

畑地型酪農地帯における粗飼料生産・ 利用の現状と改善方向

— 特に十勝地方における牧草とサイレージ用 トウモロコシの位置付けを中心に —

坂 東 健

(北海道立新得畜産試験場)

はじめに

十勝地方において乳用牛および肉用牛の頭数は、最近の20年間についてみると、ほぼ一貫して増加している。また、乳牛個体当たりの牛乳生産量の増加も著しい。これに対して、牧草および飼料作物の栽培面積は昭和53年の13.0万ヘクタールをピークとし、近年ではやや減少し11.7万ヘクタール程度で推移している。

このように、家畜頭数の増加に対応して牧草および飼料作物の栽培面積が増加していないことから、自給飼料の比重が低下し外国から輸入した購入飼料に依存する割合がかなり高まってきたものと推測される。このことは、広大な土地資源を有効に活用し一定の自給率を保持しつつ効率的な生産を行い、足腰の強い畜産経営を発展させるという見地からみて決して望ましいことではない。

しかし、畜産、特に酪農部門における関心は高泌乳牛の飼養技術や濃厚飼料の利用技術に集まり、乳牛飼養の基本である粗飼料の生産や利用についての議論は少ないように感じられる。

そこで、ここでは十勝地方における粗飼料の需給関係について主に統計資料を用いて究明するとともに、粗飼料の生産と利用の改善方向について検討した。なお、各種の集計に当たり測定値が不明の場合には推定値を用いて算出した。

1. 土地利用と粗飼料生産

牧草および飼料作物の栽培面積の推移を図1に示した。牧草の栽培面積は昭和46年の8.4万ヘクタールから毎年増加し、昭和53年には10.6万ヘクタールのピークに達したのち、やや減少し近年では9.8万ヘクタール程度で推移している。サイレージ用トウモロコシ（以下トウモロコシと略記する）の栽培面積は46年の0.9万ヘクタールから毎年増加し昭和54年の2.5万ヘクタールに達したのち減少傾向を示し平成2年では1.9万ヘクタールになっている。青刈エンバ

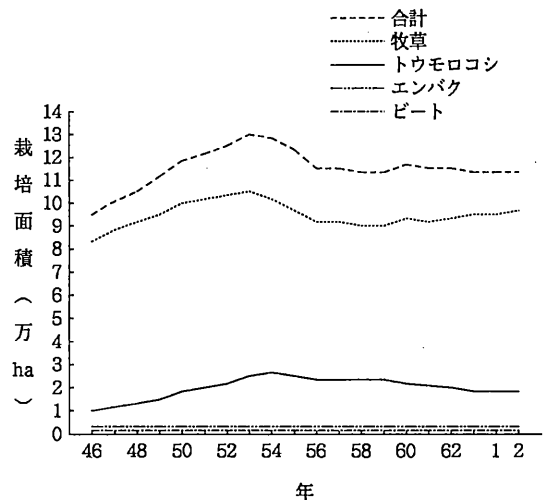


図1 牧草・飼料作物の栽培面積の推移

クおよび家畜ビートの栽培面積は昭和46年で、それぞれ 382および 715ヘクタールと少なく、平成2年ではそれぞれ29および11ヘクタールと著しく減少している。牧草および飼料作物の栽培総面積は昭和46年の 9.4万ヘクタールから毎年増加し昭和53年には13.0万ヘクタールのピークに達したのち減少し、ここ数年間は11.7万ヘクタールで推移している。

牧草およびトウモロコシの10アール当たり収

量および調製量（牧草では放牧草を含めて算出した）を図2、3に示した。また、調製量の算出基礎を表1に示した。10アール当たりの調製量（乾物）は牧草で昭和46年以降緩やかに増加傾向を示し、平成1、2年平均では 520kgであった。これに対してトウモロコシの調製量は年次変動は大きかったが牧草に比べて常に多く、平成1、2年平均では 1,217kgであった。

粗飼料の調製量の推移を図4に示した。牧草

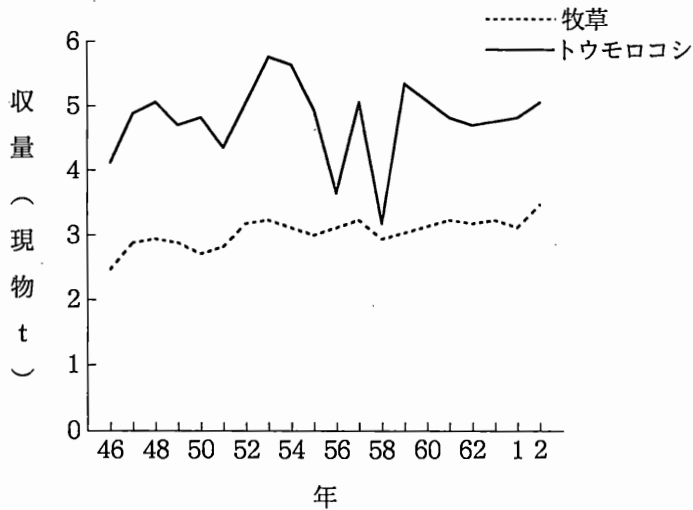


図2 10アール当たり収量の推移

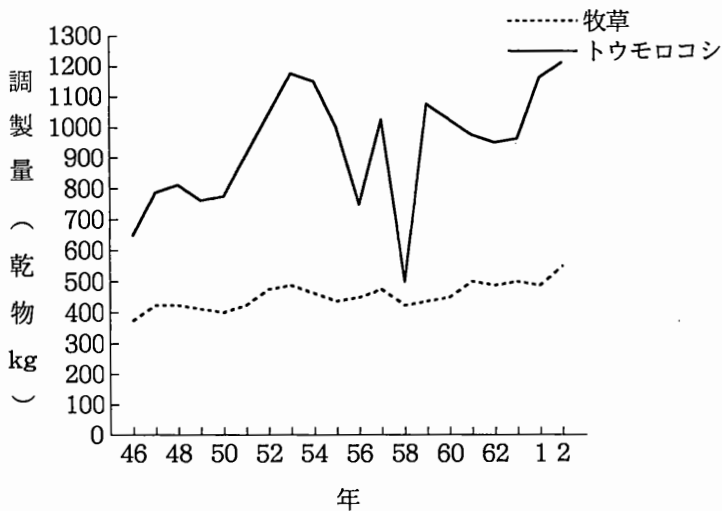


図3 10アール当たり調製量の推移

表1 粗飼料調製量の算出基礎

対象年	生草の 乾物率	乾物 回収率
牧草 46~2	20.0(%)	75(%)
サイレージ用 46~50	20.0	80
トウモロコシ 51~57	25.0	80
58	20.0	80
59~63	25.0	80
1~2	30.0	80
青刈エンバク 46~2	25.0	100
家畜ビート 46~2	10.2	100

では昭和46年に31.6万トンであり、それ以降増加し昭和53年には52.2万トンに達したのち減少したが近年では増加傾向であり、平成2年では54.1万トンになっている。トウモロコシでは昭

和46年に6.1万トンであり、それ以降急増し昭和54年には28.3万トンになっている。その後気象条件の影響から減少の著しい年があり、平成2年には23.1万トンになっている。牧草および飼料作物の調製量は合計して昭和46年に38.1万トンであり、その後急増して昭和53年には79.8万トンになり、それ以降減少していたが平成2年には77.2万トンとやや増加傾向を示している。

粗飼料調製量の構成割合の推移を図5に示した。牧草では昭和46年に83.0%であり、それ以降減少し昭和54年には63.4%になったが平成2年には70.0%になっている。トウモロコシは昭和46年に16.0%であり、昭和54年に36.2%に達したのちやや減少傾向であり、平成2年には29.9%になっている。青刈エンバクと家畜ビートはいずれの年においても1.0%以下になっている。

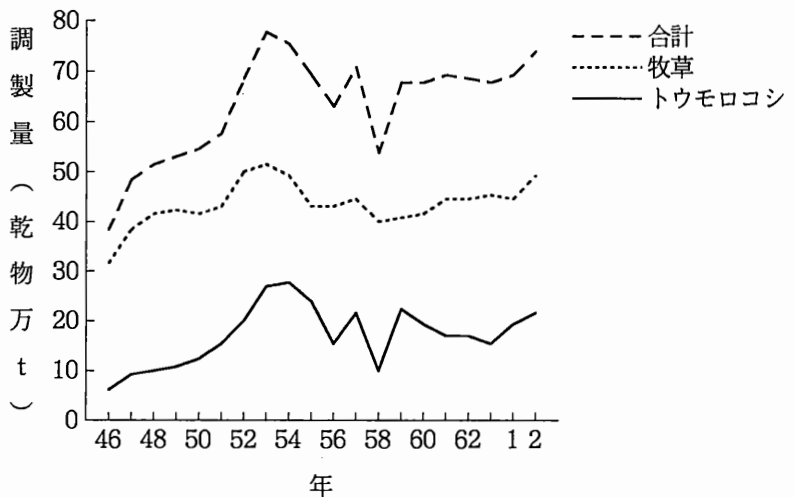


図4 粗飼料の調製量の推移

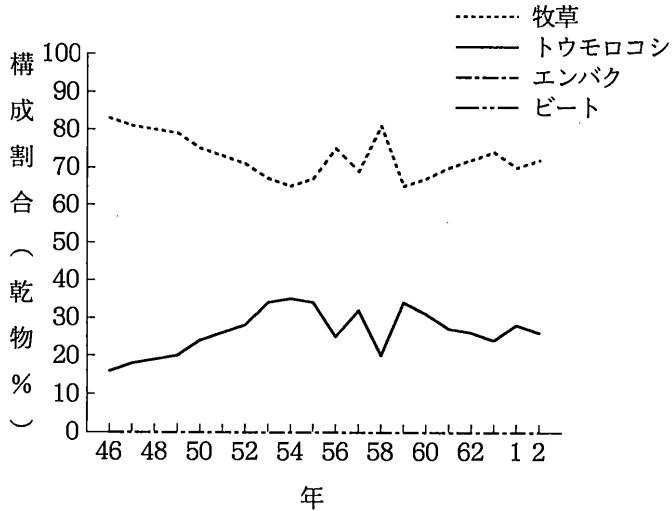


図5 粗飼料調製量の構成割合の推移

2. 家畜頭数と粗飼料乾物必要量

大家畜飼養頭数の推移を図6に示した。乳用牛では昭和46年度に12.3万頭であり、それ以降増加を続け平成2年度には20.1万頭に達している。肉用牛（乳用種肥育牛を含む）は昭和46年度に1.0万頭と少なかったがそれ以降急激に増加を続け平成2年度には12.7万頭になっている。一方、馬は昭和46年度に1.2万頭であったが、

その後減少し平成2年度には0.5万頭になっている。大家畜合計では昭和46年度に14.6万頭であり、その後一貫して増加を続け平成2年度には33.2万頭に達している。

家畜別の粗飼料必要量の推移を図7に、その算出基礎を表2に示した。乳用牛が粗飼料必要量の大部分（約90%）を占めており、昭和46年度では乾物で48.3万トンであり、その後増加を続

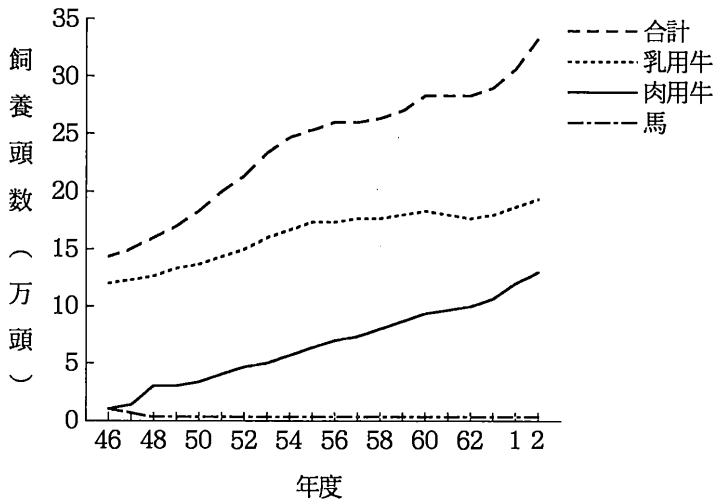


図6 大家畜飼養頭数の推移

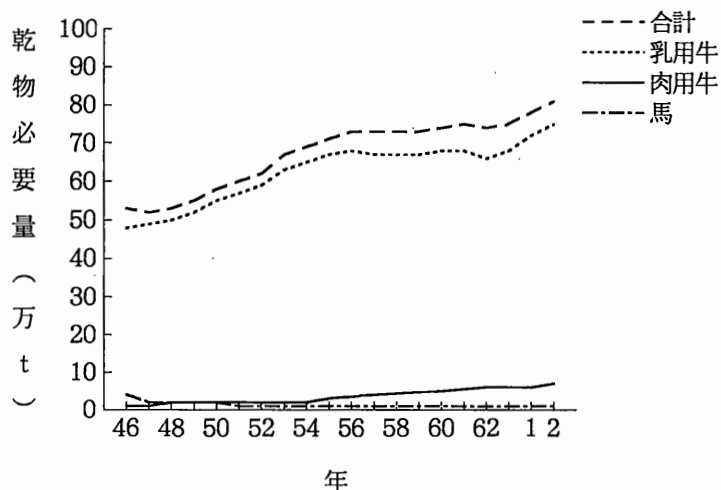


図7 家畜別の粗飼料必要量の推移

け平成2年には76.4万トンになっている。これに対して、肉用牛では肥育牛が頭数の大部分（約80%）を占めるために粗飼料の必要量は少なく、平成2年でも9.3万トンであった。粗飼

料必要量の合計では昭和46年に53.6万トンであり、その後ほぼ一貫して増加を続け平成2年には87.3万トンになっている。

表2 粗飼料の必要量の算出基礎

			体 重	乾物摂取量体重比	日 数	粗飼料乾物必要量
			(kg)	(%)		(kg/365日)
乳用牛	成牛	泌乳前期	650	2.07	154	2,079
		泌乳後期	680	2.14	154	2,248
		乾乳期	715	1.64	57	667
	合計					
	育成牛		287	2.00	365	2,095
肉用牛	成牛		525	(TDN 1313.3kg ÷ 0.55)		2,388
	育成牛		300	2.00	365	2,190
	育成・肥育牛		(乾草 640.9kg ÷ 18 × 12 × 0.85)			363
(ホル雄含む)						
馬	成馬		600	2.00	365	4,380
	育成馬		380	1.50	365	2,081

3. 粗飼料生産・利用の改善方向

粗飼料の必要量と調製量の推移を図8に示した。昭和47年から55年にかけては調製量が必要量をやや下回るか、あるいはかなり上回っていたが、それ以降継続して下回っており平成1、2年平均では乾物で11.6万トンの不足が見込まれる結果になった。次に、牛乳生産量と泌乳牛に対する濃厚飼料給与量の推移について図9に示した。牛乳生産量は昭和46年よりほぼ一貫し

て増加を続け昭和56年には48.7万トンとなり平成2年には70.6万トン（昭和56年比 145%）に増加している。これに対して濃厚飼料の給与量（牛乳生産量および北海道乳検成績，十勝，飼料効果より算出した）は昭和56年に15.2万トンであり，それ以降増加して平成2年には26.1万トン（昭和56年比 172%）に達しており，濃厚飼料給与量の増加割合は牛乳生産量の増加割合に比べて高くなっている。

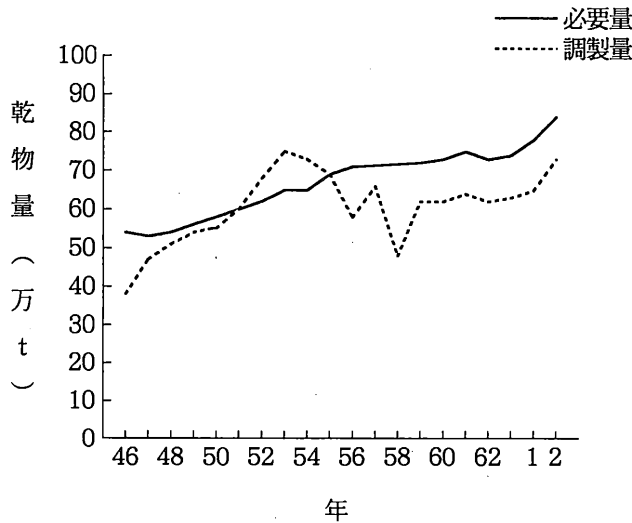


図8 粗飼料の必要量と調製量の推移

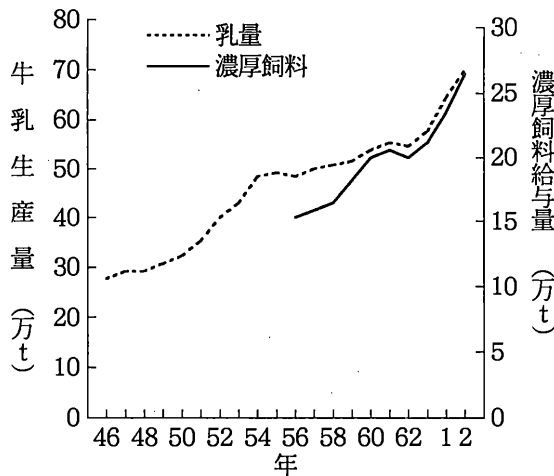


図9 牛乳生産量および濃厚飼料給与量（泌乳牛）の推移

したがって、限られた面積で必要な粗飼料をいかにして確保するかが最も解決を必要としていると考えられる。そのためには種々の解決方法が考えられるが、ここでは十勝地方の気象条件およびトウモロコシの乾物および可消化養分総量（TDN）の著しい多収性に着目して、検討した結果を表3に示した。この改善方向では牧草および飼料作物の栽培総面積を11.69万ヘクタール、牧草およびトウモロコシの10アール当りの乾物調製量をそれぞれ平成1、2年平均の0.5195および1.217トンとして算出した。改善案では牧草の栽培面積は現状の9.82万ヘクタールから7.89万ヘクタールに減少し、一方現在やや減少傾向のトウモロコシの栽培面積を現在の1.87万ヘクタールから3.80万ヘクタールへと増加する。その結果調製量は乾物で平成1、2年平均の73.78万トンから87.27万トンに増加し、平成2年の必要量を満たすことができる。しかし、調製量の内訳を見ると、現状では牧草が69.2%、トウモロコシが30.8%と牧草主体であるのに対して、改善案では牧草が47.0%、ト

ウモロコシが53.0%と、トウモロコシの割合が著しく高まることになる。このことから、粗飼料の利用割合が最も高い乳牛牛一特に泌乳牛においてトウモロコシ（サイレージ）をいかに利用していくか、その経済性はどうか、その場合牧草の利用形態は何か良いのかなどについて究明する必要がある。

4. トウモロコシサイレージを主体とする乳牛の飼養技術とその経済性

北海道立新得畜産試験場における乳牛に対するトウモロコシサイレージの給与試験に関する主な結果を要約すると次の通りである。

(1) 乾乳牛について

トウモロコシサイレージの多給は分娩前後の飼料摂取状況、分娩直後の血液性状および泌乳初期の乳量推移からみて望ましくない。

(2) 泌乳牛について

ア. 黄熟期～完熟期に調製したトウモロコシサイレージは乾物摂取量が多く、早刈牧草サイレージに匹敵する高い産乳価値を有し、乳蛋白質率を向上する。

イ. 現地で一般的な出穂揃期に調製したチモシー1番刈乾草に対するトウモロコシサイレージの採食比率が高まるにつれて乾物摂取量および乳量が増加し、乳SNF率および乳蛋白質率も向上する傾向がある。

ウ. トウモロコシサイレージ主体飼養時に供給する粗飼料として乾草の代わりに牧草サイレージを用いることができる。牧草サイレージは調製において気象条件による制約が少なくマメ科混播牧草でも調製が容易なために粗蛋白質、TDNおよびミネラルの含量が高い（表11参照）ことから、トウモロコシサイレージの飼料成分を補完する併給粗飼料として乾草よりも望ましいと考える。

表3 粗飼料生産の改善方向（試算）

		現 状	改善方向
栽培面積 (万ha)	牧 草	9.82	7.89
	トウモロコシ	1.87	3.80
	そ の 他	0	0
	合計	11.69	11.69
調 製 量 (乾物, 万t)	牧 草	51.06	40.99
	トウモロコシ	22.70	46.28
	そ の 他	0.02	0
	合計	73.78	87.27

現状：平成1、2年の平均値を示す。

エ. トウモロコシサイレーズ主体飼養時に併給する牧草サイレーズは早刈（出穂始め）が遅刈（開花期）に比べてTDN摂取量、乳量および乳組成からみて望ましい。

オ. トウモロコシサイレーズ主体飼養時における草種別牧草サイレーズの併給効果では粗飼料からの各種養分摂取量とバランス、乳量、乳組成など総合的に判断してアルファルファ主体牧草が最も優っており、次いでアカクロバ主体牧草であり、チモシー単播牧草はこれらよりやや劣る。

カ. トウモロコシサイレーズ多給時にその他の粗飼料を併給した場合に、粗飼料間の嗜好性の差異からトウモロコシサイレーズの偏食、過食を生じがちである。これを防止するためには飼料を混合して給与する、1頭ごと間仕切りをする、トウモロコシサイレーズよりも嗜好性の高い併給粗飼料を給与するなどの配慮が不可欠である。

キ. 泌乳前期および泌乳後期に実施したト

ウモロコシサイレーズ主体混合飼料・自由採食試験の結果を組み合わせる表4に示した。粗飼料は乾乳期（末期はのぞく）に乾草単用あるいは乾草トウモロコシサイレーズの比率を乾物で2:1として自由採食とし、泌乳期には乾草とトウモロコシサイレーズの比率を乾物で1:2として混合飼料に用いた。泌乳期の粗飼料の乾物中TDN含量は65%であった。泌乳前期に粗飼料:濃厚飼料の比率を65:35、全飼料中の粗蛋白質の含量を16%とし、泌乳後期には粗飼料と濃厚飼料の比率を80:20、全飼料中の粗蛋白質の含量を13%とした場合の1泌乳期におけるトウモロコシサイレーズ、乾草および濃厚飼料の乾物摂取量はそれぞれ2,916、1,461および1,686 kgであり、4%FCM量は8,309kgであった。この水準以上に濃厚飼料の割合を高めても乳量の増加は少なかった。乳組成はいずれも良好であった。第四胃変位、起立不能およびケトーシスの発症は泌乳前期供試牛36頭中1例も認められず、また過肥牛も認められなかった。

表4 泌乳期におけるトウモロコシサイレーズ主体混合飼料の組合せと
1 泌乳期の飼料摂取量、乳量

混合飼料		乾物摂取量				4%	粗飼料乾物
泌乳前期	泌乳後期	CS	乾草	濃厚飼料	合計	FCM量	給与率
(粗:濃飼比-CP%)(粗:濃飼比-CP%)*		(kg)				(kg)	(%)
50:50-16	65:35-13	2,351	1,185	2,662	6,298	8,565	56
	80:20-13	2,618	1,323	2,243	6,283	8,409	63
60:35-16	80:20-13	2,916	1,461	1,686	6,160	8,309	71
	90:10-13	3,077	1,533	1,408	6,114	8,030	75
80:20-16	80:20-13	3,162	1,603	1,191	6,052	8,027	79
	90:10-13	3,323	1,675	913	6,006	7,748	83
乳検平均(十勝)		1,243	1,833	2,478	5,554	7,410	55

* 粗:濃飼比-CP%は粗飼料:濃厚飼料の乾物比率および全飼料乾物中のCP含量を示す。

** 牧草サイレーズを含む。粗飼料の乾物摂取量は回帰式により推定した。

受胎率は94.1%，分娩後受胎までの日数は118日であった。

ク. トウモロコシサイレーズ主体混合飼料において、粗飼料：濃厚飼料の比率を乾物で30：70にすると繊維成分の不足から乳脂率が低下する。

ケ. 泌乳前期に給与するトウモロコシサイレーズ主体の混合飼料の粗蛋白質含量を16%から18%に高めることにより体重当たりの乾物摂取量が増加した。

以上、粗飼料の主体をトウモロコシサイレーズとし、不足する栄養分を併給粗飼料および濃厚飼料で補給し、設定どおり採食させる給与と技術の励行により、粗飼料の採食量は増加し、濃厚飼料を現状より減給しても良好な産乳成績が得られることが明らかになった。

さきに、粗飼料の調製量が不足していることを示したが、それでは乳牛一特に泌乳牛では粗飼料の給与量はどうなっているのだろうか。そこで、さきに示した統計値、および乳検成績並びに十勝農協連の調査結果から推定して表5、6、7に示した。統計値による計算では、365日間の給与量は粗飼料の調製量合計から乳用牛育成牛、肉用牛および馬の必要量を差し引き、それを乳用牛成牛の頭数で除して求めた。それ

から乾乳期の給与分を差し引いて泌乳期1日当たりの給与量を算出すると昭和63年～平成2年平均で10.8kgとなった。乳検成績による計算では、泌乳期間における増体重を50kgとして1泌乳期の全乾物摂取量を回帰式により算出し、それから濃厚飼料の分を差し引いて求めた。その結果、泌乳期1日当たりの摂取量は昭和63年～平成2年平均で10.2kgであり、粗飼料乾物給与率は年々低下し平成2年には55.4%程度と推定された。さらに、十勝農協連のデータを用いて検討した結果、乾草、牧草サイレーズおよびトウモロコシサイレーズの平均給与量は原物でそれぞれ3.9、7.9および14.3kgであり、乾物では

表5 泌乳牛における粗飼料乾物給与量の推定（その1、統計値より）

年	365日 当たり	泌乳期365日 当たり	泌乳期1日 当たり
63	3,962	3,295	10.7
1	3,830	3,163	10.3
2	4,147	3,480	11.3

表6 泌乳牛における粗飼料乾物給与量の推定（その2、乳検成績より）

年	実乳量	4% FCM量	乾物摂取量		乾物摂取量	粗飼料乾物 給与率
			濃厚飼料	粗飼料	粗飼料	
			(kg/泌乳期)		(kg/日)	(%)
63	7,536	7,208	2,346	3,135	10.2	57.2
1	7,765	7,451	2,453	3,127	10.2	56.0
2	7,771	7,410	2,478	3,076	10.1	55.4

表7 泌乳牛における粗飼料乾物給与量の推定（その3，十勝農協連データより）

粗飼料構造	戸数割合	原物給与量			乾物量合計
		H	GS	CS	
	(%)	————— (kg/日) —————			
H+CS	32.8	5.9	0	17.3	
H+GS+CS	39.1	3.8	9.6	15.2	
H+GS	7.2	5.0	19.1	0	
GS+CS	16.6	0	13.0	15.7	
H	1.2	8.9	0	0	
GS	2.8	0	22.8	0	
CS	0.3	0	0	24.8	
平均		3.9	7.9	14.3	
(同上乾物量)		(3.4)	(3.2)	(4.5)	(11.1)
(乾物割合)		(31)	(29)	(40)	(100)

H：乾草，GS：牧草サイレージ，CS：トウモロコシサイレージ

3.4，3.2および4.5kg，合計して11.1kgとなった。これらのことから，泌乳牛における粗飼料の乾物給与量は1日当たり10～11kgと少なく，またその構成割合を見ると牧草（乾草+牧草サイレージ）が60%と主体をなしていることが明らかになった。

飼料の生産費，購入価格について表8に示し

た。堀内・荒木は十勝地方における粗飼料の生産費（第二次）について調査し，TDN 1kg当たりの生産費はトウモロコシサイレージが48.0円と最も安く，次いで牧草サイレージの76.5円であり，乾草が85.4円と最も高いことを報告している。草地試験場における優良事例の調査（第1次生産費）でもトウモロコシサイレージ

表8 飼料の生産費，購入価格

	乾草	牧草	トウモロコシ	ビート	配合飼料	配合飼料
		サイレージ	サイレージ	パルプ	CP16%	CP20%
		————— (円/TDN 1kg) —————				
生産費	堀内・荒木（十勝地方）	85.4	76.5	48.0		
	草地試（優良事例）	51.0	43.0	39.0		
	畜産物生産費調査	79.1	—	58.0		
購入価格				49.4~68.6	63.3	69.2

が最も安く、次いで牧草サイレージであり、乾草が最も高くなっている。また、この調査による生産費は堀内・荒木の報告に比べてかなり低くなっている。さらに、畜産物生産費調査（北海道）から生産費を算出するとトウモロコシサイレージでは58.0円、乾草では79.1円となり、牧草サイレージでは水分の推定が困難なために算出できなかった。配合飼料のTDN 1kg当たりの購入価格は63.3～69.2円であり、トウモロコシサイレージの生産費よりも高かったが、乾草および牧草サイレージの生産費に比べると優良事例を除き安い結果となった。

泌乳牛における慣行飼養とトウモロコシサイレージ主体飼養における平均的な飼料構成を表9に、十勝地方生産粗飼料の飼料成分、栄養価を表10に示した。慣行飼養における粗飼料からの乾物摂取量は表5、6の平成2年の数値および表7の数値の平均値を用いて10.8kgとし、これに表7の粗飼料の構成を乗じて乾草、牧草サイレージおよびトウモロコシサイレージの給与量を算出した。不足する粗蛋白質およびTDNを充足するためにビートパルプと配合飼料（粗蛋白質原物中含量16%）が、それぞれ乾物で

1.5 および 6.7kg必要であった。一方、トウモロコシサイレージ主体飼養では牧草サイレージとトウモロコシサイレージの組み合わせとし、両粗飼料の給与比率を乾物で1：2とし、乾物摂取量は表2の泌乳前・後期の平均値（体重比2.11%）を用いて算出した。粗飼料からの乾物摂取量は13.7kgであり、慣行飼養に比べて2.9kg多くなった。また、トウモロコシサイレージの給与量は原物で慣行飼養14.3kgに対してトウモロコシサイレージ主体飼養では30.7kgとほぼ倍量となった。一方、ビートパルプおよび配合飼料（粗蛋白質原物中含量20%）の給与量は乾物で1.5および4.0kgであり、慣行飼養に比べて配合飼料の給与量は2.7kg少なくなった。粗飼料乾物給与率は慣行飼養の56.8%に対して、トウモロコシサイレージ主体飼養では71.4%と高くなった。

飼養方式別の経済性を試算した結果を表11に示した。試算には表8、9の数値を用い、305日をかけて1泌乳期の値を算出した。乳代はいずれも同じであったが、飼料費は十勝地方の生産費（堀内・荒木）を使用した場合には慣行飼養で25.8万円であるのに対して、トウモロコシ

表9 慣行飼養とトウモロコシサイレージ主体飼養における飼料構成

		乾草	GS	CS	ビート パルプ	配合 飼料	合計	粗飼料乾物 給与率
慣行飼養	原物	4.0	7.8	14.3	1.8	7.9		
	乾物	3.4	3.1	4.3	1.5	6.7	19.0	56.8
CS主体飼養	原物	0	11.3	30.7	1.8	4.7		
	乾物	0	4.5	9.2	1.5	4.0	19.2	71.4

乳牛体重650kg, 乳量25.6kg, 乳脂率3.70%, 乳SNF率8.65%

表10 十勝地方生産粗飼料の飼料成分, 栄養価 (平成2年度)

			乾物率	粗蛋白質	TDN	ADF	Ca	P	Mg
			(%)	(乾物中%)					
乾草	1 番草	イネ科混播	89.2	8.1	54.9	40.1	0.29	0.26	0.12
	2 番草	イネ科混播	88.8	11.0	56.6	36.1	0.37	0.34	0.16
牧草	1 番草	イネ科混播	40.0	12.9	58.8	41.4	0.49	0.31	0.17
	サイレージ	2 番草	イネ科混播	43.9	14.4	57.8	40.6	0.53	0.35
トウモロコシサイレージ			31.5	8.4	66.5	24.9	0.16	0.27	0.12

表11 飼養方式別の経済性試算結果 (1 泌乳期)

		十勝地方生産費使用		十勝地方生産費使用	
		慣行飼養	C S 主体飼養	慣行飼養	C S 主体飼養
乳	代 (千円)	626	626	626	626
飼料	費 (千円)	258	239	212	195
乳代 - 飼料費	(千円)	368	387	414	431
同上	慣行飼養との差 (千円)	0	19	0	17
同上	十勝慣行飼養との差 (千円)	0	19	46	63
飼料費 / 乳代	(%)	41	38	34	31
濃厚飼料費 / 乳代	(%)	20	14	20	14

サイレージ主体飼養で 6.3万円と大幅に増加することが認められた。

以上から、泌乳牛のトウモロコシサイレージ主体の飼養は牧草(乾草+牧草サイレージ)主体の飼養に比べて、自給飼料による粗飼料乾物給与率の向上のみならず経済性から見ても有利であることが明らかになったものと考えられる。

おわりに

牧草・飼料作物の選択においては単位面積当たりの収量が多いこと、大量調製が可能なこと、

調製した製品は栄養価が高く乳牛による採食量が多いこと、経済性において優れていることなどを考慮する必要があるものと考えられる。

畑地型酪農地帯では収量の多いトウモロコシの安定栽培が可能であり、そのホールクロップサイレージは発酵品質が極めて良好でありTDN含量は高く、採食量も多く、乳成分が向上するなどの利点がある。しかし、飼料成分的にみると粗蛋白質、繊維成分、ミネラルおよびカロチンの含量は低いので、その給与に際してその他の粗飼料—特にマメ科牧草の良く混入した早

刈〜適期刈の牧草サイレージや濃厚飼料、ミネラル・ビタミン剤を併用給与するとともに、設定どおり採食させて栄養のバランスをとることが不可欠である。

近年、フランスにおいて乳牛のトウモロコシ

サイレージ多給飼養が上記のような利点を持つことから広く普及してきていることが報告されている。以上の観点から、地域的な長所を生かした特色のある飼料構成の普及が望まれる。

主な参考資料

- 1) 農林水産省北海道統計情報事務所（昭和46年〜平成2年）：北海道農林水産統計（農林編，総合編）
- 2) 北海道，北海道乳牛検定協会（昭和46年〜平成2年）：乳検成績概要一年間成績集計表一。
- 3) 北海道立新得畜産試験場（1976）：高泌乳牛に対する自給飼料の給与法改善に関する試験。昭和50年度北海道農業試験会議資料。
- 4) 北海道立新得畜産試験場（1982）：とうもろこしサイレージの高度利用技術に関する試験。昭和56年度北海道農業試験会議資料。
- 5) 北海道立新得畜産試験場（1986）：とうもろこしサイレージを主体とした混合飼料による高泌乳牛の飼養法に関する試験。昭和60年度北海道農業試験会議資料。
- 6) 北海道立新得畜産試験場（1989）：乳牛飼料における繊維質不足の影響と重曹添加効果。昭和63年度北海道農業試験会議資料。
- 7) 北海道立新得畜産試験場（1991）：とうもろこしサイレージ主体混合飼料における牧草サイレージの利用と蛋白質水準。平成2年度北海道農業試験会議資料。
- 8) 十勝農業協同組合連合会（昭和63年〜平成2年）：十勝畜産統計。
- 9) 十勝農業協同組合連合会（1991）：平成2年度畜産経営円滑化推進協議会資料(2)酪農経営情報システムの現況。
- 10) 堀内久太郎・荒木和秋（1986）：十勝酪農における粗飼料生産とその費用価(1)，(2)。畜産の研究，40，46-56。301-304。養賢堂。
- 11) 高野信雄（1989）：サイレージの生産コスト。最新サイレージ（監修吉田則人・高野信雄）。159-163。デーリィマン社。
- 12) 農林水産省統計情報部（平成2）：平成元年畜産物生産費調査報告。
- 13) 荒尾駿介（1990）：畜産技術者の見たフランス〜フランス・酪農畜産印象記1〜4。養牛の友8（32-36），9（29-33），10（54-57，11）（32-34）。日本畜産振興会。