

自生植物を利用した積雪寒冷地の酸性法面对策工に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 21～平 24

担当チーム：防災地質チーム

研究担当者：伊東佳彦、田本修一、宍戸政仁

【要旨】

本研究では、自生植物を利用した積雪寒冷地の酸性法面对策工の提案を目的として、既存資料から酸性土壌における法面植生工の現状を整理し、現地調査により酸性土壌に耐性のある植物の存在を確認した。また、実際の酸性土壌を用いた室内試験および現地栽培試験を行い、岩石の酸性化機構、抽出した自生植物の耐酸性、積雪寒冷地における現地適用性について検討した。その結果、酸性法面の緑化植物として自生植物を用いる場合の手順フローならびに留意点について提案した。

キーワード：酸性土壌、自生植物、法面植生、室内栽培試験、現地栽培試験

1. はじめに

北海道には海成堆積岩や熱水変質作用を受けた岩石等、酸性を示す地山あるいは風化により酸性化する地山が広く分布する（図-1.1）。これらの酸性化する地山は、農作物等の育成にも密接に関係することから、主に土壌学分野で注目されてきた。また、高規格道路などの建設工事のトンネル坑口部や橋梁区間などでは、大規模な切土斜面を造成する事例が多く見られる。その際、泥岩や細粒砂岩などの海成堆積岩や熱水変質岩が分布する地域では、土壌 pH が 3.5 を下回るような酸性硫酸塩土壌（以下、酸性土壌という）が切土法面に出現する場合がある。このような酸性土壌は、北海道に広く分布しており¹⁾、酸性土壌が産出する法面では、通常の植生工を施工しても発芽しない、または、発芽しても経年的に衰退するなどの事例がしばしば見られる。また、雨水による侵食や風化が懸念される箇所では、法面の安定性に関わる重要な問題となる。従来、酸性土壌の対策工法としては、石灰やソイルセメントを混合した中和工法などが用いられてきたが、過剰施用や効果の持続性に課題が残る。

一方、法面緑化に用いられる植物は、生育が早く、種子が大量かつ安価に入手可能な外来種が多用されてきた。しかし近年、「特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律（外来生物法）」の施行や生物多様性国家戦略の決定など、環境に対する社会的認識が高まっており、「外来生物法案に対する附帯決議（衆議院環境委員会、平成 16 年 5 月 25 日）」では、土木工事で行う緑化の対応において、外来種の使用をなるべく避けるよう努めるとされたため、生物多様性に

配慮した緑化工法等が注目されている。また、近年、高規格道路の建設等に伴い大規模な切土法面が数多く施工されるとともに、酸性地山に遭遇する機会が増えており、より経済的で環境に配慮した法面植生工が求められている。

このような背景から本研究では、積雪寒冷地における酸性土壌法面の植生工に関する課題を解決するべく、北海道における自生植物を利用した法面植生工の適用性について検討するものである。

2. 研究方法

2.1 酸性法面の実態調査

酸性法面に関する実態を把握するために、既存文献調査および酸性土壌を産出する箇所において現地調査を行った。

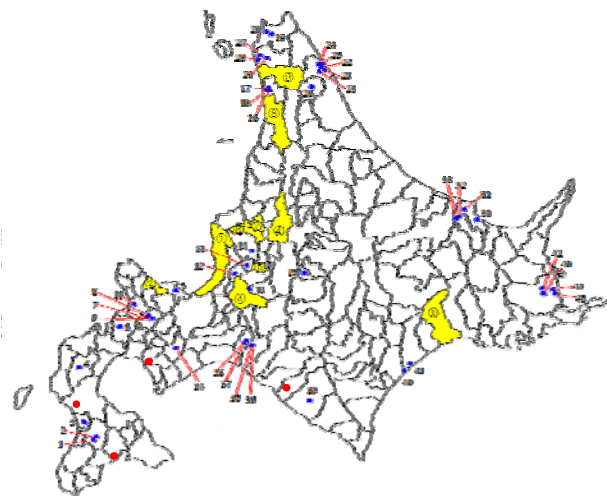


図-1.1 北海道における酸性硫酸塩土壌の分布^{1)に加筆}

2.1.1 既存文献調査

酸性土壌の性状や分布、発生原因等の基礎資料の収集を目的として、酸性土壌および酸性土壌に効果があるとされる法面緑化工法、北海道内外における自生植物に関係する文献を収集整理した。

既存の文献から、法面植生工および酸性土壌に関する事項について整理し、とりまとめた。

2.1.2 岩石の酸性化機構の検討

植生の生育障害を引き起こす可能性のある酸性硫酸塩土壌の判定にあたっては、過酸化水素水による強制酸化時の pH および岩石中の硫黄含有量を指標とするのが一般的である。しかし、この判定法のみでは過大に判定される可能性があることから、岩石の風化による酸性化機構の検討を目的として、既往研究²⁾で行った北海道内各地の岩石試料を用いた化学分析結果および国内での事例^{3~6)}を用いて、既存の酸性硫酸塩土壌の課題検討を行った。

2.1.3 北海道内における現地調査

北海道内における酸性法面の実態を把握する目的で、施工時に酸性土壌が産出した箇所の植生状況について確認した。また、酸性土壌が確認されている現場において植物の繁茂状況を調査し、耐酸性があると想定される自生植物の抽出を行った。

2.2 自生植物の現地適用性調査

2.2.1 対象とする自生種

北海道に自生する膨大な種類の草本類について、全てを研究対象とすることは困難であるため、今回の研究で対象とする自生種は、北海道内に自生し、かつ、既存文献調査結果および後述の現地調査結果から、酸性土壌に強いとされる植物種を対象とした。使用する植物は、表-2.1に示すとおり、既存文献⁷⁾により耐酸性を有するとされる植物（オオヨモギ、ススキ）、既存文献や聞き取り調査により、北海道内の酸性土壌分布域において生育実績⁸⁾のある植物（エゾヌカボ、ウラジロタデ、コメススキ）、鉱床地域での植生調査において酸性土壌で生育が確認された植物（ヒメノガリヤス）、および、比較対象種として、発芽・生長が早く安価であるため、北海道において法面緑化に多く使用されている外来牧草種トールフェスクとした。

2.2.2 種子採取調査

法面植生を施工する場合に、使用する種子を確保することは、非常に重要な課題の一つである。本研究では、試験に用いる自生種5種について、実際の現場付近において種子採取を行い、採取性や精選度など、種子の確保に必要な項目について調査した。なお、オオ

表-2.1 使用する植物

植物名/学名	科名	属名/出典
エゾヌカボ	イネ科	ヌカボ属
<i>Agrostis scabra</i> Willd		実績
ウラジロタデ	タデ科	オンタデ属
<i>Aconogonum weyrichii</i> (F.Schmidt) H.Hara		実績
オオヨモギ	キク科	ヨモギ属
<i>Artemisia montana</i> (Nakai) Pamp.		文献
コメススキ	イネ科	コメススキ属
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.		実績
ススキ	イネ科	ススキ属
<i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.		文献
ヒメノガリヤス	イネ科	ノガリヤス属
<i>Calamagrostis hakonensis</i> Franch. et Savat.		自生
トールフェスク ※	イネ科	ウシノケグサ属
<i>Festuca arundinacea</i>		外来

※トールフェスクは北海道内において法面緑化に多く利用されている牧草種(外来種)で、比較対象として用いた。

ヨモギについては、一部で既に種子が販売されているため除外した。

2.2.3 水耕栽培試験

発芽・生長には、pH、温度が重要な要素となるとともに、アルミニウム (Al) 濃度の上昇による生育不良⁹⁾といった要素がある。また、既存文献¹⁰⁾によると、種子の保存温度・湿度によって、発芽特性が変化することも報告されている。

本試験では、発芽の際の pH や温度およびアルミニウムによる生育障害、休眠打破（低温湿層処理）の有無による発芽率の違いなど、各植物の特性を把握することを目的として水耕栽培試験を行った。

pH 試験は、pH を 3.5、4.0、5.0 に設定し、それぞれ試験容器（プラスチックシャーレ）に入れ、各溶液の濃度が変わらないように注意しながら、恒温槽で約 3 週間発芽状態を観察した。

発芽温度試験は、インキュベーター内の温度を 5~15℃、10~20℃、15~20℃に設定して行った。また、低温部については、事前処理（低温湿層処理）の有無による影響について確認した。低温湿層処理とは、自然界で冬季積雪下にある種子と同様の条件を再現した処理であり、多くの種類の種子で発芽が促進される効果がある。

2.2.4 室内栽培試験

対象とした自生種6種の生育特性を把握する目的で、実際の道路法面等において産出する2種類の酸性土壌と、園芸等に用いられる通常土を用いて室内栽培試験を実施し、土壌酸性度が植物に与える影響について検

討した。

(1) 室内栽培試験に用いた土壌

栽培試験に用いた土壌について、表-2.2 に示す。既存の調査により酸性土壌であることが確認されている堆積岩と熱水変質岩の各 1 試料、および比較のための通常土（鹿沼土）を含めた合計 3 試料である。現地において新鮮部を掘り取り、酸化しないように密閉状態のまま運搬し、土壌分析に使用した。

土壌分析は栽培試験中における酸性度の推移を確認するため、原土、試験前、試験後と 3 回行った。分析項目は、通常の pH(H₂O)（地盤工学会基準 JGS0211-2009 「土懸濁液の pH 試験方法」に示される溶媒に蒸留水を用いる pH 試験）の他に、強制的に酸化させた場合の指標として pH(H₂O₂)（同試験方法に参考で示される 30%過酸化水素水を用いる pH 試験方法〔佐々木の方法〕）、および総硫黄 S（JIS M 8122-1994 「鉱石中の硫黄定量方法」）である。

採取した岩石を概ね 2mm 以下に粉碎して栽培試験に使用したが、水との反応により岩石は細粒化し透水性の悪い土壌となることが判明したため、透水性改良を目的として火山礫を 75%混合して栽培試験を行った。

(2) 試験方法

栽培試験は、1 土壌あたり 3 ポットで栽培試験を行い、土壌には高度化成肥料を混和、攪拌した後ポットに充填し軽く転圧した。各植物の種は、1 ポット当り 25 粒、約 2.5cm 間隔で方形に播種し、その後 0.5cm の覆土を行った。栽培試験中は土壌表面が常に湿潤状態を保つように底面灌水を行った。試験環境は、夏季の北海道を想定し、最低室温が 15℃以上を確保できる温室内で実施し、栽培期間は 3 ヶ月とした。

栽培試験中の生育状況調査では、各植物を対象に、発芽数あるいは生育個体数、草丈、生育良否（9〔良好〕～1〔不良〕の 9 段階観察評点）、根長（試験終了時）、生重量および乾物重量を調査した。

2.2.5 現地試験施工調査

本研究で使用する自生植物について、実際に酸性硫酸塩土壌が確認されている切土法面での適用性を検証する目的で、北海道渡島地方の切土

法面において現地栽培試験を行った。

(1) 試験施工箇所

栽培試験を行った箇所は北海道南部に位置し、新第三紀鮮新世茂辺地川層の泥岩を主体とする切土法面で、未風化部は pH(H₂O₂)が 2.2、総硫黄 S が 0.713%を示すことが確認されている酸性硫酸塩土壌である。切土直後は暗灰色を呈しているが、数日経過すると表面に石膏と考えられる白色鉱物の析出が見られ、試験箇所近傍の同層を対象とした切土法面では、約 1 年後の時点で法面の植生が衰退している状況が確認されている。

(2) 現地栽培試験方法

北向き・南向き 2 方向の切土法面に、図-2.1 に示す区画（南北同様）を設定し、植物種ごとの中長期の生長特性を把握する目的で単播（7 種）、植物同士の競合や被圧に関する検討を行う目的で混播（3 パターン）の 2 種類の試験を行った。試験に用いた植物は、表-2.1 に示した 7 種である。施工方法は、厚層基材に表-2.3

表-2.2 室内栽培試験に用いた土壌の諸元

種別	産地	岩石名	地層
熱水変質岩	虻田町	粘土化変質岩(硫化鉄多く含む)	鉱化変質岩(虻田鉱山)
堆積岩	北斗市	砂質泥岩	新第三紀茂辺地層
通常土	鹿沼市	園芸土(鹿沼土)	

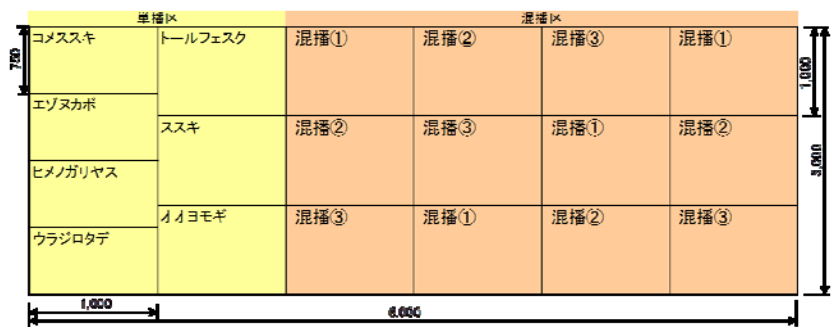


図-2.1 現地栽培試験で設定した区画割り（南北同様）

表-2.3 現地栽培試験で設定した区画割り（南北同様）

混播パターン		単播		混播①		混播②		混播③	
草種名	科名	発芽期待数 (株/㎡) (株/0.04㎡)		発芽期待数 (株/㎡) (株/0.04㎡)		発芽期待数 (株/㎡) (株/0.04㎡)		発芽期待数 (株/㎡) (株/0.04㎡)	
ススキ	イネ	500	20	500	20	500	20		
コメススキ	イネ	500	20	500	20	500	20		
エゾスカボ	イネ	500	20	500	20	500	20		
ヒメノガリヤス	イネ	100	4						
ウラジロタデ	好	100	4	100	4	100	4		
オオヨモギ	キク	200	8	200	8				
TF	イネ	500	20	500	20			2000	80
CRF (カーゼンクレッドフェスク)								1,500	60
KBG (ケンタッキーブルーグラス)								1,500	60
計				2,300		1,600		5,000	

に示す種子配合で手ごねにより混合し、法面に貼り付けた。基材厚は、法面の土質および岩質、法面勾配、土壌硬度、風化の程度および亀裂間隔などの条件により、北海道開発局道路設計要領¹¹⁾に示されるフローと、試験施工箇所周辺の建設工事現場の施工条件に基づき7cmに設定した。

試験は平成22年11月より開始し、施工後1年半(2回の越冬)経過後、単播部および混播部の植生の繁茂状況について、試験区毎に詳細な調査を行った。調査項目は、単播部・混播部ともに植被率、発芽本数、草丈、草高とした。

3. 研究結果

3.1 酸性法面の実態調査

3.1.1 既存文献調査

(1) 積雪寒冷地における法面植生工法の現状

積雪寒冷地において法面緑化に用いられる植物は、生育が早く、種子を大量かつ安価に入手が可能な外来牧草種が多用されてきた。北海道内を例に挙げると、法面植生工の標準工法として、表-3.1に示される工種に対して、混播されるものはいずれの種子も北海道の外来種リスト¹²⁾にカテゴリーA(北海道内に導入され、定着しており、影響等が報告されている。)として掲載のある植物である。しかし、前述の附帯決議のような背景から、近年では、生物多様性に配慮した緑化工法等が採用されてきている。これらの工法は、植生基盤材のみを施工して種子の飛来を待つなどの周辺植物の伝播を利用するものや、施工箇所周辺の表土を利用して表土中の種子の発芽を期待するものである。しかし、いずれも周辺植物が進入してくることを期待する工法であるため、早期の緑化が必要な箇所においては採用できないのが現状である。

(2) 酸性土壌対策工法の現状

土壌酸性度は通常pHで示され、一般的にはpH4.5以下を極強酸性とされている。さらに、硫黄化合物によってpH3.5以下を示すような土壌は、酸性硫酸塩土壌と定義され、このような土壌が切土法面に出現する場合、図-3.1に示すように、在来種のみならず、外来植物を用いても発芽しない、または発芽しても経年的に衰退する傾向がある。また、法面が軟岩などの場合には、雨水による侵食が懸念され、早期に植生を行う必要がある場合に課題が残る。

このような酸性土壌における植生の生育阻害は、以下の要因が報告されている⁹⁾。

- ① 可溶化するアルミニウムイオンによる濃度障害

- ② 燐酸アルミニウム等の燐酸不可吸態化による燐酸欠乏
- ③ 塩基類(Ca、K、Mg)の溶出による欠乏
- ④ 微量元素欠乏
- ⑤ 土壌微生物の活性不良

これらの酸性硫酸塩土壌に対する対策工法として、様々な工法が提案されており、表-3.2に示すような新技術情報提供システム(NETIS)に登録されている各種植生工法を確認すると、以下のように大きく3種類に分類される。

- ① 石灰等を用いた中和工法
- ② 微生物菌等を用いた中和工法
- ③ ソイルセメント等を用いた遮断工法

表-3.1 平成21年時点での北海道開発局における植生工の播種一覧

法面植生工(従来式)	使用する植物
ファイバー吹付	ケンタッキーブルーグラス、クレーピン、グレットフェスク、トルフェスクを混播
腐植酸吹付	
客土吹付	
植生基材吹付(有機系)	
植生基材吹付(土砂系)	上記の他、コイトクローバー、チモシー、オチャードグラス等から3種以上を混播
植生土のう	



図-3.1 法面植生の枯死状況

表-3.2 酸性法面に対するNETIS登録工法の例

名称	NETIS登録番号
バイオ・プラスタチ種子吹付工	HK-060010-A
恒生微生物菌緑化工法	HK-040020-A
エコスパイス工法	HR-990055-A
アルプラス工法	QS-030056-A
チップクリーン緑化工法	TS-030001-A

これらの課題点を挙げると、①は、石灰成分が無くなればその効果が薄れ、また、植生にアルカリ障害を受ける例がある。②は微生物の追加投与が必要となる例があり、③は土壌水分の不足による植生の枯死が課題となる可能性がある。

3.1.2 岩石の酸性化機構の検討

(a) 酸性硫酸塩土壌の判定方法の現状

酸性硫酸塩土壌の判定方法には pH や硫黄含有量が主に利用されており、また、岩石が酸性水を発生させる可能性については、緩衝鉱物を考慮した判定方法がある。以下に、各判定方法について、詳細を示す。

(1) pH や硫黄含有量による判定方法

- ① pH(H₂O)および pH(H₂O₂)による判定
- ② 硫黄含有量による判定

(2) 緩衝機能を考慮した判定方法

- ③硫黄/カルシウム (S/Ca) モル比

① pH(H₂O)および pH(H₂O₂)による判定

pH(H₂O)および pH(H₂O₂)測定によって酸性硫酸塩土壌に該当するかの判定方法としては、表-3.3 に示す方法がある。各方法によって過酸化水素の濃度や固液比および判定方法が異なるが、北海道開発局では30%の過酸化水素を添加して加熱後、固液比 1 : 10 の pH が 3.5 以下の場合には酸性硫酸塩土壌に該当すると判断される。

② 硫黄含有量による判定

酸性硫酸塩土壌は、土壌や岩石中に含まれる硫黄が酸化されて硫酸となり酸性を示す。このため、硫黄の含有量によって酸性化の程度が異なり、佐々木³⁾によれば表-3.4 に示すとおり硫黄が 400mg/100g (=0.4%) 以上含まれると酸性硫酸塩土壌である可能性が示されている。また、桜本⁴⁾によれば、硫黄が 0.4%以上含まれると長期的に酸性水を発生する可能性があるとして報告している。

③ 硫黄/カルシウム (S/Ca) モル比による判定

岩石中の黄鉄鉱が雨水等により酸化し、硫酸が形成されると、炭酸塩鉱物（方解石、ドロマイト、シデライトなど）や長石、粘土鉱物が溶解することにより中和反応がおこり酸性水の発生が抑制される。

酸性水の発生は、溶出水の酸性化を抑制する緩衝鉱物と黄鉄鉱等の硫黄含有鉱物との量比で決まる。すなわち、硫黄含有鉱物が炭酸塩鉱物より圧倒的に量比が多いと、最初のうちは中和されることで溶出水の酸性化が抑制されるが、炭酸塩鉱物が消費された段階で溶出水の酸性化が急速に進行する。

服部ほか⁵⁾によれば、八甲田トンネルにおける岩石の酸性水浸出にかかわる判定フローでは、含有量 S/Ca モル比が 1 を超えるものについては、酸性水発生の可能性が高いと報告している。

(b) 判定方法の問題点

(1) 過酸化水素水による pH

過酸化水素水による pH は、土壌の緩衝能力を無視し、強制的に酸化させた場合の pH を示す。しかし、実際には土壌や岩石には緩衝能力があり、陽イオン交換容量の大きい土壌や、炭酸塩を多く含む土壌では実際に酸性になるとは限らない。例えば、既往研究²⁾により、硫黄含有量、pH(H₂O₂)および長期的な pH の変化を把握する目的で実施したタンクリーチング試験結果を表-3.5 に示す。泥岩では pH(H₂O₂)は 3.5 以下を示

表-3.3 pH 等による酸性硫酸塩土壌の既往の判定方法

区分	試験方法	判定
北海道開発局 開発土木研究所	試料2.5gに過酸化水素(30%、アンモニアを加えてpH6.0に調整)を25ml添加し、1~2時間加熱後、固液比を1:10としてpHを測定。(佐々木の方法)	pH(H ₂ O ₂):3.5未満
北海道 および (社)日本道路協会	試料20gに過酸化水素(2%)を50ml添加し、24時間放置後、pHを測定。(水野の方法)	pH(H ₂ O ₂):4.0以下
農林水産省	試料と溶液(H ₂ O ₂ 、H ₂ O)の比率をそれぞれ1:10、1:2.5とし、数分加熱後pHを測定。	pH(H ₂ O ₂):3未満 もしくは pH(H ₂ O):4未満

表-3.4 硫黄含有量等による酸性硫酸塩土壌の既往の判定方法³⁾

項目	領域関係							
	80	200	300	400	600	800	1,000mg S	
S	主水可溶性 S _{mg} /100g > 80	80<	200<	300<	400<	600<	800<	1,000<
SO ₃	主水可溶性 SO ₃ mg/100g > 200	200<	500<	750<	1,000<	1,500<	2,000<	2,500<
pH	H ₂ O ₂ 処理後 pH(主領域) ~ 5.5	~5.0~	~4.5~	~4.0~	~3.5~	~3.0~	~2.5~	~2.0~
堆積岩	新第三系	一般の堆積岩			共存域	酸性硫酸塩土壌になりうる堆積岩		
土 壌	一般の土 壌	酸性土 壌	共存域		酸性硫酸塩土 壌			

表-3.5 pH(H₂O₂)、硫黄含有量と長期的な pH の比較²⁾に加筆

試料名	pH(H ₂ O ₂) (3.5以下)	総硫黄含有量 T-S ≥ 0.4%	短期溶出試験 pH ≤ 7	タンクリーチング 試験pH
火山礫凝灰岩	○	○	○	2.7
安山岩溶岩1	○	○	○	2.7
安山岩溶岩2	×	×	○	6.0
凝灰角礫岩1	○	○	○	2.7
凝灰角礫岩2	○	○	○	3.4
ワッケ貫中粒砂岩	×	×	×	7.6
粗粒玄武岩	×	○	×	7.4
溶結凝灰岩	×	○	×	7.9
安山岩溶岩 火山礫凝灰岩	×	×	×	7.9
泥岩	○	○	×	7.4
粘板岩	×	×	×	7.6

すが、短期溶出試験では pH7 以上、タンクリーチング試験での pH 変化は図-3.2 に示すとおり酸性化の傾向は認められず 200 日後に 7.4 を示している。

過酸化水素水による pH とタンクリーチング試験の pH の比較を図-3.3 に示すと、pH(H₂O₂)が 3.5 以下の試料であってもタンクリーチング試験では pH7 以上のアルカリ性を示す試料が認められる。このことから、pH(H₂O₂)のみで長期溶出による酸性化の判定を行うことには課題が残る。

(2) 総硫黄含有量

総硫黄含有量が 0.4% 以上であっても、方解石（炭酸カルシウム）などのアルカリ性を示す鉱物の中和能力を考慮していないため、必ずしも酸性化するとは限らない。表-3.5 に示すとおり粗粒玄武岩、泥岩、溶結凝灰岩の各試料は、0.4% 以上の総硫黄含有量を示すが、短期溶出試験の pH やタンクリーチング試験（200 日経過後）の pH はアルカリ性を示している。

また、服部ほか⁶⁾によれば、泥岩、火砕岩および火山岩の各岩種の pH と硫黄含有量の関係が図-3.4 のと

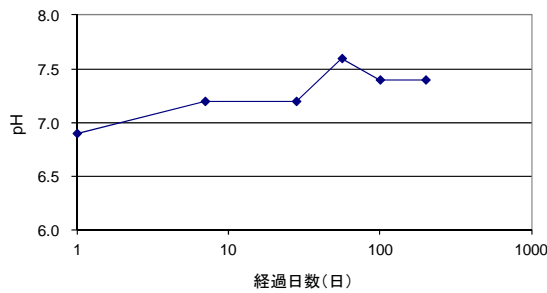


図-3.2 タンクリーチング試験による泥岩の pH 変化

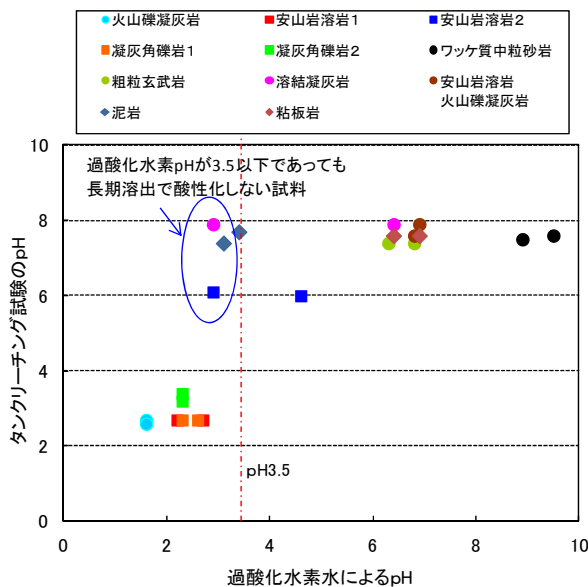


図-3.3 過酸化水素水による pH とタンクリーチング試験の pH の比較²⁾に加筆

おり示されており、硫黄含有量が 0.4% を超えるものには酸性化する試料も認められるが、多くは酸性化しないことも明らかである。このことから、総硫黄含有量のみでは酸性化の判定を行うことは困難である。

(3) S/Ca モル比

八甲田トンネルにおける岩石の酸性水浸出にかかわる判定フロー⁹⁾では、含有量 S/Ca モル比が 1 を超えるものについては、酸性水発生の可能性が高いものとされている。既往研究²⁾では、熱水変質岩を対象としたタンクリーチング試験および硫黄やカルシウムの含有量試験が実施されている。図-3.5 に S/Ca モル比とタンクリーチング試験 360 日経過時の pH の関係を示す。各試料の硫黄/カルシウム (S/Ca) モル比は 1 以上を示し、試料の安山岩溶岩 2 を除いては、タンクリーチング試験 (360 日) 後の pH は 3.5 以下を示す。カルシウムは主に炭酸塩鉱物である方解石 CaCO₃ を考慮したものであるが、安山岩溶岩 2 の試料では FeCO₃ の菱鉄鉱(シデライト)が含まれるため、酸性化しなかったと考えられる。したがって、溶出水が酸性化する試料の判定には、本指標が有効であるものの、試料中の含有鉱物などに注意が必要である。

3.1.3 北海道内における事例調査

土壌酸性度が極強酸性を示す鉱床跡の酸性土壌において、自生植物の繁茂状況を調査し、耐酸性があると想定される自生植物の抽出を行った結果を表-3.6 に示す。ハルガヤ、ヒメノガリヤス、ヒメスイバ、オオヨモギ、ススキについては、環境庁告示第 46 号付表の溶出試験で pH4.0 以下の土壌でも生育が確認されている。特に、ハルガヤ、ヒメスイバでは pH2.6 以下の厳しい環境でも生育が認められ、酸性硫酸塩土壌への適用性は高いと予想されるが、帰化植物であるため本研究の対象としないこととした。

本研究では、低 pH での生育が確認されたヒメノガリヤス、オオヨモギ、ススキを対象種として抽出した。ただし、法面植生としてこれらの植物を用いる場合、早期に生育し、かつ耐酸性の在来種を用いることが検討候補として挙げられるが、緑化実績のある植物については、特性項目（発芽率、温量指数、純度、発芽深、播種適期、採種の容易さ、種子入手の容易さ、初期成育速度、休眠打破など）が判明しているが、実績のない植物については不明な項目もあり、より詳細な検討が必要と考えられる。上記のような課題を解決するためには、酸性土壌においても生育可能な在来植物を抽出し、その植物を用いて法面植生を行えばよいものと考えられる。

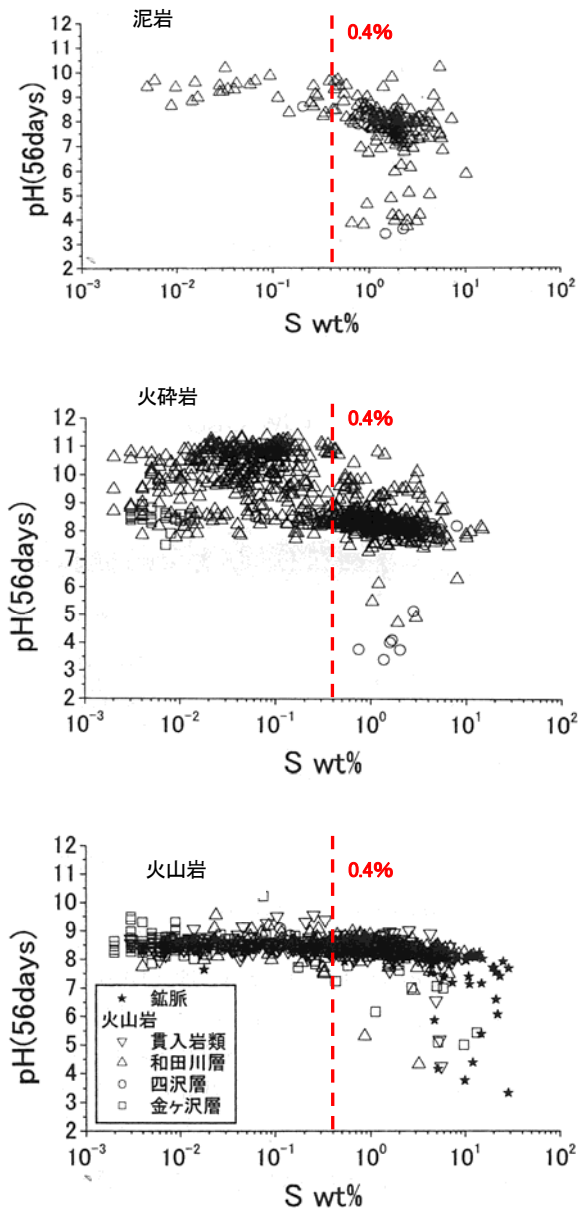


図-3.4 総硫黄含有量と長期溶出試験(56 日後)pH
出典 [服部修一ほか(2003)]⁶⁾に加筆

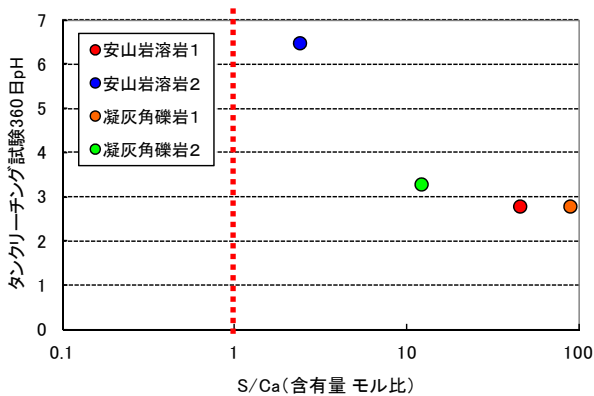


図-3.5 S/Ca モル比とタンクリーチング試験
360 日経過時の pH

表-3.6 鉱床での植生状況

土壌区分	植物						pH (溶出試験結果)		
	A	B	C	D	E	F	最小	最大	平均
褐鉄鉱床	●						2.1	2.1	2.1
白色土	●		●				2.6	2.6	2.6
万し場 (崩積土)					●	●	2.9	3.3	3.1
硫化鉄鉱床		●					3.8	3.8	3.8
灰色土							2.4	6.0	3.9
盛土			●				4.8	4.8	4.8
褐色土壌 (植生生育域)	●	●		●		●	3.6	7.0	4.9
褐色土壌 (背後の森林)	●	●	●	●	●	●	4.5	5.6	5.1
赤色土			●		●		4.6	7.6	6.0

酸性
↑
↓
中性

A:ハルガヤ, B:ヒメノガリヤス, C:ヒメスイバ,
D:オオイタドリ, E:オオヨモギ, F:ススキ

3.2 自生植物の現地適用性調査

3.2.1 種子採取調査

本研究で試験に用いた自生種について、その種子の採取性や精選度など、種子の確保に必要な項目について検討した結果を、表-3.7 に示す。なお、市販の牧草種であるトールフェスクならびに市場供給が進むオオヨモギについては除く。

エゾヌカボ、ウラジロタデ、ススキに関しては、採取しやすく、精選の結果も良好であることから、種子を確保しやすい種であることがわかる。それに対し、コメススキは採取地が限られること、ヒメノガリヤスは精選率が低いなど、課題が残る種と考える。

種子採取調査の結果、自生植物の種子供給に関する適否について、表-3.8 に示す。エゾヌカボ、ウラジロタデ、ススキの3種が採取性、精選率とも良好であり、種子供給に関して、十分に確保が可能な種と考える。

3.2.2 水耕栽培試験

(1) pH、Al 調整発芽試験

pH 調整および Al を添加した溶媒を用いて水耕栽培試験を行った結果、Al の有無の違いに関しては、目立った変化は見られなかった。

pH に対する発芽率の変化を図-3.6 に示す。ススキとトールフェスクは、対照区(C)および pH 処理区とも高い発芽率を示した。エゾヌカボ、オオヨモギ、コメススキは、pH3 で発芽率が低下した。ウラジロタデとヒメノガリヤスは、いずれの pH でも発芽率が低いが、対照区(C)よりも pH 処理区の方で発芽率が高いため、耐酸性を持つ可能性がある。

(2) 低温発芽試験と種子前処理

低温および種子前処理に対する発芽率の変化の様

表-3.7 自生植物の種子供給に関する検討結果

エゾスカボ	・採取地、結実量も多いため種子の供給は安定的。 ・種子が非常に小さく、基材吹付などの厚みのある工法では埋没して発芽しない場合もある。
ウラジロタデ	・採取地の多さ、結実量から、安定的な供給が可能。 ・発芽のバラつきが大きく、特性の把握が困難。 ・自生地が限定されるため、使用箇所に注意が必要。
ススキ	・採取場所が豊富である。 ・精選率が概ね 80-90%であり、バラつきが少ない。 ・絶対に結実量が多いため安定的に供給できる。
コメスキ	・発芽、播種試験などでは良好な結果が出ている。 ・自生地が限定されるため、使用箇所が限られる。 ・自生地が少ないため供給面では不安が残る。
ヒメノガリヤス	・採取地の多さ、結実量などは多い。 ・採取した穂が不稔である場合が多く、精選率が 20%以下と非常に悪いことから、種子量の確保が難しい。

表-3.8 自生植物の種子供給に関する適否

種名	採取性	精選率	結論
エゾスカボ	○	○	採取・精選とも良好
ウラジロタデ	○	○	採取・精選とも良好
ススキ	○	○	採取・精選とも良好
コメスキ	×	×	採取地に課題
ヒメノガリヤス	△	×	種子量に課題

子を図-3.7に示す。温度条件による差および種子前処理の効果が明確であった種は、エゾスカボ、コメスキ、ススキ、ヒメノガリヤスであった。温度条件による差は確認されたが種子前処理の効果は確認されなかった種はトールフェスク、温度条件による差は僅かに確認されたが種子前処理の効果は確認できなかった種はオオヨモギ、全体に発芽率が低くいずれの効果も確認できなかった種はウラジロタデであった。

(3) 水耕発芽試験のまとめ

北海道内に自生する耐酸性を有すると考えられる植物6種および牧草種トールフェスクの水耕栽培試験の結果から、発芽特性をまとめた結果を表-3.9に示す。草種により、発芽に適した pH や温度が異なることが認められるが、発芽率の低いヒメノガリヤスでも種子前処理を行うことで、法面植生工に適用できる可能性が示された。

3.2.3 室内栽培試験

(1) 土壌分析結果

土壌分析結果および試験前後における各分析項目の推移を、堆積岩について図-3.8、熱水変質岩について図-3.9に、それぞれ示す。

図-3.8より、pH(H₂O)は原土で 5.8 を示したが、pH(H₂O₂)では 2.7 まで低下する。酸化が進まない状況

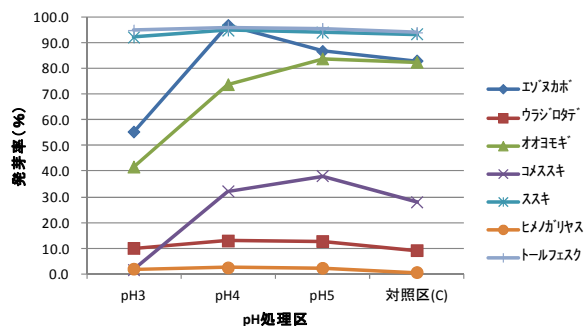


図-3.6 pH に対する発芽率の変化

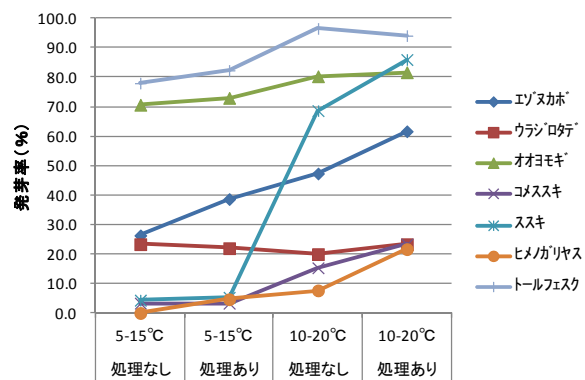


図-3.7 低温および種子前処理に対する発芽率の変化

表-3.9 水耕発芽試験の結果

	pH による影響	温度条件による影響	種子前処理の効果	備考
エゾスカボ	△	○	○	
ウラジロタデ	—	×	×	低発芽率
オオヨモギ	×	○	×	
ススキ	○	×	○	
コメスキ	×	△	○	
ヒメノガリヤス	—	△	○	低発芽率
トールフェスク	○	○	×	

○：影響を受ける・効果がある

△：若干の影響を受ける・効果がある

では中性域であるものの、時間の経過とともに酸性側へ低下する可能性のある土壌であることが分かる。試験前試料では pH(H₂O)が 6.0 を示し、火山礫を混入したことによりやや中性側に変化している。栽培試験後には pH(H₂O)が 5.2 を示し、試験前と比較して酸性化している。また、pH(H₂O₂)は 4.2 まで上昇しているが、総硫黄が原土で 0.607%から試験後には 0.069%まで減少していることから、酸化に伴って硫黄分が流出したことにより pH(H₂O₂)が上昇したものと考えられる。

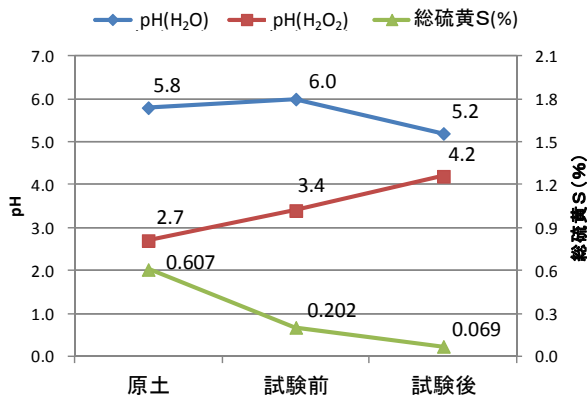


図-3.8 堆積岩の pH, 総硫黄の推移

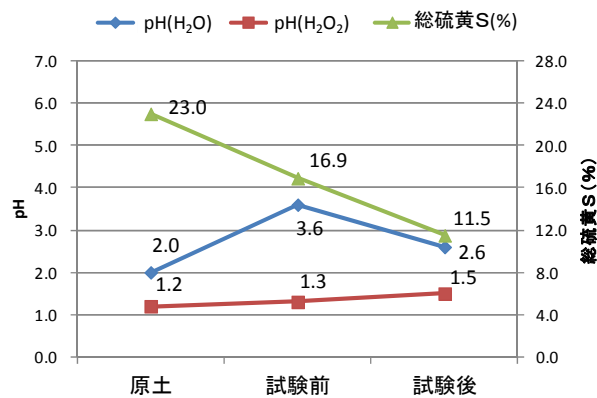


図-3.9 熱水変質岩の pH, 総硫黄の推移

図-3.9 より、原土の pH(H₂O)が 2.0 であり、常時において既に酸性土壌である。試験前の試料では、火山礫の混合により pH(H₂O)が 3.6 と中性側に变化するが、試験後にはまた 2.6 まで低下した。程度の差はあるが堆積岩とはほぼ同様の傾向が見られる。pH(H₂O₂)についても、微小ではあるが堆積岩と同様に上昇傾向であり、総硫黄 S については、原土で 23.0% と非常に高い値を示しているが、試験後には 11.5% まで低下した。両試料とも、原土の硫黄含有量が 0.4% 以上でかつ pH(H₂O)が 3.5 以下のため、酸性硫酸塩土壌と判定される³⁾。

3 ヶ月間の栽培試験では、堆積岩の pH(H₂O)は、試験開始時が 6.0、3 ヶ月後には 5.2 と酸性側に低下しており、今後さらに低下していくものと考えられる。

(2) 植生調査結果

栽培試験を 3 ヶ月間行った段階での各植物の生育状況調査の結果、通常土および酸性土壌の堆積岩では、いずれの植物も発芽した。しかし、熱水変質岩ではコメススキ、ススキ、トールフェスクで発芽が認められたものの栽培期間中に枯死したため、ここでは示していない。硫黄含有量が 16.9% と非常に多く、図-3.9 より、試験開始時の pH(H₂O)が 3.6、試験後には 2.6 まで低下する非常に酸性を示す土壌では、本試験を行った

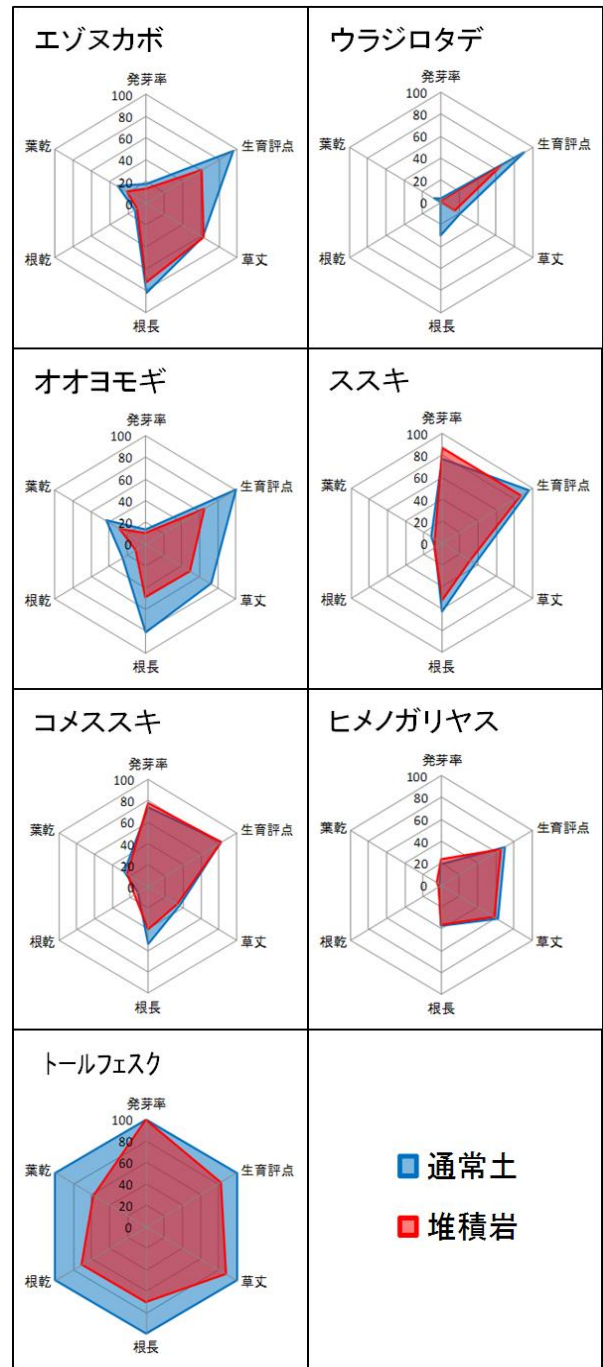


図-3.10 室内栽培試験結果

耐酸性を有する植物でも生育することが困難であったものと考えられる。

植物の発芽率が異なるため、各植物の評価をレーダーチャート図として図-3.10 に示す。なお、各植物のレーダーチャート図のグラフでは、発芽率や根長などの項目について通常土でのトールフェスクの栽培試験結果を 100% としたときの割合で示す。

塗色部の面積が大きいほど、発芽率や生育評点が良好であり、法面植生工としての利用が考えられる。また、通常土と酸性土壌の堆積岩で塗色部の面積が変わ

らない、もしくは堆積岩のほうが大きい場合、酸性土壌への耐性を有する可能性があると考えられる。

自生植物で塗色部の面積が大きい種は、エゾヌカボ、オオヨモギ、コメススキ、ススキであり、法面植生工への適用が考えられる。

通常土と酸性土壌の堆積岩を比較すると、植物の生長の良否を示す生育評点では、コメススキ、ススキ、ヒメノガリヤスが3ヶ月間の栽培期間では酸性土壌の堆積岩でも問題なく生育することが確認された。酸性土壌に強いとされるトールフェスクでは、堆積岩での根長および根と葉の乾燥重量は通常土よりも30～40%小さく、明瞭な差が確認された。それに対し、塗色部の面積に変化が少ない種は、コメススキ、ススキ、ヒメノガリヤスであった。ただし、ヒメノガリヤスについては発芽率が低いため、ススキ、コメススキが優勢である。

以上のことから、室内栽培試験では、法面植生工への適用の可能性が高く、また、酸性土壌に比較的強い可能性のある北海道内の自生植物は、コメススキ、ススキと考えられる。また、ヒメノガリヤスなどの他の自生種については、発芽率の低さから生育した個体数が少ない。しかし、水耕栽培試験の結果より、休眠打破を行うことで発芽率の改善がなされることから、法面植生工への適用の可能性が高まると考えられる。

3.2.4 現地試験施工調査

(1) 単播試験区

単播試験区の草種別植被率の推移を図-3.11に示す。北向き面のコメススキおよびススキの試験区では、平成24年6月に行った調査で、一部の試験区に基材の崩壊が確認された。比較的湧水の多い箇所であるため、融雪期の出水により崩壊したものと考えられる。この直下のエゾヌカボ試験区では、崩壊土砂に埋もれてしまい、調査を継続することが困難となった。また、7月の調査時には、北向き面のウラジロタデとオオヨモギが人為的に刈り捨てられており、植被率が低下していたが、その後、旺盛な生長により回復している。南向き面では、ススキの試験区において多少の崩壊が見られている。

2011年の調査結果を見ると、5月の調査時点ではヒメノガリヤス以外の草種で30%を下回っているが、8月の調査では、ウラジロタデ、エゾヌカボ、オオヨモギで60%以上となっており、良好な生育が確認された。ヒメノガリヤスは夏以降に地上部が衰退しているが、2012年の調査では年間を通して良好な生長を確認した。

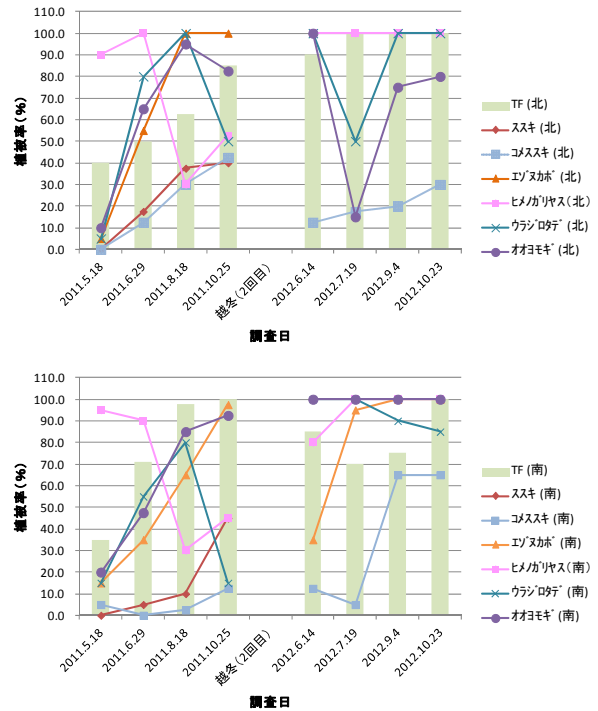


図-3.11 単播区での植被率の推移
(上：北向き斜面、下南向き斜面)

2012年10月の調査時点において、エゾヌカボ・ヒメノガリヤス・ウラジロタデ・トールフェスク・オオヨモギにおいては植被率が90%以上となっており、良好に生育していることが確認された。コメススキについては北向き面の崩壊、南向き面では上部からの侵入種の影響により参考値とした。ススキについては、北向き面の試験区が崩壊していたため、南向き面のみで見ると、夏以降に植被率が60%を超える状況となっていた。

(2) 混播試験区

混播試験区の2年目における草種別植被率の合計の推移を、図-3.12に示す。

混播①は、ヒメノガリヤス以外の全ての草種を配合した試験区であるが、草種別の植被率を見ると、北向き面ではトールフェスクが優勢であり、次いでウラジロタデ、オオヨモギという割合で推移している。9月以降の調査でウラジロタデが確認できていないのは、生育のピークが8月頃であり、それ以降は徐々に地上部が衰退していく様子が現れている。南向き面では、トールフェスクが優勢であるが試験区によってはオオヨモギ、エゾヌカボの占める割合が多くなった。以上の結果より、トールフェスクが優勢ではあるものの、植被率が60%を超えており、外来牧草種を大幅に減らした配合で法面緑化が実施可能であると考えられる。

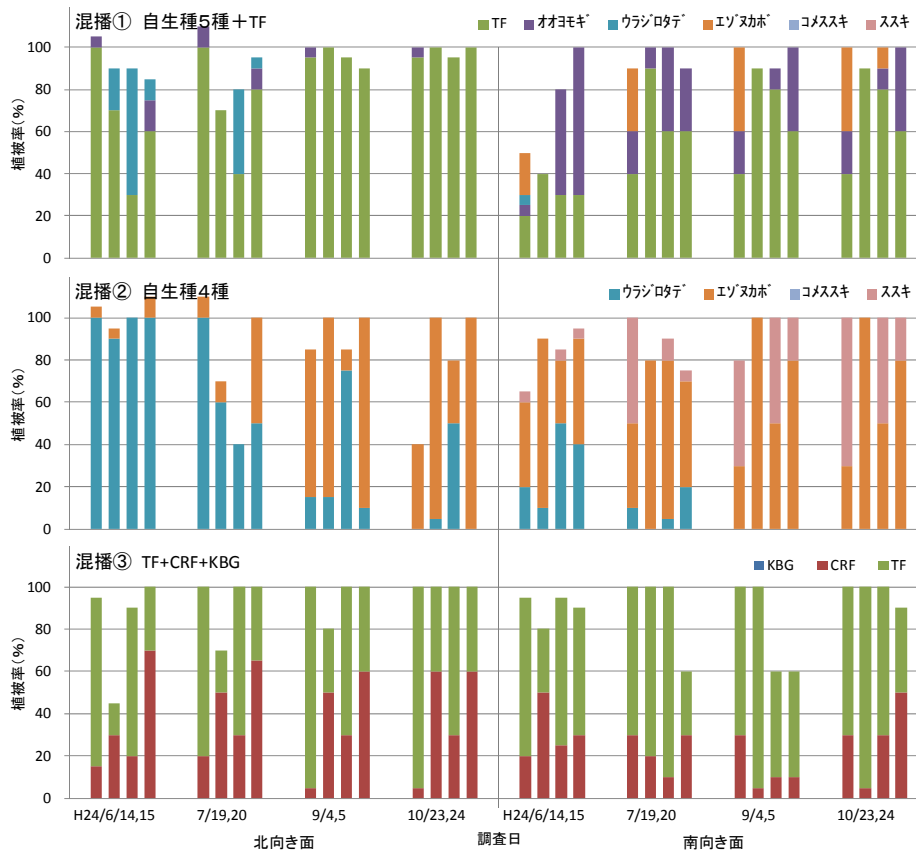


図-3.12 混播区における2012年の草種別植被率の合計の推移

混播②は、混播①から外来牧草種トールフェスクおよび競合が懸念されるオオヨモギを除いた配合である。図から、北向き面では6月～7月まではウラジロタデが優勢であり、その後、エゾヌカボが優勢となっている。それに対し、南向き面ではウラジロタデの割合が少なく、エゾヌカボ、ススキが優勢となる結果であった。以上の結果より、試験区により差はあるものの、植被率は概ね60%に達しており、自生植物4種の配合により法面緑化が実施可能であると考えられる。

混播③の結果を見ると、トールフェスクが優勢ではあるが、北向き面の方が南向き面と比較してCRFの割合が多くなっている。KBGについては、すべての試験区において生育は確認されていない。

3.3 自生植物による酸性法面対策工法の提案

3.3.1 酸性法面への自生植物（6草種）の適用性

今回の様々な試験結果を基に、試験に用いた自生植物6種について、種子の採取性や低pHでの発芽特性、室内および現地栽培試験での草丈や生育状況、種子の市場性の有無を加味した参考価格などを含めて総括を行った結果を、表-3.10に示す。

植被率は、単播部で60%以上を良好と判断し、混播部では混播①においてトールフェスクに被圧されずに

発芽生長が確認された種および混播②の試験区において植被率が50%以上を占めた種を良好とした。南北の差については、水分条件や日照条件に左右されるが、今回の試験結果から考察すると、北向き面は南向き面に比べて水分条件がよいと考えられ、混播①では、トールフェスクの生育が他草種よりも早く良好であったものと推測される。南向き面では、日照を受けることで6月頃まで乾燥していたものと考えられ、比較的各草種の生育に大きな差がつかなかったものと推測される。このように、法面の方角などにより優勢となる植物が異なること、草種により生育時期や生育速度に大きなばらつきがあることなど、それぞれの植物の特性には十分注意する必要がある。

単播および混播での生育状況を確認し、表-3.10に示すような総括を行うことによって、エゾヌカボ、ウラジロタデ、オオヨモギなどの自生植物を用いた法面植生が実施可能なことが確認された。ただし、今回の結果からは、酸性硫酸塩土壌の影響による植生状況の経年変化について確認できなかったため、今後も追跡調査が必要であると考えられる。

3.3.2 自生植物を用いた法面対策工

本研究で行った各種調査、試験等から得た知見から、

表-3.10 各植物の発芽生育特性の総括 (案)

種名	水耕発芽試験				室内栽培試験											種子について					総合評価	
	pH3.5以下での発芽	pH4.0程度での発芽	低温での発芽	種子前処理の効果	酸性土壌への適応性					現地試験						発芽期待本数(本/m ²)	m ² あたり播種量(g/m ²)	種子単価(円/m ²)	種子単価(円/kg)	種子単価比(対TF)		
					発芽	生育	南北	基盤	結実	発芽	生育	南北	結実	TFとの相性	使い勝手							
ススキ	○	○	×	○	○	×	△	×	×	×	△	△	×	×	×	○	500	3.26	195,600	60,000	4.79	△
コメススキ	×	○	×	△	○	×	×	○	×	○	×	×	○	×	×	×	500	3.81	952,500	250,000	205.88	×
エゾヌカボ	○	○	×	○	×	○	○	○	△	○	○	○	○	○	×	○	500	0.55	137,500	250,000	29.72	○
ヒメノガリヤス (単播部のみ)	-	-	△	○	-	○	○	○	△	○	-	-	-	-	-	-	500	473.71	118,427,500	250,000	25597.64	△
ウラジロタデ	-	-	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	△	100	9.00	720,000	80,000	155.63	○
オオヨモギ	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	200	0.34	40,800	120,000	8.82	○
トールフェスク (TF)	○	○	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	500	4.87	4,627	950	1.00	-

備考 発芽 良好○、不良×、どちらでもない△
 生育 良好○、不良×、どちらでもない△
 南北 南北で差がない○、大きく差が出る×
 基盤 基盤が維持されている○、崩れている×
 結実 結実が確認された○、されていない×
 TFとの相性 TFとの混播での生育が良い○、悪い×、どちらともいえない△
 使い勝手 地域性・種子供給などに問題がない○、問題がある×、どちらともし難い△

自生植物を用いた法面対策工を行う上で確認すべき事項、植物の生育特性が把握されていない種を用いる場合の試験項目、播種における配合設定に必要な条件などをまとめたフローチャートを図-3.13に示す。

自然公園内などの外来種の使用が制限される箇所において、自生植物を用いた法面植生工を行う際の一助となることが期待される。

4. まとめと今後の課題

4.1 まとめ

本研究の成果を以下にまとめる。

- 酸性硫酸塩土壌の判定については、過酸化水素水を用いた酸化促進による酸性度 pH(H₂O₂)および岩石中の総硫黄 S の含有量による判定では、実際の岩石の風化に伴う酸性化傾向とは一致しない岩石も存在することから、短期溶出試験の pH や炭酸塩鉱物等による緩衝能を考慮した判定手法が必要である。
- 本研究で対象とした自生植物 6 草種 (ススキ、コメススキ、エゾヌカボ、ヒメノガリヤス、ウラジロタデ、オオヨモギ) および外来牧草種トールフェスクに関する播種の時期、混播した場合の生育状況、適応する環境など、法面植生への適用を検討した結果をとりまとめ、自生植物の総括表(案)を示した。
- 本研究で使用した自生植物の中で、積雪寒冷地の酸性法面における植生工には、エゾヌカボ、ウラジロタデ、オオヨモギの適用性が高いことがわかった。
- 本研究において行った調査および試験から得た知見から、自生植物を用いた酸性法面植生を行う際に、把握すべき植物特性を確認し、配合を設定するため

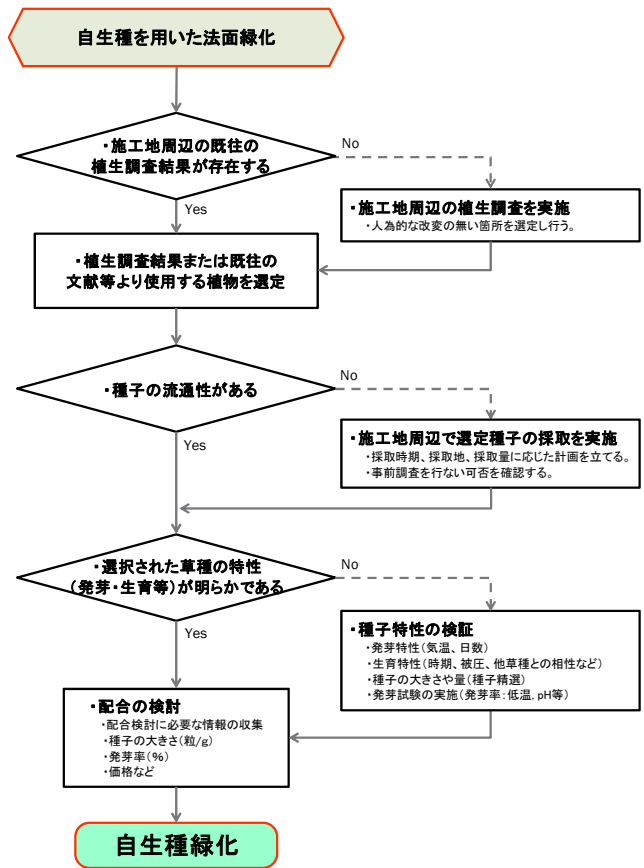


図-3.13 自生種を用いた法面緑化フロー (案)

のフローチャートを作成した。

4.2 今後の課題

4.2.1 酸性硫酸塩土壌判定方法の問題点

酸性硫酸塩土壌は、過酸化水素水による pH、総硫黄含有量、それぞれの単独の指標では、土壌中の緩衝機能を考慮していないため評価に課題が残る。

表-3.6 に示したとおり、過酸化水素水による $\text{pH} \leq 3.5$ 、総硫黄含有量 $> 0.4\%$ の両方の条件を満たし、さらに短期溶出試験 $\text{pH} < 7$ の3条件を満たすものが長期的に酸性を示すことから、酸性硫酸塩土壌の判定方法に利用できる可能性がある。また、土壌中の緩衝機能を考慮した硫黄とカルシウムの含有量モル比に着目することも有効と考えられる。これらを考慮して、図-3.14 に酸性硫酸塩土壌の判定(案)を示す。この図より、上記の3条件に $\text{S}/\text{Ca} > 1$ 以上の条件を加えた4条件をすべて満たす試料が、より合理的に判定された酸性硫酸塩土壌であると考えられる。ただし、この判定(案)を検証するためには、今後のデータの蓄積が必要である。

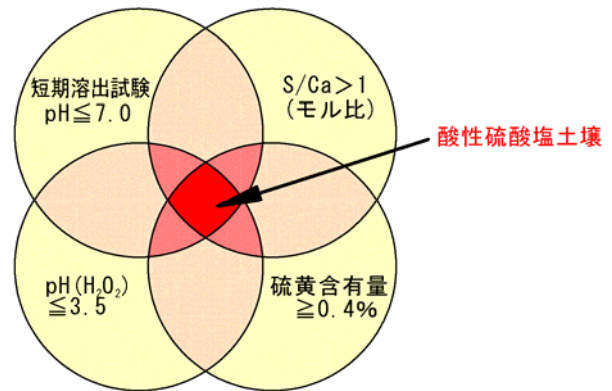


図-3.14 酸性硫酸塩土壌の判定(案)

4.2.2 酸性斜面の実態調査

NETIS 等による酸性法面対策工は、施工後 10 数年程度しか経過していない例が多く、長期的な植生の繁茂状況についての調査は行われていない。今後は、その植生繁茂状況や土壌 pH の推移などの追跡調査を行い、各種工法の酸性硫酸塩土壌に対する効果や長期安定性に関する事例を収集する必要がある。

4.2.3 種子供給についての検討の必要性

自生草本の種子の供給について、検討が不可欠である。オオヨモギなど一部の草本種については採種圃場造成による種子増殖方法についての知見が蓄積されつつあるが、大規模に種子量を確保するまでには至っていない。これまでの試験結果から、ヒメノガリヤスなど自生地での採種を行なっているが、使用(播種)時期・貯蔵などの条件が異なると、発芽率などの特性にバラツキがあり、それぞれの特性を把握しきれていない部分が多いというのが現状である。今後の自生種での緑化を検討していく上で、市場性を考慮した種子の供給方法についても検討を進める必要がある。

5. おわりに

本研究では、自生植物を利用した積雪寒冷地の酸性法面対策工の提案を目的として、室内試験および現地栽培試験を行い、岩石の酸性化機構についての考察、抽出した自生植物の耐酸性、現地適用性について確認するとともに、自生植物を用いた法面緑化を行う際の留意点等についてとりまとめた。自生植物を利用した合理的な対策工を構築することは、法面緑化の安定性を向上させるとともに、積雪寒冷地に適応し環境と調和した法面保護に有益であると考えられる。

ここに、本研究にご協力を頂いた関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 石田哲也ほか：「北海道で出現した酸性硫酸塩土壌の位置(緯度・経度)および参考文献の紹介」、寒地土木研究所月報、No.695、pp.39-47、2011
- 2) 田本修一・岡崎健治・阿南修司・伊東佳彦：「酸性化した溶出水による岩石ずりの重金属類溶出評価に関する考察」、第8回環境地盤工学シンポジウム発表論文集、pp.203-208、(社)地盤工学会、2009
- 3) 佐々木信夫：「新第三系に由来する酸性硫酸塩土壌 I.その特性」、ペドロジスト、Vol.22、No.1、p.2-11、1978
- 4) 桜本勇治：「海成泥質岩が酸性水を発生させる可能性について」、地下水技術、Vol.36、No.4、p.29-33、1994
- 5) 服部修一・太田岳洋・菊地良弘：「八甲田トンネルにおける掘削残土の酸性水溶出に関する判定手法の評価」、応用地質、Vol.47、No.6、p.323-336、2007
- 6) 服部修一・太田岳洋・木谷日出男：「酸性水に関わる掘削残土の応用地質的検討」、応用地質、Vol.43、No.6、363-365、2003
- 7) 日本道路協会：「道路土工、切土工・斜面安定工指針」、pp.234-235、2009
- 8) 長野県林業コンサルタント協会：「強酸性土壌地帯の緑化対策の基礎—調査・設計編—」、pp.30、2004
- 9) 松中照夫：「土壌学の基礎」、農文協、2004
- 10) 近藤哲也：「数種の野生草花の種子発芽に及ぼす貯蔵条件および発芽時の温度と光の影響」、造園雑誌、52(5)、pp.97-102、1989
- 11) 北海道開発局：「道路設計施工要領、第4章のり面保護工」、2012
- 12) 北海道：「北海道の外来種リスト—北海道ブルーリスト 2004—」、pp.20,27-28、2005。

- 13) 宍戸政仁・伊東佳彦・田本修一：「自生植物による酸性法面植生工を目指した基礎的研究－室内栽培試験－」、地盤工学会、第 46 回地盤工学研究発表会、pp2157-2158、2011.7.
- 14) 宍戸政仁・伊東佳彦・田本修一：「酸性硫酸塩土壌における自生植物の生育特性について」、寒地土木研究所月報、No. 714、pp45-49、2012. 11.
- 15) 宍戸政仁・伊東佳彦・田本修一：「自生植物による酸性法面植生工を目指した基礎的研究－現地栽培試験－」、地盤工学会、第 48 回地盤工学研究発表会、投稿中

A STUDY ON NATIVE PLANTS APPLICABILITY IN PLANT WORKS FOR ACID SOIL SLOPE IN SNOWY COLD REGION

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2009-2012

Research Team : Cold Region Construction

Engineering Research Group

(Geological Hazards Research Team)

Author : ITO Yoshihiko

TAMOTO Syuichi

SHISHIDO Masahito

Abstract : In this study, present condition and problems in plant works for acid soil slope in snowy cold region by surveying was reviewed, and some native plants was found which had acid-resistant by field research in acid soil slopes in Hokkaido. These plants were tested to grasp the property of germination and growth at the indoor and actual acid soil slope. As a result, it was concluded that some native plants are useful to construct new plant work method with these acid-resistant plants in snowy cold region.

Key words: acid soil slope, native plants, plant works, snowy cold region