

# 幼齡造林地放牧における牛の採食行動と ススキ現存量の推移：1996～98年の結果

長谷川信美・平田 昌彦・野上寛五郎・園田 立信  
(宮崎大学農学部)

## 結 論

わが国の家畜生産は、輸入濃厚飼料に依存した集約的生産方式により行われており、輸入穀類の割合は、給与飼料TDN換算で74%にも達している。牛・豚・鶏の糞尿による耕地面積当たり窒素排泄量は126.8kg/耕地10a/年にもなり、深刻な環境汚染を引き起こしている<sup>1)</sup>。日本国土内において完結し、自然環境を良好に維持しながら、食糧生産を持続的に行う低投入・持続型農業体系を早急に確立する必要がある。日本の国土は草地面積割合が少なく(国土の2%)、森林面積割合が高い(66%)。本研究からは、1996年より、南九州地域における肉牛生産、特に繁殖雌牛の飼養の場として、牛の飼料となりうる草木資源の豊富な幼齡造林地を利用する林内放牧システムの可能性を探る基礎研究を開始し、発表を行ってきた<sup>1-16)</sup>。本論文では、96～98年の3年間の調査結果から、牛の採食行動と主要採食草種であるススキの現存量の推移について報告する。

## 材料および方法

宮崎大学農学部附属演習林ヒノキ幼齡樹林地(31°51'N, 131°17'E, 標高160-260m) 4.8ha(パドック1)に、3頭の黒毛和種育成雌牛(1996年放牧開始時月齢12-14ヶ月, 平均体重223.3kg)を、1996年は7月-11月, 1997年と98年は5月-11月に連続放牧した(図1)。1998年9月からは隣接した2.4haのパドック2も開放し、使用した。パドック1とパドック2におけるヒノキ植栽年は1988-1992年, 植栽密度は2000本/haである。24時間行動観察を1997年には月に1ないし2回, 98年には月に1回行い、2分間隔で記録した。1997年と1998年に各月1回、朝の採食開始から採食終了までの1採食行動期(1997年は2時間56分-4時間39分, 1998年は2時

間48分-3時間45分)に、バイトカウント法により1頭の採食植物をすべて観察し植物名と噛みちぎり回数を記録した。長さ25mのライントランセクト(地面にビニールロープを直線に張りピンで固定)を連続してパドック1に7本, パドック2に4本(1998年設置)設置し、1996年から1998年の放牧期に2カ月毎に、トランセクトを中心とした2m幅の面積内に存在する全てのススキ株の基底周, 株と葉群の最高点の高さおよび葉群の最低点の高さを測定し、平田らの方法<sup>12, 13)</sup>により、緑葉重を推定した。結果は、変動因を年・月・個体として分散分析を行い、Student's t-testあるいは対応のある平均値の差の検定により有意差の検定を行った(P<0.05)。

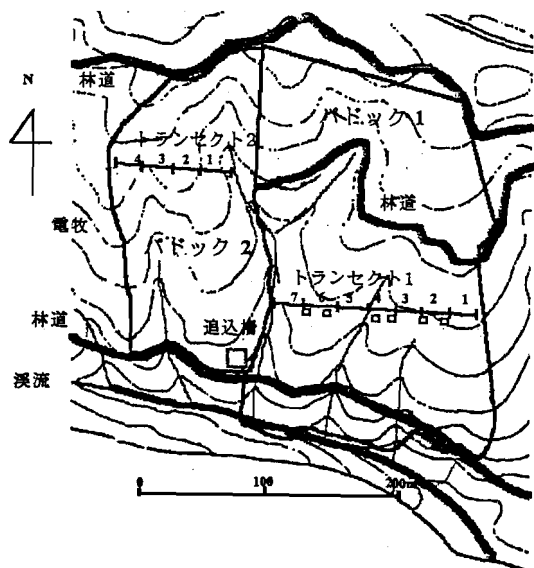


図1. 宮崎大学農学部附属田野演習林放牧地概要図

結果および考察

表1に24時間行動観察における採食時間の変化および統計解析結果を示した。平均採食時間は1997年が547±74分、1998年が551±63分で、分散分析において、1997-1998年では年による差はなかったが (P=0.396)、月と個体で有意差を示した (それぞれP=0.001, P=0.021)。各年ごとでは、両年とも月 (それぞれP<0.001, P=0.006) と個体 (それ

ぞれP=0.039, P=0.003) で有意な差を示した。採食時間は、1997年は7月22日 (439±26分) と8月20日 (441±15分) に他の観察日と比較して有意に短く、10月18日 (637±21分) に長かった (P<0.05, Student's t-test)。1998年は5月から10月初めまでは差がなく (512±28~587±8分)、10月31日 (643±62分) に有意に長かった (P<0.05, Student's t-test)。

表1. 24時間行動観察における採食時間の変化および統計解析結果

観察日および統計解析	採食時間 (分/日) <sup>1)</sup> およびP値			ススキ採食割合 (%) およびP値
	合計	ススキ	その他の植物 <sup>2)</sup>	
1997年				
5月27日	550±26 <sup>c,d</sup>	305±32 <sup>b,c</sup>	245±29	55.5±5.1 <sup>ab</sup>
6月10日	563±55 <sup>c</sup>	233±36 <sup>d,e</sup>	330±38	41.4±4.6 <sup>d</sup>
6月24日	493±22 <sup>d,e</sup>	264±14 <sup>c,d</sup>	229±19	53.5±2.6 <sup>b,c</sup>
7月22日	439±26 <sup>c</sup>	209±22 <sup>c</sup>	230±10	47.6±2.8 <sup>d</sup>
8月20日	441±15 <sup>c</sup>	240±7 <sup>d,e</sup>	201±16	54.5±2.4 <sup>ab</sup>
9月20日	574±3 <sup>b,c</sup>	320±18 <sup>a,b</sup>	254±18	55.8±3.2 <sup>ab</sup>
10月5日	624±40 <sup>a,b</sup>	329±17 <sup>a,b</sup>	295±41	52.9±3.8 <sup>b,c</sup>
10月18日	637±21 <sup>a</sup>	355±34 <sup>a</sup>	281±13	55.7±3.6 <sup>ab</sup>
11月3日	601±59 <sup>abc</sup>	336±50 <sup>a,b</sup>	265±72	56.2±9.7 <sup>a,b</sup>
11月16日	545±51 <sup>d</sup>	337±7 <sup>a,b</sup>	208±50 <sup>c</sup>	62.2±6.1 <sup>a</sup>
平均	547±74	293±55	254±49	53.5±6.7
1998年				
5月30日	521±57 <sup>b</sup>	247±24 <sup>b,c</sup>	273±47 <sup>b</sup>	47.7±4.3 <sup>b</sup>
6月20日	512±28 <sup>b</sup>	201±14 <sup>c</sup>	311±40 <sup>a,b</sup>	39.4±4.8 <sup>c</sup>
7月11日	531±19 <sup>b</sup>	277±15 <sup>b</sup>	254±31 <sup>b</sup>	52.3±4.4 <sup>b</sup>
8月8日	587±8 <sup>a,b</sup>	231±14 <sup>b,c</sup>	356±21 <sup>a</sup>	39.4±2.9 <sup>c</sup>
9月5日	520±101 <sup>b</sup>	203±34 <sup>c</sup>	317±70 <sup>a,b</sup>	39.3±2.6 <sup>c</sup>
10月3日	543±37 <sup>b</sup>	254±38 <sup>b,c</sup>	289±43 <sup>a,b</sup>	46.8±6.9 <sup>b,c</sup>
10月31日	643±62 <sup>a</sup>	391±64 <sup>a</sup>	251±14 <sup>b</sup>	60.6±4.6 <sup>a</sup>
平均	551±63	258±68	293±50	46.5±8.5
分散分析				
1997-1998年				
年	0.396	0.036	0.001	<0.001
月	0.001	<0.001	0.065	<0.001
個体	0.021	0.981	0.009	0.074
1997年				
月	<0.001	<0.001	0.079	0.028
個体	0.039	0.515	0.080	0.183
1998年				
月	0.006	<0.001	0.004	<0.001
個体	0.003	0.549	0.002	0.126
対応のある平均値の差の検定 <sup>2)</sup>				
1997	—	—	0.006	—
1998	—	—	0.124	—

<sup>1)</sup> 3頭の平均±SD。

<sup>2)</sup> ススキ採食時間とその他の植物採食時間。

<sup>abcde</sup>各年各項目での異文字間に有意差あり (P<0.05, Student's t-test)。

ススキ採食時間は、1997-1998年の分散分析において年と月で有意差を示し（それぞれ $P=0.036$ ,  $P<0.001$ ）、個体では差はなく（ $P=0.981$ ）、その他の植物採食時間は、年と個体で有意差を示し（それぞれ $P=0.001$ ,  $P=0.009$ ）、月で差のある傾向を示した（ $P=0.065$ ）。ススキ採食時間はその他の植物採食時間よりも、1997年には有意に長かった（対応のある平均値の差の検定、 $P=0.006$ ）が、1998年には差はなかった（ $P=0.124$ ）。採食時間のうちススキ採食割合は、1997-1998年の分散分析において年と月で有意差を示し、個体で差のある傾向を示し

（それぞれ、 $P<0.001$ ,  $P<0.001$ ,  $P=0.074$ ）、1997年は平均 $53.5\pm 6.7\%$ 、1998年は $46.5\pm 8.5\%$ であった。ススキ採食割合は、1997年は6月10日（ $41.4\pm 4.6\%$ ）に最も低く、11月16日（ $62.2\pm 6.1\%$ ）に最も高く、1998年は6月20日（ $39.4\pm 4.8\%$ ）に最も低く、10月31日（ $60.6\pm 4.6\%$ ）に最も高かった。

表2に24時間行動観察における反芻時間と反芻/採食比の変化および分散分析結果を示した。平均反芻時間は1997年が $443\pm 32$ 分、1998年が $443\pm 43$ 分で、1997-1998年での分散分析において年と月では差はなかったが、個体で有意な差を示した（ $P=0.050$ ）。

表2. 24時間行動観察における反芻時間と反芻/採食比の変化および分散分析結果

観察日および分散分析	反芻時間 (分) <sup>1)</sup> およびP値	反芻/採食比 およびP値
1997年		
5月27日	438±15 <sup>bcd</sup>	0.80±0.06 <sup>de</sup>
6月10日	450±18 <sup>abc</sup>	0.80±0.08 <sup>c d</sup>
6月24日	456±9 <sup>a b</sup>	0.93±0.02 <sup>b</sup>
7月22日	492±32 <sup>a</sup>	1.12±0.03 <sup>a</sup>
8月20日	465±15 <sup>a b</sup>	1.06±0.05 <sup>a</sup>
9月20日	412±17 <sup>c d</sup>	0.72±0.03 <sup>def</sup>
10月5日	431±22 <sup>bcd</sup>	0.69±0.05 <sup>def</sup>
10月18日	429±20 <sup>bcd</sup>	0.67±0.05 <sup>f</sup>
11月3日	407±40 <sup>d</sup>	0.68±0.14 <sup>e f</sup>
11月16日	449±40 <sup>b c</sup>	0.83±0.09 <sup>b c</sup>
平均	443±32	0.83±0.16
1998年		
5月30日	472±49 <sup>a</sup>	0.91±0.09 <sup>a</sup>
6月20日	369±41 <sup>b</sup>	0.72±0.12 <sup>b</sup>
7月11日	454±16 <sup>a</sup>	0.86±0.05 <sup>a b</sup>
8月8日	440±33 <sup>a b</sup>	0.75±0.07 <sup>a b</sup>
9月5日	440±18 <sup>a</sup>	0.87±0.15 <sup>a b</sup>
10月3日	470±28 <sup>a</sup>	0.87±0.02 <sup>a b</sup>
10月31日	459±32 <sup>a</sup>	0.72±0.12 <sup>b</sup>
平均	443±43	0.81±0.11
分散分析		
1997-1998年		
年	0.800	0.253
月	0.150	0.002
個体	0.050	0.022
1997年		
月	0.001	<0.001
個体	0.004	0.034
1998年		
月	0.003	0.008
個体	0.452	0.001

<sup>1)</sup> 3頭の平均±SD。

<sup>abcd</sup>各年各項目での異文字間に有意差あり（ $P<0.05$ , Student's t-test）。

各年ごとでは1997年に月と個体のどちらも有意差を示し(それぞれ,  $P=0.001$ ,  $P=0.004$ ), 1998年には月による差はあった( $P=0.003$ )が個体による差はなかった。1997年は7月22日に最も長く(492±32分), 11月3日に最も短く(407±40分), 1998年は6月20日に他の観察日より短かった(369±41分)( $P<0.05$ , Student's t-test)。反芻/採食比は, 1997年が平均 $0.83\pm 0.16$ , 1998年が平均 $0.81\pm 0.11$ で, 1997年7月22日と8月20日に1より大きく, 反芻時間が採食時間よりも長くなった。

表3に採食・反芻行動の相関を示した。採食時間は, 1997・1998両年とも, ススキ採食時間と有意な正の相関(それぞれ $r=0.749$ ,  $r=0.711$ ,  $P<0.01$ )を示し, 1997年には反芻時間と負の相関( $r=-0.595$ ,  $P<0.01$ ), その他の植物採食時間と正の相関を示したが( $r=0.669$ ,  $P<0.01$ ), どちらも1998年には相関は低かった( $P>0.05$ )。ススキ採食時間は, その他の植物採食時間と1997年には相関はなかったが, 1998年には有意な負の相関を示した( $r=-0.450$ ,  $P<0.05$ )。

表4にバイトカウント法での1採食期におけるバイト速度と採食植物数を示した。平均バイト速度は1997年が $941.0\pm 200.9$ 回/時間, 1998年が $739.9\pm 237.5$ 回/時間で, 分散分析において年に有意な差のある傾向を示し( $P=0.078$ ), 1998年に1997年よ

りも低下した。平均採食植物種数は1997年が $36.7\pm 8.0$ 種, 1998年が $43.4\pm 5.0$ 種, 採食植物総数は1997年が85, 1998年が98で, 1998年に1997年よりも多い傾向を示した( $P=0.107$ )。バイト速度と採食植物数のどちらも, 月による差はみられなかった。

表5にバイトカウント法による採食植物上位10種の変化を示した。全期間平均採食割合による採食上位10種は1位から順に, 1997年にはススキ, ヒサカキ, イネ科草本, ツルコウゾ, イヌビワ, ネムノキ, ヘクソカズラ, キブシ, シダ類, ヤマノイモ, 1998年にはススキ, イヌビワ, イネ科草本, アカメガシワ, ツルコウゾ, ヒサカキ, キブシ, シマサルナシ, ナツフジ, シダ類であった。1997年10月10日を除く2年間のすべての観察日においてススキが1位であった。各月の上位10種に全期間平均上位10種が占める割合は, 1997年が60.0%, 1998年が72.9%で, 全期間平均上位10種以外で各月上位10種に入った植物種数は1997年が14種, 1998年が12種であった。ヒノキの採食はまったく観察されなかった。

表6にバイトカウント法によるススキおよびイネ科植物採食割合を, 図2に1997年・1998年におけるバイトカウント法による採食上位1~10種植物採食割合を示した。1997年と1998年のススキ採食割合はそれぞれ $53.0\pm 16.4\%$ ,  $57.5\pm 15.8\%$ , イネ科植物(ススキ+ススキ以外のイネ科草本)採食割合はそ

表3. 採食・反芻行動の相関

項 目	採食時間	ススキ採食時間	その他の植物採食時間	ススキ採食割合	反芻時間
1997年 (n=30)					
採食時間	—	—	—	—	—
ススキ採食時間	0.749**	—	—	—	—
その他の植物採食時間	0.669**	0.009	—	—	—
ススキ採食割合	0.064	0.705**	-0.694**	—	—
反芻時間	-0.595**	-0.466**	-0.375*	-0.073	—
反芻/採食比	-0.947**	-0.730**	-0.611**	-0.096	0.802**
1998年 (n=21)					
採食時間	—	—	—	—	—
ススキ採食時間	0.711**	—	—	—	—
その他の植物採食時間	0.307	-0.450*	—	—	—
ススキ採食割合	0.328	0.893**	-0.792**	—	—
反芻時間	0.216	0.368	-0.224	0.407	—
反芻/採食比	-0.707**	-0.300	-0.491*	0.064	0.522*

\* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ .

表4. バイトカウント法での1採食期におけるバイト速度と採食植物種数

観察日および 分散分析	バイト速度 (回/時間) およびP値	採食植物種数 およびP値
観察日		
1997年		
5月17日	1078.4	29
6月14日	1274.0	32
7月19日	924.3	49
8月23日	702.1	46
9月13日	838.9	36
10月10日	1022.8	36
11月15日	746.2	29
全期間 <sup>1)</sup>	941.0±200.9	36.7±8.0
総数		85
1998年		
5月30日	1230.7	51
6月27日	753.4	43
7月25日	661.6	48
8月24日	662.8	43
9月20日	476.5	38
10月15日	619.0	37
11月14日	775.2	44
全期間	739.9±237.5	43.4±5.0
総数		98
分散分析		
年	0.078	0.107
月	0.197	0.501

<sup>1)</sup> 平均±SD。

表5. バイトカウント法による採食植物上位10種の変化

観察日	バイトカウント順位																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1997年																	
5月17日	ス	ス	キ	ヒサカキ	ネムノキ	ツルコウゾ	イヌビワ	イネ科草本 <sup>1)</sup>	コバンモチ	ク	ロ	キ	シ	ダ	類	ハマセンダン	
6月14日	ス	ス	キ	ヒサカキ	ツルコウゾ	イヌビワ	イネ科草本	ネムノキ	ゴンズイ	ク	ロ	キ	コバンモチ	ナツフジ			
7月19日	ス	ス	キ	ツルコウゾ	イヌビワ	ヘクソカズラ	ヤマノイモ	イネ科草本	ヒサカキ	ヤマグワ	ゴンズイ	ナツフジ					
8月23日	ス	ス	キ	ヒサカキ	イヌビワ	キ	ブ	シ	イネ科草本	ツルコウゾ	ネムノキ	カラスザンショウ	コ	ジ	イ	ハマセンダン	
9月13日	ス	ス	キ	ヒサカキ	ツルコウゾ	イヌビワ	アカメガシワ	コ	ジ	イ	イネ科草本	キダチニンドウ	カラスザンショウ	キ	ブ	シ	
10月10日	イネ科草本	ス	ス	キ	ヒサカキ	ヘクソカズラ	ツルコウゾ	ヤマノイモ	イヌビワ	ク	マイチゴ	アカメガシワ	シ	ダ	類		
11月15日	ス	ス	キ	シ	ダ	類	ヒサカキ	イネ科草本	キク科草本	キダチニンドウ	ス	ゲ	類	イヌビワ	ミツバアケビ	アカメガシワ	
全期間 <sup>2)</sup>	ス	ス	キ	ヒサカキ	イネ科草本	ツルコウゾ	イヌビワ	ネムノキ	ヘクソカズラ	キ	ブ	シ	シ	ダ	類	ヤマノイモ	
1998年																	
5月30日	ス	ス	キ	イヌビワ	イネ科草本	シマサルナシ	キク科草本	ツルコウゾ	ヘクソカズラ	アカメガシワ	ヒサカキ	ノ	サ	サ	ゲ		
6月27日	ス	ス	キ	イネ科草本	ツルコウゾ	ヒサカキ	コアカソ	アカメガシワ	ナツフジ	キ	ブ	シ	イヌビワ	ツクシアケウギ			
7月25日	ス	ス	キ	キ	ブ	シ	イネ科草本	ツルコウゾ	シマサルナシ	イヌビワ	アカメガシワ	シ	ダ	類	ヒサカキ	ナツフジ	
8月24日	ス	ス	キ	イヌビワ	アカメガシワ	キ	ブ	シ	ナツフジ	ネムノキ	ツルコウゾ	ヒサカキ	シマサルナシ	エ	ゴ	ノ	キ
9月20日	ス	ス	キ	イヌビワ	アカメガシワ	ツルコウゾ	ク	ズ	エ	ノ	キ	シマサルナシ	ヘクソカズラ	コアカソ	イネ科草本		
10月15日	ス	ス	キ	ヒサカキ	アカメガシワ	キダチニンドウ	イヌビワ	ツルコウゾ	コバンモチ	シ	ダ	類	イネ科草本	ナツフジ			
11月14日	ス	ス	キ	イネ科草本	ヒサカキ	ク	ロ	キ	イヌビワ	アカメガシワ	ツルコウゾ	ナツフジ	シ	ダ	類	ネムノキ	
全期間	ス	ス	キ	イヌビワ	イネ科草本	アカメガシワ	ツルコウゾ	ヒサカキ	キ	ブ	シ	シマサルナシ	ナツフジ	シ	ダ	類	

<sup>1)</sup> ススキ以外のイネ科草本。

<sup>2)</sup> 各月バイトカウント割合の平均値による採食上位10種植物。

表6. バイトカウント法によるススキおよびイネ科植物採食割合

観察日	採食割合 (%)	
	ススキ	イネ科植物 <sup>1)</sup>
1997年		
5月17日	52.2	52.7
6月14日	62.5	65.2
7月19日	26.7	32.3
8月23日	55.9	59.9
9月13日	63.4	64.8
10月10日	36.7	73.3
11月15日	74.1	79.3
平均	53.0±16.4	61.1±15.3
1998年		
5月30日	65.7	70.6
6月27日	57.0	65.3
7月25日	36.8	48.2
8月24日	71.3	71.8
9月20日	34.1	35.4
10月15日	66.4	67.6
11月14日	71.1	80.8
平均	57.5±15.8	62.8±15.6

<sup>1)</sup> ススキ採食割合+ススキ以外のイネ科草本採食割合。

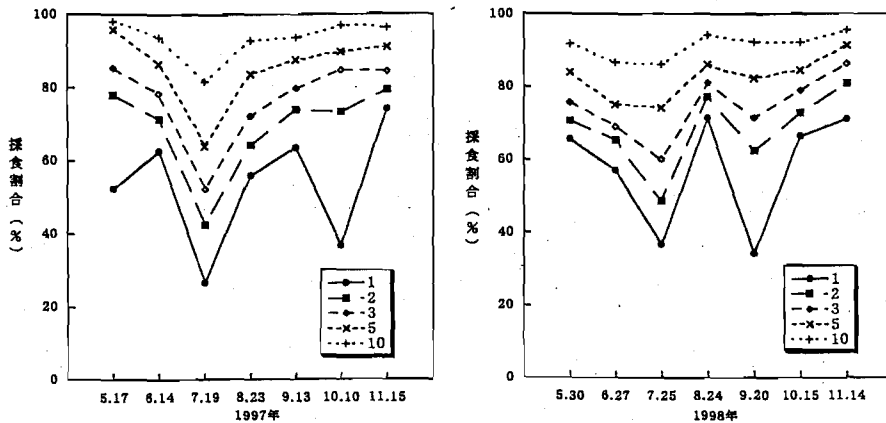


図2. 1997年・1998年におけるバイトカウント法による採食上位1～10種植物採食割合

れぞれ61.0±15.3%, 62.8±15.6%であった。上位2種では、それぞれ69.0±12.7%, 68.3±10.8%, 上位3種では76.7±11.8%, 74.7±8.7%, 上位5種では85.4±10.3%, 82.5±6.1%, 上位10種で93.3±5.5%, 91.3±3.6%であった。

表7にバイト速度、採食植物種数とバイトカウントによるススキとイネ科植物採食割合および採食上位2～10種採食割合との相関を示した。1997年にはバイト速度は採食割合各項目と相関はなかったが、

採食植物種数は上位2～10種採食割合と負の高い相関があった ( $r = -0.809 \sim -0.890$ ,  $P < 0.05$ )。1998年にはバイト速度と採食植物種数のどちらも採食割合各項目と相関はなかったが、バイト速度は採食植物種数と  $r = 0.789$  の有意な相関を示した ( $P < 0.05$ )。

図3にパドック1 (1996年～1998年) とパドック2 (1998年) のススキ緑葉現存量を示した。ススキ緑葉現存量は、パドック1で、1996年8月には699 kg/haであったが1997年5月には157kg/ha, 1998

表7. バイト速度，採食植物種数とバイトカウントによるススキとイネ科植物採食割合および採食上位2～10種採食割合との相関

項目	1997年		1998年	
	バイト速度 (回/時間)	採食植物種数	バイト速度 (回/時間)	採食植物種数
採食割合				
ススキ	-0.190	-0.628	0.450	0.082
イネ科植物 <sup>1)</sup>	-0.108	-0.646	0.521	0.247
上位2種	0.097	-0.890**	0.230	-0.195
上位3種	0.143	-0.862*	0.159	-0.231
上位5種	0.124	-0.846*	0.125	-0.178
上位10種	0.117	-0.809*	0.043	-0.248
採食植物種数	-0.369	-	0.789*	-

<sup>1)</sup> ススキ採食割合+ススキ以外のイネ科草本採食割合。

\*P<0.05, \*\*P<0.01。

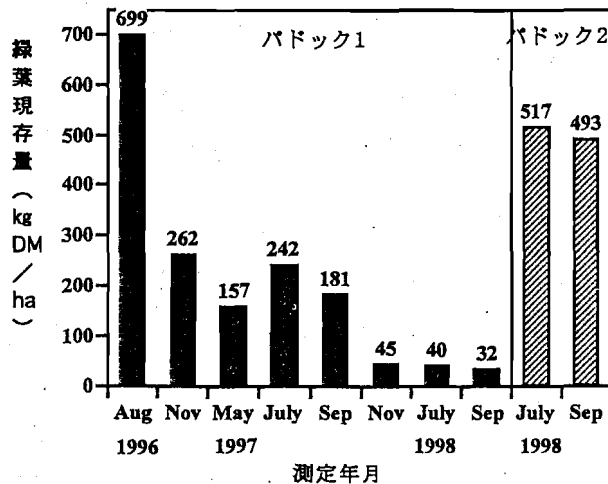


図3. バドック1 (1996年～1998年) とバドック2 (1998年) におけるススキ緑葉現存量

年7月には40kg/ha (バドック2における7月の緑葉現存量517kg/haの7.7%) と大きく減少した。

2年間の観察で，黒毛和種育成雌牛は，ススキを最も好んで採食し，24時間行動観察における採食時間の5割前後をススキが占めた。バイトカウント法による観察においてイネ科植物採食割合は約6割，採食上位10種では9割以上であった。牛によるこのような強い飼料選択により，嗜好性の高いススキの現存量は短期間に急激に減少した。ススキ採食時間は1997年にはその他の植物採食時間よりも長かったが1998年には差がなくなったのは，ススキ緑葉現存

量の減少による影響と考えられる。ススキ採食時間は，1997年にはその他の植物採食時間と相関を示さなかったが，1998年には負の有意な相関を示し，反芻時間および反芻/採食比と1997年は有意な負の相関を示したが1998年に相関は低かった。また，1998年には1997年よりも採食植物種数が増加し，バイト速度と採食植物種数は1997年には相関はなかったが，1998年に有意な正の相関を示した。これらの結果は，ススキ可食現存量の減少によるススキ採食量の減少を，牛は樹葉採食により補った結果ともとらえることができるが，牛が経験を積んだためとも考えられる。

ススキの採食割合は高いが、牛は2年間で100種以上の多様な植物種を採食した。消化率とタンパク質含量が樹葉類よりもかなり低い<sup>4,8)</sup>にも関わらず、ススキの採食割合が高いのはなぜなのか、単にススキの現存量が多く採食効率がよいためのものか、植物に含まれる化学成分、特に植物の被食防衛戦略としての化学防衛物質、地形、植生、牛の月齢、経験など種々の要因からの検討が今後必要である。また grazer (草本採食者) である牛の樹葉摂取の限界—どこまで browser (樹葉採食者) になれるのか—も消化生理から明らかにする必要がある。今後長期に実験を継続して、牛の採食戦略を含むこれらの種々の要因について詳細に検討を行い、林内放牧システムの可能性を多面的に明らかにする予定である。

#### 謝 辞

本実験の遂行にあたり、宮崎大学農学部附属農場住吉牧場の福山喜一助教授、藤代剛助手および技官の方々、並びに宮崎大学農学部附属演習林の技官の方々と技術補佐員の方々に多大な御協力をいただいた。心から感謝の意を表する。

#### 引用文献

- 1) 長谷川信美・平田昌彦・長谷川裕之・Pakiding Wempie・野上寛五郎・園田立信 (1997) 幼齡ヒノキ造林地放牧における牛・植物相互作用に関する研究. 予備調査-1. 黒毛和種育成雌牛の24時間行動, 排糞量と採食植物. 日草誌 43 (別), 354-355.
- 2) 長谷川信美・平田昌彦・長谷川裕之・Pakiding Wempie・野上寛五郎・園田立信 (1997) 幼齡ヒノキ造林地放牧における牛・植物相互作用に関する研究. 予備調査-2. ススキの株密度, 基底面積および現存量の時空の変動. 日草誌 43 (別), 356-357.
- 3) Hasegawa, N., M. Hirata, K. Nogami and T. Sonoda (1999) Use of a young tree plantation for grazing of cattle in southern Kyushu, Japan: 1. Growth and defoliation of the grass *Miscanthus sinensis*, and grazing behaviour. Proceedings of the VI International Rangeland Congress, 476-478.
- 4) Hasegawa, N., M. Hirata, K. Nogami and T. Sonoda (1999) Use of a young tree plantation for grazing cattle in southern Kyushu, Japan: 2. Diet selection, feed intake and body weight change of animals. Proceedings of the VI International Rangeland Congress, 478-479.
- 5) Hasegawa, N., M. Hirata, K. Nogami and T. Sonoda (1999) Diet selection of Japanese Black Cattle affects the biomass of *Miscanthus sinensis* in a young plantation of *Chamaecyparis obtusa* in southern Kyushu, Japan. Proceedings of International Workshop on Conservation and Utilization of Land Resources in Less Favored Areas with Special Emphasis on the Roles of Livestock and Technology, 161.
- 6) 長谷川信美・平田昌彦・尾崎奈保・佐藤玲子・古瀬瑞穂・安田宏美・塩川智之・野上寛五郎・園田立信 (1999) 幼齡ヒノキ造林地放牧における牛・植物相互作用に関する研究. 4. ススキの分けつ密度と葉身生産速度. 日草誌 45 (別), 52-53.
- 7) 長谷川信美・平田昌彦・尾崎奈保・佐藤玲子・古瀬瑞穂・安田宏美・塩川智之・野上寛五郎・園田立信 (1999) 幼齡ヒノキ造林地放牧における牛・植物相互作用に関する研究. 5. ススキ分けつの被食と生存. 日草誌 45 (別), 54-55.
- 8) 長谷川信美・平田昌彦・乙津和歌・神田康孝・中島暢子・野上寛五郎・園田立信 (1998) 幼齡ヒノキ造林地放牧における牛・植物相互作用に関する研究. 1. 黒毛和種雌牛の行動, 乾物摂取量および採食植物とその栄養価. 日草誌 44 (別), 366-367.
- 9) 長谷川信美・安田宏美・平田昌彦・野上寛五郎・園田立信 (1999) 幼齡造林地放牧における黒毛和種雌牛の行動と地形との関係. 第96回日畜学会要旨, 117.
- 10) 平田昌彦・長谷川信美・長谷川裕之・



- Pakiding Wempie・園田立信（1997）ススキ株の基底面積と現存量の簡易推定方法の開発（予備調査）. 日草誌 43（別），400-401.
- 11) 平田昌彦・長谷川信美・岩本拓也・岡田直子・野上寛五郎・園田立信（1998）幼齢ヒノキ造林地放牧における牛・植物相互作用に関する研究. 3. ススキの株密度，基底面積全地上部重および緑葉重の時空の変動. 日草誌 44（別），370-371.
  - 12) 平田昌彦・長谷川信美・清田大輔・野上寛五郎・園田立信（1998）幼齢ヒノキ造林地放牧における牛・植物相互作用に関する研究. 2. ススキ株の基底面積と現存量の簡易推定方法の開発. 日草誌 44（別），368-369.
  - 13) Hirata, M., N. Hasegawa, K. Nogami and T. Sonoda (1999) Use of a young tree plantation for grazing of cattle in southern Kyushu, Japan : 3. Nondestructive estimation of basal area and biomass of *Miscanthus sinensis* grass plants. Proceedings of the VI International Rangeland Congress, 480-481.
  - 14) Hirata, M., N. Hasegawa, K. Nogami and T. Sonoda (1999) Use of a young tree plantation for grazing of beef cattle in southern Kyushu, Japan : 4. Spatio-temporal dynamics in density, basal area and biomass of the grass *Miscanthus sinensis*. Proceedings of the VI International Rangeland Congress, 481-483.
  - 15) 塩川智之・長谷川信美・平田昌彦・野上寛五郎・園田立信（1999）幼齢造林地放牧における窒素の動態. 第96回日畜学会要旨, 117.
  - 16) 塩川智之・長谷川信美・平田昌彦・野上寛五郎・園田立信（2000）幼齢造林地放牧における糞の分解と水質. 日本家畜管理学会誌 36, 32-33.
  - 17) 杉本安寛（1998）農耕地由来の窒素による水質汚染機構の解明と，汚濁防止対策に関する研究. 平成7・8・9年度科学研究費補助金（基盤研究(B)(2)）研究成果報告書.