

九州の森と林業

独立行政法人 森林総合研究所 九州支所

No.58

航空緑化による地表流・土砂流出の抑制効果

山地防災研究グループ 小川 泰浩

1. はじめに

2000年は、3月に北海道の有珠山、7月に三宅島の雄山が相次いで噴火し、噴火災害が日本各地で数多く報道された年でした。私たちは、噴火に関する報道に接するたびに噴火災害の恐怖や火山列島の住人であることを再認識します。また、火山が噴火すると、その周辺の住民は、火山ガス・火砕流などの噴火災害から免れるため、厳しい避難生活を強いられます。さらに、噴火活動が終わっても、噴火活動に伴って山腹斜面に堆積した土砂が豪雨時に下流域まで流出し、流出土砂による災害の危険が潜んでいるため、周辺住民は決して安心することができません。

こうした状況は、長崎県の雲仙普賢岳に見ることができます。1995年に噴火活動が終息した雲仙普賢岳では、下流域に被害を及ぼす土砂流出を抑える対策の一つとして、1996年から行政機関の手による大規模な航

空緑化が行われました。その際、私たちは、火山噴出物が堆積した雲仙普賢岳の山腹で土砂流出発生の鍵となる地表流を観測し、山腹からの地表流や土砂流出を航空緑化が抑える効果について知見を得ることができましたので、ご紹介したいと思います。

2. 雲仙普賢岳の航空緑化

はじめに、噴火活動終息後の雲仙普賢岳の変化について、ふれておきたいと思います。噴火活動が終わった直後の1995年10月の雲仙普賢岳は緑のない山肌でしたが(写真-1)、1999年7月の雲仙普賢岳は溶岩ドームを除き、山腹に緑が回復していました(写真-2)。これは、自然に回復したものではなく、九州森林管理局長崎森林管理署と長崎県島原振興局が1996年から1998年にかけて、かつてない規模の航空緑化を実行したことによるものです。この期間に緑化された



写真-1 1995年10月の雲仙普賢岳東側斜面
(写真提供：長崎森林管理署)



写真-2 1999年7月の雲仙普賢岳東側斜面

面積は489haになり、東京ドーム105個分の面積が緑化されたこととなります。航空緑化工は省力的な緑化工法で、道路のない奥地の荒廃地などを短期間に、しかも大面積に緑を再生できる利点があります。

噴火が終息した後も雲仙普賢岳の山腹には、不安定な状態の土砂が広範囲に堆積し、この土砂を早急に安定化させる復旧工事が必要でした。しかし、雲仙普賢岳の山腹は、依然として立入禁止区域であったため、人手による地上からの工事ができませんでした。このため、雲仙普賢岳の復旧工事は、このような場所を広範囲に早く施工できる利点を生かした航空緑化工が採用されました。このときに山腹の大部分に施工された工法は、スラリー工法と呼ばれるものでした。この工法は、種子・肥料・有機物・土壌改良材・養生材・増粘材・着色剤を水で混ぜ合わせ粘着状にした液体（スラリー材）が入ったバケツをヘリコプターで施工地まで運び、空中からスラリー材を地面に散布する方式です（写真-3）。スラリー材には、外国産の草・国内産の草・樹木の種子が混ぜられました。それぞれ代表的な種をあげると、外国産の草はウィーピングラブグラス・バミュエググラスなどの牧草で、国内産の草はヨモギ・ススキ・メドハギなどで、樹木はヤシャブシ・ヤマハギ・コマツナギなどでした。



写真-3 ヘリコプターによるスラリー材の散布
（写真提供：長崎森林管理署）

3. 地表流と土砂流出の関係

前述のように雲仙普賢岳の航空緑化には、噴火活動で荒れた山腹に速やかに緑を取り戻し地表を安定化させる役割が期待されていました。もし、山腹を荒れたまま放置すると、土砂が山腹から急激に下流域へ流出し、災害を引き起こす可能性があります。この災害のなかで最も危険なものが土石流です。それでは、火山

地域で土石流が発生する一般的な過程を説明します。

まず、地表の浸透能を上回る雨が降ったとき（豪雨時）に地表流が火山の斜面に発生するようになります。ここで、浸透能とは水が地面から地中にしみこむ速度を表します。つまり、地表流は地中に水がしみこむ速度を上回る雨が降ったときに、地中にしみこむことができない雨水が地表で水流になる現象であるといえます。このような形で発生した地表流が谷に流れ込む過程で、斜面の土砂を取り込みながら水と土砂が一体となり、谷を高速に流れ下ります。この水と土砂の流れが土石流です。これまでに桜島や北アルプスの焼岳で行われた土石流観測によると、豪雨時に頻発する土石流は、地表流が原因で発生していると考えられています。このように、山腹で発生する土砂流出の状況を明らかにするには、豪雨時に発生する地表流の観測が必要となります。

また、地表流の観測は、土砂流出の発生状況を明らかにするだけでなく、航空緑化によって植物に覆われた山腹斜面の土砂流出に与える影響についても明らかにすることができます。つまり、緑化した斜面と緑化していない斜面の地表流・土砂流出の観測結果を比較することによって、斜面からの土砂流出を航空緑化が抑える効果を明らかにすることができます。

4. 観測地の概要と観測方法

航空緑化が土砂流出を抑える効果を明らかにするため、1998年8月に雲仙普賢岳東側の火砕流による土砂が堆積した山腹斜面の2カ所に観測地を設定しました。1カ所は、1997年に長崎県が航空緑化した斜面（以降、緑化地と呼びます）です。もう1カ所は、航空緑化していない斜面（以降、裸地と呼びます）です。観測施設を設置したときの緑化地では、ウィーピングラブグラス・イタドリ・ヤマハギ・メドハギ・ススキが主に生育していました（写真-4）。一方、裸地では、主にイタドリが点在していました（写真-5）。そして、2カ所の観測地に雨量計と流出量観測施設を設置しました。雨量計で山腹の雨量を測定し、流出量観測施設で観測地に発生する地表流の流量と観測地から流出した土砂の重量を測定します。さらに、流出量観測施設は、流量を測定する量水堰と、流出土砂を採取する沈砂池で構成されています（写真-6）。

5. 地表流・土砂流出の観測結果

2カ所の観測地で、同じ時間に観測された雨と地表流の観測結果(1999年5月26日)の一例を図-1、表-1に示します。この図と表から2つのことが明らかになりました。第1に、雨に対する地表流の発生時刻が緑化地に比べ裸地で早く、裸地の流量が緑化地より短時間に増加していました(図-1)。第2に、緑化地における地表流の最大流量および総流出量が、ともに裸地よりも少ないことです。表-1をみると、緑化地の総流出量および最大流量は裸地に比べ、それぞれ62%、68%減少していました。

一方、沈砂池の流出土砂量は、図-1の流出結果のほかにも3つの流出結果を含む期間の流出土砂量を緑化地と裸地で比較しました(表-2)。流出土砂量の比較は、単位面積あたりに換算した値を用いました。その結果、緑化地の流出土砂量は、裸地よりも88%減少していました。

6. 緑化植物が地表流・土砂流出を抑える効果

緑化地における地表流の流出量や流出土砂量の減少は、緑化植物が表面流や表面侵食を抑える効果を発揮したためであると考えられます。この効果には、次のような点が考えられます。

- ①植物の葉・茎による地表の被覆は、雨滴の衝撃を減らし、雨滴による侵食作用から地表面を守る。
- ②植物の根は、地表の土粒子を捕まえて固定するとともに、表層土砂の浸透能を改善して地表流発生を抑える。
- ③植物の茎が水の流れに対し抵抗するため、地表流の流速が減少し、その結果、地表流が土粒子を運ぶ能力を低下させる。

今後の調査によって、これらの点を定量的に明らかにする必要があります。

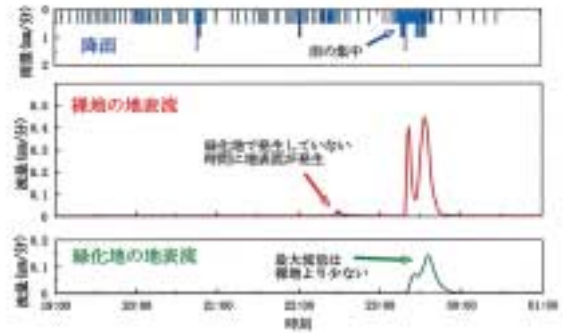


図-1 1999年5月26日の緑化地・裸地における降雨と地表流の結果

表-1 1999年5月26日の地表流の観測結果

	時刻	継続時間	総流出量	最大流量
	流出開始	流出終了	(mm)	(mm/分)
緑化地	23:19	0:12	2.1	0.14
			↑(62%減)	↑(68%減)
裸地	23:20	0:04	5.5	0.44

表-2 1999年5月16日から6月11日までの流出土砂の観測結果

	単位面積当たりの流出土砂量 (g/m ²)
緑化地	0.2
	↑(88%減)
裸地	1.6

7. おわりに

大規模な航空緑化が雲仙普賢岳に行われてから、今年で5年が経過しました。航空緑化によって山腹が緑化植物に覆われた結果、地表の土砂は安定化しつつあります。しかし、雲仙普賢岳では量が減少したとはいえ依然として地表流が発生し、山腹に残された土砂の流出や崩壊による土砂災害発生の可能性があります。たとえ噴火活動が終わっても、長期にわたり災害の危険にさらされることは、火山列島に住んでいる私たちが教訓として記憶にとどめておく必要があるでしょう。

最後になりましたが、今回の観測は、長崎県島原振興局農林部山地災害復興課の関係各位によるご協力のもとで行うことができました。ここに記して感謝いたします。



写真-4 緑化地の状況



写真-5 裸地の状況



写真-6 流出量観測施設の概要

鳥獣シリーズ（7）

見えない動物を追う —ラジオトラッキング—

森の中に生息する野生動物の動きを追うことは大変困難な仕事です。そこで、野生動物に電波発信器を付け、電波の方向をもとに動物の位置を調べる方法が開発されてきました。

この方法だと、離れた場所から動物を驚かせずに調査をすることができ、3カ所以上の地点から同時に電波の方向を探知すれば正確な位置を推定することができます。動物の位置を定期的に調べていけば、地図の上にシカの行動域（ホームレンジ）を描くことができます。

九州支所では、このような方法（ラジオトラッキング法やラジオテレメトリー法と呼ばれています）を使って、シカの行動域の調査を行っています。これまでに、九州のシカは特定の場所に定着する傾向が強く、大規模な季節移動をする北日本のシカと大きく異なる特徴をもつことが分かってきました。これらの結果は、

シカによる森林被害の激化メカニズムを解き明かすために活用されています。

シカ以外にも、さまざまな動物（クマやイノシシからノネズミまで）でラジオトラッキング法による調査が行われています。自動方位探知機が開発され、昼夜を問わず定期的に位置が推定できるようになりました。長距離を移動する渡り鳥や海獣の追跡には人工衛星が利用されるようになっています。電波発信器として携帯電話（PHS）を利用したり、GPS受信機を組み込んで首輪自身が定期的に位置を記録する方法も実用化されてきました。

情報通信技術の発達ともなって、ラジオトラッキング法も日々進歩しています。

チーム長（生物被害担当） 小泉 透



発信器を装着したシカの行動域（ホームレンジ）：宮崎県椎葉村

連絡調整室から

- 九州地区林業試験研究機関連絡協議会関係の諸会議が開催されました。
 - ・秋季場所長会議（9月11～12日：九州支所）
 - ・総務担当者会議（9月27～28日：沖縄県恩納村）
- 林業研究開発推進九州ブロック会議が、10月4日に熊本テルサにて開催されました。
- 九州・沖縄農業研究センターの一般公開が、11月10日に開催され、当支所からも展示参加しました。

九州の森と林業 No.58 平成13年12月
編集 独立行政法人
森林総合研究所九州支所
〒860-0862 熊本市黒髪4丁目11番16号
TEL (096) 343-3168
FAX (096) 344-5054

URL=<http://www.ffpri-kys.affrc.go.jp/>