

九州中部高原地方における牧野および牧野林の研究 (第1報)

井上, 由扶
九州大学農学部

宍戸, 元彦
九州大学農学部

関屋, 雄偉
九州大学農学部

柿原, 道喜
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15891>

出版情報 : 演習林集報. 23, pp.1-66, 1969-09-30. 九州大学農学部附属演習林
バージョン :
権利関係 :



九州中部高原地方における 牧野および牧野林の研究（第1報）

井 上 由 扶・穴 戸 元 彦
関 屋 雄 偉・柿 原 道 喜

Yoshisuke INOUE, Motohiko SHISHIDO,
Yuui SEKIYA and Michiyoshi KAKIHARA

Studies on the Forest and Field for Grazing
in the middle Parts of Kyūshū Region (I)

目 次

は じ め に	果
第1章 序 説	1) 林分の底蔭測定法
I. 概 説	2) 調 査 方 法
1) 研究目的	3) 結 果
2) 対象地域の概況	第4章 牧野草の地上部および地下部の構
II. 試 験 地	成
1) 概 況	I. 主要草種について
2) 底蔭林試験地の林木構成	1) 調 査 方 法
第2章 牧野および牧野林の産草量	2) 結 果
I. 牧野草の概況	(1) 地上部と地下部の量
II. 草生量調査	(2) 底蔭区と無底蔭区の相違
1) 調 査 方 法	(3) ネザサの茎と葉の重量
2) 結 果	II. 単位面積について
第3章 草生と底蔭効果	1) 調 査 方 法
I. 概 説	2) 結 果
II. 底蔭格子による底蔭度と牧野草の関	(1) 草 生 状 態
係	(2) 草種別の根系
1) 調 査 方 法	(3) 草種別の生重量
2) 結 果	(4) 草種別の体積
III. 単木底蔭樹の牧野草におよぼす効果	(5) 地上部と地下部の重量と体積と
1) 調 査 方 法	の 関 係
2) 結 果	(6) 表層土中における根の量
IV. クヌギ混牧林の牧野草におよぼす効	Résumé

は じ め に

林野地帯の利用に関しては、かつて世界林業会議が採択し、アメリカで採用している5大目標がある。すなわち林産物生産、水土保全、保健休養、自然保護、家畜飼料の供与であって、これらの多目的利用を通じて公益性の達成に寄与するとともに、その持続的経営によって経済性を高め、経営者および従事者の生活に安定的発展をもたらすことを目標とするものである。この種の基本的目標は、いうまでもなく対象林野の自然的・社会的・経済的要因によって調和的に選択せられるべきであるが、筆者らは多目的利用の代表的な地

域として九州中部の高原地帯をとりあげ、とくに牧野および牧野林の経営に関する技術的基礎資料提供に重点をおいてこの研究を行なった。この地帯の一般的特徴は、火山灰土壌におおわれた高原性地形を呈し、降水量が多く、九州中部の主要河川の源流地域として治山治水上重要であること、ならびに阿蘇・九重山塊を中核とする大自然の雄大な景観によって国立公園に指定せられ、自然保護および保健休養の利用上からも重要な地域にあることである。しかも、山脚部一帯には優れたさしスギ林業地が発達し、その上部にはクヌギ・カシワなどの牧野樹林と大草原が展開して、景観造成への寄与とともに、林産および畜産地帯を形成しているところに大きな特徴がある。

この地帯の原野は、熊本・大分両県の統計によれば10万 ha以上に達し、関係町村では、いずれも町村面積の30~70%を占めている。おおむねネザサ・ホモノ科・マメ科などの食草類がよく生育するため、古くから畜産がさかんに行なわれ、肥後の褐牛、豊後の黒牛として著名である。しかし、牧野の所有形態には実質的な部落共有が多いため、長年にわたって在来の粗放な牧野管理が行なわれ、毎年3月下旬ごろ野焼を行なう慣習もあって、過放牧地では次第に生産力の低下をきたすにいたっている。そのため、近年にいたって畜産振興対策が大きくとりあげられ、高原の所々に大規模の牧野改良事業が実施されつつあるが、その自然的社会的条件に適合する草地の改良および管理技術上には、未解決の問題が少なくない。

筆者らは、この地域の調査研究を通して牧野林の庇蔭と産草構造の関係を明らかにすることを主目的とし、1953~1958年にわたる6年間の野外調査を行なった。しかし当時の都合によって、その大部分は印刷公表できないまま現在にいたった。たまたま最近になって草地造成の検討が行なわれ、さらに全国的な幼令造林地を含む林内放牧の問題もとりあげられ、上記の調査資料に対する提供の要請も少なくないので、ここに調査測定の結果を要約して報告することにした。

なお、本研究の野外調査にあたっては、小川保喜・堂上龍雄・坂梨日出男・高田和彦・長正道・宮崎安貞・林重佐・椎葉倣嗣・川上哲三の各位の協力を得、図表の計算・整理・製図については青柳亜良汰・山田文治・中原和人・伊勢田佳代子・前満節子・安川和子の各位の助力に負うところが多い。また調査にあたっては熊本県・大分県庁の関係各位をはじめ、関係町村の役場・森林組合・牧野組合・牧野林所有者の方々より多大の御支援をいただいた。ここに記して深甚の謝意を表したい。

第1章 序 説

I. 概 説

1) 研究目的

わが国における天然牧野の利用法の一つとして、古くから庇蔭林の造成が考えられているが、とくに南西部地方においては、草地の改良手段のほか、その維持管理の上からも庇蔭林は重要な価値をもっていると考えられる。この研究は、九州中部高原地方の火山灰土壌地帯に分布する庇蔭林、混牧林について実態調査を行ない、庇蔭林が草生に与える影響を把握し、草生地における樹林の機能を明らかにするとともに、牧野林草生の生産構造を究明しようとするものである。一般に放牧地と採草地では、その植生型が異なるので、研究対象地としてはこの2種類をとりあげるべきである。しかし放牧地は、放牧によって絶

えず草生の変化があり、かつ牧草の喫食が部分的にきわめて不整である。ゆえに研究の対象を純化する方法として、在来の放牧地に対して放牧を禁止した牧野を用い、このような牧野と在来からの採草地とにおいて純草生地と庇蔭草生地を選び、牧野の生産機能について研究を進めることとした。また牧養型としては、長草型の牧野を用いる計画であったが、この地帯の牧野は、阿蘇山東部すなわち波野方面の一部を除いては、すべてホモノ科植物とともにネザサをとまなうため、やむをえずネザサを含む長草型の草地を用いた。

研究計画の内容はつぎの事項をとり扱うものである。

- (1) 庇蔭草生地および純草生地における草類の構成状態の比較を行なう。
- (2) 庇蔭が牧野草の質および量におよぼす効果を明らかにして 牧野の草生改良の基礎資料とする。
- (3) 主要草種と庇蔭木の地下部の構成状態を明らかにし、根の競合と地上部の草類の生産およびその生長について調べる。

とくに庇蔭樹としては、肥料木と呼ばれるマメ科および非マメ科の樹木と一般樹木との比較を行なうため、ネムノキ、ケヤマハンノキおよびクスギの庇蔭林を用いる。

2) 対象地域の概況

阿蘇、九重山塊より日出台、由布院、別府高原にいたる広大な草原、牧野地帯は、火山噴出物によって構成される雄大な地貌を呈し、その多くは火山灰土壌におおわれた草原または森林である。しかもこの一帯は、九州で最高の山岳高原からなり、その降水量は年平均 3,400 mm (阿蘇山上測候所) ないし 2,640 mm (小国森林治水試験場) とかなりが多い。したがって、この高原は肥後平野に流れる白川、緑川、菊池川をはじめ、筑後平野を貫流する筑後川、矢部川、東流して別府湾に注ぐ大分川、大野川などの諸流の源となっている。

研究の対象とした調査地は、熊本県阿蘇郡と菊池郡、上益城郡の一部にまたがる、いわゆる阿蘇原野地帯を中心として、その北部に連なる大分県玖珠郡の一部におよび、その牧野総面積は約 6 万 ha に達する。したがって区域内の草原および混牧林の内容は必ずしも一様ではないが、一般的特徴としてはつぎの諸点があげられよう。

(1) 土地利用の合理的形態としては「田、畑、野、山」の順序がのぞましく、牧野は森林の下部に続くことが理想であるが、この地帯では一部にある山岳地の国有林を除き、山脚部にスギ林業が発達して、その上部に牧野が広がっているのが普通である。

(2) 自然的条件としては、比較的均一性に富む火山灰土におおわれた特異の雄大な高原性地貌を呈し、降水量が多い。このように高冷多雨の林木生育適地に、大草原の発達することも一特徴といえよう。

(3) わが国の牧野としては既して草質、草量ともに優れ、ことにネザサおよびホモノ科の類がよく繁茂して食草率の高いこと、小型のマメ科植物の種類が数多く広く分布することなどは、他に類例を見ない。

II. 試 験 地

1) 概 況

九州中部高原地帯の牧野は阿蘇山の東部、波野村附近を除き、ほとんどネザサの優占する放牧地または採草地である。したがってネザサの生育しない庇蔭草生地としては、波野村所在のネムノキ庇蔭林採草地、ケヤマハンノキ庇蔭林採草地、クスギ庇蔭林採草地の 3

個所を利用し、その他の試験地はすべてネザサを含む長草型牧野を用いるほかない。また放牧地の庇蔭林としては、近年まで放牧が行なわれ、現在は放牧を禁止して採草している内牧ネムノキ、内牧ケヤマハンノキ、内牧クヌギの3庇蔭林を試験地とした。これらのほか、とくに優良採草地として河岸段丘上の火山灰堆積地に古くから造成されている大分県緒方町長谷川地区のネムノキ庇蔭林を試験地として設定した。

(1) 内牧ネムノキ庇蔭樹試験地

阿蘇外輪山の内斜面の下部にあり、海拔高 560 m、傾斜方位 N8° 8' W、傾斜度 18° の牧野内にある樹冠の発達したネムノキ庇蔭樹を対象として調査を行なった。この地区は数年前まで放牧地として使用せられたが、草量減少のため休牧して採草し、年々火入れを行なっている。植生はネザサ型で回復途上にあり、ススキが叢状に侵入している。庇蔭効果は草丈、生草量に顕著にあらわれ、草の色も庇蔭外より濃緑である。

(2) 内牧ケヤマハンノキ庇蔭林試験地

前記(1)の南方 500 m の阿蘇外輪山の内斜面にあり、海拔高 580 m、傾斜方位 S 70° W、傾斜度 18° である。前記と同様近年まで放牧地として使用された個所に対し、昭和 27 年の春、牧野改良庇蔭林造成試験地を設定したもので、ケヤマハンノキを庇蔭樹として植栽した庇蔭草生地とその対象区である。植生型はネザサ、マルバハギ分群集となり、局所的にススキ、チガヤなどが群状に生育している。昭和 27 年以来毎年採草し、火入れを中止したため植生は回復しつつある。とくにケヤマハンノキは生長がよく、すでに庇蔭による草量増加が認められる。

(3) 内牧クヌギ庇蔭林試験地

前記(2)の南方 1,000 m の阿蘇外輪山の内斜面にあり、海拔高 600 m、傾斜方位 S 10° E、傾斜度 25° である。近年まで放牧地として使用された個所であるが、牧野の位置的関係から過放牧とならず、休牧後は年々採草して火入れが行なわれている。伐期 15 年、回帰年 5 年内外のクヌギ択伐庇蔭林で、調査個所は庇蔭区、対照区ともに凹状地である。植生はネザサ、マルバハギ分群集に属し、ススキ、チガヤ、トダシバなどの侵入期と認められる。

(4) 波野ネムノキ庇蔭林試験地

阿蘇山東部外輪山の外斜面にある丘陵性牧野の一部で、海拔高 820 m、傾斜方位 S 10° E、傾斜度 9° である。調査個所は庇蔭区、対照区ともに凹状地で、草生量の多いススキ型採草地である。

(5) 長谷川ネムノキ庇蔭林試験地

大野川の支流奥岳川の右岸に発達する河段丘上の一部で、海拔高 380 m の火山灰質土壌におおわれた平坦地である。往時よりネムノキ庇蔭林を造成したところで、植生型はススキ、ネザサ分群集に属する。

2) 庇蔭林試験地の林木構成

各試験地の庇蔭林面積およびその林木構成を示せば第 1 表のとおりである。

(1) 内牧ネムノキ試験地は牧野内に孤立する単木庇蔭樹で、樹冠の傘状に広がる庇蔭効果の大きいものである。(写真 1 参照)

(2) 内牧ケヤマハンノキ庇蔭林試験地は昭和 27 年春庇蔭林として新植し、翌 28 年に一部補植を行なった。樹高、直径の小なるもの 11 本は前年の強風により根元から折損し、そ

第 1 表 庇蔭林試験地の樹種、面積および林木構成

試 験 地	内 牧	内 牧	内 牧	波 野	長 谷 川
庇 蔭 樹 種	ネムノキ	ケヤマハシノキ	クヌギ	ネムノキ	ネムノキ
面 積 (ha)	—	0.638	0.355	0.125	0.103
林 令	25	$\frac{6}{5\sim6}$	$\frac{12}{5\sim15}$	$\frac{14}{5\sim23}$	$\frac{20}{10\sim30}$
胸 高 直 径 (cm)	23	$\frac{3.6}{1\sim6}$	$\frac{7.5}{1\sim19}$	$\frac{6.4}{1\sim22}$	$\frac{14.5}{3\sim36}$
樹 高 (m)	4.5	$\frac{3.4}{1\sim5}$	$\frac{4.4}{2\sim9}$	$\frac{4.2}{2\sim8}$	$\frac{6.7}{3\sim14}$
幹 材 積 (m ³)	0.083	0.003	0.014	0.011	0.074
樹 冠 直 径 (m)	10.8	$\frac{2.2}{0.8\sim3.0}$	$\frac{3.2}{1.4\sim5.6}$	$\frac{5.5}{1.0\sim8.0}$	$\frac{5.6}{1.5\sim10.0}$
ha 当り	本 数	—	136	200	680
	材積 (m ³)	—	0.353	2.806	7.768
	疎密度(%)	—	5	42	56
					524
					38.872
					87

(註) 内牧ネムノキは牧野内の単木庇蔭樹である。

写 真 1

内牧ネムノキ試験地



ネムノキの樹冠



の後に萌芽したもので、全般的には一斉的構成をなす。新植後6年を経過し、生長はきわめて良好であるが、植栽間隔は4 m または6 m であるため、未だ疎密度が小さい。(写真2参照)

(3) 内牧クヌギ庇蔭林試験地は、伐期15年内外、回帰年5年のクヌギ混牧薪炭林の一部で、3段階の年令構成をなし、したがって径級分配、樹高級分配も3段階に分れている。(写真3参照)

(4) 波野ネムノキ庇蔭林試験地は5年前に択伐したネムノキ庇蔭林で、代表的な長草型牧野である。異令的年令構成をなすため、径級分配は1～22 cm の広い範囲にわたっているが、樹高差は比較的少ない。林分の周辺部を除いては立木配置がほぼ均一で、適度の疎密度をもつ優良庇蔭林である。(写真4参照)

写真 2

内牧ケヤマハンノキ庇蔭林試験地



近 景



写真 3

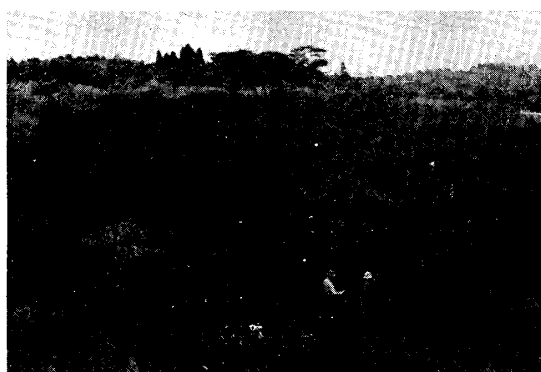
内牧クスギ庇蔭林試験地



樹 冠



写真 4 波野ネムノキ庇蔭林試験地



(5) 長谷川ネムノキ底蔭林試験地は 100 年以上の歴史をもつ底蔭林採草地であるが、老令木の多くは伐採され、現在の底蔭樹は 10～30 年生の生長性に富む ネムノキからなる。異令的年令構成をなすため、径級分配は 3～36 cm 広範囲にわたり、樹高も 1～14 m にまたがる多層林である。底蔭樹の配置は必ずしも均一ではないが、樹冠は繁茂し、適度の疎密度をもつ優良底蔭林である。(写真 5 参照)

写真 5

長谷川ネムノキ底蔭林試験地



ネムノキの樹冠



第 2 章 牧野および牧野林の産草量

I 牧野草の概況

阿蘇・九重山塊を中心としてその周辺に広がる牧野は、さきに述べたごとく広範囲にわたり、その所有形態、所有規模、立地条件、集約度、経営方式、経営期間、植生型なども、地方により場所によって異なるため、草生の実態を把握することは困難であるが、その概況はつぎのとおりである。

(1) 牧野草の構成を、優占する牧野草の種類によって分類すれば、ススキ、チガヤなどのホモノ科草類を主とする長草型、およびネザサを主とし、ホモノ科草類をとまなうネザサ型に大別される。前者は、外輪山東南部地方および内輪山東南部地方に分布し、草生量が多く草丈も大であるが、ワラビ、ヨモギ類その他の多年生草類の占める割合も大きく、一般に食草率は低い。とくに放牧地においては、ワラビ、ヨモギ類などの繁茂が著しく、ホモノ科草類の生育が減退して、部分的にはワラビ原、ヨモギ原となっているところもある。後者の分布はきわめて広く、東南部を除く内輪山一帯および西北南部外輪山地方にみられる。草生量、草丈は前者にくらべてやや劣るが、ワラビ、ヨモギその他の不食草類が少ないため、食草率は高く、牧野としての価値は大きい。

(2) 牧野を構成している牧野草の種類は、ネザサ、ホモノ科、マメ科が代表的であるが、その他多数の牧野草があり、数十種の多さに達する。

(3) 草生量についてみると、外輪山東部および内輪山地帯は、他の地帯にくらべて多い傾向がみられる。また採草地は放牧地に比して草丈、草生量、食草率ともにすぐれ、適度の底蔭下の牧野林は、純牧野に比して草丈が高く、草生量が多い傾向が認められる。

II 草生量調査

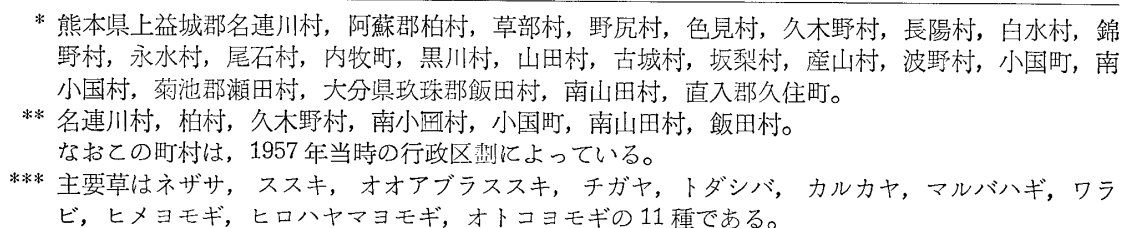
1) 調査方法

調査は 1953～1957 年の夏季、熊本県阿蘇郡、菊池郡、上益城郡、大分県玖珠郡、直入郡

クヌギ混牧林については、林分構成の標準地調査にさいして、林内に1～8か所の1m²草生調査プロットおよび附近の純牧野に対照する基準プロット各1か所をとり、食草、不食草の重量および主要草の本数、重量、草丈を測定した。その調査個所数は、混牧林内63個所、対照する基準プロット37個所である。

(1) 純牧野の草生量

第1図 町村別牧野草生量



りであって、牧野の草生量は 1 m^2 当り約 $700\sim 1,400\text{ g}$ である。第1図に示すごとく、外輪山東部および内輪山地帯は外輪山西北南部地帯にくらべて草生量は大であるが、不食草の占める割合もまた大きい結果を示している。

第2表 町村別牧野草生量 (1 m^2 当り)

町 村 名	種 別	生 草 量 (g)				主 要 牧 野 草 の 平 均 草 丈 (cm)											
		食 草	不食草	計	食草率 (%)	ネザ サ	スス キ	オオ ア ス キ	チガ ヤ	トダ シバ	マル バ ハギ	カル カヤ	ワラ ビ	ヒメ ヨモ ギ	オト コモ ギ	ヒロ ハ マ ヨ モ ギ	
野 尻	全牧野 採放草牧	732	418	1,149	63.7	20	81	75	55	61	64		50	93	65	82	
		933	395	1,301	71.7	20	85	79	57	73	79		51	93		86	
		530	439	969	54.7		76	71	53	49	48		49	92	65	78	
草 部	全牧野 採放草牧	894	379	1,273	70.2	55	87		64	48	68		48	67	56	58	
		1,252	245	1,497	83.6	55	85		58	45	60		47		50	53	
		535	511	1,046	51.2		76		70	49			50	67			
柏	全牧野 採放草牧	803	390	1,193	67.3	15	79	72	71	44	59		44	77		58	
		853	337	1,190	71.7	15	81	72	63	41	53		43	72			
		752	443	1,195	62.9		76		78	46	65		45	82		58	
色 見	全牧野 採放草牧	919	294	1,213	75.8	42	67	53	53	35	54	46	70	35			
		1,072	340	1,412	76.0	42	70	53	68	46	54		62				
		766	247	1,013	75.6		64		38	24		46	78	35			
白 水	全牧野 採放草牧	1,195	174	1,369	85.5	29	95	61	56	44		65	76	57	43	31	
		1,579	118	1,697	93.0	42	108	80		48		80	83	68	34		
		811	230	1,041	77.9	16	82	42	56	39		50	68	46	52	31	
長 陽	全牧野 採放草牧	941	155	1,096	85.2	23	95	75	71	24	74	26	49	62			
		1,212	166	1,378	88.0	32	109	71	95	30	83		64				
		670	144	814	82.3	14	82	78	46	18	65	26	33	62			
久 木 野	全牧野 採放草牧	1,057	213	1,269	81.3	10	96	55	39	32	47	36	64				
		1,402	157	1,559	89.9		106	48	27				81				
		711	268	979	72.6	10	85	61	51	32	47	36	46				
錦 野	全牧野 採放草牧	789	64	853	93.2	23	77	62	56	20	53	58					
		928	100	1,028	90.3	29	96		68		47	58					
		650	27	677	96.0	17	57	62	48	20	58						
瀬 田	全牧野 採放草牧	932	79	1,011	92.5	34	89		71	39	75	71	58				
		1,027	107	1,134	90.6	40	103		75	40	75	71	85				
		837	51	888	94.3	28	75		66	38			32				
尾 石	全牧野 採放草牧	952	52	1,004	94.0	22	54		42	43	23	34	45				
		1,200	26	1,226	97.9	30	64		50	43	20						
		704	78	782	90.0	13	44		33	42	25	34	45				
永 水	全牧野 採放草牧	1,134	57	1,191	95.4	20	52	59	66	29	27	64	48				
		1,255	78	1,333	94.0	27	68	80	72	33	40	64	40				
		1,013	36	1,049	96.6	13	35	36	60	24	13		55				
黒 川	全牧野 採放草牧	1,206	71	1,348	94.6	16	45	43		26	27		55				
		1,368	109	1,477	92.6	20	56	50		31	40						
		1,048	33	1,081	96.9	12	33	36		21	13		55				
内 牧	全牧野 採放草牧	598	200	798	74.9	16	43	48	30	36	39	25					
		598	200	798	74.9	16	43	48	30	36	39	25					
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—					
山 田	全牧野 採放草牧	949	106	1,055	89.6	24	58	100	55	53	42	50	35		60	70	
		1,288	134	1,422	90.5	32	68	100	55	67	47	60	39		60	70	
		610	77	687	88.7	15	47			38	36	40	31				

第2表 つづき

町 村 名	種 別	生 草 量 (g)				主 要 牧 野 草 の 平 均 草 丈 (cm)										
		食 草	不食草	計	食草率	ネザ サ	ス キ	オ ア ブ ラ ス キ	チ ガ ヤ	ト ダ シ バ	マル バ ハ ギ	カル カ ヤ	ワ ラ ビ	ヒ メ モ ギ	オ ト ヨ モ ギ	ロ ヤ マ モ ギ
古 城	全牧野 採放牧	885	100	955	90.0	25	55	93	47	45	48		46	45		
		1,067	129	1,196	89.2	35	69	93	61	62	48		56	45		
		702	71	773	90.8	15	40		32	27			36			
坂 梨	全牧野 採放牧	809	198	1,007	83.6	33	55	75	44	47	43		40		74	
		938	357	1,294	72.4	50	76	75	68	73	43		35		88	
		680	38	718	94.7	15	33		20	20			45		60	
波 野	全牧野 採放牧	981	211	1,191	83.2		87	78	65	78	75			72	77	
		1,043	342	1,727	81.2		88	85	74	66	80			72	77	
		558	97	655	85.2		86	70	58	49	70					
産 山	全牧野 採放牧	1,050	197	1,246	84.6	29	68	100	14	58	51	24	50			
		1,515	292	1,807	83.8	43	93	100	92	83	73	24	62			
		584	101	685	85.3	15	42		35	33	28	24	37			
久 住	全牧野 採放牧	737	106	845	86.7	18	43		55	27	39	58	34			
		948	112	1,060	89.4	25	46			34	34	90	33			
		526	100	626	84.0	10	39		55	19	44	26	35			
名 連 川	全牧野 採放牧	545	380	925	58.0	27	61		37	26						
		685	368	1,053	65.1	38	71		39	23						
		405	391	796	50.9	16	50		35	28						
小 国	全牧野 採放牧	375	245	620	60.4	13	24			48						
		375	245	620	60.4	13	24			48						
		—	—	—	—	—	—			—						
南 小 国	全牧野 採放牧	921	236	1,157	85.0	13	24			18	43		27			
		921	236	1,157	85.0	13	24			18	43		27			
		—	—	—	—	—	—			—	—		—			
飯 田	全牧野 採放牧	555	209	764	72.6	31	46	54			41		61			
		555	209	764	72.6	31	46	54			41		61			
		—	—	—	—	—	—	—			—		—			
南 山 田	全牧野 採放牧	667	60	727	91.7	21	75			48	61	54	35			
		667	60	727	91.7	21	75			48	61	54	35			
		—	—	—	—	—	—			—	—	—	—			

(註) 内牧, 小国, 南小国, 飯田, 南山田は採草地のみ測定。

(2) 採草地, 放牧地の草生量

純牧野の草生調査の結果を, 採草地, 放牧地別に集計して平均すると, 第3表および第2図のとおりである。

1 m² 当りの草生量の平均についてみると, 採草地は放牧地よりも約5%多く, 食草率も9%高い。また草丈も採草地の方が大きい結果を示している。

草種別にみると, 採草地はネザサが多く, 放牧地ではススキ, トダシバ, ワラビが多い傾向がみられる。

放牧地が採草地にくらべて草量, 草丈ともに劣り, 食草率の小さい理由としてつぎの点が指摘される。

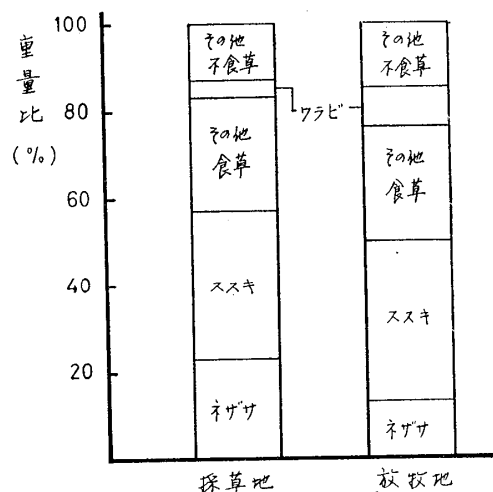
i 採草地の多くは, 牧野草の生長期を過ぎた9月に乾草刈りされるのに対し, 放牧地は生長期最盛期の春から夏にかけて放牧されること。

第3表 採草地、放牧地の平均草生量 (1 m²当り)

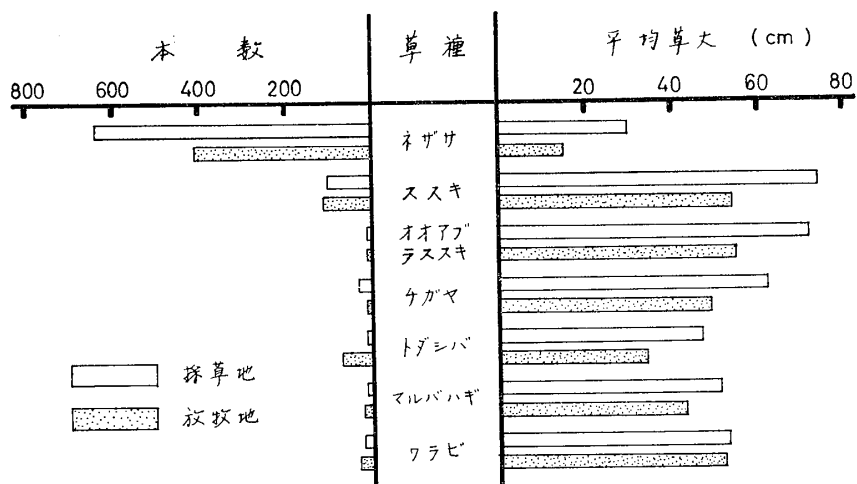
牧野の種別	生 草 量 (g)			
	食 草	不 食 草	計	食 草 率 (%)
採 草 地	1,040	199	1,239	89.3
放 牧 地	661	164	825	80.1

牧野の種別	主 要 草 の 平 均 草 丈 (cm)										
	ネザサ	ススキ	オオアブ ラススキ	チガヤ	トダ シバ	マルバ ハギ	カル カヤ	ワラビ	ヒメ ヨモギ	オトコ ヨモギ	ヒロハヤ マヨモギ
採 草 地	30	74	72	62	47	51	63	53	70	61	72
放 牧 地	15	54	55	49	34	43	40	52	48	56	56

第2図 (1) 採草地、放牧地の草生



第2図 (2) 採草地、放牧地の草生



ii 採草地は食草、不食草とも一律に刈り取られるが、放牧地は家畜が自由に移動して優良牧草のみを選んで喰するため、次第に不食草の割合が多くなること。

iii 放牧地は土壌が攪乱裸出されて流亡し易く、生産力が減退すること。

(3) クスギ混牧林の草生量

クスギ混牧林および対照牧野の調査結果をとりまとめたのが第4表および第3図で、これを混牧林、対照牧野の平均値で示したのが第5表である。

その草生量には大差ないが、食草率は混牧林の方が大きく、草丈も長い。

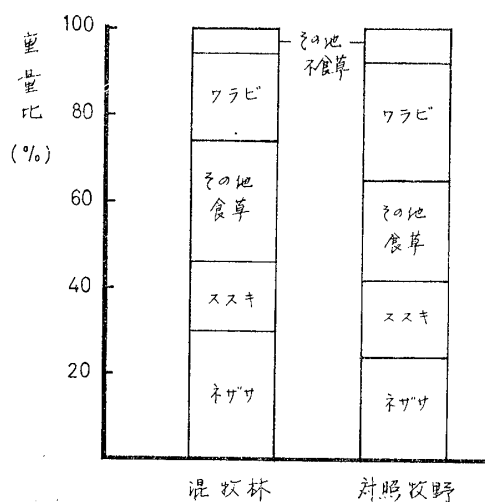
草種別にみると、牧野においては、トダシバ、ワラビが多く、ススキについては差が認められない。

第4表、第5表において混牧林の草量が対照牧野と大差がなく、久木野村、柏村のごときは逆に混牧林が少ないことは、現実と相反するように考えられる。これは調査した混牧林に立木庇蔭の強すぎる標準地が多かったこと、林野の採草が春から夏にかけての朝草刈場に用いられたものがあつたこと、対象牧野にススキ、ワラビなど生育の旺盛なものがあつたことなどの理由によるもので、このことは、食草率、草丈などの平均値は混牧林の方

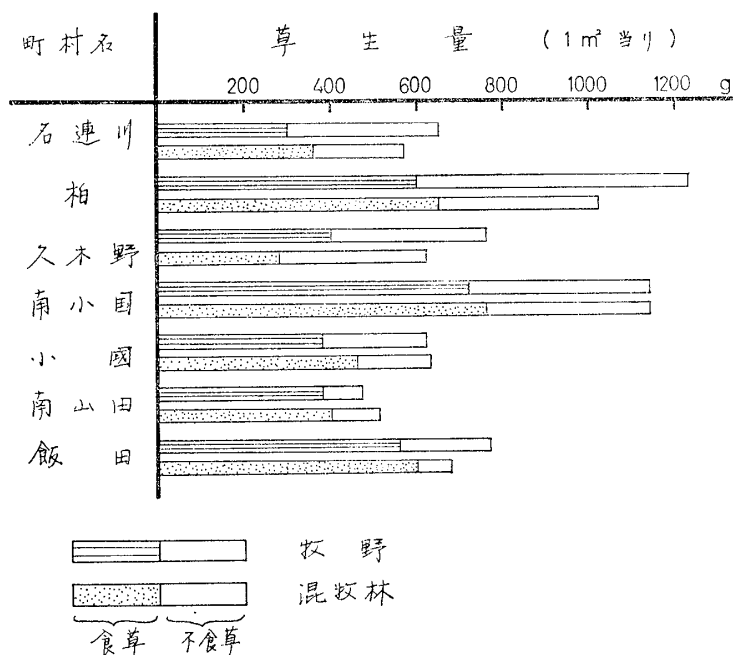
第4表 クスギ混牧林及び対照牧野の草生 (1m² 当り)

町 村	種 別	生 草 量 (g)				主 要 草 の 草 丈 (cm)							
		食草	不食草	計	食草率 (%)	ネザサ	ススキ	オオアブ ラススキ	トダ シバ	チガヤ	マルバ ハギ	ワラビ	
名連川	牧 野 混牧林	288	373	661	43.6	25	52		22	42	23	68	
		346	231	577	60.0	13	52	33	46	58	43	51	
柏	牧 野 混牧林	605	640	1,245	48.6	101	55		34	74	61	43	
		857	72	1,029	83.2		50	61	80		46	44	
久木野	牧 野 混牧林	386	390	776	49.7		14		22	23		41	
		245	375	620	39.5	40	54	37				54	
南小国	牧 野 混牧林	921	236	1,157	79.6	36	22				75	88	
		956	202	1,158	82.6	52	67				109	77	
小 国	牧 野 混牧林	375	245	620	60.5	13	24		18		43	27	
		468	168	636	73.6	25	41	7	62		72	30	
飯 田	牧 野 混牧林	554	209	764	72.5	31	46	53	34		41	40	
		604	91	695	86.9	24	52	55		70	44	47	
南山田	牧 野 混牧林	370	111	481	76.9	24	63		41	37	78	48	
		400	120	520	76.9	42	79	66	51		77	56	

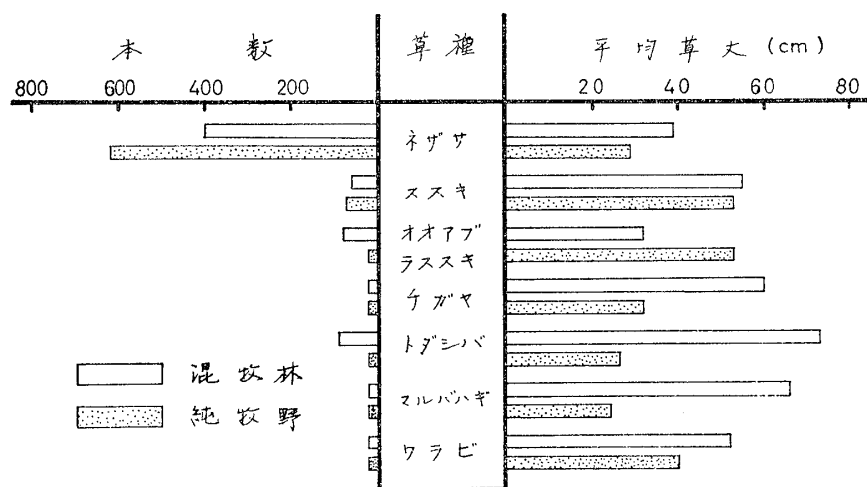
第3図 (1) 純牧野、混牧林の草生



第3図(2) 純牧野, 混牧林の草生



第3図(3) 純牧野, 混牧林の草生



第5表 混牧林, 対照牧野の平均草生量 (1 m² 当り)

種 別	生 草 量 (g)				主 要 草 の 草 丈 (cm)						
	食 草	不食草	計	食草率 (%)	ネザサ	ススキ	オオアブ ラススキ	チガヤ	トダ シバ	マルバ ハギ	ワラビ
混 牧 林	554	194	748	74.1	39	55	42	60	73	66	52
対 照 牧 野	504	259	763	66.1	29	53	53	32	26	24	40

が大きいことから首肯されよう。

(4) 産草量の地帯区分

牧野の草生状態は、叙上のごとく施業によって相違するが、立地条件によっても大差があり、ことに火山灰土壌の質的差異に左右されるところは大きい。すなわち、阿蘇山周辺

の牧野は火山灰土壌におおわれているが、阿蘇火山の活動による火山灰（ヨナ）の降下量には地域的な差があるため、土壌の性質も当然変わるものである。青峰の調査*によれば、阿蘇地方の土壌はつぎのごとく三つの型に大別される。

土 壌 型	場 所	性 質
I 中 火 口 丘 型	五岳および 根子岳東麓	比較的粒子は粗く、風化は進んでいない。pH(5.6~6.0)は高く、腐植は少なく、容積重は大きく、塩基飽和度高く、置換性塩基の含量中庸である。
II 東 外 輪 山 型	坂梨、色見、 野尻、草部、 波野	容積重はI型について大きく、pH(5.5~6.1)はやや低い。 塩基の含量はもっとも多い。
III 西、北南部 外 輪 山 型	東部を除く 外 輪 山	ヨナの降下量は少なく、風化最も進み、容積重は小さく pH(4.9~5.7) 塩基飽和度、塩基含量なども最も低い、腐植含量は最も多い。

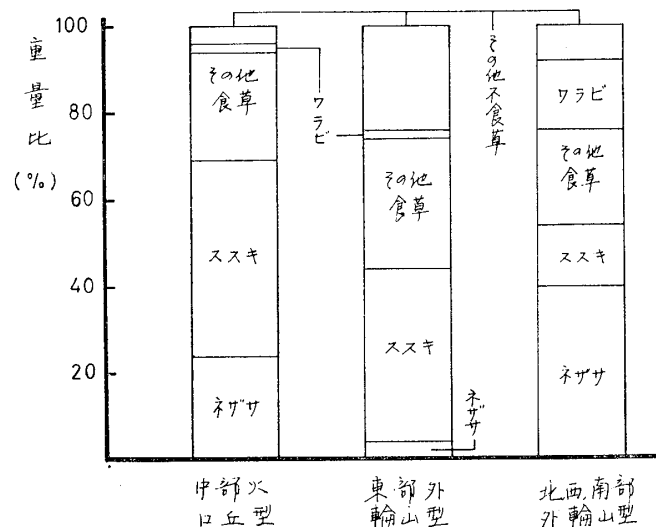
火口に近い内輪山および外輪山東部地方は、ヨナの降下量が多く、ヨナの風化によって生成する石灰、苦土、加里などの各種の無機養分および pH の上昇のため、土壌の酸度は低く、微生物の活動は旺盛になり、有機物の分解は速かに行なわれ、腐植の残存量も少ない。このため、ヨナの降下量の少ない西、北、南部外輪山地帯にくらべて、その土壌は植物の生育に適しているといえる。

これらの観点から、土壌型を同じくする地帯ごとに、前記の草生調査資料をとりまとめると、第4図のとおりであって、明らかに I、II 型の地方がIII型の地方にくらべて、草生量、草丈ともにすぐれており、土壌の性質による影響を認めることができる。したがって牧野の産草量は、この土壌型と関連して地帯区分を行なうことが適当であろう。

(5) 牧野草の乾燥率

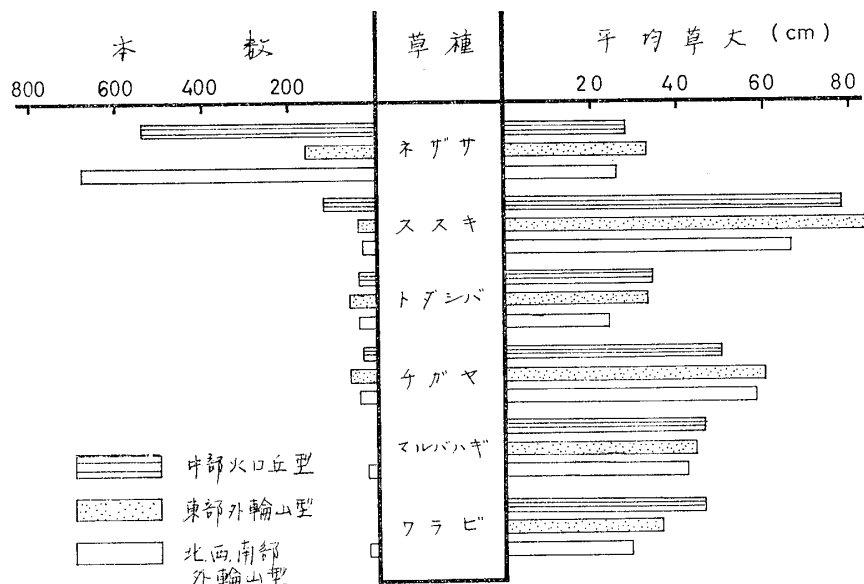
冬期間の飼草は、9月下旬より10月上旬に刈干切りしたものを用いる。すなわち牧野草を刈り取って1~2日間晴天に乾燥した後積上げて貯蔵し、冬期間の家畜飼料として必要の都度、畜力によって運搬するものである。

第4図(1) 土 壌 に よ る 草 生



* 青峰重範：阿蘇原牧野の土壌と野草の化学組織（1956年）

第4図(2) 土 壌 に よ る 草 生



牧野草の乾燥率は草種により乾燥程度によって差異があるが、純牧野および混牧林の採草地において測定された草種別の平均値を示せば第6表のとおりである。この表から測定結果を要約すると、一般的につぎのことがいえる。

i 庇蔭のない牧野においては、混牧林内のものより乾燥歩止りが幾分大きい。すなわち、庇蔭下の牧野草は水分に富み柔軟である。

ii 乾燥率は草種によって異なるが、おおむね30~50%、平均40~44%程度で、ワラビ、ネザサ、ホモノ科およびカヤツリグサ科のものなどは大きく、キク科その他多肉質の草種は小さい。

第3章 草生と庇蔭効果

I 概 説

庇蔭が牧野草の質および量におよぼす効果については多数の報告があり、一般に適度の庇蔭は牧野の草生改良に有効とされている。しかしその関係は立地により草種によって異なるのみでなく、庇蔭を与える樹種やその大きさ、生育状態などによっても異なるものである。ここには、まず庇蔭格子による試験の結果をあげ、つぎには牧野内に孤立する庇蔭樹の牧野草におよぼす庇蔭効果を示し、最後に孤立庇蔭樹の集合体とみなしうる混牧林についての庇蔭効果を述べる。

II 庇蔭格子による庇蔭度と牧野草の関係

1) 調査方法

縦、横、高さ各1mの木製枠の底部を除く5面に、巾2cm、長さ1m、の細長い板をもって格子をつくる。格子の巾と格子間隔との比を変えることにより、1~9の庇蔭度をもつ9個の庇蔭格子をもって1組とし、2組をもってこの試験を行なった。(写真6参照) 1組はネザサを主とする採草地、他の1組はチガヤ、トグシバ、シバ、ススキなどのホモノ科植物を主とする採草地に用い、草生状態の均等に近い1m²の標準プロット各14個所を設けた。そのうち、9プロットは1~9の庇蔭格子を設置し、残る5プロットは無庇蔭プ

第6表 牧野草の乾草率

草 種	純 牧 野 (内 牧)						混 牧 林 (小 国)					
	草 丈 (cm)		草量 (g/m ²)		乾草率 (%)		草 丈 (cm)		草量 (g/m ²)		乾草率 (%)	
	範 囲	平均	生草	乾草			範 囲	平均	生草	乾草		
ネ ザ サ	7~35	17	259	111	43		3~53	32	462	180	39	
ス ス キ	31~92	54	57	25	43		22~85	41	84	34	41	
ト ダ シ バ	30~86	54	42	16	37		18~51	36	66	25	38	
ア ブ ラ ス ス キ	60~102	70	21	9	45		55~80	53	17	7	42	
スズメカルカヤ	21~67	43	14	7	48							
メ ド ハ ギ	9~56	30	18	8	45		5~48	15	6	2	40	
マルバハギ	10~98	53	14	7	49		8~55	40	10	5	46	
コマツナギ	6~43	36	14	6	46		10~57	28	7	3	47	
ネ コ ハ ギ	16~55	40	5	2	40		13~43	32	6	3	42	
ヤハズソウ	10~22	15	9	3	33		6~16	7	2	1	36	
ミヤコグサ	14~32	24	8	5	67		5~23	14	4	2	51	
メドツツギ	18~31	26	10	3	32							
ウシクサ	4~13	11	22	11	50		3~11	9	17	7	44	
ス ゲ S P	6~47	17	11	5	44		5~36	18	13	5	42	
イトテンツキ	6~40	26	15	8	51							
イ ア ザ ミ	41~46	44	23	6	26		32~43	39	21	7	32	
ヨ ナ ナ	4~27	18	4	1	29							
アソノコギリ	15~46	45	8	4	50		10~44	36	5	2	38	
サワヒヨドリ	6~38	10	15	8	50							
アキノキリンソウ	20~35	28	6	2	33		17~40	24	11	3	31	
ワ ラ ビ	12~50	27	49	28	58		14~72	40	34	18	52	
ミツバツチグリ	2~14	7	12	5	41		2~15	6	14	4	31	
ウメバチソウ	5~20	13	29	12	41							
ノ ギ ラ ン	16~28	23	17	6	33							
ヤマニンジン	8~15	12	12	4	34							
セ ン プ リ	6~18	9	6	3	42							
アリノトウグサ	3~26	16	2	1	45							
ス ミ レ	3~8	4	4	2	50		4~7	5	2	1	34	
キンネヤナギ	12~55	25	14	6	41							
タチヤナギ	13~41	35	15	6	43							
その他食草												
その他不食草												
平 均			735	320	44				817	323	40	

註 (1) 純牧野は内牧第1, 第2試験地各8プロットの平均, 混牧林は小国クヌギ混牧林内12プロットの平均。

(2) 乾草は晴天に2日間乾燥したもの。

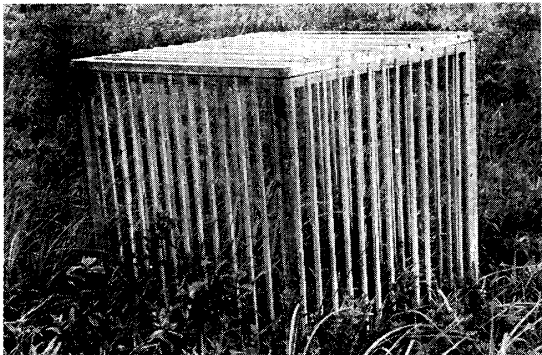
ロットとして, 毎年8月末に刈りにとって草生調査を行なった。調査は3年間連続して行なわれ, 草種別に本数, 草丈, 生草量, 乾草量(晴天に2日間気乾)を測定した。

2) 結 果

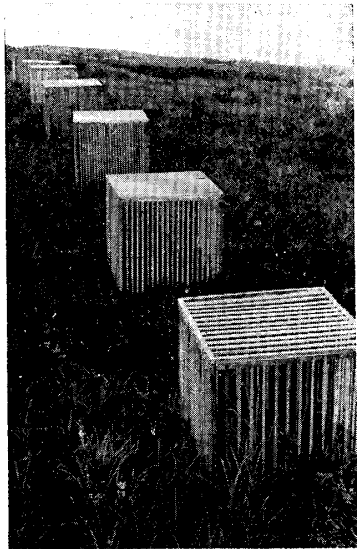
3年間の平均測定値について, 庇蔭格子による庇蔭度と草量の関係を第5図に示し, 主

写真 6

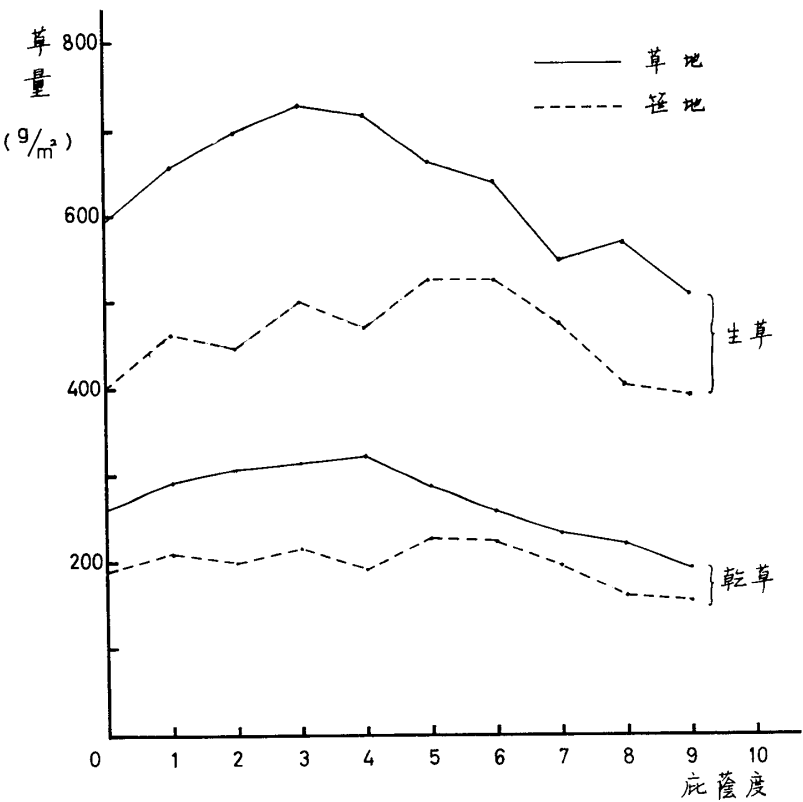
庇蔭格子



試験状況



第 5 図 庇蔭格子による庇蔭度と草量の関係

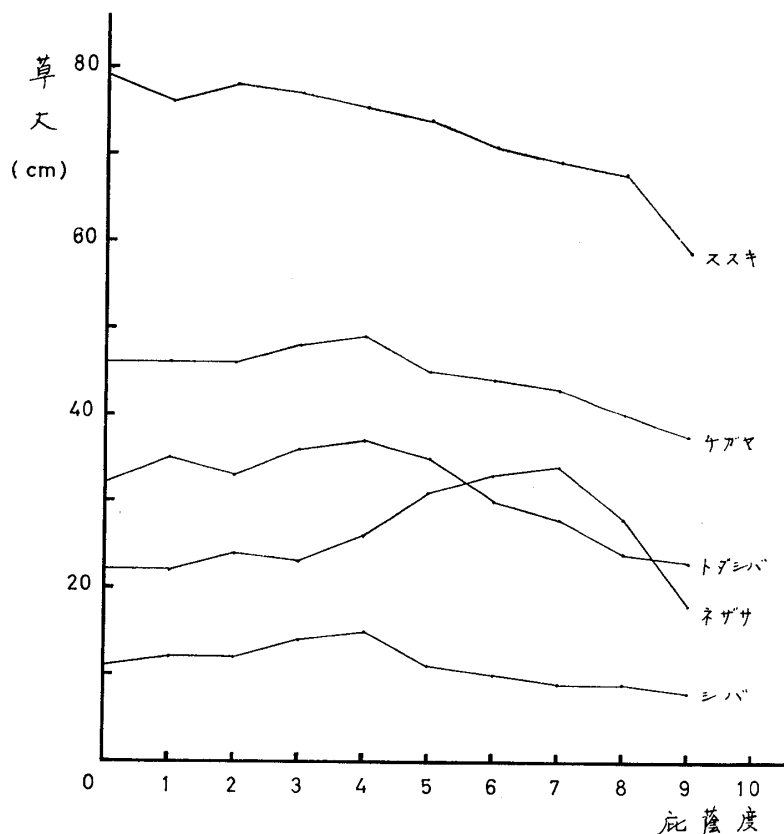


要牧野草についての庇蔭度による平均草丈の変化を第 6 図に示した。調査の結果を要約すればつぎのとおりである。

(i) ネザサを主とする採草地は庇蔭度 5～6 において草量が最も多く、無庇蔭区の 1.3 倍を示し、ホモノ科を主とする草地は庇蔭度 3 において草量が最も多く、無庇蔭区の 1.2 倍を示す。

- (ii) 庇蔭度が7～8より大となれば、草量は無庇蔭区よりも小さくなる。
- (iii) 生草重量に対する気乾重量の比を乾草率とすれば、平均乾草率は庇蔭度を増すにつれて漸減する傾向が見られる。
- (iv) 乾草率は草種により 29～67% の開きが見られたが、一般的にネザサ、ホモノ科植物、シダ類は乾草率が大きく 40～50% を示し、マメ科、キク科などは小さく 30～40% である。
- (v) ネザサの平均草丈は庇蔭を増すにつれて大となり、庇蔭度6～7において最大となるが、8～9においては著しく小さくなる。
- (vi) チガヤ、トダシバ、シバなどのホモノ科牧野草も、庇蔭度を増すにつれて平均草丈は幾分大きくなるが、庇蔭度3～4において最大となり、庇蔭度5以上においては減少する。
- (vii) ススキ、マメ科植物などは庇蔭度2～3までは草丈の変化が一定でないが、それより庇蔭が強くなければ草丈は低くなる。

第6図 庇蔭格子による庇蔭度と草丈の関係

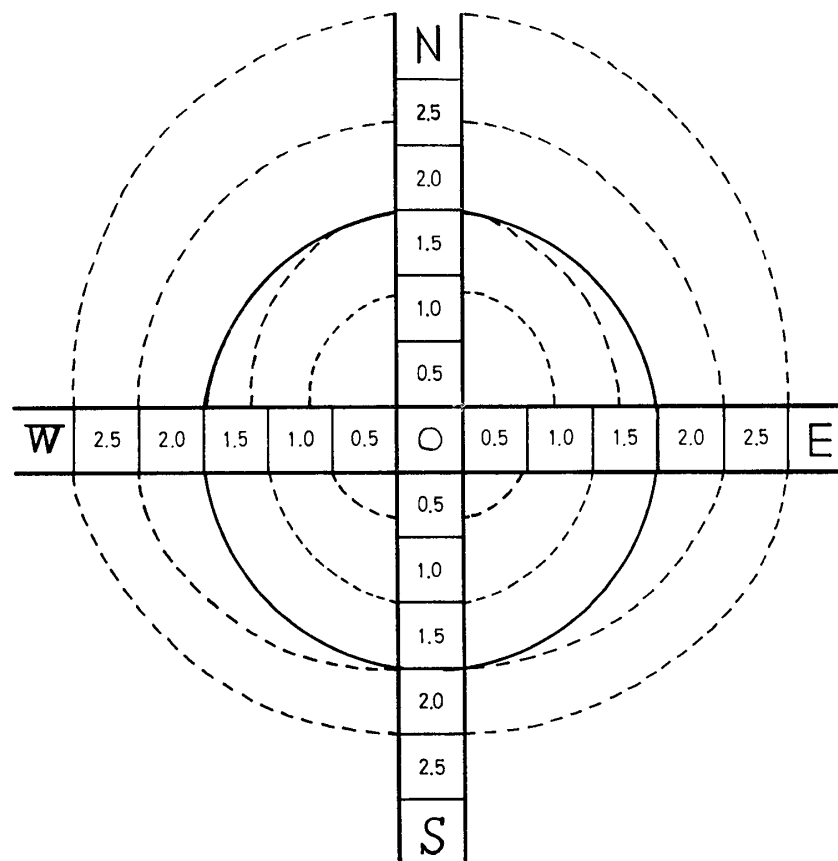


III 単木庇蔭樹の牧野草におよぼす効果

1) 調査方法

平坦に近い採草牧野に、孤立的に生育する庇蔭樹のうち、樹冠形の正常と認められるものを試験木として選んだ。第7図に示すように試験木を中心として東、西、南、北4方向に巾50cmの带状調査区を設け、これを50×50cmのプロットに分割し、各プロットごとに8～9月における草生調査(草種別の本数、草丈、生草重量)を行なった。

第7図 単木庇蔭樹の庇蔭効果



試験木はクヌギ2本、ヤマハンノキ7本、ネムノキ2本であって、ネムノキのうち1本は、4方位に設けた帯状区にケンタッキー・フェスクを植栽し、2年間草生調査を行った。(写真7参照)

2) 結果

牧野草の生育状態は、草種分布の違いや土地の局所的変化があるので、第7図に示す方法によって調べた各プロットの草生状態が、そのまま単木庇蔭樹の牧野草におよぼす影響とはいえないが、調査の結果は、生草量をはじめ草丈、本数、食草率などについて、樹冠との間に高度の相関が認められる。第7表は測定した12本の孤立庇蔭樹のうちより代表的なものを5本選び、庇蔭樹の根元からの距離による草生量の変化を示したもので、第8表は4方位別に根元からの距離による草丈の変化をネザサおよびケンタッキー・フェスクを例にとって示したものである。その他の要素についての測定値は省略するが、調査結果を要約すればつぎのとおりである。

(i) 一般に庇蔭樹の根元に近接した部分は、草生がやや疎生し、草量が最も少なく、これを遠ざかるにつれて多くなり、庇蔭樹からの方向および樹冠の状態によって違いはあるが、おおむね樹冠外縁の下部附近において草量が最大となり、これより遠ざかるにつれて

写真7 樹下植栽したケンタッキー・フェスクの生育状況



第 7 表 孤立庇蔭樹下における生草量の変化

庇 蔭 木						牧 野 草	庇蔭樹の根元からの距離別平均生産量 (gr/m ²)									
樹 種	年令	胸高直径	樹高	樹冠高	樹冠半径		m 0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	基準
クヌギ	13	cm 11.0	m 5.5	m 2.5	m 1.8	ネザサ, ホモノ科を主とする採草地	532	560	616	824	604	—	—	—	—	667
カシワ	20	13.0	6.5	3.5	2.5	ネザサ, トダシバを主とする採草地	536	594	589	631	640	—	592	587	561	542
ヤマハンノキ	4	3.6	3.3	2.0	1.0	ネザサ, ホモノ科を主とする採草地	508	700	600	548	532	—	—	—	—	510
ネムノキ No. 1	12	12.0	5.0	2.0	2.5	ネザサを主とする採草地	432	455	529	543	504	477	495	463	456	435
ネムノキ No. 2	12	14.0	4.5	2.0	2.8	ケンタッキー・フエスク植栽地	471	638	586	769	745	757	624	594	613	608

- (註) 1. 平均生草重量は庇蔭樹より同一距離のプロットごとに平均したもの(4方位の平均値)。
 2. 基準は同一牧野の無庇蔭地の平均値を示す。
 3. カシワ, ネムノキ No. 1, No. 2 は2年間の測定値の平均を示す。

第 8 表 孤立庇蔭樹下における草丈の変化

庇 蔭 木			草 種	方位	庇蔭樹の根元からの距離別平均草丈 (cm)										
樹 種	樹高	樹冠半径			m 0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	基準	
クヌギ	5.5	1.8	ネザサ	N E S W 平均	17 38 30 23 30	38 38 36 24 35	44 34 22 27 30	31 20 20 21 22	27 18 31 25 25						
カシワ	6.5	2.5	ネザサ	N E S W 平均	31 36 32 32 33	34 37 39 36 37	38 38 36 40 38	37 35 32 33 34	35 31 33 32 33	28 31 29 33 30	31 29 28 33 30	31 28 29 30 30	30 28 27 27 28	27	
ヤマハンノキ	3.3	1.0	ネザサ	N E S W 平均	17 19 23 25 21	12 15 22 20 17	15 15 16 16 16	21 11 18 18 15 17	13 18 18 15 16						
ネムノキ No. 1	5.0	2.5	ネザサ	N E S W 平均	41 38 37 39 39	38 36 39 37 38	38 37 38 37 38	37 34 35 36 36	34 36 32 33 34	35 33 30 31 32	33 31 29 32 31	30 29 31 29 30	31 29 29 30 29		
ネムノキ No. 2	4.5	2.8	ケンタツ キー・ フエスク	N E S W 平均	30 39 45 33 37	33 41 45 37 39	38 41 51 46 44	46 49 46 50 48	49 48 39 44 45	48 44 38 37 42	43 38 35 39 39	41 39 35 36 38	37 35 36 35 36	34	

- (註) 1. 基準は同一牧野の無庇蔭地の平均値を示す。
 2. カシワ, ネムノキ No. 1, No. 2 は2年間の測定値の平均値である。
 3. 草丈はネムノキ No. 2 のものを除き, 共通的に生育するネザサについて比較した。

再び漸減し、庇蔭の影響を受けなくなるにいたって一定量となる傾向がある。草生量が最大となるプロットの生草重量は、調査庇蔭木では無庇蔭プロットの1.2~1.4倍であった。

(ii) さらに詳細に検討すると、草量の最大値のあらわれる根元からの距離は、庇蔭樹の樹冠状態、樹種、草種 および 方向によって異なり、根元からの4方位について見れば、 $N > E \approx W > S$ の傾向がある。また樹種については、ネムノキのように陽光透過量の多いものは、草量の最大値が樹冠外縁下よりも幾分内側にあらわれ、クヌギ、カシワ、ヤマハシノキなどでは、樹冠外縁下附近にあらわれている。このような変化は草種によっても異なるもので、ネムノキ No. 1 と No. 2 の例から判断すると、ケンタッキー・フェスクの草量最大値は、この地方の普通の草種にくらべて幾分樹冠の外側にあらわれ、陽光の要求度が大きいものと見られる。

(iii) 庇蔭樹の牧野草に対する影響は、草種よりもむしろ草丈において顕著にあらわれることは、第8表によって明らかである。すなわち (i)~(ii) の草量の関係は、平均草丈について判然とし、ことに2か年間測定 averages 草丈を示したカシワ、ネムノキなどの場合は、庇蔭効果が北側に最も大きく、ついで東西の順となり、南側は最も少ない。第7図の点線はネザサの草丈についての等高線を示す一例である。

(iv) 牧野草の単位面積当り本数は草種によって大差があるが、一般的には庇蔭樹を遠ざかるにしたがって本数を増す傾向が見られる。この地方の牧野にはネザサの混入するところが多いが、ネザサは前に述べたように耐蔭性が強く、ワラビは弱いので、庇蔭下に入るとつれてネザサの占める割合が多く、ワラビは少なくなる。したがって庇蔭樹と食草率との関係は、庇蔭樹の根元に近づくにつれて食草率は大となる。

IV. クヌギ混木林の牧野草におよぼす効果

前節に述べた単木庇蔭樹の集合体である林分は、牧野草にいかなる庇蔭効果をあらわすかを検討するため、クヌギ混牧林採草地についての調査を行なった。

1) 林分の庇蔭測定法

林分の庇蔭の状態をあらわす方法としては、疎密度と照度比があり、その測定法はつぎのように分けられる。

(1) 疎密度測定

i. 直接測定法は個々の樹冠の水平的拡がり測って樹冠投影図をえがき、その投影面積合計の林地面積に対する比率によるものである。この方法は従来、最も普通に用いられるが、樹冠投影測定技術が容易でなく、かつ樹冠構造の違いによって光線透過量に大差を生じるため、庇蔭下の牧野草との関係を見る場合には検討の余地がある。この調査では庇蔭測定法としての適否を検討するため、各混牧林の標準地内に設けた帯状調査区について、この方法を用いた。

ii. 間接測定法は、あらかじめ多数の庇蔭樹につき、樹冠投影面積、胸高直径、樹高などを測定して統計的に処理し、胸高直径または樹高と樹冠投影面積との関係を明らかにしておき、被測林分の各直径または樹高のみを測定することにより、間接的に疎密度を算出する方法である。

(2) 照度測定

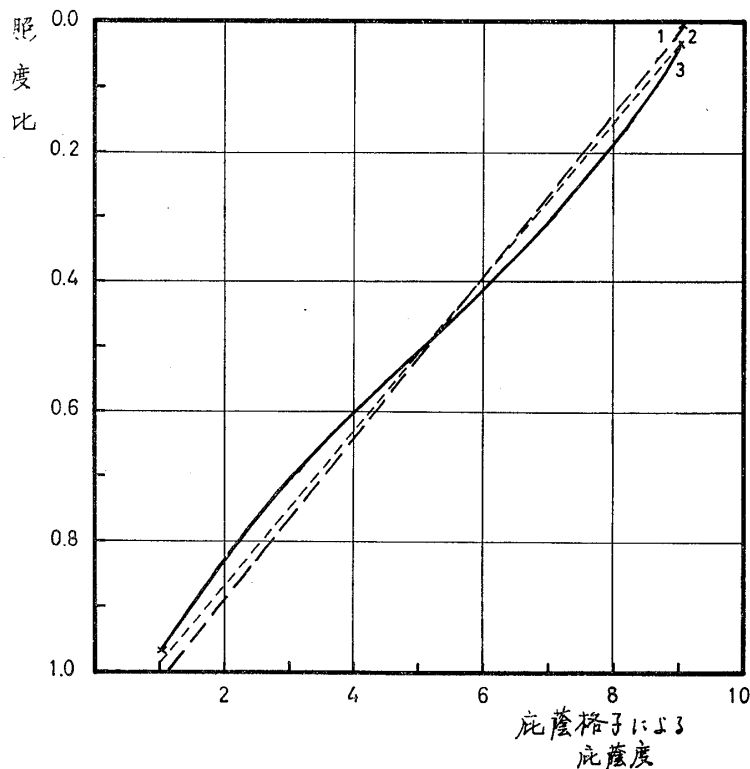
i. 直接法としては、被測林内に照度計を用いて照度を測定し、この数値(ルクス)の大きさにより庇蔭度があらわされる。照度は測定位置(経緯度、海拔高)時間(月、日、

時刻) および天候によって大差があるので、これらの要素が一定でなければ底蔭度の大小は比較できない。ゆえに草生状態との関係を知る底蔭度区分の程度には「場所を1地方に限定して植物生長期間の一定時間を用い、晴天の照度を測定することにより、ある程度目的を達することができる。」との仮定に基づかねばならない。この仮定は林内測定に大体あてはまるものであるが、現実には天候の制約がきわめて大きく、実用上困難である。

ii. 間接測定法としては、前項の実用上の障害を除去するため、照度比測定法を試みた。すなわち、林内被测地の照度(ルクス)に対する、同一時刻の林外(無底蔭地)照度の比を照度比とし、この数値をもって底蔭の度合をあらわすものである。この数値が果して底蔭度を示すか否かを検討するため、Ⅱ節で述べた1~9の底蔭格子を用いて予備的実験を試みたところ、夏季における10~15時の照度比は、晴ないし薄曇りの場合には第8図に示すように、ほぼ底蔭度に反比例的に増減することを認めた。すなわち底蔭度のきわめて大きい場合または小さい場合を除けば、底蔭度(y)と照度比(x)の間には $y = a + bx$ の回帰式が成立する。

混牧林の底蔭度測定に用いる場合は、普通底蔭度3~7であって、この範囲の照度比は、これを底蔭の尺度として用いて差支えない。

第8図 底蔭度と照度比の関係



2) 調査方法

小国町および南小国村に設定した30個所のクヌギ混牧林採草地内に、長さ25~100 m、巾5~10 mの带状調査区を設け、全林毎木測定により樹冠投影図をえがき、疎密度を算出した。その内部に1~8個所の1 m² 草生調査プロットをとり、これと立地条件の相似する隣接の無底蔭採草地に基準となる1 m² 草生調査プロットを設定し、各プロットにつき

草種別本数，草丈，生草重量を測定する。林内各プロットには底蔭用照度計，林外の基準プロットには基準照度計を，いずれも水平に設置する。基準照度計は20万ルクスまで測定できるマツダ1号，底蔭用照度計は2.5倍の有色フィルター使用により4万ルクスまで測定できるオーロラ型を用い，各照度計に1名の測定者をおく。測定は夏季10～15時までの正常陽光時に行ない，同一時刻における各照度計の照度を1分おきに10～30回測定した。林内総平均照度の，林外平均照度に対する比をもって照度比とし，また林内の各プロットの生草重量を平均して，その混牧林における生草量とし，林外の基準プロットの生草量に対する比率を草量比率とする。この草量比率はクヌギ混牧林の底蔭による草生量の増減比率を示すものである。

なお林内平均照度の測定は，上記の定置法のほか，移動法（林内を任意に歩行し，一定時ごとの照度を測定して，これを平均する方法）を用いてもほぼ同じ結果が得られることを確かめた。

3) 結 果

38個所のクヌギ混牧林標準地における平均疎密度，平均照度比，林内の平均生草量，無底蔭牧野（対照区）の平均生草量，草量比率などを一括して示すと第9表のとおりである。ただし草量比率というのは林内平均生草量の対照区平均草生量に対する百分率である。

前記の第8図によって明らかなように，底蔭格子による底蔭度と照度比の間には高度の逆相関が認められるので，第9表のクヌギ混牧林測定値につき，疎密度と照度比との回帰式を求めるとつぎの式が得られる。

$$y = 0.9758 - 0.8755x \quad \dots\dots\dots(1)$$

ただし y ：疎密度

x ：照度比

第9図はその関係を示すもので，信頼度95%における検定の結果は両者の間に有意差を認めない。すなわち調査したクヌギ混牧林の底蔭範囲においては，照度比測定により，疎密度と同様の底蔭測定効果が得られるものである。

つぎに混牧林における底蔭状態と草生量との関係を見るため，疎密度と草量比率の関係を図示すると第10図が得られ，照度比と草量比率の関係を図示すると第11図が得られる。両図について見ると，クヌギ混牧林においては疎密度0.3（照度比0.7）内外において草量が最大となり，かつ両図はほとんど同じ曲線式としてあらわすことが確かめられる。

ゆえに疎密度と照度比の間には逆数的関係があるものとし，まず疎密度と草量比率の関係式を求めることとした。種々の曲線式について適合度を検討した結果つぎの式が比較的よく適合する。

$$y = a \sin x \quad \dots\dots\dots(2)$$

ただし y ：草量比率

x ：疎密度0.3を 90° （草量比率最大），疎密度1.0を 0° （草量比率最小）
として各疎密を角度に換算した値

a ：比例定数

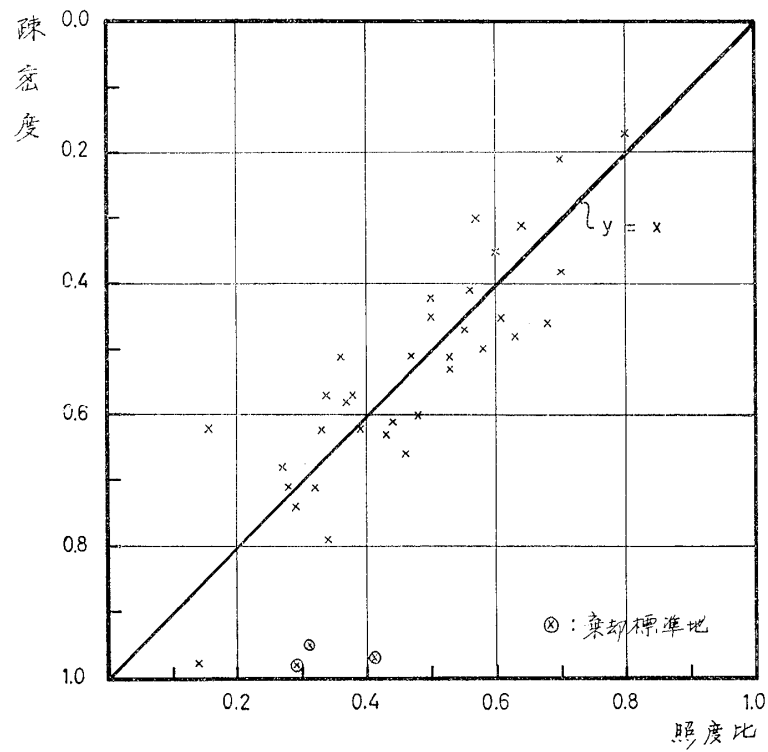
この式を用い，最小二乗法により定数を決定した結果，つぎの曲線式が得られた。

第9表 クヌギ混牧林の庇蔭と草生量

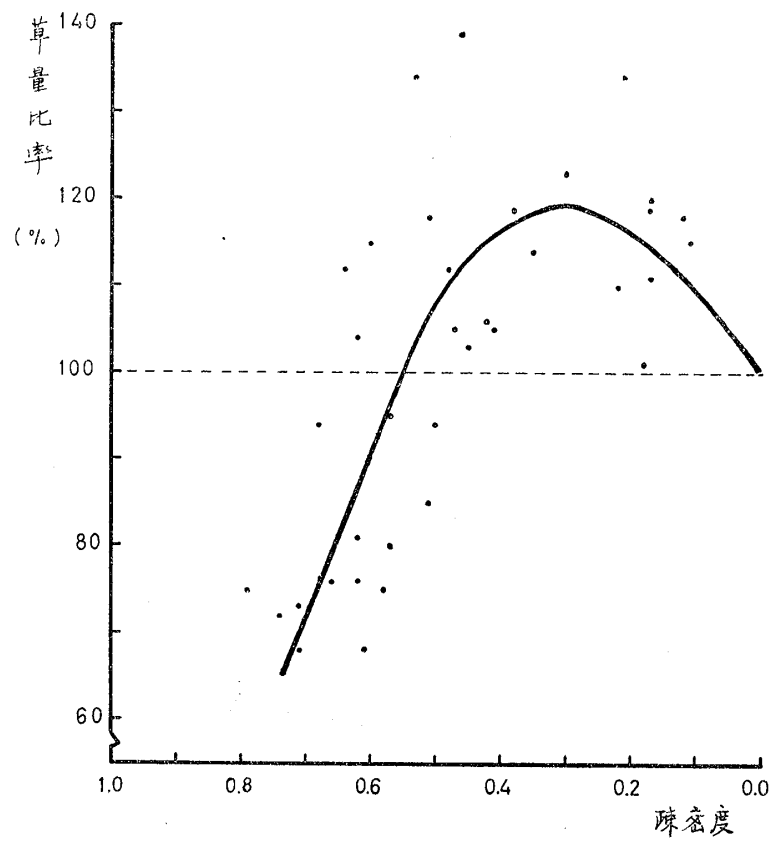
標準地		平均照度比	平均疎密度	混牧林 平均生草量 (g/m ²)	基準牧野 平均生草量 (g/m ²)	草料比率 (%)
南小国	1	0.50	0.42	994	936	106
	2	0.44	0.61	658	975	68
	3	0.61	0.45	876	848	103
	4	0.33	0.62	591	738	81
	5	0.38	0.57	622	779	80
	6	0.55	0.47	819	779	105
	7	0.47	0.51	773	907	85
	8	0.37	0.58	580	733	75
	9	0.50	0.35	798		
	10	0.46	0.66	810	1,060	76
	11	0.34	0.79	790	1,060	75
	12	0.53	0.51	559		
	* 13	0.29	0.98	1,236	1,252	99
	14	0.53	0.53	1,134	845	134
	15	0.70	0.38	845	710	119
	16	0.80	0.17	700	583	120
	17	0.64	0.31	983	880	112
	18	0.70	0.21	1,765	1,320	134
小国	1	0.68	0.46	651	467	139
	2	0.63	0.48	459	411	112
	3	0.60	0.35	845	743	114
	4	0.32	0.71	510	747	68
	5	0.56	0.41	930	885	105
	6	0.58	0.50	733	782	94
	7	0.43	0.63	845	985	86
	8	0.15	0.62	497	653	76
	9	0.27	0.68	519	553	94
	10	0.36	0.51	784	663	118
	* 11	0.41	0.97	397	420	95
	12	0.39	0.62	645	620	104
	* 13	0.14	0.98	415	383	108
	* 14	0.31	0.95	911	630	145
	15	0.28	0.71	485	670	73
	16	0.29	0.74	893	1,030	72
	17	0.34	0.57	548	575	95
	18	0.57	0.30	941	765	123
	19	0.48	0.60	615	535	115
南山田	1		0.12	695	590	118
	2		0.17	703	590	119
	3		0.11	813	705	115
	4		0.18	820	815	101
	5		0.17	700	630	111
	6		0.22	605	550	110

(註) * 印は棄脚標準地。

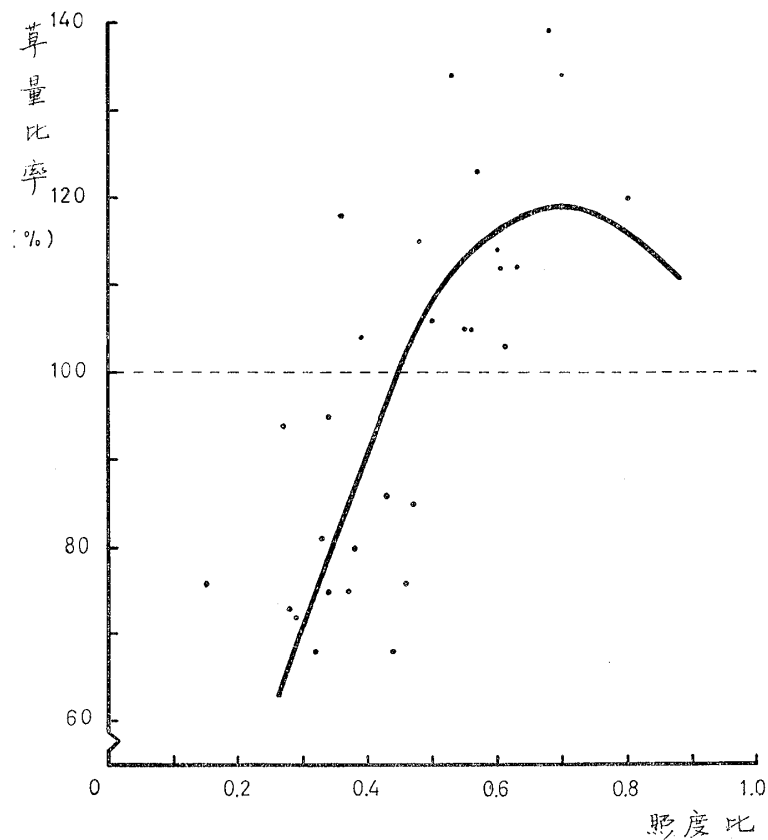
第9図 疎密度と照度比の回帰



第10図 混牧林の疎密度と草量比率の関係



第 11 図 混牧林の照度比と草量比率の関係



$$y = 1.1823 \sin x \quad \dots\dots\dots(3)$$

この曲線式を図に示したのが第 10 図であって、測定資料と比較的よく適合する。

照度比と草量比率についても同様の関係が認められるので、(3) 式を適用することにより第 11 図の曲線が得られる。

以上の結果に基づき、クヌギ混牧林の疎密度が牧野草に及ぼす庇蔭効果について要約するとつぎのとおりである。

(i) 牧野草としてネザサおよびホモノ科植物を主とするクヌギ混牧林においては、草生量はクヌギ樹冠の疎密度と密接な関係がある。しかるに疎密度が 0.3~0.7 程度の混牧林では、夏季の正常陽光時における照度比と疎密度の間には $y = a + bx$ なる回帰式が成立するから、普通の混牧林では疎密度の測定に照度計を用いて庇蔭状態をあらわすことができる。

(ii) クヌギ混牧林の照度比が 0.3 以下 (疎密度 0.7 以上) の場合には、庇蔭が強すぎるために草生量は無庇蔭地より少ないが、それよりも庇蔭が弱くなるにしたがって混牧林内の草生量は漸増し、照度比 0.6~0.8 (疎密度 0.2~0.4) 内外において草生量が最大となる傾向が認められる。したがって照度比または疎密度と草量比率との関係は、 $y = a \sin x$ なる曲線式が適合し、草生量の最大値は照度比 0.7 (疎密度 0.3) にあらわれる。すなわちこの程度の庇蔭において庇蔭効果が最も大きく、その平均草生量は無庇蔭牧野の 1.1~1.3 倍、平均 1.2 倍を示すものである。

(iii) 混牧林内の草丈は草種によって異なるが、ネザサは耐蔭性が強いいため、平均草丈の

最大値は草生量の最大値よりも底蔭の強い混牧林にあらわれ、照度比 0.5~0.3 (疎密度 0.5~0.7) 附近において最大である。

V 総 括

底蔭が牧野草に及ぼす影響を底蔭格子、牧野に孤立する単木底蔭樹およびクヌギ混牧林について試験を試みた。

(1) 底蔭度の異なる底蔭格子を用い、ネザサを主とする草地およびホモノ科草種を主とする草地において3年間の平均測定値をみると、前者は底蔭度 5~6 において草生量が最も多く、無底蔭地の 1.3 倍であるのに対し、後者は底蔭度 3 において最も多く、無底蔭地の 1.2 倍を示した。平均草丈をみると、ネザサは底蔭度 7 において最大となり、チガヤ、トダシバ、シバなどのホモノ科草種は底蔭度 4 において最大となる。

(2) クヌギ、カシワ、ケヤマハンノキ、ネムノキなどの孤立底蔭樹を用い、根元より 4 方位に対して距離別に草生調査を行なった。底蔭効果は樹種および草種によって異なるが、一般に底蔭樹の樹冠外縁部より内側に草生量の最大値が認められ、無底蔭地の 1.2~1.4 倍を示している。底蔭樹の草生に対する影響は草量よりも草丈において顕著にあらわれ、一般に底蔭樹の北側は南側より草丈が高く、また底蔭樹の根元より遠ざかるにつれて草丈は低くなる傾向が見られる。これに反して単位面積に生えている草の本数は、底蔭樹を離れるにつれて多くなる。

(3) クヌギ混牧林における疎密度は、おおむね照度比と高次の逆相関にある。しかるに底蔭格子の底蔭度も照度比と高次の逆相関が認められるから、クヌギ混牧林の疎密度と草生量との関係は、底蔭格子による底蔭度と類似の関係にある。すなわち樹冠の疎密度が密な混牧林では、草生量は底蔭のない牧野よりも少ないが、疎密度が 0.5~0.6 より疎となれば、草量は無底蔭地より多く、疎密度が 0.3 内外において最大となり、その平均草量は無底蔭地の 1.1~1.3 倍となる。

(4) クヌギ混牧林の調査結果から考察すると、樹林の造成による草生量の増加を主目的として林木生産を副次的にするものを底蔭林と称し、草生量を維持しうる範囲において林木の多量生産を期待するものを混牧林と定義することができる。両者の立木密度は草種によって一律ではないが、一般には疎密度 0.3 前後のものを底蔭林とし、疎密度 0.6 内外のものを混牧林として区別することができよう。

(5) 以上の結果を総合するに、九州中部山岳地帯の火山灰土壌地における牧野草の底蔭効最は、適度の底蔭を与えることにより、平均 1~3 割の草量増収を期待できるものと認められ、ネザサを主とする牧野においてはさらに多くの増収が可能である。したがって牧野に対する混牧林または底蔭林の造成は、治山治水上に及ぼす効果、底蔭樹の木材利用上の効果などのほかに、草生改良上の効最を注目すべきである。

第 4 章 牧野草の地上部および地下部の構成

I. 主要草種について

1) 調査方法

牧野の草生に対する底蔭効果の機構を知る一つの方法は、主要草種について地上部と地下部の構成を調べることである。この調査はネムノキ、ケヤマハンノキ、クヌギを底蔭樹とする前記の各底蔭林内およびこれと立地条件の類似する隣接する純草生地(対照区)か

ら、多数の主要草種をとり、地上部と地下部の長さ、生草量、体積などを測定したものである。各草種につき根をていねいに掘りとり、直ちに水洗して表面の水を除き、地上部、地下部別に長さは尺度、重量は天秤、体積はメス・シリンダーを用いて測定した。測定総数は7,659本であって、その草種はススキ、チガヤ、トダシバ、オオアブラススキ、カルカヤなどのホモノ科植物、ネコハギ、メドハギ、マルバハギ、コマツナギなどのマメ科植物、ヒロハヤマヨモギ、オトコヨモギ、ヒメヨモギ、ヤマアザミなどのキク科植物などのほか、ネザサ（タケ科）、ワラビ（ウラボシ科）である。

2) 結 果

(1) 地上部と地下部の量

調査した全草種を試験地別に平均し、1本当りの草丈、根長、地上部と地下部の重量、体積、比重などの形態要素を示したのが第10表で、これを要約するとつぎのとおりである。

(i) 各試験地で共通的に採取した資料はススキ、トダシバのみであるから、個所ごとの正確な比較は困難であるが、一般に草丈、根長、地上部と地下部の生重量、体積は、長谷川、波野などの採草地が大きく内牧は小さい。

(ii) 草丈はススキ、オオアブラススキ、カルカヤ、ヒロハヤマヨモギ、ヒメヨモギ、ヤマアザミなどが高く、マメ科の植物はマルバハギのほかは低い。したがって地上部の重量、体積なども同じ傾向をなしている。

(iii) 根の長さは、マルバハギのごとく時に1 m近いものもあるが、大部分の草種は10~40 cmで30 cm未満のものが多し。地下部の生重量や体積は必ずしも根の長さに比例せず、根の太いヤマアザミ、ワラビなどが大きい値を示している。

(iv) 地上部の生比重は0.533~1.023の範囲にあるが、大部分は0.8内外である。これに対して地下部の生比重は0.750~1.373の範囲を示し、大部分は1.0内外であって地上部より大きい。

第10表に基づき、地上部と地下部の長さ、重量、体積、比重などの比を見ると第11表のとおりで、つぎのように要約できる。

(i) 各草種ともに、地上部の高さは地下部の深さより長い。すなわち多くの草種では根の深さは草丈の $1/2 \sim 1/3$ である。ただし、マルバハギのごとく木本植物で、地上部が年々刈取られる場合には、根系の長大なものがある。

(ii) 地下部に対する地上部の重量比は、草種により個体によって差異が大きく、0.275~8.824の範囲にある。ワラビ、ネザサなど地下経によって繁殖するものは地下部の重量が重いため、地上部重量の4.3~8.8倍を示すが、普通の草種では重量比1.0内外のものが多し。

(iii) 地下部に対する地上部の体積比は重量比の場合とほぼ同じ傾向があり、その比は0.131~7.261の範囲にある。その比は重量比よりやや小さい値を示し、ワラビ、ネザサを除けば0.6~1.0のものが多し。

(iv) 地下部の比重と地上部の比重との比は1.028~2.131の範囲にあり、1.1~1.3程度のものが多し。すなわち根の比重は地上部の比重よりやや大きい。

(2) 庇蔭区と無庇蔭区の相違

つぎに前記の試験地別の草種を庇蔭樹種ネムノキ、ケヤマハシノキ、クヌギ別にまとめ、

第 10 表 主要草種，地上部，地下部の長さ，重量，体積

草 種	調査地	底蔭樹種	測定 本数	平 均 1 本 当 り							
				草 丈 (cm)	根 深 (cm)	重 量 (g)		体 積 (cc)		比 重	
						地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部
ス ス キ	内 牧	ネ ム ノ キ	178	$\frac{74}{19\sim142}$	$\frac{27}{17\sim43}$	2.369	2.499	2.961	2.427	0.800	1.030
		ケ ヤ マ ハ ン ノ キ	73	$\frac{50}{11\sim96}$	$\frac{31}{18\sim89}$	1.789	5.897	2.181	5.500	0.818	1.072
		ク ス ギ	52	$\frac{85}{17\sim162}$	$\frac{27}{21\sim32}$	4.447	5.706	5.692	5.250	0.787	1.087
	波 野	ネ ム ノ キ	162	$\frac{119}{15\sim220}$	$\frac{39}{35\sim48}$	13.822	12.483	16.864	9.679	0.820	1.290
	長谷川	ネ ム ノ キ	90	$\frac{115}{12\sim202}$	$\frac{43}{30\sim60}$	17.622	26.336	23.122	26.256	0.762	1.003
チ ガ ヤ	内 牧	ネ ム ノ キ	316	$\frac{50}{13\sim100}$	$\frac{17}{11\sim23}$	0.707	1.221	0.803	1.228	0.880	0.994
		ケ ヤ マ ハ ン ノ キ	76	$\frac{52}{6\sim101}$	$\frac{15}{12\sim25}$	1.322	2.018	1.586	2.097	0.834	0.962
		ク ス ギ	13	$\frac{62}{43\sim74}$	$\frac{16}{13\sim19}$	1.154	1.139	1.615	1.308	0.715	0.871
	波 野	ネ ム ノ キ	51	$\frac{71}{30\sim165}$	$\frac{18}{13\sim25}$	1.900	2.004	2.373	1.941	0.839	1.032
ト ダ シ バ	内 牧	ネ ム ノ キ	262	$\frac{30}{5\sim88}$	$\frac{17}{10\sim23}$	0.310	0.546	0.356	0.557	0.871	0.980
		ケ ヤ マ ハ ン ノ キ	269	$\frac{33}{6\sim75}$	$\frac{17}{11\sim25}$	0.368	0.539	0.484	0.580	0.760	0.929
		ク ス ギ	23	$\frac{32}{18\sim56}$	$\frac{18}{12\sim26}$	0.291	0.391	0.521	0.521	0.559	0.750
	波 野	ネ ム ノ キ	109	$\frac{65}{17\sim162}$	$\frac{19}{15\sim23}$	1.752	1.307	2.183	1.385	0.803	0.944
	長谷川	ネ ム ノ キ	8	$\frac{88}{80\sim131}$	18	3.725	4.000	5.000	3.875	0.755	1.032
オ オ ア ブ	内 牧	ケ ヤ マ ハ ン ノ キ	109	$\frac{41}{7\sim75}$	$\frac{16}{13\sim19}$	0.314	0.283	0.424	0.317	0.741	0.893
ラ ス ス キ	波 野	ネ ム ノ キ	56	$\frac{84}{54\sim144}$	$\frac{47}{38\sim55}$	5.404	5.470	7.036	4.849	0.768	1.128
カ ル カ ヤ	内 牧	ケ ヤ マ ハ ン ノ キ	15	$\frac{55}{23\sim107}$	$\frac{20}{15\sim28}$	2.187	1.973	2.733	2.033	0.800	0.971
		ク ス ギ	6	$\frac{30}{30\sim91}$	$\frac{17}{4\sim30}$	1.583	1.483	2.500	1.500	0.633	0.988
ネ コ ハ ギ	内 牧	ネ ム ノ キ	9	$\frac{37}{12\sim55}$	$\frac{21}{9\sim34}$	0.456	0.633	0.633	0.589	0.720	1.075
		ケ ヤ マ ハ ン ノ キ	6	$\frac{32}{4\sim54}$	$\frac{15}{13\sim18}$	0.400	0.417	0.750	0.367	0.533	1.136

第10表 つづき

草 種	調査地	庇蔭樹種	測定 本数	平 均 1 本 当 り							
				草 丈 (cm)	根 深 (cm)	重 量 (g)		体 積 (cc)		比 重	
						地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部
メドハギ	内 牧	ネムノキ	38	$\frac{35}{3\sim86}$	$\frac{23}{16\sim30}$	0.626	0.613	0.763	0.540	0.820	1.135
		ケヤマハンノキ	23	$\frac{34}{11\sim74}$	$\frac{19}{9\sim26}$	1.144	1.026	1.670	1.174	0.685	0.874
マルバハギ	内 牧	ケヤマハンノキ	15	$\frac{49}{18\sim78}$	$\frac{65}{34\sim96}$	3.960	4.027	5.333	3.467	0.742	1.162
		クヌギ	7	$\frac{65}{44\sim71}$	$\frac{21}{18\sim24}$	6.643	2.330	10.714	2.571	0.620	0.906
コマツナギ	内 牧	ネムノキ	24	$\frac{40}{8\sim59}$	$\frac{21}{12\sim30}$	1.158	1.063	1.542	1.042	0.751	1.020
		ケヤマハンノキ	61	$\frac{34}{14\sim55}$	$\frac{25}{16\sim35}$	1.816	2.051	2.164	1.975	0.839	1.038
ヒロハヤマヨモギ	波 野	ネムノキ	9	$\frac{108}{41\sim136}$	$\frac{24}{20\sim27}$	30.522	7.389	38.889	7.778	0.785	0.950
オトコギヨモギ	内 牧	クヌギ	5	$\frac{35}{28\sim45}$	$\frac{10}{3\sim18}$	3.260	1.280	4.400	1.300	0.741	0.985
ヒヨメギ	波 野	ネムノキ	6	$\frac{115}{99\sim145}$	$\frac{35}{30\sim42}$	20.817	5.717	31.833	4.167	0.654	1.373
ヤマザミ	波 野	ネムノキ	8	$\frac{85}{45\sim139}$	$\frac{27}{25\sim28}$	47.100	22.538	57.125	20.250	0.825	1.113
ワラビ	内 牧	ネムノキ	3	$\frac{53}{40\sim76}$	—	8.867	65.567	8.667	62.333	1.023	1.052
		ケヤマハンノキ	7	$\frac{27}{13\sim30}$	17	2.214	12.473	2.851	14.143	0.777	0.882
		クヌギ	1	32	12	6.600	28.600	9.000	27.000	0.733	1.059
ネザサ	内 牧	ネムノキ	2,248	$\frac{26}{2\sim66}$	$\frac{9}{7\sim12}$	0.274	1.834	0.323	1.807	0.848	1.015
		ケヤマハンノキ	2,537	$\frac{24}{3\sim49}$	$\frac{8}{6\sim10}$	0.273	2.409	0.330	2.396	0.827	1.005
		クヌギ	572	$\frac{24}{4\sim43}$		0.205	1.111	0.253	1.133	0.810	0.982
	長谷川	ネムノキ	262	$\frac{52}{8\sim119}$	$\frac{19}{13\sim27}$	1.192	5.897	1.630	6.137	0.731	0.961

庇蔭区（庇蔭林内）と対照区（無庇蔭区）の草の形態要素を平均値で示すと第12表のとおりである。

これを要約するとつぎの各項が指摘される。

(i) 草丈は各草種ともに庇蔭区が対照区より高い。これを庇蔭樹種別にみると、草丈にあらわれた庇蔭効最はネムノキが最も大きく、ケヤマハンノキ、クヌギの順となる。

第 11 表 主要草種平均 1 本当りの地上部と地下部の比

草 種	調 査 地	庇 蔭 樹 種	地下部に対する地上部の比			
			長 さ	重 量	体 積	比 重
ス ス キ	内 牧	ネ ム ノ キ ケヤマハンノキ ク ス ギ	0.365	1.055	0.820	1.290
			0.620	3.296	2.532	1.311
			0.317	1.275	0.922	1.381
	波 野	ネ ム ノ キ	0.328	0.903	0.574	1.573
	長 谷 川	ネ ム ノ キ	0.373	1.495	1.136	1.316
チ ガ ヤ	内 牧	ネ ム ノ キ ケヤマハンノキ ク ス ギ	0.340	1.713	1.529	1.130
			0.288	1.526	1.322	1.154
			0.258	0.987	0.810	1.218
	波 野	ネ ム ノ キ	0.254	1.007	0.818	1.230
ト ダ シ バ	内 牧	ネ ム ノ キ ケヤマハンノキ ク ス ギ	0.567	1.761	1.562	1.125
			0.515	1.465	1.198	1.222
			0.563	1.344	1.000	1.364
	波 野	ネ ム ノ キ	0.292	0.746	0.634	1.177
	長 谷 川	ネ ム ノ キ	0.205	1.074	0.775	1.367
オ オ ア ブ ラ ス ス キ	内 牧	ケヤマハンノキ	0.390	0.901	0.748	1.205
	波 野	ネ ム ノ キ	0.560	1.012	0.689	1.456
カ ル カ ヤ	内 牧	ケヤマハンノキ ク ス ギ	0.364	0.902	0.744	1.226
			0.567	0.938	0.600	1.561
ネ コ ハ ギ	内 牧	ネ ム ノ キ ケヤマハンノキ	0.568	1.388	0.931	1.493
			0.469	1.043	0.489	2.131
メ ド ハ ギ	内 牧	ネ ム ノ キ ケヤマハンノキ	0.657	0.979	0.708	1.384
			0.559	0.897	0.702	1.276
マルバハギ	内 牧	ケヤマハンノキ ク ス ギ	1.326	1.017	0.650	1.566
			0.323	0.351	0.240	1.461
コマツナギ	内 牧	ネ ム ノ キ ケヤマハンノキ	0.525	0.918	0.676	1.358
			0.747	1.129	0.914	1.237
ヒロハヤマ ヨ モ ギ	波 野	ネ ム ノ キ	0.222	0.241	0.200	1.210
オトコヨモギ	内 牧	ク ス ギ	0.286	0.393	0.295	1.329
ヒメヨモギ	波 野	ネ ム ノ キ	0.313	0.275	0.131	2.099
ヤマアザミ	波 野	ネ ム ノ キ	0.318	0.479	0.353	1.337
ワ ラ ビ	内 牧	ネ ム ノ キ ケヤマハンノキ ク ス ギ	—	7.395	7.192	1.028
			0.630	5.633	4.961	1.135
			0.375	4.333	3.000	1.445
ネ ザ サ	内 牧	ネ ム ノ キ ケヤマハンノキ ク ス ギ	0.346	6.693	5.594	1.185
			0.333	8.824	7.261	1.215
			0.375	5.415	4.478	1.212
	長 谷 川	ネ ム ノ キ	0.365	4.947	3.375	1.315

第 12 表 (1) 主要草種、庇蔭区、対照区別、地上部、地下部の長さ、重量、体積

草 種	庇蔭樹種	調査本数	平 均				1 本 当 り				り							
			平 均 草 丈 (cm)		平 均 根 深 (cm)		地上部重量 (g)		地下部重量 (g)		地上部体積 (cc)		地下部体積 (cc)					
			庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照				
ス ス キ	ネムノキ	278	102 19~220	67 15~144	31 17~48	39 18~60	14.024	3.964	15.027	7.632	16.615	4.724	12.896	5.085	0.844	0.839	1.288	1.500
	ケヤマハ ンノキ	61	53 11~96	47 38~78	33 18~89	22 18~25	1.710	2.191	5.805	4.119	2.090	2.642	5.705	4.458	0.818	0.829	1.018	0.924
	ク ス ギ	52	85 17~162		27 21~32		4.477		5.706		5.692		5.250		0.787		1.087	
	平 均	391	83 11~220	62 15~144	31 17~89	34 18~60	10.833	3.834	12.348	7.374	12.895	4.571	10.757	5.040	0.840	0.839	1.148	1.463
	ネムノキ	252	67 13~165	48 13~122	18 12~25	15 10~22	0.910	0.911	1.333	1.472	1.054	1.038	1.319	1.472	0.863	0.878	1.003	1.000
チ ガ ヤ	ケヤマハ ンノキ	62	61 28~101	38 6~66	15 12~25	16 12~15	1.419	0.893	2.081	1.743	1.685	1.143	2.135	1.929	0.842	0.781	0.975	0.904
	ク ス ギ	5	64	59 43~74	19	13	1.200	1.125	1.200	1.100	1.600	1.625	1.400	1.250	0.750	0.692	0.857	0.880
	平 均	319	63 13~165	45 6~122	18 12~25	15 10~22	1.013	0.923	1.468	1.479	1.185	1.087	1.479	1.509	0.855	0.849	0.993	0.980
	ネムノキ	162	45 13~162	36 5~97	17 12~23	19 10~20	1.418	0.490	0.896	0.670	1.436	0.453	0.963	0.668	0.986	0.500	0.930	1.003
	ケヤマハ ンノキ	167	39 10~75	19 6~34	18 13~24	16 11~25	0.443	0.246	0.580	0.471	0.649	0.214	0.620	0.516	0.683	1.196	0.933	0.913
ト ダ シ バ	ク ス ギ	3	44 33~56	26 18~35	15	19 12~26	0.533	0.255	0.567	0.365	1.333	0.400	0.667	0.500	0.400	0.625	0.850	0.730
	平 均	334	42 10~162	27 5~97	17 13~24	18 12~26	0.922	0.400	0.731	0.571	1.042	0.382	0.789	0.611	0.885	1.047	0.926	0.936
	ネムノキ	162	45 13~162	36 5~97	17 12~23	19 10~20	1.418	0.490	0.896	0.670	1.436	0.453	0.963	0.668	0.986	0.500	0.930	1.003
	ケヤマハ ンノキ	167	39 10~75	19 6~34	18 13~24	16 11~25	0.443	0.246	0.580	0.471	0.649	0.214	0.620	0.516	0.683	1.196	0.933	0.913
	ク ス ギ	3	44 33~56	26 18~35	15	19 12~26	0.533	0.255	0.567	0.365	1.333	0.400	0.667	0.500	0.400	0.625	0.850	0.730
ト ダ シ バ	平 均	334	42 10~162	27 5~97	17 13~24	18 12~26	0.922	0.400	0.731	0.571	1.042	0.382	0.789	0.611	0.885	1.047	0.926	0.936
	ネムノキ	162	45 13~162	36 5~97	17 12~23	19 10~20	1.418	0.490	0.896	0.670	1.436	0.453	0.963	0.668	0.986	0.500	0.930	1.003
	ケヤマハ ンノキ	167	39 10~75	19 6~34	18 13~24	16 11~25	0.443	0.246	0.580	0.471	0.649	0.214	0.620	0.516	0.683	1.196	0.933	0.913
	ク ス ギ	3	44 33~56	26 18~35	15	19 12~26	0.533	0.255	0.567	0.365	1.333	0.400	0.667	0.500	0.400	0.625	0.850	0.730
	平 均	334	42 10~162	27 5~97	17 13~24	18 12~26	0.922	0.400	0.731	0.571	1.042	0.382	0.789	0.611	0.885	1.047	0.926	0.936

草 種	底蔭樹種	平 均 1 本 当 り																			
		調 査 本 数		平 均 根 深 (cm)						地上部重量 (g)		地下部重量 (g)		地上部体積 (cc)		地下部体積 (cc)		地上部比重		地下部比重	
				平 均 草 丈 (cm)		庇 蔭 対 照		庇 蔭 対 照		庇 蔭 対 照		庇 蔭 対 照		庇 蔭 対 照		庇 蔭 対 照		庇 蔭 対 照		庇 蔭 対 照	
オオアブ ラススキ	ネムノキ	50	6	$\frac{112}{62 \sim 144}$	$\frac{55}{54 \sim 78}$	55	38	5.800	2.100	5.900	1.833	7.580	2.500	5.200	1.850	0.765	0.840	1.135	0.991		
	ケヤマハ シノキ	53	56	$\frac{47}{12 \sim 75}$	$\frac{22}{7 \sim 40}$	$\frac{15}{13 \sim 19}$	19	0.540	0.100	0.376	0.195	0.713	0.152	0.426	0.214	0.757	0.658	0.883	0.911		
	平 均	103	62	$\frac{63}{12 \sim 144}$	$\frac{39}{7 \sim 78}$	$\frac{25}{13 \sim 55}$	29	3.093	0.294	3.057	0.358	4.047	0.379	2.744	0.371	0.764	0.775	1.100	0.965		
	ケヤマハ シノキ	11	4	$\frac{53}{34 \sim 67}$	$\frac{56}{23 \sim 107}$	$\frac{16}{15 \sim 20}$	$\frac{21}{16 \sim 28}$	1.329	0.938	1.614	2.288	1.857	3.500	1.714	2.313	0.716	0.839	0.942	0.989		
カルカヤ	クヌギ	4	2	$\frac{15}{30 \sim 91}$	$\frac{45}{41 \sim 49}$	4	30	1.750	1.250	1.675	1.100	2.750	2.000	1.750	1.000	0.636	0.625	0.957	1.100		
	平 均	15	6	$\frac{34}{30 \sim 91}$	$\frac{53}{23 \sim 107}$	$\frac{10}{4 \sim 16}$	$\frac{26}{21 \sim 30}$	1.481	2.600	1.636	2.050	2.182	3.200	1.727	2.050	0.679	0.813	0.947	1.000		
ネコハギ	ネムノキ	3	6	$\frac{31}{12 \sim 49}$	$\frac{44}{21 \sim 55}$	$\frac{15}{9 \sim 20}$	$\frac{28}{21 \sim 34}$	0.300	0.533	0.367	0.767	0.400	0.750	0.357	0.700	0.750	0.711	1.000	1.095		
	ケヤマハ シノキ	4	2	$\frac{27}{4 \sim 45}$	$\frac{40}{25 \sim 54}$	$\frac{14}{13 \sim 15}$	18	0.350	0.500	0.375	0.500	0.375	1.500	0.300	0.500	0.933	0.333	1.250	1.000		
	平 均	7	8	$\frac{29}{4 \sim 49}$	$\frac{43}{21 \sim 55}$	$\frac{15}{9 \sim 20}$	$\frac{24}{21 \sim 34}$	0.328	0.525	0.371	0.700	0.386	0.938	0.329	0.650	0.852	0.560	1.128	1.077		
	ネムノキ	1	37	$\frac{86}{3 \sim 27}$	$\frac{18}{3 \sim 27}$	30	$\frac{17}{16 \sim 20}$	9.700	0.381	4.600	0.505	12.000	0.460	4.000	0.446	0.808	0.828	1.125	1.132		
メドハギ	ケヤマハ シノキ	6	17	$\frac{45}{11 \sim 74}$	$\frac{26}{13 \sim 51}$	$\frac{17}{9 \sim 26}$	$\frac{20}{17 \sim 22}$	1.683	0.959	1.600	0.824	2.317	1.441	2.033	0.871	0.726	0.666	0.787	0.946		
	平 均	7	54	$\frac{55}{12 \sim 86}$	$\frac{22}{3 \sim 51}$	$\frac{20}{9 \sim 30}$	$\frac{19}{16 \sim 22}$	2.829	0.562	2.029	0.606	3.700	0.769	2.314	0.580	0.765	0.731	0.877	1.045		

草 種	庇蔭樹種	調 査 本 数		平 均						1 本 本 当 り									
				平 均 草 丈 (cm)		平 均 根 深 (cm)		地 上 部 重 量 (g)		地 下 部 重 量 (g)		地 上 部 体 積 (cc)		地 下 部 体 積 (cc)		地 上 部 比 重		地 下 部 比 重	
		庇蔭	対照	庇蔭	対 照	庇蔭	対 照	庇蔭	対照	庇蔭	対照	庇蔭	対照	庇蔭	対照	庇蔭	対照	庇蔭	対照
オ ト コ ヨ モ ギ		1	4	45	$\frac{33}{28 \sim 40}$	10	$\frac{10}{3 \sim 18}$	6.100	2.550	2.800	0.900	7.000	3.750	3.000	0.680	0.871	0.680	0.933	1.029
	平 均	1	4	45	$\frac{43}{28 \sim 40}$	10	$\frac{10}{3 \sim 18}$	6.100	2.550	2.800	0.900	7.000	3.750	3.000	0.680	0.871	0.680	0.933	1.029
ヤ マ ア ザ ミ	ネムノキ	4	4	$\frac{110}{77 \sim 139}$	$\frac{59}{45 \sim 69}$	25	28	43.125	51.075	19.700	25.375	52.750	61.500	17.250	23.250	0.818	0.831	1.142	1.091
	平 均	4	4	$\frac{110}{77 \sim 139}$	$\frac{59}{45 \sim 69}$	25	28	43.125	51.075	19.700	25.375	52.750	61.500	17.250	23.250	0.818	0.831	1.142	1.091
ワ ラ ビ	ネムノキ	3	0	$\frac{53}{40 \sim 76}$		—		8.867		65.567		8.667		62.333		1.023		1.052	
	ケヤマハ シノキ	7	0	$\frac{27}{13 \sim 30}$		17		2.214		12.473		2.851		14.143		0.777		0.882	
	ク ス ギ	0	1		32		12		6.600		28.600		9.000		27.000		0.733		1.059
	平 均	10	1	$\frac{44}{13 \sim 58}$	32	17	12	4.210	6.600	28.401	28.600	4.600	9.000	28.600	27.000	0.915	0.733	0.993	1.059
ネ ザ サ	ネムノキ	1,799	711	$\frac{37}{5 \sim 119}$	$\frac{13}{2 \sim 68}$	$\frac{10}{7 \sim 16}$	$\frac{14}{7 \sim 27}$	0.462	0.163	2.708	1.426	0.571	0.181	2.605	1.407	0.809	0.901	1.040	1.014
	ケヤマハ シノキ	1,939	598	$\frac{27}{5 \sim 49}$	$\frac{13}{3 \sim 30}$	$\frac{9}{7 \sim 10}$	$\frac{7}{6 \sim 8}$	0.295	0.200	2.539	1.989	0.357	0.243	2.532	1.955	0.826	0.823	1.003	1.017
	ク ス ギ	270	294	$\frac{28}{6 \sim 43}$	$\frac{19}{4 \sim 28}$	9	8	0.216	0.192	0.911	1.284	0.295	0.211	0.928	1.309	0.732	0.910	0.982	0.981
	平 均	4,056	1,632	$\frac{32}{5 \sim 119}$	$\frac{14}{3 \sim 68}$	$\frac{10}{7 \sim 16}$	$\frac{11}{6 \sim 27}$	0.364	0.183	2.505	1.613	0.449	0.210	2.404	1.596	0.811	0.871	1.042	1.013

(ii) 根の深さは、ネムノキ庇蔭林では庇蔭区が対照区より深い傾向が見られるが、全般的には庇蔭の有無との間に一定の関係がみられない。

(iii) 地上部の生産量および体積は一般に庇蔭区が対照区より大であるが、ワラビ、ヤマアザミなどは平均草丈が高いのにかかわらず庇蔭区が小さい値を示している。

(iv) 地下部の生産量および体積もほとんど地上部と同一の傾向を示し、一般には庇蔭区が対照区より大きい。

(v) 地上部の比重は庇蔭区と対照区の間にはほとんど差異が見られないが、トグシバ、カルカヤ、ヒメヨモギ、ヤマアザミ、ネザサは対照区の比重がやや大きい値を示した。

(vi) 地下部の比重は庇蔭区の方が小さいものが多いが、チガヤ、オオアブラススキ、ネコハギ、ヒロハヤマヨモギ、ヤマアザミ、ネザサは対照区が幾分小さい。

第12表に基づき、地下部に対する地上部形態要素の比を示すと第13表が得られ、これを要約するとつぎのとおりである。

第13表 主要草種、庇蔭区、対照区別平均1本当りの地上部と地下部の比

草 種	庇 蔭 樹 種	地 下 に 対 す る 地 上 部 の 比							
		長 さ		重 量		体 積		比 重	
		庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照
ス ス キ	ネ ム ノ キ	0.303	0.582	1.072	2.925	0.776	1.076	1.526	1.788
	ケヤマハンノキ	0.679	0.468	3.395	1.880	2.730	1.687	1.244	1.115
	ク ヌ ギ	0.318		1.275		0.922		1.381	
	平 均	0.374	0.548	1.140	1.923	0.834	1.013	1.367	1.744
チ ガ ヤ	ネ ム ノ キ	0.269	0.313	1.454	1.616	1.251	1.418	1.162	1.139
	ケヤマハンノキ	0.262	0.421	1.467	1.952	1.267	1.688	1.158	1.153
	ク ヌ ギ	0.297	0.220	1.000	0.978	0.875	0.769	1.143	1.270
	平 均	0.286	0.333	1.450	1.602	1.248	1.388	1.161	1.271
ト ダ シ バ	ネ ム ノ キ	0.378	0.528	0.632	1.616	0.671	1.443	0.943	2.006
	ケヤマハンノキ	0.462	0.842	1.310	1.952	0.955	2.411	1.366	0.763
	ク ヌ ギ	0.341	0.731	1.064	1.431	0.500	1.250	2.125	1.168
	平 均	0.405	0.667	0.793	1.428	0.757	1.600	1.046	0.894
オ オ ア ブ ラ ス ス キ	ネ ム ノ キ	0.491	0.691	1.017	0.873	0.686	0.740	1.483	1.180
	ケヤマハンノキ	0.319	0.864	0.696	1.950	0.598	1.408	1.166	1.384
	平 均	0.395	0.744	0.988	1.218	0.678	0.976	1.440	1.245
カ ル カ ヤ	ケヤマハンノキ	0.302	0.375	1.214	0.779	0.923	0.661	1.316	1.179
	ク ヌ ギ	0.267	0.667	0.957	0.880	0.636	0.500	1.505	1.760
	平 均	0.294	0.491	1.105	0.788	0.791	0.641	1.395	1.230
ネ コ ハ ギ	ネ ム ノ キ	0.484	0.636	1.223	1.353	0.918	0.933	1.333	1.542
	ケヤマハンノキ	0.518	0.450	1.071	1.000	0.800	0.333	1.340	3.000
	平 均	0.517	0.558	1.131	1.333	0.852	0.693	1.338	1.923

第13表 つづき

草 種	庇 蔭 樹 種	地下に対する地上部の比							
		長 さ		重 量		体 積		比 重	
		庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照	庇 蔭	対 照
メドハギ	ネ ム ノ キ	0.349	0.944	0.474	1.326	0.333	0.969	1.392	1.367
	ケヤマハンノキ	0.378	0.769	0.951	0.859	0.873	0.604	1.084	1.420
	平 均	0.364	0.864	0.717	1.078	0.625	0.754	1.146	1.416
マルバハギ	ケヤマハンノキ	1.548	0.971	0.960	1.319	0.686	0.600	1.400	2.193
	ク ス ギ	0.338	0.310	0.333	0.359	0.250	0.240	1.333	1.515
	平 均	0.895	0.553	0.815	0.579	0.575	0.316	1.352	1.922
コマツナギ	ネ ム ノ キ	0.488	0.714	0.733	1.121	0.476	0.937	1.540	1.196
	ケヤマハンノキ	0.777	0.727	0.850	1.935	0.712	1.486	1.203	1.302
	平 均	0.641	0.720	0.832	1.681	0.665	1.314	1.251	1.282
ヒロハヤマ ヨモギ	ネ ム ノ キ	0.199	0.253	0.210	0.279	0.169	0.236	1.240	1.183
	平 均	0.199	0.253	0.210	0.279	0.169	0.236	1.240	1.183
ヒメヨモギ	ネ ム ノ キ	0.341	0.283	0.248	0.322	0.130	0.133	1.907	2.424
	平 均	0.341	0.283	0.248	0.322	0.130	0.133	1.907	2.424
オトコ ヨモギ	ク ス ギ	0.222	0.303	0.459	0.360	0.429	0.181	1.071	1.513
	平 均	0.222	0.303	0.459	0.360	0.429	0.181	1.071	1.513
ヤマアザミ	ネ ム ノ キ	0.277	0.475	0.457	0.497	0.327	0.378	1.396	1.313
	平 均	0.277	0.475	0.457	0.497	0.327	0.378	1.396	1.313
ワ ラ ビ	ネ ム ノ キ	—		7.395		7.192		1.028	
	ケヤマハンノキ	0.630		5.634		4.961		1.135	
	ク ス ギ		0.375		4.333		3.000		
	平 均	0.386	0.375	6.746	4.333	6.217	3.000	1.085	1.445
ネザサ	ネ ム ノ キ	0.270	1.077	5.861	8.748	4.562	7.774	1.286	1.126
	ケヤマハンノキ	0.333	0.538	8.607	9.945	7.092	8.000	1.214	1.236
	ク ス ギ	0.321	0.421	4.218	6.688	3.146	6.204	1.342	1.078
	平 均	0.313	0.786	6.882	8.814	5.354	7.600	1.285	1.163

(i) 根の深さに対する草丈の比は、一般に庇蔭区より対照区が大きい。すなわち無庇蔭地の牧野草は庇蔭下のものに較べて草丈の割に根が深く伸びるものといえよう。

(ii) 地下部重量に対する地下部重量の比は、庇蔭区より対照区が大きい。カルカヤ、マルバハギ、オトコヨモギ、ワラビは小さい値を示した。すなわち(i)と同様に、一般には無庇蔭地の牧野草は庇蔭下のものに較べて地上部の重量の割に根の重量が大きいものと認められる。

(iii) 地下部体積に対する地上部体積の比も(ii)の場合と同じ傾向にある。

(iv) 地下部比重に対する地上部比重の比は1.0より大きく、かつ庇蔭区より対照区の大

なるものが多いが、トダシバ、オオアブラススキ、カルカヤ、ヒロハヤマヨモギ、ヤマアザミ、ネザサなどは逆の結果を示している。

(v) 地下部重量に対する地上部重量の比を草種別に見ると、キク科のものは 0.2~0.5, マメ科のものは 0.3~2.0, ホモノ科のものは 0.5~3.3, ワラビは 3.2~7.7, ネザサは 4.1~11.0 となり、地下茎をもつ牧野草が大きい値を示している。

(vi) 地下部体積に対する地上部体積の比の値を大きさの順にならべて見ると、前記重量比の場合と同様で、キク科 0.1~0.5, マメ科 0.2~1.5, ホモノ科 0.4~2.7, ワラビ 3.0~6.3, ネザサ 3.1~10.0 となっている。

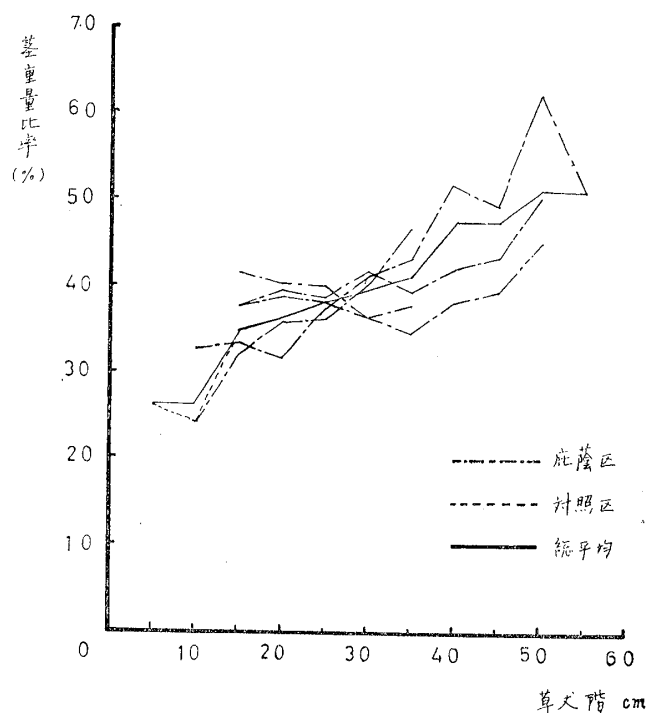
(3) ネザサの茎と葉の重量

牧野草のうちには食草と不食草があるばかりでなく、食草の中でも個体中の可食部と不食部がある。これを正確に区分することは不可能であるが、食草のうち木質化した茎の部分を不食部、葉の部分を可食部とみなすならば、単に草種のみによる食草率よりも、さらに実際にうる食草率を算定できる。ことに九州中部高原地帯の牧野にはネザサ、ススキ、マルバハギなど茎の木質化した食草の優占する牧野が多いので、この種の調査をすることは重要と考え、ネザサについて一部の調査を行なった。

調査方法としては、後記ブロック調査の地上部試料のうちネザサを抽出し、草丈階を 5 cm 階として分別し、全重量および葉を取り除いた茎の重量を測定したものである。測定資料が少ないため詳細な成果は今後にまつほかないが、測定結果を示すと第 12 図のとおりである。

この図から明らかなように、ネザサの全重量に対する茎重量の百分率は、草丈が高くなるにしたがって漸増する傾向があり、草丈 5~10 cm のネザサは茎の部分が 25~30% であるが、草丈 50 cm 内外のものは 45~60% となっている。今後さらに調査することによ

第 12 図 ネザサの草丈と茎の重量との関係



り、庇蔭効果についても検討できよう。

II. 単位面積について

1) 調査方法

牧野の生産機能を究明し、庇蔭効果の要因を探るには、庇蔭草生地と純草生地の、単位面積における地上部と地下部の形状要素、化学的成分、土壌の性質などを分析しなければならない。この調査はその一つである牧野草の地上部と地下部の形態的構成を追求する目的をもって、草種および土壌の分析試料と併行して実施したものである。まず前記の各庇蔭林試験地において、庇蔭樹の根元よりの距離別に8～9個所、これと比較対照すべき純草生地内に2個所を測定する予定とし、各個所ごとに40×40 cmの方形プロットをとり、写真8にみられるように、草の根の最深部を深さとする方形ブロックを採取する。

写真8 牧野草測定ブロック



ブロックの大きさは水洗地までの運搬の関係上40×40×(根深)cm³としたものである。この方形ブロックの体積を測定した後、水中において土壌を完全に洗いとり、表面に附着する水分をきって根系の構造を調べ、各草種別に地上部と地下部の長さ、重量、体積、地下茎の直径および延長、その他の要素を測定した。(この調査工程は3人1組とする調査員により、1個所につき、測定プロットの選定10～20分、ブロックの掘取および切断測定40～70分、運搬30～50分、水洗および附着水除去110～180分、草種別の地上部地下部構成要素測定50～70分、合計4～6.5時間を要する。ことに火山灰土地帯においては、庇蔭林内草地に比し純草地の土壌は堅密であるため、対照区のブロックは掘取りおよび水洗に時間を要し、また附近に適当な流水がないときは運搬の苦勞が大きい。したがって1日に1～2ブロックが処理せられ、5調査地について30ブロックの測定が行なわれたに過ぎない。)

2) 結果

(1) 草生状態

前記の方法により測定した5個所の庇蔭林およびその対照区30プロットにつき、草種別の地上部本数、草丈、生重量を示すと第14表のとおりである。

この表から明らかなように、放牧地の放牧を禁止して採草地とした内牧のネムノキ、ケヤマハンノキ、クヌギ各庇蔭林はマルバハギ、ネザサおよびホモノ科草類を主とする牧野で、その草生量は少なく草丈も短い。これに対し波野のネムノキ庇蔭林はススキ・チガヤを主とするホモノ科草類よりなる代表的な長草型採草地で、ネザサはまったく生育せず、草丈長く草生量のきわめて多い牧野である。また長谷川のネムノキ庇蔭林は、ススキ・チガヤを主としネザサをともし長草型の優良採草地であって、草生量が多く食草率も高い。いまこれらの各調査地について対照区と庇蔭区の平均値をみると、いずれも庇蔭区の草丈が長く草生量が大きい。すなわち庇蔭林下の平均生草重量は対照区より大きな値を示し、内牧クヌギ1.2倍、内牧ケヤマハンノキ1.3倍、ネムノキ庇蔭林は内牧2.3倍、波野

第 14 表 調 査 プ ロ ッ ト の

調 査 地	底 蔭 区 別 対 照 区 プ ロ ッ ト	樹 幹 よ り の 距 離 (m)	ネ ザ サ			ス ス キ			オ オ ア ブ ラ ス ス キ		
			本 数	草 丈 (cm)	重 量 (g)	本 数	草 丈 (cm)	重 量 (g)	本 数	草 丈 (cm)	重 量 (g)
内 牧 ネ ム ノ キ	対 照 1		467	$\frac{6}{2 \sim 18}$	68.1						
	" 2		205	$\frac{10}{3 \sim 18}$	21.0						
	平 均		337	$\frac{8}{2 \sim 18}$	44.6						
	底 蔭 1	1.25	164	$\frac{45}{6 \sim 66}$	73.9	2	108	21.0			
	" 2	4.00	166	$\frac{45}{8 \sim 60}$	94.5						
	" 3	3.80	108	$\frac{30}{8 \sim 41}$	32.8	22	$\frac{80}{30 \sim 103}$	9.4			
	" 4	3.80	183	$\frac{28}{6 \sim 53}$	60.0	16	$\frac{60}{17 \sim 92}$	19.6			
	" 5	3.80	139	$\frac{28}{5 \sim 51}$	37.3						
	" 6	3.90	384	$\frac{26}{5 \sim 48}$	130.5	10	$\frac{48}{24 \sim 66}$	6.5			
	" 7	5.00	268	$\frac{18}{8 \sim 60}$	64.6	56	$\frac{80}{34 \sim 120}$	128.2			
	" 8	2.00	164	$\frac{22}{8 \sim 51}$	36.0	21	$\frac{60}{30 \sim 87}$	21.3			
	平 均		197	$\frac{30}{5 \sim 66}$	66.2	21	$\frac{73}{17 \sim 120}$	36.4			
内 牧 ケ ヤ マ ハ ン ノ キ	対 照 1		300	$\frac{15}{3 \sim 30}$	56.9	4	—	0.5			
	" 2		298	$\frac{11}{4 \sim 22}$	63.1						
	平 均		299	$\frac{13}{3 \sim 30}$	60.0	2	—	0.3			
	底 蔭 1	0.60	361	$\frac{25}{8 \sim 38}$	99.5						
	" 2	0.80	270	$\frac{17}{5 \sim 42}$	56.2						
	" 3	0.80	192	$\frac{38}{8 \sim 49}$	79.6				1	47	0.8
	" 4	0.70	230	$\frac{24}{9 \sim 44}$	76.5						
	" 5	0.80	83	$\frac{27}{9 \sim 47}$	28.8	38	$\frac{64}{20 \sim 96}$	66.0			
	" 6	0.85	181	$\frac{30}{13 \sim 34}$	55.8	2	$\frac{50}{39 \sim 60}$	1.8	10	$\frac{55}{27 \sim 75}$	18.1

[illegible]

調 査 地	底 蔭 区 別 対 照 プ ロ ッ ト	樹 幹 の 距 離 (m)	ネ ザ サ			ス ス キ			オ オ ア ブ ラ ス ス キ		
			本数	草 丈 (cm)	重 量 (g)	本数	草 丈 (cm)	重 量 (g)	本数	草 丈 (cm)	重 量 (g)
	" 7	0.95	198	$\frac{30}{8\sim45}$	70.6	7	$\frac{46}{14\sim64}$	5.5			
	" 8	0.70	190	$\frac{25}{6\sim39}$	53.0						
	" 9	1.10	104	$\frac{26}{7\sim33}$	52.1						
	平 均		201	$\frac{27}{5\sim49}$	63.6	5	$\frac{53}{14\sim96}$	8.1	1	$\frac{51}{27\sim75}$	2.1
内 牧 ク ス ギ	対 照		294	$\frac{19}{4\sim28}$	57.2				13	$\frac{51}{43\sim64}$	28.1
	底 蔭		273	$\frac{28}{6\sim43}$	60.0	26	$\frac{70}{48\sim98}$	46.4	16	$\frac{45}{37\sim54}$	4.0
波 野 ネ ム ノ キ	対照 1					73	$\frac{69}{23\sim105}$	207.5			
	" 2					17	$\frac{102}{15\sim144}$	111.6	6	$\frac{70}{54\sim78}$	12.6
	平 均					45	$\frac{86}{15\sim144}$	159.6	3	$\frac{70}{54\sim78}$	6.3
	底蔭 1					6	$\frac{139}{114\sim171}$	56.3	50	$\frac{112}{63\sim144}$	290.0
	" 2					68	$\frac{165}{44\sim220}$	1,870.0			
	平 均					37	$\frac{152}{44\sim220}$	963.1	25	$\frac{112}{63\sim144}$	145.0
長 谷 川 ネ ム ノ キ	対 照		39	$\frac{30}{8\sim68}$	26.5	38	$\frac{95}{15\sim121}$	253.8			
	底蔭 1	2.50	112	$\frac{61}{8\sim119}$	181.5	21	$\frac{138}{12\sim182}$	598.0			
	" 2	2.00	111	$\frac{66}{10\sim114}$	121.3	31	$\frac{153}{103\sim202}$	734.0			
	平 均		112	$\frac{64}{8\sim119}$	151.4	26	$\frac{145}{12\sim202}$	666.1			

3.8 倍，長谷川 2.6 倍であって，特にネムノキの底蔭効果の大きいことが認められる。これは主として各草種の草丈の差異によるものであって，各調査地ともおおむね単位面積当りの成立本数は底蔭区の方が少ないにかかわらず，平均草丈は著しく長いためである。たとえば波野調査地を除いて共通的に生育するネザサの平均草丈についてみると，内牧クヌギ 1.5 倍，内牧ケヤマハンノキ 2.1 倍，内牧ネムノキ 3.8 倍，長谷川ネムノキ 2.1 倍を示し，波野ネムノキ底蔭林のススキ平均草丈は対照区の 1.8 倍であることから明らかであろう。

(2) 草種別の根系

以上のように牧野草の地上部は，一般に対照区に比して底蔭区の成立本数が少なく，草

チ ガ ヤ			ト ダ シ バ			カ ル カ ヤ			ワ ラ ビ			その他	全重量
本数	草 丈 (cm)	重量 (g)	本数	草 丈 (cm)	重量 (g)	本数	草 丈 (cm)	重量 (g)	本数	草 丈 (cm)	重量 (g)	重量 (g)	(g)
12	$\frac{66}{48\sim94}$	30.5	14	$\frac{33}{12\sim40}$	4.2							14.4	125.2
6	$\frac{21}{55\sim77}$	4.5	31	$\frac{42}{12\sim58}$	12.5				1	30	1.8	1.2	73.0
			44	$\frac{31}{12\sim37}$	17.2					27	7.6		78.1
6	$\frac{56}{30\sim99}$	8.6	18	$\frac{39}{12\sim75}$	6.8	1	$\frac{75}{38\sim104}$	1.9	1	$\frac{28}{13\sim45}$	2.1	6.8	99.5
8	$\frac{59}{43\sim74}$	9.0	16	$\frac{22}{18\sim32}$	4.0	1	45	2.5		32	6.6	28.3	135.7
5	$\frac{66}{44\sim76}$	6.0	3	$\frac{50}{33\sim55}$	1.6	4	65	7.0				39.4	164.4
19	$\frac{73}{30\sim100}$	38.6	41	$\frac{60}{26\sim69}$	29.5				2	59	38.6	31.5	435.4
30	$\frac{87}{41\sim122}$	37.3	17	$\frac{67}{41\sim97}$	19.5							75.0	256.0
25	$\frac{80}{30\sim122}$	38.0	29	$\frac{64}{26\sim97}$	24.3				1		19.3	53.3	308.0
												87.8	434.1
			7	$\frac{56}{33\sim92}$	4.5							16.1	1,890.6
			4	$\frac{56}{33\sim92}$	2.3							52.0	1,162.4
									1	61	13.5	41.0	334.8
			1	49	0.8				1	138	36.5	8.4	825.1
			8	$\frac{88}{80\sim131}$	29.8							10.8	896.1
			5	$\frac{69}{49\sim131}$	15.3				1	138	18.3	9.6	860.7

丈は長く、全生草量の多いことが知られているが、その地下部の根系状態については明らかにされていないので、まず各調査地より求めたブロックより観察、測定によって地下部の構成を調べることにした。第15表は測定した各ブロックの根系について草種別の平均値を示したものである。

この表は、野草類の根の最深部を深さとし、 $40\times 40\text{ m}^2$ のブロックについて測定したため、切断されたものもあって正確な数値とはいえないが、前節の草種別調査と比較すれば、一般的傾向を把握することができるものと認められる。すなわち各草種の根系について測定した数値と根系の競合状態観察の結果を要約すればつぎのとおりである。

(i) 一般に庇蔭区は対照区より土壤が膨軟であり、各草種ともに根は幾分深く侵入して

第15表 草種別の根系

調査地	底蔭区別 対照区 プロット	樹幹 よりの 距離 (m)	根 深 (cm)								ネ ザ サ					
			ス スキ	オ ア ス スキ	チ ガ ヤ	ト ダ シ バ	カ ル カ ヤ	コ ツ ナ ギ	樹 根	そ の 他	** 地下茎 の深さ (cm)	吸 収 の 深さ (cm)	吸 収 の 根 の 深さ (cm)	地下茎 の直径 (cm)	地 下 茎 の 延 長 (m)	同左の 1m ² 当り (m)
内 牧 ネムノキ	対照 1				16	21					7(18)	13	17	0.36	29.29	183
	" 2				11	22					7	12	20		28.78	180
	平 均				14	22					7(18)	13	19	0.36	29.04	182
	底蔭 1	1.25	26						20	*20	9(21)	14	19	0.36	26.78	167
	" 2	4.00			19						7(17)	21	20	0.38	39.38	246
	" 3	3.80	34		17	16					9(19)	16	21	0.32	21.15	132
	" 4	3.80	17		21				23		9(18)	10	17	0.35	22.99	144
	" 5	3.80			14	18		30			10(24)	17	17	0.29	28.30	177
	" 6	3.90	33		33	34		20			11(32)	17	22	0.37	41.45	259
	" 7	5.00	24		15	23					10(18)	16	23	0.33	35.48	222
	" 8	2.00	28		20	14					11	15	19		21.88	137
	平 均		24		20	21		25	22	20	10(21)	16	20	0.34	29.68	184
内 牧 ケヤマ ハンノキ	対照 1		25		13	16					6	16	21	0.37	35.59	222
	" 2				16	12					8	18	27		32.94	206
	平 均		25		15	14					7	17	24	0.37	34.27	214
	底蔭 1	0.60			12	18			16		9	20	27	0.40	36.57	229
	" 2	0.80				18					10	18	19	0.37	37.54	235
	" 3	0.80		33	25	24			30		10	15	26	0.43	36.15	220
	" 4	0.70			15	18	28				8	14	22	0.40	36.58	229
	" 5	0.80	30								9	12	26	0.41	25.30	158
	" 6	0.85	18	14	13	23		35	5~10		9(20)	13	18	0.40	27.30	171
	" 7	0.95	20		21	14		35	21		7(23)	14	21	0.40	26.41	165
	" 8	0.70			17	15			10		9(22)	19	24	0.37	28.04	175
	" 9	1.10				13					8	22	26		33.24	208
	平 均		23	24	17	18	28	29	13		9(22)	16	22	0.40	31.69	195
内 牧 クヌギ	対 照		22		15	19	15	35			9	13	18		16.46	103
	底 蔭				28	18	18	35			9	20	19		25.66	160
波 野 ネムノキ	対照 1		36			13	20									
	" 2		35			38	17	23								
	平 均		36			38	15	22								
	底蔭 1		35	55												
	" 2		48			15										
	平 均		42	55		15										
長 谷 川 ネムノキ	対 照		35								12(21)	26	22	0.68	1.88	12
	底蔭 1	2.50	30								16(33)	24	15	0.70	19.35	121
	" 2	2.50	38			18					13(24)	24	19	0.80	15.64	98
	平 均		34			18					15(29)	24	17	0.75	18.00	113

** 括弧は地下茎の最深根。

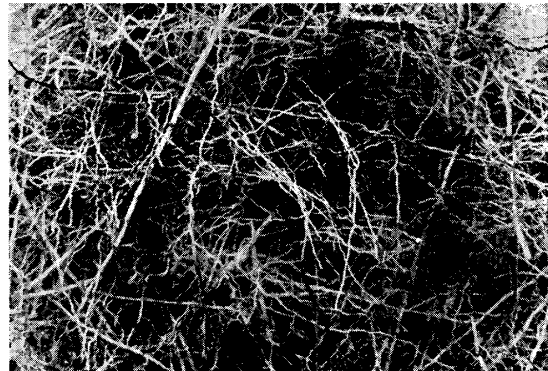
* ナツフジの根。

いる。その深さは調査地によって異なり、底蔭区は 30~50 cm、対照区は 27~46 cm であって、各調査地ともに底蔭区が深い。

(ii) 主要牧野草の多くは地下茎または根株より多数の芽を出して地上部に叢生しているため、根の数は地上部の本数より著しく少ないが、これらの地下茎または主根より多数の分岐根（側根）、細根が入り乱れ、とくに地表から 10~20 cm の間においては相互にからみ合って強く土壌を補捉している。

(iii) ネザサの生育する牧野においては、各ブロックともにネザサの地下茎の発達がきわめて旺盛で、その最も深いものは底蔭区では 33 cm（長谷川）まで侵入し、対照区では 21 cm（長谷川）に達しているが、大部分の地下茎は底蔭区で地表より 10~15 cm、対照区で 7~12 cm の上下附近に発達して網状にからみ合っている。（写真 9 参照）

写真 9 ネザサ、ホモノ科牧野草の根系構造



その直径は普通 0.2~0.6 cm、平均 0.4 cm 内外であって、底蔭の有無による差異はみられないが、長谷川ネムノキ調査区のものでは底蔭区 0.5~1.0 cm、平均 0.75 cm、対照区 0.3~1.1 cm、平均 0.68 cm であって、かなり太い地下茎である。これらの地下茎の総延長を 1 m² 当りについてみると、内牧の各調査地では底蔭区 132~259 m、平均 191 m、対照区 103~222 m、平均 179 m となり、長谷川調査地では底蔭区 113 m、対照区 12 m であって、幾分底蔭下の地下茎総延長が長いように認められる。

したがってネザサの生育する牧野の地下部の構造は、地下茎が縦横に波状に走る網状構造を示し、各個体の根系が複雑にしかも比較的均一にからみ合うため、表層上の引張強度はきわめて大きい。九州中部山岳地帯の牧野はその大部分がネザサの生育地であって、このような多量の地下茎が地表近くに網状に発達し、しかもそれらの各節より写真 9 に示すような吸収根を多量に出しているため、牧野の表層土壌は 20~30 cm の地下茎網によって堅密に束縛されているといえよう。とくに底蔭林内においてはネザサの地下茎の層が厚く、その量も多いので、土壌の流亡、表層崩土などの防止効果が大きいものと認められる。

(iv) ホモノ科に属する草種の多くはススキ、オオアブラススキ、カルカヤなどのごとく根株より多数の根を分岐して細根を張る型と、チガヤ、トダシバ、シバなどのごとく地下茎によって蔓延し繁殖する型とに大別される。前者は年と共に根株が大きくなり、地上部はこの株より叢生するため、地下部の根系は根株を中心として密生する不均一分布をなし、後者は地下茎の所々より分岐して地上部に芽を出し、その地表部と接する部分より細根を延ばすため、比較的均一な根の分布をみる。これらの根系分布をネザサの生育地において観察すると、ススキ、オオアブラススキ、カルカヤなどはネザサの地下茎網を通して 25~35 cm の深さにまで細根を侵入させている。チガヤの地下茎は地表下 20~50 cm にあってネザサ地下茎層の下部に発達し最も深く、トダシバの地下茎は地表下 5~10 cm にあってネザサ地下茎層の上部を縫い、シバは地表面に沿って蔓延しているものが多い。したが

って波野調査地のごとくススキが優占し、ネザサの生育しない個所における地下部の根系構造は、一般に根株を中心とした放射状をなし、各個体間の根のからみ合いによる表層土の引張強度は比較的小さい。

(v) マメ科に属するものはネコハギ、メドハギ、ヤハズソウ、ミヤコグサ、ヤブマメ、クサネム、カワラケツメイなどのごとく1年生の小型草本と、コマツナギ、マルバハギ、クズ、ナツフジなどの多年生の比較的大型草種とによって異なる。前者は細長い直根に短かい細根を出してネザサやホモノ科草種の間に僅かに生育するものが多く、後者はかなり太い直根を土中深く侵入せしめて時に大群落を形成することがある。両者とも根元近くより多数の細い吸収根を出し、地表に近い部分には根瘤を持っている。牧野の地下部構造としては一般に大きな量を占めていないが、ナツフジ、マルバハギなどの優占する牧野においてはこれらの根系が錯綜して発達し、表層土の引張強度に大きな役割を果しているものと認められる。

(vi) キク科に属する草種は底蔭下に少なく原野には相当多いが、ヨモギ類、アザミ類を除くほかはその分布が散点しているため、牧野の地下部構造としては量的に少ない。一般にゴボウ根状の直根または根元より分岐した比較的大い根に多数の細根を有し、その深さは30 cm以上に達するものもある。個体ごとに他の草種に混んじて軟弱な直根を貫入するものが多いため、表層土の引張強度に大きく影響することは少ないが、ヤマヨモギ、オトコヨモギなどは地中において根を分岐して連続し、群生した根系構造の発達をみることが多い。

(vii) ワラビは太く脆弱な黒色の地下茎によって広く分布しているが、底蔭下においては生育が衰える傾向がみられる。地下茎は地表より5~15 cmの間に多く、ネザサの生育地ではその地下茎層の中間部を水平方向に伸ばしている。

(viii) 底蔭林における底蔭樹の根系は、以上の各草種の根系より深く侵入し、とくにクスギの主根は1.5~4.0 mに達するものが見られた。その根系構造は今後の調査にまたねばならないが、一般にクスギは深根性であって直根のほかに多数の側根や分岐根を有する(写真10参照)のに対し、ケヤマハンノキ、ネムノキなどのいわゆる肥料木は浅根性と認

写真10 クスギ底蔭樹の根系



められ、根元附近より数本の根に分岐して地表近くに比較的大く多くの根を拡げている。これらの肥料木は側根より多数の吸収根を草根層に拡げ、地表より5~10 cm以内の細根に多数の根瘤を附着している。ケヤマハンノキの根瘤は直径0.5~3.0 cm、堅くて淡赤褐色の不整形をなして表面には多数の粒状突起がある。ネムノキの根瘤は直径0.2~1.0 cm、白色不整形をなし、数個の飯粒を寄せ集めた形態であって、きわめて脆弱である(写真11, 12参照)。これら根瘤の残骸に各草種の吸収根が集中していることは興味深い。

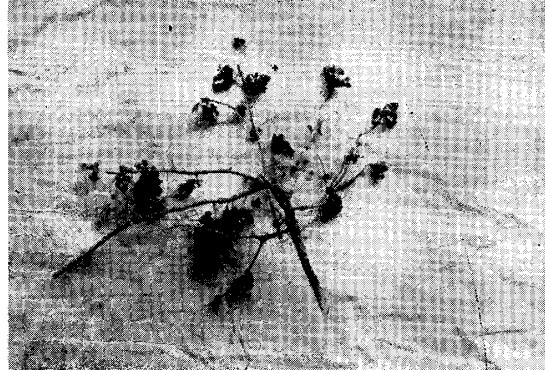
(3) 草種別の生重量

単位面積(40×40 cm²)に生育する草種の地上部と地下部の生重量を底蔭区と対照区に分け、30ブロックの測定結果を示すと第16表のとおりで、全般にみるとつぎ

写真 11 ケヤマハンノキの根瘤



写真 12 ネムノキの根瘤



の各項に要約せられる。

(i) 牧野草の地上部の重量と地下部の重量は採取したブロックによって相当大きな差異があり、その内容も草種の分布によって異なる。とくに庇蔭林内では樹根の有無多少が地下部の重量に影響するところが大きい。しかし一般的傾向としては地上部重量よりも地下部の重量がはるかに大きいものといえる。

(ii) 一般に地上部の重量は庇蔭区が対照区より大きい、地下部の重量も庇蔭区の方が大きい。いま各試験地ごとの平均値について地下部に対する地上部の比をみると、ネザサの多い内牧各試験地は庇蔭区において 2.5~7.3 倍、対照区において 3.4~9.3 倍であって、地下部重量に対する地上部の比は対照区の方が大きい。すなわち根の重量は地上部の草の重量よりはるかに大きく、ことに無庇蔭地では根の占める割合が大きいものと認められる。

(iii) 牧野草の重量構成率はネザサは地下部の方が地上部よりはるかに大きく 4.2~10.1 倍を示し、ホモノ科は 0.7~2.9 倍にすぎない。したがって地下部の重量構成率はネザサの多い牧野ほど大きく、ホモノ科の優勢となるにしたがって小さくなる傾向がある。すなわち地上部に対する地下部重量の倍数を試験地別に見ると、その順位は庇蔭区、対照区とも内牧ケヤマハンノキ > 内牧ネムノキ > 内牧クヌギ > 長谷川ネムノキ > 波野ネムノキとなり、ネザサとホモノ科草類の分布状態と一致する。

(iv) 地下部における草種別重量百分率をみると、ネザサとホモノ科草類の根系が主体をなし、その他の草種の根はわずかである。ネザサの多い内牧各試験地ではネザサの根系が 57~85%、ホモノ科 4~32% であるが、ネザサの少ない長谷川試験地ではネザサ 17~42%、ホモノ科 53~72% であり、ネザサのまったくない波野試験地ではホモノ科が 50~86% を占めている。

(v) 地下部の根系のうちには地上部のプロット内にみられない草種の根が侵入することがあり、樹根、ワラビの地下茎などがしばしばみられる。樹根は庇蔭林内の位置によって地下部重量に差異をもたらし、内牧ネムノキ庇蔭区 No. 1 のごときは 45% がネムノキの根であったが、内牧ケヤマハンノキ庇蔭区では 5% 内外の樹根を含むものが多い。ワラビの地下茎の重量は普通地下部重量の 2~10% を占めている。

(4) 草種別の体積

単位面積 ($40 \times 40 \text{ m}^2$) に生育する草種の地上部と地下部の体積を庇蔭区と対照区に分

第 16 表 単 位 面 積 (Block)

調 査 地	庇 蔭 樹	庇蔭区 別 対照区	庇蔭樹根 元からの 距離 (m)	地上部 別 地下部	重		
					ネ ザ サ	ス ス キ	オオアブ ラススキ
内 牧	ネ ム ノ キ	対照 1		地 上	68.1 (59.3)		
				地 下	474.6 (75.6)		
		" 2		地 上	21.0 (52.2)		
				地 下	422.3 (79.9)		
		平 均		地 上	44.5 (57.7)		
				地 下	448.5 (77.6)		
		庇蔭 1	1.25	地 上	73.9 (77.9)	21.0 (22.1)	
				地 下	387.5 (41.2)	14.5 1.5 (2.8)	
		" 2	4.00	地 上	94.5 (53.0)		
				地 下	618.2 (67.4)		
		" 3	3.80	地 上	32.8 (16.7)	9.4 (47.8)	
				地 下	262.5 (58.2)	5.8 (12.9)	
		" 4	3.80	地 上	60.0 (41.5)	19.6 (13.5)	
				地 下	294.0 (61.4)	16.2 (3.4)	
		" 5	3.80	地 上	37.3 (25.5)		
				地 上	313.7 (39.7)		
		" 6	3.90	地 上	130.5 (75.2)	6.5 (3.7)	
				地 下	612.7 (87.4)	10.5 (1.5)	
		" 7	5.00	地 上	64.6 (27.1)	128.2 (53.8)	
				地 下	488.0 (56.8)	202.2 (23.6)	
		" 8		地 上	36.0 (26.8)	21.3 (15.9)	
				地 下	265.8	22.3 (3.9)	
		平 均		地 上	66.2 (40.6)	36.4 (22.3)	
				地 下	405.3 (56.9)	40.5 (5.7)	
内 牧	ケヤマハンノキ	対照 1		地 上	56.9 (80.7)	0.5 (0.0)	
				地 下	651.1 (80.7)	1.3 (0.2)	
		" 2		地 上	63.1 (77.4)		
				地 下	538.0 (89.3)		

の 草 種 別 重 量

量 (g)								地下部 ³⁾
チ ガ ヤ	トダシバ	カルカヤ	ワ ラ ビ	そ の 他 草 類	樹 根	そ の 他	計	地上部
4.8 (4.2)	25.5 (22.2)			16.5 (14.4)			114.9 (100.0)	5.48
21.4 (3.4)	50.0 (8.0)		35.9 (5.7)	45.8 (7.3)			628.2 (100.0)	
6.8 (17.2)	6.0 (15.2)			5.7 (14.4)			39.5 (100.0)	13.70
31.6 (6.0)	20.6 (3.9)			53.8 (10.2)			528.3 (100.0)	
5.8 (7.5)	15.8 (20.4)			11.1 (14.4)			77.2 (100.0)	7.49
26.5 (4.6)	35.5 (6.1)		18.0 (3.1)	49.8 (8.6)			578.3 (100.0)	
							94.9 (100.0)	9.92 (5.51)
6.8 (0.7) (1.3)			48.5 (5.2) (9.3)	66.0 (7.0) (12.4)	418.1 (44.4)		941.4 (100.0) (100.0)	
73.0 (41.5)	3.8 (2.2)			4.5 (2.6)			175.8 (100.0)	5.22 (4.65)
162.7 (17.7) (19.9)	4.3 (0.5) (0.5)		9.3 (1.1) (1.1)	23.5 (2.6) (2.9)		99.5 ¹⁾ (10.1)	917.5 (100.0) (100.0)	
31.5 (16.0)	6.5 (3.3)			32.0 (16.3)			169.8 (100.0)	2.30
42.5 (9.4)	21.5 (4.7)		26.2 (5.8)	40.4 (9.0)			451.1 (100.0)	
23.8 (16.5)				41.5 (23.7)			144.9 (100.0)	3.30
78.6 (16.4)				89.9 (18.8)			478.7 (100.0)	
68.3 (46.6)	2.8 (1.9)			38.1 (26.0)			146.5 (100.0)	5.39 (3.61)
90.0 (11.4) (17.0)	3.0 (0.4) (0.6)		15.0 (1.9) (2.8)	107.0 (13.6) (20.2)	260.6 (33.0)		789.3 (100.0) (100.0)	
19.8 (11.4)	4.1 (2.4)			12.7 (7.3)			173.6 (100.0)	4.04
24.3 (3.5)	7.0 (1.0)		14.3 (2.0)	32.7 (4.6)			701.5 (100.0)	
15.5 (6.5)	6.9 (2.9)		13.3 (5.6)	9.8 (4.1)			238.3 (100.0)	3.60
28.5 (3.3)	12.5 (1.5)		86.0 (10.0)	41.5 (4.8)			858.7 (100.0)	
33.3 (24.8)	4.1 (3.1)			39.4 (29.4)			134.1 (100.0)	4.26
47.1 (8.3)	4.7 (0.8)		3.0 (5.3)	201.0 (35.2)			570.9 (100.0)	
33.1 (20.3)	3.5 (2.2)		1.7 (1.0)	22.2 (13.6)			163.1 (100.0)	4.37 (3.78)
60.1 (8.4) (9.8)	6.6 (0.9) (0.9)		28.7 (4.0) (4.7)	75.2 (10.5) (12.2)	84.8 (11.9)	12.4 ¹⁾ (1.7)	713.6 (100.0) (100.0)	
0.1 (0.0)	6.6 (9.4)			6.3 (8.9)			70.4 (100.0)	11.47
0.2 (0.2)	18.8 (2.3)		116.2 (14.4)	18.1 (2.2)			807.5 (100.0)	
6.0 (7.4)	9.0 (11.0)			3.4 (4.2)			81.5 (100.0)	7.39 (7.18)
12.2 (2.0) (2.1)	19.7 (3.3) (3.4)			15.4 (2.6) (2.6)		16.9 ²⁾ (2.8)	602.2 (100.0) (100.0)	

調査地	庇 蔭 樹	庇蔭区 別 対照区	庇蔭樹根 元からの 距離 (m)	地上部 別 地下部	重		
					ネ ザ サ	ス ス キ	オ オ ア ブ ラ ス ス キ
		平 均		地 上	60.0 (79.0)	0.3 (0.5)	
				地 下	594.6 (84.8) (85.4)	0.6 (0.0) (0.0)	
		庇蔭 1	0.60	地 上	99.5 (89.6)		
				地 下	725.5 (89.8) (96.2)		
		" 2	0.80	地 上	56.2 (79.3)		
				地 下	538.2 (67.2) (70.8)		
		" 3	0.80	地 上	79.6 (74.5)		0.8 (0.5)
				地 下	553.3 (80.0) (84.5)		0.8 (0.1) (0.1)
		" 4	0.70	地 上	76.5 (62.9)		
				地 下	600.7 (80.3) (80.9)		
		" 5	0.80	地 上	28.8 (30.3)	66.0 (69.4)	
				地 下	447.9 (58.8) (61.3)	275.1 (36.1) (37.6)	
		" 6	0.85	地 上	55.8 (49.1)	1.8 (1.6)	18.1 (15.9)
				地 下	457.4 (68.8) (74.9)	1.1 (0.2) (0.2)	9.8 (1.5) (1.6)
		" 7	0.95	地 上	70.6 (56.4)	5.5 (4.4)	
				地 下	486.7 (75.7) (78.5)	16.9 (2.6) (2.7)	
		" 8	0.70	地 上	53.0 (72.6)		
				地 下	509.6 (83.1) (88.4)		
		" 9		地 上	52.1 (66.8)		
				地 下	604.2 (72.8) (90.6)		
		平 均		地 上	63.6 (63.9)	8.1 (8.2)	2.1 (2.0)
				地 下	547.0 (75.0) (80.5)	32.6 (4.5) (4.8)	1.2 (0.2) (0.2)
				地 上	57.2 (42.1)		28.1 (20.7)
				地 下	382.5 (83.4)		15.0 (3.3)
				地 上	60.0 (36.1)	46.4 (27.9)	4.0 (2.4)
				地 下	253.2 (61.4)	115.4 (28.0)	3.4 (0.8)

量 (g)								地下部 ³⁾
チ ガ ヤ	トダシバ	カルカヤ	ワ ラ ビ	そ の 他 草 類	樹 根	そ の 他	計	地上部
3.0 (4.0)	7.8 (10.2)			4.9 (6.4)			76.0 (100.0)	9.28 (9.20)
7.1 (1.0) (1.0)	19.2 (2.7) (2.7)		58.1 (8.3) (8.4)	16.8 (2.4) (2.4)		8.5 ²⁾ (1.2)	704.9 (100.0) (100.0)	
0.3 (0.2)	4.8 (4.3)			6.5 (5.9)			111.1 (100.0)	
0.1 (0.0) (0.0)	5.0 (0.6) (0.7)		6.0 (0.7) (0.8)	19.1 (2.1) (2.3)	54.5 (6.8)		725.5 (100.0) (100.0)	7.28 (6.78)
4.5 (0.3)	7.6 (10.7)			2.6 (3.7)			70.9 (100.0)	
29.4 (3.7) (3.9)	14.9 (1.8) (2.0)		148.5 (18.5) (19.5)	29.4 (3.7) (3.9)	41.0 (5.1)		801.1 (100.0) (100.0)	11.30 (10.72)
11.5 (10.8)	2.5 (2.3)		8.9 (8.3)	3.8 (3.6)			106.8 (100.0)	
15.0 (2.2) (2.3)	3.4 (0.5) (0.5)		55.5 (8.0) (8.6)	24.1 (3.5) (3.6)	39.5 (5.7)		691.6 (100.0) (100.0)	6.48 (6.11)
18.5 (15.2)	4.5 (3.7)	16.8 (13.8)		5.4 (4.4)			121.7 (100.0)	
32.8 (4.4) (4.4)	11.0 (1.5) (1.5)	12.0 (1.6) (1.6)	71.3 (9.5) (9.6)	15.0 (2.0) (2.0)	5.5 (0.7)		748.3 (100.0) (100.0)	6.15 (6.10)
			0.30 (0.3)				95.1 (100.0)	
			8.3 (1.1) (1.1)		30.0 (3.9)		761.3 (100.0) (100.0)	8.01 (7.69)
8.3 (7.2)	8.0 (7.0)			21.8 (19.2)			113.8 (100.0)	
13.5 (2.0) (2.2)	9.6 (1.4) (1.6)		20.2 (3.0) (3.3)	99.3 (11.9) (16.3)	54.2 (8.2)		665.1 (100.0) (100.0)	5.84 (5.37)
30.5 (24.4)	4.2 (3.4)			14.4 (11.5)			125.2 (100.0)	
54.5 (8.5) (8.8)	6.8 (1.1) (1.1)		4.3 (0.7) (0.7)	50.7 (7.9) (8.2)	23.0 (3.6)		642.8 (100.0) (100.0)	5.13 (4.95)
4.5 (6.2)	12.5 (17.1)		1.8 (2.5)	1.2 (1.6)			73.0 (100.0)	
5.2 (0.8) (0.8)	19.5 (3.2) (4.5)		11.5 (1.9) (2.0)	30.5 (5.0) (5.3)	36.8 (6.0)		613.1 (100.0) (100.0)	8.40 (7.89)
	17.2 (22.0)		7.6 (9.6)	1.3 (1.6)			78.1 (100.0)	
	19.5 (2.4) (2.9)		31.5 (3.8) (4.7)	11.8 (1.4) (1.8)	13.5 (1.6)	148.9 ²⁾ (18.0)	829.4 (100.0) (100.0)	10.62 (8.50)
8.6 (8.7)	6.8 (6.8)	1.9 (1.9)	2.1 (2.1)	6.3 (6.4)			99.5 (100.0)	
16.7 (2.3) (2.5)	10.0 (1.4) (1.5)	1.3 (0.2) (0.2)	39.6 (5.4) (5.8)	30.9 (4.2) (4.5)	33.1 (4.5)	16.6 ²⁾ (2.3)	729.0 (100.0) (100.0)	7.33 (6.93)
9.0 (6.6)	4.0 (3.0)	2.5 (1.8)	6.6 (4.9)	28.3 (20.9)			135.7 (100.0)	
8.8 (1.9)	6.3 (1.4)	2.2 (0.5)	28.6 (6.2)	15.0 (3.2)			458.4 (100.0)	3.38
6.0 (3.6)	1.6 (1.0)	7.0 (4.2)		39.4 (24.8)			164.4 (100.0)	
6.6 (1.6)	1.7 (0.4)	6.7 (1.6)		25.8 (6.3)			411.8 (100.0)	2.51

調査地	庇蔭樹	庇蔭区別 対照区	庇蔭樹根 元より 距離 (m)	地上部別 地下部	重		
					ネザサ	ススキ	オオアブ ラススキ
波野	ネムノキ	対照 1		地上		207.5 (60.0)	
				地下		77.5 (24.5)	
		" 2		地上		111.6 (43.6)	12.6 (4.9)
				地下		106.8 (24.4)	11.3 (2.6)
		平均		地上		159.6 (53.1)	6.3 (2.1)
				地下		92.2 (24.4)	5.7 (1.5)
		庇蔭 1		地上		56.3 (13.0)	290.0 (66.8)
				地下		139.9 (20.2)	295.5 (42.0)
		" 2		地上		1,870.0 (98.9)	
				地下		1,310.0 (97.4)	
		平均		地上		963.1 (82.8)	145.0 (12.5)
				地下		725.0 (71.1)	147.8 (14.5)
長谷川	ネムノキ	対照 1		地上	26.5 (7.9)	253.8 (75.8)	
				地下	117.0 (16.8)	504.5 (72.4)	
		庇蔭 1	2.50	地上	181.5 (22.0)	598.0 (72.5)	
				地下	831.3 (44.4) (45.7)	906.0 (48.4) (49.4)	
		" 2	2.00	地上	121.3 (13.5)	734.2 (81.9)	
				地下	681.3 (38.9) (40.4)	959.8 (54.8) (56.9)	
		平均		地上	151.4 (17.6)	666.1 (77.4)	
				地下	756.3 (41.8) (43.0)	932.9 (51.6) (52.9)	

- (註) 1) ナツフジの根。
 2) 枯木の根。
 3) 下段の括弧は樹根とその他を除いた比。

け、30ブロックの測定結果を示すと第17表のとおりで、これを試験地ごとにみるとつぎのように要約される。

(i) 牧野草の単位面積当りの地上部の体積(容積)と地下部の体積は採取したブロックによってかなり大きな差異があり、その内容も草種の分布によって異なる。とくに庇蔭林内では樹根の有無多少が地下部の体積に影響する。しかし一般的傾向としては、その重量と同様に、地上部体積よりも地下部の体積が大きい。

(ii) 一般に地上部の体積は庇蔭区の方が対照区より大きい、地下部の体積も庇蔭区の方が大きい。いまネザサの多い内牧各試験地についてみると、地下部に対する地上部の比は庇蔭区において2.5~7.3倍、対照区において3.4~9.3倍であって、地下部に対する地

量 (g)								地下部 ³⁾
チガヤ	トダシバ	カルカヤ	ワラビ	その他 草類	樹根	その他	計	地上部
38.6 (11.2)	29.5 (8.5)		38.6 (11.2)	31.5 (9.1)			345.4 (100.0)	0.93
38.8 (12.2)	40.9 (12.9)		33.1 (10.5)	126.5 (39.9)			316.8 (100.0)	
37.3 (14.6)	19.5 (7.6)			75.0 (29.3)			256.0 (100.0)	1.71
50.2 (11.5)	20.0 (4.6)		72.0 (16.5)	17.70 (40.4)			437.3 (100.0)	
38.0 (12.6)	24.3 (8.1)		19.3 (6.4)	53.2 (17.7)			300.8 (100.0)	1.22
44.5 (11.8)	30.4 (8.1)		52.5 (13.9)	101.7 (40.2)			377.0 (100.0)	
				87.8 (20.2)			434.1 (100.0)	1.59
				256.9 (37.1)			692.3 (100.0)	
	4.5 (0.2)			16.1 (0.9)			1,890.6 (100.0)	0.71
	4.2 (0.3)			30.8 (2.3)			1,345.6 (100.0)	
	2.3 (0.2)			52.0 (4.5)			1,162.4 (100.0)	0.88
	2.1 (0.2)			143.8 (14.2)			1,019.7 (100.0)	
			13.5 (4.0)	41.0 (12.3)			334.8 (100.0)	2.08
			23.2 (3.3)	52.5 (7.5)			697.1 (100.0)	
	0.8 (0.1)		36.5 (4.4)	8.4 (1.0)			825.1 (100.0)	2.27 (2.22)
			55.2 (3.0) (3.0)	42.7 (2.3) (2.3)	34.7 (1.9)		1,869.9 (100.0)	
	29.8 (3.3)			10.8 (1.2)			896.1 (100.0)	1.95 (1.88)
	32.0 (1.8) (1.9)			13.2 (0.8) (0.8)	64.1 (3.7)		1,750.4 (100.0) (100.0)	
	15.3 (1.8)		18.3 (2.1)	9.6 (1.1)			860.7 (100.0)	2.10 (2.05)
	16.0 (0.9) (0.9)		27.6 (1.5) (1.6)	28.0 (1.5) (1.6)	49.4 (2.7)		1,810.2 (100.0)	

上部体積の倍率は対照区の方が大きい。すなわち根の体積は地上部の草の体積より大きく、ことに無庇蔭地では根の占める割合が大きいものといえよう。

(iii) 牧野草の体積構成率はネザサは地下部が地上部より著しく大きく 3.6~9.4 倍を示し、ホモノ科は 0.6~2.7 倍にすぎない。したがって地上部の体積構成率はネザサの多い牧野ほど大きく、ホモノ科の優勢な牧野となるにしたがって小さくなる傾向がある。すなわち地上部に対する地下部体積の倍数を試験地別にみると、その順位は庇蔭区、対照区とも内牧ケヤマハンノキ > 内牧ネムノキ > 内牧クヌギ > 長谷川ネムノキ > 波野ネムノキとなり、ネザサおよびホモノ科草種の分布状態と一致する。

(iv) 地下部における草種別体積百分率をみると、ネザサとホモノ科草種の根系が主体を

第 17 表 単 位 面 積 (Block)

調 査 地	庇 蔭 樹	庇蔭區別 対照区 プロット	庇蔭樹根の 元より離 (m)	地上部別 地下部	体		
					ネ ザ サ	ス ス キ	オ オ ア ブ ラ ス ス キ
内 牧	ネ ム ノ キ	対照 1		地 上	7.1 (59.2)		
				地 下	453.0 (75.2)		
		" 2		地 上	22.0 (51.8)		
				地 下	418.0 (79.9)		
		平 均		地 上	46.5 (57.3)		
				地 下	435.5 (77.6)		
		庇蔭 1	1.25	地 上	97.0 (77.6)	28.0 (22.4)	
				地 下	386.0 (42.1) (75.6)	15.0 (1.6) (2.9)	
		" 2	4.00	地 上	108.0 (53.1)		
				地 下	608.0 (67.6) (75.8)		
		" 3	3.80	地 上	38.0 (16.2)	115.0 (49.2)	
				地 下	260.0 (58.0)	61.0 (13.6)	
		" 4	3.80	地 上	71.0 (42.3)	23.0 (13.7)	
				地 下	290.0 (62.6)	16.0 (3.5)	
		" 5	3.80	地 上	45.0 (26.9)		
				地 下	316.0 (41.1) (60.7)		
		" 6	3.90	地 上	159.0 (75.3)	9.0 (4.3)	
				地 下	613.0 (87.7)	11.0 (1.6)	
		" 7	5.00	地 上	68.0 (25.2)	153.0 (56.8)	
				地 下	459.0 (56.8)	194.0 (24.0)	
		" 8		地 上	50.0 (27.7)	28.7 (15.9)	
				地 下	275.0 (46.5)	23.0 (3.9)	
		平 均		地 上	79.5 (40.8)	44.6 (22.8)	
				地 下	400.9 (57.3) (66.1)	40.0 (5.6) (6.6)	
内 牧	ケヤマハンノキ	対照 1		地 上	62.0 (80.1)	0.7 (0.9)	
				地 下	612.0 (80.6)	1.5 (0.2)	
		" 2		地 上	83.0 (79.4)		
				地 下	557.0 (89.7) (92.1)		

の 草 種 別 体 積

積 (cc)								地下部 ³⁾
チ ガ ヤ	トダシバ	カルカヤ	ワ ラ ビ	そ の 他 草 類	樹 根	そ の 他	計	地上部
5.0 (4.2)	26.0 (21.7)			18.0 (15.0)			120.0 (100.0)	4.99
20.6 (3.4)	49.0 (8.2)		33.0 (5.5)	42.9 (7.2)			598.5 (100.0)	
8.0 (18.8)	7.0 (16.5)			5.5 (12.9)			42.5 (100.0)	12.31
32.0 (6.1)	21.0 (4.0)			52.3 (10.0)			523.3 (100.0)	
6.5 (8.0)	16.5 (20.2)			11.75 (14.5)			81.25 (100.0)	6.90
26.3 (4.8)	35.0 (6.2)		16.5 (2.9)	47.6 (8.5)			560.9 (100.0)	
							125.0 (100.0)	7.33 (4.14)
6.5 (0.7) (1.3)			45.0 (4.9) (8.7)	65.0 (7.1) (12.6)	399.0 (43.5)		916.5 (100.0) (100.0)	
87.0 (42.8)	4.0 (2.0)						203.5 (100.0)	4.42 (3.14)
195.0 (17.7) (19.8)	4.0 (0.4) (0.5)		9.0 (1.0) (1.1)	22.0 (2.4) (2.7)		98.0 ¹⁾ (10.9)	900.0 (100.0) (100.0)	
35.0 (15.0)	7.0 (3.0)			39.0 (16.7)			234.0 (100.0)	1.91
43.0 (9.6)	20.0 (4.5)		25.0 (5.6)	39.0 (8.7)			448.0 (100.0)	
26.0 (15.5)				48.0 (28.6)			168.0 (100.0)	2.76
74.5 (16.1)				83.0 (17.9)			463.5 (100.0)	
74.0 (44.2)	3.5 (2.0)			45.0 (26.9)			167.5 (100.0)	4.59 (3.11)
88.0 (11.4) (16.9)	3.0 (0.4) (0.6)		14.0 (1.8) (2.7)	100.0 (13.0) (19.2)	248.0 (32.3)		769.0 (100.0) (100.0)	
22.2 (10.5)	5.0 (2.4)			16.0 (7.6)			211.2 (100.0)	3.33
26.0 (3.7)	7.5 (1.1)		14.0 (2.0)	32.5 (4.6)			704.0 (100.0)	
16.5 (6.1)	7.0 (2.6)		14.0 (5.2)	11.0 (4.1)			269.5 (100.0)	3.00
25.8 (3.2)	12.0 (1.5)		79.0 (9.8)	38.0 (4.7)			807.8 (100.0)	
43.0 (23.8)	5.0 (2.8)			54.0 (29.8)			180.7 (100.0)	3.27
52.0 (8.8)	8.6 (1.5)			232.5 (39.3)			591.1 (100.0)	
38.6 (19.7)	3.9 (2.0)		1.8 (0.9)	27.2 (13.8)			195.0 (100.0)	3.59 (3.11)
59.4 (8.5) (9.8)	6.9 (1.0) (1.1)		23.2 (3.3) (3.8)	76.5 (10.9) (12.6)	80.9 (11.6)	12.2 ¹⁾ (1.8)	700.0 (100.0) (100.0)	
0.2 (0.3)	6.5 (8.4)			8.0 (10.3)			77.4 (100.0)	9.79
2.0 (3.0)	18.0 (2.03)		105.0 (13.8)	20.3 (26.8)			758.8 (100.0)	
6.0 (5.7)	11.6 (11.1)			3.9 (3.7)			104.5 (100.0)	5.94 (5.79)
12.0 (1.9) (1.9)	21.6 (3.5) (3.7)			14.5 (2.3) (2.3)		16.0 ²⁾ (2.6)	621.1 (100.0) (100.0)	

調査地	庇 蔭 樹	庇蔭区別 対照区 プロット	庇蔭樹根 元よりの 距 (m)	地上部 別 地下部	体		
					ネ ザ サ	ス ス キ	オオアブ ラススキ
		平 均		地 上	72.5 (79.7)	0.31 (0.4)	
				地 下	584.5 (84.7) (85.7)	0.8 (0.1) (0.1)	
		庇蔭 1	0.60	地 上	105.0 (88.5)		
				地 下	697.0 (88.3) (95.2)		
		" 2	0.80	地 上	69.0 (79.0)		
				地 下	556.0 (67.7) (71.7)		
		" 3	0.80	地 上	114.0 (78.5)		0.8 (0.6)
				地 下	593.0 (81.3) (86.0)		1.3 (0.2) (0.2)
		" 4	0.70	地 上	91.0 (63.9)		
				地 下	577.0 (80.4) (81.6)		
		" 5	0.80	地 上	42.0 (34.0)	81.0 (65.6)	
				地 下	458.0 (59.6) (62.3)	269.0 (35.0) (36.6)	
		" 6	0.85	地 上	66.0 (49.3)	2.5 (1.9)	21.0 (15.7)
				地 下	466.0 (69.7) (75.8)	1.2 (0.2) (0.2)	10.0 (1.5) (1.6)
		" 7	0.95	地 上	85.0 (57.6)	6.5 (4.4)	
				地 下	479.0 (75.7) (78.6)	15.5 (1.8) (2.6)	
		" 8	0.70	地 上	65.0 (73.4)		
				地 下	498.0 (82.5) (88.4)		
		" 9		地 上	56.0 (61.3)		
				地 下	586.0 (73.9) (90.4)		
		平 均		地 上	77.0 (64.2)	10.0 (8.3)	2.4 (2.0)
				地 下	545.6 (75.3) (80.8)	31.7 (4.4) (4.7)	1.3 (0.2) (0.2)
内 牧	ク ス ギ	対 照		地 上	62.8 (41.6)		33.0 (21.9)
				地 下	390.0 (83.6)		15.0 (3.2)
		庇 蔭		地 上	82.0 (35.5)	64.0 (87.6)	6.0 (2.6)
				地 下	258.0 (62.4)	107.0 (25.8)	5.0 (1.2)

積 (cc)								地下部 ³⁾
チ ガ ヤ	トダシバ	カルカヤ	ワ ラ ビ	そ の 他 類	樹 根	そ の 他	計	地上部
3.1 (3.4)	9.1 (9.9)			6.0 (6.5)			91.0 (100.0)	7.58 (7.49)
7.0 (1.0) (1.0)	19.8 (2.8) (2.9)		52.5 (1.6) (1.6)	17.4 (2.4) (2.5)		8.0 ²⁾ (1.2)	690.0 (100.0) (100.0)	
0.5 (0.3)	6.5 (5.5)			6.7 (5.7)			118.7 (100.0)	
0.4 (0.1) (0.1)	5.1 (0.7) (0.7)		5.5 (0.7) (0.8)	24.0 (3.0) (3.3)	57.0 (7.2)		789.0 (100.0)	6.65 (6.17)
6.0 (6.9)	9.0 (10.3)			3.3 (3.8)			87.3 (100.0)	9.41 (8.88)
29.0 (3.5) (3.7)	16.8 (2.0) (2.2)		143.0 (17.4) (18.5)	30.0 (3.7) (3.9)	47.0 (5.7)		821.8 (100.0) (100.0)	
14.0 (9.6)	3.0 (2.1)		9.0 (6.2)	4.4 (3.0)			145.2 (100.0)	
16.0 (2.2) (2.3)	3.5 (0.5) (0.5)		52.0 (7.1) (7.5)	24.0 (3.3) (3.5)	40.0 (5.5)		729.8 (100.0) (100.0)	5.03 (4.75)
21.0 (14.7)	6.0 (4.2)	16.0 (12.6)		6.5 (4.6)			142.5 (100.0)	5.04 (5.00)
32.0 (4.5) (4.6)	10.0 (1.4) (1.4)	12.0 (1.6) (1.6)	66.0 (9.2) (9.3)	15.0 (2.1) (2.1)	6.0 (0.8)		718.0 (100.0) (100.0)	
			0.5 (0.4)				123.5 (100.0)	
			8.0 (1.0) (1.1)		33.0 (4.3)		768.0 (100.0) (100.0)	6.22 (5.95)
10.5 (7.8)	10.0 (7.5)			24.0 (17.9)			134.0 (100.0)	5.00 (4.59)
13.0 (1.9) (2.1)	9.0 (1.4) (1.5)		18.0 (2.7) (2.9)	98.0 (14.7) (15.9)	53.0 (7.9)		668.2 (100.0) (100.0)	
34.0 (23.1)	5.0 (3.4)			17.0 (11.5)			147.5 (100.0)	
55.0 (8.7) (9.0)	7.0 (1.1) (1.2)		4.0 (0.6) (0.7)	48.0 (7.6) (7.9)	24.0 (3.8)		632.5 (100.0) (100.0)	4.29 (4.13)
5.5 (6.2)	14.0 (15.8)		2.5 (2.8)	1.5 (1.9)			88.5 (100.0)	6.82 (6.34)
6.0 (1.0) (1.1)	20.2 (3.3) (3.6)		12.0 (2.0) (2.1)	27.0 (4.5) (4.8)	41.0 (6.8)		604.0 (100.0) (100.0)	
	25.3 (27.7)		8.0 (8.8)	2.0 (2.2)			91.3 (100.0)	
	22.5 (2.8) (3.5)		29.0 (3.7) (4.5)	11.0 (1.4) (1.6)	14.0 (1.8)	130.0 ²⁾ (16.4)	722.5 (100.0) (100.0)	8.68 (7.10)
10.2 (8.5)	8.8 (7.3)	2.0 (1.7)	2.2 (1.9)				119.9 (100.0)	6.09 (5.63)
16.8 (2.3) (2.5)	10.4 (1.4) (1.5)	1.0 (0.2) (0.2)	37.5 (5.2) (4.6)	30.8 (4.2) (4.6)	35.0 (4.8)	14.7 ²⁾ (2.0)	724.9 (100.0) (100.0)	
13.0 (8.6)	6.0 (4.0)	4.0 (2.7)	9.0 (6.0)	23.0 (15.2)			150.8 (100.0)	
10.0 (2.1)	8.0 (1.8)	2.0 (4.0)	27.0 (5.8)	14.5 (3.1)			466.5 (100.0)	3.09
8.0 (3.4)	4.0 (1.7)	11.0 (4.7)		57.0 (24.5)			232.0 (100.0)	1.78
7.0 (1.7)	2.0 (0.5)	7.0 (1.7)		27.5 (6.7)			413.5 (100.0)	

調査地	庇 蔭 樹	庇蔭区 対照区 別 プロット	庇蔭樹根 元より の離 (m)	地上部 別 地下部	体		
					ネ ザ サ	ス ス キ	オオアブ ラススキ
波 野	ネ ム ノ キ	対 照 1		地 上		223.0 (58.1)	
				地 下		94.0 (30.6)	
		" 2		地 上		135.0 (43.3)	15.0 (4.8)
				地 下		94.0 (24.3)	11.0 (2.8)
		平 均		地 上		179.0 (51.4)	7.5 (2.1)
				地 下		94.0 (26.9)	5.5 (1.6)
		庇 蔭 1		地 上		83.0 (14.8)	379.0 (67.2)
				地 下		135.0 (21.8)	260.0 (42.1)
		" 2		地 上		2,309.0 (98.6)	
				地 下		1,266.0 (93.1)	
		平 均		地 上		1,196.0 (82.3)	189.5 (13.1)
				地 下		700.5 (70.8)	130.0 (13.1)
長 谷 川	ネ ム ノ キ	対 照		地 上	36.0 (8.3)	320.0 (73.7)	
				地 下	129.0 (17.3)	538.0 (72.1)	
		庇 蔭 1	2.50	地 上	229.0 (20.5)	828.0 (73.6)	
				地 下	795.0 (44.1) (45.9)	884.0 (49.5) (51.1)	
		" 2	2.00	地 上	162.0 (14.2)	930.0 (81.2)	
				地 下	684.0 (39.3) (40.9)	940.0 (54.0) (56.2)	
		平 均		地 上	195.5 (17.2)	879.0 (77.5)	
				地 下	739.5 (41.7) (43.0)	912.0 (51.5) (52.9)	

(註) 前表の註と同じ。

なし、その他の草種の根はわずかである。ネザサの多い内牧各試験地ではネザサの根系 57~85%、ホモノ科の根系 4~31% であるが、ネザサの少ない長谷川試験地ではネザサ 17~42%、ホモノ科 52~72% であり、ネザサのまったくない波野試験地ではホモノ科の根系が 50~84% を占め、重量百分率とほとんど同様である。

(5) 地上部と地下部の重量と体積との関係

以上の単位面積における草種の地上部と地下部の生重量および体積につき、測定した結果を取纏めると第 18 表が得られる。

いま地下部の全重量および全体積が、地上部の草生状態によってどのように変化するかを明らかにするため、牧野草の主体をなすネザサとホモノ科草類につき、地上部の重量構成率と全重量比および体積構成率と全体積比との関係を図示すると、第 13 図 a, b, c, d

積 (cc)								地下部 ³⁾
チガヤ	トダシバ	カルカヤ	ワラビ	その他 草類	樹根	その他	計	地上部
43.0 (11.2)	35.0 (7.1)		46.0 (12.0)	37.0 (9.6)			384.0 (100.0)	0.82
39.0 (12.5)	42.0 (13.4)		30.0 (9.6)	108.0 (34.5)			313.0 (100.0)	
44.0 (14.1)	21.0 (6.7)			97.0 (31.1)			312.0 (100.0)	1.24
47.0 (12.1)	19.0 (4.9)		69.0 (17.8)	147.0 (38.0)			387.0 (100.0)	
43.5 (12.5)	28.0 (8.1)		23.0 (6.6)	72.0 (19.3)			348.0 (100.0)	1.01
43.0 (12.3)	30.5 (8.7)		49.5 (14.1)	127.5 (36.4)			350.0 (100.0)	
				102.0 (18.0)			564.0 (100.0)	1.10
				223.0 (36.1)			618.0 (100.0)	
	7.0 (0.3)			25.0 (1.1)			2,341.0 (100.0)	0.58
	6.0 (0.4)			88.5 (6.5)			1,360.5 (100.0)	
	3.5 (0.2)			63.5 (4.4)			1,452.5 (100.0)	0.68
	3.0 (0.3)			155.8 (15.8)			989.3 (100.0)	
			20.0 (4.6)	54.0 (12.4)			434.0 (100.0)	1.72
			23.0 (3.1)	50.0 (7.5)			746.0 (100.0)	
			55.0 (4.9)	11.5 (1.0)			1,124.5 (100.0)	1.60 (1.54)
			51.0 (2.8) (2.9)	42.0 (2.3) (2.4)	31.0 (1.7)		1,803.0 (100.0) (100.0)	
	40.0 (3.5)			13.0 (1.1)			1,145.0 (100.0)	1.52 (1.46)
	31.0 (1.8) (1.9)			15.0 (0.9) (1.0)	72.0 (4.0)		1,742.0 (100.0) (100.0)	
	20.5 (1.8)		27.5 (2.4)	12.3 (1.1)			1,134.8 (100.0)	1.56 (1.52)
	15.5 (0.9) (0.9)		25.5 (1.4) (1.5)	28.5 (1.6) (1.7)	51.5 (2.9)		1,772.5 (100.0) (100.0)	

に示すように直線的関係が認められる。これらの相関係数を r とし、全重量比または全体積比を y 、地上部のネザサおよびホモノ科草類の重量構成率または体積構成率を x とすると、相関係数および回帰式 $y=a+bx$ の計算を行なった結果は第19表のとおりである。

第13図および第19表に明らかなように、地上部の全重量または体積の中に占めるネザサおよびホモノ科草類の百分率は、地下部対地上部の重量比または体積比と高度の相関が認められるから、地下部の全重量および全体積は、地上部の草生状態と密接に関連して変化するものといえよう。とくにネザサの場合はホモノ科草類の場合に較べて回帰式の精度が大であるから、ネザサの分布するこの地方の牧野では、地上部におけるネザサの重量構成率または体積構成率を調べることによって、容易に地下部の全重量または全体積を求めることが可能である。

第 18 表 重 量 及 び 体 積

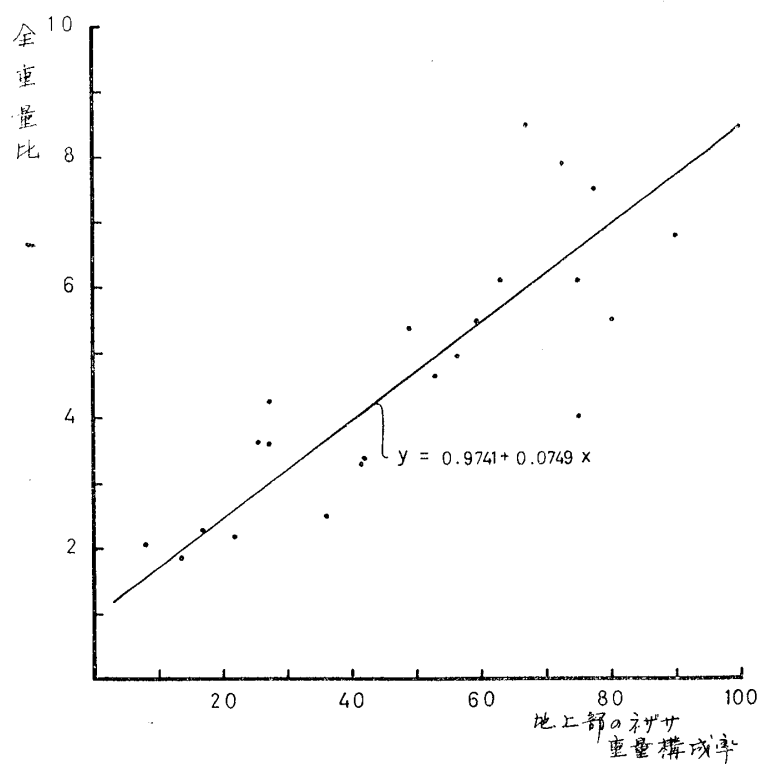
調 査 地	庇蔭 対照 ブロック	地 上 部			地 下 部		
		重 量 (g)	体 積 (cc)	比 重	重 量 (g)	体 積 (cc)	比 重
内 牧 ネ ム ノ キ	対照 1	114.9	120.0	0.985	628.2	598.5	1.050
	" 2	39.5	42.5	0.929	528.3	523.3	1.010
	平 均	77.2	81.3	0.950	578.3	560.9	1.033
	庇蔭 1	94.9	125.0	0.759	522.6	517.5	1.027
	" 2	175.8	203.5	0.864	818.0	802.0	1.019
	" 3	196.8	234.0	0.841	451.1	448.0	1.007
	" 4	144.6	168.0	0.861	478.7	463.5	1.033
	" 5	146.5	167.5	0.875	528.7	521.0	1.026
	" 6	173.6	211.2	0.822	701.5	704.0	0.996
	" 7	238.3	269.0	0.844	858.7	807.8	1.063
	" 8	134.1	180.7	0.742	570.9	591.1	0.996
	平 均	163.1	195.0	0.836	616.4	606.9	1.016
内 牧 ケヤマハンノキ	対照 1	70.4	77.4	0.910	807.5	758.8	1.066
	" 2	81.5	104.5	0.780	588.0	605.1	0.972
	平 均	76.0	91.0	0.835	696.4	682.0	1.031
	庇蔭 1	111.1	118.7	0.936	753.7	732.0	1.030
	" 2	70.9	87.3	0.812	760.1	774.8	0.981
	" 3	106.8	145.2	0.736	652.1	689.8	0.945
	" 4	127.1	142.5	0.854	742.8	712.0	1.043
	" 5	95.1	123.5	0.770	731.3	735.0	0.995
	" 6	113.8	134.0	0.849	610.9	615.1	0.993
	" 7	125.2	147.5	0.831	619.8	608.5	1.019
	" 8	73.0	88.5	0.815	576.3	563.0	1.024
	" 9	78.1	91.3	0.855	667.0	648.5	1.029
	平 均	99.5	119.9	0.830	679.3	675.2	1.006
内 牧 ク ス ギ	対 照 区	135.7	150.4	0.900	458.4	466.5	0.955
	庇 蔭 区	164.4	232.0	0.709	411.8	413.5	0.996
波 野 ネ ム ノ キ	対照 1	345.4	384.0	0.899	316.8	313.0	1.012
	" 2	256.0	312.0	0.821	437.3	387.0	1.130
	平 均	300.8	348.0	0.864	377.0	350.0	1.077
	庇蔭 1	434.1	564.0	0.770	692.3	618.0	1.120
	" 2	1,890.0	2,341.0	0.808	1,345.6	1,360.0	0.989
	平 均	1,162.4	1,452.5	0.800	1,019.7	989.3	1.031
長 谷 川 ネ ム ノ キ	対 照	334.8	434.0	0.771	697.1	746.0	0.934
	庇蔭 1	825.1	1,124.0	0.734	1,835.3	1,772.0	1.036
	" 2	896.1	1,143.0	0.784	1,686.3	1,670.0	1.010
	平 均	860.7	1,134.8	0.758	1,760.8	1,721.0	1.023

(註) 重量, 体積は樹根を除いた値を示す。

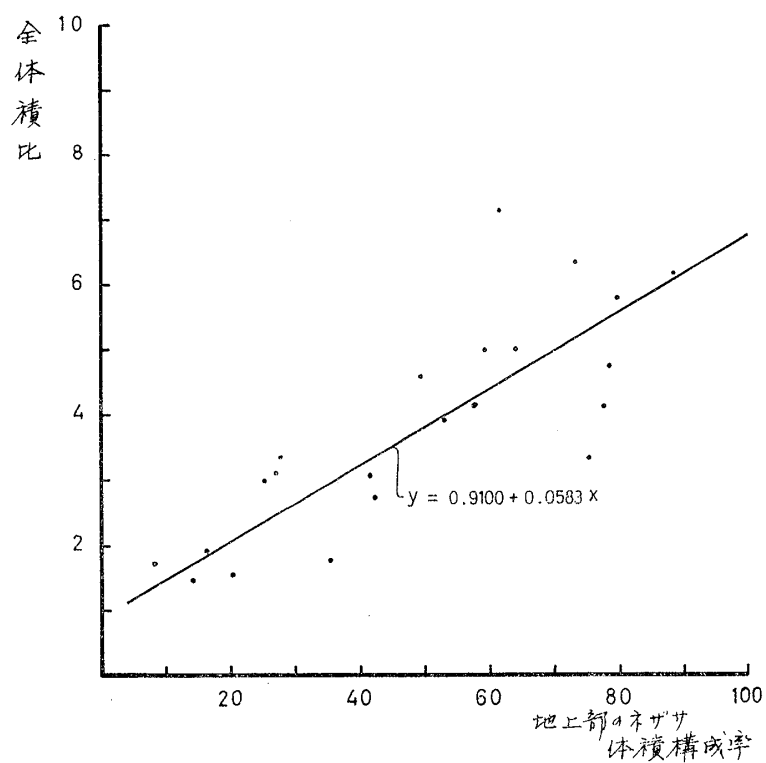
測 定 結 果 取 纏 め 表

地下部/地上部		地上部における構成率				地下部における構成率			
重量比	体積比	ネザサ 重 量 (%)	ネザサ 体 積 (%)	ホモノ 科重量 (%)	ホモノ 科体積 (%)	ネザサ 重 量 (%)	ネザサ 体 積 (%)	ホモノ 科重量 (%)	ホモノ 科体積 (%)
5.48	4.99	59.3	59.2	26.4	26.9	75.6	75.7	11.4	11.6
13.70	12.31	52.2	51.8	32.4	35.3	79.9	79.9	9.9	10.1
7.49	6.91	57.7	57.3	27.9	28.2	77.6	77.3	10.7	11.0
5.51	4.14	77.9	77.6	22.1	22.4	74.2	75.6	4.1	4.2
4.65	3.94	53.0	53.1	43.7	44.8	75.6	75.8	20.4	20.3
2.30	1.91	16.7	16.2	67.1	67.2	58.2	58.0	27.0	27.7
3.30	2.76	41.5	42.3	30.0	29.2	61.4	62.6	19.8	19.6
3.61	3.11	25.5	26.9	48.5	46.2	59.3	60.7	17.6	17.5
4.04	3.33	75.2	75.3	17.5	17.2	87.4	87.7	6.0	6.4
3.60	3.00	27.1	25.2	63.2	65.5	56.8	56.8	28.4	28.7
4.26	3.27	26.8	27.7	43.8	42.5	46.6	46.5	13.0	14.2
3.78	3.11	40.6	40.8	44.8	44.5	65.8	66.1	17.3	17.9
11.47	9.79	80.7	80.1	9.4	7.6	80.7	80.8	2.7	2.9
7.18	5.79	77.4	79.4	18.4	16.8	91.9	92.1	5.3	5.6
9.20	7.49	79.0	79.7	14.7	13.7	85.4	85.7	3.7	4.0
6.78	6.17	89.6	88.5	4.5	5.8	96.2	95.2	0.7	0.8
10.72	8.88	79.3	79.3	17.0	17.2	70.8	71.7	5.9	5.9
6.11	4.75	94.5	78.5	13.6	12.3	84.5	86.0	7.5	7.6
6.10	5.00	62.9	63.9	32.7	31.5	80.9	81.0	7.5	7.6
7.69	5.95	30.3	34.0	69.4	65.6	61.3	62.3	37.6	36.6
5.37	4.59	49.1	49.3	31.7	32.7	74.9	75.8	5.6	5.4
4.95	4.13	56.4	57.6	32.2	30.9	78.5	78.6	12.6	12.8
7.89	6.34	72.6	73.4	23.3	22.0	88.4	88.4	4.3	4.7
8.50	7.10	66.8	61.3	22.0	27.7	90.6	90.4	2.9	3.5
6.93	5.63	63.9	64.2	27.6	27.0	80.5	80.8	9.2	9.1
3.38	3.09	42.1	41.6	32.0	37.2	83.4	83.6	7.1	7.5
2.51	1.78	36.1	35.3	4.06	40.0	61.4	62.4	39.1	40.0
0.93	0.82			80.7	78.4			49.6	55.9
1.71	1.24			70.7	68.9			43.1	44.2
1.22	1.01			75.9	74.1			45.8	49.5
1.59	1.10			77.8	82.0			62.9	63.9
0.71	0.58			99.1	98.9			87.7	93.6
0.88	0.68			95.5	96.6			85.8	84.2
2.08	1.72	7.9	8.3	75.8	73.7	16.8	17.3	72.4	72.1
2.22	1.54	22.0	20.4	72.5	73.6	45.3	45.9	49.4	51.3
1.88	1.46	13.5	14.4	85.2	84.6	40.4	40.9	56.9	56.2
2.05	1.52	17.6	17.2	79.2	79.3	43.0	43.0	53.8	53.8

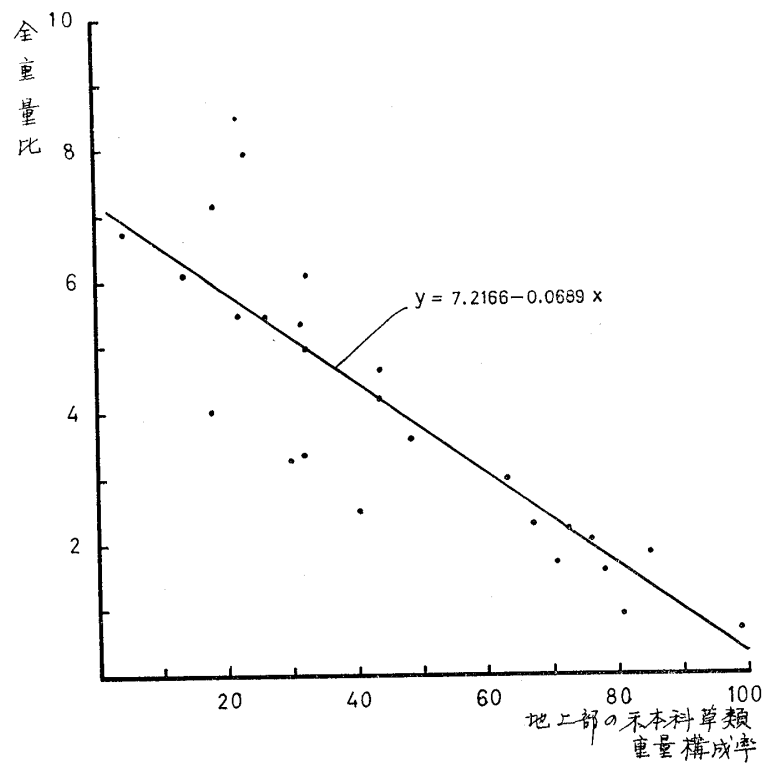
第13図(a) 地上部のネザサ重量構成率と全重量比



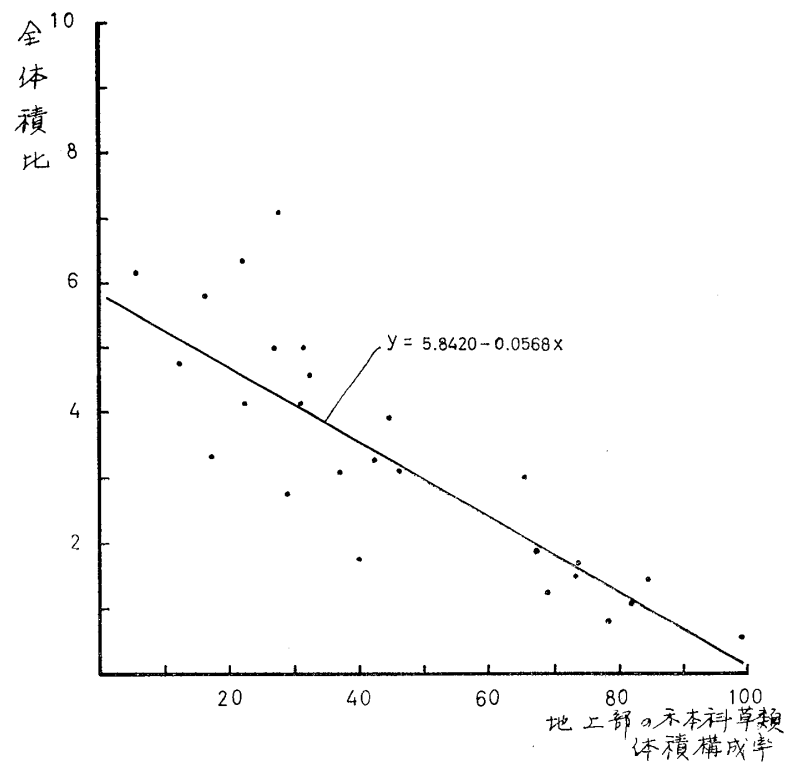
第13図(b) 地上部のネザサ体積構成率と全体積比



第13図(c) 地上部のホモノ科草類重量構成率と全重量比



第13図(d) 地上部のホモノ科草類体積構成率と全体積比



第 19 表 草生状態と全重量比及び全体積比との関係

相 関 事 象	r	回 帰 式	b の有意差 検 定 t	標準偏差
ネザサ重量構成率と全重量比	+0.94**	$y = 0.9741 + 0.0749 x$	11.89**	0.709
ネザサ体積構成率と全体積比	+0.74**	$y = 0.9100 + 0.0583 x$	7.34**	0.818
ホモノ科草類の重量構成率と全重量比	-0.84**	$y = 7.2166 - 0.0689 x$	7.64**	1.208
ホモノ科草類の体積構成率と全体積比	-0.75**	$y = 5.842 - 0.0568 x$	5.57**	1.345

(註) 内牧ネムノキ対照区 No. 2, 内牧ヤマハンノキ対照区 No. 1, 庇蔭区 No. 2, No. 5
の4ブロックは計算の際棄却された。

(6) 表層土中における根の量

調査した 30 ブロックにつき、牧野草の根の深さまでの表層土中に根の占める体積がい
くらになるかを算出したのが第 20 表である。すなわちこの表は $40 \times 40 \times (\text{根深}) \text{ cm}^3$ の
ブロック中における根の体積の百分率を示すもので、全般的には次のことが指摘される。

(i) 表層土の一定体積中に占める根の体積は、試験地により庇蔭の有無によって異な
る。その体積率の平均値はおおむね 1～2 % であって比較的少ない。

(ii) 庇蔭区における根の体積率(容積率)の大きい順は、長谷川 > 波野 > 内牧ケヤマ
ハンノキ > 内牧ネムノキ > 内牧クヌギとなり、対照区における順位は内牧ケヤマハンノ
キ > 内牧ネムノキ > 長谷川 > 内牧クヌギ = 波野となる。

(iii) ネムノキ庇蔭林は各試験地とも対照区より庇蔭区の方が根の体積率が大い。

(iv) 各試験地を通じて庇蔭区は対照区より牧野草の根が深くなっている。

Résumé

This is the report of six years' field work, spanning from 1953 to 1958, aiming at the clarification of the relationship between the shade and the structure for plant of forests for grazing, at the highlands in the middle part of Kyushu Region as the typical region of multi-purpose development, with emphasis on the presentation of basic technical data on the management of fields and forests for grazing.

The results as follows.

(1) The quantity of plant in the fields for grazing in each town and village is approximately 700~1400 g per square meter. (cf. Fig. 1 and Table 2) The comparison of quantities of plant of the pure field for grazing between the meadow and the pasture reveals that the quantity of plant in the meadow is about 5% greater than that in the pasture, the percentage of eatable plants in the meadow is 9% higher than that in the pasture, and the plant length is greater in the former than in the latter. (cf. Fig. 2 and Table 3)

Comparison of the combined forest for grazing and the control field for grazing shows that the quantities of plant do not differ much, but the percentage of eatable plants and the plant length are greater in the former than in the latter. (cf. Table 5) And the yields of plant from the field for grazing differ by conditions of location and soil types.

(2) As for the relation between the quantity of plant and the shade-effect, the preliminary study of the degree of shade and the plant of grazing field with the grille for shade revealed that a moderate shade increased the quantity of plant but an excessive shade decreased the quantity of plant than non-

第20表 Block 体積中における根の体積

調査地	庇 蔭 樹	プロット	樹幹より の 距 離 (m)	ブロック の 高 さ (cm)	ブロック 体 積 (m ³)	根 体 積 (m ³)	根 ブロック (%)
内 牧	ネ ム ノ キ	対照 1		30	0.0480	0.000599	1.25
		” 2		35	0.0560	0.000523	0.93
		平 均		33	0.0520	0.000561	1.08
		庇蔭 1	1.25	35	0.0560	0.000917	1.64
		” 2	4.00	35	0.0560	0.000900	1.61
		” 3	3.80	35	0.0560	0.000448	0.80
		” 4	3.80	33	0.0528	0.000434	0.88
		” 5	3.80	38	0.0608	0.000790	1.26
		” 6	3.90	42	0.0672	0.000704	1.05
		” 7	5.00	33	0.0526	0.000808	1.53
		” 8	2.00	45	0.0720	0.000591	0.82
		平 均		37	0.0592	0.000699	1.18
	ケヤマハンノキ	対照 1		27	0.0432	0.000759	1.75
		” 2		30	0.0480	0.000621	1.29
		平 均		29	0.0456	0.000690	1.51
		庇蔭 1	0.60	30	0.0480	0.000789	1.64
		” 2	0.80	35	0.0560	0.000822	1.47
		” 3	0.80	35	0.0560	0.000730	1.30
		” 4	0.70	35	0.0560	0.000718	1.28
		” 5	0.80	30	0.0480	0.000768	1.60
		” 6	0.85	31	0.0496	0.000668	1.35
		” 7	0.95	35	0.0560	0.000633	1.13
		” 8	0.70	35	0.0560	0.000604	1.08
		” 9	1.10	35	0.0560	0.000793	1.42
		平 均		33	0.0535	0.000725	1.36
	ク ヌ ギ	対 照		35	0.0560	0.000467	0.83
		庇 蔭		40	0.0640	0.000414	0.64
波 野	ネ ム ノ キ	対照 1		30	0.0480	0.000313	0.65
		” 2		40	0.0640	0.000387	0.61
		平 均		35	0.0560	0.000350	0.63
		庇蔭 1		30	0.0480	0.000318	1.29
		” 2		40	0.0640	0.001361	2.16
		平 均		35	0.0560	0.000990	1.77
長 谷 川	ネ ム ノ キ	対 照		46	0.0736	0.000746	1.01
		庇蔭 1	2.50	46	0.0736	0.001731	2.45
		” 2	2.00	50	0.0800	0.001742	2.18
		平 均		48	0.0768	0.001737	2.26

shade. (cf. Fig. 5) As for the effect of the shade tree on the plants of grazing field, the quantity of plant is minimum near the root of the shade tree and it increases gradually towards the parts under the outer edge of the crown where the quantity of plant reaches the maximum, and it decreases again gradually to reach a constant value.

The maximum yield of plant is about 1.2~1.4 times that from the control section (unshaded section), and the north direction gives the maximum and the south the minimum, (cf. Table 8 and Fig. 7)

(3) Prior to the survey of the influence of KUNUGI (*Quercus acutissima* Carr.) combined forests on the plant of grazing field, the authors compared the method of shade measurement by the density of crown cover and the method by the ratio of intensity of sunshine, and clarified that they were in contrarelation and the ratio of intensity of sunshine could be adopted as the measure of shade for practical purposes. (cf. Fig. 9)

The results of the survey of the plant of the grazing field show that the quantity of plant under crown cover density 0.5~0.6 or less is greater than that in unshaded field, and the quantity of plant reaches the maximum value at approximately 0.3 of the density of crown cover, the maximum value being 1.1~1.3 times that in the unshaded field. Consequently, the forests combined with stock-farming can be classified into the forest combined with grass-cutting primarily aiming at the increase of quantity of plant by forestation with secondary aim at the yield of standing crop (with approximately 0.3 of crown cover density), and the forest combined with stock-farming aiming at the yield of standing crop at the same time as at the quantity of plant (with approximately 0.6 of crown cover density). And an increased yield of plant can be expected by giving appropriate shading.

(5) As for the structure of plant for grazing above the ground and underground, the weight and volume of the plant above the ground are greater with most major species and the length of root is 30 cm or less excepting rare cases. The density in green of the part above the ground is approximately 0.8 and that of the underground part is greater, or approximately 1.0. (cf. Table 10) The comparison of the shaded area and the unshaded area shows that the ratio of the height of plant to the depth of the root is generally greater in the unshaded area than in the shaded area, and accordingly the weight of the root is greater. (cf. Tables 12 and 13) The ratio of weight of stalks and that of leaves of NEZASA (bamboo grass) increases gradually with the height of plant. (cf. Fig. 12)

(6) As for the structure of the part above the ground and underground of plants for grazing in the unit area, since the soil of the shaded area is generally softer than that of the unshaded area, the roots of all species of plants grow somewhat deeper in the shaded area than in the unshaded area. (cf. Photo 9) The subterranean stem of NEZASA is about 0.4 cm in diameter and the total length of stem per square meter reaches 100~260 m, or an average of 140 m. (cf. Table 15) The root system of shading trees is deeper than the root systems of grasses. KUNUGI (*Quercus acutissima* Carr.) is deep-rooted (cf. Photo 10), and fertilizing trees are shallow-rooted and have root tubercles on them. (cf. Photos 11 and 12) The weight of the underground part is greater in the shaded area, as with the part above the ground. A high correlation is observed between the underground structure and the plant growth above the ground (cf. Fig. 13), and the structure of the underground part can be estimated from the structure of major plant species above the ground.