

森林情報を利用した生物多様性保全機能の視覚化の試み

宮本麻子・佐野真琴・田中浩・牧野俊一（森林総研）、井上大成（森林総研多摩）、中静透（東北大学）

要旨：森林管理を行う上では何らかの形で森林の生物多様性保全機能の情報が必要となる。しかし、現時点では、生物多様性保全機能を具現化するために用いる手法や情報は様々であり、定まったものはない。こうした現状を踏まえ、本研究では、種の多様性を森林の生物多様性保全機能の基礎情報として捉え、それらを数値化し、森林情報を利用して面的な視覚化を試みた。空中写真から森林タイプ、樹高別の土地被覆区分図を作成し、森林タイプ別に様々な林齢を対象にチョウ類および植生調査を行った。それらの結果を基にシンプソンの多様性指数を算出し、森林タイプ、林齢、樹高の森林情報を利用することで、種の多様性を面的に視覚化することができた。しかし、視覚化の際に用いる分類法によって結果が異なるため、視覚化された結果には分類法や結果の持つ意味を明示するなど配慮する必要があると考えられた。

キーワード：種多様性、下層植生、チョウ類、森林情報

Abstract : Information on the biodiversity forest function is useful for forest management, with various information and techniques used to express the biodiversity forest function. In this research, we considered information on species diversity to be basic biodiversity information and attempted to visualize such species diversity using forest information and biological data gathered in a field survey. First we created land-use map classified by forest types and tree height using aerial photographs, collected the species diversity data in the forest stand and classified them by forest type and stand age. Subsequently, we calculated the average species diversity index using Simpson's $1/d$, before finally linking land-use maps with a species diversity index, using the relationships between tree height and stand age. Consequently, we spatially visualize the species diversity. However, since the information classification method influenced visualization results, careful consideration is thought to be required when choosing the classification methods.

Key words : species diversity, forest floor vegetation, butterflies, forest information

I はじめに

森林計画においては計画策定のための基礎資料、または、計画策定に関わる人々の共通理解に用いるために、森林の持つ様々な機能の地図化、視覚化が必要となる。これまでに森林計画では様々な森林機能が地図化の対象とされ、森林施業やゾーニングの資料として用いられてきた。しかし、森林の多面的機能のうち生物多様性保全機能は遺伝子や生物種、生態系を保全する根源的な機能であり本質的には定量評価が困難とされること(5)、他の公益的機能に比べると森林計画のなかで検討が欠けてきたこと(9)から、これまで視覚化の試みはほとんど行われてこなかった。

1990年代に行われた行政による公益的機能評価の代表的事例である森林の整備水準・機能計量等調査報告を見ると、生物多様性保全機能は独立した1つの機能として表記されずに野生鳥獣保護や遺伝子資源の保全という

形で保健文化機能に含まれ、計量化の対象とされていない(6)。90年代後半からは生物多様性の保全機能として、具体的に法令等や行政制度、慣習等の既存概念による保全森林や植生自然度を指標とした事例(7)、県による種の希少性・多様性・森林の植生自然度を指標とした事例(8)が見られる。

この他の研究事例としては、生物相の保全機能として植生、遷移段階、気候帯を指標として用いた事例(10)、森林の生物多様性を生物種数と主成分分析を用いて地図化した事例(9)などがある。今後、森林管理を行う上では何らかの形で生物多様性保全機能を評価する必要があると考えられる。これらの既往研究で様々な手法、指標が用いられていることから明らかに、生物多様性保全機能を含む内容の広範さ、多面性のため、それらを具現化するために用いられる手法も指標も様々であり、定まったものはない。

Asako MIYAMOTO, Makoto SANO, Hiroshi TANAKA, Shun'ichi MAKINO (FFPRI, Matsuno-sato 1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687), Takenari INOUE (Tama Forest Science Garden, FFPRI, Todorimachi, Hachioji, Tokyo 193-0843) and Tohru NAKASHIZUKA (Tohoku Univ., Katahira-2-1, Aobaku, Sendai, Miyagi, 980-8577) Development of visualization of biodiversity forest function using forest information

こうした現状を踏まえ、本研究では、森林計画策定のための基礎資料として役立てるため、一般に理解されやすい種の多様性を森林がもつ生物多様性保全機能を表す基礎情報として捉え、それを数値化し、森林計画で用いる一般的な森林情報を利用して面的に視覚化するとともに、視覚化の過程における問題点を明らかにすることを目的とした。解析の対象は、森林計画における森林区分の目安として用いられる下層植生、および、一般の人たちにもよく知られ親しまれている分類群であるチョウ類とした。なお、それぞれの種の多様性を捉える際には、個々の森林は大きさや空間配置にかかわらずほぼ同じ種の多様性ポテンシャルを持つことを前提とした。

II 研究の対象地および解析方法

1. 対象地の概要 対象地は阿武隈山地南部に位置する関東森林管理局和尚山国有林内小川学術参考保護林(約 100ha)を中心とする面積約 10,000ha の地域である(図-1)。標高 600~700m 程度のなだらかな丘陵地帯が地域の多くを占め、地域の植生の大部分は、コナラ、ミズナラ等を主体とする二次林の落葉広葉樹林とスギ・ヒノキを中心とする人工林から構成されている。

2. 土地被覆区分図の作成 1996~7年林野撮影によるモノクロ空中写真 縮尺 1:16,000 から森林タイプと樹高の情報を利用して対象地の土地被覆区分図を作成した。土地被覆は空中写真判読から草地(ススキを主体とする半自然草地、以下草地とする)、落葉広葉樹林(コナラ、ミズナラ等が優占する林、以下広葉樹林とする)、針葉樹人工林(スギおよびヒノキ人工林、以下人工林とする)、耕地や集落等のその他の土地利用(以下その他とする)とし、そのうち広葉樹林と人工林は樹高 5m 未満とそれ以上の 2 つに分け、広葉樹林低、広葉樹林高、人工林低、人工林高の 4 つとし、最終的に 6 つの土地被覆に区分した。そして、対象地の広葉樹林、人工林それぞれの林齢と樹高の関係(田中、未発表)から樹高 5m 未満の被覆区分を林齢 10 年生未満、樹高 5m 以上の区分を林齢 10 年生以上の区分に読み替え、森林タイプと林齢により区分した土地被覆区分図を作成し、地理情報システム ArcView10.0 (ESRI) に、ベクターデータとして整備した。

3. 植生およびチョウ類調査 2002年から2006年にかけて様々な林齢の落葉広葉樹林(17林分)・針葉樹人工林(11林分)を対象に植生調査を行った。各林分内に 10m × 100m の帯状のプロットを設定し、各プロットを 5m 四方の 40 個のサブプロットに分割し、さらに、各サブプロット内に 1m 四方のコドラートを設定した。コドラ

ート内の林床植生(樹高 2m 未満)の植物名とその被度を植生調査で一般的に用いられるブラウンプランケ法により調べた(田中、未発表)。また 1997年から 2003年にかけて草地および様々な林齢の落葉広葉樹林・針葉樹人工林の合計 22カ所を対象に、4月から 10月までの間に月 2回のチョウ類のトランセクト調査を行った。調査ルートは固定せずに、各調査で 1時間の間に目撃したチョウ類の種数と個体数を記録した(3)(井上、未発表)。

4. 多様度指数の計算および図化に用いた分類法 得られた種の多様性情報を多様度指数により数値化した。種の多様性を表す多様度指数は様々なものが考案されているが、本研究では伊藤・佐藤(2002)により種の多様性を表す指標として推奨されたシン普森の指数(4)を使用した。

$$\text{多様度指数} = \log\left(\frac{1}{\lambda}\right) = \log\left(\frac{1}{\sum p_i^2}\right)$$

λ : シン普森の単純度指数, p_i : 下層植生では各林分内の 40 個のコドラート中の i 番目の種の相対出現頻度, チョウ類では $p_i = \frac{n_i}{N(N-1)}$, n_i : i 番目の種の個体数, N : 総個体数 N 。

下層植生は広葉樹林低、広葉樹林高、人工林低、人工林高の 4 つの土地被覆別の多様度指数(林分の平均値)を、チョウ類は上記に草地を加えた 5 つの土地被覆の多様度指数を算出した。算出した値を各土地被覆区分に代入し、等間隔分類および自然分類(Jenks)を用いて結果を視覚化し、2 つの異なる分類方法による視覚化結果の違いを比較した。なお、等間隔分類とは数値(属性値)の範囲を同じ範囲のクラスに分類する手法であり、自然分類法とは類似している値を最適にグループ化し、クラス間の差異を最大化するように分類する手法である(1,11)。

III 結果と考察

1. 下層植生およびチョウ類の種多様性 下層植生の土地被覆区分毎の多様度指数を算出した結果、広葉樹林高が 1.873 と最も高く、人工林高が 1.688 で最も低かった。チョウ類についても同様に多様度指数を算出した結果、多様度指数は人工林低 1.302、草地 1.292 で高く、人工林高 0.975 で相対的に低かった(表-1)。

2. 等間隔分類・自然分類による結果図の違い 次に、算出した下層植生およびチョウ類のそれぞれの多様度指数を、等間隔分類、自然分類により各 3 クラスに分類し視覚化したところ、下層植生では 2 つの分類法による結果図は同じとなった(図-2)。しかし、チョウ類では 2 つの分類法による結果図は異なっていた(図-3、図-4)。

図-4(a)はチョウ類の多様度指数を等間隔分類を用いて3クラスに分類した結果である。チョウ類は中間クラスに対応する値がなく、2クラスに区分される結果となった。図-4(b)は同じチョウ類の多様度指数の値を用いて自然分類を行った結果を示す。等間隔分類では値が大きいクラス3に分類されていた一部の土地被覆区分がクラス2に分類されたため、同じデータを利用して自然分類法を用いると3クラスに区分され、等間隔分類による結果よりも視覚的に与えられる情報がより詳細となった。

2つの分類法による結果図の比較から、同じ情報を用いて視覚化する場合でも、用いる分類法や区分するクラス数によって最終的に得られる結果が異なる場合があるため、得られた情報をどのように分類し図化するかにあつたつては慎重な検討が必要と考えられた。

IV おわりに

種の多様性を生物多様性保全機能を表す基礎情報として捉え、それらを数値化し、森林タイプと林齢、樹高という森林情報を利用することで、面的に表すことができた。一定の基準をもって面的に視覚化できたことは、地域の生物多様性を理解する上で意義のある情報を提示できたと考えられた。

数値化された情報に基づき視覚化を行うに当たっては、同じ情報を用いる場合でも、異なる分類法を用いることによって結果が異なる場合があることが示された。視覚化された結果によっては見る人に与える情報や印象が異なり、誤った解釈を与える可能性も考えられる。視覚化の際には分類法や結果の持つ意味を明示するなどの配慮が必要と考えられた。

本研究は土地被覆タイプ別の多様度指数と林齢、林分タイプの情報を視覚化に用いている。しかし、下層植生やチョウ類の種数や量は、林分タイプと林齢のみにより決まるのではなく、林分のサイズや形状、周囲環境や林分配置といったランドスケープ要因にも影響を受けると考えられる。そのため、今後は、森林が持つ様々な条件に対応した野外調査からの生物情報の蓄積や視覚化に関する知見を集積することによって、森林が持つ多様な要件に対応した視覚化の検討が必要と考えられた。

引用文献

- (1) DE SMITH, M., GOODCHILD, M. F., and LONGLEY, P. A (2006-2011) Geospatial Analysis- A comprehensive Guide, 3rd edition <http://www.spatialanalysisonline.com>
- (2) 北海道森林計画課 (2005) 森林の機能評価の基準づ

くり～北海道の取り組み。(森林の機能と評価. 木平勇吉編, 272pp, 日本林業調査会, 東京). 131-160.

- (3) INOUE, T (2003) Chronosequential change in butterfly community after clear-cutting of deciduous forests in a cool temperate region of central Japan. Entomol. Sci. 6 : 151-163.
- (4) 伊藤嘉昭・佐藤一憲(2002)種の多様性比較のための指数の問題点—不適当な指数の使用例も多い—. 生物科学 53 : 204-220.
- (5) 日本学術会議 (2001) 地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について (答申). 112p.
- (6) 林野庁 (1990) 森林の整備水準・機能計量等調査報告書 (森林の整備水準の評価手法) 平成1年度. 194p., 林野庁, 東京.
- (7) 林野庁 (1998) 公益的機能確保のための森林整備手法類型化調査報告書 平成9年度. 239p., 林野庁, 東京.
- (8) 佐野真琴・宮本麻子・古家直行・岡部貴美子 (2008) 植生区分図を用いた生物多様性マップ作成の試み. 日林学術講 119 : 435.
- (9) 杉村乾 (2002) 環境学の立場から見た生物多様性の保全(2)—人間社会との共存を目指して—. 環境情報科学 30 : 87-93.
- (10) SUGIMURA, K., and HOWARD, T. E. (2008) incorporating social factors to improve the Japanese forest zoning process. For. Policy Econ. 10 : 161-173.
- (11) XIAOFENG, L., QU, Y., DIQIANG, L., SHIRONG., L., XIULEi, W., Bo, W., and CHUNQUAN, Z. (2011) Habitat evaluation of wild Amur tiger (*panthera tigris altaica*) and conservation priority setting in northern-eastern China. J. Environ. Manage. 92 : 31-42.

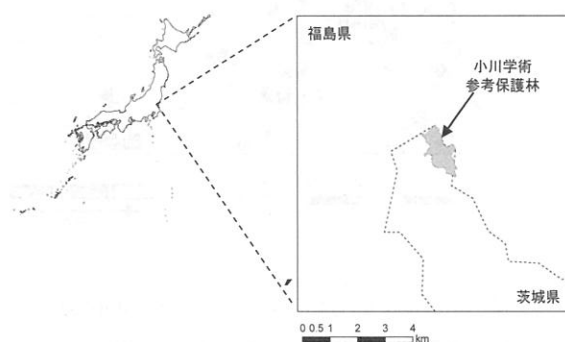


図-1. 対象地位置図. 図中の破線は県境を示す
Fig.1 Location of the study area. The black dotted line indicates the border between Ibaraki and Fukushima Prefectures

表-1. 下層植生とチョウ類の多様度指数

Table.1 Species diversity of butterfly assemblage and forest floor vegetation

	草地	広葉樹林低	広葉樹林高	人工林低	人工林高
下層植生	—	1.873	2.059	1.715	1.688
チョウ類	1.292	1.230	0.889	1.302	0.975

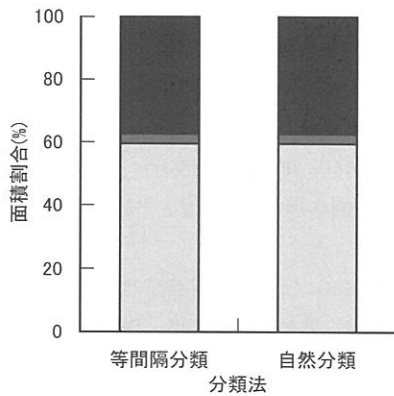


図-2. 等間隔分類と自然分類による下層植生の多様度指数クラス別面積割合

Fig.2 The percentage class area of species diversity of forest floor vegetation using the equal interval classification and the natural break classification.

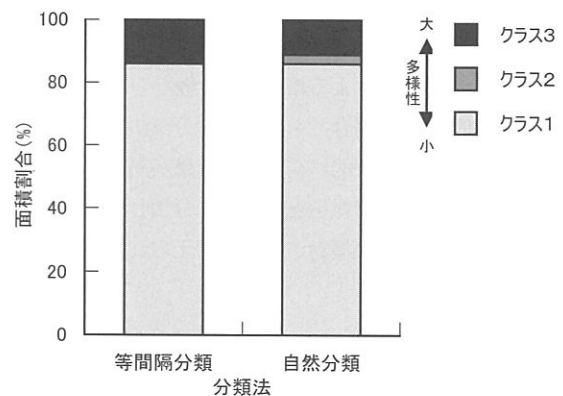


図-3. 等間隔分類と自然分類によるチョウ類の多様度指数クラス別面積割合

Fig.3 The percentage class area of species diversity showing butterfly assemblage using the equal interval classification and the natural break classification.

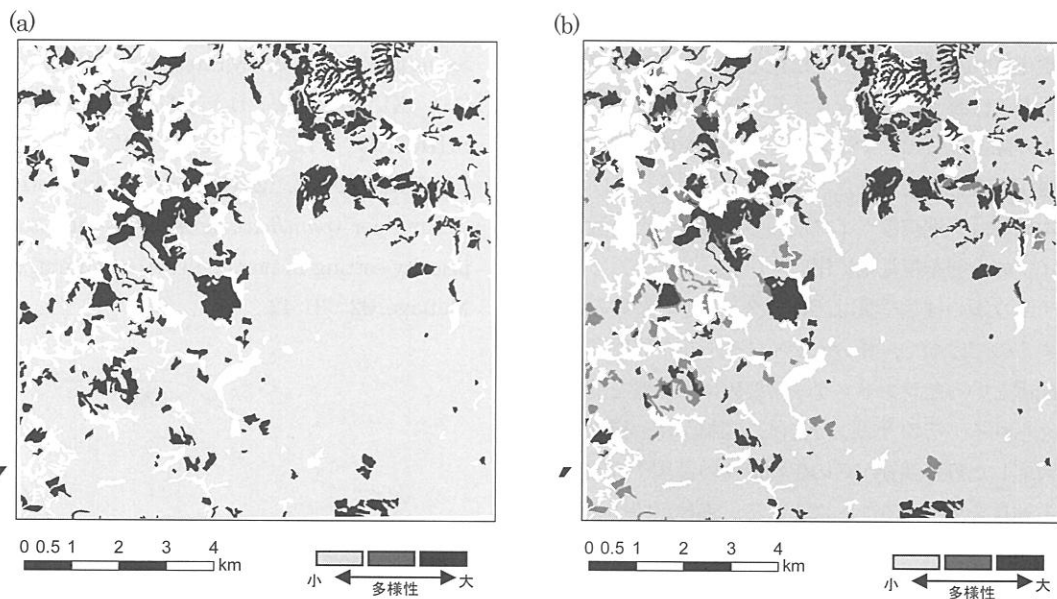


図-4. 等間隔分類 (a) と自然分類(Jenks) (b) によるチョウ類の種多様性の視覚化結果の違い. 同じ多様度指数の値を用いてそれぞれ3クラスに分類した結果を示す. 図中の白い部分はその他の土地利用を示す

Fig.4 Comparison of the species diversity maps showing butterfly assemblage between the equal interval classification (a) and natural breaks (Jenks) classification (b)