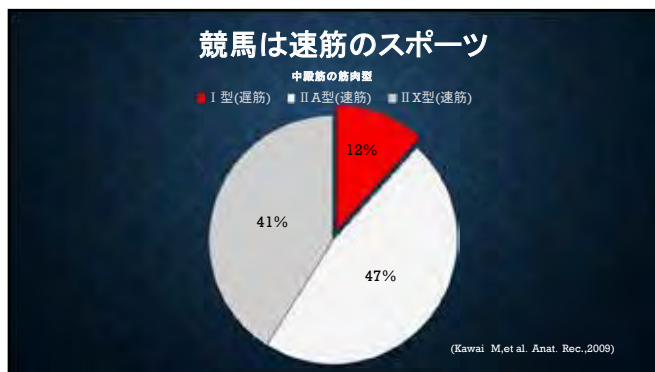
筋肉 速筋 (スピード型) 遅筋 (スタミナ型)

速筋(スピード型)
ウサギ・ヒラメ 白い筋肉 疲れやすい

遅筋(スタミナ型)
カメ、マグロ 赤い筋肉 疲れにくい

馬では??





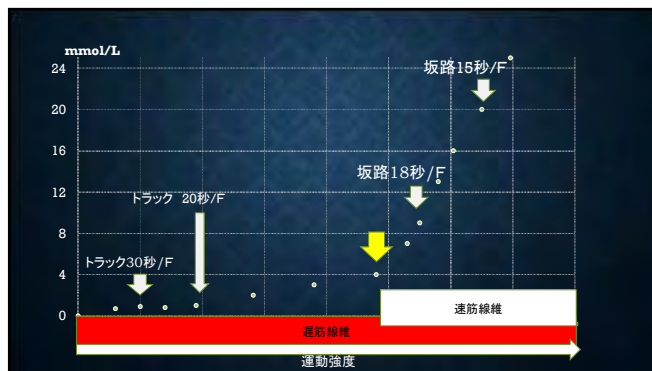
速筋を効率良く鍛えるには？

運動時、主に速筋から出る物質を調べる

↓

乳酸

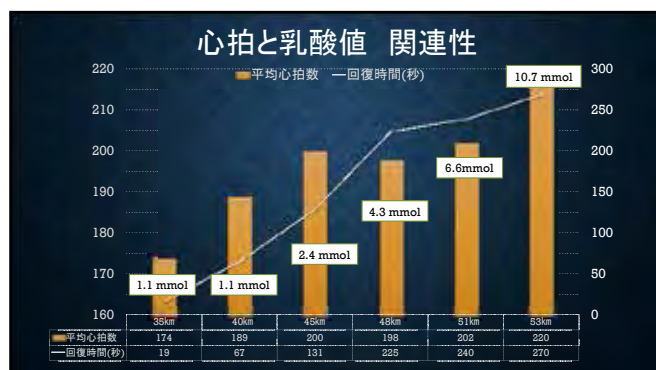
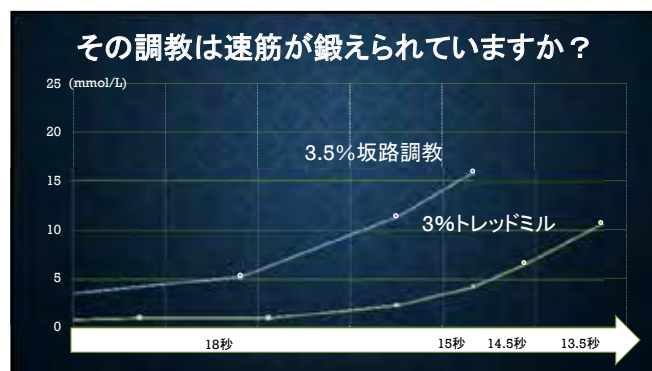
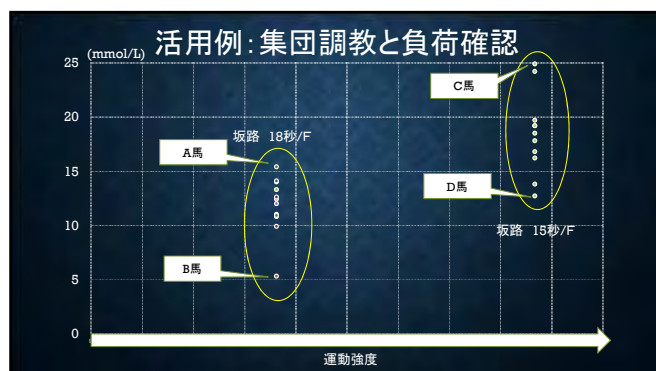
疲労物質ではない
疲労する強度で出るので速筋への負荷指標になる



- 陸上競技
400M, 800M
中長距離 駅伝
- 自転車競技
- 水泳
- スピードスケート

エクワインレーシングでの活用

- ・月1回測定
坂路調教 速め(水曜、土曜) 15~20ミリモル
- ➡ 調教グループ分け
オーバーワーク、負荷不足の判断
- ➡ トレーニング効果
(競馬場、トレセン入厩レベル) 判定 * 将来的



科学的トレーニングとは？

トレーニングの意味、目的を明瞭にする道具

周回コース、坂路、トレッドミル

- 心肺機能(心拍数)
- 速筋(乳酸値)
- リハビリ
- 疲労回復
- 馴致



今後の取り組み

- 調教の質の向上、リスク低下
フィードバック、データの蓄積
- 入厩判定
- 馬の能力判定
- 距離適性の判定(心肺機能、筋肉量)

MCT(乳酸トランスポーター)を増大させるトレーニング？
MCT1(遅筋)、MCT4(速筋)
乳酸利用能力、乳酸産生能力

生産地シンポジウム

V200 から見る JRA 育成馬の調教状況の考察

胡田悠作（JRA 日高育成牧場）

【はじめに】

JRA 日高育成牧場では毎年 2 月と 4 月に V200 を測定し、後期育成馬の有酸素運動能力の評価を行っている。V200 とは、Velocity at heart rate of 200 beats/min の略称であり、“心拍数が 200 拍/分に達した時のスピード”を意味する。馬の持久力（有酸素運動能力）の指標として用いられ、育成馬や競走馬の体力評価に利用されている。

本年度の結果を過去 10 年の V200 と比較したところ、2 月から 4 月にかけて特に顕著な増加を認めた。調教方針の転換や坂路馬場管理状況の変化と V200 の結果との関連性について興味深い知見を得たので、その概要を紹介したい。

【材料と方法】

供試馬は 2017 年から 18 年に日高育成牧場で育成調教を行った JRA 育成馬 58 頭を対象とした。V200 の測定は 2 歳時の 1 月下旬から 2 月上旬、3 月下旬から 4 月上旬に各 1 回行った。屋内 800m ダート馬場での試験走行において Polar 社製心拍計を用いて心拍数を測定し、200m ごとの平均心拍数とラップタイムとの関係から V200 を算出した。

また、トレーニング負荷を確認する指標として屋内 1000m 坂路調教後の血中乳酸濃度を測定した。フッ化ナトリウム+ヘパリンナトリウム+EDTA-2Na 処理を行った血糖検査用採血管を用いて坂路調教後速やかに採血を行い、測定にはラクテート・プロ 2 を用いた。

【結果と考察】

本年度育成馬の V200 について、過去 10 年間の同時期（1 月下旬から 2 月上旬および 3 月下旬から 4 月上旬）の成績（平均値±標準誤差）と比較すると、全馬では 2 月は 4 番目（ 623.5 ± 7.3 m/min）、4 月は最高値（ 675.0 ± 8.9 m/min）となった（図 1）。性別にみると、牡では 2 月が 2 番目（ 634.8 ± 9.9 m/min）、4 月が 3 番目（ 673.7 ± 11.6 m/min）（図 2）であり、牝では 2 月が 6 番目（ 614.5 ± 10.4 m/min）、4 月が最高値（ 676.3 ± 13.6 m/min）（図 3）であった。2 月と 4 月の両月とも測定した馬における V200 の増加量を比較すると、過去 10 年で最高値（83.1 m/min）であった（図 4）。

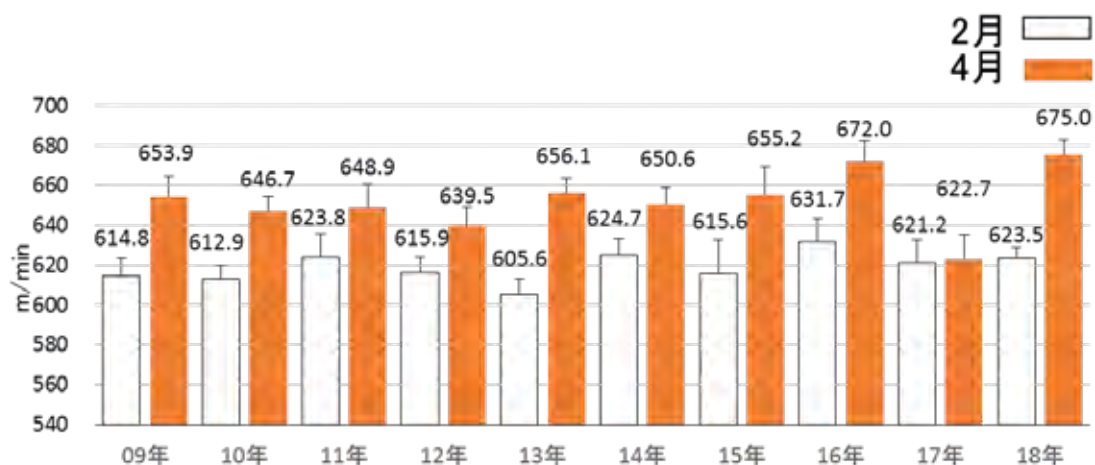


図1) 全馬のV200測定値

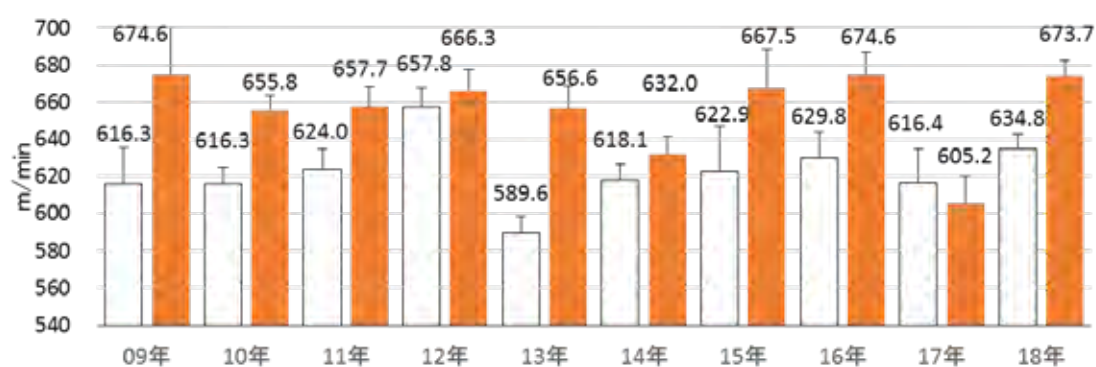


図2) 牡のV200測定値

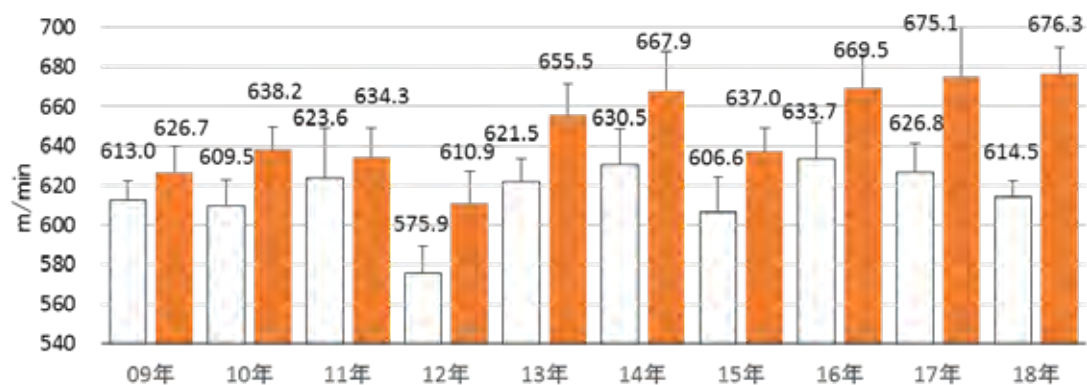


図3) 牝のV200測定値

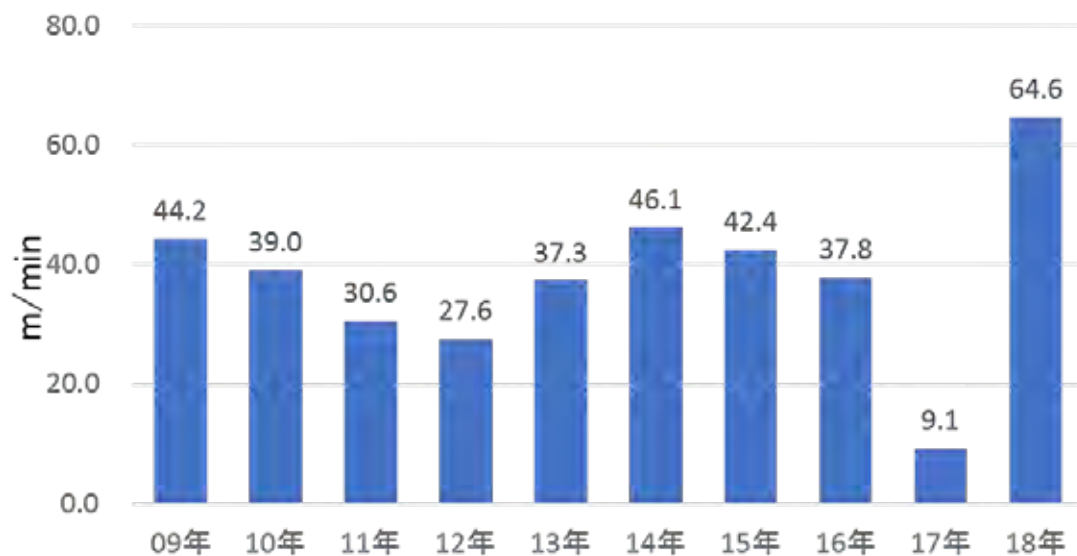


図4) 全馬のV200 増加量

※対象は2月、4月の両方を測定した馬

本年度の育成馬の V200 は、2 月から 4 月にかけて過去 10 年の中でも特に顕著な増加が認められた。まず、この増加の要因としては、坂路馬場の管理方法を変更したことが挙げられる。昨年度までの BTC 坂路は、経年劣化によるウッドチップの細粒化に加え、散水と転圧によって、比較的「走り易い」馬場に管理されていた。しかし、今シーズンからは新しいウッドチップを多量に補充し、散水および転圧を行わないことで、より運動負荷がかかる馬場作りを目的とした管理が行われるようになった。実際、過去 3 年の 2 月において、坂路調教を 2 本行った時の 2 本目の速度と直後の血中乳酸濃度の関係性を調べた結果、一昨年度および昨年度と同様の速度域において、本年度の乳酸濃度は全体的に高値を示していた（図 5）。この結果より、坂路馬場の管理方法が変更されたことに伴い、調教負荷が増した可能性が考えられた。

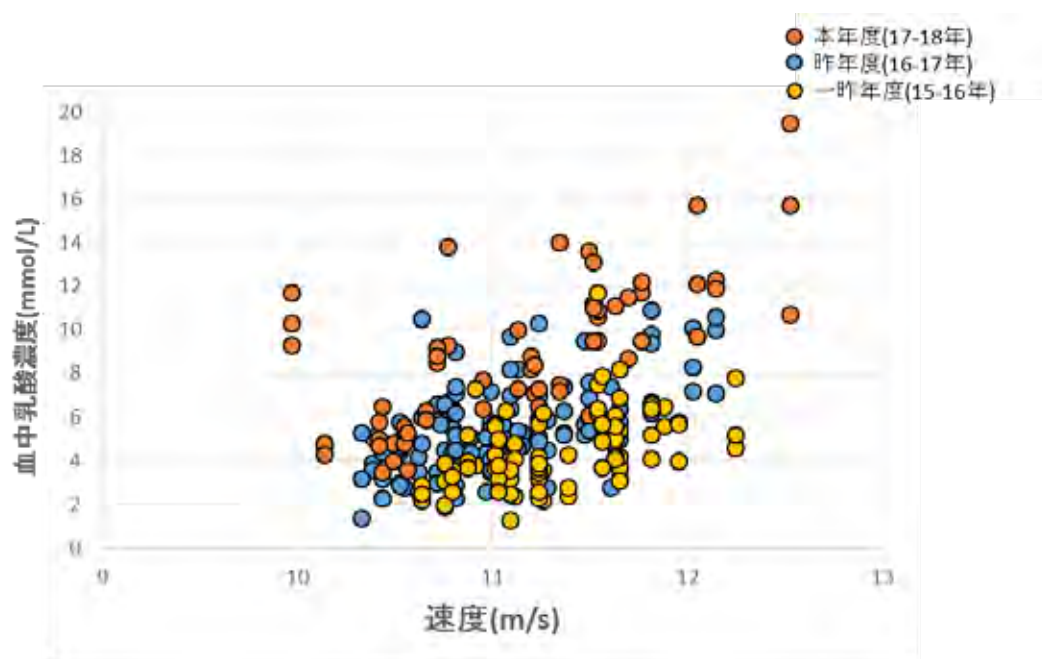


図5.過去3年の坂路調教時の速度と血中乳酸濃度の関係性

二つ目の要因としては、調教内容を坂路中心の高強度なものに変更した影響が考えられる。昨年度までの2月から3月にかけての調教は屋内800mダート馬場を中心とし、坂路調教の頻度は週に2回であった。坂路調教は2月開始時点ではF19を2本程度であり、その後はタイムを徐々に縮め、3月は1本目をF17、2本目をF16程度で行っていた。

一方、本年度は調教の中心を坂路に移行し、週に3回坂路調教を行った。3月になると週に2回はほとんどの馬の乳酸濃度が10mmol/Lを超える負荷の高いトレーニングを行い、翌日にはF30程度で馬をリラックスさせて運動させるハッキングを取り入れた。また、走行距離に関しても見直しを行い、従来の800m馬場を中心とした調教に比べてトータルの走行距離を短縮し、調教にメリハリをつけた(図6)。

	曜日	月	火	水	木	金	土	日
昨年度 (16-17年)	調教場	800	800 + 坂2	800	800	800 + 坂2	800	休み
	タイム	F22-20	800 : F22 坂2 : F18	F22-20	F22-20	1本目 : F18 2本目 : F17	F22-20	-
	走行距離 (駈歩)	2000m	3200m	2400m	3200m	3200m	2400m	-
本年度 (17-18年)	調教場	800	800 + 坂	800	坂2	坂2	800	休み
	タイム	F22-21	800 : F22 坂 : F18	ハッキング (F30程度)	F22	1本目 : F22 2本目 : F17	ハッキング (F30程度)	-
	走行距離 (駈歩)	2400m	2200m	1600m	2000m	2000m	1600m	-

800 : 屋内800mダート馬場

坂 : 屋内1000mウッドチップ直線坂路馬場(勾配2.5~5.5%)

坂2 : 上記坂路馬場での調教を2本

図6. 2月下旬某週の調教メニュー(黄色が強調教日)

以上の結果より、1~2歳の若馬において、乳酸濃度が大きく上昇する高負荷の坂路馬場で調教を行うことは、V200を大きく増加させる、すなわち有酸素運動能力の向上に効果的である可能性が示唆された。今後はより効果的な負荷のかけ方(調教強度の程度や強調教の頻度など)について、調教方法を模索しながらデータを蓄積し、調教効果について多角的に判定していきたい。

門別競馬場坂路調教コースにおける運動効果の科学的評価の経験

ホッカイドウ競馬 門別競馬場

調教師 齋藤 正弘

門別競馬場は、1985年に「門別軽種馬トレーニングセンター」として開設され、ホッカイドウ（道営）競馬の調教場として活用されてきた。その後、1997年には競馬場が開設され、また、さまざまな調教用施設も新設された。その代表的なものとして、2010年に新設されたウッドチップコースや、2012年に新設された屋内調教用坂路コースなどが挙げられる。しかしながら、一般的に、新設された調教施設の有効な利用方法の確立には、数年間の試行錯誤のための時間を要し、また、主観に基づく点も多いことが課題として残されていた。

そこで我々は、客観的かつ合理的に、新しい調教施設の有効活用法にアプローチすることを目指して、JRA 競走馬総合研究所 運動科学研究室の協力を得て、調教中の馬のデータ取得を試みた。具体的に測定したものは、走行スピードと心拍数である。心拍数とは、1分間の心臓の拍動回数であり、走速度が上がると上昇する性質がある。

最初に、JRA の日高総合育成施設内の 1000m 直線コース（ウッドチップ）、800m 楕円コース（オイルサンド）および坂路コース（ウッドチップ）において、心拍数が 200 回/分となったときの走行スピード（V200）を測定した。この V200 が高ければ馬への負担が低い、逆に低ければ負担が高いと推測される。測定の結果、1000m、800m、坂路の順に V200 は低下し、ハロンタイムに換算して約 2.4 秒の相違がみられた。このことは、坂路では 1000m の直線コースよりもハロン 2.4 秒遅い速度で走らせても、同等の調教強度を馬に与えることが可能であることを意味している。

次に、門別競馬場の坂路調教コースと通常のダートコースとの間でも、同様の方法で調教負担度を比較する実験を行った。その結果、坂路調教コースでは、通常のダートコースと比較して、ハロン 2 秒から 3.5 秒遅く走らせても、同等の運動負荷を馬に与えることが出来ることが示された。これらの結果は、それまで門別競馬場の関係者にとって未経験であった坂路調教の活用法について、大いに示唆を与えるものであった。

本発表では、上記の例のような科学的アプローチにより見出された知見と、その調教への応用例について紹介するとともに、今後も継続的な競馬場と研究室との連携の重要性について述べたい。

調教メニューの違いがサラブレッドに与える運動負荷の違い

向井和隆（JRA 競走馬総合研究所）

成績が良い厩舎はどのような調教をしているのか？

強い馬を作るにはどのような調教をしたら良いのか？という課題は古くからあり、なかなか簡単に解き明かせるものではなく、これからも我々は悩み続けることになるのは間違いない。しかし、我々は 2013 年から JRA トレーニング・センター（トレセン）において 800 頭以上の競走馬の調教メニューを調査し、様々な角度からデータを解析した結果、少しヒントのようなものを見いだせたように思う。特に注目したのは、成績の良い厩舎はどのような調教メニューを組んでいるのか。そして、その調教はサラブレッドにどのような刺激を与え、その刺激にサラブレッドはどう適応しているのか。このようなことを明らかにするために、トレッドミルで調教をシミュレートした実験を行ったので、その結果について主に紹介したいと考えている。また、調教メニューと骨折などの運動器疾患の発症率には関連があるのかどうかについても解析したのであわせて紹介したい。

GPS で調査したトレセンにおける調教メニュー

トレセン調教時に GPS を装着して収集した調教メニューのデータを成績上位厩舎（ランキング 20 位以上）と下位厩舎（ランキング 100 位以下）に分けて解析したところ、下位厩舎に比べて上位厩舎は、速い駢歩（ハロン 15-29）距離が短く、襲歩（ハロン 15 以下）距離が長いことが分かった（図 1）。

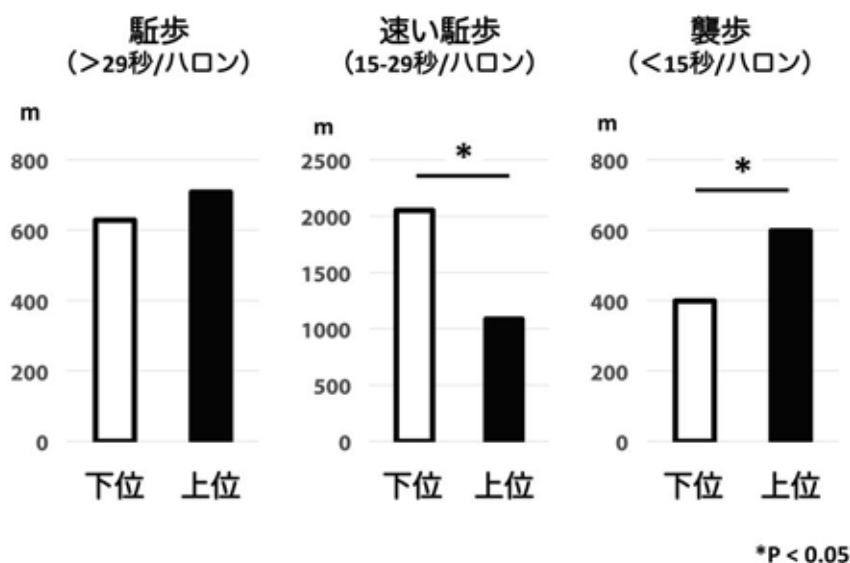


図 1 成績上位および下位厩舎の代表的な追い切り内容。

トレッドミル上でのシミュレーション実験

上位厩舎の調教メニューは下位厩舎の調教メニューに比べて、どのような運動生理学的特徴を持っているのかを調べるために、それぞれの調教メニューをトレッドミル上でシミュレートし、検証した。

よくトレーニングされたサラブレッド 7 頭（去勢オス 6 頭、メス 1 頭）を用いて、傾斜 6% のトレッドミルで上位厩舎の代表的な追い切り調教を参考に作成した調教メニュー（駢歩（ハロン 30）90 秒＋速い駢歩（ハロン 20）90 秒＋襲歩（ハロン 15）60 秒；上位群）および下位厩舎の調教メニュー（駢歩（ハロン 30）90 秒＋速い駢歩（ハロン 20）180 秒＋襲歩（ハロン 15）30 秒；下位群）で走行テストを行った（図 2）。走行テストの最後の 10 秒

間で頸動脈血を採取し、血液ガスおよび血漿乳酸濃度、ヘマトクリットを測定した。また、採血と同じタイミングで酸素摂取量、心拍数、肺動脈温を測定した。運動前、運動 4 時間後および 24 時間後に中殿筋バイオプシーを行い、ミトコンドリアや毛細血管の増加に関わる因子（PGC-1 α , VEGF など）を調べた。

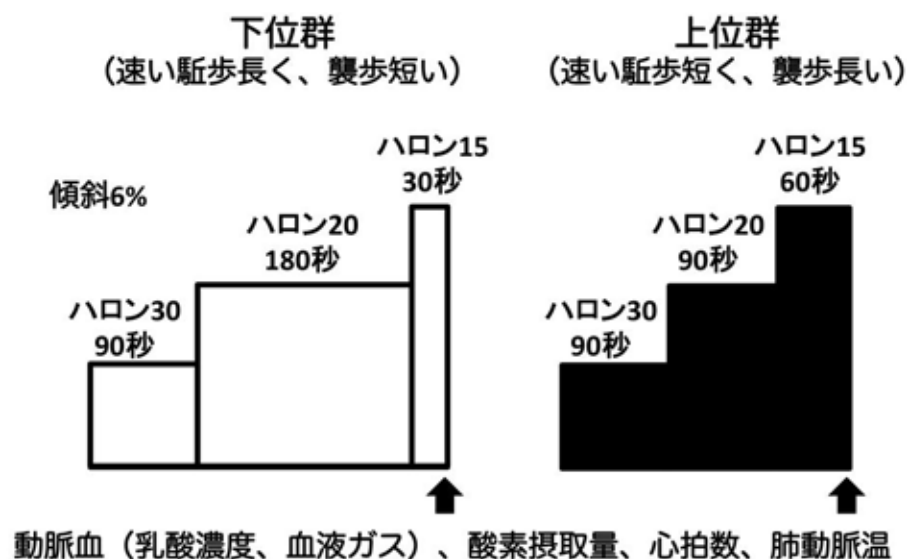


図2 トレッドミル走行プログラム。

上位群は下位群に比べ、駢歩以上の速度における走行距離（上位群 2279 m vs. 下位群 2780 m）は短い、ピーク血漿乳酸濃度（22.8 mmol/l vs. 16.1 mmol/l）および走行時の酸素摂取量（169 ml/kg/min vs. 151 ml/kg/min）は高く（図3）、動脈血酸素飽和度（86.0 % vs. 89.5%）、動脈血酸素分圧（73.9 mmHg vs. 78.8 mmHg）、動脈血 pH（7.202 vs. 7.275）は低かった（図4； $P < 0.05$ ）。走行時の心拍数（214 vs. 211 bpm）、肺動脈温（41.1 °C vs. 41.1 °C）、ヘマトクリット（60.3 % vs. 60.1 %）には両群間の差がなかった（図5）。

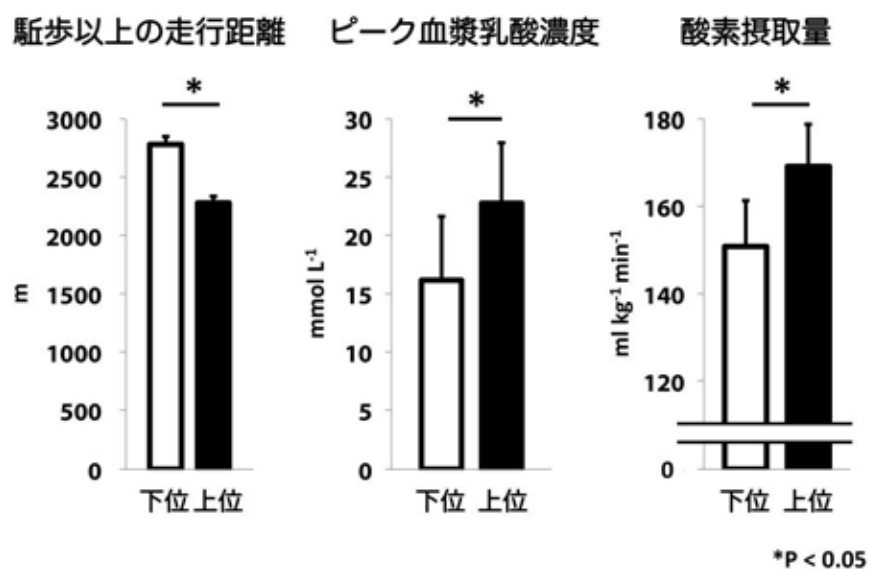


図3 駢歩以上の速度での走行距離、ピーク血漿乳酸濃度および酸素摂取量。

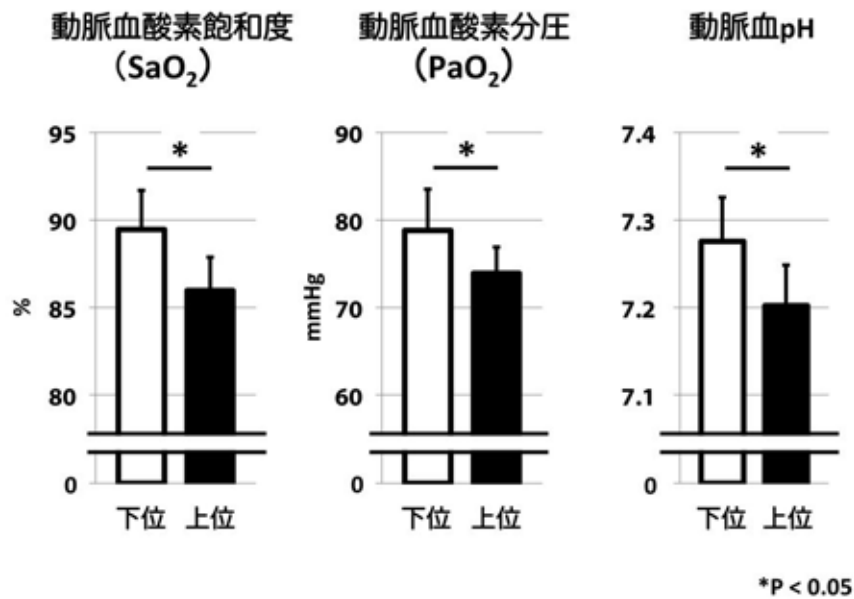


図4 走行時の動脈血における酸素飽和度、酸素分圧およびpH。

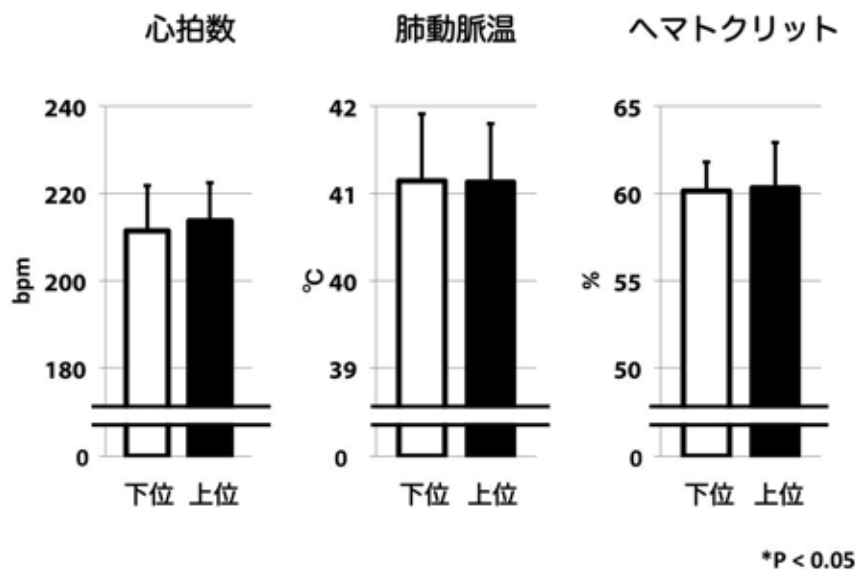


図5 走行時の心拍数、肺動脈温およびヘマトクリット。

中殿筋の PGC-1 α mRNA は両群とも運動 4 時間後に増加し（運動前と比べて 4.81 倍 vs. 2.77 倍； $P < 0.05$ ）、上位群の方が高値を示す傾向があった（図 6； $P = 0.08$ ）。VEGF mRNA は運動 4 時間後に上位群で増加したが、下位群では変化しなかった（運動前と比べて 1.79 倍 vs. 1.17 倍；図 6）。

上位群は下位群に比べて、駆歩以上の速度における走行距離が少ないにもかかわらず、酸素摂取量や血漿乳酸濃度が高く、動脈血酸素飽和度および酸素分圧が低かった。これらの結果から、上位群は下位群に比べて有酸素エネルギー系および解糖系両方のエネルギー供給系において、サラブレッドにより強い運動負荷がかかっていることが分かった。また、中殿筋におけるミトコンドリアや毛細血管に対するトレーニング適応は、下位群より上位群の方がより強く起きていることが示唆された。

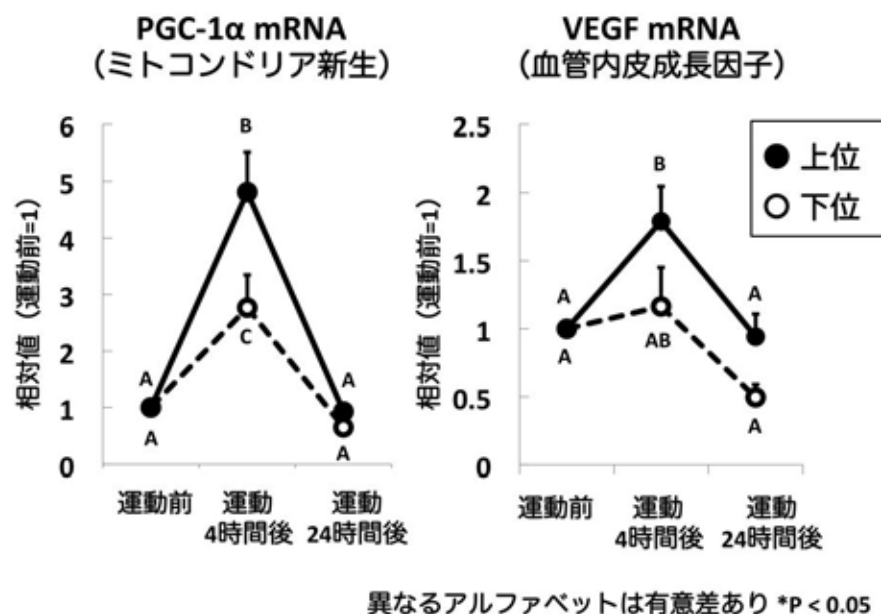


図 6 中殿筋における PGC-1α mRNA および VEGF mRNA の推移。

調教メニューと運動器疾患発症率との関係

GPS ロガーによって記録した各厩舎の調教パターンと調教中および競走中の運動疾患発症率との関係を解析したところ、発症率に関連があった項目は、調査時の厩舎成績と速い駈歩（ハロン 15-29: 7-13 m/s）の走行距離だった。厩舎成績が 50 位以下では発症率が高く、また速い駈歩距離が長くなるにつれて、発症率が高くなることが分かった。その他の項目に関しては有意な関連は認められなかった（図 7）。

調教シミュレーション実験の結果と疫学調査の結果を合わせて考えると、速い駈歩の走行距離を短くして、襲歩走行の割合を増やし、トレーニングの質をコントロールすることが推奨される。

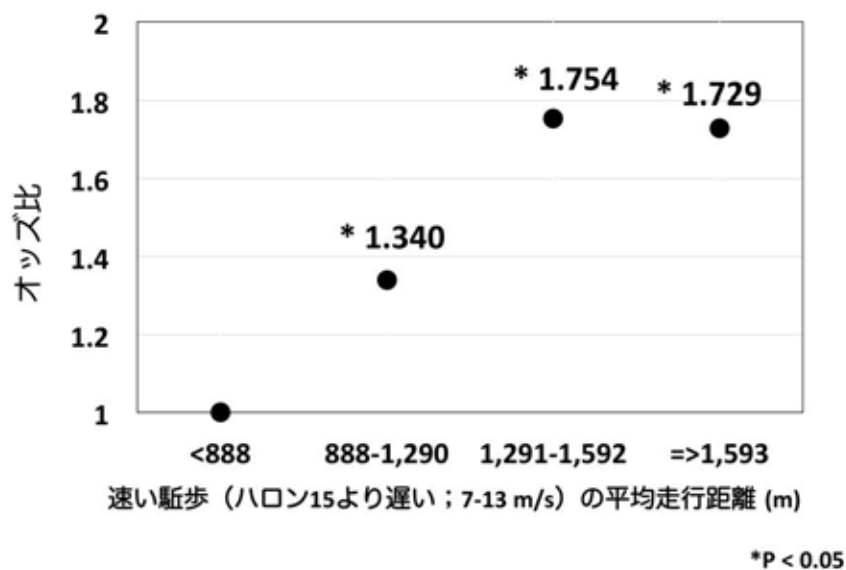


図 7 速い駈歩（ハロン 15-29）の走行距離と運動器疾患発症率との関係。

育成期におけるトレッドミルを用いた高強度運動負荷の検討

J R A競走馬総合研究所 運動科学研究室 大村 一

馬用のトレッドミルは、走行スピードや傾斜を正確に設定することができることから、本邦においては研究や上気道を中心とした疾病の診断、欧米ではそれらに加え、パフォーマンステストなどに用いられてきた。また、近年では、北海道を中心にトレッドミルを導入する牧場が増加し、トレッドミルによるトレーニングが普及しはじめている。そこで、本発表ではトレッドミル上で走行する馬の生理的反応の特徴と、10数年前ではあるが、J R A日高育成牧場において行った育成馬におけるトレッドミルと騎乗のコンビネーションによるトレーニングの結果を示すことで、競走馬の能力向上の可能性について議論を深める材料を提供したいと考える。

トレッドミルによるトレーニングの特徴として、走行スピードや傾斜、走行時間を規定することで運動負荷量を容易にコントロールできることがあげられる。また、もう一つの大きな特徴は、ライダーが騎乗することなくトレーニングをできることである。このことは、利点でもあり欠点でもあるが、走路面が安定していることも相まって、脚元への負担が軽いと考えられ、馬に対して比較的安全に高強度の運動負荷をかけることが可能である。

国内で導入されているトレッドミルはJ R A総研に導入されているものにおいても、最高スピードは16m/s（時速 56.7 km : ハロンタイム 12.5 秒）程度であり、競走馬の最高走行スピードには及ばない。しかし、傾斜を増加させることで、その生体負担度（馬にかかる運動負荷量）は増加させることが可能である。例えば、ライダーが乗らないことによる負担の低下は3%の傾斜をかけることで補うことができる。すなわち、3%の上り坂傾斜のトレッドミル上で馬を走らせると、ライダーが騎乗して運動しているのとはほぼ同じ運動負荷を馬にかけることが可能である。このことは、トレッドミル上での運動中の心拍数や酸素摂取量などを測定することで明らかとなっている。また、傾斜や走行スピードをうまく調節することでほとんどの馬は2~3分の走行でオールアウト（疲労困憊）まで追い込むことが可能である。

次に、育成期のサラブレッドのパフォーマンス向上の可能性について検討したので、その詳細を述べる。1歳のサラブレッド12頭を3群に分け、1群は一般的な育成調教メニュー、すなわち、ブレーキングを1歳10月に行い、騎乗によるトレーニングを翌年の1月まで行う対照群、1群は対照群と同じ一般的な騎乗によるトレーニングに加えて、トレッドミルによる高強度運動負荷を2月から4月（8週間）にかけて行う短期併用群、残りの1群は、対照群と同じ一般的な騎乗によるト

レーニングに加えて、1歳8月よりトレッドミルによる高強度運動負荷を翌年4月まで行う長期併用群とした。トレッドミルによる高強度運動負荷は、週に一度、2分半～3分間でオールアウトになる運動を騎乗によるトレーニングに代えて行った。これらのトレーニング効果を判定するための運動負荷試験は1歳10月および翌年2歳4月に行った。また、騎乗運動時のパフォーマンスは同時期に対照群と同じトレーニングを行ったJRA育成馬と4月時点のV200値（心拍数が200回/分の時の走速度）を比較することで検討した。

2歳4月時の運動負荷試験の走速度は、全ての群内においてトレーニング前よりも有意な増加が認められた。また、2歳4月時の短期および長期併用群は、対照群と比較して有意に速い速度で走行することが可能であった。有酸素運動能力の指標である最大酸素摂取量は、2歳4月においていずれの群内においても1歳10月より有意な増加が認められた。2歳4月時の最大酸素摂取量はいずれの併用群も対照群より高い傾向があったが、群間に有意差は認められなかった。これらのことから、トレッドミルを用いた高強度運動負荷は育成期のサラブレッドのパフォーマンスを向上させることが可能であると考えられた。加えて、2歳4月時のV200値は、両併用群ともにJRA育成馬より高い傾向が認められた（図）。以上のことから、トレッドミルによる高強度運動負荷はトレッドミル上のパフォーマンスだけでなく、騎乗運動時のパフォーマンスを向上させることが明らかとなった。このことは、トレッドミル運動がサラブレッドの走能力を向上させる新たな選択肢であることを示唆していると考えられる。

最後に、これまでトレッドミルによるトレーニングの利点を挙げてきたが、その欠点は先にも述べた、人が乗らないことである。競馬が人を乗せて走るスポーツであるかぎり、馬は走る能力と人を乗せる能力の両方を鍛える必要がある。トレーニング処方を考える上において、今、どの能力を鍛えようとしているのかを明確にすることで、それぞれの馬に必要なトレーニングを課すことが可能になると考えられる。トレッドミルによるトレーニングの特徴を理解し、今後の馬の鍛錬に利用していただけると幸いである。

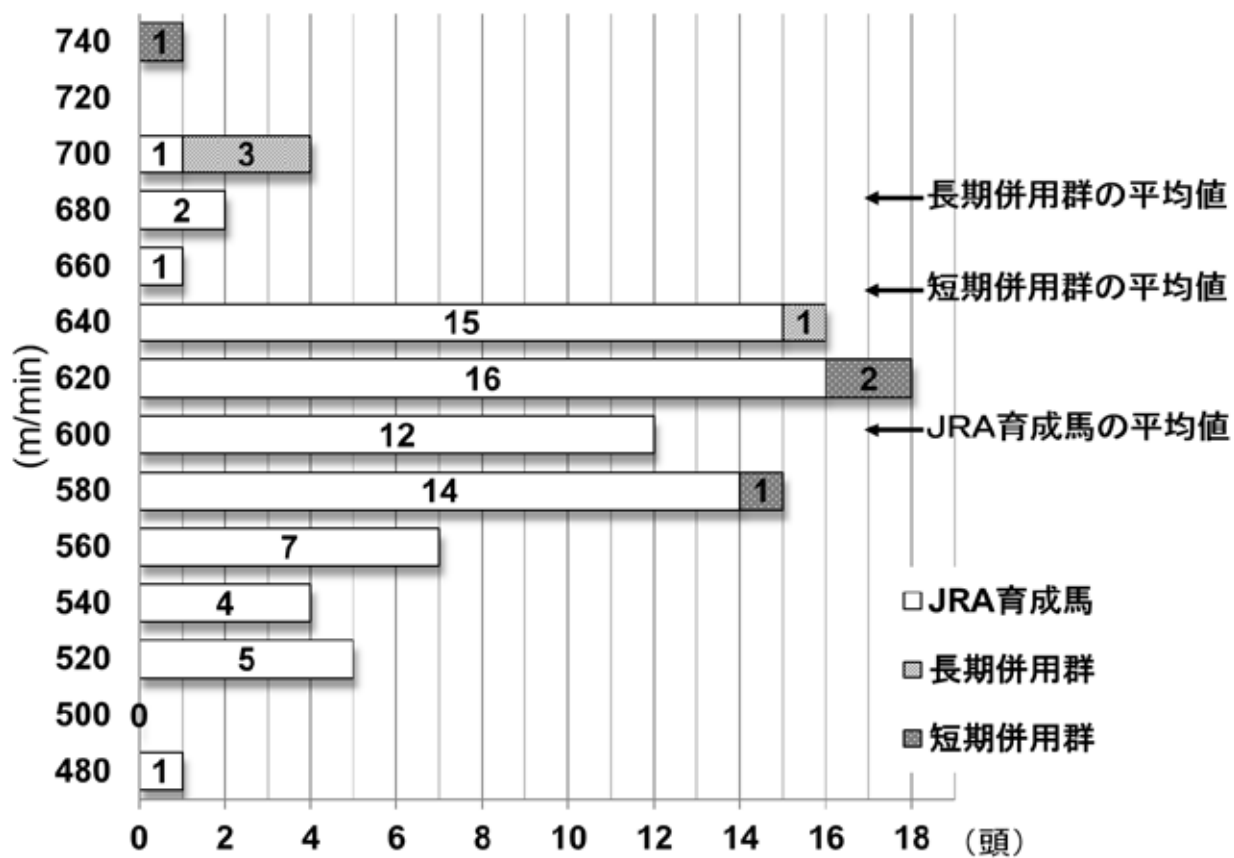


図) 個々の馬ごとのV200値の度数分布を示す。分布内の数字は頭数を示す。

第 46 回生産地における軽種馬の疾病に関するシンポジウム

ランチョンセミナー

慣性センサーによる馬の歩様解析

富士通株式会社

はじめに

富士通では IoT の活用研究の一環として、2013 年より、馬の育成調教時にセンサーを装着し、採取したセンシングデータから歩数や歩法、バランスを算出する研究を行って参りました。その途中成果は第 27 回(2014 年度)、第 29 回(2016 年度)の日本ウマ科学会学術集会にて発表しております。今回は、2016 年の発表以降の取り組みによってわかってきたこと、また、今後、展開していきたい方向性についてご紹介いたします。

弊社が研究を進めるにあたり、多くの知見ご提供、並びにデータ採取試行にご協力頂きました関係者の皆さまに、あらためて厚くお礼申し上げます。

富士通の取り組みの特長

胸繫型の専用馬具のポケットにセンサーを 1 個入れて、馬の胸前に装着します。肢や腰など普段馬具を装着しない部分にはセンサーを付けません。

図 1 は騎乗調教における装着の例です。首だけでなく腹帯にも馬具を固定することにより、駈歩、襲歩時にも安全にデータを採取できます。引馬など鞍を付けない場合には、腹帯相当のベルトで固定することで、少ない歩数で正しいデータを取得できます。



図 1 センサー装着例

これまでの取り組みについて（学術集会発表概要）

スマートフォンを用いたセンシング研究から取り組みを始めました。

2014 年度第 27 回日本ウマ科学会学術集会

「スマートフォンを用いた軽種馬の歩行判定システムの開発」

スマートフォンに内蔵された加速度計と角速度計を用いて得たデータを解析することで、歩数や歩法、バランスを算出できる。

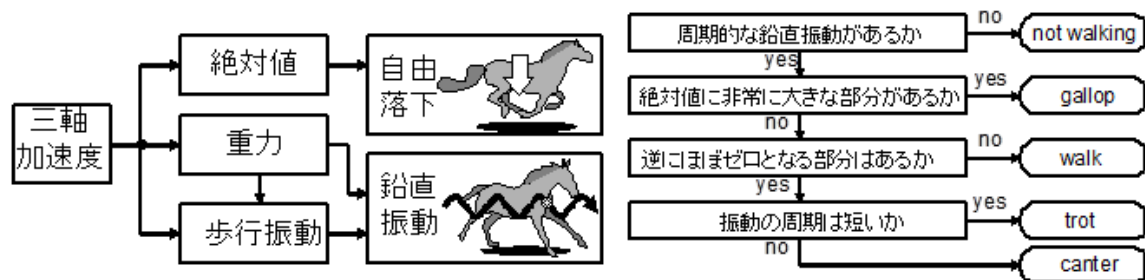


図 2 三軸加速度センサーからの歩法判定方法

「スマートフォンを用いた乗馬の歩様解析」

上記理論により実際に乗馬を用いて歩様解析を行った結果の報告。常歩・速歩・駈歩の歩法判別が可能であった。また、駈歩時の手前の判別も可能であった。跛行を呈する馬はバランス値において数値が分散する傾向にあるため、センサーによる跛行検知が可能である。

2016 年度第 29 回日本ウマ科学会学術集会

「スマートフォンを用いた軽種馬の歩様解析」

2014 年度報告時における歩法判別方法を改善し、判別精度を向上した。

胸繫に装着して採取したセンサーから得られる「上下運動」の波形には、「馬場の硬さ」と「歩行中の首の運動」が大きく影響することがわかった。硬い馬場では「自由落下」が小さくなることで判断を誤り、「速い常歩」や「ゆったりとした速歩」などでは歩行周期による判断を誤っていた。そこで、基本とするセンサー波形を「ヨー軸角速度」に変更し、「上下加速度」波形を補助情報として使用する方式に変更した。「ヨー軸角速度」波形は、馬が歩行時にセンサーを回すリズムを表すものであり、「上下加速度」と比較して「歩行中の首の運動」のノイズが乗りにくく正規化しやすいため、歩法判別の精度が向上した。



図 3 ヨー軸加速度成分をベースとした歩法判別

2016 年度発表における考察

馬の歩行時における「加速度」「角速度」波形をビデオ動画と突合していく過程において、これまで着目してきた歩数、歩法、バランスのみでなく、歩様そのものを解読できる可能性があることがわかってきた。現在、跛行検知や走行フォームの可視化などに向けた新たな実証試験を行っている。

今回のご紹介ポイント① 専用センサーの開発

スマートフォンは手軽に入手できる反面、他の優先度の高いアプリケーションの影響によりセンシングデータの欠落が発生していました。調教中の馬の歩様を確実にセンシングするために、富士通は、寒冷地で長時間、短周期でのセンシングに耐えられる専用センサー (BLOHSS(仮称))を開発しました。



図 4 専用センサー (BLOHSS (仮称))

今回のご紹介ポイント② 歩様の見える化

常歩及び速歩における歩行リズムの 0.1 秒に満たない一瞬の乱れから、馬が気にしている「何か」があることを検知します。「何か」はリズムを乱す一時的なもの、例えば「驚き」や「痒み」、或いは「気になる人が近くにいます」などかもしれません。が、「痛みが発生する瞬間」や「痛い肢に負担をかけないように庇う動作」において、この乱れは完歩毎、同じパターンを示すことがわかっています。

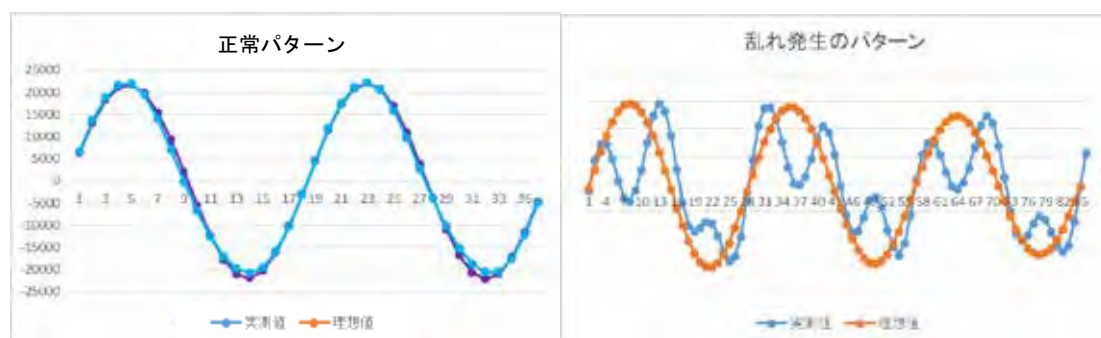


図 5 波形パターン

通常、馬の歩様検知は速歩で行われますが、富士通の取り組みの特色は、常歩及び速歩で行う点にあります。日本ウマ科学会学術集会で発表しているように歩法の自動判別が可能のため、センサーを装着したまま通常の調教を実施し、正確なトレーニング内容を保存・可視化することで、全調教データの内、常歩及び速歩のデータを自動抽出して、正常もしくは乱れの発生を確認できます。

常歩及び速歩のデータは、騎乗、トレッドミル調教、引馬、どの方法でも採取可能です。

おわりに

我々の取り組みが、北海道の厳しい環境における育成現場で、手軽にご利用いただけるよう、本技術を適用したサービス化を進めてまいります。

また、「2016 年度発表における考察」にある、走行フォームの可視化につきましても、現在取り組みを進めております。

第 46 回生産地における軽種馬の疾病に関するシンポジウム

一 般 講 演

子馬のロドコッカス・エクイ感染症の10年間にわたる回顧的調査と対策の推進

○篠田理恵¹、本間慎太郎²、武智茉莉¹、前田友起子¹、一條満¹

1 北海道日高家畜保健衛生所

2 農林水産省消費・安全局動物衛生課

はじめに

ロドコッカス・エクイ感染症（本症）は、*Rhodococcus equi* の感染により、子馬の肺や腹腔内のリンパ節等に膿瘍を形成する難治性の疾患である。*R. equi* は荚膜を保有する土壌菌で、子馬には主に放牧地において感染するとされている。馬に病原性を示すのは、病原プラスミドを保有する強毒株であり、病原プラスミドを持たない無毒株における本症は報告されていない[1, 2, 3]。また、本症で死亡した子馬の病態は、肺にのみ膿瘍がみられる肺型、腹腔内のリンパ節のみに膿瘍がみられる腸型、両方がみられる混合型がある（図1）[4]。

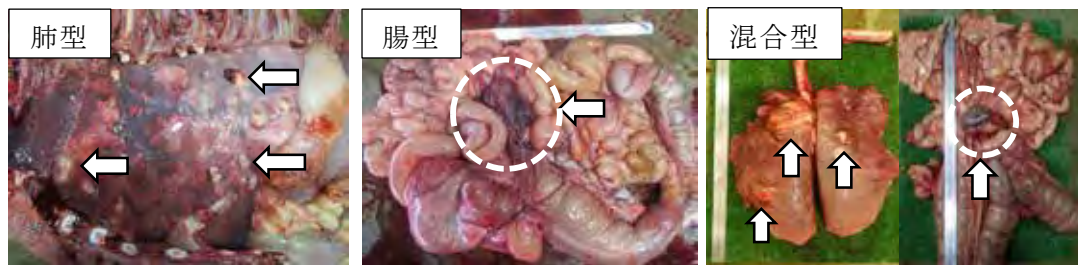


図1 *R. equi* 感染症死亡馬の病態分類

近年、日高家畜保健衛生所（当所）の病性検定において、本症を疑う検体及び *R. equi* が分離される事例が増加している（図2）。

そのため、過去10年間の回顧的調査として疫学的解析及び分離株解析を行うとともに、これまでほとんど報告がされていない *R. equi* の性状試験を実施し、増加要因の分析及び対策方法の再検討を行った。

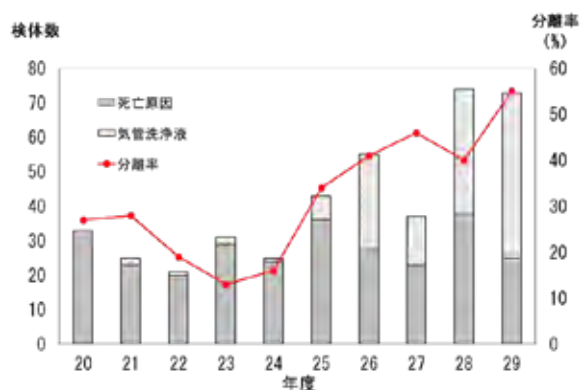


図2 病性検定における子馬からの *R. equi* 分離率

I 材料と方法

1 疫学的解析

疫学的解析は、平成20年4月～29年9月末までの当所における病性鑑定データを用い、*R. equi* 分離状況、死亡子馬の病態分類及び *R. equi* 分離時日齢について分析した。

2 分離株解析

(1) 病原プラスミド解析

病原プラスミド解析は、疫学的解析と同時期に日高管内で分離した *R. equi* 322 株について、高井らの手法に準じ RFLP 法により実施した。血液寒天培地で24時間培養した *R. equi* 株のコロニーからプラスミドを抽出し、EcoRIにて切断し、電気泳動により得られた切断パターンを分類した[5]。

(2) 薬剤感受性試験

薬剤感受性試験は、病原プラスミド解析を実施した株のうち 98 株について、Clinical and Laboratory Standards Institute (臨床・検査標準協会、CLSI) で定めた標準的試験法に従い、微量液体希釈法により最小発育阻止濃度 (MIC) を測定した。測定は、アンピシリン (ABPC)、セファゾリン (CEZ)、セフトリオフル (CTF)、ゲンタマイシン (GM)、ミノサイクリン (MINO)、ドキシサイクリン (DOXY)、アジスロマイシン (AZM)、クラリスロマイシン (CAM)、リファンピシン (RFP)、エンロフロキサシン (ERFX)、マルボフロキサシン (MAR) 及びイミペネム (IPM) の抗菌剤について実施した [6, 7, 8]。なお、CLSI には馬から分離された *R. equi* に対する判定基準が示されていないため、馬において分離されたその他の病原体の結果を参考に判定した。

3 性状試験

(1) 土壌中生存試験

R. equi の環境中における生存期間を調査した。土壌は、市販のさし芽用無菌土と、有機物が生存期間へ影響することを考慮し無菌土に有機物として馬糞便を重量 10% 添加した無菌土を用い、土 50kg に対し発症馬排菌量相当 (10^8 CFU/ml) の *R. equi* 菌液を 1 L 接種し、表層から深度 0cm、10cm、20cm 及び 30cm 地点における菌量について経時的に測定した。

(2) 消毒効果試験 (実験室内)

R. equi に対する消毒薬の効果を調査した。試験は秋山らの方法に従い実施した。使用した消毒薬は使用説明書に記載されている推奨希釈倍率をもとに、塩素系消毒薬 (300~3,000 倍)、次亜塩素酸系消毒薬 (500~2,000 倍)、逆性石炭酸 (500~2,000 倍)、10% 消石灰水溶液及びエタノールを使用した。なお、消石灰液は消石灰沈殿後の上清を使用した [9, 10]。

(3) 消毒効果試験 (環境飼料)

環境中における消毒薬の効果を調査した。環境飼料 (重量 1 kg) に発症馬排菌量相当 (10^8 CFU/ml) の *R. equi* 菌液 500ml を接種した乾草を用い、希釈した各種消毒薬 500ml 又は 1 L を散布・攪拌、24 時間感作させ、乾草乳剤から菌量を測定した。使用した消毒薬は前述の 3 の (2) と同様とした。なお、消毒については 3 日間継続して実施した。

II 結果

1 疫学的解析

(1) 子馬からの *R. equi* 分離状況

当所病性鑑定における子馬の死亡原因を検索した全 279 件のうち本症が 29.7% を占めており、死亡原因の主要原因であった。呼吸器疾患の原因検索に用いた気管洗浄液全 138 件における *R. equi* の分離率は、全体の 50.0% を占めた (図 3)。

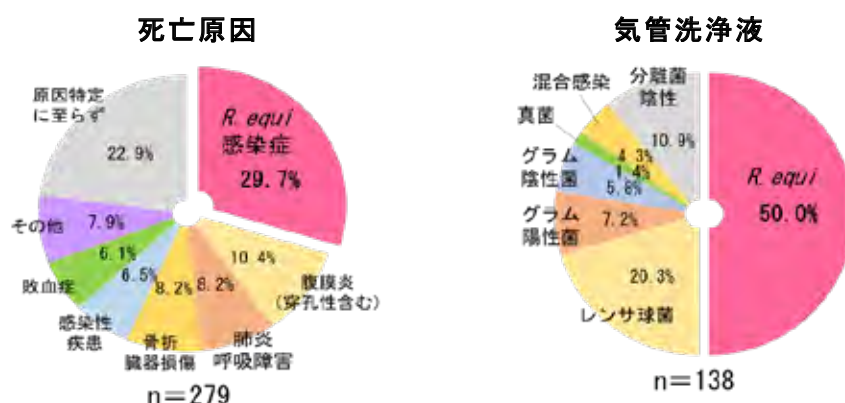


図 3 子馬からの分離状況

(2) 本症で死亡した子馬の病態分類

病態は、混合型が最も多く 61.5%、肺型は 32.5%、腸型は 6.0%であった。なお、各年度における病態の傾向に大きな差はみられなかった（図4）。

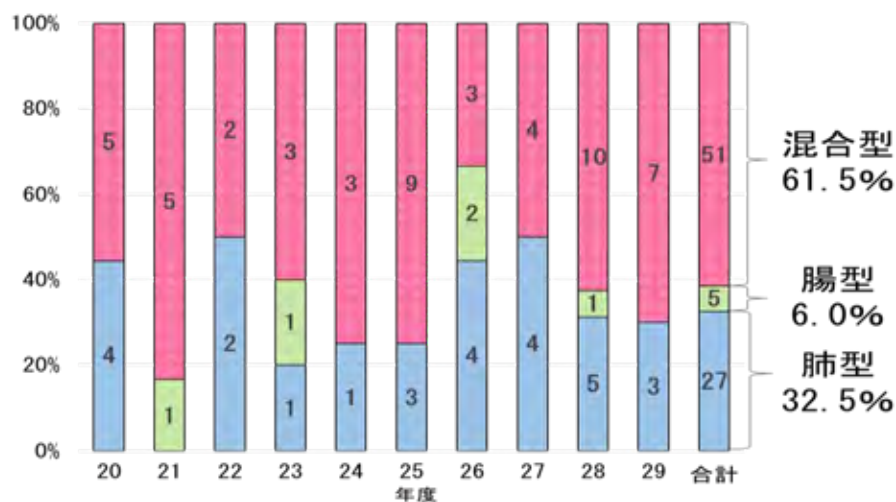


図4 病態分類

(3) *R. equi* 分離時の日齢

本症の死亡時平均日齢は 84.2（23～295）日で、40 日齢以下の若齢で死亡した例も確認できた。気管洗浄液の *R. equi* 分離時の平均日齢は 55.9（30～123）日で、60 日齢以下が 72.4%を占め、40 日齢以下では 18.8%であった（図5）。

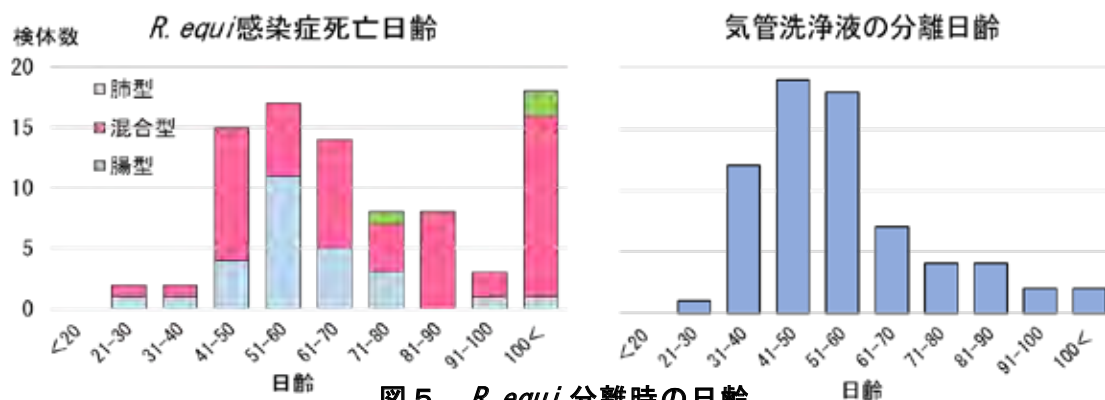


図5 *R. equi* 分離時の日齢

2 分離株解析

(1) 病原プラスミド解析

病原プラスミドは、87kbIIa 型が 73.3%、90kbI 型が 17.1%で、2つのタイプが多くを占めていた。また、国内未報告の 85kbI 型が 1 株確認されたが、各年度におけるプラスミド型の傾向に、大きな差はみられなかった（図6）。

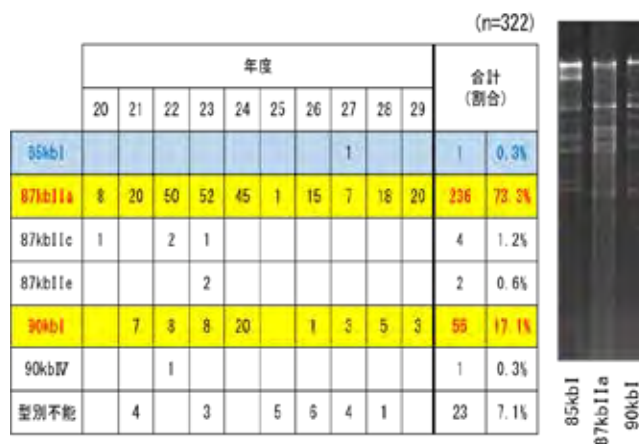


図6 病原プラスミド解析成績

(2) 薬剤感受性試験成績

各抗菌剤におけるMICの成績について、これまで管内では報告されていない、リファンピシン耐性株8株、テトラサイクリン系耐性2株、マクロライド系耐性7株、ニューキノロン系耐性29株が確認された(表1)。

表1 薬剤感受性試験成績

(n=98)

薬剤名	濃度											系統別 耐性株数
	<0.06	0.12	0.25	0.5	1	2	4	8	16	16<		
ABPC							1	22	69	6		75
CEZ										98		196
CTF										98		
GM				8	42	44	4					0
MINO				5	10	79	3		1			2
DOXY	2		6	5	28	56			1			
AZM						3	90	4		1		7
CAM	1	6	67	22				2				
RFP	13	34	26	14	2	1	1		1	6		8
ERFX				1	32	55	8	2				29
MAR					5	74	18		1			
IPM	21	73	4									0

※塗りつぶし部分はブレイクポイント以上の耐性と判定

3 性状試験

(1) 土壌中生存試験

定期的に深度0~30cmの菌量を測定した結果、菌量の減少はみられるものの、有機物の添加に関わらず、各深度の土壌中で6週間以上生存していた(図7)。

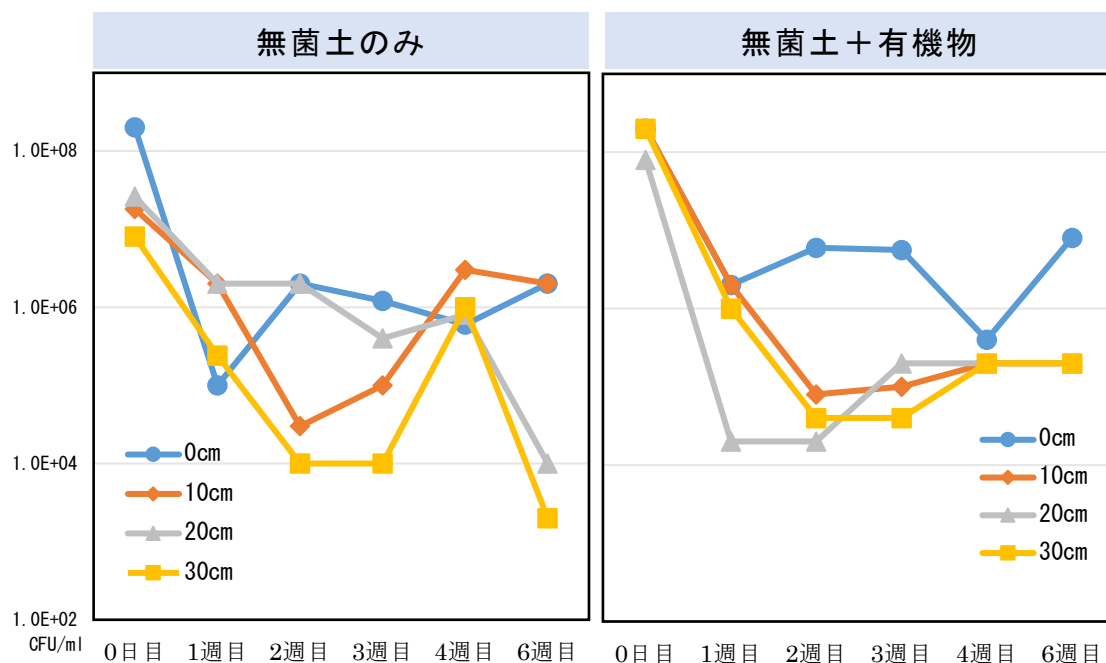


図7 土壌中生存試験

(2) 消毒効果試験(実験室内)

実験室内試験では、使用説明書に記載される推奨希釈倍率における塩素系及び複合次亜塩素酸系の消毒薬で、エタノールは50%以上の濃度で効果がみられた。推奨希釈倍率における逆性石鹼及び10%消石灰液では効果はみられなかった(表2)。

表2 実験室内における消毒効果試験

消毒薬	畜舎消毒 推奨希釈倍率	感作時間			
		30秒	1分	5分	10分
逆性石鹼	500～2,000	250倍	250倍	250倍	250倍
塩素系	300～3,000	6,400倍 $\leq$	6,400倍 $\leq$	6,400倍 $\leq$	6,400倍 $\leq$
複合次亜塩素酸系	500～2,000	4,000倍	6,400倍 $\leq$	6,400倍 $\leq$	6,400倍 $\leq$
10%消石灰液	—	効果なし	効果なし	効果なし	効果なし
エタノール	消毒用70%	50%以上	50%以上	50%以上	50%以上

(3) 消毒効果試験（環境飼料）

環境飼料試験では、重量1kgの乾草に対し500倍希釈の塩素系消毒薬1Lを散布した場合と70%エタノール500mlを散布した場合に効果がみられた。実験室内で効果があった複合次亜塩素酸系では効果はみられず、10%消石灰液では実験室と同様に効果はみられなかった（図8）。

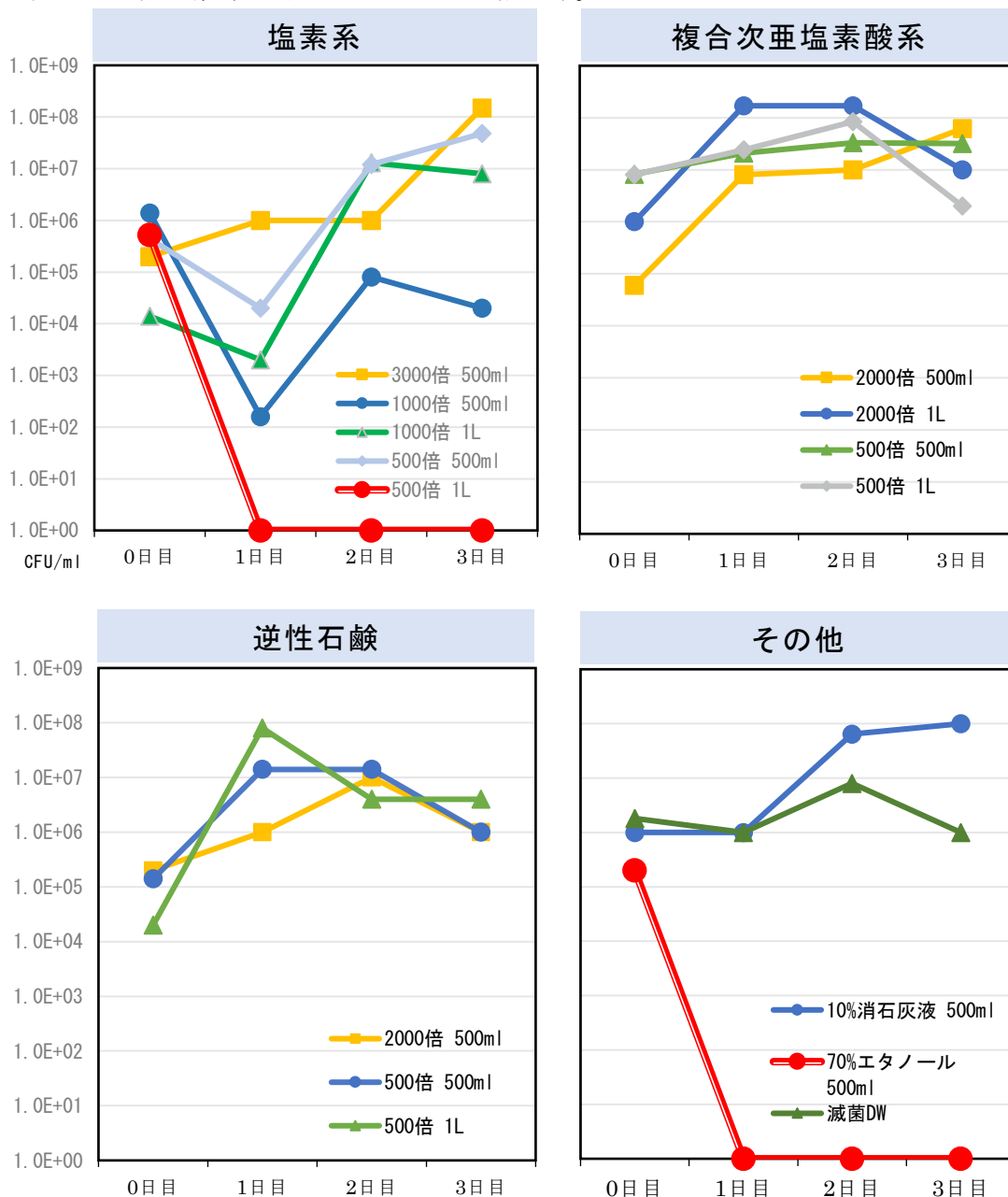


図8 環境飼料における消毒効果試験

Ⅲ 考察

10 年間の疫学的解析で、本症は病性鑑定における子馬の死亡原因の 29.7%を占め、死亡時の平均日齢は 84.2 日であったが、40 日齢以下の若齢馬の死亡例も確認された。呼吸器疾患の原因検索に用いた気管洗浄液では、全体の 50%から *R. equi* が分離され、分離時の日齢は、60 日齢以下が 72.4%を占めていた。各年度における病態分類の傾向に大きな変化はみられず、本症は子馬の死亡及び呼吸器疾患の主たる原因であることが改めて確認された。また、40 日齢以下の子馬でも 18.8%から *R. equi* が分離されたことから、生後 1 カ月には *R. equi* に感染していると推察された。この時期は、放牧地より厩舎内の滞在期間が長いいため、感染リスクは厩舎内の方が高いと考えられた。

分離株解析では、国内初報告の株が 1 株確認されたが、各年度におけるプラスミド型や病態分類の傾向に大きな変化はみられなかった。一方、薬剤感受性試験においてリファンピシン等に対する耐性株が出現しており、耐性株による治療効果の低減が考えられた。以上のことから、新たなプラスミド型の流行等は確認されなかったが、当管内では馬の移動等に伴う新たなプラスミド型や耐性株の侵入と流行のリスクが懸念される。

性状試験では、有機物の有無に関わらず土壌中で 6 週間以上生存することが確認された。消毒効果は塩素系では期待できるが、牧場で一般的に使用されている逆性石鹼では期待できず、環境で長期生存可能な *R. equi* は厩舎内で保持される可能性が考えられた。また、敷料の消毒は塩素系やエタノールで効果が認められるものの実用性に欠くことから、現場での実施は困難と考えられた。

Ⅳ まとめ

今回の調査結果から、これまで放牧地における対策が主体であった本症の対策について、当所では再検討が必要であると考えたため、次のことを提案する。

- (1) 気管洗浄液の培養は早期診断法として有用であるため、汚染度が高い牧場では、一定月齢の子馬全頭を対象にした健康検査を検討する。
- (2) 薬剤耐性株の出現を抑えるため、抗菌剤の予防的投与は実施せず慎重使用し分離された菌については、耐性株モニタリングを継続的に実施する。
- (3) *R. equi* は環境中で長期生存が可能なため、牧場では、分娩シーズンにおける敷料の再利用を行わず、分娩房や馬房の消毒には塩素系を使用する。

これらのことを関係機関・団体と連携して普及・啓発し、本症の対策を推進していきたい。

稿を終えるにあたり、分離株の解析及び薬剤感受性試験にご指導・ご協力いただきました日本中央競馬会競走馬総合研究所の丹羽秀和先生、データ提供等にご協力いただきましたみなみ北海道農業共済組合日高支所家畜高度診療センターの樋口徹先生に深謝いたします。

引用文献

- [1] 片山芳也、他：子馬のロドコッカス感染症第 2 版、2016
- [2] 加藤昌克、石山敏郎、他：第 43 回家畜保健衛生業績発表会集録、(1995)
- [3] N.M.Solvis, Equine Disease Quarterly, 13-3, July (2004)
- [4] 高井伸二、樋口 徹、加藤昌克、他：日本獣医学雑誌、50 巻 (1997)
- [5] 高井伸二：日本獣医学雑誌、51 巻 (1996)
- [6] Natuional Committee for Clinical Laboratory Standards: Performances standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals. Second edition, Approved Standard. NCCLS document M31-A2, 22 (6) (2002)

- [7] 動物由来再起人に対する抗菌性物質の最小発育阻止濃度（MIC）測定法（動物用抗 菌剤 2003 年改訂標準法）
- [8] Anne Riesenber, Andrea T. Feßler¹, Erdal Erol, et al : J Antimicrob Chemother 69,1045-1049 (2014)
- [9] 山本敦子、原田健弘、伊藤 満、他：第 63 回家畜保健衛生業績発表会集録、(2015)
- [10] 秋山 茂、小林正枝、岩下正人、他：感染症学雑誌、63（6）、575-583 (1989)

子馬のロドコッカス肺炎におけるドキシサイクリンの応用

NOSAI みなみ

日高支所中部家畜診療センター

岸 恵里

【はじめに】

子馬の *Rhodococcus equi* 感染症は、肺炎や腸炎を起こす難治性の細菌性疾患であり、生産地において非常に重要な疾患の一つである。現在の治療は、 β -ラクタム系抗菌薬やミノサイクリン(MINO)とゲンタマイシン(GM)の併用療法、あるいはマクロライド系抗菌薬とリファンピシン(RFP)の経口投与等が一般的であるが、抗生物質誘発性腸炎や高温環境下における高体温症などの副作用がしばしば認められ、重篤化する場合がある。また、近年耐性菌の増加が報告されていることから、抗生物質の慎重使用を考慮すべきである。一方で、海外では *R.equi* 感染症の治療に、テトラサイクリン系のドキシサイクリン(DOXY)が広く使用されている。DOXY はローソニア (*Lawsonia intracellularis*) 等の細胞内寄生菌に有効であり、一般的に使用されている抗菌薬である。そこで今回、*R.equi* 感染症の治療に DOXY を選択し、その効果および副作用について検討したので報告する。

【材料と方法】

2017 年 5 月～7 月および 2018 年 4 月～6 月に発熱を伴う呼吸器症状を呈した子馬(4 月～5 月中旬出生、初診時平均日齢 44.5 日)を対象とした。初診時に血液検査を実施し、一般検査および *R.equi* の抗体値(OD 値)を測定した。また、気管洗浄を行い、洗浄液の細菌培養および薬剤感受性試験を実施した。検温は朝夕実施した。治療には GM および MINO、DOXY を使用した。DOXY として「ビブラマイシン®錠(Pfizer)」を使用し、投薬は畜主が実施した。なお、各薬剤の投与量は、GM6mg/kg/日、静脈内投与、MINO2-4mg/kg(2 回/日)、静脈内投与、DOXY10mg/kg(2 回/日)、経口投与とした。また、治療中はガストログード®等のオメプラゾール製剤と乳酸菌製剤の投与を継続した。



図 1. ミノサイクリン、ゲンタマイシン



図 2. ドキシサイクリン (ビブラマイシン®錠)

表 1. 気管洗浄の手順

手順	操作
1	子馬に鎮静処置を行う
2	子馬の頭頸部を高い位置で保定し、チューブを経鼻ルートで気管分岐部の手前まで挿入する(生後1ヶ月半で約75cm)
3	子馬の頭頸部を気管洗浄液回収に適した高さにする(頭、頸、胸をほぼ水平にする)
4	生理食塩水30～40ml吸引したシリンジを、チューブに接続する
5	生理食塩水を注入し、気管最下部に貯留した洗浄液を回収する(この時、少量注入し吸引する操作を繰り返す)



図 3. 気管洗浄液採取に使用した
栄養カテーテル S (大) E-8
(富士システムズ株式会社)

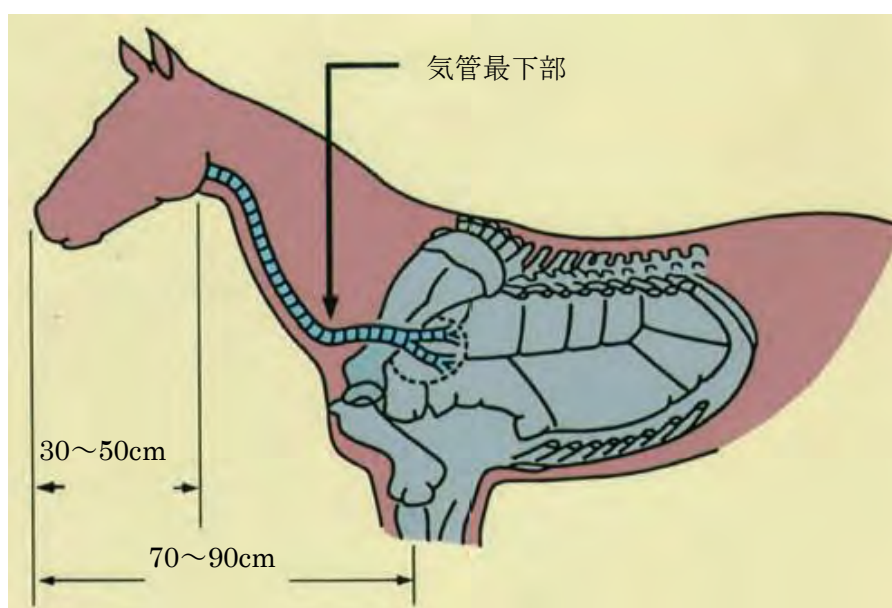


図 4. 気管洗浄液の採取部位
(子馬のロドコッカス感染症第 2 版 (中央畜産会) より引用)

【結果】

初診時の血液検査における一般検査結果および SAA 値、OD 値は症例により様々であった。すべての症例において気管洗浄液(TW)から *R. equi* が分離され、その内 2 症例では肺に大型の膿瘍を形成していた。今回発表する症例のうちいくつかについては、TW の細菌培養検査および薬剤感受性試験を日高家畜保健衛生所へ依頼し、いずれも DOXY の感受性は良好であった。なお、NOSAI で実施した薬剤感受性試験においては、DOXY の薬剤ディスクを扱っておらず、感受性を調べることはできなかった。いずれの症例についても治療経過は良好であり、副作用は認めなかった。

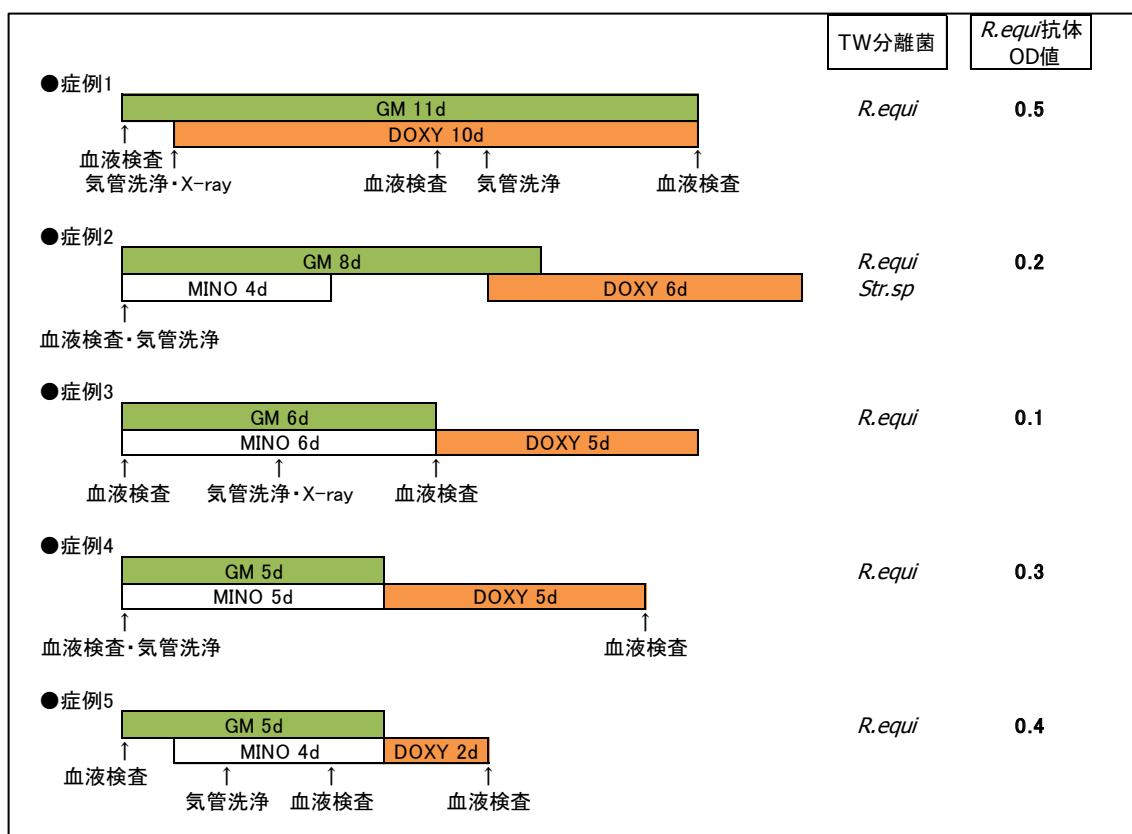


図 5. 治療経過（一部抜粋）

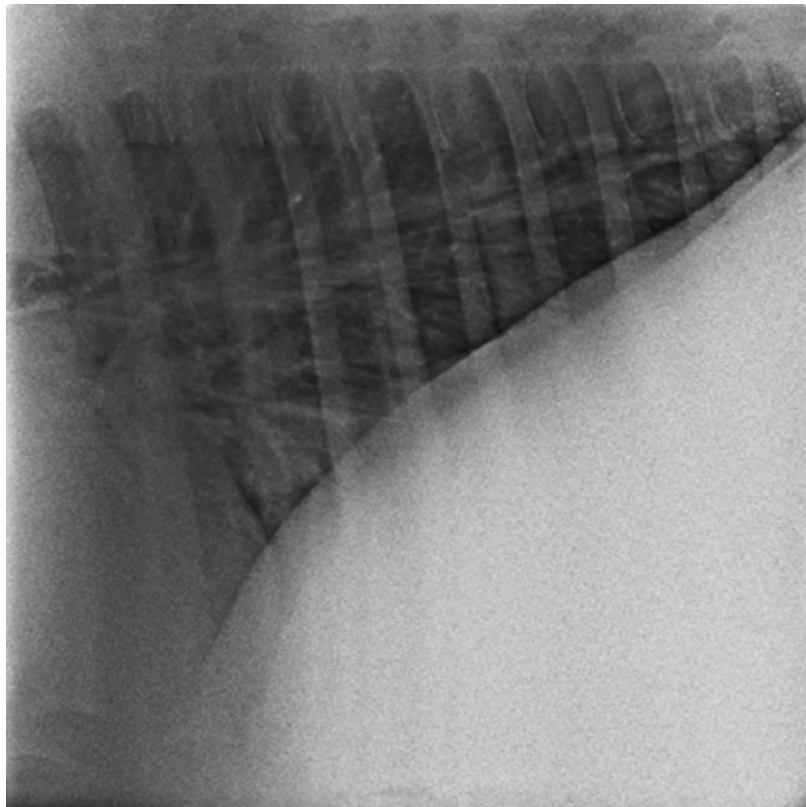
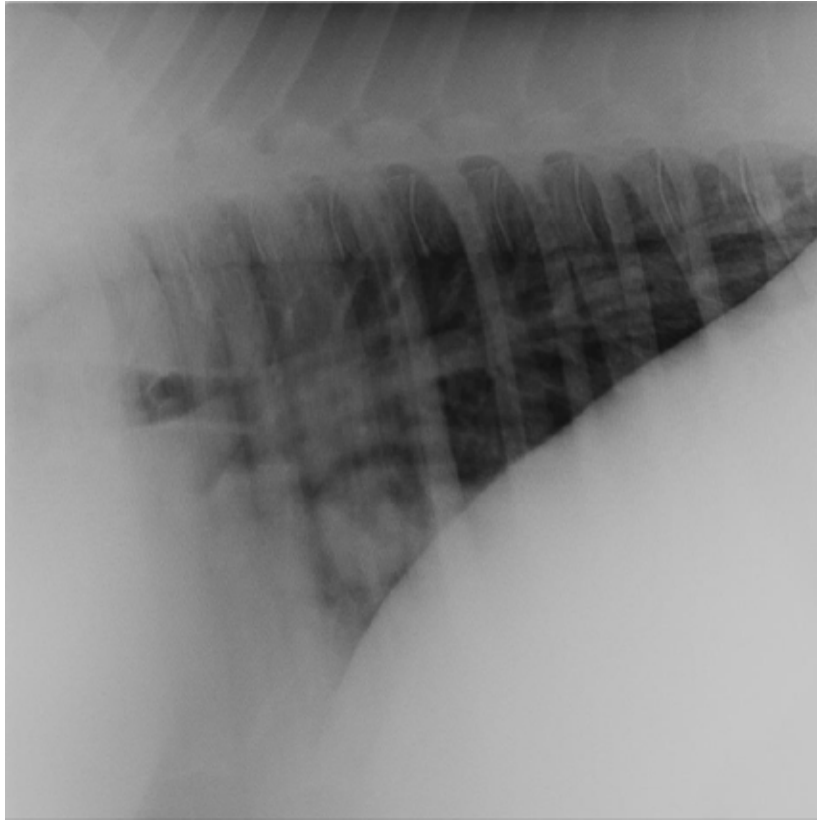


図 6. 症例 1：第 2 病日（上；治療中）と第 58 病日（下；治療終了後 1 ヶ月半）のレントゲン比較

【まとめ】

2 例を除き、膿瘍形成前の初期段階に治療を開始することができたため、比較的治療期間を短縮することができたと考えられる。いずれの症例についても治療経過は良好であり、副作用は認めなかったが、特に治療中は胃潰瘍や腸炎の予防としてオメプラゾール製剤や乳酸菌製剤を投与することも重要である。

今回、DOXY を使用することにより注射の回数が減ることで、注射による当歳馬への侵襲的ストレスを軽減できたと思われる。また、獣医師が牧場へ 1 日 2 回注射に通う場合と比べて診療回数の減少、および薬剤が安価なため治療費の低減および畜主の負担の軽減が見込まれる。今後、さらに症例数を増やし、現在の治療法に代替することが可能かを検討していきたい。

マウスモデルによるウマロタウイルスワクチンの評価

○根本 学¹、稲垣瑞穂²、田村周久¹、坂内 天¹、辻村行司¹、古角 博¹

(¹JRA 総研、²岐阜大応用生物科学部)

【背景と目的】

ウマロタウイルスは子馬に下痢を引き起こすウイルスであり、G3P[12]およびG14P[12]型が世界中で蔓延している。わが国ではウマロタウイルス病予防のために、2001 年から G3P[12]型ウイルスをワクチン株 (H0-5/1981/G3) とする不活化ワクチンが使用されている。本ワクチンは妊娠馬にワクチンを接種し、特異抗体を豊富に含む初乳を子馬に与えることで免疫効果をもたらす。G3P[12]型ウイルスに対する本ワクチンの効果は、ウマを用いた実験で示されているものの、G14P[12]型ウイルスに対するワクチン効果を評価した研究はほとんどない。本研究では効率性を考え、乳飲みマウスを用いて G3P[12]および G14P[12]型ウイルスに対するワクチン効果を評価した。

【材料と方法】

感染実験には Slc:ddY マウスを用いた。本試験スケジュールは、図に示すように、妊娠馬への接種方法を模倣して組んだ。すなわち、親マウスに G3P[12]型をワクチン株とする市販不活化ワクチン (馬ロタウイルス病不活化ワクチン, 日生研) (G3 ワクチン群) または G14P[12]型ウイルスをワクチン株とする自作不活化ワクチン (G14 ワクチン群) を 2 回接種し、ワクチン接種後に交配させた。そして生後 3-4 日目の乳飲みマウスに対してウイルスを経口投与し、ウイルス感染から 3 日間、乳飲みマウスの糞便状態を観察した。攻撃ウイルスには、G3P[12]型 2 株 (H0-5/1981/G3 および No. 1/2010/G3) および G14P[12]型 2 株 (JE77/1997/G14 および No. 50/2010/G14) を使用した。またコントロールとしてワクチン未接種マウスから産まれた乳飲みマウスを用意して同様の試験を行った (未接種群)。ワクチン接種および未接種群間で下痢の発症率を比較することで、ワクチンの効果を検証した。

【結果と考察】

ワクチン未接種群での下痢発症率は、H0-5/1981/G3、No. 1/2010/G3、JE77/1997/G14 および No. 50/2010/G14 のウイルス経口感染によって、それぞれ 93.1% (54/58: 下痢を発症した数/実験に使用した数)、98.2% (55/56)、90.9% (50/55) および 75.9% (41/54) であった。一方、G3 ワクチン接種群での発症率は、H0-5/1981/G3、No. 1/2010/G3、

JE77/1997/G14 および No. 50/2010/G14 の経口感染によって、それぞれ 42.6% (20/47)、28.6% (14/49)、72.9% (35/48) および 78.0% (39/50) であり、G14 ワクチン接種群で下痢発症率は 50.0% (21/42)、41.2% (21/51)、31.5% (17/54) および 51.1% (23/45) であった。

すなわち、G3P[12]型ウイルスで乳飲みマウスを攻撃した場合、未接種群と比較して G3 および G14 ワクチン接種により有意に下痢の発症率は低下した。また、有意な差はなかったものの、G3 ワクチン接種群の方が G14 ワクチン接種群に比べ、G3P[12]型ウイルス攻撃による下痢の発症率は、攻撃したウイルス 2 株ともに低かった。

G14P[12]型ウイルスで攻撃した場合、未接種群および G3 ワクチン接種群と比較して、G14 ワクチン接種群では有意に下痢の発症率は低下した。また G3 ワクチン接種群において、No. 50/2010/G14 で攻撃した場合は未接種群と比較して有意差はなかったものの、JE77/1997/G14 で攻撃した場合は未接種群と比べ有意に下痢の発症率は低下した。

以上の結果より、G3P[12]型ウイルスに対して G3 ワクチンおよび G14 ワクチンは有効であること、および G14P[12]型ウイルスに対しては G14 ワクチンが G3 ワクチンと比べてより有効であることが明らかとなった。

マウスモデルを用いてウマロタウイルスワクチンを評価した本研究結果は、現行の G3 ワクチンに G14P[12]型ウイルスをワクチン株として追加する必要性を示している。

(本実験スケジュール: マウス)



(妊娠馬への接種プログラム)

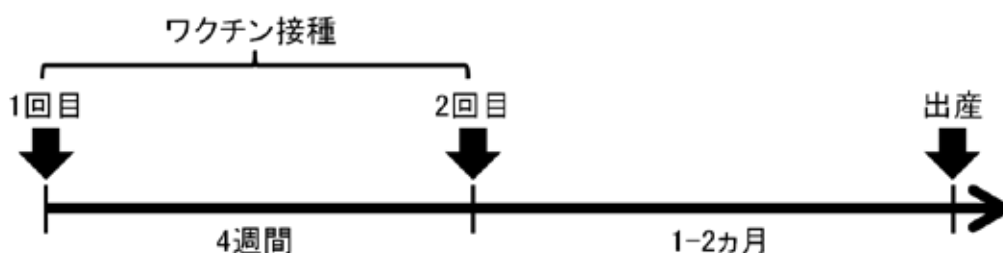


図 マウスを用いたスケジュール（本実験）と妊娠馬への不活化ワクチン接種プログラム

急性大腸炎に伴う血液凝固異常に対する 血漿輸液療法の検討

JRA 栗東トレーニング・センター

競走馬診療所 山本 匠

1. はじめに

競走馬の急性大腸炎は致死率が高く、競走馬臨床における大きな問題の1つであり、JRA 栗東トレーニング・センター(TC)では 2011-2014 年頃より発症件数が増加した。疫学調査、予防法の検討に加え、治療法の改善も喫緊の課題となっており、その1つとして血液凝固異常への対応を模索している。本抄録では、初めに栗東 TC における急性大腸炎の現状、続いて発症馬における血液凝固異常に関する回顧的調査結果を紹介したのち、現在取り組んでいる血漿輸液療法の試行症例についてまとめる。

2. 栗東 TC における腸炎の現状

競走馬の急性大腸炎（以下、腸炎）の発症には、輸送や手術、飼料の急激な変化といったストレス要因、もしくは抗生剤投与などによる腸内細菌叢の変化が関係していると考えられている。発症すると発熱や悪臭を伴う水瀉便を認め、症状が進行すると盲結腸の広範な粘膜壊死を生じると共に、頸静脈炎や蹄葉炎といった合併症を発症し、死に至ることも少なくない（図 1）。



図 1 腸炎発症馬の水瀉便（左）と盲結腸の粘膜壊死（右）

腸炎発症馬は近年増加しており、2004-2013 年の 10 年間における致死率は 31.6%であった（第 56 回競走馬に関する調査発表会 藤木ら 2014）。特に *Clostridioides difficile* 感染馬に限定すると、致死率は 80%にも達する。これら腸炎発症馬の病理学的検索に注目して

みると、全身諸臓器における微小血栓の形成や線維素の析出を認めることがあり（図 2）、これは播種性血管内凝固（DIC）を示唆する所見と考えられる[1]。

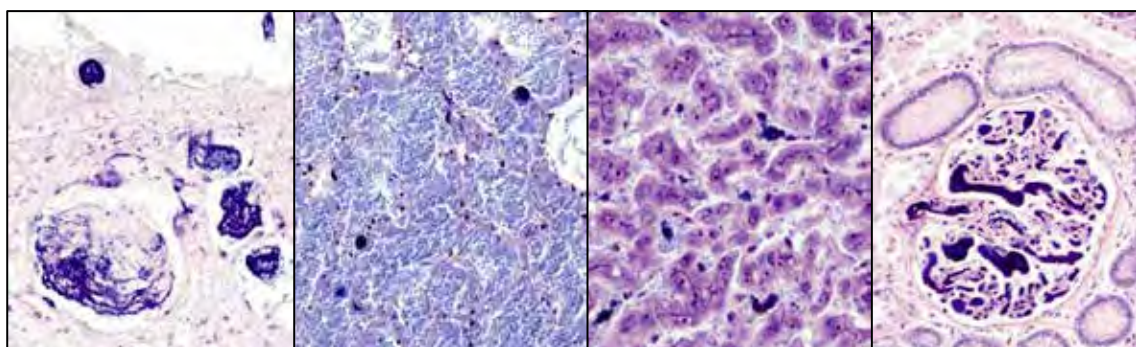


図 2 腸炎発症馬の諸臓器にみられる微小血栓（左より大腸粘膜、肺胞、肝臓類洞、腎糸球体：全て PTAH 染色）

2. 腸炎発症馬の血液凝固異常に関する回顧的調査

前述のように腸炎の発症において DIC が深く関与していると考えられ、その関係性については既に報告があるが [2, 3]、これまで本邦の競走馬臨床現場において血液凝固機能への注目度は低く、検査が十分に行われてこなかった。そこで、臨床検査会社に測定を依頼し、競走馬の腸炎に伴う血液凝固異常を回顧的に評価した（第 57 回競走馬に関する調査発表会 野村ら 2015）。対象は栗東 TC で腸炎と診断された 14 頭で、初診日から最長第 5 病日までとし、測定は（株）モノリス（現：富士フィルムモノリス株式会社）へ依頼した。血液凝固機能の評価項目は、活性化部分トロンボプラスチン時間（APTT）、プロトロンビン時間（PT）、アンチトロンビン（AT）活性、トロンビン・アンチトロンビン複合体（TAT）、フィブリノーゲン（FIB）、フィブリン分解産物（FDP）の凝固線溶系 6 項目とした。また、臨床上健康な競走馬 20 頭についても同項目を測定した。

まず、腸炎発症馬における血液凝固異常の有無を評価するために、発症馬と健常馬の凝固線溶系項目を比較して解析を行なった（図 3）。

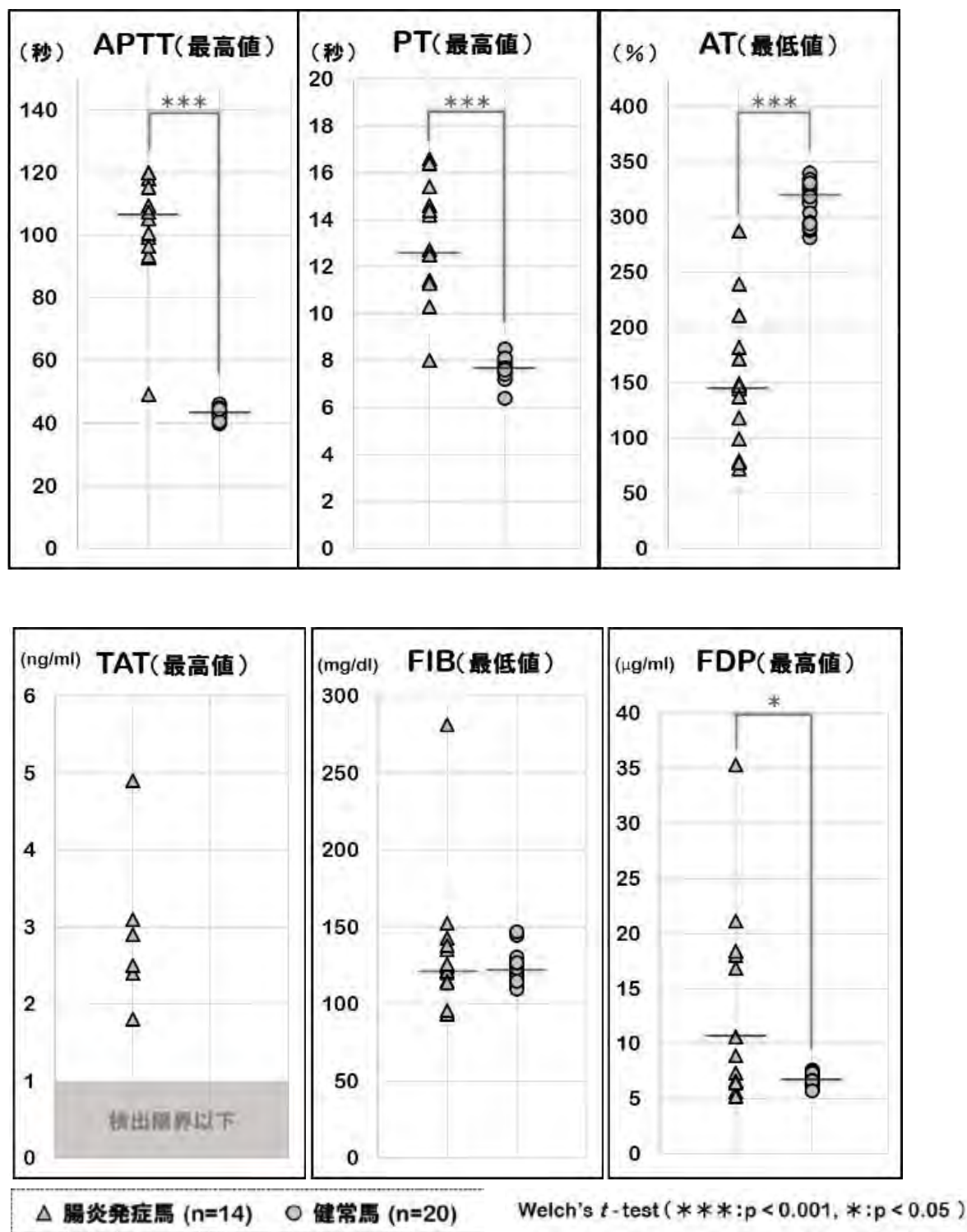


図3 腸炎発症馬と健常馬の凝固線溶系測定値（いずれも期間内の最高・最低値）

腸炎発症馬では APTT・PT の延長と AT 活性の低下、FDP の上昇が有意に認められた。また、腸炎発症馬 14 頭のうち 6 頭において TAT が検出された。この結果より、腸炎発症馬では血液凝固活性化と線溶活性化が生じていることが示唆された。

次に、14 頭のうち継続して 4 日間以上測定データのある 9 頭の凝固線溶系項目の経時的

変化を評価した。9頭のうち下痢症が回復したもの5頭（他の疾病で安楽死処置した2例含む）を回復群、第7病日以内に死亡あるいは安楽死処置したもの4頭を致死群とした（図4）。両群を比較すると、回復群におけるAPTT、PT、AT、FDPは第2・3病日で正常へ転じる傾向にあるのに対し、致死群では異常が進行する傾向が認められた。また、FIBは両群間で変動の差を認めなかった。

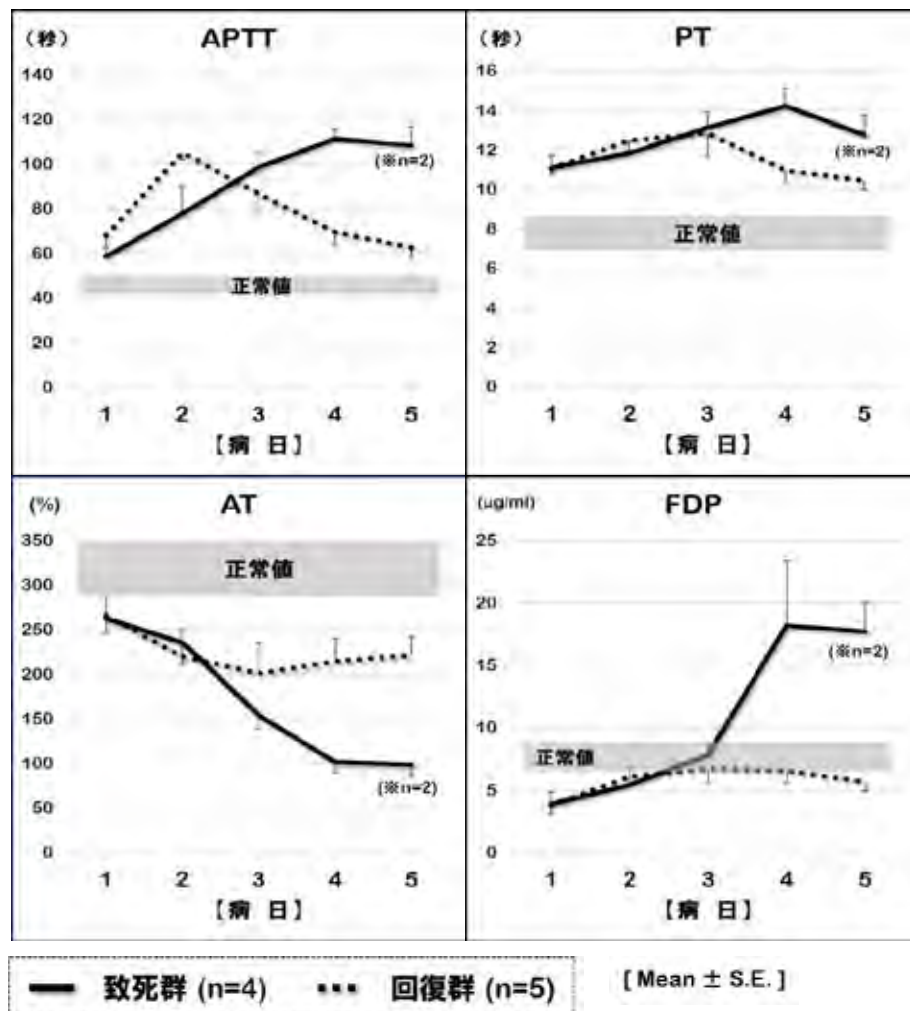


図4 致死群と回復群における凝固線溶系の経時的変化

（致死群において第4病日に2例が死亡したため、第5病日は2例）

また、TATの検出を認めた6頭において、経時的にTATの上昇を認め、いずれも検出を認めた2日以内に死亡した。一方、他の腸炎発症馬では、検出限界以下であり、顕著な凝固活性化を示すTATの上昇は、腸炎の病態の終末的状况を示唆していると考えられる。さらに致死群では、第3病日から第4病日にかけてATは急激に低下しており、凝固異常の進行を示唆するとともに、予後の悪化にも関連していると考えられる。医学領域では、ヘパリンと結合して抗凝固作用を示すAT活性が正常の70%以下となった場合ATの補充療法が適応とされ、臨床応用されている[4, 5]。同様に競走馬においても、AT活性が持続的かつ顕著な低下を認めた場合、ATの補充療法を検討する必要が示唆された。

3. 血漿輸液療法の検討

腸炎発症馬に対して AT を補充する手段の 1 つとして、血漿輸液療法が考えられる。一方、生産地の馬医療で行われている血漿輸液は、移行免疫不全症やローソニア感染症の治療に対する免疫グロブリンやアルブミンの補充が目的であり、どちらもタンパク質成分である。このように血液凝固因子の補充を目的とした血漿輸液の報告はなく、競走馬の腸炎発症例に対する有用性は明らかにされていない。そこで、AT 活性が一定水準値以下に低下した症例を対象として、血漿輸液療法を試行した（第 59 回競走馬に関する調査発表会 野村ら 2017）。

ベッドサイドでのモニタリングを可能とするため、Sysmex 社製の自動測定装置(CA-650)を導入して AT 活性を測定した。血漿輸液の適応基準は、AT 活性が初診時から持続的に低下して正常の 50%以下となった症例とした。血漿輸液のドナーは本会日高育成牧場で繋養されているユニバーサルドナー（UD）もしくは健康なサラブレッド種とし、採材から投与するまでは-20℃で冷凍保存した。1 回の投与量は、1 頭のドナーから一度に採材できる全血液量を基準として、血漿 3・4L とした。改善が得られなかった症例など、主治医の判断で 2 回目の投与を行った。

2017 年の栗東 TC にて腸炎発症馬のうち、以上の方針に従い血漿輸液を行なった 6 症例（表 1）について AT 活性の推移と予後を調査した。投与日は第 2・6 病日、投与量は平均 3.4L であった。ドナーは UD が 3 例、サラブレッド種が 3 例であった。なお症例 6 では、2 回目の投与時に蕁麻疹を発症したため投与を中止した。

	投与日	投与量(L)	ドナー
症例 1	第 6 病日	4.0	UD
症例 2	第 5・6 病日	3.0・3.6	サラブレッド A
症例 3	第 2・3 病日	3.5・3.0	UD
症例 4	第 2・3 病日	3.5・3.0	UD
症例 5	第 4 病日	4.0	サラブレッド B
症例 6	第 2・3 病日	3.5・1.0*	サラブレッド C

表 1 各症例に対する血漿輸液実績（*蕁麻疹を発症したため中止）

各症例において、投与を中止した 1 回を除く 9 回中 8 回で AT 活性上昇を認め、平均値は投与前で 96%、投与後で 106%であった（図 5）。

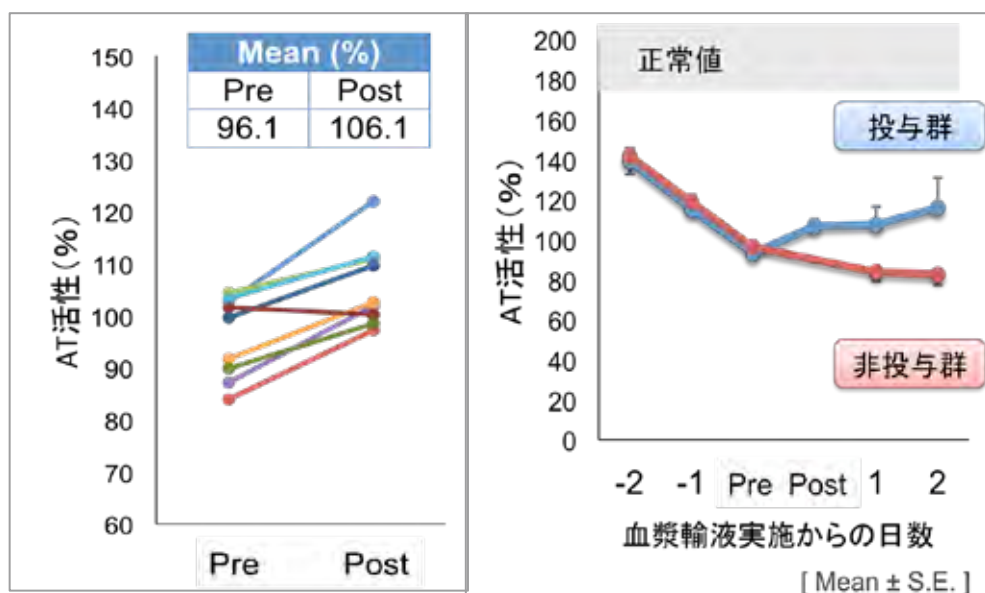


図 5 血漿輸液前後の AT 活性の推移

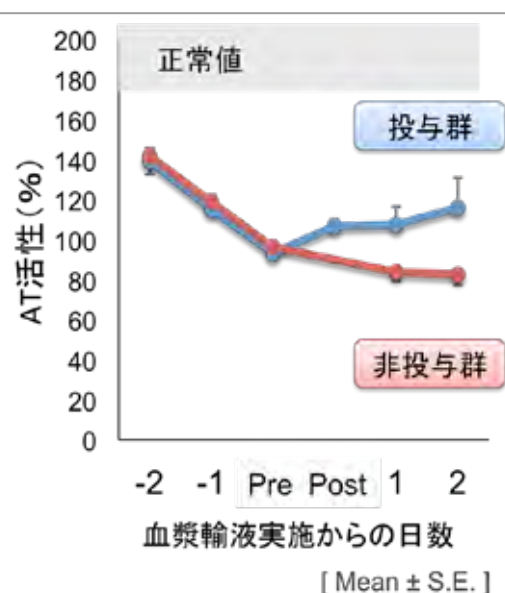


図 6 血漿投与群と非投与群の比較

さらに血漿輸液を実施した症例（6 頭：投与群）と、AT 活性が正常の 50%を下回り血漿を投与しなかった過去の症例（4 頭：非投与群）について AT 活性の推移を比較したところ、投与群で上昇傾向が認められた（図 6）。

次に、血漿輸液後の AT 活性の推移と予後の関連を比較した（表 2）。

症例	AT活性の推移	予後
症例1	上昇傾向を維持	治癒
症例2		治癒
症例3		治癒
症例4		安楽死（腎不全）
症例5	投与直後のみ上昇し、翌日には減少傾向に	安楽死
症例6		安楽死

表 2 血漿輸液後の AT 活性の推移と予後

症例 1-4 では、投与後も AT 活性の上昇傾向が維持され、腎不全で安楽死となった 1 例を除いた 3 例で治癒した。一方、症例 5・6 では、投与直後は AT 活性が上昇したが、翌日より減少傾向となり安楽死となった。

AT 活性の上昇傾向が維持され治癒に至った 3 症例では、血漿輸液により予後が改善した可能性が示唆された。一方で症例 4 のように AT 活性の上昇が維持されたが治癒しなかったのは、凝固異常以外の病態進行が関わっていると考えられた。また、症例 5・6 のように AT 活性上昇が一時的に留まりその後減少傾向となったのは、凝固活性化に伴う因子の消費や血管透過性の亢進に伴う漏出が持続している可能性が示唆された。今後、血漿輸液療法の適応基準や効果的な投与方法について検討を続けていきたい。

参考文献

1. Cotovio, M., Monreal, L., Navarro, M., Segura, D., Prada, J. and Alves, A. 2007. Detection of fibrin deposits in tissues from horses with severe gastrointestinal disorders. *J. Vet. Intern. Med.* **21**: 308–313.
2. Dolente, B. A., Wilkins, P. A., and Boston, R. C. 2002. Clinicopathologic evidence of disseminated intravascular coagulation in horses with acute colitis. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **220**: 1034–1038.
3. Monreal, L., Anglés, A., Espada, Y., Monasterio, J. and Monreal, M. 2000. Hypercoagulation and hypofibrinolysis in horses with colic and DIC. *Equine Vet. J. Suppl.* **32**: 19–25.
4. Maruyama, I. 2009. Expert consensus based on the evidence for the treatment of disseminated intravascular coagulation due to infection intravascular. *Japanese J. Thromb. Hemost.* **20**: 77–113.
5. Sakamoto, Y., Inoue, S., Iwamura, T., Yamashita, T., Nakashima, A., Nishimura, Y., Koami, H., Imahase, H., Goto, A., Yamada, K. C., Mashiko, K. and Yokota, H. 2013. Studies on therapeutic effects and pathological features of an antithrombin preparation in septic disseminated intravascular coagulation patients. *Yonsei Med. J.* **54**: 686–689.

分娩後胎盤停滯に対する umbilical vessel water infusion の サラブレッド繁殖牝馬への応用検討

○前田 昌也 池田 寛樹 野坂 拓史
日高軽種馬農業協同組合 静内診療所

【はじめに】

ウマの胎盤は分娩後 30 分～3 時間程度で排出されるべきであり、3 時間以上経過しても排出されない例に対しては胎盤停滯 (RP) と考えるべきである。胎盤停滯の発症率は 2～10%と報告にも幅があるが、重種馬、難産、妊娠期間の延長している例などにおいて比較的发症率が高いと言われており、産褥性の子宮内膜炎や蹄葉炎といった後遺症を引き起こす恐れがあるため早期発見を心がけ適切な処置をするべきである。処置法としては子宮収縮作用のあるオキシトシン投与、用手法、あるいは子宮洗浄が従来実施されてきているが、近年国内外で臍血管注水法 umbilical vessel water infusion (以下 UVWI と略記) による停滯胎盤除去が有用であると報告されている (Meijer et.al, 2015, 福本ら, 2016)。しかしながらこれらの報告ではサラブレッド繁殖牝馬に対して処置した実績がなく、また報告通りの方法を一次診療現場で実践するのは難しいため、今回サラブレッド生産現場での UVWI 導入を検討し、その有用性評価のため、従来の方法で処置されてきた過去の症例との比較を行った。

【材料と方法】

2017～2018 年に胎盤停滯の稟告で診療し、①外陰部の外は羊膜と臍帯のみで胎盤が確認出来ず、②TPR・CRT のチェックにより全身状態の低下が見られなかったサラブレッド繁殖牝馬の内 11 例に対して UVWI を実施した。

実施時は α_2 作動性鎮静剤 (主としてキシラジン 300mg i. v.) とオキシトシン (25IU i. m.) を投与後に注水を開始した。注水は外径 9mm の経鼻胃カテーテルとストマックポンプ (図 1) により水道水を注入し水量を記録した。2018 年の 4 例についてはオキシトシン投与から胎盤除去までの時間を計測した。胎盤除去後は再度オキシトシン (25IU i. m.) を投与した。

従来の方法と成績を比較するため、2012～2017 年に (流産例は除く) 分娩後胎盤停滯発症馬で回顧可能であった 23 例と合わせて発症後の受胎成績などについて比較した。



図 1

【成績】

応用検討

症例 1～失敗例

6 歳、2 産目。2 月 7 日分娩後 6 時間以上経過で診療依頼があり、前投薬投与後約 200 注水したが排除できず、オキシトシン 25IU を 500ml 生理食塩水に希釈し持続点滴を開始した。点滴終了直後に子宮収縮痛を示し横臥すると同時に、胎盤が速やかに排出された。

症例 2

前投薬投与後約 400 注水後、膣・子宮内の浮遊胎盤を把持し尾側へ引き寄せると、剥離することなく胎盤が除去された。

症例 3 以降は症例 2 と同様の方法を適用し、速やかに胎盤が除去された。前投薬投与から除去までの時間を計測した 4 例についてはそれぞれ 18, 25, 22, 24 分であった。

発症馬の繁殖成績

2012～2017 年に UVWI 以外の方法で処置された発症馬は 23 例で年齢の中央値は 16 歳、内 17 例 (73.92%) が受胎、3 例 (13.04%) が不受胎、3 例 (13.04%) が交配していなかった (図 2)。受胎例については、分娩から受胎までの日数は中央値で 36 日であった。

2017 年に UVWI を実施した 7 例は年齢の中央値 13 歳、内 4 例 (57.14%) が受胎、2 例 (28.57%) が不受胎、1 例 (14.29%) が交配していなかった (図 2)。受胎例については分娩から受胎までの日数は中央値で 41.5 日であった。

2018 年に UVWI を実施した 4 例を合わせた結果は発表をもって報告する。

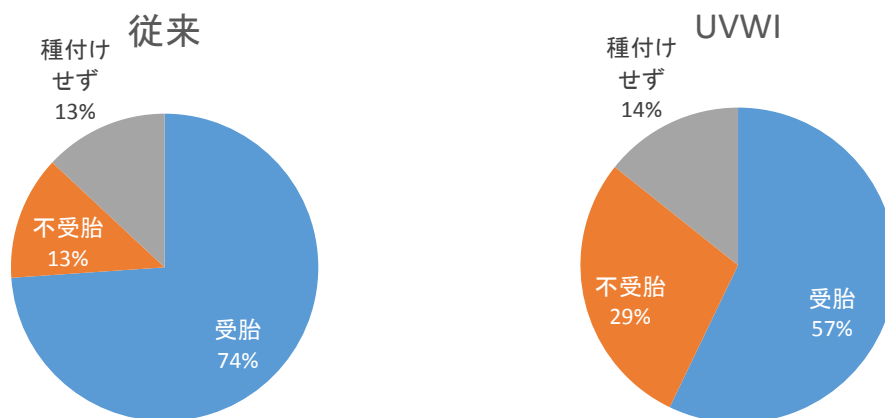


図 2

【考察】

応用検討

胎盤停滞に対する従来の処置について所要時間は回顧的に調査できなかったが、オキシ

トシン単回投与が無効な例において、持続点滴や用手剥離で胎盤を遺残させないように除去するには経験的に長時間を要する。短時間で処置しようと無理に用手剥離すると胎盤の断片を遺残させ、産褥性の発熱・蹄葉炎を導くこともある。この処置に比して UVWI は前投薬投与後約 20 分程度で処置が終了した点では優れていると思われた。

実施前に繁殖牝馬の全身状態を確認することは非常に重要である。周産期には子宮血管破裂・子宮穿孔・消化管破裂・膀胱破裂・急性腹症など様々な重篤疾患に見舞われる可能性があり、これら疾患の兆候を見落とさないためにも TPR・CRT の確認が最低限必要であり、少しでも異常を見つけた際には当然 UVWI を実施すべきではない。

α_2 作動性鎮静剤の投与をすべての例に実施したのはサラブレッド種が他の品種に比して気性面で難があり注水処置中の時間従順にできない可能性があること、一次診療現場で枡場の使用は殆どできず馬房での処置となったことによる。

オキシトシン投与を 25IU としたのは動物用オキシトシン注射薬が 50IU アンプルで普及している一方で、50IU を単回投与すると子宮脱の危険性が高くなるため、二回に分けて投与するための判断である。Meijer らの報告では UVWI 実施を決断するまでに 10~20IU が既に最大 3 回投与されており、さらに 10~20IU を UVWI 直前に投与としている。今回 UVWI 実施前に従来のオキシトシン投与を実施していないのは、外陰部に胎盤が目視出来ず触知困難な例が殆どであったため、最初から UVWI を適用すると決断したことによる。

1 例目において胎盤を順調に排出できなかったのは水量（約 200）が不十分であったとの判断より、2 例目以降水量を増やす（約 400）ことで排出されるようになった。Meijer らの報告では水道に直結した器具を用いて 5~10 分注水が続けるとされており具体的な水量は不明のままであるが、注水時間から推察すると今回よりも多くの注水量と思われる。品種の違いもあり単純に比較できないが、サラブレッドで本法を実施するなら少なくとも 400 は注入する必要があると考えている。

発症馬の繁殖成績

胎盤停滞発症馬の繁殖成績は良好でないという仮定より新たな処置法としての UVWI を今回検討したが、期待を大きく覆し、発症年内の受胎率、受胎までに要する日数ともに UVWI が従来の処置例より劣る結果であった。 Meijer らは 147 頭の繁殖牝馬に対して実施しているものの、処置馬のごく一部でしか後の繁殖成績に関する追跡調査がされていない。しかしながら調査された 12 頭（全てフリージアン種）については分娩後発情周期が様々ではあるが、1 回の人工授精で受胎したと報告されている。国内でサラブレッドと重挽馬では胎盤の排出時間にかなり違いがあり（Ishii, et al. 2013）、サラブレッドの胎盤停滞は重挽馬やフリージアン種の報告に比して低い発症率である。重挽馬は運動量の少なさや子宮の重さが要因となり胎盤停滞後の子宮炎罹患リスクが高いにもかかわらず、今回サラブレッドで UVWI を実施した例で従来の方法より繁殖成績が下がった。サラブレッドと他の品種の間にどのような違いがあるのかを今後追究することも課題である。さらに

オキシトシン単回投与や持続点滴に比べて子宮内に水道水を注入する UVWI は衛生的に優れた方法とは言えず、処置後の子宮内に残存した注入水を積極的に排出させる処置が必要と思われる。今回その手段としても排出後にオキシトシン 25IU を追加投与していたが十分とは言えない可能性があり、更なるオキシトシンの追加投与や排出後 6 時間以降の子宮洗浄を処置の一部とする必要があるかもしれない。

このような問題が残るものの、ほぼ全ての症例で速やかに胎盤を排泄できた点で UVWI は優れた方法であり、サラブレッドに応用するためのプロトコルを今後も検討したい。

【まとめ】

分娩後胎盤停滞発症サラブレッドに対する UVWI は

- ①全身状態の安定を確認した後
- ②鎮静下で 400 以上の注水を実施することにより
- ③20 分程度ですべての胎盤を除去できる

ことまでを今回構築したが、少なくともサラブレッド繁殖牝馬にとっては良好な繁殖成績を得るため、処置後の更なるケアを今後検討すべきである。

【参考文献】

How to Use Umbilical Vessel Water Infusion to Treat Retained Fetal Membranes in Mares

AAEP PROCEEDINGS 2015; 61: 478-484.

重種馬の胎盤停滞に対し臍帯からの注水処置 (Water Infusion 法) を実施した 2 症例
第 44 回 生産地における軽種馬の疾病に関するシンポジウム 64-68.

Relationship between the Placental Retention Time and the Reproductive Performance at the Foal Heat in Thoroughbred and a Comparison with Heavy Draft
J Equine Sci. 2013; 24(2): 25-29.

Retained placenta in Friesian mares: incidence, and potential risk factors with special emphasis on gestational length.
Theriogenology. 2004 Apr 1; 61(5): 851-9.

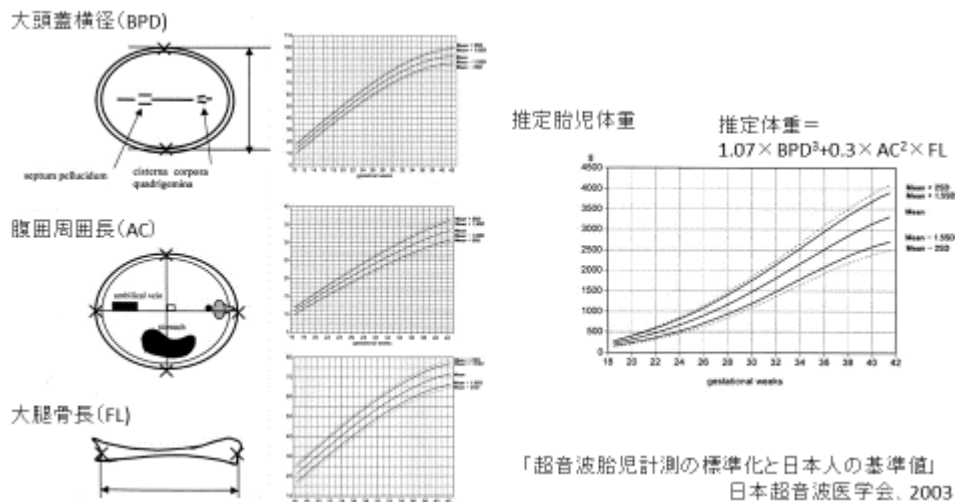
流産胎子の大きさに関する回顧的調査

○村瀬晴崇¹⁾・宮澤和貴²⁾・原田健弘³⁾・小澤みどり⁴⁾・佐藤文夫¹⁾

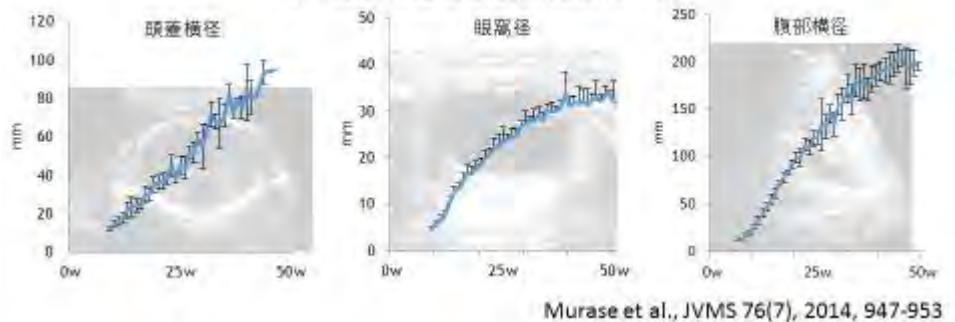
1) JRA 日高 2) 上川家保 3) 十勝家保 4) 檜山家保

【背景】

胎児発育不全 (Fetal Growth Restriction, FGR) はさまざまな理由により子宮内の胎子発育が遅延することを指す。FGR は胎児や新生児の健康に負の影響を与えるため、ヒトにおいては妊婦検診時に超音波検査により胎児の発育をモニタリングしている。当研究室ではウマにおいても同様のモニタリングを臨床応用するべく、幾つかの超音波検査指標について標準推移を明らかにした。しかしながら、ウマの異常産においてどの程度 FGR が起きているのか、何が FGR を招くのか、どの程度の FGR が流産に至るのかなど基礎となる情報がなく、胎子超音波検査の臨床的意義について十分な議論がなされていない。



ウマ胎子の超音波計測指標の一例



【目的】

流産胎子の測尺記録を解析することで、ウマにおける FGR の実態 (原因、程度) を推定する。また、本目的を解析するための予備的な検討として、ウマ流産の原因および時期を明らかにする。

検討 1 流産の原因および時期

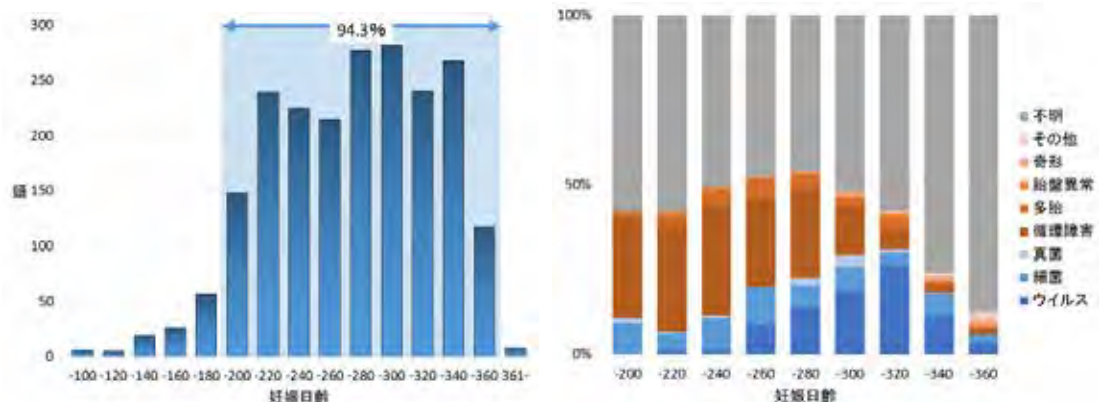
【材料と方法】

2005-2015 年（11 シーズン）において日高家畜保健衛生所（以下、家保）に病性鑑定のため、搬入された流死産 2605 検体から死産を除く流産胎子 2195 検体（2137 例）の流産原因、時期を解析した。流産時期については胎齢を 20 日毎に区分した。

【結果】

2137 例のうち流産原因が特定できたものは 900 例（42.1%）であった。その内訳はウイルス感染 215（10.1%）、細菌感染 156（7.3%）、真菌感染 25（1.2%）、循環障害 406（19.0%）、多胎 66（3.1%）、胎盤異常 12（0.6%）、奇形 13（0.6%）、その他 7（0.3%）であった。ウイルス感染流産は全て馬鼻肺炎ウイルス（ERV）であり、細菌感染は *Streptococcus equi* subsp. *zooepidemicus*（29.5%）や *Escherichia coli*（20.5%）が多かった。真菌感染は *Mucor* 属（48%）、*Aspergillus* 属（24%）が大半を占めた。

流産時期に関して、94.3%が妊娠 181-360 日に集中していた。また時期により流産原因の内訳は異なった。



【考察】

考察 1-1) 本調査データは流産全体をどの程度反映しているのか？

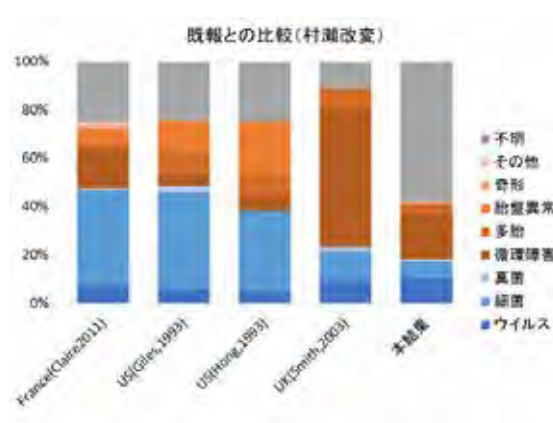
1 シーズンにおける流産胎子は平均 200 頭（11 シーズン 2195 検体）であった。同時期の国内流産頭数は平均 396 頭／年であり（JAIRS「種雌馬の繁殖成績」）、昨年国内における日高地方の生産頭数割合はおよそ 80%（5628/7086）であることから、推定される搬入率は約 63%（ $200 \div 396 \div 0.8 \times 100$ ）となる。一方、家保に病性鑑定を依頼する主な目的は ERV 感染の検査であるため、ERV 感染症の可能性が低い 9 ヶ月齢未満は流産胎子が搬入されないケースが多いと考えられる。また、妊娠中期には畜主が流産に気づかないケースもありうる。以上のことから、本調査データは妊娠後期に偏りがあると考えられる。

考察 1-2) 時期による内訳の違いについて

ウイルス感染流産は 241 日以降に増加し、ERV 感染による流産の好発時期は 9 ヶ月齢以降であることを裏付ける結果となった。また、妊娠満期に向けて循環障害（主に臍帯捻転）が減少する一方、原因不明が増加した。今回、生後直死（生きて娩出された馬で生後 3 日以内）は除外したものの、流産と生後直死の区別は牧場の申告に依存しており、実際には満期の原因不明には妊娠期の異常ではない難産や生後直死が含まれていることも考えられる。

考察 1-3) 流産原因、既報との比較

報告によって診断の分類や根拠が異なるため厳密な比較はできないものの、本結果は既報と比べて原因不明が多く、細菌感染や胎盤異常が少ない。細菌感染については菌の検出だけではなく組織侵襲まで確認していること、胎盤の未搬入（未搬入 366 件のうち、300 件が原因不明）が影響しているかもしれない。また、家保の病性鑑定では、感染性の原因特定に重点がおかれている側面がある。



検討 2 流産原因と FGR の関連

【材料と方法】

流産原因・時期毎に測尺値（頭尾長・体重）を比較し、群間の統計学的有意差を調べた。なお、一定数の検体が見込める条件として、原因についてはサンプル全体の 1% 以上を占める 7 項目（細菌感染、ウイルス感染、真菌感染、循環障害、多胎、その他、および原因不明）を、妊娠時期については全体の約 94% を占める 181-360 日齢を抽出した。

【結果】

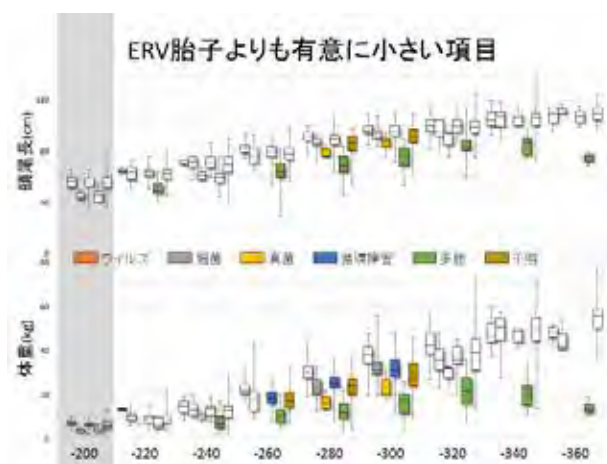
頭尾長・体重ともに、ウイルス感染流産胎子が総じて大きかった。そこで、各区分においてウイルス感染流産胎子を対照とした Dunnett 検定を行った。

2-1) 流産胎子の頭尾長

ウイルス感染流産のある 8 区分に対し、多胎（7 区分）、真菌感染（2 区分）、原因不明（2 区分）において有意に低い時期が認められた。

2-2) 流産胎子の体重

多胎（7 区分）、真菌感染（3 区分）、原因不明（3 区分）に加えて、細菌感染（2 区分）、循環障害（3 区分）においても有意に低い時期が認められた。



【考察】

考察 2-1) 頭尾長と体重の違いについて

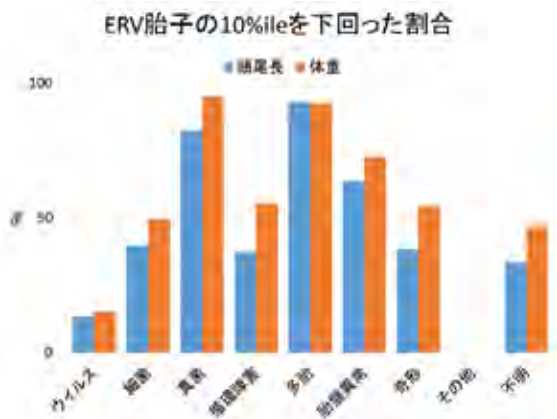
頭尾長が骨格サイズを反映しているのに対し、体重は筋肉や脂肪など軟部組織も反映している。本調査において、頭尾長よりも体重において有意差が多く認められたことから、流産胎子は骨格の発育が遅延しているということに加え、消瘦していることが示唆された。

考察 2-2) 胎子超音波検査で FGR を推定できるのか？

ヒトにおいて胎児体重を推定するために必要な項目は児頭大横径、腹囲、大腿骨長である。ウマでは大腿骨長を計測できないため、ヒトの胎児体重推定式は応用できない。そのため、幾つかの単体指標を測定し、総合的に評価することが適当と思われる。しかしながら多くの流産原因において頭尾長で有意差が認められなかったことから、FGR の評価には骨格指標よりも体重を反映する指標が有用であると思われる。上記 3 項目のうちこれに該当するのは腹囲であり、ウマにおいても胎子腹部は描出可能である。

考察 2-3) FGR の診断基準は？

ヒト FGR の診断基準には正常範囲の 10 パーセンタイルもしくは $1.5SD$ (6-7 パーセンタイルに相当) が用いられている。ERV 流産胎子の 10 パーセンタイルを基準に診断した場合、頭尾長において全体の 33.5% が該当し、一方体重においては全体の 48.4% が該当した。真菌感染、循環障害、多胎、胎盤異常、奇形は体重において 50% 以上が該当し、FGR となりやすいと言える。



【まとめ】

家保に病性鑑定のため搬入されたウマ流産子を回顧的に調査した結果、多胎や真菌感染、細菌感染、循環障害、さらに原因不明など幾つかの項目において胎子発育、特に体重増加が抑制されていることを確かめた。これらのことから胎子超音波検査を行う際には単純に骨格サイズを評価するだけでなく消瘦を念頭におく必要があると考えられた。一方、ウマの流産予防においては基礎的な情報として流産に至る原因の特定、生前診断法や治療法などに関するさらなる調査研究が必要である。

吸入麻酔下横臥位にて腹腔鏡補助下卵巢顆粒膜細胞腫摘出手術を実施した 2 症例

○田上正明 加藤史樹 鈴木吏 山家崇史 木原清敬
社台ホースクリニック

【はじめに】

我々は日本産業動物獣医学会平成 29 年度北海道地区学会において、過去 10 年間に 23 頭のサラブレッド繁殖雌馬の卵巢顆粒膜細胞腫(OGCT)に対して実施した腹腔鏡補助下 OGCT 摘出手術の概要と術後の繁殖成績について報告した (北獣会誌 61 (2017) 315 産—78 サラブレッド繁殖雌馬の卵巢顆粒膜細胞腫に対する腹腔鏡補助下手術)。

今回あらためて詳しく報告する 2 症例を除く 21 症例に対して、OGCT の大きさによって 3 種類の術式を用いて腹腔鏡補助下 OGCT 摘出手術を実施した。

小さな OGCT(野球～ソフトボール大)であった 8 頭には、起立位、腹腔鏡視下にて子宮・卵巢間膜と OGCT を切離し(図 1a,b)、OGCT の大きさに応じて臍部切開を行い、鉗子で把持した OGCT を切開部から摘出した。

中くらいの大きさの OGCT(ソフト～ハンドボール大)の 10 頭には、起立位、腹腔鏡視下にて子宮・卵巢間膜と OGCT を切離し、手が挿入可能な大きさの臍部切開を行い切開部から手を挿入(Hand Assisted)し、腹腔内で用手にて、自作の滅菌したビニール製パウチに OGCT を収納した。OGCT 内の液性成分を吸引後にそのままあるいは OGCT をパウチの中で細切してパウチとともに摘出した。

さらに大きな OGCT の 3 頭には、起立位、腹腔鏡視下にて子宮・卵巢間膜と OGCT を切離し腹腔内に遊離した。その後に吸入麻酔下腹部正中切開(約 12cm)を行い、用手にて遊離した OGCT を捕捉し、腹腔内に挿入した上述のパウチに収納した。OGCT 内の液性成分を吸引後にそのままあるいは OGCT をパウチの中で細切してパウチとともに摘出した。

今回の 2 症例は上述の術式を試みたが、1 頭は開腹手術後の癒着によって、1 頭はカニューラ挿入時の腎臓損傷によって、腹腔鏡補助下 OGCT 摘出手術が出来ず、後日、吸入麻酔下横臥位にて腹腔鏡補助下 OGCT 摘出手術を行った症例であり、その概要を報告する。



図 1.a 立位にて腹腔鏡視下 Ligasure®を使用して卵巢間膜を切離



図 1.b 腹腔鏡視下所見
Ligasure®による卵巢間膜の切離

【症例 1】

サラブレッド繁殖雌馬、17 歳、産駒数：7 頭、罹患卵巢：右卵巢。

2014年4月4日に結腸捻転により開腹手術を実施され、2015年2月23日に交配後受胎したが、同年10月13日に流産し子宮脱を発症した。

2016年2月初旬の右卵巢の直腸検査と超音波検査(11cm×13cm×12cm)ならびに血中抗ミューラー管ホルモン(AMH)測定値：83.7ng/mlにより右卵巢のOGCTと仮診断した。

＊腹腔鏡手術Ⅰ 起立位 鎮静下 枠場内保定 2016年2月10日

- 1) 最後肋間からカニューラを挿入しようとしたができなかった(カニューラ先がOGCTに衝突？し出血)。
- 2) 右臍部中央からブレードレスカニューラを挿入し気腹を行った。
- 3) 腹腔内を観察できたが、鏡視下でOGCT・卵巢間膜・子宮が判別できなかった。
- 4) 鏡視下にて、経直腸でOGCTを触知(超音波検査)しながらOGCTを確認した。
- 5) 一部分しか見えないOGCTは、腹壁と癒着していることが推測された(図2)。

立位での腹腔鏡視下での子宮・卵巢間膜とOGCTの切離手術は不可能と判断し手術を終了した。

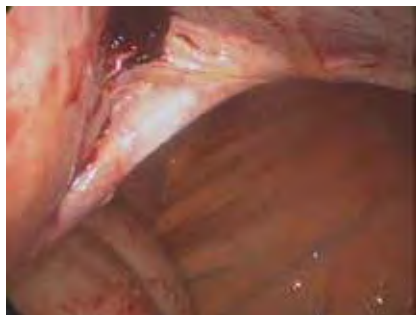


図2. 一部分しか見えないOGCT(画面左端)と卵巢間膜の一部
カニューラ先による損傷に起因する出血
(血餅/画面上)
子宮角は判別できなかった

＊腹腔鏡手術Ⅱ 左側臥 イソフルラン-酸素吸入麻酔下 手術Ⅰの22日後

術前計画では腹腔鏡補助下ではなく、臍部切開による摘出を予定していた。

- 1) 腹腔内を観察する目的で、超音波検査を行い右最後肋間(前回より腹側)からカニューラを挿入(腹腔鏡のポータル)し気腹を行った。
- 2) 鏡視下にて腹壁とOGCTの癒着部、OGCTの全体、卵巢間膜、右子宮角、子宮と卵巢の境界が明瞭に観察できたので、腹腔鏡視下にて腹壁とOGCTの癒着部ならびに子宮・卵巢間膜とOGCTの切離を行うことにした(図3,図4a,図4b)。
- 3) スパイナル針で位置を確認して、臍部2か所にカニューラを挿入し鉗子のポータルとした。
- 4) Ligasure®を使用して腹壁とOGCTの癒着部を切離した。
- 5) OGCTをクロウ鉗子で把持し牽引しながら、Ligasure®を使用して卵巢間膜を切離した。
- 6) 卵巢間膜内を走行する卵巢動脈から出血した。
- 7) Ligasure®により止血を行い、血液と腹水を長い管を用いて吸引した。
- 8) Ligasure®を使用して、ポータルを変えながら、さらに卵巢間膜を切離しOGCTと右子宮角先端を切離した(図4c)。
- 9) OGCTを腹腔内に遊離させた。
- 10) 腹腔のガスを吸引し抜気して、カニューラ挿入部の皮膚を縫合した。

OGCTが大きかったことならびに麻酔時間(118分)が長くなったことから、翌日腹部正中切開手術により摘出することにした。何ら問題なく覚醒した。



図 3. 症例 1 の腹腔鏡視下手術



図 4.a

OGCT と腹壁の癒着部



図 4.b

右子宮角の先端部と卵管



図 4.c

Ligasure®による OGCT
と右子宮角の切離

* 開腹手術 仰臥位 イソフルラン-酸素吸入麻酔下 手術Ⅱの翌日

腹部正中を 12cm 切開し、用手にて直下に位置していた OGCT を自作の滅菌したビニール製パウチに収納し、小切開を行い吸引管を使用して血様卵胞液約 500ml を吸引(図 5)後にそのままパウチとともに摘出した(図 6)。通常通り閉腹した。

麻酔時間は 84 分で、無事に覚醒した。



図 5. パウチに収納した OGCT 内の
卵胞液を吸引



図 6. 小さくなった OGCT を
パウチごと摘出

OGCT の重量は、術中に吸引した血様卵胞液約 500ml を含めて約 2.5Kg であった。病理組織学的検査により卵巢顆粒膜細胞腫と確定診断された。

*術後の経過

術後合併症は認められず順調に経過していたが、2017年2月27日に重度の疝痛を発症し、高齢であり慢性蹄葉炎に罹患していたことから、開腹手術は行わず安楽死となった。

【症例 2】

サラブレッド繁殖雌馬、13歳、産駒数：9頭、罹患卵巣：右卵巣。

2017年2月3日分娩、2月10日の直腸検査で右卵巣の異常が判明した。

2月28日左卵巣から排卵したが、摘出を希望され、右卵巣の直腸検査と超音波検査(15cm×15cm×12cm)ならびに血中抗ミューラー管ホルモン(AMH)測定値：34.0ng/mlにより右卵巣のOGCTと仮診断した。

*腹腔鏡手術 I 起立位 鎮静下 枡場内保定 2017年3月21日

1) 右最後肋間からブレードレスカニューラを刺入したが、腹腔内に挿入できずカニューラから出血が認められた。

2) 右臍部からブレードレスカニューラを刺入したが、腹腔内に挿入できずカニューラから出血が認められた。

その後すぐに、疝痛症状を発症し血尿(導尿カテーテルから)を排出したため、枡場から出し刺入部の皮膚を縫合した。

超音波検査では、両カニューラ刺入部位に右腎臓が位置しており、右腎臓に対するカニューラによる医原性損傷と考えられ、血様腹水(腹腔内出血)も認められた。

3日間入院し経過観察を行ったが、特に異常が認められなかったので退院し帰場した。

*腹腔鏡手術 II 左側臥 イソフルラン-酸素吸入麻酔下 手術Iの15日後

1) 超音波検査で右腎の位置を確認し、右最後肋間からブレードレスカニューラを挿入(腹腔鏡のポータル)し気腹を行った。

2) 鏡視下にてOGCTの全体、卵管、卵巣間膜、右子宮角、子宮と卵巣の境界が明瞭に観察できた。

3) 臍部2か所にカニューラを挿入し鉗子のポータルとした(図7)。

4) 馬腹腔鏡手術用針で卵巣間膜に局所麻酔(2%リドカイン50ml)を行った(図8)。

5) 背側のポータルからLigasure®を挿入、腹側のポータルからクロウ鉗子を挿入しOGCTを把持した。

6) Ligasure®を使用して卵巣間膜を切離した(図9)。

7) 子宮角先端に近い部位の卵巣間膜内を走行する卵巣動脈からの出血を、Ligasure®を使用して止血した。

8) Ligasure®を使用して、OGCTと右子宮角先端を切離した。

9) 右臍部背側のカニューラ挿入部から腹側に臍部切開を行った。

10) 切開部位から手を挿入(Hand Assisted)し(図10)、自作の滅菌したビニール製パウチを腹腔内に挿入し、用手にてOGCTをパウチに収納した(図11)。

11) パウチ内でOGCTを小切開し吸引管により卵胞液(約700ml)を吸引し(図12)、小さくなったOGCTをパウチごと摘出した(図13)。

12) 臍部切開部(約9cm)を通常通り縫合(筋層3層/皮下織/皮膚)した。

13) 腹腔内のガスを吸引し抜気して、カニューラ挿入部の皮膚を縫合した。

麻酔時間は133分で、無事に覚醒した。



図 7. 症例 2 の腹腔鏡視下手術



図 8. 卵巣間膜の局所麻酔



図 9. Ligasure®による卵巣間膜の切離

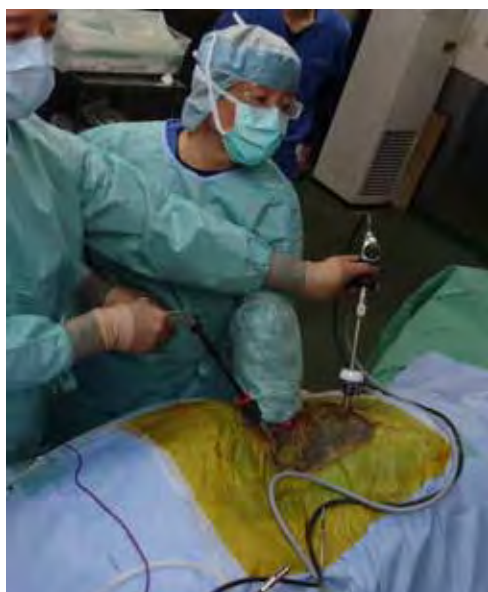


図 10. 臍部切開部から手を挿入
Hand Assisted

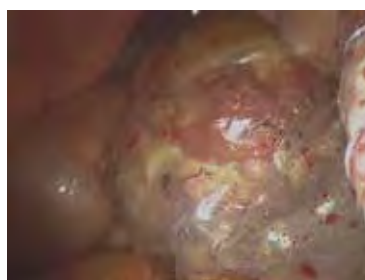


図 11. 臍部切開から挿入したパウチに
用手で OGCT を収納



図 12. パウチ内で卵胞液を吸引



図 13. OGCT をパウチごと摘出

OGCT の実質の重量は 567.8g で、吸引した卵胞液(約 700ml)を含めて約 1.3Kg であった。

病理組織学的検査により卵巢顆粒膜細胞腫と確定診断された。

*術後の経過

2017 年 5 月 31 日(術後 56 日目)に交配され受胎した。

2018 年 4 月 26 日に分娩したが、子宮動脈破裂により失血死した。

幸いにも、無事に生まれた仔馬は健常で順調に発育中である。

【まとめ】

馬(サラブレッド)の卵巢顆粒膜細胞腫に対する腹腔鏡補助下摘出手術のメリットは、多くの症例で立位・鎮静下で実施できることならびに鏡視下で詳細に病変部を観察しながら確実な外科手技を実施することが可能となり、低侵襲に手術が行えることである。

また、術後合併症がほとんどなかったこと、術後の繁殖成績が良好であったこともその長所として挙げられる。

しかし、今回の 2 症例のように何らかの理由で、通常の腹腔鏡補助下摘出手術ができない症例もあり、それらに対しては全身麻酔下横臥位で、今回実施したように既報の 3 種類の術式の何れかを応用することによって、比較的低侵襲に腹腔鏡補助下摘出手術が可能であり有用であることが分かった。

【症例 1】は 2 年前の結腸捻転による開腹手術の既往歴があり、手術前に癒着等の合併症を考慮すべきであったと思われ、術前に詳細な経直腸・経腹壁超音波検査等を行えば、OGCT と腹壁の癒着を予想できたかもしれない。

吸入麻酔下横臥位での手術では、腹腔内臓器の位置が立位とは大きく変わり、立位では鏡視下で判別できなかった腹壁と OGCT の癒着部、OGCT の全体、卵巢間膜、右子宮角、子宮と卵巢の境界が明瞭に観察できたことによって、Ligasure®を使用して腹壁との癒着部・卵巢間膜・子宮角先端と OGCT を切離することが可能となった。

OGCT の大きさ・症例の年齢・麻酔時間などの要因を勘案し、継続した大きな臍部切開からの摘出ではなく、あらためて翌日に、パウチを使用し腹部正中の小さな切開創からの摘出手術を実施したことは、手術侵襲の軽減という観点から意義があったかもしれない。

【症例 2】は通常より大きな右腎が尾腹側に位置していたことから、通常の最後肋間・臍部中央からのカニューラ刺入の際に、カニューラによる腎臓損傷という重大な医原性損傷を起こしてしまったことは猛省すべき点であった。

術前に超音波検査で右腎の位置を確認しなかったことが明らかな原因であり、以降必ず術前の超音波検査を行うようにしており、左臍部(左腎と脾臓の位置の確認)についても同様である。

OGCT と停留精巣に対する腹腔鏡補助下摘出手術の際に、以前に発生した数例の医原性損傷は、臍部切開時に起きた、臍部の筋間を走行する深腸骨回旋動静脈の切断であったが、術前に臍部の超音波検査を行い、臍部を走行する複数の血管の状況を確認し認識しておくことによって、ほぼ無くすることが出来ており、腎臓の位置の確認と同様に重要な術前検査のひとつである。

症例 2 の吸入麻酔下の腹腔鏡補助下手術では、OGCT の大きさから、立位の手術で行ったように、臍部切開を行い手を挿入(Hand Assisted)し、OGCT をパウチに収納し卵胞液の吸引を行い OGCT を小さくして、小さな切開創から摘出する方法が有用であった。

術後 2 か月足らずで発情が回帰し、交配され受胎し翌年分娩したことは、発見から早期に手術を行ったことが奏功したと思われた。

我々が行った OGCT の腹腔鏡補助下摘出手術後の繁殖成績調査においても、OGCT の罹患歴が長いほど、術後の発情回帰までの期間が長くなる傾向が明白に認められている。

近年、血中抗ミューラー管ホルモン(AMH)測定によって繁殖雌馬の OGCT の診断精度が向上している背景からも、OGCT が疑われる症例に対しては、なるべく早期に腹腔鏡補助下摘出手術を検討する必要があると思われた。

症例数が少ないために手術手技の向上に時間を要し、今回の 2 症例のようにイレギュラーな症例に対する対応に苦慮する状況もあるが、今後さらに症例を重ね「より馬にやさしく低侵襲な」腹腔鏡補助下卵巢顆粒膜細胞腫摘出手術を行っていきたいと考える。

Core 型浅屈腱炎発症馬の 競走復帰に影響する因子の検討

JRA 美浦 TC 競走馬診療所

山崎 洋祐

【背景と目的】

競走馬における浅屈腱炎は JRA 両トレーニング・センターで年間 500 頭以上が発症しており、休養後も再発率が高いことから、競馬サークル内において依然関心が高い運動器疾患である。浅屈腱炎の損傷形態（図 1）のうち発症頻度が最も高い Core 型については浅屈腱炎の予後判定に広く用いられる指標として、超音波診断（B モード）における MIZ-HYP%がある。MIZ-HYP%は最大損傷部位（MIZ）での腱横断面積（MIZ-CSA）に占める低エコー部面積の割合であり、MIZ-HYP%が大きいほど競走復帰率が低くなることが報告されている。しかし、MIZ-HYP%は腱損傷部の 1 断面から算出される数値にすぎないことから、MIZ-HYP%に加えて、損傷部位の位置や範囲など腱損傷の病態を多角的に評価できる指標を用いることが、浅屈腱炎のより正確な予後判定につながると考えられる。そこで本研究では、浅屈腱炎症例の回顧的調査から競走復帰に影響を及ぼす因子を検討した。

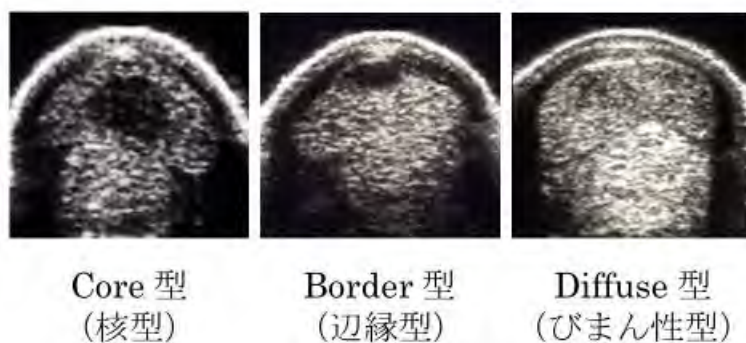


図 1 浅屈腱炎の損傷形態

【材料と方法】

平成 20 年から 24 年の期間に、美浦 TC において初めて浅屈腱炎と診断された 1,743 頭について性別、年齢、患肢、馬体重、MIZ-HYP%、MIZ-CSA、MIZ の位置（近位:1A,1B、中位:2A,2B、遠位:3A,3B,3C）、1A~3C の 7 部位のうち損傷が認められた部位の数（損傷部位数）（図 2）、および復帰後の出走回数を調査した。競走復帰意思がないと考えられた診断後 30 日以内に中央競馬の競走馬登録を抹消した馬、また上述した因子が欠けている馬、および損傷の形態が Core 型以外である馬を除外した 346 頭を調査対象とした。復帰後の出走回数が 5 走以上の症例を「順調な復帰」と定義し、「順調な復帰」と各因子について単変量解析および多変量解析により、関連性を検討し、オッズ比を算出した。この際、損傷部位数は 3 部位以下、4 部位および 5 部位以上の 3 群に分けて解析した。

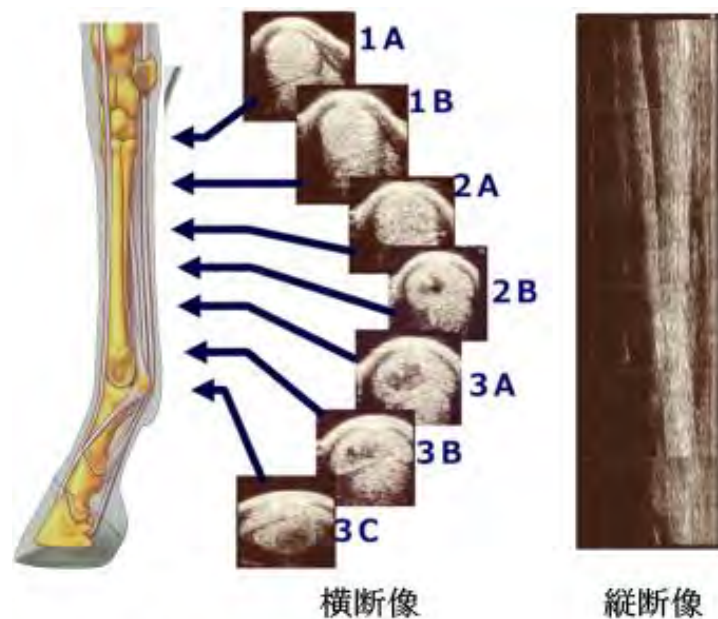


図 2 超音波検査時の例。この症例では 3A 領域が MIZ であり、MIZ の位置は遠位、損傷部位は 2B、3A、3B で認められるため損傷部位数は 3 部位以下と分類。

【結果と考察】

競走に復帰した症例は 57.5% (199 頭) であり、「順調な復帰」と定義した 5 走以上できた症例は 14.2% (49 頭) であった (図 3)。単変量解析の結果、MIZ-CSA, MIZ-HYP% および損傷部位数の 3 因子が「順調な復帰」に影響していた。これらの 3 因子に関して影響の強さを評価するために多変量解析した結果、「順調な復帰」に有意に関連が認められた因子は損傷部位数のみであった。損傷部位数が 3 部位以下では「順調な復帰」をした馬の割合は 20.1% であり、5 部位以上では 5.8% であった (図 4)。損傷部位数での「順調な復帰」に対するオッズ比は、5 部位以上を基準とした場合、4 部位では 2.7、3 部位以下では 4.1 となり、損傷部位数が少ないほど「順調な復帰」をする可能性が増加した (図 5)。

MIZ-CSA, MIZ-HYP% および損傷部位数が「順調な復帰」に影響を及ぼす因子であり、なかでも長軸方向の損傷範囲を表す損傷部位数が「順調な復帰」に関連していることが明らかとなった。このことから、浅屈腱炎の予後判定には MIZ-HYP% に加え、腱損傷の長さを考慮して、浅屈腱を立体的に評価することが必要であると考えられた。

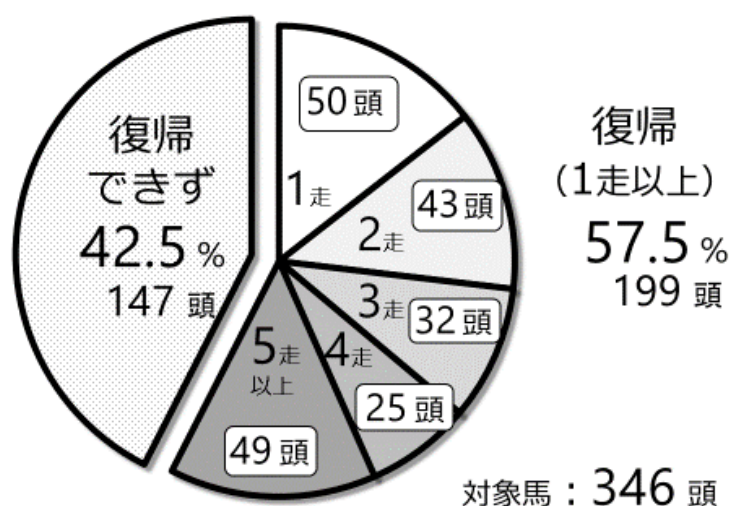


図 3 浅屈腱炎発症後の競走復帰率および出走回数ごとの頭数

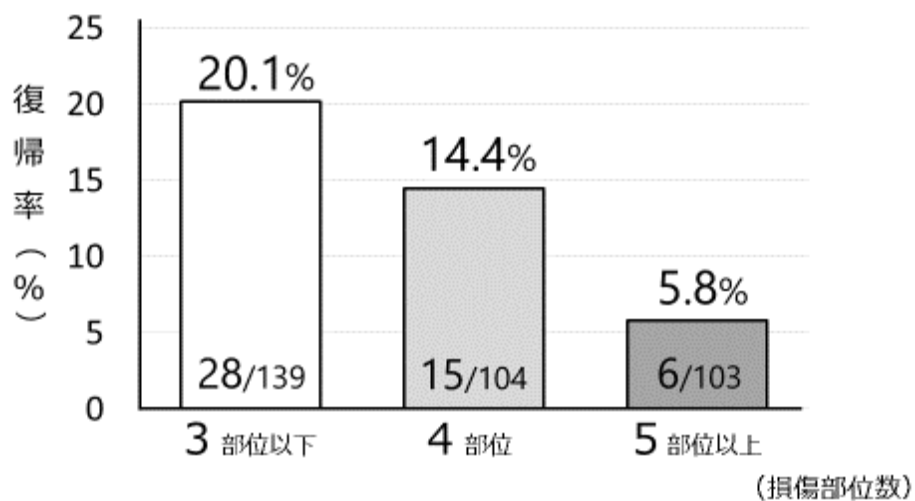


図 4 損傷部位数ごとの「順調な復帰」をした症例馬の割合

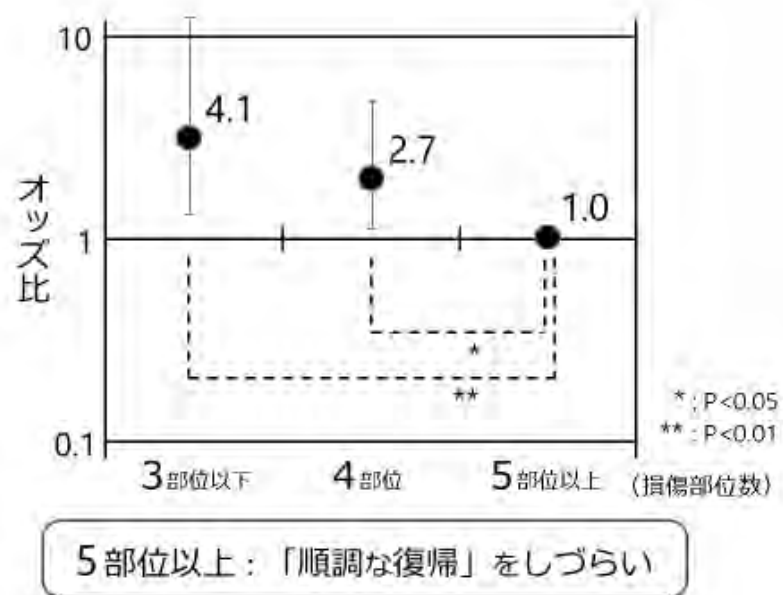


図 5 損傷部位数での「順調な復帰」のしやすさを表したオッズ比
(5 部位以上を基準とした)

第 46 回「生産地における軽種馬の疾病に関するシンポジウム」講演抄録

編集 〒 106-8401 東京都港区六本木 6-11-1

日本中央競馬会 馬事部防疫課

TEL 03-5785-7518 FAX 03-5785-7526