【研究報告】

GISを用いた国立公園大山における景観構造の解析

長澤良太・萩原幹花・佐野淳之

Landscape Structural Analysis of the National Park, Mt.Daisen Area using GIS

Ryota NAGASAWA, Tomika HAGIWARA and Junji SANO

Abstract: This study focuses how human-related processes effect on the landscape structure. The object is to analyze the present vegetation landscape in conjunction with the landuse changes in the past 100 years. The study has been done in the National Park, Mt. Daisen area where the beech (*Fagus crenata*) and its substitutional communities have widely dominated on the mountain slopes more than 600m above sea level. GIS was effectively applied to detect the changes from the temporal landuse maps and spatially analyze the causal relationship between the landscape and the land environmental factors. The study also shows the practical way of GIS application for the landscape and environment management in the national park area.

Keywords: 地理情報システム (GIS), 景観構造 (Landscape Structure), 土地利用変化 (Landuse Change), ブナ林 (*Fagus crenata* forest), 国立公園管理 (National Park Management)

1. はじめに

国立公園は、原生的な自然の保護、保全を目的として制定され、公園内の景観は自然公園法の保全計画に基づいて可能な限り人為の影響が少なくなるように管理されている(堀, 1995)。公園内の景観を構成する要素は第一義的に植生であり、公園を訪れる人々の心は豊かな緑によって癒され、自然に囲まれた安堵感を得る。しかしながら、日本の現存植生は歴史的な過程で少なからず人為的撓乱を受けてきており、純粋な原植生が残っている地域は極めて少ない(鎌田・中越, 1990)。

植生景観に関与する撓乱の時間的、空間的スケールは対象とする生態系によって異なり、時間的には $1 \sim 10^3$ 年、空間的には $10^{-4} \sim 10^6 \text{m}^2$ 程度の幅がある(White and Pickett, 1985)。森林植生に対する

さまざまな撓乱の影響を考えるうえで、撓乱の規模や頻度は重要な意味を持つ。人為的な撓乱は、地域社会や文化と密接に結びついた長い歴史があることから、その生態的な特徴は地域の自然や社会環境の影響を強く受けていると考えられる(深町ほか, 1999)。

本研究の対象地域である国立公園大山には、ブナ林を中心とした落葉性広葉樹林が広がっている。これらの大半は、古くから木地師やたたき製鉄などに利用され、さらに明治期以降は薪炭林や軍馬育成所による牧草地造成のために、広い範囲で伐採が繰り返し行われてきた。筆者らは、こうした人為的撓乱の時間的、空間的スケールの問題を景観レベル、林分レベルの2つに分け、時間的には $10^1 \sim 10^2$ 年、空間的にはそれぞれ 10^6m^2 , 10^2m^2 程度を対象として調査を進めてきた。本論文では、このうち景観レベルでの過去の撓乱が現在の植生にいかに関与し景観をかたち作ってきたかについて、GISを駆使して明らかにすることを目的とする。こうした検討結果は、公園内における保全地域の設定やゾーニング計

長澤：〒680-0945 鳥取市湖山町南4丁目101
鳥取大学農学部森林科学講座
Dept. of Forest Science,
Faculty of Agriculture, Tottori University

画などに反映され、GISの実利用を促進するものと考えている。

2. 対象地域の概要

本研究では、大山隠岐国立公園のうち大山、蒜山地域を国立公園大山と呼んでおり、面積約19,000haの範囲を対象としている（図1）。大山地域は昭和11年に国立公園に指定され、昭和38年に隠岐島、島根半島、三瓶山、蒜山地域の拡張に伴って大山隠岐国立公園となった。その範囲は鳥取、島根、岡山の3県にわたっているが、公園の中心的シンボルはやはり中国山地の最高峰大山（海拔1,729m）である。

大山周辺は古代より栄えた地で、その美しい山容からさまざまな信仰の対象となった。各地から「大山詣り」する参詣客や地蔵菩薩による牛馬市でにぎわっていた（矢守, 1977）。大山には大山寺を中心とする寺領制度があり、領内の樹木の伐採を支配していた。この地では江戸時代に木地師とたたら製鉄が多く分布し、それらは樹木の伐採に関わる存在であった。木地の材料にはトチノキやブナが好んで使われ、これらの樹木が多く分布するところには木地師集落も多く存在した。一方、たたら製鉄は大量の木炭を必要とし、寺領内でも藩の許可を受けて樹木

を伐採していたと考えられる。木炭の材としては、マツ、クリ、ブナが特に良いとされ、30年ほどを伐採周期として森林の荒廃を防いでいたといわれる（藤原, 2000）。しかしながら、昭和期に入って木地師もたたら製鉄も消滅していった。第二次世界大戦後は、復興のために薪炭林利用が盛んになるとともに、全国的な拡大造林がこの地域でも行われた。

また、明治期以降軍馬育成所が開設され、大山から蒜山山麓には軍馬放牧のために広大な牧草地が開墾された。寺領制度による樹木の伐採規制も明治期に入って廃止され、森林の伐採は拡大していったと考えられる。

3. データの作成と解析方法

本研究では、まず景観レベルでの植生・土地利用の変遷を解析するための地図データを作成した。その後、林分レベルでの現地観察記録および地形（傾斜）と土壌から構成される自然立地条件に関わるデータをGISで統合化し、景観変遷の過程を解析した。さらに、現地観察を通じて得られる林分情報は、GPSと連動したモバイルGISによって上述の空間主題データベースにリンクして検討ができるようにした。

3.1. GISデータの作成

植生・土地利用の変遷を明らかにするために、時系列的な地形図、土地利用図、空中写真、衛星画像を収集した。地形図として最も古い情報は1901年陸地測量部作成の5万分の1「大山」、「湯本」、「根雨」で、その後1932年、1952年の地形図を用いることができた。1974年には鳥取県土木部が全県で8千分の1のカラー空中写真を撮影しており、これをもとに土地利用図（縮尺5万分の1）が作成されている。最新の土地利用は、1997年10月に取得されたLandsat TM画像の目視判読と現地踏査によって作成した。以上のアナログ地図はすべてデジタル化して同一座標系（UTM Zone 53）のもとにGISデータベース化した。

その他の主題データとして、地形条件（標高、傾斜、斜面方位）は国土地理院の数値地図50mメッ

図1 国立公園大山の範囲

シュ（標高）をもとに作成した。土壌分布の概要を把握するためには、細密数値情報（土壌）を用いた。さらに、植生、土地利用判読の補助データとして、環境庁自然環境保全調査「現存植生図」の GIS データを参照した。

3. 2. 解析の方法

データベース化された地図情報は、主に GIS による重ね合わせ処理によって解析した。具体的には、まず時系列的土地利用図の重ね合わせから植生・土地利用が大きく変化した地域を抽出した。この場合、古い地形図の精度を考慮して、大きく広葉樹、針葉樹、牧草地、荒地・裸地の 4 項目のみを取り上げて変遷の様子を追跡した。このうち、主にブナ林で構成される広葉樹の部分については、その変化を人為的攪乱として捉え、現在の植生景観を構成する林分を対象にプロットを 15 箇所設定した。プロットの大きさは 20m×20m で、全樹種の優占度の解析ならびに年輪解析を実施した。

さらに、公園内の景観変遷を地形（傾斜）と土壌の組み合わせから構成される自然立地条件と結びつけて解析するために GIS の空間解析機能を用いた。

4. 植生・土地利用景観の変遷

4. 1. 土地利用の変遷

地表の景観は、過去から今日に至るまでの空間の

履歴を積み重ねた結果と解される。したがって、地表空間で展開する人間活動と土地・自然の持つ生態環境の相互連関作用（人間—環境系）から景観を捉えることが景観生態学的研究の基本的な視点である。

図 2 は、公園内の時系列的な土地利用図で、国立公園として指定される以前の 1901 年、戦後の拡大造林以降をあらわす 1974 年、および現在の景観として 1997 年の状況を図化した。土地利用項目は、広葉樹、針葉樹、荒地・裸地、牧草地およびそれ以外の土地利用をその他として一括した。

1901 年当時は軍馬育成所が設置されていたため、大山北麓斜面は広範囲にわたって牧草地に利用されていた。針葉樹の面積占有率は全体の 2% と低く、広葉樹と荒地・裸地がともに 46% の面積を占めていた。1974 年になると、総面積に大きな変化はないものの広大な牧草地は姿を消し、公園内で分散的に分布するようになる。針葉樹の面積は全体の 3 割近くを占めるようになり、戦後の拡大造林によって飛躍的に増加していった。1901 年から 1997 年までの約 100 年間の土地利用の面積変化では、針葉樹の面積が著しく増加し、荒地・裸地の面積率は急激に低下していった。牧草地はひとつひとつについては規模の縮小はあるが、全体としての面積変化は小さいことがわかった。

次に、詳細な土地利用状況が復元できる 1974 年と 1997 年の土地利用状況を比較した。ここでは、

図 2 過去 100 年間の土地利用変化

11 項目の土地利用型を設定し、両年の地図データを重ね合わせてマトリックスを作成した(表 1)。この表からは、1974 年の広葉樹・混交林・裸地が 1997 年に約 1,000ha にわたって針葉樹に変化したことがわかる。また、1974 年に広葉樹であった部分の 1 割弱が 1997 年に針葉樹(植林)へと転化している状況も読み取ることができる。

4. 2. 広葉樹林地の変遷

広葉樹林地の変遷は 1901 年、1932 年、1952 年の地形図からの読図と 1974 年の土地利用図、1997 年の衛星画像判読に基づいて図化している(図 3)。ここでは、公園内の岡山県側のデータが欠損していたために鳥取県側の範囲のみで解析を行った。これによると、広葉樹は 1952～1974 年までの 22 年間に最も大きく消失し、過去約 100 年間にける消失面積(2,971ha)の 6 割に近い 1,752ha におよんでいた。消失の場所は、1952 年までは大山の北麓斜面に多く、1952～1972 年間は蒜山側で、1972～1997 年間には北東麓斜面で顕著に認められた。

こうした傾向から、公園内の広葉樹の消失は戦後復興から燃料革命以前の期間で薪炭利用が盛んであったことと、同期間内で全国規模で行われたスギの拡大造林に起因することが考えられる。

5. 林分構造と森林動態

5. 1. 林分の特徴

中国地方西部の山地部では、標高 600m 付近からヤブツバキクラスの常緑カシ林にかわってイヌブナ林やブナ林へ移行する(宮脇, 1989)。しかしながら、大山山麓の海拔 800m 以下の地域は、人為的な干渉が大きく天然生のブナ林を見ることはできない。これに対し、大山山系の北に位置する船上山では、海拔 600m 付近で十分発達したブナ林が認められる。一般にこの地域でいわゆるブナ帯の成立する海拔は 600～1,100m の範囲にあることから、対象地域の公園内も広くブナクラス域に属し、ブナおよびブナ代償植生が分布するものと考えられる。

公園内におけるプロット調査によると、林冠を構成している樹種は主にブナ(*Fagus crenata*)、ミズナラ(*Quercus mongolica* var. *grosseserrata*)であった。ここでは、各プロットでブナの優占度をもとに林分の発達段階を 3 区分した。すなわち、発達段階初期型は主にミズナラが優占、発達段階中期型はブナ、ミズナラが混交、発達段階後期型はブナが優占する林分である。GIS を用いて各プロットの位置(GPS によるポイントデータ)を広葉樹林地の変遷図と重ね合わせると(図 3)、発達段階後期型は過去 100 年間に土地利用変化のない、すなわち景観レ

表 1 1974 年と 1997 年における国立公園大山の土地利用面積(鳥取県側のみ)

1974年の土地利用（鳥取県側公園内のみ）

	1997年の土地利用（鳥取県側公園内のみ）												合 計
	針葉樹	広葉樹	混交林	裸 地	牧草地	果樹園	畑	水田	集落・建物	ゴルフコース	オープンスペース		
針葉樹	3,690	56	8	8	93		4	14	3			3,876	
広葉樹	509	5,040	1	28	10			10	1			5,598	
混交林	386	178	1,167	11	38		10		4	1		1,795	
裸 地	153	99	50	745	100				13			1,160	
牧草地		49		5	604		14		2			674	
果樹園	2				32	19	20	3	2			78	
畑		1			9		154					163	
水田								30				30	
集落・建物									52			52	
ゴルフコース										64		64	
オープンスペース	10		1		33						3	47	
合 計	4,751	5,423	1,228	796	918	19	202	57	77	65	3	13,538	

(単位:ha)

(単位:ha)

1901～1932年における広葉樹林地の変遷

1932～1952年における広葉樹林地の変遷

1952～1974年における広葉樹林地の変遷

1974～1997年における広葉樹林地の変遷

図3 過去100年における広葉樹林地の変遷（鳥取県側のみを表示）

ベルで人為的攪乱の少ない部分に相当していることがわかった。一方、発達段階初期型の見られるプロットは、1953年以前に広葉樹でない土地利用が卓越する部分に対応していた。

5.2. ブナクラス域の森林動態

図4に、1982年の環境庁自然環境保全調査「現存植生図」をもとにGISで編集したブナクラス域の自然植生および代償植生の分布図を示す。公園内のブナクラス域では、クロモジブナ群集 37.3%、ブナミズナラ群落 11.7%、クリーミズナラ群落 25.9%となり、自然植生は少なく代償植生が高い割合を示し、西麓斜面で特に顕著である。そこは過去100年間で見る限り顕著な土地利用変化が認められない地域であった（図3）。しかしながら、プロット調査による林分レベルの解析では人為的攪乱の痕

図4 ブナクラス域の自然植生および代償植生の分布（1982年環境庁自然環境保全調査「現存植生図」より編集）

跡が確認され、地図にあらわれる景観としての植生・土地利用変化は起きていない地域においても、小規模な伐採や火入れによって絶えず人間活動の影

響を受けてきた歴史的背景が推察される。そこでは、代償植生として標高が高い地域ではブナ・ミズナラ群落、低い地域ではクリー・ミズナラ群落が優占している。このことは、集落からの距離や分布密度と関連すると考えられ、そこが薪炭林としていかなる頻度で利用されてきたかが問題となる。この点については今後の課題である。

以上のことから推論すると、クロモジーブナ群集、その代償植生であるブナ・ミズナラ群落とクリー・ミズナラ群落は、ブナ林の再生複合体として群集レベルと同様に景観レベルでも遷移段階の異なる相(Phase)を形成しているといえる(Watt, 1947)。

6. 景観変遷と自然立地条件

ここでは、植生・土地利用景観の変遷と土地・自然の立地条件との関係を GIS の空間解析手法を用いて検討する。すなわち、今日の植生景観の出現に

関与した過去約 100 年間の土地利用変化(攪乱)の場の問題を、自然立地因子と関連づけて議論する。

自然潜在力の均質な自然立地単位を設定するために、本研究では地形傾斜と土壌を組み合わせた。傾斜は国土数値情報の 50m メッシュ標高データから求め、5 ランクの傾斜クラスを設定した。一方、土壌は国土数値情報細密情報(1km メッシュ)データを用いて 6 区分の土壌クラスを得た。両者のマトリックスから、対象地域では 30 区分の自然立地クラスが抽出された。

表 2 は、過去 100 年間の 4 時期(1901~1932 年、1932~1953 年、1953~1974 年および 1974~1997 年)の広葉樹林地の変化図と自然立地クラスとを重ね合わせ、各自然立地クラスごとに各 4 時期間の広葉樹林地の消失面積を求めたものである。

土壌型としては、乾性褐色森林土壌と褐色森林土壌が全体の 9 割以上を占めるので、立地クラスの差

表 2 自然立地クラスごとの広葉樹林地の消失面積

自然立地クラス			広葉樹林地の消失面積					消失率
土壌型	傾斜	面積(a)	1901-1932年	1932-1953年	1953-1974年	1974-1997年	合計(b)	(b/a×100)
岩屑性土壌	7°未満	35	2	1	3	0	5	16 %
	8~15°	246	2	1	40	1	44	18 %
	16~25°	303	1	3	57	2	63	21 %
	26~35°	418	4	4	81	6	95	23 %
	36度以上	369	2	2	57	5	67	18 %
灰色低地土壌	7°未満	584	2	1	7	0	10	2 %
	8~15°	289	5	2	22	0	30	10 %
	16~25°	126	1	4	11	0	16	13 %
	26~35°	0	0	1	2	0	3	0 %
	36度以上	0	0	0	0	0	0	0 %
乾性褐色森林土壌	7°未満	8,193	60	47	225	45	377	5 %
	8~15°	7,651	117	97	440	86	739	10 %
	16~25°	6,554	97	91	450	105	744	11 %
	26~35°	4,180	68	49	419	77	613	15 %
	36度以上	1,243	19	24	159	30	233	19 %
褐色森林土壌	7°未満	1,604	3	6	7	5	22	1 %
	8~15°	1,996	30	9	59	40	138	7 %
	16~25°	2,565	30	18	140	56	243	9 %
	26~35°	2,195	29	17	145	46	238	11 %
	36度以上	912	14	13	73	14	115	13 %
湿性褐色森林土壌	7°未満	21	0	0	0	0	0	0 %
	8~15°	58	0	0	0	0	0	0 %
	16~25°	67	0	0	0	0	0	0 %
	26~35°	23	0	0	0	0	0	0 %
	36度以上	0	0	0	0	0	0	0 %
乾性ポドソル化土壌	7°未満	0	0	0	0	0	0	0 %
	8~15°	16	0	0	0	0	0	0 %
	16~25°	44	0	0	0	0	0	0 %
	26~35°	56	0	0	1	0	1	1 %
	36度以上	21	0	0	1	0	1	5 %
39,768			491	393	2,450	517	3,851	10 %

(単位: ha)

図5 広葉樹林の消失地と傾斜との関係（乾性褐色森林土壌型クラス内における）

別化には傾斜の影響が考慮される。広葉樹林地の消失は、全体的に1953年以前の時代は比較的緩勾配の斜面で進んだが、それ以降は25°を上回る急斜面でも伐採されている。これは戦後の拡大造林の結果で、事実広大な針葉樹（人工林地）へと転化している。図5は、対象地域の7割を占める乾性褐色森林土壌の分布域で、広葉樹林の消失地と傾斜との関係を示したものである。1953～1974年間では、自然立地条件に関係なく、景観を一変させる広葉樹林地の消失があったことを物語っている。

7. 結語 — 公園管理への提言

近年の遺伝子資源や生物多様性に対する関心の高まりによって、国立公園も単に自然風景地やリクリエーション利用のみならず、生物資源保護や環境保全など多様な役割が求められるようになってきた。公園管理という点においても収穫維持から生態系維持へとシフトしたことにより、複雑な生態系機能の時間的、空間的分析が重要な意味を持つようになった。GISとリモートセンシングの手法は、こうした分析に有効なツールであることは明らかである。より大きな空間的、時間的規模において一見定常的、連続的に見えるプロセスが、実は断続的で変化に富んだものであることがわかることがある。こうした視点が景観研究にとっては、極めて重要である。したがって、長期的な展望を持って植生を動的なものと認識し、さまざまなスケールでプロセスを管理・モニタリングする手法が求められる。

景観構造の把握は、景観レベルでの歴史的背景と土地自然の特徴および林分レベルでのダイナミクスを連関させて把握することが重要である。本論文では主に景観を構成する植生の特徴、すなわち景観レベルでの植生について検討したが、それと林分レベルの観察情報をGISでリンクさせることの有効性も示した。詳細な林分観察と森林植生の動態については、稿を改めて論じるつもりである。

参考文献

- 鎌田磨人・中越信和（1990）農村周辺の1960年代以降における二次植生の分布構造とその変遷。「日本生態学会誌」, 40, 137-150.
- 深町加津江・奥 敬一・下村彰男・熊谷洋一・横張 真（1999）京都府上世屋・五十河地区におけるブナ林の管理手法と生態的特性。「ランドスケープ研究」, 62, 687-692.
- 藤原弘純（2000）『日野川の自然』, 富士書店, 265.
- 堀 繁（1995）わが国の国立公園の計画管理の実態とその変遷に関する研究。「日本造園学会誌」, 59, 85-92.
- 宮脇 昭（1989）『日本植生誌—中国』, 至文堂, 540.
- 矢守一彦（1977）『江戸時代回誌, 第19巻 山陰道』, 筑摩書房, 174.
- Watt, A.S. (1947) Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology*, 35, 1-22.
- White, S. and Pickett, A. (1985) *Natural disturbance and patch dynamics*. New York: Academic Press, 472.