대한수의사회지 제20권 제7호
J. Korean Vet. Med. Assoc.
Vol. 20, No. 7, July, 1984

돼지의 妊娠診斷

金 昌 根*

緖 論

繁殖豚의 生産効率을 최대로 유지하기 위하여 一腹当産仔数를 증가시키는 방법도 중요하겠지만 더욱 중요한 것은 膣胎期間의 단축과 아울러 分娩間隔의 단축이라 하겠다. 이를 가능케하는 要因으로 여러가지를 고려할 수 있겠으나 人工授精 또는 交配後 보다 일찍 受胎如否를 알아내는 것이 필요하다. 早期 妊娠診断의 目的은 이외에도 妊娠豚에 대한 적정사양관리, 繁殖障害豚의 조기발견, 번식성적이 저조한 不良豚의 도태等 繁殖経営向上面에서도 큰 의의를 가지고 있다. 특히 근래에 우리나라 養豚業이 규모가 커지고 또한 번식경영 위주의 양돈농가가 많아지면서 부터 번식성적의 良否가 경영내용을 크게 좌우하는 要因으로 여겨지고 있다. 이를 해결하는 방안의 하나로 조기임신진단과 더불어 번식성적의 저하원인과 繁殖障害豚의 조기발견에 대한 지식이 필요하다고 본다.

각 養豚場마다 이용가능한 적절한 임신진단방법을 活用하므로서 번식돈의 年間分娩回数를 증가시킬 수 있으며 자돈생산수의 증가는 물론 不妊豚의 적절한 처리로 경영비의 절감효과를 높여야 할 것이다.

돼지에서 利用可能한 임신진단방법으로는 여러가지 방법들이 제시되어 왔다. 그러나 그 중에서 현재 많이 이용되고 있는 방법을 소개하고자 한다.

* 中央大学校 農科大学 畜産学科

姙娠診斷方法

(1) 発情再帰與否의 조사

人工授精 또는 자연종부후 다음 발정예정일에 再発이 오느냐에 근거하여 임신을 확증하는 方法(non-return法)이다. 発情再歸여부를 판단하는 가장 확실한 방법은 수퇘지의 승가 허용자세(standing reflex posture)를 기준할 때 이다. 왜냐하면 수퇘지가 없는 상태에서는 발정은 모든 암퇘지가 이러한 자세를 취하는 것이 아니기 때문이다(Signoret, 1970). 이 방법에서 誤診의 원인으로 지적되는 것은 정상발정주기의 長短에 따라 진단의 정확도가 달라지는 점이다. Dyck (1971)는 18~25日의 범위를 벗어나는 発情週期가 7~25%가 됨을 보고한 바 있다. 또한 경우에 따라서는 非妊娠豚에서 異常発情 또는 無発情姿勢를 보이는 개체가 있으므로 주의가 필요하다. 발정확인의 보조수단으로써 발정확인기구의 이용, 合成牡豚냄새물질의 이용, 牡豚求愛音을 녹음한 테이프의 이용 等을 들 수 있다. 특히 무엇보다 중요한 것은 발정관찰회수를 늘리고 인내와 정확한 발정확인의 경험이 필요하다. 발정확인의 시간이 많이 걸리며 早期胚死滅과 흡수로 인하여 발정재발이 늦게되는 母豚에서 誤診率이 높은 것이 이 방법의 결점이라 하겠다.

(2) 超音波診斷器의 利用

현재 이용되고 있는 초음파진단기는 그 作動原理에 따라 두가지 형태로 구분될 수 있다. 즉 子宮內 태아의 心拍動과 脈搏狀態를 측정하는 Doppler法과 子宮內의 胎水를 근거로 하여 진단이 가능한 echo法이 있다. 현재 시판되고 있는 진단기의 형태는 사진에서 보는 바와 같다.

Doppler法의 원리를 이용한 진단기는 産婦人科学領域에서 임신진단, 異常妊娠診斷, 分娩監視등의 목적으로 많이 사용되는 것이다.

가축에서는 羊에서 제일 먼저 利用되었다. 그 후 여러 研究者에 의하여 여러 가축에서의 응용이 시도되어 왔다. 일정주파수의 超音波가 연속적으로 体內로 발사될 때 정지된 내부장기에 대한 반사파는 入射波와 다른 주파수를 나타내기 때문에 태아나 母体의 心拍動에 대한 반사음이 수신기, 확성기를 통해서 듣거나 또는 전류검출관상에 나타나는 可視的 信号를 보아서 판단할 수 있도록 고안된 장치이다. 子宮內에 있는 태아는 임신 15~16日경 体長이 10㎜가 되는 때부터 심박동이 시작되며 심박동을 근거로 실제 임신진단이 가능한 시기는 교배후 19일경 부터이다. 交配後 30日이전에도 어느정도 진단이 정확하나 40日이후에는 100%진단이 가능하다.

Doppler法에서 태아와 母体간의 心拍動 率은 쉽게 구분된다. 태아 심박동수가 모체보다 약2~3倍 많아서 모체의 심박동수는 1분에 80~130회 인데 반해 태아는 170~250회가 된다. 태아의 心拍動 Doppler 信号音을 검출할 수 있는 부위는 임신초기에서는 膝壁直前의 臍部가 되며 임신중기 이전에는 最前部乳頭를 제외한 각 유두부근으로부터 15~20㎝ 背後까지의 복부에서 청취가 가능하다. 그간에 報告된 대표적인 例를 들어보면 表1과 같다.

실제 판매되고 있는 진단기구는 日本의 "Heart-tone", USD-1 (Aloka Co.)과 영국의 Doppler pregnancy defector (Medata Systems Ltd)가 있으며 임신 25일부터 진단이 가능하다.

Echo法인 超音波增幅深層分析法 (Amplitudede depth technique)은 A-scan法, A-scope法 또는 A-mode 法이라고도 부르고 있다. 이 진단기의 作動原理는 送信器로 부터 照射된 超音波 에너지가 임신자궁내용물(태아, 尿水, 羊水, 등)과 내장 또는 복벽과의 抵抗差로 생기는 聽覺的 에너지를 電気에너지로 변환 증폭시켜서 그 echo를 陰極線検出管에 나타내는 방법이다. 임신의 판정은 echo signal의 크기에 따라 결정된다. Lindahl 등 (1975)은 그 MHz의 수신기를 이용하여 얻어진 신호가 임신돈은 15~20㎝ 깊이가 되며 비임신돈은 5㎝깊이로 신호가 구분된다고 하였다. 이 임신진단기를 이용하여 얻어진 주요결과는 表2와 같다.

表1. Doppler 法에 의한 임신진단 정확도

보 고 자	측정수	교 배 후 진단시기	적 중 률 (%)
Fraser와 Robertson (1967)	8	6~12주	75
Too 등 (1974)	12	22~29일	58
	22	30~39일	82
	49	>40일	100
Pierce 등 (1976)	9	12~24일	22
		19~23일	33
	84	24~28일	68
		29~33일	82
		>34일	100
Benjaminsen과 Karlberg (1980)		30~60일	94

表2. Echo法 진단기의 임신진단 정확도

보 고 자	측정수	교 배 후 진단시기	적중률 (%)
Lindahl등 (1965)	100	30~90일	100
O' Reilly (1976)	772	0~30일	55
		31~90일	98
		>91일	84
Hansen과 Christiansen (1976)	96	30~50일	98

그림 1. 현재 시판되고 있는 초음파 진단기

현재 판매되고 있는 제품으로는 독일의 TRAG Test (Agrar-Elektronik社), 불란서의 TUS 20 electronic pregnancy detector (Rock-all France SA社), 미국의 Pregsonic (Agricultural Electronics), Preg-Tone, Renco Preg-Alert (Renco Corporation社), Scanopreg (Ithaco社), ILIS PREG-Test, ILIS PREG-CHEK (IUS社)가 있다. 이중에서 Renco Preg-Alert와 ILIS PREG-CHEK는 임신진단과 더불어 등 지방두께와 loin 두께까지도 측정이 가능토록 제작된 기기이다.

(3) 直腸検査法

소에서 널리 利用되고 있는 직장검사법이 돼지에서는 Huchzermeyer와 Plonait (1960)에 의하여 처음 시도되었고 그후 Camerson (1977), 折田 (1979), Balke와 Elmore (1982)에 의하여 계속 소개되어 왔다. 이 방법은 특별한 保定이 필요없고 실시가 간편하며 짧은시간에 진단할수 있을 뿐만 아니라 卵巢, 子宮角, 자궁경관의 촉진이 가능하기 때문에 不受胎豚의 임상진단의 효과도 동시에 얻을 수 있는 長点이 있다. 그러나 체구가 작거나 검사자의 손이 클 경우 제한이 있는 것이 결점이다. 검사요령은 소에서 행하는 방법과 유사하나 단지 체구가 작다는 점을 고려하면서 실시하면 된다. 肛門으로부터 30~40㎝깊이에서 자궁경관과 자궁을 촉진한 다음 골반강 左右內壁에 밀착된 직경 1㎝정도의 外腸骨動脈을 촉진하고 다시 약 50㎝前後에서 이 동맥과 수직교차되는 中子宮動脈을 촉진하게 된다. 이때 임신한 돼지에서는 특이한 拍動과 血流振動을 느낄 수 있다. 発情期에는 이 혈관의 직경이 2~4㎜이던 것이 임신 3주에서 약 5㎜로 증가되며 60日에서는 1㎝이상의 된다. 보다 정확한 진단을 위해서는 다음 발정 예정일에 가깝게 실시하는 것이 효과적이다. 직장검사에서 誤診을 일으키게 하는 주된 原因으로는 개체에 따라 中子宮動脈의 妊娠拍動의 強弱에 차이가 있으며 拍動을 나타내는 시기도 개체간에 차이를 들 수 있다. 특히 최근에는 직장에 손을 넣는 것을 대신하여 직장probe를 이용하는 방법이 소개되고 있다. 이 방법은 본래 妊娠羊에서 1頭以上 몇마리의 仔羊이 들어 있는가를 검사하기 위하여 쓰이는 방법이다. 30㎝길이의

表 3. 直腸検査法에 의한 임신진단의 정확도

보 고 자	교배후 진단시기	임 신 적 중 률	비 임 신 적 중 률
Fritzsch와 Hiihn (1976)	30~80일 (초산돈)	80.6% (636두)	29.7% (60두)
	30~80일 (경산돈)	89.0% (1023두)	15.8% (55두)
	21~30일	84.6% (26두)	20.0% (5두)
Cameron (1977)	31~60일	93.2% (336두)	55.8% (52두)
	>60일	99.0% (98두)	66.7% (3두)
折田 (1979)	20~24일	55.0% (20두)	
	25~29일	85.7% (35두)	
	30~34일	90.3% (31두)	
	35~39일	92.0% (25두)	
	40~49일	88.2% (34두)	
	50~59일	93.3% (15두)	
	≧60일	95.7% (23두)	
Benjaminsen과 Karlberg (1980)	30~60일	100.0% (86두)	100.0% (34두)

stainless steel끝에 bulbous tip이 부착된 기구를 사용하며 수신기로서 Doppler 임신진단기의 수신기를 그대로 이용할 수 있다. 중자궁동맥의 拍動과 血流를 측정할 수 있도록 고안된 것이다. 측정요령은 사진 상단 우측내용과 같다. 妊娠15~18日이면 진단이 가능하다. 그러나 아직 연구단계이다. 직장검사법에 의한 임신진단의 결과를 보면 표3과 같다.

(4) 膣粘膜Biopsy法

질점막上皮細胞層의 두께가 발정기에는 두텁고 발정휴지기에는 얇아지는 주기적 변화를 지표로 하여 진단하는 방법이다. 앞에서 언급된 non-return法과 유사하며 발정상태를 간접적으로 진단하는 방법이다. Diehl과 Day (1973) 에 의하여 표준방법이 제시되었다. 조직 sample을 側上部질벽에서 채취하는데 자궁경관으로 부터 뒷쪽으로 8 cm되는 부위이다. 채취한 조직을 포르마린에 고정한 다음 조직표본을 만들어 질점막상피세포의 두께와 세포층을 측정한다. 상피두께가 5~20층일 때 발정으로, 3~5세포층으로 줄어들면서 표면층세포의 일부가 탈락이 시작될때를 발정후기, 2~3세포층으로 낮아졌을때를 발정휴지기로 간주한다. 대개 교배후 18~25日이면 질상피검사로서 진단이 가능하다. Walker (1972)가 1963~1970년 사이의 보고를 종합해 본 결과에서 임신진단의 정확도는 94~100%로 나타나있다. 이 방법은 다음 발정예정일에만 가능하며 발정휴지기에 있는 것이 임신으로 誤診되는 경우를 주의해야 한다. 대체로 임신 30일以前과 임신 90日 以後의 상피모양은 非妊娠豚의 것과 유사하다.

表4. 질점막 Biopsy에 의한 임신진단의 정확도

보 고 자	교배후 측정시기	임 신	비 임 신
Diehl과 Day (1973)	20~25일	95.5% (156두)	94.4% (18두)
Bosc등 (1975)	18~29일	96.7% (573두)	71.5% (144두)
McCanghey (1979)	17~22일	99.4% (168두)	77.3% (22두)

임신진단의 대표적인 성적을 보면 表4와 같다.

(5) 血中 Hormone検査法

① Progesterone 측정

交配後 17~24日에 採血하여 血漿內 progesterone을 RIA 또는 Competitive protein binding法으로 측정한 실험에서 Robertson과 Sarda (1971)는 양호한 결과를 얻었다. 대개 그 수준이 5 ng/ml以上이면 妊娠으로 간주할 수 있으며 그 以下이면 不姙으로 판단한다. Ellicot와 Dziuk (1973)은 난소적출 未経産豚에서 4ng/ml이하 수준에서는 임신유지가 불가능함을 보고하였다. MacNeil (1979)은 9,920두의 경산돈에서 호르몬분석법으로 임신돈 92%, 비임신돈 99%의 정확도를 가지고 임신진단을 할 수가 있었다. 그러나 이 방법은 고가의 측정시설이 필요할뿐만 아니라 특히 정상발정주기보다 짧거나 긴 경우 또는 배사멸의 시기가 늦은 개체, progesterone수준이 본래 낮은 豚에서 誤診率이 높은 것이 단점이다. Willamson 등 (1980)의 결과를 보면 表5와 같다.

表5. 血中 Progesterone측정에 의한 임신진단 정확도

구 분	검사돈수	정 확 도
임 신 돈	217두	210두 (97%)
비 임 신 돈	136두	81두 (60%)
발정재발 지연돈	119두	64두 (54%)
18~24일 재발정돈	17두	17두 (100%)
계	353두	291두 (82%)

② Estrogen 측정

임신돈에서 상당히 많은 양의 estrogen이 尿內로 배설되는 것으로 알려져 있다. Kawata와 Fukui (1977)는 尿中 estrogen을 이용한 임신진단방법들의 결과를 종합보고 하였다. Robe-

表 6. 각 妊娠診斷方法의 특징과 진단정확도

方法	診斷時期	正確度(%)		所要時間	診斷場所
		妊娠豚	非妊娠豚		
発情再歸調査	18~25日	100	40~99(85)	즉시	현장
直腸検査法	30日以上	80~100(95)	20~100(50)	즉시	현장
Doppler法	30日以上	95~99	95~99	즉시	현장
A-mode法	30~80日	95~99	80~96(92)	즉시	현장
膣粘膜上皮	18 ~25日	90~100	50~100(75)	2~3日	실험실
血中 progesterone 측정	17~24日	92~97	55~99	2~3日	실험실
血中estrogen측정	20~34日	>95	>95	2~3日	실험실

rtson과 King(1974)은 돼지에서 estrogen의 증가가 임신 16일에 최초로 일어나 임신 23~30日사이에서 최고 3 ng/ml 이상에 달하며 46日에서는 35pg/ml으로 감소됨을 보고하였다. 또한 여기서 최초의 상승은 주로 estrogen sulphate이라고 하였다. 임신 23~30日사이의 estrone sulphate측정이 임신진단에 양호한 결과를 기대할 수 있다. Robertson과 King(1974)의 RIA法은 실제 응용하기는 너무 복잡하니 현재 실용적인 방법중의 Saba와 Haltersley(1981)의 방법이다. 後者의 방법으로 임신 26~28日에 채혈한 혈장중 임신돈 87두의 것은 estrogen과 estronesulphate를 합하여 2.7ng/ml이었고, 비임신돈 21두에서는 0.5ng/ml 이상이 한마리도 없었다. Cunningham(1982)는 estrone sulphate가 0.5 ng/ml이상의 豚을 임신으로 간주할때 임신진단 정확도가 98.9% 임을 보고하였다.

③ Prostaglandin측정

최근 RIA方法으로 血中$PGF_2\alpha$의 측정도 임신진단 방법이 됨을 Martinat-Botte등(1980)이 보고하였다. 이는 자궁내에 胚가 생존해 있을때 자궁내로 $PGF_2\alpha$의 분리가 방지된다는 보고에 기초한 것이다. 대개 임신 11~16日 사이에서 $PGF_2\alpha$의 농도가 낮은데 그들은 389두 조사에서 임신돈에서 90%, 비임신돈에서는 68%의 정확도를 얻었다. 그러나 아직 이 방법은 보다 정확도를 높이기 위한 더 많은 연구가 필요하다.

(6) 其他方法

위에 언급된 方法이외의 몇가지 방법이 있을 수 있는데 주로 연구목적으로 사용되거나 또는 아직 연구단계에 있는 것들이다. 그중 Wildt등(1973)에 의하여 laparoscopy法이 소개되어 있는데 정중선을 절개한후 trocar와 cannula를 난소위치의 앞부분에 넣은후 trocar는 제거하고 5mm의 laparoscope를 넣어 자궁의 色과 수축정도, 난소형태의 차이를 임신돈과 비임신돈을 비교하는 방법이다. 교배후 14~16일에서 거의 100%의 정확도를 얻을 수 있다. 그리고 胚가 착상되기 이전에보다 이른 시기에 임신진단을 위한 방법으로서 尿中에 progesterone代謝物質을 측정하는 방법과 胚와 母体간에서 나타나는 면역억제물질의 측정방법에 의한 早期妊娠診斷의 方法이 연구되고 있으나 현재까지로서는 교배후 10일이내의 着床前에 胚의 存在를 알아내는 방법은 없다고 하겠다.

結 論

임신진단을 위하여 利用할 수 있는 여러가지 方法들을 간단히 소개하였다. 가장 효율적인 방법이 되기 위해서는 진단의 정확도가 높고 사용하기에 간편할 뿐만 아니라 경제적이어야 한다.

또한 방법에 따라서는 이용자의 숙달도 중요하다. 養豚場의 규모에 따라서도 이용할 수 있는 方法에 차이가 있다. 기구구입이 어려운 곳에서는 発情再歸如否와 直腸検査法이 가장 좋은 방법이 될 것이며 규모가 큰 양돈장에서는 초음파진단기의 이용이 바람직 하다.

그러나 기구사용의 숙달과 양돈장의 시설구조에 따라서는 오히려 진단기 사용의 불편때문에 기피하는 곳도 없지 않다. 실험실운영이 가능한 곳이라면 호르몬分析 또는 질점막 상피조사 등의 방법도 응용되어야 할 것이다. 아직 우리나라에서는 호르몬분석시설을 갖추고 외부에서 의뢰해 오는 試料를 分析해 주는 곳은 없으나 앞으로 이 분야에 대한 투자도 예측되기 때문에 외국처럼 호르몬분석에 의한 방법의 利用도 멀지 않아 실현될 것으로 본다.

지금까지 언급된 方法의 특징과 효과를 간단히 요약해 본다면 表6과 같다.

參考文獻

1. Balke, J. M. E. and R. E. Elmore. 1982.: Pregnancy diagnosis in swine: A comparison of the fechnique of rectal palpation and ultrasound. Theriogenology, 17 : 231－236.
2. Benjaminsen, E. and K. Karlberg. 1980.: Pregnancy examination in the sow: A comparison of two types ultrasound equipment and rectal examination. Nord. Vet. Med., 32 : 417～422.
3. Bose, M. T., F. Martinat-Bottle and A. Nicolle. 1975.: Etude de deux technique de diagnostic de gestation chez la Truie. Annls Zootech., 24 : 651～660.
4. Camerson, R. D. A. 1977.: Pregnancy diagnosis in the sow by rectal examination. Aust. Vet. J., 53 : 432～435.
5. Cunningham, N. F. 1982.: Pregnacy diagnosis in sows based on serum oestrone sulphate concentration. Br. Vet. J., 138 : 543～544.
6. Diehl, J. R. and B. N. Day. 1973.: Utilization of frozen section with the vaginal biopsy technique for early pregnancy deagnosis in swine. J. Anim. Sci., 37 : 114～117.
7. Dyck, G. W. 1971.: Puberty, post weaning estrus and estrous cycle length in Yorkshire and Lacombe swine, Can. J. Anim. Sci., 51 : 135～140.
8. Ellicot, A. R. and P. J. Dziuk. 1973.: Minimum daily dose of progesterone and plasma concentration for maintenance of pregnancy in ovariecto mized gilts. Biol. Reprod., 9 : 300～304.
9. Fraser, A. F. and J. G. Robertson. 1967 : The detection of foetal life in ewes and sows. Vet. Rec., 80 : 528～529.
10. Fritzsch, von M. and U. Hühn. 1976.: Untersuchungen zur rektalen trächtig keits diagnostik bei jung-und Altsauen vom. 30, bis 80, tag post insemina tionem. Mh. Vet. Med., 31 : 356－371.
11. Hansen, L. H. and Ib. J. Christiansen. 1976.: Fruhe trachtigkeits diagnose beim schwein mit eimen neuent wickelten ultraschall-A-skam-gerat. Zuchthygiene, 11 : 19～21.
12. Huchzermeyer, F. and H. Plonait. 1960.: Trächtigkeits diagnose und rectalun tersuchung beim schwein. Tierärztl, Umsch., 15 : 399～401.
13. Kawata, K. and Y. Fukui. 1977. : Pregnancy diagnosis in the pig: A review. Folia. Vet. Lat., 7 : 91～110.
14. Lindahl, I. L, J. P. Totsch, P. A. Martin, and P. J. Dziuk. 1975.: Early diagnosis of Pregnancy in sows by ultrasonic amplitude－depth analysis. J. Anim. Sci., 40 : 220～222.
15. Macneil, F. 1979.: Blood testing for pregnancy. Pig Fmg., Sept, 40～43.
16. Martinat-Botte, F., J. Gautier, P. Depres. and M. Terqui. 1980.: Application dun eiagnostic trés précoce de gestation en élevage porcin. Tounées dela Reckerche Porcine en France, PP 167～170 Paris, L' Institute Technigue du Porc.
17. McCaughey, W. J. 1979.: Pregnancy diagnosis in sows : Acomparison of the vaginal biopsy and doppler ultrasound techniques. Vet. Rec., 104 : 255～258.
18. O' Reilly, P. J. 1976.: Pregnancy diagnosis in pigs by ultrasonic, amplitude depth analysis-A tield evaluation. Ir. Vet. J., 24 : 165～167.
19. Pierce, J. E., C. C. Middleton. and J. M. Phillips. 1976.: Early pregnancy diagnosis in swine using doppler ultrasound, Proc. 4 th. Int. Corgr, pig Vet. Soc., Ames, Iowa, U. S. A. P. D. 3.
20. Pig International, 1981.: Probing into pregnancy. May, PP. 60～64.
21. Robertson, H. A. and G. J. King. 1974.: Plasma Concentrations of progesterone, oestrone, Oestrodiol-17β and of oestrone sulphate in the pig at implantation during pregnancy and at parturition. J. Reprod. Fertl., 40 : 133～141.
22. Robertson, H. A. and J. R. Sarba, 1971.: A very early pregnancy test for mammals : Its application to the cow, ewe and sow J. Erdocr., 49 : 407～419.
23. Sabe, N. and J. P. Hattersley, 1981.: Direct

estimation of oestrone sulphate in sow serum for a rapid pregnancy diagnosis test. J. Peprod. Fertil., 62 : 87～92.
24. Signoret, J. P. 1970 : Reproductive behavior of Pigs. J. Reprod. Fertil., Suppl, 11 : 105～117.
25. Too, K., K. Kawata., Y. Fukui., K. Sato., K. Kagoto, and K. Kawabe. 1974 : Studies on pregnancy diagnosis in domestic animals by an ultrasonic doppler method; I. pregnancy diagnosis in the pig and fetal heart rate changes during pregnancy, Jap. J. Vet. Res., 22 : 61～71.
26. Walker, D. 1972.: Pregnancy diagnosis pigs. Vet. Rec., 90 : 139～144.
27. Wildt, D. E., S. Fujimoto., J. L. Spencer. and W. R. Dukelow. 1973.: Direct ovarian observation in the pig by means of laparoscopy. J. Reprod. Fertil., 35 : 541～543.
28. Williamson, P., D. P. Hennessey. and R. Cutler. 1980.: The use of progesterone and oestrogen concentrations in the diagnosis of pregnancy, and in the study of seasonal in fertility in sows. Aust. J. agric. Res., 31 : 233～238.
29. 折田浩－1979：直腸検査法による豚の妊娠診断. Ⅰ. 家畜繁殖誌, 25(別輯 18號) : 15～17.