

# 混牧林経営に関する基礎的研究 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

経営部経営科営農林牧野研究室\*

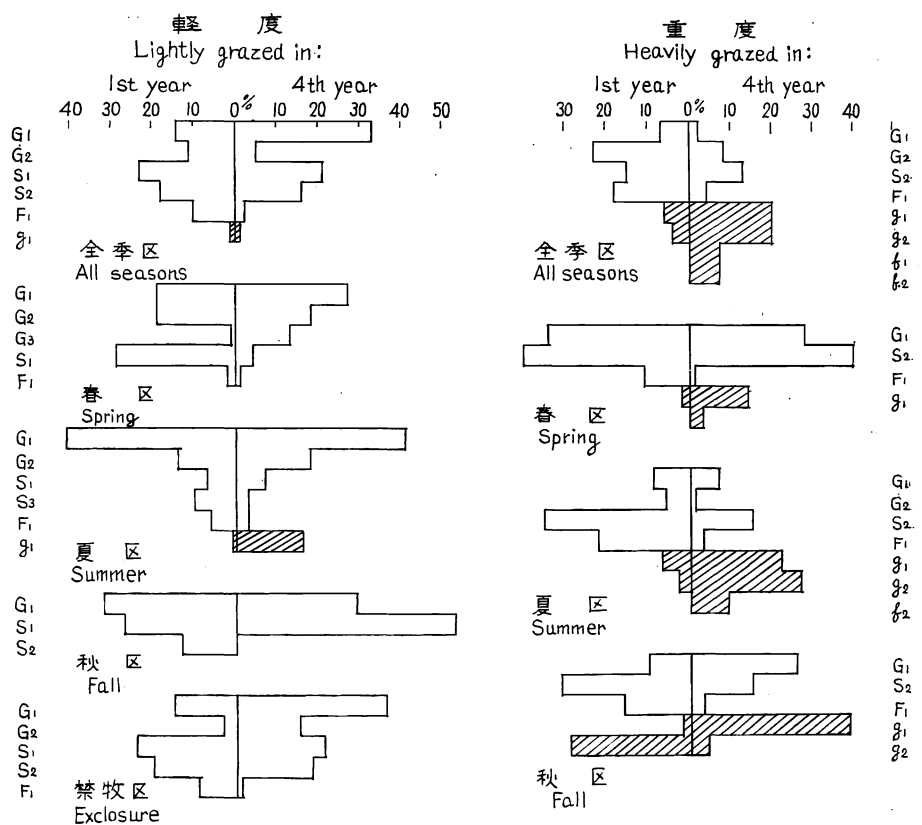
東北支場経営部経営第三研究室\*

### 目 次

|                         |    |
|-------------------------|----|
| I 研究の目的 .....           | 3  |
| II 試験地の概況 .....         | 4  |
| III 試験計画と実行 .....       | 7  |
| 1. 試験地の施業 .....         | 7  |
| 2. 放牧の方法（試験牧区の種類） ..... | 7  |
| a) 放牧の強さについて .....      | 7  |
| b) 放牧要領 .....           | 9  |
| 3. 供試家畜 .....           | 9  |
| 4. 調査方法 .....           | 10 |
| 1) 放牧家畜について .....       | 10 |
| 2) 植生について .....         | 10 |
| 3) 萌芽について .....         | 11 |
| 4) 家畜の嗜好性について .....     | 12 |
| IV 試験結果と考察 .....        | 12 |
| 1. 放牧牛の発育 .....         | 12 |
| A. 行動と健康 .....          | 12 |
| B. 発育の状況 .....          | 13 |
| a) 発育の経過 .....          | 13 |
| b) 試験放牧終了時の発育状況 .....   | 15 |
| c) 発育についての総括 .....      | 17 |
| C. 取得体重量 .....          | 17 |
| a) 1頭あたり増体重量 .....      | 19 |
| b) 1日1頭あたり増体重量 .....    | 19 |
| c) 全取得量と1日あたり取得量 .....  | 20 |

\* 本研究はつぎのように担当して実行した。研究計画の立案と試験地の設定については、本場原敬造（経営部経営科長）と井上楊一郎（経営部営農林牧野研究室長）および諏訪玲明（現秋田営林局）が当たり、試験期間中の調査と試験地および家畜の管理は主として東北支場岡野誠一（経営部経営第三研究室員）、高橋辰五郎（左同）、川崎金治（左同）、小川澄（現高萩試験地）らが受けもつたが、本場からは井上楊一郎と狩野高英（経営部営農林牧野研究室員）がこれに参加して調査方法の検討を行なった。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（経営部長兼経営第三研究室長）、岡野誠一、川崎金治らが行ない、この組み立てと報文の作成は井上楊一郎と狩野高英があたり、山脇泉（経営部営農林牧野研究室員）と岩元守男（左同）がこれに協力した。

|                       |    |
|-----------------------|----|
| d) ha あたり取得量          | 21 |
| e) 取得体重量についての総括       | 21 |
| D. 各試験牧区の Cow-day     | 21 |
| a) 放牧実績               | 21 |
| b) 各牧区の Cow-day について  | 22 |
| c) ha あたり Cow-day     | 23 |
| 2. 放牧に対する植生の反応        | 24 |
| 1) 植物種について            | 24 |
| A. 構成植物の種数            | 24 |
| B. 構成植物名              | 25 |
| C. 侵入種 (invader) について | 25 |
| 2) 頻度について             | 25 |
| A. F の変化              | 25 |
| B. f の変化              | 29 |
| 3) 密度について             | 29 |
| A. 本数の推移              | 29 |
| a) 総本数                | 29 |
| b) グループ単位の場合          | 31 |
| c) 種単位の場合             | 35 |
| B. 相対密度の推移            | 36 |
| a) グループ単位の場合          | 36 |
| b) 各グループ内での草種         | 38 |
| c) 種単位の場合             | 40 |
| C. 密度についての総括          | 42 |
| a) (+) 植物と (-) 植物     | 42 |
| b) 総本数の推移             | 42 |
| c) グループ単位の場合          | 43 |
| d) 相対密度               | 44 |
| 4) 草丈について             | 45 |
| 5) 頻度と密度と草丈の総括        | 45 |
| 6) 飼料植物の重量            | 46 |
| A. 飼料植物の構成            | 46 |
| B. 各牧区の収量とその推移        | 47 |
| C. 入牧時と退牧時の飼料構成       | 49 |
| 7) 放牧牛の嗜好性について        | 50 |
| 3. 放牧に対する林木の反応        | 52 |
| 1) 樹種群別考察             | 52 |
| A. 樹種区分と各試験牧区の樹種構成    | 52 |
| B. 被食率                | 53 |
| C. 採食高                | 55 |
| D. 枯損率                | 55 |
| E. 萌芽本数               | 56 |
| F. 樹高生長               | 57 |
| 2) ミズナラについて           | 59 |



## Notes

| desirable      |                                             | undesirable    |                                                    |
|----------------|---------------------------------------------|----------------|----------------------------------------------------|
| G <sub>1</sub> | ヤマカモジグサ ( <i>Brachypodium sylvaticum</i> )  | g <sub>1</sub> | スカボ ( <i>Agrostis clavata</i> var. <i>Nukabo</i> ) |
| G <sub>2</sub> | ヒメノガリヤス ( <i>Calamagrostis hakonensis</i> ) | g <sub>2</sub> | シバ ( <i>Zoysia japonica</i> )                      |
| G <sub>3</sub> | トボシガラ ( <i>Festuca parvigluma</i> )         | f <sub>1</sub> | タチツボスミレ ( <i>Viola gripceras</i> )                 |
| S <sub>1</sub> | ミヤマカンスゲ ( <i>Carex multifolia</i> )         | f <sub>2</sub> | ノチドメ ( <i>Hydrocotyle maritima</i> )               |
| S <sub>2</sub> | ヒメスゲ ( <i>C. oxyandra</i> )                 |                |                                                    |
| S <sub>3</sub> | ヒメシラスゲ ( <i>C. mollicula</i> )              |                |                                                    |
| F <sub>1</sub> | ニガナ ( <i>Ixeris dentata</i> )               |                |                                                    |

第8図 各草種の相対密度の推移

Fig. 8 Trends in relative density of the herbaceous vegetations.

が14%で3位となつた。またニガナは1%に激減した。

重夏区 ヒメスゲが35%で1位、ついでニガナ(22%)、ヤマカモジグサ(9%)、スカボ(7%)、ヒメノガリヤス(6%)の順位であつたが、初年目3%であつたシバが27%で1位となり、スカボも22%と上昇し、ヒメスゲは15%に下がつた。またニガナは3%と激減し、ノチドメが9%でヒメスゲの次位に上がつている。

重秋区 ヒメスゲの31%、シバの29%、ニガナの16%、ヤマカモジグサの10%の順位であつたものが、スカボ(39%)とヤマカモジグサ(26%)が優位となり、ヒメスゲは15%に、ニガナは3%に下がつた。

禁牧区 ミヤマカンスゲとヒメスゲが24%と20%で1位と2位、ついでヤマカモジグサが15%で3位、ニガナの9%が4位となつていたが、スゲ類の2種は若干ずつ低下し、ヤマカモジグサの36%が

1位で、スゲ類2種がこれにつづき、ヒメノガリヤスが15%で4位となつた。ニガナは2%に減つた。

### C. 密度についての総括

#### a) (+) 植物と (-) 植物

各植物の密度の動きを考える前に、本試験は林地におけるグレージングを目的としているので、各植物をこの立場から位置づけをする必要があり、単に個々の植物の密度だけを追求しても意味がない。したがって、はじめに植生構成上主要な位置にある植物について、おおよその色分けをしておき、これを中心として密度についての総括を行なつてみる。

まずイネ科草類は飼料植物として重要なことはいふまでもない。はじめに長草類についてみれば、本試験地では密度は非常に低いが、草種としてはいずれもグレージング上高い価値をもっており、各草種とも好ましい植物であるので、密度の推移を考える場合は草種の区分は必要でない。ところが短草類には問題がある。まずヤマカモジグサとヒメノガリヤスは好ましい草類とみることができる。つぎにトボシガラは比較的長期間にわたって安定することは少なく、移動性が若干強いように観察されるが、飼料植物としては好ましい草類にはいるので、以上の3草種を一括して、(+) 短草類とした。これに対応する(-) 短草類としては、ヌカボをあげることができよう。この植物はグレージングの価値はきわめて低く、しかも植生遷移が退行しはじめると、まずその先駆として出現し、進行中は相当高い密度で定着することが多い。つぎにシバであるが、この草本には問題が非常に多い。とくにグレージングの立場からは比較的高い評価がなされるように進展してきており、当研究室においても現在研究中であるが、本試験は林地におけるグレージングに関するものであり、林木の更新など林地管理の面をも考慮し、一応ここでは(-) 短草類とした。したがって、(+) 短草類としてはヤマカモジグサ、ヒメノガリヤス、トボシガラの3種、(-) 短草類としてはヌカボ、シバの2種とした。

スゲ類にはミヤマカンスゲ、ヒメスゲ、ヒメシラスゲ、アオスゲその他のものがみられるが、これらのスゲ類については今後の研究をまたなければならないが、グレージングとスゲの関係を観察した4年間の試験放牧の結果から、全草種を好ましい植物とした。欧米においてもスゲ類は、グレージングの上から「Grass like」として取り扱われており、本試験においても草種間の差をつけなかつた。

双子葉雑草類は非常に草種数が多いが、主要草類は若干にとどまる。家畜はほとんどの植物を採食するので、ここでは(-) 雑草類を決めることによつて目的が果たせる。ところでタチツボスミレ、ノチドメ、ヒメハギ、オオヤマフスマなどは、家畜が全く採食しない植物ではない。いわゆる徒食の性格をもっているが、これらの草類はいずれも非常に小型の植物で、グレージングに合わない生育型を示している。したがって有害草ではないが、グレージングの点では(-) 雑草類として扱うことにした。

単子葉雑草類はグループとしても、各牧区の密度は低く、とくにとりあげるべき草種も見いだせないもので、このような区分は行なわない。以下高木、低木、シダ類についても同様である。

#### b) 総本数の推移

第7図に示したように、各牧区いずれも相当に顕著な本数増加を示した。これは放牧を行なわない区においても同様であり、伐採直後の林地の植生の推移の一端を示している。しかし3年目あたりが最高の本数を示す植物が多く、4年目には徐々に減少してきている。

このような禁牧区の動向に対し、一般に増加のしかたはこれよりはげしく、とくに重春区においては4年目2,600本を越え、また重秋区も2,000本近く、春と秋の重度の放牧は密度の高い植生をつくつた。し

かし重度の放牧でも夏と全季は1,300~1,100本で他にくらべると増加がにぶく、主要構成草種の生育上の特性を考え合わせると、このような放牧方法との関係が深いと考えられるが、このことについては後述する。軽度の放牧でも、秋放牧を除くと1,500~1,700本の本数となり、グレージングによる本数の増がみられる。

#### c) グループ単位の場合

総本数の著しい増加は、短草類とスゲ類がこれになつている。各牧区いずれもこの2グループが顕著に増加し、その他のグループでは、双子葉雑草類がわずかにみられる程度である。また短草とスゲ類では、軽秋区を除けば、いずれも短草類が最多数を占め、当初スゲ類が多数であつた牧区でも一様にこのような傾向を示した。

##### (i) 短草類について

放牧を行なわない禁牧区にくらべると、4年目にはいずれも多数を示し（ただし軽秋区を除く）、とくに重度の秋放牧では禁牧区の約3倍の本数を数え、春では2.4倍を示しているが、全季では禁牧区と似た本数にとどまつた。軽度の放牧も禁牧の1.6~2.4倍の本数であつたが、秋放牧は約半分にとどまつた。

グループとしてはこのようであるが、前記の(+)(-)の区分をしてみれば、両強度に大きな差異がみられる。すなわち放牧を行なわない場合は(-)短草類がほとんどみられず、(+)短草類の密度が高いが、軽度の放牧も一般にこのような傾向を示し、(+)短草類の密度が高いが夏放牧を行なつた場合は若干の(-)短草類が定着し、また全季節の放牧でもこのような傾向がみられた。

ところが重度の放牧ではこれとは逆に各牧区とも一様に(-)短草類の密度が高くなつた。とくに夏放牧と全季節の放牧では(-)短草類の増加率が高く、本数では秋放牧も多数である。春放牧だけが(+)短草類が(-)短草類よりも本数が多いだけである。

ヤマカモジグサ(+)短草類)の生活史をみれば、放牧開始の6月下旬には相当に繁茂しており、7月から8月にかけて生殖生長が行なわれ、9月中旬に結実する。したがつて夏放牧の区はヤマカモジグサの生殖生長の季節にあたり、草類の活力維持の面でこの時期の採食は非常に条件が悪い。とくに採食の度合が強いほど悪化を早めることになり、重夏がこのような傾向を示したことはうなずけるし、また軽度の放牧でも夏放牧にこれの軽い傾向がみられたことも理解される。また重度放牧を全季節に行なつた(重全区)場合も、当然このような結果が生ずることが考えられ、軽度でも若干みられた。

ヌカボ(-)短草類)は春季に生殖生長をはじめ、6月から7月のころ結実する。したがつて、強い放牧によつて(+)短草類の活力が弱くなつた間げきにヌカボの種子が散布され、(+)草類に代わつて(-)草類の密度が高くなる結果を招いている。ただ放牧の強さや季節が適正な場合はこのような現象がみられないか、または相当にカバーされるようである。

以上のように8種類の放牧方法が、とくに短草類に強く反応し、(+)短草類と(-)短草類との関係が比較的明りような結果となつてあらわれた。

##### (ii) 双子葉雑草類について

この草類の密度の占める位置はそれほど高くないが、グレージングとの関係が濃いのでとりあげてみた。ただ位置が高くないというものの重度放牧を全季節行なつた区ではスゲ類について多数を占めるグループとなつている。

前述のように(-)雑草類は主としてその草型が採食高(Grazing height)以下のものとしたので、(-)

雑草類は本数増加の機会が与えられていることになり、この増加は(+)雑草類の活力にも影響する。各牧区いずれも(−)雑草類が分布し本数は増したが、とくに重度の放牧を行なった場合は顕著にあらわれ、(−)雑草類が60~70%を占める(秋牧区を除く)。軽度の放牧では20~40%にとどまるが、やはり両強度とも夏放牧は(−)雑草類を増し、秋牧区はその逆となるようである。

### (iii) スゲ類について

短草類と同様に重要なグループであることは前述のとおりである。各牧区中では重度の春放牧がもつとも多くの本数を示したが、一般に放牧をしない区にくらべるといずれも本数が多くなっている。ただ軽度の夏放牧だけがこれより少ない。スゲ類ではミヤマカンスゲとヒメスゲが主となっており、前者は常緑であり主として萌芽で増殖し、後者は種子による繁茂も盛んである。この2つの繁殖型の違いとグレージングの関係は興味ある問題であるが、軽度牧区ではミヤマカンスゲが、重度牧区ではヒメスゲが優占しており、両強度と両種との関係をみることが不可能であつた。

### d) 相対密度

本試験地では短草類とスゲ類が2つの代表的なグループであるので、この2グループの推移の関係についてみれば、つぎのような型が考えられる。まずI型として短草→短草と優占グループに変化がなかつたもので、軽度の夏放牧、重度の全季放牧、同じく秋放牧の3牧区にみられた。つぎにII型としてスゲ→短草の型があげられ、この型はもつとも多く、禁牧区をはじめ軽度の全季と重度の春と夏放牧の4区にみられた。III型はスゲ→スゲと変わらない型で、軽度の秋放牧だけにみられた。なお短草→スゲはみられなかつた。また軽度の春放牧はこれらの型にはいらず雑草→短草と移行した(VI型)。放牧地としてはI型、II型、IV型が好ましいが、この点からは軽度の秋放牧を除けばいずれも好ましい型へと発展したことになるが、前記(+) (−) 草種によつてその内容を改めてみれば、つぎのようである。

|                |            |
|----------------|------------|
| —(+)短草類→(+)短草類 | 軽度の夏放牧     |
| (+)短草類→(−)短草類  | 重度の全季放牧    |
| —(−)短草類→(−)短草類 | 重度の秋放牧     |
| —スゲ類→(+)短草類    | 軽度の全季放牧    |
|                | 禁牧区、重度の春放牧 |
| —スゲ類→(−)短草類    | 重度の夏放牧     |
| 雑草類→(+)短草類     | 軽度の春放牧     |

したがつて、(+)短草類へと移行したものをひろえば、軽度の全季と春と夏の3牧区と、重度の春放牧、および禁牧区の5区となる。

以上の結果からみても、放牧の度合が草地植生の遷移に及ぼす影響の非常に大きいことが明らかであり、このことは単に草地植生にとどまらず、本試験のように林木の更新を目的としている林地においてはとくに重要な事項としてとりあげなければならない。すなわち林地の牧養力は、林木の生長も包含して考えられるもので、このことについては後記の林木の反応の項で詳述する。

つぎに季節であるが、この試験結果からみても重要な要素であるということができ、とくに生育する植物の生育型との関係が深いと思われる。一般草地では、本試験地のように晩春から初夏、または初夏から盛夏にかけて生殖生長の期間にはいる植物の優勢な草地は普遍的ではなく、生殖生長は晩夏から初秋にかけて行なわれる草種において優占されている草地が多い。いずれにしろ、優占する草種の生育型とグレー

ジングの關係の深いことは、この試験によつても明らかである。さらに林木の生長を考えると、放牧の強さと同様に樹葉の嗜好性も加味されてくるので、草生維持の面からは春放牧は(+)の草類の優占する草地へと導いたが、若く柔らかな樹葉と若枝のブラウジングの問題もあわせ考えられなければならない。このことについても後述する。

#### 4) 草丈について

強い放牧は草類の伸長に対しても、若干の影響を及ぼしている。いま数種の主要草種をとりあげ、同じ季節どおしで比較してみるとつぎのようである(第15表)。

第15表 最終年次(1960)における主要草種の草丈(cm)  
Table 15. The height of abundant spp. at the end of experiment.

| 記号<br>Mark | 植 物 名<br>Plant spp. | 全季牧区<br>All season |             | 春牧区<br>Spring |             | 夏牧区<br>Summer |             | 秋牧区<br>Fall |             | 禁牧区<br>Exclosure |
|------------|---------------------|--------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
|            |                     | 軽度<br>Light        | 重度<br>Heavy | 軽度<br>Light   | 重度<br>Heavy | 軽度<br>Light   | 重度<br>Heavy | 軽度<br>Light | 重度<br>Heavy |                  |
| Tg 2       | ス ス キ               | 33                 | 22          |               | 18          | 110           | 43          |             | 104         | 104              |
| ク 1        | サイトウガヤ              | 41                 | 27          | 49            | 36          | 58            | 38          | 53          | 20          | 40               |
| Sg 2       | ヤマカモジグサ             | 20                 | 13          | 30            | 20          | 39            | 26          | 33          | 24          | 33               |
| 3          | ヒメノガリヤス             | 28                 | 19          | 33            |             | 45            | 21          |             | 38          | 36               |
| 4          | トボシガラ               | 23                 | 21          | 25            | 22          | 30            |             |             |             | 16               |
| 1          | ヌ カ ボ               | 16                 | 15          | 10            | 17          | 22            | 31          | 27          | 9           | 13               |
| 5          | シ バ                 | 8                  | 10          |               | 11          |               | 15          |             | 16          | 29               |
| Gl 5       | ミヤマカンスゲ             | 26                 |             | 24            |             | 28            |             | 33          |             | 30               |
| 6          | ヒメスゲ                | 15                 | 14          | 36            | 15          | 34            | 14          |             | 11          | 20               |
| 2          | ハガクレスゲ              |                    | 11          |               |             |               | 23          |             |             |                  |
| Dh 6       | ニ ガ ナ               | 17                 | 17          | 20            | 17          | 23            | 10          | 11          | 10          | 15               |

ヤマカモジグサ 重度放牧と軽度放牧の差が非常に顕著にあらわれ、各季節とも10cm内外重度牧区が低い。また放牧を行なわない区と軽度放牧区にはほとんど差がみられない。

ヒメノガリヤス いずれも重度放牧地の草丈は低く、とくに夏放牧では20cm以上の差がみられた。また軽度牧区は禁牧とほぼ同様の伸長を示した。

ヌカボ 全季と秋では重度牧区が低い、春と夏の放牧ではかえって重度牧区の方が草丈は高い。

サイトウガヤ ヤマカモジグサと同様に重度牧区はいずれも低く、10~20cmの差があり秋牧区では30cm以上の差を示した。

ヒメスゲ 同様に重度牧区はいずれも低く、春と夏の放牧では20cmの差がみられるが、全季では差が少ない。

ニガナ いずれの季節も重度牧区は低く同様の傾向であつた。

以上のように、ヌカボを除けばいずれも重度の放牧を行なつた牧区は低い草丈を示しており、放牧の強さが草丈にも反応していることが明らかである。

#### 5) 頻度と密度と草丈の総括

各牧区の植生の推移について、グレージングの上から、好ましいグループと好ましくないグループの2つに区分し、これらのグループの出現のしかた、密度の構成状態、伸長の状況などを総合して考察してみる。

前記のように軽度の放牧を行なつた牧区は、いずれも(+)短草類の密度の高い草地へと推移しており、放牧4年目においては、グレージングを行なう草地としては非常に健康な状態を示している。したがつて4牧区(軽全、軽春、軽夏、軽秋区)とも適正なグレージングが行なわれたとみるべきで、天然生広葉樹林の皆伐跡地も放牧の方法さえ適正であれば、状態を不健康にせずに肉生産が可能であると考えられる。

つぎに軽度放牧の4牧区を比較してみれば軽春区は(+)植物の密度が高く、頻度においても順調な増加を示しており、4牧区の中でもつとも健康度も高く、「優良な状態」と観察される。ついで軽夏区をあげることができよう。軽秋区は特殊な推移を示しているが、(一)植物の出かたや密度が低く大きな変化を示さなかつたので、軽夏区について「良好な状態」とみられ、最後に春～秋の全季節放牧を行なつた軽全区となる。これをc.d.と対応させてみれば、前記のように春は44c.d.、夏は51c.d.、秋は58c.d.としたいに高くなつており、一応放牧の度合の弱い順位になつてゐる。ただ全季節牧区が44c.d.で春牧区と同じ度合であるが、春季だけ放牧して夏季と秋季にはグレージングを行なわない場合と、春季から秋季まで通して放牧をする場合とでは、植生の反応が異なることは、放牧技術の点でとりあげる必要があろう。

重度の放牧はいずれも植生を悪化させ、(一)植物の優勢な草地へと移行する。ただ重春区だけが(+)植物の優占する草地としてあげられるだけである。軽度牧区と同様に春放牧が重度でも比較的良好な草地として維持できたが、健康度は優良とはいえず、「可の状態」といえよう。ついで秋放牧が頻度においてもまた密度においても(+)植物がやや優勢であり、つぎに重夏区があげられる。そして最後に重全区となるが、後位の2牧区はとくに不健康であつた。これら各牧区のc.d.は春は66c.d.、夏が71c.d.、秋が78c.d.で春は若干低かつた。78c.d.の秋よりも若干低い重全区(75c.d.)が最も「貧弱な状態」を示したことは、軽度放牧と同様に放牧方法に問題があろう。

#### 6) 飼料植物の重量

##### A. 飼料植物の構成

本試験地に生育する植物の大部分は家畜に採食された。もちろん採食の程度には若干の差があり、好んで常に採食する植物、普通に採食する植物、まれに採食する植物などに区分されるが、これらの差は一般に放牧の強さに対応し、度合が強くなるにつれてこれらの差が少なくなるようにみられた。また家畜の嗜好に合うけれども、草型が非常に小型で採食高以下の植物があり、本試験地にも広く分布し、放牧方法の種類によつてはこのような植物の繁殖をみたが、飼料としてはもちろん価値がなかつた。有毒植物としては、家畜が中毒をうけるような植物は分布しなかつた。

以上のようにほとんどの植物が飼料として用いられたが、これをグルーピングしてみると、a. イネ科草類とスゲ類、b. 雑草類、c. 樹葉類の3グループとなる。

a. イネ科草類とスゲ類(Grass and grasslike) 飼料として価値の高いグループで、本試験地においても常に採食された。ヤマカモジグサ、ヒメノガリヤス、トボシガラ、サイトウガヤなどの良好な草類や、ミヤマカンスゲ、ヒメスゲ、ヒカゲスゲその他の草種が含まれる。

b. 雑草類(Forb) このグループに含まれる植物は非常に多く、またその大部分は適時家畜に採食された。ニガナ、アキノキリンソウ、ノアザミのようなキク科植物はもちろん、シンウド、オカトラノオ、ヤマニンジン、オオバギボウシ、マイズルソウその他多数の草種が含まれる。日本短角種牛の嗜好はとくに広いように観察された。

c. 樹葉類 (Browse) このグループも放牧牛にとっては重要な飼料植物で、雑草類と同様に大部分の樹種が採食される。とくにコマユミ、イタヤカエデ、キハダ、シナノキなどは採食頻度が高く、草本類と同等または以上に採食している。この他試験地に分布する低木類やツル類、また高木類の稚樹のほとんどが適時放牧牛の飼料として用いられていた。

以上のグループの中で、とくに家畜の嗜好に合わなく、強い放牧にもかかわらず採食されない植物がみられた。草本類ではシダ類（ワラビ、クサソテツなど）、木本類ではウリハダカエデ、ヤマハシノキなどがその代表種としてあげることができ、これらの植物は不食植物として除外した。

3 グループの重量構成の状態は、各牧区間に若干の差がみられるが、一般にaグループが40～60%を占めており、全量の過半はイネ科草類やスゲ類となつている。ついでbグループが30%内外を示し、雑草類がこれについて主要な飼料植物となつており、また樹葉類が10～20%となり、全量の1, 2割は樹葉が飼料としての役をになつている。この樹葉類には伐採した株から発生した萌芽の樹葉は含まれていない。したがって実際に家畜の採食した樹葉の量はこれよりはるかに多量である。

不食植物の量は放牧方法によつて若干差があるようであるが、一般に10%内外にすぎず、また軽度牧区では比較的少量のようにみうけられた。

#### B. 各牧区の収量とその推移

各牧区の連年の放牧前の収量およびその推移についてみればつぎのようである（第16表）。

軽全区 放牧初年目の入牧時は *ha* あたり約940 *kg* の収量を示し、8月上旬には約1,800 *kg* にまで増量し、以後しだいに減量している。2年目は入牧時には2,300 *kg* となり、最盛期には約3,000 *kg* を示し、3年目は試験期間中最高の4,168 *kg* となり（最盛期で約4,600 *kg*）、4年目は約1,700 *kg* に低下した。4年間の平均では年2,536 *kg* となつている。

軽春区 初年目が約1,800 *kg*、2年目が6,000 *kg*、3年目が7,500 *kg*、4年目7,300 *kg* となつており、2～4年間の6,000～7,500 *kg* の収量を維持した。4年平均で年5,671 *kg* で、各試験牧区中もつとも高い収量を示し、とくに3年目と4年目の収量が多い。

軽夏区 初年目が約4,300 *kg* で、2年目は7,500 *kg* まで上昇したが、3年目が4,500 *kg*、4年目が5,400 *kg* と低くなつた。2年目は7,000 *kg* を越えたが他の3年間は4,500～5,400 *kg* の間で、4年間の平均では5,433 *kg* で春牧区よりやや少なかつた。

軽秋区 初年目約6,800 *kg*、2年目7,500 *kg* と比較的高い収量を示したが、3年目2,500 *kg*、4年目4,800 *kg* となり、3年目以降はあまり高くなかつた。4年間の平均では5,391 *kg* で、夏牧区より若干低い。

重全区 初年目が約1,000 *kg* の収量であつたが、2年目も同様に約1,000 *kg*、3年目は1,300 *kg*、4年目は2,000 *kg* と4年間を通じて1,000～2,000 *kg* の間にあり、4年間の平均も1,313 *kg* で非常に低い収量を示した。

重春区 初年目は約800 *kg* で低い収量であつたが、2年目1,100 *kg*、3年目3,200 *kg*、4年目2,900 *kg* を示し、3～4年目は3,000 *kg* 内外まで上昇した。4年間の平均で1,984 *kg* を示した。

重夏区 この牧区は初年目約600 *kg* で非常に低い収量であつたが2年目は2,000 *kg*、3年目3,200 *kg*、4年目2,600 *kg* となり、2～4年間の2,000～3,000 *kg* を示した。4年間の平均では2,099 *kg* を示している。

第16表 放牧前と放牧後の収量 (kg/ha)  
Table 16. Average forage yield before and after grazing.

| 牧 区<br>Pasture                 | 飼料植物のグループ<br>Forage plant |                     |  | 1 年目 (1 st)          |                                | 2 年目 (2 nd) |       | 3 年目 (3 rd) |       | 4 年目 (4 th) |       |
|--------------------------------|---------------------------|---------------------|--|----------------------|--------------------------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
|                                |                           |                     |  | 放牧前<br>Before<br>(B) | 放牧後<br>After<br>grazing<br>(A) | (B)         | (A)   | (B)         | (A)   | (B)         | (A)   |
| 軽全区<br>Light-<br>All<br>season | 禾本とスゲ類                    | Grass and grasslike |  | 547                  | 764                            | 1,637       | 1,299 | 3,150       | 1,859 | 1,980       | 1,457 |
|                                | 雑草類                       | Forb                |  | 151                  | 170                            | 59          | 55    | 553         | 74    | 523         | 204   |
|                                | 樹葉類                       | Browse              |  | 241                  | 457                            | 560         | 140   | 465         | 42    | 278         | 29    |
|                                | 計                         | Total               |  | 939                  | 1,391                          | 2,256       | 1,494 | 4,168       | 1,975 | 2,781       | 1,690 |
|                                |                           |                     |  |                      |                                |             |       |             |       |             |       |
| 軽春区<br>Light-<br>Spring        | 禾本とスゲ類                    | Grass and grasslike |  | 1,374                | 1,119                          | 4,190       | 2,760 | 3,287       | 3,462 | 2,161       | 1,257 |
|                                | 雑草類                       | Forb                |  | 248                  | 263                            | 1,503       | 825   | 2,686       | 420   | 4,758       | 1,058 |
|                                | 樹葉類                       | Browse              |  | 181                  | 108                            | 379         | 76    | 1,504       | 73    | 412         | 185   |
|                                | 計                         | Total               |  | 1,803                | 1,490                          | 6,072       | 3,661 | 7,477       | 3,955 | 7,331       | 2,500 |
|                                |                           |                     |  |                      |                                |             |       |             |       |             |       |
| 軽夏区<br>Light-<br>Summer        | 禾本とスゲ類                    | Grass and grasslike |  | 2,450                | 1,077                          | 4,458       | 2,086 | 3,915       | 1,577 | 4,518       | 1,733 |
|                                | 雑草類                       | Forb                |  | 1,558                | 233                            | 2,208       | 2,540 | 313         | 48    | 699         | 206   |
|                                | 樹葉類                       | Browse              |  | 309                  | 471                            | 847         | 517   | 239         | 171   | 217         | 560   |
|                                | 計                         | Total               |  | 4,317                | 1,781                          | 7,513       | 5,143 | 4,467       | 1,796 | 5,434       | 2,499 |
|                                |                           |                     |  |                      |                                |             |       |             |       |             |       |
| 軽秋区<br>Light-<br>Fall          | 禾本とスゲ類                    | Grass and grasslike |  | 2,095                | 1,564                          | 2,448       | 748   | 842         | 698   | 1,608       | 591   |
|                                | 雑草類                       | Forb                |  | 3,757                | 578                            | 3,343       | 423   | 1,364       | 130   | 2,357       | 875   |
|                                | 樹葉類                       | Browse              |  | 967                  | 1,128                          | 1,670       | 272   | 263         | 108   | 848         | 154   |
|                                | 計                         | Total               |  | 6,819                | 3,210                          | 7,461       | 1,443 | 2,469       | 936   | 4,813       | 1,620 |
|                                |                           |                     |  |                      |                                |             |       |             |       |             |       |
| 重全区<br>Heavy-<br>All<br>season | 禾本とスゲ類                    | Grass and grasslike |  | 476                  | 2                              | 304         | 5     | 587         | 138   | 793         | 276   |
|                                | 雑草類                       | Forb                |  | 268                  | 10                             | 260         | 9     | 487         | 58    | 497         | 195   |
|                                | 樹葉類                       | Browse              |  | 208                  | 3                              | 461         | 14    | 224         | 29    | 687         | 13    |
|                                | 計                         | Total               |  | 952                  | 15                             | 1,025       | 28    | 1,298       | 225   | 1,977       | 484   |
|                                |                           |                     |  |                      |                                |             |       |             |       |             |       |
| 重春区<br>Heavy-<br>Spring        | 禾本とスゲ類                    | Grass and grasslike |  | 147                  | 40                             | 592         | 271   | 2,695       | 1,150 | 2,408       | 306   |
|                                | 雑草類                       | Forb                |  | 463                  | 46                             | 318         | 29    | 273         | 19    | 505         | 147   |
|                                | 樹葉類                       | Browse              |  | 175                  | 18                             | 143         | 26    | 193         | 13    | 23          | 12    |
|                                | 計                         | Total               |  | 785                  | 104                            | 1,053       | 326   | 3,161       | 1,182 | 2,936       | 465   |
|                                |                           |                     |  |                      |                                |             |       |             |       |             |       |
| 重夏区<br>Heavy-<br>Summer        | 禾本とスゲ類                    | Grass and grasslike |  | 369                  | 40                             | 1,276       | 66    | 3,013       | 956   | 2,100       | 371   |
|                                | 雑草類                       | Forb                |  | 200                  | 30                             | 678         | 19    | 119         | 43    | 486         | 78    |
|                                | 樹葉類                       | Browse              |  | 12                   | 11                             | 53          | 4     | 53          | 60    | 38          | 5     |
|                                | 計                         | Total               |  | 581                  | 81                             | 2,007       | 89    | 3,185       | 1,059 | 2,624       | 454   |
|                                |                           |                     |  |                      |                                |             |       |             |       |             |       |
| 重秋区<br>Heavy-<br>Fall          | 禾本とスゲ類                    | Grass and grasslike |  | 420                  | 8                              | 1,458       | 75    | 501         | 113   | 1,908       | 245   |
|                                | 雑草類                       | Forb                |  | 268                  | 3                              | 258         | 4     | 358         | 19    | 316         | 28    |
|                                | 樹葉類                       | Browse              |  | 164                  | 2                              | 179         | 5     | 335         | 44    | 510         | 21    |
|                                | 計                         | Total               |  | 852                  | 13                             | 1,895       | 84    | 1,194       | 176   | 2,734       | 294   |
|                                |                           |                     |  |                      |                                |             |       |             |       |             |       |

重秋区 初年目約 900 kg, 2 年目 1,900 kg, 3 年目 1,200 kg, 4 年目 2,700 kg となり, 4 年間の平均で 1,669 kg で季節放牧ではもつとも低かつた。

このように放牧初年目において, 軽度放牧の全牧区および重全区と, 重度の季節放牧との間に収量のひらきがあつたが, これは前者が広葉樹伐採後の林床植物が比較的早い時間で優勢な生育を遂げたのに対し, 後者はこれにくらべやや緩まんであつたためである。

各牧区の連年の放牧前の収量の推移をさらに詳しく述べると, まず全季区では軽全区は 3 年目には初年目に対し約 4 倍の量となりピークを示し, 4 年目は約 3 倍に下降した。重全区では 1 年ごとに上昇しており, 4 年目には約 2 倍となつてピークを示す。春牧区では軽春区は 3 年目がピークで初年目の 4 倍となり, しかも 4 年目もほぼこの収量をもち続けた。重春区も軽春区と同様に 3 年目が 4 倍で最高となり, 4

年目も4倍弱となっている。

夏牧区では軽夏区は2年目がピークとなり2倍弱の収量をあげたが、3、4年目は初年目の量と大差がなかった。重夏区は3年目がピークで5倍以上の収量であつたが、初年目が若干低かつたので、このような増率になつたものと考えられる。秋牧区では軽秋区が2年目がピークであつたが、わずかに初年目の1割増程度で、以後収量は減じてきており、これはこの牧区は秋季だけ放牧するため、春～夏の間萌芽や稚樹の生長は順調に行なわれ、樹冠の閉鎖が強くなり下草の生育がおさえられたものと観察される。これと反対に重度の放牧を行なつた重秋区では、収量は1年ごとに上昇し、4年目がピークで初年目の3倍以上の収量となっている。放牧を行なわない牧区では3年目をピークとし、4年目には下降している。

このように軽度の放牧では最高の収量は一般に2～3年目にみられるが、重度の放牧では3～4年目とずれており、軽度の放牧区ではしだいに樹冠の閉鎖が強くなりはじめているのに対し、重度牧区ではまだそのような現象が起こらないかまたはようやく始まつたといえよう。さらに同じ放牧度合の中では、3季節の中で植物の生長の盛んな夏牧区がもつとも高い収量を示すはずであるが、4年間の平均では3牧区ともほぼ同量を示した。本試験地のような植生の場合には、夏放牧と草類の活力とに関係があるように考えられるが、これだけの調査では察知できない。ただ調査時期が同一であるのに、全季牧区と春牧区との差が非常に大きく、とくに軽度放牧では全季区は春牧区の約45%の収量にとどまり、全季節の放牧が収量の低下を招いている。

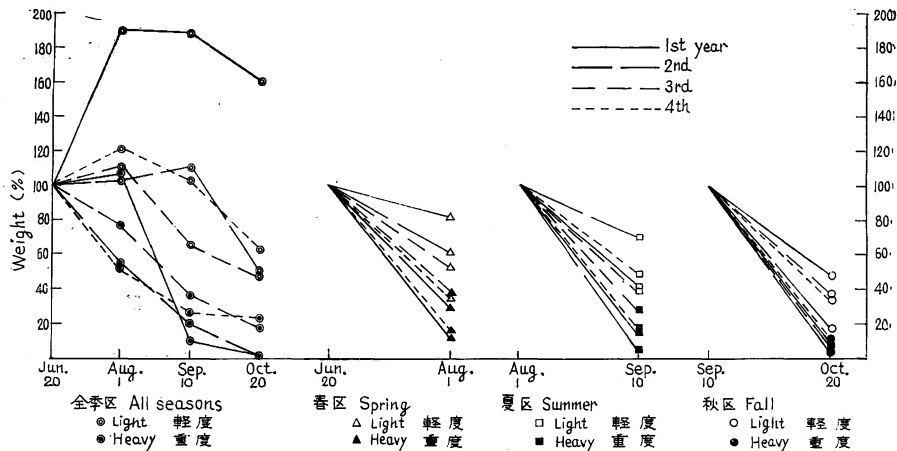
### C. 入牧時と退牧時の飼料構成

各牧区の入牧時の収量と、放牧が終了して退牧した際の収量の関係について、各牧区ごとにみればつぎのようである。

軽度放牧では、まず全季区は初年目入牧時よりもむしろ退牧時の方がhaあたり550kg多量であり、放牧期間中約40日ごとの測定においても、入牧時の約50%増の収量を示していた。しかし2年目からは退牧時の方が少量となつたが、なお1,500～2,000kgの残草量をみた。春牧区では初年目は退牧時が入牧時よりもやや低い収量で終了し、2年目以降はだいぶ残草量が少なかつたがなお2,500～4,000kgを示し、全季区よりも多量であつた。夏牧区では連年入牧時と退牧時の収量は平行しており、約2,000～5,000kgの残草量を示した。秋牧区は入牧時にくらべて退牧時は非常に減量するが、これは退牧時(10月20日)近くの気象条件と、c.d.の増によるものと考えられる。しかしなお1,000～3,000kgの残草をみている。

重度放牧についてみれば、各牧区ともほとんど残草といえるものがない。すなわち全季区では、1、2年目は残草がほとんどなく、3年目に約200kg、4年目に約500kgの量が残されていた。春牧区においても3年目の退牧時に1,200kg残されていただけであり、夏牧区も同様に3年目が約1,000kg、秋牧区では連年みるべき量がほとんどない。このように重度の放牧では、放牧終了時の飼料草類の収量は1～2年間は皆無に近い状態になつており、3年目に若干の残草をみるようになった。したがつてこの期間の放牧牛は、伐採された広葉樹の萌芽や稚樹に対して、強く依存していたことが推察される。

いま入牧時の収量を100とした退牧時の収量指数を図示すれば、第9図のようである。すなわち軽度牧区では、まず全季区が毎年入牧時の約1/2～1/3の量を残しており、春牧区では初年目は3/4以上を残したが、2、3年目は1/2～2/3量の残が多く、4年目は1/3～1/2量であつた。夏牧区は一般に1/3～1/2量を残し、2年目はやや残草が多く2/3～3/4量であつた。秋牧区もほぼ同様であるが、2年目は1/5～1/4量で少なかつた。すなわち軽度牧区では入牧時の1/3～2/3量の飼料植物が退牧時においてもみられ、余裕の



第 9 図 入牧時の収量を 100 とした退牧時の収量指数

Fig. 9 Seasonal trends in yields\* of herbage in each year.

\*Yields were shown by weight percentage to the initial one in each year.

ある状態であつた。

重度牧区では、全季区が 1, 2 年目は 1/10 以下, 3, 4 年目になつても 1/10~1/4 であり残量が非常に少ない。春牧区においても 1, 4 年目は 1/10~1/5, 2 年目は 1/4~1/3, 3 年目だけが 1/3~1/2 量を残した。夏牧区においても 3 年目は 1/3~1/2 量であつたが, 他は 1/10 内外の残量にすぎず, 秋牧区は 1, 2 年目が 1/10 以下, 3, 4 年目になつても 1/10~1/5 にとどまつた。このように重度牧区では 1/10~1/5 の残草量をみるにすぎない状態で, 放牧の度合は非常に重かつた。

以上のような残草量の状態と c. d. との関係についてみれば, とくに重度牧区の 1, 2 年間は, 残草量が 1/10 以下の状態で 1 年目は約 30~45 c. d., 2 年目は約 85~95 c. d. を収容しており, 伐採後 1, 2 年目の広葉樹林に対して, このような放牧を行なうことは, きわめて強いグレージングであることがうかがえる。また 3, 4 年目といえども 1/5~1/10 の残草量で 70~100 c. d. を収容しており, これに準ずる強いグレージングといえよう。軽度牧区では 1/2~2/3 の残草量をみており, 1, 2 年目の 35~45 c. d., 3, 4 年目の 55~75 c. d. の収容は軽度であつたことがうかがえる。

#### 7) 放牧牛の嗜好性について

本試験に供した放牧牛は大部分の植物を採食し, 採食しなかつた植物は皆無といえる状態であつた。牛の嗜好性は非常にひろく, 草本類も木本類もいずれも嗜好に合うことは, 諸外国の例においても明らかであり (F. A. O, 1953), 本試験牛もそのような傾向がみられた。つぎに放牧した日本短角種牛の嗜好について, 4 年間の観察を主として述べてみるが, 木本類については固定コドラートによる調査の結果をとり入れた。

**イネ科草類** 出現したすべての草種がたびたび採食され, 嗜好性はきわめて高位であつた。すなわち。サイトウガヤ, ススキなどの長草類をはじめ, ヤマカモジグサ, ヒメノガリヤスその他の短草類もきわめてよく採食された。毎年各牧区とも入牧直後に採食されるのもこの草類であつたし, また放牧中は退牧時までたびたび高い頻度で採食した。

**ササ類** 本試験地に出現するのはクマイザサだけであるが, よく採食される。しかし放牧強度が軽い

場合は春季の若葉は高い頻度で採食するが、他の季節はまれに採食する程度であつた。

スゲ類 ミヤマカンスゲ、ヒメスゲ、ヒカゲスゲその他が出現しているが、いずれも採食された。しかしイネ科草類は採食頻度は高くはないようで、このような草種は放牧の強さと関係が深い。

双子葉雑草類 前記のように採食高に達しない小型の草本類は別として、すべての草種が採食された。とくにニガナ、ノコンギク、タンポポ、センボンヤリ、ノアザミ、シシウド、オオバコなどは嗜好性が高く、たびたび採食された。とくにシシウドはイネ科草類と同様に入牧直後に選んで採食する植物であつた。またはほとんど季節に関係がないようにみられたが、オオイタドリは秋季に嗜好を増し、シラヤマギクはその反対の傾向があり、この2種は季節との関係がやや明りようのようであつた。

単子葉雑草類 いずれも放牧牛に採食されたが、マイズルソウがとくに好まれるようであつた。

低木、ツル類 ほとんど全部の植物が嗜好に合つたが、とくにノイバラ、モミジイチゴ、タラノキ、サルトリイバラのような有棘低木類が好まれた。嗜好性が非常に低位のものとしてアクシバ、アケビ、イワガラミなどがあげられるだけで、他の樹種は適時採食されている。

高木類 ウリハダカエデ、マンサク、ホオノキその他2、3の樹種を除けば、すべて放牧牛は採食しており、とくにイタヤカエデその他のカエデ科の植物、ヤマザクラその他のサクラ属の植物、キハダ、シナノキなどが好まれた。イタヤカエデはイネ科草類と同様に、入牧直後に選んで採食し、きわめて嗜好度が高かつた。

以上のような採食の状況を、つぎのように整理してみた。

#### 放牧の度合にかかわらずよく食われる植物

|               |                 |               |                  |                 |
|---------------|-----------------|---------------|------------------|-----------------|
| サイ ト ウ ガ ヤ    | ス      ス      キ | オ オ ブ ラ ス ス キ | ヤ マ カ モ ジ グ サ    | ヒ メ ノ ガ リ ヤ ス   |
| ヌ    カ    ボ   | ト   ダ   シ   バ   | ネ ズ ミ ガ ヤ     | シ              バ | ニ      ガ      ナ |
| ノ コ ン ギ ク     | タ ン ポ ポ         | セ ン ボ ン ヤ リ   | ノ   ア   ザ   ミ    | シ シ ウ ド         |
| オ   オ   バ   コ | マ イ ズ ル ソ ウ     | ノ   イ   バ   ラ | モ ミ ジ イ チ ゴ      | タ ラ ノ キ         |
| サル ト リ イ バ ラ  | イ タ ヤ カ エ デ     | ハ ウ チ ワ カ エ デ | ミ ネ カ エ デ        | ヤ マ モ ミ ジ       |
| ウ ワ ミ ズ ザ ク ラ | ヤ マ ザ ク ラ       | キ    ハ    ダ   | シ ナ ノ キ          |                 |

#### 軽度放牧ではあまり食われないが、重度放牧ではよく食われる植物

|                  |                  |                       |                   |                  |
|------------------|------------------|-----------------------|-------------------|------------------|
| ク マ イ ザ サ        | シ    バ    ス    ゲ | ヒ カ ゲ ス ゲ             | ミ ヤ マ カ ン ス ゲ     | ヒ    メ    ス    ゲ |
| ク    サ    ス    ゲ | ア キ ノ キ リ ン ソ ウ  | シ ラ ヤ マ ギ ク           | ヤ   マ   ニ   ガ   ナ | ヌ ス ビ ト ハ ギ      |
| ウ マ ノ ミ ツ バ      | ユ ウ ガ ギ ク        | ス    ズ    ラ    ン      | ナ ル コ ユ リ         | チ    ゴ    ユ    リ |
| シ      オ      デ  | ヤ マ カ シ ユ ウ      | ウ チ ワ ド コ ロ           | コ    マ    ユ    ミ  | ミ ヤ マ イ ボ タ      |
| ナ ワ シ ロ イ チ ゴ    | カ    ン    ボ    ク | ク    マ   イ   チ   ゴ    | ツ ル ウ メ モ ド キ     | ヤ    チ    ダ    モ |
| コ ミ ネ カ エ デ      | ミ    ズ    ナ    ラ | ア    ズ    キ    ナ    シ | ナ ナ カ マ ド         |                  |

#### 軽度放牧ではほとんど食われないが、重度放牧ではやや食われる植物

|                   |                  |                  |                  |                  |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| ヨ      モ      ギ   | ハ ン ゴ ン ソ ウ      | ヒ ヨ ド リ パ ナ      | ヨ ブ ス マ ソ ウ      | ト リ ア シ シ ヨ ウ マ  |
| ヤ   マ   ム   グ   ラ | キ ン ミ ズ ヒ キ      | オ カ ト ラ ノ オ      | ウ ツ ボ グ サ        | オ オ イ タ ド リ      |
| イ カ リ ソ ウ         | マ    マ    コ    ナ | サ ラ シ ナ シ ヨ ウ マ  | オ ト ギ リ ソ ウ      | オ ミ ナ エ シ        |
| タ ニ ウ ツ ギ         | ハ    シ    バ    ミ | ニ    ゴ    ロ    コ | ガ    マ    ズ    ミ | ナ    ツ    ハ    ゼ |
| ク    ロ    モ    ジ  | ク サ ボ タ ン        | イ    ス    ツ    ゲ | ヤ    マ    ハ    ギ | ヤ マ ブ ド ウ        |

ク マ ヤ ナ ギ      ツ タ ウ ル シ      ヤ マ ウ ル シ      バ ツ コ ヤ ナ ギ      ブ      ナ  
セ   ノ   キ      ヌ      ル      デ

#### 重度放牧においてもほとんど食われない植物

ア ク シ バ      ア      ケ      ビ      イ ワ ガ ラ ミ      ウ リ ハ ダ カ エ デ      ヤ マ ハ ン ノ キ  
マ ン サ ク      ア カ シ デ      ダ ケ カ ン バ      ホ オ ノ キ      サ ワ グ ル ミ

以上のように、放牧の度合が強くなると、軽度の場合は比較的低い採食頻度であつた植物も中位となり、程度の差が1階級ずつ上がる傾向が認められた。なおアリノトウグサ、ノチドメ、ミツバツチグリ、タチツボスミレ、コナスビ、ヒメハギなどの小型の植物は、採食高の範囲にはいるまで伸長すれば中位（軽度放牧では低位）の嗜好を示した。

### 3. 放牧に対する林木の反応

#### 1) 樹種群別考察

##### A. 樹種区分と各試験牧区の樹種構成

森林内に家畜を放牧する場合、林木の反応は、各樹種のもついろいろな性質——すなわち、家畜に対する嗜好性、ブラウジング(browsing, 木の葉や枝を食うこと)、トラムプリング(trampling, ひづめで踏みつけること)、ラビイング(rubbing, 体や角をこすりつけること)に対する抵抗性、生育特性(主として初期生育の遅速)など——により異なることが予想される。したがつて、林木の放牧に対する反応は樹種ごとにとりまとめて考察すべきであるが、この試験地ではミズナラを除いては標本数が少なく、かつ各試験区に共通する樹種がない。そこで広葉樹林内の放牧でもつとも問題となる、家畜のブラウジングによる林木の被害を第一に規制する要因である、各樹種の家畜——この場合、牛——に対する嗜好性(50頁参照)により、樹種を嗜好性高位、中位、低位の3群<sup>1)</sup>にグルーピングし、各樹種群について総括的な考察をすることにした。それでも嗜好性低位の樹種群は標本数が少なく、はつきりした結果は得られなかつた。

第17表 嗜好性により分類された各樹種群の本数構成比(%)

Table 17. Percentage composition of number of trees, grouped by palatability on each pasture and enclosure.

| 樹 種 群<br>Tree group              | Lightly grazed pasture in: |               |               |             | Heavily grazed pasture in: |               |               |             | 禁牧区<br>Enclosure |
|----------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|-------------|----------------------------|---------------|---------------|-------------|------------------|
|                                  | 軽全区<br>All<br>Season       | 軽春区<br>Spring | 軽夏区<br>Summer | 軽秋区<br>Fall | 重全区<br>All<br>Season       | 重春区<br>Spring | 重夏区<br>Summer | 重秋区<br>Fall |                  |
| 嗜好性高位<br>Highly palatable        | %<br>37                    | %<br>65       | %<br>19       | %<br>35     | %<br>4                     | %<br>11       | %<br>15       | %<br>0      | %<br>21          |
| 嗜好性中位<br>Moderately<br>palatable | 57                         | 32            | 77            | 60          | 92                         | 82            | 77            | 99          | 72               |
| 嗜好性低位<br>Low palatable           | 6                          | 3             | 4             | 5           | 4                          | 7             | 8             | 1           | 7                |
| 合 計<br>Total                     | 100                        | 100           | 100           | 100         | 100                        | 100           | 100           | 100         | 100              |

注 1) さきに50頁では、植物の嗜好性を4階級に区分したが、ここでは標本数の関係から中の2階級をまとめて一つにし、全体を3群とした。

各試験区の試験開始時における各樹種群の本数構成比を第17表に示す。この表からわかるように、軽春区を除き、嗜好性中位の樹種群(その主体はミズナラである)が過半数を占め、とくに重秋区の99%をはじめ重度牧区では約80%以上という高い構成比を示す。嗜好性高位の樹種群は、軽春区の65%をはじめ、軽度牧区と禁牧区で約20~40%と中位樹種群につぐ比率を示すが、中位樹種の構成比が高い重度牧区では重夏区の15%を最高に、概して低く、重秋区では0となつてゐる。また、嗜好性低位の樹種群はいずれの区においても少なく、10%以下である。

## B. 被食率

被食率は家畜の採食の度合、林木のブラウジングによる被害の程度を示す指数である。この試験では、株単位の被食率(A)と、萌芽単位の被食率(B)、およびそのそれぞれについて頂芽を食われたもののみの百分率(A', B')について調査した(第18表脚注参照)。普通1株から10数本出る萌芽のうち、周辺の劣勢なものが数本食われたという状態では、林木の生長にいちじるしい影響を与えるとは考えられない(場合には萌芽整理の効果が期待できるのではないと思われる)。それゆえ株単位の被食率(A)のみでは、森林の更新に対する放牧の影響をみるに不十分であり、萌芽単位の被食率(B)、あるいは成長に最も関係のある頂芽の被食率(A', B')もあわせて考慮しなくてはならない。なお、A', B'は初年目と、2年目には調査されなかつた。

各樹種群別に、初年目と最終年の被食率を第18表に示す。

### (i) 高位樹種群

家畜に対する嗜好の高い、この樹種群は、重度牧区ではもちろん軽度牧区でも4年間を通じて、各季節において高い被食率を示している。すなわちA, A'では各牧区とも約90%以上であり、B, B'でも初年目の軽秋区の37%、軽全区の62%をのぞいて、ほかは全部70%を越している。各牧区別にみると若干の変動はあるが、全般的にみて、このグループにはいる樹種は4年間の放牧試験期間中きわめて強い家畜の採食を受けたことが示されている。すなわち、この樹種群に属するイタヤカエデ、ハウチワカエデ、ミネカエデ、ウワミズザクラ、ヤマザクラ、ミズキ、キハダ、シナノキなどの放牧牛に対する嗜好性は、イネ科草本など一般の飼料草類と同じくらい高く、春~秋の放牧期間中、放牧の強さにかかわらずブラウジングされる。

### (ii) 中位樹種群

中位樹種群についてみると、放牧強度により被食率がいちじるしく異なる。すなわち、Aについてみれば、初年目では軽度牧区は42%(軽全区)~93%(軽春区)、重度牧区は92%(重春区)~100%(重夏区)であり、差はあまりいちじるしくない。しかし、4年目では前者は4%(軽夏区)~61%(軽秋区)と低下するが、後者は89%(重春区)~99%(重全区)とほとんど変わらない値を示しており、両者の間の差がいちじるしくなつてゐる。また、Bについてみればこの傾向はさらに明りようであり、初年目では軽度牧区で19%(軽秋区)~66%(軽春区)、重度牧区で84%(重春区)~96%(重全区)、4年目では前者が1%(軽夏区)~19%(軽秋区)、後者が60%(重春区)~96%(重全区)と両者の差は初年目から明りようである。A', B'はそれぞれA, Bと平行した値を示している。

つぎに放牧季節についてみると、軽度牧区では、A, Bいずれも4年間を通じて、春、秋牧区が、夏、全季牧区に比べてやや高く、とくに春牧区の高いのが目立つ。すなわち、初年目では差は明りようでないが、植生の安定した4年目についてみると、Aでは前者が60%内外であるのに対して後者は約5%、B

第18表 樹 種 群 別 被 食 率 (%)

Table 18. Percentage of browsed trees in different tree groups on each pasture.

| 樹 種 群<br>Tree group              | 年 次<br>Year<br>1) | Lightly grazed pasture in: |               |               |              | Heavily grazed pasture in: |               |               |                 |
|----------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------|---------------|--------------|----------------------------|---------------|---------------|-----------------|
|                                  |                   | 軽全区<br>All<br>season       | 軽春区<br>Spring | 軽夏区<br>Summer | 軽秋区<br>Fall  | 重全区<br>All<br>season       | 重春区<br>Spring | 重夏区<br>Summer | 重秋区<br>Fall     |
| 嗜好性高位<br>Highly<br>palatable     | A<br>(A')         | 1 st                       | 95            | 93            | 100          | 100                        | 88            | 100           | — <sup>2)</sup> |
|                                  |                   | 4 th                       | 91<br>(89)    | 98<br>(95)    | 100<br>(100) | 94<br>(94)                 | —<br>(—)      | 100<br>(100)  | —<br>(—)        |
|                                  | B<br>(B')         | 1 st                       | 62            | 70            | 98           | 37                         | 94            | 84            | 71              |
|                                  |                   | 4 th                       | 94<br>(90)    | 95<br>(93)    | 71<br>(69)   | 95<br>(69)                 | —<br>(—)      | 100<br>(100)  | 100<br>(100)    |
| 嗜好性中位<br>Moderately<br>palatable | A<br>(A')         | 1 st                       | 42            | 93            | 80           | 83                         | 97            | 92            | 100             |
|                                  |                   | 4 th                       | 5<br>(3)      | 56<br>(44)    | 4<br>(2)     | 61<br>(55)                 | 99<br>(98)    | 89<br>(87)    | 97<br>(92)      |
|                                  | B<br>(B')         | 1 st                       | 26            | 66            | 23           | 19                         | 96            | 84            | 90              |
|                                  |                   | 4 th                       | 6<br>(1)      | 15<br>(11)    | 1<br>(1)     | 19<br>(13)                 | 96<br>(71)    | 60<br>(54)    | 94<br>(80)      |
| 嗜好性低位<br>Low palatable           | A<br>(A')         | 1 st                       | 78            | —             | —            | —                          | 90            | —             | 100             |
|                                  |                   | 4 th                       | —<br>(—)      | —<br>(—)      | —<br>(—)     | —<br>(—)                   | 17<br>(17)    | —<br>(—)      | —<br>(—)        |
|                                  | B<br>(B')         | 1 st                       | 88            | —             | —            | —                          | 27            | —             | 91              |
|                                  |                   | 4 th                       | —<br>(—)      | —<br>(—)      | —<br>(—)     | —<br>(—)                   | 15<br>(7)     | —<br>(—)      | —<br>(—)        |
| 全 樹 種<br>All trees               | A<br>(A')         | 1 st                       | 60            | 93            | 84           | 85                         | 97            | 92            | 100             |
|                                  |                   | 4 th                       | 25<br>(23)    | 78<br>(71)    | 11<br>(9)    | 69<br>(65)                 | 95<br>(95)    | 90<br>(88)    | 98<br>(94)      |
|                                  | B<br>(B')         | 1 st                       | 40            | 68            | 34           | 24                         | 90            | 83            | 87              |
|                                  |                   | 4 th                       | 30<br>(26)    | 58<br>(54)    | 12<br>(12)   | 27<br>(18)                 | 92<br>(68)    | 66<br>(61)    | 95<br>(83)      |

注

$$1) A : \frac{\text{食われた株数}}{\text{全株数}} \times 100 (\%)$$

$$\frac{\text{No. of stumps, browsed}}{\text{Total no. of stumps}} \times 100 (\%)$$

$$A' : \frac{\text{頂芽を食われた株数}}{\text{全株数}} \times 100 (\%)$$

$$\frac{\text{No. of stumps, browsed only top part}}{\text{Total no. of stumps}} \times 100 (\%)$$

$$B : \frac{\text{食われた萌芽本数}}{\text{全萌芽本数}} \times 100 (\%)$$

$$\frac{\text{No. of sprouts, browsed}}{\text{Total no. of sprouts}} \times 100 (\%)$$

$$B' : \frac{\text{頂芽を食われた萌芽本数}}{\text{全萌芽本数}} \times 100 (\%)$$

$$\frac{\text{No. of sprouts, browsed only top part}}{\text{Total no. of sprouts}} \times 100 (\%)$$

2) 標本数が5本以下。 Samples are less than 5.

でも前者は15～19%，後者は1～6%となつている。これは春季は樹葉が開舒した直後で柔らかく、放牧牛に対する嗜好性の高い時期であるため、秋季は樹葉自身の嗜好性よりむしろ林床の飼料草の量、質が低下するために樹葉の被食率が高いのでないかと考えられる。夏季に被食率のいちじるしく低いのは、樹葉がかたくなり家畜に対する嗜好性が低下するとともに、林床の飼料草の繁茂も盛んとなるためと考えられる。また、全季牧区で低いのは、全放牧期間を通じてみれば、放牧強度はほぼ等しいとしても、樹葉の嗜好性の高い春季や、飼料草の量、質の低下する晩秋の期間のみについてみれば、放牧強度は1/3以下である

ためであろう。

重度牧区についてみれば、軽度牧区でみられたほど、季節間の差はみられない。これは放牧強度が強い  
ため季節的な差が打ち消されているのであろう。軽度牧区とは逆に、春牧区の被食率がやや低い  
が、これはこの牧区の林床植生が良好な状態に維持されたことと関係があろう(46頁参照)。

要するにこの樹種群に属するミズナラ、アズキナン、ナナカマド、センノキ、ブナなどはこの試験で実  
行された程度の軽度の放牧下では家畜にブラウジングされることは比較的少ない。しかし重度に放牧さ  
れると、嗜好性の高い樹種と同じ位に強くブラウジングされる。季節的には春、秋に被食率が高くなる。

#### (iii) 低位樹種群および全樹種

嗜好性の低い樹種群については、標本数が少ないのではつきりした傾向はつかめなかつたが、家畜の採  
食行動の観察から、重度放牧下でも被食率はかなり低いものといえる。すなわち、家畜に対する嗜好性の  
低いウリハダカエデ、ヤマハンノキ、ダケカンパ、ホオノキ、サワグルミなどは林床の飼料草の量質が極  
度に低下しないかぎり放牧牛にブラウジングされることはほとんどないであろう。

全樹種の被食率をみると、軽度牧区と重度牧区の差が接近している。これは軽度牧区が重度牧区に比  
べて嗜好性高位の樹種群の構成率が高いためである(第17表参照)。

なお、以下の各項では標本数の少ない低位樹種群についての考察は省略する。

#### C. 採食高

家畜によるブラウジングの行なわれる高さの限界について考察する。

家畜の採食高は主として家畜の体高で定まるが、地形、飼料植物の量、質などによつても左右される。  
この試験に用いた牛の体高は初年目は100 cm内外であり、2年目以降は変化が少なく平均130 cm内外で  
あつたから、平坦地で普通に採食される限度は170 cmぐらゐまでである。実際に採食された高さは、初年  
目は萌芽高が低いから問題とならないが、萌芽が2 m前後に達した4年目の軽度牧区では130 cm内外  
が、もつとも多かつた。

しかし傾斜地では斜面上部から採食するし、また他の飼料植物の量、質が低下してくると、とくに嗜好  
性の高い樹種の樹幹を押し曲げ、2頭で協同して採食することがあるから、170 cm以上でも採食されるこ  
とがある。この試験においても、イタヤカエデで255 cmまで食われた例があつた。

要するに、林床の飼料草の量、質がいちじるしく低下しないかぎり、成牛を放牧した場合、樹葉が食わ  
れるのは平均130 cm、最高170 cmまでであり、樹高がこの限界を越せば、林木の生長に対する放牧の直  
接的影響はいちじるしく少なくなるものと考えられる。

#### D. 枯損率

樹種群別の4年間の枯損率を第19表に示す。

##### (i) 高位樹種群

軽度牧区では夏牧区の75%を最高に、もつとも低い秋牧区でも23%であり、重度牧区では春牧区で  
13%とやや低い、夏牧区で36%、全季牧区では100%と禁牧区の9%と比較して重春区のはかはいち  
じるしく高い。これには軽全区、軽春区のはかは標本数が少なかつたことも考慮せねばならず、また構  
成樹種にも問題があり、ミズキ、キハダは特に枯損率が高かつた。いずれにしてもほかの樹種群と比較す  
るときこの樹種群では放牧の影響が大きいといえよう。

第 19 表 樹 種 群 別 枯 損 率 (4 年間, %)

Table 19. Percentage of dead trees in different tree groups in the 4 experimental years on each pasture and enclosure.

| 樹 種 群<br>Tree group           | Lightly grazed pasture in: |               |               |             | Heavily grazed pasture in: |               |               |             | 禁 牧 区<br>Enclosure |
|-------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|-------------|----------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|
|                               | 軽全区<br>All season          | 軽春区<br>Spring | 軽夏区<br>Summer | 軽秋区<br>Fall | 重全区<br>All season          | 重春区<br>Spring | 重夏区<br>Summer | 重秋区<br>Fall |                    |
| 嗜好性高位<br>Highly palatable     | 55                         | 37            | 75            | 23          | 100                        | 13            | 36            | —           | 9                  |
| 嗜好性中位<br>Moderately palatable | 4                          | 0             | 4             | 11          | 44                         | 24            | 36            | 12          | 0                  |
| 嗜好性低位<br>Low palatable        | 79                         | —             | —             | —           | 4                          | —             | 33            | —           | 8                  |
| 全 樹 種<br>All trees            | 25                         | 24            | 19            | 16          | 46                         | 27            | 30            | 13          | 2                  |

## (ii) 中位樹種群

放牧強度による差がはつきりでている。すなわち、軽度牧区では秋牧区の 11 % とやや高いのを除いては、0~4 % ときわめて低い値を示しているのに対して、重度牧区では 12 % (重秋区)~44 % (重全区) といちじるしく高く、全体として両者の差は明りようである。禁牧区の 0 % と比べて、軽春区を除いてはいずれも高く、とくに重度の各牧区でいちじるしい。

季節の影響をみると、夏牧区は軽度、重度のいずれでも高いが、春、秋牧区では傾向が一致していない。しかも被食率の高かつた春牧区が、枯損率では低い。この点については後で総括して考察することにする。

## (iii) 全 樹 種

各試験牧区的全樹種についての枯損率をみると、軽度牧区、重度牧区いずれも禁牧区に比べてかなり高い枯損率を示しており、放牧の影響の大きいことを物語っている。また、さきに述べたように樹種間の差がいちじるしいので、樹種構成にも問題がある。しかし、この試験では標本数が少ないために各樹種について検討できなかった。

ともあれ、高位樹種群は軽度放牧下でもかなりの枯損率を示し、中位樹種群は、軽度放牧では比較的枯損は少ないが、重度放牧では、とくに全季放牧で高い枯損率を示すといえる。

## E. 萌芽本数

初年目と 4 年目のそれぞれ秋の終牧時における 1 株あたり平均萌芽本数を第 20 表に示す。

## (i) 高位樹種群

4 年間の推移は各牧区間で必ずしも一致しないが、萌芽の安定したと思われる 4 年目についてみれば、軽秋区の 4 本を別として、13 本 (重春区)~21 本 (軽夏区) の範囲であり、概して軽度牧区の方が重度牧区より多い。放牧季節間の差はみられない。禁牧区の 13 本と比較すれば、軽秋区、重春区のほかはいずれも多くなっている。

## (ii) 中位樹種群

4 年目についてみれば、12 本 (重全区)~17 本 (軽春区) の範囲であり、放牧強度および季節間の差も、禁牧区との差も明りようでない。

第20表 樹種群別平均萌芽本数

Table 20. Average number of sprouts per stump in different tree groups on each pasture and exclosure.

| 樹種群<br>Tree group             | 年次<br>Year | Lightly grazed pasture in: |               |                |             | Heavily grazed pasture in: |               |                |             | 禁牧区<br>Ex-closure |
|-------------------------------|------------|----------------------------|---------------|----------------|-------------|----------------------------|---------------|----------------|-------------|-------------------|
|                               |            | 軽全区<br>All season          | 軽春区<br>Spring | 軽夏区<br>Sum-mer | 軽秋区<br>Fall | 重全区<br>All season          | 重春区<br>Spring | 重夏区<br>Sum-mer | 重秋区<br>Fall |                   |
| 嗜好性高位<br>Highly palatable     | 1 st       | 24                         | 25            | 22             | 18          | 23                         | 25            | 28             | —           | 21                |
|                               | 4 th       | 19                         | 17            | 21             | 4           | —                          | 13            | 14             | —           | 13                |
| 嗜好性中位<br>Moderately palatable | 1 st       | 24                         | 31            | 30             | 26          | 27                         | 19            | 20             | 23          | 27                |
|                               | 4 th       | 15                         | 17            | 16             | 15          | 12                         | 14            | 15             | 14          | 14                |
| 嗜好性低位<br>Low palatable        | 1 st       | 25                         | —             | —              | —           | 62                         | —             | 11             | —           | 19                |
|                               | 4 th       | —                          | —             | —              | —           | 15                         | —             | —              | —           | 11                |
| 全樹種<br>All trees              | 1 st       | 24                         | 27            | 29             | 22          | 28                         | 19            | 21             | 23          | 25                |
|                               | 4 th       | 15                         | 17            | 17             | 11          | 13                         | 14            | 13             | 14          | 13                |

## (iii) 全樹種

全樹種についても、放牧強度間、季節間の差、または禁牧区との差は明りようでない。

以上のように、1株あたり萌芽本数に対して放牧の影響はみられず、少なくとも更新に支障をきたすほど増減することはないといえる。

## F. 樹高生長

樹種群別平均樹高 (第21表) と樹高階別本数分布 (第10図) について考察する。

第21表 樹種群別平均樹高 (cm)

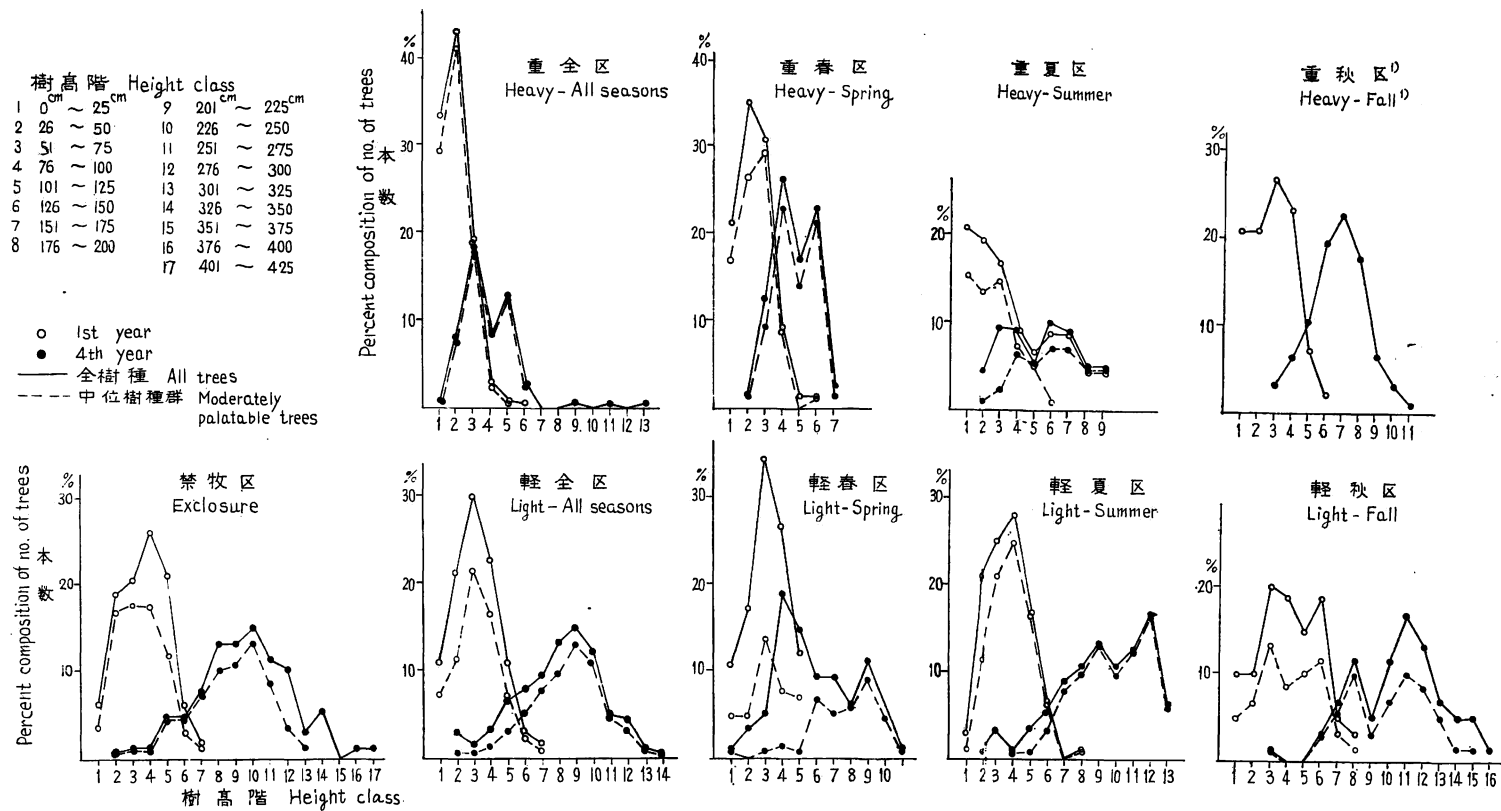
Table 21. Average height in different tree groups on each pasture and exclosure.

| 樹種群<br>Tree group             | 年次<br>Year | Lightly grazed pasture in: |               |                |             | Heavily grazed pasture in: |               |                |             | 禁牧区<br>Ex-closure |
|-------------------------------|------------|----------------------------|---------------|----------------|-------------|----------------------------|---------------|----------------|-------------|-------------------|
|                               |            | 軽全区<br>All season          | 軽春区<br>Spring | 軽夏区<br>Sum-mer | 軽秋区<br>Fall | 重全区<br>All season          | 重春区<br>Spring | 重夏区<br>Sum-mer | 重秋区<br>Fall |                   |
| 嗜好性高位<br>Highly palatable     | 1 st       | 62                         | 64            | 52             | 90          | 11                         | 85            | 34             | —           | 92                |
|                               | 4 th       | 151                        | 98            | 101            | 294         | —                          | 94            | 123            | —           | 292               |
| 嗜好性中位<br>Moderately palatable | 1 st       | 71                         | 71            | 84             | 94          | 37                         | 50            | 53             | 59          | 74                |
|                               | 4 th       | 205                        | 179           | 235            | 242         | 79                         | 105           | 138            | 158         | 205               |
| 嗜好性低位<br>Low palatable        | 1 st       | 48                         | —             | —              | —           | 64                         | —             | 61             | —           | 72                |
|                               | 4 th       | —                          | —             | —              | —           | 246                        | —             | —              | —           | 276               |
| 全樹種<br>All trees              | 1 st       | 68                         | 66            | 78             | 93          | 37                         | 54            | 50             | 59          | 76                |
|                               | 4 th       | 193                        | 136           | 220            | 258         | 86                         | 104           | 131            | 158         | 227               |

## a) 平均樹高

## (i) 高位樹種群

軽秋区は禁牧区とほとんど同様の生長を示しているが、そのほかの牧区では禁牧区に比べて、初年目で約10% (軽全区) ~ 65% (重夏区) 劣り、4年目では約50% (軽全区) ~ 70% (重春区) 劣る。放牧強度の影響は明りようでない。これは被食率 (第18表参照) からみても当然であろう。



第10図 樹高階別本数分配図

Fig. 10 Distributions of number of trees in different height classes on each pasture and exclosure.

注 重秋区では全樹種がほとんど全部中位樹種である。 On this pasture almost all trees are moderately palatable.

## (ii) 中位樹種群

放牧強度の影響がいちじるしく、4年目の平均樹高で軽度牧区の179 cm(軽春区)~242 cm(軽秋区)と重度牧区の179 cm(重全区)~158 cm(重秋区)の間にはほとんど2倍の差がみられる。

軽度牧区内では初年目には禁牧区の74 cmと比べて71 cmとほとんど差のなかった全季牧区と春牧区のうち、全季牧区は4年目でも205 cmと禁牧区と等しいが、春牧区は179 cmと約12%低くなっている。また、初年目から84, 93 cmと禁牧区と比べてそれぞれ13, 27%高かった夏、秋牧区は4年目でも、235, 242 cmとそれぞれ15, 18%高い。このように軽春、夏の両区と禁牧区で生長のよかつた点については後に総括して考察する。

重度牧区はいずれも初年目の終牧時ですでに約20%(秋牧区)~50%(全季牧区)禁牧区に劣り、4年目でも約20%(秋牧区)~60%(全季牧区)劣っている。

放牧季節についてみると、軽度牧区と重度牧区のいずれにおいても、秋>夏>春の順に樹高が低くなっており、被食率の比較的重かつた秋牧区が、樹高生長については最も放牧の影響をうけていない。また、全季放牧は放牧強度の影響をもつとも受け、軽度放牧ではほとんど樹高が禁牧区と変わらないが、重度牧区では4年目でも禁牧区の初年目とあまり差のない樹高であり、放牧期間中繰り返し採食されているためほとんど上長成長できない状態にあるものと思われる。

## (iii) 全 樹 種

全樹種の平均樹高でみると軽春区が、重秋区に劣っているが、これは前者で高位樹種の比率が高いのに反し、後者はほとんど100%中位樹種で占められているためである。この点を除けば軽度牧区の平均樹高は強度牧区の平均樹高にまさっており、樹高生長に対する放牧強度の影響は大きい。放牧季節の影響については、中位樹種群の考察で述べたように秋>夏>春の順であり、被食率とは一致していない。この点についてはここでは問題点の指摘にとどめ、あとで総括して考察することにする。

## b) 樹高階別本数分布

樹高階の幅は25 cmにした。初年目についてみると、重度牧区はいずれも低い樹高階に本数分布が集中しており、放牧初年にしてすでに放牧の影響がみられる。4年目についてみると、軽全区、重秋区を除いて、ピークが2つ表われている。これには樹高階の幅のとり方にも問題があろうが、家畜のブラウジングによる影響とも考えられる。すなわち、被食率の低い軽度牧区では連年採食されたものと、全然採食されないものとの2つのグループ、被食率がほとんど100%に近い強度牧区では、繰り返し採食されたものと、1~2回しか採食されないものの2つのグループにそれぞれ分化したためではないかと考えられる。しかし、この点については今後さらに研究される必要がある。ともあれこの図から、軽度牧区では春牧区がもつとも放牧の影響を受け、重度牧区では秋牧区がもつとも影響をうけていないことがよみとれる。

## 2) ミズナラについて

この試験林の優占樹種であり、したがって各牧区で標本数の多かつたミズナラについて考察する。

各牧区の被食率(A, A', B, B'), 枯損率, 1株あたり平均萌芽本数, 平均樹高の4年間の変化を第22表に、試験終了時の平均樹高のT-検定による比較を第23表に、平均樹高の各測定時(毎年の放牧前後と終牧時)における推移を第11図に示す。

## (i) 被 食 率

放牧強度による差がいちじるしい。すなわち、4年間各牧区の被食率が、A, Bともほとんど90%前後

第22表 ミズナラの被食率, 枯損率, 平均萌芽本数, 平均樹高

Table 22. Yearly trends in percentage of browsed trees, dead trees, average number of sprouts per stump and average height of Mizunara<sup>1)</sup> on each pasture and exclosure.

|                                           |                 |       | 年次<br>Year | Lightly grazed pasture in: |                            |                    |             | Heavily grazed pasture in: |               |                    |             | 禁牧区<br>Ex-<br>closure |
|-------------------------------------------|-----------------|-------|------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|-------------|----------------------------|---------------|--------------------|-------------|-----------------------|
|                                           |                 |       |            | 軽全区<br>All<br>season       | 軽春区<br>Spring              | 軽夏区<br>Sum-<br>mer | 軽秋区<br>Fall | 重全区<br>All<br>season       | 重春区<br>Spring | 重夏区<br>Sum-<br>mer | 重秋区<br>Fall |                       |
| 被食率(%)<br>Percentage of<br>browsed trees  | 2)<br>A<br>(A') | 1 st  | 40         | 90                         | 80                         | 83                 | 100         | 99                         | 100           | 98                 |             |                       |
|                                           |                 | 2 nd  | 25         | 94                         | 3                          | 37                 | 100         | 100                        | 100           | 100                |             |                       |
|                                           |                 | 3 rd  | 20<br>(18) | 100<br>(100)               | 7<br>(5)                   | 30<br>(24)         | 86<br>(48)  | 97<br>(98)                 | 92<br>(82)    | 94<br>(77)         |             |                       |
|                                           |                 | 4 th  | 3<br>(2)   | 51<br>(41)                 | 2<br>(1)                   | 60<br>(52)         | 99<br>(99)  | 88<br>(87)                 | 98<br>(91)    | 98<br>(92)         |             |                       |
|                                           | 2)<br>B<br>(B') | 1 st  | 25         | 66                         | 21                         | 16                 | 98          | 87                         | 93            | 92                 |             |                       |
|                                           |                 | 2 nd  | 5          | 75                         | 1                          | 8                  | 100         | 100                        | 100           | 98                 |             |                       |
|                                           |                 | 3 rd  | 5<br>(3)   | 48<br>(37)                 | 1<br>(1)                   | 6<br>(5)           | 78<br>(53)  | 95<br>(95)                 | 51<br>(43)    | 88<br>(49)         |             |                       |
|                                           |                 | 4 th  | 1<br>(tr.) | 12<br>(7)                  | tr. <sup>3)</sup><br>(tr.) | 19<br>(13)         | 97<br>(70)  | 60<br>(54)                 | 93<br>(79)    | 92<br>(32)         |             |                       |
| 枯損率(%)<br>Percentage of<br>dead trees     |                 | 2 nd  | 2.4        | 0                          | 1.1                        | 0                  | 8.4         | 9.3                        | 10.0          | 4.3                | 0           |                       |
|                                           |                 | 3 rd  | 0          | 0                          | 0                          | 0                  | 25.2        | 5.5                        | 16.0          | 3.3                | 0           |                       |
|                                           |                 | 4 th  | 0          | 0                          | 1.1                        | 2.4                | 8.4         | 0                          | 6.0           | 3.3                | 0           |                       |
|                                           |                 | Total | 2.4        | 0                          | 2.2                        | 2.4                | 42.0        | 14.8                       | 32.0          | 10.9               | 0           |                       |
| 平均萌芽本数<br>Av. no. of sprouts<br>per stump |                 | 1 st  | 24         | 37                         | 34                         | 27                 | 29          | 19                         | 18            | 23                 | 27          |                       |
|                                           |                 | 2 nd  | 22         | 31                         | 24                         | 26                 | 26          | 21                         | 17            | 17                 | 22          |                       |
|                                           |                 | 3 rd  | 18         | 25                         | 18                         | 20                 | 17          | 18                         | 14            | 17                 | 15          |                       |
|                                           |                 | 4 th  | 15         | 18                         | 16                         | 15                 | 12          | 14                         | 15            | 13                 | 14          |                       |
| 平均樹高(cm)<br>Av. height                    |                 | 1 st  | 72         | 75                         | 84                         | 92                 | 39          | 50                         | 55            | 60                 | 73          |                       |
|                                           |                 | 2 nd  | 121        | 122                        | 149                        | 149                | 45          | 71                         | 95            | 85                 | 127         |                       |
|                                           |                 | 3 rd  | 167        | 143                        | 188                        | 196                | 64          | 85                         | 111           | 118                | 151         |                       |
|                                           |                 | 4 th  | 208        | 189                        | 237                        | 239                | 78          | 105                        | 138           | 158                | 205         |                       |

1) *Quercus mongolica* var. *grosseserrata*, moderately palatable species.

2) 第18表脚注参照。 See the footnote of Table 18.

3) 0.4%以下。 Less than 0.4 percent.

ときわめて高い重度牧区と、初年と春牧区でやや高いのを除けば30%以下の軽度牧区の間にも明りような差がみられる。

放牧季節の影響についてみると、軽度牧区では、春牧区が4年間 A, Bともに高く、秋牧区、全季牧区、夏牧区の順に低下している。特に夏牧区では2年目以降はAで7%以下、Bで1%以下とほとんど無視できるほどである。春牧区をのぞいては、一般に2年目以降急激に低下している(ただ秋牧区のみ4年目にふたたび上昇している)。一方重度牧区では季節間の差は明りようでない。また軽度牧区で見られたように年々低下する傾向もみられない。

このように嗜好性が中位であるミズナラは放牧強度が適正であれば、伐採後第1年目と春季を除いては、放牧牛によりブラウジングされることは比較的少ないであろう。しかし重度放牧下では季節のいかんを問わずかなり激しくブラウジングされることが予想される。

## (ii) 枯 損 率

軽度牧区では4年間で0~2%ときわめて低いが、強度牧区では10~42%といちじるしく高い枯損率を示しており、放牧強度による影響が明りようである。軽秋区は中位樹種群の枯損率が1. %とやや高かったが、ミズナラのみでみると2%で軽度放牧の各牧区と比べてあまり差はない。中位樹種群として枯損率が高かつたのは、アズキナン、バツコヤナギの枯損によるものである。

放牧季節の影響についてみると、軽度牧区間では春牧区で被食率が高かつたのにもかかわらず枯損率ではほとんど差はない。一方被食率にいちじるしい差のなかつた重度牧区間では、春、秋牧区が約10~15%と低いのに対し、夏牧区は30%と高い。このように被食率と枯損率の間に相関関係はみられない。

## (iii) 萌 芽 本 数

1株あたり平均萌芽本数の4年間の推移をみると、被食率の高かつた重度牧区が、軽度牧区よりやや少ない。すなわち前者は4年目で12~15本であるが、後者は15~18本である。しかしいずれも禁牧区の14本と比べて大差なく、更新に影響するほどでもない。樹種群別考察でも述べたように、萌芽本数に対する放牧の影響は無視できるだろう。

## (iv) 樹 高

樹高生長に対して放牧強度がいちじるしく影響していることが、第22、23表および第11図に明らかに

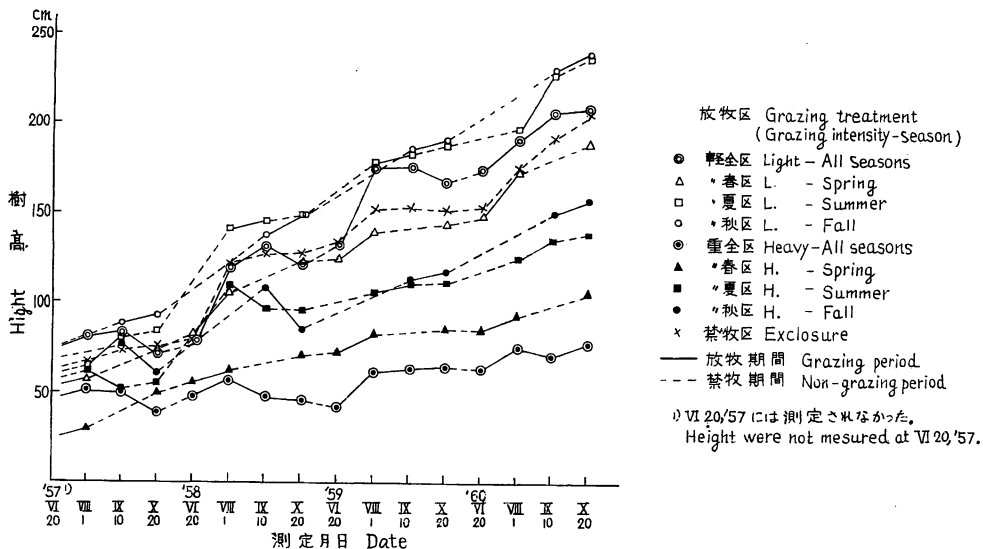
第23表 試験終了時における各牧区のミズナラ平均樹高の比較

Table 23. Comparison of average height of MIZUNARA between each pasture at the end of experiment by T-test.

| 牧 区 名<br>Pasture<br>(Grazing intensity-season) | 標本数<br>No. of<br>Sam-<br>ple | 平 均<br>樹 高<br>Av.<br>height | 各 牧 区 間 の t-値<br>T-value between each pasture |                              |                                |                       |                         |                       |                              |                         |                                |
|------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|
|                                                |                              | cm                          |                                               |                              |                                |                       |                         |                       |                              |                         |                                |
| 軽 秋 区<br>Light-Fall                            | 33                           | 239.2                       | —                                             |                              |                                |                       |                         |                       |                              |                         |                                |
| 軽 夏 区<br>Light-Summer                          | 90                           | 236.9                       | 0.21                                          | —                            |                                |                       |                         |                       |                              |                         |                                |
| 軽 全 区<br>Light-All season                      | 138                          | 208.0                       | 2.74**                                        | 4.33**                       | —                              |                       |                         |                       |                              |                         |                                |
| 禁 牧 区<br>Exclosure                             | 111                          | 204.9                       | 3.15**                                        | 4.35**                       | 0.48                           | —                     |                         |                       |                              |                         |                                |
| 軽 春 区<br>Light-Spring                          | 41                           | 188.8                       | 4.17**                                        | 6.15**                       | 2.69*                          | 2.09*                 | —                       |                       |                              |                         |                                |
| 重 秋 区<br>Heavy-Fall                            | 82                           | 158.6                       | 7.04**                                        | 11.5**                       | 4.32**                         | 7.09**                | 4.14**                  | —                     |                              |                         |                                |
| 重 夏 区<br>Heavy-Summer                          | 34                           | 138.3                       | 7.66**                                        | 9.61**                       | 7.58**                         | 6.59**                | 16.8**                  | 2.44**                | —                            |                         |                                |
| 重 春 区<br>Heavy-Spring                          | 46                           | 105.2                       | 11.7**                                        | 19.6**                       | 20.6**                         | 15.2**                | 11.7**                  | 8.91**                | 3.74**                       | —                       |                                |
| 重 全 区<br>Heavy-<br>All season                  | 131                          | 78.0                        | 14.8**                                        | 27.4**                       | 11.9**                         | 22.6**                | 17.7**                  | 16.4**                | 7.39**                       | 18.0**                  | —                              |
|                                                |                              |                             | 軽秋区<br>Light-<br>Fall                         | 軽夏区<br>Light-<br>Sum-<br>mer | 軽全区<br>Light-<br>All<br>season | 禁牧区<br>Ex-<br>closure | 軽春区<br>Light-<br>Spring | 重秋区<br>Heavy-<br>Fall | 重夏区<br>Heavy-<br>Sum-<br>mer | 重春区<br>Heavy-<br>Spring | 重全区<br>Heavy-<br>All<br>season |

\* 5%水準で有意 Significant at 5% level.

\*\* 1%水準で有意 Significant at 1% level.



第11図 ミズナラ萌芽の平均樹高の推移

Fig. 11 Trends in average height of MIZUNARA on each pasture and enclosure.

示されている。すなわち試験終了時の平均樹高からみても、軽度牧区では春牧区で約8%禁牧区に生長が劣る(5%水準で有意)のを除けば、ほかの3牧区は禁牧区と同等かそれ以上となっている。とくに夏、秋牧区では禁牧区より約15%重い(1%水準で有意)。これに対して重度牧区では禁牧区にくらべて、約40%(重全区)~80%(重秋区)の樹高しか示していない(いずれも1%水準で有意)。軽度、重度両牧区間の差は平均約2倍になっている。

放牧季節の影響についてみると、いずれの放牧強度でも、秋>夏>春の順に樹高が低下している。とくに被食率の高かった春季の樹高が劣っているのは当然と考えられるが、被食率のやや高かった秋牧区で夏牧区より生長がよいという結果となっており、季節に対する被食率と樹高の反応は必ずしも一致していない。

全季牧区についてみると、放牧強度の影響が最もあらわれている。すなわち、軽度牧区では禁牧区と4年目の樹高で有意差のない生長を示しているのに対して、重度牧区では禁牧区の1/2以下の樹高であり、重度牧区の4年目の樹高は、禁牧区の初年目の樹高にも達していない。重度牧区では毎年の放牧期間中——それはまたミズナラの生育期間である——繰り返し強いブラウジングを受けたため4年間ほとんど生長を示さないような結果となつたのであろう。

なおこの試験は4年間で打ち切つたが、さらに放牧を続ける場合、牛の採食高以上に出た軽度牧区と、まだ採食高内にあり、かつ林床の飼料草の量と質の悪化している重度牧区の林木の生長の差はますますいちじるしくなるであろうことが予想される。

#### (v) ま と め

牛に対する嗜好性が中位であるミズナラに対する、放牧牛のブラウジングの度合いは、放牧の強さによつていちじるしい影響をうける。このことが枯損率、樹高生長に反映し、この試験で実行されたほどの重度放牧下ではミズナラの更新にいちじるしい被害が予定され、これに対して軽度放牧下ではほとんど影響が認められなかった。

放牧季節の影響については、被食率は春>秋>夏、枯損率は春、秋<夏、樹高生長は秋>夏>春となっており、三者三様の反応を示している。この点については後でとりまとめて考察する。

全季放牧は放牧強度の影響をもつとも強くうけ、重度の全季放牧は枯損率40%以上、樹高生長はほとんど停滞し、森林の更新は不可能に近い状態を示す。

### 3) イタヤカエデについて

牛に対する嗜好性の高い樹種の代表として、軽度牧区で比較的標本数の多かったイタヤカエデをとりあげて考察する。

各牧区の被食率、枯損率、1株あたり平均萌芽本数、平均樹高の4年間の推移を第24表に、試験終了時における樹高の平均値のT-検定の結果を第25表に示す。

#### (i) 被食率

第24表 イタヤカエデの被食率・枯損率・平均萌芽本数・平均樹高

Table 24. Yearly trends in percentage of browsed trees, dead trees, average number of sprouts per stump and average height of ITAYAKAEDE<sup>1)</sup> on each pasture and enclosure.

|                                                |                     | 年 次<br>Year | Light grazed pasture in: |                 |                 |               | 禁 牧 区<br>Exclosure |
|------------------------------------------------|---------------------|-------------|--------------------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|
|                                                |                     |             | 軽 全 区<br>All season      | 軽 春 区<br>Spring | 軽 夏 区<br>Summer | 軽 秋 区<br>Fall |                    |
| 被 食 率(%)<br>Percentage of br-<br>owed trees    | 2)<br>A<br><br>(A') | 1 st        | 97                       | 100             | 100             | 100           |                    |
|                                                |                     | 2 nd        | 100                      | 100             | 85              | 100           |                    |
|                                                |                     | 3 rd        | 100<br>(87)              | 100<br>(98)     | 100<br>(100)    | 100<br>(100)  |                    |
|                                                |                     | 4 th        | 97<br>(94)               | 100<br>(98)     | 100<br>(100)    | 100<br>(100)  |                    |
|                                                | 2)<br>B<br><br>(B') | 1 st        | 67                       | 73              | 100             | 45            |                    |
|                                                |                     | 2 nd        | 85                       | 98              | 86              | 79            |                    |
|                                                |                     | 3 rd        | 100<br>(86)              | 98<br>(96)      | 100<br>(100)    | 98<br>(87)    |                    |
|                                                |                     | 4 th        | 97<br>(93)               | 97<br>(95)      | 100<br>(100)    | 100<br>(62)   |                    |
| 枯 損 率(%)<br>Percent. of dead trees             |                     | 2 nd        | 20.4                     | 2.2             | 16.6            | 14.3          | 0                  |
|                                                |                     | 3 rd        | 11.2                     | 6.5             | 25.0            | 28.5          | 0                  |
|                                                |                     | 4 th        | 3.7                      | 4.4             | 8.3             | 0             | 0                  |
|                                                |                     | Total       | 35.2                     | 13.1            | 50.0            | 42.8          | 0                  |
| 平 均 萌 芽 本 数<br>Av. no. of sprouts per<br>stump |                     | 1 st        | 24                       | 25              | 13              | 17            | 18                 |
|                                                |                     | 2 nd        | 25                       | 26              | 13              | 16            | 14                 |
|                                                |                     | 3 rd        | 24                       | 24              | 8               | 14            | 13                 |
|                                                |                     | 4 th        | 19                       | 19              | 8               | 9             | 14                 |
| 平 均 樹 高(cm)<br>Av. height                      |                     | 1 st        | 62                       | 69              | 52              | 129           | 99                 |
|                                                |                     | 2 nd        | 120                      | 85              | 96              | 164           | 175                |
|                                                |                     | 3 rd        | 124                      | 88              | 87              | 259           | 229                |
|                                                |                     | 4 th        | 135                      | 95              | 105             | 249           | 301                |

1) Acer Mono, highly palatable species.

2) 第18表脚注参照。 See the footnote of Table 18.

多少の変動はあるが、4年間Aではほとんど100%、Bでも大体80%以上ときわめて高く、ミズナラでみられたように年々低下する傾向も、季節的な差も認められない。またA'、B'もそれぞれ、A、Bと近似した値を示している。

### (ii) 枯 損 率

4年間の枯損率で、春牧区は13%とやや低いが、全季牧区35%、秋牧区43%、夏牧区50%ときわめて高い。各牧区とも2、3年目まで枯損率が高いが、4年目から低下している。

春牧区は、被食率では他の牧区といちじるしい差がないのにもかかわらず、枯損率の低いのはミズナラの場合と同様である。

### (iii) 萌 芽 本 数

4年目の1株あたり平均萌芽本数でみると、春牧区と全季牧区では、夏、秋牧区の約2倍の本数となっている。禁牧区の本数はほぼその中央にあり、このような現象がブラウジングによるものかどうかさらに研究される必要があろう。いずれにしても、更新に影響するほど本数が増減しているとは、4年間の本数の推移からも考えられない。

第25表 試験終了時における各牧区のイタヤカエデの平均樹高の比較

Table 25. Comparison of average height of ITAYAKAEDE between each pasture at the end of experiment by T-test.

| 牧 区 名<br>(Grazing intensity-<br>season) | 標 本 数<br>No. of<br>sample | 平均樹高<br>Av. height  | 各 牧 区 間 の T-値<br>T-value between each pasture |                         |                               |                           |                           |
|-----------------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 禁 牧 区<br>Exclosure                      | 26                        | 300.6 <sup>cm</sup> | —                                             |                         |                               |                           |                           |
| 軽 秋 区<br>Light-Fall                     | 4                         | 248.8               | 1.93                                          | —                       |                               |                           |                           |
| 軽 全 区<br>Light-All season               | 35                        | 134.7               | 10.4 **                                       | 3.23**                  | —                             |                           |                           |
| 軽 夏 区<br>Light-Summer                   | 6                         | 105.3               | 8.76**                                        | 4.88**                  | 1.01                          | —                         |                           |
| 軽 春 区<br>Light-Spring                   | 40                        | 94.5                | 19.0 **                                       | 9.58**                  | 3.24**                        | 0.79                      | —                         |
|                                         |                           |                     | 禁 牧 区<br>Exclosure                            | 軽 秋 区<br>Light-<br>Fall | 軽 全 区<br>Light-<br>All season | 軽 夏 区<br>Light-<br>Summer | 軽 春 区<br>Light-<br>Spring |

\* 5%水準で有意 Significant at 5% level.

\*\* 1%水準で有意 Significant at 1% level.

1) 重度牧区では標本数が少ない。 Samples are few on heavily grazed pasture.

### (iv) 樹 高

試験終了時の平均樹高は、禁牧区とくらべて、春、夏牧区で約70%、全季牧区で55%、秋牧区で約20%劣っている。ただし秋牧区と禁牧区間の差は統計的に有意でない。これは秋牧区の標本数が少なかつたことにもよるものと思われる。

### (v) ま と め

嗜好性の高いイタヤカエデは、4年間の放牧試験期間中、軽度牧区においても、またいずれの季節においても、ほとんど100%に近い被食率であり、したがって枯損率も高く、樹高も秋牧区では比較的影響が

少なかつたが、ほかの3牧区ではほとんど1/2~1/3の生長しか示さなかつた。

被食率ではほとんど差のないのにもかかわらず、春牧区で枯損率が低く、一方樹高はもつとも劣る点など季節的な影響についてはさらに研究されなくてはならないが、このように被食率が100%近い場合には、ブラウジングの強さを表わすのにここで測定されたA, A', B, B', のみでは不十分であろう。というのはブラウジングの繰り返しが示されないからである。

#### 4) 林木に対する影響のまとめ

広葉樹林内に家畜を放牧する場合第1に問題となるのは、家畜のブラウジングによる被害である。すなわち家畜のブラウジングの度合が問題となる。この試験ではブラウジングの度合を示す指標として、被食率(A, A', B, B')が測定された(第18表脚注参照)。

ブラウジングの強さは、①放牧家畜の種類、②放牧の強さ、③放牧の季節、④放牧家畜の管理のしかた(放牧家畜に放牧地をなるべく一様に利用せしめること)、⑤樹種、⑥樹齡、樹高などにより主として規定される(F. A. O., 1953; STODDART, 1955; 井上, 1957など)。この試験は①緬, 山羊よりは樹葉に対する嗜好性は低いが、馬よりは高い嗜好性をもつ牛(日本短角種)を用い、②平均約1:2の比率の軽重2つの放牧強度のもとで、③春、夏、秋の各季節と、これらを通ずる全季節について行なつた。④1試験牧区は約4~0.4 haであり、1牧区に2頭までしか放牧しなかつたから、試験期間中家畜の分布は良好に保たれた。⑤試験林はミズナラを主とする広葉樹林で、⑥放牧に対してもつとも危険である伐採直後の4年間放牧された。林木の放牧に対する反応をみるために、枯損率、萌芽本数、樹高が測定された。

牛の林木に対するブラウジングの強さは、まず各樹種のもつ嗜好性により異なり、嗜好性の高い樹種は放牧強度、季節のいかに問わず強くブラウズされ、したがって枯損率は重く、樹高生長はいちじるしく劣る結果となる。ただし秋牧区の樹高生長に対する影響については、この試験では放牧の影響はみられなかつたが、標本数の少ないこともあるので今後さらに検討されなくてはならぬであろう。

嗜好性の中位の樹種については、まず放牧強度が問題であり、この試験で実行された重度の放牧では、どの季節においても強いブラウジングをうけ、枯損率、樹高に明らかに影響があらわれる。しかし軽度の放牧では、2年目以降は概して被食率が低く、枯損率、樹高も禁牧区と大差はない。ただ樹葉の嗜好性の高い春季は樹高がやや劣る。

嗜好性の低い樹種は標本数が少ないので、その放牧に対する反応は明確に捕えることはできなかつたが、放牧牛の採食行動の推察などから、中位樹種よりさらに放牧の影響を受けがたいものといえよう。

萌芽本数については、いずれの樹種についても、放牧強度、季節にかかわらず、ブラウジングの影響はみとめられなかつた。

つぎに被食率、枯損率、樹高生長に対する放牧季節の影響について考察する。

被食率についてみると、嗜好性中位の樹種群やミズナラについて軽度牧区でみられたように、春>秋>夏の傾向があり、これについては樹葉の嗜好性と林床の飼料植物の量、質の季節的变化と関係するものと思われる。この点についてはすでに考察した(54頁参照)。林地の飼料植物(樹葉をも含めて)の量、質(栄養価)の季節的变化に関する資料は、わが国ではほとんど皆無といえる状態であるが、放牧家畜の管理上基礎的問題のひとつであるから今後研究されることが必要である。また嗜好性の高い樹種や、強度牧区で被食率の季節的な差がみられなかつた。これらの牧区ではいずれも被食率が80%以上100%近くであり、家畜のブラウジングの強さは、ブラウジングの繰り返しとなつているものと予想されるが、この試

験で用いられた被食率 (A, A', B, B') はこのような点を表わさないことも一因であろう。

枯損率については、一般に夏季が春、秋季より高い傾向がみられた。たとえばミズナラの重度牧区は各季節とも 100 % 近い被食率を示したが、夏牧区のみ枯損率が高かった。これには樹木の内部的な生理状態や気象条件が関係しているものと考えられる。すなわちブラウジングという外部からの圧力に対する樹木の抵抗力を規制する、生理条件、気象条件の季節的变化にもとづくものではなからうか。これは萌芽更新に及ぼす伐採季節の影響、貯蔵養分などの季節的变化などから予想できる。

樹高はいずれの樹種(群)、あるいは放牧強度についても、秋>夏>春の順となっており、とくに春牧区がいちじるしく影響されていた。これは春季の被食率が高かったことも一因であろうが、さらにこの時期が樹木の上長成長の盛んな時でもある(第 11 図参照)ことから、樹高にもつとも影響をうけやすい時期とも考えられる。また春季は樹葉のみならず、枝条も柔らかいから、1 回に食われる量も多かったのではなからうか。この点についてもこの試験で用いられた被食率はさきに述べたようにブラウジングの強さを表わすには不十分であった。

またミズナラは軽度放牧の夏、秋牧区で、禁牧区より高い樹高を示したが、これは調査地間の地位の差によるものか、あるいは軽いブラウジングによる萌芽整理の効果、または放牧牛の排出物による肥培的效果であるのかどうか、ここでは結論をだせない。今後の研究に待たねばならない。

またブラウジングに対する反応は樹種間で異なることも当然予想されるが、はじめに述べたようにこの試験ではミズナラ、イタヤカエデをのぞいては標本数が少なかったので検討できなかった。

以上述べたようにブラウジングに対する林木の反応については、樹種間、季節間に変化があるが、これらについては今後の研究にまつ点が多い。家畜のブラウジングを擬した刈取り試験などによりこれらの間の関係が一層適切にとらえられるであろう。

最後に全季放牧についてみると、このような連続的な放牧方式のもとでは放牧強度がとくに問題であるといえる。すなわち放牧強度が強いと、長い放牧期間中——それはまた林木の生育期間である——林木は繰り返しブラウジングされるため、ほとんど生育できず、枯損率も大きくなる。この試験では重全区は嗜好性の高い樹種は 100 %、全体でも 50 % 近い枯損率を示し、嗜好性の低い樹種を除いては上長生長も停滞している。このような強度の放牧がさらにつけられるならば林木の更新は不可能となり、森林は破壊されるであろう。これと同様なことがアメリカ東部の農用林内の放牧について早くから指摘されている (CHEYNEY, 1927; BISWELL and HOOVER, 1945; DENUYL, 1945)。

## V 結 論

広葉樹天然生林の萌芽更新に及ぼすグレージングの影響について、伐採後 5 年目、放牧 4 年目までの成績だけによつて論ずることは当を得ないと思えるが、一応 5 年間の調査結果を総合して考察してみれば、つぎのようである。

放牧はまず強度をかえて軽度放牧と重度放牧を企画し、つぎに季節を変えて春季放牧と夏季放牧と秋季放牧、および春～秋の全季節の放牧を実行した。4 年間の結果によれば、軽度牧区では年平均 ha あたり 44~58 c. d., 重度牧区では 66~78 c. d. のグレージングを行なっており、さらに後記の飼料植物の生産状況をあわせ考えれば、企画した軽度と重度がほぼ実行され、約 1 対 2 の割合で実行されたと考える。ただ同じ強度の中では、季節ごとの変動があり、季節がおそくなるほど c. d. が大きくなるが、これは家畜単

位が大きくなってくるのに放牧日数のコントロールをしなかつたことに起因する。しかし各季節間にはそれほど大きな差はなかつた。

#### A. 放牧牛の発育

以上のような強度で放牧された家畜の体尺は、若齢時に若干発育がおそく、停滞気味であつたが、第2回目の放牧（月齢26ヵ月）のころから徐々に正常に復し、放牧終了時（月齢54ヵ月）には正常な発育を示していた。ところでこの試験は、肉の生産を目的とする家畜を使用したものであるから、各試験牧区に放牧された牛の体重増加の状態が、本試験の成果を左右する大きな要因のひとつとなる。したがつて各試験牧区の放牧牛の体重増加の状態について、つぎに要約してみよう。

放牧の強さが体重に対して非常に強い反応を示し、両強度の差が顕著にあらわれた。すなわち1頭1日あたりの増体重量は、各季節とも重度牧区は非常に少量で、とくに春季の放牧区と全季の放牧区では、軽度牧区の30%内外の増体重量にとどまり、他の季節においても60~70%程度にしかならなかつた。したがつて各牧区が取得した増体重量を比較してみると、軽度牧区は重度牧区に対し春季区では5倍、全季区で4倍の量を示してその差がきわめて大きく、また秋季区においても2倍、夏季区は1.5倍の取得量となつている。このように放牧の強さが体重の増加量に与えた影響はきわめて大きく、単位面積あたりに換算してみても、軽度牧区ではhaあたり44~54kgで夏季放牧区を除いた3牧区が多量に取得しているが、重度牧区ではこの中にはいるのは2牧区となつている。

放牧季節との関係では軽度放牧が、牛体発育の一般的な傾向を示した。すなわち春季の増体重量が最も多量で、夏季は停滞し、秋季にふたたび増加しており、全季放牧ではこれらの平均的な値を示している。しかし重度放牧ではこのような傾向はなく、とくに飼料草の乏しかつた放牧初年目の春牧区へ入牧した牛はむしろ減量し、しかも夏牧区（初夏のころまで放牧されずに待機していた）に引き続き入牧したため急に増加するなど、重度放牧の場合はむしろ夏牧区の取得量が多いというような現象もみられ、この程度の強さの放牧では季節との関係がみられなかつた。

#### B. 飼料植物の収量

以上述べたように、放牧の強さが増体重量を左右する要因であることは、諸外国においてしばしば報ぜられていることであるが、このように体重を増量させた飼料植物の生産状況についてつぎに述べる。

放牧初年目から重度の季節牧区の収量はやや低かつたけれども、連年の軽度および重度のグレージングの蓄積が草類の活力に影響をあたえ、4年間の平均では軽度の季節牧区ではhaあたり5,500kg内外の生草を生産したのに対し、重度の季節牧区では2,000kg以下できわめて少ない状態であつた。また軽度牧区では盛んな萌芽や稚樹の生長によつて樹冠は閉鎖しはじめ、草類はしだいに減量を示しているのに対し、重度牧区では飼料としての萌芽や稚樹に対する依存度が高いため、樹冠は容易に閉鎖せずピークは一般に4年目ころに集まつている。

季節別では軽度牧区も重度牧区も、春だけの放牧とか夏だけの放牧という季節牧区が、春から秋まで通して放牧する全季牧区よりも収量が多く、とくに軽度放牧にこの傾向が強い。季節放牧の3牧区を1団地として考えれば、秋牧区は春と夏の間待機していることになり、またたとえば夏牧区は春の間待期し秋は休み、1つの牧区は2季節間グレージングされないことになり、待期放牧（deferred grazing）のタイプとなる。待機放牧の利点は広くいわれるように、ある季節の間グレージングを行なわずに草類の活力を維持または回復させるにあるが、本試験においても季節牧区が全季牧区にくらべて2倍以上の収量を示して

おり、季節放牧は高位の放牧技術と考えられる。

放牧の強さは、放牧を終了した時点に残されている飼料植物の量によつて見積もることができる。この点においても軽度放牧を企画した4牧区の残草量は、入牧時の約 $1/3 \sim 1/2$ にとどまつており、重度の4牧区はわずかに $1/10 \sim 1/5$ 程度の残草量であつたことから推しても、両強度の実態が理解でき、企画の強度が実行されたことになる。そしてこのように $1/3 \sim 1/2$ 量の残草のある牧区の収容 c. d. は ha あたり 44~58 c. d. で、1日1頭あたり 640~940 g の体重を増加したが、 $1/10 \sim 1/5$  という少量の残草をみた牧区は 66~78 c. d. を収容し、1日1頭あたりわずかに 280~400 g の増体重量にとどまつたのである。

#### C. 植生の反応

つぎにこのような放牧の状況に対して、林床を構成する植物の密度、頻度、草丈がどのような反応を示したかについて要約してみる。

密度では第1の動向として、各牧区とも顕著な本数増加を示したことである。もつともこれは放牧を行なわない禁牧区においても同様であり、森林伐採直後の林床植生の遷移の模様を示しているが、とくに放牧を行なつた牧区ではこれより多数の植物が生育した。第2にこれら増加した植物を、飼料としてまた更新を前提としている林地として、好ましい植物と好ましくない植物に分けてみれば、一般に軽度牧区では好ましい植物の増加がみられ、重度牧区では好ましくない植物が増加する傾向が判然としていた。したがつて各牧区の植生型は放牧試験開始年はスゲ型か短草型であつたのに対し（1区だけ雑草型）、試験終了年には軽度の3牧区では「好ましい短草型」へと移行し（秋区はスゲ型へ）、重度の放牧では春区はこのように遷移したが他の3牧区は「好ましくない短草型」へと遷移した。

頻度についてみれば、各植物の出現のしかたは割合に順当で、概して一様に頻度は高くなつたが、重度牧区ではいく分局局部的に濃密になつたりまたは薄くなるような傾向がみられた。草丈は各草種とも重度牧区は低く、草類の活力の弱さを示していた。

このように放牧の強さに対し植生の遷移は顕著に反応し、本試験のような重度の放牧は植生を悪化させ、軽度では適正に維持されたとみられる。ただ放牧の季節との関係では、軽度の秋牧区は好ましい短草型へと移行せずスゲ型を維持し、重度の春牧区は他の区と異なり好ましい短草型へ移行したのであるが、本試験地は一般にみられる草地と異なり、初夏のころに生殖生長を行なう植物が優占しており、このような生育型の差があづかつているものと考えるが、今後の研究をまちたい。

グレージングと植生との関係を要約すれば、軽度の放牧では一般に植生を「健康なコンディション」へと導き、春の放牧が若干「より健康なコンディション」へと移行させた。ところが重度の放牧はいずれも「不健康なコンディション」へと導き、このなかでは春と秋の牧区が「やや不健康なコンディション」にとどまつた。

#### D. 林木の反応

つぎに林木がどのような反応を示したか、要約してみる。

家畜の種類によつては樹葉は飼料として草本類と全く同じく扱われ、本試験地にみられる樹種の大部分も放牧牛の飼料として連年採食された。しかし採食の程度には樹種による差がみられるので、嗜好性高位の樹種群と中位の樹種群および低位の樹種群の3群に分けて考察した。なお本試験地では一般に中位樹種群の構成率がとくに高い。

萌芽の被食状況は、当然高位樹種群は高い被食率を示し、軽度放牧でもすこぶる高く、放牧の度合より

も樹種に対する嗜好が強くあらわれている。中位樹種群では放牧の強さが被食率にあらわれ、とくに4年目の傾向が顕著であつた。すなわち軽度牧区では非常に低いが、これを季節別にみれば夏牧区がもつとも低く、ついで全季区、春と秋牧区の順になる。軽度においても低率ではあるが、春と秋に若干採食されるのは、家畜の季節的嗜好と飼料草類の生産状況によるものであろう。ところで重度牧区では連年被食率は相当高く、とくに季節との関係が明りようでない。すなわち重度の放牧では萌芽に対する飼料としての依存度が、春～秋を通して非常に高いことをあらわしている。

このような家畜の採食の状況は萌芽の枯損を招き、高位樹種群は放牧をしない牧区の9%の枯損率に対し、強度のいかにかわらず25～75%できわめて高く、ブラウジングによる害があらわれている。中位樹種群では放牧の強さと深い関係があり、軽度ではほとんど枯損がなかつたが、重度では10～40%となり、とくに重全区が悪結果を招いた。

つぎにこのような家畜のブラウジングは、当然萌芽の上長生長に影響を与えた。すなわち中位樹種の4年目における軽度牧区と重度牧区の樹高に大きな開きが生じ、軽度では180～240 cmの樹高を示したのに対し、強度では80～160 cmにすぎず、ブラウジングの程度が樹高に対応している。季節別にみれば、禁牧区の樹高にくらべて、軽度では被食率の高かつた春牧区がより低く、全季区がこれと同等、夏牧区と秋牧区がこれより高かつた。

重度牧区では各牧区とも禁牧区より低く、とくに全季区では禁牧区の60%減となつており、重度の中ではもつとも生長のよい秋牧区においても20%減となつている。高位樹種では禁牧区と同等の生長を示したのは軽秋区だけで、他はいずれも低く軽夏と軽春区では70%減、軽全区で50%減となつている。

以上を総括してみると、第1に放牧の強さが萌芽の生長に強い影響を与え、重度の放牧が4年間も続くと萌芽の樹高はきわめて劣勢な状態にある。しかし軽度の放牧でも、放牧季節によつては生長をそこねるおそれがあり、これは主として家畜の嗜好によるものであるが、本試験においてもとくに春季放牧(haあたり1年目16 c. d., 2年目40 c. d.)にこのような現象がみられた。

#### E. 総 括

広葉樹天然生林の萌芽更新をそこねることなく、しかもより多量の肉の生産を意図している本試験においては、きわめて若い4年生の萌芽でもつて生長を論ずることはできないが、一応4年間の成績によれば、第1に放牧の強さが非常に大きな因子であることがうかがえる。すなわち本試験地のような植生状況を示す林地にhaあたり70～80 c. d.の放牧を行なうときは、その強さは重度放牧とみられ、したがつて家畜の増体重量はきわめて少量より期待できず、当然重度牧区が取得した増体重量も少なかつた。さらにこのような放牧は植生を不健康なコンディションへと導き、なおかつ林地としては第1の前提である林木の生長が相当にそこなわれた。ただ現在のこのような生長状態が、5～10年後にどのような回復を示すかどうか、伐期の蓄積にまで反応を及ぼすか否かは、今後の調査にまかしたい。

軽度牧区はhaあたり45～60 c. d.の放牧を行なつたが、入牧時と退牧時の生草量からみて、放牧の度合は軽度と判定される。この程度の放牧では、家畜の体重増加は順調に進み、年平均haあたり50 kg内外の増体重量を取得することができた。また植生も健康なコンディションで維持された。そして林木の生長も嗜好性高位の樹種を除けば、禁牧区と同等または以上を示している。ただこの程度の放牧でも萌芽の生長をマークすれば、春季の放牧に留意する必要がある。また嗜好性の高低の樹種は、萌芽の生長がいちじるしくそこなわれるおそれがある。

要するに嗜好性の高い樹種の更新を期待する林地の放牧は、非常な危険を伴う。嗜好性中位以下の樹種の更新には放牧の強さの影響が大きく、放牧の強さが適正であれば、林木の更新にいちじるしい被害を与えることはないといえよう。

ところでこの適正な放牧の強さは、主として林地の飼料構造によつて規制されるものであるから、これらの関係が明らかにされなくては実際の森林に適用できない。すなわち適正強度は飼料植物の量、質の関数として与えられなくてはならない。しかしこのような飼料植物の量と質を測定する技術は、林地はもちろん草地においても未開拓の分野であり、飼料植物の量・質と適正強度との関係を普遍的につかまえることは今後の課題である。

また飼料植物の量と質は季節によつて変わり、林木自身のもつ嗜好性や生理的環境も季節によつて変動を示すので、これらについても今後の研究を必要とし、これらの研究の進展によつて家畜のブラウジングと林木のこれに反応するメカニズムが明らかにされよう。

## VI 摘 要

この試験は伐採直後の広葉樹天然生林に対し、放牧の度合を変えまた季節を変えて日本短角種牛を放牧し、このような林地の天然更新がそこなわれず、しかもグレージングによつて肉の生産が期待できるかどうかについて知ろうとしたものである。放牧は4年間でうちきつたので、一応4年間の成績によつて考察するよりはかないが、各牧区の萌芽が今後どのような生長を示すか不明であり、今後の継続調査をまつはかない。しかし4年間の調査で相当の成果をあげることができた。

### 1. 試験地の概況

本試験地は岩手県岩手郡松尾村寄木にあり、青森営林局岩手営林署赤川山国有林に属する第三種林（放牧共用林野）の一部である。

2. 一様に南面の緩傾斜地で、標高750~800 m、2条の溪沢が流れ家畜の飲水にむく。土壤は火山灰土でやや乾性である。気温は放牧期間中はやや冷涼で好適である。

3. 試験地は40余年生のミズナラを主とする天然生林で、立木本数はhaあたり平均2,000本をかぞえ、haあたり材積は約82 m<sup>3</sup>であつた。この林地を放牧前年の秋に皆伐し、試験放牧地をつくつた。伐採前の林床植生は植物の種類も比較的少なく、またこれらの頻度や密度も低かつた。

### 試験計画と実行

1. 放牧のしかた（試験牧区の種類）をまず放牧強度によつて軽度牧区と重度牧区に分け、さらに両区とも各季節だけ放牧する春季区、夏季区、秋季区の3区と、春~秋の間放牧する全季区を加え4区に分けた。これに放牧を行なわない禁牧区を加え、計9種類の試験牧区を設けた。そして春季区は6月20日~7月31日、夏季区は8月1日~9月10日、秋季区は9月11日~10月20日のそれぞれ40日内外の日数とし、全季区は6月20日~10月20日の約120日間とした。強度は一応面積によつて規制し、軽度では3.8 ha（2頭分）、重度では1.2 ha（同）の面積をとつた。

2. 放牧家畜として日本短角種牛を用い、月齢15ヵ月で第1回目の試験放牧を始め、54ヵ月で第4回目の放牧を終了した。そして4年間の合計で軽全区はのべ940頭、軽春区が294頭、軽夏区が364頭、軽秋区314頭、重全区614頭、重春区190頭、重夏区182頭、重秋区178頭放牧された。

3. 調査はまず家畜については体重測定を入牧時と退牧時の2回と、全季区では中間に40日おきに2

回測定した。体尺の測定は体重の測定と同時にしない、このほか舎飼期間中も行なつた。また獣医師による健康診断を定期的に行なつた。

植生については1  $m^2$  の固定コードラートを設定し、各牧区の放牧前に出現する草種、本数、草丈の測定を行なつた。重量については別に4  $m^2$  の移動コードラートを設け、入牧時と退牧時の2回、家畜の採食する植物としない植物をさらに数グループに分けて刈り取り、秤量した。

萌芽については200  $m^2$  の固定プロットにより入牧時と退牧時（全季牧区では中間に2回）、樹種ごとの萌芽本数、萌芽高を測定し、採食された株についてはさらに被食萌芽本数、採食高、枯損株数などを測定した。なお20  $m^2$  の固定コードラートによつて主として低木類の採食状況を記録した。

#### 試験結果と考察

##### 1. 家畜の発育について

1) 月齢 15～18, 26～30, 38～42, 50～54 カ月の期間にそれぞれの試験牧区に入牧させたのであるが、放牧牛はへい死その他の事故はなく健康であつた。発育の途中、とくに若齢時に重度牧区に入牧した放牧牛は若干発育のおくれをみたが、40 カ月ころから回復し、以後順調な発育を続けた。このような発育過程を他の成績と比較してみても、とくに本試験牛が劣っているとは思われず、むしろ40 カ月以降は好成績をおさめていると考えられる。

2) 試験放牧の終了時には、体重は標準以上を示し、体尺の各部位も他の成績とくらべてそん色がなく、また各部位の体高比も胸幅をのぞいたほかの8部位は審査標準に合つていた。

3) 1頭あたりの体重増加量は、重度の放牧を行なつた場合は非常に少なく、同季節どおしの比較では、軽度放牧の3割内外（全季と春）または5割内外（夏と秋）程度にしかならなかつた。また1日あたりにしてみても重度牧区は軽度牧区の3～6割で、ただ夏牧区だけが8割に近かつた。

4) 各放牧地が取得した全増体量や1日あたり量は、いずれも軽度放牧はるかにまさり、重度は軽度の2～5割程度にとどまつた。また  $ha$  あたりに換算してみても、軽度放牧はなおかつ44  $kg$  以上の多量に取得した牧区が多く有利であつた。放牧の度合いが強い場合は家畜の体重増加に悪影響を及ぼし、取得する量は少量となり、同一面積に換算してみてもなお不利な状態である。

5) 各牧区の放牧実績を知るため、c. d. (Cow-day) の計算をしてみた。軽度牧区では各区とも1年ごとには上昇し、初年目に対して4年目は2～4倍のc. d. を示した。しかし重度牧区はさほど上昇せず変動が大きかつた。 $ha$  あたりc. d. を求めれば、重度牧区は軽度牧区の1.3～1.7倍のc. d. となり、一応重度のグレージングがなされ、4年間の平均で  $ha$  あたり軽全区44, 軽春区44, 軽夏区51, 軽秋区58, 重全区75, 重春区66, 重夏区71, 重秋区78 c. d. となつている。

##### 2. 放牧に対する植生の反応

1) 生育する植物種については、とくに侵入種 (invader) についてマークしたが、4年間の結果ではこのような現象はみられなかつた。

##### 2) 頻度について

① Fの変化をとくにグレージングと関係づけてみれば、軽度牧区では多少の例外があるが大きな変化はみられないようである。重度牧区では嗜好に合わない、または採食の不可能な植物のFが高まり、好ましい植物のFが低下する傾向がみられるようである。

② Fとfの関係から分布の状態を知ろうとしたが、この結果ではとくに重度の全季や春季区に変化

がみられるようである。

### 3) 密度の変化

① 総本数は4年目は初年目にくらべていちじるしく増加し、これは禁牧区においても同様であるが、放牧区はとくに増加率が高い。また一般に重度牧区の率が高く、最終11倍を示した。

② 出現植物にグレージングの目的をもたせて数グループに分類してみると、総本数の著しい増加は短草類とスゲ類がこれになつている。短草類は両強度とももつとも増加率の高いグループであるが、これを家畜飼養上好ましい短草類(+)と好ましくない短草類(-)に分けてみれば、一般に軽度牧区では(+)短草類の密度が高くなる。ただ夏牧区と全季牧区に若干の(-)短草類が定着した。重度の放牧では各牧区とも一様に(-)短草類の密度が高くなつた。とくに夏と全季区では(-)短草類の占める割合が高く、また秋牧区も多数をかぞえた。春牧区だけが(+)短草類が(-)短草類より多い。

スゲ類も増加したグループの一つであるが、両強度とも増加し、また季節との関係も明りようでない。双子葉雑草類の中でとくに注目すべきことは(-)草類の増加であり、これは両強度ともみられたけれども軽度牧区では30%内外にとどまつた。しかし重度牧区では60~70%を占め、季節では夏牧区がこの傾向が強かつた。

③ 相対密度によつて優勢グループの推移をみれば、本試験地は放牧開始当時はスゲ類と短草類の優勢な草地であつたが、終了時にもやはりこのような構成状態を示した。しかしその内容に大きな変化があり、(+)短草類と(-)短草類にわかれた。これを整理してみると、(+)短草→(+)短草と移行した区に軽夏区があり、(-)短草→(-)短草は重全区、(-)短草→(-)短草は重秋区、スゲ→(+)短草は軽全、軽春、軽夏、禁牧区、スゲ→(-)短草は重夏区、スゲ→スゲは軽秋区となつている。

すなわち重度牧区のほとんど各区が(-)短草へと移行し、放牧の度合と植生遷移の関係の深いことが明らかである。

### 4) 草丈について

放牧の強さは草丈にも強い反応を引きおこし各草種とも重度牧区では軽度牧区より低い草丈であつた。

### 5) 頻度と密度と草丈の総括

これらを総括して診断してみれば、軽度放牧の各牧区ともいづれも「健康なコンディション」ということができ、春牧区はそのなかでもやや上向きであつた。これに反し重度牧区はいづれも「不健康なコンディション」を示し、中でも全季区と夏牧区が下向きの動向を示している。

### 6) 飼料植物の重量

① 大部分の植物が飼料として利用された。重量構成ではイネ科草類が約1/2を占め、これについてスゲ類、雑草類があげられる。実際にはこのほか樹葉類(萌芽と稚樹)の利用度が高かつた。

② 各区の放牧前の収量の推移をみれば、軽度牧区では2~3年目がピークで徐々に下降しており、重度牧区ではややずれて3~4年目となつており、前者は樹冠の閉鎖が強くなつてきていることを示す。4カ年の平均では1年あたり軽度の季節区がhaあたり5,500kg内外、同じく重度では2,000kg、全季区は両区ともこれより少なく軽度で2,500kg、重度で1,300kgとなつた。

③ 退牧時に残されている飼料植物の量は、軽度の放牧では入牧時の約1/3~2/3の量がみられ余裕があつたが、重度の放牧では1/10~1/5の量にとどまり、きわめて残草量の少ない状態であつた。この点からも重度を企画した牧区の強度がうかがえる。

## 7) 放牧牛の嗜好性について

放牧牛はシダ類や若干の樹木類を除くと大部分の種類が採食されるが、採食の頻度には種類によつて差がみられる。しかしこの差は放牧の強さとの関係が深く、a) 放牧の度合にかかわらずよく食われる植物、b) 軽度放牧ではあまり食われないが、重度放牧ではよく食われる植物、c) 軽度放牧ではほとんど食われないが重度放牧はやや食われる植物、d) 重度放牧でもほとんど食われない植物の4階級に分類された。季節との関係は2, 3を除いて明らかでなかった。

## 3. 放牧に対する林木の反応

1) 広葉樹林の林内放牧では、家畜による樹葉のブラウジングが第1に問題となる。そこで家畜に対する嗜好性によつて嗜好性高位、中位、低位の3樹種群に分けた。一般に中位樹種群が各牧区とも過半数を占め、高位の樹種群は軽度ではやや多いが重度では低い比率となつている。低位樹種群はいずれの区も少ない。

2) 被食率をまず高位樹種群からみれば、春～秋の放牧期間中きわめて高い率を示した。中位樹種群では放牧の強さが大きく影響し、軽度牧区は非常に低いが、重度牧区は連年高く、とくに4年目には大きな差が生じた。低位樹種群は標本数が少ないが観察によりかなり低いことが知られた。

3) 採食高は一般に130 cm内外がもつとも多かつたが、170 cmぐらいまでは採食され影響をうけるおそれがあるとみられた。

4) 枯損率は被食率と対応し、高位樹種群は軽度放牧でも比較的高い率を示した。中位樹種群では軽度ではきわめて低く、重度ではとくに全季区の44%をはじめ高率であり、放牧強度の差がみられた。

5) 萌芽本数には放牧の度合や季節の影響は少なかった。

6) 樹高生長についてみれば、高位樹種群は軽度でも秋を除くと禁牧区より一様に低い。中位樹種群は平均して軽度は重度の約2倍の樹高を示し、なおこれは禁牧区の樹高と同等または以上であつた。季節では春の生長が、夏、秋にくらべてわるかつた。

7) ミズナラがこの林地の主体となつているので、本樹種をとりあげてみると、大体中位樹種の成績に準じている。すなわち被食率に重度と軽度の差が強くあらわれ、これが枯損率に影響し、上長生長の大きな差となつてあらわれ、結局重度放牧ではミズナラの生長がいちじるしくそこなわれた。

8) 嗜好性の高いイタヤカエデについてみれば、被食率は連年高率を示し、季節の差も認められない。したがつて一般に枯損率が高く、樹高も55～70%の減少となつているが、秋区は約20%の減少にとどまつた。

9) 以上広葉樹林の更新に対する牛の放牧の影響を総括すると、嗜好性の高い樹種の更新は放牧強度のいかににかかわらずいちじるしく阻害されるが、嗜好性の中位以下の樹種の更新は放牧強度が適正以下であればほとんど影響されないといえよう。

なお放牧方式、放牧季節などについては、林内放牧を合理的に行なう上に究明するべき点が多く残されている。

## 付表：試験地に出現した植物目録

## Appendix : List of plants found on experimental area.

| 和 名<br>Name     | 学 名<br>Botanical name                                   | 記 号<br>Mark <sup>4)</sup> |
|-----------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|
| <b>長 草 類</b>    | <b>Tall grasses</b>                                     |                           |
| ハ ネ ガ ヤ         | <i>Achnatherum pekinense</i>                            |                           |
| ト ダ シ バ         | <i>Arundinella hirta</i>                                |                           |
| サ イ ト ウ ガ ヤ     | <i>Calamagrostis arundinacea</i>                        | Tg 1                      |
| ス ス キ           | <i>Miscanthus sinensis</i>                              | Tg 2                      |
| ミゾイチゴツナギ        | <i>Poa crassinervis</i>                                 |                           |
| オオアブラスキ         | <i>Spodiopogon sibiricus</i>                            |                           |
| <b>短 草 類</b>    | <b>Short grasses</b>                                    |                           |
| ヌ カ ボ           | <i>Agrostis clavata</i> var. <i>Nukabo</i>              | Sg 1                      |
| ミ ヤ マ ヌ カ ボ     | <i>A. flaccida</i>                                      |                           |
| ヤ マ カ モ ジ グ サ   | <i>Brachypodium sylvaticum</i>                          | Sg 2                      |
| ヒ メ ノ ガ リ ヤ ス   | <i>Calamagrostis hakonensis</i>                         | Sg 3                      |
| メ ヒ シ バ         | <i>Digitaria adscendens</i>                             |                           |
| ア キ メ ヒ シ バ     | <i>D. violascens</i>                                    |                           |
| ト ボ シ ガ ラ       | <i>Festuca parvigluma</i>                               | Sg 4                      |
| ミ ヤ マ ネ ズ ミ ガ ヤ | <i>Muhlenbergia curvيارistata</i> var. <i>nipponica</i> |                           |
| ネ ズ ミ ガ ヤ       | <i>M. japonica</i>                                      |                           |
| スズメノカタビラ        | <i>Poa annua</i>                                        |                           |
| カ ニ ツ リ グ サ     | <i>Trisetum bifidum</i>                                 |                           |
| シ バ             | <i>Zoisia japonica</i>                                  | Sg 5                      |
| <b>サ サ 類</b>    | <b>Bamboo grasses</b>                                   |                           |
| ク マ イ ザ サ       | <i>Sasa palmata</i>                                     |                           |
| <b>ス ゲ 類</b>    | <b>Grass-like plants<sup>1)</sup> (イグサ類を含む)</b>         |                           |
| ア オ ス ゲ         | <i>Carex breviculmis</i>                                | Gl 1                      |
| ミ ヤ マ シ ラ ス ゲ   | <i>C. confertiflora</i>                                 |                           |
| オ ク ノ カ ン ス ゲ   | <i>C. foliosissima</i>                                  |                           |
| ハ ガ ク レ ス ゲ     | <i>C. jacens</i>                                        | Gl 2                      |
| ヒ カ ゲ ス ゲ       | <i>C. lanceolata</i>                                    | Gl 3                      |
| ヒ メ シ ラ ス ゲ     | <i>C. mollicula</i>                                     | Gl 4                      |
| ミ ヤ マ カ ン ス ゲ   | <i>C. multifolia</i>                                    | Gl 5                      |
| シ バ ス ゲ         | <i>C. nervata</i>                                       |                           |
| ヒ メ ス ゲ         | <i>C. oxyandra</i>                                      | G. 6                      |
| ク サ ス ゲ         | <i>C. rugata</i>                                        |                           |
| イ グ サ 類         | <i>Juncus</i> spp.                                      |                           |
| スズメノヤリ          | <i>Luzula capitata</i>                                  |                           |
| <b>マメ科草類</b>    | <b>Leguminous herbs</b>                                 |                           |
| ヤ ブ マ メ         | <i>Amphicarpaea Edgeworthii</i> var. <i>japonica</i>    |                           |
| ス ビ ト ハ ギ       | <i>Desmodium racemosum</i>                              |                           |
| ヤ ハ ズ ソ ウ       | <i>Kummerowia striata</i>                               |                           |
| <b>双子葉雑草類</b>   | <b>Dicotyledonous herbs<sup>2)</sup></b>                |                           |
| ノ ブ キ           | <i>Adenocaulon himalaicum</i>                           |                           |

| 和 名<br>Name | 学 名<br>Botanical name                                 | 記 号<br>Mark <sup>4)</sup> |
|-------------|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| ツリガネニンジン    | <i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>      |                           |
| キンミズヒキ      | <i>Agrimonia pilosa</i>                               |                           |
| アマニユウ       | <i>Angelica edulis</i>                                |                           |
| シシウド        | <i>A. pubescens</i>                                   |                           |
| エゾニユウ       | <i>A. ursina</i>                                      |                           |
| ヤマハタザオ      | <i>Arabis hirsuta</i>                                 |                           |
| ウド          | <i>Aralia cordata</i>                                 |                           |
| ヤマヨモギ       | <i>Artemisia montana</i>                              |                           |
| ヨモギ         | <i>A. princeps</i>                                    |                           |
| ヤマブキシヨウマ    | <i>Aruncus sylvester</i>                              |                           |
| ノコンギク       | <i>Aster ageratoides</i> var. <i>ovatus</i>           | Dh 1.                     |
| ヤマシロギク      | <i>A. ageratoides</i> var. <i>semiamplexicaulis</i>   |                           |
| シラヤマギク      | <i>A. scaber</i>                                      |                           |
| トリアシシヨウマ    | <i>Astilbe Thunbergii</i> var. <i>congesta</i>        | Dh 2.                     |
| オケラ         | <i>Atractylodes japonica</i>                          |                           |
| ヨブスマソウ      | <i>Cacalia hastata</i> var. <i>orientalis</i>         |                           |
| ミミナグサ       | <i>Cerastium caespitosum</i> var. <i>ianthes</i>      |                           |
| アカザ         | <i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>     |                           |
| フタリシズカ      | <i>Chloranthus serratus</i>                           |                           |
| ヒメアザミ       | <i>Cirsium Buergeri</i>                               |                           |
| ノアザミ        | <i>C. japonicum</i>                                   |                           |
| ナンブアザミ      | <i>C. nipponicum</i>                                  |                           |
| トウバナ        | <i>Clinopodium confine</i>                            |                           |
| クルマバナ       | <i>C. chinense</i>                                    |                           |
| ツルニンジン      | <i>Codonopsis lanceolata</i>                          |                           |
| イケマ         | <i>Cynanchum caudatum</i>                             |                           |
| オオルリソウ      | <i>Cynoglossum zeylanicum</i> var. <i>villosulum</i>  |                           |
| ナギナタコウジュ    | <i>Elsholtzia ciliata</i>                             |                           |
| イカリソウ       | <i>Epimedium violaceum</i>                            |                           |
| ヒメジョオン      | <i>Erigeron annuus</i>                                |                           |
| ヒメムカシヨモギ    | <i>E. canadensis</i>                                  |                           |
| ヒヨドリバナ      | <i>Eupatorium chinense</i> var. <i>simplicifolium</i> |                           |
| ヨツバヒヨドリ     | <i>E. Glehni</i>                                      |                           |
| オニシモツケ      | <i>Filipendula kamschatica</i>                        |                           |
| クルマムグラ      | <i>Galium japonicum</i>                               |                           |
| ヤマムグラ       | <i>G. pogonanthum</i>                                 | Dh 3                      |
| ヨツバムグラ      | <i>G. trachyspermum</i>                               |                           |
| カワラマツバ      | <i>G. verum</i> var. <i>asiaticum</i>                 |                           |
| フデリンドウ      | <i>Gentiana Zollingeri</i>                            |                           |
| リンドウ        | <i>G. scabra</i> var. <i>Buergeri</i>                 |                           |
| タチフウロ       | <i>Geranium japonicum</i>                             |                           |
| ゲンノシヨウコ     | <i>G. nepalense</i> var. <i>Thunbergii</i>            |                           |
| サラシナシヨウマ    | <i>Cimicifuga simplex</i>                             |                           |
| ホオコグサ       | <i>Gnaphalium affine</i>                              |                           |
| アリノトウグサ     | <i>Haloragis micrantha</i>                            |                           |
| キツネアザミ      | <i>Hemistepta lyrata</i>                              |                           |

| 和 名<br>Name     | 学 名<br>Botanical name                               | 記 号<br>Mark <sup>1)</sup> |
|-----------------|-----------------------------------------------------|---------------------------|
| ノ チ ド メ         | <i>Hydrocotyle maritima</i>                         | Dh 4                      |
| オ ト ギ リ ソ ウ     | <i>Hypericum erectum</i>                            | Dh 5                      |
| ニ ガ ナ           | <i>Ixeris dentata</i>                               | Dh 6                      |
| ジ シ バ リ         | <i>I. japonica</i>                                  |                           |
| ユ ウ ガ ギ ク       | <i>Kalimeris pinnatifida</i>                        |                           |
| ヤ マ ニ ガ ナ       | <i>Lactuca Raddeana</i> var. <i>elata</i>           |                           |
| ム カ ゴ イ ラ ク サ   | <i>Laportea bulbifera</i>                           |                           |
| セ ン ボ ン ヤ リ     | <i>Leibnitzia Anandria</i>                          | Dh 7                      |
| ホ タ ル カ ズ ラ     | <i>Lithospermum Zollingeri</i>                      |                           |
| オ カ ト ラ ノ オ     | <i>Lysimachia clethroides</i>                       | Dh 8                      |
| コ ナ ス ビ         | <i>L. japonica</i>                                  | Dh 9                      |
| マ マ コ ナ         | <i>Melampyrum ciliare</i>                           |                           |
| オ オ ヤ マ フ ス マ   | <i>Moehringia lateriflora</i>                       | Dh 10                     |
| マ ツ ヨ イ グ サ     | <i>Oenothera odorata</i>                            |                           |
| カ タ バ ミ         | <i>Oxalis corniculata</i>                           |                           |
| オ ミ ナ エ シ       | <i>Patrinia scabiosaefolia</i>                      |                           |
| オ ト コ エ シ       | <i>P. villosa</i>                                   |                           |
| フ キ             | <i>Petasites japonicus</i>                          |                           |
| ヤ マ ニ ン ジ ン     | <i>Peucedanum terebinthaceum</i>                    |                           |
| コ ウ ゴ リ ナ       | <i>Picris japonica</i>                              |                           |
| オ オ バ コ         | <i>Plantago asiatica</i>                            | Dh 11                     |
| キ キ ヨ ウ         | <i>Platycodon grandiflorum</i>                      |                           |
| ヒ メ ハ ギ         | <i>Polygala japonica</i>                            | Dh 12                     |
| イ ス タ デ         | <i>Polygonum longisetum</i>                         |                           |
| オ オ イ タ ド リ     | <i>P. sachalinense</i>                              |                           |
| キ ジ ム シ ロ       | <i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>    |                           |
| ミ ツ バ ツ チ グ リ   | <i>P. Freyniana</i>                                 | Dh 13                     |
| ウ ツ ボ グ サ       | <i>Prunella vulgaris</i> var. <i>lilacina</i>       | Dh 14                     |
| イ チ ヤ ク ソ ウ     | <i>Pyrifolia japonica</i>                           |                           |
| ウ マ ノ ア シ ガ タ   | <i>Ranunculus japonicus</i>                         |                           |
| ツ メ ク サ         | <i>Sagina japonica</i>                              |                           |
| ウ マ ノ ミ ツ バ     | <i>Sanicula chinensis</i>                           | Dh 15                     |
| ヤ マ タ ツ ナ ミ ソ ウ | <i>Scutellaria pekinensis</i> var. <i>transitra</i> |                           |
| ハ ン ゴ ン ソ ウ     | <i>Senecio cannabifolius</i>                        |                           |
| タ ム ラ ソ ウ       | <i>Serratula coronata</i> var. <i>insularis</i>     |                           |
| ア キ ノ キ リ ン ソ ウ | <i>Solidago japonica</i>                            | Dh 16                     |
| オ ニ ノ ゲ シ       | <i>Sonchus asper</i>                                |                           |
| タ ン ポ ポ         | <i>Taraxacum</i> spp.                               |                           |
| ア キ カ ラ マ ツ     | <i>Thalictrum Thunbergii</i>                        |                           |
| コ カ モ メ ズ ル     | <i>Tylophora nikoensis</i>                          |                           |
| タ チ ツ ボ ス ミ レ   | <i>Viola grypcceras</i>                             | Dh 17                     |
| ス ミ レ           | <i>V. mandshurica</i>                               |                           |
| ミ ヤ マ ス ミ レ     | <i>V. selkirkii</i>                                 |                           |
| ス ミ レ サ イ シ ン   | <i>V. vaginata</i>                                  |                           |
| 単子葉雑草類          | Monocotyledonous herbs <sup>3)</sup>                |                           |
| ノ ビ ル           | <i>Allium Grayi</i>                                 |                           |

| 和名<br>Name | 学名<br>Botanical name                               | 記号<br>Mark <sup>4)</sup> |
|------------|----------------------------------------------------|--------------------------|
| マムシグサ      | <i>Arisaema japonicum</i>                          |                          |
| オオマムシグサ    | <i>A. Takedai</i>                                  |                          |
| ササバギンラン    | <i>Cephalanthera longibracteata</i>                |                          |
| スズラン       | <i>Convallaria Keiskei</i>                         | Mh 1                     |
| チゴユリ       | <i>Disporum smilacinum</i>                         | Mh 2                     |
| タチドコロ      | <i>Dioscorea gracillima</i>                        |                          |
| ウチワドコロ     | <i>D. nipponica</i>                                |                          |
| カタクリ       | <i>Erythronium japonicum</i>                       |                          |
| オオバギボウシ    | <i>Hosta montana</i>                               |                          |
| アヤメ        | <i>Iris sanguinea</i>                              |                          |
| マイズルソウ     | <i>Maianthemum dilatatum</i>                       | Mh 3                     |
| ツクバネソウ     | <i>Paris tetraphylla</i>                           |                          |
| カラスビシヤク    | <i>Pinellia ternata</i>                            |                          |
| ナルコユリ      | <i>Polygonatum falcatum</i>                        |                          |
| ミヤマナルコユリ   | <i>P. lasianthum</i>                               |                          |
| ユキザサ       | <i>Smilacina japonica</i>                          |                          |
| タチシオデ      | <i>Smilax nipponica</i>                            |                          |
| シオデ        | <i>S. Oldhami</i>                                  |                          |
| エンレイソウ     | <i>Trillium Smallii</i>                            |                          |
| シダ類        | Fernes                                             |                          |
| ナツノハナワラビ   | <i>Japonobotrychium virginianum</i>                |                          |
| ヒメシダ       | <i>Lastrea thelypteris</i>                         |                          |
| ワラビ        | <i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> |                          |
| ツル類        | Vines                                              |                          |
| アケビ        | <i>Akebia quinata</i>                              |                          |
| クマヤナギ      | <i>Berchemia racemosa</i>                          |                          |
| ツルウメモドキ    | <i>Calastrus orbiculatus</i>                       | V 1                      |
| ツタウルシ      | <i>Rhus ambigua</i>                                | V 2                      |
| イワガラミ      | <i>Schizophragma hydrangeoides</i>                 |                          |
| サルトリイバラ    | <i>Smilax china</i>                                |                          |
| ヤマガシユウ     | <i>S. Sieboldi</i>                                 |                          |
| ヤマブドウ      | <i>Vitis Coignetiae</i>                            |                          |
| サンカクズル     | <i>V. flexuosa</i>                                 |                          |
| 低木類        | Shrubs                                             |                          |
| タラノキ       | <i>Aralia elata</i>                                |                          |
| ムラサキシキブ    | <i>Callicarpa japonica</i>                         |                          |
| サワシバ       | <i>Carpinus cordata</i>                            |                          |
| ハシバミ       | <i>Corylus heterophylla</i> var. <i>Thunbergii</i> |                          |
| クサボタ       | <i>Clematis stans</i>                              |                          |
| クサギ        | <i>Clerodendron trichotomum</i>                    |                          |
| コヤマユミ      | <i>Euonymus alatus</i> forma <i>subtriflorus</i>   | S 1                      |
| ツリバナ       | <i>Euonymus oxyphyllus</i>                         |                          |
| アケシバ       | <i>Hugeria japonica</i>                            |                          |
| ノリウツギ      | <i>Hydrangea paniculata</i>                        |                          |
| イヌツゲ       | <i>Ilex crenata</i>                                |                          |
| ヤマハギ       | <i>Lespedeza bicolor</i> forma <i>acutifolia</i>   |                          |

| 和 名<br>Name   | 学 名<br>Botanical name                            | 記 号<br>Mark <sup>4)</sup> |
|---------------|--------------------------------------------------|---------------------------|
| ハ ナ ヒ リ ノ キ   | <i>Leucothoe Grayana</i>                         |                           |
| ミ ヤ マ イ ボ タ   | <i>Ligustrum Tschonoskii</i>                     |                           |
| ク ロ モ ジ       | <i>Lindera umbellata</i>                         |                           |
| ネ ジ キ         | <i>Lyonia ovalifolia</i>                         |                           |
| エ ゾ ノ コ リ ン ゴ | <i>Malus baccata</i> var. <i>mandshurica</i>     |                           |
| ヤ マ ツ ツ ジ     | <i>Rhododendron Kaempferi</i>                    |                           |
| レ ン ゲ ツ ツ ジ   | <i>R. japonicum</i>                              |                           |
| ノ イ パ ラ       | <i>Rosa multiflora</i>                           |                           |
| ク マ イ チ ゴ     | <i>Rubus crataegifolius</i>                      |                           |
| モ ミ ジ イ チ ゴ   | <i>R. palmatus</i> var. <i>coptophyllus</i>      |                           |
| ナ ワ シ ロ イ チ ゴ | <i>R. parvifolius</i>                            |                           |
| ミ ネ ヤ ナ ギ     | <i>Salix Reinii</i>                              |                           |
| ニ ワ ト コ       | <i>Sambucus Sieboldiana</i>                      |                           |
| ミ ツ パ ウ ツ ギ   | <i>Staphylea Bumalda</i>                         |                           |
| ウ ス ノ キ       | <i>Vaccinium hirtum</i>                          |                           |
| ナ ツ ハ ゼ       | <i>V. Oldhami</i>                                |                           |
| ガ マ ズ ミ       | <i>Viburnum dilatatum</i>                        |                           |
| オ ト コ ヨ ウ ゾ メ | <i>V. phlebotrichum</i>                          |                           |
| カ ン ボ ク       | <i>V. Sargentii</i>                              |                           |
| ミ ヤ マ ガ マ ズ ミ | <i>V. Wrightii</i>                               |                           |
| タ ニ ウ ツ ギ     | <i>Weigela hertensis</i>                         | S 2                       |
| 高 木 類         | Trees                                            |                           |
| ハ ウ チ ワ カ エ デ | <i>Acer japonicum</i>                            |                           |
| コ ミ ネ カ エ デ   | <i>A. micranthum</i>                             |                           |
| イ タ ヤ カ エ デ   | <i>A. Mono</i>                                   | T 1                       |
| ヤ マ モ ミ ジ     | <i>A. Palmatum</i> var. <i>Matsumurae</i>        |                           |
| ウ リ ハ ダ カ エ デ | <i>A. rufinerve</i>                              | T 2                       |
| ミ ネ カ エ デ     | <i>A. Tschonoskii</i>                            |                           |
| ヤ マ ハ ン ノ キ   | <i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i>        |                           |
| ダ ケ カ ン バ     | <i>Betula Ermani</i>                             |                           |
| ア カ シ デ       | <i>Carpinus laxiflora</i>                        |                           |
| ミ ズ キ         | <i>Cornus controversa</i>                        | T 3                       |
| ヤ マ ボ ウ シ     | <i>C. Kousa</i>                                  |                           |
| ブ ナ           | <i>Fagus crenata</i>                             |                           |
| ヤ チ ダ モ       | <i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> |                           |
| コバノトネリコ(アオダモ) | <i>F. Sieboldiana</i>                            |                           |
| マ ン サ ク       | <i>Hamamelis japonica</i>                        |                           |
| セ ン ノ キ       | <i>Kalopanax septemlobus</i>                     |                           |
| ホ オ ノ キ       | <i>Magnolia obovata</i>                          |                           |
| コ ブ シ         | <i>M. Kobus</i>                                  |                           |
| キ ハ ダ         | <i>Phellodendron amurense</i>                    |                           |
| ヤ マ ナ ラ シ     | <i>Populus Sieboldi</i>                          |                           |
| ド ロ ヤ ナ ギ     | <i>P. Maximowiczii</i>                           |                           |
| ウ ワ ミ ズ ザ ク ラ | <i>Prunus Grayana</i>                            |                           |
| ヤ マ ザ ク ラ     | <i>P. Jamasakura</i>                             |                           |
| ミ ヤ マ ザ ク ラ   | <i>P. Maximowiczii</i>                           |                           |

| 和 名<br>Name | 学 名<br>Botanical name                              | 記 号<br>Mark <sup>4)</sup> |
|-------------|----------------------------------------------------|---------------------------|
| サ ワ グ ル ミ   | <i>Pterocarya rhoifolia</i>                        | T 4                       |
| ミ ズ ナ ラ     | <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> |                           |
| ヌ ル デ       | <i>Rhus chinensis</i>                              |                           |
| ヤ マ ウ ル シ   | <i>R. trichocarpa</i>                              |                           |
| パ ツ コ ヤ ナ ギ | <i>Salix Bakko</i>                                 |                           |
| ミ ヤ マ ヤ ナ ギ | <i>S. Reinii</i>                                   |                           |
| ア ズ キ ナ シ   | <i>Sorbus alnifolia</i>                            |                           |
| ナ ナ カ マ ド   | <i>S. commixta</i>                                 |                           |
| シ ナ ノ キ     | <i>Tila japonica</i>                               |                           |
| オ ヒ ヨ ウ     | <i>Ulmus laciniata</i>                             |                           |
| オ オ カ メ ノ キ | <i>Viburnum furcatum</i>                           |                           |

- Notes 1) Species of plants in Cyperaceae and Juncaceae families.  
 2) Excludes species in Legumincsae families.  
 3) Excludes species in Gramineae, Cyperaceae and Juncaceae families.  
 4) Marks are given to the species mentioned.

## 文 献

- 1) 羽部 義考：牛体発育に関する函数学的研究，畜試報告，28，(1932)
- 2) 井上 由扶：混牧林の法正状態に関する研究，日林講，(1941)
- 3) 井上楊一郎：草地経営の技術，地球出版，(1957)
- 4) 川俣猪十郎ほか3名：短角系種に関する実態調査，東北農試研報，5，(1955)
- 5) 近藤 武男：東北地方の短角種系牛とその特徴，畜研，5，1，(1951)
- 6) 小滝 武夫：混牧林内における放馬動静の一例，日林誌，16，1，(1934)
- 7) 黒崎順二ほか2名：放牧家畜の行動と植群 第1～第4報，東北大農研報，8，1，2，(1956)
- 8) 草下 正夫：混牧林業地の地床植生に関する研究，日林誌，26，12，(1945)
- 9) 松井 善喜：林内放牧馬の習性について，日林講，(1942)
- 10) ————：東部北海道における混牧林業経営の基礎的考察，日林講，(1941)
- 11) 林試経営部：草資源と世界の動き，(1955)
- 12) 竹 花 巖：新冠における混牧林業の特異性について，日林講，(1940)
- 13) 田近 三郎：混牧林の経営について，日林誌，19，9，(1937)
- 14) 高橋 延清：林内放牧によるクマイザサ撲滅経過報告，東演，9，(1952)
- 15) 富永信ほか8名：日本短角種に関する研究，東北農試研報，16，(1959)
- 16) BROWN, D.: Methods of Surveying and Measuring Vegetation. (1954)
- 17) BEETLE, A. A. et al.: Effect of grazing intensity on cattle weights and vegetation of the Bighorn Experiment Pastures. Univ. of Wyo. Agr. Expt. Sta. Bull., 373, (1961)
- 18) BISW LL, H. H. and HOOVER, M. D.: Appalachian hardwood tress browsed by cattle. Jour. of For., 43, 10, (1945)
- 19) CHEYNEY, E. G. and BROWN, R. M.: The farm woodlot of southern Minesota, its Composition, Volume, growth, value, and future pcssibilities. Minn. Agr. Expt. Sta. Bull., 241, (1927)
- 20) DENUYL, D.: Farm woodlands should not be grazed. Jour. of For. 43, 9, (1945)
- 21) DEAM, C. C.: Indiana woodlands and their management. Ind. Dept. Canservation Div. Forestry Bull. 5, (1923)

- 22) DENUYLAND, D. and DAY, R. K. : Woodland carrying capacities and grazing injury studies, Ind. Agr. Expt. Sta. Bull., 391, (1934)
- 23) ———— and ———— : Natural regeneration of form woods following the exclusion of livestock. Ind. Agr. Expt. Sta. Bull., 368, (1932)
- 24) F. A. O. : Grazing and Forest Economy. (1953)
- 25) ———— : Forest grazing-Principles of management. Unasylva, 8, 2, (1954)
- 26) HORNKOHL, L. W. and READ, R. A. : Forest grazing in the Ozarks. Proc. Soc. Am. Foresters, (1947)
- 27) KLIPPLE, G. E. and COSTELLO, D. F. : Vegetation and cattle responses to different intensities of grazing on short-grass ranges on the Central Great plains. U. S. Dept. of Agr. Tech. Bull., 1216, (1960)
- 28) MAKI, T. E. and MANN, W. F. : Some effects of sheep grazing on longleaf pine. Jour. of For., 49, 4, (1951)
- 29) SAMPSON, A. W. : Range Management. (1952)
- 30) STODDART, L. A. and SMITH, A. D. : Range Management. (1955)
- 31) VOISIN, A. : Grass Productivity. (1959)

### Studies on Management of Forest Grazing (Report 1).

#### Cattle grazing in deciduous hardwood forest in North-eastern districts.

Farm Woodland and Ranges Management Research Room, Forest Management  
Division, and Management III-Research Room, Tōhoku Branch Station.

#### (Résumé)

A study to determine the effects of grazing on tree reproductions and the performances of grazing cattle in the deciduous hardwood forest was conducted at Akagawayama National Forest in Iwate prefecture, the North-eastern district of Japan, from 1957 to 1960.

The experimental area has a gentle slope to the south, and its altitude is from 750 m to 800 m above the sea level. Two streams provide the water for grazing cattle. The soils are derived from volcanic ash and slightly dry. The climatic conditions are cool and humid, the average annual temperature being 6.5°C and the average annual precipitation 2,200 mm.

The approximately 40 year-old deciduous hardwood forest with about 2,000 trees and volume of 80 m<sup>3</sup> per ha had been felled in the fall of 1956, and the grazing experiment started from the next late spring. Sparse understory vegetation was dominated by short grasses and sedges.

The cleared area was divided into two blocks, one was grazed lightly and the other grazed heavily. The stocking rate on the lightly grazed area was 0.48 ha per head per month, and on the heavily grazed area it was 0.15 ha per head per month. Each block had four sections to permit grazing at different seasons. The section grazed from June 20th to July 30th was designated as spring section, where grazed from August 1st to September 10th was designated as summer section, where grazed from September 11th to October 20th was designated as fall section and that of from June 20th to October 20th was designated all-seasons section. The cattle were fed in stall from October 21st to June 19th. Six permanent exclosures (1 m × 30 m)

were located on the pasture before starting the first grazing and ten permanent exclosures were added in the third year (see Fig. 2 and Tab. 3).

This treatment was applied to Japanese Shorthorn cattle, that is, the hybrid of native cattle and Shorthorn cattle. The cattle were 15 months old at the beginning of the experiment, and the same cattle were used for four experimental years, so they were 54 months old at the end of the experiment.

Responses of cattle, vegetation and tree reproductions to the grazing treatment were studied. The cattle responses were measured periodically by weighing and linear measurements of pre-determined parts of the cattle. Vegetation responses were judged by frequency, density (number of plants per square meter) and height of each species which measured on the permanent plots ( $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ ). Herbage production was measured on the movable plot ( $1\text{ m} \times 4\text{ m}$ ) periodically. Responses of tree reproductions were judged by change in percentage of browsed trees and dead trees, and also in numbers and height of sprouts of each stump. They were examined on permanent plot ( $10\text{ m} \times 20\text{ m}$ ) on pastures and exclosures.

#### Responses of cattle.

The grazing cattle were in good condition and grew normally for four experimental years, as compared with other records reported in Japan (see Fig. 3~6 and Tab. 4~7).

Cattle weight gains were larger on lightly grazed pasture than on heavily grazed pasture. Average cattle weight gains per head per day were about 710 g on the lightly grazed pasture and 465 g on the heavily grazed pasture, in other words the latter were about two-thirds of the former. Average cattle weight gains per ha were about 44 kg on the lightly grazed pasture and about 41 kg on the heavily grazed pasture, so that the differences between them were small compared with the case of average gains per head (see Tab. 8).

The largest cattle weight gains on the lightly grazed pasture were produced on the spring section in each year, but on the heavily grazed pasture, the section which produced the largest cattle weight gains changed from year to year.

#### Responses of herbaceous vegetation.

There appear no invader species on the experimental area. But some of the direct effects of heavy grazing were illustrated by the increase of frequencies and densities (No. per  $\text{m}^2$ ) of undesirable low-growing species, such as *Viola* spp., *Hydrocotyle munitima*, *Potentilla Freyniana* and *Agrostis clavata* var. *Nukabo*, by the reduction of vigor as measured by heights of grasses, and by the reduction in production of the forage species. Desirable short grasses, such as *Brachypodium sylvaticum*, *Calamagrostis hakonensis* and *Festuca pervigluma*, were increased remarkably on the lightly grazed pasture (see Fig. 7, 8 and Tab. 11~15).

Two-thirds of the herbage yields were produced by grasses and grasslike plants, and the remaining one-third was produced by broad-leaved herbs and others. Average annual yields on seasonal sections and all-seasons section in the lightly grazed pasture were 5,500 kg and 2,500 kg per ha respectively, and in the heavily grazed pasture 2,000 kg and 1300 kg per ha respectively. Maximum annual yields were produced in the 2nd and 3rd year on the lightly grazed pasture and the 3rd and 4th year on the heavily grazed pasture, because the canopy became dense more rapidly on the lightly grazed pasture than on the heavily grazed pasture. Seasonal trends in herbage yields on each pasture show that there remained more herbages on the lightly grazed pasture than on the heavily grazed pasture at the end of the grazing period in each year (see Fig. 9 and Tab. 16).

The conditions of herbaceous vegetation were good on each section in the lightly grazed pasture, and poor on each section in the heavily grazed pasture at the end of the grazing experiment.

#### Responses of tree reproductions.

The responses of tree reproductions to the cattle grazing were mainly influenced by their palatability and grazing intensities (see Fig. 10, 11 and Tab. 18~25).

The reproductions of highly palatable tree species, such as *Acer japonicum*, *A. mono*, *A. Tschonoskii*, *Prunus Grayana*, *P. Jamasakura*, *Cornus controversa* and *Phellodendron amuseuse*, were damaged severely even on the lightly grazed pasture. A large percentage of sprouts of these species were browsed by grazing cattle throughout the grazing season, regardless to the grazing intensities, so that their mortality rate was exceedingly high and their height growth significantly decreased when compared with the ungrazed trees on exclosures.

The reproductions of moderately palatable tree species, such as *Quercus mongolica* var. *grosseserrata*, *Sorbus alnifolia*, *S. commixta*, *Kalopanax septemlobus* and *Fagus crenata*, were damaged severely on the heavily grazed pasture, but insignificantly on the lightly grazed pasture. The performances of these species on the heavily grazed pasture resembled the performances of highly palatable species under grazing. On the other hand, the percentage of browsed trees of these species were fairly low on the lightly grazed pasture when compared with the ratio on heavily grazed pasture. And their mortality and height growth were as good as ungrazed trees on exclosures, except that their height growth were slightly retarded on the spring section.

The samples of reproductions of low palatable tree species, such as *Acer rufinerve*, *Alnus hirsuta* var. *sibirica*, *Betula Ermani* and *Pterocarya rhoifolia*, were few, but we can say, on the basis of the observations of grazing behavior of cattle to these species, that their reproductions would not be damaged practically even under heavy grazing.

The average number of sprouts per stump was not disturbed apparently by browsing under both intensities of grazing.

Trees were browsed most frequently at the height of 130 cm or so, and maximum browsing height was 170 cm on even ground under light grazing, so that the trees above this height were not much influenced directly by cattle grazing. But on heavily grazed pasture, some trees were ridden down and browsed at the height over 200 cm when the herbage was scarce.

Generally the percentage of browsed trees was high on the spring section and low on the summer section. The mortality was high on the summer section and low on the spring section, and the height growth was mostly damaged on the spring section. Such seasonal difference in responses of trees must be due to the seasonal variation in physiological conditions of trees.

Continuous grazing in all seasons was not significantly destructive to tree reproductions under light grazing, but it was most destructive to them under heavy grazing.

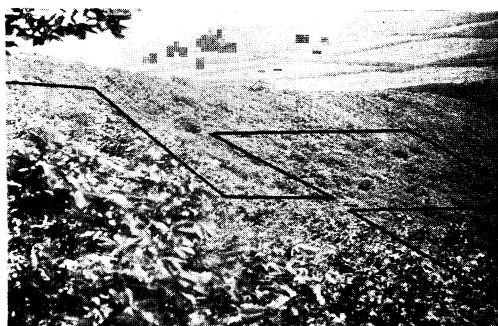


写真1 伐採前の試験地の景観（黒線内が試験地）



写真2 伐採前の試験地の林相



写真3 試験地全景  
（右後方が重度牧区，前方が軽度牧区）

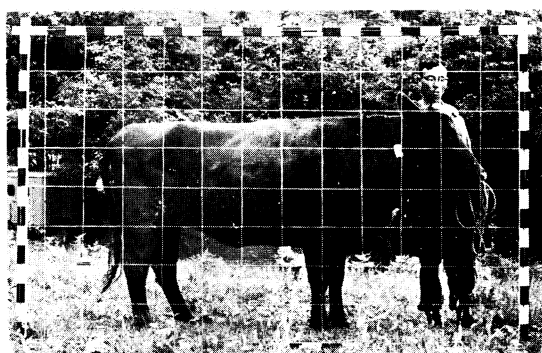


写真4 第4回放牧時の試験牛（月齢50ヵ月）

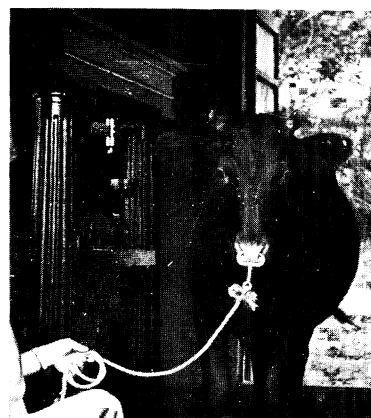


写真5 試験牛の体重測定



写真6 3年目の入牧前の植生（軽全区）



写真7 3年目の入牧前の植生（重全区）



写真8 4年目夏の萌芽の状況  
(軽全区)



写真9 4年目夏の萌芽の状況  
(重全区)



写真10 ミズナラの被食株  
(重全区, 4年目秋)



写真11 ブラウジングされたクサギ



写真12 ブラウジングされたイタヤカエデ



写真13 試験終了時のミズナラの萌芽  
左から軽全区, 重全区, 軽秋区, 重秋区

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 3) イタヤカエデについて .....   | 3   |
| 4) 林木に対する影響のまとめ ..... | 65  |
| V 結 論 .....           | 66  |
| VI 摘 要 .....          | 70  |
| VII 付 表 .....         | 74  |
| 文 献 .....             | 79  |
| Résumé.....           | 80  |
| Plate .....           | 1~2 |

## I 研究の目的

林地の畜産的利用は相当に古い時代からの慣行であり、しかも1953年の農業動態調査によつても、林地から採草する有畜農家89万戸、林地へ放牧を行なうもの11万戸の多数をかぞえている。

もつともわが国の畜産は森林原野に主として依存し、農耕によつて生ずる副産物や作物の一部を補助として維持され発展してきている。すなわち土地生産に強く結ぶ家畜のうち、和牛と馬をとりあげてみると、馬は主として耕作に必要な農機具および肥料源として飼養され、和牛も同様の目的をもっているが役肉牛の名のように肉の生産にもあずかっている。そしてこのような家畜の大多数は、春～秋の間は森林原野に放牧して維持してきたのである。現在畜産の様相はしだいに変化し、とくに乳生産にあずかる乳牛飼養がいちじるしい発展を示し、したがつて飼料作物を栽培し、これを放牧または採草利用する形態もしだいに増加しているけれども、なおかつ約250万頭の役肉牛と73万頭の馬が飼養され（乳牛は約80万頭）、計320余万頭の大家畜が連年維持されているのである。

もちろん、これらの家畜を維持し生産する土地として自然草地（原野、天然牧野、改良牧野）があげられ、畜産行政の対象となつている。しかしわが国をとりまく自然環境によつて、自然草地は管理技術の投下なしでは存在せず、つねに低木類のステージを経て、または直接に森林へと移行することは周知のとおりである。したがつて牧野といわれる自然草地は、現実には草本類の、低木類の、または高木類のステージとして分布している。

一方林地を家畜飼養の面からみれば、自然草地にまみられる不健康なコンディションのそれよりは、はるかに多量の飼料植物を生産するが、林木もまた比較的高位の生産が期待できる林地、また林相が不良で林木の生産は低い草類の生産は相当に期待できる林地など、さまざまな林地がみられる。畜産経営の面だけから考えれば、これらの林地は草資源開発の重要な土地ではあるが、林地には当然林木の生産、土地の保全その他の機能が与えられている。したがつて林地において、これのもつ機能をそこなわずにしかも家畜を飼養しようという混牧林形態をとるためには、これの施業の確立が必要な前提となる。そしてこのことは、土地の高度利用の面からみれば、上記の自然草地を対象としても必要性が大きいと考えられる。

家畜によつて林木のうける利害として、まず採食行動（browsing）があげられよう。また踏みつけ（trampling）やなすりつけ（rubbing）などの行動も見のがせない。そしてこれらの家畜の行動は、家畜の種類、放牧の強さ、放牧の季節、地形の状況、植生の質と量、林木の生長状況、施設の位置などの諸要因によつて規制されることが予想できる。諸外国の研究例によつても、家畜の種類についてはとくに採食性によつてクラス分けを行なつており（F. A. O., 1953）、放牧の強さについてはアメリカ東部の農用林で、非

常に重度の放牧を行なつた林地では林木の再生産がそなわれ (CHEYNEY, 1927 : THOMPSON, 1929), 生長率が低下する (DEAM, 1923) と報ぜられている。また永年にわたる重度放牧は植生を不良にして更新を阻害する (DENUYL, 1934) ことがあるが、放牧の季節を誤らずしかも適正強度で維持するならば、林木のうける害は無視できる (HONKOHL, 1947) という。林木の生長状況との関係についても、樹高とブラウジングの頻度について明らかにされている (MAKI and MANN, 1951)。

ひるがえつて、わが国の混牧林に関する研究は、戦前の若干の業績をみるにすぎない状態であるが、これを要約すれば広葉樹の壮齡林における馬の放牧をとりあげ、このような林地（主として北海道地方）の実態調査により、家畜の採食や踏みつけ行動を観察し、林木および林地に与える影響について論じている。しかしこれらは壮齡林において優勢なササ類をいかに管理し、放牧馬を維持するかという特殊な形態であり、現在有畜農家をもつとも解明をのぞんでいる。人工更新または天然更新直後の飼料植物の生産が豊富な林地の放牧技術の確立からはほど遠い。したがつて、われわれはこのような林地における放牧技術を究明すべく、つぎのような研究企画をたてた。

まず林地としては、広葉樹天然生林と針葉樹人工林を選び、いずれも更新直後の林地を対象とした。また家畜としては役肉牛と緬羊をとりあげ、①天然林と役肉牛、②天然林と緬羊（以上いずれも広葉樹）、③人工林と役肉牛、④人工林と緬羊（以上針葉樹）の組み合わせにより、東北および北海道地方において実施の計画をたてた。そしてまず①のタイプの研究を立案し、放牧の強さと放牧の季節がいかに家畜の採食や踏みつけ行動を規制し、これが家畜の發育にどのような影響を与え、また林床植生や林木がどのような反応を示し、結局萌芽更新が支障なく実行できるか否か試みようとした。幸いにして農林水産技術会議は昭和31年度の新規テーマとしてとりあげ、以後35年度まで5カ年間、振興費によつて本研究を継続することができた。

すなわち、役肉牛として日本短角種牛を用い東北地方は岩手県岩手郡下の国有林において、主として現東北支場経営部経営第三研究室（当時は青森支場好摩分場）が担当し、北海道地方は北海道支場野幌試験地において主として同支場経営部牧野研究室の担当で開始した。そしてまず東北地方の分を第1報として報告したのであるが、ひきつづき北海道地方分を第2報として報告の予定である。

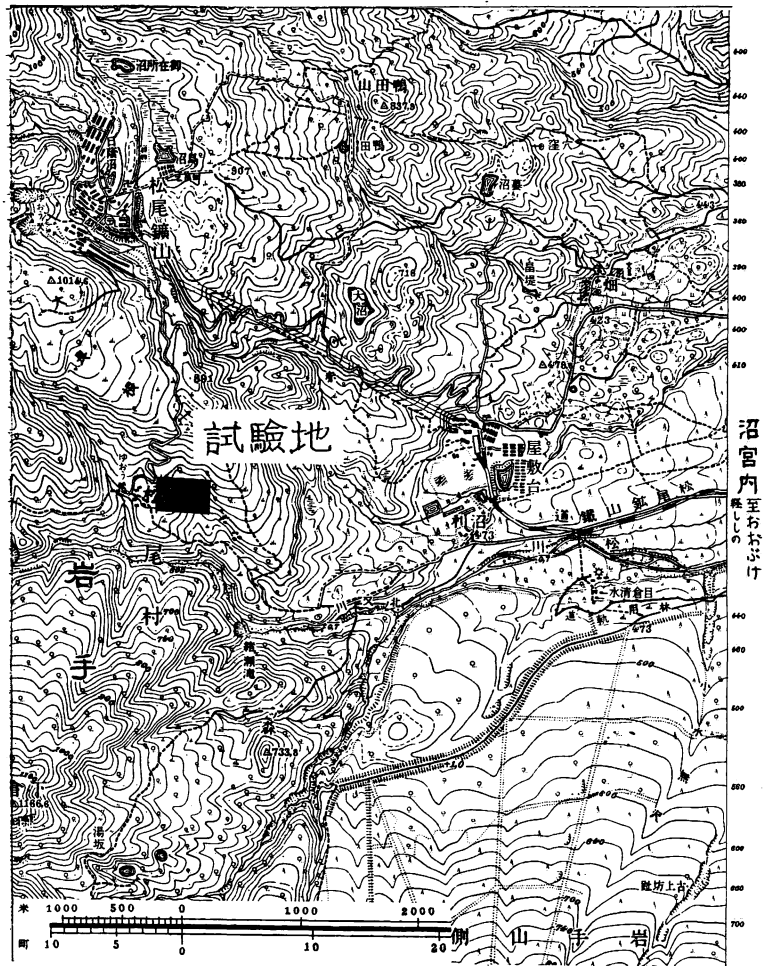
本研究の実行にあたり、種々配慮をいただいた農林水産技術会議加唐調整官および当時の林野庁林政課奥主計班長（現当場）前当場大政場長（現東大教授）に深謝するとともに、試験地の設定にあたり種々便宜を与えていただいた当時の青森営林局石井局長、佐藤経営部長、岩手営林署豊田署長に謝意を表す。また当場斎藤場長には試験開始から終了までこれの継続に配慮していただき、小幡経営部長にも同様の配慮と指導をいただいた。現在その職にないが、当時の青森支場西村支場長（現関西支場長）、村井支場長（現東北林木育種場長）、吉田分場長（退官）には試験実行に配慮と指導をいただいた。ここに深く感謝する。なお、放牧中4年間にわたつて家畜の看視にあたり無事故で本試験を終了させた放牧看視人畑元吉氏（松尾村在住）に深謝する。

## II 試験地の概況

### 1. 位置

本試験地は、岩手県の西北部を占める岩手郡松尾村大字寄木にあり、付近一帯は青森営林局岩手営林署の岩手経営区赤川山国有林に属している。そして試験地を設けた197林班は第3種林で、地元松尾村が古

くから放牧共用林野の契約を結び馬放牧に使用しており、本試験地はその一部に設定した。なお北方約4 kmに松尾鉾山があり、岩手、秋田の県境にまたがる八幡平に近い（第1図）。



第1図 試験地位置図

Fig 1. Location of experimental area.

## 2. 気 候

本試験地での観測は行なわなかつたが、前記松尾鉾山の最近5年間（試験放牧開始前年から終了年まで）の観測値を第1表に示した。放牧期間にあたる6月～10月についてみれば、気温は最高13～23℃、最低5～16℃で、10月がやや低いようではあるが、放牧家畜にとっては冷涼で好適な気温といえる。降水量は年間約2,200 mm、うち約1,000 mmは放牧期間中に分布し、比較的降水量が多い。またこの地域は積雪が深く、11月中旬ころから翌4月中旬まで降雪が続き、平均233 cmの積雪をみる。

飼料植物は6月（最高気温18℃、最低10℃）には相当に伸長して放牧に適する状態となるけれども、10月（最低5℃）の下旬の終牧時には降霜にあつて地上部の枯死するもの多く、11月間近いころにはきわめて乏しくなる。

第 1 表 気温と降水量 (1956 年から 1960 年まで)

Table 1. Temperature and precipitation.

| 月 別<br>Month | 最高気温<br>Max. temp. | 最低気温<br>Min. temp. | 降 水 量<br>Precip. |
|--------------|--------------------|--------------------|------------------|
| 1            | -3.5°C             | -10.0°C            | 235.7mm          |
| 2            | -2.2               | -8.8               | 171.4            |
| 3            | 1.6                | -6.7               | 172.0            |
| 4            | 9.1                | -0.9               | 156.3            |
| 5            | 16.0               | 6.2                | 122.0            |
| 6            | 18.4               | 10.0               | 166.8            |
| 7            | 22.5               | 15.0               | 224.6            |
| 8            | 23.1               | 15.8               | 182.0            |
| 9            | 19.0               | 11.4               | 250.2            |
| 10           | 13.1               | 4.9                | 160.3            |
| 11           | 6.4                | -0.8               | 170.6            |
| 12           | -0.6               | -6.4               | 184.7            |

東北地方の山間部は、一般にこのような気象環境におかれており、したがって家畜の放牧可能期間もこれに制約され、6月中旬ころから10月中旬ころまでの約150日間の中で、1期放牧の慣行が多い。

### 3. 地 況

試験地全域が一様に南面で、15~20°の傾斜地となつている。そして試験地の上部近くが斜面の肩となり、平坦な草生地へと続いている。標高は750~800mである。2条の溪沢が区域内のほぼ中央上部に発生し、南にむかつて流れ、水量は比較的豊富で家畜の飲水にたえる。

地質は第3紀新火山系に属し、火山岩層で構成さ

れ、大部分は安山岩である。

土壌は火山灰土壌で、深度中、結合度堅、湿度はやや乾性である。

### 4. 林 況

本試験地を設けた地帯は、ブナ林の下部限界点にあり、したがって森林はミズナラを主とする落葉広葉樹が多く、イタヤカエデ、ミネカエデ、ウリハダカエデ、アズキナシ、シナノキ、ダケカンバ、ナナカマドその他を混じえている。

前記のように、本試験地は放牧共用林野の一部であるが、長期間にわたって伐採を行なわなかつたため飼料植物が少なく、したがって放牧馬は主として本地域北部の無立木草生地に集中して採食し、本試験地一帯での行動の頻度は低かつた。

すなわち、樹齢40余年のミズナラを主とした天然生の壮齢林で、立木本数は地域によつて疎密の差があるが、平均1haあたり2,000本、うちミズナラが70%内外を占めている。平均胸高直径16cm、平均樹高14m、1haあたり蓄積は平均82.04m<sup>3</sup>である。

### 5. 林 床 植 生

伐採前の林床植生についてみれば、部分的には特定の種の群落のみられるが（たとえば、溪沢周辺や枯損による小面積の無立木地など）、総じて植生は斉一であるとみてよい。もつともこれは、出現する植物のなかのとくに優勢な種による群落が形成されていることが少ないためで、樹冠の閉鎖によつて出現する植物の種数も比較的少なく、また頻度や密度も低い状態であり、とくに密度にこの傾向が強くみられる。

1956年の初秋（伐採当年）に、コードラート法により林床植物の頻度を調べたが、これをグループに分けて観察してみればつぎのようである。

a. イネ科草類 全草種とも頻度50%以下であるが、サイトウガヤが42%でもつとも高く、ヤマカモジグサ、オオアブラススキ、ススキなどもこれについており、これらの4草種がほぼ同じ割合で出現しているとみられる。

b. ササ類 クマイザサが部分的に小群落をつくる程度で、本試験地としては普遍的なグループではない。

c. スゲ類 この試験地で群落を形成している代表的なグループで、ヒカゲスゲ、ミヤマカンスゲ、

ヒメスゲその他がよくみられる。

d. 双子葉雑草類 とくにニガナの頻度が高く (80 %), きわめて広く分布している。40 %以下ではあるが、アキノキリンソウ, トリアシシヨウマ, ノダケなども比較的よく出現する。

e. 単子葉雑草類 マイズルソウ, オオバギボウシ, チゴユリ, ウチワドコロなどの頻度が高いが, グループ間では低位となっている。

f. 木本類 とくにツルウメモドキが高い頻度を示しているが, ミズナラの稚樹もまた比較的多く, ウスノキ, ウリハダカエデ, ミズキなどの稚樹がこれにつぐ。

前述のように, ごく少数のグループを除けば, 各植物が低い密度と頻度で分布しているといえよう。

### III 試験計画と実行

#### 1. 試験地の施業

所期の目的にしたがい, 試験区全域および予備放牧地に対し, 皆伐萌芽更新作業を実施した。すなわち 1956 年秋に試験放牧区約 10 ha および予備放牧地を皆伐した。しかし家畜の保護の目的で, 斜面上部と下部に 2 箇所, 1 箇所 500 m<sup>2</sup> 内外の庇陰林を設けるため, 伐採から除外した。また岩石の露出がはなはだしく, 家畜の行動に危険を生じるおそれのある部分も, 土地保全をかねて伐採しなかつた。

伐採の終了した林地に, つぎの項のような設計によつて 8 試験牧区を設定し, 有棘鉄線さくによつて囲つた。また放牧に付随する施設として水飲場を設定し, また放牧期間中家畜看視人の宿泊する看視舎, 放牧牛の体重測定のための体衡舎を設置した。以上の作業は 1957 年春までに全部完成し, 予定どおり同年からの放牧を開始することができた。

#### 2. 放牧の方法 (試験区の種類)

まず放牧の強さ (度合) によつて, 軽度の放牧 (light grazing) と重度の放牧 (heavy grazing) を企画した。そしてさらに両区とも開牧から終牧まで同一牧区に入牧させておく全季放牧 (all season grazing) と, 各季節 (春, 夏, 秋) だけ放牧する季節放牧 (seasonal grazing) に分割し, 結局つぎの 8 試験牧区を設定した。

①軽度—全季放牧 (軽全区) …… 6 月 20 日から 10 月 20 日までの期間, 軽度の放牧をする。

②軽度—春放牧 (軽春区) …… 6 月 20 日から 7 月 31 日まで, 軽度の放牧をする。

③軽度—夏放牧 (軽夏区) …… 8 月 1 日から 9 月 10 日まで, 軽度の放牧をする。

④軽度—秋放牧 (軽秋区) …… 9 月 11 日から 10 月 20 日まで, 軽度の放牧をする。

⑤重度—全季放牧 (重全区) …… 6 月 20 日から 10 月 20 日まで, 重度の放牧をする。

⑥重度—春放牧 (重春区) …… 期間は軽度と同様。重度の放牧を行なう。

⑦重度—夏放牧 (重夏区) …… 同上。

⑧重度—秋放牧 (重秋区) …… 同上。

以上の各牧区の中に前半の 2 年間は 6 カ所, 後半の 2 年間は 9 カ所追加して計 15 カ所の禁牧区を設けた。

#### a) 放牧の強さについて

企画では放牧日数を一様にし, 春, 夏, 秋の各牧区はそれぞれ 40 日間, したがつて全季牧区は 120 日間とした。また放牧頭数も一定とし, 1 群 2 頭を各牧区に 1 群ずつ配置 (同時点では計 8 頭配置) することとした。このように放牧の日数と頭数を一様にそろえたので放牧地面積に差をつけて, 放牧の強さを変

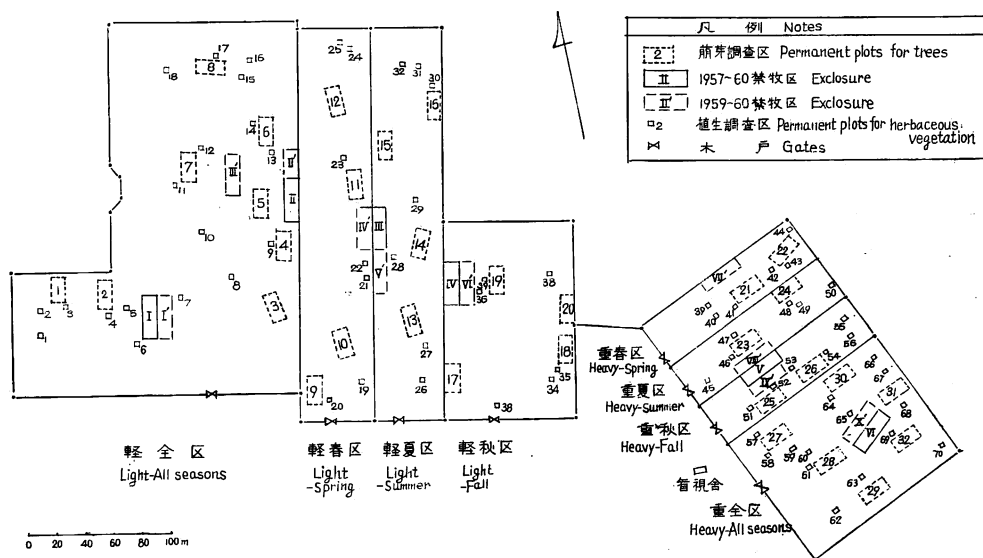
えることにした。

この場合要因となるのは単なる放牧地面積ではなく、これから生産される飼料植物の質量であることはいうまでもない。しかし伐採前の林床植生から伐採後の飼料構成を推測する資料に乏しく、現段階では不可能であり、また前述のように伐採前の植生は部分的には多少の差がみられるが、概して均一であると判定し、放牧の強さは軽度においては1頭あたり2ha、重度ではこれの約1/3の0.7haを目標として各試験牧区を配置したが、実際にはこれより若干小さくなった。各牧区の面積は第2表に示した。また各試験牧

第2表 各試験牧区の面積

Table 2. Area on each pasture.

| 試験区名<br>Pasture             | 区域面積<br>Area      | 1957～58             |                                       | 1959～60             |                                       | 平均<br>放牧実面積<br>Mean of (A)<br>and (B) |
|-----------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|                             |                   | 禁牧区<br>Exclu-<br>re | 放牧実面積<br>Area used for<br>grazing (A) | 禁牧区<br>Exclu-<br>re | 放牧実面積<br>Area used for<br>grazing (B) |                                       |
| 軽度<br>Lightly<br>grazed in: | 全季区<br>All season | 3.890ha             | 0.060                                 | 3.830               | 0.080                                 | 3.790                                 |
|                             | 春区<br>Spring      | 1.350               |                                       | 1.350               | 0.030                                 | 1.335                                 |
|                             | 夏区<br>Summer      | 1.350               | 0.030                                 | 1.320               | 0.030                                 | 1.305                                 |
|                             | 秋区<br>Fall        | 1.220               | 0.030                                 | 1.190               | 0.030                                 | 1.175                                 |
| 重度<br>Heavily<br>grazed in: | 全季区<br>All season | 1.250               | 0.030                                 | 1.220               | 0.030                                 | 1.205                                 |
|                             | 春区<br>Spring      | 0.430               |                                       | 0.430               | 0.022                                 | 0.419                                 |
|                             | 夏区<br>Summer      | 0.410               |                                       | 0.410               | 0.024                                 | 0.398                                 |
|                             | 秋区<br>Fall        | 0.410               | 0.030                                 | 0.380               | 0.022                                 | 0.369                                 |



第2図 試験牧区と調査区の配置図  
Fig. 2. Map of experimental area.

区の状況は第2図のようである。

### b) 放牧要領

放牧期間は前述の設計どおり実行したが、1957年の第1回放牧は伐採後半年余にすぎず、伐根からはじめて萌芽が発生する年次であり、林床も樹冠の閉鎖のはじめて解かれたのであるから飼料植物の生育をも考慮し、企画の開牧日6月20日を20日延長して7月10日とした。重度放牧区の異動についてはとくに後述することにする。

1957年から60年までの4カ年の放牧状況はつぎのようであった。

第3表 各牧区の放牧状況  
Table 3. Grazing period and no. of heads on each pasture.

| 牧区名<br>Pasture    | 年次<br>Year | 軽 度 Light grazing         |                           |                           |                       | 重 度 Heavy grazing         |                           |                           |                       |
|-------------------|------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|
|                   |            | 放牧期間<br>Grazing<br>period | 放牧日数<br>No. of<br>days(A) | 放牧頭数<br>No. of<br>head(B) | 延放牧<br>頭 数<br>(A)×(B) | 放牧期間<br>Grazing<br>period | 放牧日数<br>No. of<br>days(A) | 放牧頭数<br>No. of<br>head(B) | 延放牧<br>頭 数<br>(A)×(B) |
| 全季区<br>All season | 1957       | VII. 10~X. 19             | 102                       | 2                         | 204                   | VII. 10~X. 1              | 84                        | 2                         | 168                   |
|                   | 58         | VI. 21~X. 20              | 122                       | 〃                         | 244                   | VI. 10~X. 14              | 100                       | 〃                         | 200                   |
|                   | 59         | VI. 20~X. 20              | 123                       | 〃                         | 246                   | VI. 20~X. 20              | 123                       | 1                         | 123                   |
|                   | 60         | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     |
| 春 区<br>Spring     | 57         | VII. 10~VII. 31           | 22                        | 2                         | 44                    | VII. 10~VII. 31           | 22                        | 2                         | 44                    |
|                   | 58         | VI. 21~VII. 31            | 41                        | 〃                         | 82                    | VI. 21~VII. 21            | 31                        | 〃                         | 62                    |
|                   | 59         | VI. 20~VII. 31            | 42                        | 〃                         | 84                    | VI. 20~VII. 31            | 42                        | 1                         | 42                    |
|                   | 60         | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     |
| 夏 区<br>Summer     | 57         | VIII. 1~IX. 10            | 41                        | 2                         | 82                    | VIII. 1~VIII. 19          | 19                        | 2                         | 38                    |
|                   | 58         | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     | VIII. 1~VII. 31           | 31                        | 〃                         | 62                    |
|                   | 59         | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     | VIII. 1~IX. 10            | 41                        | 1                         | 41                    |
|                   | 60         | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     |
| 秋 区<br>Fall       | 57         | IX. 11~X. 19              | 39                        | 2                         | 78                    | X. 11~X. 1                | 21                        | 2                         | 42                    |
|                   | 58         | IX. 11~X. 20              | 40                        | 〃                         | 80                    | IX. 11~X. 10              | 30                        | 〃                         | 60                    |
|                   | 59         | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     | IX. 11~X. 16              | 36                        | 1                         | 36                    |
|                   | 60         | 〃                         | 〃                         | 〃                         | 〃                     | IX. 11~X. 20              | 40                        | 〃                         | 40                    |

### 3. 供試家畜

前述のように、この試験は肉牛を対象としてとりあげたもので、現在わが国に飼養されるこの種の牛のなかから、日本短角種牛を選び試験に供した。

日本短角種牛\*を選んだ理由は、岩手県における短角種牛飼養の歴史は明治時代に始まり、以後現在ま

\* 岩手、青森、秋田の旧南部領で主として生産飼養されている牛で、昭和33年現在で2万頭飼養され、岩手1万頭、青森4千頭、秋田3千頭、北海道(主として函館地方)3千頭となつている。

岩手県においては明治の初期からショートホーン(短角牛)を輸入し、在来の南部牛との交配を始め、大正間には輸入牛をショートホーンに統一し、継続して交雑した。そして昭和18年に短角種系牛登録協議会が開かれ、従来のショートホーン(短角)系牛を褐毛東北種と命名した。その後改良繁殖が本格的となり、29年に名称を日本短角種とした。現在岩手県においては、下閉郡と九戸郡(いずれも本試験地のある岩手郡の東部に隣接する郡)がおもな飼育地帯となつている。

本牛の飼養目的についてみれば、一般に役用としては低く評価され、岩手県においても実際にはあまり行なわれていない。また乳房の発達には良好であるが、乳利用は全く行なわれていない。したがって本牛は発育が早く、体積があり、もともとよく充実しているので肉用牛としての飼養が主目的となる。しかし現状では肉用を目的とした飼養形態をとつている例はきわめて少なく、一般には単に子牛の生産をしているにすぎない。

で一貫して飼養されているため、岩手県環境に適する牛となっており、褐毛東北種とか日本短角種といわれるように安定していることと、つぎに本試験地のような標高 1,000 m に近い広葉樹天然生林を対象とした場合に、肉生産の牛としては日本短角種牛が、岩手県では現在これに見合う牛として考えられるためである。

供試牛はできるだけ素質の同一なものを選定することが必要なため、出生の月日が近似し、体型もできるだけそろえることにし、岩手県経済連に依頼して購入した。

頭数は 8 頭で、出生月日は 1956 年の 3 月下旬～5 月中旬の間で、4 月出生が大部分を占めている。したがって試験放牧の開始時には月齢が 15 カ月となつてゐる。いずれも雌牛とした。また試験放牧の終了時 (1960 年秋) まで、授精させず子牛の生産を行なわないで発育状態を観察することとした。

放牧牛は期間中は昼夜放牧とし、食塩以外は給与しなかつた。放牧終了後翌年の放牧時まででは當場において舎飼し、乾草とフスマを主として飼養した。放牧中は 40 日おきに獣医師の検診を行なつて健康状態を診察し、また体重と体尺の測定を行なつた。放牧期間中看視人 1 名を常駐させ、看視にあたらせた。

#### 4. 調査方法

##### 1) 放牧家畜について

放牧牛については、つぎのような測定を各個体について行なう。

- A. 体重測定……各試験牧区への入牧時と退牧時の 2 回、全季牧区ではさらに中間に 40 日間隔で 2 回、したがって 6 月 20 日、8 月 1 日、9 月 10 日、10 月 20 日の 4 回各放牧牛とも測定する。測定は体衡器によつて、午前中に行なう。
- B. 体尺測定……同上の測定時に体高、体長、胸囲、胸幅、胸深、腰角幅、腕幅、坐骨幅、尻長、管囲の 10 部位の測定を行なう。なおこれらの体尺測定は舎飼期間中も月 1 回行なう。
- C. 健康診断……獣医師によつて体重測定時に健康状態について診断するほか、異常の際は適時診断を行なう。

##### 2) 植生について

###### A. 密度と草丈

調査プロット 1 × 1 m の固定コドラートを設定し測定する。コドラートは各区につぎの個数設ける。

|     |      |     |      |
|-----|------|-----|------|
| 軽全区 | 18 個 | 重全区 | 14 個 |
| 軽春区 | 7 〳  | 重春区 | 6 〳  |
| 軽夏区 | 7 〳  | 重夏区 | 6 〳  |
| 軽秋区 | 6 〳  | 重秋区 | 6 〳  |
| 禁牧区 | 18 〳 | 合計  | 88 〳 |

調査期日 放牧初年日 (1957 年) は入牧の約半月前の 6 月下旬に各区一斉に調査する。2 年目からは各区とも入牧直前に測定する。したがって調査はつぎの期日に行なう。

|           |               |
|-----------|---------------|
| 全期放牧区、春牧区 | 6 月 10 日～20 日 |
| 夏牧区       | 7 月 20 日～31 日 |
| 秋牧区       | 9 月 1 日～10 日  |

調査方法 1 × 1 m のコドラートを 25 個のサブ・プロット (20 × 20 cm) に分割して測定する。

25個のサブ・プロットに出現する全植物について種名と本数と最高草丈を記録する。

## B. 重量

調査プロット  $1 \times 4 \text{ m}$  ( $4 \text{ m}^2$ ) のコドラートにより測定する。コドラートは各区につぎの個数を設定し、連年その位置を変える。

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 軽全区 | 9個  | 重全区 | 7個  |
| 軽春区 | 4ヶ  | 重春区 | 3ヶ  |
| 軽夏区 | 3ヶ  | 重夏区 | 3ヶ  |
| 軽秋区 | 3ヶ  | 重秋区 | 3ヶ  |
| 禁牧区 | 12ヶ | 合計  | 47ヶ |

測定期日 つぎのような仕組みで測定の月日を決めた。全季放牧区では入牧と退牧時および中間に2回で計4回、季節放牧区では入牧と退牧時の2回の調査を行なう。

|               | 6月20日 | 8月1日 | 9月10日 | 10月20日 |
|---------------|-------|------|-------|--------|
| 軽全, 重全, 禁牧の3区 | ○     | ○    | ○     | ○      |
| 軽春, 重春の2区     | ○     | ○    |       |        |
| 軽夏, 重夏の2区     |       | ○    | ○     |        |
| 軽秋, 重秋の2区     |       |      | ○     | ○      |

測定方法 地上 5~6 cm の高さで全植物を刈り取り、生草量を直ちに秤量する。草本類は全量をそのまま記録するが、木本類とササ類は幹を除去し、葉量を記録する。また種を単位とせず、つぎのようなグルーピングを行なう。

イネ科草類, ササ類, スゲ類, 食雑草類, 食木本類 (以上可食植物)

不食雑草類, 不食木本類 (以上不食植物)

(注) 不食雑草類としてはシダ類が主となり、不食木本類ではウリハダカエデ、ヤマハンノキなどが代表種となる。これら以外のものは可食として取り扱う。各グループごとに、おもな構成種は種名を記載する。

## 3) 萌芽について

調査プロット  $10 \times 20 \text{ m}$  ( $200 \text{ m}^2$ ) のプロットを各牧区に固定し、連年測定を行なう。プロット数はつぎの個数とし、無作為に設ける。

|     |    |     |     |
|-----|----|-----|-----|
| 軽全区 | 8個 | 重全区 | 6個  |
| 軽春区 | 4ヶ | 重春区 | 2ヶ  |
| 軽夏区 | 4ヶ | 重夏区 | 2ヶ  |
| 軽秋区 | 4ヶ | 重秋区 | 2ヶ  |
| 禁牧区 | 6ヶ | 合計  | 38ヶ |

調査期日 測定は各区について、連年つぎの期日に行なう。

|       | 6月20日 | 8月1日 | 9月10日 | 10月20日 |
|-------|-------|------|-------|--------|
| 全季放牧区 | ○     | ○    | ○     | ○      |
| 春放牧区  | ○     | ○    |       | ○      |
| 夏放牧区  |       | ○    | ○     | ○      |
| 秋放牧区  |       |      | ○     | ○      |
| 禁牧区   | ○     | ○    | ○     | ○      |

測定項目 プロットに出現する伐倒された樹木類全部に番号を付し、各番号ごとにつぎの項目について記録する。

樹種名、萌芽本数、萌芽高、

放牧牛に採食された株については、以上のほか、採食萌芽本数、採食高。また枯死、折損した株はそのむねを記載する。

#### 4) 家畜の嗜好性について

家畜の嗜好する植物についての観察は放牧期間を通して連年行なうが、とくに低木類および高木類の稚樹については調査プロットを設けて、放牧終了時に記録する。

調査プロット 1×20 m のプロットを各牧区につぎの個数を設ける。

軽全区 16 個

軽春、軽夏、軽秋区 それぞれ8個ずつ。

重全区 12 個

重春、重夏、重秋区 それぞれ4個ずつ。

調査期日 各牧区の終牧直後。

調査項目 各プロットに出現する木本類について、樹種名、幹本数、樹高を測定する。放牧牛に採食されたものについては採食幹本数、採食高を測定する。

### IV 試験結果と考察

#### 1. 放牧牛の発育

##### A. 行動と健康

放牧牛の行動範囲は、放牧当初の数日は非常にせまく、木戸、水飲場、庇陰林などの付近にかたまり、

第4表 月 齢 別  
Table 4. Trends in

| 放牧牛番号<br>Cattle No. | 月 齢<br>Monthly | 15                       | 16    | 17    | 18    | 26                       | 28    | 29    | 30    |
|---------------------|----------------|--------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|
| No. 1               |                | 109                      | 135   | 153   | 187   | 215                      | 267   | 304   | 330   |
| No. 2               |                | 200                      | 218   | 230   | 243   | 256                      | 299   | 338   | 370   |
| 平 均 Average         |                | 154.5                    | 176.5 | 191.5 | 215.0 | 235.5                    | 283.0 | 321.0 | 350.0 |
| No. 3               |                | 230                      | 241   | 262   | 287   | 275                      | 327   | 354   | 385   |
| No. 4               |                | 244                      | 263   | 277   | 298   | 304                      | 362   | 378   | 406   |
| 平 均 Average         |                | 237.0                    | 252.0 | 269.5 | 292.5 | 289.5                    | 344.5 | 366.0 | 395.5 |
| No. 5               |                | 195                      | 144   | 197   | 203   | 242                      | 278   | 275   | 296   |
| No. 6               |                | 140                      | 137   | 140   | 152   | 230                      | 261   | 257   | 265   |
| 平 均 Average         |                | 167.5                    | 140.5 | 168.5 | 177.5 | 236.0                    | 269.5 | 266.0 | 280.5 |
| No. 7               |                | 154                      | 152   | 175   | 197   | 238                      | 260   | 280   | 295   |
| No. 8               |                | 131                      | 129   | 151   | 170   | 222                      | 244   | 260   | 280   |
| 平 均 Average         |                | 142.5                    | 140.5 | 163.0 | 183.5 | 230.0                    | 252.0 | 270.0 | 287.5 |
| 備 考<br>Note         |                | 第 1 回 入 牧<br>1st grazing |       |       |       | 第 2 回 入 牧<br>2nd grazing |       |       |       |

また鉄線さくに沿つて周囲を歩行する程度であるが、間もなく試験牧区全域にわたつて行動するようになる。そして軽度牧区においても、放牧牛の歩行しない地域はなく、あらゆる場所をくまなく移動しており重度においてはもちろんいうまでもない。一般の放牧地では家畜の移動する道筋が固定し、階段状の地形をつくるものであるが(戦前は馬蹊とよんでいた)、本試験地では形成されなかつた。これは放牧が4年間というごく短年月であり、しかも最大で4ha弱というきわめて限られた放牧地に閉じこめられた状態であるため、一般放牧地にみられるように家畜は傾斜面を等高線に沿つて移動するということがなく、等高線に平行に垂直に斜めに、自由に行動しているためと考えられる。

採食行動と季節との関係をみれば、春季は乾草による舎飼から青草採食の放牧に移るわけで、採食行動は非常に盛んであるが、夏季にはいと日中は庇陰林内での休息が多くなり、採食はもっぱら早朝と日没後に集中される。そして秋季は逆に日中の採食行動が盛んになり、日没後はにぶくなる。このような季節と採食行動との関係は、放牧家畜一般にいえようである(松井, 1951. 黒崎, 1956)。

健康状態は、試験期間中にへい死その他の事故発生は皆無で、獣医師による定期的な体温、脈はくなどの検診結果に異常はなく、栄養状態の観察結果も良〜中であつた。すなわち放牧牛の健康は期間中はほぼ良好に維持されていたといえる。

## B. 発育の状況

### a) 発育の経過

第1年目の入牧時(1957)の月齢15ヵ月から第4年目の終牧時(1960)の月齢54ヵ月の間の発育状況を、体重と体尺の両面からみればつぎのようである。

#### (i) 体 重

各個体の月齢別の体重測定値を第4表に示した。すなわち第1回入牧時には2頭平均で軽全区155kg,

体 重 (kg)  
cattle's weight

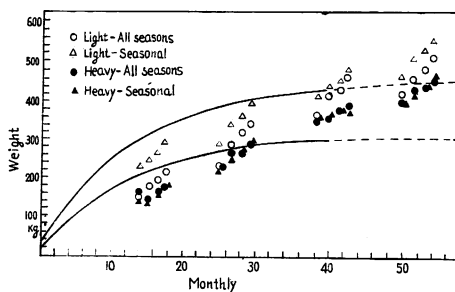
| 38                       | 40    | 41    | 42    | 50                       | 52    | 53    | 54    | 備 考<br>Notes              |
|--------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|---------------------------|
| 337                      | 380   | 396   | 436   | 382                      | 428   | 455   | 501   | 軽 全 区<br>Light-all season |
| 392                      | 425   | 447   | 480   | 464                      | 496   | 507   | 544   |                           |
| 364.5                    | 402.5 | 421.5 | 458.0 | 423.0                    | 462.0 | 481.0 | 522.5 |                           |
| 398                      | 430   | 449   | 472   | 449                      | 498   | 510   | 535   | 軽 季 区<br>Light-seasonal   |
| 440                      | 461   | 483   | 506   | 500                      | 543   | 571   | 597   |                           |
| 419.0                    | 445.5 | 466.0 | 489.0 | 474.5                    | 520.5 | 540.5 | 566.0 |                           |
| 356                      | 361   | 374   | 380   | 401                      | 429   | 435   | 456   | 重 全 区<br>Heavy-all season |
| (335)                    | 353   | 360   | 370   | 406                      | 423   | 437   | 463)  |                           |
| 356.0                    | 361.0 | 374.0 | 380.0 | 401                      | 429.0 | 435.0 | 456.0 |                           |
| 363                      | 369   | 374   | 367   | 395                      | 417   | 437   | 465   | 重 季 区<br>Heavy-seasonal   |
| (352)                    | 376   | 387   | 402   | 403                      | 435   | 442   | 473)  |                           |
| 363.0                    | 369.0 | 374.0 | 367.0 | 395.0                    | 417.0 | 437.0 | 465.0 |                           |
| 第 3 回 入 牧<br>3rd grazing |       |       |       | 第 4 回 入 牧<br>4th grazing |       |       |       |                           |

軽季区 237 kg, 重全区 168 kg, 重季区 143 kg を示したが, 終牧時にはそれぞれ 215 kg, 293 kg, 178 kg, 184 kg となり, 2 年目の終牧時には 350 kg, 396 kg, 281 kg, 288 kg となり, 軽度放牧と重度放牧の差がいよいよ大きくなってきた。さらに 3 年目の終牧時には 458 kg, 489 kg, 380 kg, 367 kg とその傾向が続き, 最終年である 4 年目の終牧時には 523 kg, 566 kg, 456 kg, 465 kg となつた。このように軽度放牧と重度放牧とは, 軽度の季節牧区を除けば, 第 1 年目の入牧時には 143~168 kg ではばならされていたが, 以後軽度放牧区は順調な体重増加をみたが, 重度牧区はこれに比し常に低く, とくに重全区と重季区の 16 カ月, 重季区の 42 カ月には減量している。このような差が 2 年目は軽度牧区の 350~396 kg に対し重度牧区は 281~289 kg のように大きくあらわれた。

同じ強度の中では, 軽度牧区では全季牧区と季節牧区の放牧当初の差が約 80 kg で大きかつたが, 30 カ月ころからしだいにちぢまり, 54 カ月(試験終了時)では 566 kg と 523 kg という状態であつた。重度牧区では大きな差がみられなかつた。

以上のような本試験地の放牧牛の發育経過を, 東北農業試験場の成績(富永, 1959)と比較してみた。本報告は 24 カ月までの成績であり, これをこの試験の月齢に合わせれば第 1 年目の放牧期間中だけである。これによると 15~18 カ月の間では, 東北農試が修正標準で飼養したものにくらべると各牧区いずれも低いが, 標準飼養したものにくらべると軽季牧区のものに常に大きい体重を示し, 他の 3 牧区(軽全, 重全, 重季)はいずれも低かつた。

つぎに 50 カ月以上の長期にわたる経過を比較するため, 日本短角種牛ではないが, 黒毛和種牛の成績(羽部, 1932)をとりあげてみた。その結果は第 3 図のようである。すなわち, 黒毛和種雌牛の正常發育の範囲を示す發育曲線に, 月齢別にのせてみたものであるが, 第 1 回の入牧(月齢 15~18)では正常發育曲線の範囲内にあるものは軽季牧区のみで, 他の牧区ははずれている。第 2 回の放牧(月齢 26~30)では 26 カ月で軽季牧区が同様に範囲内にあるが, 28 カ月から軽全区もこの範囲内にはいつた。重全, 重季牧区ははずれてはいるが, 大分接近してきた。そして第 3 回の放牧(月齢 38~42)では各牧区ともいづれも曲線の範囲内にあり, とくに軽季区は 42 カ月でこの範囲を越えた。最後の第 4 回の放牧では図示したように各牧区いずれも範囲内, または越えているが, この報告は 40 カ月で終わっているのて, 一応これを延長してみても本試験の測定値を入れたものである。



第 3 図 体重の正常發育曲線との比較  
Fig. 3 Trends in cattle weight.

以上のように, 軽季牧区は一応正常に發育し, 軽全牧区は 28 カ月(第 2 年目の放牧中)で正常發育曲線の範囲内にはいり, 重全と重季の 2 区は 38 カ月(第 3 年目の放牧開始時)の測定時に範囲内にはいつていた。すなわち軽全区は約 2 才になるころまでがやや劣っており, 重全区と重季区では約 2 才半まで劣る發育をしたが, いずれもこれ以後は良好に發育した。

#### (ii) 体 尺

体尺のうち体高, 胸深, 腰角幅の 3 部位をとりあげ, 10 カ月から 50 カ月までの間, 5 カ月おきに記してみればつぎのようである(第 5 表, 第 4~6 図)。

第5表 月 齢 別 体 尺

Table 5. The trends of the value on the measuring units of each cattle.

| 測定部位<br>Measuring<br>units       | 個体番号<br>Cattle<br>No. | 月 齢 Monthly |     |     |     |     |     |      |     |      | 備 考<br>Notes              |
|----------------------------------|-----------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|---------------------------|
|                                  |                       | 10          | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  | 40   | 45  | 50   |                           |
| 体 高 (cm)<br>Height at<br>withers | No. 1                 | 92          | 96  | 105 | 111 | 117 | 122 | 125  | 126 | 128  | 軽全区 Light-all season<br>〃 |
|                                  | 2                     | 101         | 105 | 110 | 115 | 117 | 122 | 123  | 124 | 126  |                           |
|                                  | 3                     | 108         | 114 | 122 | 124 | 127 | 131 | 132  | 135 | 136  | 軽季区 Light-seasonal<br>〃   |
|                                  | 4                     | 105         | 111 | 115 | 119 | 122 | 125 | 126  | 128 | 130  |                           |
|                                  | 5                     | 101         | 105 | 110 | 113 | 116 | 120 | 122  | 123 | 125  | 重全区 Heavy-all season<br>〃 |
|                                  | 6                     | 92          | 96  | 107 | 111 | 113 | 119 | (122 | 122 | 122) |                           |
|                                  | 7                     | 96          | 98  | 103 | 108 | 112 | 116 | 117  | 119 | 120  | 重季区 Heavy-seasonal<br>〃   |
|                                  | 8                     | 96          | 98  | 105 | 112 | 116 | 118 | (123 | 124 | 126) |                           |
| 胸 深 (cm)<br>Depth of<br>chest    | No. 1                 | 41          | 44  | 50  | 54  | 60  | 61  | 63   | 64  | 66   | 同 上                       |
|                                  | 2                     | 49          | 51  | 55  | 57  | 61  | 64  | 66   | 67  | 70   |                           |
|                                  | 3                     | 48          | 55  | 58  | 60  | 61  | 64  | 66   | 68  | 70   |                           |
|                                  | 4                     | 51          | 55  | 58  | 60  | 63  | 65  | 68   | 68  | 69   |                           |
|                                  | 5                     | 47          | 51  | 54  | 57  | 59  | 61  | 64   | 64  | 66   |                           |
|                                  | 6                     | 45          | 49  | 56  | 58  | 59  | 63  | (65  | 66  | 68)  |                           |
|                                  | 7                     | 46          | 48  | 51  | 54  | 59  | 61  | 62   | 64  | 65   |                           |
|                                  | 8                     | 45          | 48  | 50  | 56  | 61  | 63  | (66  | 67  | 69)  |                           |
| 腰角幅 (cm)<br>Width of hips        | No. 1                 | 27          | 28  | 35  | 38  | 42  | 45  | 47   | 48  | 50   | 同 上                       |
|                                  | 2                     | 33          | 36  | 38  | 40  | 46  | 47  | 48   | 52  | 53   |                           |
|                                  | 3                     | 33          | 36  | 40  | 42  | 44  | 47  | 48   | 49  | 51   |                           |
|                                  | 4                     | 32          | 38  | 41  | 45  | 47  | 50  | 52   | 53  | 53   |                           |
|                                  | 5                     | 31          | 35  | 38  | 41  | 42  | 45  | 47   | 48  | 49   |                           |
|                                  | 6                     | 28          | 31  | 37  | 40  | 41  | 44  | (47  | 48  | 50)  |                           |
|                                  | 7                     | 29          | 31  | 35  | 38  | 41  | 44  | 45   | 47  | 48   |                           |
|                                  | 8                     | 30          | 31  | 34  | 38  | 42  | 45  | (48  | 50  | 51)  |                           |

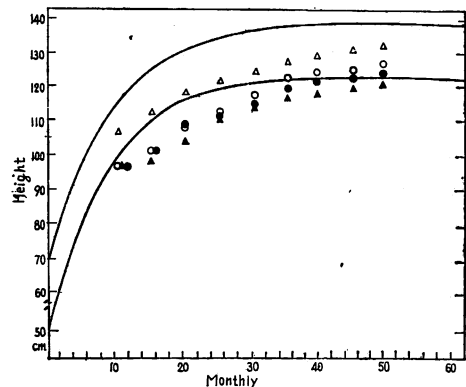
体 高 体高の伸長経過は軽季牧区が継続して正常発育の範囲内にあつたが、他の3区は低く、軽全区は35カ月でこの中にはいり、重全と重季牧区は最後まではいらなかつた。すなわち全般に体高は低いようにみうけられる。

胸 深 軽季牧区は15カ月で範囲内にはいり、軽全、重全、重季の3牧区も30カ月ではいり、以後しだいに各区ともこの正常発育曲線よりも上昇する傾向がみられた。

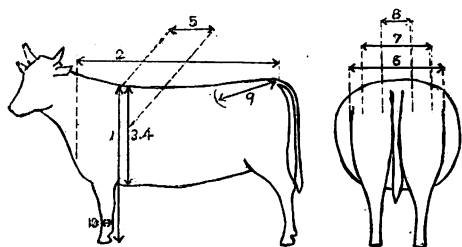
腰角幅 これも前2部位とほぼ同様の傾向を示し、30カ月で各牧区とも範囲内にあり、以後しだいに上昇する傾向があつた。

以上のように、軽季牧区は3部位とも当初から正常発育曲線の範囲内にあり、順調に発育したが、軽全区は若齢のころの発育は順調でなく約30カ月でこの範囲にはいり、重全区と重季区の2牧区はさらにこれを下まわつてた。しかし各牧区ともとくに40カ月ころから後の発育がよく、しだいに上昇する傾向があつた。

b) 試験放牧終了時の発育状況

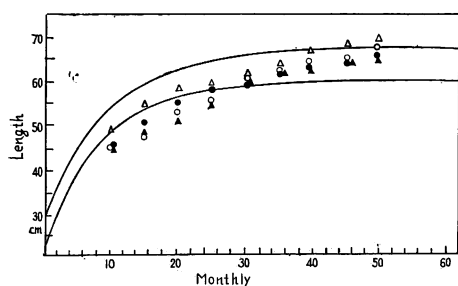


第4図—1 体高の正常発育曲線との比較  
Fig. 4-1 Trends in height at withers.

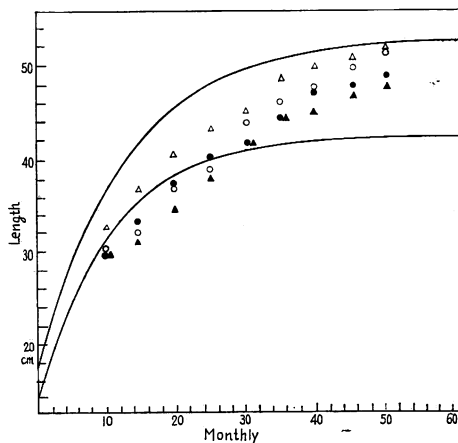


第4図—2 牛高測定部位  
Fig. 4-2 Measuring units of cattles.

1. 体 高 Height at withers
2. 体 長 From point of shoulder to ischium
3. 胸 囲 Heart girth
4. 胸 深 Depth of chest
5. 胸 幅 Width of chest
6. 腰 角 幅 Width of hips
7. 腕 幅 Width of thurls
8. 坐 骨 幅 Width of pin bones
9. 尻 長 Length of rump
10. 管 囲 Shin circumference



第5図 胸深の正常發育曲線との比較  
Fig. 5 Trends in depth of chest.



第6図 腰角幅の正常發育曲線との比較  
Fig. 6 Trends in width of hips.

この試験は月齢54カ月で終了したが、最終時の發育状況をとらげるとつぎのようである（第4表、6表）。

第6表 放牧終了時の体尺（cm）（月齢54カ月）

Table 6. The average value on the measuring of cattles at the end of experiment.  
(cm) (54 month old)

| Pasture                   | 体 高<br>Height at withers | 体 長<br>From point of shoulder to ischium | 胸 囲<br>Heart girth | 胸 幅<br>Width of chest | 胸 深<br>Depth of chest | 腰角幅<br>Width of hips | 腕 幅<br>Width of thurls | 坐骨幅<br>Width of pin bones | 尻 長<br>Length of rump | 管 囲<br>Shin circumference |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 軽 全 区<br>Light-All season | 129                      | 154                                      | 187                | 46                    | 69                    | 52                   | 49                     | 36                        | 54                    | 18                        |
| 軽 季 区<br>Light-Seasonal   | 136                      | 161                                      | 190                | 44                    | 71                    | 53                   | 51                     | 37                        | 57                    | 19                        |
| 重 全 区<br>Heavy-All season | 125                      | 148                                      | 184                | 42                    | 69                    | 51                   | 47                     | 33                        | 50                    | 17                        |
| 重 季 区<br>Heavy-Seasonal   | 124                      | 150                                      | 183                | 44                    | 68                    | 52                   | 48                     | 34                        | 52                    | 17                        |

#### (i) 体 重

軽度牧区が523~566 kg、重度牧区が456~465 kgを示した。日本短角種牛の体重は雌で450 kgを標準としているので（近藤，1951）、各牧区とも標準、またはそれ以上の体重を示した。とくに軽度牧区では

季節区は41カ月で、全季区は42カ月で標準となり、終了時には季節区が116 kg、全季区が73 kg 標準を越えていた。重度牧区の2区は終了時に標準を示した。

## (ii) 体 尺

54カ月の各部位の測定値を第6表に示したが、岩手県における放牧地帯の満5才以上の雌牛の測定値(川俣, 1955)と比較してみた。

まず体高と体長では、軽度牧区はこれを上まわるが、重度牧区が体高で2~3 cm、体長が1~3 cm 低かつたが、きわめて僅少である。胸囲と胸幅と胸深はいずれも本試験牛が大きく、腰角幅、腕幅、坐骨幅、管囲も同等または以上に发育していた。尻長は重全区が約2 cm 低いだけで他は越えていた。

さらに東北農業試験場飼養(60カ月)、奥羽種畜牧場購入の育成牛(55カ月)の成績(富永, 1959)と比較してみたが、腰角幅が若干せまいだけで、他の部位はいずれも同等または以上に发育していた。

体高比 各測定部位の体高比は第7表のようであるが、これを日本短角種審査標準(富永, 1959)と比較してみると、体長、胸囲、胸深、腰角幅、腕幅、尻長、管囲などはこの標準に合い、ただ胸幅が若干劣るようにみられた。

第7表 各測定部位の体高比(%)

Table 7. Average percentage of each value on the measuring units to the height at the withers of the cattle.

| Pasture                   | 体 長<br>From point of shoulder to ischium | 胸 囲<br>Heart girth | 胸 幅<br>Width of chest | 胸 深<br>Depth of chest | 腰角幅<br>Width of hips | 腕 幅<br>Width of thurles | 坐骨幅<br>Width of pin bones | 尻 長<br>Length of rump | 管 囲<br>Shin circumference |
|---------------------------|------------------------------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 軽 全 区<br>Light-All season | 119.9                                    | 146.4              | 35.4                  | 53.7                  | 40.5                 | 37.8                    | 28.1                      | 42.1                  | 14.0                      |
| 軽 季 区<br>Light-Seasonal   | 119.2                                    | 140.6              | 32.7                  | 52.5                  | 39.3                 | 37.8                    | 27.4                      | 42.2                  | 14.1                      |
| 重 全 区<br>Heavy-All season | 118.5                                    | 147.2              | 33.6                  | 54.8                  | 40.8                 | 37.6                    | 26.0                      | 40.0                  | 13.6                      |
| 重 季 区<br>Heavy-seasonal   | 121.0                                    | 147.7              | 35.5                  | 54.4                  | 41.5                 | 38.3                    | 27.5                      | 42.0                  | 13.7                      |

## c) 发育についての総括

月齢15~18, 26~30, 38~42, 50~54の期間に、それぞれの試験牧区に入牧させ、他の期間は当場において舎飼した。

放牧牛はいずれもへい死その他の事故は皆無で、まず健康に維持された。发育過程では、とくに若齢のころ重度放牧された放牧牛に若干发育のおくれをみたが、40カ月ころから回復し以後順調に发育した。この成績を他と比較しても、本試験牛がとくに劣つてはおらず、むしろ40カ月以降では上まわるようであつた。

試験放牧の終了時には、体重は標準以上を示し、体尺の各部位も他と比較して遜色がなく、また各部位の体高比をもとめても胸幅をのぞいて他の8部位は審査標準に合つていた。

以上のように各試験牧区の放牧牛の发育は、重度牧区に入牧した放牧牛の若齢時の发育に若干支障をきたしたがしだいに回復したほかは一応順調な发育を示したといえるであろう。

## C. 取得体重量

放牧方法を異にする8試験牧区に放牧された牛は、それぞれ前述のような发育経過をたどつたのである

第8表 各牧区の放牧牛の増体重量  
Table 8. Cattle weight gains on each pasture.

| 牧 区 名<br>Pasture              | 年 次<br>Year   | 全 増 量<br>Total live weight gain(A) kg | 1頭あたり<br>増 量<br>(A) / head kg | 1日あたり<br>取 得 量<br>(A) / day kg | haあたり<br>取 得 量<br>(A) / ha kg | 1日1頭あたり<br>増量<br>(A)/head/day gr |
|-------------------------------|---------------|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 軽 全 区<br>Light<br>-All season | 1             | 121                                   | 60.5                          | 1.19                           | 32.0                          | 593                              |
|                               | 2             | 229                                   | 114.5                         | 1.88                           | 61.1                          | 939                              |
|                               | 3             | 187                                   | 93.5                          | 1.52                           | 49.9                          | 760                              |
|                               | 4             | 199                                   | 99.5                          | 1.62                           | 53.1                          | 809                              |
|                               | 計<br>Total    | 736                                   | 368.0                         | 6.21                           | 196.1                         | 3,101                            |
|                               | 平均<br>Average | 184.0                                 | 92.0                          | 1.55                           | 49.0                          | 775                              |
| 軽 春 区<br>Light-Spring         | 1             | 30                                    | 15.0                          | 1.36                           | 22.7                          | 682                              |
|                               | 2             | 110                                   | 55.0                          | 2.68                           | 83.3                          | 1,341                            |
|                               | 3             | 53                                    | 26.5                          | 1.26                           | 40.2                          | 631                              |
|                               | 4             | 92                                    | 46.0                          | 2.19                           | 69.7                          | 1,095                            |
|                               | 計<br>Total    | 285                                   | 142.5                         | 7.49                           | 215.8                         | 3,749                            |
|                               | 平均<br>Average | 71.3                                  | 35.6                          | 1.87                           | 54.0                          | 937                              |
| 軽 夏 区<br>Light<br>-Summer     | 1             | 35                                    | 17.5                          | 0.85                           | 27.1                          | 427                              |
|                               | 2             | 43                                    | 21.5                          | 1.05                           | 33.3                          | 524                              |
|                               | 3             | 41                                    | 20.5                          | 1.00                           | 31.8                          | 500                              |
|                               | 4             | 40                                    | 20.0                          | 0.98                           | 31.0                          | 487                              |
|                               | 計<br>Total    | 159                                   | 79.5                          | 3.88                           | 123.2                         | 1,938                            |
|                               | 平均<br>Average | 39.8                                  | 19.9                          | 0.97                           | 30.8                          | 485                              |
| 軽 秋 区<br>Light-Fall           | 1             | 46                                    | 23.0                          | 1.18                           | 39.7                          | 590                              |
|                               | 2             | 59                                    | 29.5                          | 1.48                           | 50.9                          | 738                              |
|                               | 3             | 46                                    | 23.0                          | 1.15                           | 39.7                          | 575                              |
|                               | 4             | 51                                    | 25.5                          | 1.28                           | 44.0                          | 638                              |
|                               | 計<br>Total    | 202                                   | 101.0                         | 5.09                           | 174.3                         | 2,541                            |
|                               | 平均<br>Average | 50.5                                  | 25.3                          | 1.27                           | 43.6                          | 635                              |
| 重 全 区<br>Heavy<br>-All season | 1             | 16                                    | 8.0                           | 0.19                           | 13.4                          | 95                               |
|                               | 2             | 73                                    | 36.5                          | 0.73                           | 61.3                          | 365                              |
|                               | 3             | 24                                    | 24.0                          | 0.20                           | 20.2                          | 195                              |
|                               | 4             | 55                                    | 55.0                          | 0.45                           | 46.2                          | 447                              |
|                               | 計<br>Total    | 168                                   | 123.5                         | 1.57                           | 141.1                         | 1,102                            |
|                               | 平均<br>Average | 42.0                                  | 30.9                          | 0.39                           | 35.3                          | 276                              |
| 重 春 区<br>Heavy-Spring         | 1             | -4                                    | -2.0                          | -0.18                          | -9.8                          | -91                              |
|                               | 2             | 33                                    | 16.5                          | 1.06                           | 80.9                          | 537                              |
|                               | 3             | 3                                     | 3.0                           | 0.07                           | 7.4                           | 72                               |
|                               | 4             | 24                                    | 24.0                          | 0.57                           | 58.8                          | 571                              |
|                               | 計<br>Total    | 56                                    | 41.5                          | 1.52                           | 137.3                         | 1,089                            |
|                               | 平均<br>Average | 14.0                                  | 10.4                          | 0.38                           | 34.3                          | 272                              |
| 重 夏 区<br>Heavy<br>-Summer     | 1             | 21                                    | 10.5                          | 1.11                           | 54.4                          | 549                              |
|                               | 2             | 27                                    | 13.5                          | 0.87                           | 69.9                          | 439                              |
|                               | 3             | 5                                     | 5.0                           | 0.12                           | 13.0                          | 122                              |
|                               | 4             | 20                                    | 20.0                          | 0.49                           | 51.8                          | 488                              |
|                               | 計<br>Total    | 73                                    | 49.0                          | 2.59                           | 189.1                         | 1,598                            |
|                               | 平均<br>Average | 18.2                                  | 12.3                          | 0.65                           | 47.3                          | 400                              |
| 重 秋 区<br>Heavy-Fall           | 1             | 22                                    | 11.0                          | 1.05                           | 61.5                          | 526                              |
|                               | 2             | 26                                    | 13.0                          | 0.87                           | 72.6                          | 438                              |
|                               | 3             | -6                                    | -6.0                          | -0.17                          | -16.8                         | -175                             |
|                               | 4             | 28                                    | 28.0                          | 0.70                           | 78.2                          | 700                              |
|                               | 計<br>Total    | 70                                    | 46.0                          | 2.45                           | 195.5                         | 1,489                            |
|                               | 平均<br>Average | 17.5                                  | 11.5                          | 0.61                           | 48.9                          | 372                              |

が、各試験牧区の放牧牛のそれぞれの林地での増体重量、各試験牧区の取得体重量などについて、つぎの項目にしたがつて述べる(第8表)。

a) 1頭あたり増体重量, b) 1日1頭あたり増体重量, c) 全取得量, d) 1日あたり取得量, e) haあたり取得量。

a) 1頭あたり増体重量

各牧区の終牧時の体重から入牧時の体重を差し引き、1頭平均としてみた。試験牧区によつて放牧日数が異なるが、ここでは日数に関係をもたせず、実際に各試験牧区で増加した体重だけについて述べる。

軽度放牧について 一般に初年目の増量が他の年次にくらべ低く、また3年目も若干低い傾向がみられた。初年目を除けば、全季牧区は94~115 kgの増量を示し4年間で368 kg、年平均92 kgであつた。同様に春牧区は27~55 kgで計143 kg 平均36 kg、夏牧区は20~22 kgで計80 kg 平均20 kg、秋牧区は23~30 kgで計101 kg 平均25 kgを示した。すなわち季節放牧では夏放牧は増体重量が少なく、春放牧は多く、秋放牧は中間を示している。

重度放牧について 3年目の増量が少ないのは軽度とやや似た傾向を示すが、初年目は区によつて異なる。全季牧区の傾向はほぼ軽度と似ているが、24~55 kg 計124 kg、平均31 kgであつた。春牧区は初年目は2 kgの減量を示し、3年目もわずかに3 kgで計42 kg 平均10 kg、夏牧区3年目の5 kgを除けば14~20 kg 計49 kg 平均12 kg、秋牧区は3年目が6 kgの減量となり計46 kg 平均12 kgとなっている。すなわち季節放牧では軽度放牧とは逆に春放牧がもつとも少量で、夏放牧と秋放牧はほぼ同じ増量を示した。

軽度放牧と重度放牧の比較 全季放牧についてみれば、年次別の増量の傾向はほぼ似ているが、量のはるかに重度放牧が少なく、年平均軽度の92 kgに対し31 kgで約1/3にすぎない。春放牧は軽度では季節放牧の中ではもつとも大きい増量を示したのに対し、重度では逆であり、軽度の年平均36 kgに対し10 kgで約28%にとどまる。夏放牧もこれと同様に軽度と重度は逆であり、軽度の年平均20 kgに対し12 kgと差がせまつているが、60%にとどまつた。秋放牧の場合の傾向は春と同様であり、軽度の年平均25 kgに対し重度12 kgで1/2以下にすぎない。このように各季節とも重度放牧は軽度放牧よりも増体重量は少なく、軽度の28~48%の増量にすぎず、ただ夏季放牧だけが60%を示すだけであつた。以上の成績は放牧日数を除いてあるので、つぎにこれを考慮した場合について述べる。

b) 1日1頭あたり増体重量

終牧時の体重から入牧時の体重を差し引き、これを放牧日数で除して1日あたりの増体重量を算出してみた。

軽度放牧について 全季牧区では初年目を除くと760~939 gで4カ年の平均で1日あたり775 gの増量をみた。春牧区は2年目と4年目は1,000 gを越えたが、平均では937 gを示した。夏牧区では487~521 g 平均485 gを示し、秋牧区では575~738 g、平均635 gであつた。このように軽度放牧では春放牧がもつとも1日あたりの増体重量が大きく、夏放牧がもつとも少ない。また春放牧について全季放牧が大きく、ついで秋放牧となつている。

重度放牧について 各放牧区とも年次による変動がはなはだしく、軽度放牧のように比較的均一な傾向をたどらない。すなわち全季牧区では195~447 gで平均276 g、春牧区では初年目は91 g減量し他の年次は72~571 gで平均272 g、夏牧区では122~488 gで平均400 g、秋牧区は3年目が175 g減量し他は438~700 gで平均372 gとなつている。重度放牧の中では夏牧区が400 gでもつとも増体重量が大き

く、ついで秋牧区となり、全季牧区と春牧区がほぼ同量である。夏牧区がこのように増量が多いのは、初年目の飼料草の少ない春牧区に放牧された試験牛が入牧し、春の季節に牧放にあわすに順調に生長した夏牧区の飼料草を十分に採食したためと考えられ、夏牧区は初年目を除いた3年間の平均では350gで秋牧区より劣っている。

**軽度放牧と重度放牧の比較** 全般的にいえることは軽度牧区の増量は各年次とも比較的ならされているが、重度牧区は非常に動きが激しい。まず全季放牧では軽度の775gに対し276gで約35%にすぎず、春放牧ではさらにはなほだしく937gに対し272gで30%弱で極端に少ない。しかし夏放牧では485gに対し400gで、約80%にとどまつた。秋放牧では635gに対し372gで、約58%となつている。このように夏放牧では約80%と接近したが他の季節ではすべて重度は軽度の約半量またはそれ以下の増体重量を示した。

以上のように8試験区はそれぞれ異なつた増量を示し、最高約940gから最低約270gまできわめて幅が広い。一応増量の大きい試験区から順に配列すれば、軽春区、軽全区、軽秋区、軽夏区、重夏区、重秋区、重全区、重春区となり、重度牧区の増体重量が少ないことが目だつ。

#### c) 全取得量と1日あたり取得量

以上は家畜1頭の期間中の増体重量、または1頭の1日あたり増量についての成績であるが、つぎに各試験牧区が取得した増体重量、つまりそれぞれの試験林でどれだけの体重が増加したかについて述べる。

**軽度放牧について** 全季区121~199kgで合計736kg、年平均184kgを取得し、軽春区は30~110kg計285kg、年平均71kg、軽夏区35~43kg計159kg、年平均40kg、軽秋区46~59kg計202kg、年平均51kgとなつている。季節放牧では春牧区が1年ごとに上昇してもつとも取得量が多く、秋牧区はこれより20kg、夏牧区は秋牧区よりさらに10kg少なくなつている。

**重度放牧について** 全季区16~73kg計168kg、年平均42kg、重春区4~33kg計56kg、年平均14kg、重夏区5~27kg計73kg、年平均18kg、重秋区6~28kg計70kg、年平均18kgである。季節放牧では夏牧区と秋牧区が多量で、春牧区が劣つていた。

以上は放牧期間中の全取得量であるが、つぎに1日あたりの取得量について調べてみる。

**軽度放牧について** 全季区は1.19~1.88kgで平均1.55kg、軽春区は1.26~2.68kg平均1.87kg、軽夏区は0.85~1.05kg平均0.97kg、軽秋区は1.15~1.48kg平均1.27kgである。したがつて1日あたり取得量は1日1頭あたり増体重量と同様に軽春区の1.87kgを最高に、軽全区が1.55kgで接近し、軽秋区、軽夏区となる。

**重度放牧について** 重全区は0.19~0.73kg平均0.39kg、重春区は0.18~1.06kg平均0.38kg、重夏区は0.12~1.11kg平均0.65kg、重秋区は0.17~1.05kg平均0.61kgである。すなわち夏放牧と秋放牧が多量に取得したが、全季放牧と春放牧は400g弱にとどまつた。

**軽度放牧と重度放牧の比較** 軽度の各牧区は重度の各牧区に比しいずれも多量に取得しており、その差がはなはだしい。まず全季放牧では軽度の1.55kgに対し重度は0.39kgで、約26%にすぎず、春放牧では同様に1.87kgに対し0.38kgでわずかに20%、夏放牧では0.97kgに対し0.65kgで67%、秋放牧では1.27kgに対し0.61kgで48%となつている。このように重度放牧では比較的多量の夏放牧でも軽夏区の7割弱にとどまり、とくに春放牧では軽度の2割の取得量にすぎず、両強度の差がはなはだしい。他の全季放牧と秋放牧も同様に差が大きい。8試験区を取得量の大きい順に配列すれば、軽春区、軽

全区、軽秋区、軽夏区、重夏区、重秋区、重全区と重春区の順となり、最大の軽春区と最少の重春区の差は約1.5 kgである。

d) haあたり取得量

以上述べた取得量には、放牧地面積が加味されていない。したがって各試験放牧区から取得した全量または1日あたりの量は理解できたが、単位面積あたりの取得量については不明である。つぎに各試験牧区のhaあたりの取得量についてふれてみる。

軽度放牧について haあたり取得量は、軽全区では32~61 kgで年平均49.0 kgを取得し、軽春区では23~70 kg年平均54.0 kg、軽夏区では27~33 kg年平均30.8 kg、軽秋区では40~51 kg年平均43.6 kgとなつている。すなわち春放牧の54 kgがもつとも多量に取得し、軽全区も50 kgに近い。

重度放牧について 重全区が13~61 kgで年平均35.3 kg、重春区が-10~81 kgで年平均34.3 kg、重夏区が13~70 kgで年平均47.3 kg、重秋区が-17~78 kgで年平均48.9 kgとなつている。秋放牧と夏放牧がともに50 kg弱で、全季と春放牧がともに35 kg内外となつている。

軽度牧区と重度牧区の比較 軽度の春放牧がとくに多量に取得しhaあたり54 kgを示したが、他の牧区は2つに分けられる。すなわち約44~49 kgを取得した軽全区、軽秋区、重秋区、重夏区のグループと、31~35 kgの低いグループ(軽夏、重夏、重全区)である。そして比較的高い取得量であつた44 kg以上の牧区には軽春、軽全、軽秋の3区と重秋、重夏の2区があげられる。このように単位面積あたりに換算しても、軽度の放牧は一般に取得体重量が多い結果となつている。

e) 取得体重量についての総括

以上各試験牧区の放牧牛の増体重と、放牧地が取得した量について述べたが、これを総括してみればつぎのようである。

1頭あたりの増体重量は、重度放牧が非常に少なく軽度放牧の3割内外(全季と春)、または5割内外(夏と秋)にとどまつた。1日1頭あたりにしてみても重度牧区は軽度の3~6割で、夏放牧だけが8割に近づいたが、変則的な初年度を除くと7割にとどまる。

各放牧地が取得した全増体重量と1日あたり量は、いずれも軽度放牧がはるかにまさり、同時季どうしの比較で重度は軽度の2~5割程度しか取得できなかった。つぎにこれをhaあたりに換算してみても、軽度放牧は夏放牧を除くと取得量が44 kg以上の多量グループにはいり、好成績をおさめた。

放牧の度合い強い重度放牧を行なつた場合は放牧家畜の体重増加に悪影響を及ぼし、軽度放牧に比し非常に少量しか期待できない。そしてさらに単位面積あたりにしてみても軽度の放牧地は多量の取得量を期待できるのである。すなわち重度の放牧地面積は軽度の約1/3であるので、取得量を3倍にして同単位にしてみても、35 kg以下の比較的少ない牧区が2区含まれており、重度の放牧の不利を示している。

D. 各試験牧区の Cow-day

a) 放牧実績

試験設計にもとづき4年間放牧を継続し、各試験牧区ごとの放牧期間、放牧日数、放牧頭数、延放牧頭数などについては第3表に示した。

しかしこれは単なる放牧された家畜の頭数をあらわすにすぎず、実際の各試験牧区のグレージングの状況を知ることができない。それでつぎにこのことを知るために第9表を作成し、この資料から第10表をつくりグレージングの実態を知ろうとした。

第9表 各牧区の年次別放牧実績  
Table 9. Yearly grazing performance on each pasture.

| 牧 区 名<br>Pasture              | 面 積<br>Area | 年 次<br>Year | 放 牧<br>頭 数<br>Head | 放 牧<br>日 数<br>Graz-<br>ing day | 平均1頭<br>当り体<br>重Mean<br>cattle<br>weight<br>/head<br>kg | 牧 区 名<br>Pasture              | 面 積<br>Area | 年 次<br>Year | 放 牧<br>頭 数<br>Head | 放 牧<br>日 数<br>Graz-<br>ing day | 平均1頭<br>当り体<br>重Mean<br>cattle<br>weight<br>/head<br>kg |
|-------------------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|--------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                               | ha          | 年           | 頭                  | 日                              |                                                         |                               | ha          | 年           | 頭                  | 日                              |                                                         |
| 軽 全 区<br>Light<br>-All season | 3.750       | 1           | 2                  | 22                             | 166                                                     | 重 全 区<br>Heavy<br>-All season | 1.190       | 1           | 2                  | 22                             | 154                                                     |
|                               |             |             | 〃                  | 41                             | 184                                                     |                               |             |             | 〃                  | 41                             | 155                                                     |
|                               |             |             | 〃                  | 39                             | 203                                                     |                               |             |             | 〃                  | 21                             | 173                                                     |
|                               |             | 2           | 2                  | 41                             | 260                                                     |                               |             | 2           | 2                  | 33                             | 253                                                     |
|                               |             |             | 〃                  | 41                             | 302                                                     |                               |             |             | 〃                  | 33                             | 268                                                     |
|                               |             |             | 〃                  | 40                             | 336                                                     |                               |             |             | 〃                  | 34                             | 274                                                     |
|                               |             | 3           | 2                  | 42                             | 384                                                     |                               |             | 3           | 1                  | 42                             | 359                                                     |
|                               |             |             | 〃                  | 41                             | 413                                                     |                               |             |             | 〃                  | 41                             | 368                                                     |
|                               |             |             | 〃                  | 40                             | 440                                                     |                               |             |             | 〃                  | 40                             | 377                                                     |
|                               |             | 4           | 2                  | 42                             | 443                                                     |                               |             | 4           | 1                  | 42                             | 415                                                     |
|                               |             |             | 〃                  | 41                             | 472                                                     |                               |             |             | 〃                  | 41                             | 432                                                     |
|                               |             |             | 〃                  | 40                             | 502                                                     |                               |             |             | 〃                  | 40                             | 446                                                     |
| 軽 春 区<br>Light<br>-Spring     | 1.320       | 1           | 2                  | 22                             | 245                                                     | 重 春 区<br>Heavy<br>-Spring     | 0.408       | 1           | 2                  | 22                             | 142                                                     |
|                               |             | 2           | 〃                  | 41                             | 317                                                     |                               |             | 2           | 〃                  | 31                             | 241                                                     |
|                               |             | 3           | 〃                  | 42                             | 432                                                     |                               |             | 3           | 1                  | 42                             | 366                                                     |
|                               |             | 4           | 〃                  | 42                             | 498                                                     |                               |             | 4           | 〃                  | 42                             | 406                                                     |
| 軽 夏 区<br>Light<br>-Summer     | 1.290       | 1           | 2                  | 41                             | 261                                                     | 重 夏 区<br>Heavy<br>-Summer     | 0.386       | 1           | 2                  | 19                             | 152                                                     |
|                               |             | 2           | 〃                  | 41                             | 355                                                     |                               |             | 2           | 〃                  | 31                             | 261                                                     |
|                               |             | 3           | 〃                  | 41                             | 456                                                     |                               |             | 3           | 1                  | 41                             | 372                                                     |
|                               |             | 4           | 〃                  | 41                             | 531                                                     |                               |             | 4           | 〃                  | 41                             | 427                                                     |
| 軽 秋 区<br>Light-Fall           | 1.160       | 1           | 2                  | 39                             | 281                                                     | 重 秋 区<br>Heavy-Fall           | 0.358       | 1           | 2                  | 21                             | 174                                                     |
|                               |             | 2           | 〃                  | 40                             | 381                                                     |                               |             | 2           | 〃                  | 30                             | 279                                                     |
|                               |             | 3           | 〃                  | 40                             | 478                                                     |                               |             | 3           | 1                  | 36                             | 371                                                     |
|                               |             | 4           | 〃                  | 40                             | 554                                                     |                               |             | 4           | 〃                  | 40                             | 451                                                     |

第9表のように、軽度放牧は終始2頭を1群とし、各牧区へ入牧させた。重度においても初年目と2年目は同様であつたが、2年目の終牧近くの草生状態が不良で、飼料植物の生産も目だつて減じてきたため、3年目からは重度の各牧区は一斉に頭数をコントロールして1頭とした。また重度においては初年目から放牧日数のコントロールを草生と見くらべて行なつた。したがつて表示のように同じ季節の牧区でも軽度と重度の差がみられる。

つぎにこのような放牧日数の間、どれだけの体重の家畜がグレージングされていたかを表に示した。たとえば軽春区では、初年目は22日間245kgの体重の牛がグレージングされたことになる。全季放牧区が3回に分けられているが、放牧期間が約120日間で長時日にわたるため、4回に分割して測定しているためである。以上のような放牧実績から、つぎに各牧区の Cow-day について考えを進めてみる。

#### b) 各牧区の Cow-day について

Cow-day の計算資料となる家畜単位 (animal unit) の1単位の評価は種々あるが (D. BROWN, 1957), ここでは一応 500 kg の生体重の牛を1単位として計算した (A. VOISIN, 1959)。

軽度牧区について 全季区では初年目は約77 c.d. (以後 Cow-day を c.d. と略す)であつたが、2年目は約2倍の146, 3年目は203, 4年目232 c.d. となり、計657 c.d. 4カ年平均164 c.d. のグレージングがなされた。春牧区では22~84 c.d. で計230 c.d. 平均58 c.d., 夏牧区では43~87 c.d. 計263 c.d. 平均66 c.d., 秋牧区では44~89 c.d. 計270 c.d. 平均68 c.d. で軽春区はやや低いが、夏と秋は同程度の

第10表 各牧区の年次別 Cow-day  
Table 10. Actual Cow-day on each pasture.

| 牧区名<br>Pasture              | 年次<br>Year    | 総重量<br>Total Cattle<br>weight kg | Cow-<br>day | Cow-<br>day/ha | 牧区名<br>Pasture              | 年次<br>Year    | 総重量<br>Total Cattle<br>weight kg | Cow-<br>day | Cow-<br>day/ha |
|-----------------------------|---------------|----------------------------------|-------------|----------------|-----------------------------|---------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| 軽全区<br>Light<br>-All season | 1             | 38,226                           | 76.5        | 20.4           | 重全区<br>Heavy<br>-All season | 1             | 26,752                           | 53.5        | 45.0           |
|                             | 2             | 72,964                           | 145.9       | 38.9           |                             | 2             | 53,018                           | 106.0       | 89.1           |
|                             | 3             | 101,322                          | 202.6       | 54.0           |                             | 3             | 45,246                           | 90.5        | 76.1           |
|                             | 4             | 116,076                          | 232.2       | 61.9           |                             | 4             | 52,982                           | 106.0       | 89.1           |
|                             | 計<br>Total    | 328,588                          | 657.2       | 175.2          |                             | 計<br>Total    | 177,998                          | 356.0       | 299.3          |
|                             | 平均<br>Average | 82,147                           | 164.3       | 43.8           |                             | 平均<br>Average | 44,500                           | 89.0        | 74.8           |
| 軽春区<br>Light<br>-Spring     | 1             | 10,780                           | 21.6        | 16.4           | 重春区<br>Heavy<br>-Spring     | 1             | 6,248                            | 12.5        | 30.6           |
|                             | 2             | 25,994                           | 52.0        | 39.4           |                             | 2             | 14,942                           | 29.9        | 73.3           |
|                             | 3             | 36,288                           | 72.6        | 55.0           |                             | 3             | 15,372                           | 30.7        | 75.2           |
|                             | 4             | 41,832                           | 83.7        | 63.4           |                             | 4             | 17,052                           | 34.1        | 83.6           |
|                             | 計<br>Total    | 114,894                          | 229.9       | 174.2          |                             | 計<br>Total    | 53,614                           | 107.2       | 262.7          |
|                             | 平均<br>Average | 28,724                           | 57.5        | 43.6           |                             | 平均<br>Average | 13,404                           | 26.8        | 65.7           |
| 軽夏区<br>Light<br>-Summer     | 1             | 21,402                           | 42.8        | 33.2           | 重夏区<br>Heavy<br>-Summer     | 1             | 5,770                            | 11.5        | 29.8           |
|                             | 2             | 29,110                           | 58.2        | 45.1           |                             | 2             | 16,182                           | 32.4        | 83.9           |
|                             | 3             | 37,392                           | 74.8        | 58.0           |                             | 3             | 15,252                           | 30.5        | 79.0           |
|                             | 4             | 43,542                           | 87.1        | 67.5           |                             | 4             | 17,507                           | 35.0        | 90.7           |
|                             | 計<br>Total    | 131,446                          | 262.9       | 203.8          |                             | 計<br>Total    | 54,711                           | 109.4       | 283.4          |
|                             | 平均<br>Average | 32,862                           | 65.7        | 51.0           |                             | 平均<br>Average | 13,678                           | 28.4        | 70.9           |
| 軽秋区<br>Light-Fall           | 1             | 21,918                           | 43.8        | 37.8           | 重秋区<br>Heavy-Fall           | 1             | 7,308                            | 14.6        | 40.8           |
|                             | 2             | 30,480                           | 61.0        | 52.6           |                             | 2             | 16,740                           | 33.5        | 93.6           |
|                             | 3             | 38,240                           | 76.5        | 65.9           |                             | 3             | 13,356                           | 26.7        | 74.6           |
|                             | 4             | 44,320                           | 88.6        | 76.4           |                             | 4             | 18,040                           | 36.1        | 100.8          |
|                             | 計<br>Total    | 134,958                          | 269.9       | 232.7          |                             | 計<br>Total    | 55,444                           | 110.9       | 309.8          |
|                             | 平均<br>Average | 33,740                           | 67.5        | 58.2           |                             | 平均<br>Average | 13,861                           | 27.7        | 77.5           |

グレージングであつた。

軽度牧区は各牧区いずれも経過年次ごとに c. d. は上昇し、初年目に対して4年目は軽全区約3倍、軽春区4倍弱、軽夏区2倍、軽秋区2倍となつている。軽春区の倍率がやや高いのは、初年目の c. d. がとくに低いことによる。

重度牧区について 全季牧区では54~106 c. d. 計356 c. d. 平均89 c. d., 重春区では13~34 c. d. 計107 c. d. 平均27 c. d., 重夏区では12~35 c. d. 計109 c. d. 平均28 c. d., 重秋区では15~36 c. d. 計111 c. d. 平均28 c. d. となつており、季節放牧の3区はほぼ同程度にグレージングされている。またいずれも初年目が少なく、これは飼料植物の生産を考えれば順当な結果といえるが、3年目も少ない傾向がみられた。これは2年目の草生を考慮して、3年目は頭数のコントロールを行なつたことに起因する。

軽度牧区と重度牧区の比較 軽度牧区では年々 c. d. が順調に上昇し、季節放牧の3区は軽秋と軽夏の2区が軽春より上まわつてゐるが、ほぼ同様のグレージングがなされた。これに対し重度牧区では2~4年の間の c. d. はさほど上昇せず、3年目はむしろ下がる牧区もみられたことは、重度牧区が企画のように重度のグレージングがなされたことを裏づける一断面と考える。

c) ha あたり Cow-day

軽度牧区について 軽全区は20~62 c.d. で平均44 c.d. , 軽春区は16~63 c.d. で平均44 c.d. , 軽夏区は33~68 c.d. で平均51 c.d. , 軽秋区は38~76 c.d. で平均58 c.d. となっている。全季牧区と春牧区は同程度のグレージングがなされ、夏牧区と秋牧区はこれよりやや多く、夏牧区は前2区にくらべ7 c.d. , 秋牧区は夏牧区にくらべさらに7 c.d. 多くなっている。

重度牧区について 重全区は45~89 c.d. 平均75 c.d. , 重春区は31~84 c.d. 平均66 c.d. , 重夏区30~91 c.d. 平均71 c.d. , 重秋区41~101 c.d. 平均78 c.d. となっている。各牧区とも3年目のc.d. は一様に下がったが、これについては前に述べた。春放牧が各年次とも一般に最低を示し、4年間の平均をみて下位から重春、重夏、重全の順位となり各区の差は3~5 c.d. である。

軽度牧区と重度牧区の比較 軽全の44 c.d. に対し重全は75 c.d. , 春牧区は同様44対66 c.d. , 夏牧区は51対71 c.d. , 秋牧区は58対78 c.d. といずれも企画どおり重度牧区は重度のグレージングが行なわれた。すなわち重度牧区は軽度に比し、全季で1.7倍、春で1.5倍、夏で1.4倍、秋で1.3倍となっている。

つぎに年次別にみれば、初年目には軽度の平均27に対し重度は36で接近していたが、2年目は重度は軽度の2倍で非常に重いグレージングとなり、したがって3年目の低下をみることになった。

つぎに、次章以降に述べようとする、放牧に対する植生および林木の反応についての成績の理解に便ならしめるため、各試験牧区の ha あたり c.d. および1日1頭あたり増体重量、ha あたり取得増体重量の4カ年の平均値を示すことにする。

|                | 軽全  | 軽春  | 軽夏  | 軽秋  | 重全  | 重春  | 重夏  | 重秋  |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cow-day / ha   | 44  | 44  | 51  | 58  | 75  | 66  | 71  | 78  |
| 1日1頭あたり増体重量 g  | 775 | 937 | 485 | 635 | 276 | 272 | 400 | 372 |
| 取得増体重量 / ha kg | 49  | 54  | 31  | 44  | 35  | 34  | 47  | 49  |

## 2. 放牧に対する植生の反応

### 1) 植物種について

#### A. 構成植物の種数

本試験地に総数約225種の植物が出現している。そして草本類が約148種、木本類が約77種を占めている。さらにこれを細分すれば、草本類のうちイネ科草類が約19種、双子葉草類が約94種、単子葉草類（イネ科を除く）が約35種（シダ類3種を含む）となり、木本類では低木類が42種、高木類が35種となっている。

これらの植物の各試験牧区の配分状況をコードラート調査の結果からみれば、多い牧区では80~90種、少ない牧区で30~40種であるが、一般に50~70種の植物が出現している。そして各牧区とも双子葉草類が主体となり半数前後を占めており、これについて木本の種類が多い。

放牧による影響を知るため、年次による種数の変化をみると、各牧区とも一様に2年目は増加するが、3年目は増加する区と減少する区があり一定でない。しかしこれは問題になるような増減のしかたではない。したがって年次による種数の増減については、禁牧区も同様の経過をたどっていることからしても、とくに放牧による影響といえるものがないようであった。

## B. 構成植物名

220余種の植物の中から、とくにこの放牧地を特徴づける植物をぬきだし、記載するとつぎのようである(付表参照)。

イネ科草類 長草類ではススキ、サイトウガヤなどが放牧開始から終了まで常在し、短草類ではヤマカモジグサ、ヒメノガリヤス、ネズミガヤ、ヌカボ、シバなどが同様であつた。

キク科草類 ニガナ、アキノキリンソウ、ヒヨドリバナ、シラヤマギク、ノブキ、フキその他の草類が出現し、消長はあつたがこれらキク科草本類は比較的安定していた。

双子葉雑草類(除キク科) 種数が非常に多いが、タチツボスミレ、ノチドメ、オトギリソウ、オカトラノオ、ウツボグサなどが代表的な草種としてあげられよう。

単子葉雑草類 マイヅルソウ、チゴユリ、スズラン、ヒメスゲ、ミヤマカンسゲ、ヒカゲスゲなどがあげられる。

低木類 コマユミ、ツルウメモドキ、タニウツギ、ツタウルシなどがあげられる。

高木類 ミズナラ、イタヤカエデ、ウリハダカエデ、ミズキなどがあげられる。

以上の各種をはじめその他多数の種類が、放牧期間中の常在種としてあげられ、ここに種名を記したものはその代表的なものである。

## C. 侵入種(invader)について

放牧によつて植生は何らかの反応を示し、その構成に変化を与えるが、その一つに「侵入種の安定」があげられる。本試験地においても侵入する植物は認められた。すなわちメヒシバ、ヒメジョオン、ヒメムカシヨモギ、オニノゲシ、イヌタデなどがこれらの代表種としてあげられる。しかしこれらの植物の植生構成上の位置はきわめて低く、いわゆる安定した invader としての役割は果たしていそうに思われない。したがつて本試験の4年間の結果では、とくに侵入種によるコンデションの変動はみられなかつた。

## 2) 頻度について

各試験牧区において頻度が高く、構成上の役割の大きい主要草種をとりあげてみた。これらの植物の中には全試験牧区共通に出現するものもあるし、またある牧区だけの主要草種も含まれている。そしてこれらの植物の放牧初年目のF(出現したコードラート数/全コードラート数×100(%))とf(出現したサブプロット数/全プロット数×100(%))(前記調査方法参照)に対する4年目の変化の状態について述べる(第11表)。

## A. F の変化

イネ科草類 イネ科草類ではヤマカモジグサ、ヒメノガリヤス、ヌカボ、トボンガラが主要草種としてあげられる。これらの草類のFの変化はつぎのようである。

ヤマカモジグサは頻度率は60%内外であるが、軽春、軽秋、重春、禁牧区ではF順位第1位であり、軽全区ではヒメノガリヤスと同率で第1位を占め、とくに重春区100%、軽秋区83%で高い出現度を示している。4年目にはいずれも同率または以上に高くなり、軽全区では同様1位、軽春区も同様で100%となり、軽夏区ではやや高くなつて1位、軽秋区と重春区は同率で1位、重夏区も83%で1位、重秋区は高くなつたがさらに上昇率の高い他のイネ科草におさえられて3位、禁牧区は89%で1位となり、逆に低くなつたのは重全区だけであつた。

ヒメノガリヤスは軽全区では前種と同率で1位を占めその他軽夏区、重全区の1位を占める草類であつ

第11表 主要草種のFとfの推移  
Table 11. Trends in frequency of abundant spp.

| Mark | Plant spp.       | 軽 全 区<br>Light-All season |      |                 |      | 軽 春 区<br>Light-Spring |      |      |      | 軽 夏 区<br>Light-Summer |      |      |      | 軽 秋 区<br>Light-Fall |      |      |      |
|------|------------------|---------------------------|------|-----------------|------|-----------------------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|
|      |                  | F <sup>1)</sup>           |      | f <sup>2)</sup> |      | F                     |      | f    |      | F                     |      | f    |      | F                   |      | f    |      |
|      |                  | 1 st                      | 4 th | 1 st            | 4 th | 1 st                  | 4 th | 1 st | 4 th | 1 st                  | 4 th | 1 st | 4 th | 1 st                | 4 th | 1 st | 4 th |
| Tg   | 1 サ イ ト ウ ガ ヤ    |                           |      |                 |      | 29                    | 29   | 5    | 5    |                       |      |      |      | 17                  | 33   | 2    | 5    |
| Sg   | 2 ヤ マ カ モ ジ グ サ  | 56                        | 72   | 16              | 50   | 71                    | 100  | 20   | 39   | 50                    | 57   | 27   | 56   | 83                  | 83   | 33   | 49   |
| ク    | 4 ト ボ シ ガ ラ      | 11                        | 61   | 1               | 6    | 14                    | 71   | 1    | 25   |                       |      |      |      |                     |      |      |      |
| ク    | 1 ス カ ガ ボ        | 11                        | 50   | 3               | 18   |                       |      |      |      | 33                    | 14   | 1    | 14   |                     |      |      |      |
| ク    | 3 ヒ メ ノ ガ リ ヤ ス  | 56                        | 50   | 19              | 18   | 29                    | 29   | 16   | 23   | 67                    | 43   | 30   | 36   | 33                  | 0    | 1    | 0    |
| Gj   | 6 ヒ メ ス ゲ        | 56                        | 44   | 22              | 28   |                       |      |      |      |                       |      |      |      | 1                   |      |      |      |
| ク    | 5 ミ ヤ カ ン ス ゲ    | 39                        | 50   | 18              | 36   | 71                    | 86   | 28   | 19   | 33                    | 71   | 19   | 34   | 50                  | 100  | 40   | 48   |
| Dh   | 15 ヒ カ ゲ ス ゲ     |                           |      |                 |      | 29                    | 71   | 7    | 25   |                       |      |      |      |                     |      |      |      |
| ク    | 3 ウ マ ノ ミ ツ バ    |                           |      |                 |      | 71                    | 57   | 17   | 3    |                       |      |      |      | 67                  | 100  | 19   | 28   |
| ク    | 3 ヤ マ ム グ ラ      |                           |      |                 |      | 71                    | 57   | 13   | 4    |                       |      |      |      |                     |      |      |      |
| ク    | 14 ウ ツ ボ グ サ     |                           |      |                 |      |                       |      |      |      | 0                     | 57   | 0    | 19   | 17                  | 33   | 5    | 12   |
| ク    | 6 ニ ガ ナ          | 67                        | 78   | 34              | 41   | 71                    | 86   | 19   | 27   | 83                    | 100  | 45   | 58   | 67                  | 67   | 7    | 17   |
| ク    | 17 タ チ ツ ボ ス ミ   | 39                        | 78   | 8               | 28   | 71                    | 71   | 10   | 20   | 50                    | 71   | 5    | 29   | 17                  | 67   | 5    | 11   |
| ク    | 8 オ カ ト ラ ノ      | 33                        | 50   | 4               | 8    |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |
| ク    | 9 コ ナ ス          | 28                        | 39   | 2               | 8    |                       |      |      |      | 33                    | 57   | 1    | 17   |                     |      |      |      |
| ク    | 5 オ ト ギ リ ソ ウ    | 22                        | 61   | 1               | 6    |                       |      |      |      |                       |      |      |      | 17                  | 50   | 2    | 6    |
| ク    | 16 ア キ ノ キ リ ン ソ |                           |      |                 |      |                       |      |      |      | 67                    | 43   | 7    | 5    |                     |      |      |      |
| ク    | 4 ノ チ ド メ        |                           |      |                 |      |                       |      |      |      | 0                     | 43   | 0    | 12   |                     |      |      |      |
| Mh   | 2 チ ゴ ユ リ        | 39                        | 28   | 6               | 9    | 29                    | 43   | 3    | 6    |                       |      |      |      |                     |      |      |      |
| ク    | 3 マ イ ズ ル ソ ウ    |                           |      |                 |      | 29                    | 29   | 9    | 7    |                       |      |      |      |                     |      |      |      |
| V    | 2 ツ タ ウ ル シ      |                           |      |                 |      | 14                    | 14   | 5    | 6    |                       |      |      |      | 83                  | 83   | 7    | 17   |
| T    | 1 イ タ ヤ カ エ      | 33                        | 22   | 2               | 1    |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |
| ク    | 3 ミ ズ ナ          | 17                        | 39   | 1               | 2    |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |
| ク    | 4 ミ ズ ナ          | 50                        | 44   | 3               | 3    | 43                    | 43   | 3    | 3    | 67                    | 43   | 7    | 5    | 60                  | 50   | 5    | 4    |
| S    | 1 コ マ ユ ミ        | 33                        | 33   | 2               | 2    |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |
| V    | 1 ツ ル ウ メ モ ド キ  | 72                        | 72   | 9               | 6    | 43                    | 57   | 5    | 7    | 50                    | 57   | 4    | 7    |                     |      |      |      |
| S    | 2 タ ニ ウ ツ        |                           |      |                 |      |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |

| Mark                    | Plant spp. | 重 全 区<br>Heavy-All season |      |      |      | 重 春 区<br>Heavy-Spring |      |      |      | 重 夏 区<br>Heavy-Summer |      |      |      | 重 秋 区<br>Heavy-Fall |      |      |      | 禁 牧 区<br>Exclosure |      |      |      |    |    |
|-------------------------|------------|---------------------------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|-----------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|--------------------|------|------|------|----|----|
|                         |            | F                         |      | f    |      | F                     |      | f    |      | F                     |      | f    |      | F                   |      | f    |      | F                  |      | f    |      |    |    |
|                         |            | 1 st                      | 4 th | 1 st | 4 th | 1 st                  | 4 th | 1 st | 4 th | 1 st                  | 4 th | 1 st | 4 th | 1 st                | 4 th | 1 st | 4 th | 1 st               | 4 th | 1 st | 4 th |    |    |
| Tg<br>ク<br>Sg<br>ク<br>ク | 2          | ス                         | ス    | キ    | 50   | 50                    | 4    | 3    |      |                       |      |      |      |                     | 33   | 50   | 2    | 7                  | 33   | 39   | 2    | 8  |    |
|                         | 1          | サ                         | イ    | ウ    |      |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    | 6    | 17   | +    | 1  |    |
|                         | 2          | ヤマ                        | カ    | モ    | 57   | 36                    | 10   | 4    | 100  | 100                   | 45   | 62   | 50   | 83                  | 13   | 21   | 17   | 50                 | 17   | 41   | 61   | 89 |    |
|                         | 1          | ヌ                         | カ    | ボ    | 43   | 93                    | 7    | 22   | 50   | 100                   | 5    | 47   | 67   | 100                 | 16   | 56   | 50   | 100                | 7    | 46   | 19   | 40 |    |
| Gl<br>ク<br>ク<br>Dh<br>ク | 3          | ヒ                         | メ    | ガ    | 71   | 57                    | 27   | 18   | 67   | 43                    | 30   | 36   | 50   | 17                  | 12   | 3    | 17   | 67                 | 1    | 27   | 39   | 44 |    |
|                         |            |                           | ノ    | リ    |      |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      |      | 8    | 22 |    |
|                         | 6          | ヒ                         | メ    | ス    | 79   | 79                    | 23   | 15   | 100  | 100                   | 47   | 53   | 83   | 100                 | 33   | 45   | 100  | 100                | 42   | 47   | 44   | 44 |    |
|                         | 5          | ミ                         | ヤ    | カ    |      |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      |      | 78   | 56 |    |
| Dh<br>ク<br>ク<br>ク<br>ク  | 3          | ヒ                         | カ    | ス    | 50   | 29                    | 4    | 2    |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      |      |      |    |    |
|                         | 1          | ノ                         | コ    | ン    |      |                       |      |      | 17   | 50                    | 11   | 14   |      |                     |      |      |      |                    |      |      |      |    |    |
|                         | 14         | ウ                         | ツ    | ボ    | 36   | 29                    | 2    | 8    |      |                       |      |      |      |                     |      |      | 17   | 50                 | 1    | 8    | 11   | 22 |    |
|                         |            |                           |      | グ    |      |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      |      | 1    | 4  |    |
| ク<br>ク<br>ク<br>ク<br>ク   | 6          | ニ                         | ガ    | ナ    | 100  | 100                   | 62   | 57   | 100  | 100                   | 57   | 61   | 83   | 100                 | 79   | 61   | 83   | 100                | 60   | 67   | 83   | 89 |    |
|                         | 17         | タ                         | ツ    | ス    | 36   | 93                    | 4    | 29   | 17   | 67                    | 1    | 8    | 50   | 50                  | 3    | 3    | 17   | 83                 | 1    | 15   | 17   | 56 |    |
|                         | 8          | オ                         | カ    | ラ    | 36   | 14                    | 2    | 1    |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      | 33   | 56   | 41 | 24 |
|                         | 5          | オ                         | ト    | リ    | 14   | 64                    | 1    | 7    | 0    | 83                    | 0    | 5    | 33   | 50                  | 2    | 6    | 33   | 83                 | 3    | 11   |      |    |    |
| ク<br>ク<br>ク<br>Mh       | 16         | ア                         | キ    | ン    | 36   | 14                    | 3    | 1    |      |                       |      |      | 50   | 33                  | 5    | 8    |      |                    |      |      | 7    | 18 |    |
|                         |            |                           | ノ    | ソ    |      |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      |      |      |    |    |
|                         | 7          | セ                         | ン    | ボ    | 43   | 14                    | 11   | 1    |      |                       |      |      |      |                     |      |      | 17   | 33                 | 1    | 10   |      |    |    |
|                         | 2          | トリ                        | ア    | シ    | 36   | 43                    | 7    | 3    | 67   | 50                    | 7    | 6    |      |                     |      |      |      |                    |      |      |      |    |    |
| ク<br>ク<br>ク<br>Mh       | 4          | ノ                         | チ    | ド    | 14   | 36                    | 2    | 13   | 0    | 50                    | 0    | 15   | 17   | 67                  | 1    | 32   | 17   | 33                 | 1    | 19   |      |    |    |
|                         | 13         | ミ                         | ツ    | バ    | 14   | 36                    | 3    | 1    |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      |      |      |    |    |
|                         | 3          | マ                         | イ    | ズ    | 36   | 29                    | 9    | 12   | 67   | 67                    | 23   | 32   | 50   | 17                  | 21   | 9    | 17   | 50                 | 8    | 13   |      |    |    |
|                         |            |                           | ル    | ソ    |      |                       |      |      |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      |      |      |    |    |
| T<br>V<br>V<br>V<br>S   | 2          | ウ                         | リ    | ハ    | 29   | 43                    | 5    | 5    |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      |      |      |    |    |
|                         | 2          | ツ                         | タ    | ウ    | 64   | 29                    | 7    | 1    |      |                       |      |      |      |                     |      |      |      |                    |      |      |      |    |    |
|                         | 4          | ミ                         | ズ    | ナ    | 29   | 50                    | 4    | 3    | 50   | 17                    | 2    | 1    | 50   | 17                  | 5    | 1    |      |                    |      |      |      |    |    |
|                         | 1          | ツ                         | ル    | ウ    |      |                       |      |      | 50   | 0                     | 7    | 0    | 83   | 17                  | 13   | 1    | 50   | 67                 | 2    | 17   | 61   | 11 |    |
| S                       | 2          | タ                         | ニ    | メ    | 7    | 64                    | 1    | 10   |      |                       |      |      | 0    | 33                  | 0    | 9    |      |                    |      |      | 10   | +  |    |

- 1) F No. of plots in which the sp. founded / No. of total plot  $\times 100$  (%).
- 2) f Average of [No. of sud-plots in which the sp. founded /  $25 \times 100$  (%)]
- \*Each plot was divided into 25 sub-plots.

たが、ほとんどの牧区はFが低くなり、4年目にF 1位の牧区はなくなった。しかし放牧をしなかつた禁牧区と重牧区だけは上昇している。

スカボは重夏と重牧区ではそれぞれ67%と50%で1位であつたがいずれも4年目には100%になり順位は動かない。

トボンガラは軽全と軽春区では初年目11~14%であつたが、4年目には61~71%と非常に出現割合が高くなつた。

以上のようにイネ科草類ではヤマカモジグサが出現の度合いが高くなり、これは放牧を行なわない区においても同様であつたが、ヒメノガリヤスは禁牧区重牧区をのぞいて、いずれも出現割合が低くなつた。とくに重度牧区の特徴として、これらの草類のFがいずれも高くなり、非常に濃密な分布を示すようになったことである。

スゲ類 ミヤマカンスゲは軽度牧区と禁牧区に出現しているが、禁牧区では低下しているけれども、放牧区では上昇し、軽夏と軽秋の2区は約2倍に高まつており、放牧との関係がありそうに思える。

ヒメスゲは重度牧区と禁牧区に出現し、いずれの牧区も禁牧区と同様にFの変化が少なく、放牧との関係は浅いようにみられた。

その他の植物について ニガナは全牧区に出現しており、きわめて広く分布している。4年目の状況は禁牧区ではわずかに高くなつたがほとんど変化なく、軽度牧区もほぼ同様の傾向のようであるが、重度牧区では初年目から100%の2区(重全、重春)はもちろん、他の2区(重夏、重秋)も100%となり、各牧区満度に出現している。

タチツボスミレも全牧区に出現しており、禁牧区をはじめ各区とも4年目には初年目と同率または高くなっている。

オトギリソウは重度牧区の出現度が高く、いずれも4年目には非常に高率を示した。

以上の各草類のほか、各牧区でのFの変化はつぎのようである。

軽全区 オカトラノオ、コナスビが若干高率となつたが大きい変化はみられない。

軽春区 チゴユリ、ツルウメモドキがわずかに上昇した程度である。

軽夏区 ノチドメ、コナスビ、ウツボグサなどが上昇し、アキノキリンソウ、ミズナラなどは低下した。

軽秋区 オトギリソウ、ウツボグサ、ウマノミツバなどが上昇し、スズランが低下した。

重全区 ノチドメ、ミツバツチグリ、タニウツギなどが上昇し、アキノキリンソウ、センボンヤリ、ウツボグサ、マイズルソウなどが減少し、変化が激しい。

重春区 ノチドメが高率となり、ミズナラ、ツルウメモドキなどが非常に低下した。

重夏区 ノチドメ、タニウツギが上昇し、アキノキリンソウ、マイズルソウ、ミズナラ、ツルウメモドキなどが低下し、変化が大きかつた。

重秋区 ノチドメ、ウツボグサ、マイズルソウ、センボンヤリなどが上昇した。

禁牧区 ウツボグサ、オカトラノオなどが上昇し、ツルウメモドキが低下した。

各牧区の上昇または低下した植物のグレージングの上の価値を若干考えてみれば、多少例外はあるが、軽度牧区では大きな変化はみられないようであるが、重度牧区は嗜好に合わないまたは採食できない(草の生育型により)植物のFが高まり、これと反対の植物のFが低下する傾向が一般的にみられるようであ

る。

#### B. $f$ の変化

ここでは $F$ と $f$ の関係だけにしぼって述べることにする。 $F$ と $f$ は普通は平行に動くことが多いのであるが、つぎのような場合が考えられ、また存在した。

a.  $F$ が下降し、 $f$ が上昇する場合。つまり、設定したコードラート数を単位とすれば出現する度合いが低くなつたけれども、 $1\text{ m}^2$ のコードラートをさらに一定数に分割したサブプロットを単位とすれば、高い出現度を示すという場合で、その種が全体的にはうすくなつたが、局部的に濃密になつたことをあらわす（A型とよぶ）。

b.  $F$ が上昇し、 $f$ が低下する場合。前とは反対の場合で、出現コードラート数は多くなつたが、サブプロットの出現率は低下したことになり、その種が広く分布するがうすいことをあらわす（B型とよぶ）。

c.  $F$ が変化せず、 $f$ が上昇する場合。つまり出現コードラート数は変わらないが、サブプロットの出現度合いが上昇したことになり、A型と似ているが、全体の分布は変わらず局部的に濃密になつたことをあらわす（C型とよぶ）。

d.  $F$ が変化せず、 $f$ が低下する場合。前と反対の場合で、全体の分布は変わらないが、うすくなつたことをあらわす。本試験においても若干この例がみられたが、事例が少ないので省略する。

以上のA, B, C型について各試験牧区ごとの状況をみれば、つぎのようである。

軽全区 A型がヒメスゲとチゴユリにみられるだけで、一般にこのような型が少ない。

軽春区 B型がミヤマカンズゲ、C型がヒメノガリヤスとタチツボスミレにみられるだけである。

軽夏区 A型がヌカボ、ヒメノガリヤスにみられる。

軽秋区 C型がヤマカモジグサ、ニガナ、ツタウルシにみられる。

重全区 まずA型がウツボグサとマイズルソウに、B型がトリアシショウマ、ミツバツチグリ、ミズナラに、C型がススキ、ヒメスゲ、ニガナにみられ、各型が種々の草類にみられ、変化が非常に大きい。

重春区 A型がヒメノガリヤス、C型がヤマカモジグサ、ヒメスゲ、ニガナ、マイズルソウにみられ、重全区について変化が多い。

重夏区 A型がアキノキリンソウ、B型がニガナにみられる程度である。

重秋区 C型がヒメスゲにみられるだけである。

禁牧区 わずかにB型がニガナにみられるのみである。

### 3) 密度について

#### A. 本数の推移

本数の推移については、総本数にまとめた場合、これをグループに区分した場合、また主要構成種を単位とした場合の3つの面から述べることにする。

##### a) 総本数

各牧区に設定した所定の箇数の固定コードラートの平均により、 $1\text{ m}^2$ あたりの全植物の本数について、放牧初年目と4年目をとりあげ、推移の状況を観察してみる（第12表）。

単位面積に生育する植物の本数は圧倒的に増加の方向をたどり、これは放牧をしない区においても同様である。このことは普通の原野放牧地と異なり、本試験地は広葉樹天然生林の皆伐跡地で、しかも伐採翌年から試験に供しているため、伐採後の林地植生の推移が一般にこのような種の増加とともに密度も濃密

第 12 表 各グループの本数密度 (N) と相対密度 (%)  
Table 12. Density (No./m<sup>2</sup>) and percentage composition of density of plants grouped.

|        |                |  | 軽 全 区            |                      |       |      | 軽 春 区        |      |       |      | 軽 夏 区        |      |       |      | 軽 秋 区      |      |      |      | 禁 牧 区     |      |      |      |
|--------|----------------|--|------------------|----------------------|-------|------|--------------|------|-------|------|--------------|------|-------|------|------------|------|------|------|-----------|------|------|------|
|        |                |  | Light-All season |                      |       |      | Light-Spring |      |       |      | Light-Summer |      |       |      | Light-Fall |      |      |      | Exclosure |      |      |      |
|        |                |  | 1 st             | 4 th                 | 1 st  | 4 th | 1 st         | 4 th | 1 st  | 4 th | 1 st         | 4 th | 1 st  | 4 th | 1 st       | 4 th | 1 st | 4 th | 1 st      | 4 th | 1 st | 4 th |
|        |                |  | 本数 (N)           | No./m <sup>2</sup> % | (N)   | %    | (N)          | %    | (N)   | %    | (N)          | %    | (N)   | %    | (N)        | %    | (N)  | %    | (N)       | %    | (N)  | %    |
| 長 草 類  | Tall grasses   |  | 4                | 2                    | 8     | 1    | 20           | 5    | 33    | 2    | 10           | 3    | 15    | +    | 18         | 5    | 7    | 1    | 4         | 2    | 45   | 5    |
| 短 草 類  | Short grasses  |  | 66               | 28                   | 787   | 50   | 106          | 25   | 1,068 | 60   | 203          | 55   | 1,238 | 75   | 121        | 35   | 231  | 31   | 57        | 26   | 520  | 53   |
| ササゲ類   | Bamboo grasses |  | 2                | 1                    | 7     | +    |              |      | 7     | 1    |              |      |       |      |            |      |      |      | 1         | +    | 7    | 1    |
| スゲ類    | Sedges         |  | 101              | 43                   | 601   | 39   | 92           | 22   | 495   | 28   | 96           | 26   | 177   | 11   | 139        | 40   | 401  | 53   | 108       | 50   | 315  | 32   |
| 双子葉雑草類 | Forbs 2*       |  | 40               | 17                   | 126   | 8    | 185          | 43   | 132   | 7    | 39           | 10   | 193   | 12   | 48         | 14   | 92   | 12   | 30        | 14   | 67   | 7    |
| 単子葉雑草類 | Forbs 1*       |  | 10               | 4                    | 19    | 1    | 10           | 2    | 26    | 1    | 19           | 5    | 29    | 2    | 14         | 4    | 2    | +    | 6         | 3    | 10   | 1    |
| シダ類    | Fernes         |  |                  |                      | +     | +    |              |      | +     | +    |              |      |       |      |            |      | 1    | +    | +         | +    | +    | +    |
| 高木類    | Trees          |  | 5                | 2                    | 5     | +    | 2            | +    | 2     | +    | 3            | 1    | 3     | +    | 3          | +    | 5    | 1    | 4         | 2    | 4    | +    |
| 低木類    | Shrubs         |  | 7                | 3                    | 8     | 1    | 11           | 3    | 9     | 1    | 2            | +    | 4     | +    | 7          | 2    | 14   | 2    | 7         | 3    | 6    | 1    |
| 計      | Total          |  | 235              | 100                  | 1,561 | 100  | 426          | 100  | 1,772 | 100  | 372          | 100  | 1,659 | 100  | 350        | 100  | 753  | 100  | 217       | 100  | 974  | 100  |

|        |                |  | 重 全 区            |      |       |      | 重 春 区        |      |       |      | 重 夏 区        |      |       |      | 重 秋 区      |      |      |      |
|--------|----------------|--|------------------|------|-------|------|--------------|------|-------|------|--------------|------|-------|------|------------|------|------|------|
|        |                |  | Heavy-All season |      |       |      | Heavy-Spring |      |       |      | Heavy-Summer |      |       |      | Heavy-Fall |      |      |      |
|        |                |  | 1 st             | 4 th | 1 st  | 4 th | 1 st         | 4 th | 1 st  | 4 th | 1 st         | 4 th | 1 st  | 4 th | 1 st       | 4 th | 1 st | 4 th |
|        |                |  | (N)              | %    | (N)   | %    | (N)          | %    | (N)   | %    | (N)          | %    | (N)   | %    | (N)        | %    | (N)  | %    |
| 長 草 類  | Tall grasses   |  | 9                | 4    | 7     | 1    | 3            | 1    | 54    | 2    | 3            | 1    | 36    | 2    | 5          | 2    | 22   | 1    |
| 短 草 類  | Short grasses  |  | 86               | 41   | 587   | 51   | 90           | 36   | 1,187 | 45   | 56           | 25   | 916   | 59   | 91         | 42   | 1494 | 77   |
| ササゲ類   | Bamboo grasses |  |                  |      |       |      |              |      |       |      |              |      |       |      | 1          | +    |      |      |
| スゲ類    | Sedges         |  | 40               | 19   | 289   | 25   | 101          | 41   | 1,142 | 43   | 84           | 38   | 392   | 25   | 70         | 32   | 308  | 16   |
| 双子葉雑草類 | Forbs 2        |  | 58               | 28   | 229   | 20   | 36           | 15   | 216   | 8    | 60           | 27   | 206   | 13   | 44         | 20   | 110  | 6    |
| 単子葉雑草類 | Forbs 1        |  | 10               | 5    | 16    | 1    | 13           | 5    | 49    | 2    | 11           | 5    | 6     | 1    | 3          | 2    | 5    | +    |
| シダ類    | Fernes         |  | +                | +    | 5     | +    |              |      |       |      | 1            | +    | 1     | +    |            |      | 2    | +    |
| 高木類    | Trees          |  | 4                | 1    | 7     | 1    | 1            | +    | 1     | +    | 4            | 2    | 1     | +    | 2          | 1    | 5    | +    |
| 低木類    | Shrubs         |  | 5                | 2    | 7     | 1    | 4            | 2    |       |      | 5            | 2    | 3     | +    | 2          | 1    | 5    | +    |
| 計      | Total          |  | 212              | 100  | 1,147 | 100  | 248          | 100  | 2,649 | 100  | 224          | 100  | 1,561 | 100  | 218        | 100  | 1951 | 100  |

\* Forbs 2. ...Dicotyledonous forbs.  
Forbs 1. ...Monocotyledonous forbs.

になることが多いことにてらし、放牧を行わない禁牧区においてもこのような推移を示したことはうなずける。

放牧初年目の1  $m^2$  あたり総本数は、最少区で212本、最多区で426本を示していたが、一般に軽度牧区では約350本が平均となり、軽春区がこれより多く、軽全区が少ない。重度牧区では一様に200本台で212～248本を示しならされている。禁牧区は217本で重度牧区と同じく考えられる。

4年目の本数は最多区で2,649本を示し、大多数は1,000本以上となつた。すなわち軽度放牧では軽春区の1,772本をはじめ1,600本内外であるが、ただ軽秋区だけは753本で全牧区中もつとも少ない本数を示した。重度牧区では重春区の2,649本を最高に、重全区の1,147本、重夏区の1,561本、重秋区の1,951本となつている。禁牧区は974本で約1,000本の本数となつている。

初年目に対する4年目の増加率についてみれば、最高10.7倍、最低2.2倍となつており牧区による倍率の幅が広いようにみられる。すなわち軽度牧区では、軽全区が6.6倍、軽夏区4.5倍、軽春区4.2倍、軽秋区2.2倍となり、重度牧区では重春区10.7倍、重秋区9.3倍、重夏区7.0倍、重全区5.4倍となり、禁牧区は4.5倍となつている。まず禁牧区を標準にして軽度放牧と重度放牧の両強度をみると、標準に近い傾向を示す区として軽夏、軽春の2区があげられ、標準よりも高い増加率を示す区として重全、重春、重夏、重秋の各牧区に軽全区を加え5区となり、標準よりも低い増加率を示す区として軽秋の1区があげられる。すなわち、重度放牧は一様に放牧をしない場合に比べて密度が高くなり、軽度の放牧では全季放牧を除けば、放牧をしない区と同率または以下の増加の傾向がみられる。

同じ季節の放牧では全季では軽度放牧の方がやや高率ではあるが、他の3区（春、夏、秋牧区）ではいずれも重度放牧がはるかに高い増率を示している。

以上のように総本数は変化した、構成している植物の生育型などがこの推移の要因となり、とくにグレージングが加味されている場合はこのことが大きな影響を与える。したがってこれを解く手順として、つぎに全植物をグルーピングしてその内容にふれてみる。

#### b) グループ単位の場合

出現する全植物をつぎのようにグルーピングし、それぞれのグループごとの動向について述べる（第12表）。

イネ科草類は2グループとし、長草類、短草類とする。ササ類、スゲ類（カヤツリグサ科全部とイグサ科も含める）。双子葉雑草類。単子葉雑草類（前記の単子葉植物を除く）。シダ類。ツル類。低木類。高木類。

##### (i) 長草類（サイトウガヤ、ススキ、その他）

長草類は各牧区に出現してはいるが、密度はむしろ少ないグループに属する。軽度牧区で1  $m^2$  あたり4～20本、重度牧区で3～9本となつている。このように少ない標本数であるため放牧に対する動向を適確に捕えることは困難であるが、つぎのような傾向がみられるようである。

軽度放牧では増加率がきわめて低く、軽秋区ではむしろ若干減少している。また他の3区も2倍内外の低率であるが、重度放牧では重春区の17倍、重夏区の11倍、重秋区の7倍ときわめて高い倍率を示し、また重夏区は3年目が最高倍率であつたが春と秋区は1年ごとに上昇し4年目が最高となつている。ただ重全区だけが軽秋区と同様にむしろ低下している。

このような傾向を禁牧区とくらべてみれば、軽度牧区はいずれもこれより低く、重度放牧の春、夏牧区

は上回わり、秋と全区が低下している。前にも述べたように長草類は標本数が少ないので、結果を判断することは困難であるが、重度の季節放牧では長草類の本数が増加する傾向があるものとみられる。このことは長草型草地における刈り取りによる実験においても、ほぼ同様の結果がみられるので、本試験における結果もうなずける。

(ii) 短草類（ヤマカモジグサ、ヒメノガリヤス、ヌカボ、トボシガラその他）

短草類は主要構成グループとなっており、各区とも生育本数は非常に多い。すなわち初年目は  $1m^2$  あたり軽度牧区では春と秋の約100本が平均で、全季はこれより少なく、夏は多い。重度牧区では夏の約60本のぞけば他はいずれも約90本であつたが、各牧区（禁牧区も含めて）とも増加がきわめて顕著に行なわれ、最高16倍を示している。

すなわち軽度牧区では秋牧区を除けば6～12倍の増加となり、全季の12倍、春の10倍、夏の6倍となっているが、秋放牧だけはわずかに2倍にすぎない。また年次別にみれば春と夏はなお上昇中であり、全季は3年目の18倍をピークとして低下し、秋は横ばい状態である。重度牧区は例外なく急激に上昇し、4年目には夏と秋の約16倍、春の13倍、全季の7倍の順になる。年次別変化では春は上昇中であるが、全季は3年目をピークにして低下し、夏、秋も低下気味である。

禁牧区は約9倍の増加となつているが、これを8試験牧区と比較してみれば、重度牧区では全季だけでは他は一樣にこれより高率であり、軽度では全季と春が高率で、夏と秋は低率である。すなわち放牧の度合いが重い場合の季節放牧はいずれも短草類の密度が濃くなり、放牧が春～秋の間継続された場合は若干うすくなる。放牧の度合いが軽い場合は、春は放牧した区と非常に近い傾向を示し、夏以降は低く（したがって春から季節が進むにつれて低くなる）、春～秋の間の放牧は若干高率を示す。

(iii) スゲ類（ミヤマカンスゲ、ヒメスゲ、ヒカゲスゲその他）

スゲ類も短草類と同様に、本試験地では主要グループとなっており生育本数が多い。すなわち初年目は軽度牧区では100本内外であるが（軽秋区は139本でやや多い）重度牧区では全般に軽度より少数で重春だけが約100本であり、重夏は84、重秋70、重全40本となつている。禁牧区は軽度牧区と同様に108本であつたが、全牧区とも増加したことは短草類と同様であり、最大12倍を示している。

まず軽度区では2～6倍で、全季と春が約6倍、秋と夏が2、3倍となつている。また夏と秋は2年目、全季と春は3年目をピークとしており、とくに春の3年目には14倍を示した。このような4牧区の順位配列の状況は、短草類と非常に似ている。重度牧区では4～11倍で、春が11倍、全季7倍、夏と秋が4～5倍である。そして全季は漸次上昇しているが、他は2～3年目をピークとしており、春の3年目は18倍となつている。

禁牧区は3倍の増加率を示している（軽秋区と同じ）、これより低い増加率を示すのは軽夏区だけで、他はいずれも高率であり、重春区はとくに高く、他の重全、軽全、軽春、重夏、重秋の5区は順次に接近している。放牧の度合いが重い場合はスゲ類の増加がいちじるしく、軽い場合でも春の放牧や春～秋の全季節の放牧の場合はこのような傾向がある。夏や秋の放牧では、軽い場合はそれほど増加しないが、重い場合はやはりこれより上回る傾向がある。

(iv) ササ類（クマイザサ）

ササ類は局部的に出現し、軽全、軽春区にわずかに生育するにすぎない。両区とも増加しているが、標本数が少ないので省略する。

(v) 双子葉雑草類（ニガナ、タチツボスミレ、ノチドメ、オオバコ、オオヤマフスマ、ウツボグサその他）

短草、スゲ類について密度の高いグループである。初年目は一般に  $1m^2$ あたり 40～50 本の生育本数をみた。すなわち軽度牧区では春を除いて 40 本内外であるが、軽春区は 185 本で 1 区だけとくに多くなっている。重度牧区でも 40 本内外であるが重全区が 58 本となつている。禁牧区は 30 本で他にくらべると若干少ない。4 年目には軽春区はほとんど変化がないが他は高率となつている。しかし最高でも 6 倍程度にとどまつている。

まず軽度牧区では、夏が 5 倍、全季が 3 倍、秋が 2 倍となり、春はやや減少しているがまず変化がない。重度牧区では春が 6 倍、全季が 4 倍、夏が 3 倍、秋が 2 倍となり、全体に高率を示している。一般に年次ごとに上昇しており、まだピークに達していないようであるが、軽秋、重秋、軽春、禁牧区などは横ばい状態を示しているようである。

禁牧区よりも高い増加率をみたものは重春、軽夏、重全、重夏、軽全、重秋の順で、軽秋、軽春は低かつた。放牧の度合いが強い場合は一般に双子葉雑草類の密度が高くなるようで、軽い放牧では夏放牧を除けば若干の増加をみるにすぎない。また秋放牧に対しては、両強度とも反応が少ないように見受けられた。

(vi) 単子葉雑草類（チゴニリ、マイズルソウその他）

各牧区に生育するが、一般に密度は低く 10～20 本をみるにすぎない。すなわち軽度牧区では夏の 19 本が最も多いが他は 10～14 本で、重度牧区では秋の 3 本を除けば 10～13 本で、禁牧区は 6 本を数える。4 年目には軽秋区と重夏区を除けば一様に増加し、約 2 倍ぐらゐの増加となつているが、標本数が非常に少ないので判定できない。

(vii) シダ類

きわめて標本数が少ないので省略する。

(viii) 高木類（イタヤカエデ、ウリハダカエデ、ミズキその他）

各牧区とも標本数が 2～4 本程度できわめて少ないので、放牧の影響について知り得ない。

(ix) 低木、つる類（コマユミ、クサギ、タニウツギ、ツルウメモドキその他）

高木類と同様に少ない標本数でよく知り得ない。しかし高木類も含めて一般に、春放牧は若干の減少を招き、夏、秋と進むにつれてやや増加の傾向がみられる。

以上は各グループの各牧区の変化の概要であるが、つぎに、各牧区の中で各グループがどのように推移したかについて略記する（第 7 図）。

軽全区 短草類の増加がとくに顕著で 12 倍となり、ついでスゲ類の 6 倍、長草と雑草類はあまり増加しない。そして短草とスゲ類は 3 年目をピークとして下降してきている。

軽春区 同様に短草類が 10 倍で 1 位、スゲ類が 2 位で 5 倍の増加率となり、長草と雑草類は変化が少ない。したがって軽全区とはほぼ同傾向でやや倍率が低い状態であるが、短草類は上昇中なのが異なる。

軽夏区 変化が大分少なくなり、短草類が 1 位であるが 6 倍、スゲと長草類は 2 倍にたらず、ただ雑草類が 5 倍で短草類についている。そして短草と雑草は徐々に上昇中でスゲと長草類は下降し停滞してしまった。

軽秋区 さらに変化に乏しい状態を呈し、各グループとも 3 倍以内でほとんど動かない。増加率の順位としてはスゲ、短草と雑草類の順であるが、いずれもきわめて低い増加率で横ばい状態である。

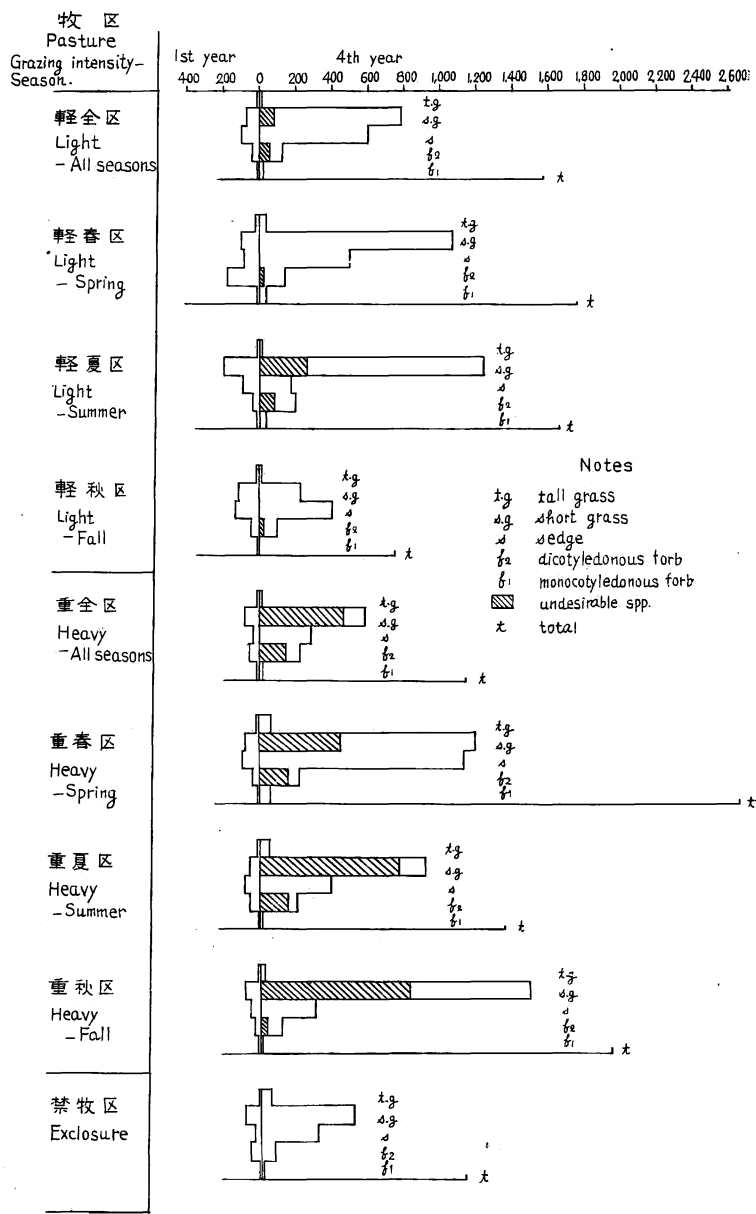
第7図 各グループの本数密度の推移 (本/1m<sup>2</sup>)

Fig. 7 Trends in density (No./1m<sup>2</sup>) of the herbaceous vegetations on each pasture and exclosure.

重全区 短草とスゲ類がいずれも6倍となつて、この牧区での最高の増加率を示すが、短草類は3年目から下降し始め、スゲ類は上昇中である。雑草類は3倍、長草類は変わらない。

重春区 長草類が16倍となつて増加率では1位であり、ついで14倍の短草類、10倍のスゲ類、5倍の雑草類と、この区の動きは激しいようである。そしてスゲ類を除けば各グループはいずれも上昇中である。ただ長草類は、本数は少ないが、このような倍率となつた。

重夏区 この区は前区同様変化が激しい。短草類が16倍、長草類10倍で増加率が高く、スゲ類は4倍、雑草類は2倍となつている。そして短草、長草類は下降し始め、スゲ類は横ばいを続けている。

重秋区 短草類が16倍で最高の倍率を示し、長草類6倍、スゲ類3倍、雑草類2倍となっており、短草類の増加が激しかった。

禁牧区 短草類が9倍、スゲ類が3倍、雑草類が2倍で、変化が比較的順調な形となっており、短草類、スゲ類は漸次低下し、雑草類は横ばいとなつている。長草類は10倍となつているが、本数は少ない。

#### c) 種単位の場合

以上は各グループの推移について、放牧開始年と終了年をとりあげ、各試験牧区の状況を述べたものであるが、つぎに各グループを構成する主要草種をとりあげ、その変化の状況について述べる（第13表）。

軽全区 短草類ではヤマカモジグサ、ヒメノガリヤスが主であるがいずれも増加し、とくにヤマカモジグサは16倍になり非常に増加した。スゲ類ではミヤマカンスゲとヒメスゲがおもであり、両種とも6倍に増加した。

雑草類ではニガナがおもであるが、増加率はきわめて低かった。このように軽全区ではヤマカモジグサの増加が顕著で、その他は大きな変化がないが、スカボやタチツボスミレなどが、当初少なかつただけに増加率は高くなつている。

軽春区 ヤマカモジグサが9倍、ヒメノガリヤス6倍、ミヤマカンスゲ5倍となっており、軽全区を一樣に小型にしたような形となつている。ただトボシガラが当初ごく少数であつたのが非常に増加している。またニガナはかえつて減少している。

軽夏区 ヤマカモジグサ4倍、ヒメノガリヤス6倍、ミヤマカンスゲ5倍となっており、軽春区をさらに小さくした形となつている。また軽春区のトボシガラに似た増加のしかたをした草種としてスカボがあげられる。ニガナとタチツボスミレがやや増加した。

軽秋区 ヤマカモジグサ2倍、ミヤマカンスゲ4倍で、軽夏区よりもさらに増加が小さい。他の草種をみてもこのような傾向があり、もつとも変化の少ない牧区となつている。

重全区 ヤマカモジグサはほとんど動かず、ヒメノガリヤスもわずかに2倍でこの2種は増加が少ないが、シバとスカボが非常に大きい増加を示している。ヒメスゲは5倍で軽度牧区に似た傾向がある。ニガナはほとんど動かないが、ノチドメとタチツボスミレは当初の本数は少なかつたのであるが、非常に増加している。

重春区 ヤマカモジグサは9倍で軽春区なみに増加しているが、スカボの増加は90倍で非常に高く、シバもこれについている。またヒメスゲも11倍で高く、ノチドメとヒメハギも増加が著しい。重全区と似ているが、ヤマカモジグサが高い増加率を示している点で異なる。

重夏区 ヤマカモジグサは5倍でそれほど高率でないが、シバとスカボが非常に増加し20～70倍の増加をしている。ヒメスゲは3倍にとどまり、ニガナは変わらないが、ノチドメは当初ごく少数であつたものが顕著な増加を示している。

重秋区 ヤマカモジグサの増加が著しく25倍となつているが、スカボの増加率はこれをはるかに上まわつている。ヒメスゲの4倍、ニガナはやや増、ノチドメは著しく増加している。

禁牧区 ヤマカモジグサ10倍、ヒメノガリヤス18倍と増加し、ミヤマカンスゲ4倍、ニガナはやや減少している。

第 13 表 主 要 草 種 の  
 Table 13. Trends in density of

| 記号<br>Mark | 植 物 名<br>Plant spp. | 軽 度 Lightly grazed in : |      |            |      |            |      |          |      |
|------------|---------------------|-------------------------|------|------------|------|------------|------|----------|------|
|            |                     | 全 季 区<br>All season     |      | 春 Spring 区 |      | 夏 Summer 区 |      | 秋 Fall 区 |      |
|            |                     | 1 st                    | 4 th | 1 st       | 4 th | 1 st       | 4 th | 1 st     | 4 th |
| Sg 2       | ヤマカモジグサ             | 33                      | 509  | 52         | 480  | 151        | 677  | 111      | 221  |
| Sg 3       | ヒメノガリヤス             | 25                      | 177  | 53         | 325  | 51         | 299  |          |      |
| Sg 1       | ヌ カ ボ               | 3                       | 79   |            |      | 1          | 259  |          |      |
| Sg 4       | ト ボ シ ガ ラ           |                         |      | 1          | 238  |            |      |          |      |
| Sg 5       | シ バ                 |                         |      |            |      |            |      |          |      |
| Gl 5       | ミヤマカンスゲ             | 54                      | 335  | 80         | 429  | 25         | 119  | 95       | 399  |
| Gl 6       | ヒ メ ス ゲ             | 42                      | 243  |            |      |            |      | 44       |      |
| Gl 4       | ヒメシラスゲ              |                         |      |            |      | 39         | 48   |          |      |
| Gl 1       | ア オ ス ゲ             |                         |      |            |      | 31         |      |          |      |
| Dh 6       | ニ ガ ナ               | 23                      | 33   | 111        | 18   | 24         | 47   |          |      |
| Dh 17      | タチツボスミレ             | 1                       | 25   |            |      | 2          | 60   |          |      |
| Dh 4       | ノ チ ド メ             | 2                       | 22   |            |      |            |      |          |      |
| Dh 11      | オ オ バ コ             |                         |      | +          | 31   |            |      |          |      |
| Dh 10      | オオヤマフスマ             |                         |      | +          | 17   |            |      |          | 19   |
| Dh 14      | ウ ツ ボ グ サ           |                         |      |            |      | 0          | 23   |          |      |
| Dh 9       | コ ナ ス ビ             |                         |      |            |      | 1          | 23   |          |      |
| Dh 15      | ウマノミツバ              |                         |      |            |      |            |      | 10       | 14   |
| Dh 12      | ヒ メ ハ ギ             |                         |      |            |      |            |      |          |      |

各牧区は以上のような推移を示したのであるが、これを要約すれば、軽度牧区においては春～秋の間の放牧ではヤマカモジグサ、ヒメノガリヤス、ミヤマカンスゲなどは他の牧区にくらべて増加率が高く、季節放牧では季節がおそくなるほど、これらの草種のふえかたが鈍くなるか（ヤマカモジグサ）、または変化が少ない。春放牧でトボシガラ、夏放牧でヌカボが増加している。雑草類ではニガナが春牧区では著しく減少するが他は大きい変化がなく、ノチドメや、タチツボスミレなどが若干増加する。

重度放牧では秋放牧と春放牧が増加率が高いが、顕著な傾向としてヌカボとシバが非常に増加していることである。これはいずれの牧区にも認められることで、さらにノチドメ、タチツボスミレ、ヒメハギなどの著しい増加も加えられよう。すなわち重度牧区では一様に小型のシバ、ヌカボ、ノチドメその他の草本類の増加が著しいように見受けられた。

なお禁牧区と比較すれば、ヤマカモジグサは、軽春、重春の両区がほぼ似た増加率で、軽全と重秋がより高く、他はいずれも低い。ヒメノガリヤスはいずれもこれより低くなっている。ミヤマカンスゲは禁牧区のふえかたがやや少なく、ヒメスゲはとくに低い。ニガナはとりあげるほどの差はなく、ノチドメとタチツボスミレは禁牧区の増加のしかたにくらべると、放牧区は非常に差があり、とくに重度放牧において著しい。

#### B. 相対密度の推移

各グループまたは各草種の本数の変化については前記のようであるが、つぎに各グループが全体の構成因子としてどのような推移を示したか、また各草種が各グループの中で、また全体の中で構成上どのような変化を示したかについて述べる。

##### a) グループ単位の場合

各牧区ごとに、おのおののグループの構成上の変化について調べてみる（第 12 表）。

軽全区 この区ではスゲ類が 43 % で順位が 1 位で、短草類の 28 %、雑草類の 17 % がこれにつき、残り約 10 % を他のグループが占めていた。放牧終了年には順位が逆になり、短草類が 50 % を占め、スゲ

本 数 密 度 の 推 移  
abundant spp. on each pasture.

| 重 度 Heavily grazed in : |      |          |       |          |      |        |      | 禁 牧 区     |      |
|-------------------------|------|----------|-------|----------|------|--------|------|-----------|------|
| 全 季 区<br>All season     |      | 春 Spring |       | 夏 Summer |      | 秋 Fall |      | Exclosure |      |
| 1 st                    | 4 th | 1 st     | 4 th  | 1 st     | 4 th | 1 st   | 4 th | 1 st      | 4 th |
| 15                      | 20   | 84       | 734   | 20       | 116  | 21     | 512  | 36        | 355  |
| 48                      | 94   |          |       | 13       | 8    |        |      | 8         | 144  |
| 13                      | 233  | 4        | 372   | 16       | 347  | 4      | 755  |           |      |
| 8                       | 227  | 1        | 81    | 6        | 428  | 63     | 86   |           |      |
|                         |      |          |       | 7        |      |        |      | 56        | 207  |
| 32                      | 152  | 99       | 1,058 | 7        | 232  | 68     | 285  | 46        | 74   |
|                         |      |          |       |          |      |        |      |           |      |
| 38                      | 43   | 27       | 32    | 49       | 44   | 36     | 50   | 22        | 17   |
| 1                       | 65   |          |       |          |      |        |      |           |      |
| 1                       | 77   | 1        | 68    | 1        | 147  |        | 30   |           |      |
|                         |      |          |       |          |      |        |      |           |      |
|                         |      |          |       |          |      |        |      |           |      |

類は39%となった。雑草類も8%に下がった。すなわち第1位を占める主要なグループは、スゲ類→短草類へと移行した。

軽春区 この区は雑草類が43%で1位、ついで短草類(25%)とスゲ類(22%)が優占していた。雑草類が第1位となっているのは各牧区中で本区だけであつた。4年目には短草類が60%を占め、スゲ類が28%、雑草類はわずか7%と低下してしまつた。すなわちこの区も短草類の優占する草地へと移行したわけで、雑草類→短草類という形をとつた。

軽夏区 短草類が過半数の55%を占め、スゲ類の26%、雑草類の10%の順位であつた。4年目には短草類の75%、雑草類の12%、スゲ類の11%となり、第1位は動かないが、スゲ類は低下し、雑草類はやや上昇し、順位が逆になつた。当初主要構成グループであつた短草類は、ますます大きな割合を占めるようになり、結局優占グループは短草類→短草類と動かなかつた。

軽秋区 この区はスゲ類が40%であるが、短草類も35%で、この2グループは非常に近い状況にあつた。そして雑草類が14%でこれについていた。4年目にはスゲ類が53%で約半数になり、短草類が31%、雑草類が12%と両グループはやや低下した。順位1位のスゲ類はますます優占し、スゲ類→スゲ類とあまり動かなかつた。

重全区 短草類が41%、ついで雑草類の28%、スゲ類の19%という順位であつたのが、短草類の51%、スゲ類の25%、雑草類の20%と変化し、1位の短草類は変わらないが、2位と3位が入れ変わり、短草類が半数を占め、スゲ類、雑草類と続いている。すなわち1位は変化がなく、短草類→短草類という形であつた。

重春区 当初1位のスゲ類は41%から43%へ上昇したが、2位の短草類は36%から46%になり1位となった。また雑草類は15%から8%に下がった。短草類とスゲ類はこのように変わつたが、その差は非常に小さく、4年目は両グループはほぼ同程度ともみられる。しかし順位からいえばスゲ類→短草類

という形になった。

**重夏区** スゲ類が 38 % で 1 位，雑草類と短草類が 27 % と 25 % でほぼ同率であつた。4 年目には，短草類が 59 % で約 6 割を占めるようになり，スゲ類が 25 % に下がり，雑草類も 13 % に下がった。この区はこのように優占グループに大きな変化があり，スゲ類→短草類の移行が大きく行なわれた。

**重秋区** 短草類が 42 % で 1 位，スゲ類が 32 % で 2 位，雑草類が 20 % で 3 位であつた。4 年目には短草類が 74 % で非常に大きな構成グループとなり，スゲ類は 15 %，雑草類は 9 % と低くなつた。すなわち短草類→短草類と形は変わらないが，このグループの優占する度合いが強くなつた。

**禁牧区** スゲ類が 50 % を占め 1 位，ついで短草類が 26 %，雑草類が 14 % であつた。4 年目には順位が逆になり，短草類が 53 % となりスゲ類は 32 % に下がった。雑草類も 7 % に下がった。放牧をしないこの区においても伐採後 5 年を経過すると短草類がスゲ類を圧して 1 位のグループとなつている。

以上のように，放牧当初においてはスゲ類や雑草類が第 1 位の牧区においても，4 年目には一様に短草類の優占する草地となり，当初から短草類の順位が 1 位の牧区ではそのまま維持された。ただ軽秋区だけはこのような傾向をとらず，スゲ類→スゲ類の形をとつた。

#### b) 各グループ内の草種

各グループを単位としてみれば以上のようなものであるが，つぎに各グループ内での草種間の相対密度を求めてみる（第 14 表）。

**軽全区** この区はスゲ→短草と変化したのであるが，短草類では当初ヤマカモジグサが 50 %，ヒメノガリヤス 38 %，その他が 12 % の配分であつた。4 年目にはヤマカモジグサが 65 % に上がり，ヒメノガリヤスが 22 % に下がり，順位には変化がないがこの両種間の密度に開きができた。スゲ類は順位も配分もほとんど変化なく，雑草類ではニガナが 58 % から 26 % に下がり，タチツボスミレなどが上がった。

**軽春区** この区は雑草→短草と変化したが，短草類ではヤマカモジグサとヒメノガリヤスがほぼ同率でしかも両種で 99 % を占めていたが，4 年目にはヤマカモジグサが 45 %，ヒメノガリヤスが 30 % と差が開いた。またトボンガラが 22 % を占めるようになった。雑草類の減少はニガナにかかつており，このグループ内でも 60 % から 14 % へ下がり，オオバコがこれを越えた。スゲ類には変化がない。

**軽夏区** 短草→短草という形であつたが短草類ではヤマカモジグサとヒメノガリヤスが当初 74 % と 25 % で差があつたが，4 年目には 55 % と 24 % となり，ヤマカモジグサの割合が低くなり，スカボが 21 % に上がった。しかし順位は変わらなかつた。スゲ類ではミヤマカンスゲは当初 3 位であつたが 68 % となり，1 位であつたヒメシラスゲが 27 % に下がった。またニガナも当初 6 割余を占めていたのがタチツボスミレの次位に下がった。このように短草類以外は多少の変化が認められた。

**軽秋区** ヤマカモジグサは当初 92 %，4 年目 96 % と変わらず，ヒメスゲが消えて 4 年目はミヤマカンスゲが 100 % となり，雑草類もヒメタガソデソウが高率を占めるようになった程度で，ミヤマカンスゲ優占草地となつた。

**重全区** 短草→短草と形は変化がないが，草種間では大分動きがあつた。すなわち当初ヒメノガリヤス 56 %，ヤマカモジグサ 17 %，スカボ 15 % で，これら 3 種で約 90 % を占めていた。4 年目にはスカボ 40 %，ヒメノガリヤス 16 %，ヤマカモジグサはわずかに 3 % という結果になり，残りの約 40 % はシバが占めることになつた。つまり，スカボとシバで約 80 % を占める草地と化したわけで，短草→短草という形をとつてもその内容が非常に変化したことになる。スゲ類ではヒメスゲが 82 % から 54 % へ下がり，

混牧林経営に関する基礎的研究 第1報 (経営部営農林牧野研究室(ほか))

— 39 —

ハグクレスゲが逆に13%から31%へ上がった。雑草類ではニガナが66%から19%に下がって3位になり、ノチドメが34%、タチツボスミレが28%となった。

**重春区** 当初ほとんどヤマカモジグサによつて占められていたが(93%)、4年目には62%と約30%下がり、この分だけヌカボが上昇して31%となった。つまりヌカボの占める割合が4年目には相当に高まったことになる。ヒメスゲは変わらず、初年目のニガナ(75%)が4年目にはヒメハギ(38%)とノチドメに(31%)変わった。

**重夏区** 初年目からヌカボはやや多く、ヤマカモジグサが36%で1位、ヌカボ29%、ヒメノガリヤス23%で、これにシバが11%で続いていた。4年目には逆にシバが47%で1位となり、ヌカボが38%でこれにつぎ、この両種で85%を占めるようになり、ヤマカモジグサは13%になった。この牧区はスゲ→短草と変化した草地であるが、短草の内容はこのような状態であつた。ヒメスゲは若干低率となり、ニガナ(82%)が非常に下がって、これに代わりノチドメが高率となった。

**重秋区** 当初はシバが68%で1位を占め、ヤマカモジグサが23%、ヌカボ4%であつた。4年目にはシバがいちじるしく低率となり、かわりにヌカボが51%で1位、ヤマカモジグサも増率し34%を占めるようになった。ヒメスゲは変わらず、雑草類ではノチドメがニガナについて優位となった。

**禁牧区** ヤマカモジグサ(63%)とヒメノガリヤス(14%)で約80%を占めていたが、4年目にはこの両種で96%を占めるようになり、スゲ類でも傾向はほぼ同じであるが、ヒメスゲが43%から24%へ下がった。雑草類ではニガナは低下したがやはり順位は1位の草種となつている。

#### c) 種単位の場合

各牧区のグループ内の各草種の相対密度は以上のとおりであるが、つぎに各草種を単位として各牧区の相対密度について述べる(第8図)。

**軽全区** ミヤマカンスゲ(23%)とヒメスゲ(18%)が優位にたち、ヤマカモジグサ(14%)、ヒメノガリヤス(11%)、ニガナ(10%)の順位であつたが、4年目にはヤマカモジグサ(33%)がとくに優勢で、ミヤマカンスゲ(21%)、ヒメスゲ(16%)と続いている。そしてヒメノガリヤスは5%に、ニガナは2%に下がった。

**軽春区** 軽全区と似た形で、29%で1位であつたミヤマカンスゲが4%となり、2位のヤマカモジグサとヒメノガリヤス(19%)がそれぞれ27%と18%で1位と2位になった。他の草種の構成率はほとんど変化がない。

**軽夏区** 1位であつたヤマカモジグサは41%で変わらず1位、14%のヒメノガリヤスは2位であつたが18%で2位と変わらない。ただトボシガラが3位となり、初年目3位のヒメシラスゲ(10%)は低率になった。ニガナも同様の傾向がみられた。

**軽秋区** 1位であつたヤマカモジグサ(32%)が29%で2位となり、2位であつたミヤマカンスゲ(27%)が53%で1位となった。他は大きな変化はない。

**重全区** ヒメノガリヤスが23%で1位、ついでニガナ(18%)、ヒメスゲ(15%)、ヤマカモジグサ(7%)、ヌカボ(6%)の順位であつたが、ヌカボとシバが20%で1位となり、ヒメスゲ13%、ヒメノガリヤスとハグクレスゲが8%の順位となった。

**重春区** ヒメスゲが40%で1位、ヤマカモジグサが34%で2位、ついで11%のニガナの順位であつたが、ヒメスゲは同率で1位、ヤマカモジグサは2位ではあるが28%に下がり、そのかわりにヌカボ