

# 和歌山演習林における林道切取のり面への 木本類の吹付についてⅡ

境 慎二朗

## 1. はじめに

本演習林の林道切取のり面では、外来草本類種子吹付工法による早期緑化を従来からおこなっている。この工法は霜柱等による土砂崩落防止など、のり面の侵食防止と表土保全に優れており、しかも施工費も安価である。しかし、外来草本類の根系で保持できる土層は浅く、崩壊をくい止められないことや、外来草本類は衰退しやすく永続しないため再びのり面は裸地化し、さらに在来種はあまり侵入しないなどの問題が生じている。

前報では、これらの問題解決のため、草本類と木本類の植生によって永続的にのり面安定をはかる工法として、外来草本類の衰退が進んでいるのり面に、窒素固定するマメ科の低木先駆樹種を主とした木本類の種子吹付試験を1995年5月～6月に実施しその施工方法について報告した<sup>1)</sup>。

施工後約1年半が経過したが、今回の報告では10カ所の施工区(図-1)の植生の変化と、この間に新たに生じた問題について述べる。なお、前報では「ヤマハギ等が50cmに達する施工区がある」と述べたが、その後の調査によりこれら稚樹は全てマメ科のコマツナギであることが判明した。

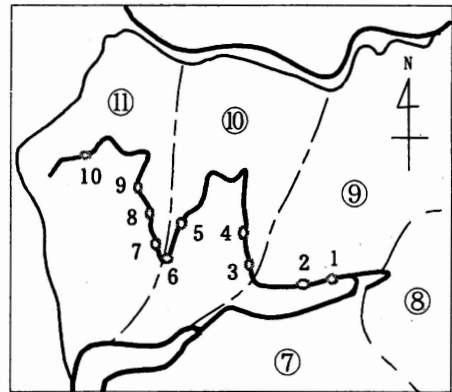


図-1 木本類吹付施工位置図

## 2. 植生の変化

のり面緑化施工後の経過において重要な要因の1つである被覆度<sup>2)</sup>の推移と、現況植生等を各施工区ごとに表-1に示した。

今回求めた被覆度を表す被覆率は、被覆度の簡単な測定法である点数法<sup>2)</sup>で算出した。測定には施工前の1995年5月31日及び6月1日、施工後約1ヶ月が経過した7月18日、施工後約1年半が経過した1996年10月30日に撮影したスライド写真をそれぞれ用いた。写真撮影は各施工区の正面から、35mmレンズを用いたカメラで毎回ほぼ定位置から定区域を撮影した。また水平方向に長い施工区においては、施工区を2分割して撮影した。

測定方法と被覆率の算出は、これらのスライド写真を映写機により30cm×20cm程度の大ききで方眼紙に投影し、1cm方眼の交点が施工区の裸地部分に何点入るか数え、施工区内の交点総数に対する率を求めた。またのり尻部にPNC板、治山用ネット、丸太木組の工作物を設置した施工区の被覆率については、斜面部と工作物部を分けて算出した。

しかし、測定に使用したスライド写真は広角レンズで撮影したものであるが、レンズの歪みや撮影距離に対する補正はおこなっておらず、また施工区の一部では影により裸地部分であるか否

かの判断が困難であるスライド写真があった。これらのことから、今回の報告では各施工区の被覆率は5%単位に括約した数値を表示することにした。

現状植生等には主に1996年10月30日に調査した時点での特徴を記載した。施工前には、のり面に立ち入って種名、本数、群落高等の植生調査をおこなった<sup>1)</sup>が、施工後においては、のり面に立ち入ると稚樹の踏み付けなどの人為的影響がでる恐れがあるので、林道上からの目視調査だけに留めた。したがって、今回の報告では、林道上から目視確認された吹付種や在来種を成立種とした。

表-1 各施工区の被覆率の推移と現状植生等

施工区	斜面方位角	平均傾斜角	平均土壌硬度(mm)	水平地形	林道開設年度	外来草本吹付年度	被覆率(%)			植生の生育、吹付木本類成立状況					備考
							施工前	約1ヶ月後	約1年半後	外来草本	種侵入	在来種	ヤマハギ	コマツナギ	
1	185	65	6.0	平部	1986	1993	70	90	90	○	△	×	○	×	植栽スギは生育旺盛 侵入在来種の種類が多い 斜面上部の植生は衰退化 侵入スギ、スギ稚樹が多い 外来草本類は全域で衰退化 外来草本類は全域生育旺盛 裸地部分が点在している 侵入スギ稚樹が多い 上部崩壊 崩土堆積 侵入在来種の種類が多い 侵入在来種の種類が多い 侵入在来種は生育良好 外来草本類は全域生育旺盛 植栽スギ、コマツナギは生育旺盛
1-I工作物						0	20	85	×	△	×	○	×		
2	210	40	7.0	平部	1986		75	90	100	×	○	×	△	×	
3	240	47	9.0	凸部	1987	1993	75	85	90	△	×	×	△	×	
4	280	53	14.0	凹部	1987	1992	80	95	100	△	○	×	△	×	
5	160	58	18.6	平部	1989	1994	75	85	85	△	×	×	△	×	
6-1	120	62	19.4	凸部	1990	1991	70	85	95	○	△	×	○	×	
6-I工作物							0	5	70	○	△	×	○	×	
6-2	120	58	12.4	凸部	1990	1991	75	90	90	○	△	×	△	×	
6-II工作物							0	5	70	△	×	×	○	×	
7-1	240	59	18.2	凸部	1990	1991	65	85	90	○	△	×	○	×	
7-I工作物							0	20	60	○	△	×	○	×	
7-2	240	62	16.8	凸部	1990	1991	70	85	70	△	×	×	△	×	
7-II工作物							0	5	10	×	×	×	×	×	
8-1	280	51	11.4	凹部	1990	1992	85	95	100	△	○	×	△	×	
8-I工作物							0	0	70	○	○	×	△	×	
8-2	280	62	20.4	凹部	1990	1992	90	95	100	△	○	×	○	×	
8-II工作物							0	0	85	△	△	×	△	×	
9	280	72	40.0	凸部	1990		10	25	30	×	△	×	△	×	
10	150	47	20.0	平部	1993	1994	70	90	95	○	×	×	△	×	
10-I工作物							0	5	65	△	△	×	○	×	

○=良い(生育旺盛、本数多) △=普通(生育通常、本数中) ×=悪い(生育衰退、本数少、なし)

各施工区における被覆率の推移について、概略を下記に示す。

1. 施工区1~6及び10は、施工前では斜面部分に20~30%の裸地部分があったが施工後順調に被覆され、約1年半後には裸地部分が15%以下となった。
2. 施工区7-1の被覆率は増加しているが、7-2は斜面上部(幅約3.0m,高さ約2.5m)が1996年7月に崩壊したため、約1年半後の被覆率は低下した。
3. 施工前から被覆率の高かった8の施工区は、施工後1ヶ月には裸地部分は5%となり約1年半後には裸地部分がほとんど確認出来ない状態となった。
4. 若干割れ目のある硬質岩で形成されている施工区9の被覆率は施工後増加しているが、これは植物の生育地が増加したのではなく、割れ目に当初から自生していた在来種や吹付種が成長したため裸地部分が隠れ、スライド写真に裸地部分が写らなかったためである。
5. 崩土が堆積した施工区7-2以外の工作物部分は施工約1ヶ月後では被覆率がかなり低いが、約1年半後に被覆率は増加し、工作物が植生により覆われだしている。

次に植生変化の経過、傾向の概略を下記に示した。

1. 7-2を除く各施工区の植生は隣接の無施工のり面よりも多様で、生育状況も優れている。
2. 吹付した木本類の成立状況は、コマツナギは全施工区で成立を確認しているが、ヤマハギ、ヤマハンノキはいずれの施工区においても成立は確認出来なかった。
3. 全施工区の植生はニホンカモシカ、ニホンジカによると思われる摂食被害が著しく、徘徊による踏み付けによって斜面の一部が裸地化している。

4. 表層崩壊跡地の3と5の施工区においては、一時旺盛であった外来草本類が衰退しつつある。
5. 斜面方位、傾斜角、土壌硬度と植生状況の関連は現在のところ明確でないが、水平方向の地形的形状においては、凸地よりも凹地の施工区の方が侵入外来種の種類および本数は多く、生育状況も良好である。

### 3. 問題事項

#### 1. 吹付種子の成立状況について

試験的に吹付した種子は、ヤマハギ、コマツナギ、ヤマハンノキ、ケンタッキー31フェスク(以下K31F)の4種であったが、その中で先でも述べたとおりヤマハギとヤマハンノキの2種が全施工区において成立は確認出来なかった。また、この2種はのり面の吹付と同時に播種した事務所構内の苗畑においても成立は確認していない。ヤマハンノキは少量しか播種しなかったことや、標準発芽率が低いことなどから成立しない事は予期できたが、ヤマハギについては主構成種として最も多くの種子量を吹付した樹種であるため、吹付のり面に成立が全く確認出来ないのは予想外の事であった。そこで、何故ヤマハギが各施工区に成立しないのか検討した。

各施工区へ吹付した1週間後に事務所建物内において、簡易な発芽試験をおこなっているののでその試験方法、結果等について述べる。試験期間は1995年6月16日から7月10日までの24日間である。試験方法はプラスチック性のパレット(40cm×20cm、深さ5cm)2ヶに脱脂綿を厚さ0.5mm程度に敷き詰め、その上に種子を並べ浮水が生じない程度に注水した。種子の配列と数量は、No1のパレットにヤマハギ3×9列27粒、コマツナギ3×9列27粒、ヤマハンノキ3×9列27粒、K31F5×9列45粒とした。No2のパレットにはヤマハギ5×9列45粒、コマツナギ5×9列45粒、ヤマハンノキ5×9列45粒とした。播種したパレットは事務所内のロッカーの上に置き適時、蒸発水を補うための注水をおこなった。厳密な発芽試験には温度と光条件を一定にさせるため恒温器を利用する<sup>3)</sup>が、単に種子の品質を調べるには水を十分に与え、室内に置くだけでも十分目的を達するとされる<sup>2)</sup>ことから、温度と光条件のコントロールはしなかった。

一般的に室内で発芽試験をおこなう場合は、根端を出した状態の時を発芽と認める<sup>3)</sup>が、今回の試験ではさらに幼芽(双葉、鞘葉部分)を伸ばした状態まで成長した場合を発芽とした。その結果を表-2に示した。なお、種子カタログ<sup>4)</sup>に記載されている標準発芽率を同時に示しておく。

表-2 簡易室内発芽試験結果

種名	標準 発芽率	No1 パレット			No2 パレット		
		播種量	発芽量	発芽率	播種量	発芽量	発芽率
ヤマハギ	60%	27粒	2粒	7%	45粒	5粒	11%
コマツナギ	60	27	15	56	45	18	40
ヤマハンノキ	30	27	6	22	45	7	16
K31F	85	45	42	93			

発芽試験に用いた播種量が少量で試験期間も短かったが、K31Fは標準発芽率よりも高い値で、コマツナギ、ヤマハンノキは標準発芽率よりも低い値であるが、簡易試験においては許容範囲であると考えられる。しかし、ヤマハギの発芽率は標準発芽率に比べ非常に低い値となった。

このようにヤマハギの発芽率が低いのは、種子そのものに原因があった可能性があるが、吹付した購入種子には種子検査報告書が添付されており、ヤマハギについては20-30℃の変温で試験期間28日間での発芽率は60%と記載されている。したがって購入した種子に問題はなかったと考えられる。

次に温度と光条件をコントロールしていなかったことが低い発芽率の原因である可能性もあるが、今回調べた文献<sup>2) 3) 5)</sup>では外来草本類については詳しい記述があったが、ヤマハギについての記述はなかったため詳しい事は解明出来なかった。しかし、播種適期<sup>4) 5)</sup>に試験していることや、現在緑化工で用いられている種子の中では、とくに光や酸素の要求が大きく施工上で問題にする必要のある種類は無いとされている<sup>5)</sup>ことから、温度と光条件が発芽率の低い原因となった可能性があるとは考えにくい。

さらに、ヤマハギ等のマメ科種子には、種皮が硬くて吸水しにくいいため発芽しない硬実（インダネ）がある<sup>3) 6)</sup>。ヤマハギの硬実保有率の範囲は20～80%で平均45%とされている<sup>3)</sup>。したがって、発芽試験に用いた種子に硬実が多数あり、発芽率が低くなった可能性がある。しかしながら、今回おこなった発芽試験では発芽しなかった種子を切断して、今後発芽の可能性のある健全粒（硬実）であるのか、腐敗等による不健全粒であるのかを調べずに廃棄したので、どの程度硬実が含まれていたのかは不明である。

施工後約1年半が経過した1996年の12月に、各施工区と同時に播種した事務所構内の苗畑においてヤマハギの種子を15粒採取し切断調査したところ、11粒は黒く変色し腐敗していたが、4粒は水々しい乳白色の状態である健全粒であった。したがって、現在ヤマハギが成立していない各施工区においても、今後発芽する可能性がある健全粒が多少残存している（一部の施工区では健全粒の残存を確認している）のではないと思われる。

今回施工したファイバーのみの被覆材での施工や植生マットの施工では、乾燥によってヤマハギの発芽率が低い値になる報告がされている<sup>7) 8)</sup>。また混種吹付した木本類は、発芽後の初期成長期に、乾燥や外来草本類等の被圧により成長を阻害され枯死するケースが多いとされている<sup>5)</sup>。

したがって、今回の施工におけるヤマハギの未成立の原因は、硬実や乾燥によって吹付した種子のほとんどが発芽せず、さらに若干発芽した種子も初期成長期に、乾燥や被圧によって成長を阻害され全滅したと思われる。

これらのことについて、のり面吹付業者や和歌山県林務課治山林道係の職員の方々に聞き取りをしたところ、ヤマハギを混種した吹付のり面においては、施工当年にはヤマハギはほとんど現れず、2～3年後になって現れることがあるとのことであった。

したがって、各施工区に多少はあると思われる未発芽の健全粒が今後、発芽成長し成立する可能性もある。また今後、ヤマハギを混種した吹付を施工する時には、硬実を打破する前処理方法である熱湯処理<sup>2) 3) 6)</sup>をおこなってから、施工する工法を試験する必要がある。

## II. ニホンカモシカ、ニホンジカによる摂食被害と裸地化について

前回の報告では外来草本類と挿しつけ木に対する摂食被害<sup>1)</sup>について述べたが、現在ではそれ以外にコマツナギが摂食被害を受けている。この被害はコマツナギが成立している全施工区のほとんどのコマツナギが受けている。摂食被害の無い事務所構内の苗畑で生育しているコマツナギの樹高は約1.5m～2.0mにまで生育しているが、各施工区で被害を受けているコマツナギの樹高は約0.5m～1.0m程度となっている。このように、のり面に吹付した植生がシカによって摂食被害を受けることはすでに報告されている<sup>10)</sup>

被害状況を詳しく観察するとコマツナギは、頂端の柔らかい部分のみが摂食され、斜面の上部に生育しているものであっても同等の被害を受けている。外来草本類の摂食は、種子と一緒に吹付けた窒素を含む肥料の効果で青々と柔らかくなった個体だけを選んで摂食しているようで、隣接する同種の外来草本類が生育しているのり面においては、摂食された形跡はほとんどない。挿しつけ木の被害も、柔らかい新芽が少し出た時期に摂食されたようである。さらに挿しつけ木は

摂食時に引き抜かれてしまい、ツツジにおいては挿しつけないずれの施工区でも全滅状態になっている。

森林の一部を皆伐するとその跡地は一時的に草地化し、ニホンジカの餌場となることが報告されている<sup>8)</sup>が、今回の摂食被害においても林道切取のり面の一部を肥沃な草地、灌木化したためにニホンカモシカ、ニホンジカの餌場となってしまった可能性が大いにあると思われる。

さらに、ニホンカモシカ、ニホンジカはこれらの植生を摂食するために施工区の斜面を縦横に徘徊し、度重なる踏み付けによって出来た裸地が各施工区に点在するようになった。また、施工区1, 6, 7においては、法面下部から上部林地にかけて獣道が形成されている。6と7の施工区付近では施工前からニホンカモシカ、ニホンジカ等が林道と上部林地へ往来していたようで、林地からの降り口である斜面上部の表層は当初からかなり荒れた状態であった。

この被害に対して、1995年7月に9を除いた各施工区に忌避剤（油性キヒコート）をしみ込ませたぼろ布を巻いた柱を斜面上部に2, 3本立て、さらに柱間には防雀テープ（赤と銀色の反射テープ）を張った。また6と7の施工区については、上部林地からニホンカモシカ、ニホンジカ等の侵入を防止するため、のり頭部にも防雀テープを張り巡らした。

しかしながら、この防除方法はほとんど効果が無かったようで、各施工区の被害はおさまらず、施工区7においては頻繁にシカが往来するため斜面上部の一部がテラス状の裸地に変形し、それが誘因となって降雨により変形部分が崩壊した。

今後、林道切取のり面の適所、適間隔に野生動物が斜面上部の林地と林道を容易に往来できるように幅1m程度の緩斜地（人工獣道）を造成する必要もあるのではないかとと思われる。

#### 4. おわりに

施工後の経過は種々の問題点もあるが、総体的には一応順調であると思われる。外来草本類で被覆されたのり面では、在来種の侵入は30%程度の裸地部分があると良好であるとされている<sup>1)</sup>。ことから、今後も吹付したコマツナギが生育不良ながらも成長し、さらに林縁部などから在来種等も侵入してくると推測される。またコマツナギは昨年、多数結実し種子供給を始めたことから、今後各施工区ではコマツナギの成立がさらに増加するのではないかとと思われる。

林道切取のり面への木本類（郷土種）の導入については、1970年代から1980年代にかけて多くの議論<sup>12) 13)</sup>や導入試験<sup>14) 15)</sup>がおこなわれている。現在では導入技術はほぼ確立され、厚層吹付や種子分離植生マットによって多数の木本類導入実績例がある。しかし、いずれの工法も木本類導入の成功率は高いが、経済的には非常に高価な工法である。本演のように3級規格でしかも開設費を極力抑えている林道においては、のり面緑化に高価な施工法を投資する経済的余裕はあまりない。このような経済的な事情は本演のみならず、他演習林や町村、民有林道においても似通った状態であるのではないかとと思われる。したがって、外来草本類が衰退化しているのり面に安価で木本類を導入する本工法は、木本類の発生期待本数と播種量の補正率<sup>16)</sup>等の問題点を改良することにより、意義のある工法になると確信している。

今回試験的に施工した林道切取のり面への木本類の吹付効果については、今後も継続して観察、調査をおこなう予定である。また現在思案中ではあるが、比較的安価で実施出来ると思われる外来草本類と在来木本類の同時導入工法も今後試みたいと思っている。

## 5. 引用文献

- 1) 境慎二郎(1996)和歌山演習林における林道切取法面への木本類の吹付について. 演研 3. 34-37.
- 2) 新田伸三・小橋澄治(1984)土木工事ののり面保護工. pp272 鹿島出版, 東京.
- 3) 小沢準二郎(1958)林木のタネとその取り扱い. pp332 日本林業技術協会, 東京.
- 4) タキイ種苗株式会社(1993)ローンシード VOL9. pp65.
- 5) 小橋澄治・村井 宏(1995)のり面緑化の最先端. pp211 ソフトサイエンス社, 東京.
- 6) 堀江保夫(1981)播種緑化工における林叢形成種としてハギ属の適応を考える. 緑化工技術. 7-3. 26-27.
- 7) 山寺喜成(1974)乾燥期における木本植物の播種方法に関する実験. 緑化工技術. 2-1. 22-25.
- 8) 駒走裕之・谷口美津男・坂手三千兵(1996)植生マットにおける木本植物の導入. 日本緑化工学会誌. 22-1. 32-33.
- 9) 寺岡 猛(1995)法面保護工・・・その後の取り組み事例. 林道 1995・7 No288. 8-12.
- 10) 古林賢恒・佐々木美弥子(1995)丹沢山地におけるニホンジカの幼齢植林地の利用. 日林誌. 77 (5). 448-454
- 11) 倉田益二郎(1979)緑化工技術. pp298 森北出版, 東京.
- 12) 小橋澄治(1979)のり面への樹木導入をめぐる諸問題. 緑化工技術. 6-1. 3-7.
- 13) 倉田益二郎(1984)外来草か郷土草か. 緑化工技術. 11-1. 13-16.
- 14) 小畑秀弘(1976)木本類の種子を組合わせた植生マット(ホーレスター). 緑化工技術. 4-1. 28-29.
- 15) 山寺喜成(1986)播種工による早期樹林化方式の提案. 緑化工技術. 12-2. 25-35.
- 16) 山寺喜成・安保 昭・吉田 寛(1993)自然環境を再生する緑の設計. 169pp 財団法人農業土木事業協会, 東京.