

原 著

草地型酪農地域における放牧システムと放牧草採食量の関連

三寄 健司・高橋 誠・中辻 浩喜・近藤 誠司・大久保正彦*

北海道大学大学院農学研究科, 札幌市 060-8589

*北海道大学名誉教授

Relationship between grazing system and herbage intake
in grassland-dairying area.Takeshi MISAKI, Makoto TAKAHASHI, Hiroki NAKATSUJI,
Seiji KONDO and Masahiko OKUBO*

Graduate School of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 069-8589

*Professor emeritus of Hokkaido University

キーワード：草地型酪農地域, 放牧システム, 放牧草採食量, 放牧地生産性.

Key words : Grassland-dairying area, Grazing system, Herbage intake, Pasture productivity.

Abstract

Relationships of stocking rates and grazing intervals to herbage intakes were determined in 5 dairy farms at Hamanaka-chou in eastern part of Hokkaido, Japan. The stocking rate in 5 farms tended to decline seasonally, though declining patterns were different from each other. Utilizing of sward for the grazing pasture after harvesting to silage-making was one of main factors which made stocking rates to decline. Each farm employed various combinations of the grazing interval and the grazing pressure, though no farm used a combination of short interval and high pressure in grazing. Means of sward height declined gradually, while the means of herbage mass for 5 farms varied 2 to 4 tDM/ha through grazing season, and not changed in seasonal. Each cow in 5 dairy farms ingested more than approximate 10 kgDM/day until August, then their herbage intakes declined after September. Declining of the herbage intake in autumn should be caused from the grass-contamination by feces and urine dropped and large amount of litters delivered from hyper-height of sward through spring and summer.

要 約

放牧を利用している実際の酪農家における放牧強度および輪換日数と牧草採食量との関連を検討した。調査は草地型酪農地帯である北海道東部浜中町の農家5戸において行なった。

放牧強度の季節変化は農家ごとに異なり、放牧強度の低下は主に採草利用後の草地を放牧利用することによるものであった。輪換間隔と放牧圧の組み合わせも農家ごとに異なったが、輪換間隔が短く、放牧圧が高い組み合わせはなかった。草高は季節にともない緩やかに低下したが、草量は季節に関わらず2から4

tDM/haの範囲に維持された。放牧草採食量は8月までの農家も概ね10 kgDM/頭を超えたが、9月以降は低下した。秋季の放牧草採食量の低下は、主に糞尿による汚染や、春季・夏季の高草高に起因する枯死物量の増加によるものと考えられた。

緒 言

土地の有効利用という観点から家畜生産システムを評価する場合、個体ごとの乳生産だけでなく単位土地面積あたりの乳生産量(大久保, 1990)について検討する必要がある。特に、牧草を給与飼料の主体とした草地型酪農経営においては、草地あたりの乳生産量という概念を導入すべきであると考えられる。一般的に

草地の利用形態として、採草利用と放牧利用の大きく2つに分けられるが、実験的条件下では採草地からの乳生産量に比べて放牧地からの乳生産量を高くすることが可能であることが示されている(中辻, 2003)。一方、実際の酪農家における乳生産システムを調査した報告(八代田ら, 2001a; 八代田ら, 2001b)によると北海道の草地型酪農地域における草地からの乳生産量は1.3から5.9 t/haであったが、放牧依存度が比較的高い農家では、採草主体農家に比べて草地からの乳生産量が低かった。この原因として、採草利用による草地からの牧草収量に対し、放牧地における牧草収量、単位面積あたりの放牧草採食量が低いことが考えられる。

放牧草採食量は家畜、草地および管理の様々な影響を受ける(MEIJIS, 1981)が、農家の決定によって操作されるのは主に放牧システムと併給飼料の給与方法である。酪農経営現場では放牧草採食量を見積もる場合に低く、あるいは高く見積もり過ぎていることも予想される。実際に個体の放牧草採食量を正確に測定することは現時点では困難を極める。実際の酪農家における放牧草採食量の報告はないに等しく、土地からの乳生産量について検討した藤芳ら(1999)や八代田ら(2001a, 2001b)の報告においても放牧草採食量は明らかになっていない。したがって、単位面積あたりの放牧草採食量(以下、放牧地あたり牧草採食量)、すなわち放牧地の牧草収量についても不明確のままである。

牧草生産は季節変動が大きく、放牧季節を通して安定した乳生産を行なうには、草量を平準化する放牧システムを構築する必要がある。放牧システムの構成要素は、土地面積、放牧頭数、放牧時間および輪換間隔など様々であり、これらをうまく組み合わせなければ効果的な牧草生産、さらには家畜生産は望めない。これまで現実的に利用されうる技術として、季節にともない面積を変動するシステム(加納ら, 1995)や春の余剰草を刈り取るシステム(池田ら, 2000)などが検討された。その反面、実際に酪農家における放牧システムと放牧草採食量を検討した例は見当たらない。

そこで、本研究では放牧利用酪農家の放牧強度、輪換日数などの放牧方法と季節ごとの放牧草の状態および放牧草採食量の関係を検討した。

材料および方法

調査地域および農家

調査は草地型酪農地域である北海道厚岸郡浜中町において行なった。浜中町は北海道東部太平洋沿岸に位置しており、年間平均気温4.3℃、年間降水量739 mm、年間日照時間1799 hr(釧路地方気象台榎町観測所, 2001)と、夏季には霧の発生が多いことから日照時間が短く、冬季には積雪が少ないことから土壤凍結

の起こる地域である。その結果、トウモロコシの栽培は困難であり、牧草もチモシーなど越冬性に優れたものに限定されている。一方で、酪農家のうち8割の農家が何らかの形で放牧を取り入れており、比較的放牧が盛んに行なわれている地域である。浜中町ではおよそ200戸が酪農に従事しており、農家の概要および乳検成績データの使用許可が得られた70戸における2002年度の経産牛飼養頭数および土地面積はそれぞれ平均で65.8頭、68.3 haであり、平均個体乳量は7932 kg/305日であった。

これらの条件から、牧草地を有効利用した牛乳生産システムの検討にふさわしく、なおかつ酪農支援システムが充実しておりデータの収集が容易であったこと、これまでの調査(藤芳ら, 1999, 八代田ら, 2001a, 2001b)により酪農生産システムの構造がデータとして蓄積されていることから、浜中町を調査対象地域に選んだ。すなわち、経産牛頭数、土地面積および個体乳量が平均的な農家から、搾乳牛の飼養形態として放牧を取り入れている酪農家5戸を調査対象農家として選定し、それぞれA, B, C, DおよびEとした。

調査時期およびデータ収集

放牧草地の調査を2001年6-10月の各月1回、計5回実施した。各農家の草地面積、搾乳牛頭数、牛群構成、生産乳量および個体乳量は農協を通じて収集した。なお、放牧地において湿地、河川および森林が含まれ、記録上の面積と実際に牧草が利用される面積が異なると思われる牧区に関しては、GPSを用いてそれぞれの牧区における利用可能草地の外郭の座標を20ヶ所程度計測し、面積算出プログラム上で国土地理院の地図に乗せて面積を算出した。

調査項目

放牧システムの調査として、各農家に放牧開始から放牧終了まで毎日の放牧頭数、放牧時間および利用牧区の記録を依頼した。回収した記録から1ヶ月ごとに放牧強度、輪換間隔および放牧圧を算出した。なお、放牧強度は放牧面積あたりの放牧頭数とし、放牧圧は現存草量あたりの放牧頭数とした。

放牧地の草量および草高の調査は50×50 cm コドラートを用い、各月の調査日の利用牧区において行なった。すなわち、放牧直前直後でそれぞれ草地の草量の範囲を網羅するように設置したコドラート10点について、イネ科草高ならびに草量計(Pasture Probe™)を用いて補正測定値(Corrected Meter Reading, 以下CMR)をMICHELL and LARGE(1983)およびMURPHYら(1995)の方法に従ってそれぞれ5点計測し、現存牧草を刈り取って重量を測定した。なお、牧草の刈り取り高さは作業者による誤差をなくすため地上高0 cmとした。放牧草のサンプルは刈り

取った牧草から採取し、現地において70℃で約48時間通風乾燥させた後、AOAC法(1980)に従って乾物含量を測定した。

得られたCMRの平均値と刈り取った牧草重量から調査ごとに回帰式を作成した。また、調査牧区全体で計測地点が均等になるようCMRを1000点計測し、平均値を各々作成した回帰式にあてはめ、現存草量を推定した。放牧草採食量は、草量計によって算出した放牧前の草量から放牧後の草量を差し引いたものを放牧牛群の採食量とし、放牧頭数で除して算出した。なお、1日1頭あたりの放牧草採食量は降雨や濃霧により正確に計測できなかった場合は欠損値とした。放牧地あたり牧草採食量は、各月調査日において算出された1頭あたりの放牧草採食量にのべ放牧頭数(頭・日)を乗じたものを、その月に利用した放牧地面積で除することで算出した。

なお、この地域では放牧草は主としてチモシー(*Phleum pratense* L.)であり、補給粗飼料はグラスサイレージおよび乾草が用いられている。飼料摂取量の測定のため、各農家で一産、二産、三産以上および泌乳初期、中期、終期の計9通りの組み合わせでそれぞれ1頭ずつ、調査前月の乳牛検定成績をもとに調査農家の牛群から泌乳成績が平均的な搾乳牛を選定した。各月ごとに選定した搾乳牛における1日分の併給飼料の給与および残食重量を測定し、摂取量を算出した。パドックでのロールベールサイレージの摂取量は、農家に給与個数および廃棄量の記録を依頼し、算出した群の摂取量を頭数で除して求めた。なお、ロールベールサイレージの単位体積あたりの重量は高木(1996)の値(183 kgDM/m³)を用いた。

結 果

調査農家の概要を表1に示した。草地面積、搾乳牛頭数および個体乳量に農家間で差はあるものの、この

地域の酪農家としては平均的な数値であった。放牧方法は農家Dのみ簡易電牧を用いたストリップ放牧が採用されており、農家ABCEは固定牧区を利用した輪換放牧であった。放牧開始日及び終了日はそれぞれ5月下旬および10月末でこの地域としては平均的であり、農家間で大差はないことから、結果として放牧日数も160日程度とほぼ同程度であった。

放牧システムの詳細として放牧強度、輪換間隔および放牧圧の季節推移を図1に示した。放牧強度(a)は農家Bが他の農家に比べて高く推移しており、農家Cは季節を通して変化が小さく、他の3農家は7月以降大幅に放牧強度が低下した。放牧強度の季節変動は、放牧時間および放牧頭数の変動によるものではなく、採草利用後の草地を放牧利用することで放牧面積が増加し、放牧強度が低下したものである。輪換間隔(b)は20から30日程度の農家と10日以下の農家の2グループに分かれ、輪換間隔が長い農家では季節にともない、さらに長くなった。現存草量あたりの放牧頭数で表した放牧圧(c)は、ストリップ放牧である農家Dが非常に高く、輪換放牧である他の4農家は低かった。一方で季節推移を見ると、農家Bは放牧季節を通してほぼ一定であった。

各農家の放牧草の草高および草量の季節推移を図2に示した。放牧前草高(a)は放牧季節を通して各農家ともに10から30cmの範囲であり、季節推移は掃除刈りの有無や時期により多少の農家間差はあるものの、季節にともない緩やかに低下する傾向があった。一方、放牧前現存草量(b)は放牧季節を通して2から4 tDM/ha程度に維持されており、特に10月では各農家ともに3 tDM/ha程度とほとんど差はなかった。

各農家の割当草量、放牧草採食量および放牧草利用率、濃厚飼料および補給粗飼料摂取量を表2に示した。割当草量は農家Dがストリップ放牧のため、19~51 kgDM/頭/日と低く推移したが、他の農家は1牧区の面積が大きく草量も豊富で、季節を通してほぼ100

Table 1 Summary of five investigated dairy farms.

	Farm					Mean
	A	B	C	D	E	
Outline of farm						
Grassland area (ha)	66	64	56	75	72	67
Number of lactating cows (head)	46	67	47	53	43	51
Individual milk yield (kg/cow/305d)	6575	8079	8215	7841	8223	7787
Milk production (t/yr)	362	601	448	498	422	466
Grazing ^{a)}						
Grazing time (hr/d)	7.9	7.0	7.0	6.0	8.0	7.2
Date of start	May.29	May.20	May.20	Jun.2	May.23	—
Date of finish	Oct.31	Oct.26	Oct.31	Nov.12	Oct.31	—
Grazing days ^{b)} (day)	155	160	153	162	160	158

a) Farm "D" employed strip grazing, and other farms conducted rotational grazing.

b) Grazing days was not consistent with days from the start to the finish date, because there were some no-grazing days.

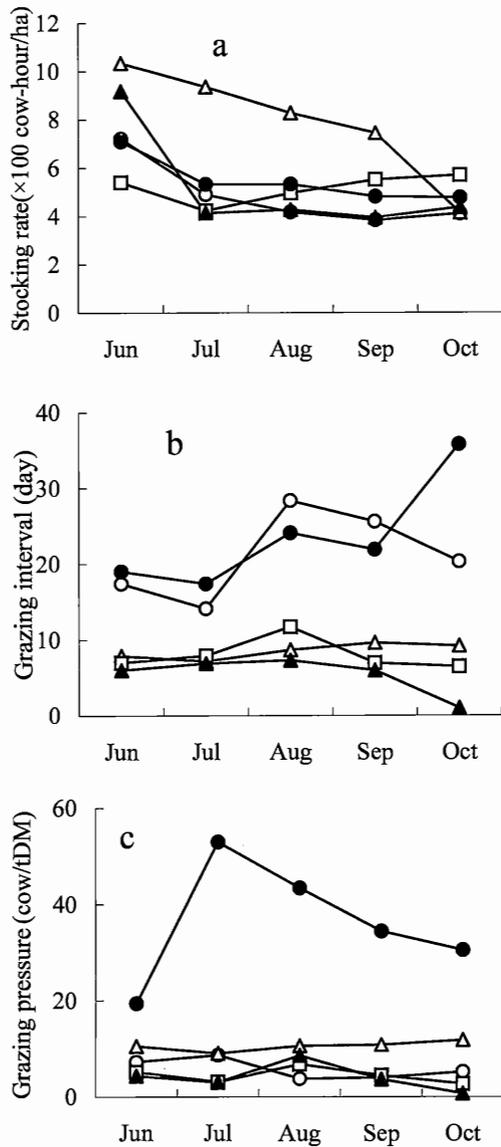


Figure 1 Seasonal variation of stocking rate (a), grazing interval (b) and grazing pressure (c) managed by five dairy farms. Symbols; farm "A" (○), farm "B" (△), farm "C" (□), farm "D" (●) and farm "E" (▲).

kgDM/頭/日以上と非常に高かった。放牧草採食量は6から8月まで各農家とも10 kgDM/頭/日以上であった。一方で、9および10月では放牧草採食量が10 kgDM/頭/日以下となる場合が増え、最も低い例では4.8 kgDM/頭/日まで低下した。放牧草利用率(放牧草採食量/割当草量)はストリップ放牧の農家Dでは24から50%と高く推移したが、輪換放牧の農家は2.5から10.2%と低かった。また、全体に放牧草利用率は春季においてやや低かったが、季節変動が小さかった。濃厚飼料摂取量は農家Aで少なく、農家Dが多かったが、すべての農家において季節変動は小さかった。一方、併給粗飼料摂取量はすべての農家において季節の

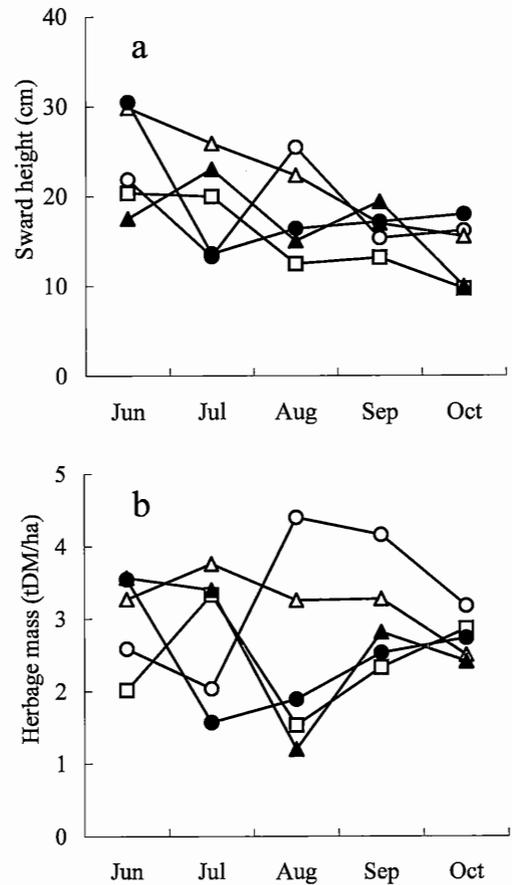


Figure 2 Seasonal variation of sward height (a) and herbage mass (b) of pasture on five dairy farms. Symbols; farm "A" (○), farm "B" (△), farm "C" (□), farm "D" (●) and farm "E" (▲).

進行にともない増加した。

放牧地1 haあたりの各月の牧草採食量を表3に示した。放牧地1 haあたりの各月の牧草採食量は各農家ともに季節にともない低下したが、低下の程度は農家ごとに異なった。すなわち、農家Bは7月から9月まで放牧地1 haあたりの各月の牧草採食量が1.00から1.30 tDM/haと1 tDM/haを超えていたが、他の農家は7月の時点ですでに1 tDM/ha以下となっており、特に農家AおよびEはそれぞれ0.40から0.75 tDM/ha、0.45から0.55 tDM/haと低かった。

考 察

本研究では、放牧利用農家の放牧システムの実態とそれにとまなう放牧草の状態および放牧地の土地生産性を把握しようとした。その結果、放牧地あたり牧草採食量は季節に関わらず放牧強度が高いほど多い傾向にあった。また、放牧強度と放牧地あたり牧草採食量には有意な相関がみられ ($P < 0.01$)、放牧強度が高くなるに従い、放牧地あたり牧草採食量が増加する傾向

Table 2 Herbage allowance, herbage intake, herbage utilization, concentrate intake and supplementary forage intake in five dairy farms

Farm	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Mean
Herbage allowance						
	kgDM/cow/day					
A	138	115	265	251	192	192
B	95	110	95	93	85	95
C	194	320	147	224	366	250
D	51	19	23	29	33	31
E	228	330	117	273	1405	471
Herbage intake						
	kgDM/cow/day					
A	nd ^{a)}	12.2	12.0	8.3	4.8	9.3
B	11.8	9.9	10.9	9.4	6.0	9.6
C	nd	12.0	13.4	9.2	10.4	11.3
D	12.3	nd	11.5	8.8	10.7	10.8
E	nd	10.6	8.7	11.1	nd	10.1
Herbage utilization						
	%					
A	nd	10.6	4.5	3.3	2.5	5.2
B	12.4	9.0	11.5	10.2	7.1	10.0
C	nd	3.8	9.1	4.1	2.8	5.0
D	23.8	nd	49.9	30.2	32.5	34.1
E	nd	3.2	7.4	4.1	nd	4.9
Concentrate ^{b)}						
	kgDM/cow/day					
A	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
B	6.4	6.2	6.6	7.3	7.2	6.7
C	6.5	6.4	6.4	6.5	6.5	6.5
D	9.0	9.0	9.9	9.0	9.2	9.2
E	6.6	6.4	7.6	7.7	7.5	7.2
Supplementary forage ^{c)}						
	kgDM/cow/day					
A	3.4	2.4	2.9	6.6	10.6	5.2
B	1.4	3.3	3.2	4.6	4.8	3.5
C	0.8	1.1	2.3	5.7	6.6	3.3
D	4.2	4.2	4.2	5.1	5.3	4.6
E	2.7	6.6	5.5	5.1	10.2	6.0

a) nd: Herbage intake and utilization were not determined because of the rainfall at the measurement day.

b) Concentrate include some beet pulp and lucerne pelet.

c) Supplemental forage was usually grass silage but sometimes hay.

があった(図3)。放牧強度を高めることで放牧地の土地生産性は高めることができるが、ある点を超えると低下する(LEAVER, 1985)といわれており、放牧強度と放牧地あたり牧草採食量は二次曲線を描くと考えられる。しかし、本研究では放牧強度の増加にともなう放牧地あたり牧草採食量の低下が見られなかった。本研究ではLEAVER(1985)の示唆する臨界点を超えるほど放牧強度が高くなかったものであろう。

季節ごとに放牧強度と放牧地あたり牧草採食量の関係をもて(図3)、7月および8月に高い放牧強度を維持した農家Bは全体に放牧地あたり牧草採食量も高かった。しかし、同時期の放牧強度は低い農家が多く、放牧地あたり牧草採食量も低かった。

一方で、放牧強度が同程度であっても牧区の利用方法が異なれば輪換間隔および放牧圧は異なる。調査農

家には、輪換間隔および放牧圧の組み合わせとして、輪換間隔が短く放牧圧が高い方式が存在しなかった(図1)。すなわち、放牧圧を低くするか、牧草の再生量を多くするために輪換間隔を長くするか、どちらかの方法を採用していることが示され、これは各農家が残存草量を多くするために行なっている可能性が示唆される。このことは、農家は放牧システムを決定する際には、草量を一定以上に維持することを目的としていることが伺われる。

しかし、10月においても草量が3tDM/ha程度と高く、放牧草利用率が低かったことから、放牧期終了時の残存草量が過度に多かったことが予想された。結果的に、放牧地において生産された牧草を回収しきれておらず、このことが放牧季節を通した放牧地における牧草採食量を低下させている要因の一つであると考え

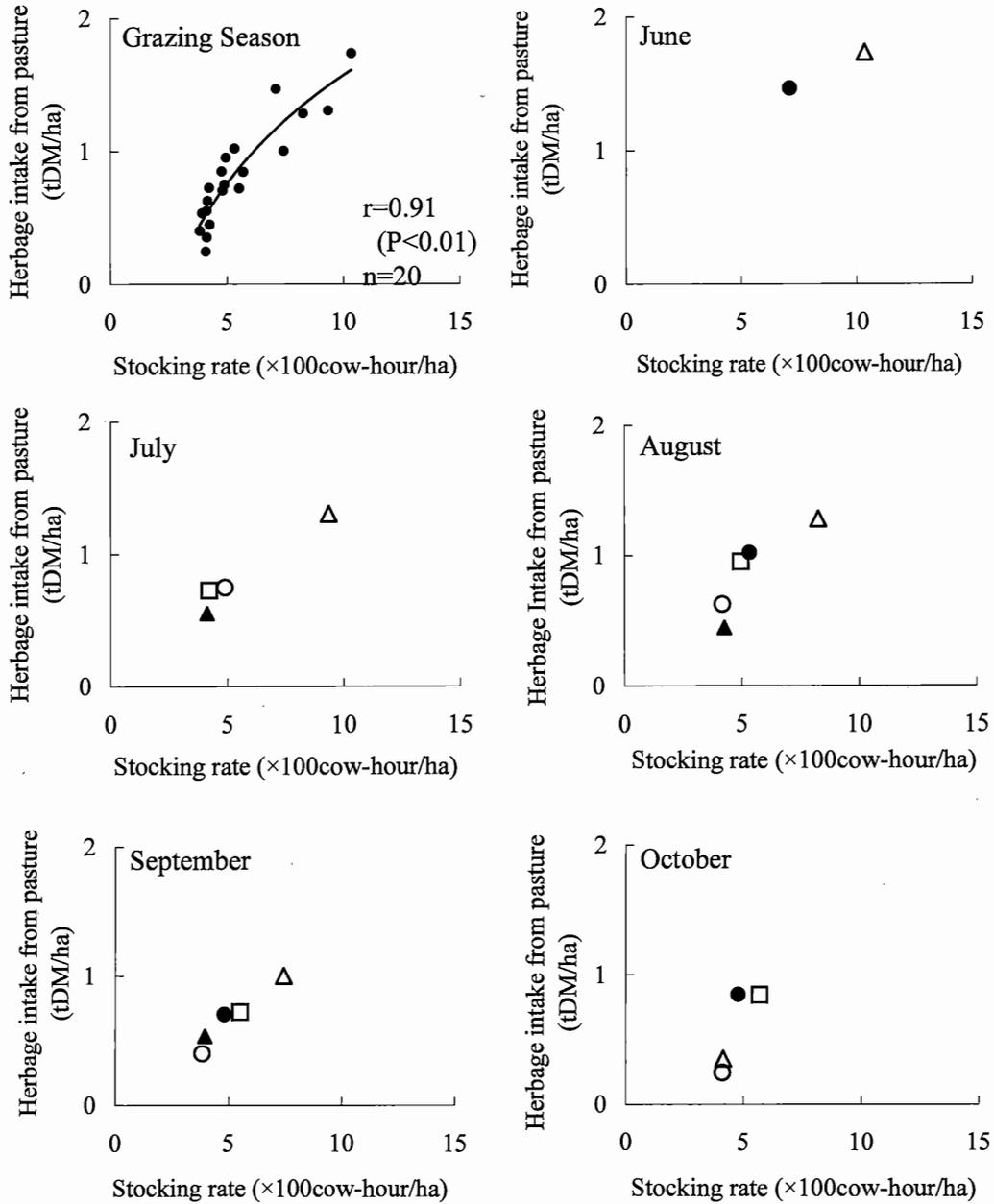


Figure 3 Relationship between stocking rate and herbage intake from pasture, and its seasonal variation.

In the figure for grazing season, plots and a line show all data and correlation for total of five farms. In other figures, symbols show farm "A" (○), farm "B" (△), farm "C" (□), farm "D" (●) and farm "E" (▲).

られる。

この地域は利用できる草種が限られており、調査草地はほぼ例外なしにチモシー・シロクロバ混在草地であった。藤井ら(2002)はチモシーとメドウフェスクのシロクロバ混播草地において多回刈り条件下の乾物収量を牧草形態の点から比較検討し、チモシーは刈り取り後のシロクロバとの競合力が劣り、分けつ密度が低下することで乾物収量が低下することを報告した。能代ら(1989)もチモシー草地では利用回数が増えるほど乾物収量が低下することから、利用回数を4回程度に抑えることが必要であると述べている。し

たがって、チモシー主体草地では輪換間隔を長く設定し、利用回数のより少ない放牧システムが土地生産性を高めるのに適していると予想される。

本研究では輪換間隔が20から30日と長い農家と10日以下である農家の2つのグループがみられ、前者が利用回数の少ない農家、後者が多い農家とみなすことができる。しかし、利用回数の少ない農家で牧草利用量が高くなる傾向は見られなかった(図1bおよび表3)。このことは、藤井ら(2002)および能代(1989)らの試験が刈り取りという、いわば非常に defoliation (defoliation とは草地からどの程度牧草が取り去られ

Table 3 Herbage intake from pasture (tDM/ha).

Farm	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Mean
A	nd	0.75	0.63	0.40	0.25	0.51
B	1.74	1.30	1.28	1.00	0.35	1.14
C	nd	0.73	0.95	0.72	0.84	0.81
D	1.47	nd	1.02	0.71	0.85	1.01
E	nd	0.55	0.45	0.53	nd	0.51
mean	1.60	0.83	0.87	0.67	0.57	0.91

nd: no data of herbage intake was not obtained because of rainfall at measurement of herbage mass

たかを示す概念で、草地学用語集では剪葉もしくは落葉とされているが、放牧の場合には適切な訳語とはいえないのでここでは defoliation とする(近藤, 2002)の強度の高い条件であるのに比べ、放牧圧の比較的高かった農家でも、実際には放牧の defoliation の強度は高いわけではなかったことが要因として考えられた。VALLENTINE (1990) は総説の中で、一般に輪換放牧では輪換間隔と放牧圧の組み合わせとして輪換間隔が長く放牧圧が高いときに、土地生産性は最も高まると述べているが、上記の事実を考慮するとチモシー放草地においては一概にあてはめることはできないであろう。一方で、他の要因として施肥条件や掃除刈りが放牧草の状態に影響を及ぼしていると考えられ、今後チモシー放草地におけるさらに詳細な検討が必要である。

各農家における放牧草採食量は季節にともない低下し、特に10月では大幅に低下する傾向にあった。MEIJS (1981) は放牧草採食量に影響を及ぼす要因として草地、家畜および環境などをあげている。また、VAZQUEZ and SMITH (2000) がいくつかの放牧試験の報告をまとめた結果によると、放牧草採食量に関わる要因のうち草地側の要因である割当草量の影響が最も大きかった。一方、本研究では割当草量と放牧草採食量には関係がなかった(図4)。

須藤ら(2002)は割当草量が体重100kgあたり8

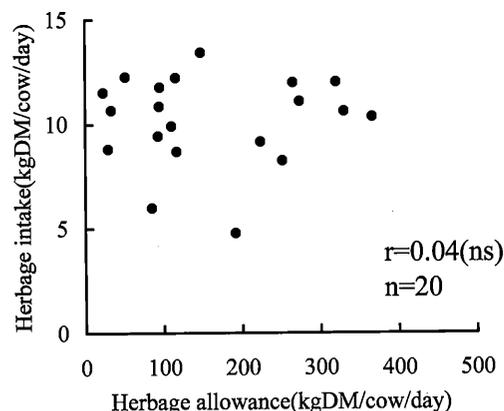


Figure 4 Relationship between herbage allowance and herbage intake. ns; not significant

kgDM以下のときに割当草量と放牧草採食量に正の関係があると述べているが、調査農家の割当草量は経産牛の体重を仮に650kgとすると農家D以外は体重100kgあたり10kgDMを下回ることがなかった。これらから、各農家の割当草量が放牧季節を通して非常に高く、放牧草採食量を制限するような状態ではなかったことから、割当草量以外の要因によって放牧草採食量が低下したと考えられる。表2に示したように、調査農家における濃厚飼料摂取量は4から9kgDM/頭/日、併給粗飼料では3から6kgDM/頭/日と高く、こうした飼養条件も強く影響したものであろう。

本研究で対象とした放牧地の草高は秋季に低下していたのに対し、草量は春季と秋季でほぼ同程度であった。これは秋季のイネ科牧草の倒伏によるものである。LEAVER (1985) は放牧利用回数にともなう糞尿による放牧地の汚染、不食過繁地や枯死物の増加が、秋季における放牧草採食量の低下につながると述べている。実際に、本研究では輪換日数が短い農家が多く、結果として放牧開始時から利用された草地の利用回数は20回にのぼった。また、西道ら(2001)はペレニアルライグラス草地における放牧試験において、春季の現存草量が多い区は秋季の枯死物量が多い傾向にあったことを報告しており、本研究の対象草地においても、秋季に枯死物量が多かったことが想定される。すなわち、秋季の放牧草採食量に影響した要因は、主に糞尿による汚染や、春季・夏季の高草量に起因する枯死物量の増加であったと考えられた。特に輪換間隔が長く放牧圧が低い農家Aでは、余剰草が多くなり、放牧草の倒伏や枯死物の増加の程度が大きく、放牧草採食量が大幅に低下したと考えられた。しかし、本研究では草丈、草種割合、葉部量および枯死物量など放牧地の草地構造と放牧システムおよび放牧草採食量との関係については明確にできなかったことから、今後は草地構造について詳細な検討が必要であろう。

謝 辞

本研究の実施にあたり、調査に協力していただいた浜中町酪農家の皆様、調査の遂行およびデータの収集にご協力いただいた浜中町農業協同組合の野田哲治

氏、高橋勇氏ならびに農協職員の皆様方に厚く御礼を申し上げます。

文 献

- AOAC Official Methods of Analysis (1980) Association of official chemists. (12th ED.), Washington DC.
- 藤井弘毅・山川政明・澤田嘉昭・牧野 司 (2002) シロクローバ (*Trifolium repens* L.) 混播・多回刈り条件下におけるチモシー (*Phleum pratense* L.) およびメドウフェスク (*Festuca pratensis* Huds.) の乾物収量の差異と関連形質. 日本草地学会誌 **48**, 27-36.
- 藤芳雅人・河上博美・干場信司・近藤誠司・大久保正彦 (1999) 畑地型酪農地域と草地型酪農地域における土地利用形態と土地からの乳生産量. 北海道畜産学会報 **41**, 90-93.
- 池田哲也・三田村強・宮下昭光 (2000) チモシー (*Phleum pratense* L.) 草地における集約放牧技術の開発2. 放牧牛の増体に及ぼす春季余剰草サイレージの併給効果. 日本草地学会誌 **46**, 143-147.
- 加納春平・佐藤康夫・手島茂樹・高橋 俊・名田陽一・平島利昭 (1995) 放牧と採草を組み合わせた草地の輪換利用による高位生産. 北海道農業試験場報告 **161**, 57-66.
- 近藤誠司 (2002) 集約放牧システム概念と defoliation. 日本草地学会誌 **47**, 637-643.
- LEAVER, J. D. (1985) Milk production from grazed temperate grassland. *Journal of Dairy Research* **52**, 313-344.
- MEIJS, J. A. C. (1981) Herbage intake by grazing dairy cows. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- MICHELL, P. and R. V. LARGE (1983) The estimation of herbage mass of perennial ryegrass swards: a comparative evaluation of a rising-plate meter and a single-probe capacitance meter calibrated at and above ground level. *Grass and Forage Science* **38**, 295-299.
- MURPHY, W. M., J. P. SILMAN and A. D. MENABARRETO (1995) A comparison of quadrat, capacitance meter, HFRO sward stick, and rising plate meter for estimating herbage mass in a smooth-stalked, meadowgrass-dominant white clover sward. *Grass and Forage Science* **50**, 452-455.
- 中辻浩喜 (2003) 土地面積当りで牛乳生産を考える—放牧草地と採草地, どちらが有利か?—. 北海道草地研究会報 **37**, 33-38.
- 西道由紀子・八代田真人・谷川珠子・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (2001) 春季の放牧開始時のイネ科草高が牧草生産量および泌乳牛の利用草量に及ぼす影響. 日本草地学会誌 **47**, 269-273.
- 能代昌雄・寶示戸雅之・早川嘉彦 (1989) 根釧地方における放牧草地の草種構成と収量との関係. 北海道草地研究会報 **23**, 27-29.
- 大久保正彦 (1990) 牛乳生産技術の課題と方向. 日本畜産学会報 **61**, 213-219.
- 須藤賢司・落合一彦・池田哲也 (2002) 搾乳牛の放牧草採食量に放牧草の量と栄養価, 補助飼料摂取量, 乳量および草種が及ぼす影響. 日本草地学会誌 **48**, 352-357.
- 高木正季 (1996) サイレージ容積量の実態とその推定法. 北海道草地研究会報 **30**, 110.
- VALLENTINE, J. F. (1990) Grazing management. Academic Press. San Diego.
- VAZQUEZ, O. P. and T. R. SMITH (2000) Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science* **83**, 2301-2309.
- 八代田真人・藤芳雅人・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (2001a) 草地型酪農地域の酪農家における土地利用実態. 日本草地学会誌 **47**, 393-398.
- 八代田真人・藤芳雅人・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (2001b) 草地型酪農地域の酪農家における土地利用方法と土地からの牛乳生産の関係. 日本草地学会誌 **47**, 399-404.