

I 緒 言

1. 本研究の目的

各種牧草の生育の進行に伴う飼料としての質的变化を把握しておくことは育種・栽培・利用の各分野に共通して重要と考える。しかし、牧草の栄養価については、乾草やサイレージに調製された貯蔵飼料としての検討が多く、牧草が生育する春から秋までの各生育時期を通して生草での調査を行った報告はほとんどない。また、反芻家畜が牧草からどのくらい養分摂取が可能かを調べる必要があるが、この基本となる乾物摂取可能量について、草種毎の詳細な報告は見当たらない。

牧草の栄養価は、その一般成分を分析し、養分含量を示す方法が我が国のみならず世界各国で広く用いられている。1960年代には飼料の栄養価をこれまでとは全く違った観点からとらえる試みがなされた。VAN SOEST¹³⁴⁾は飼料を栄養的な利用性に基づいて大きく二つに分けることを提唱した。一つは高等動物自体は加水分解酵素を持たないため利用できないセルロース、ヘミセルロースおよびリグニン等からなるCWで、もう一つは反芻・非反芻家畜ともによく消化する蛋白質、可溶性炭水化物、脂質などに富んだCCである。ラウリル硫酸ナトリウムを用いた中性デタージェント溶液に不溶部分をCWとし、可溶部分をCCとした。

本研究では、北海道で栽培利用されている主要な牧草について、慣行の消化試験方法とは異なり、めん羊に生草を自由採食させて消化試験を行い、牧草が生育する春から秋までの消化率や採食量の推移と合わせて、これらの草地造成後の経年変化を調べた。次に、各成分の牧草中の含有率、消化率、可消化含量、摂取量、排泄量の相互の関係から、含有率と消化率の関係、真の消化率と内因性および微生物態物質の排泄量、可消化含量のエネルギー値の推定等を行った。これらの成績を基に、デタージェント分析法による分画から消化率や採食量の変動要因を検討し、牧草の合理的な利用技術を検索した。

2. 従来の研究

1) 牧草の栄養価

栄養価という言葉は畜産用語辞典⁹¹⁾によると“nutritive value：一般に、蛋白質とエネルギーの価値としてDCPとTDNで示される。”とある。農林省畜産試験場を中心に1957年から実施された乳牛の飼養標準の設定に関する試験研究の一環として、一般成分分析法に基づく地域的飼料の成分調査が行われた。成分含有率と同時にその消化率、DCPおよびTDN含有率等が検討され1975年に日本標準飼料成分表（1975年版）⁹²⁾が刊行された。このなかでは栄養価として、DCP、TDNおよびDEが示され、組成は一般成分、消化率は粗蛋白質、粗脂肪、可溶無窒素物および粗繊維の4成分について表示されている。なお、DEはTDNに4.41を乗じた値として算出されていること、また、牛用の成分表の消化率は飼料を維持レベルで給与したときの値としたと解説されている。

牧草の栄養価について、我が国では古くは、小川⁹⁵⁾に始まり今日まで、神立⁶³⁾、森本⁸⁵⁾、中村⁸⁷⁾、斉藤¹¹⁴⁾等多くの著書の中で紹介されている。また、HOLMES⁴⁵⁾、MORRISON⁸⁶⁾、RAYMOND¹⁰⁵⁾も記している。

牧草中の成分の約7割以上を占める炭水化物の化学組成や消化率については、阿部¹⁾、BAILEY⁷⁾、GAILLARD³⁷⁾、McILROY⁷⁰⁾、PERCIVAL¹⁰¹⁾、斎藤^{115, 116)}、SMITH¹²⁰⁾等の総説がある。

牧草の消化率は生育が進むにつれて低下する。これはよく知られた事実である。生育が進むにつれて牧草自体にいかなる変化、変性が生じて消化を阻害するかという点について今日までに報告されている知見を以下に記す。

植物の成長には細胞の分裂と伸長という二つの過程が関係している。この分裂と伸長が植物組織のどの部分でどのような割合や速度でなされているかは、飼料としての質的推移を見るうえで重要であろう。

ALBERSHEIM⁴⁾は“植物が成長するとき、その細胞壁は細胞の内容をそこなわずに伸長していく。これは細胞壁の主成分であるセルロース繊維が独特の構造を持っていて、その分解と結合がうまく行われるためだ。この事実は酵素を用いてセルロースの構造決定をすることで分かった。”と述べている。

MOIR⁷⁷⁻⁸¹⁾はデタージェント法とは異なる方法で牧草の細胞壁を抽出して家畜による利用性との関連を検討している。

渋谷¹¹⁹⁾は食品と関連の深い材料を中心に植物細胞壁に関する研究を紹介している。この報告は植物体を飼料としてみる場面に多くの示唆を与えている。

牧草の生育と関連し、家畜による利用性を低下させる要因としては、植物組織のリグニン化(lignification)、クチクラ化(cutinization)、スベリン化(suberization)、ケイ酸化(silification)等が知られている。スベリン化と栄養価の関係については、MONSON^ら⁸²⁾が葉の表面のワックスと反芻胃内微生物による消化の阻害との関連を報告しているが、他には報告が見当たらない。他の三つについての報告を以下に記すと、

リグニン化

桜井¹¹⁸⁾は、リグニン化は植物組織の老化によっても起こるが、代謝作用の促進に伴って生成されるものとの見方もできると報告している。榊原¹¹⁷⁾も同様なことを述べている。桜井によると、リグニン化を起こす組織は管束、厚膜組織、透明柔組織で、これらの組織の生育に伴って、導管部位にリグニン化が起こり、続いて導管を取り巻く厚膜細胞に進行し、管束下面の厚膜細胞にリグニン化が起こり、管束上面および葉の両端の厚膜細胞にリグニン化が起こった。気象要因として高温、照度の高まりがリグニン化を起こす組織の数を増加させるとともに量的にも増加させた。

クチクラ化

桜井¹¹⁸⁾は、2～3番草の生育時期は気温および照度の上昇により、展開葉の組織中厚膜細胞、管束がよく発達し、表皮細胞のクチクラ化が進み、同化柔組織の伸長が1番草に比較して不十分であ

る。秋に生育する展開葉はクチクラ化が少ない。家畜が草を採食し磨砕する場合、表皮の剥離がなされないと消化されないため、クチクラ化が進むと消化率の低下をもたらすと報告している。同様に、CHATTERTON and POWELL²¹⁾、MONSON^ら⁸²⁾は顕微鏡による観察から植物体の表面のキチン質ないしキチン質とケイ酸やリグニンと結合した物質が消化を阻害していることを報告している。

WILKINS¹⁴⁹⁾はクチクラ化した組織は消化を阻害していると述べている。

ケイ酸化

VAN SOEST¹⁴⁰⁾は、ケイ酸1%の含有は乾物消化率を3%低下させるとし、乾物消化率の推定式を補正している。JONES and HANDRECK⁶²⁾は、土壌、植物、動物におけるケイ酸について詳細に報告し、リグニンと同様にケイ酸は植物細胞間質の構成成分で、消化管内の微生物による構造炭水化物の崩壊を阻害しているが、不明な部分が多いと述べている。

桜井¹¹⁸⁾は糞中へ排泄された不消化組織を組織学的に識別し、これらは導管、厚膜組織、表皮組織、毛茸およびリグニン化した透明柔組織で、消化される組織は同化柔組織、篩管およびリグニン化していない透明柔組織であると報告している。AKIN³⁾は反芻胃内微生物による消化がなされやすい植物組織は、おおむね、葉肉、篩部>表皮、柔組織からなる管束>厚膜組織>リグニン化した維管束の順であると述べている。

川村^ら⁶⁵⁾はアルファルファ、オーチャードグラスおよびトールフェスクのCWとCC草体内分布、ならびに、これらの反芻胃内消化の様相と中性デタージェント処理の影響を組織化学的に調べている。それによると、CCを含む組織(葉肉、皮層など)の細胞壁はリグニン化しておらず、これらの組織のCCとCWは反芻胃内で速やかに分解がなされた。CCを含まない組織のうち、リグニン化組織(原生篩部組織、二次木部など)は分解しにくく、リグニン化していない組織のうち髄は容易に分解したが、表皮と厚角組織は分解しづらかったと報告している。

そのほか、牧草の生育に伴い植物体を構成する

葉や莖等の部位の割合と各部位の消化率も変化している。これらについてはHACKER and MINSON⁴⁰⁾が詳細に報告している。

しかし、牧草自体にどのような変化が生じて、消化が阻害されているかについては今日でも十分な知見が得られていない。AKIN³⁾が報告しているような走査電子顕微鏡を用いた植物組織の微細な研究や、今後は細胞レベルでの問題の取り組みも必要となろう。

2) 牧草の自由採食量

家畜の生産性に採食量は極めて重要な要因であり、ECKLES and REED³³⁾は牛乳生産量の違いは維持要求量以上に食べ、そして、利用することができる飼料量の差に基づくと述べている。もちろん、摂取した養分を生産物に変える能力の個体差も無視できないが、採食量が大きいかも重要な能力の一つとみることができる。INGALLSら⁴⁹⁾は潜在的な生産における変動の70%は自由採食量の違いで説明ができ、消化率の違いはそれに比べ30%であると報告している。LEAVER⁶⁷⁾やMINSON⁷⁶⁾は牧草の採食量の測定方法等について詳細に解説している。

牧草の自由採食量に関係した総説には、BALCH and CAMPLING⁸⁾、BROWN¹⁵⁾、CAMPLING^{19, 20)}やCONRAD²⁵⁾の報告がある。CAMPLING¹⁹⁾は自由採食量の初期の研究は嗜好性と採食量を混同していたが、異なる飼料に対する主観的な好みよりは、むしろ、家畜体内の無意識の生理的な反応によって、粗飼料の採食量は調節されていると今は考えられていると報告している。採食量は家畜の体内で、いろいろな規制が働いて、無制限に増大はしない。採食量の調節には、単一の機構ではなく、中枢神経系を通して、いろいろな機構が関連していることが推察され、短期的および長期的に採食量を調節する複雑な生理機構を持っていることは疑いないと岡本⁹⁶⁾は述べている。BLAXTERら¹⁴⁾は、反芻家畜の採食量は消化管の容積や体重との間に密接な関係があり、羊の消化管内の推定乾物量は、給与した粗飼料の種類にかかわらず約100g/kg^{0.734}で、採食量の調節は、生理的な要因よりむしろ物理的な要因として消化管容積で決められるとした。

OWENら¹⁰⁰⁾は飼料の物理的な形状と採食量の関係を報告している。

CAMPLING and BALCH¹⁸⁾は反芻胃内の内容物の量や消失割合と採食量の関係を報告している。PURSER and MOIR¹⁰³⁾はめん羊の反芻胃の容積と採食量には正の相関があり、この容積は通過速度にも影響を与えたとした。飼養標準に見られるように、育成牛に対する飼料乾物摂取量の基準は、体重により異なり、体重の増加と共に摂取量の体重に対する割合は高くなり、体重91kgの時に2.7%で最大となる例を大原⁹⁷⁾は総説中に引用している。

左⁴³⁾の総説によると、自由採食量の調節と第一胃内容物性状との関係で、第一胃内容物量あるいは内容乾物量等の物理的要因が大きな役割を果たしていることが示唆されたと述べている。そして、胃内容物量の変化は採食行動と最も直接的に関連した現象であると共に、その消長には飼料の形状や消化性が深く関与していると結んでいる。

牧草の採食量に関与する牧草側の要因について記すと、

ア) 外 観

早春のみずみずしい牧草はよく採食されることは経験的に知られている。色と採食量の関係を調べた報告はほとんどないようで、明らかではないが、枯れたり、霜、病気等による黄化した牧草が採食されないのは、色より感触あるいは水分、繊維含量等によるものであろう¹¹²⁾。

触感や草型が自由採食量と関係しているとする報告やオーチャードグラスではケイ酸質の鋸歯のため採食量が少ないという報告を雑賀¹¹²⁾は紹介している。

BURNES¹⁷⁾は、葉の表面には微生物の侵入を阻止するバリア（キチンやワックス）がはられており、これと採食量には関係があると述べている。

WALTERS¹⁴⁷⁾は1番草、再生草ともに消化率が同じ場合、葉部割合や枯死部分の割合と採食量はあまり関係がないと報告している。

イ) 草種および品種

雑賀¹¹²⁾は牧草の生育の時期的な経過を考慮に入れ、各草種の嗜好性を見ているSTAPLEDONの成績を紹介している。それによると、ライグラスは

早春および秋に最も好まれる。オーチャードグラスは春先には良いが、生育時期の経過に従い、急激に嗜好性は落ちる。チモシーは晩春から夏、秋にかけて最も好まれる。メドーフェスクは出穂による成分変化が急激でないため、年間を通して悪くはならない。シロクローバ、アカクローバは年間を通して良い。そして、草種間に現れる嗜好の差異は消化率により大きく影響されるのではないかと考えられると述べている。

REID and JUNG¹⁰⁷⁾ は、乾物消化率が70から74%と近似しているチモシー、トールフェスク、オーチャードグラス、プロムグラス、アルファルファを比較し、アルファルファはトールフェスクより60%より高い採食し、1日当たり増体量は0.26lbと0.09lbより高いこと、また、イネ科草種間でも採食量に違いがあり、プロムグラスが多かった。これらの結果から草種間の採食量の違いには、消化率以外に何か他の形質が関与していると考えられると述べている。

品種内における比較では、BLAND and DENT¹¹⁾ は乳牛を放牧しての観察や牧草中の糖の定量、化学組成の分析から、早生のオーチャードグラス、4倍体のライグラスは茎、葉鞘が太く、多汁で家畜に対し、嗜好性が高いと報告している。WALTERS¹⁴⁷⁾ はオーチャードグラスおよびチモシーの品種間で消化率と採食量の関係が異なることを紹介している。OSBOURNら⁹⁹⁾ は4倍体のライグラスは2倍体のそれよりもペプシン可溶物質の含有率が高く、これにより採食量が多いと報告している。消化率が同じであっても採食量がアルファルファ>ライグラス>チモシーの関係は可消化部分を構成している成分の違いによるもので、アルファルファでは可消化の繊維物質が少ないことによると述べている。BUCKNER and BURRUS¹⁶⁾ はトールフェスクの22系統について5月から9月まで放牧を行い、放牧前後の収量差から系統間に有意な違いがあり、採食の良い系統が選抜されたとした。オーチャードグラスの採食性について、雑賀¹¹³⁾ は品種間に違いのあることを報告している。VAN SOEST¹³²⁾ はトールフェスクは採食量と消化率の関係が他の草種と異なると述べている。

ウ) 肥料

REIDら¹⁰⁸⁾ やRAYMOND¹⁰⁵⁾ は施肥と消化率や採食量の関係について多くの成績を引用して報告している。これらによると、一般に、窒素肥料の施用は、牧草の採食量にはほとんど影響を及ぼさないとされているが、牧草中の窒素含量が低い場合は例外で、第一胃内の微生物の活性が高まり採食量が増大する。この牧草中の含有率は粗蛋白質で4から6%である。しかし、イネ科牧草では窒素肥料の施用により収量は増大するが、生育期の進行がゆるやかで、有機物の消化率が高く、可消化有機物含量が高く、家畜に対する嗜好性を増大させるとする報告がある。また、逆に、オーチャードグラスで窒素の施用は水溶性炭水化物や糖類の含有率が低下し、繊維含有率が高くなり、採食量を減少させるとする報告もある。

リン酸、カリ、石灰等の施用との関連については雑賀¹¹²⁾ が紹介している。

エ) 消化率

BALCH and CAMPLING⁸⁾ は、消化率の高い牧草より低い牧草で採食量が少ないのはこのような牧草は重量当たりの体積が大きく、第一胃内に長い時間とどまり、より多くの不消化残物が下部消化管へ押し出されていくためであると述べている。

牧草は生育時期が進むにつれて、自由採食量は減少し、消化率も低下することは非常に多く報告されている。このことから、牧草の自由採食量はその消化率から予測可能で、消化率を一つの指標として養分摂取量(採食量×消化率)が評価できるという考え方が導き出された。家畜の生産にまわる栄養摂取量=飼料の摂取量×飼料の消化率×消化された飼料が利用される効率の三つの指標からなり、消化率は他の二つの指標に最も影響を及ぼすとRAYMOND¹⁰⁵⁾ は述べている。

消化率と採食量の間に正の相関のあることはBLAXTERら¹³⁾、CONRADら²⁴⁾、CRAMPTONら²⁹⁾、DONEFERら³²⁾、FREER and CAMPLING³⁶⁾、STEHT and KIRCHGESSNER¹²⁴⁾ が報告している。COOPERら²⁷⁾ は消化率と自由採食量に相関がみられるのは、その飼料の繊維含量が関与しているためで、繊維含量が少なく、消化されやすい形態になってい

ば、反芻に要する時間が少なく、自由採食量が高くなると述べている。

一方、消化率と採食量との関係は、必ずしも一定したものではないとする報告がある。

DEMARQUILLYら³¹⁾、THORNTON and MINSON¹²⁶⁾は、消化率が同じであっても採食量でイネ科牧草よりマメ科牧草が多いことを観察している。また、イネ科の草種間でも異なる採食量を示す場合のあることが報告されている。MINSONら⁷⁴⁾は、チモシーは生育に伴う消化率の低下はゆるやかであるが、ライグラス、フェスク類やオーチャードグラスより採食量が少なく、消化率と採食量との関係が異なっていると報告している。REID and JUNG¹⁰⁷⁾は消化率が同じでもトールフェスクの自由採食量が他のイネ科牧草より少ないことを、また、VAN SOEST¹³²⁾はトールフェスクで消化率と採食量との関係が他の草種と異なり、負の関係にあったことを報告している。

HACKER and MINSON¹⁰⁾は、植物体の部位別の消化率について紹介し、構成している部位の消化率の違いが全体の採食量に関係するであろうと述べている。

オ) 化学成分含有率

VAN SOEST¹³²⁾は、イネ科6草種とアルファルファについて、リグニン、ADF、粗蛋白質、セルロースおよびCWの含有率ならびに乾物消化率と自由採食量との相関を求めている。これによると、草種内ではリグニン、ADF、セルロース、CWの含有率と自由採食量との間には負の相関が見られ、粗蛋白質の含有率および乾物消化率との間には正の相関が得られた。これらの傾向はスーダングラス、オーチャードグラス、ブロムグラスでは顕著であったが、チモシー、アルファルファ、ブルーグラス、トールフェスクではあまり明確ではなかったと報告している。TINNIMIT and THOMAS¹²⁸⁾はイネ科牧草の採食量とCW、ADF、リグニンや粗蛋白質含有率との間には有意な相関が得られたが、マメ科牧草ではこれらの間に有意な相関が得られなかったと報告している。BLAND and DENT¹¹⁾はオーチャードグラスの品種間で採食量に違いがあり、採食量と可溶性炭水化物との

間に高い相関（ヘキソサン：0.72, $P < 0.01$, フラクトサン：0.75, $P < 0.01$, 全糖：0.91, $P < 0.01$ ）があった。

3) 牧草の家畜生産への評価

家畜生産（乳生産、体重の維持や増体等）はエネルギーの摂取によってなされ、牧草からのエネルギー摂取量は乾物摂取量にエネルギー含量を乗じた形で表わされる。

CRAMPTONら²⁹⁾は採食量と消化率を組み合わせた単一の指標として、NVIを提唱した。これは粗飼料の1日当たりの実測乾物摂取量を生体重の0.75乗したメタボリックボディサイズ当たりg数（ $g/kg^{0.75}$ ）で割って表示し、標準飼料の採食量80 $g/kg^{0.75}$ との相対量を算出する。この相対採食量（RI）は $RI = \text{実測乾物摂取量} \times 100 / 80$, $NVI = RI \times \text{エネルギーの消化率} \times 100^{-1}$ として示した。

DONEFERら³²⁾は12時間の *in vitro* 消失割合が高いほどNVIも高く、このセルロース消失割合と乾物中のペプシン可溶部分の割合の両者を測定することで、消化率とともに採食特性の予測ができることを報告している。CRAMPTONら³⁰⁾はNVIとエネルギー価との関係から家畜飼養への応用について報告している。INGALLSら⁴⁸⁾は乾物消化率を用いたDMNVIからラム増体について草種間の比較を行っている。NVIは飼料としての価値を相対的に比較する場面では非常に合理的な評価法である。

BLAXTERら¹⁴⁾は牧草の刈取り時期を早めることによって、乾草の乾物消化率が50%から55%へ高められた場合、めん羊の自由採食量が63gから72g/ $kg^{0.734}$ へ、消化吸收したエネルギー量は1日当たり150から200kcal/ $kg^{0.734}$ へ、それぞれ、増加し、増体量の割合は100%改善されたと報告している。

McCULLOUGH⁶⁹⁾は粗飼料の乾物の消化率の違いによる家畜の増体を推定する方法として、育成中の乳用若牛の1日平均の増体量の期待値を粗飼料の乾物消化率、体重、可消化乾物摂取量の三つの独立変数から推定する重回帰式を示し、この決定係数が0.67であることを報告している。

雑質¹¹³⁾は消化性と家畜生産性の関係を試算し、消化率の1%単位は家畜の増体量で10%以上の差に拡大し、牧草育種において消化率を1%向上させることは極めて重要な意味をもつと述べている。

このようにTDN含量や消化率のわずかな違いが家畜生産では大きな差となって現れる場合がある。しかし、TDNや可消化乾物量は家畜がある飼料を摂取した場合、どれだけの可消化のエネルギーを供給するかという尺度で、家畜の生産性を測定するまでの尺度としては欠けるところがある。すなわち、採食、消化、吸収等に消費されたエネルギーの損失の控除がなされていない点で、NEを用いた家畜生産性の推定ほどの精度ではないと言われている。しかし、NEの測定のためには熱増加分を各草種の種々の生育時期について測定されることは、先ず望めないところである。このため、これまでに膨大な飼料についてデータの蓄積がある成績をもとにNEを推定する試みがなされている。

McCULLOUGH⁶⁹⁾は可消化乾物量 (DDM:%)

をもとにNEを算出する方式を提唱した。この計算で求めた $NE : CNE = (DDM - 35) \times \text{有機物含有率}(\%) \times 4.4 \text{kcal}/100$ として求める。DDMが35%以下では家畜生産へ回るエネルギーのないことが分かる。

TDNをNEへ変換する方法は、MORRISONのデータを用いたMOORE⁸³⁾によって推定 $NE : ENE = 0.036TDN - 0.76$ と報告されている。NRCの乳牛用飼料成分表⁸⁸⁾ではMOE and TYRELL⁸⁸⁾の泌乳の $NE : NE1 \text{ (Mcal/kg DM)} = -0.12 + 0.0245TDN \text{ (\% of DM)}$ から換算している。VAN SOEST^{141, 142)}は採食量の増大に伴うTDN含量の低下を考慮したNEの推定方法について報告している。MERTENS⁷²⁾は粗飼料のNE含量をNDF含量から推定する方法を紹介している。CONRAD²⁶⁾は泌乳のNEをCWとリグニンの含量を $\frac{2}{3}$ 乗した値やその他の成分から推定する方法を紹介している。MOIR⁸⁰⁾はCW含有率から代謝エネルギーを推定する方法を報告している。

II 試験方法

1. 概要

本研究は1975年から1984年までの10年間、北海道立滝川畜産試験場で慣行的に栽培されたイネ科牧草3草種、マメ科牧草3草種について、単播の同一圃場から春から秋まで年間の利用にあわせて連続的に刈取った合計212点の牧草を供試した。これを延べ1266頭のめん羊に自由採食させて消化試験を行った。これらの牧草および糞の一般成分、デタージェント法による分画、エネルギー量の測定を行い、摂取量、排泄量、消化率、養分摂取量、栄養価等を調べた。

2. 供試牧草

1975年から1984年まで北海道立滝川畜産試験場の洪積疑似グライ土で栽培した単播牧草を供試した。各草種の品種と圃場面積 (a) および草地の造成年を示すと、

オーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.): 北海道在来種 (10a) とフィロックス (10a) は1970年、キタミドリ (30a) は1977年に造成した。

チモシー (*Phleum pratense* L.): クライマックス (10a) は1970年、センポク (10a) は1982年に造成した。

ベレニアルライグラス (*Lolium perenne* L.): ピートラ (30a) は1977年に造成した。

アルファルファ (*Medicago sativa* L.): サラナック (30a) は1975年に造成した。

アカローバ (*Trifolium pratense* L.): サッポロ (10a) は1975年、ハミドリ (10a) は1981年に造成した。

シロクローバ (*Trifolium repens* L.): ニュージランドホワイト (10a) は1979年、カリフォルニアラジノ (10a) は1982年に造成した。

なお、草地の造成は北海道立滝川畜産試験場の慣行法によって行った。

各年ごとの牧草の供試点数を表1に示した。イ

ネ科牧草136点およびマメ科牧草76点の合計212点を供試した。

施肥量 (kg) は10a当たり窒素 (N) ーりん酸 (P_2O_5) ーカリ (K_2O) で、それぞれ、イネ科牧草は10-9-10およびマメ科牧草0-15-12とし、北海道立滝川畜産試験場の慣行法によって施用した。

牧草の刈取りは130cm幅のレシプロモアを使用し、地上高約8cmで行い、消化試験に供するまで、0℃で貯蔵した。

3. 消化試験

サフォーク種ないしサフォーク種一代雑種の明け2才去勢雄羊12頭 (平均体重57kg) を1976年から各年春から秋まで同一の個体を用いた。なお、1975年は3頭を用いた。代謝ケージを使用し予備期5日間、本期5日間の全糞採取法で消化試験を行った。カッターで約3cmに切断した牧草を6頭のめん羊に1日2回、7時30分と16時30分に単一給与した。給与量は常に残飼が給与量の10から15%出る量とした。固形塩と水は自由摂取とした。めん羊の体重は本期終了時に測定し、毛量による補正は行わなかった。

各群への牧草の給与は同一草種の生育にあわせて、可能なかぎり連続的にを行い、草種や生育時期が急変することを避けた。

自由採食量は本期1日1頭平均の乾物摂取量をメタボリックボディサイズ ($kg^{0.75}$) 当たりのg数 ($g/kg^{0.75}$) で示した。また、各成分の摂取量、排泄量は $kg^{0.75}$ 当たりのg数 ($g/kg^{0.75}$) で示した。NVIはCRAMPTONら²⁹⁾の方法で表示した。

4. 分析方法

牧草および糞の分析用の試料調製ならびに一般成分の分析は、農業技術研究所の方法⁹⁴⁾によった。エネルギーは島津CA-3型自動熱量計で測定した。CW, ADF, ADLの基本的な定量方法は

表 1. 供試牧草の年次別点数および品種一覧.

草 種	年次	年 次 別 供 試 点 数										合計(点)
		1975	76	77	78	79	80	81	82	83	84年	
オーチャードグラス (<i>Dactylis glomerata</i> L.)			10	13	16	11	8	6	9	12	17	102
ペレニアルライグラス (<i>Lolium perenne</i> L.)					9	7	1					17
チモシー (<i>Phleum pratense</i> L.)			4	3					2	5	3	17
アルファルファ (<i>Medicago sativa</i> L.)		2	6	3	3	6	4	7	8	12	6	57
アカクローバ (<i>Trifolium pratense</i> L.)			3	2						3	4	12
シロクローバ (<i>Trifolium repens</i> L.)							3	1	3			7

草 種	品 種
オーチャードグラス	キタミドリ (73点), フィロックス (7点), 北海道在来種 (22点)
ペレニアルライグラス	ピートラ (17点)
チモシー	センボク (8点), クライマックス (9点)
アルファルファ	サラナック (57点)
アカクローバ	サッポロ (5点), ハミドリ (7点)
シロクローバ	カリフォルニアラジノ (4点)

GOERING and VAN SOEST³⁹⁾, VAN SOEST^{131,136,137)}の方法に準拠した。CWの定量はVAN SOESTの方法を一部改変して用いた。すなわち、風乾試料1gを500mlのトールビーカーにとり、中性デタージェント溶液100mlとデカリン2, 3滴を加え、粗繊維煮沸装置を用い、1時間煮沸する。400mlの水を加え、一昼夜放置する。上澄液を吸引管を用いて吸引排除後、あらかじめ秤量しておいた濾紙(東洋濾紙N_o5A)を用いて、濾過し、熱水、アセトンで洗浄後、105°Cで3時間乾燥して秤量した。ADF, ADL, ケイ酸の定量は堀井・阿部⁴⁶⁾の方法によった。

なお、次の成分は直接定量したものではなく、差し引き値を用いた。炭水化物は有機物から粗蛋白質と粗脂肪を引いた値、残余炭水化物は炭水化物からCWを引いた値、CCは100からCWを引いた値、セルロースはADFからADLを引いた値、

ヘミセルロースはCWからADFを引いた値とした。

可消化含量は含量×消化率×100⁻¹、不消化含量は含量×(100-消化率)×100⁻¹として求めた量をあて、乾物以外の各成分の含有率は乾物中パーセント、含量は乾物100g中のg数(g/100gDM)で示した。エネルギーは乾物1gのキロカロリー(kcal/gDM)で示した。

5. 統計分析

統計分析はカシオC₈₂-BASICによる古林⁶⁶⁾および市村と酒井⁵⁹⁾の統計解析プログラムを主として用いた。

6. 牧草の生育に関係した用語について

以下の用語は次のような意図と内容をもつとし

て用いた。

生育日数：1番草では萌芽期の確認が難しいため、基準日（4月30日）から刈取りまでの日数、再生草では刈取間隔（刈取りから刈取りまでの間隔）とした。

生育季節：オーチャードグラスとペレニアルライグラスでは年間4から7番草まで刈取りを行ったが、これらの草種では番草で分けずに年間の生育期間を以下の言葉を用いて大きく四つに分けた。

春－1番草刈取りまでの間。

夏の前半－1番草刈取りから7月31日までの間、年間7回刈取りでは2、3番草が主体。

夏の後半－8月1日から9月19日までの間、年間7回刈取りでは4、5番草が主体。

秋－9月20日から最終刈取りまでの間、年間7回刈取りでは6、7番草が主体。

なお、再生力が弱い草種（チモシー、アカクロー

バ）や永続性を確保するため多回刈りできない草種（アルファルファ）では、主として3番草まで刈取りを行った。この場合、1番草は春、2番草は夏、3番草は秋に相当させた。

生育期：1番草については、イネ科牧草の伸長期から結実期まで、また、マメ科牧草の着蕾、開花、結実のような生育に伴う形態的变化がはっきりしている場合の生育状態を示す言葉として用いた。

生育時期：牧草が利用できる全期間（生育期、生育季節や播種後の経過年も含めた広い期間）での生育の状態とした。

生育に伴う変化の速度と潜在値：生育日数（ X ）と化学成分の含有率、消化率、栄養価、採食量等（それぞれ、 Y ）の一次回帰式（ $Y = a + bX$ ）で、 b を1日当たりの変化の速度、 a をその生育期間の当初に持っていると推定された値、潜在値とした。

III 牧草の生育に伴う消化率および自由採食量の推移

供試牧草は草種、年次別に分け、刈取月日、草量、NVIを一括して表2に示した。なお、同一丈、収量、化学組成、消化率、栄養価、自由採食品種で年次が進んでいるのはその後の連続した利

表 2-1. 供試牧草の刈取月日、草丈、収量、化学組成、消化率、栄養価、自由採食量およびNVI。

	刈取 月日	番 草	草 丈	生草 収量 (cm)(t/10a)	組 成								
					粗蛋 白質 (%)	粗 脂肪	炭水 化物 (乾物中%)	粗 灰分	CW	ADF	ADL	ケイ酸	
オーチャードグラス (北海道在来種) 1976年	5.24	1	53	1.36	18.1	17.3	6.2	67.3	9.2	51.4	25.7	2.7	1.1
	6.14	2	55	0.72	21.6	17.4	2.0	71.2	9.4	57.0	30.5	4.0	1.1
	7.14	3	47	0.45	27.6	13.9	3.9	70.3	11.9	57.7	31.6	4.0	1.9
	8.13	4	48	0.41	31.0	19.6	4.7	65.7	10.0	62.1	28.8	4.0	2.1
	9.6	5	43	0.45	22.1	17.8	4.9	64.6	12.7	57.2	28.8	3.4	2.0
	10.16	6	38	0.33	20.1	16.0	4.2	68.5	11.3	45.4	25.0	3.0	2.9
	6.4	1	82	1.71	21.5	13.2	2.6	75.9	8.3	61.2	32.8	3.6	0.8
	7.14	2	65	0.82	34.4	11.3	3.3	74.5	10.9	61.3	34.0	5.0	2.3
	8.21	3	61	0.58	27.5	17.2	4.3	67.6	10.9	59.6	30.8	4.1	2.4
	9.16	4	43	0.51	33.8	17.0	4.7	66.7	11.6	59.0	30.5	3.9	2.0
10.16	5	39	0.39	22.5	20.1	4.5	62.9	12.5	45.0	23.0	2.8	2.6	
(フィロックス)	7.4	1	95	1.85	28.5	6.8	2.3	84.1	6.8	65.7	41.6	7.0	1.5
	9.25	3	62	0.72	23.3	13.3	5.1	70.2	11.4	54.1	29.8	3.6	2.7
(北海道在来種) 1977年	5.28	1	52	1.08	16.8	16.3	3.4	71.9	8.4	51.1	25.7	2.9	0.7
	6.15	2	49	0.63	23.5	13.9	3.6	73.6	8.9	60.0	33.8	4.8	0.7
	7.19	3	51	0.52	26.2	14.9	5.0	68.6	11.5	54.5	29.8	4.1	1.9
	8.17	4	57	0.45	25.4	18.9	4.5	65.5	11.1	57.0	29.6	3.9	1.7
	9.7	5	40	0.41	22.1	21.2	4.8	62.2	11.8	54.9	28.4	3.8	1.9
	10.16	6	32	0.35	23.7	18.3	4.8	65.0	11.9	43.8	21.8	2.5	2.3
	6.7	1	79	1.51	17.4	11.9	3.3	76.8	8.0	60.9	34.5	4.0	0.6
	7.25	2	59	0.74	33.2	15.5	5.4	66.5	12.6	57.1	31.1	4.4	2.0
	8.24	3	55	0.43	23.3	16.9	4.4	66.8	11.9	55.5	29.7	3.6	1.8
	10.7	4	59	0.38	22.4	16.7	4.8	67.2	11.3	49.5	26.5	3.1	2.0
6.15	1	92	2.31	23.2	12.1	2.9	77.2	7.8	58.6	34.0	4.7	0.7	
(フィロックス)	6.7	1	68	1.15	19.3	15.0	3.9	72.3	8.8	55.6	29.9	3.5	0.6
	7.28	2	59	0.64	36.6	12.2	4.6	71.4	11.8	59.9	32.7	4.9	2.5
	9.1	3	61	0.47	22.9	15.4	4.7	67.9	12.0	53.8	29.7	3.4	2.2
	10.11	4	52	0.44	23.6	16.4	4.6	67.9	11.1	45.1	23.7	2.7	2.3
	6.23	1	102	2.41	27.8	9.4	3.0	80.5	7.1	65.2	38.0	5.8	0.6

用年の結果である。

以下に記す成績のなかでは、生育時期毎にまと

めて平均値等で示し、関連のある成分についてのみ記して、検討を行った。

乾物	消 化 率					栄養価		エネルギー			自由採食量 (g/kg ^{0.75})(kcal)	DE 摂取量 (kcal)	NVI	備 考	
	粗蛋	粗 炭水	脂肪	化物	CW	CC	DCP	TDN (乾物中%)	GE	消化率 (%)					DE (kcal)
	白質	脂肪													
71	73	67	74	70	73	12.6	72.0	4.50	70	3.15	79.0	249	69.1		
67	73	12	69	67	67	12.6	62.2	4.46	65	2.90	78.8	229	64.0		
62	65	19	66	63	60	9.0	57.0	4.37	58	2.53	72.5	183	52.6		
66	77	23	69	71	59	15.1	63.1	4.56	64	2.91	81.4	237	64.9		
70	75	39	74	73	67	13.3	65.3	4.37	68	2.98	70.5	210	60.0		
75	76	46	81	72	78	12.2	71.7	4.36	74	3.23	67.2	218	62.2		
69	69	42	72	69	69	9.1	66.2	4.47	68	3.03	71.3	216	60.3		
55	58	21	58	55	54	6.6	51.6	4.37	52	2.27	58.6	133	38.1		
63	70	15	68	69	53	12.0	59.3	4.52	61	2.76	72.3	200	55.1		
75	78	52	78	79	69	13.2	70.7	4.41	73	3.22	81.4	264	74.4		
77	80	47	81	77	77	16.2	72.1	4.42	76	3.35	84.6	283	80.1		
51	49	35	54	46	61	3.4	50.4	4.50	50	2.23	45.5	101	28.2		
72	72	54	77	73	71	9.5	69.7	4.37	71	3.09	62.4	193	55.1		
75	72	38	79	73	76	11.8	71.8	4.58	74	3.37	66.3	223	60.9		
62	67	51	64	61	64	9.4	60.9	4.41	60	2.65	56.3	149	42.2		
61	67	31	65	59	63	9.9	58.1	4.45	58	2.59	65.8	170	47.8		
64	70	23	68	67	59	13.3	60.1	4.47	61	2.73	59.7	163	45.5		
65	76	28	69	67	63	16.1	61.8	4.46	63	2.82	60.2	170	47.6		
70	75	41	76	66	74	13.7	67.7	4.42	69	3.05	66.6	203	57.4		
66	65	48	69	64	69	7.7	64.0	4.43	64	2.84	55.8	158	44.8		
63	71	39	66	63	62	10.9	59.8	4.46	61	2.73	66.2	181	50.8		
69	73	35	74	60	68	12.3	64.9	4.36	67	2.91	67.2	196	55.9		
71	74	44	77	71	71	12.4	68.5	4.33	69	2.99	65.0	194	56.2		
61	65	44	62	55	68	7.9	59.0	4.42	59	2.59	57.4	149	42.0		
69	71	46	72	68	71	10.7	67.0	4.57	68	3.10	60.3	187	51.1		
57	64	14	63	58	56	7.8	54.3	4.40	56	2.44	55.5	135	38.5		
63	68	29	69	64	63	10.5	60.2	4.40	62	2.71	61.3	166	47.2		
68	72	37	74	64	72	11.8	66.2	4.43	67	2.98	63.5	189	53.3		
62	62	50	65	61	66	5.8	61.1	4.45	60	2.69	56.7	153	42.8		

表 2-2. 供試牧草の刈取月日, 草丈, 収量, 化学組成, 消化率, 栄養価, 自由採食量およびNVI.

	刈取 月日	番 草	草 丈 (cm)	生草 収量 (t/10a)	組 成								
					乾物 (%)	粗蛋 白質	粗 脂肪	炭水 化物 (乾物中%)	粗 灰分	CW	ADF	ADL	ケイ酸
(キタミドリ) 1978年	5.28	1	58	1.75	18.6	14.0	4.3	71.1	10.6	50.2	27.0	3.0	1.8
	6.20	2	45	0.71	19.8	12.0	4.3	72.0	11.7	58.5	34.2	4.2	2.3
	7.10	3	32	0.65	25.6	17.1	5.2	64.2	13.5	57.6	32.0	4.1	3.2
	7.30	4	36	0.53	24.1	18.3	6.2	62.6	12.9	57.1	31.1	3.8	2.4
	8.19	5	34	0.40	14.9	19.9	4.9	61.9	13.3	57.9	30.7	3.5	2.3
	9.8	6	36	0.38	20.0	17.5	5.3	63.5	13.7	53.9	29.6	2.9	2.5
	10.9	7	35	0.29	19.8	17.9	5.1	62.9	14.1	46.0	24.8	2.4	3.0
1979年	6.5	1	95	1.61	20.4	10.6	3.5	76.6	9.3	51.9	28.5	3.0	1.6
	7.17	2	62	1.43	24.4	11.2	5.5	70.0	13.3	62.8	35.8	4.4	3.3
	8.30	3	52	0.61	22.2	13.3	5.1	68.0	13.6	59.6	34.0	4.1	2.6
	6.13	1	100	1.88	22.1	8.6	3.4	79.3	8.7	58.3	31.1	4.0	1.6
	5.26	1	52	1.27	21.7	16.8	4.4	68.1	10.7	50.8	25.1	2.8	1.2
	6.15	2	43	0.74	19.6	20.9	4.9	63.1	11.1	55.0	29.8	3.9	1.1
	7.5	3	32	0.51	19.0	17.6	4.8	65.5	12.1	53.9	29.9	3.4	1.3
1980年	7.25	4	35	0.40	24.0	18.8	4.3	64.0	12.9	53.5	28.3	3.6	2.0
	8.14	5	37	0.33	22.8	19.1	5.2	62.2	13.5	53.4	30.1	3.6	1.8
	9.3	6	30	0.19	28.5	22.6	5.2	61.7	10.5	58.0	28.7	3.7	1.5
	10.4	7	22	0.20	17.2	18.0	6.1	63.1	12.8	50.4	27.3	2.9	2.3
	6.10	1	77	1.69	17.4	12.7	3.7	73.5	10.1	61.0	34.5	4.0	1.3
	6.15	1	105	2.19	16.0	12.0	3.3	74.6	10.1	66.3	39.0	5.2	1.4
	7.25	2	70	1.31	19.6	14.5	4.9	69.0	11.6	59.4	33.7	4.1	2.1
1981年	10.17	3	68	0.55	24.1	10.8	4.2	73.9	11.1	52.7	29.9	3.7	2.9
	6.25	1	103	2.05	21.8	8.4	3.1	80.3	8.2	68.5	41.0	6.0	1.4
	8.4	2	82	0.98	26.4	12.9	5.2	69.7	12.2	61.2	34.3	4.5	2.1
	7.15	1	108	1.90	30.9	7.2	3.5	80.3	9.0	68.4	41.1	6.8	1.8
	6.6	1	81	1.78	20.1	11.8	2.8	76.5	8.9	55.5	28.8	3.2	1.4
	7.16	2	75	0.95	20.8	11.1	4.3	73.5	11.1	63.6	37.4	4.8	2.2
	9.9	3	60	0.61	24.1	12.7	4.9	71.5	10.9	57.8	31.4	3.6	2.4
1981年	9.9	3	64	0.75	24.2	13.2	4.3	72.1	10.4	57.3	30.9	3.4	1.9
	9.9	3	72	1.10	22.6	13.3	4.3	72.6	9.8	58.1	32.6	3.7	1.6
	10.26	4	70	0.61	28.5	9.6	3.6	75.8	11.0	54.9	30.8	4.0	3.8
	6.16	1	95	2.19	21.0	9.4	3.0	78.9	8.7	64.0	36.2	4.6	1.4

乾物	消 化 率					栄養価		エネルギー			自 由 採食量 (g/kg ^{0.75})	DE 摂取量 (kcal)	NVI	備 考
	粗蛋	粗	炭水	CW	CC	DCP	TDN	GE	消化率	DE				
	白質	脂肪	化物											
71	69	50	75	67	75	9.7	68.0	4.43	70	3.08	69.4	214	60.3	
62	62	34	67	61	63	7.4	58.8	4.34	60	2.60	55.4	144	41.4	
58	69	24	62	58	59	11.9	54.8	4.52	57	2.58	62.0	160	44.2	
64	74	40	68	66	61	13.5	61.4	4.66	63	2.95	68.0	201	53.9	
65	75	30	68	66	63	15.0	60.1	4.47	63	2.81	58.4	164	45.9	
62	70	36	67	62	62	12.2	58.9	4.34	60	2.62	64.6	169	48.8	
67	74	35	73	62	71	13.2	63.2	4.35	67	2.90	69.7	202	58.1	
68	59	35	73	63	73	6.3	65.0	4.42	66	2.90	64.3	186	52.6	
51	57	27	56	52	49	6.3	48.7	4.33	49	2.10	51.0	107	30.9	
62	67	44	65	62	60	8.9	58.0	4.31	59	2.56	62.5	160	46.4	
64	52	37	69	60	69	4.4	62.2	4.45	62	2.77	59.9	166	46.6	
70	70	34	76	71	70	11.8	66.8	4.41	68	2.99	86.6	259	73.4	
68	76	43	70	67	69	15.8	64.7	4.64	67	3.10	79.1	245	66.0	
71	75	47	74	70	73	13.2	66.4	4.37	68	2.98	83.0	247	70.9	
65	74	24	68	64	67	13.9	59.7	4.45	63	2.80	86.3	242	68.0	
64	73	26	68	65	64	14.0	59.1	4.42	61	2.71	74.2	201	56.8	
58	74	15	60	59	56	16.8	55.5	4.55	55	2.52	69.9	176	48.4	
65	71	46	69	62	68	12.7	62.2	4.36	62	2.70	70.5	190	54.8	
67	68	41	70	66	66	8.6	63.3	4.38	64	2.82	70.9	200	57.1	
58	65	37	59	56	62	7.8	54.4	4.49	55	2.49	47.9	119	33.2	
54	63	27	57	53	55	9.2	51.3	4.52	51	2.31	53.6	124	34.2	
60	56	37	64	55	67	6.0	57.1	4.41	59	2.59	55.0	142	40.4	
54	58	43	56	51	61	4.9	52.5	4.51	52	2.36	49.4	117	32.3	
58	63	30	61	59	57	8.2	54.5	4.49	55	2.49	67.6	168	46.8	
42	45	41	42	35	55	3.3	40.1	4.49	40	1.79	31.2	56	15.5	
69	61	28	74	65	73	7.2	65.6	4.40	67	2.93	66.2	194	55.2	
55	55	30	59	56	54	6.1	52.4	4.36	52	2.27	47.0	107	30.6	
60	60	36	66	61	58	7.6	58.6	4.40	58	2.53	49.7	126	35.7	
60	63	33	65	60	60	8.3	58.4	4.39	58	2.53	56.6	143	37.7	
59	63	35	63	59	59	8.4	57.5	4.37	55	2.41	56.4	136	40.8	
57	55	31	62	50	65	5.3	54.7	4.41	56	2.46	49.0	121	34.2	
65	59	40	68	64	66	5.6	62.3	4.32	63	2.70	60.4	163	47.2	

表 2-3. 供試牧草の刈取月日, 草丈, 収量, 化学組成, 消化率, 栄養価, 自由採食量およびNVI.

	刈取 月日	番 草	草 丈 (cm)	生草 収量 (t/10a)	組 成								
					乾物 (%)	粗蛋 白質	粗 脂肪	炭水 化物 (乾物中%)	粗 灰分	CW	ADF	ADL	ケイ酸
(キタミドリ) 1982年	6.26	1	98	2.30	25.6	7.7	3.0	80.7	8.6	64.8	38.4	5.4	1.5
	7.26	1	94	1.88	29.1	7.6	2.5	80.3	9.6	67.8	41.9	7.4	2.2
	5.28	1	60	1.35	19.6	15.7	3.0	72.2	9.1	52.8	28.0	2.4	1.1
	7.27	2	65	0.84	38.4	9.5	6.2	73.3	11.0	56.8	32.4	5.6	3.2
	9.23	3	52	0.71	24.2	17.4	5.3	68.1	9.2	55.8	30.3	3.8	1.6
	10.3	3	63	0.88	24.1	14.8	4.4	70.8	10.0	54.6	30.0	3.7	2.0
	10.20	3	68	0.93	26.3	13.5	4.6	71.5	10.4	49.5	26.0	3.1	2.5
	10.28	3	65	0.69	28.3	12.6	4.9	72.5	10.0	49.0	27.0	3.2	2.9
	6.15	1	98	1.98	25.8	9.3	3.4	80.1	7.2	63.8	37.3	5.8	1.0
	8.15	2	75	0.83	39.3	10.4	5.3	72.7	11.6	58.3	32.7	5.5	3.3
	8.2	1	103	1.51	47.0	5.4	2.6	84.0	8.0	74.7	45.1	8.0	2.2
	10.12	2	79	0.72	26.9	13.4	4.2	71.7	10.7	51.0	26.6	3.1	2.4
1983年	6.6	1	95	1.80	19.5	11.6	2.5	77.7	8.2	62.7	35.5	3.5	1.2
	7.10	1	102	1.75	43.2	5.9	3.9	83.1	7.1	65.6	38.7	6.5	1.6
	7.2	1	90	1.42	28.0	6.8	1.8	85.0	6.4	67.8	40.3	5.7	1.3
	7.11	1	92	1.21	34.2	5.8	1.7	86.1	6.4	67.6	40.2	6.2	1.2
	7.21	1	89	1.08	37.2	4.9	2.2	87.1	5.8	70.0	42.7	7.6	1.1
	7.21	2	68	1.10	23.5	10.9	3.8	75.9	9.4	56.2	33.3	4.3	1.8
	9.14	3	51	0.52	16.7	16.8	4.2	69.0	10.0	56.8	32.3	4.0	2.0
	9.18	3	55	0.60	21.1	15.9	4.9	68.5	10.7	57.2	32.5	3.7	2.0
	7.31	2	73	0.63	25.9	9.7	3.8	76.0	10.5	59.1	34.6	4.5	2.7
	8.24	2	69	0.55	26.5	11.7	3.7	73.8	10.8	62.6	36.5	5.0	2.5
	8.29	2	65	0.68	28.2	10.5	4.1	74.6	10.8	63.6	37.4	5.3	2.7
	9.3	2	75	0.60	24.9	10.3	4.3	74.8	10.6	67.3	39.1	5.3	3.1
	9.8	2	49	0.51	26.3	11.8	4.3	73.5	10.4	65.2	38.9	5.5	2.7
	9.18	3	40	0.39	20.9	16.3	4.7	68.2	10.8	54.4	30.4	3.3	1.9
	9.28	2	38	0.35	20.8	15.5	3.9	70.8	9.8	56.1	31.4	3.9	1.5
	9.28	2	45	0.41	24.7	11.3	3.8	75.3	9.6	61.9	35.5	4.7	2.6
	10.3	2	37	0.39	20.6	15.4	4.3	70.8	9.5	55.0	30.7	3.6	1.6
	10.3	2	50	0.58	29.9	9.1	3.8	76.8	10.3	60.3	35.3	4.4	3.2
10.13	4	31	0.30	25.2	15.9	5.5	67.8	10.8	44.6	24.8	2.5	2.6	
1984年	6.24	1	78	1.08	32.5	7.1	3.0	84.0	5.9	70.1	40.1	6.1	0.8
	6.29	1	75	0.95	36.0	6.8	3.4	84.1	5.7	69.2	40.4	6.8	0.7

乾物	消 化 率					栄養価		エネルギー			自由採食量 (g/kg ^{0.75})	DE 摂取量 (kcal)	NVI	備 考
	粗蛋白質	粗脂肪	炭水化物 (%)	CW	CC	DCP (乾物中%)	TDN	GE (kcal)	消化率 (%)	DE (kcal)				
56	49	35	59	53	61	3.7	53.6	4.34	53	2.31	64.9	150	43.2	
42	41	12	45	38	51	3.1	39.8	4.30	39	1.67	29.1	49	14.1	
76	74	46	80	74	78	11.6	72.5	4.39	74	3.23	73.5	243	67.6	
55	57	30	59	50	61	5.4	53.1	4.48	52	2.33	58.8	137	24.5	
69	73	40	72	69	69	12.7	66.8	4.66	68	3.09	67.0	207	55.5	
65	70	32	69	63	67	10.3	62.3	4.55	63	2.86	62.4	178	49.0	
68	68	36	74	64	72	9.2	65.5	4.48	66	2.95	66.7	197	54.9	
65	62	38	71	60	69	7.8	63.6	4.44	63	2.78	64.1	178	50.2	
62	57	54	65	59	68	5.3	61.7	4.50	61	2.75	58.1	160	44.3	
57	60	15	64	57	57	6.2	54.5	4.51	54	2.45	56.1	137	38.1	
23	15	14	26	23	24	0.8	23.5	4.42	21	0.93	23.6	22	6.2	
65	68	36	70	62	68	9.1	62.4	4.46	63	2.83	68.7	194	54.4	
67	63	31	71	67	67	7.3	63.9	4.47	66	2.94	64.3	189	52.9	
42	30	37	46	35	56	1.8	43.7	4.29	39	1.67	37.8	63	18.4	
53	42	25	57	51	60	2.8	52.4	4.51	52	2.34	36.2	85	23.5	
49	36	19	52	44	61	2.1	47.7	4.53	47	2.14	30.2	65	17.8	
42	24	62	44	35	58	1.2	42.7	4.56	41	1.87	32.9	62	16.8	
64	62	33	69	62	67	6.8	61.9	4.53	62	2.81	50.4	142	39.1	(6/ 1)
61	70	24	64	60	62	11.8	58.4	4.58	58	2.67	51.9	139	37.9	
64	70	39	67	65	63	11.2	61.7	4.54	62	2.80	49.0	137	37.8	
57	54	17	63	55	60	5.3	54.3	4.49	55	2.47	46.3	114	31.8	(6/ 1)
57	62	23	61	55	60	7.2	53.8	4.50	55	2.46	37.6	92	25.7	(6/15)
55	56	24	60	54	56	5.9	52.9	4.51	53	2.40	40.3	97	26.8	(")
50	55	32	54	52	47	5.7	49.2	4.47	48	2.16	35.7	77	21.6	(")
54	62	32	58	56	51	7.3	53.0	4.53	53	2.39	39.5	94	26.1	(6/30)
65	71	37	69	63	67	11.6	62.5	4.55	63	2.88	64.9	187	51.4	(8/ 1)
63	70	36	65	60	67	10.8	60.1	4.52	61	2.74	64.4	176	48.9	
57	61	35	61	57	59	6.9	55.9	4.47	55	2.48	42.5	105	29.4	
63	69	42	66	60	67	10.6	61.3	4.52	61	2.76	62.1	171	47.4	
60	57	41	65	58	63	5.2	58.4	4.51	59	2.67	47.6	127	35.2	
70	74	51	74	63	75	11.7	68.4	4.53	69	3.11	59.6	185	51.2	
53	54	43	55	50	61	3.8	53.1	4.45	52	2.31	43.6	101	28.3	
49	50	43	51	45	58	3.4	49.7	4.43	47	2.09	48.3	101	28.5	

表 2-4. 供試牧草の刈取月日, 草丈, 収量, 化学組成, 消化率, 栄養価, 自由採食量およびN V I.

	刈取 月日	番 草	草 丈 (cm)	生草 収量 (t/10a)	組 成								
					乾物 (%)	粗蛋 白質	粗 脂肪	炭水 化物 (乾物中%)	粗 灰分	CW	ADF	ADL	ケイ酸
(キタミドリ)	7.19	1	78	0.87	44.8	5.6	3.2	85.7	5.5	72.0	43.5	7.6	0.9
1984年	6.24	2	49	0.35	31.4	9.7	3.4	79.9	7.0	66.9	39.3	5.6	1.1
	7.1	2	41	0.32	35.1	10.4	4.3	78.2	7.1	65.5	38.4	6.2	1.2
	7.6	2	37	0.26	23.7	15.5	5.2	70.4	8.9	59.9	33.5	4.4	1.0
	7.9	2	53	0.33	35.6	9.7	4.2	78.2	7.9	64.6	37.5	5.2	1.2
	7.10	2	40	0.30	25.9	12.5	5.4	73.2	8.9	59.9	33.6	4.3	1.3
	7.24	2	39	0.45	31.1	10.9	5.9	73.8	9.4	62.0	35.4	4.5	1.4
	7.24	2	58	0.39	40.5	8.4	5.0	78.6	8.0	68.2	41.2	6.6	1.3
チモシー													
(クライマックス)	6.4	1	52	1.21	23.9	10.9	2.3	79.6	7.2	61.3	31.1	3.6	0.6
1976年	7.25	2	40	0.63	45.0	10.6	3.7	78.3	7.4	58.6	31.4	5.4	1.8
	9.16	3	41	0.38	36.3	12.4	3.8	74.5	9.3	55.8	31.4	4.9	2.4
	6.14	1	92	1.52	23.4	9.0	2.3	82.5	6.2	65.2	35.3	4.1	0.8
1977年	5.28	1	40	0.86	17.8	16.3	3.4	72.9	7.4	49.2	27.5	2.9	0.5
	6.24	2	43	0.54	30.0	10.4	2.3	80.4	6.9	62.2	32.2	4.0	1.5
	7.11	1	108	2.12	30.2	6.2	2.0	86.9	4.9	64.7	39.6	6.2	1.0
(センボク)	7.10	1	110	2.05	40.0	6.7	3.5	84.5	5.3	66.1	39.4	7.0	0.6
1982年	7.19	1	107	1.90	39.9	6.4	2.2	81.6	4.8	69.8	40.9	7.7	0.7
1983年	6.6	1	70	1.82	17.9	14.7	3.1	74.0	8.2	59.8	32.7	4.1	0.8
	8.10	2	49	0.54	33.1	9.3	2.9	81.5	6.3	64.3	37.6	7.1	1.1
	6.16	1	79	1.95	18.2	10.7	2.7	79.3	7.3	66.0	36.7	4.3	0.8
	8.15	2	42	0.43	32.9	9.6	2.8	80.5	7.1	62.7	37.6	6.8	1.2
	6.24	1	85	2.11	16.8	10.7	2.4	80.0	6.9	68.0	38.8	4.8	0.7
1984年	6.17	1	86	1.19	25.2	10.7	3.3	79.0	7.0	65.2	35.8	4.7	0.4
	6.24	1	70	1.43	25.5	11.2	3.9	78.1	6.8	65.1	36.4	5.5	0.3
	7.18	1	95	1.38	38.7	7.1	3.2	84.4	5.3	65.3	37.5	7.2	0.7
ペレニアルライグラス													
(ピートラ)	5.28	1	45	1.24	17.6	15.5	4.2	70.2	10.1	38.2	21.1	1.8	1.4
1978年	6.20	2	42	1.01	15.3	11.6	3.4	73.6	11.4	56.7	32.9	2.8	1.9
	7.10	3	25	0.73	24.5	15.7	4.5	66.5	13.3	56.3	31.6	3.4	3.3

乾物	消 化 率					栄養価		エネルギー			自由採食量 (g/kg ^{0.75})	DE 摂取量 (kcal)	NVI	備 考
	粗蛋 白質	粗 脂肪	炭水 化物	CW	CC	DCP	TDN	GE	消化率 (%)	DE				
		(%)				(乾物中%)		(kcal)	(%)	(kcal)				
45	40	30	48	43	50	2.2	45.7	4.49	44	1.98	42.5	84	23.4	
55	63	40	57	53	67	6.1	55.0	4.45	54	2.40	52.8	127	35.6	(5/21)
51	60	40	53	49	57	6.3	52.0	4.46	49	2.20	52.6	116	32.5	(")
63	69	35	67	63	63	10.8	61.7	4.55	61	2.78	75.7	210	57.7	(5/31)
57	66	41	59	53	66	6.4	56.1	4.44	55	2.42	60.5	146	41.3	(5/21)
66	68	40	70	66	66	8.5	64.6	4.54	64	2.89	86.9	251	69.2	(5/31)
57	57	27	62	58	54	6.2	55.2	4.47	53	2.39	72.9	174	48.7	(")
47	53	32	49	46	50	4.5	46.5	4.49	44	1.99	48.3	96	26.7	(5/21)
72	62	36	76	73	70	6.7	69.3	4.49	70	3.14	81.0	254	70.9	
64	66	38	66	59	70	7.0	62.0	4.55	62	2.80	76.4	213	58.8	
67	62	34	72	67	66	7.7	64.3	4.47	65	2.88	81.4	234	65.6	
67	58	36	70	66	68	5.2	64.8	4.53	65	2.93	69.5	204	56.2	
78	73	34	83	76	80	11.9	74.8	4.45	76	3.83	68.2	231	64.8	
67	63	35	71	65	71	6.6	65.1	4.35	65	2.83	68.0	192	55.3	
58	41	41	62	53	68	2.6	58.0	4.31	55	2.37	51.1	121	35.1	
53	39	43	56	47	64	2.6	53.7	4.49	49	2.19	39.0	85	34.9	
53	43	39	56	49	63	2.7	53.4	4.45	49	2.18	42.4	92	35.5	
70	74	41	73	69	71	10.9	67.9	4.59	69	3.15	53.0	167	45.4	
55	55	36	57	48	66	5.1	53.7	4.66	53	2.47	40.6	100	26.8	
66	60	48	70	65	67	6.5	64.6	4.55	64	2.93	49.9	146	40.2	
54	54	27	56	48	64	5.1	52.0	4.58	51	2.31	39.1	90	24.7	
63	60	45	66	63	63	6.4	61.6	4.56	61	2.79	41.3	115	31.5	
66	62	38	70	66	65	6.6	64.7	4.52	64	2.88	79.2	228	63.1	
64	65	47	67	63	65	7.3	63.5	4.62	63	2.89	72.0	208	56.3	
54	45	38	58	50	63	3.2	54.7	4.47	52	2.34	56.5	132	37.0	
80	73	61	87	76	83	11.3	78.0	4.39	79	3.45	75.9	262	74.6	
69	61	46	75	68	70	7.1	65.6	4.28	68	2.90	56.5	164	47.9	
60	66	27	66	58	63	10.4	57.1	4.29	60	2.55	58.2	148	43.3	

表 2-5. 供試牧草の刈取月日, 草丈, 収量, 化学組成, 消化率, 栄養価, 自由採食量およびN V I.

	刈取 月日	番 草	草 丈 (cm)	生草 収量 (t/10a)	組 成									
					乾物 (%)	粗蛋 白質	粗 脂肪	炭水 化物 (乾物中%)	粗 灰分	CW	ADF	ADL	ケイ酸	
(ピートラ)	7.30	4	29	0.42	22.8	18.9	5.1	60.9	15.1	52.6	26.0	3.0	3.1	
	1978年	8.19	5	26	0.31	16.1	21.1	4.3	60.1	14.4	52.5	28.4	2.8	2.9
		9.8	6	30	0.42	17.0	20.3	5.1	59.8	14.8	46.5	26.5	1.8	2.5
		10.9	7	33	0.40	15.1	17.1	5.4	63.5	14.0	41.7	24.2	1.4	2.2
		6.13	1	65	2.34	19.5	10.4	3.8	76.8	9.0	44.2	25.3	2.1	1.5
		7.1	1	98	2.73	22.4	7.6	3.3	78.8	10.3	62.2	37.2	4.9	2.3
	1979年	6.5	1	28	0.73	26.3	13.0	3.3	73.5	10.2	32.6	18.1	1.6	1.4
		6.25	2	35	0.63	18.9	17.5	3.7	66.5	12.3	52.2	28.8	2.4	1.6
		7.15	3	28	0.45	19.0	15.6	4.7	65.7	14.0	49.0	28.7	2.5	2.1
		8.4	4	27	0.31	22.4	22.3	3.6	61.5	12.6	50.7	27.2	2.6	2.0
	8.24	5	25	0.22	28.9	21.3	5.0	59.5	14.2	50.1	25.7	4.0	3.0	
	9.13	6	38	0.38	19.1	22.8	4.8	59.6	12.8	48.1	24.2	2.3	1.6	
	10.14	7	29	0.34	17.2	18.6	4.6	64.4	12.4	41.6	22.6	1.7	1.2	
1980年	7.5	1	105	2.30	22.0	8.8	4.1	77.4	9.7	56.7	35.1	5.2	2.4	
アルファルファ (サラナック)	8.21	1	71	1.36	25.8	17.2	2.3	70.5	10.0	45.6	35.8	9.5	0.4	
1975年	10.3	2	60	0.80	26.3	22.1	3.8	63.0	11.1	36.7	26.0	7.3	0.0	
1976年	6.24	1	88	1.86	25.3	18.3	3.1	69.4	9.2	37.4	31.6	7.6	0.0	
	8.3	2	62	1.23	26.1	20.1	3.0	68.3	8.6	36.4	30.0	8.0	0.1	
	9.25	3	57	1.02	20.6	20.8	3.0	65.8	10.4	38.0	31.6	7.8	0.0	
	7.4	1	90	1.96	26.0	18.6	2.4	69.5	9.5	37.6	34.1	8.7	0.2	
	8.13	2	58	1.36	21.4	22.8	2.4	65.8	9.0	36.7	30.7	8.6	0.2	
	10.3	3	59	1.09	20.1	21.5	3.0	64.5	11.0	35.9	29.9	7.8	0.1	
1977年	7.3	1	84	1.80	30.6	17.9	2.3	70.9	8.9	40.8	35.7	9.6	0.2	
	8.8	2	63	0.91	27.5	20.4	3.2	69.9	8.5	37.5	30.2	8.1	0.1	
	10.16	3	74	0.77	26.0	18.9	3.5	68.5	9.1	37.5	30.4	8.3	0.2	
1978年	7.1	1	119	2.11	28.0	16.6	2.1	73.9	7.4	49.8	43.7	10.6	0.3	
	8.10	2	72	0.97	26.7	20.3	2.3	69.1	8.3	41.0	36.0	8.9	0.2	
	10.19	3	67	0.66	27.1	18.3	2.5	69.0	10.2	38.4	32.6	7.9	0.4	
1979年	6.20	1	95	1.85	21.7	21.9	2.8	66.4	8.9	40.7	34.9	7.9	0.0	
	8.1	2	78	1.02	22.3	21.0	2.8	66.5	9.7	41.9	34.4	8.2	0.2	
	10.13	3	59	0.75	21.3	23.0	3.5	63.0	10.5	34.6	25.4	6.2	0.3	

乾物	消 化 率					栄養価		エネルギー			自由 採食量 (g/kg ^{0.75})	DE 摂取量 (kcal)	NVI	備 考
	粗蛋 白質	粗 脂肪	炭水 化物	CW	CC	DCP	TDN	GE	消化率	DE				
	(%)					(乾物中%)		(kcal)	(%)	(kcal)				
62	71	34	66	60	65	13.5	57.4	4.38	62	2.70	54.3	147	41.8	
66	75	35	70	65	68	15.9	61.2	4.37	65	2.86	60.7	144	49.6	
73	77	54	79	71	75	15.7	68.9	4.27	72	3.09	74.2	229	67.1	
72	71	49	80	65	76	12.1	68.9	4.25	71	3.03	68.7	208	61.2	
78	65	67	83	71	83	6.7	76.2	4.31	77	3.30	68.4	226	65.5	
66	55	69	69	64	69	4.2	63.1	4.30	64	2.77	53.3	148	42.9	
81	69	45	87	67	87	9.0	76.5	4.27	80	3.39	87.1	295	86.6	
73	74	34	78	71	75	12.9	67.7	4.25	70	2.99	82.7	247	72.8	
72	72	51	77	69	75	11.2	67.3	4.18	70	2.93	86.0	252	75.5	
65	75	23	68	61	68	16.8	60.3	4.33	63	2.72	73.4	200	57.6	
58	70	19	60	54	62	15.0	53.0	4.45	56	2.47	73.4	181	50.9	
70	78	37	73	66	73	17.7	65.1	4.42	68	3.01	78.9	237	67.3	
77	76	49	82	72	80	14.1	72.1	4.35	75	3.27	71.2	233	66.9	
61	52	50	65	55	69	4.6	58.7	4.26	59	2.50	59.4	149	43.7	
54	73	32	53	37	69	12.5	51.7	4.33	52	2.26	79.8	180	52.1	造成年
65	77	35	65	45	77	17.0	61.1	4.31	63	2.71	75.1	204	59.0	"
63	78	39	62	37	78	14.2	60.2	4.50	62	2.77	87.0	241	67.0	
66	79	11	67	47	77	15.8	62.3	4.60	65	2.97	86.4	257	69.7	
66	78	47	65	49	76	16.3	62.0	4.49	65	2.90	86.4	251	69.9	
61	79	29	58	31	78	14.7	56.8	4.58	60	2.75	86.1	237	64.7	
60	79	0	60	36	74	17.9	57.1	4.58	59	2.71	79.5	215	58.7	
63	77	41	62	41	76	16.5	59.0	4.48	62	2.79	88.4	247	68.8	
62	77	27	62	40	77	13.7	59.3	4.74	63	2.97	82.3	244	64.4	
64	78	25	64	42	77	16.0	61.5	4.69	63	2.96	80.0	237	63.2	
61	73	52	63	41	73	13.8	60.7	4.52	61	2.77	82.9	230	63.4	
56	75	22	56	39	73	12.4	54.5	4.43	54	2.38	72.5	173	48.8	
59	76	4	59	38	74	15.5	56.6	4.55	58	2.64	75.9	200	55.1	
56	72	33	57	33	70	13.2	54.6	4.44	56	2.50	77.8	195	54.8	
63	80	28	61	43	76	17.6	60.2	4.49	62	2.79	93.3	260	72.5	
58	76	7	59	42	70	15.9	55.3	4.49	57	2.57	90.1	232	64.5	
67	78	46	68	48	76	18.0	64.4	4.34	66	2.86	90.1	258	74.2	

表 2-6. 供試牧草の刈取月日, 草丈, 収量, 化学組成, 消化率, 栄養価, 自由採食量およびN V I.

	刈取 月日	番 草	草 丈 (cm)	生草 収量 (t/10a)	粗 乾物 (%)	組 成				CW	ADF	ADL	ケイ酸
						粗蛋 白質	粗 脂肪	炭水 化物 (乾物中%)	粗 灰分				
アルファルファ (サラナック)	6.30	1	106	2.04	20.4	18.8	2.7	70.7	7.8	47.5	40.6	9.7	0.1
	8.9	2	80	0.92	25.1	20.4	2.8	67.7	9.1	41.6	34.4	8.2	0.2
	1980年 10.21	3	58	0.64	20.3	22.3	3.4	63.3	11.0	36.5	28.7	7.1	0.5
	6.15	1	70	1.25	17.2	23.1	3.1	64.5	9.3	42.5	35.9	8.5	0.1
	8.4	2	58	0.72	30.5	20.3	2.8	66.7	10.2	41.8	33.7	8.0	0.0
	10.17	3	54	0.77	21.7	19.8	3.4	66.2	10.6	40.3	31.1	7.5	0.1
	7.5	1	93	1.72	21.4	17.2	1.9	73.2	7.7	49.0	39.8	11.3	0.2
1981年	6.6	1	63	0.74	13.9	25.4	3.1	60.6	10.9	30.2	23.8	5.8	0.2
	7.16	2	51	0.55	18.8	19.2	2.7	67.4	10.7	47.8	39.6	9.4	0.7
	9.1	3	49	0.64	24.0	19.9	2.5	67.2	10.4	41.2	32.8	8.2	0.0
	10.12	4	45	0.48	22.6	25.4	4.0	59.9	10.7	28.5	22.5	5.3	0.2
	6.16	1	83	1.27	15.0	22.5	2.5	66.1	8.9	44.1	36.5	9.0	0.2
	7.26	2	60	0.41	23.7	18.2	2.4	69.9	9.5	47.7	39.4	9.3	0.2
	8.3	2	62	0.50	31.9	19.0	2.8	70.4	7.8	44.5	38.0	9.9	0.3
1982年	5.28	1	55	0.63	14.2	24.6	3.1	60.3	12.0	30.1	23.6	4.5	0.0
	7.27	2	49	0.55	25.9	21.5	3.3	66.1	9.1	39.3	27.3	6.1	0.6
	9.2	3	50	0.42	25.2	22.8	3.3	63.3	10.6	35.1	25.9	6.0	0.3
	10.20	4	39	0.33	21.0	22.7	3.8	62.2	11.3	31.9	22.9	5.3	0.4
	6.6	1	70	1.02	16.1	20.6	3.5	65.5	10.4	38.4	31.3	6.4	0.1
	8.24	2	59	0.63	30.4	17.0	2.4	71.6	9.0	50.1	36.7	8.8	0.9
	10.24	3	42	0.45	23.5	20.9	3.5	64.5	11.1	35.9	27.0	5.9	1.0
	7.1	1	83	1.22	33.1	15.7	1.9	74.7	7.7	45.6	34.4	8.5	0.2
1983年	6.6	1	52	0.65	15.7	21.6	3.0	65.0	10.4	35.2	27.4	5.7	0.0
	7.31	2	43	0.49	22.2	16.7	2.0	72.0	9.3	46.2	38.7	9.7	0.2
	9.9	3	42	0.55	21.0	21.7	3.0	65.4	9.9	38.3	32.6	6.7	0.0
	10.9	4	38	0.30	20.2	27.5	3.2	57.4	11.9	28.0	21.7	4.6	0.2
	6.24	1	69	1.15	17.7	20.2	2.2	67.9	9.7	44.4	36.5	8.9	0.0
	8.10	2	45	0.66	23.8	15.7	2.4	72.6	9.3	47.3	40.5	9.5	0.4
	9.12	3	38	0.42	19.9	21.2	2.8	65.4	10.6	38.1	32.0	7.8	0.0
	7.11	1	83	1.22	27.4	15.3	1.6	75.2	7.9	48.6	40.2	10.1	0.0
	8.15	2	40	0.50	27.4	16.7	2.2	72.2	8.9	46.4	40.9	9.7	0.2

乾物	消 化 率					栄養価		エネルギー			自由採食量 (g/kg ^{0.75})	DE 摂取量 (kcal)	NVI	備 考
	粗蛋 白質	粗 脂 肪	炭水 化物 (%)	CW	CC	DCP (乾物中%)	TDN	GE (kcal)	消化率 (%)	DE (kcal)				
57	76	38	56	40	73	14.3	56.3	4.46	56	2.52	91.8	231	64.7	
62	79	20	62	45	74	16.0	58.8	4.73	63	2.96	92.9	275	72.7	
67	79	42	69	53	75	17.7	64.3	4.33	67	2.89	83.8	242	69.9	
62	79	34	61	46	74	18.3	59.9	4.61	63	2.90	82.0	238	64.4	
61	77	8	60	44	73	15.5	55.8	4.57	58	2.66	69.8	186	50.9	
58	72	40	58	40	70	14.2	55.6	4.51	58	2.62	76.4	200	55.6	
44	69	0	43	22	66	11.8	43.5	4.69	45	2.09	57.8	121	32.2	
74	83	46	75	56	81	21.2	69.8	4.51	73	3.30	95.9	316	87.7	
59	73	33	57	45	71	14.1	54.4	4.38	57	2.47	67.1	166	47.4	
65	78	9	66	50	76	15.4	60.0	4.54	63	2.88	72.5	209	57.5	
69	80	47	72	50	77	20.3	67.5	4.56	70	3.17	69.4	220	60.4	
66	80	37	65	52	76	18.0	62.9	4.46	65	2.88	90.2	260	72.8	
60	74	19	60	47	72	13.5	56.4	4.56	59	2.70	81.4	220	60.2	
59	77	21	59	41	74	14.5	57.0	4.58	57	2.62	73.9	194	52.8	
76	82	38	79	65	81	20.3	70.6	4.44	75	3.34	72.2	241	67.9	
58	74	10	59	37	71	16.0	55.4	4.60	55	2.54	54.8	139	37.8	
67	79	25	67	48	76	18.1	62.3	4.43	65	2.86	76.4	219	61.6	
69	80	50	70	53	77	18.3	66.2	4.59	70	3.19	66.7	213	58.0	
71	80	52	74	63	77	16.5	69.3	4.46	72	3.22	72.2	232	65.2	
53	71	15	52	39	67	12.1	50.3	4.57	53	2.40	58.9	141	38.7	
66	77	44	68	54	72	16.1	63.6	4.48	66	2.95	66.5	196	54.7	
58	73	16	60	41	71	11.4	57.1	4.58	59	2.68	77.9	209	57.0	
71	81	55	72	54	81	17.6	68.2	4.47	71	3.16	87.4	276	77.1	
61	75	11	61	44	75	12.5	56.6	4.60	59	2.73	70.8	193	52.6	
62	79	19	61	39	76	17.1	58.0	4.70	61	2.88	81.7	235	62.5	
67	83	43	65	34	79	22.7	63.0	4.58	67	3.06	77.8	238	65.1	
59	77	42	58	42	73	15.5	57.2	4.53	60	2.70	77.6	210	57.9	
61	75	21	61	45	76	11.8	57.0	4.57	60	2.73	70.6	193	52.7	
60	77	12	59	36	75	16.2	55.6	4.61	59	2.70	79.2	214	56.0	
54	71	22	55	36	70	10.8	52.8	4.53	54	2.44	68.6	167	46.1	
60	76	2	61	44	74	12.6	56.4	4.59	59	2.69	67.4	181	49.5	

表 2-7. 供試牧草の刈取月日, 草丈, 収量, 化学組成, 消化率, 栄養価, 自由採食量およびN V I.

	刈取 月日	番 草	草 丈 (cm)	生草 収量 (t/10a)	粗 乾物 (%)	組				成				
						粗蛋 白質	粗 脂肪	炭水 化物 (乾物中%)	粗 灰分	CW	ADF	ADL	ケイ酸	
アルファルファ (サラナック)	9. 5	2	49	0.61	27.2	17.5	2.6	72.1	7.8	50.1	40.5	9.8	0.5	
	9.15	3	35	0.40	19.8	22.7	2.6	63.5	11.2	36.9	32.0	7.5	0.0	
	1983年	10.13	3	40	0.33	19.5	24.2	3.6	61.5	10.7	29.5	24.6	5.4	0.7
	1984年	6.2	1	45	0.43	22.1	23.8	3.3	61.3	11.6	30.6	25.2	5.2	0.2
		7.4	2	47	0.45	21.8	22.4	3.4	64.2	10.0	32.9	27.0	6.0	0.0
		8.3	3	40	0.39	27.9	25.8	3.3	60.8	10.1	30.2	25.9	5.2	0.0
		10.12	4	33	0.25	22.8	23.0	3.5	63.0	10.5	27.3	20.1	4.5	0.0
		6.9	1	50	0.49	22.3	19.7	3.6	66.5	10.2	32.0	25.8	5.5	0.2
		7.9	2	45	0.40	26.0	22.1	3.4	64.8	9.7	32.7	26.4	5.7	0.0
	アカクローバ (サッポロ)	1976年	6.24	1	75	1.65	16.9	17.1	3.1	69.6	10.2	41.0	31.2	6.3
		8.21	2	43	0.79	23.0	20.0	3.1	67.7	9.2	53.9	30.4	7.4	0.3
		10.9	3	40	0.53	13.7	22.6	3.3	63.1	11.0	33.9	24.4	4.2	0.6
1977年		7.3	1	70	2.04	25.7	14.8	2.7	74.0	8.5	44.9	30.6	6.4	0.2
		9.14	2	45	0.95	24.2	17.8	3.0	69.9	9.3	49.1	35.4	9.2	0.3
1982年 (ハミドリ)		7.2	1	65	1.85	26.1	15.4	2.3	71.9	10.4	38.9	28.7	6.0	0.0
		7.19	1	40	1.70	30.7	13.7	2.3	75.4	8.6	50.8	38.0	9.4	0.1
		9.9	2	39	0.81	23.7	19.2	2.6	67.8	10.4	42.6	29.6	7.0	0.2
1983年		6.16	1	59	1.40	11.6	17.7	3.0	67.4	11.9	34.4	26.8	4.3	0.0
		8.24	2	50	0.63	24.9	17.0	2.6	70.1	10.3	51.2	37.9	9.1	0.9
	7.2	1	72	1.92	17.2	16.7	2.5	70.4	10.4	40.6	31.7	6.4	0.0	
	8.29	2	48	0.49	23.7	17.8	2.5	69.4	10.3	51.8	38.1	9.6	0.6	
シロクローバ (ニュージーランドホワイト)	1980年	6.25	1	31	0.58	14.3	26.2	2.9	60.2	10.7	31.7	26.1	3.2	0.1
		7.15	1	35	0.66	20.8	23.9	2.9	63.2	10.0	34.7	27.2	4.8	0.3
		7.25	1	34	0.51	23.2	25.1	2.7	62.2	10.0	35.7	28.0	5.5	0.3
	1981年	10.15	2	40	1.12	14.0	22.5	3.5	62.9	11.1	37.4	26.2	5.3	0.9
	1982年 (カリフォルニアラジノ)	6.15	1	35	0.70	13.0	25.0	3.4	59.9	11.7	25.4	22.1	3.0	0.1
		8.15	2	40	0.59	23.7	21.0	3.4	65.2	10.4	37.9	27.4	5.6	0.5
9.15		3	38	0.42	20.5	25.4	3.1	62.0	9.5	30.1	21.5	2.7	0.3	

乾物	消化率					栄養価		エネルギー			自由採食量 (g/kg ^{0.75})	DE 摂取量 (kcal)	NVI	備考
	粗蛋白質	粗脂肪	炭水化物	CW	CC	DCP	TDN	GE	消化率	DE				
	(%)					(乾物中%)		(kcal)	(%)	(kcal)				
57	74	22	57	43	71	12.9	55.0	4.60	56	2.56	69.2	177	48.2	
59	79	13	56	32	75	17.9	54.3	4.67	59	2.74	78.9	216	57.9	
61	79	34	60	27	75	19.2	58.7	4.66	62	2.88	67.9	196	52.5	
73	83	40	73	53	81	19.8	67.3	4.41	71	3.12	99.2	310	87.8	
62	77	19	62	33	76	17.3	58.3	4.50	61	2.74	83.8	230	63.8	
60	79	0	60	28	74	20.4	56.6	4.61	59	2.71	78.9	214	58.0	
66	77	32	68	41	75	17.7	63.1	4.53	66	2.97	96.3	286	79.0	
65	77	39	66	37	78	16.1	63.3	4.46	65	2.88	101.6	293	81.9	
68	80	31	68	45	79	17.7	64.3	4.56	67	3.06	116.5	356	97.6	
67	73	58	70	51	78	12.5	64.9	4.39	67	2.93	83.5	245	69.7	
60	68	53	62	56	64	13.5	58.8	4.50	60	2.70	78.4	212	58.8	
66	71	43	70	52	73	16.1	63.3	4.41	65	2.88	64.6	186	53.7	
64	64	51	66	48	76	9.5	61.4	4.40	62	2.73	71.5	195	55.4	
56	65	40	58	41	70	11.6	54.8	4.55	55	2.50	63.0	158	43.3	
68	72	49	70	48	81	11.1	64.1	4.41	68	2.99	80.9	242	68.5	
60	61	55	62	46	74	8.4	58.3	4.47	59	2.63	67.1	176	49.3	
53	60	19	55	29	70	11.4	49.6	4.60	52	2.38	58.3	139	37.7	
74	74	54	77	60	81	13.0	68.8	4.49	73	3.29	73.8	243	67.6	
58	64	43	57	44	72	10.8	53.4	4.55	56	2.53	63.7	161	44.4	
66	68	60	68	48	78	11.3	62.4	4.46	65	2.91	74.0	215	60.4	
57	66	44	56	44	71	11.8	53.2	4.53	56	2.52	61.4	155	42.7	
76	81	42	79	65	82	21.1	71.2	4.67	75	3.50	59.8	209	56.1	
66	71	41	66	43	78	17.0	61.7	4.57	63	2.87	70.0	201	55.1	
63	71	31	63	39	77	18.0	58.8	4.64	60	2.80	60.7	170	45.5	
74	77	54	77	65	79	17.2	70.0	4.55	73	3.32	57.5	191	52.5	
75	81	47	78	57	81	20.4	70.7	4.54	75	3.41	73.1	249	68.5	
63	69	17	67	52	70	14.6	59.5	4.59	60	2.74	54.9	150	41.2	
80	84	47	82	72	83	21.2	75.5	4.63	79	3.64	78.0	284	77.0	

るが、CWの消化率はCCのそれより高く、ケイ

1. 生育時期別の化学成分, 消化率, 栄養価

ホトケ白草の生育

項を記すと,

春の1番草: 穂ばらみ期の牧草では, ADLと

表 5. アルファルファの生育時期別の化学成分, 消化率, 栄養価および採食量.

生育季節 または 番草	生育期 または 刈取間隔	平均生 育日数 (日)	n (点)	化学成分		消化率		DCW ¹⁾ DDM (%)	栄養価			自由 採食量 (g/kg ^{0.75})	NVI
				乾物 (%)	CW (%)	CW	CC		D	CP	TDN		
春 (1番草)	28~34	31	2	18	30	59	81	24	20.1	69.0	3.34	85.7	78.0
	35~44	38	4	17	34	53	79	26	17.9	67.7	3.14	89.3	78.2
	45~54	48	3	18	42	47	75	31	18.0	61.0	2.86	88.5	69.9
	55~64	60	6	26	44	40	74	30	13.6	57.4	2.67	81.5	60.0
	65~72	68	3	25	45	30	71	26	12.4	51.0	2.43	70.8	47.7
夏 (2番草)	30~39	33	4	26	37	41	77	25	15.9	60.1	2.86	86.9	68.5
	40~49	42	9	24	43	43	74	30	15.0	57.2	2.71	79.8	59.3
	50~60	55	5	27	46	41	71	33	13.8	54.8	2.58	64.7	45.6
秋 (3番草)	30~39	34	5	23	34	34	75	19	18.6	57.5	2.78	76.3	57.6
	40~49	43	2	23	40	45	76	28	16.3	59.0	2.88	77.1	60.0
	50~59	52	2	20	37	45	76	26	16.4	60.5	2.85	87.4	69.3
	60~74	70	6	23	37	45	73	26	15.5	60.5	2.77	79.6	62.1
秋 (4番草)	40~50	45	2	21	28	42	78	17	21.5	65.3	3.12	73.6	62.8
	51~70	64	2	22	30	47	76	21	18.0	64.7	3.08	81.5	68.5

注. 1) 可消化乾物中に占める可消化CWの割合。

3) ペレニアルライグラス

1978年から1980年まで調べた1番草5点, 再生草12点を用いた。これらの結果を表4中に示した。

オーチャードグラスと同様, 生育季節別に分け, 特徴的な事項を記すと

春の1番草: CCの消化率は穂ばらみ期までの値が年間で最も高かった。CWの含有率は伸長期から穂ばらみ期までが低く, 伸長期のその消化率は年間で最も高かった。

夏の前半の草: 生育日数が22日前後の2から4番草では, ADL, ケイ酸およびCW含有率は高いが, CWの消化率は比較的高く, 可消化乾物中に占める可消化CWの割合が高かった。

夏の後半の草: 生育日数が20日の4から6番草で, 粗蛋白質およびDCP含有率は高く, CW含有率は低いが, その消化率は低く, CCの消化率も低い傾向があった。

秋の草: 再生草中, CWおよびADL含有率は最も低く, CCの消化率および可消化含量は最も高かった。

(2) マメ科牧草

1) アルファルファ

から1984年まで, 調べた55点を用いた。

番草別に生育日数で細分した化学成分, 消化率, 栄養価および採食量等を表5に示した。

生育期間を通しての特徴的な事項を記すと,

1番草: 6月上旬(着蕾期)まではCWおよびCCの消化率が年間で最も高い。しかし, この時期のCW消化率は最も高いものでも65と63%の2点で, 他は50%台と低かった。また, すでにADL含有率は5%台で, 不消化CW含有率も14%前後あった。一方, 可消化CC含有率は55%前後と高い値であった。6月下旬(開花期)で, ADL含有率は9%台, CW消化率は40%, TDN含有率も57%と低下したが, 自由採食量は82g/kg^{0.75}と高かった。7月上旬でもDCP含有率は10%以上あった。

2番草: CW, ヘミセルロースおよびADL含有率は他の番草より高い傾向があった。可消化乾物中に占める可消化CWの割合は高かった。TDN含有率およびDE含量は他の番草より低い傾向がみられた。

3, 4番草: CWの含有率は30から40%台と低

表 4. チモシーおよびペレニアルライグラスの生育時期別の化学成分，消化率，栄養価および採食量。

生育季節 または 番草	生育期 または 刈取間隔	平均生 育日数 (日)	化学成分		消化率		DCW ¹⁾ DDM (%)	栄養価			自由 採食量 (g/kg ^{0.75})	NVI	
			n	乾物 CW (%)	CW	CC		DCP	TDN	DE			
チモシー													
春 (1番草)	穂ばらみ期	33	3	20	57	73	74	56	9.8	70.7	3.22	67.4	66.3
	出穂期	50	5	22	66	65	65	64	6.4	63.8	2.88	62.4	49.5
	開花期	74	3	36	65	50	65	59	2.8	55.5	2.30	48.9	35.7
	結実期	80	1	40	70	49	63	64	2.7	53.4	2.18	42.4	35.5
夏 (2番草)	27	27	1	30	62	65	71	60	6.6	65.1	2.83	68.0	55.3
	51	51	1	45	59	58	70	54	7.0	62.0	2.80	76.4	58.8
	60~65	63	2	33	64	48	65	56	5.1	52.9	2.39	33.9	25.8
秋(3番草)	53	53	1	30	62	65	71	60	6.6	65.1	2.83	68.0	55.3
ペレニアルライグラス													
春 (1番草)	伸長期	28	1	11	38	76	83	36	11.3	78.0	3.45	75.9	74.6
	穂ばらみ期	40	2	24	38	69	85	34	7.9	76.4	3.35	77.8	76.1
	出穂期	64	2	22	60	59	69	56	4.4	60.9	2.64	56.4	43.3
夏の前半	20~23	21	5	20	53	65	70	52	11.0	63.0	2.81	67.5	56.3
夏の後半	20	20	5	21	50	64	69	47	16.2	61.7	2.83	72.1	58.5
秋	31	31	2	16	42	69	78	39	13.1	70.5	3.15	70.0	64.1

注. 1) 可消化乾物中に占める可消化CWの割合。

は低い傾向を示した。

夏の後半の草：刈取りの間隔が20から30日程度であってもCWの消化率が低く，不消化CW含有率が高い。ADLとケイ酸含有率が高く，残余炭水化物含有率が著しく低下した。CCの含有率および消化率ともに年間で最も低い。CWの消化率がCCの消化率より高い例が25点中21点あった。可消化乾物中に占める可消化CWの割合が他の季節の草より高かった。刈取り間隔が長くなると自由採食量は低下した。

秋の草：CWの消化率は春の草より低く，可消化CW含有率は年間で最も少ない。可消化CC含有率は最も高い。ケイ酸含有率は高いが，ADL含有率は低く，秋遅くなると残余炭水化物含有率は高くなった。夏の草より自由採食量が多かった。

2) チモシー

1976年から1977年および1982年から1984年まで

調べた1番草12点と再生草5点を用いた。

再生草の調査例数が少なく，各番草に分けて比較した。1番草の生育期および番草別の化学成分，消化率，栄養価および採食量を表4に示した。

各番草の特徴的な事項を記すと

1番草：穂ばらみ期の牧草では，CWの消化率が年間で最も高く，ADL，ケイ酸含有率は最も低い。また，残余炭水化物含有率が高く，CCの含有率，消化率および可消化含量ともに高い。その後，出穂期までCWの含有率は高くなるが，その消化率は比較的高く，可消化含量も高い。

2番草：CW含有率は1番草の出穂期以下であるが，その消化率は低く，不消化CW含有率が高い。ADLおよびケイ酸含有率も高い。

3番草：2番草刈取り後53日目の1点のみであるが，CWの消化率はCCのそれより高く，ケイ酸含有率は他の番草より高かった。

表 5. アルファルファの生育時期別の化学成分, 消化率, 栄養価および採食量.

生育季節 または 番草	生育期 または 刈取間隔	平均生 育日数 (日)	n (点)	化学成分		消化率		DCW ¹⁾ DDM (%)	栄養価			自由 採食量 (g/kg ^{0.75})	NVI
				乾物 (%)	CW (%)	CW (%)	CC (%)		D	C	P		
春 (1番草)	28~34	31	2	18	30	59	81	24	20.1	69.0	3.34	85.7	78.0
	35~44	38	4	17	34	53	79	26	17.9	67.7	3.14	89.3	78.2
	45~54	48	3	18	42	47	75	31	18.0	61.0	2.86	88.5	69.9
	55~64	60	6	26	44	40	74	30	13.6	57.4	2.67	81.5	60.0
	65~72	68	3	25	45	30	71	26	12.4	51.0	2.43	70.8	47.7
夏 (2番草)	30~39	33	4	26	37	41	77	25	15.9	60.1	2.86	86.9	68.5
	40~49	42	9	24	43	43	74	30	15.0	57.2	2.71	79.8	59.3
	50~60	55	5	27	46	41	71	33	13.8	54.8	2.58	64.7	45.6
秋 (3番草)	30~39	34	5	23	34	34	75	19	18.6	57.5	2.78	76.3	57.6
	40~49	43	2	23	40	45	76	28	16.3	59.0	2.88	77.1	60.0
	50~59	52	2	20	37	45	76	26	16.4	60.5	2.85	87.4	69.3
	60~74	70	6	23	37	45	73	26	15.5	60.5	2.77	79.6	62.1
秋 (4番草)	40~50	45	2	21	28	42	78	17	21.5	65.3	3.12	73.6	62.8
	51~70	64	2	22	30	47	76	21	18.0	64.7	3.08	81.5	68.5

注. 1) 可消化乾物中に占める可消化CWの割合。

3) ベレニアルライグラス

1978年から1980年まで調べた1番草5点, 再生草12点を用いた。これらの結果を表4中に示した。

オーチャードグラスと同様, 生育季節別に分け, 特徴的な事項を記すと

春の1番草: CCの消化率は穂ばらみ期までの値が年間で最も高かった。CWの含有率は伸長期から穂ばらみ期までが低く, 伸長期のその消化率は年間で最も高かった。

夏の前半の草: 生育日数が22日前後の2から4番草では, ADL, ケイ酸およびCW含有率は高いが, CWの消化率は比較的高く, 可消化乾物中に占める可消化CWの割合が高かった。

夏の後半の草: 生育日数が20日の4から6番草で, 粗蛋白質およびDCP含有率は高く, CW含有率は低い, その消化率は低く, CCの消化率も低い傾向があった。

秋の草: 再生草中, CWおよびADL含有率は最も低く, CCの消化率および可消化含量は最も高かった。

(2) マメ科牧草

1) アルファルファ

造成2年目以降の単播草地から収穫し, 1976年

から1984年まで, 調べた55点を用いた。

番草別に生育日数で細分した化学成分, 消化率, 栄養価および採食量等を表5に示した。

生育期間を通しての特徴的な事項を記すと,

1番草: 6月上旬(着蕾期)まではCWおよびCCの消化率が年間で最も高い。しかし, この時期のCW消化率は最も高いものでも65と63%の2点で, 他は50%台と低かった。また, すでにADL含有率は5%台で, 不消化CW含有率も14%前後あった。一方, 可消化CC含有率は55%前後と高い値であった。6月下旬(開花期)で, ADL含有率は9%台, CW消化率は40%, TDN含有率も57%と低下したが, 自由採食量は82g/kg^{0.75}と高かった。7月上旬でもDCP含有率は10%以上あった。

2番草: CW, ヘミセルロースおよびADL含有率は他の番草より高い傾向があった。可消化乾物中に占める可消化CWの割合は高かった。TDN含有率およびDE含量は他の番草より低い傾向がみられた。

3, 4番草: CWの含有率は30から40%台と低いが, その消化率は低く, CCの消化率と可消化含量は高く, 可消化乾物中に占める可消化CCの

割合が高かった。

2) アカクローバ

1975年および1981年に造成した草地で、それぞれ、2か年間調べた。

番草別に1番草は生育期、再生草は生育日数ごとの化学成分、消化率、栄養価および採食量を表6に示した。

1番草：開花期でもCW含有率が低く、CCの消化率は他の番草より高かった。しかし、ADL含有率は5%以上で、不消化CW含有率は20%以上に達した。

2番草：ADL含有率は8%以上で、残余炭水化物含有率は10%と低く、CWおよびCCの消化率は低かった。

3番草：CW含有率は最も低かったが、その消化率は52%と低かった。DCP含有率は高いが、TDN含有率は1番草の開花期より低く、自由採食量も少なかった。

3) シロクローバ

1980年から1982年まで調べた1番草4点、再生

草3点を用いた。番草別に生育時期、生育日数ごとの化学成分、消化率、栄養価および採食量を表6中に示した。

1番草で7月中・下旬の刈取りでもCWの消化率は低い、CCの消化率は高かった。

2. 生育日数と化学組成、消化率、栄養価および自由採食量の関係

(1) オーチャードグラス

生育日数と化学組成、消化率、栄養価および自由採食量との関係を表7に示した。

春の1番草：生育日数と化学成分の含有率の関係で正の相関係数が得られ、生育が進むにつれて高くなる成分は、乾物、炭水化物、繊維質成分、ADLおよびケイ酸であった。1日当りの上昇速度(回帰係数)で、乾物含有率は0.38%と他の成分より大きく、次に、CW含有率の0.32%で、ADL含有率は0.08%ずつ高くなった。逆に、生育が進むにつれて低下する成分は粗蛋白質と残余炭

表 6. アカクローバおよびシロクローバの生育時期別の化学成分、消化率、栄養価および採食量。

生育季節 または 番草	生育期 または 刈取間隔	平均生 育日数 (日)	n	化学成分		消化率		DCW ¹⁾ DDM (%)	栄養価			自由 採食量 (g/kg ^{0.75})	NVI
				乾物 (%)	CW (%)	CW (%)	CC (%)		DCP (%)	TDN (kcal/gDM)	DE (g/kg ^{0.75})		
アカクローバ													
春 (1番草)	着蓄期		2	14	38	56	79	30	12.8	66.9	3.11	78.7	68.7
	開花期		3	23	42	48	78	30	10.6	62.6	2.88	75.5	61.4
	結実期		1	30	51	46	74	39	8.4	58.3	2.63	67.1	49.3
夏 (2番草)	58	58	2	23	53	50	68	46	12.7	56.0	2.61	69.9	50.8
	69	69	2	24	47	36	71	31	11.1	51.5	2.46	61.0	41.1
	73	73	1	24	49	41	70	36	11.6	54.8	2.50	63.0	43.3
秋(3番草)	49	49	1	14	34	52	73	27	16.1	63.3	2.88	64.6	53.7
シロクローバ													
春 (1番草)	46	46	1	13	25	57	81	19	20.4	70.7	3.41	73.1	68.5
	56	56	1	14	32	65	82	27	21.1	71.2	3.50	59.8	56.1
	76	76	1	21	35	43	78	23	17.0	61.7	2.87	70.0	55.1
	86	86	1	23	36	39	77	22	18.0	58.8	2.80	60.7	45.5
夏 (2番草)	45	45	1	14	37	65	79	33	17.2	70.0	3.32	57.5	52.5
	61	61	1	24	38	52	70	31	14.6	59.5	2.74	54.9	41.2
秋(3番草)	31	31	1	21	30	72	83	27	21.2	75.5	3.64	78.0	77.0

注. 1) 可消化乾物中に占める可消化CWの割合。

表 7. オーチャードグラスの生育季節の生育日数(X)と化学組成, 消化率, 栄養価および採食量(それぞれ:Y)との相関係数と一次回帰式($Y=a+bX$).

Y	春			夏の前半			秋の後半			秋			
	r	a	b	r	a	b	r	a	b	r	a	b	
化学組成(乾物以外は乾物中%, GEはkcal/gDM)													
乾物	0.85**	6.5	0.38	0.68**	15.4	0.32	0.18				0.63**	18.5	0.09
粗蛋白質	-0.89**	18.9	-0.18	-0.77**	20.6	-0.19	-0.85**	22.4	-0.16		-0.84**	21.5	-0.11
粗脂肪	-0.52**	4.4	-0.02	0.25			-0.55**	5.2	-0.01		-0.71**	5.8	-0.02
炭水化物	0.84**	66.5	0.23	0.59**	63.4	0.21	0.92**	59.6	0.20		0.92**	59.6	0.17
残余炭水 ¹⁾	-0.45*	20.5	-0.08	0.34			0.44*	6.4	0.08		-0.03		
CW	0.87**	46.1	0.32	0.47			0.66**	53.1	0.13		0.74**	40.9	0.17
ADF	0.90**	21.4	0.28	0.54**	28.9	0.13	0.87**	25.8	0.15		0.76**	20.4	0.13
セルコース	0.85**	20.8	0.19	0.48*	25.7	0.09	0.85**	23.0	0.12		0.75**	18.4	0.10
ヘミセル	0.48**	24.6	0.04	0.11			-0.17				0.60**	20.5	0.05
ADL	0.95**	0.7	0.08	0.61**	3.3	0.03	0.74**	2.8	0.03		0.79*	2.0	0.02
ケイ酸	0.41*	0.8	0.01	0.26			0.60**	1.6	0.01		0.18		
GE	-0.07			-0.04			0.34				0.44		
消化率(%)													
乾物	-0.92**	90.1	-0.61	-0.65**	69.9	-0.28	-0.72**	70.4	-0.20		-0.84**	78.3	-0.20
粗蛋白質	-0.92**	92.0	-0.72	-0.75**	78.8	-0.38	-0.83**	80.3	-0.29		-0.87**	84.9	-0.27
粗脂肪	-0.45*	53.5	-0.28	-0.26			-0.08				-0.57**	49.5	-0.15
炭水化物	-0.96**	94.7	-0.64	-0.57**	72.3	-0.24	-0.67**	74.0	-0.19		-0.84**	84.1	-0.22
残余炭水 ¹⁾	-0.72**	102	-0.32	-0.18			-0.13				-0.64**	101	-0.15
CW	-0.96**	89.6	-0.66	-0.67**	70.4	-0.31	-0.72**	73.3	-0.24		-0.77**	76.6	-0.22
CC	-0.88**	87.8	-0.47	-0.52**	69.3	-0.23	-0.56**	66.7	-0.15		-0.77**	78.8	-0.16
GE	-0.96**	88.8	-0.62	-0.66**	68.3	-0.29	-0.68**	68.0	-0.20		-0.84**	77.2	-0.21
栄養価(乾物中%)と採食量(g/kg ^{0.75})													
DCP	-0.90**	14.4	-0.16	-0.77**	15.5	-0.18	-0.85**	17.3	-0.15		-0.86**	17.1	-0.11
TDN	-0.96**	86.2	-0.57	-0.61**	65.5	-0.23	-0.65**	65.6	-0.16		-0.81**	74.7	-0.18
DE ²⁾	-0.96**	3.94	-0.03	-0.63**	3.06	-0.01	-0.66**	3.00	-0.01		-0.77**	3.36	-0.01
自由採食量	-0.92**	93.8	-0.77	-0.52**	81.1	-0.47	-0.82**	83.0	-0.55		-0.75**	81.0	-0.30
DEI ³⁾	-0.96**	311	-3.2	-0.60**	243	-2.1	-0.80**	240	-1.9		-0.80**	263	-1.3
NVI	-0.96**	87.1	-0.90	-0.64**	69.8	-0.65	-0.81**	67.9	-0.54		-0.82**	75.2	-0.40

注. 1)残余炭水化物

*:p<0.05, **:p<0.01

2)(kcal/gDM)

3)可消化エネルギー摂取量(kcal/kg^{0.75})

水化物で, それぞれ, 1日当たり0.18, 0.08%であった。

生育日数と消化率の関係では, 調べた全ての成分で有意な負の相関係数が得られ, 1日当たりの低下程度は粗蛋白質が最も大きく0.72%, 以下, CW, 炭水化物, GE, CC, 乾物, 残余炭水化物, 粗脂肪の順で小さくなった。

生育日数と栄養価および採食量との関係では, 全て, -0.9以上の高い負の相関係数が得られた。TDNが70%以下になるのは5月28日, 60%以下になるのは6月15日以降と推定した。めん羊の体

重の維持量の2倍のDE摂取量以下になるのは6月4日, 維持量以下になるのは7月5日以降と推定した。

夏の前半の草: 生育日数と化学成分の含有率の関係では, 粗蛋白質のみに有意な負の相関が得られた。

生育日数と消化率の関係では, 全て負の相関が得られたが, 粗脂肪と残余炭水化物は有意でなかった。1日当たりの低下速度は粗蛋白質が最も大きく0.38%, 次に, CWの0.31%であった。

生育日数と栄養価および採食量との関係では,

全て有意な負の相関係数が得られた。

夏の後半の草：生育日数と化学成分の含有率の関係では、乾物およびヘミセルロースとの間には有意な相関がなかった。しかし、粗蛋白質および粗脂肪とは負の、また、他の成分とは有意な正の相関が得られた。残余炭水化物とは他の季節の草と異なり、有意な正の相関があり、生育が進むにつれてこの成分の含有率が高くなった。

生育日数と消化率の関係では、粗脂肪および残余炭水化物以外は全て有意な負の相関が得られた。また、栄養価および採食量との関係でも有意な負の相関が得られた。

秋の草：生育日数と化学成分の含有率の関係では、残余炭水化物およびケイ酸を除いて粗蛋白質と粗脂肪とは有意な負の、他の成分とは有意な正の相関が得られた。

生育日数と消化率、栄養価および採食量との関係では、全てに有意な負の相関が得られた。

各季節を通しての変化を比較すると、1日当たりの変化量が春で大きく、季節が進むにつれて小さくなるものとして、化学成分の含有率では、乾物、炭水化物、ADL、消化率では、乾物、粗蛋白質、CW、CC、GE、栄養価と採食量ではDCPを除く、全てでこの傾向が認められた。変化

量が春と秋に大きく、夏に少ない傾向のあるものとして、化学成分の含有率では、CW、ヘミセルロース、消化率では粗脂肪、残余炭水化物であった。夏に変化量が大きいのは粗蛋白質含有率で、DCP含有率は夏の前半で他の季節より大きかった。一次回帰式の定数項との関連で見ると、定数項が春と秋で大きく、夏に小さくなるものは、残余炭水化物の含有率、炭水化物、残余炭水化物、CW、CCおよびGEの消化率、ならびに、TDN、DE、可消化エネルギー摂取量、NVIであった。夏の前半と後半の生育日数とTDN含有率との回帰式の定数項は、それぞれ、65.5、65.6%で、20日間程度の刈取り間隔ではTDN65%以上の牧草の収穫は困難なことが分かった。

生育日数と乾物消化率の関係を図1に示した。

春の1番草と夏の前半の再生草では直線的に低下したが、夏の後半および秋では二次回帰式が当てはまり、変曲点は、それぞれ、19と31日目であった。

再生草の乾物消化率(Y:%)を刈取り間隔(X₁:日間)と刈取り月日(X₂:6月1日から刈取りまでの日数)から推定できた。Y=62.3-0.211X₁+0.113X₂(R²=0.54, 相対重要度:X₁ 49%, X₂ 51%)の重回帰式が得られた。刈取り間隔、

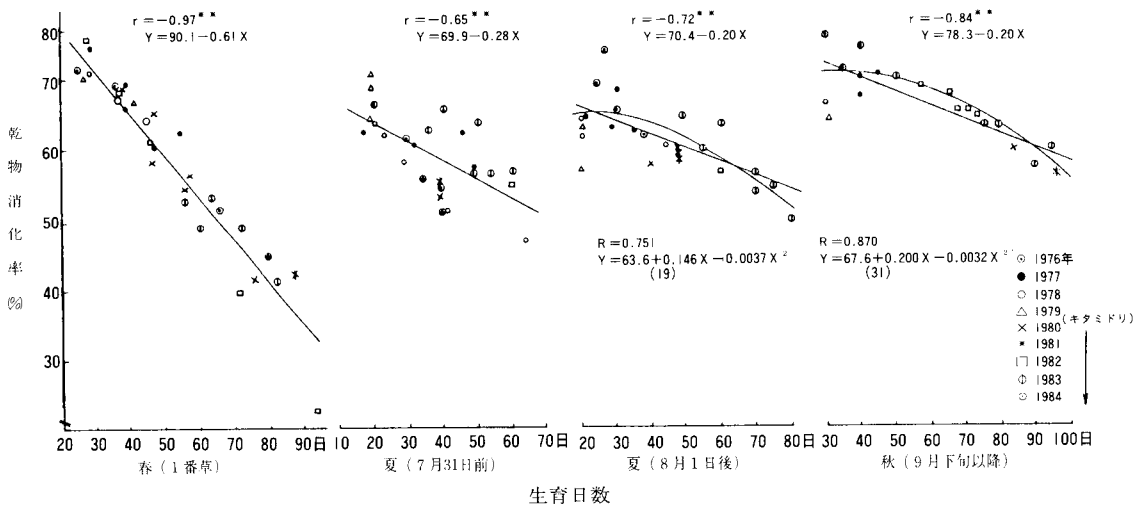


図 1. オーチャードグラスの生育日数(X)と乾物消化率(Y)の関係。

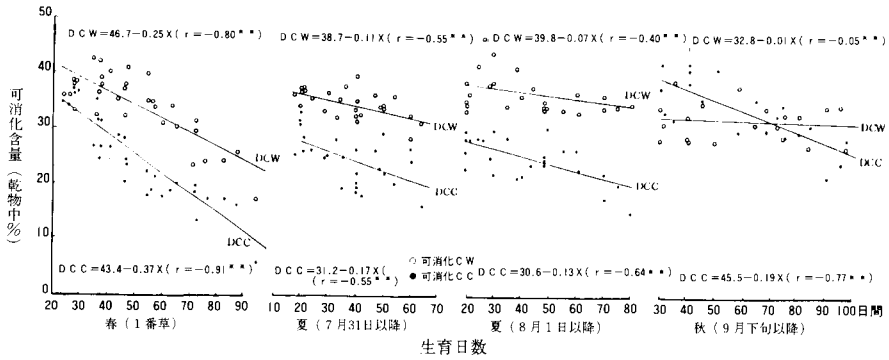


図 2. オーチャードグラスの生育日数(X)と可消化CW含有率(DCW)および可消化CC含有率(DCC)との関係。

表 8. オーチャードグラスの生育日数(X)と(TDN-DCP)成分含有率(Y)¹⁾の関係。

生育季節	回 帰 式	r	標準誤差
春の1番草	$Y = 71.8 - 0.41X$	-0.92**	3.5
夏の前半の草	$Y = 50.1 - 0.05X$	-0.19	3.7
夏の後半の草	$Y = 48.4 - 0.01X$	-0.05	3.6
秋の草	$Y = 57.7 - 0.47X$	-0.47*	3.0

*: $p < 0.05$, **: $P < 0.01$

注. 1) (TDN-DCP): TDN含有率からDCP含有率を引いた含有率。

刈取り月日ともに、乾物消化率に対して同等の影響力を持ち、秋の再生草の乾物消化率の潜在値が高いことがうかがえた。

生育日数と可消化CWおよび可消化CC含有率との関係を図2に示した。

可消化CW含有率は、春から夏までは生育が進むにつれて低下したが、秋には変化が少なく、年間を通して30から40%の範囲内に大部分が存在した。

可消化CC含有率は各季節ともに生育日数との間には、有意な負の相関があり、低下の速度は春の1番草で大きく1日当たり0.73%、秋と夏の後半が最も小さかった。早春と秋に高く、夏の草で低く、おおむね、夏までは可消化CW含有率より低いが、秋にはそれより高い含有率を示した例が多かった。可消化CC含有率の変動幅は可消化CW含有率のそれより大きかった。

生育日数とTDNを構成しているDCP以外の

可消化養分(TDN-DCP)の間の相関係数と回帰式を表8に示した。

春と秋には有意であったが、夏には有意な相関がなく、夏の再生草における生育に伴うTDN含有率の低下には、DCP含有率の低下も原因した。

(2) アルファルファ

番草別の生育日数と化学成分、消化率、栄養価および採食量等との関係を表9に示した。

1番草: 生育日数と化学成分の含有率の関係で、有意な正の相関が得られ、生育が進むにつれて高くなる成分は、乾物、炭水化物、ヘミセルロースを除く繊維質成分およびADLであった。1日当たりの変化の速度が最も速かったのはCWの0.41%であった。有意な負の相関が得られ、生育が進むにつれて低下する成分は、粗蛋白質と粗脂肪であった。

生育日数と消化率の関係では、調べた全ての成分で有意な負の相関が得られ、生育が進むにつれ

て低下し、その低下速度は粗脂肪が0.71%と最も大きく、次に、CWの0.69%であった。

生育日数と栄養価の間には全てに有意な負の相関が得られた。生育日数(X)と自由採食量(Y)の関係では有意な相関がなかったが、1982年5月28日および6月6日刈取で自由採食量が72g/kg^{0.75}と少なかった2点を除くとY=122.1-0.71X、(r=0.71, p<0.01)の有意な負の相関係数と一次回帰式が得られた。なお、以降の文や表中でアルファルファの1番草について採食量との関係を調べた部分ではこの2点を除いて検討し、表中ではn=16と表示した。

2番草：生育日数と化学成分の含有率の関係で、有意な正の相関があり、生育が進むにつれて高く

なる成分は、炭水化物、CWおよびヘミセルロースであった。逆に、有意な負の相関があり、生育が進むにつれて低下した成分は残余炭水化物であった。

生育日数と消化率の関係で、粗脂肪、残余炭水化物およびCW以外とは有意な負の相関があり、生育が進むにつれて低下し、その速度はGEで最も速く、1日当たり0.39%であった。

生育日数と栄養価および採食量との関係で、全てに有意な負の相関があり、生育が進むにつれて低下した。他の番草に比較して自由採食量の低下の速度が大きかった。

3番草：生育日数と化学成分の含有率の関係で、有意な正の相関がヘミセルロースで、逆に、有意

表 9. アルファルファの生育季節の生育日数(X)と化学組成、消化率、栄養価および採食量(それぞれ:Y)との相関係数(r)と一次回帰式(Y=a+bx).

Y	春 (1番草)			夏 (2番草)			秋 (3番草)		
	r	a	b	r	a	b	r	a	b
化学組成(乾物以外は乾物中%, GEはkcal/gDM)									
乾物	0.72**	5.4	0.32	0.29			0.09		
粗蛋白質	-0.86**	30.2	-0.20	-0.41			-0.56*	25.0	-0.07
粗脂肪	-0.84**	4.6	-0.04	-0.33			0.30		
炭水化物	0.92**	51.3	0.33	0.48*	62.2	0.15	0.18		
残余炭水化物	-0.35			-0.48*	35.3	-0.20	-0.24		
CW	0.81**	19.4	0.41	0.55*	26.9	0.35	0.35		
ADF	0.84**	13.7	0.39	0.30			-0.11		
セルロース	0.78**	12.7	0.25	0.28			-0.23		
ヘミセルロース	0.17			0.72**	-0.23	0.18	0.72**	2.0	0.09
ADL	0.91**	1.0	0.14	0.33			0.16		
ケイ酸	0.17			0.40			0.44		
GE	0.56*	4.33	0.00	0.18			-0.74**	4.78	-0.01
消化率(%)									
乾物	-0.89**	90.5	-0.54	-0.66**	71.4	-0.25	-0.07		
粗蛋白質	-0.82**	90.4	-0.25	-0.62**	83.1	-0.17	-0.58*	81.6	-0.09
粗脂肪	-0.72**	69.9	-0.71	-0.19			0.78**	-9.0	0.76
炭水化物	-0.89**	93.3	-0.59	-0.61**	71.5	-0.26	0.33		
残余炭水化物	-0.67**	97.6	-0.14	-0.35			0.23		
CW	-0.83**	79.5	-0.69	-0.06			0.48		
CC	-0.76**	88.1	-0.24	-0.59*	82.3	-0.20	-0.50		
GE	-0.88**	89.2	-0.52	-0.65**	76.6	-0.39	0.21		
栄養価(乾物中%)と採食量(g/kg ^{0.75})									
DCP	-0.89**	26.4	-0.21	-0.50*	19.8	-0.11	-0.59*	20.3	-0.0
TDN	-0.89**	84.2	-0.46	-0.62**	67.0	-0.22	0.39		
DE ¹⁾	-0.84**	3.91	-0.02	-0.59**	3.42	-0.02	-0.12		
自由採食量	-0.42			-0.71**	127	-1.15	0.26		
DEI ²⁾	-0.72**	372	-2.7	-0.66**	430	-4.9	0.18		
NVI	-0.74**	106	-0.79	-0.66**	120	-1.39	0.33		

注. 1)(kcal/gDM)

2)可消化エネルギー摂取量(kcal/kg^{0.75})

*:p<0.05, **:p<0.01

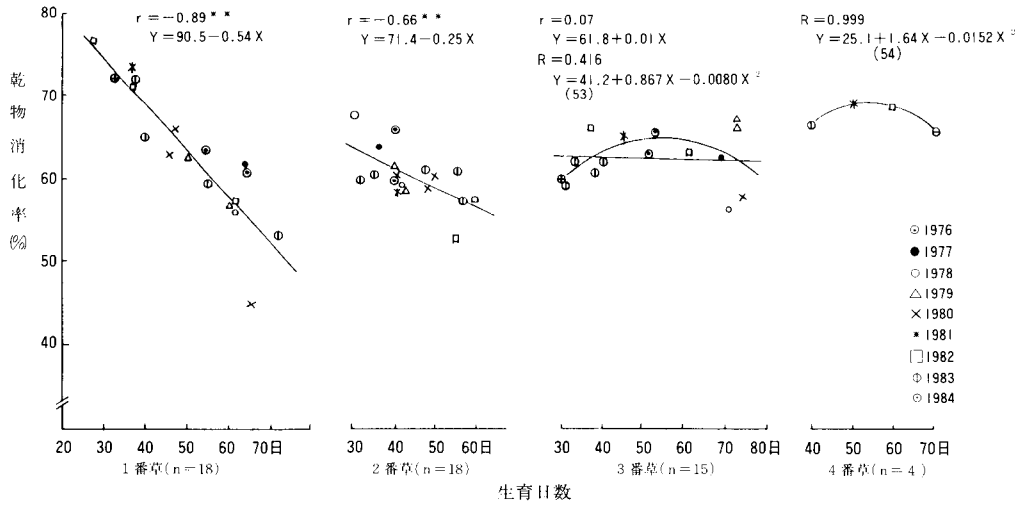


図 3. アルファルファの生育日数(X)と乾物消化率(Y)の関係.

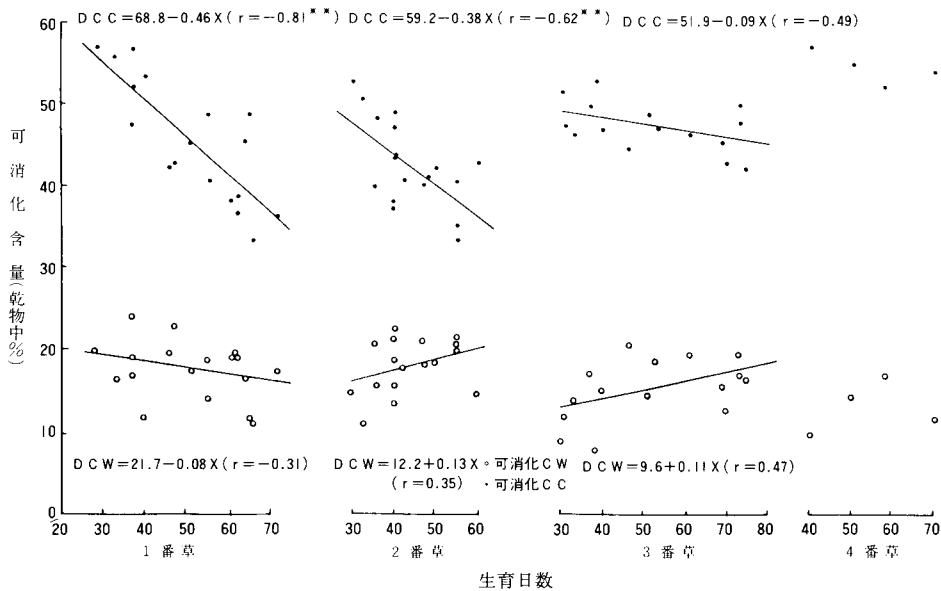


図 4. アルファルファの生育日数(X)と可消化CW含有率(DCW)および可消化CC含有率(DCC)との関係.

な負の相関が粗蛋白質でのみ得られた。

生育日数と消化率の関係では、二つの成分で有意な相関があり、粗蛋白質で負の、粗脂肪で正の相関があった。また、栄養価および採食量との関係ではDCP含有率のみ有意な負の相関が得られた。

番草別の生育日数と乾物消化率の関係を図3に

示した。1番草は2番草の約2倍の速さで低下した。3、4番草では二次回帰式があてはまり、変曲点は53、54日目にあった。

番草別の生育日数と可消化CWおよび可消化CC含有率との関係を図4に示した。

生育日数と可消化CW含有率の間には、各番草とも有意な相関がなく、その含有率は10から23%

の範囲にあった。可消化C C含有率とは1, 2番草では有意な負の相関が得られたが3番草以降は有意でなかった。

生育季節を通しての変化を比較すると、1日当たりの変化の速度が春の1番草で速く、番草が進むにつれて遅くなるのは、化学成分の含有率で、乾物、粗蛋白質、粗脂肪、CW、ADF、セルロースおよびADLであった。消化率では、乾物、粗蛋白質、炭水化物およびGEで、また、栄養価でも同様だった。2番草で他の番草より速いものとして、化学成分の含有率では、残余炭水化物とヘミセルロース、また、自由採食量、DE摂取量およびNVIでもこの傾向が見られた。定数項との関連でみると、番草が進むにつれて低くなるものは、化学成分で粗脂肪含有率、消化率では調べた全て、栄養価ではTDNとDE含有率であった。2番草で最も高い定数項を示したのは、残余炭水化物含有率、自由採食量、DE摂取量およびNVIであった。

3. 栄養価および自由採食量の草種間比較

(1) オーチャードグラスとペレニアルライグラスの比較

北海道におけるペレニアルライグラスは越冬性に関与する雪腐病抵抗性や耐寒性等に問題があり、基幹イネ科牧草とはなっていない。また、その栄養価についてはほとんど検討がなされていない。ここでは1977年単播で造成したペレニアルライグラス（ピートラ）およびオーチャードグラス（キタミドリ）の草地を用い、1978年から2か年間、7番草まで収穫して、栄養価と自由採食量を比較した。1番草を5月末に刈取り、その後の再生草の刈取り間隔は6番草までは約20日間、6から7番草は31日間とした。その他に1番草の生育時期別の調査を1978年は両草種とも2時期、1979年はオーチャードグラスでのみ1時期について行った。なお、1979年は早春からの低温と早魃のため牧草の生育が悪く、ペレニアルライグラスの1番草の刈取りはオーチャードグラスより10日遅らせ、その後は両草種ともに同じ刈取り間隔で収穫した。

供試牧草の刈取り月日、化学組成、消化率、自由採食量等をオーチャードグラスについては表2-2に、ペレニアルライグラスでは表2-4から2-5に示したとおりである。

番草別に比較すると、両年とも、1から7番草までの平均では、乾物、粗蛋白質、炭水化物および粗灰分含有率にペレニアルライグラスとオーチャードグラスとで大差はなかったが、粗脂肪含有率はペレニアルライグラスが低い傾向が得られた。例外なく、ペレニアルライグラスのCW含有率はオーチャードグラスより低く、ペレニアルライグラスはC Cに富んだ牧草であった。ペレニアルライグラスのADF含有率もオーチャードグラスより低く、また、ADL含有率は1979年の5番草以外はすべてオーチャードグラスより低かった。

ペレニアルライグラスのC Cの消化率は5番草の1点以外すべてオーチャードグラスより高かった。乾物消化率が65%以下になった番草はペレニアルライグラスで1978年の3, 4番草、1979年の4, 5番草、オーチャードグラスで1978年の2, 3, 4, 5, 6番草、1979年の4, 5, 6, 7番草であった。ペレニアルライグラスは大部分の番草で消化率、自由採食量、DE摂取量、NVIともにオーチャードグラスより高い値を示したが、1978年の3, 4番草および1979年の4, 5番草ではオーチャードグラスより低い値を示す測定項目が多くみられた。ペレニアルライグラスのGE含量がオーチャードグラスより低いことも関係して、夏の再生草でペレニアルライグラスのDE含量がオーチャードグラスより低い傾向を認めた。

5月から10月までの平均気温と番草別の乾物消化率の推移を図5に示した。

生育期間中の気象との関連では、ペレニアルライグラスの乾物消化率、TDN含有率、DE含量およびNVIは、平均気温が20℃を越えた1978年の6月下旬から8月中旬にかけての3, 4番草および1979年の7月下旬から8月中旬にかけての4, 5番草で最も低い値を示した。1979年の1番草および5番草の乾物含有率が、それぞれ、26.3, 28.9%と高く、降水量の少なかった影響を受けたと考える。オーチャードグラスでは2か年ともに1か

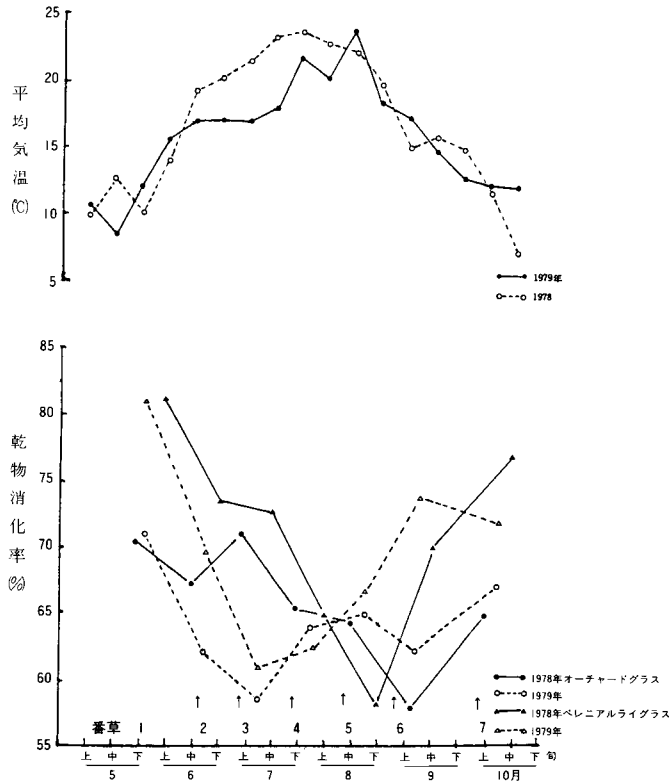


図 5. 旬別平均気温とオーチャードグラス, ペレニアルライグラスの番草別乾物消化率の推移.

表 10. 生育期間中の平均気温と乾物消化率の関係.

	n	r	回 帰 式		乾物消化率65% 以下になる気温(°C)
			Y: 乾物消化率(%)	X: 平均気温(°C)	
ペレニアルライグラス					
1978年	7	-0.87*	Y= 88.0-1.09X		21.1
1979年	7	-0.92*	Y=100.4-1.79X		19.8
両年合計	14	-0.87**	Y= 95.5-1.49X		20.5
2-6番草	10	-0.69*	Y= 93.0-1.36X		20.6
オーチャードグラス					
1978年	7	-0.63	Y= 71.9-0.45X		15.3
1979年	7	-0.57	Y= 76.1-0.64X		17.3
両年合計	14	-0.60*	Y= 73.9-0.54X		16.5
2-6番草	10	-0.25	Y= 69.7-0.32X		14.7

*: p<0.05, **: p<0.01

ら7番草までの間に乾物消化率やTDN含有率に二つの谷を作るパターンで変化し、必ずしも気温の変化とは一致しなかった。乾物含有率では1979年の5月26日刈取りの1番草は21.7%と6月10日の

1番草17.4%より高く、また、6番草で28.5%と高い含有率を示し、降水量の少なかった影響を受けたと考える。

生育期間中の平均気温(1番草では萌芽から刈

取りまで)と乾物消化率の関係を表10に示した。

有意な負の相関係数はペレニアルライグラスでは全てに、また、オーチャードグラスでは兩年の合計で得られた。これらの回帰式から乾物消化率が65%以下になる気温を推定すると、おおむね、ペレニアルライグラスでは20℃以上、オーチャードグラスでは15℃以上であった。

(2) 1番草での草種間比較

オーチャードグラス、チモシー、ペレニアルライグラス、アルファルファおよびアカクロバの各1番草について、生育日数とデタージェント成分の含有率および消化率との関係を表11に示した。

CW含有率の生育に伴う1日当たりの変化の速度はペレニアルライグラスが0.69%と最も速く、次にアカクロバとアルファルファで、オーチャードグラス、チモシーより速かった。ADF含有率についても同様であった。ADL含有率はアカクロバとアルファルファが0.14%とイネ科牧草より速かった。

CW消化率の生育に伴う1日当たりの変化の速度はアルファルファが0.69%で最も大きかった。同様にCC消化率はペレニアルライグラスが0.48%で最も速かった。一般に、栄養価が高く、その低下もゆるやかとされているペレニアルライグラスやアルファルファ、アカクロバでのCW、AD

L含有率の上昇速度やCW、CCの消化率の低下速度等が速いことは注目しなければならない。

1番草の生育に伴う栄養価を草種間で比較した結果を図6に示した。

DCP含有率の推移は、イネ科の3草種は生育に伴う低下の速度が近似し、1日当たり約0.16%であった。アルファルファのDCP含有率の低下速度はイネ科牧草より大きく、1日当たり0.21%で、シロクロバは0.09%と最も少なかった。

TDN含有率の推移は、オーチャードグラスの1日当たりの低下速度が0.57%で最も大きく、ペレニアルライグラスも0.52%と大きい。一次回帰式の定数項の値が高く、調べた範囲内ではオーチャードグラス、アルファルファ、チモシーより常に高い値で推移した。アルファルファの低下速度は0.46%とマメ科牧草のなかで最も速かった。

1番草の生育に伴う自由採食量とDE摂取量の推移を図7に示した。

自由採食量の1日当たりの低下速度($g/kg^{0.75}$)はオーチャードグラス0.77>ペレニアルライグラス0.69>チモシー0.50>アルファルファ0.37>アカクロバ0.31の順に遅くなった。

DE摂取量の1日当たりの低下速度($kcal/kg^{0.75}$)はペレニアルライグラス3.8>オーチャードグラス3.2>アルファルファ2.7>チモシー2.6>

表 11. 1 番草の生育日数(X)とデタージェント成分の含有率および消化率(Y)との一次回帰式。

	Y=a+bX		Y=a+bX		Y=a+bX	
	a	b	a	b	a	b
	オーチャードグラス		チモシー		ペレニアルライグラス	
成分含有率(Y:乾物中%)						
CW	46.1	0.32	52.4	0.21	14.1	0.69
ADF	21.4	0.28	25.4	0.19	4.5	0.48
ADL	0.7	0.08	0.5	0.09	-1.8	0.10
消化率(Y:%)						
CW	89.6	-0.66	90.8	-0.53	86.6	-0.42
CC	87.8	-0.47	78.3	-0.21	100.8	-0.48
	アルファルファ		アカクロバ			
成分含有率(Y:乾物中%)						
CW	19.4	0.41	13.0	0.46		
ADF	13.7	0.39	12.2	0.31		
ADL	1.0	0.14	-2.3	0.14		
消化率(Y:%)						
CW	79.5	-0.69	74.1	-0.38		
CC	88.1	-0.24	90.6	-0.21		

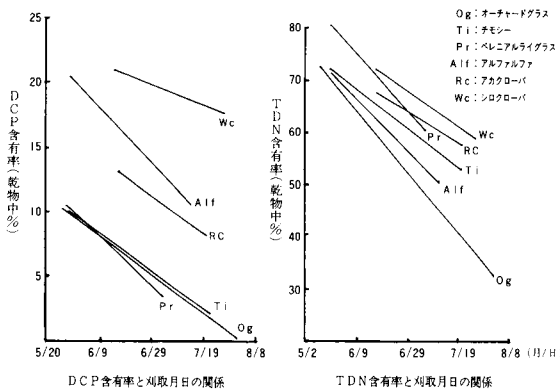


図 6. 1 番草の刈取月日と栄養価の関係。

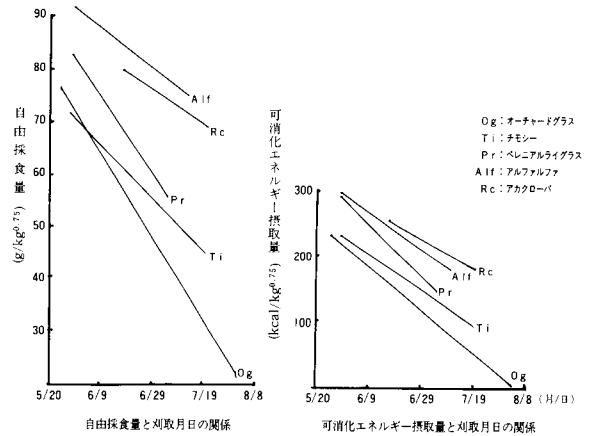


図 7. 1 番草の刈取月日と自由採食量ならびに可消化エネルギー摂取量の関係。

アカクロバ2,2の順に遅くなった。

1 番草の生育に伴うアルファルファの自由採食量の低下速度はイネ科牧草より遅く、高い水準を維持しながら低下するため、DE 摂取量は高い水準を保ち、オーチャードグラスに比較して1か月も遅く収穫しても同じDE 摂取量であった。また、イネ科3草種のなかでチモシーの自由採食量、DE 摂取量の低下速度が最も遅かった。

(3) 生育季節別の比較

オーチャードグラスとアルファルファで、生育季節別の生育日数とCW, ADLおよび粗蛋白質含有率ならびに乾物, CWおよびCC消化率ならびに自由採食量, DE 摂取量, NVI との間で指数回帰式を求めた結果を表12に示した。

指数回帰式 ($Y = ae^{KX}$) のaをYがもつ本来の値(潜在値), Kを変化の速度定数とした。

春から秋へ向かうにつれて、両草種ともに生育に伴う変化の速度(K)は、ADLおよび粗蛋白質含有率で遅く、乾物, CW, CCの消化率の低下速度でも遅くなる傾向が見られた。

オーチャードグラスでは、季節が進むにつれて自由採食量, DE 摂取量, NVIともに低下の速度が遅くなる傾向が見られたが、アルファルファでは春の草に比べ、夏の草でのこれらの低下速度が速かった。

アルファルファの秋の草では生育日数と含有率, 消化率, 摂取量との間にいずれも有意な相関がな

かった。

4. 考 察

1) 日本標準飼料成分表との比較

日本標準飼料成分表⁹³⁾(以下、成分表と略記)に示されている牧草の化学組成, 消化率および栄養価の値は、我が国における一つの基準と考える。これに示されている消化率と栄養価は、体重の維持量を目安に飼料が給与されて測定された成績に基づいている。

著者^{56, 57)}は牧草を制限給与して行う慣行法⁸⁴⁾と自由採食させて行う消化試験を実施して、消化率と可消化養分含量を比較した。消化率では、粗蛋白質, 粗脂肪, CCでは大きな違いがなかったが、炭水化物, CW, GEでは制限給与した場合、高い値が得られ、CWでの違いが大きかった。このため、DCP以外の栄養価は低く評価される傾向が見られ、TDN含有率で自由採食下では2から3%低かった。

RAYMONDら¹⁰⁴⁾は粗飼料の採食量が多くなると、消化率は低下するが、少ない採食量で測定がなされると消化率は過大評価されることを示した。HARKESS⁴¹⁾は飽食時の摂取量の50%に制限すると消化率は若干高くなると報告している。TYERELL and MOE¹³⁰⁾は、維持で測定された消化率は乳牛の生産時の消化率を12%過大評価し、また、制限

表 12. オーチャードグラスおよびアルファルファの生育季節別の生育日数(X)と化学成分の含有率, 消化率, 自由採食量ならびにNVI(それぞれ, Y)との関係.

生育季節	n	Y=ae ^{KX}			Y=ae ^{KX}			Y=ae ^{KX}		
		a	K	r	a	K	r	a	K	r
		CW含有率(乾物中%)			ADL含有率(乾物中%)			粗蛋白質含有率(乾物中%)		
オーチャードグラス										
春(1番草)	31	47.5	0.0052	0.86**	1.92	0.0175	0.93**	23.7	-0.0178	-0.99**
夏の前半	26	54.6	0.0022	0.47*	3.42	0.0073	0.64**	22.3	-0.0143	-0.79**
夏の後半	25	53.4	0.0021	0.66**	2.99	0.0067	0.73**	24.0	-0.0106	-0.87**
秋	20	41.7	0.0033	0.74**	2.22	0.0066	0.79**	23.4	-0.0080	-0.83**
アルファルファ										
春(1番草)	18	23.2	0.0105	0.81**	2.99	0.0185	0.91**	32.9	-0.0099	-0.86**
夏(2番草)	18	28.6	0.0088	0.56*			0.32			-0.41
秋(3番草)	15			0.36			0.18			-0.56
		乾物消化率(%)			CW消化率(%)			CC消化率(%)		
オーチャードグラス										
春(1番草)	31	105	-0.0119	-0.93**	107	-0.0135	-0.94**	98	-0.0087	-0.80**
夏の前半	26	71	-0.0047	-0.65**	72	-0.0053	-0.67**	70	-0.0037	-0.52**
夏の後半	25	71	-0.0033	-0.73**	74	-0.0039	-0.74**	67	-0.0027	-0.57**
秋	20	79	-0.0030	-0.84**	78	-0.0035	-0.78**	79	-0.0023	-0.78**
アルファルファ										
春(1番草)	18	97	-0.0086	-0.87**	96	-0.0157	-0.79**	89	-0.0032	-0.75**
夏(2番草)	18	72	-0.0042	-0.66**			-0.04	83	-0.0027	-0.58*
秋(3番草)	15			-0.08			0.49			-0.51
		自由採食量(g/kg ^{0.75})			DE摂取量(kcal/kg ^{0.75})			NVI		
オーチャードグラス										
春(1番草)	31	117	-0.0159	-0.93**	549	-0.0285	-0.95**	154	-0.0285	-0.95**
夏の前半	26	82	-0.0074	-0.53**	254	-0.0126	-0.60**	76	-0.0147	-0.67**
夏の後半	25	90	-0.0103	-0.85**	272	-0.0134	-0.85**	77	-0.0137	-0.86**
秋	20	84	-0.0051	-0.75**	287	-0.0079	-0.81**	82	-0.0083	-0.83**
アルファルファ										
春(1番草)	16	133	-0.0087	-0.71**	542	-0.0160	-0.78**	157	-0.0169	-0.79**
夏(2番草)	18	144	-0.0147	-0.73**	476	-0.0192	-0.73**	131	-0.0194	-0.75**
秋(3番草)	15			0.24			0.16			0.32

*:p<0.05, **:p<0.01

給与時と比較して、全ての成分の消化率が一樣に変化するのではなく植物細胞壁の構造炭水化物の消化率が低下し、これらに関して検討の必要なことを示唆した。BROWN¹⁵⁾は給与する粗飼料の化学的、物理的性質の違いで消化率への影響が異なると述べている。MILLER⁷³⁾は乾物摂取量と消化率の関係を紹介している。

我が国では、牧草を自由採食させて調べた栄養価について報告した成績は見当たらないが、英国や米国では、採食量と消化率が同時に測定された成績を用いて牧草の栄養価を検討している報告が多い。

本実験で得た消化率や栄養価は、自由採食下で測定した値であることから、慣行法で測定された消化率を用いた日本標準飼料成分表に示されてい

る値と異なることが懸念された。しかし、1番草では、近似した値が得られた。草種毎に成分表の値と比較すると、

オーチャードグラス：

成分表の1番草の生育期別のADF含有率や栄養価と比較すると、本実験で得た成分値と栄養価はおおむね近似した。しかし、成分表の再生草の出穂前のTDN67.7%は、秋の草では収穫可能であるが、夏の草では非常に難しいことが分かった。

チモシー：

成分表の1番草の生育期別の栄養価と比較すると、開花期までは本実験値は低かった。成分表の1番草の結実期のADF61.9%は本実験値より20%高かった。なお、成分表のこの値はワラ類より高く、極端な刈遅れの成績が示されていると考えら

れた。また、再生草の栄養価は2番草と近似した。
ベレニアルライグラス：

また、成分表での再生草の生育時期については
詳細な記述がなく、厳密な比較はできないが、再

IV 牧草の化学成分の含有率、消化率、可消化含量、摂取量および排泄量の相互関係

1. 粗蛋白質

粗蛋白質の含有率、消化率、可消化含量、摂取量および排泄量の相互関係を調べた。供試牧草の粗蛋白質の含有率、消化率、可消化含量の平均値、標準偏差および範囲をイネ科牧草とマメ科牧草に分け、また、オーチャードグラスとアルファルファは独立して表13に示した。

イネ科牧草の含有率で最高値は最低値の4.6倍と幅広い範囲で供試できたが、マメ科牧草では2倍の範囲と狭く、最低値でもイネ科牧草の平均値に近かった。変動係数は消化率が最も小さく、次に含有率で、可消化含量が最も大きかった。また、これらの項目で、イネ科牧草はマメ科牧草より変動が大きかった。

粗蛋白質の含有率と消化率および可消化含量との関係を表14ならびにイネ科牧草でのこれらの関係を図8に示した。

含有率と消化率の間には、いずれの草種も相関係数と一次回帰式ともに有意であったが散布図か

ら分かるように、これらの間には曲線的な関係がより適合した。イネ科牧草では含有率が5から10%まで、消化率は急速に高くなり、その後、徐々に緩やかになり、80%前後の値へ限りなく近づく関係にあることが推察された。含有率(XCP)と消化率(YDIG)の関係で、含有率を常用対数へ変換して求めた回帰式は、オーチャードグラスで $Y_{DIG} = -15 + 71 \log X_{CP}$ とGLOVERら³⁸⁾の $Y_{DIG} = -15 + 70 \log X_{CP}$ に近似した回帰式が得られた。しかし、この回帰式でも低い含有率からの急速な立ち上がり、ある値へ限りなく近づく変化の評価には適切でなかった。この点、含有率を逆数へ変換して求めた回帰式が良く適合した。イネ科牧草で、含有率をそのまま、常用対数に変換および逆数に変換した場合で、消化率との決定係数は、それぞれ、0.76、0.86、0.90と順に高くなった。また、回帰式の分散分析の残差の分散は、それぞれ、31、18、13と順に小さくなり、分数回帰式からの推定値が実測値により良く適合した。

含有率(XCP)と可消化含量(YDCP)の相関係

表 13. 供試牧草の粗蛋白質の含有率、消化率、可消化含量の平均値、標準偏差(SD)および範囲。

	n	含有率(乾物中%)			消化率(%)			可消化含量(DCP:乾物中%)		
		平均	SD	範囲	平均	SD	範囲	平均	SD	範囲
オーチャードグラス	102	13.2	4.1	4.9-21.2	63	11	15-80	8.8	3.8	0.8-16.2
イネ科牧草(全体)	136	13.2	4.3	4.9-22.6	64	11	15-80	8.8	3.9	0.8-17.7
アルファルファ	57	20.6	2.8	15.3-27.5	76	10	69-83	16.0	2.7	10.8-22.7
マメ科牧草(全体)	76	20.4	3.1	13.7-27.5	75	9	60-83	15.5	3.1	8.4-22.7
全 体	212	15.8	5.2	4.9-27.5	68	11	15-83	11.2	4.9	0.8-22.7

表 14. 粗蛋白質の含有率(X:乾物中%)と消化率(%),可消化含量および不消化含量(乾物中%)との相関係数ならびに回帰式。

	消化率(Y)						可消化含量(Y)			不消化含量(Y)		
	$Y=a+b/X$			$Y=a+b \log X$			$Y=a+bX$			$Y=a+bX$		
	r	a	b	r	a	b	r	a	b	r	a	b
オーチャードグラス	-0.95**	91	-326	0.93**	-15.1	71	0.99**	-3.3	0.92	0.66**	3.3	0.08
イネ科牧草(全体)	-0.95**	91	-321	0.93**	-11.2	68	0.99**	-3.2	0.91	0.71**	3.2	0.09
アルファルファ	-0.77**	95	-361	0.78**	21.9	42	0.99**	-3.8	0.96	0.26**	3.8	0.04
マメ科牧草(全体)	-0.67**	97	-439	0.67**	8.2	52	0.98**	-4.4	0.98	0.09**	4.4	0.02
全 体	-0.94**	92	-328	0.92**	-6.0	63	0.99**	-3.4	0.93	0.55**	3.4	0.02

VAN SOESTら¹⁴⁴⁾は再生草では刈取月日やデータジェント成分からの品質の推定は難しいと報告している。

再生草の生育に伴う化学成分の含有率、消化率、栄養価および自由採食量の変化の速度について述べている報告は見当たらず、比較検討ができなかった。

本実験で用いたピートラは極晩生品種、キタミドリは早生種であったことも関係していると思われるが、ペレニアルライグラスはオーチャードグラスに比較して1番草での消化率の低下が緩慢で、常に高い水準を維持し、春と秋の草では、消化率、可消化養分含有率、自由採食量、NVIともにオーチャードグラスより優れていた。しかし、夏では、ペレニアルライグラスがオーチャードグラスより栄養価の点で劣った。著者⁵⁵⁾は同様な結果が制限給与の消化試験で調べたペレニアルライグラス(マンモスペレニアル)とオーチャードグラス(フィロックス)でも得られ、年間5回の刈取りでは3, 4番草、4回刈取りでは3番草の乾物およ

び有機物の消化率で、ペレニアルライグラスはオーチャードグラスより低かった。

MINSONら⁷⁴⁾はペレニアルライグラス(S23, S24)とオーチャードグラス(S37)を比較し、1番草で出穂期までは消化率の低下が少なく、その後、急速に低下し、1番草、再生草(30日間の刈取間隔)ともにペレニアルライグラスの消化率はオーチャードグラスよりも高いことを報告している。TERRY and TILLEY¹²⁵⁾はin vitro法でオーチャードグラスの葉部と茎部の消化率はペレニアルライグラスのそれらより低いことを報告している。REIDら¹⁰⁹⁾はペレニアルライグラスとオーチャードグラスの採食量は年次で異なったが5, 6, 7月のラムの増体はペレニアルライグラスが優れたことを報告している。POWELLら¹⁰²⁾はペレニアルライグラス、オーチャードグラス、トールフェスク、ブロムグラスを比較し、ペレニアルライグラスの1番草の消化率は他の草種より高く持続し、CWやADF含有率は年間を通して他の草種より低いことを報告している。