

# 競走馬理化学研究所における 生産地関連の検査・研究について

競走馬理化学研究所 管理調整室長

永田 俊一

## はじめに

公益財団法人競走馬理化学研究所（競理研）は、競馬の公正確保の一翼を担うため、「競走馬のドーピング検査」および「軽種馬の親子判定・個体識別の検査」を主な事業として行っていますが、他にも様々な検査・研究を行っています。その中で、特に生産地に関連した検査・研究として、これまでに行ってきた「軽種馬の親子判定」、「PCR法による馬伝染性子宮炎（CEM）の細菌検査」、「新生児黄疸症予防のための血液検査」、「輸血に用いるユニバーサルドナーのための血液検査」と、今年から新たに開始する「妊娠馬および空胎馬のホルモン検査」および「馬の競走能力に関わる遺伝子検査」について紹介します。

## 軽種馬の親子判定

競理研では血統登録に不可欠な競走馬の親子判定の検査を昭和48年から行ってきました。当初は馬の血液型（赤血球抗原型および血液蛋白質型）を用いた検査で、血液型検査による親子判定は、判定能力の指標となる父権否定率が97%（父馬候補100頭の中から偽の父馬候補97頭を除外できる）でした。

平成14年に検査の方法を血液型検査からDNA型検査に移りました（図1）。DNA型検査による親子判定は、父権否定率が99.999%（父馬候補100,000頭の中から偽の父馬候補99,999頭を除外できる）以上と判定能力が著しく向上しました。また、判定能力が向上したことにより、血液型では困難であった複数の種雄馬による配合変更（1頭の種雌馬に2頭以上の種雄馬を交配すること）における父馬の判定も可能となりました。そして、血統登録の条件として、従来は配合変更を行う際の種付間隔は種雌馬の一発情期間

（約3週間）以上必要でしたが、DNA型検査を導入したことで間隔日数に関係なく配合変更の種付を行うことができるようになりました。さらに、翌年（平成15年）から検査材料を血液から毛根に変更したことにより、検体の保存が容易になり、輸送にかかる費用も軽減されました（図2）。



子馬AのDNA型(M.O)は、種雄馬から(M)型、種雌馬から(O)型を受け継いでいると判定できます。したがって、これらの親子関係は否定されません。



子馬BのDNA型(I.N)のうち、種雌馬から(N)型を受け継いでいると判定できますが、種雄馬は(I)型と(N)型のどちらも保有していません。したがって、種雄馬と子馬Bの親子関係は否定されます。

図1 DNA型検査による親子判定の例



図2 毛根によるDNA型検査の依頼書

採取された子馬の毛根と父馬候補及び母馬の情報（検体番号）が記載されています。また、配合変更で生まれた子馬では、父馬候補の記載は複数になります。

近年は親子判定の検査と共に、芦毛に関わる遺伝子検査を行うことで、新生馬では識別が困難だった芦毛なども科学的に判定することが可能になり、より正確な血統登録に役立っています。

### PCR 法による CEM の細菌検査

強力な伝染力をもち繁殖雌馬の受胎率低下を引き起こす馬伝染性子宮炎 (CEM) は、様々な関係機関の緊密な防疫活動により、平成22年に国内清浄化が確認されました。競理研では JRA 競走馬総合研究所栃木支所の指導を受けて、PCR 法による CEM の細菌検査体制を確立し、CEM 清浄化対策推進事業および CEM 清浄化確認事業の一環として、平成17年より生産現場からの依頼を受けて CEM の細菌検査を行ってきました (図3)。国内清浄化後も、海外からの侵入防止および蔓延防止の事業に加え、自衛防疫で行われる CEM の細菌検査についても当研究所で依頼を受けており、CEM 防疫対応の一翼を担っています。



図3 PCR 法による伝染性子宮炎 (CEM) の細菌検査

Posi: CEM 細菌の陽性コントロール

S1~6: 検査検体 (全ての検体で検査結果は陰性)

M: サイズマーカー

### 新生児黄疸症予防のための抗体検査

母馬と子馬の血液型の組み合わせによっては、妊娠した母馬の体内で胎児の赤血球に対する抗体ができることがあります。その様なケースでは、出生後に子馬が母馬の初乳を飲むと、初乳に含まれている母馬の抗体によって子馬の赤血球が壊されて、子馬に激しい溶血性の貧血と黄疸様症状を引き起こします (新生児黄疸症)。新生児黄疸の発症を予防するためには、予め妊娠中の母馬における抗体の有無ならびに抗体価を検査して、一定水準以上の抗体価が認められた際には、その母馬の初乳を子馬に飲ませない処置を行います。競理研では生産牧場からの依頼により、新生児黄疸の発症を予防するために、妊娠馬の血清中に含まれる抗体価を調べる検査を行っています。

### 輸血に用いるユニバーサルドナーのための血液検査

先に記した新生児黄疸などの輸血が必要な病気を治療する場合、輸血の不適合を起こす赤血球抗原型を持っていない馬の血液であれば、全血輸血が可能となります。そのような血液型を有する輸血用の馬をユニバーサルドナーと呼び、輸血が必要となる臨床現場では、ユニバーサルドナーの繁養が求められています。競理研ではユニバーサルドナーとして使用できる馬を見出すために、候補となる馬の血液型の検査を行い、ユニバーサルドナーに適しているか否かの判定を行っています。これまでのところ、軽種馬のユニバーサルドナーとして使える血液型をもつ馬は、ハーフリンガー種のようなサラブレッド種以外の品種で多くみられています。

### 妊娠馬および空胎馬のホルモン検査

妊娠した馬では、妊娠経過に伴い母馬の卵巣および胎子・胎盤系からステロイドホルモンであるプロゲステロンやエストロジェンが大量に分泌されます。これらのホルモンは、妊娠の維持および胎子の発育に重要な作用を持つと考えられています。また、妊娠馬の血中ホルモン濃度は、胎子の状態や胎盤機能と密接に関係しており、胎子や胎盤の状態を把握するための有力な指標になると考えられます。そして、異常なホルモン濃度を示す妊娠馬では、胎子や胎盤に異常が生じている場合があります。早期流産や胎盤炎などを発症している可能性が考えられます。代表的なプロゲステロンおよびエストロジェンであるプロゲステロンおよびエストラジオールについて、妊娠経過に伴う血漿中濃度の変化を図4に、妊娠の各ステージ (妊娠日齢) における濃度の基準値

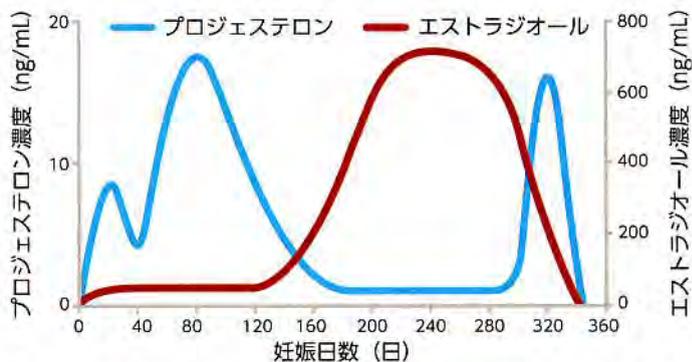


図4 妊娠馬における血漿中プロゲステロンおよびエストラジオール濃度の変化

血中プロゲステロン濃度は、妊娠初期から中期にかけて高くなり、中期から後期にかけて低くなった後、分娩直前に再び高くなります。血中エストラジオール濃度は、中期から後期にかけて著しく高くなります。

を表1に示しました。これらの値から大きく逸脱した濃度を示す妊娠馬では、胎子および胎盤について詳細な検査を行い、必要に応じて治療を行うことが推奨されます。このように妊娠中のプロゲステロンおよびエストラジオール濃度の測定を行うことは、異常の早期発見や治療に有用であると考えられます。

また、前年に受胎しなかった雌馬（空胎馬）において、卵巣の動きを確認する目的で、血中のプロゲステロン濃度を調べることがあります。プロゲステロンは排卵後に発達する黄体から分泌されるため、血中プロゲステロン濃度の上昇は排卵した後に黄体形成が行われている、つまり発情が回帰していることがわかります。卵巣の状態（卵胞発育や黄体形成）を調べるために、超音波や触診による直腸検査は確実な方法ですが、直腸検査を頻繁に行うことは人にも馬にも負担であるため、血中ホルモン濃度の測定も有用な検査法の一つです。

競理研ではJRA日高育成牧場生産育成研究所の協力を得て、血中（血漿中）プロゲステロンおよびエストラジオール濃度を検査する体制を整えており、今年（平成25年）から妊娠馬や空胎馬などのホルモン検査を受け付けています。

表1 妊娠日齢に伴う血漿中プロゲステロンおよびエストラジオール濃度の基準値

妊娠馬における妊娠期間中のプロゲステロン濃度		
妊娠日齢	濃度 (ng/mL)	臨床的意義
14 ~ 154	6.3 ~ 17.0	低い濃度では早期流産の可能性がります。
154 ~ 301	2.9 ~ 4.8	高い濃度では胎子・胎盤系に異常のある可能性があります。
301 ~ 312	5.0 ~ 15.7	分娩時期の指標となります。

(南保等 2009)

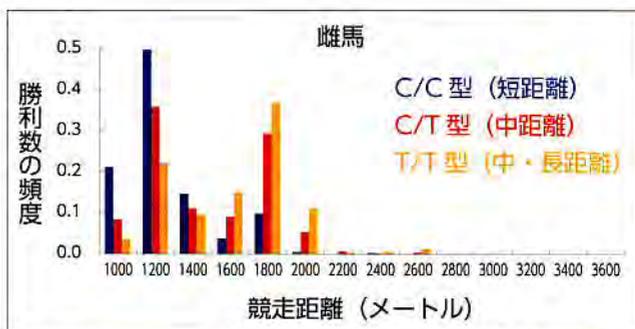
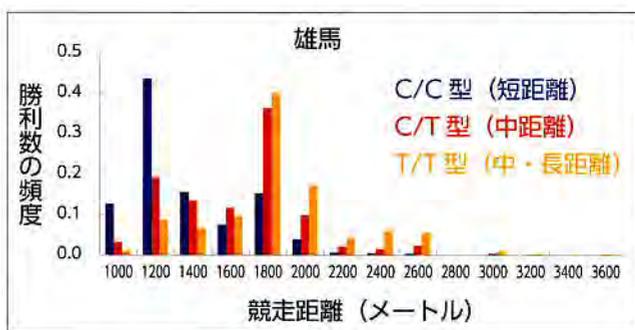
妊娠馬における妊娠期間中のエストラジオール濃度		
妊娠日齢	濃度 (pg/mL)	臨床的意義
171 ~ 190	225 以上	この時期に低い濃度を示した個体は胎盤炎の発症や胎子に異常が生じている可能性があり、特にプロゲステロン濃度が高い場合にはリスクが高くなります。
191 ~ 220	315 以上	
221 ~ 250	360 以上	
251 ~ 300	450 以上	

(長嶺等 2010)

## 馬の競走能力に関わる遺伝子検査

近年、競走馬のDNA研究において、競走馬の距離適性（短距離タイプ、中距離タイプ、長距離タイプ）にミオスタチン遺伝子という筋肉の発達に関わる遺伝子が関与していることが明らかになりました。サラブレッド種の集団においてミオスタチン遺伝子はC/C型、C/T型、T/T型の3種類が知られており、C/C型の馬は短距離タイプ、C/T型の馬は中距離タイプ、T/T型の馬は中・長距離タイプの傾向が統計的に示されています（図5）。このような距離適性に関わる遺伝子を調べることで、子馬では育成や調教の方針、繁殖馬では配合の検討に役立つと考えられます。欧米においては、ミオスタチン遺伝子以外にも競走能力に関わる遺伝子群の検査も行われており、馬の市場では予め遺伝子情報を調べて、購入する馬や値段を決めるような事も行われているようです。

ミオスタチンの遺伝子検査については、アイルランドのエクイノム社が特許を取得しています。競理研はエクイノム社とライセンス契約を結ぶことで、ミオスタチン遺伝子検査を事業として行う体制を整え、今年から検査を開始する予定です。



(TOZAKI et al. Animal Genetics, vol.43, P42-52,2012)

図5 ミオスタチンと競走適性との関連性  
ミオスタチンの3種類のタイプと距離適性（1着時の走行距離）との間に、統計的に有意な関連性を認めています。

\*ミオスタチン（筋抑制因子）と競走馬の距離適性、戸崎晃明、BTC ニュース89号、P13-17、2012.を参考にして下さい。

## おわりに

競馬の根幹は新たな競走馬を生み出す生産地にあることは言うまでもありません。そして、生産地の現場には様々な問題や要望があると思います。競理研はこれまで血統登録や生産地に関連する病気の研究を数多く行い、それらの

成果を基にして検査を実施することで、現場のニーズに応じてきました。また、海外の動向についても情報を収集し、DNA型による親子判定やミオスタチン遺伝子診断など、国際的な流れに遅れを取らないように対処しています。今後も生産地の声に耳を傾けて、可能な限り現場の要望に応えられるよう努めていきたいと思っています。

## BTC ニュース第91号の訂正について

P7 やさしい育成技術 (1)  
「デンタルケアのすすめ」  
の図3と図4において、図と  
タイトルが逆になる誤りが有  
りましたので、訂正してお詫  
び申し上げます。

誤)

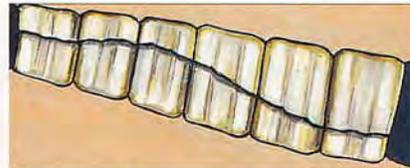


図3 Step

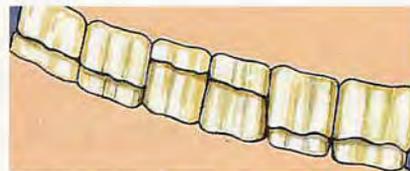


図4 Wave

正)

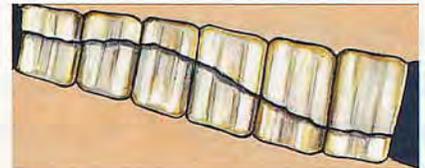


図4 Wave

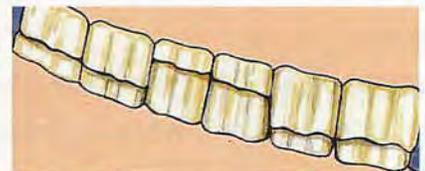


図3 Step



# YUSHUN STABLE TRAINING

## KYOTO UJITAWARA



### 騎乗スタッフ募集!

JRA競馬学校 平成24年度9名合格!!

## (有)宇治田原優駿ステーブル

〒610-0255 京都府綴喜郡宇治田原町郷之口豊前丈 101 番地  
Tel 0774-88-3535 Fax 0774-88-6688  
<http://www.yushun-stable.com>