Ⅲ　牧草サイレージととうもろこしサイレージ併用多給による搾乳牛の飼養

牧草サイレージ多給による搾乳牛の飼養上において，牧草の生育期が高乳量を生産する上で重要な意義を有することを示したが，草地更新あるいは施肥法など草地管理上の不適正により，望ましい生育期において高収量が得られず，かなり生育期の進行した状態でサイレージ調製の行われる場合が多い。また，広大な草地を有する大型酪農において，天候条件等により刈取適期を逸する場合も少なくない。このような場合，サイレージのエネルギー含量あるいは搾乳牛による摂取量が低く，高乳量を期待し得ないことは明白である。

また，Ⅱ章で示したように，とうもろこしサイレージは極めて高いエネルギー含量を有し，十分登熟したものは摂取量も高い。しかし，その多給上の問題点としてDCP摂取量の乏しいことである。

そこで，牧草及びとうもろこしの両サイレージを併給し，相互に不足する養分量を補う搾乳牛の飼養法が考えられる。しかし，これらについての検討は乏しく，特に，チモシーを主体とする牧草サイレージととうもろこしサイレージとの併給効果については，ほとんど明らかにされていない。

このようなことから，本章では，生育期あるいは水分含量を異にするチモシー主体牧草サイレージと熟期を異にするとうもろこしサイレージとの併給効果について検討を加えることを目的とし，試験を実施した。

試験Ⅲ－1　出穂始期牧草サイレージととうもろこしサイレージの併給効果

目　　的

産乳価値の高い出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージと収量あるいは摂取量からみて収穫適期である黄熟後期調製のとうもろこしサイレージとの併給が，それぞれの単独給与に比して，養分摂取量あるいは産乳上どのような価値を有するかについて検討する。

試験方法

牧草サイレージは，チモシー（ホクレン改良種）主体草を出穂始期（6月22日）にモーアコンディショナにより刈倒し，約1日間予乾した後，フォーレージハーベスターにより切断（切断長約1㎝）し，コンクリート製の塔型サイロに詰込んで調製した。一方，とうもろこしサイレージは，早生種（ワセホマレ）を黄熟後期（10月12～13日）にコーンハーベスター（切断長約0.9㎝）により収穫し，直ちに牧草サイレージと同様のサイロに詰込んで調製した。

搾乳牛による飼養試験は，最高泌乳期を経過したホルスタイン種牛9頭を供試し，各サイレージをそれぞれ単独に給与する区と両サイレージを併給する区について，1期21日間（本試験期7日間）の3×3ラテン方格法により実施した。併給区で，とうもろこしサイレージを25kg／日給与した以外は，いずれも各サイレージを自由摂取させ，他に濃厚飼料を乳量の1／5各牛に共通に給与した。

乳中の脂肪，蛋白質はミルコスキャン（ホスエレクトリック社製103B型）により分析し，無脂固形分の測定，試験牛の管理，サイレージの消化試験は，試験Ⅰ－1と同様にして行った。また，濃厚飼料も試験Ⅰ－1と同一配合割合のものを用いた。

試験結果

供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第34表に示すとおりである。

牧草サイレージの原料草は，チモシーとラジノクローバであったが，チモシーが94％を占め，ほとんどがチモシーであった。また，とうもろこし

第34表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅲ－１）

	牧草サイレージ	とうもろこしサイレージ	濃厚飼料
一般成分（%）			
水分	69.4	71.6	12.7
粗蛋白質*	15.6	9.1	15.7
粗脂肪*	4.6	4.2	3.9
NFE*	40.2	58.3	70.6
粗繊維*	31.7	21.0	4.3
粗灰分*	7.9	7.4	5.5
消化率（%）			
乾物	76.2	72.9	80.5
粗蛋白質	75.4	62.2	69.3
粗脂肪	73.5	88.8	86.6
NFE	75.1	79.7	87.6
粗繊維	82.3	68.1	47.2
DCP（%）*	11.8	5.7	10.9
TDN（%）*	75.7	74.9	82.3

*乾物中。

の全重量中に占める雌穂重の割合は，乾物量で55%であった。サイレージの水分含量は牧草が69.4%，とうもろこしが71.6%と両者間に大差はなかったが，粗蛋白質含量は牧草が15.6%，とうもろこしが9.1%と，牧草の粗蛋白質含量はかなり高いものであった。またDCP含量は，牧草の11.8%に対しとうもろこしは5.7%であり，牧草はとうもろこしに比し約２倍の含量であった。一方，TDN含量は，牧草が75.7%，とうもろこしが74.9%であり，いずれも極めて高い含量で，かつ，両者間に大差はみられなかった。

各サイレージの発酵品質は，第35表に示すとおりである。

牧草サイレージのpHは4.5と，とうもろこしサイレージの3.8に比して高かったが，全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合は9.6%と高いものではなく，両サイレージとも品質的には良質なものであった。

各処理区の搾乳牛による平均飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重は，第36表に示すとおりである。

併給区におけるとうもろこしサイレージの給与量は25kg／日，乾物量で7.1kg／日であったが，残飼がみられ，その乾物摂取量は6.6kg／日であった。とうもろこしサイレージの併給により，当然，牧草サイレージの摂取量は減少し，全サイレージ乾物摂取量では，各区間に有意な違いは得られ

第35表　サイレージの発酵品質（試験Ⅲ－１）

	pH	総酸	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times100$
		（原物中%）					
牧草	4.51	1.21	0.69	0.10	0.01	0.41	9.6
とうもろこし	3.83	1.65	1.08	0.57	0	0	4.7

第36表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅲ－1）

	牧草区	牧草＋とうもろこし区	とうもろこし区
飼料乾物摂取量（kg／日）			
牧草サイレージ	16.1	8.7	－
とうもろこしサイレージ	－	6.6	13.3
全サイレージ	16.1	15.3	13.3
全サイレージ／体重100kg	2.54	2.48	2.21
濃厚飼料	3.5	3.4	3.3
全飼料／体重100kg	3.09	3.03	2.76
ＴＤＮ摂取量（kg／日）			
全サイレージ	12.2	11.5	10.0
全飼料	15.1	14.3	12.7
（同上日本標準比）（％）	（133）	（127）	（118）
ＤＣＰ摂取量（kg／日）			
全サイレージ	1.90[A]	1.41[B]	0.76[C]
全飼料	2.28[A]	1.78[B]	1.12[C]
（同上日本標準比）（％）	（178）	（141）	（93）
乳生産量（kg／日）			
実乳量	19.5	19.2	18.8
ＦＣＭ量	19.8	19.8	18.4
乳組成（％）			
脂肪	4.12	4.20	3.86
無脂固形分	8.50	8.52	8.51
蛋白質	2.97	2.95	2.93
体重（kg）	635	618	602

異なる肩文字によって示される数値間に有意差（P＜0.01）あり。

なかったが，牧草区が最も高く，つづいて併給区であり，とうもろこし区は最も少なかった。この傾向は，体重100kg当りのサイレージ乾物摂取量及びTDN摂取量においても同様にみられた。また，DCP摂取量でも，全サイレージあるいは全飼料いずれにおいても牧草区が最も高く，つづいて併給区，とうもろこし区の順であり，それぞれの区間に有意差（P＜0.01）が認められた。各区のDCP摂取量の日本標準比では，牧草区が178％と著しい過剰摂取であったが，とうもろこし区は93％と標準に達しなかった。

実乳量では，各区間に有意な差違は得られなかったが，養分摂取量と類似した傾向であった。乳組成では，脂肪率においてとうもろこし区がやや低い傾向を示したが，いずれにおいても，各区間に有意な差違は認められなかった。体重において，牧草区が高い傾向を示したが，各区間に有意差はみられなかった。

考　察

本試験で供試した牧草サイレージは，チモシー主体草を出穂始期に刈り予乾法により調製したものであったが，TDN及びDCP含量が極めて高く，かつ，嗜好性が高かったため，DCPのみならずT

DN摂取量においても，とうもろこしサイレージを上回る結果となった。このことは，チモシー主体草を出穂始期に刈り予乾処理を行い，かつ，乾物中TDN含量が75％にも達する場合，黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージを併給しても産乳量の向上効果は期待できないことを示している。ただ，TDN摂取量は減少するが，DCPの過剰摂取を軽減し，両者間のバランスを適正にする上での価値は有すると考えられる。

他方，とうもろこしサイレージを主体とする搾乳牛の飼養上からみた場合，本試験のような高栄養牧草サイレージの併給は，DCPの補給上極めて効果的であるばかりでなく，TDN摂取量の向上にも役立つものであり，高乳量を生産する上で極めて高い価値を有すると考えられる。

試験Ⅲ－２　出穂期牧草サイレージととうもろこしサイレージの併給効果

試験Ⅲ－２－(1)　高水分牧草サイレージとの併給

目　　的

前試験（試験Ⅲ－１）では，出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージと黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージの併給は，特に，とうもろこしサイレージの単独給与に比して養分摂取量が高く，産乳上価値のあることを示した。

本試験では，牧草サイレージ主体酪農において一般的にみられる出穂期刈取りのチモシー主体高水分サイレージと，とうもろこしの栽培されている地域において，一般的にみられる黄熟中期収穫のとうもろこしサイレージとの併給効果を，給与量との関連で明らかにする。

試験方法

牧草サイレージは，チモシー（ホクレン改良種）主体草を出穂期（７月10～11日）にフォーレージハーベスター（切断長約１㎝）により刈取り，予乾せずにコンクリート製の塔型サイロに詰込んで調製した。一方，とうもろこしサイレージは，早生種（ワセホマレ）を黄熟中期（10月11～12日）にコーンハーベスター（切断長約0.9㎝）により収穫し，牧草サイレージと同様の方法により調製した。

搾乳牛による飼養試験は，最高泌乳期を経過したホルスタイン種牛８頭を供試し，牧草サイレージ（以下牧草区とする），牧草サイレージ＋とうもろこしサイレージ15kg（以下とうもろこし15kg区とする），牧草サイレージ＋とうもろこしサイレージ30kg（以下とうもろこし30kg区とする）及びとうもろこしサイレージ（以下とうもろこし区とする）の４処理区について，１期21日間（本試験期７日間）の４×４ラテン方格法により実施した。各区における飼料給与は，とうもろこし区を除く他の３区で牧草サイレージを自由に摂取させた。また，とうもろこしサイレージは，とうもろこし15kg区及び30kg区で，それぞれ15，30kg／日を給与し，とうもろこし区では自由に摂取させた。他の飼料として，各牛にチモシー主体２番乾草を２kg／日と濃厚飼料を乳量の１／５給与した。

サイレージ及び乾草の消化試験，乳成分の分析並びに試験牛の管理は，試験Ⅰ－１と同様に行った。また，濃厚飼料も試験Ⅰ－１と同一配合割合のものを用いた。

試験結果

供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第37表に示すとおりである。

牧草サイレージの原料草は，チモシー及びラジノクローバであったが，チモシーが99％を占め，ラジノクローバはわずか１％に過ぎなかった。とうもろこしの熟期は黄熟中期で，その全重量中に占める雌穂重の割合は，乾物量で52％であった。

牧草サイレージの調製は無予乾で行ったが，刈取り前日に霧雨があったため，その水分含量は生草よりも約３％程高かった。乾物中の成分で，牧草サイレージは粗蛋白質及び粗繊維含量が高く，とうもろこしサイレージはNFE含量が著しく高かった。乾物中のDCP含量は，とうもろこしサイレージの5.1％に対し牧草サイレージは7.6％で

あり，牧草サイレージの方がかなり高かった。一方，TDN含量では，牧草サイレージが66.3%と出穂期刈取りのものとしては決して低いものではなかったが，とうもろこしサイレージは73.9%でありかなりTDN含量の高いものであった。

各サイレージの発酵品質は，第38表に示すとおりである。

とうもろこしサイレージは，pHが3.85であり，全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合も低く，発酵品質は良好なものであったが，牧草サイレージは，pHが4.65と高く，また，アンモニア態窒素の割合も15.7%あり，乳酸含量のかなり低いサイレージであった。

各処理区の搾乳牛による平均飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重は，第39表に示すとおりである。

牧草サイレージ乾物摂取量は，牧草区が最も高く，つづいてとうもろこし15kg区，とうもろこし30kg区の順であり，とうもろこしサイレージの給与量が増加するにしたがって牧草サイレージの摂取量は減少した。一方，とうもろこしサイレージの摂取量は，とうもろこし15kg区及び30kg区において，いずれの牛によっても給与量の全量が摂取されたため，その乾物摂取量は，それぞれ4.0，8.0kg／日であった。また，とうもろこしサイレージを自由に摂取させたとうもろこし区では12.1kg／日が摂取され，とうもろこしサイレージの給与

第37表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅲ－２－(1)）

	牧草サイレージ	とうもろこしサイレージ	乾草	濃厚飼料
一般成分（%）				
水分	81.0	73.2	13.5	12.0
粗蛋白質*	11.3	8.5	13.8	16.0
粗脂肪*	4.3	3.5	2.4	3.6
NFE*	38.8	61.8	47.2	72.3
粗繊維*	38.6	20.7	29.2	3.1
粗灰分*	7.0	5.5	7.4	5.0
消化率（%）				
乾物	64.7	72.5	62.8	80.5
粗蛋白質	67.1	59.9	65.3	69.3
粗脂肪	75.1	79.8	48.1	86.6
NFE	57.6	78.6	64.7	87.6
粗繊維	75.3	67.2	69.6	47.2
DCP（%）*	7.6	5.1	9.0	11.1
TDN（%）*	66.3	73.9	62.4	82.9

*乾物中。

第38表　サイレージの発酵品質（試験Ⅲ－２－(1)）

	pH	総酸	乳酸	酢酸（原物中%）	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times100$
牧草	4.65	1.24	0.13	0.68	0.35	0.08	15.7
とうもろこし	3.85	1.72	1.27	0.45	0	0	8.2

第39表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅲ－２－(1)）

	牧草区	牧草＋とうもろこし 15 kg 区	牧草＋とうもろこし 30 kg 区	とうもろこし区
飼料乾物摂取量（kg／日）				
牧草サイレージ	9.8	6.8	3.6	－
とうもろこしサイレージ	－	4.0	8.0	12.1
全サイレージ	9.8[b]	10.8[ab]	11.6[a]	12.1[a]
乾草	1.7	1.7	1.7	1.7
全粗飼料／体重100kg	1.84[c]	2.00[bc]	2.16[ab]	2.23[a]
濃厚飼料	3.1	3.3	3.3	3.3
全飼料／体重100kg	2.33[c]	2.52[bc]	2.69[ab]	2.77[a]
ＴＤＮ摂取量（kg／日）				
全粗飼料	7.6[c]	8.6[b]	9.4[ab]	10.0[a]
全飼料	10.1[c]	11.3[b]	12.1[ab]	12.7[a]
（同上日本標準比）（％）	(101)	(106)	(115)	(120)
ＤＣＰ摂取量（kg／日）				
全粗飼料	0.89[a]	0.87[a]	0.83[a]	0.77[b]
全飼料	1.23[a]	1.24[a]	1.20[a]	1.14[b]
（同上日本標準比）（％）	(111)	(104)	(101)	(96)
乳生産量（kg／日）				
実乳量	17.1[b]	18.6[a]	18.6[a]	18.1[ab]
ＦＣＭ量	15.8[b]	17.6[a]	17.8[a]	17.9[a]
乳組成（％）				
脂肪	3.48[c]	3.65[bc]	3.71[ab]	3.92[a]
無脂固形分	8.16	8.20	8.30	8.27
蛋白質	2.85[b]	2.90[ab]	3.00[a]	3.00[a]
体重（kg）	626	626	617	618

異なる肩文字によって示される数値間に有意差（P＜0.05）あり。

区間におけるその乾物摂取量の差は約４kg／日であった。次に，サイレージ全乾物摂取量についてみると，とうもろこし区が最も高く，つづいてとうもろこし30kg区，とうもろこし15kg区，牧草区の順であり，とうもろこしサイレージの給与量の増加に伴いサイレージからの全乾物摂取量は増加する傾向を示した。統計分析の結果，牧草区ととうもろこし30kg区及びとうもろこし区間に，それぞれ有意差（P＜0.05）が認められた。また，給与した乾草はいずれも全量が摂取され，これも含めた体重100kg当り全粗飼料乾物摂取量においても，全サイレージ乾物摂取量の場合と同様の傾向がみられた。

全粗飼料及び全飼料からのTDN摂取量でも，全サイレージ乾物摂取量の場合と同様の傾向がみられ，牧草区は他の３区に比して，また，とうもろこし15kg区はとうもろこし区に比して，それぞれ有意（P＜0.05）な減少を示した。一方，DCPでは，全粗飼料からの摂取量において，とうもろこしサイレージの摂取量の増加に伴い減少する傾向が認められ，とうもろこし区は他の３区に比して有意（P＜0.05）な減少であった。また，全飼

料からの摂取量においても，とうもろこし区は他の区に比して有意（P<0.05）な減少であった。

実乳量では，とうもろこしサイレージの給与区間で大差はみられなかったが，牧草区がもっとも低く，とうもろこし15kg区及び30kg区に比して有意（P<0.05）な減少であった。また，FCM量においても同様の傾向がみられ，牧草区は他の区に比して有意（P<0.05）な減少を示した。

乳組成において，脂肪率でとうもろこしサイレージの給与量の増加に伴い上昇する傾向がみられ，とうもろこし区は牧草区及びとうもろこし15kg区に比して，また，とうもろこし30kg区は牧草区に比して，それぞれ有意（P<0.05）な上昇を示した。蛋白質率でも牧草区が低い傾向を示し，とうもろこし30kg区及びとうもろこし区に比して有意（P<0.05）な低下であった。

体重では，各区間に大差はみられず，いずれの区間にも有意な差違はなかった。

考　　察

サイレージからの乾物摂取量及びTDN摂取量は，サイレージとして牧草サイレージを単独給与した区がもっとも低く，とうもろこしサイレージの給与量が増加するにしたがっていずれも増加する傾向を示し，また，乳量においても，とうもろこしサイレージを併給することにより有意な上昇が認められた。一方，DCP摂取量については，とうもろこしの単独給与区が他区に比して有意な低下であったが，牧草サイレージとの併給により牧草サイレージ単独給与区と大差がなくなる結果が得られた。

牧草サイレージ及びとうもろこしサイレージの単独給与区間で得られた結果は，試験Ⅱ－２－(1)の出穂期刈取りのチモシー主体サイレージと乳熟後期及び黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージ間において認められた結果と傾向はほとんど同様である。

本試験で供試した牧草サイレージは，出穂期刈取りの高水分サイレージで，pHあるいは全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合が高く，乳酸含量のかなり低いサイレージであった。GORDONら[33]は，牧草サイレージの摂取量とpHあるいはアンモニア態窒素間には負の相関があり，乳酸含量との間には正の相関があることを指摘している。一方，サイレージの摂取量とpH及び乳酸との関連性は少なく[32]，また，乳酸を添加してpHを低下させた場合，摂取量はかなり減少したとする報告もなされている[79]。更に小倉[100]は，牧草サイレージの摂取量と乳酸あるいは揮発性塩基態窒素間に有意な相関関係が得られなかったことを指摘しており，本試験において，サイレージの発酵品質が牧草サイレージの摂取量にどの程度の影響を及ぼしたかは明らかでないが，むしろ，牧草サイレージの生育期が出穂期であり，かなりの高水分であったことがその摂取量の低い主な原因であると考えられる。

以上のことから，出穂期に刈取り，予乾せずに調製したチモシー主体サイレージの多給時において，黄熟程度に登熟したとうもろこしサイレージを併給することは，TDN摂取量を増加させ，産乳量を高める上で極めて効果的であると言える。

試験Ⅲ－２－(2)　予乾牧草サイレージとの併給

目　　的

前試験（試験Ⅲ－２－(1)）で，出穂期刈取りのチモシー主体高水分サイレージに対し黄熟中期収穫のとうもろこしサイレージを併給した場合，産乳上価値の高いことを示した。

本試験では，出穂期に刈り，更に予乾処理を行ったチモシー主体サイレージの多給時において，黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージを併給した場合の効果について検討する。

試験方法

牧草サイレージは，チモシー（ホクレン改良種）主体草を出穂期（７月６日）にモーアコンディショナにより刈倒し，約１日間予乾した後，フォーレージハーベスターにより切断（切断長約１㎝）し，コンクリート製の塔型サイロに詰込んで調製した。とうもろこしサイレージは，試験Ⅲ－１と同一の

ものを供試した。

搾乳牛による飼養試験は，最高泌乳期を経過したホルスタイン種牛10頭を供試し，牧草サイレージ単独給与区と牧草サイレージととうもろこしサイレージを併給する区について，1期21日間（本試験期7日間）の2×2ラテン方格法により実施した。牧草サイレージは両区とも自由摂取とし，とうもろこしサイレージは，併給区で25kg／日給与した。濃厚飼料は乳量の1／5を各牛に共通に給与した。

乳中の脂肪，蛋白質はミルコスキャン（ホスエレクトリック社製103B型）により分析し，無脂固形分の分析，牧草サイレージの消化試験並びに試験牛の管理は，試験Ⅰ－1と同様に行った。また，濃厚飼料も試験Ⅰ－1と同一配合割合のものを用いた。

試験結果

供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第40表に示すとおりである。

牧草サイレージの原料草は，チモシーとラジノクローバで，その植生割合はそれぞれ93，7％であり，ほとんどがチモシーであった。牧草サイレージは約1日間の予乾後調製を行ったが，好天に恵まれたためその水分含量は47.7％とかなりの低水分となった。牧草サイレージの乾物中粗蛋白質含量は11.1％ととうもろこしサイレージの9.1％に比して高かったが，その消化率が低く，乾物中のDCP含量は両サイレージとも5.7％であった。一方，乾物中TDN含量は，牧草サイレージが65.8％であり，とうもろこしサイレージの74.9％に比してかなり低かった。

各サイレージの発酵品質は，第41表に示すとおりである。

牧草サイレージのpHは4.4と，とうもろこしサイレージに比して高かったが，全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合は4.6％と極めて低く，その品質は良好なものであった。

各処理区の搾乳牛による平均飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重は，第42表に示すとおりである。

第40表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅲ－2－(2)）

	牧草サイレージ	とうもろこしサイレージ	濃厚飼料
一般成分（％）			
水分	47.7	71.6	12.7
粗蛋白質*	11.1	9.1	15.7
粗脂肪*	3.7	4.2	3.9
NFE*	45.8	58.3	70.6
粗繊維*	33.3	21.0	4.3
粗灰分*	6.1	7.4	5.5
消化率（％）			
乾物	65.7	72.9	80.5
粗蛋白質	51.1	62.2	69.3
粗脂肪	70.7	88.8	86.6
NFE	67.3	79.7	87.6
粗繊維	70.4	68.1	47.2
DCP（％）*	5.7	5.7	10.9
TDN（％）*	65.8	74.9	82.3

*乾物中。

第41表　サイレージの発酵品質（試験Ⅲ－２－(2)）

	pH	総酸	乳酸	酢酸（原物中%）	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times100$
牧草	4.44	1.02	0.57	0.30	0.06	0.09	4.6
とうもろこし	3.83	1.65	1.08	0.57	0	0	4.9

第42表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅲ－２－(2)）

	牧草区	牧草＋とうもろこし区
飼料乾物摂取量（kg／日）		
牧草サイレージ	16.7	7.6
とうもろこしサイレージ	－	6.9
全サイレージ	16.7	14.5
全サイレージ／体重100kg	2.70	2.39
濃厚飼料	3.4	3.2
全飼料／体重100kg	3.25	2.92
ＴＤＮ摂取量（kg／日）		
全サイレージ	11.0	10.2
全飼料	13.8	12.8
（同上日本標準比）（%）	（129）	（120）
ＤＣＰ摂取量（kg／日）		
全サイレージ	0.95	0.82
全飼料	1.32	1.17
（同上日本標準比）（%）	（110）	（98）
乳生産量（kg／日）		
実乳量	19.2	18.8
ＦＣＭ量	18.2	18.1
乳組成（%）		
脂肪	3.64	3.75
無脂固形分	8.51	8.55
蛋白質	2.93	2.98
体重（kg）	618	606

両区間には，いずれにおいても統計的有意差は認められなかった。

とうもろこしサイレージの給与量は，25kg／日，乾物量で7.1kg／日であったが，残飼がみられその乾物摂取量は6.9kg／日であった。とうもろこしサイレージの併給により，当然，牧草サイレージの摂取量は減少した。全サイレージ乾物摂取量では，牧草区が16.7kg／日，併給区が14.5kg／日，体重100kg当りではそれぞれ2.70，2.39kg／日であり，併給区の摂取量も高かったが，牧草サイレージ単独給与区の摂取量は極めて高いものであった。また，TDN及びDCP摂取量においても牧草区が高い傾向であった。

実乳量では，牧草区が若干高い傾向であったが，FCM量ではほとんど差違は認められなかった。また，乳組成においても両区間に著しい違いはみられず，この傾向は体重においても同様にみられた。

考　察

本試験で供試したとうもろこしサイレージは，試験Ⅲ－１で用いたものと同一のものであり，黄熟後期収穫のサイレージである。しかし，その併給により，乾物摂取量やTDN，DCP摂取量並びに産乳量において向上効果は認められず，むしろ牧草サイレージの単独給与に比していずれも低い傾向であった。

本試験の牧草サイレージは，前試験（試験Ⅲ－２－(1)）の牧草サイレージと同様，チモシー主体草を出穂期に刈り調製したものであり，乾物中TDN含量もほとんど同様である。しかし，乳牛による嗜好性が極めて高く，体重当りの乾物摂取量は2.70%にも達した。これらのことは，チモシー主体草を出穂期に刈り，予乾処理を行い低水分化を図った場合，前試験（試験Ⅲ－２－(1)）の無予乾サイレージとは異なりその摂取量は高く，黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージを併給しても，養分摂取量あるいは産乳量の向上効果は期待でき

ないことを示唆している。

試験Ⅲ－3　出穂揃期牧草サイレージととうもろこしサイレージの併給効果

目　　的

前試験まで，特に，出穂期刈取りのチモシー主体高水分サイレージに対してとうもろこしサイレージを併給した場合，産乳効果の高いことを示した。

とうもろこし栽培の限界地域に位置し，牧草サイレージを主要粗飼料とする大型酪農において，収量あるいは天候条件等により，出穂揃期のようなかなり生育期の進行した状態でサイレージ調製が行われる場合も少なくない。また，このような地域では，とうもろこしの熟期が未乳熟の状態で降霜期を迎える場合も往々にしてみられる。

本試験では，出穂揃期刈取りのチモシー主体高水分あるいは予乾サイレージと未乳熟期収穫のとうもろこしサイレージとの併給が，養分摂取量あるいは産乳上どのような効果を示すかについて検討する。

試験方法

チモシー（ホクレン改良種）主体草を出穂揃期（7月25日）にモーアコンディショナにより刈り，高水分サイレージは，直ちにフォーレージハーベスターにより切断（切断長約1㎝）した後，コンクリート製の塔型サイロに詰込み，一方，予乾サイレージは，約1日間予乾した後高水分サイレージの場合と同様にして，それぞれ調製した。また，とうもろこしサイレージは，早生種（ワセホマレ）を未乳熟期にコーンハーベスター（切断長約0.9㎝）により収穫し，直ちに牧草サイレージと同型のサイロに詰込んで調製した。

搾乳牛による飼養試験は，最高泌乳期を経過したホルスタイン種牛10頭を供試し，各サイレージをそれぞれ単独に給与する区と各牧草サイレージにとうもろこしサイレージを併給する処理区について，1期18日間（本試験期6日間）の5×5ラテン方格法により実施した。併給区でとうもろこしサイレージを30kg／日給与したほかは，いずれも各サイレージを自由に摂取させた。また，各牛に，チモシー主体2番乾草を2kg／日と濃厚飼料を乳量の1／5共通に給与した。

乳中の脂肪，蛋白質はミルコスキャン（ホスエレクトリック社製103B型）により分析し，無脂固形分の測定，サイレージ及び乾草の消化試験，並びに試験牛の管理は，試験Ⅰ－1と同様にして行った。また，濃厚飼料も試験Ⅰ－1と同一配合割合のものを用いた。

試験結果

供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第43表に示すとおりである。

牧草サイレージの原料草は，98%がチモシーで，他はラジノクローバであった。また，とうもろこしの熟期は未乳熟期であったため，全重量中に占める雌穂重の割合は乾物量で16%に過ぎなかった。サイレージの水分含量は，とうもろこしが81.2%であり，高水分牧草は78.2%ととうもろこしに比してやや低く，一方，予乾牧草は60.8%であった。乾物中の粗蛋白質含量は，とうもろこしが12.0%であり，高水分牧草の10.9%，予乾牧草の10.0%よりもむしろ高く，また，乾物中のDCP含量も，高水分牧草の6.4%，予乾牧草の5.8%に対しとうもろこしは7.9%とかなり高い値であった。乾物中のTDN含量も，とうもろこしは70.9%であり，高水分牧草の59.6%，予乾牧草の61.7%に比して高いものであった。

各サイレージの発酵品質は，第44表に示すとおりである。

pHは，両牧草とも4.4～4.6の範囲内にあり，大差はなく，一方，とうもろこしは3.8とかなり低い値であった。全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合では，両牧草いずれも10.6%であり，特に高くはなく，一方，とうもろこしは4.9%と極めて低い値であった。

各処理区の搾乳牛による平均飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重は，第45表に示すとおりである。

牧草サイレージの乾物摂取量は，予乾の方が高水分に比して高い傾向がみられ，また，とうもろ

第43表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅲ－３）

	サイレージ			乾草	濃厚飼料
	高水分牧草	予乾牧草	とうもろこし		
一般成分（%）					
水分	78.2	60.8	81.2	87.0	13.0
粗蛋白質*	10.9	10.0	12.0	15.5	14.1
粗脂肪*	4.6	4.0	3.5	3.5	4.9
NFE*	41.0	45.1	48.8	44.4	70.1
粗繊維*	36.8	35.3	28.3	29.5	4.6
粗灰分*	6.7	5.6	7.4	7.1	6.3
消化率（%）					
乾物	57.3	59.8	69.9	62.8	80.5
粗蛋白質	58.6	57.5	65.9	65.3	69.3
粗脂肪	76.5	69.8	81.1	48.1	86.6
NFE	51.1	56.6	72.3	64.7	87.6
粗繊維	65.9	68.4	75.1	69.6	47.2
DCP（%）*	6.4	5.8	7.9	10.1	9.8
TDN（%）*	59.6	61.7	70.9	63.1	82.9

*乾物中。

第44表　サイレージの発酵品質（試験Ⅲ－３）

	pH	総酸	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times 100$
		（原物中%）					
高水分牧草	4.42	1.69	0.31	0.50	0.31	0.57	10.6
予乾牧草	4.55	1.13	0.51	0.22	0.09	0.31	10.6
とうもろこし	3.81	1.27	0.65	0.51	0.03	0.08	4.9

第45表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅲ－3）

	高水分牧草区	高水分牧草＋とうもろこし区	予乾牧草区	予乾牧草＋とうもろこし区	とうもろこし区
飼料乾物摂取量（kg／日）					
牧草サイレージ	10.6	4.6	11.5	5.8	—
とうもろこしサイレージ	—	5.6	—	5.4	10.7
全サイレージ	10.6	10.2	11.5	11.2	10.7
乾草	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
全粗飼料／体重100kg	2.14	2.08	2.26	2.23	2.15
濃厚飼料	3.3	3.5	3.2	3.5	3.4
全飼料／体重100kg	2.71	2.67	2.82	2.82	2.73
ＴＤＮ摂取量（kg／日）					
全粗飼料	7.4[b]	7.8[ab]	8.2[ab]	8.5[a]	8.7[a]
全飼料	10.1[b]	10.7[ab]	10.8[ab]	11.4[a]	11.5[a]
（同上日本標準比）（%）	（99）	（103）	（103）	（108）	（110）
ＤＣＰ摂取量（kg／日）					
全粗飼料	0.85[c]	0.90[bc]	0.84[c]	0.94[b]	1.02[a]
全飼料	1.17[b]	1.24[ab]	1.15[b]	1.28[a]	1.35[a]
（同上日本標準比）（%）	（102）	（104）	（97）	（106）	（113）
乳生産量（kg／日）					
実乳量	18.5	19.0	18.6	19.3	19.1
ＦＣＭ量	17.4	18.1	17.9	18.3	18.3
乳組成（%）					
脂肪	3.61	3.69	3.75	3.67	3.73
無脂固形分	8.33	8.38	8.40	8.46	8.50
蛋白質	2.66	2.72	2.74	2.74	2.79
体重（kg）	575	572	585	579	578

異なる肩文字によって示される数値間に有意差（P＜0.05）あり。

こしは高水分牧草とほぼ等しい摂取量であった。両併給区において，とうもろこしサイレージに若干の残飼がみられたが，ほぼ等しい量が摂取され，全サイレージ乾物摂取量では予乾牧草区が最も高く，高水分牧草ととうもろこし併給区がもっとも低かった。しかし，いずれの処理区間にも有意な違いは認められなかった。給与した乾草はいずれも全量が摂取され，これも含めた体重100kg当り全粗飼料乾物摂取量においても，各処理区間に有意な差違は認められなかった。

TDN摂取量では，全粗飼料，全飼料いずれにおいても，高水分牧草区がとうもろこし区及び予乾牧草ととうもろこし併給区の２区に比して，有意（P＜0.05）に低かったほかは，各処理区間に有意な違いは得られなかった。しかし，とうもろこしサイレージの併給により，TDN摂取量の増加する傾向が認められた。また，DCP摂取量においてもとうもろこし区が最も高く，両牧草に対しとうもろこしを併給することにより増加する傾向がみられた。特に全粗飼料からのDCP摂取量では，とうもろこし区は他のすべての処理区に比して有意（P＜0.05）に高く，また，予乾牧草と

とうもろこし併給区は両牧草区に比して有意（P＜0.05）に高かった。

実乳量では，いずれの処理区間にも有意差は得られなかったが，とうもろこしサイレージを併給することにより，やや高まる傾向がみられ，この傾向はFCM量でも同様にみられた。乳組成では，いずれにおいても各処理区間に有意な違いは認められなかった。また，体重においても各処理区間の差違は顕著ではなかった。

考　　察

とうもろこしサイレージは，乾物中DCP及びTDN含量が両牧草サイレージに比して高く，また，サイレージ乾物摂取量では予乾牧草サイレージより低い傾向であったが，高水分牧草サイレージに比して低くはなかった。その結果，TDN及びDCP摂取量のいずれにおいても，とうもろこしサイレージは両牧草サイレージに比して高い傾向が得られ，また，両牧草サイレージに対しとうもろこしサイレージを併給することにより，TDN及びDCP摂取量の上昇と乳量の増加する傾向が得られた。

これらの結果から，早生とうもろこしが未乳熟の状態で降霜期を迎えた場合でも，出穂揃期刈取りで乾物中TDN含量が60％程度のチモシー主体サイレージの多給時において，サイレージとしての併給は，養分摂取あるいは産乳上意味を有するものと思考される。

試験Ⅲ－4　牧草サイレージととうもろこしサイレージの併給時における濃厚飼料の添加給与と産乳

目　　的

前試験まで，チモシーを主体とする牧草サイレージととうもろこしサイレージの併給効果について種々検討を行ってきたが，本試験では，特に，産乳価値の高い出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージととうもろこしサイレージの併給時において，濃厚飼料の給与量が養分摂取量及び乳生産に及ぼす影響について検討する。

試験方法

とうもろこしサイレージは，早生種（ワセホマレ）を糊熟後期にコーンハーベスター（切断長約0.9cm）により収穫し，コンクリート製の塔型サイロに詰込んで調製したものである。牧草サイレージは試験Ⅰ－5で用いたものと同一のものを供試した。

搾乳牛による飼養試験は，最高泌乳期を経過したホルスタイン種牛8頭を供試し，濃厚飼料を乳量の1／6（以下少給区とする）と1／3（以下多給区とする）給与する2処理区について，1期21日間（本試験期7日間）の2×2ラテン方格法により実施した。牧草サイレージは自由摂取とし，とうもろこしサイレージは25kg／日給与した。

とうもろこしサイレージの消化試験，乳成分の分析並びに試験牛の管理は，試験1－1と同様に行った。また，濃厚飼料も試験Ⅰ－1と同一配合割合のものを用いた。

なお，供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は第46表に，また，各サイレージの発酵品質を第47表に，それぞれ示した。

試験結果及び考察

各処理区の搾乳牛による平均飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重は，第48表に示すとおりである。

とうもろこしサイレージの給与量は，各牛25kg／日（乾物量で5.7kg／日）であったが，いずれの区においても残飼がみられ，その乾物摂取量は両区とも5.1kg／日であった。牧草サイレージの乾物摂取量は，濃厚飼料給与量の増加により有意ではないが低下する傾向を示し，少給区と多給区の差は1.5kg／日であった。濃厚飼料乾物摂取量は，少給区3.5kg／日，多給区7.6kg／日であり，その差は4.1kg／日であった（P＜0.01）。すなわち，濃厚飼料乾物摂取量1kg／日の増加に伴い牧草サイレージ乾物摂取量は0.37kg／日減少した。この値は，試験Ⅰ－5における減少量0.44kg／日に比してやや低い値である。体重100kg当りの全乾物摂取量では，多給区が有意ではないが高い傾向を示した。また，全飼料からのTDN摂取量では，多給区が有意（P＜0.05）に高く，DCP摂取

第46表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅲ－４）

	牧草サイレージ	とうもろこしサイレージ	濃厚飼料
一般成分（%）			
水分	56.0	77.3	12.4
粗蛋白質*	12.6	9.5	16.5
粗脂肪*	3.7	5.8	3.5
NFE*	42.4	55.2	72.2
粗繊維*	34.3	22.9	3.6
粗灰分*	7.0	6.6	4.2
消化率（%）			
乾物	67.5	68.9	80.5
粗蛋白質	60.3	60.1	69.3
粗脂肪	64.2	86.4	86.6
NFE	65.4	73.6	87.6
粗繊維	79.6	68.0	47.2
DCP（%）*	7.6	5.7	11.4
TDN（%）*	67.9	73.2	83.1

*乾物中。

第47表　サイレージの発酵品質（試験Ⅲ－４）

	pH	総酸	乳酸	酢酸（原物中%）	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times100$
牧草	5.50	0.99	0.83	0.11	0.01	0.03	10.0
とうもろこし	3.71	1.74	1.20	0.54	0	0	7.2

量においてもTDNと同様の結果が得られた。

実乳量では，TDN及びDCP摂取量と同様に多給区が有意（P＜0.05）に高く，FCM量においても有意ではないが，実乳量と同様の傾向が認められた。乳組成及び体重において，いずれも両区間に顕著な差違は認められなかった。

これらの結果は，牧草サイレージの単独給与について行った試験Ⅰ－５の結果と類似した傾向であり，出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージととうもろこしサイレージの併給時においても，濃厚飼料給与量の増加によりサイレージの摂取量は減少するが，TDNあるいはDCP摂取量は増加し，乳量も同様に増加することは明らかである。

小　括

チモシー主体牧草サイレージ多給による搾乳牛の飼養上において，生育期の早いサイレージは養分含量ばかりでなく養分摂取量が高く，その産乳価値は極めて高いが，生育期が進行した場合，特にTDN摂取量が低下し，その多給による高乳量の生産は期待し得ない。一方，とうもろこしサイレージ多給による搾乳牛の飼養上において，十分登熟したとうもろこしサイレージはTDN摂取量が高いもののDCP摂取量が極めて低いという欠

第48表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅲ－４）

	濃厚飼料	
	少給区	多給区
飼料乾物摂取量（kg／日）		
牧草サイレージ	9.3	7.8
とうもろこしサイレージ	5.1	5.1
全サイレージ	14.4	12.9
全サイレージ／体重100kg	2.19	1.93
濃厚飼料	3.5[B]	7.6[A]
全飼料／体重100kg	2.72	3.06
ＴＤＮ摂取量（kg／日）		
全サイレージ	10.0	9.0
全飼料	12.9[b]	15.3[a]
（同上日本標準比）（％）	（105）	（118）
ＤＣＰ摂取量（kg／日）		
全サイレージ	1.00	0.88
全飼料	1.40[b]	1.75[a]
（同上日本標準比）（％）	（98）	（117）
乳生産量（kg／日）		
実乳量	23.4[b]	25.7[a]
ＦＣＭ量	22.3	24.2
乳組成（％）		
脂肪	3.65	3.62
無脂固形分	8.32	8.47
蛋白質	3.04	3.14
体重（kg）	658	669

異なる肩文字によって示される数値間に有意差あり。大文字…P＜0.01，小文字…P＜0.05。

点がみられる。

本章では，これらの欠点を相互に補うための両サイレージの併用多給効果について，生育期や熟期あるいは水分含量との関連で検討を行うとともに，併用多給時における濃厚飼料給与量の影響についても検討を加えた。

その結果，とうもろこしサイレージに対するチモシー主体牧草サイレージの併給については，特に，出穂始期刈取りの予乾サイレージの併給がDCP摂取量を著しく高めるばかりでなくTDN摂取量をも高め，産乳上効果的であることが示唆され，また，チモシー主体牧草サイレージに対するとうもろこしサイレージの併給上においては，出穂期刈取りの高水分サイレージ及び出穂揃期刈取りのサイレージに対するとうもろこしサイレージの併給が，特にTDN摂取量を高め産乳量の向上効果があると判断された。また，チモシー主体サイレージやとうもろこしサイレージの多給時と同様，これらの併用多給時においても，濃厚飼料の増給によりサイレージの摂取量は減少するが，養分摂取量は増加し，乳量も増加することが明らかにされた。

Ⅳ　総合考察及び結論

牧草サイレージ及びとうもろこしサイレージ多給により高乳量を安定的に生産しようとする場合，給与するサイレージの養分含量が高く，かつ，乳牛によく摂取される必要があり，更に，原料草の栄養収量が多収で安定していることが重要条件である。

本研究では，牧草サイレージの原料草として北海道における安定草種としてのチモシーを主体とする混播草（一部オーチャードグラス主体混播草）を取り上げ，施肥量や生育期あるいは番草による栄養収量やサイレージの養分含量及び産乳量の変化，更に予乾処理や濃厚飼料給与量によるサイレージの摂取量や産乳量の変化等について検討を行った。また，とうもろこしサイレージについては，特に，熟度の安定している早生種を取り上げ，熟期間の比較や晩生種あるいはチモシー主体牧草サイレージとの比較，並びに他の粗飼料との併給や濃厚飼料給与量との関連でその産乳価値を検討し，更に，これらのチモシー主体牧草サイレージととうもろこしサイレージとの併給効果について検討を行った。これらの結果については，Ⅰ～Ⅲ章において述べたとおりであるが，それぞれにおいて供試牛の体重や泌乳状態あるいは飼料の給与量やその構成が異なる面もあり，また，サイレージの養分含量についてもかなりの変動がみられる。

そこで，チモシーを主体とする牧草サイレージ及びとうもろこしサイレージについて，その養分含量や摂取量並びに産乳可能量を整理し，これらの多給により高乳量を生産するための搾乳牛の飼養技術について，総合的に考察する。

1　サイレージの養分含量

チモシー主体1番草サイレージ及び早生種とうもろこしサイレージについて，生育期または熟期別にその養分含量を整理し，第49表に示した。

第49表　サイレージの生育期（又は熟期）別養分含量

生育期（又は熟期）	TDN（乾物中%）	DCP（乾物中%）
チモシー主体牧草サイレージ		
出穂始期	72.3 (67.9－75.9)	9.4 (7.6－11.8)
出穂期	62.7 (56.0－66.3)	6.7 (5.7－ 7.6)
出穂揃期	58.7 (54.9－61.7)	6.4 (5.8－ 7.1)
とうもろこしサイレージ		
未乳熟期－乳熟後期	70.6 (70.2－70.9)	7.3 (6.7－ 7.9)
黄熟初期－黄熟中期	70.3 (67.3－73.9)	5.8 (5.1－ 6.2)
黄熟後期－成熟期	69.9 (66.4－74.9)	5.0 (4.5－ 5.7)

（　）内数値は最低値と最高値の範囲を示す。

チモシーを主体とする1番草サイレージの乾物中TDN含量は，生育期の進行に伴って減少する。すなわち，同じ生育期でもその数値にかなりの変動がみられるが，出穂始期における乾物中平均TDN含量は約72%であり，出穂期では約63%，出穂揃期に至ると約59%に減少し，更に，生育期が進行した場合，TDN含量は著しく減少する（試験Ⅱ－2－(1)）。また，DCP含量についても，TDN含量と同様に生育期の進行により減少し，出穂始期においてかなり高い数値が得られるが，出穂期以降に至ると著しく減少する。

一方，早生種とうもろこしサイレージについては，チモシー主体サイレージの場合と同様その数値に変動がみられるが，乾物中の平均TDN含量は，いずれの熟期においても約70%であり，この数値はチモシー主体サイレージの出穂始期に近似している。しかし，DCP含量は，チモシー主体サイレージの場合と同様に熟期の進行とともに低下し，未乳熟期～乳熟後期では乾物中約7%とチモシー主体サイレージの出穂期を上回る含量を有するものの，黄熟後期～成熟期に至ると約5%にまで減少する。

牧草サイレージのTDN含量は生育期の進行とともに低下することは，すでに多くの報告によって指摘されているところである[64, 65, 88, 117]。本研究のチモシー主体サイレージ及びとうもろこしサイレージ中最も高いTDN含量は，出穂始期チモシー主体サイレージにおいて得られ，その平均値は72.3%，最高値は75.9%である。この平均値は，穂孕期サイレージ（試験Ⅰ－1）について得られた数値（70.9～74.1%）にほぼ類似しており，その最高値は，出穂始期オーチャードグラス主体サイレージ（試験Ⅰ－2）で得られた数値（76.4%）に近似している。また，チモシー主体1番草を伸長期に刈取りサイレージを調製した場合，乾物中TDN含量は76.4～78.4%の範囲にあったことが示されており[63]，チモシー主体1番草サイレージは，特に伸長期において極めて高いTDN含量を有するが，出穂始期においてもかなり高いTDN含量を有している。

一方，牧草サイレージのDCP含量も，TDN含量の場合と同様生育期の進行により減少することは多くの報告によって明らかにされている[64,65,117]が，DCP含量は，特に窒素施肥量によっても著しく変動する[4, 9, 63, 64, 65]。すなわち，チモシー主体サイレージの乾物中DCP含量は，窒素多肥により，伸長期で9.7%から15.0%に[63]，出穂揃期で5.9%から11.9%に[65]，それぞれ上昇したことが指摘されており，本研究においても同様の傾向が得られている（試験Ⅰ－1）。また，本研究で供試した牧草サイレージの原料草は，ほとんどがチモシーとラジノクローバから成るものであり，その植生割合の範囲は，チモシーで42～100%，ラジノクローバで0～38%，平均値でそれぞれ84，10%である。すでに，クローバ類のDCP含量はチモシーに比して高いことが明らかにされており[99]，原料草のクローバ類が著しく増減した場合，サイレージのDCP含量にも差違が生ずるものと思考される。

とうもろこしサイレージの養分含量について，石栗[58]は，早生種とうもろこしサイレージの未乳熟期～黄熟期間において，乾物中DCP含量は熟期の進行とともに有意に低下し，その範囲は5.3～7.9%であったが，TDN含量については熟期による特定の傾向はみられず，その範囲は69.8～73.1%であったとしている。また，名久井ら[90]は，早生種とうもろこしサイレージにおいて，熟期の進行とともにDCP含量は著しく低下したが，TDN含量は過熟期において低下する場合があるものの乾物中ほぼ70%であったとし，本研究と類似した結果を示している。更に，とうもろこしの品種によって，サイレージのTDN含量に差違があり，早生種は中生種や晩生種に比してTDN含量の高いことが，阿部ら[1]や名久井ら[92, 94]によって指摘されている。

以上のように，チモシー主体1番草サイレージのTDN含量は生育期によって変動し，また，DCP含量は，特に生育期や窒素施肥量によって異なるものであり，一方，早生種とうもろこしサイレージのTDN含量は，熟期による差違は極めて小さく，ほぼ一定であるが，DCP含量は熟期の進行とともに著しく低下する。

更に，２番草のTDN含量は，１番草早刈に比して低いことが，石栗[59]や小倉・蔦野[101]によって指摘されており，本研究においても同様の傾向が得られている（試験Ⅰ－２）。　すなわち，チモシー主体草について，高栄養サイレージは１番草の早刈時に得られるものであり，出穂始期において乾物中約70％のTDN含量と約９％のDCP含量のサイレージが得られ，一方，早生種とうもろこしについては，乾物及びTDN収量の最も高い黄熟後期～成熟期において，乾物中DCP含量は約５％と低いものの，TDN含量において出穂始期チモシー主体サイレージとほぼ等しいサイレージが得られる。

2　サイレージの給与限界と産乳可能量

チモシー主体１番草サイレージ及び早生種とうもろこしサイレージについて，生育期または熟期別に摂取量及び産乳可能量を整理し，第50表に示した。

これらは，搾乳牛の体重を650kgとし，乾草２kg／日（乾物量で1.7kg／日）及び濃厚飼料４kg／日（乾物量で3.5kg／日）の併用で整理したものであり，養分摂取量は第49表の平均値を用い，また，産乳可能量は養分摂取量から日本飼養標準[97]に基づき，乳脂率を3.7％として，それぞれ算定したものである。

チモシー主体サイレージにおいて，その水分含量は48～84％の範囲に及び，その平均値も70～74％の範囲に及ぶが，サイレージ乾物摂取量はTDN含量やDCP含量の場合と同様生育期の進行とともに減少する。また，各生育期において，その最低値は水分含量の最も高い場合に，一方，最高値は水分含量の最も低い場合にそれぞれ得られており，全サイレージ中最も高い摂取量は，最も水分含量の低い出穂期（水分含量48％）で得られている（試験Ⅲ－２－(2)）。更に，乾草（乾物中TDN含量58％，DCP含量７％）及び濃厚飼料（乾物中TDN含量80％，DCP含量16％）をも含めた全TDN及びDCP摂取量も，乾物摂取量の場合と同様の傾向であるが，その最大摂取量は，いずれも出穂始期において得られ，また，TDNあるいはDCP摂取量から算定した産乳可能量も，生育期の進行により低下し，その最大値は出穂始期において得られている。

一方，とうもろこしサイレージにおいては，熟期の進行とともに水分含量は減少し，サイレージ乾物摂取量は上昇する傾向にあり，黄熟後期～成熟期に至ると出穂始期チモシー主体サイレージに近似した摂取量を示す。特に，とうもろこしサイレージ中最も高い摂取量は，水分含量が68％の成熟期サイレージで得られている（試験Ⅱ－２－(2)）。また，TDN摂取量も乾物摂取量の場合と同様の傾向にあるが，DCP摂取量はTDNとは逆の傾向にあり，黄熟後期～成熟期に至ると出穂揃期チモシー主体サイレージと同程度までに低下する。一方，産乳可能量については，乾物及びTDN収量の最も高い黄熟後期～成熟期において，TDNからの産乳可能量は最も高いが，DCPからは最も低い。

更に，チモシー主体サイレージととうもろこしサイレージ間の産乳可能量の差違については，TDNからの産乳可能量では，出穂始期を除くいずれの生育期においても，チモシー主体サイレージはすべての熟期のとうもろこしサイレージに比して低い傾向にあるが，出穂期において予乾処理を行い低水分化を図った場合，黄熟後期～成熟期サイレージと大差は生じなくなる。一方，DCPからの産乳可能量は，未乳熟期～乳熟後期サイレージは出穂期サイレージを上回る傾向にあるが，黄熟後期～成熟期に至ると出穂揃期サイレージと同程度までに低下する。

牧草サイレージの摂取量は生育期の進行とともに低下し，同様に乳量の低下することは，CLIFTONら[25]や蔦野ら[116, 117]によって示されている。また，水分含量の低下に伴い牧草サイレージの乾物摂取量の増大することは多くの報告によって指摘されており[30, 32, 37, 85, 114]，同様に乳量も上昇するという報告は多い[18, 25, 31, 108]。特に，牧草サイレージの最大摂取量について，HILLMANら[43]は，予乾サイレージ（水分含量75％）のみの自由摂取により体重当り2.46％の乾物が摂取されたとし，蔦野

第50表　サイレージの生育期（又は熟期）別摂取量と産乳可能量*

生育期（又は熟期）	水分（%）	飼料乾物摂取量（kg／日） サイレージ	サイレージ／体重100kg	乾草**	濃厚飼料***	養分摂取量（kg／日） TDN	DCP	産乳可能量（kg／日） TDNから	DCPから
チモシー主体牧草サイレージ									
出穂始期	70 (80－56)	13.8 (12.7－15.0)	2.12 (1.95－2.31)	1.7	3.5	13.8 (13.0－14.6)	1.98 (1.87－2.09)	28.2 (25.7－30.7)	35.4 (33.0－37.8)
出穂期	71 (84－48)	11.9 (9.9－15.9)	1.83 (1.52－2.45)	1.7	3.5	11.3 (10.0－13.8)	1.48 (1.34－1.75)	20.3 (16.1－28.2)	24.5 (21.5－30.4)
出穂揃期	74 (78－61)	11.2 (9.4－12.7)	1.72 (1.45－1.95)	1.7	3.5	10.4 (9.3－11.3)	1.40 (1.28－1.49)	17.4 (13.9－20.3)	22.8 (20.2－24.7)
とうもろこしサイレージ									
未乳熟期－乳熟後期	82 (82－81)	11.9 (11.8－12.0)	1.83 (1.82－1.85)	1.7	3.5	12.2 (12.1－12.3)	1.55 (1.54－1.56)	23.1 (22.8－23.5)	26.0 (25.8－26.3)
黄熟初期－黄熟中期	76 (78－73)	13.5 (12.6－14.3)	2.08 (1.94－2.20)	1.7	3.5	13.3 (12.7－13.9)	1.46 (1.41－1.51)	26.6 (24.7－28.5)	24.1 (23.0－25.2)
黄熟後期－成熟期	72 (75－68)	14.0 (13.4－14.8)	2.15 (2.06－2.28)	1.7	3.5	13.6 (13.2－14.1)	1.38 (1.35－1.42)	27.6 (26.3－29.2)	22.3 (21.7－23.2)

*体重650kg，乳脂率3.7%として算出。　**乾物中ＴＤＮ含量58%，ＤＣＰ含量７%。　***乾物中ＴＤＮ含量80%，ＤＣＰ含量16%。
（　）内数値は最低値と最高値の範囲を示す。

ら[117]は，オーチャードグラス，チモシー主体サイレージ（水分含量71.5〜78.3%）の自由摂取により乾草，濃厚飼料を乾物量でそれぞれ0.7，2.5kg／日の併給時において体重当り2.5%のサイレージ乾物が摂取されたとしている。また，GORDONら[36]は，低水分アルファルファサイレージ（水分含量62%）について，濃厚飼料6.0kg／日の併給時において体重当り2.47%のサイレージ乾物が摂取されたことを示しており，本研究の出穂期低水分サイレージで得られた最大摂取量は著しく高い値ではない。

一方，とうもろこしサイレージについては，熟期の進行により，乾物摂取量の増加することは多くの報告によって指摘されている[17, 42, 48, 104]。HUBERら[48]は，2年間にわたり3熟期についてサイレージ調製を行い，その平均乾物摂取量（大豆粕乳量の1／7.6併給）は体重当りそれぞれ1.95，2.13，2.31%であり，その乾物含量はそれぞれ25.4，30.3，33.3%であったとし，この場合，乳量も熟期の進行とともに上昇したとしている。また，とうもろこしサイレージの最大摂取量について，HUBERら[48]は，乾物含量が33.3%のサイレージにおいて，その乾物摂取量は体重当り2.56%（大豆粕乳量の1／7.6併給）に達した事例を示しており，坂東・出岡[7]は，濃厚飼料を乾物量で2.4kg／日の併給時において体重当り2.42%（乾物含量28.8%）摂取されたとしている。これらの結果は，本研究で得られている最大摂取量とほぼ類似した値である。

第50表に示した数値をもとに，濃厚飼料無給与の場合のサイレージ摂取量及び産乳可能量を推定し，第51表に示した。

全サイレージ中最も高い養分摂取量及び産乳可能量は，出穂始期チモシー主体サイレージにおいて得られ，また，黄熟後期〜成熟期とうもろこしサイレージは，TDN摂取量及びTDNからの産乳可能量において出穂始期サイレージに近似するが，DCPからの産乳可能量はTDNのほぼ半量に過ぎない。しかし，これを出穂始期サイレージと併給することにより，そのTDNからの産乳可能量は出穂始期サイレージとほぼ等しくなり，また，DCPからの産乳可能量もほとんどTDNと等しくなる。

とうもろこしサイレージとチモシー主体牧草サイレージとの併給効果については，第50表に示すように，濃厚飼料乾物（乾物中DCP含量16%）3.5kg／日の併用でみた場合，出穂揃期以降調製のサイレージ，または出穂期調製でも高水分サイレージに対しては，いずれの熟期のとうもろこしサイレージを併給してもTDN摂取量は増加し，産乳量の向上効果は得られると推測される。また，出穂始期サイレージをいずれの熟期のとうもろこしサイレージに併給しても，DCPの向上効果が得られ，特に，黄熟期以降収穫のとうもろこしサイレージに対する併給はTDN摂取量を低下させることなくDCP摂取量を高め，かつ，TDN，DCP摂取量の均衡化を図る上での価値を有している。

一方，第51表に示すごとく，濃厚飼料無給与の場合，黄熟初期〜成熟期とうもろこしサイレージを出穂始期を除くチモシー主体サイレージに併給しても，TDNからの産乳量は高め得るものの，DCPからの産乳量の向上効果は期待できない。むしろ，これらのとうもろこしサイレージに出穂始期サイレージの併給がその価値を有するものであり，TDN及びDCPからほぼ等しい産乳量は，出穂始期サイレージと黄熟初期〜黄熟中期及び黄熟後期〜成熟期サイレージとの給与比率が，乾物量で，それぞれ約67：33，75：25の場合に得られ，これ以上とうもろこしサイレージの給与比率が増加した場合，DCPからの産乳可能量はTDNからの産乳可能量を下回る結果となる。すなわち，とうもろこしサイレージと牧草サイレージの併給上において，濃厚飼料の給与量やそのDCP含量によっても併給効果は異なるものであり，また，その給与比率はとうもろこしサイレージの熟期によっても異なってくるものである。

次に，第50表をもとに，濃厚飼料を全飼料乾物の50%まで多給した場合の摂取量及び産乳可能量を推定し，第52表に示した。

濃厚飼料の給与量が増加するにしたがって，粗飼料の摂取量は減少するものの養分摂取量は増加し，乳量の増大することは一般的に認められてお

第51表　サイレージ多給と産乳可能量*

生育期（又は熟期）	飼料乾物摂取量（kg／日） 牧草サイレージ	とうもろこしサイレージ	全サイレージ／体重100kg	乾草**	養分摂取量（kg／日） TDN	DCP	産乳可能量（kg／日） TDNから	DCPから
チモシー主体牧草サイレージ								
出穂始期	15.2 (14.1−16.4)		2.34 (2.17−2.52)	1.7	12.0 (11.2−12.9)	1.55 (1.45−1.66)	22.5 (20.0−25.3)	26.0 (23.9−28.4)
出穂期	13.3 (11.3−17.3)		2.05 (1.74−2.66)	1.7	9.3 (8.1−11.8)	1.01 (0.88−1.28)	13.9 (10.1−21.9)	14.3 (11.5−20.2)
出穂揃期	12.6 (10.8−14.1)		1.94 (1.66−2.17)	1.7	8.4 (7.3− 9.3)	0.93 (0.81−1.02)	11.1 (7.6−13.9)	12.6 (9.9−14.5)
とうもろこしサイレージ								
未乳熟期−乳熟後期		13.5 (13.4−13.6)	2.08 (2.06−2.09)	1.7	10.5 (10.5−10.6)	1.11 (1.10−1.11)	17.7 (17.7−18.1)	16.5 (16.3−16.5)
黄熟初期−黄熟中期		15.1 (14.2−15.9)	2.32 (2.18−2.45)	1.7	11.6 (11.0−12.2)	1.00 (0.94−1.04)	21.2 (19.3−23.1)	14.1 (12.8−15.0)
黄熟後期−成熟期		15.6 (15.0−16.4)	2.40 (2.31−2.52)	1.7	11.9 (11.5−12.5)	0.90 (0.87−0.94)	22.2 (20.9−24.1)	11.9 (11.3−12.8)
チモシー主体牧草サイレージ＋とうもろこしサイレージ								
出穂始期＋黄熟初期−黄熟中期	10.1 (9.4−10.9)	5.0 (4.7− 5.3)	2.32 (2.17−2.49)	1.7	11.8 (11.1−12.6)	1.36 (1.27−1.45)	21.9 (19.6−24.4)	22.0 (20.0−23.9)
出穂始期＋黄熟後期−成熟期	11.5 (10.8−12.3)	3.9 (3.6− 4.1)	2.37 (2.22−2.52)	1.7	12.0 (11.3−12.8)	1.40 (1.32−1.49)	22.5 (20.3−25.0)	22.8 (21.0−24.7)

*体重650kg，乳脂率3.7%として算出。　**乾物中ＴＤＮ含量58%，ＤＣＰ含量７%。
（　）内数値は最低値と最高値の範囲を示す。

第52表　サイレージ及び濃厚飼料併用多給と産乳可能量*

生育期（又は熟期）	飼料乾物摂取量（kg／日） 牧草サイレージ	とうもろこしサイレージ	全サイレージ／体重100kg	乾草**	濃厚***飼料	養分摂取量（kg／日） TDN	DCP	産乳可能量（kg／日） TDNから	DCPから
チモシー主体牧草サイレージ									
出穂始期	10.3 (9.6−11.2)		1.58 (1.48−1.72)	1.7	12.0 (11.3−12.9)	18.0 (16.9−19.4)	3.01 (2.83−3.23)	41.5 (38.0−46.0)	57.8 (53.9−62.6)
出穂期	8.9 (7.6−11.9)		1.37 (1.17−1.83)	1.7	10.6 (9.3−13.6)	15.1 (13.2−19.4)	2.42 (2.12−3.10)	32.3 (26.3−46.0)	45.0 (38.4−59.7)
出穂揃期	8.5 (7.2−9.6)		1.31 (1.11−1.48)	1.7	10.2 (8.9−11.3)	14.2 (12.3−15.6)	2.29 (2.00−2.54)	29.5 (23.4−33.9)	42.1 (35.8−47.6)
とうもろこしサイレージ									
未乳熟期−乳熟後期		8.7 (8.6−8.8)	1.34 (1.32−1.35)	1.7	10.4 (10.3−10.5)	15.4 (15.3−15.6)	2.42 (2.40−2.44)	33.3 (33.0−33.9)	45.0 (44.5−45.4)
黄熟初期−黄熟中期		9.8 (9.2−10.4)	1.51 (1.42−1.60)	1.7	11.5 (10.9−12.1)	17.1 (16.2−18.0)	2.53 (2.39−2.66)	38.7 (35.8−42.8)	47.3 (44.3−50.2)
黄熟後期−成熟期		10.1 (9.7−10.7)	1.55 (1.49−1.65)	1.7	11.8 (11.4−12.4)	17.5 (16.9−18.4)	2.52 (2.43−2.64)	40.0 (38.0−42.8)	47.1 (45.2−49.7)
チモシー主体牧草サイレージ＋とうもろこしサイレージ									
出穂始期＋黄熟初期−黄熟中期	6.7 (6.3−7.3)	3.3 (3.1−3.6)	1.54 (1.45−1.68)	1.7	11.7 (11.1−12.6)	17.5 (16.7−18.9)	2.81 (2.67−3.04)	40.0 (37.4−44.4)	53.4 (50.4−58.4)
出穂始期＋黄熟後期−成熟期	7.6 (7.3−8.2)	2.5 (2.4−2.7)	1.55 (1.49−1.68)	1.7	11.8 (11.4−12.6)	17.6 (17.1−18.9)	2.85 (2.75−3.05)	40.3 (38.7−44.4)	54.3 (52.1−58.6)

*体重650kg，乳脂率3.7%として算出。　**乾物中ＴＤＮ含量58%，ＤＣＰ含量７%。　***乾物中ＴＤＮ含量80%，ＤＣＰ含量16%。
（　）内数値は最低値と最高値の範囲を示す。

り[14, 68, 87]，本研究でも同様の結果が得られている（試験Ⅰ－3，試験Ⅰ－5，試験Ⅱ－4，試験Ⅲ－4）が，濃厚飼料の給与量には限界のあることが指摘されている。すなわち，CLARK and DAVIS[24]は，良質粗飼料が乾物量で40～45%，濃厚飼料が55～60%のとき最もエネルギー摂取量が高く，飼料を摂取しなくなったり，乳脂率低下の危険性は濃厚飼料の比率が60%以上になった場合であるとし，KESLER and SPAHR[68]は，TDNの最高摂取量は濃厚飼料が全飼料乾物の50～60%を占めるとき達せられるとし，飼料の不摂取や代謝障害などの理由から，飼料中の濃厚飼料の割合を50～55%以上にする必要はないとしている。濃厚飼料多給による乳牛の健康への悪影響については，MILLER and O'DELL[80]によっても指摘されており，ここでは，濃厚飼料の給与限界を全飼料乾物の50%とし，サイレージの摂取量及び産乳可能量を推定した。

第52表に示すとおり，乾物中DCP含量が16%の濃厚飼料多給により，黄熟後期～成熟期とうもろこしサイレージの給与時においても，DCPからの産乳可能量はTDNを上回るものであり，濃厚飼料の給与量が増加するにしたがって，そのDCP含量を低減し得るものである。

更に，第50～52表をもとに，乾草2kg／日の併用時において，サイレージを多給した場合生産可能な1乳期（305日間）の乳量並びに濃厚飼料を最大，全飼料乾物の50%まで給与することとし，サイレージを多給した場合生産可能な1乳期（305日間）の乳量をそれぞれ推定し，第53表と第54表に示した。

第53表に示すように，サイレージの摂取量は，特に，チモシー主体サイレージにおいて同一生育期における差違は大きく，すでに述べたように，その最低値は高水分サイレージで，また，その最高値は低水分サイレージでそれぞれ得られる。チモシー主体サイレージにおいて，出穂始期サイレージの多給により，1乳期（305日間）4,500～5,900kgの乳生産が可能であるが，出穂期サイレージでは低水分化を図った場合，出穂始期サイレージの最低値に近似した乳生産が可能となるものの多くの産乳量は期待できず，出穂揃期サイレージに至っては出穂始期サイレージのほぼ半量以下の産乳量しか期待できない。一方，とうもろこしサイレージについては，第51表にも示したように，DCP摂取量が低く，これが制限要因となり，その多給による1乳期の乳生産量は極めて低く，また，熟期の進行により一層低下する。しかし，出穂始期サイレージとの併給により，特にDCP摂取量が向上し，その乳生産量は出穂始期サイレージとほぼ等しくなる。

また，第54表により，濃厚飼料の併給時についてみると，濃厚飼料の摂取量は給与するサイレージによってそれぞれ異なるが，全期平均で，全飼料中に占める濃厚飼料の割合は，乾物量で32～36%の範囲内にあり，この中で，最高の乳生産量は出穂始期及び出穂期チモシー主体サイレージにおいて得られ，これらは，いずれも低水分化を図った場合に得られる。しかし，この場合，出穂期における濃厚飼料の給与量は出穂始期に比して多く，また，高水分サイレージをも含めた最高値と最低値の範囲は出穂期において大きく，安定した高産乳量は出穂始期サイレージにおいて得られる。一方，黄熟期以降調製のとうもろこしサイレージは，出穂始期サイレージに近似した高乳量を生産し得るが，泌乳量が低下しサイレージによる養分充足率が高まるにつれて高DCP濃厚飼料の給与を必要とする。このことは，大豆粕[99]等の給与により解決し得るが，出穂始期サイレージを併給することにより，濃厚飼料の低DCP化とともに乳生産量の向上が可能となる。

本章では，これまで，粗飼料として乾草2kg／日の併用で，濃厚飼料の給与あるいは無給与の場合について搾乳牛が摂取し得るサイレージ量，すなわち，それぞれのサイレージの給与限界やその養分摂取量から生産可能な乳量等について示してきたが，搾乳牛は，特に高水分サイレージの多給時において乾草を欲するものであり，現実に，サイレージを主体とする搾乳牛の飼養上において一般に乾草は併給されている。また，乾草の給与は十分登熟したとうもろこしサイレージの多給時において，DCPの補給あるいは高濃厚飼料の併給

第53表　サイレージ多給と1乳期の産乳可能量*

生育期（又は熟期）	飼料乾物摂取量（kg／305日） 牧草サイレージ	とうもろこしサイレージ	乾草**	産乳可能量（kg／305日）
チモシー主体牧草サイレージ				
出穂始期	3,890 (3,630－4,250)		520	5,140 (4,530－5,960)
出穂期	3,440 (2,950－4,280)		520	3,060 (2,070－4,570)
出穂揃期	3,250 (2,870－3,680)		520	2,270 (1,550－3,060)
とうもろこしサイレージ				
未乳熟期－乳熟後期		3,310 (3,300－3,320)	520	3,620 (3,590－3,640)
黄熟初期－黄熟中期		3,680 (3,290－3,840)	520	3,110 (2,620－3,310)
黄熟後期－成熟期		3,650 (3,530－3,820)	520	2,430 (2,310－2,620)
チモシー主体牧草サイレージ＋とうもろこしサイレージ				
出穂始期＋黄熟初期－黄熟中期	2,590 (2,420－2,740)	1,280 (1,200－1,350)	520	5,010 (4,430－5,470)
出穂始期＋黄熟後期－成熟期	2,950 (2,760－3,120)	980 (920－1,040)	520	5,150 (4,580－5,660)

*体重650kg，乳脂率3.7%として算出。　**乾物中ＴＤＮ含量58%，ＤＣＰ含量７%。
（　）内数値は最低値と最高値の範囲を示す。

第54表　サイレージ及び濃厚飼料併用多給と1乳期の産乳可能量*

生育期（又は熟期）	飼料乾物摂取量（kg／305日） 牧草サイレージ	とうもろこしサイレージ	乾草**	濃厚飼料***	全粗飼料乾物摂取量／全飼料乾物摂取量（%）	濃厚飼料の乾物中DCP含量（%）	産乳可能量（kg／305日）
チモシー主体牧草サイレージ							
出穂始期	3,800 (3,510－4,080)		520	2,080 (1,950－2,210)	67 (67－68)	3－11	10,200 (9,200－11,190)
出穂期	3,250 (2,760－4,260)		520	1,990 (1,730－2,570)	65 (65－65)	2－12	7,730 (6,090－11,190)
出穂揃期	3,050 (2,610－3,430)		520	1,980 (1,690－2,180)	64 (64－65)	4－11	6,920 (5,360－ 8,120)
とうもろこしサイレージ							
未乳熟期－乳熟後期		3,290 (3,260－3,310)	520	1,770 (1,740－1,800)	68 (68－68)	11－15	8,010 (7,900－ 8,120)
黄熟初期－黄熟中期		3,670 (3,450－3,800)	520	2,000 (1,900－2,270)	68 (66－68)	13－48	9,370 (8,660－10,410)
黄熟後期－成熟期		3,780 (3,660－4,010)	520	2,100 (1,960－2,130)	68 (68－68)	14－47	9,840 (9,200－10,410)
チモシー主体牧草サイレージ＋とうもろこしサイレージ							
出穂始期＋黄熟初期－黄熟中期	2,490 (2,320－2,660)	1,220 (1,150－1,320)	520	2,130 (1,990－2,190)	67 (67－67)	10－12	9,840 (9,050－10,800)
出穂始期＋黄熟後期－成熟期	2,800 (2,640－3,070)	930 (890－1,020)	520	2,060 (2,030－2,080)	67 (66－67)	9－12	9,910 (9,370－10,800)

*体重650kg，乳脂率3.7%として算出。　**乾物中TDN含量58%，DCP含量7%。　***乾物中TDN含量80%，DCP含量16%。
（　）内数値は最低値と最高値の範囲を示す。

時における粗繊維供給上の価値を有している。一方，牧草サイレージを単一粗飼料として給与しても繁殖及び生理障害は認められず，サイレージの通年給与は可能であり，特に低水分サイレージが効果的であるとする指摘がなされている[130]。また，サイレージの低水分化を図ることにより，乾草よりも摂取量は向上したとする研究結果も多く[107, 108, 124]，更に，とうもろこしサイレージに対する乾草の併給は低水分牧草サイレージにより代替し得ることが指摘されており[7]，搾乳牛に対する乾草の併給は，特に，低水分牧草サイレージにより代替は可能であると考えられる。

以上，チモシー主体牧草サイレージ及び早生種とうもろこしサイレージ多給による搾乳牛の飼養上において，生育期あるいは熟期によってサイレージの養分含量は変動し，また，これらの要因とともに調製時の水分含量によってもサイレージの摂取量や産乳量に差違が生ずるものであり，特に，出穂始期調製のチモシー主体予乾サイレージは，サイレージ多給上において極めて高い産乳価値を有することを示した。

チモシー主体サイレージについては，出穂始期以前，特に伸長期での調製は養分含量も高く，更にその産乳価値は高いと推測されるが，多くの一般草地において，１番草の出穂始期以前でのサイレージ調製は，収量上困難である。また，広大な草地を有する大型酪農において，同一生育期でのサイレージ調製も決して安易なことではないが，すでに，チモシーの品種間において，生育差が約２週間にも及ぶことが明らかにされており[103]，これらの品種について適正な草地配分を行うことにより，多くの草地について出穂始期でのサイレージ調製の実施は可能であると考えられる。

一方，とうもろこしサイレージについては，その乾物収量から考え，黄熟期以前での調製は推奨されるべきものではなく，また，過熟期での調製はTDNやDCP収量のみならず，その含量や乳牛による摂取量の低下することが指摘されており[90]，サイレージ調製は成熟期が限界であると考えられる。

以上，これまで示した結果について総合的に考察すると，チモシー主体牧草サイレージ及びとうもろこしサイレージ多給による搾乳牛の飼養上において，高乳量を安定的に生産し得る条件は，チモシー主体牧草サイレージについては，１番草の出穂始期での予乾法による調製である。また，とうもろこしサイレージについては，黄熟後期～成熟期での調製であり，特に，とうもろこしサイレージについては，出穂始期調製のチモシー主体サイレージと併給することである。そして，これらのサイレージを多給することにより，濃厚飼料無給与でも，１乳期（305日間）5,000kgを上回る乳生産が可能であり，また，濃厚飼料乾物約2.000kgの補給により，１乳期（305日間）約10.000kgの乳生産が可能である。

要　　約

本研究は，特に，北海道における主要草種であるチモシーを主とする牧草サイレージ及びとうもろこしサイレージを高度に利用し，高乳量を生産する搾乳牛の飼養技術の確立に資する目的で実施したものである。その成果を要約すると以下のとおりである。

1. チモシー主体草地に窒素を多肥することにより，乾物，DCP並びにTDN収量が著しく増加し，また，サイレージのDCP含量が有意に増加した。サイレージの品質は，早刈時の窒素多肥により低下する傾向が認められたが，搾乳牛による乾物及びTDN摂取量には，窒素多肥による影響は認められなかった。一方，DCP摂取量は，窒素多肥により有意に増加したが，乳量には，特に影響は認められなかった。
2. ２番草サイレージは，１番草早刈サイレージに比して養分含量並びに搾乳牛による乾物及び養分摂取量が低く，その多給により高乳量を生産することは困難であると推定された。
3. 出穂揃期刈取りのチモシー主体牧草サイレージは，養分含量並びに養分摂取量が低く，それを主体とする粗飼料構成では高泌乳時に多くの濃厚飼料を必要とすることが明らかにされた。一方，出穂始期刈取りのチモシー主体牧草サイレージは，養分含量並びに養分摂取量が高く，その多給により高乳量を生産し得ることが明らかとなり，更に，調製時に予乾処理を行うことにより乾物及び養分摂取量の向上することが示された。
4. 出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージの多給時において，濃厚飼料給与量の増加により，養分摂取量及び乳量が有意に増加した。また，濃厚飼料乾物摂取量が１kg／日増加することにより，サイレージ乾物摂取量が0.41kg／日減少することが示された。
5. 早生種及び晩生種とうもろこしを同一条件で栽培し，同時に収穫を行った場合，それぞれの熟期は黄熟初期と乳熟初期であったが，DCP収量では差がなく，TDN収量ではむしろ早生種の方が高く，また，サイレージのDCP，TDN含量は，いずれも早生種が高かった。搾乳牛によるTDN，DCP摂取量も早生種サイレージは晩生種より有意に高く，また，乳量においても高い傾向が認められた。更に，これらのとうもろこしサイレージと出穂始期刈取りのチモシー高水分サイレージと比較した場合，早生種は，DCP摂取量においてチモシーより有意に低いが，TDN摂取量及び乳量においてほぼ近似した値を示し，一方，晩生種はチモシーに比して養分摂取量，乳量ともに劣った。
6. 黄熟後期収穫のとうもろこしは，乳熟後期収穫のとうもろこしに比してDCP収量は低いが，乾物及びTDN収量は高く，また，サイレージとしての乾物及びTDN摂取量は有意に高かった。一方，DCP摂取量では，乳熟後期の方が黄熟後期に比して有意に高かった。これらのとうもろこしサイレージは，出穂期及び開花後期刈取りのチモシー主体高水分サイレージに比して乾物及びTDN摂取量が有意に高く，乳量も高い傾向を示した。
7. 黄熟中期及び成熟期にとうもろこしを収穫した場合，成熟期ではDCP収量において若干低いが，乾物及びTDN収量では約10％の増収であった。また，搾乳牛によるサイレージ乾物及びTDN摂取量は成熟期の方が高い傾向であったが，DCP摂取量では若干低く，乳量では顕著な差違な認められなかった。
8. 成熟期収穫のとうもろこしサイレージの多給時において，ビートパルプ及び飼料用ビートを併給しても，養分摂取量及び乳量に有意な増加は認められなかった。
9. 黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージはT

DN摂取量が高く，高泌乳時におけるその充足率は高いが，DCPの充足率は低く，その多給時にはDCPの補給を必要をすることが示唆された。また，その多給時において，濃厚飼料給与量の増加により養分摂取量が有意に増加し，乳量も増加することが認められた。なお，濃厚飼料乾物摂取量1kg／日の増加によるサイレージ乾物摂取量の減少量は，0.47kg／日であった。

10. 黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージに対し，出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージを併給することにより，DCP摂取量が著しく増加し，また，TDN摂取量もやや増加する傾向が認められ，産乳上効果的であることが示唆された。

11. 出穂期刈取りのチモシー主体高水分サイレージに対し，黄熟中期収穫のとうもろこしサイレージを併給した場合，サイレージ乾物及びTDN摂取量，並びに乳量が有意に上昇した。一方，予乾処理により低水分化を図った出穂期刈取りのチモシー主体サイレージに対し，黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージを併給しても，養分摂取量の増加並びに乳量の向上効果は認められなかった。

12. 出穂揃期刈取りのチモシー主体高水分あるいは予乾サイレージに対し，未乳熟期収穫のとうもろこしサイレージを併給した場合，TDN及びDCP摂取量の増加する傾向がみられ，産乳上効果のあることが示唆された。

13. 出穂始期刈取りのチモシー主体予乾サイレージととうもろこしサイレージの併給時において，濃厚飼料給与量の増加により，養分摂取量は有意に増加し，乳量も同様に増加することが示された。

以上の成果を総合的に考察すると，チモシー主体牧草サイレージ多給による搾乳牛の飼養上において，高乳量を生産するためには，1番草の早刈利用が重要であり，その刈取りは，乾物あるいは栄養収量を勘案した場合，出穂始期に行うことを目標とし，予乾法によりサイレージ調製を行う必要がある。一方，とうもろこしサイレージ多給による搾乳牛の飼養上においては，乾物やTDN収量並びにこれらの摂取量の最も高い黄熟後期〜成熟期でサイレージ調製を行うことであり，更に，これら両サイレージの併用多給飼養上においては，出穂始期刈取りの1番草予乾サイレージと黄熟後期〜成熟期収穫のとうもろこしサイレージとの併給が，高乳量を生産するための重要条件である。

謝　　辞

本研究の取りまとめにあたり，北海道大学農学部教授朝日田康司博士に終始懇切なるご指導，ご助言をいただき，更に，本稿のご校閲を賜わった。また，北海道大学農学部教授上山英一博士並びに同助教授大久保正彦博士には本校のご校閲をいただき，ご懇篤なご助言をいただいた。更に，元北海道立根釧農業試験場長奥村純一博士には，とりまとめの機会と終始ご激励をいただいた。ここに深甚なる感謝の意を表する。

本研究は，昭和43年から昭和59年にわたり，北海道立新得畜産試験場並びに北海道立根釧農業試験場において行った研究成果をとりまとめたものである。この間，絶大なるご指導とご協力をいただいた元北海道立新得畜産試験場乳牛科長西埜進氏（現酪農学園大学教授），元同場飼養科長及川　寛氏，同渡辺　寛氏，元同科研究職員大橋尚夫氏（現北海道立中央農業試験場主査），同裏悦次氏（現同場肉牛科長），同岡本全弘博士（現北海道立滝川畜産試験場畜産資源開発科長），元北海道立根釧農業試験場酪農科研究職員蒔田秀夫氏（現北海道立天北農業試験場主任研究員），同小倉紀美氏（現北海道立新得畜産試験場酪農科長），同中川忠昭氏，同黒沢弘道氏（現北海道立新得畜産試験場），同石田　亨氏（現北海道立天北農業試験場），同尾上貞雄氏（現北海道立新得畜産試験場），同松山秀和氏（現北海道立中央農業試験場），同高橋雅信氏，同五ノ井幸男氏（現十勝支庁），同原田竹雄博士（現北海道立中央農業試験場）ほか元同科員諸氏，また，試験牛の管理や飼料の調製に心からのご協力をいただいた元北海道立新得畜産試験場乳牛科長曽根章夫氏（現同場研究参事），元同場馬産科長福井孝作氏，元北海道立根釧農業試験場管理科長故五十嵐義任氏，同塚本　達氏（現同場酪農第二科長）並びに前記各科現場職員諸氏に，衷心より感謝の意を表する。

更に，本研究期間中に在任された元北海道立新得畜産試験場長の森田　修氏，坪松戒三博士，松村　宏氏，元北海道立根釧農業試験場長の平沢一志氏，松代平治氏（現石川県立農業短期大学教授）には研究の遂行に種々便宜を与えられ，ご助言をいただいた。ここに深く謝意を表する次第である。

引 用 文 献

1）阿部 亮・名久井 忠・櫛引英男・石栗敏機・岩崎 薫・早川政市・仲野博之．とうもろこしの品種・刈取時期と，とうもろこしサイレージの栄養価について．日草誌，21：291～299．1975．

2）朝日田康司．乳牛のタンパク栄養，英国の新飼養標準から．日畜道支部会報，23：15～19．1981．

3）Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis 9th ed. Washington D.C. 1970.

4）安宅一夫・楢崎 昇．高窒素施肥がサイレージの発酵品質と緬羊の利用性におよぼす影響．酪農大紀要，6：313～319．1976．

5）安宅一夫・楢崎 昇．イネ科牧草サイレージの発酵品質と栄養価におよぼす窒素施肥の影響．酪農大紀要，7：55～62．1977．

6）安宅一夫・楢崎 昇・野 英二．窒素施肥がサイレージの品質におよぼす影響．日草誌，27：100～105．1981．

7）坂東 健・出岡謙太郎．自給飼料栄養分の損耗防止技術ならびに利用率向上技術に関する試験成績．119～126．1978．

8）坂東 健・出岡謙太郎．とうもろこしサイレージの高度利用技術に関する試験成績．1～65．1981．

9）坂東 健・蔦野 保．いね科牧草サイレージの化学的品質と消化率に及ぼす窒素施肥水準と生育時期の影響．道農試集報，21：39～47．1970．

10）Barnett, A.J.G. Silage Fermentation. Butterworths Scientific Publication. London. 1954.

11）Baxter, H.D., M.J. Montgomery and J.R. Owen. Digestibility and feeding value of corn silage fed with boot stage wheat silage and alfalfa silage. J. Dairy Sci., 63：255～261．1980．

12）Belyea, R.L., C.E. Coppock and G.B. Lake. Effects of silage diets on health, reproduction and blood metabolites of dairy cattle. J. Dairy Sci., 58：1336～1346．1975．

13）Belyea, R.L., C.E. Coppock, W.G. Merrill and S.T. Slack. Effects of silage based diets on feed intake, milk production and body weight of dairy cows. J. Dairy Sci., 58：1328～1335．1975．

14）Brown, L.D., D. Hillman, C.A. Lassiter and C.F. Huffman. Grass silage vs. hay for lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 46：407～415．1963．

15）Brown, L.D., J.W. Thomas and R.S. Emery. Effect of feeding corn silage or hay as sole roughage to lactating dairy cows for two lactation. J. Dairy Sci., 49：742．1966．

16）Brown, L.D., R.S. Emery, J.W. Thomas and L.D. McGilliard. Effect of stage of lactation on milk production response to high-level grain feeding. J. Dairy Sci., 47：689～690．1964．

17）Bryant, H.T., J.T. Huber and R.E. Blaser. Comparison of corn silage harvested at the milk and medium hard dough stages of maturity for dry matter intake, digestibility and milk production of lactating cows. J. Dairy Sci.,48：838．1965．

18）Byers, J.H. Studies with low-moisture silage. J. Dairy Sci., 46：632．1963．

19）Byers, J.H. Comparison of feeding value

of alfalfa hay, silage and low-moisture silage. J. Dairy Sci., 48 : 206～208. 1965.

20) BYERS, J.H. and E.E. ORMISTON. Feeding value of mature corn silage. J. Dairy Sci., 47 : 707. 1964.

21) BYERS, J.H. K.A. KENDALL and E.E. ORMISTON. Feeding value of dwarf corn silage compared with corn and hybrid sorghum silages. J. Dairy Sci., 48 : 203～205. 1965.

22) CASTLE, M.E., A.D. DRYSDALE and J.N. WATSON. The effect of feeding dried sugar-beet pulp on the intake and producton of dairy cows. J. Dairy Res., 33 : 123～128. 1966.

23) CASTLE, M.E., A.D. DRYSDALE, R. WAITE and J.N. WATSON. The effect of the replacement of concentrates by roots on the intake and production of dairy cows. J. Dairy Res., 30 : 199～207. 1963.

24) CLARK, J.H. and C.L. DAVIS. Some aspects of feeding high producing dairy cows. J. Dairy Sci., 63 : 873～885. 1980.

25) CLIFTON, C.M., W.J. MILLER and N.W. CAMERON. Coastal bermudagrass hay and silage at two stage of maturity,fed with two concentrate levels to lactating cows. J. Dairy Sci., 46 : 959～964. 1963.

26) COPPOCK, C.E. Health and management practices for high production. Displaced abomasum in dairy cattle : Etiological factors. J. Dairy Sci., 57 : 926～933. 1974.

27) DONKER, J.D., G.C. MARTEN and W.F. WEDIN. Effect of concentrate level on milk production of cattle grazing high quality pasture. J. Dairy Sci., 51 : 67～73. 1968.

28) DUNCAN, D.B. Multiple range and multiple F tests. Biometrics, 11 : 1～42. 1955.

29) GOERING, H.K., R.W. HEMKEN, N.A. CLARK and J.H. VANDERSALL. Intake and digestibility of corn silage of different maturities, varieties and plant population. J. Animal Sci., 29 : 512～518. 1969.

30) GORDON, C.H., E.A. KANE, J.C. DERBYSHIRE, W.C. JACOBSON, C.G. MELIN and J.R. McCALMON. Nutrient losses, quality and feeding values of wilted and direct-cut orchardgrass stored in bunker and tower silos. J. Dairy Sci., 42 : 1703～1711. 1959.

31) GORDON, C.H., J.C. DERBYSHIRE, E.A. KANE, D.T. BLACK and J.R. McCALMONT. Consumption and feeding value of silages as affected by dry matter content. J. Dairy Sci., 43 : 866～867. 1960.

32) GORDON, C.H., J.C. DERBYSHIRE, H.G. WISEMAN, E.A. KANE and C.G. MELIN. Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage snd direct-cut silage. J. Dairy Sci., 44 : 1299～1311. 1961.

33) GORDON, C.H., J.C. DERBYSHIRE, H.G. WISEMAN and W.C. JACOBSON. Variations in initial composition of orchardgrass as related to silage composition and feeding value. J. Dairy Sci., 47 : 987～992. 1964.

34) GORDON, C.H., J.C. DERBYSHIRE and P.J. VAN SOEST. Normal and late harvesting of corn for silage. J. Dairy Sci., 51 : 1258～1263. 1968.

35) GORDON, C.H., J.C. DERBYSHIRE and W.C. JACOBSON. Some effects of harvest date and nitrogen fertilization on the chemical quality and feeding value of orchardgrass silage. J. Dairy Sci., 46 : 630～631. 1963.

36) GORDON, C.H., J.C. DERBYSHIRE, W.C. JACOBSON and H.G. WISEMAN. Feeding value of low-moisture alfalfa silage from conventional silos. J. Dairy Sci., 46 : 411～415. 1963.

37) GORDON, C.H., J.C. DERBYSHIRE, W.C.

JACOBSON and J.L. HUMPHREY. Effects of dry matter in low-moisture silage on preservation, acceptability and feeding value for dairy cows. J. Dairy Sci., 48 : 1062. 1965.

38) GRIEVE, D.G., J.B. STONE, G.K. MACLEOD and R.A. CURTIS. All silage forage programs for dairy cattle. Ⅱ. Performance through three lactations. J. Dairy Sci., 63 : 594～600. 1980.

39) GRIEVE, D.G., R.A. CURTIS, J.B. STONE and G.K. MACLEOD. All silage forage programs for dairy cattle. Ⅲ. Health, survival and reproduction. J. Dairy Sci., 63 : 601～607. 1980.

40) 針生程吉・田野良衛・伊藤　稔・亀岡暄一. 反芻家畜の蛋白質飼料代替物としての尿素プレミックスの検討. 畜試研報, 29 : 31～41. 1975.

41) HEMKEN, R.W., J.H. VANDERSALL and A.C. BROWN. Occurrence of goiter in calves from cows fed corn silage. J. Animal Sci., 24 : 886. 1965.

42) HEMKEN, R.W., N.A. CLARK, H.K. GOERING and J.H. VANDERSALL. Nutritive value of corn silage as influence by grain content. J. Dairy Sci., 54 : 383～389. 1971.

43) HILLMAN, D., C.A. LASSITER, C.F. HUFFMAN and C.W. DUNCAN. Effect of all-hay vs. all-silage rations on dry matter intake of lactating dairy cows, moisture and pH as factors affecting appetite. J. Dairy Sci., 41 : 720. 1958.

44) HOLTER, J.B., W.E. URBAN, JR., W.S. KENNETT and C.J. SNIFFEN. Corn silage with and without grass hay for lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 56 : 915～922. 1973.

45) 北海道・北海道乳牛検定協会. 昭和60年度乳用牛群総合改良推進事業資料. 12～13. 1985.

46) 北海道立根釧農業試験場. 昭和58年度北海道立根釧農業試験場年報. 53. 1984.

47) 北海道立滝川畜産試験場. 道央地域における主要牧草の生育季節・番草別の栄養価と自由採食量. 8～36. 1985.

48) HUBER, J.T., G.C. GRAF and R.W. ENGEL. Effect of maturity on nutritive value of corn silage for lactating cows. J. Dairy Sci., 48 : 1121～1123. 1965.

49) HUBER, J.T., J.W. THOMAS and R.S. EMERY. Response of lactating cows fed urea-treated corn silage harvested at varying stages of maturity. J. Dairy Sci., 51 : 1806～1810. 1968.

50) HUBER, J.T. and O.P. SANTANA. Ammonia treated corn silage for dairy cattle. J. Dairy Sci., 55 : 489～493. 1972.

51) HUBER, J.T. and R.A. SANDY. Response of dairy cows fed unlimited corn silage to three levels of urea and grain. J. Animal Sci., 24 : 887～888. 1965.

52) HUBER, J.T., R.A. SANDY, C.E. POLAN, H.T. BRYANT and R.E. BLASER. Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. J. Dairy Sci., 50 : 1241～1247. 1967.

53) HUBER, J.T., R.E. LICHTENWALNER, R.E. LEDEBUHR and C.M. HANSEN. Gaseous ammonia treatment of corn silage for dairy cows. J. Dairy Sci., 62 : 965～971. 1979.

54) HUBER, J.T. and R.L. BOMAN. Nutritional factors affecting the solids-not-fat content of milk. J. Dairy Sci., 49 : 816～821. 1966.

55) HUFFMAN, C.F. and C.W. DUNCAN. Comparison of silages made field corn (Ohio M15) and silage corn (Eureka) for milk production. J. Dairy Sci., 39 : 998～1005. 1956.

56) 石栗敏機. 粗飼料の飼料価値査定に関する研究. 第2報 同一採草地から収穫貯蔵した1,

2および3番刈混播牧草の飼料価値について. 新得畜試研報, 2：28〜38. 1971.

57) 石栗敏機. 同一採草地から調製した1，2および3番刈オーチャードグラスとオーチャードグラス主体混播牧乾草の飼料価値について. 日草誌, 18：252〜259. 1972.

58) 石栗敏機. 熟期別トウモロコシ「交4号」サイレージの飼料価値. 日草誌, 20：92〜98. 1974.

59) 石栗敏機. 刈取回数および間隔の違いが寒地型イネ科牧草のDCPとTDN含量および生産量におよぼす影響. 日草誌, 21：154〜158. 1975.

60) 石栗敏機. ペレニアルライグラスとオーチャードグラスのめん羊による自由採食量と飼料価値の比較. 日草誌, 26：430〜434. 1981.

61) 石栗敏機・匂坂昭吾. 空知地方におけるサイレージ用トウモロコシの飼料価値. 1.トウモロコシサイレージの栄養価推定法の再検討. 滝川畜試研報, 16：31〜34. 1979.

62) 和泉康史・黒沢弘道. 草地酪農地帯における乳組成の改善に関する試験成績. 18〜21. 1983.

63) 和泉康史・黒沢弘道・石田　亨・尾上貞雄・小倉紀美・蒔田秀夫. 窒素施肥量が牧草サイレージの飼料価値に及ぼす影響. 日畜会報, 53：313〜320. 1982.

64) 和泉康史・西埜　進・大橋尚夫・小林道臣. 窒素施肥と刈取時期が牧草サイレージの品質, 消化率および採食養分量に及ぼす影響. 北農, 38：46〜52. 1971.

65) 和泉康史・大橋尚夫・及川　寛. 窒素施用水準および刈取時期が乾草とサイレージの消化率および養分摂取量に及ぼす影響. 日畜会報, 43：603〜610. 1972.

66) 和泉康史・岡本全弘・大森昭治. 窒素施肥水準および予乾処理がサイレージの消化率および養分摂取量に及ぼす影響. 新得畜試研報, 4：1〜7. 1973.

67) JOHNSON, J.C, JR., F.E. KNOX and B.L. SOUTHWELL. Relative feeding value of coastal bermuda grass silage and corn silage for lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 44：974. 1961.

68) KESLER, E.M. and S.L. SPAHR. Effect of various levels of grain feeding. Physiological effects of high level concentrate feeding. J. Dairy Sci., 47：1122〜1128. 1964.

69) KING, W.A. and J.P. LAMASTER. Kuzu and fescue-ladino clover silages for dairy cows. J. Dairy Sci., 33：389. 1950.

70) 吉良賢二. 北限地帯におけるサイレージ用トウモロコシの生育および生産性に関する研究. 第1報 生育および収量に及ぼす播種期の影響. 日作紀, 50：481〜488. 1981.

71) 吉良賢二. 北限地帯におけるサイレージ用トウモロコシの生育および生産性に関する研究. 第2報 乾物生産特性と気象要因. 日作紀, 52：190〜199. 1983.

72) 櫛引英男・仲野博之・桑畠昭吉. サイレージ用トウモロコシ新品種「ワセホマレ」の育成について. 道農試集報, 41：91〜103. 1979.

73) 桑原邦介・渡辺　正・両木岱造・長沢太郎. 牛乳蛋白質迅速定量法としてのPro-Milk法とケルダール法との比較. 農化, 39：239〜241. 1965.

74) LARSON, B.L. Nongenetic factors affecting the production of nonfat milk solids by the bovine. J. Dairy Sci., 41：440〜444. 1958.

75) MARX, G.D. Harvesting and feeding of early- and late-cut corn silage to lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 52：935. 1969.

76) McCAFFREE, J.D. and W.G. MERRILL. Effects of feeding concentrates to maintain body weight of dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci., 51：561〜566. 1968.

77) McCULLOUGH, M.E. and O.E. SELL. The feeding value of excellent forage for milk production. J. Dairy Sci., 38：1023〜

1027. 1955.

78) McDowell, A.K.R. Fat testing of composite milk sample with the milko-tester. J. Dairy Res., 35 : 181～189. 1968.

79) Mcleod, D.S., R.J. Wilkins and W.F. Raymond. The voluntary intake by sheep and cattle of silages differing in free-acid content. J. Agric. Sci., 75 : 311～319. 1970.

80) Miller, W.J. and G.D. O'Dell. Nutritional problems of using maximum forage or maximum concentrates in dairy rations. J. Dairy Sci., 52 : 1144～1154. 1969.

81) Montgomery, M.J., B.J. Bearden, J.T. Miles and J.W. High. Comparison of alfalfa-orchardgrass and sorghum-sudangrass hybrid low-moisture silages with corn silage for lactating dairy cattle. J. Dairy Sci., 53 : 446～448. 1970.

82) Montgomery, M.J., H.A. Fribourg, J. R. Overton and W.M. Hopper. Effect of maturity of corn on silage quality and milk production. J. Dairy Sci., 57 : 698～702. 1974.

83) Montgomery, M.J., H.D. Baxter and B.J. Bearden. Corn silage supplementation for maximum intake and milk production. J. Dairy Sci., 59 : 1915～1922. 1976.

84) 森本 宏監修. 動物栄養試験法. 320. 養賢堂. 東京. 1971.

85) Murdoch, J.C. The effect of pre-wilting herbage on the composition of silage and its intake by cows. J. Br. Grassld Soc., 15 : 70～73. 1960.

86) Murdoch, J.C. and J.A.F. Rook. A comparison of hay and silage for milk production. J. Dairy Res., 30 : 391～397. 1963.

87) Murdock, F.R. and A.S. Hodgson. Effect of rate of hay and concentrate supplementation on milk production of cows fed high moisture grass silage. J. Dairy Sci., 45 : 684～685. 1962.

88) Murdock, F.R. and A.S. Hodgson. Effect of stage of maturity of grass silage and levels of concentrate fed on milk production. J. Dairy Sci., 47 : 690. 1964.

89) 仲野博之・国井輝男・櫛引英男. とうもろこし新品種「ヘイゲンワセ」の育成について. 道農試集報, 33 : 31～38. 1975.

90) 名久井 忠・岩崎 薫・早川政市. ホールクロップサイレージ用トウモロコシの収穫適期の検討. 日草誌, 26 : 412～417. 1981.

91) 名久井 忠・岩崎 薫・八幡林芳・阿部 亮. 粗飼料の品質査定に関する研究. 第2報 刈取時期及び刈取回次を異にして調製したオーチャードグラスの乾草とサイレージの栄養価について. 北海道農試研究報告, 110 ; 35～44. 1975.

92) 名久井 忠・櫛引英男・阿部 亮・岩崎 薫・早川政市・仲野博之. とうもろこし早生種「ヘイゲンワセ」「ホクユウ」のサイレージとしての飼料価値. 日草誌, 21 : 300～307. 1975.

93) 名久井 忠・櫛引英男・岩崎 薫・早川政市・桑畠昭吉. トウモロコシホールクロップサイレージの養分収量推定式の検討. 日草誌, 28 : 439～445. 1983.

94) 名久井 忠・櫛引英男・岩崎 薫・早川政市・桑畠昭吉・仲野博之. 冷害年（1980）におけるトウモロコシサイレージの飼料価値ならびに栄養収量. 日草誌, 28 : 217～224. 1982.

95) 西埜 進・和泉康史. 飼料用ビートが飼料摂取量, 乳量および第一胃内揮発性脂肪酸産生に及ぼす影響. 道農試集報, 21 : 32～38. 1970.

96) 西埜 進・和泉康史・小林道臣・大橋尚夫. ビートパルプ給与が第一胃内揮発性脂肪酸生成, 飼料摂取量および乳量におよぼす影響. 新得畜試研報, 2 : 5～10. 1971.

97) 農林省農林水産技術会議事務局編. 日本飼養標準 乳牛. 7～8. 中央畜産会. 東京. 1974.

98) 農林水産技術会議事務局編. 北海道における

圧縮成形乾草の調製・利用技術．農林統計協会．東京．1～36．1978.

99）農林水産省農林水産技術会議事務局編．日本標準飼料成分表．中央畜産会．東京．1980.

100）小倉紀美．イネ科主体2番草サイレージの化学組成と乳牛による摂取量との関係．道農試集報，45：53～58．1981.

101）小倉紀美・蔦野　保．2番草サイレージの飼料価値に関する研究．第1報　1番草早刈りサイレージと2番草サイレージの品質と飼料価値の比較．道農試集報，26：18～27．1973.

102）Olson, H.H., S.W. Hinners and R.C. Bernett. Ad libitum versus restricted concentrate feeding of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 49：110～113. 1966.

103）大原益博・山川政明・田辺安一．数種寒地型牧草の1番草の生育期に伴うin vitro乾物消化率，粗蛋白質含量および収量の推移．日草誌，29：161～168．1983.

104）Owen, F.G. Factors affecting nutritive value of corn and sorghum silage. J. Dairy Sci., 50：404～416. 1967.

105）Polan, C.E., J.T. Huber, R.A. Sandy, J.W. Hall, Jr. and C.N. Miller. Urea-treated corn silage as the only forage for lactating cows. J. Dairy Sci., 51：1445～1449. 1968.

106）Reid, J.T., P.W. Moe and H.F. Tyrrell. Energy and protein requirements of milk production. J. Dairy Sci., 49：215. 1966.

107）Roffler, R.E., R.P. Niedermeir and B.R. Baumgardt. Evaluation of alfalfa-brome forage stored as wilted silage, low-moisture silage, and hay. J. Dairy Sci., 46：632. 1963.

108）Roffler, R.E., R.P. Niedermeir and B.R. Baumgardt. Evaluation of alfalfa-brome forage stored as wilted silage, low-moisture silage, and hay. J. Dairy Sci., 50：1805～1813. 1967.

109）Rook, J.A. and C.C. Balch. The effect of intraruminal infusions of acetic, propionic and butyric acids on the yield and composition of the milk of the cow. Brit. J. Nutr., 15：361～369. 1961.

110）Snedecor, G.W. 統計的方法．18～83．岩波書店．東京．1963.

111）Stake, P.E., M.J. Owens, D.J. Schingoethe and H.H. Voelker. Comparative feeding value of high-sugar male sterile and regular dent corn silages. J. Dairy Sci., 56：1439～1444. 1973.

112）高野信雄．コーンサイレージの品質改善と評価法に関する研究．北海道農業試験場報告，70：1～74．1967.

113）高野信雄・鈴木慎二郎・山下良弘．乾草調製技術の改善に関する研究．第2報　乾草調製法が品質，消化率，採食栄養量および養分回収率に及ぼす影響．北農試彙報，97：63～71．1970.

114）Thomas, J.W., L.A. Moore, M. Okamoto and J.F. Sykes. A study of factors affecting rate of intake of heifers fed silage. J. Dairy Sci., 44：1471～1483. 1961.

115）Thomas, J.W., L.D. Brown and R.S. Emery. Corn silage compared to alfalfa hay for milking cows when fed various levels of grain. J. Dairy Sci., 53：342～350. 1970.

116）蔦野　保．北海道根室釧路地方産粗飼料の飼料価値とその評価法に関する研究．道農試報告，21：1～68．1974.

117）蔦野　保・坂東　健・蒔田秀夫・小倉紀美・吉田　悟・坪松戒三．刈取時期別草サイレージの化学的品質とその乳牛飼養効果比較試験．北農，35：25～32．1968.

118）戸澤英男．寒地におけるホールクロップ・サイレージ用トウモロコシの安定多収への栽培改善と品種改良に関する研究．道農試報告，

53 : 1～129. 1985.

119）坪松戒三. 牧草サイレージを主体とした乳牛飼養法確立に関する研究. 道農試報告, 17 : 1～184. 1969.

120）上山英一. 生乳成分の向上と乳牛飼養. 101～130. 全国乳質改善協会. 東京. 1980.

121） UEYAMA, E., K. TANAKA and Y. HIROSE. The effect of continuous infusion of volatile fatty acids into the rumen on the milk composition : Infusion of mixed fatty acids. Jpn. J. Zootech. Sci., 43 : 653～658. 1972.

122） VAN HORN, H.H., C.F. FOREMAN and J.E. RODRIGUEZ. Effect of high-urea supplementation on feed intake and milk production of dairy cows. J. Dairy Sci., 50 : 709～714. 1967.

123） VAN SOEST, P.J. Ruminant fat metabolism with particular reference to factors affecting low milk fat and feed efficiency. A review. J. Dairy Sci., 46 : 204～216. 1963.

124） VOELKER, H.H. and E. BARTLE. Feeding values of alfalfa haylage, silage, green-chop, pasture, and artificially dried hay. J. dairy Sci., 43 : 869～870. 1960.

125） WALDERN, D.E. Effects of supplemental hay on consumption of low and medium dry matter corn silage by high producing dairy cows. Can. J. Anim. Sci., 52 : 491～495. 1972.

126） WANGSNESS, P.T. and L.D. MULLER. Maximum forage for dairy cows : Review. J. Dairy Sci., 64 : 1～13. 1981.

127） WAUGH, R.K., H.S. POSTON, R.D. MOCHRIE, W.R. MURLEY and H.L. LUCAS. Additions of hay to corn silage to maximize feed intake and milk production. J. Dairy Sci., 38 : 688～692. 1955.

128） WISE, G.H., J.H. MITCHELL, J.R. LEMASTER and D.B. RODERICK. Urea-treated corn silage vs. untreated corn silage as a feed for lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 27 : 649. 1944.

129）八幡林芳・名久井 忠・岩崎 薫・浅野昭三. 十勝地方における「とうもろこし」サイレージの品質と乳牛の飼養効果－早生系一代雑種（F_1）とエローデント（Y）との比較－. 北農, 37 : 22～30. 1970.

130）八幡林芳・佐々木国利・名久井 忠. サイレージ主体による乳牛の飼養に関する研究. 第1報 7年間のサイレージ単用飼養試験. 北農試彙報, 98 : 47～58. 1971.

131）吉田 実. 飼料に関する実験計画法と成績のまとめ方. 28～82. 日本科学飼料協会. 東京. 1968.

Studies on the Feeding of a High Level of Silage for Lactating Dairy Cows

by

Yasushi IZUMI

Summary

These studies were conducted in order to establish a feeding technique for lactating dairy cows, producing a large quantity of milk, using high levels of grass silage based on timothy, which is the principal grass species in Hokkaido, and corn silage.

1. High-level Grass Silage Feeding for Lactating Dairy Cows

In order to stably produce a large quantity of milk through the use of high levels of grass silage, not only the nutrition yield of grass but also the difference between the feeding values of silages must be clarified.

With respect to predominantly timothy mixed forage, the nutrition yield due to the level of nitrogen fertilizer, the growth stage and the cut grass, and the differences between the feeding values of silages were comparatively investigated. Furthermore, a study was done on the effects of moisture content at the time of silage preparation and the quantity of concentrates supplied on nutrient intake and milk production.

It was found that when the level of nitrogen fertilizer applied to a predominantly timothy pasture was raised, nutrition yield was increased, and the DCP content of silage and its intake were significantly increased, facilitating the early harvesting utilization of the grass. Furthermore, it was clarified that the silage from the second grass cutting had low feeding values in comparison with that from the first grass cutting, and that even in first-cutting grass silage, not only nutrient content but also nutrient intake were lowered when the crop reached the full heading stage, high levels of concentrates being required during the high lactation period. Also, in grass silage harvested at the early heading stage, it was found that the nutrient content and intake were high, and that the nutrient intake and production quantity of milk were further increased by pre-wilting treatment at the time of silage preparation. It was also confirmed that, even when the animals were fed a high level of wilted grass silage harvested at the early heading stage, the nutrient intake and the production quantity of milk were increased by supplying higher levels of concentrates.

These results clarified that an important condition for producing a large quantity of milk through the feeding of high levels of grass silage based on timothy was to harvest the first-cutting grass at the early heading stage and to prepare the silage by pre-wilting treatment.

2. Feeding of High Levels of Corn Silage to Lactating Dairy Cows

In order to stably produce a large quantity of milk through the high-degree utilization of corn silage, the nutrition yield, nutrient content or nutrient intake of silage and the differences in milk production quantity must be sufficiently clarified. The nutrition yield of corn, the nutrient content of silage or its intake, and the production quantity of milk were investigated on the basis of the variety, the stage of maturity or by comparison with predominantly timothy grass silage. Furthermore, an investigation was conducted on the feeding value of a high level of corn silage in connection with combination feeding with highly nutritive roughage and the levels of concentrates.

The results clarified that there was a difference in nutrient content between varieties of corn, early-maturing corn having an especially high TDN content, and that not only the dry matter and TDN yield but also their intake increased with advancing maturity. Also, no significant increase in the production quantity of milk was obtained even if beet pulp or fodder beet was fed in combination with a high level of corn silage harvested at the ripe stage. It was shown that when a high level of corn silage harvested at the late yellow ripe stage was supplied, the sufficiency rate of TDN in the high lactation period was high whereas that of DCP was low, and it was necessary to replenish DCP when the levels of concentrates were especially low. Futhermore, it was confirmed that the intake of corn silage was reduced by an increase in the levels of concentrates, but that nutrient intake and the production quantity of milk were increased upon feeding a high level of corn silage. It was also shown that an important condition for producing a large quantity of milk was to prepare the silage during the period between the late yellow ripe stage and the ripe stage when feeding high levels of corn silage to lactating dairy cows.

3. Combination Feeding of High Levels of Grass Silage and Corn Silage to Lactating Dairy Cows

In the feeding of high levels of predominantly timothy grass silage, silage consisting of grass harvested at the early growth stage is high in both nutrient content and nutrient intake, and its milk production value is thus extremely high. However, TDN intake is especially lowered when the growth stage advances and thus the production of a large quantity of milk by cows receiving it is not expected. On the other hand, in the feeding of high levels of corn silage, sufficiently matured corn silage has drawbacks including a high TDN intake and an extremely low DCP intake.

An investigation was conducted not only on the effect of feeding a combination of both silages for mutually compensating the above-mentioned drawbacks in connection with growth stage, stage of maturity and moisture content, but also on the effect of the levels of concentrates at the time of combination feeding of high levels of both silages.

The results suggested that the combination feeding of wilted silage harvested at the early heading stage was especially effective in the combination feeding of predominantly timothy grass silage with corn silage from a milk production aspect, since DCP intake was markedly increased and TDN intake was also increased. Furthermore, in the combination feeding of corn

silage with predominantly timothy grass silage, it was judged that the combination feeding of corn silage with high-moisture grass silage harvested at the heading stage and grass silage harvested at the full heading stage was especially effective in increasing the TDN intake and raising the production quantity of milk. Accordingly, in the same manner as for the feeding of high levels of predominantly timothy grass silage or corn silage, it was clarified that the intake of silage was reduced, whereas both mutrient intake and milk quantity were increased by increased feeding of concentrates, even with the combination feeding of high levels of both types of silage.