

牛の性比に関する研究

宮崎大学農学部附属フィールド科学教育研究センター・住吉フィールド（牧場）

¹⁾ 宮崎大学農学部獣医学科臨床繁殖研究室

○邊見 広一郎 小林 郁雄 北原 豪¹⁾ 上村 俊一¹⁾ 福山 喜一

はじめに

家畜生産における繁殖成績の向上は重要な課題であり、牛の生産においても、定期的（目標は一年一産）に仔牛を産ませることにより家畜の生産性と生産農家の収益性は大幅に向上する。牛の生産現場では、母牛に人工授精（AI）を行い、仔牛を産ませることで成り立っているが、分娩後早期に AI を行い空胎期間の短縮を目指すなど、繁殖成績の向上を目的とする取り組みが数多く行われている。しかし、多頭化・高齢化等の影響による発情発見率の低下とともに、分娩間隔は大幅に延長しつつあり、黒毛和種牛の平均分娩間隔は 396 日（平成 15 年度全国平均）、乳牛では 433 日（平成 15 年度全国平均）となっている。一方、牛は産まれてくる仔牛の性により生産性が大きく変わる。肉用肥育牛では肉量の多いオスの価値が高く、乳牛では牛乳を生産するメスの価値が高い。黒毛和種肥育牛におけるオスの平均価格は 82 万円であるのに対してメスでは 60 万円であり（平成 22 年度全国平均）、乳牛の未経産メス牛の平均価格が 14 万円（6 ヶ月齢）であるのに対して、オス仔牛は 1 万円（2 ヶ月齢）である。分娩間隔の短縮が難しい現状であっても、出生する仔牛の性比をコントロールすることができれば、家畜生産性の大幅な向上が見込まれる。出生仔牛の性比に関する研究は行われているものの、そのほとんどは乳牛を用いた研究であり、黒毛和種牛を用いた研究は少ない。また、価格等の問題により、研究成果の現場普及はあまり進んでいない。そこで今回、黒毛和種牛を用いて、簡易的に現場で応用できる出生仔牛の性比操作法開発を目的とする研究を行った。

住吉フィールド（牧場）では、約 170 頭の黒毛和種牛（繁殖母牛 60 頭、仔牛 70 頭、肥育牛 40 頭）と 30 頭のホルスタイン種乳牛を飼養している。およそ 50ha の広大な敷地を利用した粗飼料自給率 100%の実績を生かして、可能な限り放牧を主体とする飼養管理を行っている。母牛への人工授精（AI）から肥育までの一貫経営という形態をとっており、黒毛和種牛と乳牛（オス以外）それぞれにおける全てのステージの牛が存在する。

当牧場は、農学部や畜産別科学生の実践的教育に用いられるとともに、各種試験研究の供試材料として多くの実証的研究に活用されている。また、安定した生産技術を基に、独自ブランド商品である「宮崎大学 Milk」及び「宮崎大学 Beef」を生産・販売して好評を得ている。我々技術職員は、家畜の生産維持管理の他、教育研究支援等の数々の業務を行っている。今回の発表は、私が担当している「黒毛和種の繁殖管理」における出生仔牛の性比に関するフィールドデータをまとめたものと、平成 20 年～22 年まで参加した、宮崎県担い手育成総合協議会主催の産学官連携経営革新技術普及強化促進事業に係るプロジェクトでの調査研究内容も含まれる。

キーワード：AI プロトコール 主席卵胞 性比 超音波診断装置 発情開始時間

1. 緒言

産まれてくる仔牛の性比を操作する確実な方法として X 精子と Y 精子を分離する方法があるが¹⁾、機械が高価であり普及があまり進んでいない。他の方法として発情開始から AI までの時間を変化させることで、産まれてくる仔牛の性比に影響があるという報告もある^{2) 3) 4)}。一方で、AI までの時間と性比に関係がないという報告もあり^{5) 6)}、Martinez *et al.* (2004)⁴⁾ はその理由を発情発見方法と AI プロトコールの違いによるものだと考察している。

また、家畜における卵巣と子宮角の非対称性は馬、羊、山羊、牛で観察されている。牛においては Hylan *et al.* (2009)⁷⁾ や Giraldo *et al.* (2010)⁸⁾ が妊娠角の違い（左子宮角で妊娠か右で妊娠か）で仔牛の性比に有

意な偏りがあると報告している。

そこで、本研究では発情開始から AI までの時間と AI プロトコールが、産まれてくる仔牛の性比に及ぼす影響を調査した。また、AI 時の主席卵胞位置（左卵巣か右卵巣か）による仔牛の性比についても調査した。

2. 解説

2-1.X 精子と Y 精子の分離について

精子比重の違いを利用したフローサイトメーターを用いて、X 精子と Y 精子を分離する。X 精子を繁殖メス牛に授精させれば、メスが生まれ、Y 精子を授精させればオスが生まれる。

2-2. 牛の発情について

妊娠していない牛は約3週間に1度授精が可能なた発情が訪れる。この時は発情期特有の徴候が現れる。しかし、多頭飼育の場合、その発情徴候を見逃すことが多くなる。受胎機会の逸失による潜在的な費用損失は国内で439億円と推定されている。

・乳牛の場合

1日乳量25kg×21日×乳価100円 + 1日の母牛餌代500円×21日 ≒ 60000円

・和牛の場合

仔牛価格40万÷21日(経営の回転が遅れる) + 1日の母牛餌代450円×21日 ≒ 30000円

3. 調査方法

3-1. 調査1

3-1-1. 供試牛と試験期間

2007～2010年の間に正常分娩した黒毛和種の繁殖メス牛73頭(年齢、7.3±3.2歳;体重、421.4kg±51.7kg)を調査に用いた。住吉フィールドでは広大な放牧地を利用し、5～10月の繁殖メス牛の飼養はほぼ放牧のみで賄っている。11～4月は牧場内で栽培された牧草(イタリアンライグラスやギニアグラスなど)を与えている。仔牛の離乳は出生後約4ヶ月で行っているため、試験期間中の供試牛は仔牛と一緒に過ごしている。

3-1-2. 発情開始の特定

発情期に牛の行動量が上昇することに着目し、発情開始を正確に捉えるため牛の前足に歩数計(牛歩[®])を装着した。この歩数計は牛の歩数を1時間ごと10歩単位で記録し、無線状態でデータを送信することが出来る(図1)。送信されたデータはパソコン上に、自動的にタイムリーな歩数の他、過去15日間の平均歩数、過去15日間に記録された1時間毎の最大歩数と最小歩数が表示される(図2)。



図1 歩数計

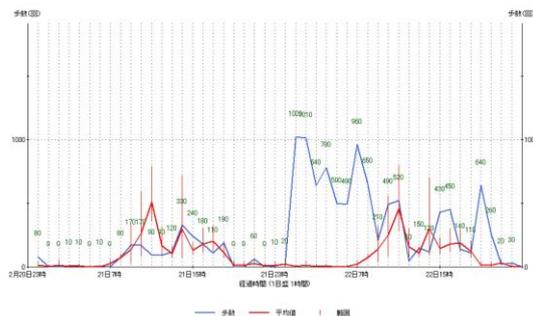


図2 パソコン上の歩数グラフ

3-1-3. 群分け

AIは2つのプロトコルを用いた。1つは性ホルモンを用いて排卵同期化した後に定時AIを行った群(排卵同期化群:26頭)。もう1つは自然の発情後にAIを行った群(対照群:47頭)。

排卵同期化群は排卵を同期化させるため、分娩後37日に腔内挿入型プロジェステロン叙法剤(PRID[®])を挿入した(図3、4)。挿入後9日目(分娩後46日)にPRID[®]を除去し、排卵促進剤としてエストラジオール(E₂)を筋肉内注射した。そして分娩後47日の夕方の定時にAIを行った。

さらに発情開始からAIまでの時間により2つの群に分けた。発情開始からAIまでの時間が0～12時間(早いAI群:21頭)と12～24時間(遅いAI群:52頭)である。発情開始からAIまでの時間を最大で24時間としたのは以前の報告⁹⁾で発情開始後24時間を超えると受胎率が極端に低下すると報告されているからである。



図3 PRID[®]

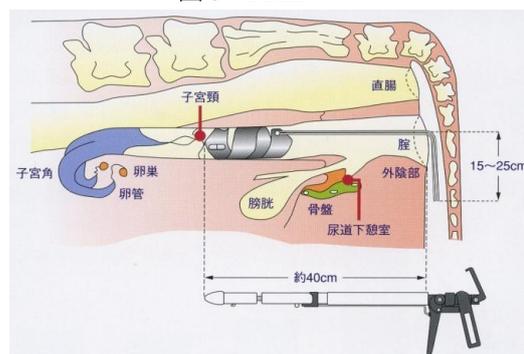


図4 PRID[®]の腔内挿入

3-1-4. 排卵時間確認

2008年と2009年の夏季に排卵同期化群5頭と対照群3頭についてAIから排卵まで6時間毎に卵巣の状態を超音波診断装置（エコー）（図5）を用い確認した。

3-1-5. 妊娠鑑定と雌雄判別

AI後60～80日でエコーを用い、妊娠鑑定と胎児の雌雄判別を行った。胎児はモニター上で明るく、白い構造物として見る事ができる（図6、7）。



図5 超音波診断装置（エコー）

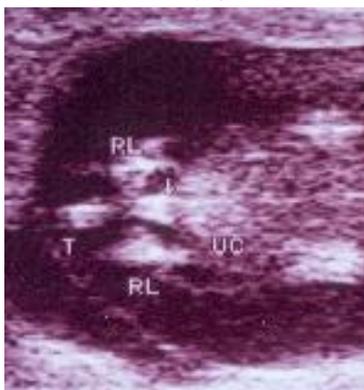


図6 エコーで見たオス胎児

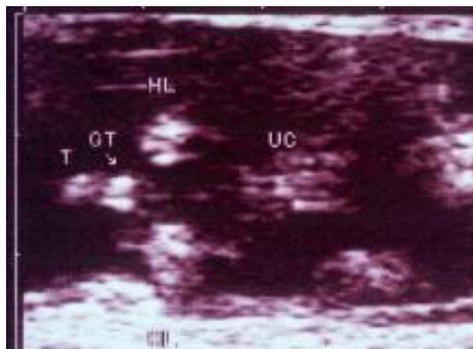


図7 エコーで見たメス胎児

3-2. 調査2

3-2-1. 供試牛と試験期間

2006～2011年の間に、AIを行った際にエコーを用い卵巣の状態を確認した上でAIし、その後受胎した黒毛和種の繁殖メス牛130頭を調査に用いた。

3-2-3. 仔牛の性別確認

分娩後に仔牛の性別の確認を行った。

3-2-2. 主席卵胞の確認

AI時に主席卵胞が左右どちらの卵巣にあるのかをエコーを用いて確認した（図8）。左右の卵巣に8mm以上の卵胞が同時に存在した牛についてはどちらの卵胞が排卵するか分からないので、初めから供試牛からは除いた。

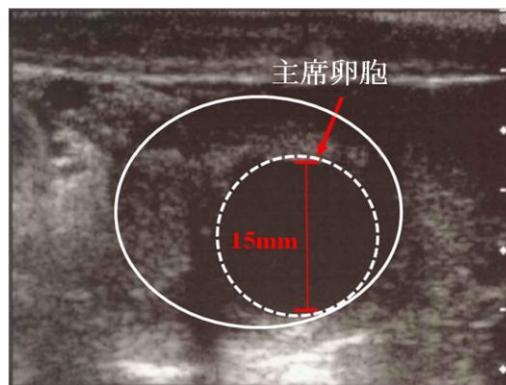


図8 エコーで見た主席卵胞

4. 結果および考察

4-1. 調査1

受胎率は、AIプロトコール（排卵同期化群；50.0%、対照群；66.0% $P=0.18$ ）、AIまでの時間（早いAI；61.9%、遅いAI；59.6% $P=0.86$ ）によって有意な差は認められなかった。このことから、今回用いた排卵同期化後のAIプロトコールは、黒毛和種において計画的な繁殖管理に有効的なAIプロトコールと言える。また、発情開始からAIまでの時間が24時間以内であるなら同程度の受胎率が期待できる。

オス胎児率については、排卵同期化群内の早いAIで83.3%、遅いAIで71.4%であり、有意な差は認められなかった（ $P=0.61$ ）。しかし、対照群においては早いAIで14.3%に比べ、遅いAIで66.7%であり、遅いAIのオス胎児率が有意に高かった（表1）。この結果は以前に行われた他の研究³⁾⁴⁾とも一致していた。このことから、自然な発情及びその後のAIを行った対照群では、発情開始からAIまでの時間を変化させることで、特別な装置を必要とせず、受胎率を低下させることなく仔牛の性比を操作できる可能性が示唆された。

また、AIプロトコールによりオス胎児率の結果が異なった。このことは排卵同期化群で排卵時間が収束していたことから（表2）、排卵同期化群では定時AI～排卵までの時間が同じようになり、性比に差が生じなかった可能性が考えられた。

4-2. 調査 2

妊娠した 130 頭の内、右卵巢に主席卵胞が存在した頭数は 83 頭 (63.8%) であり、左卵巢に存在した頭数 47 頭 (36.2%) に比べ有意に多かった ($P=0.02$) (表 3)。この結果は、10) や 11) の結果と同じものであった。

左卵巢に主席卵胞があった場合、オス仔牛が 23 頭 (48.9%)、メス仔牛が 24 頭 (51.1%) であり、有意な差は認められなかった ($P=0.91$)。右卵巢に主席卵胞があった場合、オス仔牛が 43 頭 (51.8%)、メス仔牛が 40 頭 (48.2%) であり、有意な差は認められなかった ($P=0.82$)。つまり、左右どちらの卵巢に主席卵胞があっても、産まれてきた仔牛の性比に有意な偏りは認められなかった (表 3)。Hylan *et al.* (2009) や Giraldo *et al.* (2010) は、妊娠角が右の場合オスが多く、左の場合メスが長く、その偏りは有意であったと報告していた。これらの報告と今回の結果は異なるものとなった。このことは、調査に用いた品種が異なることに起因するかもしれない。

5. 結論

今回の調査は、日々の業務で記録してきたフィールドデータをまとめたものであり、調査に対するデータ数が少ない面がある。今回取り上げた研究はまだ議論が絶えない分野であるので、これからもさらなる調査が必要と思われる。

参考文献

- 1) Seidel Jr GE, Schenk JL, Herickhoff LA, Doyle SP, Brink Z, Green RD, Cran DG. 1999. Insemination of heifers with sexed sperm. *Theriogenology* **52**, 1407-1420.
- 2) France JT, Graham FM, Gosling L, Hair P, Knox BS. 1992. Characteristics of natural conceptual cycles occurring in a prospective study of sex preselection: fertility awareness symptoms, hormone levels, sperm survival, and pregnancy outcome. *International Journal of Fertility*. **37**, 244-255.
- 3) Wehner GR, Wood C, Tague A, Barker D, Hubert H. 1997. Efficiency of the OVATEC unit for estrus detection and calf sex control in beef cows. *Animal Reproduction Science* **46**, 27-34.
- 4) Martinez F, Kaabi M, Martinez-Pastor F, Alvarez M, Anel E, Boixo JC, de Paz P, Anel L. 2004. Effect of the interval between estrus onset and artificial insemination on sex ratio and fertility in cattle: a field study. *Theriogenology* **62**, 1264-1270.
- 5) Ballinger HJ. 1970. The effect of inseminations carried out early or late in oestrus on the sex ratio of calves born. *The Veterinary Record* **86**, 631.
- 6) Rorie RW, Lester TD, Lindsey BR, McNew RW. 1999. Effect of timing of artificial insemination on gender ratio in beef cattle. *Theriogenology* **52**, 1035-1041.
- 7) Hylan D, Angelica MG, Joel AC, Glen TG Jr, Kenneth RB and Robert AG. 2009. Sex ratio of bovine embryos and calves originating from the left and right ovaries. *Biology of Reproduction* **81**, 933-938.
- 8) Giraldo AM, Hylan D, Bondioli KR and Godke RA. 2010. Distribution of sexes within the left and right uterine horns of cattle. *Theriogenology* **73**, 496-500.
- 9) Maatje K, Loeffler SH, Engel B. 1997. Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers. *Journal of Dairy Science* **80**, 1098-1105.
- 10) Reese RP, Turner CW. 1938. The functional activity of the right and left bovine ovary. *Journal of Dairy Science* **21**, 37-39.
- 11) Rajakoski E. 1959. The ovarian follicular system in sexually mature heifers with special reference to seasonal, cyclical, and left-right variations. *Acta Endocrinol* **34**, 1-68

表 1 受胎率とオス胎児率

	排卵同期化群	P 値	対照群	P 値		P 値
受胎率	早い\AI	66.7% (6/9)	早い\AI	58.3% (7/12)	早い\AI全体	61.9% (13/21)
		0.21		0.52		0.86
	遅い\AI	41.2% (7/17)	遅い\AI	68.6% (24/35)	遅い\AI全体	59.6% (31/52)
	P 値					
排卵同期化群全体 50.0% (13/26) vs. 対照群全体 66.0% (31/47) 0.18						
	排卵同期化群	P 値	対照群	P 値		P 値
オス胎児率	早い\AI	83.3% (5/6)	早い\AI	14.3% (1/7)	早い\AI全体	46.2% (6/13)
		0.61		< 0.05		0.18
	遅い\AI	71.4% (5/7)	遅い\AI	66.7% (16/24)	遅い\AI全体	67.7% (21/31)
	P 値					
排卵同期化群全体 76.9% (10/13) vs. 対照群全体 54.8% (17/31) 0.17						

表 2 排卵同期化群と対照群のAIから排卵確認までの時間

排卵同期化群	AI ~排卵確認までの時間	性比
011	16.3	♂
420	15.0	♂
313	16.8	♂
622	16.0	♂
1705	23.5	♂
平均 ± 標準偏差	17.5 ± 3.4	
対照群		
524	18.2	♀
610	18.0	♂
1827	5.5	不妊
平均 ± 標準偏差	12.9 ± 6.6	

表 3 主席卵胞を持つ卵巣による性比の偏り

	Total	主席卵胞を持つ卵巣		P 値
		左卵巣	右卵巣	
妊娠頭数 (%)	130 (100)	47 (36.2)	83 (63.8)	0.02
オスの数 (%)	66 (50.8)	23 (48.9)	43 (51.8)	0.07
メスの数 (%)	64 (49.2)	24 (51.1)	40 (48.2)	0.15
P 値		0.91	0.82	