

丹沢山地における人工林荒廃の管理に関する景観生態学的解析

笹川 裕史^{1*}・鈴木 透²・山根 正伸¹

¹ 神奈川県自然環境保全センター 243-0121 厚木市七沢 657

² 酪農学園大学環境システム学部 069-8501 江別市文京台緑町 582

An analysis of landscape pattern of abandoned forests in Tanzawa-Oyama area

Hiroshi Sasakawa^{1*}, Toru Suzuki² and Masanobu Yamane¹

¹ Kanagawa Prefecture Natural Environment Conservation Center, 657 Nanasawa, Atsugi,
243-0121 Japan

² Faculty of Environment Systems, Rakuno Gakuen University, 582 Bunkyo-dai Midoricho,
Ebetsu, 069-8501 Japan

Abstract: The spatial pattern of landscape patches in forest area has been becoming clearer to have much effect on habitat distribution, thus landscape analysis is needed for conservation of biodiversity. Recently, abandoned private plantation forests have been ranging widely, and biodiversity loss in the forest landscape derived from enlarging unsuitable spatial pattern for habitats in addition to decline in quality within patches has been apprehended. This paper aimed at showing effects of the spatial pattern of plantation landscape structured through forest management on biodiversity. We simulated the spatial pattern structuring based on scenarios of 3 different thinning plans. Then we considered effectiveness of each spatial pattern changes structured based on scenarios in chronological order on biodiversity, measuring shape, density, nearest neighbor distance and splitting index of forest stand patches which were different manage ranks. As a result, both forest managements according to 2 actual thinning policies were seemed to be effective on conservation of biodiversity, while we could not show more effective management between them.

Key Words: Spatial Pattern, Plantation Forest, Forest Management, Biodiversity, Simulation

要旨：森林における景観パッチの空間パターンは、生物の生息状況に大きな影響を与えることが明らかになっており、生物多様性の維持には景観的な視点からの解析が要求されている。近年、私有の人工林では管理放棄が広範囲に認められ、パッチの質の低下に加えて生物の生息に好適とはいえない空間パターンの形成が進み、人工林景観における生物多様性の低下が懸念されている。本研究では、人工林管理政策の違いが将来的なランドスケープ構造にどのような影響を与えるのか、生物多様性保全の観点から評価を行うことを目的とした。森林管理ランクが明らかな神奈川県丹沢山地の民有人工林を材料として、異なる3つの間伐方針をシナリオとしたシミュレーションを行った。シナリオごとに時系列的に創出されるランドスケープの変化について、手入れランクの異なる林分パッチの形状、パッチ密度、近接性、分断度を測定し、生物多様性への有効性を検討した。その結果、現行の2種類の間伐方針に沿った森林管理はいずれも生物多様性の保全に効果的だと考えられたが、どちらがより効果的かは断言できなかった。

キーワード：空間パターン、人工林、森林管理、生物多様性、シミュレーション

はじめに

パッチサイズ、境界の形状、生息地の連結性、景観の配置などの空間パターンは、生物の成長や生殖、

分散に重大な影響を与えることが明らかになっており、生物多様性の維持には景観的な視点からの解析が要求されている (Turner *et al.* 2004)。森林域の空間パターンは伐採などの森林管理によって著しく変

* 連絡先：sasakawa.fmuh@pref.kanagawa.jp

受付：2008年6月25日／受理：2009年4月15日

化する (Franklin *et al.* 1987). 一方, 森林の管理水準も生物多様性に影響を与え (長池 2000; 吉田 2005; 山浦 2007), 人工林においては管理を放棄した場合, 林内光環境の低下による林床植生の消失, 土壌流出を引き起こし, 生物多様性の低下を導くことになる (天野 2005). 近年私有の人工林においては採算性の悪化, 林業担い手の喪失等によって林家等の「経営マインド」が後退し, 管理放棄, 再造林放棄が広範囲に認められている (塚 2000; 吉田 2002). 神奈川県においても同様に, 丹沢地域においては山麓部に多く分布する私有林の多くが荒廃林となっている. 丹沢地域の場合, このような管理の遅れに, シカによる影響が加わったことによって, 自然林を含んだ森林全体で下層植生の衰退がさらに進み, 生物多様性の低下や土壌流出の拡大が懸念されている (富村 2007). このような人工林における管理水準の低下が生物多様性に与える影響について景観生態学的な観点で解析するには, パッチの質を考慮した空間パターンを分析することが有効と考えられる.

これまで, 管理放棄林の空間分布の特性を調べた研究は, 再造林放棄地を対象に立地条件の解析などが進められてきているが (村上・粟生 2002; 粟生ほか 2002; 野田・林 2003; Noda and Hayashi 2004), 空間パターンについてはふれられていない. 一方, 森林管理による森林域の空間パターン変化については Franklin *et al.* (1987), Spies *et al.* (1994), Gustafson and Crow (1996) らによる研究があるが, 森林を一つのクラスとした空間パターン解析をした内容となっており, 森林の管理状態によって分類したクラスを用いた森林域内の解析例は見当たらない. 人工林における生物多様性の研究については, 山浦 (2007) は広葉樹林から人工林への転換がパッチレベルおよびランドスケープレベルで鳥類に及ぼす影響について既往の研究を整理し, 人工林の林分構造と樹種組成の複雑化による影響の緩和手法を提案している. 長池 (2000) は人工林に生育する維管束植物種の種多様性や植生変化を論じた研究について解説し, ランドスケープレベルでの管理をはじめとした今後の生態的観点からの人工林管理についての展望を述べている. しかし, ランドスケープレベルでの実際の人工林の空間パターンについては論じてはいない.

そこで本研究では, 人工林管理政策の違いが将来的なランドスケープ構造にどのような影響を与えるのか, 生物多様性保全の観点から評価を行うことを

目的とし, 実際の人工林の空間パターンをもとにして, 政策において示された複数の間伐方針をシナリオとしたシミュレーションを行うことにより創出される時系列およびシナリオ別ランドスケープの比較を行なった.

本研究のアプローチは, 社会が森林に求める役割を実現させるための方策をつくり, 実行し, 結果をみる森林計画 (木平 2003) と生物多様性の保全を目指す保全生物学 (樋口 1996) の景観生態学的手法による統合に資するものと考えている.

材料

森林が抱える多様な課題に対応するべく神奈川県では, 山地域 (おおむね標高 300 m から 1000 m の範囲) や里山域 (おおむね標高 300 m 以下の範囲) においては, 間伐の促進によって下草や灌木類が豊富な人工林への再生や混交林への転換を進め, 多様な生き物が生息する人工林を目指す姿としている (神奈川県 2007). これらの実現に向けて神奈川県では, 生物多様性保全を含む公益的機能の高い森林づくりを目指している. 具体的には平成 9 年から実施しているかながわ水源の森林づくり事業や (神奈川県森林課 2000), 水源環境の保全・再生のために平成 19 年度から取り組んでいる「かながわ水源環境保全・再生実行 5 年計画」(神奈川県企画部土地水資源対策課 2005) で, 地域水源林において高齢級間伐の促進事業などを実施している.

本研究では, これらの事業の主要地域である, 丹沢山地を含む 8 市町村 (秦野市, 厚木市, 伊勢原市, 松田町, 山北町, 愛川町, 相模原市津久井町, 清川村) の私有林を解析対象地域とした.

解析対象地域すべての私有スギ・ヒノキ林では, 神奈川県によって平成 8 年度および 10 年度, 14 年度に, 手入れの状況を 4 ランクに区分する森林整備の現況調査 (神奈川県 2006) を実施している. この「森林現況調査」の結果は森林計画図 GIS データの各ポリゴンに入力されている. 森林計画図 GIS データは神奈川県森林課が所有し, 1/5,000 森林基本図をベースとして, 樹種, 林齢, 所有形態等, 森林簿記載項目で区分されたポリゴンで構成されている (神奈川県 2001). 森林現況調査では, ポリゴン単位の人工林の手入れ状況を次のように A から D の 4 つのランクに分類している (神奈川県 2006).

ランク A: 各齢級において, 森林の手入れが適正

に行われており、木材生産および森林の多面的機能の発揮の面で模範となる森林。

ランク B: 森林の手入れは行われているが、ここ数年間の手入れの形跡がなく、数年の間に何らかの手入れの必要がある森林。近年、手入れは行われているが、木材生産や森林の多面的機能の発揮の面で模範とまではなり得ない森林。

ランク C: 長期にわたり森林の手入れの形跡がなく、林床植生の衰退や表土の流出が見られるなど、木材生産や森林の多面的機能を発揮するためには、数回の手入れが必要な森林。

ランク D: 荒廃が進み、劣勢木を整理すると人工林として成林する見込みが無い森林。獣害などによる疎林。放置され既に広葉樹が優占している森林。

今回使用した森林計画図 GIS データのポリゴンは標高区分など管理単位と関係ない項目の境界も多く含むので、シミュレーションを行うにあたってはポリゴンを再区分する必要があった。森林科学の分野で森林を取り扱う単位の一つに林分がある。林分は林相（ここでは、高木の種組成、林冠の状態、林の年齢、本数密度、生育状況など）がほぼ一様で隣接の森林と区分けができ、森林の取り扱いの単位となる森林の区画と定義されており（東京農工大学農学部林学科 1993）、間伐等の森林管理の最小単位になる場合が多い。そこで本研究では、シミュレーションの単位を林分とし、森林計画図 GIS データを樹種、林齢、本数密度、管理ランクでポリゴンを構成した結果（以降、「解析用ポリゴン」とする）を用いた。森林管理の基本単位としては他に小班や所有者界があるが、神奈川県森林計画図 GIS データは林相に関する属性で作成されているため、解析用ポリゴン構成のための属性として採用しなかった。

方法

(1) 空間パターンの測定

空間パターンの評価手法の一つに、パッチベースでのサイズ、形状、連結性、近接性などの測定があり（Forman and Godron 1986; Turner *et al.* 2004）、それぞれの値の大小が生物多様性にどのように影響しているかを以下のとおり説明している（Forman and Godron 1986; 山浦 2007）。

1. パッチ面積が同じであれば、パッチ形状が単純で円形に近いほどパッチ外からの影響を受けにくい内部環境（コアエリア）の面積が大きくなる。コアエ

リアは保全上重要な多くのインテリア種の生息地となりうる。したがってパッチ面積が同じであれば、パッチ形状は単純で円形に近いほど空間構造として優れている。

2. パッチの合計面積が同じであればパッチ数が少ないほど個々のパッチ面積が大きく、様々な生物がパッチ内で生息に適した環境を選択する機会を得られ、多くの種が生息可能であることから、パッチの合計面積が同じであればパッチ数が少ないほど空間構造として優れている。

3. パッチ間の距離が近く、すなわちパッチの連結性が高く、生物の移動が妨げられることがなければ、そこに生息する生物に、シンクソースの関係による個体群の安定した状態の保持、他生息地の同種個体との遺伝子の交流による不利な形質の発現の回避などの利点をもたらす。

反対の状況が生物多様性に利点を与えることもあるが（Forman 1995）、間伐のように人為改変によるパッチの分断化にともなうパッチ形状の複雑化やパッチ数の増加は、保全の観点からは望ましいことではないとされているので（Spies *et al.* 1994）、本研究では、上記のとおり評価することとした。

パッチの測定に使用した指標は、形状の複雑さを定量化した指標（SHAPE_AM: Area Weighted Mean Shape Index）、パッチの個数密度（PD: Patch Density）、パッチ間の距離を定量化した指標（ENN_MN: Mean Euclidian Nearest Neighbor Distance）、パッチの分断化の程度を定量化した指標（SPLIT: Splitting Index）である（McGarigal and Marks 1994）。

SHAPE_AM は式 1 のように示され、

$$SHAPE_AM_i = \sum_{j=1}^n \left[\left(\frac{P_{ij}}{\min p_{ij}} \right) \left(\frac{a_j}{\sum_{j=1}^n a_j} \right) \right] \quad (1)$$

ただし、 i : 管理ランク。管理ランク A~D をそれぞれ $i = 1 \sim 4$ に当てはめた。以下同様。 j : j 番目のパッチ。以下同様。 n : パッチ数。以下同様。 p_{ij} : パッチ ij の周囲長。 $\min p_{ij}$: パッチ ij の面積における最小周囲長。 a_j : パッチ ij の面積。以下同様。

正方形のとき $\left(\frac{P_{ij}}{\min p_{ij}} \right)$ は 1 をとり、形状が複雑になるほど ∞ に近づく。

PD (個/100ha) は式 2 のように示され、管理ラン

ク i のパッチの個数密度を表す。

$$PDi = \frac{n_i}{A} (10000)(100) \quad (2)$$

ただし、 A : 解析対象森林の総面積 (m^2)。以下同様。
 ENN_MN (m) は式3のように示され、同一管理ランクの最近隣パッチまでの平均距離を表す。

$$ENN_MNi = \frac{\sum_{j=1}^n h_{ij}}{n_i} \quad (3)$$

ただし、 h : 最近隣の同一管理ランクパッチまでの距離

$SPLITi$ は式4のように示され、管理ランクごとの分裂の程度を表し、分裂が進むほど ∞ に近づく。

$$SPLITi = \frac{A^2}{\sum_{j=1}^n a_{ij}^2} \quad (4)$$

(2) シミュレーションのシナリオ

シミュレーションでは、林分の時系列的な荒廃進行を考慮して、多時点における各管理ランクパッチの空間パターンを求めた。シミュレーションの前提として、計算の複雑さを解消するため、間伐は5年間ごとに一定の面積で行うものと仮定し、空間パターンの変化も5年間隔で調べることとした。

神奈川県森林計画書 (神奈川県 2006) によると、神奈川県全県の民有林における間伐面積は、平成9～13年度の5年間の合計が4,465 ha となっている。全県民有林における針葉樹面積が32,330 ha なの (神奈川県環境農政部 2006)、約14%に対して5年間に間伐がなされていることになる。民有林という分類には県有林を含み、私有林に比べて県有林の間伐面積率は高いため、全県私有林に対する間伐面積率は14%以下であると推定できる。しかし、今後はかながわ水源環境保全・再生実行5か年計画における水源の森林づくり事業の推進事業ならびに地域水源林整備の支援事業において、私有林の間伐は現在よりも促進されると考えられる。

林分の時系列的な荒廃進行については、対象地域

における管理履歴と管理ランクに関する情報が無いため推定せざるを得ないので、神奈川県森林計画 (神奈川県 2006) 記載の「目標林型ごと森林整備手法」で示されている単層林管理の間伐間隔を参考にして荒廃進行を仮定した。そこで、本研究では計算の簡略化を考慮し、間伐後15年間を適切な林内環境を維持しているランクAと仮定した。それ以降のランクが変化する時期は、間伐後15～25年がランクB、それ以降をランクCと仮定した。管理ランクについて森林現況調査の担当者にヒアリングしたところ、ランクDの林分はもともと人工林の育成不適地である場合が多く、今後も管理を行わず、自然の力で広葉樹林に向かうという方針とのことなので、本研究では、現在ランクA～Cに指定されている林分をシミュレーションの対象林分とし、荒廃はランクCからランクDへは進行しないものと仮定した。

以上のことから、本研究では、5年毎に間伐する面積は解析対象地を6等分した約16%約2,175 haと仮定した。6グループにおける管理ランクの遷移を表1に示す。この仮定に従うと、50年後以降は、20～45年後間の遷移と同様のサイクルになる。表中の「/」は間伐を意味し、「/」の前の状態からランクAに変化したことを意味する。空間パターンは間伐前の状態をもとに計算している。

神奈川県が発行している刊行物で間伐対象林分の優先順位の方針が記載されているものには、かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画 (神奈川県企画部土地水資源対策課 2005) における「高齢級間伐の促進」という記述と、神奈川県森林計画書 (神奈川県 2006) で「間伐の立木材積数量の設定にあたっては、本県が実施している森林整備の現況調査を踏まえ、手入れ不足森林の解消を目指した計画量を設定し」という記述が挙げられる。そこで本研究では、計画をもとにした間伐シナリオを2種類、現状の延長を反映した間伐シナリオを1種類設定した。シナリオ1は、かながわ水源環境保全・再生実行5か年計画の管理方針に従って林齢の高い林分から間伐していくもので、シナリオ2は、神奈川県森林計画

表1. 管理ランクの遷移

経過年	現時点	5年後	10年後	15年後	20年後	25年後	30年後	35年後	40年後	45年後	50年後
1	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
2	現状/A	A	A	B	B	C	C/A	A	A	B	B
3	現状	AはA、残りはC/A	A	A	B	C	C/A	A	A	A	B
4	現状	AはA、残りはC	AはB、残りはC/A	A	A	B	C	C/A	A	A	A
5	現状	AはA、残りはC	AはB、残りはC	AはB、残りはC/A	A	A	B	B	C	C/A	A
6	現状	AはA、残りはC	AはB、残りはC	AはB、残りはC	C/A	A	A	B	B	C	C/A
7	現状	AはA、残りはC	AはB、残りはC	AはB、残りはC	C	C/A	A	A	B	B	C

書に従って管理ランク C (手入れの遅れた) 林分から順に間伐していくものとした。現在の管理ランクは所有者の林業に対する活性を反映していると考えられると、手入れが行われている管理ランク A や B の林分で率先して間伐が行われると仮定できる。そこで、シナリオ 3 は管理ランク A を優先して、管理ランク A と B のみ間伐を行うものとした。

次に、シナリオに沿って解析用ポリゴンを 6 つのグループに振り分けた。シナリオ 1 では林齢が高い順に合計面積が約 2,175 ha になるように振り分けた。シナリオ 2 については、管理ランク順だけではパッチに優先順位をつけるのが困難なので、下層植生植被率調査の結果 (野生動物保護管理事務所 2005) をもとに、表 2 のように管理ランクと下層植生の植被率の行列で間伐の優先順位を仮定し、解析用ポリゴンに属性として与えた。そして、シナリオ 1 と同様に間伐の優先順位が高い順に 6 グループに振り分けた。シナリオ 3 も、管理ランク A から順に合計面積が約 2,175 ha になるように振り分けた。ただし、現在の各管理ランクの面積は管理ランク A が 2,241.14 ha, 管理ランク B が 2,833.12 ha となっており (図 1), 2 回目の間伐で管理ランク A と B の解析用ポリゴン

がすべて管理ランク A になってしまい、以降は管理ランク A の空間パターンが変化しなくなる。

なお、空間パターン測定の際には、本研究で用いた空間パターン計算ソフト Fragstats3.3 (米国 Massachusetts Amherst 大学) がラスタデータを扱うものであったため、ベクタデータである林分データを 10m 分解能のラスタデータに変換した。

結果および考察

本研究の目的は森林管理によって形成される状態の異なる人工林の空間パターンが生物多様性保全にどのように影響を与えるかを明らかにすることであり、評価に用いた空間指標は生物多様性にとって不適なマトリックス上に存在する、好適なパッチの空間構造を評価するのに適した指標である。管理ランク B の林分は間伐遅れによる林冠閉鎖への遷移段階、管理ランク C の林分は林冠閉鎖状態であるため、生物多様性にとっての不適なマトリックスと考えられる (長池 2000)。また、管理ランク D は担当者によると混交林化が進み人工林として扱うには不適切である場合が多く、研究対象地に占める面積も小さい。

表 2. 管理ランクと下層植生の植被率の関係による間伐の優先順位

	荒廃ランク			
	A	B	C	D
0%	11	6	1	16
~25%	12	7	2	16
~50%	13	8	3	16
~100%	14	9	4	16
不明	15	10	5	16

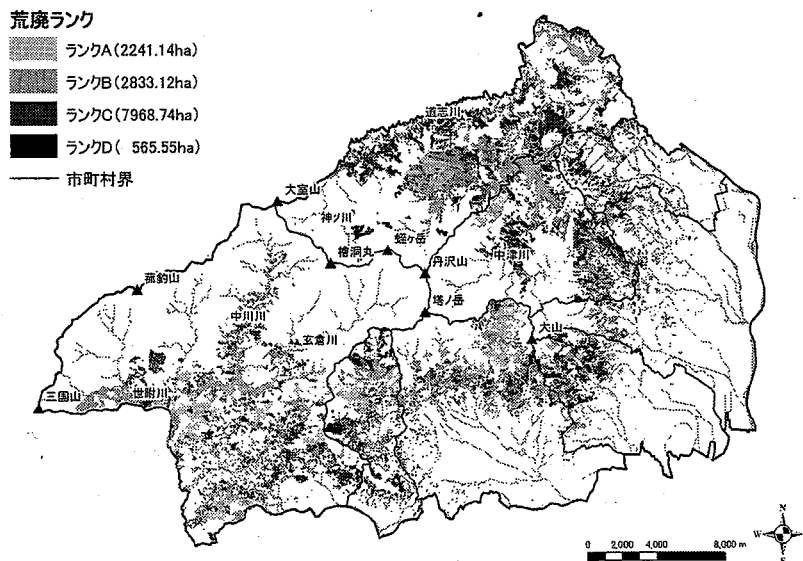


図 1. 現在の各管理ランクの分布

そこで、今回は管理ランク A に注目して着目してシナリオによる空間パターンの変化について検討した。

管理ランク A の各指標の変化を図 2～図 5 に示す。なお、管理ランクの遷移の仮定に従うと、20 年後以降は 10 年周期で A → B → C → A のように異なるランクで同じ値が発生する。

SHAPE_AM (図 2) はシナリオ 1 で間伐すると、1 サイクル (20～45 年後間) の平均値は現在の値よりも低くなり、空間パターンが改善されると予測された。シナリオ 3 ではむしろ悪化すると予測された。PD は 3 種類のシナリオとも現在の値よりも悪化する結果となった (図 3)。これは、管理ランク A の面積が増加しパッチの個数が増えたことと、これまで管理の効率からある程度まとまった林分で行なってきた間伐が、機械的に間伐林分を割り振ることになりパッチの個数が増加したためだと考えられる。ENN_MN は 3 種類のシナリオとも改善されると予測された (図 4)。これは、PD とは逆に管理ランク A のパッチ数が増えたために、現状よりもパッチ間の距離が短くなったためであると考えられる。シナリオ 1 と 2 の SPLIT は 20 年後からは現状よりも悪化すると予測された (図 5)。両シナリオとも分散が大

きく、安定していない。間伐シナリオの時系列変化が安定しないのは PD と同様、機械的に間伐林分を割り振っていることが原因だと考えられる。一方、シナリオ 3 ではある程度まとまった林分が管理ランク A 林分に構成されるため、値が低くなると考えられる。

シナリオ間の比較を行なうと、シナリオ 3 はシナリオ 1、2 よりも、現状に比べて SPLIT 以外の空間指標が悪化する、もしくは改善の程度が低いいため、シナリオ 3 が現状の延長と考えた場合、計画書に記された方針で間伐を実施する方が生物多様性に効果的だと考えられる。また、これまでも間伐対象とされてこなかった管理ランク C 林分を今後も管理していかないことは、生物多様性にとって良好な影響を与えるとは考えにくい。シナリオ 3 については、今回設定した間伐面積のシナリオだけではなく、より現状を反映するためにも、現在管理ランク A と B の林分を対象に、ランダムに林分を選択した上で管理ランク B にとどまる期間である 25 年で間伐が一巡するなどのシナリオを設定する必要があると考えられる。シナリオ 1 と 2 では、どちらが効果的かは断言することができなかった。シナリオ 1 と 2 で、SHAPE_AM と ENN_MN の値を改善するにあたって

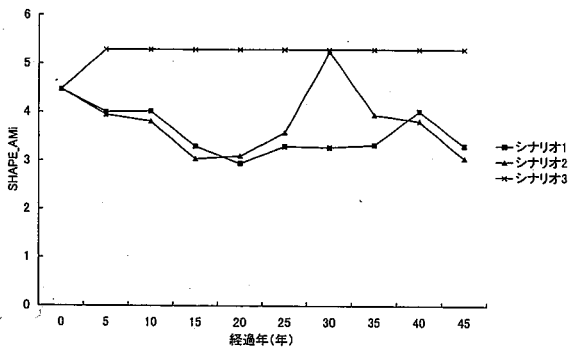


図 2. SHAPE_AMi の変化

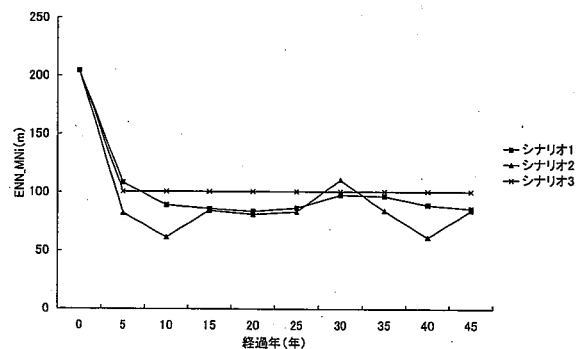


図 4. ENN_MNi の変化

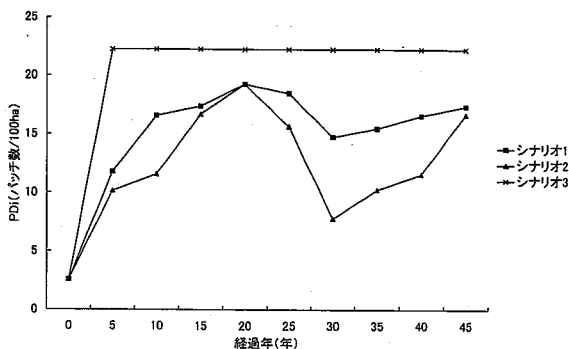


図 3. PDi の変化

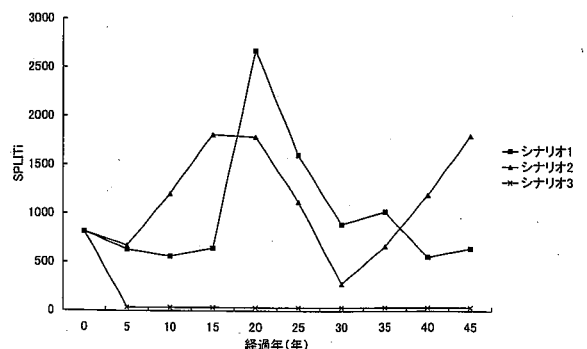


図 5. SPLITi の変化

は、現行の間伐面積（約 2,200 ha/5 年）を維持していく必要があると考えられる。一方、現在の間伐方針だけでは分断化は進むと予測されるので、生物多様性の改善もしくは維持に向けて、空間パターンを考慮に入れた間伐対象林分の戦略的な選定を方針のひとつとして加えなければならないと考えられる。

本研究では、計算の複雑化を避けるため、解析対象地域を一律にシナリオに即してシミュレーションをしている。どの林分をどの方針で間伐するかは森林ゾーニングと関係してくる（太田 2005）。神奈川県では丹沢大山総合調査（丹沢大山総合調査実行委員会企画調査部会 2006；丹沢大山総合調査情報整備調査チーム 2006；富村ほか 2007）において森林ゾーニングの提案を行い、かながわ森林再生 50 年構想（神奈川県 2007）で県の方針として森林ゾーニングが受け入れられている。このことについて景観生態学の階層性理論（Turner *et al.* 2004；山浦 2004）を用いて整理すると、今回の管理ランクごとのパッチをレベル L とすると、ゾーニングによる森林区分がレベル L+1、林分がレベル L-1 であると考えられる。今後、生物多様性を重視して計画を立てる場合には、森林ゾーンごとにパッチを考慮に入れた各林分に対する最適な間伐方針の選択について検討していく必要がある。

今回のシミュレーションではグループが 6 種類しかなく、各林分は 1 回目の間伐以降、すべての林分で管理ランクの動態が同調してしまい、ランドスケープ動態の変動幅が小さくなってしまふ。今後の課題としては、より現実に即したシミュレーションを行なうため、地利・地位を考慮したシナリオの作成や、確率的に間伐対象の林分を発生させ、各シナリオについて複数回シミュレーションを行い、傾向をみななければならない。また、本研究では森林施業によって形成される好適地についてのみ注目したが、生物多様性を評価するうえでは好適地マトリックスを形成する天然林や自然林を考慮に入れなければならない。

本研究では、パッチの質を考慮した空間パターンの分析から、現状評価と将来予測、現在の森林計画の評価を行うことができた。本アプローチは森林計画へ適用する景観生態学的手法として有効であると考えられる。

引用文献

- 天野正博. 2005. 森林の持つ多様性とその劣化. 人間科学研究. 18: 139.
- 粟生裕美子・光田靖・村上拓彦・吉田茂二郎・今田盛生. 2002. GIS を用いた再造林放棄地の立地条件の解明. 九州森林研究 55: 38-41.
- 神奈川県. 2001. 森林情報アプリケーション作業報告書. 32pp. 神奈川県. 神奈川.
- 神奈川県. 2006. 神奈川地域森林計画書. 56pp. 神奈川県. 神奈川.
- 神奈川県. 2007. 未来につなぐ森づくり—かながわ森林再生 50 年構想—. 6pp. 神奈川県. 神奈川.
- 神奈川県環境農政部. 2006. 神奈川県農林水産業動向年報平成 18 年度版. 400pp. 神奈川県環境農政部. 神奈川.
- 神奈川県企画部土地水資源対策課. 2005. かながわ水源環境保全・再生実行 5 か年計画. 40pp. 神奈川県企画部土地水資源対策課. 神奈川.
- 神奈川県森林課. 2000. かながわ水源の森づくり. Internet WWW page, at URL: <http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/sinrin/suigen/index.html> (Update Aug.2007)
- Forman, T. T. and Godron, M. 1986. Landscape Ecology. 619pp. John Wiley & Sons, New York.
- Forman, T. T. 1995. Some general principles of landscape and regional ecology. Landscape Ecology 10 (3): 133-142.
- Franklin, J. F. and Forman, R. T. T. 1987. Creating landscape patterns by forest cutting: Ecological consequences and principles. Landscape Ecology 1(1): 5-18.
- Gustafson, E. J. and Crow, T. R. 1996. Simulating the effects of alternative forest management strategies on landscape structure. Journal of Environmental Management 46: 77-94.
- 樋口広芳編. 1996. 保全生物学. 253pp. 東京大学出版会. 東京.
- 木平勇吉編著. 2003. 森林計画学. 228pp. 朝倉書店. 東京.
- McGarigal, K. and Marks, B. J. 1994. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. 134pp. Internet WWW page, at URL: <http://www.umass.edu/landeco/pubs/Fragstats.pdf> (Update Aug.2002)

- 村上拓彦・粟生裕美子. 2002. リモートセンシングデータから見た再造林放棄地. 九州森林研究 55: 126-129.
- 長池卓男. 2000. 人工林生態系における植物種多様性. 日林誌 82(4): 407-416.
- 野田巖・林雅秀. 2003. 再造林放棄林分の発生要因に関する解析 (I) - 森林の所有規模, 立地条件に着目した考察 -. 九州森林研究 56: 36-41.
- Noda, I. and Hayashi, M. 2004. Characteristic differences of non-reforested lands compared with reforested lands in Kumamoto, Kyushu. Bulletin of FFPRI 3(1): 29-32.
- 太田猛彦. 2005. 森林の多面的な機能とゾーニング - 機能の「階層性」 - を考える. 森林科学 43: 11-17.
- 堺正紘. 2000. 再造林放棄問題の広がり - 立木代ゼロに呻吟するスギ林業 - 望まれる森林資源管理の社会化 -. 山林 1390: 27-33.
- Spies, T. A., Ripple, W. J. and Bradshaw, G. A. 1994. Dynamics and pattern of managed coniferous forest landscape in Oregon. Ecological Applications 4(3): 555-568.
- 丹沢大山総合調査実行委員会企画調査部会. 2006. 丹沢大山自然再生基本構想. 136pp. 丹沢大山総合調査実行委員会, 神奈川.
- 丹沢大山総合調査情報整備調査チーム. 2006. アトラス丹沢第二集. 50pp. 丹沢大山総合調査実行委員会, 神奈川.
- 富村周平. 2007. 森林劣化と林業. 丹沢大山総合調査学術報告書 (丹沢大山総合調査団編), 533-536. 財団法人平岡環境科学研究所, 神奈川.
- 富村周平・糸長浩司・笹川裕史・山根正伸・杉村尚・吉田剛司. 2007. 人工林の再生 - 環境保全型林業に向けて -. 丹沢大山総合調査学術報告書 (丹沢大山総合調査団編), 711-713. 財団法人平岡環境科学研究所, 神奈川.
- 東京農工大学農学部林学科編. 1993. 林業実務必携. 607pp. 朝倉書店, 東京.
- Turner, M. G., Gardner, R. H. and O'Neill, R. V. 2004. 景観生態学. 399pp. 文一総合出版, 東京.
- 山浦悠一. 2004. 生物多様性の保全に配慮した森林管理に向けて - ランドスケープエコロジーと階層性理論 -. 日林誌 86(3): 287-297.
- 山浦悠一. 2007. 広葉樹林の分断化が鳥類に及ぼす影響の緩和 - 人工林マトリックス管理の提案 -. 日林誌 89(6): 416-430.
- 野生動物保護管理事務所. 2005. 平成 17 年度特定鳥獣保護管理委託業務 (その 2) 報告書. 43pp. 野生動物保護管理事務所, 東京.
- 吉田茂二郎. 2002. 「再造林放棄地」, 「未造林地」それとも「天然更新地」. 森林科学 36: 84-85.
- 吉田俊也. 2005. 人為攪乱と森林の構造・動態. 森林の科学 (中村太士・小池孝良編), 60-61. 朝倉書店, 東京.