

混牧林経営に関する基礎的研究 第5報

東北地方における針葉樹人工林の 役肉牛放牧について

経営部経営第二科営農林牧野研究室*

東北支場経営部経営第三研究室*

目 次

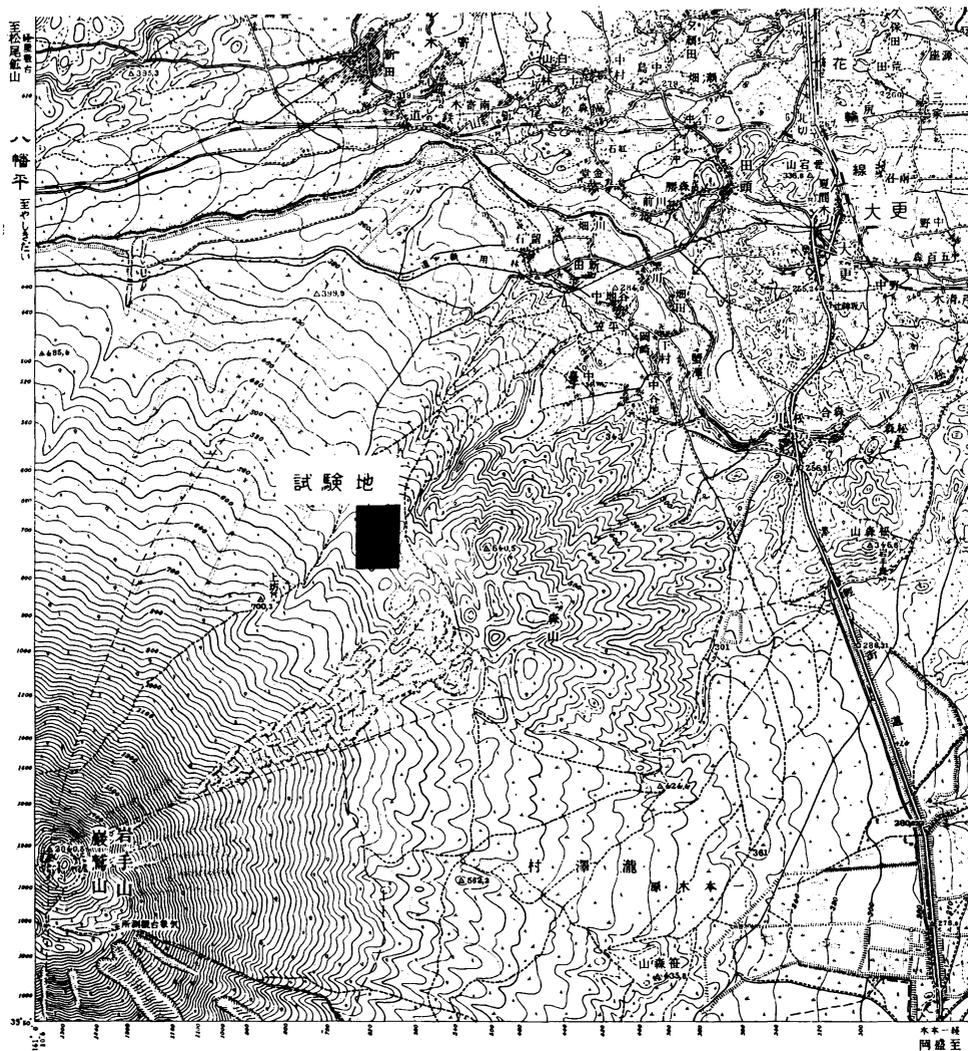
I 研究の目的	2
II 試験地の概況	3
1. 位置	3
2. 気候	3
3. 地況	3
4. 林況	4
5. 林床植生	4
III 試験計画と実行	5
1. 試験地の施業	5
2. 試験牧区の種類（放牧の方法）	5
3. 放牧要領	6
4. 調査方法	6
IV 試験結果と考察	8
1. 放牧強度について	8
2. 放牧牛の発育	10
3. 放牧に対する林木の反応	15
4. 放牧に対する植生の反応	40
V 結 論	50
VI 摘 要	51
付 表	54
Résumé	57

* 本研究はつぎのように分担して実行した。研究計画の立案と試験地の設定については、本場井上揚一郎（経営部営農林牧野研究室長）と東北支場寺崎康正（経営部長兼前経営第三研究室長）および岡野誠一（前経営第三研究室現高萩試験地）が当たり、試験期間中の調査および試験地と家畜の管理は主として東北支場岡野誠一、川崎金治（経営第三研究室）、高橋辰五郎（同前）らが受けもったが、本場からは井上揚一郎、岩元守男（営農林牧野研究室）がこれに参加した。また取りまとめは、あらかじめ東北支場において寺崎康正、岡野誠一、川崎金治、高橋辰五郎らが行ない、これの組立てと報文の作製は井上揚一郎があたり、金野賢郎（営農林牧野研究室）と山脇泉（同前）がこれに協力した。なお、家畜の健康診断と測定は獣医師高橋良夫（岩手県岩手郡西根町）および原八男（同町）、故渡部義清（同県同郡滝沢村）が担当した。

I 研究の目的

主題の「混牧林経営に関する基礎的研究」の目的については、すでに第 1 報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（林業試験場研究報告 No. 139）において述べたとおりである。

また、本研究の組立てについてもすでに第 1 報で紹介したが、林地としては天然生林と人工林を選び、これに役肉用牛と綿羊を組み合わせ、地域を変えて実行した。そして、①広葉樹天然生林と役肉用牛、②針葉樹人工林と役肉用牛、③広葉樹天然生林と綿羊、④針葉樹人工林と綿羊の 4 形態のうち、①については第 1 報（No. 139）と第 2 報（No. 148）で報告し、③については第 4 報（No. 173）で、④については第 3 報（No. 172）でそれぞれ報告した。したがって本報告書は②の分にあたるわけで、東北地方における針



第 1 図 試験地位置図

Fig. 1 Location of experimental area.

葉樹人工林としてカラマツ造林地をもとめ、これに黒毛和種を配した結果を取りまとめたものである。

本研究の実施にあたり、種々ご配慮をいただいた当場坂口場長、東北支場片山前支場長、および渡辺現支場長に深謝するとともに、試験地の選定および本研究のために指導をいただいた経営部小幡前部長 (現林試研究顧問) および経営部原部長に厚く感謝する。また放牧家畜の管理にあたった放牧看視人工藤藤太郎 (西根町) および中村助次郎 (松尾村) の両氏に謝意を表す。

II 試験地の概況

1. 位置

試験地は岩手県の北部を占める岩手郡西根町大字平笠地内に設けた。試験地に接する東西北部は一带に国有林野であって、青森営林局岩手営林署の北上川上流経営計画区に属している。そして、試験地は525林班は小班内に設定した。試験地は、国鉄花輪線大更駅の南西約7kmの地点にあり、さらに南西約5kmで岩手山 (標高2041m) の頂上に達する。

したがって、本試験地は岩手山の東北山麓地帯にあたり、広大な裾野の一部を占めており、隣接する南部は戦後開拓用地として所属替えをしたものであり、現在も耕作がつけられている (第1図)。

2. 気候

本試験地内での、1962年 (放牧1年次) から65年 (放牧4年次、終了年) までの4年間の観測によれば、つぎのようである。すなわち、放牧開始の6月から、放牧終了の10月までの各月の最高気温の平均は、8月がもっとも高く25.7°C、10月は15.0°Cでもっとも低い。最低気温は7~8月が約16~17°Cであるが、10月には約4°Cになり相当に気温は低下する。したがって、平均気温は6~9月は約16~21°Cで経過するが、10月には約9°Cとなり、秋季における気温の低下が目だつ。このような気象環境にあるため、終牧の時期については考慮しなければならない。

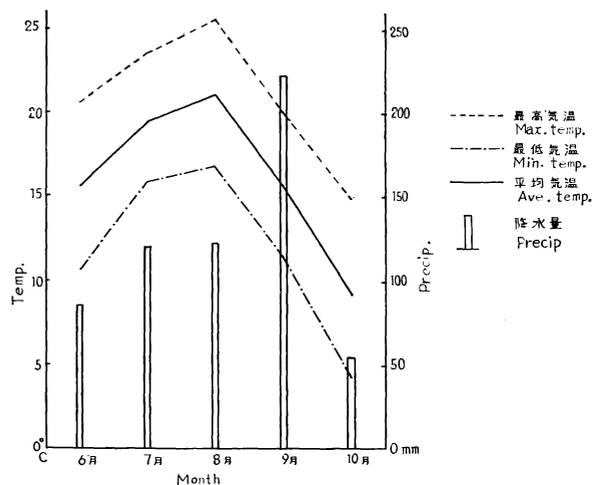
年間降水量については、3か年の平均 (1963~65) で9月が若干多量で200mmを越え、7月と8月は100mm余となっている。そして、10月は比較的少なく50mm余となっている。

なお、第1報の試験地と本試験地は隣接町村ではあるが、本試験地の方が若干気温が高く、降水量が少ない (第2図)。

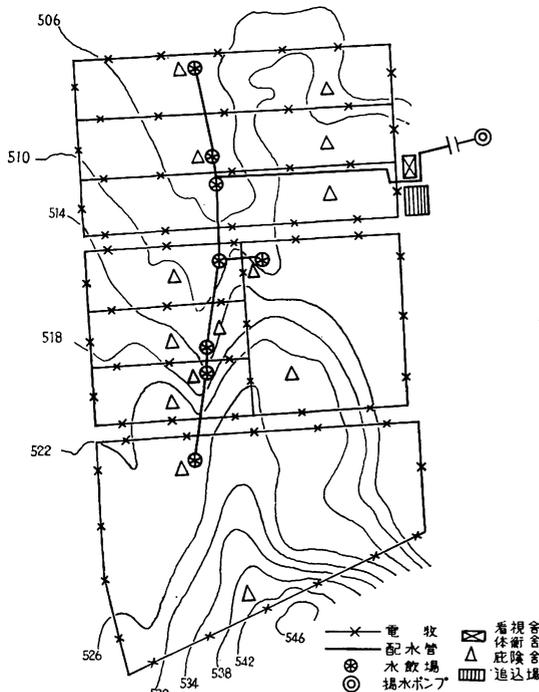
3. 地況

この地域一帯は前記のように、岩手山の東北山麓地帯にあたり、したがって概括的にみれば東北面の緩傾斜地となっている。しかし、試験地のほぼ中央地帯には東北方に走る浅い凹地があり、また東部地帯は道路および沢にむかって、比較的急傾斜面をつくって流れている。

試験地の区域は別図のように、標高480~546mの間のほぼ矩形形状の地域であるが、試験牧区はこの中の標高約505~540mの



第2図 気温と降水量
Fig. 2 Air temperature and precipitation.



第3図 試験地の地形と施設

Fig. 3 Map of experimental area.

ある。すなわち、1960年に岩手営林署によって地ごしらえを行ない、同年の春と秋の2回にわたってカラマツを植栽した。植栽本数はhaあたり3,000本(1.8×1.8m)を規準としたが、実測した結果では2,300~3,000本、平均2,700本であった。また春と秋の2回にわたって植栽したが、試験牧区はほとんど1960年秋の植栽地域にあっていた。試験放牧は1962年の春から開始し、65年の秋に一応終了したので、放牧は3年生のカラマツ造林地を対象として始められ、6年生林で終了したことになる。

5. 林床植生

前にも述べたように、本試験地においては落葉広葉樹の稚樹、低木類、ササ類、その他の草本類などによって占められていたが、各グループごとの状況はつぎのようである。

イネ科草類では、ススキ、サイトウガヤ、ハネガヤ、ヤマカモジグサなどが広く分布し、局部的にシバが出現していた。スゲ類では、ヒカゲスゲがもっとも優勢であり、ササ類ではクマイザサ1種だけであった。

双子葉雑草類では、オミナエシ、アキカラマツ、ノアザミ、ニガナ、オカトラノオ、キジムシロ、ノチドメなどが、単子葉雑草類ではマイヅルソウ、スズラン、オオバギボウシなどがとくに広い分布を示していた。

低木およびつる類では、ハンバミ、クロモジ、ガマズミ、タラノキ、モミジイチゴ、コマユミ、ツタウルシ、ヤマブドウ、ツルウメモドキ、アケビなどの出現度が高かった。

落葉広葉樹ではミズナラ、ヤマウルシ、アオダモ、ハウチワカエデなどが優勢であり、またアカマツの

地帯に、急傾斜地を除いて設定した。したがって、軽度全季牧区は若干変化がみられたが、他の7牧区はほぼならされた地形であるといえよう。

地質は第3紀新火山系に属し、岩手山の噴出にともなう火山灰および火山砕屑物で構成され、土壌は火山灰土で、深度中、結合度堅、やや乾性である(第3図)。

4. 林況

この地域一帯は、本試験を開始する9~12年前はアカマツ天然生林であった。この天然生林に対して、1950年から53年にかけて天然更新を行なうべく、母樹を若干残して伐採した。ところが天然更新が計画どおり良好に行なわれたのは、全面積33haのうちこれの約半分にあたる16haであって、残り17haは天然更新が思わしくすすまなかった。したがって、林地は落葉広葉樹の稚樹、低木類、およびササ類やイネ科草本類などの優勢な植生へと移行した。

本試験地はこのような林地に設定したもので

稚樹も相当にみられた。

III 試験計画と実行

1. 試験地の施業

前記のように、カラマツの植栽は1960年の春と秋に行なったが、この付近一帯にカラマツ先枯病が発生したので、1960年10月に病害をうけたカラマツの枝を切除して防除した。なおこの作業はその後もつづけ、放牧終了の1965年秋まで毎年実行して防除につとめた。また1961年と62年の春に補植をし、61年7月に下刈を行なった。したがって、試験放牧第1年次は、補植も終わり、下刈も前年に実行した林齢3年の造林地であった。

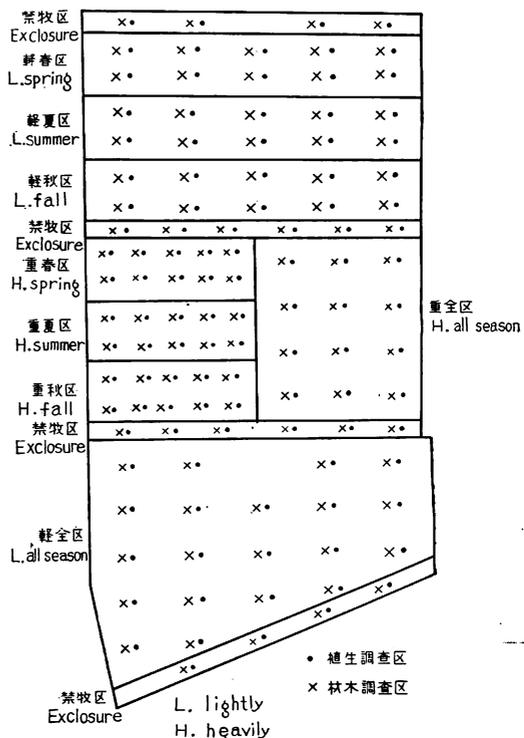
放牧施設としては、61年7～10月の間につきの施設を設けた。まず、隔障物としては電気牧柵を用い、カラマツ杭木を10mに1本の割合に打ち込み、電線は亜鉛引鉄線12番を2段張りとし、8牧区全体をかこった。水飲場は民有地内にある湧水を水源とし、これを3馬力のポンプで揚水し、さらに硬質ビニールパイプ(口径13～20mm)で各牧区に1か所の木製水槽に配水し、また放牧看視舎の飲用水とした。庇陰舎は高さ2.1mに2.4×2.4mのヤグラをたて、これにヨソズを張り、各牧区に2か所設けた。放牧看視舎は第1報の試験に用いたものを移築し、各牧区の眺望のきく高台に建坪29.7m²の中に体重測定のための体衡器も設置した。

以上の各施設は61年中にすべて完成し、したがって62年春からの試験放牧は順調に始められた。

2. 試験牧区の種類 (放牧の方法)

本試験は第1報において述べたように、混牧林施業の基礎資料を得ようとする一連の研究の一部をなしているものであり、はじめに設計した組立てに基づいて本試験も実行したものである。したがって、試験牧区の種類も前報に準じてとった。

すなわち、放牧強度によってまず軽度牧区と重度牧区の2区に分けたが、前報同様に放牧地面積を1:2にとることによって、両強度の差をつけた。さらに、両強度牧区とも放牧季節によって、春～秋の全季節放牧する全季節牧区と、各季節だけ放牧する季節牧区、すなわち春牧区、夏牧区、秋牧区を設け、計4牧区とした。したがって、これに放牧強度を組み合わせれば、合計8牧区となり、さらに放牧を行わない禁牧区を加えて9牧区を設けた。各牧区の配置は第4図のようであり、季節の内容はつぎの



第4図 試験牧区と調査区の配置
Fig. 4 Experimental pasture and permanent plots.

ようである。

放 牧 方 法	牧 区 の 略 称	放 牧 期 間	放 牧 地 面 積
① 軽度一全季放牧	軽 全 区	6月20日 ~ 10月20日	3.40ha
② " 一春季放牧	軽 春 区	6月20日 ~ 7月31日	1.14
③ " 一夏季放牧	軽 夏 区	8月 1日 ~ 9月10日	1.13
④ " 一秋季放牧	軽 秋 区	9月11日 ~ 10月20日	1.13
⑤ 重度一全季放牧	重 全 区	軽度放牧と同じ	1.62
⑥ " 一春季放牧	重 春 区	同 上	0.54
⑦ " 一夏季放牧	重 夏 区	同 上	0.54
⑧ " 一秋季放牧	重 秋 区	同 上	0.54
⑨ 放牧を行なわない	禁 牧 区		0.20

放牧強度は前記のように、放牧牛に与える面積によって差をつけ、軽度牧区では放牧期間中の1頭あたり面積を2.0ha、重度牧区では同じく1.0haを目標として設定したが、地形などの点で若干これより狭くなり、1頭あたり面積は軽度牧区では約1.7ha、重度牧区では約0.8haとなった。

放牧日数は6月20日~10月20日の約120日間を目標とし、全季放牧ではこの期間をとおして、季節放牧はこれを3等分して約40日間ずつの放牧とした(第4図)。

3. 放牧要領

放牧頭数は2頭を1群として各牧区に入牧させ、たとえば6月20日には軽全区2頭、軽春区2頭、重全区2頭、重春区2頭という状態で入牧させた。そして各牧区に入牧した個体は、そのまま退牧まで使用し、たとえば軽春区に入牧した個体は軽夏区、軽秋区と移動して終牧とした。

供試牛は黒毛和種とし、松尾村の農家から放牧期間中借り上げた。放牧第1~第2年次には育成牛を用い、第3~第4年次は第1または第2年次に入牧した成牛を用いた。放牧期間中は食塩と少量のフスマを混合して与えた。放牧期間中看視人1名を看視舎に常住させ、家畜の看視および行動の記録をさせた。なお試験放牧を開始する7~10日前に全頭を試験地に隣接する予備放牧地に入牧させ、山地の環境になれさせた。また、入牧転牧時に小型ピロプラズマ病の治療剤(商品名バマキン)を全頭に注射した。

4. 調査方法

1) 放牧家畜について

A. 体重測定 入牧時と、2回の転牧時および退牧時の計4回にわたり、全頭の体重を体衡器によって測定する。測定は前日の17時に追込場に入れ、1晩絶食状態とし翌日の9時に行なう。

B. 体尺測定と健康診断 体重測定時に体高、体長、斜体長、胸囲、腰角幅、管囲の6部位も同時に、体尺計(日本ホルスタイン協会規定)と巻尺を用いて測定する。また同時に体温、脈搏その他を検診するが、以上はすべて獣医師によって行なう。

2) 植生について

A. 固定コドラートによるもの

a. 測定事項 1.5×1.5mのコドラートにより被度と草丈を測定する。被度率は4~+の6階級とし植物種ごとに見積もる。草丈は各種ごとに平均的な高さを測る。なお、固定コドラートの各牧区の設定数はつぎのようである。

軽 全 区 20個 重 全 区 12個

軽 春 区	10個	重 春 区	10個
軽 夏 区	10 "	重 夏 区	10 "
軽 秋 区	10 "	重 秋 区	10 "
禁 牧 区	20 "	合 計	112 "

b. 測定時期 6月20日の開牧直前に全コドラート一斉に測定する。なお測定年次は第1回1962年, 第2回64年, 第3回66年とする。

B. 移動コドラートによるもの

測定事項 2×2mのコドラートにより, 重量を測定する。この際, イネ科草類, 雑草類, スゲ類, ササ類, シダ類, 木本類の6グループを単位とする。測定は生重量とし, 刈取法と見積法とをあわせて用いる。コドラートは各牧区につきの個数を設定し, 測定は入牧時と退牧時の2回行なう。

軽 全 区	20個	重 全 区	12個
軽 春 区	10 "	重 春 区	10 "
軽 夏 区	10 "	重 夏 区	10 "
軽 秋 区	10 "	重 秋 区	10 "
禁 牧 区	20 "	合 計	112 "

C. 利用率の見積り

退牧した直後に, その牧区について, 採食された植物の種, 部位, 高さ, 状況などについて記録する。

3) 林木 (カラマツ) について

10×10mの固定プロットを設け, 各個体ごとに, つぎの事項について測定する。

樹高, 傷害の有無, 傷害木については傷害の種類, 傷害の位置, 傷害の程度, 樹型。固定プロットはつぎのように設定する。

軽 全 区	20個	重 全 区	12個
軽 春 区	10 "	重 春 区	10 "
軽 夏 区	10 "	重 夏 区	10 "
軽 秋 区	10 "	重 秋 区	10 "
禁 牧 区	20 "	合 計	112 "

5. 放牧実績

放牧期間 前に述べたように, 開牧は6月20日, 終牧は10月20日と計画したのであるが, とくにその年次の気象の状況および植生の状態を勘案して, 開牧と終牧の日を決定した。その結果, 開牧は6月16~30日の間に行なわれ, また終牧は10月12~20日の間になされた。そして, 3, 4年目においては一般に開牧日をなるべく早くして終牧日も早めるように配慮したのであるが, これは当地方の晩秋の低温が早目に訪れ, 飼料植物の不足を招くことが1, 2年目の試験によって観察されたことによるものである。

放牧日数 放牧日数も前述のように, 120日間を目標としたのであるが, 放牧結果によれば, これより少なかった。すなわち, 全季放牧では93~116日間, 季節放牧では1季節 31~40日間の放牧を行なったことになるが, 重度牧区は軽度牧区よりも若干少なかった。すなわち, 4年間の平均で1年あたり全季放牧では軽度の107日に対し重度は104日で, 春放牧においても同様に34日に対し31日, 夏放牧では40日対39日, 秋放牧では34日対31日という状態であり, わずかながら重度牧区が少なかった (第1表)。

第1表 各牧区の放牧日数と頭数

Table 1. Number of grazing days and heads in each pasture

		軽度区 Lightly grazing			重度区 Heavily grazing		
牧区	年次	放牧期間	放牧日数	延放牧頭数	放牧期間	放牧日数	延放牧頭数
Pasture	Year	Grazing period	No. of days	Total head	Grazing period	No. of days	Total head
全季区 All season	1962	VI. 30~X. 20	113	226	VI. 30~X. 20	113	226
	63	VI. 20~X. 13	116	232	VI. 20~X. 6	109	218
	64	VI. 16~X. 10	100	200	VI. 16~X. 3	93	183
	65	VI. 16~X. 12	100	200	VI. 16~X. 12	100	185
	平均 Average			107		104	203
春区 Spring	1962	VI. 30~VII. 31	32	64	VI. 30~VII. 31	32	64
	63	VI. 20~VII. 31	42	84	VI. 20~VII. 20	31	62
	64	VI. 16~VII. 15	30	60	VI. 16~VII. 15	30	45
	65	VI. 16~VII. 15	30	60	VI. 16~VII. 15	30	45
	平均 Average			34		31	54
夏区 Summer	1962	VIII. 1~IX. 10	41	82	VIII. 1~IX. 10	41	82
	63	VIII. 1~IX. 6	37	74	VIII. 1~IX. 4	35	70
	64	VII. 25~IX. 2	40	80	VII. 25~IX. 2	40	60
	65	VII. 29~IX. 6	40	80	VII. 29~IX. 6	40	60
	平均 Average			40		39	68
秋区 Fall	1962	IX. 11~X. 20	40	80	IX. 11~X. 20	40	80
	63	IX. 7~X. 13	37	74	IX. 7~X. 6	30	60
	64	IX. 11~X. 10	30	60	IX. 11~X. 3	23	38
	65	IX. 13~X. 12	30	60	IX. 13~X. 12	30	45
	平均 Average			34		31	56

延放牧頭数 1群2頭としたので、放牧日数の2倍が、延放牧頭数となるのであるが、実際には草生状態によって頭数のコントロールを行なったので、重度牧区では若干の差がみられた。すなわち、全季放牧では軽度は1年あたり延214頭の頭数であったが、重度牧区では203頭であった。また、春放牧では68頭に対し54頭で重度牧区は相当に少なく夏放牧でも80頭に対して68頭、秋放牧においても68頭に対して56頭であった。したがって、重度牧区は軽度牧区に対して全季区では約5%減、春区と秋区では20%減、夏区では15%の減となっている。

IV 試験結果と考察

1. 放牧強度について

各牧区の延放牧頭数については、前述のとおりであるが、放牧試験を開始した1~2年次は月齢14~18か月の育成牛を供試しており、また3~4年次は成牛を用いている。したがって、各牧区とも放牧された牛の体重は1~2年次と3~4年次では相当な差があり、さらに同年次においても、個体による差および

放牧頭数による差によって牧区間の差も若干みられるのである。したがって、第1報にならい各牧区間の放牧強度を放牧された総体重量をもとにして、一応そろえてみることにした。

1) Cow day

第1報と同様に、体重 500 kg の牛を1日間放牧した場合を1 cow day として計算した (以下 cow day を c. d と略す)。まず全季放牧では、軽度牧区が 107~143 c. d, 重度牧区では 94~120 c. d, 4年間の平均で1年あたりしてみれば軽度の 125.5 c. d に対して、重度は 112.4 c. d で若干少なかった。つぎに季節放牧を4年間の平均でみれば軽度牧区では1季節あたり 35.3 c. d (春区)~44.6 c. d (夏区)であったが、重度牧区では 26.2 c. d (春区)~34.6 c. d (夏区)であった。したがって、季節放牧区としては軽度の 120.0 c. d に対して重度は 89.6 c. d となり、重度季節牧区はもっとも少なかった (第2表)。

第2表 各牧区の年次別 cow day
Table 2. Actual cow day on each pasture

牧 区 Pasture	年 次 Year	軽 度 区 Lightly grazing			重 度 区 Heavily grazing		
		総体重量 Total cattle weight kg	Cow day	30 cow day あたり面積 ha/30 cow day	総体重量 Total cattle weight	Cow day	30 cow day あたり面積 ha/30 cow day
全 季 区 All season	1962	57,585	115.2	0.885	59,777	119.6	0.405
	63	53,546	107.1	0.951	46,761	93.5	0.519
	64	71,384	142.8	0.714	59,408	118.8	0.408
	65	68,340	136.7	0.746	58,760	117.5	0.414
	平均 Average			125.5	0.824		112.4
春 区 Spring	1962	15,411	30.8	1.111	14,573	29.1	0.558
	63	17,329	34.7	0.987	11,687	23.4	0.693
	64	19,998	40.0	0.855	13,914	27.8	0.582
	65	17,910	35.8	0.955	12,225	24.5	0.661
	平均 Average			35.3	0.977		26.2
夏 区 Summer	1962	20,771	41.5	0.816	19,434	38.9	0.417
	63	15,488	31.0	1.095	13,986	28.0	0.579
	64	27,464	54.9	0.618	19,032	38.1	0.426
	65	25,440	50.9	0.667	16,700	33.4	0.485
	平均 Average			44.6	0.799		34.6
秋 区 Fall	1962	21,824	43.6	0.777	19,920	39.8	0.408
	63	16,339	32.7	1.038	12,240	24.5	0.660
	64	21,348	42.7	0.795	12,371	24.7	0.657
	65	20,610	41.2	0.823	13,110	26.1	0.618
	平均 Average			40.1	0.858		28.8

2) 30 c. d あたりの放牧地面積

以上述べたような各牧区で維持された c. d をつぎに実際に放牧された放牧地面積との関係で考察してみることにする。そのために、30 c. d を維持するために使用された放牧地面積をもとめ、牧区ごとの比較

をしてみる。

軽度牧区においては、4年間の平均で1年あたり全季牧区が0.824 ha (0.714~0.951 ha) を使用し、春牧区では0.977 ha (0.855~1.111 ha) で軽度牧区の中でもっとも使用面積が多かった。夏牧区では0.799 ha (0.618~1.095 ha) となっており、また秋牧区では0.858 ha (0.777~1.038 ha) であった。したがって、軽度牧区ではもし4か月放牧するとすれば、500 kg の体重の牛1頭に約3.2~3.9 ha の放牧地を使用したことになる。

重度牧区においては、全季牧区が0.437 ha (0.405~0.519 ha) を使用し、春牧区では0.624 ha (0.558~0.693 ha) で軽度牧区と同様にもっとも使用面積が多い。夏牧区では0.477 ha (0.417~0.579 ha)、秋牧区では0.586 ha (0.408~0.660 ha) であった。したがって、4か月放牧をするとすれば、重度牧区においては約1.7~2.5 ha を使用したことになる。

つぎに軽度牧区と重度牧区の両者を比較してみると、重度牧区を100として軽度牧区の指数をもとめればつぎのようである。まず、全季牧区においては重度の100に対して軽度は189となり、軽度は重度の約90%増であった。春牧区では軽度は157となり、約60%の増、夏牧区では168で約70%の増、秋牧区では146で約50%の増となっている。つぎに、両強度の比較を全季牧区と季節牧区にとまとめてみれば、全季牧区では前記のように100対189であるが、季節牧区では100対157となり、全季牧区では軽度は重度の約90%増であったが季節牧区では60%弱の増にとどまっている。したがって、軽度の全牧区と重度の全牧区との比較では165対100となり、軽度は重度の65%の増となっている。

以上のように、軽度と重度は放牧地面積を2対1の割合で設定したのであるが、4年間の放牧結果をcow dayによって比較してみれば、165対100であった。しかし、牧区間に若干の差があり、全季牧区では両強度差がもっとも顕著で189対100、また秋牧区がもっとも差が小さく146対100となっている。両強度牧区の内容をまとめてみればつぎのようである。

軽度牧区 30 cow day の維持に約0.8~1.0 ha の林地を使用し、これは重度牧区の約1.5~1.9倍の面積にあたる。

重度牧区 30 cow day の維持に約0.4~0.6 ha の林地を使用し、これは軽度牧区の4割内外の減にあたる。

2. 放牧牛の発育

1) 健康状態

開牧時と終牧時、およびその中間に2回、計4回にわたり定期的に獣医師による健康診断をおこない、そのほか異状のあるときは随意に検診をしたのであるが、4年間をとおしてとくに放牧牛の健康が阻害されたということはなかった。すなわち、1~2年次の育成牛の放牧中には、4回の定期診断だけで済み、診断時における体温や脈搏や栄養などの総合判定においては異状がみられなかった。

ただ、3年次の成牛の放牧中に病牛が1頭発生した。すなわち、9月下旬に月齢45か月体重440~470 kg の雌牛(妊娠中)に小型ピロプラズマ病が発病した。直ちに下牧させ治療の結果、健康をとりもどしたが、この牛はそのまま退牧させて舎飼に移した。4年次の成牛放牧においては事故や病気の発生はみられなかった。

以上のように第3年次に1頭の病牛の発生をみたけれども4年間をとおしてみれば、このような放牧条件下において、とくに放牧牛の健康を低下させたとはいわれず、一応供試牛の健康は普通に維持されたと

みることができよう。

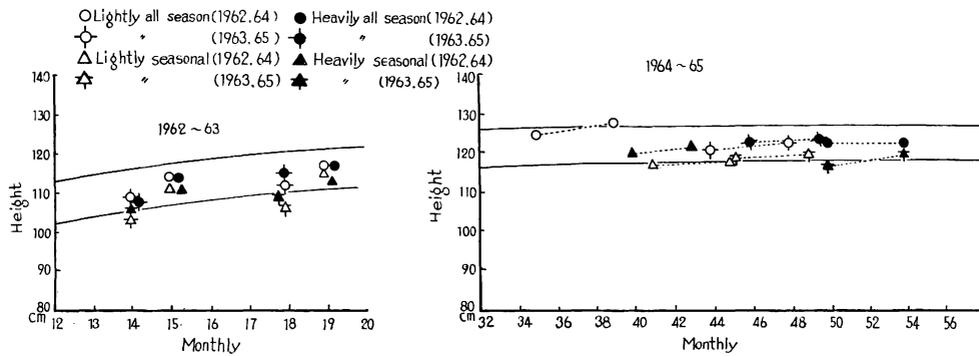
2) 体 尺

放牧牛の体尺は、調査方法の項において述べたように、体高、体長、斜体長、胸囲、腰角幅、管囲の6部位について測定を続けたが、これらの中から体高、胸囲、腰角幅の3部位をとりあげ、入牧時と退牧時の状況について述べてみる。なおこのような発育の状況は、すべて熊崎 (1955) の正常発育の範囲を示す数値との比較で考察することにする (第5図)、(第6図)、(第7図)。

a. 育成牛

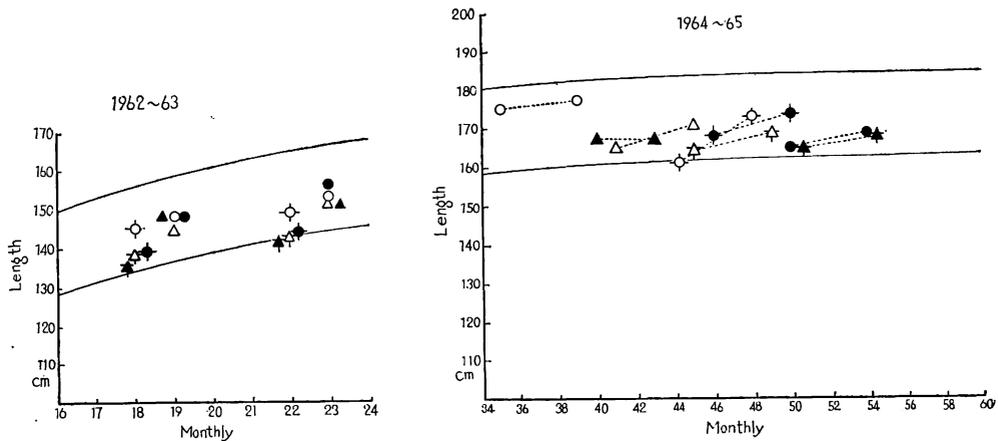
1年次においては月齢15か月のものが多く入牧したので、放牧は15~19か月にわたったことになる。まず、体高についてみれば入牧時が111~114 cm、退牧時が113~117 cm であって、正常発育の範囲を示す両曲線のほぼ中央に分布していた。胸囲については、入牧時が144~148 cm、退牧時が151~156 cmで、これも両曲線のほぼ中央に分布していた。腰角幅については、入牧時が38~39 cm、退牧時が39~42 cmで、これもほぼ中央に分布していた。

2年次においては、月齢14か月のものが多く入牧したので、放牧は14~18か月にわたって実行されたこ



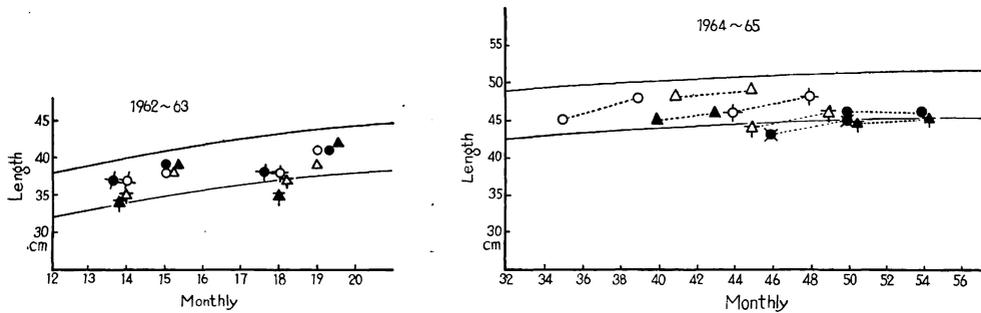
第5図 体高の正常発育曲線との比較

Fig. 5 Trends in height at withers.



第6図 胸囲の正常発育曲線との比較

Fig. 6 Trends in heart girth.



第 7 図 腰角幅の正常発育曲線との比較

Fig. 7 Trends in width of hips.

とになる。体高についてみれば、入牧時には下限を示す曲線よりはずれたものが 1 牧区（軽度季節区）みられたが、他は 106~109 cm で中央下部に分布しており、退牧時には 2 牧区（軽度季節区と重度季節区）が下限からはずれ、他は 112~115 cm で下限近く分布した。胸囲については、入牧時が下限近く、そして退牧時も同様であったが、若干はずれたものもあった。腰角幅は入牧時が中央および下限近くに、退牧時には 3 牧区が下限近く、1 牧区（重度季節区）が若干これよりはずれた。

以上のように、育成牛を供試した場合は、1 年次においては 3 部位とも、ほぼ正常発育を示す両曲線の範囲内におさまって、正常に維持されたようであるが、2 年次においては下限からはずれた牧区も若干みられ、やや 3 部位の発育がにぶかったようにみられる。

b. 成 牛

3~4 年次の成牛を供試した場合は、放牧牛の月齢が約 30 か月から約 60 か月にまたがっていたが、これらを一括して観察してみる。体高についてみれば、一般に上限と下限のほぼ中央、および下限寄りに分布していたが、3 年次の軽度季節区と 4 年次の重度季節区が下限から若干はずれており、また 3 年次の軽度全季節区は上限に分布していた。胸囲についてみれば、2 年間にわたり、各牧区とも大部分が範囲内であったが中央と下限の間に分布するものが多かった。ただ 3 年次の軽度全季節区は、上限近くにあった。腰角幅は割合に分布の幅が広いようであり、3 年次では軽度の 2 牧区が中央よりやや上限寄りに、重度の 2 牧区はこれと逆の傾向があった。4 年次においては 1 牧区（軽度全季節区）はやや中央におさまったけれども、他の 3 牧区は下限付近および下限外に分布していたが約 4 cm 以内であった。

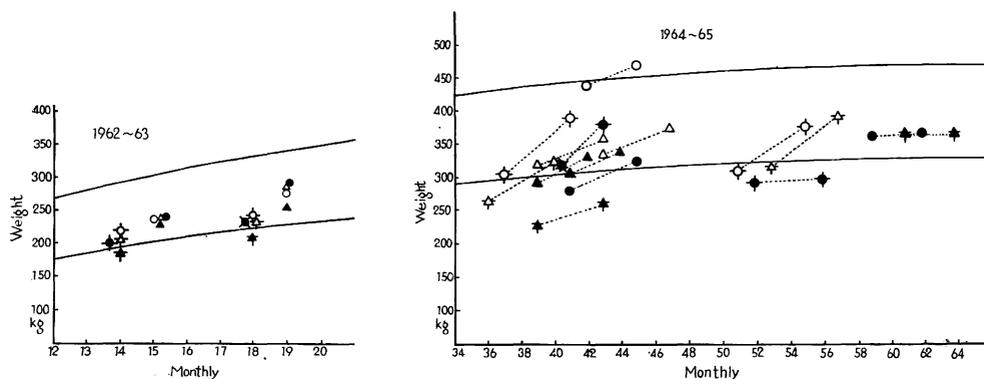
このように、成牛においては、3 部位の発育は良好といえないまでも、多くは正常発育曲線の中央から下限の間に分布しており、若干低い程度であった。

3) 体 重

A. 体重の推移

a. 育 成 牛

1 年次においては、入牧時の体重が 227~238 kg、退牧時が 253~291 kg であった。したがって、前記の正常発育の範囲を示す両曲線の中に、いずれも分布していたが、入牧時は若干下限寄り、退牧時は中央付近のものが多かった。2 年次においては、入牧時が 185~219 kg、退牧時が 208~243 kg であった。すなわち、重度季節区が 185~200 kg を維持し、入牧時も退牧時も下限の外にあり、若干低い体重量で推移したが、他の 3 牧区は両曲線の中にはいり正常発育とみられた（第 8 図）。



第8図 体重の正常発育曲線との比較

Fig. 8 Trends in cattles weight.

b. 成牛

3年次の成牛についてみれば、軽度全季区では2頭とも範囲にはいっていたが、1頭は下限寄りに、1頭は上限寄りに分布した。なお上限寄りの1頭が9月下旬に小型ピロプラズマ病におかされている。軽度季節区では2頭ともほぼ同様の推移を示し、320~340 kg で入牧し、360~380 kg で退牧しているのが、中央から下限の間に分布した。重度全季区では1頭は364~379 kg で推移し下限寄りに、1頭は入牧時は280 kg で下限外にあったが、退牧時は325 kg で範囲内におさまった。重度季節区では2頭ともほぼ同じ傾向を示し、入牧時が310 kg 内外、退牧時が335 kg 内外であった。したがって、入牧時は下限外にあり、退牧時には範囲内にはいったが下限付近に分布していた。

4年次の成牛についてみれば、軽度全季区では2頭ともほぼ同じ傾向で、入牧時が310 kg 内外、退牧時が380~390 kg であった。したがって、入牧時は下限付近にあったが、退牧時には中央付近に分布するようになった。軽度季節区においては、1頭は317~394 kg と推移し、入牧時には下限付近にあったのが、退牧時には中央まであがった。他の1頭は入牧時が265 kg で下限よりも約30 kg 低かったのであるが、退牧時には324 kg で下限付近に分布するようになった。

重度全季区では、1頭は入牧時321 kg 退牧時380 kg であって、下限付近から中央へと推移したが、1頭は入牧時も退牧時も下限外にあり292~299 kg と推移した。重度季節区では1頭は366~367 kg で範囲内にはいっていたけれどもほとんど動かず、1頭は229~259 kg と推移し、入退牧時とも下限よりも約50 kg 内外下がっていた。

以上2か年にわたる成牛の体重の推移について述べたが、これを総括してみれば、終始正常発育曲線の下限外に分布するものも4年次にはみられたが(重度の全季と季節の1頭)、概して入牧時には下限外にあって退牧時には範囲内にはいるものが多くみられた。しかし、一般に両曲線の下限寄りに分布することが多く、放牧牛の体重の推移は、良好とはいえないまでも正常とみることができよう。

B. 増体重量

以上述べた体重の推移は、入牧時と退牧時の体重を中心として、全季放牧の牧区と季節放牧の牧区の2つについて、放牧強度別にみた結果である。そこでつぎに各牧区に入牧中に増加した体重量について述べる。ところで、季節放牧の牧区は春区と夏区と秋区の3牧区に分割されているので、季節の牧区は3牧区ごとの増量をもとめ、これの計または平均を季節牧区の成績とする(第3表)。

第3表 放牧牛の増体重量
Table 3. Cattle weight gains on each pasture

		1頭あたり増量 kg/head	1日1頭あたり増 g/head/day	牧区あたり 取得量 kg/pasture	haあたり取得量 kg/ha
育成牛 Heifer	軽全区 L.A*	32	278	64	18.8
	軽季節区 L.S	37	321	73	21.5
	重全区 H.A	42	379	83	51.2
	重季節区 H.S	25	237	49	30.2
成牛 Cow	軽全区 L.A	48	470	94	27.7
	軽季節区 L.S	54	552	107	31.5
	重全区 H.A	25	272	48	29.8
	重季節区 H.S	-6	-97	-12	-7.1

* L.A Lightly-All season grazing, L.S Lightly-Seasonal grazing.
H.A Heavily-All season grazing, H.S Heavily-Seasonal grazing.

a. 各牧区の増体重量

育成牛を用いた2年間を平均してみれば、放牧期間中の1頭あたりの増量は軽度区が32~37kg、重度区が25~42kgとなっている。いま、この増量を1頭1日あたりにしてみれば、重度全季節区がもっとも多量で約380g、そしてもっとも少ないのが重度季節区区約240gとなっており、その差が約140gとなっている。したがって、軽度の2牧区はこの中におさまり、季節区は321g全季節区が278gとなっている。このように、育成牛を供試した1~2年次においては、放牧強度や放牧季節と増体重量との関係は顕著ではなかった。

成牛を供試した3~4年次の成績では、明らかに放牧強度の差がみられた。すなわち、1頭あたりもっとも増量の多いのは軽度季節の平均54kg(50~57kg)で、これについて軽度全季節の平均48kg(42~53kg)であった。ところが、重度牧区では全季節が平均25kg(18~31kg)となっており、さらに季節区では平均-6kg(-3~-9kg)で放牧中に減量している。はじめに述べたように、季節牧区については各季節ごとに増量をもとめ、これを合計して季節牧区の成績としたのであるが、重度季節区の減量は、春牧区と夏牧区における減量が、秋牧区における増量よりも多量であったことを示すものである。

したがって、1日1頭あたりの増量についてみても、軽度牧区では、季節区が552g(500~604g)、全季節区が470g(410~530g)であったのに対して、重度牧区では全季節区が272g(211~333g)にすぎず、さらに季節区においては日量97g(82~111g)の減量を見ている。このように、軽度牧区においては1日あたり400~500gの体重が増加したのであるが、重度牧区においては200~300gにすぎず、さらに季節放牧を行なった牧区では約100gの減量さえみても両強度の差が相当に顕著であった。

b. 取得体重量

まず育成牛を用いた場合の各牧区において取得した体重量を比較してみると、牧区あたりもっとも多量

であったのは重度全季区の 83 kg で、これについて軽度の季節区の 73 kg、および全季区の 64 kg となり、もっとも少量なのは重度季節区の 49 kg となっている。いま、放牧地面積の単位を同一として、ha あたりの取得量に換算してみれば、重度全季区は約 51 kg となりとくに取得量が多く、また重度季節区も約 30 kg となる。これに対して、軽度牧区は季節区が約 22 kg、全季区が約 19 kg となっている。このように ha あたりにしてみれば、重度牧区は 30~50 kg の体重量を取得し、軽度牧区ではこの約半量の 20kg 内外であった。

つぎに、成牛についてみれば、牧区あたりの取得量は軽度牧区が 107 kg (季節) ~94 kg (全季) で、100 kg 内外であったが、重度牧区においては全季区が 48 kg、そして季節区は 12 kg の減量となった。つぎに ha あたりの取得量に換算してみれば、軽度の 2 牧区と重度の全季区はほぼ同量となり約 28~32 kg を示したが、重度季節区は約 7 kg 落としている。

放牧牛が林地から取得した体重量の、各牧区の状況は以上のようなものである。すなわち、育成牛を供試した 2 か年においては強度間の差が顕著でなく、結局放牧地面積の狭い重度牧区の取得体重量が軽度よりも多量であった。しかし、成牛を供試した 2 か年においては、同一面積に換算しても重度の全季区は軽度牧区とほぼ同量となり、しかも重度の季節区はかえって減量となっており、重度放牧の不利を示している。

なお、4 年間の放牧によって、軽度全季区では約 320 kg、軽度季節区では 360 kg、重度全季区では約 260 kg、重度季節区では 74 kg の体重量を取得している。

3. 放牧に対する林木の反応

1) 試験放牧中の林況

試験放牧は 1962 年から 65 年までの 4 か年にわたって行なったが、この期間中の林況の概略について触れてみる。前記のように、カラマツの植栽は 1960 年に 1 ha あたり 3,000 本を標準にして実行したのである

第 4 表 各牧区の成立本数の推移 (本/ha)
Table 4. Number of trees on each pasture and exclosure

		1st (1962)		2nd (1963)		3rd (1964)		4th (1965)	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
軽 度 Lightly	全 季 区 All season	2,740	100.0	2,690	98.2	2,675	97.6	2,635	96.2
	春 区 Spring	2,330	100.0	2,280	97.9	2,270	97.4	2,150	92.3
	夏 区 Summer	2,760	100.0	2,670	96.7	2,640	95.7	2,530	91.7
	秋 区 Fall	2,870	100.0	2,820	98.3	2,810	97.9	2,790	97.2
重 度 Heavily	全 季 区 All season	3,008	100.0	2,800	93.1	2,767	92.0	2,725	90.6
	春 区 Spring	2,610	100.0	2,460	94.3	2,440	93.5	2,430	93.1
	夏 区 Summer	2,830	100.0	2,690	95.1	2,620	92.6	2,580	91.2
	秋 区 Fall	2,790	100.0	2,760	98.9	2,650	95.0	2,650	95.0
禁 牧 区 Exclosure		2,265	100.0	2,240	98.9	2,235	98.7	2,220	98.0

が、1年目の放牧(1962年)の直前に測定した本数は別表のように、その大部分が3,000本以下であった。すなわち、この標準に近かったのは重全区の3,008本のみで、とくに少なかったのは禁牧区と軽春区の約2,300本であり、その他の6牧区は約2,600~2,870本であった(第4表)。

各牧区のカラマツの本数の推移についてみれば、各牧区とも1年ごとに枯損木の発生によって成立本数は減じ、このことは放牧を禁じた林地においても同様であった。すなわち、1年次の成立本数に対して、これの約7~9%減少した牧区が5牧区(軽春、軽夏、重全、重春、重夏)かぞえられ、残り3牧区(軽全、軽秋、重秋)は3~5%の減少であった。なお、禁牧区は2%を示した。このように、成立本数の減少割合は、牧区によって若干の差があり、また放牧を禁じた林地にくらべて、放牧を行なった林地は減少率が多少高いが、もっとも減少した牧区でも10%に満たなかった。

なお、放牧を行なった4年間のようすを、つぎにまとめて表示してみた。すなわち、放牧は林齢3年から6年まで行なわれ、各年次のカラマツの樹高を禁牧区のものについてみれば、1年次は約60cm内外、2年次は90cm、3年次は130cm、4年次は180cmとなっており、このような造林地を対象として放牧がなされたことになる。また放牧は一般に6月中旬から10月中旬にわたってなされ、30c.dの維持に要した造林地面積は、年次によって若干の差があるが、軽度牧区では0.8~1.0ha、重度牧区では0.4~0.6haとなっている。

年次 年	林 齢 年	禁牧区の樹高* cm	放 牧 期 間		30 c.d あたり面積	
			開 牧	終 牧	軽度牧区 ha	重度牧区 ha
1962	3	49~68	6月30日	10月20日	0.78~1.11	0.41~0.56
63	4	68~107	6月20日	10月13日	0.95~1.10	0.52~0.69
64	5	107~157	6月16日	10月10日	0.62~0.99	0.41~0.66
65	6	157~195	6月16日	10月12日	0.67~0.96	0.41~0.66

* この樹高は禁牧区に設けた20個の固定調査区における平均値である。

2) 林木のうけた傷害の種類と程度

A. 傷害の種類

放牧家畜が林木に与える傷害については、すでに第1~第4報で述べたように、食いちぎり(browsing)と踏みつけ(trampling)となすりつけ(rubbing)の3つに大別され、第1~第4報では食いちぎりによる傷害がほとんど全部を占めていた。

ところで、本試験地においては、4年間の放牧をとおして、放牧牛がカラマツを食いちぎるということは発見できなかった。すなわち、固定プロットによる植栽木の各個体ごとの調査においても、またプロット外の観察においても発見できず、放牧看視人の毎日の放牧牛の行動観察によってもカラマツを食いちぎる牛を発見していない。したがって、カラマツ林に対する黒毛和種牛の放牧においては、食いちぎりによる傷害は無視できるものといえよう。

つぎは、踏みつけとなすりつけの2行動であるが、これらの行動はごく普通にみることができ、植栽されたカラマツの傷害はすべて踏みつけとなすりつけによるものであった。

踏みつけ 植栽木が放牧牛のひずめによって踏みつけられるもので、このために林木はつぎのような障害をうける。すなわち、植栽木がひずめの下におさえられることがあり、もし放牧牛が早い時間で移動するときは、また立ちなおることができるが、もしそのまま割合に長時間立ちどまったときは、牛の移動

後も林木は立ちなおることができず、結局主幹が斜めのままの形となる。しかし、このような障害はそれほど重視するに当たらないようである。

つぎに、歩行中の牛のひずめが植栽木にあたるのが往々にしてあり、これは植栽木の樹高がまだ低く、植栽木以外の低木類や草本類など同じ層に混生している時期によくみられる。このような踏みつけは、主幹の樹皮を剥ぎ、側枝を折り、ときには主幹を折ることもあり、顕著な傷害となってあらわれる。

なすりつけ さらに放牧牛は、体軀を植栽木になすりつけることがある。すなわち、頭部、首、腹部、股などを植栽木にくり返しなすりつけるが、これは主として吸血昆虫の付着によるかゆみのためのようにみられる。このようになすりつけられた植栽木は、軽いときは側枝の剥皮におわるが、重いときは側枝の一方が折られたり、ときには四方とも折られたり、または主幹が折られることもあり、なすりつけによる傷害は無視できない。

以上のように、傷害を誘発するものとしては踏みつけとなすりつけの両者をあげることができるが、植栽木がうける傷害の種類としては、つぎのように整理される。

剥皮……主として主幹の下部が円形または楕円形に、木質部が裸出する程度に樹皮が剥がれる。

側枝折れ……折損の程度は種々であるが、側枝が主幹から分岐する付近または中央付近で折られ、折られた側枝はほとんどが枯死する。

主幹折れ……主幹が2つ以上に折られ、樹梢を失ない、奇形的な樹型を呈する。

このような種類の傷害は、本試験地では普通にみられたが、これらがそれぞれ単独で発生することもあれば、またいくつか組み合わされて発生することも実際にはみられた。つぎに、調査によって得た傷害の種類を列記してみる。なお、略号はつぎの傷害率について述べる際に用いるので参照されたい。

- ① 剥皮……………T
- ② 側枝折れ……………R₁
- ③ 主幹折れ……………R₂
- ④ 剥皮と側枝折れ……………TR₁
- ⑤ 剥皮と主幹折れ……………TR₂
- ⑥ 側枝折れと主幹折れ……………R₁R₂
- ⑦ 剥皮と側枝折れと主幹折れ……………TR₁R₂

B. 傷害の程度

放牧牛によってうけた傷害の種類は、以上のように3種類がもとになり、これらの組合せを含めて7種類となるが、その傷の程度には差がみられ、たとえば側枝折れを例にとれば、全側枝のうちわずか2~3本の折損にとどまるものもあれば、地際の数本と梢頭部付近の若干を残して、大部分のものが折られてしまうこともある。したがって、傷害の程度によって3段階に区分し、傷害木の調査のうちに各個体ごとにチェックした。つまり、傷害の激しいものを激害、きわめて軽いものを微害とし、その中間のものを中害

	主 幹 折 れ	側 枝 折 れ	剥 皮
激 害	2, 3年以上を経過した太い主幹が折られて枯死し、現段階では樹梢を失っている。	全側枝の50%以上が折られ、側枝はわずかに梢頭部と基部付近よりみられない。	基部から樹梢にかけて相当の長さで剥皮され、林木の活力が明らかに弱くなっている。

	主幹折れ	側枝折れ	剥皮
中害	2年生の主幹が折られているが、これにかわる側枝が伸長し、主幹になりつつある。	全側枝の約25%が折られて、折られた側枝は枯死している。	剥皮されているが、小さな円形または長楕円形にとどまっている。
微害	当年生の樹梢部がわずかに折られている程度である。	全側枝の10%以下の軽い折損にとどまっている。	剥皮は木質部までおよばず、樹皮に若干の傷痕が認められる程度である。

としたが、内容は上表のようである。

3) 放牧による被害

放牧牛による傷害木の発生状況については、2つの面から述べることにする。すなわち、1つは試験放牧を実行した1～4年次の各年次を単位とし、年次ごとの発生状況を放牧強度や放牧季節などとの関係で述べたもので、下記のA. がそれである。つぎに、同一個体が2年次以上にわたってくり返し傷害をうけることもあるが、これを整理して1個体とし、放牧を終了した4年次の秋季現在の、各牧区の傷害をうけた個体の発生状況について述べたのが、下記のF. である。

なお、下記のB. においては各個体がうけた傷害の回数、C. では傷害をうけた部位の高さ、D. では枯損の状況、E. ではとくに休息地を中心とした傷害の状況について、それぞれ述べている。

A. 傷害率

A-1. 放牧強度との関係

a. 全傷害木の比較

まずはじめに、傷害の程度および種類にかかわらず、いずれかの部位に大なり小なり傷をうけたカラマツの発生状況を、放牧強度によって比較してみる(第5表)。

第5表 各牧区の傷害木の本数構成率(%)
Table 5. Percentage of injured trees on each pasture

	軽度 Lightly grazing				重度 Heavily grazing			
	1st 1962	2nd 1963	3rd 1964	4th 1965	1st 1962	2nd 1963	3rd 1964	4th 1965
全季区 All season	1.5	25.1	9.5	2.7	5.0	48.3	19.6	10.6
春区 Spring	14.5	34.1	10.6	4.6	19.9	32.9	17.1	10.7
夏区 Summer	4.3	17.5	7.9	5.8	7.0	50.4	17.4	16.2
秋区 Fall	0.3	4.9	1.4	0.7	1.8	23.6	8.2	3.4

① 軽度牧区 全季区においては、初年目は約2%の発生率に終わったが、2年次は25%と急に上昇し、3年次には下降して10%となり、4年次はさらに下がって初年目とほぼ同様の3%であった。春区においては、初年目から15%でやや高かったが、2年次はさらに上昇して34%となり、3年次は急に下降して11%、4年次はさらに下がって5%となった。夏区においては初年目が4%、2年次が18%、3年次が8%、4年次が6%となっており、前2牧区とほぼ同様の傾向を示した。ところで秋区は、初年目が1%に満たず、2年次においても5%、3年次と4年次がいずれも1%という状況であった。

軽度の各牧区は、以上のような発生率をみせたが、これを平均1年あたりの発生率にしてみれば、軽度

全季区が約10%、軽度春区が16%、軽度夏区が9%、軽度秋区が2%となり、軽度牧区においては、秋区を除けば1年あたり約10~16%の傷害木の発生をみたことになる。しかしながら、秋区は2%にすぎなかった。

② 重度牧区 全季区においては、初年目は5%を示し、ついで2年次には急上昇して48%となり、3年次は20%に下降し、4年次はさらに下降して11%で終わった。春区においては初年目から高率で20%を示したが、2年次はそれほど上昇せず33%となり、3年次が17%、4年次が11%と推移した。夏区においては、初年目が7%であったが、2年次は実に50%となって植栽木の半数が傷められ、3年次は17%に下降したが、4年次も16%を維持した。そして秋牧区は、初年目が2%、2年次が24%、3年次が8%、4年次は3%と推移した。

したがって、平均1年あたりの発生率にしてみれば、全季区が約21%、春区が20%、夏区が23%、秋区が9%となっており、秋区を除いて他の3牧区は1年あたり20~23%の傷害木を発生させたが、秋区は9%であった。

③ 両強度の比較 軽度および重度の2牧区を比較してみれば、全季節放牧した牧区においては、各年次とも重度牧区は軽度牧区の2~4倍の傷害率を示し、1年あたり軽度の約10%に対し重度は21%で、2倍強の傷害木を発生させた。このような傾向は季節放牧をした牧区にもみられ、夏放牧の牧区では重度は軽度の2~3倍となっており、1年あたり軽度の約9%に対し重度は23%で、約2.6倍の傷害率となった。秋放牧の牧区においては、その差がさらに顕著となり、重度は軽度の5~6倍平均5.1倍の発生率となり、1年あたり軽度は約2%ですんだが、重度は9%を示した。

ところで、春放牧では他の3牧区ほど差が大きくなり、軽度対重度は、1年目が1.0対1.4であったが、2年次は逆に軽度の方が若干高率となり、3年次は1.0対1.6、4年次は1.0対2.3となっている。したがって、1年あたり軽度牧区の約16%に対し重度牧区は20%で、その差がだいぶちまっている。

両強度牧区を各放牧季節ごとに比較してみれば、以上のようになっている。すなわち、放牧季節によって若干の差があるけれども、重度放牧を行なった造林地においては、明らかに軽度放牧のそれよりも多数の傷害木を発生させている。いま、放牧季節と放牧年次を合わせた全平均をとってみれば、軽度牧区の9.1%に対し、重度牧区は18.3%の傷害率を示し、重度牧区は軽度牧区の約2倍の発生をみたことになる。

ところで、傷害率については以上のように両強度の差が判然としているが、発生と放牧年次との関係では両強度は合致し、いずれも1年次は若干低いと2年次がとくに高い発生率となり、3年次4年次としいに下降していること、および秋放牧を行なった造林地の発生率は両強度ともとくに低いことの2つが特徴といえよう。

b. 傷害の種類別の比較

傷害の種類については前にも述べたので参照されたい。つぎに、両強度牧区を7種類の傷害別に比較してみる(第6表)。

① 軽度牧区 全季区においては、3年次を除けば各年次とも R_1 がもっとも多発し、ついで T が多くみられた。したがって、1年あたりの傷害率についてみれば、全傷害率9.7%のうち R_1 が4.5%を占め、ついで T の2.8%、 TR_1 の1.9%となる。春区も同様の傾向を示し、全傷害率16.0%のうち R_1 が8.2%を占め、ついで T の4.5%、 TR_1 の2.1%となっている。しかし夏区では若干異なり、全傷害率8.9

第6表 傷害の種類別本数構成率 (%)
Table 6. Tree-injury percentage by types of injuries

牧 区 Pasture	年次 Year	傷 害 の 種 類 Types of injuries								
		T*	R ₁ *	TR ₁	R ₂	TR ₂	R ₁ R ₂	TR ₁ R ₂	Total	
軽 度 Lightly grazing	全 季 区 All season	1962	0.5	0.5		0.5				1.5
		63	6.1	12.2	6.6				0.2	25.1
		64	4.5	3.0	0.9	0.7		0.4		9.5
		65		2.3		0.4				2.7
	春 区 Spring	1962	2.1	12.0		0.4				14.5
		63	13.6	10.9	7.9	0.9		0.9		34.1
		64	2.2	5.7	0.4	0.9		1.3		10.6
		65		4.2		0.5				4.6
	夏 区 Summer	1962	2.5	1.8						4.3
		63	6.7	2.6	6.3	0.4		0.8	0.8	17.5
		64	4.5	1.9	1.1	0.4				7.9
		65	0.4	4.2	0.4	0.8				5.8
	秋 区 Fall	1962				0.3				0.3
		63	2.1	1.8	1.1					4.9
		64	1.1			0.4				1.4
		65		0.4		0.4				0.7
重 度 Heavily grazing	全 季 区 All season	1962	2.8	2.2						5.0
		63	13.3	14.7	19.9		0.3			48.3
		64	9.8	8.3	1.5					19.6
		65	0.9	5.8	0.3	1.5		2.1		10.6
	春 区 Spring	1962	7.7	11.9		0.3				19.9
		63	10.4	10.8	8.4	1.2		1.2	0.8	32.9
		64	10.2	3.3	2.4	0.4	0.4	0.4		17.1
		65	0.8	8.6	0.4			0.8		10.7
	夏 区 Summer	1962	4.2	2.5		0.3				7.0
		63	18.2	11.8	19.0	0.4		0.7		50.4
		64	7.2	6.1	3.0	0.8		0.4		17.4
		65	5.8	9.3	0.8			0.4		16.2
	秋 区 Fall	1962	1.1	0.7						1.8
		63	6.9	8.7	8.0					23.6
		64	4.5	3.7						8.2
		65	2.3	1.1						3.4

* T: Trampling R: Rubbing

%のうち Tが3.5%を占め、ついでR₁の2.6%、TR₁の2.0%となっている。秋区は全傷害率においても1.8%にすぎないため、各種類とも1%以下であった。

軽度の4牧区の平均をとってみれば、約9%の全傷害率のうち、側枝折れ(R₁)が4.0%を占めてもっとも多く、ついで剥皮(T)の2.9%となっている。また剥皮と側枝折れが組んだものが1.6%であったが、他の種類はいずれも1%以下で、たとえば主幹の折られたもの(R₂, TR₂, R₁R₂, TR₁R₂の合計)が

0.8%にすぎなかった。

② 重度牧区 全季区においては、年次によって多少の差がみられたが、平均1年あたりにしてみれば、 R_1 がもっとも多発した。すなわち、全傷害率20.9%のうち、 R_1 が7.8%を占め、ついでTの6.7%となり、また TR_1 が5.4%を示したが、その他の種類はいずれも1%以下であった。春区においても R_1 が8.7%でもっとも多発し、ついでTの7.3%となり、 TR_1 は2.8%であった。夏区においては、Tがもっとも多く発生し8.9%、そして R_1 は7.4%、 TR_1 は5.7%となり、他は1%以下であった。秋区は全傷害率も9.3%でやや低いが、Tと R_1 がほぼ同率で3.7%と3.6%を示し、 TR_1 が2.0%で、その他の種類はみられなかった。

重度の4牧区の平均をもとめてみれば、約19%の全傷害率のうち、側枝の折れたものと剥皮したものがほぼ同率で6.9%と6.7%となっており、ついでこの両者の傷をうけたものが4.0%となっている。そして、その他の種類はいずれも1%以下の低率であって、たとえば軽度牧区にならって主幹の折れたものを合計しても約0.9%という状態であった。

③ 両強度の比較 発生した傷害の種類と放牧強度との関係は、とくに顕著なものをみることができなかった。ただ、軽度放牧では側枝が折られたものが全傷害木の44%を占め、剥皮されたものが約32%、側枝が折られたうえに剥皮されたものが18%という配分であったが、重度放牧では剥皮されたものと側枝が折られたものがほぼ同率で37~38%、両者の傷をうけたものが約19%という配分である。

したがって、軽度放牧では側枝折れの方が剥皮よりも多発したようであるが、重度放牧では剥皮も側枝折れも同じ割合で発生したようにみられる。なお、このほかの傷害は両強度ともきわめて低率で、たとえば主幹折れ(R_2)は0.3~0.5%、剥皮と主幹折れ(TR_2)は0~0.1%、側枝折れと主幹折れ(R_1R_2)は0.2~0.4%、剥皮と側枝折れと主幹折れ(TR_1R_2)は0.1%という状態で、両放牧強度の差はほとんどなかった。

c. 傷害の程度別の比較

前に述べたように、傷害の程度によって激害、中害、微害の3段階に分けたが、これら3種の発生状況を放牧強度によって比較してみる。なお、このような傷害の程度別の分類は2年次より実行したので、以下2~4年次の3年間の状態について述べることにする(第7表)。

① 軽度牧区 全季区においては、3年間の平均で1年あたり激害は0.6%、中害が0.7%でいずれも1%に満たず、全傷害率の12.4%のうち微害が11.2%でその大部分を占めていた。春区については全傷害率が16.4%であったが、うち微害が13.5%で全傷害木の約80%を占めており、激害は0.8%、中害は2.2%であった。夏区においても激害は1.1%、中害が1.6%にすぎず、微害が7.6%で全体の約74%を占めていた。秋区においては、全傷害率も2.5%で低率であったが、激害が0.3%、中害が0.6%という状況であった。

したがって、軽度牧区においては、激害をうけたカラマツは植栽本数の0.3~1.1%の発生をみたことになり、4牧区の平均では約0.7%で、1%に満たない状況であった。また、中害についてみれば、植栽本数の0.6~2.2%、平均1.3%にあたり、したがって傷害をうけたカラマツの大部分は微害程度のもので、全傷害木の約70~90%は微害木であった。そこで、激害および中害としたものが実際に成長が阻害されていると判定すれば、このようなカラマツの発生率は軽度牧区では0.9~3.0、平均2.6%となっており、いわゆる被害木とみられるものの発生率は相当に低い。

第7表 傷害の程度別本数構成率 (%)
Table 7. Tree injury percentage by severity class

		激 害 Severe injury				中 害 Slight injury				微 害 Very slight injury				合 計 Total			
		1963	64	65	平均 Ave- rage	1963	64	65	平均 Ave- rage	1963	64	65	平均 Ave- rage	1963	64	65	平均 Ave- rage
軽 度 Lightly grazing	全 季 区 All season	0.6	0.7	0.4	0.6	1.5	0.6		0.7	23.1	8.2	2.3	11.2	25.1	9.5	2.7	12.4
	春 区 Spring	0.9	0.9	0.5	0.8	4.8	0.9	0.9	2.2	28.4	8.8	3.2	13.5	34.1	10.6	4.6	16.4
	夏 区 Summer	1.5	1.1	0.8	1.1	2.2	2.3	0.4	1.6	13.8	4.5	4.6	7.6	17.5	7.9	5.8	10.4
	秋 区 Fall		0.4	0.4	0.3	1.8			0.6	3.2	1.1	0.4	1.6	4.9	1.5	0.7	2.4
重 度 Heavily grazing	全 季 区 All season	2.3	1.2	3.6	2.4	6.7	1.2	0.6	2.8	39.3	17.3	6.4	21.0	48.3	19.7	10.6	26.2
	春 区 Spring	3.9	0.8	1.2	2.0	2.0	6.5	0.4	3.0	27.3	9.8	9.0	15.4	32.9	17.1	10.7	20.2
	夏 区 Summer	2.9	1.9		1.6	8.4	1.9	1.9	4.1	39.1	13.6	14.3	22.3	50.4	17.4	16.2	28.0
	秋 区 Fall					1.8	0.4		0.7	21.7	7.9	3.4	11.0	23.6	8.3	3.4	11.8

② 重度牧区 全季区においては、全傷害率26.2%のうち、微害のものが21.0%で全傷害木の80%を占め、激害は2.4%、中害が2.8%であった。春区においては、激害が2.0%、中害が3.0%、そして微害が15.4%となり、全傷害率20.4%の約75%は微害木であった。夏区においても全傷害率28.0%のうち、激害が1.6%、中害が4.1%、そして22.3%が微害であって、微害をうけたものが全傷害木の80%を占めていた。秋区においては、激害はみられず、中害が0.7%、そして11.0%が微害となっており、全傷害木の94%は微害木であった。

したがって、重度牧区では激害をうけたカラマツは0~2.4%の発生をみたことになり、4牧区の平均では1.5%となる。また、中害をうけたものは0.7~4.1%、平均2.7%であった。したがって、大部分は微害程度のもので、全傷害木の75~94%を占めている。つぎに、軽度牧区にならって、激害と中害を合わせてみれば、秋区だけは1%に満たなかったけれども他の3牧区は5.0~5.7%となり、4牧区の平均では4.2%となる。

③ 両強度の比較 微害と判定したカラマツは、成長が阻害されているとはみられない。したがって、実害となっているものは激害および中害と判定したカラマツになるので、両強度の比較をこれら2種類について行なってみる。

数値のうえでは明らかに両強度の間に差がある。すなわち、激害木の発生率を4牧区の平均でみれば、軽度対重度は0.7%対1.5%、中害木では1.3%対2.7%となっており、両種とも重度は軽度の約2倍の発生をみている。

そこで、この両種を合わせて、実害をうけたカラマツの発生率を比較してみれば、軽度では0.9~3.0%平均2.0%であったが、重度においては0.6~5.7%、平均4.1%となっている。ただ両強度牧区とも、秋区が極端に低率であるので、これを除いてみると、軽度では2.4%、重度では5.3%の被害木が発生したこととなる。

したがって、放牧季節にも左右されるが、一般に軽度牧区の造林地では、植栽木の約2%強が放牧牛によって成長阻害をまねく被害をうけており、重度牧区の造林地は、これが約5%強となっており、放牧強度による被害の差をみる事ができる。しかし、被害率としてもさほど高くはなく、両強度牧区とも約5%以内にとどまっている。

A-2. 放牧季節との関係

a. 全傷害木の比較

① 春季放牧 6月下旬ころから7月下旬にかけて放牧を行なった、軽度と重度の2牧区の傷害木の発生状況はつぎのようである（第5表）。すなわち、軽度牧区においては、各季節中もっとも高率の発生をみており、初年次は約15%、そして2年次は約34%を示し、3年次においても約11%であった。したがって、4年間の平均で16%の傷害率となっている。なお、2年次の34%という傷害率は、軽度牧区においては各牧区、各年次の最高となっている。重度牧区においては、2年次が約33%で高率であったが、他の年次は約11~20%の発生をみており、4年間の平均で約20%となっている。

したがって、春季放牧をした林地においては、平均16.0（軽度）~20.2%（重度）の傷害木が発生したことになる。

② 夏季放牧 8月上旬から9月中旬までの期間に放牧された2牧区についてみれば、軽度牧区においては2年次の約18%が最高であるが、他は約4~8%であった。そして、4年間の平均では約9%の傷害木を発生させている。重度牧区においては、2年次が実に50%の傷害率を示し、これは全牧区（8区）の4年間の数値では最高であった。しかし、1年次は7%、3~4年次は17%内外であったため、4年間の平均では約23%となっている。

したがって、夏季の放牧を行なった林地では、8.9（軽度）~22.8%（重度）の傷害木を発生させた。

③ 秋季放牧 9月中旬から10月中旬にかけて放牧を行なった林地についてみれば、軽度牧区では最高が2年次の約5%で、他は0.3~1.4%という低率であった。したがって、4年間の平均をもとめても2%弱という状態であった。重度牧区においては、2年次は約24%で相当高率であったが他は1.8~8.2%で、平均をもとめれば約9%であった。

このように、秋季の放牧は非常に発生率が低く、1.8（軽度）~9.3%（重度）の傷害率であった。

④ 全季放牧 6月中旬から10月中旬までの全季節を放牧した林地においては、軽度牧区ではやはり2年次が約25%で比較的高率を示したが、他は1.5~9.5%におちつき、4年間の平均で約10%の発生をみた。重度牧区においては、2年次は夏放牧について高率で約48%を示しているが、他の年次は5.0~19.6%であったため、平均では約21%であった。

したがって、全季放牧をした林地では、9.7（軽度）~20.9%（重度）の傷害木の発生をみたのである。

⑤ 各季節の比較 顕著な傾向としては、秋季放牧を行なった林地での傷害木の発生は、非常に低率であったことである。すなわち、軽度放牧においては最高でも5%にすぎず、平均では2%弱という状態であった。また、重度放牧においても他の季節にくらべればとくに低率で、平均では10%に達しなかった。このように秋季放牧は植栽されたカラマツの傷害を、比較的low率にとどめることができた。

ところで、他の季節についてみれば、軽度放牧の林地では、季節間の差が割合に明らかであった。すなわち、春季放牧では16%でもっとも高い発生率を示しているが、他の2季（夏季と全季）では9%内外にとどまっていた。したがって、春季放牧がなされた林地ではもっとも多数の傷害をうけたカラマツが発生

し、夏季放牧と全季放牧は1割以内にとどまることができたのである。いま、発生率の低い順に季節を並べれば、秋季放牧—夏季と全季放牧—春季放牧という順位になる。

ところが、重度放牧においては、季節間の差が消されてしまった。すなわち、全季が約21%、春季が約20%、夏季が約23%という状況で、3季節とも20~23%の発生率となっているのである。したがって、重度放牧の林地においては、放牧季節よりも放牧強度の影響が強く、季節間の差をみることができなかつた。ただ、前に述べたように、秋季放牧だけは10%以内の傷害率にとどまることができ、秋季放牧と傷害との関係は顕著であった。

b. 傷害の種類別の比較

① 春季放牧 春季放牧によって発生した傷害の種類についてみれば、軽度牧区では R_1 がもっとも多発し全傷害木の約50% (8.2%) を占め、ついで T が約30% (4.5%) を占めていた (第6表)。重度牧区においても同様に R_1 がもっとも多発し (8.7%)、ついで T (7.3%) であった。

したがって、春季放牧においては、側枝の折られたものももっとも多く発生し、これについて、主幹が剥皮されたものであった。また、剥皮と側枝折れの両者とも発生したものが、さらにこれについていた。しかし、主幹の折られたものはきわめて少なかった。

② 夏季放牧 軽度牧区では、 T がもっとも多発して全傷害木の約40% を占め、ついで R_1 が30%、 TR_1 が22% という配分になっている。重度でも同様に、 T がもっとも多く全体の約40% を占め、ついで R_1 の32%、 TR_1 の25% という配分であった。

したがって、夏季放牧の林地では、主幹が剥皮されたものが40% を占めてもっとも発生率が高く、ついで側枝の折られたもの、および両者の併発したものという順位であった。

しかし、主幹の折られたものは1%以下であった。

③ 秋季放牧 軽度牧区では傷害率そのものがきわめて低く、傷害の種類別に分類すれば、1年あたりにしていずれも1%以下となるので省略し、重度牧区についてみれば T と R_1 はほぼ同率になっている。すなわち、1年あたり T は2.3% R_1 は2.1% となっており、重度牧区においても秋季放牧はとくに傷害の種類としての特徴がみられなかった。

④ 全季放牧 軽度牧区では R_1 が全体の46% を占め、ついで T が29%、 TR_1 が20% という順位である。重度牧区でも同様に、 R_1 が37% を占め、ついで T の32%、 TR_1 の26% となっている。

したがって、全季放牧では側枝の折られたものが全体の40% を占めてもっとも多発し、また主幹が剥皮されたものの31% と、両者の併発したものの24% がこれについていた。

⑤ 各季節の比較 以上のような傾向によって、つぎのような3グループとすることができよう。

○側枝の折られたカラマツがもっとも多発し、主幹が剥皮されたカラマツがこれについていた季節—6月中旬~7月下旬の放牧および6月中旬~10月中旬の放牧

○主幹が剥皮されたカラマツがもっとも多発し、また側枝の折られたカラマツがこれについていた季節—8月上旬~9月中旬の放牧

○傷害の種類別発生がとくに顕著でなかった季節—9月中旬~10月中旬の放牧

このように、夏季の放牧が側枝折れよりも主幹剥皮の方が多発している理由については明らかではないが、このことは放牧家畜の行動よりも樹木の成長と季節との生理的な原因によるものであると考えられ、この季節の樹皮の剥離が比較的容易なものと想像される。

c. 傷害の程度別の比較

① 各放牧季節ごとの発生率 すでに述べたように、傷害の程度によって3段階に分けたが、実際に被害となってあらわれている激害と中害を合わせて、これの発生率をとりあげてみる（第7表）。

春季放牧では軽度牧区が平均1年あたり3.0%、重度牧区では5.0%を示しているが軽度牧区では2年次の5.7%が、重度牧区では3年次の7.3%が最高であった。夏季放牧では軽度牧区が平均2.7%、重度牧区では5.7%の発生をみたが、最高は軽度牧区では2年次の3.7%、重度牧区でも2年次の11.3%であった。

秋季放牧は前にも述べたように、全傷害率自体がきわめて低いため、被害木の発生もきわめて少なく、軽度牧区では平均0.9%、重度牧区は0.7%という状況であった。全季放牧では、軽度牧区は平均1.3%、重度牧区は5.2%を示し、最高は軽度牧区では2年次の2.1%、重度牧区も2年次で9.0%であった。

② 各季節の比較 軽度牧区においては、平均約1~3%の被害木が発生している。そして、春放牧と夏放牧が約3%、全季放牧と秋放牧は約1%というように分けられる。したがって、全傷害率の高かった夏放牧がそのまま被害率も高いが、全季放牧は全傷害率にくらべれば、被害率は低い。しかし、いずれにしろ、1~3%というきわめて低率に終わっている。

重度牧区では、秋放牧を除けば、他の3季節間の差がほとんどない。すなわち、5.0~5.7%の被害率を示し、3季節間の差がみられない。ただ、秋放牧だけは重度牧区においても1%に満たずきわめて低率であった。しかし、重度牧区においても被害木は平均6%以内にとどまっている。

このように、重度放牧の造林地では放牧季節とはあまり関係がなく、約6%の成長に障害をうけたカラマツの発生をみた。また軽度放牧の造林地では春放牧と夏放牧が全季放牧や秋放牧よりは若干高率の被害木が発生しているけれども、3%以内にとどまっている。なお、秋放牧はとくにこのようなカラマツの発生率は少なく、1%内であった。

A-3. 林齢との関係

a. 全傷害木の比較

① 林齢3年（放牧1年次） 軽度牧区においては、放牧季節によって差があり、とくに春放牧は14.5%で最高であったが、他の季節は0.3~4.3%で、比較的low率であった。重度牧区においても、春放牧が19.9%で最高であったが、他は1.8~7.0%であった。したがって、両強度牧区とも4季節を平均してみれば、3年生林においては、軽度牧区が5.2%、重度牧区が8.4%の傷害木の発生をみた（第5表）。

② 林齢4年（放牧2年次） 軽度牧区においては、秋放牧を除けば、いずれも発生率は急に上昇し、約18~34%の高率となった。重度牧区においてはさらに高く、秋放牧においても約24%を示し、夏放牧と全季放牧では実に植栽木の半数が何らかの傷害をうけた。したがって、4季節の平均では軽度牧区が20.4%、重度牧区は38.8%の傷害木が発生したことになる。

③ 林齢5年（放牧3年次） 軽度牧区においては、秋放牧が同様に約1%でとくにlow率であるが、他の季節は約8~11%となっている。重度牧区においては、秋放牧は約8%であるが、他は約17~20%となり、前年とは顕著なちがいをみせた。したがって、4季節の平均では軽度牧区が7.5%、重度牧区は15.6%となっている。

④ 林齢6年（放牧4年次） 軽度牧区では、秋放牧が1%以下になり、その他の3季節も約3~6%に低下した。また、重度牧区においても、秋放牧は約3%、他は約11~16%に低下した。したがって、

4季節の平均で、軽度牧区は3.5%、重度牧区は10.2%となった。

⑤ 各林齢の比較 各林齢での傷害木の発生状況は以上のものであるが、両強度牧区とも共通な点としては、林齢4年においてとくに傷害木の発生率が高いことである。

すなわち、全牧区の4年間における傷害率が最高を示したのは、4年生林における重度夏区の約50%を最高に、重度全季区の約48%、軽度春区の約34%、重度春区の約33%などであり、いずれも4年生林において発生をみている。

したがって、3年生林では比較的発生率は低く約5%（軽度）～8%（重度）であったものが、4年生林では急激に増加して約20～39%となった。しかし5年生になるとまた急激に減少して約8～16%となり、そして6年生林になってもそのまま減少がつづいて約4～10%となった。

このように、4年生林がとくに傷害木を多発させているのであるが、参考のために、各林齢の樹高のようすを禁牧区の平均によって示してみると、3年生林が49～68cm、4年生林が68～107cm、5年生林が107～157cm、6年生林が157～195cmとなっている。したがって、樹高が約70～100cmの造林地において、傷害木がとくに多発したことになり、また約50～70cmの造林地では両強度牧区とももっとも発生率が低く（5～8%）、樹高が約110～160cmの造林地では若干の発生をみており（8～16%）、樹高が約160～200cmの造林地では発生率は10%内（4～10%）にとどまった。

b. 傷害の種類別の比較

① 各林齢ごとの発生率 3年生林においては、軽度牧区では傷害の種類に若干の差があり、 R_1 が約4%、 T は約1%であったが、重度牧区では T も R_1 もともに4%であった（第6表）。4年生林では T と R_1 と TR_1 の3種が軽度牧区においては、約6～7%の発生率で差がなく、重度牧区においても約12～14%でほとんど差がなかった。

5年生林では、軽度では T と R_1 がともに約3%、重度では T の約8%に対し R_1 が約5%、また TR_1 が約2%で若干 T が多発した。6年生林では、顕著な差があらわれ、軽度牧区では R_1 の約3%に対し T は0.1となり、重度牧区においても R_1 の約6%に対し T は約3%に終わった。

② 各林齢の比較 各林齢を傷害の種類によって比較してみると、3年生林においては比較的側枝の折られたカラマツが多く発生したけれども、4年生林においては側枝折れと主幹剥皮の両者が同じ程度に発生し、さらに1個体で両者の傷害をうけたものも多く、したがって4年生林においては各種類とも多発している。ところで、5年生林では若干ではあるが主幹剥皮が多いようであり、そして6年生林になれば、傷害はもっぱら側枝の折れに集中する。

したがって、樹高が60cmぐらゐの造林地においては主として側枝の折られたカラマツが発生し、約1mのころには側枝の折れと主幹の剥皮がほぼ同率に発生する。そしてこの高さを越えると放牧強度が軽度のときには顕著な差がないが、重度のときは剥皮されるものが若干多く、そして160～200cmになればほとんどが側枝の折られたものになる。

c. 傷害の程度別比較

① 各林齢ごとの発生率 4年生林においては、激害と中害を合わせたもの（被害木）の発生率がもっとも高かったのは重度夏区の11.3%であったが、平均してみれば軽度牧区では3.3%（1.8～5.7%）、重度牧区では7.0%（1.8～11.3%）であった（第7表）。

5年生林においては最高が重度春区の7.3%であったが、軽度牧区の平均は1.7%（0.4～3.4%）、重度

牧区は 3.5% (0.4~7.3%) であった。

6年生林においては、最高が重度全季の 4.2%であったが、軽度牧区の平均は 0.9% (0.4~1.4%)、重度牧区は 1.9% (0~4.2%) であった。

② 各林齢の比較 被害木の発生状況についてみれば、軽度牧区においては4季節牧区とも最高の発生率は4年生林においてみられ、5年生林、6年生林と漸減している。したがって、4季節牧区の平均によれば、4年生林では成長が阻害されるほどの激しい傷害をうけたカラマツが約3%発生したのであるが、6年生林では、1%に満たなかった。また、重度牧区においても、傾向はほぼ同様であるが、全季区は6年生林が、春区は5年生林が若干高率で放牧の強さの影響がやや強くあらわれているようである。しかし平均してみれば、4年生林では7%の発生をみたけれども、6年生林では約2%にとどまった。

したがって、両強度を合わせてみれば、4年生林では5.2%の発生をみたが、5年生林では半減して2.6%となり、6年生林ではさらに半減して1.4%となったのである。このように、4年生林においては重度牧区では9~11% (全季と夏放牧) の被害木を発生させ、比較的高率を示したのであるが、6年生林になれば、重度牧区においても最高が約4%にとどまっており、危険を相当に避けることができた。

B. 傷害回数

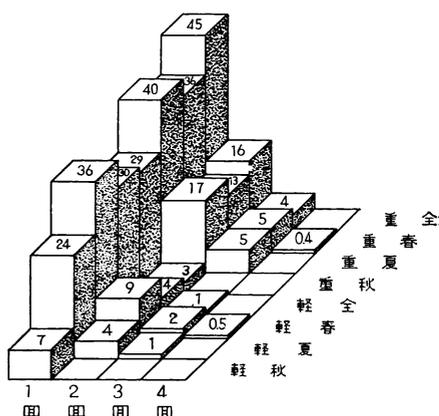
植栽されたカラマツの各個体が、4年間の放牧によって傷害をうけた回数、すなわち1年間だけの傷害にとどまったか、あるいは4年間をとおして毎年傷害をうけたか、という点からとりまとめてみると第9図のようである。

すなわち、各牧区とも圧倒的に1回だけの傷害にとどまったものが多く、とくに秋牧区においては全傷害木の91~100%が1回だけにとどまっている。その他の牧区においても全傷害木の65~87%がただ1年間だけの傷害にとどまり、他の3年間は傷をうけなかった。つぎに、2か年にわたって傷害をうけたものは、全傷害木の9~28% (軽度秋区は発生せず) となって相当少なくなり、さらに3か年にわたって傷をうけたものは2~9% (両強度とも秋区は発生せず) と全体の10%以内となっている。そして、4か年をとおして傷害をうけたものは、両強度とも春区の1%という状態で、きわめて少ない。

いま、これを放牧強度別にみれば、軽度牧区では1回の傷害にとどまったものは平均87%であったが、重度牧区では73%となり、これと対照的に2回の傷害をうけたものが、軽度牧区の11%に対し、重度は22%となっている。したがって、軽度牧区においては傷害木の大部分が1か年だけの傷害にとどまっているのに対して、重度牧区においては2か年にわたって傷害をうけたものも比較的多く発生していることになる。したがって、放牧強度がカラマツの各個体のうける傷害の回数に影響をおよぼしているようで、重度放牧では1個体が反覆して傷害をうける機会が若干多いようにみられる。

C. 傷害高

すでに述べたように、傷害の種類としては剥皮、側枝折れ、主幹折れの3種類があげられた。したがっ



第9図 傷害をうけた回数
Fig. 9 Frequency of injuries.

第8表 傷害をうけた高さ (cm)
 Table 8. Height of injuries on trees

傷害の種類 Types of injury	年次 Year	軽 度 Lightly grazing				重 度 Heavily grazing				平 均 Average
		全 季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall	全 季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall	
剥 皮 Bark damages	1962	6~13	8~12	4~11	4~7	4~10	4~8	5~12	6~10	5.1~10.4
	64	12~17	7~9	5~9	3~5	9~13	5~9	5~12	6~10	6.5~9.3
	65	0	0	1~16	0	8~13	10~12	13~20	11~14	8.6~15.0
側枝折れ Breaking of twigs	1962	11~17	22~28	11~15	10	9~16	19~27	13~20	11~14	14.5~18.4
	64	30~31	33~40	18~19	0	41~51	31~34	21~24	22~28	28.0~32.4
	65	65~68	46~63	52~59	63~66	49~62	36~51	57~62	75	55.4~63.3
主幹折れ Breaking of trunk	1962	58	39	53	24	15	39	49	0	39.6
	64	71	52	63	30	0	58	104	0	63.0
	65	54	62	78	15	83	60	106	0	65.4

て、これらの傷害が発生した部位を、各種類ごとに、林齢を追って観察してみるが、林齢3年、5年、6年の3か年について述べる(第8表)。

剥皮 主幹が剥皮された部位は3年生林においては、もっとも低いのは地上約4cm、高いのは約13cmであったが、8牧区の平均では5.1~10.4cmの幅で分布していた。5年生林においては、最低が3cm、最高が17cm、平均して6.5~9.3cmの幅で分布しており、6年生林では最低1cm、最高20cm、平均して8.6~15.0cmであった。このように、主幹に剥皮の生じた部位は、林齢とはほとんど関係なく、地上約5cmから15cmのあたりに分布していた。したがって、地上5~15cmというのは放牧牛の歩行によるひずめの衝撃を受けやすい高さであることを示していた。

側枝折れ 側枝が放牧牛によって折られた高さは、3年生林においては最低9cmで最高28cm、8牧区を平均してみれば14.5~18.4cmにみられた。5年生林においては、最低18cmで、最高51cm、平均して28.0~32.4cmの間に分布し、6年生林では最低36cmで最高75cm、平均55.4~66.3cmの間に分布していた。このように、側枝の折られた部位は林齢が進むとともにしだいに高くなり、3年生林では20cmに達しなかったが、5年生林では30cm内外となり、6年生林では60cmとなっている。このことは、折損の原因が当初は主として踏みつけによるものであったが、しだいになすりつけに変わったことを示すもので、6年生林においてはその原因のほとんどがなすりつけによるものである。

主幹折れ 放牧牛によって主幹が折られた高さは、3年生林においては最低15cmで最高58cm、8牧区の平均では39.6cmとなっている。5年生林では最低52cmで最高104cm、平均すれば63.0cmとなり、6年生林では最低15cmで最高106cm、平均65.4cmである。したがって、3年生林のときには、主幹の折られる高さは平均すれば約40cmの付近が多いが、5年生林や6年生林においてはこの位置が高くなり、63~65cmの付近になる。しかし主幹折れの部位は、林齢が進むにつれてしだいに高くなるものではなく、放牧牛の体高と行動などからみて、5~6年生で示した高さでほぼ固定するものと推察される。

D. 枯 損 率

植栽木の枯損は、種々の要因によってまねかれようが、本試験においてはそれが放牧家畜である場合と

第9表 原因別枯損率 (%)
Table 9. Tree mortality by grazing and others

	軽 度 Lightly grazing					重 度 Heavily grazing					禁 牧 Exclu- sure
	全季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall	平均 Average	全季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall	平均 Average	
家畜 Livestock	1.3	1.3	1.8	0.3	1.2	4.2	3.8	4.2	0.4	3.2	0
自然 Natural	1.3	1.7	2.9	2.1	2.0	5.3	3.1	4.6	4.7	4.4	1.5
下刈 Weeding	1.3	4.7	3.6	0.3	2.4	0	0	0	0	0	0.5
計 Total	3.8	7.7	8.3	2.8	5.6	9.4	6.9	8.8	5.0	7.6	2.0

下刈の際の作業員の過失による場合の2種類については判別することができた。したがって、判別不可能のものを自然枯死として扱い、各牧区における発生状況をみればつぎのようである(第9表)。

a. 自然枯死

軽度牧区においては、4年間の合計で1.3% (全季区)~2.9% (夏区) の発生で、平均では2.0%となっている。重度牧区においては、3.1% (春区)~5.3% (全季区) となり、平均4.4%となっている。また、放牧を行なわない禁牧区においては1.5%の枯損木が発生している。このように、禁牧区、軽度牧区、重度牧区の順に発生率が高くなるが、平均でみれば2~4%にとどまり、放牧強度との関係については、とくに取り上げるほどのものが見当たらない。

b. 放牧家畜による枯死

軽度牧区においては、0.3% (秋区)~1.8% (夏区) を示し、平均1.2%であった。重度牧区においては、0.4% (秋区)~4.2% (全季区) となり、平均3.2%となっている。したがって、数値のうえでは両強度間に差がみられ、重度牧区においては放牧家畜によって枯損したカラマツが、軽度牧区よりも多発している。しかし、発生率からみれば重度牧区といえども平均約3%にとどまっている。

c. 自然枯死と家畜による枯死の計

いま、この両者を合わせてみれば、軽度牧区においては2.4% (秋区)~4.7% (夏区)、平均3.2%、重度牧区では5.0% (秋区)~9.4% (全季区)、平均7.6%となる。したがって、軽度牧区においては取り上げるほどのことはないが、重度牧区においてはとくに全季区と夏区が10%近い枯損木の発生をみており、これら両区の放牧家畜による傷害率を勘案してみれば、放牧強度と季節との関係が若干みられるようである。

d. 下刈による枯死

1964年秋季から65年春季にかけて下刈を実行したが、この際65年の春季ブッシュクリーナーによって刈り払った軽度牧区において、作業員の過失によって基部から刈り払われたカラマツがみられた。すなわち、0.3% (秋区)~4.7% (春区)、平均2.4%の枯損率となってあらわれたが、これは家畜による枯損の2倍にあたっている。したがって、軽度牧区の枯損率は平均5.6%であるが、このうち2.4%は下刈作業によって、1.2%は放牧家畜によって発生し、残り2.0%が原因の不明な自然枯死となっている。

E. 休息行動と傷害

E-1. 休息地の箇所と面積

放牧地における牛の行動を分類してみれば、おもなものとしてつぎのようなものがあげられる。

○採食 歩行しながら、あるいは佇立しながら飼料植物を採る。

- 反すう 佇立しながら、あるいは伏臥しながら、または歩行しながら反すうをする。
- 移動 普通の歩度で、または駆け足や速歩で、場所を変える。
- 彷徨 とくに目的もなく、付近をうろつく。
- 休息 佇立しながら、あるいは伏臥しながら休息する。

ここで、休息行動というのは、最後にかかげた休息と、伏臥または佇立しながらの反すうとを合わせたもので、要するに1か所に比較的長時間伏臥または佇立している行動をさしている。

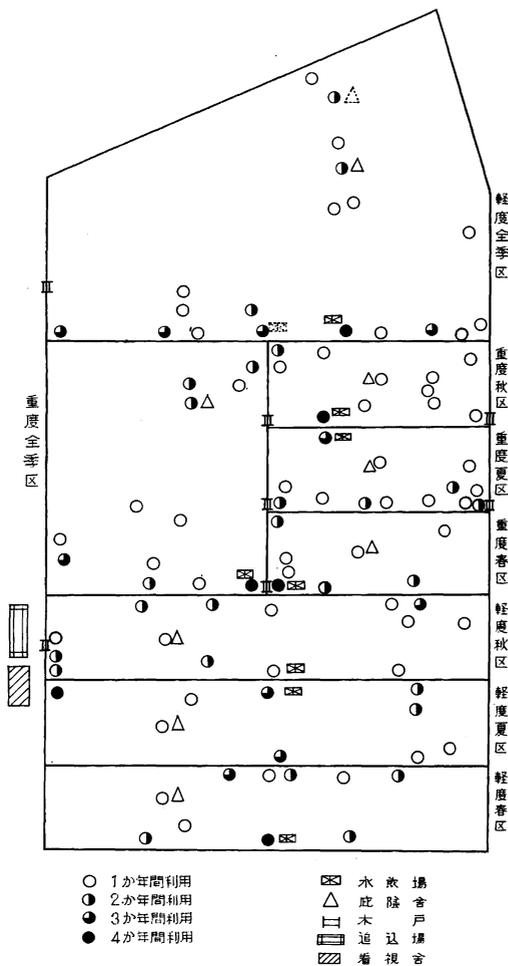
ところで、このような行動の頻度が高い場所は、入牧時には顕著ではないが、しだいにその位置が固定してくる。したがって、本試験におけるその位置の判定は、植生の状況および、放牧看視人による毎日の放牧牛の休息行動の記録の両者によって、容易に行なうことができた。すなわち、前者はたびたびの休息によって現植生は破壊され、あるいは裸地を生じ、あるいは山地植生とは異質の植生型、たとえばオオバコの優占する雑草型などに推移したことによって確認することができ、後者は1日4~6回の巡視の際、および看視舎からの遠望によって地図上に休息地の位置をチェックし、その取りまとめによって前者を裏付けた(第10図)。

a. 休息地の箇所数

本試験は前記のように2頭1群で放牧をつづけたが、各牧区において休息地として利用された箇所数についてみればつぎのようである。

①1か年あたり箇所数 各牧区に発生した休息地の1年あたりの箇所数は、最少が2か所、最高は13か所であった。しかし、3~6か所の例がとくに多くみられ、70%以上を占めていた。なお、放牧強度間および、放牧季節間の差は顕著でないが、軽度全季区だけが若干箇所数が多かった。ただ、ここで問題となるのは放牧方法である。すなわち、季節放牧方法をとった林地においては、全季放牧と同面積の林地を春、夏、秋の3季に分割して輪換放牧法をとったことになるのであるが、このような輪換させない固定放牧法と輪換放牧法の2つにして比較してみれば、両者には大きな差がみられるのである。たとえば、重度牧区においては固定放牧では1年あたり3~7か所であるのに対し、輪換放牧では8~18か所となっており、輪換放牧法をとった林地の休息地の箇所数は非常に多い(第10表)。

②4年間における箇所数 放牧牛が休息地とする場所は、4年間にわたって固定している



第10図 休息地の分布状態
Fig. 10 Distribution of bed ground.

第10表 休息地の数と面積
Table 10. Number and area of bed ground

牧 区 Pasture		1962		1963		1964		1965	
		数 No.	面積 Area	数 No.	面積 Area	数 No.	面積 Area	数 No.	面積 Area
軽 全 区	L.A*	6	m ² 49	3	m ² 16	13	m ² 61	11	m ² 54
軽 春 区	L.S	6	60	4	20	4	42	5	12
軽 夏 区		4	48	3	55	5	53	6	63
軽 秋 区		5	69	3	15	5	11	8	26
計		15	177	10	90	14	106	19	101
重 全 区	H.A	6	46	3	25	5	49	7	43
重 春 区	H.S	2	21	6	55	2	13	4	14
重 夏 区		3	33	4	16	4	62	8	54
重 秋 区		5	32	3	9	2	12	6	19
計		10	86	13	80	8	87	18	87

* L.A Lightly All season, L.S Lightly Seasonal.
H.A Heavily All season, H.S Heavily Seasonal.

第11表 休息地の利用年数別箇所数と面積
Table 11. Number and area of bed ground by living years

		軽 度 Lightly grazing				重 度 Heavily grazing			
		全 季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall	全 季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall
箇所数 No.	1 か年 1 year	11	4	4	8	6	4	8	10
	2 " 2 "	3	4	2	5	4	3	4	1
	3 " 3 "	4	1	2	1	1		1	
	4 " 4 "	1	1	1		1	1		1
	計 Total	19	10	9	14	12	8	13	12
面積 Area (m ²)	1 か年 1 year	23	40	7	25	12	18	30	31
	2 " 2 "	7	27	4	42	24	15	59	8
	3 " 3 "	31	4	13	5	6		6	
	4 " 4 "	13	8	41		21	14		6
	計 Total	74	79	65	72	63	47	95	45

こともあれば、また1年間だけの利用に終わることもある。したがって、4年間にわたる状況を、利用年数によって区分してみれば、つぎのようである(第11表)。

1か年だけ利用したものがもっとも多く、全体の52~62%を占め、ついで2か年にわたって利用したものが26~27%となっている。すなわち、1牧区あたりにしてみれば1か年だけの利用は4~11、平均7か所、2か年にわたって利用したものが1~5、平均3か所、3か年にわたったものが1~4、平均1か所、4か年にわたって毎年利用したものが平均1か所となっている。

そこで、前にも述べたように、固定放牧(全季区)と輪換放牧(季節区)に分けてみれば、4か年の放

牧によって、固定放牧区は12～19か所の休息地が発生し、このうち50～58%は1か年、15～33%が2か年にわたって使用したものであり、輪換放牧地では33か所発生し、48～66%が1か年だけ、24～33%が2か年にわたって使用したものである。

b. 休息地の面積

① 1か年あたり面積　しばしば休息地として利用したために、植生が極度に荒廃し、裸地状を呈する区域の面積を1か年1牧区あたりについてみれば、つぎのようである。もっとも面積が大きいのは1年目の軽度牧区の69m² および3年目の軽度全季区と重度秋区の61～62m² であり、逆に小さいのは3年目の軽度秋区と重度春区と重度秋区、および4年目の軽度春区などの11～13m² であった。平均してみれば、軽度牧区では39～57m²、重度牧区では26～33m²、となっている(第10表)。

② 4年間における面積　4年間の放牧により各牧区に生じた休息地の面積は、軽度牧区では65～79m²、重度牧区では47～95m² となっている。このような休息地面積を、放牧強度別、放牧季節別にみても傾向がなく、また使用した年数によってみてもさほど顕著な差がない。

つぎに、前にならって、固定と輪換の2放牧法に分けてみれば、固定放牧法では63～74m² の裸地を生じ、輪換放牧法では187～216m² となっている。したがって、輪換放牧は固定放牧の約3倍の裸地を生じさせたことになり、このことは輪換放牧の林地は、固定放牧と同面積のものを1/3に分割したと合致し、分割した分だけの倍数にほぼ等しい。

1か所あたりの面積は、1か年のみ使用したものは約3～4m²、2か年使用したものは6～9m²、3か年のものは6～7m²、4か年は14～21m² となり、とくに4年連続して使用した箇所裸地面積が大きい(第11表)。

以上、放牧牛の休息行動の頻繁な地域の箇所数と面積について述べたが、いまこれを放牧地全面積と対照させてみれば、2頭1群の放牧においては、休息によって生じた裸地はきわめて小面積で、たとえば、軽度全季区では3.4haに対し74m²、重度全季区では1.62haに対し63m² となっている。ただ、面積はきわめて小さいが、輪換放牧法をとった季節牧区は、軽度で216m²、重度で187m² となっており、全季区よりは面積が多い。

E-2. 休息地周辺の傷害率

休息地周辺の植栽木のうける傷害は、他の地域にくらべて当然高いことが予想され、現に多数の傷害木の分布をみる事ができた。したがって、このような休息地を中心として200m² のプロットを3～4個設定し、傷害の状況について調査したが、その結果はつぎのとおりである。

a. 傷害木の発生率

林齢別にみれば、4年生林においては傷害をうけたカラマツの発生率はすこぶる高く、全季放牧では、両強度とも約80%、春放牧では約53～55%、夏放牧では約53～77%、秋放牧では約28～60%という状況であった。したがって、植栽木の過半数が何らかの傷害をうけているのである(第12表)。

5年生林においては、前年よりも相当に傷害率は下がり、全季放牧では約22～31%、春放牧が約15～20%、夏放牧が約25～31%、秋放牧は約3%となり、約15～30%に低下したが、とくに秋放牧はすこぶる低率であった。6年生林においては、全季放牧が約8～12%、春放牧が約16～21%、夏放牧が約15～28%、秋放牧が約4～5%となっており、前年よりさらに低下して約8～18%に落ち着いている。

以上のように、休息地周辺の植栽木のうけた傷害を林齢との関係でみれば、前に述べた各牧区の傷害率

と全く同じく、4年生林における発生率がとくに顕著で、植栽木の半数以上が傷害をうけているが、1年経過するとこれが30%以下にまで減少し、そして翌年(6年生林)には18%以下に低下している。なお、放牧強度による差はみるることができないが、放牧季節については比較的顕著な傾向がみられた。すなわち、秋放牧を行なった林地においては、休息地周辺といえども傷害率は低く、これに対して夏放牧や全季放牧が多数の傷害木を発生させている。

b. 傷害の種類別発生率

傷害の種類については、前記のとおりであるが、このような種類別の発生率についてみれば、全傷害木の

35%をTR₁で占めており、ついで32%がR₁、21%がTとなっている。またR₂とR₁R₂がそれぞれ4%ずつ、TR₁R₂が3%、R₂が1%となっている。したがって、剥皮と側枝折れの両者の傷をうけたカラマツがもっとも多く発生し、これについて側枝折れのものであったが、主幹折れはきわめて小数であった。

いま、2種類以上併発した場合はこれをきりはなし、剥皮、側枝折れ、主幹折れの3種類にまとめ、全区の平均についてみれば、側枝折れがもっとも多く約23%、ついで剥皮が約18%、主幹折れが約4%の発生率となっている。なお、放牧強度と傷害の種類との関係はみられないが、放牧季節については春放牧が剥皮よりも側枝折れが多発する傾向がみられるようである(第13表)。

第13表 休息地における傷害の種類別本数構成率(%)
Table 13. Tree injury percentage by types of injuries at bed ground

	傷害の種類 Types of injuries						
	T	R ₁	TR ₁	R ₂	TR ₂	R ₁ R ₂	TR ₁ R ₂
軽全区 L.A	4.7	8.9	20.2	2.7	0.2	2.2	0.9
軽春区	3.3	15.7	5.1	2.2	0	1.3	0.4
軽夏区 L.S	8.0	10.4	7.5	1.5	0.7	1.5	1.3
軽秋区	7.6	2.7	1.5	0.2	0	0.2	0
重全区 H.A	9.0	7.5	18.5	0.6	0.4	0.7	1.2
重春区	6.9	15.4	7.2	0.9	0	0.9	0.8
重夏区 H.S	8.0	16.2	14.2	2.4	1.3	2.1	1.2
重秋区	4.8	3.8	12.4	0	0	0	0.9

c. 傷害の程度別発生率

傷害の程度によって前記のように3段階に分類し、カラマツの成長に障害を与えているとみられる激害と中害の2つを合わせ、これらの発生率についてみれば、つぎのようである。すなわち、全季牧区では約15~19%の発生をみたが、季節牧区では平均約8~9%となっている。しかし、放牧季節に分けてみれば、夏放牧がとくにこのような被害木を多発させ、約12~16%となっているが、秋放牧はこれと反対に約3%でもっとも低率である(第14表)。

第12表 休息地における傷害木の本数構成率(%)

Table 12. Percentage of injured trees on bed ground

		1963	64	65
軽全区	L.A	80.4	31.0	8.0
軽春区		53.3	15.0	15.6
軽夏区	L.S	53.3	25.0	14.5
軽秋区		28.3	3.0	5.2
重全区	H.A	79.5	21.9	12.3
重春区		55.0	20.3	21.1
重夏区	H.S	77.4	31.1	27.8
重秋区		59.5	2.7	3.5

第14表 休息地における傷害の程度別本数構成率(%)

Table 14. Tree-injury percentage by severity class at bed ground

牧 区 Pasture	激 害 Severe	中 害 Slight	微 害 Very slight	計 Total
軽 全 区 L.A	9.5	9.2	21.2	39.9
軽 春 区	3.8	5.1	19.1	28.0
軽 夏 区 L.S	6.0	6.4	18.5	30.9
軽 秋 区	1.4	2.0	8.8	12.2
重 全 区 H.A	5.9	9.2	22.8	37.9
重 春 区	3.5	3.5	25.2	32.2
重 夏 区 H.S	9.8	6.3	29.3	45.4
重 秋 区	1.4	1.8	18.7	21.9

いことを示している。

以上のように、休息地の周辺では実害をうけたカラマツの発生率が約10~20%となっており、植栽木の1~2割が被害をうけるということになる。

E-3. 枯 損 率

第15表 休息地における原因別枯損率(%)

Table 15. Tree mortality by grazing and others at bed ground

牧 区 Pasture	年次 Year	軽 度 Lightly grazing			重 度 Heavily grazing		
		家 畜 Livestock	そ の 他 Others	計 Total	家 畜 Livestock	そ の 他 Others	計 Total
全 季 All season	1963	4.0	0	4.0	3.6	0	3.6
	64	6.7	0	6.7	6.0	0.6	6.6
	65	0	5.8	5.8	0.6	0	0.6
	計 Total	10.7	5.8	16.5	10.2	0.6	10.8
春 Spring	1963	0	0	0	11.6	4.2	15.8
	64	0.8	0	0.8	6.3	0	6.3
	65	0	3.9	3.9	3.2	0	3.2
	計 Total	0.8	3.9	4.7	21.1	4.2	25.3
夏 Summer	1963	0.6	0	0.6	1.6	0	1.6
	64	10.4	0	10.4	6.3	0	6.3
	65	1.7	6.4	8.1	0	3.1	3.1
	計 Total	12.7	6.4	19.1	7.9	3.1	11.0
秋 Fall	1963	2.0	0	2.0	0	0.7	0.7
	64	2.0	0	2.0	0.7	0	0.7
	65	0	2.0	2.0	1.3	0.7	2.0
	計 Total	4.0	2.0	6.0	2.0	1.4	3.4

ところで、激害と中害と微害を合わせた全傷害のなかで、このような激害と中害を合わせたものの占める比率についてみれば、全季牧区では40~47%、季節牧区では24~33%となり、全体の平均では約32%をこのような被害木が占めているのである。ところで、前に述べた牧区全体についての発生率についてみれば、全傷害木のなかでこのような被害木の占める比率は、全牧区の平均で約16%となっている。したがって、休息地周辺では激害または中害をうけて、成長が阻害されているカラマツの占める比率が相当に高

3か年の放牧によって発生した、休息地周辺のカラマツの枯損率についてみれば、もっとも多発したのは重度春区の約25%であり、また軽度夏区の約19%、軽度全季区の約17%とつづいているが、重度秋区のように約3%にとどまった牧区もあり、全牧区の平均では約12%となっている。ところで、この原因が明らかに放牧牛によるものと判定されたものをこの中から分けてみれば、同じく重度春区の約21%がとくに高率で1位であるが、2位、3位は約13~11%に落ち着き、全牧区の平均では約8%となっている(第15表)。

このように、休息地周辺では枯損木が割合に多く発生し、全牧区の平均で植栽木の約12%は枯死し、そのうち7~10%は放牧牛が枯死の原因をなしているのである。したがって、前に述べた牧区全体の枯損率では、放牧牛によるものが約1~3%であったのにくらべると、休息地においてははかに放牧牛による枯損木が多発しているか理解できる。

E-4. まとめ

最後に、激害と中害をうけたカラマツおよび枯死したカラマツを合わせて、これを被害木とみなし休息地周辺に発生した被害木の状況についてまとめてみる。

なお、ここでのまとめかたは今まで述べた方法とは異なり、4年目の終牧時現在において、4年間の放牧によってうけた傷害を各個体ごとにチェックして集計したもので、1年次だけが激害をうけたものも3年次にわたって激害をうけたものも同じく1個体とし、4年目の終牧時の被害状況をみたものである。

まず、休息地として利用された区域面積についてみれば、軽度の全季放牧では1,200m²、季節放牧では700~800m²、合計2,300m²と推定され、重度では全季放牧が1,200m²、季節放牧は800~1,000m²、計2,800m²と推定される。したがって、季節放牧は全季放牧の約2倍の面積を休息地として使用していることになる(第16表)。

第16表 休息地における被害率(%)
Table 16. Percentage of grazing damages at bed ground

	軽 度 Lightly grazing				重 度 Heavily grazing			
	全 季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall	全 季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall
激 害 と 中 害 木 Severe~Slight damage	27.7	20.2	13.9	4.9	35.7	14.7	26.6	7.3
枯 死 木 Dead tree	16.5	4.7	19.1	6.0	10.8	25.3	11.0	3.4
計 Total	44.2	24.9	33.0	10.9	46.5	40.0	37.6	10.7

ところで、これら休息地の区域の被害率についてみれば、軽度全季区が44.2%、軽度季節区が平均23.2% (春区24.9%、夏区33.0%、秋区10.9%) となり、全季放牧区においては被害木が植栽木の約44%にあたり、すこぶる高い発生率を示している。また、重度牧区においても全季区が46.5%、季節区が平均30.5% (春区40.0%、夏区37.6%、秋区10.7%) という状況で、全季放牧においては実に半数に近い植栽木が被害をうけている。

以上のように、放牧牛が休息地として利用した区域においては、激および中害木と枯損木の発生率がきわめて高く、重度牧区においては約31~47%、軽度牧区においても約23~44%という高率で発生しており、休息地域に植栽されたカラマツの被害がすこぶる大きいことを示している。また、放牧方式につい

てみれば、輪換放牧法においては、分割した3牧区の各区の発生率が固定放牧法をとった林地より低く、とくに秋牧区にあたった林地の発生率が低いため、輪換放牧の林地全体としてみれば固定放牧の林地にくらべて被害を少数にとどめている。

E-5. 樹高生長

休息地における樹高生長のようすについては、4)樹高生長において述べたので参照せられたい。

F. 被害についての総括

最後に、4年間の放牧によって発生した、8牧区の被害の状況についてまとめてみる。まず、被害木というのは、前に述べた傷害の程度のうち、激害および中害と判定したもの、および放牧によって枯死したものをさしている。つぎにこのような被害木の発生状況については、前記 E-4 で述べたように各年次の発生状況ではなく、過去4年間の放牧によって各個体のうけた被害状況を4年目の終牧時現在についてまとめたもので、1個体は1回だけ被害木としてとりあげ、被害をうけた回数は消してある。

ところで、前述のように放牧牛の休息行動によって、各牧区とも被害の激しい地帯を包含している。したがって、各牧区の被害状況については、まず地帯区分をして激害地と普通地の両者に分け、ついで放牧地全体について述べることにする(第17表)。

第 17 表 4年間の放牧による被害の総括表
Table 17. General table of grazing damages in the four-year grazing

		軽 度 Lightly grazing				重 度 Heavily grazing			
		全 季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall	全 季 All season	春 Spring	夏 Summer	秋 Fall
激害地	面積 Area m ²	1,200	800	800	700	1,200	1,000	1,000	800
	植栽本数 No.	329	186	221	201	361	261	283	223
	被害本数 Damage No.	145	46	73	22	168	104	106	24
	被害率 Damage %	44.2	24.9	33.0	10.9	46.5	40.0	37.6	10.7
普通地	面積 Area m ²	32,800	10,600	10,500	10,600	15,000	4,400	4,400	4,600
	植栽本数 No.	8,987	2,470	2,898	3,042	4,512	1,148	1,245	1,283
	被害本数 Damage No.	422	227	246	64	835	180	207	35
	被害率 Damage %	4.7	9.2	8.5	2.1	18.5	15.7	16.6	2.7
全地域	面積 Area ha	3.40	1.14	1.13	1.13	1.62	0.54	0.54	0.54
	植栽本数 No.	9,316	2,656	3,119	3,243	4,873	1,409	1,528	1,507
	被害本数 Damage No.	567	273	319	86	1,003	284	313	59
	被害率 Damage %	6.1	10.3	10.2	2.7	20.6	20.2	20.5	3.9

a. 激害地

まず、激害地と判定される地帯の、各牧区における面積についてみれば、軽度牧区においては全季放牧が1,200 m²、季節放牧が700~800 m² となっているが、放牧地全面積に対する比率についてみれば、全季が3.5%、季節が6.2~7.1%にあたる。重度牧区においては全季放牧が1,200 m²、季節放牧が800~1,000 m² となり、面積率は全季が7.4%、季節は14.8~18.5%となっている。したがって、放牧牛の休息のために、被害の多発する地帯は全放牧地の約4%から19%を占めることになるが、一般には7%内外のことが多いようである。

つぎに、このような地帯における被害率については、すでに前記休息行動について述べたとおりである。すなわち、全季放牧においては約44% (軽度)~47%という高い被害率となっており、季節放牧においても軽度が約11% (秋区)~33% (夏区)、重度が約11% (秋区)~40% (春区)であって、被害率は相当高かった。

b. 普通地

激害地を除いた普通地についてみれば、軽度牧区ではこのような地帯の面積は全放牧地の約96% (全季区)~93% (春および夏区)を占め、重度牧区では約93% (全季区)~82% (春と夏区)を占めていた。

つぎに、普通地における被害木の発生率には、放牧強度による差が顕著にみられた。すなわち、全季放牧については、軽度牧区の4.7%に対し重度牧区は実に18.5%の高率となり、季節放牧においても3季平均で軽度牧区の6.4%に対し、重度牧区は約2倍の11.4%を示している。さらに、放牧季節による差も顕著であって、とくに秋季放牧は重度牧区といえども2.7% (軽度牧区は2.1%)にとどまり、被害木の発生はもっとも低率であった。つぎに軽度牧区においては春季および夏季が9%内外の被害木を発生させて比較的の高率であったが、重度牧区においては春と夏と全季はほぼ同率で約16~19%であって、秋季を除けば季節間の差がみられなかった。

以上のように、普通地においては軽度全季放牧がもっとも被害率が低く約5%であったが、軽度季節放牧もこれに準じて約6%にとどまり、両放牧区とも比較的被害木の発生率は低かった。これに対して、重度季節放牧は約11%を示し、さらに重度全季放牧は約19%に上昇し、とくに重度全季の放牧を行なった林地の被害率が高くあらわれた。

c. 全放牧地

最後に、上記激害地と普通地を合わせた放牧地全体についての、各牧区ごとの被害木の発生状況についてまとめてみれば、つぎのようである。

まず、軽度放牧については、全季牧区が6.1%の被害率を示し、季節牧区においては、春区が10.3%、夏区が同じく10.2%、秋区が2.7%であった。したがって、季節牧区においては秋区の低率によって、季節牧区全体では7.5%となり、全季牧区の6.1%と比較すれば高率ではあるが、その差は約1%にすぎなかった。

つぎに、重度放牧についてみれば、全季牧区が20.6%を示し、季節牧区においては春区が20.2%、夏区が20.5%、秋区が3.9%となっている。したがって、季節牧区においては春と夏区が全季牧区とほぼ同率であったが、秋区が低率のために、牧区全体としては14.8%となった。

以上のように、軽度牧区となった造林地においては放牧牛のために被害 (中害と激害の計) をうけたカラマツは、植栽木の6~7%の発生をみたけれども、重度の造林地においては、これが約15~20%と上昇し、両強度間には比較的顕著な差をみることができた。したがって、30 cow day の維持のために約0.8~1.0 ha の林地を使用した場合には、植栽木の7%内外の被害率にとどまることができた。しかしながら、30 cow day の維持に約0.4~0.6 ha の林地を使用した場合には、この林地を3牧区に分割して季節放牧による輪換放牧法をとったときには、被害木の発生は約15%であったが、春~秋をとおしての固定放牧法をとったときには、さらに増加して植栽木の21%が被害をうけた。

4) 樹高生長

林木の生長は、地位、苗木、植付、密度などの諸要因が複雑にからみ合った結果としてあらわれ、本試験のように非常に短い期間での、年次別の資料のつなぎ合わせで論ずることは困難である。また、放牧に

対する反応についても、とくに放牧牛の行動密度の高い地域は別として、普通地域についても困難といえる。さらに、現在差があったとしても、これが将来の木材生産にどれほどの影響を与えるか不明である。しかし、単木的には主幹折れや梢端欠除などの事故が発生しているもので、生長初期の4年間（放牧期間）の樹高生長について述べてみる。

A. 平均樹高

a. 各年次の樹高

放牧開始年（3年生林）の開牧時（6月）の各牧区の平均樹高は、41~49 cm の間に分布していたが、終牧時（10月）には56~71 cm で9牧区間の差が15 cm であった。放牧2年次の終牧時には79~107 cm となり、牧区間の差が28 cm を示すようになり、ついで放牧3年次には113~157 cm で44 cm の差になった。そして、放牧終了年の終牧時には136~195 cm で、約60 cm の差となった。ところで、各年次とも平均樹高の最低の牧区は軽度夏区であって、軽度春区がこれに準じ、放牧1~2年次には重度春区もこれに加えられる。なお、最高の牧区は1~2年次は軽度の全季と秋区および禁牧区、3~4年次は禁牧区と軽度全季区であった（第18表）。

第18表 各牧区の平均樹高 (cm)
Table 18. Average height on each pasture and enclosure

牧 区	Pasture	1962 June	1962 Oct.	1963 Oct.	1964 Oct.	1965 Oct.
軽 度 Lightly grazing	全季区 All season	45	71	105	150	183
	春 区 Spring	47	58	84	118	145
	夏 区 Summer	41	56	79	113	136
	秋 区 Fall	44	68	102	144	177
重 度 Heavily grazing	全季区 All season	45	64	92	135	163
	春 区 Spring	45	58	86	129	155
	夏 区 Summer	45	66	96	137	164
	秋 区 Fall	43	67	97	136	159
禁 牧 区	Enclosure	49	68	107	157	195

1年間の伸長量についてみれば、1年次は11~26 cm、2年次 23~39 cm、3年次 34~50 cm、4年次 23~38 cm となり、1年次以外はすべて禁牧区が最高伸長量を示している。そこで、禁牧区に比較して割合に伸長量の小さい牧区をあげれば、軽度春区がこれの58~71%、軽度夏区が59~79%、重度春区が68~86%となっている。平均年間伸長量は、30~37 cm の牧区が多いが、軽度春と夏区は24~25 cm でとくに小さかった。

b. 各牧区の生長指数

各牧区の放牧開始年の開牧時（3年生林の6月）の樹高を100として、年次ごとに追跡してみれば、おおよそ3グループに分けられる。すなわち、4年次の樹高が400内外を示す牧区として軽度の全季と秋区および禁牧区、360~370のグループとして重度の全季と夏と秋区、そしてもっとも低い310~340のグループとして軽度の春と夏区および重度の春区があげられる。

このように、各牧区に設けた10~20個の固定プロットによる平均樹高については、とくに問題となるのは軽度の春区と夏区および重度の春区の3牧区で、他の5牧区（軽度の全季と秋区、重度の全季と夏区と

秋区)については、禁牧区と比較して若干劣るけれども、その差はあまり大きくない。そこで、問題となる3牧区について、つぎに若干の検討をしてみる。

c. 3牧区についての吟味

まず、これらの3牧区の4年次の平均樹高に対して、相当に低い数値を示す固定プロットを拾ってみれば、軽度春区では平均樹高144cmに対し2個のプロットが90~99cm、軽度夏区では平均値136cmに対し2個のプロットが69~84cm、重度春区では平均値155cmに対し1個で123cmであった。それで、これらのプロットを除外し、禁牧区を100とした指数をもとめれば、77(軽度夏区)~80(軽度春区)となり、他の牧区の82~94に比べてやはり低いが、若干接近してくる。

つぎに、上層高によって検討してみる。すなわち、各固定プロット内で最高樹高を示す個体は、それまでにかなり生物要因による攪乱があったとしても、少なくとも100m²のプロット内においては、十分に自然の活力(地力)を表現しているものとして、これらの3牧区をとりあげてみる。まず、禁牧区の最高樹高による上層高は303cmであったが、軽度夏区が237cm、軽度春区が252cm、重度春区が251cmであった。そして、これらの3牧区の平均樹高に対し、とくに低いプロットは軽度夏区の平均237cmに対し2個が150~164cm、軽度春区の252cmに対し、2個が166~175cm、重度春区の251cmに対し1個が172cmであった。そこで、これらの固定プロットの位置を確かめてみれば、軽度の両牧区とも斜面を登りつめた地帯の台地状のせまい平坦地であって、この地帯には岩石が転々と裸出し、さらに本試験地内ではもっとも風当たりの強い地帯でもある。したがって、天然のアカマツ、ミズナラ、クリその他の広葉樹もきわめて成長がにぶく、むしろ奇型の樹型を呈するものも多く分布している。また、重度春区のプロットもほぼこれに似た環境におかれているとみなされる。

したがって、これら3牧区の平均樹高が他の牧区よりもとくに劣っているのは、このような自然要因(地力と風)によるもののように考えられる。しかし、生物要因としての家畜も見逃がすことができない。というのは、このような地形を呈する地帯は、一般に放牧牛が好んで集合し、固定的な休息地として利用することが多いからである。現に、前記の各固定プロットの周辺は、放牧牛の行動密度の高い地帯としてチェックされている地帯でもある。そこで、前記Eの休息行動と傷害の項でとりあげた、休息地における樹高生長の状態(E-5 樹高成長)についてつぎに述べる。

B. 休息地における樹高生長

休息地における傷害木の発生状況については、傷害の種類や程度別にすでに述べた。ところで、このような傷害を受けたカラマツの樹高を4年次の各牧区についてみればつぎのようである(第19表)。

軽度牧区では、無傷害および微害と判定したもの(無微とよぶ)の平均樹高159cm(134~186cm)に対し、中害および激害と判定したもの(中激とよぶ)が120cm(73~181cm)であった。重度牧区では、無微の平均155cmに対し中激は115cmとなっている。したがって、無微の樹高に対して中激の樹高は軽度牧区で75%、重度牧区で74%にあたり、両者の差が認められた。

放牧季節別にみれば、両牧区とも夏季区がとくにこの差が顕著で、軽度牧区では無微の135cmに対し中激は73cm(54%)、重度牧区では同様に147cmに対し75cm(51%)となっている。そこで、前記の傷害の種類によって吟味してみれば、夏区においては他の季節区よりも主幹折れの発生率がとくに高く、このような主幹の折られたカラマツの発生によって、中激の平均樹高が無微の約半分にとどまっているものと考えられる。

第19表 休息地における樹高(1965)(cm)
Table 19. Height growth of tree at bed ground

牧 区 Pasture		軽 度 Lightly grazing	重 度 Heavily grazing
全 季 All season	無害と微害 Very slight damage a	180	136
	中害と激害 Severe damage b	120	112
春 Spring	" a	186	147
	" b	181	108
夏 Summer	" a	135	147
	" b	73	75
秋 Fall	" a	134	191
	" b	105	163
平 均 Average	" a	159	155
	" b	120	115

このように、樹高生長に対する放牧の影響は、休息地において顕著にあらわれ、とくに主幹を折られたカラマツの生長は、現段階では致命的で、今後の生長を予測することは困難ではあるが、期待薄のように観察される。しかし、休息地を除いた他の地域では、現段階では放牧よりもむしろ他位の影響の方が強くあらわれているように思われる。

4. 放牧に対する植生の反応

1) 植物種

本試験地には約120種の植物が分布し、このうち草本類が約60% (72種) を占め、木本類は50種近くみられたが、既設の試験地と比較すれば、木本類の出現種が本試験地では若干多数であった。これらの植物の各牧区における出現種数は、60~70種であった。

草本類では、イネ科草類が5種、ササ類とスゲ類は各1種、双子葉雑草類が54種、単子葉雑草類が9種、そしてシダ類は2種みられた。また木本類では低木類が18種、つる類が9種、高木類が19種となっていた。各グループのなかで比較的分布の広い種をあげてみればつぎのようである。

イネ科草類 長草類ではススキの分布がもっとも濃密で、これについてサイトウガヤ、オオアブラススキがあげられる。

短草類ではヤマカモジグサをあげることができ、ついでシバなどがある。

ササ類 タケ科の植物では、クマイザサだけで、その他のササ類はみられなかった。

スゲ類 スゲ類においても、ヒカゲスゲが圧倒的に多く、その他のスゲ類はきわめてまれにみられる程度であった。

双子葉雑草類 非常に多数の植物を含んでいるが、広く分布するものをあげれば、アキカラマツ、アキノキリンソウ、オミナエツ、オカトラノオ、キンミズヒキ、キジムシロ、ニガナ、ノコンギク、センボンヤリ、オトギリソウ、ミツバツチグリなどがあるが、オケラ、ノチドメ、タチツボスミレ、カワラマツバ、ノアザミなどがこれに準ずる。

単子葉雑草類 オオバギボウシ、マイヅルソウ、スズランが各牧区に広くみられる。

シダ類 ワラビとゼンマイの2種があげられる。

低木類 ナワシロイチゴ, モミジイチゴ, ハシバミ, ガマズミ, コマユミ, クロモジなどの分布が広く, エゾノコリンゴ, タラノキ, ノリウツギなどがこれに準ずる。

つる類 ツルウメモドキ, ツタウルシ, イワガラミ, アケビ, サルトリイバラなどをあげることができる。

高木類 針葉樹はアカマツ1種であるが, 広葉樹はミズナラ, ハウチワカエデ, アオダモ, ヤマウルシなどが多くみられ, その他クリ, ナナカマド, ヤマザクラなどもあげられる。

放牧期間中に新しく侵入した種, または消失した種などが若干みることができたが, これが放牧との強い関係があるとはみられず, したがって種による植生の健康度の判断はできなかった。

2) 被 度

A. 被度率の推移

まず, 測定された全植物の被度率の合計によって, 放牧開始時(1年目)と終了時(5年目)を比較してみれば, 各牧区とも一様に, 1年目にくらべて高率となっている。すなわち, 軽度牧区においては, 16~17%, 平均45%の増となり, 軽度牧区では20~138%, 平均53%の増, 禁牧区では13%の増を示している。したがって, 放牧の有無をとわず, カラマツ造林地における植生被度率はしだいに高率となっている。(第20表)。

つぎに, このような増率の内容についてみれば, 軽度牧区においては草本類(イネ科草類, ササ類, スゲ類, 双子葉および単子葉草類, シダ類の計)が約1.1倍, 木本類(低木類, つる類, 高木類の計)が約

第 20 表 各牧区の被度の推移

Table 20. Trends in coverage of forage plant on each pasture and enclosure

牧 区 Pasture	飼 料 植 物 の グ ル ー プ Forage plant	全 季 All season		春 Spring		夏 Summer		秋 Fall		禁 牧 Exclosure	
		1st	5th	1st	5th	1st	5th	1st	5th	1st	5th
軽 度 Lightly grazing	イネ科草類 Grass	0.49	0.33	0.51	0.24	0.35	0.30	0.39	0.76	0.23	0.66
	ササ類 Bamboo gr.	0.60	0.49	1.02	1.54	1.23	1.44	1.70	2.30	0.86	0.80
	スゲ類 Sedge	0.21	0.05	0.21	0.07	0.07	0.04	0.35	0.12	0.14	0.03
	双子葉雑草類 Forb2	0.20	0.48	0.21	0.35	0.18	0.17	0.31	0.17	0.31	0.31
	単子葉雑草類 Forb1	0.07	0.39	0.05	0.04	0.12	0.37	0.12	0.01	0.06	0.11
	シダ類 Fern	0.18	0.08	0.02	0.01	0.03	0.13	0.02	0.02	0.16	0.24
	低木類 Shrub	0.62	0.77	0.15	0.15	0.20	0.47	0.23	0.26	0.13	0.43
	ツル類 Vine	0.26	0.06	0.15	0.08	0.09	0.06	0.16	0.10	0.20	0.22
高木類 Tree	0.55	1.63	0.76	1.08	0.33	1.21	0.20	2.24	0.53	3.26	
重 度 Heavily grazing	イネ科草類 Grass	0.41	0.64	0.39	0.49	0.72	0.55	0.53	0.69		
	ササ類 Bamboo gr.	1.43	0.52	0.40	0.30	0.80	0.15	0.60	0.04		
	スゲ類 Sedge	0.11	0.42	0.02	0.09	0.18	0.10	0.23	0.08		
	双子葉雑草類 Forb2	0.23	0.59	0.16	0.41	0.11	0.27	0.19	0.21		
	単子葉雑草類 Forb1	0.06	0.20	0.18	0.34	0.24	0.18	0.35	0.12		
	シダ類 Fern	0.05	0.05	0.08	0.52	0.16	0.26	0.14	0.26		
	低木類 Shrub	0.13	0.25	0.15	0.98	0.12	0.51	0.10	0.98		
	ツル類 Vine	0.29	0.18	0.50	0.23	0.55	0.08	0.23	0.24		
高木類 Tree	0.27	0.83	0.41	2.10	0.35	1.78	0.78	1.53			

2.5 倍となっている。重度牧区では草本類は夏区と秋区がいずれも約30%の減率となっており、この2牧区は逆の方向を示した。ただ、春区は74%の増となっているが、これはシダ類のいちじるしい増に原因している。したがって、重度牧区においては木本類は約2.4倍となったが、草本類の増率は思わしくなかった。まず、放牧を禁じた林地においては草本類が約1.2倍に、木本類は4.5倍に増大した。

さらに、主要グループを単位にして、この推移の状況をみればつぎのようである。

軽度牧区 春牧区においては、イネ科草類が0.51から0.24に低下したほかは、ササ類(1.02から1.54へ)、雑草類(0.26から0.39へ)、高木類(0.76から1.08へ)などいずれも増大した。夏牧区においては、イネ科草類はほとんど動かず(0.35から0.30へ)、ササ類も同様で(1.23から1.44へ)、雑草類(0.30から0.54へ)と高木類(0.33から1.21へ)が増率を示した。秋牧区では雑草類が低下(0.43から0.18へ)したほかはいずれも増大し、イネ科草類は約2倍に、高木類は約10倍に、ササ類は35%の増を示した。ところで、全季牧区においてはササ類が約20%、イネ科草類が約33%の減となり、雑草類(0.27から0.87へ)と高木類(0.55から1.63へ)が増率となり、軽度牧区のなかではこの牧区だけが特異な推移を示した。

重度牧区 春牧区は比較的軽度牧区に近い推移を示し、ササ類が若干低下(0.40から0.30へ)しただけで、イネ科草類(0.39から0.49へ)、雑草類(0.34から0.75へ)、高木類(0.41から2.10へ)などいずれも増大した。しかし、夏牧区においてはイネ科草類が約25%の減、ササ類はさらに80%の減となり、雑草類はあまり動かず、高木類が増率(0.35から1.78へ)しただけであった。また、秋牧区においてもササ類は約95%減率となり、イネ科草類はわずかの増(0.53から0.69へ)、高木類だけが約2倍となった。全季区もこれに近い傾向を示し、ササ類は約65%の減(1.43から0.52へ)となり、イネ科草類(0.41から0.64へ)と雑草類(0.29から0.79へ)および高木類(0.27から0.83へ)が若干増大した。

禁牧区 放牧を禁じた場合には、雑草類(0.22から0.35へ)とササ類(0.86から0.80へ)は動きが小さく、イネ科草類が約3倍に、高木類は約6倍に増大した。

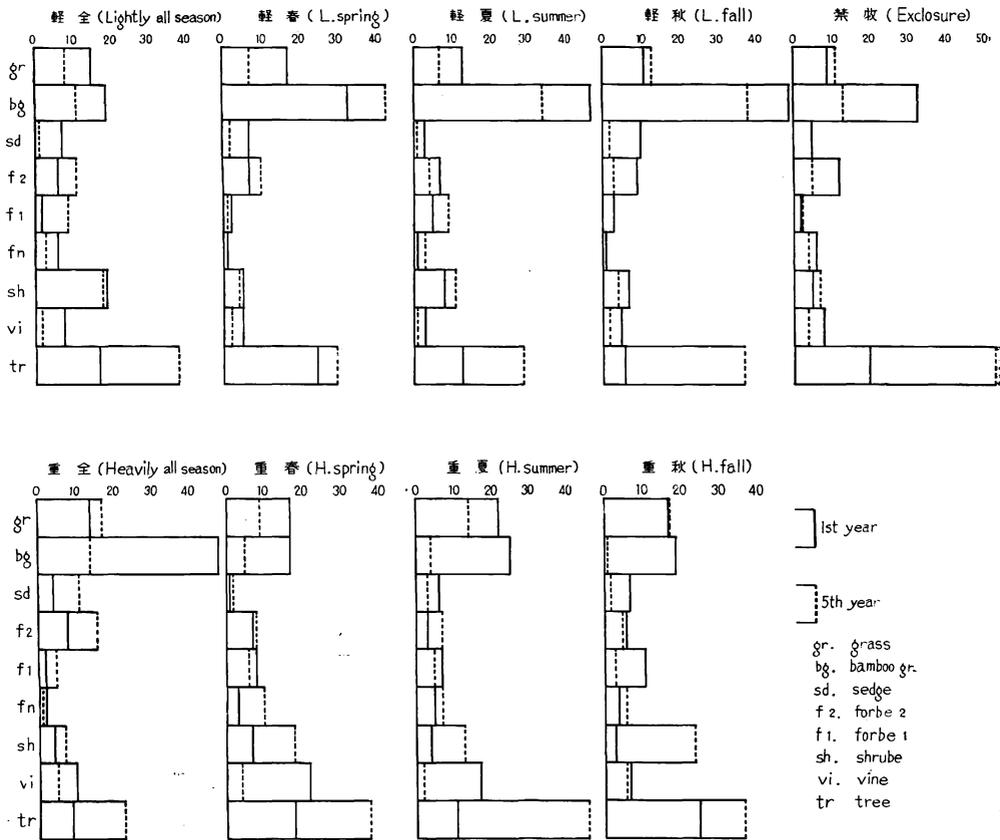
まとめ 軽度牧区においては、比較的不健康であった全季区を除いた平均で、イネ科草類はほとんど動かず、ササ類は34%、雑草類は12%の増となり、高木類が3.5倍になった。これに対して、重度牧区では比較的健康であった春区を除くと、イネ科草類が13%、雑草類は33%の増をみたが、ササ類は75%の減となり、放牧強度がササ類の推移にもっとも強くあらわれた。

以上を総合してみれば、比較的健康的な状態で維持されたのは、軽度の秋区と夏区と春区であり、これに準ずるものとして軽度の全季区、重度の春区があげられ、重度の夏区と秋区と全季区は不健康なコンディションといえよう。

B. 相対被度による順位推移

相対被度において、各牧区の推移の状況を、優勢グループ(Aとする)と準優勢グループ(Bとする)に分けてみればつぎのようである(第11図)。

軽度牧区 全季区においては、1年目はAがササ、低木、高木(相対被度17~19)、Bがイネ科草(15)であったが、5年目にはAに高木が残り(38)、ササ、低木がBへ下がった(11~18)。春区では、Aがササ、高木(25~33)、Bがイネ科草(17)であったが、ササがそのままA(43)となり、高木はBへ下がった(30)。夏区では、Aがササ(47)、Bがイネ科、高木(13)であったが、5年目もそのままの順位であるが、ササと高木は非常に接近した。秋区では、Aがササ(49)、Bがイネ科とスゲ(10~11)であったが、高木が上昇してAはササ、高木(37~38)となり、Bはイネ科がそのままであった。



第11図 相対被度の推移
Fig. 11 Trend in relative coverage.

重度放牧 全季区ではAのササ(48), Bがイネ科草, つる(10~14)であったが, 5年目にはAが高木(23), Bはイネ科草はそのままササは低下し, 新しく雑草が加わった(14~17)。春区では, つる, 高木, イネ科草, ササなどがAであったが(17~22), 5年目には高木だけがAに残り(38), 低木(18)がBとなった。夏区にはササ, イネ科草, つる(17~25)がAであったが, 高木が(46)Aに上昇してきて, イネ科草とつる(13~14)がBとなった。秋区では高木, ササ, イネ科草(17~25)がAであったが, 高木(37)がそのままAに残り, 低木とイネ科草(17~24)がBになった。

禁牧区 Aがササ(33), Bが高木(20)であったが, この順位が入れ替えとなり, Aが高木(54), Bがササとイネ科草(11~13)となった。

まとめ 軽度牧区においては, 当初はAに含まれるグループとしてはササ類がもっとも例数が多く(4牧区), ついで高木類(2牧区)であったが, 5年目においてもほぼ同じ状態で, ササ類が3牧区で, 高木類が2牧区で優勢グループとなっている。まず, Bについてはイネ科草類の例数が多かったが(4牧区)5年目にはイネ科草類は1牧区のみとなり, その他についてもはっきりした特徴はみられなかった。

ところで, 重度牧区においては, 当初はAに含まれるものとしては, ササ類(4牧区)とイネ科草類(3牧区)および高木類とつる類(各2牧区)などであったが, 5年目にはこれはいずれも高木類(4牧

区)に置き換えられてしまった。Bについては、初年目も5年目もとくにあげられるほどの特徴はなかった。

このように、相対被度による順位の点については、軽度牧区の林地においては、あまり大きな変化がなく、ササー高木の順位はほぼ保たれていたが、重度牧区の林地においては大きな動きがあり、ササーイネ科草—高木という関係で放牧が開始されたが、5年目には高木類だけが優勢グループとして残り、ササ類やイネ科草類はBまたはそれ以下に低下した。このことは、両牧区の放牧の強度をあらわしている一面と考えられる。なお、放牧を禁じた林地においては、当初は優勢グループとしてササ類、準優勢グループとしては高木類という関係であったが、5年目には両グループが入れかわり、高木類の優勢な林地へと推移した。

		軽 度				重 度				禁 牧
		全 季	春	夏	秋	全季	春	夏	秋	
優 勢 グループ (A)	1年目	Bg Sn Tr	Bg Tr	Bg	Bg	Bg	Vi Tr Gr Bg	Bg Gr Vi	Tr Bg Gr	Bg
	5年目	Tr	Bg	Bg	Bg Tr	Tr	Tr	Tr	Tr	Tr
準 優 勢 グループ (B)	1年目	Gr	Gr	Gr Tr	Gr Sd	Gr Vi				Tr
	5年目	Bg Sn F ₂	Tr	Tr	Gr	Bg F ₂	Sn	Gr Vi	Sn Gr	Bg Gr

3) 飼料植物の収量

A. 飼料植物の構成

本試験地に分布する大部分の植物が、飼料として放牧牛に利用された。もっとも、利用率については、放牧方式や放牧牛の個体間に若干の差が観察されたが、スズランやシダ類(ワラビ、ゼンマイ)および木本類の一部(ハンバミ、レンゲツツジ、エゾノコリンゴ、その他)を除いたほとんどが、飼料植物として認めることができた。

ただ、本試験に供試した黒毛和種については、すでに供試した日本短角種と比較して、とくに樹葉類に対する採食の度合いが、これより低く観察された。すなわち、採食する樹種数が少なく、さらに同一樹種についても採食頻度が低く、樹葉の飼料植物としての位置は、日本短角種は、黒毛和種よりも高位であることが認められた。

分布する飼料植物をグルーピングし、その内容のあらましについてふれてみればつぎのようである。

イネ科草類 主要飼料植物のひとつとしてあげられ、本試験地には広く分布している。ススキ、サイトウガヤ、ヤマカモジグサなどがおもな草類としてあげられる。

スゲ類 量的な分布ではそれほど主要とはいえないが、利用率は高く、ヒカゲスゲが代表種としてあげられる。

ササ類 本試験地の主要飼料植物となっており、放牧期間中利用されたが、クマイザサ1種だけである。

雑草類 スゲ類と同様に、量的分布では主要とみられないが、数多くの草種を含み、採食される機会是比较的高い。オミナエシ、ノアザミ、ニガナ、アキカラマツ、オケラなどがあげられる。

樹葉類 このグループも本試験地の主要飼料植物としてあげられ、とくにイタヤカエデ、アオダモ、ウウミズザクラ、ノリウツギ、コマユミ、タラノキ、ミネヤナギ、ツルウメモドキ、サルトリイバラなど

第 21 表 各牧区の飼料植物の収量の推移 (kg/ha)
Table 21. Trends in forage yield on each pasture and enclosure

		軽 度 Lightly grazing		重 度 Heavily grazing		禁 牧 Exclosure	
		1st~2nd year	3rd~4th year	1st~2nd year	3rd~4th year	1st~2nd year	3rd~4th year
全 季 All season	イネ科草類 Grass (gr)	481	230	385	94	739	755
	ス ゲ " Sedge (se)	113	76	154	56	162	63
	サ サ " Bamboo (ba)	559	248	1,255	457	1,072	1,000
	雑 草 " Forb (fo)	609	402	309	254	213	296
	計 Total	1,762	956	2,103	861	2,186	2,114
	樹 葉 類 Browse (br)	972	921	811	927	657	802
合 計 Total	2,734	1,877	2,914	1,788	2,843	2,916	
春 Spring	gr	439	237	684	503		
	se	87	71	152	86		
	ba	999	785	248	77		
	fo	302	310	375	357		
	Total	1,827	1,403	1,459	1,023		
	br	856	873	617	737		
Total	2,683	2,276	2,076	1,760			
夏 Summer	gr	804	481	788	327		
	se	157	78	198	112		
	ba	1,772	1,346	706	250		
	fo	472	272	739	413		
	Total	3,205	2,177	2,431	1,102		
	br	912	1,284	1,411	1,390		
Total	4,117	3,461	3,842	2,492			
秋 Fall	gr	704	1,807	1,294	635		
	se	227	103	265	96		
	ba	1,998	1,865	464	217		
	fo	266	317	389	416		
	Total	3,195	4,092	2,412	1,364		
	br	580	612	1,005	1,181		
Total	3,775	4,704	3,417	2,545			

の採食頻度が高かった。

つぎに、試験開始年 (1962年) の以上5グループの重量構成の状況について述べる (第21表)。

まず、本試験地全体についてみれば、平均1haあたり3.18tの収量を示し、その30%はササ類によって占められている。ついで、イネ科草類および樹葉類が25%ずつ占めており、雑草類は16%、スゲ類は5%という順位になっている。したがって、飼料植物の重量構成からみれば、ササ類がもっとも優勢で、イネ科草類と樹葉類がこれにつき、これら3グループが本試験地の主要飼料植物となっている。

ところで、軽度および重度の両牧区別にみれば、軽度牧区ではササ類が総量の35%を占め1位、ついで樹葉類の26%、イネ科草類の19%という順位を示しており、重度牧区ではイネ科草類が31%で1位、ついでササ類と樹葉類がそれぞれ23%でこれにつづいている。

また、収量は軽度牧区では平均1haあたり3.37t、重度牧区は2.98tとなっている。このように、両

牧区間に若干の差がみられるけれども、本試験地における飼料植物の収量は1 ha あたり3 t内外で、この主体はササ類とイネ科草類と樹葉類であるということができよう。

B. 各牧区の収量とその推移

8 放牧区に禁牧区を加えて9 牧区の、飼料植物の収量の推移についてみれば、つぎのようである。

a. 軽度牧区

軽度牧区全体についてみれば、季節による収量の差はあるけれども、放牧1～2年目の平均量は1 ha あたり 3,330 kg を示しており、この40%にあたる1,332 kg はササ類によって占められ、これについて樹葉類の 830 kg (24%) およびイネ科草類の 607 kg (18%) となっている。

ところで、放牧3～4年目の収量は平均1 ha あたり 3,080 kg を示し、このうち 1,061 kg (34%) はササ類、923 kg (30%) が樹葉類、689 kg (22%) がイネ科草類となった。このように放牧後半の年次の全収量は前年にくらべて若干低下(8%)し、また各グループの重量構成率に若干の変動がみられたが、軽度牧区全体としてみれば、その推移は緩慢であり、大きな動きはないようにみられた。ただ、各牧区ごとにみれば、牧区間の差をみるので、以下軽度牧区内の4牧区ごとに述べる。

全季区 放牧前半の1 ha あたり収量は約2.7 tであったが、後半には約1.9 tとなり約30%の減少をみた。したがって、全季区は4牧区中もっとも減少率が高く、放牧による飼料植物の減収が軽度放牧においても顕著であった。そして、この減収の原因はササ類とイネ科草類にあり、両グループは後半は前半の44～48%に低下している。

春牧区 前半の収量は約2.7 tであり、後半は約2.3 tを示した。したがって、本牧区においても後半は若干減収となったが、15%減にとどまった。とくに減収率の高いのはイネ科草類で、46%の減を示し、樹葉類はほとんど変化がなかった。

夏牧区 前半の約4.1 tに対し、後半は約3.5 tで、春牧区とほとんど同様に約16%の減収にとどまった。そして、イネ科草類およびスゲ類と樹葉類が約40～50%の減を示し、樹葉類は後半のほうがむしろ約40%の増収となった。

秋牧区 前半は約3.8 tであったが、後半はむしろ増収となり約4.7 tを示した。

すなわち、スゲ類は約半量に落ちたが、ササ類と樹葉類はほとんど動かず、雑草類は約20%の増、イネ科草類は約2.6倍となり、いちじるしい増収を示した。

b. 重度牧区

軽度牧区にならい、重度牧区全体についてみれば、前半の収量は平均1 ha あたり 3,062 kg を示し、このうち樹葉類が961 kg で約30%を占め、ついでイネ科草類の 788 kg (26%)、ササ類の 668 kg (22%) となっている。ところで、後半の収量は 2,147 kg となり、これは前半の70%にあたり、放牧中に相当の減収を招いた。この原因はササ類とイネ科のいちじるしい減収にあり、前者は約60%、後者は約50%の減収を示している。しかし、樹葉類は逆に約10%の増収となっている。つぎに各牧区ごとの推移の状況について述べる。

全季区 軽度牧区と同様に、重度牧区においても放牧中の減収はこの全季区がもっとも大きかった。すなわち、前半は 2,914 kg の収量であったが、後半は 1,788 kg となり、約40%の減となった。これはイネ科草類が約75%、ササ類が約65%の減収を示したことが原因となっている。しかし、樹葉類は約14%の増となった。

春牧区 春、夏、秋の3季節のなかでは、この春牧区がもっとも変化が小さかった。すなわち、前半2,076 kg に対し後半は1,760 kg で、これは約15%の減収にとどまっている。

しかし、ササ類の減収はいちじるしく、約70%の減となっている。

夏牧区 本牧区は全季区について後半の減収が大きかった。すなわち、前半は3,842 kg の収量をみたが、後半は2,492 kg となり、35%の減収をみるようになった。そして、この原因はササ類の65%、イネ科草類の約60%の減収にある。

秋牧区 前半には3,417 kg の収量をみたが、後半は2,545 kg となり、約26%の減となった。すなわち、前半に比し後半の収量は、ササ類53%、イネ科草類が51%の減となったが、樹葉類は約18%の増となっている。

c. 禁牧区

前半の収量は1 ha あたり2,843 kg であり、このうちササ類が38% (1,072 kg) を占めて第1位、ついでイネ科草類の26%、樹葉類の23%という順位であった。後半にいたってもこのような収量と重量構成率の変化は非常に小さく、総量は2,916 kg で若干の増となり、ササ類はそのまま第1位で34%を占め、樹葉類が増加して28%となり、イネ科草類は26%となった。つぎに前半に対する後半の収量比をみれば、イネ科草類はほとんど変わらず、雑草類が約40%、樹葉類が約20%の増、ササ類が7%の減となっている。したがって、全収量は3%の増にすぎなく、禁牧区における飼料植物の収量の推移はきわめて緩慢であった。

d. 各牧区の比較

前述のように、軽度牧区においては、秋放牧の区においては、後半の収量が前半よりもむしろ高く、林齢5~6年の造林地において1 ha あたり約4.7 t の飼料植物を維持していたが、他の季節放牧区は若干の低下をみた。とくに春~秋の全季節放牧はもっとも収量を低下させ、その低下率は重度牧区のグループにはいるほど顕著であり、飼料植物の点では、軽度牧区であっても好ましいものとはいえない。

しかし、春および夏の放牧区は若干の低下にとどまり、秋放牧区を含めて、これら3牧区は全収量および各グループの収量の維持の面で、放牧地管理は適正であったと判定されよう。

しかしながら、重度牧区においては、春の放牧区を除けばいずれも後半においていちじるしい減収を招いた。すなわち、春~秋の全季節放牧の区においては実に40%の減収を招き、夏および秋の放牧区においても26~35%の減を示している。そしてこの減収の原因は、主としてササ類とイネ科草類の衰退にあり、放牧地は非常に好ましくないコンディションへと推移し、放牧地の維持管理は適正でなかったと判定される。なお、禁牧区における、各飼料植物のグループの順位および全収量ともその変化はきわめて小さく、推移の速度も緩慢であった。

C. 草本類と樹葉類との関係

本試験地は普通の牧野と異なり、幼齢造林地を対象とした放牧であるため、とくに林床植生を形成する草本類と広葉樹および低木の樹葉類の収量の推移について留意することが必要となる。したがって、前記の5グループを草本類(イネ科草類、スゲ類、ササ類、雑草類の4グループ)と樹葉類(樹葉類としたグループ)と2種に分け、それぞれの推移について述べる。

軽度牧区 放牧1年目の収量を100とし、放牧4年目(終了年)の収量指数についてみれば、全季区においては草本類が52、樹葉類が87となり、草本類は約半量となったが、樹葉類は1割強の減量にとどま

った。春牧区においても、全季区と傾向はほぼ同様で草本類が54、樹葉類が83となり、夏牧区においては草本類は60で約4割の減となったが、樹葉類は131で逆に約3割の増となった。秋牧区は特殊な傾向を示し、草本類が141で約4割の増、樹葉類は74で約3割の減となった。このように、軽度牧区においては、4牧区の平均をまとめれば草本類が77、樹葉類が94となるが、特殊な秋牧区を除いた3牧区の平均では草本類が55、樹葉類が81となる。

重度牧区 全季区においては草本類が36、樹葉類が105となり、草本類が実に64%の減を示し、夏牧区においても草本類が32、樹葉類が152で草本類の減はさらにいちじるしい。また、秋牧区においても草本類が49、樹葉類が133で、草本類は50を割り、春牧区だけは草本類が58、樹葉類が158となって、他の3牧区に比較して、草本類の減収は少なかった。このように、重度牧区においては草本類の減収が比較的顕著で、4牧区の平均で44となり、約56%の減を招いたが、樹葉類についてはいずれも増となり、105～158を示すようになり、4牧区の平均で137となっている。

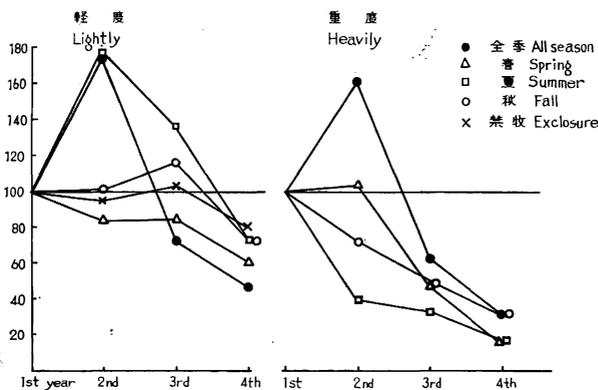
禁牧区 草本類が88となり10%強の減を示し、樹葉類は188で90%弱の増を示した。また、1年目の重量構成率は草本類が83%を占めていたが、4年目には70%に低下した。

各牧区の比較 草本類の減収は軽度秋区を除けば、他の8牧区（禁牧区も含めて）共通の現象であったが、ただその減少の割合は、重度牧区においていちじるしく、軽度牧区はこれより小さく、禁牧区においてはさらに小さかった。しかし、樹葉類については、逆に重度の全牧区とも増加したけれども、軽度は夏区を除けばいずれも減少となったが、禁牧区では増加した。

このように、重度の放牧のつけられた造林地においては、草本類の衰退が目立ち、逆に樹木の葉量が増加し、軽度の放牧がなされた造林地では、草本類の衰退は比較的緩慢で、樹木の葉量も放牧当初を上まわるといことがあまりみられない。この原因については、現段階においては不明であるが、しかし、黒毛和種牛の樹葉に対する嗜好度が日本短角種牛に比較すれば相当に低率であること、重度放牧においては、放牧牛は草本類に対しては下刈作業に準ずる機能を発揮し、樹木との競合の対象となる草本類を相当に抑圧すること、などの現象は観察されているので、これらが遠因とも推測される。

D. ササ類の収量の推移

すでに述べたように、本試験地においてはササ類は主要飼料植物の一つとなっており、放牧当初におい



第12図 クマイザサの収量比の推移

Fig. 12 Trends in relative yield of bamboo grass.

ては重量構成率においても全牧区の平均が第1位を占めている。したがって、本試験地においては放牧地の維持管理上、ササ類の健康度を維持することが、一つの目標となるので、ササ類を指標として重量構成の推移について、以下述べてみる（第12図）。

a. 軽度牧区

まず軽度の4牧区の平均について放牧初年日の収量を100とした各年次の指数をみれば、放牧2年次はササ類の収量は若干増大して134となったが、

3年次はほぼ1年次と同量の102に落ち着き、4年次は約37%減収となり63を示した。したがって、軽度牧区におけるササ類は放牧1～3年間（林齢3～5年）は普通に維持されたが、4年次ごろから減収をみせ始めてきた。さらに、牧区ごとについてみればつぎのようである。

全季区と春牧区 この両牧区は、軽度牧区のなかでは比較的減収が顕著にあらわれた。すなわち、全季区は2年次は174と高い値を示したが3年次73、4年次は48となり、約50%の減収を招いた。また、春牧区は84、85と推移し、4年次は40%の減収を招いて60となった。したがって、軽度牧区においてもこの両季節はクマイザサの収量維持の点では適正でなく、4年間の放牧によって4～5割の減収を招いた。

b. 重度牧区

重度の4牧区の平均についてみれば、初年目の100に対して、2年次はほぼ同様の94となったが、3年次から急激に減少して48となり、4年次はさらに減少して24になった。したがって、放牧2年間は変化がほとんどなかったが、3年次は2年次の約半量となり、さらに4年次は3年次の半量に減収した。この内容を各牧区ごとにみればつぎのようである。

春牧区と夏牧区 春牧区においては、2年次は1年次にほぼ同量を維持できたが、3年次には約半量(47)となり、4年次には16となった。また、夏牧区においては2年次からすでに低下し、3年次は33、4年次には春牧区と同様に17にまで減少した。したがってこの両牧区においては、放牧によっていちじるしいクマイザサの減収を招いている。

全季区と秋牧区 全季区においては2年次が増となり161、3年次は63に低下し4年次は32となった。秋牧区では2年次が72に低下し、3年次はさらに48となり、4年次は32となった。このように、この両牧区とも4年次には約70%の減収となったが前記2牧区よりはその減りかたが緩慢であった。

c. 禁牧区

1年次の100に対して、2年次は95となり、3年次は103となった。このように多少の増減はあるが、1～3年間はほぼ同等の収量が維持されたといえよう。しかし、4年目には79に低下し約20%の減収となった。

d. 各牧区の比較

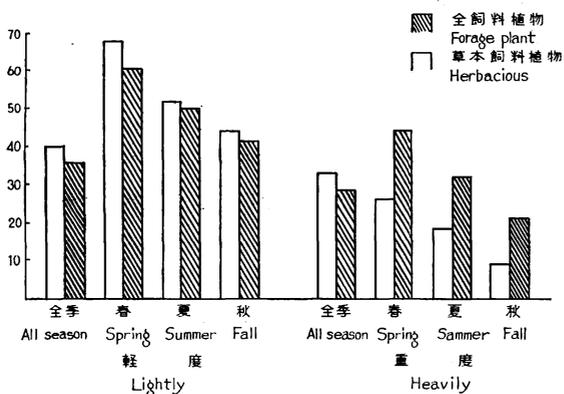
以上のように、放牧地のクマイザサは、どの牧区においても減少の傾向をたどったが、放牧方式によってその減少の状態に差がみられた。すなわち禁牧区においては3年間はほぼ横ばいをつづけたが、4年目より約20%の減となった。軽度牧区においても、約3年間はほぼ横ばいの状態であったが、4年目ごろには30～40%の減量となった。ただ、軽度牧区においても春季または春～秋季の放牧区では減収が比較の日だった。

重度牧区においては、とくにクマイザサを減収させ、3年目には早くも半量となり、4年目においては牧区によってはほとんど、その収穫を期待することができなかった。すなわち、春季（6月20日～7月30日）と夏季（8月1日～9月10日）の放牧区においては、4年次には初年目の80%強の減収率となり、放牧がクマイザサの減収に顕著に影響した。なお、秋季および春～秋季放牧においても、4年目には70%弱の減収率を示し、放牧強度とクマイザサの維持には強い関係がみられた。

E. 放牧前後の収量

放牧直前と放牧終了時の飼料植物の収量から、放牧牛による消費の状況を推察してみる。

また、放牧終了時の収量を放牧前の収量で除した百分比を残草率とよび、各牧区の4年間の平均につい



第 13 図 入牧時の収量を100とした退牧時の収量指数
 Fig. 13 Comparative percent. yield of forage at pregrazing and postgrazing.

てみればつぎのようである (第13図)。

軽度牧区においては、春牧区の残草率をもっとも高く、約60%を示し、夏牧区がこれについて50%、そして秋牧区と全季区が40%内外となっている。したがって、軽度では40~60%の飼料植物が残されていた。重度牧区においても、春牧区は約40%の残草率であったが、夏牧区と全季区は30%内外、秋牧区は約20%であった。したがって、重度では20~40%の飼料植物が残されていた。

このように、両強度牧区の残草率に

差がみられ、軽度牧区では開牧時の飼料植物の約1/3~1/2が終牧時に残されており、放牧の強さは比較的軽く維持されたが、重度牧区においては1/5~1/3が残されているにすぎず、重い度合で維持されたことが理解できる。

つぎに、残草率の内容についてこれを草本類と飼料植物とに分けてみれば、第13図のように軽度牧区においては両者はほぼ平行的に残されている。しかし重度牧区においては全季区を除けば、草本類の残草率が全飼料植物よりも低率であった。すなわち、草本類の残草率は春牧区が26%、夏牧区18%、秋牧区9%となり、草本類は約1/10~1/4より残されていなかった。重度牧区におけるこのような状態、すなわち、樹葉を含めた全飼料植物は1/5~1/3残されていたが、草本類は1/10~1/4より残されていないということは、黒毛和種牛の樹葉に対する依存度を示す一つの方法であると思われる。

V 結 論

すでに報告した第1~第4報においては、この結論の項を設け、それぞれの成績に応じて論じてきたが、いずれも試験結果の要約の域を脱しなかった。すなわち、第1報で述べたように、本研究の主目標を放牧強度および放牧季節に対する家畜と林木と植生の反応のはあくにおき、放牧施設や地形との関係を副としてすすめてきたのであるが、基本となる放牧強度については、各試験の設計内での軽度と重度という相対的な見かたで述べてきた。もちろん、単なる延放牧頭数だけではなく、さらにcattle monthも算出して両強度を比較したけれども、それが家畜の発育や植生のコンディションなどによって、チェックされていない。

このように、本報告も含めて第1~第5報については、それぞれの設計によって得た成績を、それぞれに取りまとめたものであり、とくに放牧強度に対する家畜と林木と植生の反応については、同一の物差しで測られていないので、結論を述べる段階になっておらず、前述のように結果の要約に終わっているのである。したがって、本報告においては結論の項を省略し、引きつぎ発表予定の第6報総括において、結論を導きだすことにしたい。

VI 摘 要

この試験は、混牧林経営に関する基礎的研究の一環として、カラマツ人工林に対する黒毛和種牛の放牧を5年間つづけたもので、すでに発表した第1～第4報に引きつづき、第5報として報告したものである。

試験地の概要

1. 試験地は岩手県岩手郡西根町に設け、試験地の付近一帯は青森営林局岩手営林署の北上川上流経営計画区に属する国有林である。

2. 試験地は岩手山の東北面の緩傾斜地にあり、標高500m内外、ゆるやかな起伏をなしている。この地域は、本試験を開始した約10年前はアカマツ天然生林であり、その後天然更新が思わしく進まなかったため、広葉樹の稚樹や低木類およびクマイザサや草本類の優勢な植生を形成していた。

試験計画と実行

1. 1960年に10.24 haの試験牧区および2.0 haの予備牧区に対し地ごしらえをなし、同年春と秋にカラマツを1 haあたり3,000本の割で植栽したが、平均2,700本であった。

2. 1961年に放牧施設を設定したが、試験牧区としては軽度全季区(3.4 ha)、軽度春区(1.14 ha)、軽度夏区と秋区(1.13 ha ずつ)、重度全季区(1.62 ha)、重度春区と夏区と秋区(0.54 ha ずつ)、禁牧区(0.2 ha)の9牧区とした。

3. 黒毛和種牛を供試し、1～2年次は育成牛を、3～4年次は成牛を用いた。2頭1群として各牧区に入牧させ、昼夜放牧とした。

4. 1962～65年の4年間の放牧実績をみれば、放牧日数は全季放牧で1年あたり平均104～107日、春放牧が31～34日、夏放牧は39～40日、秋放牧日は31～34日であった。放牧延頭数は全季放牧では1年あたり平均203～214頭、春放牧は54～68頭、夏放牧は68～80頭、秋放牧は56～68頭であった。

試験結果と考察

1. 放牧強度について

1) cow day によって、各牧区の放牧の強さをそろえてみれば、全季放牧では1年あたり平均軽度牧区が126、重度牧区は112 cow day を維持し、季節放牧では軽度牧区が1季節あたり35～45、重度放牧区では26～35 cow day であった。

2) このような両強度牧区の状況を、放牧地面積をとりいれてまとめてみればつぎのようになる。軽度牧区—30 cow day の維持に0.8～1.8 haの林地を使用し、これは重度牧区の約1.5～1.9倍の面積にあたる。重度牧区—30 cow day の維持に0.4～0.6 haの林地を使用し、これは軽度牧区の約4割にあたる。

2. 放牧牛の発育

1) 放牧3年目に1頭の病牛の発生をみたが、4年間をとおして放牧牛の健康をとくに低下させたりはみられず、普通の状態を維持された。

2) 牛体各部位の体尺の推移をみれば、育成牛も成牛も、ほぼ正常発育曲線内にあり、若干下限に近かったけれども、とくに異常はみられなかった。体重については育成牛も成牛も、牧区によっては正常発育曲線の下限外にあるものもみられたので、良好とはいえないまでも正常とみることができよう。

3) 1日あたりの増体重量を成牛についてみれば、軽度牧区では季節放牧が552gで全季放牧が470g、重度牧区では全季放牧が272gで季節放牧では97gの減量となっている。

4) 放牧地から取得した体重量は、育成牛を供試した場合は、軽度牧区は64~73kg、重度牧区は49~83kgであり、これを1haあたりに換算すれば重度牧区が30~51kg、軽度牧区は19~22kgとなる。成牛の場合は、軽度は94~107kg、重度は全季は48kgであるが、季節は12kgの減量となり、1haあたりにすれば軽度季節と全季および重度の全季は28~32kgの取得となるが、重度の季節は逆に約7kg落とした。

3. 放牧に対する林木の反応

1) 放牧牛によってカラマツのうけた傷害は踏みつけとなすりつけによるもので、食いちぎりはみられなかった。踏みつけおよびなすりつけをうけたものは、主幹の下部の剥皮、側枝折れ、主幹折れなどの傷害となってあらわれた。本試験では傷害の程度によって激害、中害、微害の3段階に区分し、激害および、中害のものを被害木と判定した。

2) 放牧をつづけた4年間の、各年次の傷害木の発生率を1年あたりの平均にしてみれば、全季放牧では軽度牧区が約10%、重度牧区は約21%で軽度の2倍の傷害木が発生した。また季節放牧においても夏放牧が軽度の9%に対し重度は23%、秋放牧では軽度の2%に対し重度は9%であった。しかし、春放牧では両強度の差がちぢまり、軽度が16%、重度が20%であった。

被害木についてみれば、軽度牧区では0.9~3.0%、平均2.0%、重度牧区では0.6~5.7%、平均4.1%の発生をみた。ただ、秋放牧は両強度とも低率で、1%に満たなかった。

3) 放牧季節との関係でみれば、もっとも顕著な傾向は秋放牧の林地の傷害率がとくに低いことである。他の季節については、軽度牧区ではとくに春放牧の傷害率が高いが(16%)、他の2季は10%以内にとどまっていた。しかし、重度牧区では季節間の差がみられず、各季節とも20%を越えた。つぎに被害木についてみれば、軽度牧区では春と夏放牧が約3%、秋と全季放牧の約1%の発生をみており、重度牧区では春、夏、全季放牧が約5~6%、秋放牧が1%以下であった。

4) 林齢と傷害率との関係で、とくに顕著なことは4年生林において多発したことである。すなわち、3年生林では5~8%、また5年生林では8~16%、6年生林では4~10%であったが、4年生林では20~39%を示した。なお、4年生林の樹高を禁牧区の平均によってみれば、約70~110cmとなっている。

被害木の発生率をみれば、4年生林では5.2%を示したが、5年生林では2.6%となり、6年生林では1.4%まで低下した。

5) 4年間の放牧期間中に1個体のカラマツがうけた傷害の回数は、圧倒的に1回だけにとどまったものが多く、2~3回うけたものは激減し、さらに毎年傷害をうけた個体はきわめて少ない。

6) 傷害をうけた部位の高さは、剥皮においては地上5~15cmにほぼ固定し、側枝折れは3年生林で約17cm、5年生林約30cm、6年生林約60cmと林齢が進むにつれて高くなった。主幹折れは3年生林約40cm、5年生林約63cm、6年生林約65cmとなり、このあたりの高さでほぼ固定するようにみられた。

7) 枯損したカラマツについて、その原因が放牧牛であることを確認したものの、発生率をみれば軽度牧区では平均1.2%、重度牧区では3.2%となっていた。さらに、自然枯死をも合わせれば軽度は平均

3.2%, 重度は7.6%となっている。

8) 放牧牛が休息地としてたびたび使用した地域には、傷害木が多発した。すなわち、全季放牧では約80%, 春放牧では53~55%, 夏放牧では53~77%, 秋放牧では28~60%の発生をみており、植栽木の過半数が何らかの傷害をうけた。

被害木の発生率は全季放牧では15~19%, 季節放牧は8~9%であったが、季節放牧が全季放牧より低率であるのは、このような被害木の発生がきわめて少数であった秋放牧の牧区が含まれているためである。放牧牛による枯損木の発生率をみれば、全牧区の平均では約8%であったが、重度春区は21%の高率を示した。

9) 4年目の終牧時現在において、4年間の放牧によって各牧区において発生した被害木の分布状況についてまとめてみた。すなわち、被害のはなはだしかった休息地周辺も含めた牧区全体についてみれば、軽度牧区においては全季放牧が6.1%, 季節放牧では7.5%の被害木が発生した。これに対して、重度牧区では全季放牧が20.6%, 季節放牧が14.8%となっている。したがって、軽度放牧の林地では被害率は10%以内であったが、重度放牧の林地では林地を分割して輪換放牧法をとった場合には約15%, そのまま使用した固定放牧の林地では約21%という比較的高い被害率を示した。

10) 樹高成長については、試験期間が短く、放牧に対する反応も休息地以外は顕著でないので、現段階では放牧と結びつける素材が乏しい。

各年次の平均樹高をみれば、放牧開始年(3年生林)の各牧区間の差は約8cmであったが、2年次には約28cmとなり、3年次には約44cm, 最終年には約60cmとなった。そして、連年最低の樹高を示したのは軽度の夏区と春区および重度春区の3牧区であった。

各牧区の初年度の樹高に対する最終年の比較についてみても、前記の3牧区は310~340で最低のグループとなっている。そして、これらの3牧区を上層高によって検討し、さらに植生によって吟味してみたが、結果としては自然要因(地力と風)が大きく効いているように考えられた。

休息地においては、明らかに放牧の影響があらわれ、とくに主幹を折られたカラマツの成長は、現段階では致命的で、激害および中害をうけたものの平均樹高は、無害および微害のもの約70%にとどまっていた。

4. 放牧に対する植生の反応

1) 本試験地には約120種の植物が分布し、うち草本類が60%を占め、木本類は40%となっている。

2) 被度についてみれば、軽度牧区ではササ-高木の順位に変わりがなく推移したが、重度牧区では5年目には高木類がとくに優勢となり、他のグループの被度は相当に低下した。

3) 飼料植物の収量は、軽度牧区では年次がすすむにつれて若干低下したが、秋区のように減量しない牧区もみられ、変化が少なかった。しかし、重度牧区では、いちじるしく減収し、試験終了時は開始時の26~40%となった。

草本類と木本類に分けてみれば、重度牧区では草本類の減収が目立ち、軽度牧区では草本類の衰退は比較的緩慢であった。

4) 主要飼料植物の1種であるクマイザサの収量の動きをみれば、禁牧区では横ばいをつづけたが、軽度牧区では初めの3年間は横ばいの状態であったが、4年目には30~40%の減量となった。しかし、重度牧区においては、3年目に早くも半量となり、4年目には70~80%の減収となった。

5) 退牧時の残草量についてみれば、軽度牧区では40~60%の残草率であったが、重度牧区では20~40%であった。

〔付 表〕

各牧区に出現した植物類

++頻度高, + 頻度低

		軽全区	軽春区	軽夏区	軽秋区	重全区	重春区	重夏区	重秋区	禁牧区
イネ科草類	ス ス キ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	サ イ ト ウ ガ ヤ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	オ オ ア プ ラ ス ス キ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	ヤ マ カ モ ジ グ サ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	シ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	ヌ カ ボ	+		+				+		
	ヒ メ ノ ガ リ ヤ ス		++			+	+	+		+
	ト ボ シ ガ ラ	++		+	+	+				+
	ク マ イ ザ サ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	ヒ カ ゲ ス ゲ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
サ サ 類	ア キ ノ キ リ ソ ウ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	ア キ カ ラ マ ツ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
ス ゲ 類	オ ミ ナ エ シ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	オ カ ト ラ ノ オ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
双子葉雑草類	キ ン ミ ズ ヒ キ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	キ ジ ム ツ ロ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	ノ コ ン ギ ク	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	ニ ガ ナ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	オ ケ ラ	++	+		++		+	++		+
	セ ン ボ ン ヤ リ	+	++		++		+	++		+
	オ ト ギ リ ソ ウ	++	++	++	++	+	+	++	+	++
	ノ チ ド メ	++	++	+	+	++	++	++	++	++
	タ チ ツ ボ ス ミ レ	++	++	++	++	++	++		+	++
	カ ワ ラ マ ツ バ	++	++	++	+	+	++		+	++
	ミ ツ バ ツ チ グ リ	++	++	++	+	++	++	+		+
	ヌ ス ビ ト ハ ギ	+		+	++	+	++	+		++
	フ タ バ ハ ギ	+	+	+	+					++
	フ	++	++			+	++	+	+	++
	キ ツ ネ ノ ボ タ ン			++		+	+		+	+
	ノ ア ザ ミ	++	++	+	+	++	+		++	++
	オ オ バ コ	+				+				+
	オ ト コ ヨ モ ギ				++					+
	オ ニ タ ビ ラ コ						+	+	+	+
	オ キ ナ グ サ				+	+			+	+
オ オ ヤ マ フ ス マ	+	+							++	
タ ム ラ ソ ウ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
タ ン ボ ボ	+	+		+	+	+	+	+	+	
ア リ ノ ト ウ グ サ	++	++		+	+				++	
コ ウ ゾ リ ナ	++	+		+	+	+	+	+	++	

		軽全区	軽春区	軽夏区	軽秋区	重全区	重春区	重夏区	重秋区	禁牧区
単子葉雑草類	マツヨイグサ	++	+			++	+			
	ヒメジョオン	+			+	+	+			+
	ヒヨドリバナ		+		+					
	ヒメハギ	+		+	+	+	+			+
	ヤブレガサ						++		+	
	ヤマニンジン	+				+			++	++
	ヤナギラン							++		
	ヤマハツカ	+				+		+		
	ヤマムグラ		+			++				+
	ヤクシソウ		+					+	+	+
	シシウド	++	+	+	+	++	++	+		++
	シラヤマギク	+	+	+		++	+	+	++	+
	イチヤクソウ		+		++		+			+
	イカリソウ		+	+	+	++	+	+	+	++
	トリアシショウマ	++							++	++
	ハンゴンソウ	++								+
	ウメバチソウ	+								+
	ウツボグサ	++		+				++		+
	リンドウウ					+				+
	ゲンノショウコ		+			++				+
	ボタンヅル				+					+
	ヨモギ	+	+	+						+
	クルマバナ	++	++	+	+				+	+
	ツクバネソウ	+								
	オオバギボウシ	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	オオイヅルソウ	++	++	++	+	++	++	++	++	++
	スズラン	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	キスゲ	++		++		++	++		++	
	ヤマトコロ	+		++	+			+	+	+
	オニトコロ							+		
ノアヤメ	++	+			+	+		+		
チゴユリ							+	+	+	
ナルコユリ	+		+	+	+		++	++	++	
ワラビ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
ゼンマイ	++				++	++	++	++	++	
ナワシロイチゴ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
モミジイチゴ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
ハシバミ	++	++	++	++	++	++	++		++	
ガマズミ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
クロモジ	++	++	++		++	++	++	++	++	
エゾコリンゴ	++	++	++	++		++		++	++	
コマユミ	++	++	++	++	++	++		++	++	
タラノキ	++	++	++	++	++	++		++		
タニウツギ	+		+				+	+		
イヌツゲ	++		++		+	++				
ノリウツギ	++	++	++		++		++	++	++	

単子葉雑草類

シダ類

低木類

				軽全区	軽春区	軽夏区	軽秋区	重全区	重春区	重夏区	重秋区	禁牧区		
ツ	ル	類	ノ イ パ ラ	++	++		++				++	+		
			ヤマアジサイ	++	++			++	++	+				
			カ ン ギ ク	++		+	+							
			ミ ネ ヤ ナ ギ	++	+							++	+	++
			コゴメウツギ				++					++	++	
			レンゲツツジ					+					+	
			ムラサキシキブ	+							+			+
			ツルウメモドキ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
			ツ タ ウ ル シ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
			イ ワ ガ ラ ミ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
高	木	類	ア ケ ビ	++	++	++	++	++	++	++	+	++		
			ク マ ヤ ナ ギ	++				++	++			++	++	
			サルトリイバラ	++	+	+	++	+	++	++	+	+	++	
			サ ル ナ シ	+	+	+				+	+		+	
			ヤマブドウ	++	++	+		+					+	+
			ヤマカシユウ	+	+			+	+				+	+
			カ ラ マ ツ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
			ア カ マ ツ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
			ア オ ダ モ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
			ミ ズ ナ ラ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
高	木	類	ハウチワカエデ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
			ヤマウルシ	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
			アズキナシ	++	++		++	++	++				++	
			ミネカエデ					++						
			イタヤカエデ		+			++					++	++
			ウリハダカエデ	++				++						++
			ク	++	++	++					++	++	++	++
			サ ワ グ ル ミ		+			+					+	
			ナ ナ カ マ ド	++	++									++
			ウワミズザクラ	++				+						
高	木	類	ヤマザクラ	++		++		++	++	++	++	++		
			ヌ ル デ	+		+	+	+	+	+				
			セ ン ノ キ			+						++		
			シ ナ ノ キ				++							
高	木	類	コ ブ シ					++						
							++							

Studies on Management of Forest Grazing (Report 5)

Cattle grazing in artificial conifer forest in North-eastern districts

Farm Woodland and Range Management Research Room, 2nd Section, Forest management Division, and Management III-Research Room, Tohoku Branch Station.

(Résumé)

This report, fifth in the series on management of forest grazing, deals with the investigation of cattle grazing in larch plantation, particularly its influences on the growth of planted seedlings, transition of vegetation and growth of animals. The research was carried out at Iwate Prefecture, the North-eastern district of Japan, from 1960 to 1965.

The experimental area forms a gentle slope and its altitude is 500 m above sea level. In 1960, 10.24 hectares of experimental area was cleared, and larch (*Larix leptolepis*) were planted 3,000 per 1 hectare in the spring and autumn of the same year. From 1962 until 1965, beef cattle (Japanese black cattle) were grazed on this land. The grazing system was as follows: 6.4 hectares for lightly grazing pasture and 3.24 hectares for heavily grazing pasture. These paddocks were both divided into four subpastures, namely; whole-season (from spring until fall), spring, summer, and fall.

The four-year (1962~1965) experiment indicated that the total number of grazed cattle per year were; 203~214, 54~68, 68~80, and 56~68 heads for the whole season, spring, summer, and fall pastures, respectively.

The growth of cattle

The grazing cattle were in good condition and grew normally for four experimental years. Average cattle-weight gains per head per day were 510 grams and 270 grams in the lightly and heavily grazed pasture, respectively. However, average cattle-weight gain per hectare was 28~32 kilograms in each pasture.

Reaction of planted trees to cattle grazing

Young larch plants were injured mostly by trampling and rubbing. In accordance with the extent of injuries on seedlings, the classifications used in this study were severe, slight and very slight. Seedlings injured severely and slightly were regarded as damaged stocks.

Injuries to four-year-old seedlings were 20 per and 39 per cent in the lightly and heavily grazed pastures, respectively; but these figures were reduced to 4~16 per cent on 5~6-year-old seedlings in both pastures. Damaged seedlings amounted to 5 per cent and 1~3 per cent on 4-year and 5~6-year-old seedlings, respectively.

Evaluating seedling injury in relation to grazing season, the slightest injuries were inflicted on seedlings in the fall grazing pasture.

Mortality of seedlings were very few; ranging from 1.2 per cent to 3.2 per cent in lightly and heavily grazing pastures, respectively.

However, seedlings suffered seriously in the bed ground of grazing cattle. The extent of such damage was 80 per cent in the whole season grazing pasture, 53~55 per cent in the spring pasture, 53~77 per cent in the summer pasture and 28~60 per cent in the fall pasture.

Comparative evaluation of damage on seedlings in the four-year grazing was 6 per cent and 8 per cent for whole-season grazing and seasonal grazing, respectively, of the lightly grazing pasture, while 21 per cent and 15 per cent were obtained for whole-season grazing and seasonal grazing, respectively, in the heavily grazing pasture. These tendencies indicated a close relationship between grazing intensity and damaged seedlings.

Reaction of vegetation to cattle grazing

There were about 70 species of herbages and 50 species of woody plants on the experimental area.

Considering plant coverage, the trend is that woody plant increased gradually in number in heavily grazing pasture, but it remained unchanged in lightly grazing pasture. In heavily grazing pasture, the forage yield of the fifth year showed a considerable decrease of 26~40 per cent to that of the first year, and that herbacious plants suffered a remarkable decrease. Whereas, in the slightly grazing pasture, the forage yield suffered a slight decrease and the herbacious plants showed a slow decrease.

Bamboo grass (*Sasa palmata*) may be an indicator plant for grazing intensity. Bamboo grass scarcely changed in yield with the years in the non-grazing pasture. However, the comparative yields between first year and fourth year were a rapid or sharp decrease of 20~30 per cent and 60~70 per cent in the heavily grazing and in the lightly grazing pastures, respectively.

As mentioned above, there was a close relationship between grazing intensity and succession of vegetation. Heavy grazing worsened the condition of vegetation and lessened remarkably grazing capacity.