

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

*On the “Biomass Index” for Quantitative Evaluation of Plant Communities in Wildlife Habitats:
A Proposal*

高槻 成紀

麻布大学獣医学部, 動物応用科学科, 野生動物学研究室, 神奈川県相模原市淵野辺 1-17-71

Seiki Takatsuki

Laboratory of Wildlife Ecology and Conservation, School of Veterinary Medicine, Azabu University
1-17-71, Fuchinobe, Sagami-hara, Kanagawa, 229-8501, Japan

Abstract: Because of the increase of sika deer populations in the Japanese archipelago during the last decade, plant communities in the habitats have been affected. Thus, a good standard to express the species compositions of the plant communities is needed. I propose a “biomass index”, calculated by plant height (cm) multiplied by coverage (cm³ in 1m²), which corresponds to the “volume” of the plants. This index was compared with the dry weight of the plants in Afan Woodland in northern Nagano Prefecture. Biomass indices showed positive correlations with the weight ($r^2 = 0.77$). The biomass indices of lianes were overestimated. *Sasa palmata*, *Clematis apiifolia* and *Dioscorea tokoro* showed extraordinarily great values, and they were excluded in order to compare the weight-biomass index relations of other plant groups. The results showed that, the biomass indices of lianes were overestimated, while those of small plants including rosette and prostrate types were underestimated. The correlation between the weight and the biomass index of woody plants was weak ($r^2 = 0.24$), which mainly resulted from overestimation of the woody plants whose branches entered the sampling plots from outside. The biomass indices calculated not by the height but by the thickness of the leaves showed stronger correlations for woody plants ($r^2 = 0.87$) and lianes ($r^2 = 0.62$). The biomass indices of woody plants were underestimated. The biomass index seems good for evaluating quantitative compositions of plant communities in wildlife habitats.

Key words: biomass index, habitat description, plant community, species composition, wildlife habitat

はじめに

近年, 日本各地でニホンジカが増加し, 自然植生にも影響をおよぼすようになった (Takatsuki, 2009)。このような現象を記述する場合, 従来の植物生態学では草食獣の影響をとりあげることは少なかったため, 群落記載方法について標準的な方法が定まっていない。筆者はこのような現象の記載を草食獣の資

源量を指標することを目指して工夫してきたが, 問題となるのはシカの影響を受ける低木層以下の群落である。初期には全推定法 (鈴木ら, 1985) によって被度と群度を記述したが (Takatsuki, 1980a), これは群落を種構成によって分類することを目的としているため, 量的表現としては不十分であった。植物量を正確に反映するには刈り取って乾燥重量を測定するのがよいが, これは生産性を測定することを目的

とするのでなければ、手間がかかりすぎる。被度は訓練をすればかなり正確に評価することができるのでよく用いられる (Daubenmire, 1958)。しかし被度だけで優占度を評価すると、被度が同じでも植物高が違えば植物の量は大きく違うから不正確とならざるをえない。そこで被度と高さ、頻度の相対値の平均値による「積算優占度」(沼田, 1969)も用いたが (Takatsuki, 1977, 1980b), この3つの測度は質が違い、平均化することには問題がある。

そこで筆者は当年成長分の葉の被度と高さの積で表現した値を「バイオマス指数」として提案したい。草本では地上部の葉と茎全部だが、木本では当年生長の葉と枝である (Harlow, 1977)。バイオマス指数の単位は被度%と高さcmの積であるから、定義上は長さとなるが、被度は1m²の方形区における値であるから、これを1に対する比数(50%であれば0.5)とし、これと高さの積とすると、1m²あたりの容積(cm³)に該当する。この指数はもちろんシカの生息地評価だけでなく、低木層以下の群落の量的評価には広く適用可能であり、カモシカ、イノシシなどの生息地評価に有効である。

ただし、バイオマス指数には次のような弱点が予想される。この指数はその定義から植物の容積を示す指数であるが、これは植物の形状によっては不正確となる。たとえばワラビやフキのように、茎に支えられて上部に葉が平面的に広がるような植物の場合、バイオマス指数は円柱を表現するので、当然過大評価になるだろう。また、ツル植物の場合、細長い茎で高い場所まで生育するからやはり過大評価になるだろう。これらに対してタンポポやオオバコのようなロゼット植物の場合、被度は大きいが高さは低いので、バイオマス指数は過小評価となるかもしれない。

そこで、これらのことを検討するため、さまざまな群落がある長野県の「アファンの森」において実際に被度と高さの記録をとり、その植物の当年成長分の葉と枝を刈り取って乾燥重量を求め、両者を比較することとした。

調査地と方法

調査地は長野県信濃町にあるアファンの森であり、

東経138度0分、北緯36度50分に位置し、標高は750m前後である。この地域の植生はブナ・チマキザサ帯に属すが、アファンの森一帯は農業地帯であり、平坦地は水田やソバ畑、牧場などに利用され、山地はスギの人工林やかつて薪炭林であった二次林となっている。この二次林はコナラが優占するものが多い。アファンの森では斜面や尾根にはコナラやミズナラが優占する林が多いが、窪地が多く、そういう場所にはハルニレやオヒヨウなどが多い (C. W. ニコル・アファンの森財団, 2007)。放置されたこれらの林の林床はチマキザサが優占し、チマキザサが少ないところではアブラチャン、ヒメアオキ、ハイイヌガヤ、クロモジなどが多い。スギ人工林の下は貧弱であり、上記のような低木類やオシダ、ジュウモンジシダ、ヒトリシズカなどが生育する。アファンの森ではササや低木の刈り取りを積極的におこない、草本が多くなっている。また場所によっては高木を伐採して、ブナやミズナラなどの若木を植栽している (C. W. ニコル・アファンの森財団, 2007)。

調査は2009年7月中旬と9月上旬におこない、異なる群落で4つの1m×1mの方形区をとり、低木層以下の植物の被度と高さの評価したあと、刈り取った。被度評価は10%刻みとし、10%未満の場合は1%刻みとした。1%未満は0.1%とした。刈り取った植物は40℃で一定値になるまで乾燥させ、0.1g精度で重量を測定した。

上記のようにバイオマス指数は植物の形状に影響されることが予測されるので、植物を次の5群にまとめた。

双子葉草本：通常の子葉草本のうちツル植物を除くもの(生育型[沼田, 1976]では直立型, 分枝型), 単子葉植物でもホトトギスのように広葉型のもの, またシダもこれに含めた。

ツル植物：木本も含む。アファンの森では刈り取りをしているためにツル植物がその特徴である縦に長く伸びることが実現できなくなっている場合がある。そのような場合は類型としてはツル植物であっても「双子葉草本」とした。

小型植物：生育型ではロゼット型, 匍匐型など高さがおよそ20cmを越えないもの。

グラミノイド：イネ科とカヤツリグサ科

木本植物：低木と高木

ツル植物や調査区外から枝を伸ばす植物などはバイオマス指数が過大に評価されることが予測されるので、葉群の厚さを目測し、これによりバイオマス指数を計算した。

乾燥重量とバイオマス指数との関係は原点を通る直線で回帰させた。これは乾燥重量がゼロであればバイオマス指数もゼロであるはずだからである。

結果と考察

各試料の重量とバイオマス指数とのあいだには図1のような関係が得られた。両者のあいだには $r^2 = 0.77$ の相関があった。これは満足すべき相関であり、バイオマス指数で群落構成種の量的評価をすることは妥当であると判断された。

図1をみると量的に目立って大きかったのはチマキザサ、ボタンヅル、オニドコロで、あとの大半の種は値が小さかったためグラフの原点近くに集中していた。つまりこの回帰直線は3種の大きな値と大半の少量の値によって決定されたといえる。3種のうちボタンヅルとオニドコロはツル植物であり、いずれも回帰直線の上方に位置した。つまり予想通り、葉の位置が高いためにバイオマス指数が過大に評価されたことになる。そこで2種のツル植物の「厚さ」で計算したバイオマス指数を求め、乾燥重量との相関をとると、相関係数は $r^2 = 0.88$ と大きくなった。

ところでバイオマスも重量も最大であったチマキザサは地下茎に前年の生産物を蓄え、春から夏にかけて筍を伸ばして大量の現存量を確保する(嶋田ら, 1973)。木本類は前年までの枝から当年の枝と葉を伸ばすだけだが、ササは稈も含めて単年で膨大な量を生産する。図1からみてもその値がいかに破格のものであるかがわかる。これだけ特殊な植物によって回帰直線が影響を受けており、大半の種が「小さい」

ことで特徴づけられることになった。

そこで各植物群とこれらの相関をみるため、影響力の大きすぎる上位3種を除いて検討することにした。その結果、各植物群の回帰直線の傾きと相関係数は次の通りであった(表1)。

全体の傾きは0.32、破格値をとった3種を除いたときの傾きは0.41であったから、ツル植物の傾き0.67は大きいといえる。全体の回帰よりも上に位置すればバイオマスが過大評価であったことを意味するが、ここでは原点を通る直線回帰をとっているから、傾きが大きいことが過大評価であると読み取って差し支えない。したがってツル植物だけが過大評価であったといえる。これに対して小型植物は傾きが0.21と小さく、予想通りバイオマス指数が過小評価であった。

また双子葉植物と木本植物は相関が小さかった。双子葉植物を個別にみると、ワラビとタケニグサが

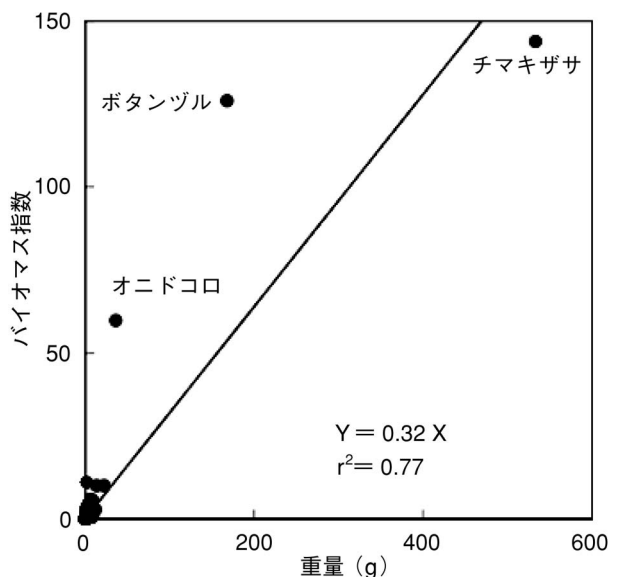


図1 植物の重量とバイオマス指数 (1 m²当たりの被度と高さの積)

表1 生育型別の重量とバイオマス指数の直線回帰の傾きと相関係数

生育型	傾き	相関係数	厚さによる傾き	厚さによる相関係数
ツル植物	0.67	0.73	0.26	0.62
木本植物	0.40	0.24	0.21	0.87
グラミノイド	0.32	0.88		
双子葉植物	0.31	0.41		
小型植物	0.21	0.78		

とくに過大評価となったために相関を小さくしていた。この2種は葉を上部で広く水平に伸ばすので、被度と高さの積であるバイオマス指数が過大になったと考えられる。また木本植物も相関が小さかったが ($r^2 = 0.24$)、これは調査区に生えている若木だけでなく、調査区外から枝を伸ばす高木種が混在しており、バイオマス指数が過大評価されているためと思われる。実際、過大評価されていたプロットの多くでは枝を伸ばした葉があり、被度のわりに実質的に葉が少ないためにバイオマス指数値が過大評価になっていた。そこで、これを葉群の「厚さ」で相関を取り直すと、相関係数は0.87と非常に強くなり、傾きはひるがえって0.2と小さくなった。つまり「厚さ」による木本類のバイオマス指数は過小評価されることを意味する。このことの意味は今後さらに検討を要するが、木本の葉は草本の葉に比べて厚みがあり、見かけよりは重いためであろう。今回のサンプリングではアブラチャンが多かったが、この葉の比重が多く草本類のそれより大きいのはありえることであろう。アファンの森にはヒメアオキ、ハイヌガヤ、イヌツゲなどさらに比重の大きいと思われる植物が多いから、木本植物のバイオマス指数は過小になることに留意すべきであろう。

群落内における植物の高さは群落構造にとって重要な意味があり、全体としてバイオマス指数は植物群落の量的評価に有効であると思われる。しかしバイオマスとのよい対応を求めるには「厚さ」のほうに適している。より詳細な調査には、高さの双方を記録し、目的に応じて使いわけるのが望ましい。

要約

- 1) 多様な植物群落が存在する長野県のアファンの森で、低木層以下の群落の量的評価法として「バイオマス指数」(被度と高さの積)を、被度は訓練した測定者が目測し、高さは実測して乾燥重量との対応を検証した。
- 2) バイオマス指数は乾燥重量と正の相関 ($r^2 = 0.77$) を持っていた。
- 3) ツル植物のバイオマス指数は過大評価であった。
- 4) チマキザサ、ボタンヅル、オニドコロの値は破格

で、これらを除くとツル植物のバイオマス指数は過大に、小型植物のそれは過小に評価された。

- 5) 木本植物の重量とバイオマス指数には相関がなかったが ($r^2 = 0.24$)、調査区外から枝を伸ばした植物を葉群の厚さによって評価すると相関は強くなった ($r^2 = 0.87$)。ツル植物も葉群の厚さによるバイオマス指数は重量と相関があった ($r^2 = 0.62$)。
- 6) 全体としてバイオマス指数は野生動物生息地の植物群落の量的評価に有効であると考えられた。

謝辞

調査では動物応用科学科野生動物学研究室の嶋本祐子さん、野口なつ子さんに手伝っていただいた。調査ではC. W.ニコル・アファンの森財団に便宜をはかっていただいた。この研究は、日本私立学校振興・共済事業団の私学助成を受けておこなった。

文献

- C. W. ニコル・アファンの森財団. 2007. 財団法人C. W. ニコル・アファンの森財団2007年度事業報告.
- Daubenmire, R. F. 1958. A canopy-coverage method of vegetational analysis. *Northwest Science*, 53: 43-64.
- Harlow, R. F. 1977. A technique for surveying deer forage in the southeast. *Oikos*, 21: 255-266.
- 沼田真(編)1969. 図説植物生態学. 朝倉書店.
- 沼田真(編)1976. 生態の事典. 東京堂出版.
- 嶋田饒・川鍋裕夫・佳山良正・伊藤秀三. 1973. 草地の生態学. 築地書館.
- 鈴木兵二・伊藤秀三・豊原源太郎. 1985. 植生調査法 II —植物社会学的研究法—. 共立出版株式会社.
- Takatsuki, S. 1977. Ecological studies on effect of Sika deer (*Cervus nippon*) on vegetation, I. Evaluation of grazing intensity of Sika deer on vegetation on Kinkazan Island, Japan. *Ecological Review*, 18(4): 233-250.
- Takatsuki, S. 1980a. Ecological studies on effect of Sika deer (*Cervus nippon*) on vegetation, II. The vegetation of Akune Island, Kagoshima Prefecture, with special reference to grazing and browsing effect of Sika deer. *Ecological Review*, 19(3): 123-144.
- Takatsuki, S. 1980b. Food habits of Sika deer on Kinkazan Island. *Science Report of Tohoku University, Series IV (Biology)*, 38(1): 7-31.