

# 環境に配慮した森林土木事業導入手法の検討 —GISによる森林モニタリング及び法面緑化工 施工地における在来植物の侵入状況—

山本 哲也, 東 敏生<sup>1)</sup>, 佐野 俊和, 弓場 憲生

山本哲也・東 敏生・佐野俊和・弓場憲生：環境に配慮した森林土木事業導入手法の検討，—GISによる森林モニタリング及び法面緑化工施工地における在来植物の侵入状況—，広島県林技セ研報33：1～14，2001。森林土木事業の実施にあたり，森林の多面的機能や森林生態系への配慮が求められるようになったことから，事業対象地周辺の森林現況や立地条件のモニタリング手法の一つとして，広島県山県郡芸北町を対象に森林資源情報のシステム化を行ない，GIS（地理情報システム）の活用例を示した。

また，同町の広域基幹林道「細見大塚線」を対象として，在来の木本植物や草本植物による法面の早期安定化手法について検討し，植生ネット併用種子吹付け工が初期の表土安定とその後の在来植物の導入という点では適していることを明らかにした。また，緑化工が施工された法面における牧草や在来植物の遷移過程を確認した。

[キーワード]

林道法面，在来植物，GIS

## 1. はじめに

近年の森林の公益的機能や野生生物に対する関心の高まりを背景に，治山・林道等の森林土木事業の実施にあたり，災害の防止や林業の合理的経営と森林の集約的管理に加えて，森林の多面的機能や森林生態系への配慮も求められるようになってきている<sup>1), 2), 3), 4)</sup>。そのためには，事業対象地周辺の森林現況や立地条件をモニタリングするとともに，事業の実施による森林機能や環境への影響を把握し，事前に予測する手法の開発が急務となっている。

近年，各種事業の実施に伴う合意の形成・意志決定のための支援システムとして地理情報システム（Geographic Information System：略称GIS）が活用されはじめた。GISはデータベース化された地域の属性情報と，位置や地形条件などの地理的情報を用いて，様々な条件設定の下での評価結果を地図などに表し，視覚的に表現することができる特徴を持っている。

そこで，まず，既に地籍データが整備されている広島県山県郡芸北町をモデルとして，森林簿に基づく属性データベースと地籍データを用いた森林資源情報のシステム化を行ない，GISの活用例を示した。

さらに，同町の広域基幹林道「細見大塚線」を対象と

して，在来の木本植物や草本植物による法面の早期安定化手法の確立について検討した。

なお，本研究は平成10年度から平成12年度にかけて行われた国庫補助・林業関係地域重要新技術開発促進事業課題「森林モニタリングと環境の評価に関する研究」の一部である。

## 2. GISによる森林モニタリング

### 2.1 方法

芸北町の一部地域，細見・大塚地区の森林簿をもとにした森林資源情報データベースを作成し，これと森林基本図，地籍データ等のラスターデータとの結合を行い，さらに背景に人工衛星（ADEOS）によるリモートセンシングデータ画像の導入を試みた。解析にはGISソフトArcView3.0a（ESRI社）を用い，対象地域の森林資源をモニタリングするため，機能分級図（樹種別，齢級別等）等を作成した。さらに樹種別の機能分級図に仮想林道路線を入力し，それが含まれる林小班を抽出した。

### 2.2 結果

図-1は森林簿データと森林基本図，地籍データを結合したものである。

1) 現在 広島県農林水産部森林保全課

図-2は地籍データと人工衛星画像（ADEOS）によるリモートセンシングデータ画像を結合したものである。以下の図では、この人工衛星画像を背景として表現した。図-3は機能分級図（年齢別）を表したものである。

ただし、林小班を表現する配色の都合上、通常の5年ではなく10年を1年齢として表示した。図-4は機能分級図（樹種別）に仮想の林道路線を入力し、それが含まれる林班の小班を表したものである。

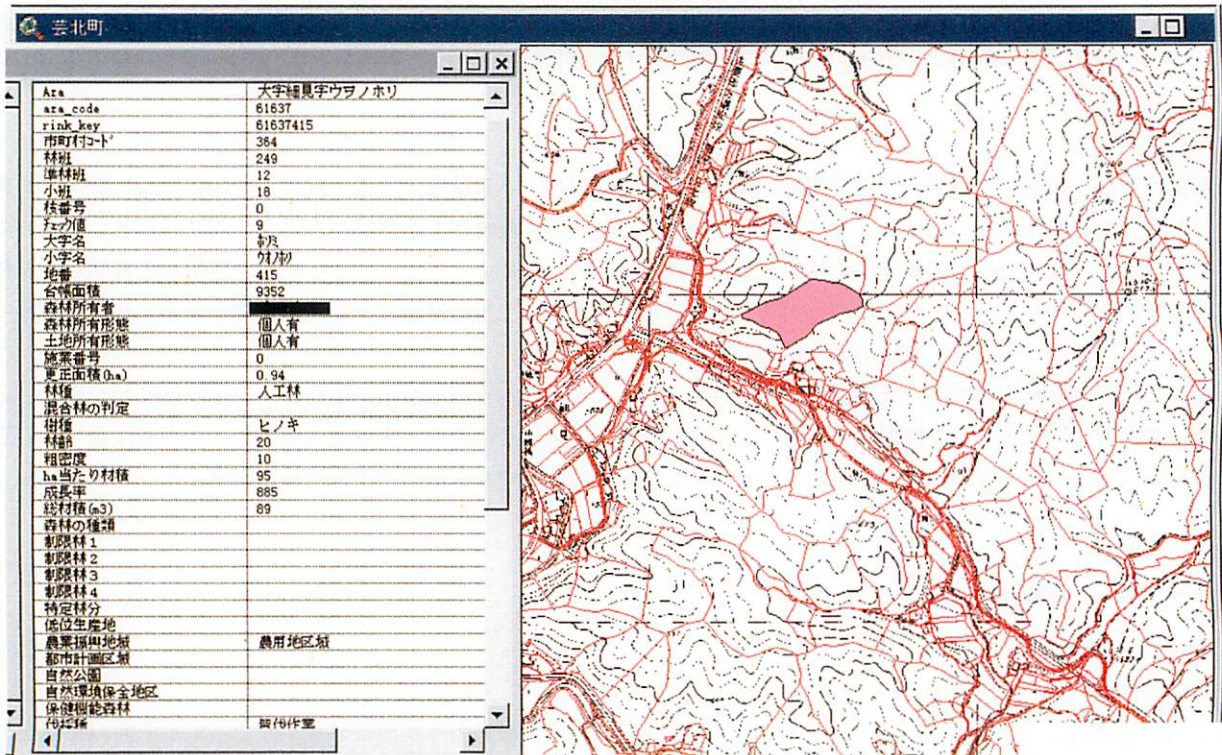


図-1 森林簿データと森林基本図、地籍図の結合

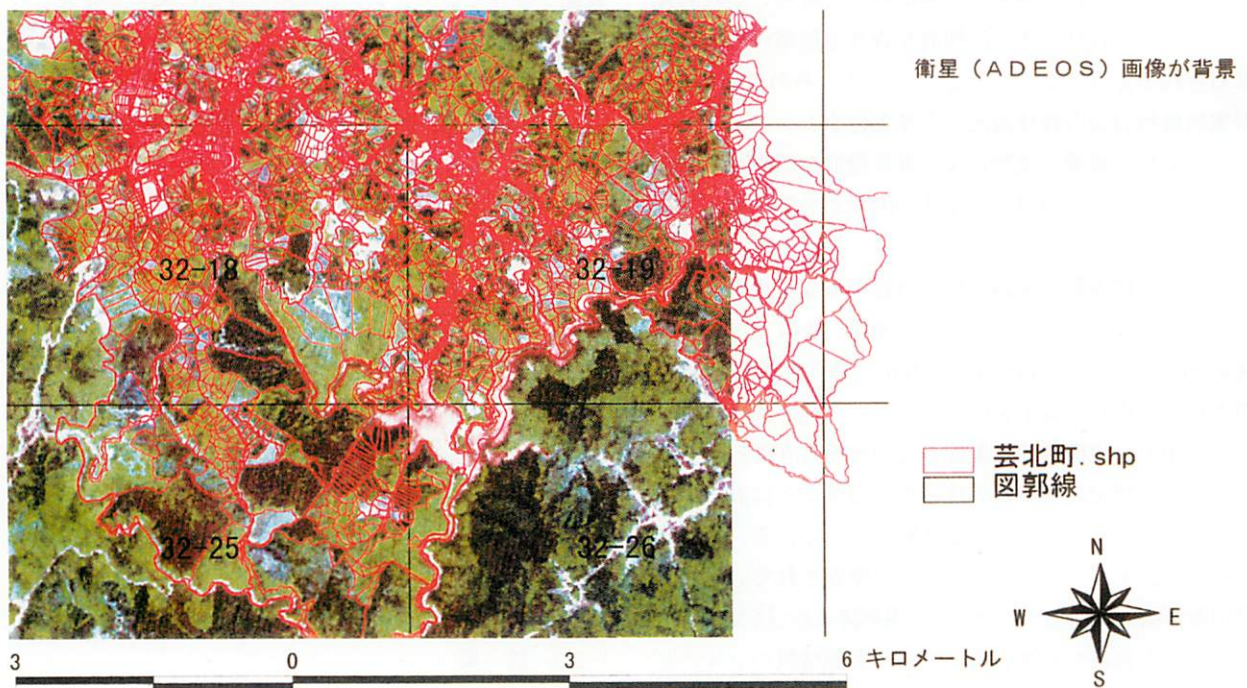


図-2 人工衛星画像を背景とした地籍図



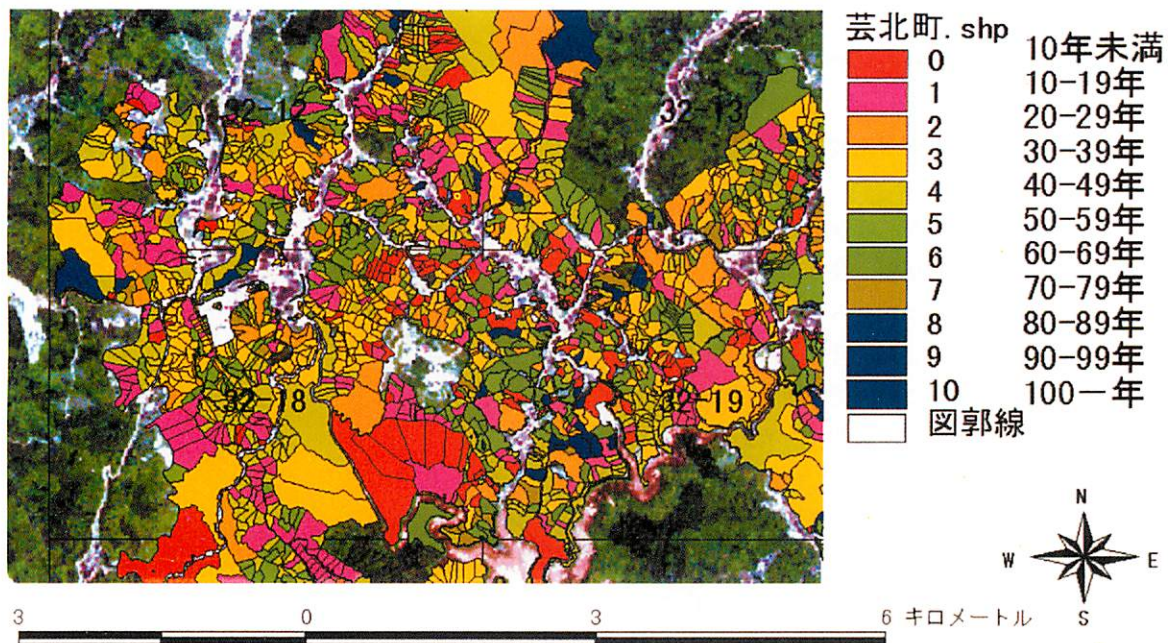


図-3 齢級別の機能分級図

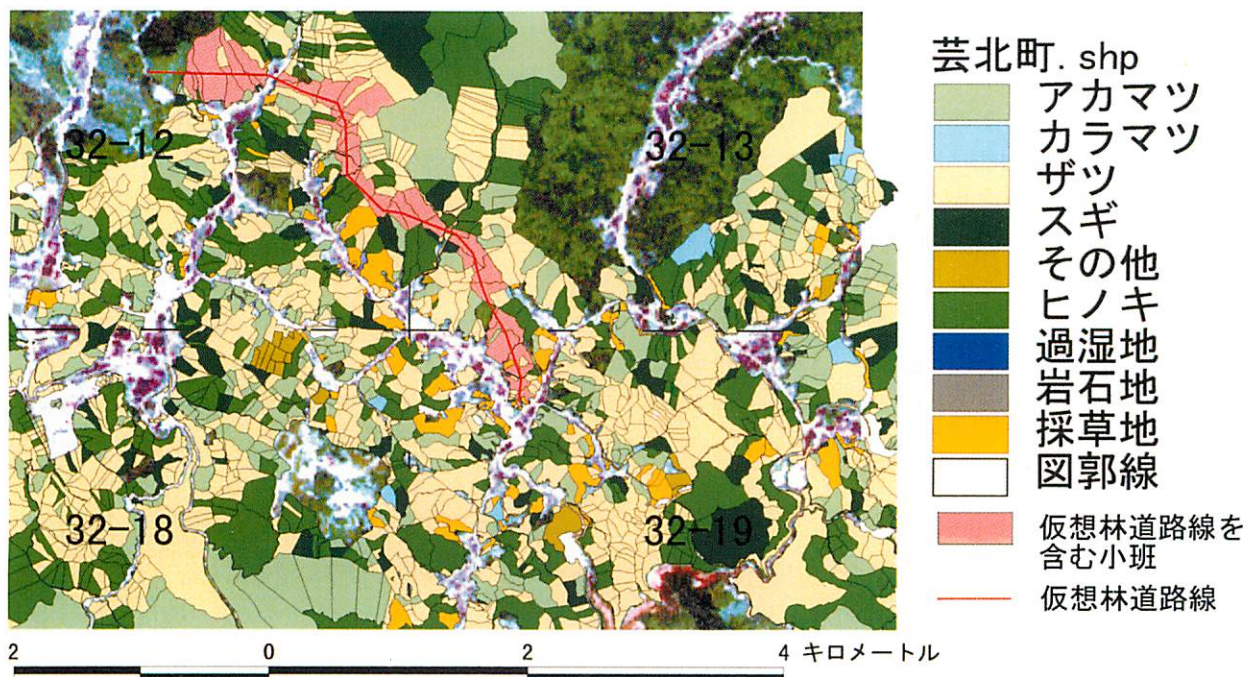


図-4 仮想林道路線を含む小班

### 2.3 考察

図-1～4のように、森林簿や衛星データ解析から得られた様々な資源情報が、地図情報と共に図面上にカラー表示でき、視覚に訴えた情報提供が比較的簡単に出来ることがわかった。

枝打ちや間伐などの森林整備が必要な林分の抽出、土地利用形態や林相変化の定期的把握、及び森林資源情報データの更新作業の簡素化に有効であろう。

図-4は仮の林道路線を入力した場合の、それを含ま小班を抜き出したものである。この図では樹種別に表現しているが、条件設定を変えれば齢級別、所有形態別等任意に表現できる。また、属性データとしては森林簿のデータと結合しているが、属性データは任意に追加することも可能である。このように、治山・林道など、森林土木事業の計画策定等、各種事業の効率の推進に有効であると思われる。

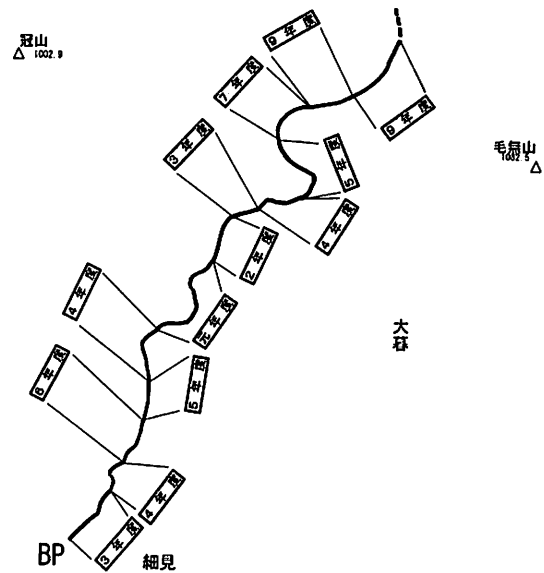


図-5 広域基幹林道「細見大塚線」の概略図  
網掛けの区間が調査対象。

## 3. 緑化工が施工された林道法面における植生遷移および在来植物の侵入過程

### 3.1 方法

#### 3.1.1 調査地の概況

細見大塚線が開設されている芸北町細見地区は、広島県北西部に位置し冷涼な地域である。調査地近隣の観測所の最近10年間(平成3年～12年)の平均年間降水量は1,940mm(王泊観測所)、年平均気温は11.7℃(大朝観測所)であった<sup>5)</sup>。周辺の林相は、コナラ林、アカマツ林、スギやヒノキの植林地等であった。また、周辺の地質は流紋岩類であり、土壌は乾性褐色森林土(Kwa-1)、褐色森林土(Kwa-2)、黒ボク土(Ysi-1)、乾性褐色森林土(赤褐系Fut-1)が分布していた<sup>6)</sup>。調査対象とした区間の標高は645m～930mであった。この細見大塚線の開設は平成元年度から施工され、平成12年度現在も施工中である。

#### 3.1.2 調査区の設定

通常、切土法面は、いわゆる土羽(盛土法面)よりも急傾斜であるため、より表層が不安定化すると言われている<sup>7)</sup>。そのため、すべての調査は切土法面を対象に行った。

調査区間は平成元年度から9年度の間に施工された区間とした(図-5)。この区間では法面保護工として以下の5つが採用されていた。

- ① 4種混合種子吹付け工(以下、種子工と略称)
- ② 植生ネット併用種子吹付け工(以下、ネット種子工と略称)
- ③ 植生ネット併用客土吹付け工(以下、ネット客土工と略称:吹付け厚1cm, 2cm, 5cm)
- ④ ラス金網併用客土吹付け工(吹付け厚1cm, 2cm, 5cm)
- ⑤ モルタル吹付け工(吹付け厚7cm)

この細見大塚線の切土法面を施工年度、法面保護工の工法別に区分したところ、法面は199個に区分された。このうち緑化工が施工された法面のうちで数が多かった、種子工、ネット種子工、ネット客土工(吹付け厚2cmのもののみ)の3工法区を調査対象とした。

その概要は以下のとおりである。

種子工: 牧草の種子、肥料、木質ファイバー、侵食防止剤等を厚さ1cm程度に吹付ける工法で、主な適用地は肥沃地、侵食の少ない地、適潤地等である<sup>8)</sup>。

ネット種子工: 侵食防止用の被覆材として合成樹脂製の植生ネットを施工した後に種子工を施工する工法である。

ネット客土工: 同じく植生ネットを施工した後に牧草の種子と肥料、木質ファイバー、侵食防止剤、植生基材等を厚さ1～3cm程度に吹付ける工法で、主な適用地は硬質土、クラックの多い軟岩等である<sup>9)</sup>。

これらの工法は通常、工事の際に土質区分によって選択されるので、同一工法であれば土質も似かよったものであるという前提が可能であると判断した。また、土質

は土工の法面勾配の選択要因ともなるため、結果的に同一工法であれば傾斜も似かよったものになったと判断された。

法面上の植生遷移過程の調査については、同一工法が毎年施工されていたネット種子工区のみを調査対象とした。

また、在来植物の侵入状況調査については、上記の3工法区で実施した。対象としたのは、これらの工法が全部存在していた施工後7年目の区間である。

それぞれの緑化工には、基本的にケンタッキー31フェスク、クリーピングレッドフェスク、ウィーピングラブグラス、ホワイトクローバーの4種の牧草種子が混用されていたが、平成7年度以降はケンタッキー31フェスクの代替種として近縁種のトルフェスクが用いられるようになった(本報告では、すべてトルフェスクとして表記した)。

なお、夏期(7月下旬から8月下旬)に維持管理のため、必要に応じて下刈等が高さ1m程度まで行われていたが、下刈の痕跡が見られた法面は調査対象から除外した。

調査区は極力、周辺の植生、標高、斜面方位等の立地条件が似かよった法面の中で面積が大きいものから順に選択した。

3.1.3 調査方法

調査は基本的に法面の中央部の法尻に調査枠(2×4m)を設定し、牧草、侵入した木本植物(以下、木本と略称する)、草本植物(以下、草本と略称する)の種別被度を記録した。

法面の植生遷移については調査枠内の木本の本数を記録し、過去の下刈り等管理履歴の違いによる影響を除外するため、下刈り等がされていない調査枠上側の1×4

m内の結果を解析に用いた。また、工法別の比較については、施工面積の関係で法尻1×4m内の結果を解析に用いた。

調査箇所数は、植生遷移については各年1ヶ所ずつの計9ヶ所、工法別の比較では各工法ごとに3ヶ所ずつで計9ヶ所である。

表-1に植生遷移調査対象法面の立地条件、および表-2に工法別調査対象法面の立地条件の概要を示す。

また、法面周辺に存在する林分で、高木層や亜高木層を構成する木本の種名を記録した。

これらの調査は平成12年8月から9月にかけて行った。

3.2 結果

3.2.1 ネット種子工区における植生遷移過程

ネット種子工区において、施工後の経過年別に出現した植物の種別被度を表-3に示した。ウィーピングラブグラスは施工後まもない法面から10年4ヶ月経過した法面まで多くの法面で残存していたが、トルフェスクやホワイトクローバーは施工後7年4ヶ月以上経過した法面では見られなかった。なお、当初吹付けた4種とは異なるカモガヤやペンローンは施工時の混入によるものと思われる。

木本ではメドハギ、アカマツ、リョウブ等が施工後4年4ヶ月経過した法面から10年4ヶ月経過した法面まで多くの法面で見られた。

草本ではシシガシラ、ススキが比較的多くの法面で見られた。

表-1 ネット種子工区の経過年別調査対象法面の立地条件

法面番号	178	169	144	31	36	41	89	80	63
施工年度(平成)	9年度	9年度	7年度	6年度	5年度	4年度	3年度	2年度	元年度
施工後の経過年(年.月)	2.4	2.9	4.4	5.4	6.4	7.4	8.5	9.4	10.4
周辺の植生	コナラ林	コナラ林	ヒノキ新植地 コナラ・ミズナラ林	ヒノキ植林地	コナラ林	コナラ・アカマツ林	コナラ・ミズナラ林	ブナ・ミズナラ林	コナラ・アカマツ林
標高(m)	900	905	920	690	700	725	915	890	840
斜面方位	E	E	E	E	E	E	E	E	E
傾斜(°)	56	55	54	58	53	51	54	52	49

標高は設計図から読み取り、斜面方位と傾斜は調査枠の位置で計測した

表-2 法面保護工の工法別調査対象法面の立地条件

法面番号	14	24	40	15	25	41	107	113	115
工法	種子工			ネット種子工			ネット客土工		
周辺の植生	コナラ林	アカマツ・コナラ林	コナラ・アカマツ林	コナラ林	アカマツ・コナラ林	コナラ・アカマツ林	ヒノキ植林地	コナラ林	コナラ林
標高(m)	645	655	725	645	655	725	930	930	930
斜面方位	W	SE	E	W	SE	E	SE	E	W
傾斜(°)	51	50	51	54	51	51	57	57	51

標高は設計図から読み取り、斜面方位と傾斜は調査枠の位置で計測した

表-3 ネット種子工区の施工後の経過年と出現した植物の被度

種名	法面番号 施工後の経過年(年.月)	178	169	144	31	36	41	89	80	63
		2.4	2.9	4.4	5.4	6.4	7.4	8.5	9.4	10.4
ウィーピングラブグラス	牧草		24	55		15	+	30		40
カモガヤ	牧草		+					15		
クリーピングレッドフェスク	牧草	65							25	
トールフェスク	牧草	+	+							
ペンローン	牧草		40		+			5		
ホワイトクローバー	牧草	5	23		+	+				
オオモミジ	木本			+		+				
メドハギ	木本			+	13			8	+	+
アカシデ	木本			+					10	
アカマツ	木本			+			20		5	+
リョウブ	木本			+	+	15	40	20	8	6
ツクシハギ	木本				+			+		
ヒノキ	木本				+					
ウメドキ	木本					+				
クマイチゴ	木本					+			+	
クロモジ	木本					+				
ナガバノモミジイテゴ	木本					+				
ノイバラ	木本					+				
ミツバアケビ	木本					+				
ミヤマガマズミ	木本					+				
ヤマウルシ	木本					+				
コアジサイ	木本					+	+		+	+
コナラ	木本					+	+			7
コバノミツバツツジ	木本					+	8			
スノキ	木本					+	+			
ダイセンミツバツツジ	木本					+	+		+	
ヒサカキ	木本					+	+			
ネジキ	木本						5			+
イワガラミ	木本							+	8	
アズキナシ	木本							+	+	+
イタヤカエデ	木本								+	
ミズナラ	木本								+	
コミネカエデ	木本								+	
ツタウルシ	木本								+	
ナナカマド	木本									+
コシアブラ	木本									+
サワフタギ	木本									+
オトギリソウ	草本			+						+
不明	草本			+						
シシガシラ	草本					+	+	6	13	6
ニガナ	草本				+					
ススキ	草本					+	+	8		7
タチツボスミレ	草本						+	+	+	
ノギラン	草本				+		+			
ヒヨドリバナ	草本				+			+		
ヨモギ	草本				+					
イカリソウ	草本						+			
アカモノ	草本							+		
ツルリンドウ	草本								+	
ゼンマイ	草本								+	
オカトラノオ	草本								+	
センブリ	草本								+	
種数	牧草	3	5	1	2	2	1	3	1	1
	木本	0	0	5	4	15	9	5	13	10
	草本	0	0	2	3	2	5	5	7	2
	全体	3	5	8	9	19	15	13	20	13
被度(%)	牧草	72	100	55	4	16	0	50	25	40
	木本	0	0	0	17	30	75	30	38	24
	草本	0	0	0	2	4	5	20	14	13
	裸地	28	0	45	77	50	20	0	23	23

5%未満の被度「+」については便宜的に按分して集計した。

図-6は施工後の経過年と各植物の種数を表したものである。法面緑化工の施工後しばらくは牧草のみであったが、4年後ぐらいから木本や草本の侵入が見られ始め、経過年によって変動があるものの種数が増加し、10年後では平衡状態に近くなった。

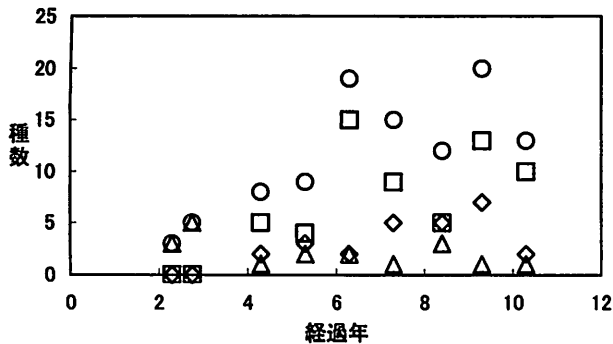


図-6 ネット種子工区における経過年別の各植物の出現種数

○：全体；△：牧草；□：木本；◇：草本。

植生高としてはトールフェスクやススキが最大の法面が多く1.5~2.0m程度であった。

図-7は施工後の経過年と各植物の被度を表したものである。施工されてからの時間の経過に伴い、牧草の被度が減少していき、かわりに木本及び草本の被度が増加

していった。全体の被度としては、時間の経過に伴い減少したが施工後5年ぐらいが最低となり、また増加に転じた。

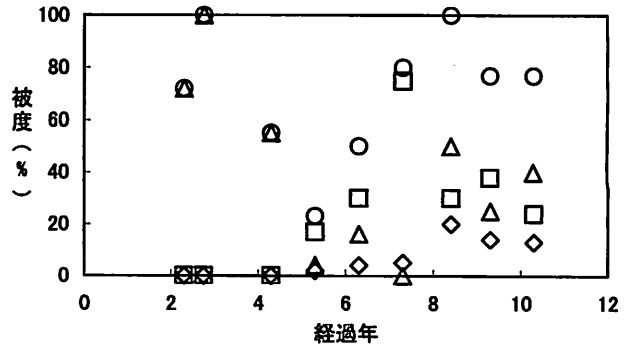


図-7 ネット種子工区における経過年別の各植物の被度

○：全体；△：牧草；□：木本；◇：草本。

表-4は調査枠内に出現した木本の本数を表したものである。木本の本数は施工後4年ぐらいから徐々に増加し7年前後がピーク(7年4ヶ月で529本)となった。また、多くの法面でリョウブの本数が過半数を占め、このリョウブを含む高木性と小高木性のものを合わせると、ほとんどの法面で過半数を占めた。写真1~3は経過年別の植生回復状況を抜粋したものである。

表-4 ネット種子工区の施工後の経過年と調査枠内に出現した木本植物の本数

種名	法面番号 施工後の経過年(年,月)	178	169	144	31	38	41	89	80	63
		2.4	2.9	4.4	5.4	6.4	7.4	8.5	9.4	10.4
オオモミジ	高木性			1		1				
アカシデ	高木性			2				7		
アカマツ	高木性			3			11	1	7	
リョウブ	高木性			59	2	254	436	130	40	111
ヒノキ	高木性				2					
コナラ	高木性					16	2			11
アズキナン	高木性							3	6	2
イタヤカエデ	高木性								1	
ミズナラ	高木性								1	
コシアブラ	高木性									1
ヤマウルシ	小高木性					7				
ヒサカキ	小高木性					1	4			
ネジキ	小高木性						48			43
コミネカエデ	小高木性								1	
ナナカマド	小高木性									1
メドハギ	低木性			2	88			16	4	12
ツクシハギ	低木性			2				1		
ウメドキ	低木性					1				
クマイテゴ	低木性					1			2	
クロモジ	低木性					5				
ナガバノモミジイテゴ	低木性					5				
ノイバラ	低木性					2				
ミヤマガマズミ	低木性					1				
コアジサイ	低木性					1	4		18	1
コバノミツバツツジ	低木性					23	17			
スノキ	低木性					8	1			
ダイセンミツバツツジ	低木性						6		11	
サワフタギ	低木性									1
ミツバアケビ	蔓性					2				
イワガラミ	蔓性							1	8	
ツタウルシ	蔓性									2
高木性		0	0	85	4	271	449	133	58	132
小高木性		0	0	0	0	8	52	0	1	44
低木性		0	0	2	88	47	28	17	35	14
蔓性		0	0	0	0	2	0	1	10	0
合計(本/4㎡)		0	0	87	92	328	529	151	102	180





写真1 施工後2年4ヵ月後のネット種子工区の植生回復状況



写真4 種子工区の施工後7年4ヵ月後の植生回復状況

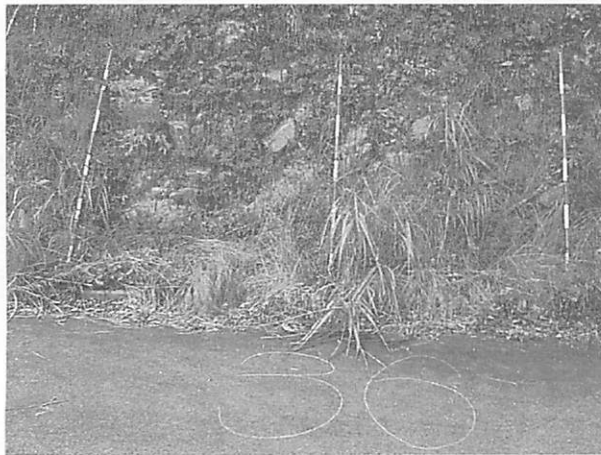


写真2 施工後6年4ヶ月後のネット種子工区の植生回復状況

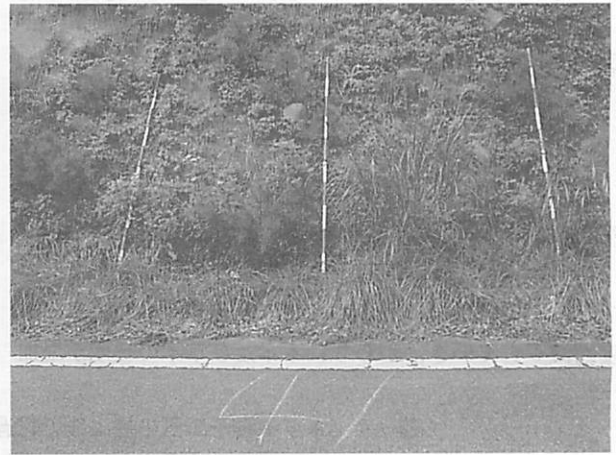


写真5 ネット種子工区の施工後7年4ヵ月後の植生回復状況



写真3 施工後10年4ヶ月後のネット種子工区の植生回復状況



写真6 ネット客土工区の施工後7年4ヶ月後の植生回復状況

### 3.2.2 工法別にみた在来植物の侵入実態

写真4～6は各工法区における植生回復状況の1例である。

また、出現した植物の工法区別の組成を表-5に示した。ウィーピングラブグラスとトールフェスクはいずれの工法区においても、ある程度の頻度で残存していたが、ホワイトクローバーはあまり残存していなかった。なお、当初吹付けた4種とは異なるペンロンが見られること



があるが、これは施工時の混入によるものと思われる。  
 牧草の残存種数はいずれの工法区でも3～4前後であつた。

木本は種子工区においてはリョウブ、コナラ等24種が出現し、平均種数は11.0であった。ネット種子工区においてはリョウブ、アカマツ等13種が出現し、平均種数は

表-5 法面保護工の工法と法面に出現した植物の被度

種名	工法 法面番号	種子工			ネット種子工			ネット密土工		
		14	24	40	15	25	41	107	113	115
ウィーピングラブグラス	牧草	+	15		13		8	40	27	25
トールフェスク	牧草	+	8	53	5	35	10	55	60	60
ペンローン	牧草	+				40				
ホワイクローパー	牧草		+					+		+
ツバシバミ	木本	+								
イヌツゲ	木本		+							
ウメモドキ	木本		+							
ツクシハギ	木本		5							
ナツハゼ	木本		+							
ヒノキ	木本		10							
ミヤマガマズミ	木本		+							
メドハギ	木本		+							
ヤマザクラ	木本		+							
イソノキ	木本		5	+						
クロモジ	木本		+	+						
ノイバラ	木本		+	+						
アオハダ	木本			+						
イボタノキ	木本			+						
ヤマボウシ	木本			+						
ヒサカキ	木本		+				+			
リョウブ	木本	+	+	+	20	+	30			
アカマツ	木本		5		7	+	5			
アセビ	木本		+				+			
コバノミツバツツジ	木本		+		+		10			
ソヨゴ	木本		+			+	+			
ヤマウルシ	木本		+	+		+				
コナラ	木本	+	+	+	+		+			+
ウワミズザクラ	木本			+						+
スノキ	木本				+					
アカシデ	木本						+			
ダイセンミツバツツジ	木本						+			
ネジキ	木本						+			
コアジサイ	木本						+		+	
イワガラミ	木本									+
オオカメノキ	木本									+
ナツツバキ	木本									+
オカトラノオ	草本		+							
ムラサキニガナ	草本			+						
ササガヤ	草本	6			5					
スキ	草本		5	38		5	15			
オトギリソウ	草本		+	+		+				
タチツボスミレ	草本		+	+		+	+			
ノギラン	草本		+				+			
ヨモギ	草本	+			5	+	+			
シシガシラ	草本	+	25		18	+	+		+	
ヒヨドリバナ	草本						6			
テキリスゲ	草本					5				
ゼンマイ	草本				+					
イカリソウ	草本						+			
アリトウグサ	草本					+				
カワラナデシコ	草本							+		
イワガネゼンマイ	草本								+	
チマキザサ	草本								+	
ヤマイヌワラビ	草本								+	
ヤワラシダ	草本								+	
リョウメンシダ	草本								+	
種数	牧草	3	3	1	2	2	2	3	2	3
	木本	4	19	10	5	5	11	0	1	5
	草本	3	6	4	4	6	7	1	6	0
	合計	10	28	15	11	13	20	4	9	8
平均種数	牧草		2.3			2.0			2.7	
	木本		11.0			7.0			2.0	
	草本		4.3			5.7			2.3	
	合計		17.7			14.7			7.0	
総種数	牧草		4			3			3	
	木本		24			13			6	
	草本		9			12			7	
	合計		37			28			16	
被度(%)	牧草	6	23	53	18	75	18	96	87	88
	木本	2	37	4	27	4	51	0	1	4
	草本	7	32	38	30	16	26	1	4	0
	裸地	85	8	5	25	5	5	3	8	8
平均被度(%)	牧草		27.3			37.0			90.3	
	木本		14.3			27.3			1.7	
	草本		25.7			24.0			1.7	
	裸地		32.7			11.7			6.3	

5%未満の被度「+」については便宜的に按分して集計した。

7.0であった。ネット客土工区においてはコナラ、ウワミズザクラ等6種が出現し、平均種数は2.0であった。以上のように、木本では総出現種数も平均種数も種子工区が最多であった。また、低木性樹種の侵入が多く見られたのも種子工区の特徴であった。

一方、草本は種子工においてはススキ、オトギリソウ等9種が出現し、平均種数は4.3であった。ネット種子工区においてはヨモギ、シシガシラ等12種が出現し、平均種数は5.7であった。ネット客土工区においてはシシガシラ、カワラナデシコ等7種が出現し平均種数は2.3であった。以上のように草本では総出現種数も平均種数もネット種子工区が最多であった。

工法区別に平均被度を比較すると、牧草はネット客土工区の90.3%、木本はネット種子工区の27.3%、草本は種子工区の25.7%が、それぞれ最高であった。在来の木本及び草本の出現という観点で両者の被度の合計を比較すると、ネット種子工区の51.3%が最高であった。

植生高としてはトールフェスクやススキが最大の法面

が多く1.5~2.0m程度であった。

表-6は調査枠内に出現した木本の本数を工法区別に表したものである。出現した木本の平均本数はネット種子工区が184本で最多であった。出現した木本のうち、高木性のものがほとんどの法面で過半数を占め、その大半はリョウブ及びコナラであった。

### 3.2.3 周辺林分の植生

表-7はネット種子工区における木本の経過年別侵入状況と、その周辺林分における木本の分布状況を、表-8は各工法別の木本の侵入状況と、その周辺林分における木本の分布状況を表したものである。概査ではあったが、いずれの法面においても周辺林分におおよそ10種前後の木本が確認できた。その主なものはリョウブ、アカマツ、コナラ、アズキナシ、ミズナラ、ヤマウルシ、コバノミツバツツジ、ダイセンミツバツツジであった。このうちリョウブ、コナラはほとんどの法面の周辺に分布していた。

表-6 法面保護工の工法と調査枠内に出現した木本植物の本数

種名	工法 法面番号	種子工			ネット種子工			ネット客土工		
		14	24	40	15	25	41	107	113	115
ヒノキ	高木性		28							
ヤマザクラ	高木性		1							
アオハダ	高木性			1						
ヤマボウシ	高木性			1						
リョウブ	高木性	3	82	15	30	45	399			
アカマツ	高木性		14		2	3	7			
コナラ	高木性	2	7	103	4		6			9
ウワミズザクラ	高木性			3						1
アカシデ	高木性						1			
ナツツバキ	高木性									1
イヌツゲ	小高木性		1							
ヒサカキ	小高木性	1	9				3			
ソヨゴ	小高木性		4			1	4			
ヤマウルシ	小高木性		1	1		1				
ネジキ	小高木性						34			
オオカメノキ	小高木性									1
ツノハシバミ	低木性	4								
ウメモドキ	低木性		1							
ツクシハギ	低木性		2							
ナツハゼ	低木性		2							
ミヤマガマズミ	低木性		3							
メドハギ	低木性		4							
イソノキ	低木性		1	1						
クロモジ	低木性		1	3						
ノイバラ	低木性		1	1						
イボタノキ	低木性			6						
アセビ	低木性		3				1			
コバノミツバツツジ	低木性		18		2		3			
スノキ	低木性				4					
ダイセンミツバツツジ	低木性						1			
コアジサイ	低木性						1		1	
イワガラミ	蔓性									2
	高木性	5	130	123	36	48	413	0	0	11
	小高木性	1	15	1	0	2	41	0	0	1
	低木性	4	36	11	6	0	6	0	1	0
	蔓性	0	0	0	0	0	0	0	0	2
合計本数(本/4㎡)		10	181	135	42	50	460	0	1	14
平均本数(本/4㎡)			109			184			5	

表一 7 ネット種子工区の経過年別の調査枠内に出現した木本植物と周辺の主な木本植物

種名	法面番号 施工後の経過年(年,月)	178		169		144		31		36		41		89		80		63	
		法面	周辺	法面	周辺	法面	周辺	法面	周辺	法面	周辺	法面	周辺	法面	周辺	法面	周辺	法面	周辺
オオモミジ	高木性					+				+									
アカシデ	高木性																		
アカマツ	高木性		+			+	+					+	+						+
リュウブ	高木性		+			+	+												+
ヒノキ	高木性																		
コナラ	高木性																		
アズキナシ	高木性		+																
イタヤカエデ	高木性		+																
ミズナラ	高木性																		
コシアブラ	高木性																		
スギ	高木性																		
ハウチワカエデ	高木性																		
ミズキ	高木性																		
ホオノキ	高木性																		
クリ	高木性																		
ナツツバキ	高木性																		
アオダモ	高木性																		
ハネミイヌエンジュ	高木性																		
ヤマボウシ	高木性																		
ブナ	高木性																		
ヤマウルシ	小高木性																		
ヒサカキ	小高木性																		
ネジキ	小高木性																		
コミネカエデ	小高木性																		
ナナカマド	小高木性																		
オオカメノキ	小高木性		+																
エゴノキ	小高木性																		
イヌツゲ	小高木性																		
マンサク	小高木性																		
ソヨゴ	小高木性																		
トドハギ	低木性																		
ツクシハギ	低木性																		
ウメドク	低木性																		
クマイチゴ	低木性																		
クロモジ	低木性																		
ナガバノモミジイチゴ	低木性																		
ノイバラ	低木性																		
ミヤマガマズミ	低木性																		
コアジサイ	低木性																		
コバノミツバツツジ	低木性																		
スノキ	低木性																		
ダイセンミツバツツジ	低木性																		
サワフタギ	低木性																		
ダンコウバイ	低木性																		
アセビ	低木性																		
ミツバアケビ	蔓性																		
イワガラミ	蔓性																		
ツタウルシ	蔓性																		
木本植物種数		0	13	0	8	5	7	4	8	15	11	9	11	5	11	13	12	10	12

表一 8 法面保護工の工法別の調査枠内に出現した木本植物と周辺の主な木本植物

種名	法面番号	工法				ネット種子工				ネット密土工									
		14	24	40	15	25	41	107	113	115									
ヒノキ	高木性																		
ヤマザクラ	高木性																		
アオハダ	高木性																		
ヤマボウシ	高木性																		
リュウブ	高木性	+	+																
アカマツ	高木性																		
コナラ	高木性																		
ウワミズザクラ	高木性																		
アカシデ	高木性																		
ナツツバキ	高木性																		
カスミザクラ	高木性																		
ウラジロノキ	高木性																		
コハウチワカエデ	高木性																		
アズキナシ	高木性																		
スギ	高木性																		
コシアブラ	高木性																		
ホオノキ	高木性																		
クリ	高木性																		
ハネミイヌエンジュ	高木性																		
カラマツ	高木性																		
ブナ	高木性																		
アオダモ	高木性																		
イヌツゲ	小高木性																		
ヒサカキ	小高木性	+																	
ソヨゴ	小高木性																		
ヤマウルシ	小高木性																		
ネジキ	小高木性																		
オオカメノキ	小高木性																		
エゴノキ	小高木性																		
ツノハシノミ	低木性	+																	
ウメドク	低木性																		
ツクシハギ	低木性																		
ナツハダ	低木性																		
ミヤマガマズミ	低木性																		
トドハギ	低木性																		
イソノキ	低木性																		
クロモジ	低木性																		
ノイバラ	低木性																		
イボタノキ	低木性																		
アセビ	低木性																		
コバノミツバツツジ	低木性																		
スノキ	低木性																		
ダイセンミツバツツジ	低木性																		
コアジサイ	低木性																		
カマツカ	低木性																		
イヌザンショウ	低木性																		
チマキザサ	低木性																		
イワガラミ	蔓性																		
木本植物種数		4	10	19	13	10	11	5	10	4	8	11	11	0	7	1	7	5	9



さらに種子散布様式に着目するとリョウブ、アカマツなどの風散布<sup>10)</sup>の木本や、コナラ、コバノミツバツツジのような重力散布<sup>11)</sup>の木本が存在していた。

### 3.3 考察

#### 3.3.1 ネット種子工施工地における牧草の衰退と木本植物の侵入

ネット種子工施工地を対象とした調査の結果、施工後の時間の経過に伴って、牧草が衰退していく過程が確認できた。

なお、図-7では調査対象とした法面を時系列的に並べた結果、牧草が時間の経過に伴って減少し、その後増加したように見える。しかし、これは調査対象とした法面における牧草の衰退程度がそれぞれ異なっていたためであり、同一法面で一旦衰退した牧草が再び増加するような現象があったわけではない。

一方、法面上でコナラ等多くの木本の出現が確認できたのは施工後6年以上経過してからであった。施工後4～5年まで法面上に種子の供給がなかったがために木本の出現が少なかったとは考えがたい。やはり時間の経過に伴い牧草が衰退していくことにより、木本と草本が侵入・定着していくようになったと考えられる。過去の研究例では、牧草は施工後数年で衰退するという報告例が多く<sup>12)</sup>など、今回の結果と合すると施工後10年ぐらいの間で40%程度まで衰退すると解釈するのが妥当と思われる。

亀山(1978)は高速道路の法面の遷移系列として、一次植生(施工当初の緑化草本でケンタッキー31フェスク、ウィーピングラブグラス、クリーピングレッドフェスク等)→ススキ群落→アカマツ群落またはヤシヤブシ群落という正常遷移系列と、その途中でニセアカシア、クズの優占群落へ移行する偏向遷移系列を想定した<sup>13)</sup>。今のところネット種子工の法面は、出現した木本の樹種から判断して、正常遷移系列をたどっているものと考えられる。

山辺・小倉(2000)は、高速道路切土法面への周辺樹林地からの木本の侵入は、初期は主に風散布種、重力散布種が主体に構成され、後に動物散布種による侵入経路があると考察している<sup>14)</sup>。本報告においても、多くの法面で過半数の出現本数を占めたりョウブは風散布種であり、次いで多かったコナラは重力散布種である。さらに山辺・小倉(2000)は、法面への侵入種による植生遷移が進むことで多様な樹種構成と多層林化が図られるため、自生種を人為的に導入する場合には風散布種、重力散布種を主体に構成する必要があるとも考察している。この

ことは法面への木本導入の観点において、樹種選定の参考となると思われる。

#### 3.3.2 在来植物の侵入を前提とした法面緑化工の検討

林道等の造成によって生じた法面を早期に保護する工法として、これまで主に外来牧草の吹付け緑化等がなされているが、これは周辺の在来植物の侵入により将来的には法面植生が遷移していくということを前提としている<sup>13), 14), 15)</sup>など。

このような観点から、今回取り上げた3つの工法について考察を加えることとする。

細見大塚線においても開設に伴って生じる裸地斜面に対して、一般的に用いられる牧草の吹付け等が施工された。施工に際しては現地の状況により工法が選択されたが、本報告の結果では工法によって牧草の残存程度、在来の木本や草本の出現状況に違いが見られた。

種子工区では、最も侵入種数が多く侵入個体数も比較的多かった。牧草が衰退し比較的裸地が多かったことが飛来種子の定着に幸いしたものと考えられる。種子工はネット種子工やネット客土工と比較すると表土が流亡しやすいため、種子が定着しにくい工法であるが、今回のように小面積法面に用いられる場合には表土流亡の影響は小さかったものと思われる。低木性樹種が多かったのは、おそらく周辺環境によるものと思われるが、詳細については判然としない。

ネット種子工区では牧草がある程度衰退し、木本の被度や本数が、いずれも種子工より多かった。種子工と比べて大きな面積の法面に施工されていたにもかかわらず、このような結果を得たのは植生ネットによる表土の安定効果によるものであろう。このようなネット被覆によって降雨時や霜柱発生時の防食の効果があることが先行事例で確認されている<sup>15)</sup>。牧草が在来の木本や草本の侵入を阻害しない程度に残存していたことにより、初期の表土安定に加えて在来植物の導入がある程度図れたという点で、3つの工法のうちでは最も良好な結果を得た工法であったといえよう。

ネット客土工区の場合は牧草がほとんど衰退しなかったため裸地が最も少なかった。おそらく、その結果として木本や草本がほとんど出現しなかったと考えられる。木本の侵入が比較的多く見られた種子工区やネット種子工区と同程度の種数の木本(コナラやリョウブ等)が周辺にあるため、種子の供給がなかったとは考えがたい。やはり、牧草が高い割合で残存していたため、飛来種子が定着しにくかったものと考えられる。厚層客土吹付け工(吹付け厚3～10cm以上)の場合、一般的に種子散

布工等の工法と比較して生育基盤を長期間維持できるため、吹付けた植物の持続性が高いといわれている<sup>8)など</sup>。細見大塚線のネット客土工も吹付け厚は2cmと薄かったが、同様な作用があったと思われる。

#### 4. まとめ

GISの森林モニタリングへの応用について本報告で、その有用性が確認できた。GISは神奈川県や兵庫県や国の森林管理署等で、導入事例があり<sup>16),17)</sup>、今後、治山、林道等森林土木事業や森林管理等への活用が期待される。

道路法面緑化に供する材料として、在来の木本は牧草(や在来草本)と比較して、根系が深く発達し法面を安定化させる、周辺の自然景観との調和が容易である、改変した周辺環境の改善に有効である等のことから法面保護に期待されるものである<sup>7)</sup>。

一方、倒伏により法面の崩壊を招くおそれがあることや、視距の確保の妨げになるという観点からは、高木に成長する木本は林道法面の緑化材料として好ましくない側面を持っている。「細見大塚線」の法面においても、出現した木本は高木性および小高木性のものが過半数を占める結果となった。法面緑化に当たっては、法面の位置や周辺状況により緑化目標(将来的に成立させる植物群落の目標)を設定した上で、その目標に合わせた使用植物あるいは種子配合等を決定するという考え方が<sup>18)</sup>ある。この緑化目標は植物群落の相観から高木林型、低木林型、草原型、特殊型に大別されるが、急勾配法面には低木林型が目標とされている。今回、種子工区で低木性樹種が多くみられていたが、原因は明らかにできなかった。林道の切土法面の保護に関して、低木性の木本の導入法についての研究開発が今後の課題の1つと言えよう。

最後に、山県郡芸北町役場および広島県可部農林事務所林務第二課基盤整備係の皆様には資料の提供等、本報告に多大な御協力をいただいた。この場を借りて厚く御礼申し上げる。

#### 5. 引用文献

- 1) 安蔵祐司(1999) 林道開設工事における自然環境の復元. 第34回治山林道研究発表論文集, 210-216.
- 2) 小原正人(2000) 林道建設と環境保全. 林道, 37(9), 3.
- 3) 緒方省一郎・福田貴史(2000) 自然環境等に配慮した治山工事. 第36回治山林道研究発表論文集, 287-291.
- 4) 手島敏明・篠崎武彦(2000) 自然環境に配慮した治

- 山工事に関する一考察. 第39回治山研究発表会論文集, 231-234.
- 5) 広島地方気象台(1991-2000) 広島県の気象(旧題広島県気象月報), 平成3年~12年.
- 6) 広島県県民生活部土地対策課(1993) 都道府県土地分類基本調査大朝. 53pp, 広島.
- 7) 福永健司(1998) 法面に対する木本導入と留意点. 緑化工技術第19集, 61-87.
- 8) 農業土木事業協会編\*(1990) のり面保護工—設計・施工の手引き—, 農山漁村文化協会.
- 9) 日本緑化工学会(1990) 緑化技術用語事典. 268pp, 山海堂, 東京.
- 10) 星子 隆(1999) 高速道路のり面における木本植物の侵入と種子散布様式に関する研究. 日本緑化工学会誌, 25(2), 102-114.
- 11) 山辺正司・小倉 功(2000) 関西地域における道路周辺樹林構成種と切土のり面への侵入種について. 日本緑化工学会誌, 25(4), 615-618.
- 12) 倉田益二郎(1979) 緑化工技術. 298pp, 森北出版, 東京.
- 13) 亀山 章(1978) 高速道路のり面の植生遷移について(II). 造園雑誌, 41(4), 2-15.
- 14) 北原 曜(1987) 法面への簡易木本導入法. 北方林業, 39(4), 4-8.
- 15) 吉田博宣(1977) のり面植生の遷移—侵入植生といくつかの立地要因について—. 緑化工技術, 5(1), 10-18.
- 16) 木平勇吉・西川匡英・田中和博・龍原哲(1998) 森林GIS入門. 100pp, 社団法人日本林業技術協会, 東京.
- 17) 松本光朗(1999) 行政における森林GISの現状と方向性. 森林航測, 189, 1-5.
- 18) 小橋澄治・村井宏編(1995) のり面緑化の最先端. 211pp, ソフトサイエンス社, 東京.

\*は直接参照できなかった文献

**Examination of forest engineering works with consideration  
to forest environment**

**— Demonstration of forest resource monitoring method by GIS  
and observation of succession by native and introduced plants  
on seeded forest road slopes —**

YAMAMOTO Tetsuya, HIGASHI Toshio, SANO Toshikazu and YUBA Norio

**Summary**

We systemized the information of forest resources on Geihoku town Hiroshima prefecture and demonstrated the colored maps which express the distribution of type and age of forest as a utilized examples by GIS.

Furthermore we investigated the succession of native and seeding plants on three types seeding work for the cutting slope of Hosomi-Otsuka forest road in same town. The seeding species were four grasses. As a result, the net-covering type was the best among three seeding works for early stabilizing of surface soil and invasion of native plants.

[Key words]

cutting slope of forest road, native plant, GIS