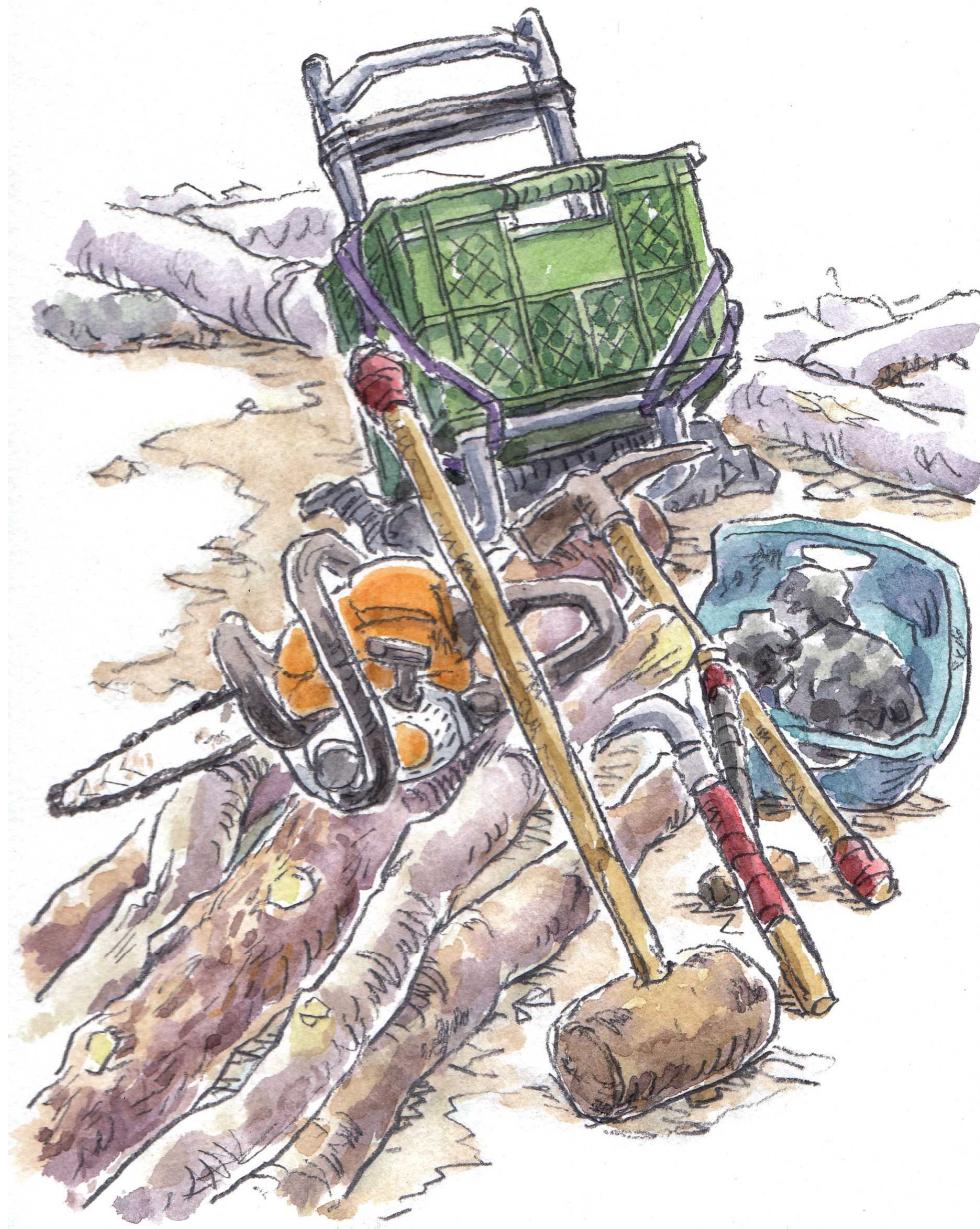


登山道を直す

近自然工法の考え方と技法



近自然工法とは 「自然に近づける」「自然に近い方法を使う」こと 大事なことは自然観察

近自然工法は自然観察から始まります。

この方法は自然界の構造を施工に取り入れ、生態系を復元させる方法です。

現在行われている一般的な土木の方法は歩きやすくすることが第一の目的となり、本来は力学が根拠にありながら、土壤侵食や生態系のメカニズムなどは、自然の力学とはかけ離れた方法が使われ、耐用年数よりも早く崩れてしまう施工物をよく見かけます。

近自然工法の施工は「侵食原因の理解」「生態系の理解」「周囲の資材の選別」「施工方法の選別」「資材運搬」「景観との調和」など、今までの方法よりも知識や苦労が多く、感性まで必要とする難しい方法ですが、原因を理解し、自然の成り立ちを考えながら崩れた場所に合わせた施工を行うと、歩きやすいだけでなく自然環境がよみがえり生態系が復元してきます。

復元した植物は土壤を安定させ、結果的に施工物が長持ちするようになります。

いっときの苦労はその後数年以上の施工物維持に繋がり、よみがえった生態系を見たとき、嬉しさと維持管理に対する誇りが生まれてきます。

自然の中にある石や木を見たときにも、生態系の作用があることを理解できるようになったとき、自然を復元させる方法は無数にあることに気がつくはずです。

近自然工法は技術を知る前に自然観察が一番必要となります。

ここで紹介する方法は自然の原理を取り入れた近自然工法のごく一部の手段です。

目次

・近自然工法の現場での考え方	・	2
・ガリー侵食での木柵階段の施工方法	・	3
・導流工の施工方法	・	9
・トラバース路の補修方法	・	13
・施工者の心得	・	17
・作業道具	・	18
・終わりに	・	19

ここで紹介する方法の事例は北アルプスの樹林帯で行なった施工が中心となっていますが、近自然工法の「考え方」はすべての生態系に当てはまるものと考えています。

近自然工法の現場での考え方



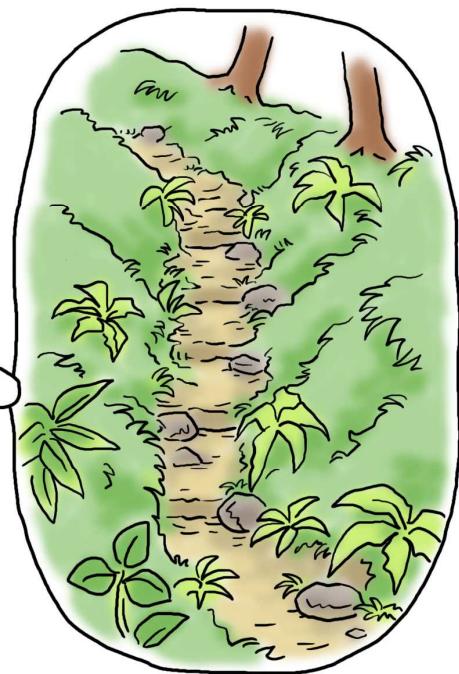
1. 現場を見て想像する

- ・雨の時の水の流れや量は・・
- ・雪解けの時はどんな感じ・・
- ・春や秋は霜柱が立つかな・・
- ・人はどう歩いているのか・・
- ・登りと下りでは歩く位置は・・

こうなれば良いな・・

2. 何が原因でこうなったのかを見極める

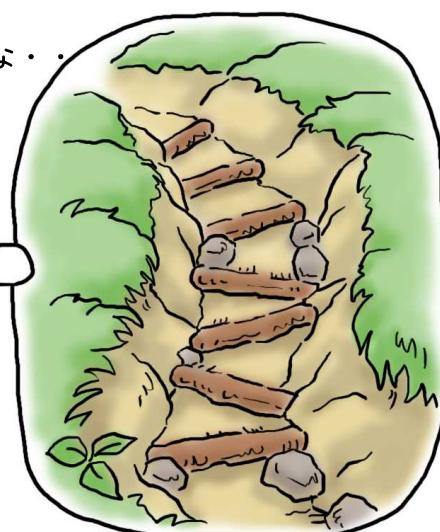
侵食が止まり、植物が
復元している状態を想像し、
この自然に成るには
どのような「きっかけ」が
必要かを考える



3. 自然の作用と資材を見る

周辺を見渡し、復元への「きっかけ」を作るためににはどのような自然の作用や資材が使えるのかを調べる

こういう「きっかけ」かな・・



4. 完成形を想像する

自然の作用、資材、労力があり
施工が完成した状態が
想像できたら作業開始

ガリー侵食での木柵階段の施工方法

1. 現場を見る（侵食原因を理解する）

原因は・・水の流れ、人の踏圧による土壌流出

約20mの
ガリー侵食対策

2. どうすれば自然が復元するのか

現在のガリー法面の傾斜（裸地部）のままでは植物が育つのは難しいが、法面上部の傾斜が緩い場所には植物が育っている。法面の傾斜をこの程度まで緩められれば植物が育つ環境になり、この地形のまま安定していく可能性がある。

このガリーを全て埋めて元の地形に戻すことは現実的ではない。

法面上部の傾斜は法面下部に比べると緩やかである。

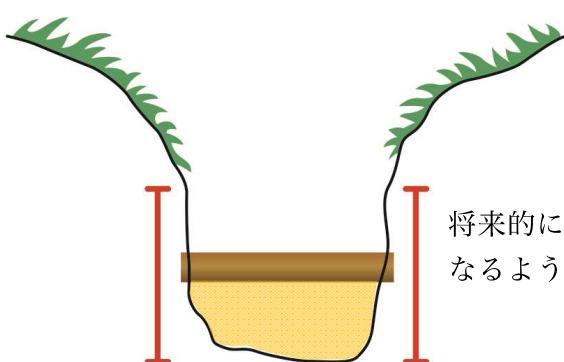
傾斜があってもこの程度ならば植物は育つと判断し、下部の傾斜を緩くする施工を考える。

「きっかけ」を考える

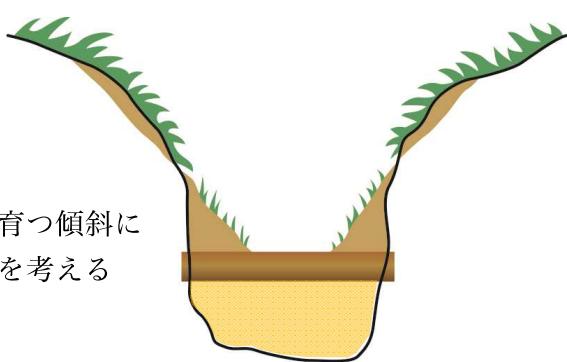
- ①登山道上部での水の流れを変え、水量を減らす
- ②路床をかさ上げし、法面の安定勾配を目指す
- ③歩行者が法面を踏まず、不安なく歩ける階段を作る



雨滴や霜柱による、これからも続くと思われる侵食作用も復元への変化の要因として考える



将来的に法面が植物の育つ傾斜になるようにかさ上げ高を考える



将来的には施工直後よりも歩行路は狭くなる想定だが、安定勾配になって育ってきた植物によって法面は崩れにくくなり守られる。

歩行路は将来的に登山者が問題なく通行できる程度の最低限の幅で良い。

ガリー侵食での木柵階段の施工方法

写真箇所の
具体事例

3. 自然の作用と資材を探す

<ガリー（深く削れた状態）※>

Vの字やUの字に削られた登山道は
木材を留めやすい。

<凍結融解（霜柱）による侵食※>

急傾斜になっている法面を緩斜面にしてくれる。
土壌を移動させてくれる。
発芽しやすいサラサラの土壌を生み出してくれる。

<水量が減った水>

少しづつ上流から土砂を運んでくれる。

<登山道の傾斜>

傾斜があると上部から流れてくる力が強いため、
資材を留める圧力が強くなる。

※流水や霜柱は侵食の作業でもあるが、復元への作用にもなっている

周辺から資材を探す

- ・ 500m以内で木材が調達できる
→木柵階段が作れる
- ・ 周辺に倒木や腐食した木がある
→路床かさ上げの資材になる
- ・ 登山道脇に石材がある（グリ石）
→階段工の踏み面仕上げ材となる

労力と完成イメージ

- ・ 荷上げできる人が数人確保できる
→500m以内の木材の荷上げ可能
- ・ チェンソーが使える
→太めの木材が使える
- ・ 約2日間の施工時間
→20m程度ならば完成できる

木が無いけど石がたくさんある

→石組み階段へ

登山道脇に石がない

→木材を玉切りにして石の代わりにする

荷上げ人がいない

→時間をかける

チェンソーが使えない

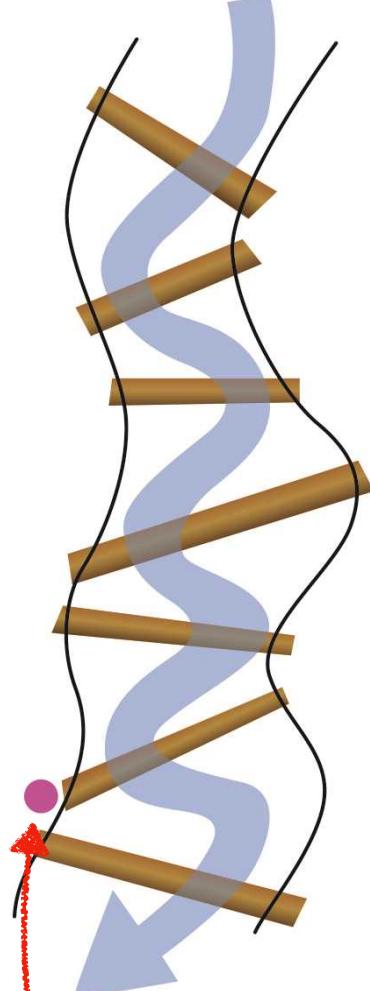
→土嚢袋での施工を考える

<自然の作用を利用すること>

- ・ 強い力が加わるほどに固定されていく状態を作ること
 - ・ 動くもの（崩れるもの）の中で、動かぬもの（生えている木や大石や地形）を利用してすること
 - ・ 「梃子の原理」支点、力点、作用点の位置を意識し、力の利かせやすい状態や効きにくい形をいつもイメージすること
- これらは、崩れて上部から流れてきたものが引っかかったり、埋まったりすることで構築される自然の構造物をイメージしている。すなわち自然の作用である。

ガリー侵食での木柵階段の施工方法

木柵階段の施工前に、侵食原因の流水を弱める導流工（排水）を行う・・・9ページへ



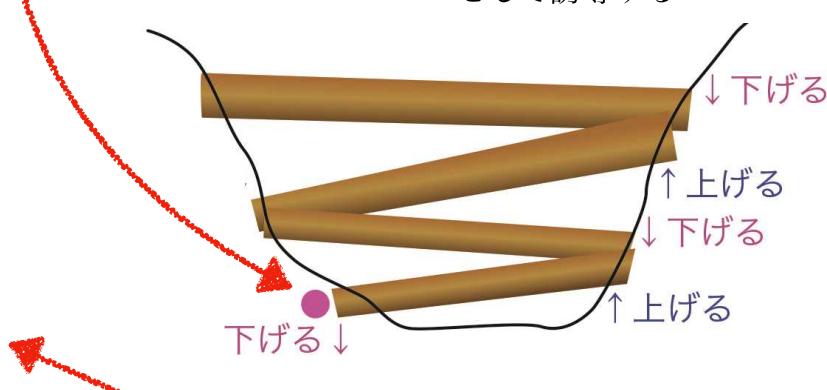
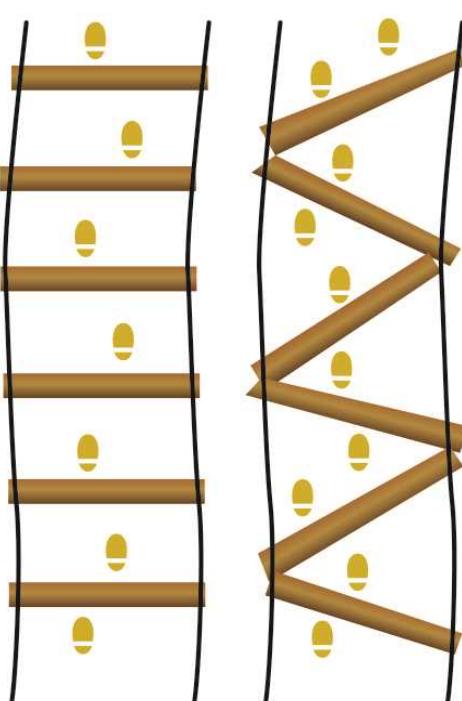
- ・流水をゼロにまで減らすことはできない。
- ・少量でも流れることを考えて流水を蛇行させ、流速を弱めるように木柵の配置を行う。
- ・流水は木柵の向きと角度で方向が変化する。

ポイント①

木柵の向きは平行にしない。
横から見て木材が
「ハの字、逆ハの字」
になるように設置する

ポイント②

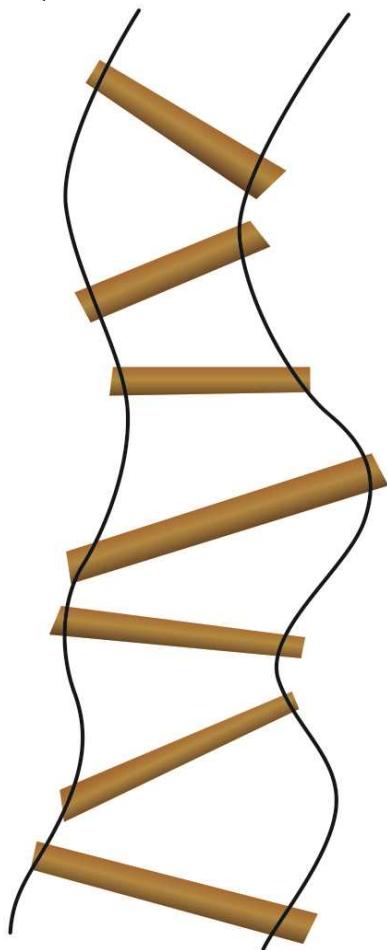
設置する木柵の下流側を
少しだけ下げ、水が通る場所
として誘導する



「ハの字、逆ハの字」は流水対策だけではない。
並行の階段は同じ足で踏み切るため同じ筋肉を使う。
また、前方に踏み切るため強い力が必要となる。
「ハの字、逆ハの字」階段は歩く場所を選ぶことができ
前方ではなく、横移動に近い体重移動になるため
歩行がとても楽になる階段となる。

ガリー侵食での木柵階段の施工方法

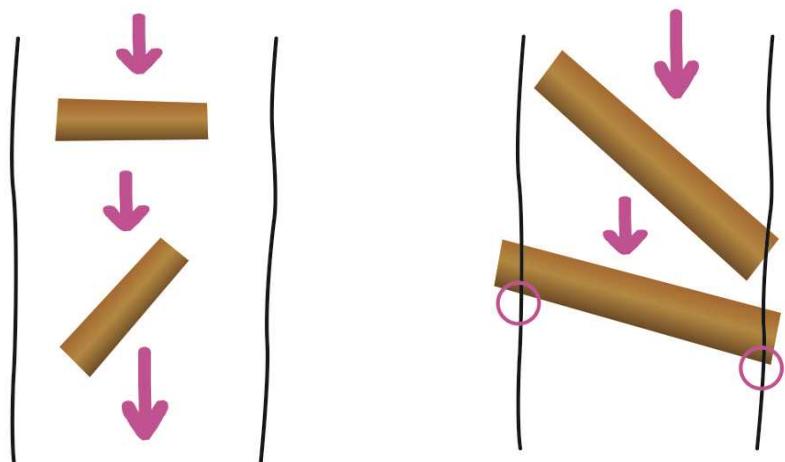
木柵の固定方法



・近自然工法では「**自然界の構造**」を理解して施工物を作る

・自然の構造物ができるときに働く作用として「**上から下に向かって流れる作用**」がある。木柵の固定はその作用を利用する。

・この現場（深いガリー侵食）の場合は、登山道の幅が狭いことも利用し、ガリーの幅よりも長い木材を使うことで「**上から流れてきたものが引っかかる**」作用を使うことができる

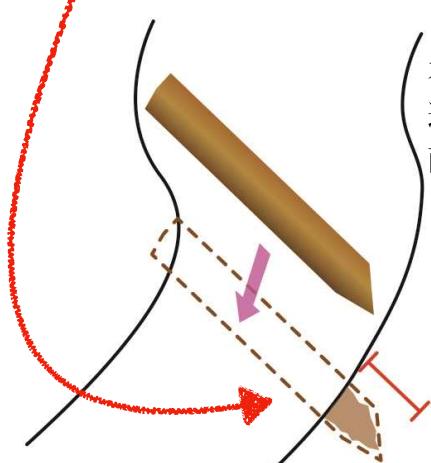


木材が登山道の幅より短いとそのまま流されてしまう

登山道の幅より長い木材ならば自然と引っかかる

引っかかりを作るため法面に穴を開ける

場所に合わせて様々な「引っ掛け方」を使う



木材の長さは穴に差し込んでも、反対側の法面に引っかかる長さ。

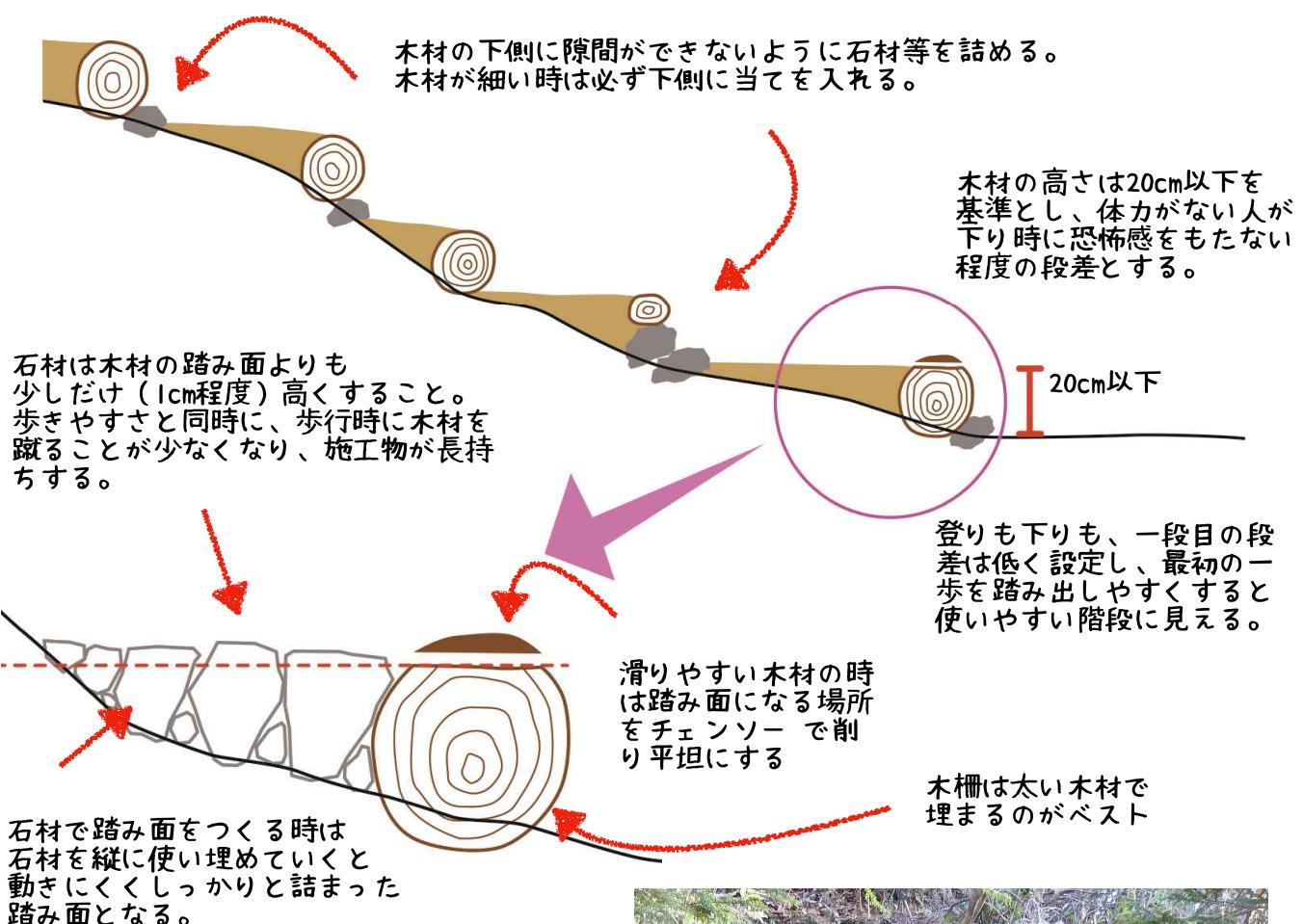
法面に刺す

下段の木柵に石材を引っ掛けて、その石材に木を引っかける

木柵に引っかける

最下段の木柵がしっかりと決まると、その木柵を基礎として上部を組み上げていくことができる。

ガリー侵食での木柵階段の施工方法



ポイント

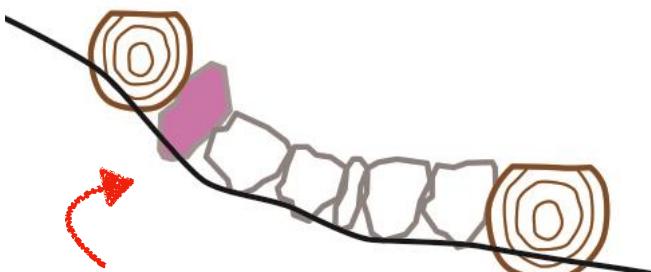
<施工物を連鎖させる>

近自然工法では杭を使って木柵を

支えることは少ない。

下段の木柵を安定させ、安定した踏み面を作り、安定した踏み面に次の木柵を支える石材を安定させ、安定した石材に次の木柵を支える・・・というように施工物を連鎖させることで固定していく。

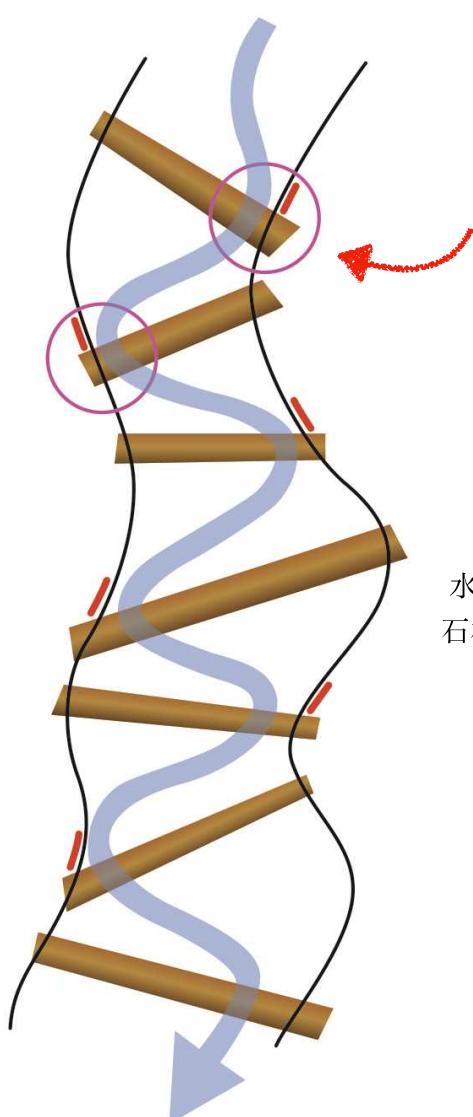
杭による固定は施工物の連鎖を作ることができない。



この石が上部の木柵を支える
要石となる。要石が動かないように踏み面の石材を詰めていく。



ガリー侵食での木柵階段の施工方法

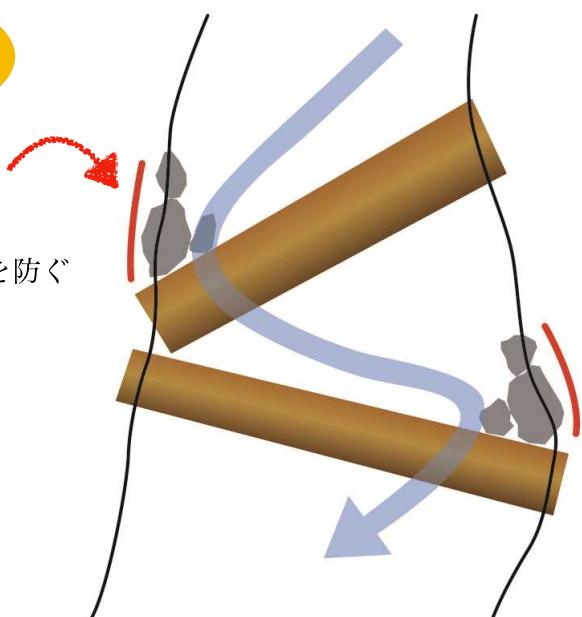


注意ポイント①

流水がある場合、流路の土壌が掘られることが多い。
とくに法面へぶつかる場所には注意が必要。
これは施工後の点検ポイントでもある。※

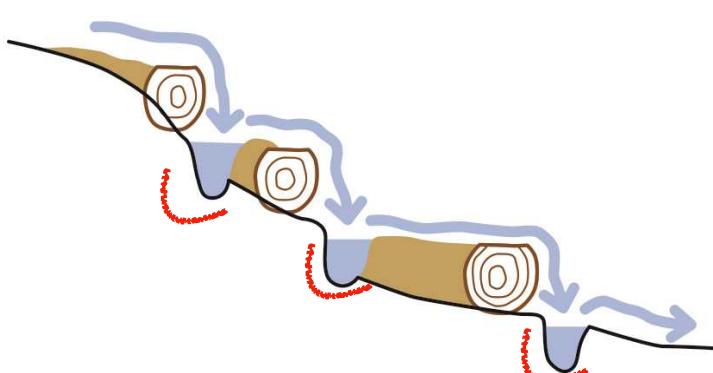
対策

水が当たる面に
石材を当てて流水を防ぐ



対策

注意ポイント②
流水がある場合、落水管による洗堀に注意する。
とくに流水量が多い時場所に段差をつけると
路床が深く掘られることが多い。



落下面に石材を配置する



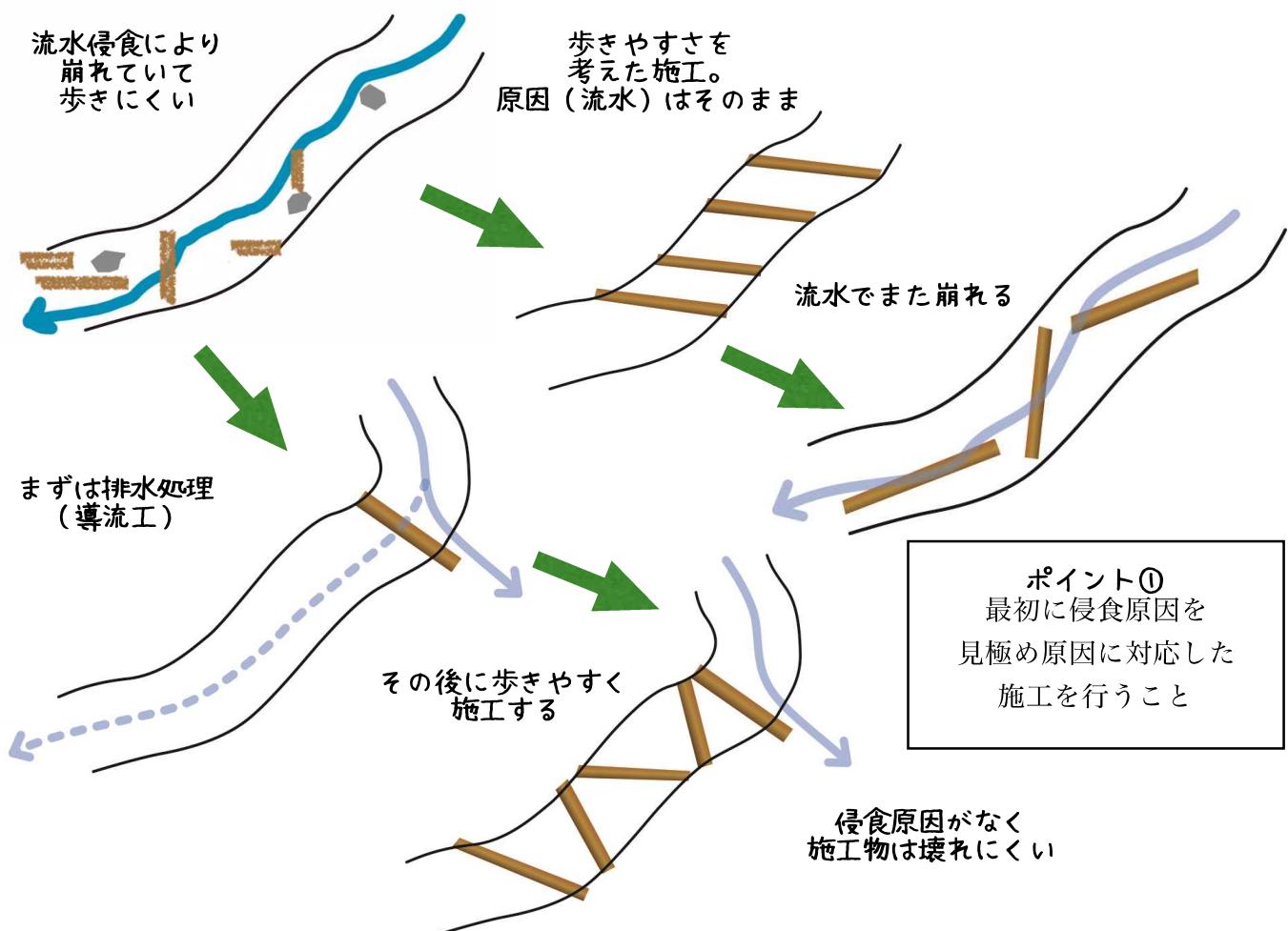
これらは施工後対策としているが、
施工前に流水量を把握しておくことが
最も重要である。

豪雨時に観察し、施工時に
対策しておくことがベストである。

※施工後に流水による大きな崩れが起きるときには
導流工による排水施工を行う。

導流工の施工方法

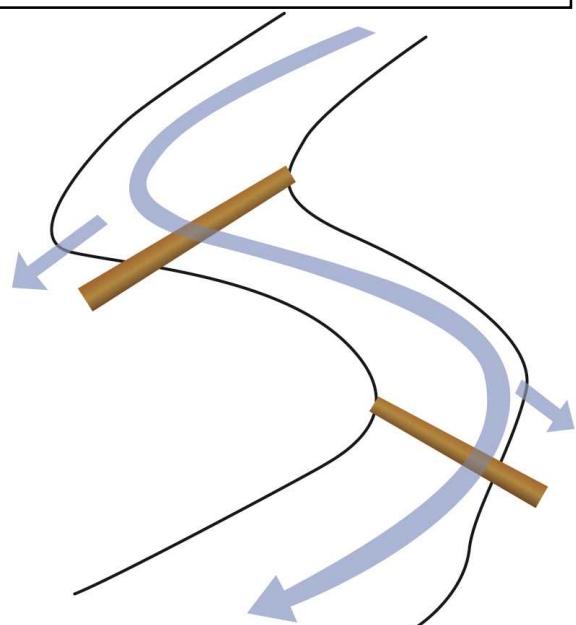
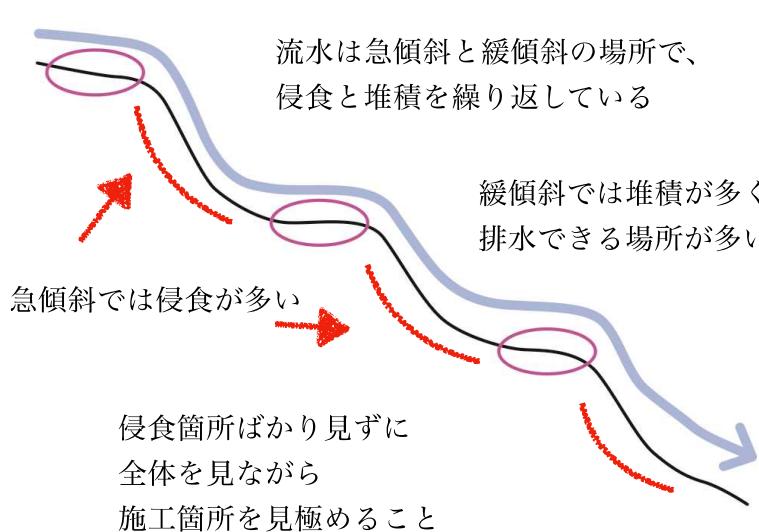
登山道において、流水による侵食は非常に大きい。
原因に流水があるときには最初に行うべき施工である。



ポイント②
<分散排水>

流水は一ヶ所で全て流すのではなく
小規模に分散して排水する

ポイント③
登山道の蛇行と流水の排水箇所を合わせる



導流工の施工方法

＜現場を離れて全体を見る＞

これほどガリーが深くなると、この場所では排水はできないが、この場所から 15mほど上部には一部だけ平坦でガリー侵食が起きていない区間がある。

ここならば路床をかさ上げするなどの必要はなく、最低限の施工でガリーに入る水量を半減できる。

侵食箇所だけでなく、常に周囲を見ることが重要。



15mほど上部

この平坦な場所に流水が越流しないように丸太を置くことで、排水を行う。



注意ポイント <土壤堆積と新たな侵食に注意>

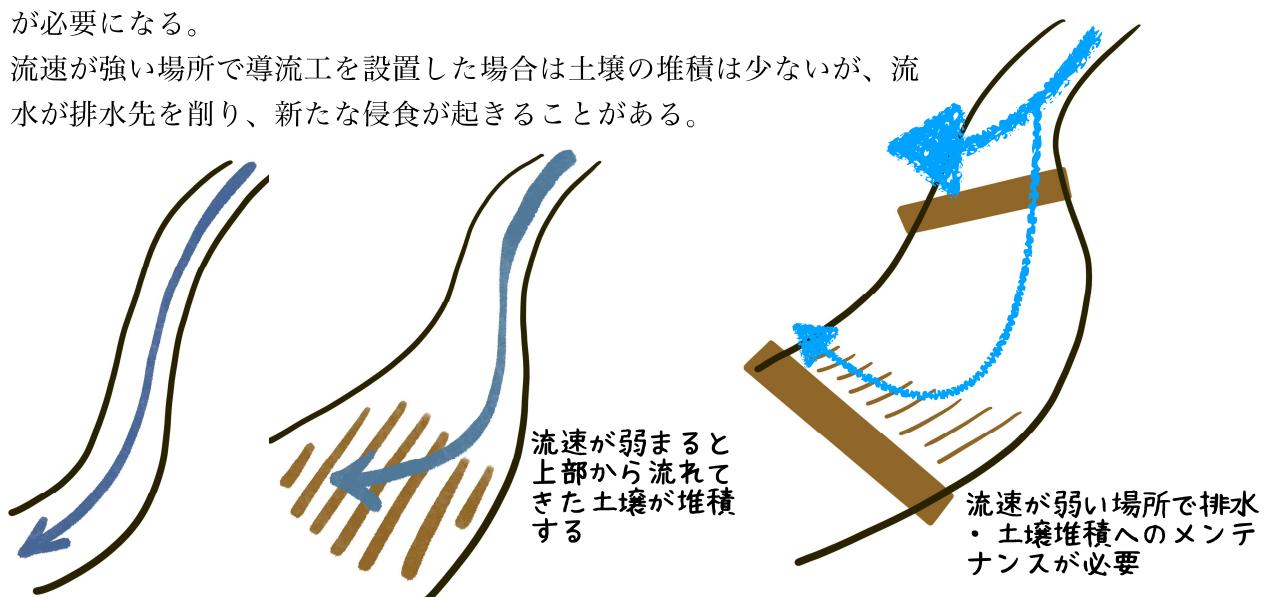
流水は急傾斜の場所では土壌を削りながら押し流す力が強い。

しかし、平坦部で流速が遅くなると土壌は堆積していく。

平坦部で導流工を設置すると導流工付近に土壌が堆積しメンテナンスが必要になる。

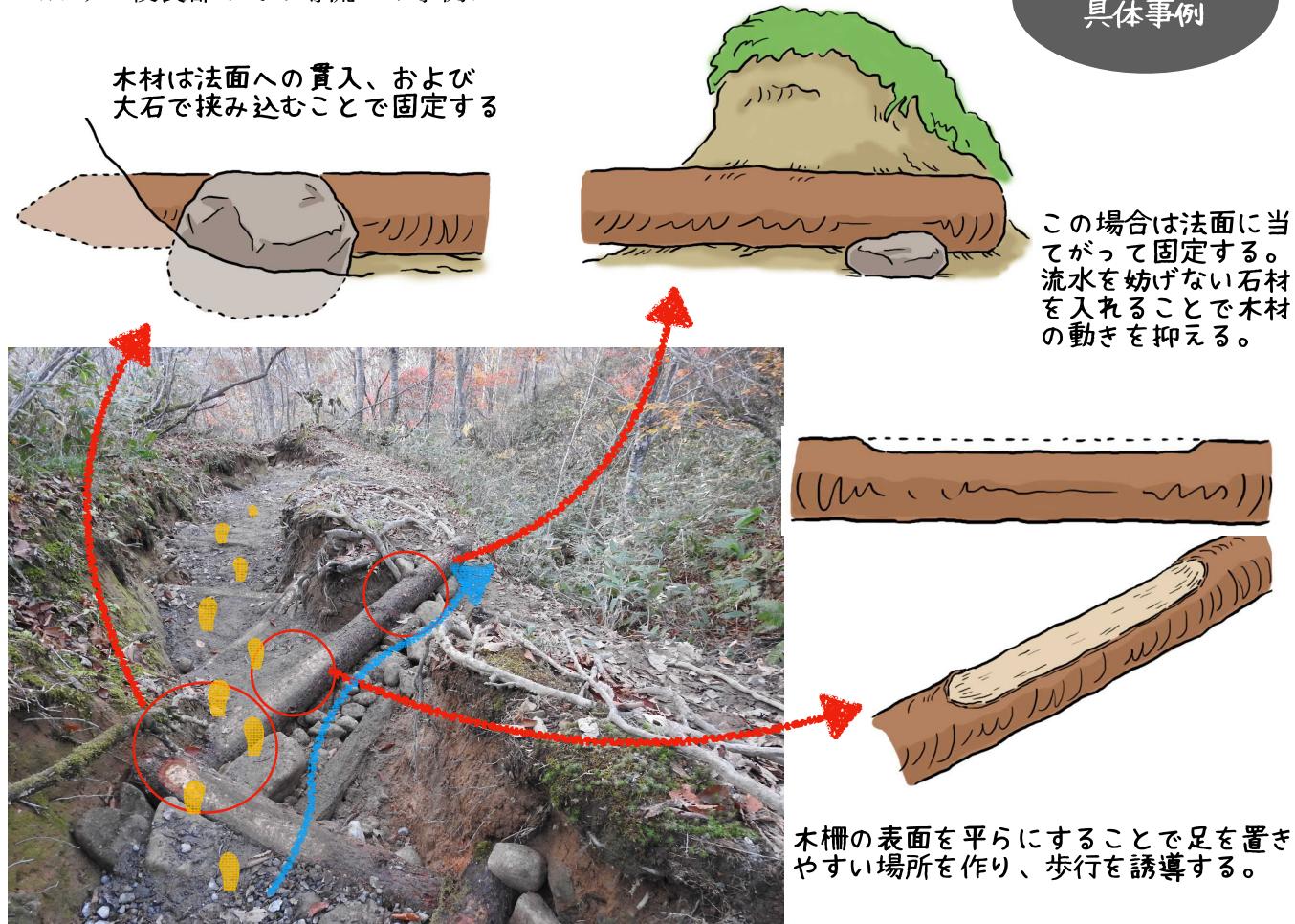
流速が強い場所で導流工を設置した場合は土壌の堆積は少ないが、流水が排水先を削り、新たな侵食が起きることがある。

流速が強いままで排水
・排水先に注意

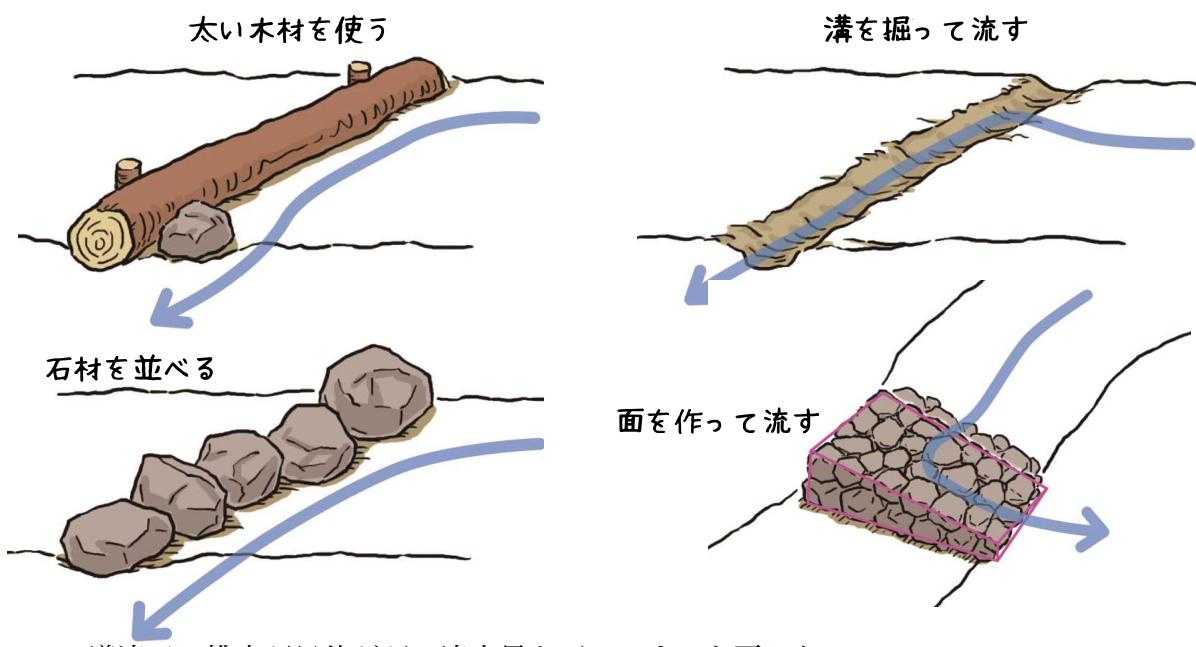


導流工の施工方法

<ガリ一侵食部での導流工の事例>



<導流工の事例・・場所や資材によって様々なやり方を使う>



導流工は排水が目的だが、流水量をゼロにする必要はない。

「10の水量」を「0」にするのではなく、半減できれば十分と考える。

また、一ヶ所での排水よりも分散して排水することを重視する。

水量が減り、弱くなつた流水は上部からの土壌を供給してくれる作用へと変わる。

導流工の注意点

＜水を見る・水を想像する・水を恐れる＞

流水の影響は恐ろしいものである。

普段は全く水がない場所でも、豪雨の時には歩けないほどの水量になることもある。

施工者は普段から豪雨時の水量を把握しておくことが重要である。

また、豪雨時に現場を見られなくても、植物の状態や法面の変化などを見比べるとおおよその水量を読み取ることができる。



落下水による洗堀現象
段差がある場合、よく起きる現象。

水量を考えずに階段を施工した時は、水は落下する勢いが強くなつた分、施工物や土壌が壊しやすくなり、侵食が拡大することがある。

豪雨時には、いつもは水の気配がない場所から流水が集まつてくる。しかしそく観察すると、水が通りやすい場所の植物の種類が違つてしたり、法面の苔の生え方に変化があつたりと、微妙な違いが確認できる。

日々それらを注意して「どこからくる水をどこで排水すべきか」という場所を考えておくことが大切である。

また、削った土壌を含んだ流水が植物帯へ流れ込むと、植物の上に土壌が堆積してしまうことがある。

排水箇所の見極めは非常に重要である。



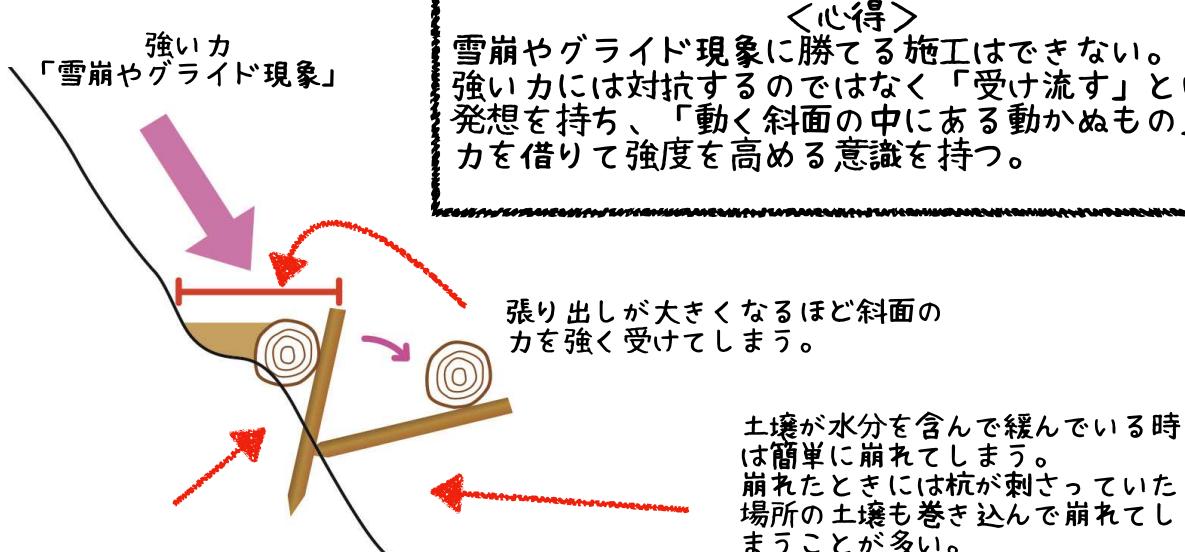
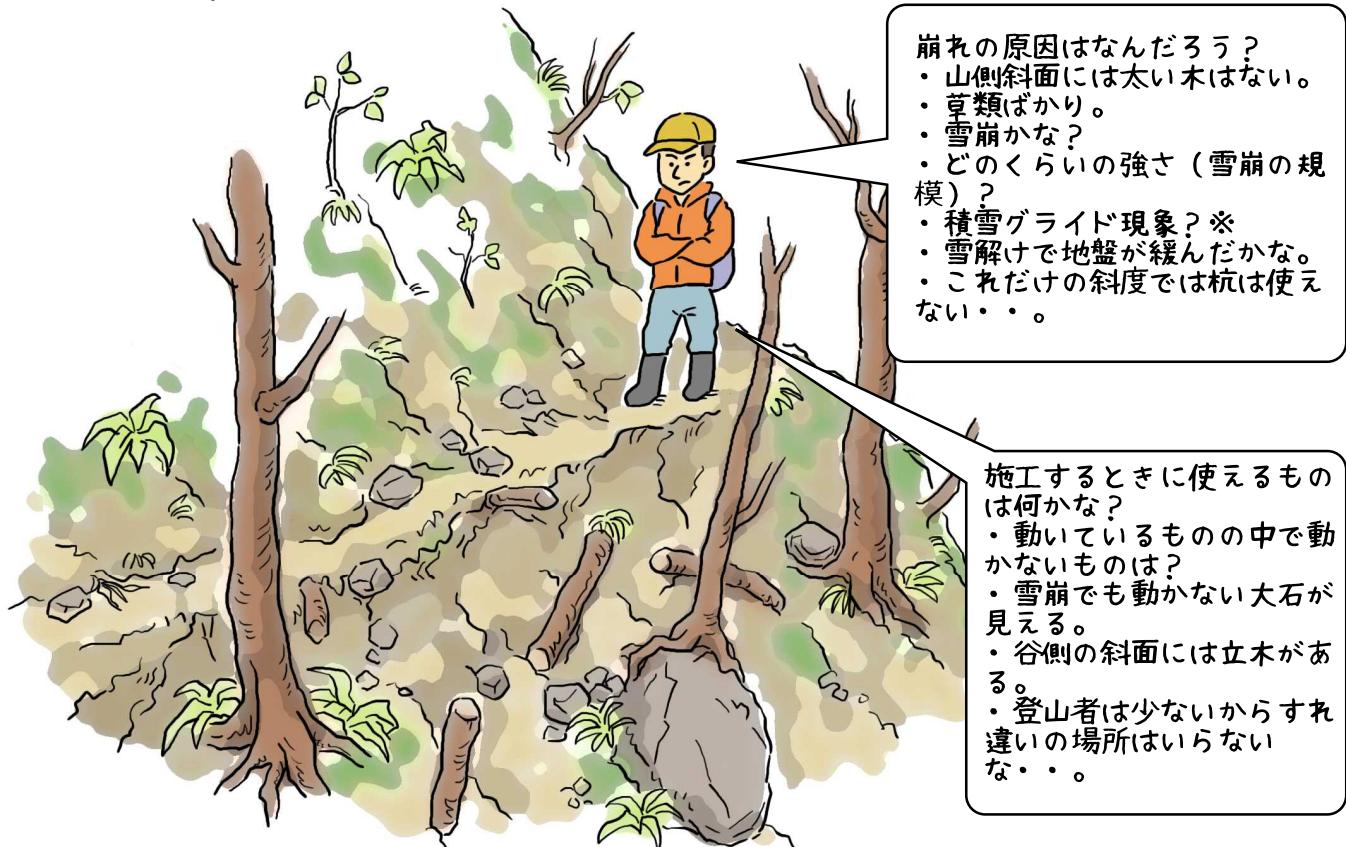
施工物が新たな侵食原因になつてしまうことを「二次侵食」という。

導流工は（階段工も同様）水の流れを変える施工であり、もし、施工場所や排水先の土壌が崩れやすい地質の時は、変化した流水によって思いがけない侵食が起きることがある。とくに火山灰土壌では変化が大きく、侵食で削れるだけでなく、植物帯を埋めてしまうことにもなる。

施工者は常に自然を観察し、二次侵食を起こさないように心がけなければならない。

トラバース路の補修方法

斜面を横切る道（トラバース路）は様々な自然作用の力が強く、よく崩れてしまう場所である。安易な施工や補修はさらなる崩れを誘発する場合もある。常々「なぜ崩れたのか」「どうしたら良いのか」を考えつつ、自然の中にある崩れない状態を見つけ、応用していく観察眼と発想力が必要である。



斜度があると、木杭も鉄杭も効きにくい。
また、雪解け時期には土壤が水分を含む。登山道上には植物が少なく、裸地はとくに地盤が緩みやすい。
そうなると夏季のような地盤の締めかたまりではなく、杭は非常に崩れやすくなる。

※「積雪グライド現象」

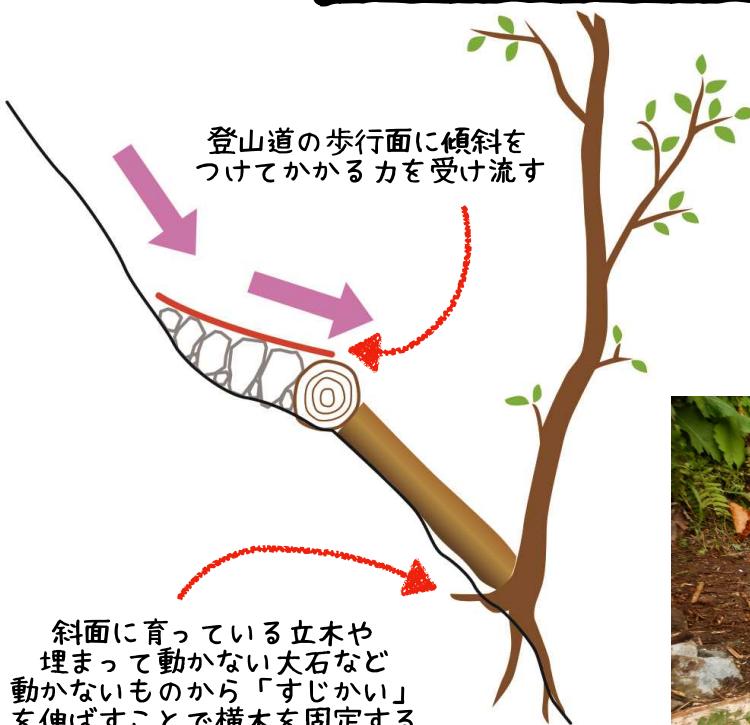
斜面の積雪がゆっくりと滑りながら移動する現象。

どんな斜面の積雪でもゆっくりと少しづつ移動していると言われる。

とくに斜面が笹で覆われている場所などでは発生しやすい。

斜面上の構造物が崩れる要因として研究されている。

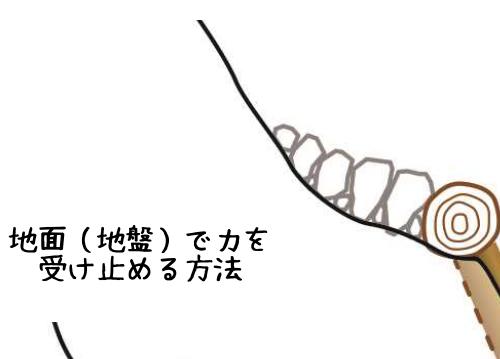
トラバース路の補修方法



斜面を横切る登山道の多くは多少踏み面が傾いていても狭くても恐怖感を感じない見た目であれば問題ない。

見た目は幅の広さだけでなく谷側の縁が崩れやすく見えると感覚的に狭い道と感じてしまう。

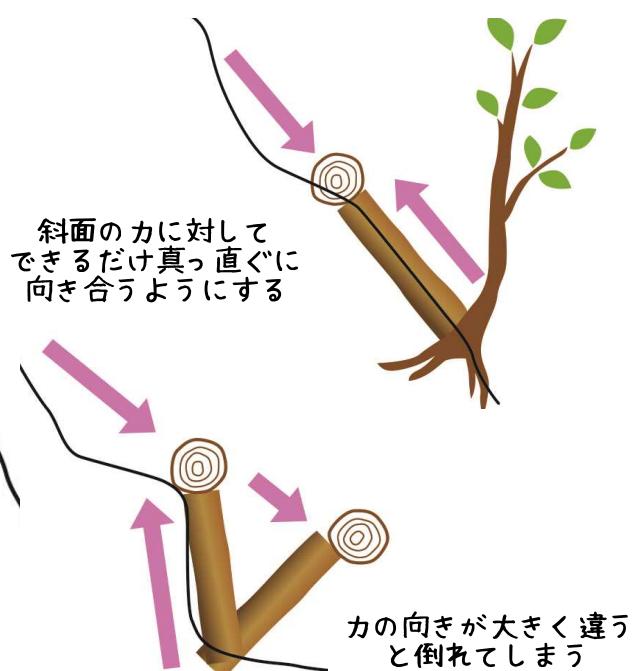
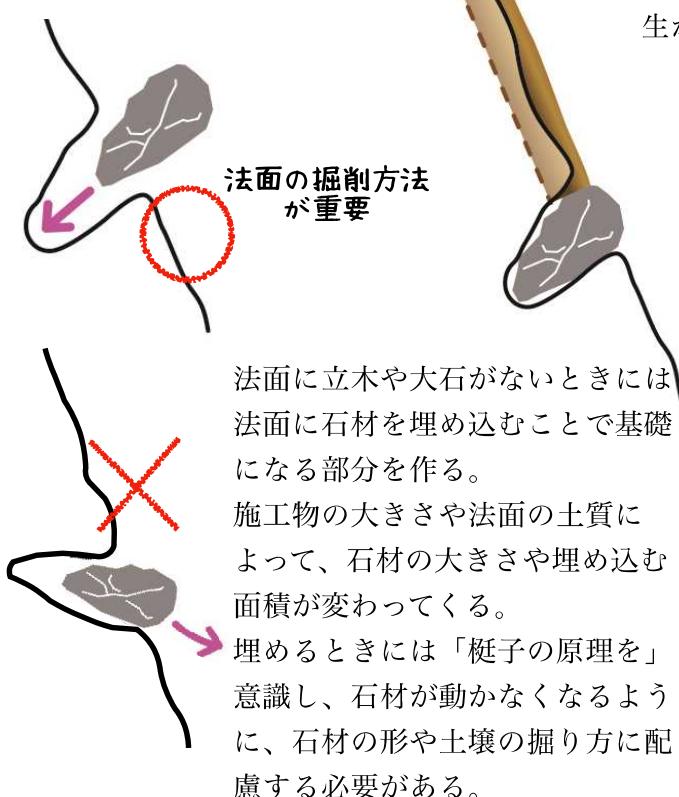
横木の見た目は重要である。



「すじかい」を施工する時は力の向きに注意

斜面を動く雪崩やグライド現象の力は大きく、力の向きを間違えると施工物は崩れる。

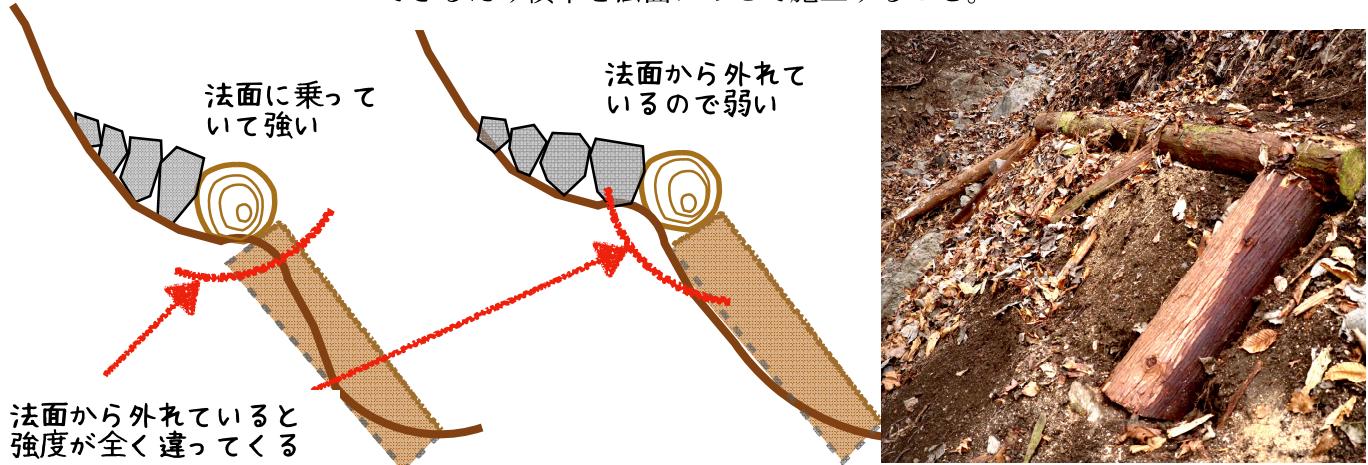
「受け流す」と同時にできるだけ立木の強さを生かせるように「すじかい」の方向を意識すること。



トラバース路の補修方法

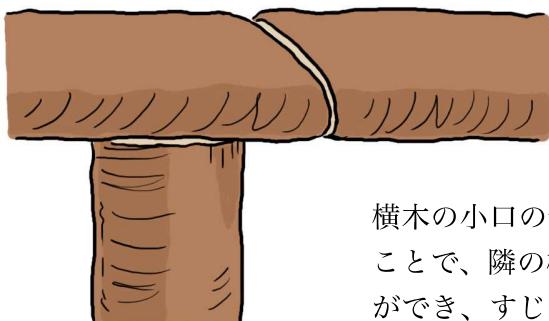
できるだけ法面に横木を乗せること

すじかいでの横木固定をした場合、法面から外れて固定される状況もあるが、
できるだけ横木を法面にのせて施工すること。



横木が法面から外れる場合は、太い木材を使ったり、支えを増やすなど補助施工を行うこと。

様々な状況を使い、資材を減らし、強度を高める



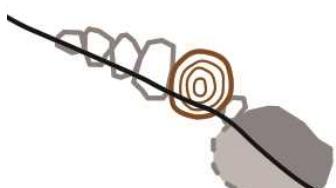
横木の小口の形を変えて繋ぐことで、隣の横木を止める事ができ、すじかいを少なくすることができる。



斜面の角度などによって施工方法を考える



緩斜面
大石の埋め込み



平坦部
杭を使っても問題ない



斜面の傾きによって、施工物にかかる強度は違ってくる。

斜度や使える資材など状況に合わせて方法を変える「臨機応変力」が必要となる。

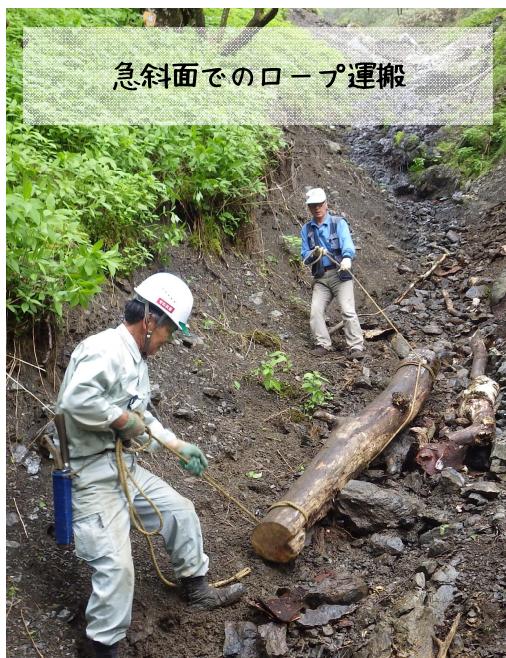
トラバース補修時のポイント

木材を自由に加工、運搬ができるスキルを身につけておくこと

トラバース施工時に使用する資材は人力で扱うには太く、長いものが多くなる。とくに長い木材を使用するときには、細い木材では耐久力がなく「しなり」もあり、土壤が安定しにくいため基礎には不向きである。普段からチェンソーを使いこなし、ロープを使って木材運搬するなど長く太い木材を支えるようにしておく必要がある。



木材の小口を継いだり、すじかいを取り付ける作業などは
チェンソーによる微調整が必須。



ロープ・スリング・カラビナ・滑車などを使い、運搬や移動の方法を覚えておくと丈夫な木材を使い、頑強な施工物を作る事ができる。また、施工資材は普段から倒木などを把握しておき、資材量や運搬に必要な労力などを割り出しておく事が重要である。



施工者の心得

「自然に教えてもらう」という心構え

施工物が崩れたら、自然が「施工の弱い点を教えてくれた」と思うこと。
良い施工ができたときでも「もっと良い状況があるかもしれない」と思うこと。
常に謙虚になり、同じ失敗を繰り返さないようにすること。

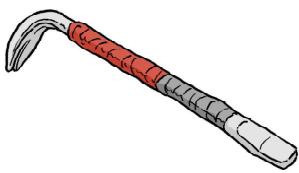


できるだけ大きな石・太い木材を使うこと



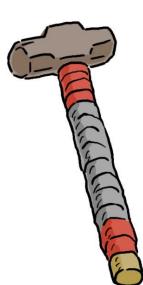
登山道整備に使う資材は、大きければそれだけで動かない。
木材は細いと1~2年で折れてしまうものでも、太ければ10年保つかもしれない。
太く、重いものを使うときには、運搬に疲れ、探すのも時間がかかるが、施工時の
「プラス30分程度」の苦労で何年も長持ちする施工物になる。
資材を固定する技術がなくとも、大きな石材を運搬できれば強固な施工ができる。
木材を遠くから荷上げする体力がなくても、近くの倒木を使える技術があれば丈夫な
施工物になる。
できることの幅を広げ、柔軟に考える頭を持ち、常々の自然観察から「使えるものは
全て使う」という気持ちで自然に向き合う事が重要である。

作業道具はとても大事



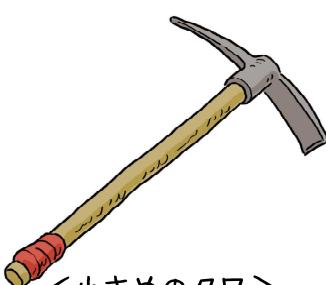
<バール>

掘削時の微調整や石材の位置調整に必要。クワと併用しながらほとんどの作業で使用する。55cmのジュラルミンが使いやすい。



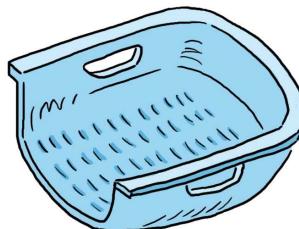
<ハンマー 0.9kg>

石材、木材の扱いで欠かせない道具。
1.2kgでは重すぎ、釘打用では軽すぎる。
泥がつく場所では柄に滑り止めが必要。



<小さめのクワ>

土を削る作業に必要。
使うほどに重要度が高まる。片手でも両手でも使える程度の柄の長さに調整すると良い。



<てみ・石み>

石材や土壤を運ぶのに欠かせない道具。
安いものはすぐに壊れるので、少々高いけど石みがおすすめ。



<背負子とかご>

荷上げの道具。
整備専門職は50kg程度は難なく運搬する。
限界を超える！！

木柵工施工時には必須。
ただ力一杯打てば良いものではなく、角度・方向・弾み方を見るなど加減が重要。
得手不得手が分かれる。



<メジャー>

木材の長さや施工箇所の測定に必須。
5.5mが使いやすい。
消耗品もある。



<大きい道具は使わない>

自然工法施工時にはスコップやツルハシなどはほとんど使わない。
できるだけ現場の地盤を削らないようにするため、微調整ができない大きな道具の出番は少ない。
地盤の締め固りは施工の強度を出す重要な要素であり掘りすぎは厳禁。
自然が復元していく過程は掘削よりも堆積されることから始まる。掘削作業は最低限を心がけて行なう。



<チェンソー>

木材を使うときはノコギリよりもチェンソーを使う。
チェンソーが使えるだけで施工規模も強度も全く違うものになる。チェンソーは施工の基本道具の一つであり最重要の道具である。
大きなチェンソーよりも小さめのものが扱いやすく便利。

終わりに

自然物を使い、形にしてくときには「正解」はありません。

どのような形が「正しい形」なのか、作る前にイメージすることは難しいですが、常日頃自然を見て、自然が作り出した形を頭の中にたくさん入れておくことをお勧めします。

自然の構造物は合理的でバランスが良く、何よりも「美しさ」があります。

謙虚に自然と対話しながら施工することにより、自然の形の「美しさ」を再現できるかもしれません。

その過程は自然に関わるものにとって素晴らしい時間となるはずです。



近自然工法の施工過程を動画で見る事ができます。



木柵階段工の動画①



木柵階段工の動画②



トラバース路補修の動画

令和元年度 中部山岳国立公園における登山道整備手法検討業務

令和2年（2020）3月

発注者：環境省信越自然環境事務所

請負者：合同会社 北海道山岳整備

イラスト：大和景子