

草地の放牧利用による牛乳生産

花 田 正 明

帯広畜産大学草地学講座, 帯広市稲田町 〒080

1. 草地の放牧利用の意義

草地から生産される牧草は反芻家畜にとって主要な飼料源であり, 牧草は放牧によって直接家畜に利用されるか, 乾草やサイレージに調製されたのち家畜に利用される。草地の採草利用は冬季間の貯蔵飼料を確保するという意味において重要な利用形態であるが, 採草・調製は, 化石エネルギーの使用と労働力の投入を必要とするとともに, 調製・貯蔵中における牧草の乾物量ならびに栄養価の低下を招きやすい。これに対して草地の放牧利用は, 草地に生育している牧草を家畜が直接採食することで, 糞尿を草地に還元するため, 飼料の調製・給与や施肥作業に費やす化石エネルギー量は少なく, かつ牧草の栄養価を損なわずに家畜に摂取させることができるという利点を持っている。一方, 放牧ならびに採草利用を比較した場合, 草地からの牧草生産量は窒素施肥量によって異なり¹⁾ 窒素施肥量が少ない条件下では採草利用よりも放牧利用のほうがより多くの牧草を生産することが示されている¹⁰⁾。これらのことから肥料や化石エネルギーなどの生産資材の投入を抑制した条件下では, 草地の採草利用に比べ放牧利用のほうがより高い生産量を期待できると考えられる。Holtmanら⁷⁾は酪農における生産素材に必要なエネルギー量の支配的要因は, 肥料や飼料添加物などの窒素化合物の生産に要するエネルギーであると述べている。

さらに経済的な評価においても, 採草利用に比べ放牧利用のほうが飼料生産費用が安いことがニュー

ジーランド⁶⁾やイギリス¹¹⁾において示されている。Dziewulska¹⁾は, ヨーロッパでは労働力の低減のため所有する草地面積が大きい農家ほど, 草地の採草利用割合は少なく, 放牧利用割合が多いと述べている。日本においても牛乳生産費の削減対策の1つとして, 草地の放牧利用割合を高める必要があるとの指摘がなされている⁸⁾。Riveros²¹⁾は, 草地が放牧利用される状況は気候, 土壌ならびに経済的要因によって影響を受け, 土壌や地形条件が悪く, また, 年間の作物の生育期間が短い地域では, 放牧が一般的な土地の利用形態であると述べている。

極地を除く世界の土地面積に対する草地面積の割合は約25%前後であり⁹⁾, 草地の放牧利用は世界的にみて極めて重要な位置を占めている⁴⁾。草地を放牧利用している代表的な地域として, モンゴルからヨーロッパまで約6,000km続くステップ地帯, チベット高原, ヒマラヤ山脈の周辺地域, 地中海周辺地域, オーストラリア大陸, 南アメリカのパンパス, グランチャコならびにカンボス草原, サハラ砂漠の南部地域およびアフリカ大陸の東部地域などが挙げられる²¹⁾。一方, ヨーロッパ西部の大西洋ならびに北海沿岸地域においても草地の放牧利用割合が高く, ベルギー, イギリス, オランダ, ノルマンディ, 旧西ドイツ北部地域では, 草地の65~80%は放牧地として利用されている¹⁾。

Dziewulska¹⁾は, これらの地域は年間を通して降水量が多く, また, メキシコ湾流の影響を受け, 冬期間の温暖な気象条件のため年間の放牧可能期間が長いことが草地の放牧利用割合が高い理

表1 北海道の各地域における農耕期間の平均気温、降水量および日照時間の積算値⁵⁾

地 域	農耕期間（5～9月）積算値		
	平均気温	降 水 量	日照時間
	℃	mm	時間
渡島支庁 大野町	2603	557	849
空知支庁 長沼町	2572	422	943
上川支庁 旭川市	2585	481	907
十勝支庁 芽室町	2450	510	619
根室支庁 中標津町	2193	678	519
宗谷支庁 浜頓別町	2141	488	718

由であると述べている。このように、気温、降水量、日照時間などの気象条件により食用作物の栽培が制限されている地域では、反芻家畜による草地の放牧利用が主要な土地の利用形態になっている。

2. 北海道における草地の放牧利用

北海道における各地域の気象要因を比較してみると（表1）、北海道中央部の長沼町ならびに南西部の大野町に比べ、東部の中標津町では農耕期間の積算平均気温が低く、積算日照時間も少ない。北海道東部の太平洋側沿岸および根室地域の内陸部の5～7月はオホーツク海高気圧の影響を受け、気温、日照時間および日照率が減少する¹³⁾。北海道における気候条件の地域間差は草地の分布に反映しており、北海道中央部、南西部に比べ寒冷寡照条件下にある東部では畑作地の面積は極めて少

なく、根室、釧路地域では農耕地の95%以上は草地として利用されている。また、これらの地域の年間降水量は1,000～1,200mm前後で、冬季間に少なく牧草の生育期間の5～10月にかけて多い¹³⁾。

これらのことから北海道東部の太平洋側沿岸の地域では、寒冷寡照という気候的特徴のため牧草生産に基づいた家畜生産が最適な土地の利用形態であると考えられる。さらに、冬季間の貯蔵飼料の生産の必要性はあるものの、反芻家畜による食料生産の意義ならびに労働力や飼料生産費等の経済性を考慮すると、これらの地域において草地の放牧利用は最も適した土地の利用形態の1つであると考えられる。これまで北海道全体はもとより根室、釧路地域においても泌乳牛の放牧飼養形態は、草地面積が少ない、放牧期における乳生産が不安定などの理由（表2）により、年々減少傾向をたどってきた（表3）^{3,16)}。しかし、近年、北海

表2 放牧草地を縮小あるいは廃止する理由¹²⁾

	標津町	標茶町	全 体
		%	
草地に余裕がない	15.4	25.0	18.4
乳量にむらが生じる	24.6	25.0	24.5
乳成分の低下	18.5	18.8	18.4
手間がかかる	10.8	15.6	12.2
その他	30.7	15.6	26.5

表3 北海道における草地の利用形態割合の変化³⁾

	1979年	1981年	1983年	1985年	1987年	1989年	1991年
	%						
放牧	37.5	35.8	31.2	29.8	23.7	15.0	12.6
サイレージ	16.0	16.9	20.2	26.0	29.6	35.4	42.5
乾草	46.5	47.3	48.6	44.2	46.7	49.6	44.9

道においても草地の放牧利用による牛乳生産が見直される傾向にあり、畑作地帯である十勝地域においても放牧への関心が高まり、放牧による酪農経営をするために芽室町から清水町へ移転した事例もある。

3. 草地の放牧利用への転換

草地の放牧利用による牛乳生産に対する見直しは、北海道だけではなくアメリカにおいても生じている。アメリカ北東部における放牧システムの導入は、飼料費や労働費の低減により牛乳生産費を大規模酪農形態の太平洋岸の生産費に近づけようとする試みの1つであり、北海道酪農のおかれ

ている状況と共通する点がある。

アメリカ北東部のペンシルバニア州では飲用乳の大消費地に近いという地理的条件により酪農は重要な農業生産形態として位置づけられており²⁰⁾、近年においても牛乳生産量は堅実な伸びを示している²³⁾。ペンシルバニアでは1950年代から1980年にかけて酪農施設の機械化に対する投資が盛んに行われ、乳牛の飼養形態は放牧飼養から舎飼へと変換してきた。しかし、1980年代に入ると生産資材費の高騰や乳価の低迷による収益の減少や、糞尿や施肥による地下水の汚染などの問題点が生じるようになってきた²⁰⁾。

アメリカにおける牛乳生産費を地域別に比較し

表4 アメリカ太平洋岸と北東部の牛乳生産費の比較²³⁾

	変動費			固定費	労働費	合計
	全体		飼料費 ^{§1}			
	①	全体	濃厚飼料 ^{§2}			
	US\$					
牛乳100ポンドあたり生産費						
太平洋岸 ^{§3}	9.50	7.01	(3.27)	2.54	0.53	12.57
北東部 ^{§4}	9.59	6.87	(4.74)	4.39	2.48	16.46
アメリカ平均	9.50	6.81	(4.19)	3.65	1.83	14.98
経産牛1頭あたり生産費						
太平洋岸 ^{§3}	1668	1232	(575)	445	93	2207
北東部 ^{§4}	1395	1000	(689)	637	360	2392
アメリカ平均	1442	1035	(637)	555	278	2274

§1: 変動費全体の内数

§2: 飼料費全体の内数

§3: カリフォルニア, ワシントン, アイダホ州

§4: ペンシルバニア, オハイオ, ニューヨーク, バーモント, ニューハンプシャー, メーン州

てみると(表4), 小規模酪農地帯の北東部に対して大規模酪農地帯の太平洋岸で低く, その差は年々拡大する傾向にある。カリフォルニア州では多頭飼養によって1頭あたりの生産費がそれほど軽減されているわけではなく, 1頭あたりの搾乳量を増加させることにより牛乳生産費の低減を図っている。1頭あたりの搾乳量の増加は濃厚飼料の多給によるものではなく, 良質な粗飼料の給与によるもので, 太平洋岸における1頭あたりの濃厚飼料購入費は, 北東部よりも少ない。これに対して北東部では全体の飼料費は低いものの濃厚飼料費は高く, 家族労働費や固定費も高く, 生産資材の投入を抑制させる酪農形態への変換が求められている²³⁾。

このような状況下においてペンシルバニアやウイソコンシン州では, 飼料, 肥料, 燃料および労働費の低減対策として, 特に, 頭数あたりの草地面積が多く, 頭数規模が100頭以下の小規模の酪農家で集約的な放牧システムへの関心が高まってきた^{14, 20)}。ペンシルバニアおよびウイソコンシン州において集約放牧の有用性を示した事例がいくつか紹介されている^{17, 18, 22)}。

ペンシルバニア州における Rots and Rodgers の試算²²⁾ やウイソコンシン州における Orchard の調査¹⁸⁾ によると, 集約放牧を導入することによ

り購入飼料費や労働費の低減により牛乳生産費は低下することが示されている(表5)。しかし, Parker ら¹⁹⁾ は, 1乳期の個体乳量が6,350kg以下では集約放牧を導入しても利益は向上しないと報告しており, 放牧飼養においても一定レベル以上の個体乳量が求められている。さらに, Parker ら²⁰⁾ は集約放牧を実施している酪農家と実施していない酪農家に対する調査を実施し, 集約放牧を実施している酪農家では牧草生産量の季節変動, 放牧飼養における泌乳牛の栄養管理, 草地の水利条件, 放牧草地からの飼料摂取量, 草地の雑草などが重要な問題として位置づけられていると報告している(表6)。

4. 放牧草地の利用方法

ペンシルバニア州において集約的な放牧システムを導入している酪農家の割合は1990年ではわずか10%であるが, その割合は増加する傾向にあるといわれている¹⁴⁾。その一方, 集約放牧システムの普及は, 乳生産を高いレベルで安定的に維持するための放牧方法や飼料給与法に関する技術と情報の不足によって制限されているといわれており¹⁹⁾, 北海道と同様に, 泌乳牛への安定的な養分供給が放牧草地の管理技術に求められている。

Hodgson⁴⁾ はイギリスにおける草地の放牧利

表5 ウイソコンシン州における放牧を実施している酪農家と実施していない酪農家の牛乳生産費の比較¹⁸⁾

項 目	放 牧	
	実施している	実施していない
	————— US\$/頭/年 —————	
購入飼料費	420	521
機械修理・燃料費	117	163
労働費	396	523
支出合計	1499	1988
	————— US\$/牛乳100ポンド —————	
支出合計	8.92	9.65

表6 ペンシルバニア州における酪農家の草地の放牧利用に対する問題意識^{§1,20)}

項 目	集約放牧		有意差 ^{§2}
	実施している	実施していない	
牧草生産量の季節変動	2.18	2.67	*
乳牛の栄養管理	1.98	2.15	NS
草地の水利条件	1.93	2.27	*
放牧草地からの飼料摂取量	1.84	2.00	*
草地の雑草	1.84	2.03	NS
草地の急傾斜	1.71	1.65	NS
野生動物の干渉	1.71	2.03	NS
パッドク数が少ない	1.61	2.59	**
草地面積が少ない	1.55	2.69	**
牛の移動作業による労働増加	1.43	2.19	**
草地と牛舎との位置関係	1.34	2.14	**
境界のフェンスがない	1.32	2.09	**
放牧技術の経験不足	1.36	1.67	NS
隔柵技術の不足	1.24	1.86	**

§1: 5段階評価の平均スコア (1:問題なし~4:たいへん重要な問題, 5:適用できない)

§2: NS=有意差なし, *P<0.05, **P<0.01

用方法に関して総説しており、放牧草地の草種として、季節間の再生速度の差が小さく、栄養価が高く、さまざまな放牧条件に対して順応性のある牧草が望ましいが、草地の放牧利用による家畜生産に影響を及ぼす要因は放牧適性の優れた牧草の選択のみならず、牧草の生育の特徴や家畜による採食性を考慮した放牧草地の利用方法も重要な要因であると述べている。また、Holmes and Wilson⁶⁾はニュージーランドにおける草地の放牧利用による乳生産技術に関して総説しており、放牧草地の利用において最も重要であり、酪農家間で差がみられる技術は、放牧強度、休牧日数および踏圧や糞尿による汚染の程度であると述べている。

牧草の再生速度は気温や日長条件などの影響を受けるため牧草の生産量は季節によって異なり、放牧期間を通して牧草を安定的に供給するためには再生速度に合わせて放牧草地の面積を変化させる必要がある。このように牧草の再生速度は、年間の草地の利用計画を立てる上で重要な指標とな

る。しかし、放牧草地における牧草の再生速度は放牧強度や休牧日数などの放牧草地の利用方法の影響も受け、計画どおりに草地を利用するためにはこれらの要因を加味した放牧草地の利用方法が必要となる。Holmes and Wilson⁶⁾は放牧後の草量の過不足はその後の牧草の再生速度のみならず分けつの成長、単位面積あたりの茎数や出穂茎の出現に影響を及ぼすと述べている。Hodgson⁴⁾も放牧後の草地の状態がその後の牧草の再生に大きく関与していることを示し、ペレニアルライグラス草地では放牧後の葉面積指数を3あるいは草丈を3cm前後に保つことにより、放牧後の牧草の再生速度を高いレベルに維持できると述べている。

一方、Hodgson⁴⁾は、放牧草地からの乾物摂取量を最大にするためには放牧後の草丈をある高さ以上に保つ必要があり、その高さは生産レベルによって異なり、乾乳牛では6~7cmであるのに対し、養分要求量の高い泌乳牛では7~10cm必要であるとしている。Holmes and Wilson⁶⁾も同様な考え方を示し、放牧草地からの乾物摂取量を

表7 ライグラス/白クローバ混播草地における放牧前後の草量ならびに放牧圧の指標⁶⁾

生産 ステージ	摂取量 kgDM/Cow/d	放牧後草量 kgDM/ha	放 牧 圧	
			放牧前草量(kgDM/ha)	
			2000	3000
乾乳牛	7 - 8	600 - 700	165	300
泌乳牛	14 - 16	1300 - 1500	45	110

最大にするために最低限必要な放牧後の草量を生産レベルごとに設定し、それに基づいて放牧前の草量や放牧圧を決定している(表7)。このように Hodgson⁴⁾ならびに Holmes and Wilson⁶⁾は、放牧後の草地の状態は草地の利用方法による牧草の再生速度の変動を抑制するとともに、放牧草地からの乾物摂取量の減少を防ぐ上で重要な指標であると述べている。さらに、期待どおりの乾物摂取量を得るためには摂取量の2~3倍の割り当て草量が必要であると述べている。

放牧草地からの乾物摂取量はさまざまな要因によって変動するが、最大でも泌乳牛による放牧草地からの乾物摂取量は16kg/d前後であるといわれている⁶⁾。このため放牧草地からの養分摂取だけで賄える乳生産量は約20kg/d前後であり、より高い個体乳量を維持するためには併給飼料の給与が必要となる。放牧飼養の乳牛に併給飼料を給与した場合、全飼料からの乾物摂取量は増加するが、必ずしも加算的には増加しない^{2,4)}。花田²⁾は Substitution Rate は飼料によって異なり、併給飼料の繊維質含量の増加にともない全飼料からの乾物摂取量は減少することを示している(式1)。このことから放牧前の草量や放牧圧を決定する場

合、併給飼料を考慮した放牧草地からの乾物摂取量の設定が必要となる。この式を用いて併給飼料のNDF含量と乾物摂取量との関係を算出した結果を表8に示した。この表から併給飼料のNDF含量が5%単位増加すると、放牧草地からの乾物摂取量は1.0kg以上減少することがわかる。前述のように、期待どおりの放牧草地からの乾物摂取量を得るために必要な割り当て草量は摂取量の2~3倍であるとする、併給飼料のNDF含量が5%増加することにより割り当て草量を2~3kg DM/cow/d 減少させなければ草地の利用効率は低下することになる。

以上、放牧後の草地状態を考慮した放牧草地の利用方法の必要性について説明してきた。放牧後の草地を適切な状態に維持することは放牧飼養における牛乳生産の変動の抑制に対して重要な要因であると考えられる。しかし、放牧後の草地の状態に関するデータは主としてペレニアルライグラス草地で得られた数値であり、ペレニアルライグラスとは牧草の形態が異なるオーチャードグラスやメドウフェスク草地における放牧後の草地の状態がその後の牧草の再生速度や放牧草地からの乾物摂取量に及ぼす影響に関する情報は少ない。

$$Y = 63.19 + 0.74X_1 + 1.01X_2 + 0.71X_3 - 1.74X_4 \quad (\text{式1})$$

- Y : 全飼料からの乾物摂取量 (gMBS/d) X₃ : 併給飼料からの乾物摂取量 (gMBS/d)
 X₁ : FCM量 (kg/d) X₄ : 併給飼料のNDF含量 (%)
 X₂ : 放牧草のTDN含量 (%)

表8 放牧飼養における泌乳牛における併給飼料の NDF 含量と乾物摂取量との関係^{§1,2)}

FCM	乾物摂取量				日本飼養標準 ¹⁵⁾
	25% ^{§2}		30% ^{§2}		
	全飼料	放牧草	全飼料	放牧草	
kg/d	kgDM/d				
25	19.5	11.8	18.4	10.7	18.3
30	20.0	12.3	18.9	11.1	19.7

§1: 放牧草の TDN 含量は70%, 併給飼料の給与量は60g/MBS/d, 体重は650kg として算出した。

§2: 併給飼料の NDF 含量

引用文献

- 1) Dziejulska, A., The spatial differentiation of grasslands In Europe, in Managed Grasslands Regional Studies (A. I. Breymer ed.), 1 - 13, Elsevier, Amsterdam, 1990.
- 2) 花田正明, 未発表
- 3) 橋立賢二郎, 北海道における草地利用の変遷と望まれる方向, 北海道の草地と畜産, 13-18, 平成4年度 日本草地学会 大会運営委員会, 札幌, 1992.
- 4) Hodgson, J., Grazing Management Science into Practice, 1 - 5, Longman Handbooks in Agriculture, New York, 1990.
- 5) 北海道立農業・畜産試験場, 平成5年度主要作物作況-北海道立農業・畜産試験場における-, 北農, 61: 77-107, 1994.
- 6) Holmes, W. and G. F. Wilson, Milk Production from Pasture (revised edition), Butterworth Agricultural Books, Wellington, N.Z., 1987.
- 7) Holtman, J. B., L. J. Connor, R. E. Lucas and F. J. Wolak, 酪農諸方式における素材-エネルギー必要量, 食料生産とエネルギー (W. Lockerretz 編, 高橋保夫監訳), 93-104, 農林統計協会. 東京, 1980.
- 8) 本庄康二, 草地型酪農経営における生産費規定要因と低コスト化対策, 北海道立根釧農業試験場, 昭和63年度農業経営研究成績書, 1-33, 1989.
- 9) Humphreys, L. R., Future directions in grassland science and its applications, In Proceedings of the XVI International Grassland Congress, 1705-1710, France, 1989.
- 10) Jackson, M. V. and T. E. Williams, Response of grass swards to fertilizer N under cutting or grazing, J. Agric. Sci. Camb., 92: 549-562, 1979.
- 11) Leaver, J. D., Milk production from grazed temperate grassland, J. Dairy Res., 52: 313-344, 1985.
- 12) 前川 奨, 根釧地域における放牧利用の実態, 北海道草地研究会報, 27:17-26, 1993.
- 13) 松田 一, 北海道の気候の地域性, 北海道農業における気象情報と先端的利用 (堀口郁夫監修), 28-33, 日本農業気象学会北海道支部, 札幌. 1992.

- 14) Muller, L. D. and L. A. Holden, Intensive rotational grazing, *Large Animal Veterinarian*, 49(4) : 27-29, 1994.
- 15) 農林水産省 農林水産技術会議事務局, 日本飼養標準乳牛, 中央畜産会, 東京, 1992.
- 16) 及川 寛, 北海道における草利用の現状, 北海道の草地と畜産, 13-18, 平成4年度 日本草地学会 大会運営委員会, 札幌, 1992.
- 17) Orchard, J. A., Grazing lowered their labor needs, *Hoard's Dairyman*, April 10 : 304, 1994.
- 18) Orchard, J. A., The Pearsons are excited about rotational grazing, *Hoard's Dairyman*, September 10 : 624, 1994.
- 19) Parker, W. J., L. D. Muller and D. R. Buckmaster, Management and economic implications of intensive grazing on dairy farms in Northeast States, *J. Dairy Sci.*, 75:2587-2597, 1992.
- 20) Parker, W. J., L. D. Muller, S. L. Fales and W. T. McSweeney, A survey of dairy farms in Pennsylvania using minimal or intensive pasture grazing systems, *The Professional Animal Scientist*, 9 : 77-85, 1993.
- 21) Riveros, F., Grsaalands for our world, In *Grasslands for Our World* (M. J. Baker, ed.), 6-11, SIR Publishing, New Zealand, 1993.
- 22) Rots, C. A. and J. R. Rodgers, Grazing is profitable option for this Pennsylvania farm, *Hoard's Dairyman*, September 25 : 643, 1994.
- 23) 鈴木宣弘, 世界に目を向ける米国農酪農, 酪農総合研究所, 札幌, 1994.