国営みちのく杜の湖畔公園における森林管理計画のための林床植生と環境条件の関係解析

Analysis of the Relationships between Forest Floor Vegetation and Environmental Factors for Forest Management Plan at Michinoku Lakewood National Government Park

畠瀬 頼子^{*, **} 藤原 宣夫^{**} 小栗ひとみ^{**} 百瀬 浩^{**} 宇津木栄津子^{***}
大江 栄三^{***} 井本 郁子^{***}

Yoriko HATASE Nobuo FUJIWARA Hitomi OGURI Hiroshi MOMOSE
Etsuko UTSUGI Eizo OE Ikuko IMOTO

Abstract : Many people have recently been appreciating country forests as an amenity area in their daily lives. In order to keep the forest floor vegetation in good condition, it is necessary to set a clear target for a management plan of the forest based on analysis of relationships among the forest floor vegetation, the landforms and other environmental factors. The purpose of this study is to examine how to categorize habitats and how to set a target of a management plan based on the analysis. A case study was conducted to understand the relationships in Michinoku Lakewood National Government Park in Kawasaki Town, Miyagi Prefecture, Japan. It was found that the species composition of the vegetation, the accumulated air temperature and the soil moisture were different in different landforms (i.e. valley and ridge / slope). The relative photon flux density of the valley was not higher than the one of the ridge / slope, although the tree density of the ridge / slope was lower than the valley's. Based on these results, we proposed that it was necessary to categorize the habitats into two types, valley and ridge / slope, and to set a target of the management plan based on the characteristics formed by the species composition and environmental factors of the two types.

Keywords: forest floor vegetation, forest management plan, park, hills, habitat category

キーワード : 林床植生, 森林管理計画, 公園, 丘陵地, 立地区分

1. 研究の背景と目的

近年, 里山の身近な森林は散策などのレクリエーションや環境教育の場, ボランティア活動の場, 生物多様性保全への貢献などの新たな価値が見出されている¹⁾²⁾。都市公園においてもボランティアによる雑木林の植生管理などを中心に, 里山の森林を活用した取り組みが盛んになってきている³⁾⁴⁾⁵⁾。

雑木林の林床には管理の状況に応じた多様な林床植物が生育する。林床草本の開花は美しい林床景観を形成して森林の価値を高めると同時に⁶⁾, 種子生産による個体群の維持を通じて林床景観を長期的に維持するために重要である⁷⁾。しかし, 利用頻度が低下して管理が放棄された雑木林ではササ類や低木の繁茂により林床が暗くなり, 林床植物の開花の減少⁸⁾⁹⁾や, 種数の減少, 構成種の変化などがみられるようになる¹⁰⁾。このため, 利用に適した林床植生を維持するには適切な管理が必要となる。

これまで雑木林の林床植生の管理手法に関しては多くの研究が行われてきた⁶⁾¹¹⁾¹²⁾。管理と林床植生の関係を論じた研究⁹⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾, 丘陵地の雑木林を主な対象に地形と植生との関係を論じた研究も多い¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾。実際に公園を事例地として, 林床植生と地形, 環境条件の関係から, 立地区分や管理目標について論じた研究には関東地方の丘陵地のものがあるが²⁰⁾, 少ない。適切な管理のためには植生や地形, 環境条件などに配慮した立地区分と, 管理目標の設定や管理計画が必要である²¹⁾²²⁾²³⁾²⁴⁾。

そこで本研究では, 特に既存の事例が少ない東北地方において, 国営公園を事例地として管理目標, 管理計画検討の基礎資料とするため, 現地調査により地形, 環境条件, 林床植生の関係を明らかにし, 立地区分の設定方法を考察した。

2. 研究手法

(1) 事例地の概要

事例地は宮城県川崎町, 仙台市の南西に位置する国営みちのく杜の湖畔公園のⅢ期地区と呼ばれる未開園の地域である。Ⅲ期地区は谷筋の入り組んだ丘陵地からなり, 全体面積 131.3ha のうち約 74% が森林に覆われている。森林の大部分は少なくとも昭和 30 年代までは伐採, 管理などの影響を受けていたコナラ林で, 植物社会学的にはクリーコナラ群集²⁵⁾に位置付けられると考えられる。潜在的にはモミーヌブナ群集²⁵⁾が成立すると考えられるが, 極相的な植分は残っていない。雑木林の林床の管理は停止し, 林床にはササ類が繁茂した場所が多くなっている。ササ類にはア

図-1 事例地と調査区

背景の植生図は東北地方整備局国営みちのく杜の湖畔公園工事業務所 (2000)²⁶⁾を改変したものである。

* (財)自然環境研究センター ** 国土交通省国土技術政策総合研究所 *** (株)緑生研究所

ズマザサ・アズマネザサ・チマキザサ・ミヤコザサの4種類が確認されているが、優占するのは大部分がアズマネザサである。

(2) 植生調査および環境調査手法

事例地で2000年度に作成された植生図や地形分類図²⁶⁾を参考とし、植生管理や景観解析を行うためのまとまりをもった区域として、小流域および植生、地形を考慮した実験区を設けた(図-1)。

この実験区内に21地点の調査区を設定した。調査区は植生区分ではコナラ林、微地形区分²⁷⁾では丘頂平坦面、丘頂緩斜面、上部谷壁斜面、谷頭急斜面、下部谷壁斜面、谷頭凹地に位置する。調査区のサイズは10m×10mを基本とし、谷部の2地点(No.1, 2)では地形を考慮して5m×10mとした。解析に際してはこれらを下記の3タイプに分類した。

①尾根：稜線上の緩斜面あるいは平坦面、普通は土壌が薄く乾燥しやすい。微地形区分としては丘頂平坦面・丘頂緩斜面。

②斜面：丘頂斜面、丘頂平坦面の下に連なる斜面(直線的あるいは凸型の斜面)。微地形区分では上部谷壁斜面および谷頭急斜面。

③谷：小流域の水路に最も近い部分に位置する斜面。微地形区分としては下部谷壁斜面および谷頭凹地(ここでは極めて浅い谷の谷頭)。

各調査区において樹林構造調査、林床植生調査および環境調査を行った²⁸⁾。樹林構造調査では樹高2m以上の樹木(以下、高木と記載)について位置、種名、樹高、胸高直径を、樹高0.5m以上2m未満の樹木(以下、低木と記載)について種名と株数を記録した。また、各調査区内の任意の位置に2m×2mのサブコドラートを3つ設定し、ササ類の高さ、稈数の記録を行った。ササ稈数密度はサブコドラート(4㎡)の稈数の平均を100㎡あたりに換算した。

林床植生調査は季節変化を考慮し春期(2002年6月)と夏期(2002年9月)の年2回実施した。植生調査は草本層(高さ0.5m以下)を対象として種名、高さ、被度、開花・結実の有無を記録した。調査結果から高さの比(H')と被度の比(C')を用いて各種の積算優占度 $SDR_2 = (H' + C') / 2$ を算出し²⁹⁾、素表を作成した。植物社会学的方法により素表をもとに表操作を繰り返し、類似の出現パターンを示す種群を抽出し、その結果を常在度表にまとめた。開花調査結果については春期と夏期の別に開花の有無を整理した。

調査区に環境調査地点を設定し、相対光量子密度、気温、地温および土壌水分の測定を行った。相対光量子密度・土壌水分は早春期(2002年3月)、春期(2002年4月)、夏期(2002年7月)に測定した。気温・地温は2002年3月から連続測定を行った。

光量子密度はLI-COR社の光量子計LI-250と計測記録計LI-1400を用いて、曇天時の午前9時~15時の間に測定した。測定は林床植物の光環境を把握するため、地表面から約10cmの高さで行った。同時に全天下で定点観測を行い、その相対値を相対光量子密度(%)として算出した。1調査地点につき4回測定を反復し、その平均を調査区の代表値とした。

気温および地温はT&D社の自動計測記録計TR-71Sを用い、気温は測定高を1m、地温は地表から約3cmの深さにセンサーを埋設して測定した。測定結果から植物の生育期間を想定した150日間(2002年5月20日~10月16日)の積算温度を算出した。しかし、積算地温と積算気温の算出のための計測値が得られたのは、谷の調査区についてはNo.2の1地点のみであった。

土壌水分は大起理化学工業株式会社の土壌水分計DIK-311Aを用いて、24時間以内に降水のない日に測定した。1調査地点につき4回測定を反復し、その平均を調査地点の代表値とした。

以上の測定結果を整理して林床植生と環境条件との関係を把握した。

表-1 林床植生の常在度表
ローマ数字は常在度、アラビア数字は出現回数を示す。その他の種については出現回数26回以下のものを省略した。

地形区分 調査時期 調査区数 平均出現種数	尾根		斜面		谷	
	春	夏	春	夏	春	夏
尾根・斜面に偏る種						
オオバクロモジ	V	IV	IV	IV	・	1
ヤマツツジ	V	V	IV	IV	1	1
エンコウカエデ	V	IV	III	IV	・	・
オオカモメヅル	IV	IV	III	IV	・	・
ツクバネウツギ	V	V	II	IV	・	・
マキノスミレ	IV	V	III	II	・	・
マルバアオダモ	III	III	III	III	・	・
ウリハダカエデ	V	IV	III	II	・	・
シュンラン	IV	IV	III	III	・	・
オケラ	IV	IV	III	II	・	・
ウツミズザクラ	IV	III	III	II	・	・
オクチョウジザクラ	IV	III	III	III	・	・
エゴノキ	IV	II	IV	III	・	・
コブシ	IV	IV	III	II	・	・
ツリバナ	V	II	IV	III	・	・
谷に偏る種						
ヤマジノホトギス	II	II	II	II	2	2
マムシグサ	・	・	III	II	2	2
ミツバウツギ	I	・	II	II	2	2
トリアシショウマ	・	・	II	II	2	2
ウマノミツバ	I	I	I	・	2	2
メタカラコウ	・	・	・	・	2	1
その他の種						
フジ	IV	V	V	V	3	3
ミツバアケビ	V	V	V	V	2	2
チゴユリ	V	V	V	V	2	2
ハンショウヅル	V	IV	V	V	3	2
コゴメウツギ	V	V	IV	IV	2	2
ガマズミ	IV	V	IV	IV	2	1
サルトリイバラ	V	V	IV	III	2	1
オオバジャノヒゲ	III	IV	III	V	3	2
タチツボスミレ	V	III	V	III	2	2
タガネソウ	V	V	III	IV	1	2
オオバギボウシ	IV	IV	IV	IV	1	1
コチヂミザサ	III	IV	III	IV	2	2
シラヤマギク	III	V	III	IV	3	1
(以下省略)						

表-2 主な開花・結実種
表中の数値は開花・結実のみられた調査区数。開花・結実のみられた調査区数が1地点以下のものは省略した。

調査時期 地形区分 平均開花・結実種数	春			夏		
	尾根	斜面	谷	尾根	斜面	谷
タチツボスミレ	5	4	2	3	2	2
ミヤマナルコユリ	3	3	1	1	1	1
チゴユリ	3			6	3	1
イチヤクソウ	2			1	1	
ナツトウダイ	1	1		1		
アオヤギソウ	3	4	2			
コゴメウツギ	2	1				
ミヤマカンスゲ	1	2	1			
シュンラン	1	1				
ヒカゲスゲ	1	1				
ヒメカンスゲ	1	2				
アオヤギソウ				5	3	2
オオバギボウシ				2	1	1
オオバジャノヒゲ				2	3	2
オクモミジハグマ				1	1	1
カノツメソウ				2	5	3
キバナアキギリ				5	4	2
ケチヂミザサ				5	6	2
センダイトウヒレン				1	1	2
ヤマジノホトギス				1	2	1
アキノキリンソウ				2	3	
オヤリハグマ				1	1	
コウヤギサ				3	2	
シラヤマギク				2	1	
シロヨメナ				1		2
タムラソウ				1		1
ヤマハッカ				1		1
(以下省略)						

表－3 調査区の特徴と樹林構造

地形区分	尾根										斜面										谷		
調査区番号	3	4	16	18	19	22	23	24	25	5	6	10	11	12	17	20	21	27	1	2	26		
方位	S30W	S11W	S74W	S87W	N80W	S75W	S16E	S80E	S24W	W	S2W	S80W	N2W	E	S28W	S36W	S30E	S20W	N12W	S49W	S8W		
傾斜(°)	21	11	21	20	23	21	15	23	16	31	29	26	21	32	16	34	32	20	34	44	11		
高木密度(本/a)	84	76	32	55	58	63	58	50	50	82	24	51	49	24	12	45	32	2	4	7	7		
低木株密度(株/a)	48	54	8	16	39	55	22	19	13	31	14	18	23	12	14	41	10	49	12	0	41		
ササ稈数(本/a)	1483	1817	2100	1058	676	775	1908	1625	2825	1750	2458	1600	1817	1150	2658	1983	1867	2525	33	217	2700		

表－4 地形ごとの相対光量子密度の季節変化

地形	早春期		春期		夏期	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
尾根 (n=9)	45.1	22.1	34.9	13.6	0.9	0.3
斜面 (n=9)	44.3	16.9	24.4	14.1	0.7	0.3
谷 (n=3)	29.4	9.7	47.2	19.0	1.2	0.2

図－2 地形ごとの土壌水分の季節変化
エラーバーは標準偏差を示す。 図－3 地形ごとの積算気温・積算地温
エラーバーは標準偏差を示す。

3. 結果

(1) 林床植生と地形

林床に出現した種は合計 192 種、各調査区の平均出現種数は 34～51 種であった。林床植生の構成種には共通する種が多く、いずれの調査区ともミツバアケビ、フジ、チゴユリ、コゴメウツギ、ハンショウヅルなどの出現頻度が高かった（表－1）。尾根・斜面に偏って出現する種にはオオバクロモジ、エンコウカエデ、ツクバネウツギなど木本種の実生が多いことが特徴的であった。草本種ではマキノスミレ、シュンラン、オケラがあった。谷に偏って出現する種にはマムシグサ、トリアシショウマ、ウマノミツバなど湿性立地を好む種が多かった。

開花・結実種数は春期で 2～3 種、夏期で 5～10 種と少なく、事例地の林床が現在、管理が停止して暗い環境にあるため、林床植物の生育状況は良好でないことが確認された（表－2）。開花・結実種数は春期よりも夏期が多く、夏期の谷でもっとも多かった。春にのみ開花・結実が確認された種にはミヤマカンズゲなどのス

ゲ属、シュンランなどがあつた。夏期になってから開花・結実が確認された種にはオオバギボウシ、カノツメソウ、キバナアキギリなどがあつた。

(2) 樹林構造と光条件、温度条件

林床の相対光量子密度は、春期から夏期にかけて急速に減少した（表－4）。早春期から春期にかけて 24～47%ほどあつた相対光量子密度は、夏期には 0.7～1.2%まで減少した。これは高木の落葉広葉樹の展葉にともない急速に林内が暗くなることを示していると考えられる。

林内の光条件に大きな影響を与えると考えられる樹林構造を地形区分ごとに比較した（表－3）。高木密度は尾根・斜面に対し谷で低く、地形による違いは有意であった（一元配置分散分析, $P<0.05$ ）。各地形間の高木密度の差は尾根と谷の間で有意であった（Bonferroni 多重比較, t 検定, $P<0.05$ ）。特に、谷の調査区 No.1, 2 では低木株密度、ササ稈密度ともに低く、林床を覆う高木、低木、ササ類は少なかった。

地形による樹林構造の違いは林床の光条件に影響を与える可能性がある。しかし、高木密度の低い谷の相対光量子密度が尾根・斜面よりも高くなるという傾向は特にみられず、いずれの季節においても地形による相対光量子密度の違いは有意でなかった（一元配置分散分析, n.s.）。

(3) 土壌水分、温度条件と地形

土壌水分は早春期と夏期よりも春期が若干低くなるものの、調査時期の違いによって大きく異なることはなかった（図－2）。尾根・斜面の土壌水分が $0.3\sim0.5\text{ m}^3\text{ m}^{-3}$ 程度で推移するのに対し、谷では $0.4\sim0.55\text{ m}^3\text{ m}^{-3}$ の比較的高い値を示した。地形による土壌水分の違いは夏期に有意であり（一元配置分散分析, $P<0.05$ ）、その地形間での差は尾根と谷の間で有意であった（Bonferroni 多重比較, t 検定, $P<0.05$ ）。

積算地温と積算気温については、計測値は少ないが、積算気温は尾根・斜面と比較して谷は低い値を示した（図－3）。しかし、積算地温では尾根・斜面・谷の間で明らかな差は見られなかった。

以上のような尾根・斜面に対して谷は積算気温が低く、土壌水分が安定して高いという環境条件の違いは、尾根・斜面と谷とでの林床植生の種組成の違いと対応していた。

4. 考察

事例地の尾根・斜面には林床に木本の実生が多く出現し、低木層にはヤマツツジが多くみられた。草本ではマキノスミレ、シュンランなどが尾根・斜面に偏って出現していた。一方、谷にはマムシグサ、トリアシショウマ、メタカラコウなどの草本が偏って出現した。これは事例地では尾根と斜面での林床植生の違いが比較的小さく、谷の林床植生の違いのみが大きいのことを示している。関東地方の丘陵地では頂部斜面と、谷壁斜面および谷頭急斜面の植生の違いが示されている¹⁷⁾²⁰⁾。しかし、東北地方の丘陵地におけるコナラ林の種組成と地形との関係を検討した事例では、0 次谷に挟まれた比高の小さな尾根の頂部斜面と谷壁斜面、麓部斜面との間での種組成の違いは明確でなく、比高の大きな尾根で明確になることが示されている¹⁸⁾¹⁹⁾。事例地では尾根と斜面の土壌水分条件の違いが確認されなかったことに示されるように乾性の立地が不明瞭であることが、尾根と斜面の林床植生に差が見られな

い結果に影響していると考えられる。事例地で乾性の立地が不明瞭であることには、この地域は関東地方に比べて積雪が多く、冬季から早春季にかけて林床が乾燥しにくいことが影響していると考えられる。さらに、事例地の丘陵がやせ尾根と急峻な急腹斜面からなるため尾根の幅が狭いことも、尾根にのみ出現する種を少なくし、尾根と斜面の林床植生の違いを不明瞭にしていると考えられる。

また、事例地の谷では高木密度が低いにもかかわらず、相対光量子密度には尾根・斜面と大きな違いがみられないことが明らかになった。これは、谷では高木層などの樹林構造によってではなく、地形によって光量が遮られ、相対光量子密度が低下するためと推察される。一方、尾根・斜面は高木密度、低木密度ともに高く、林床が低木や高木によって光量を遮られやすい群落構造となっていた。

森林管理計画において自然のもつポテンシャルを十分に活かすためには、立地の環境条件の違いと、それを反映した種組成の違いに基づいた目標の設定が必要である。その単位として、一定の質を持った林床植生が成立しうる立地の区分が考えられる。事例地では、尾根・斜面と谷との間の種組成および環境条件の違いが明瞭であったため、これらを異なる単位として扱い、特性の違いを踏まえた目標を検討する必要があると考えられる。

今後、具体的な管理目標を設定するためには管理の効果や影響を踏まえた検討が必要であり、管理実験による検討が必要と考えられる。

謝辞

調査を進めるにあたって、国営みちのく杜の湖畔公園工事事務所の皆様には様々な便宜を図って頂いた。東京大学の西廣淳助手には調査方法などに関して貴重なアドバイスを頂いた。以上の方々には心よりお礼申し上げます。

引用文献

- 1) 守山弘 (1998)：生物の生息地としての里山：ランドスケープ研究 61(4), 281-283
- 2) 環境省 (2002)：新・生物多様性国家戦略－自然の保全と再生のための基本計画－：ぎょうせい, 315pp
- 3) 根来喜和子 (1998)：公園としての里山－東京都における丘陵地公園への取り組みの変遷－：ランドスケープ研究 61(4), 293-295
- 4) 藤原宣夫・山岸裕 (2003)：里山保全制度への取り組み状況－全国自治体アンケートより－：国土技術政策総合研究所資料 67, 97pp
- 5) 倉本宣・麻生嘉 (2001)：里山ボランティアによる雑木林管理－桜ヶ丘公園を例に－：武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤編「里山の環境学」：東京大学出版会, 141-144
- 6) 養父志乃夫 (1990)：野生草花による林床景観の育成・管理に関する生態学的研究：造園雑誌 54(1), 35-42
- 7) 浜田拓・倉本宣 (1994)：実生出現法によるコナラ林の埋土種子集団の研究及びその植生管理への応用：ランドスケープ研究 58(1), 76-82
- 8) 倉本宣 (1984)：都市公園における春植物ニリンソウ保全のための基礎的研究：造園雑誌 47(5), 101-105
- 9) 深田健二・亀山章 (2003)：雑木林における上層木の伐採が林床草本の生育に及ぼす影響：ランドスケープ研究 66(5), 525-530
- 10) 中静透・飯田滋生 (1996)：雑木林の種多様性：亀山章編「雑木林の植生管理」：ソフトサイエンス社, 17-24
- 11) 養父志乃夫 (2002)：自然生態修復工学入門：社団法人農山漁村文化協会, 161pp.
- 12) 養父志乃夫 (1996)：林床管理と密度管理：亀山章編「雑木林の植生管理」：ソフトサイエンス社, 159-183
- 13) 加藤和弘・谷地麻衣子 (2003)：里山林の植生管理と植物の種多様性および土壌の化学性の関係：ランドスケープ研究 66(5), 521-524
- 14) 根本淳・中島敦司・中尾史朗・山田弘之・養父志乃夫 (2003)：踏圧によって裸地化した都市近郊コナラ二次林における林床植生の復元ポテンシャル：ランドスケープ研究 66(5), 531-536
- 15) 大久保悟・神山麻子・北川淑子・武内和彦 (2003)：多摩丘陵におけるコナラ二次林および林縁の草本層種構成と微地形との対応：ランドスケープ研究 66(5), 537-542
- 16) 辻誠治・星野義延 (1992)：コナラ二次林の林床管理の変化が種組成と土壌に及ぼす影響：日本生態学会誌 42, 125-136
- 17) 大澤雅彦 (1990)：微地形と植生：松井健・武内和彦・田村俊和編「丘陵地の自然環境」：古今書院, 133-139
- 18) 菊池多賀夫 (2001)：地形植生誌：東京大学出版会, 220pp.
- 19) Kikuchi, T (1990)：A DCA analysis of floristic variation of plant communities in relation to micro-landform variation in hillside area, Ecological Review 22, 25-31
- 20) 石坂健彦 (1989)：大規模緑地の植生管理に関する群落構造的な研究：緑地学研究 8, 110pp
- 21) 重松敏則 (1992)：里山管理の理論と手法：杉山恵一・進士五十八編「自然環境復元の技術」：ソフトサイエンス社, 74-87
- 22) 島田直明・藤原一繪 (2002)：二次林の管理計画のための植生の空間的分布と人為的管理の関係：ランドスケープ研究 65(5), 557-562
- 23) 山本勝利・加藤好武・横張真 (1998)：春植物群の生育から見た中山間地における森林の林分構造と立地：ランドスケープ研究 61(5), 557-562
- 24) 日置佳之 (1998)：エコパークの計画とは：亀山章・倉本宣編「エコパーク」：ソフトサイエンス社, 48-52
- 25) 宮脇昭 (1987)：日本植生誌 東北, 至文堂, 605pp.
- 26) 東北地方整備局国営みちのく杜の湖畔公園工事事務所 (2000)：平成 12 年度みちのく公園Ⅲ期地区環境図化業務報告書, 103pp
- 27) 田村俊和 (1990)：微地形：松井健・武内和彦・田村俊和編「丘陵地の自然環境」：古今書院, 47-54
- 28) 国土技術政策総合研究所環境研究部緑化生態研究室 (2003)：平成 14 年度みちのく公園Ⅲ期地区環境管理実験調査業務報告書, 85pp
- 29) 沼田眞 (1978)：植物生態の観察と研究：東海大学出版会, 275pp