

# 山地における落葉広葉樹林帯の草地開発方式

戸田忠祐・久根崎久二・佐藤勝郎・落合昭吾・及川稜郎・太田 繁・帷子剛資・  
漆原礼二・阿部 誠・平野 保・桜田奎一・新渡戸友治・斉藤精三郎

The Method of Pasture Development in Hard wood Forests of Mountainous  
Area

42)

要 旨：沼田によれば落葉広葉樹林帯は、気候帯からは冷温帯、垂直分布からは山地帯の極相として成立するという。放牧利用の長い歴史がある山地の自然牧野では、近年樹林化がすすんで牧養力の低下が問題になってきた。その結果、野草地の草地造成が急速に進んだが、放牧コストの上昇、牧場収支のアンバランス、ミネラルバランスに起因する疾病が発生するなど、新たな問題がでてくる。本研究では、このような問題解決に対処するため、放牧地におけるバランスのとれた牧草地、野草地、樹林地の組合せ割合と利用技術、さらに天然林の間伐による草地造成方法について明らかにしようとした。

試験には実用規模に相当する土地と家畜を用い、5ヶ年研究した結果、次のような成果を得た。(1)伐採地ごしらえの作業歩掛りからみて、幼令林は面積の大小にかかわらず皆伐する(必要な林分は帯状に残す)壮令林では中小面積なれば間伐で良いが大面積は皆伐する。(2)牧草と野草を同一牧区に組合せると野草の利用が高まり、放牧牛へのミネラル給源としての効果が認められた。牧草を組合せる割合は野草の適正な利用率を維持することを前提にして萌芽かん木化の程度に応じ、10~20%から40~50%に巾を持たせる必要がある。(3)放牧地に帯状に配置した保全林帯の効果は、水流出の抑制に対して土、土砂流出の抑制に+、夏季の家畜にとっての庇蔭効果は卅であることが明らかになった。(4)野草地組合せ牧区の牧養力では $Y = 2.35 X + 45.8$  ( $y =$ カウデー、 $X =$ 牧草地率%)の式が得られ、草地率20%では概ねha当り100カウデー維持されることが知れた。(5)間伐草生林地の土壌は彫軟で保水性が改善されること、牧草の夏枯れが防がれることが明らかになった。しかし過度な庇蔭は収量の低下と $K/Ca+Mg$ 当量化を悪化させるので、立木は地表うっぺい度で25%以内に均等に分散させる必要がある。

目	次
緒 言	(3) 牧養力と放牧強度
地区の概要	(4) 放牧牛の発育増体
I 牧草地・野草地・樹林地の同一地区内組合せ試験	(5) 放牧牛の行動及び生理生態
1. 試験方法	(6) 試験牧区の環境調査
1) 試験期間及び試験地の概要	2. 結果と考察
2) 供試家畜と放牧方法	1) 牧草組合せによる野草植生の利用技術
3) 牧草地の肥培・管理	(1) 植生の分布
4) 調査方法	(2) 野草植生のせん移
(1) 野草地の植生調査	① 被度と草種数
(2) 牧草地の植生調査	② 被度と草丈
	(3) 野草の生産力
	① 植生型別の可食草割合の推移

## ② 可食草の生産量

### ③ 傾斜方位と可食草の生産量

(4) 野草類の利用性

#### ① 牧区の草地化率と野草の利用率

#### ② 放牧強度と翌年の野草量

(5) まとめ

### 2) 牧区環境と家畜行動

(1) 放牧地における生活行動の実態

#### ① 生活行動型の季節的特徴

#### ② 生活行動における放牧地環境の利用

#### ③ 地形の利用

(2) 放牧行動の環境支配

#### ① 日周生活行動と環境

#### ② 集散行動と環境

#### ③ 牛立場の分布と環境

(3) 放牧地環境の調査

#### ① 山の地形と風速

#### ② 林地の庇蔭効果

#### ③ 林地の保温効果

(4) 林地の生理的庇蔭効果

(5) まとめ

### 3) 野草のミネラル含量と放牧牛の血清ミネラル

(1) 野草のミネラル含量

#### ① 野草ミネラル含量の草種間差異

#### ② 野草ミネラルの季節変動

(2) 放牧牛の血清ミネラル

(3) 放牧牛の糞中ミネラル

(4) 主要野草の早春生育相

(5) まとめ

### 4) 野草組合せ草地の牧養力と家畜生産

(1) 野草組合せ草地の牧養力指標

(2) 野草組合せ草地の家畜生産指標

(3) まとめ

## II 林地の間伐による牧草導入試験

### 1. 試験方法

#### 1) 試験期間及び試験地の概要

#### 2) 調査項目及び方法

### 2. 結果と考察

## 1) 庇蔭度

### 2) 庇蔭度と牧草生産

(1) 庇蔭度別収量

(2) 庇蔭度別時期別収量

### 3) 庇蔭と植生の変化

(1) 庇蔭と草丈

(2) 庇蔭と草種構成

### 4) 庇蔭と牧草の無機成分

### 5) 庇蔭と土壤の理化学性

(1) 物理性

(2) 化学性

### 6) 間伐程度と落葉量・成分還元量

### 7) 樹冠投影と草生

### 8) まとめ

## III 総合考察

参考文献

附表

欧文

## 緒言

複合的な営農を行っている農山村では、畜産の進展が経営改善の柱になると期待されている。このようなことから、岩手県では1973年以来、北上山地などの高冷傾斜地域に草地を拡大する広域農業開発事業を進めている。

しかし、山地傾斜地を大規模に草地化する場合、その開発方式のいかんによっては利用料が増大する他、山地生態系の変化や放牧環境の低下などが懸念される。事実、自然牧野を全面的に人工草地に切り換えた放牧場では、放牧コストの上昇、哺育母牛の早春栄養障害、庇蔭林や山地保全林が消失するなどの新たな問題がみられ、山地開発方式の再検討が必要になってきた。

そこで、岩手県畜産試験場では1974年から5ヶ年にわたって、次の目的をふまえた研究を行った。

標高600mから1,000mの中～高海拔地に広がる天然広葉樹林帯を対象にとって、人工草地だけにかたよらない山地固有の野草資源を有効

に活用する開発方式を明らかにし、その技術をこの地帯の特産である日本短角種牛のすぐれた放牧採食性と哺育能力に結びつける。具体的には牧草地の組合せ造成によって期待される野草利用向上の程度と植生せん移に及ぼす影響、多様な野草類・樹葉類の活用によるミネラル補給の効果、天然林を間伐して牧草を導入した場合の生産力と草質の関連、森林のもつ庇蔭林としての気象的效果や保護樹林帯の水土保持機能、それに放牧牛群の行動を支配している牧区の環境要因などを明らかにする。これによって経済的でしかも環境保全の要望にこたえた牧草地・野草地・林地を適正に組合せる開発に必要な資料を得る。

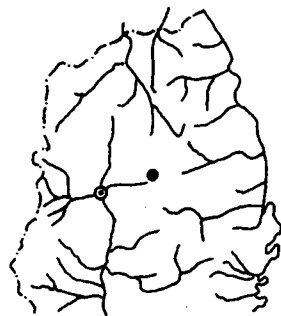
研究立地は、今後の開発の場に類似する山地にあって実用規模の放牧に当る実験区が必要とされる。

このため岩手県畜産試験場外山分場内にある小石川地区を選び、団体営草地開発事業を組入れて試験地の準備を整えた。

なお、この研究を進めるに当っては、農林水産省東北農業試験場の草地部・環境部、林業試験場東北支場経営部の牧野研究室ならびに防災研究室の各位から、設計・研究の全般にわたって多大なご指導をいただいた。ここに付して深く感謝申し上げます。

#### 地区の概況

試験地は岩手県畜産試験場外山分場内の小石川放牧地（669ヘクタール）で、岩手県岩手郡玉山村藪川にある。



○ 盛岡  
● 外山・小石川地区

図 I - 1 試験地の位置

外山分場は 1876 年に県営牧野として開放<sup>(1)</sup>され以後宮内省御料牧場、農林省種畜牧場などの変遷を経て現在にいたっている。小石川地区はその間に民有牛馬のための県営模範牧場として整備され、それ以後一貫して預託放牧に使われてきた。戦前には火入れや低かん木類の除去などの牧野管理がされたが 1945 年に入って中止されたためミズナラ、シラカンバを主体とする広葉天然林に被圧されるようになった<sup>(2,3)</sup>。標高は 700 ~ 1,000 m で、地形はなだらかで北西斜面が主方位である。地質は古生層で、母材は粘板岩、頁岩、珪岩からなっているが表層は火山灰でおおわれている。土壌は黒ボク土 B I B ~ B I D (d型、B I D型が殆んどである。藪川局地気象観測によると、年平均気温 6.0℃、日最高気温の月平均 11.4℃、日最低気温の月平均 0.5℃、年降水量 1,487mm、最深積雪は 1.70 m の記録があるが、小雪寒冷地である。

試験地造成前の植生は図 II - 2 に示すように天然林の被圧が完了していた。地区東側に当る小石川沢の上流域と北東部の岩洞沢周辺は山地保全の配慮から殆んど伐採されずに極相状態で残されている。アカマツの天然林は部分的に尾根地形にみられる。カラマツは部分的に境界に植林されている。その他の薪炭林伐跡地は放牧圧が弱かったため幼令な二次林を形成しつつある。

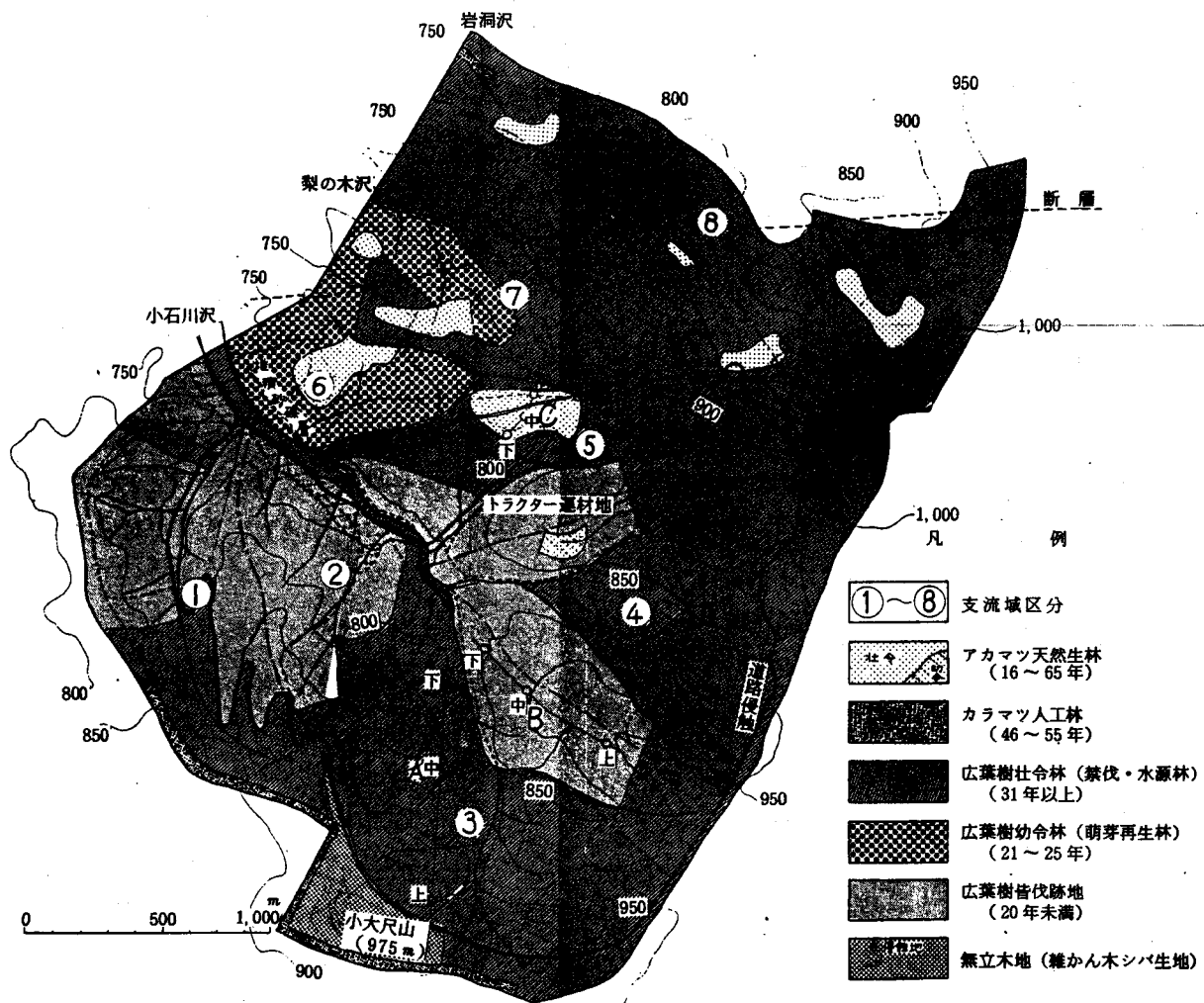


図 I - 2 試験地造成前の植生

表 I - 1 は地区内の樹種別林令別の面積であるが、天然の広葉樹林が64%を占め、アカマツとの混交林がこれに次いでいる。林令別では40年生林が1/3以上の面積を占めるが、さらに30年生林以上の面積の割合は7割であり、牧野管理が不十分であったことを示している。樹種はナラ及びシラカバが主体で材積量の約55%を占め

ている。牧養型としての植生は雑草～ササ型が一般的であって20年生林以上の林内の大部分を占めている。幼令な二次林の牧養型は萌芽～雑草型である。アカマツ天然林の林床には短草～雑草型が残っているが、面積としては大きなウエイトを占めていない。

表 I - 1 小石川地区樹種別林令別面積 : ha

樹種 令級区分	カラマツ	アカマツ	広葉樹	混交林	計
1 ~ 5			97.48		97.48 (15.4)
6 ~ 10			42.91		42.91 (6.8)
11 ~ 15					
16 ~ 20		0.90			0.90 (0.1)
21 ~ 25			17.00	23.12	40.12 (6.3)
26 ~ 30					
31 ~ 35			122.12		122.12 (19.3)
36 ~ 40			6.32		6.32 (1.0)
41 ~ 45			142.33	89.18	231.51 (36.5)
46 ~ 50	1.37	1.32		73.55	76.24 (12.0)
51 ~ 55	0.44				0.44 (0.1)
56 ~ 60					
61 ~ 65		15.91			15.91 (2.5)
小計	1.82	18.13	428.36	185.85	634.16 (100)
(比率%)	(0.3)	(2.7)	(64.0)	(27.7)	
道路敷	22.80 (3.4)				
無立木地	12.52 (1.9)				
合計	669.12 (100)				

表 I - 2 樹種別蓄材積 : m<sup>3</sup>

	蓄積量	比率	ha 当り
アカマツ	4,734	10.1	/
カラマツ	407	0.9	
ナラ	23,252	49.8	
シラカバ	6,557	14.1	
イタヤカエデ	1,632	3.5	
ザツ	10,074	21.6	
合計	40,099	100	

小石川地区は図 I - 3 の傾斜分級に示すように複雑地形であるが、傾斜度10°未満の面積が約3割、15°未満では約5割で、比較的穏やかな高冷山地とみなされる。

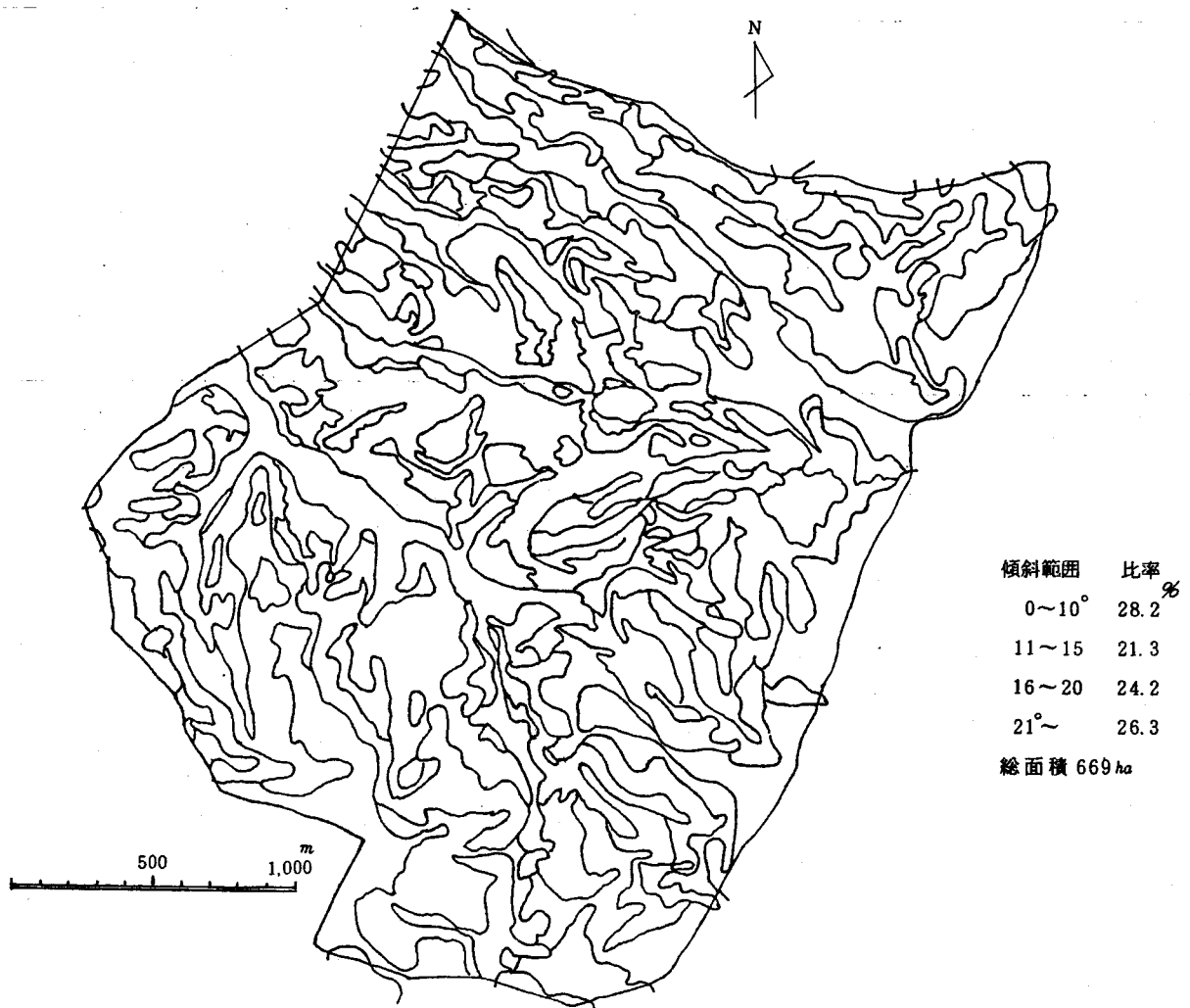


図 I - 3 小石川地区傾斜分級

## I 牧草地・野草地・樹林地の同一地区内 組合せ試験

### 1. 試験方法

#### 1) 試験期間及び試験地の概要

- (1) 1975年~1978年
- (2) 試験地の造成方法

すでにのべたように、小石川地区の景観は火入れの行われていた時代の草原が姿を消して、

林分の閉鎖にともない林床植生は著るしく衰退していた。牧養力の回復をはかるため、昭和48年から51年まで表 I - 3 に示す団体営草地開発事業を行った。その結果、総面積 669 ha の中に不耕起法による放牧用草地 66.5 ha と立木の伐採による改良野草地 73.6 ha を造成した。不耕起草地の造成には、林地を皆伐する方式と間伐によって地ごしらえする 2 つの方法を採用した。

表 I - 3 小石川地区団体営草地開発事業 : ha

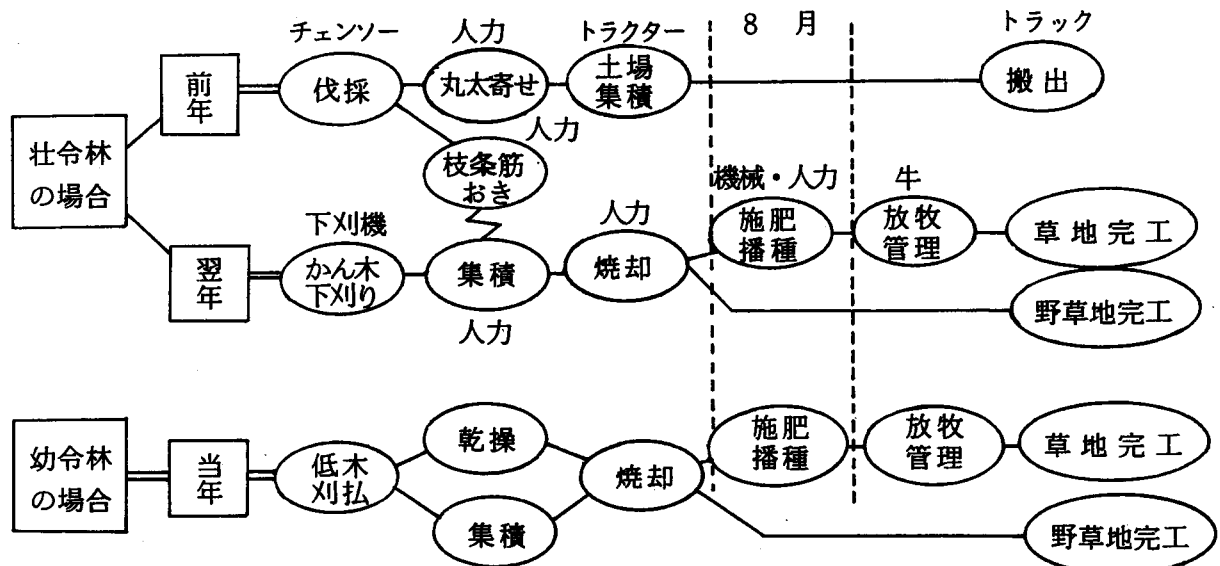
区分 林令 年次	不 耕 起 草 地					改 良 野 草 地				
	5~6	10	30	50	計	5~6	10	30	50	計
1973	7.27	2.39	1.29	2.08	13.03					
1974	13.02		3.35	4.06	24.43			16.20	15.06	31.26
1975		4.51	3.61	9.37	17.49			3.27	14.91	18.18
1976	3.29	2.53	6.07	3.67	15.56	14.14	6.73	3.33		24.20
計	23.58	9.43	14.32	19.18	66.51	14.14	6.73	22.80	29.97	73.64

組合せ試験に用いた試験地はこのうち、皆伐方式の造成区を当てることとした。

なお、造成方法は次に示す工法手順に従って、壮令林は前年に主伐して有価木の搬出を終え、翌年の春から枝条処理を行うことを基本にした。

その上で牧草導入をする場合は8月上旬に完工する。改良野草地であれば晩秋までに地ごしらえを完了させた。幼令林では当年の春刈払いから播種又は野草地改良工事の一切を年内に完了させた。

造成工法と手順



(3) 試験牧区の概況

試験牧区は図 I - 4 の位置図に A で示すように、小石川地区の一部 106 ha を当てる。その内容は図 I - 5 と表 I - 4 に示す 4 牧区とした。

試験区の標高は 750 m ~ 950 m の範囲にあり、概ね北西斜面である。斜面長は平均的に 1.3 km で平均傾斜度は 9° 前後と推定される。各放牧区は約 26 ha の規模で、日本短角種の 1 まき牛群 70 頭 ~ 80 頭が春から秋まで 150 日間輪換放牧できることをメドにした。牧区整備の内容は研究のねらいから、牧草地の造成割合（逆にいえば野草地の造成割合）と林地割合をどう組合せる

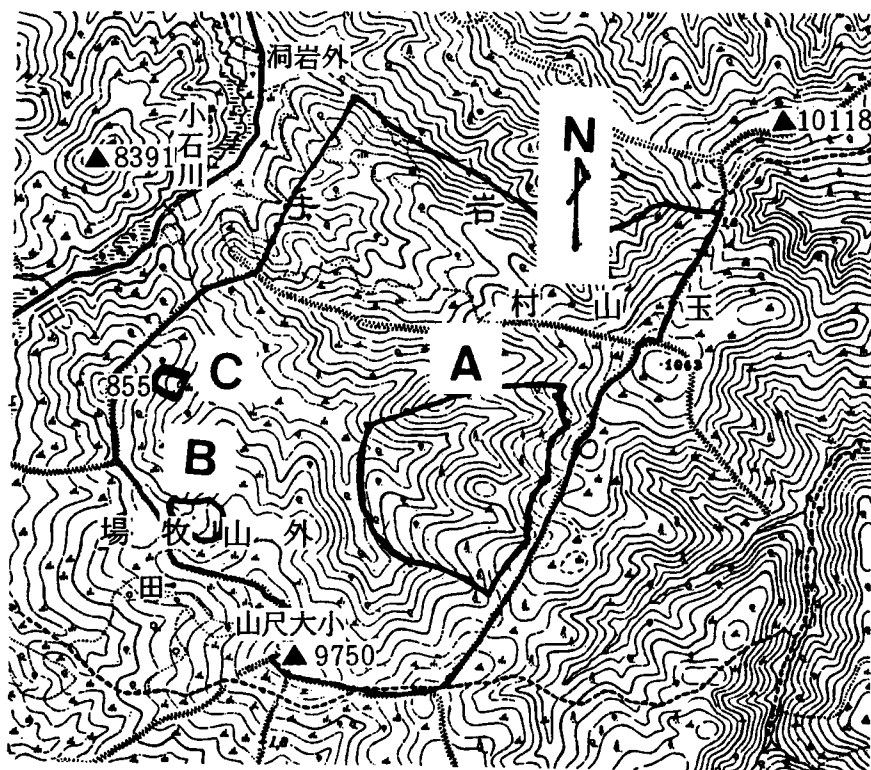
かを柱にした。結局、表 I - 4 に示されたように牧草地の割合は、10% 区、20% 区、40% 区の 3 種とし、これに林地率 30~40% 区と 1~2% 区の 2 種を組合せた。従って各放牧区の整備環境は異なったものとなり、牧草地、林地ともに多い 1 牧区、牧草地は多いが林地の乏しい 3 牧区、牧草地は少ないが林地の多い 2 牧区、牧草地・林地ともに少なく野草地が大部分を占める 4 牧区となった。

各放牧区間には湧水があるので、これを自然状態で飲用水に用い、特に給水施設は設けなかった。106 ha の試験区総体では牧草地が 24 ha

(22%)、改良野草地61ha (58%)、林地21ha (20%)である。

表 I-4 試験区の構成

牧区	区分	総面積 ha	人工草地			野草地 (1977年 1978年)		
			1975年	1976年	1978年 1977年	伐採 1~2年	伐採 5~6年	林地
1	実面積(比率)	26.41 (100)	5.56 (21.0)	5.56 (21.0)	5.56 (21.0)	9.46 (36.0)	-	11.39 (43.0)
2	"	25.58 (100)	0	3.0 (11.6)	3.0 (11.6)	14.16 (54.7)	-	8.72 (33.7)
3	"	26.48 (100)	11.85 (45.0)	11.85 (45.0)	11.85 (45.0)	2.18 (8.0)	11.88 (45.0)	0.57 (2.0)
4	"	27.85 (100)	0	1.0 (3.6)	3.56 (12.8)	8.99 (32.3)	14.95 (53.7)	0.35 (1.2)
計	"	106.62 (100)	17.41 (16.3)	21.41 (20.1)	23.97 (22.5)	34.79 (32.6)	26.83 (25.2)	21.03 (19.7)



A : 牧草地・野草地・樹林地組合せ試験区  
 B.C : 林地の間伐牧草導入試験区

図 I-4 小石川地区と試験区の配置



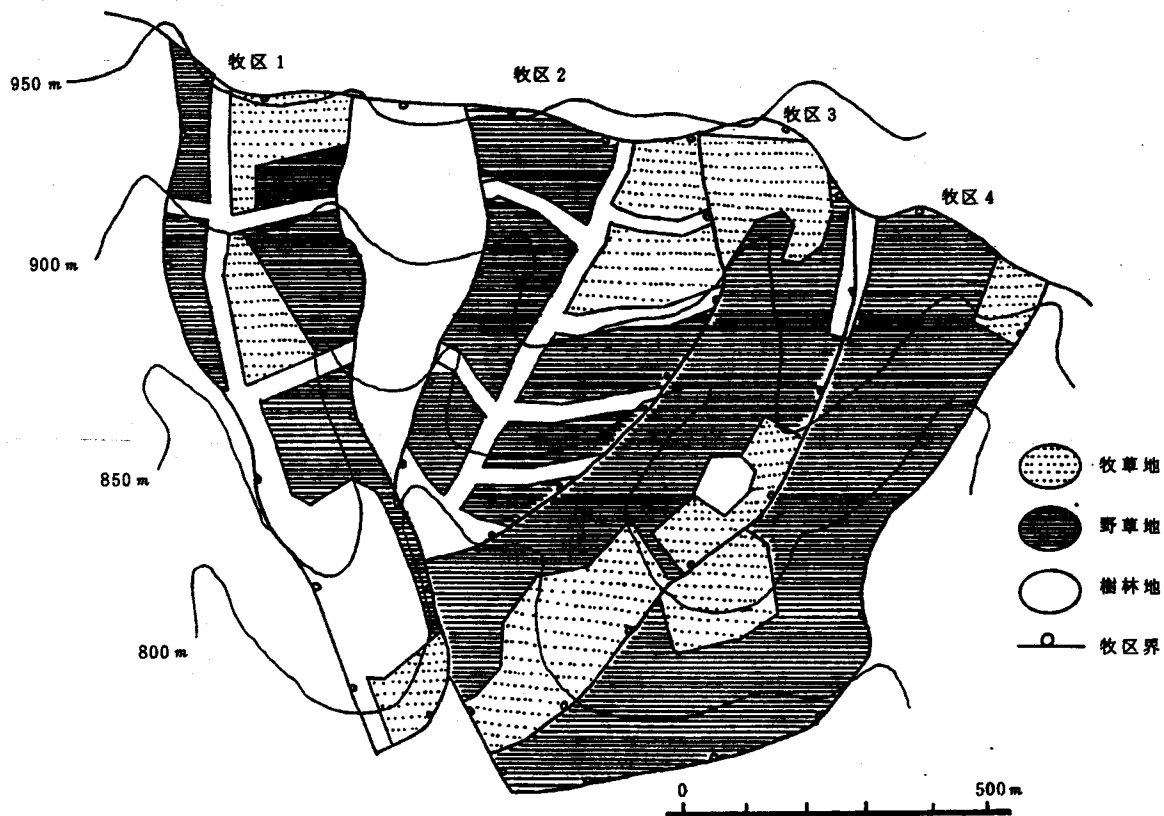


図 I - 5 試験牧区の概況

写真 1 は 1979 年 8 月に撮影された航空写真から、試験牧区を中心に複写したものである。④は不耕起草地、③は改良野草地、②は家畜のための庇蔭、避難林、①は水土保持林である。なお⑤は別に水土保持調査のため、禁伐採、禁放牧地とした 10ha である。各放牧区は北西方位斜面の上下に縦長の牧区構造をとり、最下端にキャトルヤード及び牛舎施設を配置した。なお写真 2 は 1964 年の同地区の航空写真である。

## 2) 供試家畜と放牧方法

小石川放牧地には約 200 頭の日本短角種の繁殖牝牛が放牧寄託されるが、これらの繁殖牛を三群のまき牛に編成し、その一群を供試家畜とした。1975 から 1978 年までの供試牛は表 I - 5 に示したが、平均すると 2 才以上の雌牛約 66 頭、当才子牛 52 頭合計 118 頭が約 140 日間昼夜放牧された。

表 I - 5 供試牛の頭数

年次	試験牛			放牧期間	
	成牛	2才	子牛	入牧	終牧
1975	51	13	44	5/26	9/30
1976	61	5	51	5/28	10/18
1977	64	7	56	5/27	10/10
1978	67	2	58	5/25	10/15
平均	60.1	6.3	52.3	5/26	10/11

放牧輪換の方法は、牧草部分の利用率に基準をおいて概ね現在量の 60% が利用されたときを転牧日としたが、スプリングフラッシュ時には、これより早目に転牧を行った。

表 I - 6 は試験牧区における 4 ケ年間の牧区輪換の実績である。各年度とも、初入牧区は牧草地割合の大きい 1 及び 3 牧区から開始した。各年度を通じて放牧日数が 55 日～60 日と最大になった牧区は 3 牧区で、その他は 1、2、4 牧区の順となり、牧区別草地率の大小とほぼ一致している。

表 I - 6 実験区の放牧輪換 (1975 ~ 1978 年)

年牧区	月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	日数 / 利用回数
50	1	14	8	9	6	6	5	50日 / 7回
	2		7	11	9	8	3	19 / 3
	3							59 / 7
	4							
	5 (予備牧区)							
51	1		9	9	5	5	3	31 / 5
	2		2	11	6	5		32 / 5
	3	10		6	3	1	7	65 / 7
	4						18	15 / 3
	5							
52	1	4	5	6	9	8		32 / 5
	2		6	10	6			22 / 3
	3	9	7	15	7	9	4	55 / 5
	4				6	7	7	21 / 3
	5							6 / 1
53	1	4	6	10	4	8	16	59 / 5
	2		13	12	10	8		18 / 3
	3	4	10	9	11	11	15	55 / 5
	4							30 / 3
	5							/

3) 牧草地の肥培・管理

不耕起草地には表 I-7 のように生草収量 4.5 t/10a を目標とした追肥量を春と夏に分施した。春にはとくに K<sub>2</sub>O の追肥を行わず、

又 Mg を 10a 当たり 1.5 kg 加えた。当然のことながら、改良野草地には追肥しなかった。

不耕起草地、野草地とも残草刈或いは低かん木類の整理も一切実施しなかった。

表 I-7 牧草地の肥培

基肥・土改資材種子				追 肥					
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	炭カル	時期	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	使用化成
10	29	7	150 実量	5月上旬	6	3	0	1.5	24-12-0-6
Pe 1.0		K31	0.5	8月上旬	6	3	6	-	20-10-20
OG 1.0		RT	0.5	計	12	6	6	1.5	
KB 0.7		WC	0.3						
CP 0.7		計	4.7						

4) 調査方法

(1) 野草地の植生調査

① 草量

A 調査区の設定

永久固定禁牧区（以下P禁）と1年禁牧（以下T禁）及び放牧区（以下G区）の三種を設けた。禁牧区にはパスチャーポストと有利鉄線を用いた。サイズはP禁10m×15m、T禁10m×

10mとした。調査場所、ヶ所数は表 I-8 のように植生型に応じて牧区別に P 禁13・T 禁34ヶ所を配置した。

P 禁は初年次（1975年）に設けたものを継続したが、T 禁は毎年初回入牧時前に移動させた。G 区は固定せずに T 禁の周辺にプロットした。

表 I-8 野草地の草量調査区

区 分	牧区 No	植生型別のプロット配置									計
		伐1FO (Sa, Bu, PT)	伐1Sa (Fo, Bu)	伐6FO (Sa, Bu)	伐6BU 疎	伐7BU 密	林内 FO	林内Sa (FO, BU)	林帯 FO	林帯 Sa ZO	
永久 禁牧 (P禁)	1	2						1	1		4
	2	1	2						1		4
	3	2			1						3
	4	1			1						2
	計	6			2			1	2		13
一年 禁牧 (T禁)	1	6	1					2		2 1	12
	2	1	6						1	2	10
	3	3		1	2						6
	4	2			2	2					6
	計	12	7	1	4	2		2	1	4 1	34

B 調査の時期

各区とも初年目は放牧開始の5月下旬、夏期7月下旬、秋期10月上旬の3回行ったが、2年目からは7月下旬～8月上旬と9月下旬から10月上旬の2回に変更した。

C 調査項目と方法

P禁、T禁、G区とも0.5m×4.0mのプロット内の野草を地際刈(約5cm高)して草種別の生草量を評量した。ただしササ・樹葉類は葉部だけを対象にした。樹葉類のサンプリングは

地上高1.5mまでの範囲とした。乾物量は季別、草種ごとに測定した。

② 植生構造

A 調査区の設定

草量調査区とはほぼ同一の場所に設定した。配置は表I-9のとおりである。禁牧地植生調査のゴドロードはP禁内に13ヶ所、放牧地植生ゴドロードはP禁の周辺に39ヶ所設けた。ゴドロードは1地点に1㎡のプロットが10ヶ連続してとれるよう杭を固定した。

表I-9 野草地の植生調査区

区分	牧区 No	植生型別のプロット配置									計	
		伐1FO (Sa.Bu.PT)	伐1Sa (Fo.Bu)	伐6FO (Sa.Bu)	伐6BU 疎	伐7BU 密	林内 FO	林内Sa (FO.BU)	林帯 FO	林帯 Sa		ZO
永久禁牧 (P禁)	1	2						1		1		4
	2	1	2							1		4
	3	2			1							3
	4	1			1							2
	計	6	2		2				1	2		13
放牧地	1	3	1						2	2		8
	2	1	4				1			1		7
	3	3		1	3							7
	4	2			1	1						4
	計	9	5	1	4	1	1	2		3		26
合計		15	7	1	6	1	1	3		5		39
対象 林地 (禁牧)							1	1				2

(凡例) 植生型

伐1FO (Sa.Bu.PT) : 伐採1年雑草(ササ、かん木、シダ) 林内FO : 林内雑草  
 伐1Sa (FO.Bu) : " ササ(雑草、かん木) 林内Sa (FO.BU) : " ササ(雑草、かん木)  
 伐6FO (Sa.Bu) : 伐採6年雑草(ササ、かん木) 林帯FO : 林帯雑草  
 伐6BU疎 : " かん木疎林 林帯Sa : " ササ  
 伐7BU密 : 伐採7年かん木 林 帯ZO : シバ

B 調査時期

初回は1975年の放牧開始時と8月の2回行ったが、次回は1977年の8月に1回行った。

C 測定項目と方法

冠部被度: 1%以下は+、1~10%は1%階ごと、10~100%は10%階ごとのくくりで測定した。

草丈頻度: 種類別、隔層別に行った。

階層区分: I・地上50cm以下の下層植物

II・51~80cm内の中層植物

III・81cm以上の上層植物

③ 野草樹葉類のミネラル含量

A 調査時期・場所・回数

1976年・1977年の2ヶ年5月下旬、8月上旬、9月下旬の3回小石川地区内で可食草を対象に採集した。

## B 調査内容・項目

可食野草のうち主要な草本類51種、木本類34種を草種別に300g～400gサンプリング。草種別・季別に乾物中のN、P、K、Ca、Mg含量及びCu、Fe、Mn、Znの微量成分の測定を行った。

## C 分析方法

N：ケルダール法

P：比色法

K：炎光分析

Ca、Mg、Cu、Fe、Mn、Zn：原子吸光法

## ④ 主要野草の早春成育状況

### A 調査時期、場所

1978年5月上旬～6月上旬の間、概ね10日間隔で小石川地区（標高800m）畜試本場（250m）の二ヶ所で同時にサンプリングした。

### B 調査方法

草木類のサンプリングは個体の同化部分を地際刈りとしたが、木本類は休眠芽単位で摘芽する方法をとった。したがって樹葉が開葉し木部が伸長硬化した時点で調査を中止した。

### C 調査内容・項目

草種ごとに同化部分及び休眠芽10～30個体を採集し、24時間乾燥して乾物重を測定し、生育カーブを調査した。固体重が小さいので取まとめでは10個体の数値で比較した。

## ⑤ 植生分布

### A 調査時期、場所

1976年に試験地の106ha全域と、これに隣接している水土保持調査用の禁牧区10haの野草植生分布域の調査を行った。

### B 調査方法

調査は1/4000の試験区縮尺図を用いて現地踏査法で行った。縮尺図にはあらかじめ牧区別、樹林地、草地、野草地の位置を記載したものをを用いた。

### C 調査内容・項目

樹林地と改良野草地内の植生型の位置を図化し、これから面積の計測を行った。植生型の区

分けは、雑草、低木、ササ、ワラビ、ノシバとしmainになるものとSubになるものを組合せて行った。

## (2) 牧草地の植生調査

### ① 草量

#### A 調査区の設定

1牧区及び3牧区に6ヶのプロテクトケージ（1.2m×1.2m）を設け、各ケージの周辺の放牧地に固定コドラード（10m×1m）を杭打ちした。

### B 調査時期・項目

各牧区の退牧時にケージ内の現存草量及び放牧地の生草量を調査し、利用量を求めた。又、ケージ内生草の乾物率を求めた。

## (3) 牧養力と放牧強度

### ① 野草地の牧養力

#### A 使用したデータ

年次別の牧養力の推定は可食野草量から算出した。野草収量は夏季、秋季に調査しているが、原則として秋季のデータを用いた。ただし、第3年次（1977）のみは、秋調査が10月となったため夏季の測定値を用いた。

（注）野草地の場合、転牧の都度の現存量把握は困難であり、また実用的でもないのので、最大収量が得られる夏季のデータを使用することとした。

### B 調査方法・項目

1～4牧区ごとに分布する植生タイプ別の面積に、イネ科草、スゲ類、ササ、広葉雑草、木本類の可食草量/haを乗じて草種ごとの可食草総量を求めた。次いで、これに別に求めている草種ごとの平均乾物率を乗じてDM量を推定し、草種別可食DM量の総和を求めた。最後に牧区ごとの野草類の可食DM総量を求めた。

### ② 牧草地の牧養力

#### A 用いたデータ

1及び3牧区の各転牧時の現存草量

#### B 調査方法・項目

1～4牧区ごとの牧草地面積に調査牧区の年

平均生草重量/haを乗じて牧区別の生草生産量を求めた。次いでこれに年平均乾物率を乗じて牧区別牧草のDM総量を算出した。

### ③ 牧区別牧養力の推定

1～4牧区ごとに求めた野草類の可食DM総量と牧草のDM総量を加えて牧区の総DM生産量とした。これを成牛(500kg体重)1頭当り1日DM所要量14kgで除して、各牧区の牧養力/haとした。

### ④ 放牧強度

#### A 調査方法・項目

4区分した前記の牛群ごとに、牧区別の放牧延頭数を求めた。カウデーの換算は、2才以上～成牛を1とし子牛を0.3として、この係数を延頭数に乗じて牧区別の実入牧カウデーを算出した。牧区別のカウデーは、牧草地・野草地別には得られないので込みの放牧強度とした。

#### (4) 放牧牛の発育・増体

##### A 放牧牛の区分

まき牛群を年令と哺乳子牛の有無によって次の4つに区分した。当才牛(当年の1月以降分べんした♂♀子牛)2才牛(前年に生産された

##### C 調査日の天候・気象

調査日	天候	最高気温	平均気温
50. 6. 18	雨	19.4℃	16.8℃
26	くもり	19.8	16.4
8. 1	晴	31.2	24.8
6	雨	20.6	19.2
9. 12	くもり	21.2	18.4
19	晴	24.2	18.5

### ② 放牧全期間の群行動

#### A 調査時期及び場所

1976年と1977年に入牧から退牧までの約4ヶ月間日曜祭日を除く連続調査とした。第1～第4の全牧区を対象にした。

#### B 調査方法・項目

全成牛について、連日午前10時前後の時間帯における発見場所(林地、牧草地、野草地)と行動のタイプ(採食、佇立、横臥)を記録した。

育成♀牛)3才以上の子付母牛及び3才以上の子無し母牛の4区。

#### B 調査項目・時期

体重・全牛(4区)入退牧時の2回

体高・当才牛を除く3区、入退牧時2回

(5) 放牧牛の行動及び生理生態

### ① 日週の群行動

#### A 調査時期・場所

1975年の春、夏、秋の3回、放草地の割合が21%で庇蔭林が設けられている第1牧区と草地割合が45%で庇蔭林が殆んどない第3牧区で延6回行った。

#### B 調査方法・項目

調査時間帯は日の出から、日没までとした。調査はまき牛群の全成牛(65～75頭)で行い、1時間ごとに異なる行動形(採食、佇立、横臥)をとっている頭数を数え、全体に対する比率を求めた。同時に行動の場所(林地、牧草地、野草地)を記録すると共に、10頭の牛についてアブ、ハエ類を払う尾振回数/1分間を数えた。またこれらの牛体に附着するハエ類の数を算えるため、各時間帯に写真撮影を行った。

雨量	平均風速	調査牧区
14 <sup>mm</sup>	4 <sup>m/s</sup>	1
2	3	3
—	2	1
47	2	3
8	2	1
—	1	3

調査には1/4,000の地形図を開いて、寄託放牧事業に採用した監視人の協力を得て行なわれた。

### ③ 庇蔭林の有無と放牧牛の生理反応

#### A 調査時期・場所

1976年6月～9月と52年8月に合計6回行った。用いた庇蔭林は1牧区の東西方面の尾根に残した幅30mの带状林である。

#### B 調査方法・項目

日本短角種2才牝牛を午前10時～午後3時まで1頭は林帯の中央部に、他の1頭を林外に柵場繋留した。予備時間を設けた後、30分間隔で、直腸温（体温計）、皮温（サーミスタ温度計）、呼吸数（胸腹部の拡張）、心拍数（聴心器）の4項目を測定した。

なお、調査牛2頭の個体差を消却するため、調査日ごとに林内と林外調査を交替させた。

#### ④ 放牧牛の血清ミネラル

##### A 調査時期・場所

1976年は5月25日入牧後5月下旬～6月中旬の約20日間に3回、1977年は5月27日入牧時～9月下旬までの120日間に9回に亘って採材した。採血牛はその間、組合せ試験区の1～4で放牧輪換された。

##### B 調査方法・項目

供試牛は日本短角種繁殖牛で、3～4産した子付母牛8頭（51年）及び6頭（52年）である。調査項目は血清中のMg、Ca、K、Na、P、Cuの季別変動であり、人工草地のみの放牧区と比較検討を行った。

##### C 補足調査

1975年6月～7月に10頭の放牧牛から採糞して、草地条件が異なる場合の牛糞乾物中のN、P、K、Ca、Mg含量の相違の補足調査を行った。

#### (6) 試験牧区の環境調査

##### ① 風速比分布

##### A 調査時期・場所

放牧牛の日周行動調査を行った1及び第3牧区を対象にして、1975年5月～6月に現地観測を行った。

##### B 調査方法・項目

1牧区の無立木地に風速観測の基準点を設けて基準風速の自記記録を行った。移動観測は、あらかじめ1ha1点のメッシュで杭打ちを行った地点において手動式風速計で測定した。とりまとめは、移動観測地点での風速と基準観測の日変化曲線を対比させて風速比の分布図を作成した。

##### ② 庇蔭林・避難林の微気象

##### A 調査時期・条件・場所

1976年～1978年の春、夏、秋のシーズン別、晴雨の天候別及び昼夜の別に行った。対象の林は林令10～15年生の天然幼令林と40～50年生の中、壮令林で、林帯の幅が30～40mの帯状林である。

##### B 調査方法・項目

調査内容は林内外の温度測定にしぼった。測定はすべて発電機を用いてサーミスタ温度計と6点式自記記録装置を組合せて行った。庇蔭、保温効果測定にはヴァーノンの黒球寒暖計（Globe Thermometer）を用い、センサーの感温部を球内に固定して行った。気温は林地に百葉箱を設けて林内気温を測定した。グローブ寒暖計は林内に3～4点、林外に1～2点、気温は林内に1点設けた。

##### ③ 表層土壌の硬度

##### A 調査時期・場所

調査区は庇蔭林内、牧草地及び改良野草地とし、試験牧区1～4全域を対象にした。庇蔭林は造成後4年目の1976年秋に行った。

##### B 調査方法・項目

山中式土壌硬度計を用いた。林地内は放牧による裸地の程度別に、その他は造成経過年次別に調査した。調査では堆積リターを除去せずに表層0cmの硬度を測定した。

##### ④ 牛立場の分布

##### A 調査時期・場所

4年目の放牧が終了した1978年秋に、1～4の全試験牧区の中で行った。

##### B 調査方法・項目

調査には1/4,000の縮尺地形図を用いた。踏査によって牛立場の位置、広がりを見積ってフリーハンドで作図した。牛立場の判別は、表土の拡乱状態で区分し、裸地化の程度によって卅、廿、十の三段階とした。

##### ⑤ 放牧地の水土保持

この調査は、農林水産省林業試験場が1971年～1976年にかけて行った「林地転用の放牧草

地と水土保持」の研究の一部として、東北支場経営部防災研究室が行ったものである。調査には本試験地の1～4牧区内の小流域と永久禁牧林地が供試された。

その結果は既に報告されているので、ここでは、その紹介にとどめておく。

## 2. 結果と考察

### 1) 牧草組合せによる野草植生の利用技術

#### (1) 植生の分布

1974年から1975年にかけて試験の準備をおわって1976年に造成後の植生の分布調査を行った。施業前の区域の植生は表I-10にみられ

るように1令級以下の幼令な2次林と7～9令級の壮令林で被われている。面積的には壮令林が2/3を占めている。このような林は表I-11によると立木本数は3,000本弱、ヘクタール当りの蓄積量は、およそ80m<sup>3</sup>である。材積の6割がミズナラで占められ、これにシラカバ、イタヤカエデ、シナノキ、アズキナシ、アオタモ、ヤマザクラなどが次ぎ、一部にアカマツの混交林がみられる。樹高成長は図I-6の胸高径と樹高の間の曲線回帰式にみられるような林分であった。最大の樹高は約19mでその胸高径は50cm～60cmである。

表 I - 10 試験区設定区域の施業前の立木蓄積 1972年

林 令	樹 種	面 積 ha	蓄 積		
			毎 ha (m <sup>3</sup> )	総 蓄 積	
				針 (m <sup>3</sup> )	広 (m <sup>3</sup> )
	カ ラ マ ツ	-	-	-	-
19	ア カ マ ツ	0.90	35	32	-
35～45	ミズナラ	107.01	50	-	5,329
	シラカバ		16.5	-	1,768
	イタヤカエデ		4.4	-	475
	そ の 他		13.4	-	1,433
	計	107.91	広 84.3	32	9,005
1	ザ ツ	9.48	-	-	-
3	"	17.36	-	-	-
4	"	16.64	-	-	-
	計	43.48	-	-	-
合 計		151.39	-	32	9,005



表 I - 11 林令別立木本数 ha当り

立木本数 胸高径cm	林 令 区 分					備 考
	5~6年 生 林	10年生林	20年生林	30~40 年 肉	50年生林 以 上	
1	(600) 800					① 測定プロット面積 5~6年生林
2	(2,900) 4,950	2,500	1,050			
4	(2,300) 3,100	3,200	1,950	358	75	10m×10m
6	(200) 2,500	850	1,125	641	141	その他
8		300	850	491	216	10m×20m
10		50	275	441	91	② 直径測定部位 5~6年生林
12			275	217	91	
14			75	183	91	地ぎわ
16			125	183	175	その他 胸 高
18			25	92	83	③ 主要樹種 ミズナラ・シラカバ
20			25	58	83	
22				25	33	イタヤカエデ
24				8	91	④ ( ) は疎生林
26				8	16	
28				8	25	
30~38					49	
40~48					40	
50~					16	
合 計	(6,000) 18,200	6,950	5,750	2,713	1,316	

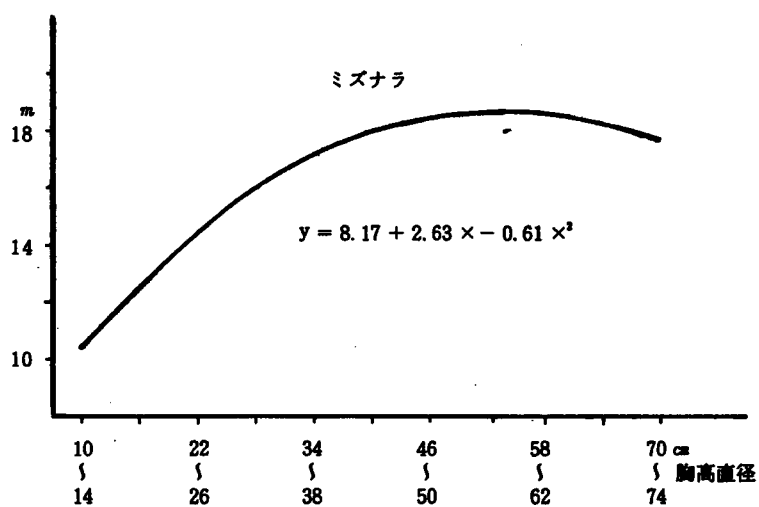
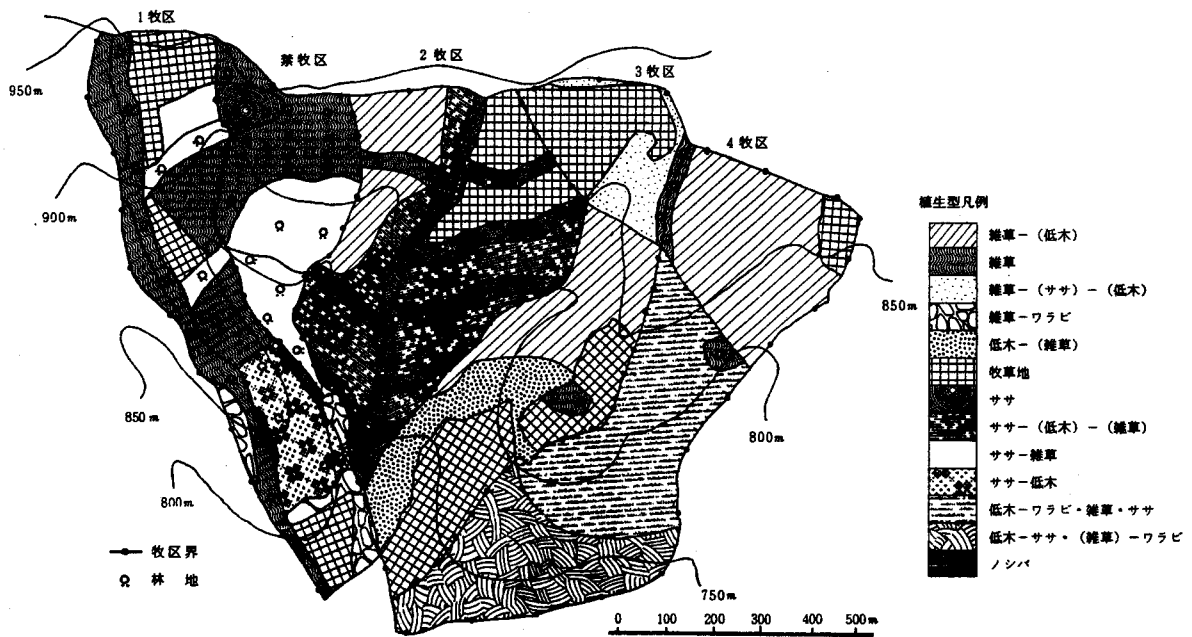


図 I - 6 立木の胸高直径と樹高 (ブルーメライス測高器による)

このような森林を伐開したなかで傾斜の急な部分は改良野草地とし平坦部を選んで牧草の導入が行われている。野草植生型の分類調査は昭和51年に行った。その結果は図I-7に示したが、植生型はおおまかにみると、三つに分けられる。その一つは主に伐跡地に広がる広葉雑草

がmainになる植生である。次は、伐採後数年を経て低木が優占し始めたタイプ。第三は林地と伐跡地にかけて分布するクマイザサ型である。これらには2~3種のSubになる植生が附随して、細かにみればかなり複雑な群落を構成している。



図I-7 植生型の分布図(1976年)

表I-12では牧草地を含めた11の植生型の面積比を示している。1~4牧区を通してもっとも優占しているタイプは、林地を伐採した跡地に発達してきた雑草(main)+ササ、低木、シダ(Sub)型でこれは各牧区にみられ総体の32%を占めている。次はこのような伐跡地の中に有刺低木や萌芽が優占し始めた低木(main)+雑草(Sub)型である。このタイプは樹林化

が進んでいないので草地開発事業から外したもので、25%程度を占める。ササはほとんどすべての植生タイプに隣伴しているものの活力が乏しく、長年の放牧利用のための衰退過程にあるとみられる。全体的にみると、伐採1年の雑草又はササ型が32%、伐採6年の低木+雑草ササ型が25%、林地の雑草ササ型が20%、それに人工草地の22%からなっている。

表 I - 12 試験区の植生型別面積比率 1976

牧区 規模 植生型		1		2		3		4		計	
		面積 ha		面積 ha		面積 ha		面積 ha		面積 ha	
			比率%		比率%		比率%		比率%		比率%
野 草 地	伐1Fo (Sa, Bu) PT	9.45	35.8	4.09	15.8	2.45	9.3	8.49	30.5	24.48	23.0
	伐1Sa (Fo, Bu)			10.07	38.9					10.07	9.4
	伐6Fo (Sa, Bu)					6.79	25.6			6.79	6.4
	伐6Bu 疎					4.82	18.2	7.14	25.5	11.96	11.2
	伐7Bu 密							8.10	29.1	8.10	7.6
	林内Fo			0.52	2.0	0.57	2.1	0.56	2.0	1.65	1.5
	林内Sa (Fo, Bu)	3.53	13.4							3.53	3.3
	林帯Fo	4.38	16.6							4.38	4.1
	林帯Sa	3.33	12.6	8.20	31.7					11.53	10.8
	Zo	0.16	0.6							0.16	0.2
計	20.85	78.9	22.88	88.4	14.63	55.2	24.29	87.2	82.65	77.5	
人工草地	5.56	21.0	3.00	11.6	11.85	44.8	3.56	12.8	23.97	22.5	
合 地	26.41	100	25.88	100	26.48	100	27.85	100	106.62	100	

注 伐1 = 伐採1年、 Fo = 雑草、 Sa = ササ、 Bu = 低木、 PT = ワラビ  
伐6 = 伐採6年、 Zo = ノシバ

(2) 野草植生のせん移

放牧区 (以下㊦) の植生の推移は柵で禁放した区 (以下㊧) に比べてみると1975から1977年までの短期ではあっても、植生型によってはかなりの相違が見出された。

① 被度と草種数

表 I - 13は牧養型別に植生の構造を縦の階層で眺めて、被度と草種との関係をみたものである。天然林を皆伐した直後の伐採1年では㊧に比べると㊦は3夏の採食によっても明らかに上層被度の発達が押えられてくる。その程度は㊦の地

表総被度が50%であるのに対して㊧では115%にもなり、伐跡地では植生の回復力が旺盛であるが、また好んで採食されることを示している。草種数は㊦㊧ともに35種程度で変りなかったが、森林状態の時に比べると6、7割増加してきている。

植生構造を縦に区切って1層 (地表から50cm高) 2層 (50cmから80cm) 3層 (80cm以上) 別に状態をみると、㊦では最下層の被度は広がるが2層以上には、なかなか発達してこれなかった。

表 I - 13 牧養型別階層場の植生変化 (各年 8 月調査) - 被度と草種数

1. 伐採 1 年型

階層区分	被 度 %				草 種 数			
	放 牧 区		禁 牧 区		放 牧 区		禁 牧 区	
	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年
I	24.1	45.7	46.1	57.6	35.2	34.8	37.4	24.1
II	4.4	7.4	8.0	23.5	0.2	0.4	1.6	5.8
III	0.2	0.03	3.3	0.2	-	-	0.3	2.5
計	28.7	53.3	57.4	115.1	35.4	35.2	39.3	32.4
比 率	100	186	200	401	100	99	111	92

2. 林 帯 型

階層区分	被 度 %				草 種 数			
	放 牧 区		禁 牧 区		放 牧 区		禁 牧 区	
	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年
I	3.3	6.0	14.5	31.8	20.8	17.0	22.0	19.5
II	5.8	4.0	27.0	12.5	0.3	-	1.0	1.0
III	0.3	0.1	1.0	0.3	-	-	0.5	0.5
計	9.3	6.5	42.5	44.5	21.1	17.0	23.5	21.0
比 率	100	70	457	478	100	81	111	100

3. 林 内 型

階層区分	被 度 %				草 種 数			
	放 牧 区		禁 牧 区		放 牧 区		禁 牧 区	
	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年
I	9.5	14.9	17.0	19.0	19.0	20.5	21.0	22.0
II	5.5	-	-	6.1	1.0	-	1.0	1.0
III	-	0.3	16.0	-	-	-	-	-
計	15.0	15.2	33.0	25.1	20.0	20.5	22.0	23.0
比 率	100	101	220	167	100	103	110	115

4. 伐採 6 ~ 7 年型

階層区分	被 度 %				草 種 数			
	放 牧 区		禁 牧 区		放 牧 区		禁 牧 区	
	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年
I	34.2	38.1	40.5	18.0	32.5	31.0	30.5	20.0
II	15.7	7.7	58.0	25.7	2.3	2.3	6.5	6.0
III	37.8	1.3	36.5	58.8	1.7	1.7	1.5	5.0
計	87.8	78.0	135.0	102.5	36.5	35.0	38.5	31.0
比 率	100	89	154	117	100	96	105	85

5. サ サ 型

階層区分	被 度 %				草 種 数			
	放 牧 区		禁 牧 区		放 牧 区		禁 牧 区	
	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年	1975年	1977年
I	4.0	28.0			17.0	22.0		
II	53.0	6.8			3.0	-		
III	17.0	4.0			1.0	-		
計	74.0	38.8			21.0	22.0		
比 率	100	52			100	105		

階層区分 I、地上50cm以下 II、50~80cm III、81cm以上

② 頻度と草丈

そのようすを頻度と草丈でみたのが表 I-14 である。1層を占めているハレガヤ、ヤマカモジグサ、ヌカボなどのイネ科草とタチツボスミレ、キジムシロ、ミツバツチグリ、ニガナなどの雑草、それにカヤツリグサ科のアオスゲ、ヒカゲスゲ及びクマイザサなどが④では低い草丈な

がら頻度を高めてきている。放牧利用に伴う植生衰退については多くの(4,5,6,16)報告があるが、とくにクマイザサの変化は顕著であった。一方、ワラビや有刺低木類のクマイチゴ、モミジイチゴ、これにミズナラ、アオタモの萌芽が成長し始め草丈が2層に達してきている。

表 I-14 野草地植生の頻度と草丈

(1) 伐採 1 年型

	草類 区分	階層 区分	頻 度 %		草 丈 cm		主 な 草 種 名
			1975年	1977年	1975年	1977年	
放 牧 区	イネ科	I	5	42.3	40	15.4	ハレガヤ・ヤマカモジグサ・サイトウガヤ ヌカボ・ススキ・オオアブラススキ
		II	-	1.5	-	60	
		III	5	-	95	-	
	スゲ	I	95	85.3	24.8	14.8	アオスゲ・ヒカゲスゲ・カワラスゲ
		II	-	-	-	-	
		III	-	-	-	-	
	ササ	I	50	83.0	33.5	15.3	クマイザサ
		II	-	-	-	-	
		III	5	-	85	-	
	雑草	I	90	100	22.2	12.3	タチツボスミレ・キジムシロ・ニガナ・タ ンポポ・スズラン・ノコンギク・ヒヨドリ ソウ・ミツバツチグリ
		II	35	3	69.4	65	
		III	85	-	116.6	-	
シダ	I	-	31.5	-	34.9	ワラビ	
	II	25	10	74	62.1		
	III	20	-	92.5	-		
木本	I	70	95.3	29.4	18.2	クマイチゴ・ナワシロイチゴ・モミジイチ ゴ・ツルウメモドキ・タラノキ・ミズナラ アオタモ・サクラ	
	II	75	7.7	71.1	69.1		
	III	90	-	110.3	-		
禁 牧 区	イネ科	I	40	30.5	27.3	34.1	レットトップ ヤマカモジグサ ススキ サイトウガヤ オオアブラ・ススキ
		II	5	10	73	66.6	
		III	-	1.3	-	120	
	スゲ	I	65	85	26.5	28.8	ヒカゲスゲ・アオスゲ・カワラスゲ
		II	2.5	-	58	-	
		III	-	-	-	-	
	ササ	I	75	58.5	23.3	30.7	クマイザサ
		II	-	2.5	-	57.5	
		III	-	-	-	-	
	雑草	I	100	95	18.8	24.1	ナンブアザミ・フキ・シシウド・ヨモギ・ タムラソウ・クガイソウ・チゴユリ・タチ ツボスミレ
		II	21.3	57.5	65.1	66.8	
		III	10	57.5	111.5	114	
シダ	I	13.8	11.2	21.5	35	ワラビ	
	II	-	6.3	-	70.8		
	III	-	-	-	-		
木本	I	96.3	82.3	24.1	32.9	ナワシロイチゴ・シナノキ・シラカバ・ク マイチゴ・ヤマハギ・バッコヤナギ・イタ ヤカエデ・ミズナラ・レンゲツツジ	
	II	25	63.7	64.7	66.2		
	III	2.5	47.5	106	131.2		

## (2) 伐採6年型

項目 区分	草類 区分	階層 区分	頻度%		草丈 cm		主 な 草 種 名
			1975年	1977年	1975年	1977年	
放 牧 区	イネ科	I	13.3	26.6	20	28	サイトウガヤ・オオアブラスキ・ヤマカモジグサ・スズメノヤリ・トボシガラ・オーチャード・ススキ
		II	3.3	1.6	52.5	60	
		III	—	1.6	—	90	
	スゲ	I	90	81.6	19.6	18.1	アオスゲ
		II	—	—	—	—	
		III	—	—	—	—	
	ササ	I	45	36.6	26.4	23.1	クマイザサ
		II	5	3.3	55	60	
		III	—	—	—	—	
	雑草	I	10	98.3	16.5	16	キジムシロ・アキカラマツ・ノコンギク・ハンゴンソウ・タチツボスミレ・フキ・チゴユリ・アザミ・オミナエシ
		II	8.3	11.6	64.3	65.8	
		III	5	5	105	100.2	
シダ	I	6.7	5	18	36.7	ワラビ	
	II	16.7	13.3	67	70		
	III	6.7	6.6	113	105		
木本	I	98.3	96.6	25	26.8	ツルウメモドキ・クマイチゴ・ミズナラ・シラカバ・ヤマブドウ・イタヤカエデ・ヤマウルシ・アズキナシ・サクラ	
	II	65	53.3	66	68.1		
	III	61.7	68.3	122	119.9		
禁 牧 区	イネ科	I	20	5	25	40	ススキ・サイトウガヤ
		II	5	—	60	—	
		III	—	5	—	95	
	スゲ	I	100	95	29.5	24.8	アオスゲ・ヒカゲスゲ
		II	—	—	—	—	
		III	—	—	—	—	
	ササ	I	75	50	29	33.5	クマイザサ
		II	—	—	—	—	
		III	—	5	—	85	
	雑草	I	100	90	18.5	22.2	トリアシ・シヨウマ・マイズルソウ・チゴユリ・ヒヨドリソウ・シシウド・クガイソウ・ナンブアザミ・オトコエシ
		II	55	35	66.5	69.4	
		III	55	85	123.5	116.6	
シダ	I	—	—	—	—	ワラビ	
	II	50	25	65	74		
	III	—	20	—	92.5		
木本	I	95	70	29	29.4	ツルウメモドキ・ナワシロイチゴ・ヤマモミジ・ヤマリギ・ウワミズサクラ・タラノキ・ミズナラ・イタヤカエデ	
	II	85	75	29.5	71.1		
	III	50	90	105.5	110.3		

これに比べると⑤の被度階層は全体的に2層に移っている。スゲ類は1層にとどまるがヤマカモジグサなどの短草にまじってオオアブラスキ、サイトウガヤ、ススキなどの長草のイネ科草が1層から2層にかけて発達してくる。雑草は広葉型のフキ、ヒヨドリバナ、シシウド、タムラソウ、ナンブアザミが良く発達し、草丈

も1mを越えてくる。木本類も2層3層を優占するが、ワラビの発達は少なかった。

天然林を伐採して数年放置された伐採6～7年では⑤の総被度は100%を越えて、いっそう上層が発達してくる。しかし、⑥でも、被度そのものは低下せず初年目の80%の状態が維持されている。これは、伐採1年に比べると、ブツ

シュ化したタイプを放牧牛が好まないことを示すものとみられる。草種数は伐採1年と同程度であった。草類別の頻度をみると、㊦でもブッシュ化が進むため光条件が低下して、イネ科が抑制されているのに対してスゲ類は1層の範囲内ではあるが衰退していない。雑草はチゴユリのような下層種とノコンギク、ヨツバヒヨドリなどの中、高層種に分かれてくる。木本類は2層、3層で支配的になっている。このとき、㊧ではさらにイネ科草が弱まるがスゲ類は高い頻度をここでも維持する。ササの頻度は低下するようであるが、禁牧では草丈の伸長がみられる。雑草はここでも、マイズルソウ、チゴユリの下層種と上層種に分れ、上層種が良く発達し、光条件に対する草類のすみ分けがみられるようになってくる。木本類では頻度が1層から3層に逆転して、二次林の姿を整えはじめる。伐跡地でササが優占していたタイプでは、利用3年目で被度階層は3層、2層から1層に下り、ここでもササのわい性化が目立つ。このタイプでは草種数は20種程度で少なく、総被度でも30%台に低下し、裸地がでてくる。

林地では㊦の総被度がいずれも15%以内で低く林床植生の貧弱さをうかがわせる。しかし㊧状態にすると、林帯の場合の被度は40%台まで改善され、一般林内の㊧をも凌駕する。この原因は帯状林の構造によるもので、30m~40mの林帯のため側方からの光が入り易く、普通林内より光条件にめぐまれて地表植生の発達を助けるものとみられる。また㊦林帯の植被の低さは、

放牧牛の採食機会が多い場所に配置されているためであろう。

野草植生の推移はこのような短期間のものさしでは計りきれぬものでないので、この問題は別の研究に移して継続調査することになっている。

### (3) 野草の生産力

シバ型草地を除く野草地で問題になることは植生群落が多様で、厳密には可食、不食草の見極めが困難なことである。野草、樹葉類に対する家畜の嗜好性については、放牧家畜の種類、品種、放牧の季節他、群落の構成いかんによっても異なることが報告されている。<sup>(7, 8, 9, 10)</sup>

ここでは、井上らの報告<sup>(11)</sup>に基づいた可食、不食の区別を行うことにした。

#### ① 植生型別の可食草割合の推移

1975年から4ケ年にわたって、調査された野草の総生産量に対し、その中の可食部分がどう変化しているかを検討した。植生部分のくくりは、便宜上、林分にベースをおいて伐採1年生林、伐採6~7年生林、壮令林などとした。

図1-8はそのような植生区分別に㊦と㊧の中味を比べたものである。総括的にみると、壮令林内の草はほぼ全部が可食草であった。これに次ぐものは伐採1年生林とササ密生地で、総量の70%が可食草であり、伐採6~7年生林が60%台でもっとも低かった。この傾向は植生区分ごとの樹葉類の多少に一致するもので、伐採6~7年生林がもっとも樹葉の割合が高くなっている。

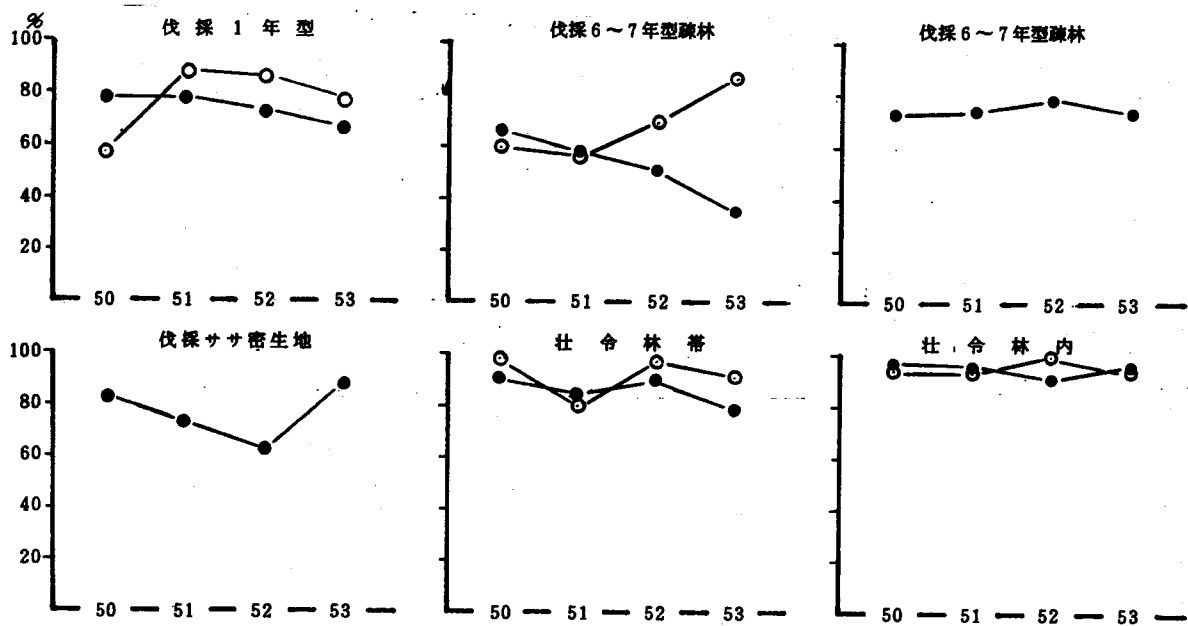


図 I - 8 牧養型別の可食草割合の推移

次に○、●を総括的に比べると、○の可食草率が幾分低くなっている。これを年次の動向としてみると、とくに伐採1年生林と6~7年生林では、両者ともに○の4年目に、20%程度低下しているのに対して、●ではむしろ上昇してきている。このことは嗜好度の高い草種が4年間にわたって、撰採採食されてきたことを裏付けるものとみられる。

② 可食草の生産量

表 I - 15は前掲の植生区分に従って、その年次別の可食草収量をまとめたものである。元になった数字は1~4牧区に配置した植生型別の複数のプロットから得ている。牧区によって加えられた放牧圧の差はあるが、これを平均化してみたものである。

表 I - 15 牧養型別可食野草量の推移

8月下旬 kg/10 a

牧養型	区分	年次別生草収量 kg				同増減比 %				備考
		1	2	3	4	1	2	3	4	
皆伐1年	放牧	181.3	253.8	347.5	396.8	100	140	192	219	
	禁牧	149.8	403.0	539.5	684.0	100	269	360	457	
6~7年萌芽林 (疎林)	放牧	399.0	190.5	264.0	290.5	100	46	66	73	
	禁牧	476.5	378.5	664.0	627.5	100	79	139	132	
7年萌芽林 (密林)	放牧	347.0	357.0	363.0	368.0	100	103	105	106	
	禁牧	-	-	-	-	-	-	-	-	
ササ密生地	放牧	387	195	101	297	100	56	26	77	
	禁牧	-	-	-	-	-	-	-	-	
林帯	放牧	60.0	28.5	37.5	43.0	100	48	63	72	
	禁牧	86.0	81.5	109.5	151.0	100	94	127	176	
林内	放牧	133.0	25.0	39.0	53.0	100	19	29	40	
	禁牧	143.0	105.0	145.0	136.0	100	73	101	95	



植生図にみられたように、試験牧区に万遍なく分布する伐採1年生林は、ここでの主要な野草の牧養型である。このタイプでは林木の被圧が除去されたことから地表植生が旺盛に恢復してくる。㊦では連年採食されながらも、利用初年（造成翌年）の8月には10a当り180kgの可食草であったものが、2年目には250kg、3年目350kg、4年目400kgと直線的に上昇した。㊧されると上昇はさらに急で、初年目の可食草に対し、4年目には4.5倍の約700kgに達している。不食草を含む総量でみると、4年目の㊦では10a 600kg、㊧は900kg強になっている。このことから、伐採地—雑草型野草地の牧養力は評価に値するタイプとみられる。

次に伐採6～7年生林（疎）では、萌芽更新されたミズナラ、アズキナシ等が樹高3～4mに達している。その被圧のため地表植生の恢復は緩慢である。したがって採食圧が加えられる㊦では、むしろ可食草の減退があり、初年目の400kgが4年目には300kg程度に減少した。㊧にするとゆるやかな増収がみられるが、600kg程度で限界に達するものとみられた。しかし、あとで「斜面方位と生産量」の項でのべるようにSw斜面とNE斜面に分けてみると方位による生産量の差があることが明らかになる。

伐採7年生林（密）では初年目の可食草量350kgがほぼ維持された。これは林分密度が高く、放牧牛が侵入採食することを嫌ったためと考えられる。このような伐採地—低木型野草地は、利用上問題があるので、伐採1年生林の状態を維持しブッシュ化を防ぐ放牧管理を行う必要がある。これについては、次の項の野草の利用性でふれる。

伐採されたササ密生地では、植生の衰退が顕著であった。利用初年目の㊦で387kgあった可食草が3年目には¼に激減している。夏季放牧利用した場合のクマザサの植生衰退については<sup>(5, 12)</sup>報告が多く、栄養生長期に利用することの難かしさがうかがわれた。

一般に壮令林内の林床植生は乏しいとされているがここでもそれが明らかであった。牧野樹林と普通林内ともに可食草は放牧利用によって急速に減少した。㊧であっても10a当りの可食草は150kg以下であり、㊦状態では50kg以下とみなければならない。この生産量は伐採1年生林の¼、伐採6～7年生林の¼に当る低い草量である。一つ注目されるのは帯状に残置された林帯では、㊧した場合、普通林の中の㊧に比べて草量の増加が認められたことである。とはいっても、天然林を現状のまま活用することは、集約的な牧野利用計画とは一致しないので伐採する<sup>(13, 14, 15)</sup>か大迫等が提唱した適度な間伐の施業が必要となる。

### ③ 傾斜方位と可食草割合の推移

草量調査の中から山の方位が南西向きの斜面（以下Sw）と北東向きの斜面（NE）を選び出し、傾斜方位による植生の違いについて検討した。

図I-9は傾斜方位による可食草割合の違いをみたものであり、図I-10は主要な不食草であるワラビの動態をみたものである。

野草植生は代表的な伐採1年生林と伐採6～7年生林の2タイプを選び、時期は7月～8月調査（以下夏期）と9月～10月調査（秋期）の2期とした。

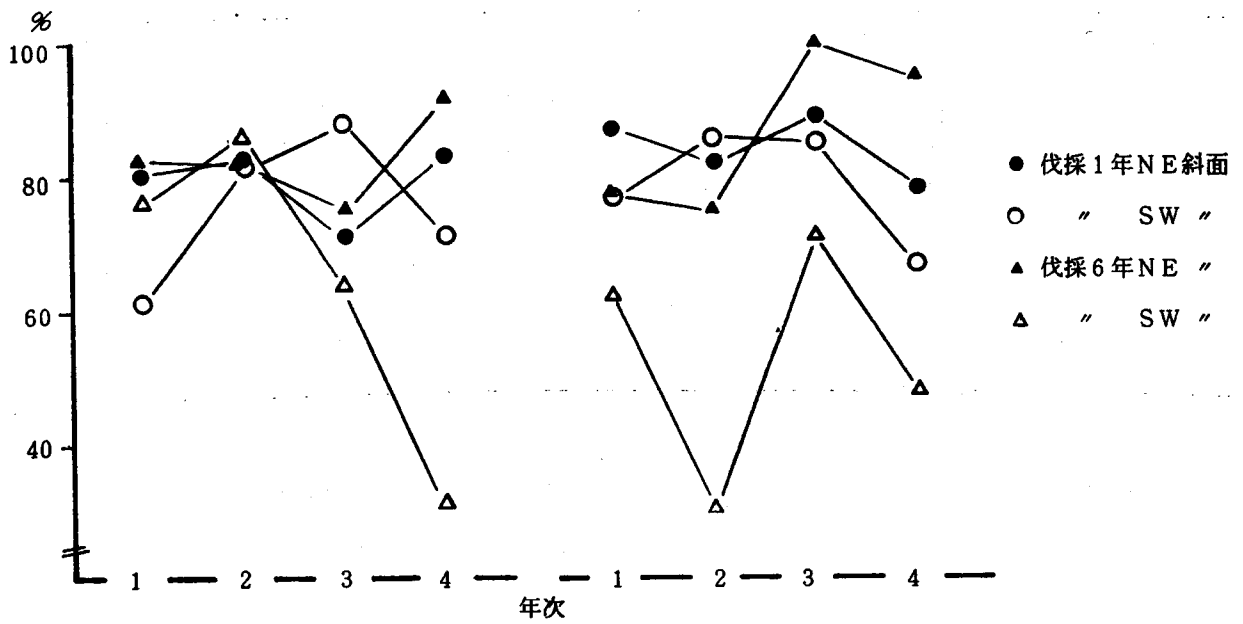


図 I - 9 傾斜方位と可食草重量比

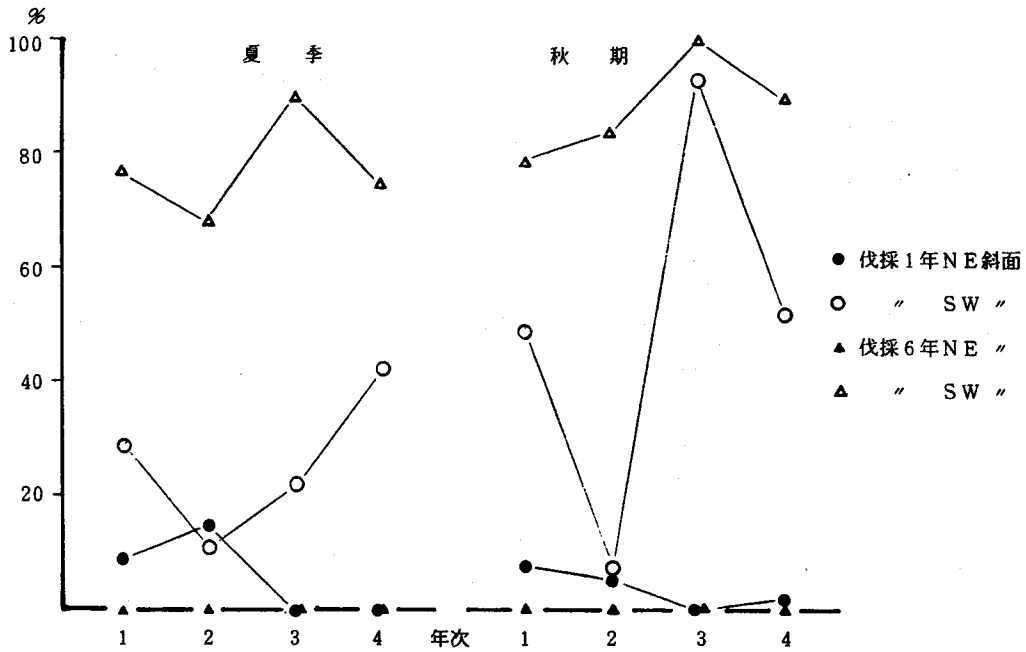


図 I - 10 不食草中に占めるワラビの重量比

調査プロットでの総収量に対する可食草量の割合を図I-9でみると時期と牧養型によって次の傾向がうかがえる。

		傾斜方位別 可食草の割合	
春	伐採1年生林	差なし	
	伐採6~7年生林	NE>SW	
秋	伐採1年生林	差なし	
	伐採6~7年生林	NE>SW	

伐採1年生林では方位による可食草割合に差がないようであるが、伐採6~7年生林になると夏、秋ともにNE斜面の方が可食草割合が優っていた。とくに秋にはその差が開いて、SW斜面の可食草割合が低下することを示している。このことから、とくに可食草割合が高いタイプは伐採6~7年生林のNE斜面といえるが逆にSW斜面は不食草割合が多くなっているといえる。ワラビの生態については、生育ステージや機械的除去が翌年の再生に大きな変化を及ぼさないことが報告されている。しかし、ワラビの好む自生地の環境については必ずしも明らかでない。

そこで不食草に大きなウェイトを占めるワラビの重量構成について同様に傾斜方位、植生区分時期で検討すると次のようにまとめられる。

		(ワラビの割合)	
夏	伐1	SW>NE	
	伐6	SW>NE	
秋	伐1	SW>NE	
	伐6	SW>NE	

傾斜方位からみると、総体的にSW面にワラビが好んで生育する様子がうかがえる。とくに季節に拘らず伐採6年生林のSW面では不食草の8~9割を占めている。NE面になると明らかに生育が落ちるが、この方位では僅かながら

明るい方の1年生林の方に生育するようである。時期としては、とくに夏、秋の差はないようである。以上のことからワラビがもっとも活力を増す条件はSW斜面(B1d)の暗くなりかけた幼令林であり、嫌う条件はNE斜面の立木密度が高まった植生であってここではワラビの頻度、重量が共に低下してくるものとみられる。

#### ④ 傾斜方位と可食草の生産量

前項と同じ固定禁牧区内の可食草の動きについて、傾斜方位別に検討を加えた。ここでも野草のタイプは伐採1年生林と伐採6~7年生林を例にとり、草類の区分はイネ科草、スゲ類、広葉雑草及び木本類の5区分とした。図I-11は1975年から1978年までの毎年7~8月に調査した固定禁牧区内の方位別可食量の動きを示している。表I-16には9月~10月も含めた数値をのせた。SW斜面とNE斜面では、4年間に草類別の生産力で相違の生ずる様子がうかがわれる。SWでは木本類が伐採地における可食草の主位を占めるようになる。とくに伐採6~7年生林でそれが顕著である。これに対して、NE斜面では広葉雑草が主体になる。その他のイネ科草、ササ、スゲ類はNE斜面で優占種にならないが、SWではほぼ一定の割合が維持されている。可食草類の構成割合がよく保たれているのはSW-伐採1年生林であり、禁牧しておくとも4年目には10a当り700kgに達している。植生が広葉雑草と木本類に単純化するのにはNE6~7年生林であるが、このタイプの可食草量は最大になり10a当り1,000kgに達している。しかし、同じ6~7年生林でもSWの4年目の可食草量は300kg/10aで低く、6~7年生林として平均的にみれば600kg/10aとみなされる。

表 I - 16 方位別・牧養型別の野草生産力 (固定禁牧区内生草)

1. SW斜面の場合

単位 g/m<sup>2</sup>

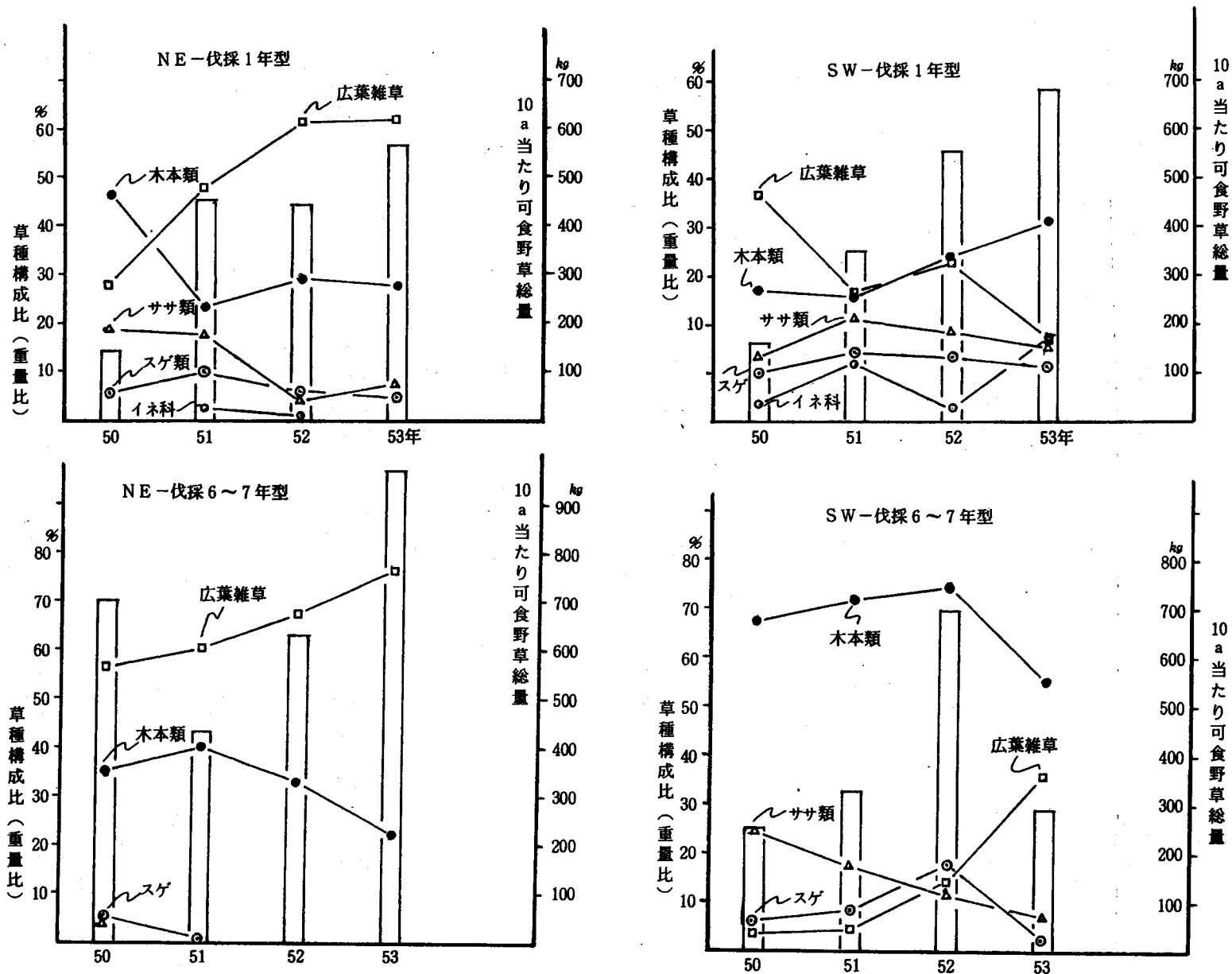
季節 区分	可食 不食 区分	草類区分	伐採 1 年 型				伐採 6 ~ 7 年 型				
			1975年	1976年	1977年	1978年	1975年	1976年	1977年	1978年	
7 月	可 食 草	イネ	6.0	42.3	14.0	117.8	0	0	0	0	
		スゲ	15.8	48.5	73.8	76.9	15	25.0	120.0	6.0	
		ササ	20.5	73.1	98.6	103.3	61	55.0	75.0	21.0	
		雑草	74.5	93.9	180.6	106.3	7	13.0	95.0	102.0	
		木本	43.0	92.5	187.8	276.9	168	232.5	512.5	158.0	
		計	159.8	350.3	556.8	681.0	251	325.5	694.5	287.0	
		%	(61)	(82)	(88)	(71)	(34)	(43)	(64)	(31)	
8 月	不 食 草	雑草	29.5	4.3	35.8	19.5	0	0	0	0	
		シダ	29.5	8.1	17.0	117.9	380	290.0	350.0	480.0	
		木本	42.5	62.4	24.0	140.3	115	137.5	38.0	158.5	
		計	101.5	74.8	76.8	276.6	495	427.5	388.0	638.5	
			%	(39)	(18)	(12)	(29)	(66)	(57)	(36)	(69)
		合計	261.3	425.0	633.5	958.6	746	75.3	1082.5	925.5	
	%	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)		
9 月	可 食 草	イネ	2.8	11.3	10.0	6.9	0	0	9.0	0	
		スゲ	14.5	60.6	70.0	44.8	26	35.0	10.0	12.5	
		ササ	60.8	71.2	108.1	129.5	165	20.0	20.0	29.0	
		雑草	80.8	189.6	60.4	73.8	18	10.0	134.0	3.0	
		木本	71.3	104.6	164.9	146.9	65	123.0	196.0	182.0	
		計	270.0	437.6	415.9	401.8	274	188.0	369.0	226.5	
	%	(77)	(86)	(85)	(67)	(62)	(30)	(71)	(48)		
10 月	不 食 草	雑草	11.0	0	5.3	2.5	30	0	0	0	
		シダ	33.8	5.0	-	103.3	135	375.0	150.0	216.0	
		木本	24.0	67.1	66.8	91.8	39	70.0	0	25.0	
		計	68.8	72.1	72.0	195.3	174	445.0	150.0	241.0	
			%	(23)	(14)	(15)	(33)	(38)	(70)	(29)	(52)
		合計	297.3	509.8	487.9	597	448	633.0	569.0	467.5	
	%	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)		

## 2. NE斜面の場合

単位 g/m<sup>2</sup>

季節 区分	可食 不食 区分	草類区分	伐採1年型				伐採6~7年型			
			年 1975	年 1976	年 1977	年 1978	年 1975	年 1976	年 1977	年 1978
7 月	可 食 草	イネ	0	11.6	2.5	0	0	0	0	0
		スゲ	7.8	42.9	25.3	39.0	35	2.5	0	1.5
		ササ	27.5	76.3	17.5	24.8	30	0	0	11.0
		雑草	44.5	214.6	271.1	346.8	392	256.5	425.0	737.5
		木本	67.8	104.5	126.3	153.9	245	171.5	207.5	217.5
		計	147.5	449.9	442.8	563.5	702	430.5	632.5	967.5
	%	(80)	(83)	(71)	(83)	(82)	(74)	(75)	(92)	
8 月	不 食 草	雑草	24.5	50.9	5.8	14.9	30	95.0	140.0	0
		シダ	3.2	13.8	0	0	0	0	0	0
		木本	9.8	26.5	176.1	101.8	120	60.0	75.9	80.0
		計	37.5	91.1	181.9	116.9	150	155.0	215.0	80.0
		%	(20)	(17)	(29)	(17)	(18)	(26)	(25)	(8)
		合計	185.0 (100)	541.0 (100)	624.5 (100)	680.4 (100)	852 (100)	585.5 (100)	847.5 (100)	1047.5 (100)
9 月	可 食 草	イネ	14.3	0.8	1.3	2.5	0	0	0	0
		スゲ	54.5	17.0	16.9	20.5	0	0	0	0
		ササ	31.3	52.0	24.9	40.0	30	3.0	0	0
		雑草	147.8	203.4	234.3	244.6	546	230.0	260.0	290.5
		木本	54.8	66.8	100.5	69.8	80	155.5	170.5	213.0
		計	302.5	339.9	377.8	377.4	656	388.5	430.5	503.5
	%	(87)	(82)	(89)	(78)	(78)	(75)	(100)	(95)	
10 月	不 食 草	雑草	30.3	29.4	1.9	2.5	0	0	0	0
		シダ	3.3	3.9	0	2.5	0	0	0	0
		木本	10.3	40.9	47.3	98.9	190	130.0	0	25.0
		計	43.8	74.1	49.1	103.9	190	130.0	0	25.0
		%	(13)	(18)	(11)	(22)	(22)	(25)	(0)	(5)
		合計	346.3 (100)	414.0 (100)	426.9 (100)	481.3 (100)	846 (100)	518.5 (100)	430.5 (100)	528.5 (100)

図 I - 11 斜面方位別の野草生産力 (固定禁牧区 7 ~ 8 月)



#### (4) 野草類の利用性

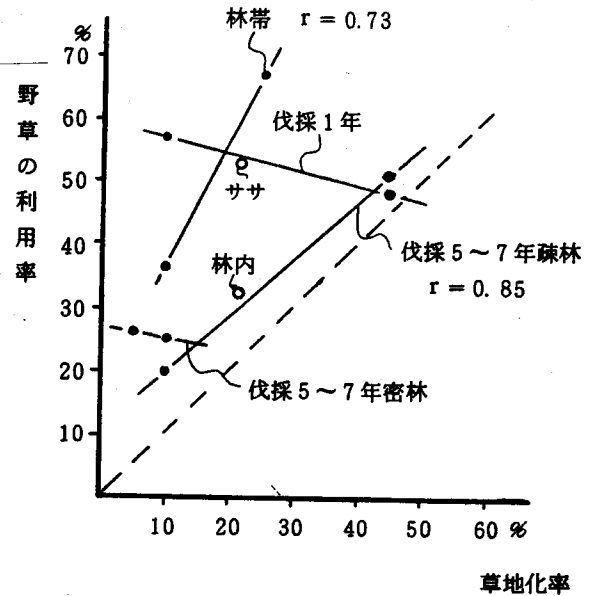
野草類に対する放牧牛の嗜好性は季節によって差異があることや、放牧地の中での群落構成のいかんによって変る相対的なものとする報告もある。

このため、本研究では嗜好低位とされてきた野草類への採食性を高めるねらいで、同一牧区内の野草地と牧草地を組合せ、その比率の大小によって野草の利用がどう変化するかを検討した。また、前年の放牧強度が翌年の野草植生に与える影響も併せて検討した。

##### ① 牧区の草地化率と野草の利用率

既にのべているように、ここで調査した野草地は天然広葉樹林を皆伐した跡地に発生した雑草-低木型が主体になっている。そして伐採から利用時までの年数によって伐採1年型、6～7年型の疎林状態、密林状態などの牧養型に区分した。この他にとくにクマイザサの密生地とか保全林として残した林地も含めて野草類の植生と生産量の推移調査を行った結果を牧区の草地造成割合ごとに整理してみた。

図I-12は牧区の草地化率の大小によって牧養型としての植生利用がどう異ってくるかを概括的にみたものである。50年～53年にかけての調査から8月及び9月の数字を用いている。草地割合が大きくなることに比例して可食草の利用率が高まるタイプと草地割合に関係なく高い利用率が得られるタイプがあることを示している。前者の林帯型では草地率を10%から20%台に上げるだけで可食草の利用率が70%近くに高まる。また伐採5～7年型の疎林も草地率を40%台にすることで利用率を50%台に上げることが可能になる。後者の伐採1年型は草地率のいかに拘らず、利用率は概ね50%以上に高く維持されるタイプであった。



図I-12 牧区の草地率と野草利用率

調査点数の不足から傾向をつかめなかった牧養型もあるが、ササ型は夏放牧では一般に利用率が高いが、伐採後に密な樹林地に進んだタイプでは家畜の侵入が阻まれて飼料草の利用が悪かった。

草地化率の大小に比例して利用率が必ずしも平行でない理由は、牧養型の中味(草類の構成割合)が違うためと考えられる。そこで中味をイネ科草類、スゲ類、ササ、雑草類、木本樹葉類の5草類に分けてその重量割合を示したのが表I-17である。始めに4ヶ年の結果を平均的にみると常に利用率がよかった伐採1年型の中味は嗜好性が良いとされるキク科植物を主体とした雑草類の割合が高い。またカヤツリグサ科イネ科も他の牧養型に比べて多く、木本類は相対的に少いといったバランスのとれた草類構成があることがうかがえる。それに比べると、伐採後の年数が経った5～7年型では樹葉類が1/2を占め、その他の草類の比率が低下してくる。林地内や伐跡ササ優占型ではササ-雑草型が主体である。

次に1975年から1978年にかけての重量比の年次推移をみると、伐採1年型と5～7年型では雑草類の比率が漸減し、木本類が漸増してくる傾向がみられる。イネ科草、スゲ類は漸増のグループに入るが、上層の被圧の少ない伐採1年型でいっそうそれが顕著である。ササ密生地や林地内のクマイザサの比率は漸減しており、このため可食草量を低下させているが、伐跡地であれば、ササにかわって雑草類が幾分増加してくる様子もみられる。

このように可食野草の増減には組合せる草地の割合の大小によって起る家畜の嗜好性変化と、草種個体に対する嗜好度の違いが相乗して影響してくるとみられる。このため、草地割合の違いによって草類別の利用率はどうかを確かめたのが図I-13である。牧区別の草地割合は試験区の造成過程も含めると0%～45%まで6段階含まれている。

表I-17 牧養型別の草類構成 (可食草8月上旬)

牧養型	草類区分	重量構成比(%)				
		年 1975	年 1976	年 1977	年 1978	平均
伐採1年	イネ科	1.8	8.4	8.6	11.4	7.5
	スゲ科	7.4	8.3	9.9	17.8	10.8
	ササ	35.1	14.8	14.6	13.6	19.5
	雑草	37.2	50.4	42.0	27.8	39.3
	木本	22.1	18.1	25.1	45.1	27.6
	生産量kg/10a	181.3	263.9	347.3	396.8	297.3
伐採5～7年(疎)	イネ科	1.1	3.2	3.2	8.7	4.1
	スゲ科	9.3	6.0	6.1	5.2	6.6
	ササ	12.4	10.9	10.7	13.9	12.0
	雑草	29.2	30.7	22.7	23.3	26.5
	木本	48.0	49.3	57.4	49.0	50.9
	生産量kg/10a	399	190.4	263.9	290.4	196.2
伐採5～7年(密)	イネ科	0	0	1.7	0.4	0.5
	スゲ科	0.9	0.2	0.4	1.9	0.9
	ササ	21.0	25.2	23.1	32.1	25.4
	雑草	34.6	18.6	14.1	13.6	20.2
	木本	43.5	56.0	60.7	52.0	50.6
	生産量kg/10a	347	357.2	363.7	368.0	280.9
伐採ササ密生	イネ科	0	0	0	0	0
	スゲ科	1.8	7.7	11.0	4.7	6.3
	ササ	97.4	84.8	57.7	59.0	74.7
	雑草	0.8	4.6	31.3	29.3	16.5
	木本	0	2.8	0	6.9	2.4
	生産量kg/10a	387.0	194.5	100.5	296.5	244.6
林内	イネ科	0	0	2.1	1.0	0.8
	スゲ科	2.3	44.8	1.3	3.2	12.9
	ササ	89.5	51.0	63.7	85.7	72.5
	雑草	6.0	0	6.4	2.5	3.7
	木本	2.3	4.1	26.5	7.6	10.1
	生産量kg/10a	133.0	24.5	38.8	52.5	62.2
林帯	イネ科	0	0	0	0	0
	スゲ科	9.0	5.6	5.0	13.0	8.1
	ササ	61.8	59.6	35.9	57.6	53.7
	雑草	16.6	22.9	42.9	15.3	24.4
	木本	12.7	12.0	14.3	14.2	13.3
	生産量kg/10a	60.0	28.9	37.5	42.8	42.2



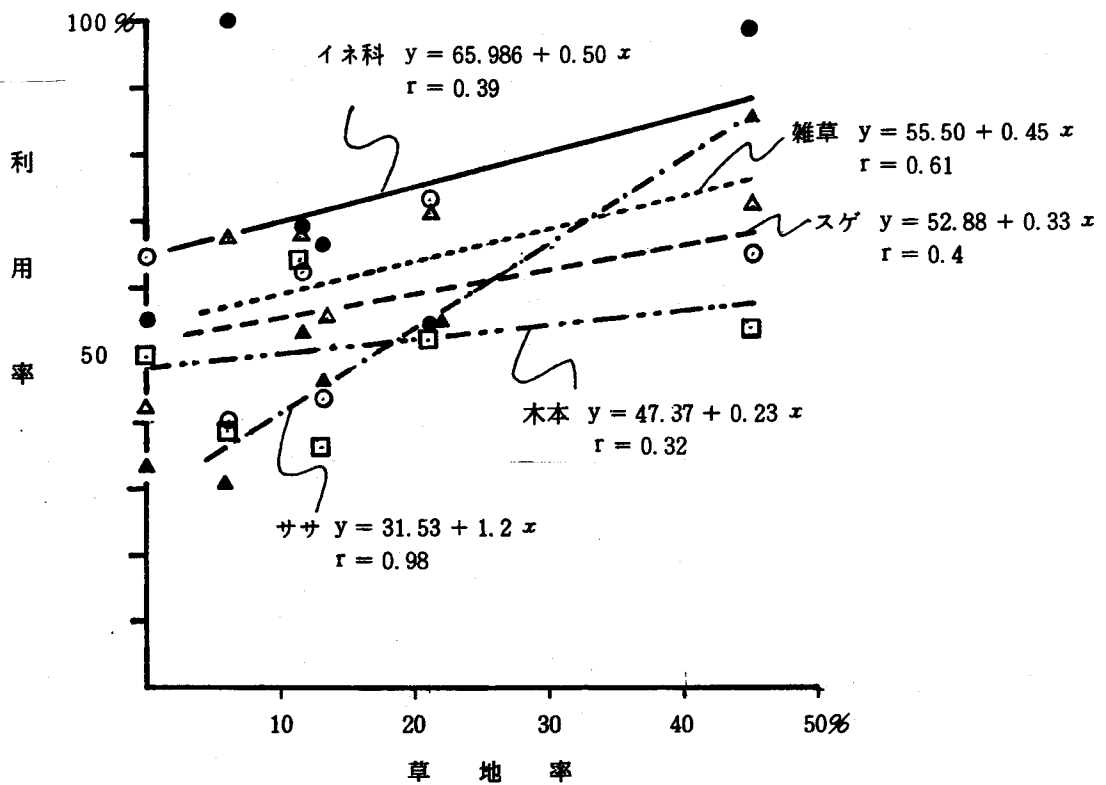


図 I - 13 草地化率別・草類別の利用率

図によって、草類別の嗜好度のレベルをまざまみと、イネ科草>雑草類>スゲ類>樹葉類>ササ類の順に良いことがわかる。さらに草地の割合を高めた場合の利用率向上の程度は、ササ>イネ科草>雑草>スゲ類>樹葉類の順であることがうかがえる。

② 放牧強度と翌年の野草量

野草利用の強さと利用時期期待期放牧などがその後の草生トレンドを↑、→、↓することについて、STODDART、井上等が報告している。<sup>(16.4)</sup> 前項では牧草地を組合せてゆくと野草の利用率

が向上するとおのべた。そこで、引き続き同じ調査データを用いて、前年度の放牧採食の強さが翌年の草量にどのように響くかの検討をした。

図 I - 14はまず牧養型の受ける影響をみたものである。翌年野草の増減度の1の線は前年の可食草を100としたもので、これを下廻れば、前年減を意味する。前年の利用率が70~80%であってもこの1のラインを下廻らない牧養型は伐採1年型である。その他の牧養型の草量は、比較的低い利用強度であっても1のラインから低下してくる。

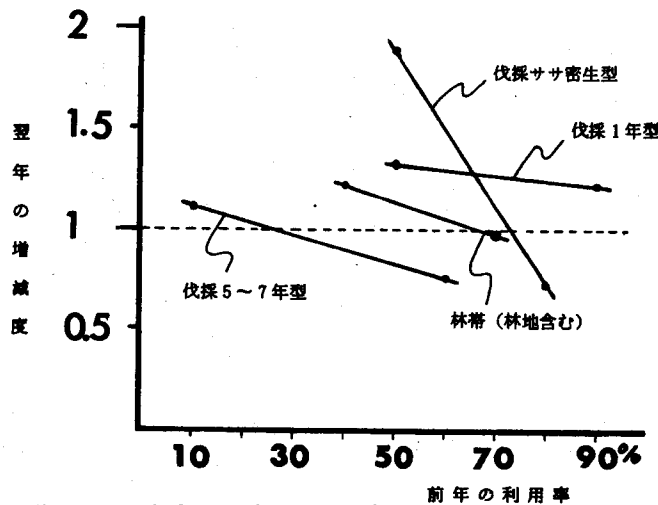
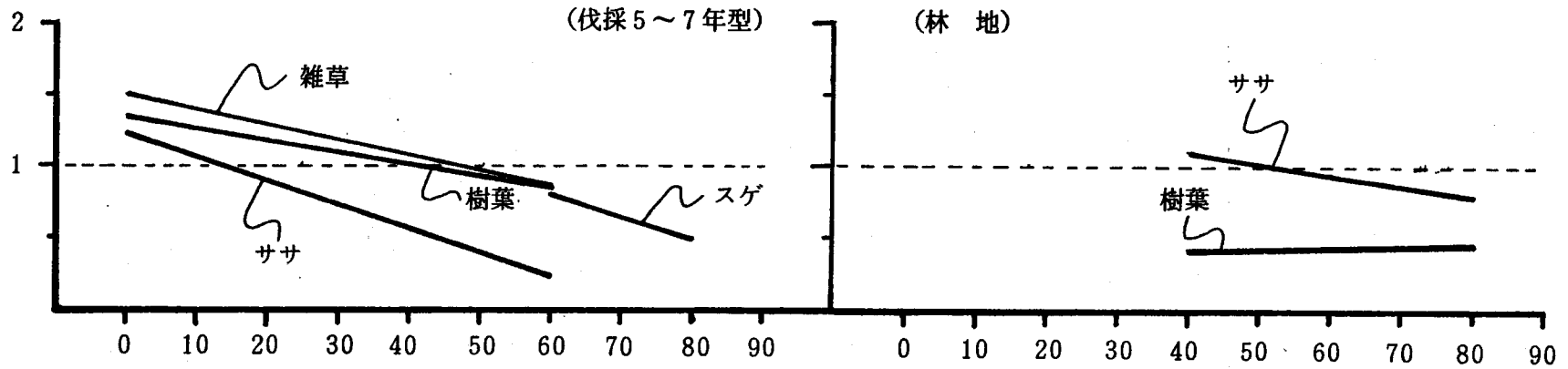
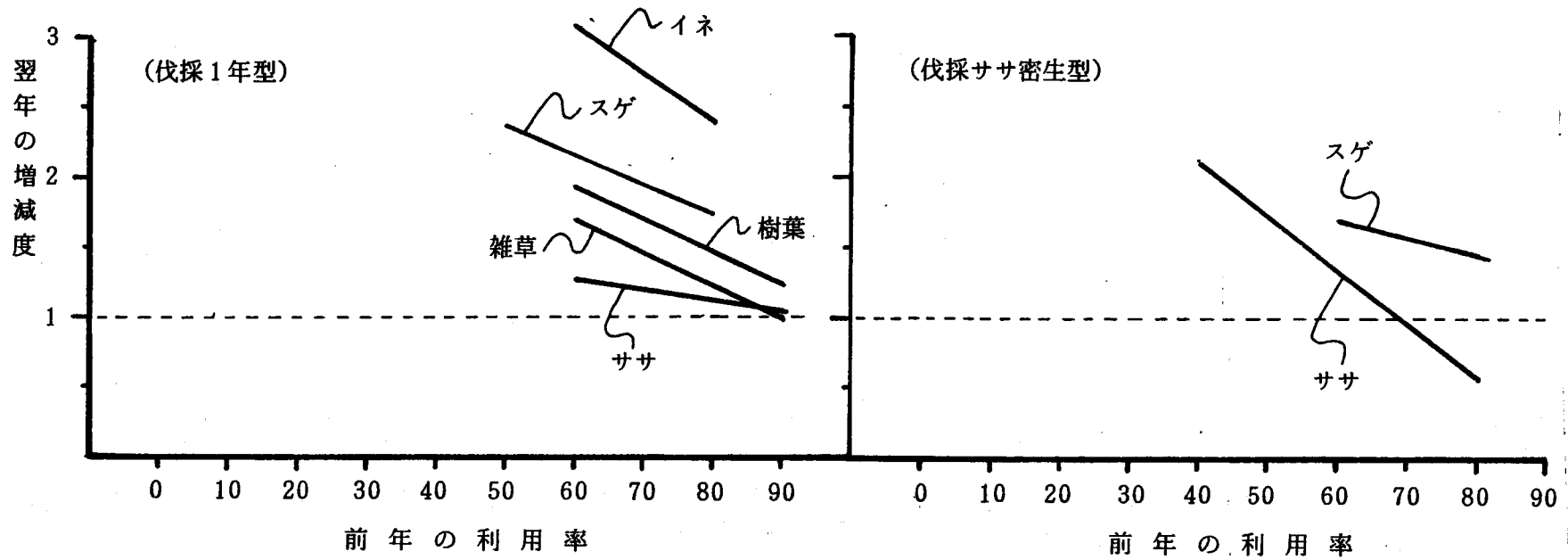


図 I - 14 野草の利用強度と翌年の増減度

図 I - 15 野草の利用強度と翌年の増減度 (草類別の場合)



さらに、ややこまかく、草類ごとの回復性の傾向を検討したのが図 I-15 である。ここでことわっておかねばならないのは、この調査は多数のプロットで行ったものではあるが、同一調査地点での厳密な反覆調査ではない。従ってあくまでも回復性の傾向を知ろうとしたものである。

初めに伐採 1 年型では前年の利用率が 80% と高いにも拘らずいずれの草類も、翌年の増減度は 1 を下過らない。しかし、草類による差がみられ、回復力の強さはイネ科草 > スゲ類 > 樹葉類 > 雑草類 > ササの順とみられた。次に伐採後 5~7 年を経て、植生が疎又は密な二次林の姿になってくると可食草の回復力はかなり低下してくる。1 の水準を維持するためにはクマイザサであれば利用率を 20% 程度に、その他の草類では 50% 弱にとどめる必要がある。伐跡地でササが密生したタイプでは林地内に比べると回復力が強いようにみられる。しかし総体的にみるとクマイザサは他の草類に比べて生育の適応範囲は広いとはいえ、いずれの牧養型でも強い利用のもとでは回復が弱まることを示している。

#### (5) まとめ

天然広葉樹林を伐採して野草植生の回復を図り、これに造成比率を異にした牧草地を組合せた場合の放牧による野草利用の実態と、利用強度の相違による植生の変化について昭和 50 年から 4 年間検討した。

調査には岩手畜試外山分場・小石川地区の天然林 106 ha を用い均等な 4 牧区を造成した。導入した不耕起草地は総面積の 22.5% であるが、牧区によって 10% から 45% の違いを設けた。放牧には 70 頭前後の日本短角種のまき牛群を供試し、135 日間輪換放牧を行った。

1. 植生の分布：研究着手前の地区植生は広葉樹に被圧された状態で総面積の % は壮令林であった。1976 年（開発 2 年目）に伐開後の野草植生の分布調査を行った。その結果伐開後に発生した広葉雑草が main となるタイプと伐採後

数年を経て低木が優占し始めたタイプ及び林地を中心とするクマイザサ型草に区分けされた。面積比率は伐採 1 年の雑草 + ササ型 32%、伐採 6 年生の低木 + 雑草 + ササ型 25%、林地のササ + 雑草型が 20% それに人工草地の 22% であった。

#### 2. 野草植生のせん移

調査は野草植生の分布で明らかになった伐採 1 年型、同 6~7 年型、ササ密生型、林地型の 4 つの牧養型によって行った。被度、草種数、頻度、草丈について、50 年と 52 年を対比させて検討した。

① 2 年後には牧養型による被度の違いが明らかになった。伐採 1 年型では 3 夏放牧されながらも 2 倍近い増加をみせたが、他のタイプは採食によって抑圧され、とくにササ型では 1/2 に低下した。草種数は森林状態の時の 6~7 割増えて、伐採 1 年型と 6~7 年型が多く 35 種に達したが、その他は 20 種であった。

② 草丈は一般に低くなりかわって頻度が高まるが、この傾向はクマイザサで顕著であった。

#### 3. 野草の生産力

① 4 つの牧養型で調査を行った。野草総量に占める可食草の割合は牧養型によって異なり、壮令林内 > 伐採 1 年生林・ササ地 > 伐採 6~7 年生林の順であった。また可食草割合は山の方位によって異なる牧養型もみられた。伐採 6~7 年型では NE 斜面 > SE 斜面の傾向があり、その原因は SE 斜面の幼令林にワラビの生育が進むためと観察された。

② 牧養型別の可食草量推移。皆伐 1 年型では造成時の草量が少なかったが、放牧下でも年々増加し、4 年目には 2 倍に当たる 10 a 400 kg まで向上した。皆伐 6~7 年型の萌芽林は、疎林区で減少するが、密林地は家畜進入が阻まれ利用が低く草量は維持される。ササ型ではササが減少するがかわって別の草類が僅かながら増加する。林地内では植生の再生が緩慢で、放牧下での草生減退が大きい。

③ 方位別の野草生産力。山斜面を大きく南面

と北面に分けると4年の間に、植生や生産力で相違の生ずる様子がうかがえる。SW斜面では木本類が伐採地における可食草のトップとなるが、NE斜面では広葉雑草が主体になる。その他のイネ科雑草、ササ、スゲ類はいずれも優占種にはならないが、SW斜面ではほぼ一定の割合を維持する。草類の重量構成比が良く保たれるのはSW斜面-伐採1年型であり、逆に広葉雑草と木本類に単純化するのはNE斜面-伐採6~7年型である。

#### 4. 野草類の利用性

① 利用強度と翌年野草量。野草の増減は前年の採食強度と関係が深い。とくに採食に弱いササ地や再生が緩慢な林地内及び萌芽型疎林区では、前年利用率と翌年草量との相関が高かった。しかし、皆伐1年型は野草の再生力が旺盛であって高い利用の下でも翌年の生産量への影響は少なかった。

② 草地化率と野草利用率。野草の利用率向上は牧区の草地化率を高めて達成される。しかし、嗜好草の多い皆伐1年型はこれと関係なくよく利用されるが、密生萌芽林区では利用向上が困難であった。疎生萌芽林では牧草組合せの効果が上がるが、牧草地率が40%~50%を超えると、前年の野草量が維持できなくなる。

#### 2) 牧区環境と家畜行動

家畜の放牧環境への対応には、生理的な心肺機能の亢進などの他に、暑熱時には日蔭を求めたり、風通しのよい場所に移動するいわゆる生態的な調節行動があるといわれている<sup>(51)</sup>。ここでは群としての放牧牛の行動と与件である牧野環境を見比べて、土地の有効利用とロスのない家畜生産を結びつける実用的な放牧地の環境整備をいかにすべきかについての資料を得ようとした。

このため牧野のもつ立地特性、環境上の効果、ここでの放牧家畜の行動特徴をおおまかに知ることが手始めとした。これには日周の生活行動

をとらえることが手引きになるとの考えから、季節的な行動の実態調査を行った。

第二は家畜行動の軌跡にもっとも結びついているとみられる主要な環境要因の測定を行った。地型と風速、庇蔭林の庇蔭、保温効果などである。

最後には、問題を狭めて、とくに夏季における庇蔭林の有無と牛体の生理反応について若干の野外測定を行った。

#### (1) 放牧地における生活行動の実態

調査には既にのべてきた4つの牧区のうち、牧草地の割合が牧区の約1/4で庇蔭林のある第1牧区と牧草地が約1/2で林を故意に残さなかった第3牧区を用いた。牧区サイズはいずれも25ha強である。

調査の進め方については、調査方法に前掲しているのでここでは省くが、本研究の構成それ自体が、当場の県営寄託放牧事業を取入れて行っているため、次のような制限を受けた。放牧地と家畜の規模が共に大きく、群調査にあわせて厳密な個体調査が実施できなかったこと及び輪換放牧事業の中では、日時、天候などの調査条件を同一にできなかったことである。

#### ① 生活行動型の季節的特徴

第1牧区及び第3牧区における牛群の追跡調査によって生活行動は季節によって差があることが明らかにできた。

図I-16日周生活行動の季節性がこれを示している。牧区条件の異なる第1牧区と第3牧区ともほぼ同じ傾向であるため、ここでは第1牧区の結果だけを図示した。生活型はATKINSON等が行った採食しているもの、横臥しているもの、佇立しているものに類別して時間帯別に群の中の頭数割合として現している。

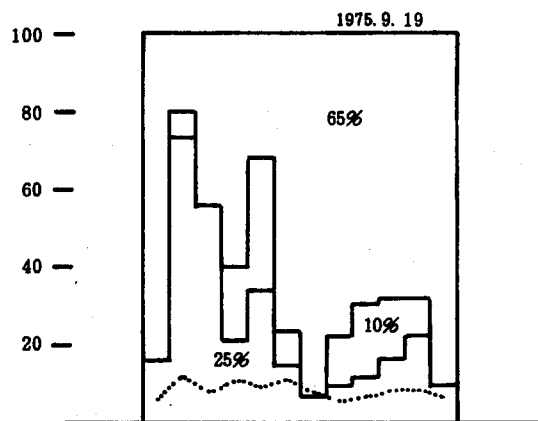
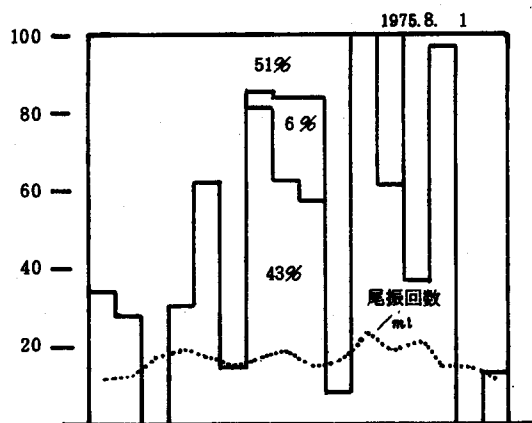
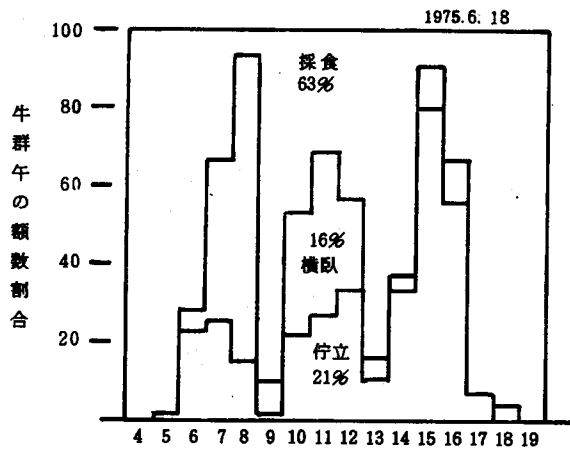


図 I - 16 日周生活行動の季節性

全季を通して眺めると、図の白抜きになっている採食行動の割合が最も大きいことがわかる。佇立がこれに次ぎ、日中には地面に直接横臥して休息する行動割合が比較的少なかった。表 I - 18, 19では、行動の季節性を数字で現しているが、採食は秋 (63%~73%) > 春 (62%~65%) > 夏 (51%~59%)、横臥は春 (17%~20%) > 秋 (10%~13%) 夏 (6%~22%) であり春本らの去勢牛についての報告<sup>(26)</sup>と同じ傾向が

みられた。佇立行動は夏 (19%~43%) > 秋 (13%~26%) > 春 (15%~21%) で佇立に明らかな季節性が認められた。いい換えると、夏には採食、横臥休息を減らして、群を作って立っている割合が高まり、佐藤らが吸血昆虫からの逃避<sup>(19)</sup>とする集合性が観察された。

表 I - 18 季別放牧牛の行動

時間帯別主要行動型 (100 分比) ①牧区No.1.

時間帯	主要行動型区分												尾振回数/30秒			備考 放区調査概要	
	採食%			横臥%			佇立%			調査延頭数			6/18	8/1	9/19		
	6/18	8/1	9/19	6/18	8/1	9/19	6/18	8/1	9/19	6/18	8/1	9/19					
4	100	66	-	0	0	-	0	34	-	67	65	-	11.2	-	面積26ha		
5	98	72	-	0	0	-	2	28	-	62	65	-		11.7		-	草地化率21%
6	72	100	84.3	5	0	0	23	0	15.7	67	62	51		17.1		6.2	野草地率36%
7	33	69	19.7	42	0	6.6	25	31	73.8	67	65	61		19.2		12.3	林地率43%
8	6	38	44.3	79	0	0	15	62	55.7	67	65	61		17.2		7.8	
9	90	85	59.6	8	0	19.2	2	15	21.2	62	65	52		14.9		10.4	
10	47	14	32.3	32	5	33.8	21	81	33.8	66	65	65		17.2		9.3	
11	31	17	76.5	42	20	8.8	27	63	14.7	65	65	34		18.7		10.8	4時~19時の
12	44	17	93.3	23	26	0	33	57	6.7	66	65	45		15.4		8.1	1時間毎、発
13	88	92	76.8	3	0	12.5	9	8	10.7	67	65	56		15.7		5.9	見位置確認、
14	63	0	69.5	4	0	18.6	33	100	11.9	68	65	59		23.6		6.4	行動判別法に
15	10	0	67.7	10	38	14.5	80	62	17.7	67	65	62		19.2		8.9	よる。
16	34	63	67.2	10	0	10.3	56	37	22.4	53	65	58		21.4		7.7	
17	93	0	90.0	0	3	0	7	97	10.0	59	65	60		15.2		6.5	6/18 雨天
18	96	100	-	4	0	-	0	0	-	54	65	-		15.2		-	8/1 晴天
19	100	87	-	0	0	-	0	13	-	69	65	-		11.6		-	9/19 晴天
平均	62.4	51.2	63.4	16.8	5.8	10.8	20.9	43.0	25.8	1,026	1,037	664		16.0		8.0	

表 I - 19 季別放牧牛の行動

時間帯別主要行動型 ②牧区No.3

時間帯	主要行動型区分												尾振回数/30秒			備考
	採食			横臥			佇立			調査延頭数			6/26	8/6	9/12	
	6/26	8/6	9/12	6/26	8/6	9/12	6/26	8/6	9/12	6/26	8/6	9/12				
4	55	-	-	13	-	-	32	-	-	60	-	-	2.0	-	-	面積26ha
5	90	-	-	3	-	-	7	-	-	61	-	-	4.7	-	-	草地率45%
6	80	98	95	13	2	0	7	0	5	71	63	62	6.6	7.5	12.0	野草地率53%
7	69	56	85	21	17	3	10	27	12	68	66	60	5.0	7.9	11.2	林地率2%
8	44	57	84	40	19	8	16	24	8	68	67	62	4.1	5.7	16.2	
9	20	81	79	43	2	13	38	17	8	66	57	63	-	17.8	18.6	
10	72	84	52	17	5	15	11	11	33	72	66	67	6.8	1.9	21.0	
11	51	67	65	22	8	16	27	25	19	67	64	69	4.9	4.2	13.4	
12	26	20	29	52	24	54	22	56	17	66	64	65	4.2	0.5	10.9	
13	54	44	39	23	17	39	23	39	22	56	66	64	4.4	7.3	10.4	
14	84	80	84	3	11	6	13	9	10	63	66	63	4.7	5.1	10.2	
15	77	11	84	10	74	8	13	15	8	61	66	63	4.3	4.5	7.5	6/26くもり
16	66	27	92	32	69	5	2	4	3	53	67	64	2.5	2.0	9.8	一時雨・晴
17	64	89	94	23	11	1	13	0	5	61	64	64	2.7	4.1	7.7	8/6 雨
18	91	-	83	0	-	-	9	-	17	65	-	59	3.1	-	10.8	9/12くもり
19	100	-	-	0	-	-	0	-	-	67	-	-	2.9	-	-	
平均	65.3	59.1	73.9	19.6	21.8	13.2	15.1	19.1	12.8	1,025	776	825	4.3	5.7	12.3	

類型行動の調査にあわせて、ノサンバエ、アブ類の襲来に対して尾を振る回数の調査を行った。これは10頭の牛が1分間に尾振する平均回数を示したものである。昆虫の発生サイクルとの関係があって、放牧牛の受けるストレスを示すものと予想したが6月を除くと季節による尾振回数の明らかな差はみられなかった。なお、尾振調査に関連して、牛体の片側写真撮影によって肩胛骨後端と肘後及び最後肋骨附着部を結ぶ三角形の中で吸血中のハエ類の数の調査を行った。撮影は8月上旬～9月中旬にかけて概ね午前4時～午後6時とした。その結果は表I-20のとおりで毎時点の平均吸血虫数は100匹前後で、この期間では大きな日差が認められなかった。

表I-20 ハエ類の牛体附着数

月 日	8/1	8/6	9/12	9/19
時間帯	4~19	14~17	6~18	6~16
調査牛(延n)	70	11	33	28
毎時平均虫数	115	91	101	125
同上比率%	100	79	88	109

(注) 牛体片側写真撮影による。

② 生活行動における放牧地環境の利用

前記の採食、横臥、佇立の行動化が放牧地の環境とどう結びついていたかを整理したのが表I-21である。環境依存の割合は調査総延頭数で現しているが、牧区の中に牧草地、野草地、林地の割合を異ならせて配置した第1牧区と第3牧区では、依存の様子がかなり違っている。

表I-21 放牧地環境の利用(100分比)

① 牧区No.1

調査 月日	採食行動				横臥休見			佇立			合計 延頭数
	牧草	林内 野草	林外 野草	調査 延頭数	林内	林外	調査 延頭数	林内	林外	調査 延頭数	
6/18	76.1	19.7	4.2	640	56.4	43.6	172	59.3	40.7	214	1,026
8/1	36.2	33.5	30.3	531	100	-	60	89.5	10.5	446	1,037
9/19	64.6	12.1	23.3	421	51.4	48.6	72	51.5	48.5	171	664

② 牧区No.2

調査 月日	採食行動				横臥休見			佇立			合計 延頭数
	牧草	林内 野草	林外 野草	調査 延頭数	林内	林外	調査 延頭数	林内	林外	調査 延頭数	
6/26	79.7	-	20.3	669	1.5	98.5	201	1.3	98.7	155	1,025
8/6	98.7	-	1.5	459	-	100	169	-	100	148	776
9/12	85.9	-	14.1	610	-	100	109	9.4	90.6	106	825

まず採食行動では、牧草地の割合が少ない第1牧区(21%)より割合の大きい第3牧区(45%)での草地依存が高いのは当然のことである。注目されるのは野草割合が大きい第1牧区の植生依存パターンである。野草の生産がまだ十分でない春には牧草地で、野草量が最大から徐々に減少してくる夏～秋にかけて、野草地を利用するいわゆる植生分布と生産量に適應した集合性を示した。

横臥休息は杯地の割合も大きい第1牧区(43%)に入ると、牛は十分に林内で休むことができている。ことに晴天の8月1日には横臥牛の全部が林内を利用していた。林地をほとんど(2%)与えられない第3牧区では、牛群に環境選択の自由が全くなかったといえる。同じ

ように、佇立に関しても林地が残されていれば、天候次第によって、牛は十分に林を活用しようとするのがうかがえる。

### ③ 地形の利用

1975年6月中旬から9月中旬にかけて、約1週間の観察で季節による標高差の対応、風速差のある地形利用に相違があるかの調査を行った。その結果が表I-22である。

標高利用では山成りの縦長である第1牧区を標高差50mメッシュに区切って発見位置の頭数割合をみたが、春から秋にかけて明らかな傾向は見出せなかった。標高差以上に放牧牛の行動は牧草地の配置、草生などの支配をうけたものとみられる。

表I-22 牧区内地形条件の利用(100分比)

牧区 No.1

調査時期	調査日数	調査延頭数	標高別利用区分 %				風速比分布別利用区分 %				牧野林利用区分 %		備考	
			750m ~	800m ~	850m ~	900m ~	0 ~ 1.09	1.1 ~ 1.5	1.6 ~ 2.09	2.1 ~	林内	林外		
6月中旬	6/16~6/23	8	539	12.1	14.5	31.4	42.1	34.7	48.4	9.6	7.2	39.3	60.7	牧区No.1 14~15時の発見位置確認法による。
7月 "	7/14~7/19	6	402	22.9	9.0	32.6	35.6	41.8	29.4	22.6	6.2	18.9	81.1	
7下~8上	7/29~8/3	6	400	26.8	6.5	56.0	10.8	28.5	42.8	19.3	9.5	41.5	58.5	
8月中旬	8/15~8/19	3	198	22.2	18.2	28.8	30.8	31.8	53.5	9.1	5.6	41.4	58.6	
8下~9上	8/30~9/4	6	398	34.9	24.6	16.1	24.4	27.4	56.5	11.6	4.5	10.3	89.7	
9月中旬	9/17~9/21	5	295	50.2	19.7	12.2	18.0	25.5	63.4	8.8	2.4	5.8	94.2	

また、風速比の強い地点の利用と林地利用の季節的な一致を見ようとしたが、数値の点では明らかな傾向が得られなかった。これは季節よりも当日の天候・気象が重要であることを示すものとみられ、次の調査に引きついだ。

### (2) 放牧行動の環境支配

#### ① 日周生活行動と環境

これまでの観察によると放牧牛がみせる行動量は、社会性と環境作用からくる生態的側面の相互結果とみられたが、気象的な支配がベースにあると思われた。そこで先にのべた季節的な

行動類型の量的な特徴を気温と湿度の関係において検討したのが図I-17である。調査日9時の気温・湿度を基にした温湿度指数(乾球温×0.1+湿球温×0.9)を横軸にして、行動別の頭数割合を縦軸とした。指数の上昇にともなって採食と横臥の割合が減少し、逆に佇立と尾振回数が増加する傾向が明らかになり、山地における生活行動の説明に温湿度指数が有効であることが明らかになった。



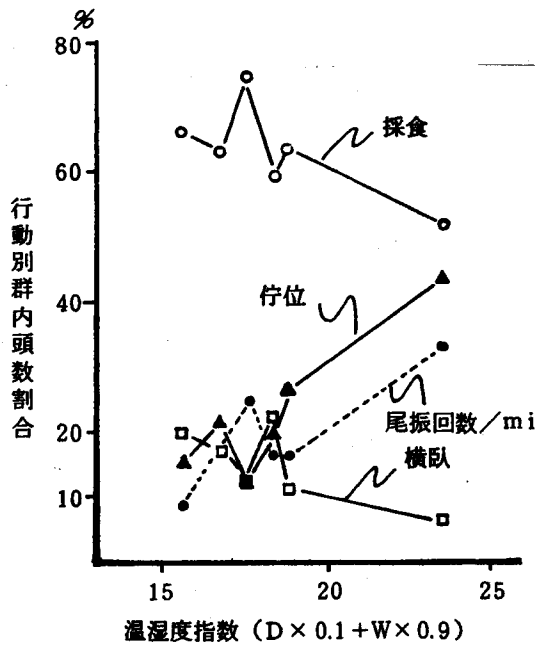


図 I - 17 温湿指数と放牧牛の行動

② 集散行動と環境

土地利用上からすると、準備した牧区は均等に偏りなく利用されることが望まれる。この点については一般に小区画の多牧区方式の方が大区画の小牧区方式にまさるとされているが、放牧地に与えられる幾つかの要因が群の集散、移

動を左右させているのであって、単に牧区の大  
小の問題ではないと思われる。

そこで、群の集散の実態を追跡して、これと  
牧区内の牧草地率の大小、庇蔭林の多少、牧区  
内標高差、気象などとの相互関連を知ろうとし  
た。

調査は4つの全牧区で入牧から退牧までの全  
期、全牛を対象にして、午前中の一定時間に牧  
区内における位置を確認する方法をとった。(調  
査方法参照) また、グループの位置からその時  
点での行動範囲、面積を推定して成牛1頭当り  
の行動面積を算定した。

結果から云えることは、ここでも群の集散を  
意味づけるベースは温湿度指数であり、地上条  
件では牧草地の割合とその配置方法及び庇蔭林  
の有無又は多少などであった。25ha程度の牧区  
における標高差 200 m 未満の牧区では標高差が  
行動に及ぼす影響は明らかではなかった。

図 I - 18は温湿度指数を横軸とし発見時の成  
牛1頭当りの行動面積を縦軸において、草地率  
の大小、林地割合の多少を組合せた牧区別の集  
散傾向を示している。

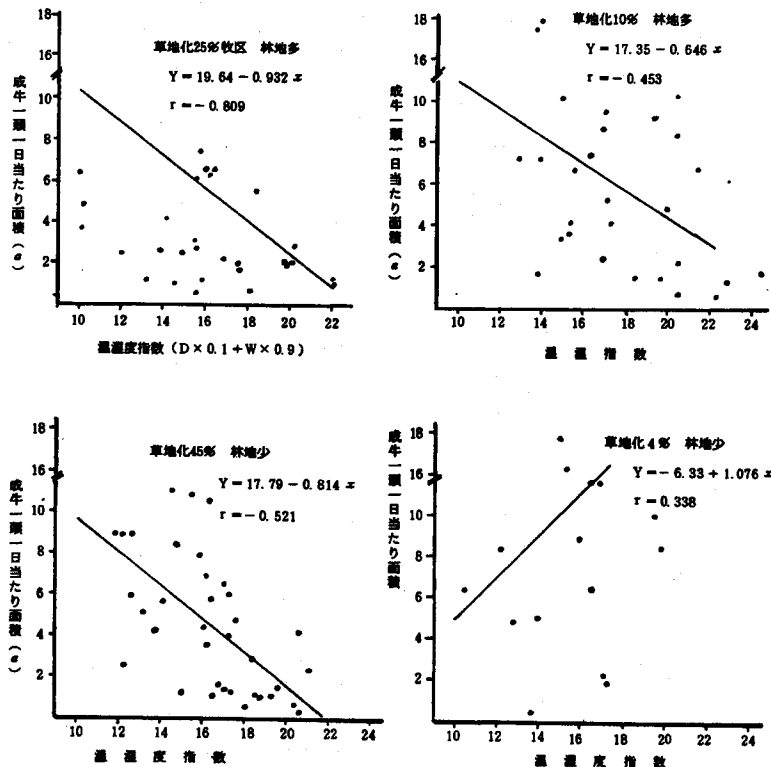


図 I - 18 温湿度指数と放牧牛の集散 (1976.6月~9月)

総体的に温湿度指数が高くなると一頭当りの行動面積が狭まってきて、それだけ牛が密集してくる。牧区別にみると、傾向としては草地率が高い牧区程牛の集合化が促されるように見える。野草地に比べて単位草量の多い牧草地でグレージング密度が高まるのは当然のことであろう。林地割合の多少による影響は、この調査方法からは明らかでなかった。しかし、庇蔭林が大きくまた、分散配置される程群の分散が促され、集団の頭数が少なくなることがしばしば観察される。

このような観察結果を加味してのべると、放牧牛の極端な密集化は気象的なマイナスから起る場合が多く、非生産的な状態にあるものとみなされ、気象的な影響を緩和する牧区整備がお

ろそかにされた放牧地程この傾向が強まる。一方、牛個体の行動がある程度分散している時は採食行動と結びついており、この意味でこのような状態は生産的であるとみなすことができる。

### ③ 牛立場の分布と環境

牛立場あるいは牛道などは放牧地がどう使われたか、また牛にとっての環境がどうであったかを示す牛群行動の軌跡とみなされる。4年目の放牧が終了した時点で53年10月下旬に第1～第3牧区で牛立場の分布調査を行った。

図 I-19は牛立場の分布状況と1975年に行った風速比分布を基にして風の強弱場所を示したものである。牛立場の判定には地表植生や堆積層の拡乱状態を観察し、裸地化の程度によって、卅、卅、+に区分した。

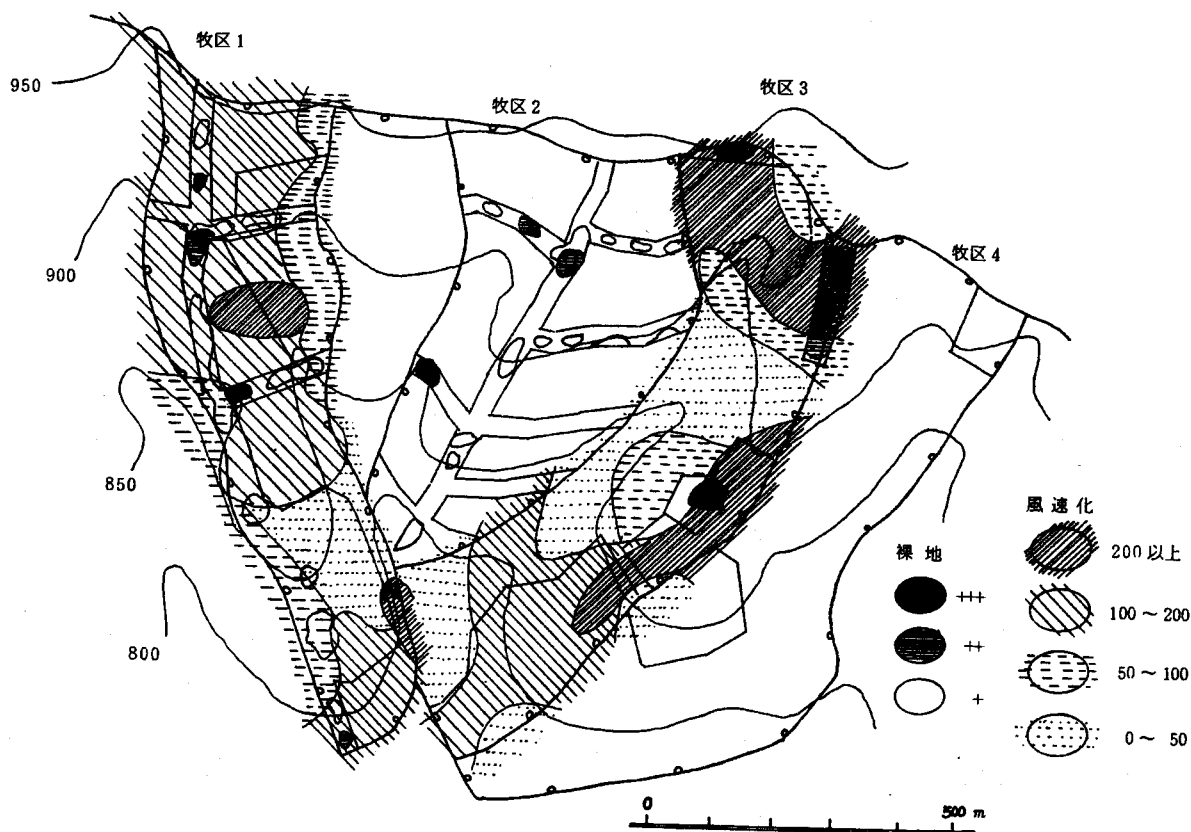
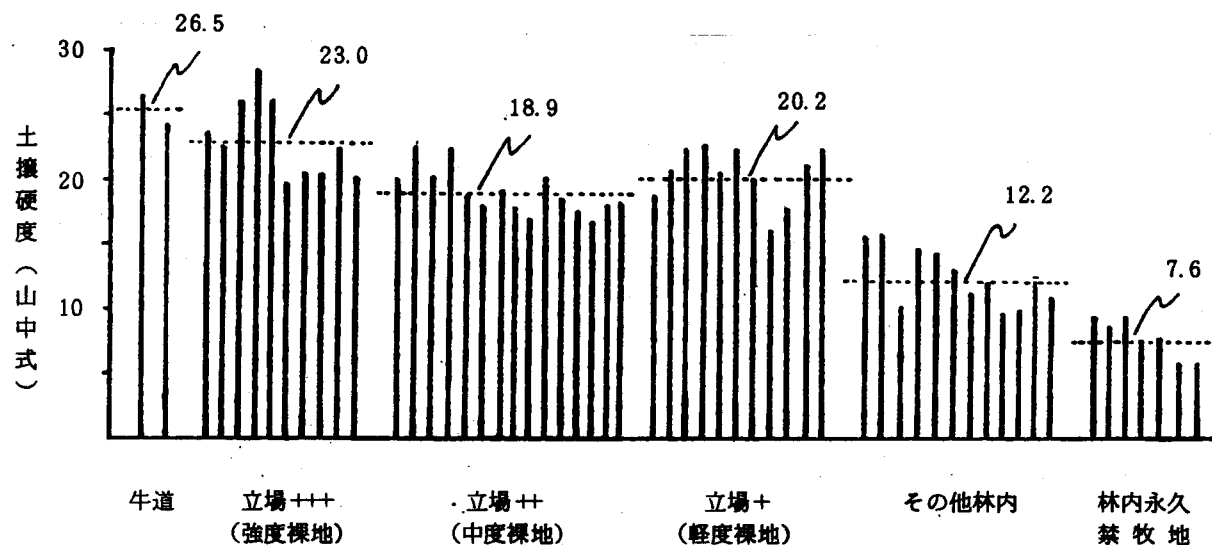


図 I-19 牛立場の分布 (1975年～1978年放牧)

結果は牛立場の発生は殆んど林地内に限られていた。帯状の庇蔭林を放区内に広く配置した第1放区と第2放区では、立場の数が多く分散しており、強く裸地化した立場は少なかった。これに比べて林地割合の少ない第3放区では、僅かな庇蔭林内(2%)のほぼ全面が強度の裸地になっていた。

図I-20は庇蔭林と水土保持林として残した林内表層土の圧結状態を、牛立場調査にあわせて調べたものである。山中式硬度計を用いたが林地内に棚を設けて永久禁牧した場所の硬度を100とすると、牛道335、強度裸地の立場303、中度249、軽度266、放牧林地161であった。



図I-20 放牧による庇蔭林帯内の表層土圧結 (1975~1978放牧)

裸地化の激しい立場は庇蔭林の少ない牧区及び風速が強く牧草地に隣接する林地内に多く観察されている。蹄圧の影響は保水性の低下のみならず、植物の根茎伸長を正常な場合の1/2にすると云われ、立場分散の必要なことがうかがえた。

### (3) 放牧地環境の調査

これまでに放牧地に設けられた草地・野草地・林地あるいは標高差のある地形などを家畜がどう利用しているかの検討を行ってきた。このような地上環境と家畜行動が結びつく要因として微気象とくに、風速あるいは地形による風の強弱分布、気温あるいは庇蔭林内のふく射熱変化などが考えられた。そこで現地において家畜行動に関係が深いとみられる風と温度に関するごく簡単な現地観測を行った。

### ① 山の地形と風速

夏季間の大きな風の動きは南西の季節風に支配されているが、局地的には山成りによって風向が変化する。又、風は一般に主沢から小沢に吹き抜け、山すそから山頂に向って吹き上げるため、V型地形で強まり、風上側の尾根で最大になり、尾根を越えた風下側ではしばしば無風地帯が生ずるとされている。

観測はI-21に示す地形を用いて、尾根の凹部風上側(A地点)、同風下側(B)、尾根の凸部風上側(C)、風上側斜面中部(D)同下部(E)で行った。ハンド風速計を地上高1.5mに設置し午前5時から午後18時まで1時間毎に測定した。実施時期は昭47年7月~9月である。実風速の最少値は0mで最大値は5.0mであった。

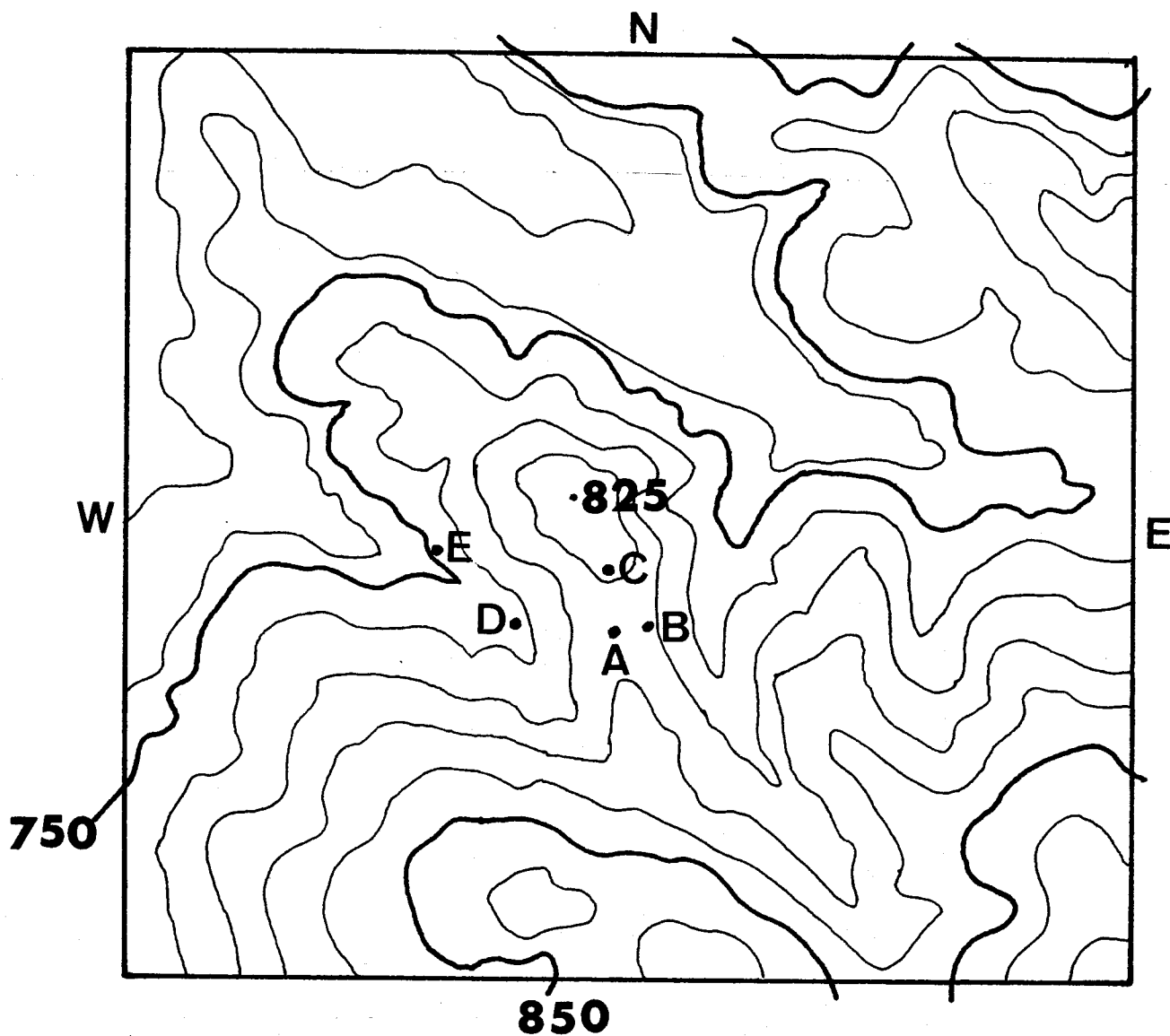


図 I - 21 山地の風速観測点

図 I - 22が観測の結果であるが、作図にあたっては5地点で同時間に得られた値の平均を求めた。これを平均風速とみなし、この値に対する各地点での強弱差を知ろうとした。

この結果風速の強まる程度は  $A > C > D > B > E$  の順となり、とくに A・C地点での平均風

速に対する相関は 0.89、0.88であった。このように地形による風速の強まりは必ずしも尾根凸部が最大でなく、風向に対して集束地形であれば尾根凹部で最大となる。この地形の例では、斜面下部 (E) の風速を 1 とすると (B) = 2、(D) = 2.5、(C) = 5.5、(A) = 6 であった。

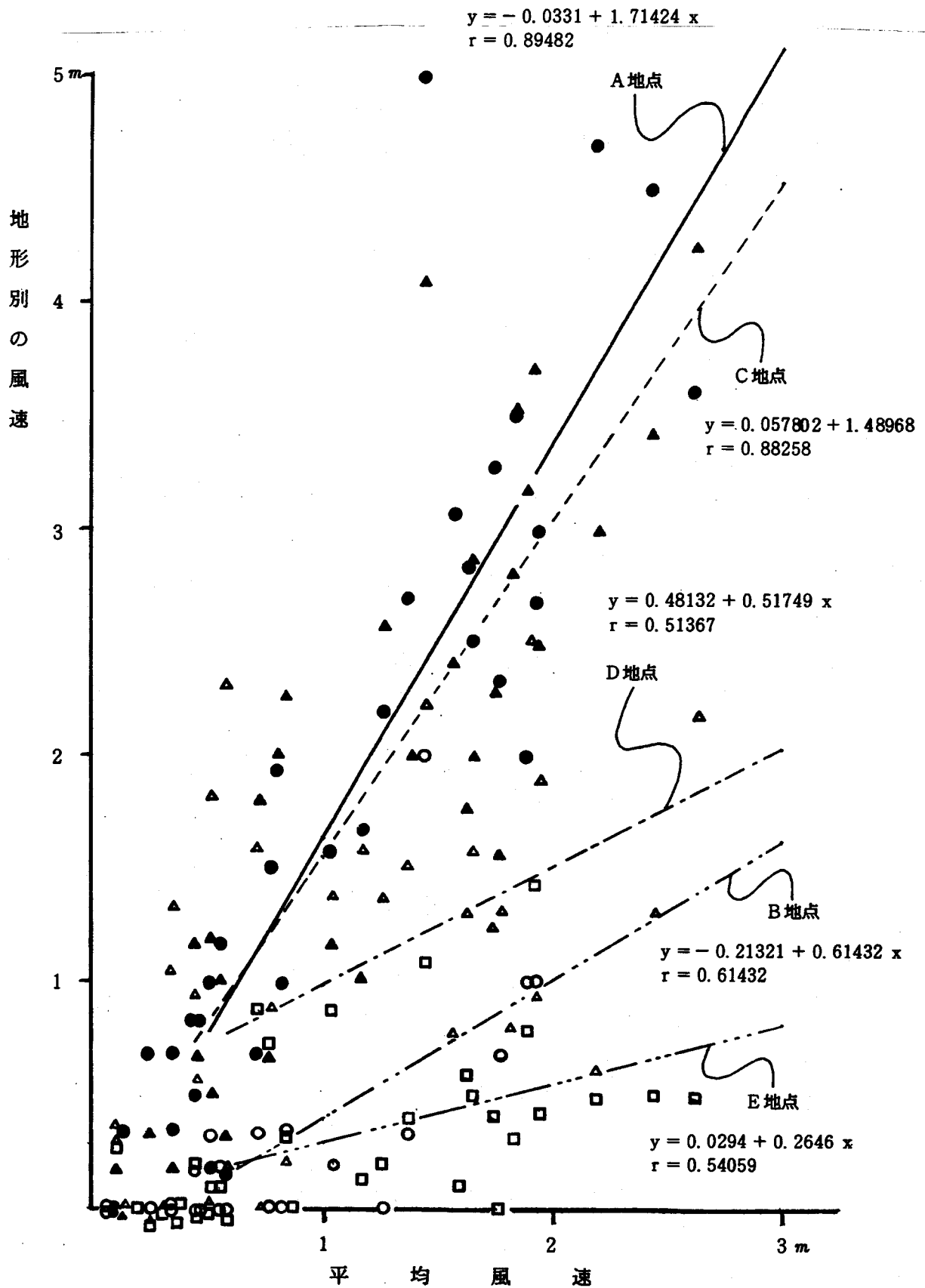


図 I - 22 山の地形と風速

② 林地の庇蔭効果

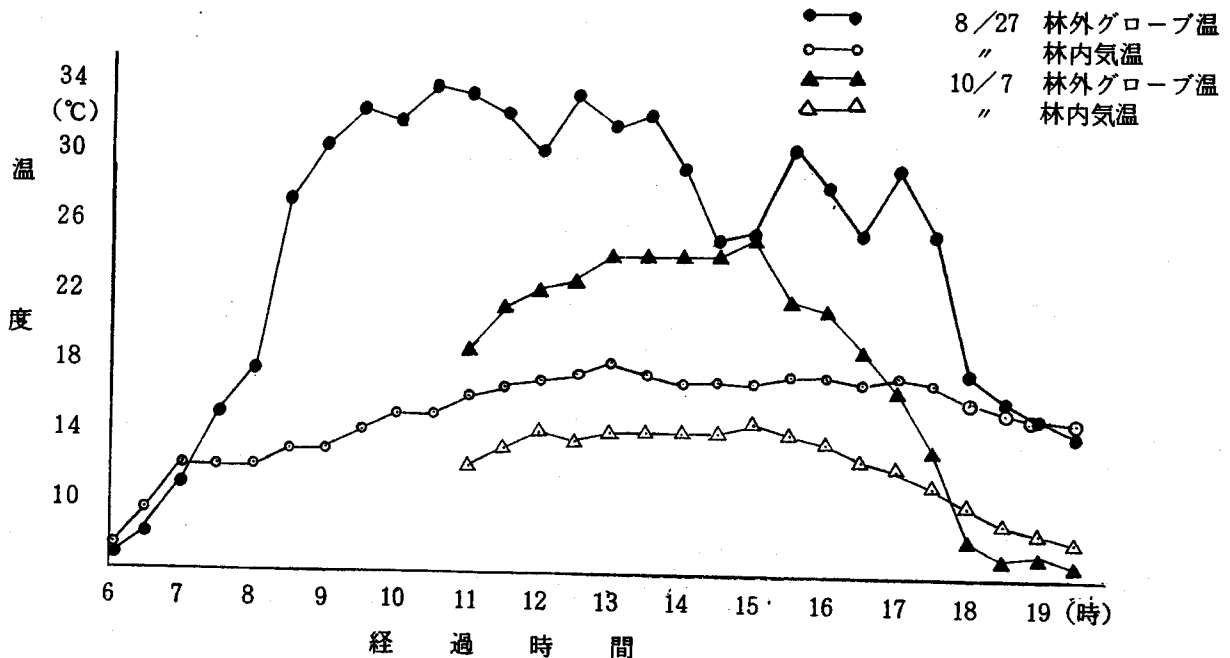
庇蔭林が持つ涼しさは直射日光のしゃへい、樹冠からの水分蒸散による気化冷却、ふく射熱の減弱などの機能によるものとみられる<sup>(51)</sup>。したがって、林地の内外におかれる家畜にとっての庇蔭効果は気温差以上の機能を含んでいる。このようなことから、複雑の庇蔭機能を生理的な体感効果として、しかも実用的簡易に測定する方法を知るため、生物学的な示度に近いとされるグローブ温度計（以下G計）を用い、幾つかの現地検討を行った。

i 庇蔭林内外のG計温差

始めにG計の現地適応のメドを得るため、

1976年8月と10月に荘令林において巾40mの林帯内外で温差測定を行った。南北方向の林帯の中央部にG計と気温、西側の林縁から10mの内測にG計を設置した。測定はサーミスタセンサーをG計内と百葉箱に装着し自記記録計に接続して行った。

図I-23は6時～19時までの林内気温と林外G計温の経過を単純に図化したものである。これによって当日の気温が高い程、G計温が高まり、温差が開いてくることがわかるが、気温の低下と共に差が縮まり、日没後は林外G計温の方が逆転して低下する傾向がみられた。



図I-23 庇蔭林内外の気温とグローブ球温度 (1976年)

また、林内外のG計温差については10月7日(晴天)の日中の測定値から、 $y = -19.62 + 1.94x$  ( $x = \text{気温}$ )  $r = 0.773$ が得られ、この時期の晴天日で気温が $10^{\circ}\text{C}$ を越えてくると林地の庇蔭効果がでてくるものとみられた。

ii 庇蔭林内の位置によるG計温差

庇蔭林をある幅の林帯として残した場合、側方からの日光とふく射熱の流入が実際にみられる。庇蔭林としての適正な林帯幅員を検討するため、南北方向40m林帯の中央部に気温とG計

温を、東西の林縁から10m内に入った位置にそれぞれG計温を設けて測定した。図I-24は日中気温が $10^{\circ}\text{C}$ 及び $20^{\circ}\text{C}$ の季節に分けて調査したものである。西側林縁から10m内に設けたG計温から、林縁20mの中央部に設けたG計温を差引いた温度の傾向をみたものである。いづれも、林縁に近い方が中央部よりG球温が高いことを示している。温差は低気温日に大きくなり高気温になると差が少なかったが、林帯幅が40m程度になれば、中央部の涼しさが増すことは確認された。

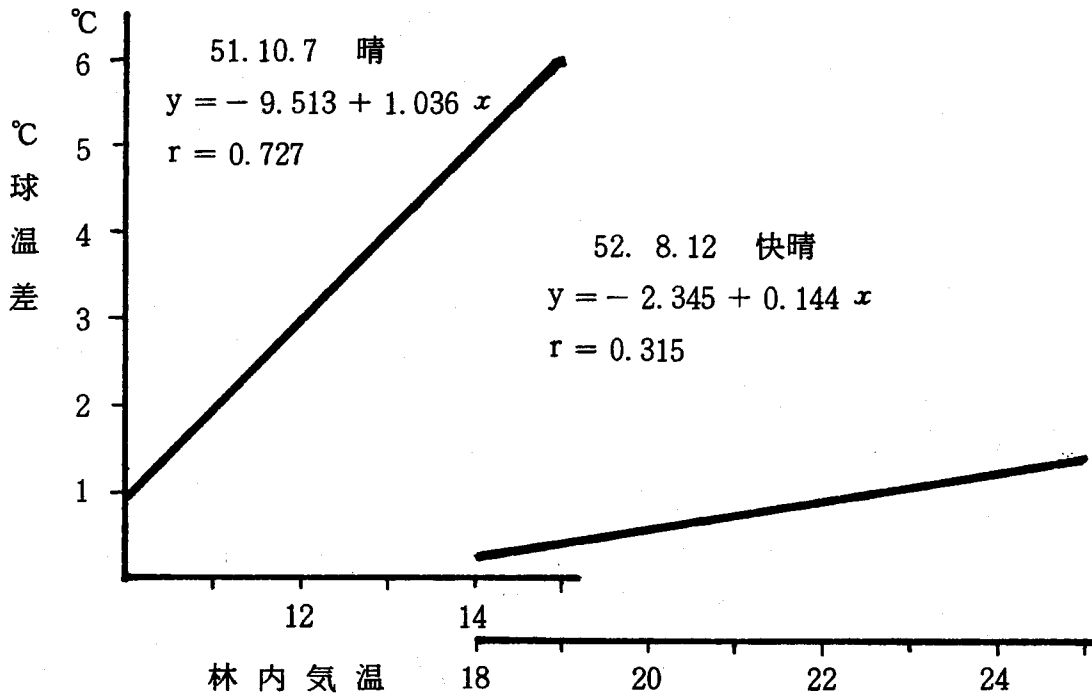


図 I - 24 庇蔭林内位置によるG球温 (日中のみ) の違い  
 温差 = 林縁近くのG球温 - 林中央部のG球温

これ以上の高気温時の測定機会をつかめなかったこととこれ以上の幅員の林帯がないため、気温水準と幅員差の検討は不十分であった。

また林縁のG計温は午前中に東側が、午後には西側の方が高目であった。

iii 庇蔭林の林令と天候によるG計温差

林地のもつ庇蔭効果は、さらに林令の違い、クローネの大きさや深さ及び高さ、晴天日とく

もり日及び平均気温の高低などの組合せによって異なることが実際の場合で経験されている。

図 I - 25では天候をはれとくもり日に区別し、さらに気温が10°C~20°Cの季節と20°C~30°Cの2シーズンを立てて気温とG計温の関係を整理したものである。林令は12年生の広葉樹林と40~50年以上の壮令林の2タイプを選んで総合的な指針を得ようとした。

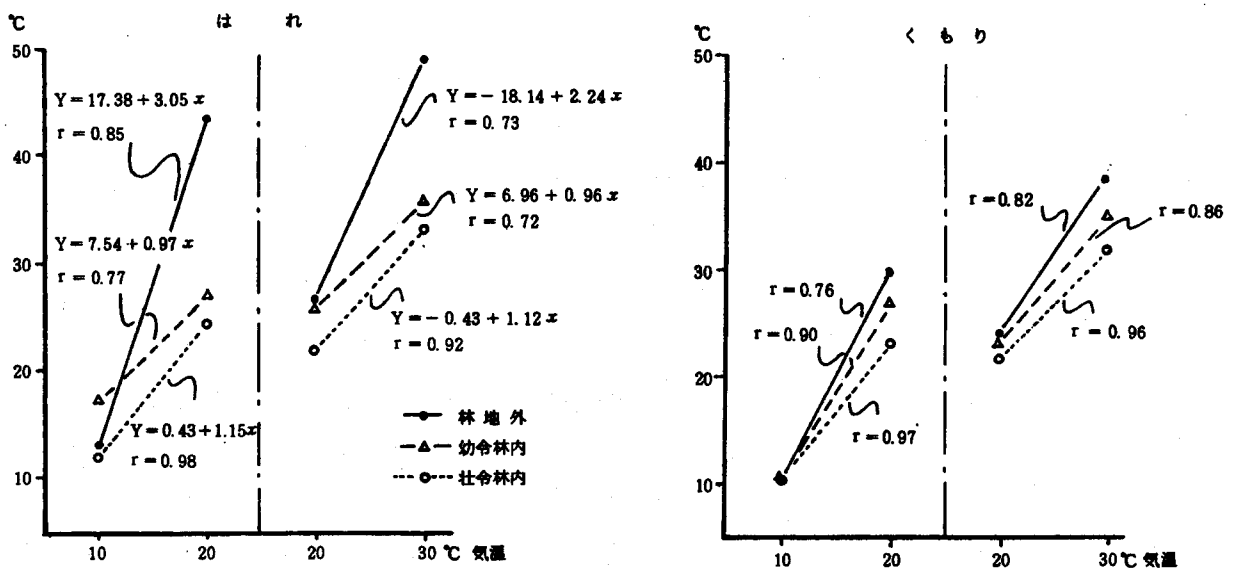


図 I - 25 天候と季節差による庇蔭効果

ここでも、G計温の変化は日周の気温との関係で対比させた。G計温は天候の晴曇、林令の壮・幼、林地の内・外を問わず総じて気温の上昇と共に高い相関で上昇している。

林地外G計温の上昇度合は、はれの日に大きくなるが、くもり日には微微たるものである。林地内のG計温は、実ははれ、くもりの天候に拘らず同じ気温であれば殆んど変りないことがわかった。高温日であればその日の平均気温の差がプラスされて高くなった。

林令によるG計温差は僅かながら壮令林の方が低目にとらえられた。庇蔭効果は幼令林にまさるものと思われる。ただし、はれの日は低温時（早朝）から林令差があるのに対して、くもりの日は低温時には差がなく高温時（日中）になって林令による差がでてくる違いがある。

以上のことを概括すると、庇蔭効果について次のようにまとめることができる。

A 同一気温日の } 直接日光の受熱  
林地内外の差 } (はれ、くもり) 差 + 林令差

B 同一天候の林、当日の平  
地内での差 } 均気温差 + 林令の差

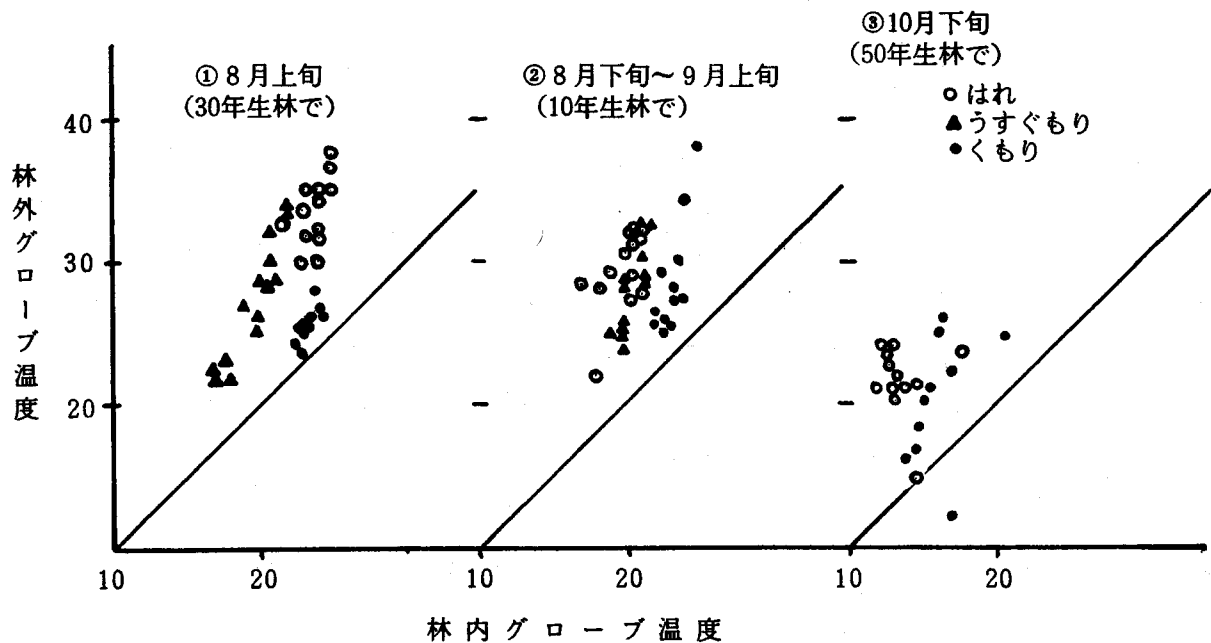
すなわち、同程度の気温であれば庇蔭林内のG計温差は、その日の雲量からくる直射日光の受熱差が基本となり、これに幾分林令の差が加わる。また同じような天候であれば当日の平均気温の違いが基本になり、林令差がこれに加わる。

### ③ 林地の保温効果

一般の放牧期間であれば林地に保温効果を期待する必要は少ないと思われる。しかし、林地そのものは構造次第によって防風効果が異なり、雨天強風日には体感温度に差が生ずると考えられる。

#### i 日中における保温効果

図I-26は横軸に林内G計温を、縦軸に林外G計温をとり保温効果をみようとした。8月～10月にかけて、10年生林、30年生林、50年生林について検討した。



図I-26 日中における保温効果

概括的にみると、各シーズン、各林令とも日中であれば林外G計温の方が高く林内の保温効果は期待できない。ただし、くもり日には温度

差零の線に近づき、10月下旬の50年生林では、一部林内の方が高くなる事例もみられた。



(4) 林地の生理学的庇蔭効果

放牧牛がいかなる気象条件のとき庇蔭林を利用するか、またその林地の構造と機能の関係はどうかなどについて若干の知見を得てきた。気温、湿度、風速、ふく射熱などのコントロールによる安静牛の生理的対応については調温試験室<sup>(21 22 23)</sup>での実験、放牧牛では心拍数と発生熱量<sup>(24 25)</sup>の関係についての報告がある。生理学的な生体の防衛機能、エネルギー消費量に関する基礎的な数値が明らかにされてきている。

そこで、フィールドを使って、暑熱下での放牧牛の生理反応を測定し、庇蔭林の持つ実用的な効果を知ろうとした。

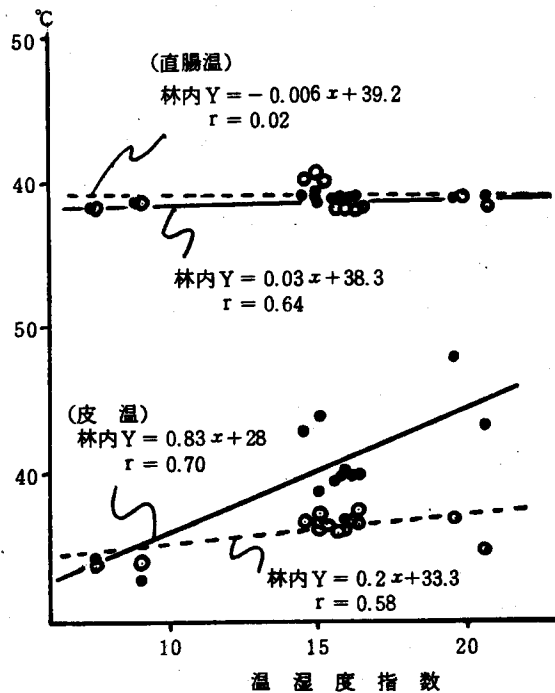


図 I - 28 庇蔭林の有無と牛体生理反応(1)

温湿度指数の上昇にともなって直腸温、皮温、及び呼吸数と心拍数(各毎分当り)はいずれも増加した。またその度合は林外の方が大きい。とくに林外牛の呼吸数増加が顕著で温湿度指数との間に0.77の相関が得られた。皮温の上昇もみられるが、直腸温、心拍数の増加は僅かであ

調査方法の要点：実施時期は昭和51年と52年の7月～9月である。第1牧区の尾根に東西方向に配された林帯内と林外に1頭づつ日本短角種牛牝2才を静止繫留した。直腸温、十字部皮温、呼吸数、心拍数を検測した。調査牛の個体差を消すため、日によって林内林外繫留を交替させた。

図 I - 28と29は、はれ又はうすくもり日の調査時点別温湿度指数(乾球温×0.1+湿球温0.9)と生理反応の変化を対比させたものである。くもり日には、庇蔭林の影響が全くみられなかったため集計から除いている。

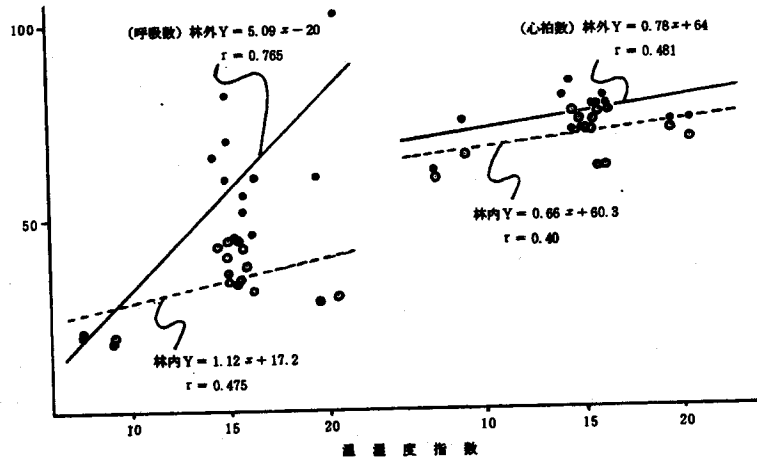


図 I - 29 庇蔭林の有無と牛体生理反応(2)

った。しかしこの調査で得られる林内外の心拍数値に加藤らが報告している心拍数と発生熱量との間の回帰式 $Y = 0.042 \times 1.766 (X = 1 \text{ 分間当りの心拍数})$ を当てはめると、林地内静止状態で20%前後のエネルギー消費がセーブされるものとみられた。

供試牛

年度	牛 No	品 種	性別	生年月日	入牧時 体 重	栄養度 指 数
1976	56	日本短角種	♀	1975.3.21	326	275
	67	"	"	1975.4.5	316	275
1977	182	"	"	1976.3.20	330	277
	247	"	"	1976.2.26	400	336

なお体重の大きい牛或は哺乳中の母牛についての現地調査は今後に残された。

(5) まとめ

高地における複雑地形の放牧地環境が、家畜の放牧生態をどのように左右し、家畜の生産にどのような影響を及ぼしているかについて、牛群行動、牧野林の庇蔭と保温効果、庇蔭林の有無と牛体の生理反応などの調査から明らかにしようとした。

調査には野草植生の利用技術の検討を行った四牧区と日本短角種の1まき牛群を当てた。研究の進め方は始めに牛群の集団的な行動の季節性と放牧地環境の行動支配について検討した。次いで風・温度を中心とする環境の測定と放牧牛の生理的変化について現地測定を行った。

1. 放牧地における生活行動の実態

① 牛立場分布。林地配置や牧草地造成比率が異なった約25haの4年間放牧に供試した結果、牛立場の発生場所は殆んど林地内に限られた。庇蔭林を牧区内に広く分散されることによって立場も分散され強度の裸地化が防止された。裸地状態の立場は、庇蔭林の少ない牧区及び風速が強く牧草地に近い林内に多くみられた。

② 放牧牛の群行動解析。上記の4牧区で、1まき牛群単位の群行動型とその要因解析をテーマにした調査を行った。放牧牛の主要な生活行動はその日の温湿度指数に関連しており、指数の上昇と共に採食と横臥する頭数割合が減少し、佇立牛や尾を振って吸血昆虫を追う割合が増加した。放牧生活に適する温湿度指数は17前後とみられる。一日の採食パターンから5回の採食行動が観察されるが、日没前後と日の出前後が

主体であった。6月と8月の比較では夏季の採食行動の低下が明らかに認められた。6月～9月下旬に亘って牛群の集散度を観察した結果、毎日の最高気温時の温湿度指数が低い程広く散開し、指数が高まると集合することが知れた。また、牧区内の草地率が高まると集合性が増し庇蔭林が多くなると分散性が増す傾向がみられた。また、気温や吸血昆虫発生パターンに対応して強風速比地帯と牧野林を重複させて利用することが明らかになった。

2. 放牧環境の調査

① 牧野林の庇蔭と保温効果。林令・庇蔭林の構造・季節・天候を組合せて、庇蔭と保温の期待度の検討を行った。庇蔭林(40m)の中央で気温、林外でグローブ温を測定した結果、8月下旬でも晴天日中のふく射熱(温差)14～18°に達することが知れた。また、林縁から10mの林内グローブ温は中央部に比べて常に高く、狭い林帯では庇蔭効果が減殺されることが知れた。8月～10月の日中の林内グローブ温度は、林外に比べて常に低く、天候のいかんにかかわらず、庇蔭効果が認められた。当日の天候別では、晴天日>うすくもり>くもり日の順に庇蔭効果がある。5月～10月にいたる夜間の林内外のグローブ温差からみた林内の保温効果は、気温の低い5月6月及び10月に入って僅かに認められる。しかし、その差は小さく、雨天、強風日以外は保温効果は期待できない。

庇蔭効果を左右する要因として三点が認められる。第一に当日の天候、次いで季節による温度差、第三は林令の大小である。晴天ー真夏日ー壮令林で効果は最大であり、曇天ー冷涼ー幼令林で効果は全くなかった。気温とグローブ球温の間には、天候や林令のいかんにかかわらず、高い相関があり、庇蔭効果測定にグローブ球が有効であることが立証された。

② 放牧による庇蔭林内土壌は一般に膨軟であるが、家畜のふみつけによって硬度が増してく

る。林内の裸地状態牛立場の硬度は、牛道に近い硬さであり、裸地のない一般林内はその1/2、禁牧林地は約1/3の軟さであった。

### 3. 林地の生理的庇蔭効果

庇蔭林の有無と牛体の生理反応。日本短角牛2才を壮令杯内外に静止繋留して生理反応に及ぼす庇蔭林効果を測定した。温湿度指数の上昇に伴って、直腸温、皮温、呼吸数、心拍数はいずれも増加するが、その度合は、林外の方が大きい。とくに林外牛の呼吸数増加が大きく、温湿度指数との間に0.77の相関が得られた。皮温上昇もみられるが、直腸温、心拍数の違いから林内では15~20%のエネルギー損耗がセーブされるものと思われた。

### 3) 野草のミネラル含量と放牧牛の血清ミネラル

旧来、自然放牧地として利用されてきた牧野が、人工草地に造りかえられるに及んで、野草地では発症がなかった放牧牛の低マグネシウム<sup>(28,33)</sup>の血症発症の報告が村上等からなされた。

このため、一般の野草(草本類)と樹葉類(高木・低木)及び牧草のミネラル含量の季別の変動を把握してグラステタニー発生予防と野草利用の関連を知ろうとした。また、グラステ

タニーの予防上からは早春の対応が重視されるので、この季節に期待できる主要な野草類について生育過程の調査を行った。

### (1) 野草のミネラル含量

調査方法の要約：サンプリングは実験牧区を含む小石川地区全域で行った。時期は1976~1977年の2ヶ年5月下旬、8月上旬、9月下旬の3季とした。家畜に採食されている植物のうちの主要な草本類51種、木本類34種及びオーチャードグラスを調査した。

### ① 野草ミネラル含量の草種間差異

表I-23と24は1976・1977年の調査結果を科別の年平均として整理した野草のミネラル含量である。野草のミネラルは一般にN、P、K含量はイネ科牧草に比較して低かったが、Ca、Mg、含量は著しく高く、野村らの報告<sup>(29,30)</sup>と一致した。Mg含量に注目すると、キク科、バラ科(草本、木本共に)が高く、イネ科、カヤツリグサ科ではイネ科牧草よりも低かった。野草のK/Ca+Mg当量比はグラステタニー発症の危険水準とされる<sup>(27,31)</sup>2.2以下であって、同地区内のオーチャードグラスの3.68より安定的にミネラル組成が良好であった。

表I-23 野草ミネラル含量の年平均(DM)

		1976年								
	科名	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Cu ppm	K		
								Ca + Mg	Ca / P	
草 本 類	キク	3.56	0.26	3.47	1.45	0.48	18.34	0.74	8.36	
	バラ	2.86	0.22	1.96	1.38	0.41	10.92	0.57	9.57	
	イネ	2.62	0.14	1.81	0.21	0.14	7.86	2.08	2.52	
	カヤツリグサ	2.00	0.10	1.98	0.35	0.16	8.76	1.70	3.53	
	その他	2.77	0.17	2.41	1.18	0.34	15.64	0.81	8.03	
木 本 類	バラ	2.92	0.23	1.68	1.34	0.41	11.87	0.49	9.11	
	カエデ	2.91	0.28	1.54	1.10	0.37	11.86	0.52	6.13	
	モクセイ	2.20	0.19	1.46	1.26	0.37	15.52	0.48	8.99	
	ニシキギ	2.96	0.23	1.85	1.64	0.37	8.51	0.46	9.79	
	その他	2.83	0.25	1.79	1.40	0.34	13.33	0.71	10.81	

表I-24 野草のミネラル含有 (年平均)

1977年

科名	乾物%					ミネラルバランス		サンプル数	
	N	P	K	Ca	Mg	K/Ca+Mg	Ca/P		
草本類	キク	2.94	0.26	3.13	1.18	0.44	0.84	4.54	36
	バラ	2.04	0.21	1.74	1.33	0.39	0.45	6.33	20
	ユリ	2.49	0.21	3.38	1.22	0.36	0.95	5.81	12
	イネ	1.44	0.13	1.65	0.35	0.16	1.37	2.69	18
	カヤツリグサ	1.84	0.12	2.16	0.45	0.17	1.80	3.75	7
	その他	1.53	0.21	2.62	1.44	0.39	0.64	6.86	26
木本類	バラ	2.27	0.24	1.45	1.46	0.41	0.35	6.08	12
	カエデ	2.20	0.20	1.21	1.09	0.38	0.36	5.45	8
	モクセイ	2.49	0.21	2.14	1.18	0.30	0.65	5.62	7
	その他	2.50	0.24	1.85	1.57	0.34	0.44	6.54	42
オーチャードグラス	3.30	0.34	4.64	0.28	0.22	3.68	0.82	16	

② 野草ミネラルの季節変動

表I-25と26は春、夏、秋の季節変動をみたものである。野草のN、P、K含量は春期においてはオーチャードグラスと同程度であるが、夏、秋期には著しく低下した。Ca、Mg含量はオーチャードグラスにも比べて全期間まさるが、夏と秋へと高まってくる。

K/Ca+Mg当量比はオーチャードが放牧期間中に3.5~3.8であったのに対して、野草は

春期が1.5以下で、夏、秋期にはさらに低下した。これをさらに草本類、木本類別にみると、1976・1977年ともに木本類の方が低く、樹葉類のミネラル供給価値が認識された。飼料草のCa/P比は2~1が望ましいとされており、田中らは5で兎に尙瘠病を発生させている。野草は夏と秋期に著しく高い値を示し、野草単独草地の欠陥を示していた。

表I-25 野草ミネラル含有の時期変動

1976年

含有率及びバランス	草本類			木本類		
	春	夏	秋	春	夏	秋
N %	4.31±0.89	2.40±0.88	2.21±0.73	4.11±0.83	2.20±0.36	1.99±0.53
P "	0.37±0.09	1.15±0.06	0.13±0.05	0.45±0.13	0.14±0.03	0.12±0.03
K "	3.80±1.01	2.28±1.20	1.83±0.92	2.42±0.55	1.44±0.38	1.22±0.31
Ca "	0.82±0.32	1.19±0.56	1.42±0.93	0.93±0.44	1.52±0.60	1.63±0.56
Mg "	0.28±0.07	0.39±0.17	0.34±0.18	0.29±0.07	0.43±0.11	0.36±0.08
Cu ppm	18.54±7.50	10.25±5.20	9.14±6.63	19.86±7.84	8.84±3.41	7.40±1.74
K/Ca+Mg	1.67±0.69	0.80±0.59	0.67±0.46	0.98±0.54	0.41±0.31	0.30±0.10
Ca/P	2.26±0.89	8.32±4.13	10.95±6.32	2.41±1.51	11.56±5.47	14.70±6.94

ii 夜間の保温効果

図I-27は日没から日の出までの夜間に30年生林と50年生林で測定したものである。これも林内に対する林外設置のG計温変化をみたものであるが雨天日は除いた。これによると林外G計温が10°C以下になる10月中旬以降から、林内の方が温度差零線の下側に移って、いわゆる保温効果がでてくる。林外が0°C前後の時、林内は1~3°C高目の傾向であった。ただし、10月下旬を過ぎると、落葉が完了するので、このような差は消失してくるものと思われる。

図I-27 夜間における庇蔭林の保温効果

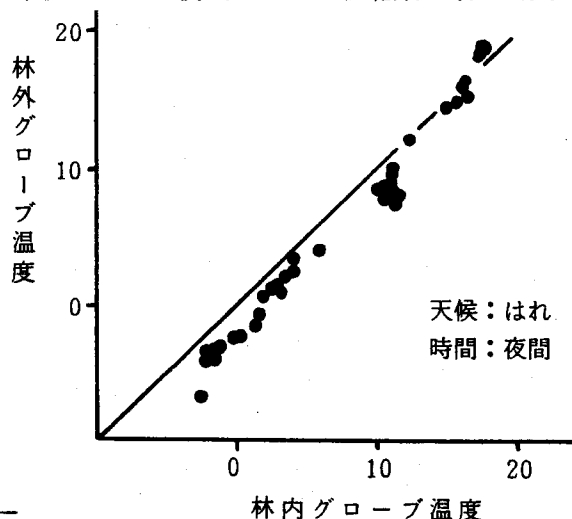


表 I - 26 野草の季節別ミネラル含量

		オーチャードグラス			草 本 類			木 本 類		
		春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
乾 物 %	N	4.29±0.79	3.11±0.55		4.23±1.00	1.33±0.50	1.25±0.62	4.68±1.11	1.58±0.52	1.11±0.40
	P	0.35±0.02	0.36±0.03	0.32±0.04	0.37±0.13	0.14±0.04	0.13±0.05	0.44±0.15	0.14±0.04	0.12±0.02
	K	4.14±0.49	5.11±0.28	4.67±0.16	3.55±1.25	2.38±0.86	2.09±1.08	2.14±1.06	1.68±0.58	1.40±0.45
	Ca	0.28±0.03	0.28±0.03	0.29±0.01	0.78±0.36	1.23±0.59	1.55±0.82	0.94±0.52	1.56±0.77	1.87±0.75
	Mg	0.20±0.02	0.25±0.03	0.22±0.01	0.31±0.10	0.36±0.16	0.40±0.23	0.31±0.08	0.40±0.11	0.35±0.10
K+Ca+Mg		3.55±0.60	3.81±0.47	3.69±0.21	1.46±0.84	0.78±0.55	0.64±0.41	0.83±0.47	0.41±0.13	0.30±0.11
Ca/P		0.77±0.15	0.77±0.11	0.93±0.14	2.32±1.35	9.51±0.511	12.41±8.40	2.58±1.93	11.49±5.71	16.37±7.06
乾 物 P M	Cu	7.61±0.60	5.76±0.60	4.43±0.56	17.64±6.70	6.24±3.12	5.18±2.55	20.74±7.83	5.69±2.04	4.87±1.62
	Fe	85.8±12.7	88.0±17.3	94.5±10.5	303.0±193.0	207.4±140.4	313.9±211.2	161.6±54.7	140.0±62.5	110.7±45.1
	Mn	67.8±12.5	75.3±15.4	21.28± 3.2	130.4± 87.8	64.6±29.6	124.2±68.3	153.2±85.3	116.8±58.4	150.0±90.1
	Zn	19.2±1.0	27.3±2.2	55.0 ±10.3	46.9± 15.1	31.4±13.7	33.4±14.3	67.9±48.3	41.0±37.2	32.5±27.9

微量要素の Cu 含量は春期が最も高く、夏～秋期にかけて低下するが、イネ科牧草よりは高かった。Fe、Mn 含量は春<夏<秋期の傾向がみられるが Zn 含量には一定の傾向がなかった。Mg 含量の高い野草を拾い上げると次のようであった。

春期：サクラ (0.41%)、キジムシロ (0.39%)  
シナノキ (0.38%)、ヒヨドリバナ・アズキナシ (0.37%)

夏期：ヒヨドリバナ、クマイチゴ、オトコエシ (0.72%)、イボタ、タラノキ (0.6%)  
タンポポ、シシウド (0.58%)

秋期：クマイチゴ (0.55%)、ナンブアザミ (0.5%)、ミヤマザクラ、イボタノキ (0.48%)

(2) 放牧牛の血清ミネラル

調査方法の要約：1976・1977年の2回、日本短角種の3～4産した子付の母牛8頭と6頭を供試した。輪換利用された放牧地は実験牧区のNo 1～No 4であり、ha当りの可食BM量の割合は、総体的に牧草8に対し野草2である。なお、牧

草地は林地の伐跡地、萌芽6～7年型、ササ型、林内雑草型からなっている。

表 I - 27と28は野草地と牧草地が同一牧区に組合された放牧地で一夏を過ごした牛の血清ミネラル変動を示している。1976年には入牧後1ヶ月以内の短時間の調査であったが、Mgの変動に注目した。その結果入牧時に2.0 mg/dlのものが10日目から高まる傾向がみられた。52年には入牧1ヶ月間は7日ごとに、夏は1ヶ月ごと、秋期に再び7日ごとに全期間の調査を行った。その結果組合せ牧区における放牧牛の血清ミネラル値はほぼ正常内を推移することが確認された。入牧前に比べると一般にMg、Ca、Cu値は高く、K値は秋期に高まり、P値は放牧後に急激に低下し、その後、除々に上昇するが、入牧前の値には回復しなかった。

なおMg値は入牧7日目の調査で一時的な低下があったが、危険な水準とみられず、2週目には回復している。

表 I - 27 野草+牧草地放牧牛の血清ミネラルの変動 (8頭)

1976年

採血月日	Mg Mg/dl	Ca Mg/dl	K MEq/l	Na MEq/l	P Mg/dl	Cu μg/dl	Ca/Mg
入牧 5. 28	1.99±0.57	8.63±0.73	6.23±1.24	138.1±11.3	7.01±2.79	73.75±15.74	4.88±2.22
6. 7	2.20±0.47	9.09±1.26	8.25±0.87	136.8±2.69	5.16±0.75	83.88±22.25	4.37±1.31
6. 16	2.50±0.29	9.50±0.48	7.91±1.46	138.7±4.29	6.91±1.90	84.13±16.55	3.85±0.55

表 I - 28 野草+牧草地放牧牛の血清ミネラルの変動 (6頭)

1977年

ミネラル値	入牧時 5. 27	6. 3	6. 10	6. 20	7. 12	8. 18	9. 12	9. 19	9. 26
Mg mg/dl	2. 12	1. 92	2. 28	2. 35	2. 40	2. 68	2. 61	2. 72	2. 41
Ca mg/dl	9. 22	9. 87	9. 33	9. 72	9. 72	9. 30	9. 92	9. 80	9. 92
K mEq/l	4. 56	4. 80	4. 50	5. 42	4. 79	4. 83	4. 79	6. 24	6. 06
Na mEq/l	137	133	133	132	130	133	137	135	133
P mg/dl	7. 10	4. 24	4. 83	5. 06	5. 70	6. 09	6. 23	4. 39	6. 26
Cu mg/dl	53. 2	88. 0	91. 2	90. 3	74. 7	78. 7	95. 0	55. 3	57. 8
供試牛頭数	6	6	6	6	6	5	5	5	5

表I-29は1975年に外山分場内の人工草地のみの牧区で供試された日本短角牛の血清Mgの変動を示している。これによると、放牧開始と共に血清Mgは一樣に低下したが、無処置の対照区の低下が大きく、また25%MgSOの注射区や、テソロ石灰施用区に比べても、飼料にMg

区や、テソロ石灰施用区に比べても、飼料にMgSOを交ぜて与えた区の低下が少なくMgの経口投与の有効性が認められた。しかし、前述の野草組合せ区の安定した血清Mgレベルに比べて低く、Mgの種類、与え方、量、時期についての改善が今後に残された。

表 I - 29 牧草地のみの血清ミネラル値 (外山分場1973~1975年) 血清Mgの変動(Mg/dl)

処理区分	n		4. 24	入牧 5. 13	5. 19	5. 23	5. 28	6. 2	6. 6	6. 12
Mg 無 施 用 区	Mg添加飼 料給与区※	$\bar{x}$	1. 62	1. 67	1. 43	1. 52	1. 84	1. 82	1. 82	2. 01
		SD	0. 13	0. 16	0. 26	0. 28	0. 14	0. 20	0. 23	0. 19
	Mg剤注射区 ※※	$\bar{x}$	1. 62	1. 66	1. 27	1. 36	1. 86	1. 68	1. 69	2. 02
対 照 区	8	SD	0. 12	0. 24	0. 36	0. 36	0. 36	0. 31	0. 34	0. 29
		$\bar{x}$	1. 65	1. 73	1. 18	1. 44	1. 82	1. 84	1. 76	1. 99
Mg施用区 ※※※	8	SD	0. 30	0. 32	0. 34	0. 35	0. 47	0. 36	0. 36	0. 37
		$\bar{x}$	1. 56	1. 59	1. 21	1. 18	1. 41	1. 47	1. 49	1. 78
		SD	0. 29	0. 23	0. 46	0. 34	0. 37	0. 41	0. 29	0. 25

※ MgSO<sub>4</sub> 濃厚飼料中に4%添加、日量Mg6g連日給与

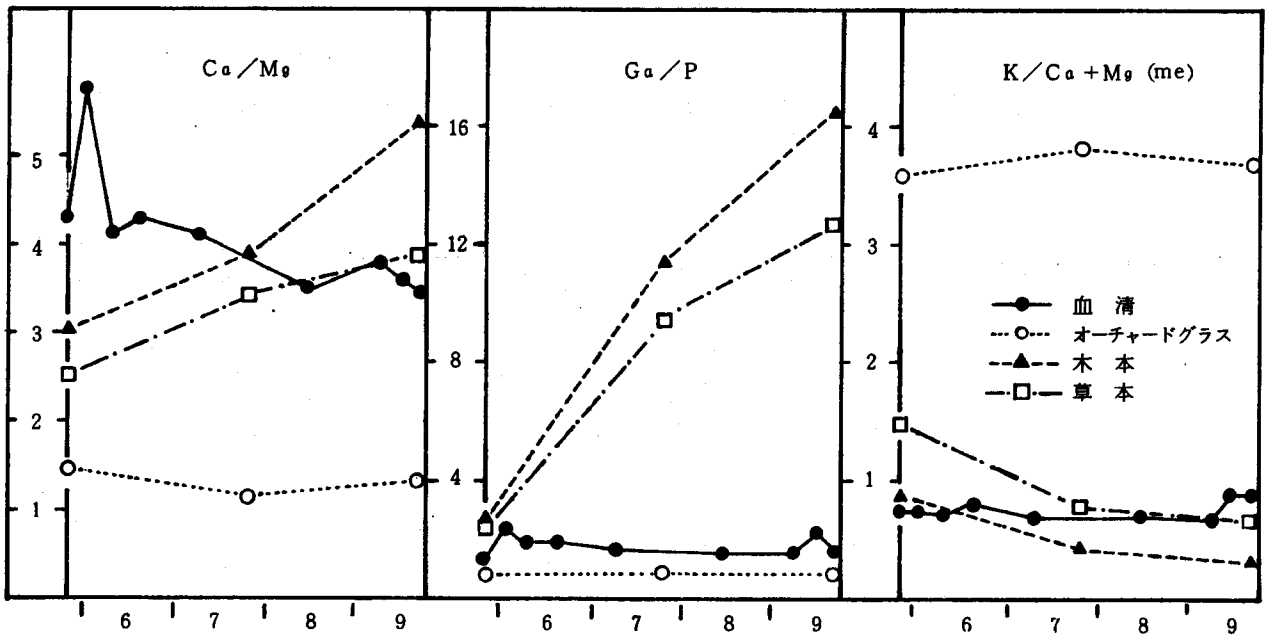
※※ 25%MgSO<sub>4</sub> 5日間隔皮下注

※※※ テソロ石灰 500Kg/ha

図I-30は野草・牧草組合せ牧区に放牧された牛の血清ミネラルバランスの推移と草本野草、木本野草及び不耕起草地のオーチャードグラスの季節ミネラルバランスと比較している。血清のCa/Mgは一般に5~6がのぞましいとされ

ているが、この調査では7月以降は終牧までゆるやかに下降しており、牧草地のみパターンとは異っていた。これは、秋に向ってMg含量が高まる野草類を混食した影響と考えられる。

図 I - 30 野草組合せ牧区の放牧牛血清・飼料草のミネラルバランス



Ca/P 比は概ね 1.5 の正常範囲で維持されており、野草類の高い値も牧草との混食によって特に悪影響を及ぼさなかったと考えられる。K/Ca + Mg 当量比は終牧期に若干高まりがみられるが、概ね 1.0 以下で推移しており、牧草地のみのパターンに比べるとほぼ正常な状態であった。オーチャードグラスの高い 3~4 の値は混食される草本・木本野草によって牛の Mg バランスを改善しているものとみられる。

(3) 放牧牛の糞中ミネラル

調査方法の要約：牧草地のみの牛群、牧草と野草の組合せ牛群、それに野草のみの牛群の各区から10頭づつ宿糞を採取した。時期は1975年の6月下旬～7月上旬である。

調査回数が少く、全期間の傾向はつかめないが、表 I - 30によれば春季の放牧牛の宿糞乾物率は野草地のみ > 野草地 + 牧草地 > 牧草地のみの順であり、生草状態の飼料草乾物率と同じ傾向であった。

糞中(乾物)の N、P、K 含量は牧草のみ区が他の二区より明らかに高かったが、Ca 含量は逆に野草区間の P 値は野草区の方がやや低く Ca/P 比は、牧草区 0.84 に対して組合せ区は 2.8、野草区は 5.8 と高まった。Mg の含量には明らかな差はみられなかったが K/Ca + Mg 当量比では牧草区 > 組合せ区 > 野草区の順であり、野草区が最も良かったが、組合せ区も良好であった。

表 I - 30 牧野タイプ別の牛糞中のミネラル含量

牧野タイプ	乾物(DM) %	N		P		K		Ca		Mg		K/Ca + Mg 乾物中
		乾物現物	現物	乾物現物	現物	乾物現物	現物	乾物現物	現物	乾物現物	現物	
牧草のみ (A)	8.4 (100) C.V	3.38	0.28	1.29	0.11	3.07	0.26	1.09	0.09	0.83	0.07	1.60 (100)
		±0.28	±0.04	±0.23	±0.02	±0.91	±0.07	±0.11	±0.02	0.12	±0.01	
		8.2	14.0	18.0	19.6	29.5	25.7	9.6	21.5	14.1	19.0	
牧草 + 野草 (B)	13.5 (161) C.V	2.49	0.35	0.49	0.07	1.45	0.19	1.38	0.19	0.62	0.08	0.73 (46)
		±0.55	±0.07	±0.13	±0	±0.31	±0.03	±0.33	±0.05	±0.13	±0.03	
		22.2	21.1	26.2	23.2	21.5	18.4	23.6	28.9	20.5	32.8	
野草のみ (C)	13.0 (155) C.V	2.84	0.37	0.40	0.05	1.40	0.18	2.31	0.30	0.62	0.08	0.48 (30)
		±0.33	±0.08	±0.02	±0	±0.32	±0.04	±0.19	±0.07	±0.06	±0.02	
		11.7	22.3	6.1	17.9	23.1	20.3	8.4	22.2	9.1	19.5	

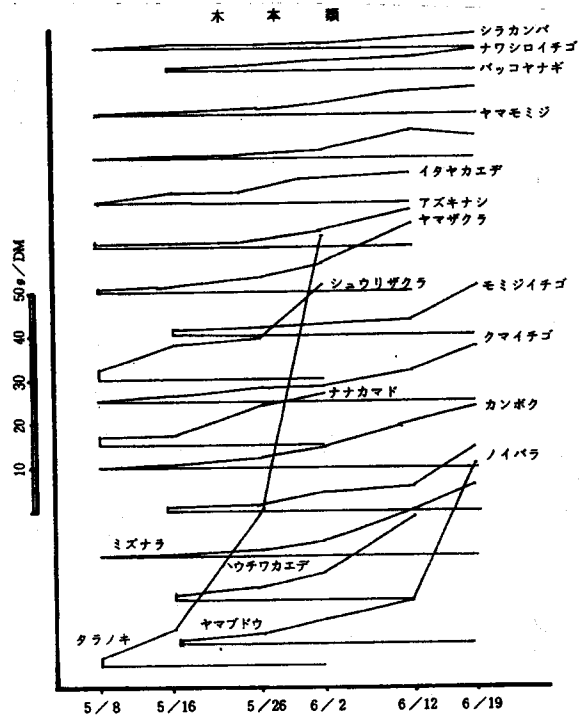
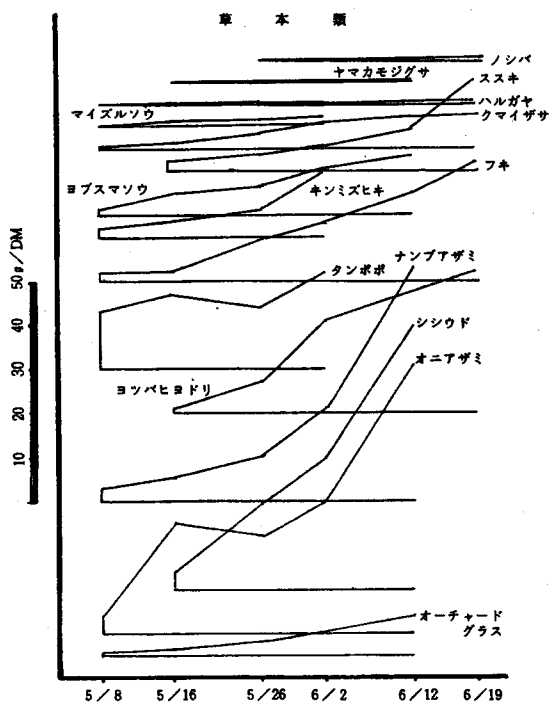
調査時期 (A) 1975. 7. 11 (B) 1975. 7. 6. (C) 1975. 6. 24  
牛糞採取方法：直腸法 調査頭数：各区 10 頭

糞中のミネラル、牧野タイプ別に放牧された牛群のうち、組合せ区ではどの程度野草に依存しているかの確認を得ようとしたものである。その結果、組合せ区の糞中ミネラルバランスはCa/P比及びK/Ca+Mg当量比とも、牧草区と野草区の中間的値を示しており、牧草、野草の混食がスムーズに行われていることの裏付けがなされた。

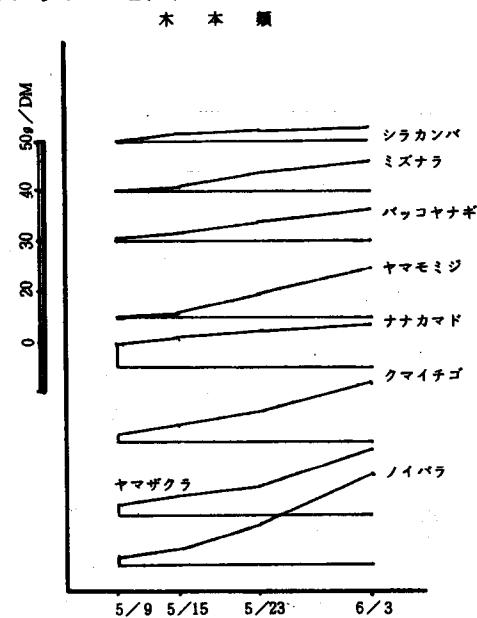
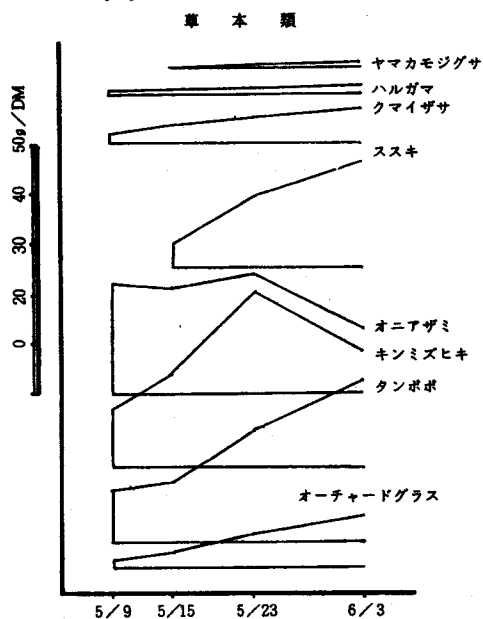
(4) 主要野草の早春生育状況

調査方法の要約：昭和53年5月上旬から1ヶ月半、標高800mの実験区と250mの本場で野草類をサンプリングし、乾物重量による生育量の調査を行った。草本類は同化部分を単位とし、樹葉類は休眠芽部分を単位にサンプリングした。

図I-31と32はそれぞれ実験区と本場での生育経過を示している。草種別重量は個体別の乾物重が小さいので調査点数の平均重量を10倍した数値で図化したものである。



図I-31 野草類の早春生育 (玉山村、外山、小石川地区)



図I-32 野草類の生育 (滝沢村、畜試本場)



標高 800 m と 200 m における野草類の早春生育は、ほとんどの草類に共通してみられるが、とくに、野草類ではオニアザミ、ススキ、木本類ではヤマザクラ、ノイバラ等で差が大きい。また、生育のないものとしては、ロゼットのタンポポ、クマイザサ、木本類ではナナカマドなどがあげられる。

高標高地で比較的早くから期待できるものは、草本類ではキク科のタンポポ、アザミ、ヨブスマ草及びシシウド、ハルガヤ等であり、木本類ではバラ科のシウリザクラ、タラノキ、ナナカマド、ヤマザクラがあげられる。

これらは Mg レベルが高く、低 Mg 血症予防に結びつく草類とみられる。

高地での生育のとくにおくれるものは、ヤマカモジグサ、ノシバ、ヒヨドリバナ及びミズナラ、シラカバ等である。

#### (5) まとめ

山地における野草・樹葉類と牧草のミネラル含量の季節変動を把握し、グラステタニー発生予防と野草利用の関連を知ろうとした。併せて主要野草の早春生育過程を調査した。

ミネラル含量調査のサンプリングは実験牧区内で行い、血清は実験区内の日本短角種繁殖牛から採伐した。調査年は 1976・1977 年である。早春の野草生育調査のサンプリングは標高 800 m と 250 m の 2 地区で行った。調査時期は 1978 年の春である。

#### 1. 野草のミネラル含量

- ① 野草のミネラル：一般に N、P、K 含量はイネ科牧草に比較して低く、Ca、Mg 含量は著しく高い。Mg 含量はキク科、バラ科が高く、イネ科、カヤツリグサ科はイネ科牧草よりも低い。
- ② 野草のミネラルの季節変動：野草の N、P、K 含量は春期においては、イネ科牧草と同程度であるが、夏、秋期は著しく低下した。Ca、Mg 含量はイネ科牧草より著しく高く、夏～秋期へとさらに高まった。Cu 含量は春期が最も高く、夏～秋期へと低下したが、イネ科牧草より

高い。

③ ミネラルバランス：K/Ca + Mg 当量比は、イネ科牧草が放牧期間中 3.5～3.8 であったのに対し、野草は春期は 1.5 以下で、夏、秋期とさらに低下した。Ca/P 比は 2～1 に著しくかけ離れないことが望ましいとされているが、野草は夏と秋期は高い値を示した。

#### 2. 放牧牛の血清ミネラル

放牧牛の血清ミネラル：人工草地と野草の組合せ放牧した牛の血清ミネラル値は、正常内を推移したが、放牧前に比較して Mg、Ca、Cu 値は高く、K 値は秋期で高く、P 値は放牧後急激に低下し、その後、除々に上昇するが、放牧前の値には回復しなかった。

#### 3. 放牧牛の糞中ミネラル

糞中のミネラルとミネラルバランス。N、P、K 含量は、牧草のみ区が他の二区より明らかに高かったが、Ca 含量は逆に野草地の方が高かった。Mg については明らかな差がなかった。K/Ca + Mg 当量比は、牧草のみ > 野草 + 牧草 > 野草のみの順であり、野草地のみが最も良く、野草 + 牧草区も良好であった。

#### 4. 主要野草の早春生育状況

標高 800 m と 200 m における野草類の早春生育差は、ほとんどの草類に共通してみられるが、とくに、草本類ではオニアザミ、ススキ、木本類ではヤマザクラ、ノイバラ等で差が大きい。また、生育差のないものとしては、ロゼットのタンポポ、クマイザサ、木本類ではナナカマドなどがあげられる。

高標高地で比較的早くから期待できるものは、草本類ではキク科のタンポポ、アザミ、ヨブスマ草及びシシウド、ハルガヤ等であり、木本類ではバラ科のシウリザクラ、タラノキ、ナナカマド、ヤマザクラがあげられる。

高地での生育のとくにおくれるものは、ヤマカモジグサ、ノシバ、ヒヨドリバナ及びミズナラ、シラカンバ等である。

#### 4) 野草組合せ草地の牧養力と家畜生産

牧草地、野草地、樹林地を組合せた試験地で得られた成果について、これまでに野草の利用性、環境と家畜行動、野草のミネラル含量などの報告を行ってきた。ここでは試験区の4年間の放牧実績から、組合せ放牧方式の牧養力指標と家畜の生産指標を明らかにしようとする。

(1) 野草組合せ草地の牧養力指標

調査方法の要点：牧養力の推定は試験区の総可食DM生産量をカウデー当り必要DM量（14

kgとして）で除して算出した。基になる総DM牧区別の牧草DMと可食野草DM量にそれぞれの乾物率とタイプ面積を乗じて試算した。実際の入牧カウデーは輪換放牧の実績を基にし、これにカウデー換算係数（2才以上1、当才牛0.3）を乗じて算出した。

表I-31は実験区の推定牧養力を年度別に計算したものであり、表I-32は実際の入牧カウデー

表I-31 実験区の草地化率別の推定牧養力

年度	放牧区	草地化率	可食草の総DM量 kg			1 ha 当り 推定カウデー
			牧草	野草類	1 ha 当り	
1975	1	21.0	49,780 (81)	11,531 (19)	2,322	166
	2	0		22,316 (100)	862	62
	3	45.0	132,430 (92)	11,257 (8)	5,426	388
	4	0		27,966 (100)	1,004	72
1976	1	21.0	53,010 (84)	10,173 (16)	2,392	171
	2	11.6	28,500 (60)	19,003 (40)	1,836	131
	3	45.0	126,920 (91)	12,221 (9)	5,255	375
	4	3.6	9,500 (31)	21,214 (69)	1,103	79
1977	1	21.0	48,640 (80)	12,174 (20)	2,303	165
	2	11.6	31,540 (67)	15,647 (33)	1,823	130
	3	45.0	113,240 (89)	14,630 (11)	4,829	345
	4	12.8	31,160 (55)	25,416 (45)	2,032	145
1978	1	21.0	38,760 (77)	11,354 (23)	1,898	136
	2	11.6	20,900 (49)	21,404 (51)	1,637	117
	3	45.0	82,840 (89)	10,613 (11)	3,529	252
	4	12.8	24,890 (50)	24,808 (50)	1,784	127
平均	1		(81)	(19)	2,229	160
	2		(44)	(56)	1,540	110
	3		(90)	(10)	4,760	340
	4		(34)	(66)	1,481	106

牧草のDM量 = (牧区別坪刈収量 × 乾物率 × 面積)

野草のDM量 = (牧区別・牧養型別・草類別可食草量 × 乾物率 × 面積)

1 ha当り推定カウデー = (1 ha当り可食草の総DM量 ÷ 14 kg)

を示したものである。この2つの表から牧区の草地化の割合と推定される牧養カウデーの相関、及び実際に入牧したカウデーとの相関を求めた。その結果図I-33である。ha当りの推定カウデー

については、 $y = 51.64 + 6.2x$  ( $x$  = 草地化率) の回帰式が得られ、実入牧カウデーでは、 $y = 46.41 + 2.62x$  ( $x$  = 草地化率) の回帰式が得られた。

表 I - 32 実験区の牧区別入牧実態

(1975 ~ 1978 年)

年度	放牧区	入牧日数	入 牧 延 頭 数			入牧カウデー (換 算)	ha 当り カウデー
			2 才 以 上	当 才 牛	計		
1975	1	50	3,238	2,249	5,487	3,913	148
	2	19	1,263	864	2,227	1,522	59
	3	59	3,712	2,528	6,240	4,470	169
	4			-			-
	計	128	7,313	5,641	13,954	9,905	
1976	1	31	2,003	1,725	3,728	2,551	97
	2	32	2,177	1,902	4,079	2,748	106
	3	65	4,173	2,881	7,054	5,038	190
	4	15	1,002	875	1,877	1,265	45
	計	143	9,355	7,383	16,738	11,602	
1977	1	32	2,403	1,320	3,723	2,803	106
	2	22	1,261	925	2,186	1,539	59
	3	55	3,258	1,235	4,493	3,629	137
	4	21	1,299	793	2,092	1,537	55
	(5)	7	-	-	-	-	-
	計	137	8,221	4,273	12,494	9,505	
1978	1	59	2,151	1,514	3,665	2,605	99
	2	18	1,080	707	1,787	1,292	50
	3	55	3,343	2,169	5,512	3,994	151
	4	30	1,900	1,469	3,369	2,341	84
	計	162	8,474	5,859	14,333	10,232	
計・平均	1	43	2,449	1,702	4,151	2,970	112
	2	23	1,445	1,100	2,545	1,775	69
	3	59	3,622	2,203	5,825	4,283	162
	4	22	1,400	1,046	2,446	1,286	46
	5	-	-	-	-	-	-

カウデー換算係数 (成牛・2才牛1)  
当才牛 0.3)

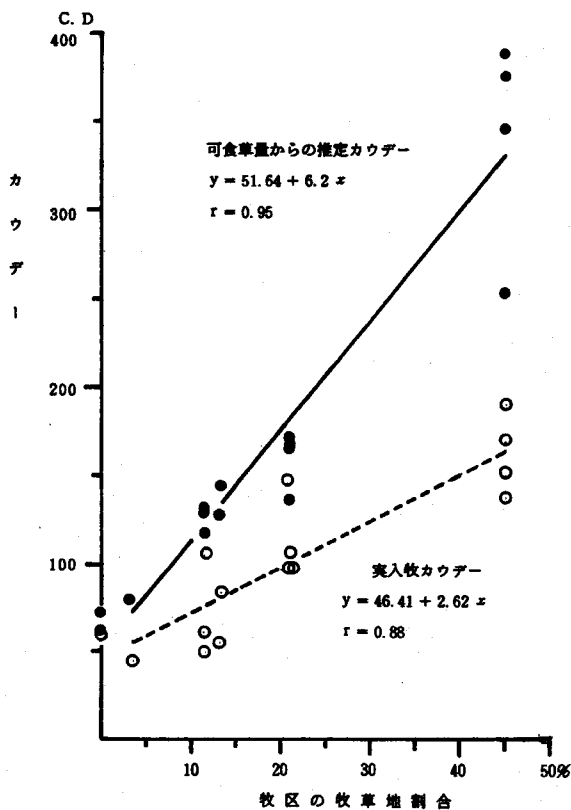


図 I - 33 推定カウデーと実入牧カウデー

推定カウデー回帰直線と実入牧カウデー回帰直線との間の差は、利用されなかったDM量に当るカウデーを示す。この差は草地率が高まる程大きくなっている。これを利用率におきかえてみると、たとえば草地率10%の時の利用率は64%であって、草地率を40%に引き上げた牧区の利用率は50%に下ってくる。この原因には、秋に残草を残したまま牧草事業が終牧されたことが最大の理由と思われた。いずれにしても、本実験では4ヶ年平均して5月26日～10月11(139日)の放牧によって草地造成の割合が10%の牧区ではha当り73カウデー、20%で100カウデー、40%で151カウデーが養われた。

表 I - 23は研究期間中の牧養力のバランスと1頭当りの負担面積を示している。4ヶ年の平均利用率は55%弱と推定され、これも全牧区平均してであるがha当りの実入牧カウデーは100カウデー弱であった。成牛1頭当りの放牧期間中の利用面積は牧草地0.32ha、樹林地も含んだ野草地が1.25ha合計1.57haであった。

表 I - 33 入牧CD (カウター) と牧養力のバランス

年度	利用地区のDM生産量と牧養CD			実入牧 CD①	入牧強 度①/②	ha当り C D	成牛当り面積ha			牧区 総ha
	総計②	内牧草	内野草				総面積	牧草地	野草地	
1975	255,280CDkg 18,234 (100)	182,210CDkg 13,015 (71)	73,070CDkg 5,219 (29)	9,905	54.3	92.9	1.666	0.272	1.394	106.62
1976	280,541 20,038 (100)	217,930 15,566 (78)	62,611 4,472 (22)	11,602	57.9	108.8	1.615	0.324	1.291	
1977	292,446 20,889 (100)	214,580 16,041 (77)	67,866 4,848 (23)	9,508	45.5	89.2	1.502	0.338	1.164	
1978	235,569 16,826 (100)	167,390 11,956 (71)	68,179 4,870 (29)	10,232	60.8	96.0	1.545	0.347	1.198	
平均	CD 19,000 (100)	CD 14,144 (74.5)	CD 4,852 (25.5)	10,312	54.3	96.7	1.568	0.320	1.248	

○成牛CD換算：成牛・2才牛=1、当才=0.3

○牧養CD計算：TDN = (維持+泌乳) 7.3 kg DM = 14 kg / CD当り

(2) 野草組合せ草地の家畜生産指標

調査方法の要点：供試全牛について、入退時に明2才以上は体高と体重を、当才牛は体重のみを測定した。又、子牛については退牧1~2ヶ月後の子牛市場において体重の追跡調査を行った。

放牧子牛の増体量は実験3年目から改善され、放牧DGは♂で0.9kg、♀0.8kgがほぼコンスタントに達成されるメドを得た。2才♀の放牧DGは約0.4kg、退牧時の体重÷体高比は3.0前後であった。3才以上子付母牛の10日放牧で、退牧時体重550kg、体重÷体高比4.3のほぼ満足できる栄養度が得られた。

表 I - 34は4ヶ年の増体・発育を示している。

表 I - 34 放牧牛の増体・発育

(1) 当才牛

年度	♂					♀						
	頭数	平均体重 期間平均				入牧 日数	頭数	平均体重				入牧 日数
		入牧時	退牧時	増体量	D・G			入牧時	退牧時	増体量	D・G	
1975	23	85.44	173.57	85.04	0.681	124.8	25	81.72	164.12	82.4	0.674	122.8
1976	31	83.55	185.50	101.90	0.846	120.5	29	81.14	168.41	87.28	0.762	115.6
1977	26	85.04	177.77	88.81	0.959	93.5	24	80.04	160.50	80.46	0.892	91.2
1978	26	107.23	207.29	99.37	0.923	107.4	30	94.6	178.6	81.92	0.818	101.9

(2) 2才牛

年度	頭数	入牧時平均			退牧時平均			期間平均			入牧 日数
		①	②	③	④	⑤	⑥	増体重	D・G	③-①	
		体重	体高	③/①	体重	体高	④/⑤				
1975	13	257.8	110.83	2.33	325.0	115.22	2.82	67.15	0.537	0.47	125.7
1976	5	294.8	112.6	2.60	349.2	114.84	3.03	54.4	0.435	0.43	125.0
1977	5	365.0	119.4	3.05	405.0	123.06	3.29	40.0	0.325	0.23	120.0
1978	2	348.8	117.3	2.54	397.0	118.8	3.35	48.5	0.392	0.81	124.0

(3) 3才以上子付牛

年度	頭数	入牧時平均			退牧時平均			期間平均			入牧日数
		㊦ 体重	㊩ 体高	㊧/㊩	㊤ 体重	㊨ 体高	㊦/㊨	増体量	D・G	㊦-㊧	
1975	47	412.7	123.86	3.33	456.7	123.94	3.69	43.74	0.362	0.36	122.6
1976	60	409.3	124.39	3.29	445.8	122.25	3.64	36.50	0.298	0.35	122.9
1977	49	498.0	127.16	3.91	553.3	129.0	4.34	55.16	0.440	0.368	126.0
1978	57	532.9	128.23	4.15	557.0	128.34	4.33	27.77	0.238	0.234	120.4

(4) 3才以上子無牛

年度	頭数	入牧時平均			退牧時平均			期間平均			入牧日数
		㊦ 体重	㊩ 体高	㊧/㊩	㊤ 体重	㊨ 体高	㊦/㊨	増体量	D・G	㊦-㊧	
1975	6	426.5	123.98	3.44	493.0	125.28	3.94	66.83	0.530	0.56	126
1976	2	458.0	126.4	3.62	510.0	123.0	4.14	52.0	0.416	0.52	125
1977	4	531.0	125.4	4.24	591.0	126.4	4.68	60.0	0.476	0.44	126
1978	8	533.3	127.75	4.17	567.3	128.5	4.41	34.0	0.284	0.236	120.8

図 I - 34 と 35 は子牛の放牧期間中の日増体と市場上場時における日令体重との間の関係をみたものである。昭和53年に実験牧区の放牧された子牛の放牧 DG と市場時の日令体重の間で、♂

0.60、♀は 0.58 の相関が得られた。これによって、放牧 DG からの市場時の体重、又市場時体重から放牧期の DG のおおよそが推定でき、一般牧野診断の手がかりになり得ると思われる。

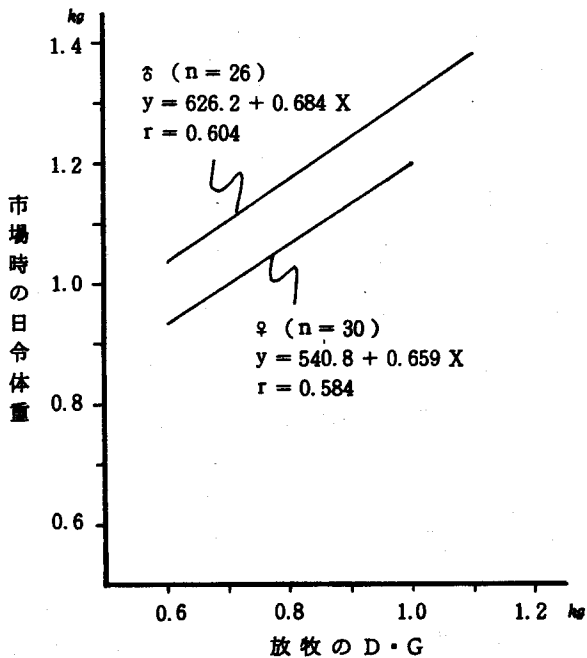


図 I - 34 子牛の放牧 DG と市場時の日令体重 (1978 年)

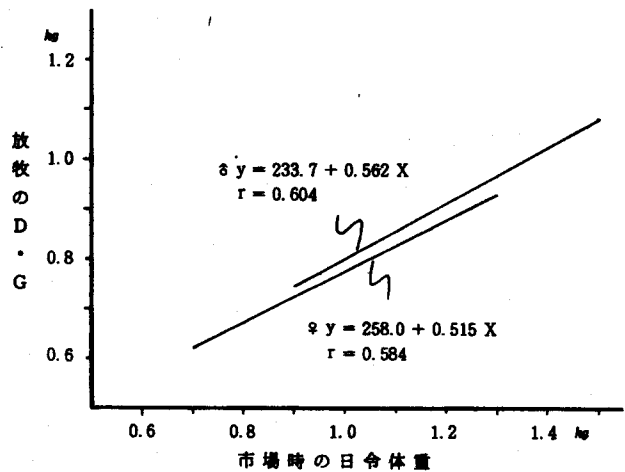


図 I - 35 市場時の日令体重と放牧 D・G (1978 年)

### (3) まとめ

いろいろな牧養型を含む改良野草地に面積の異なる牧草地を組合せた場合の牧養力と入牧カウデーのバランス、ならびに放牧牛の増体発育レベルを明らかにして、自然草地の効率利用の資料を得ようとした。

#### 1. 野草地組合せ草地の牧養力指標

① 入牧カウデーと牧養力のバランス。106 haの実験区の植生利用率（可食草からみた牧養CD÷入牧CD）で現すと約55%となり、4年間概ね中庸の放牧強度が維持された。106 ha中牧草地面積割合約20%、野草地及び林地80%の比率で、牧養力に占める牧草と野草の割合は75%：25%であった。ha当りの入牧カウデー（体重500 kg～550 kgの成牛）は概ね100 CD前後であった。2才以上成牛1頭当りの牧野負担面積は、合計1.57 ha、うち牧草地0.32 ha、野草

地、林地が1.25 haであった。

② 放牧地の草地化率と可食DM総量及び入牧カウデー。野草地に牧草導入をすることにより、牧養力は直ちに改善される。その草地造成の割合と可食DM総量の間には  $r = 0.986$  の相関があること、同じく、牧養力との間にも0.89の相関があり  $Y = 2.53x + 45.8$  の回帰式が得られた。これによると、草地率20%でha当り100カウデー、50%では170カウデーが期待される。

#### 2. 野草組合せ草地の家畜生産指標

放牧牛の増体、発育。放牧子牛の増体量は実験3年目から改善され、放牧DGは♂で0.9 kg ♀は0.8 kgがほぼコンスタントに達成されるメドを得た。2才♀の放牧DGは約0.4 kg、退牧時の体重÷体高比は3.0前後であった。3才以上子付母牛の120日放牧で、退牧時体重550 kg 体重÷体高比4.3の高い放牧成果が実証された。

## II 林地の間伐による牧草導入試験

I章では肉用牛の放牧を考えた牧野として牧草地・改良野草地・林地の適正な組合せ方法を取り上げた。この方式は、たとえば100ha以上の開発でまき牛群単位の放牧を考えたものである。これよりも小規模な牛群の放牧であって、たとえば、集落の里山放牧地がほしい場合には林地を間伐した程度で牧草導入する方式も必要と考えられる。

このような対象地は天然林が一般的であろうとの考えから、この研究ではI章と同じ小石川地区内の広葉樹林帯に実験の場を造成した。里山天然林の実態は、伐採が繰り返された二次林で、林令が異なる場合が多い。このことから、この研究では幼令二次林から壮令林までの3林令を対象にして、これに加えるべき間伐の強さをどの程度にするかの検討を重点とした。

表II-1 間伐処理、追肥量

広葉樹の樹令	間伐程度				面積 ha	標高 区分 m	傾斜方位		追肥量 (kg/a)		
	庇陰度 (%)			無択伐			南	北	N	1回 (5月上旬)	2回 (7月上旬)
	0%(皆伐)	25%	50%								
10等生林~	○	○	○		2.29	750	○	○		0.6	0.6
30等生林~	○	○	○		1.23	800	○		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.3	0.3
50等生林~	○	○	○	○	2.06	900	○		K <sub>2</sub> O	0.3	0.6

⊕ 収量調査のための禁牧区の1回目の追肥量は0.6 - 0.3 - 0.6とした。

間伐後の残された立木本数は表II-2に示すとおりである。地表のうっぺい度を目測して木を残したので、庇陰度と立木密度は一致してい

### 1. 試験方法

#### 1) 試験期間及び試験地の概要

(1) 試験期間 昭和49年~53年

(2) 試験地の造成

試験地は団体営草地開発事業の中で昭和48年に造成した。位置は図I-4の配置図にB、Cで示す地点である。造成の手順は春から天然林の間伐に着手し、枝条の搬出整理を7月中に終えて8月中旬に施肥播種を完了した。牧草導入は不耕起法によってIでのべた基肥・種子を施用した。

(3) 試験区の間伐処理と肥培管理

広葉樹の樹令10年、30年、50年の林地を地表庇陰度で0% (皆伐)、25%、50%になるよう間伐を行った。林令区別の面積は1ha~2haを当て、追肥は成分量でN12kg、P6kg、K9kg/10aを2回に分施した。

ない。残置本数にすると、50年生林はおおよそ20本/10a、30年生林は60本、10年生林は150本程度であった。

表II-2 間伐牧草導入区の林分概況

林令区分	庇陰度	主要樹種別本数 (20m × 20m)										計	ha当り 推定
		センノキ	ミズナラ	シナノキ	アカマツ	イタヤカエデ	ヤマザクラ	シラカバ	ミズキ	アズキナ	その他		
50年生林	25%		10				1					10	250
	50%		3	1	2	1						8	200
	非伐採		16	11			2					29	725
30年生林	25%		20			4		2	9			35	875
	50%	1	12			3			5	2		23	575
	非伐採		70								4	74	1,850
10年生林	25%		26			2	4	34		1		67	1,675
	50%		19					33		1		53	1,325
	非伐採		68			48	8	94			58	276	6,900

## 2) 調査項目及び方法

### (1) 庇蔭度別収量

各林令、庇蔭度別に5m×10mの禁牧区を設けて年間4～5回刈で調査した。

### (2) 草種構成の変化

放牧条件下における草種構成の変化をみるため、各草地内に定点3ヶ所を設け、春(入牧直前)と秋(9月下旬最終入牧前)の2回調査を行った。

### (3) 庇蔭度の相対照度

1974年に相対照度計を用いて、林令別・庇蔭区別の明るさの測定を行った。

### (4) 庇蔭度別牧草の無機成分

オーチャードグラスを対象にして、1976～1978年にかけて、無機成分の年次変化と番草別変化を調査した。

### (5) 庇蔭度別土壌の理化学性

物理性は山中式土壌硬度計を用いて、庇蔭区別に表層土(0cm)の圧結度測定を行った。化学性については利用4年と5年目に試験区別に、PH、置換性塩基、磷酸吸収係数の測定を行った。

### (6) 間伐程度と落葉量

1976～1978年にかけて11月に自然状態での落葉量の変化と無機成分の調査を行った。

### (7) 樹冠投影と草生

間伐牧草導入に適した残置すべき樹形を知るため、樹冠投影と草生の関係を検討した。樹高に対して樹冠の広がり大きいタイプと小さいタイプの木を選び、林床の裸地率・牧草収量・雑草率を調査した。

## 2. 結果と考察

### 1) 庇蔭度(相対照度)

天然林を地表の樹冠投影にして0%、25%、50%になるように間伐を行ったが、これを相対照度計で測定したところ調査地点による誤差が大きく一定の傾向が得られなかった。表Ⅱ-3に示すように、皆伐区に対する相対照度は25%庇蔭度が60～70%、50%の庇蔭度が40～60%で

あった。これは天然林のため、立木の分散を一律にすることが難かしく又、樹形が一様でないことなどによるとみられた。

間伐後の年次経過と共に庇蔭の度が高まる傾向が観察された。30年生林と50年生林では変化は少ないが、成長が旺盛な10年生林では庇蔭の高まりが顕著であり、間伐5年後には25%、50%庇蔭区とも90%以上の庇蔭になった。幼令林では間伐による日照の維持は困難であった。

表Ⅱ-3 庇蔭度区の相対照度(%)

庇蔭度区	10年生林		30年生林	50年生林
	南	北		
皆伐0%	100	100	100	100
25%	70	60	70	67
50%	40	48	55	58
無間伐				20

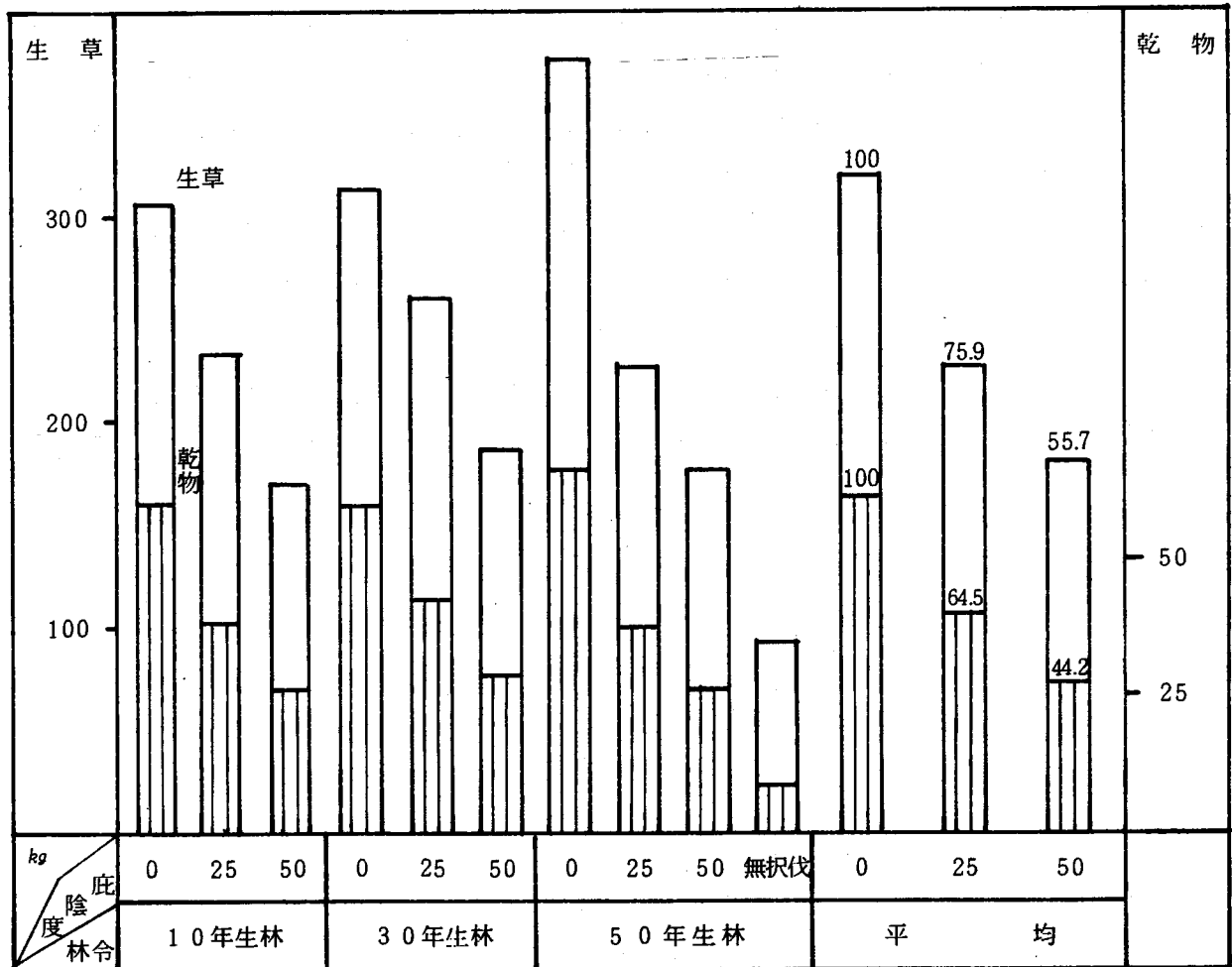
(1974年7月18日)

### 2) 庇蔭と牧草生産

#### (1) 庇蔭度別収量

図Ⅱ-1は庇蔭度別の5ヶ年間の収量傾向を示したものである。収量は林令の大小にかかわらず、皆伐区(庇蔭度0%)>強間伐区(庇蔭度25%)>弱間伐区(庇蔭度50%)の順に多かった。これを生草重でみると、5ヶ年間の平均は0%区319kg/a(=100)に対して、25%区242kg(=76)50%区178kg(=55%)であった。





図Ⅱ-1 庇蔭度別収量 5ヶ年平均 (kg/a)

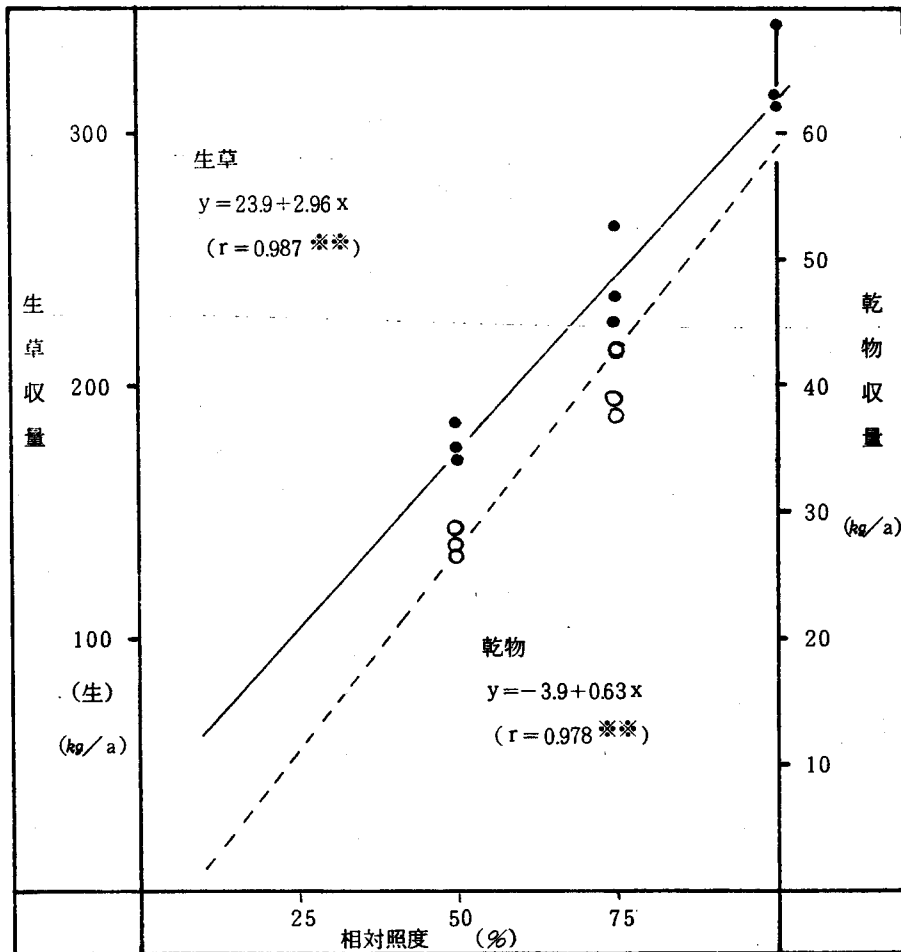
収量の年次推移については表Ⅱ-4に示したが、生草量はいずれの林令・庇蔭区でも減少傾向をみせた。なかでも、10年生林では間伐区内の樹冠閉鎖が顕著に進み、25%区50%区ともにほぼ完全に地表がうっぺいされたため、収量の

低下率が大きかった。これを5年目/1年目の収量比で現すと、30年生林が比較的安定していて0%区77、25%区73、50%区53であるのに対して、10年生林のそれは68、36、31と相対的に激減している。

表Ⅱ-4 庇蔭度別牧草収量 年次別 (kg/a)

利用年次	10年生林(南北平均)			30年生林			50年生林				平均		
	0%	25%	50%	0%	25%	50%	0%	25%	50%	無間伐	0%	25%	50%
1年(1974)	327.1	274.9	198.3	349.0	306.2	232.2	422.8	235.4	202.5	93.8	355.5	272.9	207.8
2年(1975)	369.5	297.2	238.5	326.7	260.8	209.0	379.7	239.1	186.4	55.2	361.3	273.5	218.7
3年(1976)	315.8	283.3	211.9	338.7	280.9	207.8	385.3	250.9	196.5	71.9	346.4	271.7	205.4
4年(1977)	310.1	229.5	143.3	297.8	237.9	157.4	287.9	203.9	149.7	37.0	298.6	223.8	150.1
5年(1978)	221.6	98.5	62.4	245.2	223.0	123.0	232.6	184.3	134.1	42.5	233.1	168.6	106.5
平均収量	308.8	236.7	170.9	311.5	261.8	185.9	341.7	227.2	173.8	60.1	319.0	242.1	177.8
同上指数%	100	76.7	55.3	100	84.0	59.7	100	66.5	50.9	17.1	100	75.9	55.7
乾物収量	59.6	38.8	26.1	60.1	42.9	28.4	65.4	37.3	26.6	9.0	61.2	39.7	27.2
5年目/1年目収量比%	68	36	31	76	73	53	55	78	66	46	65	62	51

相対照度と収量の間には図Ⅱ-2に示す相関 X (X=相対照度の値) の回帰式が得られた。  
 が認められ、生草量については  $y = 23.9 + 2.96x$



図Ⅱ-2 相対照度と収量の相関

山斜面の方位による収量差については、10年 かった。実験区のおかれた地形は小地形であっ  
 生林で検討した。方位は南面と北面針面である。 て、方位による日射量に差が生じなかったため  
 結果は表Ⅱ-5のとおりで特に差は認められな と考えられる。

表Ⅱ-5 斜面方位と収量 10年生林 (kg/a)

利用 年次	林令 庇陰度	南			北		
		0 %	25 %	50 %	0 %	25 %	50 %
1年 (1974)		342.1	286.0	149.3	311.9	263.9	247.3
2年 (1975)		378.9	308.3	257.5	360.0	286.1	219.4
3年 (1976)		300.0	292.2	207.5	331.6	274.5	216.2
4年 (1977)		303.3	240.6	142.0	316.7	218.3	144.5
5年 (1978)		222.5	116.7	94.1	220.8	80.3	30.8
平 均		309.4	248.8	170.1	308.2	224.6	171.6

標高差と収量ではむしろ 900 m の地点に設けた老令林の方が 750 m の幼令林区にまさっていた。この程度の標高差よりも林令の差と土壤条件の違いの方が収量に影響したものとみられる。

(2) 庇蔭度別時期別収量

表 II-6 は時期別の生産量を番草別収量で現し、図 II-3 はこれを日数で除して日生産量として示している。

表は 1975~1978 年の 30 年生林と 50 年生林のデータを平均している。これによると皆伐区に比べて

間伐区であっても春から 7 月上旬までの生産量は大きな差がなく推移している。しかし 7 月中旬以降は皆伐区に比べると、間伐区<sup>(34)</sup>の減収が顕著になっている。小島等は簡易日射積算計を用いてシラカバ林の照度と開葉期の関係を調べ 7 月をうっべいの完了期としている。本調査でも図 I-30 に示すように、早春~6 月中旬下旬までは樹葉の繁りが少なく、7 月以降に完全に展葉して庇蔭が強まり、林床の草生を弱めるものとみられた。

表 II-6 番草別収量 (kg/a)

庇蔭度	項目	番草					合計	指数		D M (%)
		日数	1	2	3	4		5	生草	
0 %	生草	5/11~6/10	100.9	48.0	91.4	56.0	11.5	307.8	100	19.3
	乾物	~7/7	20.1	9.5	16.1	11.1	2.6	59.4	100	
25 %	生草	~8/10	85.1	41.5	65.1	39.0	7.2	237.9	77.3	16.4
	乾物	~9/16	14.0	7.0	9.8	6.9	1.5	39.2	65.8	
50 %	生草	~10/3	62.8	34.4	36.9	24.7	5.4	164.2	53.4	15.3
	乾物		10.0	5.0	5.2	4.0	1.0	25.2	42.4	

1975~1978 年 (30 年生と 50 年生) 平均

図 II-3 は番草別 (5 回) の日生産量としてみたものであるが、傾向として 1 番草が 2 kg~3.5 kg で最大であり、以後右下りに漸減している。番草別の庇蔭区間収量差は、先にのべたよ

うに 2 番草まで比較的小さくて比率にすると、庇蔭度 0 % 区に比べて 25 % 区では 85、50 % 区でも 60~70 に止まるが、それ以降は差が大きくなっていく。

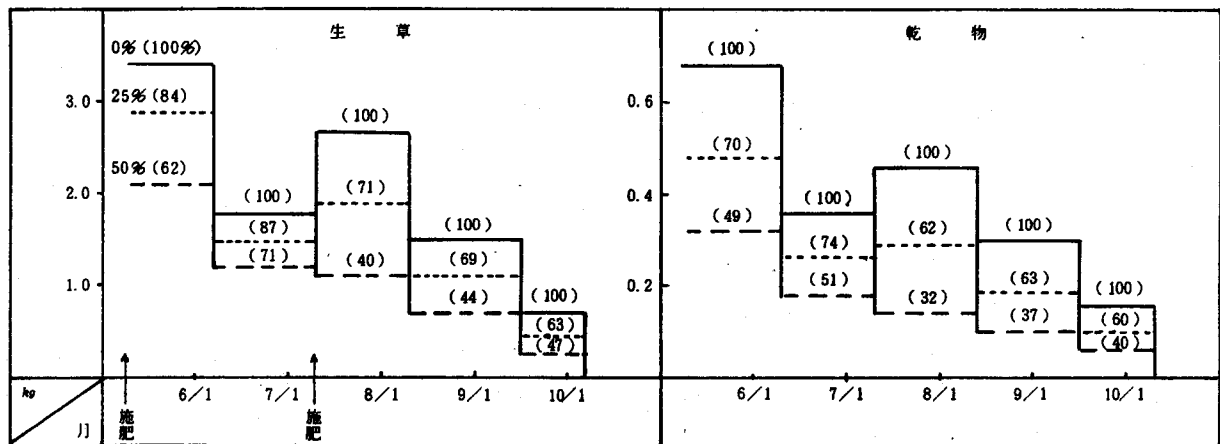


図 II-3 庇蔭度別日生産量の変化 (kg/a)

3) 庇蔭と植生の変化

(1) 庇蔭と草丈

混播された8草種について、庇蔭の度合が草種間の草丈に及ぼす影響を検討した。調査は禁牧区の中で行った。表Ⅱ-7は30年生林と50年

生林内の混播草地におけるオーチャードグラスの草丈を基準にして、これに対するその他草種の相関を求めたものである。図Ⅱ-4ではこの相関関係を皆伐区に庇蔭25%区を対比させて図示した。

表Ⅱ-7 オーチャードグラスの草丈と各草種の相関

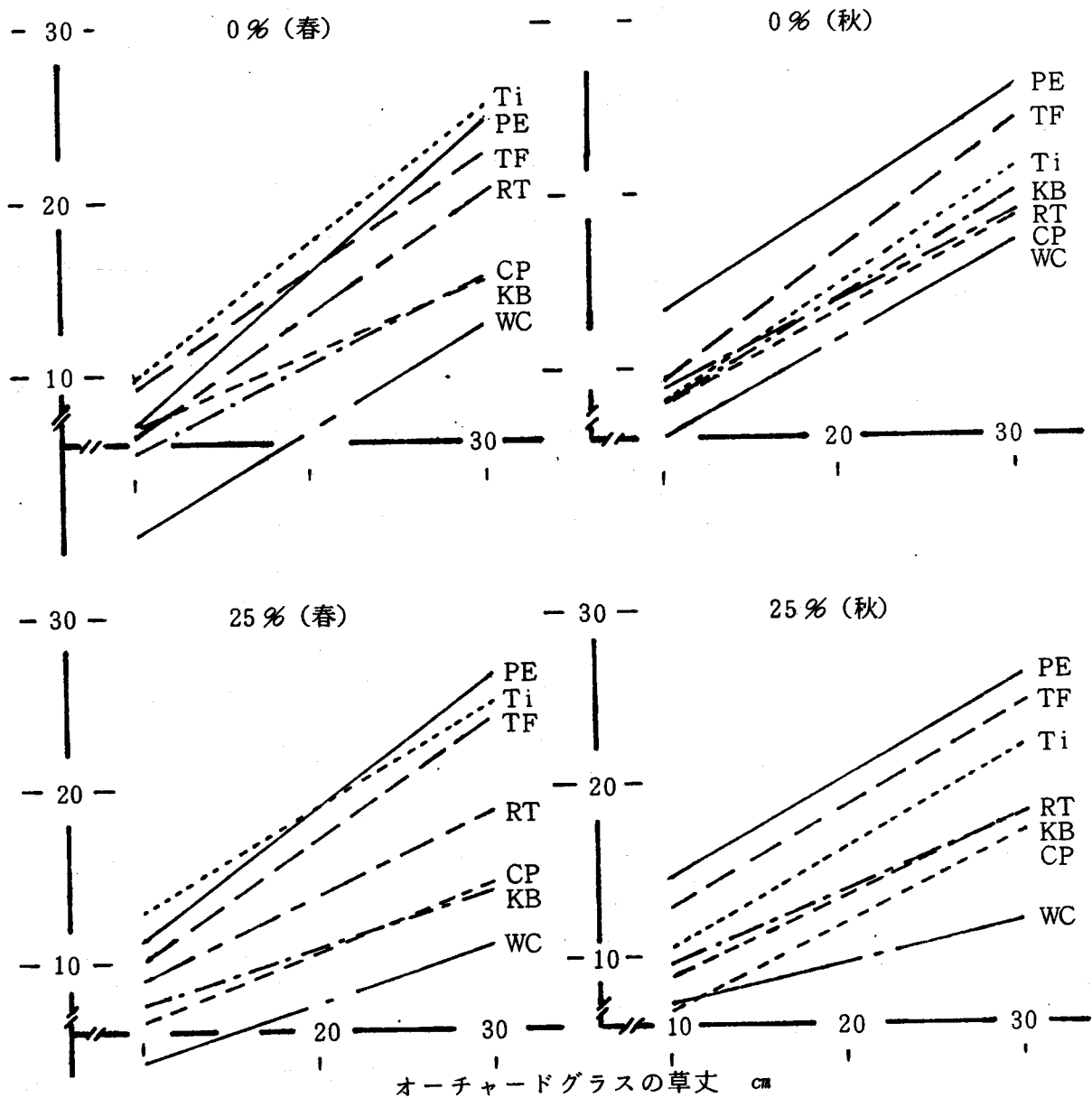
庇蔭度	草種	季 相 関		春		秋			
		回	帰 式	相 関 係 数	回	帰 式	相 関 係 数		
0 %	Pe	- 2.046	+ 0.887 x	0.811	※※	6.653	+ 0.644 x	0.829	※※
	Ti	1.871	+ 0.772 x	0.962	※※	1.348	+ 0.668 x	0.690	※※
	Tf	2.114	+ 0.687 x	0.815	※※	1.752	+ 0.750 x	0.684	※※
	Kb	0.392	+ 0.505 x	0.892	※※	1.705	+ 0.616 x	0.779	※※
	Rt	- 0.584	+ 0.699 x	0.845	※※	3.751	+ 0.503 x	0.817	※※
	Cp	2.425	+ 0.434 x	0.876	※※	2.060	+ 0.561 x	0.835	※※
	Wc	- 5.524	+ 0.609 x	0.872	※※	0.566	+ 0.554 x	0.813	※※
25 %	Pe	3.442	+ 0.767 x	0.732		8.641	+ 0.582 x	0.893	※※
	Ti	6.739	+ 0.609 x	0.799		4.440	+ 0.589 x	0.849	※※
	Tf	3.074	+ 0.694 x	0.678		7.032	+ 0.575 x	0.849	※※
	Kb	4.253	+ 0.330 x	0.832		4.349	+ 0.454 x	0.882	※※
	Rt	4.175	+ 0.482 x	0.892		5.458	+ 0.422 x	0.800	※※
	Cp	2.703	+ 0.393 x	0.849		1.669	+ 0.509 x	0.908	※※
	Wc	0.773	+ 0.342 x	0.789		5.037	+ 0.235 x	0.822	※※
50 %	Pe	5.494	+ 0.659 x	0.750		9.341	+ 0.542 x	0.914	※※
	Ti	2.080	+ 0.780 x	0.916		5.192	+ 0.591 x	0.785	※※
	Tf	- 1.945	+ 0.767 x	0.871		4.714	+ 0.620 x	0.881	※※
	Kb	- 1.098	+ 0.583 x	0.869		4.733	+ 0.446 x	0.883	※※
	Rt	2.535	+ 0.562 x	0.789		5.984	+ 0.394 x	0.772	※※
	Cp	1.065	+ 0.478 x	0.882		3.301	+ 0.524 x	0.874	※※
	Wc	- 0.731	+ 0.435 x	0.829		1.538	+ 0.414 x	0.914	※※

(30年生と50年生 5ヶ年平均)

オーチャードグラスは庇蔭区内でも、春・秋共に高い草丈を示した。他草種間では庇蔭の有無と季節で若干の優劣がみられる。チモシーは一般に春の草丈伸長が良く、皆伐区ではペレニアルライグラス、トールフェスクに優った。しか

し、庇蔭区内ではペレニアルライグラスより若干伸長が劣るようであった。秋になると皆伐区・庇蔭区ともにペレニアルライグラス、トールフェスクの伸長が優る傾向がみられた。下繁草のレットトップ、ケンタツキープルーグラス、

クリーピングレットフェスク、シロクローバの 認められなかった。  
 草丈伸長性の順位は、庇蔭度、時期ともに差が



図Ⅱ-4 オーチャードグラスの草丈と各草種草丈の相関

(2) 庇蔭と草種構成

LEVYは環境に対する牧草の中で、好光草の順位を示している。庇蔭箱を使ったほ場実験では、単播例ではあるが草種による耐蔭性の違いが指摘されている。ここでは、準実用規模の放牧地で、8種混播草地を用いて草種別重量比の変化を検討した。

表Ⅱ-8はこれを春・秋の季別とし、年次別

庇蔭区別にまとめたものである。造成初期にはオーチャードグラスとペレニアルライグラスは同程度の比率で草量の主体になっている。しかし利用4年次からペレニアルライグラスの減少が強まり、オーチャードグラス、ケンタッキーブルーグラスの増加が目立ってくる。トールフェスク、クリーピングレットフェスクはやや増加の傾向をみせた。

表Ⅱ-8 草種構成の変化(%)

年次	底蔭度	時期 草種	春 期 (6月上旬)							秋 期 (9月下旬)								
			Or	PE	Ti	TF	KB	RT	CP	WC	Or	PE	Ti	TF	KB	RT	CP	WC
(1974)	0 %		36.9	31.1	9.6	0.4	3.5	13.9	1.8	2.8								
	25 %		41.3	23.5	12.8	1.3	3.5	13.4	2.2	2.0								
	50 %		46.8	30.2	12.8	1.5	2.0	4.5	1.5	0.7								
(1975)	0 %		31.3	26.5	5.6	1.2	4.1	8.2	1.3	21.8	26.4	48.9	1.0	4.2	4.2	3.3	3.0	9.0
	25 %		45.6	28.7	8.2	0.7	3.2	8.7	1.0	3.9	27.5	55.7	2.1	1.5	2.5	3.4	1.0	6.3
	50 %		45.0	30.7	7.6	1.0	3.9	6.4	1.1	4.4	20.9	65.1	0.6	1.4	3.6	0.8	1.0	6.6
(1976)	0 %		35.5	38.8	5.3	1.6	3.0	5.8	1.0	9.0	21.8	44.1	3.4	6.9	8.1	4.2	4.6	6.9
	25 %		50.8	28.2	6.7	1.5	2.1	2.3	1.0	7.4	32.9	45.9	2.9	4.3	4.0	1.7	3.3	5.0
	50 %		52.3	34.2	2.9	0.9	2.8	1.6	0.8	4.5	30.4	48.2	1.3	3.5	6.6	3.1	3.2	3.7
(1977)	0 %		40.9	19.8	11.5	3.5	8.3	9.9	3.1	3.0	33.2	22.2	4.3	7.9	14.8	2.6	7.0	8.0
	25 %		55.6	11.8	6.7	2.5	10.9	4.0	2.9	5.6	38.3	22.2	3.7	4.5	16.7	1.3	6.9	6.4
	50 %		43.9	29.0	5.1	0.7	10.4	7.0	2.1	1.9	38.5	25.8	1.5	3.7	15.0	4.2	5.8	5.5
(1978)	0 %		32.3	17.0	6.1	5.4	19.8	7.2	7.1	5.1	24.6	15.6	3.5	13.1	18.1	8.4	10.9	5.7
	25 %		55.4	16.4	2.8	2.2	14.0	1.5	5.0	2.7	36.2	22.2	3.7	6.8	19.1	2.7	6.3	3.0
	50 %		63.7	10.9	2.4	2.2	12.2	1.8	4.4	2.4	37.9	26.0	2.1	9.0	13.6	1.1	8.0	2.4

(n = 4) (全草地平均)

図Ⅱ-5は底蔭度の違いに主点をおいて作図している。底蔭が強まるとオーチャードグラスの比率が高まり、相対的に、とくにペレニアルライグラスの比率が低くなっている。この傾向はことに春に顕著である。しかし、秋には若干

異り、底蔭が強まってもペレニアルライグラスは一定の比率を維持している。シロクロバの比率はほとんど変化を示さず、5%程度を維持した。

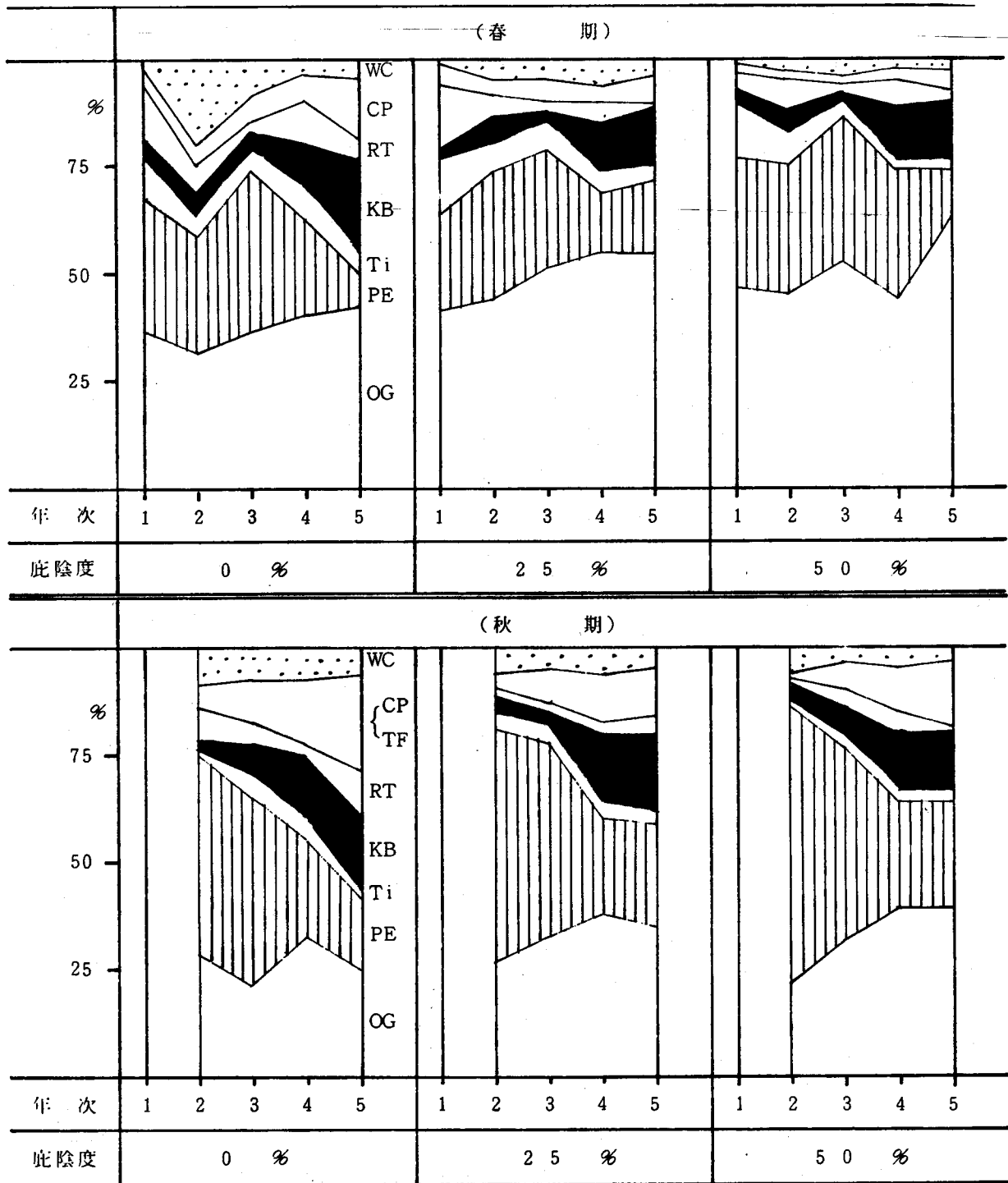


図 II - 5 庇蔭と草種構成の変化

4) 庇蔭と牧草の無機成分

庇蔭度とオーチャドグラスの無機成分及びそのバランスの年次変化は表 II - 9 の通りである。

図 II - 6 は、1976~1978年の3ヶ年間の無機成分 ( $K_2O$ 、 $CaO$ 、 $MgO$ ) と  $K/Ca + Mg$  当量比の平均値をとり出して作図している。

表 II-9 庇蔭度と無機成分

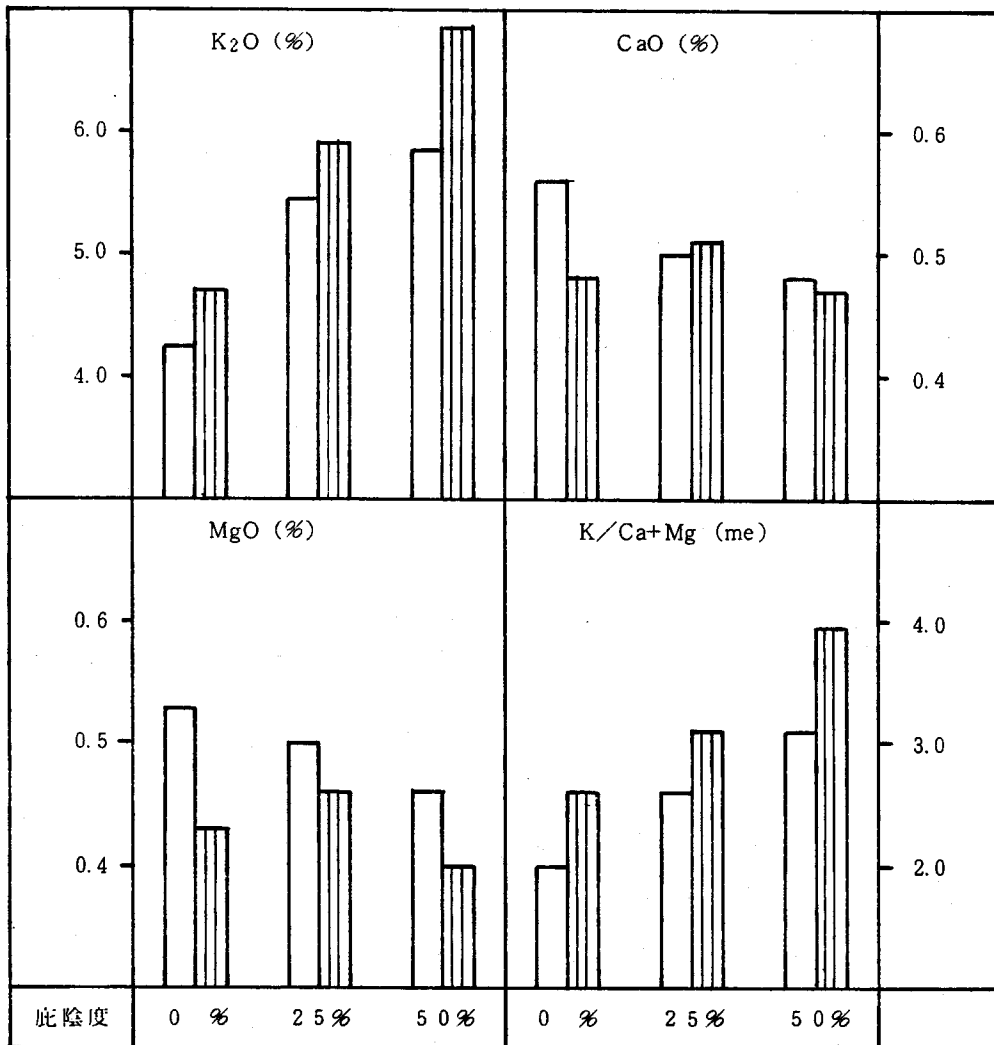
オーチャードグラス全期平均

		1976			1977			1978			平均		
		0%	25%	50%	0%	25%	50%	0%	25%	50%	0%	25%	50%
D M (%)	N	3.31	3.71	4.08	2.60	3.17	3.52	3.01	3.76	3.84	2.97	3.55	3.81
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.11	1.02	0.91	0.96	1.01	0.90	0.98	1.00	0.91	1.01	1.01	0.91
	K <sub>2</sub> O	4.26	5.45	5.85	4.20	5.14	5.87	4.69	5.92	6.83	4.38	5.50	6.18
	CaO	0.56	0.50	0.48	0.46	0.51	0.50	0.48	0.51	0.47	0.50	0.51	0.48
	MgO	0.53	0.50	0.46	0.45	0.49	0.46	0.43	0.46	0.40	0.47	0.48	0.44
K/Ca+Mg (me)		2.00	2.61	3.11	2.30	2.57	3.07	2.59	3.07	3.96	2.29	2.75	3.38

(10. 30. 50年生林平均)

間伐牧草導入では、庇蔭度が高まると窒素と加里が顕著に増加してくる。カルシウム、マグネシウムは0%区に比べて、25%庇蔭区までは変化が少ないが、50%の庇蔭では低下した。こ

れは加里の過剰吸収による拮抗作用のためとみられる。またK/Ca+Mg 当量比は、庇蔭度が増すと共に高まり、<sup>(27)</sup>KEMP等が報告している低Mg血症発症上危険とされる2.2の基準を上廻った。



(オーチャード3年間の平均)

図 II-6 庇蔭度と無機成分



さらに、番草別の無機成分とそのバランスの検討を行った。表Ⅱ-10は52年～53年の調査のうち、30年生林と50年生林における結果を平均

で表した。図Ⅱ-7は、このうちCaO、MgO、K<sub>2</sub>OとK/Ca + Mg当量比の番草別の動きを図示している。

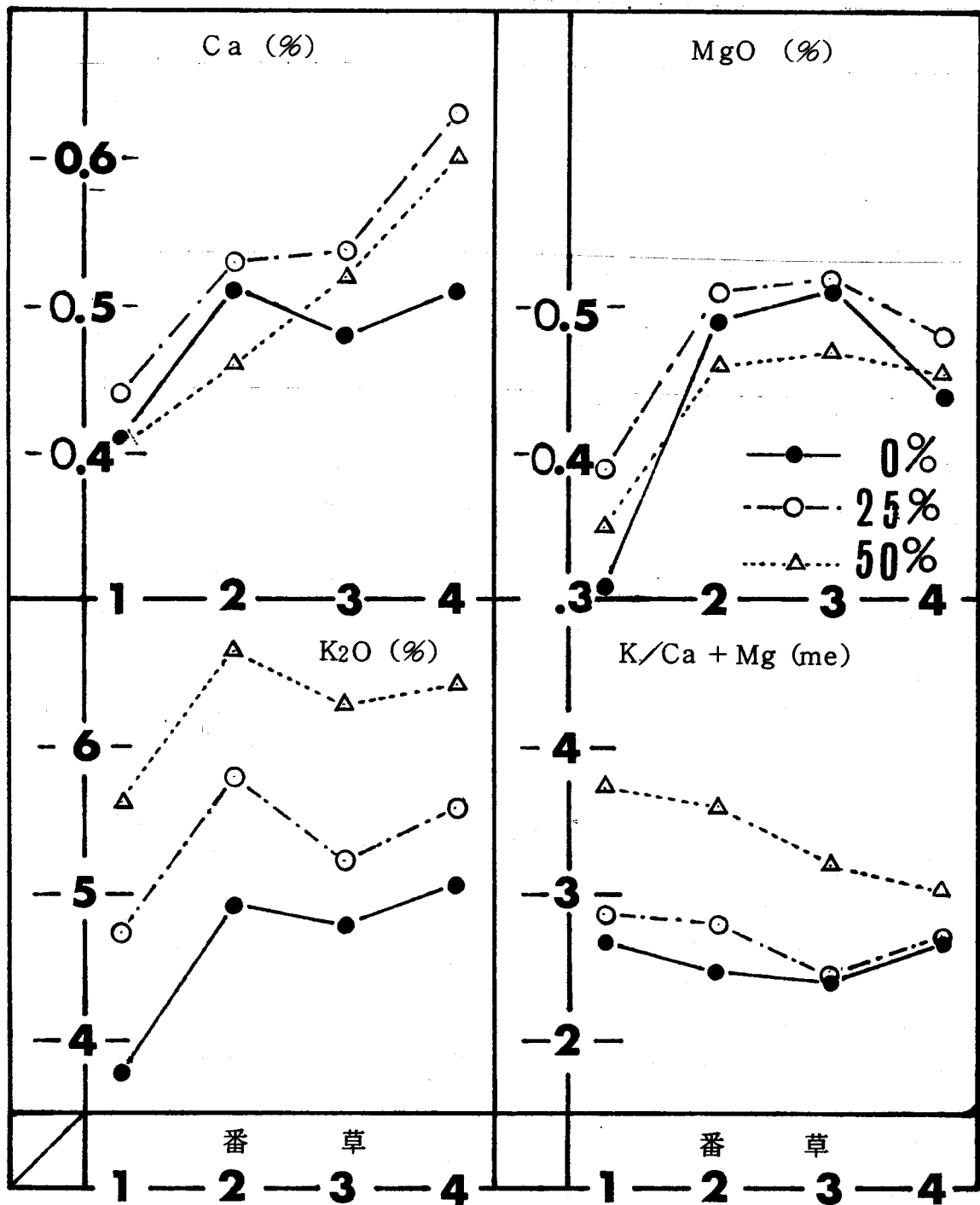
表Ⅱ-10 番草別無機成分

番草	庇陰度	成分	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	K/Ca+Mg	Ca/P
一番草	0%		2.34	0.77	3.77	0.41	0.31	2.67	0.87
	25%		3.17	0.86	4.74	0.44	0.39	2.87	0.84
	50%		3.44	0.90	5.62	0.41	0.35	3.73	0.75
	平均		2.99	0.84	4.71	0.42	0.35	3.09	0.82
二番草	0%		2.73	1.11	4.93	0.51	0.49	2.46	0.75
	25%		3.38	1.03	5.80	0.53	0.51	2.79	0.84
	50%		3.57	0.98	6.65	0.46	0.46	3.60	0.77
	平均		3.23	1.04	5.79	0.50	0.49	2.92	0.79
三番草	0%		3.18	1.01	4.78	0.48	0.51	2.39	0.78
	25%		3.59	1.07	5.23	0.54	0.52	2.47	0.83
	50%		3.90	1.02	6.31	0.52	0.47	3.21	0.83
	平均		3.56	1.03	5.44	0.51	0.50	2.69	0.81
四番草	0%		3.26	1.09	5.04	0.52	0.44	2.66	0.78
	25%		3.66	1.06	5.83	0.63	0.48	2.67	0.97
	50%		4.20	0.96	6.42	0.60	0.48	3.02	1.02
	平均		3.71	1.04	5.76	0.58	0.47	2.78	0.91
平均	0%		2.88	1.00	4.63	0.48	0.44	2.53	0.79
	25%		3.45	1.01	5.40	0.54	0.48	2.67	0.88
	50%		3.78	0.97	6.25	0.50	0.44	3.35	0.84
	平均		3.37	0.99	5.43	0.51	0.45	2.85	0.84

30年と50年生の平均 (1977～1978年)

早春では各無機成分とも低い値であるが、無機成分バランスのK/Ca + Mg当量比は他の番草に比べて最も高い値を示した。2番草以降低下するが秋に再びやや高まる傾向がある。また

K/Ca + Mg 当量比は各番草とも庇陰度50%区で最も高く3以上であったが、0%区と25%区では差が少なくいずれの番草も3を越えなかった。



図Ⅱ-7 番草別無機成分 (DM%) 30年生・50年生林 (1977・1978) の平均

5) 庇蔭と土壌の理化学性

(1) 物理性

庇蔭別の土壌硬度の年次変化は表Ⅱ-11の通りである。測定は山中式土壌硬度計を用いて禁牧区内の硬度を調査したものである。

庇蔭度が高い程土壌は膨軟で物理性が良好であった。また間伐区の林令が進む程、膨軟な傾

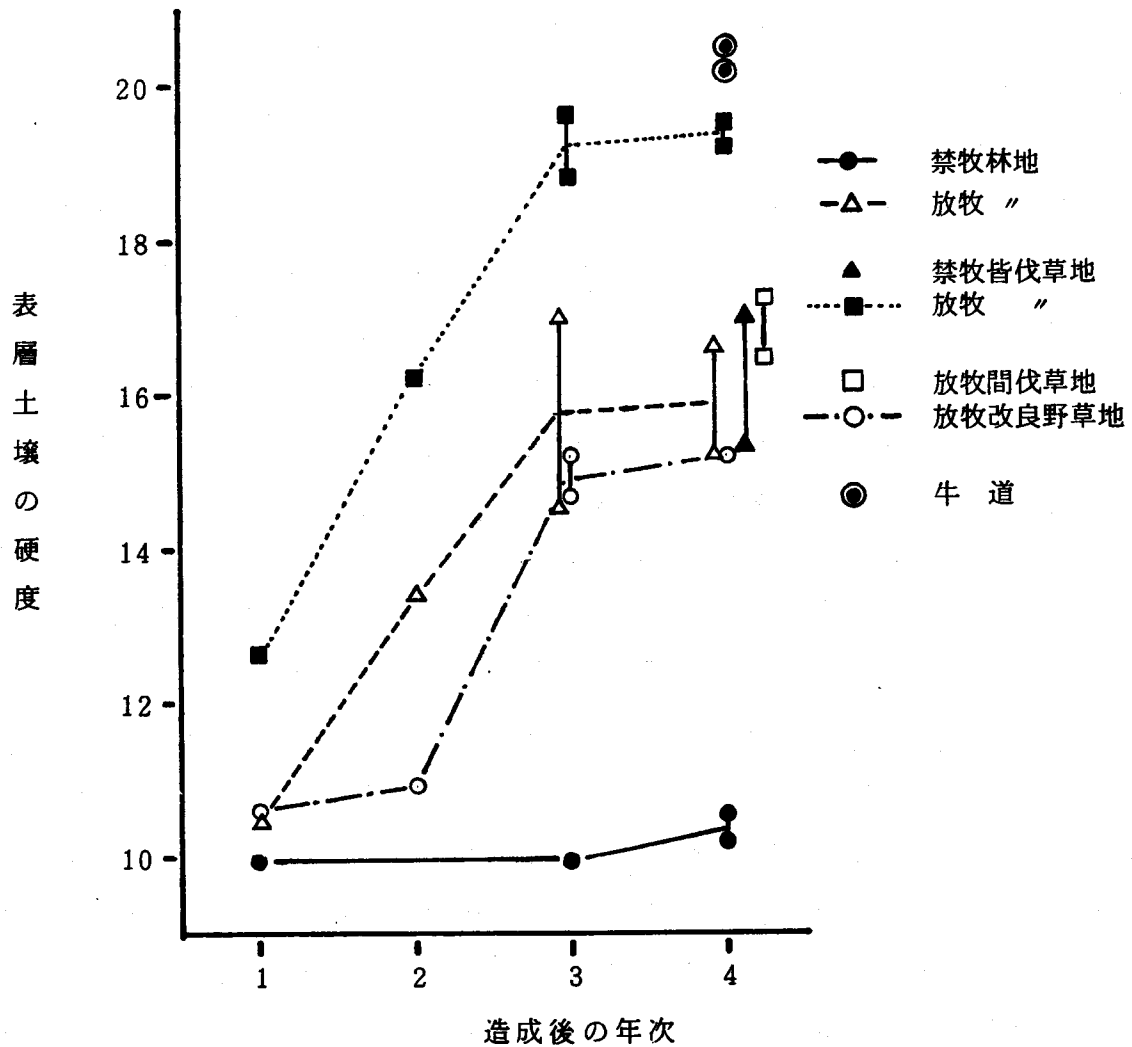
向を示した。樹木からの落葉落枝の供給は、土壌の物理的性質を改良し<sup>(37, 38, 43)</sup> 滲透性を増すと云われるが、この他にも明るさの違いによる草生密度の差が、物理性に影響していると思われる。これに関連して図Ⅱ-8に示すように、草地、野草地、林地別に造成年次による土壌硬度の実態を調査した。

表Ⅱ-11 土壤硬度の変化 (山中式mm)

昭和 林令	0 %				25 %				50 %			
	10年	30年	50年	平均	10年	30年	50年	平均	10年	30年	50年	平均
1976年	-	18.3	18.7	18.5	-	16.5	16.4	16.5	-	15.3	15.4	15.4
1977年	20.3	19.0	18.7	19.3	17.9	16.8	14.8	16.5	15.0	14.6	13.2	14.3
1978年	20.0	19.1	18.8	19.3	15.9	17.3	15.6	16.3	13.0	16.1	15.1	14.7
平均	20.2	18.8	18.7	19.2	16.9	16.9	15.6	16.5	14.0	15.3	14.6	14.8

これによると表層土が最も硬かったのは牛道であり、次いで放牧された皆伐草地、放牧間伐草地、放牧林地と続くが最も膨軟なのは禁牧した林地内であり、放牧改良野草地がこれに次いで軟かった。

地表硬度が増す要因は牛の蹄圧が主因となりこれに牧草の根茎発達が副因になっていると考えられる。膨軟性は林地内で発達するがこれには森林のリターフオールの他、林内植物相の未発達も関係するものと考えられる。



図Ⅱ-8 造成年次・利用区別の表層硬度 (山中式硬度計)

(2) 化学性 ほどPH、置換性Ca、Mg、K、有効態磷酸含  
 化学性の調査は造成5年目と6年目に各林令 量が低い傾向がみられる。磷酸吸収係数は林令  
 の禁牧区内で行った。その結果は表Ⅱ-12に示し が古く、間伐が少く庇蔭が高いほど低い値を示  
 している。林令が古いほど、また庇蔭が高い す傾向が認められた。

表Ⅱ-12 林令別土壌の化学性 (1977と1978年の平均)

林令	庇蔭度	層位	項目	PH (H <sub>2</sub> O)	置換性塩基 mg / 100 g			MgO / K <sub>2</sub> O	有効りん 酸 mg	磷酸吸 収係数	
					CaO	MgO	K <sub>2</sub> O				
10 年 生 林	0%	0~5		5.51	251.2	27.9	26.0	1.07	4.81	1,948	
		5~10		5.43	98.8	10.8	11.8	0.92	1.33	2,148	
	20%	0~5		5.44	303.8	34.7	43.5	0.80	10.05	1,788	
		5~10		5.35	111.3	13.7	19.0	0.72	1.59	2,080	
	50%	0~5		5.56	463.8	74.5	67.3	1.11	9.71	1,520	
		5~10		5.34	206.3	33.4	30.0	1.11	1.94	1,924	
	30 年 生 林	0%	0~5		6.08	433.8	36.0	30.3	1.19	6.07	1,524
			5~10		5.65	183.8	17.0	12.3	1.38	1.47	2,108
20%		0~5		6.04	468.9	50.0	50.8	0.98	8.10	1,244	
		5~10		5.66	181.3	27.4	16.7	1.64	1.87	2,072	
50%		0~5		5.71	448.8	68.7	42.0	1.64	8.40	1,852	
		5~10		5.54	186.3	26.1	17.8	1.47	1.61	2,200	
50 年 生 林		0%	0~5		5.91	565.0	43.2	29.0	1.49	8.46	1,748
			5~10		5.54	152.5	16.9	13.0	1.30	1.58	2,140
	20%	0~5		6.01	456.3	36.2	36.2	1.00	8.68	1,668	
		5~10		5.52	196.3	21.7	16.0	1.36	1.53	2,068	
	50%	0~5		6.06	567.5	38.7	45.8	0.85	8.29	1,488	
		5~10		5.58	351.9	27.6	22.0	1.25	1.81	1,668	

土壌の化学性の年次変動は造成3年目以降に 漸増する傾向を示している。これは、<sup>(39)</sup> 只木等が  
 ついて検討した。表Ⅱ-13。皆伐区(0%)で 指摘するように毎年の落葉落枝などのリターフ  
 では置換性Ca、Mgが年と共に減少の傾向を示し オールが、林内雨・樹幹流とともに成分還元  
 したが、間伐区では置換性Ca、Mg、K、ともに 役割を果しているためと考えられる。

表Ⅱ-13 土壤の化学性的変化

年次	此 陰度	項目 層位	PH (H <sub>2</sub> O)	置換性塩基 mg / 100 g			MgO/K <sub>2</sub> O	有効りん酸
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
1975	0 %	0 ~ 5	5.80	490	58.1	27.5	2.11	
		5 ~ 10	5.77	153	25.5	14.2	1.80	
	50 %	0 ~ 5	5.77	446	48.7	29.7	1.64	
		5 ~ 10	5.63	162	27.5	17.5	1.57	
1977	0 %	0 ~ 5	5.82	400	37.8	26.8	1.41	3.75
		5 ~ 10	5.62	133	16.4	12.7	1.29	2.01
	25 %	0 ~ 5	5.86	448	48.0	37.3	1.29	5.87
		5 ~ 10	5.58	137	18.3	16.7	1.10	2.04
	50 %	0 ~ 5	6.20	540	67.7	44.5	1.52	6.82
		5 ~ 10	5.68	189	28.1	22.0	1.28	2.32
1978	0 %	0 ~ 5	5.85	396	33.6	30.0	1.12	7.14
		5 ~ 10	5.46	157	13.4	12.0	1.12	0.91
	25 %	0 ~ 5	5.80	547	48.7	43.0	1.13	12.03
		5 ~ 10	5.44	188	23.6	16.8	1.40	1.28
	50 %	0 ~ 5	5.35	447	53.6	58.8	0.91	10.79
		5 ~ 10	5.42	193	27.1	24.5	1.11	1.25

(10. 30. 50年生林平均)

放牧区と禁牧区では土壤の化学性にどのような違いがでるか、利用4年目に調査した。表Ⅱ-14。放牧区は禁牧区に比べてPH、置換性Ca

Mg、Kが高い値を示した。表層でその傾向が強く、放牧による糞尿還元の影響と考えられた。

表Ⅱ-14 放牧4年目の禁牧区と放牧区の土壤の化学性 (昭52)

区分	此 陰度	項目 層位	PH (H <sub>2</sub> O)	置換性塩基 mg / 100 g			MgO/K <sub>2</sub> O	有効りん酸 mg
				CaO	MgO	K <sub>2</sub> O		
放牧区	0 %	0 ~ 5	5.82	397.5	46.8	28.5	1.64	3.63
		5 ~ 10	5.61	126.3	20.3	12.5	1.62	1.98
	25 %	0 ~ 5	6.23	505.0	63.0	39.3	1.60	6.10
		5 ~ 10	5.72	150.0	22.8	20.0	1.14	2.16
	50 %	0 ~ 5	5.94	540.0	64.3	49.0	1.31	6.32
		5 ~ 10	5.78	210.7	29.9	32.5	0.92	2.42
	平均	0 ~ 5	6.00	480.8	58.0	38.9	1.49	5.35
		5 ~ 10	5.70	162.3	24.3	21.7	1.12	2.19
禁牧区	0 %	0 ~ 5	5.69	297.5	34.0	25.5	1.33	4.84
		5 ~ 10	5.62	126.3	15.2	11.0	1.38	1.92
	25 %	0 ~ 5	5.74	402.5	47.3	36.8	1.29	6.12
		5 ~ 10	5.58	132.5	17.4	16.0	1.09	2.14
	50 %	0 ~ 5	5.97	467.5	79.3	44.3	1.79	7.41
		5 ~ 10	5.73	200.0	32.7	23.3	1.40	2.27
	平均	0 ~ 5	5.80	389.2	53.5	35.5	1.50	6.12
		5 ~ 10	5.64	152.9	21.8	16.8	1.30	2.11

(10年生と30年生林の平均)

6) 間伐程度と落葉量・成分還元量

落葉樹の間伐区では自然林ほどでないにしても落葉の還元がある。有機物及び無機成分としての還元量を知るため、間伐後4年目から3ヶ年調査を行った。

表Ⅱ-15はa当りの落葉量(乾物)である。わが国では落葉樹林、常緑樹林でも年間に落下する葉量にはほとんど差がなく、閉鎖林で平均的にヘクタール当り約3t(乾燥重量)と云われる<sup>(39)</sup>。間伐区の調査では、年次により変動があったが平均的に25%区で13.0kg/a、50%庇蔭区で18.2kgであった。50年生の老令林の50%庇蔭区ではヘクタールにすると約2.1tになり、閉鎖林の状態に近いものであった。若令の10年生林では当初の庇蔭度の差が消えて樹冠の閉鎖が進んだため、落葉量は老令林に近かった。

表Ⅱ-15 落葉量(乾物)の変化(kg/a)

林令	昭和		1976年		1977年		1978年		平 年	
	庇蔭度	成分	25%	50%	25	50	25	50	25	50
10年生林			-	-	10.9	9.4	20.5	21.1	15.7	15.3
30年生林			11.2	22.8	6.4	11.5	12.3	21.4	10.0	18.6
50年生林			19.6	26.4	6.4	16.3	14.2	19.4	13.4	20.7

表Ⅱ-16 落葉の無機成分

林令	成分	項目 庇蔭度	成分(DM%)					落葉による成分還元量(kg/a)					
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	DM量	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
10年 生林	25%		1.56	0.30	0.57	1.98	0.54	15.7	0.24	0.05	0.09	0.31	0.08
	50%							15.3	0.24	0.04	0.09	0.30	0.08
30年 生林	25%		1.60	0.24	0.65	2.50	0.45	10.0	0.16	0.02	0.07	0.25	0.05
	50%							18.6	0.30	0.04	0.12	0.47	0.08
50年 生林	25%		1.56	0.22	0.71	2.53	0.34	13.4	0.21	0.03	0.10	0.34	0.05
	50%							20.7	0.32	0.05	0.15	0.52	0.07
平 均	25%		1.57	0.25	0.64	2.34	0.44	13.0	0.20	0.03	0.08	0.30	0.06
	50%							18.2	0.29	0.05	0.12	0.43	0.08

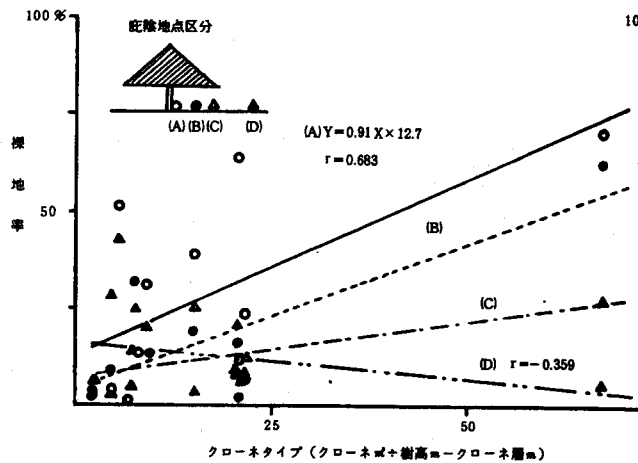
落葉中の無機成分含量と落葉によって地上に供給されるとみられる無機成分還元量は表Ⅱ-16の通りである。落葉中の成分ではカルシウムが多く、落葉によって土壌にもたらされる養分はカルシウム、カリ、チッ素が主体になると思われる。林地内での物質循環は落葉の他に落枝を含めたリターフールと林内雨や樹幹流の動きを含めた総合的な把握が必要と云われる<sup>(39)</sup>。ここでは、落葉の調査にとどめたが、雨水による供給量なども含めると間伐地での養分還元量は軽視できないものと思われる。

7) 樹冠投影と草生

間伐林内の牧草生産量は樹冠の大きさに比例することをのべてきたが、同一の地表うっぺい度の林であっても樹形の違いで林床の様子が異なることが観察される。

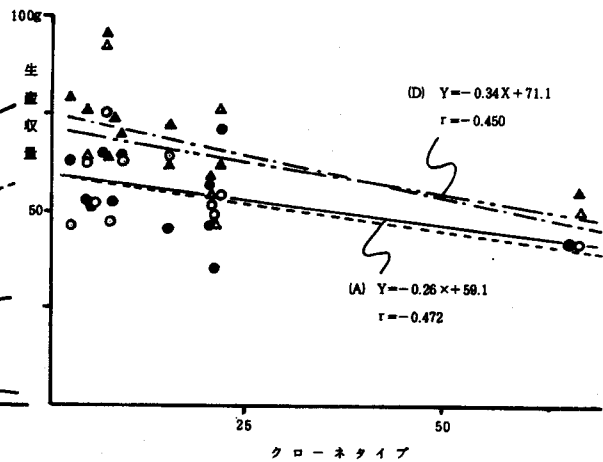
表Ⅱ-17は胸高径の大きい樹木の林床植生を調べた結果である。一般に生草収量は主幹の根元に近い程少なく、樹冠投影のへりに近づくとも高まってくる。これとは逆に裸地率と雑草の混入率は主幹周辺で高まる。

図Ⅱ-9は10年生・30年生・50年生樹の樹冠の大きさを樹高に対する指数（樹冠の $m^2$ ÷樹高 $m$ -樹冠層 $m$ ）で現し、この値の大小と林床植生の関係をみたものである。樹冠指数の大きい樹形、すなわち樹高が低くて枝張りの大きいタイプ程、林床の草量は少なく裸地率が大きくな



図Ⅱ-9 クローネタイプと庇蔭地点別の裸地率

った。またこの傾向は主幹に近い程強まった。これは、丈の低い樹木の庇蔭はその林床に固定するのに比べて、同じ樹冠サイズであっても、伸びの良い樹では庇蔭がかなり移動することによるためとみられた。



図Ⅱ-10 クローネタイプと庇蔭地点別生草収量 $g/0.5m \times 0.5m$

#### 8) まとめ

林令の異なる広葉樹林に放牧地環境改善を配慮した間伐による不耕起牧草導入を行って牧草の収量水準、草種構成の変化、土壌と牧草の無機成分バランスなどについて検討した。

1. 庇蔭度別収量の5ヶ年の平均は、皆伐区（庇蔭度0%） $319 kg/a$ に対し25%庇蔭区が76%、50%庇蔭区が55%であった。また、年度経過と共に全般的に生草収量が減少したが、これは間伐林の庇蔭の増加が一因とみられる。とくに10年生では庇蔭度増加が顕著で、造成5年後にはほぼ完全に樹冠がうっぺいし、初年度に対する収量比は30~35%に著しく低下した。間伐幼令林の庇蔭度維持は困難である。

2. 8草種混播による草種構成は造成時にはオーチャードグラス、ペレニアルライグラスが同程度の比率で基幹草種であったが、ペレは利用4年次から減少傾向に転じ、オーチャードグラス、ケンタッキーブルーグラス、トールフェスク、クリーピングレットフェスクが増加した。庇蔭の程度と草種の関係は、庇蔭が高まる程オーチャ

ードが優占し、無庇蔭区程ペレニアルの減少率が大きかった。ケンタッキーは庇蔭よりペレニアルの減少と関連した増加が見られた。秋にはCPが増加した。

3. 牧草の無機成分バランス $K/Ca+Mg$ 当量比は年次経過と共に高まるが、皆伐区に比べて庇蔭区のそれは一般に高く、また庇蔭が強まる程バランスは悪くなった。

4. 間伐林の落葉量は年によって変動するが、壮令林以上では庇蔭度の強まりとパラレルに増加。しかし10年生林では樹冠の広がり顕著で庇蔭区間の差はなかった。

5. 落葉による成分還元はチッ素、カリ、カルシウムが主体であった。

6. 草生林土壌の硬土は壮令林地ほど、また庇蔭度が強いほど膨軟であって、皆伐区に比べて土壌の物理性は改善されている。土壌水分は林令や庇蔭度別による差が不明であったが、表層土<下層土の傾向があり、また $g/100m$ 乾土重量では、表層土>下層土、牧草区>野草区であった。

7. 草生林土壌の化学性は庇蔭区において、年次経過と共に置換性 CaO、MgO、KO、が増加する傾向を示した。

8. 庇蔭樹下の草生は樹冠の大きさと主幹からの距離によって異なった。生草収量は、主幹の周辺部が最低であり、樹冠の辺縁に近い程高まるが、裸地率と雑草混入率は主幹に近い程高まった。

9. 庇蔭樹としての樹形は林令と林の疎密度によって異なるが、草生に関する樹冠タイプは (クローネ  $m^2$  ÷ 樹高  $m$  - クローネ層  $m$ ) で表すことが適当とみられた。庇蔭樹下の収量と裸地率は、樹冠タイプ (クローネタイプ) の値の大小によって左右される。裸地率はとくにクローネタイプとの相関が大きく、根元周辺では  $Y = 0.91x$  ( $x$  = クローネタイプの値) + 12.7 の回帰式が得られた。

表 II - 17 大径木樹冠投影と草生

月日	項目 幹から	草 丈 $cm$			収量 ( $1 \times 1$ ) $kg$			裸地率 (基部) %			雑草率 %		
		2 $m$	4 $m$	6 $m$	2 $m$	4 $m$	6 $m$	2 $m$	4 $m$	6 $m$	2 $m$	4 $m$	6 $m$
1976. 6. 7		59.3 (100)	59.1 (100)	54.0 (91)	555.1 (100)	758.5 (137)	807.3 (145)						
8. 2		46.6 (100)	48.3 (104)	50.5 (108)	379.0 (100)	568.4 (150)	646.7 (171)	42.5 (100)	27.3 (64)	10.0 (24)	9.22 (100)	1.96 (21)	0.43 (5)
9. 18		21.0 (100)	23.6 (112)	16.2 (77)	63.2 (100)	106.5 (169)	111.5 (176)	36.7 (100)	19.9 (54)	22.5 (61)	12.03 (100)	2.88 (24)	1.64 (14)
平 均		(100)	(103)	(95)	(100)	(144)	(157)	(100)	(60)	(41)	(100)	(23)	(10)



### III 総合考察

山地の畜産利用の問題として、牧野のあり方についての実用化研究を昭和49年から5ヶ年行った。研究に入る前に北上山地を頭において研究の場と研究需用の所在を整理してみた。

昭和48年当時、東北農政局が北上川東部の全市町村を対象にして開発可能団地の調査をまとめた結果、139,000haが集計された。その全面積の60%が標高400m以上の山地であり、65%以上が傾斜12°以上の複雑地型である。また、90%が森林状態で、さらにその65%は天然林で占められている。既に利用されている低地の平坦部と平滑な山頂に狭まれた400m~1,000mの中標高地で天然林に被われた区域が残された開発の場と思われた。<sup>(6)</sup>

このような条件の悪い奥山の利用では肉牛の放牧が中心となろうし、家畜や土地の生産性に偏りが起りやすいなどへの配慮ある開発をとる必要がある。この研究のポイントを最少限の投資で、維持費の少ない固有資源の活用型開発であること、家畜の住みよさを加えた保全的方式であることを前提としたのはこのような背景をふまえてのことである。

フィールド研究を主体にした成果を実用技術に結びつけ得る可能性や手だてについて、若干の考察を加えてみる。

#### 1. 研究成果から導かれる技術の組立て

##### 1) 野草地・牧草地・林地の牧区内組合せ

##### (1) 牧草地と野草地の組合せ規模及び野草植生の選択

牧草と野草を組合せて利用することに3つの意義が認められた。総牧養力の引き上げ、野草類利用率の好転、バランスのとれた無機成分の供給である。牧草地をどの程度組合せるとどれだけの全可食DM量がha当り期待できるかは $y = 95.6x + 705.4$  ( $y =$ 可食DM量kg/ha、 $x =$ 草地率%)で明らかにできた。

この研究が取り扱った分野は、天然林という

ほぼ安定した生態系を一度破壊して、新に始まるせん移過程を人為的・経済的に使おうとするものである。従ってシバ地・スキのように比較的進んだせん移にあるものと異って、スタン드의違いや伐採年次の違いが即2次植生の進み方に差を生み、異った牧養型が生じてくる。

このような牧養型の相異は利用率に差異を生むが、せん移の程度によっては草地の組合せ次第で野草類活用の向上、長期維持を可能とするみとおしが得られた。

野草類と牧草(イネ科)のミネラル含量の特徴的な違いは、N、P、Kが牧草、Ca、Mgが野草類で高いことである。したがって、牧草だけでは危険な高さになるK/Ca+Mg当量比を、野草類の混食によって引き下げられることが早春放牧牛の血清や糞中の無機成分含量から明らかになった。

以上の成果から、牧区の草地化率は野草のタイプでことならせることとし、伐採1~2年型の広葉雑草が主体の牧区では草地割合を低く10~20%にとどめる。伐採3~4年型では20~30%、6~7年経た萌芽優占型では40~50%に高める。樹冠が閉鎖し始める10~15年生林は間伐又は伐採して初期せん移の位置に揃える必要がある。その上で、輪換牧区の総体として、牧草地25%、改良野草地(林地も含めて)75%程度がバランスある野草組合せ牧区になると思われた。

##### (2) 林地の構造と組合せ規模

牧野樹林には家畜のための庇蔭・避難、水土の流亡保全、風蝕防止などの機能が託される。庇蔭効果は放牧オールシーズン期待できるが、グローブ球温で測定した結果、盛夏-晴天-壮令林-巾の広い林帯で効果が最大であった。

家畜が庇蔭林を利用する群行動は、その日の温湿度指数(乾球温 $\times 0.1$  + 湿球温 $\times 0.9$ )の高さと関係がみられた。また、庇蔭の有無による牛体の生理反応は呼吸数にもっとも顕著にあらわれ、林内に休息する場合は、15%~20%の

エネルギー損耗を防ぐことが明らかになった。このようなことから、庇蔭林は壮令林以上のものを巾30~40mの帯で、風の通る尾根地帯に連続的に配置すべきと思われる。

表層土の膨軟性は保水力を左右するが、腐植の多少と踏圧の大小がこれにかかわっている。山中式土壤硬度計によると伐跡地より林地内、皆伐地より間伐地、牧草地より改良野草地の方がそれぞれまさっていた。また、林地内では完全禁牧林>普通林>軽度の牛立場林>重度の牛立場林>牛道の順によかった。このようなことから、水土保持林は<sup>(4)</sup>村井らが提唱する林帯の標準幅員によって、ほぼ等高線に配置すること。また、保全林帯のうち、集水地形に当る凹部は、踏圧による圧結を防ぐため禁牧することが必要であろう。

林地の総体の規模は地形や傾斜の度合で異なるが、概ね牧区の30%程度がめどと考えられる。

### (3) 牧草地・野草地・林地の配置

放牧牛の密集化は不良環境での逃避行動とみられ、散開は採食や授乳などの生産行動に結びついていた。また、密集化は土地の不均一利用をもたらす。牛群を誘引し均一な土地利用に結びつける力は牧草に認められ、林地も補助的な役割を果たしていた。

このようなことから、草地は2~3ヶ所牧区内に分散させ、野草地と組み合った形で配置し、林地がこれをつなぐ形とする。牧区面積に対して牧草地2~3、林地3、野草地4~5の割合をめどとする。

### (4) 牧区構成と規模

まき牛単位を群編成に考えれば、70~80頭の繁殖牛群に必要な面積は、草地率20~25%の方式を採用すると概ね100haと計算される。放牧監視効率や牧区の均一利用を高めるには小面積・多牧区方式がよい。しかし、野草植生の効率利用や複雑な山地気象を緩和する立地を盛りこむためには大面積・少牧区方式が必要と考えられる。このため、牧区の構成は25ha~30ha×4

牧区をめどにして、牧区のくくり方は沢から沢までとし多方位地形を組み入れることが望ましい。

### 2) 間伐林地への牧草導入

#### (1) 対象とする林令と樹形

幼令林では一度間伐しても、年とともに成長し樹冠が広がって過蔭になる。また間伐に要する労力は林令が若い程多くかかり、この点からも幼令林は避けるべきである。たのため中・壮令林以上(30年生林)を対象とする。

また、標高に対して樹冠が大きい庇蔭木の林床は草生が悪く、裸地が大きくなることから樹高の割に樹冠の小さい伸びのよいタイプの木を残すように心がける。

#### (2) 間伐の程度

過度の庇蔭(地表の樹冠投影50%)では牧草の生産量が皆伐した場合の50%程度に低下する。同時にイネ科牧草のK/Ca+Mg当量比が悪化する。したがって、庇蔭林による地表うっぺいの度合は20~30%以内になるように均等に分散させる必要がある。なお、樹冠が広がりすぎる場合には随時間伐または枝払いをすることが望ましい。

#### (3) 導入草種の選択

5ヶ年の草種構成からみると、優占草種の順位はOr>Pe>Kb>Cpであった。WCはほぼ一定の比率を維持したが、Tiの維持は困難であった。季別ではOrが春型である以外は、Pe、Kb、Cpのいずれも秋型であるのに対し、Peは減少型で3~4年目からの減少が目立った。またOrのK<sub>2</sub>Oは庇蔭が強まる程、また年を経る程増えてくるが、MgOとCaOに逆に低下した。

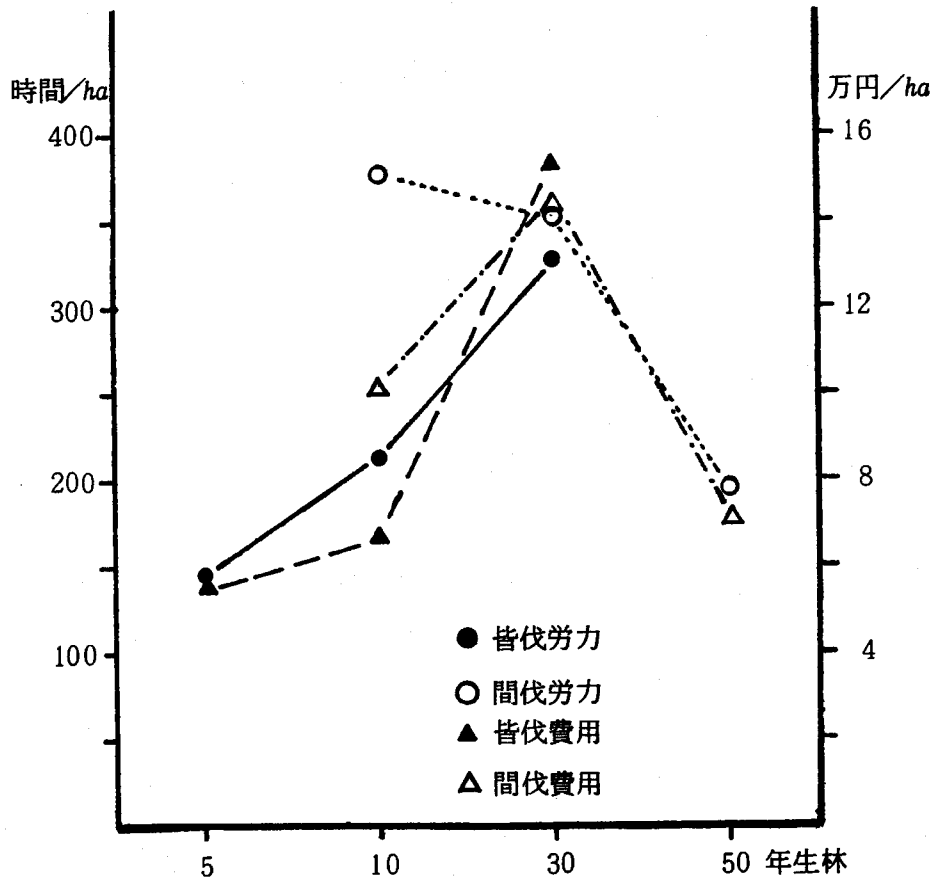
このため、間伐草生林の草種は、草量の絶体量確保—Or、秋期草生維持—Pe、Cp、経年的な草生維持—Or、Kbをイネ科草の基幹とする必要がある。またイネ科草のミネラルバランスの悪化を補うため必ずWCを混播する他、混食できる野草地を組合せる配慮も望ましい。

また、庇蔭木からの落葉量の調査を行った結果、落枝を含めたりターフォールや林内雨などによる成分の還元は無視できないものと思われた。間伐林地の土壌の化学性と草質の間に特徴的な問題点が潜んでいる。庇蔭林土壌ではCa、Mg、Kの蓄積が同時に進行するが、庇蔭草のミネラルバランスは庇蔭の強まりと共に加里の過剰吸収が進む反面、Mgの吸収が落ち込みこ

みこのためK/Ca+Mg当量比を悪化させる。このことから毎年の追肥はとくに春、Kを入れない配合とする必要がある。

## 2. 開発方式の選択

実験区の造成は、チェーンソー、刈払機による人力で行ったが、播種造成或は野草地改良までに要した労働量と費用概算調査が図Ⅲ-1である。



図Ⅲ-1 地ごしらえのための労力と費用概算 (1974年)

これによると、林地を皆伐する方式は幼令林で安く、壮令林になる程高くなるが、間伐方式では逆に幼令林の方が費用がかさんだ。間伐では一定の庇蔭度を見積って間伐することと、枝条の整理に手間がかかるので、立木密度の高い幼令林程多労になる。壮令林は伐採本数が少く、また枝打ちで済ませる場合もあるので、幼令林に比べて有利であると思われる。しかし、大面積になると、枝条を区域外に搬出することが困難になるので、間伐方式は中・壮令林以上(30

年生林)であって、里山開発などの小規模な団地開発を対象とすべきであろう。

これに対して、皆伐方式は大規模な山地開発を対象にして、野草地、牧草地、林地の組合せ方式の中に生かしてゆくことが望ましい。

## 3. 開発技術の経営経済的な考察

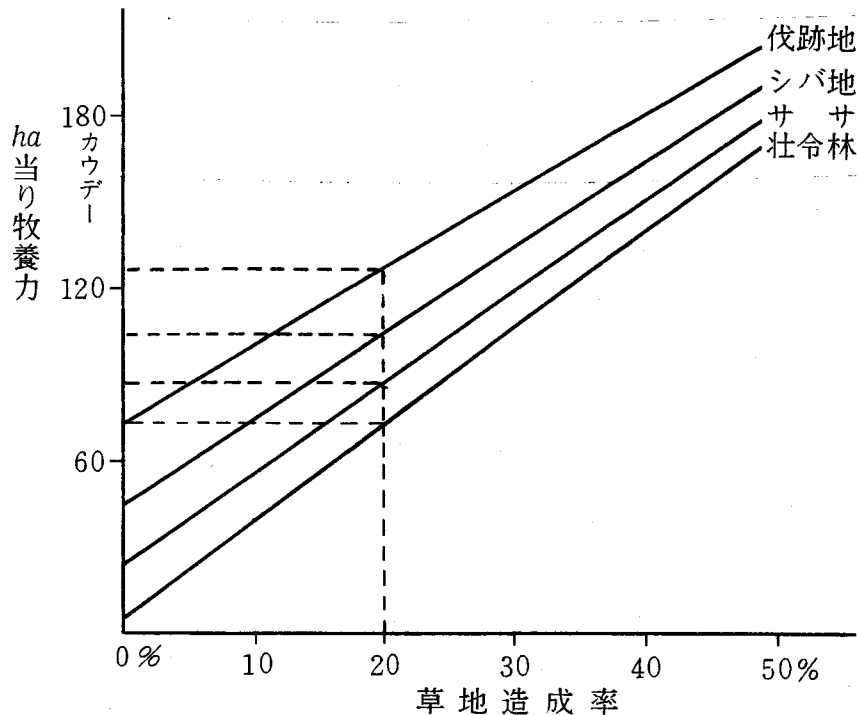
ここでは牧草地と野草地を組合せて利用することの経営経済的な意義について考えてみる。皆伐牧草地、間伐による草地造成も一括して牧草地として取扱い、野草植生のタイプ(牧養型)

や地代に重点をおいて、これらが変動する場合の野草地組合せ方式の評価を行うこととする。

1) 牧養力の見積り

図Ⅲ-2は野草植生を伐跡地型、シバ型、ササ型、壮令林型をそれぞれ単一にとり上げ、こ

の4タイプの牧養型に0%~50%までの草地割合を組合せた場合のha当り牧養力を試算したものである。試算の根拠は、表Ⅲ-1に示すように、フィールドで得た牧養型別の草類構成に可食草量と望ましい利用率及びDM量を乗じて行った。



図Ⅲ-2 野草地と牧草地組合せによる牧養力の推定

表Ⅲ-1 牧養力・放牧費用の見積り

植生型別の可食DM量計算根拠						
DM率 %	イネ	スゲ	ササ	雑草	木本	計
	39.4	38.7	47.0	26.0	36.1	-
壮令林						
草種構成 %	可食草量 500kg/ha		利用率 0.5			
	2.0	10.2	57.0	20.0	10.8	100
伐跡地						
草種構成 %	可食草量 5,000kg/ha		利用率 0.6			
	6.1	7.7	20.1	44.9	21.2	100
ササ						
草種構成 %	可食草量 1,500kg/ha		利用率 0.5			
	-	4.5	82.0	6.1	7.4	100
シバ						
草種構成 %	可食草量 3,500kg/ha		利用率 0.5			
	76.0	-	-	24.0	-	100
牧草						
	可食草量 40,000kg/ha		利用率 0.6			
	DM率 20.0%					
必要面積計算根拠						
放牧日数	150日 (5/20~10/20)					
群構成	50頭 (500kg換算)					
1シーズン必要総DM量	105t (14kg/C.D × 150日 × 50頭)					
放牧費用計算の根拠						
牧柵造成	正四角総延長m × 1,000円 5年償却					
草地造成	44万円/ha				10%	
野草地改良	15万円/ha				永久利用	
追肥	38,500円/ha				造成翌年から	

伐跡地型の牧養力が最も高く、そのみでも60カウデーを超えるが、20%の草地化を行えば2倍の120カウデーに達する。壮令林では20%草地化した時、ようやく草地を作らない伐跡地の水準に達するにすぎない。このことから壮令林の単なる林内放牧の問題点が指摘できるが、このことは土地利用の制限の有無や地代の水準から放牧費用にふり換えて検討する必要がある。

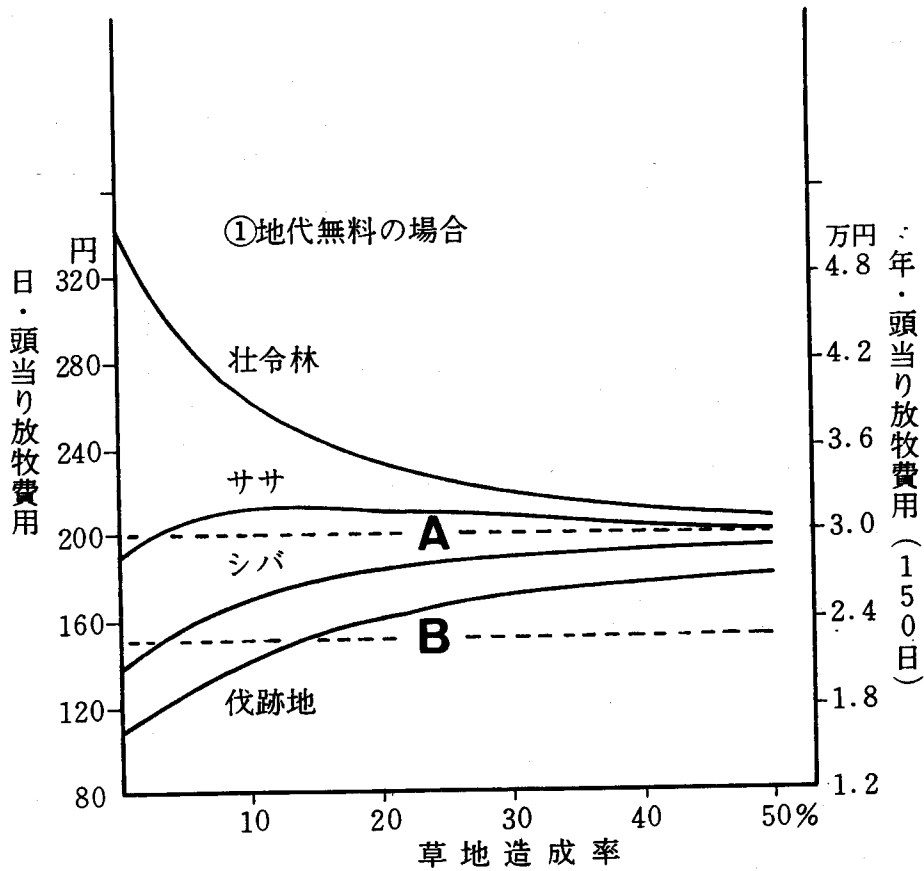
2) 放牧費用の見積り

技術の評価では野草類の有効利用・長期維持、放牧牛の生理生態からみて、草地化率を20~25%にすべきとした。ここでは、この望ましい牧野のあり方が成立し得る条件はどの範囲にあるかを重点にして検討する。

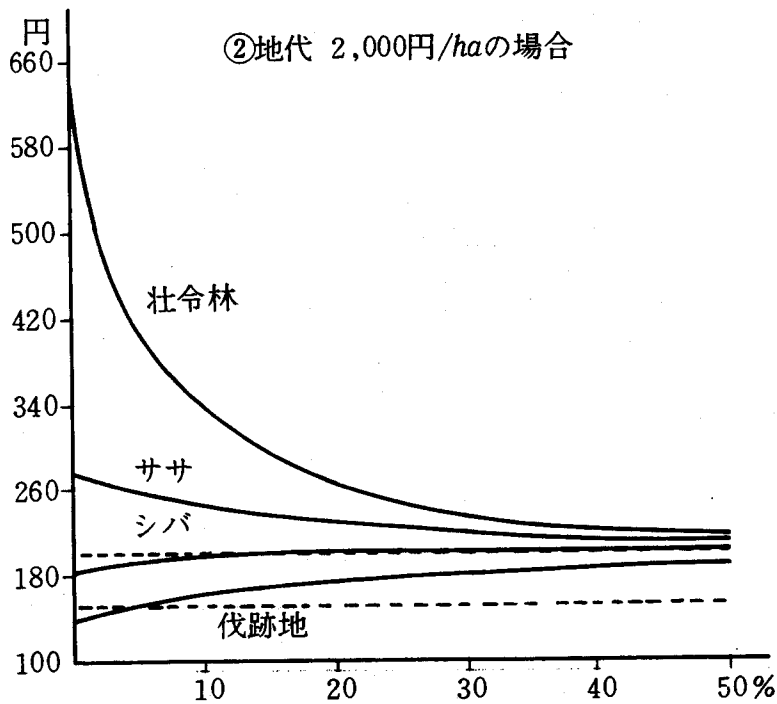
図Ⅲ-3 ①~④は牧養型別にみたカウデー当り放牧費用或いは放牧期間の費用試算を図化したものである。試算は表Ⅲ-1に示す必要面

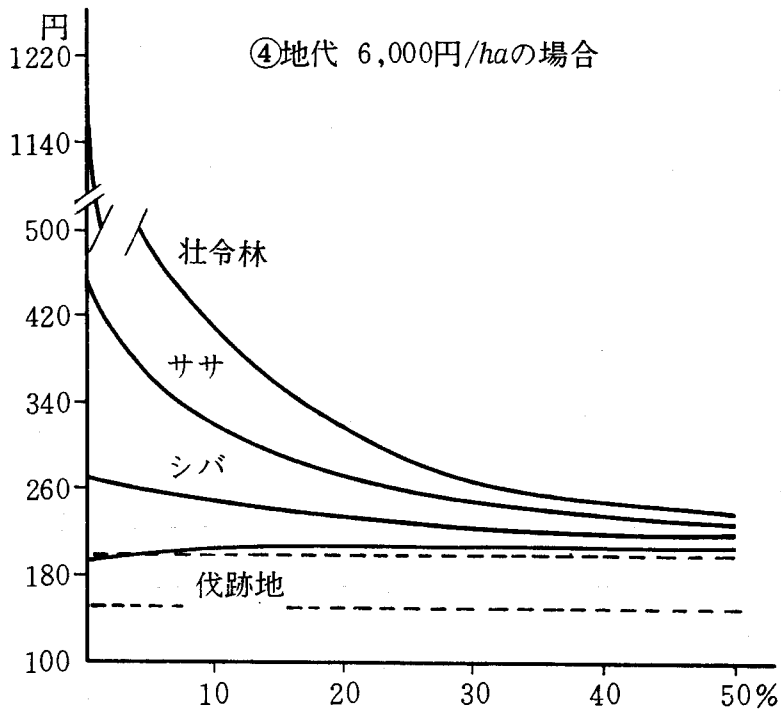
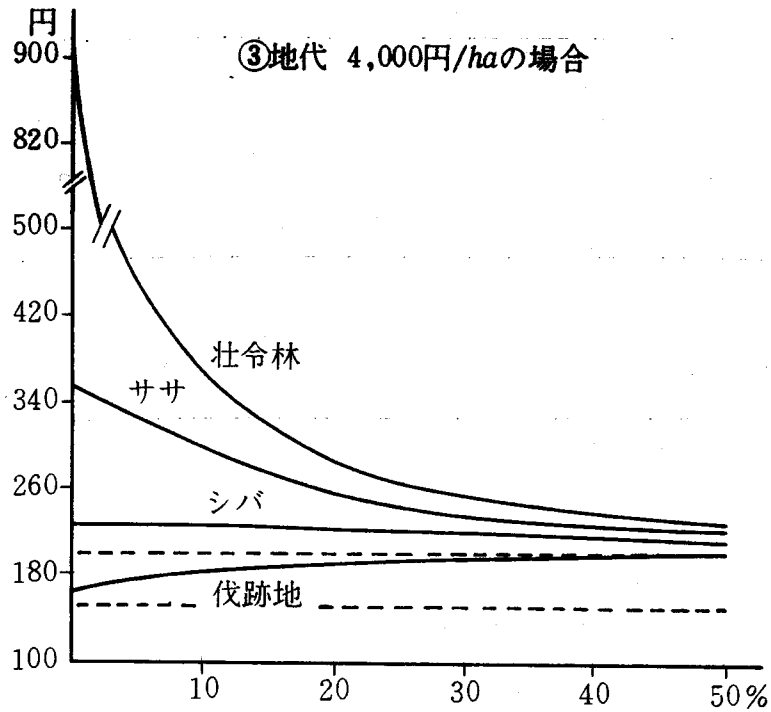
積の計算と費用計算の根拠を用いたが、ここで  
はいわゆる帝国牧野方式をとらずに牧柵造成を

した牧野形態を前提にした。



図Ⅲ-3 野草牧養型と草地率別の放牧費用





①は放牧場の地代無料の場合であるが、当然のことながら牧養力の大きい牧養型の順に費用が少なく、伐跡地型が最も有利になる。

公共牧場の健全な運営とすれば牧場費用と預託農家群が負担する費用が一致することが望まれる。この観点から一致する範囲を図にA及びBの点線で示してみた。現行の日本短角牛放牧

場の一日放牧料金<sup>(44)</sup>の上限がおよそ150円になっており、この料金水準でも農家所得を切り崩している実態<sup>(45)</sup>がある。しかし、今後子牛価格の向上も考えられるので、繁殖農家の支払い可能な放牧料の幅を150円から200円に設定してみた。

この料金帯を地代水準の異なる①～④に当てはめて、適応する野草のタイプや導入できる草

地化率を検討してみた。①の地代無料の場合は、上限を150円までとすると伐跡地型で15%の草地率が許されるが、シバ地はほぼ現状のままですべきこと。200円までアップが可能であれば、シバ地も含めてかなり高率の草地化ができることになる。しかし、ササ型と壮令林は許容力が低いとみなければならない。とくに壮令林は、むしろ草地化を進めて、牧柵費の負担を下げる方向が必要になる。

以下、ha当りの地代が2,000円、4,000円、6,000円の例を試算したが、野草量が比較的豊富な伐跡地型のみが地代負担力があるが、これも6,000円を超えると成立しなくなる。

以上のことから、野草資源の活用を提唱するには、有利な野草タイプが得られる素地があるか、利用面積の制限はどうなのか、地代交渉の余地の有無などについて確認しなければならない。

本研究が対象とした広葉樹林の伐跡型野草であれば、技術評価から提示した20~25%の草地率は、放牧料金が160~170円で農家がのみ込める範囲で成立するものと思われる。

## 参 考 文 献

- (1) 外山開牧百年祭実行委員会：外山開牧百年史、熊谷印刷、1~82 (1976)
- (2) 戸田忠祐・久根崎久二他：自然放牧地における草地生産力の実態、岩手畜試、試験成績書、14~202 (1969)、85~102 (1970)
- (3) 岩手県：大規模肉用牛繁殖牧場経営計画策定調査成績書1~133 (1974)
- (4) 井上楊一郎：草地経営の技術、地球出版、118~129、(1961)
- (5) 井上楊一郎：草地施業技術、養賢堂、36~61 (1978)
- (6) 林業試験場東北支場経営部第三研究室：東北地方における広葉樹天然生林の役肉牛放牧について、林試研報第139号、24~52、(1962)
- (7) INTERMOUNTAIN REGION, U. S. D. A : RANGE ENVIROMENTAL ANALYSIS HANDBOOK、FSH 2209. 21、41. 4 - 6 ~ 38、(1969)
- (8) 毛利勝四郎・神長每夫：放牧牛の雑草類にたいする採食利用度、林試北海道支場年報、97~105、(1966)
- (9) 中田功・神長每夫：放牧和牛の動静-採食飼草と採食量の季節変化、林試 北海道支場年報、1~21、(1963)
- (10) 黒木重郎・神長每夫：林試東北支場年報、104~111、(1971)
- (11) 林業試験場経営部：放牧家畜の嗜好性、経営3 営農林牧野2、(1954)
- (12) 瀧向正四郎・蛇沼恒夫、戸田忠祐他：草地を主体とする肉用牛生産技術体系確立に関する実証研究、岩手畜試研報第4号、69~71、(1974)
- (13) 大迫元雄：本邦原野に関する研究、日本林業技術協会、96~105、(1952)
- (14) 吉井義次・岩田悦行：牧野の生態学研究、第6巻2号、125~145、(1940)
- (15) 大原久友：草地と酪農、19~80 (1959)
- (16) LAURENCE A. STODDART. ARTHUR D. SMITH : RANGE MANAGEMENT、125~160、243~271、(1943)
- (17) 戸田忠祐：アメリカ国有林牧野の管理とその畜産的利用方式、産産の研究、26巻第3号 401~406、(1972)
- (18) 畜産大事典：703~711、(1978)
- (19) 佐藤衆介：放牧中の牛の集合行動について、第2回放牧生態研究会、1~9、(1977)
- (20) 藤原忠・阿部博史：標高および傾斜方位の相違による気象条件の変化、東北農試研究速報、第16号、3~10、(1973)
- (21) 橋爪徳三他：乾乳牛の安静時代謝におよぼす環境温度の影響、畜試研報、No. 2、61~69、(1963)

- (22) 橋爪徳三他：和牛の安静時代謝におよぼす環境温度の影響、畜試研報、No.11、39～47、(1966)
- (23) 吉田武紀・野附巖：中国農試報告、3、523 (1957)
- (24) 加藤正信・春本直・加藤啓介：成雌牛における放牧中のエネルギー消費について、島根大農研報告A-1、49～53、(1967)
- (25) 加藤啓介・春本直・加藤正信：去勢牛の若令肥育前期における放牧中のエネルギー消費について、島根大農研報告A-2、41～43、(1968)
- (26) 春本直・加藤正信・加藤啓介：去勢牛の若令肥育前期における放牧中の行動について、島根大農研報告A-2、35～40、(1968)
- (27) KEMP. A: Netherlands J. AGRIC. SCI. 5、4～17、(1957)
- (28) 村上大蔵：栄養生理研究会報、17、31～42、(1973)
- (29) 小原繁男・落合昭吾：自然草地と不耕起草地併用による自然草地の効率的利用に関する試験、岩手畜試試験成績書 243～312 (1972)
- (30) 野村忠弘・坂本晃他：ミネラル高含有野草の利用に関する研究、日畜東北支部会報、27-2、(1977)
- (31) SMYTH: Therctrinary Second Cotober 18th、Johnstown Castle Agricultural College、Wexford、(1958)
- (32) 篠原功：北海道土壤肥料懇話会、21回シンポジウム、(1974)
- (33) 村上大蔵・内藤善久：日獣学誌34、323、(1972)
- (34) 小島忠三郎・北田健二：簡単な日射積算計とこれを用いた林内日射量(照度)の連続測定、日林学会誌、49-2、69-72、(1967)
- (35) E. B. LEVY: Grassland of New Zealand (牧野忠夫訳)、高陽書院(1956)
- (36) 久根崎久二・小原繁男：庇蔭が草生に及ぼす影響に関する試験、日畜東北支部会報23-2、31、(1973)
- (37) 村井宏・岩崎勇作：林地の水および土壤保全機能に関する研究、林試研報第274、2384 (1975)
- (38) 村井宏：混牧林施業と林地保全、わかりやすい林業研究解説シリーズNo.49、日本林業技術協会、1～39、(1972)
- (39) 只木良也・赤井龍男編著：森共立出版、50～232、(1976)
- (40) 森林保全研究班：林地転用の放牧草地と水土保全、林試研報295号、109～125、(1977)
- (41) 村井宏・岩崎勇作：水土保全の観点から山地の畜産利用を考える、水利科学、No.119、24～35、(1977)
- (42) 沼田真・岩瀬徹：図説 日本の植生、朝倉書店、1～23、(1975)
- (43) 山根一郎他：図説 日本の土壌、朝倉書店、182～185、(1978)
- (44) 岩手県LAP運動推進協議会：畜産岩手、86～92、(1978)
- (45) 岩手県：牛肉を安定供給するために 日本短角種生産流通実態調査報告書、1～170、(1978)
- (46) 戸田忠祐：畜産からみた山地、林地利用の課題-とくに放牧利用の立場から-、農業経営通信No.114、1～4、(1977)
- (47) 田中丑雄・安保庄一郎・清水小次郎：家兎における実験的尙癩病の研究、獣疫調査所研報13号、221～248、(1930)
- (48) 飯塚安喜雄・安保庄一郎・斉藤末吉：骨軟病の磷、カルシウムおよびマグネシウムの新陳代謝について、獣疫調査所研報15号、85～104、(1935)
- (49) 農林水産技術会議事務局：牧野における牛の汎骨髄疲労に関する研究、研究成果70、191～211、(1973)



(50) 西田周作：家畜の栄養と生理、農山漁村文化協会、38～39、（1962）

(51) 三村耕：家畜管理の技術、養賢堂、14～202、（1965）

附表

1. 草本のミネラル含有量率 (DM)

科名	植物名	調査年度	N %			P %			K %			Ca %		
			春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
キ	ナンブアザミ	1976	6.10	4.46	4.21	0.41	0.27	0.21	4.71	3.76	4.15	1.48	2.26	3.36
		77	4.92	—	2.93	0.27	—	0.17	4.22	—	3.55	1.39	—	3.55
	ヨモギ	76	4.89	2.95	—	0.36	0.23	—	6.18	2.11	—	0.89	1.04	—
		77	5.29	2.73	1.78	0.41	0.15	0.23	5.43	2.34	3.45	0.89	1.27	1.46
	ヨブスマソウ	76	4.76	—	—	0.55	—	—	5.00	—	—	0.70	—	—
		77	5.44	1.27	—	0.52	0.10	—	5.25	3.47	—	0.73	1.57	—
	ヒヨドリバナ	76	4.89	3.04	1.92	0.47	0.25	0.14	2.94	1.77	1.00	0.81	1.62	2.24
		77	5.57	1.67	0.47	0.40	0.16	0.08	4.26	1.87	0.76	0.32	1.66	2.61
	ノコンギク	76	4.41	—	—	0.38	—	—	4.43	—	—	0.65	—	—
		77	4.35	2.16	2.04	0.38	0.19	0.21	4.73	2.74	2.76	0.66	0.95	1.19
ク	ニカナ	76	4.80	2.11	—	0.36	0.12	—	3.90	1.84	—	0.96	1.31	—
		77	3.80	0.59	—	0.38	0.10	—	4.73	1.07	—	0.66	1.56	—
	タンポポ	76	3.50	—	—	0.29	—	—	4.05	—	—	0.37	—	—
		77	4.46	2.62	3.04	0.34	0.24	0.26	4.37	4.71	4.78	0.89	1.39	1.29
	ハンゴンソ	76	5.35	—	—	0.50	—	—	4.85	—	—	0.91	—	—
		77	5.76	—	—	0.68	—	—	4.78	—	—	1.09	—	—
	オトコヨモギ	76	5.59	—	—	0.38	—	—	5.37	—	—	1.09	—	—
		77	3.60	1.28	—	0.27	0.11	—	4.62	1.16	—	1.24	1.26	—
	ヨツモヨドリバナ	76	4.16	—	—	0.37	—	—	3.47	—	—	0.74	—	—
		77	5.54	—	—	0.69	—	—	3.68	—	—	1.12	—	—
科	タムラソ	76	3.93	—	—	0.32	—	—	4.84	—	—	0.76	—	—
		77	5.01	1.68	—	0.44	0.13	—	4.24	1.99	—	0.36	2.32	—
	オニアザミ	76	5.46	—	—	0.40	—	—	3.94	—	—	1.51	—	—
		77	5.79	1.32	—	0.41	0.11	—	4.32	2.03	—	1.78	3.16	—
	フキ	76	3.91	—	—	0.27	—	—	4.38	—	—	1.21	—	—
		77	4.07	2.09	1.69	0.41	0.27	0.16	5.43	2.34	3.54	0.89	1.27	1.46
	ミヤマギク	76	—	—	1.87	—	—	0.13	—	—	2.56	—	—	0.97
		77	3.96	—	1.33	0.24	—	0.13	4.29	—	3.10	1.20	—	2.01
	トウヒレン	76	—	—	1.11	—	—	0.09	—	—	2.06	—	—	0.93
		77	—	0.46	1.63	—	0.09	0.13	—	2.56	3.10	—	1.34	1.97
	アキノキリンソ	77	4.19	0.47	—	0.35	0.09	—	5.24	2.91	—	0.55	1.06	—
	N		28	16	12	28	16	12	28	16	12	28	16	12
	平均		4.77	1.93	2.00	0.40	0.16	0.16	4.56	2.42	2.90	0.92	1.57	1.92
	偏差		0.74	1.08	0.99	0.11	0.07	0.06	0.68	0.95	1.19	0.36	0.57	0.88
	変動係数		15.61	55.69	49.32	27.22	41.58	34.55	14.87	39.14	40.71	38.81	36.64	45.93

Mg %			K/Ca+Mg 当量比			Ca / P			Cu ppm		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
0.31	0.38	0.54	1.21	0.41	0.50	3.61	8.37	16.00	24.0	27.4	27.9
0.29	—	0.57	1.16	—	0.53	5.15	—	14.82	12.3	—	13.0
0.31	0.36	—	2.30	0.66	—	2.42	4.52	—	21.7	18.8	—
0.29	0.21	0.28	2.04	0.74	0.94	2.17	8.47	6.36	21.6	12.0	12.5
0.33	—	—	2.05	—	—	1.27	—	—	41.3	—	—
0.31	0.57	—	2.03	0.72	—	1.40	7.20	—	23.9	—	—
0.37	0.72	0.67	1.06	0.32	0.15	1.72	6.48	16.00	17.6	8.3	6.5
0.54	0.83	1.19	1.20	0.31	0.09	0.80	10.38	32.63	16.8	4.9	3.2
0.29	—	—	2.01	—	—	1.71	—	—	23.6	—	—
0.25	0.36	0.33	2.27	0.91	0.81	1.74	5.00	5.67	17.7	10.6	6.9
0.34	0.51	—	1.32	0.44	—	2.67	10.92	—	21.9	13.4	—
0.25	0.28	—	2.27	0.27	—	1.74	15.60	—	21.2	6.9	—
0.31	—	—	1.67	—	—	2.52	—	—	13.1	16.3	—
0.36	0.50	0.57	1.54	0.58	0.58	2.62	5.79	4.96	15.8	9.4	9.3
0.28	—	—	1.81	—	—	1.82	—	—	16.3	—	—
0.31	—	—	1.53	—	—	1.60	—	—	22.1	—	—
0.27	—	—	1.81	—	—	2.87	—	—	12.4	—	—
0.27	0.31	—	1.40	0.34	—	4.59	11.45	—	22.1	14.7	—
0.31	—	—	1.44	—	—	2.00	—	—	21.3	—	—
0.44	—	—	1.01	—	—	1.62	—	—	22.1	—	4.10
0.32	—	—	1.93	—	—	2.38	—	—	16.1	—	—
0.36	0.55	—	1.38	0.31	—	0.89	17.85	—	17.6	3.6	—
0.27	—	—	1.04	—	—	3.78	—	—	18.6	—	26.1
0.36	0.49	—	0.33	0.26	—	4.34	28.73	—	36.9	9.8	—
0.30	—	—	1.31	—	—	4.48	—	—	24.0	23.5	2.8
0.29	0.21	0.28	1.66	0.87	1.15	2.63	6.19	9.19	24.3	18.3	9.7
—	—	0.31	—	—	0.89	—	—	7.46	—	—	8.5
0.49	—	0.52	1.09	—	0.55	5.00	—	15.46	17.3	7.0	5.6
—	—	0.38	—	—	0.69	—	—	10.33	—	—	17.0
—	0.56	0.47	—	0.58	0.58	—	14.89	15.15	—	4.9	7.5
0.21	0.24	—	2.99	1.03	—	1.57	11.78	—	23.0	6.9	—
28	16	12	28	16	12	28	16	12	28	18	15
0.32	0.44	0.51	1.60	0.55	0.62	2.54	10.85	12.84	20.95	12.04	10.71
0.07	0.18	0.25	0.54	0.25	0.31	1.25	6.19	7.58	6.31	6.68	7.65
21.93	40.82	49.29	33.74	45.96	49.21	49.02	57.05	59.04	30.11	55.49	71.46

Zn ppm			Fe ppm			Mu ppm			乾物率 %		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
46.1	61.4	64.4	425	125	537	117	143	197	9.8	9.9	8.7
51.8	—	41.2	201	—	463	336	—	79	9.8	—	11.6
109.4	95.8	—	467	134	—	204	222	—	12.6	23.3	—
95.7	56.5	65.8	640	93	334	209	91	225	12.6	18.9	22.8
51.3	—	—	109	—	—	57	—	—	12.3	—	—
52.3	—	—	375	—	—	80	—	—	16.0	—	—
44.7	24.0	30.9	125	119	101	69	94	137	13.0	20.6	32.1
41.0	32.0	39.8	151	144	92	77	74	78	13.0	21.1	31.3
58.4	—	—	200	—	—	77	—	—	16.3	—	—
47.6	48.8	38.7	—	104	183	136	44	113	16.3	23.5	27.1
80.5	52.7	—	230	205	—	91	114	—	12.7	29.9	—
58.1	45.9	—	549	117	—	112	62	—	12.7	16.6	—
41.4	185.5	—	332	405	—	78	140	—	13.3	13.8	—
62.4	55.4	50.0	902	409	719	170	65	72	13.3	16.3	16.5
46.4	—	—	133	—	—	149	—	—	13.1	—	—
26.4	—	—	180	—	—	47	—	—	13.1	—	—
99.0	—	—	184	—	—	169	—	—	12.1	—	—
46.8	80.1	—	187	92	—	87	142	—	12.1	28.6	—
37.2	—	—	131	—	—	57	—	—	18.4	—	—
26.4	—	28.5	180	—	157	47	—	139	—	—	—
30.5	—	—	105	—	—	113	—	—	15.4	—	—
32.7	11.9	—	471	101	—	100	58	—	—	28.5	—
58.4	—	59.8	345	—	467	93	—	183	—	—	—
62.0	30.3	—	—	71	—	183	46	—	9.6	17.7	—
44.1	23.5	25.9	203	110	293	81	75	76	9.6	15.2	9.1
29.3	30.7	18.8	165	424	271	49	52	65	14.2	—	17.4
—	—	28.5	—	—	67	—	—	171	—	—	28.9
31.0	24.1	36.7	580	154	331	70	50	184	—	—	—
—	—	41.5	—	—	88	—	—	50	—	—	29.6
—	16.9	34.8	—	104	608	—	27	149	—	—	—
46.2	29.3	—	462	118	—	336	81	—	—	30.2	—
28	18	15	26	18	15	28	18	15	23	15	11
52.04	50.27	40.35	308.92	168.28	314.07	121.21	87.78	127.87	13.10	20.94	21.37
21.40	40.37	14.12	201.51	116.14	206.56	76.67	48.51	55.96	2.27	6.30	9.05
41.13	80.30	34.98	65.23	69.01	65.77	63.25	55.26	43.76	17.32	30.07	42.34

科名	植物名	調査年度	N %			P %			K %			Ca %		
			春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
イ	ハルガヤ	1976	3.39	1.48	—	0.29	0.06	—	3.54	1.45	—	0.26	0.22	—
		77	2.93	—	1.06	0.27	—	0.08	2.74	—	1.26	0.24	—	—
	ヤマカモジグサ	76	4.06	3.16	1.70	0.21	0.15	0.06	2.99	2.44	1.11	0.27	0.38	0.13
		77	4.55	1.07	1.39	0.25	0.10	0.12	1.98	2.34	1.52	0.36	0.30	0.42
	クマイザサ(新)	76	2.85	1.71	2.36	0.21	0.04	0.10	1.98	0.50	1.11	0.11	0.05	0.24
		77	3.40	1.22	1.12	0.30	0.10	0.10	2.75	1.33	1.05	0.12	0.26	0.31
	クマイザサ(古)	76	1.84	0.74	—	0.07	0.06	—	0.61	0.72	—	0.47	0.37	—
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ノシバ	76	—	—	1.62	—	—	0.10	—	—	1.26	—	—	0.24
		77	—	0.89	0.49	—	0.10	0.09	—	1.73	1.15	—	0.34	0.44
	サイトウガヤ	76	—	1.50	0.60	—	0.11	0.09	—	1.99	1.76	—	0.24	0.54
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ススキ	76	—	1.20	0.01	—	0.16	0.06	—	2.00	0.72	—	0.30	0.25
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ヒメノガリヤス	76	—	0.76	1.21	—	0.11	0.10	—	1.90	2.16	—	0.30	0.42
	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	n	7	10	10	7	10	10	7	10	10	7	10	9	
	平均		3.29	1.37	1.16	0.23	0.10	0.09	2.37	1.64	1.31	0.26	0.28	0.33
	変差		0.88	0.71	0.67	0.08	0.04	0.02	0.95	0.64	0.41	0.13	0.10	0.13
	変動係数		26.71	51.44	58.35	34.31	38.46	21.08	40.16	39.29	31.12	48.55	34.43	39.15
カ ヤ ツ リ グ サ	ヒカゲスゲ	76	—	2.04	—	—	0.11	—	—	2.57	—	—	0.42	—
		77	—	—	0.56	—	—	0.07	—	—	1.25	—	—	0.79
	カンスゲ	76	—	1.73	—	—	0.08	—	—	2.37	—	—	0.28	—
		77	2.57	1.06	1.59	0.19	0.09	0.11	2.53	2.88	2.25	0.45	0.39	0.39
	アオスゲ	76	—	2.21	—	—	0.10	—	—	1.49	—	—	0.34	—
		77	2.39	1.54	0.68	0.19	0.12	0.08	2.73	1.97	1.54	0.27	0.42	0.42
		n	2	5	3	2	5	3	2	5	3	2	5	3
		平均		2.48	1.72	0.94	0.19	0.1	0.09	2.63	2.26	1.68	0.36	0.37

Mg %			K/Ca+Mg 当量比			Ca/P			Cu ppm		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
0.17	0.13	—	3.28	1.74	—	0.90	3.67	—	16.2	4.2	—
0.14	—	0.14	2.98	—	—	0.89	—	—	12.6	—	3.3
0.11	0.16	0.12	3.40	1.93	1.74	1.29	2.53	2.17	11.4	13.7	7.6
0.23	0.12	0.13	1.38	0.41	1.21	1.44	3.00	3.50	11.8	5.2	5.3
0.13	0.17	0.16	2.97	0.75	1.11	0.52	1.25	2.40	14.8	3.3	5.7
0.13	0.13	0.15	4.14	1.41	0.95	0.40	2.60	3.10	14.8	4.0	4.2
0.13	0.19	—	0.45	0.54	—	6.71	6.17	—	24.4	3.6	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0.08	—	—	1.70	—	—	2.40	—	—	4.6
—	0.14	0.13	—	1.58	0.90	—	3.40	4.89	—	3.0	2.4
—	0.12	0.17	—	2.35	1.09	—	2.18	6.00	—	3.0	2.8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0.24	0.15	—	1.49	0.74	—	1.88	4.17	—	4.3	2.5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	0.17	0.19	—	1.68	1.50	—	2.73	4.20	—	3.5	4.9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	10	10	7	10	9	7	10	9	7	10	10
0.15	0.16	0.14	2.66	1.39	1.22	1.74	2.94	3.65	15.14	4.78	4.33
0.04	0.04	0.03	1.28	0.63	0.36	2.23	1.34	1.29	4.45	3.21	1.65
27.01	24.00	21.24	48.20	45.30	29.29	128.19	45.43	35.31	29.37	67.06	38.03
—	0.22	—	—	1.67	—	—	3.82	—	—	7.7	—
—	—	0.16	—	—	0.62	—	—	11.29	—	—	3.0
—	0.14	—	—	2.40	—	—	3.50	—	—	6.4	—
0.21	0.17	0.17	1.62	2.17	1.71	2.37	4.33	3.55	11.5	4.4	4.2
—	0.13	—	—	1.36	—	—	3.40	—	—	12.2	—
0.19	0.18	0.14	2.42	1.40	1.20	1.42	3.50	5.25	13.8	4.5	3.8
2	5	3	2	5	3	2	5	3	2	5	3
0.20	0.17	0.16	2.02	1.80	1.18	1.90	3.71	6.70	12.7	7.04	3.67

Zn ppm			Fe ppm			Mn ppm			乾物率 %		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
48.1	36.2	—	264	164	—	154	220	—	15.0	35.2	—
36.3		34.1	282	—	128	133	—	36	15.0	—	41.6
30.8	33.5	27.6	191	315	128	91	84	46	22.6	28.5	41.3
27.4	22.7	37.4	404	116	148	81	33	40	22.6	29.2	37.4
33.8	12.3	36.5	179	35	92	52	33	148	29.7	42.3	—
59.2	25.9	32.3	96	208	568	182	94	152	—	43.6	47.0
53.0	31.3	—	512	192	—	103	78	—	—	55.1	—
		—			—				—		—
—	—	15.9	—	—	691	—	—	82	—	—	40.8
—	17.5	23.6	—	133	182	—	22	49	—	38.3	39.5
—	22.6	25.1	—	88	73	—	26	354	—	—	33.6
—			—			—			—		
—	24.0	143	—	133	328	—	77	144	—	24.1	45.7
—			—			—			—		
—	27.4	31.2	—	96	157	—	124	270	—	31.2	29.0
	27.4			96			124			31.2	29.0
7	11	10	7	11	10	7	11	10	5	10	10
41.23	25.53	27.80	275.43	143.27	249.50	113.71	83.18	132.10	20.98	35.87	38.49
12.17	6.90	8.08	142.18	75.29	213.81	45.03	58.55	107.29	6.18	9.18	6.27
29.51	27.08	29.08	51.62	52.55	85.69	39.60	70.39	81.22	29.46	25.59	16.28
—	28.3	—	—	261	—	—	138	—	—	32.3	—
—	—	25.4	—	—	151	—	—	142	—	—	43.2
—	28.7	—	—	264	—	—	98	—	—	30.0	—
28.7	15.1	19.4	156	273	473	187	122	178	—	28.5	31.4
—	36.5		—	272		—	163		—	39.4	
29.2	22.6	30.6	147	259	308	79	89	131	—	34.2	40.9
2.	5	3	2	5	3	2	5	3		5	3
29.0	26.2	25.1	152	266	311	133	122	150		32.9	38.5

科名	植物名	調査年度	N %			P %			K %			Ca %		
			春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
バラ	キジムシロ	1976	3.71	1.96	2.88	0.37	0.13	0.18	3.09	1.30	1.94	1.11	1.61	1.44
		77	3.89	1.60	1.77	0.37	0.24	0.21	1.70	2.04	1.88	1.06	1.57	1.86
	キンミズヒキ	76	4.10	2.57	1.48	0.38	0.16	0.08	3.01	1.52	1.41	0.71	1.39	1.41
		77	3.25	1.45	1.11	0.30	0.14	0.16	2.58	2.33	1.52	0.94	1.64	1.47
	ミツツチグリ	76	—	2.08	2.17	—	0.13	0.12	—	1.59	1.58	—	1.59	1.68
		77	—	1.12	—	—	0.13	—	—	2.38	—	—	2.09	—
	n		4	6	5	4	6	5	4	6	5	4	6	5
	平均		3.74	1.80	1.88	0.36	0.16	0.15	2.60	1.86	1.67	0.96	1.65	1.57
	偏差		0.36	0.51	0.68	0.04	0.04	0.05	0.64	0.45	0.23	0.18	0.23	0.19
	変動係数		9.69	28.62	36.13	10.43	27.90	33.99	24.56	24.35	13.92	18.66	14.17	12.26
ユリ	アマドコロ	76	5.41	—	—	0.49	—	—	3.85	—	—	0.79	—	—
		77	4.86	1.65	—	0.36	0.14	—	4.05	3.82	—	0.34	1.81	—
	チゴユリ	76	—	1.08	1.73	—	0.10	0.09	—	2.16	1.76	—	1.45	1.59
		77	2.40	1.18	1.09	0.29	0.10	0.12	3.59	3.03	2.17	0.73	1.06	1.83
	オオハヤボウシ	76	—	1.61	2.07	—	0.08	0.13	—	2.32	2.16	—	1.09	1.96
		77	4.06	—	—	0.36	—	—	5.10	—	—	0.82	—	—
	マイズルソウ	76	—	1.93	—	—	0.15	—	—	3.28	—	—	1.21	—
		77	4.56	1.76	1.23	0.35	0.15	0.11	4.68	2.93	1.23	0.43	1.34	1.71
	キボウシ	76	—	1.12	1.18	—	0.13	0.14	—	3.10	2.22	—	1.37	2.34
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
n		5	7	5	5	7	5	5	7	5	5	7	5	
平均		4.26	1.48	1.46	0.37	0.12	0.12	4.25	2.95	1.91	0.62	1.33	1.89	
偏差		1.15	0.34	0.42	0.07	0.03	0.02	0.62	0.57	0.42	0.22	0.26	0.29	
変動係数		26.96	23.25	28.92	19.77	23.00	16.30	14.60	19.17	22.10	35.54	19.16	15.31	
キンボウゲ	ヤマオダマキ	76	4.09	—	—	0.30	—	—	3.58	—	—	0.71	—	—
		77	4.19	—	—	0.34	—	—	3.84	—	—	0.81	—	—
	アキカラマツ	76	4.62	—	—	0.39	—	—	2.94	—	—	0.84	—	—
		77	4.79	1.84	0.94	0.38	0.14	0.12	3.14	2.27	1.43	0.92	1.41	2.29
	キンボウゲ	76	2.29	1.59	—	0.31	0.10	—	3.02	1.20	—	0.83	1.35	—
		77	5	2	1									
平均		4.00	1.72	0.94	0.34	0.12	0.12	3.30	1.74	1.43	0.82	1.38	2.29	



Mg %			K/Ca + Mg 当量比			Ca / P			Cu ppm		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
0.39	0.45	1.44	0.90	0.28	0.49	2.85	12.38	8.00	14.8	6.7	10.4
0.40	0.45	0.36	0.51	0.45	0.39	2.86	6.54	8.86	21.1	5.9	5.0
0.28	0.48	0.25	1.32	0.36	0.34	1.87	8.69	17.63	14.3	13.7	4.6
0.30	0.38	0.35	0.32	0.53	0.38	3.13	11.71	9.19	10.2	6.4	5.3
—	0.38	0.36	—	0.44	0.35	—	12.23	14.00	—	—	6.3
—	0.50	—	—	0.42	—	—	16.08	—	—	5.4	3.5
4	6	5	4	6	5	4	6	5	4	5	6
0.34	0.44	0.55	0.76	0.41	0.39	2.68	11.27	11.54	15.10	7.62	5.85
0.06	0.05	0.50	0.44	0.09	0.06	0.55	3.30	4.13	4.50	3.43	2.41
17.90	11.41	90.32	58.13	20.63	15.28	20.68	29.29	35.84	29.80	45.07	41.18
0.18	—	—	1.82	—	—	1.61	—	—	21.8	—	—
0.34	0.39	—	1.51	0.80	—	0.90	12.93	—	10.9	3.7	—
—	0.46	0.46	—	0.50	0.46	—	13.63	15.08	—	4.3	3.7
0.33	0.43	0.44	1.45	0.88	0.44	2.70	10.60	15.25	13.2	4.1	4.2
—	0.26	0.34	—	0.78	0.53	—	13.63	15.08	—	4.3	3.7
0.26	—	—	2.08	—	—	2.28	—	—	11.8	—	—
—	0.38	—	—	0.92	—	—	8.07	—	—	6.1	—
0.22	0.27	0.44	2.82	0.84	0.39	1.23	8.93	15.55	12.3	4.3	3.2
—	0.33	0.45	—	0.83	0.37	—	10.54	16.71	—	3.7	3.0
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	7	5	5	7	5	5	7	5	5	7	5
0.27	0.36	0.43	1.94	0.79	0.44	1.74	11.19	15.53	14.0	4.36	3.56
0.07	0.08	0.05	0.56	0.14	0.06	0.74	2.26	0.68	4.44	0.81	0.47
25.99	21.28	11.45	28.68	17.33	14.39	42.48	20.16	4.41	31.71	18.69	13.26
0.30	—	—	3.15	—	—	2.37	—	—	11.7	—	—
0.25	—	—	1.58	—	—	2.38	—	—	9.6	—	—
0.29	—	—	1.14	—	—	2.15	—	—	26.2	—	—
0.28	0.35	0.48	1.16	0.58	0.24	2.42	10.07	19.08	18.2	5.7	5.2
0.25	0.49	—	1.25	0.28	—	2.67	13.50	—	10.4	9.9	—
0.27	0.42	0.48	1.66	0.43	0.24	2.40	11.79	19.08	15.2	7.8	5.2

Mg. %			K / Ca + Mg当量比			Ca / P			Cu ppm		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
0.34	0.44	0.43	1.17	0.67	0.66	3.00	0.66	6.53	10.6	8.9	10.4
-	0.21	0.62	-	0.74	0.67	-	8.47	8.31	-	3.5	5.9
0.28	0.30	0.20	1.20	0.41	0.41	1.62	14.67	10.33	29.3	7.6	7.6
0.34	0.35	0.26	1.00	0.39	0.26	1.24	11.75	17.38	25.7	7.5	3.4
0.31	0.58	0.71	1.55	0.63	0.26	2.78	8.36	23.25	13.5	10.2	5.7
0.31	0.53	0.41	1.17	0.58	0.66	2.81	11.60	11.16	12.4	6.3	5.5
-	0.72	-	-	0.64	-	-	8.88	-	-	10.7	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.6	5.3
-	0.42	-	-	0.47	-	-	7.81	-	-	10.6	-
-	0.39	-	-	0.74	-	-	15.44	-	-	6.1	-
-	0.28	0.10	-	0.30	0.49	-	9.87	-	-	7.6	4.6
-	0.28	0.41	-	0.27	0.10	-	15.60	-	-	3.9	4.3
-	0.28	-	-	0.30	-	-	9.87	-	-	6.7	-
-	0.28	-	-	1.43	-	-	8.27	-	-	5.2	-
-	0.33	-	-	-	-	-	9.36	-	-	4.8	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.38	-	-	1.21	-	-	2.56	-	-	28.2	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	0.46	-	-	0.39	-	-	19.70	-	-	5.3
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	0.31	-	-	0.16	-	-	10.82	-	-	7.5	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	0.41	-	-	0.64	-	-	8.19	-	-	6.0	-
-	0.39	-	-	0.74	-	-	15.44	-	-	-	-
57	63	45	57	62	44	57	63	42	57	64	49
0.29	0.35	0.38	1.68	0.80	0.69	2.32	8.99	10.91	18.32	7.84	6.69
0.08	0.16	0.27	0.79	0.55	0.43	1.23	5.04	6.62	6.59	4.95	5.18
28.92	45.80	70.30	47.05	68.60	62.11	52.76	56.09	60.66	35.99	63.19	77.44

Zn ppm			Fe ppm			Mn ppm			乾物率 %		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
58.9	—	93.5	377	590	574	103	132	140	17.0	25.3	17.8
—	61.0	74.5	—	541	787	—	75	127	—	27.4	25.8
56.5	47.1	20.9	106	209	197	68	216	143	16.7	31.0	33.8
43.1	30.8	30.5	146	112	107	—	76	173	16.7	31.9	41.6
61.4	48.3	58.9	128	86	101	82	228	373	17.2	—	31.8
58.2	30.4	49.9	178	133	217	173	115	220	17.2	20.9	18.9
—	51.4	—	—	873	—	—	178	—	—	12.1	—
—	42.0	43.7	—	108	706	—	41	105	—	—	—
—	38.9	—	—	101	—	—	74	—	—	25.2	13.3
—	33.0	—	—	357	—	—	36	—	—	21.1	—
—	42.1	15.9	—	134	147	—	74	54	—	34.3	36.1
—	19.6	24.3	—	71	75	—	51	159	—	—	—
—	20.0	—	—	119	—	—	79	—	—	21.9	—
—	19.8	—	—	152	—	—	38	—	—	16.9	—
—	31.7	—	—	71	—	—	27	—	—	26.2	—
63.0	—	—	116	—	—	136	—	—	—	—	—
—	—	42.0	—	—	127	—	—	106	—	—	42.8
—	33.7	—	—	233	—	—	52	—	—	—	—
—	49.8	—	—	646	—	—	61	—	—	—	—
57	64	50	55	65	50	56	65	50	44	56	44
48.62	36.34	35.46	264.82	215.46	295.28	109.77	87.94	134	15.91	25.96	29.11
17.56	24.47	16.11	174.54	158.33	216.12	63.94	51.69	74.73	4.19	8.58	10.65
36.11	67.32	45.45	65.91	73.48	73.19	58.25	58.77	57.49	26.36	33.06	36.60

Zn ppm			Fe ppm			Mn ppm			乾物率 %		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
48.7	32.3	25.9	141	219	816	169	178	243	19.7	30.2	33.3
60.7	25.1	20.1	570	351	417	185	101	120	19.8	29.0	29.4
37.6	40.5	30.0	200	206	88	53	59	38	22.9	30.2	33.7
35.5	31.9	30.0	563	453	463	53	59	60	22.9	25.3	32.3
—	—	36.5	—	—	266	—	—	152	—	—	33.6
—	41.4	23.7	—	416	115	—	87	152	—	28.7	—
4	5	6	4	5	6	4	5	6	4	5	5
45.63	34.24	27.70	368.50	329	360.83	115	96.80	127.50	21.33	28.68	32.46
11.60	6.77	5.74	229.91	112.54	270.05	71.89	48.90	73.71	1.82	2.01	1.80
25.42	19.77	20.74	62.39	34.21	74.84	62.51	50.52	57.81	8.53	7.01	5.54
55.9	—	—	211	—	—	81	—	—	17.3	—	—
48.8	21.0	—	112	159	—	83	61	—	16.2	13.5	—
—	21.9	28.7	—	148	128	—	52	72	—	20.2	22.0
46.5	19.3	33.4	146	166	357	65	31	94	—	17.1	17.6
—	21.9	28.7	—	148	128	—	52	72	—	21.4	14.7
44.0	—	—	212	—	—	39	—	—	—	—	—
—	31.8	—	—	414	—	—	134	—	—	17.4	—
48.2	19.1	19.2	374	328	462	86	57	77	—	19.5	15.2
—	22.1	25.5	—	226	268	—	38	58	—	16.5	14.9
5	7	5	5	7	5	5	7	5	2	7	5
48.68	22.44	27.10	211	227	268.60	70.80	60.71	74.60	16.75	17.94	16.88
4.44	4.31	5.24	100.74	104.88	145.56	19.55	34.00	12.95	0.78	2.66	3.09
9.13	19.20	19.33	47.75	46.20	54.19	27.61	56.00	17.36	4.64	14.80	18.31
31.0	—	—	133	—	—	53	—	—	18.8	—	—
25.3	—	—	141	—	—	66	—	—	18.8	—	—
53.7	—	—	129	—	—	71	—	—	19.4	—	—
60.1	37.9	58.4	184	71	80	73	39	72	19.4	31.3	36.7
30.5	43.4	—	135	230	—	52	110	—	13.9	21.8	—
40.1	40.7	58.4	144	151	80	63	74.5	72	18.1	26.6	36.7

科名	植物名	調査年度	N %			P %			K %			Ca %		
			春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
その の 他	タチツボスミレ	1976	3.12	2.80	2.90	0.23	0.17	0.17	2.87	2.71	2.35	0.69	1.34	1.11
		77	—	1.20	—	—	0.15	0.16	—	2.34	3.08	—	1.27	1.33
	トリアシショウマ	76	4.08	1.83	1.65	0.52	0.12	0.12	3.04	1.84	1.26	0.84	1.76	1.24
		77	5.42	1.14	1.01	0.74	0.12	0.13	2.90	1.49	1.37	0.92	1.41	2.26
	シシウド	76	4.05	2.69	2.07	0.37	0.22	0.12	4.65	3.47	2.01	1.03	1.84	2.79
		77	4.10	1.22	0.49	0.48	0.15	0.19	4.31	2.96	3.60	1.35	1.74	2.12
	オトコエシ	76	—	2.33	—	—	0.17	—	—	3.37	—	—	1.51	—
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	クルマバナ	76	—	1.99	—	—	0.16	—	—	1.77	—	—	1.25	—
		77	—	1.22	—	—	0.09	—	—	2.34	—	—	1.39	—
	ヤマハギ	76	—	3.00	2.59	—	0.15	0.07	—	1.15	1.04	—	1.48	0.91
		77	—	1.92	0.77	—	0.10	0.07	—	1.07	0.69	—	1.56	2.84
	オカトラノオ	76	—	3.00	—	—	0.15	—	—	1.15	—	—	1.48	—
		77	—	1.31	—	—	0.11	—	—	3.84	—	—	0.91	—
	ツリガネニンジン	76	—	0.87	—	—	0.14	—	—	2.34	—	—	1.31	—
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	スミレ	76	3.41	—	—	0.27	—	—	3.10	—	—	0.69	—	—
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ウド	76	—	—	1.29	—	—	2.52	—	—	2.52	—	—	2.51
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ウマノミツバ	76	—	0.52	—	—	0.11	—	—	3.84	—	—	1.19	—	
	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
ウツボグサ	76	—	0.99	—	—	0.16	—	—	2.71	—	—	1.31	—	
クルマバナ	76	—	1.22	—	—	0.09	—	—	2.34	—	—	1.39	—	
全草本類														
n			57	63	44	57	63	45	57	63	45	57	62	44
平均			4.24	1.70	1.56	0.37	0.13	0.18	3.83	2.28	2.00	0.79	1.22	1.46
偏差			0.98	0.78	0.83	0.12	0.05	0.36	1.09	0.86	0.97	0.36	0.60	0.89
変動係数			23.21	45.71	52.81	33.29	36.85	—	28.35	37.65	48.60	46.02	49.36	60.68

2. 木本類のミネラル含有率 (DM)

科名	植物名	調査年度	N %			P %			K %			Ca %		
			春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
バ ラ	アズキナシ	1976	4.15	1.59	2.25	0.50	0.10	0.14	2.41	1.12	1.06	0.84	1.64	1.59
		77	5.27	1.66	0.85	0.58	0.12	0.09	1.30	1.38	0.97	0.59	1.81	1.83
	ウワミズザクラ	76	4.20	2.47	3.21	0.35	0.15	0.17	2.50	1.21	1.54	1.00	1.13	0.99
		77	—	1.64	0.92	—	0.14	0.10	—	1.47	1.38	—	1.87	1.59
	サクラ	76	4.10	—	—	0.45	—	—	2.96	—	—	1.03	—	—
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ミヤマザクラ	76	—	—	2.22	—	—	0.11	—	—	1.15	—	—	2.43
		77	5.38	—	—	0.58	—	—	1.59	—	—	0.83	—	—
	ヤマザクラ	76	5.05	1.44	1.40	0.58	0.13	0.12	1.83	1.47	1.52	0.76	1.84	2.44
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ミネザクラ	76	—	1.69	—	—	0.7	—	—	2.17	—	—	2.17	—
		77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	クマイチゴ	76	4.46	3.09	2.02	0.43	0.15	0.11	2.14	1.84	1.26	0.76	1.75	2.16
		77	4.21	1.04	1.15	0.41	0.17	0.11	1.77	1.42	1.13	0.70	1.42	2.30
ナワシロイチゴ	76	—	2.02	—	—	0.12	—	—	1.64	—	—	1.65	—	
	77	4.07	1.43	1.17	0.36	0.20	0.11	2.58	1.69	1.40	0.58	1.41	1.51	
モミジイチゴ	76	—	2.08	2.17	—	0.13	0.12	—	1.88	1.58	—	1.59	1.68	
	77	4.72	1.19	1.21	0.37	0.24	0.21	1.70	2.04	1.88	0.71	1.09	2.06	
ノイバラ	76	3.49	1.74	1.10	0.30	0.16	0.17	2.44	1.83	1.41	1.03	1.41	1.63	
	n		11	13	12	11	13	12	11	13	12	11	13	12
	平均		4.46	1.78	1.64	0.45	0.19	0.13	2.11	1.63	1.36	0.80	1.60	1.85
	偏差		0.58	0.54	0.72	0.10	0.16	0.04	2.51	0.32	0.26	0.16	0.30	0.44
	変動係数		13.00	30.65	44.06	22.64	81.17	27.41	24.08	19.46	18.99	20.16	19.04	23.58
カ エ デ	イタヤカエデ	76	4.06	2.60	2.15	0.52	0.16	0.14	2.63	1.45	1.06	0.71	1.65	1.73
		77	6.34	0.77	0.79	0.35	0.11	0.10	2.02	1.16	1.10	0.80	1.26	1.94
	ハウチワカエデ	76	4.05	2.71	1.99	0.55	0.17	0.13	2.03	0.96	0.72	0.76	1.09	0.89
		77	3.80	0.98	—	0.51	0.10	—	1.34	0.64	—	0.69	1.45	—
	ヤマモミジ	76	—	—	2.02	—	—	0.14	—	—	0.14	—	—	1.46
		77	—	—	0.99	—	—	0.09	—	—	1.24	—	—	0.84
	平均		4.56	1.77	1.59	0.48	0.14	0.12	2.01	1.05	0.85	0.74	1.36	1.37

Mg %			K/Ca+Mg当量比			Ca / P			Cu ppm		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
0.37	0.41	0.31	0.86	0.25	0.26	1.68	16.40	11.36	28.1	7.0	8.5
0.33	0.41	0.34	0.53	0.28	0.21	1.02	15.08	20.33	35.4	5.1	4.7
0.26	0.57	0.37	0.90	0.30	0.49	2.86	7.53	5.82	15.1	5.5	6.3
—	0.45	0.48	—	0.29	0.30	—	14.38	15.90	—	6.2	3.1
0.41	—	—	0.89	—	—	2.29	—	—	20.1	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	0.48	—	—	0.18	—	—	22.09	—	—	4.6
0.25	—	—	0.62	—	—	2.71	—	—	18.6	—	4.0
0.37	0.45	0.58	0.69	0.29	0.23	1.31	14.38	20.33	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	17.6	3.6	—
—	0.51	—	—	0.39	—	—	12.88	—	—	5.2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0.36	0.72	0.55	0.82	0.32	0.21	1.77	11.67	19.64	25.9	6.7	10.4
0.33	0.58	0.69	0.73	0.49	0.17	1.71	8.35	20.91	10.3	7.0	4.4
—	0.48	—	—	0.34	—	—	13.75	—	—	8.0	—
0.52	0.55	0.43	0.78	0.37	0.32	1.61	7.05	13.73	14.0	5.2	3.9
—	0.38	0.36	—	0.44	0.35	—	12.23	14.00	—	8.4	11.3
0.28	0.38	0.45	0.41	0.54	0.21	1.51	9.08	20.60	33.6	7.5	—
0.33	0.51	0.31	0.79	0.51	0.34	3.43	9.31	9.59	12.7	4.4	4.3
11	13	12	11	13	12	11	13	12	11	13	11
0.35	0.49	0.45	0.73	0.37	0.27	1.99	11.70	16.19	21.04	6.14	5.95
0.08	0.10	0.12	0.16	0.10	0.09	0.74	3.12	5.29	8.52	1.44	2.82
21.89	19.63	26.39	21.32	26.09	33.85	37.05	26.64	32.68	40.50	23.49	47.41
0.34	0.48	0.48	1.05	0.30	0.22	1.37	10.31	12.36	14.8	10.1	9.4
0.42	0.31	0.38	0.63	0.34	0.22	2.29	11.45	19.40	23.3	3.9	2.8
0.24	0.39	0.32	0.90	0.28	0.26	1.38	6.41	6.85	16.6	13.3	10.4
0.28	0.51	—	0.60	0.14	—	1.98	14.50	—	21.5	9.4	9.1
		0.45			0.33			10.43	—	—	8.5
		0.28			0.49			9.33	12.4	5.3	4.5
0.32	0.42	0.38	0.80	0.27	0.30	1.76	10.67	11.67	17.7	8.4	7.5

Zn ppm			Fe ppm			Mu ppm			乾物率%		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
46.4	38.9	23.7	124	106	76	47	24	57	24.4	43.2	43.3
60.5	21.0	21.8	155	146	91	54	33	71	24.4	35.6	43.7
44.7	48.7	23.7	86	98	76	135	466	270	20.4	31.9	38.9
-	35.5	41.8	-	89	112	-	205	243	-	34.0	33.0
40.9	-	-	236	-	-	111	-	-	19.6	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	15.0	-	-	114	-	-	125	-	-	37.9
61.4	-	17.3	200	-	65	111	-	231	20.4	-	41.6
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57.4	20.1	-	153	107	-	325	52	-	19.6	37.4	-
-	19.9	-	-	141	-	-	62	-	-	32.7	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
48.7	32.3	25.9	141	219	816	169	178	243	22.5	23.9	37.9
68.4	33.9	36.2	391	424	701	98	91	98	22.5	24.5	36.3
-	30.3	-	-	364	-	-	143	-	-	32.3	-
42.6	24.2	14.7	292	258	330	163	109	78	-	32.8	40.5
-	37.7	29.4	-	136	185	-	311	285	-	32.3	-
60.2	30.8	-	338	112	-	257	76	-	-	27.3	30.8
29.3	16.7	12.7	141	98	19	69	59	97	-	38.5	-
11	13	11	11	13	11	11	13	11	8	13	10
50.95	30.00	23.84	205.18	176.77	235	139.91	139.15	163.45	21.73	32.80	38.39
11.56	9.27	9.18	97.45	109.02	272.56	85.93	127.13	89.84	2.00	5.41	4.20
22.69	30.90	38.52	47.49	61.68	115.98	61.42	91.36	54.96	9.22	16.48	10.94
54.9	39.0	30.9	141	180	84	169	347	300	19.4	32.5	36.9
75.3	27.8	39.6	119	98	73	187	145	333	19.4	37.7	39.8
45.4	37.7	30.9	142	129	80	194	315	163	21.6	36.1	43.2
55.3	41.4	51.5	127	112	190	303	226	264	21.6	38.8	43.7
-	-	50.0	-	-	133	-	-	370	-	-	35.5
38.4	40.7	28.7	83	113	100	297	216	69	-	-	41.6
53.9	37.3	38.6	122	126	110	230	250	250	20.5	36.3	40.1



科名	植物名	調査年度	N %			P %			K %			Ca %		
			春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
モクセイ	イボタノキ	1976	3.89	1.99	—	0.33	0.14	—	2.36	1.62	—	0.54	1.28	—
		77	3.23	2.27	1.91	0.26	0.18	0.16	2.07	1.79	1.59	0.55	1.07	1.49
	アオダモ	76	3.64	1.51	1.51	0.32	0.10	0.09	1.62	1.32	0.90	1.18	1.29	1.13
		77	6.12	1.45	0.75	0.52	0.10	0.09	5.25	1.72	1.05	0.73	1.19	1.49
	ヤチダモ	76	3.55	—	—	0.30	—	—	1.81	—	—	1.46	—	—
		77	—	—	1.70	—	—	0.15	—	—	1.57	—	—	1.49
	平均		4.09	1.81	1.47	0.35	0.13	0.12	2.62	1.61	1.28	0.89	1.21	1.4
カバノキ	ハシバミ	76	4.15	2.34	—	0.41	0.13	—	1.69	1.13	—	1.36	2.31	—
		77	4.69	—	—	0.53	—	—	1.09	—	—	1.07	—	—
	シラカバ	76	4.58	—	—	0.45	—	—	1.46	—	—	0.42	—	—
		77	5.17	1.69	1.22	0.54	0.19	0.13	0.64	1.15	0.97	0.43	0.66	0.56
	ツノハシバミ	76	—	—	2.36	—	—	0.13	—	—	1.24	—	—	1.86
		77	—	—	0.96	—	—	0.11	—	—	1.36	—	—	1.90
	平均		4.65	1.84	1.51	0.48	0.16	0.12	1.22	1.14	1.19	0.82	1.49	1.44
その他	コマユミ	76	3.79	2.34	2.07	0.39	0.16	0.14	2.40	1.29	1.44	0.99	1.62	1.23
		77	4.17	1.59	1.39	0.42	0.12	0.14	1.41	1.59	1.54	0.71	1.00	2.86
	ツルウメモドキ	76	4.22	2.66	1.92	0.42	0.15	0.11	2.67	1.39	1.89	1.70	2.46	1.85
		77	3.78	2.08	1.08	0.40	0.14	0.12	2.28	1.60	1.87	2.37	3.26	3.43
	タラノキ	76	5.01	1.99	1.86	0.69	0.14	0.10	3.24	1.62	1.26	0.51	1.28	2.52
		77	6.24	3.13	1.48	0.33	0.24	0.13	3.72	2.33	1.69	0.44	1.31	1.97
	ハリギリ	76	—	2.20	—	—	0.14	—	—	1.69	—	—	1.59	—
		77	4.03	1.11	0.46	0.37	0.12	0.09	3.49	1.87	1.38	1.56	1.62	2.55
	ミズナラ	76	4.97	2.19	2.73	0.60	0.21	0.14	2.34	1.71	0.76	0.23	0.26	0.99
		77	5.13	1.66	1.33	0.65	0.10	0.13	1.34	2.34	0.92	0.28	0.30	1.19
	カンボク	76	3.10	2.07	1.33	0.28	0.14	0.10	0.17	1.74	1.39	1.14	2.05	2.43
		77	3.74	1.47	1.23	0.33	0.15	0.13	2.33	1.79	2.86	1.32	2.38	2.37
	ミツバウツキ	76	5.37	—	—	0.38	—	—	3.04	—	—	1.22	—	—
	ヤマブドウ	76	4.96	—	1.28	0.73	—	0.09	3.06	—	1.00	0.62	—	2.35
		77	4.70	1.48	1.01	0.56	0.14	0.11	3.05	1.29	1.40	1.40	1.82	1.99
	クロモジ	76	4.80	2.43	1.80	0.53	0.13	0.12	3.08	2.42	1.52	0.31	0.89	1.23
	77	5.78	1.56	1.61	0.34	0.14	0.13	2.67	2.16	1.77	0.73	1.04	1.54	

Mg %			K / Ca + Mg 当量比			Ca / P			Cu ppm		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
0.21	0.60	—	1.38	0.37	—	1.64	9.14	—	15.9	10.6	—
0.17	0.33	0.37	1.27	0.57	0.39	2.12	5.94	9.31	17.5	10.4	8.4
0.24	0.34	0.29	0.53	0.37	0.29	3.69	12.90	12.56	13.4	6.6	7.6
0.31	0.37	0.28	2.03	0.49	0.28	1.40	11.90	16.56	14.7	8.0	5.8
0.34	—	—	0.46	—	—	4.87	—	—	39.1	—	—
—	—	0.26	—	—	0.37	—	—	11.53	—	—	4.7
0.21	0.41	0.3	1.13	0.45	0.33	2.74	9.97	12.49	20.1	8.9	6.6
0.27	0.44	—	0.53	0.19	—	3.32	17.77	—	27.5	9.6	—
0.27	—	—	0.36	—	—	2.02	—	—	13.3	—	—
0.27	—	—	0.87	—	—	0.93	—	—	15.8	—	—
0.25	0.36	0.36	0.39	0.47	0.43	0.80	3.47	4.31	14.3	4.15	4.3
—	—	0.32	—	—	0.27	—	—	14.31	—	—	9.4
—	—	0.33	—	—	0.25	—	—	17.27	—	—	5.7
0.27	0.4	0.34	0.54	0.33	0.32	1.77	10.37	11.96	17.7	6.88	6.5
0.34	0.36	0.45	0.79	0.30	0.39	2.54	10.13	8.79	10.5	5.7	6.5
0.31	0.30	0.32	0.59	0.55	0.23	1.69	8.33	20.43	17.0	8.4	3.6
0.31	0.46	0.26	0.62	0.22	0.43	4.05	16.40	16.82	12.7	7.2	8.5
0.40	0.40	0.28	0.39	0.20	0.25	5.93	23.29	28.58	21.3	4.7	4.1
0.34	0.60	0.42	0.79	0.37	0.20	2.54	9.14	25.20	21.3	10.6	—
0.34	0.39	0.25	1.90	0.59	0.36	1.33	5.46	15.15	29.8	9.1	4.9
—	0.29	—	—	0.42	—	—	11.36	—	—	13.0	7.6
0.36	0.35	0.37	0.84	0.44	0.22	4.22	13.50	28.33	18.9	4.1	4.9
0.23	0.24	0.26	1.94	1.34	0.28	0.38	1.24	7.67	25.1	15.8	8.5
0.25	0.12	0.25	1.01	0.41	0.30	0.43	3.00	9.15	29.9	5.1	3.8
0.33	0.46	0.41	0.54	0.32	0.23	4.07	14.64	24.30	11.9	5.4	5.7
0.30	0.65	0.39	0.66	0.27	0.49	6.95	15.87	18.23	11.9	6.3	5.8
0.36	—	—	0.86	—	—	3.21	—	—	16.0	—	—
0.21	—	0.26	1.61	—	0.18	0.85	—	26.11	23.8	—	6.3
0.31	0.31	0.42	0.82	0.28	0.27	2.50	13.00	18.09	24.7	7.6	6.4
0.24	0.27	0.30	2.28	0.93	0.45	0.58	6.85	10.25	34.0	8.7	6.3
0.28	0.31	0.22	1.14	0.71	0.48	2.15	7.43	11.85	37.0	—	4.1

Zn ppm			Fe ppm			Mn ppm			乾物率 %		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
48.5	87.8	—	107	153	—	171	410	—	26.0	33.0	—
70.6	56.4	71.9	188	152	212	198	122	170	26.0	29.4	31.3
29.6	16.3	59.8	110	84	76	43	136	174	28.6	33.0	36.7
55.8	16.5	12.1	165	154	97	70	74	110	—	37.9	36.0
27.9	—	—	190	—	—	153	—	—	19.2	—	—
—	—	15.1	—	—	87	—	—	26	—	—	40.1
46.5	44.3	39.7	152	135.8	118	127	186	120	25.0	33.3	36.0
45.2	24.5	—	173	126	—	405	619	—	25.6	31.4	—
57.0	—	—	150	—	—	131	—	—	25.6	—	—
293.3	—	—	128	—	—	420	—	—	28.9	—	—
276.7	19.0	12.7	176	78	99	266	152	97	28.9	32.7	41.3
—	—	17.2	—	—	126	—	—	476	—	—	38.4
—	—	13.4	—	—	102	—	—	270	—	—	41.3
168.0	21.8	14.4	156.8	102	109	306	386	281	27.3	32.1	40.3
43.9	24.6	13.8	152	83	92	105	115	148	20.4	33.2	36.0
76.9	58.4	16.1	857	200	85	190	159	145	20.4	30.5	30.7
38.4	24.5	18.7	103	123	174	39	47	38	14.4	26.2	29.3
44.6	26.9	15.3	266	229	200	171	101	38	—	28.9	20.6
108.9	87.8	—	93	153	—	216	410	—	14.3	22.9	—
111.3	70.3	133.0	110	137	62	122	165	166	14.3	22.5	31.4
—	27.5	25.0	—	90	67	—	242	288	—	33.3	37.8
61.5	33.1	44.0	148	84	79	174	125	175	—	30.3	33.8
42.2	25.6	23.7	102	51	133	257	73	342	25.5	26.8	44.1
57.1	19.1	18.1	106	114	82	217	156	230	25.5	44.9	43.8
28.3	22.7	20.9	148	93	97	51	39	41	23.3	28.7	31.2
40.0	25.0	24.5	122	191	133	47	33	46	—	28.1	32.3
31.7			195			46			13.7		
58.4		17.2	69		67	93		117	14.0	—	38.3
58.2	14.7	18.7	247	122	174	128	69	248	14.0	29.1	26.5
101.0	81.1	67.2	95	85	80	194	186	346	20.6	28.7	31.2
69.1	—	60.9	191	—	75	46	—	198	20.6	—	32.6

科名	植物名	調査年度	N %			P %			K %			Ca %		
			春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
その他	シナノキ	1976	3.52	—	—	0.31	—	—	2.64	—	—	1.64	—	—
		77	6.16	2.61	1.32	0.74	0.28	0.13	2.64	2.04	2.02	0.66	1.94	1.29
	ミズキ	76	—	1.95	—	—	0.10	—	—	0.89	—	—	2.32	—
		77	4.75	1.79	0.84	0.40	0.14	0.12	1.14	1.26	0.87	2.03	3.66	2.91
	ホオノキ	76	—	—	1.18	—	—	0.07	—	—	1.11	—	—	1.46
		77	4.25	1.44	1.26	0.39	0.08	0.11	2.38	1.18	1.78	0.82	1.16	1.89
	ガマズミ	76	2.82	1.28	1.02	0.19	0.11	0.09	2.42	1.45	1.00	1.17	1.80	2.34
	ヤマネコヤナギ		—	1.02	—	—	0.16	—	—	2.66	—	—	1.05	—
マタタビ		—	1.04	—	—	0.15	—	—	3.20	—	—	2.23	—	
木本類														
n			45	45	44	45	45	44	45	45	44	45	45	44
平均			4.48	1.83	1.51	0.44	0.16	0.12	2.24	1.64	1.33	0.92	1.58	2.03
偏差			8.85	0.57	0.58	0.13	0.09	0.03	0.87	0.49	0.44	0.46	0.65	1.59
変動係数			18.96	31.05	38.37	28.91	57.98	21.88	38.97	29.73	32.77	50.00	41.11	78.51

### 3. 牧草のミネラル含有率

オーチャードグラス	3.20	3.84	1.86	0.33	0.38	0.36	3.43	4.92	4.87	0.31	0.29	0.29
	4.34	3.16	2.62	0.36	0.39	0.26	4.33	5.52	4.49	0.26	0.24	0.29
	5.06	2.87	2.62	0.36	0.34	0.31	4.28	4.92	4.63	0.29	0.29	0.29
	4.59	2.56	3.11	0.33	0.34	0.33	4.53	5.06	4.67	0.25	0.29	0.27
n	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
平均	4.29	3.11	2.55	0.35	0.36	0.32	4.14	5.11	4.67	0.28	0.28	0.29
偏差	±0.79	±0.55	0.52	0.02	±0.03	±0.04	±0.49	±0.28	±0.16	±0.03	±0.03	±0.01
変動係数	18.3	17.6	20.22	5.02	7.3	13.4	11.8	5.5	3.4	9.9	9.0	3.5

Mg %			K / Ca + Mg 当量比			Ca / P			Cu ppm		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
0.38	—	—	0.60	—	—	5.29	—	—	16.0	—	—
0.24	0.42	0.23	1.28	0.40	0.62	0.89	6.93	4.77	28.1	4.5	6.6
—	0.47	—	—	0.15	—	—	23.20	—	—	3.8	—
0.40	0.42	0.28	0.22	0.15	0.13	5.08	26.14	24.25	8.1	4.6	2.5
—	—	0.33	—	—	0.28	—	—	20.86	—	—	4.6
0.38	0.37	0.30	1.06	0.34	0.38	2.10	14.50	17.18	22.0	4.0	4.7
0.42	0.51	0.58	0.67	0.28	0.15	6.16	16.36	26.00	14.1	5.9	3.7
—	0.23	—	—	0.96	—	—	6.56	—	—	4.13	—
	0.55			0.52		—	14.87		—	3.4	—
										—	—
45	45	44	45	45	44	45	45	44	47	45	44
0.31	0.42	0.36	0.95	0.41	0.30	2.50	11.64	15.91	19.97	6.96	6.03
0.07	0.12	0.11	0.72	0.22	0.11	1.61	5.22	6.57	7.83	2.84	2.27
22.01	28.16	28.80	75.59	54.63	35.85	64.40	44.84	41.29	39.20	40.78	37.62

0.21	0.29	0.22	2.72	3.30	3.82	0.94	0.76	0.81	7.3	6.5	3.9
0.21	0.24	0.21	3.62	4.43	3.65	0.58	0.62	1.12	7.3	5.2	4.0
0.18	0.24	0.24	3.70	3.70	3.40	0.81	0.85	0.94	7.4	5.9	5.0
0.19	0.24	0.21	4.15	3.79	3.87	0.76	0.85	0.84	8.5	5.5	4.9
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
0.20	0.25	0.22	3.55	3.81	3.69	0.77	0.77	0.93	7.6	5.8	4.4
±0.02	±0.03	±0.01	±0.60	±0.47	±0.21	±0.15	±0.11	±0.14	±0.6	±0.6	±0.6
7.7	9.9	6.4	16.7	12.3	5.7	19.3	14.1	15.1	7.9	10.3	12.6

Zn ppm			Fe ppm			Mn ppm			乾物率 %		
春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋	春	夏	秋
39.7	—	—	118	—	—	121	—	—	20.0	—	—
45.7	18.3	17.8	116	243	129	64	106	90	20.0	25.4	—
—	17.6	—	—	108	—	—	34	—	—	30.9	—
39.1	42.0	19.3	284	108	54	54	41	19	—	30.9	37.2
—	—	11.6	—	—	54	—	—	213	—	—	36.0
38.3	13.1	17.3	141	69	101	146	113	140	—	—	30.4
43.4	39.2	46.3	150	152	143	143	127	72	—	29.0	38.2
—	94.1	—	—	94	—	—	68	—	—	29.4	—
—	25.2	—	—	336	—	—	68	—	—	19.7	—
41.3	—	—	220	—	—	111	—	—	—	—	—
47	45	44	47	45	44	47	45	44	35	43	42
62.84	34.18	30.12	176.36	145.38	139.20	154.91	156.62	175.45	21.30	31.36	36.45
50.94	18.93	22.48	121.90	77.98	147.54	93.21	129.48	109.23	4.36	5.25	5.27
81.07	55.40	74.62	69.12	53.64	105.99	60.17	82.67	62.26	20.47	16.75	14.45

18.8	30.2	18.2	95	103	98	57	69	70
19.8	27.1	20.5	70	103	105	73	94	50
20.1	24.9	25.7	97	73	95	58	80	53
18.0	26.9	20.7	81	73	80	83	58	47
4	4	4	4	4	4	4	4	4
19.2	27.3	21.3	86	88	95	68	75	55
±1.0	±2.2	±3.2	±13	±17	±11	±13	±15	±10
5.0	2.0	14.9	15	20	11	18	20	19

The Method of Pasture Development  
in  
Hard Wood Forests of Mountainous Area  
by

Tadasuke Toda, Kyuji Kunezaki, Katsuuro Sato,  
Shogo Ochiai Itsuro Oikawa Shigeru Ota  
Kosuke Katabira, Reiji Urushibara, Makoto Abe,  
Tamotsu Hirano, Keiich Sakurada, Tomoji Nitobe,  
and Seizaburo Saito

Summary

In the Japanese climate, the range used for pasturing for a long period changes gradually into forest land and decreases its grazing capacity. Therefore, the pasture development in the mountainous area has been one of the most important counter-measures in the live-stock industry.

The development, however, has come to cause such problems as high cost of pasturing, unbalance between the income and outgo of public farm management, or new cattle diseases due to the mineral decrease in the forage.

To solve such problems, we have sought the proper rate of the combination of pasture, native grass and forest as well as the technique of the native grass utilization. We have also tried to formulate the method of the pasture development by means of selective thinning of the forest.

For the experiment, we have used the land and cattles equivalent to the actual scale, and have obtained the following result in the five-year-study :

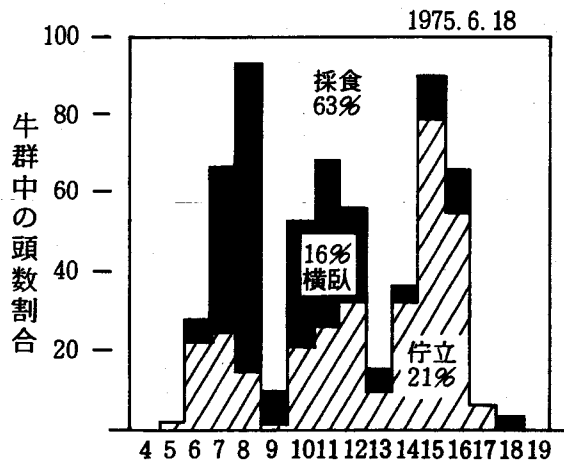
1) Any young forest should be cleared totally regardless its size. It is for better efficiency of the labor required for cutting and clearing. (Necessary forest can be remained in belt form.) Aged forest of large area should also be cleared totally though selective thinning will do for that of smaller area.

2) The grazing capacity of the native grass rises in the area where pasture and native grass are combined, and the cattles are supplied with sufficient minerals. For the purpose of maintaining the most proper grazing efficiency of the native grass, the rate of pasture to be combined should be 10-20% or 40-50% of the total area in accordance with the degree of browse of bush condition.

3) The efficiency of the belted conservation forests left along the pasture lands was not clear in controlling the water flow; good in preventing the sand and earth flow; and excellent in giving shade to the cattles in summer season.

4) The grazing capacity of the pasture when combined with native grass will be formulated as follows:  $Y = 2.35X + 45.8$  ( $Y =$  cow day.  $X =$  rate of pasture in %) Almost 100 Cow days per hectare will be maintained under the rate of 20% pasture of the total area.

5) In the area where selective thinning was introduced, the soil was softer, conserved more water, and the summer drought of the grass was prevented more than in the area where the method of total clearing was used. The excessive shade, however, decreased the grass yields and worsened the equivalence ratio of  $K/Ca+Mg$ . The forest should be left in spots evenly to keep the shade rate within 25% of the area.



P 37 図 I - 16 表示の区分

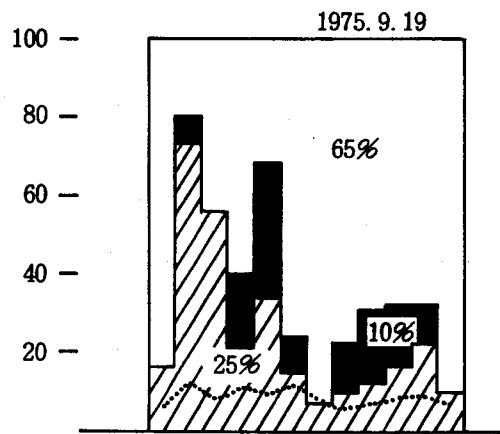
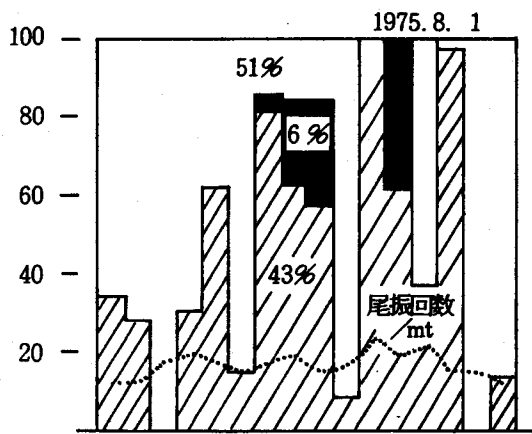


図 I - 16 日周生活行動の季節性



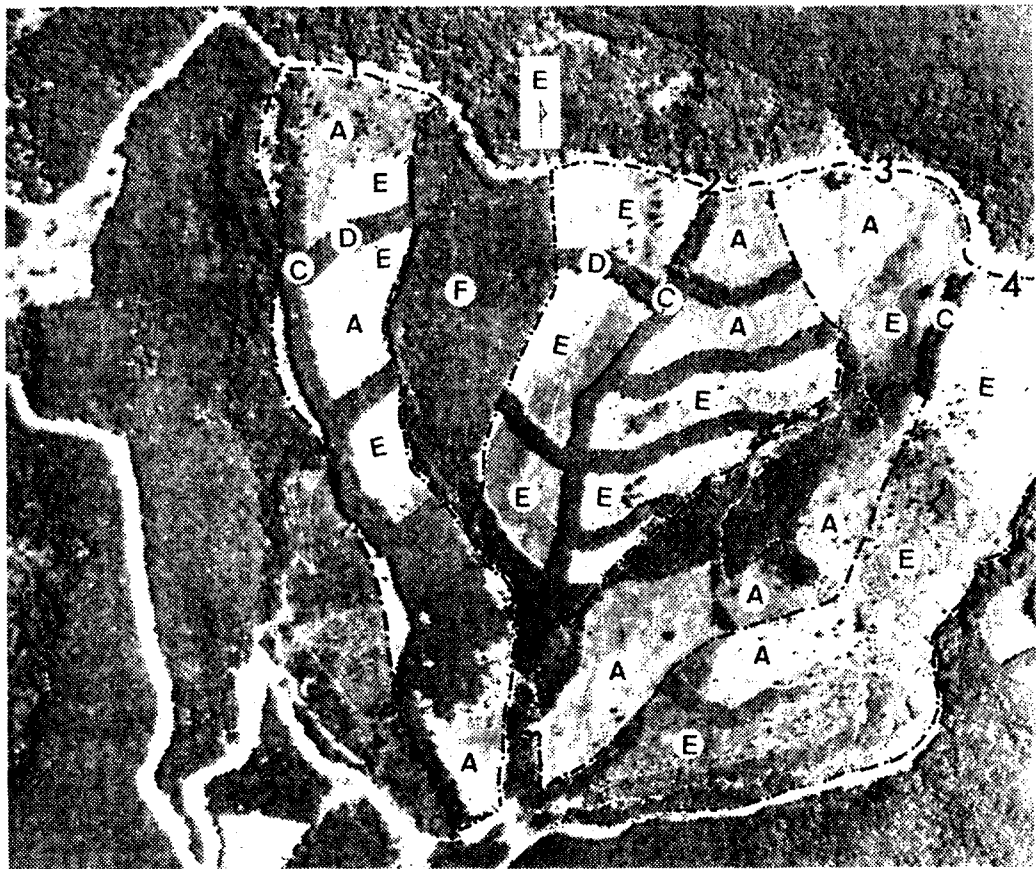


写真1 牧草地・野草地・樹林地の同牧区内組合せ  
試験地の航空写真 (1979. 8. 24)

- A 不耕起草地 1~4牧区No.
- E 改良野草地 --- 牧区界
- C 家畜庇蔭林帯
- D 水土保持林帯
- F 水土保持調査林地



写真2 試験区造成前の航空写真 (1964. 5. 7)



写真3 牧草地・野草地・樹林地の  
同一牧区内組合せ試験地  
改良野草地のグレージング  
造成4年目

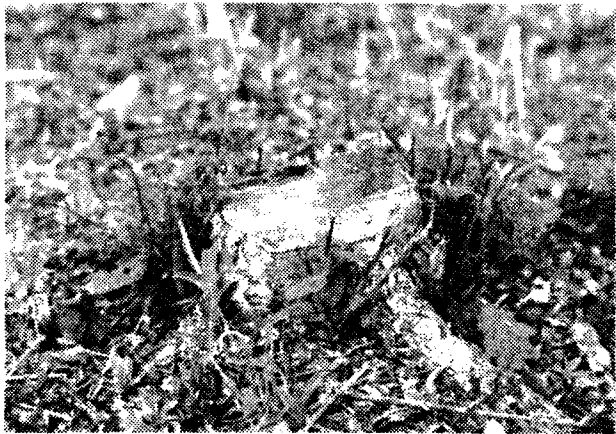


写真4 牧草地・野草地・樹林地の  
同一牧区内組合せ試験地  
改良野草地内のミツナラ萌芽喫食  
造成4年目

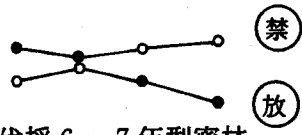



写真5 間伐による牧草導入試験地  
地表庇蔭度25%区  
造成6年目



写真6 グローブ温度計による庇蔭  
林内温度測定  
幼令帯状林

# 正 誤 表

ページ	欄 行	誤	正
3	左側下から6行目	付して	伏して
"	右側上から1行目	開放	開牧
5	表I-2	蓄積量	蓄積量
14	左側上から12行目	前記	後記
15	" 8行目	林内	林外
16	右側上から5行目	蓄積量	蓄積量
17	表I-11	30~40年肉	30~40年生林
19	表I-12下	合地	合計
20	上から1行目	牧養型別階層場	牧養型別階層別
21	表I-14右	ハレガヤ	ハルガヤ
"	"	オオアブラ・ススキ	削除
22	"	トリアシ・ショウマ	トリアシショウマ
"	"	ヤマリギ	ハリギリ
23	右側下から12行目	植生部分	植生区分
24	図I-8	図の説明なし	
24	図I-8	伐採6~7年型疎林	伐採6~7年型密林
26	図I-9	季節の表示なし	左が夏季、右が秋季
31	右側下から5行目	構成が	構成で
39	" 上から2行目	行動化	行動型
40	左側上から10行目	杯地	林地
41	" 5行目	小牧区方式	少牧区数方式
43	右側上から4行目	棚	柵
46	" 1行目	荘令林	杜令林
47	図I-24左側	℃	G
51	左側下から6行目	マグネシウム	マグネシウム
52	" 上から5行目	低下した。のあとがぬけている	特にP含量は春期の1/3に低下した。が入る。
"	左側上から7行目	夏と秋	夏~秋
"	右側上から5行目	されており、田中らはの上の数字がぬけている。	(32、50) (47) が入る。
"	左側下から11行目 ~下から1行目まで	ii 夜間の保温効果の文章はP52から削除	P48 日中における保温効果の次に入る。
"	左側下から7行目	林外G計	計をとる
53	表I-26	右側の年号がぬけている	1977年を入れる
"	左側下から2行目	BM量	DM量
54	右側上から1行目	区や、テンロ石灰地施用区に比べても、飼料にMg	重複しているのでとる。
"	" 下から3行目	牧草地のみ	牧草地のみの

ページ	欄 行	誤	正
55	右側下から7行目	逆にのあとがぬけている	逆に野草区の方が高かった。組合せと が入る
"	" 下から4行目	みられなかったが	みられなかったが
56	左側上から1行目	ミネラルのあとがぬけている	ミネラルは、P、Ca、Mg などの吸収排泄を知る上で、重視されるべきと <sup>(4)</sup> されており、この調査では が入る
"	左側図 I -32	野草類のあとがぬけている	野草類の早春生育
57	" 上から5行目	生育	生育差
58	右側上から1行目	DM	DMは
"	左側下から1行目	結果図 I	結果が図 I
59	右側上から8行目	牧草事業	放牧事業
60	" 下から3行目	10日	120日
61	左側上から3行目	牧区の	牧区に
66	" 下から2行目	針面	斜面
69	" 下から7行目	牧草の中で	牧草適性の中で
72	図 II - 6	年次の記号なし	
74	図 II - 7 左上	Ca (%)	CaO (%)
75	表 II - 11 "	昭和	年次
77	表 II - 14	(昭 52)	(1977)
82	右側上から11行目	標高	樹高
98	下のページ数	98	100
99	"	99	101
100	"	100	98
101	"	101	99
111	Summary の上から2行目	u - ally	ually
"	"	tand	and
"	" の下から11行目	belted	belt
"	" の下から2行目	K/Ca + Mg	K/Ca + Mg .