

林道路面の浸透能および林道水流出の特徴

東京農工大学大学院農学府国際環境農学専攻 ○長塚結花 五味高志
 京都大学防災研究所 宮田秀介
 筑波大学大学院生命環境科学研究科 平岡真合乃 恩田裕一

1, はじめに

日本の国土の約40%は人工林であり、その人工林では間伐などの森林整備を行わねばならない。この森林整備を行うためには、人や車両が往来するための林道が必要不可欠であり、現状の森林整備の遅れからも、今後は更に高密度な路網システムの構築が必要である。しかしながら、林道や作業道は、斜面地形を大きく改変するために斜面の水流出プロセスを大きく変化させる。また、建設時やその後の利用による車両の転圧で硬く締め固められていること(市原, 1987)や植生がないことにより地表流が発生する。さらに法面による土壌中間流の捕捉(Wright et al, 1990: 吉幸ら, 2001)により遮断中間流が発生している。すなわち、林道からの地表流や遮断中間流は、流域の水流出に大きな影響を及ぼすと考えられる。さらに林内における水移動は流域の斜面地形によって異なることから、遮断中間流の流出量も集水や散水地形などの地形条件に影響を受けると考えられるが、良く分かっていない。すなわち林道からの水流出、および流域の水流出への影響は、路面および隣接する斜面地形条件によって異なると予想される。

そこで本研究では、林道からの水流出量を評価するために、散水実験により路面の浸透能を計測し、林道に地形条件が異なる3か所のプロットを設置し、林道からの水流出量とそれに地形が与える影響の評価を行なった。本研究は JST/CREST「荒廃人工林の管理により流量増加と河川環境の改善を図る革新的な技術の開発」の一部として行われた。

2, 調査地および方法

本研究は、栃木県佐野市に位置する東京農工大学付属演習林、FM唐沢山の1960年～1970年に設置された1, 2林班の林道で行った。調査地の平均年間降雨量は1239mm、年平均気温は13.9度であった。唐沢山の標高は90～290mで、基岩は砂岩・チャートのである。林道路面および切り土面には岩盤が露出しているところが多く見られた。

路面浸透能を計測するために、2009年8月に現地散水調査を、林道のうち植生被覆率の異なる6箇所で行なった。本研究では振動ノズル式降雨実験装置(加藤ら, 2008)を用いて一定量の水(240mm/h)を1×1mのプロット内に散水した。散水時にプロットの土壌に浸透せずに地表流となったものを斜面下部にて捕捉し、流量を測定した。

路面からの流出量を計測するために、林道流出観測プロット(約5m×15m)は2010年4月に2林班内の林道3箇所に設置した。林道プロットは谷地形、尾根地形、平衡斜面と地形条件が異なるよう選択した。林道プ



図-1. 散水実験風景

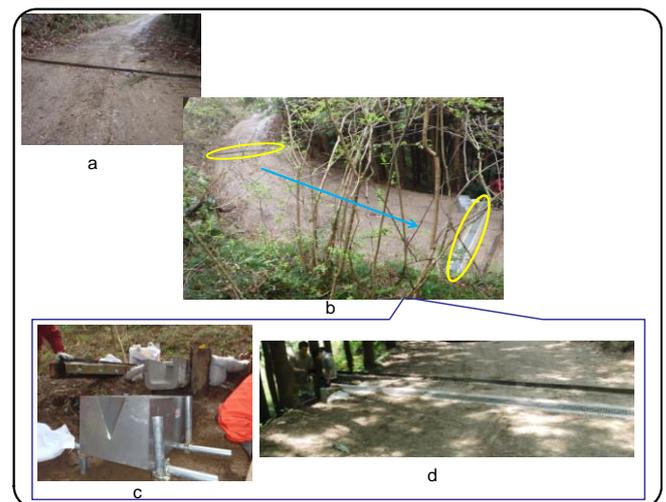


図-2. 林道プロット

(a:静水板 b:全体 c:量水堰 d:U字溝)

ロットの斜面上部には高さ約7cmのゴム製の静水板を設置し、プロット上端からの地表流の流入を防いだ。またプロット末端部にはコンクリート製U字溝を埋め込み、プロット内を流下する地表流を捕捉した。U字溝で捕捉された地表流は、45°三角堰に集められ5分間隔で常時水位を自記式水位系（True Track社製）で測定した。水位から流量への変換は[1]式を用いた。

$$Q = 4.28C \tan(45/2) * (h+k)^{5/2} \dots [1]$$

45°三角堰の場合、Cは係数で0.58、kはHead Correction Factorで0.0049、またhは水位(ft)である。

3、結果および考察

林道路面における浸透能は21~43mm/h（平均：33.3mm/h）であった。この値は同様の測定方法である平岡ら（2010）の林内における浸透能の値と比較すると小さく、ばらつきも小さかった（SD=8.8）。林道は設置や利用によって路面への転圧が行なわれているために同時期に設置され、同程度の利用頻度であった林道路面の浸透能は小さく、ばらつきも少なくなったと考えられた。

観測結果から全体的に尾根地形からの流出量が少なくなる傾向があった。総降雨量と総流出量に明確な関係性は見られなかった（図-3）。プロット流出量から計算した最大浸透能は尾根地形のプロットが一番高く（26mm/h）、谷地形（20.3mm/h）、平行斜面（15mm/h）であり、散水実験による路面の浸透能よりも低い値となった（図-4）。林道プロット流出には地表流と遮断中間流が含まれていることから、ここでは散水実験で得られた値から地表流出量を計算し、プロット流出に含まれる遮断中間流の割合を推定した。このことから、遮断中間流の割合が76.9%~85.9%と大きいことが分かった（図-5）。また林道法面の斜面地形と流出には関係性があるといえた。特に降雨イベント終了後の流出が尾根地形では少なく、降雨終了時刻と流出終了時刻が近くなった。しかし、各プロットにおける時刻の差と先行降雨量や総降雨量などとの関係性が見られなかった。

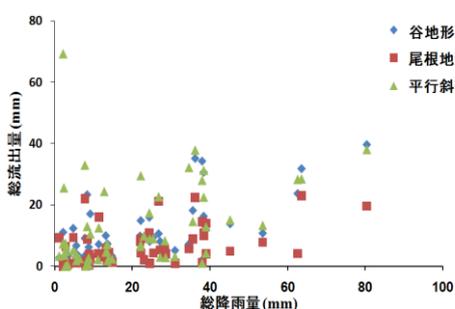


図-3 総降雨量と総流出量の関係

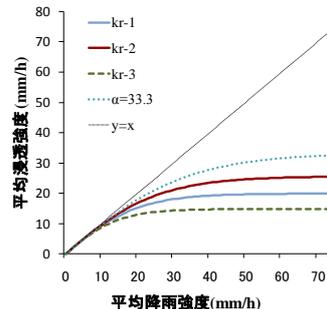


図-4 最終浸透能の推定

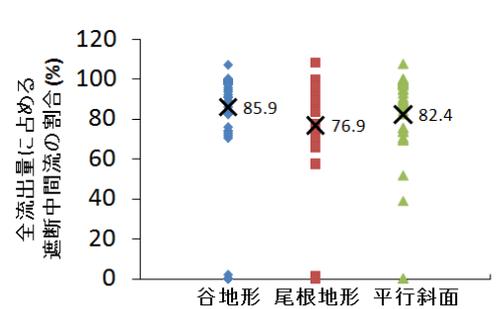


図-5 遮断中間流が全流出量に占める割合

4、まとめ

本研究によって林道路面における浸透能は、同一条件下ではばらつきが少なく、同じような値になることが分かった。また小規模の降雨でも林道からの水流出が起こった。林道からの流出水に含まれる遮断中間流の割合については、本調査地では切り土法面由来の遮断中間流が全流出量に対して、大きな割合を占めることが分かった。また切取法面の地形条件は中間遮断流の流出量に影響を与えることが示唆された。今後、地形や水文条件、土壌中における水の動き等を加味しながら法面由来の遮断中間流について研究を進める必要があると考えられた。

引用文献

平岡真合乃・恩田裕一・加藤弘亮・水垣滋・五味高志・南光一樹（2010）ヒノキ人工林における浸透能に対する下層植生の影響。日林誌 92（3）：145-150
 市原恒一（1987）作業道の路面上を流れる雨水量の解析。日林誌（69）：329-342
 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）：439-447
 Wright K. A・Sendek K. H・Rice R. M・Thomas R. B（1990）Logging Effects on Streamflow: Storm Runoff at Caspar Creek in Northwestern California. Water Resources Research 26（7）：1657-1667
 吉幸朗・長澤喬・森田紘一・中尾博美（2001）高密度路網を基盤とする機械化間伐作業林分における土砂流出について。森林利用学会誌 16：191-202