

□ 草地および家畜の生産からみた放牧圧

北海道農業試験場草地開発部 鈴木 慎二郎

草地は一度造成されるとそれが永い年月にわたり、また年に何回も利用される点で他の作物とは異なる。しかも採草利用が他の作物と同様収穫の段階では機械的であるのに対して、放牧利用は収穫そのものも機械的なものではなく、一つの生態系であり、一個の生物体における変化とみることでもできる点でまた様相を異にする。

牧草は家畜の生産をとおして評価されるべきであることはよく言われるが、放牧の場合は収穫の段階でも多くの要素がからみあううえ、更にそれが草地の遷移、家畜の生産に影響をおよぼすということが繰返えされていくので、適正な評価を下すのは簡単ではない。

一定面積からの家畜の生産を増大させるためには①草地の生産力と質の維持、向上 ②利用率の向上 ③放牧頭数の増加ということが必要であり、ここに技術としての放牧圧、結果としての牧養力の問題がある。この三つは勿論切り離して考へることはできないが、放牧圧の解析にあたっては多くの面から、いろいろの要素を対象としてすすめられている。ここでは便宜上、草地を主体としたもの、家畜を主体としたものに分けてみて行くことにする。

尙放牧の強さをあらわす言葉としては放牧圧、放牧強度、利用強度、利用率、採食率などがあり、具体的には面積当りの頭数、放牧前後の草丈(草量)、休牧日数、放牧回数、採食量と生産量の比などで示されるが、その間の関係は必ずしも明確でない。ここでは放牧圧を放牧方式まで含めた広い意味での放牧の強さとして取扱う。英語では stocking rate, stocking intensity, grazing pressure, grazing intensity, herbage utilization などがこれらにあたるものであろう。

1. 草地生産力の推移と放牧圧

草地の生産力に対する放牧圧の影響をあきらかにするということでは放牧時の草丈(草量)、放牧回数、休牧日数により放牧の強さを規制した試験がよく行なわれる。放牧の頻度が増すと乾物収量は減少し、3~5インチという低い草丈で放牧を繰返えすと、9~13インチまで待つて放牧した場合にくらべて、オーチャードグラス、フェスク類、ライグラス類、クローバ類などいずれの草種も年間収量は10~30%低下する。^{1), 2), 3), 4), 6)} 放牧間隔(休牧日数)でも頻度が増せば収量はさがり、^{7), 8), 9)} 例えば夏期間に6回、4回、3回の放牧をしたところ、3回の 4.310 Kg/ha に対して6回では 3.180 Kg/ha と一番少ない。又、元来生産力の低い野草においては一層顯著で放牧前の生産力に回復するには更に長い期間(3~4年)の休牧が必要である。¹⁰⁾ 一方放牧の強さを草をどこまで利用したかということで見ればより強い放牧、すなわち草丈2~2.5インチでとどめるよりも0.75~1インチというように低くまで利用した方が収量は多い。^{2), 3), 4), 6)} しかしこれについては1年では低くまで利用した方が収量は多いが、3~5年では逆にある程度(草丈3~4インチ)残して放牧をつづけてきた方が収量は多くなるというものもあり、¹¹⁾ 筆者の試験でも同じ傾向を認めている。

表 1. 放牧強度とオーチャードの収量 (Bryant, 1961)

| 放 牧 強 度 (草 丈) | 放 牧 回 数 (1955~1957) | 年 平 均 収 量 3ヶ年ポント/エーカー | 4 年目の刈取収量 (4回刈) |
|------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|
| 5 インチ→ 0.75 インチ | 27 | 4078 | 8964 |
| 11 " → 0.75 " | 18 | 5757 | 9194 |
| 5 " → 2.5 " | 32 | 3387 | 9516 |
| 11 " → 2.5 " | 23 | 4369 | 10384 |
| 出穂期→ 2.5 " | 16 | 5992 | 9396 |
| (その後11"→ 2.5 ") | | | |
| 開花期→ 2.5 " | 13 | 5265 | 9598 |
| (その後11"→ 2.5 ") | | | |

以上のような試験は草地に対して一定の規制をできる利点をもつが、実際の放牧にはそぐわない面があり、とくに“Put and take 方式”でもとらぬかきり年間通しての家畜の放牧効果をあきらかにできないのが欠点である。そこで草地に対して常に一定の圧を与へることはできぬが、草地と家畜の両面をみることができるということで頭数或は面積によつて放牧の強さをきめた試験もよく行なわれる。頭数の増加は利用率を上昇させるが、乾物生産を減少させ、頭数がある線をこすと急激に低くなる。^{12), 13), 14), 15)} 例えばエーカー当り 4.5、9.0、13.5頭の牡牝を放牧したところ乾物収量はそれぞれ 835 (100)、783 (93)、67.9 (81) Kgであつた。そしてこのような放牧圧の増加による収量の低下は施肥や家畜の排泄物による窒素の還元によつて殆んど回復しないとも言われている。^{16), 17), 18)} 又湿潤な土壌で放牧頭数を多くするのは加速度的な収量の低下をまねく。¹²⁾ 一般には踏圧による土壌への影響は容積重や硬度の増大、従つて空気や水分の浸透性や保持力の低下をもたらすという形で徐々に収量の低下をまねくのであるが、^{11), 19)} 土壌水分が非常に多い場合にはその前に植物体が直接的な損傷を受け消失してしまうのである。特にオーチャードグラスや赤クローバはこの損傷を受けやすく、シロクローバも幾分は損傷されるが禾本科草との競合が減るため割合よく維持されるようである。放牧の強さの影響を季節別にみると春の、特に1回目の強い放牧がその後の収量低下をまねき、^{1), 2), 20)} それが秋には1日当りの乾物生産量が軽い放牧をつづけた場合は $601^b/a_c$ 、強い放牧の場合には $351^b/a_c$ という結果になる。しかしこの影響は翌春には持越されず、^{9), 2)} 表1に示したように3年間強い放牧をつづけても4年目に同じように刈取つたところあまり差はなかつた。²⁾

収量の変化とともにこの間当然、草型、草種構成、草質も変化している。生物はその環境に適した姿で生存し、又適したものが選抜される。牧草は他の作物にくらべ管理が粗放なため雑草の侵入する機会も多く、又他殖性のものが多いうえ、それらが何種類も混播され長年使用されるので特にこのことがはつきり観察される。強い放牧によつて L A I は小さくなり、^{1), 4), 9)}

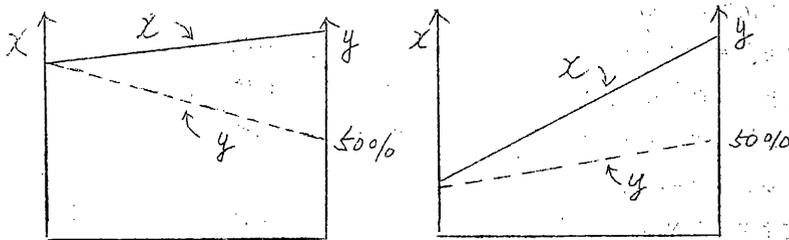
非常に湿潤な土壌のような場合は別として禾本科草、荳科草とも分けつ数、茎数は増え^{1), 7)} 密度の高い短草型の草地にかわる。当然草種間の競合がおこり、より強いもの、例えば赤クローバやオーチャードグラスよりもライグラス、更にはシロクローバが多くなり、又家畜の嗜好にあわないものや雑草の侵入が多くなる。^{7), 12), 21)} ショートローションライグラスのように強い放牧ではペレニアル型のもの、軽い放牧ではイタリアン型のものが多くなるということも起る。⁵⁾ 頻繁な放牧では生殖成長にむかうことがはばまれ、CP含量多く、リグニン、ファイバー、セルロースの少ない、消化率の高い良質なものとなる。^{13), 14), 22)} 従つて乾物収量が最大の時、いつも蛋白収量やF.U.も最大であるとは限らない。^{13), 3)}

以上のように放牧圧を増すことは草質を向上させるが、乾物収量の低下をまねく。このことは牧草は地上部を除去されると同化組織の再生のためかなり長期にわたり貯蔵養分を消費することからも当然である。又強い放牧による収量低下に対して施肥の効果が少ないのは一つには踏圧により土壌条件が悪化すること、一つには再生した同化組織が肥料を充分利用できぬうちに又地上部を採食されてしまうためであろう。

それでは実際の放牧においても草丈が低い時に頻繁に放牧を繰返すこと、又放牧頭数を増すことが不利かという問題は別である。一つには利用量(生産量×利用率)の問題である。基本的には強い放牧圧をつづけると生産力は低下し、利用率が高いにもかかわらず、利用量は低下するのであり、利用率別に生産量を調査した例でも利用率が70%以上の場合F.U.収量は少ない。²³⁾ そのままで達していない段階では放牧圧の増加により生産量はややさがるが利用率の上昇により利用量の増加をもたらすのである。^{13), 15)} この関係を図1に模式的に示した。造成後日が残る生産力の高い草地では(A)のようなことが起りやすく、強い放牧を長年つづけると(B)のようなことになるのではなからうか。

図1. 草量と利用量の関係

(x:草量、y:利用量)



(放牧圧) 重 → 軽

重 → 軽

(A) 放牧圧の増加による草量低下が少なく、利用率をあげると利用量が急増する場合

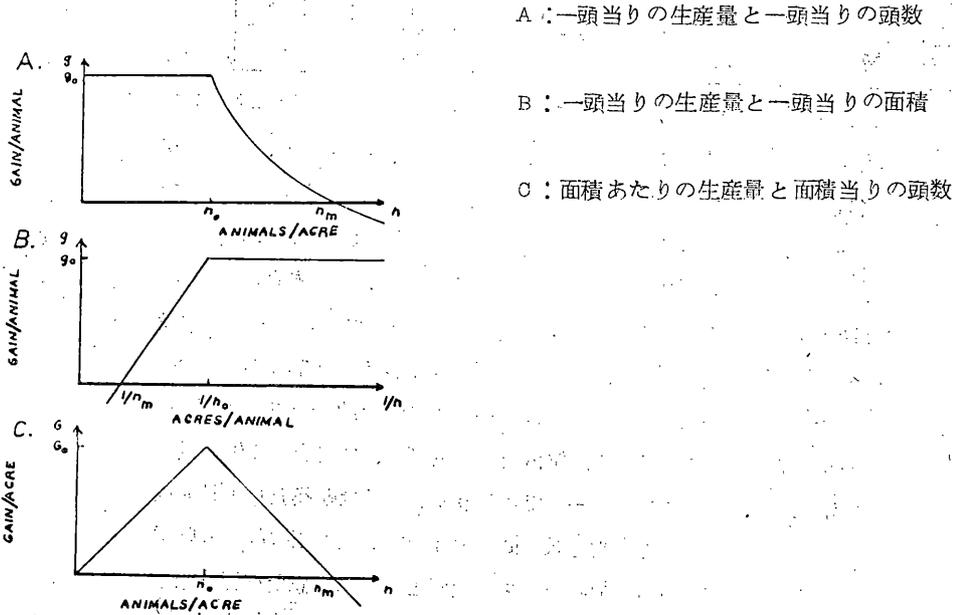
(B) 放牧圧の増加による草量低下が著るしく、利用率をあげることは更に利用量の低下をまねく場合

もう一つにはスプリングラッシュといわれるように季節的に大きく変動する草量に対して如何に対処するかということがある。過剰草を他に持出して利用できる場合は別として、同一面積で同一頭数を年間通して放牧させなければならない場合には春の強い放牧により再生力をおさえ、年間とおして良質の草を平均して保つという技術も考へられるであろう。

2. 放牧区と家畜生産

一定面積からの畜産物の収量をきめる一つの要素として放牧区と草量の関係をみてきたが、もう一つの要素として頭数（放牧区）と家畜一頭当りの生産量との関係がある。この関係を草量が一定であるとして模式的にかけば図2のとおりである。

図2 放牧区と家畜生産の理論的な関係



すなわち量的にみて、頭数を増加させるに従い一頭当りの草量は減つてゆき、それがある点まで達すると一頭当りの生産量が減りだす、この変曲点で面積当りの生産量が最大になるということである。実際には草量、草質は放牧区によつて変化し、利用率もかわるのでこのような直線的な関係ではなく、一定の範囲内では一頭あたりの生産量が減りだしても面積当りの生産量は上昇して行くのである。^{13), 15)} これらは全て利用率の増加にもとづくもので、草地生産力が増したのではない。

これらの関係をあきらかにする一段階として放牧区による草量の動きを排除して、家畜に常に同じ草量を与へた形の試験が行なわれている。例えば表2に示したように草量が減るに従い採食量と一頭当りの生産量は減るが、飽食量の2倍の草量があれば、それ以上あつてもこれを生産に結びつけることはできない。²¹⁾ 飽食量の更に高い高能力牛の場合でも同じである。²⁶⁾ しかし

表2. 草量と採食量 (Greenhalgh, 1966)

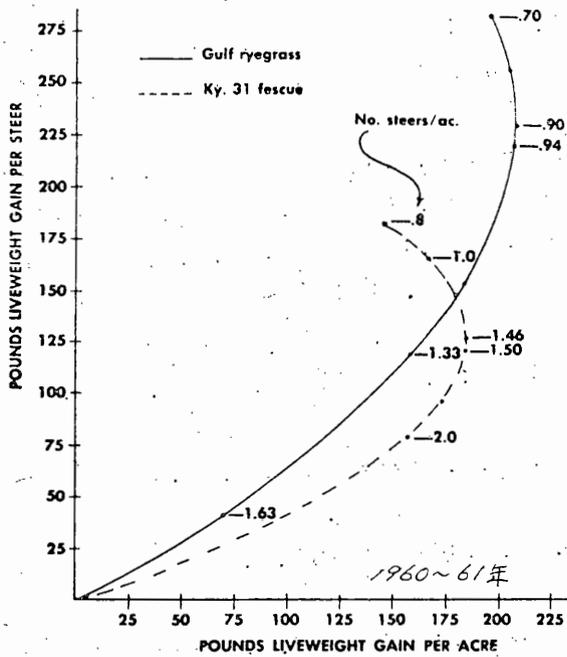
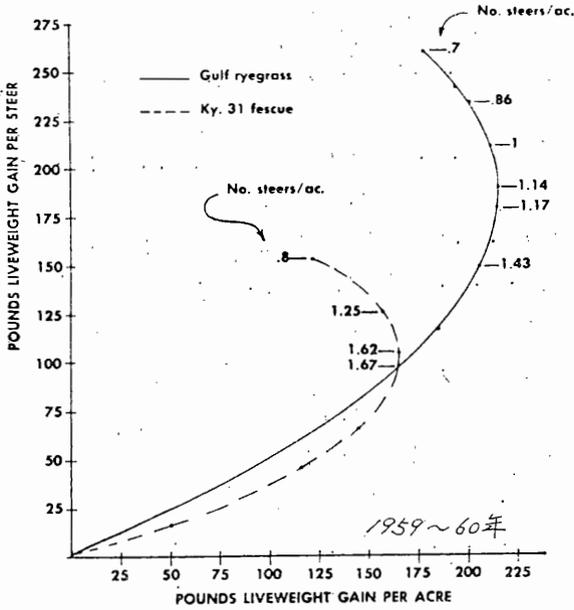
| | | | | | |
|---------------------------|------|------|------|------|-----|
| 1日当り草量(乾物) $\frac{Kg}{頭}$ | 11.4 | 15.9 | 20.4 | 25.6 | |
| 1日採食量 | 10.9 | 11.9 | 12.6 | 12.6 | *** |
| OM消化率 | 75.0 | 75.2 | 75.7 | 75.6 | *** |
| 4%FCM | 15.2 | 15.0 | 15.9 | 15.6 | N.S |
| 無脂固形分(%) | 8.48 | 8.67 | 8.89 | 8.82 | ** |
| 体重変化 $\frac{Kg}{日}$ | -0.7 | +0.3 | +0.2 | +0.3 | * |

これに対しては草量がちがえば可消化有機物の採食量でも、飽食量に達する時の草量もちがえば、飽食量そのものもちがうともいわれる。²⁷⁾ このような形で放牧圧をみると、前に放牧圧の増加により草質はよくなり消化率もあがるとしたのとは逆に、家畜は草量不足のためやむをえず質のよくないところまで採食するため消化率はさがる。¹³⁾ これは草地を2回にわけて放牧した時一層あきらかた、²⁸⁾、²⁹⁾ 最初の群に草量の50%まで採食させ、そのあとに別の群を放牧したところ蛋白含量は最初2.03%だったものが、あとの群の放牧前には1.46%、最後には1.22%に低下している。DM採食量も先の群の33.4ポンドに対して後の群は28.5ポンドで搾乳量も20~30%少ない。このことは草地の利用方法として高能力牛と低能力牛(乾涸牛)をわけて放牧するという方法を示唆している。個体当りの生産量、面積当りの生産量の変曲点は放牧方法によつてもちがい、前の例もその一つであろうが、多くは輪換放牧と連続放牧の形で比較されている。放牧圧が低い段階では両方式の間に差はなく、放牧圧の高い段階でのみ輪換放牧の有利性を認めているものが多い。放牧方式と放牧圧との間に有意な相互作用があり、最適な放牧圧は輪換放牧の方が5~10%高いところにあるようである。³⁰⁾、³¹⁾、³²⁾

このことは放牧圧或は放牧方式の試験を行なう際には常に留意されるべきことである。放牧圧と家畜生産の関係については、一部産乳量について母体を犠牲にするためか差がみられない例もあるが、一頭当りの生産は減少を認めながらも、最適な放牧がどこにあるかということになるとまちまちである。そこで多くの試験結果から或は草量と牧養力との関係から、草量一家畜当りの生産量一面積当りの生産量の関係について回帰式を求めたり、或は全く理論的に解析しようとする試みがなされている。²⁴⁾、³³⁾、³⁴⁾、³⁵⁾、³⁷⁾ しかしこれらの結果がまたそれぞれちがい、実用的でかつ汎用的なものはまだ得られていない。図3にRieweらが得たこれらの関係の一部を示したが草地によつて、年次によつて大きく変動するのである。

以上のように放牧圧の問題を土壌-草地-家畜という生態系の中で正確に把握し、他の要素との相互作用を量的にあきらかにすることは非常に困難であり、今後の研究にまたなければならない点が多い。しかし技術としてみた場合には、たとへば過放牧にならない程度に放牧圧を増加させるというような案外簡単なことかもしれない。

図3. 面積当りと1頭当りの生産量に対する放牧の関係



引用文献

- 1) Agyare, J.A.; Watkin, B.R.(1968) J.Br.Grassld Soc., 22: 182~91
- 2) Bryant, H.T.; Blaser, R.E.(1961) Agron.J., 53:9~11
- 3) Frame, J.(1965) Herbage Abstr., 36:158
- 4) Tayler, J.C.; Rudman, J.E.(1961) _____, 32:289
- 5) Brougham, R.W.(1960) N.Z.J.Agric.Res., 3:442~53
- 6) _____ (1959) _____, 2:1232~48
- 7) Weeda, J.(1965) _____, 8:1060~9
- 8) Kydo, D.D.(1961) Herbage Abstr., 32:318
- 9) Houkuna, E.(1960) _____, 31:556
- 10) Robert, F.B.() J.Range Mgmt, 13:234~5
- 11) Edmond, D.B.(1958) N.Z.J.Agric. Res., 1:319~25
- 12) _____ (1962) _____, 5:389~95
- 13) Hull, J.L.; Meyer, J.H.; Bonitla, S.E.; Weitkamp, W.(1965) J. Anim.Sci., 24:697~704
- 14) _____, _____, _____, _____, (1961) J.Anim.Sci., 20:46~52
- 15) Gordon, C.H.; Derbyshire, J.C.; Alexander, C.W.; McCloud, I.E.(1966) Proc. 10th Int. Grassl. Congr. 470~475
- 16) Alder, F.E.; Cowlishaw, S.J.; Newton, J.E.; Chambers, D.T.(1967) J.Br.Grassld Soc. 22:194~23
- 17) Jacob, H.(1961) Herbage Abstr. 33:25
- 18) Herriot, J.B.D.; Wells, D.A.(1963) J.Agric. Sci. 61: 89~97
- 19) Tanner, C.B.; Mamaril, C.P.(1959) Agron. J., 51:329~331
- 20) Sharp, L.A.(1967) Herbage Abstr. 38:104
- 21) Sharker, M.J.; Davis, J.F.; Kenney, P.A. Herbage Abstr. (1964) 34:1961
- 22) Gallgher, J.R.; Watkin, B.R.; Grimes, R.C.(1965) J.Agric. Sci., 66:107~111
- 23) Svenstrup, J.K. Herbage Abstr. 33:25
- 24) Peterston, R.G.; Lucas, H.L.; Mott, G.O.(1965) Agron.J., 57:27~30

- 25) Greenhalgh, J.F.D. (1966) Proc. 10th Int. Grassl. Congr. 470~475
- 26) _____, Reid, G.W.; Aitken, J.N. (1967) J. Dairy Sci., 44:1733~41
- 27) Arnold, G.W.; Dudzinski, M.L. (1966) Proc. 10th Int. Grassl. Congr. 367~370
- 28) Bryant, H.T.; Blaser, R.E.; Hammes, R.G. (1961) J. Dairy Sci., 44:1733~41
- 29) Tayler, J.C.; Rudman, J.E. (1963) Herbage Abstr. 34:270
- 30) McMeekan, C.P.; Walshe, M.J. (1963) J. Agric. Sci., 61:147~63
- 31) Hull, J.L.; Meyer, J.H.; RaGuse, C.A. (1967) J. Anim. Sci., 26:1160~4
- 32) Baker, H.K. (1961) Herbage Abstr. 32:106
- 33) Riewe, M.E. (1964) Agron. J., 53:309~13
- 34) Riewe, M.E.; Smith, J.C.; John, H.; Holt, E.C. (1963) Agron. J., 55:367~72
- 35) Mott, G.O. (1960) Proc. 8th Int. Grassl. Congr. 606~611
- 36) Harlan, J.R. (1958) J. Range Mgt 11: 140~147