

林道路面由来の堆積土砂を増加させる降雨要因の推定

山口智・鈴木秀典・梅田修史（森林総研）

要旨：林道工事の後には工事に伴う土砂が雨で流出することがあるが、その後も土砂が少しずつ流出する。林道工事において路面をいったん攪乱してから締め固めた場合には傾斜の緩い盛土法面の一種と考えることが出来、盛土法面に関しては降雨強度の影響が指摘されている。流出した土砂は横断排水溝があるとこれに堆積し、それにより機能が低下する。その際には維持管理を要するが、雨量に目安があれば効率的な維持管理を出来ると考えられる。

そこで、林道改修を行い、碎石を投入した常陸太田水文試験地のデータを元に、単位時間あたりの雨量や降雨時間の長さも考慮して、堆積土砂を増加させる降雨要因の推定を行った。また、雨量データについては、雨量計を備えていなくても推測が出来るか試すために試験地から最も近い日立でのアメダスデータを用いて同様の推定を行った。

土砂量との相関を調べるに当たって降雨要因を4パターン用意した結果、堆積期間内において路面流を伴う毎回の降雨における単位時間あたりの最大降雨量の二乗和に堆積期間内における降雨時間をかけた積がもっとも相関が高く、この場合ではアメダスデータが使える可能性を示せた。

キーワード：林道路面、堆積土砂量、降雨強度、降雨時間、アメダス

I はじめに

林道で工事が行われたときには土が攪乱されるために土粒子が雨により流出しやすくなる。その後、時間が経過すると攪乱された土砂は締め固まってくる。ところが、降雨による土砂の流出は引き続き発生している。

林道工事において路面をいったん攪乱してから締め固めたとき、傾斜の緩い盛土法面の一種と考えることが出来る。また、作業路ではあるが、例えば、高知県四万十町有林のようにいったん道幅分を掘削してから均す方式で作業道を開設しているところがある。盛土法面に関しては江崎ら(1)が降雨強度の影響を指摘している。流出した土砂は横断排水溝があるとこれに堆積し、それにより機能が低下する。その際には維持管理の必要が出てくるが、雨量を目安にして維持管理のための見回りをできるように出来れば効率的である。そこで、林道路面でも単位時間あたりの雨量や降雨時間の長さなどによって土砂の堆積量が変わってくるか、2004年から林道路面流のデータ測定を行っている常陸太田水文試験地のデータを用いて解析を行った。

さらに、もし雨量を測定していなくてもアメダスのデータを用いた近似的な検討が出来ないか、試験地から6.8km離れたところにある日立地域気象観測所のアメダスデータを用いて検討した。

II 調査地の概要

調査地は梅田ら(2)によって常陸太田森林水文試験地に設置された路面流試験地で、延長33.2m、幅4～5m、

平均縦断勾配11.4%である。ここでは雨量並びに土砂受け箱の水位の計測を行っており、また定期的に土砂受け箱に堆積した土砂を回収している。雨量は、0.1mm転倒ます型雨量計（キャンベル社製TE525MM）を用いて計測した。計測単位時間は1分である。路面は碎石路盤（C40）である。

III 調査方法

土砂は定期的に回収し、全乾させて電子天秤で測定している。その際、容器ごと測った後土砂を除いて洗浄後、容器を全乾させて容器の重量を求めて、その差を土砂の重量としている。

降雨とこれに対応した路面流とを一組の降雨として、それぞれの組の降雨における最大1分間降雨量と最大10分間降雨量、降雨時間を雨量データから求め、これらを用いて土砂量との関係を求める。また、雨量データに関して、雨量を測っていない場合でも推測が出来るか調べるため、試験地から最も近い日立地域気象観測所のアメダスデータを用いて最大1時間降雨量と降雨時間を求めた。

IV 調査結果と考察

江崎ら(1)は、裸地区の土砂流出量は土壌の種類及び締め固めの相違に関係なく10分間最大降雨量の約2乗に比例する。と報告している。しかし、1回分の回収した土砂は数組分の降雨が関わっている。また、単位時間あたりの降雨量が同じでも倍の時間だけ雨が降ると降雨量

も倍になる。そこで、降雨要因の組み合わせを次の4通り考え、それぞれの組み合わせの値(Xとする)と土砂量(Yとする)の相関を求めることで、どの要因が土砂量に影響するのか検討した。また、アメダスデータの使える組み合わせがあるのかについても検討した。なお、堆積期間内にあった各組の降雨における単位時間最大降雨量を x_n 、 x_n の中の最大値を x_{max} 、堆積期間内の降雨時間を t とする。

1. 堆積期間内の最大降雨量の二乗 (以下、パターン1)

$$X = x_{max}^2 \quad \dots\dots(1)$$

2. 堆積期間内にあった各組の降雨での最大降雨量の二乗和 (以下、パターン2)

$$X = \sum x_n^2 \quad (n: 1, 2, 3, \dots) \quad \dots\dots(2)$$

3. 堆積期間内の最大降雨量の二乗と堆積期間内の降雨時間の積 (以下、パターン3)

$$X = x_{max}^2 \cdot t \quad \dots\dots(3)$$

4. 堆積期間内にあった各組の降雨での最大降雨量の二乗和と堆積期間内の降雨時間の積 (以下、パターン4)

$$X = \sum x_n^2 \cdot t \quad (n: 1, 2, 3, \dots) \quad \dots\dots(4)$$

これらと土砂量との相関をそれぞれ求めた。解析の結果、相関係数は図-1のようになった。

パターン1と土砂量の相関およびパターン2と土砂量の相関は単位時間が短いほど高かった。既報では単位時間が10分の方が1時間よりも相関が高いといわれていたが、1分の方がさらに相関が高かったことから、単位時間が短いほど相関が高くなるのではないかと考えられた。これは10分間の間でも1分単位での降雨強度が変動しているためではないかと考えられる。また、パターン4と土砂量の相関はいずれの場合においても高かった。そこでパターン4を用いればアメダスデータの使用が可能ではないかと考えられた。これは、各堆積期間内での最大値だけではなく全ての組の降雨における最大値を用いることで誤差が少なくなったことと、時間を要因に加えることで弱くても継続的に降った雨に対応できたことが理由と考えられる。この条件に関しては次のような関係式が成り立つ。なお、単位は、Xは $mm^2 \cdot h$ 、Yはkgである。係数は傾斜や土質などにより変化すると考えられる。

$$Y = 7 \times 10^{-5} X + 0.4133 \quad \dots\dots(5)$$

なお、パターン3はパターン1・2とパターン4の中間の傾向を示した。

V おわりに

今回は降雨要因と土砂量の相関について調査を行ったが、この内容はその導入に過ぎない。路面の状態や縦断勾配、試験地の延長距離など、他にも考えなければならない要因があると考えられるからである。今後も条件を変えて検討を重ねていきたい。

引用文献

- (1) 江崎次夫, 井上章二 (1978) 盛土のり面の植生保護工に関する研究(Ⅲ)盛土実験斜面における植生の生育, 土砂流出および降雨流出について, 愛媛大演報 15: 109-126
- (2) 梅田修史, 鈴木秀典, 山口智, 久保田多余子, 清水晃 (2005) 林道路路面流の流出量について, 日林関東支論 56: 75-76

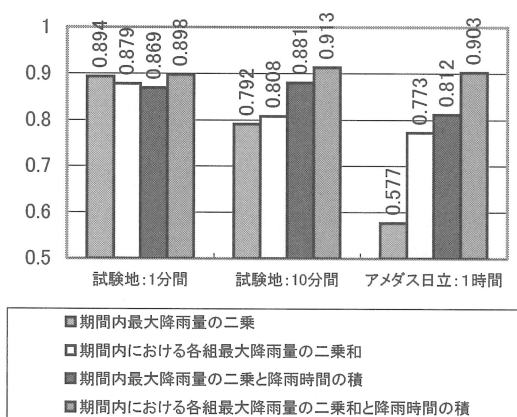


図-1 降雨要因・単位時間の違いと相関係数の一覧