

## 現地散水試験による枝条被覆した作業路の浸透能の測定

小倉 晃・恩田裕一\*

**要旨** : 近年、低コスト作業システムの構築のために路網整備が盛んに進められ、作設されてきた作業路は、次回作業まで裸地状態のまま使用されないことから公益的機能の低下が懸念される。そこで、振動ノズル式散水装置を用いて、現地散水試験による作業路の浸透能の測定を①100%枝条を敷き詰めた場合、②50%程度枝条を敷き詰めた場合、③裸地の3つの条件で行った。測定の結果、各被覆率の最大浸透能は①100%被覆で65.1mm/hr、②50%被覆で18.9mm/hr、③裸地で2.5mm/hrであった。このように裸地化した作業路の浸透能は著しく低下する。また、それを抑制するために路面に枝条を散布することは非常に有効である。

**キーワード** : 作業路、浸透能、振動ノズル式降雨実験装置、枝条、土砂流出

### I はじめに

近年、低コスト作業システムの構築のために路網整備が盛んに進められてきている。このうち、林業機械の使用を前提として作設されてきた作業路は、次回作業まで裸地状態のまま使用されない事例も多い。このような作業路面は林業機械の使用による踏圧の結果、浸透能が低下すると考えられ、排水施設なども設置していないことから、地表流が発生し、多くの土砂が流出しており、公益的機能の低下が懸念される(佐々木ら2004、小倉ら2008)。集材路面からは時間雨量1mm以上のほとんどの降水時に表面流が発生している(佐々木2004)。作業路からの土砂流出の抑制方法は、路面を枝条で被覆するのが効果的である(小倉ら2009、佐々木ら2010)。しかし、枝条の被覆効果が浸透能に及ぼす効果については検証されていない。そこで、作業路面に枝条を被覆した箇所と裸地の箇所において、現地散水試験を行い、被覆と浸透能の関係を調査した。

### II 方法

#### 1 調査地の概要

調査作業路は石川県羽咋市福水公社造林地の平成22年12月上旬に開設された作業路である。福水公社造林地は標高30~100mで5齢級のスギを中心とした林分であり、作業路開設と同時に林業機械を使用した利用間伐(施業面積12.33ha、間伐率25~30%)が実施された造林地である。作業路は既設農道から尾根まで延長1800m、幅員2.5mの路である。この調査地の地質は主に泥岩、土質は主に粘土、土壌は褐色森林土である。なお、使用後はクローラ跡等を整地している。

#### 2 調査方法

浸透試験には、振動ノズル式散水装置(加藤2008)を用いた。作業路の傾斜19°の路面に水平投影面積が1m<sup>2</sup>となるように下方を除く3辺を畦波板で打ち込み囲った。枠の斜面下端はアルミ製の集水トレーを設置し、枠内の地表流を集水した。トレーの末端部にホースを設け、メスシリンダーに回収された水の量を1分毎に測定した。振動ノズル式散水装置は枠中心から高さ2mのところに設置した。

浸透能を調査する条件は、作成した枠内に間伐で発生した枝条を①100%敷き詰めた場合、②50%程度敷き詰めた場合(目視による)③裸地の場合の3つの条件で試験を行った。行った箇所はいずれも同一枠内で、①100%→②50%→③裸地の順で散水試験を行った。降雨時間は100%と50%が20分間、裸地は15分間である。試験終了後に降雨強度を算出するために枠内に不透水性シートを張り5分間散水を行い、枠内への流入量を測定した。また、流出水中に含まれる流出土砂量を測定するために、計測後の流出水を開始から5分毎に回収し、回収した流出水はよく攪拌した後、1リットルサンプリングし、サンプル中の土砂量を乾燥し測定した。なお、被覆した枝条は、それぞれ枝と葉に分けて乾燥重量を測定した。

#### 3 解析方法

人工降雨を用いた浸透能試験は送水量・流出量の差から浸透強度を算出することができる。浸透強度は時間の経過とともに一定の値に近づいていくため、実験終了直前の5分間の浸透強度を平均することで、各被覆時の終期浸透強度を算出することができる。田中ら(2007)によると、振動ノ

\*筑波大学大学院生命環境学研究所

ズル式降雨実験装置を用いた降雨強度と浸透強度の関係は、次式に示す双曲線によく表せることを示した（式（1））。

$$\text{終期浸透強度} = \alpha \times \tanh(\text{降雨強度} \div \alpha) \quad (1)$$

ここで $\alpha$ は最大浸透能である。最大浸透能は降雨強度を十分に大きくした時に想定されるその地点の最大の浸透強度のことである。また、土砂流出量は、流出量と流出土砂濃度から算出した。

### III 結果および考察

測定の結果、降雨強度は243.5mm/hrであった。各被覆率の最大浸透能は①100%被覆で65.1mm/hr、②50%被覆で18.9mm/hr、③裸地で2.5mm/hrであった。また、土砂濃度は①100%被覆で0.72g/ℓ、②50%被覆で4.53g/ℓ、③裸地で9.59g/ℓ、これから算出される降水量1mmあたりの土砂流出量は①100%被覆で11.6mg/m<sup>2</sup>、②50%被覆で94.2mg/m<sup>2</sup>、③裸地で173.7mg/m<sup>2</sup>であった。なお、被覆100%と50%の枝条乾燥重量は、4,748g/m<sup>2</sup>と1,247g/m<sup>2</sup>であった。

このように枝条被覆率が高いと浸透強度も高くなった。同様の現地散水試験をヒノキ林で行った加藤ら（2008）によると下層植生の少ないヒノキ林ではリター量が増加するに連れて最大浸透能が高くなる関係の結果を示している。また、被覆率が高くなると土砂流出量は減少している。これは小倉ら（2009）、佐々木ら（2010）による、作業路面への枝条散布が土砂流出を抑制する結果と一致する。枝条被覆率の増加は、浸透能を高め土砂流出を減少する働きをする。

各被覆率の最大浸透能と（1）式から算出される降雨強度と浸透強度の関係を図-1に示す。裸地で計測された浸透能2.5mm/hrは、数ミリの時間雨量で浸透しきれずに表面流が発生することを示している。これは路面表面流が時間雨量1mm以上のほとんどの降雨時に発生しているという佐々木ら（2004）の報告に一致する。また、被覆率50%では時間雨量10mm以上のやや強い雨で地表流が発生し、被覆率100%では時間雨量20mm以上の強い雨で地表流が発生することがわかる。

恩田（2008）によると、裸地化したヒノキ林における表面流発生メカニズムは、主に雨滴衝撃による団粒構造の破壊とクラストの形成が浸透能を劇的に低下させる要因であることを示している。本研究の作業路表面でも裸地の場合、雨滴衝撃に

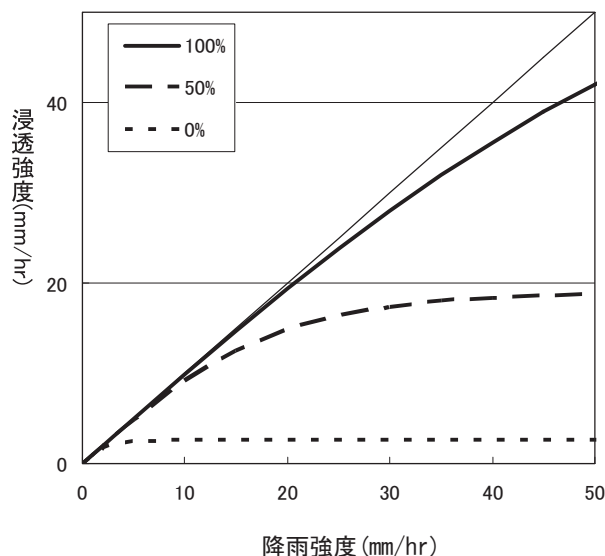


図-1 被覆率毎の降雨強度と浸透強度の関係

より団粒構造の破壊とクラストの形成がおこり、浸透能が非常に低くなったと考えられる。また、散布した枝条は路面の団粒構造の破壊とクラストの形成を雨滴衝撃から阻止し、浸透性を維持したと考えられる。

今回は同一地点で試験を行ったことから土質の違いによる影響はなく、降雨強度は243.5mm/hrという非常に強い雨を15分から20分降らし、実験終了直前の5分間の平均浸透強度を使用したことから、路面への雨滴衝撃の影響を十分に受けてからの浸透能の値を示していると考えられる。よって、枝条被覆率の差が浸透能・土砂流出に影響を与えたと考えられる。

以上のことから、裸地化した作業路は雨滴衝撃による土砂移動と、団粒構造の破壊とクラストの形成により通常の雨でも地表流が起こり、著しく公益的機能の低下が起こると考えられ、それを抑制するために路面に枝条を散布することは、土砂流出、地表流の発生抑制に非常に有効であると考えられる。

なお、本研究を行うにあたり、独立行政法人 森林総合研究所 林業工学研究領域 森林路網研究室 田中良明氏、鈴木秀典氏、山口智氏、岐阜県森林研究所 森林環境部 白田寿生氏、当試験場 瀧辺秀一氏、小谷二郎氏、八島武志氏、石田洋二氏には多大なるご協力を頂いた。ここに記して深く感謝の意を表す。なお、本研究は「新たな農林水産政策を推進する実用化技術開発事業 間伐促進のための低負荷型作業路開設技術と影響手法の開発」の一部として行われた。

#### IV 引用文献

- 加藤弘亮・恩田裕一・伊藤俊・南光一樹 (2008) 振動ノズル式降雨実験装置を用いた荒廃ヒノキ人工林における浸透能の野外測定. 水文・水資源学会誌21(6) : 439-448.
- 小倉晃・小谷二郎 (2008) 林種の異なる人工林と作業路における土壌 (土砂) 流亡量. 中部森林研究56 : 57-58.
- 小倉晃・小谷二郎 (2009) 簡易作業路における土砂流出量の実態と抑制方法. 中部森林研究57 : 167-168.
- 恩田裕一 (2008) 人工林荒廃と水・土砂流出の実態 (恩田裕一編). 岩波書店 : 31-39.
- 佐々木尚三・足立康成 (2004) 集材路からの土壌流出に関する考察—路面の表面流と侵食—. 日本北海道支部論文52 : 163-164.
- 佐々木重行・茅島信行・桑野康光 (2010) 作業路での土砂移動と枝条散布による抑制効果. 福岡県森林林業技術センター研究報告11 : 33-38.
- 田中茂信・年岡利和 (2007) 現地散水試験による流出・浸透特性の把握手法に関する検討. 土木学会第62回年次学術講演会講演概要集2-003 : 5-6.