切土軟岩のり面に出現する木本植物の実生発生条件に関する
実験的研究篠原明日香¹・小林達明¹・浅野義人²

摘要：切土軟岩のり面に生育する木本植物の実生発生条件を明らかにするために、異なった発芽床実験区を設定し、実生発生・初期生育実験を行った。その結果、発芽床の違いによる実生発生タイプには3タイプが認められた。種子サイズが比較的大きく実生のT/R率の小さなキハギ、ヤマハギはどのような条件であっても実生が発生し、生存率も高かった。種子サイズが小さく、T/R率の大きなウツギ、マルバウツギ、ニシキウツギ、タマアジサイ等低木樹種はリター区とビートモス区で実生発生率が低下した。また、ツツジ属低木はリター区と表層土区では実生発生率も生存率も低下し、貧栄養条件を好むことを示した。

キーワード：のり面緑化、岩盤のり面、木本植物、実生、発芽床

Shinohara, Asuka, Kobayashi, Tatsuki and Asano, Yoshito : An Experimental Study on the Conditions for Seedling Establishment of Woody Plants Observed on Soft-Rock of Cut Slopes

Abstract : In order to study the effects of micro-habitats on woody plants growing on soft-rocks of cut slopes, seedling establishment and initial growth were studied by the experiment. As a result, three types of seedling establishment were recognized in the comparative experiments of germination beds. Seedlings of *Lespedeza buergeri* and *Lespedeza bicolor* with medium-sized seeds and low T/R ratio emerged under any conditions and their survival rates were high. In *Deutzia crenata*, *Deutzia scabra*, *Weigela decora* and *Hydrangea involucrata* with small seeds and high T/R ratio, the rates of seedling occurrence decreased on the litter and peat-moss and the survival rates of *Rhododendron* shrubs decreased in the litter and top-soil treatments as germination bed.

Key words: revegetation of man-made slopes, rocky cut slopes, woody plants, seedling, germination bed

1. はじめに

既報で千葉県君津市「清和県民の森」に建設された切土軟岩のり面の植生成立要因とその植物組成上の特徴を、植生調査により明らかにした¹³⁾。その結果、のり肩、のり腹、のり尻という微細な立地条件(micro-habitat)の違いによって、出現植物の種組成、生活形組成が異なっていることが確認された。のり肩は重力散布種で種子サイズの大きな樹種が多かったのに対し、のり腹は風散布種で種子サイズの小さな樹種が多い特徴的な組成を示した。このような組成上の特徴は、立地の物理化学的性質が植物の散布、実生発生、生存、生育の生活史過程に影響を与えた結果と考える。そのうち、緑化において主要な条件と思われる実生発生条件に着目して研究を行った。すなわち、光条件、発芽床条件を各種設定し、のり面に出現する樹木の実生がどのような条件によって実生発生、生存するのかを比較検討した。

2. 実験材料および方法

実験には、1999年11月に植生調査地周辺で採取した種子を用いた。ツツジ属3種は1998年に採取した。採取した種

子は精選後すぐに密封して低温貯蔵した。

供試樹種は既報の調査結果より、岩盤のり面によく出現する樹種として、ウツギ(*Deutzia crenata*)、マルバウツギ(*Deutzia scabra*)、ニシキウツギ(*Weigela decora*)、ドクウツギ(*Coriaria japonica*)、キハギ(*Lespedeza buergeri*)、タマアジサイ(*Hydrangea involucrata*)、ヤマツツジ(*Rhododendron obtusum*)、君津の植生調査ではあまり出現しなかったがのり面緑化材料としてよく使われる低木樹種であるヤマハギ(*Lespedeza bicolor*)、のり面にも多少出現するが谷底の崩壊地形によく出現する樹種としてフサザクラ(*Euptelea polyandra*)、のり肩や周辺樹林に出現する樹種としてガマズミ(*Viburnum dilatatum*)、マメザクラ(*Prunus incisa*)、キヨスミツバツツジ(*Rhododendron kiyosumense*)、のり面には少なかったが天然の岩盤立地に出現する樹種としてミツバツツジ(*Rhododendron dilatatum*)、これら13樹種である。実験場所は千葉大学園芸学部内のガラスハウスで、容器は14cm×14cm×6cmの発泡スチロール製の容器を用いた。

発芽床として、ビートモス区、リター区、鹿沼土区、表層土区、下層土区の5つの実験区を設けた。ビートモス区は鹿沼土を実験容器に敷き詰め、その上に一晚吸水させたビートモス(カナダ産)を1cm厚で詰めて発芽床を作成した。リター

¹千葉大学園芸学部, Fac. of Hort., Chiba Univ.

²千葉大学大学院自然科学研究科, Grad. Sch. of Sci. & Tech., Chiba Univ.

区は表層土の上にリター層(3cm厚)を敷き詰めたものを発芽床とした。リター層はL層からH層まで非攪乱の状態に切り取り、そのまま表層土の上に敷き詰めた。鹿沼土区には園芸用の鹿沼土(「粉抜き」表示)を用いた。リター層、表層土、下層土は園芸学部敷地内のスタジアム主体の常緑広葉樹林から採取した。園芸学部キャンパスは下総層群に属する台地上に立地し、表層土はいわゆる黒ボク土である。表層土はリター層を除く深さ0m~0.3mまでとし(壤土)、下層土は深さ1.5m以深の土とした(埴壤土、火山灰起源の母材層)。表層土、下層土ともに4mmメッシュのふるいにかけたものを用いた。これら5つの実験区には遮光率50%の遮光ネットをかけた。

また、光環境として、遮光率50%区(相対照度11.59%)、遮光率75%区(相対照度3.17%)、遮光率90%区(相対照度2.06%)の3つの実験区を設けた。発芽床はビートモス区と同様である。これら3実験区の遮光率の設定には、遮光率50%と90%の遮光ネットを用いた。それぞれの発芽床に各樹種50粒(ドクウツギとガマズミは40粒、マメザクラは20粒)ずつ、ランダムに播種し、同樹種各実験区の繰り返し数は6回とした。実験容器を並べる棚は床から75cmの高さに上げ、灌水は上方から自動噴霧器により一日おきに約10分間(約10mm)行った。ただし、乾燥しやすい夏期はビートモスの状態を目やずに追加の灌水も行った。ビートモスの表面が乾き、白褐色に変化すると、それを目安に同量の灌水を行った。施肥は行わなかった。

ツツジ属3種の播種日は1999年5月11日、その他の播種日は2000年5月13日である。実生発生初日から二週間は二日おきに、それ以降は一週間に一回、成立本数と枯死数を測定し、総実生発生数を求めた。実生発生の判定は子葉の展開をもって行った。実生発生率は最終測定日(7月31日)までの総実生発生数を播種数で除して百分率として算出し、生存率は解体直前(9月16日から9月23日)の成立本数を総実生発生数で除して百分率として算出した。

各実験区の実生発生率の母平均と母分散の違いを検定するために、一元配置分散分析をおこなった。百分率や比率は正規分布をしないため、逆正弦変換を用いて変数変換を行い、その値を分析値とした。逆正弦変換は以下の式で与えられる。

$$\theta = \arcsin P^{1/2} \quad (1)$$

(1)式のPは得られた百分率や比率である¹⁾。生存率も実生発生率同様、逆正弦変換をおこない、一元配置分散分析によって水準間の差の検定をおこなった。

最終測定日は2000年7月31日で、同年9月に容器から植物体を取り出し(ツツジ属3種は一昨年前)、地上部、地下部の乾燥重量を測定した。乾燥重量は80℃、48時間で乾燥させ測定した。

3. 結果と考察

3.1 種子重量

ヤマハギを除く各樹種の100粒あたりの重量を測定した(表1)。10樹種のうち最軽量はタマアジサイで、マルバウツ

ギ、ウツギ、ニシキウツギと続いた。ツツジ属3種ではミツバツツジが最軽量で、キヨスミミツバツツジ、ヤマツツジと続いた。これら7樹種は朔果を有し、一果の中に多数の小さな種子が形成される。これらは特別な散布器官を持たず、重力散布種と言われるが、微小な種子であるため、風による散布力も十分あると考えられる。フサザクラは風散布種であり、カエデのように種子が翼に包まれていた。ドクウツギとキハギはほぼ同じ重量であった。キハギは一つの節果に扁平な1つの種子が形成されていた。ヤマハギはキハギより多少大きく、球形の種子であった。ドクウツギ、ガマズミ、マメザクラは多肉果(いずれも核果)であり、重量はドクウツギ、ガマズミ、マメザクラの順で重くなった。

3.2 実生発生数の推移

キハギ、ヤマハギは播種2日後から実生発生が始まり、ヤマハギは10日程、キハギは15日程で発生が終わった(図1)。ハギ類は特に実生発生が早い樹種群といえる。ウツギ、マルバウツギ、ニシキウツギは播種10~15日後に実生発生が始まり、約40日で発生が終わった。フサザクラ、タマアジサイ、ツツジ属は実生発生開始が遅く、播種15日以降から実生発生が始まり30~40日で発生が終わった。ドクウツギ、ガマズミ、マメザクラはどれも多肉果であり、このような種子は発芽に一年以上の期間を必要とする樹種が多い³⁾。ドクウツギは各実験区に1,2個体の実生発生が見られたが、ガマズミ、マメザクラは共に一年目の実生発生は見られず、2樹種とも2年目の2月下旬から実生発生が始まった。

表1 供試樹種の種子重量(100粒あたり)

樹種	種子重量 (mg/100粒)	樹種	種子重量 (mg/100粒)
ウツギ	6.77	ミツバツツジ	11.00
マルバウツギ	2.50	ヤマツツジ	14.30
ニシキウツギ	15.93	キヨスミミツバツツジ	13.40
キハギ	593.07	ドクウツギ	582.07
ヤマハギ	666.67	ガマズミ	1525.80
フサザクラ	220.30	マメザクラ	2128.50
タマアジサイ	1.63		

注)ヤマハギのデータは「緑化技術用語事典」⁶⁾から引用

図1 実生発生率の推移

注) 図はビートモス区のデータ

3.3 成長量

3.3.1 発芽床の違い：キハギ、ヤマハギはどの実験区でも旺盛な成長を見せた(表2)。ハギ類は先駆種であり、根には窒素を固定する根粒菌が着生する。リター区での成長量が大きい、どの実験区でも同等の生育を示したのは共生菌の影響も考えられる。また、他の樹種に比べて種子サイズが大きく、根の発達が早いため、実験区間で成長量に差が見られなかったと考える。地上部と地下部の比率を示す T/R 率はどの実験区でも大きな差は見られず、値が小さかった(図2)。ハギ類は初期成長が早く、地上部の成長も根の発達も良かった。

キハギ、ヤマハギ、ツツジ属以外の樹種では、発芽床による成長量の違いに同様の傾向があった。リター区で地上部重、地下部重が極端に大きく、表層土区がその次に大きな値を示した。ビートモス区、鹿沼土区、下層土区ではこれらの値が小さかった(表2)。T/R 率はリター区、表層土区で3.4~4.6

と高かった(図2)。ハギ類と比較するとこれらの樹種は根の発達が遅く、生育初期では地上部に栄養が多く配分されるため、栄養条件のよいリター区と表層土区では T/R 率が高くなったと考える。ビートモス区、鹿沼土区、下層土区では栄養条件が悪いので生育量が少なく、落葉した個体もあったため T/R 率が小さかった。

ツツジ属はリター区、表層土区で生存している個体が少なかったため、この2区の重量は測定できなかった。ツツジ属3種はどの実験区でも成長量に大きな差は見られなかった。

3.3.2 光環境の違い：どの樹種も遮光率50%区、75%区、90%区の順に地下部の重量が減少し(表2)、その結果 T/R 率が順次上昇した(図2)。実験に用いた樹種は陽樹であり、光環境が悪くなると徒長することが原因と考える。しかし、谷地形に多いフサザクラとタマアジサイ、一年目の生育量が少ないツツジ属3種は遮光率50%区と比較して75%区と90%区の T/R

表2 掘り取り後の乾燥重量

樹種	乾燥重量(mg/個体)													
	ビートモス区		リター区		表層土区		鹿沼土区		下層土区		75%区		90%区	
	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部	地上部	地下部
ウツギ	0.37	0.25	19.55	4.39	7.27	1.59	0.80	0.78	0.57	0.58	0.47	0.16	0.63	0.09
マルバウツギ	0.20	0.10	14.18	3.57	3.17	0.52	0.32	0.33	0.44	0.28	0.24	0.08	0.21	0.04
ニシキウツギ	1.10	0.80	39.12	11.40	13.61	3.26	1.44	1.28	2.04	1.46	1.12	0.40	1.20	0.20
キハギ	39.59	21.43	61.70	28.20	40.90	20.51	30.67	24.43	36.83	24.93	29.08	10.83	12.19	2.35
ヤマハギ	28.45	58.66	98.17	105.28	49.66	56.35	25.29	51.63	24.97	44.16	18.31	7.01	—	—
フサザクラ	3.47	3.50	45.61	12.58	29.47	8.50	2.55	2.18	3.83	2.44	1.52	1.52	—	—
タマアジサイ	0.06	0.08	4.90	1.35	2.88	0.72	0.12	0.12	—	—	0.09	0.06	0.09	0.04
ミツバツツジ	1.16	0.61	—	—	—	—	1.23	0.57	1.11	0.52	1.17	0.53	1.00	0.38
ヤマツツジ	1.04	0.57	—	—	—	—	0.88	0.50	1.37	0.63	1.29	0.39	0.89	0.24
キヨスミツバツツジ	1.14	0.58	—	—	—	—	1.12	0.58	1.38	0.48	1.76	0.47	0.97	0.27

注) — は未測定

図2 発芽床、光環境の違いと供試樹種の T/R 率の比較

率はそれほど高くなかった(図2)。

3.4 実生発生率

3.4.1 発芽床の違い：一元配置分散分析の結果、キハギ以外の樹種は1%有意水準で処理区(ここでは発芽床)間に差があった。実生発生率の傾向はいくつかのタイプに分類することができる。

キハギは分析結果でも差が見られなかったように、どの実験区でも同等の高い実生発生率であった(図3)。キハギは調査地では岩盤のり面のどの立地にも高い頻度で現れた¹³⁾。特に、のり腹で出現頻度が高かったが、のり腹と同様に土壌や有機物を欠く鹿沼土区でも97.2%と5つの発芽床の中で一番実生発生率が高かった。

ヤマハギ、フサザクラは全体的に60%程度の実生発生率でリター区のみが特に低かった。この2樹種は先駆性の樹種であり、崩壊地などのやせ地に初期に侵入してくる樹種である⁷⁾。そのため、リター層を敷き詰めたリター区では実生発生率が低下したと考える。また、他の樹種と比べるとピートモスが酸性⁸⁾であることの影響が現れにくく、リター区以外の

実験区で実生発生率にあまり差が見られなかったと考える。

ウツギ、マルバウツギ、ニシキウツギはピートモス区、リター区で実生発生率が低く、その他の実験区で高いという傾向だった。ピートモスが酸性の資材であることが発芽に影響を与えていた可能性もある。ツツジ属のように酸性土壌を好む樹種もあるが⁹⁾、これらの樹種は酸の影響により、ピートモス区で実生発生率が低くなったと考える。

タマアジサイは下層土区で実生発生率が3%と極端に低く、表層土区では高かった。下層土区は粘土質で根が侵入しにくい土壌である。種子が非常に微細であるため確認は出来なかったが、種子サイズが極端に小さいタマアジサイの幼根は土壌に貫入できず、子葉の展開まで至らなかったと考える。

ツツジ属は酸性土壌に生育する樹種が多く、陽樹で乾燥に対する耐性を持つといわれている。また、ツツジ属の実生はコケ群落上での発生が多いこともいわれている¹⁴⁾。そのため、酸性条件で、コケが生えた状態と同様のピートモス区での実生発生率が高くなったと思われる。表層土区、リター区の実生発生率は低かった。ツツジ属の稚樹は立枯病にかかりやす

図3 発芽床、光環境の違いと供試樹種の実生発生率の比較

注) 括弧内の*は一元配置分散分析結果 [*]1%有意水準で差あり, [*]5%有意水準で差あり, []差なし

い^{3,14)}。これはツツジ属が菌害に弱いと思われる。ツツジ属が貧栄養条件を好むのは、栄養条件のよい土壌では菌が繁殖しやすい等の理由もあると考える。

リター区で実生発生率が低下するという傾向はどの樹種でも見られた。リター上にとどまった種子は灌水によって水分が供給されてもすぐに乾燥にさらされるため、発芽に適した水分が得られない。種子サイズも多少大きく、根の発達が速い樹種はリター上でも発芽、発生することができるが、種子サイズの小さな樹種は根の発達が弱く、リター層を根が貫通できない状態で子葉展開前に枯死しているものも多く見られた。そのため、リター区全体の実生発生率が低下したと思われる。

3.4.2 光環境の違い：キハギ、ヤマハギは光環境の違いによって実生発生率に大きな差が見られなかった(図3)。

フサザクラは遮光率50%区、75%区、90%区の順に実生発生率が低下する結果となったが、誤差範囲が大きいので、分散分析結果では差がなかった。

ヤマツツジとミツバツツジでは一元配置分散分析の結果、1%有意水準で差があった。この2樹種は、遮光率50%区、75%区では実生発生率に差はないが、遮光率90%区で実生発生率が低下した。一方キヨスミツバツツジは遮光率による差がなかった(図3)。ミツバツツジはキヨスミツバツツジと比べると実生発生に光が必要な樹種であると考えられる。

ウツギ、マルバウツギ、ニシキウツギ、タマアジサイは遮光率75%区で一度実生発生率が上昇し、90%区で低下する山型傾向であったが、ウツギ以外は分析結果で差がなかった。

全体に光条件の違いによる実生発生率の差は小さかった。種子の発芽は単なる光量の低下ではなく、緑葉の透過光で抑制されるとも言われ⁵⁾、今後の検討課題として残った。

3.5 生存率

3.5.1 発芽床の違い：一元配置分散分析の結果、ニシキウツギ、キハギ、ヤマハギは5%有意水準で、その他の樹種は1%有意水準で水準間に差があった。実生発生率同様、実験区による生存率の違いによって、対象とした樹種はいくつかのタイプに分類できる。

キハギ、ヤマハギはどの実験区でも生存率が比較的高く、他樹種と比較すると実験区間での差は小さかった。しかし、リター区と鹿沼土区で明らかに生存率が低下した(図4)。リター区は他の実験区と比較すると生育が旺盛であり、小さな個体が被圧されて枯死する傾向が見られた。また、ハギ類は初期成長が速く、どの実験区でも発芽実験容器を覆うほどに生育していた。鹿沼土は排水性が良く、実験容器が小さいため、一部に水分が不足した容器があったと思われる。

ウツギ、マルバウツギ、フサザクラ、タマアジサイは下層土区での生存率が一番低く、ビートモス区、リター区、表層土区の生存率が高いという傾向だった。下層土区は粘土質で気相に乏しい固結した土壌であるため根の伸長成長が妨げられる。ハギ類と比べるとこれらの樹種は地下部の発達が悪いのでT/R率が大きくなった(表2、図2)。これらの樹種の生存率が低い原因は根の発達が弱いと考えられる。また、植生調査結果で、のり腹、のり肩での出現頻度が高かったマルバウツギは、下層土区以外の実験区で生存率80%以上と高かった。

ニシキウツギはビートモス区、鹿沼土区、下層土区が同程度の低い生存率で、リター区、表層土区が高かった。ウツギ、マルバウツギ、ニシキウツギはビートモス区、鹿沼土区、下層土区で葉が白化して枯死することがあった。

ツツジ属3種はビートモス区、鹿沼土区、下層土区で生存率が高く、リター区、表層土区で生存率が低かった。これは

図4 発芽床、光環境の違いと供試樹種の生存率の比較

注) 括弧内の*は一元配置分散分析結果 [**]1%有意水準で差あり, [*]5%有意水準で差あり, [] 差なし

実生が菌害に弱い^{3,14)}と考える。

3.5.2 光環境の違い：一元配置分散分析の結果、ウツギ、ヤマハギに差が見られたが、その他の樹種は光環境による差はなかった(図4)。

ウツギの75%区では食害と思われる実生が見られ、そのため75%区の生存率が低くなった。

キハギ、ヤマハギは光環境が悪くなるほど徒長が激しく、根の発達が悪くなった。50%区と比較すると茎が極端に細く横に這うように生育し、そのまま枯死することが多かった。

タマアジサイは分散分析結果では差がないという判定であったが、光環境が悪くなるほど明らかに生存率が低下した。タマアジサイは前述したように極端に種子サイズが小さいため、貯蔵栄養量が少なく、暗条件下では成長を維持する生産量が確保できないのではないかと考えられる。

その他の樹種も徒長するが、ハギ類ほど初期成長が早くないため、光環境による差は見られなかった。

フサザクラは50%区よりも75%区で生存率が高かった(図4)。ツツジ属3種は光環境による違いは見られなかった。

4. まとめ

実験に用いた樹種で一年目に実生発生の見られた樹種はのり腹に多く出現する樹種が多い¹³⁾。のり尻、のり腹、のり肩は連続しているため、のり腹に出現する樹種はのり尻、のり肩に混在する。しかし樹種ごとにのり尻にも多い樹種、のり肩にも多い樹種で分類することができる。以下は植生調査結果¹³⁾と共に考察する。

キハギはどの立地にも高頻度で出現する樹種である¹³⁾。実験では土壌環境、光環境に関係なく実生発生した。光環境を変化させた条件では、実生発生率に差は見られなかったが、光環境が悪くなるほど徒長し枯死することから、明るい環境を好む樹種のようなものである。調査地でも林内には見られない樹種であった。

フサザクラはのり腹での頻度は少ないが¹³⁾、水分環境の良いのり腹に見られた。実験ではリター区での実生発生率が低下する結果となった。フサザクラはリター層を欠く崩壊地ややせ地にも多い先駆樹種であるためと思われる。

のり尻に多いウツギはどのような条件であっても比較的よく実生発生するが、生存率から考えると明るく、栄養条件の良い土壌を好むようである。のり尻はのり面上部からの崩壊土がたまり、土壌条件が比較的良くなるため²⁾、ウツギの実生発生には良い条件であると考えられる。また、植生調査結果では光の利用効率がよい東向きのり面に多く見られた¹³⁾。

のり腹、のり肩で出現頻度が高いマルバウツギ¹³⁾は栄養条件のよい表層土区、のり腹同様、土壌や有機物を欠く鹿沼土区の両実験区で実生発生率、生存率ともに高い値だった。

タマアジサイはのり腹でも谷地形に多く見られた樹種である¹³⁾。タマアジサイは湿性環境で肥沃な土壌を好む樹種であり¹⁰⁾、谷地形(凹型斜面下部)は土壌が厚くたまり水分、栄養条件が比較的良い地形である⁴⁾。そのため表層土区での実

生発生率、生存率が高かった。しかし、種子重が極端に小さく、初期生育能力が低い¹⁴⁾ため、幼根が貫入しにくい下層土区では実生発生、生存が困難で、暗条件でも生存率が低下した。

ニシキウツギはのり腹に多く出現する樹種であるが¹³⁾、鹿沼土区やピートモス区での生存率があまり高くなかった。他樹種に比べ、やや栄養を要求する性質が強いようである。

ツツジ属は貧栄養環境を好む樹種である^{9,14)}。それは、種子や実生が菌害に弱いことが一因であると考えられる。そのため、菌の発生しやすい表層土区、リター区で実生発生率、生存率ともに良くなかった。また、ミツバツツジは鹿沼土区で生存率が高く、調査地域では別名岩ツツジといわれることから、岩生植物であることが理解できる。

本研究では、のり腹で出現頻度の高い樹種の実生発生条件を検討したが、同じ立地環境でも実生発生、初期生育の嗜好性には違いが見られた。同じ岩盤のり面といっても実際には微細な条件の違いによってすみ分けが生じていると思われる。このことは、これらの微細な立地を覆い隠す全面厚層吹付等の工法を用いた従来の木本種子による緑化施工法では、これら樹種のうち、一部を選抜することになりかねず、単相な植生が出現しやすいことを示している。今後、これら多様な木本植物の実生発生特性を生かした施工法の開発が望まれる。

引用文献

- 1) 藤井宏一(1983)生物統計学、共立出版、449pp.
- 2) 亀山 章(1978)高速道路のり面の植生遷移について(III)、造園雑誌、42(2)、2-7
- 3) 勝田 柁・森 徳典・横山敏孝(1998)日本の樹木種子(広葉樹編)、林木育種協会、410pp.
- 4) 河田 弘(1989)森林土壌学概論、博友社、399pp.
- 5) 倉本 宣・辻永和容・斉藤陽子(2000)多摩川におけるカワラサイコとヒロハノカワラサイコの分布と発芽特性について、日本緑化工学会誌、25(4)、385-390
- 6) 日本緑化工学会編(1990)緑化技術用語事典、山海堂、268pp.
- 7) 大沢雅彦(1988)清澄山の植物、日本の生物、2(12)、35-40
- 8) 伊達 昇(1989)肥料便覧(第4版)、農文協、327pp.
- 9) 佐伯敏郎(1999)植物生態生理学、シュブリンガー・フェアラーク東京、375pp.
- 10) 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫(1989)日本の野生植物 木本I、平凡社、321pp.
- 11) 佐竹義輔・原 寛・亘理俊次・富成忠夫(1989)日本の野生植物 木本II、平凡社、305pp.
- 12) 佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫(1982)日本の野生植物 草本II 離弁花類、平凡社、318pp.
- 13) 篠原明日香・林佳貴・小林達明・浅野義人・高橋輝昌(2000)軟岩のり面上に成立した植物群落の立地分析、日本緑化工学会誌、25(4)、373-378
- 14) 鈴木裕美・勝見典子・小林達明・長谷川秀三・新井雅夫(2000)ミツバツツジ類植栽木の樹勢と天然実生発生に関わる環境要因の分析、日本緑化工学会誌、25(4)、421-426

(2001.6.30.受理)