

# 日本動物超音波技術研究会報

第2号

平成22年9月

## **Japanese Journal of Ultrasonic Technology for Animal Science**

**No. 2 September, 2010**

日本動物超音波技術研究会

Japanese Society of Ultrasonic Technology

for Animal Science

日本動物超音波技術研究会 賛助会員

アロカ株式会社

株式会社日立メディコ

鹿児島県経済農業協同組合連合会 肉用牛事業部

キリシマドリームファーム株式会社

児湯郡市畜産農業協同組合連合会

社団法人全国和牛登録協会

社団法人日本あか牛登録協会

社団法人宮崎県家畜改良事業団

すみれ医療株式会社

全国農業協同組合連合会 研究開発部笠間乳肉牛研究所

セントラルテクノ株式会社

富士平工業株式会社

本多電子株式会社

松田商事株式会社

都城農業協同組合

# 目 次

お知らせ	1
平成 20, 21 年度役員（顧問）一覧	2
論 説	
—総説—	
豚における超音波妊娠診断法	
入江正和	3
日本の和牛肉生産における超音波診断技術の利用	
撫 年浩	19
原著論文	
黒毛和種牛における潜在精巢と逸所精巢の内分泌学的診断および超音波画像診断	
北原 豪、白尾優佳、林 淳、上松大輔、中西一誠、小野由樹、佐藤知広、 邊見広一郎、小林郁雄、上村俊一	24
第二回日本動物超音波技術研究会大会報告	31
研究会会則	37
研究会報の発行ならびに改訂に関して	39



## お知らせ

平成 22 年 7 月 28 日

### 第 3 回日本動物超音波技術研究会大会中止について

日本動物超音波技術研究会  
会長 原田 宏

日頃から日本動物超音波技術研究会の活動に対するご理解、ご協力を賜り心より感謝申し上げます。

さて、この度、独立行政法人家畜改良センター（福島県西郷村）におきまして第 3 回日本動物超音波技術研究会大会を開催する予定で準備を進めて参りました。

しかしながら、本年 4 月に宮崎県において発症した口蹄疫が、畜産農家に限らず各方面に大きな影響をもたらすこととなりました。幸い、今月 27 日に移動制限が解除されましたが、全面的な終息宣言には至っておりません。

このような状況に鑑み、先般役員会において検討させていただき、この度の第 3 回日本動物超音波技術研究会大会は中止することといたしました。

今回、このような結論に至りましたことへのご理解とご承諾をいただきたくご案内させていただきました。

なお、事務局において研究会ホームページの開設準備を行っており、現在暫定公開をいたしております。今後、経費節約のためもあり、事務連絡等はホームページよりご連絡させていただきます。ご了解いただきますようよろしくお願いいたします。

## 平成 22, 23 年度役員 (顧問)

(任期 平成 22 年 10 月 1 日～平成 24 年 9 月 30 日)

会 長	原田 宏	宮崎大学
副 会 長	入江正和	宮崎大学農学部
	撫 年浩	日本獣医生命科学大学応用生命科学部
特別顧問	矢野秀雄	家畜改良センター
常任評議員	(独) 家畜改良センター技術部長	菊池淳志
	(社) 畜産技術協会研究開発第一部長	須山哲男
	(社) 宮崎県家畜改良事業団常務理事	川田洋一
地区評議員	北海道・東北	大澤健司 岩手大学農学部 山本裕介 北海道立畜産試験場
	関東・北陸・東海	川田智弘 栃木県農業振興事務所 津曲茂久 日本大学生物資源科学部
	近畿・中国・四国	山本直幸 (独)近畿中国四国農業研究センター
	九州・沖縄	穴見盛雄 (社)熊本県畜産協会 桑水郁郎 鹿児島県肉用牛改良研究所
編集委員長	入江正和	宮崎大学農学部
総務幹事	石田孝史	宮崎大学農学部
会計幹事	森田哲夫	宮崎大学農学部
監 事	児玉州男	宮崎県農政水産部畜産課長
	上村俊一	宮崎大学農学部

注) 常任評議員 3 名と監事 1 名は上記した職務を務められておられる方に就任をお願いしております。

## [ 総説 ]

# 豚における超音波妊娠診断法

## Ultrasonic technology of pregnancy diagnosis for swine

入江 正和

Masakazu Irie

宮崎大学、〒 889-2192 宮崎市学園木花台西 1 丁目 1 番地

University of Miyazaki, Miyazaki-city, Miyazaki 889-2192

### 1. はじめに

養豚経営において飼養頭数の多頭化が進むにつれて分娩回転数の向上が重視され、早期妊娠診断法は重要な技術に位置づけられている。フィールドで実用可能な妊娠診断法には、いくつかの方法があるが、中でも、超音波 B モード法（超音波断層法、超音波画像診断法、超音波エコー法ともよばれる）は、多くの研究者や実務者によって理想的な診断法とされている<sup>1-5)</sup>。

既に、超音波断層法は、世界各国の先進的畜産農家で普及しつつあるが、わが国ではまだまだの感がある。一方、この技術はわが国が世界に先駆けて開発したものである。1982年、当時、人用に開発されたポータブル電子リニアスキャナーは、わが国のメーカーが最先端の技術を駆使して製造したものであったが、1983年には入江ら<sup>6,7)</sup>や Inaba *et al.*<sup>8)</sup>がこれを豚の妊娠診断に応用し、優れた技術であることを報告した。その後、家畜専用装置が販売され、また AC 電源からバッテリー方式、モニター方式から液晶方式、同時に小型化や低価格化、高精細化と、装置の改良も次第に進み、比較的安価な装置も出され、現在に至っている。

現時点において、豚における超音波妊娠診断法が大半の農家にまで広く普及した方法であるとまだまだいえないのは、装置の価格の問

題もあるが、いまだ診断法や判読法の混乱が一部にあり、また難しそうだというイメージもあるからであろう。欧米の畜産先進国では、超音波断層法による妊娠診断はすでに繁殖の基盤技術として位置づけられており、わが国でも、今後、一層の普及が見込める状況にある。

そこで、本総説は豚における超音波断層法による妊娠診断法を中心にその概要をとりまとめたものである。

### 2. 超音波法以外の妊娠診断法

豚に対する妊娠診断法は種々検討されてきたが、現在においてフィールドで実用可能な診断法は、①ノンリターン法、②ホルモン法（投与法、エストロゲン法、プロジェステロン法）、③直腸検査法、④組織検査法、⑤膣内電気抵抗値測定法、⑥超音波法（ドップラー法、Aモード法、Bモード法）である。次に各診断法の原理と特徴を紹介する。

#### 1) ノンリターン法（発情再起確認法）

ノンリターン法は交配後次の発情が再帰するか、しないかによって妊娠を判断する方法で、農家で広く実用化されているものである。交配後 18 日～25 日に次の発情が再帰しない場合は妊娠していると判断する。豚の発情徴候は外陰部の腫脹、スタンディング等である。雄や雄の匂いを使うと発情の発見はしやすく

なる。

ノンリターン法の第一の欠点は診断精度である。すなわち、妊娠していても発情徴候(裏発情)を示すことがあり、また、妊娠していても発情の見逃しや鈍性発情、卵巣疾患、早期胎芽死などで発情を示さない場合がある。Heidter<sup>9)</sup>は、人工授精後30日までの豚20,059頭にノンリターン法を適用し、その的中率を82.4%と報告している。また雄を利用するケースでは、時間と労力がかかる。ノンリターン法は非常に簡易であり、確実性に欠けるとしても、日常管理の一部として、他の優れた妊娠診断法と併用すべき補助的方法である。

## 2) 直腸検査法

直腸検査法は、起立した豚の直腸内へ手を挿入し、中子宮動脈の検査などによって、診断する方法である。妊娠か、非妊娠か(発情周期中か)は、中子宮動脈の大きさ、拍動ならびに子宮、頸管の触診に依っている<sup>10)</sup>。つまり、直腸検査法は妊娠すると胎子へ栄養を供給する中子宮動脈が発達するという原理を応用している。直腸検査法の詳細は、Cameron<sup>11)</sup>の文献を参考にされたい。

本法の妊娠診断の精度は検査日数によって異なり、21日～27日で75%、28日以降で94%以上になり、60日以降で100%となる。Meredith<sup>12)</sup>は拍動を検出する装置を併用することによって、28日以降から93～100%といった高い中率を得ている。拍動の触診による的中率について、わが国では、折田<sup>13)</sup>は交配後30～34日で90.3%、小山<sup>14)</sup>は交配後25日以降で85%であったと報告している。

本法の長所は簡易で早期に、特殊な器具を用いないで行えることである。また、付加的な情報として卵巣の情報を得ることができる。この方法の第一の欠点は未経産豚、中小型豚などに適用するには物理的に困難であることである。さらに初心者では中子宮動脈の

位置自体が分かりにくく、外腸骨動脈を中子宮動脈と間違えたり、特異な拍動を認識できなかったりする。つまり未経産豚には適用しにくく、かなりの経験がないと正確な診断ができない、若干の手間と時間を要し、迅速とはいえないことが欠点である。

## 3) ホルモン法

### (1) ホルモン投与方法

本法は次回発情前に性ホルモンを注射し、妊娠していない場合には2～3日後に明確な発情が起り、妊娠している場合には発情が起らないというホルモンの感受性を利用した方法である。発情ホルモンにはエストラジオール、エストラジオール+テストステロンなどが用いられる。しかし、前回発情終了後16日以前のホルモン注射は黄体期の著しい延長をもたらすことがあり、また発情周期の長い豚では誤診の可能性があるため、殆ど利用されていない。

### (2) ホルモン定量法

ホルモン定量法には様々な方法がある。使用されるホルモンにはエストロゲン、プロジェステロン、プロスタグランディンF2 $\alpha$ などがあり、尿、血液あるいは糞中のホルモンレベルを定量する方法である。ホルモンレベルの測定は、初期においては、手間のかかる生物学的測定法があり、次に、感度は高いが放射性同位元素を用いるため、特殊な施設と費用のかかるラジオイムノアッセイ(放射免疫測定)法がある。現在では、酵素を用いるELISA法(エライザ法)などのエンザイムイムノアッセイ(EIA)法が利用されている。

### (3) エストロゲン法

エストロゲンは卵巣などで生産される発情ホルモンとして有名であるが、単一のホルモンではなく、何種類かが存在し、発情周期や妊娠に伴ってそのレベルが変化する。

尿中エストロゲンは、妊娠初期の20～30日に高い値を示すため、Grunsell and Robertson<sup>15)</sup>は生物学的測定法により妊娠診

断の可能性を検討した。尿中エストロゲン定量法は適用時期が制限され、また的中率が低く、操作が煩雑であるなどの理由で、実際には役立たないと報告されている。また、この方法は交配後 19 日以前には適用できず、交配後 20～30 日では的中率が 63.2% ともっとも高くなり、その後 31～84 日では 12.4%、85 日以降では 40.0% となり、全体としての的中率は 30.7% と低い。

一方、エストロゲンの中でも妊娠豚の尿中に存在し、妊娠初期に増加するのはエストロンであり、尿中エストロンの定量によっても妊娠診断が可能である<sup>16, 17)</sup>。Cupps *et al.*<sup>18)</sup> は尿中エストロン定量法を検討し、妊娠豚の的中率を 95.7%、非妊娠豚の的中率を 73.9%、全体としては 90.3% であったと報告している。誤診の主な原因は妊娠豚で尿中エストロン値が低いものがあることであった。Robertson and King<sup>19)</sup> は血中エストロンサルフェート濃度が妊娠 30～40 日にピークを示すことを認め、早期妊娠診断の可能性を示唆した。Edqvist<sup>20)</sup> は血中エストロンサルフェート濃度をラジオイムノアッセイ (RIA) 法によって検討し、交配後 24～30 日に 98% の高い的中率を得た。同様の方法で、Cunningham<sup>21)</sup> も交配後 25～30 日に 98% の的中率を得、Almond *et al.*<sup>22)</sup> は、血中エストロンサルフェート濃度の測定法を精度の高い方法としている。

一方、血液の採取は容易ではなく、代わりに、糞あるいは尿を使用する方法も報告されている。Choi *et al.*<sup>23)</sup> は交配後 27～29 日の的中率を血液で 91.7%、尿で 98.0%、糞で 93.5% と報告している。Vos<sup>24)</sup>、Vos *et al.*<sup>25)</sup> は交配後 26 日から 32 日の ELISA 法による糞中診断法を精度の高い方法であると結論し、Isobe and Nakao<sup>26)</sup> も同様の結果を得ている。また、Stefanakis<sup>27)</sup> は交配後 23～30 日において、簡単で精度良い EIA による妊娠診断法を紹介している。

#### (4) プロジェステロン法

妊娠によって血中プロジェステロン濃度は高ま

るが、Robertson and Sarda<sup>28)</sup> はこれを定量することによって交配後 22～24 日の豚で 88% の診断的中率を得ている。Ellendorff *et al.*<sup>29)</sup> はこの方法についてさらに詳細な検討を行い、329 例実施し、96.4% の的中率を得ている。嵯峨ら<sup>30)</sup> は血中プロジェステロン定量法を EIA 法によって検討し、交配後 18～21 日の妊娠診断において 90.1～96.4% の的中率を報告している。Lin *et al.*<sup>31)</sup> は、交配後 17～21 日のろ紙に付着させた血液試料を用い、妊娠豚で 90.1%、非妊娠豚で 100% 正しい診断が得られたと報告している。Glossop *et al.*<sup>32)</sup> は血液プロジェステロンキットによつて的中率が妊娠豚で 94.6%、非妊娠豚で 35.7% と報告した。Wu *et al.*<sup>33)</sup> は交配後 17～22 日の豚で 128 頭に対し EIA 法で 92.2% の的中率を得た。なお、プロジェステロン測定法の欠点は血液採取の困難さと、発情周期が何らかの原因で短くなったり、長くなったりする際に誤診することである。

以上、ホルモン定量法について紹介したが、これらの方法の多くは、まず尿や血液の採取に手数を要するという点で実践的な方法ではなく、また測定方法も現在のところ煩雑で、測定経費も若干必要とする<sup>34)</sup> ことから、まだまだ実験段階を出ていない。しかしながら、最近では糞や唾液、膣分泌液による診断法も出てきており、測定も簡易化され、方法によっては妊娠の早期に的確に診断できる可能性がある。このため、実用化をめざし、現在でも研究は進められている。

#### 4) 組織検査法

組織検査法は、膣粘膜上皮をバイオプシー (生検) 法によって採取し、組織学的に検査することによって妊娠を診断する方法である。豚の膣粘膜上皮は、発情周期や妊娠期に変化し、Morton and Rankin<sup>35)</sup> が発表した交配後 18～25 日の診断基準によれば、妊娠、非妊娠の順に核分裂 (無、有)、細胞層 (2-5、5-20)、上皮隆線 (無、有)、核配列の規則性

(種々、無)、剥離(無、有)という特徴を示す。彼らはこの診断基準によって腔粘膜組織検査法を野外で応用し、95%の的中率を得た。

Walker<sup>36)</sup>の研究によれば、交配後31～90日における的中率は93.7%であった。Mather *et al.*<sup>37)</sup>は、繁殖効率の異なる豚群について本法を検討し、比較的繁殖効率の低い豚群では的中率が75%で、発情の記録のない民間における豚群では約90%、管理の良い大学の豚群では95%の的中率であったと報告している。さらに、誤診の主な原因は、発情休止期の所見像を妊娠期のものに見誤ることであると述べている。Diehl and Day<sup>38)</sup>は、検査手順を簡単にするため組織学的観察にパラフィン切片ではなく凍結切片を利用し、交配後20～25日で95.4%、25日以降で97.1%の的中率を得ている。丸山<sup>39)</sup>は腔前庭からの粘膜上皮によって検査を行い、交配後20日目では約94%、40日目では97%の的中率であったと報告している。

腔粘膜組織検査法は的中率の高い方法であるといえるが、誤診を招く原因として、O'Reilly<sup>40)</sup>は、卵巣嚢腫、卵巣静止、胎子の早期死亡、泌乳期などをあげている。同様に、Walker<sup>41)</sup>は泌乳中の豚、子宮内膜炎、腔炎、プロゲステロンを生産するような大型の卵巣嚢腫を有する豚で誤診がみられると述べている。Hunter<sup>42)</sup>は、腔粘膜の組織学的な特徴はいつも明確であるとは限らないこと、正確な診断には経験を必要とすること、さらに少量のサンプルでは診断を下せないことを欠点として指摘している。また、発情周期の黄体期の豚で誤診が多く、サンプリングは交配後19～20日以前には行わないこと、不正確なサンプリング(例えば子宮頸管組織の採取など)や卵巣嚢腫の豚で誤診が起こることなどを報告している。小笠ら<sup>43)</sup>は腔粘膜組織検査法のサンプリングや標本作成の煩雑な手間を省くことを目的として、腔垢を検査する方法を検討し、その的中率を交配後

17～24日で63.3%、25～34日85.2%、35～44日81.5%、45～69日72%と報告している。その誤診例の原因として胎子の死亡、黄体遺残症、偽妊娠、卵巣嚢腫を挙げ、的中率が若干低いことから、腔垢検査法を他の妊娠診断法の補助手段として推奨している。

以上のことを総合的に判断すると、腔粘膜組織検査法は早期に診断ができ、安価で精度の高い優れた妊娠診断法といえることができる。しかし、組織学的検査のためには、サンプリングや標本作成に経験や時間を要し、野外で迅速に診断することはできず、また、間接的な検査法であるため誤診もみられるといった欠点があるといえる。

### 5) 腔内電気抵抗値測定法

腔内の電気抵抗は発情の1日～3日前に最低値を示すことが報告されており、この原理を用いて妊娠診断にも適用できるとされる。西条ら<sup>44)</sup>はこの装置を豚56頭に適用し、妊娠(受胎)的中率(分娩頭数/受胎判定頭数)を80.4%であったと報告している。なお、不受胎的中率(再発情頭数/不受胎判定頭数)は100%であり、受胎の的中率が低かったとしている。次回発情前に不受胎のわかることがこの方法の最大の長所であり、一方で、妊娠診断の的中率の低いことが短所でもあるので、発情発見法の用途に限った方がよいかもしれない。

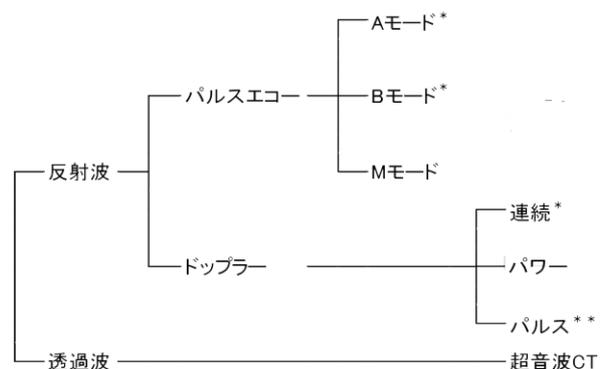


図1 超音波法の種類

豚の妊娠診断に利用されている方法  
上記のパルス法にも分類される

### 3. 超音波法による妊娠診断法

超音波を利用した診断法にはいくつかあり、ドップラー法、Aモード法、Bモード法が豚の妊娠診断に応用されている(図1)。この中ではBモード法が最も新しい方法で、精度がよく、迅速であり、妊娠早期に分かることから、薦められる方法である。

#### 1) ドップラー法

ドップラー法とは連続超音波によるドップラー効果を利用した音などによる診断法である。ドップラー効果とは静止している物体に超音波を当てた時には入射波と反射波の振動数は変わらないが、運動している物体では反射波の振動数が変化し、入射波と反射波の振動数に差が生じ、うなり音が生じるという現象である。すなわち、このドップラー効果の原理を利用し、胎子における心臓の運動、血流などの動きをドップラー信号として捉え、その信号を検出(聴取)して妊娠を診断する方法である。検査部位は普通、超音波断層法と同じく下腹部であるが、直腸内に探触子を挿入して診断する方法もある<sup>45)</sup>。

ドップラー法を豚の妊娠診断に初めて応用したのは Fraser and Robertson<sup>46-48)</sup> であり、その後多くの報告がなされてきた。ドップラー法での的中率がほぼ100%となる時期を、丹羽ら<sup>49)</sup>は交配後50日以降、戸尾ら<sup>50)</sup>は交配後40日以降としている。

この方法の長所は、妊娠の比較的早期から正確に診断が可能で、検査手法も簡単で、野外で短時間に実施でき、豚に悪影響を与えず、胎子の生死に関する情報が得られることである。優れた妊娠診断法であることから家畜専用機が販売され、実用化されているものの、やはり広く普及するまでには至っていない。

この方法の欠点は、妊娠豚に対しては高度に正確であるが、非妊娠豚では85%であり、概ね交配後35日以上に限られることである。さらに、ドップラー信号の聴取に技術や良好

な条件が要求され、装置が取扱いにくいことである<sup>51)</sup>。実施において、母豚が動けば、探触子との間に雑音が生じ、聴取自体が困難となるので、母豚を安静にしておく必要がある。さらに、雑音だけでなく、母体に由来する血流などのドップラー信号があり、これと胎子ドップラー信号を聞き分けるのには経験が要り、短時間で検出するにはかなりの熟練を必要とする。さらに、もう一つの欠点は装置が比較的高価なことである。

#### 2) Aモード法

Aモード法は、妊娠子宮内に存在する胎水の位置をパルス超音波によって調べ、数値表示や連続的な発信音を聞くことにより診断を行う方法である。Lindahl *et al.*<sup>52)</sup>はオシロスコープ表示によるAモード法を豚の妊娠診断に初めて応用し、優れた成績を得た。すなわち、1001頭の豚を用いて妊娠30~90日ではほぼ100%の的中率を得ただけでなく、操作も簡単で、野外でも応用ができた。Hansen and Christiansen<sup>53)</sup>も携帯型のAモード装置を用い、交配後30~50日の豚96頭で検討を行い、正常例94頭については100%の的中率を得たが、子宮に異常のみられる2例を妊娠と誤診した。森ら<sup>54)</sup>は、妊娠の場合に連続的な発信音を出すAモード装置を用いて、交配後30日以降で93~100%の高い的中率を得た。

Aモード法の長所としては、妊娠の早期に正確に、しかも短時間に判断することができ、野外で豚を保定することもなく、簡単に安価な維持経費で安全に検査ができることである。Aモード法の欠点としては、診断が直接、胎子の反応によって行われるわけではないので、誤診のみられることである。誤診の原因としては、子宮蓄膿症や子宮水症、さらには充満した膀胱などがあげられ、そのため、非妊娠豚では10%の誤診がみられる<sup>54)</sup>。Almond and Bosu<sup>51)</sup>も、Aモード法は非妊娠豚を妊娠と診断してしまうことが多いとし、

同様の誤診の原因をあげ、特に膀胱がその原因となると報告している。また、ドップラー法と異なり胎子の生死判定はできず、装置も同様にやや高価である。Aモード法のより進んだ方式がBモード法であり、いくつかの欠点も改善されている。

### 3) Bモード法

Bモード法（超音波断層法）は、Aモード法の一次元表示を発展させ、二次元表示の画像にしたものである（図2）。既に超音波断層法は、人やペットの妊娠診断や腹部診断などに幅広く利用されている安全で簡易な方法である。

さらにBモード法は、ハードやソフトの走査のタイプによっていくつかに分けられる。豚の妊娠診断としては、ハードの走査方式では時間のかからない電子式が適しており（図3）、さらに、対象物に対する走査方式としては種々あるが、リニア（直線）やセクタ



図4 豚の妊娠診断のための電子スキャナー装置（本多電子製 HS101V）

方式またはコンベックス方式（扇形）が適している。豚の妊娠診断には、これらを組み合わせた電子リニア方式または電子セクタ方式、あるいは電子コンベックス方式がもっとも広く使われている（図4）。

Bモード法、特に電子スキャナーを用いた豚の妊娠診断は、その原理からも分かるようにAモード法やドップラー法の長所を備え、欠点をカバーした方法である。つまり、Bモード法では胎嚢（GS）や胎子の存在によって妊娠を診断するため、Aモード法で見られるような誤診は起こらない。交配後22日以降（実用的に容易となるのは交配後25日以降）であれば正確に診断でき、胎子に関する情報を得ることもできる。ドップラー法で必要とされる技術や経験もほとんどいらず、初心者でも簡単に短時間に実施でき、迅速かつ妊娠の早期に目で見ることによって確実な診断が下せる。

入江<sup>6, 7)</sup>、Inaba *et al.*<sup>8)</sup> は、人の携帯型装置を豚の妊娠診断装置へ初めて適用した。これらの研究はほぼ同時期に別々に行われたものであり、検査部位、非妊豚における子宮の観察、画像の解釈などに違いが見られる。入江ら<sup>6, 7, 55)</sup> は検査部位として、膀胱付近が良いとし、非妊娠豚でも子宮が観察され、GSや胎子の発育まで詳細に報告している。技術の詳細については次項で紹介する。

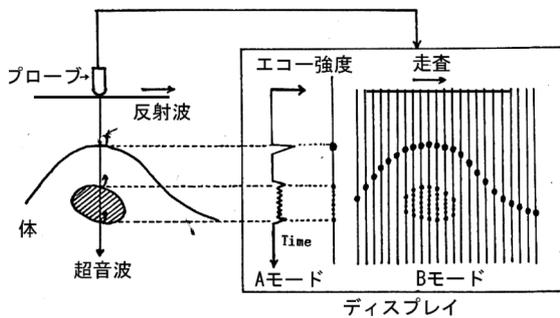


図2 超音波Aモード法とBモード法の原理

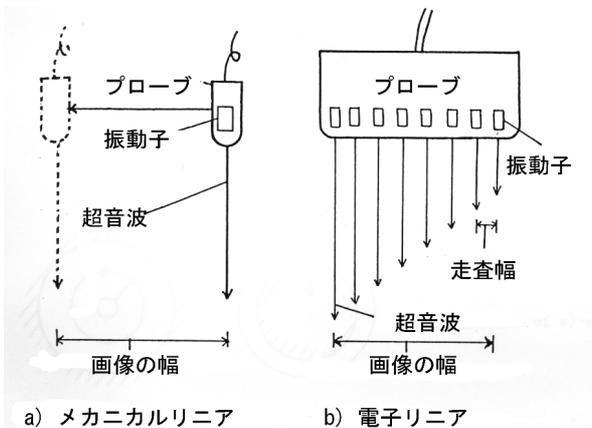


図3 超音波リニア法のメカニカル方式と電子方式

なおBモード法は100%に近い精度である<sup>6, 7)</sup>。Taverne *et al.*<sup>56)</sup> は交配後24～32日の豚でBモード法によって90.6～100%の精度を得ている。Szenci *et al.*<sup>57)</sup> は175頭を供試し、164頭を正確に診断できた(93.7%)と報告し、誤診11頭のうち7頭はエストロゲンレベルから妊娠しており、診断の間違いではなく、その後の胚死と考えられ、その実際の診断精度は97.7%に増加すると報告している。Rensis *et al.*<sup>58)</sup> は交配後15～17日では83%以下で、18日以降で90%を超えている。超音波法の比較では、Williams *et al.*<sup>59)</sup> がドップラー法と超音波断層法を比較し、超音波断層法がより早期に、かつ高い精度で診断できると報告している。Maes *et al.*<sup>60)</sup> は、超音波断層法のリニア式とセクタ式を比較し、両者ともに交配後23日以降の妊娠豚の診断は迅速で、精度が高いとし、さらなる繁殖率向上のためには不受胎豚については再度の診断が望ましいとしている。

#### 4) 超音波法と他の妊娠診断法との比較

妊娠診断法が広く実用化されるためには、①方法が簡単である(現場でも容易に実施できる、時間がかからない、複雑な技術を必要としない)、②妊娠のできる限り早期に診断ができる、③的中率が高い、④母体あるいは胎子に悪影響がない、⑤経費が安い、という条件が必要である。すべての診断法には長所と短所があり、各技術を比較した論文は多くあるが、その結果や正確さは操作者や豚などにより影響を受ける。

稲葉ら(1983)<sup>61)</sup> は、プロジェステロン測定法よりもBモード法が優れた方法であるとし、Cartee *et al.*<sup>62)</sup> は最も早く診断できる時期をAモード法では交配後28日以降であるのに対し、Bモード法では21日であると報告している。Taverne<sup>63)</sup> はAモード法とBモード法を比較し、Bモード法が即座に診断できる大変正確な妊娠診断法であるという結論を得た。Szenci *et al.*<sup>64)</sup> はRIA法、あるいは

EIA法によって糞中エストロゲン定量法と超音波断層法を比較し、超音波断層法が優れていることを報告している。Vos *et al.*<sup>25)</sup> は交配後26～32日の496頭の豚を用いて、ELISA法による糞中エストロン定量法では妊娠豚で96.5%、非妊娠豚で93.6%であるのに対し、超音波断層法では妊娠豚で93.6%、非妊娠豚で92.5%の成績であったと報告している。Boma and Bilkei<sup>65)</sup> は、超音波断層法あるいはプロジェステロンELISA測定法でそれぞれ非妊娠豚を検出し、ホルモン療法を行ったところ、その後の繁殖成績には有意な差はなかったと報告している。

岩村<sup>66)</sup> は、液晶モニターとバッテリーを装填した軽量で持ち運び容易なモバイル超音波画像診断装置を用い、野外で188頭の妊娠診断を行い、その精度を97.9%と報告している。武田<sup>4)</sup> も、いくつかの妊娠診断法を比較して、Bモード法では、装置の低価格と小型化が進み、まだ価格に難点はあるものの、妊娠診断としては理想的な方法で、実用的に役立つと述べている。

ドイツでは超音波断層法が他の診断法に取って代わり、ノンリターン法と組み合わせる既に交配後30日以降の妊娠診断法としてルーチンに使用されており、またフランスやデンマークを見聞した養豚獣医師の伊藤<sup>67)</sup> も、現場で誰もが簡単にでき、強く導入すべき方法として、Bモード法を推奨している。わが国では大規模養豚家を中心として超音波断層法がルーチンで使用され、一旦導入した農家では欠かせない機器となっている。

## 4. 超音波断層法による妊娠診断法

### 1) 妊娠診断の方法

超音波断層装置の操作と診断はきわめて簡易である。まず、豚は起立した姿勢で、ストール内で行え、保定する必要はない。豚を落ち着かせるために飼料を与えても診断には差し支えない。

- (1) 装置のスイッチをオンにする。
- (2) スキャナーのプローブに水溶性ゲルを塗布し、豚の下腹部に当てる (図 5)。
- (3) 画像により診断する。

画像の診断は後に示すように一般的に容易であり、慣れればきわめて迅速で、多くの妊娠豚の場合、即断できる。

なお、(2) の過程で重要なのは豚の下腹部にプローブをよく密着させることである。超音波診断装置に利用されている超音波は空気中を伝搬せず、液体中 (組織も含む) はよく透過する。すなわち、水溶性ゲルなどをプローブあるいは豚に塗り、プローブを豚に密着させて良好な画像を得ることが大切である。超音波は毛により妨げられるが、検査部位には通常被毛はないので剃る必要はない。特に妊娠豚ではその検査対象部位は広がる。

プローブを体に接触させると、画像は即座にモニター上に出現する。入江ら<sup>2, 6, 7)</sup>は膀胱像を得、次に子宮像を得る方法を推薦している。つまり、Inaba *et al.* の報告<sup>8)</sup>と異なり、どのようなケース (豚) でも子宮像は観察される。通常の膀胱像は尿を示す大きな黒い円形の画像として容易に発見される (図 6)。子宮は膀胱の前方、皮下組織の下部、強く白いエコーの腸内ガス上方にさまざまな形のエコー像として観察される。豚の子宮は複

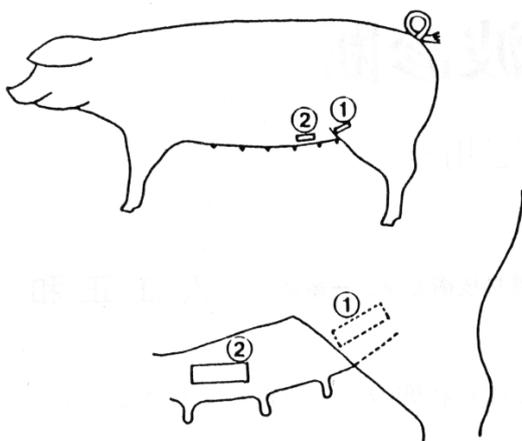


図 5 超音波断層法の妊娠断部位  
①が最適な部位であるが、妊娠が進むにつれて①→②の広い範囲で診断が可能となる

雑な形をしており、検査者はどの部位が画像化されているのか明確には把握できない。モニター上の子宮像は、胎子や母豚の動き、プローブの角度、位置、尿の量、妊娠日数などによって変化する。しかし、これらは妊娠診断の精度には影響しない。正確な診断の為に必要なポイントは必ず子宮像を得ることである。発情周期中や妊娠中いずれの時期においても子宮は観察され、妊娠豚においてはたいへん容易である。非妊娠豚の場合には、確実な診断のために体の両側の下腹部からチェックする。診断が下せないのは、胎子の数が少なすぎることや、妊娠異常に起因している可能性がある。別の日に再度検査を行うことは繁殖成績の向上につながり、病気の診断にも役立つことになる。

妊娠は子宮像内の胎囊 (GS)、胎芽、胎子の存在によって診断される (図 6)。GS は、黒く映る羊膜や尿膜内の胎水を含み、複数個存在している。非妊娠豚は子宮像が小さく、GS 像を欠いている。すなわち、子宮像内部は白く小さく映り、黒い円形状のものは存在しない。交配後 25 日以降の豚で多数の GS を発見するのは非常に容易である。初期では GS 内部は黒くなっており、胎子の存在が明瞭に確認されないことが多いが、これは胎子の反射エコーが弱いためであり、異常ではない。

GS の外形は妊娠に伴って、つまり胎子の発育に伴って不明瞭になってゆく。妊娠中期においては、胎子像の存在、あるいは子宮像の大きさが診断を決める要因となる。胎子の存在は、その部分的で特殊な動きや、胎子の骨によって判断できる。簡易な方法としては、画面上いっぱいの子宮であれば妊娠していると考えてよい。しかし、子宮内膜炎のような子宮の肥厚の場合があるので、妊娠中期以降は、胎子像を見つけることが診断としては確実である。

診断精度はいずれの妊娠時期においてもほ

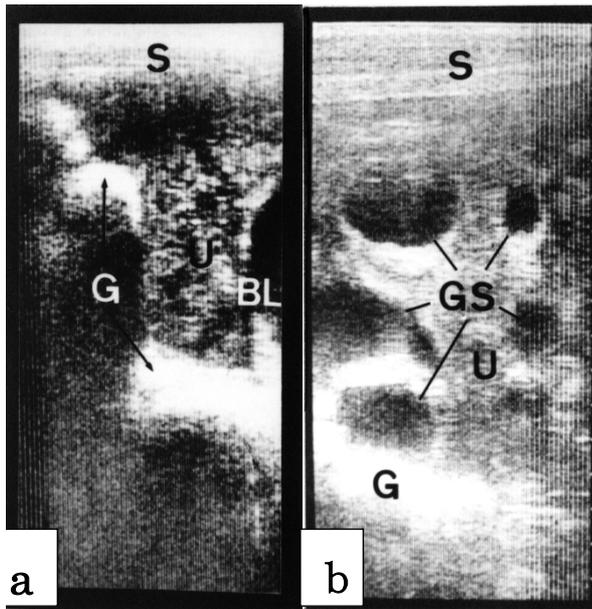


図6 非妊娠豚の画像(a)と妊娠初期豚の画像(b)  
 図は幅8.5cm、深さ16.5cmの子宮像(U)で、上部は皮下組織(S)で、下部は体中心部へ向かう位置となる。子宮は大きな膀胱(BL)(通常は尿がたまって内部が黒い)を見つけると、その横に容易に観察できる。子宮の下には腸があり、腸内ガス(G)によって超音波が反射されてしまうため、それ以降の画像は観察されない。

非妊娠豚では子宮像(U)は小さく、胎嚢(GS)はみられないが、初期の妊娠豚では多数の胎嚢(GS)が観察される。

ば100%である。診断は多数の大きなGSの存在によって、交配後25日以降が妊娠中期や末期よりも容易で、迅速である。診断時間は通常1分以内で可能であり、妊娠豚の大半においては画像を得て数秒以内に即断できる。

超音波でGSや胎子が確認でき、妊娠と診断され、その後、分娩しなかった場合には、誤診を疑うよりも後の例で示すように、流産した可能性が高い。超音波断層法はそれほど精度が高く、また異常の診断にも役立つ方法である。

## 2) 胎嚢(GS)と胎子の発達

超音波断層法では胎子についての情報も得ることができる。GSは妊娠日数に伴ってモニター上で変化するが、交配後17日以前では画像上にGSは認められないので妊娠を診断することはできない。交配後18~22日でGSは子宮像内に出現する(図7)。

しかし、発現時期にGSを発見するのは容易ではなく、大きさは直径5mm程度と小さい。交配後25日までGSは急速に大きさを増す(図8、1日約6mmの増加)ので、25日以降の診断は容易である。GSの形は通常、楕円または不整形を示す。不整形のGSは人では異常であるが、豚では正常である。GSは胎子の数に一致するが、画面上で数を数えることはきわめて困難である。

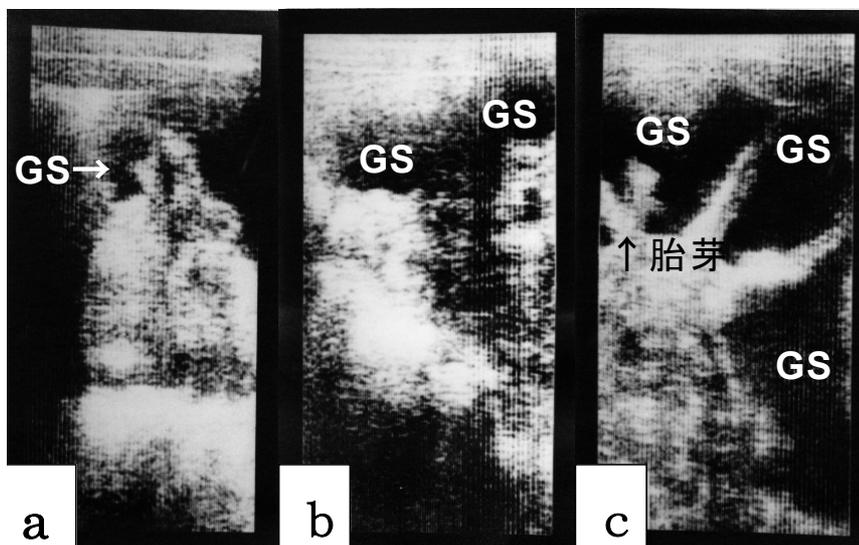


図7 妊娠豚における胎嚢(GS)の発育画像  
 (a: 交配後18日、b: 21日、c: 26日)

aは交配後18日でGSの発現時期であり、大きさは約1cmと小さく、発見しにくい。bは交配後21日となり、GSが急速に発育しているのがわかる。子宮像を占める割合も大きくなってきている。交配後26日(c)では多数の大きなGSが存在し、妊娠診断は容易である。GS内には胎芽のエコーもみられる。子宮は大きくなり、既に画面一杯となっている。

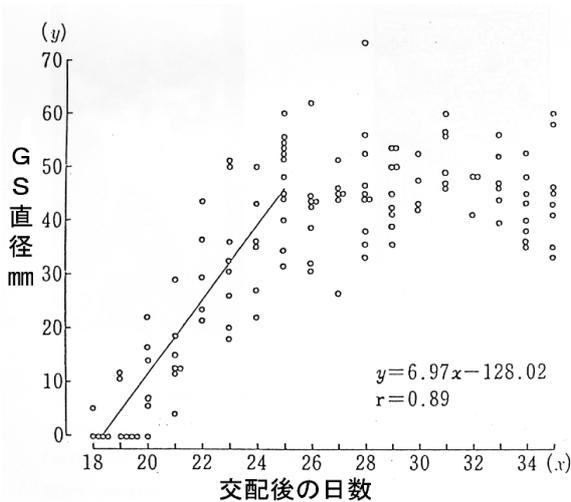


図8 妊娠に伴うGS直径の変化

GS直径は25～40日ではモニター上ではほとんど変化しないが、胎芽や胎子の発育は観察される(図9)。胎芽エコーは弱く、しばしば初期ではノンエコージェニックで(黒っぽく映り)観察されないが、胎子が発育するにつれて明瞭になる。以後、胎子の発育はGSを拡張するような傾向を示す。交配後40日では胎子の動き、あるいは胎子心臓の動きによって確実に生死を判断できる。

交配後50日以降では、胎子の画像は画面いっぱいとなり、以後部分的観察だけが可能となる(図10)。妊娠中期では胎子の頭部、胴部を区別しやすくなる。Cartee *et al.*<sup>62)</sup>はBモード法によって早ければ25日で胎子の

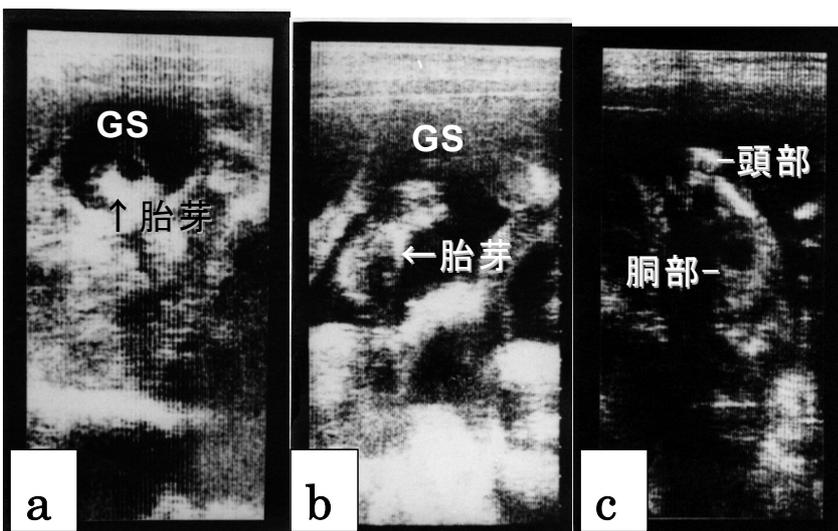


図9 妊娠に伴う胎子の発育  
(a:交配後25日、b:40日、c:55日)

交配後25日目(a)でも観察状況によりGS内に胎芽エコーが見られる。交配後40日(b)では胎子像は観察しやすい。GS自体の大きさは殆ど変化しないが、胎子の発育は顕著である。交配後55日頃になると頭部や胴部の区別も容易で、胎子の活発な動きや心臓の動きなどもわかるようになる。腹部は水の存在で黒く見える

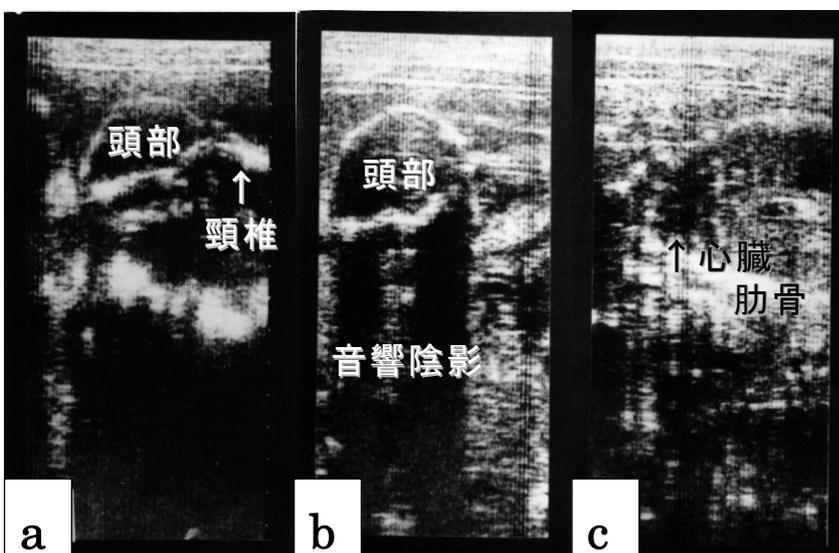


図10 交配後70日(a:頭部)、97日の胎子(b:頭部、c:胴部)

交配後70日頃(a)では骨格が硬くなるため、骨が白く映り、内部は黒く見えるようになる。交配後97日では頭部だけで一杯となり(b)、胎子の頭蓋骨によって音響陰影も見られる。胴部(c)では胎子心臓の動きも画面上で観察でき、心拍数を数えることも可能である。

心臓の動き、28日で体の動きがあると報告している。なお、胎子はさまざまな方向に位置し、人のような逆子の関係はない。以上に述べた胎子とGSの発育の観察はMadec *et al.*<sup>68)</sup>の結果と同様である。

### 3) 異常例の診断

豚の繁殖障害は多く、繁殖雌豚廃用の主要因である。早期に繁殖障害が診断できれば、治療方針や淘汰を早めに行うことができ、早期治療や経営の合理化が可能となる。実際、超音波断層法は妊娠診断のみでなく、繁殖障害の診断にも役立つ。例えば非妊娠豚では、子宮像は発情周期を通じてほとんど変化がなく、扁平で小さい。一方、子宮内膜炎をおこしている豚では、子宮像が肥厚を反映して、しばしば大きく観察される。

また、膿汁や化膿している組織像と思われる大きな白い像が子宮内膜炎豚の子宮内で時折観察される(図11)<sup>69)</sup>。

またBotero *et al.*<sup>70)</sup>はBモード法で卵巣嚢腫と子宮炎を観察している。

超音波断層法では初期の流産を観察できる(図12)<sup>69)</sup>。交配後28日までGSの発育によっ



図11 子宮蓄膿症の豚

子宮内部に膿汁又は化膿していると思われる白い像が観察される。

て正常な妊娠と診断された豚が交配後30日までにGSが退行し、消失する例があった。この例はリピートブリーダーであり、子宮内容物を排出することはなく、45日には発情が再帰した。

膀胱の異常も診断することができる(図13)<sup>71)</sup>。膀胱の異常は、ストール飼育や胴の伸びの良い種畜の改良から、豚が犬座姿勢をとり、外陰部が糞尿で汚染されたり、運動不足により飲水量が低下したりすることから、多発している。膀胱炎は排膿によって外陰部を汚染し、子宮内膜炎などの繁殖障害を継発しやすい。このように、膀胱炎は繁殖障害の1つの原因にもなるので、妊娠診断にあたって膀胱像も観察しておくことが薦められる。Madec *et al.*<sup>68)</sup>も超音波断層法により生殖器官の異常例を観察している。Szenci *et al.*<sup>64)</sup>は早期胎芽死が超音波断層法やエストロゲン法の誤った陽性反応を示す原因となることを指摘している。

また超音波断層法は分娩後の子宮の修復に関する情報を与え、子宮内の遺残物を発見するのにも役立つ(図14)<sup>72)</sup>。分娩後8日目において、泌乳豚でミイラ胎子が観察され、この像は脊椎がエコージェニックで、身体内部が不明瞭であることが特徴であった。

Martinez *et al.*<sup>74)</sup>は繁殖障害が多発している農家において、190頭の豚を超音波断層法によって調査し、950回の診断のうち、妊娠あるいは非妊娠の精度は93.4%であったと報告している。妊娠豚については、交配後21～22日で95.2%、23～25日で100%の診断率を得たが、非妊娠豚では低くなった。非妊娠豚での再調査を行い、超音波断層法が繁殖障害を評価するのに非常に有用であることを指摘している。

直腸診断用プローブでは、豚において卵巣の診断が可能である<sup>75, 76)</sup>。Knox and Rodriguez-Zas<sup>77)</sup>は直腸経由Bモード法を用いて、卵巣の画像情報から発情再起や排卵

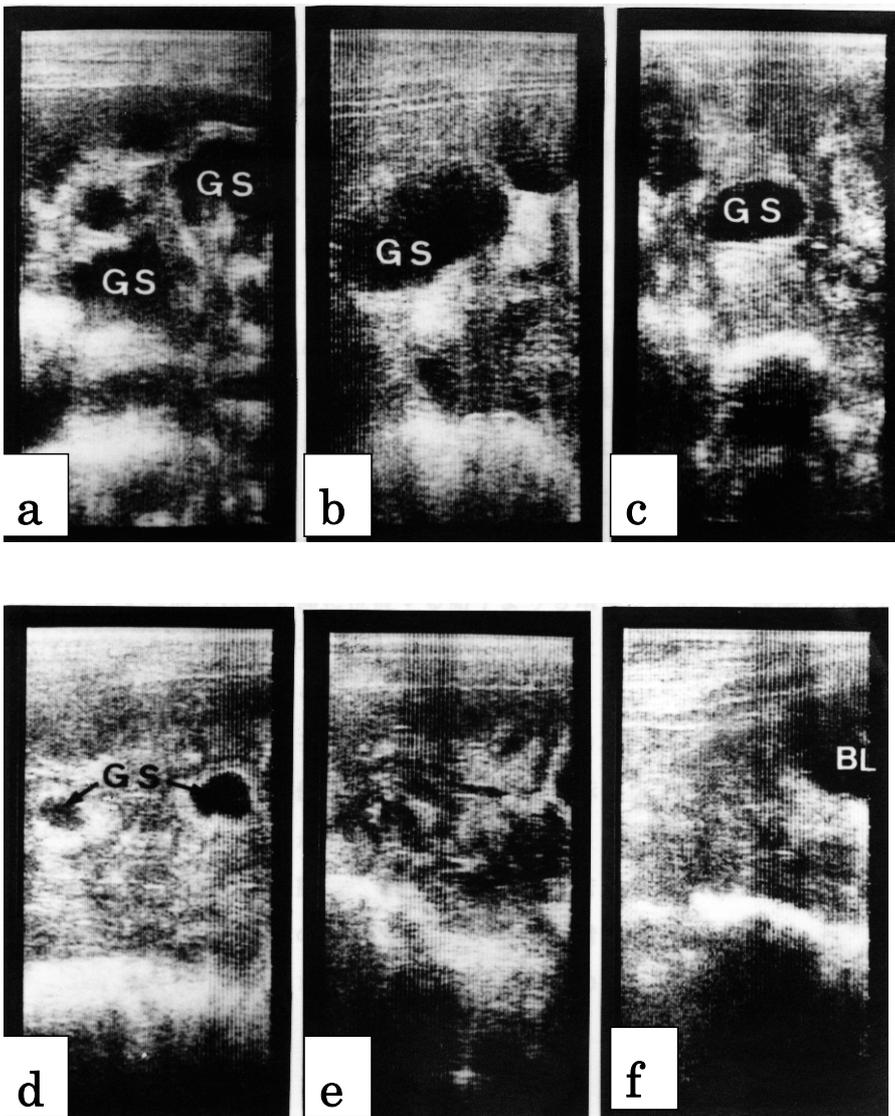


図 12 初期の流産例

リピートブリーダーであり、交配後 24 日 (a) には正常な GS が観察され、28 日まで発育していたが、30 日目 (c) には退行がみられ、32 日 (d) にはかなり小さくなり、37 日 (e)、39 日 (f) には消失した。

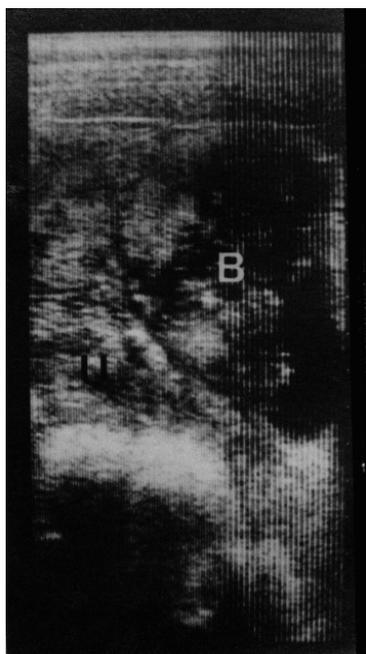


図 13 膀胱炎の豚

膀胱 (B) 内部は本来尿で黒く映るが、膿汁の白い像が観察される。

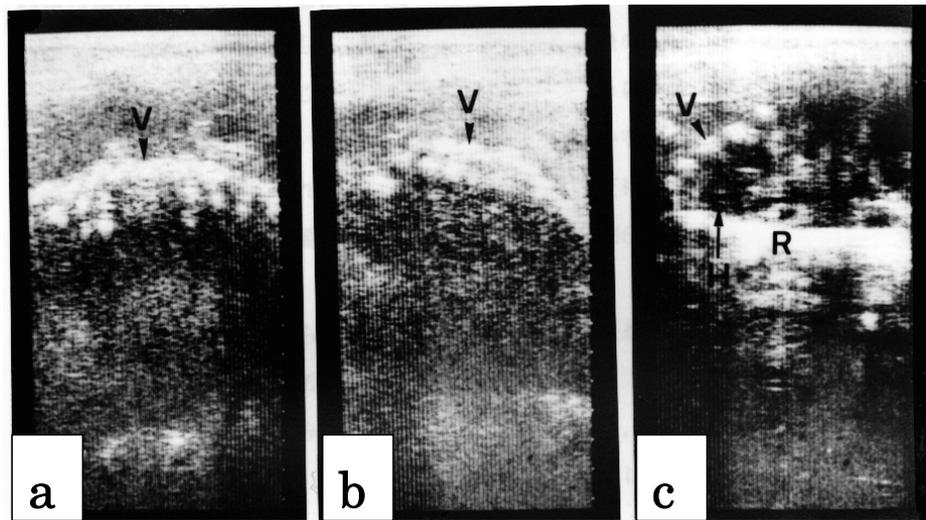


図 14 遺残したミイラ胎子の像

分娩後 8 日目の子宮内に遺残したミイラ胎子 (a,b) 脊椎 (V) は明瞭であるが、正常な胎子 (c) と比べ (H: 心臓、R: 肋骨)、形状は不明瞭で、内部の臓器が観察されない

に関連する要因が調査できるとしており、Bolarin et al.<sup>78)</sup> は超音波断層法が排卵前の卵胞を把握する有効な手段であるとのべている。

Kauffold and Althouse<sup>5)</sup> は、Bモード法が理想的な豚の妊娠診断法として定着しつつあり、豚において、排卵など卵巣の動態や子宮の異常、発情開始といった観察にまで応用が進みつつあることを総説にまとめている。Cech and Dolezel<sup>79)</sup> は豚の卵巣腫瘍の診断に Bモード法を適用しながら、ホルモン治療を行い、その有効性を実証している。

## 5. まとめ

超音波診断装置は、わが国が誇る先端技術を結晶化させたものであり、豚の妊娠診断法などのソフト（ノウハウ）もいち早くわが国で開発された。超音波断層装置の価格にまだ難点はあるものの、発売当初から農家レベルで導入できるものにもなっており、耐久性も高い（著者らは 10 年以上も故障なく同じ装置を使い続けた）。その方法は、野外において、

安全かつ容易に、妊娠の早期でも精度が良く、安価に診断できるという他の方法にない多くの長所を有している。

また、超音波断層法では胎子や卵巣、子宮などの生殖器官、あるいは膀胱を観察する事が可能で、繁殖障害の診断にも役立つ。今後、異常例の収集や誤診例の解明などにより超音波断層法がより一層豚の妊娠診断法や繁殖障害の確実な診断法として発展してゆくと予想される。わが国の養豚現場においても、今後、超音波断層法が一層普及し、繁殖効率が向上することを期待したい。

## 参考文献

- 1) 河田敬一郎. 豚病学<第3版> (熊谷哲夫ら編): 651-655, 1987.
- 2) 入江正和. 日本養豚学会誌, 29; 127-138, 1992.
- 3) Irie M. Journal of Reproduction and Development, 47: S71-S81, 2001.
- 4) 武田浩輝. 養豚界, <http://www.-jasv>.

- com/gijutu\_pdf/hanshoku\_10\_takeda.pdf, 2007.
- 5) Kauffold J, Althouse AC. *Theriogenology*, 67: 901-911, 2007.
  - 6) 入江正和. 大阪府農林技術センターニュース, 178 (3月号), 2-4, 1983.
  - 7) 入江正和、大本邦介、熊谷重夫. 日本畜産学会報、55: 381-388、1984.
  - 8) Inaba T, Nakazima Y, Matsui N, Imori T. *Theriogenology*, 20: 97-101, 1983.
  - 9) Heidter WU, *Tagungsbericht Akademie Landwirtschaftswissenschaften Berlin*, 259: 75-83, 1987.
  - 10) Almond GW, Dial GD. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 191: 858-870, 1987.
  - 11) Cameron RDA. *Australian Veterinary Journal*, 53: 432-435, 1977.
  - 12) Meredith MJ. *Proceedings of 4th International Pig Veterinary Science Congress*, D5, Ames, Iowa, USA, 1976.
  - 13) 折田浩一. 家畜繁殖誌、25: 15-17, 1979.
  - 14) 小山 昇. 家畜繁殖誌; 25: 18-21, 1979.
  - 15) Grunsell CS, Robertson A. *Veterinary Record*, 63: 366, 1953.
  - 16) Lunaas, T. *Journal of Reproduction and Fertility*, 4: 13-20, 1962.
  - 17) Velle W. *Veterinary Record*, 72: 116-118, 1960.
  - 18) Cupps PT, Briggs JR, Hintz HF, Heitzman HJ. *Journal of Animal Science*, 25: 646-647, 1966.
  - 19) Robertson HA, King GJ. *Journal of Reproduction and Fertility*, 40: 133-141, 1974.
  - 20) Edqvist LE, Einarsson S, Larsson K. *Proceedings of 6th International Pig Veterinary Society Congress*, pp. 27, Copenhagen, Denmark, 1980.
  - 21) Cunningham NF, Hattersley JJP, Wrathall AE. *Veterinary Record*, 113: 229-233, 1983.
  - 22) Almond GW, Dial GD. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 189: 1567-1571, 1986.
  - 23) Choi HS, Kiesenhofer E, Gantner H, Hois J, Bamberg E. *Animal Reproduction Science*, 15: 209-216, 1987.
  - 24) Vos EA. *Theriogenology*, 46: 211-23, 1996
  - 25) Vos EA, Oord RV, Taverne MAM, Kruij TAM. *Theriogenology*, 51: 829-840, 1999.
  - 26) Isobe N, Nakao T. *Reproduction in Domestic Animals*, 39: 48-51, 2004.
  - 27) Stefanakis A, Boscov C, Alexopoulos C, Krambovitis E. *Animal Reproduction Science*, 58: 127-135, 2000.
  - 28) Robertson HA, Sarda IR. *Journal of Endocrinology*, 49: 409-419. 1971.
  - 29) Ellendorff F, Meyer JN, Elsaesser F. *British Veterinary Journal*, 132: 543-550, 1976.
  - 30) 嗟峨伸彦、河田啓一郎、中尾敏彦、角田修男. 家畜繁殖誌、31: 68-73, 1985.
  - 31) Lin JH, Hwang SY, Lin-Chen Y, Wang HL, Wu LS, Hsu TT, Chang SG, Ho LT. *British Veterinary Journal*, 144: 64-71, 1988.
  - 32) Glossop CE, Foulkes JA, Whitworth A, Cornwell E. *Veterinary Research*, 124: 115-117, 1989.
  - 33) Wu LS, Guo IC, Lin JH. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 10: 603-608, 1997.
  - 34) 森 純一. 家畜繁殖誌、25(5): 22-27,

- 1979.
- 35) Morton DB, Rankin JEF. *Veterinary Record*, 84: 658-662, 1969.
- 36) Walker D. *Veterinary Record*, 90: 139-144, 1972.
- 37) Mather EC, Diehl JR, Tumbleson ME. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 157: 1522-1527, 1970.
- 38) Diehl JR, Day BN. *Journal of Animal Science*, 37: 114-117, 1973.
- 39) 丸山淳一. *家畜繁殖誌*, 25: 6-8, 1979.
- 40) O'Reilly PJ. *Irish Veterinary Journal*, 21: 234-238, 1967.
- 41) Walker D. *Veterinary Record*, 81: 648-652, 1967.
- 42) Hunter RHF. In: *Physiology and Technology of Reproduction in Female Domestic Animals*. pp301-309. Academic Press, New York, London. 1980.
- 43) 小笠 晃、横木勇逸、尾形真二、宮川正、松尾昌一、石井利男. *家畜繁殖誌*, 29: 8-12, 1983.
- 44) 西條勝宜、保科和夫、供野潤也、清水伸也、原雄一、毛利重徳. 平成15年度「関東東海北陸農業」研究成果情報, [http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryou/kankou/seika/kanto15/04/15\\_04\\_47.html](http://narc.naro.affrc.go.jp/chousei/shiryou/kankou/seika/kanto15/04/15_04_47.html), 2004.
- 45) Pierce JE, Middleton CC, Phillips JM. *Proceedings of 4th International Pig Veterinary Science Congress*, D3, Ames, Iowa, USA, 1976.
- 46) Fraser AF, Robertson JG. *Veterinary Record*, 80: 528-529, 1967.
- 47) Fraser AF, Robertson JG. *British Veterinary Journal*, 124: 239-244, 1968a.
- 48) Fraser AF, Robertson JG. *Veterinary Record*, 83: 360-361, 1968b.
- 49) 丹羽太左右衛門、佐藤正一、佐藤鉄郎. *日本養豚研究会誌*, 14: 133-140, 1977.
- 50) 戸尾祺明彦、河田敬一郎、福井 豊、佐藤和男、箕田勝基、河部和雄. *日本獣医師会誌*, 27: 373-378, 1974.
- 51) Almond GW, Bosu WTK. *Canadian Veterinary Journal*, 26: 205-208, 1985.
- 52) Lindahl IL, Totsch JP, Martin PA, Dzuik PJ. *Journal of Animal Science*, 40: 220-222, 1975.
- 53) Hansen LH, Christiansen IJ. *Zuchthyg*, 11: 19-21, 1976.
- 54) 森 純一、富塚常夫、岡崎則夫、宮川正、松尾昌一、椎葉博明、大石有一、小原薩男. *家畜繁殖誌*, 26: 188-192, 1980.
- 55) 入江正和. *家畜繁殖誌*; 32: 49P-52P, 1986.
- 56) Taverne MAM, Oving M, Lieshout V, Willemsse AH. *Veterinary Quarterly*, 7: 271-276, 1985.
- 57) Szenci O, Palme R, Taverne MAM, Varga N, Meersma N, Wissink E. *Theriogenology*, 48: 873-882, 1997.
- 58) Rensis FD, Bigliardi E, Parmigiani E, Peters AR. *The Veterinary Record*, 147: 267-270, 2000.
- 59) Williams SI, Piñeyro P, Sota RL. *Canadian Veterinary Journal*, 49: 269-273, 2008.
- 60) Maes D, Dewulf J, Vanderhaeghe C, Claerebout K, de Kruif A. *Reproduction in] Domestic Animals*, 41: 438-443, 2006.
- 61) 稲葉敏夫、中島康宏、藺森龍雄. *家畜繁殖誌*, 29: 178-181, 1983.
- 62) Cartee RE, Powe TA, Ayer RL. *Modern Veterinary Practice*, 66: 23-26,

- 1985.
- 63) Taverne MAM. In: Diagnostic Ultrasound and Animal Reproduction. pp97-103, Kluwer Academic publishers, Dordrecht, 1989.
- 64) Szenci O, Fekete C, Merics I. Canadian Veterinary Journal, 33: 340-342, 1992.
- 65) Boma MH, Bilkei G. (2008) The Onderstepoort of Journal Veterinary Research, 75: 55-58, 2008.
- 66) 岩村祥吉. H16 社団法人畜産技術協会 [http://jlta.lin.gr.jp/chikusan/houkoku/h16\\_204.html#page\\_top](http://jlta.lin.gr.jp/chikusan/houkoku/h16_204.html#page_top), 2004.
- 67) 伊藤貢. 日本養豚開業獣医師協会, [http://www.e-jasv.com/gijutu\\_pdf/hanshoku\\_04\\_ito.pdf](http://www.e-jasv.com/gijutu_pdf/hanshoku_04_ito.pdf), 2006.
- 68) Madec F, Martinat-Botte F, Forgerit Y, Denmat MLE, Vaudelet JC. Records of Veterinary Medicine, 164: 127-133, 1988.
- 69) 入江正和、西村和彦. 日本畜産学会報、57: 288-293、1986.
- 70) Botero O, Martinat-Bott F, Bariteau F. Theriogenology, 26: 267-278, 1986.
- 71) 入江正和、毛利集造、松永 寛、日本獣医師会雑誌、46: 837-840, 1993.
- 72) 入江正和. 日本畜産学会報、58: 407-412, 1987.
- 73) Martinat-Botte F, Bariteau F, Lepercq M, Terqui M. Records of Veterinary Medicine, 164: 119-126, 1988.
- 74) Martinez E, Vazquez JM, Roca J, Ruiz S. Animal Reproduction Science, 29: 53-59, 1992.
- 75) Dalin AM, Nanda T, Hultén F, Einarsson S. Acta Veterinaria Scandinavica, 36:377-382, 1995.
- 76) Knox RV, Althouse GC. Journal of Swine Health and Production, 7: 207-215, 1999.
- 77) Knox RV, Rodriguez-Zas SL, Journal Animal Science, 79: 2957-2963, 2001.
- 78) Bolarin A, Vazquez JM, Parrilla I, Vazquez JL, Martinez EA, Jordi R. Animal Reproduction Science, 113: 137-142, 2009.
- 79) Cech S, Dolezel R. Veterinarni Medicina, 52: 413-418, 2007.

## [ 論説 ]

# 日本の和牛肉生産における超音波診断技術の利用

## Availability of ultrasonography for Wagyu industry in Japan

撫 年浩

Toshihiro NADE

日本獣医生命科学大学 〒180-8602 東京都武蔵野市境南町

Nippon Veterinary and Life Science University Kyonan-cho, Musashino-shi, Tokyo 180-8602

### はじめに

超音波診断技術は、動物をと畜することなく生きたまま体の内部をリアルタイムで画像化することができる特徴がある。このことから、と畜することでしか評価できない肉用家畜の育種改良および飼養管理技術の向上に貢献してきた。

わが国では試験研究のみならず生産段階などで当該技術を活用し、成果を上げている。本報告ではわが国の和牛肥育における生産段階および試験研究での超音波診断技術の利用について解説する。

### 1. 牛肉生産現場における利用

わが国の和牛肥育において最も多く超音波診断技術が利用されている機会は、枝肉共励会への出品牛の選定ではないかと思われる。その利用方法として、例えば、ある生産者が同一の家畜市場で血統の近い肥育素牛を数頭購入したとする。これらを同じような肥育方法で管理した場合、体型などが似かよる場合が多い。これらの肥育牛のうちから枝肉共励会出品牛を選定するには、以前であれば長年の経験からの外貌の評価に委ねられており、主観に頼るところが多かったと思われる。このことは枝肉形質を外貌から間接的に評価していることになる。しかしながら、外貌と産肉形質、特に脂肪交雑との間に科学的根拠に

基づいた明確な関係があるという報告がないのが現状である。一方、超音波診断技術の利用では、より客観的・直接的に枝肉形質を評価できる点が大きく異なり、精度よく出品牛を選定することが可能となる。著者の経験ではあるが、前述のような肥育農家で同じようなバックグラウンドの肥育牛を超音波診断すると、その産肉形質は様々であり、出品牛の選定に有効であると感じる。5年に一度行われる全国和牛能力共進会の肉牛部門では、超音波診断技術により選定されたと思われる出品牛、すなわち肩甲骨のやや後ろに毛を剃った痕跡のある牛の出荷が近年多く見られようになっている。

また、原田ら<sup>1)</sup>・<sup>2)</sup>は黒毛和種間接検定調査牛を用い、Rahimら<sup>3)</sup>、撫ら<sup>4)</sup>は黒毛和種肥育牛を用い、肥育途中で得られた超音波診断画像からの枝肉形質と出荷時の形質との間に相関関係があることを報告している。肥育の中期頃の時点で脂肪交雑の低い個体は、その後脂肪交雑の高い個体の脂肪交雑を超えることはほとんどみられない。このことから、20ヵ月齢前後で超音波診断し、脂肪交雑の低い個体は将来の期待度が低いことから、体重を大きくし、できるだけ早く出荷し、これにより空いた牛房に新たに素牛を導入するほうが経営上望ましいと考える。また、脂肪交雑の高い個体は疾病に配慮し、「肉を枯らす」

期間まで管理し、肉質のより高い状態で出荷することが望ましいと考える。

枝肉単価は枝肉市場や出荷季節によって若干異なるといわれている。例えば近隣の枝肉市場では等級の低い枝肉の単価が高く、等級の高い枝肉の単価が他の市場より低いとする。逆に遠隔地の枝肉市場では等級の低い枝肉の単価が安く、等級の高い枝肉の単価が高いとする。出荷前に超音波診断し産肉形質を予め評価し、等級が低いと予想される場合は近隣の枝肉市場に輸送経費をかけないで販売し、等級が高いと予想される場合は遠隔地の単価の高い市場に出荷する。これにより生産者の収益性が向上することになる。超音波診断は出荷する前に枝肉の状態が予測できることから、枝肉市場の状況や輸送費などを考慮し、より収益性の高いところへの出荷が可能となる。このような超音波診断の利用は、比較的地方の生産者で東京や大阪の中央市場から離れている地域での利用が有効ではないかと考える。

さらに、生産現場での超音波診断技術の利用では、よく生産者から「近々出荷するのだが、どれくらいの肉質（脂肪交雑）なのか診てくれ」と頼まれる。その際には、まず超音波診断し、その画像からその牛の枝肉切開面を想像する。次に生産者に対し、どこの枝肉市場にいつ出すのか、通常出荷なのか共励会なのかなどの情報を把握する。前段で述べたように、枝肉市場は地方と中央では多少枝肉単価が異なることから、枝肉格付も異なる場合がある。出荷時期についてもお中元、お歳暮などの時期やイベントごとが多い季節では牛肉の動きが盛んとなり、必然的に価格が上昇する。これに伴って多少枝肉格付も変動するようである。また、共励会ではご祝儀相場などもあり単価が上昇し、これに伴って枝肉格付も変動するようである。超音波診断技術者は、生産者に対象牛の枝肉格付や枝肉単価などを聞かれた場合、このような枝肉市場の

変動を考慮しながら返答する必要がある。超音波診断技術により、その牛の枝肉が正確に評価できても、枝肉市場で動く可能性がある。また、黒毛和種の脂肪交雑などの枝肉形質は年々改良が進んでいる<sup>5)</sup>。このことを反映し、枝肉格付も変化している。堀井ら<sup>6)</sup>は、過去の枝肉分析値と格付け値の比較により、同一BMS (No.) において年々胸最長筋中の粗脂肪含量が増加していると報告している。すなわち同じ脂肪交雑の状況であっても以前は上物であった枝肉が、最近では中程度の評価となることがある。超音波診断においても同様、以前は上物と判断していた画像であっても、最近では中程度に判断する必要がある。以上のことから、生産現場において超音波診断を応用し、その牛の脂肪交雑など肉質の状況を生産者などに伝える場合、枝肉格付や枝肉単価に及ぼす様々な要因を考慮して伝えなければ、正確な予測は不可能であると思われる。ただし、試験研究においては常に同一の尺度を持って評価しなければ給与飼料の影響などが正確に評価できないので状況に合わせて画像を評価していく必要がある。

## 2. 試験研究における応用研究

試験研究における応用研究での利用としては、給与飼料の違いによる産肉形質の成長への影響、繁殖雌牛の評価を含めた育種改良の効率化、短縮化のための利用が多いと思われる。撫ら<sup>4)</sup>は、ビタミンA制限が産肉形質の経時的変化について黒毛和種肥育牛を用いて検討している。その中で、ビタミンAを制限することで脂肪交雑が経時的にも増加することを明らかとした。また、山崎<sup>7)</sup>は、24ヵ月齢以降脂肪交雑の増加はほとんどないとして報告しているが、この撫ら<sup>4)</sup>の報告によると24ヵ月齢以降も脂肪交雑は増加を続けるとしている。さらに、血中ビタミン濃度の経時的変化と比較することで、脂肪交雑の入り始めについても考察している。Nade

ら<sup>8)</sup>、黒木ら<sup>9)</sup>は、黒毛和種去勢牛の育成期の濃厚飼料給与割合の違いがその後の産肉形質の経時的変化に与える影響について検討している。この結果から、育成期濃厚飼料の給与割合の高い期間が長いと、育成後期から肥育前期の体脂肪の増加が大きくなり、給与割合の高い期間がそれほど長くなければ肥育初期は皮下脂肪厚などに差があるもののその後の成長はほぼ同様であることが考察されている<sup>8)</sup>。

育種に関しては、主に種雄牛の直接検定時の利用が検討されている。Nagamine ら<sup>10)</sup>は、日本短角種の直接検定牛について A モードの超音波診断装置を用いて検討し、皮下脂肪厚を選抜形質として用いることを推奨している。Harada ら<sup>11)</sup>は、黒毛和種直接検定牛を用い、検定終了後の産肉形質の経時的変化について検討している。このうち、脂肪交雑については成熟パターンにかなりの個体差がみられると報告している。また、著者らはこれまでの黒毛和種肥育牛の超音波診断の結果、系統や種雄牛によって産肉形質の成長が異なることを技術マニュアル<sup>12)</sup>に掲載している。家畜改良増殖目標<sup>13)</sup>において、黒毛和種肥育牛の出荷月齢は、現状より早期化し、肥育期間を短縮することを目標としている。これを達成するためには、種雄牛の段階で早熟・早肥の個体の選抜が望まれるところである。そのためには、前述の報告のように超音波診断技術を用いることで、脂肪交雑の成熟が早い個体を選抜していくことが可能であり、継続して検討していく必要があると考える。

### 3. 評価技術向上のための基礎研究

わが国の黒毛和種の改良は脂肪交雑、胸最長筋面積を重点に行われてきたこともあり、超音波診断は脂肪交雑、胸最長筋をいかに精度良く評価することができるかに重点が置かれてきた。超音波診断装置は、これまでスーパーアイミート (富士平工業、図 1)、カラー

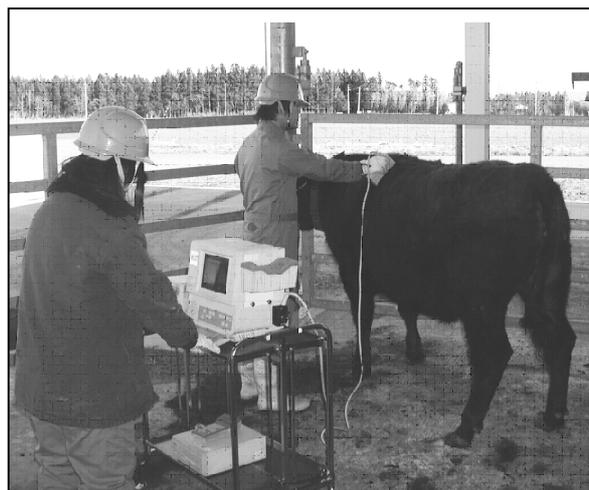


図 1 スーパーアイミートによる肥育牛の超音波測定



図 2 HS2000 本体

多電子、図 2) などが主に肉用牛の産肉評価の推定に用いられてきた。しかしながら、脂肪交雑の多く入った肉用牛の超音波画像については、各筋肉・脂肪組織の鮮明な画像化が難しく、脂肪交雑や胸最長筋芯面積の評価に

は現在もなお経験が必要であると思われる。

Ozutsumi ら<sup>14)</sup> は、カラースキニングスコープを用い、胸最長筋内の輝度を15段階に分割し、特定の輝度の範囲の割合で脂肪交雑の評価が可能と報告している。板東坂ら<sup>15)</sup> は、HS2000を用い超音波画像上の胸最長筋と背半棘筋の輝度を用い、生体における脂肪交雑の客観的評価方法が検討され、推定式から寄与率60.3%でBMSの推定が可能とし、 $BMS \pm 1$ の範囲では71.5%での推定が可能としている。川田ら<sup>16)</sup> は、スーパーアイミートを用い、テクスチャー解析により胸最長筋と僧帽筋の画像特徴量の差分、胸最長筋面積などを説明変量とした場合、BMS(No.)との相関係数0.75と報告している。このようにこれまで超音波画像を画像解析することで脂肪交雑の客観的評価の検討が行われ、ある程度の精度での評価は可能と思われる。しかしながら、精度の問題や解析がパソコン上であることなどから、未だ生産現場での利用には至っていないのが現状である。また、前述したように黒毛和種の脂肪交雑(筋肉内脂肪含量)は年々上昇傾向にあり、すなわち脂肪組織を多量に含んだ胸最長筋と胸最長筋周囲の筋間脂肪との間に組織としての違いが小さくなっている。このことから、現状の超音波診断装置についても、超音波を発する素子や超音波画像の解像度について、さらなる改良が必要であると思われる。

さらに、これまでプローブの幅は格付部位である6-7肋骨間の胸最長筋を撮影できることを念頭に12cmとされてきた。しかしながら、最近の黒毛和種の大型化に伴い、胸最長筋がその範囲内に収まりにくい個体も存在し、プローブの幅についても伸ばす方向で検討する必要があると思われる。このように、今後さらなる超音波画像の客観的評価技術の高位安定化と同時に超音波診断装置そのものの改良も併せて行う必要があると考える。

#### 4 新たな検討課題

最近、わが国の黒毛和種肥育牛は大型化しており<sup>17)</sup>、改良の方向が脂肪交雑のみではなく肉量形質についても重要視されている。このため、これまでの脂肪交雑重視の改良に加え、肉量に関する形質についても育種改良および飼養管理の改善に関する検討が必要である。海外においては超音波診断技術を用い、枝肉構成を推定する技術の開発が行われている。Griffin ら<sup>18)</sup> は、超音波診断技術を用い、ウシをと畜後脱皮する前に第12肋骨を測定し、得られたデータから枝肉構成を予測しようと試みたがその精度は高くなかったと報告した。一方、Greiner ら<sup>19), 20)</sup> は、と畜前体重、超音波診断技術による牛生体の12肋骨上の皮下脂肪厚およびロース芯面積、臀部の皮下脂肪厚を測定することで正肉重量、正肉割合を高い精度で推定することが可能であると報告している。Silva ら<sup>21)</sup> は、羊を用い、と畜前に胸最長筋を数カ所超音波診断し、胸最長筋の大きさ(体積)を推定することで枝肉構成の推定が可能としている。このように、海外では肉量形質に関する超音波利用が具体的に行われているが、わが国ではロース芯面積や皮下脂肪厚など枝肉格付形質を測定しているにすぎない。Nade ら<sup>22)</sup> は黒毛和種とリムジン種の交雑第2世代の枝肉を用い、腸筋部での枝肉の厚さが枝肉構成推定に有効と報告し、超音波診断技術への応用の可能性を考察している。このような枝肉切開面の画像解析情報からの枝肉構成推定技術を超音波診断技術に応用することで、生体における超音波診断技術により枝肉構成の推定が可能となるかもしれない。これにより、わが国の肉用牛の肉量形質に関する改良が進むことを期待する。

将来のわが国の牛肉生産を考えると、効率的肉量生産のための技術として超音波診断技術はなくてはならない技術であると考え。このためにも、超音波診断装置そのものの改

良に加え、画像評価技術の高位安定化を図るためにも、技術の共有および情報交換が欠かせないと考える。

### 引用文献

- 1) 原田宏, 福原利一, 並河澄. 伊藤記念財団食肉に関する助成研究調査成果報告書, 7: 241-247. 1988.
- 2) 原田宏, 福原利一, 並河澄. 伊藤記念財団食肉に関する助成研究調査成果報告書, 6: 171-176. 1987.
- 3) Rahim L, Harada H, Fukuhara R. *Animal Science Technology (JPN)*, 68: 622-630. 1997.
- 4) 撫年浩, 増田恭久, 三角さつき, 藤田和久. *日本畜産学会報*, 78: 161-166. 2007.
- 5) 農林水産省生産局畜産振興課, 独立行政法人家畜改良センター. 肉用牛産肉能力検定成績(第35報). pp5-8. 農林水産省生産局畜産振興課, 独立行政法人家畜改良センター. 2009.
- 6) 堀井美那, 櫻井由美, 神辺佳弘, 笠井勝美, 浅田勉, 小林正和, 山田真希夫, 林征幸, 甫立京子. *日本畜産学会報*, 80: 55-61. 2009.
- 7) 山崎敏雄. *草地試験場研究報告*, 18: 69-77. 1981.
- 8) Nade T, Okumura T, Misumi S, Fujita K. *Animal Science Journal*, 76: 43-49. 2005.
- 9) 黒木博, 大木場格, 仁田脇一義. *宮崎県畜産試験場研究報告*, 11: 6-15. 1998.
- 10) Nagamine Y, Hayashi T, Sato H, Nishida A, Komatsu S. *Japan Zootechnology Science*, 58: 335-343. 1988.
- 11) Harada H, Moriya K, Fukuhara R. *Japan Zootechnology Science*, 60: 185-191. 1989.
- 12) 独立行政法人家畜改良センター. 家畜改良センター技術マニュアル12 超音波診断装置による牛の肉質診断法. 独立行政法人家畜改良センター. 2004.
- 13) 農林水産省生産局. 家畜改良増殖目標. pp8-17. 農林水産省生産局. 2005.
- 14) Ozutsumi K, Nade T, Watanabe H, Tsujimoto K, Aoki Y, Aso H. *Meat Science*, 43: 61-69. 1996.
- 15) 板東坂直人, 石田孝史, 原田宏. *日本畜産学会報*, 78: 305-310. 2007.
- 16) 川田智弘, 福井えみ子, 吉澤緑. *日本畜産学会報*, 79: 173-183. 2008.
- 17) 独立行政法人家畜改良センター. 平成20年度枝肉成績とりまとめ概要. URL: [http://www.nlbc.go.jp/pdf/seiseki/edadbgaiyou\\_h20.pdf](http://www.nlbc.go.jp/pdf/seiseki/edadbgaiyou_h20.pdf). 2008.
- 18) Griffin DB, Savell JW, Recio HA, Garrett RP, Cross HR. *Journal of Animal Science*, 77: 889-892. 1999.
- 19) Greiner SP, Rouse GH, Wilson DE, Cundiff LV, Wheeler TL. *Journal of Animal Science*, 81: 466-473. 2003.
- 20) Greiner SP, Rouse GH, Wilson DE, Cundiff LV, Wheeler TL. *Journal of Animal Science*, 81: 1736-1742. 2003.
- 21) Silva SR, Guedes CM, Santos VA, Lourenco AL, Azevedo JMT, Dias-da-Silva A. *Meat Science*, 76: 708-714. 2007.
- 22) Nade T, Saburi J, Abe T, Nakagawa T, Okumura T, Misumi S, Saito K, Kawamura T, Fujita K. *Animal Science Journal*, 78: 567-574. 2007.

## 〔原著論文〕

## 黒毛和種牛における潜在精巣と逸所精巣の内分泌学的診断 および超音波画像診断

Endocrinological and ultrasonographic evaluation of cryptorchid /  
ectropic testicles in Japanese black cattle

北原 豪<sup>1)</sup>、白尾優佳<sup>1)</sup>、林 淳<sup>2)</sup>、上松大輔<sup>2)</sup>、中西一誠<sup>3)</sup>、小野由樹<sup>4)</sup>、佐藤知広<sup>5)</sup>、  
邊見広一郎<sup>6)</sup>、小林郁雄<sup>6)</sup>、上村俊一<sup>1)</sup>

Go Kitahara<sup>1)</sup>, Yuka Shirao<sup>1)</sup>, Jun Hayashi<sup>2)</sup>, Daisuke Uematsu<sup>2)</sup>, Issei Nakanishi<sup>3)</sup>,  
Yuuki Ono<sup>4)</sup>, Tomohiro Sato<sup>5)</sup>, Kouichiro Henmi<sup>6)</sup>, Ikuo Kobayashi<sup>6)</sup> and Shunichi  
Kamimura<sup>1)</sup>

- 1) 宮崎大学農学部獣医臨床繁殖学研究室 (889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1)
- 2) みやざき農業共済組合 (880-8052 宮崎県宮崎市高洲町 280)
- 3) 村山動物クリニック (899-6401 鹿児島県霧島市溝辺町有川 378-18)
- 4) 北薩農業共済組合 (895-1813 鹿児島県薩摩郡さつま町轟町 13-1)
- 5) 西諸県農業共済組合 (886-0004 宮崎県小林市細野 1321-1)
- 6) 宮崎大学農学部附属住吉フィールド (880-0121 宮崎県宮崎市島之内 10100-1)

- 1) Laboratory of Theriogenology, Miyazaki University, Miyazaki, 889-2192, Japan
- 2) Miyazaki Agricultural Mutual Aid Association, Miyazaki, 880-8052, Japan
- 3) Murayama Animal Clinic, Kagoshima, 899-6401, Japan
- 4) Hokusatsu Agricultural Mutual Aid Association, Kagoshima, 895-1813, Japan
- 5) Nishimorokata Agricultural Mutual Aid Association, Miyazaki, 886-0004, Japan
- 6) Sumiyoshi Science Field, Miyazaki University, Miyazaki, 880-0121, Japan

### 要約

黒毛和種牛の潜在精巣と逸所精巣の機能や存在を評価するため、hCG 負荷試験と携帯型超音波診断装置による生殖器の観察を行った。症例として、正常に陰嚢内へ下降した片側精巣を去勢し、14 日以上経過した片側潜在精巣 (UC 群、n = 7、257.0 ± 45.6 日齢；平均 ± SE) と片側精巣逸所症 (UE 群、n = 3、182.7 ± 34.8 日齢) を供し、6 カ月齢の正常雄子牛 (IM 群、n = 19) と正常雄子牛を去勢後 14 日経過した去勢牛 (BC 群、n = 17) を対照として比較した。全ての牛で、採血後 hCG 3,000 IU を投与し (Day 0)、Day 5、7 に採血し、血中テストステロン (T) 濃度を測定した。Day 0 における UC、UE、IM、BC 群の血中 T 濃度は、それぞれ 2.4 ± 0.6、1.9 ± 1.1、8.2 ± 1.7、0.2 ± 0.2 ng/ml で UC と UE 群間 (P = 0.83) を除き各群間で有意差がみられた (P < 0.05)。Day 0 の血中 T 濃度を 100 % とした時の Day 5、7 における変動率は、IM 群で 641.3 ± 239.7、387.3 ± 168.8 % といずれも Day 5 と有意差 (P < 0.01) がみられたが、その他の群ではみられなかった。hCG 負荷試験で T 産生能が IM 群や BC 群の様相と異なった #304 (UC 群) と #2655 (UE 群) は、超音波診断装置により膀胱頸部と左鼠径部に停留精巣を確認でき、潜在精巣と逸所精巣と診断された。結論として hCG 負荷試験により、精巣が陰嚢内に正常に下降した牛ではその存在や T 産生能を評価できたが、潜在精巣や逸所精巣などの異常例では、停留精巣の確定には至らなかった。一方、超音波診断装置では、膀胱頸部 (潜在精巣) や鼠径部 (逸所精巣) の停留精巣を描出でき、今後黒毛和種牛の精巣下降の異常が疑われる例において内分泌学的検査と超音波画像診断の併用により、確実な診断が可能になる。

キーワード：潜在精巣、精巣逸所症、hCG 負荷試験、黒毛和種牛、携帯型超音波診断装置

## 緒言

潜在精巣は、精巣の陰嚢内への下降が不完全で腹腔または鼠径部に停留する雄生殖器の先天異常であり、片側性または両側性に発生する。その発生原因として、胎子期の抗ミュラー管ホルモン (AMH)<sup>1)</sup> やインスリン様因子-3 (Ins1-3)<sup>3)</sup>、テストステロン (T)<sup>2)</sup> など、精巣の下降に関わるホルモンの分泌不足が考えられるが、未だ不明な点も多い。潜在精巣は馬、豚、犬ではよくみられるが、その他の動物種では稀で<sup>3)</sup>、牛における発生率は0.2%とされている<sup>4)</sup>。精巣逸所症は、広義では潜在精巣に含まれるが、精巣が正常な下降経路から外れ、腹部皮下や会陰部皮下にみられる症例である。腹腔内や皮下に停留した潜在精巣や逸所精巣は、陰嚢内より高い温度環境下にあり、通常、精子形成は阻害されるが、ステロイド合成にはほとんど影響がない<sup>5)</sup>。このため潜在精巣牛は肥育後期において、筋肉質な体型となり、攻撃的行動を示すことから、肉質への影響や飼養管理上の問題が指摘されている<sup>6)</sup>。

精巣の機能と存在を調べる内分泌学的な評価法として、ヒト絨毛性性腺刺激ホルモン (hCG) を負荷した後、血中 T 濃度を測定する hCG 負荷試験が牛<sup>7)</sup>、羊<sup>8)</sup>、豚<sup>9)</sup>、馬<sup>10)</sup> で報告されている。精巣にある機能的なライデッヒ細胞は下垂体から分泌される LH に刺激され T を合成・分泌することから、LH 作用を有す hCG を外因的に投与し、血中 T 濃度が上昇すれば、機能的なライデッヒ細胞すなわち精巣の存在や機能が示唆される<sup>11)</sup>。しかし、牛の片側潜在精巣や精巣逸所症では、正常に下降した陰嚢内の片側精巣の影響で hCG 負荷試験の成績<sup>12)</sup><sup>13)</sup> が変動しており、T 産生能の解析において、陰嚢内の片側精巣の T 産生を考慮する必要がある。

超音波診断装置は、雄牛における精巣の発育の形態的評価<sup>14)</sup> や病理学的診断<sup>15)</sup> に用いられているが、潜在精巣や精巣逸所症などの

先天的に異常な雄性生殖器の診断に関する報告はない。

本研究では、片側潜在精巣や精巣逸所症と診断された牛に対し、陰嚢内に正常に下降した片側の精巣を外科的に摘出し、14 日以上経過してから hCG 負荷試験を行い、潜在精巣の存在や機能を検討した。また、生体内に停留する潜在精巣を携帯型超音波診断装置で観察した。

## 材料と方法

### 1. 材料

宮崎県および鹿児島県内で、臨床経過に基づき腹腔内の超音波検査や開腹手術を実施した際に潜在精巣および逸所精巣がみられた片側潜在精巣 (UC 群、n = 7、日齢；平均 ± SE : 257.0 ± 45.6 日) と片側精巣逸所症 (UE 群、n = 3、日齢 ; 182.7 ± 34.8 日) の黒毛和種牛を供した。両群とも、潜在精巣や逸所精巣とは対側の出生時、すでに陰嚢内に正常に下降した精巣を外科的に摘出し、14 日以上経過した後、試験に供した。対照として、宮崎大学農学部附属住吉フィールドで飼養されている黒毛和種牛で 6 カ月齢正常雄子牛 (IM 群、n = 19) と 6 カ月齢で去勢後 14 日経過した去勢牛 (BC 群、n = 17) を供した。

### 2. 処置および測定

全ての牛の頸静脈よりヘパリン加血として採血し (Day 0)、hCG 3,000 IU (プペローゲン、ノバルティス・アニマルヘルス、東京) を筋肉内投与し、その後 Day 5、7 に採血した。採血後、直ちに 4 °C、3,000 回転で 20 分間遠心分離し、血漿は血中 T 濃度を測定するまで、-30 °C で保存した。血中 T 濃度は自動免疫蛍光測定装置 (MiniVIDAS、シスメックス・バイオメリュー、東京) で測定した。本法の測定範囲は 0.1-13.0 ng/ml、測定感度は 0.1 ng/ml、測定内変動係数は 20 % 以下、測定間内変動係数は 10 % 以下だった。

UC 群と UE 群の各 1 例は、7.5 MHz の探触子 (L52<sup>®</sup>、ソノサイトジャパン、東京) を装着した携帯型超音波診断装置 (Sonosite 180 PLUS、ソノサイトジャパン、東京) を用い、体内に停留する潜在精巣と逸所精巣を検索し、その形状を観察した。

### 3. 統計解析

Day 0 の血中 T 濃度について、各群間の違いを Mann-Whitney の U 検定で解析した。また hCG 投与後の Day 5、7 の血中 T 濃度は、個体ごとに Day 0 に対する変動率を計算し、各群内の違いを Friedman 検定で解析した<sup>16)</sup>。

### 結果

本研究で供した UC 群の 57.1 % (4 / 7 頭)、UE 群の 100 % (3 / 3 頭) において、左側精巣が体内に停留し、潜在精巣や逸所精巣と診断された。

Day 0 における UC、UE、IM、BC 群の血中 T 濃度は、それぞれ  $2.4 \pm 0.6$ 、 $1.9 \pm 1.1$ 、 $8.2 \pm 1.7$ 、 $0.2 \pm 0.2$  ng/ml であり、UC と UE 群間 ( $P = 0.83$ ) を除き各群間で有意差がみられた ( $P < 0.05$  ; UE vs. IM or BC、 $P < 0.01$  ; UC と BC vs. IM、UC vs. BC) (図 1)。Day 0 の血中 T 濃度を 100 % とした時の Day 5、7 における変動率は、UC 群で  $129.3 \pm 34.6$ 、 $123.3 \pm 18.0$ 、UE 群で  $106.5 \pm 49.0$ 、 $81.3 \pm 34.8$ 、IM 群で  $641.3 \pm 239.7$ 、 $387.3 \pm 168.8$ 、BC 群で  $127.9 \pm 16.1$ 、 $110.9 \pm 11.8$  % であり、IM 群内の Day 5 と Day 0、7 の間で有意差がみられた (ともに  $P < 0.01$ ) (図 1)。

hCG 負荷試験で hCG 投与後の血中 T 濃度の変動が、IM 群のような明瞭な上昇や BC 群のような定値での推移がみられなかった #304 (UC 群、Day 5、7 それぞれ 50.7、75.0 %) と #2655 (UE 群、171.4、123.8 %) について、#304 は経直腸から、#2655 は体表から携帯型超音波診断装置によりそれぞれ潜在精巣と逸

所精巣を描出した (図 2)。#304 では、肛門より頭方へ探触子を挿入し、腹側方向に膀胱がみられ、膀胱頸部に隣接した潜在精巣を描出できた。描出された潜在精巣は正常な精巣より精巣縦隔が不鮮明で、精巣実質が小さかった。#2655 では、左鼠径部の皮下に可動性の精巣様腫瘍物が触診され、右横臥位で保定後、体表より精巣様腫瘍物に探触子をあてることで、正常な精巣と同様の鮮明な精巣縦隔、精巣実質の大きさをもつ逸所精巣を描出できた。

### 考察

通常、潜在精巣や精巣逸所症で停留する精巣は両側性よりも片側性が多く、その場合、左側に発生が多いとされ<sup>4) 17)</sup>、本研究でも同様の結果が得られた。

本研究における 6 カ月齢の IM 群 (15 / 16 頭) は、過去の報告<sup>18) 19)</sup> と同様に Day 0 の血中 T 濃度が 1.0 ng/ml 以上を示した。去勢後、牛の血中 T 濃度は漸減し<sup>17)</sup>、本研究の試験開始時である去勢後 14 日では BC 群全てで血中 T 濃度が 0.9 ng/ml 以下に収束した。IM 群で、血中 T 濃度は hCG 負荷後 Day 5 で有意に上昇した後、Day 7 で低下したが、BC 群では、Day 0 から Day 7 を通してほとんど変化がみられなかった。過去の報告<sup>11)</sup> と同様、本研究でも陰嚢内に正常下降した精巣の存在と機能について、hCG 負荷試験後の血中 T 濃度の変動で推察できた。一方、UC 群や UE 群では、Day 0 の血中 T 濃度が BC 群同様に 0.9 ng/ml 以下を示す症例 (UC 群 ; 3 / 7 頭、UE ; 1 / 3 頭) や、hCG 負荷試験後の血中 T 濃度の変動も多様であり、潜在精巣や逸所精巣の存在を確定するには至らなかった。しかし肉質に影響を及ぼす T 産生能は評価でき、また潜在精巣や逸所精巣内においてライデッヒ細胞は存在するものの、LH に対する受容体が少ないなど機能的な異常も診断できる<sup>20)</sup>。

本研究では、hCG 負荷試験後の T 産生能が

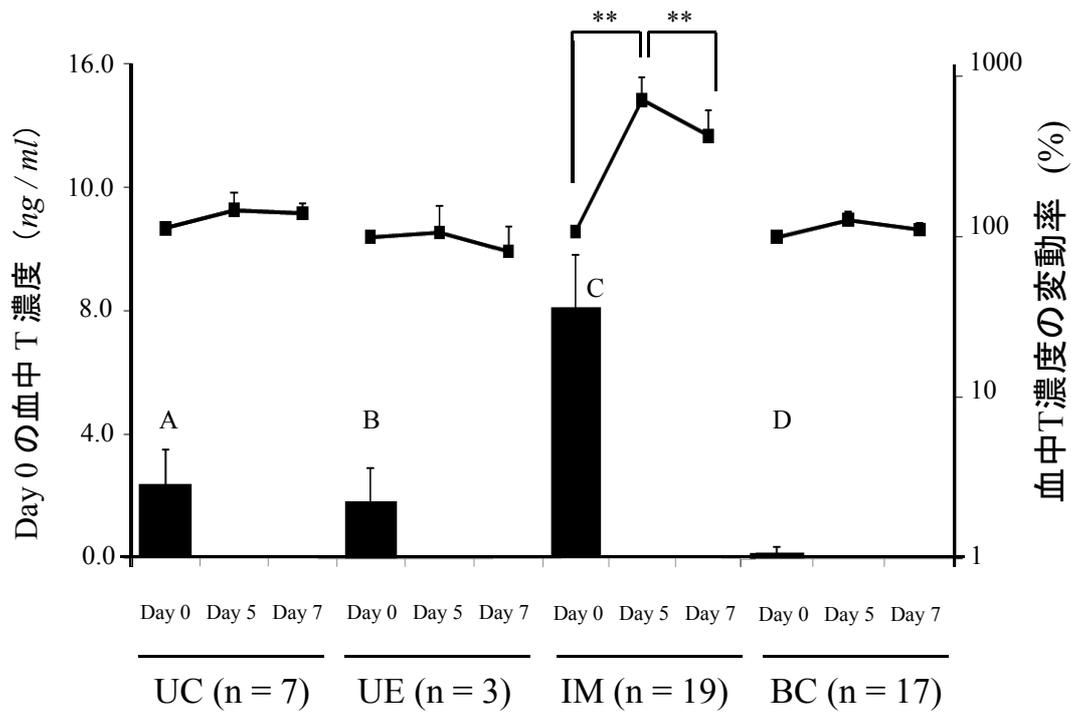


図1 血中T濃度におけるDay 0の実測値とDay 5、7の変動率

棒グラフ: Day 0における各群の実測値

折れ線グラフ: Day 0に対するDay 5、7の変動率(対数軸)

UC: 潜在精巣、UE: 精巣逸所症、IM: 正常雄子牛群、BC: 去勢群.

A-C, D:  $P < 0.01$ 、B-C, D:  $P < 0.05$ 、A-B:  $P = 0.83$

\*\* :  $P < 0.01$

Fig. 1. Plasma T concentrations on Day 0 and succeeding variations on Day 5 and 7 characterized with the ratio based on Y concentrations on Day 0

A bar graph: The actual measurement on Day 0 in each group

A line graph: The ratio of changes in plasma T concentrations on Day 5 and 7 to Day 0 (The second Y-axis: logarithm)

UC: Unilateral cryptorchid calves, UE: Unilateral ectopic testis calves, IM: Intact male calves, BC: Bilateral castrated calves, A-C, D:  $P < 0.01$ , B-C, D:  $P < 0.05$ , A-B:  $P = 0.83$

\*\* :  $P < 0.01$

IM群やBC群と異なり、停留精巣の存在を確定できなかったUC群とUE群の各1例ずつについて、携帯型超音波診断装置により潜在精巣と逸所精巣を描出できた。また得られた潜在精巣や逸所精巣の超音波画像は、精巣縦隔が精巣の長軸上にエコージェニックにみられる特徴的な画像として描出され、他の組織と容易に判別することができた。しかし、潜在精巣で停留する精巣の66%が鼠径管内に、34%が腹腔内にあり、腹腔内では腎臓と鼠径管の間で多様に位置する<sup>4)</sup>。本研究では潜在精巣が膀胱の頸部付近にあり超音波診断装

置で描出できたが、探触子の周波数により超音波の到達深度の範囲には限界があり、全てを描出できるわけではない。一方、精巣の超音波画像から得られるエコー輝度は、血中T濃度や精細管の直径と有意な正の相関性があるとされる<sup>14)</sup>。今後、超音波画像により潜在精巣や逸所精巣の存在を明らかにするだけでなく、客観的なT産生能の評価法を検討する必要がある。

結論として、hCG負荷試験で、陰嚢内にある正常に下降した精巣ではその存在や機能の評価できたが、潜在精巣や逸所精巣ではT産

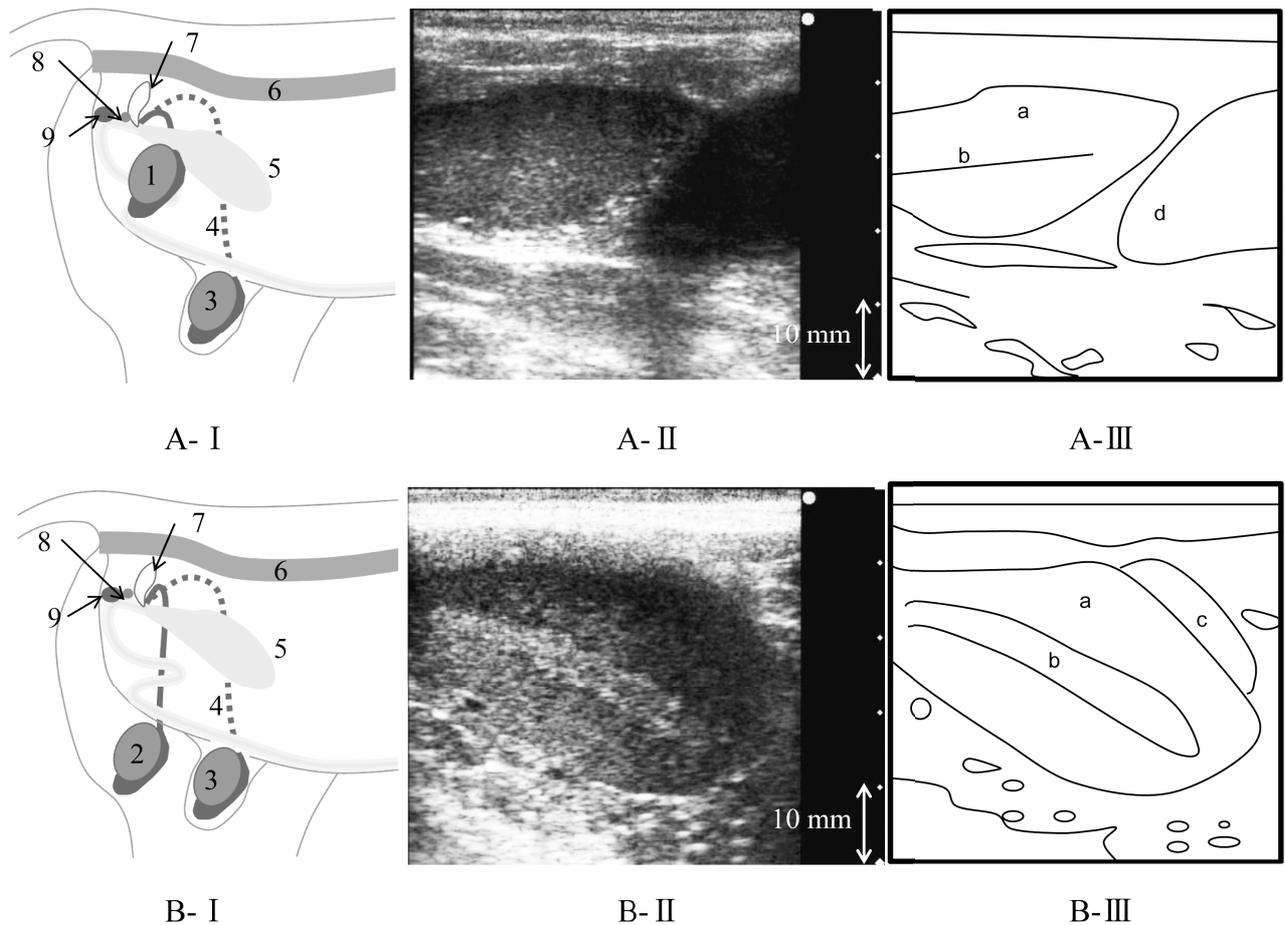


図2 潜在精巣と逸所精巣の超音波画像と模式図

A: #304 (UC 群)、B: #2655 (UE 群)

I: 本研究で得られた潜在精巣と逸所精巣の存在部位 (腹腔内解剖図)

II: 超音波画像 (Y 軸スケール: 10 mm)

III: 得られた超音波画像の模式図

1: 潜在精巣、2: 逸所精巣、3: 正常下降した精巣、4: 精管、5: 膀胱、6: 直腸、7: 精嚢腺、8: 前立腺、9: 尿道球腺

a: 精巣実質、b: 精巣縦隔、c: 精巣上体、d: 膀胱

Fig. 2. Images of ultrasonograph and its image of cryptorchid / ectopic testicles

A: #304 (UC), B: #2655 (UE)

I: Retained site of cryptorchid /ectopic testicles in the presentstudy (the schema in abdominal cavity)

II: Ultrasonograph (The scale of Y-axis: 10 mm)

III: Image of ultrasonography

1: cryptorchid testicle, 2: ectopic testicle, 3: normal testicle descended in scrotum,

4: ducts deferens, 5: vesica urinaria, 6: rectum, 7: Gl. vesicularis, 8: prostate,

9: Gl. bulbourethralis

a: parenchyma testicle, b: mediastinum testicle, c: epididymis, d: vesica urinaria

生能は判定できるものの停留精巣の確定には至らなかった。しかし、超音波診断装置で膀胱付近にある潜在精巣や体表上の逸所精巣を描出でき、形態学的な観察が可能なことから、

今後、牛の異常精巣では内分泌学的検査と超音波画像診断の併用により、確実な診断が可能になるとと思われる。

引用文献

- 1) Josso N, Picard JY, Tran D. Recent Progress in Hormone Research, 33: 117-167, 1977.
- 2) Amann RP, Veeramachaneni DNR. Reproduction, 133: 541-561, 2007.
- 3) Arthur GH, Noakes DE, Pearson H, Parkinson TJ. Veterinary Reproduction and Obstetrics, pp. 607-609, Baltiere Tindall, London, 1996.
- 4) Jean GS, Gaughan EM, Constable PD. Theriogenology, 38: 951-958, 1992.
- 5) Kellaway RC, Seamark RF, Farrant RK. Australian Veterinary Journal, 47: 547-550, 1971.
- 6) William CR. The Cornell Veterinarian, 66: 10-13, 1976.
- 7) Sundby A. Acta Veterinaria Scandinavica, 22: 403-408, 1981.
- 8) Falvo RE, Buhl AE, Reimers TJ, Foxcroft GR, Dunn MH, Dziuk PJ. Journal of Reproduction and Fertility, 42: 503-510, 1975.
- 9) Juang HH, Musah AI, Schwabe C, Ford JJ, Anderson LL. Journal of Reproduction and Fertility, 107: 1-6, 1996.
- 10) Bollowein H, Schulze JJ, Miyamoto A, Sieme H. Journal of Reproduction and Development, 54: 335-339, 2008.
- 11) Sundby A, Tollman R, Velle W. Journal of Reproduction and Fertility, 45: 249-254, 1975.
- 12) Marcus S, Shore LS, Perl S, Bar-el M, Shemesh M. Theriogenology, 48: 341-352, 1997.
- 13) Barnes MA, Boockfor FR, Bierley ST, Kazmer GW, Halman RD, Dickey JF. Journal of Animal Science, 53: 1341-1350, 1981.
- 14) Evans ACO, Pierson RA, Garcia A, McDougall LM, Hrudka F, Rawlings NC. Theriogenology, 46: 345-357, 1996.
- 15) Thomas AP, Robert EC, Robert C, Dwight W, Robert H. Agri-Practice, 9: 43-45, 1988.
- 16) PASW Statistics 18. SPSS Inc., Tokyo, 2009.
- 17) Pearson H. The Veterinary Record, 91: 498-509, 1972.
- 18) Amann, RP, Walker OA. Journal of Animal Science, 57: 433-442, 1983.
- 19) Rota A, Ballarin C, Vigier B, Cozzi B, Rey R. General and Comparative Endocrinology, 129: 39-44, 2002.
- 20) Schanbacher BD. Journal of Reproduction and Fertility, 59: 145-150, 1980.

## Summary

### Endocrinological and ultrasonographic evaluation of cryptorchid / ectropic testicles in Japanese black cattle

Go Kitahara<sup>1)</sup>, Yuka Shirao<sup>1)</sup>, Jun Hayashi<sup>2)</sup>, Daisuke Uematsu<sup>2)</sup>, Issei Nakanishi<sup>3)</sup>, Yuuki Ono<sup>4)</sup>, Tomohiro Sato<sup>5)</sup>, Kouichiro Henmi<sup>6)</sup>, Ikuo Kobayashi<sup>6)</sup> and Shunichi Kamimura<sup>1)</sup>

1) Laboratory of Theriogenology, Miyazaki University, Miyazaki, 889-2192, Japan

2) Miyazaki Agricultural Mutual Aid Association, Miyazaki, 880-8052, Japan

3) Murayama Animal Clinic, Kagoshima, 899-6401, Japan

4) Hokusatsu Agricultural Mutual Aid Association, Kagoshima, 895-1813, Japan

5) Nishimorokata Agricultural Mutual Aid Association, Miyazaki, 886-0004, Japan

6) Sumiyoshi Science Field, Miyazaki University, Miyazaki, 880-0121, Japan

The existence and function of cryptorchid / ectropic testicles in Japanese Black calves were evaluated by hCG stimulation test and portable ultrasound machine. Unilateral cryptorchid calves where normal descended testicle in scrotum had been castrated 14 days before (UC; n = 7, 257.0 ± 45.6 days old; average ± SD) and unilateral ectropic testicle calves (UE; n = 3, 182.7 ± 34.8 days old), and those were compared, were investigated in contrast to intact male calves (IM; n = 19) and bilateral castrated calves (BC; n = 17) at six months old. For all calves, a hCG 3,000 IU was administrated (Day 0) and plasma testosterone (T) concentrations were measured on Day 0, 5 and 7. Plasma T concentrations on Day 0 showed 2.4 ± 0.6, 1.9 ± 1.1, 8.2 ± 1.7, 0.2 ± 0.2 ng/ml in UC, UE, IM and BC, respectively. They were significantly differed among calves (P < 0.05) except UC and UE (P = 0.83). Variations in plasma T concentrations on Day 5 or 7 compared to Day 0 showed significant increase in IM (641.3 ± 239.7, 387.3 ± 168.8 %; P < 0.01), whereas neither difference was observed in other groups. Cow #304 (UC) and #2655 (UE), where their T profiles differed from those of IM or BC, were subjected for ultrasonography and the retained testis was observed in cervical vesicle and left inguinal region, respectively. In conclusion, the existence and T profiles of normal descended testicles were reliability estimated with hCG stimulation test, however retained testicles in cryptorchid or ectopic testicle were not determined. Existence of retained testicle in cervical vesicle and left inguinal region were depicted with ultrasonography and those results stated that more reliable diagnosis of abnormal testicle descent could be preformed with the combination of endocrinological and ultrasonographic evaluation in Japanese Black cattle.

**Keyword:** Cryptorchidism, Ectropic testicle, hCG stimulation test, Japanese Black cattle, Portable ultrasound machine

## 第2回日本動物超音波技術研究会大会報告

日本動物超音波技術研究会事務局

第2回日本動物超音波技術研究会大会を平成21年12月4日から12月5日にかけて韓国京畿道安城市の農協中央会安城教育院にて韓国動物超音波技術研究会と共同開催しました。本大会には日本より原田宏会長をはじめ9名の会員が参加しました。

大会初日は李昌範 畜産局長（韓国）、黄炳株 副總警理（中国）および原田 宏会長による特別講演が行われ、引き続いて撫年浩副会長および大澤健司評議員による日本の畜産分野および獣医分野における超音波技術の利用について講演が行われました。



大会会場（左上、上：会場ロビーでの和牛および韓牛に関するパネル展示、左：大会会場）

翌日は小雪が降るあいにくの天候の中、韓国北部の先進的な韓牛生産農家2軒への視察が行われました。ここでは、農家の方から和牛とは異なる、韓牛の管理方法や給与飼料等の詳細について説明され、韓国における肉牛生産について認識を新たにできました。



## 大会プログラム

10:30～10:50 開会および祝辞

### 第1部—特別講演

10:50～11:30 「韓国畜産業の現況及び発展方向」  
李昌範 畜産局長（農林水産食品部）

12:00～13:00 午餐

### 第2部—特別講演

13:00～13:30 「超音波診断技術活用韓牛生産性向上方案」  
宋榮韓 教授（江原大學校）

13:30～14:00 「日本超音波診断技術と和牛改良の歴史」  
原田 宏 教授（宮崎大学）

14:00～14:30 「中国肉牛産業の現況と発展方案」  
黃炳株 副總警理（延辺畜産開發空社）

### 第3部—特別講演

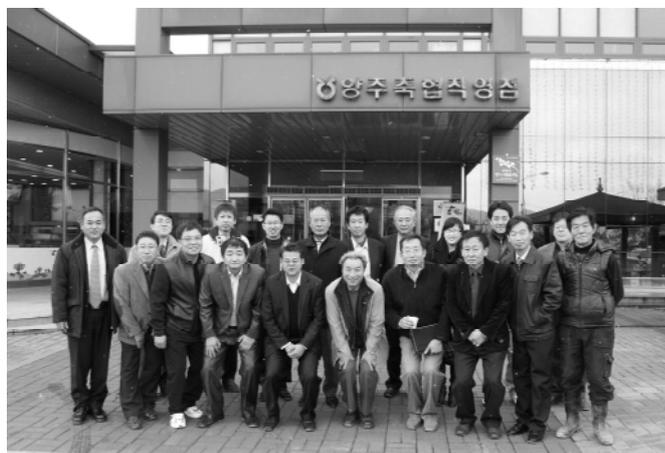
14:40～15:10 「韓国超音波診断技術の現況及び課題」  
鄭載暻 博士（農協中央会）

15:10～15:40 「日本の和牛生産において超音波診断技術の利用」  
撫 年浩 講師（日本獣医生命科学大学）

### 第4部—特別講演

15:50～16:20 「牛の定時授精プログラム選択のための超音波検査利用の有用性」  
大澤健司 准教授（岩手大学）

16:20～16:50 「超音波診断技術活用繁殖効率改善法案」  
裴政奎 研究員（金海畜協）



韓国超音波技術指導者と共に（農協中央会研究所にて）

## 平成 21 年度事業報告

(平成 21 年 10 月 1 日～平成 22 年 9 月 30 日)

(1) 大会の開催

第 2 回日本動物超音波技術研究会大会 (韓国動物超音波技術研究会との共同開催)

期 日 : 平成 21 年 12 月 4 日 (金) ～12 月 5 日 (土)

会 場 : 農協中央会 安城教育院, 韓国 京畿道 安城市

(2) 総会等の開催

役員懇談会 (平成 21 年 12 月 3 日)

(3) 研究会ホームページの開設

<http://sites.google.com/site/jscstec/home> (平成 22 年 6 月)

(4) 会報の発行

日本動物超音波技術研究会報第 2 号 (平成 22 年 9 月)

## 平成 21 年度収支決算

(平成 21 年 10 月 1 日～平成 22 年 9 月 30 日)

収入の部		(単位：円)	
項 目	本年度予算額	本年度決算額	
会 費	250,000	341,000	
印刷著者負担分	10,000	0	
広告費, 寄付	30,000	0	
繰越金	373,671	381,491	
預金利息	50	183	
合 計	663,721	722,674	

支出の部		(単位：円)	
項 目	本年度予算額	本年度決算額	
会報発行費	160,000	89,670	
大会開催補助費	100,000	0	
会報郵送費	20,000	0	
通信費	10,000	4,080	
事務費	20,000	4,500	
会議費	0	0	
旅費	50,000	10,000	
謝金	20,000	0	
振替手数料	10,000	0	
予備費	50,000	0	
繰越金	223,721	614,424	
合 計	663,721	722,674	

会報郵送費は次年度で処理いたします。

## 平成 22 年度事業計画 (案)

(平成 22 年 10 月 1 日～平成 23 年 9 月 30 日)

(1) 大会の開催

第 3 回日本動物超音波技術研究会大会

独立行政法人家畜改良センター（福島県西郷村）において今年 11 月に開催する予定で準備を進めて参りましたが、宮崎県における口蹄疫発生のため中止となりました。そのため、来年度改めて独立行政法人家畜改良センター，福島県西郷村において開催する方向で検討を進めています。

(2) 総会等の開催

①役員会（第 3 回大会開催時）

①総会（第 3 回大会開催時）

(3) 会報の発行

日本動物超音波技術研究会報第 3 号（平成 23 年予定）

## 平成 22 年度収支予算 (案)

(平成 22 年 10 月 1 日～平成 23 年 9 月 30 日)

収入の部		(単位：円)
項 目	本年度予算額	
会 費	250,000	
印刷著者負担分	10,000	
広告費, 寄付	30,000	
繰越金	614,424	
預金利息	100	
合 計	904,524	

支出の部		(単位：円)
項 目	本年度予算額	
会報発行費	120,000	
大会開催補助費	150,000	
会報郵送費	40,000	
通信費	10,000	
事務費	20,000	
会議費	10,000	
旅費	50,000	
謝金	30,000	
振替手数料	10,000	
予備費	60,000	
繰越金	404,524	
合 計	904,524	

## 日本動物超音波技術研究会会則

平成 20 年 12 月 6 日  
制 定

### (総 則)

- 第 1 条 本会は日本動物超音波技術研究会と称する。  
第 2 条 本会は、家畜及び家禽等への超音波利用に関する技術の普及、研究の促進及び  
会員相互の理解と発展を図ることを目的とする。  
第 3 条 本会の事務局は、会長の所属する機関に置く。

### (事 業)

- 第 4 条 本会はその目的を達成するため、つぎの事業を行う。
1. 研究会、技術研修会などの開催
  2. 会報の発行
  3. 超音波技術に関する情報・文献などの蒐集及び交換
  4. 肉用家畜の産肉能力改良及び肥育に関する研究とその事業の推進
  5. 家畜の妊娠診断に関する研究とその事業の推進
  6. センサ技術を利用した枝肉評価に係わる機器の改良・開発に関する事業
  7. その他本会の目的達成に必要な事業

### (会 員)

- 第 5 条 会員を分けて正会員及び賛助会員とする。
1. 正会員は本会の趣旨に賛同する個人
  2. 賛助会員は本会の趣旨に賛同する団体及び会社
- 第 6 条 正会員及び賛助会員になろうとするものは、本会に申込み、年会費を納めるものとする。
- 第 7 条 正会員及び賛助会員には会報を送付する。また、賛助会員には本会主催の研究会、技術研修会などに 2 名を上限として招待する。
- 第 8 条 会費を納めないもの及び本会の名誉を毀損したものは、評議員会の議を経て除名することができる。

### (役 員)

- 第 9 条 本会につぎの役員をおく。
- 会 長 1 名  
副会長 2 名  
評議員 10 名程度（うち若干名を地域代表とする）  
幹 事 若干名  
監 事 2 名
- 第 10 条 会長は会を代表し、会務を処理する。
- 2 副会長は会長を補佐し、会長に事故あるときは、その職務を代行する。
  - 3 評議員は本会の重要事項を審議決定する。
  - 4 幹事は庶務、会計、編集の会務を分担する。

5 監事は会計の監査を行う。

第 11 条 役員は総会において正会員から推薦または選出する。

第 12 条 各役員の任期は 2 年とする。ただし、再任は妨げない。

2 役員に欠員を生じ補充の必要があるときは第 11 条により補充することができる。後任者の任期は前任者の残任期間とする。

第 13 条 本会に顧問をおくことができる。顧問は評議員会で推薦し、総会において決定する。

(会 議)

第 14 条 会議は総会及び評議員会とする。

第 15 条 総会を分けて定期総会及び臨時総会とする。

2 定期総会は毎年 1 回開催し、会務の報告、役員、顧問の推薦または選出、予算の決定、決算の承認、その他、会の重要事項を審議決定する。

3 臨時総会は会長がとくに必要と認めたときに開催する。

第 16 条 評議員会は会長、副会長及び評議員をもって構成し、会務の重要事項を審議決定する。幹事及び監事は評議員会に出席し、意見を述べることができる。

(経 理)

第 17 条 本会の会計年度は毎年 10 月 1 日から翌年 9 月 30 日までとする。

第 18 条 本会の経費は会費、寄付金等をもってこれに充てる。会費は

正 会 員 年 額 3,000 円

賛助会員 年額 1 口 (10,000 円) 以上とする。

附 則

本会則は平成 20 年 12 月 6 日より施行する。

## 研究会報の発行ならびに改訂に関して

今回、無事、第2号の発行を行うことができました。関係各位に感謝いたしたいと思えます。

さて、研究会報発行に関しましては、原著などの原稿が重要です。ぜひ、超音波に関する貴重な成果を当研究会誌にご投稿くださるよう、お願い申し上げます。研究成果には多くの努力がかけられているはずですし、多くの方々の支援、協力もあったかと思えます。研究成果の発表は研究者にとって大切な公表の機会のひとつであるとお考えいただき、是非、本誌に投稿していただきますよう、お願い申し上げます。

なお、論文の種類は、原著論文、論説、新技術、テクニカルノート及び事例報告と多岐にわたっており、査読論文としても評価されます。今後、新たな記事内容も加えるなどの検討もしてゆきたいと考えておりますので、良いアイデア等がありましたら、事務局までお寄せください。

さらに、研究会のホームページも開設され、会報も、ネット上で多くの方が閲覧できるようになりました。

研究会ホームページ <http://sites.google.com/site/jscstec/home>

なお今後は冊子体からネットへの移行などをはかるべく、投稿規定などを改訂してゆきたいと思っております。そのため、研究会投稿規定につきましては、ホームページにて随時ご確認ください。

日本動物超音波研究会の発展のため、ご投稿にご協力していただき、また研究会報の新たなアイデアがありましたら、ぜひお寄せくださるようお願いいたします。

研究会編集幹事 入江 正和

日本動物超音波技術研究会報（日動超研報）  
第2号

平成22年9月30日 印刷

平成22年9月30日 発行

編集人 日本動物超音波技術研究会

発行人 代表者 原田 宏

〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西1-1

宮崎大学農学部動物遺伝育種学研究室内

Tel/Fax 0985-58-7198

E-mail: t-ishida@cc.miyazaki-u.ac.jp

編集幹事 入江 正和

編集委員 石田孝史・上村俊一・川田智弘・撫 年浩

印刷所 有限会社 いろは企画

〒889-1603 宮崎県宮崎市清武町正手3-19-2

（電話） 0985-85-5889