

研究論文

歩数計測による発情開始から人工授精までの時間と発情同期化が 黒毛和種子牛の性比に及ぼす影響

邊見広一郎¹⁾, 小林郁雄¹⁾, 加治佐 誠²⁾, 北原 豪³⁾, 福山喜一¹⁾, 上村俊一^{3)†}

¹⁾ 宮崎大学農学部附属住吉フィールド

²⁾ 鹿児島県曾於農業共済組合

³⁾ 宮崎大学農学部獣医臨床繁殖学研究室

(2010年12月27日 受理)

Effect of Time Lapse from the Onset of Estrus detected by Pedometer until Insemination and Synchronization for Artificial Insemination on Calf Sex Ratio in Japanese Black Cows

Koichiro HENMI¹⁾, Ikuo KOBAYASHI¹⁾, Makoto KAJISA²⁾, Go KITAHARA³⁾, Kiichi FUKUYAYAMA¹⁾
and Shunichi KAMIMURA³⁾

¹⁾ Sumiyoshi Livestock Science Station, Field Science Center, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki,
Shimanouchi, 10100-1, Miyazaki, 880-0121 Japan

²⁾ Soo Agricultural Mutual Aid Association, Soo, Kagoshima, Japan

³⁾ Laboratory of Theriogenology, Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, 1-1 Gakuen-kibanadai Nishi,
Miyazaki, 889-2192, Japan

Summary : Effect of time lapse from the onset of estrus detected by data transmissible pedometer (Gyuhō, Comtec, Miyazaki, Japan) until artificial insemination (AI) and estrous synchronization on calf sex ratio was investigated in Japanese Black Cows. A total of 80 Japanese Black Cows were installed with pedometers, which store the number of steps per hour and transmit the date for 24 hours. The onset of estrus was defined when the number of each hour steps in cows exceeded more than double of the maximum steps in recent 15 days. Cows were randomly assigned to either timed AI program with estrus synchronization using progesterone-releasing intravaginal device (PRID[®]) (n = 33) or AI using AM/PM rule (n = 47). Cows were subdivided into three groups retrospectively based on the time lapse from the onset of estrous until AI ; 0-8h (n = 8), 9-16h (n = 43), 17-24h (n = 29).

Estimating the onset of estrus using pedometers revealed that only a small number of cows showed estrus during daytime hours (08:00~18:00), whereas many cows commenced estrus at night-time (18:00~08:00) (daytime 23.7 % vs. night-time 76.3 % : P<0.01). There was no significant difference between groups in conception rate (timed AI 45.5 % vs. estrus AI 63.8 % : P=0.10), which showed estrus synchronization using PRID[®] could be useful to improve reproductive performance in Japanese Black Cows. Male calf ratio was lower in early AI group (0 % in 0-8 h, 75.0 % in 9-16h and 46.7 % in 17-24h), which indicated calf sex ratio might be affected by the time lapse from the onset of estrus until AI. However, there was no such tendency in the synchronized timed AI cows.

Key words : Calf sex ratio, Conception rate, Estrus synchronization, Pedometer, PRID[®]

†連絡責任者 : 上村 俊一
宮崎大学農学部獣医臨床繁殖学研究室
〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1
Tel&Fax : 0985-58-7787, E-mail : kamimuras@cc.miyazaki-u.ac.jp

†Corresponding author : Shunichi Kamimura
Laboratory of Theriogenology,
Faculty of Agriculture, University of Miyazaki
1-1 Gakuen Kibana-dai Nishi, Miyazaki 889-2192, Japan
Tel&Fax : 0985-58-7787, E-mail : kamimuras@cc.miyazaki-u.ac.jp

緒言

牛の受胎率の向上には、発情開始に基づき排卵時間を考慮した適期の人工授精 (AI) が重要である (Dransfield *et al.* 1998; Pursley *et al.* 1998). 発情開始から排卵までの時間は、およそ27時間とする報告がある (Walker *et al.* 1996). 従来、発情行動の典型はスタンディングとされ、それ以外にマウンティング (Martinez *et al.* 2004; Rorie 1999; Rorie *et al.* 1999) や発情時の歩数量の増加 (Firk *et al.* 2002; Kiddy 1977), 子宮頸管粘液の電気抵抗値の減少 (Wehner *et al.* 1997) などが報告されている。しかし、日常の飼養管理において、発情の開始時刻を正確に捉えることは難しい。そのため、分娩後の生理的空胎期間 (VWP) を待たずにプロゲステロン徐放剤 (PRID[®], CIDR[®]) を腔内に挿入し、分娩後の卵巣を賦活して、排卵同期化を行うことで発情発見を必要としない繁殖管理法も報告されている (Bulman *et al.* 1978; Lopez-Gaitus *et al.* 2005; Pursley *et al.* 1997).

近年、発情時の歩数量の相対的な増加が発情発見方法として有効なことが報告されている (Firk *et al.* 2002). また時間毎の歩数を24時間記録し、テレメトリー法で自動的に送信する歩数計を用い、発情発見や発情開始時刻を特定することも可能となっている (Maatje *et al.* 1997; Lopez-Gaitus *et al.* 2005; Roelofs *et al.* 2005). 一方、発情開始からAIまでの経過時間と新生子牛の性比の関連が報告されている (Pursley *et al.* 1998; Martinez *et al.* 2004). 畜産経営において、乳用種では雌子牛を、肉用種では肉量の多い雄子牛の生産率を高める可能性に期待が寄せられている。

今回、時間毎の歩数量を記録し、データを自動送信できる歩数計を用いて発情の開始時期を特定することにより、その後AIまでの経過時間が黒毛和種牛の受胎率と新生子牛の性比に及ぼす影響を検討した。合わせて計画的な繁殖管理法としての発情同期化処置の有効性についても検討を加えた。

材料および方法

供試牛：宮崎市に位置する宮崎大学農学部附属住吉フィールド（北緯31°59′，東経131°28′，総面積50 ha）で飼養されている黒毛和種繁殖牛で、

2007年11月～2010年3月にかけて正常分娩した80頭を用いた。試験開始時の産次は 6.0 ± 0.5 産（平均±標準偏差）であり、分娩後30日における5段階評価のボディコンディションスコア (BCS) は 2.9 ± 0.2 であった。供試牛は、夏季は9～16時の間、バヒアグラスやセンチピードグラス草地に放牧され、冬季は乾草（イタリアンライグラス、ギニアグラス、ローズグラスなど）やイタリアンライグラスのラップサイレージ、トウモロコシサイレージを畜舎内で不断給与された。また、原則として分娩後、4カ月まで子牛の自然哺乳とした。

発情開始時間の特定と人工授精

牛の発情開始時間を特定するために、左右いずれかの前肢副蹄の直上に布製のベルトで歩数計（牛歩[®]、コムテック、宮崎）を装着した。歩数計は1時間毎の総歩数を10歩単位で記録することができ、それらのデータはテレメトリー法により24時間常に受信機に送信された。受信されたデータは、パソコン画面上で1時間毎の歩数と過去15日間の平均歩数として折れ線グラフで表示され、また1時間毎の過去15日間の最大歩数と最小歩数も併記された (Fig. 1)。これらのデータに基づき、過去15日間の最大歩数の2倍以上に歩数が増加した時間を発情開始時刻と定めた。この時刻からAIまでの経過時間により、供試牛を0～8時間群（短い群、n=8）、9～16時間群（中間群、n=43）、17～24時間群（長い群、n=29）の3つに分けた。本試験で経過時間の最大を24時間としたのは、過去に同様な歩数計を用いた試験において、発情開始から24時間を越えると受胎率が極端に低下したとの報告 (Maatje *et al.* 1997) による。

AIは発情同期化後、定時にAIを行う定時AI群 (n=33) と発情時AI群 (n=47) の2群で行った。定時AIでは、分娩後の卵巣賦活と排卵同期化のため、PRID[®]（プリッドテイゾー、あすか製薬、東京）を分娩後37日から9日間腔内に挿入した。PRID[®]は1.55 gのプロゲステロン (P₄) を含有するシリコン製の挿入剤で、エストロジェン (E₂) 10 mgを含むカプセルが内側に取り付けられている。PRID[®]を腔内に挿入すると、P₄とE₂は腔粘膜を通して速やかに吸収され、発情後排卵し、形成される通常の黄体と同レベルの血中P₄濃度と一過性に高い血中E₂濃度を示す。挿入後9日目の

PRID®除去時、クロプロステノール（レジプロン、あすか製薬、東京）500 μ gを筋肉内投与し、その24時間後にE₂（オバホルモン、あすか製薬、東京）1 mgを筋肉内投与する群と、48時間後にGnRH100 μ g（コンサルタン、あすか製薬、東京）を筋肉内投与する群に分け、両群ともPRID®除去2日後（Day 48）の午後に定時 AIを行った（定時AI群、n=33）。定時AI後、発情が回帰した牛は、発情確認後に AM-PM法に基づき12時間後にAIを行った（発情時AI群、n=47）。

胎子と子牛の性別判定

AI後60~80日に、携帯型超音波診断装置（HS-1500V、本多電子、東京）を用い、同一技術者が、妊娠診断と胎子の性別判定を行った。胎子の性別は、臍帯に対する生殖結節の相対的な位置で決定した（Kamimura *et al.* 1994）。生殖結節は、将来生殖器となる器官で、画像上ではエコージェニックな二葉性の構造物として描出される。判定では、雄胎子は臍帯と生殖結節の距離が生殖結節と尾間の距離より短く、逆に雌胎子では臍帯と生殖結節

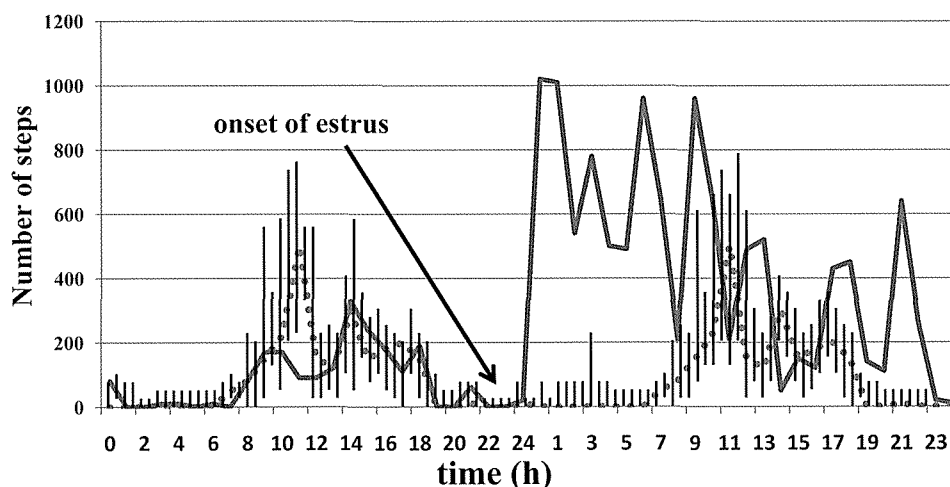


Fig. 1. The schematic view of the graph of data transmitted by a pedometer displayed on a PC. The solid line is the steps of the day, the dotted line is the average steps of the past 15 days, the bar graph is the maximum steps and the minimum steps of the past 15 days. Onset of estrus was defined when number of steps of the respective day exceeds more than 2 holds over of the recent 15 days.

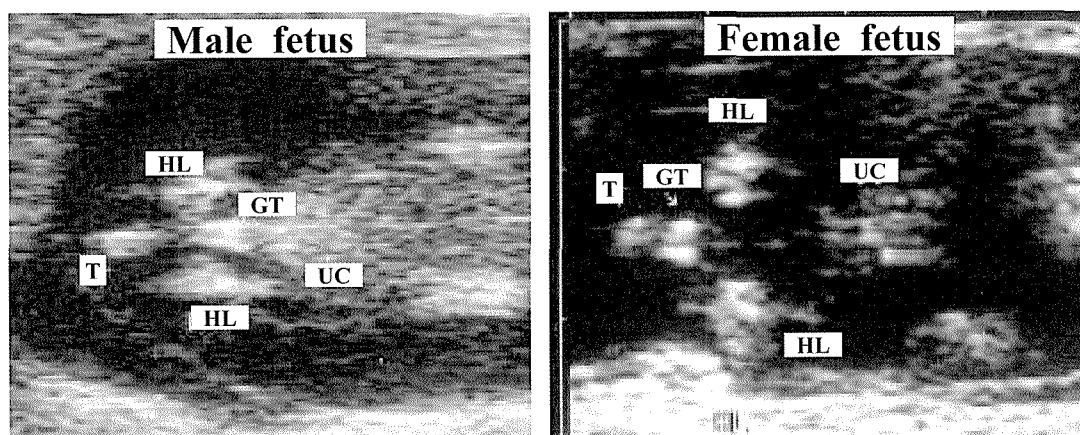


Fig. 2. Transrectal ultrasonography was performed to determine the gender of fetuses on Day 60~80 (Day0=AI). The fetus was composed of dense, highly echogenic tissue and were depicted as bright or white structures on the monitor. Genital tubercles appeared to be bi-lobed on the monitor. In the males, the distance between the tail and the genital tubercle is longer than between genital tubercle and umbilicus. Whereas in the females, genital tubercle is in close proximity to the tail. GT : genital tubercle, T : tail, UC : umbilical cord, HL : hind leg.

の距離が生殖結節と尾間の距離より長くなる (Fig. 2). 今回, 超音波診断装置により判定した胎子の性別は, 出生後の新生子牛の性別と全て一致した.

統計解析

発情開始時刻の昼夜の比率, AI法の違い並びにAIまでの経過時間による受胎率と胎子の性別について, χ^2 検定で解析した.

結果

歩数計を用いることで, 牛の行動量を24時間監視でき, 発情開始時刻を特定できた. その結果, 昼間 (08:00~18:00) に発情を開始した牛の頭数は, 夜間に発情を開始した頭数に比べ有意に少な

かった (昼間23.7%, 夜間76.3%; $P<0.01$). 特にPRID®を用いた定時AIでは有意な差が認められ, 昼間の9%に対し夜間は91%であった ($P<0.01$). 一方, 発情時AI群では昼間の34%に対し, 夜間は66% ($P=0.20$) であり, 有意な差は認められなかった (Fig. 3).

受胎率は定時AI群45.5%, 発情時AI群63.8%であり, 両群間に有意な差は認められず ($P=0.10$), また発情開始からAIまでの経過時間で3つに分けた牛群についても定時AI群と発情時AI群の間に有意な差は認められなかった (短い群: 定時AI群25%, 発情時AI群75%, 中間群: 定時AI群50%, 発情時AI群57.1%, 長い群: 定時AI群42.9%, 発情時AI群68.2%, Table 1).

雄子牛率では定時AI群73.3%に対し, 発情時

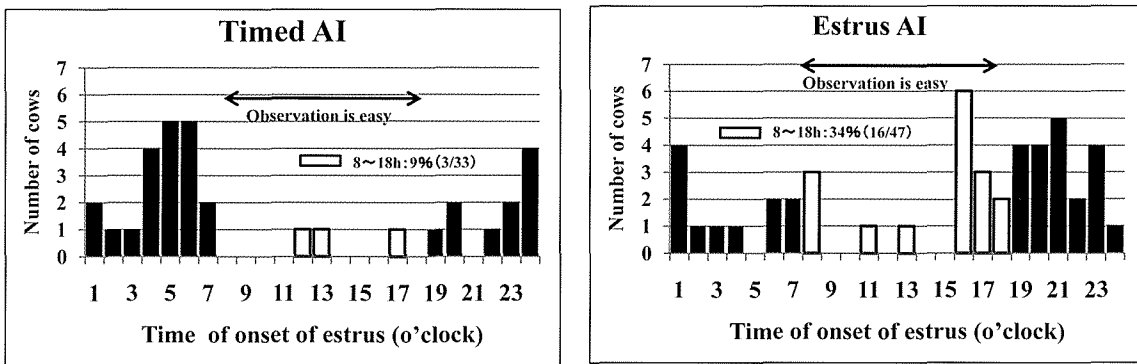


Fig. 3. Time of onset of estrus by using a pedometer in Timed AI and Estrus AI. In Timed AI, most cows showed onset of estrus from mid-night to early morning ($P<0.01$; chi-square test). In Estrus AI, many cows showed the onset of estrus from evening to mid-night ($P=0.20$; chi-square test).

Table 1. Difference of conception rate and male fetus ratio between Timed AI and Estrus AI characterized with time lapse of AI after the onset of estrus

	Time lapse of AI after the onset of estrus	Timed AI	Estrus AI	P-value ¹
Conception Rate	0~8h	25.0% (1/4)	75.0% (3/4)	0.15
	9~16h	50.0% (11/22)	57.1% (12/21)	0.64
	17~24h	42.9% (3/7)	68.2% (15/22)	0.23
	Mean ± S.D.	45.5% (15/33)	63.8% (30/47)	0.10
Male fetus ratio	0~8h	100.0% (1/1)	0% (0/3) a	0.05*
	9~16h	81.8% (9/11)	75.0% (9/12) b	0.69
	17~24h	33.3% (1/3)	46.7% (7/15) ab	0.67
	Mean ± S.D.	73.3% (11/15)	53.3% (16/30)	0.20

¹ Difference of conception rate and fetus sex ratio were tested by chi-square test.

* Significant difference ($P<0.05$) in male fetus ratio between Timed AI and Estrus AI in two groups (time lapse of AI between 0~8h and 9~16h).

a,b; Significant difference ($P<0.05$) in male fetus ratio between 0~8h and 9~16h in Estrus AI.

AI群53.3%であり、両群間に差は認められなかった ($P=0.20$, Table 1). しかし、発情開始からAIまでの経過時間において、定時AI群では3つの時間帯間に有意な差はなかったが、発情時AI群ではAIまでの時間が短い群では雄子牛率が有意に低下した (0~8時間: 0%, 9~16時間: 75.0%, 17~24時間: 46.7%; $P<0.05$, Table 1).

考 察

牛の繁殖管理において、発情開始の時期を特定することは重要である。今回、正常分娩した80頭の黒毛和種について発情開始時間を歩数計により調査したところ、昼間に発情を開始した牛の割合は少なく、特に発情同期化処置を行った定時AI群で有意に低下した (定時AI群: 9%; $P<0.01$, 発情時AI群: 34%; $P=0.20$). この理由として、今回の試験ではホルモン処置はすべて定時AIの前日 (E_2) や当日 (GnRH) の午前中に実施しており、その6~12時間後にあたる夜間に発情を開始する牛が多いことによる。夜間における牛の発情観察は、労務管理上困難であり、今回、24時間にわたり牛の歩数量の変化を監視できる歩数計を用いることで、深夜においても牛の発情開始時期を特定することが可能であった。Hurnik *et al.* (1975) は、通常夜間に発情を開始する牛が多いと報告しており、Stevenson *et al.* (1995) はプロジェステロン (MGA) の経口投与と投与終了時にプロスタグランジン ($PGF_{2\alpha}$) の筋肉内投与による発情同期化処置を行ったところ、多くの牛が深夜の0時~6時の時間帯に発情を開始したと報告している。一方、HeatWatchシステムを用い、24時間にわたり泌乳牛の発情開始を観察したDransfield *et al.* (1998) は、発情開始時刻に特定の傾向はないと報告している。

今回、定時AI群と発情時AI群の受胎率には差がなく、また発情開始後AIまでの経過時間が0~8時間、9~16時間、17~23時間の3群間においても有意な差は認められなかった (Table 1). 同様な歩数計を用いた他の報告 (Maatje *et al.* 1997) においても、発情開始後AIまでの経過時間が0~8時間、9~16時間、17~24時間の間では受胎率に差はないが、24時間を超えると極端に低下したとしている。発情開始時期を肉眼的に観察した報告 (Martinez *et al.* 2004) では、発情開

始からAIまでの経過時間が8~18時間と18~30時間の間では受胎率に差はみられないが、30時間を超えると、他2群に比べて有意に低下させている。今回、発情開始後AIまでの経過時間を3つに分けた牛群では受胎率に差が無く、この時間帯 (発情開始後AIまでの経過時間が0~24時間) では、いつAIを行っても同程度の受胎率が期待できる。また、PRID[®]を用いた定時AI群と発情時AI群の間では受胎率に有意な差はみられなかった。このことからPRID[®]による発情同期化処置で、分娩後早期のAIが可能となり、本処置は計画的な繁殖管理に有効であった。

牛の繁殖管理において、新生子牛の性比を操作できれば乳用種では雌子牛を、肉用種では肉量の多い雄子牛が選択される。従来、子牛の性比を操作する技術として、X精子とY精子の分離技術があるが (Seidel *et al.* 2003), 分離装置が高額であり、また性判別精液を用いた通常のAIでは受胎率が低下するという問題がある。一方、発情開始後AIまでの経過時間が短いほど雌子牛の確率が高く、逆にAIまでの経過時間が延びると雄子牛の確率が高まるとする報告がある (Wehner *et al.* 1997; Martinez *et al.* 2004). 今回、発情時AI群では、発情開始後AIまでの経過時間が0~8時間では、9~16時間に対し雄子牛率が有意に低下した ($P<0.05$). これに対し、定時AI群ではどの時間帯でも雄子牛率に差はみられず、発情時AI群の時間的推移と異なった。これはホルモン製剤を用いない自然発情時にAIを行ったMartinez *et al.* (2004) の報告と同様な結果であった。今回、定時AI群ではPRID[®]除去の48時間後に排卵促進剤 (GnRH) を筋肉内投与し、当日の夕方に定時AIを行った。このため定時AI群では、AIから排卵までの時間がほぼ一定となっている可能性がある (Ando *et al.* 2005, Fricke *et al.* 1998). これに対し発情時AI群では、発情発見の12時間後にAIするAM-PM法に従っており、発情開始から排卵までの時間は一定でも、原則として昼間の労務時間内に実施するAIから、その後排卵までの時間は異なることが予想される (Wettemann *et al.* 1998).

今回、発情時AI群において、発情開始後AIまでの経過時間が短い群では、雄子牛の出産がなかった。この点に関し、発情開始後早い時間でのAI

では、その後排卵までの経過時間が長くなることにより、寿命の短いY精子は排卵前に死滅していることが予想される。一方、寿命の長いX精子は発情開始後早い時間のAIでも受胎する (Martinez *et al.* 2004)。

結論として、牛の発情行動を24時間監視できる歩数計を用いることで、管理者が不在の夜間においても牛の発情開始を的確に検出できた。またPRID[®]を用いた定時AI群と従来の発情時AI群の間では受胎率に差はみられず、PRID[®]による発情同期化処置は発情発見によらない定時AIを可能とし、計画的な繁殖管理に有用と考えられた。一方、少数例ながら発情時AI群では発情開始後AIまでの経過時間により新生子牛の性比に違いがみられたことから、今後、AI時間と子牛の性比の関係をさらに研究する必要がある。

要約

1時間毎の歩数を受信機に自動送信できる歩数計を黒毛和種牛に装着することにより、発情の開始時刻を特定し、発情開始後人工授精 (AI) までの経過時間が子牛の性比に及ぼす影響を検討した。今回、歩数計 (牛歩[®], コムテック, 宮崎) に記録された1時間毎の歩数が、過去15日間の最大歩数の2倍以上に増加した時点を発情開始時刻とし、発情開始後AIまでの経過時間により牛群を0～8時間群 (短い群, n=8), 9～16時間群 (中間群, n=43), 17～24時間群 (長い群, n=29) の3つに分けた。AIの実施では、プロジェステロン徐放剤 (PRID[®]) による発情同期化後、定時AIを行う群 (定時AI群, n=33) と、発情発見の12時間後にAM-PM法でAIを行う群 (発情時AI群, n=47) に分けた。

その結果、牛が発情を開始する時間は昼間より夜間が多かった (08:00～18:00 : 23.7%, 18:00～08:00 : 76.3%, $P < 0.01$)。発情同期化処置の有無によるAIでは受胎率に差はなく (定時AI群 : 45.5%, 発情時AI群 : 63.8%, $P = 0.10$)、PRID[®]の使用は分娩後早期のAIを可能とし、繁殖管理に有効であった。発情時AI群では、発情開始後AIまでの経過時間が短い群で雄子牛の比率が低く (0～8時間 : 0%, 9～16時間 : 75.0%, 17～24時間 : 46.7%), 発情開始後AIまでの経過時間と出生子牛の性比との関連が示唆された。一方、

発情同期化処置を行った定時AI群では、その傾向はみられなかった。

キーワード : 子牛性比, 受胎率, 発情同期化, 歩数計, PRID[®]

謝辞

本研究は平成19～22年度産学官連携経営革新技術普及強化促進事業による経済的補助を受け実施している。本研究に対し、薬剤の提供を受けたあすか製薬株式会社とファイザー株式会社、歩数計の貸与を賜ったコムテック株式会社に深謝する。また本研究の遂行に際し、供試動物の飼養管理に多大なご協力をいただいた宮崎大学農学部附属住吉フィールドの関係各位に深謝する。

参考文献

- Ando T., S. Kamimura, K. Hamana, G. Watanabe, K. Taya (2005) GnRH treatment at CIDR insertion influences ovarian follicular dynamics in Japanese Black Cows. *J. Vet. Med. Sci.* **67**, 275-280.
- Bulman D. C., P. E. McKibbin, W. T. Appleyard, G. E. Lamming (1978) Effect of a progesterone-releasing intravaginal device on the milk progesterone levels, vaginal flora, milk yield and fertility of cyclic and non-cyclic dairy cows. *J. Reprod. Fert.* **53**, 289-296.
- Dransfield M. B. G., R. L. Nebel, R. E. Pearson, L. D. Warnick (1998) Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J. Dairy Sci.* **81**, 1874-1882.
- Firk R., E. Stamer, W. Junge, J. Krieter (2002) Automation of oestrus detection in dairy cows: a review. *Livest. Prod. Sci.* **75**, 219-232.
- Fricke P. M., J. N. Guenther, M. C. Wiltbank (1998) Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* **50**, 1275-1284.
- Hurnik J. F., G. J. King, H. A. Robertson (1975) Estrus and related behavior in postpartum Holstein cows. *Appl. Anim. Ethol.* **2**, 55.
- Kiddy C.A. (1977) Variation in physical activity as an indication of estrus in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **60**, 235-243.
- Kamimura S., S. Kondoh, S. Enomoto, H. Sameshima, K. Goto, K. Hamana (1994) Ultrasonic diagnosis of bovine fetal sex by the relative location of the

- genital tubercle in early pregnancy. *J. Reprod. Devel.* **40**, 343-347.
- Lopez-Gatius F., P. Santolaria, I. Mundet, J. L. Yaniz (2005) Walking activity at estrus and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* **63**, 1419-1429.
- Maatje K., S. H. Loeffler, B. Engel (1997) Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometers. *J. Dairy Sci.* **80**, 1098-1105.
- Martinez F., M. Kaabi, F. Martinez-Pastor, M. Alvarez, E. Anel, J. C. Boixo, P. de Paz, Luis Anel (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.
- Pursley J. R., R. W. Silcox, M. C. Wiltbank (1998) Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **81**, 2139-2144.
- Pursley J. R., M. C. Wiltbank, J. S. Stevenson, J. S. Ottobre, H. A. Garverick, L. L. Anderson (1997) Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J. Dairy Sci.* **80**, 295-300.
- Roelofs J. B., F. J. C. M. van Eerdenburg, N. M. Soede, B. Kemp (2005) Pedometer readings for oestrus detection and as predictor for time of ovulation in dairy cattle. *Theriogenology* **64**, 1690-1703.
- Rorie R.W. (1999) Effect of timing of artificial insemination on sex ratio. *Theriogenology* **52**, 1273-1280.
- Rorie R. W., T. D. Lester, B. R. Lindsey, R. W. McNew (1999) Effect of timing of artificial insemination on gender ratio in beef cattle. *Theriogenology* **52**, 1035-1041.
- Seidel Jr G. E. (2003) Economics of selecting for sex: the most important genetic trait. *Theriogenology* **59**, 585-598.
- Stevenson J. S., M. W. Smith, J. R. Jaeger, L. R. Corah, D. G. LeFever (1996) Detection of estrus by visual observation and radiotelemetry in peripubertal, estrus-synchronized beef heifers. *J. Anim. Sci.* **74**, 729-735.
- Wehner G.R., C. Wood, A. Tague, D. Barker, H. Hbert (1997) Efficiency of the OVATEC unit for estrus detection and calf sex control in beef cows. *Anim. Reprod. Sci.* **46**, 27-34.
- Wettemann R. P., M. L. Looper, M. L. Warner, T. Prado, G. L. Morgan (1998) Estrous behavior and time of ovulation in beef cows during the summer. *Anim. Sci. Research Report*, 227-231.