

奥志賀林道の法面植生について

岡 部 牧 夫

M. Okabe: On the Vegetation of Slopes along the Okushiga Forest Road

は じ め に

志賀高原自然史研究会植生調査班は1975年夏、森林開発公団の依頼で奥志賀林道の法面に関する生態学的調査を行なった。私はこれに参加し、報告書(志賀高原自然史研究会、1976)の草案をまとめたが、道路法面の生態学的研究がこれまであまり行なわれていないうえ、幾つかの興味深い知見も得られたので、同班の了承を経て本誌にその概略を発表することにした。

この調査の目的は、当林道の開設によって生じた法面について、その植生を測定・分析する一方、植物を中心とする沿線の自然環境や種々の法面保護工(以下法面工と略す)の施工状況などを観察し自然林中に開かれる道路の法面一般について、生態学的に正しい理解を得るための一助とすることにある。

奥志賀林道は特定森林地域開発林道事業の一環として開設・改良が行なわれているもので、長野県下高井郡山ノ内町平穏の蓮池を起点とし、志賀高原をほぼ北へ縦断、同下水内郡栄村箕作に至る二方交通の幹線林道(いわゆるスーパー林道)である。全長70.2km、うち37.5kmは新規開設で、1970年に着工、1976年に竣工の見こみである(図1)。

沿線には多くの自然植生を抱える。とくにマンスイ大沢から手無山北面にかけては長野県有数のブナ林がひろがり、北野川上流域はそれが顕著である。また既設部分も亜高山帯(横湯川上流域)や低山帯上部(雑魚川上流域)の自然植生を通過する。それだけに自然保護上細心の留意を要する路線である。一方伐採後の代償植生として、例えばカヤノ平一帯にはカラマツ植林がひろがる。しかしこの植林はまだ10年はどを経たにすぎず、また生育も悪いため、陽樹・陽生草本の侵入とササ草原の発達が著しい。

1975年度は研究の第一段階として雑魚川上流と上ノ平とのあいだに計20ヶ所の標本法面を設定(図1・表1)し、8月15日から26日まで集中的に測定・観察を行なった。測定は法長の方向(道路中心線と直角の方向)に得られる幅1mの帯状区を設け、1m²ごとの枠法によった。法長は標本ごとに異なるので、当然帯状区内の枠数もまちまちである。一般に枠数は充分多くないので、測定は被度(Penfound - Howard法)と高さにとどめ、頻度は省略した。各標本ごとの積算優占度(SDR)とその順位を求め、それによって法面植生の性格を把握することにした。標本の定め方は、調査の性質上、法面工の有無やその種類を勘案し、かなり作為的になっている。

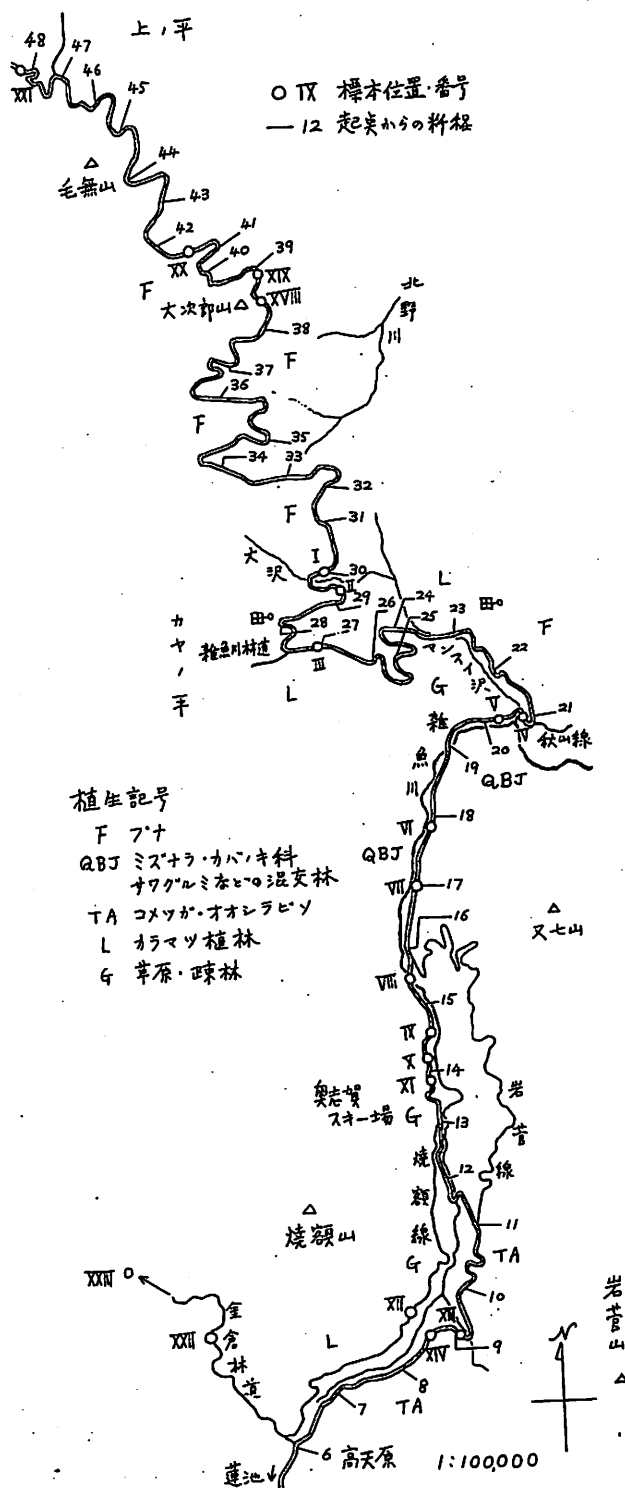


図1. 奥志賀林道標本位置図

I 統計的分析

1) 法面に着きやすい植物

6つ以上の標本でSDRが10位以内に入る種は表2の通りである。植生工によるイネ科牧草が上位を占めるのは当然であるが、切盛双方でチシマザサがそれを上まわっているのがまず注目される。チシマザサは志賀高原一帯にもっとも普遍的な植物であり、周囲の植生からいち早く法面に侵入することがわかる。

またヨモギ(植生工によるものを含む)以下、フキ、ヤマハハコ、ヨツバヒヨドリ、ゴマナなどキク科草本が上位を占めている点も興味深い。これらも志賀高原に広く分布し、しばしば大群落の草原を作る。

さらにカバノキ科(シラカンパ、タケカンパ、ウダイカンパ)、ヤナギ科(オノエヤナギ、キンメヤナギ)ミズキなどの木本もかなり広く見られることに注意したい。これらはすべて周囲の植生からの天然下種による幼樹である。ただ盛土面にそれがほとんど見られないのは、盛土面の標本が少ないことだけでは説明しにくい。盛土面はほぼ例外なく植生工が施され、その成功率が高いので草本が優占しやすく、木本の成育を困難にしているためと思われる。

一方全標本のうち種子吹付工が行なわれた14標本のみにしてみると、盛土面では例外なくイネ科・マ

表1 標本法面一覧

勾配は平均勾配を示す。

標本 番号	位 置		道 路 敷 外 の 植 生	土 工 形 状	切 取 面 (山側切取)		盛 土 面 (谷側切取)	
	年 度	料 程			長	勾 配	長	勾 配
I	1971	30.0	ブナ林	片切	^m 3	48.0°	^m 7	33.7°
II	"	29.3	"	"	3	43.3	9	34.4
III	1970	27.0	カラマツ植林	"	7	61.0	4	15.0
IV	1973	20.6	ブナ・ミズナラ林	両切	12	60.3	3	65.0
V	"	20.0	"	"	10	35.3	3	38.7
VI	1970	17.8	疎林	片切	5	52.0	5	32.0
VII	"	17.0	サワグルミ・カンバ林	"	8	43.8	11	43.0
VIII	1973	15.5	疎林・ササ草原	両切	4	55.8	4	50.0
IX	1972	14.5	コメツガ・ミズナラ林	片切	11	44.0	24	30.7
X	"	14.3	ササ草原	"	8	42.3	—	—
XI	"	13.8	カンバ林	"	5	39.6	3	12.3
XII	カラホリ沢 北方	0.8	ササ草原	"	4	35.8	5	—
XIII		9.0	カンバ・コメツガ・ブナ林	"	8	—	4	43.3
XIV		8.5	カンバ林	"	4	51.0	4	29.8
XV		38.4	ブナ林	"	9	—	7	—
XX	"	38.9	"	"	6	—	14	—
XXI	1973	41.5	"	"	5	60.3	15	44.4
XXII		48.2	雑木林	"	4	46.8	1	—
XXIII	竜王沢東方		ブナ・カンバ・ヤナギ林	"	5	44.4	—	—
XXIV	ヨエモン沢西方		ミズナラ・ブナ・ハンノキ	"	7	41.3	—	—

メ科の牧草が上位を占めるものの、切取面ではヤマハハコ、イタドリ、オノエヤナギ、シラカンバなど別の種が優占する例が半数にのぼる。

以上の諸点はいずれも法面、とくに切取面への植生工のむずかしさを物語るとともに、根本的には植生工の意義についても問いかけていると言ってよい。

2) 植被率の低い法面

植生工の要点は、法面の表面侵食を防止するため一日も早く植被率(V)を100%にすることであるが現実には植被率が100%に達している標本は少ない。植被率が著しく低い標本($V < 50$)23例と、比較的高い標本($V \geq 70$)10例について、その自然条件や施工状況を検討したところ、植被率の高

表2 SDR10位以内に6回以上出る種

種 名	切取面 への出 現回数	盛土面 への出 現回数	計
チシマザサ	10	8	18
イネ科牧草	9	6	15
フキ	8	5	13
ヤマハハコ	6	4	10
ヨモギ	5	4	9
カバノキ科	7	2	9
ヨツバヒヨドリ	5	2	7
ゴマナ	5	2	7
オノエヤナギ	6	0	6

低と標本の方位、乾湿、土質などとのあいだには、必ずしもはっきりした関連は見出せなかった。しかし勾配にはかなりの相関が見られ、45度（1割）ないしそれ以上の勾配の切取面では植被率は著しく低い。さらに根本的な差は施工年の新旧にあらわれる。1973年度以降に土工の行なわれた標本は、植生工の施工がいつそのちになるため、植被率は当然低い。

3) 急勾配の法面に着きやすい植物

急勾配の標本は一般に植被率が低い、その中でもどのような種が比較的多いかを見るため、各標本のうち45度以上の勾配を持つ梓に限って、2つ以上の標本に出現する種を求めた。イ

ネ科・マメ科牧草を除いて出現回数の多いのはチシマザサ、フキ、ツタウルシ、ヤマハハコ、クマイチゴ、ヒメジョオン、ヨモギ（植生工によるものを含む）などであり、木本ではヤナギ科、カバノキ科の幼樹である。これらは1)に述べたように全般に法面に着きやすく、勾配にもさほど影響をうけないことを示している。

4) 乾湿の影響

標本の乾湿は数量的な測定を行わず、晴天が数日続いた際の肉眼による識別で、すべての標本を乾、やや乾、湿、やや湿の4段階に分けた。このうち乾と湿の標本各6例で二つ以上の標本に出現する種を求めると、乾のみにあらわれるのはキンメヤナギとヤマウルシ、湿のみに見られるのはカヤツリグサ科（スゲ類）、イタドリ、コウゾリナ、ヒメジョオン、オノエヤナギ、スギナ、ヨモギである。チシマザサ、ヨツバヒヨドリ、ヤマハハコ、フキ、ゴマナ、カバノキ科幼樹は双方にまたがる。この結果はキンメヤナギが乾標本にしか見られない点など本来の好湿性と隔たっているから、今後標本の増加と乾湿の数量的把握によってより正確な分析を行いたい。

5) 周囲の植生との関連

林道の周囲の植生は、法面植生の種数に大きな影響を与える。今、周囲の植生をブナ林、混交林・カンパ林、疎林・ササ草原・幼年植林の三種に分け、各標本の切盛別平均種数を求めると、ブナ林（6例）では6.0、混交林・カンパ林（18例）では9.8、疎林・ササ草原・幼年植林（8例）では12.9となる。このことはブナ林の植生が強く安定し、新しい環境への適応性が弱いことを示している。一方伐採後の代償植生である疎林や草地は全体として植生遷移の途中にあり、裸地の回復能力も比較的大きいと言えよう。

6) 切取後の期間と種数

2) に述べたように、法面植生は施工後の年数に大きく左右されるが、これを種数について見ると次の通りである。すなわち1974年度に切取られ、調査時に土工が継続している標本(2例)では平均種数が0、73年度(7例)では3.8、72年度(3例)では16.0、71年度(2例)では3.0、70年度以前(6例)では14.8となる。1972年度の標本で種数が飛躍的に増えることから考えて、切取後約2年間は植物の法面侵入がとくに困難であると言えよう。71年度の標本で種数が急減するのは、2例ともブナ林中のためであろう。また70年以前の標本の種数がほぼ72年度の水準にとどまっているのは、種数が年月とともに無限に増加するものではないことを示している。

II 統計にあらわれない観察点

1) 種子吹付工の失敗

今日植生工の中心は種子吹付工であり、当林道でも随所に施されているが、結果が思わしくない例はかなり見られる。これには種子が全く発芽しない(標本Ⅹ)か発芽率が著しく低い場合、発芽したのちに衰える場合、法面の一部にかたよって発芽する場合などがある。一般に吹付による植生は法面の上部に薄く下部に厚い。法面外の側溝や切肩側の路肩付近で植被率が急に高まるのは、施工後の種子の流下を物語っている。従って法面全体に均一に吹付けるのはむだが多く、法尻部の1~2mは吹付をやめても斉一な植生は得られよう。これに反して法肩部の植生が貧弱になりがちな点は、吹付工の本旨から言って大きな問題である。

2) 吹付種子の内容

吹付工によるイネ科牧草は現場で個々に同定することが困難であるし、またその必要もないと考えてすべて一括測定したが、調査中に目撃した種は次の通りである。

〈イネ科牧草〉 ケンタッキー 31 フェスク、コヌカグサ(レッドトップ)、ナガハグサ(ケンタッキーブルグラス)、ウィーピングラブグラス、クリーピングレッドフェスク

〈マメ科牧草〉 シロツメクサ(ホワイトクローバ)

〈在来植物〉 ヨモギ、イタドリ

施工の際にはこれら数種が混播されるが、それがそのまま植生に反映することは少なく、実際の組成はもっと単純である。混播は吹付工の応用範囲をひろげるために行なわれるが、当然そこにはむだが生ずる。

シロツメクサは主としてイネ科牧草への窒素肥料の供給が目的で、優占度もふつう低いが、イネ科牧草に匹敵する例(標本Ⅳ山側切取)があった。シロツメクサはニホンザルの好餌の一つである。当林道の横湯川上流付近では、法面を優占するシロツメクサのため野生のニホンザルが道路敷にあらわれる。そして自動車に轢かれて命を落とすものも少なくない。さらに、人為的に餌付けされた別の群との間に個体の移動があり、そのためこの群も全体として自動車の観光客から餌をもらえばかりか、しばしば積極的に強奪するなど、野生の性格を急速に失いつつある。このように、植生工の影響は単に

植物界だけでなく広く自然全般に、ひいては人間生活にも及ぶことを認識する必要がある。

一方、ヨモギ、イタドリなど外来植物の混播は、それらが志賀高原にふさわしい種でもあり、成績はおおむねよい。外来植物の利用は生態学的に必然性がなく、かえって自然植生の攪乱につながることに留意すべきであるから、在来種の利用に大いに注目したい(後述)。

3) 養生材の問題

1974年度に吹付工を行なった標本で、発芽が全く認められない例(標本Ⅹ)があった。養生材(グリーン・ファイバーか)は法面全体に残っているから種子が流れ去ったとは考えられず、むしろ養生材によって発芽が妨げられたものと思われる。またヒメジョオンのひこばえをはじめ、多くの既存植物が養生材をかぶって枯死したり、成長が一時的にかなり損われたあとが観察された。養生材が植物の呼吸や吸水を妨げることはすでに知られているが、その害はさほどのものでなく、施工上の留意とくに播種量の増加で補えるとされている(新田・小橋, 1968)。しかし上述の例はこれを根本的に再検討する必要を暗示する。養生材の物理的害は、吹付種子ばかりでなく既存植生にも及び、また当然新たな天然下種をも阻むからである。本来在来種の法面侵入までの先駆植生を期待して行なわれる吹付工が、かえってそれを妨げ、遅らせるのでは全く意味を失うことになる。

またこのような物理的害の他、薬剤の場合は化学的害が考えられる。養生剤の成分が土壌や水や植物体を介して広く自然界や人体に蓄積した場合についてはまだ何も分かっていないのである。従って繊維質養生材に加えられる付着剤なども含めて、養生薬剤全般についての早急な総合的検討が必要である。

4) 現場で得られる材料の利用

当林道の法面工の特色の一つは、随所に自然保護・景観保存の考えかたが反映されている点である。これは現場担当者の熱意と努力によるところが大きく、敬意を払いたい。とくに注目されるのは、植生工では吹付をさせて結実期に刈取ったヨモギを伏せこんだこと(標本Ⅵ切取)、ヤナギ類(キンメヤナギ、オノエヤナギ、イヌコリヤナギ)の挿木工を試みたこと(標本Ⅵ切取、標本Ⅹ盛土)、特殊工では編柵材料をやはりヤナギ類に求めたこと(標本Ⅶ切取)などである。

ヨモギの伏せこみは植生に忠実にあらわれ、有望な工法と思われるが、まだ法面の一部を占めるにすぎず、最終的な結論は出しにくい。ヤナギ類の挿木・編柵工はいずれも成績がよく、とくに標本Ⅹのイヌコリヤナギは広い法面全般にわたってかなり優勢である。挿木工だけで植被率を100にするのはむずかしいが、草本の播種と併用する方向で普及させたい。これらの材料はいずれも志賀高原にふつうに見られる植物で、現場で容易に調達できるところに意義がある。

5) 植生工によらない帰化植物・里植物の侵入

志賀高原は大部分が観光地であり、さまざまな形で人の出入りが多いため、旅館や施設の密集地を中心にヒメジョオン、ヒメムカシヨモギ、アレチマツヨイグサ、オオバコ、コウゾリナなどの帰化植物や里植物がかなり侵入している。今回の調査結果にもそれはある程度反映し、雑魚川上流(標本Ⅹ

～Ⅺ)を中心として計6標本(切盛別では8例)に帰化植物が見られた。この6標本の種数帰化率は平均10.7%に及び、植生の攪乱がかなり進んでいることが法面からもうかがえる。極端な例は秋山線との分岐点(20.8km地点)で、ブナ林の中にオオバコ、アレチマツヨイグサ、ヒメムカシヨモギなどが群落状に発達し、またヒロハノマンテマが花をつけているのさえ認められた。これは、かつてここに飯場があったことによるものだろう。雑魚川流域やマンスイ大沢上流、大次郎山周辺などこれまで比較的よく自然植生が保たれていた地域にも、奥志賀スキー場やそれに隣接する別荘地、カヤノ平牧場などを核とし、当林道にそって今後急速に帰化植物・里植物が侵入するおそれがある。従ってこの問題については別に早急な本格的調査が望まれる。

Ⅲ 望ましい法面工のありかた

私は自然植生の中に道路を通すことには、現状では原則的にすべて反対である。しかし当林道のようにすでに法制化され、これに対する反対運動の力量が乏しく、現実開設されざるを得ない道路の場合、それが少しでも生態学的な妥当性を踏まえて建設されるべく、できるだけ努力をしたいと考えている。その意味で当調査の問題意識は、法面植生の実態とその推移を把握することによって、最終的には当林道にとってもっとも望ましい法面工のありかたを確定することにある。しかもそれはあくまで具体的な提案として、道路の設計担当者や現場技術者がただちに応用できるようなものでなければならない。

今回の調査は今後長期にわたる継続を予想し、その第一段階として行なわれたもので、あくまで予備的性格を持ち、上のような調査目的について最終的結論を出すにはほど遠い。しかしその乏しい知見に従来一般に知られている点を加えて、当面次のような指摘ができると思う。

1) 植生工の意義と問題点

まず法面工は土木工作物による特殊工より植生工の方が望ましい。とくに大規模な特殊工で法面を広くおおうのは工費がかさむ他、失敗時の反動的被害が大きく、また目的を達したのち道路敷を速やかに林地に返すという観点にも反する。もちろん土木的に見て植生工の適地と効果には限界があり、どうしても特殊工を用いざるを得ないことがある。しかしその場合を極力減らすように設計・施工すべきなのである。

ところで植生工も現在の方法には大きな問題がある。植生工の土木的欠点は、充分な法面保護効果があらわれるまでに一定の時間がかかるということである。このためイネ科牧草を主に成長の早い外来種を援用し、先駆植生を完成させるのが今日の植生工である。この先駆植生は将来在来種に駆逐され、衰退すると言われている(例えば新田・小橋、1968)。

しかし一般に外来牧草は長年の改良で繁殖力に富み、適応性が高い。牧草として古くから日本に導入され、国土になじんでいるばかりか、多くが牧野から逸出して各地に帰化しているのである。従って法面被覆の先駆植生としてのみ外来牧草を利用するという考えかたは全く説得力に乏しい。吉田(1966)は京都東山道路で、1958年10月ないし59年3月に吹付を行なった試験法面につき、1965

年夏に植生の測定を行なったが、全5試験区のうちウィーピングラブグラスおよびクリーピングレッドフェスク吹付試験区では、これらが依然SDRの1位を占めている。他の3区ではいずれもススキが1位であるが、吹付種はオーチャードグラス区で2位、ペレニアルライグラス区で3位と、なお高い優占度を示す。さらに霧ヶ峰の中信高原スカイラインでは、植生工によるレッドフェスクなどが法面外の既存植生に著しく進出している(信大教養部、1971)し、私の年々の観察ではその速度はかなり速い。現在では外来牧草がこのような既存植生の回復を妨げ、これを攪乱する事実は知られていても、それが早期に在来種と交代する証拠はない。

また単に法面工の目的だけで考えても、外来牧草の利用には大きな矛盾がある。これらは飼料作物として改良されたものであるから、単位面積当りの生産力が高く、しかも刈取または家畜の採食によって年間生産量をかえって増す性質を持っている。こうした特性は、人為的な肥料や畜糞が常に補給され、土壌養分が富んでいることを要求する。ところが法面、とくに切取面はこの条件を全く欠き、外来牧草による植生工を成功させるには、多量の施肥をはじめ、硬度の緩和、土質の改良など多くの手段を講じなければならない。

このように、外来牧草は自然保護の点からも、経済的な面からも本質的に植生工材料にふさわしくない。従って私ははじめから在来種を用い、成長の遅い点は以下のような他の補助手段で補うべきだと考える。

2) 設計・管理・土工上の留意点

設計段階で留意すべき点は法の面積をなるべく少なくすると同時に、法勾配を極力緩くすることである。一般に急勾配の小法面より緩勾配の大法面の方が植生の回復が早い。林野庁の「林道技術指針」に言う土砂8分、岩石3分(切取)の標準は極めて急すぎる。

また管理の面では、土工施工と同年度に植生工を施すことが重要である。少なくとも路盤工に平行しながら、作業用自動車の通れるようになった部分からそのつど小まめに植生工を行なうべきであろう。

土工上の留意点は、切取では表面仕上げをラフにし、また水平方向に浅い溝を切り、あるいは小段を設けて種子のとどまりをよくすること、盛土では締固めを十分にしたいうえ同様の工夫を払うことである。勾配によっては低接地圧履板を用いて土羽面を階段状に仕上げることも効果がある。さらに土質の劣るところでは、土工の際まず表土だけをはがし、これを保存しておいてのちの客土に使う方法も考えられる。この表土には既存植生の種子や根が含まれていて一種の植生盤の役割を果たし、土壌形成にあずかる微生物の作用もむだにしないで済むのである。

3) 在来植物・天然材料による法面工

植生工の材料には、前述のように現場で得られる在来種が望ましい。当林道についてはチンマザサ、キク科草本、カバノキ科やヤナギ科の木本にその可能性がある。ササの株植や帯植はすでに工法化されているから、今後施工能率を高めてゆくべきであろう。キク科は種子が商品化されるまでは現場刈

りの伏せこみがもっとも現実的である。木本の利用も天然下種と挿木の双方から大いに考慮の余地がある。

なお今回の標本には見られなかったが、長期的に見て法面植生にもっとも適した在来種はおそらくシバであろう(猶原, 1974)。これは志賀高原にも分布し、条件の似た菅平では広大な牧野を形成している。林道の小法面の場合は、現地で匍匐枝を採取し、筋芝に用いることができる。

養生材には繊維類、マット類、藁など有機質天然材料を付着剤なしで用いるのが望ましい。標本のヨモギの伏せこみは、刈取った全莖葉を利用しているので、それが養生材の役割を果たしている。この方法は種子の飛散しやすいキク科全般に応用すべきであろう。

植生工が困難で特殊工を用いなければならない場合、その材料はなるべく現場産の天然材料に求めるべきである。林道工事はまず道路敷の伐開にはじまるのだから、その際得られる木材を計画的に利用することができる。小法面では丸太を縦にぎっしり並べて伏せこむか、木材で法枠を組むことによってさし当り表面侵蝕は相当防げるし、材の腐朽に応じて植物の着生も進み、スムーズに被覆が完成する。また編柵杭には前述のように挿木の意味を持たせるとよい。

やむを得ず人工材料を使う場合も、コンクリート法枠内に植生工や植生の着きやすい仕上げを選ぶなどが配慮が要求される。これは単に景観上の問題にとどまらず、土木的にも効果が大きい。つまり土中水分が植物体を介して大量に発散され、また工作物の一部が剝落しても植生の侵入が容易で、法面の安定が高まるのである。従って究極的にはすべての人工材法面が植生におおわれているのが望ましい。

む す び

今回の調査から報告できるのは以上のようなことからである。初年度であること、調査態勢が万全とは言えないことなどから、分析の過程や結果には幾多の弱点があるが、それらは今後調査を継続する中で補ってゆきたい。この小文が、林道ないし道路法面の植生に関する生態学的研究を少しでも促すことになれば幸いである。

文 献

猶原恭爾。1974。日本の草地社会(第2版)。256pp。柏書房

新田伸三・小橋澄治。1968。土木工事ののり面保護工。261pp。鹿島出版会

志賀高原自然史研究会植生調査班。1976。奥志賀林道の法面に関する生態学的調査 第1回報告書(1975年度)。非売

信州大学教養部第3期自然保護ゼミナール。1971。霧ヶ峰自然保護Report(1)。非売

吉田博宣。1966。急速緑化施工法面の植生の変移 I。造園雑誌, 29(3): 11-17。