

茨城県北部の森林配置の特徴

佐野真琴・宮本麻子・古家直行 (森林総研)

Abstract: A northern part of Ibaraki prefecture is expected by maintaining the basis of production and the capital as a place of the stable timber supply because there are a lot of artificial stands of the *Cryptomeria japonica* and the *Chamaecyparis obtusa*. In this paper, it aimed to understand the configuration of the forests in the region. The land cover map of the study area was made by interpretation of the aerophotograph in 2003. The land cover map was converted into the raster data of 20m grid. We analyzed this raster data by using the spatial pattern analysis program, and computed the landscape metrics. From the landscape metrics, we understood as followed. (1) In the *Cryptomeria japonica* stands (the tree height 10-20m), the patch aggregation was high and the patch was distributed widely. (2) In the evergreen broad-leaved stands (the tree height 10-20m), the patch was distributed with high density and interspersed with medium. (3) In the beech forest (the tree height 10-20m), the large patch was aggregated and interspersed with medium.

Keywords: Kitaibaraki, landscape metrics, FRAGSTATS, proximity, aggregation

要旨：茨城県北部は、スギ、ヒノキを中心とした人工林が多く、生産基盤、資本の整備により県産材の安定供給の場として期待されている。本報告は、このような状況にある茨城県北部の森林の配置を定量的に把握する事を目的とした。対象地の土地被覆区分図を2003年撮影の空中写真を判読することにより作成した。土地被覆区分図はベクター形式でGISへ入力し編集加工した後、20mグリッドのラスター形式へ変換した。このデータを用いランドスケープ構造を定量化するための空間パターン分析プログラムを使用しランドスケープ指数を計算した。ランドスケープ指数から対象地は、スギ林（樹高10～20m）は集合度が高く、かつ、広範囲に配置され、常緑広葉樹林（樹高10～20m）は小さなパッチが高密度に中庸な散在度で分布し、ブナ林（樹高10～20m）は、大きなサイズのパッチが凝集中庸な散在度で分布していると考えられた。

キーワード：北茨城市、ランドスケープ指数、FRAGSTATS、近接、集合

I はじめに

茨城県の森林は、面積が約19万ha、被覆率が約31.0%で全国平均（約67%）と比較すると大きく下回っている。県内の森林分布は北部の山岳林地帯と中央部から南西部に渡る平地林地帯に大きく分けられる。平地林地帯は、都市近郊の生活環境の保全や里山における野生生物の保護のため、その健全性や活力を劣化させないことに重点を置いた取り扱いが必要とされている。一方、山岳林地帯は林地生産力が高いなど林業生産のための自然的条件に恵まれ県の代表的な林業地帯を形成し、スギ、ヒノキを中心とした人工林が多い。今後、林道網や生産基盤の整備を図るとともに施業の協業化、資本整備の高度化により県産材の安定供給の場として期待されている。

本報告では、このような状況にある茨城県北部の森林の配置を定量的に把握する事を目的とする。これにより、本地域の森林資源の現況が明らかにされ、今後の森林の取り扱いに関する基礎的情報が整備される。さらに、本

手法から得られる様々な森林情報は地域の林業生産へ寄与するだけでなく、森林の断片化、孤立化などのような森林配置の変化による生物への影響も評価可能とし、流域における総合的な森林計画の樹立へも貢献するものと考えられる。

II 解析対象地の概況と解析方法

対象地は茨城県の最北部に位置する北茨城市とした。市の面積は18,655ha、このうち森林は約69%で、森林のうち私有林が53%、国有林が47%を占めている。森林施業の沿革は、国有林についてみると明治32年から大正10年頃までスギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツなどによる大面積の人工造林地が造成された。大正後期～昭和前期は、地元産業への貢献（薪炭材、落葉採取等）、第2次世界大戦時における乱伐などにより人工造林地は少なくなった。戦後は、戦時中に荒廃した森林資源の回復、木材需要の急増による伐採量の増大、森林の有する多面的機

Makoto SANO, Asako MIYAMOTO, and Naoyuki FURUYA (For. and Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305-8687)
Characteristics of forest configuration in northern part of IBARAKI prefecture

能の発揮に向けた見直しという経過をたどり、これによりスギ、ヒノキの単一樹種による単層林が多くを占め、現在、年齢配置が大きく偏った状況となっている(5)。

対象地の土地被覆区分図を2003年撮影の空中写真を判読することにより作成した。判読の区分は、スギ、ヒノキ、アカマツ、クロマツ、ブナ、常緑広葉樹林、落葉広葉樹林、二次草地、竹林、ゴルフ場、牧草地、果樹園、水田、市街地等である。このうち、林地の区分は平均樹高によりさらに3種に分類し(<10m, 10~20m, >20m)、それぞれ別区分とした。

作成した土地被覆区分図はベクター形式でGISへ入力した。GISの地図編集機能を使い林地以外の区分を「その他」と一括して再分類し、20mグリッドのラスター形式へ変換した。これにより区分数は18となった(表-1)。作成されたラスター形式の土地被覆区分図をランドスケープ構造を定量化するための空間パターン分析プログラム(FRAGSTATS3.3)(4)を使用しランドスケープ指数を計算した。FRAGSTATSは3つのレベルでランドスケープ指標を算出する(エリア全体についてのランドスケープレベル、各土地被覆区分ごとのクラスレベル、個々のパッチについてのパッチレベル)。ここでは、クラスレベル(被覆ごと)の指数を用い森林配置の特徴を分析した。この際、パッチ作成において連続パッチと判断する規則は、8方向を連続とする8セルルールを使用した。コアエリアを計算するためのエッジ深さは、林地とその他(OT)が接しているときのみ林地側に20mとした。また、平均近接指数を計算するための半径は100mとした。

III 結果

ランドスケープ指数の計算結果を示した(表-2)。対象地の面積割合(PLAND)はS2(スギ林で樹高が10~20m)が最も多く、次にOT(その他)、R2(落葉広葉樹林で樹高が10~20m)となっている。そのほかの被覆は、5%以下と少ない。また、林地の被覆では平均樹高が10~20mである2の数字がつく被覆が同一樹種タイプの中では一番大きいのが特徴となっている。パッチ密度(PD)はR2が一番高く、続いてS2、H2(ヒノキ林で樹高が10~20m)となっている。パッチ密度も面積割合と同様に2の数字がつく被覆が同一樹種タイプの中では一番高い。平均パッチサイズ(AREA_MN)はOTが一番大きく、次にB3(ブナ林で樹高>20m)、B2(ブナ林で樹高が10~20m)、S2となっている。

形状の複雑さを表す形状指数(SHAPE_MN)はB2が一番大きく、次に、K1(クロマツ林で樹高<10m)、K2

(クロマツ林で樹高が10~20m)、B3の順となっている。B3、B2は平均パッチサイズが大きいことから形状が複雑なると考えられるが、K1、K2は比較的小さい平均パッチサイズにもかかわらず形状が複雑になっているのが特徴である。

平均コアエリア指数(CAI_MN)は、林地の区分がOTと接している場合に、林地パッチの境界から内側へエッジ深さ20mを設け、その内側のパッチの面積(コアエリア面積)をパッチ面積で除した値を、被覆ごとに平均したものである。この値が最大なのは、どの被覆と接していてもエッジ深さが0であるOTであり、次にB3、A2(アカマツ林で樹高が10~20m)となっている。この2つの被覆はOTと接することが少ない被覆であると考えられる。また、J2(常緑広葉樹林で樹高が10~20m)は値が41.2%と他の被覆と比較して極端に小さく、OTと接することが多い被覆といえる。

表-1. 土地被覆区分の記号

Table 1. Code of land cover type

Code	Description
S1 ATH < 10m	スギ林 <i>Cryptomeria japonica</i> D. Don
S2 10 < ATH < 20m	
S3 ATH > 20m	
H1 ATH < 10m	ヒノキ林 <i>Chamaecyparis obtusa</i> S. et Z.
H2 10 < ATH < 20m	
A1 ATH < 10m	アカマツ林 <i>Pinus densiflora</i> S. et Z.
A2 10 < ATH < 20m	
K1 ATH < 10m	クロマツ林 <i>Pinus thunbergii</i> Parl.
K2 10 < ATH < 20m	
B1 ATH < 10m	ブナ林 <i>Fagus crenata</i> Bl.
B2 10 < ATH < 20m	
B3 ATH > 20m	
J2 10 < ATH < 20m	常緑広葉樹林
J3 ATH > 20m	Evergreen broad-leaved forest
R1 ATH < 10m	落葉広葉樹林 Deciduous broad-leaved forest
R2 10 < ATH < 20m	
R3 ATH > 20m	
OT	その他 Other

ATH: 平均樹高 Average tree height

平均近接指数(PROX_MN)は、あるパッチを中心とし、指定された探索半径内(ここでは100m)に同一被覆のエッジが存在する場合、それら全てのパッチについて、対象パッチからの距離の2乗により除されたパッチ面積の合計を計算し、被覆ごとに平均したものである。すなわち、同一被覆が探索半径100m以内にどの程度存在するかについての相対値である。この値が一番大きいのはOTであり、次にS2、一桁小さくなってB2となっている。

表-2. クラスレベルの指数

Table 2. Metrics of class level

Code	PLAND	PD	AREA_MN	SHAPE_MN	CAI_MN	PROX_MN	ENN_MN	ENN_RA	IJI	AI
S1	1.3	0.5	2.6	1.5	82.2	2.0	439.4	2706.1	50.5	82.7
S2	39.2	1.8	22.3	1.9	74.1	3602.1	83.8	702.4	58.5	91.1
S3	0.1	0.1	1.0	1.3	83.4	0.0	1077.5	6003.8	36.9	77.9
H1	0.5	0.2	2.5	1.6	85.7	0.0	917.5	2820.1	53.8	81.8
H2	3.6	0.9	4.0	1.7	93.1	16.4	205.7	1680.1	46.1	83.4
A1	0.1	0.0	2.1	1.8	73.9	0.5	984.3	2320.3	41.3	77.3
A2	1.3	0.5	2.5	1.6	96.2	5.2	289.5	1445.0	48.2	80.5
K1	0.0	0.0	2.9	2.2	67.3	6.7	3047.8	8973.7	29.5	79.4
K2	0.6	0.1	6.0	2.1	61.0	24.9	168.6	1104.4	28.2	84.2
B1	0.2	0.0	9.8	1.9	92.9	0.0	305.4	30.3	43.8	90.9
B2	4.5	0.2	22.3	2.3	92.4	273.0	95.3	461.2	39.1	90.2
B3	1.0	0.0	27.3	2.0	99.9	38.2	109.7	313.8	46.0	94.7
J2	0.1	0.1	1.1	1.3	41.2	1.5	816.1	6148.8	25.9	79.7
J3	0.0	0.0	0.7	1.2	90.3	0.0	1473.1	2975.6	31.6	76.9
R1	1.5	0.7	2.2	1.6	64.0	2.4	335.6	3652.4	47.9	80.0
R2	17.2	3.2	5.5	1.8	78.7	69.9	88.3	521.4	42.2	84.7
R3	0.0	0.0	1.3	1.2	77.6	0.0	3199.5	5959.1	38.2	86.2
OT	28.7	0.8	36.4	1.7	100.0	4661.5	127.8	1138.0	51.2	93.5

PLAND : 面積割合, Percentage of Landscape(%), PD : パッチ密度, Patch Density(/100ha), AREA_MN : 平均パッチサイズ, Mean patch size(ha), SHAPE_MN : 平均形状指数, Mean Shape Index, CAI_MN : 平均コアエリア指数, Mean Core Area Index(%), PROX_MN : 平均近接指数, Mean Proximity Index, ENN_MN : 平均ユークリッド最近傍距離, Mean Euclidean Nearest Neighbor Distance(m), ENN_RA : ユークリッド最近傍距離範囲, Euclidean Nearest Neighbor Distance Range(m), IJI : 散在並置指数, Interspersion & Juxtaposition Index(%), AI : 集合度指数, Aggregation Index(%)

また、半径100m以内に同一被覆がほとんど存在しないのは、S3（スギ林で樹高>20m）、H1（ヒノキ林で樹高<10m）、B1（ブナ林で樹高<10m）、J3（常緑広葉樹林で樹高>20m）、R3（落葉広葉樹林で樹高>20m）となっている。

ユークリッドの最近傍距離は、あるパッチとそのパッチに最も近い同一被覆パッチ間の直線距離として定義される。平均ユークリッド最近傍距離 (ENN_MN) は、被覆ごとに最近傍距離を平均したもので、ユークリッド最近傍距離範囲 (ENN_RA) は被覆ごとの最近傍距離の最大値と最小値の差である。平均ユークリッド最近傍距離が小さいのはS2、R2、B2となっており、ユークリッド最近傍距離範囲も比較的小さい。したがって、これらの被覆は同一被覆が近傍に分布しているものと考えられる。また、B1はユークリッド最近傍距離範囲が極端に小さい。これは、パッチ密度が極端に低いためと考えられた。

散在並置指数 (IJI) は、あるパッチに隣接するパッチの種類を測定する。この値が高いと散在度が高い（他の被覆と均等に隣接する）と判断される。この値が最も

高いのはS2で、対象地全体に広く分布していると考えられる。また、この値が30%以下と低いのはK1、K2、J2で、パッチが偏在する（隣接パッチの種類が偏っている）と考えられる。集合度指数 (AI) は、同一被覆の隣接グリッドの数を評価する事により計算され、近隣に同一被覆がないとき（クラスが最大限非集中）の0から、最大に達したとき（クラスが最大限集中）の100の範囲をとる。この値が高いのはB1~3、OT、S2で集合度が高く、他の被覆は77.3~86.2%の範囲にあり集合度が大きく変わらないと考えられる。

IV 考察

関東地域においてランドスケープ指数により土地被覆の構造について解析した報告では、千葉県「谷（やつ）」と呼ばれる地形を持つ地域において、強く開発が促進されている都市では森林が減少し、開発の進んでいない地域では落葉広葉樹林の面積が増加しているがパッチ数は変わらないこと (1)、霞ヶ浦周辺の地域において商工業地、ゴルフコースのような人為改変されたラン

ドスケープが急速に増加し、森林や耕作地が急速に減少したため断片化、不均一化していること(3)、が明らかにされた。

対象地の森林配置をランドスケープ指数により特徴づけると次のようになると考えられる。スギ林(樹高10~20m)は面積割合が一番大きく、パッチ密度は二番目、平均パッチサイズは林地被覆では二番目に大きいことから、他の被覆と比較して広く優占している被覆と考えられる。さらに、近傍指数が林地被覆では一番大きく、平均ユークリッド最近傍距離は林地被覆で一番短く、散在並置指数は一番大きく、集合度指数は林地被覆では一番大きい。これらのことから、スギ林(樹高10~20m)は同被覆が近隣に多数存在し集合度が高いが、それらは広く配置されていると考えられる。落葉広葉樹林(樹高10~20m)は、面積割合が林地被覆では2番目に優占している被覆である。パッチ密度は一番高いが平均パッチサイズは比較的小さく、近傍指数は比較的高く、平均ユークリッド最近傍距離は林地被覆で二番目に短く、散在並置指数は中庸で、集合度指数は相対的に大きい。これらのことから、常緑広葉樹林(樹高10~20m)は小さなパッチが高密度に分布し、パッチ同士の近隣度が高く、対象地全体への散在度が中庸であると考えられる。ブナ林(樹高10~20m)は、面積割合が林地被覆では三番目に優占する被覆で、パッチ密度は相対的に低い平均パッチサイズは林地被覆では二番目に大きい。また、近傍指数は林地被覆では2番目に大きく、平均ユークリッド最近傍距離は三番目に短く、散在並置指数が中庸で集合度指数が高い。これらのことから、ブナ林(樹高10~20m)は、大きなサイズのパッチが凝集して分布し、対象地全体への散在度が中庸であると考えられる。

以上より対象地の林地被覆の特徴をまとめると、スギ林(樹高10~20m)が集合度が高く、かつ、広範囲に配置され、常緑広葉樹林(樹高10~20m)は小さなパッチが高密度に中庸な散在度で分布し、ブナ林(樹高10~20m)は、大きなサイズのパッチが凝集し中庸な散在度で分布していると考えられる。また、対象地は千葉県の「谷」地域、霞ヶ浦周辺地域と比較すると、上述のような林地を転用するような開発が発生せず、森林が多く残されている地域といえる。

茨城県森林・林業振興計画(2)によると、従来人工林が中心だった施策から、植栽した針葉樹林での生産が期待できないような立地条件では広葉樹林や針広混交林へ転換することが重要と位置づけられた。これより、今後の対象地の森林の取り扱いを考えると、(1)優占順位が2、3番である常緑広葉樹林(樹高10~20m)、ブナ

林(樹高10~20m)は面積割合としてはあまり高くはないことから現状を維持すること、(2)スギ林(樹高10~20m)は広く分布することから、間伐等の保育作業を行いつつ伐期に達したものとそれに近いものから一定量順次伐採し、年齢構成を改めること、(3)スギ林(樹高10~20m)のうち立地条件の良好とはいえない箇所は広葉樹林や針広混交林へ誘導すること、という方針が考えられる。この際、実施計画策定ごとに予想される森林配置を図化し、ランドスケープ指数による評価を行い、配置の適正化を図ることが重要であると考えられる。これにより、集合度が高く広範囲に配置されていたスギ林(樹高10~20m)の配置を改善し、集合度が低く他の被覆とモザイク状に分布する形へ導くことができる。この結果、対象地の森林配置が多様になり、木材の持続的供給や生物多様性の保全などへも貢献できると考えられる。

V おわりに

本報では、茨城県北部、北茨城市の森林配置の特徴をランドスケープ指数により把握した。本手法により、森林施業へ新しい情報が加わり、生物多様性の保全など様々な要求へ答える新しい森林管理が実現可能であると考えられた。今後はさらに、個々の指数の検討、指数の組み合わせで把握可能な配置の特徴などについて、研究を進めていきたい。

引用文献

- (1) Fujihara, M., Hara, K., Short, K. M. (2005) Changes in landscape structure of "yatsu" valleys: a typical Japanese urban fringe landscape. *Landscape Urban Plann.* **70** : 261-270.
- (2) 茨城県(2006)茨城県森林・林業振興計画'06~'10-緑の循環システムによる森林・林業・木材産業の活性化を目指して-。66pp., 茨城県。
- (3) Matsushia, M., Xu, M., Fukushima, T. (2005) Characterizing the changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura Basin, Japan using a high-quality GIS dataset. *Landscape Urban Plann.* **78** : 241-250.
- (4) McGarigal, K., Cushman, S. A., Neel, M. C., Ene, E.(2002)FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site:www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html
- (5) 東京営林局(1989)茨城地域施業計画区第5次地域施業計画書。1-3, 東京営林局。