

施工後 5～14 年を経過した階段金網植生工による緑化事例のモニタリング

池田昌義¹⁾・奥野倫太郎^{*1)}・沓澤 武¹⁾・山田 守²⁾

1) 日本基礎技術株式会社

2) SPTEC・YAMADA

摘要：階段金網植生工とは、階段状の金網で出来た階段ユニットを用い、安定した生育基盤を法面に構築する工法（商品名 階段植生工）である。階段ユニットは、落ち葉や雨を受け止めて養分の循環と土壌の永続性を保ち、植物に対して理想的な生育環境を作り出す効果がある。本報告では、施工後 5～14 年を経過した階段金網植生工 9 事例を対象として、植物生育状況の確認、課題や問題点の把握を目的に植生モニタリングを実施した。その結果、在来種による緑化が望ましいこと、客土材の長期的な維持のために無機系客土材の使用が望ましいことが分かった。また、法尻の草刈箇所や植物の生育が見込めない箇所の適用は避けることで、コスト削減が図られる可能性があることが示唆された。

キーワード：階段金網植生工、植生モニタリング、植被率、優占種、出現種数、客土材

1. はじめに

従来より、法面緑化技術では植生基盤材を地山の勾配に沿って吹付け、浸食防止や景観改善のために草本植物や木本植物との混播が行われている。しかし、草本類のみでは景観が損なわれ、混播では木本類が被圧されて草本類が優位となるなどの状況が生じている。さらに、急勾配のコンクリート・モルタル吹付面や岩盤面では降雨や凍結などで土壌の浸食や養分の流出が生じて施工後の植生が短期間で衰退、荒廃する事例が多く見られる。階段金網植生工は、こうしたこれまでの法面緑化技術では困難であった急傾斜地の裸地法面に、木本類を主体とした自然の復元を図ることを目的に開発した工法である¹⁾。階段植生工は、平成 5 年から施工されており、これまでに全国で 179 の施工実績がある（2012 年 4 月現在）。

法面緑化工事は、施工完了が完成ではなく、植物が生育した段階が完了である。そして、植物群落は時間経過とともに植生遷移が進行しその姿を変えていく。その変化の過程を確認することは、今後の法面緑化技術をより良いものにするヒントになると考える。このような背景から、著者らは、階段金網植生工実施事例の植物生育状況の確認、課題や問題点の

把握を目的に植生モニタリングを実施した。本報告では、2010 年 7 月から 10 月に実施した植生モニタリングの結果について報告し、今後の法面緑化技術の課題について検討する。

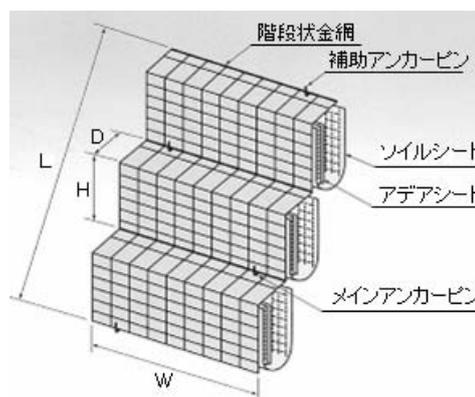
2. 階段金網植生工の概要

階段金網植生工は、急傾斜地およびモルタル吹付面などの緑化困難地に対して、階段状金網、土留めシートなどにより永続的に安定した植物生育基盤を造成する緑化工法である。階段金網植生工の標準仕様を図-1 に、施工フローを写真-1 に示す。

3. 植生モニタリング

3.1 調査事例および調査時期

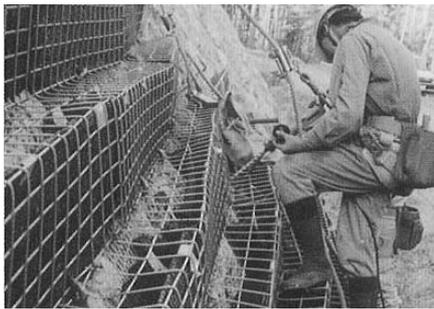
2010 年の植生モニタリングでは、表-1 に示す 9 事例を対



	3 分用	6 分用	8 分用
L	125.2 cm	122.4 cm	115.0 cm
W	90.0 cm	90.0 cm	90.0 cm
H	40.0 cm	35.0 cm	30.0 cm
D	12.0 cm	21.0 cm	24.0 cm
設置面積	1.127 cm ²	1.102 cm ²	1.038 cm ²

図-1 階段金網植生工の標準仕様

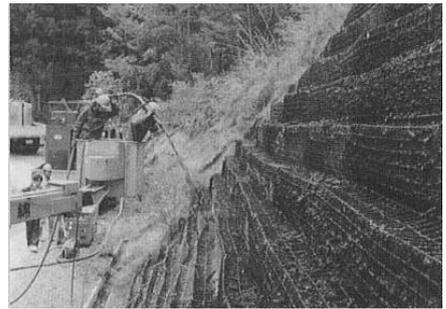
* 連絡先著者：E-mail：rintaro_okuno@jafec.co.jp 〒150-0031 東京都渋谷区桜丘町 15-17



①階段ユニット設置工



②客土充填工



③植生工 (播種工, 植栽工など)

写真-1 階段金網植生工の施工フロー

表-1 調査事例一覧

事例名	施工完了年月	調査年月	調査時経過年月
1 長野 K 事例	1996.5 月	2010.9 月	14 年 4 ヶ月
2 神奈川 A 事例	1996.6 月	2010.7 月	14 年 1 ヶ月
3 岐阜 O 事例	1997.11 月	2010.9 月	12 年 10 ヶ月
4 静岡 H1 事例	1999.3 月	2010.9 月	11 年 6 ヶ月
5 静岡 H2 事例	1999.3 月	2010.9 月	11 年 6 ヶ月
6 秋田 N 事例	2001.3 月	2010.8 月	9 年 5 ヶ月
7 奈良 Y 事例	2001.12 月	2010.7 月	8 年 7 ヶ月
8 東京 T 事例	2003.5 月	2010.10 月	7 年 5 ヶ月
9 兵庫 K 事例	2005.4 月	2010.7 月	5 年 3 ヶ月

象とした。調査事例のうち、最も古い事例は 1996 年施工の長野 K 事例であり、調査時には 14 年 4 ヶ月経過していた。

3.2 植生モニタリングの方法

植生モニタリングの方法を表-2 に示す。植生モニタリングでは、緑化法面全体の傾向を確認することに着目し、調査法面の法尻を踏査し、植生調査、見取り調査および写真撮影を行った。

4. 結果および考察

4.1 植被率

調査事例の植被率を図-2 に示す。植被率については次の傾向が見られた。

- ① 植被率は、6 事例が 100 %、残りの 3 事例も 80 % 以上で、ほぼ全面植物で覆われた状態であった (写真-2)。
- ② 全面緑化に至っていない事例は、硬質な岩盤法面 (静岡 H1, H2 事例)、直壁に近い急勾配斜面 (兵庫 K 事例) である。
- ③ 全 9 事例の内 8 事例が木本植物の植被率 50 % 以上と木本植物が優占していた。さらに、8 事例の内 3 事例は、木本植被率 80 % 以上と法面のほとんどが木本植物で覆われていた。

4.2 優占種

表-2 植生モニタリング方法

項目	調査方法
法面全体の植被率	法面全体を対象に植物で被われた割合を目視によって 100 分率で表す。これは、見かけの緑化度合いを判定するものである。なお、当調査では、法面全体を調査対象とし、木本植被率、草本植被率およびその他 (裸地など) に区分して測定した。
出現種	被度 植物毎に地表面を被っている程度を測定する。これは、植被率とは異なり、各植物の優占度を測定するもので、被度 (Braun-Blanquet の被度階級) によって表す。
	生育高さ 出現種の樹高・草丈を測定する。
見取り調査	生育基盤の侵食、衰退など異常があれば記録する。
写真撮影	法面全景、正面および植物近景等について写真撮影を行う。

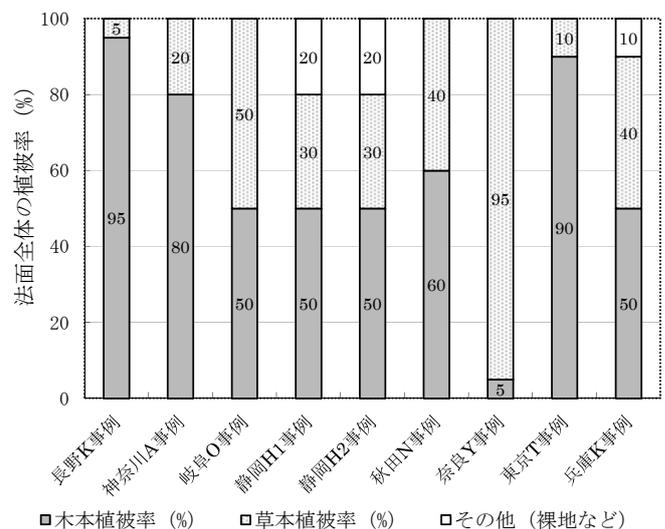


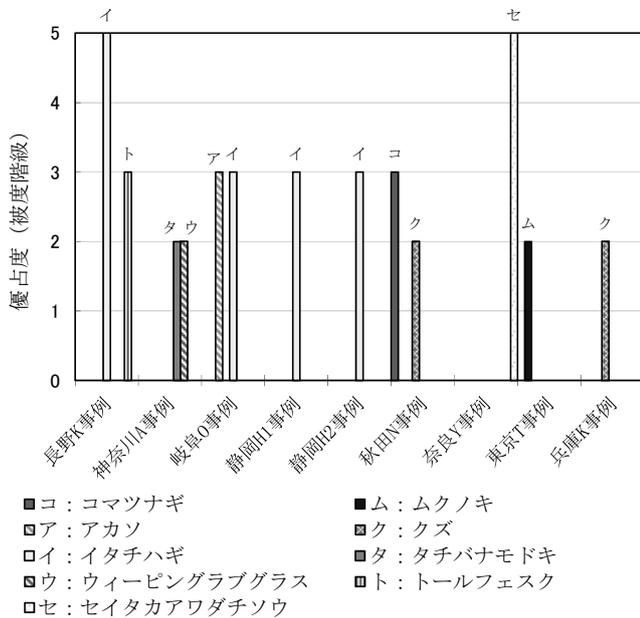
図-2 法面全体の植被率 (%)

調査結果より被度階級 2 (植被率 10~25 %) 以上の植物を優占種として、調査事例ごとの優占種を図-3 に示した。優占種には次の傾向が見られた。

- ① 木本植物ではコマツナギ (*Indigofera pseudo-tinctoria*)



写真-2 岐阜 O 事例 (植被率 100%)



被度階級 「5: 植被率 75%以上」 「4: 植被率 50~70%」 「3: 植被率 25~50%」
 「2: 植被率 10~25%」 「1: 植被率 10%以下」 「+: 非常に少ない」

図-3 調査事例ごとの優占種 (被覆階級 2 以上)

Matsum.) , ムクノキ (*Aphananthe aspera* (Thunb.) Planch.) , イタチハギ (*Amorpha fruticosa* L.) , タチバナモドキ (*Pyracantha angustifolia* (Frankch.) C.K.Scheid.) の 4 種 (在来 2 種, 外来 2 種) , 草本植物ではアカソ (*Boehmeria sylvestrii* (Hance) Makino) , クズ (*Pueraria lobata* (Willd.) Ohwi) , ウィーピングラブグラス (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees; *Poa curvula* Schrad.) , トールフェスク (*Festuca arundinacea* Schreb.) , セイタカアワダチソウ (*Solidago altissima* L.) の 5 種 (在来 2 種, 外来 3 種) で合計 9 種あった。

② 優占種は, 施工時に播種工で導入した外来植物が多く残

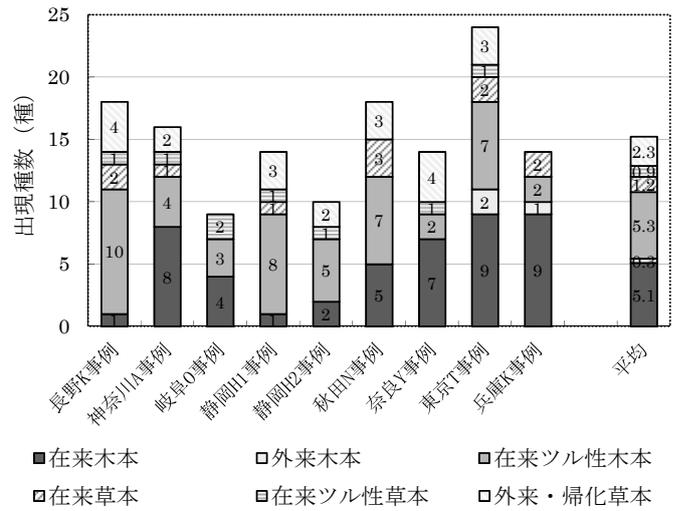


図-4 調査事例の出現種数

っている傾向にある。可能な限り在来種による緑化を推進することが今後の課題である。

③ ツル性植物のクズが 3 事例 (秋田 N 事例, 東京 T 事例, 兵庫 K 事例) で見られた。クズは, 他の植物を被圧し, クズのみの単純な植物群落となる危険性が高いことからツル切や除草剤散布などの対策が望まれる。

4.3 出現種数

調査結果より, 出現植物を在来木本, 在来ツル性木本, 在来草本, 在来ツル性草本, 外来木本, 外来・帰化草本に区分し, その出現種数を図-4 に示した。出現種数には次の傾向が見られた。

① 全 9 事例の出現種数合計は, 平均 15.2 種で, 最大 24 種 (東京 T 事例) , 最小 9 種 (岐阜 O 事例) であった。事例によって出現種数に大きな差が見られるが, 周辺からの侵入植物が定着し植生遷移が進行しつつあることが伺える。

② 在来木本の出現種数は, 平均 5.2 種で最大 10 種, 最小 1 種であった。なお, ハギ類 (コマツナギ, イタチハギ) が優占している事例 (長野 K 事例, 静岡 H1, H2 事例) では在来木本の出現種数が少ない傾向が見られる。ハギ類が旺盛に生育すると, 植生遷移を阻害するとの指摘がなされているが²⁾, 階段金網植生工においても同様な傾向が見られる。より生物多様性の高い緑化を目指す場合はハギ類の利用を避ける必要がある。

4.4 見取り調査結果

見取り調査の結果を次に示す。

4.4.1 客土の健全性

階段ユニット内の客土材は, 経年的に有機物が分解・収縮し沈下している事例と落葉落枝の堆積により客土材が増加している事例が見られた。基本的に前者は有機質系材料 (厚層基材吹付工の生育基盤など) で後者は無機質系材料 (土砂など) である。客土材の長期的な維持のためには無機質系材料



写真-3 施工後14年以上経過している事例(長野K事例)

のほうが好ましいと判断できる。

4.4.2 階段ユニットの健全性

調査事例の中で最古の事例(施工後14年4ヶ月経過)である長野K事例の階段ユニットの近景写真を写真-3に示す。階段ユニットの部材は健全で、変形や腐食(錆)などの変状は見られなかった。その他、今回調査を実施した9事例では、階段ユニットは健全性が維持されていた。

なお、局所的であるが樹木の転倒に伴って階段ユニットの変形している箇所(岐阜O事例)、客土保持用のシートが破損している箇所(秋田N事例)が見られた。

4.4.3 法尻処理の課題

調査事例の中では、法尻まで階段金網植生工を適用し、その法尻は維持管理で草刈が実施されている事例が見られた。当初から、草刈管理が実施されることが予想されるのであれば、緑化する必要は無くこの部分は階段金網植生工の適用を避ける必要がある。

4.4.4 植物の生育が見込めない場所での適用

調査事例の中では、法枠工の横梁が傘となりまったく雨水が当たらない場所にも適用している箇所が見られた。このような場所ではほぼ緑化は期待できない。適用箇所が、緑化が可能であるかどうかを判断し、必要最低限の箇所に対して適用することでコスト縮減が図られる可能性がある。

4.4.5 階段ユニットのシカ食害防止効果

神奈川県A事例は、シカによる植物の食害被害が甚大な地域であるが、階段ユニット設置場所では被害が少ない傾向が認められた。これは、金網製の階段ユニットがシカの歩行障害となり、シカによる植物の食害が回避された結果と考えられる。

5. 植生モニタリング結果のまとめ

植生モニタリングより次の傾向が見られた。

(1) 調査事例の植被率

調査した9事例の植被率は、6事例が100%、残りの3事

例も80%以上で、ほぼ全面植物で覆われた状態であった。また、9事例の内8事例で木本植物の植被率が50%以上で木本植物が優占していた。このことから、階段金網植生工は、急傾斜法面の木本類による緑化対策手法として有効な手法である。

(2) 調査事例の優占種

調査した9事例の優占種(被度階級2以上)は、木本植物が4種、草本植物が5種で合計9種あった。なお、優占種9種の内、在来植物が4種、外来植物が5種で、外来種が多い傾向にある。

(3) 調査事例の出現種数

調査した9事例の出現種数合計は、平均15.2種で最大24種、最小9種であった。事例によって出現種数に大きな差が見られるが、周辺からの侵入植物が定着し植生遷移が進行しつつあることが伺える。また、ハギ類が優占している事例では木本植物の侵入が少ない傾向が見られた。

(4) 見取り調査

見取り調査の結果、客土材の沈下などの変状が見られること、草刈が行われている法尻や植物の生育の見込みが無い箇所での階段金網植生工の適用は不要であること、シカ食害防止に階段ユニットが有効であることが分かった。

6. 今後の課題

本調査の結果から、今後の課題として、次の4点が挙げられる。

- ① 施工時に播種工で導入した外来植物が多く残っている傾向にあり、可能な限り在来種による緑化を行うことが望まれる。
- ② 有機質系材料の客土材は、有機物が分解・収縮して沈下している事例が確認されたが、無機質系材料の客土材は、落葉落枝の堆積により客土材が増加している事例が確認された。このことから、客土材の長期的な維持のためには、無機質系材料が望ましい。
- ③ 法尻の草刈箇所や植物の生育が見込めない箇所の適用は避けるべきであり、そのことで全体のコスト削減が図られる可能性がある。
- ④ 階段ユニットは、シカの歩行障害となり、シカ食害防止に有効である可能性がある。このことから、今後、階段ユニットを利用したシカ食害防止対策について検討を行いたい。

引用文献

- 1) 中村平男・石橋稔(1999)急傾斜地における樹木化の一手法と施工事例, 基礎工, 27(5): 43-45.
- 2) 日本緑化工学会斜面緑化研究部会(2004)のり面における自然回復緑化の基本的考え方とりまとめ, 日本緑化工学会誌, 29(4): 509-520

(2012. 7. 6 受理)