

モンゴル森林ステップ帯の草本類のバイオマス推定

A Biomass Estimate of Herbaceous Plants in the Forest-Steppe Zone of Mongolia

高槻 成紀¹, 佐藤 雅俊²

¹麻布大学・獣医学部・動物応用科学科, 神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71,

²帯広畜産大学・畜産科学科, 北海道帯広市稲田町西2線 11 番地

Seiki Takatsuki¹ and Masatoshi Sato²

¹ Laboratory of Wildlife Ecology and Conservation, School of Veterinary Medicine, Azabu University, 1-17-71, Fuchinobe, Chuo-ku, Sagami-hara, Kanagawa, 252-5201, Japan

² Department of Life Science and Agriculture, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro 080-8555, Japan

Abstract: The correlation between dry weight (x) and biomass index (coverage % multiplied by height cm, y) of plants in the forest-steppe zone of northern Mongolia was determined. There was a correlation of $y = 14.31$ ($r^2 = 0.690$, $P < 0.01$). When plants were divided into graminoids and forbs, the correlations were stronger: for graminoids, $y = 12.19x$ ($r^2 = 0.833$, $P < 0.01$) and for forbs, $y = 16.89x$ ($r^2 = 0.669$, $P < 0.01$). The difference of the coefficients (inclination) was explained by the growth forms of the plant groups. Further, plants were compared according to the growth forms (Gimingham, 1951). The coefficients of erect type and branched type were greater than that of tufted type (graminoids), while those of rosette type and prostrate type were smaller. That is, the biomass index overestimates the former and underestimates the latter. This study has shown that plant biomasses can be precisely estimated by measuring coverage and height without clipping and weighing. This is much less time-consuming and less laborious.

Key words: biomass estimate, growth form, Mongolia, steppe

緒 言

植物のバイオマス推定は草原の生態学的研究の基礎となるもので、広範囲の研究に有益である。植物を刈り取って重量を測定するのが最も正確であるが、手間がかかりすぎるため、そのことを直接的な研究課題にする研究でなければ実用的でない。同様の理由で、筆者はすでにニホンジカ生息地の植物バイオマスを被度と植物高を用いて表現する推定法について報告した³⁾。日本の場合は植物のバイオマスが大きだけでなく、木本植物やつる植物など多様な形態の植物を含むために固有の問題があり、逆にモンゴル草原ではほとんどが草本であり、とくにイネ科

が多いという固有の事情がある。そのために、これにあわせた個別の推定法の検討が必要である。そこで、モンゴル北部角森林ステップ帯において被度と高さを測定することによるバイオマス推定の精度について調査をすることにした。

方 法

調査はモンゴル北部のブルガン県のブルガン・アイマグセンター（県の中心都市）付近とフスタイ国立公園でおこなった。これらの場所はいずれも森林ステップ²⁾⁴⁾に属し、*Stipa* 草原が卓越するが、北向き斜面にはカンバ、カラマツなどの森林がある。放

牧圧の違いにより，放牧圧が弱く草高が高い場所，放牧圧が弱く芝生状態のところ，その中間的な場所を選んだ。調査は1 m²の方形区をとって，各種の被度と高さを測定したあと地際で刈り取った。調査は2009年と2010年の8月におこなった。刈り取った植物サンプルは持ち帰って4日間風乾した。湿度は20-30%程度と非常に低いので十分に乾燥した。これらの乾燥重量を電子天秤（精度1 g）で測定した。被度と高さの積は柱状の容積を示すので，これを「バイオマス指数」とし³⁾，これと重量との相関を調べた。

バイオマス指数は無単位であるが，調査面積は1 m²であるから被度（%）を面積換算すれば容積（cm³）に対応する。例えば被度50%，高さ20 cmであれば，バイオマス指数は50×20=1000であるが，容積としては5000 cm²×20 cm=100,000 cm³となる。つまりバイオマス指数を100倍すれば1 m²の上に生育する植物の容積となる。なお，前報³⁾では被度（%）を1に対する比数（つまり60%であれば0.6）として算出したが，実際には百分率のほうが実感を表現すると考え，今回それを採用するものとした。

なお植物を類型したが，「イネ科」は一部にスゲを含み，「双子葉草本」は一部にアヤメ属のような葉幅の広い単子葉を含む。生育型はGimingham (1951)¹⁾をもとに，一部目的に即して修正した³⁾。

結果と考察

全体で134の植物についてデータが得られ，直線回帰すると重量x（g）バイオマス指数yとのあいだには $y = 14.31x$ という関係があり，相関指数は $r^2 = 0.690$ （ $P < 0.01$ ）であった。

次に，植物をイネ科と双子葉草本に分けて，それぞれの相関をとったところ，イネ科は $y = 12.19x$ （ $r^2 = 0.833$ ， $P < 0.01$ ），双子葉草本は $y = 16.89x$ （ $r^2 = 0.669$ ， $P < 0.01$ ）と，イネ科では相関が強くなった。

このことはイネ科という同類の生育型をもつ植物群をとりあげれば重量とバイオマス指数によい相関があること，しかし双子葉草本という多様な生育型を含む植物群ではその相関が強くないことを意味する。同時に，イネ科の勾配が双子葉草本よりも小さ

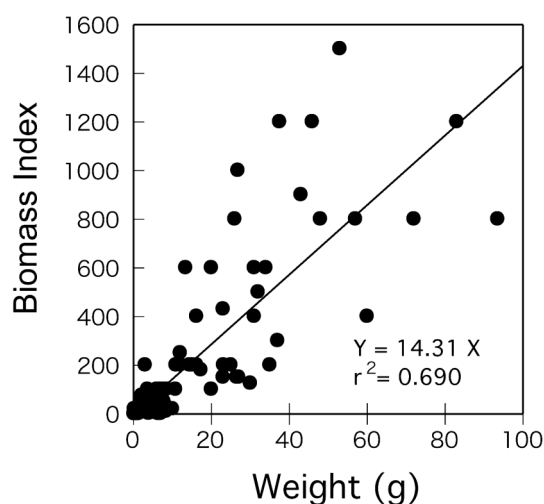


図1 植物の乾燥重量xとバイオマス指数yとの相関

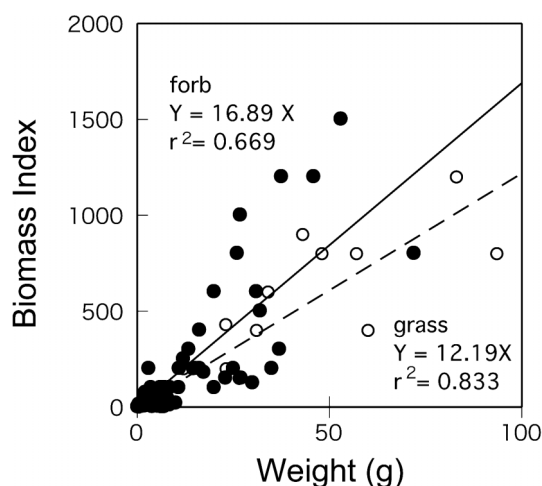


図2 イネ科（○）と双子葉草本（●）の乾燥重量xとバイオマス指数yとの相関

かったことは，前者のバイオマス指数が過小である，つまり「見かけ」よりは軽いことを意味する。一般にイネ科は双子葉草本に比較して細長いので，被度を評価すると，イネ科のほうが軽い傾向があるために，このような結果になったものと考えられる（ただし，日本のススキのように幅も広く，密生する場合は逆のこともある³⁾）。一方，双子葉草本には直立型からロゼット型までさまざまな生育型を含むため，バイオマス指数の評価に過大なものも過小なものも含み，その結果，相関が弱くなったものと考えられる。

そこで，植物の形をGimingham (1951)¹⁾の生育型を修正したもの³⁾に従って，叢生型（t），直立型（e），分枝型（b），匍匐型（p），ロゼット型（r）に

分けて、バイオマス指数との関係を調べた。その結果、勾配は直立型、分枝型、叢生型、ロゼット型、匍匐型の順であった。それぞれの直線回帰と相関係数は次のとおりであった。

直立型	$y = 23.22x, r^2 = 0.816, P < 0.01$
分枝型	$y = 17.01x, r^2 = 0.723, P < 0.01$
叢生型	$y = 13.45x, r^2 = 0.856, P < 0.01$
ロゼット型	$y = 11.20x, r^2 = 0.789, P < 0.01$
匍匐型	$y = 5.22x, r^2 = 0.617, P < 0.05$

生育型によって分けたバイオマス指数による評価は、分枝型と直立型では過大傾向があったが、ロゼット型と匍匐型では過小傾向であった。直立型の場合、葉が比較的丈夫で展開していることが多く、その場合、被度と高さの積で表現されるバイオマス指数は、植物体の下部の、葉が少ない部分を過大評価することになる。分枝型の場合はそのようなことはないが、実際には *Phlomis* 属（シソ科）や *Rumex* 属（タデ科）など、モンゴルの草原に生育する植物としては異例な大きい葉を持つ植物があったため、バイオマス評価のわりには植物重が重かったためと考えられる。同じ分枝型植物でもモンゴル草原に生育する *Artemisia* 属（キク科）や *Galium* 属（アカネ科）などには葉が深く切れ込んだものも多く、このような植物が多い場合は結果が異なるものとなるだろう。一方、ロゼット型と匍匐型は典型的な「被度が大きく、高さが低い」生育型である。したがって直立型に典型的にみられる「実際には下部に葉がないにもかかわらず円柱とみなす」ことはなく、被度と高さの積は実質的にロゼット型植物や匍匐型植物の容積を示す。このため、バイオマス指数は過小評価になったものと考えられる。ただし、匍匐型植物はP値がやや大きかった。

以上の結果から、モンゴル北部の森林ステップにおいては植物の重量をバイオマス指数でかなり正確に推定できることがわかった。重量測定には刈り取りと乾燥、計量の手間がかかるから、被度と高さによる評価は応用上、有益だと考えられる。ただし、異なる生態系においては、個別に重量とバイオマス指数の対応関係を調べる必要がある。

要 約

- 1) モンゴルの森林ステップ帯において植物の重量 x とバイオマス指数（被度%と高さ cm の積） y の相関をとったところ、 $y = 14.68x$ という関係があり、相関指数は $r^2 = 0.685$ とあまり大きくなかった。
- 2) これをイネ科と双子葉草本に分けたところ、イネ科は $y = 12.19x$ ($r^2 = 0.833$)、双子葉草本は $y = 16.89x$ ($r^2 = 0.669$) と、イネ科はより強い相関があった。
- 3) この係数の違いは生育型を反映していると考えられるので、植物を生育型別に比較したところ、相関係数はいずれの生育型でもほぼ0.7以上であった。
- 4) 直立型や分枝型は叢生型よりも係数が大きく、バイオマス指数が過大に評価され、匍匐型やロゼット型は過小に評価されることがわかった。
- 5) これにより、被度と草丈を測定すれば、刈り取り、計量しなくても、かなり正確に重量を推定できることがわかった。

謝辞：この調査は日本学術振興会の科学研究費（基盤A，海外，20255003）によりおこなった。現地調査では麻布大学の学生である大津綾乃，坂本有香，藤本彩乃，宗兼明香，杉浦義文，鈴木亜紀の諸君にお手伝いいただいた。これらの組織，個人にお礼申し上げます。

文 献

- 1) Gimingham, C. H. 1951. The use of life form and growth form in the analysis of community structure, as illustrated by a comparison of two dune communities. *Journal of Ecology*, **39**, 396-406.
- 2) Hilbig, W. 1995. "The Vegetation of Mongolia.", dSPB Academic Publishing, Amsterdam, The Netherlands.
- 3) 高槻成紀. 2010. 野生動物生息地の植物量的評価のためのバイオマス指数について. 麻布大学雑誌, **19/20**, 1-4.
- 4) Wallis de Vries, M. F., Manibazar, M. and Dugerlham, S. 1996. The vegetation of the forest-steppe region of Hustai Nuruu, Mongolia. *Vegetatio*, **122**, 111-127.