

<論文>

## ハニカム・フレーム・スパイクを利用した 林道法面の緑化工に関する研究

橋詰隼人\*

Studies on the Vegetation Work in the Slope of Forest Road Using Honey-comb Frame Spike

Hayato H<sub>ASHIZUME</sub>\*

### Summary

Vegetation work using a honey-comb spike consisting of honey-comb geotextiles was tested on the slope of a forest road of the Tottori University forest, and the growth of plants, the state of soil water and of soil erosion in the test slope were investigated. The test slopes were made on a banked slope of 30~40 degrees. Nine Japanese-grown species and five foreign-grown species were sowed or planted. The results obtained are as follows:

Seedlings of *Albizia julibrissin*, *Betula grosa*, *Lependeza bicolor* form. *acutifolia*, *Salix sieboldiana*, *Miscanthus sinensis*, *Artemisia princeps*, *Aralia cordata*, redtop (*Agrostis alba*), etc. grew abundantly on the slope constructed using the honey-comb spike.

In the slope made using the honey-comb spike, the pF values of soil water decreased during the summer season as compared with the untreated control slope. The effluence of topsoil also decreased in the honey-comb spike slope. It was found that the utilization of a honey-comb spike was effective in keeping off sheet erosion, preventing the running of sowed seeds, increasing the water-holding of soils and, as a result, enhancing the growth of plants in slopes. It is concluded that the honey-comb spike can be used effectively for vegetation work on the slope of forest roads.

### I 緒 言

林業のような投資効率の悪い一次産業では、安上がりに林道をつけることが林業生産の効率を高めるために必要である。林道を開設するとしばしば崩壊が起こる。とくに法面は崩壊しやすいので色々な防止対策が取られているが、その一つに法面に植生工を施し、緑化によって侵食を防止する方法がある。植生工には色々な方法があるが<sup>2,3)</sup>、施工経費が安く、作業が容易で、法面の保全効果が大きい方法が望まれる。

ハニカム・フレーム・スパイクは不織布を蜂の巣状に接合したもので、軽量コンパクトで施工しやすく、また排水・保水性に優れ、雨水による土砂、種子の流出を防ぎ、植生効果を促進させるといわれている。しかし、林道法面にこれを使用して植生工を施した例は少なく、今回ハニカム・フレーム・

\* 鳥取大学農学部農林総合科学科森林生産学講座：Department of Forestry Science, Faculty of Agriculture, Tottori University

スパイクを利用した林道法面の緑化について研究した<sup>4,5)</sup>。本研究においては、スパイク施工法面における供試植物の生育、施工法面における土壌水分の状態、施工法面における表面侵食などについて報告する。

## II 材 料 と 方 法

### 1. 法面の施工

施工材料として、泉株式会社製ハニカム・フレーム・スパイクSP-30を使用した。

施工場所は、鳥取大学蒜山演習林（岡山県真庭郡川上村）の第19林班の林道法面で、標高700m、南東斜面、傾斜30～40度、黒色火山灰土である。施工法面は盛土法面で、法面に沿ってスパイクを正六角形に広げ、天端に留杭を打ち込んで固定し、山側の土砂を充填した（写真-1）。埋土は栄養分の少ない安山岩の風化した黄褐色の下層土である。埋土の厚さは10cmである。法面の施工は5月下旬に行った。昭和61年度はハニカム・スパイク施工区のみ設けて試験したが、昭和62年度はハニカム・スパイク施工区と無施工の対照区を設けて試験した。

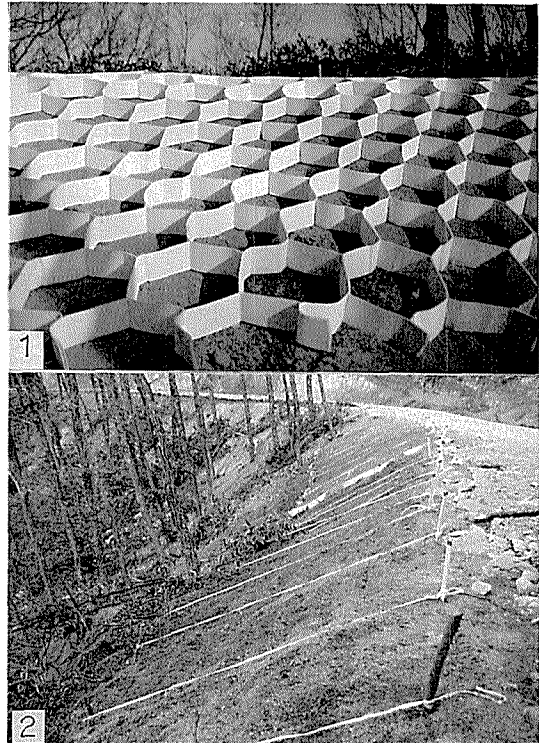


写真1 法面の施工状況

No 2の手前が対照区、向う側がハニカム・スパイク区。

### 2. 植生工の方法

#### (1) 昭和61年施工試験地

施工法面の勾配は、上部が約40度、下部が約30度で、法面は長さ約10mである。斜面に平行に幅1～2.5mの試験区を設け、播種、株植え、さし木の三つの方法で植生工を施した。

播種は、日本産のヤシャブシ・ヒメヤシャブシ・ネムノキ・ミズメ・ヤマハギ・ススキ・ヨモギ・イタドリ の8種類と、外国産のケンタッキー31フェスク・クリーピングレッドフェスク・レッドトップ・ホワイトクローバーの4種類、計12種類の試験区を設けた。これらの種子は播種する前に発芽促進処理を行って播き付けた。播種の方法は、斜面と直角方向に約20cm間隔に、深さ2cm、幅2～3cmの溝を切って筋まきした。播種は5月15日に行った。

株植えは、ススキとヨモギで試験した。付近の自然生えの株を掘り取り、株をばらして、ススキは20cm間隔に、ヨモギは苗間10cm、列間20～25cm間隔に植え付けた。

さし木は、ヤマヤナギとタニウツギで試験した。付近の天然木から1～2年生の枝を採取し、長さ25～30cmに切断して、苗間20cm、列間30cm間隔にさし木した。

試験地の管理は、播種・植えつけ後、粒状化成肥料（N：P：K=13：17：12，%）を1㎡当たり100g施し，更に6月に追肥を50g/㎡施した。第2年目は5月に化成肥料が約100g/㎡施肥した。

(2) 昭和62年施工試験地

ハニカム・スパイク施工法面と無施工法面（対照区）を設けて試験した（写真-1）。施工法面の勾配は35～40度，法長は4～5mである。供試植物はミズメ・ネムノキ・タニウツギ・ヤマハギ・ヨモギ・ウド・ススキ・レッドトップ・ビーチグラスの9種類である。法面を縦に1m間隔に区切り，前年度と同様に約20cm間隔で筋まきした。播種は5月11日に行った。

試験地の管理は，播種後，粒状化成肥料を1㎡当たり約100g施し，更に7月に約50g/㎡追肥した。

(3) 測定及び調査

供試植物の生育調査は，毎月樹高・草高を測定し，更に10月下旬に各試験区ごとに一定区画を掘り取って，1㎡当たり成立本数，生重量，乾重量及び各個体の地上高，地際直径，根長，乾重量，分けつ本数などを測定した。

土壌水分の測定はサン科学製自記テンションメーターをスパイク施工法面と無施工法面に設置し，地下10cmにおける土壌水分のpF値を8～9月に測定した。

法面の侵食量の調査は，法面施工時に各区に小さい杭を打って地表面を決めておき，10月に地表面の高さを測定して，その差を表面侵食量とした。ガリ侵食のか所は溝の深さを測定した。

III 結 果

1. ハニカム・スパイク施工法面における供試植物の生育状況

(1) 61年施工法面における1年目の生育

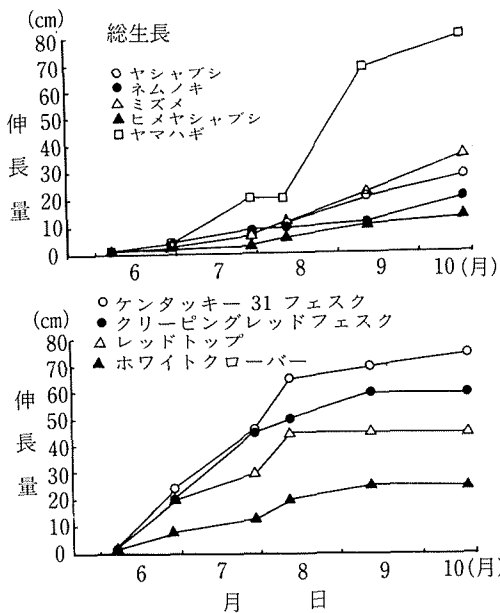


図1 ハニカム・スパイク施工法面における供試植物の伸長生長の経過（1年目）

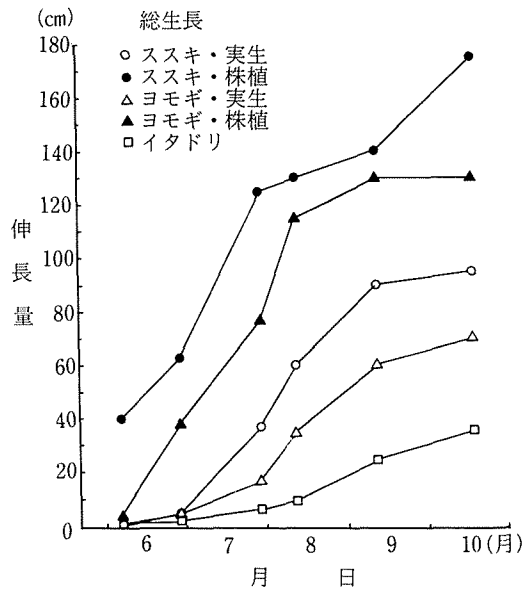


図2 ハニカム・スパイク施工法面における供試植物の伸長生長の経過（1年目）

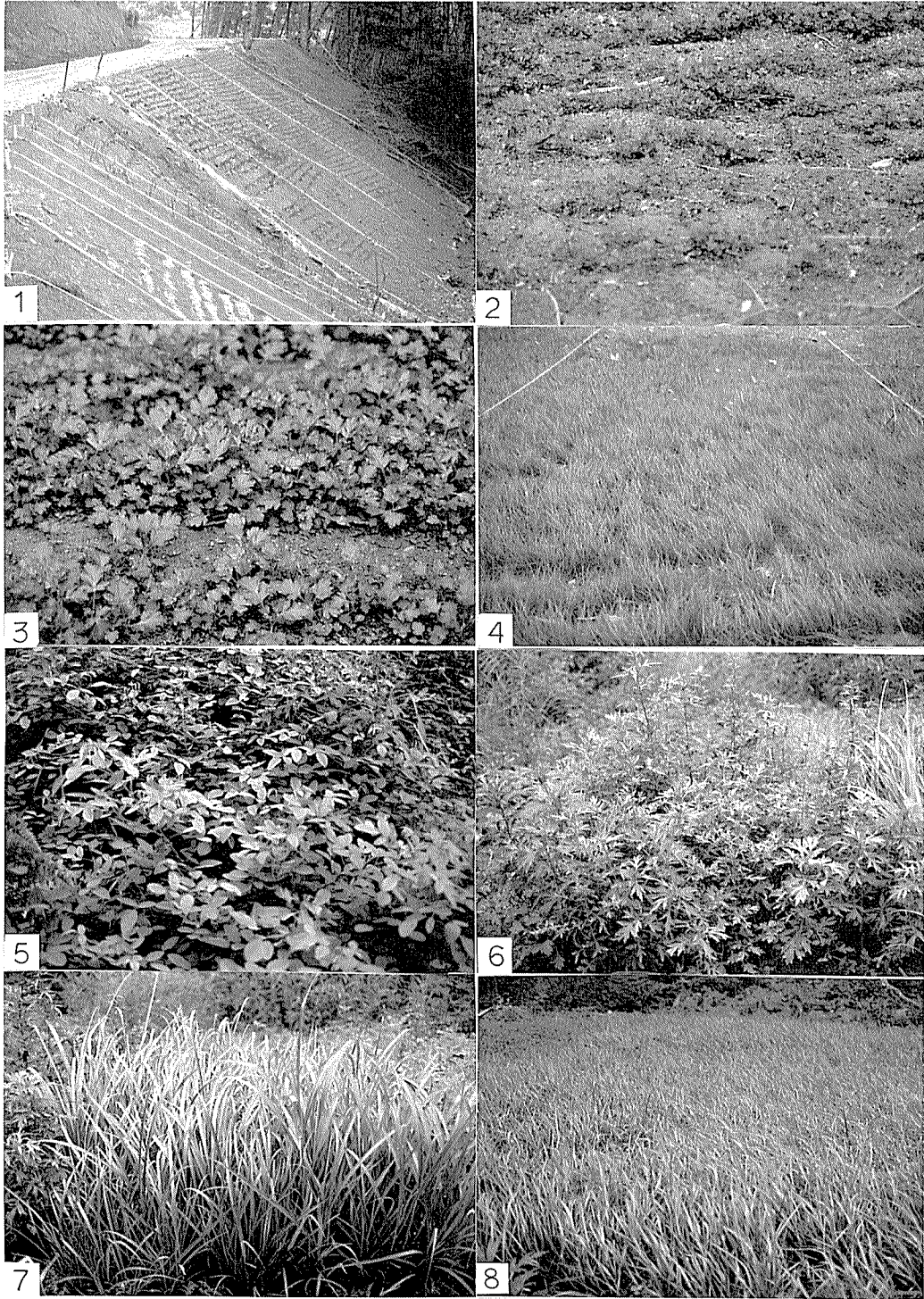


写真2 ハニカム・スパイク施工法面における植物の生育状況（1年目）

1：6月上旬の生育状況，向う側4列は外来草区，2～4：6月下旬の生育状況，2：ヤマハギ区，3：ヨモギ区，4：クリーピング・レッド・フェスク区，5～8：9月上旬の生育状況，5：ヤマハギ区，6：ヨモギ・実生区，7：ススキ・実生区，8：レッド・トップ区。

播種後ほぼ1か月おきに苗高と生存数を調べた。伸長生長の経過を図1～2に示した。種子の発芽は外来草が最も早く、6月上旬（播種後20日）にはほぼ生えそろうた。我が国産のものではヨモギ・イタドリ・ヤマハギなどが発芽が早く、ヤシャブシ・ネムノキなど木本類はやや発芽が遅かった。しかし、6月下旬には全種類が発芽した（写真2の2～4）。

伸長生長は、木本類ではヤマハギが最もおう盛で10月に平均80cmに達した。次いでミズメ>ヤシャブシ>ネムノキ>ヒメヤシャブシの順に樹高が高かった。日本産の草本類ではススキ・ヨモギが生長が良く、イタドリは悪かった。外来草ではケンタッキー31フェスク・クリーピングレッドフェスクが生長が良く、ホワイトクローバーが最も草高が低かった。

定期生長につみていると、木本類は6～7月は生長が悪く、9～10月によく生長した。他方外来草は7～8月によく伸長し、9～10月にはあまり生長しなかった。日本産のススキ・ヨモギは実生苗と株植え苗とで伸長生長の経過が異なり、株植え苗は7～8月によく生長したが、実生苗は8～9月によく生長し、生長の盛期がやや遅れた。

次に法面に小区画(0.25m<sup>2</sup>程度)をとり、植物の生存本数の変化を7月から10月まで調べた(図3)。ヤマハギ・ミズメ・ヤシャブシなどは7月上旬から8月上旬にかけて多く枯死した。ネムノキは枯死率が低かった。草本ではススキ・実生とヨモギ・実生は7～8月に多く枯死し、イタドリは7月に多く枯死した。ヨモギの株植え苗はほとんど枯死しなかった。7～8月の枯死は干害が多かったが、大雨による雨滴害、土壌の侵食による害もみられた。植物の枯死は、乾燥など環境条件の外に個体間の競争によっても起こる。密度が高いと、個体が大きくなるに従って競争によって被圧されて枯死するものが増加するが、ヤマハギ・ミズメ・ススキなどの播種区は実生の成立本数が1m<sup>2</sup>当たり1,000本以上もあり競争による枯死が多くみられた。他方、イタドリは1m<sup>2</sup>当たり成立本数は多くなかったが、7月の枯死率が高く干害が多くみられた。イタドリ稚苗の耐乾性は弱いようである。

10月に施工法面の供試植物を一部掘り取って生育状況を調査した(表1)。木本類では、ヤマハギ・ミズメが樹高が高く、平均値で30～40cmの生長量であった。次いでヤシャブシ・ネムノキが生長が良かった。根の長さはネムノキが最も長く、次いでヤマハギ・ミズメが長かった。根長の長いものは20～30cmあったが、主に下方に伸びており、ハニカムを破って横に伸びたものはなかった。苗重はネムノキが最も重く、平均4.85gであった。他の樹種は1～2g程度であった。

草本類では、ススキ・株植、ヨモギ・株植が草高が最も高く、次いでススキ・実生、ケンタッキー31フェスクが高く、ホワイトクロー

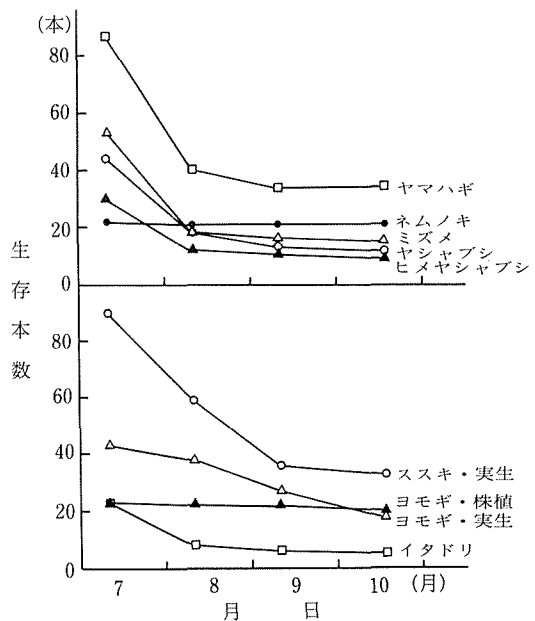


図3 ハニカム・スパイク施工法面における供試植物の1年目の生存状況

表1 ハニカム・スパイク施工法面における供試植物の1年目の生育状況

(10月堀取り調査)

試 験 区 (木 本 類)	樹高 (cm)	地際 直径 (mm)	根長 (cm)	側 根 数	地上部 乾重 (g)	地下部 乾重 (g)	苗 重 (g)	T/R 率	比較 苗高 (H/D)	m <sup>2</sup> 当たり 成立本数 (g)	m <sup>2</sup> 当たり 地上部 生重 (g)	m <sup>2</sup> 当たり 地上部 乾重 (g)	植生 被覆率 (%)
ヤシャブシ	19.8	3.2	9.7	4	0.86	0.36	1.22	2.39	66	604	551	126	60~100
ヒメヤシャブシ	11.0	3.5	13.1	3	0.67	0.42	1.09	1.60	31	—	—	—	20~30
ネムノキ	16.8	4.2	24.3	—	2.56	2.29	4.85	1.12	40	76	363	115	50~90
ミズメ	32.6	3.8	15.5	6	1.33	0.86	2.19	1.55	86	252	378	118	50~90
ヤマハギ	43.4	2.9	18.1	2	1.16	0.72	1.88	1.61	150	452	449	125	80~100
試 験 区 (草 本 類)	草高 (cm)	地際 直径 (mm)	根長 (cm)	根数	地上部 乾重* (g)	地下部 乾重* (g)	苗重* (g)	T/R 率	比較 苗高 (H/D)	m <sup>2</sup> 当たり 成立本数 (g)	m <sup>2</sup> 当たり 地上部 生重 (g)	m <sup>2</sup> 当たり 地上部 乾重 (g)	植生 被覆率 (%)
ヨモギ・実生	54.1	3.3	16.8	7	2.89	1.28	4.17	2.26	164	288	1,702	311	100
ヨモギ・株植	111.6	6.3	30.3	7	12.69	3.75	16.44	3.38	177	84	2,800	934	100
ススキ・実生	70.6	2.6	15.3	12	1.80	0.54	2.34	3.33	272	1,840	1,483	352	100
ススキ・株植	135.8	7.4	24.1	—	31.37	22.53	53.90	1.39	184	—	—	—	40~50
イタドリ	22.0	2.8	24.6	3	1.40	1.25	2.65	1.12	79	—	—	—	10以下
ケンタッキー31フェスク	72.4	3.0	14.8	—	14.36	2.88	17.24	4.99	241	740	1,739	272	100
クリーピングレッドフェスク	41.7	1.1	13.6	—	4.83	1.14	5.96	4.23	379	1,892	1,408	171	100
レッドトップ	53.6	0.8	11.0	—	3.37	0.82	4.19	4.11	670	6,867	1,409	259	100
ホワイトクローバー	21.6	1.4	15.0	—	0.36	0.21	0.57	1.71	154	1,898	696	81	100

備考：\*は1株当たり重量である。

ーバーが最も低かった。ススキ・ヨモギの株植は高さ1m以上に生長したが、実生も50~70cmに生長し好成績であった。草本類の根はひげ根が多く、ヨモギ・ススキの株植では長さ20~30cmに伸長した。実生苗ではイタドリが根が長く平均25cmあったが、他の種類は15cm程度のものが多かった。草重はススキ・株植が最も重く、平均54gであった。次いでヨモギ・株植、ケンタッキー31フェスクが重かった。

次に1m<sup>2</sup>当たり成立本数、1m<sup>2</sup>当たり生重・乾重及び植生被覆率(植生率)を調べて地上部の繁茂の度合をみた(表1)。木本類では、成立本数はヤシャブシ区とヤマハギ区が多く、前者で604本/m<sup>2</sup>、後者で452本/m<sup>2</sup>成立していた。しかし、地上部乾重量は樹種間に差がなく、125g/m<sup>2</sup>程度であった。法面の被覆率はヤマハギ区が80~100%、ヤシャブシ区が60~100%で、この両樹種は法面をよく被覆した。

草本類では、ススキ・実生と外来草のレッドトップ・クリーピングレッドフェスクなどの区が成立本数が多かった。1m<sup>2</sup>当たり地上部乾重量は、ヨモギ・株植区が最大で、次いでススキ・実生、ヨモギ・実生、ケンタッキー31フェスクなどの区が重く、これらはよく繁茂した。播種区の法面被覆率はイタドリ区を除き100%で、厚播きすれば1年以内に法面を全部被覆することがわかった。ススキの株植え区は被覆率が低かったが、これは株の間隔が広すぎたため、もう少し密植する必要があると思う。

法面の緑化に使用する植物としては、なるべく短期間に繁茂して法面を被覆し、根は深く地中に侵

入して土砂の流出を防止する性質を備えたものがよい。それ故、地上部の発育と地下部の発育の關係が重要であるので、地上部と地下部の相対生長關係を調べた。木本類ではヤシャブシがT/R率が高く、他の樹種はやや低かった。これはヤシャブシが葉の量が多いためであると思われる。草本類では、イネ科の外来草、ススキ・実生、ヨモギ・株植などがT/R率が高かった。これらの植物は地下部に比べて地上部の茎葉の発育が相対的によく、法面の被覆効果が大いといえる。

## (2) 株植えとさし木の成績

ハニカム・スパイク施工法面におけるススキの株分け苗の活着率は83%であった。10月の調査では1~2本の茎を持った親株から分けつした子供の数は3~15本、平均7.3本であった。1株の直径は5~18cm、平均11cmであった。親株の草高は平均136cmであったが、分けつした子株の生長は初年度は50cm以下でよくなく、芽の状態のものもあった。しかし、2年目からおう盛に生長した。

ヨモギの移植苗の分けつ本数は1~4本、平均1.8本で、初年度には分けつはあまりみられなかった。しかし、10月の調査では草高は平均112cm、1㎡当たり乾重量は934gで、供試植物の中では最も現存量が多かった。

ヤマヤナギのさし木(5月さし)の活着率は85%で、高かった。10月の調査では、1本当たり発根数は10本以上あり、根の長さは約15cmであった。新条の伸長量は7~35cmで、さし木当年の伸長はあまり良くなかった。しかし、数年後にはかなり繁茂するものと思われる。タニウツギはさし木の活着が悪く、5月さしで活着率32%であった。ホルモン処理など発根促進処理を行う必要がある。

表2 ハニカム・スパイク施工法面における供試植物の2年目の生育状況

(10月掘取り調査)

試 験 区 (木 本 類)	樹高 (cm)	地際 直径 (mm)	根長 (cm)	根数	地上部 乾重 (g)	地下部 乾重 (g)	苗 重 (g)	T/R 率	比較 苗高 (H/D)	㎡当たり 成立本数 (g)	㎡当たり 地上部 生重 (g)	㎡当たり 地上部 乾重 (g)	植生 被覆率 (%)
ヤシャブシ	54	8.2	13	2.2	2.60	0.50	3.10	5.20	66	156	510	150	50
ヒメヤシャブシ	51	6.0	17	3.4	3.70	1.04	4.74	3.56	85	72	262	101	50
ネムノキ	126	9.6	28	3.0	24.10	9.02	33.12	2.67	131	52	1,144	534	80~90
ミズメ	94	7.3	21	3.1	8.71	1.45	10.16	6.01	129	264	1,048	387	100
ヤマハギ	151	6.9	36	5.0	19.36	7.86	27.22	2.46	219	144	1,140	778	100
ヤマヤナギ・さし木	128	14.2	38	16.3	84.87	19.00	103.87	4.47	90	32	3,748	2,120	80~100
試 験 区 (草 本 類)	草高 (cm)	地際 直径 (mm)	根長 (cm)	根数	地上部 乾重 (g)	地下部 乾重 (g)	苗 重 (g)	T/R 率	比較 苗高 (H/D)	㎡当たり 成立本数 (g)	㎡当たり 地上部 生重 (g)	㎡当たり 地上部 乾重 (g)	植生 被覆率 (%)
ヨモギ・実生	144	7.1	33	—	18.94	6.30	25.24	3.01	203	236	2,428	1,092	80
ヨモギ・株植	138	6.7	41	—	13.35	4.55	17.90	2.93	206	152	1,848	808	80
ススキ・実生	135	4.2	27	32	10.87	3.47	14.34	3.13	321	816	3,256	722	100
ススキ・株植	215	8.5	29	110	113.93*	42.77*	156.70*	2.66	253	98	3,940	1,367	50
イタドリ	88	5.9	26	2	8.28	17.90	26.18	0.46	149	28	427	147	50
ケンタッキー-31フェスク	89	4.2	22	—	1.29	0.41	1.70	3.15	212	1,683	7,383	1,455	100
レッドフェスク	45	1.0	15	—	0.32	0.22	0.54	1.45	450	11,600	5,170	1,180	100
レッドトップ	64	1.5	18	—	1.00	0.61	1.61	1.64	427	4,245	4,917	1,024	100
ホワイトクローバー	19	1.8	17	—	0.21	0.45	0.66	0.47	106	2,333	2,450	253	80

備考：\*は1株当たり重量である。



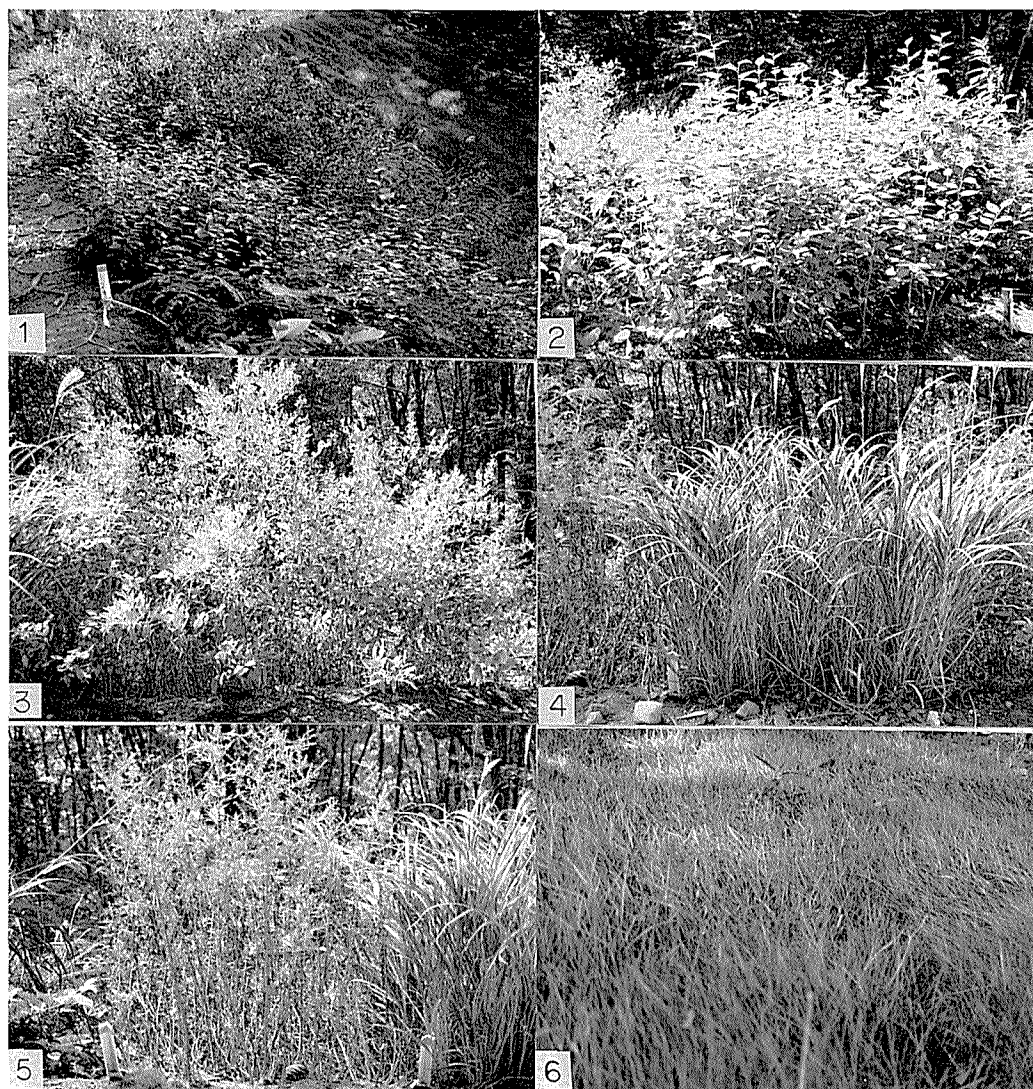


写真3 ハニカム・スパイク施工法面における植物の生育状況（2年目の10月）  
 1：法面の全景，2：ミズメ区，3：ヤマハギ区，4：ススキ・実生区，5：  
 ヨモギ・実生区，6：レッド・トップ区。

### （3）61年施工法面における2年目の生育

昭和61年施工法面における供試植物の2年目の生育状況を表2，写真一3に示した。木本類では，ネムノキ・ヤマハギ・ヤマヤナギが樹高が高く，高さ1m以上に生長した。苗重はヤマヤナギが最も重く，次いでネムノキ・ヤマハギが重かった。ヤシャブシ・ヒメヤシャブシ・ミズメは冬期間に野ウサギの食害を受け，地際部で幹が切断されたものが多くみられた。被害木は翌春萌芽したが，生長はかなり抑制された。1㎡当たり成立本数は，ミズメ・ヤシャブシ・ヤマハギが多かったが，1㎡当たり地上部生・乾重量はヤマヤナギ・ネムノキ・ミズメ・ヤマハギが重く，またこれらの樹種は植生



被覆率が高く、法面緑化に適した樹種であった。

草本類では、ススキとヨモギが草高が高く、特にススキの株植えは草高2m以上に生長した。草重もススキ・株植えが最も重かった。1㎡当たり成立本数がケンタッキー31フェスク・レッドフェスク・レッドトップ・ススキなどが重かった。植生被覆率はススキ・実生・ケンタッキー31フェスク・レッドフェスク・レッドトップの各区が高かった。ヨモギはやや勢力衰退気味であった。イタドリは斜面下部の傾斜のやや緩やかな所では生育は良かったが、斜面上部の急斜面では生育不良であった。外来草ではホワイトクローバーの生育が

悪く、レッドトップが繁殖力が最も旺盛で、ホワイトクローバー区に侵入して被圧した。ケンタッキー31フェスク・レッドフェスクもやや勢力衰退気味で、レッドトップの侵入によって被圧された。ヨモギ・ススキ・ケンタッキー31フェスク・レッドフェスク・レッドトップなどは一般に生育良好で、

表3 ハニカム・スパイク施工法面におけるススキ株分け苗の生育状況

(2年目の調査)

株No.	株直径 (cm)	1株当たり分けつ数		草 高	
		親	子供	親(cm)	子供(cm)
1	22×17	8	7	185	62
2	27×16	6	6	172	101
3	20×17	9	6	182	111
4	27×15	4	5	220	72
5	33×30	4	6	184	100
6	32×25	5	8	161	103
7	30×22	6	6	163	118
8	27×18	8	3	197	88
9	25×16	4	4	162	84
10	33×37	7	10	157	107
平均	24.5	6.1	6.1	178.3	94.6

表4 ハニカム・スパイク施工法面と無施工法面における植物の生育比較

(1年目の10月の掘取り調査)

供試植物	供試区	高さ (cm)	地際直径 (mm)	根長 (cm)	根数	地上部乾重 (g)	地下部乾重 (g)	苗重 (g)	T/R率	㎡当たり成立本数 (g)	㎡当たり地上部生重 (g)	㎡当たり地上部乾重 (g)	植生被覆率 (%)
	スパイク区	58	4.5	29	5.8	3.70	2.88	6.58	1.28	380	600	186	70~80
ネムノキ	対照区	9	3.7	27	1.0	0.45	0.75	1.20	0.60	8	10	4	5以下
	スパイク区	54	13.0	40	4.0	21.80	14.50	36.30	1.50	4	149	87	5以下
ススキ	対照区	45	1.7	17	7.3	0.90	0.23	1.13	3.91	24	44	22	5以下
	スパイク区	51	3.1	26	10.4	1.60	0.50	2.10	3.20	108	194	64	10~20
ウド	対照区	43	5.0	23	2.4	1.76	1.28	3.04	1.38	172	596	78	70~100
	スパイク区	66	8.1	37	8.6	7.32	5.38	12.70	1.36	208	1,716	298	100
ヨモギ・実生	対照区	48	4.0	35	9.6	3.40	3.50	6.90	0.97	24	265	71	5以下
	スパイク区	56	3.3	25	10.2	2.86	2.04	4.90	1.40	28	227	60	20~30
ヨモギ・株植	対照区	76	5.4	24	6.8	5.43	4.50	9.93	1.21	44	348	140	20~30
	スパイク区	84	6.0	34	15.3	9.28	7.55	16.83	1.23	44	848	322	80
レッドトップ	対照区	38	1.1	14	—	—	—	—	—	3,890	2,802	528	100
	スパイク区	42	1.1	20	—	—	—	—	—	6,170	3,670	764	100
ビーチグラス	対照区	55	1.1	15	—	—	—	—	—	3,556	1,280	400	100
	スパイク区	55	1.2	31	—	—	—	—	—	5,110	2,434	667	100

法面の緑化に適した種類であるが、競争力に差があり、混播などは避けた方がよい。

次にススキの株分け苗の生育について調べた(表3)。親株をばらして茎を2~3本つけて小株にして植えたが、2年目の秋には株直径が平均25cmに发育した。1株当たり分けつ数は、親になったものが平均6本、子供が平均6本、合計12本で、草高は親が平均180cm、子供は95cmであった。株分け苗の生育は良好といえる。

#### (4) ハニカム・スパイク施工法面と無施工法面における植物の生育比較

61年の試験ではスパイク無施工の対照区がなかったため、植物の生育に対するスパイクの効果ははっきりしなかった。そこで対照区を設けて比較試験を行った。1年目の秋に掘取り調査を行った結果を表4に、また掘取り苗の生育状況を写真4に示した。

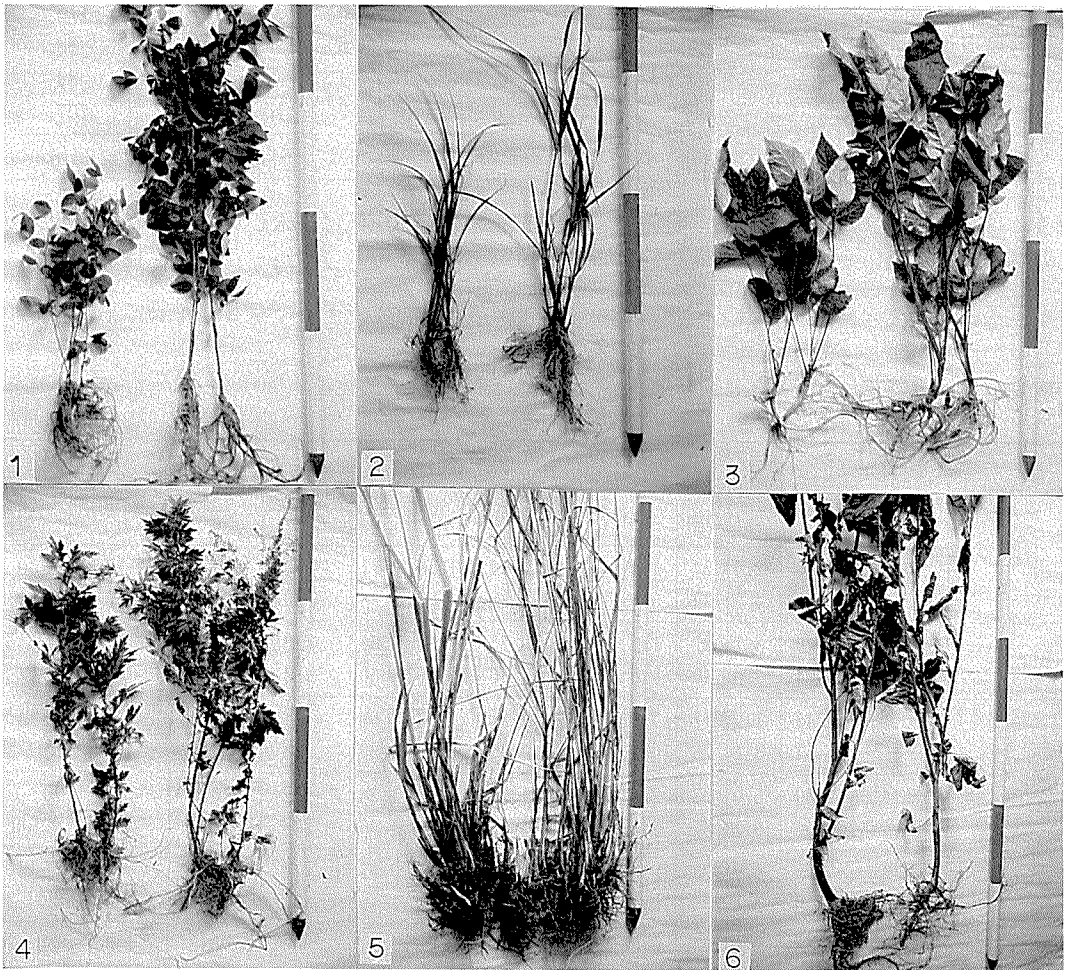


写真4 供試植物の生育状況 (10月掘取り調査)

1:ヤマハギ区。左 対照区, 右 ハニカム・スパイク区, 2:ススキ区。左 対照区, 右 ハニカム・スパイク区, 3:ウド区。左 対照区, 右 ハニカム・スパイク区, 4:ヨモギ区 左 対照区, 右 ハニカム・スパイク区, 5:ススキ・株植区, 6:ヤマヤナギ・さし木区。

1~4は1年目の秋の生育状況, 5~6は2年目の秋の生育状況。

ヤマハギ・ネムノキ・ススキ・ウド・ヨモギでは、高さ、地際直径、根長、地上部乾重、地下部乾重、苗重はいずれも対照区よりもスパイク区で値が大きかった。1㎡当たり成立本数、地上部生重・乾重については、ヤマハギ・ススキ・ウド・ヨモギ・株植では、対照区よりもスパイク区で値が大きく、植生被覆率にも差がみられた。しかし、ネムノキ・ススキ・ヨモギの種子は発芽が悪く、正確に比較することができなかった。外来草のレッドトップとビーチグラスは対照区、スパイク区のいずれでもよく繁茂したが、1㎡当たり成立本数、現存量などはスパイク区の方が多かった。以上のように、ハニカム・スパイク施工法面では対照区に比べて植物の生育は良好で、稚苗の発生本数も多いという結果がえられた。

2. ハニカム・スパイク施工法面における  
土壌水分の状態

前述のごとく、スパイク施工法面では稚苗の発芽数が多く、植物の生育は良好である。この理由として、ハニカム・スパイクが土砂及び種子の流出を防ぎ、土壌の保水性を高めることが考えられる。そこで自記テンションメーターを設置して、土壌水分のpF値を観測した(表5)。観測は8月と9月に行ったが、各時期を通じて、土壌水分のpF値は対照区よりもスパイク施工区で低いという結果がえられた。特に8月下旬には両区の差が大きく現

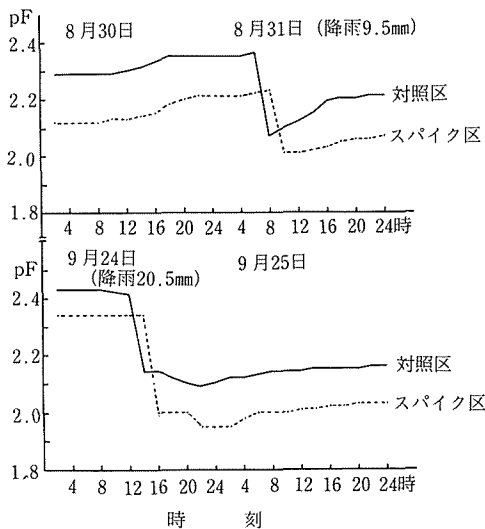


図4 対照区とハニカム・スパイク施工区における土壌水分のpF値の変動(レッドトップ植栽地)

表5 対照区とハニカム・スパイク施工区における土壌水分のpF値の比較

月 日	対照区 pF 値	スパイク区 pF 値	両区の差	気 温 (9h.°C)	降水量 (mm)
S. 62年					
8月11日	2.16	2.06	0.10	24.2	0
12	2.23	2.12	0.11	23.1	16.5
13	2.13	2.06	0.07	22.0	1.5
14	2.18	2.08	0.10	22.6	0
15	2.25	2.12	0.13	23.3	0
16	2.31	2.16	0.15	24.4	16.0
17	2.13	2.05	0.08	23.7	15.0
18	2.13	2.05	0.08	22.0	8.5
19	2.16	2.07	0.09	24.0	9.0
20	2.17	2.08	0.09	23.3	1.5
21	2.26	2.13	0.13	24.7	0
22	2.19	2.10	0.09	24.9	4.5
23	2.14	1.78	0.36	22.7	10.0
24	2.15	1.80	0.35	21.7	34.0
25	2.13	1.75	0.38	22.1	11.0
26	2.17	1.86	0.31	22.2	1.5
27	2.19	1.90	0.29	21.5	8.0
28	2.19	2.03	0.16	25.4	0
29	2.25	2.08	0.17	25.2	0
30	2.32	2.15	0.17	26.0	0
31	2.21	2.11	0.10	22.9	9.5
9月1日	2.26	2.14	0.12	21.5	0
2	2.33	2.20	0.13	19.7	0
3	2.38	2.27	0.11	20.4	0
4	2.44	2.37	0.07	19.4	0
5	2.51	2.44	0.07	20.0	0
6	2.55	2.53	0.02	22.3	0
7	2.49	2.49	0.00	23.5	5.0
8	2.16	2.05	0.11	24.1	8.0
9	2.21	2.11	0.10	23.2	0.5
10	2.21	2.16	0.05	22.3	10.0

備考：レッドトップ植栽地で測定する。

れ、スパイク区のpF値は圃場容量まで低下している。

降雨との関係についてみると(図4)、降雨によってpF値は急速に低下するが、対照区に比べてスパイク施工区における低下が著しく、9月24日の観測では20mm程度の降雨でスパイク区のpF値は1.95まで低下した。このときの対照区のpFは2.10で、約0.15の差がある。降雨がやむとpF値は上昇するが、スパイク区のpF値は依然として対照区よりも低い値である。地面に降り注いだ雨水は、試験地が急勾配のため、対照区では表面流となって流出する量が多いが、スパイク施工区では、蜂の巣状のフレームで水の流れが遮断され、土壤中に多く浸透して含水量を高め、pF値が低下するものと思われる。次に対照区とスパイク区のpF曲線を比較すると、スパイク区の方が降雨後対照区よりも約1時間遅れてpF値が低下している。この原因ははっきりしないが植生の繁茂の違いによるのではないかとと思われる。スパイク区では植生の繁茂が良いために降雨の土壌への浸透が遅れることが考えられる。いずれにしてもハニカム・スパイクの施工は土壌の保水性を高め植物の生育を促進する効果があることがわかった。

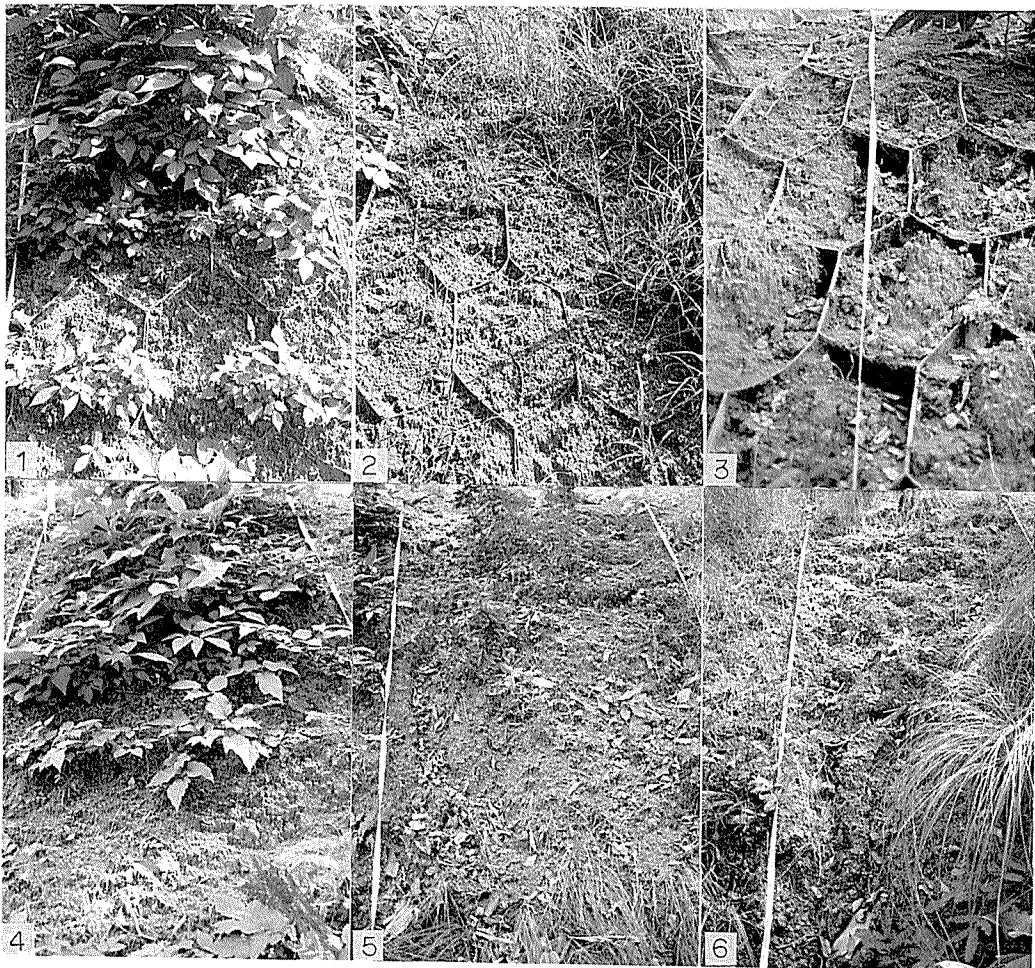


写真5 ハニカム・スパイク施工区と対照区における法面の侵食状況  
1～3：施工法面，4～6：無施工法面(対照区)。植生の付着している所は一般に侵食が少なく、植生のない所で大きな侵食がみられる。

### 3. ハニカム・スパイク施工法面における侵食の状況

法面の侵食量は土砂の流出量を直接観測して調べる方法が最も正確であるが、大ざっぱに施工時以降の地表面の深さを測定してスパイク施工の効果のみをみた。また10月にスパイク施工法面と無施工法面の侵食状況を調べた。

法面の侵食は植生の発達と密接な関係があり、植物の繁茂が速やかで被度の高い所では侵食量が少ない傾向がみられた。また植生が発達すると逆にその部分に土砂が堆積することもあった。対照区では植生の発達の悪いところで大きな溝状のガリが発生した。ガリの深さは大きなものでは10cm以上もあった（写真-5の5, 6）。しかし、レッドトップ区のように植生の発達がよく、被度の高い区では大きなガリはみられなかった。スパイク施工法面では、植生の発達した所では表土の流亡は少なく、植生の発達の悪い所で流亡が多かった（写真-5の2, 3）。スパイクを使用しても路面から雨水が流入すれば大きなガリができる。ガリはフレームに沿って側方あるいは下部で発生している（写真-5の2, 3）。しかし、スパイク施工区の侵食は一般に面侵食で、ガリ侵食は少なかった。これは不織布が流水を捕捉して地中に浸透させ、表面流を減少させるためであると思われる。

対照区の法面の侵食量（深さ）は、法面下部の急斜地で0.3~12.0cmであった。スパイク施工区の侵食量は、法面下部で0~3cmであった（表6）。ハニカム・スパイクは表土の流亡を防ぎ、種子の流出を防止して植生を繁茂させる。植生が繁茂すれば大量に雨水が流入しない限り、スパイク施工法面では大きな侵食はみられない。ハニカム・スパイクの施工は表面侵食の防止に効果があるといえる。

## IV 考 察

本試験の目的は、ハニカム・スパイク施工法面で供試植物がよく育ち、侵食を防止する効果があるかどうかを試験することであった。2か年間の試験結果について考察してみると、日本産の本木・草本植物及び外来草はいずれもハニカム・スパイク施工法面でよく育ち、スパイクの破損はみられなかった。法面の侵食については、スパイク施工法面で侵食が少なく、ハニカム・スパイクは表面侵食を防止する効果があった。法面の侵食は植生の有無と関係があり、植生のよく繁茂した法面では一般にガリ侵食のような大きな侵食はみられない。スパイク施工法面では播種した種子の流出が少なく、また施与した肥料の流亡も少なく、更に土壌の保水性が良好で、植物の生育は対照区に比べて著しく良好である。スパイク施工法面で植物の生育がよいことが表面侵食を軽減し、土砂の流出を少なくすることに効果があったと思われる。奥村・田中ら<sup>9)</sup>が鳥大蒜山演習林のハニカム・スパイク施工法面で侵食

表6 対照区とハニカム・スパイク施工区における法面の侵食量の比較

(S. 62年10月調査)

植 生 区	対 照 区			スパイク区		
	植生の被度 (%)	侵 食 量		植生の被度 (%)	侵 食 量	
		法面上部 (cm)	法面下部 (cm)		法面上部 (cm)	法面下部 (cm)
ネムノキ	5以下	0.8~6.5	1.8~12.0	5	0.2~2.3	1.1~6.7
ヤマハギ	30	2.0~6.0	0.6~8.5	70~80	0.3~1.5	0.3~3.1
ヨモギ	20~30	0.5~6.0	0.5~10.8	20~30	0~2.3	0.2~4.3
ウド	70~100	0~4.5	0.5~8.0	100	0~2.1	0.3~3.0
ススキ	5以下	0~5.0	0.3~4.5	10~20	0.2~1.7	0.3~3.2
レッドトップ	100	0~1.8	1.0~3.5	100	0~1.5	0~2.1
ビーチグラス	100	0~4.6	0.5~7.5	100	0~1.6	0.5~3.1

備考：侵食量は施工時の地表面に対する侵食量（深さ）を示す。

斜面の勾配は、法面上部が約20°、法面下部が35~40°である。

量を観測した結果によると、ハニカム・スパイクの施用により表流水は減少し、表面侵食による土砂の流下は抑止されることを報告している。更にハニカム・スパイクはガリの発生を抑止することを降雨実験で明らかにした。ハニカム・スパイクの敷設は表面侵食の防止に効果があるけれども、草生の降雨遮断効果は大きく、この働きをハニカム・スパイクに期待することはむずかしく、法面緑化工の基礎工として位置づける方がよいとしている<sup>5)</sup>。

植生は侵食の防止に大きく役立っている。表面侵食を防止するためには、発芽と初期生長が早く、法面を早く被覆する植物が有効である。スパイク施工法面でも植生がないと雨滴・流水による侵食が激しく、台風や集中豪雨で大量の雨水が流れ込んだ箇所はガリが発生している。今回使用した植物の中でレッドトップ・ケンタッキー31フェスクなど外来草は発芽と生長が早く、法面の緑化工に最も適した植物であるが、外来草は長期間その場所に繁茂することができず、数年以内に在来種が侵入して駆逐される。従ってその地方固有の郷土種によって法面を保護することが望ましい。鳥大蒜山演習林の林道法面に自生する植物として木本類ではヤマヤナギ・タニウツギ・ヤマハギが、草本類ではススキ・フキなどが優占種である<sup>1,4,5)</sup>。今回の施工法面における生育試験では、ヤマハギ・ススキ・ヨモギ・ウドなどが生育がよく、法面を早く被覆した。ヤシャブシ・ヒメヤシャブシ・ミズメなどの木本類は草本類に比べて初期生長が遅く、施工当初の法面保護効果は劣るが、樹木が生長するにつれて被度が増加し、保護効果が出てくる。ヤマヤナギのさし木は1年目は生長が悪いが2年目にはよく茂って被度が高くなった。蒜山演習林など冷温帯の法面緑化工に使用する植物としては、ヤシャブシ・ミズメ・ヤマヤナギ・ススキ・ヨモギ・ウドなどが適性植物であると思われる。

以上のようにハニカム・スパイク施工法面で植物はよく繁茂することがわかったが、ハニカム・スパイクの施工にあたってもう一つの問題点は法面の勾配である。ハニカム・スパイクは急斜面には施工できない。本試験地の法面勾配は30~40度であったが、林道法面ではこれよりも急斜面が多く、特に切取り法面では勾配が50~60度の所もある。蒜山演習林の林道法面で植生調査を行ったところ、法面勾配が50度を越すと表土の崩落が激しく、植生の発達は困難であった<sup>1)</sup>。急斜面におけるハニカム・スパイクの施工について更に工夫が必要である。

## V 摘 要

鳥取大学蒜山演習林の林道法面にハニカム・フレーム・スパイクを使用して植生工を施し、植物の生育、土壤水分の状態、法面の侵食状況などを調査して、ハニカム・スパイクが法面保護工に利用できるかどうか検討した。施工法面は傾斜30~40度の急斜面で、盛土法面である。斜面に平行に法面を幅1~2.5mに区切って、日本産9種類と外国産5種類の木本類及び草本類の播種、株植え、さし木などの試験区を設けた。次に法面にテンションメーターを設置して土壤水分の動態を調べた。法面の侵食量は、表土の流亡の深さを測定して調べた。本研究の結果を要約すると次のとおりである。

(1) 日本産のヤシャブシ・ネムノキ・ミズメ・ヤマヤナギ・ヤマハギ・ススキ・ヨモギ・ウド及び外来草のケンタッキー31フェスク・クリーピングレッドフェスク・レッドトップなどはスパイク施工法面でよく育った。特に生長の良かったのはネムノキ・ミズメ・ヤマハギ・ヤマヤナギ・ススキ・ヨモギ・ウド・レッドトップなどであった。

(2) スパイク施工法面における土壌水分の pF 値は対照区に比べて低く、また降雨後の pF 値の低下が対照区に比べて大きかった。不織布のハニカム・フレームは降雨の地表面流下を遮断して雨水の浸透を助け、土壌の含水量を高める効果があった。

(3) スパイク施工法面では、対照区に比べて表土の流亡が少なかった。表土の流亡は植生の発達と密接な関係があり、植生の発達したところは表面侵食が少ない。ハニカム・スパイクは表土の流亡を防ぎ、種子及び肥料の流出を防止して植生の繁茂を促進し、その結果表面侵食を防止するといえる。

(4) ハニカム・フレーム・スパイクは施工が容易で侵食防止効果があり、種子の流出を防ぎ、土壌の保水性を高め、植物の生育は良好なので、林道法面の保護工に利用できる。

## 謝 辞

本研究は、昭和60～62年度民間との共同研究（研究課題：雨水及び流水による法面の侵食機構とその保護工に関する研究、代表者鳥取大学工学部教授道上正規）によるものである。お世話になった三協商会株式会社（鳥取市）に対し厚くお礼を申し上げる。また本研究に際し現地調査などご協力いただいた大学院生小谷二郎，坂本大輔，金川 悟の諸君に感謝の意を表する。

## 文 献

- 1) 橋誌隼人：鳥取大学蒜山演習林の林道法面における植生の発達。鳥大農研報，**40**，39～47（1987）
- 2) 岩川幹夫：林叢形成促進のための実播緑化工とその保育管理。日本林業技術協会，pp.5～64（1976）
- 3) 倉田益二郎：緑化工技術。森北出版，pp.140～208（1979）
- 4) 道上正規：雨水及び流水による法面の侵食機構とその保護工に関する研究（第1報）。昭和61年度民間等との共同研究成果報告書，pp.1～145（1987）
- 5) 道上正規：同上（第2報）。昭和62年度民間等との共同研究成果報告書，pp.1～172（1988）
- 6) 太田重良・堀江保夫：環境保全と緑化工技術。創文，pp.186～267（1975）