

カンボジアの土地利用と森林配置の特徴

宮本麻子・松浦俊也・倉島孝行(森林総研)・佐野真琴(林野庁)・

Chann Sophal(カンボジア森林・野生生物研究所)

要旨:カンボジアでは、木材の伐採、薪炭材の採取などにより近年森林変化が著しく、持続的な森林管理が求められている状況にある。本研究ではこのような状況下にあるカンボジアを対象として、土地利用と森林配置の特徴を定量的に明らかにした。まず、クラスター分析により州別の土地利用の類型化を行った結果、優占する土地利用が異なる3つのタイプに類型化された。各土地利用タイプから1州ずつ抽出し、FRAGSTATS 4.1によりランドスケープ構造を解析すると、人為改変の程度と関連して森林のランドスケープ構造が異なるという関係がみられた。森林卓越型のKratie州は農地利用が少なく、森林が広く断片化せずに優占している州と考えられた。混在型のKampong Thom州では森林の平均面積はKratie州より小さく、森林の形状指数も相対的に高かった。農地卓越型のKampong Cham州は森林面積割合が少なく、平均面積も小さかった。

キーワード:クラスター分析, ランドスケープ指数, 森林減少

Abstract: Recently, large forest areas in Cambodia have been converted into other forms of land use, mainly due to agricultural expansion, timber cutting and the collection of fuel wood. This paper focuses on the characteristics of spatial distribution of forest land use at a provincial level, using quantitative landscape analysis. First, we classified land-use composition using cluster analysis. Consequently, land-use composition was classified into three types, namely forest dominated, mixed, and agricultural-dominated types. The composition and spatial configuration of the forest within each type of province was further analyzed using FRAGSTATS 4.1. Kratie Province (forest dominated type) was characterized by smaller agricultural land with less fragmented dominant forest. In Kampong Thom Province (mixed type), meanwhile, the average size of the forest was smaller than that of Kratie Province, with a relatively high-value of shape index. In Kampong Cham Province (agricultural-dominated type), the forest area and its average size were small. These results indicate that each province has different land use characteristics, based on the related degree of human disturbances.

Key words: Cambodia, Cluster analysis, landscape metrics, forest

I はじめに

森林減少は東南アジア地域において最も重要な環境問題の一つである。カンボジアにおける森林面積は2010年に国土面積の約57% (約10,364,000ha) を占めており(1), 東南アジアの中でみるとかなり高い方に属している。1970年代半ばには約70%であった森林率は1990年代初頭までには60%程度に減少し、その後は微少な増減はみられるものの60%前後で推移している状況にある。2003年にカンボジア政府により策定されたミレニアム開発目標によると、目標年である2015年までに森林面積を国土の約60%に向上することが目標とされており、その維持が強く求められている。森林減少の要因としては木材の伐採、薪炭材の採取、焼畑農法、土地無し農民による土地の違法占拠・開拓などがあげられている

(2,9)。薪炭材の採取に関しては全世帯数のうち92%が薪炭材エネルギーに依存している状況があり(5)、土地の違法占拠についても人口増加や就業機会の不足、農業の生産性の低さなど様々な要因が複雑に絡み合い(9)、森林減少の早急な解決は困難であると推察される。

一方でカンボジア森林局は森林資源の減少・劣化への対策をすすめるため2010年に「国家森林プログラム」を策定し、森林資源の保全と利用、森林登記など6つのプログラムを推進しており、今後よりいっそう森林の持続的管理が求められる状況下にある。

近年普及が進むGISやリモートセンシングを用いて、土地利用や森林変化を空間的な組成や配置の面から把握・評価することは持続的な森林管理や土地利用計画に有用であるとされている(3)。東南アジアの森林を対象

Asako MIYAMOTO, Toshiya MATSUURA, Takayuki KURASHIMA (FFPRI, Matsuno-sato 1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8687), Makoto SANO (Forestry Agency, Kasumigaseki 1-2-1, Chiyoda, Tokyo, 100-8952) and Chann SOPHAL (Institute of Forest -Wildlife Research and Development, 40 Preah Norodom Blvd. Phnom Penh, Cambodia) Characteristics of land-use and forest distribution in Cambodia

としたランドスケープ構造の解析はマレーシア (6,7), タイ (8) などで散見されるが, カンボジアを対象とした事例はまだ見られない。そこで, 本研究では近年森林変化が著しく, 持続的な森林管理が求められているカンボジアを対象として, 土地利用と森林配置の特徴を定量的に明らかにすることを目的とする。土地利用の特性や森林配置の特徴を把握することは今後の持続的な土地利用・森林計画への基礎資料として有用と考えられる。

II 資料と方法

土地利用の把握に用いた資料は JICA により作成された土地被覆区分図(ベクターデータ)(2001)である。土地被覆区分図は 40 の土地被覆に分類されているが, それらを森林, 水田, 畑(水田以外の耕作地), 草地・低木林, その他の土地利用(市街地, 岩石地等)の 5 クラスに再分類して解析に用いた。

カンボジアには全 24 州が存在するが, そのうち森林率が約 1%未満であった 5 州(Phnom Penh, Kandal, Prey Veng, Svay Rieng, Takeo) および土地被覆図作成時に資料入手が困難であったことから土地被覆情報が部分的に作成されなかった 1 州(Banteay Meanchey)を解析対象から除き, 残り 18 州を解析対象とした。ArcGIS 10.0 (Esri 社)を用いて州別の土地利用割合を算出し, それを変数として, SAS (SAS Add-in for Microsoft office)を用いて群平均法によるクラスター分析を行い, 土地利用を類型化した。

次に, 類型化されたクラスター別に各土地利用割合の平均値を算出し, それに最も近い土地利用割合を持つ 1 州ずつを抽出し, 空間パターン解析プログラム FRAGSATs (ver.4.1) (4)を用いてランドスケープ構造を解析した。FRAGSATs はラスターデータを解析対象としたプログラムであるため, ベクターの土地利用図を 30m グリッドに変換して解析を行った。解析に用いた指数は空間の組成や配置の把握に一般的に用いられるランドスケープレベルの 5 つの指数 (PD: パッチ密度 (/100ha), LPI: 最大パッチ指数(%), AREA_MN: 平均パッチサイズ(ha), IJI: 散在並置指数, SHDI: シャノンの多様性指数), そしてクラスレベルの 5 指数 (PLAND: 土地被覆割合(%), PD: パッチ密度(/100ha), LPI: 最大パッチ指数(%), AREA_MN: 平均パッチサイズ(ha), SHAPE_MN: 平均形状指数)とした。

III 結果と考察

1. 類型化による土地利用の特徴: データのクラスター数を決定するのに有益とされる 3 次元クラスタリング基準 (CCC) と解析結果の解釈可能性の両方を考慮して検

討した結果, 3 つのクラスターに類型化された (図-1)。作成されたそれぞれのクラスターの特徴を考察すると, 第 1 クラスターは森林率が低く水田, 畑といった農地利用の割合が高い農地優占型, 第 2 クラスターはカンボジア中央部に位置するトンレサップ湖周辺の低地に分布する州で森林, 水田, 草地・低木林が混在する混在型, 第 3 クラスターは森林が約 7 割以上と高い割合を占めるタイ・ラオス・ベトナムと国境を接する山地・高原地帯に位置する森林卓越型の土地利用と考えられた。

2. 空間パターンから見た森林配置の特徴: クラスター 1 からクラスター 3 まででそれぞれ, Kampong Cham 州, Kampong Thom 州, Kratie 州を対象としてランドスケープレベル (表-1), クラスレベルのランドスケープ指数を算出した (表-2)。ランドスケープレベルの指数を見ると, 森林が最も多くの面積を占めていた Kratie 州は 3 つの州の中では最大パッチ指数が 58.3%と一つの大面積パッチが州の半分以上を優占していた。また, 散在並置指数が 3 州の中では最も小さく, 多様性指数も低いことから, 特定の土地被覆タイプの割合が多く, パッチの隣接関係から見るとパッチの分布が均等(他の土地被覆と等しく隣接する)ではなく偏って分布していることがわかった。農地優占型の Kampong Cham 州は最大パッチ指数が 12.7%と一番小さいが, パッチ密度と平均パッチサイズは Kratie 州と同程度であった。混在型の Kampong Thom 州は他 2 州と比較して, パッチ密度が小さく, 平均パッチサイズも大きかった。しかし, 散在並置指数とシャノンの多様性指数は Kratie 州よりは大きく Kampong Cham 州と同程度の値を示していた。

以上より, 森林卓越型の Kratie 州は他の 2 州と比較すると比較的単純でパッチ分布の偏りがあるランドスケープ構造であると考えられた。農地優占型の Kampong Cham 州と混在型の Kampong Thom 州は最大パッチの大きさや平均パッチサイズは異なるが, 全体としてのパッチの散在程度が類似し, Kratie 州よりは複雑なランドスケープ構造であると考えられた。

クラスレベルの指数をみると, 農地優占型の Kampong Cham 州では最大パッチ指数の 12.7%は水田であり, 水田はパッチ密度が低い平均パッチサイズが 815.4ha と州の土地利用の中で最も大きい値を示した。森林は全体の 14.7%と少ないが, パッチ密度が低い平均パッチサイズは 788ha と他クラスに比べると比較的大きかった。形状指数を見ると, 水田で 2.162 と最も高かった。一般的に農地のような人為的に作られた要素の形状指数は小さい値を示すと言われるが, Kampong

Cham州の水田地帯は河川沿いの自然の洪水氾濫域に展開し、自然性を反映した形状をしているため比較的高い値を示したと考えられた。一方、水稻以外の作物は土地を開墾した畑で作られるため、人為的な形状を反映して畑の形状指数は低い値を示したと考えられた。混在型のKampong Thom州は森林が40.3%、草地・低木林が30.3%であり、水田や畑の農地利用も全体の26.1%を占めていた。森林と水田はパッチ密度が低いため、平均パッチサイズは大きかった。形状指数は水田に次いで森林で比較的高かった。Kampong Thom州では道路沿いや林縁部で森林の伐採、入植者による土地の開墾などが行われ、虫食い状に複雑な形状を示す部分があるため森林の形状指数が高くなったと考えられた。森林卓越型のKratie州は全体での森林の面積が大きく、パッチ密度が小さいことから平均パッチサイズも5228.1haと特に大きかった。次いで多いのは草地・低木林7.4%で、水田や畑といった農地はそれぞれ5.9%、1.9%を占めるに過ぎなかった。

以上より、クラスレベルで3つの州を比較すると、Kratie州は森林が広く断片化せずに優占している州と考えられた。Kampong Thom州では森林の平均面積はKratie州より小さく、形状指数も相対的に高いこと、農地利用も約3割程度は見られることから、Kratie州よりも森林地帯の開発、断片化が進んでいると考えられた。Kampong Cham州は森林面積が少なく、平均面積も小さいことから、3州の中では人為的な土地利用が進んでいる州と考えられた。

東南アジアを対象としたランドスケープ構造に関する研究の中で、マレーシア・セランゴール州の優占する森林タイプが異なる地域についてランドスケープ構造を解析した事例からは、人為による土地改変の程度に応じて地域特有の森林タイプやそのパッチサイズが変化することが報告された(6)。タイの森林分布の時系列解析の事例からは人為開発による森林植生の断片化や優占面積の減少が報告されている(8)。カンボジアにおける本研究からもマレーシア、タイと同様に人為改変の程度と関連して森林の空間的な組成や配置が異なるという関係が認められた。

IV おわりに

カンボジアを対象として、州別土地利用割合を基にクラスター分析を行うことで、州別の土地利用の類型化を行った。また、類型化された森林卓越型、混在型、農地優占型から3州を対象として森林配置の空間パターンを解析し、ランドスケープ構造の点から特徴を明らかで

た。

一般的に土地利用変化には地形などの自然条件に加えて、社会経済的な諸要因が大きく影響を与えている。各地域が持つこれらの特質に応じて、現時点では同程度の森林面積であったとしても、時間経過による森林変化のパターンは大きく異なると考えられる。今後は、社会経済的背景等を踏まえた上で、時間経過とともに、どのように森林分布が変化するのかといった時系列的な変化の解析を試みたい。

引用文献

- (1) Forestry Administration (2012) Cambodia forest cover 2010, 15pp.
- (2) 国際農林業協力協会(1997)カンボジアの農林業—現状と開発の課題—。140p.,東京. Global Design Co.,Ltd.
- (3) LEITAO, A. B., MILLER,J., AHERN,J., and MCGARIGAL, K. (2006) Measuring Landscapes. 245pp, Island Press.
- (4) MCGARIGAL, K., SA CUSHMAN, and E ENE. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- (5) Ministry of Planning (2011) Achieving Cambodia's millennium development goals update 2011. 42pp.
- (6) 佐野真琴・宮本麻子・古家直行・松本陽介・ISMAIL ADNAN ABDUL MALEK(2007)マレーシア・セランゴール州の森林分布. 関東森林研究 58 : 61-64.
- (7) 佐野真琴・宮本麻子・米田令仁・田中憲蔵・古家直行・ISMAIL ADNAN MALEK・MOHAMAD AZANI ALIAS・NIK MUHAMAD MAJID(2009)マレーシア・セランゴール州における都市近郊林の変化に関する傾度分析. 関東森林研究 60 : 79-82
- (8) 佐野真琴・宮本麻子・古家直行・藤岡義三・PATANAPONPAIBOON PIPAT・田淵隆一(2012)タイ国ラノン県沿岸地域の森林植生の変化. 関東森林研究 63(1) : 11-14
- (9) 志間俊弘(2006)カンボジアの違法伐採と土地問題. 熱帯林業 65 : 17-24.

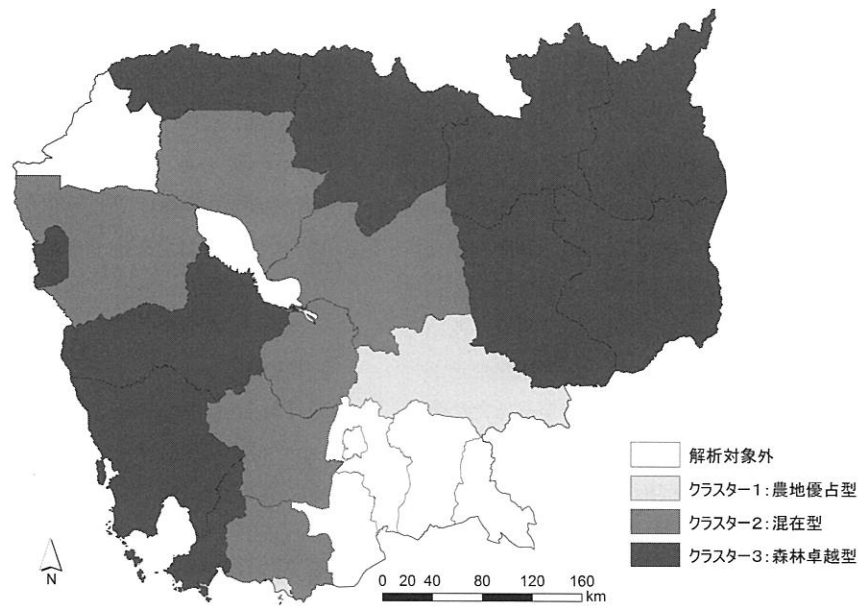


図-1. 3つのクラスターの分布と土地利用の特徴

Fig.1 Spatial distribution of three clusters and characteristics of land use.

表-1. ランドスケープレベルの指数

Table 1 Landscape level metrics

クラスター	州	PD	LPI	AREA_MN	IJI	SHDI
1: 農地優占型	Kampong Cham	0.31	12.7	322.9	88.8	1.44
2: 混在型	Kampong Thom	0.24	30.3	410.8	89.8	1.32
3: 森林卓越型	Kratie	0.32	58.0	309.0	77.7	0.71

PD : パッチ密度(/100ha), LPI : 最大パッチ指数(%), AREA_MN : 平均パッチサイズ(ha), IJI : 散在並置指数, SHDI : シャノンの多様性指数

表-2. クラスレベルの指数

Table 2 Class level metrics

クラスター	州名	土地利用タイプ	PLAND	PD	LPI	AREA_MN	SHAPE_MN
1 農地優占型	Kampong Cham	水田	32.7	0.04	12.7	815.4	2.162
		畑	32.3	0.07	8.4	472.6	1.764
		森林	14.7	0.02	3.8	788.0	1.955
		草地・低木林	16.1	0.06	3.6	263.1	1.925
		その他	4.2	0.12	2.0	35.0	1.735
2 混在型	Kampong Thom	水田	21.0	0.03	8.4	814.6	2.006
		畑	5.1	0.06	0.6	85.1	1.662
		森林	40.3	0.02	30.3	2411.0	2.004
		草地・低木林	30.3	0.08	8.0	398.5	1.810
		その他	3.3	0.06	1.3	50.4	1.910
3 森林卓越型	Kratie	水田	5.9	0.11	0.4	53.7	1.652
		畑	1.9	0.02	0.5	96.2	1.911
		森林	81.6	0.02	57.9	5228.1	1.790
		草地・低木林	7.4	0.11	0.7	67.4	1.867
		その他	3.2	0.07	2.7	45.6	1.939

PLAND : 土地被覆割合(%), PD : パッチ密度(/100ha), LPI : 最大パッチ指数(%), AREA_MN : 平均パッチサイズ(ha), SHAPE_MN : 平均形状指数