緒　　言

1　本研究の背景と目的

酪農経営において，その安定化のための基本方策は生産費の低減を図り収益性を向上させることであり，そのためには，生産費の過半を占める飼料費の低減と遺伝的に高い泌乳能力を有する乳牛の飼養が重要条件である。

飼料費の低減は，低廉な高品質，高栄養粗飼料の確保と密接に関連し，また高能力牛の飼養は，一定量の乳生産に必要な頭数を減少させ，乳牛の維持に要する飼料量を減少させる。すなわち，高能力牛の飼養は飼料生産のための耕地と畜舎，施設，機械等の効率化並びに管理労働力の軽減化を可能にする。

このような酪農経営の収益性とも関連し，近年，乳牛の個体能力は着実な向上を示しつつある。すなわち，北海道における昭和60年度乳用牛群総合改良推進事業の資料[45]によると，昭和50年度に8,000kg以上を泌乳した乳牛は検定牛中3.6％に過ぎなかったが，昭和59年度には21％に増加しており，今後，更にこの傾向は進展するものと推測されている[2]。

このような高能力牛は，特に泌乳初期において極めて多くの養分量を要求し，粗飼料の多い飼料構成では要求するエネルギー量を摂取することができず，その充足のためには多くの濃厚飼料を必要とすることが報告されている[76, 102]。しかし，一方において，濃厚飼料の多給は乳牛の健康上問題の多いことが指摘されており[26, 68, 80]，また飼料中に占める濃厚飼料の比率には一定の限界があり，それ以上の多給は，むしろエネルギー摂取量の減少に連なることが示されている[126]。更に，全飼料中に必要とする粗繊維の最低量についても指摘がなされている[24, 68]。

このように，濃厚飼料の給与量にも限界がある中で，粗飼料の品質，栄養価は搾乳牛の飼養上重要な意味を有している。すなわち，低質，低栄養粗飼料の給与は養分摂取量を低下させ，それを補うための濃厚飼料の給与量は増大する。一方，高品質，高栄養粗飼料の給与は養分摂取量を高め，高泌乳時においてもその充足率は高く，乳生産のための濃厚飼料の給与量は低減する。

搾乳牛に給与されている主要な粗飼料として，牧草ととうもろこしがある。牧草は，生草の状態で，あるいは乾草やサイレージとして利用されており，一方，とうもろこしは，そのほとんどがサイレージとして利用されている。

生草の利用法として，放牧あるいは刈取り給与法があるが，生草の放牧利用により，特に早春において極めて多くの乳量の得られることが示されている[27, 77]。しかし，放牧時には乳量は決して高くはないとする研究結果[62]や放牧草の養分含量には著しい変動がみられ，かなり養分含量の低いもののあることが指摘されている[60]。すなわち，放牧時には，生育期あるいは番草によって放牧草の養分含量に著しい変動がみられ，草地の管理法あるいは季節的な草量変動とも関連し，養分摂取量にかなりの変動が生じ，安定的に高養分量を供給することは極めて困難である。このことは生草の刈取り給与についても同様に言えることである。

一方，乾草については，サイレージと比較して摂取量や産乳量は高いとする報告も多いが，多くの地域において良質乾草の調製に必要な好天は得難く，自然法による安価な高品質乾草の安定的調製，確保は極めて困難な状況にある。すでに，その調製法によって乾草の養分含量に著しい変動の生ずることが明確に示されており[113]，また降雨あるいは高水分での梱包，貯蔵による品質，摂取量並びに産乳量の低下は広く経験されているところである。更に，長期間の降雨，曇天により刈取適期を逸し，著しく粗剛化した低質乾草の調製される場合も少なくない。一方，熱風利用により調製

された乾草類は品質も良く，摂取量や産乳量の高いことが明らかにされている[98]が，自然法に比べてその生産費は著しく高く，粗飼料主体酪農の主要粗飼料とはなり難い。すなわち，生草の場合と同様，搾乳牛の粗飼料としてすべてを乾草に依存することは極めて問題が多い。

このような状況から，その品質，栄養価の安定している牧草サイレージ及びとうもろこしサイレージが，今後の搾乳牛の粗飼料として重要性を持つものであり，これらを十分活用した高産乳のための搾乳牛の飼養技術が明らかにされなければならない。特に，とうもろこしについては，近年，栽培法並びに品質改良上において著しい進展がみられ，北海道の東部や北部の草地酪農地帯においてもその栽培面積は拡大の方向を示しつつある。

このような背景から，本研究は，北海道における安定草種としてのチモシーを主とする牧草サイレージ並びにとうもろこしサイレージについて，その産乳価値を明らかにし，これらを高度に利用した高乳量を生産するための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。

2　従来の研究

牧草サイレージの多給に関する研究

搾乳牛に対する牧草サイレージの多給については，刈取時期[25, 35, 88, 116, 117]，番草[101]，施肥量[35]水分含量[18, 19, 25, 30, 31, 32, 37, 46, 108, 114]あるいは乾草との比較[14, 18, 31, 36, 43, 86, 107, 108, 124]や併給[87]で検討がなされている。

刈取時期と摂取量及び産乳量との関係について，蔦野ら[117]は，オーチャードグラス及びチモシーを主体とする牧草サイレージについて検討を行い，早刈は摂取量や産乳量の高いことを示し，また，CLIFTONら[25]は，コスタル　バミューダグラスサイレージについて同様の結果を示している。一方，GORDONら[35]は，オーチャードグラスサイレージについて早刈は消化率は高いが，乾物摂取量は高くはなく，乳量も必ずしも高くはないことを指摘し，MURDOCK and HODGSON[88]は，早刈はTDN摂取量は高いが，乳量には差がないとしている。刈取時期と摂取量並びに産乳量との関係については，必ずしも明確でなく，特に，チモシーを主体とする牧草サイレージについては明確に示されていない。

番草による差違について，小倉・蔦野[101]は，オーチャードグラス及びチモシーを主体とする牧草サイレージについて2番草は早刈の1番草よりも飼料価値は劣り，また，2番草も生育日数が進行するにつれて飼料価値の低下することを示している。更に，番草と養分含量との関係については，石栗[56, 57, 59]や名久井ら[91]によって研究されているが，1番草サイレージと2番草サイレージとの産乳価値の差違について比較検討した報告は極めて乏しい。

施肥量，特に，窒素施肥量と牧草サイレージの品質や養分含量あるいは摂取量との関係について，多くの検討がなされている[4, 5, 6, 9, 33, 64, 65, 66]。しかし，牧草の多収を目的とした窒素施肥とサイレージの産乳価値との関係についてはほとんど明らかにされていない[35]。

サイレージの水分含量と摂取量や産乳量との関係についても多くの検討がなされている。その中で，サイレージの乾物含量と摂取量との間に密接な関係があり，乾物含量の高いものほど摂取量は高いとし[30, 32, 37, 85, 114]，同様に乳量も高いとする研究結果は多い[18, 25, 31, 108]。しかし，一方において，水分含量の低いサイレージは乾物摂取量は高いが，乳量には有意な相違はないとする結果[19, 116]や，養分含量や摂取量並びに乳量は，高水分に比して低水分サイレージの方が低い傾向にあることも指摘されている[46]。

牧草サイレージと乾草との比較についても多くの検討がなされている。すなわち，サイレージは乾草に比して摂取量や産乳量は低いとする結果[14, 18, 31, 43, 86]や両者間に差はないとする結果[36]，また，サイレージの方が乾草より，むしろ摂取量は高く[124]，乳量も同様に高いとする研究結果[107, 108]が示されている。サイレージの摂取量や産乳量は，その水分含量や調製条件とも関連するが，乾草に比して必ずしも低いとはされていない。牧草サイレージに対する乾草の併給効果について，MURDOCK

and HODGSON[87]は，ダイレクトカットサイレージの多給時において乾草の給与量の増加が，特に産乳量の増加に結びつかなかったことを示している。

牧草サイレージの多給と繁殖，生理との関係について，坪松[119]，八幡ら[130]の報告がある。坪松[119]は，牧草サイレージの多給は生理上支障はないとし，八幡ら[130]は，7年間にわたり牧草サイレージを単一粗飼料として給与した結果，繁殖及び生理的障害は認められず，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ことを指摘している。

とうもろこしサイレージの多給に関する研究

搾乳牛に対するとうもろこしサイレージの多給については，とうもろこしの品種[21, 29, 42, 55, 104, 111, 129]や熟期[15, 17, 20, 48, 49, 82, 115]，乾草[15, 115]や牧草サイレージ[67, 69, 80]との比較あるいは乾草との併給[12, 13, 38, 39, 41, 44, 125, 127]で検討がなされている。

品種による影響について，八幡ら[129]は，品種によって乾物摂取量や産乳量は異なることを示し，STAKEら[111]も，品種によって乳量は異なるとしている。また，OWEN[104]は，早生の高子実種は子実含量の少ない晩生種と比較して泌乳効果は等しいかあるいは少々優れているとし，HUFFMAN and DUNCAN[55]も，同様の結果を示している。一方，HEMKENら[42]は，品種によって子実含量は異なるが，消化率や泌乳量に差違はなかったとし，BYERSら[21]は，品種によって消化率は異なるが，乳量には有意な差違はないことを指摘している。とうもろこしの品種と産乳量との関係については，報告によってそれぞれ結果が異なり，明確な一致をみていない。他に，品種と養分含量との関係については，多くの研究がなされている[1, 61, 92, 93, 94, 112]。

熟期との関係について，HUBERら[48]は，熟期の進行とともに乾物摂取量及び乳量は上昇するとし，BRYANTら[17]も，同様の結果を示し，他に，熟期や乾物含量は，摂取量と密接な関係にあることが示されている[42, 104]。

一方，MONTGOMERYら[82]は，熟期によって乳量に有意差はないとし，BYERS and ORMISTON[20]も，乾物含量の高い場合において，熟期により乳量に有意差が生じないことを指摘している。また，熟期が進行し乾物含量が著しく上昇した場合，摂取量や乳量はむしろ減少することが示されており[49]，熟期と養分摂取量あるいは産乳量との関係については不明確な点も多い。他に，熟期と養分含量との関係については多くの研究がなされており，熟期によって消化率が異なるとする結果[20, 34, 58, 90]や有意な差違はないとする指摘もなされている[48]。

とうもろこしサイレージと牧草サイレージとの比較について，MONTGOMERYら[81]は，とうもろこしサイレージはアルファルファ主体の低水分サイレージに比較して摂取量や産乳量は有意に低かったことを示しているが，JOHNSONら[67]は，とうもろこしサイレージはコスタル　バミューダグラスサイレージに比して摂取量及び乳量は有意に高かったとしている。更にKING and LAMASTER[69]は，とうもろこしサイレージとフェスキュ-ラジノクローバ混播サイレージとの比較を行っているが，とうもろこしサイレージと牧草サイレージとの産乳価値の差違についての検討は極めて乏しく，特に，チモシーを主体とする牧草サイレージとの比較検討はなされていない。

とうもろこしサイレージと乾草との比較については，BROWNら[15]やTHOMASら[115]によって検討がなされている。BROWNら[15]は，泌乳牛に対しとうもろこしサイレージを単一粗飼料として給与しても，乳量や乳成分あるいは健康上問題のないことを指摘し，THOMASら[115]は，粗飼料としてとうもろこしサイレージのみでも，少なくとも3泌乳期の間正常な乳量を産出し，繁殖，健康上問題はなかったとしている。しかし，一方において，粗飼料としてとうもろこしサイレージのみでは健康上[12]あるいは繁殖上[41]問題があるとする指摘もなされている。

他に，とうもろこしサイレージと乾草の併給効果についても検討がなされており，また，とうもろこしに対する非蛋白態窒素化合物の添加効果についての研究もなされている[50, 51, 52, 53, 122, 128]。

牧草サイレージととうもろこしサイレージの併用多給に関する研究

牧草サイレージととうもろこしサイレージの併用多給について，BELYEAら[12, 13]は，とうもろこしサイレージにアルファルファ主体サイレージを併給しても摂取量や産乳量あるいは繁殖性に差違はないとし，BAXTERら[11]も，アルファルファサイレージの併給による乾物摂取量及び乳量の有意な上昇は得られなかったことを示している。一方，GRIEVEら[38]は，予乾牧草サイレージの併給により乾物摂取量は増加するとし，MONTGOMERYら[83]も，低水分アルファルファサイレージの併給により，乾物摂取量及び乳量は上昇することを指摘している。

とうもろこしサイレージと牧草サイレージとの併給効果については，まだ，一定の方向は得られておらず，また，これらの研究はアルファルファを主とする牧草サイレージとの併給について検討がなされており，チモシーを主とする牧草サイレージとの併給効果については明確に示されていない。

坂東・出岡[8]は，窒素施肥量及び刈取時期を異にするチモシー予乾サイレージととうもろこしサイレージの併給試験を行っているが，とうもろこしサイレージあるいは牧草サイレージ単独給与との差違については検討がなされていない。また，坂東・出岡[7]は，とうもろこしサイレージの多給時において，低水分牧草サイレージと乾草の併給試験を行い，両者間に養分摂取量及び乳量の差違は認められなかったことを示し，とうもろこしサイレージに対する併給粗飼料として乾草の替りに牧草サイレージを利用することができることを明らかにしている。

I　牧草サイレージ多給による搾乳牛の飼養

牧草には多くの品種があり，それぞれサイレージとして搾乳牛に給与され，乳生産のために利用されているが，いずれの牧草サイレージにおいても，その多給により高乳量を生産しようとする場合，原料となる牧草が多収であり，更にその栄養価が高く，かつ，乳牛による嗜好性が高いものでなければならない。

牧草の多収は，特にイネ科主体草において窒素施肥量と密接に関連し，また，サイレージの栄養価並びにその摂取量は，牧草の生育期あるいは番草と関連がある。

チモシーを主とする混播草は，サイレージの原料草として広く利用されているが，窒素施肥量とその産乳価値との関係など，チモシーを主とする牧草サイレージの多給と乳生産との関係については，まだ明確に示されていない。

本章では，チモシーを主体とする混播草と一部チモシーとともに北海道における主要草種であり，かつ，栄養価がチモシーと類似しているオーチャードグラスを主体とする混播草について，窒素施肥量や生育期あるいは番草や水分含量並びに濃厚飼料の給与量との関連で，サイレージの産乳価値を明らかにし，その多給による搾乳牛の飼養について検討する目的で試験を実施した。

試験Ｉ－１　窒素施肥量及び生育期とサイレージの産乳価値

目　　的

草地からの乳生産は，草地から生産される牧草の収量や養分含量並びにその品質と関連がある。窒素質肥料がイネ科牧草の収量を高めることは広く知られているが，窒素多肥牧草をサイレージとして利用する場合，品質あるいは嗜好上問題の多いことが指摘されている[5, 6, 9, 35, 65, 66]。しかし，窒素施肥量とサイレージの品質あるいは摂取量との関係については不明確な点が多く，また窒素施肥量がチモシー主体サイレージの産乳価値に及ぼす影響についても明らかにされていない。

本試験は，高位生産を目的とした窒素多肥が，栄養収量あるいはサイレージの品質，摂取量並びに産乳量にどのような影響を及ぼすかについて，生育期との関連で明らかにするため実施した。

試験方法

草地は，チモシーを主体とする火山灰質草地を使用した。窒素（N）の施肥水準は10ａ当り３kgと12kgの２水準とし，５月９日に全区に10ａ当りりん酸（P_2O_5）８kg，カリ（K_2O）９kgを窒素と同時に施肥した。窒素，りん酸，カリ肥料としては，それぞれ硫安，過りん酸石灰及び塩化カリを使用した。

サイレージの調製は，チモシー（ホクレン改良種）が穂孕期及び出穂揃期に達した時期に，いずれもフォーレージハーベスター（切断長約１㎝）により刈取り，それぞれ無予乾のままプラスチック製及びビニール製スタックサイロに詰込んで行った。

供試飼料の消化試験は，去勢羊３頭により予備試験期７日間，本試験期７日間の全糞採取法によって施行した。

搾乳牛についての飼養試験は，最高泌乳期を経過したホルスタイン種牛８頭を供試し，１期18日間（本試験期６日間）の４×４ラテン方格法により実施した。試験牛は，個々に給餌槽を備えたスタンチョン牛舎に繋養し，各サイレージは自由に摂取させ，他に，チモシー主体２番乾草及び濃厚飼料を，各牛にいずれも２kg／日給与した。運動は毎日午前10時30分頃から午後２時頃まで行い残飼の計量は毎日午前９時30分頃に行った。搾乳は１日２回，午前９時30分頃と午後７時頃に実施し，その都度乳量を記録した。また，乳試料は各期最

後に朝夕の搾乳時に連続4回採取し，混合乳について乳成分の分析を行った。体重は各期最後の2日間連続して測定した。

供試飼料及び糞の一般成分の分析は常法[3]により実施した。また，サイレージのpHはガラス電極pHメーターを用い，乳酸はBARKER and SUMMERSON法[10]により，アンモニア態窒素は減圧蒸留法[84]により，それぞれ測定を行い，揮発酸は水蒸気蒸留後ガスクロマトグラフィーによって求めた。牛乳中の脂肪はゲルベル法[3]蛋白質はケルダール法[3]によって測定し，無脂固形分はろ紙吸着乾燥法によって全固形分を求め，脂肪との差より求めた。

各処理間の差の有意性は分散分析[131]により決定し，処理平均値間の差はDUNCAN's multiple range test[28]により検定した。

供試した濃厚飼料の配合割合は，マイロ 39.6%，トウモロコシ 21.0%，グルテンフィード 10.7%，大豆粕 7.8%，糖蜜 6.0%，デンプン粕 3.5%，アルコール粕 3.5%，フスマ 2.7%，アマニ粕 2.5%，りん酸二石灰 2.0%，食塩 0.7%であった。

なお，以下に示す全試験において，一般成分の分析，サイレージの発酵品質についての測定並びにラテン方格法による飼養試験結果の統計分析は，本試験で用いた方法により行った。また，本試験と同一配合割合の濃厚飼料の消化率は，すべて本試験で求めた消化率を用いた。

試験結果

各刈取り時における植生割合，生育期及び収量は，第1表に示すとおりである。

草地における草種構成は，チモシー，ラジノクローバ及びアカクローバであったが，大部分（79～97%）がチモシーであった。窒素多肥により，生育期に関係なくチモシーは増加し，クローバ類は減少した。また，乾物収量は，窒素多肥により，いずれの生育期においても著しい増加を示し，各サイレージの消化試験により求めた数値から算出した栄養収量は，窒素多肥によりDCPで倍増し，TDNで約50%の増収であった。一方，生育期による栄養収量の差違については，DCPにおいて3kg区では出穂揃期に至って14%の増加となったが，12kg区では逆に5%の減少となった。TDNでは，それぞれ出穂揃期で12%，6%の増加に過ぎなかった。

各生育期における原料草の一般成分は，第2表に，また，サイレージ及び他の飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第3表に示すとおりである。

第1表　植生割合，生育期及び収量（試験Ⅰ－1）

刈取月日	窒素施肥量（10a当り）	植生割合（%）* チモシー	ラジノクローバ	アカクローバ	生育期**	収量（10a当り） 生草（t）	乾物（t）	DCP（kg）	TDN（kg）
6月27～28日	3kg	80	12	8	穂孕期	1.81	0.31	28	220
	12kg	96	2	2		2.64	0.46	60	341
7月18日	3kg	79	13	8	出穂揃期	1.96	0.45	32	247
	12kg	97	2	1		2.65	0.62	57	362

*原物中。　**チモシー。

第2表　サイレージ原料草の一般成分（試験Ⅰ－1）

	穂孕期		出穂揃期	
窒素施肥量(10ａ当り)	3 kg	12kg	3 kg	12kg
水分（%）	82.9	83.0	76.7	76.9
粗蛋白質（%）*	15.3	17.2	12.7	13.4
粗脂肪（%）*	4.1	3.9	2.5	2.6
NFE（%）*	46.5	44.2	46.6	45.8
粗繊維（%）*	26.6	27.8	30.8	30.7
粗灰分（%）*	7.5	6.9	7.4	7.5

*乾物中。

第3表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅰ－1）

	サイレージ				乾草	濃厚飼料
	穂孕期		出穂揃期			
窒素施肥量(10ａ当り)	3 kg	12kg	3 kg	12kg		
一般成分（%）						
水分	82.7	82.9	77.4	78.3	20.2	15.3
粗蛋白質*	15.3	18.1	13.3	14.0	13.3	16.0
粗脂肪*	8.1	7.8	5.1	5.8	2.6	3.8
NFE*	38.4	34.1	39.9	37.8	48.3	71.4
粗繊維*	30.0	32.1	33.8	34.1	28.0	4.0
粗灰分*	8.2	7.9	7.9	8.3	7.8	4.8
消化率（%）						
乾物	66.0^{A}	69.3^{A}	52.9^{B}	56.0^{B}	60.7	80.5
粗蛋白質	59.5^{C}	72.1^{A}	53.2^{D}	65.4^{B}	60.0	69.3
粗脂肪	82.7	82.4	72.2	77.4	52.9	86,6
NFE	63.5^{A}	60.6^{A}	49.6^{B}	47.5^{B}	66.2	87.6
粗繊維	74.4^{B}	80.3^{A}	58.2^{C}	61.8^{C}	59.9	47.2
DCP（%）*	9.1^{B}	13.1^{A}	7.1^{C}	9.2^{B}	8.0	11.1
TDN（%）*	70.9^{A}	74.1^{A}	54.9^{B}	58.4^{B}	59.8	82.9

各サイレージ間において，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。
*乾物中。

窒素多肥により，いずれの生育期においても原料草中の粗蛋白質含量は増加し，NFE含量は減少した。また，生育期の影響としては，特に粗蛋白質含量が出穂揃期に至って減少し，粗繊維含量は逆に増加した。

サイレージにおける窒素施肥量及び生育期による影響は，原料草の場合と同様であるが，原料草との成分的な相違は，サイレージにおける粗脂肪，粗蛋白質，粗繊維及び粗灰分含量の増加傾向とNFE含量の減少である。サイレージの粗脂肪含量の増加については，サイレージ発酵により生成された有機酸が粗脂肪として定量されるためであり，NFE含量の減少は発酵のため消費されたものと考えられる。また，他の成分の増加については，発酵による乾物の減少のための相対的な増加であると考えられる。

サイレージの消化率及び養分含量では，窒素多肥により，いずれの生育期においても粗蛋白質の消化率及びDCP含量が有意（P＜0.01）な上昇を

第4表　サイレージの発酵品質（試験Ｉ－１）

生育期	窒素施肥量（10ａ当り）	pH	総酸	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3\text{-}N}{TN}\times100$
			（原物中%）					
穂孕期	3kg	3.98	1.49	1.10	0.36	0.02	0.01	9.5
	12kg	4.33	1.40	0.43	0.73	0.22	0.02	14.4
出穂揃期	3kg	3.93	1.49	1.14	0.31	0.03	0.01	11.0
	12kg	3.81	1.42	1.10	0.30	0.01	0.01	11.0

示した。一方，TDN含量では，窒素多肥により，やや高まる傾向がみられたが，有意差は得られなかった。また，生育期の影響として，各成分の消化率は生育期の進行により低下し，粗脂肪を除く他の成分で有意差（P＜0.01）が認められた。更に，DCP及びTDN含量も窒素施肥量に関係なく出穂揃期に至って有意（P＜0.01）に減少した。

各サイレージの発酵品質は，第４表に示すとおりである。

窒素施肥量の影響をみると，穂孕期では高窒素が低窒素に比して乳酸含量が低く，pH，揮発酸及び全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合が高かったが，出穂揃期では窒素施肥量の影響は特に認められなかった。生育期の影響では，低窒素で大きな差違は認められなかったが，高窒素では出穂揃期に至って乳酸含量は増加し，揮発酸含量はいずれも減少を示した。すなわち，穂孕期高窒素以外はいずれも類似したpH，酸組成を示し，発酵品質は極めて良好であった。

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５表に示すとおりである。

窒素施肥量のサイレージ乾物摂取量に及ぼす影響をみると，出穂揃期でやや高窒素サイレージが低かったが，穂孕期では高窒素サイレージの発酵品質は良好でなかったものの両サイレージ間にはほとんど差はみられず，いずれの生育期においても窒素施肥量による有意な影響は認められなかった。各区同一に給与した乾草及び濃厚飼料は，いずれも全量が摂取され，これらも含めた全飼料からのTDN摂取量及びサイレージと乾草を合わせた全粗飼料からのTDN摂取量では，窒素施肥量による有意な影響は認められなかった。一方，全粗飼料及び全飼料からのDCP摂取量では，生育期に関係なく高窒素区は低窒素区に比べて有意（P＜0.05）に高かった。次に，生育期の摂取量に及ぼす影響をみると，窒素施肥量に関係なく出穂揃期では乾物，TDN及びDCPがいずれも減少を示し，サイレージ乾物では，高窒素区において出穂揃期は穂孕期に比し，またTDN及びDCPではいずれも出穂揃期が有意（P＜0.05）に低かった。日本飼養標準[97]の要求量に対する全TDNの摂取割合（日本標準比）では，穂孕期で両区とも標準を上回ったが，出穂揃期ではいずれも標準に達しなかった。一方，DCPでは，いずれの区も標準以上を摂取した。

乳量及びFCM量は，TDN摂取量にほぼ比例して増減する傾向を示し，各生育期において，特に窒素施肥量による有意な影響はみられなかった。しかし，出穂揃期に至っていずれも減少する傾向を示し，高窒素区で両生育期間に有意差（P＜0.05）が認められた。乳組成では，いずれにおいても窒素施肥量あるいは生育期による有意な影響は認められず，体重においても，各区間に著しい相違はみられなかった。

考　　察

イネ科主体草地に対する窒素施肥量の増加は，収量を高めるばかりでなく，粗蛋白質含量を高め，NFE含量を低下させることは多くの試験によって示されている[5, 9, 65, 66]が，本試験の場合，窒素

第5表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅰ－1）

	穂孕期		出穂揃期	
窒素施肥量（10a当り）	3kg区	12kg区	3kg区	12kg区
飼料乾物摂取量（kg／日）				
サイレージ	11.5^{A}	11.3^{A}	10.8^{AB}	9.5^{B}
乾草	1.6	1.6	1.6	1.6
全粗飼料／体重100kg	2.15^{A}	2.08^{AB}	2.01^{AB}	1.83^{B}
濃厚飼料	1.7	1.7	1.7	1.7
全飼料／体重100kg	2.43^{A}	2.36^{AB}	2.29^{AB}	2.11^{B}
TDN摂取量（kg／日）				
全粗飼料	9.5^{A}	9.4^{A}	6.9^{B}	6.5^{B}
全飼料	10.6^{A}	10.8^{A}	8.3^{B}	7.9^{B}
（同上日本標準比）（%）	(112)	(113)	(93)	(91)
DCP摂取量（kg／日）				
全粗飼料	1.18^{b}	1.61^{a}	0.90^{d}	1.00^{c}
全飼料	1.37^{b}	1.80^{a}	1.09^{d}	1.19^{c}
（同上日本標準比）（%）	(134)	(171)	(115)	(128)
乳生産量（kg／日）				
実乳量	14.9^{ab}	15.4^{a}	13.5^{bc}	12.9^{c}
FCM量	14.4^{a}	14.8^{a}	12.8^{ab}	12.4^{b}
乳組成（%）				
脂肪	3.78	3.71	3.64	3.69
無脂固形分	8.04	8.03	8.04	8.10
蛋白質	2.99	3.01	3.05	3.09
体重（kg）	609	619	617	606

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。

施肥量による粗蛋白質含量の差違は両生育期とも顕著ではなかった。このことについては，窒素多肥により，クローバ類の減少割合が16～18%に達したことも若干影響していると考えられる。

窒素多肥により，粗蛋白質の消化率が上昇し，結果的にDCP含量の著しい増加となったが，これは窒素多肥時にみられる特徴的傾向である。またTDN含量は，窒素多肥によりむしろ増加する傾向がみられ，このことは，窒素多肥が必ずしもTDN含量の低下とはならないことを示している。

サイレージの品質では，窒素多肥により特に穂孕期で低下する傾向が認められ，この結果は，GORDONら[33]や和泉ら[65]の結果と類似している。しかし，サイレージの乾物あるいはTDN摂取量では，窒素施肥量による有意な影響は認められず，窒素多肥が早刈サイレージの摂取量の低下とは必ずしも結びつかないことを示唆している。

乳量，乳組成では，いずれの生育期においても窒素施肥量による顕著な影響はみられなかったが，乳量は出穂揃期に至っていずれも低下する傾向が認められた。本試験の場合，各処理区間のDCP摂取量には著しい相違をみたものの，いずれも要求量を大きく上回っている。また，両生育期において，窒素施肥量の差違によりTDN摂取量に特に大差は生じなかったのに対し，出穂揃期ではTDN摂取量にかなりの低下がみられたこと，このようなことが，乳量において施肥量よりも生育期の影響が強く現れたものと考えられる。

以上のように，チモシー主体草地に対する窒素施肥量の増加は，DCP及びTDN収量を高めるものであり，また，早春10ａ当り12kg程度の窒素施肥を行い，養分含量の高い穂孕期において無予乾でサイレージ調製を行っても，乳牛によるサイレージ摂取量に特に影響はないと判断される。更に，チモシーを主体とするサイレージ多給による搾乳牛の飼養上において，窒素施肥量の持つ意味はDCP摂取量を高めることにあると言える。また，生育期については，本試験でみられるように，穂孕期から出穂揃期に至って乾物収量は増大するが，DCP及びTDN含量が著しく低下するため，DCP収量では必ずしも増収には至らず，TDNにおいてもその収量増はわずかであった。生育期が進行した場合，DCP及びTDN摂取量が減少し，産乳量の低下することから，チモシー主体サイレージの多給により高乳量を得ようとする場合には，その早刈利用が重要であり，窒素施肥量の増加は収量面からもその早刈利用を可能にするものと思考される。

試験Ⅰ－２　１番草と２番草サイレージの産乳価値

目　　的

牧草は，１番草の刈取り後，２番草，３番草あるいは多くの番草について利用されているが，特に北海道の東部地域においては１番草と２番草の採草利用が一般的である。

１番草と２番草の成分や栄養価の差違について検討した報告は多くみられるが，サイレージとしての産乳価値の差違について検討した報告は極めて乏しく[101]，その差違は明確でない。

本試験は，１番草と２番草サイレージの産乳価値の差違を明らかにするため，栄養価がチモシーと類似しているオーチャードグラスを主体とする混播草を用いて実施した。

試験方法

草地は，火山灰質のオーチャードグラス（キタミドリ）主体草地を使用した。５月８日に10ａ当りＮ６kg，P_2O_5 ８kg，K_2O ６kgを施用し，１番草の刈取り後，更にＮとK_2Oをそれぞれ４kg追肥した。

サイレージの調製は，１番草を６月６日（出穂始期）に，また，その再生草を７月25日（伸長期）に，それぞれモーアで刈り，ハーベスターで２～３cmに切断した後，無予乾のままビニール製スタックサイロに詰込んで行った。

供試飼料の消化試験は，去勢羊８頭を用い，予備試験期10日間，本試験期７日間の全糞採取法により実施した。

搾乳牛による飼養試験は，最高泌乳期を経過した12頭のホルスタイン種牛を用い，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。各サイレージは自由に摂取させ，他にオーチャードグラス主体１番乾草を各牛に２kg／日，濃厚飼料（市販品）をFCM量の１／６給与した。運動は毎日午前９時頃から午後２時頃まで実施し，この時に残飼を計量した。搾乳は１日２回，午前６時頃と午後４時頃に行い，その都度乳量を記録した。また，乳試料は各期最後に朝夕の搾乳時に連続４回採取し，混合乳について乳成分の分析を行った。体重は各期最後の２日間連続して測定した。

牛乳中の脂肪はMilko-tester法[78]により，蛋白質はPro-Milk法[73]により測定し，無脂固形分は試験Ⅰ－１と同様の方法により測定した。

試験結果

刈取り時における生育期及び収量は，第６表に示すとおりである。

草地における植生割合は，１番草，２番草においてラジノクローバが，それぞれ８，３％を占めていたほかは，すべてオーチャードグラスであった。乾物収量は２番草が高かったが，サイレージの消化率より算出したDCP及びTDN収量では，いずれも１番草が高かった。

供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第７表に示すとおりである。

２番草サイレージの粗蛋白質含量は乾物中約15％とかなり高かったが，１番草サイレージは約21

%と更に高く，そのDCP含量も2番草の9.8%に対し17%と著しく高いものであった。一方，TDN含量は2番草の約58%に対し1番草は76%であり，1番草のTDN含量は濃厚飼料に近似した値であった。

各サイレージの発酵品質は，第8表に示すとおりである。

pHは，1番草の4.1に対し2番草は4.6と高く，

第6表　生育期及び収量（試験Ⅰ－2）

	刈取月日	生育期*	収量（10a当り）			
			生草（t）	乾物（t）	DCP（kg）	TDN（kg）
1番草	6月6日	出穂始期	1.66	0.29	49	222
2番草	7月25日	伸長期	1.79	0.38	37	219

*オーチャードグラス。

第7表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅰ－2）

	1番草サイレージ	2番草サイレージ	乾草	濃厚飼料
一般成分（%）				
水分	82.5	77.9	11.3	12.0
粗蛋白質*	21.4	14.9	9.2	18.6
粗脂肪*	6.8	5.9	2.3	3.5
NFE*	37.7	37.6	48.8	62.2
粗繊維*	26.1	32.5	33.2	7.4
粗灰分*	8.0	9.1	6.5	8.3
消化率（%）				
乾物	75.0	58.2	55.0	81.1
粗蛋白質	79.3	65.6	56.8	80.9
粗脂肪	67.6	51.7	50.2	84.6
NFE	74.6	52.0	56.4	86.6
粗繊維	80.4	66.2	61.2	60.8
DCP（%）*	17.0	9.8	5.2	15.0
TDN（%）*	76.4	57.7	55.6	80.0

*乾物中。

第8表　サイレージの発酵品質（試験Ⅰ－2）

	pH	総酸	乳酸	酢酸（原物中%）	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times100$
1番草	4.08	2.92	1.52	0.92	0.31	0.17	8.4
2番草	4.61	2.04	0.82	0.68	0.07	0.47	12.7

第9表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅰ－2）

	1番草区	2番草区
飼料乾物摂取量（kg／日）		
サイレージ	13.7[a]	12.1[b]
乾草	1.8	1.8
全粗飼料／体重100kg	2.34[a]	2.07[b]
濃厚飼料	2.7	2.5
全飼料／体重100kg	2.75[a]	2.45[b]
ＴＤＮ摂取量（kg／日）		
全粗飼料	11.4[A]	8.0[B]
全飼料	13.6[A]	10.0[B]
（同上日本標準比）（％）	（123）	（101）
ＤＣＰ摂取量（kg／日）		
全粗飼料	2.41[A]	1.28[B]
全飼料	2.82[A]	1.66[B]
（同上日本標準比）（％）	（226）	（155）
乳生産量（kg／日）		
実乳量	19.4[a]	15.8[b]
ＦＣＭ量	18.6[a]	14.9[b]
乳組成（％）		
脂肪	3.70	3.60
無脂固形分	8.61	8.56
蛋白質	3.17	3.16
体重（kg）	662	670

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。

また酪酸含量及び全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合も2番草の方が高かった。一方，乳酸含量は，1番草の1.5％に対し2番草は0.8％であり，2番草の乳酸含量は低かったが，両サイレージとも特に低い品質のものではなかった。

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9表に示すとおりである。

サイレージ乾物摂取量では，1番草が有意（P＜0.05）に高く，また給与した乾草は全量摂取され，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1番草区が有意（P＜0.05）に高かった。更に，全粗飼料あるいは全飼料からのTDN摂取量並びにDCP摂取量においても，1番草区は2番草区に比して有意（P＜0.01）に高かった。

実乳量及びFCM量においても，1番草区は2番草区に比していずれも有意（P＜0.05）に高かったが，乳組成では，いずれにおいても有意な差違は認められなかった。体重においても，両区間に著しい違いはみられなかった。

考　　察

本試験で，1番草サイレージは，2番草サイレージに比してDCP，TDN含量が高く，また，乾物摂取量やTDN及びDCP摂取量が有意に高く，乳量においても明らかに1番草区が高い結果が得られた。

2番草は1番草に比して，特にTDN含量が低いとする結果は，石栗[56, 57, 59]や名久井ら[91]によって指摘されており，また，チモシー2番草のTDN，DCP含量は，生育日数によって異なり，1番草刈取り後の平均生育日数が27～63日間において，乾物中TDN含量は52.9～65.1％，DCP含量は5.1～7.0％の範囲内にあったとする結果も示されている[47]。更に，小倉・鳶野[101]は，2年間にわたり，オーチャードグラス及びチモシーを主とする牧草サイレージについて，2番草の刈取時期を変えて1番草の早刈と比較した結果，1番草サイレージの乾物中TDN含量は60.5～65.7％，DCP含量は9.0～10.1％の範囲内にあり，一方，2番草サイレージでは，乾物中TDN含量が45.0～60.3％，DCP含量は7.2～11.4％の範囲内にあったとしている。また，TDN摂取量では1番草，2番草早刈，2番草遅刈の順に高く，DCP摂取量は2番草早刈，1番草，2番草遅刈の順であり，FCM量は1番草，2番草早刈，2番草遅刈の順に高い傾向にあったとしている。

これらの結果は，2番草のTDN含量は1番草の早刈に比して高いものではなく，刈取時期が遅れるにしたがってその含量は低下すること，また，搾乳牛による2番草サイレージの摂取量は高いものではなく，その多給により高乳量を生産し得ないことを示している。

試験Ⅰ－3　泌乳初期における出穂揃期サイレージに対する濃厚飼料の添加給与と産乳

目　的

試験Ⅰ－1において，出穂揃期に調製したチモシー主体牧草サイレージの養分含量は低く，また，乳牛による摂取量や産乳量の低いことを明らかにしたが，一般に，このようなサイレージを主とし，更に，これと類似した乾草やエネルギー含量の高いビートパルプを併給する粗飼料給与型態は多い。

本試験では，このような飼料給与が，泌乳初期，すなわち分娩から泌乳最高期に至る期間において，養分の充足あるいは産乳上にどのような影響を及ぼすかを，濃厚飼料給与量との関連で明らかにする。

試験方法

ホルスタイン種牛10頭を，分娩予定月日，年齢及び前産次の泌乳記録により2頭1組とし，濃厚飼料をFCM量の1／5給与する区（以下少給区とする）と1／3給与する区（以下多給区とする）に各組の1頭を無作為に割当てた。

試験は，各牛とも分娩後14日目より開始し，10週間にわたって継続した。各牛にチモシー主体草を出穂揃期に刈取り，無予乾で調製したサイレージを自由に摂取させ，更に，出穂揃期に刈取ったチモシー主体1番乾草を体重100kg当り1kg／日とビートパルプを3kg／日給与した。濃厚飼料の給与量は前週の乳量を基礎とし，毎週補正した。分娩前は，各牛に体重100kg当り0.5kg／日の濃厚飼料と乾草を自由に摂取させた。また，分娩後最初の1週間は，各牛に濃厚飼料2kg／日，サイレージ，乾草を体重100kg当りそれぞれ0.6，2kg／日与え，2週目からは濃厚飼料を5kg／日，サイレージを体重100kg当り4kg／日に増量し，更にビートパルプ3kg／日を水に十分浸漬してから給与した。

体重の測定は2週間毎に2日連続して行い，乳試料は2週間毎に連続4回，朝夕の搾乳時に採取した。乳成分の分析及び試験牛の管理は，試験Ⅰ－2と同様に行った。また，統計分析はSNEDECORの方法[110]によった。

なお，供試飼料の一般成分並びに日本標準飼料成分表[99]により算出した養分含量は，第10表に示すとおりである。また，濃厚飼料の配合割合は，大麦25.0%，黄色トウモロコシ20.0%，フスマ20.0%，アマニ粕10.0%，大豆粕10.0%，脱脂米ヌカ6.0%，ビートパルプ5.0%，食塩2.0%，炭酸カルシウム1.0%，第二りん酸カルシウム0.6%，プロピオン酸ソーダ0.2%，ビタミンA・Dミックス0.1%，ミネラルミックス0.1%であった。

第10表　供試飼料の一般成分及び養分含量（試験Ⅰ－3）

	サイレージ	乾　草	ビートパルプ	濃厚飼料
一般成分（%）				
水　分	76.4	11.2	12.5	12.8
粗蛋白質*	10.4	10.5	10.5	19.8
粗脂肪*	4.5	3.3	1.2	3.4
NFE*	39.5	46.0	60.4	62.2
粗繊維*	37.8	33.3	24.0	6.3
粗灰分*	7.8	6.9	3.9	8.3
DCP（%）*	5.7	6.1	5.3	16.6
TDN（%）*	60.9	60.9	76.5	77.3

*乾物中。

試験結果

試験期間中における全粗飼料と濃厚飼料乾物摂取量の推移は第1図に，TDN摂取量と日本飼養標準[97]による要求量の推移は第2図に，DCP摂取量と要求量の推移は第3図に，実乳量の推移は第4図に，体重の推移は第5図に，また，全試験期の平均値は第11表に，それぞれ示すとおりである。

全粗飼料からの乾物摂取量は，少給区が全試験期間にわたって多給区より高く推移した。ビートパルプは給与量の全量が摂取されたが，乾草は各区とも，給与量の全量は摂取されず，若干多給区の方が多く摂取された。一方，サイレージの摂取量は少給区の方が有意（P<0.01）に高く，これが両区間の全粗飼料摂取量の差となっている。しかし，濃厚飼料をも含めた体重当りの全乾物摂取量では，多給区が有意（P<0.01）に高くなっている。TDN摂取量では，多給区が泌乳開始後5週目まで要求量を摂取できず，6週以降に至って要求量を上回った。しかし，少給区では全期間にわたって摂取量は要求量に達しなかった。一方，DCP摂取量は，多給区が全期間にわたって摂取量が要求量を上回ったが，少給区では全期間にわたって摂取量は要求量に達しなかった。これを全試験期の平均値でみた場合，TDN，DCP摂取量は多給区が有意（P<0.01）に高く，要求量に対するTDN及びDCPの摂取割合も多給区がそれぞれ100，120%であったのに対し，少給区はそれぞれ92，97%であった。

実乳量は，多給区が少給区に比して全期間にわたって高く推移し，かつ，両区間の差は有意（P<0.05）であった。試験期間中における各区の実乳量の範囲は，多給区が27.1～29.7kg／日，少給区が23.4～24.2kg／日であった。

乳組成では，いずれの成分においても両区間に有意な差違は得られなかった。

各区の試験開始時における平均体重は，多給区602kg，少給区592kgであり，また試験終了時の体重は，それぞれ620，598kgであり，その増加量は多給区が18kg，少給区が6kgであったが，有意な差ではなかった。

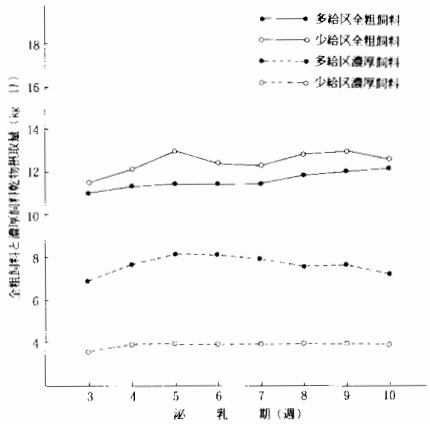
第11表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅰ－3）

	濃厚飼料	
	少給区	多給区
飼料乾物摂取量（kg／日）		
サイレージ	6.8[A]	5.4[B]
乾草	3.2	3.6
ビートパルプ	2.6	2.6
全粗飼料／体重100kg	2.12	1.90
濃厚飼料	4.0[B]	7.7[A]
全飼料／体重100kg	2.79[B]	3.16[A]
TDN摂取量（kg／日）		
全粗飼料	8.0	7.4
全飼料（C）	11.0[B]	13.4[A]
TDN要求量（kg／日）（D）	11.9	13.4
C／D（%）	92	100
DCP摂取量（kg／日）		
全粗飼料	0.73	0.67
全飼料（E）	1.38[B]	1.95[A]
DCP要求量（kg／日）（F）	1.42	1.62
E／F（%）	97	120
乳生産量（kg／日）		
実乳量	23.9[b]	28.4[a]
FCM量	22.5	26.7
乳組成（%）		
脂肪	3.61	3.57
無脂固形分	9.15	9.01
蛋白質	3.21	3.10
体重（kg）	595	614

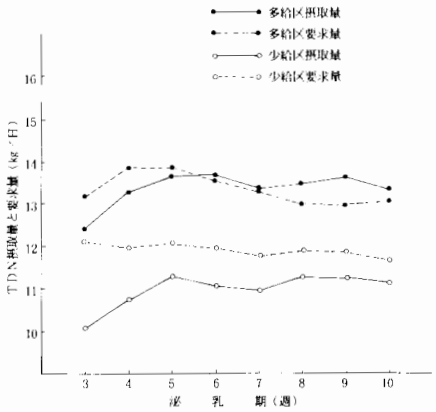
異なる肩文字によって示される数値間に有意差あり。大文字…P<0.01，小文字…P<0.05。

考察

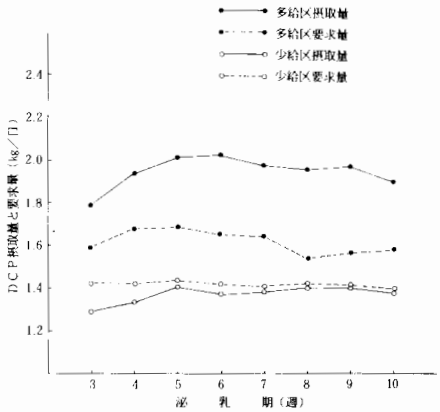
濃厚飼料の給与量の増加により，サイレージの摂取量は減少したが，全乾物摂取量は増加する傾向を示し，TDN及びDCP摂取量において，それぞれ有意な増加が認められた。この傾向は，BROWNら[16]やOLSONら[102]も同様に指摘しているところである。一方，TDN摂取量は，濃厚飼料をFCM量の1／3給与した区においても分娩後6週までは要求量に達しなかったが，泌乳開始後数週間



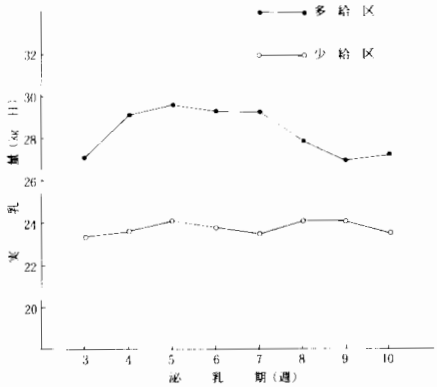
第１図　試験期間中における全粗飼料と濃厚飼料乾物摂取量の推移（試験Ⅰ－３）



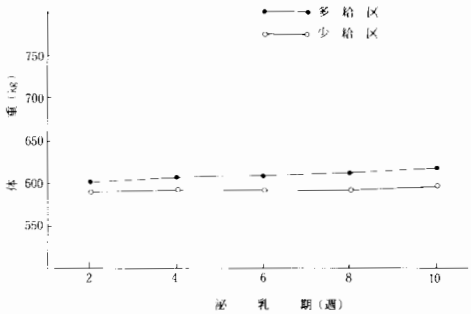
第２図　試験期間中におけるＴＤＮ摂取量と要求量の推移（試験Ⅰ－３）



第３図　試験期間中におけるＤＣＰ摂取量と要求量の推移（試験Ⅰ－３）



第４図　試験期間中における実乳量の推移（試験Ⅰ－３）



第５図　試験期間中における体重の推移（試験Ⅰ－３）

は要求するエネルギーを摂取できないとすることは，McCAFFREE and MERRILL[76]やREIDら[106]によっても認められている。しかし，本試験の場合，多給区における最高泌乳時の実乳量は約30kgであり，決して高乳量ではなく，この時期に要求するTDN量を充足し得なかったことについては，乳牛の生理的な面より，むしろ，サイレージあるいは乾草の乾物中TDN含量が約60％と高いものではなかったことが強く影響していると考えられる。また，両区間の乳量の差については，特に，TDN摂取量の差違によるものと考えられる。

これらの結果から，出穂揃期に刈取り，無予乾で調製したチモシー主体サイレージを主とし，更に，サイレージと類似した乾草を併用する粗飼料構成では，エネルギー含量の高いビートパルプとの併給でも，高泌乳時において，特にTDNの充足が困難であり，高乳量を維持するためには多くの濃厚飼料を必要とすることは明白である。

試験Ⅰ－4　泌乳初期における出穂始期サイレージ多給と産乳

目　　的

前試験（試験Ⅰ－3）において，出穂揃期に刈取り，無予乾で調製したチモシー主体サイレージを自由摂取とし，更に，乾草及びビートパルプを併給する粗飼料構成では，特に，TDN充足率が低く，高泌乳時には多くの濃厚飼料を必要とすることを示した。

本試験では，更に調製時期を早め，チモシー主体草を出穂始期に刈り，高水分及び予乾サイレージを調製し，その多給が，泌乳初期において，養分の充足並びに乳生産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

ホルスタイン種牛6頭を，試験Ⅰ－3同様に，高水分サイレージを自由摂取させる区（以下高水分区とする）と予乾サイレージを自由摂取させる区（以下予乾区とする）に3頭ずつ割当てた。

試験は，試験Ⅰ－3同様，各牛とも分娩後14日目より開始し，10週間にわたって継続した。供試したサイレージは，チモシー（ホクレン改良種）主体草を出穂始期に刈り，高水分サイレージは直ちに，また，予乾サイレージは約1日間の予乾後，いずれも同様のコンクリート製塔型サイロに詰込んで調製した。

各区の飼料給与は，各サイレージを自由摂取させたほか，チモシー主体の2番乾草2kg／日と濃厚飼料を乳量の1／5各牛に共通に給与した。分娩前は，各牛に濃厚飼料1kg／日と乾草2kg／日を給与し，それぞれ日本飼養標準[97]TDN要求量の100％になるように各サイレージを給与した。また，分娩後最初の1週間は濃厚飼料の給与量を2kg／日とし，2週目からは5kg／日に増量し，サイレージ及び乾草は試験期と同様に給与した。

供試飼料の消化試験，乳成分の分析並びに試験牛の管理は，試験Ⅰ－1と同様に，また，他の試験方法は試験Ⅰ－3と同様に行った。濃厚飼料は試験Ⅰ－1と同一配合割合のものを用いた。サイレージ原料草の植生割合は，チモシー42％，オーチャードグラス10％，ラジノクローバ38％，その他10％であった。

なお，供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量を第12表に，各サイレージの発酵品質を第13表に，それぞれ示した。

試験結果

試験期間中における全粗飼料と濃厚飼料乾物摂取量の推移は第6図に，TDN摂取量と日本飼養標準[97]による要求量の推移は第7図に，DCP摂取量と要求量の推移は第8図に，実乳量の推移は第9図に，体重の推移は第10図に，また，全試験期の平均値は第14表に，それぞれ示すとおりである。

本試験では，いずれにおいても両区間に有意差は得られなかったが，全粗飼料からの乾物摂取量は予乾区が全試験期にわたって高水分区より高く推移した。乾草は両区とも給与量の全量が摂取されなかったが，両区間にほとんど差はなく，全粗飼料摂取量の差はサイレージ摂取量の差である。また，濃厚飼料摂取量においても両区間に大差は

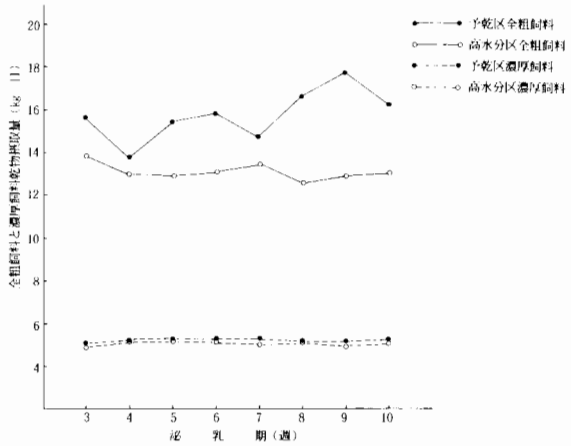
第12表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ｉ－４）

	高水分サイレージ	予乾サイレージ	乾草	濃厚飼料
一般成分（%）				
水分	80.1	63.2	18.6	12.4
粗蛋白質*	13.2	13.8	17.0	16.5
粗脂肪*	5.0	3.8	2.0	3.5
NFE*	42.9	41.9	42.2	72.2
粗繊維*	32.9	32.3	31.1	3.6
粗灰分*	6.0	8.2	7.7	4.2
消化率（%）				
乾物	73.1	73.6	53.0	80.5
粗蛋白質	65.0	63.3	50.1	69.3
粗脂肪	76.2	78.1	22.1	86.6
NFE	74.3	75.3	57.9	87.6
粗繊維	81.4	84.4	59.4	47.2
DCP（%）*	8.6	8.7	8.5	11.4
TDN（%）*	75.9	74.3	52.4	83.1

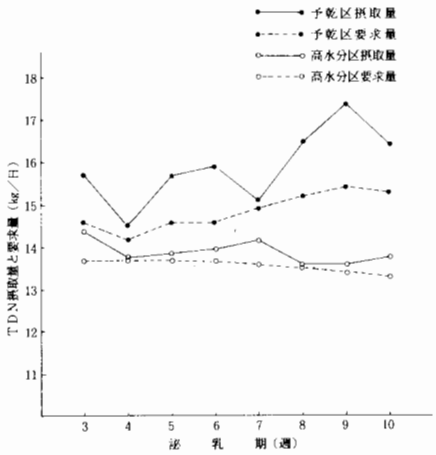
*乾物中。

第13表　サイレージの発酵品質（試験Ｉ－４）

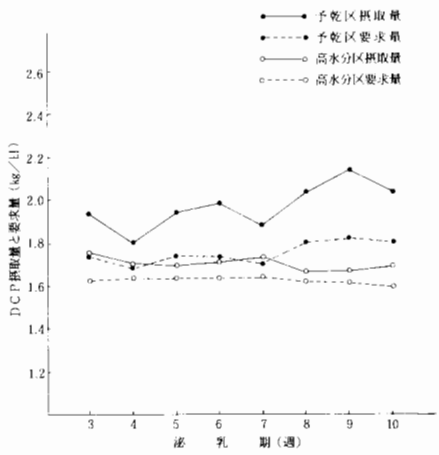
	pH	総酸	乳酸	酢酸（原物中%）	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times100$
高水分	4.27	1.70	1.01	0.50	0.12	0.07	7.6
予乾	4.83	1.43	0.77	0.12	0.02	0.52	8.8



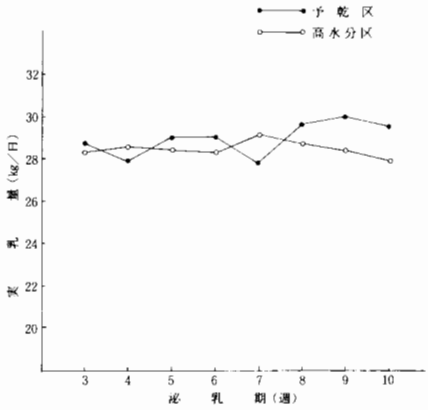
第６図　試験期間中における全粗飼料と濃厚飼料乾物摂取量の推移（試験Ｉ－４）



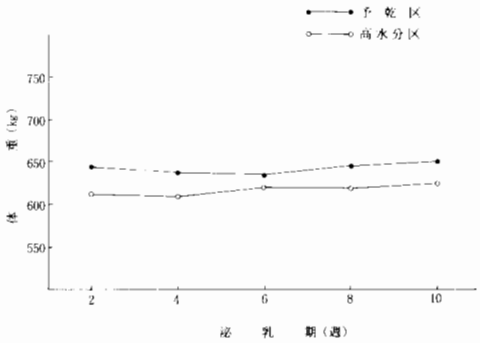
第7図　試験期間中におけるＴＤＮ摂取量と要求量の推移（試験Ｉ－４）



第8図　試験期間中におけるＤＣＰ摂取量と要求量の推移（試験Ｉ－４）



第9図　試験期間中における実乳量の推移（試験Ｉ－４）



第10図　試験期間中における体重の推移（試験Ｉ－４）

なく，体重当りの全乾物摂取量では予乾区が高い傾向を示した。TDN摂取量では，両区とも全試験期にわたって要求量を上回り，この傾向はDCP摂取量においても同様に認められた。また，乾物摂取量の場合と同様，TDN，DCP摂取量は予乾区が高い傾向を示した。

実乳量では，両区間に大きな違いはみられなかったが，脂肪率において予乾区の１頭がかなり高い数値を示したため，FCM量において予乾区が高い傾向となった。実乳量における各区の範囲は，高水分区28.0％～29.2kg／日，予乾区27.8～30.1kg／日であった。各区の試験開始時の平均体重は，高水分区610kg，予乾区642kg，試験終了時は，それぞれ，625，650kgであり，両区とも特に大きな増減はみられなかった。

考　　察

試験Ｉ－３では，濃厚飼料を乳量の１／５給与した場合，TDNばかりでなくDCPにおいても全試験期間要求量を充足できず，また，TDNでは，濃厚飼料を乳量の１／３給与した場合においても，分娩後６週を経過するまで要求量を充足し得なかった。しかし，本試験では，泌乳量において試験Ｉ－３の多給区に比していずれも低くはなかったが，両区とも，DCPのみならずTDNにおいても全試験期にわたって要求量を充足した。このことは，

第14表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅰ－4）

	高水分区	予乾区
飼料乾物摂取量（kg／日）		
サイレージ	11.9	14.7
乾草	1.2	1.1
全粗飼料／体重100kg	2.12	2.46
濃厚飼料	5.1	5.3
全飼料／体重100kg	2.95	3.29
ＴＤＮ摂取量（kg／日）		
全粗飼料	9.7	11.5
全飼料（A）	13.9	15.9
ＴＤＮ要求量（kg／日）（B）	13.6	14.7
A／B（%）	102	108
ＤＣＰ摂取量（kg／日）		
全粗飼料	1.13	1.37
全飼料（C）	1.71	1.98
ＤＣＰ要求量（kg／日）（D）	1.62	1.73
C／D（%）	106	114
乳生産量（kg／日）		
実乳量	28.5	29.0
ＦＣＭ量	26.9	29.9
乳組成（%）		
脂肪	3.55	4.20
無脂固形分	8.45	8.54
蛋白質	2.72	2.85
体重（kg）	617	641

給与したサイレージの乾物中TDN含量が74.3～75.9%と極めて高かったことによるもので，試験Ⅰ－3の少給区と本試験の高水分区の体重当り全粗飼料乾物摂取量は全く同一でありながら，全粗飼料からのTDN及びDCP摂取量は本試験の方が高く，全飼料からのTDN摂取量では試験Ⅰ－3の多給区とほとんど差はみられない。また試験Ⅰ－3の多給区と本試験の予乾区を比較した場合，体重は若干異なるが，全飼料からのTDN摂取量において本試験の予乾区が明らかに高く，DCP摂取量においても，むしろ高くなっている。

これらの結果は，出穂始期に調製したチモシー主体サイレージの養分含量はかなり高く，また，乳牛による嗜好性が高いため，DCPのみならずTDN摂取量が増大し，高泌乳時においても濃厚飼料の低減に役立つことを明瞭に示している。

また，本試験では，予乾サイレージは約1日間の予乾後に調製したものであるが無予乾のサイレージに比してDCP，TDN含量においてほとんど差違は認められなかった。更に，予乾サイレージは無予乾のものに比してDCP，TDN摂取量の高い傾向にあることから，予乾処理によるサイレージ調製は，その多給により高乳量を生産するための重要条件であると思考される。

試験Ⅰ－5　出穂始期サイレージ多給時における濃厚飼料の添加給与と産乳

目　的

試験Ⅰ－4において，出穂始期調製のチモシー主体予乾サイレージは，養分摂取量が高く，産乳上価値の高いことを明らかにした。

本試験では，このようなサイレージの多給時において，濃厚飼料の給与量の増加が，サイレージの摂取量や養分摂取量並びに乳生産にどのような影響を及ぼすかについて検討する。

試験方法

供試した牧草サイレージは，チモシー（ホクレン改良種）主体草を出穂始期に刈り，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ものである。

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，濃厚飼料の給与水準を乳量の1／6（以下少給区とする）と1／3（以下多給区とする）の2水準とし，サイレージを自由摂取させる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。

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Ⅰ－1と同様に行った。また，供試した濃厚飼料の配合割合も試験Ⅰ－1と同様のものである。サイレージ原料草の植生割合は，チモシー53%，ケンタッキーブルーグラス23%，

第15表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅰ－5）

	牧草サイレージ	濃厚飼料
一般成分（%）		
水分	56.0	12.4
粗蛋白質*	12.6	16.5
粗脂肪*	3.7	3.5
NFE*	42.4	72.2
粗繊維*	34.3	3.6
粗灰分*	7.0	4.2
消化率（%）		
乾物	67.5	80.5
粗蛋白質	60.3	69.3
粗脂肪	64.2	86.6
NFE	65.4	87.6
粗繊維	79.6	47.2
DCP（%）*	7.6	11.4
TDN（%）*	67.9	83.1

*乾物中。

オーチャードグラス9%，ラジノクローバ15%であった。

なお，供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量を第15表に，また，サイレージの発酵品質を第16表に，それぞれ示した。

試験結果と考察

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17表に示すとおりである。

サイレージ乾物摂取量は，濃厚飼料少給区が15.3kg／日，多給区が13.6kg／日と，その差は1.7kg／日であり，有意ではなかったが濃厚飼料給与量の増加により低下した。この傾向は体重100kg当りのサイレージ乾物摂取量においても同様にみられた。濃厚飼料乾物摂取量は，少給区3.2kg／日，多給区7.1kg／日であり，その差は3.9kg／日であった。その結果，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，濃厚飼料乾物摂取量1kg／日の増加に伴うサイレージ乾物摂取量の減少量は0.44kg／日であった。

第16表　サイレージの発酵品質（試験Ⅰ－5）

pH	総酸	乳酸	酢酸（原物中%）	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times100$
5.50	0.99	0.83	0.11	0.01	0.03	10.0

TDN摂取量では，当然，サイレージからの摂取量は少給区の方が高い傾向を示したが，全飼料からは多給区の方が有意（$P<0.05$）に高かった。この傾向はDCP摂取量においても同様にみられた。

実乳量及びFCM量においても，多給区が有意（$P<0.05$）な増加を示した。乳組成では，いずれにおいても両区間に有意な差違は認められなかった。また，体重においても両区間に著しい差違は認められなかった。

本試験で得られたこれらの結果は，試験Ⅰ－3の結果と同様の傾向である。このことは，予乾処理により低水分化を図った出穂始期刈取りのチモシー主体サイレージの多給時においても，濃厚飼料の給与量の増加により，サイレージの摂取量は減少するが，その減少量は濃厚飼料給与量の44%であり，結果的に全TDN，DCP摂取量は増加し，乳量の増加に結びつくことを示している。

小　括

牧草サイレージを高度に利用し，高乳量を安定的に生産するためには，原料草の栄養収量とともにサイレージの産乳価値の差違が明確に示されなければならない。

本章では，チモシー主体草と一部オーチャードグラス主体草について，窒素施肥量，生育期並びに番草による栄養収量やサイレージの産乳価値の差違を比較検討するとともに，サイレージ調製時

第17表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ｉ－５）

	濃厚飼料	
	少給区	多給区
飼料乾物摂取量（kg／日）		
サイレージ	15.3	13.6
サイレージ／体重100kg	2.29	2.01
濃厚飼料	3.2[B]	7.1[A]
全飼料／体重100kg	2.77	3.06
ＴＤＮ摂取量（kg／日）		
サイレージ	10.4	9.2
全飼料	13.1[b]	15.1[a]
（同上日本標準比）（％）	（112）	（121）
ＤＣＰ摂取量（kg／日）		
サイレージ	1.16	1.03
全飼料	1.52[b]	1.84[a]
（同上日本標準比）（％）	（116）	（126）
乳生産量（kg／日）		
実乳量	21.6[b]	24.4[a]
ＦＣＭ量	20.4[b]	22.7[a]
乳組成（％）		
脂肪	3.61	3.54
無脂固形分	8.29	8.33
蛋白質	3.01	3.14
体重（kg）	669	676

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。

の水分条件や濃厚飼料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を行った。

その結果，チモシー主体草地に対する窒素施肥量の増加は，栄養収量を高めるばかりでなく，サイレージのDCP含量及びその摂取量を有意に高め，牧草の早刈利用を可能とし，また，２番草サイレージは１番草サイレージに比してその産乳価値は低く，１番草サイレージにおいても，生育期が出穂揃期に至ると養分含量ばかりではなく養分摂取量が低下し，高泌乳時には多くの濃厚飼料を必要とすることが明らかにされた。更に，出穂始期サイレージは，養分含量ばかりでなくその摂取量が高く，調製時に予乾処理を行うことにより，養分摂取量及び産乳量が更に向上することが明らかにされるとともに，出穂始期予乾サイレージの多給時においても，濃厚飼料の給与量の増加により養分摂取量や産乳量の増加することが認められ，チモシーを主とする牧草サイレージ多給により高乳量を生産するためには，１番草の出穂始期での刈取りと予乾処理によるサイレージ調製が重要条件であることが明らかにされた。

Ⅱ　とうもろこしサイレージ多給による搾乳牛の飼養

近年，とうもろこしの栽培法[70, 71, 118]並びに品種改良[72, 89]上において著しい進展がみられ，北海道においてもその栽培地域は拡大の方向を示しつつある。

前章では，主として，チモシーを主体とする牧草サイレージについてその産乳価値を明らかにしたが，牧草サイレージととうもろこしサイレージのどちらを搾乳牛の粗飼料として選択するかについては，その地域の気象条件とも密接に関連し，特に，とうもろこしについてはその収量が安定し，牧草栽培に比して有利であることが重要条件である。また，その選択に当っては，牧草サイレージとの産乳価値の差違が十分把握される必要があるが，特に，チモシー主体牧草サイレージとの差違についてはほとんど明らかにされていない。更に，とうもろこしサイレージについては，品種あるいは熟期の面から養分摂取量や産乳量が明確にされなければならないが，この点については，必ずしも明確にされていない。

以上のことから，本章では，とうもろこしサイレージの産乳価値を，品種や熟期並びにチモシーを主体とする牧草サイレージとの比較で明らかにするとともに，他の高栄養粗飼料との併給並びに濃厚飼料給与量との関連で，産乳上におけるとうもろこしサイレージの多給価値について検討を加える目的で試験を行った。

試験Ⅱ－1　早生種と晩生種サイレージの産乳価値

目　　的

とうもろこしには多くの品種があり，それぞれ収量や熟度が異なる。早生種は収量が少ないが，冷涼な地域においてもかなり登熟する。一方，晩生種は収量が多い反面，十分登熟しない地域は多い。しかし，これらの品種間において，搾乳牛による摂取量や産乳量の差違については明確にされておらず，また，牧草サイレージとの差違について比較検討した報告も極めて乏しい。

本試験では，早生種と晩生種とうもろこしについて同一条件で栽培，収穫並びにサイレージ調製を行い，その産乳上の差違をみるとともに，これらが出穂始期刈取りのチモシーサイレージに比してどのような価値を有するかについて検討する。

試験方法

火山灰質のチモシー草地及び圃場を使用した。チモシー（北海道在来種）草地には，5月22日に10a当りN 6 kg，P_2O_5 8 kg，K_2O 6 kgを施肥した。一方，とうもろこしの圃場には，早生種として交4号及び晩生種としてジャイアンツを選定し，5月23日に栽植密度をいずれも10a当り約4,800本として播種した。基肥として10a当り堆肥2.5tとN10kg，$P_2O_5$15kg，K_2O10kgを施肥し，7月上旬にN 2 kgを追肥した。

各サイレージの調製は次のようにして実施した。すなわち，チモシーを出穂始期（6月24日）にフォーレージハーベスター（切断長約2～3 cm）により収穫し，無予乾のままビニール製のスタックサイロに詰込んだ。一方，両とうもろこしは同一日（9月14日）に収穫し，チモシーの場合と同様にしてサイレージ調製を行った。

供試飼料の消化試験は，去勢羊3頭を用い，予備試験期10日間，本試験期7日間の全糞採取法により施行した。

搾乳牛による飼養試験は，最高泌乳期を経過した9頭のホルスタイン種牛を用い，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。各サイレージは自由に摂取させ，他にチモシー主体1番乾草を2kg／日，濃厚飼料（市販品）を乳量の1／5給与した。

乳成分の分析並びに試験牛の管理は，試験Ⅰ－

2と同様に行った。

試験結果

収穫時における生育期（又は熟期）及び収量は，第18表に示すとおりである。

草地における草種は，チモシー以外ほとんどみられなかった。チモシーの生育期は出穂始期で，とうもろこしは早生種が黄熟初期，晩生種は乳熟初期であった。生草収量はチモシーに比して両とうもろこしが著しく高く，また，晩生種は早生種に比して約40％の増収であった。しかし，乾物収量における両品種間の差は小さく，早生種に対する晩生種の増収は約10％に過ぎなかった。

サイレージの消化試験により求めた数値から算出した栄養収量では，DCPにおいて両とうもろこし間に差はなく，両とうもろこしはチモシーに比して約50％の増収であった。一方，TDN収量では，早生種は晩生種に比して高く，また，チモシーに比しても2倍以上の収量であった。

なお，とうもろこしの全重量中に占める雌穂重の割合は，乾物量で，早生種，晩生種それぞれ43，10％であり，晩生種は極めて雌穂の乏しいものであった。

供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第19表に示すとおりである。

各サイレージの差違をみると，水分含量は，早生種の78％に対し晩生種は82％と高く，チモシーは両者のほぼ中間であった。粗蛋白質含量では，両とうもろこし間にほとんど差はなかったが，チモシーは両とうもろこしに比して約30〜40％高かった。NFE含量は早生種が最も高く，一方，粗繊維含量では晩生種及びチモシーの約34％に対し早生種は約22％と最も低かった。NFE及び粗繊維含量にみられる両とうもろこし間の差違については，熟期の相違が大きく影響していると考えられる。

乾物中のDCP含量はチモシーが高く，両とうもろこしはチモシーに比して著しく低かった。一方，TDN含量は早生種とチモシーが約70％であったが，晩生種は約61％に過ぎなかった。

各サイレージの発酵品質は，第20表に示すとおりである。

pHは，各サイレージ間において大差はなく，いずれも4.0以下であった。乳酸含量は早生種がやや高かったが，酢酸含量は各サイレージともほぼ等しく，プロピオン酸及び酪酸はチモシーにおいてわずかに認められただけで，両とうもろこしには検出されなかった。全窒素に対するアンモニア態窒素の比率は各サイレージとも高いものではなく，品質的にはいずれも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21表に示すとおりである。

サイレージ乾物摂取量は，早生種が最も高く，つづいてチモシー，晩生種の順であり，晩生種は他のサイレージに比して有意（P＜0.01）に低かった。また，乾草はいずれも給与量の全量が摂取され，これも含めた体重100kg当りの全粗飼料乾物摂取量でも晩生種区は他区に比して有意（P＜0.01）に低かった。この傾向はTDN摂取量においても同様に認められた。一方，DCP摂取量で

第18表　生育期（又は熟期）及び収量（試験Ⅱ－1）

	刈取月日	生育期（又は熟期）	収量（10a当り）			
			生草（t）	乾物（t）	DCP（kg）	TDN（kg）
チモシー	6月24日	出穂始期	2.20	0.44	42	310
早生種とうもろこし	9月14日	黄熟初期	4.76	1.00	62	698
晩生種とうもろこし	9月14日	乳熟初期	6.83	1.11	62	679

第19表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅱ－１）

	サイレージ			乾草	濃厚飼料
	チモシー	早生種とうもろこし	晩生種とうもろこし		
一般成分（%）					
水分	80.4	78.0	82.0	11.7	13.5
粗蛋白質*	13.4	10.3	9.7	8.7	18.9
粗脂肪*	5.0	3.1	2.5	1.9	3.7
NFE*	40.7	58.3	46.7	47.6	61.4
粗繊維*	33.6	21.9	34.0	35.0	7.6
粗灰分*	7.3	6.4	7.1	6.8	8.4
消化率（%）					
乾物	69.2	69.5	62.1	56.0	81.1
粗蛋白質	71.4	60.5	58.1	56.3	80.9
粗脂肪	69.7	76.1	67.3	45.0	84.0
NFE	67.0	76.0	62.8	57.1	86.6
粗繊維	76.4	63.6	66.0	63.2	60.8
DCP（%）*	9.6	6.2	5.6	4.9	15.3
TDN（%）*	70.4	69.8	61.2	56.1	80.1

*乾物中。

第20表　サイレージの発酵品質（試験Ⅱ－１）

	pH	総酸	乳酸	酢酸（原物中%）	プロピオン酸	酪酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times100$
チモシー	3.84	2.12	1.85	0.25	0.01	0.01	7.3
早生種とうもろこし	3.63	2.85	2.54	0.31	0	0	5.8
晩生種とうもろこし	3.67	2.12	1.91	0.21	0	0	5.0

は，チモシー区が最も高く，つづいて早生種区，晩生種区の順であり，各区間の差は極めて大きかった（P＜0.01）。また，各区のTDN摂取量における日本標準比は，チモシー区120%，早生種区122%，晩生種区100%であり，チモシー及び早生種区は約20%要求量を上回った。一方，DCP摂取量は，それぞれ154，119，105%であり，特にチモシー区は著しく要求量を上回った。

実乳量では，チモシー区と早生種区間でほとんど差はみられなかったが，晩生種区においてかなりの低下がみられた。この傾向はFCM量においても同様であった。乳組成では，脂肪，無脂固形分率において各区間に有意な違いは認められなかったが，蛋白質率では早生種区が他区に比して有意（P＜0.05）に高かった。

体重については晩生種区で若干の減少をみたが，各区間に有意な違いは認められなかった。

考　　察

早生種のとうもろこしサイレージは，出穂始期に調製したチモシーサイレージに比して乾物中のDCP含量はかなり低いもののTDN含量がほぼ等

第21表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅱ－1）

	チモシー区	早生種とうもろこし区	晩生種とうもろこし区
飼料乾物摂取量（kg／日）			
サイレージ	12.9[A]	13.7[A]	10.5[B]
乾草	1.8	1.8	1.8
全粗飼料／体重100kg	2.36[A]	2.49[A]	2.01[B]
濃厚飼料	3.2	3.3	3.1
全飼料／体重100kg	2.88[A]	3.02[A]	2.51[B]
ＴＤＮ摂取量（kg／日）			
全粗飼料	10.1[A]	10.5[A]	7.4[B]
全飼料	12.7[A]	13.2[A]	9.9[B]
（同上日本標準比）（％）	（120）	（122）	（100）
ＤＣＰ摂取量（kg／日）			
全粗飼料	1.33[A]	0.94[B]	0.67[C]
全飼料	1.83[A]	1.45[B]	1.15[C]
（同上日本標準比）（％）	（154）	（119）	（105）
乳生産量（kg／日）			
実乳量	18.9	19.1	16.6
ＦＣＭ量	17.8	18.3	15.7
乳組成（％）			
脂肪	3.63	3.76	3.65
無脂固形分	8.68	8.77	8.73
蛋白質	3.21[b]	3.42[a]	3.18[b]
体重（kg）	622	622	613

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。

しく，乾物摂取量あるいは産乳量においてチモシーサイレージより劣るものではなかったが，晩生種のとうもろこしサイレージはTDN含量が低く，乾物摂取量及び産乳量においても早生種やチモシーサイレージに比してかなり低いものであった。

とうもろこしの品種とTDN含量との関係について，名久井ら[93]は，早，中，晩生種13品種，計40点について調べた結果，乾物中のTDN含量は60.7～73.7％の範囲に分布したとしており，更に，6年間にわたって早，中，晩生種について調べた結果，乾物中のTDN含量は，それぞれ70.5，68.5，63.8％であったことを指摘している[94]。晩生種でも乾物中TDN含量が69～70％を有するものもあるとする報告もある[61]が，この結果は，品種によってTDN含量にかなりの差違のあることを明瞭に示している。

早生種に比して晩生種の乾物摂取量が極めて低い結果が得られたことについては，BRYANTら[17]やHEMKENら[42]は，熟期の進行とともにとうもろこしサイレージの乾物摂取量が増加することを示しており，晩生種の熟期が乳熟初期であったことがその摂取量低下の主な原因であると推察される。

以上のように，早生種は，晩生種に比して生草収量は著しく低かったが，DCP収量では差がなく，TDN収量では，むしろ高い傾向にあり，また乳牛による摂取量あるいは産乳量においても，TDN含量が70％程度の高水分チモシーサイレージに比して低いものではなかった。栄養収量については，とうもろこしの熟期や栽植密度とも関連し，熟期が更に進行した場合，特に晩生種におい

て乾物収量の増大することは明らかであるが，早生種においても，より密植を行うことにより栄養収量が増大することは明らかである。したがって，晩生種の十分登熟しない地域においては，登熟の早い早生系とうもろこしを選択栽培することが，栄養収量上あるいは産乳上極めて重要であると思考される。

試験Ⅱ－2　熟期とサイレージの産乳価値

試験Ⅱ－2－(1)　乳熟後期と黄熟後期サイレージの比較

目　　的

試験Ⅱ－1において，黄熟初期収穫の早生種とうもろこしサイレージは，DCP摂取量は低いものの出穂始期刈取りの高水分チモシーサイレージに近似した産乳量を示すが，乳熟初期収穫の晩生種とうもろこしサイレージは，TDN含量が低いばかりでなく，摂取量や産乳量においてかなり低いことを示した。

とうもろこしサイレージの産乳価値を明確にするためには，更に，熟期間の比較検討が必要であり，また，牧草サイレージとの差違を明らかにするためには生育期を異にする牧草サイレージとの比較が必要である。

本試験では，早生種とうもろこしを乳熟後期と黄熟後期に収穫し，その産乳価値を出穂期及び開花後期刈取りのチモシー主体サイレージとの比較で検討する。

試験方法

草地は，火山灰質のチモシー（ホクレン改良種）主体草地を使用した。5月10日に10a当りN 4 kg，P_2O_5 8 kg，K_2O 9 kgを施肥した。また，とうもろこしの栽培も火山灰質の圃場で行った。供試品種は早生種（ワセホマレ）で，5月16日に栽植密度を10a当り約5,700本として播種した。基肥として堆肥を10a当り5t，N7.8 kg，P_2O_5 9.6kg，K_2O7.8kg，MgO 3 kgを施肥し，7月5日にN，P_2O_5，K_2O，NgOを，それぞれ3.9，4.8，3.9，1.5kg追肥した。

各サイレージの調製は，次のようにして実施した。すなわち，牧草は出穂期（7月3日）と開花後期（7月21日）に，それぞれフレール型フォーレージハーベスターにより刈取り，無予乾のままビニール製のスタックサイロに詰込んだ。一方，とうもろこしは，乳熟後期（8月22日）と黄熟後期（9月14日）にそれぞれコーンハーベスター（切断長0.9cm）により収穫し，牧草の場合と同様にしてサイレージ調製を行った。

搾乳牛についての飼養試験は，いずれも最高泌乳期を経過した8頭のホルスタイン種牛を供試し，1期21日（本試験期7日間）の4×4ラテン方格法により実施した。各サイレージは自由に摂取させ，他にチモシー主体2番乾草を各牛に2kg／日，濃厚飼料を乳量の1／5給与した。

供試飼料の消化試験及び試験牛の管理は，試験Ⅰ－1と同様に行った。また，供試した濃厚飼料の配合割合も試験Ⅰ－1と同一である。

試験結果

牧草及びとうもろこしの各収穫時における生育期（又は熟期）及び収量は，第22表に示すとおり

第22表　生育期（又は熟期）及び収量（試験Ⅱ－2－(1)）

	刈取月日	生育期*（又は熟期）	収量（10a当り） 生草（t）	乾物（t）	DCP（kg）	TDN（kg）
牧草	7月3日	出穂期	1.87	0.39	26	218
	7月21日	開花後期	1.72	0.47	31	249
とうもろこし	8月22日	乳熟後期	4.92	0.91	61	639
	9月14日	黄熟後期	4.43	1.16	52	796

*オーチャードグラス。

である。

草地における構成草種は，チモシーとラジノクローバで，チモシーの占める割合は出穂期で90%，開花後期で89%であり大部分がチモシーであった。乾物収量は，生育期（又は熟期）の進行によりいずれも増加した。また，サイレージの消化試験より求めた数値により算出したTDN収量も，乾物収量と同様の傾向を示し，黄熟後期の乳熟後期に対する増収割合は約25%，開花後期の出穂期に対する増収割合は約14%であった。一方，DCP収量では，とうもろこしの場合，乳熟後期が黄熟後期に比して約17%の増収であったが，牧草の場合，開花後期の方が約20%の増収であった。

なお，各収穫時におけるとうもろこしの全重量中に占める雌穂重の割合は，乾物量で，乳熟後期28%，黄熟後期53%であった。

供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第23表に示すとおりである。

各サイレージについて，その差違をみると，水分含量は，出穂期牧草が83.9%，乳熟後期とうもろこしが82.1%で，いずれも早刈が極めて高かったが，他はいずれも約75%程度であった。乾物中DCP含量は，黄熟後期とうもろこしが4.5%と極めて低いものであったが，他のサイレージ間には大差なく，いずれも6.5〜6.7%の範囲内にあった。一方，TDN含量は，牧草の52.9〜56.0%に対しとうもろこしは68.6〜70.2%を示し，とうもろこしは牧草に比して著しく高い含量であった。

各サイレージの発酵品質は，第24表に示すとおりである。

出穂期牧草サイレージはpH及び全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合が著しく高く，乳酸含量は極めて低かったが，開花後期では，pH及びアンモニア態窒素はかなり低下し，乳酸含量は増加した。一方，とうもろこしサイレージでは，あまり熟期の影響はみられず，pHはいずれも3.6であり，乳酸含量も牧草サイレージに比して高く，プロピオン酸及び酪酸は全く検出されなかった。また，全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合も低く，いずれも6.9〜8.7%の範囲内にあった。

第23表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅱ－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
	出穂期	開花後期	乳熟後期	黄熟後期		
一般成分（%）						
水分	83.9	75.3	82.1	75.1	17.7	15.0
粗蛋白質*	12.8	12.4	10.9	9.0	13.4	16.0
粗脂肪*	5.2	4.8	4.8	5.0	2.8	3.6
NFE*	36.8	39.4	49.7	60.6	46.7	71.9
粗繊維*	37.5	35.4	28.2	19.8	29.1	3.9
粗灰分*	7.7	8.0	6.4	5.6	8.0	4.6
消化率（%）						
乾物	54.2	51.6	67.5	66.3	57.8	80.5
粗蛋白質	52.0	52.1	61.3	50.1	60,2	69.3
粗脂肪	65.2	71.6	83.7	83.1	54.0	86.6
NFE	44.3	44.5	69.0	72.7	64.7	87.6
粗繊維	67.7	59.9	71.5	53.6	57.0	47.2
DCP（%）*	6.7	6.5	6.7	4.5	8.1	11.1
TDN（%）*	56.0	52.9	70.2	68.6	58.3	82.9

*乾物中。

第24表　サイレージの発酵品質（試験Ⅱ－２－(1)）

	生育期（又は熟期）	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	出穂期	4.75	0.98	0.03	0.59	0.17	0.19	18.8
	開花後期	4.13	0.97	0.66	0.16	0.05	0.10	8.5
とうもろこし	乳熟後期	3.63	1.41	0.86	0.55	0	0	6.9
	黄熟後期	3.64	1.61	1.19	0.42	0	0	8.7

第25表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅱ－２－(1)）

	牧草		とうもろこし	
	出穂期区	開花後期区	乳熟後期区	黄熟後期区
飼料乾物摂取量（kg／日）				
サイレージ	9.8[c]	9.9[c]	11.6[b]	13.3[a]
乾草	1.6	1.6	1.6	1.6
全粗飼料／体重100kg	1.79[b]	1.79[b]	2.06[ab]	2.32[a]
濃厚飼料	3.6	3.6	3.7	3.7
全飼料／体重100kg	2.36[b]	2.34[b]	2.64[ab]	2.89[a]
ＴＤＮ摂取量（kg／日）				
全粗飼料	6.4[c]	6.1[c]	9.0[b]	10.0[a]
全飼料	9.4[c]	9.1[c]	12.1[b]	13.1[a]
（同上日本標準比）（%）	(84)	(84)	(104)	(110)
ＤＣＰ摂取量（kg／日）				
全粗飼料	0.79[B]	0.77[B]	0.91[A]	0.73[B]
全飼料	1.19[B]	1.17[B]	1.32[A]	1.14[B]
（同上日本標準比）（%）	(93)	(94)	(99)	(83)
乳生産量（kg／日）				
実乳量	20.8	19.9	21.2	21.6
ＦＣＭ量	19.3[bc]	18.0[c]	20.5[ab]	21.4[a]
乳組成（%）				
脂肪	3.52[bc]	3.36[c]	3.78[ab]	3.92[a]
無脂固形分	7.96[b]	8.13[ab]	8.31[a]	8.38[a]
蛋白質	2.67[c]	2.78[b]	2.88[a]	2.89[a]
体重（kg）	636	644	640	643

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。

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25表に示すとおりである。

サイレージ乾物摂取量は，黄熟後期とうもろこしが最も高く，つづいて乳熟後期とうもろこしであり，両牧草はかなり低く，両とうもろこし間並びに両とうもろこしと両牧草間に，それぞれ有意差（P＜0.05）が認められた。給与した乾草は全量摂取され，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，サイレージ乾物摂取量の場合と同様の傾向がみられたが，両とうもろこし間には有意差が得られなかった。TDN摂取量では，いずれも黄熟後期とうもろこし区が他の3区に比して，また，乳熟後期とうもろこし区は両牧草区に比して，それぞれ有意（P＜0.05）に高かった。しかし，両牧草区間には大きな差違はみられなかった。一方，DCP摂取量では，乳熟後期とうもろこし区が最も高く，他の3区との間に有意差（P＜0.01）が認められたが，乳熟後期とうもろこし区以外の3区間には，特に著しい違いはみられなかった。

なお，各区のTDN摂取量における日本標準比は，とうもろこし区が104～110％であったが，牧草区はいずれも84％であり，牧草区は標準を著しく下回った。一方，DCP摂取量では，牧草区が93～94％，乳熟後期とうもろこし区が99％であったのに対し，黄熟後期とうもろこし区は83％であり，黄熟後期とうもろこし区はかなり標準を下回った。

実乳量は，TDN摂取量と同様の傾向であったが，いずれの区間にも統計的有意差は得られなかった。一方，FCM量においても実乳量と同様の傾向が認められたが，黄熟後期とうもろこし区と両牧草区間，また，乳熟後期とうもろこし区と開花後期牧草区間に，それぞれ有意差（P＜0.05）が得られた。

乳組成では，いずれにおいても，とうもろこし区は牧草区に比して高い傾向がみられた。すなわち，脂肪率では，黄熟後期とうもろこし区は両牧草区に比し，乳熟後期とうもろこし区は開花後期牧草区に比して，それぞれ有意（P＜0.05）に高く，また無脂固形分率では両とうもろこし区と出穂期牧草区間に，蛋白質率では両とうもろこし区と両牧草区間に，及び両牧草区間に，それぞれ有意差（P＜0.05）が得られた。

体重については，各区間に特に著しい違いはみられなかった。

考　　察

とうもろこしサイレージの乾物中DCP含量は黄熟後期に至って著しく低下し，またTDN含量も若干低下する傾向がみられたが，DCP含量にみられる変化は，とうもろこしサイレージの特徴的傾向である[1, 58, 90]。また，TDN含量については，過熟期において低下する場合もみられる[90]が，熟期によるその変化幅は大きくないことが指摘されている[1, 90]。一方，牧草サイレージの一般成分あるいは養分含量に対する生育期の影響は，試験Ⅰ－1あるいは和泉ら[65]が示す傾向と比較して顕著ではなかった。すなわち，粗蛋白質含量では両者間に大差はみられず，その消化率も開花後期に至って特に低下をみなかったため，DCP含量における両者間の差は，極めてわずかであった。また粗繊維含量では開花後期でむしろ減少しており，出穂期のTDN含量もその生育期からみて低い。このような結果が得られた原因については，当年，気温が極めて高く推移しており，このことが牧草の生育を早め，特に出穂期における粗蛋白質含量の減少と粗繊維含量の増加並びに消化率の低下に結びついたのではないかと推測される。また，粗繊維含量が開花後期で若干低いことについては，原料草でほとんど差がない場合でもサイレージ化により差の生ずることが試験Ⅰ－1あるいは和泉ら[65]によって示されており，発酵という条件も加わり，このような結果が生じたものと考えられる。

サイレージ乾物摂取量では，黄熟後期とうもろこしが最も高く，つづいて乳熟後期とうもろこしであり，両牧草はとうもろこしに比してかなり低い結果が得られたが，熟期が進行するにつれてとうもろこしサイレージの乾物摂取量は増加する傾向にあり[42, 48, 75, 90]，試験Ⅱ－1でも，乳熟初期収穫の晩生種とうもろこしサイレージに比し，黄熟

初期収穫の早生種とうもろこしサイレージは乾物摂取量において高い結果が得られている。しかし，熟度の不十分な乳熟後期とうもろこしサイレージが，TDN摂取量ばかりでなくDCP摂取量においても両牧草に比して有意に高い結果が得られたことについては，チモシー主体サイレージの生育期が進行した場合，乳熟後期とうもろこしサイレージよりも養分摂取量が低くなることを示している。

乳量では，黄熟後期とうもろこし区が最も高く，つづいて乳熟後期とうもろこし区，出穂期牧草区，開花後期牧草区の順であったが，この傾向はTDN摂取量と同様の傾向であり，各区間の乳量の差は，主としてTDN摂取量の差によるものと考えられる。

また，乳組成では，とうもろこし区において，特に熟期の影響はなく，牧草区でも蛋白質以外の成分で生育期による有意な影響は認められなかったが，いずれの成分においても，とうもろこし区は牧草区に比して高い傾向が認められた。HUBERら[48]やMARXら[75]は，とうもろこしサイレージの熟期によって乳組成に影響は生じないとしており，同様の傾向は次に示す試験Ⅱ－２－(2)においても得られている。一方，とうもろこしサイレージと牧草サイレージ間の乳組成の相違については，試験Ⅱ－１において，早生種とうもろこしは牧草に比して蛋白質率の高い結果を得ているが，脂肪率では必ずしもこの傾向は得られていない。MONTGOMERYら[81]は，とうもろこしサイレージとアルファルファ-オーチャードグラスサイレージ間において，脂肪率に有意な違いがみられなかったことを指摘している。とうもろこしサイレージと牧草サイレージ間の乳組成の差違については，Ⅲ章においても比較検討を行っているが，各成分についての結果は一定でない。乳成分の変化については多くの要因が指摘されており[54, 74, 109, 120, 121, 123]，これらの要因が複雑に交差し，それぞれ異なった結果が生じるものと思考される。

以上のように，早生種とうもろこしを乳熟後期と黄熟後期に収穫しサイレージ調製を行い，出穂期及び開花後期刈取りのチモシー主体サイレージをも含め比較してみると，黄熟後期とうもろこしサイレージは，乾物収量やTDN収量並びにその摂取量において乳熟後期を上回り，DCP摂取量上において問題はあるものの，その産乳上の価値は高いと考えられる。また，乳熟後期収穫のとうもろこしサイレージも，開花後期ばかりでなく出穂期刈取りのチモシー主体高水分サイレージに比して，その産乳上の価値は高いと判断される。

試験Ⅱ－２－(2)　黄熟中期と成熟期サイレージの比較

目　　的

前試験（試験Ⅱ－２－(1)）において，黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージは，乳熟後期収穫のとうもろこしサイレージあるいは出穂期や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，その乳生産上の価値が高いことを示した。

本試験では，黄熟後期前後の熟期，すなわち，黄熟中期及び成熟期に収穫したとうもろこしサイレージについて，その産乳価値の差違を比較検討し，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けるとうもろこしの収穫適期を明らかにする。

試験方法

とうもろこしの栽培は，火山灰質の圃場で行った。用いた品種は早生種（交４号）で，栽植密度を10ａ当り約8,000本をめどとして５月15日に播種した。施肥量は，基肥として10ａ当り堆肥2.5ｔ，N10kg，$P_2O_5$15kg，K_2O10kgを施肥し，７月上旬にN２kgを追肥した。

サイレージの調製は，黄熟中期（９月14日）と成熟期（９月28日）に，それぞれ刈り，カッターで２～３cmに切断した後，直ちにビニール製スタックサイロに詰込んで行った。

供試飼料の消化試験は，去勢羊８頭を用い，予備試験期10日間，本試験期７日間の全糞採取法により施行した。

搾乳牛による飼養試験は，最高泌乳期を経過した12頭のホルスタイン種牛を用い，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。各サイレージは自由摂取とし，他にオーチャードグラス主体１番乾草を２kg／日と濃厚飼料（市販品）をFCM量の１／６給与した。

乳成分の分析及び試験牛の管理は，試験Ⅰ－２と同様に行った。

試験結果及び考察

収穫時における熟期及び収量は，第26表に示すとおりである。

生草収量は，成熟期に至って減少したが，乾物収量は成熟期の方が約13％高く，また，サイレージの消化率より算出したDCP収量では成熟期で若干減少したが，TDN収量では約11％の増収であった。

供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第27表に示すとおりである。

水分含量及び乾物中の粗蛋白質含量は，成熟期に至って減少した。また，消化率でも粗脂肪を除く各成分において成熟期が若干低い傾向を示し，DCP及びTDN含量でも成熟期の方が低い傾向であった。

各サイレージの発酵品質は，第28表に示すとおりである。

pH，酸組成並びに全窒素中に占めるアンモニア態窒素の割合において，両者間にほとんど差違は認められず，いずれも良品質のものであった。

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29表に示すとおりである。

サイレージ乾物摂取量では，成熟期の方が1.1

第26表　熟期及び収量（試験Ⅱ－２－(2)）

刈取月日	熟期	収量（10ａ当り） 生草（ｔ）	乾物（ｔ）	ＤＣＰ（kg）	ＴＤＮ（kg）
９月14日	黄熟中期	4.55	1.10	67	740
９月28日	成熟期	3.77	1.24	64	823

第27表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅱ－２－(2)）

	サイレージ 黄熟中期	成熟期	乾草	濃厚飼料
一般成分（％）				
水分	77.0	68.6	11.3	12.0
粗蛋白質*	10.5	9.8	9.2	18.6
粗脂肪*	3.3	4.1	2.3	3.5
ＮＦＥ*	57.6	57.8	48.8	62.2
粗繊維*	22.0	21.7	33.2	7.4
粗灰分*	6.6	6.6	6.5	8.3
消化率（％）				
乾物	67.0	66.0	55.0	81.1
粗蛋白質	58.3	53.5	56.8	80.9
粗脂肪	71.4	80.0	50.2	84.6
ＮＦＥ	73.2	70.5	56.4	86.6
粗繊維	62.1	59.8	61.2	60.8
ＤＣＰ（％）*	6.1	5.2	5.2	15.0
ＴＤＮ（％）*	67.3	66.4	55.6	80.0

*乾物中。

第28表　サイレージの発酵品質（試験Ⅱ－2－(2)）

熟　期	pH	総　酸	乳　酸	酢　酸	プロピオン酸	酪　酸	$\frac{NH_3-N}{TN}\times100$
		（原物中%）					
黄熟中期	3.86	2.60	2.17	0.43	0	0	7.5
成熟期	3.85	2.91	2.40	0.51	0	0	7.3

第29表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅱ－2－(2)）

	黄熟中期区	成熟期区
飼料乾物摂取量(kg／日)		
サイレージ	14.2	15.3
乾草	1.8	1.8
全粗飼料／体重100kg	2.41	2.58
濃厚飼料	2.6	2.6
全飼料／体重100kg	2.80	2.98
ＴＤＮ摂取量（kg／日）		
全粗飼料	10.6	11.1
全飼料	12.6	13.2
(同上日本標準比)(%)	(120)	(127)
ＤＣＰ摂取量（kg／日）		
全粗飼料	0.96	0.89
全飼料	1.36	1.29
(同上日本標準比)(%)	(117)	(112)
乳生産量（kg／日）		
実乳量	17.9	17.6
ＦＣＭ量	16.9	16.5
乳組成（%）		
脂肪	3.62	3.60
無脂固形分	8.79	8.90
蛋白質	3.46	3.34
体重（kg）	665	662

kg／日高く，また乾草をも含めた体重100kg当り全粗飼料乾物摂取量あるいは全飼料乾物摂取量においても成熟期区が高い傾向であったが，有意な差ではなかった。TDN摂取量でも成熟期区が高い傾向であったが，DCP摂取量では黄熟中期区が高い傾向を示した。しかし，いずれも有意な差ではなかった。

実乳量及びFCM量では，両区間にほとんど差違はなく，また，乳組成でも，いずれにおいても有意な違いはみられなかった。この傾向は，体重においても同様にみられた。

以上のように，黄熟中期及び成熟期収穫のとうもろこし間において，成熟期では，DCP収量がやや劣るが，乾物及びTDN収量では優っている。また，サイレージの発酵品質では両者間にほとんど差違はなく，乾物あるいはTDN摂取量において成熟期が高い傾向にある。とうもろこしの熟期が更に進行し，過熟期に至ると，黄熟後期に比しDCP収量ばかりでなくTDN収量も低下し，更に，サイレージのDCP，TDN含量並びに乳牛による乾物摂取量の低下することが指摘されている[90]。これらの結果及び前試験（試験Ⅱ－2－(1)）の結果をも含めて考察すると，とうもろこしは黄熟中期以降，特に黄熟後期～成熟期においてサイレージ調製を実施することが，栄養収量並びに産乳上重要であると思考される。

試験Ⅱ－3　サイレージ多給時におけるビートパルプ及び飼料用ビートの併給効果

目　的

ビートパルプ及び飼料用ビートは，搾乳牛の飼料として広く利用されており，また，牧草サイレージに対するその併給効果については種々検討がなされている[22, 23, 95, 96]が，とうもろこしサイレージ多給時におけるその併給効果については，まだ明らかにされていない。

本試験では，乳牛による摂取量の極めて高い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，これらの高栄養粗飼料の併給が，養分摂取

量あるいは産乳上どのような影響を及ぼすかについて検討する。

試験方法

搾乳牛による飼養試験は，最高泌乳期を経過した8頭のホルスタイン種牛を供試し，サイレージ（以下サイレージ区とする），サイレージ＋ビートパルプ（以下パルプ区とする），サイレージ＋飼料用ビート（以下ビート区とする），サイレージ＋ビートパルプ＋飼料用ビート（以下パルプ＋ビート区とする）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。供試したとうもろこしサイレージは試験Ⅱ－2－(2)で用いた成熟期収穫のサイレージと同一のもので，全牛に自由摂取させた。ビートパルプ及び飼料用ビートの1日当り給与量は，いずれも乾物量で2.2kgとした。

ビートパルプは乾燥したものを用いたが，水に十分浸漬してから給与した。一方，飼料用ビートは茎葉を除去したものを用い，カッターにより約1㎝程度に輪切にしてから給与した。他に，チモシー主体1番乾草を2kg／日と濃厚飼料を乳量の1／6各牛に共通に給与した。

飼料用ビートの消化試験は，去勢羊3頭を用い，予備試験期10日，本試験期7日間の全糞採取法により行いDCP，TDN含量を求めた。ビートパルプのDCP，TDN含量については日本標準飼料成分表[99]により算出した。乾草及び濃厚飼料は試験Ⅱ－2－(2)と同一のものを用いた。乳成分の分析及び試験牛の管理は，試験Ⅰ－2と同様に行った。

なお，供試飼料の一般成分及び養分含量を，第30表に示した。

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31表に示すとおりである。

サイレージ乾物摂取量は，サイレージ区が最も高く，つづいてビート区，パルプ区，パルプ＋ビート区の順であり，パルプ区とビート区間に統計的有意差は得られなかったが，他のすべての処理区間に有意差（P＜0.01）が認められた。給与したビートパルプ，飼料用ビート並びに乾草は，いずれも給与量の全量が摂取され，これらも含めた体重100kg当り全粗飼料乾物摂取量は，各区とも2.53～2.60kg／日の範囲内にあり，ほとんど違いはなかった。また，濃厚飼料も含めた体重100kg当り全乾物摂取量は，各区とも3.04～3.09kg／日の範囲内にとどまり，特に著しい差違は認められなかった。TDN摂取量では，全粗飼料及び全飼料いずれにおいても，ビートパルプや飼料用ビート並びに両者の併給により，若干増加する傾向が認められたが，各区間に統計的有意差はみられなかった。また，DCP摂取量において，ビート区及びパルプ＋ビート区がやや高い傾向を示したが，有意ではなかった。

第30表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅱ－3）

	とうもろこしサイレージ	ビートパルプ	飼料用ビート	乾草	濃厚飼料
一般成分（%）					
水分	68.3	11.0	89.8	11.3	12.0
粗蛋白質*	9.7	10.5	11.6	9.2	19.3
粗脂肪*	4.2	0.6	0.7	2.3	2.7
NFE*	58.4	61.7	69.1	48.8	61.6
粗繊維*	21.4	24.0	7.3	33.2	7.1
粗灰分*	6.3	3.2	11.3	6.5	9.3
DCP（%）*	5.2	5.3	8.2	5.2	15.6
TDN（%）*	66.8	77.6	78.5	55.6	78.3

*乾物中。

第31表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅱ－３）

	サイレージ区	サイレージ＋ビートパルプ区	サイレージ＋飼料用ビート区	サイレージ－ビートパルプ－飼料用ビート区
飼料乾物摂取量（kg／日）				
サイレージ	14.6[A]	12.4[B]	12.8[B]	10.3[C]
ビートパルプ	－	2.2	－	2.2
飼料用ビート	－	－	2.2	2.2
乾草	1.8	1.8	1.8	1.8
全粗飼料／体重100kg	2.55	2.53	2.60	2.55
濃厚飼料	3.2	3.3	3.2	3.3
全飼料／体重100kg	3.05	3.04	3.09	3.06
ＴＤＮ摂取量（kg／日）				
全粗飼料	10.8	11.0	11.3	11.3
全飼料	13.3	13.6	13.8	13.9
（同上日本標準比）（％）	（115）	（112）	（116）	（115）
ＤＣＰ摂取量（kg／日）				
全粗飼料	0.85	0.85	0.94	0.92
全飼料	1.35	1.36	1.44	1.43
（同上日本標準比）（％）	（102）	（99）	（105）	（103）
乳生産量（kg／日）				
実乳量	20.6	21.9	21.7	22.1
ＦＣＭ量	20.2	21.9	21.3	21.7
乳組成（％）				
脂肪	3.86	3.95	3.88	3.90
無脂固形分	8.59	8.67	8.58	8.74
蛋白質	3.28	3.33	3.26	3.31
体重（kg）	642	648	647	648

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。

用ビートの給与により，牧草サイレージの摂取量は減少したが，デンプン価及び全乾物摂取量は有意に増加したことを報告しており，西埜ら[95, 96]も，同様の結果を指摘している。本試験においても，ビートパルプ及び飼料用ビートの給与により，とうもろこしサイレージの摂取量は有意な減少を示したが，その減少量はビートパルプ及び飼料用ビートの摂取量にほぼ等しく，全乾物摂取量において，各区間にほとんど違いは認められなかった。このことは，給与するサイレージの種類によって，ビートパルプあるいは飼料用ビートの全乾物摂取量に及ぼす影響は異なることを示すものと思われる。

実乳量では，サイレージ区がもっとも低く，ビート区，パルプ区，パルプ＋ビート区の順に増加する傾向が認められたが，いずれの区間にも有意差は得られなかった。FCM量でも，ビートパルプ及び飼料用ビートの給与により上昇する傾向が認められたが，実乳量の場合と同様，各区間に有意差はみられなかった。乳組成では，それぞれ各区間に若干の差違がみられたが，いずれの区間にも有意差は得られなかった。また，体重においても，各区間に顕著な差違はみられなかった。

以上のように，ビートパルプや飼料用ビートあるいは両者を同時に併給することにより，養分摂取量及び乳量の増加する傾向がみられたが，特に著しい増加ではなかった。これらのことから，成

熟期に収穫した乾物含量の高いとうもろこしサイレージの多給時において，ビートパルプや飼料用ビートを併給しても高い産乳効果は得られないものと思考される。

試験Ⅱ－4　泌乳初期における黄熟後期サイレージに対する濃厚飼料の添加給与と産乳

目　的

前試験まで，黄熟後期～成熟期にまで登熟したとうもろこしは，乾物及びTDN収量が高く，また，サイレージとしての搾乳牛による摂取量も極めて高いことを示した。しかし，TDN摂取量に比してDCP摂取量の乏しい面もうかがわれる。

本試験では，泌乳初期，すなわち分娩後の泌乳開始から泌乳最高期に至る期間において，黄熟後期収穫のとうもろこしサイレージの多給が養分摂取量及び産乳量に及ぼす影響を，濃厚飼料給与量との関連で検討する。

試験方法

ホルスタイン種牛10頭を分娩予定月日，年齢及び前産次の泌乳記録により2頭1組とし，濃厚飼料をFCM量の1／5給与する区（以下少給区とする）と1／3給与する区（以下多給区とする）に各組の1頭を無作為に割当てた。

試験は，各牛とも分娩後14日目より開始し，10週間にわたって継続した。各牛に，黄熟後期収穫の早生種（交4号）とうもろこしサイレージを自由に摂取させ，更にチモシー主体1番乾草を2kg／日給与した。濃厚飼料（市販品）の給与量は前週の乳量を基礎とし，毎週補正した。

分娩前は，各牛に体重100kg当り0.5kg／日の濃厚飼料と乾草を自由に摂取させた。また，分娩後最初の1週は，濃厚飼料及び乾草をいずれも2kg／日と，とうもろこしサイレージを体重100kg当り3kg／日与え，2週目からは濃厚飼料を5kg／日に，とうもろこしサイレージは体重100kg当り6kg／日に，それぞれ増量した。

各飼料の消化試験は，去勢羊3頭を用い予備試験期10日間，本試験期7日間の全糞採取法により実施した。

乳成分の分析及び試験牛の管理は，試験Ⅰ－2と同様に行い，その他の試験方法は，試験Ⅰ－3と同様に行った。

なお，供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量は，第32表に示すとおりである。

第32表　供試飼料の一般成分，消化率及び養分含量（試験Ⅱ－4）

	とうもろこしサイレージ	乾　草	濃厚飼料
一般成分（%）			
水分	71.6	12.4	12.1
粗蛋白質*	8.6	8.7	19.5
粗脂肪*	3.5	2.9	3.0
NFE*	62.6	42.4	61.2
粗繊維*	19.8	39.3	6.9
粗灰分*	5.5	6.7	9.4
消化率（%）			
乾物	68.1	54.8	81.1
粗蛋白質	53.7	51.8	80.9
粗脂肪	80.3	37.7	84.0
NFE	76.6	54.5	86.6
粗繊維	54.2	60.4	60.8
DCP（%）*	4.6	4.5	15.8
TDN（%）*	69.6	53.9	78.8

*乾物中。

試験結果

試験期間中における全粗飼料と濃厚飼料乾物摂取量の推移は第11図に，TDN摂取量と日本飼養標準[97]による要求量の推移は第12図に，DCP摂取量と要求量の推移は第13図に，実乳量の推移は第14図に，体重の推移は第15図に，また，全試験期間の平均値は第33表に，それぞれ示すとおりである。

全粗飼料からの乾物摂取量は，有意ではないが少給区は多給区より高く推移した。給与した乾草はいずれも全量摂取されたので，全粗飼料摂取量の差はサイレージ摂取量の差である。一方，濃厚飼料乾物摂取量は，多給区が少給区に比して3.2kg／日多く摂取し（P＜0.01），体重100kg当り全乾物摂取量でも多給区が0.34kg／日多く摂取したが有意な差ではなかった。この場合，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／日である。

第33表　飼料摂取量，乳量，乳組成及び体重（試験Ⅱ－4）

	濃厚飼料	
	少給区	多給区
飼料乾物摂取量（kg／日）		
サイレージ	13.0	11.5
乾草	1.8	1.8
全粗飼料／体重100kg	2.37	2.17
濃厚飼料	4.2[B]	7.4[A]
全飼料／体重100kg	3.04	3.38
TDN摂取量（kg／日）		
全粗飼料	10.0	9.0
全飼料（C）	13.3[b]	14.8[a]
TDN要求量（kg／日）（D）	12.5	13.0
C／D（%）	106	114
DCP摂取量（kg／日）		
全粗飼料	0.68	0.61
全飼料（E）	1.34[B]	1.78[A]
DCP要求量（kg／日）（F）	1.47	1.55
E／F（%）	91	115
乳生産量（kg／日）		
実乳量	24.5	26.2
FCM量	23.5	25.5
乳組成（%）		
脂肪	3.72	3.75
無脂固形分	8.82	8.89
蛋白質	3.02	3.13
体重（kg）	625	612

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。

TDN摂取量では，多給区が少給区に比して全試験期にわたって高く推移した。両区とも，全試験期を通して摂取量は要求量を上回っており，特に多給区において摂取量と要求量の差は顕著であった。また，少給区における摂取量も全試験期にわたって多給区の要求量をも上回った。一方，DCP摂取量では，TDNの場合と同様全試験期を通して多給区は少給区より高く推移した。また，多給区では全試験期を通して摂取量は要求量を上回ったが，少給区ではいずれの週においても摂取量は要求量に達しなかった。これらを全試験期の平均値でみた場合，全飼料からのTDN摂取量では多給区が有意（P＜0.05）に高く，また，要求量に対する摂取割合は少給区106%，多給区114%であった。DCP摂取量においても，TDN同様，多給区が有意（P＜0.01）に高く，要求量に対する摂取割合は少給区91%，多給区115%であった。

なお，全粗飼料からのTDN，DCP摂取量は，いずれも少給区が高い傾向であったが，有意な差ではなかった。

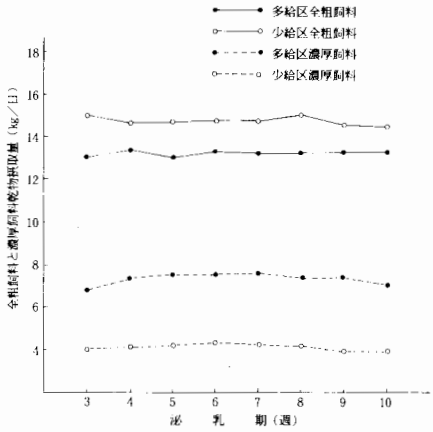
実乳量では，多給区が少給区に比して全試験期にわたって高く推移したが，両区間の差は有意な差ではなかった。試験期間中における両区の実乳量の範囲は，少給区が22.9～25.4kg／日，多給区が25.3～26.8kg／日であった。

乳組成においては，いずれも両区間に有意な違いは認められなかった。

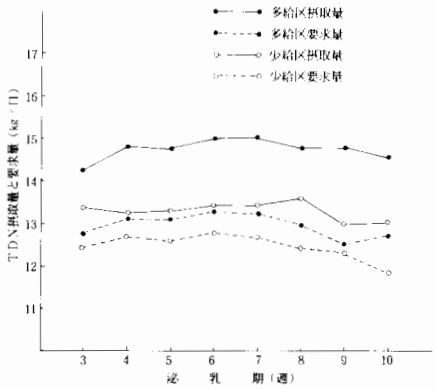
両区の試験開始時の平均体重は，少給区618kg，多給区595kg，終了時体重はそれぞれ625，613kgであり，開始時に対する両区の増加量はそれぞれ7，18kgであったが有意な差ではなかった。

考　　察

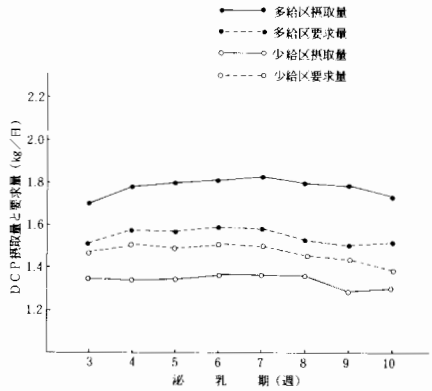
濃厚飼料給与量の増加により，サイレージの摂



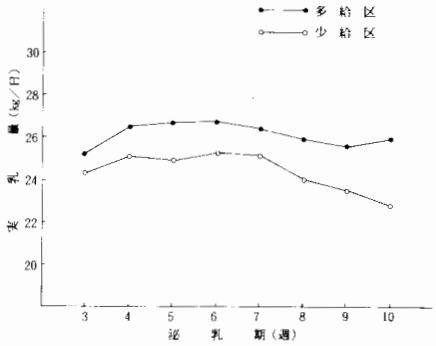
第11図　試験期間中における全粗飼料と濃厚飼料乾物摂取量の推移（試験Ⅱ－４）



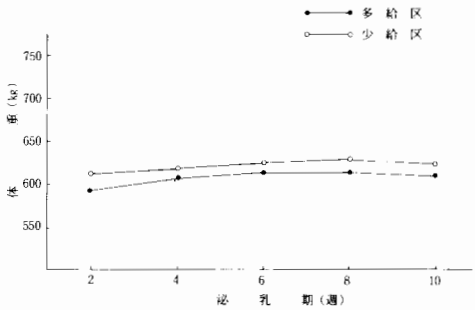
第12図　試験期間中におけるＴＤＮ摂取量と要求量の推移（試験Ⅱ－４）



第13図　試験期間中におけるＤＣＰ摂取量と要求量の推移（試験Ⅱ－４）



第14図　試験期間中における実乳量の推移（試験Ⅱ－４）



第15図　試験期間中における体重の推移（試験Ⅱ－４）

取量は減少したが，全乾物摂取量の増加する傾向がみられ，全飼料からのTDN及びDCP摂取量において有意な増加が認められた。これらの結果は，出穂揃期刈取りのチモシー主体サイレージを多給する粗飼料構成において，本試験と同一試験期間及び同一濃厚飼料給与水準について得た試験Ⅰ－3の結果と同様の傾向である。ただし，全粗飼料あるいは全飼料からのTDN摂取量は本試験の方が高く，両処理区間の全TDN摂取量の差も縮小している。また，出穂始期刈取りの高水分及び予乾牧草サイレージについて得た試験Ⅰ－4の結果に比して，全粗飼料からのTDN摂取量は予乾サイレージより低いが，高水分サイレージに近似している。しかし，全DCP摂取量では，これらの牧草サイレージに比して著しく低くなっている。更に，全試験期を通しての全TDN摂取量では，濃厚飼料の給与水準に関係なく，いずれも日本飼養標準[97]の要求量を上回った。一方，DCPでは，濃厚飼料の多給区が全試験期を通して過剰摂取であったが，少給区では全期間要求量に達せず，平均値で要求量の91％の摂取量であった。

これらの結果は，黄熟後期まで登熟した早生とうもろこしサイレージは，TDN含量が高く，搾乳牛によく摂取されるものであり，TDNの充足上において高い価値を有しているが，特に高泌乳時において濃厚飼料給与量の少ない状態では要求するDCPを充足し得ないことを明瞭に示している。

濃厚飼料の給与量が増加した場合，乳量の上昇することは，前章の試験Ⅰ－3及び試験Ⅰ－5でも認められており，本試験でも同様の傾向が得られた。しかし，両区間の差は約2kg／日であり，著しい差ではなかった。このことについては，少給区においてもTDN摂取量がかなり高かったことによるものと推察される。

乳組成については，いずれにおいても両区間に有意な差違は認められず，この点，試験Ⅰ－3の結果と同様の傾向である。

以上のように，泌乳初期において，黄熟後期まで登熟した早生とうもろこしサイレージを多給した場合，泌乳上重要なエネルギー摂取量が高く，この点において濃厚飼料の節減に役立つと考えられる。しかし，濃厚飼料給与量が少ない場合，要求するDCPを充足し得ないという問題が生ずる。このことについては，濃厚飼料あるいは乾草などの併給する飼料中の粗蛋白質含量を高めたり，尿素プレミックス[40]の利用あるいはサイレージ調製時に尿素やアンモニアのような非蛋白窒素化合物の添加を図り，サイレージ自体の粗蛋白質含量を高める[50, 53, 105]ことにより解決し得る。

小　　括

とうもろこしサイレージを高度に利用し高乳量を安定的に生産するためには，栄養収量とともにサイレージの養分含量や養分摂取量並びに産乳量の差違が十分明らかにされなければならない。

本章では，とうもろこしの栄養収量やサイレージの養分含量並びにその摂取量や産乳量を，品種や熟期あるいはチモシー主体牧草サイレージとの比較で検討し，更に，高栄養粗飼料との併給並びに濃厚飼料給与量との関連で，とうもろこしサイレージの多給価値について検討を加えた。

その結果，とうもろこしの品種間において養分含量に差違があり，早生種は，特にTDN含量が高く，また，熟期の進行により乾物及びTDN収量が向上するとともにその摂取量が向上し，更に，成熟期サイレージの多給時においてビートパルプや飼料用ビートを併給しても，有意な産乳量の上昇が得られないことが明らかにされた。また，黄熟後期サイレージの多給は，高泌乳時においてTDNの充足率は高いが，DCPの充足率が低く，特に濃厚飼料給与量が少ない場合DCPの補給を要することが示された。

更に，とうもろこしサイレージの多給時において，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，養分摂取量及び産乳量の上昇することが認められ，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，黄熟後期～成熟期でのサイレージ調製が，高乳量を生産するための重要条件であることが明らかにされた。