

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

Plant Species Composition of the Herbaceous Layer of Secondary Woodlands and their Verges in Relation to Micro-scale Landform in the Tama Hills, Central Japan

大久保 悟* 神山 麻子** 北川 淑子* 武内 和彦*
Satoru OKUBO Asako KAMIYAMA Yoshiko KITAGAWA Kazuhiko TAKEUCHI

Abstract : Much attention is now being paid to secondary woodlands because of their high biodiversity. Especially in hilly areas, variations in both micro-scale landform and vegetation management are important factors in maintaining plant species diversity. Our objective was to clarify the influence of the two factors on the species composition of the herbaceous layer of *Quercus serrata* secondary woodlands and their verges to paddy fields in the western Tama Hills, central Japan. Seven transects were set on hillslopes that had typical arrangements of micro-scale landform units, and 159 quadrats measuring 2 m × 2 m were set along them. Plant species that appeared in the herbaceous layer were recorded, and the relative light intensity and soil moisture were measured in each quadrat. Ordination by Detrended Correspondence Analysis showed that two environmental factors had significant effects in determining the species composition: light condition, which was influenced mainly by vegetation management, and soil moisture, which varied along the arrangement of micro-scale landforms from crest slopes to lower side slopes and head hollows. We found that micro-scale landform affected vegetation structure. The effect is more complicated on the lowermost slopes adjacent to paddy fields in the valley bottoms, because these slopes are disturbed by the unstable land conditions and intensive management.

Keywords: plant species diversity, secondary woodland, hills, micro-scale landform, detrended correspondence analysis, herbaceous vegetation

キーワード：植物多様性、二次林、丘陵地、微地形、DCA、草本層植生

1. 研究の背景と目的

近年、二次的自然における生物多様性の問題は、国内外を問わず注目を集めている。とくにヨーロッパ各国は、国をあげて農耕地景観における生物多様性の維持に取り組んでいる（例えば Ovenden et al., 1998）。わが国でも、里地や里山と呼ばれる代表的な二次的自然における生物多様性の減少が問題となっており、環境省自然保護局が実施した「日本の里地里山の調査・分析」の結果では、絶滅危惧植物が集中して生育する場所の55%がこの地域に分布しているという（環境省自然保護局のホームページより）。

従来、里地地域では、地域の地形や土壌の特質といった自然条件に対応した、雑木林や採草地、農耕地などの土地利用がなされてきた。つまり、低山地や丘陵地、台地上に位置する当該地域の土地利用は土地自然に対応して様々であると同時に、定期的な管理によって様々な遷移段階の植生が維持されることで、地域生態系全体で生物多様性が保全されていた。しかし、生活様式の変貌に伴って存在価値の低下した雑木林は、定期的な管理が放棄されて植生遷移が進行し、また農村の過疎化や高齢化による農業の担い手不足によって、農耕地利用も放棄されつつある。一方、都市近郊では、多くの農耕地が都市的土地利用へ転用されている。こうした変化によって、時間的にも空間的にも多様であった植生が消失または単純化し、「身近な植物相」の減少が問題となってきたと考えられる。

そのため、里地地域における多様な植物相の保全を図るためには、地形や土壌といった地域の土地自然を把握し、多様な土地自然条件がもたらす植生構造の違いを明らかにすると同時に、適正な植生管理によって成立する様々な遷移段階における植生構造を

把握することが重要である。これまでも、とくに二次林植生と管理との関連性については、放棄された二次林の種組成変化（浜端, 1980; 藤村, 1994; Iida and Nakashizuka, 1995）や、植生管理に伴う植生動態（山瀬, 1998; 山崎ら, 2000）などの多くの研究が行われてきた。また、里地の主要な立地である丘陵地を対象に、微地形と植生の関連性が示されてきた（Tamura and Takeuchi, 1980; 石坂ら, 1986; Matsubayashi, 2000）。しかし、植生管理と土地自然の違いと、植生との対応を複合的に把握した研究は少なく、また、里地地域全体を一体的に管理することで、地域全体で保全される植物相の多様性を明確にした事例はほとんどない。

そこで本研究では、丘陵地の二次林と林縁部において、地形と土壌、管理程度、そして植生との対応関係を把握することを目的とした。とくに、植生管理や地形・土壌条件の影響を受けやすい草本層に注目し、その種構成の違いをもたらした環境要因について分析を行った。

2. 研究手法

(1) 対象地の概要

対象地は、多摩丘陵西部鶴見川源流部に位置する（図-1）。多摩丘陵は関東平野西縁に位置し、北西から南東にかけて緩やかな起伏で連なる丘陵であり、基盤は前期更新世に堆積した上総層群である（岡, 1991）。対象地域は、上総層群のうち小山田層および連光寺層から構成され（高野, 1994）、小山田層中部のシルト層が不透水層となり、谷底低地が発達している。通常多摩丘陵北西部には、上総層群を不整合に覆う御殿峠礫層が確認されるが、対象地域は多摩丘陵と相模原台地の境界に位置するため、明瞭な御殿峠礫層は確認されず、上総層群の直上は多摩ロームをはじめ

*東京大学大学院農学生命科学研究科 **日本アイ・ピー・エム株式会社

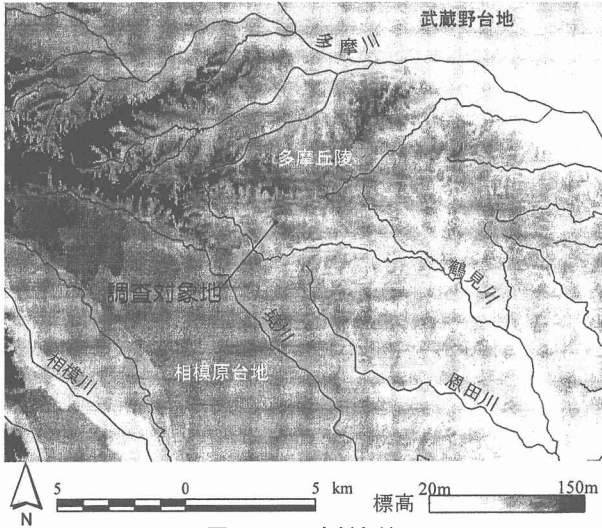


図-1 調査対象地

標高による彩段図は、国土地理院発行「数値地図 50 m (標高)」より作成。河川情報は、国土交通省の「国土数値情報 河川(線): W02-07」より一部改変して作成。

とする関東ローム層に不整合に覆われる層序になっている。

また対象地域は、「東京における自然の保護と回復に関する条例」に基づき歴史環境保全地域に指定されている。町田市図師町と小野路町にまたがる部分に位置し、丘陵斜面のコナラを中心とした二次林と谷底低地の復元された水田の入り組んだ地域が、一体的に保全されている。この保全地域の特筆すべき点は、元地権者などから構成される任意団体「町田歴史環境管理組合」が、東京都から委託を受けて、所有地の植生管理や水田の復元管理などを行っていることである(斉藤, 1998)。そのため、従来農業利用を行っ

ていた際の伝統的な管理手法が適用されている(北川, 2001)。

(2) 植生調査および環境調査手法

植生調査地を決定するために、東京都環境保全局自然保護部が1996年に作成した現況平面図(1:2,000)と、国土地理院が1974年に撮影した空中写真(約1:7,000)の立体視判読により、対象地域の亜小地形区分(Tamura, 1981)を行った。その結果をもとに、丘陵頂部から谷底部にかけて典型的な亜小地形配列がみられ、近年の植生管理密度の異なる場所に7本の調査ラインを設置した(図-2)。1997年間伐が行われ、その後毎年下刈が行われているラインA, B, G, 1999年にもみ間伐および下刈が行われたラインC, D, および過去20年以上管理が行われていないラインE, Fである。間伐は、おもにアカマツなど枯死木の除去や、シラカシなどの常緑広葉樹に対し行われ、下刈は、下層の常緑広葉樹(シラカシやヒサカキなど)や高茎のアズマネザサを除去する目的で行われている。これらの管理の際に落葉はきが行われたが、この時以外の管理は行われていない(田極公市管理組合理事長, 私信)。いずれのラインもコナラを中心とした落葉広葉樹林に位置し、丘陵頂部斜面から谷底低地に達するまで、等高線に対して直交するように設置した。そのため各ラインは、二次林内および谷底低地に位置する水田との林縁を含む(表-1)。とくに水田との隣接する丘陵斜面最下部は、田面を被陰する木本類の皆伐と、年2回(田植え前と稲刈り前)の定期的な草刈(地際から数センチのところ以上)が行われており、草本植生が成立している。この斜面最下部の管理手法は、ラインを問わずほぼ同様と考えられる。またこの部分を除いた部分は、ライン内でほぼ同様な植生管理が行われており、その頻度はラインごとで異なる(表-1)。

各ラインに沿って、連続する2×2mの調査区を設置し、植生調査を2001年6月から9月にかけて行った。7本のラインで合計159調査区である。植生調査は、植生高およそ2m以下の草本

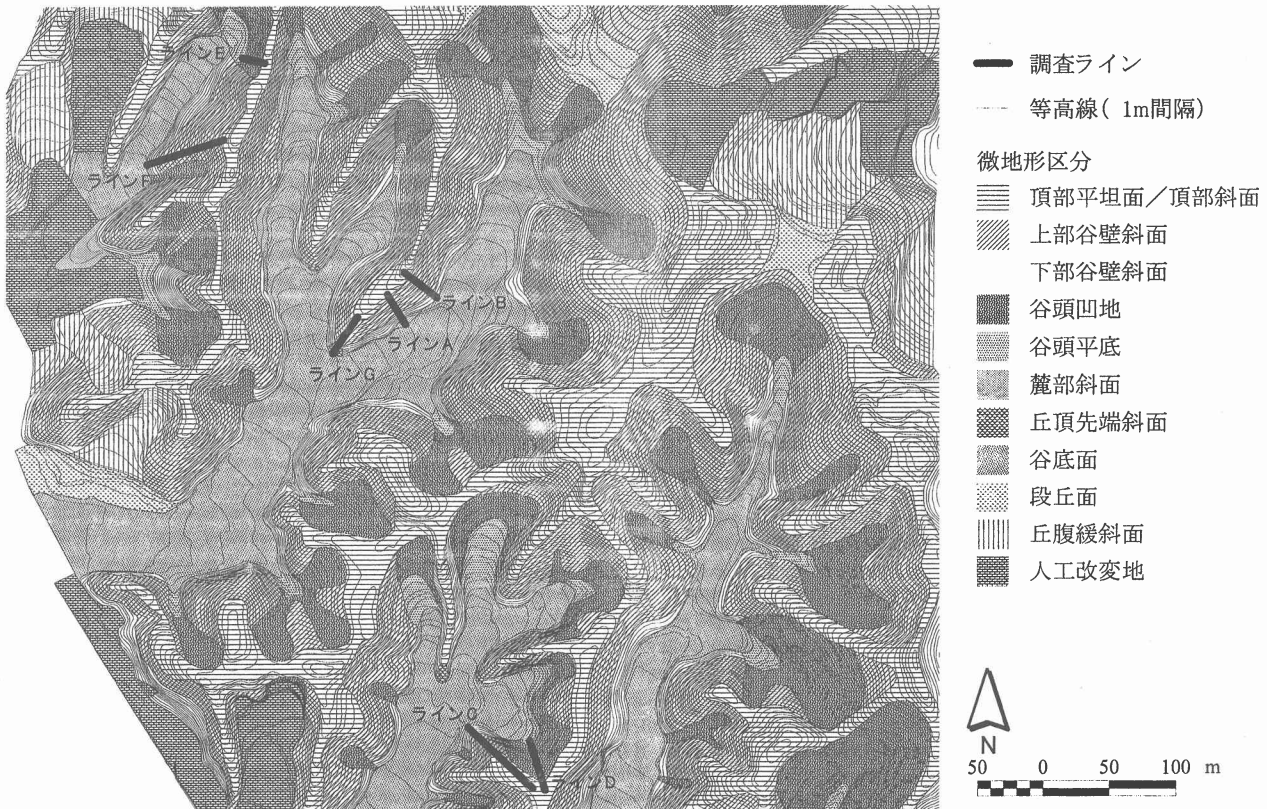


図-2 対象地の微地形分類図と各調査ラインの位置

表-1 各調査ラインの管理状況と草本層の関係

	調査ライン						
	A	B	C	D	E	F	G
ライン長(m)	26	38	82	44	28	60	40
うち林内部(m) ^{*1}	18	34	80	42	28	52	32
斜面方位	SE	ESE	NW	NW	W	SW	SW
水平斜面断面型	凹	凸	凸	凹	凹	凸	凸
高木密度(本/m) ^{*2}							
落葉木本	0.39	0.38	0.24	0.29	0.25	0.19	0.25
アカマツ	0.06	0.03	-	-	-	-	-
亜高木密度(本/m) ^{*2}							
落葉木本	0.17	0.06	0.10	0.05	0.07	0.10	-
常緑木本	-	-	0.01	-	-	0.10	-
低木密度(本/m) ^{*2}							
落葉木本	0.17	0.15	0.38	0.10	0.11	0.23	0.19
常緑木本	0.22	0.24	0.04	0.05	0.25	0.40	0.03
アズマネザサ	-	-	-	-	0.68	0.35	-
管理履歴							
最近の間伐年	1997	1997	1999	1999	-	-	1997
最終下刈り年	2001	2001	1999	1999	-	-	2001
出現種数(中央値)							
頂部斜面	25.0	24.0	17.0	18.0	11.0	11.0	19.0
上部谷壁斜面	22.0	25.5	22.0	-	-	15.0	19.0
下部谷壁斜面	22.0	21.0	25.0	-	-	19.0	-
谷頭凹地	-	-	-	25.0	14.0	-	-
谷頭平底	-	-	-	19.5	19.5	-	-
麓部斜面	20.5	-	-	-	-	-	-
丘頂先端斜面	-	-	-	-	-	-	20.5

*1:多くのラインでは、斜面最下部に皆伐および頻繁な草刈りにより草本植生が成立しているため、その部分を除いた林内部のライン長を示した。

*2:上層の個体数密度は、草本層調査区に樹冠をもつ個体を対象としたため、単位面積あたりの密度ではなく、草本植生の成立していない林内部分のライン長あたりの個体数とした。

層を対象に行い、各調査区に出現した植物種を同定し、在・不在データとして記録した。参照データとして、各調査区に樹冠を持つ木本層に対して毎木調査を行い、構成種、樹高、個体数を記録した。

また、それぞれのラインに沿って、斜面測量器(東京リサーチサービス製)を用いて1mごとの傾斜角を記録し、斜面断面測量を行った。上記で作成した亜小地形区分図と斜面断面図、および後述の土壤断面調査の結果から、明瞭な傾斜変換点を境にした微地形区分(田村, 1987)を行った。同時に、傾斜変換点を考慮に入れながら、約5m間隔で、刃先の直径40mmのソイルオーガー(大起理化 DIK-102A-A1)を用いて、土壤断面調査を深さ1.5mまで行った。各断面において、土壤層位区分、各層ごとの土色と触感による土性区分、礫や斑紋・結核の有無などを記載した。

表-2 各微地形単位の特徴

	頂部斜面	上部谷壁斜面	下部谷壁斜面	谷頭凹地	谷頭平底	麓部斜面	丘頂先端斜面
調査区数	33	71	19	26	4	2	4
平均傾斜度(° ± S.D.)	7.4 ± 0.8	20.9 ± 0.9	37.0 ± 1.7	32.2 ± 1.1	26.0 ± 5.0	18.3 ± 0.3	26.3 ± 2.9
平均土壤体積含水率(% ± S.D.)	32.3 ± 0.6	33.9 ± 0.6	36.5 ± 1.3	35.5 ± 1.1	55.3 ± 5.6	54.0 ± 7.0	32.5 ± 2.2

表-3 DCA 序列化による調査区スコアと環境条件との相関関係

	DCA 1軸スコア	DCA 2軸スコア	相対光合成有効光量子量	土壤体積含水率	傾斜度	出現種数
相対光合成有効光量子量	0.66 **	0.10	1.00			
土壤体積含水率	0.22 **	0.54 **	0.20 *	1.00		
傾斜度	0.11	0.30 **	0.34 **	0.16 *	1.00	
出現種数	0.25 **	0.31 **	0.18 *	0.22 **	0.18 *	1.00

値はピアソンの相関係数。*:P < 0.05, **:P < 0.01

草本層植生の種組成と対応すると考えられる環境属性として、土壤水分量と光量の測定を各植生調査区で行った。土壤水分量は、TDR 法土壤水分計(IMKO社製 TRIME-EZ)を用いて、比較的降水量が少なく土壤水分量の変化の小さい秋(2001年10月)に行った。各調査区の四隅および中央の5個所で、表層から30cmの間で測定し、その平均を調査区の体積含水率とした。光条件は、光量子センサー(Li-Cor社製 LI-190SA)を用いて、上層を構成する夏緑樹が落葉する前の曇天日(2001年10月)を選び、各調査区で光量子量を測定した。同時に全天下の光量子量を測定し、その相対値を相対光合成有効光量子量(%)として算出した。

(3) 解析手法

草本層の植生調査によって得られた、種×調査区の種組成データは、DCA(Detrended Correspondence Analysis; Hill and Gauch, 1980)により序列化した。この際、解析に用いたのが在・不在データであるため、偶然に出現した種による傾向の歪みが危惧された。そこで、全調査区で1ヶ所しか出現しなかった種を除き、結果として、159調査区×165種の種組成データを解析に用いた。

次に、DCAで得られた調査区スコアと、上記で測定した各調査区の土壤体積含水率、相対光合成有効光量子量、傾斜度、そして微地形単位との関連を分析した。ただし傾斜度は、1つの植生調査区に2つの測定値があるため、平均値を調査区の傾斜度とした。

3. 結果

(1) 確認された微地形と土壤特性

7本の調査ライン上に確認された微地形単位は、頂部斜面(一部、小規模な頂部平坦面を含む)、上部谷壁斜面、下部谷壁斜面、麓部斜面、丘頂先端斜面、谷頭凹地、谷頭平底である(図-2)。それぞれの特徴を示したのが表-2である。

頂部斜面はすべての調査ライン上部にみられるが、いずれも幅の狭い支尾根に位置する。平均傾斜が約7°と緩やかで、ローム層に厚く覆われており、土壤水分量からみても乾性な立地である。腐植質表層の発達も弱い。

上部谷壁斜面は、頂部斜面と遷急線とで区切られ、平均傾斜は約21°と大きくなる。ローム層の層厚もしだいに薄くなり、地表下1m程度には基盤となる風化した砂岩が出現する。この砂層上部中には層厚数cmのテフラ層を挟むが、高野(1994)の堀之内第1タフまたは第2タフのいずれかに相当すると考えられる。表土層の水分量は、頂部斜面と同程度であった。

上部谷壁斜面から遷急線を境に続く下部谷壁斜面は、平均傾斜が約36°の急斜面で、ローム層の層厚は非常に薄く、地表下30cmには上記の基盤が出現する。表土層の土壤水分量は、上部谷壁斜面と同様か、やや湿った状態にあった。

調査ラインAでは、下部谷壁斜面と遷緩線とで区切られた崖錐

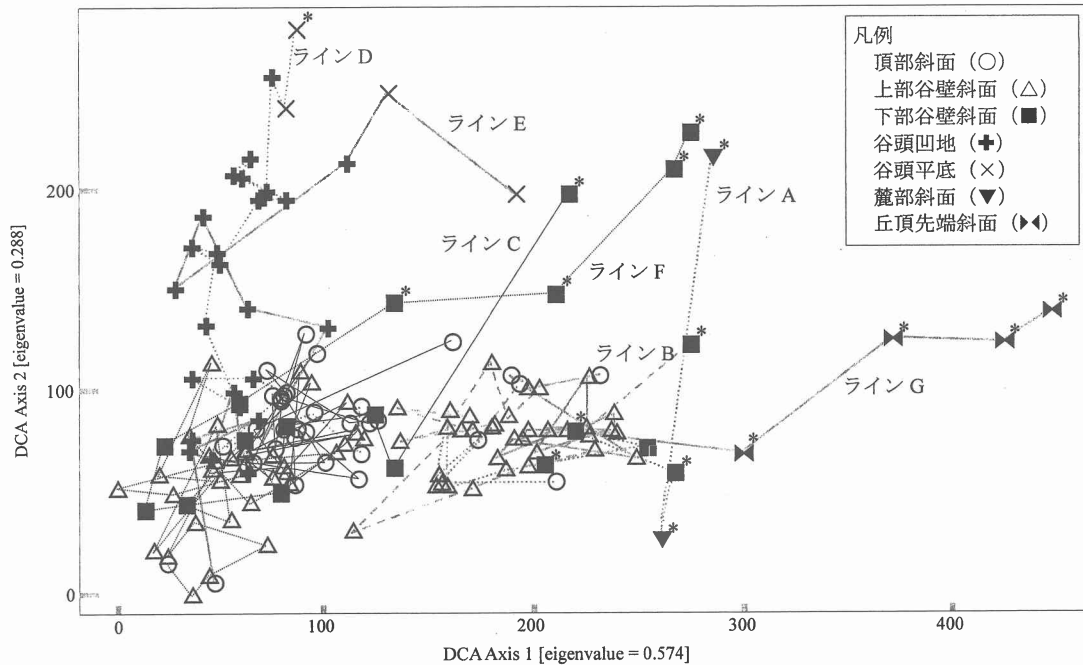


図-3 微地形単位でみた DCA 序列化による調査区の布置図

各調査区をつなぐ線分は、各調査ラインに沿った変化を示す。調査区の凡例の右肩に*印の付いた調査区は、皆伐や頻繁な草刈りにより草本植生が成立する調査区を示す。各調査ラインの位置は図-2を参照のこと。

性の麓部斜面が谷底低地との間に位置する(図-2)。麓部斜面は、平均傾斜 18° 程度の緩傾斜で、崩積性のローム質土壌が表層を覆うが、地表下約40cmからは管状の斑鉄に富む斑鉄層が、地表下約90cmにはグライ層が出現する。さらに地表下約125cm以降はシルト質の基盤が位置し、この粘土層上部中には数cmのテフラ層、その下部には層厚10cm弱のパミス層が挟まれ、高野(1994)の図師第1タフ、第2タフに相当すると考えられる。表土層の土壤水分量も上記の微地形より高く、湿性な環境にある。

丘脚先端斜面は、支尾根に沿って設置した調査ラインGにみられ、上部谷壁斜面と遷急線を区切られた下部に位置する(図-2)。平均傾斜は 26° 程度で比較的緩傾斜であるが、土壌は下部谷壁斜面と同様に土層が非常に薄い。表土層の土壤水分量からみても乾性な状態にある。

支谷の谷頭部に設置した調査ラインDとEでは、頂部斜面と遷急線を挟んで谷頭凹地がみられる(図-2)。平均傾斜は 32° と比較的急斜面であるが、緻密性の低い匍行もしくは崩積性の土壌物質が厚い。表土層の土壤水分量は上部谷壁斜面と比較してわずかに高かった。

上記の谷頭凹地から遷緩線を挟んで、平均傾斜が約 26° の谷頭平底がみられ、その最下部は谷頭低地に漸移する。表土層は麓部斜面と同様多湿な状態で、表次層にはグライ層がみられ、地下水位も高い。麓部斜面と同様に、地表下約1mには基盤のシルト層が確認される。

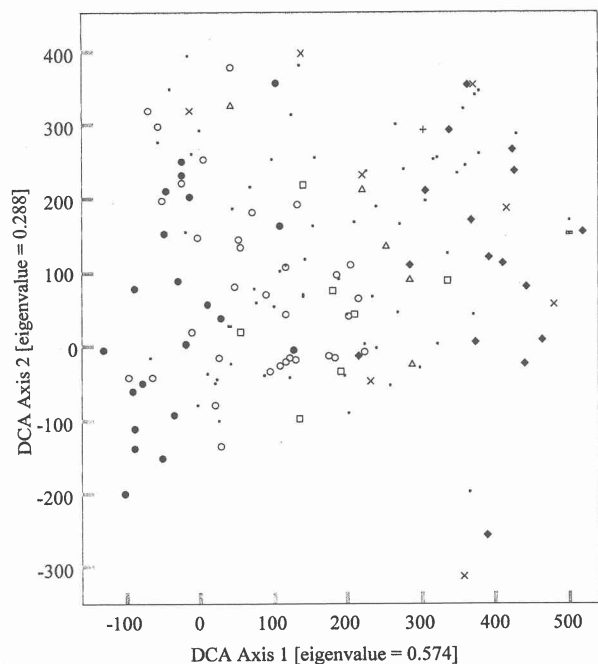
(2) 序列化による調査区の傾向

DCAで得られた第2軸までの序列結果をもとに、各調査区の分布を示したのが図-3である。相対光合成有効光量子量と表土層の体積含水率は、それぞれ第1軸と第2軸と有意な相関があることがわかった(表-3、ピアソンの相関係数で1%水準)。つまり第1軸は光条件と対応しており、スコアが大きくなるほど明るい環境であること、また第2軸は土壌の乾湿と対応しており、スコアが大きくなるほど湿った環境であることを示している。

微地形単位ごとに示した図-3で明らかなように、南向きで非常に明るく、乾性でかつ草本植生が成立している丘脚先端斜面の

調査区は、図右側に分布が集中した。

三方を斜面に囲まれるために暗い光環境にあり、かつ湿性状態にある谷頭凹地や谷頭平底の調査区は、図左上側に分布が偏った。谷頭部に設置したラインDとラインEは、一方が1999年に間伐と下刈りが行われており、一方は近年の管理がないにもかかわらず



凡例: ヤブツバキクラス (●); プナクラス (○); ノイバラクラス (□); クサギアカメガシワ群団 (△); ススキクラス (◆); ヨモギクラス (×); シロザクラス (◻); ヨシクラス (+); その他の種 (·)

図-4 植物社会学の植生クラスおよび群団の標微種でみた DCA 序列化による植物種の布置図

表-4 序列化の傾向による調査区グループとその典型種

植物種名	調査区グループ名(カッコ内は調査区数)							
	HF		CS, USS, LSS			LSS FS		CHS
	(4)	(26)	×	△	○	草本植生部		
キバナアキギリ	4	I				I		
オカタツナミソウ	2	I						
ハンショウヅル	2	I	I			I		
セイトカシケシダ	2	III						
ヤマホトギス	3	II						
ミヤマカンスゲ	4	III				II		
ナガバノスレサイシン	2	IV	I	I				
ナガバシヤノヒゲ		II	IV					
ヤブコウジ		II	III	II	I	I		
シラカシ		II	III	II				
ヤブラン		III	III	III	I		1	
ウワミズサクラ		II	III	III	I	I		
ヒメカンスゲ		III		III	II			
ヤマツツジ		III	II	II	I	III		
イヌツゲ		III	III	III	II			
サルトリイバラ		I	I	III	III	II	2	
エコノキ		II	I	III	II	I		
マルバアオダモ		I	I	II	III	II		
エノキ			I	I	II			
イヌサンショウ				I	V	II		
ケチチミササ		I		II	IV	IV	2	
オカタノオ	1				III	IV	1	
トクダミ	4	I				III	1	
クサギ	1	II			III	II	1	
タラノキ	1			I	III	II		
ゴンスイ		I		I	II	II		
ヒカゲスゲ		I		I	III	I	1	
ヌルデ					III	I	1	
シラヤマキク				I		II	2	
ネコハギ				I	II	II	2	
チダケサシ						II		
リンドウ						II		
ノダケ						II	1	
タカウダイ						II	1	
アキタムラソウ						I	1	
コバノカモメヅル						I	1	
コジュズスゲ							2	
チガヤ							2	
ワレモコウ							1	
ノハラアサミ					I	III	2	
ススキ				I	I	II	4	
ミツバツチグリ					I	II	3	
アキカラマツ					I	I	2	
キンエノコロ							3	
キツネノマゴ							2	
ツルボ							2	
ツリガネニンジン							2	
ヒメカンゾウ							2	
センニンソウ							4	
ダイコンソウ							4	
トダシバ							3	

HF:谷頭平底で、草本植生の成立する調査区も含む, HH:谷頭凹地, CS:頂部斜面, USS:上部谷壁斜面, LSS:下部谷壁斜面, FS:麓部斜面, CHS:丘脚先端斜面。×:CS・USS・LSSの無管理, △:1999年管理, ○:2001年管理, 草本植生部:皆伐および頻繁な草刈りにより草本植生の成立する部分。

V:各グループで80%以上の調査区で出現, IV:60%から79%, III:40%から59%, II:20%から39%, I:1%から19%, 空白:出現なし。各グループの調査区数が5未満の場合には、調査区数。

ず、両ライン間で草本層の種組成は大きく違わない結果となった。つまり、こうした微地形では、管理の影響以上に、地形や土壌特性、特に表土層の高い含水率の影響が大きいと考えられる。

頂部斜面と上部谷壁斜面、草本植生の成立していない下部谷壁斜面の調査区は、微地形ごとに明瞭な対応関係はなかったが、ほとんどの調査区で第2軸のばらつきは小さく、さらに、比較的乾性な土壌に対応する第2軸の値が小さいところに分布した。それに対して、第1軸方向には大きくばらつくことがわかった。これ

は管理程度に対応しており、近年全く管理されていないラインEやFのこうした微地形上の調査区では、表-1に示したように、常緑低木(シラカシやヒサカキなど)や2m以上のアズマネザサの密度が高く、第1軸の値が小さい方に偏って分布した。一方、1997年に間伐が行われ、その後毎年下刈りが行われている、ラインA, B, Gのこうした微地形上の調査区は、前述のラインのものに比べて、第1軸の値が大きい方に偏っていた。1999年に間伐と下刈りが行われ、その後管理されていないラインCとDにおけるこうした微地形上の調査区では、ラインA, B, Gのもの、ラインE, Fのもの間に位置する傾向が確認された。

また、皆伐と頻繁な草刈りによって草本植生の成立している調査区(図-3中の右肩に星印で示した調査区)は、様々な微地形に位置するために分布が広範囲にわたっているが、下部谷壁斜面上の調査区だけに注目しても、その布置状況には大きなばらつきが確認された。序列化の傾向をみると、ラインごとに斜面を下るにつれて、第1軸および第2軸の値がともに大きくなった。

(3) 序列化による植物種の出現傾向と調査区との対応

調査区の序列化を特徴づけた草本層の植物種の分布傾向を明らかにするために、日本植生便覧(宮脇ら, 1983)および日本植生誌関東(宮脇, 1984)を参考に、植物社会学による植生クラスや群団の標徴種を抽出した。その結果、記載があった種は解析対象種の内92種であった。それぞれのクラスおよび群団ごとに各植物種のDCAスコアをプロットしたのが図-4で、対象地の二次林において植生遷移の進んだ林分の構成種となるヤブツバキクラス標徴種から、対象地二次林の主要な構成種のブナクラスの標徴種、先駆性のクサギ-アカメガシワ群団標徴種や、林縁性のノイバラクラス標徴種やヨモギクラス標徴種、二次草原のススキクラス標徴種、そして耕地雑草を含むシロザクラス標徴種が、DCA第1軸に沿って値が大きくなる方向に出現する傾向がみられた。

第2軸に関しては、植物社会学による植生クラスや群団の標徴種からは明瞭な傾向がみられなかった。そこで、序列化によって得られた傾向をもとに、微地形および管理程度の違いを考慮しながらいくつかの調査グループにまとめ、それぞれに典型的な出現種を示したのが表-4である。管理の影響が種組成の類似に大きく影響しない谷頭凹地や谷頭平底(草本植生の成立する調査区を1つ含む)には、キバナアキギリやミヤマカンスゲ、セイトカシケシダなどが特徴的であった。管理程度の低い林内の頂部斜面や谷壁斜面から、同じ微地形で管理程度の高い林内にかけては、上記のようにシラカシやヤブランなどヤブツバキクラス標徴種が減少し、エゴノキやマルバアオダモなどブナクラス標徴種が出現する傾向が確認され、さらに草本植生の成立する丘脚先端斜面の調査区には、ススキやダイコンソウなどのススキクラスやヨモギクラスの標徴種が出現した。下部谷壁斜面や麓部斜面に位置する草本植生が成立する調査区では、谷頭平底と管理頻度の高い林内の調査区、および草本植生が成立する丘脚先端斜面の調査区と共通する種がみられることがわかった。

4. 考察

関東地方内陸部にみられるコナラやクヌギなどの落葉広葉樹やアカマツを中心とした二次林では、植生管理が減少することで、植生遷移とともに種組成の変化が起こる。頂部斜面や上部谷壁斜面、二次林内に位置する下部谷壁斜面においては、対象地域の丘陵地二次林の草本層植生も、管理頻度の違いによって、種組成が大きく異なる結果となった。つまり、DCA第1軸の調査区スコアと相対光合成有効光量子量とに相関がみられたように、植生管理強度の違いが光条件の変化をもたらす、草本層の種組成に影響した結果と考えられる。二次林内に位置し、近年植生管理が行われていないラインEやFにおいて、低木層に高茎のアズマネザ

サや常緑樹などが繁茂する調査区では、草本層も、シラカシをはじめとするヤブツバキクラスの標徴種で構成され、低木層以下遷移が進んだ林分となっていた。こうした調査区の草本層における出現種数は約 15 種程度と少なく（表-1）、Iida and Nakashizuka (1995) の調査と同様、アズマネザサの繁茂が種多様性に影響すると予想されたが、実際には表-2 に示したように、草本層の出現種数は、光条件および DCA 第 1 軸スコアともに強い相関はなかった。比較的管理された二次林内でも、谷頭部のように立地の影響で光条件の悪い場所も存在するため、頂部斜面および上部谷壁斜面の調査区のみで相関係数を求めたが、光条件と種数の関連はなかった ($r = 0.10$; $n = 103$, $P = 0.32$)。これは、今回の植生調査区ではアズマネザサの密度がそれほど高くなく、この程度の密度では出現種数に大きくは影響しないと考察される。

二次林内の頂部斜面および谷壁斜面に位置し、植生管理を行っている調査区の種組成は、ブナクラスの標徴種が増加した。山崎ら (2000) の結果でも、ブナクラスの標徴種が著しく増加し、また割合は少ないとしながらも、ノイバラクラスやススキクラス、クサギ-アカメガシワ群団が増加する傾向を報告している。同様に山瀬 (1998) も、とくに管理強度の大きい場所では、先駆性や林縁性の種が増加したことを示している。今回のデータは、あくまでも 1 時期の調査結果であるが、二次林内に位置する頂部斜面や谷壁斜面については、管理程度の違いを 1 つの軸にして、上述の結果と同様な種組成の変化が起きていると考えられる。

このように、草本層の種組成を比較した結果、光条件の違いが主要な環境傾度となった。しかし、DCA の第 2 軸で説明されるように、土壌水分条件の違いで種組成は大きく異なり、微地形も種の多様さをもたらす要因として大きいことがわかった。とくに湿性かつ陰性な立地となる谷頭凹地および谷頭平底の種組成は、Kikuchi (1990) と同様に特異的であることが示された。頂部斜面から下部谷壁斜面への凸型斜面に沿ったラインでの種組成変化に注目した場合には、Matsubayashi (2000) が指摘するように、微地形の境で劇的に変化することはなく、連続的な変化であった。

下部谷壁斜面や丘脚先端斜面の一部は、木本の皆伐と定期的な下刈りによって草本植生が成立しているため、明らかに林内の調査区とは種組成が異なった。しかし、単に管理強度の違いだけでなく、斜面の安定しない丘陵斜面下部では土壌の攪乱頻度が高いために、草本層の植物種にとって上部斜面とは明らかに異なった環境であることも考慮する必要がある (Nagamatsu and Miura, 1997)。また谷底低地に接する丘陵斜面の最下部では、地下水の影響も受けやすく、その程度は水平断面型が凹型と凸型で異なることも予測される。今回の調査では、丘陵斜面最下部の調査区はすべて草本植生が成立しており、こうした立地における林床植生との種組成の違いを明らかにすることができなかった。しかし草本植生の成立していた下部斜面だけを比較した場合でも、他の微地形単位とは明らかに序列化してみた調査区ごとのばらつきが大きくなることから、斜面最下部は下部谷壁斜面という 1 つの微地形単位では括ることのできない立地の多様性を含むと考えられる。

5. まとめと今後の課題

以上のように、丘陵地においては斜面の上部から下部という環境傾度に沿って、地形、土壌、植生に明確な対応がみられ、さらに植生は、人間による植生管理によってコントロールし得る光条件によっても影響を受けて変化していた。このように丘陵地においては、その自然条件の複合的性質と人間による管理というものが組み合わさって多様な植生が成立することがわかった。また、谷底低地に位置する水田と二次林の境界部分は、植生管理および

環境傾度の移行帯であり、そこに出現する植物種はさらに多様であることが今回の結果からも予察された。今後は、こうした立地における詳細な調査を行い、多様な微地形を含んでいる丘陵地の里地や里山において、立地の多様性を考慮しながら全体を管理することで維持される、植物相の多様性を評価しなければならない。

謝辞

本研究をまとめるにあたり、対象地である図師小野路歴史環境保全地域の町田歴史環境管理組合理事長の田極公市氏をはじめ、組合員諸氏、東京都多摩環境保全事務所自然環境課保全係の水戸亜希子氏、内山香氏に、保全地域内での調査にご配慮いただいた。ここに感謝の意を示したい。本研究の実施には、科学研究費補助金 (若手研究 B, 研究代表者: 大久保悟, #14760014) の一部を使用した。

参考文献

- 1) 藤村忠志 (1994): 多摩丘陵における農用林の利用衰退による二次林の植生変化: 造園雑誌 57(5), 211-216
- 2) 浜端悦治 (1980): 都市化に伴う武蔵野平地部二次林の草本層種組成の変化-都市近郊の森林植生の保全に関する研究 I: 日本生態学会誌 30, 347-358
- 3) Hill, M.O. and Gauch, H.G. (1980): Detrended correspondence analysis -an improved ordination technique: Vegetatio 42, 47-58
- 4) Iida, S. and Nakashizuka, T. (1995): Forest fragmentation and its effect on species diversity in sub-urban coppice forests in Japan: Forest Ecology and Management 73, 197-210
- 5) 石坂健彦・武内和彦・岡崎正規・吉永秀一郎 (1986): 比企北丘陵における地形・土壌の配列と植生分布: 応用植物社会学研究 15, 1-16
- 6) Kikuchi, T. (1990): A DCA analysis of floristic variation of plant communities in relation to micro-landform variation in a hillside area: Ecological Review 22, 25-31
- 7) 北川淑子 (2001): 管理組合による里地の自然再生-図師・小野路を例に: 武内和彦・鷺谷いづみ・恒川篤史編「里山の環境学」: 東京大学出版会, 東京, 150-164
- 8) Matsubayashi, T. (2000): Arrangement of woody species of coppice forest in relation to landform in the Takadate Hills, North-eastern Japan: Science Reports of Tohoku University 7th Series (Geography) 50, 149-160
- 9) 宮脇昭 (1984): 日本植生誌関東: 至文堂, 東京, 569pp.
- 10) 宮脇昭・奥田重俊・望月睦夫 (1983): 改訂版日本植生便覧: 至文堂, 東京, 872pp
- 11) Nagamatsu, D. and Miura, O. (1997): Soil disturbance regime in relation to micro-landforms and its effects on vegetation structure in a hilly area in Japan: Plant Ecology 133, 191-200
- 12) 岡重文 (1991): 関東地方南西部における中・上部更新統の地質: 地質調査所月報 42, 553-653
- 13) Ovenden, G. N., Swash, A. R. H. and Smallshire, D. (1998): Agri-environment schemes and their contribution to the conservation of biodiversity in England: Journal of Applied Ecology 35, 955-960
- 14) 斉藤勝成 (1998): 図師小野路歴史環境保全地域-新たな谷戸管理手法の確立を目指して: ランドスケープ研究 61(4), 312-313
- 15) 高野繁昭 (1994): 多摩丘陵の下部更新統上総層群の層序: 地質学雑誌 100, 675-691
- 16) Tamura, T. (1982): Multiscale landform classification study in the hills of Japan II -application of the multiscale landform classification system to pure geomorphological studies of the hills of Japan: Science Reports of the Tohoku University 7th Series (Geography) 31, 85-153
- 17) 田村俊和 (1987): 湿潤温帯丘陵の地形と土壌: ペトロジスト 31, 89-94
- 18) Tamura, T. and Takeuchi, K. (1980): Land characteristics of the hills and their modification by man -with special reference to a few cases in the Tama hills, west Tokyo: Geographic Reports of Tokyo Metropolitan University 14/15, 59-94
- 19) 山崎寛・青木京子・服部保・武田義明 (2000): 里山の植生管理による種多様性の増加: ランドスケープ研究 63(5), 481-484
- 20) 山瀬敬太郎 (1998): アカマツ二次林における下層木伐採程度の差によるその後の植生管理: ランドスケープ研究 61(5), 567-570