

5 科学の箱馬車

馬の生産医療における新しい画像診断 カラードプラ超音波診断装置の応用

日本中央競馬会 日高育成牧場 生産育成研究室 研究役 南保 泰雄

1. はじめに

競走馬生産者の最大の願いは、健康で丈夫な子馬を安定して生産することです。しかしながら、生産過程において、受胎確認後に胚死滅、流産がしばしば起こり、1割以上もの妊娠馬が受胎しても生子分娩に至らないことが最近の調査でわかってきました。不受胎や胚死滅、流産などの繁殖に関わる原因を新しい医療技術により診断し、予防に役立て、早期に治療することは、日本の競走馬を底辺から強くする上で非常に大切なことです。本稿では、馬の繁殖検査に用いられる超音波診断装置に新しい機能が加わった「カラードプラ超音波診断装置」の有用性について簡単に紹介させていただきます。

2. 馬の繁殖分野における超音波検査とは

獣医繁殖分野での超音波診断の利用は、1980年代初めに海外で始められ、他の動物よりもいち早く馬への応用がなされました。当初、超音波診断装置は非常に高価であったものの、早期妊娠診断(図1)、とりわけ双子の診断に威力を発揮し、装置の改良が進み、現在では循環器や消化器の診断へと広く応用されるようになりました。馬の生産現場では、獣医師が肛門から超音波診断装置の探触子を挿入し、生殖器や胎子の状態を観察します。繁殖シーズン中はほぼ毎日、頻繁に使用されています。超音波検査なくして、日々の馬生産医療の発展はありえないといっても過言ではありません。

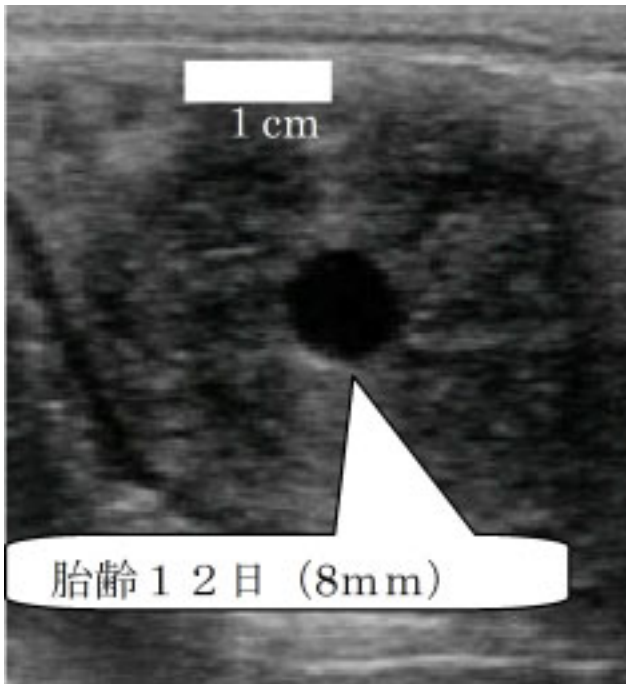


図1 受精後12日の子宮内に確認される、カプセルに囲まれた胚の様子、直径8mm

3. カラードプラ超音波検査とはどのような検査か？

従来の超音波検査との違いー

ヒトの産科医療では、卵巣や子宮、胎児や周辺の血液の流れをカラー表示することができる、カラードプラ超音波装置(図2)による検査が広く普及しています。この装置を使うことにより、臓器の機能診断や血流動態を把握できるようになり、画質についても従来の超音波使用時に比べ一層クリアな画像を見ることができるようになりました。

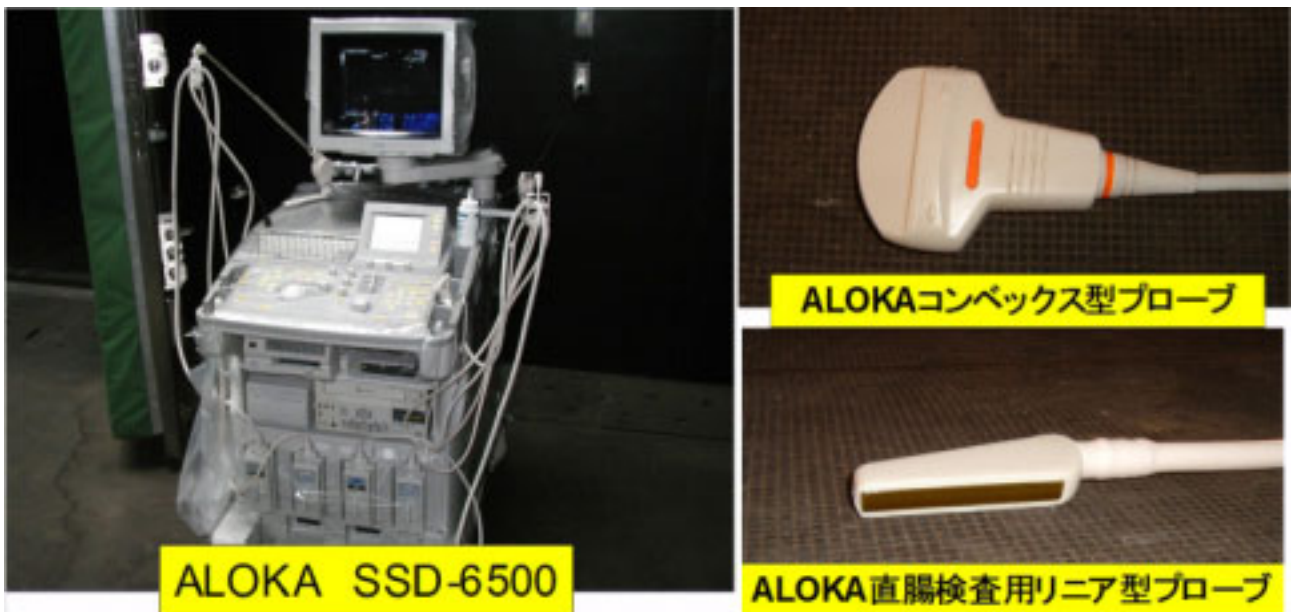


図2 カラードプラ超音波診断装置および馬の検査に使用される探触子(プローブ)

馬の生産においても、胚死滅の診断をできるだけ早く確実にを行うなど、現行の診断方法

にプラスしてさらに客観的な画像診断技術を確立することが求められています。これらの問題の一端を解明するため、生殖器の血液の流れの変化について検索することは、疾病の予知診断や原因究明のための手段として有用であると考えられます。

私どもは、数年前より、カラードプラ超音波装置を用いて、正常な繁殖牝馬の生殖器と併せて、卵巣・子宮・胎子の血流を検索し、繁殖分野におけるカラードプラ超音波装置の臨床応用について検討してきました(図3)。



図3 直腸からのカラードプラ検査の様子

カラードプラ超音波装置に接続された直腸検査用探触子を子宮、卵巣にあてると、従来の白黒画像に加え、血液の流れがある部位を赤と青のカラー画像で描出することができます。白黒とカラーの画像を並行して描出することができるので、従来の白黒画面で形状を確認しながら、血流部位を認識することができます。これまでの研究成果および海外での研究報告によってわかってきたカラードプラ診断装置による代表的な診断技術は以下のようになります。

1 卵巣内の黄体を描出する	黄体と類似した組織との判別には有用(図4)。
2 卵巣内の卵胞周囲の血管を描出する	排卵を予知できる。
3 子宮内の胎子心臓を描出する	早期の胚・胎子生死鑑別が確実である(図5)。
4 子宮断面像の周囲の血管を描出する	胎子周囲に血流が多く認められる。
5 動脈を描出する	子宮に供給している血液の量を算出できる(図6)。
6 各生殖器を描出する	血管に富む組織かどうか容易に判別できる

カラードプラ超音波診断装置を用いると、白黒の画像では一見卵巣の実質と間違えやすい黄体など、毛細血管に富む組織・器官の判別が一目瞭然となります(図4)。最近の研究では、排卵する卵胞と閉鎖する卵胞の周囲血流エリアに違いが見られ、排卵の予知に利用できるとの報告もあります(Ultrasonic Imaging and Animal Reproduction: color-doppler Ultrasonography, Ginther, OJ. 著)一方、胎子の観察については、描出された血管にカーソルを当てるだけで、心拍数のほか、血流速度などの数値が自動で計測されます。したがって、まだ1cmにも満たない胎子の心臓の心拍数の計測が可能となり、わずか24日齢胎

子心拍の描出が可能となります。また、35日齢胎子の心拍数が安定して算出され、平均心拍数は165回と成馬の4倍以上もある心拍数を容易に確認することができます(図5)。これらの新しい技術は早期胚死滅の簡便な診断法として期待されます。

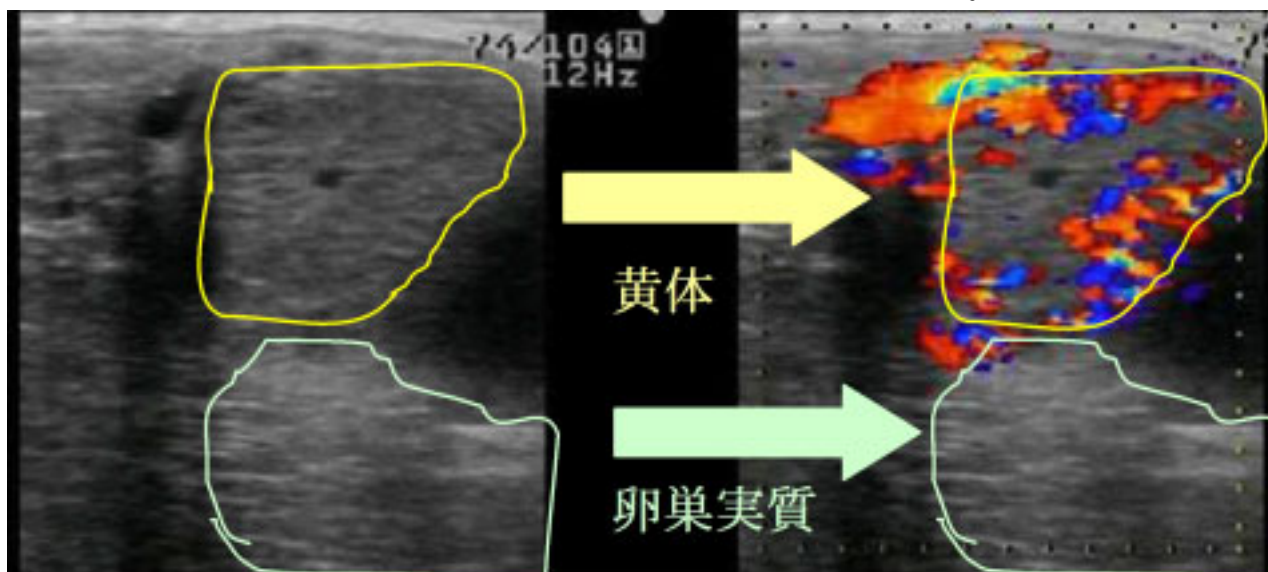


図4 白黒の画像では一見卵巢の実質(下、緑線)と間違えやすい黄体(上、黄線)など、組織・器官の判別が容易。

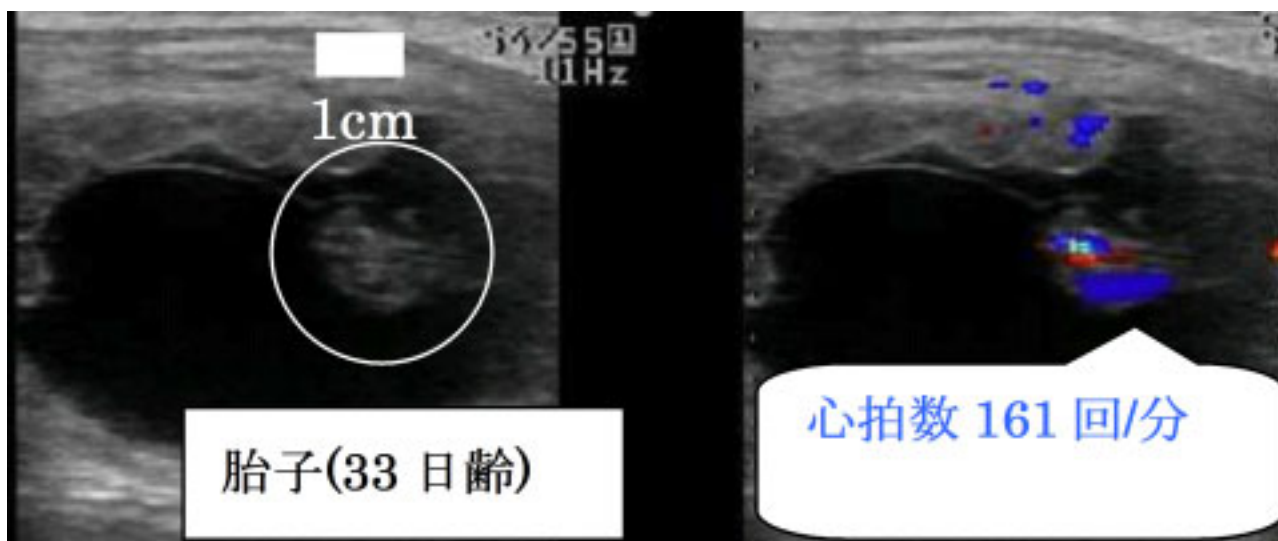


図5 胚・胎子の心拍数の計測が容易であり、死滅か生存かどうか瞬時に鑑別できる

4. カラードプラ超音波検査によって、なにが明らかになったか？

馬は妊娠期間が11ヶ月と長く、胎子は成長とともに栄養や酸素をたくさん要求すると考えられます。しかし、妊娠子宮に血液を供給する動脈の血流量がどのように変化するか、解明されていません。また、馬は分娩後わずか10日程度で受胎が可能になるという特徴をもっていますが、分娩後発情時の子宮の血流についてはほとんど不明のままです。ドイツやアメリカでは、すでに、カラードプラ超音波装置を利用して馬の子宮や卵巢の血管の血流指標を計測し、それをベースとした新しい妊娠診断や排卵予知方法に関する研究が進められています。日本においても、より進んだ馬生産医療を実現するためには、カラードプ

ラ超音波診断装置の応用が必要不可欠であると考え、NOSAI、HBAの協力のもと、妊娠初期から分娩後1ヶ月までの子宮動脈の血流指標の計測等について、カラードプラ超音波診断装置による調査を実施しました。

通常は直腸腹側の生殖器を検査しますが、血流の検査では、探触子を直腸背側の子宮動脈を描出(図6)したのち、平均血流速度、等の測定項目について計測し、妊娠期の各ステージ間で比較しました。その結果、妊娠の進行および分娩に伴って、これらの要素が大きく変動し、妊娠や分娩時には血液要求量が大きく変化することがわかりました。平均血流速度は、妊娠の進行とともに増加し、分娩前の子宮動脈は、心臓から拍出される大動脈の血流速度よりも速くなることが判明しました(図7)。

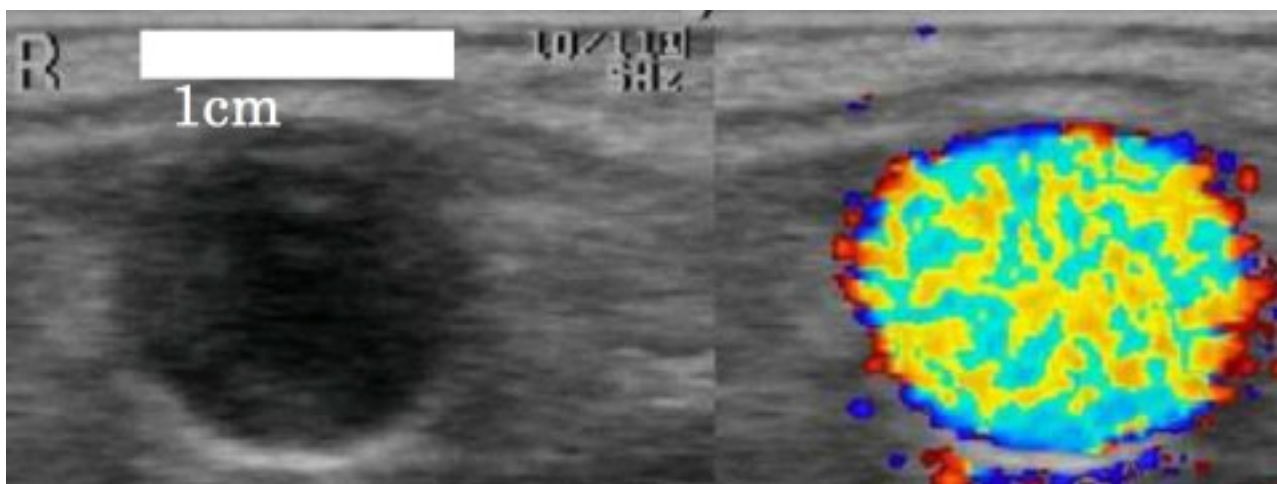


図6 妊娠末期の子宮動脈の断面像、直径12mmの動脈に非常に速い血流が流れている様子。

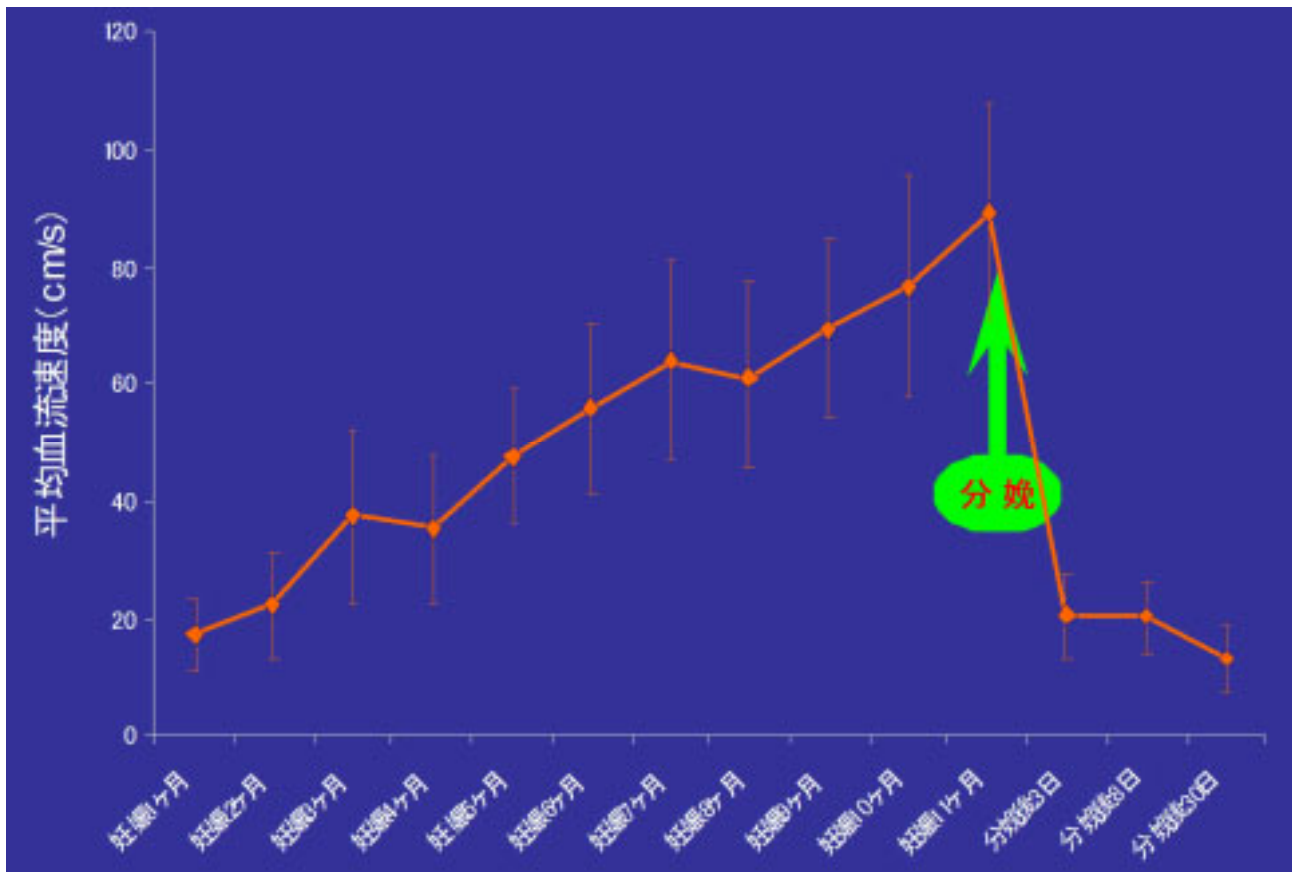


図7 妊娠期の子宮動脈の平均血流速度(cm/s)の変化 (n=9)

妊娠末期には秒速100cmを超える血流が流れ、胎子に酸素や栄養を送っている。

さらに、分娩後2回目の発情時の各種血流指標は、分娩後初回発情と比較して、より安定した状態に達することが明らかとなりました。このことは、血流変化の観点において、分娩後初回発情では子宮が血液を多く要求している状態であり、子宮回復が十分でない可能性が示唆されました。これらの知見は、分娩後初回発情で交配をするという一般的な馬生産には、結果として胚死滅などの発生を助長していることが推察されます。また、獣医学的にも分娩後初回発情での子宮の回復状況を血流のレベルから診断する新しい方法として期待されます。

5 . カラー Doppler 超音波診断の将来的な活用方法、応用の可能性について

カラー Doppler 超音波診断の用途は幅広いと考えられますが、中でも下記のような予防・診断に応用されることが期待されています。

妊娠期の子宮機能が正常かどうかを血流指標から診断する。

胎子の心拍数計測、および胎子の3D立体画像による画像診断を、カラー Doppler 超音波診断と併せて実施し、胎子の総合的健康診断を実施する。

分娩前の子宮動脈を検査し、繁殖牝馬にしばしば見られる子宮動脈破裂のリスクを判定する。

分娩後の子宮機能の回復状況を血流レベルで診断する。

終わりに

カラードプラ超音波装置を競走馬生産の獣医医療に応用することで、従来の白黒画像では不明であった血流情報の描出、算出が可能となり、卵巣、子宮および胎子に対する新しい診断への可能性が見出されています。最近では、血管年齢の推定など、超音波診断技術が益々進化しています。将来的には、これらの技術を応用することで、「妊娠期間中の胎子の健康診断」「胎子死滅と血流との関係」などの診断について、精度の高い画像診断法の確立を目指し、日本の強い馬づくりに役立つことが期待されます。