

## 泌乳牛の時間制限放牧下における放牧地への 排泄糞の個数および分布

八代田真人・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦

Number and Distribution of Dung Pats by Lactating Dairy Cows  
in Pasture under Time - restricted Grazing.

Masato YAYOTA, Hiroki NAKATSUJI, Seiji KONDO  
and Masahiko OKUBO

### Summary

Number and distribution of dung pats by lactating dairy cows in pasture under time - restricted grazing (5h/d) was investigated. The 1.87ha pasture was divided evenly into 2 plots. Each plot was grazed by 5 (L) and 7 (H) Holstein lactating dairy cows. For the measurements of number and distribution of dung pats, each plot was divided into 385 squares (1 square = 5 × 5 m<sup>2</sup>). After each grazing, newly deposited dung pats in every square were recorded. The results were as follows :

- (1) Grazing period was 165d in L and 143d in H. Total grazing hours in L and H were 4305 and 5245 cow - hr/ha, respectively.
- (2) Total and daily number of dung pats in L and H were 3158, 19.6 and 3420, 23.8, respectively. There was no difference in number of dung pats per hour per cow between L and H. The accumulated number of dung pats over the grazing period in pasture was linearly increased.
- (3) The distribution of dung pats in L and H were describable by the Poisson distribution and negative binominal distribution ( $K=23.3$ ), respectively. Dung pats were not clumped at a particular point in the pasture.

キーワード：時間制限放牧、排泄糞、泌乳牛

Key words : Dung pats, Lactating dairy cow,  
Time - restricted grazing

### 緒言

放牧地に排泄された糞は、その肥料効果により草量を増加させる。その反面、不食地を形成し利用草量を低下させる。しかし、不食地は時間の経過にともない採食利用されていく。このように糞-不食地-利用草量との間には動的な関係があると考えられる。これらの関係を解明するためには、まず放牧地に排泄された糞の数および分布を知ることが必要である。放牧地に排泄された糞の個数を検討した報告は少ない。一方、放牧地における排泄糞の分布については、すでにくつかの研究があり、その分布を確率分布にあてはめる試みがなされている。それによれば、排泄糞の分布は、放牧強度が低い場合にはポアソン分布に適合する<sup>2,6)</sup>が、放牧強度が高い場合には負の二項分布に適合する<sup>2,6,7)</sup>ことが報告されている。しかし、これらの報告は、放牧期間が短く、放牧強度が低い条件下で得られた結果であり、1放牧期を通して放牧した場合の結果とは異なる可能性がある。また、泌乳牛の放牧において、排泄された糞の分布を検討した例はない。

そこで本報告では、泌乳牛の時間制限放牧下において、1放牧期間を通して放牧地へ排泄された糞の個数および分布について検討した。

### 材料および方法

北大農場では1993年より、異なる放牧強度における泌乳牛の時間制限放牧下での一連の試験を行っている。このうち、1995年に実施した試験において放牧地に排泄された糞の個数および分布を調査した。

#### 1. 放牧条件

北海道大学農学部 (060 札幌市北区)

Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Kitaku, Sapporo 060, Japan

「平成7年度 研究発表会において発表」

1992年に造成した、イネ科マメ科混播草地1.87haを2等分し、ホルスタイン種泌乳牛を5頭(以下、L区とする)および7頭(以下、H区)を放牧した。放牧方式は、1回2.5時間を1日2回、5:30-8:00(但し9/1以降は9:30-12:00)と17:00-19:30に行う1日単位のストリップ放牧とした。飼料給与基準は両区とも日本飼養標準<sup>9)</sup>のTDN要求量に基づき、粗飼料から維持+13kg乳生産に必要なTDNを給与するよう設定した。13kgを越える乳生産に対するTDNは濃厚飼料(乳量の10-28%量に相当)で補った。1日1頭当たりの放牧地草期待乾物摂取量および期待利用率は、L区では、放牧開始(5月1日)から6月20日までの期間を10kg、60%とし、6月21日以降を8kg、40%に設定した。H区では放牧地草期待乾物摂取量は、5月1日から5月31日までを10kg、6月1日から7月30日までを8kg、7月31日以降を8.5kgとし、期待利用率は放牧期間を通して60%とした。放牧への併給飼料としてサイレージと乾草、濃厚飼料を、いずれも舎内で給与した。同様に給水も舎内で行った。

2. 供試放牧地

供試放牧地は両区とも長辺が275m、短辺が34mの長方形であった(図1)。期待乾物摂取量、期待利用率および現在草量から1日の割当面積を決め、簡易電気牧冊(GALLAGHER社製、ニュージーランド)で区切り放牧した。0m地点を出発点とし、順次割当面積を決め、275m地点に向かって牧柵を移動した。放牧輪換が0m地点から再び0m地点に戻ってきた時点で利用回数を1回とし、それまでの日数を輪換回帰日数とした。

3. 排泄糞の調査方法

調査にあたり供試放牧地を合計385区画(1区画約5×5m<sup>2</sup>)に分割した(図1)。1日の放牧終了直後に、その日に排泄された糞の位置を記録し、これを1輪換毎にまとめた。この記録をもとに各区画内に排泄された糞の個数を数え、区画毎の排泄糞個数の頻度分布を求めた。求めた頻度分布をポアソン分布および負の二項分布にあてはめ、適合度をカイ二乗検定により判定した。1区画内にx個の糞が排泄される確率は以下の通りである。

ポアソン分布では

$$Px = \frac{e^{-m} \cdot m^x}{x!} \quad x = 0, 1, 2 \dots$$

x: 1区画内に含まれる糞の個数

m: xの平均値

e: 自然対数

負の二項分布では

$$Px = \frac{(k+x-1)!}{x! (k-1)!} \cdot \frac{R^x}{q^x} \quad x = 0, 1, 2 \dots$$

$$R = m / (k+m)$$

$$q = (k+m) / k$$

ここで、kは正のパラメータであり、分布のかたまり度合いを表す。kの値が低いほど、より集中的であり、値が高いほど、ランダムに分布していることを示している。k→∞ではポアソン分布に収束する<sup>1)</sup>。

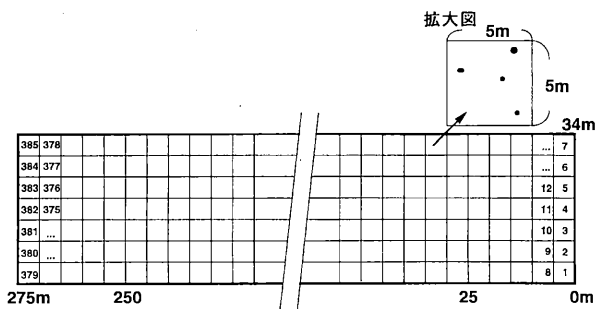


図1. 供試放牧地の概要および排泄糞の調査方法

結果および考察

1. 放牧地の利用状況

放牧地の利用状況を表1に示した。総放牧日数はL区で165日、H区では143日であった。H区で放牧日数が短かったのは草量不足により7/20-8/6まで休牧せざるを得なかったためである。延べ放牧頭数はL区で805頭、H区では981頭、1ha当たりの延べ放牧時間はL区とH区で、それぞれ4305、5245cow-hrであった。輪換回帰日数の範囲は両区ともほぼ同じであったが、H区では輪換回帰日数が短い放牧輪換が多かったため、平均値はH区が短かった。利用回数は両区でほぼ同じであった。

表1. 放牧地の利用状況

	L区	H区
総放牧日数	165	143
延べ放牧頭数	805	981
延べ放牧時間 (cow-hr/ha)	4305	5245
利用回数	17	18
輪換回帰日数	9.79 (5~19)	7.94 (4~22)

2. 排泄糞の個数

排泄糞の個数を表2に、累積個数の推移を図2に示した。H区では草量不足により7/20-8/6まで休牧せ

ざるを得なかったため、この期間の排泄糞の増加はなかった。この期間を除くと、排泄された糞の個数は両区ともほぼ直線的に増加しており、時期による排泄糞個数の増加傾向に変化はみられなかった。

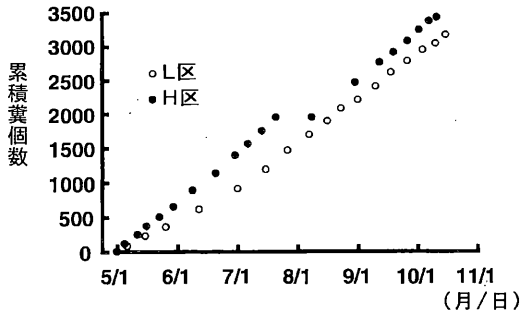


図2. 排泄糞の累積個数の推移

放牧地に排泄された糞の総個数、1日あたりに排泄された糞の個数は、L区で3158、19.6個、H区では3420、23.8個といずれもH区が多く、放牧頭数の増加につれ糞の個数が多くなった。また、牛1頭1時間あたりでみた場合には、両区の間ほとんど差はみられなかった。1区画内に排泄された糞の1放牧期を通しての累積個数は、平均値でL区では8.2個、H区では8.9個であった。その範囲はL区では1-16個、H区では2-20個であり、両区とも区画毎の変動が大きかった。これは、排泄糞の分布が放牧地内で均一ではないことを示している。

表2. 排泄糞の個数

	L区	H区
総個数	3158	3420
1日当たり	19.6	23.8
cow-hr当たり	0.8	0.7
1区画当たり	8.2 (1~16)	8.9 (2~20)

1区画：5×5m<sup>2</sup>

### 3. 排泄糞の分布

排泄糞の分布を検討するために、区画毎の排泄糞個数の頻度分布を図3に示した。糞個数の頻度分布は、

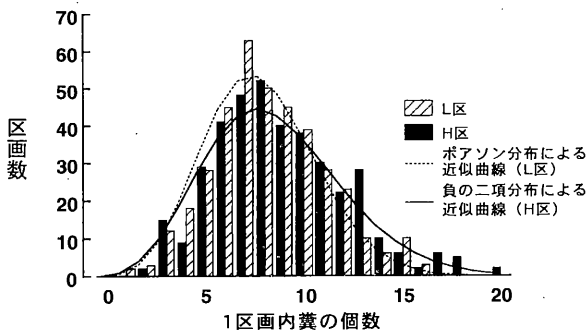


図3. 排泄糞の頻度分布

L区ではポアソン分布に、H区では負の二項分布 ( $k=23.3$ ) に適合した。PETERSENら<sup>6)</sup> およびRICHARDS and WOLTON<sup>7)</sup> は、放牧強度が高い場合、または放牧期間が長い場合には、排泄糞の分布は負の二項分布に適合したと報告している。本報告でも、放牧強度がより高いH区においては、放牧地に排泄された糞の分布は、負の二項分布に適合した。しかし、負の二項分布の特徴を表すパラメータ $k$ の値を比較すると、PETERSENら<sup>6)</sup> の報告から計算した値は $k=1.6-2.8$ であり、RICHARDS and WOLTON<sup>7)</sup> では $k=2.7-17.0$  (平均6.7)、袴田<sup>2)</sup> は $k=4.0-4.9$  (平均4.4) であるのに対し、本報では23.3とかなり高い。HIRATA<sup>3)</sup> は、各輪換毎の糞の分布よりも、各輪換毎の糞の分布を累積したほうが、糞の分布はより均一に近づき、 $k$ 値も大きくなることを示している。本報告の結果は、1放牧期を通して排泄された糞の分布であるため、 $k$ の値が大きくなったと考えられる。 $k$ 値が高いほどポアソン分布に近似する<sup>7)</sup> ことから、H区における糞の頻度分布は、ポアソン分布に近いといえる。また、両区において分布の形に大きな違いはみられず(図3)、両区とも平均値である8付近を中心にして対称形をなしている。このことは、放牧地での糞の分布にかたよりが少ないことを示している。しかし、これは放牧地における各区画の位置を考慮に入れておらず、実際に糞がどの位置にあるかを示したものではない。

そこで、糞の位置を個数別に図4に示した。H区ではL区に比べて排泄された糞の個数が10-14、15以上を示す区画が多い。これは、排泄された総糞個数の差を反映している。また、両区とも糞が著しく集まりやすい場所はなかった。放牧地では給水場や給塩場、休息所などの放牧施設付近に糞がかたよりやすいといわれている<sup>2,4)</sup>。

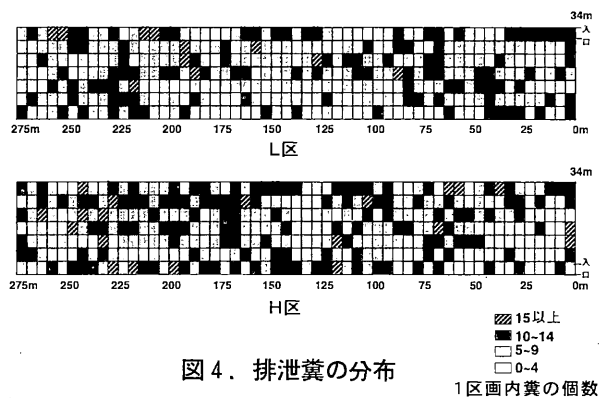


図4. 排泄糞の分布

本報では、給水場や給塩場、休息所がなかったことが、糞が特定の場所にかたよらなかった要因の1つと考えられる。また、他の要因として、本報の放牧方式はストリップ放牧であり、輪換放牧や固定放牧に比べて1枚区の

面積が狭く、放牧牛の行動が制限されていたためとも考えられる。

以上、ストリップ放牧を行った、泌乳牛の時間制限放牧においては、放牧地に排泄された糞の個数は1頭1時間当たりになると0.7-0.8個であった。また、その分布は特定の場所にかたよることがなく、L区ではポアソン分布に、H区では負の二項分布に適合することが示唆された。しかし、この結果は、排泄直後の糞について調査したものであり、排泄された糞が分解され消えていくという時間的な観点は考慮にいれていない。また、糞により不食地が形成される過程、形成された不食地が採食利用される過程を知ることは、糞-不食地-利用草量の関係を解明するためには必要であり、この点については現在検討中である。

### 引用文献

- 1) BLISS, C. I and R. A. FISHER (1953) Fitting the negative binominal distribution to biological data. *Biometrics*, 9, 176-200
- 2) 袴田共之 (1986) 放牧草地における乳用育成牛排泄物の肥料的評価に関する研究. 北海道立農業試験場報告. 55, 1-88.
- 3) HIRATA, M., Y. SUGIMOTO and M. UENO (1987) Distribution of dung pats and ungrazed areas in bahiagrass (*Paspalum notatum* Flügg.) pasture. *J. Japan. Grassl. Sci.* 33(2), 128-139.
- 4) HIRATA, M., Y. SUGIMOTO and M. UENO (1990) Return of dung to bahiagrass (*Paspalum notatum* Flügg.) pasture by dairy cattle. *J. Japan. Grassl. Sci.* 35(4), 350-357.
- 5) 農林水産省農林水産技術会議事務局編、日本飼養標準乳牛 (1994年版). 中央家畜会, 東京. (1994).
- 6) PETERSEN, R. G., H. L. LUCAS and W. W. WOODHOUSE, Jr (1956) The distribution of excreta by freely grazing cattle and its effect on pasture fertility: I. Excretal distribution. *Agron. J.* 48, 440-444.
- 7) RICHARDS, I. R and K. M. WOLTON (1976) The distribution of excreta under intensive cattle grazing. *J. Br. Grassld. Soc.* 31, 89-92.

### 摘要

泌乳牛の時間制限放牧下 (5 h/d) における放牧地への排泄糞の個数および分布について検討した。1.87 haの放牧地を2等分し、それぞれの牧区にホルスタイン種泌乳牛を5頭(L区)および7頭(H区)放牧した。排泄糞の個数および分布を調査するために、各牧区を385区画 (1区画=5×5 m<sup>2</sup>) に分割した。各放牧の直後に、放牧地へ新たに排泄された糞の数を区画毎に記録した。結果は以下の通りである。

- (1) 放牧日数はL区で165日、H区では143日であった。延べ放牧時間はL区、H区でそれぞれ4305、5245、cow-hr/haであった。
- (2) 排泄糞の総個数および1日当たりの糞個数はL区で3158、19.6個、H区で3420、23.8個であった。1頭1時間当たりでみた場合、両区に差はなかった。各輪換毎に排泄糞の個数を累積していくと、放牧地での排泄糞の個数は直接的に増加した。
- (3) 放牧地における排泄糞の分布は、L区ではポアソン分布に適合し、H区では負の二項分布に適合した。放牧地の特定の場所に糞がかたよることはなかった。

(1996年3月1日受理)