

3. 酸性対策工法の検討

3.1 荒廃発生機構の検討

治山、林道を対象とする森林帯は、高地や山岳地帯に位置するため気象条件が厳しい。また、地質的要因だけでなく、さまざまな要因が複合的に作用して、荒廃の発生や植生回復を阻害している。

まず、対策工法の検討にあたっては、荒廃発生や植生生育の阻害要因を整理する必要がある。参考として、須坂市山の神に発生した崩壊地の荒廃発生機構を以下に示す。

荒廃発生要因

【素因】

熱水変質作用：基岩の熱水変質作用による脆弱化

【誘因】

物理的風化作用：寒冷多雪地帯であるための凍結融解作用及び融雪期のグライド

化学的風化作用：基岩内の硫化鉱物に水と酸素が供給され、硫化鉱物が酸化され重金属を含む強酸性の硫酸酸性水を生成する化学反応が生じ、風化を促進させる

植生回復の阻害要因

表面侵食作用による表土の流出・流亡

- ・凍結・融解作用による表土の移動
 - ・積雪によるグライド
 - ・雨水による雨滴侵食及び表面流の発生とその流下侵食力によるリル・ガリーの形成
- 酸性土壌の影響
- ・化学的風化作用の過程で生成される硫酸酸性水による土壌の酸性化

以上のような要因が複合的に作用して植生の回復を阻害していると推測される。

3.2 復旧基本方針の検討

1)基本事項

現地調査、酸性度分析結果をもとに、長期的な安定確保、経済性、施工条件、管理および景観・環境保全を考慮して検討を行う。

通常地帯と同様に、基本的な事項は、植生回復の生育基盤としての安定性、土壌の栄養分や水分保持などを考慮しなくてはならない。

2)復旧基本方針

酸性土壌地帯の荒廃機構に対する対策は、主に以下のように整理され、緑化基礎工も含め総合的に基本方針を検討する必要がある。

表層の土砂移動及び侵食対策は、積雪や雨滴及び表面流が直接的に表土に接触しないことが必要であり、水の緩衝、遮断、地山との分離が基本対策となる。さらに、水路工による流路(表面水)規制が必要となる。酸性土壌対策は、酸性水発生の主要因である水の浸入を防止することが必要であり、浸入水の緩衝、遮断が基本対策となる。さらに、酸性土壌の土壌改良(矯正)、植生基盤の造成が必要となる。

3) 緑化手順

緑化手順の考え方は、「自然公園における法面緑化基準の解説」(1982)に示されている以下の手順が参考となる(図2)。

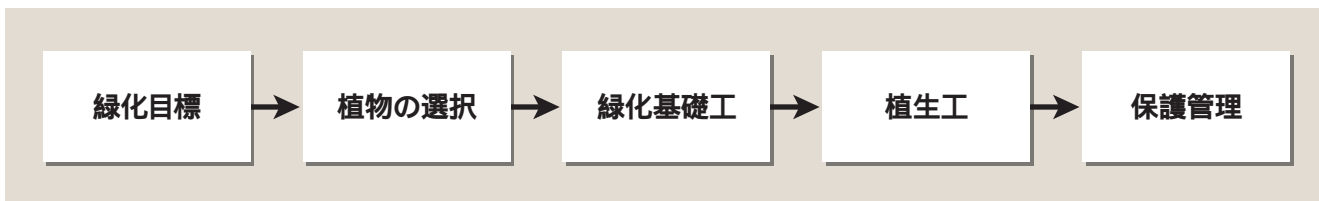


図2 緑化手順

緑化目標

持続性があり、育成可能な植物群落を造成することが重要である。また、長期安定確保と経済的側面からも有効な植物群落を緑化目標とする。

植物の選択

緑化に用いる植物は、対象地の気象・立地条件などの環境条件を整理し、周辺植生の調査を実施して自生している樹種を選択樹種の中に用いることを原則とする。

緑化基礎工

斜面の安定性や土砂の移動を軽減し、生育基盤改善と植生回復を補完する機能を有する緑化基礎工を検討する。

植生工

植生工は、播種、植栽工および自然植生導入に区分される。緑化目標に応じて検討するが、播種を最優先として検討する。

保護管理

緑化基礎工、植生工の推移などを継続的に調査する必要がある。森林帯を対象とすることから気象要因の影響やカモシカ・ニホンジカの食圧などについても調査し、その対策を講じる必要がある。

基本はおなじ？

酸性土壌でも、一般の土壌でも緑化工の基本事項は同じです。長期的な安定確保、経済性、施工条件、管理および景観・環境保全を考慮して検討を行います。

いくら高価な工法を用いても、植生の基盤安定性が確保されなければ、長期的な安定確保はできません。対象地の気象・立地条件などの環境条件と適合しないと安定確保とともに景観・環境保全が図れません。上記緑化手順に示された内容から、工法を選定していくためには、現地の情報を的確に判断することが重要です。判断するためには、土質工学的、土壌学的知見などが必要です。また、的確な情報を常に収集し、一般的な緑化工法選定の基準を充分理解する必要があります。

酸性土壌の緑化対策は、その応用編です。

一般的な緑化工法選定の基準としては、「道路土工 のり面・斜面安定工指針」(社)日本道路協会」(2000)などが参考となります。

保護管理をわすれないで！

とかく、施工が終われば、保護管理を行わない場合が見受けられます。自然の営力で植生が回復し、森林化に移行する現場は、思ったほど多くありません。酸性土壌などの特殊土壌では、保護管理が大切です。緑化工に限らず、何にでも保護管理、後の検証をすることが大切です。

3.3 酸性対策工法の検討

前述のとおり、対象箇所の立地環境や周辺環境によって工法が変わるとともに、緑化技術工法は進化し、多様化している。これ以降は、山の神、吹上両地区の事例をもとに、緑化工法の検討例を示す。

1) 酸性土壌地帯の緑化目標

目標林型は、法面の条件や周辺環境によって4つの型に分けられる(表2)。

酸性土壌地帯では、特殊な立地条件下でも持続性があり、生育可能な植物群落を造成することが重要である。また、経済的側面からトータルコストの低減に有効であるとともに、森林帯を対象とした場合、風致上からも違和感のない自然度の高い植物群落の造成が求められる。

したがって、緑化目標は、低木林型～高木林型の木本植物群落とし、自然林と同様に根系が発達して防災機能の強い群落を造成するために播種工を主体とする植生工を基準とすることが望ましい。

表2 緑化目標の群落タイプ

緑化目標の型	目標の外観	適応箇所の条件
高木林型(森林型)	高木性樹種が主体の群落	・周辺環境が樹林 ・自然公園内等
低木林型(灌木林型)	低木性樹種が主体の群落	・周辺が樹林 ・周辺が農地等
草地型(草本型)	草本植物が主体の群落	・周辺が草地 ・周辺が農地 ・モルタル吹付け面等
特殊型	特殊な群落、人為的群落	・周辺の環境や自然環境等に特別の配慮が必要な場所等

・「自然環境を再生する緑の設計 - 斜面緑化の基礎とモデル設計 -」(社)農業土木事業協会(1993)

2) 導入植物の選定

以下の条件を具備する植物を選定する事が望ましい。

導入植物は岩盤斜面や傾斜地においても根系の発達が良好で、防災機能が高い植物群落を造成できるもの
 酸性土壌における適応性が高いもの
 可能な限り周辺に存在する樹種であるもの
 荒廃裸地における生育性が高く、早期に環境改善、景観との調和を図れるもの

上記の植物を選択する流れを以下に示す(図3)。

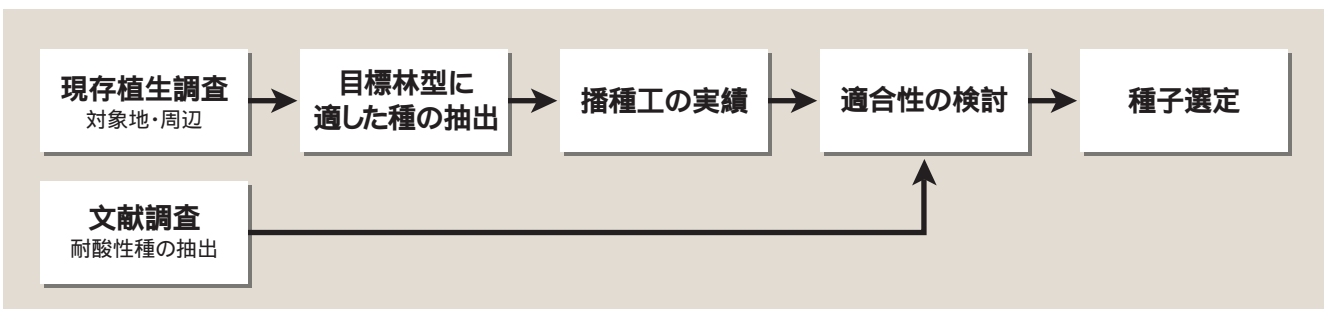


図3 導入植物の選択の流れ

対象地内や周辺に生育している植生を調査し、低木林型～高木林型の木本植物群落を構成する植物を抽出する

抽出した種の播種工導入実績を調べる(表3)

適合性の検討(表4)

種子の選定

自生種⁴(在来種)を用いた場合の効果判定は、数年後でなければ判定できない。自生種のなかには、初期の発芽(休眠種子)や生長の遅いものが多いなどの特徴がある。種の特長や事例を参考として検討する必要がある。以下にその特性を示す。

初期の発芽、生長が遅いものが多い

冬期に地上部が枯れるものが多く、地表被覆力に劣る

播種適季が短い

春播種、夏播種が多く、秋播種が少ない

種子の中には、入手しにくく、高価なものがある

適応性、繁殖方法などについて、実用化の不十分なものがある

使用植物の選定には、自生種のほか、荒廃地や、無土壌岩石地における生育性や土壌改善力が高い種を既往文献などから抽出し、以下の組合せを検討する。

造成する植物群落を主に構成する(主構成種)

肥料木などのように主構成種の生育環境を整える環境改善力の高い補完種(補全種)

施工後に生育基盤を保護する草本種

木本植物を主体とした植物群落の造成を緑化目標として設定した場合、過去に多用されてきた草本国外移入種⁵(外来種)と比較して発芽・生育特性が大きく異なる。木本植物は、草本植物と比較して発芽や初期生長が非常に緩慢である。これは、施工後に低植被状態が一定期間続くことを意味している(表5)

このことから、初期の無植生状態を補完し、生育基盤を維持するために、従来どおり国外移入種などの草本も配合する場合がある。

課題も成果です…。

山の神地区では、アカメガシワを用いました。アカメガシワは、先駆樹種で耐酸性に優れ、荒廃地復旧に有効である樹種とされています。一生長期の結果では、主構成種のうち最も発芽率が良い結果となりました。

しかし、アカメガシワは、長野県内では主に南信地方に分布し、北信地方ではあまり自生していない樹種です。また、アカメガシワはアレロパシー*をもつなど排他的性格の強い樹種であることも解ってきました。

酸性土壌対策を主目的としたため、耐酸性に優れたこの樹種を選定しましたが、広い視点から考えると種の攪乱の可能性もあります。課題の残る結果となりましたが、これも一つの成果と考えています。

*アレロパシー(allelopathy): 植物が出す化学物質による作用。植物が放出する化学物質により他の植物の生長が抑制される、いわゆる生長阻害物質としての作用を持つもの。

4 自生種は在来種と同義。自然分布している範囲内に分布する種、亜種又はそれ以下の分類群を指す。「生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言,日本緑化工学会(2002)による用語を採用した。

5 国外移入種は外来種と同義。「生物多様性保全のための緑化植物の取り扱い方に関する提言,日本緑化工学会(2002)による用語を採用した。

表3 例：播種工導入実績表（山の神調査事例抜粋：平成14年現在）

植物名	導入実績(播種工)	播種事例や特徴など
アオダモ		種子の採取が難しい
アカマツ		播種事例は少ない(自然散布が期待できる)
イヌブナ		種子の豊凶格差がある
ヤマツツジ	×	種子採取が困難
ナナカマド		紅葉が美しい
ネジキ	×	事例なし
ミズナラ		重要な構成種
リョウブ	×	事例なし
ヤシャブシ		花粉症の原因として好まれない

表4 例：現地適合性検討表（山の神調査事例抜粋：平成14年現在）

区分	植物名	耐瘠地	耐乾性	耐湿性	耐陰性	耐暑性	耐寒性	耐酸性
主構成種	ミズナラ							
	ナナカマド					×		
	アカメガシワ				×			
	ヌルデ				×		×	
	アキグミ							
	シラカンバ				×	×		
補全種	ヤマハギ							
	メドハギ							
草本種	ススキ							
	CRF*							

* 適応性大 適応 適応性小 ×適応性なし

* CRF：クリーピングレッドフェスク

- ・「道路土工：のり面工・斜面安定工指針」(社)日本道路協会
- ・「自然をつくる植物ガイド」林野庁監修(財)林業土木コンサルタンツ
- ・「治山事業設計指針」長野県林務部

表5 草本植物と木本植物の発芽・生育の特性比較

項目	区分	草本：国外移入種(外来草本)	木本類
	発芽特性と条件	発芽率	常により(80~90%)
発芽勢		一斉発芽(1~2週間)	緩慢発芽(数ヶ月~翌年~)*
発芽床		厚さは少なくともよい(表層播種) 2~3週間侵食されないこと	厚さを必要とする(種子の土中埋没) 長期間(数ヶ月~翌年~)*侵食されないこと
気象		温暖、多湿(短期)	温暖、多湿(長期)
生育特性と条件	地質	土壌硬度 砂質土 < 25mm 粘性土 < 23mm	土壌硬度 砂質土 < 25mm 粘性土 < 25mm
	勾配	45度より緩勾配	60度より緩勾配
	肥料要求度	大きい	小さい(先駆植物、肥料木)
	草丈樹高	低い	高い
	根系の深さ	浅い	深い
生育状態	群生しやすい (密生すると一斉に枯死する)	漸次疎らになる (高茎草本が多いと被圧される)	

・「自然環境を再生する緑の設計 - 斜面緑化の基礎とモデル設計 - 」(社)農業土木事業協会(1993)

*休眠期間の事例から付記：原文は「数ヶ月~翌年」

3)緑化基礎工

酸性土壌地帯の緑化基礎工に求められる機能を、以下に示す。

- ・ 雨滴エネルギーの吸収と地表流速の軽減による侵食防止
- ・ 凍上・霜柱の発生軽減と積雪グライドによる土砂移動防止
- ・ マルチ効果による土壌乾燥の防止
- ・ 保温効果による植生の晩霜害防止

侵食・土砂移動防止

山岳地帯では、積雪や融雪期の侵食によって土砂移動が繰り返される。傾斜地に植物を定着させ、効率よく森林化をするためには、表層土砂の移動防止が最も重要である。

一般的な山地治山の山腹緑化基礎工では、柵工・筋工を用いて表土の流出・流亡の防止、地表流の分散、さらに植生基盤の造成や植生の生育基盤を改善する。長野県下のカラマツ材の簡易木材施設(柵・筋工・丸太積)の腐朽調査では、施工約10年前後で丸太の腐朽が多くなる事例が示されている。簡易木材施設の耐用年数を10年と仮定すれば、10年間土砂移動や侵食を防止する機能を保持し、10年以内に植生が回復して、植生が丸太施設の機能を担いながら生育して行けばよいこととなる。

酸性土壌地帯においても、以下の事項に注意して、積極的に木製の柵・筋工を用いることが望ましい。

多積雪地域では柵・筋の地表高を低くし、雪圧の影響を受けないようにする。

酸性土壌地帯では、結束鉄線の腐食が早期に発生するため、連続や長大な配置は控える。

礫・岩石地では、杭の打設ができないため、無理な条件下での設置は控える。

マルチ効果・晩霜害防止効果

上記機能を補完し、マルチ効果・晩霜害防止効果機能を有するものとして伏工(被覆材)がある。近年は、伏工の種類も多様化している。特徴を充分検討して採用する必要がある。

なお、被覆材は「地山にいかによく馴染むか」によって侵食防止機能やマルチ効果・保温効果機能に差が見られる。「わらむしろ」などの従来工法の中にも優れた資材がある。

雨だけじゃなく風も山を削る！

高山村吹上地区は、地名のとおり松川渓谷から強い風が吹上げます。この風は、崩壊地内や周辺に生育する高木性樹種(コメツガ、シラビソ等)の樹型偏倚から、崩壊地下方から上方(ENE WSW)へ吹上げていることがわかります。風による細粒物質の吹き飛ばし作用(デフレーション)がみられ、強風時には細粒物質を吹上げ、この砂粒が斜面に吹付けることにより削磨作用(ウィンドアブレーション)も発生しています。

風による侵食作用を風食といいます。雨や雪の影響よりも小さいものの、風も山を削ります。この風は植生回復の大きな障害要因になっていると考えられます。

風の強い地域や、尾根部などの風の通り道と言われる箇所では、この作用を軽減させるための緑化基礎工も検討する必要があります。

酸性土壌対策

酸性土壌における植生の生育障害は、酸性土壌である地山からの湧水や滲出水による影響が大きい。湧水や滲出水の有無により対策を変えなくてはならない。

湧水や滲出水がある場合は、山腹基礎工と緑化基礎工を併用する必要がある。pH2.0前後の極強酸性の湧水や滲出水がある場合は、植生は生育せず消滅する。可能な限り緑化施工地外に導水する対策(水路工・暗渠工)を講じる必要がある。また、地山にモルタルやソイルセメントを吹付け、遮断層を設けて植生基盤材を造成する事例などがあるが、成功例は少ない。

湧水や滲出水がない対象地では、現在までの知見によると、ある程度酸性土壌に対する緩衝機能の高い生育基盤が造成されれば、特殊な酸性土壌対策を講じなくても緑化は可能と考えられる。強酸性土壌では、中和剤(緩衝・矯正)を混入する場合がある。中和剤を混入する場合は、現地採取した試料により中和石灰量を算出し、その値を基に検討する必要がある。ただし、使用に際しては、生育基盤のpHを極度に高め、強いアルカリ性によるアルカリ障害を誘発する可能性もあるため、使用量は慎重に検討する。中和剤の種類は、「生石灰」、「消石灰」、「炭酸カルシウム」、「苦土石灰」、「貝殻粉材」などがある。炭酸カルシウムと苦土石灰は、農業土壌の矯正等として広く使用され、経済的にも適応度が高い。さらに、近年では貝殻粉砕材を用いた事例が多く報告されている。

また、即効性資材は効果発揮期間が短いので、緩効性資材が望ましいと考えられる。

それぞれの特徴について表6に示す。

表6 石灰資材の特徴

種 別		特 徴	留意点等
↑ 即効性	生石灰	石灰岩を焼いて粉にした強アルカリ資材	強アルカリ性なので、植生に生長障害を与える 土と攪拌して2～3週間の期間が必要
	消石灰	生石灰と水との反応の熱生成	同 上
	炭酸カルシウム	石灰岩を粉砕生成 水・酸素による変化なし	酸性土壌及び植物の根から分泌する有機酸に溶けて緩効的に作用する 植物の生育障害は発生しにくい
	苦土石灰	ドロマイトから生成 マグネシウムを含む	同 上 マグネシウムの供給も可能
↓ 緩効性	貝殻粉材	貝殻を粉砕して生成	炭酸カルシウムと同様の効果がある 施工事例が増えている

4) 生育基盤材の造成厚

強酸性土壌地帯では、生育基盤材を造成しないと、植生回復は見込めない。

植物を定着させるためには、表層土砂の移動を防止し、凍上凍結作用に対して抵抗力の大きい生育基盤を造成する必要がある。さらに、植生の生育環境として好ましい物理性と化学性を有していなければならない。

生育基盤材の厚さは、これまで地山の条件(地山の状態、降水量、標高及び勾配等)により選定されてきた。しかし、植物は種類によって肥料要求度が異なり、極相を構成する植物を主体に用いる場合は、造成する生育基盤は有機質含量が多いものが好ましく、逆にアカマツや肥料木を用いる場合には、肥料含有量の少ない薄い生育基盤が好ましいといった違いがある(表7)。

造成する生育基盤は、保肥性、保水性に富む生育基盤であると同時に、施工後無植生状態が続いても流亡しない耐侵食性が確保できれば、比較的緩勾配の土砂部で3cm以上、その他の斜面では5cm以上を目安として検討する。

表7 法面の土質状態と植物種に応じた基本工法

区分	主構成種の特性	法面の土質		植生基盤材の諸元		
		根の侵入余地の有無	肥料の有無	保肥成分の多少	流亡しない期間	流亡しない期間中保持できる厚さ
高木林型	先駆植物	有	有・無	少	1～2ヶ月	1～3cm
	一般木	有	有	少	1～2ヶ月	1～3cm
		有	無	多	3～5年	5cm以上
中低木林型	先駆植物	有	有	少	1～2ヶ月	1～3cm
		有	無	少	1～2年	1～3cm
	一般木	有	有	多	1～2年	1～3cm
		有	無	多	3～5年	5cm以上
草本体型	外来草本主体	有	有	少	1～2週間	1cm以下
		有	無	多	3～5年	5cm以上
		無	無	多	5年以上	10cm以上

・「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例-急傾斜崩壊防止工事技術指針-」監修:建設省河川局砂防部(1996)

5) 工法の比較

選択樹種、緑化基礎工、生育基盤材の厚みを検討した後、以下の条件を具備する工法を選択すべきである。

緑化目標に設定した植物群落の導入が可能な工法であること

低植被状態でも降雨水や融雪水に対して耐侵食性を有する工法であること

酸性土壌に対する緩衝能の高い生育基盤が造成できる工法であること

一施工単位ごとに種子配合が厳密に行える工法であること

以上の条件を満たす工法を選択するが、現在、緑化工法は多様化しているため、必ず工法比較を行う。工法比較は、施工性、経済性等を考慮して検討する。例として山の神地区の工法比較を表8に示す。

6) 種子の配合

種子配合は、導入種子が決定してから播種量の算定式(式1)を用いて決定する。ここで注意する点は、発芽期待本数と各補正率の設定であり、吹付基材により発芽、生長は変化するため、基盤材の決定に伴い、適した補正率を適用して配合する必要がある。

$$W = \frac{A}{B \times C \times D \times E \times F \times G} \quad \text{式 - 1}$$

ここに

W : 使用種子ごとの播種量(g/m²)

A : 発生期待本数(本/m²)

B : 吹付厚に対する各工法の補正率

C : 立地条件に対する各工法の補正率

D : 施工時期の補正率

E : 使用種子の発芽率

F : 使用種子の単位粒数(粒/g)

G : 使用種子の純度

表8 山の神地区における緑化工検討

区分	緑化基礎 補助工	工法名	適用植物の 導入可否	緑化基礎工 補助工の効果	耐材材質 (表層の有無)	種子配合の適工管理	侵食防止機能			遊草厚 の確保	劣化・補修	経済性	総合評価	導入適 心評価
							降雨	凍上	融雪・積雪					
A	金網張工	厚層基材付 長野県産草タイプ	草本種整茂事 例が多い	2 効果有り	中和剤 混入可能	2 施工時の 現場配合	2 緑化被覆が完了しな ければ浸食を受ける 場合がある	2 基材の保護効果に より若干の凍上は防 止できる	2 緑化が完成しなけれ ば効果はない	2 可能	2 平均	20	△	
B	法帖工	吹付法帖 中詰・厚層基材付	中詰基材に左 右される	3 効果大 過大となる 場合がある	中和剤 混入可能	2 施工時の 現場配合	2 法面の安定は図れる が、緑化被覆が完了 しなければ浸食を受 ける場合がある	2 寒冷地では凍上によ り砂の浮上りが発生 する場合がある	2 緑化が完成しなけれ ば効果はない	2 可能	2 高価	20	△	
C	金網張工	樹林化標準工法	樹林化専用	3 効果有り	中和剤 混入可能 (実績有り)	3 工場の種 により適正管 理可能	2 工場の種が完了しな ければ浸食を受ける 場合がある	2 無種生期間が長期間と なり影響を受ける 場合がある	2 無種生期間が長期と なり浸食が発生 越冬後表面補修の事 例有り	2 可能	2 高価	22	◎	
D	金網張工	産産利用 基材付	県内事例少	2 効果有り	中和剤 混入可能	2 施工時の 現場配合	2 緑化被覆が完了しな ければ浸食を受ける 場合がある	2 基材の保護効果に より若干の凍上は防 止できる	2 緑化が完成しなけれ ば効果はない	2 可能	2 平均	18	△	
E	金網張工	産産混入 基礎付	県内事例少 産産は植生 生長に有効	2 効果大	中和剤 混入可能	2 施工時の 現場配合	2 緑化被覆が完了しな ければ浸食を受ける 場合がある	2 基材の保護効果に より若干の凍上は防 止できる	2 緑化が完成しなけれ ば効果はない	2 可能	2 高価	18	△	
F	侵食防止シート	侵食防止シート 生育基材	県内事例少 被覆工による 発芽・生育要素 の検証無	2 効果大	中和剤 混入可能	2 施工時の 現場配合	3 浸食防止機能大 場合がある	3 マルチング効果によ り表層排水をするた め凍上が起きない	3 フィルター効果によ り表層排水をするた め浸食を起さない	2 可能	2 高価	22	◎	
G	1/4バタ	1/4バタ 生育基材	県内事例少	1 効果有り	中和剤 混入可能 耐水性効果大	2 施工時の 現場配合	2 緑化被覆が完了しな ければ浸食を受ける 場合がある	2 基材の保護効果に より若干の凍上は防 止できる	2 緑化が完成しなけれ ば効果はない	2 可能	2 高価	18	△	
H	植工 むしろ	むしろ・植工 ・生育基材	基材に左右さ れる	2 効果有り	中和剤 混入可能	2 施工時の 現場配合	2 むしろにより通常の 客土よりは浸食性に 優れる	3 マルチング効果によ り表層排水をするた め凍上が起きない	3 緑化が完成しなけれ ば効果はない	2 可能	2 高価	21	◎	
I	金網 むしろ	客土付特殊工	草本種整茂事 例が多い	2 効果有り	中和剤 混入可能	2 施工時の 現場配合	2 ワラマットにより通 常の客土よりは浸食 性に優れる	2 ワラ及び基材の保 護効果により若干防 止できる	2 緑化が完成しなけれ ば効果はない	2 通常 3cm	3 安価	20	○	
J	無	養生シート 肥料基・種子付	外来種主体	1 効果なし	効果なし	0 燃焼品 木灰リ少	2 緑化被覆が完了しな ければ浸食を受け る	1 緑化の有無に関係な く効果は期待できな い	1 緑化が完成しなけれ ば効果はない 移動時発生し易い	1 不可	3 安価	13	×	
K	無	養生シート 肥料基・種子付	外来種主体	1 効果なし	効果なし	0 燃焼品 木灰リ少	3 浸食防止機能大 場合がある	3 マルチング効果によ り表層排水をするた め凍上が起きない	3 マルチング効果によ り表層排水をするた め浸食を起さない 資材固定要検討	3 不可	3 安価	18	△	
L	無	養生シート 肥料基・種子付	外来種主体	1 効果なし	効果なし	0 燃焼品 木灰リ少	2 緑化被覆が完了しな ければ浸食を受ける 場合がある	2 基材の保護効果に より若干の凍上は防 止できる	2 緑化が完成しなけれ ば効果はない 移動時発生し易い	2 不可	3 安価	15	×	

*評価点3段階評価
 *導入適心評価 (0段階の評価) X ; 不可 △ : 検討 ○ : 可能 ◎ : 自前達成の可能性大 (關心補正なし) 特加事項
 *経済性 1 : 建設物価 2001年4月) 記載の達成基礎5m厚工法平均車価 (6,124円) 2 : 建設物価 3 : 平均値より高価
 4 : 平均値より高価
 5 : 平均値より高価
 6 : 平均値より高価
 7 : 平均値より高価
 8 : 平均値より高価
 9 : 平均値より高価
 10 : 平均値より高価
 11 : 平均値より高価
 12 : 平均値より高価
 13 : 平均値より高価
 14 : 平均値より高価
 15 : 平均値より高価
 16 : 平均値より高価
 17 : 平均値より高価
 18 : 平均値より高価
 19 : 平均値より高価
 20 : 平均値より高価
 21 : 平均値より高価
 22 : 平均値より高価
 23 : 平均値より高価
 24 : 平均値より高価
 25 : 平均値より高価
 26 : 平均値より高価
 27 : 平均値より高価
 28 : 平均値より高価
 29 : 平均値より高価
 30 : 平均値より高価
 31 : 平均値より高価
 32 : 平均値より高価
 33 : 平均値より高価
 34 : 平均値より高価
 35 : 平均値より高価
 36 : 平均値より高価
 37 : 平均値より高価
 38 : 平均値より高価
 39 : 平均値より高価
 40 : 平均値より高価
 41 : 平均値より高価
 42 : 平均値より高価
 43 : 平均値より高価
 44 : 平均値より高価
 45 : 平均値より高価
 46 : 平均値より高価
 47 : 平均値より高価
 48 : 平均値より高価
 49 : 平均値より高価
 50 : 平均値より高価
 51 : 平均値より高価
 52 : 平均値より高価
 53 : 平均値より高価
 54 : 平均値より高価
 55 : 平均値より高価
 56 : 平均値より高価
 57 : 平均値より高価
 58 : 平均値より高価
 59 : 平均値より高価
 60 : 平均値より高価
 61 : 平均値より高価
 62 : 平均値より高価
 63 : 平均値より高価
 64 : 平均値より高価
 65 : 平均値より高価
 66 : 平均値より高価
 67 : 平均値より高価
 68 : 平均値より高価
 69 : 平均値より高価
 70 : 平均値より高価
 71 : 平均値より高価
 72 : 平均値より高価
 73 : 平均値より高価
 74 : 平均値より高価
 75 : 平均値より高価
 76 : 平均値より高価
 77 : 平均値より高価
 78 : 平均値より高価
 79 : 平均値より高価
 80 : 平均値より高価
 81 : 平均値より高価
 82 : 平均値より高価
 83 : 平均値より高価
 84 : 平均値より高価
 85 : 平均値より高価
 86 : 平均値より高価
 87 : 平均値より高価
 88 : 平均値より高価
 89 : 平均値より高価
 90 : 平均値より高価
 91 : 平均値より高価
 92 : 平均値より高価
 93 : 平均値より高価
 94 : 平均値より高価
 95 : 平均値より高価
 96 : 平均値より高価
 97 : 平均値より高価
 98 : 平均値より高価
 99 : 平均値より高価
 100 : 平均値より高価

7)留意点

従来の治山事業や林道事業では、柵工や筋工の緑化基礎工と、樹木を植栽する‘地山期待工法’が主流であった。その後、斜面法面の安定を重視した土木的工法に付随する緑化工が多くなり、現在では構造的強度と生育基盤に養分を保持させた厚層基材吹付工を併用させる‘構造培養土工法’が主流となっている。酸性土壌対策においても、生育基盤造成が不可欠であり、基本は、厚層基材吹付工になると考えられる。また、地山状態やその他の環境因子を考慮して、厚層基材吹付工または客土工に被覆材を用いるなどの組合せが考えられる。

主流となる厚層基材吹付工であるが、留意すべき点もある。一般的に生育基盤材のチッ素含有量が多く、草本(芝：国外移入種)を導入すれば、旺盛に生育活性し、木本の侵入が遅れる場合が多い。一方、生育基盤の有機物はピートモスやパーク堆肥を用いるが、未熟(腐植していない)な資材では、チッ素飢餓が発生し発芽阻害や生育阻害が発生する可能性がある。

また、基盤材の耐侵食性を高めるための接合材(粘着剤)は、セメント系と高分子系樹脂を用いるものに大別される。持続性や耐侵食性では、セメント系が長期間基盤を保持する力が強いとされ、高分子系樹脂では紫外線の影響でその機能が低下する可能性がある。

さらに、セメント系ではpHが高くなる。pH8以上の強アルカリ性になる場合もある。セメント系だけでなく接合材により、発芽・生育阻害や成立・植生侵入に偏りが生じたりする可能性がある。

設計にあたっては、用いる資材の特徴を十分に検討する必要がある。

8)酸性土壌対策の流れ(案)

酸性土壌対策工法の選定の流れ(案)を図4に示す。

見て!

資材が搬入された時や、施工時に吹付機にピートモスやパーク堆肥を混入する時、これらを良く見ると原型を留めている大きいチップがあったり、臭いを嗅ぐと腐植臭があるときは未熟な資材かもしれません。吹付後に植生でなく、キノコ類が多くでてる法面があったら、これも未熟な資材を用いたかもしれません。現場に搬入されるピートモスやパーク堆肥の資材は、製品化され、基準を満たしているものと思われそうですが、完熟していない資材もあるかもしれません。資材の分解にチッ素が使われ、植生が必要とするチッ素の欠乏が起こります。

ただし、近年は、資源循環の視点から廃材や現地発生材を用いた緑化工があります。それぞれの特徴を把握することが大切です。

強酸性土壌でも強アルカリ基盤は問題!

「強酸性土壌だから基盤は強アルカリ性でいい」ということはありません。播種工では、生育基盤材の中で発芽・発根します。初期生長はすべて基盤材が影響します。基盤材が強アルカリ性だと発芽・生育阻害が発生する可能性があります。前記したとおり、一般的な日本の森林土壌はpH4.5~pH6.5の範囲にあります。とくに、自生種を用いる場合などは、アルカリ性を好まない場合がほとんどです。

山の神では、酸性の中和剤(貝殻粉材)と、セメント系接合材の基盤材を用いて施工しました。吹付け完了は晩秋の11月でした。越冬後の4月に山腹内の水路工受柵の溜水を測定したところ、高いpHが測定されました。期間を置いて9月、10月に同様の測定をしたところ、4月よりもpHの値が下がる傾向を示しました。施工直後はアルカリ性の基盤材であったと思われそうですが、雨水によりアルカリ分が滲出し(溶脱され)徐々にpH値が下がってきていると思われそうです。

生育基盤の安定性を求めるか、初期発芽・生長を求めるかは、今後の課題です。今後の追跡調査で少しずつ、結果が見えてくると思われます。賢沢かもしれませんが、生育基盤が長期間維持され、基盤の化学性が植生の発芽・生育に最適な条件であるような状態が未永く継続することが理想です。

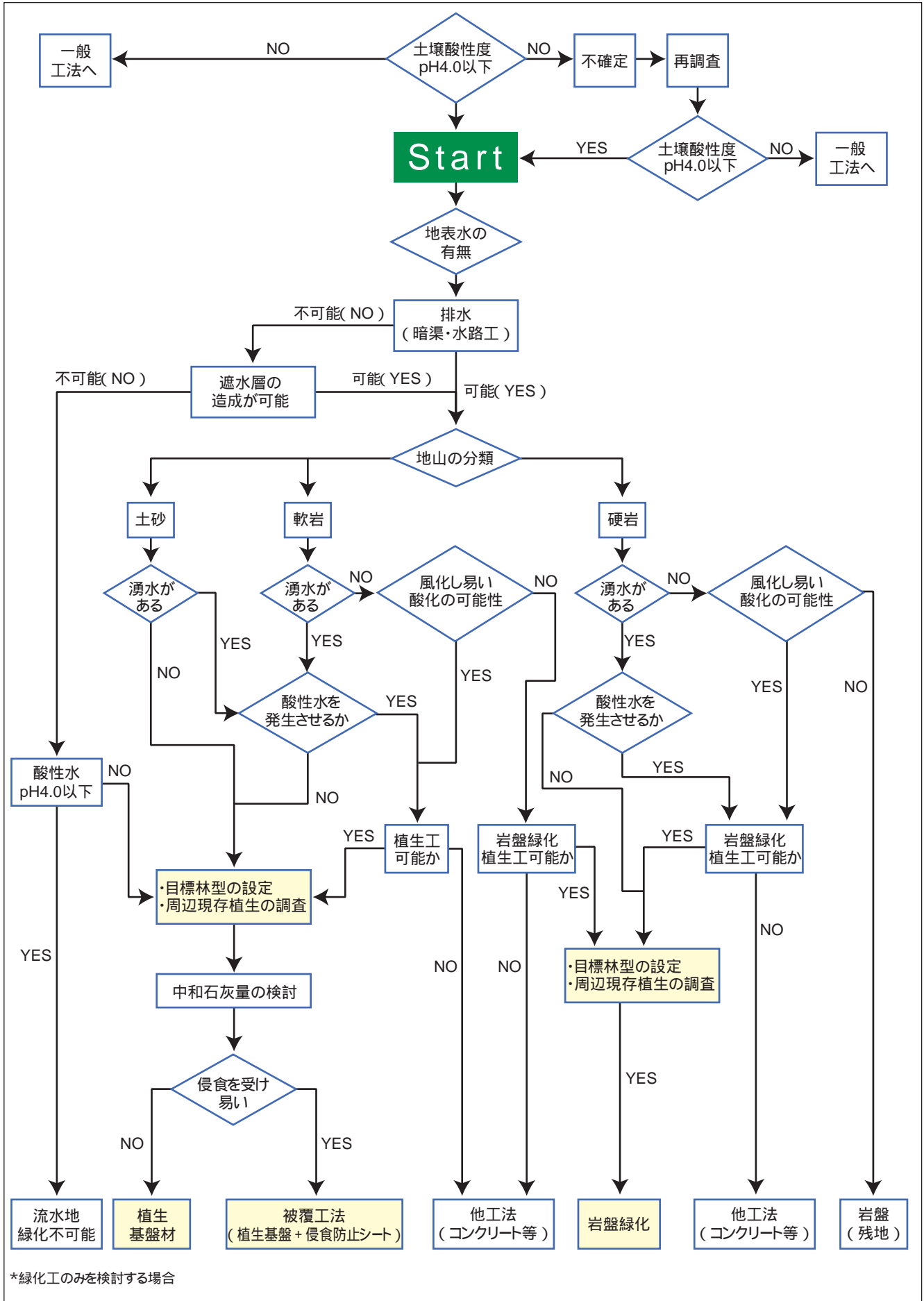


図4 酸性土壌対策工法の選定フロー（酸性土壌地、緑化工）