

平成11・12年度文部省科学研究費補助金  
(基盤研究(C) (2)) 研究成果報告書

研究課題 超音波断層・ドプラ法による牛の卵巣・子宮の  
血流動態解析に関する研究

課題番号 11660314

実施年度 平成11年および12年度

研究代表者 萩尾光美 (宮崎大学農学部教授)

研究協力者 宮本 徹 (宮崎大学農学部助手)

研究経費	平成11年度	1,200千円
	平成12年度	1,000千円
	計	2,200千円

## I. はじめに

医学や獣医学において、超音波検査法は非侵襲的な検査法として広く応用されている。また最近では、他の非侵襲的検査法では困難な組織・臓器血流の実時間観察が可能な超音波ドプラ法が消化器や産科領域などに応用されつつある。超音波ドプラ法は、連続波ドプラ法による早期妊娠診断の応用<sup>5)</sup>に端を発し、その後、パルスドプラ法による子宮胎盤の血流波形の観察<sup>31)</sup>、分娩時の子宮動脈の血流速度の測定<sup>13)</sup>に応用されている。その後15年ほどの間に、パルスドプラ法は子宮胎盤および胎児胎盤循環の臨床検査として確立された。子宮動脈の描出とその動脈血流波形の研究は、初期には経腹壁的 B モード法とパルスドプラ法の組み合わせによって行われていた。しかし1989年、経膈走査用探触子が開発され、高周波を用いた超音波検査によるアーティファクトの少ない鮮明な画像の描出が可能となった。人では現在までに性周期あるいは妊娠時に観察される子宮動脈の血流波形および超音波ドプラ指標の変化が明らかにされており、カラードプラ法を組み合わせることにより、早期妊娠診断のみでなく、卵巣・子宮疾患の診断や体外受精による受精卵移植時の女性の子宮環境の判定等に用いられている。受精卵移植においては、移植した胚の着床が成立するための最も重要な要因の一つとして子宮の受容性があり、この判定においては、性周期に伴う卵巣内の血流動態変化や子宮内膜の肥厚に加え、子宮動脈インピーダンスの変化が重要であるとされている。現在、特に移植した胚の着床およびその後の妊娠の継続を予知する指標について卵巣および子宮の両面から研究が続けられている<sup>2, 11, 26, 27, 28, 35)</sup>。

一方、動物においては、超音波ドプラ法を子宮動脈に応用した研究は、1975年に兎において初めて行われている<sup>30)</sup>。その後、モルモットや猿、牛、羊などの子宮動脈にも応用され、発情周期、妊娠期、検査時の姿勢、あるいは薬剤投与による血流量、血流波形の変化について研究がなされている。

牛では、発情周期の各ステージにおいて卵巣・子宮に対する血流の分布状態が著しく変化する。卵巣においては、黄体期では血流量が多く、黄体の退行と発情の誘起に伴ってその血流量は低下する<sup>10, 34)</sup>。逆に子宮においては、黄体期には減少し発情期には増加する。子宮動脈においては、発情期には血流量は多く、子宮動脈の緊張性は低い、黄体期にはこれとは反対に血流量は少なく、動脈の緊張性も高いとされている。また、子宮動脈血流波形は、発情周期の各ステージにより二つのタイプに分類できることが報告されている<sup>9, 32)</sup>。しかし、これらの研究では、実験遂行のためにあらかじめ開腹手術を行い、子宮動脈や卵巣動脈などの測定部位に超音波トランスデューサーや電磁流量計を装着する、という方法を用いており、非観血的手法、すなわち経直腸的超音波ドプラ法については検討されていない。

つい最近、牛、馬において非観血的な超音波ドプラ法による卵巣・子宮動脈の経直腸的な描出法が報告された。すなわち、牛では、ホルスタイン種における子宮動脈の経直腸的な描出法と発情周期に伴う卵巣、子宮の血流分布変化が明らかにされ<sup>12)</sup>、またシンメンタル種においても子宮動脈の経直腸的な描出法とともに末梢血管抵抗を反映する指標である抵抗係数 (Resistive index; 以下、RI と略) を用いて子宮動脈の血流変化を観察した

報告<sup>4)</sup>がなされている。非観血的超音波ドプラ法を用いたこれらの報告は、従来、形態学的観察が中心の超音波検査法を生理学（血行動態）的評価へと発展させると同時に、本法の産科・繁殖領域への臨床応用の期待を高めた。また、超音波ドプラ法が組み込まれた超音波装置には、携帯が可能なポータブル装置も一部あり、フィールドで機動性が要求される大動物臨床への応用も今後、大いに期待される。

以上のように非観血的な超音波ドプラ法による生殖器血流の動態解析は緒に就いたばかりであり、牛においては基礎的・臨床的検討が乏しい。また、黒毛和種牛においては報告がほとんど見当たらない。そこで、黒毛和種成牛の生殖器血流の基礎的データを得るため、健常成牛を用いて、生殖器血流測定のための至適アプローチや子宮動脈の超音波上の特徴を把握するとともに、末梢血管抵抗を反映する指標である RI からみた子宮動脈の血流変化と発情周期に伴う卵巣および子宮の血流分布の変化を観察した。

## II. 材料および方法

### A. 至適アプローチ、子宮動脈の超音波上の特徴の把握および RI からみた子宮動脈の血流変化

#### A-a：子宮動脈の同定

経直腸的に牛の子宮動脈を描出し血流波形を記録した報告では、子宮動脈の同定には、腹大動脈を起点としてこれより遠位の各血管を順次描出し、それらの走行や解剖学的位置関係から当該血管を想定する方法<sup>4, 12)</sup>や、超音波検査所見と剖検結果との対比あるいは描出された血管の妊娠性硬変<sup>15)</sup>から推定する方法が用いられている<sup>12)</sup>。しかしながら、子宮動脈が描出される領域には、内腸骨動脈をはじめとして動脈や静脈がいくつか描出されるため、たとえカラードプラ法を応用しても、二次元構造（平面）を見ている超音波画像では血管走行や解剖学的位置関係を正確に把握するのは容易とは思われない。

そこで、妊娠時、子宮動脈は胎仔の成長とともに拡張し子宮への血液供給を増すことに着目し、子宮動脈の同定を試みた。すなわち、黒毛および褐毛和種の妊娠牛と黒毛和種の非妊娠牛を用いて、子宮動脈と想定される血管を描出し、内腸骨動脈との分岐部におけるその内径を経時的に計測することにより、子宮動脈の妊娠に伴う生理的な拡張を指標として、子宮動脈の同定を行った。また、非妊娠牛の平均的な子宮動脈内径も計測した。

#### 1. 供試牛

宮崎大学で飼養している黒毛和種の非妊娠牛 6 頭（平均年齢 8.1 歳（2～15 歳）、未經産牛 1 頭を含む）と、黒毛（12 歳、経産歴 10 産）および褐毛和種（2 歳、初産）の妊娠牛各 1 頭の合計 8 頭を用いた。なお、両妊娠牛とも妊角は左子宮角であった。

#### 2. 超音波断層・ドプラ装置

超音波装置は、日立メディコ社製電子走査型超音波断層装置（EUB-565A）で、探触子には 5 MHz の術中用探触子（T 字型）を用いた。

超音波装置の調整：観察時、断層法やカラードプラ法の出力などを常に一定に保つため、両者を以下の条件に設定した。断層像の視野深度は 50mm、B モードエンハンスは 1/2 とした。カラードプラ法では、超音波パワー (PWR) は H、カラーフィルター (CF) は L、パケットサイズ (PS) は L、CFM モード参照周波数 (R E F) は 3.5MHz、V-RANGE は  $\pm 10.4\text{cm} / \text{S}$  (ただし、妊娠牛においては最高  $\pm 33.2\text{cm} / \text{S}$  まで用いた)、カラー表示エリアサイズは横 2 × 縦 2 cm にした。なお、カラーゲインは随時調節し、ノイズが描出されなくなる最大ゲインを用いた。

### 3. 超音波検査法

観察は同一検査者が行い、黒毛和種の非妊娠牛は黄体期に、黒毛和種の妊娠牛は妊娠 2.5 カ月時、褐毛和種の妊娠牛は妊娠 4、6、7 カ月時に行った。

被検牛を柵場内起立保定後、直腸内の糞を十分に排除し、経直腸的に子宮動脈を探索した。子宮動脈の探索には、既報の文献<sup>4, 12)</sup>を参考にしながら行った。すなわち、腹大動脈を起点としてこれより遠位の各血管を順次同定することにより子宮動脈を探索する方法を用いた。直腸検査にて仙骨岬角を触知し、これより少し前方を探り、腹大動脈から分岐する内腸骨動脈の位置をまず確認した。その後、探触子を手指とともに直腸内に挿入し、探触子面を背方に向け、触診で確認した腹大動脈に軽く探触子をあてた。画像は、浅部に内腔がエコーフリーなほぼ円形の腹大動脈、深部に高エコー像の最後腰椎が描出された。探触子をゆっくりと尾側へスライドさせると、腹大動脈は左右の外腸骨動脈分岐部に近づくにつれて血管の形状が扁平化し、その後 3 個の円形の短軸血管像となった。さらに尾側へ探触子を移動させると、3 個の円形像のうち、中央のそれは、内腸骨動脈分岐部でさらに左右の円形像に分かれた。このうち、左側の円形像 (内腸骨動脈) の遠位を追跡するため、探触子面を真上 (12 時) 方向からやや左側 (11 時) に傾けると、内腸骨動脈から分岐する動脈 (想定子宮動脈) が描出された。想定子宮動脈の血流と超音波ビームの入射角度ができるだけ平行になる断面を取得するために、モニター画面をみながら探触子を微妙に動かした。入射角が 30° 以内では、パルスドプラ法による動脈血流波形は明瞭となった。

### 4. 測定項目：

子宮動脈が内腸骨動脈から分岐した直後の内径を、超音波装置に内蔵されている計測機能 (キャリパー) を用いて計測した。

#### A-b：子宮動脈の分岐方向

子宮動脈は内腸骨動脈より最初に分岐する大きな血管であり、経直腸的超音波検査法により描出が可能<sup>4, 12)</sup>とされているが、超音波画像上での分岐方向については言及されていない。周知の通り、超音波ドプラ法による血流計測では、血流に対する超音波ビームの入射角度が測定結果に重大な影響を及ぼすため、子宮動脈の分岐方向について検討した。

#### 1. 供試牛

前項の A-a に用いた 8 頭に、黒毛和種の非妊娠牛 2 頭を加えた合計 10 頭を用いた。

#### 2. 超音波断層・ドプラ装置：超音波装置および探触子は前項と同様である。

#### 3. 超音波検査法：前項と同様。

#### A-c : 子宮動脈の血流波形の比較

##### 1. 供試牛

前項 A-a に用いた黒毛和種の非妊娠牛のうち、子宮動脈の血流方向が超音波ビームの入射角度とほぼ平行（30 ° 以内）に描出され、血流信号の検出が良好であった経産牛 2 頭（No.1 ; 8 歳、No.2 ; 15 歳）と A-a で用いた黒毛および褐毛和種の妊娠牛各 1 頭を用いた。なお、発情周期日数は No.1 では 22.5 日、No.2 では 31.5 日であった。

##### 2. 超音波断層・ドプラ装置：前項と同様。

##### 3. 超音波検査法

内腸骨動脈から分岐した直後の左側の子宮動脈にサンプルボリューム（大きさ 2 mm）を設置し血流波形を記録した。この際、超音波ビームとの入射角度は、測定エラーを最小限にするため、30 ° 以内になるようにした。超音波検査は同一検者が行った。成熟卵胞の認められた最終日を - 1 日、成熟卵胞の消失した日を 0 日とし、- 5、- 4、- 3、- 2、- 1、0、+ 1 の毎日とその後は隔日に超音波検査（検査時間 ; 14 : 00 ~ 20 : 00）を行った。

#### A-d : RI からみた子宮動脈の血流変化

##### 1. 供試牛

前項 A-c に用いた 4 頭を用いた。

##### 2. 超音波断層・ドプラ装置：前項と同様。

##### 3. 超音波検査法

超音波装置に内蔵されている計測機能を用いて、子宮動脈の血流速波形から RI を算出した。なお、RI は以下の式にて求めた。左右の子宮動脈間で血流量、RI に差はないとする既報告<sup>4,9)</sup>に基づき、計測は左側の子宮動脈のみ行った。血流計測は同一検者が行い、検査日は前項の A-c と同様であった。

$$RI = (\text{最高血流速度} - \text{最低血流速度}) / \text{最高血流速度}$$

#### B. 発情周期に伴う卵巣および子宮の血流分布の変化

##### 1. 供試牛

前項 A-c、d に用いた牛のうち、非妊娠の黒毛和種の経産牛 2 頭（No.1、No.2）を用いた。

##### 2. 超音波断層・ドプラ装置：前項と同様。

##### 3. 超音波検査法

観察は同一検者が行い、検査日は前項の A-c、d : と同一である。子宮動脈の血流計測後、卵巣および子宮の血流分布について観察を行った。

卵巣の検査は、探触子を親指と小指で保持し、残りの指は卵巣が軽く触診できる状態を保ちながら探触子操作を行った。まず、右側の卵巣に探触子面を軽くあて、卵胞あるいは

黄体の形状を観察し、これを VTR に録画した。その際、探触子を微妙に動かし、卵巢の断面像を変化させながら卵胞、黄体が最大に描出される面を描出し、卵胞の最大径、黄体の最大面積を計測した。引き続き、断層像を安定させた状態でカラードプラ法を用いて、卵巢および黄体の血流観察を行い、VTR に録画した。左卵巢も同様の手順で観察・録画した。次に、探触子を子宮に移動させ子宮の短軸断面を描出しながら、子宮体を起点に頭側へスライドさせ、子宮角が左右に分岐した直後の位置で、子宮の大きさ、子宮壁内に低エコーでリング状に描出される層（リング層）、子宮内腔貯留物の有無などを観察・録画した。続いてカラードプラ法により、同部位における血流像を観察・録画した後、左右子宮角の周長をそれぞれ計測した。なお、カラードプラ法では、直腸や子宮の収縮運動によるアーティファクト血流像の出現を避けるため、それらの動きが静止している間に観察を行った。大きさ等の計測は超音波検査時に行ったが、血流評価は VTR の再生像を用いて行った。

#### 4. 測定項目および方法：卵胞、黄体および子宮の大きさ

卵胞の大きさは、左右それぞれの卵巢において最も大きい卵胞の最大直径を計測した。黄体の大きさは、黄体の最大径と、超音波装置に内蔵されたトレース法により断面積を計測した。子宮の大きさは、黄体と同様、トレース法により周長を計測した。

### Ⅲ. 結 果

#### A. RI からみた子宮動脈の血流変化

##### A-a：子宮動脈の同定

左内腸骨動脈の内径は平均 7.35mm（範囲 6.1～9.9mm）であった。

非妊娠の黒毛和種牛の子宮動脈内径は平均 2.43 mm（範囲 1.6～3.2mm）であった（写真 1）。

黒毛和種妊娠牛の妊娠 2.5 カ月時の子宮動脈内径は平均 1.9mm（範囲 1.7～2.2mm）であった。褐毛和種妊娠牛の妊娠 4 カ月時の子宮動脈内径は約 3mm であった（写真 2）。褐毛和種妊娠牛の妊娠 6 カ月および 7 カ月時の子宮動脈内径は、それぞれ 5.9mm、6.7mm であった（写真 3）。

##### A-b：子宮動脈分岐方向

子宮動脈が内腸骨動脈から分岐する方向は、10 頭中 8 頭が 11 時～12 時（写真 1）、残りの 2 頭が 8 時～9 時であった（写真 4）。

##### A-c：子宮動脈の血流波形の比較

子宮動脈血流は全ての観察例で検出可能であった。

黄体期における子宮動脈の血流波形は、No. 1 および No. 2 とも鋭い頂点をもつ収縮期波形を示した後、急激に減少し、その後低い（遅い）拡張期血流を示す波形であった（写真 5）。排卵 5 日前：子宮動脈の血流波形は、黄体期の血流波形と類似していた。排卵 4 日前：収縮期波形は黄体期と類似していたが、拡張期血流は黄体期のそれより高い拡張期血流を示すことが多かった。排卵 3～1 日前：収縮期波形は黄体期のそれと類似していたが、排卵 4 日前よりさらに高い拡張期血流を示した。（写真 6）。排卵日：血流波形は排卵 4 日前のそれと類似していた。排卵後 1 日：血流波形は黄体期のそれと類似していた。褐毛和種の妊娠牛において得られた血流波形は、非妊娠牛において得られた波形と比較して円い頂点をもつ収縮期血流を示し、その後の減少はわずかで、著しく高い拡張期血流を示した。妊娠 4 カ月時（写真 7）と妊娠 6 カ月時（写真 8）に得られた波形を比較すると、妊娠 6 カ月時では収縮期血流はなだらかに減少するが、4 カ月時に認められた明瞭な拡張期血流を示さず次の波形に移行した。

#### A-d：RI からみた子宮動脈の血流変化

子宮動脈血流は全ての観察例で検出可能であり、RI も計測できた。

No. 1 および No. 2 で発情周期日数が異なるため、RI の検討には -5、4、-3、-2、-1、0、+1～+13 までの値を使用した。

No. 1 および No. 2 の RI は 3 発情周期を平均し、グラフ化した。両牛とも RI は排卵前に低値を、黄体期に高値を示す傾向が見られたが、変動様式には差が認められた。すなわち、両牛とも RI は排卵 4 日前より徐々に減少したが、No. 1 では、排卵 3～1 日前の 3 日間に渡って最低値を示した後、徐々に増加し、排卵後 3 日には排卵 5 日前の値にほぼ復した。一方、No. 2 では、排卵 2 日前に急激に著減した後、急増し、排卵 1 日前には No. 1 とほぼ同値に、また排卵後 1 日には排卵 5 日前の値にほぼ復帰した。No. 1 では排卵前 1 日の RI と排卵前 5 日および排卵後 9 日の RI の間に有意差が認められた（t 検定： $p < 0.01$ ）。No. 2 では排卵前 2 日の RI と排卵後 5 日、7 日および 11 日の RI の間に有意差が認められた（t 検定： $p < 0.03$ ）。

#### B. 発情周期に伴う卵巢および子宮の血流分布の変化

##### 1. 卵巢内の血流観察（図 1）

カラードプラ法を用いて観察された卵巢内の血流像は、主に黄体へ分布する血流像であり、卵巢間質では血流像は比較的少なかった。排卵日の卵巢においては、排卵窩に血流像が描出された（写真 9）。黄体内血流像は排卵後 2～3 日の新生黄体から認められ（写真 10）、黄体の最外層を取り囲む様に、円周状の血流像（黄体内辺縁血流像）が観察された。開花期黄体においては、黄体内辺縁から黄体の中心部に向かって流入・流出する血流像（黄体中心部血流像）も認められた（写真 11）。また、卵巢間質内を走行し、黄体に達する

1本の大きな血管像も観察された(写真 12)。退行黄体においては、はっきり認められる黄体があるにもかかわらず黄体内血流像は乏しかった。また、黄体内血流像は排卵のほぼ3日前から著しく減少した。排卵1日前の卵巢では、成熟卵胞の周囲に沿うような血流像が観察されることが多く(写真 13)、同時に、卵巢間質内にも血流像が散在して認められることが多かった。明確な黄体が存在しない卵巢では、卵胞があっても血流像は乏しかった。

なお、No. 1の3周期目に嚢腫様黄体が観察された。No. 2の1周期目の黄体退行から2周期目の排卵までに観察された黄体の血流像変化と黄体の大きさの変化は、No. 1およびNo. 2のその他の周期とは異なり、両者とも排卵の1週間前程から減少した。

#### No. 1

排卵5日前、黄体は卵巢間質と明瞭に識別でき、大きさは断面積  $3.15\text{cm}^2$  (断面積は数値のみで表示) であった。卵巢内辺縁血流像は黄体の全周を囲んで認められ、黄体中心部血流像も常に多数認められた。また、同側卵巢に直径  $10.3\text{mm}$  の卵胞が認められた。

排卵4日前、黄体は卵巢間質と明瞭に識別でき、大きさは  $2.7\text{cm}^3$  で縮小したが、黄体内辺縁血流像は黄体の全周を囲んで認められ、黄体中心部血流像も常に多数認められた。同側卵巢の卵胞は直径  $13.6\text{mm}$  であった。

排卵3日前、黄体は前日と比較して、卵巢間質との識別がやや困難となった。大きさは  $2.19\text{cm}^2$  とさらに縮小した。黄体内辺縁血流量および黄体中心部血流量は著明に減少し、黄体内辺縁血流は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流は時々ごくわずかに認められた。

排卵2日前、黄体は前日と比較して、さらに卵巢間質との識別が困難となった。大きさは  $1.81\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流はごくわずかに点在して認められ、黄体中心部血流は認められなかった。同側卵巢の卵胞は直径  $15\text{mm}$  となった。

排卵1日前、黄体は卵巢間質との識別は困難であった。大きさは  $1.84\text{cm}^2$  であった。黄体内血流像はほとんど認められなかった。同側卵巢の卵胞の全周の  $1/4$  ほどに、卵胞の辺縁をなぞるような血流像が認められ、卵巢間質では血流像が散在して認められた。

排卵日、排卵が起こり、卵胞の消失した部分(排卵窩)には不定形の血流像がわずかに認められた。卵巢間質では、前日より血流像が若干増加して認められた。旧黄体は卵巢間質との識別が困難であった。

排卵後1日、新生黄体は卵巢間質との識別が可能となった。大きさは  $1.03\text{cm}^2$  であった。新生黄体に対する血流像は増加して認められた。黄体内辺縁血流像は点在して、黄体中心部血流は時々ごくわずかに認められた。卵巢間質では、血流像が血管状(約  $3\text{mm}$  の直線状)に認められた。

排卵後3日、黄体は卵巢間質と明瞭に識別でき、大きさは  $0.85\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は常に多数認められた。卵巢間質では黄体へと向かう血流像が認められた。

排卵後4日、黄体は卵巢間質と明瞭に識別でき、大きさは  $1.33\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は常に多数認められたが、前日より太く描出された。



排卵後 6 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別でき、大きさは  $2.02\text{cm}^2$  であった。  
排卵後 8 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別でき、大きさは  $3.42\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周で、黄体中心部血流像は常に多数認められた。卵巣間質内の黄体へと向かう血流像は太くなった。

排卵後 8 から排卵後 17 日まで、黄体は卵巣間質と明瞭に識別でき、大きさは排卵後 8 日に  $3.42\text{cm}^2$ 、排卵後 10 日に  $3.17\text{cm}^2$ 、排卵後 12 日に  $2.94\text{cm}^2$ 、排卵後 14 日に  $2.87\text{cm}^2$ 、排卵後 15 日に  $3.45\text{cm}^2$ 、排卵後 17 日に  $2.97\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流は常に多数認められた。卵巣内では卵胞の発達と消退が認められた。

排卵後 18 日、黄体は卵巣間質との識別が若干困難となった。大きさは  $2.23\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

排卵後 19 日 (2 周期目の排卵 5 日前)、黄体は前日と比較して卵巣間質との識別がさらに困難となった。大きさは  $2.81\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。同側卵巣に直径  $10.1\text{mm}$  の卵胞が認められた。

排卵後 20 日 (2 周期目の排卵 4 日前)、黄体は卵巣間質との識別が若干困難であった。大きさは、 $2.43\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。同側卵巣の卵胞は直径  $10.6\text{mm}$  であった。

排卵後 21 日 (2 周期目の排卵 3 日前)、黄体は卵巣間質との識別が若干困難であった。大きさは  $2.29\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流量および黄体中心部血流量は著明に減少し、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像は少数であるが常に認められた。卵巣間質内を黄体へと流れ込む血流像は黄体周辺では明瞭に認められた。同側卵巣の卵胞の直径は  $12.1\text{mm}$  であった。

排卵後 22 日 (2 周期目の排卵 2 日前)、黄体は卵巣間質との識別が困難であった。大きさは  $2.56\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $1/4$  程度、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた。同側卵巣の卵胞は直径  $13.0\text{mm}$  であった。

排卵後 23 日 (2 周期目の排卵 1 日前)、黄体は卵巣間質との識別が困難であった。大きさは  $0.87\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は点在しごくわずかに認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。同側卵巣の卵胞は直径  $13.0\text{mm}$  であり、卵胞全周の  $1/4$  程度に血流像が認められた。卵巣間質内では約  $3\text{mm}$  の直線状の血流像が散在して認められた。

排卵後 24 日 (2 周期目の排卵日)、排卵窩に沿って血流像が点在して認められた。

2 周期目の排卵後 1 日、新生黄体は卵巣間質との識別が困難であった。大きさは  $0.8\text{mm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $1/4$  程度に認められた。黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。

2 周期目の排卵後 2 日、黄体は卵巣間質との識別が前日と比較して若干容易となった。大きさは  $1.09\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた。

2 周期目の排卵後 4 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $2.56\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

2 周期目の排卵後 6 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $3.29\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

2 周期目の排卵後 8 ～ 16 日迄、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは 2 周期目の排卵後 8 日に  $2.91\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 10 日に  $2.27\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 12 日に  $2.33\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 14 日に、 $2.65\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 16 日に、 $3.26\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。卵巣内で卵胞の発達、消退が認められた。

2 周期目の排卵後 18 日 (3 周期目の排卵 5 日前)、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $2.20\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は常に多数認められた。黄体の対側の卵巣では、直径  $8.2\text{mm}$  の卵胞が認められた。また、卵胞と同側の卵巣間質の  $2 \sim 3$  カ所で時折血流像が認められた。

2 周期目の排卵後 19 日 (3 周期目の排卵 4 日前)、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは、 $2.64\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。黄体の対側の卵巣では、直径  $8.8\text{mm}$  の卵胞が認められた。また、卵胞と同側の卵巣間質で時折血流像が認められた。

2 周期目の排卵後 20 日 (3 周期目の排卵 3 日前)、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $1.80\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流量および黄体中心部血流量は著明に減少し、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/4$  程度、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた。黄体の対側の卵巣では、直径  $12.1\text{mm}$  の卵胞が認められた。

2 周期目の排卵後 21 日 (3 周期目の排卵 2 日前)、黄体は卵巣間質との識別が若干困難となった。大きさは  $1.12\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められたが、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。黄体の対側の卵巣では、直径  $14.2\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵胞周囲にわずかに血流像が認められた。

2 周期目の排卵後 22 日 (3 周期目の排卵 1 日前)、黄体は卵巣間質との識別がさらに困難となった。大きさは  $1.22\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。黄体の対側の卵巣では、直径  $13.5\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵胞周囲にわずかに血流像が認められた。

3 周期目の排卵日、排卵窩周辺に  $2 \sim 3$  カ所血流像が認められた。卵巣間質では時折血流像が認められた。旧黄体は卵巣間質との識別が困難であり、黄体内血流像はほとんど認められなかった。

3 周期目の排卵後 1 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別でき、大きさは  $0.98\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は黄体全周の  $1/2$  程度に認められたが、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。卵巣間質では血流像が一部直線状に散在して認められた。

3 周期目の排卵後 2 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $0.74\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

3 周期目の排卵後 4 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $1.5\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

3 周期目の排卵後 6 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。黄体内に直径  $17.9\text{mm}$  のエコーフリー領域が認められた。大きさ (エコーフリー領域を含む) は、 $3.95\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

3 周期目の排卵後 8 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別でき、黄体内のエコーフリー領域の直径は  $25\text{mm}$  程度となった。大きさは  $6.64\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、

黄体中心部血流像は常に多数認められた。

3 周期目の排卵後 10 から 3 周期目の排卵後 12 日まで、黄体は卵巢間質と明瞭に識別でき、大きさと黄体内のエコフリー領域の直径はそれぞれ 3 周期目の排卵後 10 日には  $5.6\text{cm}^2$ 、約 25mm、3 周期目の排卵後 12 日には  $5.46\text{cm}^2$ 、約 25mm であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

3 周期目の排卵後 14 日、黄体は卵巢間質と明瞭に識別でき、大きさは  $4.8\text{cm}^2$  であった。黄体内のエコフリー領域は若干縮小した。(直径約 22mm)。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

3 周期目の排卵後 16 日、黄体は卵巢間質と明瞭に識別できた。大きさは、 $2.24\text{cm}^2$  であった。黄体内のエコフリー領域はさらに縮小し、直径が約 18mm になった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

3 周期目の排卵後 18 日 (4 周期目の排卵 4 日前)、黄体は卵巢間質と明瞭に識別できた。大きさは  $3.03\text{cm}^2$  であった。黄体内のエコフリー領域はさらに縮小し、直径約 5mm となった。黄体内辺縁血流像は全周の 2 / 3 程度、黄体中心部血流像は常に多数認められた。同側卵巢に直径 8.5mm の卵胞が認められた。

3 周期目の排卵後 19 日 (4 周期目の排卵 3 日前)、黄体は卵巢間質との識別が若干困難となった。大きさは  $1.41\text{cm}^2$  であった。黄体内のエコフリー領域は消失した。黄体内辺縁血流量および黄体中心部血流量は著明に減少し、黄体内辺縁血流像および黄体中心部血流像は点在してごくわずかに認められた。同側卵巢に直径 8.5mm の卵胞が認められた。

3 周期目の排卵後 20 日 (4 周期目の排卵 2 日前)、黄体は卵巢間質との鑑別が困難であった。大きさは  $2.12\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の 1 / 4 程度に認められたが、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。卵巢間質では時折ごくわずかに血流像が認められた。同側卵巢には直径 9.3mm の卵胞が認められた。

3 周期目の排卵後 21 日 (4 周期目の排卵 1 日前)、黄体は卵巢間質との識別が困難であった。大きさは  $1.36\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められたが、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。同側卵巢には直径 12.3mm の卵胞が認められ、卵胞の全周の 1 / 4 程度に細い血流像が認められた。卵巢間質では、特に卵胞が最大に描出される断面で、血流像が散在して認められた。

3 周期目の排卵後 22 日 (4 周期目の排卵日)、排卵窩に沿うように血流像が認められた。卵巢間質では前日より増加して血流像が認められた。旧黄体は卵巢間質との識別が困難であり、黄体内血流像はほとんど認められなかった。

4 周期目の排卵後 1 日、新生黄体は卵巢間質との識別が若干易となった。大きさは  $0.69\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の 1 / 4 程度に認められたが、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。卵巢間質内を黄体へ向かう太くて長い血流像が認められた。

4 周期目の排卵後 2 日、黄体は卵巢間質と明瞭に識別できた。大きさは  $0.86\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の 1 / 2 程度、黄体中心部血流像は常に多数認められた。卵巢間質にも血流像が多数認められた。

4 周期目の排卵後 4 日から排卵後 24 日 (5 周期目の排卵 5 日前) まで、黄体は卵巢間質と明瞭に識別できた。大きさは 4 周期目の排卵後 6 日に  $3.28\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 8

日に  $3.71\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 10 日に  $3.32\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 12 日に  $3.7\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 14 日に  $3.85\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 16 日に  $3.69\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 18 日に  $3.38\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 19 日に  $2.62\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 20 日に  $2.62\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 21 日に  $2.71\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 22 日に  $3.14\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 23 日に  $2.52\text{cm}^2$ 、4 周期目の排卵後 24 日（5 周期目の排卵 5 日前）に  $2.28\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。卵巣内では卵胞の発育と消退が認められた。

4 周期目の排卵後 25 日（5 周期目の排卵 4 日前）、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $2.25\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は常に少数認められた。同側卵巣に直径  $11.8\text{mm}$  の卵胞が認められた。

4 周期目の排卵後 26 日（5 周期目の排卵 3 日前）、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $1.9\text{cm}^2$  であった。黄体内血流像は減少し、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像は常に少数認められた。同側卵巣には直径  $13.0\text{mm}$  の卵胞が存在した。

4 周期目の排卵 27 日後（5 周期目の排卵 2 日前）、黄体は卵巣間質との識別が若干困難となった。大きさは  $1.85\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流量および黄体中心部血流量は著明に減少し、黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。

4 周期目の排卵 28 日後（5 周期目の排卵 1 日前）、黄体は卵巣間質との識別が困難であった。大きさは  $1.3\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像および黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。同側卵巣には直径  $14.9\text{mm}$  の卵胞が認められた。卵巣間質では卵胞の周囲に血流像が認められた。

4 周期目の排卵 29 日後（5 周期目の排卵日）、排卵窩に沿うように全周の  $1/4$  程度に血流像が認められた。卵巣間質では散在して血流像が認められた。

5 周期目の排卵後 1 日、黄体は卵巣間質との識別が若干易となった。大きさは  $0.55\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像が全周の  $1/2$  程度に認められたが、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。

5 周期目の排卵後 2 日、黄体は卵巣間質との識別がさらに易となった。大きさは  $0.56\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた。

排卵後 3 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $1.44\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

## No. 2

排卵 5 日前、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

排卵 4 日前、黄体は卵巣間質との識別が若干困難となった。大きさは、 $1.86\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は常に多数認められた。黄体の対側の卵巣には、直径  $8.6\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵巣間質内で多数の血流像が散在

して認められた。

排卵 3 日前、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $1.9\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流量および黄体中心部血流量は著明に減少し、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像は常に少数認められた。黄体の対側の卵巣には、直径  $12.7\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵巣間質内に血流像が多数認められた。

排卵 2 日前、黄体は卵巣間質との識別が困難であった。大きさは  $1.78\text{ cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $1/4$  程度、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた。黄体の対側の卵巣には直径  $10.1\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵胞周囲に血流像が認められた。卵巣間質では血流像が多数認められた。

排卵 1 日前、黄体は卵巣間質との識別が困難であった。大きさは  $0.7\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた。黄体の対側の卵巣には直径  $12.8\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵胞周囲に血流像が多数認められた。卵巣間質では、多数の血流像が認められた。

排卵日、排卵窩に沿うように全周の  $1/4$  程度に血流像が認められた。卵巣間質では一部直線状に多数の血流像が認められた。旧黄体は卵巣間質との識別が困難であった。

排卵後 2 日、黄体は卵巣間質との識別が若干易となった。大きさは  $0.68\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $1/4$  程度に認められたが、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。

排卵後 4 日、黄体は卵巣間質との識別がさらに易となった。大きさは  $1.32\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

排卵後 6 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $2.01\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像も常に多数認められた。

排卵後 8 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $2.59\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像も常に多数認められた。卵巣間質内を黄体へと注ぎ込む血流像が明瞭に描出された。

排卵後 10 日から排卵後 25 日まで、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは、排卵後 10 日に  $2.2\text{cm}^2$ 、排卵後 12 日に  $2.61\text{cm}^2$ 、排卵後 14 日に  $2.42\text{cm}^2$ 、排卵後 16 日に  $2.28\text{cm}^2$ 、排卵後 18 日に  $2.29\text{ cm}^2$ 、排卵後 20 日に  $2.31\text{ cm}^2$ 、排卵後 22 日に  $2.58\text{ cm}^2$ 、排卵後 24 日に  $2.47\text{ cm}^2$ 、排卵後 25 日に  $2.43\text{ cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

排卵後 27 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさ  $1.79\text{ cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は常に多数認められた。

排卵後 28 日 (2 周期目の排卵 5 日前)、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $1.55\text{ cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流量および黄体中心部血流量は著明に減少し、黄体内辺縁血流像は点在しごくわずかに、黄体中心部血流像はつねに少数が認められた。

排卵後 29 日 (2 周期目の排卵 4 日前)、黄体は卵巣間質との識別が若干困難となった。大きさは  $1.52\text{ cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は点在しごくわずかに、黄体中心部血流像も時々ごくわずかに認められた。卵巣間質では血流像が散在して存在した。同側の卵巣に直径  $10\text{mm}$  の卵胞が認められた。

排卵後 30 日 (2 周期目の排卵 3 日前)、黄体は卵巣間質との識別がさらに困難となった。

大きさは  $1.29 \text{ cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像が点在してごくわずかに認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。同側の卵巣には直径  $12.3\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵巣間質に時折血流像が認められた。

排卵後 31 日 (2 周期目の排卵 2 日前)、黄体は卵巣間質との識別が困難であった。大きさは  $1.31 \text{ cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。同側の卵巣には直径  $14.3\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵巣間質には血流像が散在して認められた。

排卵後 32 日 (2 周期目の排卵 1 日前)、黄体は卵巣間質との識別がさらに困難であった。大きさは  $1.29\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。同側の卵巣には直径  $14.3\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵胞周囲に血流像が明瞭に認められ、卵巣間質から卵胞へと連続するような血流像も認められた。

排卵後 33 日 (2 周期目の排卵日)、黄体は卵巣間質との識別が困難であった。卵巣間質には血流像が多数認められた。

2 周期目の排卵後 1 日、新生黄体は卵巣間質との識別が困難であった。大きさは  $0.73 \text{ cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像は常に少数認められた。卵巣間質には太さが増加した血流像が認められた。

2 周期目の排卵後 3 日、黄体は卵巣間質との識別が若干易となった。大きさは  $1.33\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像も常に多数認められた。

2 周期目の排卵後 5 日から 2 周期目の排卵後 27 日まで、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは、2 周期目の排卵後 5 日に  $2.38\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 7 日に  $3.38\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 9 日に  $3.37\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 11 日に  $3.13\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 13 日に  $2.87\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 15 日に  $4.03\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 17 日に  $2.7\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 18 日に  $2.95\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 19 日に  $2.36\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 20 日に  $2.97\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 22 日に  $4.17\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 23 日に  $2.97\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 24 日に  $2.58\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 25 日に  $2.85\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 26 日に  $2.16\text{cm}^2$ 、2 周期目の排卵後 27 日 (3 周期目の排卵 5 日前) に  $2.62\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められた。黄体と同側の卵巣内では卵胞の発達と消退が認められた。黄体のない側の卵巣では大きな卵胞状のエコフリー領域が多数認められ、観察期間中変化は認められなかった。

2 周期目の排卵後 28 日 (3 周期目の排卵 4 日前)、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $2.83\text{cm}^2$  であった。黄体内血流像は減少し、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像は常に少数認められた。

2 周期目の排卵後 29 日 (3 周期目の排卵 3 日前)、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $1.26\text{cm}^2$  であった。黄体の血流像はさらに減少し、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/4$  程度、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた。同側の卵巣には直径  $9.9\text{mm}$  の卵胞が認められた。

2 周期目の排卵後 30 日 (3 周期目の排卵 2 日前)、黄体と卵巣間質との識別は若干困難となった。大きさは  $1.54\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像が散在してごくわずかに、黄体中心部血流像が時々ごくわずかに認められた。同側の卵巣には直径  $11.8\text{mm}$  の卵胞が認め

られ、卵胞の周囲には血流像が認められた。

2 周期目の排卵後 31 日 (3 周期目の排卵 1 日前)、黄体は卵巣間質との識別がさらに困難となった。大きさは  $1.78\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像が散在して認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。同側の卵巣には直径  $11.4\text{mm}$  の卵胞が認められ、卵胞周囲、卵巣間質において血流像が認められた。

2 周期目の排卵後 32 日 (3 周期目の排卵日)、排卵窩に沿うように全周の  $2/3$  程度に血流像が認められ、さらに排卵窩内にも常に血流像が認められた。旧黄体は卵巣間質との識別が困難であった。

3 周期目の排卵後 1 日、新黄体と卵巣間質との識別は若干困難であった。大きさは  $0.54\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は常に少数認められた。

3 周期目の排卵後 2 日、黄体と卵巣間質との識別は若干易となった。大きさは  $1.25\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は常に少数認められた。

3 周期目の排卵後 4 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $1.91\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に少数が認められた。

3 周期目の排卵後 6 日、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは  $2.19\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数認められるようになった。

3 周期目の排卵後 8 日～20 日まで、黄体は卵巣間質と明瞭に識別できた。大きさは 3 周期目の排卵後 8 日は  $3.98\text{cm}^2$ 、3 周期目の排卵後 10 日に  $3.50\text{cm}^2$ 、3 周期目の排卵後 12 日に  $3.60\text{cm}^2$ 、3 周期目の排卵後 14 日に  $3.78\text{cm}^2$ 、3 周期目の排卵後 16 日に  $2.86\text{cm}^2$ 、3 周期目の排卵後 18 日に  $3.61\text{cm}^2$ 、3 周期目の排卵後 20 日に  $3.03\text{cm}^2$  であった。黄体内辺縁血流像は全周に、黄体中心部血流像は常に多数あるいは少数認められた。

## 2. 黄体内血流の評価(図 2)

以上のように、カラードプラ法による観察では、黄体内の血流像は発情周期に伴って規則的な変化を示した。そこで、黄体内の血流分布の推移を評価するため、既報告<sup>12)</sup>を参考にして、黄体断面が最大となる画像を用いて、円周状に描出される黄体内辺縁血流像を便宜上、以下の 5 段階に分け検討した。

- 5 ; 血流像がほぼ全周に認められる
- 4 ; 血流像が円周の  $2/3$  程度認められる
- 3 ; 血流像が円周の  $1/2$  程度認められる
- 2 ; 血流像が円周の  $1/4$  程度認められる
- 1 ; 血流像が点在してごくわずかしき認められない
- 0 ; 血流像がほとんど認められない

また、黄体内辺縁から中心部へ流入あるいは流出する中心部血流像を、以下の 3 段階に分け検討した。

- 3 ; 血流像が常に多数認められる
- 2 ; 血流像が少数であるが常に認められる
- 1 ; 血流像が時々ごくわずかししか認められない
- 0 ; 血流像がほとんど認められない

次にこれら辺縁血流像と中心部血流像の評価点数を合計（以下、黄体血流値と略）し、その変化について検討した。

#### No. 1

排卵 5 日前から排卵 4 日前まで、黄体内辺縁血流像、黄体中心部血流像ともよく発達して観察され、黄体血流値は最大値（黄体血流値 8）を示した。

排卵 3 日前、黄体内血流像は著明に減少し、黄体内辺縁血流像は全周の 1 / 2 程度（血流値 3）、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められ（血流値 1）、黄体血流値は 4 であった。黄体内血流像はその後、排卵日まで徐々に減少し、排卵 1 日前には、黄体内辺縁血流像が点在してごくわずかに認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められず（黄体血流値 1）、排卵日も同様であった。

排卵後 1 日、新生黄体では、黄体内辺縁血流像が点在してごくわずかに、黄体中心部血流像も時々ごくわずかに認められた（黄体血流値 2）。黄体内血流像は、黄体の発達とともに急速に増加し、排卵後 3 日から 2 周期目の排卵 4 日前までは、高値（黄体血流値 7 または 8）を維持した。

2 周期目の排卵 3 日前、黄体内血流像は若干減少し、黄体内辺縁血流像が全周の 1 / 2 程度（血流値 3）、黄体中心部血流像が少数だが常に認められた（血流値 2、黄体血流値 5）。その後 2 周期目の排卵日まで黄体内血流像は徐々に減少し、2 周期目の排卵 1 日前には 1 周期目と同様に、黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ（血流値 1）、黄体中心部血流像はほとんど認められなくなった（黄体血流値 1）。2 周期目の排卵後 1 日、新生黄体では黄体内辺縁血流像が全周の 1 / 4 程度で認められ（血流値 2）たが、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった（血流値 0、黄体血流値 2）。

2 周期目の排卵後 2 日、黄体内辺縁血流像は全周の 1 / 2 程度で認められ（血流値 3）、黄体中心部血流像も少数であるが常に認められた（血流値 1、黄体血流値 4）。2 周期目の排卵後 12 日に、超音波像が非常に不明瞭で、観察しにくく黄体血流値が 4 であったのを除いて、2 周期目の排卵後 4 日から 3 周期目の排卵 4 日前まで、黄体血流値は高値（黄体血流値 7 あるいは 8）を維持した。

3 周期目の排卵 3 日前、黄体内血流像は著しく減少し、黄体内辺縁血流像は全周の 1 / 4 程度（血流値 2）、黄体中心部血流像は時々ごくわずかししか認められなかった。（血流値 1、黄体血流値 3）。3 周期目の排卵 2 日前では、黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ（血流値 1）、黄体中心部血流像はほとんど認められず（血流値 0、黄体血流値 1）、3 周期目の排卵日まで同値を維持した（黄体血流値 1）。3 周期目の排卵後 1 日、新生黄体では黄体内辺縁血流像が全周の 1 / 2 程度に認められ（血流値 3）たが、黄体中心部血流像



はほとんど認められなかった（血流値 0、黄体血流値 3）。3 周期目の排卵後 2 日、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度（血流値 3）、黄体中心部血流は常に多数認められた（血流値 3、黄体血流値 6）。3 周期目の排卵後 4 日から 4 周期目の排卵 4 日前まで、黄体血流値は高値を維持した（黄体血流値 7～8）。

4 周期目の排卵 3 日前、黄体内血流像は著しく減少し、黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた（黄体血流値 2）。4 周期目の排卵 2 日前、黄体内血流像は、黄体内辺縁血流像が全周の  $1/4$  程度で認められ（血流値 2）、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。4 周期目の排卵 1 日前、黄体内血流像は、黄体内辺縁血流像が時々点在してごくわずかに認められ（血流値 1）、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった。（黄体血流値 1）。4 周期目の排卵後 1 日、新生黄体では黄体内辺縁血流像が全周の  $1/2$  程度で認められた（血流値 3）が、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった（黄体血流値 3）。4 周期目の排卵後 2 日、黄体内辺縁血流像が全周の  $1/2$  程度で、黄体中心部血流像が常に多数（血流値 3）認められた（黄体血流値 6）。4 周期目の排卵後 4 日から 5 周期目の排卵 5 日前まで、黄体血流値は高値を維持した（黄体血流値 7～8）。5 周期目の排卵 4 日前、黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度で（血流値 4）、黄体中心部血流像は少数が常に認められた（血流値 2、黄体血流値 6）。5 周期目の排卵 3 日前、黄体内辺縁血流像はさらに減少し全周の  $1/2$  程度（血流値 3）、黄体中心部血流像は常に少数認められた（血流値 2、黄体血流値 5）。

5 周期目の排卵 2 日前、黄体内血流像は著しく減少した。黄体内辺縁血流像は散在してごくわずかに認められ（血流値 1）、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった（血流値 0、黄体血流値 1）。5 周期目の排卵 1 日前、黄体内血流像はほとんど認められなかった（黄体血流値 0）。5 周期目の排卵後 1 日、黄体内血流像は黄体内辺縁血流像が全周の  $1/2$  程度で認められた（血流値 3）。黄体中心部血流像はほとんど認められなかった（血流値 0、黄体血流値 3）。5 周期目の排卵後 2 日、黄体内辺縁血流像が全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像が時々ごくわずかに認められた（血流値 1、黄体血流値 4）。5 周期目の排卵後 3 日、黄体内辺縁血流像は全周で（血流値 5）、黄体中心部血流像は常に多数認められた（血流値 3、黄体血流値 8）。

## No. 2

排卵 5 日前から排卵 4 日前まで、黄体血流値は高値（黄体血流値 7 または 8）であった。排卵 3 日前、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度（血流値 3）、黄体中心部血流像も少数が常に認められた（血流値 2、黄体血流値 5）。排卵 2 日前、さらに黄体内血流像は減少し、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/4$  程度（血流値 2）、黄体中心部血流像は少数が常に認められた（血流値 1、黄体血流値 3）。排卵 1 日前、黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ（血流値 1）、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた（血流値 1、黄体血流値 2）。排卵日、黄体内辺縁血流像は時々ごくわずかに認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった（血流値 0、黄体血流値 1）。排卵後 2 日、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/4$  程度認められ（血流値 2）だが、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった（血流値 0、黄体血流値 2）。排卵後 4 日から排卵後 26 日まで黄体血流値は高

値（血流値 7 または 8）を維持した。排卵後 27 日（2 周期目の排卵 6 日前）に黄体内血流像は著しく減少し、黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ（血流値 1）、以後 2 周期目の排卵日まで黄体内血流像は乏しく、黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに、黄体中心部血流像は少数が常に認められた（血流値 2、黄体血流値 3）。

2 周期目の排卵 5 日前、黄体中心部血流像が減少し、時々ごくわずかに認められた（血流値 1、黄体血流値 2）。2 周期目の排卵 4 日前から 2 周期目の排卵日まで黄体内辺縁血流像が点在してごくわずかに、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった（血流値 0、黄体血流値 1）。2 周期目の排卵後 1 日、新生黄体において黄体内辺縁血流像が全周の  $1/2$  程度に（血流値 3）、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた（血流値 1、黄体血流値 4）。2 周期目の排卵後 3 日から 2 周期目の排卵後 27 日（3 周期目の排卵 5 日前）まで黄体内辺縁血流像は全周で、黄体中心部血流像は常に多数認められ、黄体血流値は高値（黄体血流値 7～8）を維持した。2 周期目の排卵後 28 日（3 周期目の排卵 4 日前）、黄体内血流像は減少し、黄体内辺縁血流像は全周の  $1/2$  程度、黄体中心部血流像は常に少数認められた（黄体血流値 5）。2 周期目の排卵後 29 日（3 周期目の排卵 3 日前）、黄体内血流像がさらに減少し、黄体内辺縁血流像が全周の  $1/4$  程度、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた（黄体血流値 3）。2 周期目の排卵後 30 日（3 周期目の排卵 2 日前）、黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ（血流値 1）、黄体中心部血流像も時々ごくわずかに認められた（血流値 1、黄体血流値 2）。2 周期目の排卵後 31 日（3 周期目の排卵 1 日前）、黄体内辺縁血流像は点在してごくわずかに認められ、黄体中心部血流像はほとんど認められなかった（黄体血流値 1）。3 周期目の排卵後 1 日、黄体内血流像は黄体内辺縁血流像が全周の  $2/3$  程度（血流値 4）、黄体中心部血流像が常に少数（血流値 2）認められた（黄体血流値 6）。3 周期目の排卵後 2 日、黄体内辺縁血流像は全周の  $2/3$  程度、黄体中心部血流像は時々ごくわずかに認められた（血流値 1、黄体血流値 5）。3 周期目の排卵後 4 日から 3 周期目の排卵後 20 日まで黄体血流値は高値（7～8）を維持した。

### 3. 子宮内の血流観察（図 3）

既報告<sup>12)</sup>を参考にして、子宮壁内に認められた血流像を、断層像上、子宮壁内に認められる低ないし無エコーの円周状の層（リング層）を境にして、それより外側にあるか、あるいは内側にあるかによって解剖学的位置を表わした。

No. 1、No. 2 とも排卵 1 日前、排卵日にはリング層は明瞭となった。黄体期には、リング層は明瞭な箇所と不明瞭な箇所が混在して認められることがほとんどであった。しかし、一部の例では、リング層が明瞭であったり、あるいはほとんど認められないこともあった。血流像は、黄体期では、主にリング層より外側の子宮筋層内に認められ、発情期には、これに加えてリング層内やそれより内側にも一部血流像が観察された。

#### No. 1

排卵 5 日前、右子宮の周長は 91.7mm、左子宮周長は 94.3mm であった。血流像は右子

宮ではリング層より外側の筋層内で散在性に、左子宮では同部位で時々認められた。リング層は非常に明瞭であった。

排卵 4 日前、右子宮周長が 89.8mm、左子宮周長が 88.8mm であった。子宮内血流像は若干増加し、右子宮ではリング層外側で散在性に、左子宮で全体に常に認められた。リング層内やリング層内側では血流像はほとんど認められなかった。リング層は明瞭であり、左子宮において子宮内腔がエコーフリーの領域としてわずかに描出された。

排卵 3 日前、右子宮周長が 97.3mm、左子宮周長が 100.7mm であった。子宮内血流像はさらに増加し、両子宮のリング層外側では常に全体に認められた。右子宮ではリング層内、リング層内側で時々血流像が認められた。左子宮ではリング層内で時々血流像が認められた。リング層は明瞭であり、右子宮において子宮内腔がエコーフリーの領域としてわずかに描出された。

排卵 2 日前、右子宮周長が 93.6mm、左子宮周長が 94.3mm であった。子宮内血流像は若干減少し、両子宮でリング層外側で散在性に認められ、左子宮のリング層内で時々認められた。リング層は明瞭であり、右子宮において子宮内腔がエコーフリーの領域として長径 5mm のだ円状に描出され、子宮の収縮運動も観察された。

排卵 1 日前、右子宮周長が 108.8mm、左子宮周長が 115.2mm であった。子宮内血流像は再び増加し、両子宮でリング層外側で常に全体に、リング層内で散在性に認められた。リング層は明瞭であった。

排卵日、右子宮周長が 102.8mm、左子宮周長が 111.0mm であった。子宮内血流像は若干減少し、両子宮のリング層外側で散在性に、右子宮のリング層内とリング層内側で時々認められた。リング層は非常に明瞭であった。

排卵後 1 日、右子宮周長が 100.4mm、左子宮周長が 97.6mm であった。子宮内血流像はさらに減少し、右子宮のリング層外側で散在性に、左子宮のリング層で時々認められた。リング層は排卵日より若干不明瞭であった。

排卵後 3 日から排卵後 20 日（2 周期目の排卵 4 日前）まで、両子宮とも周長は 80mm 後半～ 90mm 前半の間でほぼ一定していた。子宮内血流像は、両子宮とも主にリング層外側で認められ、リング層内やリング層内側で認められることはまれであった。リング層はおもに明瞭なところと不明瞭なところが混在して認められ、時折、明瞭あるいは全く不明瞭（排卵後 10 日）に認められた。

2 周期目の排卵 3 日前、右子宮周長が 98.1mm、左子宮周長が 107.0mm であった。子宮内血流像は増加し、両子宮でリング層外側で常に全体的に、リング層内で時々認められ、さらに右子宮ではリング層内側で時々認められた。リング層は右子宮で明瞭であり、左子宮では若干不明瞭であった。

2 周期目の排卵 2 日前、大きさは右子宮が 96.5mm、左子宮が 104.1mm であった。子宮内血流像はさらに増加し、両子宮のリング層外側で常に全体に、右子宮のリング層内で散在して、左子宮のリング層内で常に全体に認められた。リング層は若干明瞭に認められた。

2 周期目の排卵 1 日前、右子宮周長が 108.5mm、左子宮周長が 116.7mm であった。子宮内血流像は増加し、両子宮のリング層外側で常に全体に、右子宮のリング層内で散在して、リング層内側で時々認められた。左子宮のリング層内で常に全体に認められた。リン

グ層は明瞭であり、2 周期目の排卵 2 日前よりもリング層の幅が太く描出された。両子宮で子宮内腔がエコーフリーの領域としてわずかに描出された。

2 周期目の排卵日、右子宮周長が 94.4mm、左子宮周長が 97.2mm であった。子宮内血流像は両子宮でリング層外側で常に全体に、リング層内で散在して認められた。リング層は明瞭に認められた。

2 周期目の排卵後 1 日、右子宮周長が 102.2mm、左子宮周長が 108.2mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に認められ、右子宮のリング層内で時々認められた。リング層は明瞭に認められた。両子宮で子宮内腔がエコーフリー領域として認められたが、大きさは 2 周期目の排卵日より若干縮小した。

2 周期目の排卵後 2 日、右子宮周長が 90.1mm、左子宮周長が 89.5mm であった。子宮内血流像は両子宮でリング層外側に認められた。リング層は明瞭であった。

2 周期目の排卵後 4 日から 2 周期目の排卵後 16 日まで、両子宮とも 1 周期目と同様に周長は 80mm 後半～ 90mm 前半の間ではほぼ一定していた。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で主に認められた。リング層は明瞭なところと不明瞭なところが混在する事がほとんどであり、時折、明瞭あるいは全く不明瞭に観察された。

2 周期目の排卵後 18 日（3 周期目の排卵 5 日前）、右子宮周長が 88.0mm、左子宮周長が 89.4mm であった。子宮内血流像は増加し、右子宮ではリング層外側で常に全体に、リング層内で散在して、リング層内側で時々認められた。左子宮ではリング層外側で散在して、リング層内で時々、リング層内側で散在して認められた。リング層は非常に不明瞭であった。

2 周期目の排卵後 19 日（3 周期目の排卵 4 日前）、右子宮周長が 90.6mm、左子宮周長が 89.2mm であった。子宮内血流像はさらに増加し、両子宮でリング層外側で常に全体に、リング層内およびリング層内側で散在して認められた。リング層は右子宮で一部不明瞭であり、左子宮で不明瞭であった。

2 周期目の排卵後 20 日（3 周期目の排卵前 3 日）、右子宮周長が 101.7mm、左子宮が 95.6mm であった。子宮内血流像は両子宮でリング層外側で常に全体に、リング層内で散在して認められ、右子宮のリング層内側で時々、左子宮のリング層内側で時々認められた。リング層は右子宮では一部不明瞭に、左子宮では不明瞭であった。

2 周期目の排卵後 21 日（3 周期目の排卵前 2 日前）、右子宮周長が 103.3mm、左子宮が 109.5mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に、右子宮のリング層内で散在して、リング層内側で時々、左子宮のリング層内で常に全体に認められた。リング層は右子宮で一部不明瞭、左子宮で不明瞭であった。

2 周期目の排卵後 22 日（3 周期目の排卵 1 日前）、右子宮周長が 103.3mm、左子宮が 109.5mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に、リング層内で散在して認められた。リング層は明瞭であった。

3 周期目の排卵日、右子宮周長が 112.0mm、左子宮が 108.3mm であった。子宮内血流像は若干減少し、両子宮のリング層外側で常に全体に、リング層で時々認められた。リング層は一部不明瞭であった。

3 周期目の排卵後 1 日、右子宮周長が 92.3mm、左子宮が 90.1mm であった。子宮内血流像は左右子宮のリング層外側で常に全体に、リング層内で散在して、右子宮のリング層

内側で時々認められた。リング層は不明瞭であった。

3 周期目の排卵後 2 日、右子宮周長が「98.8mm、左子宮が 97.1mm であった。子宮内血流像は左右子宮でリング層外側で散在して、リング層で時々認められた。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分が混在して認められた。

3 周期目の排卵後 3 日から 3 周期目の排卵後 17 日（4 周期目の排卵 4 日前）まで、子宮の周長は 80mm 後半から 90mm 前半でほぼ一定していた。子宮内血流像は両子宮とも主にリング層外側で認められ、リング層内やリング層内側で認められることは希であった。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分が混在して認められ、時折、明瞭あるいは全く不明瞭であった。

3 周期目の排卵後 18 日（4 周期目の排卵 3 日前）、右子宮周長が 98.1mm、左子宮は 100.0mm であった。子宮内血流像は増加し、右子宮ではリング層外側で散在して、リング層内で時々認められた。左子宮では、リング層外側で常に全体に、リング層およびリング層内側で時々認められた。リング層は左子宮で不明瞭、右子宮で一部が不明瞭であった。

3 周期目の排卵後 19 日（4 周期目の排卵 2 日前）、右子宮周長が 100.7mm、左子宮が 97.9mm であった。子宮内血流像は、両子宮でリング層外側で常に全体に、リング層内で時々認められた。リング層は左子宮で不明瞭、右子宮で一部が不明瞭であった。

3 周期目の排卵後 20 日（4 周期目の排卵 1 日前）、右子宮周長が 112.1mm、左子宮が 95.3mm であった。子宮内血流像は、両子宮でリング層外側で常に全体に認められ、また、右子宮でリング層内で散在して、リング層内側で時々認められ、左子宮のリング層内で時々認められた。リング層は右子宮で明瞭左子宮では不明瞭であった。右子宮角では子宮内腔がエコーフリーの領域としてわずかに描出された。

4 周期目の排卵日、右子宮周長が 110.7mm、左子宮が 106.2mm であった。子宮内血流は両子宮でリング層外側で常に全体に、リング層で散在して認められた。リング層は明瞭であり、右子宮では子宮内腔がエコーフリーの領域として描出された。

4 周期目の排卵後 1 日、右子宮周長が 113.6mm、左子宮が 101.3mm であった。子宮内血流像は減少し、両子宮でリング層外側で散在して認められた。リング層は明瞭であった。

4 周期目の排卵後 2 日、大きさは右子宮が 108.9mm、左子宮が 104.7mm であった。子宮内血流像は若干増加し、両子宮でリング層外側で常に全体に、リング層で時々認められた。リング層は明瞭であった。

4 周期目の排卵後 4 日より 4 周期目の排卵後 17 日まで、子宮周長は 80mm 後半～90 前半 mm でほぼ一定していた。子宮内血流像は両子宮でリング層の外側で常に全体にあるいは散在して認められた。リング層は一部明瞭で、ほとんどは不明瞭に描出された。

4 周期目の排卵後 18 日、右子宮周長が 91.5mm、左子宮が 91.1mm であった。子宮内血流像は両子宮でリング層外側で散在して認められた。リング層は右子宮で一部が明瞭で、左子宮ではやや不明瞭であった。

4 周期目の排卵後 19 日、大きさは右子宮が 92.6mm、左子宮が 101.7mm であった。子宮内血流像は両子宮でリング層外側に散在して認められた。リング層は右子宮で若干、左子宮では完全に不明瞭であった。

4 周期目の排卵後 20 日、右子宮周長が 97.6mm、左子宮が 100.0mm であった。子宮内血流像は右子宮のリング層外側で散在して、左子宮のリング層外側で時々認められた。リ

ング層は右子宮ではやや明瞭、左子宮では不明瞭であった。

4 周期目の排卵後 21 日、大きさは右子宮が 93.3mm、左子宮が 92.5mm であった。子宮内血流像は両子宮でリング層外側では散在して、リング層で時々認められた。リング層は左右とも明瞭であった。

4 周期目の排卵後 22 日、右子宮周長が 102.2mm、左子宮が 93.4mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で認められ、右子宮で散在して、左子宮で時々認められた。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分が混在して認められた。

4 周期目の排卵後 23 日、右子宮周長が 92.0mm、左子宮が 97.3mm であった。子宮内血流像は両子宮でリング層外側で認められ、右子宮で時々、左子宮で散在して認められた。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分が混在して認められた。

4 周期目の排卵後 24 日(5 周期目の排卵 5 日前)、右子宮周長が 92.0mm、左子宮が 98.9mm であった。子宮の血流像は両子宮のリング層外側で時々認められた。リング層は大部分が不明瞭であり、一部明瞭に描出された。

4 周期目の排卵後 25 日(5 周期目の排卵 4 日前)、右子宮周長が 102.0mm、左子宮が 93.2mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で時々認められた。リング層は全く不明瞭であった。

4 周期目の排卵後 26 日(5 周期目の排卵 3 日前)、右子宮周長が 104.9mm、左子宮が 96.6mm であった。子宮内血流像は増加し、両子宮のリング層外側で常に全体に、リング層内で時々、右子宮のリング層内側で時々認められた。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して認められた。

4 周期目の排卵後 27 日(5 周期目の排卵 2 日前)、右子宮周長が 109.2mm、左子宮が 105.3mm であった。子宮内血流像は右子宮ではリング層外側で散在して、リング層内で時々認められ、左子宮ではリング層外側で常に全体に、リング層で時々認められた。リング層は右子宮では明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して、左子宮では不明瞭にであった。子宮は刺激により収縮反応を示した。

4 周期目の排卵後 28 日(5 周期目の排卵 1 日前)、右子宮周長が 104.1mm、左子宮が 99.6mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に、リング層内で時々認められた。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して認められた。

5 周期目の排卵日、大きさは右子宮が 111.0mm、左子宮が 113.2mm であった。子宮内血流像は、両子宮のリング層外側では常に全体に、リング層内では右子宮では散在して、左子宮では時々認められた。リング層は左子宮は明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して、右子宮は明瞭であった。

5 周期目の排卵後 1 日、右子宮周長が 97.6mm、左子宮が 103.3mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に、リング層で時々認められた。右子宮のリング層内側で時々認められた。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して認められた。

5 周期目の排卵後 2 日、右子宮周長が 102.1mm、左子宮が 96.6mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して、リング層内で時々認められた。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して認められた。

5 周期目の排卵後 3 日、大きさは右子宮が 96.4mm、左子宮が 104.0mm であった。子宮内血流像は、両子宮リング層外側で右子宮は散在して、左子宮は常に全体に認められた。

リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して認められた。

## No. 2

排卵 5 日前、右子宮周長が 92.9mm、左子宮が 90.5mm であった。子宮内血流像は、両子宮でリング層外側で散在して認められた。リング層は明瞭であった。

排卵 4 日前、右子宮周長が 91.9mm、左子宮が 91.8mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で右子宮は常に全体に、左子宮は散在して認められた。リング層は明瞭であった。

排卵 3 日前、右子宮周長が 100.3mm、左子宮が 96.3mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に認められた。リング層は若干不明瞭であり、子宮内腔がエコーフリー領域としてわずかに描出された。

排卵 2 日前、右子宮周長が 102.2mm、左子宮が 102.2mm であった。子宮内血流像は著しく増加し、両子宮のリング層外側で常に全体に、リング層内で時々、右子宮ではリング層内側で時々認められた。リング層は明瞭であった。子宮内腔がエコーフリー領域として排卵 2 日前よりも若干拡大して描出された。

排卵 1 日前、右子宮周長が 98.6mm、左子宮が 103.5mm であった。子宮内血流像は、両子宮のリング層外側で常に全体に、右子宮ではリング層内で散在して、左子宮ではリング層内に時々認められた。リング層は明瞭であり、子宮内腔がエコーフリー領域として描出された。子宮の収縮運動が超音波上確認できた。

排卵日、右子宮周長が 114.1mm、左子宮が 120.3mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に、右子宮ではリング層内で散在して、リング層内側では時々認められた。リング層は明瞭であった。

排卵後 2 日、右子宮周長が 88.6mm、左子宮が 86.4mm であった。子宮内血流像は両子宮でリング層外側で常に全体に認められた。リング層は非常に明瞭であり、子宮内腔がエコーフリー領域として描出された。

排卵後 4 日から排卵後 27 日まで、排卵後 10 日目に、右子宮角周長が 74.3mm、左子宮角が 69.0mm であったのを除き、80mm 後半～90mm 前半の間ではほぼ一定していた。子宮内血流像は両子宮でリング層外側で認められ、リング層内やリング層外側で認められることは希であった。リング層は、明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して認められることが多く、時折、明瞭あるいは全く不明瞭に描出された。

排卵後 28 日（2 周期目の排卵 5 日前）、大きさは右子宮が 91.4mm、左子宮が 94.3mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して認められた。リングは明瞭であり、子宮内腔がエコーフリー領域として描出された。

排卵後 29 日（2 周期目の排卵 4 日前）、右子宮周長が 103.3mm、左子宮が 91.8mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して認められた。リング層は明瞭であった。

排卵後 30 日（2 周期目の排卵 3 日前）、右子宮周長が 96.1mm、左子宮が 101.4mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して認められた。リング層は明瞭であった。子宮内腔がエコーフリー領域として描出され、また、子宮の収縮運動が超音波状観

察された。

排卵後 31 日 (2 周期目の排卵 2 日前)、右子宮周長が 99.4mm、左子宮が 114.6mm であった。子宮内血流像は若干増加し、右子宮ではリング層外側で常に全体に、リング層内で時々認められた。左子宮ではリング層外側で散在して認められた。リング層は明瞭であった。

排卵後 32 日 (2 周期目の排卵の 1 日前)、右子宮周長が 115.2mm、左子宮が 98.6mm であった。子宮内血流像は右子宮ではリング層外側で常に全体に、リング層内で時々認められ、左子宮ではリング層外側で散在して認められた。リング層は明瞭であった。

2 周期目の排卵日、右子宮周長が 109.9mm、左子宮が 104.8mm であった。子宮内血流像は右子宮ではリング層外側で散在して、リング層内およびリング層内側で時々認められた。左子宮ではリング層外側で散在して、リング層内で時々認められた。リング層は明瞭であった。

2 周期目の排卵後 1 日、右子宮周長が 84.6mm、左子宮が 101.7mm であった。子宮内血流像は減少し、両子宮でリング層外側で散在して認められた。リング層は明瞭であった。

2 周期目の排卵後 3 日、右子宮周長が 88.4mm、左子宮が 86.5mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に、左子宮ではリング層内で時々認められた。リング層は不明瞭となった。

2 周期目の排卵後 5 日から 2 周期目の排卵後 28 日 (3 周期目の排卵 4 日前) まで、子宮周長は 2 周期目の排卵後 13 日に右子宮が 103.2mm、左子宮が 111.8mm であったのを除き、80 後半～90 前半ではほぼ一定していた。子宮内血流像はリング層の外側で主に認められ、リング層内やリング層内側では認められなかった。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分が混在して三留ら得ることが最も多く、時折明瞭あるいは全く不明瞭に描出された。

2 周期目の排卵後 29 日 (3 周期目の排卵 3 日前)、右子宮周長が 105.1mm、左子宮が 109.4mm であった。子宮内血流像は両子宮でリング層外側で常に全体に、リング層内で時々、右子宮のリング層内側で時々認められた。リング層は不明瞭であった。

2 周期目の排卵後 30 日 (3 周期目の排卵 2 日前)、右子宮周長が 107.1mm、左子宮が 103.6mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に、リング層内で散在して、左子宮ではリング層内側で時々認められた。リング層は若干明瞭となった。子宮内腔がエコーフリー領域として描出された。

2 周期目の排卵後 31 日 (3 周期目の排卵 1 日前)、右子宮周長が 107.1mm、左子宮が 103.9mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に、左子宮ではリング層内に散在して、リング層内側で時々認められた。リング層は非常に明瞭であり、子宮内腔がエコーフリー領域として描出された。

3 周期目の排卵日、右子宮周長が 101.0mm、左子宮が 101.3mm であった。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で常に全体に、リング層内で左子宮で散在して、右子宮で時々認められた。リング層は右子宮で明瞭、左子宮は若干不明瞭であった。

3 周期目の排卵後 1 日、大きさは右子宮が 98.6mm、左子宮が 109.0mm であった。子宮内血流像は減少し、両子宮のリング層外側で散在して、左子宮ではリング層内で時々認められた。リング層は若干不明瞭であった。

3 周期目の排卵後 2 日、右子宮周長が 102.3mm、左子宮が 85.3mm であった。子宮内血



流像は両子宮ともリング層外側で散在して認められた。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して描出された。

3 周期目の排卵後 4 ～ 3 周期目の排卵後 20 日まで、子宮周長は 80mm 後半から 90mm 前半でほぼ一定していた。子宮内血流像は主に両子宮のリング層外側で認められ、リング層内やリング層内側で認められることは希であった。リング層は明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して認められることが最も多く、時折、明瞭または全く不明瞭に描出された。3 周期目の排卵後 10 日および 3 周期目の排卵後 14 日、子宮内腔がエコーフリー領域として描出された。

#### 4. 子宮内血流の評価 (図 4)

以上のように、子宮内血流像は黄体内血流像と同様、発情周期に伴って変化した。そこで、子宮内の血流分布の推移を見るために、既報告<sup>12)</sup>に準じて、子宮をリング層外側、リング層、リング層内側の 3 つの区域に分け、各区域内の血流像を以下の 3 段階に分け検討した。

- 3 ; 血流像が区域内全体に常に認められる
- 2 ; 血流像が区域内で散在して常に認められる
- 1 ; 血流像が区域内の一部で時々しか認められない
- 0 ; 血流像がほとんど認められない。

次いで、評価した 3 つの区域内の点数を合計 (以下、子宮血流値と略) し、この変化について検討した。

##### No. 1

排卵 5 日前、子宮内血流像は右子宮はリング層外側に散在して (血流値 2)、左子宮はリング層外側で時々認められた (血流値 1、子宮血流値 3)。排卵 4 日前、子宮内血流像は右子宮はリング層外側で散在して (血流値 2)、左子宮はリング層外側で全体に常に認められた (血流値 3、子宮血流値 5)。排卵 3 日前、子宮内血流像は右子宮角はリング層外側で全体に常に、リング層内およびリング層内側で時々認められた (血流値 5)。左子宮はリング層外側で全体に常に、リング層内で散在して認められた (血流値 4、子宮血流値 9)。排卵 2 日前、子宮内血流像は排卵 3 日前よりも若干減少した。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して、左子宮のリング層内で時々認められた (子宮血流値 5)。排卵 1 日前、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で散在して認められた (子宮血流値 10)。排卵日、子宮血流値は減少し、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して、右子宮のリング層内およびリング層内側で時々認められた (子宮血流値 6)。排卵後 1 日、子宮内血流像はさらに減少し、右子宮のリング層外側で散在して、左子宮のリング層外側で時々認められた (子宮血流値 3)。排卵後 3 日から排卵後 20 日 (2 周期目の排卵 4 日前) まで子宮内血流像は、主に両子宮のリング層外側で認められ、低い子

宮血流値（子宮血流値 3～5）を維持した。2 周期目の排卵 3 日前、子宮内血流像は増加し、左子宮のリング層外側で常に全体に、リング層内で時々認められた。右子宮はリング層外側で常に全体に、リング層内およびリング層内側で時々認められた（子宮血流値 9）。2 周期目の排卵日前、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、右子宮のリング層内で散在して、左子宮のリング層内で常に全体に認められた（子宮血流値 11）。2 周期目の排卵 1 日前、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、右子宮のリング層内で散在して、リング層内側で時々認められた。左子宮ではリング層内で常に全体に認められた（子宮血流値 12）。2 周期目の排卵日、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で散在して、右子宮のリング層内側で時々認められた（子宮血流値 11）。2 周期目の排卵後 1～2 日は、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々認められた（子宮血流値 7）。2 周期目の排卵後 4～2 周期目の排卵後 16 日まで、子宮内血流像は両子宮で主にリング層外側で認められ、リング層内およびリング層内側で認められることは希であり、子宮血流値は低値を維持した（子宮血流値 4～6）。2 周期目の排卵後 18 日（3 周期目の排卵 5 日前）、子宮内血流像は増加し、右子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で散在して、リング層内側で時々認められた。左子宮ではリング層外側で散在して、リング層内で時々、リング層内側で散在して認められた（子宮血流値 11）。2 周期目の排卵後 19 日（3 周期目の排卵 4 日前）、子宮内血流像はさらに増加し、両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内およびリング層内側で散在して認められた（子宮血流値 14）。2 周期目の排卵後 20～22 日（3 周期目の排卵 1～3 日前）、子宮内血流像は両子宮のリング層内およびリング層内側で若干増減が認められたが、子宮血流値は高値を維持した（子宮血流値 13、12、10）。3 周期目の排卵日、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々認められた（子宮血流値 8）。3 周期目の排卵後 1 日、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で散在して、右子宮角のリング層内側で時々認められた（子宮血流値 11）。3 周期目の排卵後 2 日、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して、リング層内で時々認められた（子宮血流値 8）。3 周期目の排卵後 4 日から 3 周期目の排卵後 6 日まで子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して認められた（子宮血流値 4）。3 周期目の排卵後 8 日から 3 周期目の排卵後 16 日まで、子宮内血流像はリング層外側で全体に常に全体に認められ、あるいはリング層内でも時々認められ、子宮血流値は 4～7 まで変動した。3 周期目の排卵後 18 日（4 周期目の排卵 4 日前）および 3 周期目の排卵後 19 日（4 周期目の排卵 3 日前）子宮内血流像が増加し、右子宮ではリング層外側で散在して、リング層内で時々、左子宮ではリング層外側で全体に常に、リング層内およびリング層内側で時々認められた。（子宮血流値 8）。3 周期目の排卵後 20 日（4 周期目の排卵 2 日前）、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々認められた（子宮血流値 8）。3 周期目の排卵後 21 日（4 周期目の第排卵 1 日前）、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、右子宮ではリング層内で散在して、リング層内側で時々、左子宮ではリング層内で時々認められた（子宮血流値 10）。4 周期目の排卵日、子宮内血流像は両子宮でリング層外側で全体に常に、リング層内で散在して認められた（子宮血流値 10）。4 周期目の排卵後 1 日、子宮内血流像は減少し、両子宮のリング層外側で散在して認められた（子宮血流値 4）。4 周期目の排卵後 2 日、子宮内血流像は再び増加し、両子宮のリング層外側で全体に常に、

リング層内で時々認められた（子宮血流値 8）。4 周期目の排卵後 4 日から 4 周期目の排卵後 20 日まで、子宮内血流像は、両子宮のリング層外側でのみ認められた（子宮血流値 2 ～ 6）。4 周期目の排卵後 21 日、子宮内血流像が若干増加した。子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して、リング層内で時々認められた（子宮血流値 6）。4 周期目の排卵後 22 日から 4 周期目の排卵後 25 日（5 周期目の排卵 4 日前）まで、子宮内血流像は再び減少し、リング層内およびリング層内側では認められなかった。特に 4 周期目の排卵後 24 日（5 周期目の排卵の 5 日前）および 4 周期目の排卵後 25 日（5 周期目の排卵 4 日前）では、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で時々しか認められなかった（子宮血流値 2）。4 周期目の排卵後 26 日（5 周期目の排卵 3 日前）、子宮内血流像は増加し、両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々、右子宮角ではリング層内側でも時々認められた（子宮血流値 9）。4 周期目の排卵後 27 日（5 周期目の排卵 2 日前）、子宮内血流像は若干減少した。右子宮のリング層外側で散在して、リング層内で時々、左子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々認められた（子宮血流値 7）。4 周期目の排卵後 28 日（5 周期目の排卵 1 日前）、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々認められた（子宮血流値 8）。5 周期目の排卵日、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、右子宮のリング層内で散在して、左子宮のリング層内で時々認められた（子宮血流値 9）。5 周期目の排卵後 1 日、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々、右子宮のリング層内側で時々認められた（子宮血流値 9）。5 周期目の排卵後 2 日、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で散在して、リング層内で時々認められた（子宮血流値 6）。5 周期目の排卵後 3 日、子宮内血流像は、右子宮のリング層外側で散在して、左子宮のリング層外側で全体に常に認められた（子宮血流値 5）。

## No. 2

排卵 3 日前まで、子宮血流値は低値を示した（子宮血流値 4 ～ 6）が、両子宮のリング層外側で子宮内血流像は徐々に増加した。排卵 2 日前、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々、右子宮のリング層内側で時々認められた（子宮血流値 9）。排卵日まで、子宮血流値は高値（子宮血流値 9）を維持した。排卵後 2 日から排卵後 30 日（2 周期目の排卵 3 日前）まで、子宮内血流像は子宮のリング層外側のみに認められ（子宮血流値 6）、子宮血流値は低値を維持した（子宮血流値 3 ～ 5）。排卵後 31 日（2 周期目の排卵 2 日前）、子宮内血流像は若干増加し、右子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々、左子宮のリング層外側で散在して認められた（子宮血流値 6）。2 周期目の排卵 1 日前から 2 周期目の排卵日まで、子宮内血流像はさらに増加し、両子宮のリング層外側に加え、右子宮のリング層内側で時々、左子宮のリング層内で時々認められた（子宮血流値 7）。2 周期目の排卵後 1 日、子宮内血流像は減少し、両子宮のリング層外側で散在して認められた（子宮血流値 4）。2 周期目の排卵後 3 日、子宮内血流像は若干増加し、両子宮のリング層外側で全体に常に、左子宮のリング層内で時々認められた。2 周期目の排卵後 5 日から 2 周期目の排卵後 28 日（3 周期目の排卵 4 日前）まで、子宮血流値は低値（子宮血流値 3 ～ 4）であり、子宮内血流像は両子宮のリング層外側でのみ認められた。2 周期目の排卵後 29 日（3 周期目の排卵 3 日前）、子宮内血流像は増加し、両子

宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で時々、右子宮のリング層内側で時々認められた（子宮血流値 9）。2 周期目の排卵後 30 日（3 周期目の排卵 2 日前）、子宮内血流像はさらに増加し、両子宮のリング層外側で全体に常に、リング層内で散在して、左子宮角のリング層内側で時々認められた（子宮血流値 11）。2 周期目の排卵後 31 日（3 周期目の排卵 1 日前）、子宮内血流像は右子宮において若干減少した。右子宮ではリング層外側で全体二常に、左子宮ではリング層外側で全体に常に、リング層内で散在して、リング層内側で時々認められた（子宮血流値 9）。3 周期目の排卵日、子宮内血流像は両子宮のリング層外側で全体に常に、右子宮のリング層内で時々、左子宮のリング層内で散在して、リング層内側で時々認められた（子宮血流値 10）。3 周期目の排卵後 1 日、子宮血流像は減少し、子宮のリング層外側で散在して、そ左子宮のリング層内で時々認められた（子宮血流値 5）。3 周期目の排卵後 2 日から 3 周期目の排卵後 20 日まで、子宮内血流像はリング層外側で散在してあるいは時々認められるのみであった（子宮血流値 3～4）。

#### IV. 考 察

##### A. RI からみた発情周期に伴う子宮動脈の血流変化

###### A-a：子宮動脈の同定

これまでの報告<sup>4)</sup>では、非妊娠牛の子宮動脈は直径が 2.8 ～ 5.0mm とされている。今回は子宮動脈の内腸骨動脈分岐直後の内径を計測したため、この報告と直接対比することはできないが、シンメンタール種（標準体高 140cm）よりも黒毛和種牛（標準体高 124cm）の子宮動脈は若干小さいことが示唆された。また、ホルスタイン種（標準体高 135cm）<sup>12)</sup>の内腸骨動脈は直径約 1cm の短軸血管像として描出されているが、黒毛和種牛では平均 7.35mm であった。したがって、超音波上、子宮動脈の大きさには体格差あるいは品種差がみられることが明らかとなった。子宮動脈は妊娠月齢が進むにつれて拡張し、妊娠末期には直径 10 ～ 19mm となる。妊娠 2.5 カ月時の黒毛和種牛では、子宮動脈は内径 1.7 ～ 2.2mm であったため、この時点では拡張の有無を判断できなかった。褐毛和種の妊娠牛では妊娠の経過とともに子宮動脈の内径は増大し、妊娠 7 カ月時には、非妊娠の黒毛和種牛の約 3.3 倍（6.7mm）となった。今回、子宮動脈を描出するためのアプローチとして、ホルスタイン種やシンメンタール種における既報告<sup>4, 12)</sup>を参考にしたが、黒毛和種牛においても本アプローチによって子宮動脈の描出が可能であることが明らかとなった。また、黒毛和種ではホルスタイン種やシンメンタール種よりも子宮動脈は若干細く描出される傾向が認められた。

子宮動脈は、萩尾<sup>12)</sup>の報告によれば超音波上、2 重壁構造に描出されるとされているが、今回の黒毛および褐毛和種牛で子宮動脈が 2 重構造に描出された例は 10 頭中 1 頭（黒毛和種の妊娠牛）のみであった（写真 14）。この子宮動脈の 2 重構造像の由来として、妊娠分娩回数に比例して進行する子宮動脈の妊娠性硬変<sup>15)</sup>が挙げられており、これを超音波上、子宮動脈を判定する重要な所見としている<sup>12)</sup>。今回使用した牛は、総じて高齢の

多産牛であったにもかかわらず、1例を除いて子宮動脈は2重構造に描出されなかった。なお、牛の子宮動脈の妊娠性硬変についての報告は少なく、ホルスタイン種のみに限られていることから<sup>14, 15)</sup>、黒毛和種牛では子宮動脈の妊娠性硬変は、他の牛種よりも発現しにくい、あるいはその程度が軽いかもしれない。また今回、超音波で検査した子宮動脈は内腸骨動脈分岐直後であったが、Kamiya ら<sup>15)</sup>は妊娠性硬変の検索に子宮動脈遠位を使用しており、その差が原因となったかもしれない。つまり、黒毛和種においては妊娠性硬変は、子宮動脈遠位部において強く近位部では弱かったために2重構造に描出されなかった可能性も考えられる。なお、子宮動脈の妊娠性硬変は妊娠時には消失すると言われている<sup>15)</sup>。すなわち、子宮動脈は、非妊娠牛では子宮動脈の内膜と内弾性膜層が肥厚しているが、妊娠4～5週になるとその厚みは半分となり、25週では著しく菲薄化し、40週では内膜の肥厚はほとんどなく内弾性膜層のみが部分的に分裂または隆起した1層の構造となる。また、分娩後は29～35日で非妊娠牛と同様の明瞭な内弾性膜層と内膜の肥厚（硬変性変化）が認められるようになる。

#### A-b：子宮動脈分岐方向

今回はカラードプラ法を補完的に使用することにより、子宮動脈の内腸骨動脈からの分岐を明瞭に描出することが可能であった。これまでの報告されたホルスタイン種(10頭)<sup>12)</sup>やシンメンタル種(4頭)<sup>4)</sup>においても全頭で血流測定が可能であったとしている。しかしながら今回、10頭中2頭では子宮動脈は内腸骨動脈から8～9時の方向へ向かって分岐し、超音波ビームとの入射角度は大きくなってしまった。これら2頭では、血流速度測定は不的確と判断した。今回の検討から、黒毛和種ではどの程度の検査不適例が出現するのか、今後さらに例数を増やして検討する必要がある。

#### A-c：子宮動脈の血流波形の比較

子宮動脈血流速波形は発情周期に伴って変化し、黄体期には鋭い頂点をもつ収縮期波形を示した後、急激に減少し、その後低い（遅い）拡張期血流を示す波形が得られたのに対し、発情期には収縮期波形は黄体期のそれと類似したが、拡張期血流は黄体期のそれより高い波形を示した。Waite ら<sup>32)</sup>は観血的手法を用いて中子宮動脈の血流波形を記録しており、その波形を円い頂点をもち、その後徐々に減少する波形（タイプI）と、鋭い頂点をもち、その後急に減少する波形（タイプII）の2つに分類している。さらに、発情日はタイプIの高コンプライアンスで弛緩した血管が、発情後14日目はタイプIIの低コンプライアンスで緊張した血管がそれぞれの特徴としている。今回の観察でも、黄体期に得られた波形はこのタイプIIの波形と類似しており、子宮動脈は低コンプライアンスで緊張していることが示唆された。また、排卵1～4日前の波形は、収縮期波形は黄体期のそれと類似したが、拡張期波形は黄体期のそれより高く、子宮動脈は低コンプライアンスで弛緩していることが示唆された。なお、この波形とタイプIIの波形では収縮期血流の頂点の形が異なっていたが、その理由は明らかではなかった。ただ、今回は経直腸的超音波検査であったのに対し、Waite ら<sup>32)</sup>は観血的手法を用いているため、その差が出ているのかも

しれない。

今回の検査では、妊娠 4、6、7 カ月時の子宮動脈血流波形は、非妊娠牛のそれと比べて明瞭な違いが認められた。すなわち、収縮期血流は比較的円い頂点をもつことや、その後の血流速度の減少がわずかで、著しく高い拡張期血流を示す点が妊娠牛の特徴と思われた。これらの特徴は、胎仔の成長に伴う血液要求量の増大に対応して、子宮動脈が拡張し高コンプライアンスになることを示唆しているものと考えられた。

ヒトにおける報告<sup>6, 11, 31)</sup>と直接対比することはできないが、ヒトの黄体期の波形は牛の黄体期のそれと、またヒトの卵胞期の波形は牛の発情期のそれと類似していた。さらに、ヒトの妊娠期の波形は、妊娠牛のそれとも類似していた。なおヒトでは、妊娠 20 週以降では胎盤のある側の子宮動脈では、末梢血管抵抗を反映する指標である拍動係数 (Pulsatility index ; PI) と収縮期／拡張期血流速度比 (S / D 比) の変動はわずかとされている<sup>17)</sup>が、牛においても同様の傾向がみられるか、今後の研究が待たれる。

#### A-d : RI からみた子宮動脈の血流変化 (図 5)

今回の観察において、RI は発情周期に伴い周期的に変化し、発情期に低値を、黄体期に高値を示す傾向が認められた。Bollwein ら<sup>4)</sup>によれば、RI の最低値は排卵 3 日前に生じ、排卵 1 日前まで徐々に減少し、その後急増して排卵日に最高値に達したとしている。観血的に子宮動脈血流量を測定した報告では、Ford ら<sup>9)</sup>が血流量は発情 2 日前から発情 1 日後まで高値を示し、発情 2 日後から 6 日後にかけて次第に減少したのに対し、Waite ら<sup>32)</sup>は血流量は発情の 3 ～ 4 日前より増加しはじめ、発情日に最高となり、発情 2 日後には最低値まで減少したとしている。これらの成績と今回の結果を対比してみると、発情期では No. 1、No. 2 の RI 変動は Bollwein ら<sup>4)</sup>のそれとほぼ一致しており、排卵後の RI 変動は No. 1 は Ford ら<sup>9)</sup>、No. 2 は Waite ら<sup>32)</sup>の血流量変動とほぼ一致した。

今回の検討では、RI は Bollwein ら<sup>4)</sup>と比較すると黄体期、発情期とも相対的に高値を示した。馬を用いた研究<sup>3)</sup>では、検査した 4 頭のうち高齢の 2 頭が相対的に増大した血管抵抗 (高い RI) を示しており、この 2 頭では子宮内膜バイオプシーにより子宮腺周囲の線維化が認められている。既述のとおり、牛の子宮動脈では妊娠分娩回数に比例して進行する妊娠性硬変が知られており、今回使用した黒毛和種牛 2 頭は Bollwein ら<sup>4)</sup>が用いた牛 (平均年齢 5.3 歳) より高齢であり分娩回数も多かったことや、No. 1 と No. 2 では年齢差が著明であったことが、今回の高い RI と No. 1 と No. 2 の間の RI 変動の差異をもたらした可能性がある。

高齢動物の低い繁殖率は、子宮における低い血液灌流に起因する、とする報告<sup>8)</sup>がある。またヒトにおいては、子宮動脈インピーダンスが、受精卵移植の成功のカギとなる子宮の受容性を判定する指標として使用されている<sup>2, 11, 26, 27, 28, 35)</sup>。同様のことが牛の受精卵移植にも適用できるかどうか、今後検討する価値がある。また、不妊牛への応用も興味ある分野と思われる。

#### B. 発情周期に伴う卵巣および子宮の血流分布の変化 (図 6)

今回の研究から、黒毛和種牛においても、超音波ドプラ法により発情周期に伴う卵巢および子宮の血流変化を評価することが可能であることが明らかとなった。卵巢において認められる血流像は、ホルスタイン種<sup>12)</sup>と同様の傾向を示し、以下の特徴が認められた。

卵巢間質の血流像は発情周期を通して著変が認められなかったのに対し、黄体内部の血流像は変化に富んでいた。黄体内部血流分布のスコア値（黄体血流値）の発情周期に認められる変化はホルスタイン種<sup>12)</sup>と同様の傾向を示した。卵巢への血液供給は、卵巢動脈卵巢枝が卵巢の直前でいくつかに分岐し、卵巢の個々の区画へと血流を注いでいる<sup>16)</sup>。また、発育卵胞および黄体においては、卵巢動脈卵巢枝から分岐した1本（黄体では希に2本）の灌注動脈<sup>1)</sup>により血液供給が行われている<sup>16)</sup>。今回の観察では、黄体期には、常に描出可能ではなかったが、黄体へ流入する灌注動脈と考えられる血管像が描出された。黄体期に存在する卵胞では、その周囲も含めて血流像が描出されることは希であったが、発情期の成熟卵胞では、卵胞に沿うように円周状の血流像が認められることが多かった。また、成熟卵胞の存在する卵巢では、卵巢間質にも血流像が散在して描出されることが多かった。卵巢では卵胞の成熟とともに卵胞に分布する毛細血管が増加して血流量を増大し、その結果、卵胞に対する黄体ホルモンや栄養素の供給量も増加する<sup>19)</sup>と言われており、それらを反映して成熟卵胞周囲に豊富な血流像が描出されたものと考えられる。また、発情期の卵巢間質で散在性に認められた血流像は、卵胞の発育とその後の黄体形成・発育に対応するために急速に増大しつつある灌注動脈が部分的に描出されたものと考えられた。

黄体の大きさと黄体内部血流像について、排卵後2～5日と排卵1～3日前に分けて比較してみると、排卵後は黄体がそれほど成熟していなくても血流像は比較的多かったのに対し、排卵前は黄体がまだかなり大きいにもかかわらず血流像は比較的乏しかった（図7）。すなわち、黒毛和種牛においても、ホルスタイン種<sup>12)</sup>と同様、新生黄体と退行黄体に明らかな差を認めており、新生黄体は発育に伴い多くの血液を必要とし、黄体退行時には黄体の形態学的退縮に先立って血流が減少するという現象を反映したものと考えられた。今回は検査頭数が少ないため、明確な結論を下すことはできないが、ホルスタイン種<sup>12)</sup>の成績とあわせて、黄体の大きさと超音波ドプラ法による黄体内部血流像を把握することで、1回の検査のみで発情周期のステージをかなり正確に判断できる可能性が示唆された。また、黄体内部血流像は排卵のほぼ3日前から急激に減少した。このことは排卵日を予測するうえで非常に有用であると考えられた。

今回は既報<sup>12)</sup>に準じて子宮内で観察される血流分布をスコア化し、それに基づく血流評価を行った。子宮の大きさと子宮内部血流像を比較すると、子宮の大きさは排卵日に最大となり、その後は徐々に減少したが、それと同様、子宮内部血流像も排卵前より増加する傾向があり、排卵後は急速に減少した。黄体内部と子宮内部の血流像を比較すると、前者は排卵のほぼ3日前から急激に減少し、排卵日にはわずかに描出されるのに対し、後者は前者の減少と前後して増加しはじめ、排卵後は急速に減少した。すなわち、黄体内部と子宮内部の血流像の増減は、これまでの報告<sup>12), 10)</sup>と同様、概ね逆のパターンを示した。このように卵巢および子宮の血流が発情前後で急激に変化することに関して、次のような説明がなされている。卵巢動脈子宮枝は卵巢動脈と子宮動脈を吻合している血管であり、この血管は黄体の存在する卵巢側でよく発達することから、黄体の存在がそこを流れる血流量を左右する<sup>16)</sup>。卵巢動脈子宮枝の血流方向に関して、黄体期においては黄体の存在する卵巢側で

は子宮動脈から卵巢動脈へ向かい、発情期にはこの逆になる<sup>10)</sup>。

超音波断層法で子宮の横断面を観察すると、子宮壁内に低ないし無エコーのリング状の層（リング層）が描出されることはよく知られており<sup>20, 21, 24)</sup>、今回の観察においてもこれまでの報告と同様、発情期にはリング層が明瞭となる傾向が認められた。このリング層はこれまで外縦走筋と内輪走筋の間に位置する血管層が描出されたものとされていたが<sup>20, 21, 24)</sup>、実際は血管層ではなく、内輪走筋とそこに存在する血管および粘膜固有層に存在する子宮腺であることが報告された<sup>7)</sup>。子宮では卵巢で卵胞が成熟するにつれて、卵胞ホルモンの影響で子宮内膜の粘膜固有層が厚くなる。排卵が起こり卵巢に黄体が形成すると、黄体ホルモンの影響で子宮内膜はますます肥厚し、子宮腺も長く発達し、内膜には漿液が浸潤して水分を多く含み粘膜面は膨れて軟らかくなる。その後受精が成立しなければ、黄体の退行とともに子宮内膜も同時に退化する。このことを考慮に入れると、子宮のリング層は黄体の退行とともに不明瞭となるが、排卵前には明瞭化し、黄体の発達とともにさらに明瞭になると考えられ、さらにリング層内側は水分を多く含むためリング層外側よりも低エコーに描出されると考えられる。No. 1 および No. 2 牛では発情期にはリング層は明瞭に観察されたが、黄体期には明瞭な部分と不明瞭な部分とが混在して観察されることが多く、一定した傾向は観察できなかった。今回、カラードプラ法により観察された子宮の血流像の変化は、黄体期には血流は主に子宮の血管層に分布し、排卵前には血管層における血流の増加に加えて、リング層内やリング層内側など子宮の全組織で血流が増加することを示しており、発情期に増加した子宮の血流が子宮の筋層、子宮内膜、子宮小丘で等しく分配されるという報告<sup>18)</sup>とも一致した。

超音波ドプラ法による生殖器血流の評価に際して、今回いくつか問題点に遭遇した。初期の超音波検査では、子宮への圧迫によって生じる超音波アーティファクト像（高エコーで描出されるバンド像<sup>20, 21, 24)</sup>）が出現することが多かった。直腸や子宮の収縮運動によるアーティファクトの血流像の出現もあり、映像化された血流像が真の血流か否かの判断に苦慮することもあった。また、子宮の観察中に加わる経直腸的な刺激が、子宮に収縮反応等を引き起こし、発情周期にみられるリング層の変化を不明確にした可能性も否定できない。子宮の超音波検査を行う際、検者は経直腸的超音波検査法にかなり習熟している必要があり、検査時はできるだけ子宮に対する刺激を少なくして短時間で検査を終了することが重要と考えられた。超音波検査の再現性に関して、経時的観察は同一部位で行うよう心がけたが、検査ごとに描出部位がわずかに異なることから生じる卵巢（黄体）・子宮の計測誤差や、血流像の描出程度、子宮動脈血流と超音波ビームの入射角度の違いなどはいずれも完全回避できない問題であろう。また、今回超音波検査時間を 14:00 ~ 20:00 に設定したが、これはヒトにおいて排卵 2 日前から排卵するまでの子宮および卵巢の動脈血流に日内変動が報告<sup>36, 37)</sup>されていることによる。動物においては、牛の卵巢血流に日内変動はないとする報告<sup>34)</sup>がある一方、羊の子宮血流には日内変動があるとする報告<sup>33)</sup>もあり、今後、日内変動については詳細な再検討が必要と思われる。

これまで牛の生殖器の血流動態観察には、観血的手法に頼らなければならなかったが、本研究結果より、非観血的な超音波ドプラ法を応用することで、子宮動脈の血流波形、卵巢、子宮の発情周期に伴う血流変化を評価できる可能性が示唆された。なお、今回は検討しなかったが、性ホルモンと血流量の関連性について触れた報告<sup>32, 34)</sup>もあり、今後、併



せて検討していきたい。

## V. 要 約

牛の卵巢や子宮の血流は発情周期に伴い周期的に変化することが、これまでの観血的手法によって明らかにされている。しかし、観血的な方法であるため、臨床応用にはいたっていない。最近、牛、馬において超音波ドプラ法による卵巢・子宮動脈の経直腸的な描出法が明らかにされつつあり、非観血的手法による生殖器血流の動態解析や産科・繁殖領域への臨床応用が期待されている。しかしながら、獣医学領域では、本研究は緒についたばかりであり、その基礎的・臨床的検討は極めて少なく、黒毛和種牛における報告はほとんど見当たらない。そこで、黒毛和種牛の生殖器血流の基礎的データをを得るため、健常成牛を用いて、生殖器血流測定のための至適アプローチや子宮動脈の超音波上の特徴を把握するとともに、発情周期に伴う卵巢および子宮の血流分布の変化と末梢血管抵抗の指標である抵抗係数（Resistive index：RI）からみた子宮動脈の血流変化を観察した。

### 【材料と方法】

至適アプローチ法および子宮動脈の超音波学的特徴の観察には、黒毛和種の非妊娠牛8頭と黒毛および褐毛和種の妊娠牛各1頭の合計10頭を用いた。また、この10頭のうち、血流信号の検出が良好であった黒毛和種経産牛2頭（No.1：8歳、No.2：15歳）を、発情周期に伴う卵巢・子宮の血流変化や子宮動脈のRI変動の検討に用いた。なお、No.1では22.5日、No.2では31.5日の発情周期日数を示した。超音波検査には、日立メディコ社製の電子走査型超音波断層装置（EUB-565A）を用い、探触子には5.0MHzのT字形のリニア型探触子を使用した。超音波検査は、成熟卵胞の認められた最終日を-1日、成熟卵胞の消失した日を0日とし、-5、-4、-3、-2、-1、0、+1とその後は隔日に行った。

### 【結果】

子宮動脈は、10頭中8頭では11～12時、残りの2頭では8～9時の方向に向かって内腸骨動脈から分岐した。子宮動脈壁は2重構造に描出されるとの報告があるが、今回の黒毛および褐毛和種牛で2重構造に描出された例は10頭中1頭のみであった。非妊娠牛の内腸骨動脈分岐直後の子宮動脈内径は1.6～3.2mm（平均2.43mm）であったが、妊娠牛では妊娠月齢が進むにつれ大きくなり、妊娠7カ月では非妊娠牛の約2.8倍に達した。子宮動脈の血流波形は発情周期に伴って変化した。すなわち、黄体期には、鋭い頂点をもつ収縮期波形を示した後、急激に減少し、その後低い（遅い）拡張期血流を示す波形が得られたのに対し、発情期には、収縮期波形は黄体期のそれと類似したが、拡張期血流は黄体期のそれより高い波形を示した。

RIも発情周期に伴い周期的に変化し、排卵前に低値を、黄体期に高値を示す傾向がみられた。しかし、No.1とNo.2のRI変動様式には差が認められた。すなわち、両牛ともRIは排卵4日前より徐々に減少したが、No.1では、排卵3～1日前の3日間に渡って最低値を示した後、徐々に増加し、排卵後3日には排卵5日前の値にほぼ復した。一方、No.2で

は、排卵 2 日前に急激に著減した後、急増し、排卵 1 日前には No. 1 とほぼ同値に、また排卵後 1 日には排卵 5 日前の値にほぼ復帰した。

卵巢の血流像は、黄体期では、黄体内に豊富に分布し、卵巢間質では比較的乏しかった。黄体の血流像は、黄体の最外層を取り囲む太い血管群と、それから黄体中心部へ流入・流出する血管群から成った。黄体内血流像は新生黄体から認められ、黄体開花期で最も著しく、黄体退行期では黄体が明確に存在するにもかかわらず乏しかった。また、黄体内血流像は排卵のほぼ 3 日前から著しく減少した。

子宮の血流像は、黄体期では、主に子宮壁内に低エコーでリング状に描出される層（リング層）の外側に認められ、排卵日周辺では、これに加えてリング層内やそれより内側に一部観察された。

発情周期に伴う黄体および子宮内の血流像の変化を便宜上、スコア化してその推移を検討した結果、従来観血的に測定された発情周期に伴う卵巢動脈や子宮動脈の血流量の推移と同様の傾向を示した。

#### 【考察】

今回の研究から、易描出性に個体差が見られるものの、黒毛和種牛においても卵巢および子宮動脈の血流観察が可能であることが示唆された。発情周期に伴う卵巢・子宮内の血流像の変化や、子宮動脈血流波形および RI は、過去のホルスタイン種やシンメンタール種での報告と同様の結果を示した。両牛間で差の認められた RI 変動様式は、妊娠分娩回数に比例して進行する子宮動脈の妊娠性硬変（血管抵抗性の増大）に起因すると考えられた。

## VI. 参考文献

1. 足高善雄、倉智敬一、富田炳平（1963）：卵巢に分布する血管、リンパ管および神経。pp.11-19. 卵巢、第 1 版、（赤須文男編）、共同医書、東京
2. Bloechle M, Schreiner T, Kuchler I, Schurenkamper P, Lisse K (1997): Colour Doppler assessment of ascendent uterine artery perfusion in an in-vitro fertilization-embryo transfer programme after pituitary desensitization and ovarian stimulation with human recombinant follicle stimulating hormone. Hum. Reprod., Aug;12(8):1772-7
3. Bollwein H, Maierl J, Mayer R, Stolla R, (1998): Transrectal color doppler sonography of the uterine in cyclic mares. Theriogenology, 51:1483-1488.
4. Bollwein H, Meyer H.H.D., Maierl J, Weber F, Baumgartner U, Stolla R, (2000): Transrectal Doppler sonography of uterine blood flow in cows during the estrous cycle. Theriogenology, 53:1541-1552.
5. Callagan DA, Rowland TC, Gordman DE (1964): Ultrasonic Doppler observation of the fetal heart. Obstet. Gynec., 23:637
6. Cohen-Overbeek T, Pearce JM, Campbell S (1985): The antenatal assessment of utero-placental and feto-placental blood flow using doppler ultrasound. Ultrasound in Med. &

- Biol., 11(2):329-339
7. 遠藤裕之、太田恭補、澤向 豊 (2000) : 牛子宮角の超音波横断画像と組織構造の比較、  
獣医畜産新報、vol.53 No.2, (通巻 943 号)
  8. Finch CE, Gosden RG(1986): Animal models for the human menopause. In: Mastroianni LJ,  
Paulsen CA (eds), Aging Reproduction and the Climacteric. New York Plenum Press, 3-34
  9. Ford SP, Chenault JR, Echternkamp SE(1979):Uterine blood flow of cows during the  
oestrous cycle and early pregnancy: effect of the conceptus on the uterine blood supply.  
J. Reprod. Fertil., May;56(1):53-62
  10. Ford, P.S. and Chenault, R.J.(1981): Blood flow to the corpus luteum-bearing ovary and  
ipsilateral uterine horn of cows during the estrous cycle and early pregnancy. J. Reprod.  
Fertil., 62:555-562.
  11. Goswamy RK, Steptoe PC (1988): Doppler ultrasound studies of the uterine artery in  
spontaneous ovarian cycles. Hum Reprod., 3(6):721-726
  12. 萩尾光美 (1997) : 超音波ドプラ法による牛および犬の腹腔・体表臓器ならびに末梢  
血流動態解析 p13-35、経直腸的超音波ドプラ法による牛の卵巢および子宮の血流観  
察、平成7年度文部省科学研究費補助金(一般研究C)研究成果報告書 北里大学獣  
医畜産学部
  13. Janbu T, Koss KS, Nesheim BI, Wesche J (1985) : Blood velocities in the uterine artery in  
humans during labour. Acta Physiol. Scand., 124(2):153-61
  14. Kamiya, S. and Daigo, M. (1988) : Relationship between glycosaminoglycans and  
pregnancy-induced sclerosis in bovine arteries. Jpn. J. Vet. Sci., 50:1055-1059
  15. Kamiya, S. and Daigo, M. (1989) : Effect of pregnancy on gravid sclerosis of bovine  
uterine arteries. Jpn. J. Vet. Sci., 51:1179-1184
  16. Lamond, R. D. and Drost, M. (1974) : Blood supply to the bovine ovary. J. Anim. Sci.,  
38: 160-112.
  17. McCowan LM, Ritchie K, Mo LY, Bascom PA, Sherret H (1988):Uterine artery flow  
velocity waveforms in normal and growth-retarded pregnancies. Am. J. Obstet. Gynecol.,  
158:499-504
  18. Moor RM, Bruce NW(1976):The distribution of blood flow to the reproductive tract of  
anaesthetized ewes near oestrus. Acta Endocrinol. (Copenh), 83(4):794-9
  19. 森 純一 (1998) : III 雌の繁殖生理 5. 卵子形成、卵成熟ならびに卵胞発育と排卵 (5)  
排卵の機構 p.80 森 純一、金川弘司、浜名克己編、獣医繁殖学：第3版、文永堂
  20. 澤向 豊 (1987) : 乳牛における繁殖障害の診断と予防対策；乳用雌牛の臨床繁殖学  
領域における超音波画像診断の応用、家畜診療、289、27-38
  21. 澤向 豊 (1991) : ウシ臨床繁殖学領域における超音波診断装置の応用、家畜診療、334、  
37-51
  22. 澤向 豊 (1996) : ウシ生殖器の超音波検査による形態学的診断<シリーズ1、正常な  
卵巢の超音波断層像>、家畜診療、394、33-36
  23. 澤向 豊 (1996) : ウシ生殖器の超音波検査による形態学的診断<シリーズ2、異常な  
卵巢の超音波断層像>、家畜診療、395、33-38

24. 澤向 豊 (1996) : ウシ生殖器の超音波検査による形態学的診断<シリーズ 3、子宮の超音波断層像>、家畜診療、396、11-16
25. 澤向 豊 (1996) : ウシ生殖器の超音波検査による形態学的診断<シリーズ 4、妊娠子宮の超音波断層像>、家畜診療、397、19-24
26. Spornol R, Hecher K, Schwarzgruber J, Szalay S (1993): Doppler flow measurements of the uterine artery. A prognostic factor for success in treatment by IVF *Ultraschall. Med.* , 14:175-177
27. Steer CV, Campbell S, Tan SL, Crayford T, Mills C, Mason BA, Collins WP(1992):The use of transvaginal color flow imaging after in vitro fertilization to identify optimum uterine conditions before embryo transfer. *Fertil. Steril.*, Feb 57(2):372-6
28. Steer CV, Tan SL, Dillon D, Mason BA, Campbell S (1995):Vaginal color Doppler assessment of uterine artery impedance correlates with immunohistochemical markers of endometrial receptivity required for implantation of an embryo. *Fertil. Steril.*, 63(1):101-8
29. Stephen J.Roberts (1979) : 白井和哉・河田啓一郎 監訳、獣医産科繁殖学：その診断と治療、p.15、学窓社
30. Sullivan FM, Tucker JF (1975): Uterine blood flow in the pregnant rabbit. *J. Reprod. Fertil.*, 42(2):239-50
31. Trudinger BJ, Giles WB, Cook CM (1985):Uteroplacental blood flow velocity-time waveforms in normal and complicated pregnancy. *Br. J. Obstet. Gynaecol.*,92:39-45
32. Waite, R. L. , Ford, S. P. , Young, F. D. , and Conley, J. A. (1990) : Use of ultrasonic Doppler waveform to estimate changes in uterine artery blood flow and vessel compliance. *J. Anim.. Sci.*, 55: 627-637.
33. Walker AM, Oakes GK, McLaughlin MK, Ehrenkranz RA, Alling DW, Chez RA (1977): 24-hour rhythm in uterine and umbilical blood flows of conscious pregnant sheep. *Gynecol. Invest.*, 8(5-6):288-98
34. Wise TH, Caton D, Thatcher WW, Barron DH, Fields MJ (1982): Ovarian function during the estrous cycle of the cow: ovarian blood flow and progesterone release rate. *J. Anim. Sci.*, 55(3):627-37
35. Yuval Y, Lipitz S, Dor J, Achiron R (1999):The relationships between endometrial thickness, and blood flow and pregnancy rates in in-vitro fertilization. *Hum Reprod.*, 14(4):1067-71
36. Zaidi J, Collins W, Campbell S, Pittrof R, Tan SL (1996):Blood flow changes in the intraovarian arteries during the periovulatory period: relationship to the time of day. *Ultrasound Obstet. Gynecol.*, 7(2):135-40
37. Zaidi J, Jurkovic D, Campbell S, Pittrof R, McGregor A, Tan SL (1995): Description of circadian rhythm in uterine artery blood flow during the peri-ovulatory period. *Hum Reprod.*, 10(7):1642-6.

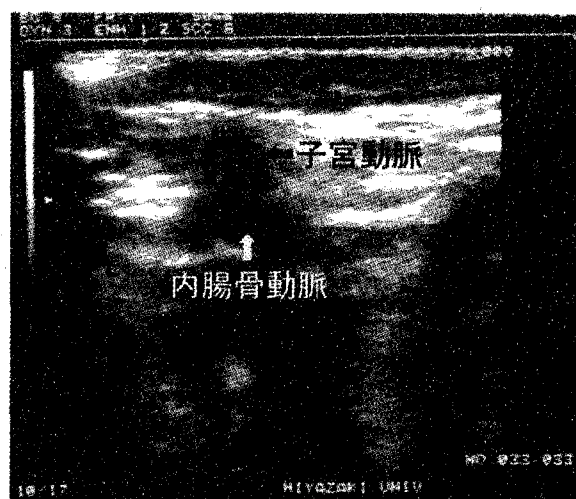
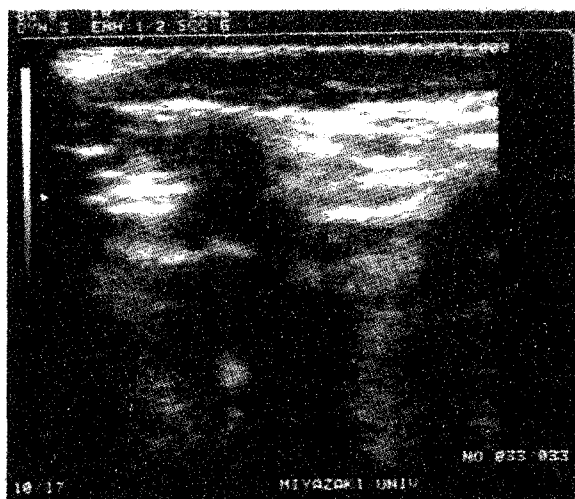


写真 1 子宮動脈と内腸骨動脈の分岐部

子宮動脈は内腸骨動脈からほぼ真上（12時）方向へ向かって分岐する（10頭中8頭）

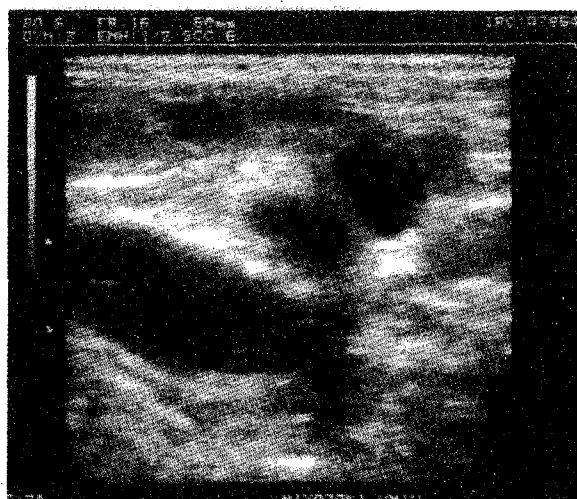


写真 2 子宮動脈と内腸骨動脈の分岐部（妊娠牛；妊娠4カ月）

子宮動脈の分岐直後の内径は3mmであった。超音波上明らかな拡張は認められない。

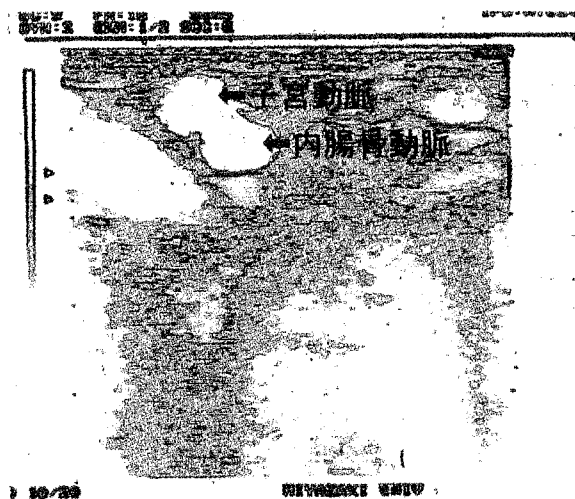
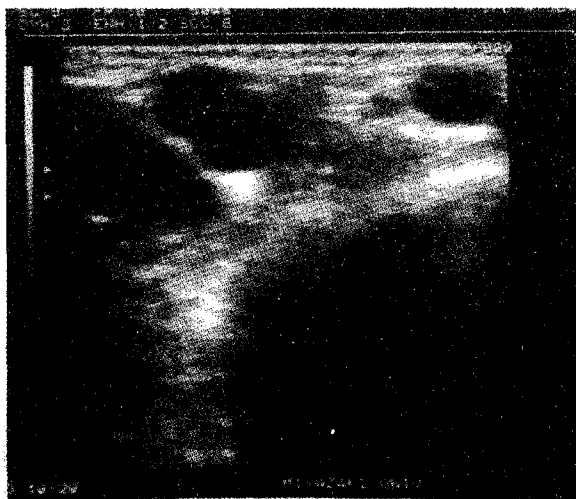


写真 3 子宮動脈と内腸骨動脈の分岐部（妊娠牛；妊娠7カ月）

子宮動脈の分岐直後の内径は6.7mmであり、超音波上明らかな拡張が認められる。

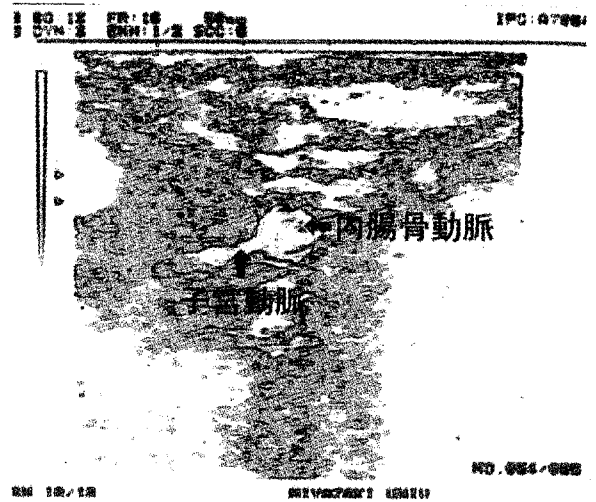
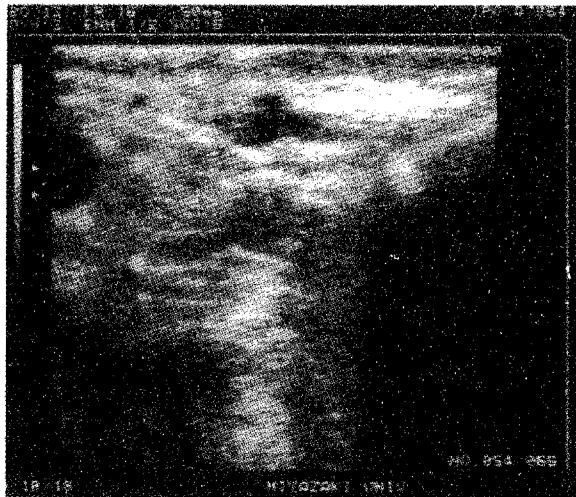


写真 4 子宮動脈と内腸骨動脈の分岐部

子宮動脈は内腸骨動脈からほぼ水平（9時）方向へ分岐する（10頭中2頭）。



写真 5 黄体期の子宮動脈血流波形（排卵後14日）

黄体期の子宮動脈血流波形は鋭い頂点を持つ収縮期波形と低い拡張期波形を示す。

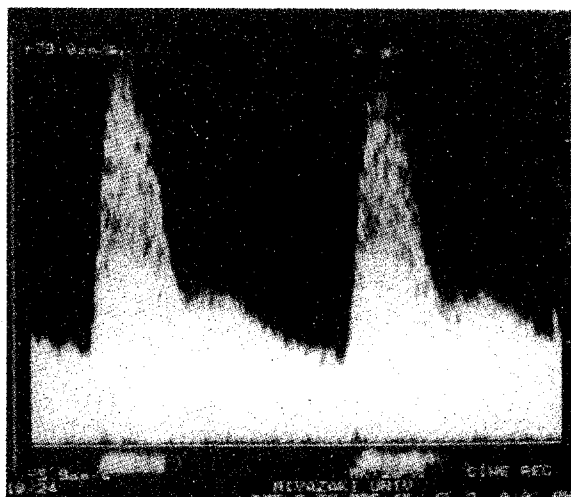
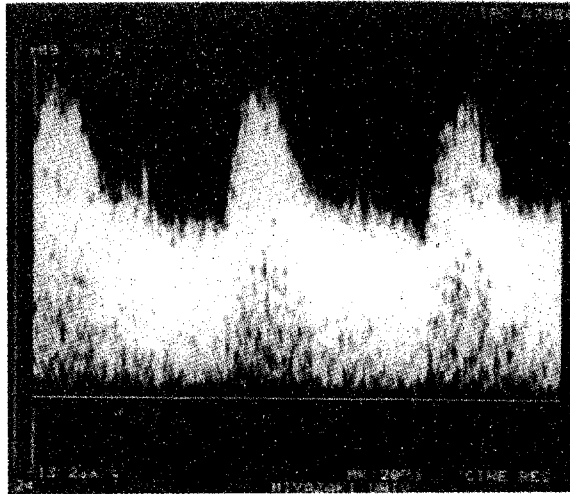
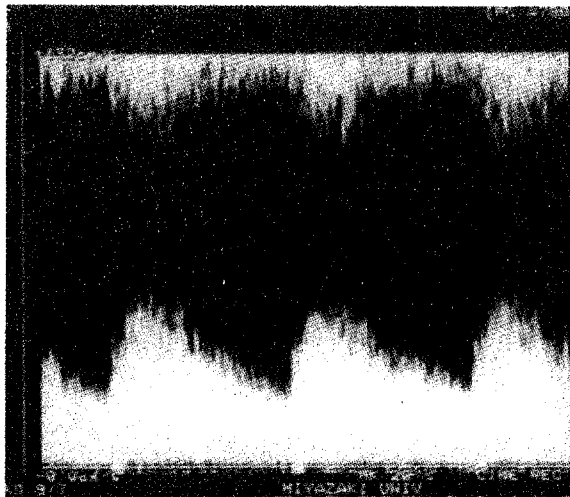


写真 6 発情期の子宮動脈血流波形（排卵2日前）

発情期の子宮動脈血流波形は、収縮期波形は黄体期の波形と類似していたが、拡張期血流は黄体期よりも高い波形を示す。



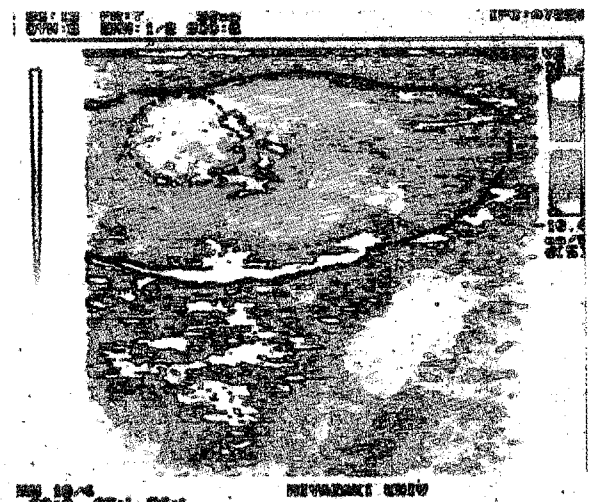
**写真 7** 妊娠 4 カ月時の子宮動脈血流波形  
非妊娠牛の子宮動脈血流波形と比較して円い頂点を持ち、収縮期血流も著しく高い波形を示す。



**写真 8** 子宮動脈血流波形（妊娠牛；妊娠 6 カ月）  
子宮動脈血流波形は妊娠 4 カ月時と比較して更に円い頂点を持つ収縮期波形を示し、その後なだらかに減少し明瞭な拡張期血流を示さず、次の波形へと移行する。



**写真 9** 卵巣内血流像（排卵日）  
排卵窩で血流像が認められる





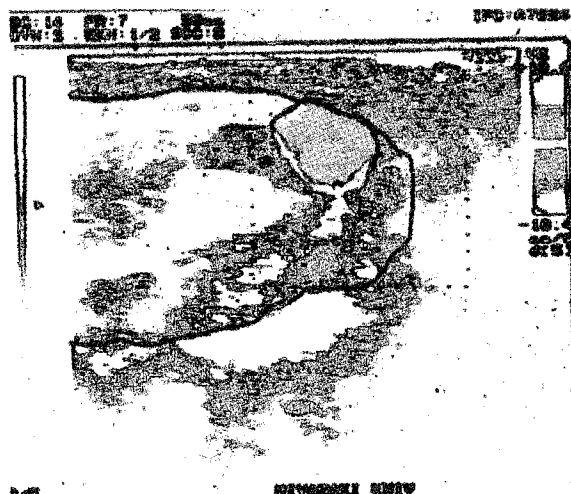


写真 10 卵巣内血流像（排卵後 1 日）  
新生黄体が認められ、その内部に 1/2 円状の細い辺縁血流像が認められる。

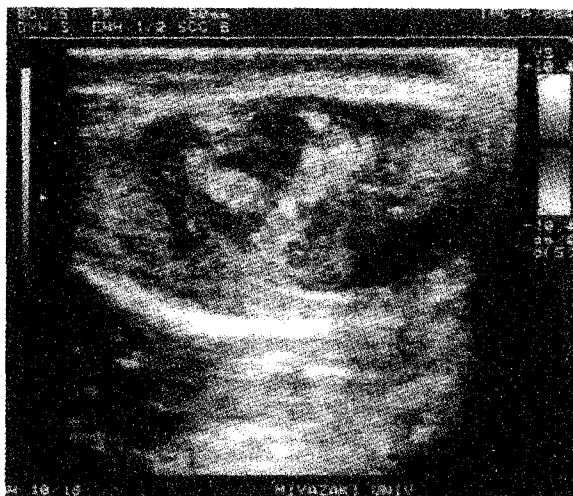


写真 11 卵巣内血流像（排卵後 14 日）  
開花黄体には黄体全周に発達した太い辺縁血流像と、それより中心部に向かう血流が認められる。

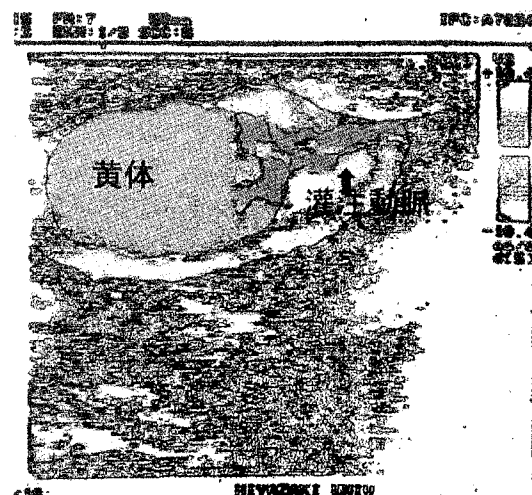
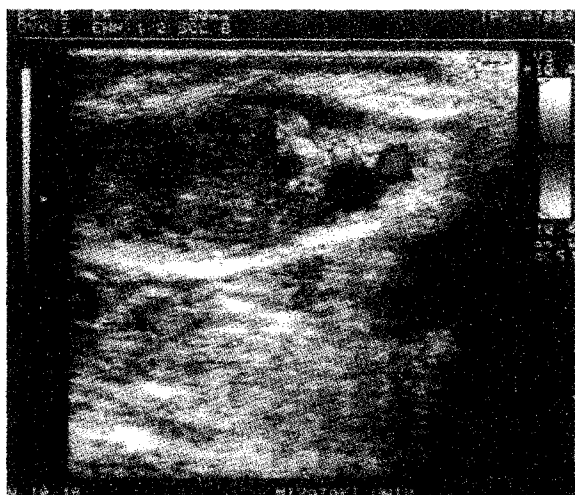


写真 12 卵巣内血流像（排卵後 14 日）  
開花黄体へと流れ込む灌流動脈が認められる。



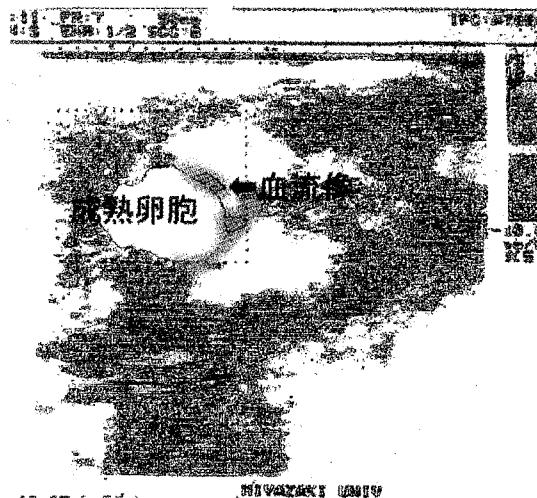


写真13 卵巣内血流像（排卵前日）  
成熟卵胞の辺縁には血流像が認められる。



写真14 2重構造に描出された子宮動脈  
10頭中の1頭で子宮動脈壁が2重構造で描出された。

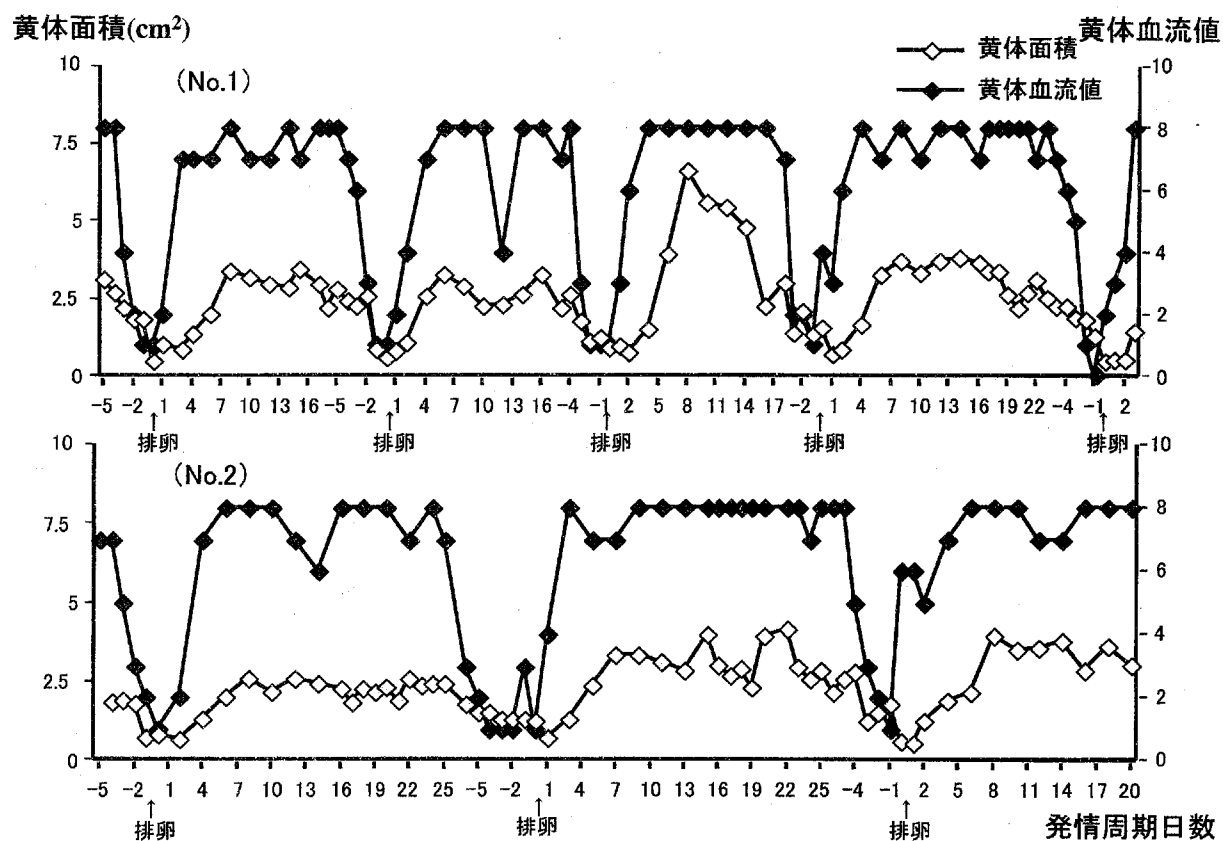


図1. 発情周期における黄体サイズと黄体内血流像の関係

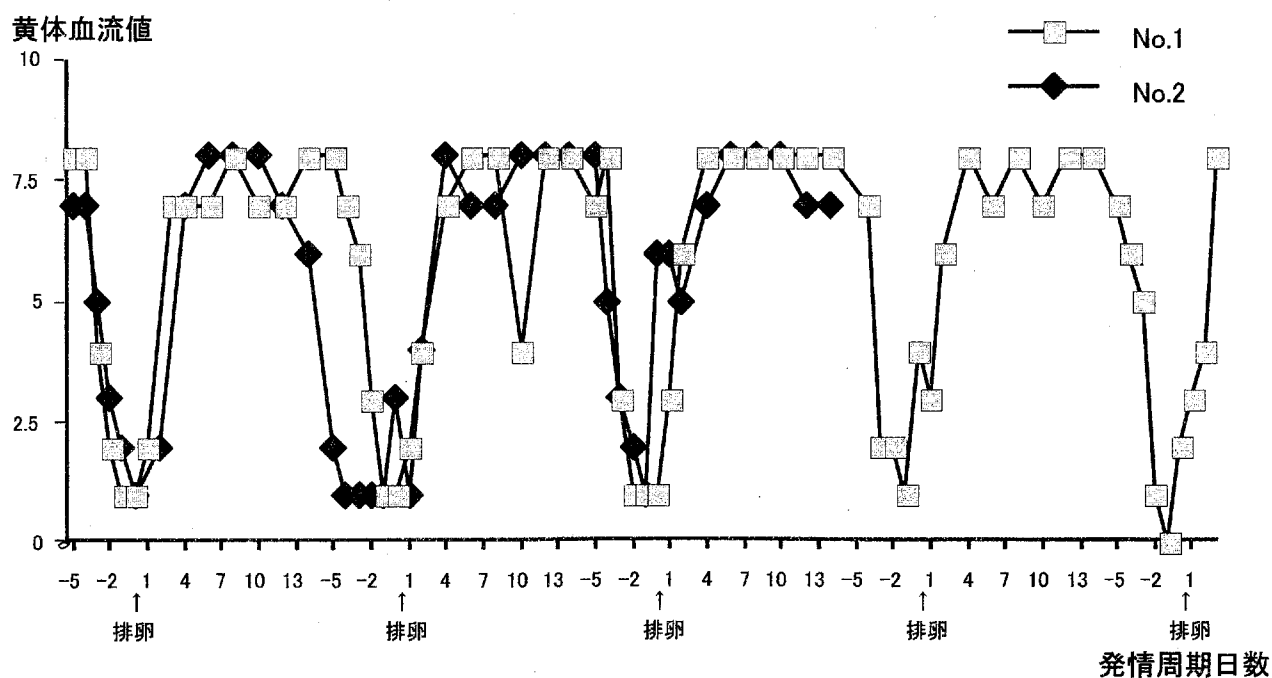


図2. 発情周期における黄体内血流像の変化

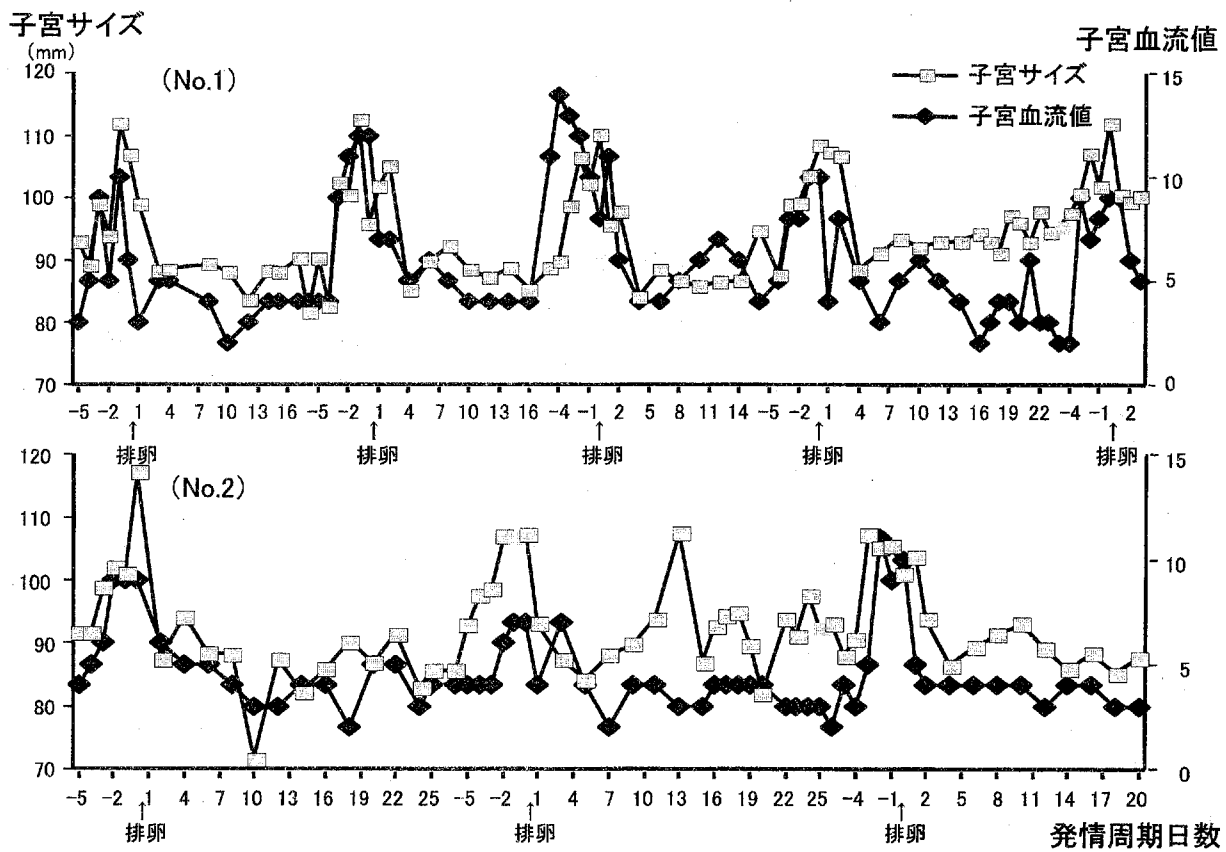


図3. 発情周期における子宮サイズと子宮内血流像の関係

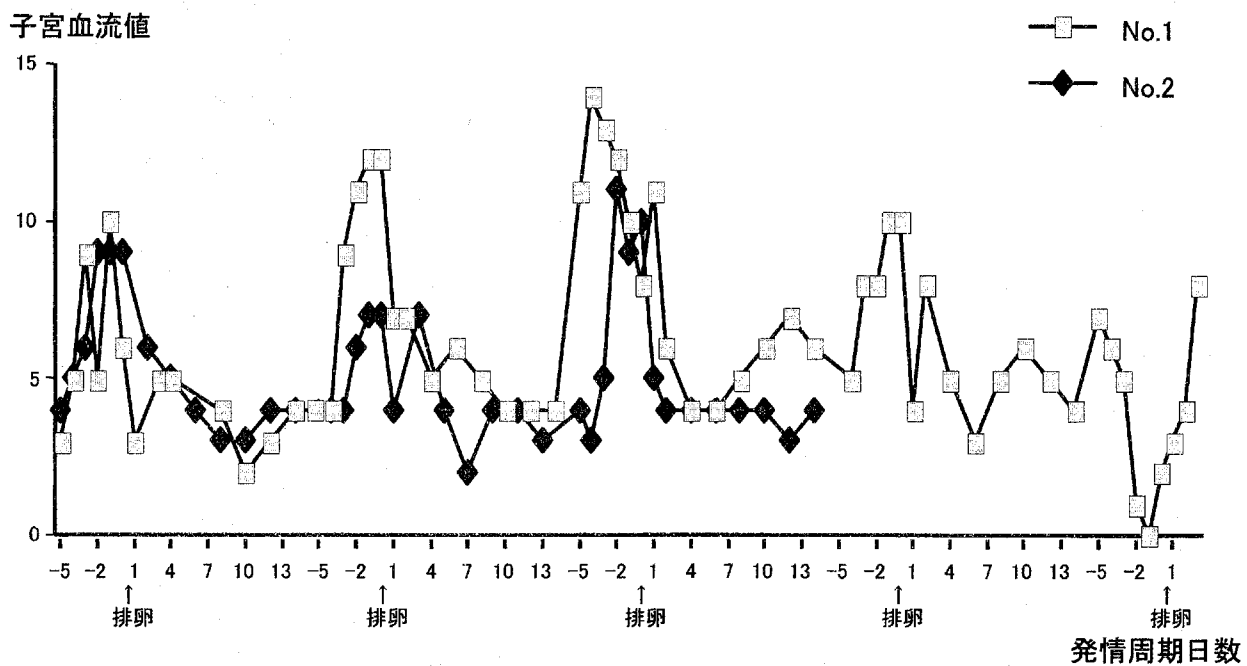


図4. 発情周期における子宮内血流像の変化

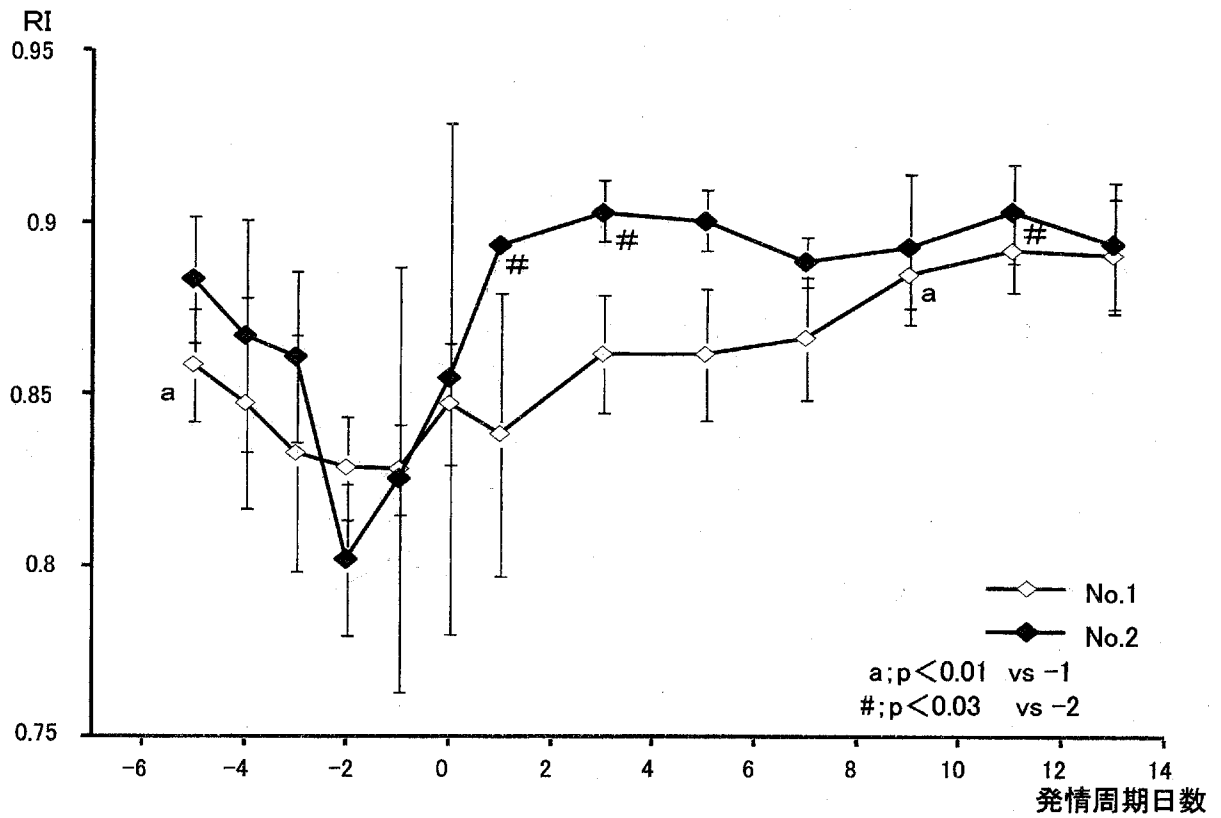


図5. 発情周期に伴うRIの変動(3発情周期を平均)

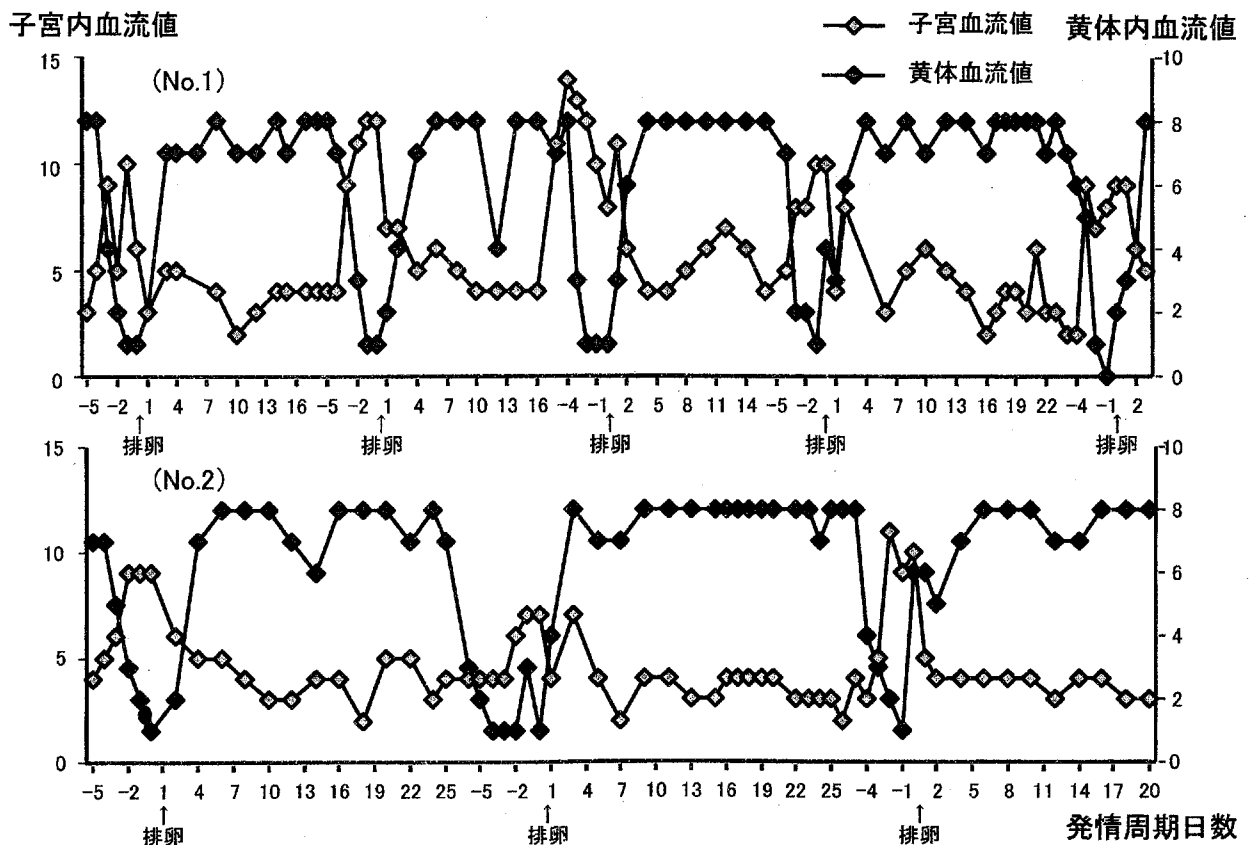


図6. 発情周期における黄体内および子宮内血流像の関係

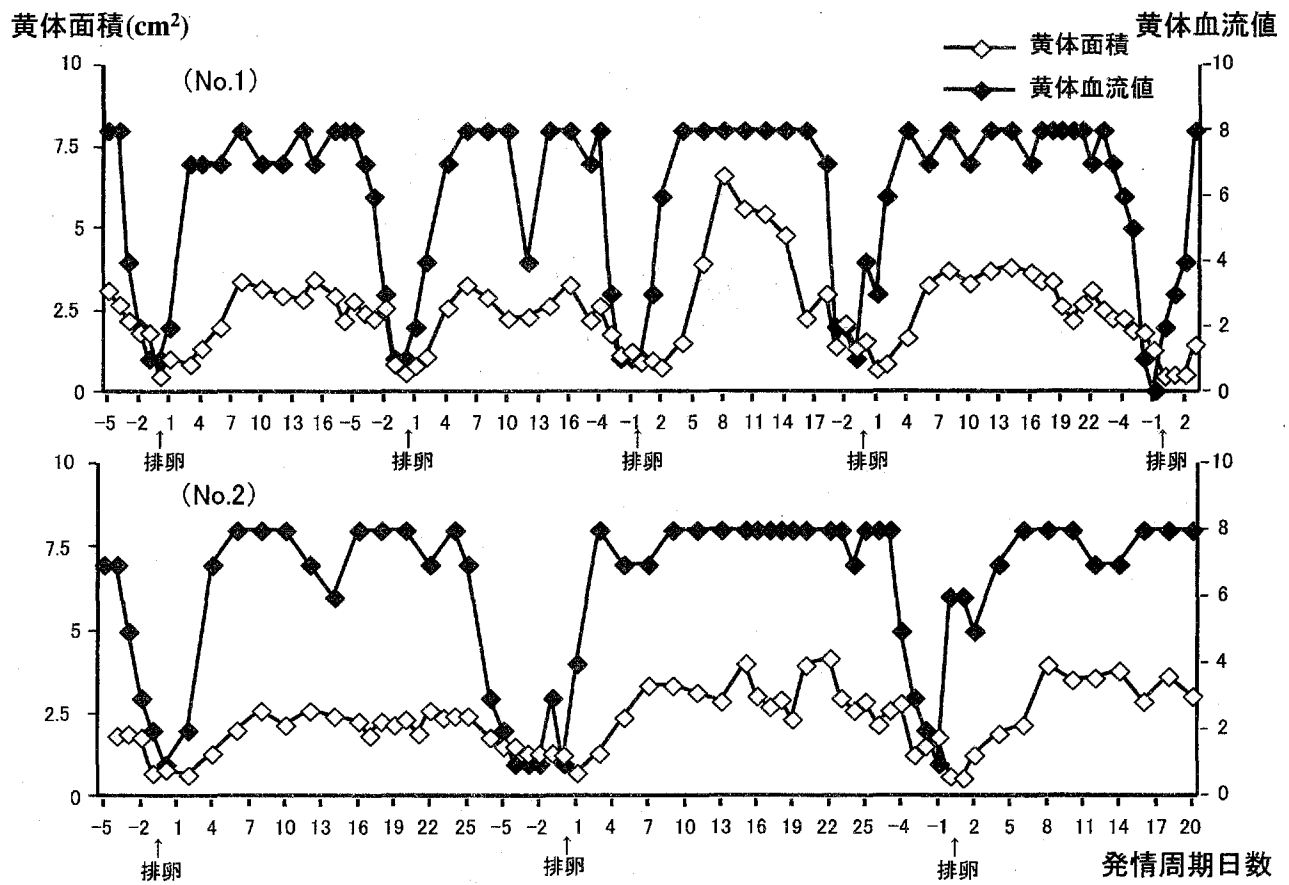


図7. 黄体血流値と黄体面積の関係