

經營	77
牧野	12

草地生産力の測定方法

Methods of Surveying and
Measuring Vegetation

Part III Productivity

by D. Brown

昭和 35 年 2 月

農林省林業試験場経営部

訳 者 序

牧野資源に関するすべての問題に対して、牧野の生産性は、牧野の最も基本的な属性としての重要性を持つ。而して「草地の生産量の測定は研究者に対して多くの特異な問題を提示する。Watsonは農藝実験のなかで放牧地の生産量の正確な評価を最も困難な技術の一つと考えた。他の作物と違って、放牧地の草の生産量は、予め定められた単一の時間に測定されることは稀であつて、全生産量は二つ以上の収穫量の合計であり、また収穫は飼料草が生長を続けているかなりの長時間に亘る連続的な過程である。更に収穫の機構はmechanicalであるよりむしろbiologicalであり、放牧家畜に伴う変異性が、問題を更に複雑にする。(Burdick, 1957)」。

このような草地の生産力の測定の重要性と複雑性の故に、従来多くの方法が提案されている。これらの方法が、D. Brown著Methods of Surveying and Measuring VegetationのPart III Productivity (第9~16章) (Bull 42, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops; 1954) に要領よく取りまとめられているので、草地の研究上、または施業上に参考になればと思つて訳出した。

なお原著は4部 すなわちPart I Vegetation and its Sampling ; Part II Botanical Analysis ; Part III Productivity ; Part IV Utilization から成り、Part IVについては引続き訳出する予定である。

井上室長には本書の校閲の勞を煩わした。

昭和35年1月

宮 農 林 牧 野 研 究 所 狩 野 高 英

目 次

第9章 生産量と牧養力を測定する方法について

§ 1	開豁草地と開豁草本—灌木生地のための方法	5
§ 2	灌木生地のための方法	6
§ 3	牧野コンディション	6
§ 4	密生草地のための方法	7
§ 5	実験の条件の基準化	9
§ 6	放牧地の昆虫と小動物の数	9
§ 7	家畜の生産と再生産	10

第10章 被度の見積り

§ 1	まえがき	11
§ 2	植生調査	12
§ 3	牧養力の計算	14

第11章 重量の見積り

§ 1	方法の概要	21
§ 2	用具、練習、野外での手続	21
§ 3	プロットの大きさや形	22
§ 4	方法の適用	23
§ 5	重量見積り法と被度見積り法の比較	23

第12章 被度と重量

§ 1	植被と重量の関係	25
§ 2	基底被度と重量の関係	26

第13章 実際の重量

§ 1	開豁草本、灌木生地の広大な放牧地	29
§ 2	密生草地、乾草用採草地	32
§ 3	密生草地・放牧地	34
§ 4	標本の刈取	51
§ 5	生産物の栄養価	56

第14章 放牧地の生産量の尺度としての家畜

§ 1	放牧試験	60
§ 2	Animal production	62
§ 3	Animal maintenance	76
§ 4	消化試験	78
§ 5	Bio-assay	84
§ 6	Animal requirement	85

第15章 全生産量と正味の生産量の比較

§ 1	採喰量と刈取量の比	87
§ 2	刈取と放牧により決定された放牧地の生産量の差の原因	88

第16章 放牧地のレコーディングと地域調査

§ 1	放牧地のレコーディング	93
§ 2	地域調査	115

第9章 生産量と牧養力を測定する方法 について

(On methods for Measuring
Yield and Grazing Capacity)

この部*の各章では植生の生産量を見積るための方法を述べる。そしてその方法は殆ど専ら家畜の飼料のために生産された量を対象とする。この量は与えられた期間、単位面積の土地が養える家畜の数、即ちその土地の牧養力 (grazing capacity または carrying capacity) —これはまた与えられた期間に1頭の家畜を養うに必要な土地の面積、または与えられた土地の面積が1頭の家畜を養える日数 (または月数) で表わされる —を計算するのに用いられる。

生産量を測る方法は、簡単なものから章を追って述べるが、その結論として、こゝではそれらを植生の角度から考察し、放牧地 (grazing land) の種類毎にそれに適するものを示す。

§1 開蕪草地と開蕪草本—灌木生地のための方法

アメリカ西部にはこの型の放牧地が7.28億エーカーある。この牧野 (range land) はアメリカの価値ある天然資源の一つであり、畜産業 (牛、綿羊、一部で山羊) と野生動物のかなりの集団の維持に大きく貢献している。この牧野は Forest Service, Bureau of Land Mangt., India Service, State, Wildlife Service, 個人の所有者などにより管理されている。これらの役所が大学と共に、牧野の調査の開拓者である。従つてこの型の植生については他処より、アメリカ西部でより集中的に研究された。

古くから、そして今でも一般に用いられている牧野の評価の方法 —これは1911年から牧野調査 (range survey) のために公式認められた— は被度の見積り (踏査またはプロットによつて) と植生で被われた面積を forage acre と牧養力に変換することに基づいている。被度と真の重量の間の相関が乏しいので、重量見積り法 —これは1930年代にアメリカで発展された— が多くの研究計画において被度の見積りに取って代りつゝある。重量の見積りは特徴のある生育習性を持つ草種に適し、草本灌木型 (mixed grass and** sagebrush) のための方法である。これは南オーストラリアの blue bush (Kochia sedifolia) の地域で採用された。

灌木ステップ (shrub steppe) の牧養力はある程度までは灌木の飼料価 (food-value) —多くの場合これが非常に重要である— と灌木とともに生育して

* 訳者のまえがきを参照のこと。

** ヨモギ属の灌木

いる飼料草の量に依る。オーストラリアの灌木地域の農民は灌木の間と、その基部に生育している、短年生の飼料草の量から牧養力を計算する。(Moore, 1940) 例えば *Stipa nitida* は salt bush (*Atriplex* spp.) の基部に生育する、非常に価値のある一年生の夏の飼料草 (summer fodder grass) である。この飼料草を伴う salt bush は年間、1平方マイル当り50~60頭の綿羊を養うことが出来るが、salt bush だけだとたつた25頭を養うのみである。もし灌木が非常に密生し、飼料草の生育を妨げるならば、牧養力は非常に小さくなる。例えば飼料草が旺盛に生育している常緑灌木型 (chaparral) の開けた処は1ヶ月1家畜単位 (animal unit) について2エーカーという牧養力を持つが、一方灌木の密生地では1ヶ月1家畜単位当り50エーカーという牧養力に過ぎない。(西部の牧野では1家畜単位は5~6頭の綿羊に相当する。)

§2 灌木生地 (Shrubs) のための方法

灌木の生産力は家畜に喰われ、利用され得る小枝の当年の生長量 (current year's growth) の割合に基く。灌木の生産量は小枝の長さを測ることにより見積られるが、生産量の基準としての長さについてはどの章でも述べられないから、こゝで簡単に使われている方法を述べる。Nelson は5日毎に小枝——その小枝は同定のために札をづげられた——の生長速度を測定した。Hornay は樹冠の面積を測定し、小枝の長さを見積り、そしてその両者を次の式で結びつけた。

[樹冠の面積×採喰されてない小枝の平均長] この積は生産量に關係のある任意の数であつて、生産量の直接の尺度ではない。それはある灌木と他の灌木の生産量の比較に役立つ。

§3 牧野のコンディション (Range Condition)

牧野調査の比較的新しい見方は牧野の健全さに基いている。そしてそれはコンディションとよばれている。新しい牧野のコンディションが決定されると、その放牧についての価値は、既知の牧野と比較することにより評価される。牧野の評価のためのこの方法はコンディション法 (range-condition method) として知られている。これは開露草地、灌木ステップ、灌木生地に適用される。牧野のコンディションの概念は未だ形成中であり、修正されている。それ故、現在この問題を適切に概説することは難しいが、このことは重要である。この本の最後の章*でコンディションの概念と、利用度 (utilization) への適用の説明をしている。しかしこのオウ部生産量のなかの章では、この問題が取扱われていないから、こゝでごく簡単に概要を述べる。

牧野のコンディションの研究は、牧野の現在の生産力を、その牧野の潜在的な生産力と関係づける。牧野はまず優または良、可、不可のコンディションにあると分類される。このコンディションは2つの基準——すなわち飼料植物の量と生態学的な状態——のうちの一つによつて判定される。もし前者なら、牧野を判定する基準はその場所が生産することの出来る飼料植物の最大の量である。それ故“優”のコンディション、クラスの牧野はこの可能なる最大の飼料植物の量の75~100%を生産し、良、可、不可のコンディションのものは夫々50~75%、25~50%、0~25%を生産する。“優”のコンディションにある牧野の放牧の度合が、最高の度合と考えられる。他のコンディション、クラスに許される牧養力は、“優”のクラスに対するそのコンディション、クラスの相対的な飼料植物の割合から求められる。コンディションがその牧野の生態学的状態 (ecological status) によつて分類される時は、その基準は極盛相の植生であり、そして優または良、可、不可のコンディションの分類は現在のそれぞれの植生の本来の極盛相の植生に対する割合によつてなされる。

以上述べた牧野の評価の方法は土地管理計画の目的のために用いられた。牧野の厳密な試験、研究のためには、植物の秤量を含む、より正確な方法が用いられなければならない。

§4 密生草地 (Dense swards) のための方法

湿潤、温暖な気候下の草地は乾草用地または放牧地として用いられる。乾草用に刈取られる草地では、イネ科草類とその植物は、開花期まで生長を避け、その後収穫される。乾草の収穫は他の栽培植物の収穫と比較することが出来、その生産量の決定に、特別に難しいことはない。一方放牧地は他の作物と異り、その生育している間中、放牧家畜により間断なく収穫されている。それは一連の収穫から成り、その収穫は未成熟の時になされ、そして、それぞれの収穫は前の収穫の時に与えられた条件によつて強く影きようされる。その生産量の測定には多くの困難性があり、他の作物の生産量に比べて少ししか知られてない。放牧地は間断なく放牧家畜により収穫されているから、cage 法**におけるように、一定の実験条件下を除いては直接その生長を見積ることが出来ない。

密生湿潤放牧地 (dense humid pasture) の生産量を見積るので適用され

* こゝでは訳されなかつた、オ4部オ20章のことである。

** オ13章参照のこと。

る方法は2つのおもな類型に別けられる。すなわち(1)適当な時間の間隔で、一定面積からの飼料草の標本を刈取、秤量することにより、飼料草の量を決定する農学的な方法と、(2)放牧家畜を用いて、(a)家畜の生産物と(b)家畜により実際に消化された飼料草の量を決定する方法である。刈取法は飼料草の生長の実際生産量 (gross yield) を与え、家畜法は利用出来るものから、家畜がつくつたもの (正味の生産量 net yield) を測定する。正味の生産量と全生産量の比較は放牧地の管理の効率を反映する。用いられる方法は飼料草の性質、気候条件、実験の目的、要求される正確度に適合したものでなくてはならぬ。そしてそれはまた資金、用具、人員の制限内になければならない。

(1) 飼料草の性質

栽培植物は、頻繁な刈取のもとでも生き残る。それは trimming cut——すなわちサムプリングの高さまでの刈取——を含む方法で研究される。sweet clover や soyabean のような野生植物は trimming cut から回復出来ないから、それを用いない方法が使われる。生長の速い飼料草には生長量を測定する方法が要求される。生長の遅いものはそれを必要としない。生育の速い飼料草には消費法 (consumption method) は避けなければならない。何故なら採食された処と採食されない処の飼料草の間の僅かな差が、高い比率の誤差のもとになるから。

(2) 気候

風が少く、雨量の多い処にのみ、刈草をプロットに戻すことを含む方法が適用出来る。戻された刈草は次回の調査の際に加えられることのない様に、下に落着き、分解する機会を持たねばならない。降雨量が、Sear の方法* の適用を制限する。排泄物はプロットに戻される前に水で薄められるから、降雨量が多くて、排泄物によって加えられる水の量が、降雨量に比して小さな割合でしかない時にのみこの方法が満足すべきものである。乾燥気候下ではかんがいの影響があり、それは多分植物の組成に変化を起すだろう。

かんがい放牧地では、灌水と刈取の割合と頻度のような他の因子が入って来る。これらの因子の生産量に対する影響はケージ法の一種 (herbage-consumption cage technique) としばしば刈取ることにより、採食された処とされない処の夫々で調査された。かんがい放牧地では生産量の傾斜の可能性があるため、プロットの配列が、実験の重要な要素である。かんがい放牧地に関する多くの研究がオーストラリアのビクトリア州でなされ報告されている。

* 才13章参照のこと

(3) 試験の目的

予備実験は主なる傾向を見出すためになされる。休牧期間の生長を測定する方法、刈草を戻す刈取法、牧養力の試験のような単純で、安価に出来る方法が適している。石灰と肥料の影響、ストレインの生長、混播された草種間の競合のような特別の問題についての知識を得るために信頼出来るデータは次の方法で得られる。すなわち(1)ニュージーランドで実行された刈取と放牧を交互にする方法(2)cage 法のうちの一つ。(3)家畜の生産量による法。純然たる研究のために飼料草の全生産量は cage 法で正味の生産量は消化試験 (digestion trial) で求められる。後者は面倒で費用がかかるが、現在発展しつつある indicator 法のうちの一つを使うことにより、消化実験の労力の大部分は免除され得る。

以上述べた方法のすべては13章と14章のそれぞれ特定の題目の下に説明される。

§5 実験の条件の基準化

当然のこととして、一様な条件のもとで、一連の実験が行われるが、別々の研究者によって得られた結果を比較するための基準的な条件はまだない。Linehan らは次の提案をした。(1)土地は実験を始める前に適切に肥培されてなくてはならず、肥沃度の水準は少くとも善良な農民 (grassland farmer) により実行されている位高くなくてはならぬ。(2)放牧地には初めに飼料草の標準的な量がなくてはならぬ。(3)実験に使う家畜は実験の始まる前に、一定の栄養の水準に達してなくてはならない。何故なら冬に飢饉の害を受けた家畜は、放牧された最初の時期に初めから高い栄養水準にある家畜より大きな重量の増加 (明らかにより高い放牧地の生産量) を記録するから。(4)補給飼料が与えられるならば、結果が比較される前に同量の補給飼料が全部の実験において全部の家畜に与えられなければならない。(5)出来る限り個体差をなくすることによる家畜自体の標準化が本質的な問題である。これは後で論議する。

§6 放牧地の昆虫と小動物の数

放牧地の生産量の推定に、昆虫その他の小動物による飼料草の減少を考慮することは稀である。Wolcott (1944) はこのようにして消費される飼料を計算しないことによつて起る誤差の大きさに注意をひいた。

「放牧地における生態学的因子として、小さい目立たない無背推動物から成る、野生動物が少くとも考慮されなくてはならぬ。その影響が、家畜の飼養、雑草の既合、イネ科草類の各草種の活力、地形、気候、土壌について等しいと考えられないとしても、小動物のこの因子を無視することは大きな誤差に導く。信じられないかも知れないが、その牧養力まで強く放牧されてない多くの放牧地では、はつきり目につく牛や馬の重量は、そこに居る昆虫や小野生動物の重量と比べて大きな量ではない。蟻や葉蚤類 (leaf hopper) は草地に無数に居るが、小さいためにその存在はバツク類 (grass hopper)、根切り虫、ジムシ (white grub) の存在が目立たないが、家畜と殆ど同じ位多くの飼料草を喰う。英国の草地で、環境のかなりの変化のある処で行われた統計的研究は、不幸にも、昆虫、蜘蛛、サスデ、カタツムリ、ミミズ、線虫の各種類がその土地の植生から、どの位多く引き出すか、または加えるか、そしてまたそれらの結合した全体の影響はどうかを示すには十分ではなかつた。放牧地と採草地の野生動物のこのような記録を得ることの失敗は重大に歪曲された映像に結果することは確かである。」

§ 7 家畜の生産と再生産

Stapledon (1948) は家畜の再生産を無視して単に生産量のみを基いて放牧地の価値についての結論を出すことの危険を警告した。「吾々は非常に注意しなければ、再生産について触れることなく、牛乳の生産量、または生体重の増加によつて放牧地を評価することは誤つた、そして非常に危険な結論を導き易い。例えば、全部 lush leys (現在一般に新しい方法で使用され管理されている型の lush leys) からのみ成る飼料を、何も言わない乳牛の群またはその他の家畜群を維持するのに、最高の飼料、あるいは本当に適当な飼料であると仮定する確かな根拠を吾々は持つているだろうか。唯危険をおかして、ある地方そしてある農場で、再生産の困難性が正に提出されたという事実を吾々は無視出来ようか。」

これから述べようとする方法に戻るが、その述べられる章と章の中の節の順序は全体として論理的な順序に従う。その順序は必ずしも重要さを示すものではない。

第10章 被度の見積り

(Estimate of Cover (the Range Survey))

§ 1 まえがき

牧野 (range land) の調査についてアメリカで採用されている標準的な方法は植生の被度の見積りに基いている。被度の見積りは、飼料植物の生産量 (forage yield) の尺度、または見積りの何れをも与えるべく企図されたものではない。「それは十分に深く研究され、実際の利用状況の適切な記録を持ち、比較することの出来る牧野との系統的な比較を通して相対的な牧養力 (relative grazing capacity) の評価に突換出来る牧野の飼料植物の指標を与える。それ故それらの牧養力は役に立つ基準の範囲内で決定される。」 (Chapline 1950) 同じ牧野内で植生で覆われた面積の方が、植生の重量より年々の変動が少いので、飼料植物の指標 (forage index) は面積に基づくのが最もよいことが判つた。この方法はアメリカ西部で見られる多くの植生型 — すなわち長草、短草、mixed prairie, bunch grass, 一年草、乾燥性草地、大型と小型灌木、草本—灌木型、常緑灌木型 (chaparral) — に適用された。

牧野調査 (range survey) — 調査が全体としてこう呼ばれる — は経営者と牧夫が、牧野を管理するのに役立つ知識 — それは可能なる最良の利用は、利用出来る飼料草で構成され、植生は経済的に補給され、破壊されることのない方法で管理されるようなもの — を与える。牧野調査は「飼料資源を効果的に管理する計画をたてるのに先行する牧野の利用に關係するすべての要素の系統的な目録と分析を与える。……… 地図上の場所を示されるデータは放牧させ得る家畜の頭数、牧野の1単位内に放牧し得る期間、特殊な処に分布すべき塩の量、給水設備の必要なこと、その他牧野の管理に不可欠なことがらのガイドである。牧野調査図は牧野管理計画と共に特殊な問題の補正に役立つ、その解答においてなされる進歩の価値を保つのに役立つ。」

完全なる牧野調査は植生型とその亜型の境界線の地図化、牧野の管理に影響する補足的な知識 (植生以外の) の地図化と記入、飼料植物の量と構成の見積り、各植生型とその亜型の牧養力の計算から成る以下の一般的な記述はいくつかの文獻から取つた。その主なるものは、U.S. Inter-agency Range Survey Committee (1937) U.S. Dep. Agr., For. Ser. (1939) Reid & Pickford (1942) Reid (1940) である。

§2 植生調査 (The Vegetation Survey)

牧養型とその亜型の地図化の技術や踏査 (reconnaissance) 法または point-observation-plot [以下単にプロット法と呼ぶ] による被度の見積りの技術については、才7章*で述べた。地図化と標準地抽出の技術を採択する場合、一つは植生から導かれる。同じような植生、または同じような牧養力を持つ大面積の地は grid-sampling 法**で調査される。一方小面積の多くの牧養型またはその亜型から成る異質の地は type-sampling 法***で調査される。若しプロットが使われるならば、その大きさと数は已に述べた。**** 而して更に牧野が全体として取扱われる場合より、そのコンディションに従つて牧野の標準地抽出をする場合にはより多くのプロットが必要であるということをつけ加えなくてはならない。

飼料植物の調査 (forage inventory) をする場合家畜が達することが出来、そして飼料として用いることの出来る部分のみが見積られ、灌木型では、葉と当年生長した小枝で被われた面積が、そして更に家畜の達し得る範囲にあるもののみが見積られる。綿羊の放牧地 (sheep range) ではこのことは2.5 ft. までの高さの植生、牛の放牧地 (cattle range) では約5 ft. までの植生を意味する。有刺植物、侵

* 踏査法 (reconnaissance method) は調査者が各牧養型の標準的な地を選び、先ずその全植被の%を見積り、次にイネ科草類、雑草類、灌木類などの各グループの全植被に被する%、更に各草種毎にそれぞれのグループに対する%を見積る方法である。

プロット法 (point-observation-plot method) は square-foot density 法とも呼ばれ牧養型毎に、踏査法の場合の不特定な地の代りに、多数のプロットを設定する。そして植被を見積る単位は上から見て、完全に被覆された1 sq. ft. の面積である。

** grid-sampling 法では普通1平方マイル 当り2本の平行の線(半マイル離れた)上で、0.25 マイル毎に植生、その他の特徴を調査する。

*** type-sampling 法では各牧養型またはその亜型の長辺に沿つて歩き、航空写真に各型の境界を記入する。

以上2法は牧養型の地図を作成する場合の方法である。

**** 牧野 (range land) では主として100 sq. ft. の円形プロット(直径5 ft. 7.8 in.) が使われる。

蝕の進行している土地や樹類の横行する地については特殊な研究が必要である。

見積りは上から見て葉で完全に被われたと見なされる部分の割合のみでなく、正常な年に採喰されない場合に十分な生長をした場合を仮定してその被度についてもなされる。それ故見積りには、これから達すべき生長量、または已に採喰された量、または正常でない季節に於ける成長について、心のなかでつくつた植生のある量が含まれる。この点について、踏査法では、見積りは百分率組成を表し、一方プロット法では各草種と全植生によつて被われた面積を表すということをむしろ述べるべきであろう。

Roid らは、被度見積り (area-estimate) 法の4つの組合——即ち type-sampling 踏査法、grid 踏査法、type-sampling プロット法、grid プロット法——によつてなされた飼料植物の見積りの信頼度を決定するための野外実験について報告した。調査は5人で、それぞれ4つの方法を用いて、同じ強さで、同じ27ヶの1平方マイルについてなされた。踏査法とプロット法を比較すると、踏査法の方で、より一様な被度の概念が支持された。2つの地図作成の手続きを比較すると type-sampling 法が grid 法より勝る。その優位性は航空写真の利用で助長される。これを利用することにより牧養型とその亜型の境界は容易に、そして非常に正確度で認識することが出来る。調査員は写真について彼の正確な位置の選択が出来、それ故に牧養型のなかを自由に歩き、飼料植物の代表的な部分を見積るのに十分な調査が出来る。これと対照的に grid 法では、強制され多かれ少かれ固定した歩行コースは調査員を制限し、全体としてその土地の代表的部分である個々の牧養型の飼料草を見積るのに十分な調査を妨げる。方法の優先の順位は、type-sampling 踏査法、type-sampling プロット法、grid 踏査法、grid プロット法である。type-sampling 法は最も信頼出来る飼料草の見測りを与えるのみでなく、若し航空写真と完全に面積の測られた基本図が無料で利用出来るならば最も安価に出来る。若しそれらが利用出来ないならば、そしてその土地がおだやかな地形の場合には、平方マイルについて2つの線の割合での grid 踏査法が使われるだろう。しかしこの結果の信頼度は低い。地形の複雑な地では航空写真の費用は妥当なものとなる。type-sampling プロット法は type-sampling 踏査法より、少し信頼度が低い、そして反復されたプロットの抽出の特性が勝る場合がある。grid プロット法で得られた飼料植物の見積り量は信頼出来ず、また費用が高いため牧野調査においてこれを用いるのは妥当でない。

調査者間の見積り量の一様性は、唯見積りの一様性の指標であり、必ずしも信頼度の指

標ではない。しかし別々の調査者による見積りの一様性は必ずしも得られない。調査者はお互に、はつきり異なるだろう。Smith は放牧されてない疎生せる植生 (sage brush, winter fat, grass から成る) で訓練された8人が、その訓練の終了の日——すなわち一様性を得るのに最も恵まれた時——彼らのお互の見積りはグループの平均値の71.24~139.81%の範囲であつたと報告している。見積りの40%以上はグループの平均値から10%以上離れていた。Capline は Smith が報告している様な疎生せる植生では、満足すべき見積りをするためには、十分な練習と最大の注意が必要であると述べている。

植被を見積ることに加えて、次の事項の知識が必要である。即ち地形的特徴——特に家畜の行動、水飲場、水の供給の信頼性、水資源の開発の為の便宜に影響する様な——、牧道、建物、電話線のような管理に関する要素、土地の所有形態。家畜を養うのに必要な面積を査定するためには、過去と現在の家畜頭数と家畜の種類、利用期間、家畜の分布と管理、植生のコンディション、野生動物による土地の利用、他の利用と放牧との競合などについて知識を得ることが絶対必要である。これらの附加的知識のすべては、別々の形でとり入れられる。

§3 牧養力の計算

(1) 永年草種から成る牧野

飼料草の被度、良好に管理された処での放牧の記録、その他の知識を如何にして牧養力に変換するかを示すことが残されている。

Proper Use factor, 即ち植生の活力と量を維持するのに十分な量を残して採食させ得る植物の割合は、観察と調査研究により各草種毎に決定され、百分率で表される。これは以前 "palatability" と呼ばれ、また "utilisation rating" や "plant-use factor" としても知られている。

Forage factor は牧養型または抽出調査された別の処の相対的な飼料植物の価値 (forage value) を表す。踏査法による調査で得られたデータを用いる時は、forage factor はそれぞれの草種の構成百分率にそれぞれの proper-use factor を掛け合せ、これらの合計が重み付き proper-use factor で、更にこれに全植被の百分率を掛けることにより求められる。すなわち forage factor は次のように表される。

$$\Sigma \{ (\text{各草種の構成}\%) \times (\text{それぞれの proper-use factor}) \} \times (\text{全植被の}\%)$$

オ21表では forage factor は

$$\frac{(10+12+6)}{100} \times \frac{40}{100} = 0.112$$

から求められた。

プロット法で得られたデータを用いるときは forage factor は次式で与えられる。(オ22表最下欄参照)

$$\Sigma \{ (\text{各草種の被度の平均}\%) \times (\text{それぞれの proper-use factor}) \}$$

forage acre は理論的な値である。すなわちこれは完全に葉で被われ、その葉の全部の利用が適正な利用 (proper use) である1エーカーの土地の飼料草の量を表す概念である。牧養型 (またはその亜型) の forage acreage はその牧養型 (またはその亜型) の forage acre の数であり、そしてそれは forage acre と実面積を掛け合せることによつて求められる。forage acreage は牧養型の forage value の尺度である。

forage-acre requirement は成熟した放牧家畜 (牛、馬、綿羊または山羊) を与えられた期間 (1ケ年または1ケ月) 養うのに必要な forage acreage である。この係数の正確な査定は牧養力の決定における最も重要な段階の一つである。それは牧養型のなかで、その牧養型の代表的なもので、多年に亘り適正に利用されたことを示すべきすべての徴候をもついくつかの放牧地で実際の利用の記録を研究することにより得られる。これらの放牧地の大きさは、その土地の信頼出来る標準地を構成するようなものでなくてはならぬ。放牧の記録は出来れば10年かそれ以上、少なくとも4年間は得られなければならない。その放牧地の実際の利用に関する、その他のすべての記録もまた検討されなくてはならぬ。forage-acre requirement は sheep-month, cow-month, sheep-year, cow-year, で表される。

$$\frac{\text{forage-acre の数}}{\text{cow-months}} = 1 \text{ケ月当り必要な forage-acre}$$

例

$$\text{乳牛20頭} \dots 1.0 \text{ 家畜単位} = 20.00 \text{ cow units}$$

オ21表 踏査法による牧養力の計算 (Pickford, 1940)

雑草類	要 旨		イネ料 草 類	要 旨		灌木類	要 旨	
	%	x p.-u. factor		%	x p.-u. factor		%	x p.-u. factor
Bda	10	4	Asp	10	7	Attr	25	0
Gui	10	2	Fid	5	3	Ptr	15	6
Lup	20	4	Pae	5	2			
灌木類								
Attr		15		20	10		0	
Ptr		10		5	30		40	
合計		55	35	45	40	40		0.112

面積は100acre

forage acre は11.2

forage acre requirement は 0.5 forage acre/cow-month

∴ 牧養力は 22.4 cow-months

要 旨		主 要 草 種		要 旨		要 旨	
雑草類	%	x P.-u. factor	イネ科草類	%	x P.-u. factor	灌木類	%
Bda	10	4	Asp	10	7	Atr	25
Gui	10	2	Fid	5	3	Prr	15
Lup	20	4	Pse	5	2		
	40	10		20	12		40
							6

* proper-use factor はオ22表に与えらる。 (この欄は%にP.-u.factor を掛けた数字が与えられている。)

全種草の見積りは 40%

重みづき proper-use factor は 28%

∴ forage factor は 0.112

面積 (acre) は 100

∴ forage acres は 11.2

forage-acre requirement は 0.5 forage acre/cow-month

∴ 牧養力は 22.4 cow-months

オ22表 point-observation-plot法による
牧養力の計算

(Pickford, 1940)

草 種	牧 養 係 数					初 度 計 数	平 均 初 度	P.-u. factor %	forage factor
	プ ロ ッ ト 番 号								
	1	2	3	4	5				
[イネ科草類]									
Asp	5	5	-	5	5	20	4	70	0.028
Fid	-	-	10	-	-	10	2	60	0.012
Pse	5	-	-	5	-	10	2	40	0.008
[雑草類]									
Bae	5	-	5	-	10	20	4	40	0.016
Gui	5	5	5	5	-	20	4	20	0.008
LUP	10	5	10	5	10	40	8	20	0.016
[灌木類]									
Atr	15	5	-	20	10	20	10	0	-
Prr	10	5	5	5	5	30	6	40	0.024
合 計	55	25	35	45	40	200	40		0.112

面積は100acre

forage acre は11.2

forage acre requirement は 0.5 forage acre/cow-month

∴ 牧養力は 22.4 cow-months

牝牛 1頭 ...	1.25	家畜単位=	1.25	cow units
仔馬10 ♀	0.75	♀	7.50	♀
犍 10 ♀	0.6	♀	6.00	♀
mixed 50 ♀	0.8	♀	40.00	♀
牝馬 3 ♀	1.25	♀	3.75	♀
牝馬 3 ♀	1.25	♀	3.75	♀
			合計	82.25

$$82.25 \text{ cow units} \times 7 \text{ ヶ月 (放牧期間)}$$

$$= 576 \text{ cow-months use}$$

利用出来る飼料が119 forage acres と決定すると

$$\frac{119 \text{ forage acres}}{576 \text{ cow-month}} = 0.2 \text{ forage-acre/cow-month}$$

若し補給飼料が与えられたなら、これを animal-month に換算し、差引かねばならぬ。一度決定されると、forage-acre requirement は調査から残された処の forage acre を牧養力に変換するのに用いられる。

牧養力は一定面積の土地が、一定期間適正な利用のもとで養うことの出来る、与えられた種類の家畜の頭数である。それは forage acre を forage-acre requirement で割ることにより求められる。それは与えられた牧養型の処で、適正な利用のもとで放牧に利用出来る飼料草の cow-month また sheep-month の数として表される。ある1つの牧養型については、同じ forage-acre requirement — それはその牧養型の比較可能な、選ばれた牧野で、その牧養型のために発展されたもの — が、普通牧養力の計算に用いられる。然し時には、その牧養型内で、他の forage-acre requirement の値を用いるのが望ましい、特殊な理学的条件が存在することがある。その様な特殊な条件は、牧野が荒廃している処、特殊な土壌が、別の栄養価の飼料草をつくり出している処、または傾斜や方位に差のある処で見られる。牧養力は牧野調査のデータから次式で与えられる。

$$\frac{\text{被度係} \times \text{proper-use factor} \times \text{面積}}{\text{forage-acre requirement}}$$

牧養力の計算は表2.1.2.2表に示される。

(2) 一年生草種から成る牧野

一年生草種が優占する牧野の牧養力の計算法は、その土地の管理の目的による。ある環境下では、一年生草種が基本的な飼料源として維持されるような方式で、一年生草の植生の採収を制御することが目的である。その例を示す。(1) ニューメキシコとアリゾナの半乾燥地。ここでは一年生草種は植生の季節的な自然相であり、短期間に多量の飼料を供給する。(2) カリフォルニアの山麓牧野 (foo t-hill range)。ここでは飼料草は、主として地中海地方から侵入したものであるが価値のある一年草種から成る。(3) 南西アイダホの広大な地域。ここでは cheat grass が誤った利用の結果として、在来の草地を占有したが、現在では大切な早春の放牧を支えている。これらの地域では、牧養力は多年に亘る一年生飼料草種の年間生産量の変動に基いて計算される。そして起り得る生産量の極端な変動に耐えられるように、forage-acre requirement に低い値が与えられる。他の条件下——まずい管理の結果として一年生草種が侵入し、そしてそれが望ましくないというような場合——では、永年生草種の自然の恢復を可能することが目的である。この長期計画では、被度の見積りがなされる時一年生草種は無視されるか、または安全な牧養力を直接見積ることによりその値が求められる。

第11章 重量の見積り

(Weight Estimate)

§1 方法の概要

植被は牧養力の見積りを与えるのに用いることが出来るが、それは生産量の尺度としては不適當である。厳密な試験に用いるための何か他の方法を見出すことの必要が感ぜられ、Inter-mountain For. and Range Exp. Sta. — ここでは、特に sagebush-wheat grass の混生した植生で、実際の放牧試験によつて得られた牧養力は、植被から計算された牧養力からかけ離れていた——で取上げられた、重量見積り法は Pechanec と Pickford により発展された。彼らはそれをいろいろな生育形のイネ科草類と雑草類から成り、高さが8~200cmの間の混生した植生で調べた。この重量見積り法は唯、各植物の単位が明確で、1つの単位として認識出来る処のみ適用出来る。これは bunch grass 放牧地、半乾燥性と乾燥性牧野に適するが、密生草地には適さない。

生産量と植物組成 (floristic composition) はプロット内で調べられ、全体に対する割合でなく、飼料草の当年の生長量と灌木の当年生小枝の生長量の生重量または乾燥重量 (gr. lb. ton) が記録される。若しグラムで記録されるならば、重量は10 gr. 括約で見積られるか、小さい草種のためには、5 gr. または時には 1 gr. まで見積るのが安全である。

エーカー当りの生産量は重量で表され、牧養力は飼料植物の animal-month で表される。それ故

$$\frac{(\text{エーカー当り飼料植物の重量}) \times (\text{面積})}{1 \text{ヶ月当家畜の要求量}} = \text{牧養力}$$

§2 用具、練習、野外での手続

野外での用具には、10 gr. まで読みとれ、ポケットに入れて運べるように小さいスプリング秤と刃渡り4~6 in. の鋏み、布袋または紙袋、プロットを印する用具、範囲を示す用具、結果を記録する用具を含むだろう。

ある場所を調査する前に、各調査員は練習に、数日または1週間費す。これは各季節の初めに、そしてまた新しい型の植生に入る時は何時でも必要である。調査員は、これから

調査すべき植生型で、自分自身の見積り量をチェックする。練習の指針は Pochanoc
らにより述べられている。

「オ1に、1つの草種の1または数ヶ体の重量を見積る。——最初から10、20、
50、または100 gr. の単位を明確にするように試みる。そのような単位によつて飼
料草を数える。それから、見積の誤差を決定するために、飼料草を刈取、秤量する。時々
見積つたあと、その場所でなされた最後の重量のチェックと一致するように、単位の大き
さを変えて試みるべきである。1時には1草種について練習する。オ2、オ3の草種で練
習している間に、時々以前に練習した草種に戻るのがよい。練習期間を終る前に、個々の
調査員または調査班長に十分に、全部の草種の単位が明確にされたあと、その場所の調査
のために選定されたのと同じ大きさの抽出プロットで2-3回チェックすることが望まし
い。

その場所の調査期間中、毎日、全員が、同じ移動プロットで飼料草の見積りをすべきで
ある。1日に1人で〔普通に〕見積れるプロットの数の10~20%のプロットがこの方
法で見積られるべきである。それからこれらのプロットは刈取られ、各人の見積り量と実
際の生産量の記録がとられる。これらのデータから、ある日またはある場所での、各人の
見積り重量から、実際の重量を決定するための、草種毎の回帰が計算される。見積り量と
実際の重量の間に、明らかに差がある場合は、これらの回帰が、この差の調整をするため
に用いられる。この記録は調整するのに役立つのみならず、各調査員の成績の実際の記録
を提供する」。

§3 プロットの大きさや形

標本抽出法は最初はプロット法のそれ(100 sq. ft. の円形プロットを系統的に分
散する)であるが、今はプロットの大きさ、形、数が、この原型から全く離れている。そ
れは植生により異なる。アメリカでは、小さい円形プロット、——例えば25~50 sq.
ft. ——を多数用いるのが、100 sq. ft. の大プロットを少数用いるのに勝ると
いうことである。また、ベルト・トランセクトまたは狭長の矩形のプロット——例えば
2 ft. x 25 ft. ——が円形プロットより、重量の見積りのためにはより効果的であると
いわれている。然し南オーストラリアの saltbush-bluebush の地では、その
土地の年間平方マイル当り唯22頭の綿羊という低い牧養力の故に、大プロットを用いる
傾向がある。こゝでは64ヶの0.01 エーカー(435 sq. ft.) の固定円形プロット

——それは格子型で配列され、各プロットの中心に、3 ft. の杭で印する——は標本抽出に伴
う標準誤差が10%以下であるこのような地では16~32ヶの0.01 エーカーのプロッ
トが、1日1調査員により調査される。

§4 方法の適用

重量見積り法は公式欄により、牧野調査の標準的な方法として採用されていない。し
かしながら、それは牧野でなされるある種の研究にとっては良い結果を与える。それは南
オーストラリアの少雨地域で、灌木(*Kochia sedifolia*) に対する綿羊の放牧の
影響を研究するために、Woodroffe により選ばれた方法である。この方法はまた、
実験プロットで、*Paspalum dilatatum* と *P. notatum* のようなイネ科
草の草種またはストレーン間の生産量や、西部の牧野に逸播のために導入されたイネ科草
の生産量を速に評価するのに有用である。これらの場合、各植物が、重量の見積りのため
の単位である。

重量見積りの正確度は二重抽出として知られるオ2段階の標本抽出により改良される。
全プロットの僅かな割合のプロットが、実際の生産量の決定のために刈取られ、そしてこ
れが、実際の重量の見積り重量地に対する回帰を与える。

§5 重量見積り法と被度見積り法の比較

重量見積り法が、プロット法と共に調べられ、そしてそれぞれから得られた結果が統計
的に分析された。被度を見積る時の個人差は、重量を見積る時より低い。しかし、重量を
見積る場合のどの誤差も、秤量によりチェックすることが出来、そして良心的な練習で減
少することが出来る。それに対して被度の見積りは、正確で客観的なチェックを受けられ
ない。被度からの生産力を推論する場合の主なる誤差は見積りの誤差によるのではなく、飼
料草の被度と重量の間関係が一定でないという事実——オ23、24表に示されたよう
に——によるものである。これは容易に矯正出来ない。単一の草種の個体間にさえも大き
な変動がある。*Oryzopsis hymenoides* について、Smith は平方フィート
当り58と264 gr. の間の変動を記録した。

植被の単位面積当りの重量のこの関係に基くいくつかの方法が次章で述べられる。

オ23表 植被の1sq.ft. 当りの重量

草 種	1sq.ft.当り 生産量 (gr.)
<i>Rudbeckia occidentalis</i>	261.4
<i>Geranium viscosissimum</i>	153.1
<i>Arnica cordifolia</i>	38.3
<i>Agropyron dasystachyum</i>	428.0
<i>Stipa columbiana</i>	223.8
<i>Carex rillifolia</i>	28.5

(Pechanec & Pickford, 1937)

オ24表 植被の1sq.ft. 当りの平均重量

草 種	1sq.ft.当り 重量 (gr.)
[イネ科草]	
<i>Poa secunda</i>	23.4
<i>Festuca idahoensis</i>	50.5
<i>Bromus tectorum</i>	59.9
<i>Agropyron spicatum</i>	126.9
<i>Poa nevadensis</i>	125.4
<i>Poa ampla</i>	160.0
<i>Agropyron pauciflorum</i>	220.0
<i>Elymus condensatus</i>	255.6
[灌木]	
<i>Purshia tridentata</i>	58.7
<i>Salix spp</i>	42.0
<i>Artemisia nova</i>	72.5
<i>Chrysothamnus—viscidiflorus</i>	61.0
<i>Prunus melanocarpa</i>	73.5
<i>Wyethia amplexicaulis</i>	96.7
<i>Artemisia tridentata</i>	88.4
<i>Artemisia gnaphalodes</i>	112.0

(Shipley 3, 1942)

第12章 被度と重量

(Area and Weight)

§1 植被 (foliage cover) と重量の関係

Shipley らは植被を飼料植物の重量に変換することにより、牧養力を見積る方法をなしとげた。植被は point-obs.-plot 法で求められ、重量は植被の sq. ft. 当りの重量——これは主要なる草種について決定された固有値である——から得られる(オ24表)。飼料植物の重量は牧夫により容易に理解されるが、forage-acre requirement (または allowance) はそうでない。—Shipsey—らはネバダの放牧地——そこでは飼料植物は次の牧養型からなる。すなわち(a)big-sage brush—がイネ科草類と共に優占。(b)black-sagebrush—がイネ科草類と共に優占。(c)主として *Agropyron spicatum*, *Festuca idahoensis*, *Poa secunda* のイネ科草の草本型 (d)イネ科草、雑草類の伴う雑灌木型——でこの方法を実験した。植被の見積りのみに基いた牧野調査に必要なプロットより幾くのプロットが必要であつた。この方法は、標準的な方法として受入れられないので、唯簡単に1つの例を述べる。

引用された例は、1エーカーの牧野に亘つて、10%の植被で生育している blue-bunch-wheatgrass—(*Agropyron spicatum*) の場合である。この草は、平均1sq.ft. 当り130grの飼料を生産し、その proper-use factor は80% (Nevada Grazing District No 1 で採用されている値)である。

最初の計算はこの草の与える飼料の animal-day の数を決定する。この草が、1ヶ月間の放牧に、0.16 forage acre (forage acre requirement) 必要とするとした場合。

$$10\% \text{ 植被} \times 80\% \text{ proper use} = 0.08 \text{ forage-acre factor}$$

$$1 \text{ エーカー} \times 0.08 \text{ forage-acre factor} = 0.08 \text{ forage acre}$$

$$0.08 \text{ forage acre} \div 0.16 \text{ forage acre requirement}$$

$$= 0.5 \text{ animal-month}$$

$$30 \times 0.5 = 15 \text{ animal-days.}$$

次の計算は bluebunch-wheatgrass—が適切に利用された時放牧利用のために生産可能なるエーカー当りの飼料植物の重量を与える。

$$43560 \text{ sq. ft. (1エーカー)} \times 10\% \text{ 植被} = 4356 \text{ sq. ft.}$$

$$\frac{4,356 \text{ sq. ft.} \times 130 \text{ gr}}{454 \text{ (1lb. の gr 数)}} = 1,247 \text{ lb.}$$

故に1エーカー当り proper use のもとで利用出来る重量は

$$1,247 \text{ lb.} \times 80\% \text{ proper use} = 997.6 \text{ lb.}$$

オウ番号の計算は見積られた牧養力 15 animal-days によつて表された、毎日の放牧利用のために利用され得る bluebunch-wheatgrass の重量を示す。

$$\frac{997.6 \text{ lb.}}{15 \text{ animal-days}} = 66.5 \text{ lb.}$$

「animal-unit-month factor 表が発展された。それは各飼料植物に対して、放牧利用のために生産可能な飼料の量に従つて、牧養力の見積りの決定の際における、その係数を示す。forage allowance は animal month 当りの forage acre でなく1家畜当り必要な飼料の風乾重量で表される。」 (Shipley 1942)

導き出された animal-unit-month factor 表は、どの牧野の飼料植物の評価についても満足すべきものと考えられ、そして植被を面積100エーカー当りの飼料の animal-month として示された牧養力に換算する(植被の sq. ft. 当り重量に対して)のを容易にするために基準が発展された。

§2 基底被度 (basal area) と重量との関係 (Point Yield)

§§2.1 方法の概要

若し基部面積の単位当りの植物の平均重量が判るならば、生産量の見積りは、被度に基く組成分析の結果から計算出来る。このような方法が、西部カナダの短草型草地 (short grass prairie) で適用された。こゝでは平均の植被が約10%で、主要なる草種は *Stipa comata* その他の *Stipa* sp., *Agropyron smithii*, その他の *Agropyron* sp., *Bontelona gracilis*, *Koeleria cristata*, *Poa secunda*, *Eurotia lanata*, *Carex filifolia*, *Atriplex nuttallii* である。基底被度はポイント (point quadrat) 法により調査された100点当りの当つた数から計算して、査定された。この関係はまた北東カリホルニアの bunch-grass 型で用いられた。そこでは植被はライン (line inter-

ception) 法により求められた。単位面積当りの平均重量は、多数の主要な飼料草種について、多年に亘り、いろいろな条件下で集められたデータから求められた。これは草種の生産能力 (yielding capacity) と考えられる。それ故、生産量は植被のデータから計算される。

§2.2 草種の相対生産能力

草種の生産能力、すなわち単位面積当り平均重量は任意に多数の十分に成熟した植物を選出し、それぞれの基底被度を測り、そしてそれを刈取ることにより求められる。飼料植物は家畜の採食と似た方法で刈取られる。すなわちイネ科草類の場合はそれは低く刈取られ、灌木の場合は唯若い、柔い小枝が取去られる。植物の生育期間中の風乾重量が決定され、その草種の基底被度の合計が、その重量をつくつた面積を与える。それから与えられた面積の生産量は、*stipa comata* —— 基準的イネ科草であり、一様な値を与える —— の同面積の生産量と比較される。このようにして得られた値は飼料植物の相対的生産能力または相対的生産力 (productivity) である。

Stipa comata の生産量を1とすると、*Bontelona gracilis* の生産能力は0.33、*Agropyron smithii* のそれは1.28である。*B. gracilis* が、*S. comata* の2倍の面積を被覆してもその生産量は低いと推定される、何故なら一定面積についてそれはたつた $\frac{1}{3}$ の生産量しかないから。主要な植物の相対的生産能力が一度知られれば、全飼料生産量とある処の牧養力は植物の基底被度から計算することが出来る。

§2.3 飼料植物の生産量

最初に全飼料植物が、各植物の相対的生産能力の値に夫々の基底被度の%を掛け、それを合計することにより、*Stipa comata* cover なるものに換算される。100% 植被の *Stipa comata* の立毛 (基準) はエーカー当り 5,000 lb. の風乾飼料を生産する。飼料植物の生産量の計算例がオ25表に示される。

§§2.4 牧養力

この値のためには、適正な利用下で採食されるであろう飼料植物の%が知らなければならない。カナダの草地 (prairie) ではこれは55%である。放牧に利用可能なる

飼料植物はそれ故、 $354.5 \times 0.55 = 195 \text{ lb. / エーカー}$ である。放牧中の肉乳牛は1ヶ月
 当り、乾燥重量で660 lb. の飼料を必要とする (Morrison's Feeding
 Standard による)。1000 lb. の牛を1ヶ月養うに必要な牧養力は

$$\frac{660}{354.5 \times 0.55} = 3.58 \text{ エーカー / cow-month である。}$$

エーカー当りの cow-month で測られた牧養力は

$$\frac{354.5 \times 0.55}{600} = 0.295 \text{ cow-months per acre である。}$$

オ25表 全飼料生産量の計算

草 植	(A) 基 底 被 度 %	(B) 相 对 的 生 産 力	(A) × (B)
Bouteloua gracilis	5.5	0.33	1.815
Stipa comata	1.0	1.0	1.000
Agropyron smithii	1.5	1.28	1.920
Koeleria cristata	1.5	0.97	1.455
Poa secunda	1.5	0.60	0.900
合 計			7.090

Stipa comata はエーカー当り5000 lb. の飼料を生産するから
 全飼料生産量 = $\frac{5000 \times 7.09}{100} = 354.5 \text{ lb. / acre}$

第13章 実際の重量 (Actual Weight)

飼料草の刈取と秤量による生産力の測定は主として、草の密生している小規模の放牧地—
 —それは温潤温暖な気候下で典型的なものである—で用いられる。生長の旺盛なイネ
 科草類やマメ科草類の多くは刈取に無限ではないが、強く抵抗し、次年には恢復する。始めは広大
 な放牧地 (prairie, range, veld, bush) では、これらの小雨地方では
 草類の刈取からの恢復がおそいから、刈取法は何れも実用的でないと考えられた。こ
 れらの植生型では大面積に亘つて均一であるから、少しの標本でよい。それ故所要時間は
 それ程重大な因子ではない。そして今刈取法は急速に用いられる。

異つた気候条件下では、生育状態が異なるから、用いられる方法は非常に異なる。これらは
 3つの主題のもとに論議する。

- (1) 開落草地、開落灌木地から成る広大な放牧地
- (2) 乾草用の密生草地
- (3) 放牧地として管理される密生草地
(かんがい放牧地を含む)

§ 1. 開落草本、灌木生地の大広放牧地

§ § 1.1 一般的方法

冬牧野 (winter range) は放牧季節の初めに、そこに家畜に喰われるべき飼
 料草が、どれだけあるかを見るために刈取られ、夏牧野 (summer range) では、
 夏季放牧の終りに、そこにどれだけ残されたかを見るために刈取られる。全期間に亘る連
 続的な刈取からの全年間生産量の決定は、試験機関に附属したような小さい代表的な処を
 研究する時にのみなされ、得られた知識は全牧野に適用される。

面積の測定された処が、望ましい高さで一様に刈取られる。地面近くで刈取る時は株を
 傷つけない様に注意しなくてはならぬ。刈取高の決定には、高さ重量の関係 (height
 / weight relationship) が考慮されるべきである。例えば bunch grass
 はその重量の大部分が、地際にあるから、低く刈るべきであり、一方高茎草本 (long-
 stem grass) は重量の大部分が、地際から少し離れた処にあり、より高く刈る時、

生産量の良好な値を与えるだろう。植物はいろいろなグループに分類される。即ち樹木の落葉、前年の草、マメ科草類、雑草類、イネ科草類、灌木の葉と当年生の小枝、——これらはプロットの内またはプロットの上で、家畜の達し得る範囲内にあるもの——である。これらの成分は別々の袋に入れられ、生重量を測るか、または持帰つて乾燥重量（風乾または絶乾）を測る。鋏を使つて手で刈取るのが刈取機械を使うのより実際的である。何故なら自然放牧地は地表面が普通不規則であるから、生産量は単位面積当りの生重量または風乾（絶乾）重量で表される。季節的変動の計算には、満足出来る平均値を得るために、多年に亘る記録が必要である。

(a) 刈取面積の大きさ

1 sq. yd. または 1 sq. m. がプロットの普通の大きさである。報告されている他の例は、mixed prairie で4エーカー毎に30の割合で0.25 sq. m. のコードラート；南アフリカの veld で4 yd. × 1 yd.；Alberta と Saskatchewan の短草の疎生草地で1 sq. m. ないし6 sq. m. である。

Campbell らは、面積が96 sq. ft. のプロットの飼料草の gr. 単位での重量は、直接エーカー当りの lb. 単位の重量を表せるという事実に基いて、刈取プロットの大きさを決めた。エーカー当り lb. 単位での生産量は、96 sq. ft. の面積の gr. 単位重量を10倍することにより得られる。試行錯誤と分析の結果から、Campbell らは9.6 sq. ft. (各辺3.1 ft.) を選んだ。飼料草の平均的なコンディションのもとでは、この大きさのプロットはかなり小さい誤差を与え、植生類型の標本抽出には10ないし15のプロットでよい。より小さいプロットから得られた重量は、妥当な数の標本で有意な結果を得るには余りにも大きく変動し、一方大きなプロットは、都合よく刈取、秤量するのに多すぎる量を与える。コードラートは直径0.25 in. の溶接された棒から出来ている。この方法は飼料草の生産量がエーカー当り年間10~5000 lb. の範囲の条件の処で検討された。Frischknecht らは Utah の Great Basin で直径42 in. (96 sq. ft.) の円形の環を用いた。かんがい放牧地や生産性の高い土地では0.96 sq. ft. (直径13.27 in.) 灌木では96 sq. ft. (直径132.55 in.) をすすめている。このような大きさを使う時は、1ヶの96 sq. ft. のプロット、10ヶの9.6 sq. ft. のプロット、20ヶの4.8 sq. ft. のプロット、40ヶの2.4 sq. ft. のプロットまたは100ヶの0.96 sq. ft. のプロットの飼料草の gr. 単位の重量は、エーカー当りの飼料草の lb. 単位の重量と等しいことを

憶えておくに都合がよい。

以上述べたプロットのうちたゞ1つが短形である。最近の研究は狭長なプロットが、殆どすべての場合効果的であり、将来より広く使われるだろうと言っている。

(Stevenson 1950)。

(b) 刈取の頻度

年1度の刈取は牧野の代表的な部分でなされる。自由放牧がなされるかなり乾燥した条件下では、刈取から草類が恢復するのに一年では不充分であるから、次年には他の刈取られる。刈取が翌年の生産量を減少させることを示す事実は沢山ある。Clarke らは西部カナダの半乾燥性草地で4年間の平均生産量として次の値を与えている、即ち毎年刈取された時飼料草の風乾重量は223 lb. 1年おきに刈取した時は283 lb. である。1年に1回より多く刈取すると生産量の減少は更に著しい。Aldons はアメリカの西部の $\frac{2}{3}$ においては植物の活力と生産量は刈取の頻度と逆に変化することを示す結果を提示している。刈取頻度が増加すると蛋白質の含有量は増すが、生産量の損失と平衡をとる程多くはない。

§ § 1.2 二重抽出法 (double sampling)

刈取コードラートの繰返しに要する時間は、特に降雨その他気候条件が悪いために、1~2週間のうちに外業をしなくてはならない時、この方法にとって重大な欠点である。Wilm らはいくつかの簡易法 (quicker method) に刈取を結びつけた。大面積について簡易法で多数の観測が任意になされ、次に任意に抽出された若干の標本で飼料植物が刈取られ秤量される。「それから小標本のデータのみを用いて、簡易法で観測された因子と飼料植物の実際の重量の関係を示す回帰が計算される。」予め全プロットに対する、刈取るべきプロットの割合を計算することが重要である。何故ならば、余りにも多く刈取されるならば不必要な出費がかさみ、少なすぎれば、信頼出来ない回帰方程式が得られるから。簡易法は重量見張り法とライン法 (line transect) によりなされた。

(a) 重量見張り法との併用

刈取が、草本—灌木—(sagebrush) 型で重量の見張りと組合された。125 sq. ft. のプロットがエーカー当り18ヶの割合で重量見張り法(オ11章)で、調査される。この18ヶのうち5ヶが刈取られ、生重量が秤られる。イネ科草類、雑草類、灌木類は別のグループとして取扱われる。イネ科草類と雑草類の実際の重量は見張り重量と

良好な推測を示すが、灌木については相関はあまり良くない。この二重抽出法は同じ外業の時間で、単独の刈取法より36%多く出来る。然し内業の時間を含めると14%となる。

(7) ライ法との併用

刈取がライン法と組合せて用いられた処の植生は bunch grass である。この植生型はライン法が見事に適合した型である。250~300エーカーの放牧地のそれぞれで36プロットが抽出される。各プロットでは、2本の鉄杭の間に30ft. の綱が張られる。綱に触れた植物は、地表面での直径と平均高が測られる。この36ケのプロットのうち6ケが無作為に選ばれ、刈取られる。刈取面積は綱を囲んだ、30ft. x 0.5ft. のベルト、トランセクトである。この実験では風乾重量が求められた。植物は噴かれたものと噴われないものに分類され、そして4つのグループにまとめられる。即ち(1)tall bunch grass, (2)short bunch grass, (3)single-stemmed と sod-forming grass と grass like plant (4)forb である。この調査地では灌木類は嗜好性のある植物のうち小さな割合しか占めないで無視された。植物の直径に平均高を掛け合せたものの合計と、飼料植物の風乾重量は short bunch grass と forb を除いては良好な相関を示す。「外業のみを考えると、この方法は単独の刈取法と比較して、同一時間内に28%多く出来る。内業に要する時間も含めるとこれは11%となる」(Willmら, 1944)。

二重抽出法はプロット間を歩行する時間が少い、集中的な標本調査の場合に効果的である。「一方、プロットが比較的遠く離れるか、または置くのが困難な大面積の処では歩行時間が多くなり、全部刈取しても、その時間は全外業時間に対して少い割合でしかないので、二重抽出法の特徴は失われる」(Willmら, 1944)。

上記の二方法を比べると重量見積り法を使う二重抽出法の方が、ライン法を使う方法より、外業に要する時間がより多く節約されるので有利である。

§ 2. 密生草地：乾草用採草地

乾草の生産量は年間の短い期間の収穫量で与えられる、それは条件が1回より多くの収穫を許す場合を除いて、普通年に1回の刈取から得られる。英国の農場では次の方法のうちの一つによつて、各圃場からの乾草生産量が計算される。即ち(a)乾草の束の若干を秤量し、圃場から刈取られた束の数を数える。(b)農家の庭に収容される様な場合は、台秤で各

々の束を秤量する。乾草の生産量の正確なデータが要求され、乾草の全部の束を測る設備がない時は、圃場全体から無作為に若干の列を刈取秤量することにより正確なデータが得られる。必要な刈取の列の実際の数は要求される正確度と、圃場の変異性による。一般に約10エーカーまたは時には20エーカーまでの圃場について、無作為にとられた20~30yd. の長さの約10本の列の刈取がかなり正確な結果を与える。このようにして刈取られた草が秤量される。刈取られたものから代表的な小標本が秤量され、乾燥後再び秤量される。これは草が貯蔵用に乾草として保存される時の重量の減少率の目安を与える。

然し乍ら、乾草の生産量を測る主たる目的は、混播の場合の各草種または各ストレーンにより生産される飼料の量を比較することであり、そして管理方式または施肥方法の比較をすることである。この目的のために、均一な圃場に、一連のプロットが並べられ、各プロットは別々の処理を代表し、そして繰返しがとられる。

小さいプロットで扱うのに適した推進式草刈機 (mechanically propelled mower) が出現する前は、約0,003エーカー (9ft. x 16ft.) までの大きさのコードラートが普通用いられた。コードラートがプロットにおかれたあと、コードラートの外側の草は鎌で刈取られ、既知の面積の上に立つている草の "island" が残される。これは最後に普通鎌で刈取られ、生産量が秤量される。然しながら、この方法では、長草類—特に密生している場合—ではコードラートをきちんとおくことが難しい。

小型の推進式草刈機 — 特に機械の前面に central cutting bar を持った草刈機 — が現在の方法をかなり簡単にした。Aberystwyth では標本抽出の2つの方式が用いられている。1つは "island" 法、他方は "strip" 法として知られている。前者は周辺を除いてプロット全体を刈取るが、一方後者ではたゞ飼料草の狭い巾のみ刈取る。前者は一般に、プロットが小さく、— 約0.05~0.02エーカー (約20~80 sq. m.) — 長さが巾の2倍より小さい処で用いられる。"strip" 法は一般に全プロットを刈るのに手数がかかる大きいプロットで、巾より長さが非常に長い処で用いられる。然しながら、方法の実際の選択は、プロットの大きさまたは形よりも、実験をする人間の個性による。両方の方法とも、試験地のなかのプロットの外縁を除外することを狙っている。この方法は隣接するプロットの影響による誤差と播種時プロットからプロットへの種子の移動による誤差を少なくする。除外される外縁の巾は一定でないが、プロットの両側で2ft.、両端で3ft. 以下のことは少い。両方法の正確な手続は図式

(27, 28 図) の助けで、うまく説明される。手続の順序は各図式の註で与えられた順序に従う。

"island" 法 (27 図) においては、1 列またはそれ以上の列が刈取られ、プロットの各行の間が、列間と同様にきれいにされる。それ故立っている草の多くの "island" が残る。草刈機の前面の center cutting bar により、真直な列を刈取ることが可能である。それ故残された草の "island" は真直な側面を持つ。各 "island" の両側と両端の長さは "island" の平均の長さとしを得るために測定し、そしてこれらは殆ど正確な矩形であるから、その面積は計算し得る。その後で、各 "island" の草を刈取り、秤量する。

strip 法においては、プロットの各行の間を、1 つまたはそれ以上の刈巾で刈取るが、各行のプロット間は刈取らない。それ故両側で切離された草の "strip" を持つプロットが残される。それから center cutting bar を持った草刈機を用いて、1 またはそれ以上の列が平行に刈取る、然しプロットの両側から 3 ft. 以上離す。各列の刈草が秤量され、その面積が計算される (長さ × 刈取の巾)。プロットの端から端までの長さの全列が刈取られ、その巾は一定であり、刈取られた各列について必要な測定はたゞその正確な長さである。標本抽出のすべてが終つたあと、残つている草は刈取られる。

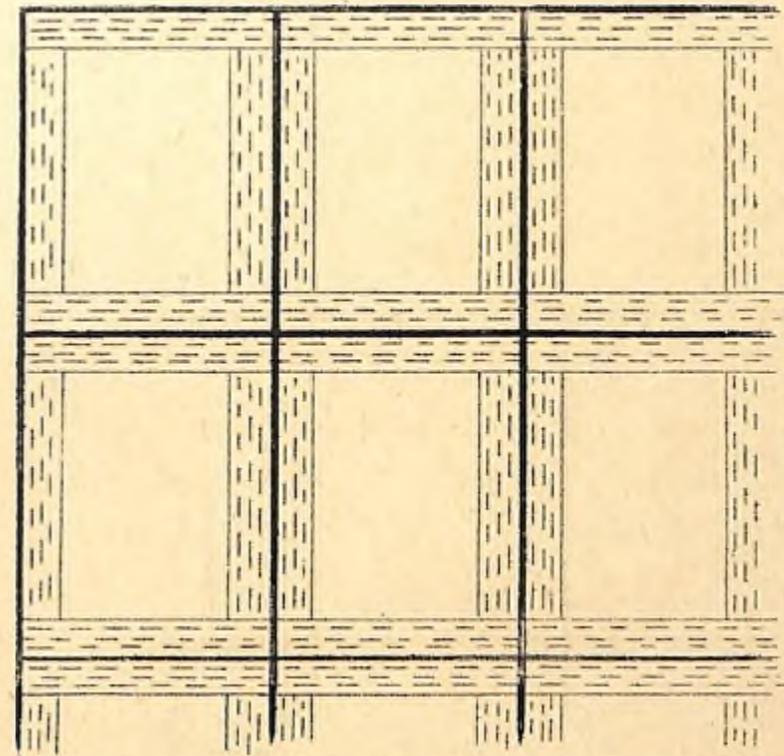
両方法において各プロットからの飼料草の生重量と、各プロットからとられた 600 gr. の標本の風乾重量が求められる。これらの重量と各プロットで抽出された草の面積からエーカー当りの乾草の生産量が計算される。

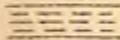
§ 3. 密生草地：放牧地

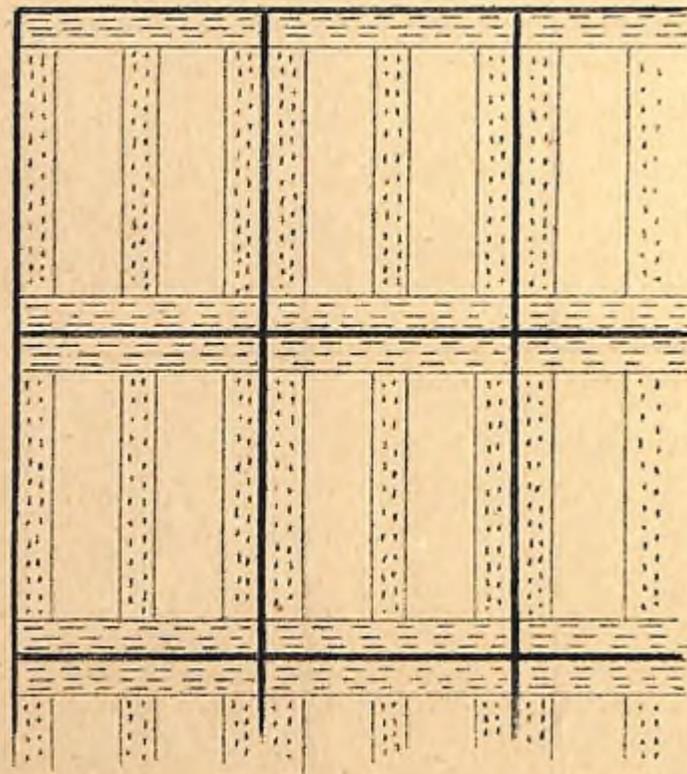
放牧地の状態 (The pasture condition)

放牧地の生産量は再生 (re-growth) の尺度であり、期間全体の放牧条件 (grazing condition) 下における一続きの刈取を含む。目的は、収穫される飼料草が、放牧家畜に利用されると、鼠、植物の組成、化学成分について同じ条件にあるような方法で刈取られることである。イネ科草類の放牧地的性質を保持するためには、少なくとも生育期間中に、4~5 回、出来れば 11~12 回刈取らるべきである。降雨量が多い程、刈取回数は多くすべきである。才 1 回の刈取時には飼料草は放牧草地 (pasture sward) の性質を持っているが、同じ処の才 2 回目以降の刈取時には、生産力と植物組成に変化を来す。それは次の 1 つまたはそれ以上、時には全部の理由による。すなわち、

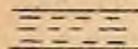
第 27 図 Island 法



-  プロットの境界
-  プロットの行間で / つまはそれ以上の刈巾で刈取る。
-  プロットの列間で / つまはそれ以上の刈巾で刈取る。
-  以上の刈取の後に残される飼料草の "Island". この面積を測り、草を刈取、秤量する。



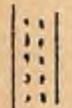
プロットの境界



プロットの行間で1つまたはそれ以上の刈巾で刈取る。



飼料草を1つの刈巾で刈取り、秤量し、刈取りの長さを測る。



標本が刈取られたあとなお残っている飼料草。これはあとで刈取る。

刈取は家畜の採食より急激であり、完全であること。全植生が一様な高さの植物を残して一度に取去られるから、残された葉身が急に、風雨にさらされるので、恢復がおくれること。刈取は草種の嗜好性に関係なく一律に飼料草を除去するから、嗜好性の高い草種が、放牧の時より高い割合を占めること。草種は不平等に刈取られるから、直立性のものは匍匐性のものより害をうけること。踏傷の影響がないこと。刈草の除去は土地の植物性腐植を奪い、放牧家畜を通しての養分の土壌への還元がないから、土地の肥沃度が変化する事である。放牧地の条件は、同じ処の組織的な刈取を避けること、秤量された刈草を元へ返すこと、実験期間の大半の期間刈取つた処に放牧することにより維持し得る。それ故、放牧と刈取を組合せた実験では、刈取面積は放牧面積の小部分のみであるべきだろう。スカンジナビヤその他の研究者はこの割合を4~5%とし、南アフリカの grass veld で West は4%、スイスの Grandjean は1~2%とした。

放牧地の実験では square field または paddock は矩形のものが好ましい。家畜、特に牛は、一隅に集り易く、採食と肥沃度が均一でなくなるから。各放牧期間の終りに、排泄物を払うことは clump の形成を妨げ、より均一な生育をもたらす。プロットは圃場または paddock 内におかれ、小さいのが好ましい、その全面積は同じ数のより大きなプロットより小さく、近接して置かれるならば、同じ土壌型と同じ微気候を持つだろう。小プロットを用いねば、利用し得る面積内でより多くの処理とそのより多くの繰返しが可能である。

放牧地の生産量を測るのに使われる方法はどれも放牧地の性質を維持するためのすべての条件を満たしていない。あるものは1つの点を強調し、あるものは別の点を強調する。あるものは簡単であり、あるものは複雑である。それらは3つのグループに分けられる。

刈取による方法 (ungrazed plot, mown or clipped)

exclosure を用いない放牧試験 (grazed pasture without exclosure)

exclosure を用いる放牧試験 (grazed pasture with exclosure for protection from grazing)

前に述べたように、これらが論議される順序は、それらの重要性を示すものではない。

これから述べられるすべての方法において刈取られた草は同時に植物組成分析のために、手で分けること (hand separation), 秤量, または本数を数えること (tiller counting) により副次抽出される。

§§ 3.1 刈取法

I 刈取法：刈草は放棄 (Herbage cut: Clippings discarded)

この方法は Sinclair (1816, 1826) により用いられた方法としての歴史的興味のために敬意を払って、已に述べた。これは現在の放牧地の生産量を測る方法の展開の最初の段階の1つを代表する。この方法は已に述べられた刈取のすべての欠点——即ち、植物組成の必然的变化、生産量の減少、と放牧地の一般的悪化——を持つ。

II 刈取法：刈草をプロットへ戻す (Herbage cut: Clippings returned to the plot)

プロットが刈取られ、刈草は秤量後、もとのプロットに撒布される。それ故、肥沃度の維持を助ける。風により刈草が吹きとばされるのを防ぐ様に、プロットは良く被覆されるべきである。温い乾燥気候が続く時は、前日に刈取られた乾いた刈草は、新しく生育したものの刈草と共に、拾い出され、秤量されるだろう。それ故乾いた刈草は次の刈取の前に除去されるべきである。多雨の処では刈草はより早く分解し、次の刈取の前に刈取高の下に落着く。それ故それを再び秤量することは無視出来る。

刈草を戻すことを含む刈取法は、刈草を取去る刈取法より、よい結果を与え、放牧地の処理内の予備的な比較に有用である。然し家畜の採食に伴う選択的な作用は両者共欠けている。

§§ 3.2 enclosure を用いない放牧試験

I 休牧期間の生長量の測定

放牧地の小プロット内に無作為に分散された飼料草のコドラートまたはストリップは放牧前に刈取る。それからプロットに刈取られた処の高さまで1~2日で喰われるように強度に放牧する。その放牧地はある期間休ませ、そしてまたこれを繰返す。こゝでは動物は、生物的要因を与え、プロットを放牧地条件に保つために、単に糞を除去するだけである。喰われた飼料草の量は計算に入れない。

刈取られた飼料草の重量から、その放牧期間に家畜に利用され得る飼料草の量は計算される。単に相対的な結果が要求されるときは、短い放牧期間中の生育は無視されるが、絶対的生産量を求めるときはそれを含まなくてはならぬ。それは休牧期間の一日の平均生長量から計算によつて求められる。これを生産量の値に加える。例えば20日の休牧期間の生長量が x g であれば2日の放牧期間の生長量は $\frac{x}{10}$ g である (1日の生長率が同じと

仮定して)。全期間の生産量の合計が、放牧期間の生産量である。降雨量が少なければ、休牧期間は永くなければならぬ。乾燥気候下 (南オーストラリア) では、生産量は6月 から10月までの冬季放牧期間中に約6週間の間隔の4放牧期間で決定されるが、一方イギリスの西半分の多雨地帯では、生育期間中の平均休牧期間は3~4週間であるべきであるが最盛期には2週間である。これらの実験の根本的な条件は、プロットの大きさと動物の頭数の間の関係が、動物が短時間 (24~48時間) の間に、利用可能な飼料草を喰いつくす様なものであるべきだということである。

Lynch (1947) により、この方法に対する反対がなされた。そのなかには次のことがあげられている。すなわち、放牧期間中の生長量が計算されなければ、標本の正確な性質というよりむしろ近似的な性質であるということ。刈取高まで採食させることの難しいこと——採食が刈取高より高いか低いかにより、生産量の見積りが高く、または低くなることから飼料草の評価の変異を伴う。小プロットでは、すでに刈取られたコドラートまたはストリップが再び刈取られることを避けるのが難しいこと。Lynch は、採食が刈取られたストリップに集中するから、そのような処はかなりの間目立つと述べている。

この方法は費用がかからず、単純である。草種、ストレーン、施肥処理を比較する場合、放牧下の飼料草の生産量の粗い概念を得るために、そして、放牧実験 (stock-grazing experiment) からの結果を補助するために用いられる。

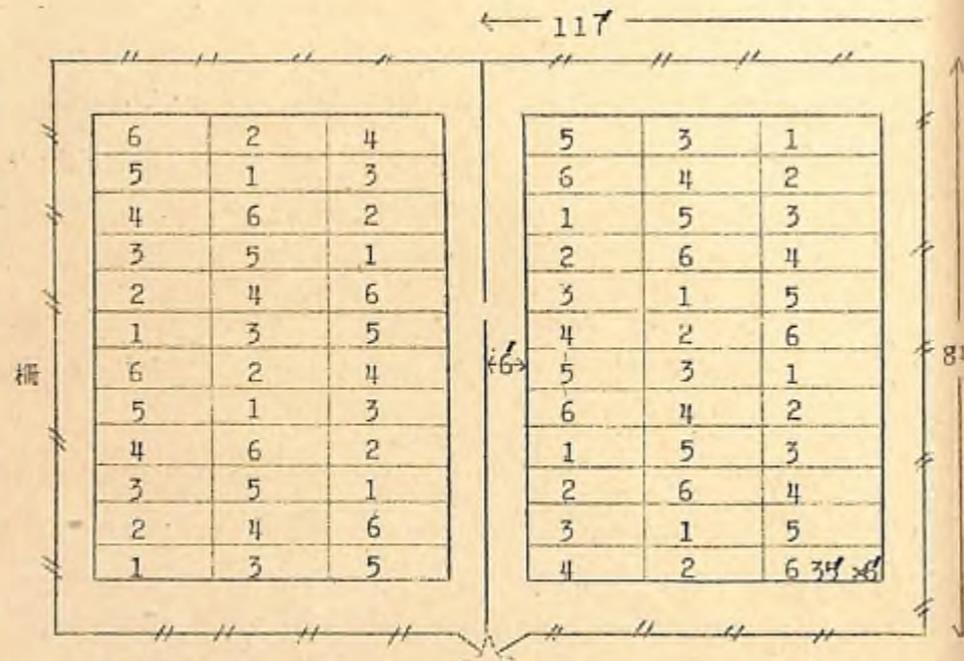
II 刈草を戻すことを含む刈取と放牧の交代 (Alternate mowing and grazing with return of clipping)

この方法は放牧地が放牧条件にある期間中、連続的に生産量を測る。実験技術は、ニュージーランドの Hudson により発展された。

実験圃場は2つの部分に分けられ、1つは強度放牧し、1つは刈取りをする。刈取区からの刈草は秤量し、放牧区に撒布する。ある休牧期間後、刈取区に放牧し、放牧区は刈取る。刈草は秤量し、放牧した区に撒布する。全飼料草がこのようにして消費される。この場合、動物は単に、飼料草を放牧地の条件に保つためにある。異つたストレーンや混播または施肥の試験が望まれるならば、各区はプロットに分けられる。プロット内に柵を置かない。家畜は1つの共通の enclosure 内の1組のプロットを採食するそして1回の放牧の間に多くの処理を観察することが出来る。各プロットの角は 2×2 in. で長さ 15 in. の硬木の杭で印される。夫々は頂端に、トタンのラベル——それには処理番号が印され、対応するプロットを示す——が打つけられる。

全実験地、2つの区、個々のプロットの大きさと形は収穫される飼料草の量と草刈機の中の実験的な考慮に基いて計画される。例えば、実験面積は2つの区——それによつて実験面積が成る——が最も不利な季節的条件下で1日で収穫、秤量出来るような大きさである。例えば、刈取は飼料草が外部温度から影響を受けない様に正午までおくらされなければならないだろう。2つの区のそれぞれが大體正方形であるように設計された。このことは、よく知られている動物が細長い圃場の一方の端に集中する傾向を計算している。1つのプロットからの標本は21b. より少くてはいけない。そうでなければ感度の高い秤が用いられなければならない。また飼料草の標本は取扱うのに大き過ぎてもいけない。121b. が上限といわれている。プロットの中は草刈機の中によつて決められる。これらの条件を満足すべき実験用地は0.45エーカーで各区は0.225エーカーである。2つの区の夫々

オ29図刈取と放牧を交互にする方法の典型的な実験計画



の大きさは117×84ft.で各プロットは35×6ft.である。各プロット内の刈取面積は60×2ft.、即ち30ft.の2本のストリップである。このことは合計で26ft.中の刈取らない部分——即ち3ヶの8in.のstripから成り、1つはプロットの中心部を通り、他は両側に沿つてある——を残す。草刈機の車輪はこれらの乗てられる

部分の上を通る。2つの区の夫々で6ヶの処理を6回繰返す実験の計画がオ29図に示される。

休閑期間と放牧期間について厳格な法則は何もない。飼料草が山羊と牛による放牧に適する生育の段階の中間に達した時刈取られる。休閑期間は生育に適した季節には10日間というように短いだらうが、冬の間は3ヶ月というように長いだらう。放牧は1日内外続くだらう。計画の1例がオ26表に示される。

放牧下の実験区は掃除刈 (clearing cut) がなされる "m&c" の前のしばらくの間採食されずに残される。(オ26表を見よ)。このことはすべての採食された飼料草を少くとも刈取高 (sampling height) ——それはこのような実験では1in.である——まで生育することを可能にする。各プロットの両側と中心に沿つて刈取られないストリップがある。"M&W(2)"の刈取の時、すなわち刈取、秤量された飼料草が抽出プロットに抜がられる時、刈取られないストリップは家畜に採食されるべく残される。

ニュージーランドでは、このような実験のための放牧の強さはエーカー当り山羊80~160頭である。家畜は実験下にある放牧地に似た放牧地から入れられ、そして戻される。「家畜は飼料草の良好な利用を可能ならしめるように十分に長い間実験地に置かれるべきで、そして空腹になり、プロットで採食された飼料草の等量より多く排泄させるまで長く置くべきではない。何故ならこれは肥沃度を持ち込むこと (in-brought fertility) になるから。実験地に入れられた時山羊が空腹であり、プロットで食べた飼料草と等量を排泄する前に戻されるならば、肥沃度の除去に結果するだらう。持ち込まれる肥沃度と肥沃度の除去の両者とも、正当な判断がこの可能性を示す限りでは、避けるべきであらう。」(Hudson, 1933)

Hudsonにより報告された様に、刈取と放牧を交互にする方法がスウェーデンで乳牛を用いて実施された。しかしこゝでは交代は1年毎で、実験は4~6年に亘つた。5m.×5m.のプロットが出来たらラテン方格で、不可能の時は列状に配置された。木杭——それはこの土壌では要求される期間もたない——で印する代りに、プロットはお互に溝——その上の中は約7cm——で分けられた。このような溝は銜物質土壌では数年に亘る実験の間もつが、泥炭土壌では約3年毎に更新されねばならぬ。正常な気候の時には、プロットは1生育期間に5回刈取られた、すなわち5月の終り、6,7,8月の中旬、9月の終りである。刈取は2~3cmの高さまで鎌でなされた。

Appraisal: Lynch は、この方式で管理された草地は4~6in.の高さまで生

オ26 刈取と放牧を交互にする方法の1例

日	A 区	B 区
1	両区が閉じられる	
6		G
11		G
12	M & W(1) →	G
13		G
24	M & W(2) ↓	
	& G ←	m & c
25	G	
30	G	
35	G	
36	G	← M & W(1)
37	G	
48		↓ M & W(2)
49	m & c →	& G
54		G
59		G
60	M & W(1) →	G
61		G

註 A・Bは同じ実験の1対の区である。
 M & W : 飼料草を刈取秤量する。
 G : 放牧する。
 m & c : 対応する区のM & Wと同じ高さで掃除刈する。
 ⇔ : 刈草を対応する区に移し、採食されるように拡げる。
 ↓ : 刈草をそのプロットに拡げ採食させる。
 "m & c" は対応する区の "M & W (2)" が行われた直前または直後になされなくてはならぬ。

長する (ニュージーランドで)——これは農民によつて得られない状態である。——という事実に注意をひいている。しかし、この方法はその気候条件下での最大生産量を与える。

ニュージーランドとスカンジナビヤで経験された。更に重大な欠点は、高い生産量を与える処理下のプロットから低い生産量しか与えない処理下のプロットへの養分の移動である。これは家畜が、全プロットに亘つて自由に採食することから起る。この欠点は、6ヶの処理のある実験——そのうち5つは施肥され、その結果無施肥の処理より50%多く生産する——の例を考えるならば、完全に正しいと思われる。飼料草の消費からの結果である動物の全排泄物が、全面積に一樣に分散されるならば、1ないし2年後には、全処理からの生産量が平になる傾向が確にある。しかしながら若し各プロットの採食に費される時間が、その生産量に比例し、各プロットに対する動物の排泄物の還元が採食に比例するならば、肥沃度の移動はないであろう。プロットがう年7ヶ月、刈取と放牧を交互にする方法下にあつた実験において、動物の排泄物の移動が、金肥の施用の影響に関して、非常に擾乱する因子であることは証明されなかつた。一方、Lynchの実験は、肥沃度の移動は、処理からの測定可能な反応を、他の調査者によつて可能であると考えられた範囲までではないが実際的な範囲まで減少させることを示した。肥沃度の移動は、プロットへ繋牧することにより、または enclosure に入れることにより、1プロットへ1頭またはそれ以上の家畜を閉じ込めることにより、防ぐことが出来る。

プロットの無作為な配置よりむしろ、作為的な配置が、結果の正しい統計的分析を不可能にする。Hudson は正しい統計的解釈に伴う無作為な配列の利点より、正しい統計的解釈を伴わない作為的な配列の利点の方が重要であると考えた。

刈草と家畜の排泄物からの養分と、放牧家畜の踏附と選択的作用はすべて草地の初めの植物組成と放牧地の性格を維持するのを助ける。この方法は生育期間を通じてまたは数年に亘る連続的な生産の記録を与える。測定の高い度合の正確度が可能であり、1.0~1.8の間の低い標準誤差が結果に伴う。しかしながら、刈取の影響は、多週間残る。

Swedish Grassland and Peat Ass. では、施肥と石灰施用の実験をする時には、殆ど常にこの方法を用いた。彼らは地方のいろいろな処で、土壌と気候のいろいろな条件を代表する多数の実験を同時に行うことが可能であることを見出した。

III 休閑期間の飼料草の生長量に比例して刈草と排泄物を戻す方法 (Shears の方法)

Hudson により指適されたように、飼料草の生長に応じて排泄物を戻すことは、プロット間の肥沃度の移動を防ぐ。これは、Sears により報告された、ニュージーランドの Palmerston North の近くで、perennial ryegrass と白 clover の草地の施肥試験で試みられた方法の特徴である。

処理プロットは普通の enclosure の中に設けられた。放牧の用意が出来た時、飼料草のストリップが、各プロットから刈取られ、秤量し、標本を化学分析したあと、飼料草はそれが刈取られたストリップに戻される。この刈取量は放牧に利用出来る飼料草の量を表す。糞尿を集める用具のついた多数の家畜が残った飼料草を2〜3日で刈取高まで採食するように入れられる。放牧の終に、糞尿は集められ、篩別され、測定され、水で稀釈されて、各処理下で生育した飼料草の生産した乾燥物質の量に比例して、プロットへ戻される。同じ処理のプロットに戻さるべき全量は、その繰返しの間の生産量の変異に関係なく、その処理の全部の繰返しに等分される。實際上、正確な割合で、糞尿を戻すことは難しいことでないことが判つた。

プロットは家畜により真の放牧地の条件を保つて管理され、肥沃度はプロットからプロットへ移動しない。乾燥気候下では、排泄物を水で稀めることは、かんがいと同じ効果を持つ。この理由から、この方法は排泄物と共に与えられるエーカー当りの水の量が、雨量の少部分にしか当たらない程雨量の多い所で、且つ多い時期にのみ適用出来る。

この方法から得られた2生育期間の結果と、排泄物の正常な還元を伴う刈取と放牧を交互にする方法から得られた結果を比較して、Sears は、若し指導を誤つてなければ、後者は慎み目な結果を与えると考へた。しかし Lynch は、引用された比較値は、そのような結果を出すには期間が短か過ぎ、そして統計的に処理出来ない結果に基づいてると述べている。

§ 3.3 Enclosure を用いる放牧試験 (Cage 法)

家畜が永く放牧地に置かれ、その間に生育した飼料草の量が無視出来ないとき、飼料草の生長の抽出標本として刈取らるべく當てられた一定の面積を採食から防ぐために、小さい enclosure が用いられる。enclosure は cage の形をし、それは全期間1箇處に置かれる (固定 cage) かまたは期間中数回異つた場所へ移される (移

動 cage)。この enclosure 内の飼料草の生長量の測定は cage 法として知られている。使われた cage の型は後述する。cage 法は普通 animal production trial と関連して用いられ、そしてこの2組の実験が同時に行われるから、飼料草の生産量と消費量について比較の出来る知識を与える。これらの実験は放牧地を休めるために、2〜3の場所で、輪換してやるのがよい。その放牧と休牧の期間の長さは現存する飼料草の量による。cage が固定されたものであれ、移動されるものであれ、また刈取が飼料草の生長量を測るべく、または消費量を測るべく計画されたにせよ、この方法は全期間の生産量と共に、放牧期間中の時々生産量についての知識を与える。移動 cage から刈取られた飼料草の方が、固定 cage から刈取られた飼料草より放牧地の条件に近い。

"difference method" なる語は、引き算 (subtraction) または "difference" が含まれる cage 法を記述するのに用いられる。ある場合にはそれは見積られた飼料草の生長量であり、他の場合には飼料草の消費量である。ある者は "difference method" なる語を、これら2つの異つた差を計算するのに用いる。それはこゝでは使わない。

I 固定 cage 法 (Growth recovery under permanent cages)

cage は放牧地全体に分散され、生育期間中に時々刈取られる。刈取の頻度は生育の速度でさまり、普通1生育期間に5〜6回であるか、或いは10〜11回である。刈草は乾燥し、秤量する。これらの重量の合計が、その期間の生産量を表す。

これは簡単で、費用のかゝらない方法であるが、家畜による管理を欠く、固定 cage 内は連続的刈取のもつすべての欠点がある。Connecticut の Storrs で *Poa pratensis* の永久放牧地での11年間の実験と、西 Virginia の播種放牧地での5年間の実験で示されたように、採食されない處は明らかに荒廃し、生産量は減少し、イネ科草類は乾燥物質の少い雑草類に置きかえられた。1生育期間家畜による管理を受けない cage 内は放牧地の特性を失うが、数年間採食されない處より明らかに少い害しかうけない。Robinson らによれば業務が移動 cage 法に要する時間と費用を妥当なものとしないうちでは、生育期間毎に cage が動かされるならば固定 cage 法は十分満足すべきものである。

II 移動 cage 法 (Growth recovery under movable cages)

この方法にはいくつかの変形がある。標本を刈取るために再び生育する前に、喰われた

飼料草を一様な高さで刈取ること (trimming cut) が、しばしば好都合であることがある。ある場合には trimming cut なしにすることが望ましい、すなわち、ある飼料草はそれに耐えられない。水気の多い成長の速い飼料草のための方法と、疎生して成長の遅い飼料草のための方法とがある。

II 1. trimming cut する方法

(a) 成長の速い飼料草のための方法 Nevens により報告された方法が、Illinois Agr. Exp. Sta. とその他の多くの試験場で実行された。cage の大きさの面積が、刈取、即ち "trimming" される。その重量 A は家畜の放牧地に入れられた時に利用し得る飼料草の量である。cage は刈取つたあとに、そこを採食から守るために置かれる。放牧後、cage 内の保護された処は刈取、秤量される。この重量 B は放牧中の生長量を表す。次に cage は予め前と同様に刈取即ち "trimming" された他の場所に移される。オ 2 放牧期間の終りにその飼料草を刈取、秤量する。この重量 C がオ 2 放牧期間中の生長量を示す。A + B + C + …… (刈取の回数による) が、生育期間中の飼料草の全生長量を示す。最後の刈取は、それが放牧期間と対応しなければ棄てられる。刈取は生育の段階により 2 週間毎、1 月毎、またはその他の間隔でなされる。cage は普通、エーカー当り 5~6 個で、いろいろな方法で置くことが出来る。すなわち圃場全般に無作為に、圃場の小区分に無作為に、放牧地の代表的な処に無作為に、または全放牧地に関するいくつかの類型によつて。

(b) 成長の遅い飼料草のための方法 放牧季節の初め、または短い放牧期間の終りに、飼料草の生長が、草刈機の刈取高より低い放牧地では、生産量の値は低過ぎる。ニュージーランドに存在するこの条件のために Lynch は次のような計画——それは trimming の前に、cage 内の飼料草は草刈機の高さまで生育する期間をおく——を提案した。これは A と B の 1 対の cage を必要とする。

オ 1 日 cage A が圃場に置かれる。

オ 10 日 cage A の飼料草 (今や全部刈取高以上である) が trimming される。cage B が置かれる。

オ 20 日 cage A 中の飼料草が刈取、秤量される。そして cage は新しい処に置かれる。cage B 中の飼料草が trimming される。

オ 30 日 cage B 中の飼料草が刈取、秤量される。cage B は新しい処へ置かれる。cage A 中の飼料草が trimming される。

以下同様に繰返される。若し cage が対でなく、1 シリーズのみ用いられるならば、圃場の放牧と trimming の間に、喰われた飼料草が刈取高まで生育することを可能にする充分な時間の経過を必要とする。

trimming cut の影響 : 1 回の trimming cut は草地の植物組成を変えない。それにも拘らず刈取は猛烈な妨害であり、生育速度の初期の抑制となつてあらわれる。一年生草において、生長量の増加率は現在の生長量に比例すると仮定すると、trimming された cage 内では初めの生長速度が、外の放牧地におくれるが、後に放牧による葉の除去がないから、cage 内の飼料草は外のものより大きくなり、生長速度も大となる。

II 2. trimming cut しない方法

cage 法を變形したものの 2 つの例を述べる。

(i) Rothamsted 試験場で用いられた方法が、Boyd (1949) により報告されている。同一 cage 内の飼料草は平行な夫々 7 ft. x 1 ft. 4 in. の A と B の 2 本のストリップから刈取られる。ストリップ A は cage が置かれた時、ストリップ B は cage が取去られる時、例えば 3 週間後に、夫々刈取られる。(B-A) が untrimmed ストリップでの生長量である。0.1~0.25 エーカーのプロットに 4 個の cage が用いられた。それらの位置は無作為に選ばれた。

(ii) trimming cut が飼料草の恢復に重大に影響する故に、オーストリアの山羊の自然放牧地では、trimming cut を避けた方法が一般に用いられている。面積が 5 links x 5 links (約 15 a. m.) の 1 対のコードラートが使われる。1 組のコードラートは放牧地に置かれ、他の組のコードラートは移動 cage で放牧から保護される。喰われた量と踏附で失われた量は同じ日に刈取られた cage 内、外のコードラートの重量の差により測られる。生長量は cage 外のコードラートの飼料草の重量 (与えられた日の) を、1~2 週間後のそれと対応する cage 内のコードラートの飼料草の重量から差引くことにより測られる。連続 (continuous) 放牧と輪換放牧に適したこの方法は、放牧家畜に対して与えられた飼料草の量、植物組成と化学組成にかなり密接に近似した値を与える。この方法はまた Illinois Station で *Poa pratensis* と *Bromus inermis* の放牧地で用いられた。

III 移動 cage を用いて消費された飼料草の重量を測る方法 (Weight of Herbage Consumed using Movable cage)

この方法の基礎となる原則は、同じ日に刈取つた喰われた処と喰われない処との飼料草

の重量の差が、消費された飼料草の量の尺度であるということである。そしてこの消費量が放牧地の生産量として考えられる。採食されない処の飼料草は草刈機の高さまで刈取られる(重量A)。同時に採食された放牧地の同じ面積が、同一高さで刈取られる(重量B)。飼料草は乾燥し、秤量される。その期間の飼料草の生産量(飼料草の消費量)はA-Bである。刈取は毎週、二週間毎または1月毎になされる。そして夫々を刈取した日に cage は放牧地の新しい処——今まで刈取られなかつた処——に移される。各期間の生産量の合計が生育期間の全生産量である。

刈取の高さは少くとも放牧地が採食された高さに近くなければならぬ。そうでなければ得られた生産量の値は、全生産量を表さない。この誤差は、異なる放牧地間の相対値よりむしろある放牧地の実際の生産量が要求される処で、重大であり、特に綿羊の放牧地において重要である。——何故なら綿羊は草刈機の刈取高以下で採食し、栄養物を見つけ出すから。

消費法での cage の設置について、多くの者は放牧地の代表的な処に置き、放牧地全体に大体平等に分散させた。統計学者は無作為分散——完全に無作為かまたは小分けしたなかで無作為——を主張する。Klingman らは1つの場所を無作為に選び、そしてそれに対応する処を植物組成、生長量、土壌の性質の似たような処を選択する方が、両者とも無作為に選ぶより効率がよいことを示した。彼らの結果からの証拠は、両方の場所を無作為にとつた時の標準誤差はエーカー当たり 378 lb. として1つを無作為に、他は似たような処を選んだ時エーカー当たり 134 lb. である。2つのうちのいずれを採食させるかを投銭で決めることは、常に一方向に出る偏倚(bias)を妨ぐ。Jolly は1つの処を無作為に選び、他の処を前記のように選択するならば、標準誤差は少なくなつても、その結果にはかなりの偏倚が含まれることを指摘した。Donald は採食させた標準地を採食させない標準地に直接、接して置かれることが起り得る如何なる無作為分散も無視した。何故なら、家畜は cage の囲りに集り、そこをより強く採食する傾向があるから。隣接した標準地は全放牧地が、採らまで採食された場合にのみ許される。同様な理由で、Darland らは囲われた処と採食された標準地の間に、少くとも 10 ft. の距離を与えた。他の者は、他の理由を考えて、このような2つの標準地を隣接して取つた。

移動 cage 法の比較

trimming cut を含む方法は刈取後容易に恢復する飼料草にのみ用いられる。それは短い放牧期間の間に恢復することの出来ない、Glycine soja, Melilotus

Spp., Panicum Spp., Sorghum Spp. のような、高性の直立する飼料作物には用いられない。trimming cut を含む方法(II 1 a と II 1 b) ではたゞ1つの刈取、秤量で生産量が計算されるが、一方 trimming cut を含まない方法(II 2 と III) では2つの場所から得られた標本の重量の間の差から生産量が計算される、それは2つの刈取と秤量があることを意味する。草地の分散(variance)が同じなら、同じ正確度を得るためには trimming を含まない、2つの場所からの刈取に生産量が基く方法では、1回の刈取に生産量が基く方法(然し trimming cut を伴う)より、プロット当たり2倍の cage が必要である。然し一般には trimming されないプロットからの生育は、trimming されたプロットのそれより変異が多いので、3~4倍の cage が必要である。Nevens はまた、trimming を含む方法(II 1) は II 2 や III のような生産量が2つの重量の差に基く方法より標準誤差と変動係数の低いことにより特徴づけられることを見出した。

変動性(variability)はまた生産量の水準と関係がある。それは生産量の多い処で高い。この因子に基く変異性は強度放牧により低くすることが出来る。

いろいろな移動 cage 法が、animal production 法で得られた結果との一致性について比較される時、Boyd により、古いイネ科草々地について得られた生産量曲線は、それらの間には殆ど差がないことを示す。あるものは animal production 法から得られた結果より僅かに高く、他のあるものは僅かに低い。Poa pratensis の放牧地について研究した Nevens は、他の方法(II 2 と III) より trimming cut 法(II 1 a) で良好な一致を得た。

§ 3.4 Enclosures の構造

enclosure は cage で、または屋根のない柵で囲まれた場所だろう。出来るならば enclosure は刈取面積より大きくすべきである。例えば 4 ft. x 4 ft. の cage のなかでは 3 ft. x 3 ft. の面積が刈取られるべきであろう。このことは境に近く生育しているものを刈取らずに残すことを可能にする。前置きの章*で説明したように、enclosure の内部環境はその外部と異つており、その差は境界部では中心部より大きい。柵または cage の壁の近くで生育がよい。屋根もまた影響を及ぼすが、この影響は屋根を粗い金網で造ることによりまたは屋根のない enclosure を用いることにより、側面における影響より減少されるだろう。

* ここには訳出されてない。

(1) CAGES 最も単純な cage は正六面体または長方形のブロックのような形をしており、金網で覆われた木または金属の枠で出来ている。枠が木で出来ておれば、cage は比較的軽く、動物によりひつくりかえされることを防ぐために、地面に固着されなければならない。このことは地面に打込まれた杭に cage をしばりつけることにより、または地面に押し込むことが出来るように角の柱を下の方に延長することにより可能である。より丈夫な cage は強い 2 in. mesh の金網で覆われ、溶接された鉄の棒、または L 型鉄鋼で組立てられている。11 ft. × 5 ft. のような大形の金属製の cage はそれ自体の重さと大きさで、その場所に固定されて留る。cage は圃場の一部分から他の部分に容易に動かされる。その大きさは、人工放牧地では 3 ft. × 3 ft. または 4 ft. × 4 ft. 高さ 1.5 ~ 2.0 ft. , prairie では 6 ft. × 6 ft. , スカンジナビヤの放牧地では実験の種類により 1 m × 1 m から 5 m × 5 m , 南アメリカの veld では 4 yd. × 1 yd. である。

Cage は家畜によりこすられ、またはひつくり返されるのを防ぐために内側に傾斜した末端を持つようにデザインされている。Nebraska の prairie で Danland と Weaver により用いられたピラミッド型の cage がある。枠は、長さ 7 ft. で、頂端で一諸にボルトで締められ、一方他端は一辺が 5 ~ 6 ft. の面積を囲む木の樫にボルトで締められるように括つている 4 本の鋼鉄の柱で出来ている。この枠は底部から 6 ft. の高さまで (牛のために) 丈夫な金網で覆われている。長方形の基底、三角形の垂直断面、内側に傾斜した切妻の端を持つ cage が、綿羊の放牧試験のために試みられた。然しながら、金網で覆われた 12 ft. × 3 ft. × 1.5 ft. の木製の枠で出来たこれらの cage は綿羊による攻撃に抵抗するのに充分であると証明されてない。楕円形の断面を持ち、金属で出来た cage — イギリスの Stratford-on-Avon にある Grassland Res. Sta. で用いられている — がもつと勝れている。この枠組みは 1.5-in. mesh の金網で覆われた、0.85-in. の金属の管で出来ている。cage は 9 × 4 ft. で楕円の頂点の高さは 2 ft. である。cage の端は凹形である。楕円形は角がないのみならず、積み重ねる時にお互に組合されるから小さい空間にしまうのに都合がよい。鋼鉄 (またはアルミニウム) の管は持ち運ぶのに軽い。

(2) Roofless Enclosures

屋根のない、柵で囲われた enclosure は飼料草が休牧中の放牧地におけると同様な条件のもとで生育することを可能にする。この型の enclosure は、Aberystwyth の Welsh Plant Breeding Station で成功裡に用いら

れた。柵は家畜が、それを越して内側を採食するのを防ぐべく十分に高くつくられる。その大きさは 15 ft. × 15 ft. から 18 ft. × 24 ft. までで、enclosure 内で、境から離れて、それぞれ 1 sq. yd. づゝ、何回か刈取することが出来る。enclosure が、新しい処におかれた直後、その境の周りで標本が刈取られた。これは休牧前の刈取である。3 ~ 4 週間保護された後刈取られる処は境から離れて enclosure の中心部とられる。6 ~ 7 エーカーの土地に 4 つのこのような enclosure がおかれる。これらは生育期間中 4 ~ 5 回新しい処へ動かされる。

一人で運べる roofless enclosure が Nevada で用いられた。この型の一つが Fenley により報告されている。それは半時間で組立てられ、10 分間で取りはずされる。それは 8 本の鋼鉄の柱、金網、有刺鉄線から成る。6.5 ft. の長さの 4 本の柱は角となる地面に打込まれ、他の 7 ft. の長さの 4 本はその頂端を横断して四角を結びつける。

金属で出来た 1 ft. の長さの角の套管 (2 in. のメッキされた水道管が各頂端と四角の柱を結びつける。

金網が枠組みの側面を廻つて、適度にかたく張られ、各角に針金でとめられる。有刺鉄線が、枠組の廻り、金網の上を 2 周り張り廻される。この enclosure は放牧家畜による圧力に抵抗するのに十分しつかりしている。

安価な、roofless enclosure — それは簡単な地上 2 ft. の高さに張られ 1 段張りの電気、柵から成る — は Eire の Dep. Agr. で用いられた。各 enclosure は頭上を導線で結ばれ、多数の enclosure が、6 V の電池を用いて 1 つのコイルで作働する。この型の enclosure の大きな利点は、内部の飼料草の生長の速さ、または性格を変える柵の影響がないことである。Brady はこの柵は乳牛と strong store cattle にはうまく行くと述べている。この費用は非常に低く、導線の価格は cage の価格に比べて無視出来る。容易に動かし得、保管上の問題もない。

§ 4 標本の刈取 (Harvesting of Samples)

§ § 4.1 手刈 (Hand cutting)

sq. m または sq. yd. までの小面積は普通、鋏を使つて手で刈取る。鋏は飼料草のどの高さにも使うことが出来、効率的で経験のある者はどの機械より速くプロットを刈取ることが出来る。繊細な草のためには、綿羊の剪毛鋏が使いやすい。何故ならそれは刈草を

保持するから。

刈取の高さが一様であることが特に生産力の低い放牧地において重要である。地面が平坦な処では、一様の高さに刈ることは、移動出来る棒のついた枠の上を鉄を導くことにより可能である。Illinois Agr. Exp. Sta. で用いられたこのような道具が、Nevensらにより報告されている。望ましい大きさの低い鉄製の枠が、刈取らるべき面積を確定する。別の棒が、ゆるく枠の上についており、その下方に曲つた端で保持されている。刈取は細羊の剪毛鉄によりなされ、それは最初、才1の"row"または"swath"を刈取るために、枠の端の上に、次に次の"row"を刈るために移動出来る棒の上に、刃の肉の部分を置くことにより、地面から一定の高さに保たれる。棒は必要がある限り、全面積が刈取られるまで、前方に動かされる。棒は自重でその場所に保たれる。厳密に明確にされた面積が刈取られ、そして標本が少しも散乱されることなく、地上一定の高さで飼料草が刈取られる。このような道具が特に生産力の低い放牧地で必要である。このような道具がないと、標本の刈取における変動は、与えられた期間の生産量の値に50%もの多くの差を惹起する。

採食された飼料草の性質と量に近似するべく、飼料草を手でつみとることは時間がかかり、つみとる人の主観により偏倚を生ずる。これはU.S. Joint Committeeにより centipede grass, carpet grass の短い、密生した草地のために、そしてまた高莖の飼料植物のために推奨された。

§ 4.2 草刈機 (Mechanical equipment)

熟練した者は、小面積の飼料草を刈るには、知られているどの機械より勝るが、労力が不足して来たので、機械を使うことが試みられ、大面積についてと同様、小面積についても導入されなければならない。いろいろな草刈機が、植物の生育している地表面の状態、刈取らるべき面積により、つかいわけられた。

(1) 乾草:

乾草用の草は草刈機で2 in.の高さまで刈取られる。Allen motosecythe が普通、実験用地でこの様な草を刈るのに用いられる。それは3 ft.の中の swath を右に左にまたは中央に刈取り、そして地面の殆どすべての状態について使うことが出来る。—Macgregor—は sickle-bar mower から改良された機械の簡単な説明をしている。それは倒伏した作物をも、少し時間がかかるだけで刈取り、そして彼が予期した

以上にうまく行つた。

(2) 草丈が約6 in.の均一な草地

芝刈機 —手若しくはモーターで作動し、grass catcher がついている— が最上の道具である。ニュージーランドで、Hudson は実験のために芝刈機を改良して軽い鍍した鉄の箱を(カンバスの袋の代りに) grass catcher に密着させた。これは秤量用の容器として使え、草と時間の損失を避ける。採食高が生産量の測定に入るならば—cage 法の皿におけるように—芝刈機は普通の地上高1 in.または2 in.でなく0.5 in.で刈取るようにセツトされるべきである。何故ならば牛も細羊も1 in.以下まで採食することが出来るから。Caldwell power lawn mower は6~8 in.の採食されない飼料草を0.5 in.または1.0 in.まで刈取る。0.5 in.まで刈取る。この指示がアメリカの関係当局から出された。イギリスではそのように低く刈取ることには、草が非常に密生しているのが不可能であると考えられた。芝刈機は不規則なまたは平坦でない土地、またはイネ科草本と共存する堅い葉の広いまたは莖の堅い草種がある密生草地にも適さない。

(3) 短いまたは倒伏した飼料草の密生草地

動力草刈機が手動芝刈機より勝れている。何故ならそれは低い刈取を強行するのに十分に重く、そして手動草刈機のようにつまることがない。動力草刈機はまた草を集めるのにもより効率がよい。何故なら、手動芝刈機 (hand-propelled lawn mower) が止ると草を刈る刃も同時に回転をやめ、草は刃を通つて地面に落ちる。その結果、刈取られた草は grass-cutting box に少しも入らない。動力草刈機では回転する刃と草刈機の前進は別々に作働している。回転する刃は草刈機が前進を止めたあと、grass-catching box に刈取つた草を投入することを続ける。それ故、非常に少量の草が失われるのみである。低く生育する草に対する動力草刈機の優秀性は Blaser により示された。動力草刈機と芝刈機で刈られた—同一の高さと頻度で— carpet grass は夫々エーカー当たり4年間平均3733 lb.生産した。

オーストラリアの細羊放牧地の非常に丈の短い草地 —それは主として草丈2~3 in.の一年草、subterranean clover, ロゼット植物から成る—の標本抽出には細羊の剪毛鉄が最も満足すべき道具であることが判つた。飼料草は細羊が食うことが出来る高さまで刈取られなければならない、それは地面すれすれである。鉄は細羊のようにイネ科草本とロゼット及び節節性植物の全体を取り去る。ポータブルな細羊の剪毛機械

動力または手動——が広くオーストラリアで、Commonwealth Scientific and Industrial Res.Org. の Plant Industry Div. で仕事のために用いられた。

刈取の工程は、1人1日5×5linkのプロットを80~100ヶである。これには仕事からの歩行、昼食、休憩、機械の注油と維持、作業時間の終りに圃場から実験室へ袋に入れられた標本を運ぶ時間を含む。刈取の真の工程は休みなしで1時間20プロットである(標本を袋に入れる作業はこの値には含まれてない)。刈取のこの工程はプロットが5~10エーカーに亘つて分散されている場合のように、かなり近接している時のみ得られる。しかし、例えば1平方マイルに亘つて分散されているような場合には、刈取の間の歩行時間が、刈取回数をかなり減少させる。

Morganらは、カッターの速い振動の為に、短い物がプロットの周囲の草の中へはじき飛ばされる傾向について報告した。この損失は6in.の巾の鉄の薄板でプロットの周囲を囲うことにより防ぐことが出来る。剪毛機械で刈られた飼料草はこの鉄の薄板の上に落ち、そこから容易に集め、刈取った草に加えることが出来る。綿羊の毛機械は良好な何処でも使える刈取用具であり、長草と短草、繊細な草と粗い草、葉の狭い草と広い草の混生草地または不規則な地面でさえも、うまく使うことが出来る。

(4) 草丈約1ft.の高性放牧草地

このような草地は多雨地帯に制限される。北部アイルランドにおける条件のために、Allen 動力草刈機——それは1in.の高さで刈るようにセットされた——が良いことが判った。この機械は3ft.の巾の刈取が出来る。「高性の草と、湿つた条件下の飼料草を処理する能力。その取扱の融通性は草を集める箱のないこととその進行速度の遅いことを補つて余りある。」それは放牧後、特に湿つていて、地面が平らでない時には飼料草の刈取に余り適さない。

(5) 平坦でない土地と混生草地

平坦でない草地のための草刈機(power clipper)がBarnesらにより報告された。それは東部Wyoming-Colorado地区で牧野の飼料植物——それは75%のBontelona gracilis(草丈約2.5in.)といろいろな%のAgropyron smithii, Stipa spp.; Poa secunda, Koeleria cristata, スゲ類、雑草類から成り、それらは雨量の比較的良好な季節には30in.の高さに達するの刈取に用いられた。

「造られたClipperはfarm mowerのそれに似た刃とbarがついているが、小型で、トラクタの前面に乗せられる。それは刃の高さより上に出ている植物は、どのような高さのものでもすべて刈取るだろう。barの長さは42in.であるが、その上に置かれた軽い金属の薄板のguardが機械の作働を妨げることなしに刈取の巾を15in.まで狭める。

この開放部分の上に乗せられたreelが、植物を刈取機の中に押し込み、それからこの草刈機のために特別につくられたgrass catcherの中へbarの上を掃き入れる。reelのcross piecesが、馬の毛の刷毛と共にセットされ、それはcutter barの上を通るようにcutter barにつけられ、刈取られた葉や莖の断片までも集める。reel,刃、とトラクタの車輪はすべて、同一の動力で動かされる。

「Cutter barとreelの着き方は、単一のflexible jointの方法によるのと似ており、トラクタの車輪があがつたりさがりたりしても、地面に平行に留ることを可能にする。同時に、この着用方法は作業員がトラクタの前の部分を上あげることにより、全組立部分を持上げることが可能にする。

約50ft.の長さの約300ヶの実験プロットが、この機械で刈取られた。これらのトランセクトの多くにはeccentric discでつくられた水平溝と穴が横切つている。生産量は、前年に同じ処を手で刈取つて得られた生産量と比較され、そして殆どすべての場合、1941年の機械による刈取は満足すべきものであると判定された。生産量の別の部分として取扱われた雑草類は草刈機が使われる前に、手でトランセクトから集められた。その後の草の刈取はプロット当り5分間要し、一方前年、それを手で刈取つた時はプロット当り約75分かゝつた。」

(6) すべての型の放牧草地

草を刈るための装置のついた、Tarpin hedge trimmerはイギリスのGrassl. Res. Sta.,で用いられ、そしてWelsh Plant Breeding Sta.で試用された。歯形の草刈刃は約9in.の長さで、草をとらえるために金属製の籠が刃の後につけられた。機械は地面の高さで作働し、電動機で動かされる。この機械はすべての種類の飼料草のストリップを刈取る。

§ 5. 生産物の栄養価 (Nutrient value of the yield)

§ § 5.1 生重量と乾燥重量

生重量がより多いということは、必ずしも放牧地の家畜に対する価値が、それに比例して増すということを示すのではない。生長の速い飼料草は、生長の遅い飼料草より、乾燥物質の含有率は少い。更に生重量の高いことは、飼料草に接する外部湿度の結果に帰せられ、その量は毎日変化するのみでなく、葉の量とその形によつても変る。草地の価値の真の評価のために、生の飼料草の標本は乾燥され、化学的に分析される。

§ § 5.2 化学分析のための標本抽出

イギリスの Agricultural Education Association は化学分析のために次のような標本抽出の割合を示した。10 エーカー以上の大面積のところでは、エーカー当たり4ヶの割合で無作為につみとるかまたは刈取る。1 エーカー位の放牧地では1/8 エーカー毎に無作為に抽出する。この抽出の割合は不規則な管理の悪い放牧地にも適用出来る。化学成分の決定における、誤差の主なる源は圃場の異つた部分における生産量の変動から来る。それ故放牧地の大部分に2つまたはそれ以上の異つ植物群落がある処では、これらの群落は別々に抽出さるべきである。

Dactylis glomerata, *Phleum pratense*, *Lolium spp.* のようなありふれた放牧地のイネ科草は放牧地のマメ科草と同様に、大体同成分である。このような植物から成る草地では植物の各クラス(イネ科草とマメ科草)毎の分析が、十分に真の値を与える。bunch grass, 一年生イネ科草、マメ科草、雑草のようなものを含む均一でない草地では種毎に主要植物について分析された時のみ価値がある。そうしてこそ、家畜に与えられるものの価値についての考えをまとめることが出来る。いかなる場合にも、植物は組成分析のために分けられる。副次抽出が必要な場合には、副次抽出後の乾燥用の最終標本は約500grであるべきである。

§ § 5.3 標本の保存

理想的な方法はすべての酵素の作用、それ故すべての化学変化を阻止しなくてはならぬ。酵素の作用を停止し、植物々質を化学分析のために貯蔵する3つの方法が、Daviesらにより評論された。

(1) 煮沸アルコール

飼料草を沸騰して95%アルコールに入れることは酵素を殺すが、この方法は野外で用いるのは困難である。

(2) 加熱乾燥

Daviesらは植物組織の内部温度が、2~3秒内に80°Cに達せしめることを必要条件とした。このことは薄い物(イネ科草の葉のような)については、100~120°Cの熱風内に飼料草を拡げることにより最もうまく出来る。厚いものは、蒸気流の中におくが5分間、5lb.の圧力釜で加熱する。この高温処理は酵素を殺すのに必要な時間以上に長くは続かない。そのあと、通気の良い天火内で、60~70°Cの低温乾燥で、標本から水分を取除く。低温乾燥の詳細についてはHudsonらにより報告されている。如何に注意深く熱乾燥しても、大きな化学変化が起る。しかし植物の全粗養分(gross crude nutrients)の評価のためには満足すべき貯蔵方法である。

(3) 凍結乾燥(またはLyophilizing)

この原理は、酵素は迅速な凍結により殺され、氷を低圧のもとで昇華することにより、乾燥物質が残されるということである。どの課程でも飼料草を溶さない。

500grまでの標本を刈取直後-80°Cで凍結する。このためには飼料草を4lb.の瓶に入れ、その瓶は広口の魔法瓶に封入される。そこでは瓶は-80°Cのドライアイス(Dry Ice)で囲まれる。飼料草は2~3秒で凍り、ドライアイスの供給が続く限り、凍つたままに置く。外部の温度によるがこれは普通2~3日間続く。

乾燥の過程は、実験室で行われる。Daviesらは、500grの標本1つまたは多数の植物の小個体を処理する用具を考案した。実際の乾燥は-20°C~5°Cの低圧釜の中で行われる。普通、氷の部分(400gr)は、5~6時間で500grの標本から取除かれ、残っている水分——乾燥重量の0.5%——は5酸化燐で除かれる。

「加熱乾燥法により普通につくられた飼料草の標本と凍結乾燥法によつて乾燥された標本間には、当然外観上に著しい差がある。凍結乾燥されたものは色がよい緑で、勿論初期のcaramelizationにより黄色に変色すること——それは普通熱乾燥された最高の標本にさえも認められる——は少しも認められない。新しい凍結乾燥された飼料草の標本は熱乾燥された標本の香気と著しく対照的に、新鮮な、おしつぶされた草のような嗅がする。吾々の多くの観察によれば、いろいろな植物を開花期(例えば開花中の赤クローバ)に凍結乾燥した時、植物色素(anthocyaninなど)はその自然の色のまゝに完全

に保存される。その上、一度凍結乾燥し、そして湿気のないように保たれた色素は全く安定しているらしい。凍結乾燥された植物組織は普通の粉碎器 (hammer mill) で容易に粉に出来る。」 (Davies et al. 1948)

凍結乾燥による貯蔵方法は已に Davies らにより、イネ科草とクローバのいろいろな生育の段階における栄養成分の研究と飼料草内のビタミンの決定のために用いられた。例えば、カロチンの含有量は凍結乾燥により変化しない。この方法は、生の飼料草の炭水化物と含窒素成分のより詳細な調査、全植物体の細胞化学的研究、放牧家畜に対して明らかに生理学的、薬学的影響を持つ、放牧地草本のなかの化合物の追求のために適当であろうと考えられる。

§§ 5.4 化学分析

化学分析は、イギリスの Soc. of Public Analysts, アメリカの Amer. Assoc. Offic. Agr. Chemist のような公式団体により承認された方法によつて行われる。一般の目的のために、次の成分が決定される。灰分、粗繊維、粗蛋白、炭水化物、脂肪、カルシウム、磷酸塩、そして微量物質の欠乏地域では、鉄、コバルト、銅、モリブデン、ヨード。

§§ 5.5 飼料単位 (Feeding units)

放牧地の価値は標準的な飼料単位 (standard feeding unit) の一つで表わすことが出来る。これは刈取、秤量 (herbage weight) 法と animal productivity 法による放牧地の生産物を比較するのに有用である。

(1) 全可消化養分 (TDN)

これは可消化有機物質のすべて、即ち蛋白質、繊維、可溶無窒素物、脂肪を含む。飼料の全可消化養分含量は飼料草の内の各養分 (化学分析により得られた) の%と、その夫々の消化率 (家畜に対する多くの消化試験 (digestion trial) により既に知られている) の積を合計することにより得られる。化学分析がなされない時は、乾燥物質の 72% が消化出来ると仮定する。この値は一般にアメリカの研究者により用いられた。

(2) 澱粉等量 (Starch equivalent)

この単位はイギリスとヨーロッパ大陸で用いられ、いろいろな飼料の脂肪形成能力 (fat-producing capacity) についての Kellner の実験に基いており、放

牧地または飼料の脂肪形成値 (fat-forming value) を澱粉によつて表す。飼料草の澱粉等量は飼料草の 100 単位 (lb. または Kg) がつくと、同じ量の体脂肪 (body fat) (またはエネルギー) をつくるであろう澱粉の量である。どの養分の価値も澱粉により表される。澱粉=1.0 の時蛋白質の澱粉による価値は 0.94 であるというように。それ故飼料草の澱粉等量は化学分析により決定されたような飼料草の可消化部分の組成の%から計算出来る。

(3) スカンジナビヤ式飼料単位 (Scandinavian fodder unit)

飼料草の飼料単位は 1 Kg の大麦と同じ生産的価値を持つ、その飼料草の量である。少くともこれは、すべての者により理解することが出来る単位である。

第14章 放牧地の生産量の尺度としての家畜 (The animal as a measure of pasture production)

放牧試験 (Grazing experiment) は仔、牛乳、羊毛、肉、皮革、仕事のエネルギーのような畜産物 (animal products) により評価された飼料の量と質についての知識を与える。この知識を得るのに用いられる方法のあるものは圃場のみで行われる実験を含み、他のあるものは圃場と実験室で行われる。一方新しい、全面的に実験室で行われる方法は、化学的と生物学的試験を結合する。圃場試験 (field method) のうち、放牧試験 (Stock-grazing trial) と animal production 法は個体維持 (maintenance) と生産 (Production) に関する知識を与え、一方 constant-animal-weight 法は個体維持のみの知識を与える。圃場と実験室で行う試験 (combined field and laboratory methods) は消化試験 (animal digestion experiment) を含む。実験室でのみ行う試験 (wholly laboratory method) は飼料草内の一定の化合物の量の bio-assay からなる。この方法は、放牧地間の微細な差違を検出する。

これら実験の3つの型は温潤、温帯地帯の集約に管理された放牧地が多いような条件の処に適する。然し広大な放牧地、特に植被が疎なる処では放牧試験のみが実用的なものである。production 法と digestion 法は動物間の変異を算出し、各試験の結果を普遍化するために多数の家畜を必要とする。動物自身について十分な配慮と詳細な観察が要求される。このことは、小面積内に十分な飼料がある処で実際的である、が半乾燥地域では家畜は管理出来ない処に亘つて拡散するだろう。多くの助手と良い道具と特殊な実験設備が、animal production と animal digestion 法には必要であるから、これらは全部ではないが、一般に試験場となされる。

この章では放牧地の評価のために放牧家畜を使う実験についてのいくつかの要点を記載し、そしてこのような実験に伴う困難性のいくつかを述べる。飼料草の組成分析、化学分析と農学的方法 agronomic method のうちの一つによる生産力の決定はすべての animal-production 法に附属する。

§1 放牧試験

§§1.1 牧養力の決定

放牧試験はその土地の最適の放牧の度合 (stocking rate) を見出すためになされる。これはその土地の牧養力 (grazing capacity または carrying capacity) と呼ばれる。

調査対象地の小部分のみが実験に使われる。用いられる家畜の種類はその土地を全体として放牧させようと思うものである。出来るだけ一様なこれらの家畜のいくつかは、牧夫の注意または柵により実験用地に閉込められる。これらの家畜は飼料が適当に利用されるまでそこに置かれる。家畜は、そこに放牧される直前と直後に秤量され、そして滞留が長びく時は、定期的に、例えば1月毎に秤量される。これら中間の重量は補助的データを与える。三つの変量、即ち動物、面積、時間が土地の牧養力を定量的に述べる時に含まれる。それ故、牧養力は三つの方法で表わされる。(1)土地の単位面積が、与えられた長さの期間養うであろう家畜の数、(2)1頭の家畜を単位時間養うに要する面積、(3)1頭の家畜が、単位面積の土地によって与えられる放牧の日数 (月数)。

食物の要求についての家畜の種類間の関係を示す換算表 (conversion table) が編纂されている。ある表は1頭の乳牛または犢が多く、仔馬、縞羊または仔羊と等価であると単純に述べられ、他のものは異つた動物が、1つの共通な語即ち家畜単位 (animal unit) で表されている。表27表(b)-(d)は年令、性別、コンディションも計算に入れている。その割当てられた値は、これら異つた種類の家畜によつて消費された飼料草の相対的な量の見積りに基いている。この表を、年間の季節について制約なしに、1年当り、エーカー当りの animal days (延放牧日数) についての一般的な記述に使うことは出来ない。このことは多くの表に欠けている。しかし良好な密生草地で実験した Smith は、彼の放牧等量 (grazing equivalent) は West Lancashire の Fylde 地区で、6月の初めにのみ適用されると、特に述べて注意している。

等量 (equivalent) は場所により異り、これは主として植被の化学的成份の差による。ある処で7頭の縞羊に十分な飼料があり、他の処ではたつた4頭のみについてしかない。1方乳牛は両者で十分な食物を得られたということもあり得る。飼料草のよりよい処では、放牧試験からより詳細が求められる。これらの場合、人は単純にその土地の放牧の度合は何であるかということのみならず一定の施肥後の、または一定の混播をなした時の放牧の度合は何であるかということを求め、大きな誤差がこの方法に伴うから、大きな反応が得られるであろう処でのみ適用され得る。

土壌、排水、植物組成の均一な圃場が、異つた混播またはいろいろな施肥処理のために、等分される。放牧に適する時期に各区が高い密度で放牧された時、そしてそれが正確に採喰された時、それは回復のために終止される。この試験は異つた処理のプロットがそれぞれ同一の強さで採喰するに要する時間を測るべく計画された。プロットは sheep-day または cow-day により比較される。牧養力法 (grazing-capacity method) はニュージーランドの Dep. Agr. で、基肥+窒素追肥と基肥のみの影響の比較と、保証付 perennial ryegrass の放牧地と市売されている perennial ryegrass を播種した放牧地の牧養力の比較のために用いられた。デンマークの Viesser は各プロットを採喰する一定頭数の家畜を時間的に観察して、放牧地の価値を animal-hours で表した。スウェーデンの Giobel は高位生産性の乳牛を飼料の変化に敏感な故にこのような牧養力の試験に用いた。その牛乳生産量は明確に、飼料草の質と量の変化を示した。牛乳生産量の低下は家畜が、その土地をその能力の限界まで利用したことを示す。得られた結果は高位生産性の乳牛にのみ適用される。

Cow-day または sheep-day は家畜が丁度自分自身を維持しているのか、重量が減っているのか増しているのか何れであるか示さない。または、sheep-day は質のよい羊毛と悪い羊毛の何れが成長している綿羊のために用意されたものか示さない。これらの粗い尺度は大面積の地が放牧されてる時には十分に正確であるが、限定された面積から最適の生産量を如何にして得るかを知らるためには、より細い尺度が持たなければならない。

§ 2. Animal production 法による放牧地評価の記録は150年からそれ以上さかのぼる。そして過去30年間に尺度として家畜とその生産物を用いるどの方法にも特有の変異状のある程度までコントロールすることにより、方法を改善するのに注目すべき進歩が見られた。研究者をなやます困難性のいくつかの序論として私は Sinclair の一節を引用する。

「給餌と秤量により、異種の食物に含まれる栄養分の相対的割合を証すべく実験をした者は、そのような実験の結果は全く不確定で、あることを見出すだろう、そしてこの方法により、ある種類の食物によつて牛を養うべき栄養分の絶対的な割合を決定することの不可能なことはほとんど明確である。何故なら

オ1に同一草種の食物の質は実験の過程において1~20%まで、しばしば変わるだろう。

オ27表 (a)-(c)

家畜放牧当量 (Animal grazing equivalents) と家畜単位 (Animal units) の表

(a) イギリス、6月初旬における West Lancashire の Fylde 地区用の放牧指標 (grazing index)。 (Smith, W, 1939)

搾乳牛 1頭 = 毛細羊 5頭
 = 仔付純細羊 4.5頭
 = 妊娠中の牝豚 6頭

(b) イギリス (Watson, 1948)

1牝牛 pasture day = 1乾潤牛 pasture day
 = 1 2才の肉牛
 = 1.5 2才以下の肉牛
 = 2.5 犏
 = 1 馬
 = 6 細羊または成豚
 = 12 仔細羊
 = 6 仔豚

(c) イギリス、イングランド南部、牛の年令の換算。 (Paterson 1952)

6-12ヶ月 = 0.2 cow-day
 12-18ヶ月 = 0.4
 18-24ヶ月 = 0.6
 24ヶ月-妊娠牛 = 0.8
 搾乳牛または乾潤牛 = 1.0

(d) フィンランド、牝牛を基準とした飼草単位 (fodder units) における栄養要求量に基づく換算。 (Jantti, 1948)

1平均 cow-day = 乳牛の 1 grazing day
 = 2才以上の牝牛の 1
 = 1才以上の牝牛の 2
 = 1才以下の犏の 4

- = 3才以上の馬の 1 grazing day
- = 3才以下の馬の 2 "
- = 平均的な綿羊の 8 "
- = 6ヶ月以上の豚の 4 "

(e) スイス、牛乳生産量が平均的である乳牛が基準である。この表は数百年の経過の間に発展された。

1頭の乳牛	=	1.0 単位
2才の牡牛	=	0.8 3
犍	=	0.2 5
3才以上の馬	=	3.0
2才以上の馬	=	2.0
1才以上の馬	=	1.0
仔豚	=	0.2 5
成豚	=	0.5
山羊	=	0.2
綿羊	=	0.2

(f) オランダ、1家畜単位は1日当り7穀物当量 (Cereal Equivalents) の消費と等しい。(オランダ農務省、1948)

牛		
1才以下の犍	3	units per day
1才とそれ以上の若牛	4.4	"
搾乳中と妊娠牛	7	"
1才以上の牡牛	6	"
肥育中の犍	8	"
肥育中の成牛	10	"
豚		
6週間以上で60Kg以下	2	"
60-95Kg	3	"
95Kg以上	4	"
仔取り用の牝豚と種牝豚	3	"

馬		
仔馬	3	units per day
3才以下の馬	5	"
3才とそれ以上の馬	8.5	"
綿羊		
仔綿羊	0.7	"
成綿羊	0.9	"
家禽		
ヒナ	0.05	"
成鶏	0.1	

(g) ドイツ、単位は500Kgの生体重である。(Glowatski, 1947)

家畜	生体重 Kg	家畜単位
馬	600	1.2
仔馬	250	0.5
牡牛	600	1.2
牝牛	500	1.0
犍	200	0.4
成豚	200	0.4
仔付牝豚	175	0.35
肥成育中の仔豚	125	0.25
各種牝豚	50	0.10
綿羊	50	0.10
山羊	50	0.10
仔綿羊または仔山羊	25	0.05
牝ガチョウ	10	0.02
牝シチメンチョウ	10	0.02
牝アヒル	5	0.01
牝鶏	2	0.004
兎	3	0.006

(h) アメリカ、農場経営調査。(アメリカ農務省、1923; Gray 1924)

1頭の去勢成牛牝牛、馬、またはラバ	=	1家畜単位
2頭の犏、若い牝牛または仔馬	=	"
5頭の成豚	=	"
10頭の仔豚	=	"
7頭の綿羊または山羊	=	"
14頭の仔綿羊または小山羊	=	"
100羽の牝鶏	=	"

(i) アメリカ、Pacific Northwest (Humphrey 1940)

1頭の仔取り用牝牛	=	1家畜単位
1頭の牡牛	=	1.25 "
1頭の当才駒	=	0.75 "
1頭の犏	=	0.6 "
1頭の牡馬	=	1.25 "
1頭の牝馬	=	1.25 "

(j) アメリカ、牧野の利用計画の立案と利用の度合の見積りのため

(アメリカ農務省、土地保全局、1946)

牛

離乳後12ヶ月までの犏	0.6	家畜単位
成牝牛(仔付も含む)去勢牛	1.0	"
2才以上の牡牛	1.3	"

馬

仔馬	0.75	"
2才馬	1.00	"
3才馬以上	1.25	"

綿羊と山羊

5頭の離乳後12ヶ月までの仔綿羊、仔山羊	0.6	"
" 牝綿羊または牝山羊(仔付も含む)	1.0	"
" 牡綿羊または牡山羊	1.3	"

(k) アメリカ、牛の年令別家畜単位 (Vinall & Semple, 1932)

家畜の種類	出産の季節	放牧時の月令	初期の体重 (lb.)	家畜単位 (%)
犏	春	2-8	150	25
犏	秋	8-14	350	45
当才牛	春	14-20	450	60
当才牛	秋	20-26	625	75
2才牛	春	26-32	750	85
3才牛	秋	32-38	850	95
成牛	-	38+	1000	100

オ2に家畜の各個体または品種は、消費する同じ種類の食物の等量から、生体のいろいろな部分を得る。または

最後に同じ breed の2個体が、同一種類の食物の等量から生体の等重量を得ることを見出すことはまれである。この点からしてさえ、給餌秤量の実験に多数のいろいろな植物を使うことは無駄な努力であり、少くとも同じ breed の400頭の牛を必要とするだろう。

一定量の食物は、家畜の重量を認められる程に増加または減少することなく、長期間家畜を維持するだろう。しかしもし食物の量が、好適な環境の下で、十分に増加すれば、家畜はふとり、その重量は必然的に増加する。しかしながら、私たちはこれら二つの目的のために異つて要求される食物の正確な割合を確認する方法を何も持たない。何故ならばそれは食物の質と量のみによるのではなく、家畜の年令、寒暖に対する露出の度合もまたこの過程に関係するから。同一 breed または variety の2頭の家畜(同じ種類の食物を与えられ、他のすべての点についても同じように取扱われたとしても)、そのうち1頭は他のものより、与えられた期間の何れにおいてもより多くの生体の重量を得るだろうということは同様に事実である。それ故これらの方法によつて食物の栄養価の絶対値を決めることは出来ない。異

つた家畜の breed または variety の相対的価値 merit がそれによつて満度に確認されても、それは食物のなかの栄養物質の不足でなくて、それによつて利益をうける家畜の力の不足であることは明白であるから。」 これらや更に多くの困難性に現在の研究者は対決している。

§ § 2.1 方法の概要

測定される家畜の生産物は家畜が、放牧地に居る間に生産する生体重の増加と牛乳または羊毛の量である。記録は放牧地に居る家畜の毎日の頭数、1 定期間毎のその重量、牛乳の場合は生産される牛乳の重量とその脂肪含量についてとられる。繁殖用家畜の場合は実験期間中生まれた仔が、親と同様に秤量される。生産力は(1)エーカー当り1日、1 週または1ヶ月当りの生体重の増加量、(2)個体維持、重量の増加、牛乳生産量その他の生産物のために要求される飼料単位の数によつて表される。エーカー当り Animal-day (-week, -month) は補助的な知識を与える。

これらの記録のみでは十分でない。農民は生産物の市場価値によつて放牧地の価値を算定する。体重は軽くても高等な家畜は重い家畜より多くの経済的報酬をもたらす、そしてまたその重量の増加と比例せずに経済的報酬をもたらすという例がある。生産物の量とともに質も考慮されなければならない。放牧地の価値は放牧期間の終りにおける家畜のコンディションを計算に入れなければ、完全に評価されない。これは Aberystwyth で、そしてまた Stratford-on-Avon の草地研究所によつて組織化された多くの現地試験でなされた。

Animal-production 法から得られた結果は放牧地経営の多くの分野に光を投げかけ、そのなかには次のような調査が挙げられるだろう。永久放牧地と輪作草地の飼料価値の比較、イネ科草類とクローバ類のストレーンの評価、市売されているストレーンと保証付ストレーンの比較、放牧管理の異つた方式下における放牧地の生産量の展示、異つた管理方法の調査、放牧地の生産量に対する石炭と肥料の影響。

§ § 2.2 実験に導入される変動性

変動の主要な源は家畜集団の変動性、個体差、家畜の管理の差の一つまたはいくつかのものと関係している。今このうちの若干についてを考察する。

(1) 家畜集団(The animal population)

生体重の増加は交配、遺伝、健康度、以前の管理、初期の体重、性別、年齢、成熟の段階、妊娠の段階、授乳の段階、代謝の効率、肥育の段階によつて異なる。これらの要因のすべてが同じように重要なのではない。例えば、同一種類の個体間には代謝または消化の効率には少しか差はないが、食慾と各個体の嗜好は生体重の増加に差異を起すことに大きな影響を持つている。これらの変動のいくつかは生産量を飼料またはエネルギーの標準単位に換算するための表のなかで考慮されている。

(2) 環境

オーに気候が問題である。綿羊はかなり乾燥した気候のもとでうまく育つが、一方悪い気候のもとでは育たないということが一般に経験されている。綿羊は寒い朝には採食を始めるのがおそいが、一方暖い朝には直ぐ採食を始めることが観察された。異つた季節の気候の影響を除去する、唯一の方法は、同じ季節からの結果を比較することである。

家畜が過ごした冬の条件は翌春の重量の増加の速度に影響する。冬を舎外で過ごした牡は舎内で過ごしたものよりたとえ同じ量の食物を食つたとしても春により多く重量を増加する、またそのような牡は春の市場でより高く売られる。何故なら農民はそれらにより高い生体重の増加を期待するから。

家畜の社会的環境も同様に重要である。これは1946年、Aberdeen の Rowett での栄養試験で見られた。そこには高級飼料(A)と低級飼料(B)で養われた2組の実験用綿羊がある。A組では1つの例外をのぞいて良好に発育し、良い羊毛を持ち、好成績であった。B組では単に生存しているのみで非常に貧弱であった。A組における1つの例外は、その仲間よりやせて小さかつた。それはこの組の他の綿羊と正確に同じ高級飼料で生活していたが、実験の初期において、小さな厩に独り入れられた。厩の除去とともに成育をはじめたが、観察時までには仲間を追いつかなかつた。仲間の有無がその食慾と多分食べたものを交換する効率に差をもたらした。

(3) 管理

例は無数にあるが、少しだけ示す。試験の始めに、すべての家畜を同じ栄養の水準におかないことにより、実験に変異が導入され得る。冬の間、畜舎で養われた家畜は一般にある程度まで飢餓("winter starvation") の害を受け、あるものは他のものより強くこの害を受けるこれらの家畜が、春放牧地に出されると、その初期の重量の増加は単に放牧地の価値のみでなく、家畜自身の飢餓 starvation の度合を反映する。

Jones (1932) と Williams (1947) は綿羊の夜間断食したあとの一日

の生体重の増加は放牧地 pasture から直接来た家畜の重量の増加よりその個人差が小さい傾向があることを見出した。

Williams はまた綿羊の生体重の増加の個人差は生体重の増加が高い程低いことを見出した。14日間の生体重の増加が10.1, 11.7, 12.3 lb.の処で、変動係数はそれぞれ24, 16, 18であつた。逆に同じ期間に2.9, 2.8, 1.6 lb.の生体重の増加した時は、変動係数は夫々57, 44, 114であつた。これらの値は、飼料草の効率のよい利用と矛盾しない、1個体当り最大の生体重の増加を与えるように、放牧の強さを調整することにより、変異をいくらか減少することが出来、そして家畜を選択するときには、生体重の大きな増加を与えるようなものを選択するのがよいことを示す。

放牧の強さを算定する調査者の判断が、結果に広い変動をもたらす。エーカー当り生体重の増加の値は放牧地で採食している家畜の頭数と、1頭当り平均生体重増加量によつて決定される。エーカー当りの全増加量は比較的狭い範囲内で変化する。後者より前者に大きく左右される。それ故弱度放牧はエーカー当り生体重の増加を低下する。同時に過放牧は、特に若い生長している家畜の場合、彼らのコンディションとそれ故その市場価に悪い影響を与える。

§§ 2.3 家畜の選択

出来だけ似たようなものが選出された家畜間の変差のすべての源を心にとめよ。全く等しい双子が変差の多くの源を取除くだろう。その利用はニューシーランドで調べられた。仔を生むことは放牧地の生産力の測定に重大な誤差をもたらす。妊娠してる牝牛、牝綿羊、牝豚は仔を生む時かなりの重量を失うから。この減少は放牧地の飼料草の量と何ら関係がない。それ故、不妊 barren または未經産牛 maiden heifer, 去勢牛 bullock と去勢綿羊がしばしば選ばれる。成熟した家畜は未成熟の家畜より成長のための栄養物の要求が考慮される必要がないから適す。しかし結果が何年間かに亘つて要求される場合は、高令でない若い成熟した家畜でなくてはならぬ。Jones は初めの重量が平均50 lb.の当才の綿羊を選んだ。

実験に用いられる家畜の種類はその土地に放牧するのに適合した種類のものであるべきだということはほとんど自明のことである。しかし乳牛または肥育牛用の土地で実験用家畜として綿羊か、単にそれらが小さく、安くそれ故多数用いられるという理由で用いられていることがある。しかしながら綿羊と牛の採食と踏付の習性が全く異なるから、綿羊の放

牧で得られた結果を容易に牛の放牧地に適用することは出来ない。綿羊は食うべきものとしからざるものの間をうまく区別する。それは個々の植物とその葉さえも探し求める。牝牛はかじつたものなら全部口一杯力づくで取る。綿羊は咬む力を個々の植物に集中する、そしてそれを地面から引きちぎる。牝牛の咬む力はいくつかの植物にまたがり、それ故容易に根から引き抜かれることはない。Watson は綿羊はその高度に選択的な採食習性の故に綿羊放牧地を除いて実験に不適であると考えた。

§§ 2.4 家畜と草地の管理

結果は家畜と草地の管理によつて多く影響されるから標準的な条件がなければ、出来る限り最良の管理を目ざすべきである。季節間の気候の変動の影響を少なくするために試験は数年間に亘るべきである。これは放牧の季節になさるべきであり、農場の場合は普通の営農計画に適合さるべきである。100頭の去勢牛を約60エーカーの面積に放牧した Linehan と Love の実験におけるように、多数の家畜を用いた、単一の試験がある。同じ農場で試験の繰返しをすることはほとんど不可能であるが、単一の試験は別の農場で繰返し得るだろう。これが Stratford-on-Avon の草地改良試験場で永久草地と短年草地を比較するために組織された生産量の地域試験の計画である。

放牧地、paddock またはプロットの形と大きさ、放牧の強さまたは放牧と休牧期間の長さについて、如何なる普遍化をすることも妥当でない。実験する者の判断は放牧の強さと放牧期間の長さに反映し、そして彼の判断は利用可能な土地、放牧地の外観や以前の試験に影響される。これらの試験はその前の生育期間に綿羊の放牧習性すなわち、家畜が、どの位、何を、何時、何処で食うかという習性を知る目的でなされた。

実験地に置かれる前に、選出された家畜は一樣な条件のもとに出来れば予備放牧地に4~14日間置かれる。生産の真の像を得るためには、放牧地は強く放牧されなければならない。生育季節の初めには、生育季節の終りより、十分な生長量があり、したがつて草を食うべきより多くの家畜が要求される。放牧地が最盛期に満度に放牧されると仮定すると、季節が進み、食うべきものが少なくなるにつれて家畜の数は減少させるべきか、または家畜は補給飼料を受けるべきであろうか。今日における解答は飼料草の成長の家畜の頭数を調節し、そして補給飼料を出来るだけ少なくするということである。家畜は放牧地の要求のまゝに入れられまた取出される。そして一方実験地を離れている間は、それと似た放牧地におかれる。

補給飼料は animal-production 法の結果に不確定性を導入する。喰われた量は、農民の放牧地の見積りによつて必要と考えられた量であり、それ故それは彼が明にしようとしているものに基づいている。Kanter は補給飼料は農学的な方法(刈取飼料草の実際の重量)と放牧試験によつて得られた結果の間の差を広くする。特に結果が澱粉等量で表された時に明白であることを指摘した。Knot らは反対の意見、すなわち、生育季節を通じて生長の速度がかなり一様であるならば、同じ数の動物を維持し、体重の損失を防ぎ、または牛乳生産の異常な減退を防ぐべく与えられた補給飼料の十分な増加によつて少しの誤差しか導入されないだろう、という意見を持つている。

輪換放牧が連続放牧にまさる。牛の試験においては牧柵により、そして綿羊の試験では、牧柵 (fencing) 繫牧または羊舎によつて放牧地が区分される。これらの方法によつて、種々の処理と、処理の繰返しが、別々に保たれる。

(1) 牧柵

これはむしろ高価である。1 エーカーを 0.01 エーカーのプロットにプロット間に歩道を設けずに分割するのに約 1 マイルの牧柵が必要である。その上、柵 fence は永久的であり、プロットの角の周りの植生に、ある程度の保護を与える。

(2) 繫牧

これは Aberystwyth の近くで、2 頭の綿羊を 1 本の鎖につないだ放牧で試みられた。この繫鎖はスウェーデンの普通の農場の実務上に用いられたのと同じである。大きさは半径約 12 ft. 内の採喰を許すものである。綿羊はその円の周囲で採喰を続ける、それ故綿羊がプロットをより一様に採喰するように導くために、1 日 2 度、プロットの 1 方の端から円の半径の約半分の距離を動かす。この方法によつて、矩形の面積の 99.5% を採喰させることが可能である。Welsh mountain sheep ですら、3~4 日で繫牧に慣らし得ることが判つた。不幸にも、採喰と排泄は一様でない、プロットの角は中心部よりも強く採喰される一方排泄物の多くはプロットの中心部に落され、角には一つも落されない。綿羊は庇蔭を持たなかつた。庇蔭の欠除と吸血昆虫による困惑は、すべての蠅の多い方の繫牧の実施を不能にする。

南オーストラリアの Waite 研究所で繫牧が試みられたが確かなかつた。半径 50 link (約 33 ft.) が与えられ、綿羊はその面積を 7~15 日間採喰した。Merino 種の綿羊は直ぐ鎖になじむ。鎖は飼料草を傷つける。

(3) 羊舎飼育 (Folding)

動く羊舎による飼育は Jones が最も好んだ方法である。特に綿羊の生体重の増加に関係した、低地のかかなり平坦な処での実験で。これら試験の目的は試験される各放牧地をそれ自体で完全な小農場 small farm——そこでは 1 年中仔取り用の牝綿羊を養つている——とすることである。放牧地の生産能力は育成された仔綿羊の価値と生育期間の終りの牝綿羊の価値の両方から判断される。春草のあまりは乾草にされ、一方夏草、秋草は秋と冬の飼養のために保たれる。すべての場合飼料草の標本は一年中採喰されない処と新しく採喰された処から集められる。

Aberystwyth で用いられた羊舎は垂直の側面を金網で覆つている 4 ft. の高さの木枠から成り、反対の角に軽量の tongue-and-groove board で出来てる日除が用意されてる。この装置はすべての方向からの悪い気候に対する保護を与える。全体の構造は四つの車輪に乗つている。水平と垂直の木柵から成る各枠は上部と底の 4 隅で 8 本のボルトでくつつけられて、全部の物が折りたゞみ出来る。12, 15, 18, 24 ft. の長さの水平の木柵から、10 けた異つた大きさの fold が組立てられる。実際に用いられた、最大の大きさのものは 24 x 18 ft. でこれは 0.01 エーカーに相当し、最小の大きさは 12 x 12 ft. で即ち 0.003 エーカーである。24 x 18 ft. の大きさは全部の生体重増加の試験で用いるか、4 頭の仔付牝綿羊がこの面積を採喰する。

移動羊舎を用いることには三つの顕著な特徴がある。(1) 羊舎は毎日動かされるから、放牧地の輪換放牧が可能であり、一方綿羊は飼料草の同じ型に保たれる。このことは綿羊と放牧地のためによいことである。綿羊は毎日少くとも 1 回新鮮な飼料を与えられるが、それは同じ型の飼料草であるから、消化の混乱から害をうけることはあまりないように見える。(2) 柵 (barrier) は一時的なものである。羊舎は少くとも 1 日 1 度動かされるから、なかの面積は唯 1 日だけ保護される。その後放牧地の他の処で普通の環境にさらされる。動かされた新しい処は正常であり、保護されてはいない。(3) 羊舎は綿羊は不利の気候に対し保護されるように組立てられている。このことは彼らの健康にとつて必要である。この臨時の柵は植生に少しも影響しない。何故なら唯半日多くて 1 日 1 ヶ処におかれるのみだから。

§ 2.5 実験用家畜の秤量

(1) 秤量用器具

綿羊が Bean によつて 1 lb. 単位で、(Jones) 彼は竿秤を用い、家畜は輪綱につる

した によつて 0.25 lb. 単位で測られた。Baker らは 10-ton 二重秤 (double-beam pit-scale) で 5 lb. 単位で犍を秤量した。その機械は 10.5 × 22 ft. の大きさの台をもち、コンクリートにはめ込まれ、小屋に收容される。

Patterson は犍を 2 lb. 単位で測り、当才の牡牛を 5 lb. 単位で測つた。Lush らは 5 lb. 単位での秤量はかなり知識を犠牲にすると考へ、成牛は 2 lb. 単位で秤量し、犍または当才牛は 1 lb. 単位で測るべきだと勧告した。Hugh らは当才牛を 1 lb. 単位で 25-cwt. Vandome and Hart の牛用橋秤 (weigh bridge) これは良好な条件下では成牛を 0.5 lb. 単位で秤量出来る——で秤量した。Linsden らは 1 時に 5 頭の去勢牛を pooley 橋秤——これは 7 lb. 単位で、従つて 1 頭当り大体 1.5 lb. 単位で秤量出来る——で秤量した。

(2) 秤量時の家畜のコンディション

家畜の重量は一日の間でも時々刻々と変化する、このことから秤量は各日の同じ時間になされるべきである。しかし、1 日の同じ時間に測られたときでも、日変化がある。馬または牡犍の場合普通 20~40 lb. に達する。

日変化の主要なる原因は摂取された食物と飲物の量と質であり、最後の採食からの経過、気候である。これを消去するために、Lush らは牛を満腹時に秤量し、Jones は 16 時間の夜間の絶食 その間動物は被覆下にあつた 後に測られた。夜間の絶食はイギリスではほとんど普遍的に採用されているが、Hughes らは絶食が任意な時間でなく、晩の採食の直後に始つた時に、重量の日変化が最小であることを見出した。秤量の前に動物が水を飲むことについては雑多な意見がある。あるものは、あることをすゝめ、他のものは別のものをすゝめる。Hughes らの記録は、家畜が秤量される前に水が利用されるべきであることは、家畜の健康の点からすゝめられるのみでなく、また重量の日変化はそれによつて減少されることを示した。

(3) 3 日間の重量と 1 日のみの重量

断食後にせよ満腹時にせよ、次の問題は 1 回の秤量をとるか、または就いて 2、3 または 4 日間の平均重量を取るかということである。これに含まれる誤差は Lush らによつて十分に調査された。

一様な環境条件下では、平均重量の正確度の誤差は平均重量が基く重量の個数の平方根と反比例する。それ故 3 日間に亘つて秤量することが実行出来ないならば、1 日に 3 倍の

頭数の牛を秤量することにより同じ正確度が確保される。それ故 3 0 頭の牡犍の 1 日の平均重量の正確度は、10 頭の 3 日間の平均重量の正確度と等しい。しかしながら一方 3 0 頭の牡犍を 1 日に秤量するとき抽出誤差はかなり少ないだろう。他方 10 頭を 3 日間測ることは環境条件の影響の評価が可能であろう。そしてそれ故に牡犍の真の体重増加量のより正確な評価が可能であろう。3 日間の重量のこの利点は同時に採食し、同じ日に秤量された家畜群間の比較において重要でないが、飼料のエネルギー量の計算において、または他の年または他の場処での同じような飼料による増加量の比較のために絶対的増加量を用いるという場合においては有利であるだろう。彼らは 何日か積りて秤量 することは 1 日のみの秤量がおかしき誤差の約 42% を消去すると結論した。

Aberystwyth では、家畜は、放牧期間の始めと中間と終りの 3 日間の毎朝に秤量された。

他の観点は、秤量に要した時間を考慮する時 1 日のみの秤量より正確度が増したことは、妥当化されず、そして事実家畜により経験されたより大きな擾乱の故に信頼性が少いということである。Baker らは犍の場合、離乳の直前は、一様な条件が犍のために維持された場合、1 日重量に勝る 3 日重量の利点がないと結論した。牡犍の重量を研究している

Patterson は次のように書いています。「多回重量に基く絶対重量の変異の僅かな減少があるだけである。」そして「例外的環境下にも、多回秤量は実験の正確度を増す経済的方法であるということを考えることが出来る」 Jones 同様 Bean は綿羊の重量において、気候と理学的条件は秤量方法より重要な役割を演ずることを観察した。Bean の使つた仔綿羊が秤量に慣れた時には、最初の日で得られた重量と、3 日間の平均から得られた重量の値との間に有意な差はなかつた。

§3 Animal maintenance

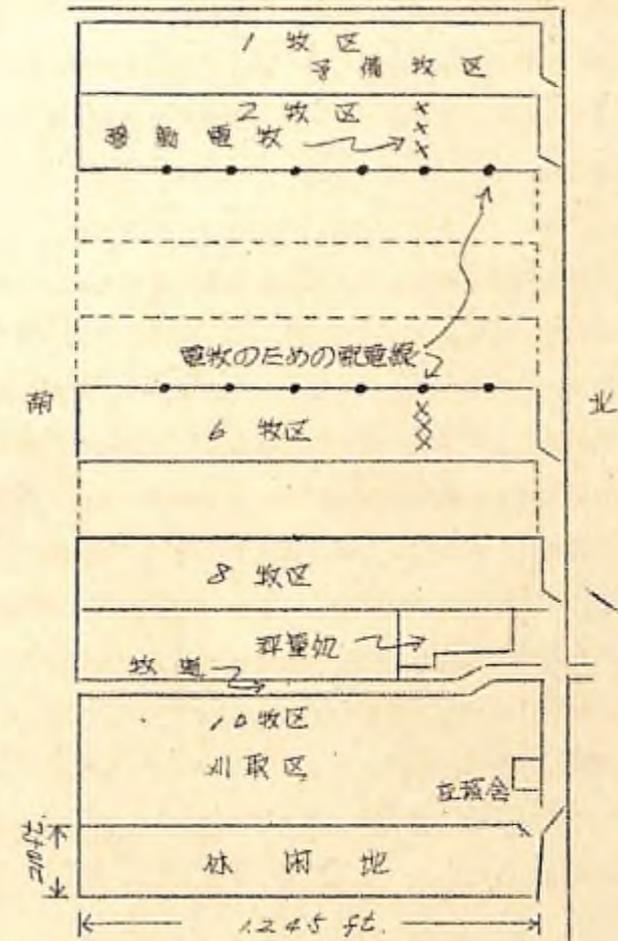
§§3.1 constant animal-weight 法

この比較的新しい技術は Rhoadらにより、成熟した去勢牛を用いて、Louisianaの放牧地で試みられた。それはまたニュージーランドのHamiltonの土壌研究所でdry sheepを用いてうまくいった。個体維持に基づくこの技術はanimal production法に特有な誤差のいくらかを除去しようとする。例えば、家畜の生育とコンディションの差に基づく重量の変化は成熟した家畜を用いることにより（牝の場合は乾潤牛）そして一定の重量に維持することにより除去出来る。更に放牧地の生産量の計算に飼養標準を利用しない。

(1) 実験の方法

家畜を一定の重量に保つのに実験者に多大の熟練が要求される。それは2つの方法によつてなされる。すなわち家畜が採食している放牧地の面積を増減させることによるのと、家畜の頭数を変化させることによつて。Rhoadらは両者を同時になした。実験は3年間続いた。放牧地と実験の配置は第31図に示される。実験放牧地（2、6、と8）のそれぞれと休閑地（dry lot）は6エーカー（210×1245ft）である。これらの放牧地の2つ（2と6）は移動電気牧柵により、北と南の区に分けられる。この柵を動かすことにより、各区の面積は0.5エーカーの間隔で増大または減少される。放牧地2、6の南の区には6頭の去勢牛が居り、その頭数は一定に保たれた。そのグループが全体として重量が増加したならば、電気牧柵は面積を小さくするように動かされる。もし体重が減少したなら、牧柵は逆の方向に動かされる。放牧地の北の区の面積は南の区の面積と反対に変化する。北の区の家畜は放牧地に居る動物の頭数を変化することにより一定の重量に保たれる。放牧地8では6エーカー全体に亘つて採食すべく自由にされている。実験放牧地から移された家畜は予備放牧地(1)でこれまた一定の重量に保たれる。庇蔭、水、塩は放牧地1、8と休閑地同様放牧地2、6の北と南の区でも利用出来る。

家畜は週1度秤量される。秤量する日には、午前7時に全部の去勢牛が集められ、8時に秤量処に導かれる前に水槽に連れて行く。これは家畜の個体間の飽水度の因子を消去するためになされる。秤量後、家畜は体重が増したか減少したかにより、そして、放牧地のその時のコンディションにより、良好、中庸または劣等な放牧地に割当てられる。家畜は、今出て来た放牧地に戻る必要はない。重量の絶対的制御は不可能であるが、ある家畜の重量の増加は他のものの減少で相殺されるから、グループ単位の制御が試みられた。「これ



第31図 Louisiana, Jeanerette の Iberia 家畜実験

農場の放牧地と設備の配置。

註 2牧区と6牧区の側線上の点は、いろいろな時における、移動電気牧柵の位置を示し、破線で囲まれた牧区は現在実験に使われてない。

らの方法によつて、相応な範囲内に、去勢牛の重量を保ち得ることが判つた。面積調節放牧地の去勢牛については、3年間の初の平均重量と、放牧期間中の3年間平均重量の差は放牧地2でたつた2.9%、放牧地6で3.3%であつた。drylotの去勢牛では差はたつた0.3%であつた。277グループの秤量において1頭当りの週毎の重量は初めの平均重量の1.6%以内に制御された。

(2) 放牧地の生産量の計算

家畜を維持するのに必要な飼料草の量についての知識を得るために、6頭の去勢牛の他のグループが休閉地——そこでは附属放牧地(10)からの刈取飼料草(その組成は実験放牧地のと似ている)の秤量された量が与えられる——におかれる。家畜の重量は刈取飼料草の1日の給与量を増減することにより一定に保たれる。それ故飼養標準を通しての計算なしに、個体維持のために消費された飼料草の実際の量を判定することが可能である。

休閉地で家畜により消費された飼料は、毎週生体重1000lb当り新鮮な刈取飼料草の平均日消費量として、そしてまた全可消化養分——Morrisonの消化率による——として表される。エーカー当り実験放牧地の1日の生産量はこの量に対応する期間各放牧地維持された家畜のエーカー当生体重の1000lb数を掛けることにより得られる。

実験期間中、放牧地の植物の組成は毎月ポイント・コドラートを用いて草種の被度(%)と頻度が決定された。生産性はcage法の1つにより決定され、放牧地から飼料草の化学分析後、全可消化養分に換算された。

§4 家畜消化試験

§4.1 Consumption/Defaecation ratio (消費・排泄比)

こゝで概説される方法は飼料草の可消化と不消化の部分の比が1定であることに基く。これはconsumption/defaecation ratioと呼ばれる。1度飼料草の消化率が決定されると、個々の家畜により排泄された排泄物の重量は消費された飼料草の量の計算に用いることが出来る。この原則に基く技術は1933年アメリカ、イリノイ州のGarrigusにより放牧地評価のために最初に発展された。以後イリノイのGerrigusらドイツのHohenheimのWochlbier, Kienleにより牝牛を用いて、CambridgeのWoodmanらとStratford-on-Avon草地研究所により綿羊を用いてうまく行つた。

放牧地評価は2つの段階で行われる。すなわち(a)家畜の消化試験による飼料草の消化率

の決定、(b)放牧地で採食している個々の家畜の排泄物を集め秤量する。この2つの段階は2組の家畜を用いて同時に行われるか、または同じ家畜を用いて、連続して行われる。前者の場合、家畜間の変異が導入され、後者の場合発育段階の僅かな差に基く飼料草の変異が導入される。

(1) 消化試験 (digestion experiment)

全乾燥物質と個々の養分の消化率は飼料と排泄物の両方を分析したあとで計算される。

家畜は都合よく設備された畜舎に入れられる。イリノイ農業試験場では畜舎の床は後方に傾斜し、ゴムで被覆された木綿の敷物が置かれる。飼料の分散を妨ぐため深い鉢桶を使う。家畜を飼料草に慣らすため予め日間試験したあと、8日間消化試験が引継いでなされる。その間家畜に排泄物を集める装置と袋がつけられる。放牧地から飼料草は1日2度刈取り給与させる。それは家畜の食慾の極限と判定された一定の割合で与えられる。それは放牧地の家畜——彼らは食慾の限界まで食うであろうと考えられる——との比較をするためである。飼料は新しく刈取られねばならない。何故なら凍結されなければ、それはたとえたつた半日古いものでも直ぐ分解を始めるから。飼料の標本100grが分析される。排泄物の袋は1日1回取り換えられ、秤量され、排泄物の代表的部分(200gr)が分析される。排泄物の乾燥物質の全量が計算され、消費された全乾燥物質に対する%として表される。

飼料草は毎日新しく刈取られるから、家畜に与えられる飼料は毎日より成熟し、日々に消化し難くなる。連日新しい飼料草を刈取る代りに、完全な消化力試験のために十分な飼料草が1日に刈取られ、貯えられるならば、与えられる飼料草は実験中、同じ成熟の段階にあり、同じ化学成分と消化性を持つ。飼料草を成熟の同じ段階におくことに加えて、要求される飼料草の全量を1日で刈り、それを毎日給与することが出来るという大きな利点がある。Raymondらはこの方法で——飼料草を-18~20°Cの冷蔵庫の中で貯蔵して——実験した。融けた飼料草は下痢している1頭をのぞいて綿羊によつて容易に食われ、消化障害はなかつた。

家畜の2つのグループが同時に使われるならば、1つのグループの飼料は他のグループが採食している放牧地から取られなければならない。もし1グループしか用いられないならば、そのグループを引きつゞき採食させるであろう放牧地から取られる。そうであつても、刈取られたのと採食された飼料草は飼料として同一でない。牛はある草種を食ひ、他の草種は食わない。一方綿羊はより選択的である。この故に、採食された飼料は刈取飼料

より高い値を持つ。この両者の値の差は放牧地が約3~6 inの高さで強く、それ故一様に採食される時最少である。消化と放牧の実験が続いている場合(同一の家畜を用いて)放牧実験の飼料草は消化実験におけるより約2週間古い。順序が逆であれば2週間若くなる。Forbesらにより与えられたデータは飼料草を同時に2組の似た家畜を用いて試験すると、同じ家畜を用いて消化と放牧の実験を引つゞいてする場合より信頼出来る結果を与えることを示す。

(2) 放牧試験 (Grazing experiment)

試験の2の段階の目的は放牧地の各家畜による排泄物の1日の平均重量を決定し、消費された乾燥物質の量を計算することである。

家畜はそれぞれ排泄物を集める袋がつけられ、念入りに清潔に保たれる。他の実験の条件は出来るだけ正常に近く保たれ、庇蔭、水、仲間の実験用家畜が与えられる。Garrigusらは家畜をならすため、時間と注意を払うべきことを強調している。それ故必要な取扱は家畜を不当に刺激しないだろう。また家畜に8日間の放牧、消化実験を始める前に5日間の予備期間を準備した。それ故家畜は新しい環境に慣れるようになり、飼料消費を一定の割合に維持するだろう。排泄物袋は必要により1日1~2度取りかえ、秤量し、乾燥物質含量のために標本がとられる。

(3) 放牧地の生産量の計算

Garrigusらの例は飼料消費量の計算方法を説明している。与えられた去勢牛の1日の平均の排泄物は乾燥物質で4.5 lbを仮定し、消化実験より放牧地から与えられた飼料草について、消費した乾燥物質の30%を排泄したと仮定すると、放牧実験期間中、1日に消費した飼料草は $\frac{4.5}{0.30} = 15 \text{ lb}$ (1日当り乾燥物質)である。全部の家畜についての合計が、放牧地から得られた飼料を示し、満度に利用されていれば、それは生産力である。

標本抽出、秤量、消費された乾物と排泄された乾物との比の信頼性、排泄物の全灰分含量の変動、給飼の水準と飼料草の成熟度の水準の差などに基く起りうる誤差を論議したあと、Garrigusらは、彼らの結果に大きな誤差は導入されてないことを確信した。彼らの27の実験の信頼性は次のように要約される。

「標本抽出と分析の誤差は多分平均1%以下である」

「消費試験期間の排泄乾燥物質から消費した乾燥物質を見積る方法として、消化試験期間中の消費、排泄された乾燥物質の間の比を用いることによりおこり得る誤差は平均約

3.3%であることが判つた。」

「去勢牛の体からの無機物の排泄の比率の変動により起る誤差——乾燥排泄物の全灰分含量の変動によつて示される——は初めの19の実験では平均2.5%より大きくなかつた。この誤差はあとの8の実験では消去された。全誤差(<6%)は他の方法が用いられた同じような調査に見出された誤差と比べて小さい。」

§ 4.2 Indicator 法

飼料の消化率と消費量を測る間接的方法は、単一の化学成分——全く消化されない——を消費された飼料植物の量の指標として用いることである。これはreference物質として知られている。reference物質の消化率は判つている(0%)から、実験のなかで消化試験の段階は免除される。たゞ放牧地の家畜の排泄物の重量とそのなかのreference物質の含量が要求される。

Reidらは理想的なreference物質——自然に、飼料のなかに測定出来る程の量で存在し、完全に不消化で、そしてそれ故排泄物中に完全に発見出来、そしてその化学分析は単純で、正確で、迅速に出来る——を記載している。用いられたindicatorはリグニン、珪酸、二酸化鉄、酸化クロム、ワックス、染料、不消化蛋白、植物色素(chromogenic)——である。リグニンの消化については若干の論議があるが、それは現在最も用いられているreference物質である。

(1) リグニン法 (Lignin-ratio または Lignin-recovery Technique)

唯一の家畜のグループ——放牧グループ——が必要である。これらの家畜には排泄物袋が取り付けられ、それは毎日取り換えられる。排泄物は秤量され、リグニン含量を求めするために分析される。放牧地の飼料植物がまた、毎日抽出され、リグニン含量を求めするために分析される。飼料草の量は、リグニンが排泄物の中に100%再発見されるという仮定のもとに計算される。飼料草の1日の消化量は新鮮な飼料草のなかのリグニンの%で全部の家畜の排泄物中のリグニンの全重量を割ることにより求められる。家畜が全成長量を採食したと仮定すれば、この消費量の値は放牧地の生産量の尺度と考えられる。しかしながらリグニンは植物を通じて、平等に分布されていない。葉は莖より含量が少い。放牧地の生産量の測定のためにはこれが欠点である。何故なら家畜に採食された飼料草は化学分析に用いられた刈取られた飼料草より葉の部分をより多く含むから。

(2) クロモーゲン法 (Chromogen Technique)

Woehlbierはreference物質のなかで葉緑素は已に用いられたと述べた。Reidらは1950年自然に存在する植物色素を用いることの可能性について報告した。彼らは光を吸収する溶液中の物質について "chromogen" と "chromogenic substance" なる語を使用した。調査された飼料草は放牧地のイネ科草本 (主として発育の段階における *Phleum pratense*)、*Trifolium repens* var. *latum* から成る乾草、混合飼料—普通に供給されてるものであるがいろいろな方法 (サイレーシ、barn-cured、人工乾燥、自然乾燥) で貯蔵されているもの—である飼料と実験用家畜の排泄物の分光分析による試験は406m μ で光を吸収する物質は飼料のなかに存在し、排泄物の中に完全に回収されることを明らかにした。色素の回収は調査された全部の飼料について一致しており、唯一つの植物色素が観察された光の吸収に明らかに対応していることを示す。Reidらは飼料の消化率と消費量の決定のためにreference物質として406m μ で光を吸収するクロモーゲンを使う単純で正確な技術を考案した。

この技術はリグニン法と同様に、—すなわち植物体におけるreference物質の不均一な分布という欠点がある。indicatorとして406m μ で光を吸収するクロモーゲンを使う時、放牧で消費される乾燥物質はconsumption/defaecation ratio法によるより大きいらしい。このことは莖より葉 (放牧の際、選択される部分) においてこのreference物質がより高い割合で存在することを示す。この欠点にも拘らず、Reidらはこの方法は「特に消費量の直接の測定が不可能である放牧地の研究において、反刍動物を使う栄養の研究に広い範囲の適応性を持つ」という意見である。

アメリカでクロモーゲン法が公式に認められるように思われるので、Cookらは北西Utahのwinter desert rangeで—そこでは主要草種は *Artemisia tridentata*, *A. nova*, *Atriplex confertifolia*, *Eurotia lanata*, *Sitanion hystrix* である—クロモーゲン法とリグニン法による結果を比較した。排泄物袋をつけられた去勢綿羊が、単一草種からなる一時的enclosureの中で放牧された。予備放牧期間のあと、排泄物が1日2度集められ、そして6日間に亘って集められた混合サンプルが化学分析された。飼料草の標本は個々の家畜をまず観察し、それから綿羊により実際に消費されるのと正確に対照出来る飼料草を手でちぎることにより集められた。排泄物を集める前に朝早く、飼料草のサンプルが採取される。飼料草と排泄物のサンプルは厳密に同じ方法で取扱われ、化学分析の前には光または30°C以上の温度には

さらされなかつた。排泄物と飼料草についてリグニンとクロモーゲンは同じ精度で化学的に決定し得るが、いろいろな植物の種の消化のために、家畜間の差が研究される時は、クロモーゲン法によるより、リグニン法による方が変異が少い。big sagebrush と black sageの場合、実際に消費されたのより、排泄物に回収されるクロモーゲンはかなり少い。このことはクロモーゲンのあるものは失われるか、消化の間に異つた光吸収値を与えるものに変化することを示す。squirrel-tail grassの場合、クロモーゲンは高率で回収されるらしい。それ故Cookらはクロモーゲン法は冬季の牧野の飼料草—そのいくつかはエーテル抽出物または揮発性油が高濃度で存在する—については不適当であると結論した。

(3) Double indicator 法

2つの内用reference物質を使うことに基く方法はイギリスのBlaxterらにより何年かあとに発展された。彼はこれを "the double indicator system" と呼んだ。この技術の大きな利点は、実験者は排泄物の全重量を知る必要がないこと、—それ故供試排泄物は1日少くとも2度抽出される—家畜に排泄物袋をつける必要がないことである。この方法は1948年、Brit. Soc. for Animal Productionの集会で発表された。

この方法において、綿羊にまづ約5日間毎日、不活性 (metabolically inert) reference物質の一定重量 (5~10 gr) を与える。硫酸バリウムが、3酸化クロムより僅かに速く見極り出来るので選ばれる。約5日後、バリウムの1日の排泄は一定量になり、排泄物のたゞ1つのサンプルがバリウムの一定の%を与えるだろう。バリウムの排泄物の標本の乾燥物に対する比から—経口的に与えられたバリウムの全部が排泄されたかぎり—排泄された全乾燥物質が容易に計算される。

放牧地がサンプリングされ、飼料草と排泄物についてリグニンが分析されるならば、次のことがわかる。

排泄物の乾燥物質の全重量

排泄物の乾燥物質中のリグニンの%

飼料草の乾燥物質中のリグニンの%

リグニンの消化が無視出来ると仮定すれば、摂取された飼料草の乾燥物の量を計算することが可能である。排泄された乾燥物質と飼料草の乾燥物摂取量が知られる。それ故それぞれの特殊な養分の消化率を計算し、それから放牧地の栄養価を全可消化養分または澱粉等量によ

って計算することは簡単である。腸に入つた異物要素の排泄の週期性について、わずかな難点がある。バリウムについて、バリウムの乾燥物質に対する比に明らかに日変化がある、それ故排泄物は1日に1度以上抽出され、1日のサンプルとして混合される。より多くの難点はバリウムの使用に伴う。高い濃度を使うことは、瘤胃のなかに沈澱を起し易い。

Raymondは(排泄物の窒素含量と食われた飼料草の窒素含量の間に関係があることが確認されたから) 脛酸とリグニンを reference 物質として示している。彼は絶乾排泄物の窒素含有量から飼料草の乾燥物質の窒素含有量を計算した。ニュージーランドで同じような事に沿つてそしてほとんど同時に研究している Lancaster は排泄物の窒素含有量から、放牧地の有機物質の消化率が如何に計算され得るかを報告している。

§5 Bio-assay

鼠のような小動物について、その活動の範囲を測ることにより放牧地を評価する方法は未だようらん期にある。それは放牧地の飼料草の発情物質 (oestrogenic substance) の含有量を決定せんとする試験において、始められた。家畜の再生産的活動を刺激するこのような物質は栄養物質により計算されたものより、放牧地の家畜生産物の価値を強調する。最近のうちの観察がこの刺激作用について述べている。

(a) Phillips は既に Carmarthen から西に Pembrokeshire へ行くにつれて秋の分娩の割合が増加し、仔綿羊の平均重量が増加することを観察した。これらの両地方の放牧地の飼料草は主として *Agrostis* から成り、近似している。放牧地の生産量の差は気候の差に帰せられていた——Pembrokeshire では Carmarthen-shire より冬に晴天が多い——そしてこれは順に家畜の再生産とそれに関するすべてを刺激する飼料草の中のある物質をつくる。

(b) 乳牛が放牧されると牛乳生産量が増し、牛乳中の無脂固形分が多くなる。この増加と濃厚になることは飼料草の中の養分によつて計算されるものより多い。Bartlett は牛乳の質と量のこのような差は、若い、生育しつつある飼料草のなかの発情物質の存在の結果をして起ることを示した。*Lolium* spp. と *Dactylis glomerata* については、発情活動のピークは春の小穂の開始の直前に表れる。

(c) オーストラリアで初期の *Trifolium subterraneum* を採食する綿羊はその生殖器官の組織の変化を発達せしめ、肥沃度の損失を伴う。

方法の概要

飼料草の中の発情物質の量を、小動物に対するその影響により定量的に決定する試験がなされた。Bartlett は未成熟の鼠の子宮の重量の増加を決定した。Evans は陰の開きにより示される成育と成熟を記録した。

賦活要因は現在分離されている。それは genistein と呼ばれる已に知られた化合物 5, 7, 4'-*O* 水酸化-イソフラボンである。このイソフラボン (isoflavone) は自然の oestrone (性ホルモン) と密接な関係はないが、自然の発情物質と似た生理的作用をもつ。しかしイソフラボンの高濃度が、生理的影響に作用するのには要求される。これとこれに似た化合物が植物体中に広く存在するのだろう。

§6 Animal requirements

§§ 6.1 飼料単位 (Feeding units)

家畜は、維持と生長と生産と活動のために一定量の食物を要求する。飼養標準 (feeding standard) として知られている、これらの機能を可能にする量は算出され、家畜の種類、年齢、大きさ、コンディション毎に表示されている。スカンジナビヤ飼料単位 (Scandinavian fodder unit), 澱粉等量 (starch equivalent), 全可消化養分 (total digestible nutrient) のような飼料単位で表わされた量はすでに示された。

これらの飼養標準は一定の目的のために、ある家畜について真に推奨された量である。家畜により放牧地を評価するのに用いる時、これらの量は逆に用いられる。Forbes は飼養標準を逆に用いることを非難する。彼は飼養標準は単に飼料給与 (feed allowance) の勧告として計画されたもので、個々の家畜に与えられた飼料から得られた定量的結果の保証として計画されたものではない。勧告として、それらは実際の不都合な条件下で、要求を満すべき、かなり過剰な安全な因子を見越さなければならず、そして見越している。家畜の環境に対する個々の適応性により、そしてその体内の広い貯蔵栄養物に頼る能力によつて事実が不明確にされると主張する。彼の意見によれば栄養要求量 (nutritive requirement) の報告書としてこれらを使うことは正しくなく、混乱をつくることになる。

§ 6.2 放牧に消費されるエネルギー

食物を採して動き廻る時、家畜により消費されるエネルギーの問題が残る。

しかしこの問題については、資料が少ししかなく、そしてそれは散乱されている。Woodらは牛について、1日1頭当り11b, 21b, 31b, の澱粉等量をそれぞれ優良、中庸、不可な放牧地で飼量すべきことを示している。Linehanらは良好な低地放牧地で、1日当り11b.の澱粉等量を差引いている。Bhodらは運動要因("activity factor")のために、飼養標準に25%を加える。Garrigusらはイリノイの放牧地で採喰しながら歩いた距離に、基づいて実験をした。彼らは安全な平均値として1日当り1マイルと計算した。平地を歩いている牛の生体重100lb.について、1マイル歩くのに要するエネルギーはうろ大カロリーであることが判つた。これは全エネルギー要求量の非常に小さい部分である。それ故良好な草地では、放牧において、牛が歩く距離の誤認による誤差は、無視出来るだろう。しかしながら、この結論は、植生が疎で、水が遠い処では適用されないだろう。

第15章 全生産量と正味の生産量の比較

(Gross and Net Yields compared)

こゝで刈取秤量(herbage-weight)法とanimal-production法とを比較する。

刈取られた飼料草の重量は家畜に提供された全飼料草の推定値を与える。一方家畜の生産物は家畜によつて喰われた飼料草の推定値を与える。放牧地の生産量のこのような2つの見方に対するドイツ語"Leistungshakigkeit"(供給能力)と"tierische Nutzertrag"(家畜に利用される収獲量)は測定されるものを適切に表わしている。前者は絶対的または全生産量で、後者は正味の生産量である。この問題に関するイギリスとアメリカの文献を調べると、animal-production法により得られた生産量はいろいろな刈取法の信頼度を測定する基準と考えられ、それに近い値が得られた刈取法程信頼出来る、という印象を受ける。その根拠をこゝに引用するには余りにも多い。ある方法は飼料草の全生産量を与え、一方他の方法は、この生産量から得られた利益が何であるかを示す。この2つの方法は別々の量を測っており、同一の結果を与えることは期待出来ない。どの場合でも、両方の方法に誤差は必然的であり、それ故両方とも測定尺度としては見做されない。

§1 採喰量と刈取量の比(Grazing/clipping Ratio)

この2つの方法により得られた結果を比較することはためになる。それぞれの方法で得られた生産量は両方に共通する。ある単位——例えば、TDN、SE、飼料単位——に変換される。28表はいろいろな文献からのデータを用いて編集したものである。2、3の場合には実験が、この比較のために特別に行われた。(Hodgsonら1942、Grandjean 1933)

この表の値から、飼料草の刈取により得られた全生産量(gross yield)と放牧家畜から得られた正味の生産量(net yield)との間に巾の広い関係があることが判る。2つの場合(Morrisonら1946、Linehanら1947)を除いて家畜生産物により決定された生産量は飼料草の刈取により得られた生産量より低い。一般にそれは刈取量の70~80%である。一致の程度はある程度まで、放牧管理の効率を表す。湿潤気候下で50:100のgrazing/clipping比は密生放牧地の途

方もない利用を示し、一方70:100の比はより適切な利用を示す。klapp(1945)は、良好なる管理下では利用されなかつた飼料草は10~20%に減少することが出来、正味の生産量と全生産量の比を90:100または80:100にするといつてゐる。イギリスをアメリカの研究においてはgrazing/clipping比のこの状態を、時々述べるのみであるが、ドイツとスイスの農学者は常にこの点を諒々と説く。スイスのVolkartらはgrazing/clipping比の決定は、pasture-recording survey*の本質的な先駆者であると考えた。(Grandjean 1933) grazing/clipping

比は放牧地の管理上の多くの問題——すなわち放牧地の大きさ、放牧の強さ、放牧の頻度、放牧地の放牧及び休牧期間の長さ、家畜の種類と年齢、土地の利用を放牧と採草の間で変える頻度(例えば季節的にまたは1生育期間内で)——に関する目安として役立つ。

§2 刈取と放牧により決定された放牧地の生産量の差の原因。

ほとんどすべての場合に、家畜の生産物の測定から得られた生産量は飼料草の刈取により得られた生産量より少い。この相違を説明する多くの要因がある。重要な要因は飼料草の生産量自体、すなわちその季節的变化、家畜の採食習性、飼料草の損われた地("lost" herbage)の面積、家畜の要求量(animal requirement)の計算、放牧地の管理と関係する。

(1) 飼料草の生産量。

飼料草の生産量それ自体変動が大きい。それは刈取標本の数と大きさにより、そして適用された刈取法、cage法にも左右される。

(2) 飼料草の生育の季節的变化。

刈取法とanimal-production法による生産量の差の大きさは多くは季節的なものである。気候が、春や、雨量の適当な時のように水気の多い生育に好都合な時は常に、完全に喰われるより多くの草が生産され、それ故2つの方法で決定された生産に大きな差があらわれる。飼料草の生産速度が遅くなるので、年間の終りには差がせばまる。

(3) 放牧管理

放牧の技術(すなわち放牧の強さ、放牧と休牧期間の長さ)は家畜が利用可能な飼料草からつくることの出来る生産物を大きく左右する。Grandjean (1937)の実験——

* 次章参照のこと

第28表 飼料草の刈取と家畜生産物により決定された放牧地の生産量の比較

飼料草刈取量	家畜生産物	單位	備考	原書
100	74.5	TDN	オレゴン、かんがい放牧地の繁茂せる草。放牧地と畜舎間の1日4マイルの走行は計算に含まれてない	Jonesら, 1937
100	94.8	TDN	オレゴン。条件は上と同様。但し、畜舎は放牧地に隣接してゐる。セル放牧行はない。	Brandt & Ewalt, 1939
100	84	TDN	西バージニア。5年間に亘る実験	Robinsonら, 1937
100	78.7	TDN	西部アバシントン。この比較のための特別の実験。5年間の結果の平均であるが畜舎前向と放牧期間間に可成りの変動がある。 <small>ただし刈取法に依り異なる</small>	Hodgsonら, 1942
100	74	SE kg.当り	スイス。19ヶ処における各年間の平均	Kauster, 1941
100	92.2	SE		飼料草栽培推進協議会、報告 1949
100	84.2			
(A) 100	68.6	SE kg.当り	東プロシヤ、固定プロット	Hoffmannら, 1937
(B) 100	59.7		(A) 1935 (B) 1936	

註 TDNは全可消化養分(Total digestible nutrients)

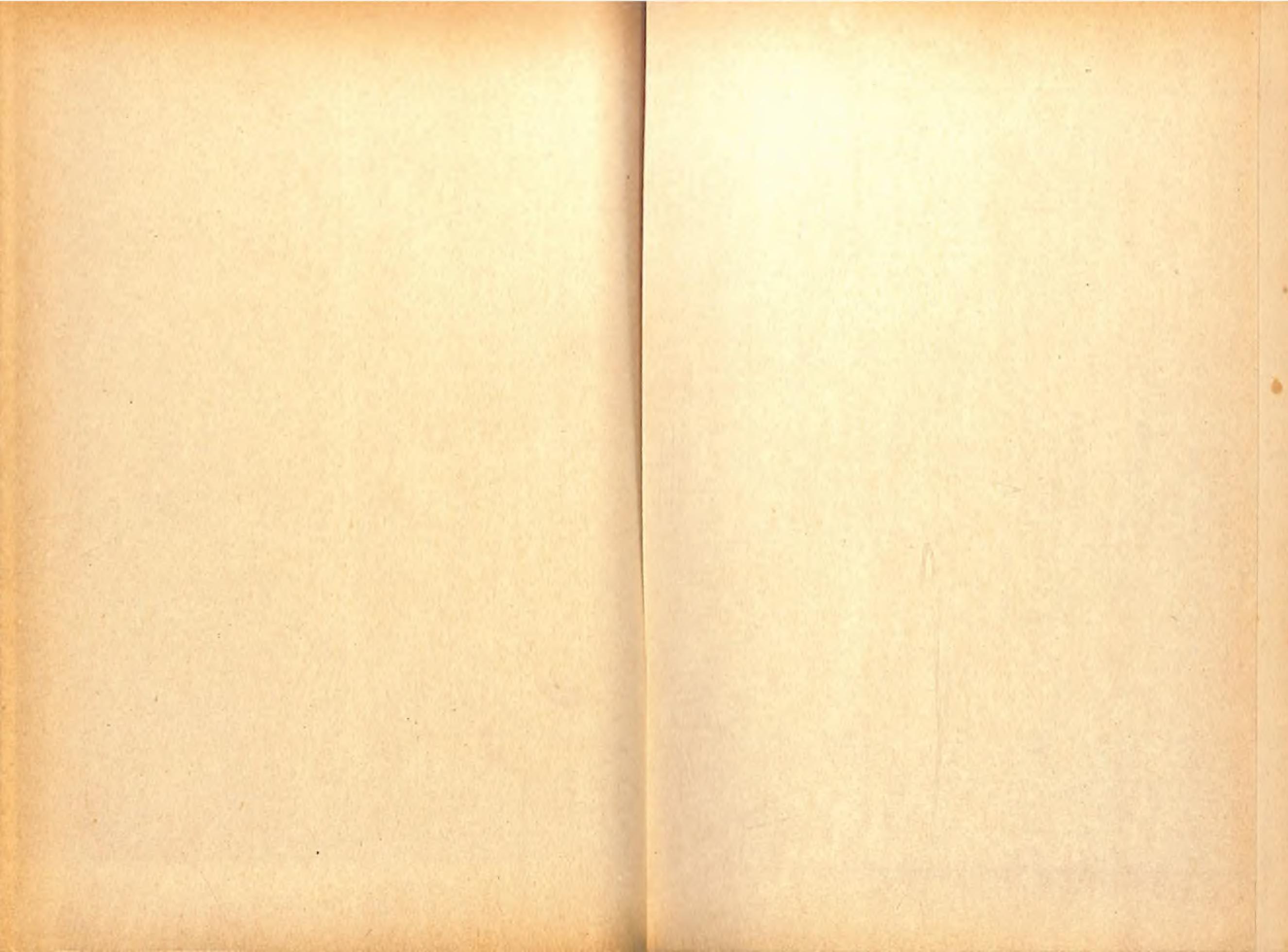
SEは澱粉等量(Starch equivalent)

第28表 飼料草の刈取と家畜生産物により決定された放牧地の生産量の比較

飼料草刈取量	家畜生産物	單位	備考	原書
100	74.5	TDN	オレゴン、かんがい放牧地の繁茂せる草。放牧地と畜舎間の1日4マイルの牧行は計算に含まれてない	Jones ら, 1937
100	94.8	TDN	オレゴン。条件は上と同様。但し、畜舎は放牧地に隣接してゐる。それ故歩行はない。	Brundt & Ewalt, 1939
100	84	TDN	西バージニア。5年間に亘る実験	Robinson ら, 1937
100	78.7	TDN	西部ワシントン。この比較のための特別の実験。5年間の結果の平均であるが季節間と放牧期間間に可成りの変動がある。	Hodgson ら, 1942
100	77	TDN	西部ワシントン。水澱肥料の価値を研究するための4年間の実験	Hodgson ら, 1942
(a) 100	75.5	TDN	西部ワシントン	Hodgson ら, 1934
(b) 100	98.4		(a) 連続放牧 (4年間の平均) (b) 輪牧放牧 ()	
100	75.0	TDN	ペンシルバニア。5年間の実験	Gardner ら, 1935
(a) 100	83.1	TDN	コネチカット, Storrs。10年間の平均	Brown & Munsell, 1945
(b) 100	85.1		(a) Cage は 1/ 年固定。 (b) Cage は毎年移動	
100	146	TDN	ケンタッキー, 25年に亘る永年放牧地。5年間の平均。TDN による家畜要求量の平均より高い値が maintenance と増加のために用いられた。	Morrison & Ely, 1946
(a) 100	94	SE	北部アイルランド。短年草刈, 1945	Lynch & Lowe, 1946
(b) 100	137	I-1-1 当 c.w.t.	(a) Cage の内外の生長量の差が補正されてない。 (b) 上記の差は補正されている。	
(a) 100	67	全上	北部アイルランド。短年草刈, 1946	全上
(b) 100	84.7		(a) 補正されてない (b) 補正されている。	
(a) 100	48.1	SE 相当	スイス, St. Gallen の谷間放牧地。この比較のために特別に選ばれた。	Grandjean, 1933
(b) 100	55.3		(a) 1930 年の3つの paddock の平均 (b) 1931 年の5つの paddock の平均 両年の全 paddock の結果は非常に均一である。	
100	72	SE 相当	スイス, Maintenance と生産のための SE 値は 1930, 1931 年に用いられたのより高い。総採草量が短い。	Grandjean, 1937
100	74	SE 相当	スイス。1947 年における4年間の平均	Kauter, 1941
100	92.2	SE	スイス, 1947	飼料草栽培推進協議会, 報告 1949
100	84.2			
(a) 100	88.6	SE 相当	東プロシヤ, 固定プロット	Hoffmann ら, 1937
(b) 100	59.7		(a) 1935 (b) 1936	

註 TDN は全可消化養分 (Total digestible nutrients)

SE は 澱粉等量 (Starch equivalent)



第28表 飼料草の刈取と家畜生産物により決定された放牧地の生産量の比較

飼料草 刈取重量	家畜生産物	単 位	備 考	原 書
100	74.5	TDN	オレゴン。かんがい放牧地の繁茂せる草。放牧地と畜舎間の1日4マイルの歩行は計算に含まれてない。	Jones ら, 1937
100	94.8	TDN	オレゴン。条件は上と同様、但し、畜舎は放牧地に隣接してゐる。それ故歩行はない。	Brandt & Ewalt, 1939
100	84	TDN	西バージニア, 5年間に亘る実験	Robinson ら, 1937
100	78.7	TDN	西部ワシントン。これの比較のための特別の実験。5年間の結果の平均であるが、季節間と放牧期間に可成りの変動がある。	Hodgson ら, 1942
100	77	TDN	西部ワシントン。水溶肥料の価値を研究するための4年間の実験	Hodgson ら, 1942
(a) 100 (b) 100	75.5 98.4	TDN	西部ワシントン。 (a) 連続放牧 (4年間の平均) (b) 輪換放牧 (")	Hodgson ら, 1934
100	75.0	TDN	ペンシルバニア, 5年間の実験	Gardner ら, 1935
(a) 100 (b) 100	83.1 65.1	TDN	コネチカット, Storrs, 10年間の平均 (a) cage は11年間固定 (b) cage は毎年移動。	Brown & Munsel, 1945
100	146	TDN	ケンタッキー。25年になる永久放牧地。5年間の平均。TDNによる家畜要求書の平均より高い値が maintenance と増加のために用いられた。	Morrison & Ely, 1946
(a) 100 (b) 100	94 137	SE エーカー当 c.w.t.	北部アイルランド。短年草地, 1945 (a) cageの内外の生長量の差が補正されてない。 (b) 上記の差は補正されている。	Linehan & Lowe, 1946
(a) 100 (b) 100	67 84.7	同 上	北部アイルランド。短年草地, 1946 (a) 補正されてない。 (b) 補正されている。	同 上
(a) 100 (b) 100	48.1 55.3	SE ha当り	スイス, St. Gallenの谷間放牧地 この比較のために特別に調べられた (a) 1930年の3つのpaddockの平均 (b) 1931年の5つのpaddockの平均 両年や全paddockの結果は非常に均一である。	Grandjean, 1933
100	72	SE ha当り	スイス maintenance と生産のためのSE値は1930, 1931年に用いられたのより高い。輪換期間が短い。	Grandjean, 1937
100	74	SE ha当り	スイス 19ヶ処における4年間の平均。	Kanter, 1941
100 100	92.2 84.2	SE	スイス 1947	飼料草栽培推進協議会 報告1949
(a) 100 (b) 100	68.6 59.7	SE ha当り	東プロシヤ, 固定プロット (a) 1935 (b) 1936	Hoffman ら, 1937

註 TDNは全可消化養分 (Total digestible nutrients)

SEは 澱粉等量 (Starch equivalent)

第29表を見よ——は放牧技術と家畜の生産量との関係を示す。少数の家畜の短期輪環が長期輪環より家畜の生産物の澱粉等量により多くの報酬を与える。短期輪環は飼料草の刈取による生産量に近い結果を与える。

第29表 放牧技術と生産との関係 (Kanter, 1941)

農場	ha当適正放牧頭数	放牧期間	輪換期間	家畜生産量による放牧地の生産量
		日	日	ha当りSE
I	67	7~8	35~40	3,200
II	151	4~5	35	3,200
III	208	2	26	3,900
IV	95	1	7	4,200

(4) 採喰習性

家畜は選択的に採喰する。嗜好性の低い草種は満度に利用されない。1様に刈取する代わりに採喰と似たようにつみとることは、理論的には2つの方法により得られた結果に記録される相違を減少するが、人間の主観が結果を複雑にする。嗜好性のない草種が存在しない放牧地はまた結果に少しの不一致しか示さないだろう。一方飼料草に特に嗜好性がない時、ある家畜は、消化出来るより多く喰う。Grandjean (1933) はこの消費を“luxury feed”と呼んだ。これは生産量に対する損失となる。何故ならその飼料は、消化の余分な運動とエネルギーに使われ、生体重の増加や牛乳その他の生産物のような有益な価値となつて表れない。短期の消化能力試験に基いてGrandjeanは家畜の生産物におけるこの損失は16.4%という高さとした。〔然し、家畜のそれ自体の生活のすべてを否定するべきだろうか？ 長い目で見れば、家畜は臆意に喰い且つ動くことを許されるならば、より多く生産しそして再生産しないものだろうか？〕

(5) 飼料草の損失 (“Lost” herbage)

放牧地のかかりの面積は、飼料草が喰うことが出来ないかまたは破壊されている故に非生産的である。嗜好性のない草種の局部的集団排泄物が置かれた処の悪臭を放つ草叢、家畜により踏み固められた牧道、特に重粘土層と湿潤な気候のもとで蹄傷により飼料草が損われまたは破壊された処では何処でも飼料草が失われる。これらの場所は自動的に、刈取による飼料草の単位面積当り生産量を与える計算に含まれる。すなわち、計算された単位

面積当り飼料草の生産量は実際より高くなり、飼料草と家畜の生産量間の差を大きくする。飼料草の水分が多い程、これらの原因による飼料草の損失は大きい。従つて2つの方法から得られた生産量の差も大きい。

(6) 家畜の飼養標準

放牧家畜を尺度として使う初期の実験において、個体維持と生産のための家畜の要求量を計算するのに用いられた値は、しばしば低過ぎ、従つて放牧地の生産量(放牧実験からの)は低いものとして表された。この値は常に、経験に照らして調整されている。

(7) 動くための飼料の必要量

個体維持と生産のための家畜の栄養の必要量を計算する時、運動のために必要な食物は常に足らぬ。しかしながら、その重要性は急速に認められつつある。困難な点は正しい値を得ることにある。

(8) 補給飼料

放牧地のみが供給したものを知らるために補給飼料の栄養価も、勿論計算された家畜の摂取量から差引かれた。然し Watson らにより指摘されたように補給飼料が誤差の源である。舎飼になれた家畜は、放牧地でのみ飼養された家畜と比べて同じ強さで採食しない。舎飼の期間のずっと前に、放牧地から離れて、門の処で待つている。彼らは放牧地を正當に取扱うことをしない。それ故にその真の生産量は決定されない。

第16章 放牧地のレコーディングと地域調査 (Pasture Recording and Regional Surveys)

欧州大陸、とくにスカンジナビア、ドイツ、スイスでは放牧地の生産量は、実験によつてでなく、実際の農場経営における放牧地の生産物と価格の記録を保存することにより研究されている。これは pasture recording または pasture control と呼ばれている。その結果の編纂は放牧地の性質と、その管理の性質を明らかにし、農地を如何に管理すべきか、またはすべきでないかの実際の展示となる。記録は放牧地の植生型、放牧地に置かれた家畜の頭数、放牧期間、重量の増加量、羊毛、ミルクのような生産物の重量または嵩、仔、生草または乾草用に放牧地から刈取られた草の量、喰われた補給飼料の量と価格、などについてとられ、記録は、例えば5年以上に亘つて集められれば、それは良好な平均を与え、ある特殊な季節における降雨の過多または不足のような季節的因子により不当に影響されることがない。結果はすべてがうまくいつていることを示すかも知れないし、また一方農場がより適切な基礎に基づいて再組織されるべきであることを示すかも知れない。過ちの原因を容易に見出し、矯正することが出来る。大面積の処のなかから標準農場 (sample farm) の記録を集めることにより、全地域また全国の放牧地の生産力を得ることが出来る。これが regional survey である。

§1 放牧地のレコーディング

§1.1 歴史

スカンジナビア諸国が放牧地の生産物の記録を取ることに開拓者である。デンマークでは記録が1880年頃からとられたが、現在の形の pasture control はスエーデンで1911年に始められた。1920年代の初期にこの方式がスカンジナビア諸国に根をおろし、それはこれらの国の農学会で組織された。

1920年代の終りに、放牧地の改良に対する関心がドイツで高まり、スエーデンから pasture control の考え方が伝わった。1927年、ドイツの農学会は Falke と Fingerling にスカンジナビア方式を研究することを委任した。Falke はスエーデンの方式に基づいた簡単な方式を発展させたが、単位として飼料単位の代りに澱粉等量を用いた。ドイツ農学会は計画を普及するのに成功し、1936年にはこの運動は全国に及び、150の農場が参加した。controlled farm それは以前は生産量が平

第30表 放牧地の生産量の計算のための基準 (SE, Kg)
(Geith, 1937, Klapp, 1945)

	Falke	Wiegner & Grandjean	ドイツ	スカンジ ナビア
生体重100kgを24時間維持するに必要な飼料				
肉、乳牛、体重200-400kg		0.75	0.65	0.65
“ 400-600kg		0.55	0.55	0.55
“ 600kg以上			0.45	0.50
乾満牛	0.50		0.55	0.50
仔馬			1.00	1.00
軽勞働中の馬			1.00	1.00
去勢牛			1.00	
中度勞働中の馬			1.20	1.20
綿羊			0.70	
牛乳生産				
脂肪含量 3.0%以下、kg当り	0.20		0.24	0.23
“ 3.0~3.5% “	0.23		0.26	0.25
“ 3.5~4.0% “	0.26		0.28	0.28
“ 4.0%以上 “	0.30		0.30	0.30
生長(生体重増加) kg当り				
500kgまでの発育中の家畜		2.0	2.5	2.8
500kg以上の成熟した家畜	2.5	2.5	3.5	3.0-3.50
放牧地での産生				
産と後産の重量は30kg、×25kgとす。			75.0	
乾草 100kg当り 平均値	35.0		35.0	
青草 “	13.0		13.0	

註 1952年以後ドイツでは放牧地の評価に“Stärkeinheit”(Starch unit, 澱粉単位)なる概念が一般に用いられ、“Starke werte”(starch equivalent; 澱粉等量)にとつて変つた。1澱粉単位は1grの可消化澱粉の正味のエネルギー値と一致する。實際上1000澱粉単位は1kgの澱粉等量と等しい。1スカンジナビア飼料単位(fodder unit)は700澱粉単位と大体等しい。

均を僅かに上まわる程度だつた——の95%は全国の平均を300%上回る生産量に達した。ドイツでは、pasture recordingは放牧のホーヘンハイム方式、夏期の余飼の廃止、そしてそれを乾草採草と放牧の組合せた土地利用方式に置き換えることを発展させ、広く普及させた。

スイスでは1930年代の初期にpasture controlが採用された。1934年飼草生産振興協会の設立が全国の農民の支持を得る手段を用意した。ドイツに於けるように、協会がBook-keepingを組織化し、農民の収益から最終的生産量を計算する。記録はドイツ方式に基き、澱粉等量を用いた。pasture recordingにおいて、Wiegnerらは農民に、夏の舎飼より放牧の勝ることを示す方法を見出した。低地方(lower valley)においてこの事実が受入れられ、そしてドイツにおけるように農場は輪環放牧の小牧区方式に再組織された。アルプス地方では、困窮と縁を切ることが難しく、それ故そこでは実際の放牧方式に少しの変化しかもたらされなかつた。

アメリカでは、今まではヨーロッパ方式に基く組織されたrecordingはない。しかし、1、2の実際の農場の放牧地の生産力の調査はある。例えばミソリイ農業試験場の3年間の研究は、その結果が実際の農場の放牧地の生産力は非常に高度にコントロールされた実験的条件下で得られたものより著しくすくないことを示した。

Pasture recordingはRoseveareにより1933年と1939年にイギリスの農学者の注目をひいたが、1人または2人の先駆的農民の努力はさておき、1949年イギリス草地学会の会合で、イギリスにおけるこのような仕事の組織化が始められるまで、なされなかつた。

草地学会または農業団体がpasture recordingの実行を始め、組織し、そしてそれを援助する指導的地位を占める。そしてpasture recordingが成功した処は何処でも、そのような団体の活発な奨励と、実際的な援助があつたということは注目に値する。こゝではpasture recordingの3つの方式を述べる。

§1.2 澱粉等量によるレコーディング

(i) 方法

こゝに述べられる方法はFalkeにより解説されたもので、ドイツとスイスで実行されているものの1つである。それはスウェーデン方式を簡単にしたものであるが、飼料単位の代りに澱粉等量が測定の単位である。

各家畜は(1)畜舎から出て放牧地に入る時、(2)新しい環境に適応する間、体重が減少する

時は10日後に再び、(3)放牧期間の終りに放牧地から離れる時に、秤量される。出来るならばその10日後に再び重量を測る。放牧地に入られた初期に重量の減少がある場合は原則として重量の増加は、(2)と(3)の重量の差として計算される。(2)の重量を無視する研究者もある。中間の重量、——例えばpaddockを交える時のような——は重量の増加の割合についての興味ある知識を与える。家畜は1日の同じ時間に測られる。朝、同じ条件下で測られることが望ましい。秤のない時は体型測定(animal's measurement)がなされ、それから重量が計算される。乳牛の場合、各家畜からの牛乳が秤量され、脂肪率が決定される。

家畜が実験放牧地に居た時間と、それ以外の放牧地(supplementary grazing)に居た時間、放牧地からの乾草生産量、舎飼期間中に与えられた補給飼料が記録される。これらは澱粉等量に換算される。放牧地からの畜産物の生産量の値から補給飼料は差引かれ、乾草生産量は加えられる。補給飼料の量が多い程、導入される誤差は大きい。補給飼料の同じ量が喰われてなければ圃場の比較は出来ない。

(ii) 生産量を表す単位

個体維持を計算する基本的単位はpasture-day unitである。これは100kgの生体重を24時間維持するのに要する飼料の量である。Falkeによれば、これは0.5kgの澱粉等量によつて表され、Klappによれば0.55kg澱粉等量で表される。個体維持、重量の増加、ミルクの生産量、その他の生産物のための値は最初にFalkeにより確立されたが、それらはそれ以後修正されている。Aberystwythで行われた第4回国際草圃会議で家畜の種類と年齢により個体維持に対する必要量と、舎飼の時より放牧地により多くの澱粉等量を要求する肥育牛の体重の増加のためにより高い値を割当てるための勧告がなされた。牛乳生産のための必要量において少しの変化がなされた。第30表に新旧の基準が示されている。スイス飼草生産振興協会はFalkeの値をその単純なる故に支持する。正確でない基準により導入される誤差は、すべてのありうる実験誤差と比べる時無視出来ると考えられた。研究のためにはより正確な値が用いられるべきだろう。

(iii) Book-keeping

出来るだけ多くの農夫をこの計画にひきつけておく為に、book-keepingは簡単で時間のかゝらぬものでなくてはならぬ。結果の編集、特に年次報告のために協会の地方支部によりあらゆる援助が与えられる。

スイスでは4つの記録の型がある。即ち重量、牛乳、舎飼、paddockである。この記入は比較的時間がかゝらず、年次報告書は飼草生産振興協会によつてつくられる。

ドイツでは、book-keepingは前のドイツ農学会により組織化された。農民により記録が保存される方法は第31~34表に示される。

重量簿(weight book) (第31表)——ポケット野帳——は家畜の重量の詳細を記入すべくデザインされた。

放牧地日誌(pasture day-book) (第32表) これもポケット野帳は家畜群の採食とミルク生産量に関連した事項の毎日の記入のためにデザインされた。一般的観察(general observation)の項には家畜のコンディション(condition) 器具がある処では家畜がpaddock間を移動する時の重量、放牧地の取扱いについて記入される。放牧地日誌は放牧地での毎日の出来事の日記として、要約または結論することなしに、簡単に記入される。ドイツにおける経験は、このことは牧夫頭により正確に、うまく出来ることを示す。

放牧地原簿(pasture book proper) (第33表) は各paddockについて別々に記録(それぞれについて2頁)をとり、そしてその記入事項は最終的に放牧地の価値の年次報告として、澱粉等量と価格で表される。放牧地原簿は思考のための時間を要し農民自身または農地管理者またはこの計画を組織している農業団体により、机上で書入れられる。放牧地原簿の初めには記録を編集するための3つの表がある。これらのうちの最初のもので、重量簿(第31表)からとられた記入事項が、農民がいろいろな家畜のグループと放牧日数毎の生体重と生体重の増加を計算することを可能にするために表示される。次の表は家畜の各グループについての全体重の増加とpasture-day unit当りの体重の増加を与える。第3の表は各paddockについて各家畜のグループによつて消費されたpasture-day unitを記録する。これらの計算は次の頁——それは放牧地原簿を調整するもので、その例が第33表に示さる——を記入するのを容易にする。こゝでは各放牧地における家畜の個々のグループの記録を集計する。paddockで已に放牧されている家畜に、数頭の家畜が加えられた時は、これは新しい放牧期間の始まりとして計算され、新しい期間として記入される。

実験放牧地以外の放牧地での補給放牧(supplementary grazing)と舎飼期間中に与えられた補給飼料について未だ考慮されてない。補給放牧については放牧地日誌から得られ、補給放牧の時間数は全飼料消費量の%として表される。この%を引いた残りは——舎飼を別として——そのpaddockの飼料生産量と考えられる。

舎飼の飼料価は次の方法で差引かれる。先ず最初に、個体維持のための飼料は放牧地で

第30表 放牧地の生産量の計算のための基準 (SE. Kg)

(Geith, 1937; Klapp, 1945)

	Falke	Wiegner & Grandjean	ドイツ	スカンジ ナビヤ
生体重100kgを24時間維持するために必要な飼料				
肉・乳牛 体重200 - 400kg.		0.75	0.65	0.65
" 400 - 600kg.		0.55	0.55	0.55
" 600kg以上			0.45	0.50
乾酒牛	0.50		0.55	0.50
仔馬			1.00	1.00
運手働中の馬			1.00	1.00
大勢牛			1.00	
中度労働中の馬			1.20	1.20
飼羊			0.70	
牛乳生産				
脂肪含量 3.0%以下 kg当り	0.20		0.24	0.23
" 3.0~3.5% "	0.23		0.26	0.25
" 3.5~4.0% "	0.26		0.28	0.28
" 4.0%以上 "	0.30		0.30	0.30
生長(生体重増加) kg当り				
500kg.までの発育中の家畜		2.0	2.5	2.8
500kg.以上の成熟した家畜		2.5	2.5	3.0-3.50
放牧地での糞生産				
糞と夜産の重量は30kg. x 25kg. x 2			75.0	
乾草 100kg. 当り 平均値	35.0		35.0	
青草 "	13.0		13.0	

註 1952年以後 ドイツでは 放牧地の評価に "Stärkeinheit" (Starch unit; 澱粉單位) なる概念が一般に用いられ, "Stärkewerte" (Starch equivalent; 澱粉等量) によって変った。1澱粉單位は 1gr. の可消化澱粉の正味のエネルギー値と一致する。實際上 1000澱粉單位は 1kg. の澱粉等量と等しい。/スカンジナビヤ飼料單位 (fodder unit) は 700澱粉單位と大体等しい。

家畜の 種類	家畜の また	終牧時		下牧10日後の 重量 kg	全体重 増加量
		月日	重量 kg		
牛	No.	3/10	430	425	130
牛	No.	3/10	390	395	170

第 週

月日 天候	家畜の料 グループ	一般的事項 特に家畜の移動について (名前, 番号, 時, 事由, 行先)	牛乳生産量	
			重量 kg	脂肪率 %
月 22/4	1 2 W		52	3.1
火 23/4				
水 24/4				
木 25/4				
金 26/4				
土 27/4				
日 28/4				

第31表 重量簿 (Weighing Book)

秤量は常に同じ時刻に同じ条件のもとでなされなくてはならぬ。

家畜の 種類	家畜の番号 また名前	性 別	冬期間の体重 の増加量 kg	入 牧 時			入牧10日後の 重 量 kg	放 牧 中 の 重 量				終 牧 時		下牧10日後の 重 量 kg	全体重 増加量
				月令	月日	重量kg		月日	重量kg	月日	重量kg	月日	重量kg		
牛	No. 11	牝			2/3	300	305					3/10	430	425	130
牛	No. 31	牝			2/3	220	230					3/10	390	395	170

第32表 放牧日誌 (Pasture daybook)

第 週 自 月 日 至 月 日

月 日 天 候	家畜の グループ	放牧した牧区		放 牧 延 頭 数 (記録日の朝における頭数)									補給放牧または飼料		一 般 的 事 項 特に家畜の移動について (名前, 番号, 時, 事由, 行先)	牛乳生産量		
		午前	午後	搾乳牛	乾涸牛	未整牛	未産牛	牝牛	犏	役用牛	馬	仔馬	羊	時間		場所または 種類と量	重量 kg	脂肪率 %
月 22/4	1	III	III	6													52	3.1
	2	II	II				8						4	meadow				
火 23/4																		
水 24/4																		
木 25/4																		
金 26/4																		
土 27/4																		
日 28/4																		

sture Book)

去勢牛 (C) 未

家畜	放牧延	家畜の 平均体重	P I	
			kg	kg

(a) 採乳牛															
放牧期間			家畜頭数	放牧延日数	家畜の平均体重		PDU	放牧期間中の牛乳生産量 (kg)	平均脂肪率 (%)	補足放牧または飼料			生産量の計算		
始	終	放牧日数			ds	kg				比率 %	PDU	牛乳生産量 (kg)	PDU	牛乳 (kg)	
2/2	24/2	5	4	30	4	25	187.5	290	3.1				全生産量	1589	2045
15/5	20/5	4	4	36	-	-	225	305	3.0				補足放牧または飼料による生産量	207	616
17/6	24/6	4	7	28	-	-	175	220	3.0				放牧区での生産量	1382	1429
14/7	22/7	8	7	56	-	-	395	460	3.1	60	207	276			
4/8	23/8	12	7	84	-	-	525	640	3.0	濃厚飼料	340				
11/9	14/9	3	7	21	-	-	131.3	130	3.0						
計				255	6	25	1588.8	2145			207	616			

(b) 去勢牛 (c) 未経産牛 (d) 乾乳牛																	
放牧期間			家畜頭数	放牧延日数	家畜の平均体重		PDU			補足放牧または飼料			生産量の計算				
始	終	放牧日数			ds	kg	グループ b	グループ c	グループ d	比率 %	グループ b PDU	グループ c PDU	グループ d PDU	PDU	グループ b	グループ c	グループ d
計																	

(e) 仔馬 (f) 馬 (g) 役用牛 (h) 肥育牛 (i) その他の牛																	
放牧期間			家畜頭数	放牧延日数	家畜の平均体重		PDU			補足放牧または飼料			生産量の計算				
始	終	放牧日数			ds	kg	グループ	グループ	グループ	比率 %	グループ PDU	グループ PDU	グループ PDU	PDU	グループ	グループ	グループ
計																	

年次報告と (補足放牧と飼料を除く)					
1. 施肥・栽培方法など	生産費	RM	Rpf.	生産物	生産量 SE (kg)
ハローイング、及転 3回 施肥: Nitrophoska III 4dz.	15	05		牛乳	kg. 1429 329
2. 補足放牧は必要であるか (clover, stubble clover meadow)? としては何時、何時間、そして頻度は? 肥育放牧の有無?	16			生体重の増加	
必要である。8日前、1日に5時間、採乳牛	-			牝牛	kg. 25 63
3. 補足飼料を与えたか? 何時、何故、そして1日/頭当り重量はいくらか?	-			若牛	kg. 300 750
与えた。groundnut cakeを採乳牛に1日/頭当り 600 gr. 12日間	60			仔馬	kg.
	126			維持飼料	kg.
	80			牝牛	PDU 1382 691
				若牛	PDU 1072 535
				仔馬	PDU
				...	PDU
				放牧区で生産した	
				乾草	kg
				生草	kg
				その他	
				生産物合計	2369
				ha. 当り	1822
				費用: 合計	307 05
				ha. 当り	236 20
				kg. SE 当り	14.5

* 放牧期間中の平均体重
 ** PDU = Pasture day units = (平均体重 (ds)) x (放牧延日数)
 1 PDU は 1 ds (=100kg.) の生体重を24時間維持するために必要飼料

牧
放
土
地

(
土
加
室
固
堆
液
入
草
觀
1
2
3
4
5
h a
kg
管

第34表 放牧地生産量年報

牧区番号または名称: _____

放牧地の型(短年草地または永久草地): _____

土 壌 型: _____ 湿 度: _____

地 形: _____

面 積: _____ ha

播 種 草 種: _____

播種後経過年数: _____ 水 飲 施 設: _____

一般的事項(特に排水、かんがいについて): _____

(重量はha、当りkgで与えられる)	19	19	19	19	19
土壌の反応、と 石灰施用					
磷 肥 料					
加里肥料					
窒素肥料					
固形肥料					
堆 肥					
液 肥					
入牧及び下牧月日					
草地のコンディション					
観 察 月 日					
1. 下繁草の生長					
2. 草生の全般的被度					
3. 白クローバーの外観					
4. 放牧地の採食度合					
5. 雑 草					
ha、当り生産量 S、E					
kg、SE当りの生産量					
管 理 事 項					

第35表 放牧記録 (Grazing Record) (牧夫により記入)

氏名

住所

家畜の種類：搾乳牛と乾廻牛

月：1951年10月

放牧	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	延日数	
Cowleas	60	60	60	20	20	20				30	30	10	10																			320	
long field				40	40	40	30	30	30																							210	
養舎附草地でブドウ糟							30	30	30	30	30	30	30	30	20	20								21	20	20						341	
サイレージ 乾草など																																	
home fieldからのサイレージ												20	20	30	40	40	60	60	60	30	30	31	31	31	28	28	28	28	29	29	29	682	
Nursery Bottomからの乾草																				30	30	31	31	10	10	10	30	30	30	30	30	302	
搾乳量 (cwt)																																	
前夜の乳量																																	
午前の乳量																																	
乳量合計																																	
存生産																																	
搾乳牛 入牧頭数																																	
搾乳牛 下牧頭数																																	
乾廻牛 入牧頭数																																	
乾廻牛 下牧頭数																																	
その他の家畜 入牧頭数																																	
その他の家畜 下牧頭数																																	

供給されたと仮定する。補給飼料の可消化蛋白含量は家畜の生産物におけるその等量に換算され、この量は放牧地から得られた全生産量から差引かれる。ミルク 1ℓは50grの蛋白質と等量であり、1kgの生体重の増加は400grの蛋白質と等量であると仮定する。次の例が Koch (1932) により与えられた。

もし放牧地の全生産量が

ミルク 3,400ℓ

生体重増加 150kg

2,385 pasture-day units (個体維持)

であり、そして放牧期間中

45.2kgの蛋白質を含む 100kgのgroundnut meal

27.2 " 100kgのlinseed meal

計 72.4kgの蛋白質

が与えられたとすれば、

$72,400 \div 50 = 1,448$ ℓのミルクが放牧地の生産量を澱粉等量に換算される前に差引かれなくてはならない。

澱粉等量への最後の換算は第30表で採用されたような値によりなされる。

各 paddock の生産量は年次報告——それは放牧地原簿(第33表)の各頁の一部分である——に示されるように算出される。

更に別の帳簿、放牧地生産量年報(year book of pasture yield)(第34表)がある。放牧地原簿からの本質的な知識が、こゝで、年々の比較をするために記入される。これは進歩かまたは退歩かを明し、農民が、彼のおかした過ちを発見することを可能にする。この帳簿は進歩的な農民のためのものである。

§§ 1. 3 GPUによるレコーディング

Richardsonは澱粉等量より簡単な単位を提案した。これは"Grünlandleistungseinheit"(GLE)であり、"Grassland Production Unit"(GPU)と訳される。GPUは澱粉等量より理解するの容易であるのみならず、それは数学を使うことが少い。尺度は次のとおりである。

GPU = 1 pasture day 十なわち50.0kgの生体重の1日の維持。

= 1kgの生体重の増加

- 10kg牛乳生産量 (平均的脂肪率の)

- 25kgの中質の青草

- 8kgの中質の乾草

牛乳、青草または乾草のための値は、質により変換される。家畜の生産物の計算の簡易性は次の例によつて説明される。

935 cattle pasture days = 935 × 1 = 935 GPU

789 kgの生体重の増加 = 789 × 1 = 789 GPU

8574 kgの牛乳 = 8574 ÷ 10 = 857 GPU

全生産量 2581 GPU

農民は彼の土地の生産力を GPU によつて知る。しかるに Falke の計算方式によれば澱粉等量に換算するために各項にそれぞれの特定の数を掛けなければならぬだろう。一方 GPU は地方の農民に、もし他の単位で表された生産物との比較が必要ならば、それはまたエネルギー単位に容易に換算させることが出来ることとで役立つ。1 GPU は 2.5 澱粉等量と等しい。

一方 Falke の基準のような基準の価値を十分に認め乍ら、Richardson は、それらは農民になじみがうすくそして幾分難しいことから、農民の支持を得る代りに農民を思いどばまらせぬのみであろうと危惧した。pasture recording を成功させるためには、出来る限り多くの農民が、recording の習慣をつけるように励まされなければならない。そしてすべてにおいて始りが困難であるから、recording は実行し易いように簡単につくられなければならない。

§ 1. 4 放牧日数と牛乳生産量によるレコーディング

英国の農場で実行されているこの方法は、多分英国における recording の最初に発表された例の一つである。この recording は他の農場との比較のために企てられたものではなくて、管理のための指針を与えるべく企てられたものである。記録は放牧地と冬季間の飼料作物 (乾草、根菜、サイレージ) の飼養能力 (stock-feeding capacity) を示す。recording は毎日の飼料の源の分析、飼料が生育している圃場に飼料を配分すること、異つた飼料のミルク生産に対する影響を示すことを目的とする。

この農場の家畜は年間、日夜舎外に居られる。舎外に固定された搾乳器が用いられた。圃場は大きく、多くの家畜 (牝牛 70 頭) を養う。家畜は、時に一つの圃場に限定され、

家畜は日夜そこにいるから、記録は家畜が圃場から、または圃場へ移される時に喰べた飼料により複雑にされない。しかしもし家畜が途中で飼料を喰べるならば、そのようにして喰べた量の見積りは、観測されてる圃場での採喰量から差引かれる。冬には家畜は乾草またはサイレージを食う。放牧日数の見積りは、もし家畜が乾草またはサイレージ用の作物が生育している圃場で生活しているならば容易に出来る。その圃場から得られた乾草または他の作物にはそのとおりの cow-grazing day が与えられ、そしてもし圃場で更にいくらかの飼料が喰されてれば、それは当然その圃場に添加される。

二つの種類の記録がある。すなわち grazing record と milk graph である。それは乳牛の群を受持つている者によつて記録され、各人は彼自身の土地の区劃に居る彼の隣に対して責任を持つ。

(1) Grazing record

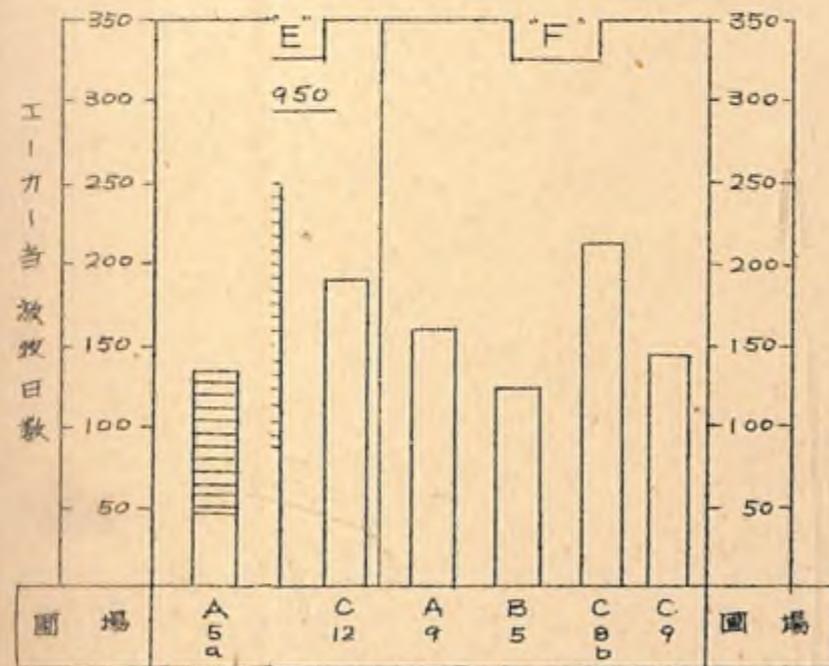
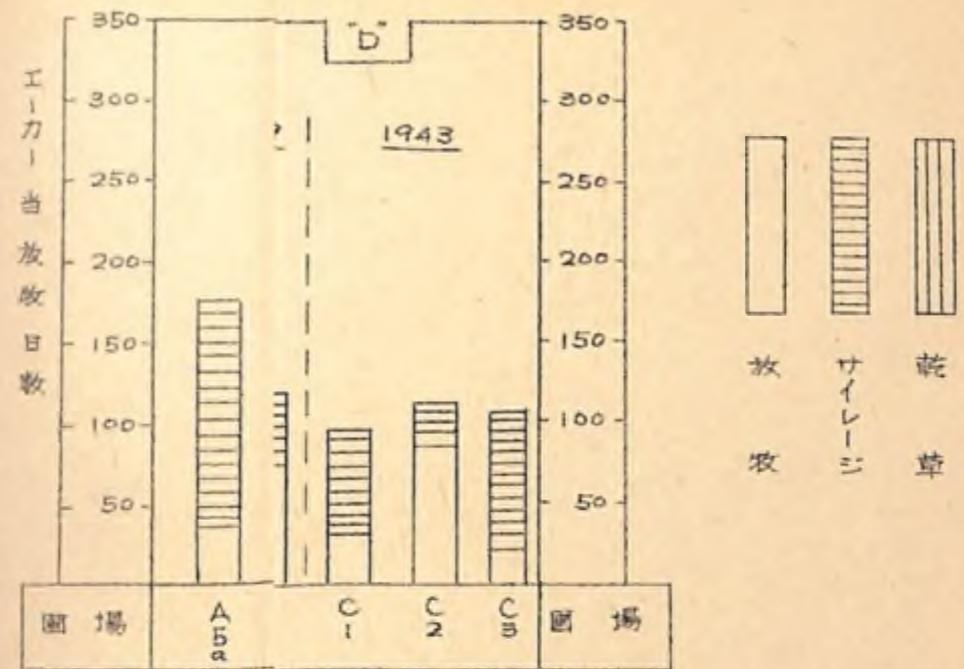
基礎的な記録は放牧月報 (monthly grazing record) (第 35 表) である。混乱を避けるために、cow-day の値が異なる家畜の種類毎に、別々の表が用いられる。家畜の頭数は毎日飼料の供給源——それが放牧された特定の圃場であるか、補給飼料であるか、冬季飼料 (winter feed) であるかということ——毎に記入される。若し二つ以上の供給源から飼料を受けている時は家畜の頭数は供給される飼料の量の見積りに比例して、夫々の供給源に分配する。若い家畜が使われている時や、混合放牧 (mixed grazing) されてる時は cow-day は換算表 (27-C 表) から計算される。

家畜週報 (weekly stock sheet) には各週の終りの全家畜頭数が、移動の詳細とともに記録される。大農場では、この記録はその農場に出入する牛の移動とともに、牧夫間の牛の移動を追跡するのを助ける上で有用である。毎月この記録の合計は放牧月報 (monthly grazing record) のそれとチェックされ、見落しの危険をなくする。最終的な記録はエーカー当りの放牧日数 (grazing day) である。

(2) milk graphs

牛乳の生産量が日数に対してプロットされる。頭数、飼料の供給源または放牧とその期間についての資料は grazing record から得られ、方眼紙に記入される。濃厚飼料の重量は、目盛に引かれた水平の破線で表される。100ガロンの水準で引かれた水平の破線が、牛乳の生産量が上昇しているか、下降しているかに注目するのを助ける。

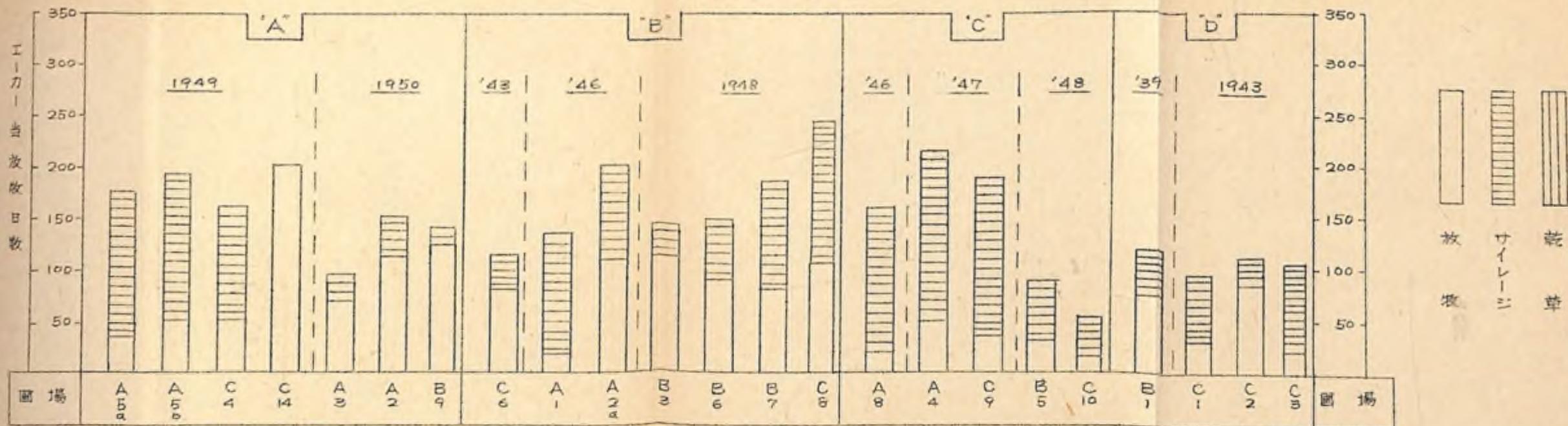
多少の変動が示される。これは飼料、管理、搾乳してる牛の頭数、犢の頭数による。最初の二つの影響を見るために、あとの二つの影響が除去されなければならない。これは同一の



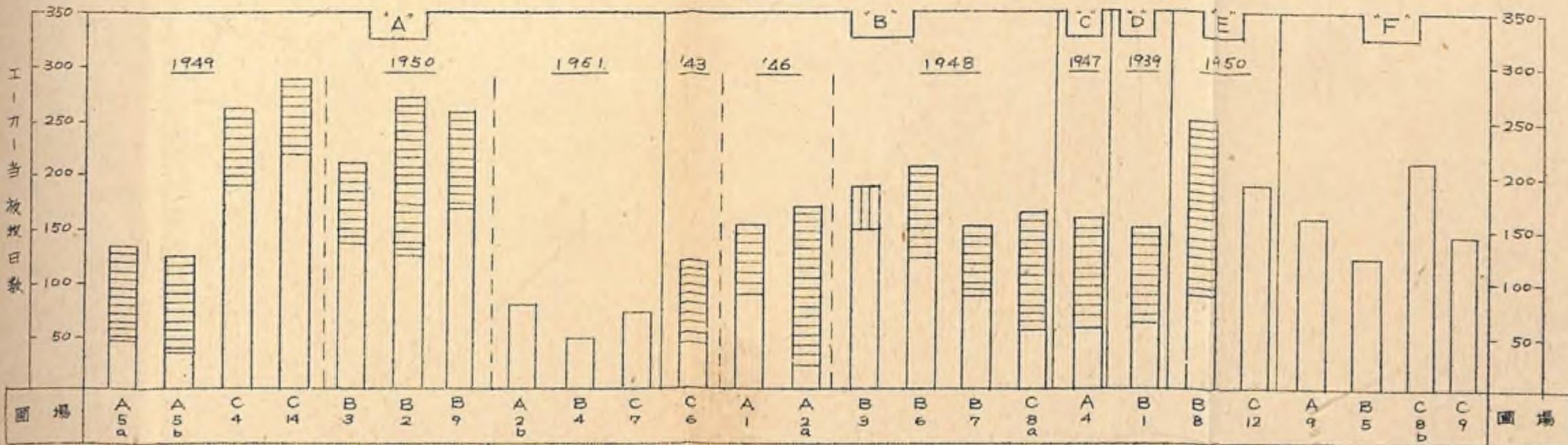
注 'A' fescue & white clover
 'B'
 'C'
 'D'

第32圖

1950-1951



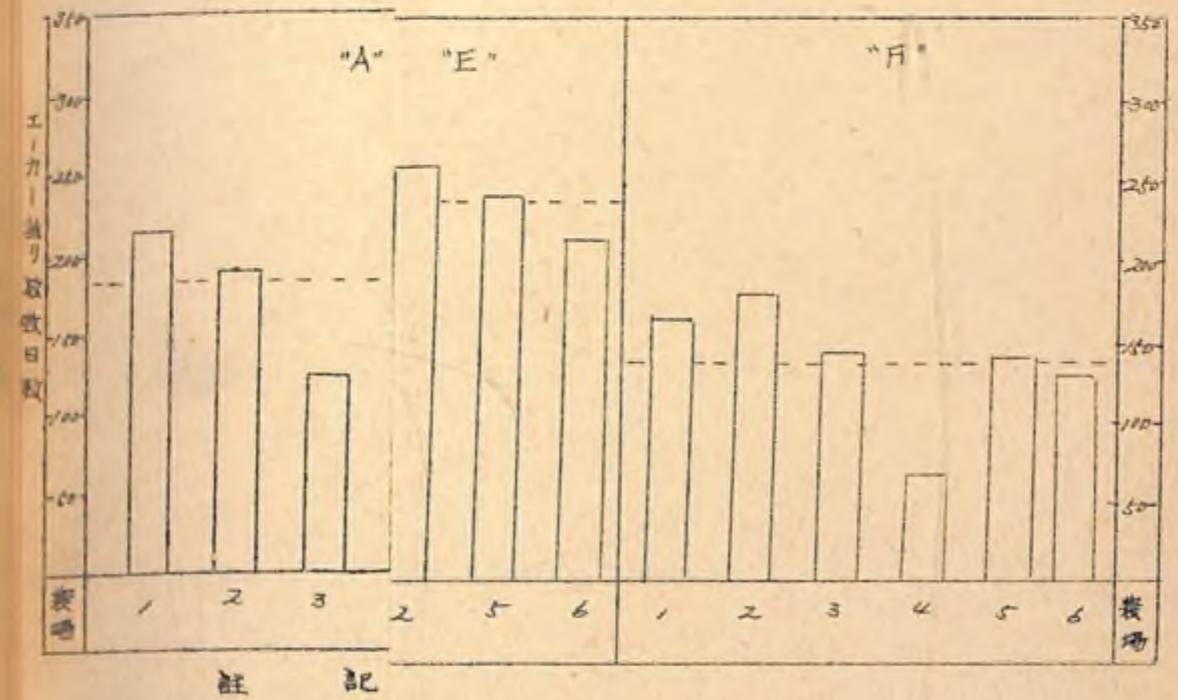
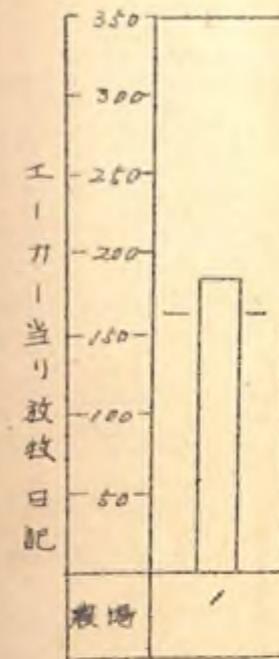
1951-1952



註 'A' — HI short volution ryegrass & white clover
 'B' — Perennial ryegrass & white clover
 'C' — Cocks foot & white clover
 'D' — Permanent Pasture

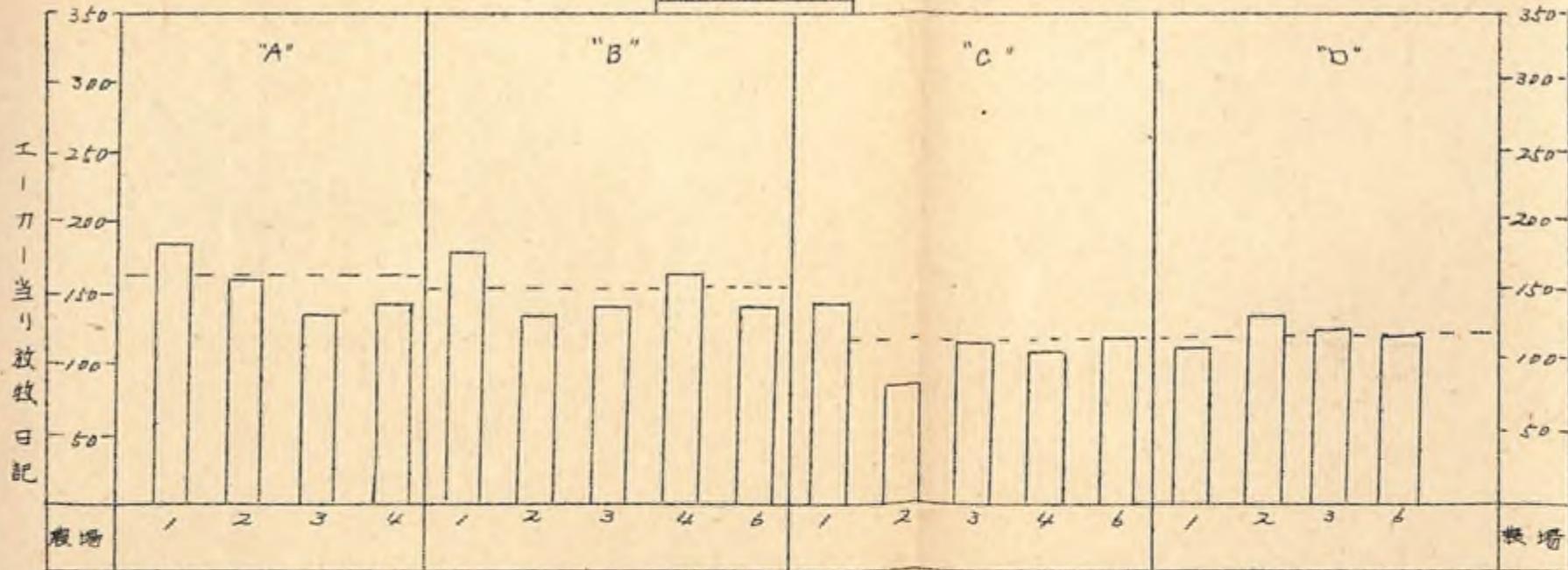
'E' — Timothy, meadow fescue & white clover
 'F' — Kale
 DR — Direct Re-seed

第32図 2年間に亘る1農場での混播草種間の生産力(エーカー当り放牧日数で表された)の比較

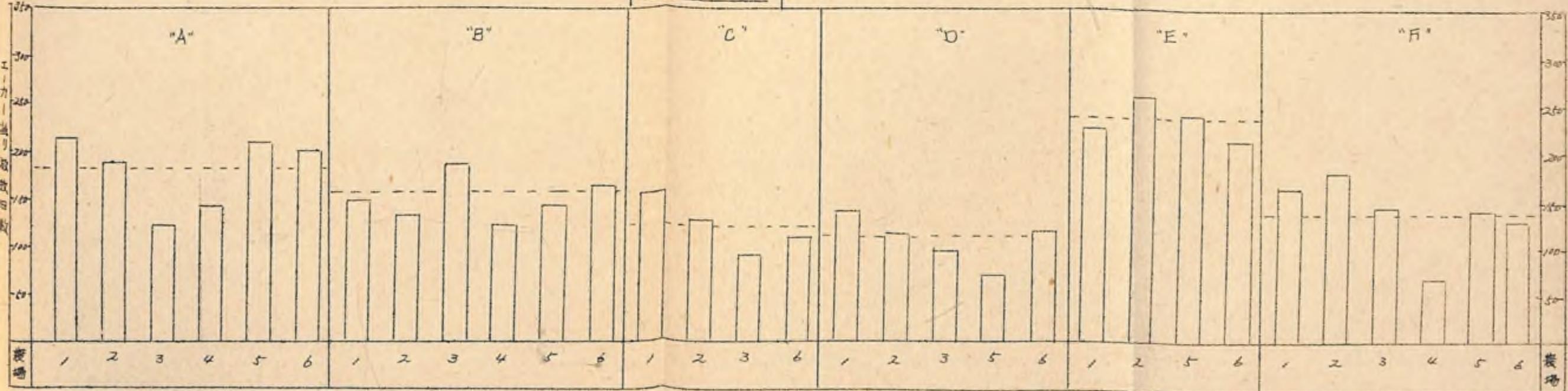


註記 33圖

1950-1951



1951-1952



註 記号はオ32図と同じ

オ33図 2年間に亘る6農場での農場平均生産量による混播草種の比較

グラフに、実際の生産量曲線と、Paterson (1952) のいう潜在的生産曲線 (potential yield curve) をプロットすることによりなされる。この後者は多年に亘つて集められた牛乳生産量のデータから求められ、年間の一定の季節に起ることが予想される平均的変動を示す。潜在的なものと実際のものと2つの曲線は長い範囲に亘つて一致するだろう。一致しないことは平均からの、実際の生産量のズレを示す。そこでグラフ上のデータから、飼料または管理が、牛乳の平均生産量からのズレにどのように影響したかを見ることが出来る。

(3) 成 果

この recording の方法は、異つた段階において、いくつかのチェックを用意する。grazing record と milk graph からの資料を結びつけることにより、農民は彼自身の農場での、彼のとつた方法の効率を評価することが出来る。彼はいろいろな型の放牧地の間の差、いろいろな混播草地の間の差、いろいろな飼料作物 (第32、33図) すなわち牛乳生産に刺激的影響を持つ飼料、分娩のない場合、秋において正常を考えられる割合に牛乳生産を維持するのに失敗した飼料の間の差、そして比較し得る条件下における乳牛間と牧夫間の差を cow-day の値で知ることが出来る。Paterson (1953) は穀物飼養の水準を低下させることの影響について価値ある知識を得、そして1頭当り生産量よりむしろエーカー当り生産量 での両者の間に関係はない。 で表された牛乳生産量の50~100%の増加を得ることが如何にして可能であるかを知ることが出来る方法を要求する。

recording のこの方式はかなりに正確な知識を求めることに大いに興味を持っている者には誰れでも実行するのに難しくないが、長い期間に亘つて努力を持続することが信頼できる結果を得るのに必要であることは疑いもない。Paterson は「如何に、ある圃場が悪いかということを理解することは、唯記録を取り始める場合にのみ可能である」と述べている (1950)。

§ 2. 地 域 調 査

栽培作物の生産量については多くの地域調査があるが、放牧地の生産については唯部分的なものしかない。19世紀の終り頃、スイスの山岳放牧地 (alpine pasture) の調査が Stebler により実行された。この調査において、放牧地の生産力は平均 cow-days と平均 ewe-days による牧養力で表された。1935年ノルウェーにおいて、

そして1938-39年フィンランドにおいて地域調査が同一の原則に基づいて実行された。フィンランドの調査の説明が jantti によりなされた。それは統計的調査 ("statistical survey") として述べられたが、こゝではこの言葉は使われない。

フィンランドの調査 (The Finnish Survey)

(1) サンプルング

フィンランドの地域調査に採用された、サンプルングの計画はフィンランドの森林調査 (Finnish forest survey)——これも1938年に実行された——のそれと同じである。サンプルングは完全に無作為ではない。第1に全国を代表すべく、調査地域 (experimental district) が選ばれる。あるものは3〜7教区 (parioli) にまたがり、あるものは唯1教区のみである。資料の供給源として国の農業調査票を用いて、これらの地域の農場が大きさにより分類され、そしてそれぞれ大きさのグループから、若干のものが無作為に研究のために選出される。各地域で選出された農場の数は、その地域の総数に対して1定の比率である。研究される農場の数は、導通化のために適切な基礎を与えられるように十分に多くなければならぬ。フィンランドの調査では1930の農場が選出され、これはフィンランドの全農場の6.7%にあたる。注意深く考案された様式が、記録をとるためにデザインされた。大地域のそれぞれでは訓練された専任調査員が資料を集め、小地域では訓練された臨時調査員が集めた。

(2) 放牧地の分類

放牧地の型、例えば、短年草地 (temporary ley)、永久放牧地 (permanent pasture)、粗放牧 (rough grazing)、果樹園放牧 (orchard grazing)、林内放牧 (forest grazing)——は区別され、その地方、または地域毎に明確にされる。抽出された各農場の各型の面積が決定される。この資料から、地域または地方の各放牧地の型の全面積が推定される。

(3) 牧養力の計算

放牧地の各型に放牧された家畜の種類毎に日数が、調査員により放牧季節毎に記録される (第36表)。フィンランドの調査では、この資料は農民——彼らには記録をとることは必要でない——からの聞き取りで得られた。これが弱点である。しかし、放牧季節が短く (4ヶ月) として1農場当り放牧地の型が2、3しかないフィンランドのような国では、記録が、かなり正確な値を与えるだろう。放牧期間の長い国では、毎週のまたは毎日の記録が、用意さるべきだろう。

第36表 放牧地の種類別、家畜の種類別の放牧日数

全放牧日数	放 牧 日 数	
自然草地の1番生		
乾草用短年草地の1番生		
無樹の林内放牧地		
有樹の林内放牧地		
休耕地		
道端など		
放牧用の永久草地		
放牧用の短年草地		
		牛 乳 2才以上の牝牛 1才以上の未経産牛 1才未満の犏 3才以上の馬 1才以上3才未満の馬 1才未満の馬 1才以上の種羊 1才未満の種羊 6ヶ月以上の繁殖用豚 換算 cow-days

いろいろな種類の家畜の放牧日数はすべて共通の放牧単位 (common animal-grazing unit) に換算される。フィンランドでは、これはaverage cow-dayすなわち乳牛の一日の栄養物の要求量である。他の家畜に対応する値は換算表 (第27表d) から計算される。その値は、エーカー当り平均cow-dayまたは澱粉等量による放牧地の別々の型の生産量の比較のために用いることが出来る。Cattle Control Societies (乳牛の牛乳生産量のrecordingに責任を持つ) の記録は、cow-daysを飼料単位または澱粉等量に換算するためのデータを提供する。補給飼料がまた複雑にする原因になる。認識し得る量が与えられた時は常に、その量は記録さるべきであり、飼養単位における等量が放牧地の生産量から差引かるべきである。結果は放牧地のそれぞれの型毎に、農場の大きさ毎に、特別の地区毎に、そして国全体が集計される。

(4) 計画立案への応用

このような調査は、事実を示し、比較を可能にするのみならず、土地利用計画のための基礎的な仕事である。例えば、フィンランドでは、現在放牧地の大部分は林内放牧地である。林内放牧は価値ある輸出物である木材の生産を破壊する故にこれは非経済的である。林内放牧地を相当に減少せしめ、いくつかのヨーロッパの国でなされたように将来は完全になくすことが望ましい。しかしそこには問題がある。すなわち林内放牧をやめることにより、どの位の量の飼料が失われるだろうか、そして家畜の生産量を同一水準に保つためには、如何にしてそれを置き換え得るか？ 調査は放牧地のそれぞれの型の生産力を参考にすることにより、この問題に答える。

林内放牧地は7,300,000haを占める。

この面積の林内放牧は470,000,000飼料単位を生産する。

470,000,000飼料単位は短年草地の400,000haから得られる。

故に7,300,000haの林内放牧地から得られるのと同じ家畜の生産を維持するために400,000haの短年草地が増加されなければならない。

記録は、どの国においても、農業の発展の計画のための基礎として役立つ、もし、同じように、そして国際的規模で実行されるならば、それは世界的基礎に基いた生産の計画のために用いられるだろう。(jantti)