

間伐の有無による林床土壌流出および粒径分布の相違に関する現地観測

岐阜大学 大学院 工学研究科	学生会員	鈴木 貴幸
岐阜大学 工学部 社会基盤工学科		渡邊 信剛
岐阜大学 総合情報メディアセンター	正会員	篠田 成郎
岐阜大学 流域圏科学研究センター	正会員	児島 利治
岐阜大学 工学部 社会基盤工学科	正会員	神谷 浩二

1. 緒言

全国各地の森林流域において、基底流量の減少や降雨時の急激な水位上昇が顕在化している。一方で、林業の担い手不足や国産材の価格の下落・低迷によって、放置された人工林が増加しており、森林流域への影響が懸念される。篠田ら(2004)¹⁾は、気候変動および間伐不足が森林土壌の乾燥化や微細粒径土砂の流出を引き起こし、森林流域環境の悪化をもたらすことをメカニズムとして示している。そこで本研究では、間伐の行われている林分と間伐が行われていない林分を比較対象として、森林土壌の流出特性を現地観測から明らかにすることを目的とした。なお、人工林の放置状態が進行すると完全に腐植土壌が流亡・消失してしまう(図-1(b))ため、手入れされた森林で見られるような腐植土壌が残存している林分(図-1(a))とは、土壌流出の状況を単純に比較できなくなる。このため、現地観測では、腐植土壌が残存していることを前提条件とした林分の比較を行うこととする。

2. 現地観測林分の選定

間伐の有無以外の条件(樹種構成、林齢、集水域面積、最低・最高標高、斜面方位など)がほぼ同一とみなせる2種類の林分を現地観測対象とした(岐阜県郡上市大和町古道地区(N35°50', E136°57')に位置する郡上市市有林)。この市有林には、2006年1月に間伐が実施された林分(40年生スギ林)とこれまでに間伐が行われた記録が残っていない林分(48年生スギ林)が隣接して存在していたため、これらをそれぞれ間伐実施済林(Site-T)と間伐未実施林(Site-L)として比較対象とすることにした。また、Site-Lと同様に間伐未実施状態であったものの、2008年1月に間伐が実施された林分も観測対象に含め、これを間伐効果検証林(Site-M)とした。さらに、これらの林分における気象・水文データを比較するために林外比較対照観測サイト(Site-E)を設けた。

Site-T, LおよびEには、降水量、気温、地温、相対湿度、日射量および土壌水分量を連続自動計測するための総合計測点を各1箇所ずつ設けた(それぞれ、測点T1, L1およびE1)。また、渓流水の存在するSite-M内最下流集水点(測点M0)に、集水柵と三角堰を設置し、水位の連続自動計測と併せて、自動採水機による渓流水の無人連続サンプリングを行った。これらの計測以外にも、各サイト内の多数の箇所で土壌サンプリングや土壌水分測定も実施している。現地観測は、2007年10月より現在(2009年12月)に至るまで継続している。

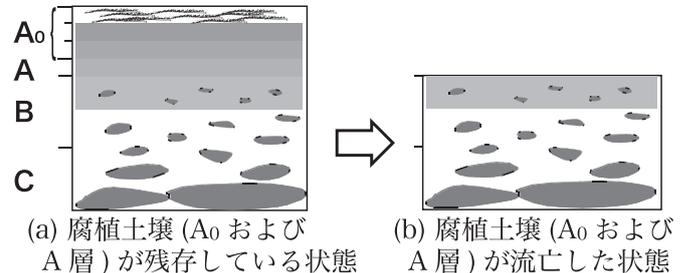


図-1 森林内土壌の構成断面

3. 間伐前後における濁質流出および間伐後の粒度分布

降雨量を計測するため、測点E1, T1およびL1に転倒ます型雨量計(池田計器製, RT-5型)を設置し、ロガーにより10分間隔で積算雨量 R_m を計測した。図-2は、測点E1, T1およびL1において計測された月積算降水量 R_m である。また、測点M0には、コンパネで作製した集水柵および三角堰を設置し、ポイントゲージを用いて水位計測を行うと同時に圧力式水位計(STS製, MC-1100W型)を水路内に設置し10分間隔で連続計測することで長期的な流量を求めた。また、渓流水中の濁質捕集のため、プログラム式自動採水装置(ISCO製, 2900型)を水路内に設置することにより、毎日0時に定期的に採水し、実験室で濁度計(HACH製, 2100N型)を用いてNTUモード(カオリン換算)で計測開始より10秒毎に30秒後までの計測値を平均化した。さらに、次式のように渓流水を採水した時刻における流量 Q [m^3/s]と計測した濁度 Tu [度]から、濁質流出率 λ [度/(m^3/s)]を算定した。

$$\lambda = \frac{Tu}{Q} \quad (1)$$

図-3は、こうして求めた濁質流出率 λ である。間伐後の融雪期において流出率が高いが、それ以降は漸減傾向が認められた。一方、間伐後の土粒子の流出状況を把握するため、水路床の堆積物を採集し、土の粒度試験(JIS A 1204)²⁾にもとづいて粒度分析を行った。このようにして得られた測点M0における堆積土砂の粒度分布を図-4に示す。間伐後1年未満の2008年11月では、0.8mm以下の微細な土粒子の流出が顕著であるものの、間伐後2年弱が経過した2009年11月には、微細粒径土砂の流出が抑制されるようになっていることがわかる。

4. 間伐の有無による腐植土壌の粒度分布および水分量の相違

図-4 で示されるように、間伐実施によって微細な土粒子の流出が抑制されるのであれば、間伐実施の有無を比較できる Site-T および Site-L でも同様な傾向が認められるはずである。図-5 は、測点 T1 と L1 における林床表層腐植土壌の粒度分布を比較したものであり、各粒度分布は約 1 年間 (2007 年 11 月, 2008 年 10 月, 12 月, 2009 年 5 月, 7 月, 8 月) の粒度分布の平均として示してある。これより、図-4 と同じく、間伐実施済林分 (Site-T) の方が 0.8mm 以下の微細粒径の土砂が多く残存することがわかる。

こうした微細土砂の流出特性は、土粒子の乾燥に依存することがメカニズムとして考察されている¹⁾。そこで、Site-T および Site-L における土壌水分状態を比較するために、土壌水分計 (Onset Computer 製, S-SMB-M005) を埋設し、ロガーにより 10 分間隔で体積含水率 θ を計測した。図-6 に、月平均体積含水率 $\bar{\theta}$ および体積含水率 θ の標準偏差 σ_θ を $\bar{\theta}$ で除した変動係数 $\sigma_\theta/\bar{\theta}$ の月変化を示す。月平均体積含水率 $\bar{\theta}$ は測点 T1 において大きく、測点 L1 において変動係数 $\sigma_\theta/\bar{\theta}$ の変動が大きいことがわかる。また、図-7 は、2008 年 8 月 14 日の降水量 R に対する腐植土壌中の体積含水率 θ の挙動および単位時間変化量 $d\theta/dt$ を一例として示したものである。測点 T1 において土壌表面に到達した降水は地中に貯留されやすく、測点 L1 では浸透および排水が短時間で起こり、細粒土砂が少ないため土粒子間に粗孔隙が形成され水分保持能力が低いと考えられる。

5. 結語

以上、本研究では、間伐の有無による相違を現地観測から検討した結果、間伐実施により林床土壌の水分状態が保持され、微細粒径土粒子の流出を抑制する効果を発揮していることが明らかとなった。

最後に、現地観測に際して便宜および助力をいただいた岐阜県郡上市および NPO 法人ウッズマンワークショップに深謝の意を表すとともに、本研究が文部科学省研究補助金 (基盤研究 B, 課題番号 18310021) の一部であることを付記する。

参考文献

- 1) 篠田成郎・守利悟朗・和田祐典・亀原 裕・山川淳平・片桐 猛: 気候変動による森林流域の変化 - 長良川流域を対象として -, 第 12 回地球環境シンポジウム講演論文集, pp.165-170, 2004.
- 2) 社団法人 地盤工学会: 土質試験 - 基本と手引き -, pp.27-38, 2000.

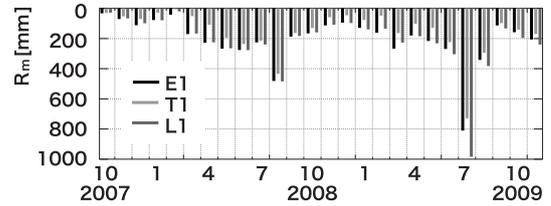


図-2 測点 E1, T1 および L1 における月積算降水量 R_m

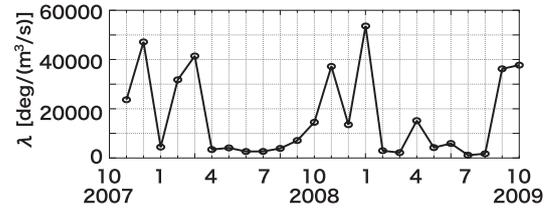


図-3 測点 M0 における月平均濁質流出率 λ

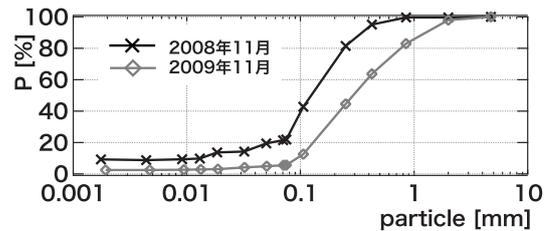


図-4 測点 M0 の水路床に堆積した土砂の粒度分布

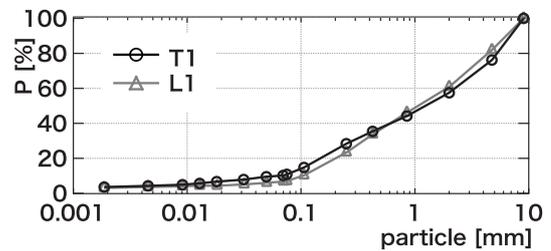


図-5 測点 T1 および L1 における腐植土壌の粒度分布

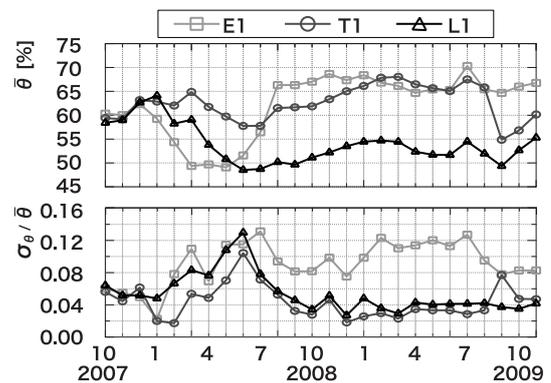


図-6 測点 E1, T1 および L1 における月平均体積含水率 $\bar{\theta}$ および変動係数 $\sigma_\theta/\bar{\theta}$

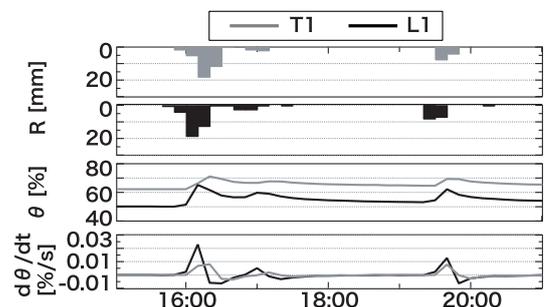


図-7 2008 年 8 月 14 日に測点 T1 および L1 において観測された降水量 R, 体積含水率 θ およびその微分量 $d\theta/dt$