

50 ハニカム・スパイクによる法面侵食の抑止について

鳥取大学農学部 ○西園勝憲・奥村武信

1. はじめに

ハニカム・スパイクとは、幅約10cmの不織布ストリップを一辺が約20cmの亀甲模様になるように接着あるいは縫製した新しい素材である。①不織布の高い透水性が表面流水を緩和し、流水の浸食力を減退させる、②法面上の亀甲模様の横断物が法面の耐食性を高め、土砂流亡を抑止する、③亀甲状の埋設物により表層土を補剛し、その崩行・崩落を抑止する、④法面上の横断物の存在が播種された種子の流亡を阻止する、といったいくつかの効果が期待されている。

本研究では、ハニカム・スパイクに期待される法面侵食防止効果を検証することを目的として試験施工法面での観測調査を行い、いくつかの検討をした。

2. 試験法面の概要

試験法面は、1986年5月中旬に岡山県真庭郡川上村にある鳥取大学農学部附属蒜山演習林内に設定した。地域の地質は、主として大山火山からの火山噴出物堆積層であり、冬期には1mを越す積雪も見られるきびしい気象条件の場所である。

4面の試験法面は、林道開設時および毎年春先の路面整理の際にでる排土が繰り返し捨てられている捨土面に作設した。幅約2m、法面長5m、法面勾配1割5分の4面の法面の状態は、それぞれ次の通りである。

N o. 1	ハニカム・スパイク施用
N o. 2	草 生
N o. 3	ハニカム・スパイク施用
N o. 4	草 生



写真 試験法面の全景

ハニカム・スパイクは、上辺を各セル毎に、側辺は2～3セルで木杭で保持・展伸し、20mmフルイを通過する土砂を撤き、土羽板で展圧しながら10cmの厚さに充填した。充填土の真比重及び仮比重はそれぞれ2.86、1.08g/cm³である。草生法面には、ケンタッキー・ブルー・フェスク、ホワイト・クローバー、ウィーピング・ラブグラス、メドハギ、エニシダの6種を播種した。1987年5月にはイタチハギを追い蒔した。

この4面からの土砂流出及び表流水量の測定には、法面下部に深さ5cm、幅15cmの鋼製チャンネルを取設し、深さ50cm、幅55cmのコンクリート・フリームでバック・アップした。鋼製チャンネルに取り付けた網から汙過されてくる表流水は容量500mlの転倒瓶で計測し、試験地近くに設置した雨量計の転倒数と共に1ヶ月巻電接計数器に記録した。流出土砂は、出来るだけ1雨毎に採取した。

フリームに溢れてた表流水も、土砂採取時に計量した。

測定は、1986年 5月下旬から11月中旬まで行い、冬季はシートで保護した。更に翌年1987年 4月中旬から11月上旬まで継続観測を行った。

3. 結果及び考察

3. 1 降雨の強さと土砂流出量の関係

斜面の侵食量を支配する降雨因子は、単に総雨量 P_{mm} のみでなく、1時間雨量 I_{mm}/h や10分間最大雨量 $i_{mm}/10mm$ などの降雨強度も重要であると考えられる。そこで、採取期毎の流出土砂量とその期間内の P 、 I 、 i それぞれの値および江崎¹⁾が降雨強度と呼んだ $P \cdot I$ や、絹本らが提示した後述する降雨加速指数との関係について検討した。結果は次のようである。

①ハニカム・スパイクを施用した №1 法面における '86年の流出土砂量については、種々のトラブルのためにうまく整理できなかった。しかし、'87年のデータでは、降雨に関する何れの特性値とも、他の3法面に比べて高い正相関がみられた。なかでも、降雨加速指数と降雨強度に対して高い相関が認められた。

②草生法面 №2 及び №3 においては、土砂流出量と何れの降雨因子との間にも取り立てて相関があるとは言えない。あえて言及するならば、 P との間には若干高い相関がみられた。繁茂した植生により法面が被覆されれば、ハニカム・スパイクの有無に拘らず、土砂流出量は降雨強度あるいは降雨加速指数といった雨滴のもつインパクトの大きさに支配されるのではなく、法面が被曝した降雨量により強く支配されることになるためと考える。ただし、草生の貧弱であった '86年の №3 法面のデータでは、江崎が示した i の2乗に近い関係になっていた。

③裸地法面 №4 においては、'86年、'87年の観測とも夏季乾燥期に降雨によらない土砂の崩落があったために、降雨特性値と流出土砂量の相関は良くなかった。'87年には、 i との間に最も高い相関関係が認められた。

このように、雨滴及び流水による侵食に伴う法面からの流出土砂量に関係する降雨の特性値は法面の状態により若干異なる。

3. 2 降雨加速指数によるハニカム・スパイクの効果に関する検討

土壌侵食防止のための被覆工の問題に関連して斜面侵食量について検討した絹本らは、 P 、 I 、 i の積を降雨加速指数と呼び、期間侵食量 $E(g)$ は $E = a(P \cdot I \cdot i)^b$ で表わせるとしている。²⁾

絹本らは、1週間という一定期間のデータを整理して、上式を提案した。本観測の場合、観測期間は一定ではないが、降雨加速指数のもつ意味は変わらないはずである。そこで、この降雨加速指数の概念を持ち込んで、法面状況の違いと流出土砂量の関係について検討した。'87年の観測結果より、各法面からの期間流出土砂量と降雨加速指数の関係を上式で表すときの係数 a 、指数 b および相関係数を求めたのが表-1である。

降雨加速指数との関係において、ハニカム・スパイク施用と草生のもつ土砂流出抑止の効果を比較した。表-1に示した係数・指数により計算される、法面状況の違いによる流出土砂量の差異を表し

たものが図-1である。

草生にした法面 No. 2、No. 3での両者の相関は、かなり弱いものであったが一応得られた計算結果を示した。

裸地である No. 4 法面に比較して、ハニカム・スパイクを施用した法面 No. 1 では、ごく小さい降雨加速指数の場合を除いて、明らかに流出土砂量は減少する。また、両者の比 (E_1/E_4) は、降雨加速指数が大きくなるほど小さくなる。

ところで、表面流出量と降雨加速指数の関係を検討した結果、表面流出量は流出土砂量よりも降雨加速指数に対して強い相関が認められた。4 試験法面での相関係数は、0.83~0.94の範囲にあった。そこで、図-1と同様に最小自乗法で求まる指数・係数を使って、表流水に対する法面状況の影響を検討したのが図-2である。

図-2によると、草生法面でもハニカム・スパイク施用法面に劣らない表流量量となる。にも拘らず、流出土砂は殆ど無い。先に示した写真からも判るように、草群が法面に倒覆し表面流を集水するチャンネル内部にまで達している。この「藍苳き効果」あるいは「藪の効果」と呼ぶべき働のために、観測された表面水量は、実際に斜面を洗った水量以上のものである。

草の根系がもつ土壌緊縛効果により、流出土砂量が減少する以上にこの影響の方が格段に大きいと考える。そして、この影響は強度の大きい降雨ほど大きく現れると思われる。

ハニカム・スパイク施用法面での表流水の裸地でのその量に対する比 ($Q_{\text{surface1}}/Q_{\text{surface4}}$) と流出土砂量の比 (E_1/E_4) の関係を降雨加速指数 $P \cdot I \cdot i$ をパラメータにして示したものが図-3である。

両比とも降雨加速指数の増大にともなって低下し、その関係は、 $E_1/E_4 = 1.50 (Q_{\text{surface1}}/Q_{\text{surface4}})^{1.04}$ と表せる。降雨加速指数が小さい場合流出土砂量の比の方が大きかったものが、 $P \cdot I \cdot i = 5000$ を境にして両比の大小関係が逆転する。法面に働いた掃流力の比を表流水の総量の比で表すことは出来ないが、降雨加速指数の大きい降雨に曝された期間ほどハニカム・スパイクを敷設したことが表流水に対してよりも流出土砂量に対して大きく影響していることは、ハニカム・スパイクが単に表流水を捕捉・浸透させて水量を緩和する以上の効果を有していることを示している。

表-1 流出土砂量 (E) と
降雨加速指数 ($P \cdot I \cdot i$) の相関

試験法面	a	b	相関係数
No. 1	6.56758	0.38289	0.784787
No. 2	1.79792	0.03536	0.097834
No. 3	1.33378	0.15378	0.359199
No. 4	2.57255	0.55186	0.741338

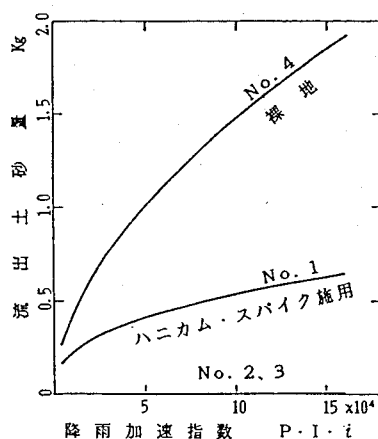


図-1 流出土砂抑制に対する
ハニカム・スパイクの効果

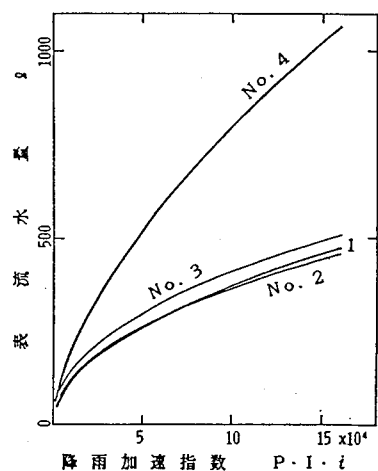


図-2 法面状況の差異による
表面水量の差

裸地法面及びハニカム・スパイク施工法面での、表面水量と流出土砂量の関係を、図-3と同様に降雨加速指数をパラメータに示したものが図-4である。

裸地法面の場合流出土砂量は表流水量のほぼ1乗に比例して増加するのに対して、ハニカム・スパイク施工法面ではかなり緩い傾きになる。ハニカム・スパイクが単に表流水を捕捉・浸透させて水量を緩和する以上の効果を有していることは、この図によってより明確に示る。

5. まとめ

試験施工法面での侵食量に関する継続観測を実施し、そのデータを降雨加速指数の概念を持ち込んで整理することにより、ハニカム・スパイクの有する法面侵食抑止効果を確認できるいくつかの結果を得た。

①ハニカム・スパイクの施用より、表流水は減少する。さらに草生にしても、表流水には差はない。
②ハニカム・スパイクの施用により、表面侵食による土砂の流下は抑制される。草生法面では土砂量はさらに少なかった。それは、実際に法面を洗う水量が少なかったことによる。

③ハニカム・スパイク施用による表流水の減少割合と、流出土砂量の減少割合を比較すると、降雨加速指数の大きい降雨に曝された期間ほど流出土砂量に対する影響の方が強くなる。ハニカム・スパイクは単に表流水を緩和する以上の働きをもっている。

法面を草生にすることは、表面侵食による法面からの流出土砂を抑止するのに偉大な効果を有している。特に、降雨遮断の効果は大きい。この働きを、ハニカム・スパイクに期待するのは無理である。ハニカム・スパイク敷設を法面侵食防止工の最終形態と考えるのではなく、法面緑化工のための基礎工と位置づけるほうが良いと考える。

参 考 文 献

- 1) 大味 新学、編本 皓二：山腹工法面の侵食に関する研究。降雨加速指数と土砂流出の関係、日本林学会誌 49(7)、286～292、1967
- 2) 江崎 次男、井上 章二：盛土のり面の植生保護工に関する研究(Ⅲ)、愛媛大学演習林報告 15、109～126、1978

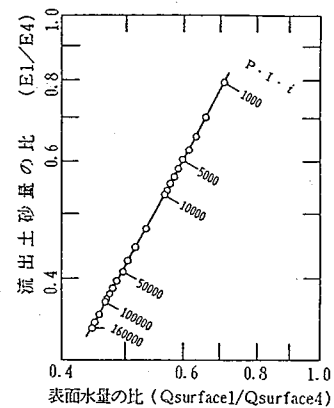


図-3 ハニカム・スパイク敷設の表面水量及び土砂量に対する効果の比較

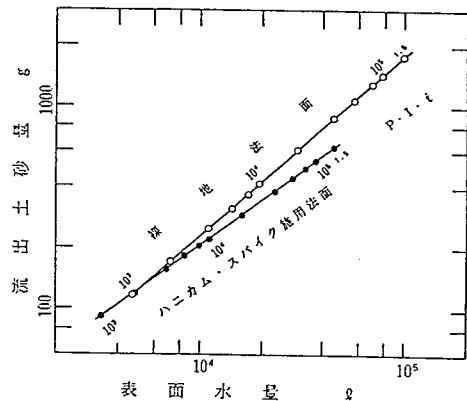


図-4 2つの法面における表面水量と土砂量の関係