

岩手・宮城内陸地震災害復旧箇所における山腹緑化基礎工の施工方法の検討

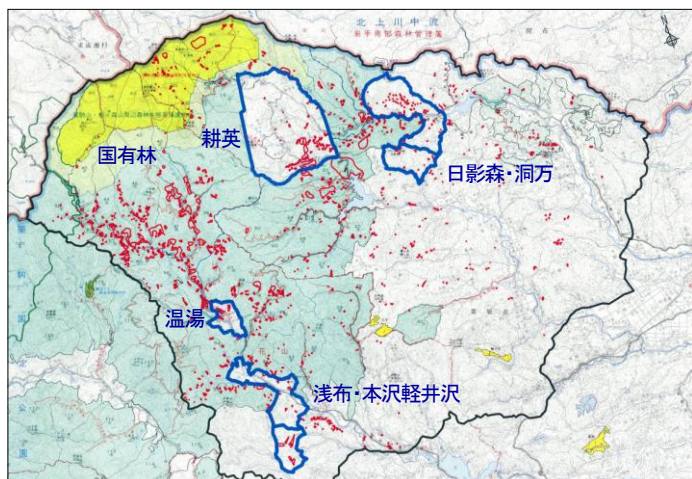
宮城北部森林管理署 治山事業所主任 ○三瓶 広幸
治山第3係長 古川 純
治山第1係長 熊谷 有理
治山第2係員 関矢 敬介

1. はじめに

平成20年岩手・宮城内陸地震により栗駒山周辺では大規模な山地災害が発生した（図-1）。その規模は、山腹崩壊・地すべり・土石流などが約3500箇所、不安定土砂発生量は約1億3000万m³といわれている。山地災害のほとんどは国有林内での発生であったが、介在または周辺の民有林にも多数発生しており、宮城県では栗原市の耕英、日影森・洞万、温湯、浅布・本沢軽井沢地域で特に甚大な被害であった（図-2）。宮城北部森林管理署では被災国有林の復旧を進めるほか、これら4地域について、宮城県知事の要請を受け、「迫川地区民有林直轄治山事業」として民有林の復旧にも取り組んでいるところである。

崩壊地の復旧は、山腹斜面の安定を図る山腹基礎工、植生の生育基盤を造成・改善する緑化基礎工、植生を導入する植生工を組み合わせで行って

いる。これらを施工していく上での設計の考え方は、治山技術基準に基づいているが、土留工等は安定計算上、数値基準が定められているものの、緑化基礎工については厳密な数値基準が定められていない。そのため、設計の際に判断に迷うことも多いのが実情である。



○ 被害箇所 □ 迫川地区民有林直轄治山事業実施箇所

図-2 宮城県内の被害状況



図-1 岩手・宮城内陸地震発生箇所

※ALOS 衛星画像(加筆)
©国土防災技術/INCLUDED©JAXA

この緑化基礎工については、迫川地区では、丸太柵工、丸太筋工を主に採用している。丸太柵工等は、等高線上に小径丸太を1段～5段（柵高10～50cm）積んで一定間隔で配置し（写真-1）、斜面表土の固定や、斜面の流下水を分散させ、表面侵食の防止を図るものである。ここで、配置間隔や柵高がポイントになるが、技術基準では



写真-1 丸太柵工等の施工状況

数値基準がないため、現場条件に応じて経験的に決定することとなる。迫川地区では、配置間隔は斜面勾配に応じ、また、コストも勘案し、緩斜面では広く、急斜面では狭く設置しており、柵高は崩壊地内に残留した土砂量に応じ、また、斜面勾配の緩和も考慮し、丸太1段積～5段積の中から選択している。これらの考え方に対して、配置間隔については、間隔が広すぎたり斜面に合っていないければ表面が侵食されるおそれがあるという問題が、柵高については、固定する土砂量が多ければ傾きやはらみが発生するおそれがあるという問題が生じてくる。

こうしたなか、迫川地区における丸太柵工等の施工例が増えてきたため、これまでの施工箇所での施工効果を調査し、配置間隔や柵高についての設計の考え方が適当であったかを検証し、今後の迫川地区において丸太柵工等の施工方法を検討する上での基礎資料を得るため本研究を行なった。

2. 調査方法

調査は迫川地区民有林直轄治山事業の実施箇所である4地域に加え、同一条件下である隣接の国有林治山事業施工地において、丸太柵工等が施工されている箇所から、施工後1年以上経過している箇所を選定して行なった。

調査項目としては、丸太柵工等の配置間隔の問題については、配置間隔、現場条件としての土壌の切・盛、配置区間の斜面勾配、埋め土や植生の流出などの異常箇所の有無とした。現場条件の調査項目の選定については、アメリカの農業関係で、表土の侵食土砂量算定に使われているUSLE式(式-1)を参考にした。この式は、日本の森林でも適用可能とされており、係数のうち、現場ごとに異なる土壌、斜面長、傾斜を採用した。この式から、盛土箇所、急斜面、配置間隔が広い箇所に異常が現れやすいことが想定される。

侵食土砂量算定法 (USLE式)

$$\text{侵食土砂量 (A)} = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (\text{式-1})$$

R : 降水係数

K : 土壌係数

L : 斜面長係数

S : 傾斜係数

C : 作物係数

P : 保全係数

柵高の問題については、柵高、現場条件としての土壌の切・盛、斜面勾配、傾きやはらみなどの

異常の有無とした。現場条件の調査項目は、固定する土砂量に関する因子として土壌の切・盛と、斜面勾配を採用した。

3. 結果及び考察

調査は山腹工15箇所で行なったが、1つの斜面内で土壌の切・盛や、斜面の上部や下部のように斜面勾配が異なるなど、現場条件が異なる場合は複数箇所で行なったため、データ数は全55箇所となった。

まず、丸太柵工等の配置間隔の施工状況について、図-3、図-4、図-5に示す。配置間隔は2～4mの範囲が45%で最も多く、斜面勾配は30～35度の範囲が35%で最も多い状況であった。配置間隔と斜面勾配の関係からは、急斜面に対しては配置間隔を狭く、緩斜面に対しては配置間隔を広く配置しているという状況が確認された。土壌の切・盛別に見ると、切土斜面は急斜面に集中し、盛土斜面は急斜面から緩斜面まで広範囲に分布していた。

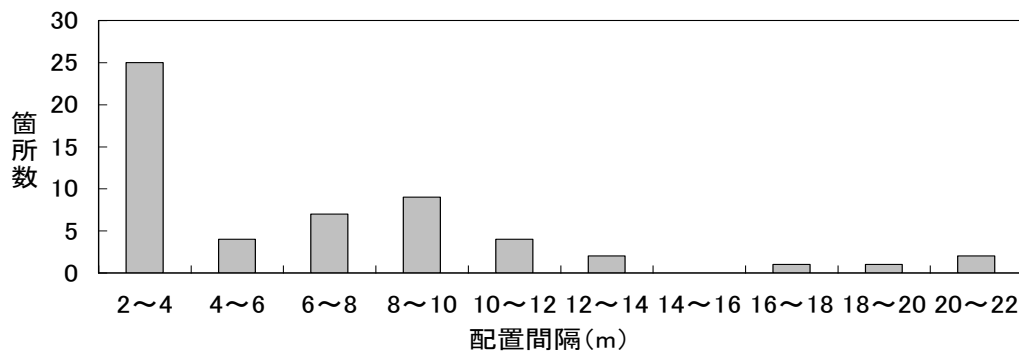


図-3 施工状況(配置間隔)

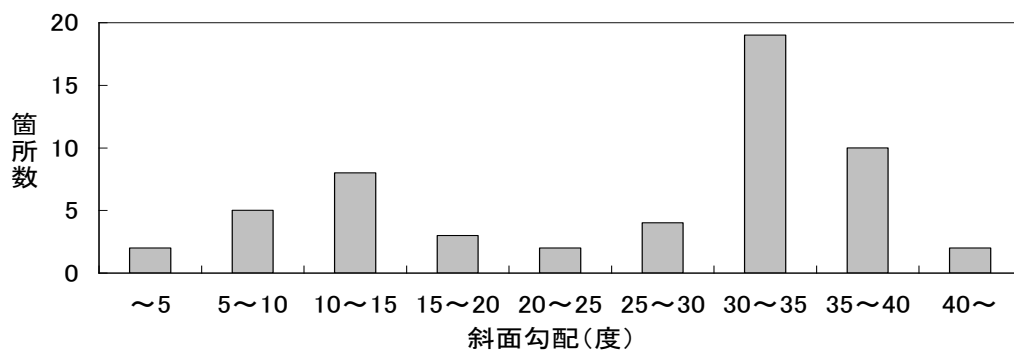


図-4 施工状況(斜面勾配)

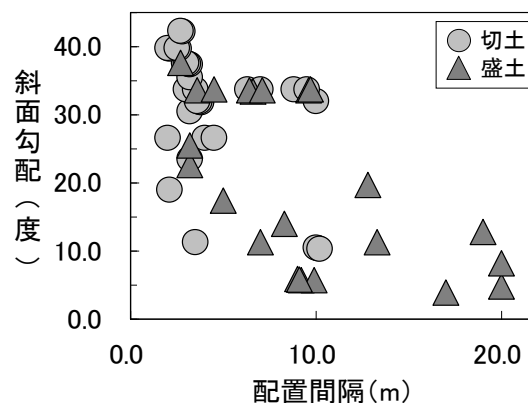


図-5 施工状況(配置間隔と斜面勾配の関係)

次に施工効果について、埋め土の流出などの異常が見られたものを写真-2に示す。異常が見られた箇所は55箇所中9箇所であった。異常の状況としては、現時点では大規模な侵食ではないが、このまま放置すると侵食が進み、丸太柵工等の流出につながるおそれも考えられた。



写真-2 配置間隔の施工効果(異常の発生状況)

ここで配置間隔と斜面勾配の関係と異常の発生状況を図-6に示す。斜面勾配が20度以上で、配置間隔が7m未満と狭いところには異常は見られなかった (a)。この範囲では、これまでの施工方法は概ね適当であったと思われる。

切土斜面、盛土斜面に区分して結果を見てみると、切土斜面では異常はほとんど見られなかった (b)。これまでの切土斜面での施工方法は概ね適当であったと思われるが、ここで、1つ見られる異常箇所については、斜面勾配が20度未満、配置間隔が7m以上の範囲での施工例が少なく、現場条件と異常発生との関係がはっきりとしないため、今後個別に検討していく必要がある。

盛土斜面では斜面勾配が20度未満、配置間隔が7m～17mの範囲で異常が見られた (c)。このことから、斜面勾配20度未満、配置間隔7m～17mの範囲の盛土斜面では、今後の施工において注意が必要であるといえる。

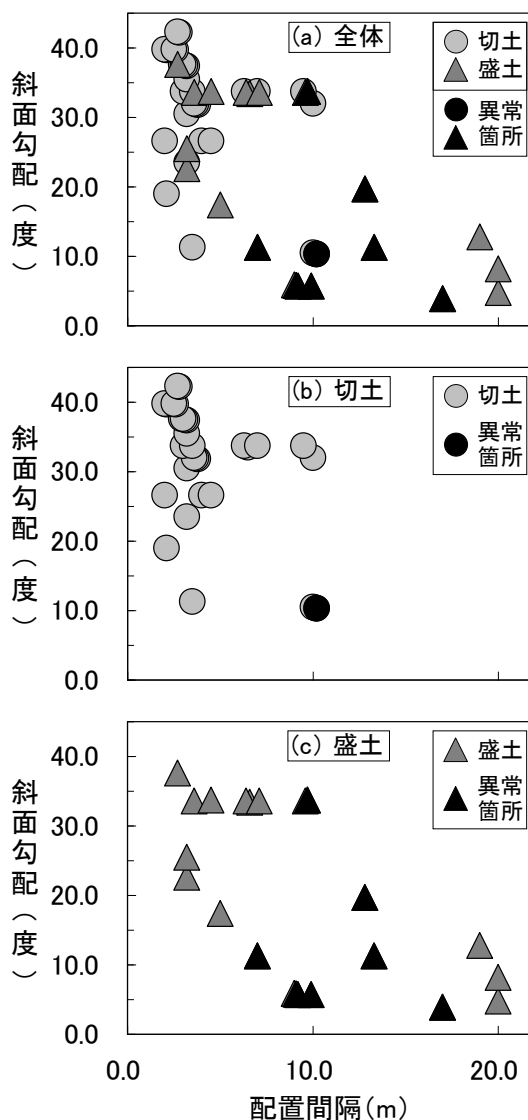


図-6 配置間隔及び斜面勾配と異常発生の関係

2つ目の問題であった柵高の施工状況について、図-7に示す。柵高10cmは1箇所、柵高30cm、40cm、50cmはそれぞれ16箇所、18箇所、20箇所であった。

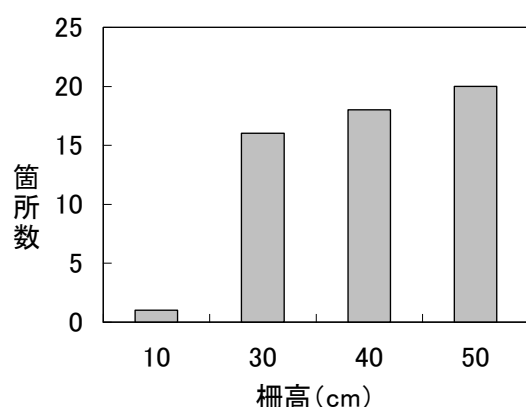


図-7 施工状況(柵高)



写真-3 柵高の施工効果(異常の発生状況)

次に施工効果について、傾きなどの異常が見られたものを写真-3に示す。また、異常が見られた箇所について、表-1に示す。異常が見られた箇所は55箇所中3箇所と少ないため、はっきりとした現場条件との関係は言えない

が、柵高が高く、緩勾配の盛土斜面に発生していることがわかる。個々の異常の状態を見ると、異常は部分的であり、現在のところ構造物の安定性に影響が出るような状態ではなかった(写真-3)。このことから、これまでの柵高についての施工方法は概ね適当であったと考えられる。

表-1 丸太柵工等の異常箇所

異常箇所	柵高(cm)	勾配(°)	切・盛	状態
①	40	11	盛	はらみ・傾き
②	40	11	盛	傾き
③	50	10	盛	傾き

4. まとめ

今回の研究で、これまでの丸太柵工等の施工方法は概ね適当であったといえる結果が得られる一方、特に盛土斜面において斜面勾配が20度未満、配置間隔が7m～17mの範囲で表面侵食が発生していることが明らかとなった。これまでは緩斜面は配置間隔を広めに配置していたが、表面侵食の発生を考える目安として、絶対値ではないものの7mという数値が得られたことは、今後の設計に生かせる大きな成果だといえる。

最後に今後の課題として、今回、表面侵食の発生が見られた斜面勾配が20度未満、配置間隔が7m～17mの範囲の盛土斜面において、表面侵食防止のために、配置間隔を狭くすることになれば、コスト高になるという問題が生じてくる。また、7mという目安を踏まえた上で、今後適当な配置間隔を考えるには、植生などの他の現場条件も考慮した検討が重要となってくる。さらに、施工例が少ない範囲で発生した異常については、現場条件と異常発生との関係がはっきりとしないため個別に検討を行なっていく考えである。