《Ⅱ．　解説･事例編》

⇒事例1

○解説･事例１

－登山道の整備：侵食を防ぐ方策－

『高山帯の大規模な荒廃や拡幅・複線化』

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

《解説･事例１の主な例示方策》

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例ー計画・施工ー

〇侵食の内部を歩行する状況

■《流水による侵食》ー■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工ー④ジオグリッドセルエ

■《凍上融解現象による侵食》ー■《土壌を安定させる》植生の回復
└■マルチング工ー①植生ネットエ

〇侵食の法肩を歩行する状況

■《流水による侵食》ー■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工ー②木柵床止工

■《凍上融解現象による侵食》ー■《土壌を安定させる》植生の回復
└■マルチング工ー①植生ネットエ

〇複線化している状況

■《流水による侵食》ー■《水勢を弱める》水量を減らす
└■分散排水工ー①遮蔽型／②越流型導流工

■《凍上融解現象による侵食》ー■《土壌を安定させる》植生の回復
└■マルチング工ー①植生ネットエ

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

■《流水による侵食》ー■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工ー①石組床止工

■《流水による侵食》ー■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工ー②木柵床止工

■《流水による侵食》ー■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工ー④ジオグリッドセルエ

■《流水による侵食》ー■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工ー④ジオグリッドセルエ　※施工手順

■《流水による侵食》ー■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工ー⑥ヤシ土嚢工【土嚢工事例として】

■《流水による侵食》ー■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工ー⑥ヤシ土嚢工

（１）よく見かける侵食事例

主な例示方策	－	備考	○侵食の内部を歩行する状況。

北海岳付近（白雲岳方面）　2014.8月撮影

○凍結融解：非常に大きな侵食原因である。裸地化した法面で霜柱が発生し、融解時に土壌が崩れることによって、表面の土壌が少しずつ削られていく。

○踏圧：登山者による踏圧の影響は大きい。歩行部がV字状で歩きにくいため法面に足をかけることが多く土壌を削っている。

○流水：流量に対して侵食幅が広いので、小さな下方侵食程度。裸地部で雨滴による侵食も生じている。踏圧や凍結融解、雨滴で削られた土壌を流水が流している。

緑岳～白雲岳避難小屋（板垣新道）　2008.9月撮影

○流水：周辺斜面の水が集まり登山道に流れ込んでいる状態。粘り気の無い火山性土壌は流水の影響を受けやすい。付近の石材を使用し、石組による侵食防止が一部で行なわれている。

○踏圧：登山者の踏圧の影響は大きい。歩行部がVの字状で歩きにくいため法面に足をかけることが多く土壌を削っている。

○凍結融解：法面の裸地化している箇所で影響があると思われる。石材による路床の保護は行なわれているが凍結融解現象による侵食は続いている。

中岳付近　2012.8月撮影

○凍土の融解：一般的事例（よく見かける状況）とは言えないが、高山帯では凍土の融解による侵食も見られる。ガリー侵食により深く削られた箇所は、地中の凍土を緩め土壌の固着が弱まりガリー脇がブロック状に崩れる。

○凍結融解：裸地化している場所では大きく影響している。

○流水：崩れた土壌は流水によって流されていく。小さなブロック状になった植物帯は、地面に固着するものもあるがほとんどが流される。

（1）よく見かける侵食事例

主な例示方策	ー	備考	○侵食の法肩を歩行する状況。

北海岳～白雲岳分岐　2008.7月撮影

○流水：山側の斜面からの水が集まって侵食部を流れている。侵食は広く深く、現在も進行している。ガリーの最深部下方侵食が見られる。側面では植生からの雨滴による侵食もある。

○凍結融解：法面の裸地化している箇所で影響があると思われる。

○踏圧：登山者はガリー内部を歩かないので、影響は少ないが、歩行路の肩（ガリーの上部）を踏み抜くことなどはあるが、ガリー谷側に歩行路があるので安定している。

北海岳～白雲岳分岐　2008.8月撮影

○凍結融解：現状ではこの侵食の影響が強いと思われる。

○踏圧：凍結融解と同じく、影響が見られる。この場所では登山者はガリー内部も歩いている。ガリー内から肩に上がる箇所では今後も崩れが進む可能性が高い。

○流水：ガリー内では流水による下方侵食は見られない。ただし、踏圧や凍結融解で削られた土壌を流水が流している。

北海岳～白雲岳分岐　2008.8月撮影

○流水：山側の斜面からの水が集まって侵食部を流れている。侵食は広く深く、現在も進行している。ガリーの最深部下方侵食が見られる。側面では植生からの雨滴による侵食もある。

○凍結融解：法面の裸地化している箇所で影響があると思われる。

○踏圧：登山者はガリー内部を歩かないので、影響は少ないが、歩行路の肩（ガリーの上部）を踏み抜くことなどはあるが、ガリー谷側に歩行路があるので安定している。

（１）よく見かける侵食事例

主な例示方策	－	備考	○複線化している状況。

旭岳（裏旭野営指定地付近）　2012.8月撮影

○踏圧：登山者はガリーが進行した箇所を避け新たな踏跡を歩く。踏跡は裸地化し、水路化していく。融雪時期には登山道がはっきりしないため歩行路の判別が難しい。

○流水：この影響も大きい。土壌は非常に脆弱な火山性の堆積物なので、表土がなくなると少量の流水でも侵食されてしまう。

○凍結融解：この影響も大きい。裸地化部では多くの箇所でこの侵食が続いている。

白雲岳直下　2008.9月撮影

○踏圧：登山者はガリーが進行した箇所を避け新たな踏み跡を歩く。ここまでの侵食になると降雨時や融雪期はガリー内部がぬかるむため植生上を歩く登山者が多い。

○流水：この影響も大きい。とくに降雨時や融雪期のぬかるみ時は踏圧の影響と重なり侵食が激しくなる。

○凍結融解：この影響も大きい。裸地化部では多くの箇所でこの侵食が続いている。

北海岳～白雲岳分岐　2008.7月撮影

○流水：山側の深いガリーは流水による侵食が進行しているている。下方侵食によって路面が低下すると路肩も崩れ拡幅する。谷側の複線化し箇所もわずかに流水があり小規模に侵食している。

○凍結融解：深いガリー部の法面の裸地化している箇所で影響があると思われる。

○踏圧：深いガリー部は踏圧の影響はない。谷側の複線化した道は踏圧侵食が進んでいる。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例ー計画・施工ー

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└④ジオグリッドセルエ ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 　└■マルチング工 　　└①植生ネットエ	備考	○侵食の内部を歩行する状況

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する

○凍結融解侵食：大きい
○法面部の広範囲にわたり侵食が生じている。

○流水侵食：小さい
○但し、土壌流失の原因となっている。

○踏圧侵食：法面に若干
○ぬかるみ時に少し高い場所を歩く登山者が多い。

○位置的に大量の水が集まる場所ではないこと、下方侵食（流水で起きる初期の侵食状態）が起きていないこと、流水が蛇行して流れていること（道幅いっぱいには流れていない）。これらを考えると、流量は登山道の幅に対しては少なく、大きな原因ではないと思われる。
○但し、水の流れはあるので土壌流失の原因になっている。
○ここでの大きな原因は凍結融解での侵食と考えられる。

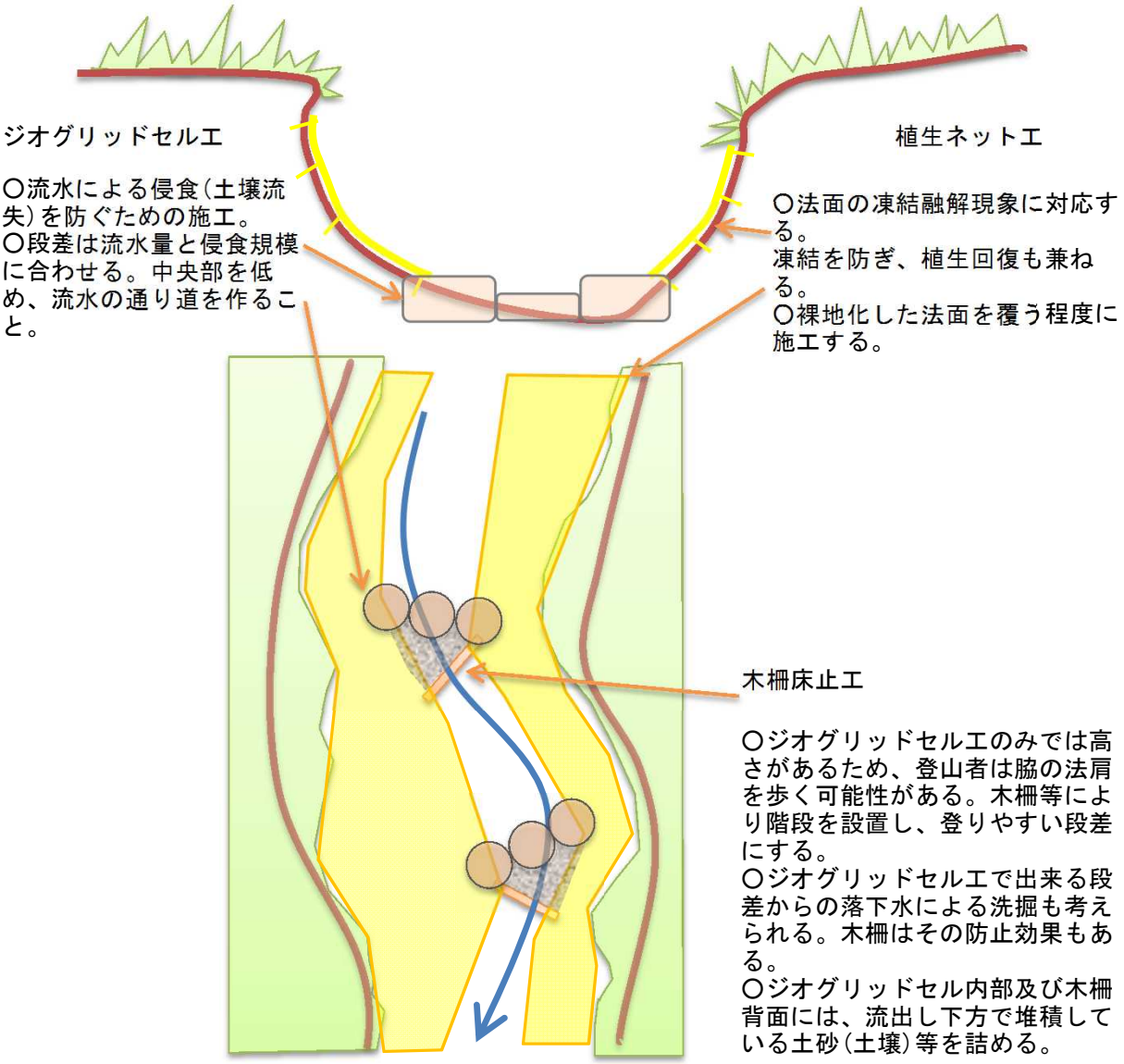
＜凍結融解現象＞
○高山帯の土壌侵食の大きな原因の一つが霜柱によるものである。気温が氷点下になる時には土壌中の水分が凍り土壌表面を持ち上げる（霜柱）。
○凍結した土壌は日中の気温が上がると溶けて崩れる。崩れた土壌はサラサラの状態なので、雨水で簡単に流されてしまう。
○裸地化したシルト質の法面でよく見られる現象で、歩行路が拡幅して流水による侵食が弱くなっても、裸地化した法面部からは土壌流失は止まらないことが多い。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 └■床止工 └④ジオグリッドセルエ ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 └■マルチング工 └①植生ネットエ	備考	○侵食の内部を歩行する状況

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

修復目標	○大きな侵食原因（凍結融解）をできるだけ止めること
	○流水による土壌流失を止めること
	○登山者の歩行路を固定すること



＜大規模な侵食箇所の修復目標の考え方＞
○高山帯には深くて広い大規模な侵食が多く見られる。これらの侵食を侵食前の状態に戻すことは、多量の資材が必要となり、ほぼ不可能である。
○侵食を抑制し、土壌を安定させ、植生が回復できるように持っていくことが現実的である。深く掘れた形は変わらなくても、掘れたなりの形で植物が復元すればよいという考え方である。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└④ジオグリッドセル工 ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 　└■マルチング工 　　└①植生ネット工	備考	○侵食の内部を歩行する状況

【施工①】ジオグリッドセル工など

○ジオグリッドセル工

そのほか、
・石組床止工
・木柵床止工
・ヤシ土嚢工
・ヤシネットロール工
等が考えられる。

ジオグリッドセル本体

段差解消、洗掘防止に木柵等で段差処理。

ジオグリッドセル脇は周辺資材を使って間詰め処理。
ジオグリッドセルよりも高くする。

背面は土砂（土壌）が溜るように開けておく。
歩行に支障が無いように埋戻しも必要な場合もある。

裾合平　2014.8月施工

＜ジオグリッドセル工＞

○土木分野の盛土構造物強化などを目的に開発・使用されている「ジオグリッド」（※）を巻き、砂礫を詰めてセル状のものとし（石組床止工や木柵床止工に石材や木材に相当）、配置する。

（※）引張抵抗性のある構成要素が連結した規則的な格子構造からなるシート状のもので、主にプラスチックなど高分子材料からなる製品。

○高山帯には資材がほとんどないことが多く搬入も難しいが、ジオグリッドは軽量で人力運搬が可能。この工法は、流出した土砂（土壌）や砂礫を使えるので、非常に便利で簡単、高さや形状（セルの大きさ）も変えられる。隙間からの植生回復も期待できる。従来からの工法では土嚢工に類似する。

○素材の性質上、施工直後は自然景観に馴染みにくいのが難点であるが、植生で覆われると目立たなくなる。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 └■床止工 └④ジオグリッドセルエ ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 └■マルチング工 └①植生ネットエ	備考	○侵食の内部を歩行する状況

【施工②】植生ネットエ

○ヤシ製ネットはできるだけ地面（法面）に密着させて敷設。
○黄麻製ネットは引っ張らずに緩めに敷設。

○ピン等で固定。

利尻山　2011.7月施工

＜植生ネットエ＞

○植生ネットは植生の回復のための資材であるが、土壌を緊縛して安定させる効果があるため、侵食防止としても有効である。植生ネットは数年で消失するが、植生回復によって土壌は安定する。

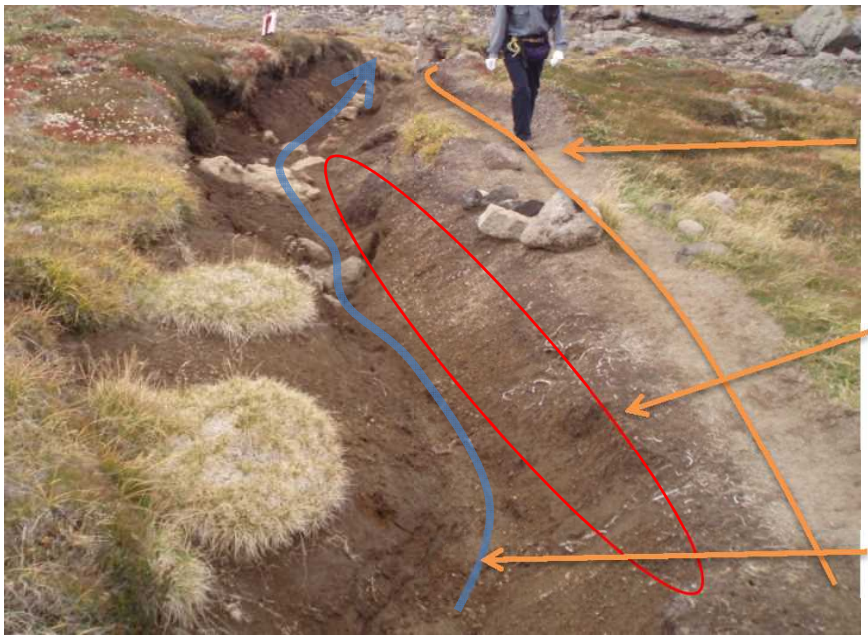
○植生ネットは環境条件に応じて使い分けが必要である。適切に設置しないと効果を発揮しない。大雪山ではほとんど使われていないため経過観察が必要。

○高山帯の風衝地ではヤシ製ネットを使用する。黄麻製ネットは１～２年で消滅する。一方、積雪がある場所では、黄麻製ネットが適する。地面に密着するため土壌緊縛効果が高く、保水性もあるため植生回復効果が高い。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例ー計画・施工ー

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工 ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 　└■マルチング工 　　└①植生ネット工	備考	○侵食の法肩を歩行する状況

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する



○踏圧侵食：小さい
○裸地化はあるが拡幅は少ない。

○凍結融解侵食：大きい
○法面全体が少しずつ侵食されている。

○流水侵食：大きい
○下方侵食が見られ拡幅している。

○深く侵食されている場所は、元は登山道だったと思われる。
○ガリーが進み歩きにくくなったとき、登山者はガリー脇を歩き新たな踏跡をつける。
○ガリー谷側に歩行路があるため現状で歩行路は安定しており、ガリー部の流水侵食と法面部の凍結融解侵食を防ぐ施工を行なう。

＜流水侵食の初期状態＞
○流水侵食は段階を経て大きな侵食になっていく。
○最初は下方侵食（縦侵食）と呼ばれ落下水によって縦に掘れていく。それが徐々に深くなり拡幅していく。
○流水侵食の拡幅に伴い、裸地化した法面が増え凍結融解での侵食も大きくなる。
○流水での下方侵食が見られたときは、小さな侵食であっても対処すべきである。小さな侵食では、小規模な修復で済むが、拡大後の修復は資材・労力ともに膨大になる。

流水の落下による洗掘

小さな下方侵食が見られる

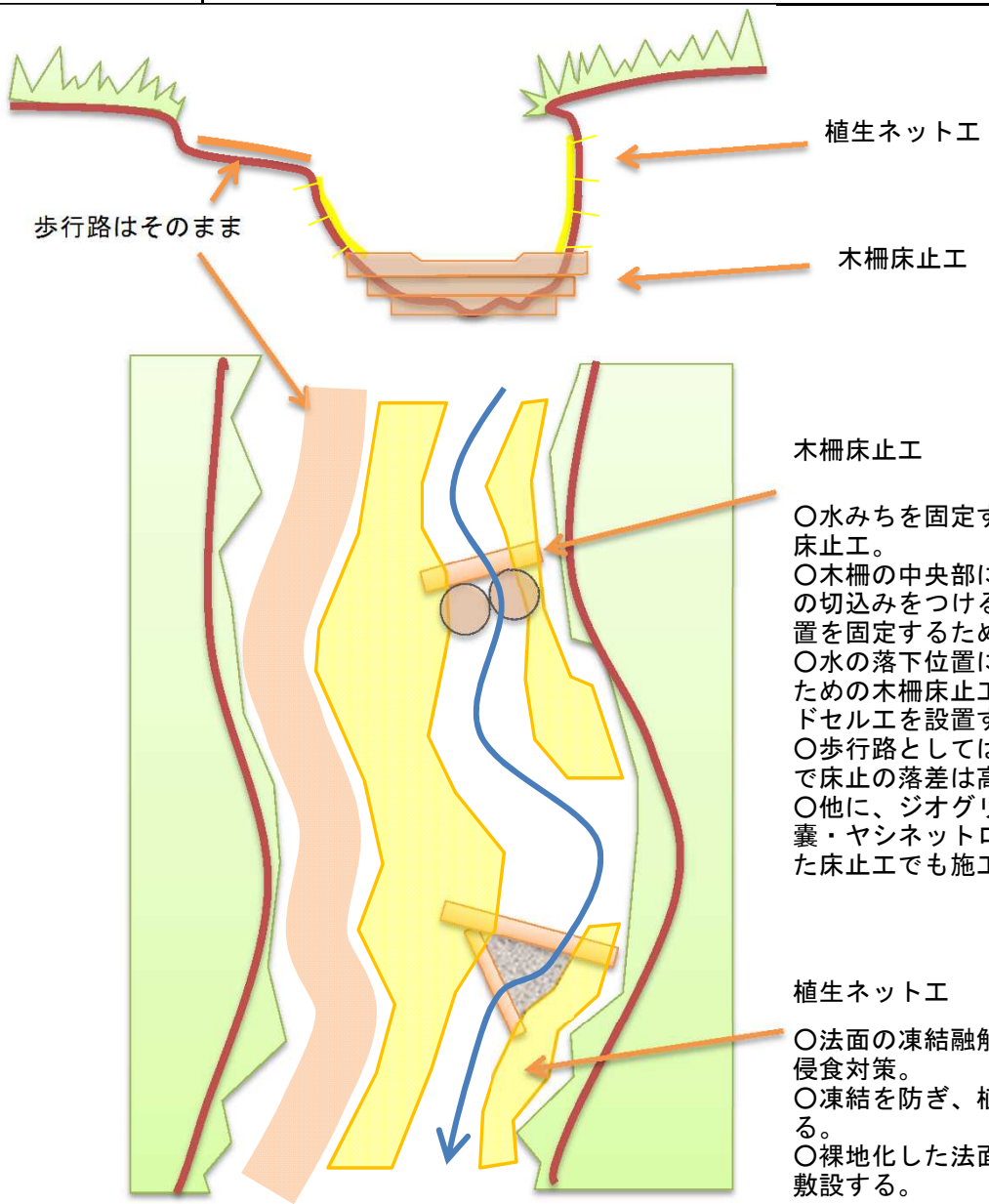
すぐに深く掘れる可能性がある

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 └■床止工 └②木柵床止工 ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 └■マルチング工 └①植生ネット工	備考	○侵食の法肩を歩行する状況

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

修復目標	○大きな侵食原因（凍結融解）をできるだけ止めること
	○流水による土壌流失を止めること



木柵床止工

○水みちを固定するための木柵床止工。
○木柵の中央部には通水のための切込みをつける（水の落下位置を固定するため）。
○水の落下位置には洗掘防止のための木柵床止工やジオグリッドセル工を設置する。
○歩行路としては使用しないので床止の落差は高くても良い。
○他に、ジオグリッドセル・土嚢・ヤシネットロール等を使った床止工でも施工できる。

植生ネット工

○法面の凍結融解と雨滴による侵食対策。
○凍結を防ぎ、植生復元も兼ねる。
○裸地化した法面を覆う程度に敷設する。

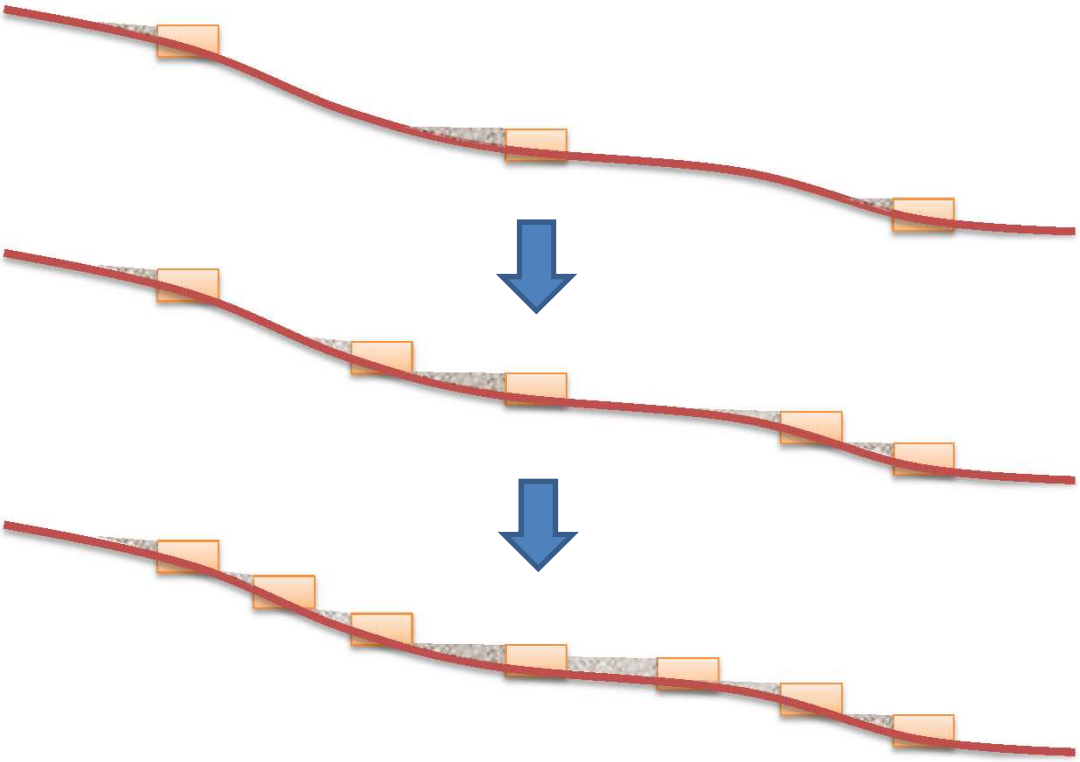
○現状の大きな侵食原因は流水と凍結融解によるガリーの拡大と考えられる。
○この二つに対応策としては、床止と法面保護が必要である。床止工によりガリー部に土砂（土壌）堆積が始まると法面も崩れなくなる。床止工は高くても問題ないが、落下水による洗掘は大きくなるので落水部には洗掘防止を行なう。
○床止工の後背に土砂（土壌）が完全に堆積した後、施工上部に床止工を追加設置し、少しずつガリーの深さを解消していく。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工 ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 　└■マルチング工 　　└①植生ネットエ	備考	○侵食の法肩を歩行する状況

【施工】木柵床止工

木柵床止工（一般に、床止工の段階施工）



○床止工は単年度で考えるのではなく、土砂（土壌）の堆積具合を考慮しながら何年にもわたって段階的に施工することが有効である。
○先を予測しながらの施工は経験が必要になるが、状況の変化に追従した施工はきめ細かい対応ができる。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 └■床止工 └②木柵床止工 ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 └■マルチング工 └①植生ネット工	備考	○侵食の法肩を歩行する状況

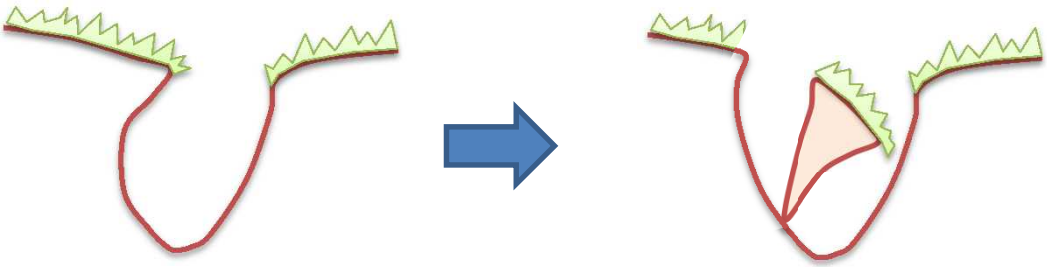
【施工（付）】全体を観察し施工位置を決める

○上流部は床止工の土砂（土壌）堆積に時間がかかる

○下流部は土砂（土壌）が溜りやすい

○流れてきた土砂（土壌）が堆積してい

○侵食区間の全体を観察し、床止工等の設置位置を決める。
○侵食が長く続く箇所では下流になるほど土砂（土壌）が溜まりやすい。
○逆に侵食の上流部（始まりの付近）では土壌流失が少ないため床止工に土壌は溜まりにくい。
○下流から施工を始め、土壌を流失させずにできるだけ侵食部に留める工夫が必要。



○Ｖ字が深くなり路肩が急傾斜になったり、オーバーハングしている箇所はブロック状に大きく崩れる場合がある。
○床止工を施して路床を上げる等早急な対応をする。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型／②越流型導流工 ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 　└■マルチング工 　　└①植生ネットエ	備考	○複線化している状況

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する

○踏圧侵食：小さい
○これから大きくなる可能性はある

○凍結融解侵食：大きい
○山側の深いガリーは影響がある

○流水侵食：大きい
○深いガリーは流水の影響が大きい。
○深いガリーは雨滴による侵食の影響も大きい
○歩行路は侵食拡大の可能性が高い。

○ガリーが拡大し、登山者が新たな道を作った状態。

○ガリー部は流水、雨滴、凍結融解により侵食が進んでおり、歩行路も踏圧と流水による侵食が始まっている。歩行路に関しては裸地化部が少ないため凍結融解での侵食は少ない。

○ガリー部だけでなく歩行路についても侵食に対応した整備が必要である。

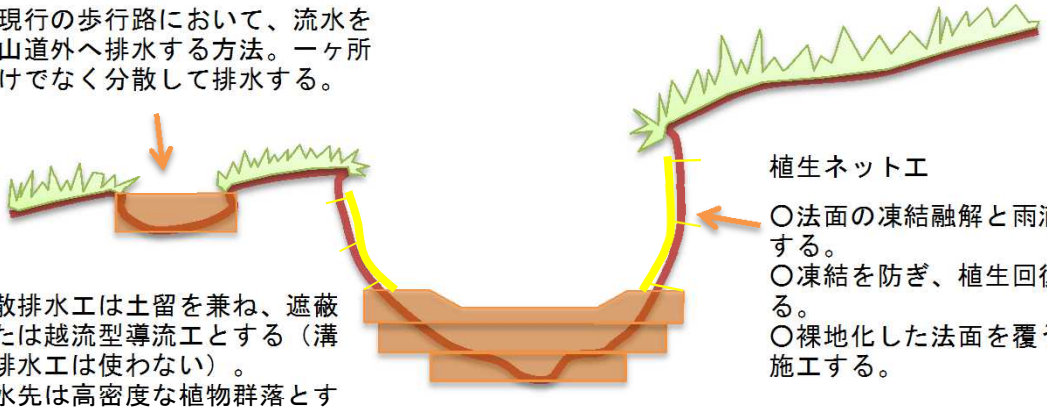
（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型／②越流型導流工 ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 　└■マルチング工 　　└①植生ネット工	備考	○複線化している状況

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

修復目標	○大きな侵食原因（凍結融解）をできるだけ止めること
	○流水による土壌流出を止めること
	○現行の歩行路の侵食を止めること

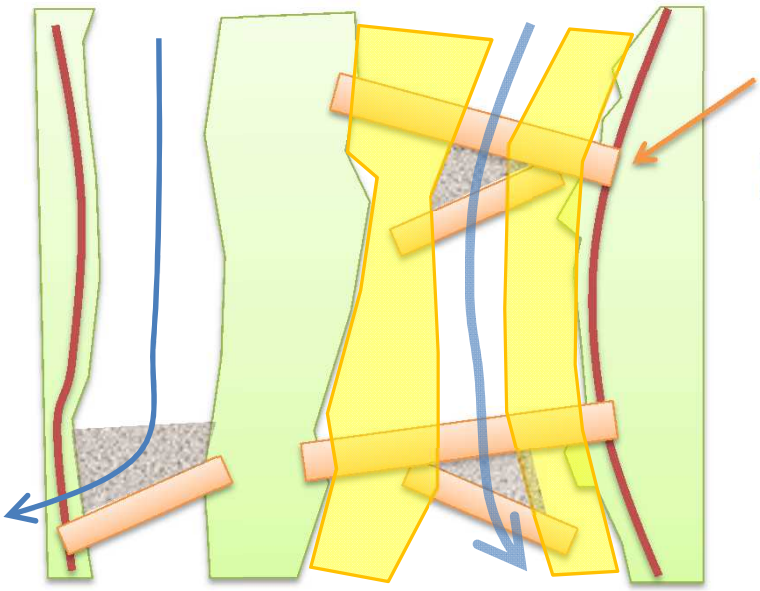
分散排水工
（遮蔽型または越流型導流工）
○現行の歩行路において、流水を登山道外へ排水する方法。一ヶ所だけでなく分散して排水する。



植生ネット工

○法面の凍結融解と雨滴に対応する。
○凍結を防ぎ、植生回復も兼ねる。
○裸地化した法面を覆う程度に施工する。

○分散排水工は土留を兼ね、遮蔽型または越流型導流工とする（溝切型排水工は使わない）。
○排水先は高密度な植物群落とする。裸地や砂礫地には排水してはならない。



木柵床止工

○水みちを固定するための木柵床止工。
○木柵の中央部には通水のための切込みをつける（水の落下位置を固定するため）。
○水の落下位置には洗掘防止のための木柵床止工やジオグリッドセル工を設置する。
○歩行路としては使用しないので床止の落差は高くても良い。
○他に、ジオグリッドセル・土嚢・ヤシネットロール等を使った床止工でも対応できる。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型／②越流型導流工 ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 　└■マルチング工 　　└①植生ネットエ	備考	○複線化している状況

【施工】遮蔽型または越流型導流工

遮蔽型または
越流型導流工

○土留も兼ねる。
○排水先（導流工の設置箇所）は密な植物群としている。

○山側からの表流水がガリーに流入し歩行路に入らない場合は、歩行路の流量が少ない。侵食規模が小さく、進行も遅いので排水しやすい。

○分散排水工は遮蔽型または越流型導流工として土留を兼ねたものとし、溝切型排水工は設置しない。

○分散排水を多数配置し、一ヶ所の排水量をできるだけ少なくする。

○裸地部には排水せず、高密度の植物群落に排水する。

○施工直後に必ず点検し、排水先の状況変化を確認する。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型／②越流型導流工 ■《凍結融解現象による侵食》 └■《土壌を安定させる》植生の回復 　└■マルチング工 　　└①植生ネット工	備考	○複線化している状況

■手順３（付）：排水先の状況に注意

○風衝地に排水されてしまった箇所。

○裸地部や植物がまばらな砂礫地（風衝地植物群落）等に流水が集中すると、このような深い侵食になることがある。

○砂礫地が多い箇所では路床の安定を優先し、安定地形（地質）まで流水を誘導し排水するほうが危険が少ない。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工	備考	○登山道に横断的に石組を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○非常に高い技術・豊富な石材が必要だが、正しく施工できると長く保つ。

裾合平　2006.9月施工前

○流水・雨滴・踏圧・凍結融解すべての要因が大きく関わった荒廃箇所。融雪期にはいくつかの歩行路ができ、それぞれが侵食され複線化している。
○登山者が多く、融雪時期や降雨時等の侵食されやすい状況でも利用があり、土壌流失が進んでいる。
○現場周辺で石材を確保し、床止工を設置する。床止めを階段状に連続設置し、歩行路とする。
○登山道の路面は石材で固定し、流水を登山道に集め、登山道外の侵食を止める。

裾合平　2006.9月施工　2007.9月撮影

○石材による床止工。細かく連続させて階段工となるように設置。
○石組の左右を高くし、流水に耐えるように施工。
○路面を石組とすることで強固にし、流水を登山道に集め、複線化部の侵食を弱めた。
○しかし、下記の通り、失敗事例となった。

＜施工7年後＞
○石組のほとんどで侵食が生じ補修が必要となった。崩れてしまった石組も多い。裸地の拡幅も続き侵食は止まらなかった。

＜失敗の原因＞
○登山道に流水を集中させてしまったこと。
○石の上を歩くことを嫌う登山者の心情を理解せず階段状に施工してしまったこと。
○山側斜面からの流入水の対策が行われていなかったこと。
○裸地部の土壌安定対策が行われていなかったこと。
○自然を観察して原因を理解し、施工から7年後に補修を行なった。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 └■床止工 └①石組床止工	備考	○登山道を横断する石組を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○非常に高い技術・豊富な石材が必要だが、正しく施工できると長く保つ。

裾合平　2006.9月　施工前

裾合平　2007.7月施工

＜施工前＞
○流水や踏圧の影響でガリー侵食している。
○周囲の石材を使用し、床止工を施工。
○石組は連続して配置し、階段として機能するようにした。

＜施工後＞
○侵食は止まったが、流水が施工前よりも増え、現状の石組では規模が不足している。
○登山者は石組の段差を嫌い、左右の土壌面を歩行することが多い。

＜施工7年後＞
○踏圧により石組の左右が掘れ、そこに流水が集中し侵食を加速、石組全体が崩れた。

＜補修後＞
○施工箇所の上部で導流工を複数設置、分散排水により流量を減らした。
○登山者の踏み面を広く、段差を低くし、不安なく利用できるように配慮した。
○流量に見合った施工規模に組み直した。

裾合平　2013.9月補修前

裾合平　2013.9月補修後

＜分散排水工（導流工･排水工）と、床止工におけるステップ＆プール工＞
○石組の床止工は、考え方・配置の仕方によってステップ＆プール工となる（本指針では石組の段差処理工としても挙げている）。河川で河床を安定させる方法で、プール状の溜まりや蛇行させることで流水の勢いを弱め侵食を抑える方法。
○通常流水が無い登山道だが、融雪期や豪雨時には激流のようになる箇所がある。そのような箇所では流勢が強すぎて、ステップ＆プール工を施工してもプールや蛇行ができない状態になることがある。
○また、しっかりあいたプールを作ると段差が高くなるため登山者にとって不便になり、豪雨に対応させると三面張り護岸のように登山道がすべて石組となり、山岳景観と合わなくなる。
○現状では流水が多い箇所でのステップ＆プール工で成功事例は少ないと見られ、分散排水工（導流工･排水工）で流水を減らした上で、段差と斜路を組み合わせた石組とするなど工夫が必要である。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工	備考	○課題のある事例として。

愛山渓・三十三曲　2011.6月撮影

○流量に対して石組の規模が小さい。
○流水は石組の高さを越えているため、石組脇の土壌を侵食している。
○歩行者は石組の段差を嫌い、石組脇の土壌を歩き、踏圧侵食も起きている。

裾合平　2011.8月撮影

○流量が石組の規模を大幅に超えている事例。
○石組脇の侵食と落下水による洗掘が生じている。
○流水量が施工規模よりも大幅に多かったためプール部で流勢が弱まらず石組みの上下が侵食された。
○流勢が強い場合、土壌だけでなく礫も流されるので石組背面に土砂（土壌）堆積はしない。
○石のハードルとなり歩行者にとっては利用しにくい。
○侵食は止まらず、二次的侵食も起きている。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工	備考	○学ぶべき過去の事例として。

＜黒岳石室付近（ポン黒）の事例＞

○大雪山の中で黒岳は旭岳と並び登山者が多い山である。

○ここは山頂から黒岳石室へと下る斜面についている登山道。通常このような地形、地質にある登山道は非常に崩れやすく、利用者が多ければ侵食は深く大きいものになっているはずである。

○しかし、いつ作られたのか分からないほど古い、大石を組み合わせた施工がなされており（最低60年は経っているという）、施工部に関しては侵食が見られない。

○周辺に裸地化はなく、景観に馴染み、歩行しやすい。補修をしたという話も無い。

○理にかなった施工ができた時、このように景観に馴染み、利用もしやすく、壊れない物ができる。

＜銀泉台第三雪渓での事例＞
○銀泉台の第三雪渓付近の一帯は侵食が激しい。踏圧と流水で深く侵食され、凍結融解や雨滴で侵食が加速している。
○そのような状況下で、一部だけほとんど侵食されていない箇所がある。そこは古い施工（施工年は不明）があり、大石を組み合わせた階段が作られている。
○山側から谷側へと自然に排水されるようになっており、とても理にかなっている。このような施工ができれば付近の激しい侵食も軽減できる可能性がある。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○登山道を横断する木柵を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○侵食規模に対し適切な規模の施工が必要。

裾合平　2006.9月撮影

○流水侵食によりガリー化している状態。

○登山者の踏圧によって谷側の路肩が裸地化している。

○凍結融解と雨滴によって山側法面の侵食が広がっている。

○流水による路床の侵食を止め、歩行路を固定するため床止工を施工する。

裾合平　2007.9月撮影

○木柵により床止工を施工。

○木柵は法面の土壌に貫入し、杭とカスガイにより固定。

○木材に通水のための切欠きをつける。

○段差は低く設定し登山者が歩行しやすいようになっている。

○流量は比較的少なく、施工後も路床は安定しているが、凍結融解や雨滴での侵食は続いている。

＜法面貫入の重要性（現場合わせの徹底）　＞
○木柵床止工に限らず、横断系の床止工の施工では、現場合わせによる「法面への貫入」は必ず行う。
○既存施工物の多くが長さの決まった木材等を使用し、侵食幅に合っていない。施工直後は階段状になっているが、時間の経過とともに木柵の脇から背面の土砂が流れだし木柵がハードル状になっていく。歩行者はハードルを越えることはなく、木柵脇のスロープを歩き踏圧侵食も加速する。
○流量が多いときには法面貫入だけでは足りないが、二次的侵食は緩やかに起きるので補修で対処可能。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○課題のある事例として

富良野岳　2006.9月撮影

○落下水により洗掘されしてしまい、木柵下部の土壌が流失、背面の土砂堆積もなくなっている事例。
○侵食規模に対して施工規模が少ない。
○侵食箇所の上部で排水し、流量を減らす必要がある。

○流量と施工量のバランスが取れていない事例。
○ガリー部において「侵食を止める」ためではなく「歩き易く階段をつける」ことを考えた処置と思われる。
○このような施工の場合、数年以内に機能しなくなることが多く、機能しなくなったときは施工前よりも侵食が拡大していることが多い。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○課題のある事例として

御鉢平・赤石川付近　2014.8月撮影

○木柵床止工により路面の低下は止まっているが、落下水による洗掘には対応しておらず、法面貫入もしていないため、二次的侵食が拡大している。

○特に洗掘により段差が高くなり歩行に支障が出ている。

○段差が高いと無理に法面を歩く登山者もあり、注意が必要である。

○施工の継続的なメンテナンスも課題である。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○課題のある事例として

○木柵床止工の全面から越流している。

○この施工には木柵に切欠きがついており、そこから水は落ちているが、木柵脇を高くする配慮がなく、法面にも流水が流れ侵食されている。

○流量を過小判断し、しっかりした施工を行なっていないため、今後侵食が拡大する可能性が高い。

○流水により木柵脇の土壌が洗掘されている事例。

○木柵背面の土壌が流失しており、放置すると木柵はハードル状になり機能しなくなる。

＜豪雨時の登山道の流量判断（補修に当たっても重要）＞

○流量と施工規模のバランスは非常に重要であり、補修に当たっても流量はしっかりと把握する。

○流量の想定が間違っている場合、崩れたものを元通りにしてもまた流水によって崩される。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└④ジオグリッドセルエ	備考	○登山道に横断的に強化プラスチック網と砂礫によるセルを連続して配置し侵食を防ぐ。 ○現場の砂礫を利用でき簡単な工法。

背面に土砂堆積を期待できる

流水量が多いときは洗掘防止のため、水たたき施工をする。

裾合平　2014.8月施工　2014.10月撮影

＜土砂（土壌）堆積の状況＞
○ジオグリッドセルエは施工後、初期の頃は流水が施工物を浸透し越流は少ない（豪雨時は越流の可能性がある）。
○越流時には流速が落ち侵食は弱くなる。また、水は通るが土砂（土壌）や枯葉等は溜まる。
○写真は約1ヶ月後の状況。礫と枯葉が溜っている。
○上流部の侵食状況によって堆積のスピードが異なる。

＜高山帯での施工（運搬しやすく労力の少ない工法の試行）＞
○高山帯の施工では、「資材の有無」と「運搬の労力」が大きく関わってくる。資材があれば施工方法も多々あるが、現場までの距離があり運搬できないことが多い。高山帯は資材がないために施工できない箇所も多くある。
○運搬しやすく労力の少ない工法を考え試行する。ジオグリッドセルエはその一例である。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└④ジオグリッドセルエ	備考	○床止工におけるジオグリッドセルエの施工手順の事例。

材料　　ジオグリッド　　ジョイナー　　ヤシマット

1　設置位置を決め、地盤を削り水平を出す。

2　現場合せでジオグリッドを加工しセルの大きさ･高さを合わせる。

3　ヤシマットを広げ、固定。

4　礫や土砂を入れ転圧する。

5　セルと法面の隙間を埋める。

6　状況に応じて水たたきを施工する。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└⑥ヤシ土嚢工【土嚢工事例として】	備考	○登山道に横断的に土嚢(本事例はヤシ土嚢ではない)を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○現場の砂礫を利用でき比較的簡単な工法。

中岳分岐付近　2012.8月施工　2014.8月撮影

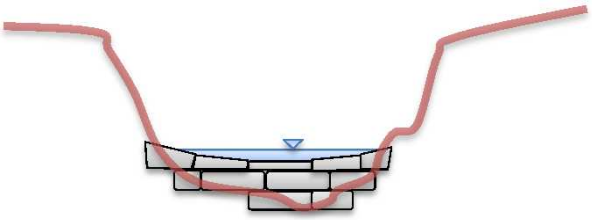
○複線化しているガリー侵食部に対しての施工。
○歩行路ではないため段差処理工は施工していない。
○施工後一年で約30cm程の段差が完全に埋まった。
○現状では土嚢が埋まり、流水及び土砂がオーバーフローしている状態。
○土砂堆積機能が完全に無くなっているので、今後は周辺状況を観察し、床止工を増やし土壌流失を抑える施工が望まれる。

雲の平　2008.8月撮影

↑二次的侵食が見られる

○ガリー外側を歩行している状況での施工。
○ガリー侵食部にのみ土嚢で床止め工を施工。
○水みちと設置位置が少しずれており二次的侵食が見られる。
○施工後のメンテナンスが不足すると施工物が機能しなくなる可能性がある。

○土嚢工も流水に対応する施工をする。
○左右の高さを出す。水たたきを設置する。



○土嚢は水平に積みがちだが、流水が通る場所なので左右は高さを出して積む。
○水平に置いたときは左右どちらかに流水が集中し、土嚢脇の土壌が洗掘されることが多い。
○点検時に洗掘があった時は早急に対応することが望ましい。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└⑥ヤシ土嚢工【土嚢工事例として】	備考	○課題のある事例として（本事例はヤシ土嚢ではない）

中岳分岐付近　2012.8月施工　2014.9月撮影

○土嚢の積み方が水平になっており、流水が片側に集中し土壌を洗堀しながら流れている。

○また、段差高があるが水たたきの施工はなく、落下水による洗掘も起きている。

○土嚢の積み方を変え、水たたきを設置し、下段に施工物を増やす処置が必要。

中岳分岐付近　2012.8月施工　2014.9月補修

○落下水により洗掘が進んでいる。

○この規模であれば補修は簡単に行なえる。

○水みちの土嚢を積み替え、水たたきの設置を行なった。

○二次的侵食が小さいうちに補修を行なう。

白雲岳避難小屋付近　2007.7月撮影

＜施工による二次的侵食の拡大＞
○（左）流水が土嚢脇を通るとき、水みちが狭くなることにより水勢が増す。強い水圧は侵食を拡大し、施工前よりも洗掘されてしまった事例。
○（右）侵食されやすい土壌箇所で段差を作ったことにより落下水の水勢が増し、洗掘が激しくなってしまった事例。
○侵食は流水や踏圧、凍結融解現象など様々な要因がある。それらのメカニズムを把握せず施工すると、二次的侵食により施工前よりも侵食が大きくなってしまうことがある。施工者は要因を理解し施工する必要がある。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└⑥ヤシ土嚢工	備考	○ヤシ繊維と土砂を中詰めしたヤシ製土嚢を設置して侵食を防ぐ。 ○簡単に施工できる工法。 ○他地域事例

飯豊連峰・梶川尾根　2014.8月撮影

○ヤシ製土嚢にヤシ繊維と土砂を中詰めに、侵食部に連続設置した箇所。
○植生回復のため黄麻製植生ネットを同時に敷設しているため、ヤシ製土嚢は見えないが、土嚢の背後に多量の土砂が堆積している。
○歩行路と水みちを分離しているため、段差が大きくても問題はない。
○深いV字状の侵食部に土砂を堆積させ、地形を回復させている。
○床止工の背面にたまった土砂を使って土嚢を追加設置している。
○施工後２年も損傷は見られない。

朝日連峰・三方境　2014.8月撮影

○侵食が止まらなかったガリー部の床止工としてヤシ製土嚢を設置
○中詰めはヤシ繊維と土砂を混ぜたもの。
○一年後には、土嚢内部のヤシ繊維に土砂が詰まりって石状の塊となる。
○植生基盤としても優れており、植生回復が難しい風衝地での植生基盤として使われている。
○写真の土嚢は施工2年後であるが、土嚢は全く破損していない。
○土嚢には植生が生育している。

＜ヤシ土嚢について＞

○ヤシ製土嚢袋は、ヤシ製植生ネットと同様に格子状に編まれたものである。中詰めにヤシ繊維を入れると、ヤシ繊維に土砂が詰まり、１年後には石状の塊となる。石状の塊は強固で、剣先スコップを使っても容易に切断できないほどである。高山帯の石等の現地材料がない場所で使うことができる。

○柔軟性が高くどのような場所にもフィットするため、大石の隙間や崩れそうな石組の補強（水叩きや石組下部の洗掘）、侵食されてオーバーハングした箇所等のどのような修復にも適する。

○施工が簡単なためボランティアで行う保全修復作業では、大変有効な工法である。

○ヤシ製土嚢袋の代わりに、ヤシ製植生ネットを使って同様の施工ができる。

○解説･事例２

－登山道の整備：侵食を防ぐ方策－

『樹林帯・ササ帯の水路化』

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

《解説･事例２の主な例示方策》

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水量を減らす
└■分散排水工―①遮蔽型導流工

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工―①石組床止工＋②木柵床止工

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水量を減らす
└■分散排水工―①遮蔽型導流工

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水量を減らす
└■分散排水工―②越流型導流工

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水量を減らす
└■分散排水工―③溝切型排水工

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工―①石組床止工

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工―①石組床止工　※施工手順

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工―②木柵床止工

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工―①石組床止工・②木柵床止工

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■路面処理工―③飛木道工

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■路面処理工―③飛木道工　※本体作成

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■路面処理工―⑤路肩保護工

（１）よく見かける侵食事例

主な例示方策	－	備考	

ニペソツ山・天狗のコル付近

○流水による侵食に加えて踏圧による土壌流失も起きている。

○登山者はガリー内を歩かず、法面上の植物帯を（ササ帯）を歩いている。

○植物帯は裸地化し、次なる侵食の要因になっている。

クチャンベツ沼ノ原登山口～沼ノ原

○流水による侵食に加えて踏圧による土壌流失も起きている。

○流水侵食は拡幅しており、ガリー内で流水の蛇行の跡が見える。

○有機質土壌は50cm程しかなく、侵食が火山礫（軽石）層になると一気に侵食が加速する。

愛山渓・三十三曲坂分岐～沼ノ平分岐

○流水による土壌流失が起きている。

○侵食防止として石組の施工がなされたが流水による侵食は続いている。

○法面部は登山者の踏圧によっても侵食されており、施工した石組も崩れが始まっている。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工＋②木柵床止工	備考	

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する

〇一般に、侵食箇所ではその原因が複合している。
〇写真の場所においても「流水」「踏圧」「凍結融解（霜柱）」による要因が見られる。どの要因が侵食に大きく作用しているのかを見極めなければならない。
〇この場合、流水による侵食と踏圧による法面の崩れ・裸地化が激しく、とくに踏圧による侵食は大きな要因になっている。

想定流水量	〇豪雨時：ほぼ全面に流れ、最大水深10cm程。
	〇融雪期：常に流れあり。幅狭い箇所では全面に、広い箇所では蛇行して流れる。

＜土壌（土質・地質）に関する注意点＞
〇土壌の断面を見ると地質の違う層になっている。
〇植物の腐食などで作られている層は土壌に粘り気があり比較的緩やかなスピードで侵食されるが、火山礫が集まっている層は粘り気がほとんどなく手で触れただけでぼろぼろと崩れる。
〇もしも侵食されている登山道で火山礫の層が見えてきたら注意しなければならない。流水により短時間で大きな侵食になることがある。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす └■分散排水工 └①遮蔽型導流工	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 └■床止工 └①石組床止工＋②木柵床止工	備考

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

修復目標	○侵食原因（流水・踏圧）をできるだけ除去すること
	○土壌流出を止め植生を回復方向へ持っていくこと
	○歩き易さを改善すること
	※すべての侵食原因を解決することはできないが、半減以上を目指す。

＜施工方法を考える－選択すべき施工は資材と労力の有無によって変化する－＞

資材・労力が十分にある ⟷ 資材・労力が少ない

＜すべての侵食に対応した施工＞

○水勢を弱める　：分散排水工、床止工

○歩行路の確保　：路面処理工
段差処理工

○土壌を安定させる　：土留工
マルチング工
（植生ネット工）

○植生回復　：植生基盤工
マルチング工
ルート変更

＜侵食進行防止のための最低限の施工＞

侵食を止めることを最優先とし、大きな要因を見定める

●流水の要因が大きい
└→○水量を減らす　：分散排水工

●踏圧の要因が大きい
└→○歩行路の確保　：路面処理工
段差処理工

＜侵食規模と施工規模のバランスをとる＞
○上記のガリー侵食では流水による路床の侵食と踏圧による路肩の侵食がある。導流工により直上部で排水し路床の侵食を減らす。また、路面処理で路床を嵩上げすることで路肩の土留と歩き易さを確保し路肩の歩行を減らす（踏圧侵食減）。
○導流工のみでは路肩の踏圧侵食は減らず、路面処理のみでは流水侵食は止まらない。侵食と施工のバランスを見極めることが重要。

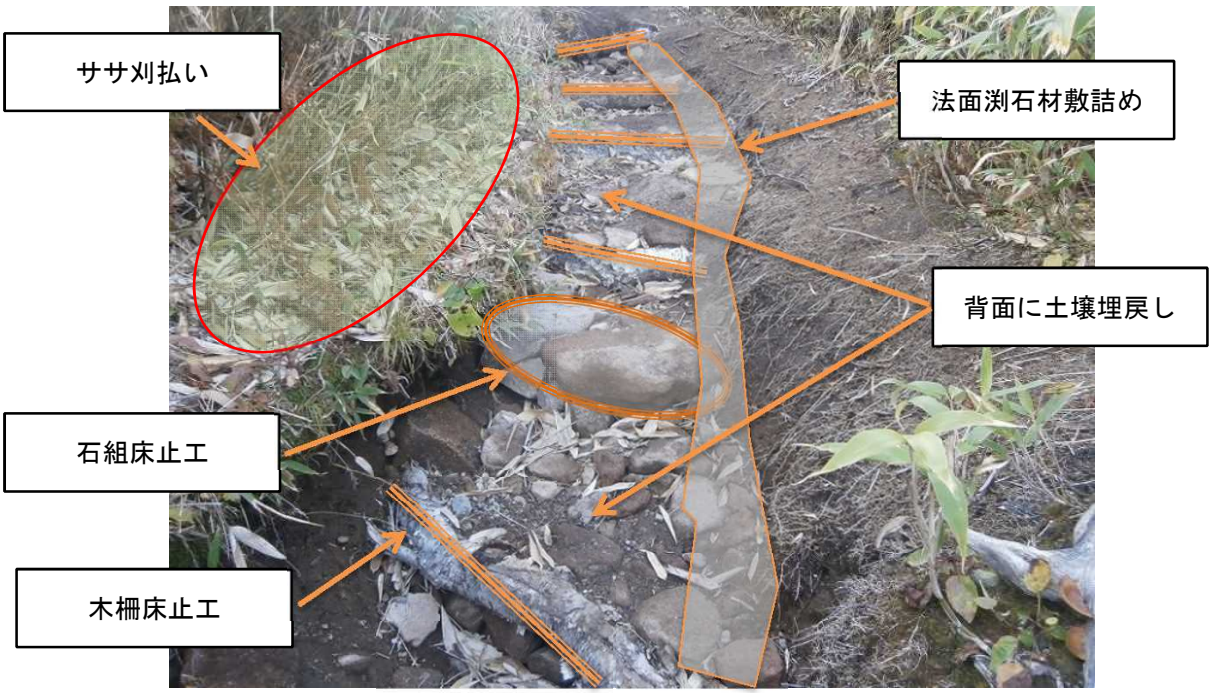
（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工＋②木柵床止工	備考

【施工①】石組床止工＋木柵床止工など　※本事例は現場状況より『水みち･歩行路一体整備型』

＜現場の規模＞
○約10m、全面に渡って施工。
＜資材＞
○数百m内に倒木がある。チェンソーでの切出し、人力運搬が可能。
○十数m内に流出した土砂が溜っており、掘り出し・人力運搬が可能。
＜労力＞
○2人工（一日）

＜床止工など＞
○石･木材がある程度使用できる条件。
○床止を行ない、流れた土壌を埋め戻し、水みちの固定とともに歩行路を確保する。
○張り出したササを刈払い、しっかりした歩行路を見せる。登山者は歩き易い道を選んで歩くので、路肩より歩き易い歩行路を作り、路肩の踏圧侵食を防ぐ。
○路床が上がることにより路肩の土留めも兼ねる。
＜注意＞
○この施工だけでは水量が減っていないため流水侵食で崩れてしまうので直上部に分散排水工を設置する。



（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工＋②木柵床止工	備考	

【施工②】遮蔽型導流工　※施工①箇所の上部

＜遮蔽型導流工＞

○施工①箇所は踏圧侵食とともに流水侵食の要因が大きい。

○施工①の施工後、大雨があり、木柵床止工の一部に新たな侵食が見られた。

○施工箇所の上部約10mほどの場所に排水のための導流工を設置し、流水の量を減らした。

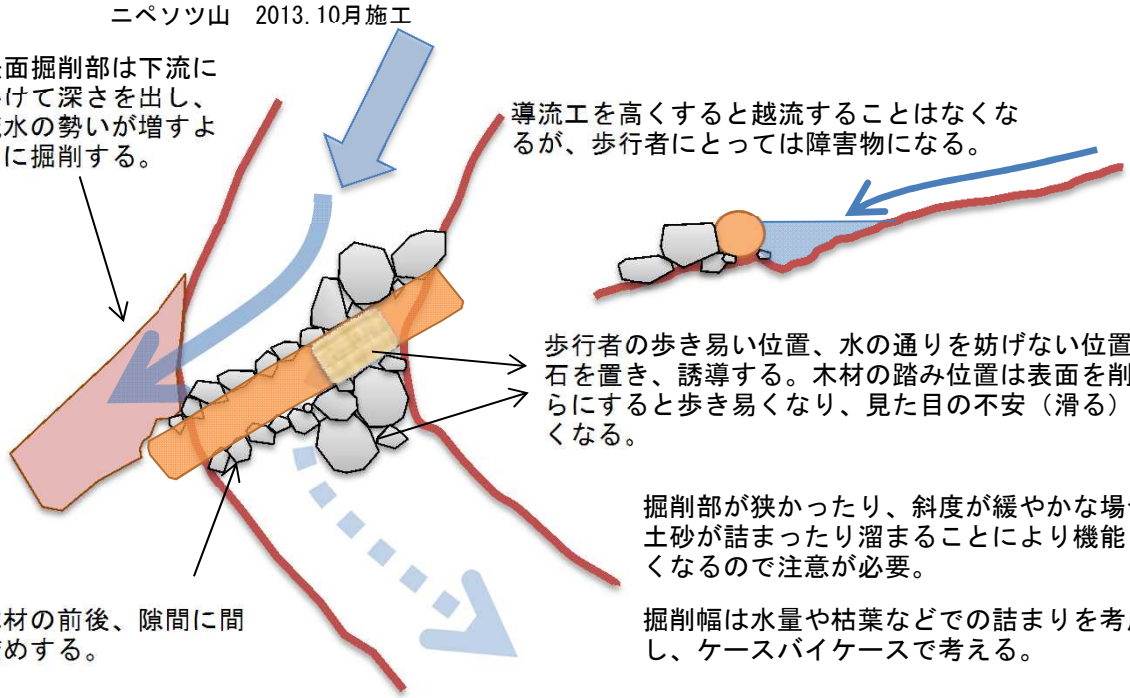
○木柵高は10cm程度。豪雨時は木柵を越流することも予想されるが、施工①箇所に入る流量は半分以下になると見られる。
○施工後の点検では、流水が排水されていることが確認できた。
○モニタリングの必要性：この事例では踏圧・流水侵食に対応して、水みちの固定、歩行路の確保、加えて水量を減らすことを行なった。導流工施工後一か月の点検では問題なく機能していたが、融雪期の踏圧や流水侵食に対応できるか等、今後のモニタリングも必要。

＜施工時の注意点＞
○施工資材や労力が多くある場合、過剰な施工に注意する。資材があるからといって景観を変えてしまうほどの施工は避ける必要がある。
○一方、資材・労力が少ない場合、侵食原因をよく考えて施工する。歩き易さのみを改善しても侵食要因が残ると施工物は崩れる可能性が非常に高い。まず原因を取り除くことが最優先となる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水(導流)する。 ○主材料が木材の遮蔽型導流工の事例。

ニペソツ山　2013.10月施工



○この事例は樹林帯で水路化している箇所の上部に設置した。
○使用材料は付近の倒木（直径15cm）及び石材。
○施工後、次年度に確認したが、流水は予定通りに排水され施工物の崩れも見られなかった。
○掘削した土壌部には土砂の堆積が見られたが、排水が詰まる等の問題はなかった。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水(導流)する。 ○主材料が木材の遮蔽型導流工の事例。

愛山渓・三十三曲　2013.8月施工

＜木材の固定＞
○法面や既存の石等を使うと杭固定よりも強固に固定できる。
○テンションのかけ方に注意する

＜施工前後の状況（どちらも降雨時）＞
○施工後は登山道の流水が減少している。多くの場合、導流工の施工直後は木材の隙間から水が流れだししっかりと機能しない。流水のある時に点検し間詰め処理をする。
○次年度の点検時には掘削した箇所にササが詰まり排水されにくい状況になっていた（随時点検補修）。
○今後は掘削幅を広げる等の補修が必要。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水（導流）する。 ○主材料が木材の遮蔽型導流工の事例。

＜杭の使い方＞
○杭の使い方で固定方法の幅が広がる。枝の曲りもこのように使うと非常に便利である。
○杭は頭を10cm程出す場合、少なくとも地中には40cm程は打ち込む。

愛山渓・三十三曲　2013.8月施工

間詰処理はしっかりと行なう。

石組による歩行路
：歩き易いようにする。

＜基本は分散排水工＞
○上記の施工は小規模だが排水効果は高い。一ヶ所で大きな効果を求めず分散排水になるよう要所に配置する。流水の多い場所では数十m毎に設置できると流水侵食は大きく減少する。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水（導流）する。 ○主材料が木材の遮蔽型導流工の事例。

○非常に小規模な施工だが、この導流工により流水のほとんどが排水されている。

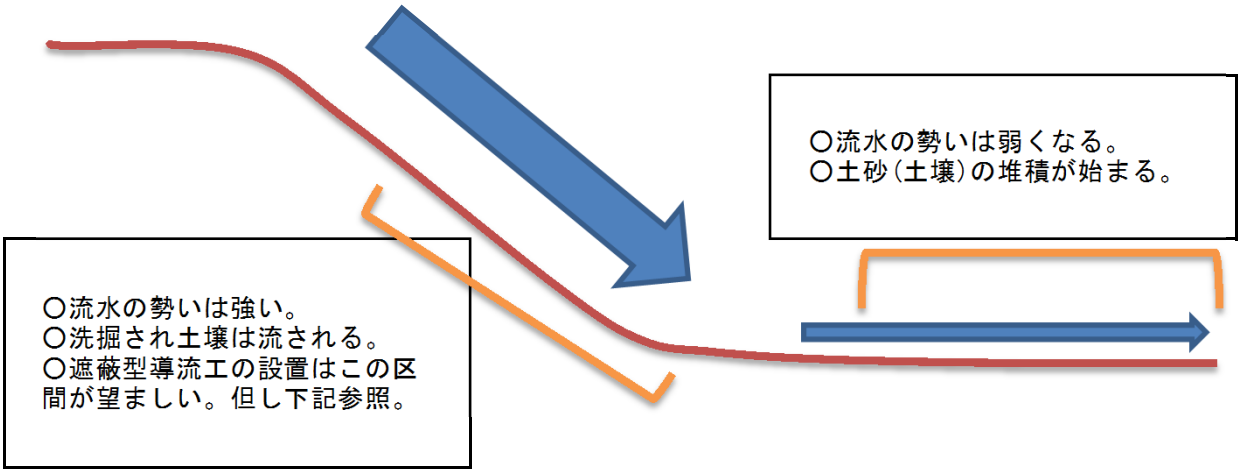
○施工後、大雨があり、導流工の上部は流水の跡がはっきりと見えるが、下部では施工時の切り屑が流されずにそのまま残っている。

○施工位置は急勾配から緩勾配へ変わる場所。

○流水の勢いが一番強い場所に設置した。

○下図を参照。

愛山渓・三十三曲　2013.8月施工



○遮蔽型導流工は流水の勢いが強い区間に設置するのが望ましいが、流水の勢いが強い区間はガリー侵食が進み深い溝状になっており、排水が困難な場合が多い。
○その場合、緩勾配への分岐点付近では侵食が止まっていることが多く、排水できる可能性が高いのでよく現場を観察し、無理なく施工できるようにする。
○また、複数年で施工ができる場合、初年度には土留を行ない床上げをし、侵食深さが解消できた時に導流工を設置するなど先の変化を見越しての施工もできる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水(導流)する。 ○主材料が木材の遮蔽型導流工の事例。 ○既存木道に組み合わせて施工する事例。

木道にカスガイで固定。
杭も併用。

○木道があるので歩行に支障はない。

○簡単で効果が高い。

愛山渓・三十三曲　2013.8月施工

木道にカスガイで固定。
杭も併用。
木道も杭固定してある。

今後、この部分の施工も必要。

排水先（排水部）を掘削した。

愛山渓・沼ノ平　2012.9月施工

＜既存施工物の活用＞

○木道等の既存施工物は流水の障害になっている場合もある。これをうまく利用（障害物活用）できると簡単で効果の高い施工ができる。

○また、既存施工物の補修が必要な時も、排水を兼ねた補修にすると流水侵食が減り長く保つ施工物になる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水(導流)する。 ○主に石材の石組による遮蔽型導流工の事例。 ○強固な石組とするには高い技術が必要。

＜施工前＞
○施工箇所には侵食は見られないが、この下部に激しいガリー侵食が起きている。
○ガリー侵食を止めるために石組の床止工が施工されたが、流水の量が多く侵食は止まらず石組が崩れていた。
○ガリー侵食部の流水は、登山道から流れてくるものと山側斜面から流れてくるものが合わさり、豪雨時は飛沫立つ激流になっている。
○付近には石材が多くあり使用材料とした。

裾合平　2013.10月施工

＜施工後＞
○流量を多く見積もったため石組の施工規模が大きくなった。
○約20cm程の障害物になったため手前から木柵で階段状とし、無理なく歩行できるように配慮した。
○谷側のササ帯を1.5m×0.5mほど刈払い、掘削した。
○緩勾配地点に設置したため、今後の土砂(土壌)堆積を点検する必要がある。

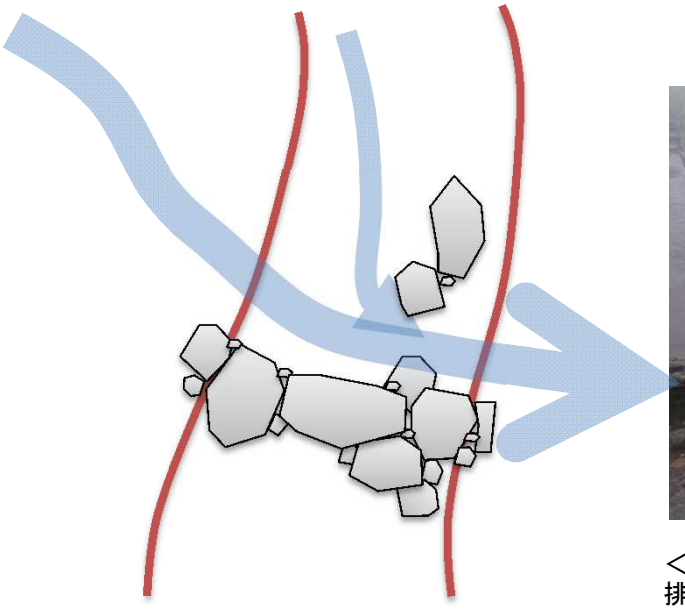
＜大雨時＞
○導流工下部のガリー侵食箇所では流水量が大幅に減少し流れが緩やかになった。
○次年度では土砂(土壌)が堆積し始め既存施工物の崩れは止まった。
○大雨時には流水の一部が導流工を越流するが７～８割が排水されている。
○掘削したササ帯に枯枝が詰まり越流の原因になっている。随時の点検や掘削幅の拡張も必要。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水（導流）する。 ○主に石材の石組による遮蔽型導流工の事例。 ○強固な石組とするには高い技術が必要。

裾合平　2013.8月施工

○谷状になった場所を登山道が横切っているため、登山道が水路となり谷側への流水は見られなかった。
○大石を並べ直し間詰処理を行なった。流水で隠れているが飛石での歩行路も設置した。
○導流工により、谷筋に沿って山側から谷側へ排水された。
○登山道ができる前はこの水みちに沿って流れていたと見れる。
○この下部では幅広いガリー侵食が続いていたが、8割ほどが排水されるようになり流れが緩やかになった。



非常に多量の流水が集まる場所のため流されないようにできるだけ大きな石材を使用した。

＜排水先＞
排水する場合、密に根を張った植生帯では侵食が起きにくい。また、もともと水が流れていた場所では流水に強い植物が多い。

＜排水先は、地形･植生を観察し、できる限り元の水みちが望ましい ＞
○分散排水工で排水する場合、排水先には十分配慮する必要がある。間違った場所に排水してしまうと排水先での侵食や植生帯への土砂（土壌）堆積が起こる。
○ササ帯や植物が密にある場所を選んで排水する。裸地は非常に侵食されやすいので裸地化している場所へは排水しない。
○分散排水工を設置する場合、侵食箇所だけでなく周辺地形や植生の違いも良く観察する。元の水みち（登山道が水路になる前の状態）に排水することができれば、排水による侵食が起きにくいだけでなく、水みち箇所で元の植生が回復する可能性もある。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水(導流)する。 ○主に石材の石組による遮蔽型導流工の事例。 ○強固な石組とするには高い技術が必要。

＜施工前＞
○現状では登山道が水みちになっている。
○植物帯を見るとササ帯の中に谷状地形にタデ科の植物が見られる。
○谷状地形には豪雨時は登山道からあふれた水が流れている。

裾合平　2013.8月施工

○施工箇所は急勾配から緩勾配に変化した地点。流水の勢いは若干弱まる場所。
○導流工施工箇所には侵食は見られないが、この下部、急勾配部にはガリー侵食が続く。
○周囲に大石があったので高さのある導流工を設置。
○歩行者が支障なく歩けるように石段も設置。

＜施工後＞
○降雨時に点検。間詰処理が不十分で流水が石の隙間から多量に流れ、導流工としての機能していなかった。
○周囲の小砂利や砂を充填し、間詰処理を行なった（施工約5分程度）。隙間を通る水はなくなり導流工として機能するようになった。
○次年度の点検では全く問題は見られずしっかりと機能していた。

＜導流工は施工後の初期に要点検＞
○導流工の施工時、間詰処理が不十分な場合が多い。間詰処理ができていないと流水は石材の隙間を通り抜け機能しなない。
○降雨時に点検し、問題あれば水をかけて砂を詰める必要がある。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水(導流)する。 ○石材を主、木材併用の遮蔽型導流工の事例。 ○木材併用で石材固定が容易になる。

○登山道や山側の斜面から流水が集まっている。

○急勾配から緩勾配に変化する地点。

○登山道の左右に木柵土留め工がありこの下部では排水できないので、木柵の切れたピンポイントに排水する。

○地盤から植物帯までの高さは20cm程あり、高さのある施工物にする必要がある。

○周囲には豊富に石材があり、搬入木材と現場石材で施工。

○木柵を基準にして石材を配置する。

○地盤に石材を置き、その上に木材を置き固定（カスガイ等）高さを出した。

○下流側には大石を重ねて階段状とし、歩行に支障ないように配慮。

○木材と石材の隙間には小砂利・砂等を充填した。

裾合平　2014.10月施工

○登山者は階段部を使用し、流水は土留木材の隙間に流れる。

○木材がある場合、木材にもたせ掛けたり引っ掛けたりすることによって石材の固定が容易になる。

○木材も石材が集まることにより強固に固定される。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水(導流)する。 ○他地域事例

○登山道を横断していた流水が、横断部に土砂(土壌)が堆積したため流路が変わり、登山道に流れ込むようになった。土壌流失が起きている。

○周囲に石材があり使用可能。現場から木材も確保できる。

○流水を元の流路に戻すため導流工を設置。

小笠原諸島父島　2015.2月施工

○現場から切り出した木材（曲りあり）を配置、それに合わせて石材を詰める。

○曲がっている木材は使い方によって固定が容易になったり侵食箇所のピンポイントに合わせることができたりと施工の幅が広がる。

○木材は石材が上下から詰まることによって固定される。石材は木材に合わせることで固定される。

○土壌流失が起きていた歩道部には流れ出た土壌を埋戻した。

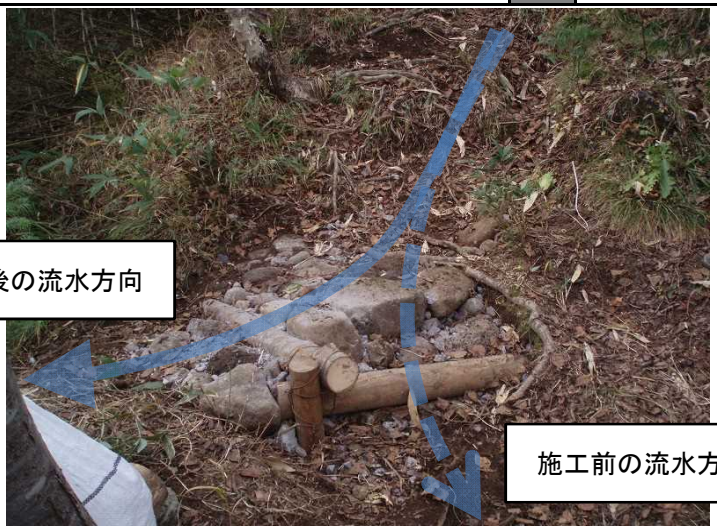
○導流工の高さは20cm程あり、そのままでは歩行者にとって障害物になるので石材で階段を作った。

○歩行時の違和感は少ない。

＜観察の重要性・有効性＞
○倒木や石の詰まりによって土砂(土壌)が溜っている場所がある。
○これをよく観察すると土砂(土壌)は木や石があることで溜まり、木や石は土砂(土壌)が詰まることで強固に固定されている。
○溜まった土砂(土壌)に植物が侵入すると根が土壌に絡むことで安定し、更に崩れにくくなる。
○このような自然の経過を観察し参考にすると、強固で見た目にも違和感のない施工物をつくることができる。

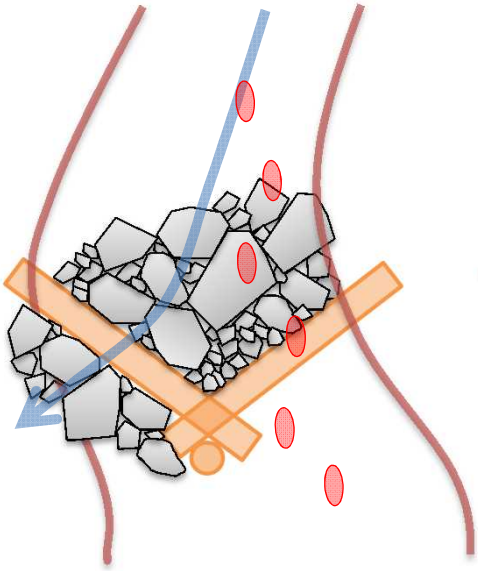
（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└②越流型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水（導流）する。 ○他地域事例

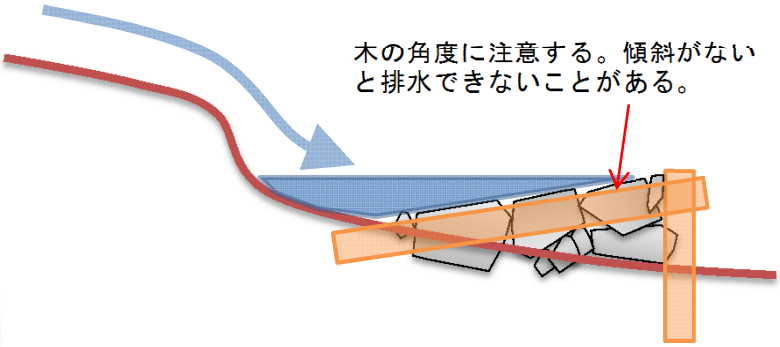


利尻山　2008.10月施工

＜施工2年後＞
○崩れはなく植生が回復。
○侵食は減少し、導流工の機能は続いている。



○傾斜した面を越流することにより、流水の方向が変化し排水される。



○緩勾配部に設置すると土砂（土壌）が溜り機能しなくなることがあるので設置箇所には注意する。

＜越流型導流工は基本的に多くの石材が必要＞
○越流型導流工は傾斜面をつくるという性格上、資材（特に石材）が多く必要になる。傾斜面を作れるだけの資材が使えるときに用いる。
○正しく施工できると詰らないため、メンテナンスの必要がほとんどなくなる。
○急勾配部など流水の勢いが落ちない箇所に設置する。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└②越流型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水（導流）する。

○雨水が登山道上を流れている。

○急勾配部は侵食され崩れが見られる。

○丸太、杭の搬入と周辺登山道上からの石材を集め導流工と侵食部に床止工（階段状）を設置する。

愛山渓・三十三曲　2007.9月施工

○侵食部に石材で床止工（階段状）を、急勾配と緩勾配の変化点に導流工を設置。

○木柵の固定は法面貫入とカスガイ、杭等。谷側（写真左側）を低く、山側（右側）を高くし段差面に角度をつけた。

○木の固定時にカスガイを使用。

愛山渓・三十三曲　2012.8月撮影

＜施工５年後：降雨時＞

○流水は木柵を越流し登山道外へ排水され、導流工としての機能は続いている。

○床止工（階段状）の一部に石材の崩れが見られる他は問題なし。木材の腐食も無い。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└②越流型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水（導流）する。

○上部登山道から多量の水が流れ込みカーブした登山道に流れている。
○流れた先では登山道がガリー侵食され崩れている。
○流水を登山道へ流さないように排水のため導流工を設置する。
○近くに沢があり石材は確保できるが、丸太は搬入する。

愛山渓・滝の上分岐　2007.9月施工

○登山道を石や木材でかさ上げし流水を誘導し排水した。
○段差は奥に向かって高さを出し、角度をつけることで流水が登山道に流れ込むのを防いだ。
○施工直後は流水が石材部を透過して流れていたが、土壌が隙間に詰まり一月後には透過しなくなった。
○段差処理工（階段状）も併設し段差解消に配慮した。また、段差処理の木柵には角度をつけ、上部から越流した際も排水ができるように設置した。

＜施工９年後＞
○施工物の崩れはなく上段の傾斜が埋まり平らになった。越流機能にほとんど変化はない。

＜施工イメージを持つ＞
○傾斜箇所に面を作ると段差が高くなってしまう。歩行に支障が無いように床止工（階段状）も併設する。
○上部段差を越流したときも次の段差で排水できるように配置。
○最初にしっかりしたイメージを持つとその後の施工がやりやすい。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└②越流型導流工	備考	○登山道上に傾斜面をつくり施工物を越流させることで流水の方向を変えて排水（導流）する。

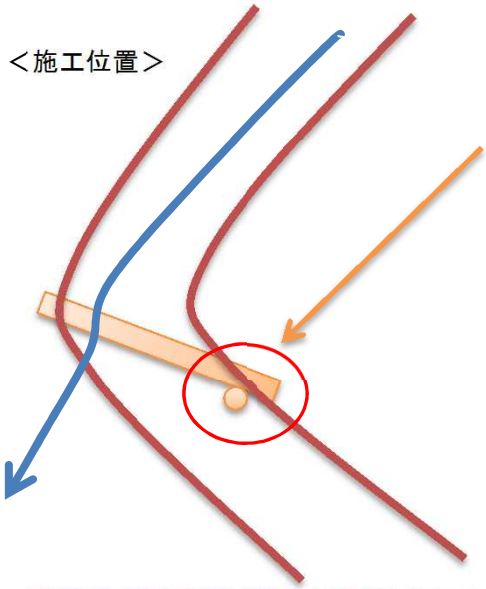
愛山渓・三十三曲坂分岐　2006.7月施工

○ガリー侵食箇所で段差処理工を行なうとき、最下段部を導流工として機能するように配置。

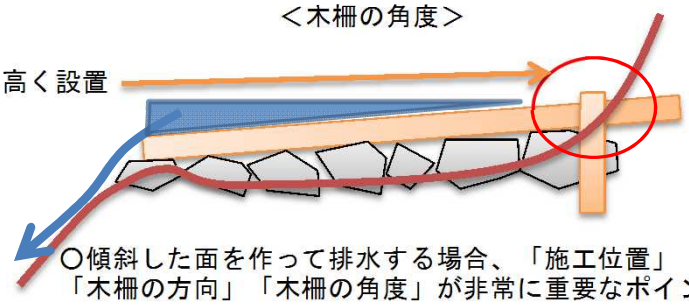
○導流工は搬入丸太を杭、カスガイ、法面貫入で固定し背面には周辺から集めた石材を詰めた。

○丸太は谷側を下げ山側を上げて角度をつけている。

＜施工位置＞

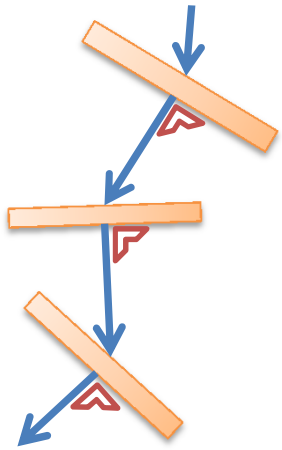


＜木柵の角度＞



○傾斜した面を作って排水する場合、「施工位置」「木柵の方向」「木柵の角度」が非常に重要なポイント。
○方向が良くても適切な角度がついていない場合は排水されないこともある。
○石材を多量に使用するので設置可能箇所は限られるが、正確に施工できると、崩れは少なく、メンテナンスもいらない。
○階段状の床止工や段差処理工の最下段を導流工にするなど、他の工法との併用で施工が望ましい。

＜木柵の方向＞



○流水は構造物を越流するとき、構造物の軸線に直行して流れる性質がある。
○（注）実際には方向だけでなく角度も重要。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

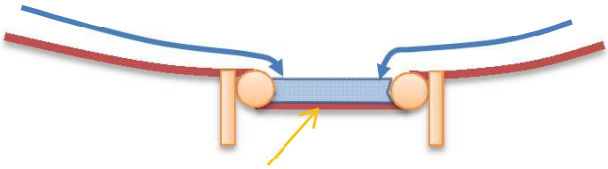
主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└③溝切型排水工	備考	○水路を掘削することで排水する。 ○平坦・窪地の箇所に適している。 ○簡単だが、土砂（土壌）堆積しやすく、こまめなメンテナンスが必要。

トムラウシ　2007年頃施工

○流水が溜りやすい地形。
○幅60cm程の水路を横断させている。
○歩行に支障が無いように山側と中央部に踏み面を確保。
○谷側のササ帯は一部刈払い、水が流れやすいように掘削してある。
○登山道上の水路は土砂が堆積していないが、谷側のササ帯には堆積が見られる。
○毎年のメンテナンスが行なわれている。

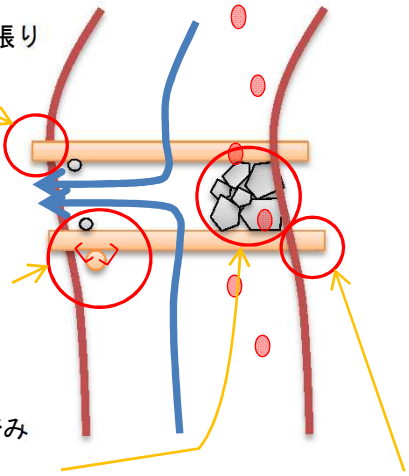
愛山渓・半月湖　2012.9月施工

○窪地に流水が溜まりやすい箇所。
○水量が多いときは自然に排水されているが、少ないときは水溜りになっている。水溜りを歩行者が歩くとぬかるみが広がり侵食が起きやすくなる。
○水路に勾配をつけて排水されやすくなっており、土砂は溜まっていない（2014年時点）。



水路は山側から谷側へと傾斜を持たせる。

○流水の量によって水路の幅が決まる。
○狭くした場合、歩行への支障は少ないが土壌が溜りやすいので注意する。



谷側へ木材を張り出す。

固定は鉄杭、または木杭にカスガイを使用する。

流水を阻害しないように杭の張り出しは抑える。

溝幅が広いときは踏み面を確保する。

流水を阻害しない位置に設置する。

山側への木材固定は法面貫入が望ましい。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└③溝切型排水工	備考	○水路を掘削することで排水する。 ○平坦・窪地の箇所に適している。 ○簡単だが、土砂(土壌)堆積しやすく、こまめなメンテナンスが必要。

○低地へ排水するための水路を掘削

○障害物により流水の進路を変える

＜留意事項＞
○掘削量が多く植生への影響が大きい
○毎年のメンテナンスが必要（土砂除去等）

トムラウシ　2013年頃施工

○登山道上にあった倒木を利用した溝切型排水工。

○倒木の上流側を掘削し排水。

○谷側が低いためササ帯の掘削は少ない。

○土砂堆積しやすいが見た目が自然。

トムラウシ　2013年頃施工

＜簡単に施工できる施工物は点検しながら有効に活用＞
○資材や道具も必要なく、スコップ一つで可能な方法。土砂が溜りやすいので毎年の点検は必要だが、簡単に施工できるので労力があればできるだけ施工が望ましい。
○ぬかるみやすい地形でも、多数つくって分散排水し、侵食を軽減させることができる。
○メンテナンスも堆積した土砂を取り出す作業をこまめしていれば労力がかかる補修にはならない。
○技術を要するメンテナンスフリーの施工物も有効だが、技術がなくとも点検を続けることで効果的な方法もある。技術を高めつつ各地域の実状にあった施工をすることが望ましい。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工	備考	○登山道に横断的に石組を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○非常に高い技術・豊富な石材が必要だが、正しく施工できると長く保つ。

愛山渓　2005.10月施工

○流水により深く侵食されている。

○登山者は侵食された箇所を歩かず、脇の植物帯を歩いていた。踏圧箇所は裸地化している。

○現場周辺の大きめの石材（40～100kg）を使用し床止工を設置した。

○登山者が歩きやすいように階段状に石材を配置したが、施工直後は引き続き路肩の植物帯を歩く人が多かった。

愛山渓　2014.8月撮影

○侵食が止まり、周辺植生が回復すると路肩を歩く登山者も減少し階段状の床止工部を利用するようになった。

○二次的侵食も無く、施工したことがわからないほど自然に馴染んだものになった。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工	備考	○登山道に横断的に石組を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○非常に高い技術・豊富な石材が必要だが、正しく施工できると長く保つ。

愛山渓　2004年頃施工　2013撮影

○流水と踏圧により侵食された箇所。

○流量はそれほど多くなく、土壌も粘り気のある粘土質なので侵食のスピードは緩やかだった。

○周囲の転石を使用し、石材をアーチ状に組んだ石組床止工による修復。

○大雪山で最初に石組床止工が試験的に施工された箇所。

裾合平　2006年施工　2014年補修

○流水による侵食が起きていた箇所。

○石材をアーチ状に組み連続させステップとし、石組の間にはプール状の水を溜める場所を作り流速を落とす構造。ステップ＆プール工。

○施工後は幾度となく石組が崩れ補修を行なった。流量とのバランスが取れないと機能しない。

裾合平　2006年施工　2014年崩壊･補修

＜石組施工の強度＞
○長く保つ施工物として石組が良いと言われる。ただし、それは現場を正確に判断し侵食に合った適切な施工が行なわれたときだけである。
○流量に見合った施工規模になっていない場合、石組は非常に崩れやすい。流量の判断は特に重要である。登山道の施工物は小さいものが多く、石材を使っても多量の流水には対応できない。
○施工物の強度は、資材だけではなく、現場観察と対処の仕方によるところが大きい。
○適切な施工が行われた時には土壌が安定し植生が回復する。そうなれば木材でも長く保ち、石材ならば半永久的に残る可能性がある。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工	備考	○石組床止工などの石組の基本的な施工手順。

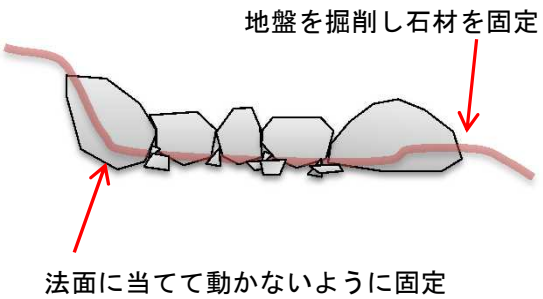
○床止工に限らず一般に、石組は、比較的小さな石材であっても危険性を伴い、高い技術が要求されることから、指導者(有技術者･有経験者)の下で技術を習得して施工する必要がある。
○また豊富な石材が必要であり、現地の採取場所に悪影響を与えないか考慮が必要である（法的な手続きの必要性の有無も注意する）。

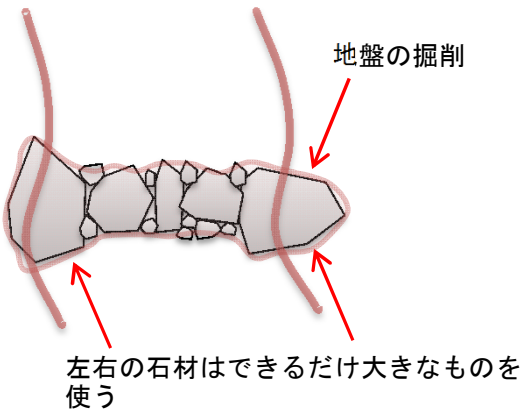
①	できるだけ大きな石材を使う

○小さな石材の固定には高い技術が必要だが、大きな石材は単体で置いても動くことが少ない。
○流水と踏圧に耐えうるサイズを使用する。どのような場合でも少なくとも30kg以上の石材を使用することが望ましい。

②	一番端の石の固定が重要

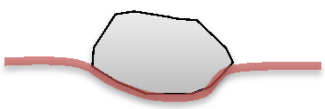
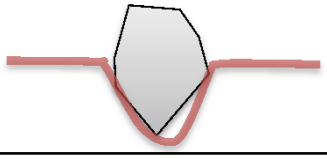
○石を並べて固定した時、端の石が動くと中間の石はすべて動いてしまう。
○端の石は、できるだけ単体であっても動かない大きな石材を使いしっかりと固定する。





③	地盤を掘削し石材の形に合わせる

○地盤が掘削できるときは石材に合わせて地盤を掘り込んでやると固定しやすい。
○岩盤等掘り込めないときは無理に彫らなくても良い。

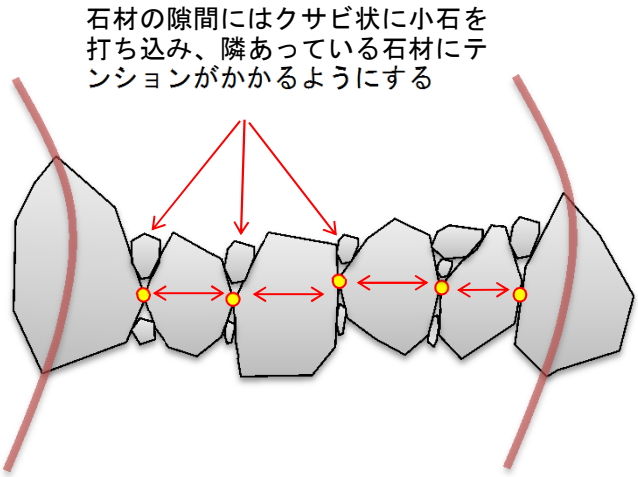
石材の底面に合わせる方法 （固定は難しい）	ツボ堀(垂直に掘る)し、 石材を引っ掛けるように置く方法	垂直に掘り下げ、 石材を縦に置く方法
		

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 └■床止工 └①石組床止工	備考	○石組床止工などの石組の基本的な施工手順。

④ 中間の石材を合わせる（合端を合わせる）

○すべての石材の一部を合わせて強度を高める。
○石材同士の接点（合端）は点で良い。面を合わせる必要はない（面合わせでも強度はとれるが施工の自由度がなくなる）。



○ 合端は点で合わさっていれば良い。

⑤ 間詰め処理（小砂利・砂の充填）

○しっかりした間詰めができると強度が高くなる。
○手間のかかる作業だが時間をかけて行なう。

愛山渓・三十三曲　2004年頃施工　2014年撮影

トムラウシ　2008年頃施工

＜石組の技術－感性－＞
○共に石組床止工。現場自然石（左）と搬入石材（右）という差はあるものの、印象は違っている。
○左は経験を積んだ石工職人が、現場状況を判断し臨機応変に施工したもの。
○右は経験の少ない業者が、設計図通りに施工したもの。
○登山道整備では、設計図通りにいかないことが多く、加えて自然景観への配慮も求められる。施工者は現場で適切に判断し、単に石組する技術ではなく、イメージ通りに施工できる技術－感性－を高めることが必要となる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○登山道に横断的に木柵を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○侵食規模に対し適切な規模の施工が必要。

○流水により侵食が起きている状態。
○登山者は水みちを歩かず、ササ帯に近い法面を歩くので踏圧侵食により、裸地化・拡幅が起きている。
○現場付近には資材はほとんどなく、木材・石材を搬入し使用した。
○ガリー侵食の進行を止めることを目的とし、登山者の歩行路については、引き続き法面上を歩かせる。

愛山渓・六の沼　2005.9月施工

＜施工直後＞
○床止工として木柵を連続して配置、背面には砂利を詰めた。
○流水の落下位置にも砂利を詰めてある。

＜留意事項＞
○流水の落下位置の砂利は流される可能性が高い。
○登山者の踏圧には対応していないので、踏圧侵食は進んでいく。

愛山渓・六の沼　2013.10月撮影

＜施工後8年＞
○落下位置の砂利はほとんどが流出した。
○踏圧による土壌流失により木柵脇が崩れ、さらにそこが流水により拡幅している状態。
○その後、路肩部の補修を行なった。

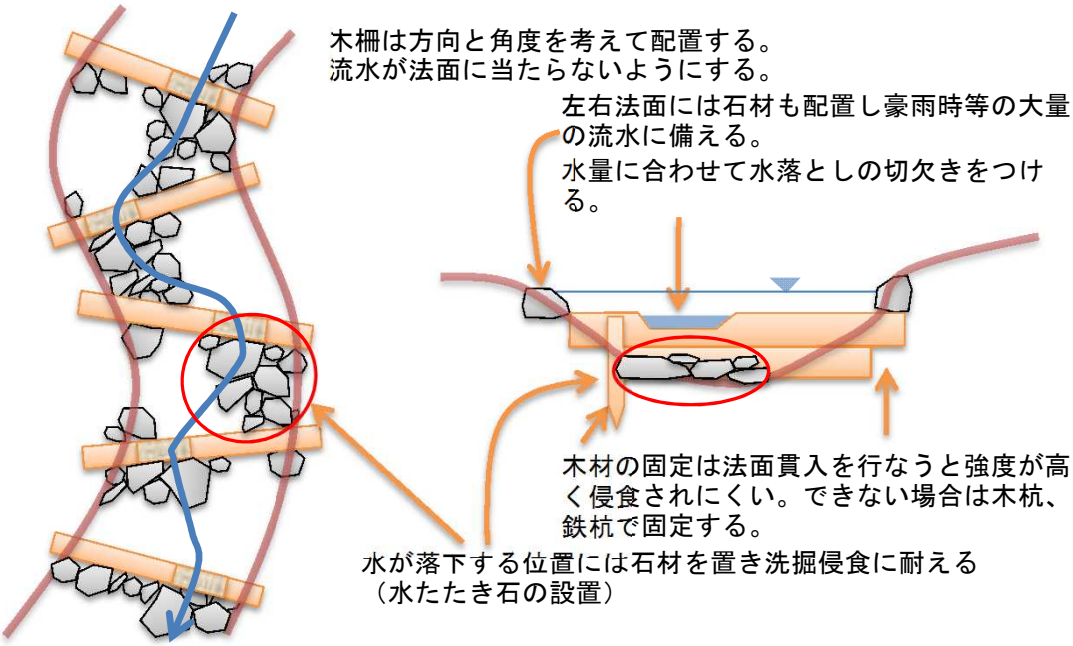
＜ガリー侵食への対応＞
○ガリー侵食は流水によるところが大きいが、ガリー状になった箇所は歩きにくく、周辺の踏圧侵食も始まっていることがほとんどである。
○時間はかかるが、侵食原因それぞれの規模を考え、規模に応じた対策が必要になる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○登山道に横断的に木柵を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○侵食規模に対し適切な規模の施工が必要。

愛山渓・六の沼　2005年施工　2011年撮影

○侵食は止まり植生回復が見られる



＜二次的侵食の起きない施工＞
○侵食原因を考えないで施工したときなど、侵食が止まらず次の崩れが起きる。これを二次的侵食という。
○たとえば多量の流水が原因の時、歩き易さを回復させる階段状施工を行なっても流水が階段を壊してしまう。
○二次的侵食が起きないようにするには「原因の除去」が必要である。これには時間と労力がかかることが多いが、正しく施工できると施工物の対応年数は大幅に伸びる。また、侵食が起きない状況では植生回復が始まり、土壌が安定し植物の根が石や木を強固に固定し崩壊を防いでくれる。
○自然をよく観察し、二次的侵食の起きない施工が望ましい。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○登山道に横断的に木柵を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○侵食規模に対し適切な規模の施工が必要。

愛山渓・滝の上分岐　2008.10月施工

○急勾配地点が深く侵食されている。
○流水侵食だけでなく踏圧侵食によるところも大きい。
○脇の植物帯を無理に降りる登山者もあり、踏圧侵食は続いている。
○付近での工事木材の余りを利用し、木柵床止工を設置する。
○上部に排水できる箇所が少なく、多量の流水にも耐えうる施工にする。
○床止工は階段としても機能するようにし、踏圧侵食も防ぐ。

愛山渓・滝の上分岐　2012.6月撮影

○木材の固定はできるだけ法面貫入で行ない、杭は補助的に使用した。
○木柵の方向、角度に気を付け、流水侵食が起きないように配慮した
○施工後、二次的侵食は少ない。崩れていた法面にもコケ類が入ってきている。

○登山道を流れる水量は多く、降雨時だけでなく融雪期には常に流れている。施工時には流水の流れる方向や落下する位置をよく考える。木柵の方向と角度により水みちが決まるので、流水により法面土壌を崩されないように配慮する。
○ここでは落下水の圧が強く、木柵背面には大きめの石材を詰めて対処した（土壌や砂利は流されてしまうため）。二次的侵食は少ないが、今後は排水のための導流工の設置が望ましい。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○登山道を横断する木柵を連続して配置し侵食を防ぐ。 ○侵食規模に対し適切な規模の施工が必要。

トムラウシ　2008年頃施工

○大規模施工の事例。

○木柵は法面に貫入してあり、鉄ピンでも固定されている。

○水みちと歩行路が分けられており利用者への配慮が見える。

裾合平　2006年施工

○木柵はしっかり固定され、強固なものとなっている。

○木柵の段差を低く設置しているので、歩行時にも支障はない。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工＋②木柵床止工	備考	○石組床止工と木柵床止工の併用（複合）の事例。

裾合平　2006年施工　2013年撮影

○施工後、二次的侵食も無く植生が回復している。施工時は流水対策としての床止工だったが、この施工の上部で排水されているのでここを流れる水量は少ない。
○水量が少ないときは、徐々に流されてくる土砂が石材や木材の隙間に入り込む。土砂が溜って安定すると植生が回復する。
○侵食箇所で床止工を十分に機能させるためには、上部に分散排水工を設置して流量を減らすことを考える。

裾合平　2007年施工

中岳分岐付近　2012年施工

利尻山　2011年施工

＜自然景観への配慮＞

○上段写真２枚は、大規模工事で行なわれた施工の前(左)・後(右)。施工前は歩道中央に土壌があり一部に植生が残っていた。施工時に植生と土壌は除かれて路面が均され、景観が変わった。
○山岳地域の景観はそれ自体が貴重なものであり、現状が少しでも生きるような配慮が望ましい。

○下段写真２枚（別々の２箇所）は、山岳での施工というよりも、都市公園でのそれに近い。自然景観に近づけようとするのか、設計図に近づけようとするのかとでは、仕上がりに大きな差が出る。
○登山道整備では、自然景観に配慮する感性を持って施工に臨むことが望ましい。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└③飛木道工	備考	○一般的な木道（木道工）と異なり、人力運搬が可能な木材を使用する小型の木道。

○登山道が多量の流水が通る水みちと重なっている。
○上部での排水箇所は少なく流量は減らせない。
○雪解け時期は常に水がある状態。
○飛木道工により歩行路を確保する。
○木道により水みちをふさいでしまうと二次的侵食が起きる可能性が高い。水みちも確保する。

裾合平・ピウケナイ沢付近　2013.8月施工

○飛木道工により歩行路を確保した。
○木道が水みちを阻害することが無いように歩行に支障がない程度に木道の間を開けた。
○木道へつながる地面は踏圧で削られぬかるむことが多かったので木道に合わせて石材を充填した。
○豪雨時は完全に水没するので鉄ピンで固定した。
○豪雨後や雪解け後は点検が必要。

裾合平・ピウケナイ沢付近　2014.8月5日14:39撮影
（上写真の逆側から撮影）

＜豪雨時の状況＞
○水深は30～40cm程、水圧も強く固定していない木道は簡単に流される。
○このような豪雨時は登山者は歩かないのでここまでの水量に対応する必要はないが、木道は流されないようにしっかりと固定し、毎年及び豪雨後の点検が必要。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└③飛木道工	備考	○一般的な木道（木道工）と異なり、人力運搬が可能な木材を使用する小型の木道。

裾合平　2013.9月施工

○流水での侵食箇所。融雪期は常に流水がある。

○谷状地に登山道があるため排水ができない。

○踏圧侵食を止めることを目的とし、飛木道工を設置した。

○現状の流れをできるだけ阻害しないように木道を固定した。

○なんとか渡れる幅の歩行路（60cm程）。
○先にしっかりした歩行路が見えていれば他を歩くことは少ない。

＜法面の土留としても活用＞
○流水を阻害しない位置に木道を置くと、歩道の左右どちらかに寄せることが多い。
○多くの場合、法面は侵食で削られているので、木道をできるだけ寄せて法面との隙間に石材や土壌を詰めると法面の土留としても機能する。
○また、詰めた石材部も踏み面となるので木道が広い歩行路となる。
○土留としての機能も考えて設置場所を決めると、歩行路の確保だけでなく様々な侵食防止として機能させることができる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└③飛木道工	備考	○飛木道本体のチェーンソーによる作成手順。

○チェーンソーの使用は高い危険性を伴うことから、使い方・砥ぎ方は指導者（有技術者･有経験者）の下で習得する必要がある。

木材固定には五寸釘やカスガイを使用　　使う木材によって形は変わる

小笠原諸島母島　※外来種モクマオウを伐採し使用した事例

＜自然木を使う＞

○木道はほとんどが規格された木材を使用するが、自然木でもしっかりした施工物を作ることができる。自然木で作った施工物は規格されたものよりも自然に馴染みやすい。

○現場周辺に倒木があったとき、どこかで間伐材が手に入ったときなど、太すぎる、曲がっているからと言って使わないではなく、チェンソーなどで加工する技術があれば様々な場所で施工することができる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└⑤路肩保護工	備考	○踏圧による路肩の崩れを防ぐ。 ○凍結融解侵食への対応や、法面の土留としても機能させることができる。

○流水と踏圧により深く削れてしまった場所。

○登山者は水みちではなく法肩を歩いている。傾斜のある地面は踏圧による侵食を受けやすく土壌流失が止まっていない。

○資材、労力ともに少なく最低限の施工を行なう。

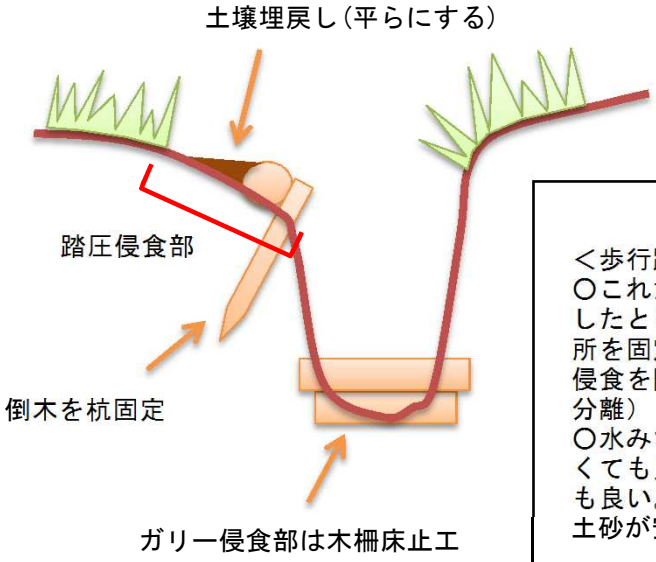
○現状では踏圧による侵食が大きいと考え、先ずは踏圧を止める施工を選択する。

○登山道近辺の倒木を活用し法肩上に歩行路を設置。

○木柵を固定し背面に土壌を詰めることで斜面を平らにし、歩行に支障が出ないようにした。

○木材の固定は杭、カスガイで行ない、水みちは木柵床止工を設置した。

ニペソツ山　2014.8月施工



＜歩行路の確保（及び水みちの固定）＞
○これだけ侵食が進行すると、多少侵食部を直したところで登山者は利用しない。利用する場所を固定し、安定させることで他の場所の踏圧侵食を防ぐという考え方。（歩行路と水みちの分離）
○水みちの木柵床止工は登山者の利用は考えなくても良いので背面に土壌や石材を詰めなくても良い。いずれ流れてきた土砂（土壌）が溜り、土砂が安定すると植生が回復する。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└⑤路肩保護工	備考	○踏圧による路肩の崩れを防ぐ。 ○凍結融解侵食への対応や、法面の土留としても機能させることができる。

○流水と踏圧により深く侵食されてしまった場所。

○登山者は水みちから高さのある法面へ移って歩行している。法肩に上がる際に土壌を崩してしまうことが多い。

○資材、労力ともに少なく最低限の施工を行なう。

○現状では踏圧による侵食が大きいと考え、まず踏圧侵食を止める施工を選択する。

ニペソツ山　2014.8月施工

○水みちから法肩へ支障なく歩行できるように木柵を配置。

○侵食部の横断木柵をしっかりと固定し、これに縦断木柵をカスガイで止めて固定した。

○縦断木柵の背面には流された土壌を埋戻し歩行路とした。

○侵食部は木柵床止工で対処。

○上写真の逆側から撮影した写真
　・点線…今までの歩行路
　・実線…施工後の歩行路

○ガリー侵食部は木柵床止工を配置。床止工に合わせて縦断木柵を配置し背面に土壌を詰めた。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└⑤路肩保護工	備考	○既存の床止工の補修として行なった路肩保護工。

愛山渓　2013.10月補修

○床止工の補修として行なった路肩保護工。踏圧により路肩の崩れが止まらず、流水侵食も生じ石組がグラつき始めていた。
○木柵を縦断方向に固定し、木材で区切りつつ石材を充填した。縦断している木材の固定は既存の石組に引っ掛けることで対応。石組は木材に押されることでしっかりと固定される。お互いが支え合う構造とした。

愛山渓　2006年施工（床止工）　2013.10月補修（路肩保護工）

＜歩行者の歩く場所＞
○登山者の行動をよく観察すると、段差を非常に嫌がることがわかる。多少勾配があってもスロープ状になっているところを歩き、段差をできるだけ避けている。しっかりした階段を作っても、もっと歩き易く見える場所があれば階段は使われない。
○踏圧対策として施工者が良いと考える施工をしても、登山者が利用せずに侵食が止まらないのであればそれは失敗である。
○刈り払いや床止工をした時、法肩が歩き易く見える場合は要注意である。二次的侵食により新たな崩れが始まることも多い。

○解説･事例３
ー登山道の整備：侵食を防ぐ方策ー
『ぬかるみ箇所』

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例ー計画・施工ー

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

《解説･事例３の主な例示方策》

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

〇高山帯・水の流れが弱い場合

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■路面処理工―③飛木道工

〇高山帯・水の流れがある場合（既存の木柵床止工の改良（補修）を含む）

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■路面処理工―④飛石工

〇平坦なササ帯・水の流れが弱い場合（但しぬかるみが進行した場合）

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■路面処理工―③飛木道工

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■路面処理工―③飛木道工

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■路面処理工―⑤路肩保護工

（１）よく見かける侵食事例

主な例示方策	－	備考	○高山帯 ○平坦なササ帯 ○傾斜のあるササ帯

裾合平　2013.9月撮影

○高山帯での事例。
○床止工の施工後に流水が溜まり、ぬかるみができている。
○登山者はぬかるみを避け、植物帯やロープ外を歩行し踏圧侵食が進んでいる。

愛山渓　2005.10月撮影

○平坦なササ群落での事例。
○水の流れが弱いため土壌流失は少ないが、ぬかるみを避ける登山者がササの根元を踏圧するので裸地化が進んでいる。
○融雪時期は雪解け水が流れ込むため、紅葉時期は乾きにくいため、これらの時期は常にぬかるんでいる。
○時々刈り払いを行い、刈り払ったササをぬかるみに置いているが、改善は見られない。歩行者は刈った跡のササ根部を歩くため踏圧による裸地化が進んでいる。

トムラウシ山　2012.7月撮影

○傾斜のあるササ帯で、ルートが開かれて10年ほどで激しく侵食・ぬかるんだ事例。
○歩行者はガリーを避けて法肩を歩くが、同時に土壌を削っている。削られた土壌はガリーに溜まりぬかるみになる。そのぬかるみを避けて法肩を歩き拡幅という悪循環になっている。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└③飛木道工	備考	○高山帯・水の流れが弱い場合。 ○踏圧による侵食を防ぐ。

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する

裾合平　2013.9月撮影

○踏圧により侵食されている。

○緩やかに水の流れがあり土壌も流されている。

○流水により掘れた部分に植物群が崩れ落ちている。

○ロープ柵はあるが越えて歩く利用者は多い。また、ロープ内でも踏圧侵食は続いている。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└③飛木道工	備考	○高山帯・水の流れが弱い場合 ○踏圧による侵食を防ぐ。

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

修復目標	○流水侵食は弱いため、踏圧侵食に対応した施工を行なう。

【施工】飛木道工

2013.9月施工

○現場付近の崩れていた木柵や木道を再利用し飛木道を設置。

○木道は連続させて植物帯を踏ませないように配慮。

○流水は緩やかだが杭で飛木道を固定している。

＜注意事項＞
○『解説･事例２の飛木道工の施工事例』とは異なり、このような箇所では、木道の配置が不足しているとき、歩行者は植物帯に踏み込むことが多い。不足なくしっかりと配置すること。

裾合平　2014.7月撮影

＜登山者の心理＞

○花が好きな登山者であっても、靴が汚れるのを嫌い植物を踏みつけるのをよく見かける。

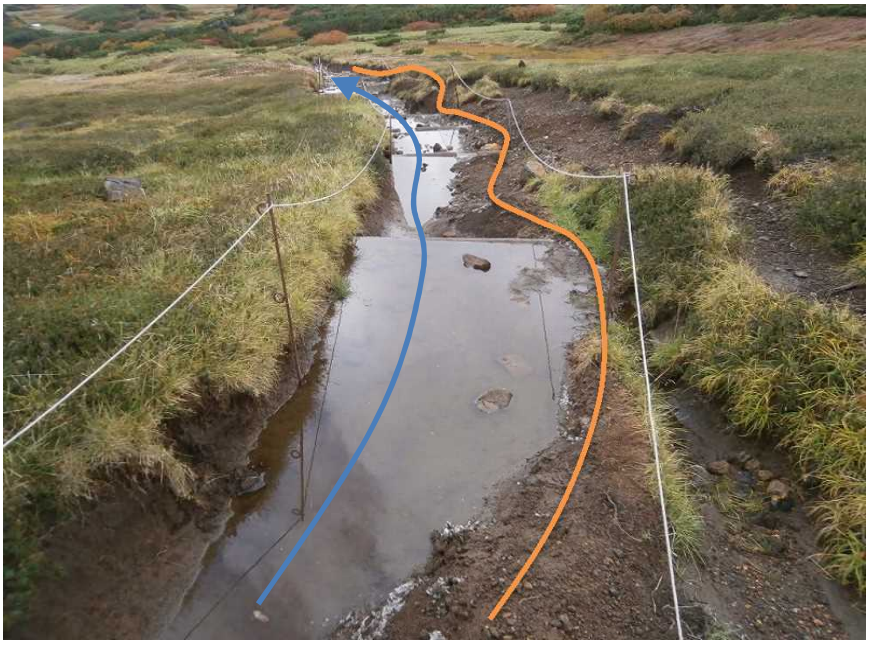
○裸地化している土壌であれば、侵食されやすい場所でも踏み込むことに全く躊躇はない。また、歩き疲れ、体力がなくなっているときに侵食の起きにくい厳しい道を歩いてくれる人は稀である。

○侵食のメカニズムは複雑で、一般の利用者にすべてを理解し、そのための行動をしてもらうのは非常に難しい。

○登山者に「利用についての心得」を伝えることは必要だが、施工者は常に最悪の条件を考え、それに対応できる施工が望ましい。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└④飛石工	備考	○高山帯・水の流れがある場合（既存の木柵床止工の改良（補修）を含む）。



○水溜りを避けるため法肩を歩行し、斜面を削り、削られた土壌がぬかるみを作っている。

○ロープ柵はあるが、内側の植物は踏圧されている。ロープ柵を乗り越えて歩く人も多い。

○流水侵食に対して木柵床止工が施工されたが、木柵に通水のための切欠きがなく、水が溜まっている。

裾合平　2013.9月撮影

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 └■路面処理工 └④飛石工	備考	○高山帯・水の流れがある場合（既存の木柵床止工の改良（補修）を含む）。

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

修復目標	○水の流れを止めず、土壌は流さず、植物帯に踏み込ませない歩行路に施工する。

【施工】飛石工など

○水の流れる位置と歩行路を分け、流水があるときでも問題なく歩行できる場所を作る。

○また、雪解けの状態に合わせてロープ張りと雪割りを行ないロープ外への踏圧侵食を防ぐ。

裾合平 2013.9月施工

既存の木柵床止工への切欠き
○背面の水が抜け、落下水の位置が固定できる。
○あまり深く切り込むと土壌が溜らないので注意。

飛石工
○飛石工に当たる、歩行路と兼ねる水たたきの設置。
○落下水の位置に石材で洗掘防止の水たたきを施工。
○石材の高さを出し、飛石状の歩行路も兼ねる。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└③飛木道工	備考	○平坦なササ帯・水の流れが弱い場合（但し、ぬかるみが進行した場合）。 ○踏圧による侵食を防ぐ。

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する

愛山渓　2005.10月撮影

○歩行者はぬかるみを避け、ササ帯ぎりぎりの場所を歩く。

○ササの根が踏圧され裸地化が進んでいる。

○水の流れは緩やか。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└③飛木道工	備考	○平坦なササ帯・水の流れが弱い場合（但し、ぬかるみが進行した場合）。 ○踏圧による侵食を防ぐ。

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

修復目標	○このように広く深くぬかるんでしまった場合、小規模な対応では回復しないことが多い。 ○ぬかるみの場所を避けるためにササを刈り払ったり、刈ったササをぬかるみに敷く程度では解決せず、かえって踏圧により侵食（ぬかるみ）が拡大する恐れがある。 ○ある程度の規模の木道を施工するなど、資材・労力をかける施工が必要。

【施工】飛木道工

愛山渓　2005.10月施工

＜施工直後＞

○太めの角材をカスガイで固定。杭を打ち地面に固定。

○木材はヘリで搬入。

○木道に被るササは刈り払い、ぬかるみに敷いた。

愛山渓　2014.7月撮影

＜施工９年後＞

○木道は崩れも無く腐食も少ない。しっかりと機能している。

○登山者は木道の上のみを歩き、土壌を踏圧することがないため、一部で植生回復が見られる。

○ササは木道に被るため刈り払いを行なっている。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└③飛木道工	備考	○一般的な木道（木道工）と異なり、人力運搬が可能な木材を使用する小型の木道。 ○ササ帯で、水の流れがある場合。

愛山渓・当麻乗越　2005施工　2013.9月補修

○流水がある場合、土壌流失も起きていることが多い。そのため床止工を併用し、流水にも耐えうる施工にする。
○木道は水の流れを遮らずに施工する。
○ササ帯では刈払い後、降雨があると刈ったササが木道に大量に引っかかっていることがある。点検とメンテナンスは常々行なう必要がある。
○木道は法面の土留工として設置することができる。

愛山渓　2014.9月施工

○木道を中央に置かず、片側に寄せた。水の流れは阻害されない。
○歩行者においても問題なく利用できる。

愛山渓　2006施工　2007補修

＜飛木道の固定について＞
○水の流れが少しでもある場合は木道は杭等で固定すること。
○特に人力運搬ができる程度の木道は流されやすい。また、木道が流れを阻害しているときは枯枝等が詰りダム状になり、強い力で侵食が起きたり木道が壊れることがある。
○水の流れを妨げず、しっかりと固定、が基本である。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└③飛木道工	備考	〇課題のある事例として。

トムラウシ山　2013.7月撮影

〇傾斜あるササ群落の登山道では大規模な踏圧侵食が起きる場合がある。
〇ササ群落は有機質土壌が多く、礫や岩盤は少ない。ぬかるみ化が始まると踏圧侵食による裸地化が進む。
〇裸地化した箇所は登山者の蹴り込みにより削られガリー状になっていく。
〇削られた土壌はぬかるみの原因になりさらに踏圧、裸地化していく（悪循環）。
〇斜面のため流水もあり、流水が緩む箇所では土壌の溜まりも深く、ぬかるみも深い。
〇ここまでの侵食になってしまうと小規模な施工では侵食は止まらなくなる。早めの対応が必要。

＜課題＞
〇小型の木道、木柵を設置したが（中央が歩行路）施工後も左右の法面上を歩く登山者が多く侵食が止まっていない。
〇侵食規模に対して木道や歩行路の施工が少ない。木道の間隔が広くぬかるみを歩かなければならない箇所も多い。
〇木道以外を歩くと土壌が木道にも付着し一面真っ黒でどこを施工したのか判らなくなるほどである。そうなると歩行者は左右の高い位置を歩くようになり踏圧侵食は止まらなくなる。

＜大きなぬかるみ侵食での考え方（有機質土壌箇所について）＞
〇ルート全体がぬかるんでいるとき、小規模な施工では解決しないことが多い。歩きにくさの改善や侵食ペースを緩めることはできるが侵食を止め回復に持っていくことは難しい。
〇しかし、有機質土壌は流水侵食には強く植物も入りやすいので、踏圧の影響がなければ回復の可能性がある。グレード２、１では、資材や労力がかかっても「歩行者に土を踏ませない施工」が求められる。
〇また、歩行路を法肩にとり水みちと分離し、路肩補強と路面処理で対処する方法も考えられる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■路面処理工 　　└⑤路肩保護工	備考	○踏圧による路肩の崩れを防ぐ。 ○ササ帯における歩行路の確保などであるが、「高山帯・水の流れが弱い場合」へ応用できる。

ニペソツ山　2014施工前

○ササ群落の中のガリー侵食部。流水はあるが緩やかで土砂（土壌）が溜まりやすい場所。

○歩行者は溜まった土砂（土壌）からなるぬかるみ部を避けて法肩を無理に歩き土壌を削っている。

○歩道拡幅、土壌流失が続いている。

○踏圧侵食を止めるための施工を行なう。

ニペソツ山　2014.8月施工

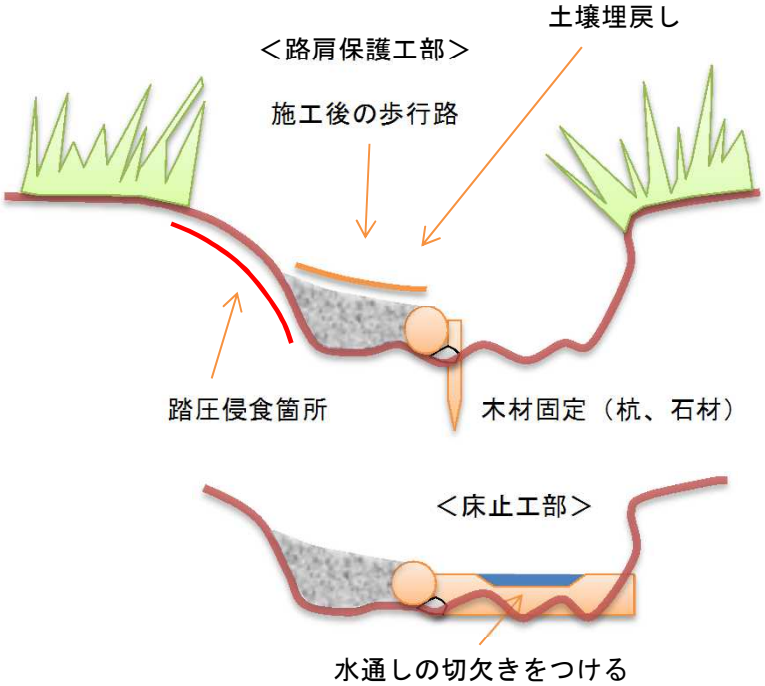
○資材は周辺の倒木を使用。

○堆積土砂場から土砂（土壌）を搬入。

○路肩保護工を兼ねる歩行路を設置した。

○水みちには床止工を一ヶ所配置。土壌流失を防ぐ。

○流水の侵食は少ないので水みちを狭めても問題ないと判断。
○木柵床止工により歩行路を埋戻し（嵩上げ）。
○底面部がぬかるんでも嵩上げ箇所は支障ないように施工。
○歩行路を嵩上げすることで路肩保護工を兼ねる。



○解説･事例４
－登山道の整備：侵食を防ぐ方策－
『根系裸出箇所』

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

《解説･事例４の主な例示方策》

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■段差処理工―①木柵土留工

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■段差処理工―①’石組ステップ＆プール工

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■段差処理工―①木柵土留工

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■段差処理工―①木柵土留工 ※配置･固定方法

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■段差処理工―②ジオグリッドセル工

（１）よく見かける侵食事例

主な例示方策	－	備考	

美瑛岳　2013.8月撮影

○踏圧侵食により深く掘れている。

○あまりに段差が高いのでロープがかけられている。

○足場がないので歩行者は土壌を削りながら歩き、土壌流失が続いている。

○流水や凍結融解での侵食は小さいと思われる。

ニペソツ山　2014.7月撮影

○踏圧と流水による侵食が大きいと見られる箇所。

○根の下側の土壌が流失し、根がハードル状になっている。

○根の高さ、段差の高さは50cm程。高さが出ることで落下水の強さが増し侵食が深くなっている。

愛山渓　2005.8月撮影

○歩行路が木の根を直登するようになっている箇所。

○踏圧による侵食が始まっている。木を巻いて歩く場所がないので踏圧侵食は続いている。

○両側は谷になっており流水の侵食は少ない。

○凍結融解での侵食も見られる。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する

○踏圧による侵食が大きい。少しずつではあるが土壌が削られている。

○裸地化している法面にコケが生えているので流水による侵食は小さいと思われる。ただし、踏圧により削られた土壌は流失している。

○この部分にも踏圧侵食による高い段差がある

○約1.5mの段差

＜侵食原因＞		＜施工条件＞	
踏圧侵食	：大きい	資材（木材）	：施工箇所付近から倒木を搬入可能
流水侵食	：少ない	資材（石材）	：施工箇所付近に多く点在している
凍結融解侵食	：少ない	労力	：整備講習会として20名ほど参加

○これらの条件をふまえ、延長2.5mほどの侵食箇所に、約10段程度の階段状の木柵による段差処理工を施工する。
○木材は周辺倒木、木柵背面には周辺から石材を搬入し使用する。
○施工時間は半日（4時間）ほど。

＜根系裸出＞
○樹林帯でよく見かける侵食。木の根に近い箇所が踏圧で崩れ始め、流水により深く掘れた状態。
○木の根が土壌をしっかりと保持している部分もあり、崩れた箇所との落差が大きくなっている。落差があると少量の流水でも水勢が増し、土壌流失、侵食の原因になる。
○段差が大きくなり歩きにくくなると登山者が周辺を歩くため、踏圧による裸地化が進み崩れ拡大する。
○段差が高くなる前に施工できれば少ない資材、労力で済むことが多い。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

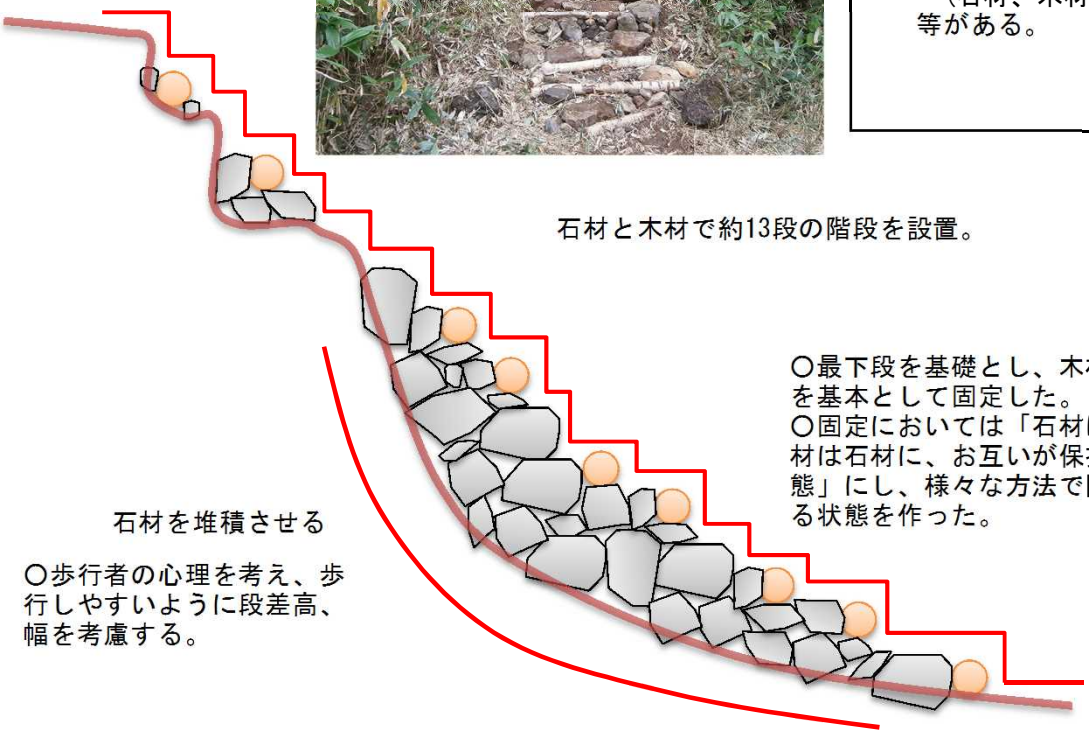
主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

修復目標	○踏圧侵食に耐えうる段差処理を行なうこと（木材と石材を使う施工）

【施工】木柵土留工

○段差処理工として
・木柵土留工
・ジオグリッドセルエ
・ステップエ
（石材、木材、土嚢）
等がある。



＜資材の場所を把握しておく＞
○小規模な侵食は、侵食に合わせて様々な方法があり、使える資材によって方法を決めることが多い。
○根系裸出箇所は樹林帯が多く、木材をよく使う。また、石材も隙間を埋めるために必要になる。
○施工者は施工する箇所を見るとき、侵食箇所だけでなく「周辺の使える木材、石材の多い箇所等」を常々観察しておく。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①' 石組ステップ＆プールエ	備考	○ステップ＆プールエの応用として、石組で階段状とし歩行路の確保を行う。 ○高い技術が必要だが、自由度が高く、現場に合った施工ができる。

愛山渓　2005.8月撮影

○歩行路が木の根を直登するようについている箇所。

○踏圧により侵食が始まっている。木を巻いて歩く場所がないので踏圧侵食は続いている。

○両側は谷になっており流水の侵食は少ない。

○凍結融解での侵食も見られる。

○周囲の石材を使って中央を歩ける階段を作る。

愛山渓　2005.8月施工

○できるだけ広い踏み面を心がけた。

○踏み面はいくつもあり体力に合わせ選んで歩行できる。

○流水の影響は少ないので水たたきの対処はしていない。

愛山渓　2014.8月撮影

＜施工９年後＞

○二次的侵食はなく施工物の崩れも無い。補修の必要もない。

○岩の隙間に溜まった土壌から植物が育ち始めている。

○歩行者の一部に石の上を歩くことを嫌う人があり、木の根箇所を捲いて歩行しているのが課題。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①’石組ステップ＆プールエ	備考	○ステップ＆プールエの応用として、石組で階段状とし歩行路の確保を行う。 ○高い技術が必要だが、自由度が高く、現場に合った施工ができる。

○根系裸出もあるがガリー侵食に近い。

○ガリー侵食箇所も施工方法は変わらない。流水量を想定し、踏圧されないように段差を配置する。

裾合平　2014.9月施工

○基部に大石（80～100kg）を使用し、それに掛かるように上部を組んだ。

○段差高は20cm程を基準とした。

○周囲の石材を使用したので馴染みが早く、施工したことに気づかれないことが多い。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵を固定し背面に石材等を詰めて階段状にする。 ○樹林帯に適しており、比較的施工しやすい。

ニペソツ山　2013.10月施工

○木柵の背面に石材を詰めて階段状とした。

○このようなガリー侵食に木柵を固定する場合、木材の固定は法面貫入を基本とし、木杭は使っていない。

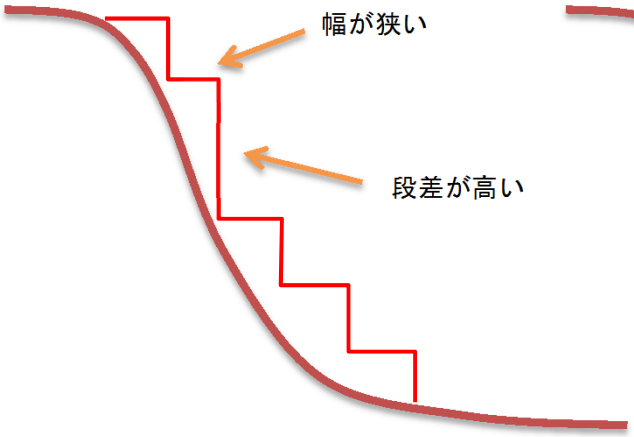
○急勾配なので一段の踏み面が狭くなってしまうこともあるが、木柵を斜めに配置するなど、歩幅や印象を考えて設置した。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

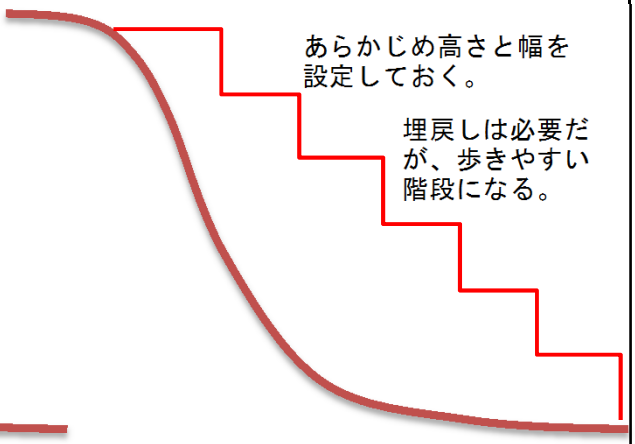
主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 └■段差処理工 └①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○施工に当たっての事前配慮事項

施工（木柵の配置・固定）に当たっての事前配慮事項
①　荷物を持った登山者が登り降りしやすい段差であること
②　流水侵食に耐えうる構造であること
③　景観に見合う（馴染む）こと
④　最初から最後まで考えてから施工すること ○深い侵食場所で斜面に合わせて段差を設置すると、 急勾配になったときに一段の段差が高くなってしまうことが多い。 ○一段の高さをあらかじめ設定し段数を見越して、 どの位置からスタートし、どこで終わるのかを考えてから施工する。 ○一段の幅が狭く高い段差になった場合、 下りの時に恐怖を感じてしまい利用しにくい階段になってしまう。

＜斜面に合わせた時＞



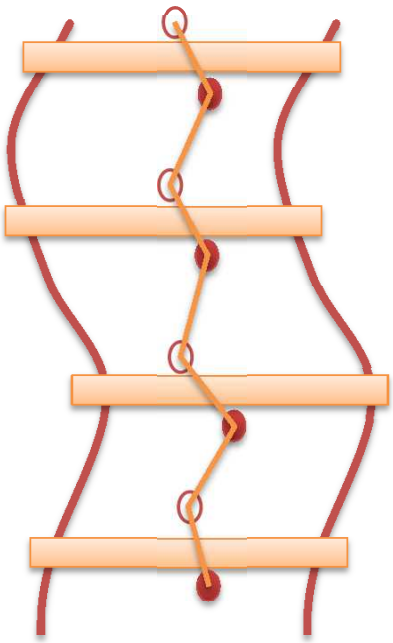
＜高さ・幅を設定したとき＞

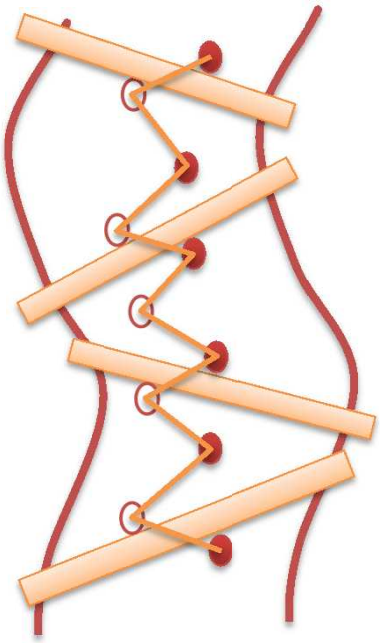


（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○配置方法その１

＜木柵の横断方向の配置について＞
　○「ハの字、逆ハの字」になるように配置する。





○木柵を平行・等間隔に設置すると歩行するときには同じ足で踏みきることになる。

○また、どこを歩いても同じ負荷がかかり、体重を直線的に動かすことになり非常に疲れる。

○木柵を横から見て「ハの字、逆ハの字」に設置すると、踏み切るときは横に体重移動することになり疲れにくい。

○登山者は踏み切る位置を選ぶことができるので体力の有無にかかわらず利用しやすい。

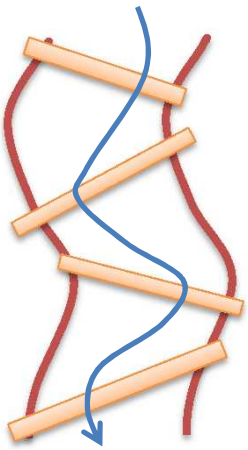
○この「ハの字、逆ハの字」での木柵の配置は流水侵食にも対応している。

○床止工における考え方と同じく、流水の蛇行により侵食を弱める。

○侵食は幅や勾配が場所によって違っている。勾配がきついときは間隔が狭まるなど状況に合わせて設置する。

○自然の中には「等間隔・平行」といったもの少ない。都市における構造物のようにしてしまうと、景観に見合わない（馴染まない）施工物になることが多い。

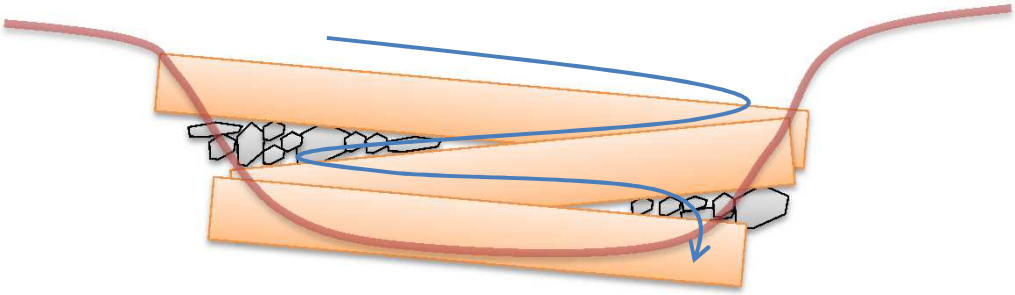
○図面に合わせるのではなく、現場の侵食に合わせる。



（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	〇木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 〇配置方法その２

＜木柵の縦断方向（段差）の配置について＞
〇角度（勾配）をつけて配置する。



小笠原諸島父島　2015.2月施工

〇角度をつけて配置し、流水が蛇行して流れるように配慮する。

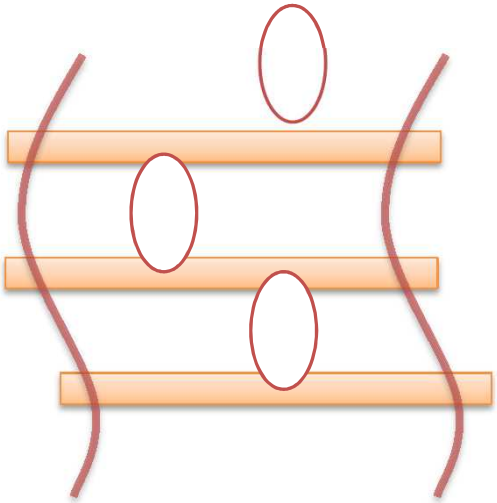
〇登山者は、直線的でなく、左右に振って歩行できるようになるため体力にあった踏み位置を選ぶことができる。体力の少ない登山者でも蛇行して楽に歩ける。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

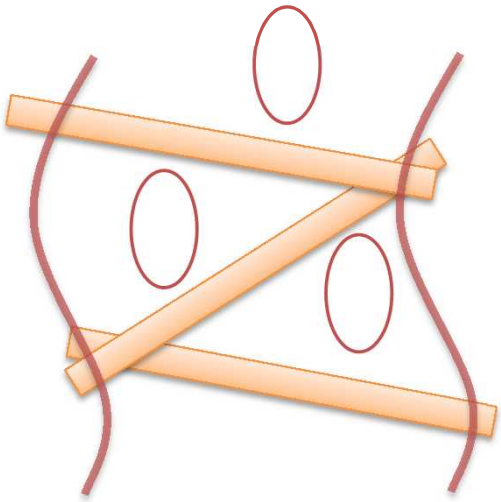
主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○配置方法その３

＜踏み面について＞
○踏み面を広くするには、木柵を斜めに配置する。

○急勾配箇所では木柵を平行に配置すると、幅が狭まり踏み面が狭くなることが多い。



○木柵を斜めに配置することで、踏み面を広く使えるようになる。



（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

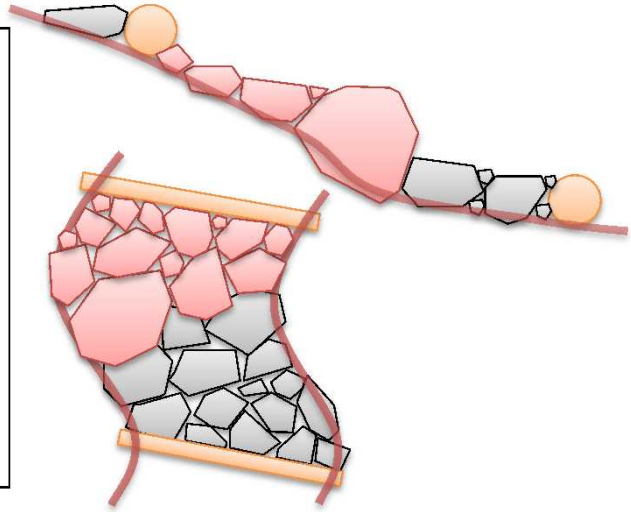
主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○配置方法その４

＜木柵背面への石材詰め等における段差形成について＞
○石材等の使い方によって段差を作ることができる。

○木柵の背面に石材を詰めるとき、石材の使い方によって段を作ることができる。

○木柵の固定箇所が少ないときなど、木柵段差が使えないときは石材でカバーする。

○石材の固定には少々の技術が必要。
常々柔軟な発想を心がけること。



小笠原諸島父島　2014.1月施工

○木柵の間に石材で段差を作った事例。

○木柵の一段が高くなりそうなときはこの技術が使える。

○石材は固定方法さえ使えれば自由度の高い資材となる。

利尻山　2011.7月施工

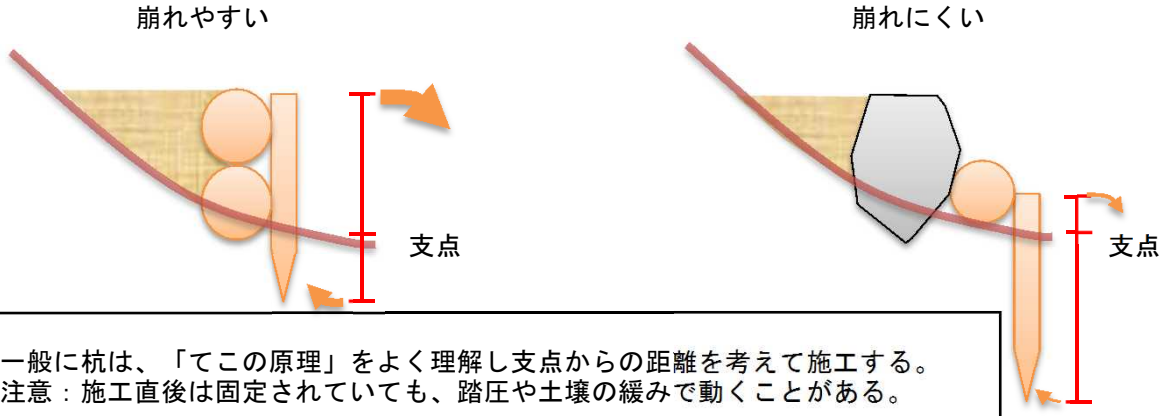
○背面への石材詰めではないが、木柵一段では高さが足りないときに付近の切株を使用した事例。

○切株単体で使うと固定が難しいが、木柵を併用する使い方であれば木柵の隙間を埋めることで切株がしっかりと固定する。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○固定方法その１

＜杭（木杭・鉄杭）、および木柵の固定方法一般について＞
○【本事例】木杭・鉄杭は、一般的に使う方法。他の方法とあわせて、強度を高める。
○【以降に示す事例】特に樹林帯においては、場所・状況に応じ様々な固定方法がある。



○一般に杭は、「てこの原理」をよく理解し支点からの距離を考えて施工する。
○注意：施工直後は固定されていても、踏圧や土壌の緩みで動くことがある。

○木杭は単体で使うよりも、石材の使用など他の固定方法と併用して使うと良い。
○木材を引っ掛けるだけでなく、押さえつけることもできる。柔軟な発想で施工する。

○木杭と違い、鉄杭は曲がることがある。地下への打ち込み長さがあっても地上部にも長さがあると、負荷がかかったときには曲がりやすくなる（写真左）。
○施工時はできるだけ打ち込み、地上部を短くすることで対応したい（写真右）。
○また、杭頭が飛び出ていると歩行者が引っ掛けてしまうことがある。丸太の上面でなく中央部まで打ち込み、引っ掛かりを少なくする。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○固定方法その２

＜「法面貫入」について＞
○木材の先端を杭状にして法面に打ち込み固定させる方法。簡単で強度がある。

○ガリー侵食箇所でよく使う方法。土質にもよるが、最低15cmは打ち込む。

○物理的に両側を打ち込むことはできないので反対側は違う方法で固定する。

○但し、法面の土質や木の太さによっては打ち込むときに法面を崩してしまうことがあるので注意が必要である。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○固定方法その３

＜「立ち木への引っ掛け」について＞
○立ち木に引っ掛けて固定すると特に高い強度を得る。一般の侵食箇所では最も多用できる。

○固定するときは引っ掛けるだけでなく背面に石材等を詰めて、立ち木に向かってテンション（応力、負荷、荷重）をかける。

○但し、細い立木には無理な負荷をかけないようにする。

○杭よりはるかに強度が期待できる。立ち木が使える場所ならば立ち木を基準として施工を組み立てても良い。

＜自然をまねること＞

○自然が作り出した構造（実際に安定している構造）は、「引っ掛る」「埋まる」「重なる」「押される」などの状態が組み合わさって強い構造となっている。

○木柵の固定と言えば「杭」が一般的だが、自然界の中で杭状のものに固定されている状態はほとんどない。

○「法面貫入」も「立ち木への引っ掛け」も自然界の中には良く見られる構造である。自然をよく観察し、その構造をまねることができれば、強く・壊れにくい施工物ができる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	〇木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 〇固定方法その４

＜「木の根への引っ掛け」について＞
〇根系裸出箇所では木の根が出ている箇所が多い。「立ち木への引っ掛け」同様、高い強度を得ることができ、根系裸出箇所でではよく使用する方法。

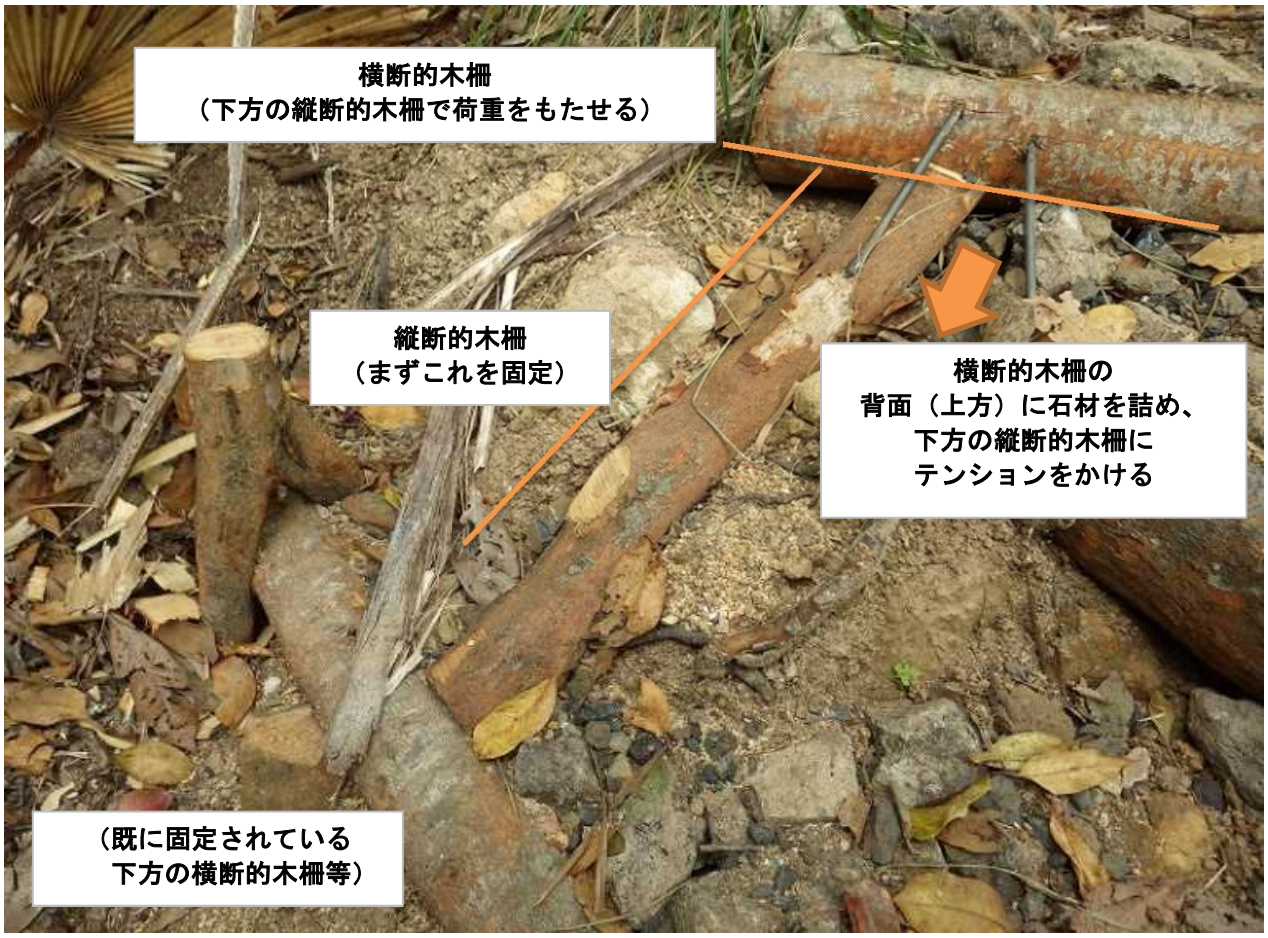
〇最下段の木柵は「木の根への引っ掛け」と「立ち木への引っ掛け」で固定されている。
〇見た目には「木材（木柵）を置いただけ」であるが、構造的には「木の根への引っ掛け」と「立ち木への引っ掛け」により荷重を担う構造となっている。
〇更に、背面に石材を詰めることで踏圧や蹴り込みに対応させると、崩れることが少なくなる。

＜根系裸出箇所等における、木の根の活用＞
〇木の根は、木柵を加工すると様々な活用ができる。例えば、木柵木口を加工すると根よりも高く配置できる。
〇木の根に合わせて加工できるようにチェーンソーの使用技術があると良い。
〇（左写真）木の根に合わせて木柵が４本入っている。歩行時の不安はなくなり、見た目にも自然に馴染んでいる。
〇（下写真）木口を３分の２ほどカットし、下側のみを木の根に固定。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○固定方法その５

＜「木当て」について＞
○基礎となる木材（縦断的木柵）を設置し、その上方に横断的木柵を載せて固定する方法。



○横断的木柵の背面には石材を充填し、下方にテンション（応力、負荷、荷重）をかける。

○補助的にカスガイを使うことが多い。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○固定方法その６

＜「石当て」について＞
○基礎となる石材を設置し、その上方に横断的木柵を載せて固定する方法。

○横断的木柵の間隔が狭い場合に使用すると良い。

○自然の中では石に引っ掛っている木をよく見かける。それをまねた方法である。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○固定方法その７

＜「基礎木」について＞
○片側が谷状になっている箇所で、
基礎となる木材（縦断的木柵）を設置し、その上方に横断的木柵を載せて固定する方法。

小笠原諸島父島　2015.2月施工

○太めの木材を縦に固定し、それを基礎として木材をカスガイ等で固定する。

○基礎木には受けを作り、横断木がグラつかないようにする。

○横断的木柵の片側はカスガイでの固定が多くなるが、カスガイのみの固定では強度に不安が残る。「石当て」や「木杭」を併用して補助すると良い。

○縦断する基礎木（縦断的木柵）は「立ち木への引っ掛け」で固定すると十分な強度が確保できる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○木柵土留工などの木柵の配置･固定方法。 ○固定方法その８

＜「基礎石」について＞
○片側が谷状になっている箇所で、
基礎となる石材を設置し、その上方に横断的木柵を載せて固定する方法。

小笠原諸島母島　2014.2月施工

○木柵片側の固定方法が少ないとき、非常に役に立つ。「石当て」の固定方法と原理は同じ。

○基礎となる石材はできるだけ大きなものを使用し、踏圧や蹴り込みにも動かないようにしっかりと固定する。特に最下段の石材の固定が重要である。

○基礎の石材は踏み面の一部となることが多いので、対応できるように平面を出す。

小笠原諸島父島　2014.2月施工

○施工後は定期的にあるいは折に触れて石材のぐらつきを点検する。

○谷の上の石材が崩れた時、下方に転がり大きな事故になる可能性がある。ぐらつきがあれば要因を把握し、すぐに対応する。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└②ジオグリッドセルエ	備考	○段差部に強化プラスチック網と砂礫によるセルを積み上げる。 ○現場の砂礫を利用でき簡単な工法。 ○他地域事例

○岩盤を登っていく箇所。最初の1m程は足場がなく登り降りに支障がある場所。

○石材は少ないが、周辺から土壌を集めることが可能なのでジオグリッドセルを使った段差処理を行なった。

○ジオグリッドセルの高さは25cmに設定。少々高いが許容できる高さ。

○ジオグリッドセル上段には木材と石材でもう一段施工し、岩盤に繋げた。

小笠原諸島母島　2014.2月施工

小笠原諸島母島　2015.2月撮影

＜施工１年後の状況＞
○ジオグリッドセルの隙間から植物が育ってきている。ジオグリッドセルに少々のゆがみはあるが歩行に支障はない。
○ジオグリッドセル側面から植生が育ってきたとき、見た目がかなり変化すると思われる。
○ジオグリッドセルは床止だけでなく様々に活用できる。荷上げも軽く、施工も難しくないので使用しやすい。

○解説･事例５
ー登山道の整備：侵食を防ぐ方策ー
『ガレ場』

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例ー計画・施工ー

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

《解説･事例５の主な例示方策》

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例ー計画・施工ー

■《登山者の踏圧による侵食》ー■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■段差処理工ー①’石組ステップ＆プール工

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

■《登山者の踏圧による侵食》ー■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■段差処理工ー①’石組ステップ＆プール工

（１）よく見かける侵食事例

主な例示方策	－	備考	

富良野岳　2014.9月撮影

○踏圧：登山道が拡幅した状況。転石が多い。登山者の踏圧による影響が大きい。歩行路が固定されていないため、登山者はどこでも歩ける。

○流水：流水による影響もある。裸地化した箇所全体が侵食されているが、山側の植生との段差が徐々に進行している。

○凍結融解：石で覆われている箇所は凍結しないため、植生際の土部分のみで生じている。

富良野岳　2014.9月撮影

○踏圧：踏圧による影響が非常に大きい。富良野岳は登山者が多く、踏圧による侵食が進んでいる。

○流水：流水による影響はあるが、踏み固められて固くなっているため進行はそれほど速くないと思われる。

○凍結融解：石がある場所や踏み固められた場所では、凍結しにくいため、影響はそれほど大きくないと思われる。

○ガレ場では拡幅して歩行路が定まっていない状況が多く、踏圧による侵食が止まらない。一方、同じ場所を歩かないため負荷が分散され、進行はそれほど速くない場合がある。

○拡幅した登山道内を蛇行するように歩行路を設定（ロープで規制）し、歩行路以外は植生回復を図る。風衝地での植生回復は難しいが、植生ネットで覆うだけでも侵食を防ぐことができる。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①' 石組ステップ＆プール工	備考	

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する

〇転石、浮石が多く歩行に支障がある場所。
〇ガレ場の多くは道幅が広く、道幅のなかで歩行路が定まっていない。
〇裸地はあるが激しいガリー侵食は少ない。
〇転石、浮石が多く、歩きにくい。

流水侵食	：少ない
踏圧侵食	：大きい
凍結融解	：少ない

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

修復目標	〇歩行路を定め踏圧侵食に対応する。安心感のある歩行路にする。

〇現場観察写真の上部箇所。

＜左上写真＞
〇登山者のほとんどは転石が少なく裸地化している箇所を歩いているが、正確に定まっておらず、様々な個所も踏みこんでいる。

＜左下写真＞
〇斜度のある歩行路。浮石に乗ると危なく、浮石を蹴り落とす場合もあり危険である。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①’石組ステップ＆プール工	備考	

【施工】木柵土留工

○流水のある箇所ではないが、ステップ＆プール工の応用として、石組ステップ＆プール工による歩行路の確保を行った。

○周辺石材を組み上げ歩行路を定めた。

○組み上げることで石材を固定し、浮石を少なくした。

○傾斜のある場所なので、歩行路の途中には広い面を作りテラス状にし、登山者の下り時の勢いが止まるように配慮。

○今後も、流水、踏圧による石組の崩れは点検・補修が必要。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①' 石組ステップ＆プールエ	備考	○ステップ＆プールエの応用として、歩行路の確保を行う。

＜施工前＞
○道幅3mほどの箇所。傾斜があり流水侵食も見られる。登山者は裸地化した場所だけでなく浮石の上も歩いている。
○流水侵食にも対応し、歩行路を定める。

裾合平　2007.7月施工

＜施工後＞
○歩行路を石組で固定。

○段差は低く設定し歩行に支障はない。

○水みちも同じく設定。

○施工後、上部に導流工を設置。流水を減らした。

＜ガレ場の歩行路について、歩行路と水みちを分離しないという考え方もある－＞
○道幅の広いガレ場では歩行路が定まっていない場合が多い。「道幅の広い場所では歩行路を狭く設定し、道幅の狭い場所では歩行路を広くとる」と考えると施工しやすい。
○流水は低みに向かって流れるが、歩行者も低みを選んで歩く場合もあり、歩行路と水みちを分離せず、どちらにも対応した施工という考え方もある。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①’石組ステップ＆プール工	備考	○課題のある事例として

○登山者も流水も、左右に蛇行するように石組を配置したが、流水侵食を少なく見積もっていた。

＜大雨後＞

○流水が流れた箇所の洗掘が激しい。

○石組で出来た落差によって落下水による洗掘が起き、部分的には施工前よりも侵食が深くなった。

○この侵食により、流水の通り道や侵食度合がはっきりと判り、それに対応した補修を行なった。

＜施工の失敗について＞
○自然環境に合わせた施工ではどうしても失敗は多くなる。晴れた日の道を見て豪雨の状況を想定することは難しい。
○二次的侵食が起きた時、「自然が足りない箇所を指摘してくれた」と考え対処することが望ましい（失敗から学び・活かす：失敗を放置して同じ失敗を繰り返すことを避ける）。

⇒事例６

○解説･事例６
－登山道の整備：侵食を防ぐ方策－
『斜面トラバース箇所』

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

《解説･事例６の主な例示方策》

（１）よく見かける侵食事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

〇小規模な斜面トラバース箇所その１

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■段差処理工―①木柵土留工

〇小規模な斜面トラバース箇所その２

■《登山者の踏圧による侵食》―■《踏圧を軽減する》歩行路の確保
└■段差処理工―①木柵土留工

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

■《流水による侵食》―■《水勢を弱める》水みちの固定
└■床止工―①石組床止工

（１）よく見かける侵食事例

主な例示方策	－	備考	○大規模な斜面トラバース箇所

○山側斜面から水が流れ込み登山道に集中する。登山道が水路となり侵食が進行していく。
○侵食が進むと凍結融解現象の影響を受けやすく、踏圧侵食も重なり拡幅が加速していく。

白雲岳　2006.7月撮影　　白雲岳　2006.7月撮影

○高山帯のような脆弱な地質の場合、流水の侵食作用は非常に強くなる。
○登山道に集中した水が、そのまま谷側へと流れ込むと谷側斜面では著しい侵食が生じる。また、登山道で削られた土壌(土砂)は、植生上に堆積し植生が失われる。
○排水は必要だが、現地をよく観察し、流量と侵食、地質、植生等を考慮して、バランスのとれた修復が必要である（安易に判断すると危険）。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○小規模な斜面トラバース箇所その１ ○他地域事例

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

＜施工前＞
○斜面をトラバースする登山道において、土壌流出のため道幅が狭くなってしまった事例（樹林帯でよく見かける事例）。
○侵食原因は主に踏圧と流水侵食である。
○斜面は崩れ続けているので土留も兼ねる施工が望ましい。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	〇小規模な斜面トラバース箇所その１ 〇他地域事例

【施工】木柵土留工

小笠原諸島母島　2014.2月　施工

＜施工後＞
〇木材を使用して土留を兼ねた歩行路を設置した。
〇木材背面には砂利等の土壌を充填し、幅50cm程の歩行路になっている。
〇木材の固定は「立ち木への引っ掛け」「木当て」を用いて杭は使用していない。
〇施工1年後は二次的侵食もなく、登山者も問題なく利用している。土壌が安定することでの植生回復も見られる。

小笠原諸島母島　2014.2月　施工

小笠原諸島母島　2015.2月　撮影

＜小規模な斜面トラバース箇所のピンポイント的な箇所＞

〇侵食に合わせて木材も「長さ、曲がり」を考慮して使用した。木材固定は「立ち木への引っ掛け」を基本とし、杭を補助的に用いた。

〇施工一年後は、土壌も安定し二次的侵食は見られない。見た目も景観に馴染み、施工したことに気がつかないほどになった。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○小規模な斜面トラバース箇所その２ ○他地域事例

【計画①】現場を観察する・侵食原因を判断する

【計画②】修復目標・方法を考える（管理水準と配慮事項確認）

＜施工前＞
○踏圧、流水侵食により土壌が流出し、トラバース路の幅が狭くなっている。
○急勾配の斜面のため土壌の保持が難しい場所。
○周辺の木材を利用して木柵土留工を設置する。

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○小規模な斜面トラバース箇所その２ ○他地域事例

【施工】木柵土留工

小笠原諸島母島　2014.2月　施工

＜施工直後＞
○周辺の木材を利用し道の曲りに合わせて配置。
○石材を充填し歩行幅を確保した。
○谷側斜面には木材（細めの枝等）を詰め込み、土壌流失に備えた。
○木材の固定は「立ち木への引っ掛け」「横木へのカスガイ固定」等で行なった（横断方向に杭を打ってあり(横木）、その上に縦断木を載せてカスガイ固定）。

小笠原諸島母島　2015.2月　撮影

＜施工１年後＞
○樹林帯での植生回復は早く、草本類が回復してきた。
○土壌は安定し、木本類の発芽も見られる。この後数年施工物が保持されれば、この箇所の問題はなくなると思われる。

（３）侵食を防ぐ方策の施工事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工	備考	○大規模な斜面トラバース箇所における石組床止工による事例。 ○山側から谷側への分散排水工も兼ねる。

○大雪山では大規模な斜面トラバース箇所の整備事例は少ない。侵食箇所は多々あるので、今後試験施工や検証を行い、しっかりとした整備ができるようにしていかなければならない。
○ここでは、大雪山の一部に以前に行なわれた施工箇所で、トラバースにも対応し機能している箇所を事例として示す。

赤岳・第三雪渓

○登山道の階段状の石組床止工。

○段差の端は谷側の斜面に続いており、流水は各段差から少しずつ流れている。

○流水が集中することなく分散排水され、自然の状態と同じように山側から谷側へと水が流れている。

○施工時期の記録はないが施工後数十年は経過していると思われる。

黒岳～黒岳石室分岐

○斜面に石組床止工。

○大石（80～100kg以上）の使用されている。

○大石は斜面に沿った形で置かれ山側から谷側へと傾斜しており、流水が排水されやすい形になっている。

○施工時期は不明だが施工後60年以上は経過していると思われる。

裾合平　2012.8月撮影

＜土砂堆積以外の排水に係る植生への影響＞
○斜面をトラバースする登山道を歩くと、登山道を挟んで山側と谷側で植生が違う状況をよく見かける。
○様々な理由があると思われるが、谷側へと流れるはずの流水が登山道で分断されたため水分条件が変わり、乾燥に強い植物が谷側へと入り込んだ可能性もある。
○もともとは山側からの流れはそのまま谷側へ流れていたと考えられる。谷側斜面では水が供給されなくなることで植生へ影響も考えられる。

○解説･事例７
－登山道の整備：侵食を防ぐ方策－
『点検・補修』

（１）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－点検・補修－

（２）侵食を防ぐ方策の補修の基本ポイント事例

（３）侵食を防ぐ方策の補修事例

（1）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－点検・補修－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○遮蔽型導流工でのササ等の詰まりの事例 【補修は不要と判断した事例】

【点検①】状況確認
（施工後･シーズン初め）

○ササが流水によって集積されている。
○土砂（土壌）の堆積はほとんど見られず、水も溜まったササの隙間を流れている。
○二次的侵食は見られない。

【点検②】原因を考察

○前年の刈り払い時の残置が多かったと思われる。

【点検③】補修方法（改善策）を考える
（【補修】必要に応じて補修）

○詰まったササを取り除いた。
○土砂（土壌）の堆積はほとんど見られなかったので機能上は問題ない。

【点検④】状況確認
（【点検①】へのサイクル）

○特に、大雨の後は点検し、詰りがあれば除去する。

愛山渓　2012.9月施工・毎年点検

＜刈り払い後のササの詰まり＞

○特に、前年度に刈り払いを行なった場合に残置が多いと、流水によって集積し詰まる。

○シーズン初めや大雨の後には点検し、詰まりを除去することが望ましい。

（１）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－点検・補修－

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└①遮蔽型導流工	備考	○遮蔽型導流工での土砂（土壌）堆積の事例 【補修は不要と判断した事例】 ○他地域事例

小笠原諸島母島　2014.2月施工

＜施工直後＞
○流水は木柵に遮られるようにして排水されるように設置。
○木の高さは15cm程あった。

小笠原諸島母島　2015.2月撮影

＜施工１年後＞
○木柵背面に土砂（土壌）が溜まり段差が埋まった。
○流水も一部が越流し登山道へ流れ込んでいる可能性がある。

【点検①】状況確認 （施工後･シーズン初め）	○流水の排水は完全ではなくなったが施工物の崩れはなく、二次的侵食も起きていない。 ○土砂（土壌）堆積があり傾斜があるため、流水の一部が登山道に流れ込んでいる可能性はある。
【点検②】原因を考察する	○流水の勢いが弱く土砂（土壌）が溜まりやすかったこと。想定以上に土砂（土壌）が流されてきたこと。
【点検③】補修方法（改善策）を考える （【補修】必要に応じて補修）	○崩れも二次的侵食もなく、施工物周辺には植生回復も見られたため、当面、堆積土砂の除去をせず、その他補修も行わない。
【点検④】状況確認 （【点検①】へのサイクル）	○特に、施工物の下流側での侵食状態に配慮しつつ点検する。

＜点検・補修について＞
○施工物の崩れや二次的侵食を見逃さないように点検する。
○特に施工によって流水の動きが変化し別の場所が侵食しているとき（二次的侵食）は素早く補修する必要がある。
○施工物が障害物になって登山者の歩行路が変化し、踏圧侵食が起こることもある。

（２）侵食を防ぐ方策の補修の基本ポイント事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工	備考	○崩れた施工物を補修する場合、施工時と同じく、原因を判断することが基本ポイントである。

崩れた原因	（施工不良）	○下記との区別がつかない場合もあるが（例えば、侵食規模とのバランスを施工時に過小評価しての施工）、本来必要な強度や傾斜などの不足といった施工そのものの不良による崩れ。
	侵食規模とのバランス	○施工規模に対して侵食規模が大きい場合、施工物の崩れが始まる。
	資材の腐食	○木材などが腐食することで崩れ施工物が機能しなくなる。 ○施工物が機能していた場合は資材の交換で済むことが多いが、機能せずに腐食が起きていた場合は他の原因も考えられるのでよく観察が必要。
	二次的侵食	○施工したことによる落下水での洗掘や利用しづらい段差による踏圧侵食の増加など。

＜愛山渓　三十三曲　2011.8月＞
・石組床止工が施工された箇所。
・歩行路は左側、水みちは右側に設定され、流水による侵食を弱めることを目標としていた。

＜2012.8月：5日の降雨時の状況＞

○想定以上の流量があり歩行路にも水が流れ込んでいる。
○施工(石組部)による水みちの変化で歩行路に入っている流水があり、施工による二次的侵食もある。

＜2014.9月＞
○歩行路だった場所は水みちと同じ高さまで土壌が流失した。
○土壌流失により、石組の崩れが起きた。

＜崩れた原因の判断＞
○この場合、侵食規模とのバランス、特に想定流量を過小評価したことに問題がある。
○施工による水みちの変化で歩行路に入っている流水があり、施工による二次的侵食もある。

＜降雨(大雨)・積雪グライド現象による影響＞
○施工物の崩れに、降雨(大雨)の影響は大きく、積雪グライド現象の影響もある。
○降雨(大雨)・積雪グライド現象については、『○解説･事例８』に示す。

（２）侵食を防ぐ方策の補修の基本ポイント事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①石組床止工【ほか、種々の石組】	備考	〇流水による種々の石組の崩れの事例。 〇状況に応じ施工物(石組)自体の補修というより、追加的・補助的な施工と考える。

〇流水での崩れが見られる場合は、水量を減らすことを第一に考え、分散排水工(導流工・排水工)の設置を検討する（流量を減らさない限り施工物を補修しても、またすぐに崩れる）。

＜崩れた石組の補修－追加的・補助的な施工－＞
〇石組の施工物が崩れた場合、無理に石組で直さなくても良い。木や他の資材での施工のほうが確実ならばそちらを選択する。
〇状況に応じ、施工物(石組)自体の補修というより、追加的・補助的な段差処理工・床止工等の施工と考える。

（３）侵食を防ぐ方策の補修事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水量を減らす 　└■分散排水工 　　└②越流型導流工	備考	○崩れてはいないが、流水が越流しない事例。

愛山渓　2005年施工　2012年補修

○流水が越流せずに登山道をそのまま流れている。
○木柵の傾きが足りないこと、排水先が掘削されておらずスムーズに流れなかったことが原因と見られる。
○侵食対策の一環として効果的な位置にある既存施工物のため、補修では木柵の傾斜を上げ、排水先を掘削し、流水が登山道へ入らないように石材を並べた。補修後は問題なく機能している。

＜補修をしていない事例＞
○登山道は右側。流水を左側へ排水するための導流工だが、流水の多くが登山道へ流れ込んでいる。
○もともとは右側（登山道側）は水みちではなかったが、踏圧により少しずつ削られ拡幅し、登山道が水みちとなった。
○施工時に、登山者の心理（どこを歩きたいのか）や流量の把握に問題があったと思われる。
○施工後の補修が全く行われず、二次的侵食が拡大してしまったので、補修は大掛かりなものになる。

（３）侵食を防ぐ方策の補修事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└①’石組ステップ＆プールエ	備考	〇落下水による洗掘でプールとしての機能が失われ単なる段差となった事例。

裾合平　2014.8月補修

〇落下水による洗掘で石組の下部が掘れている。本来はプールになるべき箇所だが、プールとしての機能はなくなり、単に利用しにくい段差となっている。
〇こういった場合に第一に考えることとして、直上部に導流工を設置し流量を減らした。
〇また、洗掘部の水たたきと段差解消を兼ねて木柵を設置した（下記のステップ＆斜路工を参照）。

裾合平　2014.9月補修

＜ステップ＆プールエと、ステップ＆斜路工＞
〇登山道におけるステップ＆プールエはうまく機能していないことが多い。流量が多く、施工規模とのバランスがとれないことが多いためである。
〇これに対しては分散排水工で流量を減少させることが第一であるが、少ない流量となればステップ＆プールエ以外にも方法が考えられる。ここに示したステップ＆斜路工もその一つである。
〇ステップ＆斜路工は、落下水に対応した水たたきと段差解消を兼ねたものである。
〇上記のステップ＆プールエの事例では機能していないプールによる段差部、直上写真では床止工による段差部対し、追加的・補助的にステップ＆斜路工を施工した補修事例である。
〇少ない流量では、登山道内に土砂が溜まりやすいため、土壌が安定すると植物が育つ。水みちは植物が育ちやすい場所である。

（３）侵食を防ぐ方策の補修事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○崩れてはいないが、木柵脇を流水が通る箇所や、利用しにくい木柵の高段差を解消する補修事例。

＜木柵脇を流水が通る箇所の補修＞
○こういった場合も水量を減らすことを第一に考え、直上部に導流工を設置し流量を減らした。
○木柵を伸ばす形で木材を配置し固定した。木材の傾斜は法面に向かって上がるように設置し、既存の木柵の切欠き部を広げ、流水が法面に来ないようにした。
○施工後は点検し流水が法面を流れていないかを確認する。

裾合平　2014.9月補修

＜木柵の高段差を解消する補修＞
・既存木柵には洗掘等で段差が高い箇所が多々ある。
・木柵と石材により高い段差を解消。追加的・補助的な床止工の施工といった考え方。

姿見の池園地　2014.9月補修

（３）侵食を防ぐ方策の補修事例

主な例示方策	■《流水による侵食》 └■《水勢を弱める》水みちの固定 　└■床止工 　　└②木柵床止工	備考	○崩れた木柵の補修事例。 ○補修の具体的な方法（「石当て」・「法面貫入」）は、解説･事例４『根系裸出箇所』の『■段差処理工―①木柵土留工』を参照。

裾合平　2013.9月補修

「石当て」の固定。木の小口を加工している。

「法面貫入」での固定。

○現場状況（崩れた状況）の中で、どの方向にテンション（負荷、応力）がかかると強く固定されるか、そのためにはどのように設置するかを毎回補修を行っていく中で習得する。
○現場には使えるものがたくさんあるので自由な発想が望ましい。上写真は大石を段差の一つとして使用した事例。

＜しっかりとした補修とする＞
○補修が必要な時、応急処置で済ませることがある。資材や労力が少ない、登山者にとって危険があるときは早急に対処する必要があることから時間がない場合もあるが、しっかりした補修を行うことが望ましい。
○左写真のように、高い段差に石材単体でのステップでは下る時は不安があり利用しにくい。また、流水への対応も応急処置程度では機能が続かないことが多い。

（３）侵食を防ぐ方策の補修事例

主な例示方策	■《登山者の踏圧による侵食》 └■《踏圧を軽減する》歩行路の確保 　└■段差処理工 　　└①木柵土留工	備考	○崩れてはいないが、木柵土留工における高段差を解消する事例。 ○補修は『■段差処理工―③ステップ工』の追加相当。

愛山渓・三十三曲　2014.9月補修

①位置決め・木材貫入の準備

②木材固定

③土壌詰め

④石材敷詰め

＜小さなステップ（『■段差処理工―③ステップ工』）の追加＞
○段差解消の場合、既存の施工物と同じ規模の段差は必要なく、歩行路を見極め、踏み出しやすい位置にワンステップあれば良い。
○資材も労力も少なくて済み、見た目にも違和感は少ない。

○解説・事例８

－登山道の整備：侵食を防ぐ方策－

『参考：降雨時状況・積雪グライド現象』

（１）降雨時状況

（２）積雪グライド現象

（１）降雨時状況

主な例示方策	―	備考	○降雨時の流水状況・施工物状況 ○姿見の池園地～裾合平　2014年8月5日

＜１２：４５：姿見の池園地＞

○流量、勢いが強く小さな礫も流している。

○赤丸部に土砂（土壌）が堆積していた。

＜１３：０５：補修箇所＞（右：通常の日）
○上部で導流工による排水処理をし、崩れていた石組を補修した箇所。
○石組範囲内で流水が収まり、流れも緩やかになっている。このくらいであれば侵食規模と施工規模のバランスがとれていると思われる。

＜１３：０３：補修箇所＞（右：通常の日）
○流水用は多く、補修時に詰めた土壌や小さな礫が水圧で飛ばされている。
○今のところ施工の崩れはないが、土砂（土壌）の堆積は見込めない。この上部で排水をしたい。

（１）降雨時状況

主な例示方策	－	備考	○降雨時の流水状況・施工物状況 ○裾合平　2014年8月5日

＜１４：３９＞（右：通常の日）
○水深40cm程。木道はしっかりと固定していなかったので引き上げて崩れるのを防いだ。その後に鉄杭で固定。
○この流水量に対応できる小規模施工はほとんどない。

＜１５：００＞（右：通常の日）
○木道の上まで水が流れている。

＜１４：３９＞（右：通常の日）
○石組ステップ＆プール工が施工されていたが石組が崩れていた場所。
○水深30cm程。水圧も強い。この状況では何を施工しても崩れてしまうと思われる。

（１）降雨時状況

主な例示方策	―	備考	○降雨時の流水状況・施工物状況 ○裾合平　2014年8月5日

＜１５：０５＞（右：通常の日）
○導流工箇所。十分に排水されている。完全な排水処理ではないが、この下の登山道では水量が減少している。

＜１５：０２＞
○導流工の下流部にある木柵床止工。主に切欠き部を流水が通っているので雨量に対応した施工規模になった。
○一部、木柵脇を流水が通っているので補修が必要。

＜１３：３５＞　＜１５：３２＞
○同じような時間帯の降雨時の様子。石組ステップ＆プール工や木柵ステップ＆プール工が機能している箇所。
○他箇所では流水があるがここではほとんど流れはない。流水が少ない状態で機能する施工は多い。

（１）降雨時状況

主な例示方策	－	備考	〇降雨時の流水状況・施工物状況 〇愛山渓　2012年8月5日

＜１２：２１＞（右：通常の日）
〇降雨時の写真は雨がおさまってきたときである。この前日までの降雨が多かった。
〇固定されていなかった六の沼のテラスが流されていた。この後テラスを戻し、固定した。

＜１３：０８＞

〇石組や木柵による施工があるが、ほとんどの箇所で流水量が施工規模をオーバーしていた。

〇年に1～2度の大雨だが、侵食の規模は大きい。

＜１３：２０＞

〇この石組はこの後完全に崩れた。

〇2013年に再施工。また、上部で流れを変え、この場所を流れる水はなくなった。

（２）積雪グライド現象

主な例示方策	―	備考	○積雪グライド現象の影響による施工物の崩れの事例

＜積雪グライド現象＞
○斜面にある雪が融雪時期に溶けながら少しずつ下方にスライドしていく現象。その時に施工物を引っ張り、施工物は崩れていく。
○この現象に耐えられる施工物は少なく、基本的には、このような場所に施工をしないことが望ましい。

愛山渓・半月湖　2005.10月撮影

○2007年に木道は撤去され、ルートは斜面中腹に変更されている。

天人峡

毎年崩れる場所（姿見の池園地）
木柵が高く法面に逆らう角度になっている。

＜積雪グライド現象の影響により特に杭施工は崩れやすい＞
○積雪グライドの力は強く、木杭を崩し、鉄杭を曲げてしまう。崩れ方も激しいので補修といったレベルでなく再施工が必要となる場合も多い（基本的にはこのような場所に施工をしないことが望ましい）。
○高さを出した段差処理工(階段状)など、杭で固定された木柵がとくに崩れやすい。
○補修(再施工)に当たっては「木柵の高さを低める」こと、「積雪グライド現象に逆らわない」ことを基本とする。
○杭ではなく「石当て」、「木当て」、「法面貫入」、「基礎石」等の固定方法を使い、木柵の角度は「法面に逆らう角度」ではなく、「雪が自然に下がる角度（法面と同じ方向）」とする。

○解説・事例９
－登山道の整備：植生回復の方策－
『植生回復』

（１）よく見かける植生損失事例

（２）植生回復の方策の実施手順事例－計画・施工－

（３）植生回復の方策の施工事例

《解説･事例９の主な例示方策》

（１）よく見かける植生損失事例

（２）侵食を防ぐ方策の実施手順事例－計画・施工－

〇高山帯・風衝地

■《風衝地植物群落》―■《既存の植生の拡大》土砂の安定
└■植生基盤工（ヤシネットロール工）

■《風衝地植物群落》―■《既存の植生の拡大》乾燥･凍結抑制
└■マルチング工（植生ネット工(ヤシ製)）

〇高山帯・雪田群落

■《雪田群落》―■《実生による回復》表土の安定(流水処理)
└■マルチング工（植生ネット工（黄麻製））

（３）植生回復の方策の施工事例

■《風衝地植物群落》―■《既存の植生の拡大》土砂の安定
└■植生基盤工（ヤシ土留工）

■《風衝地植物群落》―■《既存の植生の拡大》乾燥･凍結抑制
└■マルチング工（植生ネット工（ヤシ製））

■《湿原》―■《自然回復》踏圧防止
└■路面処理工（メッシュウォーク工）

■《湿原》―■《自然回復》ルート付替え
└■ルート伐開工（ルート伐開工）

（１）よく見かける植生損失事例

主な例示方策	－	備考	○高山帯

小化雲岳付近　2013.9月撮影

＜侵食による植生損失＞
○上記写真の上部区間。登山道が大規模に侵食され拡幅している。長区間に亘って植生が損失。
○侵食が続いているため表土が安定せず植生が回復しない。
○周辺植生から積雪がある場所と見られるので、土砂が安定すれば植生が回復する可能性は高い。

小化雲岳付近　2013.9月撮影

＜流出土砂の堆積による植生損質＞
○上部区間の登山道で大規模な侵食が生じ、流出した土砂（土壌）が周辺植生上に堆積し植生が損失。
○周辺植生から積雪がある箇所と見られる。

（１）よく見かける植生損失事例

主な例示方策	―	備考	○高山帯・大規模

間宮岳付近　2014.7月撮影

○大規模に侵食された箇所の植生損失状況。

○風衝地で地質も脆弱なところで、土砂が安定しない。

○気象条件、乾燥が厳しく、植生回復が極めて難しい箇所である。

＜高山帯での植生損失の原因＞
○高山帯における植生損失は、植生や地質が脆弱であるために侵食が大規模化したことが原因である。さらに、流出した土砂が周辺植生上に堆積したことによる植生損失も見られる。
○一旦大規模裸地化すると凍結融解現象や雨滴侵食等が生じ、表土が常に不安定になること、乾燥しやすいため、放置したままでは植生回復は困難である。

（１）よく見かける植生損失事例

主な例示方策	－	備考	○湿原

沼ノ平　1995.5月

○踏圧による裸地化。
○興味対象に近づくため植生に立ち入る。

沼ノ平　2005年頃

○踏圧と流水により裸地化している。
○湿原でよくみられる。

○湿原では興味対象に近づく、木道が老朽化し危険といった理由で、木道を外れ植生に立ち入るため、踏圧による植生損失が生じる。
○流水がなければ、踏圧を防ぐことで植生が回復する場合がある。

（２）植生回復方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《風衝地植物群落》 └■《既存の植生の拡大》 土砂の安定 └■植生基盤工 （ヤシネットロール工）	■《風衝地植物群落》 └■《既存の植生の拡大》 乾燥･凍結抑制 └■マルチング工 （植生ネット工（ヤシ製））	備考	○高山帯 ・風衝地 ○他地域事例

【計画①】現場を観察する・植生損失原因を判断する

朝日連峰・三方境　2014.8月撮影

○風衝地で構造土が発達した箇所。ルート不明瞭でどこでも歩けるため広範囲で植生が損失。
○歩行路を固定するためマーキングを行ったところ、固定された歩行路で軽度の侵食が見られた。小規模な石組を連続設置したが、かえって侵食が進んだ。
○表面は花崗岩が風化し粒状となっており、透水性が高く乾燥が激しい。風で砂礫が飛ばされる。

【計画②】修復目標・方法を考える

修復目標	○土砂を安定させる。

＜ストーンマルチング（乾燥・凍結対策）＞
○冬期にほとんど積雪がない強風地では、凍結（霜柱）が顕著である。裸地化し砂礫が広がる箇所では、夏期の乾燥も激しく植生の生育は極めて困難である。凍結による根の断裂、乾燥による枯死を防ぐには、植生ネットの上に石を置くと良い。植生ネットの固定にも石が最良である。
○風衝地では現地を観察すると、石の周囲に植生が多数生育している状況を見かける。石の下の土壌は湿潤で、凍結もおこらない。石は風除けにもなる。

（２）植生回復方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策		備考
■《風衝地植物群落》 └■《既存の植生の拡大》 土砂の安定 └■植生基盤工 └●ヤシネットロール工	■《風衝地植物群落》 └■《既存の植生の拡大》 乾燥･凍結抑制 └■マルチング工 └●植生ネット工（ヤシ製）	○高山帯 ・風衝地 ○他地域事例

【施工】ヤシネットロール工

１ 設置幅を決めヤシ製ネットカットして広げ、ヤシ繊維をネットの上に置き土砂をかける。ロールの大きさは勾配に応じて適宜決め、中詰めの量で調整する。

２ 中詰め材を置いたら、ネットを上から下に巻き込むようにしてロールをつくる。

３ ヤシネットロールは杭等で固定しなくても崩れることはあまりないが、ネットの端が下になるようにロールを置く。
ロールの周囲にヤシ繊維を隙間なく詰める。

朝日連峰・三方境　2013.9月撮影

４ ロールの周囲だけではなく、小さな侵食部にもヤシ繊維を詰める。小規模な侵食であればヤシ繊維を詰めるだけで安定する。水叩き部にもしっかり詰める。

＜ヤシネットロール工＞
○ヤシネットロール工は、ヤシ製緑化ネットにヤシ繊維と土砂を中詰めし、ロール状に巻いたものである。拡幅・裸地化した斜面に幅広く設置し、土砂を安定させる。柔軟性が高くどのような地形にも隙間なくフィットし、底抜けが生じることもない。
○風で飛ばされる砂礫もあり、表土を安定させるためにはヤシ製植生ネットの併設が必要。
○写真は施工３年後であるが、ヤシネットに損傷は見られない。歩行路に生じたガリーは見られなくなり、表流水は斜面を面的に流れるようになった。
○ヤシネットロールに中詰めしたヤシ繊維は、土砂を抱えると石状の塊となり強固なものとなる。土砂を抱えたヤシ繊維は、保水性があり、凍結が起きにくいため良好な植生基盤となる。
○写真の場所は乾燥が激しく植生回復は今のところ見られないが、土砂の安定は進んでいる。

（２）植生回復方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《雪田群落》 └■《実生による回復》表土の安定（流水処理） 　└■マルチング工 　　（植生ネット工（黄麻製）） 備考 ○高山帯・雪田群落 ○植生ネットは黄麻（ジュート）製の事例 ○他地域事例

【計画①】現場を観察する・植生損失原因を判断する

朝日連峰・三方境　2014.8月撮影

○登山道が深くV字状に侵食され大規模に裸地化していた。

○流水による侵食が進行し、登山者が歩かなくなっても侵食が止まらず、裸地化が進んでいた。

○大規模な裸地では、雨滴による侵食によって表土が安定しないことも植生が回復しない大きな要因である。

【計画②】修復目標・方法を考える

修復目標	○土砂を安定させる。

＜植生の定着は水みちから＞
○植生最初に回復し始めるのは、ほとんどが安定した水みちである。特に侵食部の底面付近は植生が定着しやすい。水分条件が良いこと、良質など土壌が溜りやすいこと、種子が流れてくること等が要因と考えられる。

＜植生の遷移＞
○植生ネットを敷設しても、本来の植生がすぐに回復することはない。裸地化前に比べ、乾燥化し表土も失われている場合が多く、環境条件が変わったからである。最初は先駆性の植生やセン類（コケ類）がよく見られる。
○セン類が増えてくると徐々に本来の植生に変わっていく。最初に侵入した植生は徐々に衰退する。（巻機山の事例より）
○修復目標を定めるときには、まずは裸地化した箇所に植生を回復させることを優先し、徐々に環境が改善され、長い時間をかけて本来の植生に回復させていくという考え方が現実的である。

＜播種＞
○大規模に裸地化したところでは、植生ネットを敷設しても、種子が供給されにくいためなかなか植生が回復しない状況が見られる。このような場所では、裸地周辺の植物の種子を採取し、播種することも有効である。ただし、同じ種類の植物でも遠くで採取した種は使わないこと。

（２）植生回復方策の実施手順事例－計画・施工－

主な例示方策	■《雪田群落》 └■《実生による回復》表土の安定（流水処理） 　└■マルチング工 　　（植生ネット工（黄麻製）） 備考	○高山帯・雪田群落 ○植生ネットは黄麻（ジュート）製の事例 ○他地域事例

【施工】植生ネット工（黄麻製）

飯豊連峰・天狗ノ庭　2014.8月撮影

飯豊連峰・天狗ノ庭　2014.8月撮影

飯豊連峰・天狗ノ庭　2014.8月撮影

○幕営跡地が広範囲で裸地化していた箇所。黄麻製ネット設施工7年後の状況。

○黄麻製ネットはほぼ消滅したが、植生が回復したところは安定している。

○植生は水みちから回復し、徐々に広がっていく。

○ここでは一部播種を行っている。播種による効果は確認されているが、採取時期の判断が難しく、大量の種が必要である。

＜植生ネット工（黄麻製）＞
○黄麻製植生ネットは、積雪がある場所に適する。風衝地等の積雪がない場所では、凍結凍結により繊維がボロボロになってしまい、１～２年で消滅する。
○黄麻製ネットは引っ張らずに緩めに敷設する。一冬超えると雪の重みでネットが地面に密着し、しっかり土壌を緊縛する。隙間を空けず、１０ｃｍほど重なるように設置する。
○V字侵食部の法面に敷設する時は、底面までしっかり覆う。途中までしか敷設しないと、下端部がネットを伝った水滴によって侵食される。
○固定は10番線を20～25cmほどに切断しU字に曲げたものが良い。市販の固定ピンもあるが、かさ張り人力運搬には適さない。１ｍ間隔で設置する。石をネットの上に載せても固定できる。
○植生際では、根元までしっかり張る。雨滴による侵食を防ぐ効果がある。
○ネットは地面に密着しないと効果がないため、石等はあらかじめ取り除きネット敷設に重石として使う。植生や埋まっている石等は、その部分を手で広げ、ネットが空中に浮かないように設置する。

（３）植生回復の方策の施工事例

主な例示方策	■《風衝地植物群落》 └■《既存の植生の拡大》 土砂の安定 └■植生基盤工 （ヤシ土留工）	■《風衝地植物群落》 └■《既存の植生の拡大》 乾燥･凍結抑制 └■マルチング工 （植生ネット工（ヤシ製））	備考	○高山帯 ・風衝地 ○他地域事例

朝日連峰・三方境　2014.8月撮影

＜植生ネットは適切な素材を選ぶ＞
強風があたるV字左側法面はヤシ製ネット、風背側のV字右側法面は黄麻製ネットが良い。

朝日連峰・三方境　2014.8月撮影

○石組の上にヤシ製土嚢を床止と植生基盤を兼ねて追加設置。
○周囲に多数の植生が定着している。
○植生は水みちから回復する。

（３）植生回復の方策の施工事例

主な例示方策		備考
■《湿原》 └■《自然回復》踏圧防止 　└■路面処理工 　　（●メッシュウォーク工）	■《湿原》 └■《自然回復》ルート付替え 　└■ルート伐開工 　　（●ルート伐開工）	○湿原 ○他地域事例

羅臼湖・三の沼　2014年9月撮影

○木道が老朽化しルート付替えを行うことになった。

○湿原植生を極力避けて、ササやハイマツ群落にルートを変更。

○湿原植生をとおる箇所は、植生が生育できる木道とする。

○奥のデッキは「逆さ羅臼岳」が見える高さに設定

羅臼湖・三の沼　2014年9月撮影

＜メッシュウォークの素材＞
○床板は交換できるように、汎用性があるグレーチングを使用。景観に配慮して黒色系を選定。降雨時や残雪時は滑りやすいので、表面は滑りにくい特殊加工（ギザギザ）。極力隙間が広いものが光を通しやすい。
○横木はカラマツ材。維持管理で交換できるように、人力で運搬できる大きさとした。
○流水で流されないよう、凍結で持ち上がらないよう、鉄ピンを斜めに打ち込んで固定。
○老朽化した箇所を維持管理で補修するため、床板や横時はすべて人力で運搬できる規格とした。

⇒事例10

○解説・事例10
－登山道の維持管理：維持管理の方策－
『刈り払い』

（１）刈り払い事例

（２）刈り払いの道具と使い方のポイント

（１）刈り払い事例

主な例示方策	■《歩行路確保》 └①刈り払い	備考	○刈り払いとその数年後の状況の事例

愛山渓・六の沼付近　2005.10月刈り払い

＜刈り払い直後＞

○機械刈り（刈り払い機）にて刈り払いを行った。

○幅約3mで刈り払い。

愛山渓・六の沼付近　2013.9月撮影

＜刈り払い8年後：2013.9月＞

○木道上までササが張出し歩行に支障がある状態になった。

○上写真の近辺。

○刈幅が少なかった場所はササが生い茂りルートを隠している。

○このくらいになってしまうと手刈りでの刈り払いは難しい。

＜刈り幅＞
○手刈りで済む場所や頻繁に刈り払いされている場所では、地域の実情・基準による。
○頻繁に刈り払いされておらず、機械刈りで刈り払いを行う場合は、刈り幅を十分にとって行うことが望ましい（本2事例ではササ丈も考慮し幅2.5m～4m程度）。

（１）刈り払い事例

主な例示方策	■《歩行路確保》 └①刈り払い	備考	○10年以上刈り払いされていなかった場所での刈り払い事例

＜刈り払い前＞

○十数年の間、手刈りも行なわれず放置されていた。

○ササ丈は2.5m～3.5m程。

○登山道の左右から張り出し、交叉しているためルートが全く分からない。

沼ノ原～石狩岳（根曲り廊下）　2012.9月刈り払い

＜刈り払い直後＞

○幅3.5m程の刈り払いを行なった。

○ササ丈が2mを超えるとルート幅が2m位では左右からササが被りルートが不明瞭になる。

○ここでは、3m以上のササ丈のため4m近い幅で刈り払いを行なった。

沼ノ原～石狩岳（根曲り廊下）　2012.9月刈り払い

＜ササの成長とルートの明確化＞

○ササは種類や場所にもよるが、伸びるのもでは年に約40cmの成長があるという。ネマガリダケは春に芽が出て1m以上伸びるものをよく見かける。

○数年に一度は機械で刈り払いし、ルートを明確にすることが望ましい。

○写真は約3mのササ丈。刈り払い前は右と左のササ壁が繋がっていた。

（２）刈り払いの道具と使い方のポイント

主な例示方策	■《歩行路確保》 └①刈り払い	備考	○刈り払い機、枝切りハサミ

○刈払い機の使用には高い危険性を伴うことから、使い方・砥ぎ方は指導者(有技術者･有経験者)の下で習得する必要がある。

＜刈り払い機＞
○刈り払う対象によってパワーを選択する。
○直径2～3mmほどのササ：25cc
○直径3mm以上のササ：30cc以上

＜注意＞
○ササ群落に隠れている潅木に当ててしまうと、キックバックで振られることがあり危険なため、十分な注意が必要。

＜刈り払い機の刃：チップソー＞
○一般的な刈払いに使用するのは難しいが、細いササや雑草、下草には十分に対応。
○メンテナンスの必要性は少ないが、チップが取れてくると切れなくなる。

＜刈り払い機の刃：ササ刈り刃＞
○ネマガリダケにも対応できる。但し、石を撥ねるとすぐに切れなくなるので、慣れや相応のメンテナンスが必要。
○30cc以上の刈り払い機での使用が望ましい。

＜枝切りハサミ＞
○手作業でハイマツ等の潅木を切るときにはアンビルタイプ（刃が交差せず、真直ぐに押し付けて切るタイプ）が使いやすい。
○直径3cm位までの枝ならばあまり力を入れずに切ることができる。