

草地の新しい植生調査（6）

ガンマ分布に基づく草量の簡易推定法

誌名	畜産の研究 = Animal-husbandry
ISSN	00093874
著者名	堤,道生 板野,志郎
発行元	養賢堂
巻/号	65巻8号
巻号補足	
掲載ページ	p. 847-849
発行年月	2011年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



草地の新しい植生調査法(6)

ガンマ分布に基づく草量の簡易推定法

堤 道生*・板野 志郎**

1. はじめに

草地植生の地上部現存量(以下、草量)の把握は草地管理の基本である。数カ所の刈り取りを実際に行うことによる草量推定が一般的と考えられる。一方、労力を節約し、また頻繁な草地の攪乱を防ぎ、なおかつ広範囲の測定を行うことで正確さを担保する草量推定法が多数提案されている。例えば、ライジングプレートメータや草量計の利用がこれに当たる。他方、これら従来の非破壊的草量推定法では、草量推定に先駆けて予備調査が必要である。予備調査では、何らかの測定器で値を測定した後、同じ場所で刈り取りを行いサンプルの重量を測定する(ダブルサンプリング)。これを繰り返し、検量線を描く(キャリブレーション)ことで非破壊的草量推定が可能となるが、これに要する労力と時間は相当なものである。

Shiyomi(1991)は、草量の頻度分布が統計モデルの一つであるガンマ分布に従うことを利用して、目視による草量推定法を提案した。この方法は非破壊的であり、特別な測定機器が不要であるとともに予備調査も不要という利点がある一方、草量判定の難しさなどから広く実用されるには至っていない。そこで筆者らは、草量判定を簡便にした2つの方法を考案したのでここに紹介したい。

2. ガンマ分布および Shiyomi (1991) の草量推定法

Shiyomi ら(1983)は草量の頻度分布がガンマ分布を用いて近似できることを示している。ガンマ分布は次式で表される。

$$f(w) = \frac{w^{\alpha-1} \alpha^\alpha}{\Gamma(\alpha) \mu^\alpha} \exp\left(-\frac{\alpha w}{\mu}\right) \quad (\text{式 1})$$

ここで、 $w (\geq 0)$ は単位面積あたりの草量、 $\mu (> 0)$ は単位面積あたりの草量の平均値、 $\alpha (> 0)$ は草量のばらつきを示すパラメータ、 $\Gamma(\alpha)$ は α のガンマ関数を示す。図1には枠あたりの草量の頻度分布に対するガンマ分布の当てはめの例を示した。

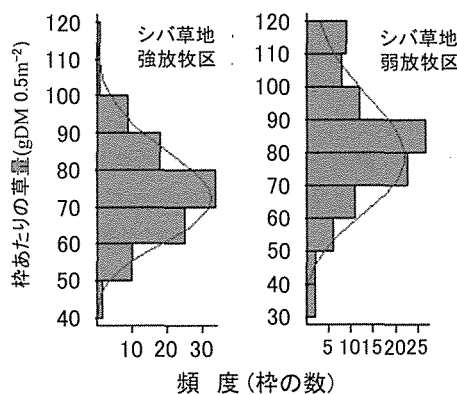


図1 枠あたりの草量の頻度分布へのガンマ分布の当てはめの例。棒グラフは実測値を、実線はガンマ分布から推定された理論値を示す。

Shiyomi(1991)は上記の関係を利用して、次の手順による草量推定法を提案した(図2参照)：(1)対象草地に2つの基準草量(c_1 と c_2)を測定する場所を設定する；(2)任意の数 n 個の枠を設置し、枠内の草量が c_1 と c_2 より多いか少ないか目視で判断する；(3)2つの基準草量を刈り取りにより測定する；(4) n_1 を c_1 より草量の少ない枠の数、 n_2 を c_1 より草量が多く c_2 より草量の少ない枠の数、 n_3 を草量が c_2 より多い枠の数とすると、次式を得る(ここで、 $n = n_1 + n_2 + n_3$)

$$\int_0^{c_1} f(w)dw = \frac{n_1}{n}, \quad \int_{c_1}^{c_2} f(w)dw = \frac{n_2}{n} \quad (\text{式 2}) ;$$

*近畿中国四国農業研究センター畜産草地・鳥獣害研究領域
(Michio Tsutsumi)

**畜産草地研究所草地管理研究領域 (Shiro Itano)

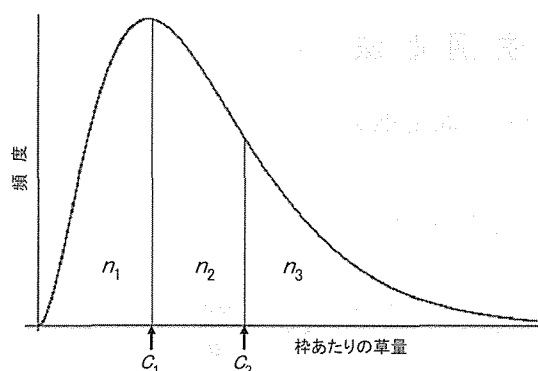


図2 Shiyomi (1991) の目視による草量推定法および草量計を用いたその改良法概念図。草量の2つの境界値 c_1 , c_2 は調査に前もって決めておく。図中の n_1 , n_2 , n_3 を実測データとして求め、式2に代入する。

(5)式2に取得データ (n_1 , n_2 , n) を代入すると μ について解くことができ、したがって枠あたりの平均草量が推定できる。

Shiyomi (1991) の草量推定法の利点は前述した通りであるが、難点として目視による草量判定の難しさが挙げられる。調査を実際にやってみると、3段階の草量分類をスムーズに行うにはある程度の訓練が必要であることがわかる。また、草量判定の結果である $n_1 : n_2 : n_3$ は1:1:1に近い値であることが推定精度の観点から望ましく、逆にその数が大幅に偏ることで精度が落ちてしまう。それには2つの基準草量をどのように設定するかが重要であるが、これを事前の段階で巧みに設定することはなかなか困難である。

3. 草量計を用いた改良法

筆者らは、Shiyomi (1991) の草量推定法において草量の判定を簡便かつ客観的にすること、および基

準草量の決定を容易にすることを目指し、その改良を検討した。その結果、草量の判定を草量計などの機器により行うことでその解決を図ることとした。改良法の手順は次の通りである (図2参照) : (1) 対象草地に任意の数 n 個の枠を設置し、草量計 (もしくはライジングプレートメータなどの非破壊的草量測定機器であれば何でもよい) を用いて枠内を測定する ; (2) 草量計の測定値を基に、基準草量 c_1 と c_2 を $n_1 \div n_2 \div n_3$ となるように場所を決定し、基準草量を刈り取りにより測定する ; (3) 枠を草量計の測定値を基に分類し n_1 , n_2 および n_3 の値を得る ; (4) 式2に取得データを代入し、 μ について解くことにより、枠あたりの平均草量が推定できる。

この改良法では、Shiyomi (1991) の草量推定法の利点である「測定機器が不要であること」が失われている一方で、先に挙げた難点がすべて解消されている。また、草量計を従来通りの方法で使用する場合と異なり、予備調査が不要であり、刈り取りも2カ所のみで事足りる。本改良法による草量推定と数個の枠の刈り取りおよび従来の使用法での草量計による草量推定をシバ草地で同時に行ったところ、本改良法による推定値は刈り取りおよび草量計による推定値と類似した値を示した (表1)。

表1 刈り取り (6個の枠の平均値)、草量計の従来通りの使用 (100個の枠の平均値)、および草量計を用いた改良法 (100個の枠からの推定値) による草量推定をシバ草地で同時に行った場合の結果

調査日 (2004年)	牧区	推定草量(g DM 0.5m ²)			パラメータ				
		刈り取り法	草量計の従来通りの使用	草量計を用いた改良法	c_1	c_2	n_1	n_2	n_3
7月19日	強放牧区	59.1	64.7	56.5	46.3	59.7	18	46	36
	弱放牧区	82.1	74.6	81.1	77.1	83.7	25	43	32
8月9日	強放牧区	47.1	57.8	51.7	47.7	59.9	34	49	17
	弱放牧区	67.6	82.7	95.7	80.5	109.7	32	39.5	28.5
9月24日	強放牧区	60.8	52.5	61.0	54.1	71.1	35	41	24
	弱放牧区	66.3	69.2	62.8	52.5	68.6	32	33.5	34.5

表2 刈り取り(3あるいは6個の枠の平均値)と改良目視法(400個の枠からの推定値)による草量推定をシバ草地で同時に行った場合の結果

牧区	推定草量 (g DM 0.25m ⁻²)		パラメータ					
	刈り取り法	改良目視法	C ₁	C ₂	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄
Z1	51.4	43.0	31.3	54.2	31	169	167	33
Z2	40.9	31.2	21.7	38.6	46	154	151	49
Z3	20.4	26.7	19.1	34.2	29	171	170	30

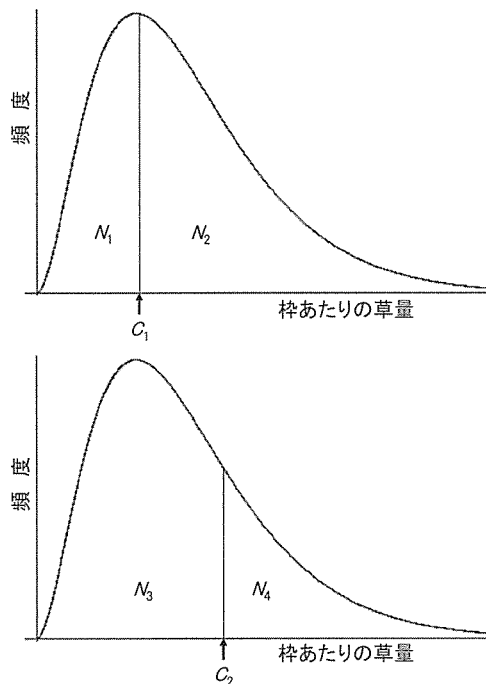


図3 Shiyomi (1991)の草量推定法を改良した目視法の概念図。図中の N_1 , N_2 , N_3 , N_4 を実測データとして求め、式3に代入する。 $N_1:N_2 \approx 1:2$, $N_3:N_4 \approx 2:1$ となるような C_1 および C_2 が選定できるとよい推定値が得られる。

4. 改良目視法

さらに筆者らは、Shiyomi (1991)の草量推定法の利点である「測定機器が不要であること」を温存しつつ、草量の判定をより簡便にすることを目指し、目視を用いた改良法を考案した。改良目視法の手順は次の通りである(図3参照):(1)草地に基準草量(C_1)を設定する;(2)任意の数の枠を設置し、枠内の草量が C_1 より多いか少ないか目視で判断する;(3)ここまでの手順を、基準草量を C_2 に変えてもう一度繰り返す;(3)刈り取りにより2つの基準草量を測定する;(4) N_1 を C_1 より草量の少ない枠の数、 N_2 を C_1 より草量が多い枠の数、 N_3 を C_2 より草量の少ない枠の数、

N_4 を C_2 より草量が多い枠の数とすると次式を得る

$$\int_0^{C_1} f(w)dw = \frac{N_1}{N_1 + N_2}, \quad \int_0^{C_2} f(w)dw = \frac{N_3}{N_3 + N_4} \quad (\text{式3})$$

(5)式3に取得データを代入し、 μ について解くことにより、枠あたりの平均草量が推定できる。

Shiyomi (1991)の草量推定法では2つの基準草量から枠を3分類するのにに対し、本推定法は2分類とした点で目視による草量判定が容易である。改良目視法と数個の枠の刈り取りによる草量推定をシバ草地で同時に行ったところ、両者の推定値は類似した値を示した(表2)。

5. おわりに

ここまで、Shiyomi (1991)の草量推定法に基づく2つの改良法を紹介したが、手元に何らかの草量測定機器があれば先に挙げた改良法を、なければ改良目視法を選択するとよい。一方、草量推定の手順で式2あるいは式3の積分を含む方程式の解を求める必要が生じる。今回筆者らはこのために数学解析ソフトウェアを用いたが、使用できる環境にある場合は少ないであろう。これらの式は、一般に広く利用されている表計算ソフトウェア Microsoft Excel®上でも近似的に解くことが可能である。これについては割愛したので、詳細は堤・板野(2005)を参照されたい。また、調査枠は対象草地内のランダムな地点に設置することが望ましく、その数はできるだけ多い方がよい(最低でも50以上必要)。調査枠の大きさは、草量判定のしやすさや刈り取り作業にかかる労力から、50cm四方あるいは1m四方程度が適切と考えられる。

参考文献

- Shiyomi M (1991) Method for the estimation of herbaceous biomass in grazed pasture by visual observation. J Japan Soc Grassl Sci 37: 231-239
- Shiyomi M, Akiyama T, Takahashi S (1983) A spatial pattern model of plant biomass in grazing pasture I. J Japan Soc Grassl Sci 28: 373-382
- 堤 道生, 板野志郎 (2005) 表計算ソフトウェアを用いた塩見法による草量推定. 日草誌 51: 205-208