

PGF2 α およびPGF2 α -A投与による豚の分娩誘起試験

誌名	鳥取県中小家畜試験場試験研究報告
著者	河嶋, 典夫 浅井, 孝康 中村, 俊 成相, 裕繁 設楽, 修 山口, 和光 西本, 尚武 中野, 栄
巻/号	46号
掲載ページ	p. 41-49
発行年月	1985年3月

PGF_{2α} およびPGF_{2α}-A 投与による豚の分娩誘起試験

河嶋典夫・浅井孝康（鳥取・中小畜試）
中村 俊・成相裕繁（島根・種豚場）※
設楽 修・山口和光（兵庫・畜試）
西本尚武・中野栄（和歌山・畜試）

※は、現在の島根県畜産試験場斐川分場

要 約

鳥取・中小畜試、島根・種豚、兵庫・畜試および和歌山・畜試に繋養の繁殖雌豚595頭を用いて、PGF_{2α}、PGF_{2α}-A（ICI-80996、ONO-1052）の3種類のPGF_{2α}製剤の投与による豚の分娩誘起効果を検討した。試験豚は交配日を妊娠0日とする妊娠111日、112日、113日の3区に分け、PGF_{2α}製剤は15mg、ICI-80996は175μg、ONO-1052は70μgを筋注し、分娩の発来状況および副作用などの有無を調査した。（なお、ONO-1052については、初産豚に試験薬投与後更にエストリオール25mg筋注した。）

投与から分娩開始までの所要時間は各PGF_{2α}製剤ともほとんど差がみられなかったが、妊娠日令間に差がみられ、113、112、111日の

順に分娩予定日に近いものが分娩開始までの所要時間が短くなる傾向がみうけられた。また、投与から分娩開始までに長時間を要したものの割合についてはPGF_{2α}がPGF_{2α}-Aより出現率が高い傾向がみうけられた。

以上の結果からPGF_{2α}15mg、PGF_{2α}-A（ICI-80996、175μg、ONO-1052、70μg）を妊娠111～113日の豚に投与した分娩誘起は各製剤とも、比較的一定の時間帯に分娩させることができ、この誘起により難産その他の悪影響は全くなく、分娩の状況は自然分娩と変わらなかった。また、各製剤の効果についても優劣なく、いずれも豚の分娩の同期化技術の実用化に十分利用できるものと思われた。

緒 言

近年、哺乳動物におけるプロスタグランF_{2α}（以下PGF_{2α}と略す）の体内分布、生理的作用、代謝等についての基礎的研究¹⁻⁵が急速に進展し、これらに伴い臨床応用として繁殖領域の生理的役割ならびに薬理的作用について関心が高まり、畜産の分野においても性周期の同期化⁶⁻²⁰や繁殖障害の治療、分娩の誘起など、すでにかなりの研究が進み、その実用化が注目されるようになってきた。

PGF_{2α}を応用して豚の分娩時期を人為的に任意に調節する技術が確立されれば、分娩の同期化はもとより、ひいては子豚の同時離乳によるオールイン・オールアウト方式並びに母豚の発情の同期化にもつながり、養豚経営の合理化、労力の省力化が一層可能となるものと思われる。

また、最近PGF_{2α}のAnalogue（以下PGF_{2α}-Aと略す）の開発が進み、PGF_{2α}-AはPGF_{2α}より性周期の同期化および分娩

誘起に効果が良いとも報告をみている。

そこで、鳥取・中小畜試、鳥根・種豚、兵庫・畜試、和歌山・畜試の4場の協同試験として、今後我が国において市販されると推察されるPGF

2 α およびPGF 2 α -Aについて分娩誘起試験を実施し、これら各社のPGF 2 α 製剤の効果を検討し、養豚農家の指導指針および集約分娩管理の技術体系の確立を検討することとした。

材料および方法

供試豚は鳥取・中小畜試(220頭)、鳥根・種豚(226頭)、兵庫・畜試(72頭)、和歌山・畜試(77頭)で昭和54年2月から昭和56年12月までの間に分娩予定のランドレース、大ヨークシャー、ハンブシャー、デュロック種の未経産豚ならびに経産豚あわせて595頭とそれらから生産された子豚を用いた。

試験区分は分娩誘起薬剤の要因と妊娠日令の要因に分け、分娩誘起薬剤についてはPGF 2 α 投与区とPGF 2 α -A投与区に区分し、PGF 2 α -A投与区は更にICI-80996投与区、ONO-1052投与区に分け、計3区に区分した。妊娠日令の要因については、交配日を妊娠0日として起算した妊娠111日、112日、113日の3区に分けて実施した。

供試薬はPGF 2 α については富士薬品㈱提供のアンブル中にPGF 2 α 15mg含有のものを使用し、PGF 2 α -Aについては住友化学工業㈱提供によるアンブル2m ℓ 中にICI-80996(PGF 2 α -A)を175 μ g含有のものおよび小野薬品工業㈱提供のアンブル2m ℓ 中にONO-1052(PGF 2 α -A)を70 μ g含有のものを使用した。

注射方法は午前10時を中心に各薬剤とも所定量を筋注し、注射時点ですでに分娩前駆徴候が見られたものは試験から除外した。

なお、ONO-1052については初産のものに更にエストリオール25mgを筋注し、頸管の弛緩に配慮した。

試験結果および考察

1. 投与後の供試豚の状態

投与後、出来る限り間断なく挙動、泌乳の状況を観察した。その結果は各薬剤および各妊娠日令区ともいづれも同様で、投与後まもなく排糞、挙動の落ち着きのなさ、前かき、巣作りなどが観察された。この現象はPGF 2 α においてもDiehlら²⁶⁾、Ashら³⁵⁾、山田ら^{33,34)}も同様の現象を報告しており、また乳汁の分泌については乳頭を指先で搾ると乳汁の出るようになる時間は大体分娩前3~6時間であったが、個体差がみうけられた。菅原ら³²⁾も同様の報告をしており、これらの現象は自然分娩においても分娩の前徴として観察されるものであり、悪い副作用と考える必要はないものと思われされる。

2. 投与から分娩開始までの所要時間

投与から分娩開始(第1子の娩出)までの所要時間について、妊娠日令および供試薬剤別の区分に分けてみると表-1のとおりで、各場間(23.31~34.31時間)および各区分(24.98~31.74時間)にやや変動がみられた。

妊娠日令別の平均についてみると妊娠111日投与ではPGF 2 α 、ICI-80996、ONO-1052の順に短かく、それぞれ29.22時間、29.61時間、31.74時間と各区分とも平均29時間以上の所要時間であった。妊娠112日投与ではONO-1052、ICI-80996、PGF 2 α の順に短かく27.69時間、28.14時間、28.41時間で、妊娠111日より平均1時間以

上の時間の短縮をみている。

妊娠113日投与ではICI-80996、ONO-1052、PGF2 α の順に短かく24.98時間、26.35時間、26.69時間で、112日投与と比較して更に1時間以上の短縮となっており、

各薬剤とも分娩予定日に近いものが投与から分娩開始までの所要時間が短くなる傾向がみうけられ、推計処理の結果においても表-2のとおり、妊娠日令間に1%水準で有意な差が認められた。

表-1 投与後分娩開始までの時間

(単位 時間)

薬 剤 名		P G F 2 α	P G F 2 α - A	
			ICI-80996	ONO-1052
妊 娠 111日投与	鳥 取	27.18 \pm 4.82	29.48 \pm 5.20	29.50 \pm 7.15
	鳥 根	29.79 \pm 5.27	28.61 \pm 5.22	34.31 \pm 9.75
	兵 庫	—	30.83 \pm 7.96	—
	和 歌 山	30.58 \pm 7.10	29.61 \pm 3.72	—
	計	29.22 \pm 5.42	29.35 \pm 5.24	31.74 \pm 8.66
妊 娠 112日投与	鳥 取	29.96 \pm 4.70	29.46 \pm 5.48	27.58 \pm 6.56
	鳥 根	28.42 \pm 5.72	27.30 \pm 5.64	27.45 \pm 6.46
	兵 庫	24.85 \pm 2.82	28.75 \pm 6.98	26.12 \pm 11.02
	和 歌 山	28.81 \pm 1.86	27.09 \pm 4.03	30.30 \pm 5.95
	計	28.41 \pm 4.79	28.14 \pm 5.48	27.69 \pm 6.93
妊 娠 113日投与	鳥 取	27.24 \pm 5.86	23.31 \pm 7.29	24.81 \pm 8.72
	鳥 根	27.36 \pm 9.85	26.15 \pm 9.61	26.55 \pm 6.51
	兵 庫	27.09 \pm 4.35	25.67 \pm 4.30	29.91 \pm 6.78
	和 歌 山	24.89 \pm 4.98	27.39 \pm 2.84	26.80 \pm 5.60
	計	26.69 \pm 7.19	24.98 \pm 7.68	26.35 \pm 7.64

注：平均 \pm 標準偏差

表-2 投与後分娩開始までの時間の分散分析

変 動 因	d · f	S S	M S	修 正 (MS \times NO)	F
妊 娠 日 令 間	2	21.9541	10.9770	38.2416	12.311 ※※
薬 剤 間	2	2.2569	1.1285	3.9313	1.266
交 互 作 用	4	3.1061	0.7765	2.7052	0.871
誤差(副次級内)	24	74.5502		3.1063	

薬剤間においてはPGF 2 α およびPGF 2 α -A (ICI-80996、ONO-1052)の間には差はなかった。なお棄却検定有意と認められ、棄却したものについてみると表-3のとおりで区間別では0.0-2.1.4%と変動が大きく、特に妊娠111日投与区において投与後分娩開始までに長時間を要したものの出現率が高く、薬剤間においてはPGF 2 α はPGF 2 α -Aより出現率が

高い傾向が認められた。

しかし、今回分娩開始までに長時間を要したのも、次回では正常(平均的)な分娩をみておりこの原因は不明で、豚自身のその時の体調(特に分娩頭数が3頭以下の場合長い傾向がみうけられる)によるものか技術的な問題があったのか、今後更に検討を重ねる必要がある。

表-3 棄却検定有意なものの出現率

妊娠日令別		薬 剤 名	P G F 2 α - A		
			P G F 2 α	ICI-80996	ONO-1052
			%	%	%
妊 娠	111日投与	6/28 (21.4)	6/48 (12.5)	3/35 (8.6)	
	112日投与	4/28 (14.3)	1/67 (1.5)	0/81 (0.0)	
	113日投与	6/77 (7.8)	3/108 (2.8)	1/94 (1.1)	
計		16/133 (12.03) ^a	10/163 (6.13) ^{ab}	4/210 (0.12) ^b	

- 注：1. 分子/分母 = 棄却された頭数/例数
 2. ()内は上記割合
 3. 計の異符号間は有意

3. 分娩誘起効果

分娩誘起の効果について投与後38時間以内に分娩したものの割合についてみると表-4のとおりで、(午前10時に投与した場合をその翌日中に分娩開始することを目安として38時間以内に分娩開始したものについて調査)妊娠111日投与ではONO-1052、PGF 2 α 、ICI-80996の順に多くそれぞれ86.67%、86.21%、85.19%で、各薬剤間にほとんど差がなく85~86%であった。妊娠112日投与ではONO-1052、ICI-80996、PGF 2 α の順に95.06%、94.37%、84.85%で、PGF 2 α -Aにおいては両区とも94%以上を示めしている。妊娠113日投与ではICI-

80996、ONO-1052、PGF 2 α の順にそれぞれ94.69%、91.49%、89.29%で、PGF 2 α で89%、PGF 2 α -Aで91%以上の成績を示めし、PGF 2 α よりPGF 2 α -Aがやや分娩誘起の割合(効果)が高いような傾向がみうけられたが、X²検定の結果、妊娠日令、薬剤間とも各区の間に有意な差は認められなかった。

即ち、これらの成績より、PGF 2 α およびPGF 2 α -AのICI-80996、ONO-1052は分娩誘起効果が優れ、各供試薬剤とも投与後から分娩開始の時間も推定でき、分娩同期化技術として実際に応用できるものと考えられる。

表-4 投与後38時間以内に分娩したもの

薬 劑 名		P G F 2 α	P G F 2 α - A	
			IC I - 8 0 9 9 6	ON O - 1 0 5 2
妊娠日令別				
妊 娠 111日投与	鳥 取	7/7 (100.0 %)	14/15 (93.33 %)	15/16 (93.75 %)
	鳥 根	14/17 (82.35)	18/20 (90.0)	11/14 (78.57)
	兵 庫		5/9 (55.56)	
	和 歌 山	4/5 (80.0)	9/10 (90.0)	
	計	25/29 (86.21)	46/54 (85.19)	26/30 (86.67)
妊 娠 112日投与	鳥 取	7/8 (87.50)	20/22 (90.91)	32/34 (94.12)
	鳥 根	13/15 (81.25)	25/25 (100.0)	29/30 (96.67)
	兵 庫	4/4 (100.0)	7/8 (87.50)	8/8 (100.0)
	和 歌 山	4/5 (80.0)	15/16 (93.75)	8/9 (88.89)
	計	28/33 (84.85)	67/71 (94.37)	77/81 (95.06)
妊 娠 113日投与	鳥 取	22/22 (100.0)	53/54 (98.15)	39/41 (95.12)
	鳥 根	25/32 (78.13)	37/42 (88.10)	27/30 (90.0)
	兵 庫	9/11 (81.82)	11/11 (100.0)	13/15 (86.67)
	和 歌 山	19/19 (100.0)	6/6 (100.0)	7/8 (87.50)
	計	75/84 (89.29)	107/113 (94.69)	86/94 (91.49)

注：1) 分子/分母 = 38時間以内に分娩した例数/全例数

2) ()内の数字は上記割合

4. 分娩の状況

分娩の状況は子豚の娩出所要時間、分娩子豚の状態および生存率に分けて検討した。

子豚の娩出所要時間は分娩子豚頭数との関係が深く所要時間のみで比較することには問題がある

が、各区の平均についてみると表-5のとおりで、ブロックでは2.07~4.56時間とやや変動が大きかったが、妊娠日令別では111日投与でONO-1052、PGF2α、ICI-80996の順に3.41時間、3.52時間、3.60時間とほとんど差がなく、112日投与でもONO-1052、

ICI-80996、PGF2 α の順に2.95時間、3.19時間、3.32時間と差はわずかで、113日投与ではONO-1052、PGF2 α 、ICI-80996の順に3.09時間、3.42時間、3.61時間とやや差がみうけられたが、推計処理の結果は妊娠日令間、薬剤間とも差はなかった。また、分娩誘起による難産や後産停滞は各薬剤とも認められず、分娩の経過は正常であった。これら子豚娩出所要時間の成績はDiehlら²⁶⁾、菅原ら³²⁾、山田ら³³⁾の報告とよく一致しており、彼らは、PGF2 α の投与による分娩の経過について特に異常と思われる状態のものはなく、自然分娩の場

合と差がなかったと述べている。

分娩時の子豚の状態は表-6のとおりで、分娩子豚頭数の1腹当たりの平均は9.47~10.24頭で各区とも平均頭数および変動ともほとんど差がなかった。

異常子豚数(死産子豚および娩出直後死亡した子豚の総数)の平均は0.29~0.76とやや差がみうけられたが、妊娠日令別および薬剤別による特異的な関係はなく、またこれらの出現率については山田ら³⁴⁾の成績ともよく一致しており、異常な出現率でなく、推計処理の結果も各処理間に差は認められなかった。

表-5 子豚娩出所要時間

妊娠日令別		薬剤別	PGF2 α	PGF2 α -A	
				ICI-80996	ONO-1052
妊娠 111日投与	鳥取		3.39 ± 1.55	3.29 ± 1.20	3.26 ± 1.89
	鳥根		3.63 ± 3.53	3.79 ± 2.26	3.57 ± 2.31
	兵庫		—	3.82 ± 2.11	—
	和歌山		3.42 ± 0.74	3.47 ± 1.53	—
	計		3.52 ± 2.63	3.60 ± 1.83	3.41 ± 2.28
妊娠 112日投与	鳥取		2.07 ± 1.10	3.21 ± 1.85	2.75 ± 1.79
	鳥根		4.06 ± 1.74	3.34 ± 1.81	3.20 ± 1.70
	兵庫		4.56 ± 2.74	3.71 ± 2.70	2.64 ± 0.92
	和歌山		2.36 ± 1.30	2.63 ± 1.00	3.06 ± 0.78
	計		3.32 ± 1.91	3.19 ± 1.80	2.95 ± 1.59
妊娠 113日投与	鳥取		3.17 ± 1.62	3.79 ± 2.13	3.00 ± 1.98
	鳥根		3.81 ± 2.47	3.48 ± 1.83	3.04 ± 1.57
	兵庫		2.85 ± 1.06	3.23 ± 0.77	3.14 ± 1.29
	和歌山		3.42 ± 1.39	3.54 ± 0.93	3.36 ± 0.99
	計		3.42 ± 1.87	3.61 ± 1.88	3.09 ± 1.41

注：平均±標準偏差

表-6 分娩子豚の状況

薬剤、妊娠日令別		項目	分娩子豚頭数	異常子豚数	子豚生体重
PGF2 α	妊娠	111日投与	10.07 \pm 2.94 頭	0.76 \pm 1.27 頭	1.38 \pm 0.19 Kg
	〃	112日投与	10.00 \pm 3.53	0.29 \pm 0.66	1.35 \pm 0.24
	〃	113日投与	9.47 \pm 2.93	0.43 \pm 0.89	1.41 \pm 0.24
ICI-80996	妊娠	111日投与	10.09 \pm 3.00	0.74 \pm 0.01	1.31 \pm 0.18
	〃	112日投与	10.04 \pm 2.68	0.42 \pm 0.01	1.38 \pm 0.20
	〃	113日投与	9.58 \pm 3.08	0.63 \pm 0.01	1.40 \pm 0.21
ONO-1052	妊娠	111日投与	9.00 \pm 3.50	0.33 \pm 0.61	1.41 \pm 0.23
	〃	112日投与	10.01 \pm 3.14	0.68 \pm 1.12	1.42 \pm 0.25
	〃	113日投与	10.24 \pm 3.24	0.63 \pm 1.02	1.39 \pm 0.22

子豚の生存率については表-7のとおりで、ブロックでは80.22~100.0%とバラツキは大きかったが、各区の平均では92.22~97.05%と各区とも良い生存率を示し、また妊娠日令間、薬剤間にも差はなかった。

表-7 子豚の生存率

妊娠日令別		薬剤別	PGF2 α	PGF2 α -A	
				ICI-80996	ONO-1052
妊娠	111日投与	鳥取	97.80 \pm 5.81	95.68 \pm 8.45	98.07 \pm 5.31
		島根	91.27 \pm 11.96	95.48 \pm 9.98	93.49 \pm 7.24
		兵庫		91.82 \pm 16.01	
		和歌山	92.46 \pm 12.99	80.22 \pm 17.97	
		計	93.05 \pm 10.99	92.22 \pm 13.23	95.93 \pm 6.59
妊娠	112日投与	鳥取	98.96 \pm 2.95	95.89 \pm 8.21	95.31 \pm 8.67
		島根	95.28 \pm 8.58	97.81 \pm 4.46	92.27 \pm 9.81
		兵庫	100.0 \pm 0.0	92.61 \pm 7.45	93.33 \pm 10.27
		和歌山	95.58 \pm 5.19	94.83 \pm 9.80	94.23 \pm 7.23
		計	97.05 \pm 6.27	95.96 \pm 7.43	93.87 \pm 9.07
妊娠	113日投与	鳥取	95.09 \pm 10.12	92.56 \pm 10.70	95.01 \pm 7.03
		島根	98.10 \pm 5.82	94.86 \pm 10.87	93.74 \pm 11.26
		兵庫	94.67 \pm 6.93	95.03 \pm 8.22	94.49 \pm 12.42
		和歌山	95.90 \pm 8.20	91.18 \pm 9.32	91.29 \pm 7.88
		計	96.30 \pm 7.92	93.55 \pm 10.43	94.32 \pm 9.38

注：平均 \pm 標準偏差

以上の結果からPGF 2 α (15 mg投与)、PGF 2 α -AのICI-80996 (175 μ g投与)、ONO-1052 (70 μ g投与)はいずれも豚の分娩誘起に効果があり、誘起された分娩は自然分娩と変わることなく、また母豚を始め子豚にも悪影響を残すことのないものと推察される。

各薬剤の分娩誘起効果について検討した結果は、投与から分娩開始までの所要時間、子豚娩出所要時間、子豚生存率等の分娩の状況についてはPGF 2 α およびPGF 2 α -A (ICI-80996、

ONO-1052)の間に差は認められなかったが、(投与後分娩開始までに長時間を要し棄却検定有意なもの出現率についてはPGF 2 α -Aよりやや出現が高い傾向がみうけられたが)以上いずれの分娩薬剤も分娩の同期化技術の実用化に十分利用できるものと考えられた。

稿を終わるにあたり、本試験に御協力いただいた富士薬品工業㈱、住友化学工業㈱、小野薬品工業㈱に深謝します。

【参 考 文 献】

- 1) Pickles, V. R. : Biol. Rev., 42, 614, 1967
- 2) Pharriss, B. B., et al : Recent Prog. Horm. Res., 28, 51, 1972
- 3) Horton, E. W. : Physiol. Rev., 49, 122, 1969
- 4) Bergstrom, S. et al : Pharmacol. Rev., 20, 1, 1968
- 5) 中原達夫 : 日獣会誌, 29, 3, 1976
- 6) Thorburn, G. D. and D. H. Nichol : J. Endocrinol., 51, 785~786, 1971
- 7) Douglas, R. H. and O. J. Ginther : J. Anim. Sci., 37, 990~993, 1973
- 8) Louis, T. M., H. D. Hafs and B. E. Sequin : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 143, 152~155, 1973
- 9) Shelton, J. N. : J., 49, 442~444, 1973
- 10) Louis, T. M., H. D. Hafs and H. H. Olson : J. Anim. Sci.,
- 11) Diehl, J. R. and B. N. Day : J. Anim. Sci., 39, 392~396, 1974
- 12) 中原達夫・百目鬼郁男・金田義宏・山内亮 : 家畜繁殖誌, 220, 35~40, 1974
- 13) 太田実・梅津元昭・竹内三郎 : 家畜繁殖誌, 20, 52~56, 1974
- 14) 大竹通男・菊間利治・野本貞夫・百目鬼郁男・中原達夫 : 家畜繁殖誌, 20, 132~137, 1975
- 15) 中原達夫・百目鬼郁男・金田義宏 : 家畜繁殖誌, 21, 23~27, 1975
- 16) Hallford, D. M., R. P. Wettemann, E. J. Turman, and I. T. Omtvedt : J. Anim. Sci., 41, 1706~1710, 1975
- 17) 杉江信 : 畜試研報, 14, 87~104, 1976
- 18) 三宅勝・佐藤邦忠・吉川友喜・土田武夫・長瀬菊夫 : 家畜繁殖誌, 21, 154~159, 1976
- 19) Allen, W. R. and L. E. Rowson : J. Reprod. Fert., 33, 539~543, 1976
- 20) H. D. Guthrie and C. Polge : J. Reprod. Fert., 48, 423~425, 1976
- 21) H. D. Guthrie and C. Polge : J. Reprod. Fert., 48, 427~430, 1976
- 22) 岩瀬昭二・梅津元昭 : 家畜繁殖誌, 22, 34~35, 1976
- 23) Currie, W. B. and G. D. Thorburn : Prostaglandins, 4, 201~214, 1973

- 24) Lamond, D. R., R. V. Tomlinson, M. Drost, D. M. Henricks and W. Jöchle : Prostaglandins, 4, 269~284, 1973
- 25) Zerobin, K., W. Jöchle and Ch. Steingruber : Prostaglandins, 4, 891~901, 1973
- 26) Diehl, J.R. A. Godke, D. B. Killian and B. N. Day : J. Anim. Sci., 38, 1229~1235, 1974
- 27) Killian, D. B. and B. N. Day : J. Anim. Sci., 39, 214 (abst.) 1974
- 28) Spears, L. L., A. B. Bercovitz, W. L. Reynoldz, J. L. Kreider and R. A. Godke : J. Anim. Sci., 39, 227 (abst.) 1974
- 29) Harman, E. L. and A. L. Slyter : J. Anim. Sci., 39, 989 (abst.) 1974
- 30) Henricks, D. M. and D. L. Handlin : Theriogenology. 1, 7~14, 1974
- 31) 中原達夫・百目鬼郁男・金田義宏・加茂前秀夫 : 家畜繁殖誌, 21, 135~140, 1976
- 32) 菅原七郎・橋瓜一善・戸津川清・梅津元昭・正木淳二・佐藤博・阿部和生夫・渡辺実・宇佐美登・佐藤勝信・吉田武紀 : 家畜繁殖誌, 22, 60~65, 1976
- 33) 山田豊・瑞穂当・美斉津康民・檜垣繁光・間庭英亮・石井泰明 : 畜試研報, 32, 71~76, 1977
- 34) 山田豊ほか : 畜試研報, 33, 1~5, 1978
- 35) Ash, R. W. and R. B. Heap : J. Agric. Sci., Comb., 81, 365~368, 1973
- 36) 小川徹ほか : 日豚研誌, 15, 62, 1979
- 37) 梶目良広・木村康彦・丹羽太左衛門 : 日豚研誌, 16, 67, 1979
- 38) 安喰和幸・小川徹・浅井孝康・川上剛延 : 鳥取中小畜試研報, 42, 21~32, 1978
- 39) 浅井孝康・河嶋典夫・川上剛延・松原喜一・佐竹仁郎・小岩勲・阿諏訪次郎・中村俊・奥井正男・金田益実・西本尚武・中野栄・宮沢寿広 : 鳥取中小畜試研報, 44, 5~10, 1980