

山腹急斜地の緑化に有効な基礎工に関する研究

大木正夫

要 旨

山腹工の基礎工による斜面の安定化と緑化の関係を検討するため、県下の多雨地帯、寡雨地帯、高冷地帯の3地区について20カ所の施工地を調べた。その結果、大部分の施工地では工作物の破損もなく法面が安定しており、緑化も進んでいた。しかし、一部、簡易な基礎工のところで破損したものがみられ緑化が退化していた。

補助工のうち木質材料のものは、耐朽年数が短かいので、緑化を早急に完了させるよう追肥、追播等濃密な施業が必要である。また、水路工の適否が基礎工の安定に大きくかゝっており、水路工が完全でないため土砂の移動が生じ緑化を妨げているものがみられた。

1 はじめに

山腹崩壊斜面の安定を図るための山腹工においては、経済性、自然景観保持等の面から可能な限り緑化工を採用していくことが望ましい。しかし気象、地形、地質等の自然条件及び近接集落等の社会条件の厳しい箇所では緑化工のみで斜面の安定を図るのが困難な場合がある。このような箇所では基礎工を採用するのが緑化を成功に導くポイントである。

そこで山腹既施工地の実態調査を行うことによって緑化に有効な基礎工の適正規模、配置等を検討し、厳しい各種条件下における山腹緑化工法の確立を図るものである。

この研究は、国補メニュー課題に従い昭和58～60年の3ケ年にわたって実施したものである。

2 調査の方法

林野庁の林業試験設計書に従い現地で自然環境、施工条件、現況を調査した。

自然環境では標高、微地形、斜面形状、方向、傾斜、崩壊の形態を調査した。地質では岩質、風化状態について土壌は深度、土性、堆積区分、また、気象条件については平均気温、降水量、凍結期間を調査した。

施工条件については施工年度と時期、工作物の配置状況とその内容について検討する。現況については法面の安定度合、工作物の保全状況と緑化状況等について調査する。

3 調査の結果

調査結果の概要を表-1、表-2、表-3、表-4、表-5に示す。長野県で実施している山腹工は高冷地に多く存在する。長野県の南部地域は年間降雨量が2,000 mmを越えており多雨の区分に属する花崗岩山地である。この地域では花崗岩の深層風化したところが多く、山地の急斜面の存在するところでは荒廃地ができやすく、荒廃形態のうちでは溪岸浸食、ガリー侵食型が多くみられるところである。また大部分が森林の伐採をしたあとのところが多く、天然林のところは少ない。このことは、地形侵食という観点からみると現在侵食の進んでいるところは大きな山塊の中腹部にあたり、それより奥地はこれから侵食を受ける地帯とみられるわけである。

長野県中部は堆積岩地帯が多く、特に第三系の存在するところは降水量が1,000 mm前後で寡雨地帯に属する。

県の東部調査地は、火山地の火山噴出物堆積地域であり、標高2,000 m以上のところで、土壤凍結が問題となる。

表-1 施工地の位置と施工年度

地域区分	No	施工年度	調査地
高安 冷山地 岩帯	1	昭和52年	北佐久郡望月町春日
	2	" 49年	" " "
	3	" 53年	" 望月町協和
多雨 花崗岩 地帯	4	" 53年	飯田市上飯田大膳
	5	" 53年	" " "
	6	" 54年	" " 南沢
	7	" 54年	" " "
	8	" 54年	" " "
	9	" 49年	" " "
	10	" 49年	" " "
	11	" 49年	下伊那郡豊丘村本谷
	12	" 49年	" " "
	13	" 49年	" " "
	14	" 49年	" " "
	15	" 54年	" 上郷町野底割沢
	16	" 54年	" " "
寡雨 第三系 地帯	17	" 53年	東筑摩郡生坂村東広津
	18	" 50年	" 四賀村五常沢口
	19	" 51年	" 明科町東川手
	20	" 51年	" 生坂村大日向

表-2 施工地の自然環境

地域区分	No	年降水量	平均気温	凍結期間	標高	斜面方向	角度	地質
高安 冷山地 岩帯	1	1,740mm	2.4℃	185日	2,000m	N	40°	安山岩
	2	1,740	2.4	185	2,000	N	38	"
	3	1,740	2.4	185	2,000	N・W	30	"
	平均	1,740	2.4	185	2,000		36	
多雨 花崗岩 地帯	4	2,830	8.6	92	1,110	S	30	花崗岩
	5	2,830	8.6	92	1,110	N・E	30	"
	6	2,920	7.4	101	1,350	N	40	"
	7	2,850	9.1	92	1,050	N	48	"
	8	2,850	9.1	92	1,050	N	40	"
	9	2,850	8.9	95	1,080	S	48	"
	10	2,850	8.7	95	1,100	N・W	45	"
	11	2,120	9.0	91	1,120	S・E	38	"
	12	2,120	9.0	91	1,120	N	35	"
	13	2,120	9.0	91	1,120	N・W	38	"
	14	2,120	9.0	91	1,120	N・W	30	"
	15	1,611	9.4	90	1,100	N	45	"
	16	1,611	9.4	90	1,100	N	43	"
	平均	2,437	8.7	92.5	1,117.7		39.2	
寡雨 第三系 地帯	17	1,062	11.5	90	550	N	40	泥岩
	18	1,050	10.8	90	700	S・W	35	"
	19	1,050	11.1	90	650	S・W	35	"
	20	1,060	11.5	90	550	E	30	"
	平均	1,055.5	11.2	90	612.5		35	

表-3 施工地の形状

地域区分	No	斜面型横断	斜面型従断	斜面長	斜面巾	施工地の比高	荒廃形態	土性
高安 冷山地 岩帯	1	凹形斜面	下降斜面	180	20	150	ガリー	S L
	2	〃	複合斜面	154	40	110	〃	〃
	3	〃	下降斜面	80	35	60	〃	〃
多 雨 花 崗 岩 地 帯	4	平行斜面	下降斜面	85	15	75	ガリー	S
	5	〃	〃	30	10	36	〃	〃
	6	凹形斜面	〃	160	36	140	〃	〃
	7	平行斜面	〃	30	30	25	〃	〃
	8	〃	〃	90	30	65	〃	〃
	9	〃	〃	100	30	70	〃	〃
	10	凹形斜面	〃	210	40	180	〃	〃
	11	平行斜面	〃	30	20	25	〃	〃
	12	〃	〃	100	20	80	〃	〃
	13	凹形斜面	〃	120	60	100	〃	〃
	14	〃	〃	200	50	180	〃	〃
	15	〃	〃	57	10	45	〃	〃
	16	〃	〃	63	15	50	〃	〃
寡 雨 第 三 系 地 帯	17	凹形斜面	下降斜面	250	25	180	地滑	L
	18	平行斜面	上昇斜面	46	25	30	ガリー	〃
	19	〃	下降斜面	102	30	90	〃	〃
	20	〃	平行斜面	30	32	50	〃	〃

表-4 施工地の施工内容

地域区分	No	土留工の種類と数量	水路工の種類と数量	補助工の種類と数量	緑化工の種類
高 冷 安 山 岩 地 帯	1	コンクリートブロック 9基	コルゲート管 180 m	丸太筋工 240 m	全面実播
	2	〃 3	張 芝 130	—	〃
	3	鉄線蛇籠 1 丸太種 5	—	木柵工 130	〃
多 雨 花 崗 岩 地 帯	4	コンクリート 6 コンクリートブロック 3	コルゲート管 110 張 芝 50	綱筋工 150 粗だ筋工 90	筋実播
	5	〃 3	コルゲート管 30 張 芝 30	綱柵工 20 綱筋工 50 粗だ筋工 30	筋実播
	6	コンクリート板 24	コンクリート板 180	丸太筋工 200	航空実播
	7	〃 2	—	木柵工 60	〃
	8	〃 3	—	—	〃
	9	〃 3	コンクリート板 80	—	〃
	10	〃 11	〃 180	丸太筋工 120 粗だ筋工 130	〃
	11	〃 1	—	粗だ筋工 80	〃
	12	〃 6	—	〃 220	〃
	13	〃 4	—	〃 420	〃
	14	〃 4	—	〃 300	〃
	15	コンクリートブロック 3	コンクリート板 39	キャ筋工 150	筋実播
	16	〃 6	〃 63	〃 675	〃
寡 雨 第 三 系 地 帯	17	鉄筋コンクリート 1 コンクリートブロック 6	コルゲート管 180	綱柵工 2.460 粗だ筋工 202	植栽実播
	18	〃 4	—	木柵工30, 綱筋工30, 粗だ筋工 230	全面実播
	19	〃 7	—	粗だ筋工 70	〃
	20	〃 2	コルゲート管 38	綱筋工 70 粗だ筋工 36	〃

表-5 施工地の現状

地域区分	No 1	土留工密度	水路工密度	第1優占種	第2優占種	平均草丈	被覆率
高安 冷山地 岩帯	1	500m/ha	500m/ha	ヤマハンノキ	R, T	250cm	100%
	2	586	228	C, R, F	ヤマハハコ	30	70
	3	452	-	〃	〃	30	50
多 雨 花 崗 岩 地 帯	4	586	590	タニガワハンノキ	W, L, G	250	100
	5	500	-	〃	〃	350	100
	6	309	725	C, R, F	ヤマハハコ	30	60
	7	416	-	ヤシャブシ	C, R, F	60	100
	8	426	-	C, R, F	ヨモギ	60	100
	9	454	448	メドハギ	C, R, F	120	60
	10	543	329	ヤシャブシ	ヨモギ	45	100
	11	363	-	〃	ススキ	400	100
	12	705	-	〃	〃	500	100
	13	521	-	〃	キイチゴ	400	100
	14	363	-	ヨモギ	ヤシャブシ	250	100
	15	438	642	K, 31, F	C, R, F	60	100
	16	961	759	〃	〃	60	100
寡雨 第三系 地帯	17	500	714	ヒノキ	K, 31, F	160	100
	18	695	-	ニセアカシヤ	W, L, G	400	100
	19	350	-	K, 31, F	イタチハギ	200	100
	20	554	-	〃	C, R, F	50	100

花崗岩地帯では基礎工を密に実施した箇所と、簡易な工作物を施工したところを調査した。施工密度の高いところでは工作物の破損はみられず、法面も安定していた。但し、法面上部に一部雨裂のみられたところがあったが、これは斜面の傾斜が急なために土壌が移動し、緑化が不十分なところであった。この斜面上部には水路工がなく、斜面中部から水路工が施工してあった。

簡易な基礎工の場所では一部に破損がみられ、強雨時に水路に集った水が水路だけでは水を処理できずに溢れ、コンクリート板土留工が流失していた。ここでは航空実播によって緑化が進められていたが、工作物が破壊されたところはそれが原因で緑化不良となっていた。

簡易な基礎工を実施したところでも、斜面下部の崩壊地に施工したところは工作物が安定しており、緑化状況は南面以外は良好で、一部に森林化していたところも2~3カ所みられた。南面したところでは一度緑化したものが退化しはじめていた。また、斜面上部で南面したところは緑化不良でしかも工作物までが破壊されていた。

第三系の堆積岩地帯では基礎工、補助工とも安定していたが、調査No17のところでは法面、工作物とも安定していたにもかかわらず丸太筋工が壊れはじめていた。しかし、植栽したヒノキが良好な生育を開始し、実播したK, 31, Fも旺盛な生育をしており、丸太筋工の施工目的が達せられたとみられる。

この地帯の崩壊地は、表層滑落型、及び溪岸浸食型の小さなものと、地すべり型の大きなものがみられた。

緑化状況は大部分が緑化されており、全体的にみて良好であった。このことは基礎工と補助工が

十分なされていたことにより、表層土の移動が生じなかったことによるものである。

火山岩地帯の施工地では基礎工、補助工ともに十分なところでは法面が安定し、基礎工の破損箇所もみられなかった。補助工が少なく、水路工のないところでは緑化が不十分で丸太積土留工が一部壊れはじめていた。

水路工を張芝で実施したところは水路工の水を処理しきれずに溢れ、水路工の破損、法面の流失がみられるとともにその部分の緑化は不良であった。この場所では補助工が少ないので法面表土の移動が生じたためと思われる。

気象条件をみるといずれも土壤凍結期間が90日以上あり、凍結が緑化に影響すると思われるが今回の調査では特に影響は認められなかった。また調査現場の中では湧水も認められなかった。

4. 考 察

基礎工の配置については簡易な工作物のコンクリート板土留工、丸太積土留工を除けば大部分のところが安定しており、適当であると考えられる。また、その構造についても十分であったと思われる。

基礎工と緑化の関係をみると補助工の存在が緑化に大きく関与しており、補助工のない場合は土の移動等を起こし緑化は退化をしている。

水路工についてみると、水路工の存在が法面の安定、緑化に大きな影響をもっており、施工地法面だけの集水でなしに斜面全体の集水を考慮した設計が必要になるものと思われる。水路工の内容についてはコルゲート管又は編柵工、張芝工などがみられたが、コルゲート使用が多くなっており

斜面上部等では十分と思われるが大きな斜面の下部では水量も多くなるので水路を大きくすることが望まれる。水路工の適否は緑化の良、不良に大きく関係しており、水路工が不適な場合は溢流で表層土の移動が起り、このため緑化不良となるものと考えられる。

補助工、特に筋工についてみるとこの筋工の存在が緑化に大きな影響をもち、筋工を入れることにより法面の傾斜が緩くなって土壤の移動が少なくなり緑化が進む、簡易なコンクリート板土留工をしたところでは丸太筋工を実施しているが、北向斜面では現在の配置で十分と思われるが、南向斜面では緑化を確実に集めるためにも筋工を増すことがよいと考えられる。斜面規模の大きなところの筋工は、比較的高い粗だ筋工や丸太筋工となっているが、崩壊し易い花崗岩地域では、この筋工の腐朽前に緑化が完了しないと降雨があると法面が荒廃し緑化不良となる。したがって施工時の緑化だけでは不十分であり、2～3年経過後に追肥、追播等を行い緑化の進行をはかることが必要と思われる。

木質の土留工を実施する場合、今回の調査では5年で一部破損し始めており、5年くらいの間に緑化が完了し、植生遷移が森林化の方向に進むことを考える必要がある。

斜面の南向の場所では緑化不良のところがみられる。これは土壤の乾燥と植物体からの蒸散量が多く植物にとって水分不足を招き易いこと、さらに土壤凍結と融解の繰返しで土壤の移動が起き植物の生育基盤が不安定になるためと考えられる。このことから、耐乾燥性の植物の導入と、前述したように筋工を多くすることがよいように思われる。

土壤の面からみると、花崗岩山地では砂質土壤が大部分であり、土壤化が進んでおらず保水性や養分保持力が悪いので植物の生育も不十分である。たまたま周辺部にあるヤシャブシが侵入し森林化していたところもあったが、総体的には生育不良なところが多い。第三系のところは泥岩、頁岩のところが多く風化しやすいので、降水量が少ない地帯でも緑化が進んでいる。

緑化工についてみると、花崗岩地帯は航空実播と植生袋、アカマツ、タニガワハンノキなどの植

栽を実施している。第三系地帯では全面散布と同じ樹種を植栽している。これらの使用植物については、今後斜面の向きによって種類をかえるなど検討を加えることが必要である。

5. おわりに

長野県で実施した山腹工の既施工地の実態を調査したが、基礎工の密度の高いところでは法面が安定し緑化され、植生遷移が進行していたが、今後の課題としては土木的な面から工作物の配置を考える場合、岩石の風化物から生成される土性との関係が極めて深いと思われるので両者の関係を検討する必要がある、また本県の場合、高冷地であり緑化手法について困難な要素が多く、この面の究明が必要である。