

花崗岩真砂土における航空実播工の経年変化の追跡 ～植生と土壌の観点から～

伊那谷総合治山事業所 流域保全治山対策専門官

一般職員

飯田治山事業所 治山技術官

○宮澤 昌弘
つむら なおき
津村 直樹
さとう よしかず
佐藤 義和

要旨

松川入直轄事業地は、飯田市の重要な水源地で松川入流域の水土保持と松川ダムの堆砂対策を主要な目的として平成5年から始まり、これまで、当事業地の中流域では道路周辺の崩壊地復旧を進め、広範囲に点在する奥地崩壊地で地上作業が困難な施工地では航空実播工の緑化精度を高める取組を行っています。

今回、一般的に緑化が難しいと言われている真砂土において航空実播工を行い、施工から20年（一部は5年）経過した箇所の植生と土壌の調査・分析を行ったものです。

はじめに

当事業地では、地上作業が困難な奥地崩壊地を中心に航空実播工による緑化を進めています。

施工に当たっては、緑化精度を高めるため、種子・肥料・土壌硬化剤等の配合を工夫し、種子等の定着を図るなど、現地の状況に応じた施工を行っています。

そこで、崩壊地面積が約6haと事業地で一番規模が大きく、初めて航空実播工を行い、施工から約20年経過した箇所と点在する崩壊地で木質系ファイバーを使って種子等の定着を図り、施工から5年経過した箇所の植生と土壌の調査を行い、該地域における航空実播工の施工効果を検証したところでした。

1 施工地の概要

松川入地区事業地は、長野県南部の飯田市の北西部に位置し、松川の源流域の約5,400haの事業地です。（図－1）

今回の調査箇所は、施工から約20年が経過した「割沢」と施工から5年が経過した「ツバクロ沢」です。

調査地「割沢」は、崩壊地面積が約6haと大規模な崩壊地で、標高は約1,600～1,800mに位置し、地質は深層風化を強く受けた花崗岩地帯です。また、「ツバクロ沢」は、標高が約1,500～1,700mの間に点在する崩壊地で、こちらも花崗岩地帯であり、両所の付近には、コメツガやウラジロモミ等の亜高山の植生が成立する比較的厳しい環境です。（写真－1・2）



図－1 事業地エリア



写真－1 割沢

写真－2 ツバクロ沢

2 施工方法

実播工は、平成8年から施工をはじめ、実播種の草本型は、耐寒性・乾燥に強く・根張りの良いトールフェスク・クリーピングレッドフェスク等の外来種及び、悪条件下での成長の良いヨモギ・メドハギ等の在来種の草本類を中心に配合しています。

木本型は、痩地・乾燥・急傾斜地での成育の良く肥料木になる、コマツナギ・ヤマハギ・ヤマハンノキを中心に配合しています。

草本型の肥料は、速効性のある高度化成を多く配合し、木本型には、発芽が遅く生育に時間を要するため遅効性肥料を多く配合しています。

養生材は、土砂移動防止のため、パーミエイト（Ⅱ）等の土壌硬化剤を多く配合しています。また、一部の施工地では種子吹付用の木質系ファイバーを使用し、種子の定着等を図っています。

散布方式は、資材を一度に散布するスラリー方式です。

3 調査内容

(1) 植生調査

各施工年度ごと、現れる群落ごとに植生調査を行い、現れた標準的な植生景観（群落）を「草本のみ」「木本樹高が2 m以下」「木本の植被率が全体の10%以下」の「草本・中木群落」と「木本の優占」する「高木群落」に分け（写真－3・4）、それぞれの群落から植被率の高い種を優占種として記録します（写真－5・6、図－1、表－1）。なお、調査プロットは全部で13プロットですが、施工年度により種子配合が異なることや施工地が隣接していること、施工後20年経過し種子の移入があることを考慮し、播種工に用いた種の考察については施工地全体として行っています。



写真－3 草本・中木群落



写真－4 高木群落



写真－5 11・12年度施工地

平成11・12年度施工 調査地B



写真－6 11・12年度施工地

令和元年の裸地部分の状況

H II ②

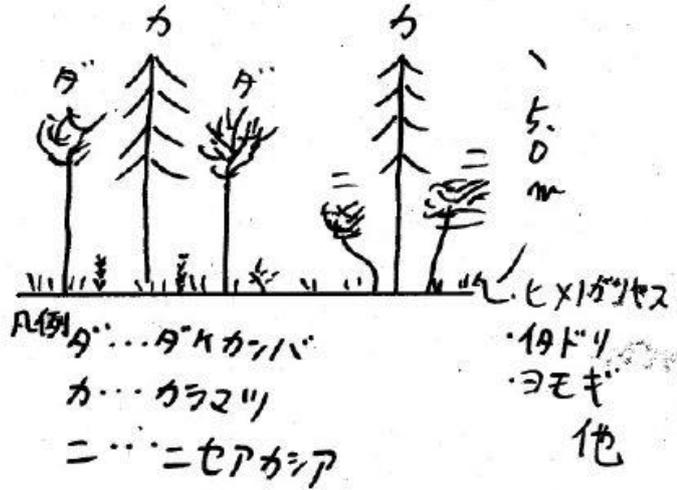
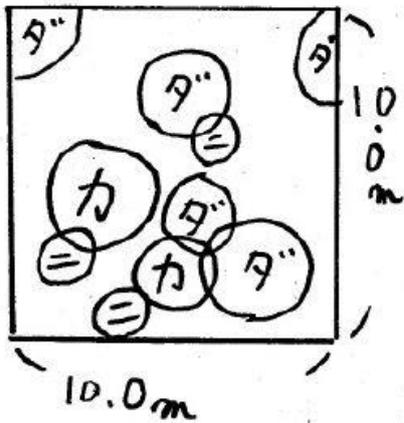


図-1 高木群落 模式図 (例)

表-1 高木群落 集計表 (例)

| 集計表 | | |
|---------|-----------|------------|
| 高木群落 | | |
| プロット面積 | 10m * 10m | |
| | 植被率 (%) | 優占種 |
| 草本層 | 30 | ヒメノガリヤス |
| 木本層 | 70 | カラマツ、ダケカンバ |
| 草本層 | 植被率 (%) | 草丈・樹高 (m) |
| ヒメノガリヤス | 10 | 0.4 |
| イタドリ | 5 | 0.3 |
| ヤマハハコ | 5 | 0.5 |
| スゲ s p | 5 | 0.3 |
| ヨモギ | 5 | 0.4 |
| ダケカンバ | + | 0.4 |
| ニセアカシア | + | 0.5 |
| カラマツ | + | 0.2 |
| ヤマハギ | + | 0.3 |
| ミズナラ | + | 0.3 |
| 木本層 | 植被率 (%) | 草丈・樹高 (m) |
| ダケカンバ | 30 | 3.5 |
| カラマツ | 30 | 5.0 |
| ニセアカシア | 10 | 1.8 |

凡例

+ ... まれに存在

++ ... まばら～まれに存在

○ ... コケ出現あり

(2) 土壌調査

各プロットに加え (写真-7~10)、元々の地山である真砂土 (写真-11)、崩壊を起こしていない現存森林内 (写真-12) の土壌を採取し、その成分や性質 (栄養分、pH 等) の分析を行います。



写真-7 H8施工 高木



写真-8 H10施工 中木



写真-9 H11施工 高木



写真-10 H26施工 草本



写真-11 真砂土



写真-12 森林内

4 考察

(1) 植生-草本層

「長野県の現存植生（宮脇ら、1979）」、「長野県の植生図-植物社会学的研究-（宮脇ら、1975）」によると該当地域代償植生（皆伐後に成立する在来草本群落）は、ヤナギラン群落及びクマイチゴ群落が成立するとされ、このうちクマイチゴ群落については、「クマイチゴ、ヨツバヒヨドリ、バッコヤナギ、ススキ、イタドリ、ヒメジョウオン、ウド、ヤマハハコ等、約20余種が出現する。」と報告されています。

調査結果において、クマイチゴ群落の代表的な種のうち、実播工の種子に含まれていないクマイチゴ、ヨツバヒヨドリ、ヤマハハコのいずれかが出現したプロットは、10プロットです。

その10プロットの中で、ヨツバヒヨドリが優占種であったプロットは1箇所、クマイチゴが優占種であったプロットは2箇所です。

全体的に見ると、実播工に含まれていた外来草本において、トールフェスク、レッドトップ、クリーピングレッドフェスク等のイネ科の牧草が未だに多く生育していますが、在来の代償植生であ

るクマイチゴ群落へと遷移している過程であると推測します。

実播工に含まれていた在来種で、ヨモギやイタドリが多くの群落に見られ、特にイタドリにおいては、他の種の生育出来ない荒い礫地においても盛んに成育しています。(写真-13)

また、群落によっては、表層をコケが被覆している箇所もあり、地表の弱い水流によりミズゴケが発達しています。(写真-14)



写真-13 礫の多いイタドリの群落



写真-14 ミズゴケの見られる群落

「長野県の現存植生（宮脇ら、1979）」によると、クマイチゴ群落は、「時間の経過とともにアカメガシワ、カラスザンショウ、シラカンバ、アズキナシ等の侵入が見られ、クサギーアカメガシワ群団にまとめられる夏緑性の亜高木林、低木林の生育するところとなる。」とあり、該当群落は伐採後数年間に限って見られる動的な群落であるとされています。

また、在来草本であるイネ科のヒメノガリヤスにおいては、8プロットにおいて植被率が10%を超え、4プロットにおいてはほかの播種された種を退け、優占種となっています。同じく在来草本であるジシバリが優占するプロットも1箇所あり、全体で合計すると、在来種が優占するプロットは9プロット、外来種が優占するプロットは4プロットであり、さらに外来種の優占するプロットの中で、10%以上の在来種の植被が認められない群落は1箇所のみです。

全体的に考察すると、草本層においては、在来種の優占する本来の群落へ遷移しつつあると推測します。

(2) 植生-木本層

木本層の見られた12プロットのうち、7つのプロットにおいてニセアカシアが見られ、4プロットでは、優占種となっています。

一方、播種された種を含め、カラマツ、ダケカンバ、オノエヤナギ、ヤマハンノキ等の在来木本も全ての木本が出現したプロットに認められます。

周辺の現存の林分を観察すると、谷沿いにはオノエヤナギ、フサザクラやカエデ科、カバノキ科を中心とした崩壊地植生、広葉樹林においてはダケカンバ、ウダイカンバ、シラカンバ、ミズナラ、ツツジ類等を中心とした林分、針葉樹林ではカラマツ林やコメツガ、ウラジロモミ、マツ類を中心とした極相林となっています。

プロットに移入してきた木本は、①オノエヤナギ、ヤマハンノキ、タニウツギ等の溪畔地や崩壊地に出現する種、②ダケカンバ、カラマツ等付近の林分または実播された種、③ウラジロモミ、コメツガ（実生）、ゴヨウマツ（実生）等の極相林に出現する種の3つに分けられます。

現在は、ニセアカシアも優占していますが、他の樹種の生育を妨げるほどの旺盛さは示していな

いため、時間の経過とともに溪畔林や周辺と同じ広葉樹林、極相林へと近づくと推測します。

(3) 実播種の生育の有無

航空実播工により散布した種子のうち、生育が確認できなかった種は牧草ではウィーピングラブグラスとケンタッキーブルーグラス、木本では、イタチハギ、コマツナギ、ヤシヤブシです。これらの種については、施工後5～20年経過しており、施工後間もないころは生育していた可能性もあります。そのため、必ずしも生育が見られないからと言って、種子選定から外すという必要はないと考えます。

また、ヤマハギについては、生育は見られたものの、樹高は1mほどで、樹幹の発達も見られず、枝葉が地表より叢生しているような、いわゆる「盆栽型」と言われる形態となっています。通常同種は、施工後数年で樹高2mほどに達する低木となりますが、このような盆栽型を示す原因には、繰り返し動物からの食害を受けている可能性があると考えます。

(4) 土壌

元々の地山（真砂土）、草本・中木群落、高木群落、森林内の土壌において、一部の項目を除いた各種成分に差は見られなかったため、施工地全体について考察します。

まず、pHですが、3.2～4.9であり、植物の生育に不適であるとされている強酸性です。

植物体にとっての栄養分となる窒素、カリウム、リン酸については、100g中0～1.8mgと極めて少なく、栄養の乏しい土壌と言えます。

植物の成育の阻害となる塩分や硫酸については、100g中0～0.6mgとほぼ無し、もしくはごく微量です。また、100gの土壌が吸収固定するリン酸吸収係数は990～1348mgと、若干高くなっています。土壌表面に吸着され、他の陽イオンと容易に置換されるカルシウムの量である置換性石灰は、100g中133.9～178.1mgとなっています。

塩類濃度の指標となる電気伝導度も0～0.9ms/cmです。

土壌分析の各項目について、元々の地山（真砂土）に対する各項目の検定を行ったところ、各pHの項目において、「森林土壌」が僅かながらに低い値を示しています。

森林の土壌においても、表面を掘削するとすぐに真砂土となり、土壌の発達は見られず、植物遺体についても未分化の物がほとんどです。そのため、こうした植物遺体について、分解が進まないために流れ出た有機酸等によりpHの低下が起きているのではないかと推測します。

また、硝酸態窒素については、「草本・中木群落」、「高木群落」が僅かに高い値を示しましたが、「栄養が多い」と言えるものではないと考えます。

塩分とリン酸吸収係数については、「森林土壌」がごく僅かながらに高い値を示しましたが、いずれも緑化の目安よりは低く、貧栄養状態であることに変わりはないと考えます。

置換性石灰と電気伝導度については、「草本・中木群落」、「高木群落」、「森林土壌」がともに僅かに高い値を示しています。

いずれも緑化の目安に対しては、かなり少ない値ですが、元々の地山（真砂土）に対しては、ごく微量ながら栄養分が含まれると言えます。また、すべての土壌において、置換性石灰についての問題は見られなかったため、土壌自身が持つ、植物体に栄養が供給できるポテンシャルは十分にあると考えます。

在来の森林土壌が、他の播種工施工後の群落や真砂土の土壌に対して、明確な栄養条件の違いは見られないことから、付近の森林一帯が、この強酸性で貧栄養な土壌の上に、長い年月を経て成り立ったものであることが推測されます。

植生が成立している部分において、サンプル採取のために、表層から5 cmほどの掘削を行ったところ、どの箇所においても、僅かな植物遺体の層の下に砂質土と小さな花崗岩の岩塊が混じっており、「腐食層」と呼ばれる植物遺体の分解の進んだ栄養の豊富な土壌層を確認出来なかったところです。また、金属製の移植ごても入りにくいほど植生の根による緊縛効果は強い状況です。(写真-15)



写真-15 土壌の根による緊縛状況

一方、崩壊の端点である傾斜の急な崖の縁においては、植生の発達は見られず、崩壊した真砂土が流出しています。そうした箇所の一部では、イタドリの群落が見られます。(写真-16)



写真-16 植生の発達が見られない崩壊地の縁とイタドリ

航空実播工の施工においては、多くの肥料が散布されましたが、施工から20年(一部は5年)経過すると、その養分はほとんど残らず、被覆する植物体や土壌水により供給される養分により、植物の生育サイクルは繰り返されていると考えます。また、崩壊を起こしていない現存の森林土壌においても同じ傾向を示し、該当地域における花崗岩上に成立する森林は、土壌においてはすべて同じ環境下で成立している可能性が考えられます。

おわりに

該当地域においては、航空実播工による播種で一時的に牧草群落を成立させることにより、植被による表層の土砂移動を抑え、在来草本の生育できる基盤となり、やがて在来植生が成立し、本来の森林へと遷移していくという効果を見ることが出来ます。(写真-17・18)

調査箇所は、全体的に緑化が進み崩壊地からの土砂供給は減少していると思われれます。(写真-19・20・21・22)

花崗岩真砂土において、緑化としての航空実播工は、植生復元と土砂移動防止の観点から極めて有用であり、播種後も外来種から在来種の群落へと問題なく遷移すると考えます。

一方、崩壊の端点である傾斜の急な崖の縁においては、基盤材は流出し、施工の効果が見られませんが、下部からの緑化による地盤の安定が、上部に向かっての緑化に繋がっていると推測されることから、下部の早期緑化による地盤の安定が必要と考えます。

また、施工後、散布された肥料は時間とともに失われていることから、早期緑化を図るためには追播・追肥が必要と考えます。

航空実播工は、奥地崩壊地の地上作業が困難な場所の施工には必要不可欠な方法であることから、引き続き、施工効果の向上に向けて取り組んでいきます。



写真-17 「割沢」平成8年6月撮影

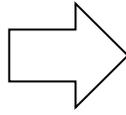


写真-18 「割沢」令和元年8月撮影



写真-19 「割沢」平成5年の状況



写真-20 「割沢」令和元年の状況



写真-21 「ツバクロ沢」
平成5年の状況



写真-22 「ツバクロ沢」
令和元年の状況

(土壌分析) 日本植生株式会社
(参考文献) 長野県の現存植生 (1979 長野県)
長野県の植生図 (1975 長野県)