

放牧草地と採草地、どちらが有利か？

中 辻 浩 喜

Which is Advantageous on Pasture and Meadow for Milk Production per Unit Area?
Hiroki NAKATSUJI

なぜ「土地からの」牛乳生産なのか？

酪農生産は、本来、稲作や畑作など、他の農業分野と同様に土地を基盤とした物質循環の中で行われるものである。従って、作物生産が単位土地面積当たり収量で表されるのが当然のように、牛乳生産量も自給粗飼料を生産する単位土地面積当たりの生産量のような尺度で表されるべきである。しかし、我が国においてこのような観点からの検討例は少なく、北海道大学のほか（独）畜産草地研究所、（独）北海道農業研究センターなどで一部行われている程度である。

本稿では、草地からの乳生産について、特に放牧地単位面積当たりの乳生産量に影響する要因を整理し、草地からの乳生産を高めるための草地管理のポイントについて解説する。

実際の酪農家で草地からどのくらい搾っているのか？

実際の酪農家での単位土地面積当たり乳生産量についての報告はきわめて少ない。我々北大の研究グループでは、草地型酪農地域である釧路支庁浜中町の酪農家を対象に、土地利用形態と土地からの乳生産の関連に、ついて一連の調査・解析を行っている。調査対象は浜中町の平均的な規模の酪農家とし、経営概況を把握する一方、放牧利用農家については放牧管理の実態を詳細に調査した。また、放牧地の草量、草高など草地構造の推移について調査するとともに、放牧草採食量および牛舎内給与飼料の採食量を実測した。なお、草地からの乳生産量は総乳生産量に総 TDN 摂取量に占める粗飼料由来の TDN 摂取量の割合を乗じて求めた。

表 1 には、調査対象とした、夏に放牧を行っている農家 5 戸および採草のみで通年サイレージ給与を行っている農家 3 戸の概要と調査データから求めた草地からの乳生産量を示した。なお、放牧利用農家の草地全体からの乳生産とは、採草地も含めた草地全体からの乳生産量を表す。草地全体からの乳生産量は、採草利用農家では平均 4.1t/ha であったのに対して、放牧利用農家は平均 3.6t/ha とやや低く、農家間の変動が大きかった。これは夏季の放牧地からの乳生産量が農家間で変動が大きかったことに起因していた。また、放牧地からの乳生産量は 4.6t/ha で

あり、採草地からの乳生産量にくらべてやや高い傾向にあった。3.6t/ha とやや低く、農家間の変動が大きかった。これは夏季の放牧地からの乳生産量が農家間で変動が大きかったことに起因していた。また、放牧地からの乳生産量は 4.6t/ha であり、採草地からの乳生産量にくらべてやや高い傾向にあった。

上記の調査で得られた放牧地からの乳生産量は、宗谷地域のベレニアルライグラスで集約放牧利用した場合の試算値 7.9t/ha²、あるいは、後述する道央地域札幌の北大農場での 1 日 5 時間の時間制限放牧による実験で得られた 7.2 12.6 t/ha とくらべると、地域間の気象条件の違いはあるものかなり低い値であり、特に放牧地についてはその変動幅が大きかった。

表 1. 調査農家の概要と草地からの乳生産量

	搾乳頭数	土地面積 (ha)	個体乳量 (kg/305 日)	草地からの乳生産 (t/ha)	
				草地全体	放牧地
放牧利用農家					
A	46	66	6,575	3.7	3.6
B	67	64	8,079	4.8	7.1
C	47	56	8,215	4.6	4.5
D	53	75	7,841	2.5	4.1
E	43	72	8,223	2.5	3.9
平均	51	67	7,787	3.6	4.6
採草利用農家					
F	73	82	7,045	3.5	—
G	50	65	7,581	3.7	—
H	54	55	9,481	5.2	—
平均	59	67	8,036	4.1	—

草地からの乳生産量に影響を及ぼす要因

では、これにはどんな要因が影響しているのだろうか？ 放牧地からの乳生産量へ影響を及ぼす要因としては、放牧地での利用草量が最も大きいと思われる。調査対象農家の採草地の牧草収量および放牧地の利用草量を前述の草地からの乳生産量とともに表 2 に示した。採草地の牧草収量は放牧利用および採草利用農家でほぼ同様であるが、放牧地の利用草量はそれらにくらべかなり低かった。また、放牧地の利用草量は農家間での変動が大きく、これは農家間の放牧管理に関する技術的な差に起因していると思われる。放牧管理 (図 1) と草高、草量の推移 (図 2)

表2. 草地からの牧草生産・利用量および乳生産量

	草地からの乳生産(t/ha)		牧草収量(tDM/ha)	
	草地全体	放牧地	採草地	放牧地
放牧利用農家				
A	3.7	3.6	6.3	3.5
B	4.8	7.1	8.5	6.4
C	4.6	4.5	8.4	4.9
D	2.5	4.1	5.9	5.0
E	2.5	3.9	5.4	3.8
平均	3.6	4.6	6.9	4.7
採草利用農家				
F	3.5	—	7.8	—
G	3.7	—	7.8	—
H	5.2	—	6.1	—
平均	4.1	—	7.2	—

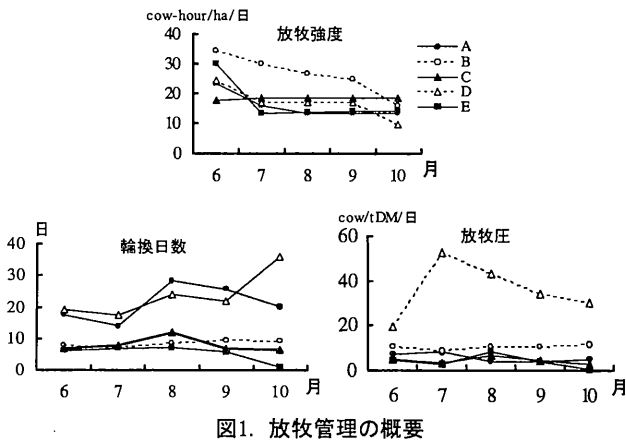


図1. 放牧管理の概要

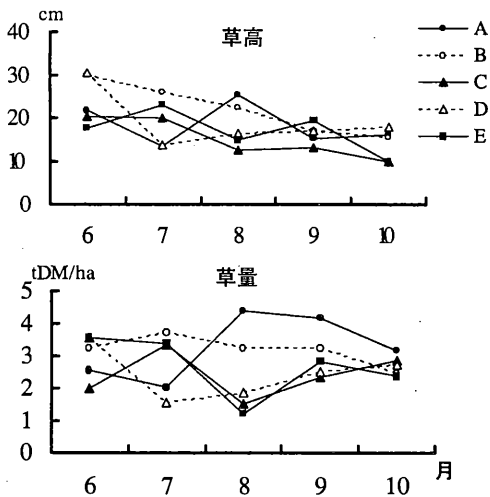


図2. 草高および草量の季節推移

表3. 放牧草採食量(kgDM 日/頭)

	6月	7月	8月	9月	10月
A	※	12.2	12.0	8.3	4.8
B	11.8	9.9	10.9	9.4	6.0
C	※	12.0	13.4	9.2	10.4
D	12.3	※	11.5	8.8	10.7
E	※	10.6	8.7	11.1	※

※ 欠損値

および放牧草採食量(表3)の関係をみると、D農家では輪換日数が長く、草量に対する放牧頭数で表した放牧圧も高く保っており、そのため草高、草量はほぼ一定に推移し、放牧期間を通じて放牧草採食量が維持されたと思われる。一方、A農家では、放牧強度と輪換日数はD農家と同様であったが、放牧圧が低かったため、草高と草量、特に草量が高く過繁茂の状態となり、その結果として秋の放牧草採食量が著しく低下したと推察される。

また、放牧草採食量に対する併給飼料の影響も大きい(図3)。サイレージや乾草のような併給粗飼料の摂取量が増加すると放牧草採食量は減少し、放牧地からの乳生産量を低下させる原因となっていた。また、濃厚飼料のような購入飼料の摂取量は、放牧草採食量に直接的な影響を与えなかったが、それらの多給は間接的に土地からの牛乳生産量を低下させるであろう。

一方、採草地からの乳生産量へ影響を及ぼす要因としては、採草地の牧草生産量が最も大きいと思われる。採草地単位面積当たりの牧草生産量を高めるために、常識的ではあるが、適切な施肥管理を行い、植生維持を維持しつつ、適期に刈り取ることなどが重要であろう。

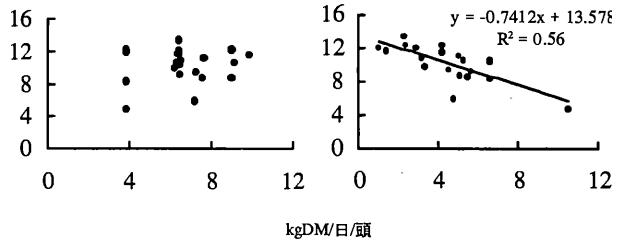


図3. 併給飼料と放牧草採食量の関係

草地からの乳生産を高めるための草地管理のポイント

放牧地からの乳生産量を高めるためには、放牧地単位面積当たりの利用草量を高めることが最も重要である。輪換放牧やストリップ放牧は、牧草の季節生産性を平準化し、放牧期間を通じて質の一定した牧草の安定的確保を可能とする放牧方式とされているが、高い利用草量を達成するには、放牧開始時期を考慮し、季節に応じて放牧面積や放牧間隔を変えるなど、いわゆる放牧管理を適切に変更することが重要である。しかし、輪換放牧において、草地構造を良好に維持し、放牧地からの利用草量を高めるための放牧管理技術について十分に研究されているとは言い難い。

輪換放牧では、放牧開始時期や放牧面積、間隔などの放牧管理を変更することにより、草高・草量、葉部・茎部量や枯死部量などの草地構造が変化し、それを介して牧草の再生産および利用量に影響する。放牧管理の変更

は人間側の行為であり、これを草地側からみれば Defoliation、すなわち放牧地からの牧草の収奪様相が変化することであり、その強度 (Intensity)、頻度 (Frequency) およびタイミング (Timing) の変化である (図4)。西道⁴⁾は、北大農場で一連の試験を行い、このような輪換放牧における放牧管理が牧草生産および利用量に及ぼす影響の作用機序を Defoliation および草地構造の関係から総合的に検討した。以下にその試験の一部を紹介する。

試験1では、0.7haの牧区を3区設け、放牧開始時草高を10cm、20cmおよび30cmとし(それぞれS10、S20およびS30区)、7頭の乳牛を14日間ごとに2.5時間ずつ放牧した。草高の推移を図5に、草地構造および日牧草再生量の推移を図6に、放牧期間を通じての牧草生産量および利用草量を図7に示した。S10区の草高は放牧期間を通じてほぼ一定であったが、S20およびS30区では6月に急激に増加し、夏以降低下してS10区と同様に推移した。春に草高の高かったS30区では、その時の牧草は茎部量が多く、そのため夏以降枯死部量が増加し、日再生量も低下する傾向にあった。その結果、S30区では放牧開始前の牧草生長量は多かったものの開始後の牧草再生量は少なくなり、茎部や枯死部が多かったことから利用草量が最も低くなったと考えられた。S20区も程度の違いこそあれ、S30区と同様な傾向であった。すなわち、放牧開始が遅いと草量が多いことから Low Intensity となり、放牧間隔を14日間と比較的長く Low Frequency とした場合 (LI-LF)、草地構造が悪化し利用草量が低下したが、一方、放牧開始が早いと草量が少ないことから High Intensity となり (HI-LF)、草地構造が良好に保たれ利用草量が増加したと思われる。

試験1の結果から、放牧開始が早いほうが良いこと、および春のスプリングフラッシュ時の放牧管理が、夏以降の草地構造や牧草再生量に大きな影響を与えていたことから、試験2では、放牧開始時草高を10cmとし、放牧開始後40日間の放牧間隔を10日と20日の2水準設け (D10およびD20) 試験を行った。1.87haのペレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.) 主体シロクローバ (*Trifolium repens* L.) 混生草地1.87haを2等分し、ホルスタイン種泌乳牛をそれぞれ6頭、1日5時間時間制限放牧した。各処理とも同じ日に放牧を始め、牧区をそれぞれ10分割および20分割して放牧間隔を変えた。その結果、D10区の草高は放牧期間を通じて10-20cmの範囲であったが、春季の処理期間は10cm前後と著しく低かった (図8)。一方、D20区では処理期間でやや草高は増加したものの、高くても25cm程度であり、夏以降やや低下し、D10区と同様に推移した (図8)。

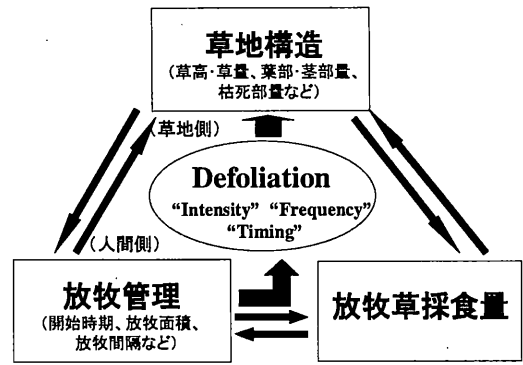


図4. 放牧管理と草地構造、牧草生産・利用量の関係

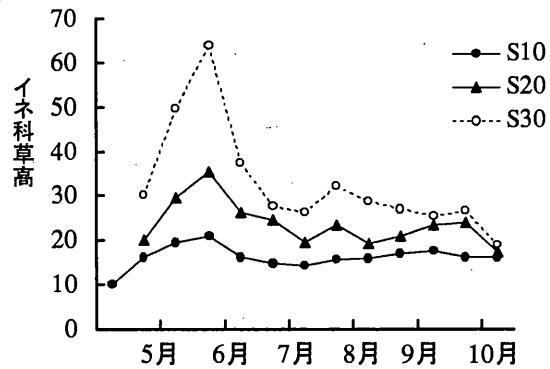


図5. 放牧前草高の季節推移 (試験1)

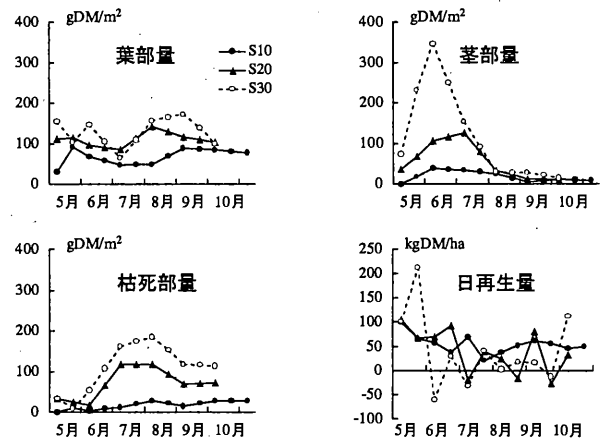


図6. 草地構造および日再生量の季節推移 (試験1)

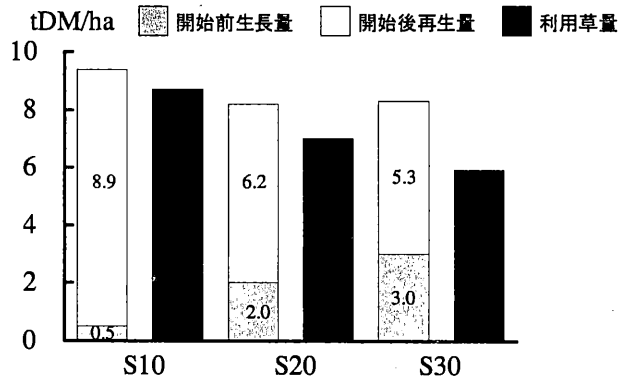


図7. 放牧期間を通じての牧草生産量と利用草量 (試験1)

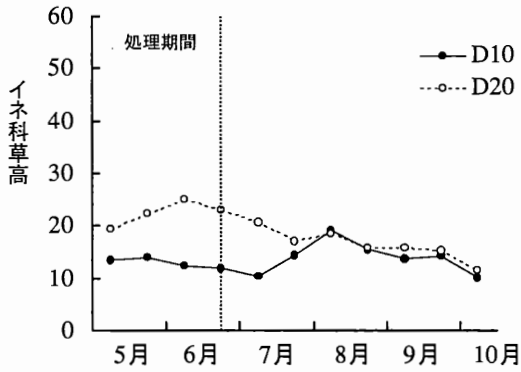


図8. 放牧前草高の季節推移(試験2)

春季の放牧間隔が短かった D10 区では、茎部や枯死部量は少なかったが、葉部量が極端に低下し、そのため日再生量が D20 区よりも低くなってしまった(図9)。放牧開始前の牧草生長量は両区ほぼ同様であったが、開始後の牧草再生量は D10 区で低く、トータル牧草生産量は D10 区が低くなり、結果として利用草量も D10 区で低くなった(図10)。すなわち、開始時草高 10cm と放牧初期を High Intensity とし、その時の放牧間隔を 10 日間と比較的短く High Frequency とした場合(HI-HI)、草高や葉部量が低下し過ぎてしまい、再生量が確保できず利用草量が低下したと考えられる。一方、放牧間隔を 20 日間程度確保し Low Frequency とすると(HI-LF)、草地構造が良好に保たれ利用草量が増加したのである。

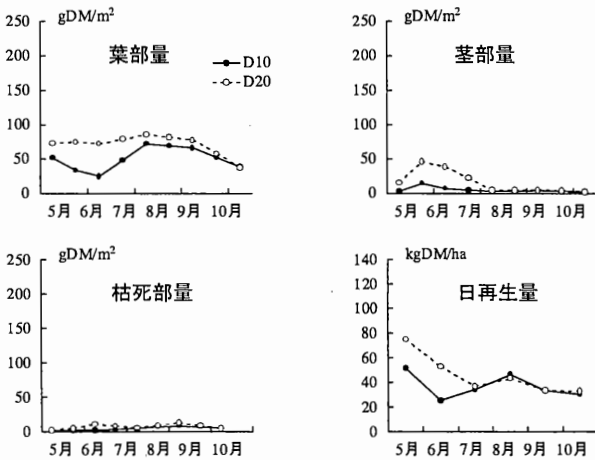


図9. 草地構造および日再生量の季節推移(試験2)

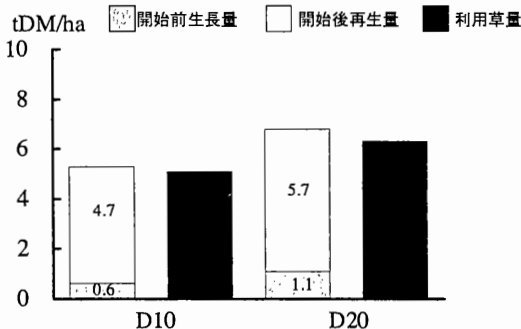


図10. 放牧期間を通じての牧草生産量と利用草量(試験2)

次に、試験1および2の結果を踏まえ、試験3として放牧開始時期と放牧間隔の組合せの影響について検討した。処理は、草高 10cm で放牧を開始し、その後 40 日間の放牧間隔を 20 日とする区 (S10D20 区)、および草高 20cm で放牧を開始し、その後 40 日間の放牧間隔を 10 日とする区 (S20D10 区) の 2 処理とした。試験は試験2の翌年、同一草地で放牧頭数および放牧時間も同様な条件で行った。その結果、3 週間遅れで放牧を開始した S20D10 区の草高は、7 月頃まで S10D20 区に比べてやや高く推移したが、その差は小さく、それ以降も両区ほぼ同様に推移した(図11)。ところが草地構造をみると、草高がほぼ等しかったにもかかわらず、S20D10 区の 6 月での茎部量が著しく高く、これが 7 月以降、枯死物として堆積し、その結果、S20D10 区の日再生量は夏以降低く推移してしまっていると解釈できる(図12)。開始前の牧草生長量は S20D10 区で著しく高く、牧草再生量は低かったが、トータル牧草生産量は両区ほぼ等しかった(図13)。また、利用草量は両区ほぼ等しかったが(図13)、しかし、その内容は、S20D10 区で栄養価の低い茎部や枯死部が多かったと推察される。すなわち、放牧開始を高い草高 (Low Intensity) で始めてしまうと、その後の放牧間隔を短く (High Frequency) しても (LI-HI)、春季の草高は抑えられるものの茎部や枯死部の多い草地構造となり、放牧草の栄養価を低下させることになるであろう。

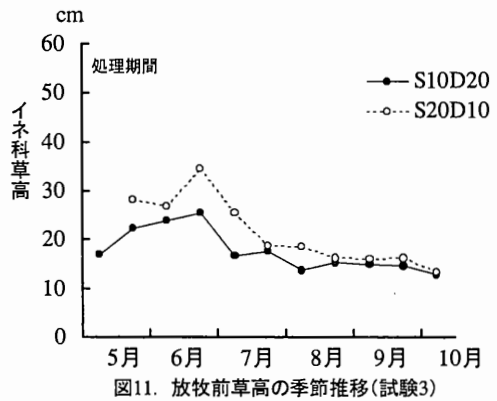


図11. 放牧前草高の季節推移(試験3)

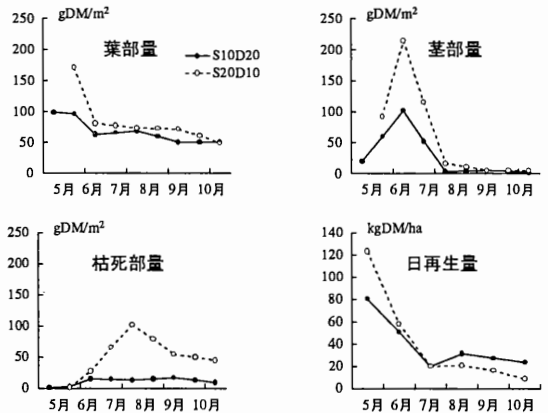


図12. 草地構造および日再生量の季節推移(試験3)

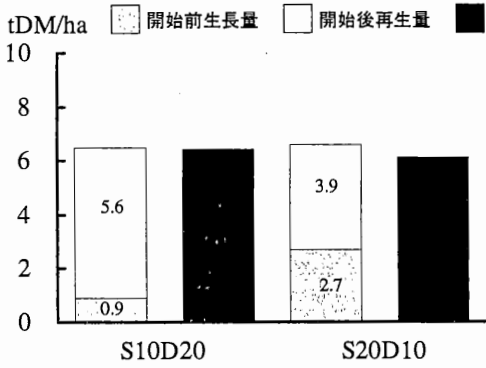


図13. 放牧期間を通じての牧草生産量と利用草量(試験3)

表4. 輪換放牧における放牧開始時期と放牧間隔の組み合わせが草地構造、牧草再生量および利用草量に影響する作用機序

放牧開始	放牧間隔	Defoliation		草地構造			牧草再生量	利用草量
		Intensity	Frequency	草量	葉部量	枯死部量		
早い	短い	High	High	低下	低下	低下	低下	低下
早い	長い	High	Low	増加	増加	低下	増加	増加
遅い	短い	Low	High	増加	低下	増加	低下	低下
遅い	長い	Low	Low	増加	低下	増加	低下	低下

以上の一連の試験結果から、輪換放牧の放牧開始時期と放牧間隔の組み合わせは、DefoliationのIntensityおよびFrequencyの点からみると4通りの組み合わせに大別され、それらが草地構造、牧草生産量および利用草量に影響する作用機序は表4のように要約される。High Intensity - Low Frequency (HI-LF)、すなわち早期に放牧を開始し、その後生殖成長への移行期までの放牧間隔をある程度長く保つ放牧管理によって、単位放牧地面積当たりの牧草生産量および利用草量は向上し得ることを示唆している。さらに大胆に言えば、札幌のような道央地域では、草高10cm程度で放牧を開始し、春季(6月上旬)までの放牧間隔を14-20日程度とする放牧管理が好ましいと思われる。

最近、省力的な放牧管理として定置放牧が見直されつつあり、定置放牧を取り入れている農家の放牧地での草地構造の推移や牧草生産量に関する報告^{3, 6, 8)}がみられるようになった。定置放牧の場合、輪換放牧と異なりDefoliationのIntensityとFrequencyは分割できない。従って、放牧地の牧草生産量や利用草量は、放牧強度と放牧開始時期によって多くが決定されると考えられるが、放牧地からの乳生産量まで含めた定置放牧の土地生産性について必ずしも十分に検討されていないのが現状である。そこで、北大農場では、2002年春より泌乳牛の定置放牧の土地生産性を再評価すべく、放牧管理と草地構造、牧草生産・利用および放牧地からの乳生産の関連を検討する実験を開始した。これらの結果は、今後公表していく予定である。

一方、採草地からの乳生産量を高めるためには、先に述べた施肥管理および刈り取り時期もさることながら、収穫ロスができるだけ少なく、品質の高いサイレージや乾草を調製し、給与・採食ロスをできるだけ少なくすることが重要なポイントとなろう。

放牧地および採草地から単位面積当たりどのくらいの乳生産量が見込めるか？

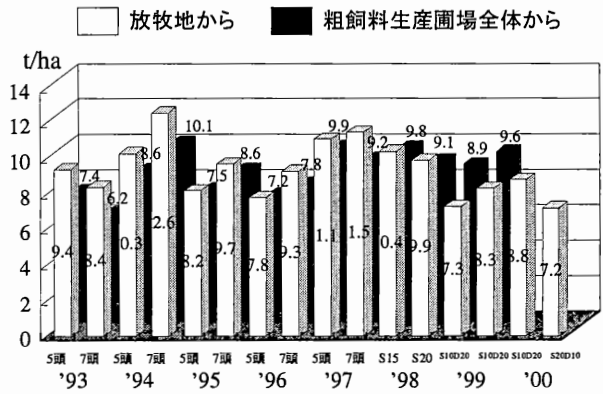


図14. 草地からの乳生産量(北大農場)

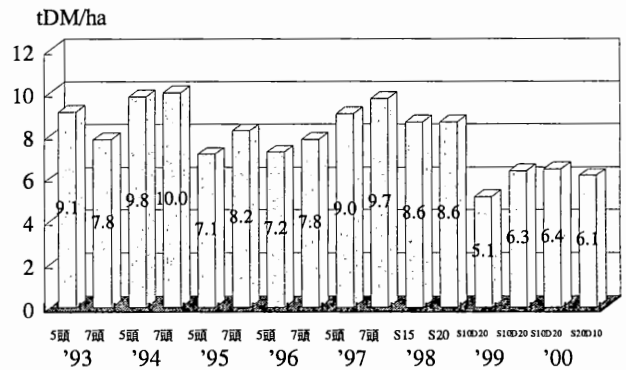


図15. 放牧地からの利用草量(北大農場)

北大農場では、泌乳牛の放牧において、放牧強度、放牧間隔および放牧開始時期などの条件を変えることによりDefoliationのIntensity, FrequencyおよびTimingを操作し、一連の実験を行ってきた。図14には、1993-2000年における土地からの乳生産量に関するデータを示した。放牧地1ha当たりの乳生産量は7.2-12.6tとの成績が得られた。これらの値は変動幅が大きいものの、ニュージーランドや英国における試験成績¹⁾と比較しても劣るものではなかった。このときの放牧地1ha当たりの利用草量は5.1-10.0 t DM/haであり(図15)、これらの値も変動幅は大きいものの、農家の実態調査から得られた採草地の牧草収量の全道平均9.3 t DM/ha⁷⁾に匹敵するレベルにあった。すなわち、DefoliationのIntensity, FrequencyおよびTimingが適切にコントロール

された放牧管理が行われれば、札幌のような道央地域では、放牧地においても採草利用に劣らない 10tDM/ha 程度の牧草利用量が見込め、10 12t/ha 程度の乳生産は達成できることが示唆される。

また、放牧地のみならず、放牧期間の併給粗飼料および冬季舎飼期の貯蔵粗飼料生産圃場も含めた粗飼料生産圃場全体からの乳生産について検討した結果、粗飼料生産圃場 1ha 当たり乳生産量は 6.2 10.1t となり、放牧地に比べてやや低い値となった (図 14)。このことは、土地生産性を高めるための手段として、放牧の利用が有効であることを示唆している。また、1999 年では放牧地よりも粗飼料生産圃場全体からの乳生産量が高くなっているが、この年は放牧期の併給粗飼料としてコーンサイレージを中心に用いており、単位面積当たり収量の高いトウモロコシを用いることの土地生産性に対する有効性が示されている。

一方、採草地からの乳生産量についての報告は限られている。谷口ら⁹⁾は、北大農場において、採草地の刈り取り給与方式と土地生産性の関連を検討し、採草地からの乳生産量は、サイレージ利用で 4.4t/ha、および青刈り給与で 4.6t/ha であったと報告している。また、大下⁵⁾は、サイレージの給与試験から、チモシー単播およびチモシー・赤クローバ混播草地からの乳生産量は、それぞれ 6.2t および 8.8t/ha と試算しており、放牧利用に比べて必ずしも高い値は得られていない。

おわりに

本稿では、草地、中でも放牧地からの乳生産に関する話題が中心であったが、筆者の立場としては採草を否定しているわけではない。1年の半分は雪に覆われる北海道では、採草地は必要不可欠である。放牧と採草をうまく組み合わせ、粗飼料生産圃場全体からの乳生産量を高めるための一部のオプションとして、可能なところでは放牧を積極的に取り入れていただきたいということである。

また、放牧地からの乳生産に影響する要因としては、今回ほとんどふれなかった、草種、施肥量およびその施用時期等、その他様々ある。今後の課題として、それらも含めた要因解析を行う必要がある。

引用文献

- 1) Holmes, W. (1987) Milk production from managed grasslands. In *Ecosystems of the World 17B Managed Grasslands: Analytical Studies* (Ed. Snaydon, R.W.). Elsevier. Amsterdam. pp. 100-112.
- 2) 石田 亨 (2002) BSE に負けないぞ! 第 1 弾 放牧で牛乳を 放牧成功の必要条件 3) 天北地方の場合. 北海道草地研究会・現地フォーラム資料. pp. 14-15.
- 3) 西道由紀子・近藤誠司・大久保正彦 (2001) 大規模定置放牧方式における放牧地草の冠部被度, イネ科牧草の草高と分けつ密度および現存量. 日草誌 47 (別), 202-203.
- 4) 西道由紀子 (2002) 乳牛の輪換放牧における放牧管理および草地の生産と利用に関する研究. 北海道大学大学院農学研究科博士論文.
- 5) 大下友子 (2000) 北海道草地研究会シンポジウム「新酪農大綱に向けた飼料自給率の向上について」高泌乳牛に対する良質自給粗飼料の利用による飼料自給率の改善. 北草研報 34, 12-14.
- 6) 須藤賢司・小川恭男・梅村和弘 (2001) 北海道における低投入持続型放牧地の実態. 日草誌 47 (別), 126-127.
- 7) 竹田芳彦 (2001) 北海道草地研究会ミニ・シンポジウム「北海道における自給飼料のあり方を考える」北海道の採草地における牧草生産の現状と課題. 北草研報 35, 9-13.
- 8) 田中 聡・中辻浩喜・近藤誠司・大久保正彦 (2002) 搾乳牛の定置放牧地における草地構造の季節変化. 北草研報 36, 52.
- 9) 谷口幸三・朝日田康司・広瀬可恒 (1979) 牧草の刈取給与方式による草地生産性の検討. 北海道大学農学部農場研究報告 21, 78-83.