

原 著

平坦地での昼夜定置放牧における泌乳牛の移動距離の変化

森 光生¹⁾・遠藤 哲代³⁾・中辻 浩喜¹⁾・上田宏一郎¹⁾・近藤 誠司²⁾¹⁾北海道大学大学院 農学院²⁾北海道大学北方生物圏フィールド科学センター³⁾現北海道立総合研究機構 畜産試験場¹⁾北海道 札幌市 060-8589 ²⁾北海道 札幌市 060-0811³⁾北海道 上川郡 新得町 081-0038

Moving distance change of dairy cow on flat pasture under set stocking.

Mitsuo MORI¹⁾, Tetsusiro ENDO³⁾, Hiroki NAKATSUJI¹⁾, Koichiro UEDA¹⁾, Seiji KONDO²⁾¹⁾ Graduate School of Agriculture, Hokkaido University²⁾ Field Science Center for Northern Biosphere, Hokkaido University³⁾ Animal Research Center, Hokkaido Research Organization¹⁾ Sapporo, Hokkaido, 060-8589 ²⁾ Sapporo, Hokkaido, 060-0811³⁾ Shintoku, Kamikawa, Hokkaido, 081-0038

キーワード：移動距離, 食草行動, 定置放牧, 泌乳牛

Key word : moving distance, grazing behavior, set stocking, lactating cow

要約

平坦地での昼夜定置放牧における泌乳牛の移動距離およびその変化を検討するため、北海道網走管内興部町の酪農牧場において、GPSを用いた行動観察を2006年6月～9月(試験1)および2007年6月～8月(試験2)に行った。放牧地の平均草高は試験1と試験2でそれぞれ11.2と10.4cmであった。平均現存草量は試験1と試験2でそれぞれ1.2と1.3tDM/haであった。総移動時間は試験1と試験2でそれぞれ9.1と11.7h/dayであった。総移動時間は両年も6月では8月以降より長かった(試験1:P<0.05, 試験2:P<0.01)。総移動距離は試験1と試験2でそれぞれ5.3と6.8km/dayであった。総移動距離は試験1では6月が8月より長く(P<0.01)、また試験2では6月が最も長く、8月が最も短かった(P<0.01)。試験2の総移動時間および距離のうち食草移動がそれぞれ88および86%を占めていた。

on flat pasture, we observed moving behavior of dairy cows from June to September in 2006 (exp.1) and from June to August in 2007 (exp.2) on a dairy farm. Moving time and distance were measured by GPS. In exp.2, moving was separated grazing and only moving by libration sensor. Means of grass height were 11.2 and 10.4cm in exp.1 and exp.2, respectively. Means of herbage masses were 1.2 and 1.3 t DM/ha in exp.1 and exp.2, respectively. Total moving times were 9.1 and 11.7 h/day in exp.1 and exp.2, respectively. Total moving time in June was longer than that of August or later month in exp1 (P < 0.01) and exp2 (P < 0.05). Total moving distances were 5.3 and 6.8 km/day in exp.1 and exp.2, respectively. In exp. 1, total moving distance was longer in June than in August or later month (P < 0.01). In exp. 2, total moving distance was the longest in June and was the shortest in August (P < 0.01). In exp.2, ratio of moving for grazing to total moving was 88% for time and 86% for distance.

Abstract

To investigate change of moving distance for dairy cow

緒言

放牧飼養下でウシは放牧地内で自由に移動し、食草を行う。そのため、舎飼いに比べるとエネルギー消費量は多いとされており(Osuji, 1974)、適切な飼料給与

を行う上で、移動によるエネルギー消費量を要求量に加える必要がある。日本飼養標準・乳牛（2006）では、舎飼いに対する維持要求量の増加割合を放牧条件によって類型化し、15～40%の増加としている。しかし、この数字は食草時間や移動距離が集約的な輪換放牧や傾斜地でのシバ定置放牧など限られた条件で測定された物であり、そのまま一般化するには問題があるだろう。

近年、わが国では飼料自給率向上のために放牧が見直されているとともに、その技術として省コストの利点から乳牛の定置放牧方式が見直されてきている。定置放牧は牧区を区切らず、放牧期間を通して放牧頭数および面積を変更しないため、一般的な酪農家の牛群を維持するには必然的に大面積となる。また土地条件に恵まれない傾斜を有する草地においては、この定置放牧方式、さらに同様に牧区を区切らないが放牧頭数や面積を調節する連続放牧方式が選択されていることが多い。一方で平坦地においても定置放牧は省コストであるため、道内では平坦地で定置放牧を採用する酪農家も見られる。HART *et al.*（1993）は子付き雌牛1組を1 AU、乾乳牛1頭を0.9 AU、育成牛1頭を0.75 AUとするアニマルユニットを用いて、総牧区面積が約200ha、放牧頭数が約40 AUの連続放牧と輪換放牧を行った。その中でHART *et al.*（1993）は雌牛の1日の移動距離を比較し、連続放牧の方が長かったことを報告している。従って、大面積、時には傾斜を含む草地における定置放牧では、移動距離および移動に伴うエネルギー消費が増加することが予想される。

定置放牧では、放牧期間中の牧草再生量や利用草量の調整が不可能であるため、放牧期間中に草量の過不足が生じることが指摘されている（CASTLE and WATSON, 1975, 八木ら, 2002）。放牧地の草高あるいは草量が減少した場合にはウシの食草時間は増加する（OLSON *et al.*, 1989; HODGSON, 1990）ため、さらに食草時の移動に要するエネルギー消費は増加するだろう。栄養供給の面から、定置放牧においても短草利用が好ましいが、食草移動距離が長くなるため、正味のエネルギー出納が低下するかもしれない。さらに、放牧期間の進行に伴い、草高あるいは草量が変化するが、それによって移動距離も変化する可能性がある。しかし、定置あるいは連続放牧条件において泌乳牛の移動距離の放牧期間中の変化が測定された例は少ない（近藤, 2001; 花田, 2006）。さらにこれらの報告ではいずれも傾斜地での検討であり、そこで示された移動距離は傾斜の影響が加わった結果である。そこで本報では、平坦地での昼夜定置放牧において泌乳牛の移動距離、移動時間および移動速度を放牧期間中の複数の時期に測定し、移動距離およびその変化に影響を及ぼす要因について検討した。

材料および方法

供試地および飼養管理

調査は定置放牧方式で酪農を営んでいる北海道網走管内紋別郡興部町の牧場（北緯44° 24′ , 東経143° 01′）において2ヶ年にわたって行った（Table 1）。放牧地の面積は17ha、高低差は最大17mでほぼ平坦であった（Figure 1）。放牧地植生はケンタッキーグラス（*Poa pratensis* L.）、オーチャードグラス（*Dactylis glomerata* L.）およびシロクローバ（*Trifolium repens* L.）などの混生草地であった。この経営ではホルスタイン種泌乳牛28～34頭を放牧地1面で昼夜放牧しており、放牧時間は概ね20時間前後であった。調査日によって搾乳のためにウシを牛舎に繋留した時間帯が異なっており、放牧した時間帯は変動したが昼間は5:30-17:30、夜間は18:30-5:30の時間帯に含まれた。調査期間を通じて、各供試牛に市販の配合飼料を乾物で4 kgを朝と夕に半量ずつ1日2回、牛舎へ繋留した直後に給与した。牛舎内で粗飼料は給与しなかった。

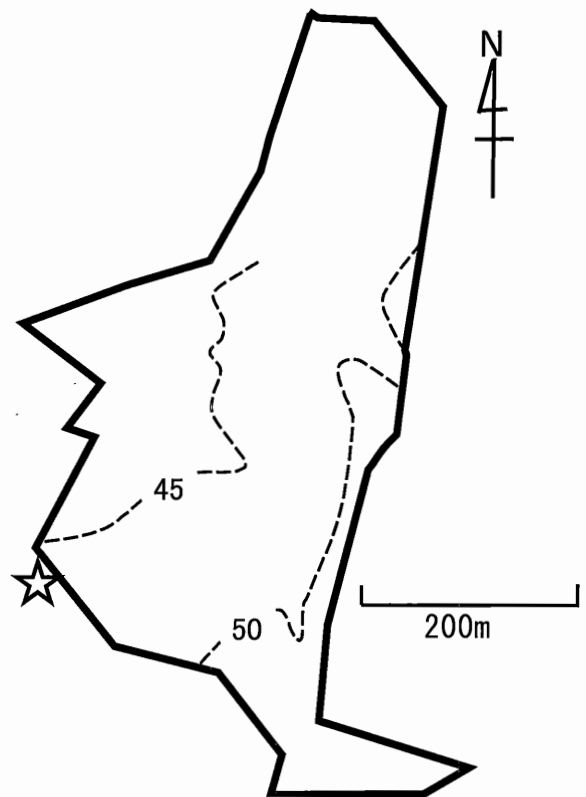


Figure 1. Contour map of the pasture used in this study; ☆= cattle shed. Broken lines are contours. Values over broken lines are altitude (m).

試験設定

試験1は2006年6月から9月の各月6～7日間に実施した。泌乳牛群（平均乳量17.7kg/day）から各月ランダムに5頭の供試牛を選んだ。移動距離、移動時間

および移動速度を測定し、平坦地での昼夜定置放牧での泌乳牛の移動距離およびその変化に及ぼす影響を検討した。

試験2では2007年6月から8月の各月3日間の測定を実施した。泌乳牛群から各月ランダムに5頭の供試牛を選んだ。移動行動を食草移動と食草以外の移動に区分した。食草移動と食草以外の移動それぞれにおいて、移動距離、移動時間および移動速度を測定し、移動距離へのそれぞれの移動が及ぼす影響とその変化について検討した。

気象条件

調査地の最寄りのアメダス（興部：北緯44° 28'，東経143° 01'）のデータ（気象庁ホームページ）から調査期間中の時間ごとの気温の数値を利用した。日の出および日没時刻を調査地の緯度・経度と日付から算出した（国立天文台ホームページ）。

草地調査

草地調査は毎月の調査開始時に、コドラート（50cm×50cm）を複数箇所設置し、それぞれのコドラート内についてイネ科牧草の草高を5点測定した後、牧草を地際で刈り取り生重量を測定した。刈り取ったサンプルは60℃で48時間乾燥して乾物重量を測定し、単位面積当たりの乾物草量を算出した。

移動距離、移動時間、移動速度および行動形の測定

供試牛に装着したGPS（eTrex Venture, GARMIN, U.S.A.）を用いて放牧地でのウシの位置（緯度・経度）を5分間隔で測定した。位置の緯度経度は平面直角座標（X-Y座標）に変換し、以下の式で連続する2点のX-Y座標間の距離を測定間の移動距離とした。また移動距離を測定間隔で除した1分あたりの移動距離を移動速度とした。

$$\text{水平移動距離} = \{(X2 - X1)^2 + (Y2 - Y1)^2\}^{0.5}$$

X1：前回測定した位置座標のX座標，X2：位置座標のX座標

Y1，Y2：X同様、連続する2点の位置座標のY座標

測定機器がGPSのみであった試験1では、GPSのデータから移動距離、移動時間および移動速度を解析した。

試験2では、供試牛の首輪に食草動作に反応する振動センサ・データログを装着して食草移動を判別し、食草移動距離、食草移動時間および食草移動速度を集計した。

GPSによる測定には測定誤差が生じ（GANSKOPP and JOHNSON, 2007）、特にウシが休息し、移動を行っていない時の測定誤差は移動距離を過大に評価する。そのため、ウシが休息時に測定された移動を除外する必要がある。試験2については食草以外の行動、すなわち

休息と食草以外の移動の判別を対数生存曲線により行った。食草時を除く時間の移動速度の対数累積頻度分布のうち、頻度の高かった10m/min以下の分布について折れ線回帰分析（芳賀 2003）を行った。屈曲点の移動速度を1～10m/minの範囲で1m/minごとに固定して回帰式を求めた。屈曲点の移動速度が3m/minの場合に残差平方和が最小となったため、これ以下を休息時のGPS測位誤差とみなして除き、屈曲点より速い速度のデータを食草以外の移動とした。同移動速度を試験1の結果にも適用し、総移動（食草および食草以外の移動）と休息を判別し、GPS測位誤差分の移動は除外した。

統計解析

試験1のデータにおいて食草移動および食草以外の移動を合計した総移動時間、総移動距離および総移動速度について、試験2のデータにおいては総移動および食草移動と食草以外の移動ごとの行動時間、移動距離および移動速度について、1日合計および朝と夕方の搾乳時間を区切りに昼間（5:30-17:30）と夜間（17:30-翌5:30）ごとに集計した。これらの月間の比較をJMPのTukey HSD検定（SAS Institute Inc., 2002）で行った。

結果

気象条件

試験1の6月から9月の各月調査日の平均気温は17.3℃、最高気温は20.9℃であり、試験2の6月から8月ではそれぞれ18.6℃と23.4℃であった（Table 1）。

草地の状態

試験1の6月から9月の放牧地の平均イネ科草高は11.7cmで8月まで増加し、9月に減少した。平均現存草量は1.2tDM/haで、7月がもっと多く8月以降減少した。割り当て草量は377～907kgDM/cowであった（Table 1）。試験2の6月から8月の平均イネ科草高は10.4cm、平均現存草量は平均1.3tDM/haであり、試験2の草高と草量は一定で推移した。割当草量は666～720kgDM/haであった。

移動時間、移動速度および移動距離

試験1

Table 2に試験1での1日当たりの移動時間、距離および速度を1日合計および昼間と夜間に分けて月ごとに示した。移動時間は1日合計では6月から9月にかけて減少する傾向があり、8月以降では6月に比べ短かった（P<0.01）。いずれの月においても昼間の移動時間が夜間より長かった。昼間の移動時間は8月で他の月よりも短かった（P<0.01）。夜間の移動時間は9

Table 1. Date of observation, period of cows on pasture at pasture, times of sunrise and sunset, mean and highest ambient temperature, sward height, herbage mass and herbage allowance in measurement days. Ambient temperature was cited from AMeDAS data (Okoppe; Japan Meteorological Agency).

	June	July	August	September
Exp. 1				
Date of observation	6/25-7/1	7/17-7/24	8/14-8/21	9/9-9/13
Sunrise	3:45	4:00	4:30	5:15
Sunset	19:30	19:15	18:45	18:00
Period of cows on pasture	7:00-17:00 19:00-5:00	7:00-16:30 18:30-5:00	7:00-16:00 18:00-5:00	7:30-16:00 18:00-5:30
Ambient temperature(°C)				
Mean	15.1	16.2	21.5	16.4
Highest	21.0	17.7	23.3	21.6
Sward height (cm)	6.1	13.3	15.7	9.7
Herbage mass (tDM/ha)	1.3	1.6	1.1	0.6
Herbage allowance (kgDM/cow)	650.0	906.7	623.3	377.2
Exp. 2				
Date of observation	6/19-6/22	7/22-7/25	8/21-8/24	--
Sunrise	3:45	4:15	4:45	--
Sunset	19:30	19:15	18:30	--
Period of cows on pasture	7:00-17:30 19:30-5:00	8:00-16:30 18:30-6:00	7:00-17:00 19:00-5:00	-- --
Ambient temperature(°C)				
Mean	13.8	20.0	21.9	--
Highest	18.3	25.0	26.9	--
Sward height (cm)	11.2	9.8	10.1	--
Herbage mass (tDM/ha)	1.3	1.2	1.3	--
Herbage allowance (kgDM/cow)	719.6	665.8	714.7	--

Table2. Moving time, velocity and distance during a day (exp. 1)

	June	July	August	September	SEM	P value
Time (hour)						
All day	10.0 ^a	9.9 ^{ab}	8.4 ^b	8.1 ^b	0.5	<0.01
5:30-17:30	6.3 ^a	6.0 ^a	4.4 ^b	5.6 ^a	0.4	<0.01
17:30-5:30	3.7 ^a	3.8 ^a	4.0 ^a	2.5 ^b	0.4	<0.01
Velocity (m/min)						
All day	10.5	9.4	9.4	10.2	0.3	N.S.
5:30-17:30	9.5 ^{ab}	8.8 ^b	8.9 ^b	10.2 ^a	0.3	<0.05
17:30-5:30	12.8 ^a	10.2 ^b	9.5 ^b	10.1 ^b	0.7	<0.01
Distance (km)						
All day	6.3 ^a	5.5 ^{ab}	4.7 ^b	4.9 ^b	0.4	<0.01
5:30-17:30	3.5 ^a	3.1 ^{ab}	2.3 ^b	3.4 ^a	0.3	<0.01
17:30-5:30	2.8 ^a	2.4 ^{ab}	2.3 ^{ab}	1.5 ^b	0.3	<0.05

N.S.: not significant

a,b: Means with different superscript letter in each column are significantly different (P < 0.05).

月で他の月よりも短かった (P<0.01)。

1日通しての平均総移動速度に月間の有意差は見られなかった。昼間の移動速度は9月で7月と8月より速く (P<0.05)、夜間は6月で他の月より速かった (P<0.01)。

総移動距離は1日合計では6月から9月にかけて減少する傾向があり、6月に比べ8月以降では有意に短かった (P<0.01)。昼間の移動距離は6月と9月で8月より長かった (P<0.01)。夜間の移動距離は6月が9月より長かった。(P<0.05)。

日内の移動距離の変化から月間の差に影響を及ぼした要因を検査するために、1時間ごとの総移動距離を月別にFigure 2に示した。5～6時前後、17～18時前後は搾乳時間にあたるため、移動距離が短かった。全ての月に共通して昼間には午前と午後の2回、夜間では夕方の搾乳後と明け方の2回、移動距離が長い時間帯

があった。ほとんどの月で夕方搾乳後の移動距離が最も長かったが、9月では昼間の午後の移動距離が長い傾向にあった。また、昼間において移動距離の長い時間帯の間で観察された移動距離の減少が9月で他の月より小さい傾向があった。

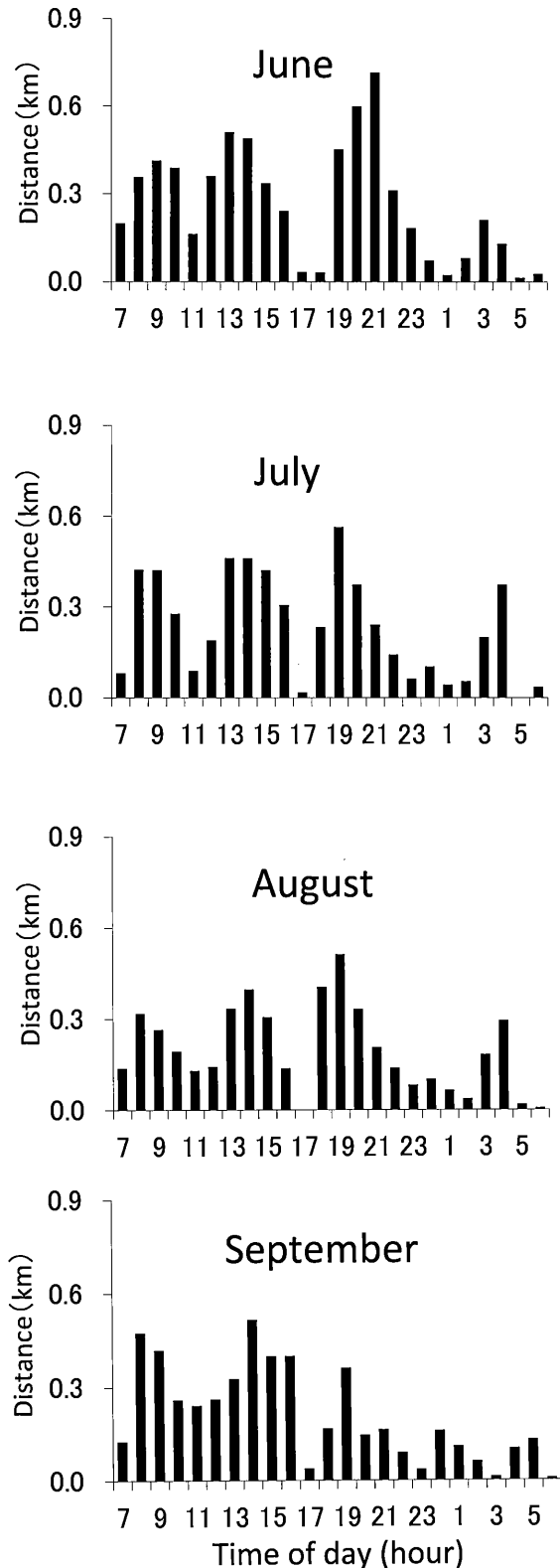


Figure2. Moving distance in each hour of day (exp. 1).

試験 2

Table 3に試験 2での移動時間、移動距離および移動速度を総移動および食草移動と食草以外の移動に分けて示した。総移動時間は1日合計では8月では他の月よりも短かった ($P < 0.05$)。昼間では6月で最も長かった ($P < 0.05$)。一方、夜間では7月が最も長く、8月が最も短かった ($P < 0.01$)。食草移動時間の月間差は総移動時間と同様であった。食草以外の移動時間は、月の間で有意差はなく、1.4時間程度であった。総移動時間のうち、食草移動時間が88%を占めた。

総移動速度、食草移動速度および食草以外の移動速度に月間の有意差はみられなかった。食草移動速度と食草以外の移動速度ともに、昼間より夜間で高い傾向にあった。また食草以外の移動速度は食草移動速度よりも1～6 m/min程度速かった。

1日合計の総移動距離は6月が最も長く、8月で最も短かった ($P < 0.01$)。昼間の移動距離は6月が他よりも長かった ($P < 0.01$)。夜間は8月が他の月よりも短かった ($P < 0.01$)。食草移動距離の月間差は総移動時間と同様であった。食草以外の移動距離に有意差はなく、1日合計でどの月も1 kmと一定であった。食草移動距離は昼間で夜間より長く、これに対して食草以外の移動は夜間が昼間より長かった。総移動距離のうち食草移動距離が86%を占めていた。

全ての月に共通して昼間には午前と午後の2回、夜間では夕方の搾乳後と明け方の2回、移動距離の長い時間帯が見られた。全ての月で夕方搾乳後の移動が最も長かった (Figure 3)。6月と8月の夕方搾乳後移動距離には食草以外の移動距離が多く含まれた。

考察

1日の総移動時間は、両試験併せて8.1～12.4時間の範囲にあった。試験2ではこのうち食草移動が9.1～11.0時間であった。CHACON and STOBBS (1976)はジャーシー種泌乳牛の食草時間を10.8時間であったとしている。また、McCARTHY *et al.* (2007)は草高23cmで十分な草量かつ併給飼料を3.5kg/day給与した昼夜放牧におけるホルスタイン種泌乳牛の1日の食草時間が9.0時間であったことを報告している。本試験の結果は、泌乳牛の昼夜放牧での移動時間としては標準的な時間であったと考えられる。

本試験の1日当たりの総移動距離は両試験併せて4.7～7.8kmにあった。日本飼養標準・乳牛(2006)では

Table3. Moving time, velocity and distance during a day (exp. 2).

	June	July	August	SEM	P value
Time (hour)					
Total moving					
All day	12.4 ^a	12.2 ^a	10.6 ^b	0.6	<0.05
5:30-17:30	7.8 ^a	6.6 ^b	6.7 ^b	0.4	<0.05
17:30-5:30	4.6 ^b	5.6 ^a	3.9 ^c	0.5	<0.01
Grazing					
All day	11.0 ^a	10.9 ^a	9.1 ^b	0.6	<0.05
5:30-17:30	7.2 ^a	5.9 ^b	6.0 ^b	0.4	<0.05
17:30-5:30	3.8 ^b	5.0 ^a	3.1 ^b	0.6	<0.01
Only moving					
All day	1.4	1.3	1.4	0.1	N.S.
5:30-17:30	0.6	0.7	0.7	0.0	N.S.
17:30-5:30	0.8	0.6	0.8	0.1	N.S.
Velocity (m/min)					
Total moving					
All day	10.6	9.6	9.4	0.4	N.S.
5:30-17:30	9.3	8.2	8.6	0.3	N.S.
17:30-5:30	13.1	11.2	10.2	0.8	N.S.
Grazing					
All day	10.5	9.1	8.7	0.5	N.S.
5:30-17:30	9.3	7.8	8.4	0.4	N.S.
17:30-5:30	12.8	10.7	9.3	1.0	N.S.
Only moving					
All day	11.4	14.2	14.3	1.0	N.S.
5:30-17:30	8.7	12.2	11.7	1.1	N.S.
17:30-5:30	14.0	16.9	17.7	1.1	N.S.
Distance (km)					
Total moving					
All day	7.8 ^a	6.8 ^b	5.8 ^c	0.6	<0.01
5:30-17:30	4.2 ^a	3.0 ^b	3.3 ^b	0.4	<0.01
17:30-5:30	3.5 ^a	3.7 ^a	2.4 ^b	0.4	<0.01
Grazing					
All day	6.8 ^a	5.8 ^b	4.8 ^c	0.6	<0.01
5:30-17:30	3.9 ^a	2.6 ^b	3.0 ^b	0.4	<0.01
17:30-5:30	2.8 ^a	3.2 ^a	1.8 ^b	0.4	<0.01
Only moving					
All day	1.0	1.0	1.0	0.0	N.S.
5:30-17:30	0.3	0.4	0.4	0.0	N.S.
17:30-5:30	0.7	0.5	0.6	0.0	N.S.

N.S.: not significant

a,b,c: Means with different superscript letter in each column are significantly different ($P < 0.05$).

移動距離を平坦地集約放牧では2 km程度、傾斜シバ草地での山地放牧では5 km程度としている。これに比べて、本試験での移動距離は平坦地での泌乳牛の放牧としては長かった。

食草行動が草地条件によって変化することはよく知られたことであり、食草移動距離も草地条件によって

変化するだろう。花田ら (2006) は高低差140mの傾斜を有する草地における昼夜連続放牧での泌乳牛の7月～9月の移動距離が5.5～6.2kmであったと報告している。花田ら (2006) の報告では現存草量が1.2～1.3tDM/haと、本試験と同様に少なかった。本試験および花田ら (2006) の報告ではバイト重量が少なかっ

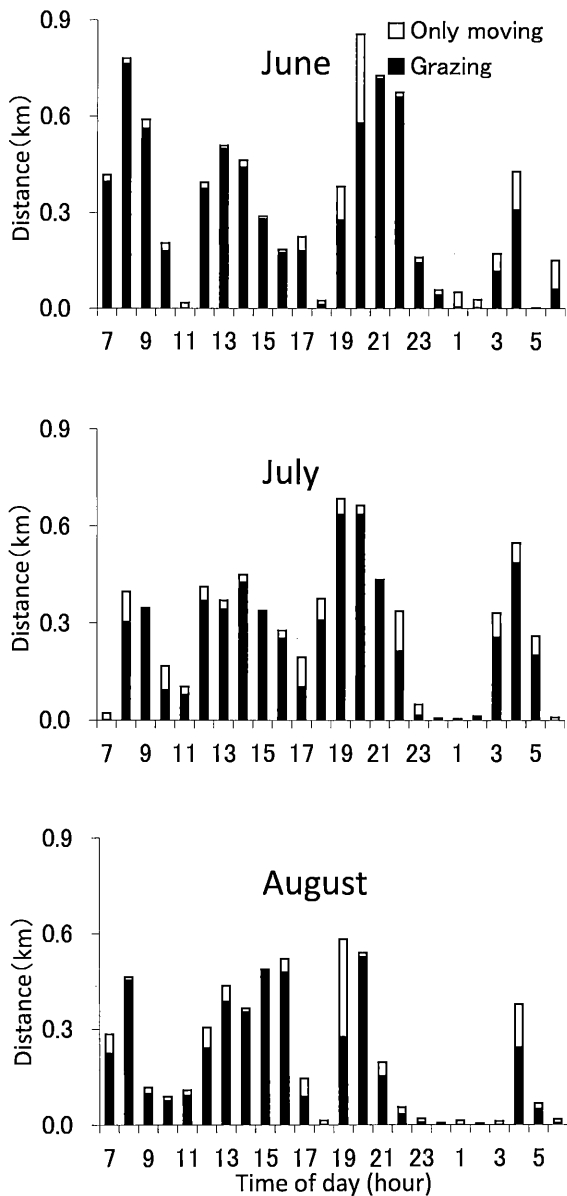


Figure 3. Moving distance in each hour of day (exp. 2).

たと推察され、ウシが一定の食草量を得るために食草時間を延長した結果、移動距離が比較的長くなったものと考えられた。

試験 2 の結果によると、総移動時間と総移動距離に占める食草移動の割合は 88% および 86% であった。BROSH *et al.* (2006) の示した肉用牛での終日放牧における総移動時間および距離に占める食草移動の割合はそれぞれ 96% および 71% であり、本報同様、総移動中の食草移動の割合が高かった。

両試験の移動速度は 9.4~10.6m/min の範囲にあり、試験 2 での食草移動速度および食草以外の移動速度は 8.7~10.5m/min および 11.4~14.3m/min の範囲にあった。八木ら (1983) は傾斜地を含む放牧地での肉用繁殖雌牛の日中における食草時の移動速度は 4~7m/min と報告しており、本試験での食草移動速度はこれより

速かったものの、本試験と同様に食草以外の移動速度に対して遅かった。草高の低い草地では feeding station 滞在時間は短いと報告されており (GARCIA *et al.*, 2003)、本試験では GARCIA *et al.* (2003) と同様に草高が低かったために、食草移動速度は比較的速くなったものだろう。

1 年目の 8 月の移動距離は、6 月より有意に短く、また 7 月で有意でないものの 6 月より短かった。試験 2 において食草以外の移動距離は月間で一定であったことから、試験 1 においても移動距離の減少は食草移動距離の減少によるものであったと推測される。試験 1 において放牧地の草量は 7 月から 9 月にかけて減少し、また草高は 8 月まで増加し、9 月で減少した。7 月と 8 月では他の月より草高が高かったことで 1 個の feeding station での滞在時間が長かったと推測される。その結果、7 月と 8 月では移動速度が遅くなり、移動距離が短くなったことが考えられた。

一方で、草高と草量の低下した試験 1 の 9 月では試験 1 の 8 月と 1 日全体での移動距離に大きな差はなく、また、試験 2 では草高と草量が一定であったにもかかわらず、移動距離は 6 月から 8 月にかけて減少していた。これらは草高との関係では説明できなかった。

試験 1 の 8 月、試験 2 の 7 月および 8 月の調査日の平均気温は 20℃ 以上、最高気温は 23℃ 以上であった。これらの月では昼間の移動時間が同一年の 6 月に比べ短かった。放牧条件下のウシは気温が高い場合、暑熱からの退避のため、日中の食草時間を減らす (VALLENTINE, 2001)。試験 2 の 7 月の夜間の移動距離は昼間よりも長く、昼間の食草時間の減少を夜間で補っていたと考えられる。舎飼いでは気温が 21 から 23℃ 以上で泌乳牛の乾物摂取量が低下するとされるが (日本飼養標準・乳牛 2006)、放牧地での泌乳牛は日射、風速および湿度などの影響も受けるため、これより低い気温から暑熱を避け始めたのかもしれない。

試験 1 の 9 月と試験 2 の 8 月では夜間の総移動時間が減少していた。ウシの食草行動は日の出と日没周辺の時間帯に活発であり、夜間では少ない。また日長の短縮に伴い日中の食草時間は減少するが、日中の食草ミール間の時間は短くなる (LINNANE *et al.*, 2001)。これらの月では放牧期間の進行に伴い日没が早くなった影響を受けた可能性も考えられた。

本試験では測定しなかったが、放牧草の NDF 含量は一般的に季節の進行とともに増加する傾向にあり、また NDF 中の不消化成分も増加する。そのために食草量が制限され、試験 1 の 9 月および試験 2 の 8 月で食草移動距離が短くなった可能性があるかもしれない。

平坦な草地での昼夜定置放牧において、草高の変化、暑熱あるいは日長の短縮といった要因によってウシの食草行動は変化し、泌乳牛の 1 日の移動距離は 6 月か

ら9月にかけて減少することが示唆された。本試験での移動によるエネルギー消費量は、日本飼養標準・乳牛(2006)に示された移動距離あたりのコストから試算すると、体重600kgの乳牛で1日当たり5.8~9.8MJの範囲にあった。しかし、移動行動の9割近くは平均10m/min程度と遅い速度での食草移動であり、実際の移動によるエネルギー消費量は飼養標準・乳牛(2006)に示された数値よりも小さい可能性も大きい。

引用文献

- BROSH, A., Z. HENKEN, E. UNGAR, A. DOLEV, A. ORLOV, Y. YEHUDA and Y. AHARONI. (2006) Energy cost of cows' grazing activity: Use of the heart rate method and the Global Positioning System for direct field estimation. *Journal of Animal Science*, **84**: 1951-1967.
- CASTLE, M and J. WATSON. (1975) Further comparisons between a rigid rotational 'Wye College' system and other systems of grazing for milk production. *Journal of the British Grassland Society*, **30**: 1-6.
- CHACON, E. and T. STOBBS. (1976) Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*, **27**: 709-727.
- 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構編 (2006) 日本飼養標準・乳牛(2006年版). 中央畜産会. 東京.
- GANSKOPP, D. and D. JOHNSON. (2007) GPS error in studies addressing animal movements and activities. *Rangeland Ecology and Management*, **60**(4): 350-358.
- GARCIA, F., P. CARRERE, J. SOUSSANA and R. BAUMONT. (2003) The ability of sheep at different stocking rates to maintain the quality and quantity of their diet during the grazing season. *Journal of Agricultural Science*. **140**: 113-124.
- 芳賀敏郎 (2003) データ解析に役立つExcel関数(補遺): ゴールシークとソルバー. [home page on the internet]. 統計教育委員会; [cited 15 December 2010]. Available from URL: http://stat.sci.kagoshima-u.ac.jp/~cse/work/2004/haga/ex_soliv/GS-1v1.pdf.
- 花田正明・浜辺一貴・河合正人・西口雅恵・岡本明治・遠藤哲代・近藤誠司・梅村和弘 (2006) 寒地型放牧地に連続放牧させた搾乳牛の移動距離. *日本家畜管理学会誌*, **42**(1): 42-43.
- HART R, J. BISSIO, M. SAMUEL and J. WAGGONER. (1993) Grazing systems, pasture size, and cattle grazing behavior, distribution and gains. *Journal of Range Management*, **46**(1): 81-87.
- HODGSON, J. (1990) *Grazing Management into Practice*. Longman Scientific and Technical, Harlow, UK. p. 1-200.
- 気象庁. 気象統計情報 過去の気象データ検索 [home page on the internet]. 気象庁, 東京; [cited 15 December 2010]. Available from URL: <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>.
- 国立天文台 暦計算室 こよみの計算 [home page on the internet]. 国立天文台, 東京; [cited 15 December 2010]. Available from URL: <http://www.nao.ac.jp/cgi-bin/koyomi/koyomix.cgi>.
- 近藤誠司・西道由紀子・大久保正彦 (2001) 大規模放牧方式による放牧搾乳牛群における移動と利用場所. *日草誌(別)*, **47**: 200-201.
- LINNANE, M. A. BRERETON and P. GILLER. (2001) Seasonal changes in circadian grazing patterns of Kerry cows (*Bos Taurus*) in semi-feral conditions in Killarney National Park, Co. Kerry, Ireland. *Applied Animal Behaviour Science*, **71**: 277-292.
- MCCARTHY, S., B. HORAN, M. RATH, M. LINNAE, P. O'CONNOR and P. DILLON. (2007) The influence of strain of Holstein-Friesian dairy cow and pasture-based feeding system on grazing behaviour, intake and milk production. *Grass and Forage Science*, **62**: 13-26.
- OLSON, K., G ROUSE and J. MALECZEK. (1989) Cattle nutrition and grazing behavior during short-duration-grazing periods on crested wheatgrass range. *Journal of Range Management*, **42**(2): 153-158.
- OSUJI, P. (1974) The physiology eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. *Journal of Range Management*, **27**(6): 437-443.
- SAS Institute Inc. (2002) JMPバージョン5 ユーザーズガイド. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- VALLENTINE, J. (2001) *In Grazing Management*. Academic Press, San Diego, p1-659.
- 八木満寿雄・犬童幸人・美濃貞治郎・滝本勇治・中西雄二 (1983) 放牧された肉用牛の行動形, 歩行時の傾斜角度, 歩行速度について. *九州農試報告*, **23**: 321-335.
- 八木隆徳・三枝俊哉・鈴木 悟・高橋 俊 (2002) 持続型放牧草地としてのケンタッキーブルーグラス草地の再評価. 4. 連続放牧と定置放牧の違いが牧草及び家畜生産性に及ぼす影響. *北海道草地研究会報*, **36**: 53.