

山腹緑化に関する調査および試験
－航空実播工施工地の植生調査－

出崎直人

I	調査の目的	55
II	施工地の概要	55
III	施工方法	56
IV	調査方法	56
V	植生調査結果と考察	57
	1. 各調査区の植生生育状況	57
	2. 各植生の種類別生育特性	58
VI	まとめ	60

I 調査の目的

奥地にある山腹崩壊地の緑化を行う場合、その崩壊地へ人力で資材を運び、緑化工を施すことは困難であり、また経済的にも不利である。そこでしばしばヘリコプターによる航空実播工が実施されている。しかしながら、飛騨地方のような寒冷多雪地域の山腹崩壊地では、冬期間の気象条件が厳しく雪の移動、凍上、霜柱などにより、冬期間の緑化面の被害が大きな問題となっている。

S 5 4 年 5 月、大野郡白川村地内において、航空実播工が実施されたが、過去 4 年間行われてきた植生調査結果を取りまとめ、導入植生の選定、緑化の効果的な方法などについて検討したので報告する。

※

なお、本調査は S 5 4 年～S 5 6 年は中谷和司 が行い、S 5 7 年に筆者がひきつづき継続調査を行ったものである。

本調査を進めるにあたり、試験地の設定、調査に深いご理解とご協力をいただいた岐阜県林業公社の方々には厚くお礼申し上げます。

II 施工地の概要

航空実播工が行われた施工地の概要を表-1に示す。この崩壊地は、谷筋に沿った古からの侵食地であったが、昭和 4 0 年頃周囲の林分を皆伐したため、その後、雪崩や凍上などの被害を受けやすくなり、崩壊面を拡大してきた。

崩壊地全体をみると、いろいろな崩壊地面があり、基岩が露出して表土のほとんどないところ、表土の比較的深いところ、またウツギ・ヤナギなどの灌木が単生しているところなどである。

なお、崩壊地周囲の林相は、一部にスギの造林地があるものの、ミズメ・ブナ・トチノキなどが天然更新されており、平均樹高 6 m 前後の林分をなしている。

なお、表-2 に施工地に設定した各調査区の概況を示す。

表-2

調査区	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
縦 × 横	15 m × 8 m	21 m × 7 m	16 m × 5 m	15 m × 7 m
傾 斜	44° × 48°	40° × 54°	47° ~ 49°	46° ~ 50°
表 土	20 cm	30 cm ~ 40 cm	10 cm ~ 20 cm	0 ~ 10 cm
方 位	N 85 E	N 65 W	N 55 W	N 75 E
同所地形 およびそ の特徴 (調査区 設定時)	凸形・平衡斜面 斜面形としては、緑 化は困難であるが、 表土は厚くなってい る。	凹形・下降斜面 水分・養分がたまり やすく、肥沃な厚い 土層がでやすい。	平滑・平衡斜面 斜面上部は土層が薄 く乾きやすいが、中復 から下部の土層は中 庸ないしやや厚い。	凸形・平衡斜面 水平的に外側に凸出 しているので土壌は乾 きやすく、表土も薄い。

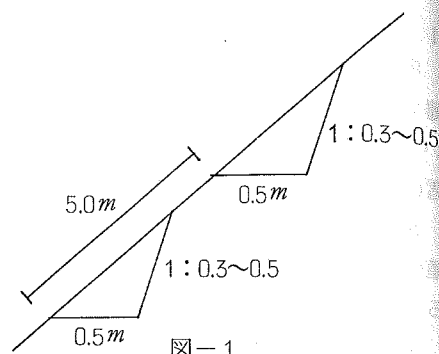
※八幡山林事業所林道係

Ⅲ 施工方法

航空実播工が施工された面積は、2.5haである。

この崩壊地は、傾斜が40°～50°と急峻なため、あらかじめ全域にわたって図-1に示すように巾0.5m階段間隔5mの階段工を施工し、また崩壊地周囲のかぶりについて、法切工を実施した。

施工方法は、表-3に示す資材をミキサーにかけ、泥状体にしたものをスラリー方式で崩壊地面に1回散布した。



なお、表-3は資材の植生特性と使用数量を示すものである。

表 - 3

	生長型	繁殖法	根 深	耐抗性/◎特に強・○強・×弱					使用数量 kg
				酸	湿	瘠悪	早	寒	
ウィーピングラブグラス		分 ケ ツ	深 根	○	×	◎	◎	×	4.22
ケンタッキー31フェクス		"	"	○		◎	○	○	42.15
カ ヤ	上繁草	分ケツ・種子	"	◎	○	◎	◎	○	21.08
ヨ モ ギ	"	地下茎・種子	浅 根		○	◎	◎	○	21.08
イ タ ド リ	"	"	"			○	◎	○	28.10
メ ド ハ ギ	"	種 子	深 根	◎	○	◎	◎	○	21.08
ヤ シ ャ ブ シ	高 木	"	"	○	×	◎	○	○	28.10
ヤ マ ハ ン ノ キ	"	"	浅 根		○	○	○	○	21.08
ア カ マ ツ	"	"	深 根	◎	×	◎	◎	◎	4.22

Ⅳ 調査方法

調査方法は、航空実播工施工地の中で局所地形の異なる4つの調査区を設け、それぞれの調査区において、植生調査を行った。

調査項目は次のとおりである。

- 自然高：植物のいちばん上の葉までの高さで、垂れているものは伸ばさず、そのままの状態で測定する。
- 密 度：各調査区における1㎡当りの各植物の本数を表わしたもの。
- 優占度：各調査区内における各植物の優占の度合いを総合的に表わしたもの。

本調査では、ブラウン・プランクの優占度階級により、その指標は次に示すようである。

γ：ごくまれに出現。

＋：少数で被度は非常に低い。

1：多数だが被度は低い。あるいはかなり少数だが、被度はやや高い。

2：非常に多数、あるいは被度が $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{4}$

3：被度が $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$ で個体数は任意。

4：被度が $\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$ で "

5:被度が3/4以上で個体数は任意。

・頻度:種の分布の一樣性およびそれに基づく種間の量的関係を知るためのもの。

$$\text{頻度} = \frac{\text{ある種の出現したコドラート数}}{\text{調査した総ゴドラート数}} \times 100 (\%)$$

・植被率:植物の種類別にではなく、全体としての植物被覆の度合いを表わす。

方法としては、各調査区における植物の地上部の地表面に対する被覆の割合を、調査区の写真によって算出する。

V 植生調査結果と考察

過去4年間の植生調査の結果を別表-1に示す。

1. 各調査区の植生生育状況

各調査区ごとに生育状況をみている。

・No.1 調査区

植被率をみると、毎年高い値を示しており、その数字だけをみると、緑化は成功した方であるといえそうであるが、S57年8月の調査結果では、調査区中央上部がほぼ裸地状態にあり、岩も多く露出している。一方それ以外の所では、特に調査区下部には、WLG・K31F、ヨモギ、カヤ、さらに木本のヤシャブシ、ノリウツギなどが集中して成立している。そこでこれらのことから、調査区全体の緑化について考えると、斜面上部の裸地から崩壊が拡大するおそれがあり、まだ不安が残されている。

また、4年間を通しての植被率の変化、あるいは調査区における裸地の大きさの変化をみると、植被率は実播して2年目が最もよく、また斜面中央上部の裸地部分は、実播後2年経過時点では、WLG・K31Fなどが成立していたが、4年経過時点で裸地化している。従って、調査区全体の緑化状態は、2年経過時点が最もよい。ただし、それぞれの植生の各個体の大きさを見れば、やはり実播して4年目のS57年が、最も大きくなっている。

さらに階段は上部では崩壊してしまっているが、植生の集中する下部では、若干残っている。

・No.2 調査区

植被率は各調査区の中で最も高く、またその値が4年間を通して最も安定している。

この調査区でも実播後2年たったS55年の植被率が最も大きかった。またここでは裸地といえるほどの植生のぬけた部分はなく、階段部も4調査区のうち最も被害が少なかった。

このようにNo.2調査区は、今までのところ航空実播工による緑化は成功したようである。この理由は表-2に示したように、No.2調査区の地形が非常に緑化に有利であった点が大きく影響していると思われる。

・No.3 調査区

植被率は、No.1・No.2調査区と比べるとかなり低い値である。

また、植生の集中して成立した所はNo.1同様調査区下部であり、これは、No.1調査区もNo.3調査区も表-2に示すように平衡斜面であるので、斜面下部の方が上部に比べて表土も厚くなり、水湿状態も適潤な状態に保たれるためである。しかしながら、No.1調査区とNo.3調査区で植被率に大きな違いが現れたのは、実播当初の表土の厚さの違いと、No.1調査区では下部の階段が若干残っているのに対

し、No. 3 調査区では、ほとんど階段面がなくなっているという違いによるものが大きい。

また、この調査区の植被率も、実播後 2 年目が最も大きな値になっている。

○ No. 4 調査区

植被率が毎年減少していく傾向にあり、4 調査区中最も低い値である。

各植生の成立状況をみても少数あるいはごくまれに出現するものばかりで、階段も崩壊してしまっている。

S 5 7 年調査時の状況は、斜面中央部から上部にかけてはほとんど土層はなく、岩盤が露出したような状態で、下部には上からの乾燥した土砂が堆積して、No. 4 調査区に関しては、実播当時のもとの崩壊地の状態にもどっていくようである。

そこで上述のことを総合して、各調査区を航空実播工の効果のあった所と効果のなかった所に 2 分すれば、No. 1、No. 2 調査区が前者にあたり、No. 3、No. 4 調査区が後者にあたる。この違いは表-2 に示したように No. 1、No. 2 調査区は、No. 3、No. 4 調査区に比べると表土が厚いということによるものと思われる。

さらに、No. 1 調査区と No. 2 調査区、また No. 3 調査区と No. 4 調査区に比べれば、No. 2 調査区、No. 3 調査区の方がそれぞれ航空実播工の効果が大きかったといえる。このことについては表-2 の局所地形およびその特徴に示したように、No. 2 調査区の方が No. 1 調査区より、No. 3 調査区の方が No. 4 調査区より、土壌水分、養分、表土の厚さ等の条件がよいということが影響していると思われる。

次に航空実播工の効果のあった調査区と、効果のなかった調査区とにおいて、植被部分を構成している各植生の構成割合を比べてみると、どの調査区でも WLG・K 3 1 F の優占度が最も高く、次いでカヤ、ヨモギの優占度が高いということがいえ、各調査区で植生割合の大きな違いは見いだせない。

最後に各調査区の植被率の変化を比べてみると、No. 1、No. 2、No. 3 調査区では、実播して 2 年目の S 5 5 年の値が最も大きく、No. 4 調査区では、毎年減少していった。こうしてみると、植被率の最大になる時期があるようであり、この時期は本調査の場合、施工後 2 年目にあたる。

2. 各植生の種類別生育特性

○ WLG・K 3 1 F

土層の薄い No. 3、No. 4 調査区に比べ、土層の厚い No. 1、No. 2 調査区における優占度の方が高い。これは、WLG・K 3 1 F の両者ともが深根性であるため、土層の薄い No. 3、No. 4 調査区では十分な活着ができなかったためであると思われる。

各調査区において、優占度の高低の違いはあるものの、4 年間を通じて優占度の極端な増減はなく、それぞれの調査区において、固有の優占度で安定したようである。

平均頻度は安定して高く、調査区全面に分散している度合いが高いことがわかる。

植生の繁茂状況を斜面と階段とで比較すると、各調査区とも斜面と階段との違いによる特徴的な繁茂状況は見い出せなかった。

○ カヤ

各調査区において、自然高は年々大きくなるが、密度は減少の傾向にある。

優占度は各調査区でそれぞれ固有の値を保っているようである。このことは、密度の減少分を自然高の増大分で補ったような形になったものである。

また、各調査区の優占度、自然高を比べると、やはり WLG・K 3 1 F 同様 No. 1、No. 2 調査区の方

が、No.3, No.4 調査区より高い値であった。これも WLG・K31F と同様の理由によるものと思われる。

○ヨモギ

No.1 調査区の S57 年調査結果では、個体があまり大きくなりえないのに比べ、密度が大幅に減少した結果が優占度の低下につながったと見られる。

No.2 調査区の S56 年調査結果にみられる優占度の低下は、56 豪雪により、調査区のうち特に階段部が被害を受け、階段工による斜面の安定性の確保が十分にできなくなったことにより、ヨモギの植生が大きく影響を受けたことによるものと思われる。しかしながら、WLG・K31F では No.2 調査区で、56 豪雪後優占度の低下はみられなかったが、これは両者の植生特性、特に根の性質の違いによるものと考えられる。つまり、ヨモギは浅根性であるので、深根性の WLG・K31F に比べると、一度成立したあとでも、各種被害に対する抵抗性が弱いといえそうである。

なお、頻度は高く、調査区全体に生育している。

○イタドリ

4 年間を通した各調査区の傾向を総合すると、2 年目以降年々消滅していく傾向が見られる。イタドリもヨモギ同様浅根性であるので、成立したあとでもその後の育成に問題があるようである。

○メドハギ

イタドリ同様、年々消滅していく傾向が全体を通してみられるが、No.2 調査区では、自然高が順調に伸びてきているし、全調査区を通じて植生の出現率はイタドリを上回っている。

○ヤシャブシ

各調査区とも実播した年にはみられなかったが、2 年目から成立しはじめ、No.4 調査区でも 4 年目には成立した。

また各調査区での優占度は小さいが、減少の傾向はなく、自然高も大きくなっていて、年々植生の安定がうかがわれる。

○クマイチゴ

S55 年に No.1, No.2 調査区で侵入植生として認められたが、その後消滅した。これは 56 豪雪の被害によるものと思われる。

○ノリウツギ

ヤシャブシと同様のことがいえる。ただしこれは侵入植生である。

○トリアシショウマ

これも侵入植生であるが、木本のノリウツギと比べると、優占度、頻度からして不安定な状態であるが、まだ成立初期であり、今後安定した植生になる可能性もある。

○ヤマハンノキ・アカマツ

両方とも導入植生であるが、各調査区とも 4 年間を通して成立はみられなかった。

以上のような各植生の生育特性により、航空実播工の使用資材として、どの資材が適当であり、またどの資材が不適であるかを導入植生および侵入植生について検討してみる。

導入植生のうち 4 年間を通じ、どの調査区にも全く成立のなかったヤマハンノキ・アカマツは、使用資材として発芽に問題があったものと考えられる。

またイタドリ、メドハギは、WLG・K31F、ヨモギなどに被圧された形になり、成立状況はよ

くない。ただし、この2種を比較すると、メドハギがNo.2調査区で自然高が毎年大きくなっている点や全調査区を通じて、植生の出現率が上回っている点から、メドハギの方がイタドリよりも緑化効果はあるといえそうである。これは表-3に示したように、イタドリが浅根性であるのに対し、メドハギは深根性である点や、メドハギはイタドリよりも諸条件に対する耐抗性が強いという点によるものである。

次に木本であるヤシャブシは、成立時期は草本に比べ遅れているが、成立後は諸被害に対する抵抗力が強く、植生の安定がうかがわれ、木本の導入植生としては適当であろうと思われるが、早期の発芽や発芽本数の増加について促進方法が考えられねばならない。

WLG・K31Fは各調査区内で最も優占した植生であり、導入植生中最も斜面緑化に貢献した。

カヤもWLG・K31Fほどの優占度も頻度もないが、斜面緑化によいものであるのもので、発芽を促すことを検討せねばならない。

ヨモギは、崩壊面が不安定な施工地では、植生導入の基盤が維持されている初期のうちは成立状況はよいようであるが、その後地形が崩壊の方向へ進むと、浅根性のためその影響を強く受け、貧弱になってくる。しかしながら、航空実播工の初期の緑化にはある程度とりあげられるものの1つである。

侵入植生については、白川村地区では、クマイチゴ、トリアシショウマ、ノリウツギがあったが、クマイチゴは56豪雪の被害により消滅した。トリアシショウマは最近になって出現しはじめたもので、今後の成立状況によっては、緑化に貢献する可能性もある。またノリウツギはヤシャブシと同様自然の侵入を待つのでなく、木本の導入植生の1つとして、取り入れてもよいと思われる。

VI ま と め

寒冷多雪地域の急斜傾地における航空実播工による緑化に当っては、導入植生の選定として、WLG・K31F、カヤなど深根性のものを主体に導入をはかるのがよいものと考えられる。例えば浅根性のヨモギなどは、土層が安定しているうちはよくても、地形条件が悪化するにつれて貧弱になったり、また霜柱など寒冷地特有の害にも弱い。また草本類に比べ、一度成立すれば諸被害に強い木本の導入も考えたい。さらに今回のように草本と木本の種子を混合して実播する場合は、初期成長が早く、被圧などに耐え得る木本の種類を選定するのが望ましい。

次に航空実播工による緑化対象となる崩壊地面は、局所地形、土層の厚さ、傾斜などの条件によって、施行後の緑化の成績がかなり異なってくる。局所地形は、凹形、下降斜面が土壌水分・養分がたまりやすく、緑化が極めてたやすい。また土層の厚さは、導入植生、侵入植生の成立のしやすさという点で、ある程度の厚さは必要である。さらに傾斜についても、当然のことながら弱い方がよく、傾斜の強い所には、今回の調査で行ったように階段工などを施し、斜面の安定性を確保することが必要である。これら崩壊地面の各要素の状態が、上述したような緑化に適した状態にあれば、航空実播工によって、ある程度の成果を期待することができよう。

別表-1

	No. 1				No. 2				No. 3				No. 4				平均傾度 (%)
	後占度	密度 (本/m)	自然高 (m)	No.	後占度	密度 (本/m)	自然高 (m)	No.	後占度	密度 (本/m)	自然高 (m)	No.	後占度	密度 (本/m)	自然高 (m)	No.	
WLG・K31F	S54年	3	—	28	5	—	29	2	2	—	17	2	2	—	8	—	100
	S55年	3	—	20	4	—	29	2	2	—	27	1	1	—	36	—	100
	S56年	3	—	26	4	—	25	2	2	—	30	+	+	—	25	—	88
	S57年	3	—	30	4	—	40	1	1	—	40	+	+	—	50	—	—
カ	S54年	1	24	32	1	36	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32
	S55年	2	108	22	1	51	32	+	+	14	19	+	+	2	28	—	69
	S56年	2	25	40	2	68	50	+	+	2	40	+	+	0.3	70	—	60
	S57年	2	2	150	1	2	100	+	+	0.1	100	+	+	0.8	100	—	—
ヨ	S54年	4	221	23	2	57	18	+	+	22	6	+	+	12	3	—	88
	S55年	3	152	27	2	59	26	1	1	37	31	+	+	5	28	—	100
	S56年	3	125	15	+	10	25	+	+	5	26	+	+	7	20	—	90
	S57年	1	2	20	+	0.3	40	+	+	0.4	50	+	+	2	42	—	—
イ	S54年	—	—	—	1	16	14	+	+	2	3	1	1	—	—	—	38
	S55年	—	—	—	+	6	7	+	+	2	10	+	+	2	11	—	32
	S56年	+	1	100	+	2	120	1	1	4	100	+	+	0.2	30	—	35
	S57年	—	—	—	+	—	—	+	+	0.1	50	+	+	—	—	—	—
メ	S54年	1	33	12	—	52	17	+	+	18	6	1	1	18	6	—	94
	S55年	+	26	12	—	5	16	+	+	6	17	+	+	18	10	—	47
	S56年	+	07	15	—	3	20	+	+	0.2	16	—	—	—	—	—	26
	S57年	—	—	—	+	0.1	40	+	+	—	—	+	+	0.1	20	—	—
トリアシショウマ	S54年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S55年	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S56年	+	2	25	1	—	—	+	+	0.5	25	—	—	—	—	—	15
	S57年	+	0.1	35	1	0.1	30	—	—	—	—	+	+	0.4	40	—	—
ヤシヤブ	S54年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S55年	+	08	6	+	1.3	5	+	+	0.5	17	—	—	—	—	—	40
	S56年	+	1	25	1	5	35	+	+	0.3	40	—	—	—	—	—	55
	S57年	+	0.1	60	1	0.1	90	+	+	0.1	40	+	+	0.1	30	—	—
クマイチゴ	S54年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S55年	+	0.3	5	+	0.7	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
	S56年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S57年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ノリウツギ	S54年	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	S55年	+	0.7	4	+	2.7	4	+	+	0.3	4	+	+	0.2	3	—	26
	S56年	+	3	10	+	7	30	+	+	0.5	4	—	—	—	—	—	30
	S57年	+	0.1	80	+	0.3	80	+	+	0.1	80	+	+	0.3	80	—	—
調査年 (年)	54	55	56	57	54	55	56	57	54	55	56	57	54	55	56	57	
調査率 (%)	82	95	92	80	93	98	96	96	23	28	21	21	19	14	6	7	