軟岩のり面上に成立した植物群落の立地分析

篠原明日香¹・林 佳貴¹・小林達明²・高橋輝昌²・浅野義人¹¹千葉大学大学院自然科学研究科・²千葉大学園芸学部Habitat Analysis of Plant Communities Developed on
Face of Slopes of Soft-rockSHINOHARA, Asuka¹, HAYASHI, Yoshitaka¹, KOBAYASHI, Tatsuaki²,
TAKAHASHI, Terumasa² and ASANO, Yoshito¹¹Grad. Sch. of Sci. & Tech., Chiba Univ., ²Fac. of Hort., Chiba Univ.

要旨：岩盤のり面緑化のために適切な立地区分を行い、適当な樹種を抽出するため、房総低山地に出現する軟岩のり面 30 ヶ所の植生調査を行い、植生の成立条件と構成種の生活形態を多変量解析により明らかにした。数量化Ⅰ類により植生成立条件を解析したところ、日当たり、地形、斜面方位が植生の成立に大きな影響を与えていた。主成分分析により、植物組成はのり面内ののり肩、のり腹、のり尻という微立地に強く規定され、外部要因や遷移段階の影響は小さかった。また、クラスター分析により成立植物群落の生活型組成を解析したところ、岩盤のり面ののり腹には低木で種子サイズが小さく、葉のサイズは小型の樹種が適していると考えられた。

キーワード：軟岩のり面、のり面植生、立地、種組成、生活型組成**Key words**：Face of slopes of soft-rock, Vegetation of face of slopes, Habitat, Species composition, Life-form composition

1. はじめに

岩の露出した切土のり面の取り扱いには様々な議論があるが、近年、生物多様性保全の気運が高まり、より自然性の高い緑化手法が望まれている。岩盤のり面は耐侵食性が高いため、早期緑化を必要としないが、土壌層を欠くため植物の定着が困難な特殊条件となっている。このような条件の緑化では、近年、厚層基材吹付け技術を利用した樹林化方法をとるケースが増えているが、その目標像が不明確なために、導入が容易なヤマハギなどの一部樹種による単相的なのり面群落が増加している。木本類は永年性のため、遷移に対する影響も強く、このような均一的な方法は再検討される必要がある。そのためには地域の環境に応じた適切な緑化目標像を設定することが重要である。緑化目標を設定

するためには、適当なりの面の立地分類が望まれる。またそれぞれの立地において、どのような植物群落が成立するか明らかにする必要がある。従来、これに関して、2, 3 の研究があるが²⁾、その微地形に注目した研究はない。そこで本研究では、千葉県君津市内の丘陵地域の多様な環境条件下に開設された岩盤のり面を調べることによって、植生成立のしやすさが、地形や地質などの立地条件にどう影響されるか調べた。また、一つののり面をのり肩、のり腹(岩の露出した斜面部)、のり尻の三つの部分に分類して、それぞれの微立地と成立する植生の特徴について検討した。

2. 調査の概要および解析方法

2.1 調査地の概況

調査は千葉県君津市「清和県民の森」で行った。県民の森は房総半島の中央に位置し、高宕山、鹿野山、大塚山の山系に囲まれている面積 3,200ha の地域である。県民の森内の林道は昭和 40 年代、50 年代に多く施工、供用されている。調査対象とした林道は昭和 45 年から 50 年にかけて開設された「渋ヶ沢奥米線」と、昭和 58 年から 62 年に開設された「渋ヶ沢線」の 2 路線である。路線総延長は 3.9km、標高は 180m から 270m である。調査地域周辺はコナラ、アカマツを主体とした二次林であり、スギ、ヒノキの植林も見られる。年平均気温は約 15℃、年間降水量は 2,000mm の多降水地域である。地質は新第三紀起源の砂岩、泥岩互層である^{6, 10)}

2.2 調査方法

1999 年の 7 月上旬から 9 月上旬にかけて調査対象岩盤のり面 30 地点を選定し、植生調査を行った。1 地点につき幅 10m を調査範囲とし、全体の植生被度を百分率によって測定した。また出現した植物種の被度、群度を Braun-Blanquet 法を用いて記録した。のり肩は奥行き 2m までを測定範囲とした。また、岩盤植生に影響を与える要因として、岩盤の硬さ、のり面傾斜、斜面方位、日当たり、岩質、地形、施工年度を調査した。岩盤の硬さはハンマーで判定した。石突きで柔らかさ、もろさを、打撃面で硬さ、もろさを測定した。石突きで

打ち込み、ささるものを「1」、ブロック状にはがれるものを「2」、傷が付く程度のものを「3」とした。打撃面でたたき、鈍い音がしてすぐに崩れてくるものを「1」、鈍い音がするがすぐには崩れないものを「2」、高い音で崩れないものを「3」とした。両方の数値の合計が 2, 3 を「柔らかい」、4 を「中間」、5, 6 を「硬い」とした。傾斜と方位はクリノメーターで測定した。日当りは目測で、光の遮りがほとんどみられないところを「良し」、樹林などにより一定時間日光の遮りが生ずるところを「中間」、終日直射日光の多くが遮断されているところを「悪い」とした。岩質は砂岩が 60%以上含まれるところを「砂岩主体」、砂岩と泥岩が半々に含まれるところを「砂岩、泥岩」、泥岩が 60%以上含まれるところを「泥岩主体」とした。地形は 25,000 分の 1 の地形図に調査地点を落とし、集水地形であるか、散水地形であるかを判別した。施工年度は千葉県中部林業事務所所有林林道台帳から調べた。

2.3 解析方法

本研究では、植生学的な立場から、のり面をより広くとらえ、のり肩、のり尻を含むものとした。狭義ののり面には、のり腹の用語をあてた。のり面内の微立地については次のように定義する。

のり腹は岩盤が露出した、土壌層を欠く傾斜面である。のり肩はいったん植生の伐開が行われるが、土壌

図1 のり腹被度の規定要因に関する数量化Ⅰ類解析結果

層は残存しており、二次遷移的な条件にある。のり尻は上部からの崩壊土石が堆積する部分で、定期的に草刈が行われるなど攪乱要素が強い領域である。

植生の成立要因を明らかにするために、多変量解析の数量化Ⅰ類を用いた。のり腹被度を目的変数とし、日当たり、岩盤の硬さ、斜面方位、林道開設年度、地形、岩質を説明変数とした。

群落の生活型組成による分類にはクラスター分析を用いた。群落間の類似度にはユークリッド距離を用い、群平均法によってクラスター化を行った⁵⁾。クラスター分析に用いた値は各植物種の被度で、被度5を87%、被度4を62%、被度3を37%、被度2を17%、被度1を5%、+を1%とした。その数値をさらに、各調査地点での合計被度が100%となるように換算して分析値とした。休眠型、種子散布型については調査地点に出現したシダ、草本、木本すべてについて、種子サイズ型、葉面積型については木本類のみを解析対象とした。また、群落や出現種の特徴を明らかにするために、クラスター分析と同様の尺度を用い、主成分分析を行った。出現する全ての植物を解析対象とした。

3. 結果および考察

3.1 のり腹植生発達の規定要因

のり腹被度は30カ所平均で36.07%、最大80%、最小1%未満であった。

数量化Ⅰ類の解析結果より、重相関係数は0.839と高い値を示した(図1)。影響度は日当たり、地形、斜面方位、岩盤の硬さ、林道開設年度、岩質の順に低くなった。日当たり、地形、斜面方位はいずれも水分条件の良、不良に影響する要因である。日当たりのよい斜面は乾燥が激しく、また散水型の地形は、水分が欠乏しやすい¹⁾。東向き斜面は午前中の冷涼な時間帯に植物が光合成を行うため、水利用の効率がよく生育がよい。西向き斜面では午前的高温で乾燥した時間帯に日射を受けるため乾燥しやすく、植物の日焼け害が生じやすいと考えられる。

施工年度の影響が少なかったが、新しいのり面が谷地形に多く、古いのり面が尾根地形に多かったためと考えられる。また、当地のような軟性の堆積岩からなるのり面では、岩盤の風化が進むと小規模の崩壊が進み、遷移が進行しにくいという条件も影響していると推察される。

3.2 群落の種組成

30カ所ののり面全体では計164種の草本植物と、計105種の木本植物が観察された。微立地ではのり尻が計169種と多く、次いでりのり肩で計152種であり、のり腹は計129種で最も少なかった。

各植物種の相対被度を用いて各調査地点の主成分分析を行った(図2)。その結果、第一主成分は値が高いほどりのり性を示しており、負の値はのり肩性を示した。第二主成分は値が高いほど雑草の多い組成であ

図2 各調査地の植物群落種組成の主成分分析結果

り、負の値はのり腹性であることを示した。各調査地点の外部要因にはまとまった傾向はみられなかった。このことより、種組成は微立地によって決定されており、外部要因は二次的であることが示された。また、種組成には遷移にともなう変化も明らかには認められなかった。

また、植物種の出現立地特性を明らかにするために、各植物の出現調査地被度を主成分分析で解析した(図3)。第一主成分は出現頻度の高、低を表す軸である。正の値に偏るほど出現頻度が高く、負の値に近づくほど低くなる傾向にある。のり腹に出現する植物は限られているため、第一軸は必然的にのり腹での出現しやすさを示している。第二主成分は各微立地を反映した軸であり、正の値が大きくなるほどり肩性となり、負の値のものはのり尻性であるといえる。多くの植物種は原点付近に分布したが、いくつかの植物は特徴的な分布を示した。シバヤナギはのり腹に最も特徴的な樹種であり、ニシキウツギ、ウツギがそれに次ぐ。のり肩樹種はコナラが代表的で、ヒサカキ、アラカシ、ソクバネウツギ、アセビなどもり肩特性の樹種である。ススキはのり腹で良く出現するが、のり尻でも特徴的な種である。コアカソ、チヂミザサ、ヨモギ、ノブドウも第二主成分の負の値が大きいことから、のり尻植物に分類される。キハギ、アカマツ、ヤマツツジはのり腹、のり肩の両微立地に多く見られる。タマアジサイはのり尻に近いが多少のり腹の特性も持ち、ドクウツギ、マルバウツギは頻度は少ないが、のり腹特性の樹種と判断された。

3.3 群落の生活型組成

休眠型組成による分類を行うと、各微立地が明らかなまとまりを見せた(表1)。第一クラスターは大きく、のり尻とのり肩も多少混在するが、のり腹30ヶ所のうち28の調査地点がまとまった。このクラスターは低木と半地中植物が多い。半地中植物の大半はススキだった。第二クラスターのまとまりは全てのり肩であり、高木と低木が多い。第三、四、五クラスターはのり尻が主となっており、半地中植物と地表植物が多かった。

葉面積型組成による分類を行うために、葉の短径と長径を「日本の野生植物」^{7, 8, 9)}で調べ解析を行った。葉の面積を短径(mm)×長径(mm)×2/3で算出し、6段階を設定した⁴⁾。25以下を微形葉、25~225を微小形葉、225~2025を小形葉、2025~4500を亜中形葉、4500~18225を中形葉、18225~164025を大形葉、とした。

分析結果は表1の通りである。第一クラスターはのり腹とのり尻のクラスターに分かれた。どちらも小形葉の

パーセンテージが高い。第三クラスターにはのり肩が高い割合で含まれる。のり肩のまとまりには、小形葉が30%程度、亜中形葉がそれよりも高いパーセンテージで含まれた。第四~六クラスターには中形葉樹種が含まれる地点がまとまった。全体に、葉面積はのり肩が大きく、のり腹、のり尻で小さい傾向があったが、のり腹、のり尻では多様で、のり肩では大きな葉の植物が多い群落組成であった。

種子サイズ型組成による分類には次の5段階を設定した。種子サイズの短径(mm)、長径(mm)を「原色日本植物種子写真図鑑」⁹⁾で調べ、葉のサイズと同様の計算で1以下を微小種子、1~10を小型種子、10~30を中型種子、30~90を大型種子、90以上を極大種子とした。

種子サイズ組成によるクラスター分析の結果(表1)、第一クラスターに各部位大半の群落がまとめられた。このクラスターは微小種子から大型種子まで様々な種子サイズが含まれており、一般的には微立地による種子サイズ選択は大きくないことを示す。第四、五クラスターにはのり腹群落7カ所がまとめられた。ここでは、微小~小型種子が大半だが、乾燥した条件で被度の低いり腹であり、このような立地では小型の種子を持つ木本植物しか侵入、定着出来ないことを示す。

種子散布型組成による分析の結果(表1)、第一クラスターにのり尻、のり腹群落の多くが整理されたが、これらの群落は主に風散布種によって構成されていた。第六クラスターにはのり肩の多くがまとめられ、これらの群落は主に重力散布種により構成されていた。遷移の初期段階では風散布種が多く見られるが、遷移が進むにつれて動物散布種や重力散布種の出現頻度が高くなる²⁾。のり尻は定期的な刈り込みが行われており、遷移の初期段階に近いと考えられる。のり肩は二次遷移の過程にあり、他の微立地より遷移の進行が早いといえる。

4. まとめ

軟岩のり面植生の成立要因を多変量解析によって分析した。その結果、植生の成立にはのり面の水分条件が大きな影響を与えていることが確認された。

硬岩のり面を調べた既存のデータ¹⁾と比較すると、被度の小さなり面では同様だったが、被度の大きなり面は硬岩よりはるかに植生が多かった。日射条件や地形にもよるが、硬岩に比べれば軟岩のり面の方が植生は成立しやすいと考えられる。

岩盤のり面植生の組成上の特徴を整理すると次のよ

図3 各植物種の出現調査値被度の主成分分析結果

注) コナラとススキは上記図の枠外にあり、それぞれ第一主成分得点と第二主成分得点はコナラ(8.41, 23.45), ススキ(86.36, -9.34)である

表1 出現種の生活型組成のクラスター分析結果

クラスター 番号	休眠型				特徴	葉面積型				特徴
	微立地			のり尻		のり腹	のり肩			
	のり尻	のり腹	のり肩							
1	4	28	5		半地中植物と低木の割合が高い	9	14	0		のり腹は小形葉が60%以上 のり尻は小形葉が約50%
2	0	0	24		高木と低木が多い	2	4	1		微小形葉と小形葉が約30%
3	12	2	0		半地中植物が多い	11	8	27		小形葉30%程度、亜中形葉が多い
4	8	0	0		地表植物が多い	4	0	1	}	中形葉が多くなってくる
5	2	0	0			3	4	0		
6	0	0	1			1	0	1		

クラスター 番号	種子サイズ型				特徴	種子散布型				特徴
	微立地			のり尻		のり腹	のり肩			
	のり尻	のり腹	のり肩							
1	19	23	27		のり腹は微小〜小型種子が多い のり肩は大型種子も多い	19	11	0		風散布種が多い
2	7	0	1		亜中型種子が多い	0	5	1		
3	4	0	1			2	0	0		
4	0	2	0		小型種子が90%以上	3	0	2		
5	0	5	0		微小種子が多い	6	14	11		
6	0	0	1			0	0	16		重力散布種が多い

注) 数字は調査地点数

うである。全般に生活型組成にはのり面の微立地要因が大きくいっており、周辺地形、日射などの外部要因はより小さかった。

のり腹は低木、半地中植物が多く、日当たりの良いのり腹は小形葉、微小～小型種子で構成され、種子散布は風散布種が多かった。調査対象としたのり面は平均 70° 以上の急勾配なので、種子が定着しにくく、大きな粒径の種子はのり面から滑落する。そのため、特に遷移初期には種子サイズが小さく、風散布型の植物しか定着できない。日当たりが良く、散水型の地形では、遷移が進行しにくく、このような組成が保持されやすいと考えられる。日当たりが悪くなると、葉面積、種子サイズともに多少大きな樹種が混在する構成に変化する。

のり尻は半地中、地表植物群落が多かった。これは定期的な草刈が行われているためと思われる。種子サイズは小～中型で風散布種が多かったが、一部では大型種子も見られた。

のり肩は高木種で、葉のサイズは小形～亜中形葉、種子散布は重力散布種が多かった。これらは遷移がより進んだ群落の特徴である。またのり肩群落はどの生活型組成においても単一のクラスターに整理されることが多く、地形や日射など、外的要因の影響が少ないことを示している。

それぞれの微立地において特徴的な樹種を整理してみた。

シバヤナギは千葉県から東海地方にかけての丘陵地域には固有の木本植物だが、のり腹に選択的に出現し、かつその被度、量も大きかった。キハギ、ウツギ、ニシキウツギなどとあわせて、当地の典型的な岩生木本植物である。ススキものり腹で量的に多く、岩盤緑化用材料として望ましい。

のり尻に多い植物はススキ、コアカソだったが、コアカソは特に地下水が浸出するような湿性環境の指標種であり、この群落が存在すると、のり腹の植生量も多い傾向にあった。

のり肩に最も多かったのはコナラで、これは周辺樹林の優占種である。コナラは種子サイズが比較的大き

いにもかかわらず、耐乾性にすぐれ、のり腹でもしばしば生育していた。この他、のり肩には、キハギ、ヒサカキ、アラカシ、ツクバネウツギ、アカマツ、アセビ、ヤマツツジといった当地を代表する乾生木本植物群が多く生育していた。これらは萌芽力が強いものが多いという特徴の他、耐乾性、好貧栄養性などの生理的に共通する特徴があるのではないかと考えられ、その特性解明は今後の研究課題である。

5. 引用文献

- 1) 長谷川秀三・新井雅夫・村中重仁・千嶋崇志・小林達明：切土岩盤の面への自然植生の侵入(その 1) 一岩盤の風化について一、第 30 回日本緑化工学会研究発表会要旨集, 182-185, 1999
- 2) 星子 隆：高速道路のり面における木本植物の侵入と種子散布様式に関する研究、日本緑化工学会誌, 25(2), 26-37, 1999
- 3) 石川茂雄：原色日本植物種子写真図鑑, 石川茂雄図鑑刊行委員会, 328pp., 1995
- 4) 伊藤秀三：生物生態学講座 2 群落の組成と構造, 朝倉書店, 332pp., 1977
- 5) 小林四郎：生物群集の多変量解析, 蒼樹書房, 194pp., 1995
- 6) 大沢雅彦：清澄山の植物, 日本の生物, 2(12), 35-40, 1988
- 7) 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫：日本の野生植物 木本 I, 平凡社, 321pp., 1989
- 8) 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫：日本の野生植物 木本 II, 平凡社, 305pp., 1989
- 9) 佐竹義輔・大井次三郎・北村二郎・亘理俊次・富成忠夫：日本の野生植物 草本 II 離弁花類, 平凡社, 318pp., 1982
- 10) 財団法人 千葉県史料研究財団：千葉県の自然誌 本編 1 千葉県の自然 県史シリーズ 40, 千葉県, 738pp., 1996

(2000.4.8 受理)

Summary : In order to classify the habitat type and to select the appropriate plants for vegetation of face of soft-rock slopes, we conduct vegetation survey in the Boso hills. The analysis with quantification theory first family showed that the development of vegetation was greatly influenced by sunny condition. Main component analysis showed that floral composition was restricted by the micro-habitat as the shoulder, body and foot of face of slopes. The life-form analysis with cluster analysis suggested that the appropriate tree species for face of slopes have features with shrubby life form, small seed and leaf form.