

北海道草地研究会賞受賞論文

## 自給粗飼料主体の牛乳生産における土地利用方式に関する研究

中辻 浩喜

A Study on a land-use system in milk production mainly used self-supplying roughages

Hiroki NAKATSUJI

### 1. はじめに

北海道はわが国最大の酪農畜産地帯であることはいまでもない。しかし、北海道酪農が現在に至るまで、広大な飼料基盤を有効に利用した「土地利用型酪農」として発展してきたとは必ずしもいえない。ここ約30年間における乳牛1頭当たりの乳量増加は著しい。一方、同時期の草地・飼料作物畑面積およびその単収はほぼ頭打ちである。すなわち、この乳量増加は草地・飼料作物畑からの粗飼料の貢献とは考えにくい。乳牛の遺伝的改良もさることながら、これは安価であった輸入穀類を多給した結果であろう。実際に、この様な濃厚飼料に依存した畜産は、現存する草地・飼料作物畑が吸収・利用しうる以上の糞尿を生産し、養分の系外流出による環境汚染の大きな原因となっている。

これらを解決するためには畜産の原点に立ち戻ることが最も重要であろう。畜産は土地を基盤とした土-草-家畜を巡る物質循環の中で行われるべきであることを再認識し、輸入飼料依存型の生産方式からの脱却、すなわち土地利用型家畜生産方式へ回帰する必要がある。

以上の背景から、筆者は1984年代後半より土地利用の観点から酪農生産システムを評価する重要性を指摘し、北海道大学(北大)農場を主なフィールドとして、土地利用方式と牛乳生産の関連について一連の研究を行ってきた。

### 2. 「土地からの牛乳生産」の重要性

酪農は本来、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、作物生産量が単位土地面積当たり収量で示されるのと同様に、牛乳生産量も自給粗飼料生産圃場単位土地面積当たりで表すべきであろう。

土地からの乳生産量は次のような式で算出できる。

$$\text{土地からの乳生産量} = \frac{\text{自給粗飼料由来の乳量}}{\text{自給粗飼料生産圃場面積}}$$

なお、自給粗飼料由来の乳量は、総乳量を可消化養分総量(TDN)摂取量全体に占める自給粗飼料由来TDN摂取量の割合で案分して求めることができる。

### 3. 土地利用方式の違いと土地からの牛乳生産

土地利用方式の違いが土地からの牛乳生産に及ぼす影響について、1) 夏季は放牧主体飼養、2) 冬季はサイレージ主体飼養に着目して検討した。さらに、3) 年間を通じた土地利用方式として粗飼料生産に必要な圃場面積を算出し、土地からの乳生産との関連を検討した。

#### 1) 放牧地からの乳生産

夏季は放牧管理と土地からの乳生産の関連を検討した。泌乳牛の輪換放牧条件下において、放牧強度、放牧開始時期、放牧間隔およびそれらの組み合わせを様々に変えて1993~2000年の8年間にわたり一連の実験を行った(中辻2003)。放牧強度は5-7頭/haの範囲、放牧は1日単位の輪換放牧であり、放牧時間は1日5時間の時間制限であった。従って、延べ放牧時間(cow-hour)で表した放牧強度(Nakatsujiら2006)は25-35 cow-hour/ha/日の範囲にあった。

その結果、放牧地1ha当たりの乳生産量は7.2-12.6tであり(図1)、年次によって変動は大きい、ニュージーランドや英国における試験成績(Holmes1987)と比較しても劣るものではなかった。この時の放牧地1ha当たりの乾物利用草量は5.1-10.0tであり(図2)、これらの値も年次変動が大きい、農家の実態調査から得られた採草地の牧草乾物収量の全道平均9.3t/ha(竹田2001)に匹敵するレベルであった。

また、放牧地のみならず、放牧時の併給粗飼料であるトウモロコシサイレージ(CS)、牧草サイレージ(GS)および乾草を生産する飼料畑や採草地を含めた圃場全体からの乳生産についても検討した(中辻2003)。その結果、放牧地、採草地および飼料畑全体からの乳生産は6.2-10.1t/haとなり(図1)、放牧地に比べてやや低い値であった。このことは、集約的かつ効果的に放牧が行われるならば、土地生産性を高める手段として優れていることを示唆している。

以上の結果から、夏季の放牧利用は土地生産性の面からみて有効であることが認められた。すなわち、道央地域では30 cow-hour/ha/日(6頭/haで1日5時間放牧)程度の放牧強度における輪換放牧において、放牧開始時期および放牧間隔が適切な放牧管理を行うことにより、採

草利用に劣らない 10t/ha 程度の牧草乾物利用量が見込め、放牧地 1ha 当たり 10-12t 程度の牛乳生産は達成可能であることが示された。

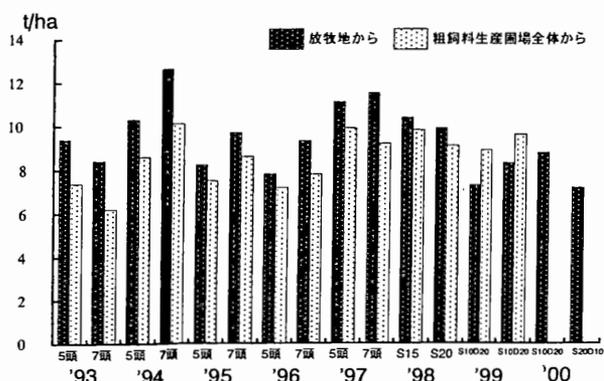


図1. 土地からの牛乳生産量 (北大農場)

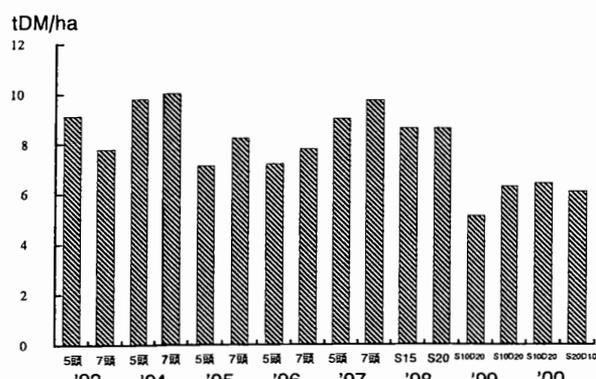


図2. 放牧地からの利用草量 (北大農場)

## 2) 採草地と飼料畑からの乳生産

北海道では1年の約半分は舎飼いで貯蔵粗飼料に頼らざるを得ない。従って、放牧地のみならず採草地やトウモロコシ畑からの乳生産について検討する必要がある。トウモロコシは、一般的に牧草にくらべ単位面積当たりの乾物や TDN 収量が高いことから、栽培可能地域におけるトウモロコシの作付は土地からの乳生産を向上させる有効な手段であると思われる。

そこで、冬季は CS を生産するトウモロコシ畑と GS や乾草を生産する採草地の作付面積比率が土地からの乳生産に及ぼす影響を検討した (中辻ら 1996)。試験処理として、トウモロコシと牧草の作付面積比率 1:1 (対照区) に対して、トウモロコシ面積を増加し面積比率を 2:1 と想定した区 (試験区) 設けた (表 1)。実際の試験では CS と(GS+乾草)の給与量および給与比率を設定し、それらと試験実施場所である北大農場におけるそれぞれの粗飼料の単収から作付比率を想定した。結果として、CS と(GS+乾草)の給与比率は対照区の 55:45 に対して試験区では 70:30 となった。

1日1頭当たり飼料乾物摂取量および乳量は対照区にくらべ試験区でやや低い傾向にあった。粗飼料由来の TDN 摂取割合は対照区にくらべ試験区で高かったが、粗飼料由来乳量は試験区が低い傾向にあった (表 2)。

冬季間を 181 日として、それら期間に摂取した飼料の総量から必要土地面積を算出し、採草地およびトウモロコシ畑全体からの乳量を推定した (表 3)。試験区における1頭当たり必要土地面積は対照区にくらべやや減少し、土地からの乳生産量は対照区の 9.8t/ha から試験区の 10.5t/ha へ向上した。

すなわち、トウモロコシ栽培が可能な地域における冬季の CS 利用は土地生産性の面からみて有効であることが認められた。

表1. 冬季サイレージ主体飼養下における試験処理

処理	CS: (GS+乾草) 乾物給与比	トウモロコシ: 牧草 作付面積比率
対照区	55:45	1:1
試験区	70:30	2:1

CS: トウモロコシサイレージ, GS: 牧草サイレージ

表2. 飼料摂取量、乾物およびTDN摂取割合および粗飼料由来乳量

	対照区	試験区
乾物摂取量, kg/日/頭		
GS	3.3	2.5
乾草	2.2	1.2
CS	7.9	9.2
粗飼料	13.4	12.9
濃厚飼料	4.6	4.4
計	18.0	17.3
粗濃比, %	74.4	74.6
粗飼料由来 TDN摂取割合, %	67.9	69.3
乳量, kg/日/頭		
総量	21.8	20.2
粗飼料由来	14.8	14.0

CS: トウモロコシサイレージ, GS: 牧草サイレージ

表3. 冬季舎飼期<sup>1)</sup>における必要土地面積および土地からの乳生産

	対照区	試験区
必要土地面積 <sup>2)</sup> , a/頭		
採草地 (GS, 乾草)	16.4	11.0
トウモロコシ畑 (CS)	11.5	13.4
計	27.9	24.4
乳量, t/ha		
採草地+トウモロコシ畑	9.8	10.5

CS: トウモロコシサイレージ, GS: 牧草サイレージ

1) 冬季: 181日 (11月1日~4月30日) として補正

2) 粗飼料収量 (tDM/ha); CS: 12.4, GS: 6.0, 乾草: 3.8 (北大農場実績) として計算

3) 年間を通じた必要圃場面積と土地からの乳生産

放牧は夏季に限られるなど、季節により利用できる粗飼料が異なることから、実際の酪農生産現場では年間を通じた粗飼料給与を想定した必要圃場面積と作付比率を考えなければならない。また、給与する放牧草、CSおよびGSなどの粗飼料給与量は、結果的に放牧地、採草地およびトウモロコシ畑の作付面積とその比率によって決定される。すなわち、土地利用方式、粗飼料生産に必要な圃場面積および単位面積あたりの牛乳生産量は密接に関連しており、これら3つの観点から総合的に牛乳生産システムを評価する必要がある。

そこで前述の夏季および冬季の試験結果から、年間を通じた土地利用方式としてトウモロコシの作付面積割合をさらに増加させることを想定した。すなわち、夏季放牧飼養時のCS利用および冬季のCS主体飼養時における濃厚飼料給与量削減とCSの増給が土地生産性に及ぼす影響を検討した(星 2007)。

CSは通年給与とした。夏季放牧飼養時の併給粗飼料としてのCSとGSの混合割合を試験区では2:1まで高めた(対照区1:1)。また、冬季CS主体飼養時は、試験区において夏季同様CSとGSの混合割合を2:1まで高めるとともに、配合飼料の一部を大豆粕に置き換えることにより濃厚飼料の粗タンパク質含量を高め、その給与量を乳量の1/8まで削減した(対照区1/4)(表4)。

表4. 年間を通じた土地利用を想定した飼養処理

処理	冬季		夏季 <sup>1)</sup>	
	CS:GS 濃厚飼料給与量 (CP含量)	乾物給与比	CS:GS	乾物給与比
対照区	1:1 乳量の1/4 (20%DM)	1:1	1:1	1:1
試験区	2:1 乳量の1/8 (27%DM)	2:1	2:1	2:1

CS:トウモロコシサイレージ, GS:牧草サイレージ

1) 定置放牧(6.5頭/ha)

1頭当たり年間飼料乾物摂取量は対照区にくらべ試験区でやや低い傾向にあったが、粗濃比および粗飼料由来TDN摂取割合は試験区が高くなった。年間乳量は対照区にくらべ試験区で0.3t低かったが、粗飼料由来乳量では逆に試験区が0.3t高くなった(表5)。

1頭当たり年間必要土地面積は対照区(55a)にくらべ、試験区(54a)でやや減少し、採草地、トウモロコシ畑および放牧地全体からの乳量も対照区の8.3t/haに対して試験区では9.0t/haまで向上した(表6)。この時の試験区における採草地、トウモロコシ畑および放牧地の面積比率は3:3.5:3であった。また、1頭当たり必要土地面積の逆数である飼養密度は1.9頭/haであり、松中ら(2002)

が試算した、環境負荷を与える境界値とされる2頭/haには達しなかった。

表5. 年間乾物摂取量、TDN摂取割合、粗飼料および放牧草由来乳量

	対照区	試験区
乾物摂取量, t/頭		
GS+CS	3.4	3.5
放牧草	1.3	1.4
粗飼料	4.7	4.9
濃厚飼料	1.7	1.3
計	6.4	6.2
粗濃比, %	73.2	78.9
TDN摂取割合, %		
粗飼料由来	64.5	71.9
放牧草由来	19.0	20.7
乳量, t/頭		
総量	7.1	6.8
粗飼料由来	4.6	4.9
放牧草由来	1.4	1.4

CS:トウモロコシサイレージ, GS:牧草サイレージ

夏季:184日(5月1日~10月31日)および

冬季:181日(11月1日~4月30日)として補正

表6. 年間必要土地面積、飼養密度および土地からの乳生産

	対照区	試験区
必要土地面積 <sup>1)</sup> , a/頭		
採草地(GS)	24	20
トウモロコシ畑(CS)	16	19
放牧地	15	15
計	55	54
飼養密度, 頭/ha		
採草地+トウモロコシ畑+放牧地	1.8	1.9
乳量, t/ha		
採草地+トウモロコシ畑+放牧地	8.3	9.0
放牧地	8.8	9.1

CS:トウモロコシサイレージ, GS:牧草サイレージ

1) 粗飼料収量(tDM/ha);CS:12.4, GS:6.0,

乾草:3.8(北大農場実績)として計算

以上のことから、夏季の放牧利用とコーンサイレージ通年利用の組み合わせにより、土地からの牛乳生産が向上するのみならず、環境に悪影響を与えない範囲の飼養密度を保ちつつ、必要圃場面積をより縮小できることが示された。

4. まとめ

北海道における自給粗飼料主体の牛乳生産において、土地からの乳生産を向上させるための土地利用方式として、放牧の利用と栽培地域は限定されるものの飼料用トウモロコシの利用が有効であることが示された。しかし、これらが道内全域一律に当てはまるわけではなく、各酪農家のおかれている地域の気象条件、土地条件および社会的条件などを勘案しながら、それらに見合った土地利用

用方式を採用することが重要である。

## 5. おわりに

最近でこそ、「ヘクタール当たりの乳量」といった表現が認知されるようになった。しかし、まだ濃厚飼料が安かった研究開始当初、土地からの牛乳生産の重要性を指摘してもあまり関心は寄せられなかった。土地を基盤として酪農生産システムを評価するという視点は非常に重要な要素であるが、長い間見落とされてきた。それは単位土地面積当たりの牛乳生産量を高めたとしても、農家の収入に直接結びつかなかったからである。しかし、昨今の輸入穀類価格の高騰は、「濃厚飼料が高い」を通り越して、近い将来「濃厚飼料が手に入らない」状況へと進む可能性を内包している。そうなった場合、農家収入は単位土地面積当たりの牛乳生産量と密接に関わることになる。苦しい時代ではあるが、今こそ輸入飼料依存型の生産方式からの脱却し、土地利用型酪農へ回帰するチャンスと捉えるべきであろう。

## 謝 辞

本賞にご推薦いただきました東京農業大学 増子孝義教授、北海道立根釧農業試験場 扇 勉場長、帯広畜産大学 花田正明准教授に厚くお礼申し上げます。本研究は北海道大学農学部畜産科学科畜牧体系学講座(旧家畜飼養学講座)の研究グループの一員として、北方生物圏フィールド科学センター生物生産研究農場(旧農学部附属農場)を主たるフィールドに実施したものである。関連教職員、歴代卒業学生および修了大学院生に心から感謝する。

## 引用文献

- 星 勝也 (2007) 土地利用を基盤とした牛乳生産システムに関する研究 — 放牧およびコーンサイレージ通年利用の組み合わせが土地からの牛乳生産に及ぼす影響 —. 北海道大学大学院農学研究科修士論文
- 松中照夫 (2002) 北海道の草地の歴史と持続的発展のシナリオ. 北海道畜産学会・北海道草地研究会・北海道家畜管理研究会共催公開シンポジウム「21世紀の北海道畜産・草地の展望」. 北草研報 36: 16-19
- 中辻浩喜・古川研治・時田光明・大久保正彦 (1996) 冬季舎飼期における飼料畑・採草地全体からの牛乳生産の評価 — コーンと牧草の作付面積割合が異なると想定した場合での検討 —. 北畜会報 38: 91-93
- 中辻浩喜 (2003) 放牧草地と採草地, どちらが有利か? ミニシンポジウム 土地面積当たりで牛乳生産を考える. 北草研報 37: 33-38
- Nakatsuji H, Nishimichi Y, Yayota M, Takahashi M, Ueda K, Kondo S, Okubo M (2006) Effects of grass height at the start of grazing on herbage intake and milk production under rotational grazing by lactating dairy cows. Grassl Sci 52: 175-180
- 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