感圧スイッチを用いた被乗駕行動測定装置による 放牧牛の授精適期の推定

土肥宏志・山田明央*・圓通茂喜¹⁾・住川隆行**

農林水産省中国農業試験場, 大田市 694

* 農林水産省草地試験場, 栃木県西那須野町 329-27

** 岩手県地域農業改良普及センター久慈, 久慈市 028

(1997. 3. 18 受付)

要 約 被乗駕行動測定装置は、乗駕行動時のウシ同士の接触面の圧力を感知する感圧スイッチと、そのスイッチに圧力が加わった時刻と、除かれた時刻を記録する装置で構成されている。被乗駕行動測定装置を装着したウシに他のウシが乗駕した際に、その時刻と被乗駕行動の持続時間が記録される。この装置により発情の時間帯が特定でき、また授精適期を推定するための有用な情報が得られるかどうか検討した。実験1では、繰返しを含めて7頭の黒毛和種雌牛において、被乗駕行動測定装置により得られた乗駕許容を示していると推定される3秒以上の持続時間を示す被乗駕行動の頻度分布から、発情の時間帯が判定できることを示した。実験2では、50頭からなる繁殖牛群内で、発情を誘起した6頭のウシにこの装置を装着し、1日に2回の定期的な牛群の肉眼観察により、この6頭のウシの授精適期を推定し、人工授精を行った。その結果、測定装置の記録より判定された発情の開始と終了時刻から推定された授精適期の範囲内で、人工授精された4頭のウシは受胎した。また、授精適期以外で人工授精された1頭のウシは受胎しなかった。これらの結果は、この感圧スイッチの測定記録をテレメーター装置などにより、実時間で得ることができれば、適期に人工授精が可能であることを示唆している。

日畜会報, 68 (8): 774-779, 1997

放牧における繁殖牛の発情の発見は、授精適期を推定し人工授精を行うための基本技術である。ウシの発情の時間帯は、乗駕許容行動の開始から終了までの時間であるとし、発情の開始や終了の時間を基準として、排卵時期と授精適期を推定する多くの研究が報告されている^{3, 4, 11, 12)}。

現在のところ被乗駕行動を指標とした発情発見技術としては、被乗駕行動を含めた外部徴候の肉眼による定期的な観察、ヒート・マウントディテクター法、テールペイント法がある⁹⁾。しかし、ヒート・マウントディテクター法とテールペイント法では、発情時の乗駕許容行動と発情時以外の被乗駕行動を区別するのは、困難なことが多い。また、これらの2種類のいずれの方法も、連続的に被乗駕行動を測定できないため、授精適期を推定するために重要な情報である発情の開始と終了の時間を把握できない。肉眼による観察では乗駕許容の行動の開始

と終了を把握するためには、短時間間隔で長時間にわたり定期的に観察する必要がある。実際、Lauderdale ら⁷⁾は1日に2回あるいは3回の定期的な牛群の観察に比べ、連続的に観察することにより、発情の発見率は高くなると報告している。しかし、日常の繁殖牛の管理の中で、短時間間隔で長時間にわたり定期的に牛群の観察を行うことは大変に困難である。

前報¹⁾において感圧スイッチを用い、ウシが他のウシに乗駕された時刻と乗駕されている持続時間を正確に測定するため、スイッチの感度とウシへの装着部位の選定を行った。今回の研究では、前報で選定された感圧スイッチを実際の放牧地でウシに装着し、乗駕された時刻とその持続時間の測定記録から、雌牛の発情の開始と終了が判定できることを示した。また、発情牛の授精適期を推定する際に、この装置の有効性を検討した。

¹⁾ 1997年3月16日逝去

材料および方法

被乗駕行動測定装置

本実験で用いた被乗駕行動測定装置は、著者らの前報¹⁾に詳細に報告されている。以下に、その装置についての概略を述べる。この装置は、ウシが他のウシに乗駕された時のウシ同士の接触面に生じる圧力を感知する感圧スイッチと、その時刻を記録するパルス信号入力器で構成されている。スイッチは、接着剤とビニールテープにより革製の牛具に固定し、パルス信号入力器は牛具のポケットに格納した。本実験では、前報¹⁾で検討した結果、もっとも正確に被乗駕行動を測定できた、動作圧力が $1,000 \text{ g/cm}^2$ のスイッチ（長さ 13.5 cm 、コードスイッチ、ブリジストン社、東京）をウシの腰角を結ぶ線から後方の背線上に装着した（図1）。このスイッチと入力器を装着したウシに他のウシが乗駕すると、乗駕したウシがスイッチに接触し on の信号が発生する。次に、この乗駕行動が終了した時にスイッチへの圧力が除かれ、off の信号が発生する。その on と off の発生時刻は、パルス信号入力器により年・月・日・時・分・秒まで記録される。しかし、一旦 on または off の信号が入力された時刻から1秒の間、感圧スイッチで発生する on と off の信号はパルス入力器に記録されない。そのため、1秒以内の持続時間を持つ被乗駕行動も、1秒間の持続時間を持つ被乗駕行動として記録される。

前報¹⁾の試験の中で、肉眼による観察ではウシが乗駕

Fig. 1. The switch and recorder unit on the harness worn by cattle

A 13.5-cm switch that operated with a pressure of $1,000 \text{ g/cm}^2$ was fitted on the line combining the highest points of the left and right hip bones toward the tail.

許容の状態でも、スイッチにかかる圧力は変化しているため、1回の乗駕許容行動中に off と on の信号が繰り返して記録されることが示された。そこで、off の信号が記録されてから3秒以内に on の信号が記録されたときは、1回の被乗駕行動の途中で、ウシ同士の接触面における圧力の変化により生じた信号と見なし、1回の乗駕許容行動が継続しているものとした。本実験では3秒以上の持続時間を示す被乗駕行動を乗駕許容行動と仮定し、以下の実験1と2で被乗駕測定装置により被乗駕行動を測定したウシについて、発情の時間帯の判定を行った。

放牧地における被乗駕行動の測定

実験1：黒毛和種の雌6頭（No. 1 237 kg, No. 2 239 kg, No. 3 273 kg, No. 4 274 kg, No. 5 280 kg, No. 6 289 kg, 全て未経産）と去勢雄牛2頭（205 kg, 315 kg）を一群として放牧した。放牧地は草地試験場のオーチャードグラス主体の草地で、面積は約1haであった。6頭の雌牛の中で、実験開始前の日常の観察で得られた発情周期と直腸検査の結果から、発情誘起が可能な1頭から2頭のウシにプロスタグランジン $F_{2\alpha}$ を投与した。投与した翌日に、被乗駕行動測定装置を装着した。また、毎日10時に直腸検査を行い、排卵の確認を行った。No. 1のウシについては、同様な実験を2回繰り返した。

実験2：草地試験場の50頭からなる黒毛和種の繁殖牛群の6頭（No. 7 446 kg 4産, No. 8 387 kg 1産, No. 9 394 kg 1産, No. 10 407 kg 7産, No. 11 407 kg 7産, No. 12 369 kg 未経産）にプロスタグランジン $F_{2\alpha}$ を投与し、発情を誘起した。プロスタグランジン $F_{2\alpha}$ を投与したウシには、被乗駕行動測定装置を装着した。また、この牛群に対しては、ほぼ午前9時と午後4時の2回の定期的な牛群の観察と随時観察を行い、この6頭の授精適期と推定される時期に人工授精を行った。

結果および考察

実験1で得られた結果の中から、被乗駕行動測定装置を3.5日間装着したウシについて、パルス信号入力器に入力された被乗駕行動の回数を1時間ごとに合計した結果と、3秒以上持続した乗駕許容の状態と推定される被乗駕行動の回数を1時間ごとに合計した結果を図2（ウシ No. 1）、図3（ウシ No. 2）に示した。図2によれば、6月7日の4時から21時の間には、被乗駕行動の頻度が高い状態が継続しており、特に、乗駕許容を示していると推定される3秒以上の持続時間を示す被乗駕行動が高頻度で記録されていた。また、6月8日の10時の直腸検査により、排卵が確認された。そこで、6月7日の4時か

Fig. 2. Changes in mounted responses of No. 1 heifer

The activities were recorded with the device shown in Fig. 1. (□) indicates the number of mounted responses per 1 h, and (▨) the number of standing behaviors to be mounted for three seconds or more per 1 h.

Fig. 3. Changes in mounted responses of No. 2 heifer

The activities were recorded with the device shown in Fig. 1. (□) indicates the number of mounted responses per 1 h, and (▨) the number of standing behaviors to be mounted for three seconds or more per 1 h.

ら 21 時の間が発情の時間帯であると判定できた。6 月 6 日の 15 時～16 時の間に、2 回の被乗駕行動が記録されていた。しかし、その前後に被乗駕行動は記録されてお

らず、また、3 秒以上持続した乗駕許容行動も記録されていないため、これは発情時の被乗駕行動ではないものと判定した。

被乗駕行動記録によるウシの授精適期の推定

図3において、被乗駕回数からだけみると、7月4日の6時から5日の2時までの時間帯以外にも、7月3日の9時から7月3日の19時の間に被乗駕回数の多い時間帯が記録されており、これ以外の時刻にも被乗駕行動が何回か記録されている。しかし、この記録された被乗駕行動のうち3秒以上の乗駕を許容した行動の回数が多い時間帯は、7月4日の6時から5日の2時の時間帯であり、この間にNo.2のウシが発情していたことが判定できた。また、このウシは乗駕許容行動が終了した5日の10時に行った直腸検査により、排卵が確認された。実験1で乗駕測定装置を装着したウシは、いずれも3秒以上乗駕を許容する行動が、2時間から27時間と大きなばらつきがあったが、集中的に記録された時間帯が存在した。また、7頭中6頭において、3秒以上の被乗駕行動の頻度から判定した発情終了の当日あるいは翌日の午前10時の直腸検査時に、排卵が確認された。これらの結果により、感圧スイッチを用いた被乗駕測定装置により、発情の時間帯を判定できることが示された。図2と図3の乗駕許容の時間帯以外に測定された1秒以内の被乗駕行動は、他の発情したウシによる乗駕行動、あるいは、測定したウシの発情の前兆である許容を伴わない被乗駕

行動と推察された。

表1に、実験1と実験2で用いたウシの発情の平均時間、発情中の1頭当たりおよび1時間当たり被乗駕回数の平均値を示した。13頭の平均の発情時間は、16.1時間であった。この値は、平尾・高橋¹⁾の9頭のホルスタインを24時間観察した結果、得られた発情の平均時間は15.3時間や、60頭のホルスタインの平均発情時間は14.9時間であった報告²⁾に一致するものであった。また、ホルスタインでは発情時間の平均が10時間前後と、本実験の結果に比べかなり短い報告もある^{3,5)}。発情時間は、季節⁶⁾やウシの栄養状態¹⁰⁾で異なることが報告されており、発情時間の差異の原因と考えられる。発情時の被乗駕回数は、平尾・高橋⁹⁾が1頭当たり153回と報告しており、本実験の結果とはほぼ一致していた。発情期当たり56.3回という報告²⁾もあるが、この低い回数の原因は、彼らが日常の搾乳作業により拘束されている時間が長いウシを観察したためと考えられる。

実験2で行った結果を表2に示した。すなわち、この被乗駕測定装置の測定結果より判定された発情時間帯と、実際に人工授精が行われた時刻、および、受胎の有無を示した。人工授精によって受胎したNo.7とNo.9

Table 1. Duration of estrus and characteristics of the mounted responses of cattle measured using a pressure-sensitive switch during the estrus period^{a)}

	Number of cows	Duration of estrus ^{b)} (hours)	Number of mounted responses per cow during estrus	Number of mounted responses per hour during estrus
Experiment 1	7 ^{c)}	15.7±6.1(7)	128.4±116.7(7)	8.2±16.7(109)
Experiment 2	6	16.5±7.0(6)	143.7±92.3 (6)	8.7±9.1 (98)
Total	13	16.1±6.3(13)	135.5±102.1(13)	8.6±13.7(207)

^{a)} Values are means±S.D. (n).

^{b)} The duration of estrus was determined based on the distributions of frequency of mounted responses lasting more than three seconds.

^{c)} The experiment was conducted using six heifers, with No. 1 heifer tested twice.

Table 2. Relation between the time of insemination determined by observation of herdsmen and the duration of estrus determined using a pressure-sensitive switch

Cow number	Insemination time	Duration of estrus determined using the automatic recorder	Conception
No. 7	Jan./19 16:00	Jan./19, 11:00-Jan./20, 2:00	Pregnant
No. 8	Dec./14 8:00	Dec./13, 10:00-Dec./14, 3:00	Pregnant
No. 9	Dec./13 16:00	Dec./13, 10:00-Dec./14, 1:00	Pregnant
No. 10	Jan./10 11:00	Jan./ 9, 16:00-Jan./10, 6:00	Pregnant
No. 11	Jan./11 10:30	Jan./ 8, 13:00-Jan./ 9, 16:00	Non-Pregnant
No. 12	not inseminated	Jan./26, 17:00-Jan./26, 23:00	Non-Pregnant

のウシは、発情開始から6時間後、No. 8とNo. 10のウシは発情終了後から5時間で、人工授精を行っており、この4頭は、妊娠していることが後に確認された。No. 11のウシは、測定装置の結果から発情終了後から約18時30分後に人工授精を行っており、大きく授精適期から外れていることが明らかとなった。No. 12は発情時間が非常に短く、また、その期間が17時から23時までと観察者のいない時間帯であったため発情を見逃し、人工授精は行わなかった。発情の開始と終了の時刻と人工授精の適期との関係に関する報告は多数ある。平尾・高橋⁴⁾は、発情終了前5時間と終了後5時間の時間帯で受胎率が良いと報告している。また、人工授精の適期は発情開始後7から12時間後³⁾、あるいは、発情開始後6時間から発情終了後6時間の間と報告されている⁶⁾。

今回の実験では、被乗駕測定装置に記録された被乗駕行動の時刻とその持続時間は、人工授精後にウシから装置を取り外し、人工授精の時刻が授精適期に行われているか検討した。また、推定された授精適期と受胎の有無の関係を検討した。表2の結果は、感圧スイッチにより測定された被乗駕時刻とその持続時間を、実時間で得ることができれば、適期に人工授精が可能なることを示唆している。

文 献

- 1) Dohi H, Yamada A, Tsuda S, Sumikawa T, Entsu S. Technical Note : A pressure-sensitive sensor for measuring the characteristics of standing mounts of cattle. *J. Anim. Sci.*, 71 : 369-372. 1993.
- 2) Esslemont RJ, Bryant MJ. Oestrous behaviour in a herd of dairy cows. *Vet. Rec.*, 99 : 472-475. 1976.
- 3) Hall JG, Branton C, Stone EJ. Estrus, estrous cycles, ovulation time, time of service, and fertility of dairy cattle in Louisiana. *J. Dairy Sci.*, 42 : 1086-1093. 1959.
- 4) 平尾和義・高橋 茂. 牛の集団飼育における発情牛の行動と授精適期. 畜産の研究, 28 : 1310-1314. 1974.
- 5) Hurnik JF, King GJ, Robertson HA. Estrous and related behaviour in postpartum Holstein cows. *Appl. Anim. Ethol.*, 2 : 55-68. 1975.
- 6) 假屋堯由. 新編畜産大事典. 6. 繁殖の項執筆. (田先威和夫監修) 596-611. 養賢堂. 東京. 1996.
- 7) Lauderdale JW. Estrus detection and synchronization of dairy cattle in large herds. *J. Dairy Sci.*, 57 : 348-354. 1973.
- 8) Pennington JA, Albright JL, Diekman MA. Sexual activity of Holstein cows: Seasonal effects. *J. Dairy Sci.*, 68 : 3023-3030. 1985.
- 9) Stevenson JS, Britt JH. Detection of estrus by three methods. *J. Dairy Sci.*, 60 : 1994-1998. 1977.
- 10) 鈴木 修. 黒毛和種雌牛の繁殖機能の向上に関する研究. 家畜繁殖誌, 32 : 111-117. 1986.
- 11) Trimmerger GW. Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. *Nebraska Agr. Exp. Sta. Res. Bull.*, 153 : 3-26. 1948.
- 12) Wishart DF. Observations on the oestrous cycle of the Friesian heifer. *Vet. Rec.*, 90 : 595-597. 1972.

Application of an Automatic Recorder on Standing Behaviors of Cattle to Estimate Estrus Period and Optimum Insemination Time

Hiroshi DOHI, Akihisa YAMADA*,
Shigeki ENTSU¹⁾ and Takayuki SUMIKAWA**

Chugoku National Agricultural Experiment Station, Oda-shi 694

* National Grassland Research Institute, Nishinasuno-machi,
Tochigi-ken 329-27

** Iwate Prefecture Kuji Agriculture Extension Center, Kuji-shi 028

The automatic recorder for standing behaviors of cattle consisted of a pressure-sensitive switch and a recorder that stored the times of the application and removal of pressure from the switch. When an estrus cattle fitted with the switch to its rump is mounted by cattle, the time and duration of the standing behavior are automatically recorded with a pulse memory recorder. The automatic recorder was examined for its usefulness in detecting the onset and end of estrus, and in estimating the optimum insemination time. In experiment 1, six heifers, one of which was tested twice, demonstrated that there were periods of frequent mounted responses lasting three seconds or more. These results suggested that the device was useful for determining the period of standing estrus. In experiment 2, six cows in a group of 50 heads were treated with prostaglandin F_{2α} and fitted with the device. The group were observed twice per day and the six cows were inseminated by a herdsman at the optimum time which was estimated based on his periodic observations. Four cows were inseminated during the period of the optimum insemination time on the basis of the onset and end of estrus, which were determined using data from the automatic recorder, and all the four were pregnant. One cow that was inseminated beyond the limit of optimum time determined using the device, was not pregnant. These results demonstrated that it was possible to inseminate estrus cattle at the optimum time if real-time data on standing behaviors is obtained through the use of a telemetry system incorporating a pressure-sensitive switch.

Anim. Sci. Technol. (Jpn.) 68 (8) : 774-779, 1997

Key words : Estrus cattle, Switch, Behavior, Optimum insemination

¹⁾ Dr. S. Entsu, one of the coauthors, was deceased on March 16, 1997.