

## 【論文】

## 樹木センサスデータを活用した生物多様性教育の方法

## — 森林模型制作による探究テーマの発見 —

小 南 陽 亮<sup>1</sup>・村 松 悠 矢<sup>2</sup><sup>1</sup>静岡大学大学院教育学領域・<sup>2</sup>静岡大学教育学部

## 要旨

本研究は、学術目的の森林センサスデータを利用した森林模型の制作によって、学校教育において生物多様性を科学的に探究する方法の開発を試みた。日本において自然環境の保全を考える上で森林は重要な植生であり、生物多様性についての社会的な理解を広めるためには、森林に生息する生物の生態や森林が維持・変動する仕組みを学習することが必要である。そこで、本研究では、樹木センサスデータを活用した生物多様性教育のモデル開発を目的として、森林の構造・動態を学習できる模型を考案し、模型の制作を行って森林についての探究テーマを発見する講座を、中学校生徒を対象に行った。模型制作には、静岡市内の二次林と宮崎県綾町の照葉樹林で学術目的で観測されたデータを使用した。模型の材料には、学校教育で使用できる安価なものを選んだ。模型制作では、対象とした2箇所の森林それぞれについて、10m × 10mの区画に相当する模型を作成し、9区画分の模型を組み合わせて、30m × 30mに相当する森林を再現した。樹木については、種名、分布、樹高、生育型の4つが表されるようにした。講座では、観測した森林に関する基本的な事柄を説明したのみであったが、受講者全員が複数の探究テーマを見つけることができた。発見したテーマは、生育型の構成について5テーマ、分布のパターンについて5テーマ、樹高の違いについて3テーマ、種毎にみられる傾向について3テーマ、人間との関係について4テーマ、その他4テーマの計23テーマに整理された。これらのテーマを探究することは森林の構造と動態、および生物多様性の理解に結びつくと考えられ、学校教育において森林模型の制作が科学的な探究の教材になりうると見込まれた。本研究で試みた学習が広く普及するためには、発見したテーマを探究するプログラムの開発が今後の課題となる。さらに、学校教育においてわかりやすく利用できる形式の学術データが必要であるため、研究機関による教育利用目的でのデータ公開が進むことも求められる。

## キーワード

樹木センサス、データ公開、森林科学、生物多様性、理科教育

## 序

森林は、生物多様性の教育において必ず扱うべき生態系である。地球全体では森林は陸地面積の約30%を占め(井出ほか 2014)、単位面積当りのバイオマスも陸上では森林で最も多くなる(日本生態学会 2012)。このような量的な豊富さからみて、影響が顕在化しつつある気候変動では、二酸化炭素の固定に果たす森林の役割が重視されている(山下ほか 2013、井出ほか 2014)。一方、気候変動と同様に深刻な地球環境問題となっている生物多様性の劣化については、人間活動による森林の減少がその主な原因になっている(牧野 2011)。それは、森林が量的に豊富であることに加え、森林が豊かな生物多様性をもつためである。例えば、生物多様性のホットスポットの多くでは熱帯雨林に代表されるような森林が主な植生となっており、人間の開発による熱帯雨林の減少

は生物多様性を大きく劣化させている(Bradshaw et al. 2009、北山ほか 2011)。日本では、森林は国土のおよそ6割を占める植生であり(環境省自然環境局 2004)、日本の自然環境を保全・利用する上で最も重要な要素となる。また、生態学者のNorman Myersによって提唱され、国際NGOのConservation International Foundationが選定している生物多様性のホットスポットには、日本の国土全体が含まれており(加澤・平田 2012)、日本の森林を保全することは、国際的に果たすべき義務であるといえる。自然環境の保全を実施するためには、自然環境に対する科学的な理解を深めるとともに、その保全についての社会的な合意形成も不可欠である。そのため、生物多様性の保全についても教育が果たす役割が大きいが指摘されている(加澤・平田 2012、小南ほか 2013、庄子・長島 2014)。これらのことから、森林に生息する生物の生態や生態系の機能を理解し、森林を保全

する意義を理解する学習は、学校教育においてこれまで以上に求められると考えられる。

日本では、森林を対象とした教育の概念は環境教育も含んで多様化し、実践例も多く報告されているが(大石・井上 2014)、森林を科学的に探究する例はまだ少ない。これまでの学習では、スギやヒノキの人工林において間伐や下刈り等の施業を体験するなどの林業に関する体験や、森林において動植物を観察する野外活動が多く実施されてきた(多摩森林科学園森林教育プログラム集編集委員会 2009)。また、環境教育の対象として近年注目されている里地・里山環境では、二次林に生息する動植物を観察し、環境との関わりについて学習する例も増えている(武内ほか 2001)。その一方で、作業の体験や記載的な観察だけでなく、定量的なデータを収集・解析することによる科学的な探究が、森林を対象に行われることは少ない。小南ほか(2013)は、里山二次林において樹木センサス(一定範囲内の樹木毎に径や高さなどを測定する方法)を行い、そのデータを解析して、種の多様性と調節的サービスを学習する可能性について検討している。その検討では、測定する面積や解析方法を工夫すれば、学校教育においても学習が可能であることを示唆している。しかし、観測可能な森林をみつけることや野外調査を含めた学習時間の確保など、学校教育で実施するには解決すべき点が多いことも指摘している。身近な環境である里山においても森林の科学的探究を実施する難しさがあることは、より奥山に位置する自然林を対象とした探究ではさらに困難であることを意味している。このように、森林は生物多様性を学習する上で重要な対象であるにもかかわらず、その実物を対象とした科学的な探究を学校教育に広く普及することは、現状では難しいといえる。

そこで、本研究では、学術的な目的で収集された森林センサスのデータを活用し、その「本物の」データを使った森林模型の制作によって生物多様性を科学的に探究する方法の開発を試みた。科学的な探究では、実物を材料・対象として実験・観察を行うことが体験として大切であるが、実物の森林を扱った探究が容易ではないとすれば、別の選択肢として、実物のデータを用いて探究することが考えられる。学術的な森林研究においても、現実の森林ではできない操作実験や長期的な変動をシミュレーションすることは一般的に行われている(正木ほか 2006)。そのような手法は、生態系、地球環境、宇宙などを対象としたマクロなスケールの科学分野において普及しており、学校教育において同様な手法で学習することは、現代科学における主要な研究手法のひとつを体験することにもなる。

本研究における具体的な目的として、樹木センサスデータを活用した生物多様性教育のモデルを開発するた

めに、まず、次の点に取り組んだ。

- 1) 森林センサスのデータから、森林の構造を再現し、その動態を予測できる模型を考案する。模型は、学校教育で使用できる簡易で安価なものになるよう工夫する。
- 2) 中学校生徒に模型制作を体験させ、制作が無理なく行えるかを確認する。
- 3) 作成した模型を観察・操作して、中学生が森林を対象とした探究テーマを発見できるかを実践する。
- 4) 中学生が発見したテーマが、生物多様性の教育に結びつくものであるかを検討する。

## 方法

### 使用した森林センサスデータ

模型制作には、静岡市内の二次林と宮崎県綾町の照葉樹林で観測されたデータを使用した。静岡市内の二次林は、郊外の丘陵地に位置し、現在は静岡大学キャンパス内にある森林である(以後、静岡二次林)。高木ではクリとコナラが優占していることから、静岡大学が移転してくる前は、薪、炭、堆肥またはクリ果実を採取する半自然の里山林として維持されてきたと推定される。綾町の照葉樹林は、伐採などの記録が無く、自然状態がよく保たれた自然林である(以後、綾照葉樹林)。2012年にはユネスコエコパークに登録されており、対象の森林はその中心部に位置する(林野庁 2012)。静岡市と綾町の気候条件は類似しており、静岡市の潜在自然植生(人為的な影響が無ければ成立するはずの自然植生)も照葉樹林である。そこで、静岡二次林と綾照葉樹林を比較することで、長年にわたって人為的な利用・影響を受けてきた森林と自然状態が維持されている森林がどのように違うのかを探究できると考えた。

静岡二次林では、30m × 30m の調査区が設定されており、2008年から樹木センサスが継続されている(小南ほか、2013)。樹木センサスでは、調査区内に生育する樹高1.3m以上の樹木を対象に、種名、胸高直径(地上から1.3m高の直径)、樹高などが記録されている。綾照葉樹林では、200m × 200m の調査区が設けられ、1989年から樹木センサスが継続されている(Sato et al. 1999)。樹木センサスの方法は、静岡二次林と同様であるが、胸高直径5cm以上の樹木を対象としている点が異なる。

本研究では、対象とした森林で観測されたデータのうち、静岡二次林では2014年、綾照葉樹林では2013年のデータを使用した。静岡二次林については、小南ほか(2013)で記載されているデータを本研究で継続観測したものである。綾照葉樹林については、国立研究開発法人森林総合研究所が公開している森林動態データベース(<http://fddb.ffpri-108.affrc.go.jp>)のデータを許可を得

て使用した。静岡二次林では調査区全体のデータを使用し、綾照葉樹林については、静岡二次林に合わせて4haの調査区内の中心部から30m×30mの範囲を抽出して使用した。対象とする樹木については、綾照葉樹林のデータに合わせて、静岡二次林でも胸高直径5cm以上の樹木のデータを使用した。

### 制作する模型の考案

模型の考案では、学校教育で使用することを想定し、安価な材料を用いること、生徒が短時間で作成できること、森林の構造が的確に再現されていることを重視した。樹木センサスで記録される内容のうち、森林の構造を示す基本的なものは、種名、分布（調査区内の位置）、太さ（胸高直径）、樹高である。このうち、樹木毎に樹高と太さの両方を表現すると、それぞれを少数の階級に区分したとしても、組み合わせの数が多くなるため、学習前の材料準備や学習中の生徒による作業に時間がかかりすぎると考えられた。そこで、森林の階層構造を表現するために高さを除くことはできないため、模型では太さは表現しないこととした。

個々の樹木は、安価で容易に入手できる竹串と色画用紙を材料にした。竹串は幹を表し、樹高を3階級（大：20m以上、中：10～20m、小：10m未満）に区分して、それぞれ竹串の長さを9cm、6cm、3cmとした。色画用紙は樹冠（樹木上方の葉層）を表し、正方形に切り取って、その対角線上に幹をセロハンテープで取り付けた（図1）。正方形の大きさは、樹高の大と中では一辺3cm、小では1.5cmとした。種名は、樹冠の色画用紙に細字の油性ペンで記入した。また、照葉樹林と二次林の種構成をわかりやすく比較できるように、各樹種の生育型を、常緑広葉樹、落葉広葉樹、針葉樹に区分し、それぞれを色画用紙の色（順に緑、赤、青）で示した。

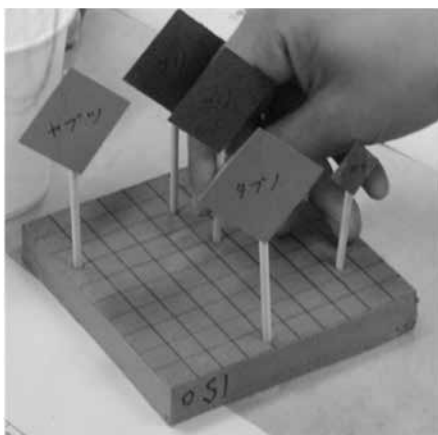


図1 一区画分の模型制作の様子

樹木の分布は、調査区を表す土台に竹串と色画用紙で作成した樹木を、実際の森林と同じ位置になるように取り付けることで表現した。土台は、断熱材やクッション

材として販売されているポリエチレンフォーム（15mm厚）で作成した。静岡二次林と綾照葉樹林におけるそれぞれ30m×30mの調査区を、10m×10mの9区画に分割し、区画毎に土台を作成した。9区画に分割したのは、学習時に分担して模型制作するためと、後述のように森林の不均一さに気づきやすくするためである。各区画の土台の大きさは10cm×10cmとし、上面に1cm間隔の格子を油性ペンで描いた。すなわち、実際の1mを1cm（1/100スケール）で表すことになる。上面に描いた1cm間隔の格子を座標面として、樹木を実際に相当する座標に挿して取り付けることにした（図1）。

### 探究テーマ発見の実践

模型制作による学習の実践は、浜松市内の中学生41名が参加した講座において、次のような進行で行った。

- 1) 対象の森林と講座の目的を説明
- 2) データを配布・説明
- 3) データから森林模型を制作
- 4) 模型の森林を観察し、探究のテーマをみつける

この進行において、1)～3)の説明と模型制作に要した時間は、20分程度であった。4)のテーマ発見には約20分、回答のとりまとめと解説に約20分を要し、全体で60分の講座となった。

対象とした森林の説明では、自然林と二次林の定義（人為的な影響の違い）、静岡二次林と綾照葉樹林の位置、両者の気候条件が類似していることのみを説明し、森林の構造や動態、自然林と二次林の植生の違いに関する説明は一切行わなかった。また、目的については、実際の森林に行くことはできないため、学術研究で観測されたデータから模型を制作し、その模型を使って森林を観察すると説明した。

受講者41人を1～3人の18グループに分け、各グループに静岡二次林9区画と綾照葉樹9区画の計18区画のうち1区画分のデータを配布した。各グループは、互いに異なるデータを受け取ることになる。グループ当りの人数は、区画のデータ数を考慮して調整した。配布したデータについては、学術研究用のデータを編集し、中学生にわかりやすくするため次のような構成にした（表1）。

- ・和名
- ・樹木の位置：土台の一隅を原点とするXY座標（作業を容易にするため0.5m刻みの数値にした）
- ・樹高ランク：大、中、小の階級
- ・胸高直径：模型制作には使わないが、参考のため
- ・生育型：配布物では、生育型の記載だけでなく、データを緑・赤・青に色分けして印刷した

模型の制作では、あらかじめ各区画に必要な数・サイズに切り取った竹串と色画用紙、10cm×10cmに切り取って上面に格子を描いた土台を、受講者の各グループ



表1 配布したデータの例 (静岡二次林の1区画分)

和名	X m	Y m	樹高ランク	胸高直径 cm	生育型
カクレミノ	6.5	2.0	小	8	常緑広葉樹
クロガネモチ	9.5	1.5	小	13	常緑広葉樹
サカキ	7.5	7.0	小	6	常緑広葉樹
ヒサカキ	3.5	8.0	小	14	常緑広葉樹
ミミズバイ	8.0	1.5	小	8	常緑広葉樹
ヤブニッケイ	9.5	4.5	小	5	常緑広葉樹
アカメガシワ	6.5	7.0	小	13	落葉広葉樹
カキ	6.0	2.5	小	20	落葉広葉樹
イヌマキ	4.0	2.5	小	5	針葉樹
イヌマキ	6.5	3.0	小	12	針葉樹
ヤブニッケイ	0.5	8.5	中	11	常緑広葉樹
ヤブニッケイ	9.5	4.5	中	26	常緑広葉樹
カキ	6.0	3.5	中	17	落葉広葉樹

に配布した。作成方法についての説明を受けた後、受講者は、配布された樹木センサデータをみて、各樹木の樹高と生育型に合致する竹串と色画用紙の部品を選び、色画用紙に種名を記入して竹串に取り付け、XY座標が示す土台上の位置に樹木を挿して取り付ける手順で作業した(図1)。

静岡二次林と綾照葉樹のそれぞれに作成した9区画の模型をテーブル上に実際と同じように配置し、30m×30mの調査区全体の模型として完成させた(図2)。受講者には、まず30m×30mの状態でも2つの森林を観察させ、探究活動の題材(テーマ)をみつけるように指示した。この際、何がわかったかを考えるのではなく、科学的に明らかにしたい何か興味深いことを探すように指導した。みつけたテーマは紙に記入し、観察後に提出させた。テーマは一人で複数記入してもよいとした。このような模型の観察とテーマの発見を15分程度行った後、30m×30mの模型を10m×10mの区画に分解し、実

表2 綾照葉樹林と静岡二次林の模型観察によって中学生が発見した探究テーマ

テーマの対象	No	テーマの内容	回答数
生育型	1	綾照葉樹林では10m以上の木はほとんど常緑広葉樹なのに、静岡二次林では落葉広葉樹が多いのはなぜか	54
	2	綾照葉樹林でも静岡二次林でも、広葉樹が多く、針葉樹が少ないのはなぜか	17
	3	綾照葉樹林でも静岡二次林でも、たくさんの種類の木があるのはなぜか	7
	4	自然界に一番多く存在する生育型はどれか	1
分布	5	同じ森の中で、木が密集しているところとまばらなところがあるのはなぜか	13
	6	同じ森の中で、大きな木が密集している所と小さな木が密集している所があるのはなぜか	11
	7	同じ森の中で、同じ種類が集まって分布しているところがあるのはなぜか	5
	8	同じ森の中で、低い木どうしの間隔がせまく高い木どうしの間隔は広いのはなぜか	4
	9	同じ森の中で、場所によって生えている木の種類が違うのはなぜか	3
樹高	10	綾照葉樹林には20m以上の木があるが、静岡二次林には無いのはなぜか	23
	11	綾照葉樹林でも静岡二次林でも、10m未満の木が最も多いのはなぜか	5
	12	綾照葉樹林のほうが、いろいろな高さの木が混ざっているのはなぜか	7
種毎の傾向	13	綾照葉樹林のイヌマキにはいろいろな高さの木があるのはなぜか	3
	14	静岡二次林には、クリ、コナラ、カキなど生活に身近な木が多いのはなぜか	2
	15	綾照葉樹林のサカキには密集地帯があるが、それはなぜできたのか	1
人間との関係	16	静岡二次林には人がどのように影響してきたのか	1
	17	人と関わりが大きい森と自然の森で違いができるのはなぜか	1
	18	綾照葉樹林と静岡二次林では、人の影響ではなく、もともとあった植物の種類が違うのではないか	1
	19	綾照葉樹林に人が木を植えるとしたら、どういう木を植えるべきか	1
その他	20	どちらの森も良い感じにバランスがとれているように見えるが、それはなぜか	1
	21	果実のなる木はどれくらいあるのか	1
	22	綾照葉樹林や静岡二次林の森には、どのような生物が生息しているか	1
	23	密集しているのに、根はからまらないのか	1

際の分布とは無関係に一列に並べて、観察とテーマ発見を再開させた(図3)。この分解は、森林の様子が10m×10mの空間スケールで様々に異なることに気づきやすくするために試みた。この状態での観察とテーマ発見は5分程度行った。観察終了後、記入されたテーマを集め、どのようなテーマが見つかったかを紹介し、その中には最先端の森林研究でも扱われているテーマが含まれていることを解説して講座を終了した。

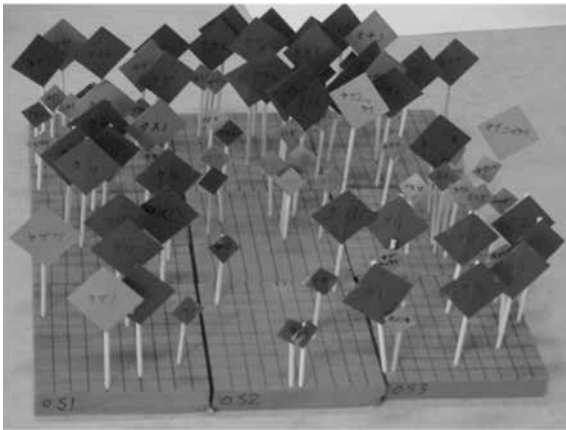


図2 30m×30mの調査区全体の模型(静岡二次林)

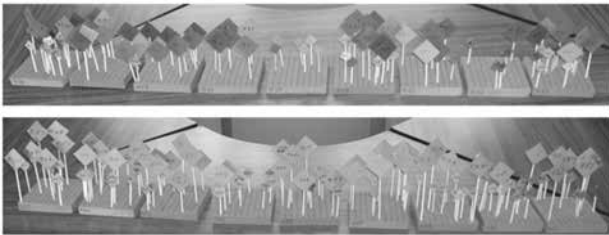


図3 区画に分解して並べた様子  
(上:静岡二次林、下:綾照葉樹林)

## 結果

講座において、受講者41人から計194(平均4.7)のテーマが回答された。このうち静岡二次林と綾照葉樹林それぞれに同じ記述をしたものをひとつにまとめると計170の回答となった。さらに、これらのテーマで内容が類似しているものを代表的な記述に統合すると、23のテーマに整理できた(表2)。これらのテーマが注目している事柄で区分すると、生育型の構成については4テーマ(79回答)、分布のパターンについて5テーマ(36回答)、樹高の違いについて3テーマ(35回答)、種毎にみられる傾向について3テーマ(6回答)、人間との関係について4テーマ(4回答)、その他4テーマ(4回答)であった。

## 考察

### 森林模型制作を実施できる可能性

本研究で試みた模型製作による学習は、材料の準備と講座に要した時間の点では、学校教育で実施可能であると考えられた。使用した主な材料は、色画用紙、竹串、ポリエチレンフォームの3つあり、いずれも容易に入手可能なものである。これらの材料で実践した受講者41人の講座では、材料費は計700円であり、そのうち500円が土台のポリエチレンフォームの費用であった。土台により安価なウレタン材や発泡スチロール材(粒子の細かいもの)を使用すれば、さらに少ない経費で実施可能と見込まれる。

この学習では、実際に観測された「本物の」データを使用することが大切である。模型によるシミュレーションでは現象を理解する際に推定に依存することが多いため、データまで理論的に創作されたものであると、生徒に架空のものを扱っているという意識が強くなってしまふことが心配される。本研究で使用したデータのうち、綾照葉樹林については研究機関が公開しているデータベースを利用した。このデータベースは、主に研究目的での利用に公開されており、データは学術的に解析しやすい形式に整えられている。そのため、本研究の目的で使用するためには、表1に例示したように中学校の生徒に理解できるような形式に工夫する必要がある。このような工夫をするためには、学術的なデータの形式と教育現場で配布するのに適した形式の両方について理解する必要があり、学校教育で利用する上では教員に躊躇させる原因となる可能性がある。日本の森林を対象とした学術的な観測データは、大学等の研究機関が全国の様々な森林について多く保持していると考えられる。しかし、それらのデータの中で学校教育向けに形式が整えられて公開されているものはほとんど無いことから、本研究で試みた学習が広く普及するためには、研究機関による教育利用目的でのデータ公開が進むことが必要である。

### 模型制作による豊富な探究テーマの発見

模型制作による学習は、この方法によって中学生が森林を対象とした探究テーマを豊富に発見できることを示した。学習に入る際、観測した森林に関する基本的な事柄を説明したのみで、森林における科学的な探究として注目する点については全く言及しなかったが、受講者は表2のように多くのテーマをみつけることができた。

最も多くの回答があったテーマは、生育型の構成に関するものであった。模型では、生育型の違いを画用紙の色の違いで明瞭にしておき、このことが生育型の違いに注目しやすくなったものと考えられる。静岡二次林と綾照葉樹林で生育型の構成が大きく異なることを多くの受講者が発見できると予想されたが、さらに10m以上の

樹木についてその傾向がみられることを多くの受講者がとらえていた(表2・テーマ1)。このことは、画用紙の色で表される生育型と竹串の長さで表される樹高とを組み合わせて考察することが容易であったことを示している。

分布のパターンに関するテーマも回答数が多かったことは、模型制作による効果であると考えられる。実物の森林を野外で観察する場合でも、場所による樹木の密度の違いをみることは可能である。しかし、地上から見上げるのが主となる野外観察では、種毎の分布傾向や森林の空間構造の多様さに気づくことは、森林の構造・動態に関する予備知識や森林を対象とした探究の経験がほとんどない生徒にとっては容易ではない。本研究の学習では、模型を手を持ってあらゆる方向から観察することや、図3のように森林を10m×10mの空間に分解してみるなど、実物の森林ではできない観察が可能であった。このことから、模型を使った観察が、自然林でも二次林でも樹木の分布や森林の構造が不均一であることに気づかせる効果的な方法であったと考えられる。

種毎にみられる傾向や人間との関わりに注目する回答も少なからず得られ、テーマをさらに豊富にした。樹冠を表す色画用紙への種名の記入は、受講者の参考になる程度と想定していたが、実際には種毎にみられる傾向に着目した受講者があった(表2・テーマ13~15)。少数でもそのようなテーマがみつけれられたことから、種名を記入することにも意義があるとみなせる。また、人間との関わりでは、二次林への人為的な影響(表2・テーマ16)だけでなく、単純に人為的な影響とは考えない問い(表2・テーマ18)もあり、自然林と二次林を比較することが森林と人間との関わりを深く考察するきっかけになりうることを示された。

このように種名、分布、樹高、生育型の4つを表した模型からでも、受講者は様々なテーマを発見することができ、模型による学習が森林の科学的探究に導くことがわかった。太さも模型で表現できれば、より多様なテーマが発見できると予想される。太さの表現は本研究で用いた材料では困難であったが、3階級程度に太さを表現できる材料があれば可能かもしれない。講座で配布した資料(表1)では、参考として太さのデータも提示した。模型では表現できない場合でも、小南ほか(2013)が例示したようなサイズ分布図を模型と合わせて作成することで、学習を深めることができる可能性がある。

#### 森林の構造・動態および生物多様性教育への結びつき

講座で受講者が発見したテーマには、森林の構造・動態や生物多様性の理解に結びつくものがみられた。階層構造は高等学校の生物基礎でも扱われる森林の基本構造のひとつであり(例えば、本川ほか2011)、3つのテーマ(表2・テーマ10~12)がそれに関連した。どのテーマ

も静岡二次林と綾照葉樹林の違いに注目しており、構造の異なる森林を比較することで、階層構造に気づきやすくなった可能性がある。水平の分布構造に関連するテーマの中には、森林のモザイク構造を探究できるものがあった(表2・テーマ5~7、テーマ9)。かつての高校生物では、植生の動態については古典的な遷移説のみが扱われていたが、現行の高等学校学習指導要領(文部科学省2011)においては、植生の変化は必ずしも遷移説が示すモデルどおりではないことに留意するとされ、台風などの攪乱によって森林に明るい空き地(林冠ギャップ)が形成されることで樹木が更新するギャップ更新やそれに伴う森林のモザイク構造が教科書(例えば、本川ほか2011)で記述されるようになった。森林が極相に到達して安定するとする遷移説は安易で理解しやすいが、極相とされる森林でもモザイク状に変動するとする近年の森林動態の考え方は、具体的にイメージすることがより難しい。本研究の森林模型による学習では、中学生でも、森林がモザイク状の構造になっていることに気づくことができた。さらに、その理由を探究することでギャップ形成を重視した森林動態の考え方に到達できると期待される。

森林のモザイク状構造を知ることは、森林の生物多様性を理解する上でも重要である(中静2004)。受講者が発見したテーマには、樹種の分布が不均一であることに気づいたテーマがあった(表2・テーマ7、テーマ9)。これらのテーマを探究することで、林冠ギャップの形成によって樹木の多様性が高まっていることや植物が多様になることで動物も多様になることなど、森林において生物多様性が形成・維持される仕組みを科学的に理解できる可能性がある。また、自然林でも二次林でも多くの樹種がみられること自体をテーマとする回答(表2・テーマ3)もあり、模型を使った学習は森林における生物多様性の探究に導く有効な手法になると考えられる。

#### おわりに

本研究の模型を使用した学習によって、生徒が森林の構造・動態、生物多様性の理解に結びつく様々なテーマを発見できたことは、森林模型が森林に関する科学的な探究の教材になりうることを示した。また、特徴の異なる森林を比較することが、多様なテーマの発見に効果的であることも示唆された。本研究では自然林と二次林の比較を行ったが、人工林との比較も行うと、より多くのテーマが発見できると想定される。

本研究が考案した学習の効果については、写真資料のみで同じ学習をした場合との比較や、森林の構造や動態に関する他の教材を用いた実践事例と比較することによって、より明確にすることができると考えられる。前者については、本研究では実施しなかったため、今後の



研究において実践すべき課題となる。後者については、比較できる事例が見当たらなかったことから、本研究が先駆的な事例になるといえる。また、この学習方法を普及できる可能性については、本研究では1回の実践結果にとどまっていることから、公立中学校、大学の附属中学校、SSHに指定されている中高一貫校など、さまざまな学校における実践を積み重ねて明らかにする必要がある。さらに、本研究では、探究するテーマを発見する段階まで行ったが、発見したテーマをどのようにして探究するかも今後の課題となる。例えば、小南ほか(2013)や小南(2014)が例示したような樹木センサスのデータをより定量的に解析する方法と本研究が示したモデルによるシミュレーションを組み合わせることによって、発見したテーマの探究を進められる可能性がある。

本研究は、学術的に観測された森林のデータを活用することで、生物多様性についての科学的な思考を育成する多様なプログラムが実現する可能性を示した。本研究では中学生を対象としたが、高校生物では、本研究が示したような本物のデータを使った探究に、本物の森林における体験も組み合わせることができれば、森林の動態や生物多様性に関する高度な探究活動も実現できるかもしれない。そのためには、学校教育で利用できるデータの提供が不可欠である。研究機関によって観測された森林のデータが学校で利用しやすい形で提供され、学校の教員が地域の森林のデータを選んで利用できるようになると、本研究が提示したような、日本の自然環境についての能動的な学習に大きく貢献できるはずである。

## 謝辞

本研究の原稿については、3名の査読者に有益なご助言をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。本研究で使用したデータのうち、綾町の照葉樹林における樹木センサスデータについては、国立研究開発法人森林総合研究所が公開している森林動態データベース(<http://fdb.ffpri-108.affrc.go.jp>)を利用した。データを取得した講座は、静岡大学による事業「地域との連携によるTop Gun教育システムの構築」において実施されたものである。また、模型制作による学習方法の開発では、JSPS科研費25350244の助成を受けた。

## 引用文献

- Bradshaw, C. J. A., Sodhi, N. S., Brook, B. W. Tropical turmoil: a biodiversity tragedy in progress. *Frontiers in Ecology and the Environment* 7. 2009. 79-87
- 本川達雄 (ほか16名). 高等学校理科用生物基礎. 啓林館. 2011
- 井出雄二・大河内勇・井上真. 教養としての森林学. 文永堂出版. 2014

- 環境省自然環境局. 日本の植生Ⅱ. 自然環境研究センター. 2004
- 加澤恒雄・平田悦也. 生物多様性と学校教育 ―生物多様性の重要性に関する研究―. 広島工業大学紀要教育編 11. 2012. 7-15
- 北山兼弘・今井伸夫. 鮫島弘光. 脅かされる熱帯林の生物多様性 ―その現状と保全へのアプローチ―. 森林科学 63. 2011. 13-17
- 小南陽亮・平賀大地・加藤理絵・瀬戸賀代. 生物多様性教育における教材としての里山の利用: 樹木センサスによる種多様性と調節的サービスの学習. 教科開発学論集 1. 2013. 173-182
- 小南陽亮. 里山二次林において生物多様性に対する第2の危機を学習する方法と内容. 教科開発学論集 2. 2014. 75-83
- 牧野俊一. 生物多様性の逆襲. 森林科学 63. 2011. 2-6
- 正木隆・田中浩・柴田銃江. 森林の生態学 長期大規模研究からみえるもの. 文一総合出版. 2006
- 文部科学省. 高等学校学習指導要領. 東山書房. 2011
- 中静透. 森のスケッチ. 東海大学出版会. 2004
- 日本生態学会. 生態学入門第2版. 東京化学同人. 2012
- 大石康彦・井上真理子. わが国森林学における森林教育研究 ―1980年代から1990年代に開始された研究を中心とした分析―. 日本森林学会誌 96. 2014. 274-285
- 林野庁. 綾ユネスコエコパーク誕生. 林野-RINYA- 65. 2012. 04-07
- Sato, T., Kominami, Y., Saito, S., Niiyama, K., Manabe, T., Tanouchi, H., Noma, N., Yamamoto, S. An introduction to the Aya Research Site, a Long-Term Ecological Research site, in a warm temperate evergreen broad-leaved forest ecosystem in southwestern Japan: Research topics and design. *Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist.* 18. 1999. 157-180
- 庄子加奈子・長島康雄. 小学校理科における生物多様性教育の位置づけ -生物の扱いに着目して-. 仙台市科学館研究報告 23. 2014. 38-44
- 武内和彦・鷲谷いづみ・恒川篤史. 里山の環境学. 東京大学出版会. 2001
- 多摩森林科学園森林教育プログラム集編集委員会. 森林教育って何だろう? ―森林での体験活動プログラム集―. 森林総合研究所多摩森林科学園. 2009.
- 山下聡・岡部貴美子・佐藤保. 森林生態系における生物多様性と炭素蓄積. 森林総合研究所研究報告 12. 2013. 1-21
- 【連絡先 小南 陽亮  
E-mail: kominami.yosuke@shizuoka.ac.jp】

# A Method for Biodiversity Education by using Tree Census Data Finding Inquiry Themes in making a Forest Diorama

Yohsuke Kominami<sup>1</sup> and Yuya Muramatsu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Academic Institute College of Education, Shizuoka, University*

<sup>2</sup>*Faculty of Education, Shizuoka University*

## Abstract

In this study, we aim to develop a method of researching biodiversity in school education by making a forest diorama from scientific data of tree census. Forests are important vegetation for conservation of nature in Japan. Therefore, learning of wildlife ecology in forests and functions of forest ecosystem is necessary to broaden public understanding of the biodiversity. To develop a model for biodiversity education, we devised a diorama for a simulation of forest stand structure and dynamics, and conducted a lecture on finding inquiry themes in making the diorama to junior high school students. The data of trees in the diorama was collected from scientific databases of tree censuses in a secondary forest of Shizuoka and a natural lucidophyllous forest of Aya, Miyazaki Prefecture. Inexpensive materials were selected for the diorama, which were easily used in school education. For each two forests, nine small dioramas (1/100 scale) of 10m x 10m quadrat were made and combining the small dioramas constituted a large diorama of 30m x 30m. Species, height, growth form, and distribution in quadrat were shown for each tree in diorama. We explained the location of two forests and meanings of secondary forest and natural forest to the students, but no background information about the point under consideration for forest stand structure and dynamics was presented. In such a situation, all students could find several inquiry themes in making the diorama. Twenty-three subjects were collected in total and those were classified as five subjects about composition of growth form, five about distribution patterns, three about differences of tree height, three about tendencies in each species, four about human impacts, and four about the others. It is considered that researching those subjects may lead to understanding of the biodiversity, and the forest diorama in this study can be useful as a learning material for scientific research of forests in school education. Development of programs researching subjects observed in this study is a future issue for spread of an educational model for forest biodiversity. Scientific data that is easy to understand in school education will be essential to learning in making forest diorama. Therefore, it is also necessary to open scientific data of many forests for educational purposes by research institutions.

## Keywords

Tree census, Open data, Forest, Biodiversity, Science education