

三重県宮川ダム上流域における森林伐採や植栽と土砂生産との関係

アジア航測株式会社(信州大学総合工学系研究科) ○黒岩 知恵

信州大学農学部

平松 晋也・福山泰治郎

1. はじめに

近年、我が国では、大規模降雨の頻発といった降雨状況の変化に加え、森林の管理不足により無植栽地や未間伐地が増加しており、これらの影響を受けて流域の土砂生産形態も変化しつつある(小藤・鈴木, 2006; 林・近藤, 2006)。流域の土砂管理を合理的に進めるためには、近年の流域をとりまく環境の変化が土砂生産に及ぼす影響を定量化するとともに、これらの影響を考慮した土砂生産予測手法の確立が求められる。

本研究では、合理的な流域管理手法を考案するための一助として、三重県宮川ダム上流域における2004年台風21号による土砂生産(表層崩壊)を対象として、土砂生産の因子として「降雨量(降雨分布)」「斜面勾配」「森林伐採や植栽」に着目し、これらの指標と崩壊との関係を定量的に把握することを目的とした。さらに、これらを指標として崩壊(量)を予測することの可能性について検討を加えた。

2. 対象流域の概要

対象流域は、三重県多気郡大台町(旧宮川村)に位置する「宮川ダム上流域(流域面積: 125.6km²)」である(図-1)。流域の地質は主に中央構造線の南側に位置する秩父古生層の粘板岩・砂岩によって占められる。同流域は日本有数の多雨地域であり、台風21号による甚大な被害が発生した2004年の年間総降雨量は5,135mm/year, 年最大日雨量は767mm/day(雨量観測所: 宮川ダム)にまで達している。

3. 2004年台風21号による土砂生産状況

1965, 1970, 1976, 1982, 1986~1987, 1992, 1996~1997, 2001 および2004年(台風21号発生後)の計9時期の空中写真判読より得られた宮川ダム上流域内の崩壊面積(空中写真撮影年時点での新規および拡大崩壊面積)の推移を図-2に示す。崩壊の発生時期は、ダム地点の降雨状況を勘案し、1961, 1968, 1974, 1979, 1982, 1990, 1992, 1997 および2004年と推定した(黒岩・平松; 2004)。図中には、1958年から2007年までの50年間にわたる宮川ダム地点の降雨量の経年変化を併記した。2004年の崩壊面積は174,090m²(崩壊面積率: 0.14%)と、1979年と1990年に次いで大きな値を示し、他期間での崩壊面積の平均値: 67,111m²(崩壊面積率の平均値: 0.05%)の2.5倍以上である。崩壊地は、宮川本川の左支川である大和谷と父ヶ谷に多く分布している。

4. 降雨量(降雨分布)と表層崩壊との関係

宮川ダム上流域内の降雨量は、図-1に示す宮川ダム、大和谷雨量・水位観測所、父ヶ谷雨量観測所および大台ヶ原雨量観測所の4地点で観測されている。これらの4観測所の支配流域における崩壊面積率と最大時間雨量, 最大日雨量および連続雨量との関係を示す図-3より、崩壊面積率と降雨量との間に明瞭な関係は認められず、比較的降雨量が少なかった流域IIにおいて、崩壊面積率は0.19%と最大値を示していることがわかる。以上より、2004年台風21号による崩壊には降雨以外の要因が深く関与し、単に降雨のみを指標として土砂生産の状況を説明することができないことがわかる。

5. 斜面勾配と表層崩壊との関係

2004年台風21号による崩壊発生箇所(箇所)の斜面勾配と崩壊面積との関係を取りまとめたものを図-4に示す。図中には、崩壊地を無伐採地(自然斜面)、植栽地、無植栽地で発生したものに区分して、これらの関係を取りまとめたものも併記した。斜面勾配は、国土地理院の50mメッシュの標高データ(DEM)を用いて算出した。

図-4より、斜面勾配20~40°の斜面において崩壊が多発しており、特に25~35°の斜面における崩壊の出現頻度が高く、崩壊面積は80,500m²と全崩壊面積(174,090m²)の1/2程度を占めていることがわかる。また、無伐

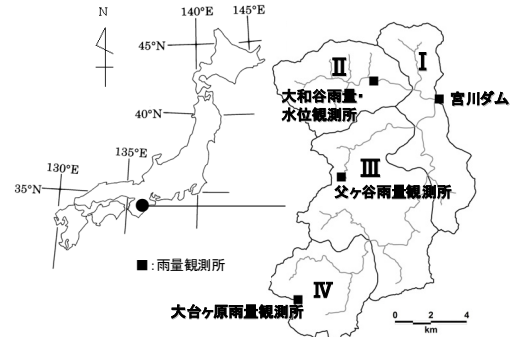


図-1 対象流域の位置

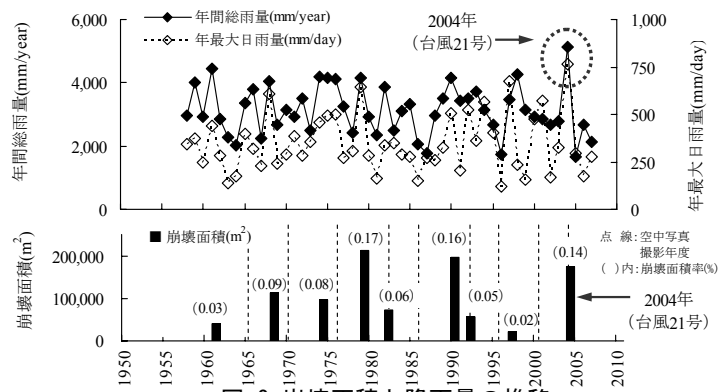


図-2 崩壊面積と降雨量の推移

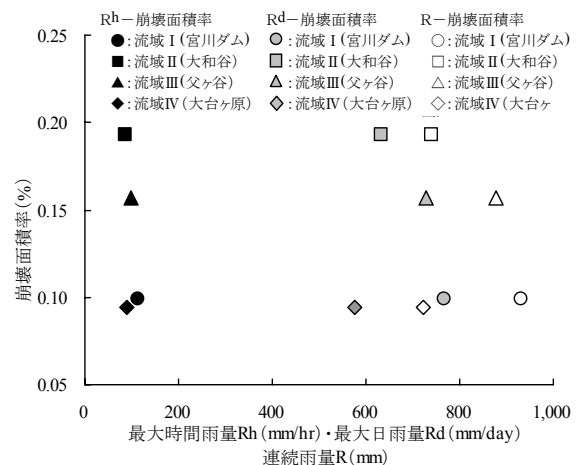


図-3 崩壊面積率(2004年台風21号)と降雨量との関係

採地や植栽地では、斜面勾配 30~35° における崩壊面積が最大値を示しているのに対し、無植栽地では斜面勾配 25~30° で最大値を示し、無伐採地や植栽地よりも 5~10° 程度緩斜面で崩壊が多発していることがわかる。

無伐採地、植栽地および無植栽地のそれぞれの区域で発生した崩壊全体に対し、斜面勾配が 30° 未満の緩勾配斜面で発生した崩壊は、無伐採地では約 40%、植栽地では約 50%、無植栽地では約 60% を占める結果となった。なお、崩壊個数と斜面勾配との間にも、上記と同様の傾向が確認された。このように、無植栽地において緩勾配斜面で崩壊が多発する傾向が確認された理由としては、森林伐採に伴う斜面の攪乱、樹冠による降雨遮断効果の消失、根系の腐朽等による影響が挙げられる。

6. 森林伐採や植栽と表層崩壊との関係

前報（黒岩・平松，2009）で示したように、台風 21 号によって（174,090m²）の 75% は伐採地内に位置し（崩壊面積：130,520m²），と、全崩壊面積の 56% を占めており、無植栽地内で崩壊が多発している。

ここでは、宮川ダム上流域を対象として構築された「植栽の有無を指標とした斜面安定性変動予測モデル（黒岩・平松，2004）」を用いて、2004 年台風 21 号時の「森林伐採や植栽の影響による流域の崩壊危険度：崩壊可能面積率指標 APhr(t) %」を算出し、APhr(t) と崩壊面積率との関係をとりとまとめた。ここで、APhr(t) は、既往の「植栽の有無を指標とした斜面安定性変動予測モデル（図-5）」から得られる「伐採による不安定化面積指標：ALs(t)(ha)」から「植栽による安定化面積指標：AFs(t)(ha)」を差し引いて得られる「崩壊可能面積指標：Aph(t)(ha)」を流域面積：a(ha) で除して算出したものである。

崩壊面積率と APhr(t) との関係を示す図-6 より、他の流域と比較して崩壊面積率の高い流域 II と流域 III では、APhr(t) が 5% 程度と高く、森林伐採や植栽の影響により 2004 年時点で流域の崩壊危険度が高まっていたことがわかる。流域 IV では APhr(t) が最大値を示しているものの、崩壊面積率は 0.09% と低い。これは、流域 IV では他流域よりも降雨量が少なかったのに加え、流域 I ~ III では崩壊発生危険度の高い斜面勾配 25° 以上の区域が流域の 68~80% を占めるのに対し、流域 IV では斜面勾配 25° 以上の区域は流域の 48% と、崩壊発生危険度の高い斜面が少ないことによるものと考えられる。

さらに、流域 I ~ IV における崩壊面積率と斜面勾配（流域面積に対する 25° 以上の占有面積率）および APhr(t) との関係をとりとまとめたところ、重相関係数 r=0.79 と高い相関が確認された（図-7）。

7. まとめ

本研究により、三重県宮川ダム上流域における 2004 年台風 21 号による土砂生産（表層崩壊）には、降雨量・斜面勾配・森林伐採や植栽の状況が強く関与していることが明らかとなった。今後は、これらの結果をふまえ、近年の無植栽地の急増や大規模降雨の頻発といった流域をとりまく環境の変化を考慮した「崩壊面積率予測式」の構築を試みる予定である。

<参考文献>

- 黒岩知恵・平松晋也（2004）：森林伐採や植栽を指標とした崩壊面積予測手法に関する研究，砂防学会誌 vol.57, No.2, p.16-26
- 林拙郎・近藤観慈（2006）：森林域における崩壊の発生状況と防災のあり方—三重県宮川村災害を例として—，中森研 No.54, p.199-202
- 小藤隆一・鈴木昌一（2006）：平成 16 年 7 月福井豪雨における山腹崩壊とその対策の方向性について，砂防学会誌 vol.59, No.1, p.49-55
- 黒岩知恵・平松晋也（2009）：2004 年台風 21 号による土砂生産と森林施業状態との関係—三重県宮川ダム上流域を対象として—，平成 21 年度砂防学会研究発表会概要集，社団法人砂防学会，p.490-491

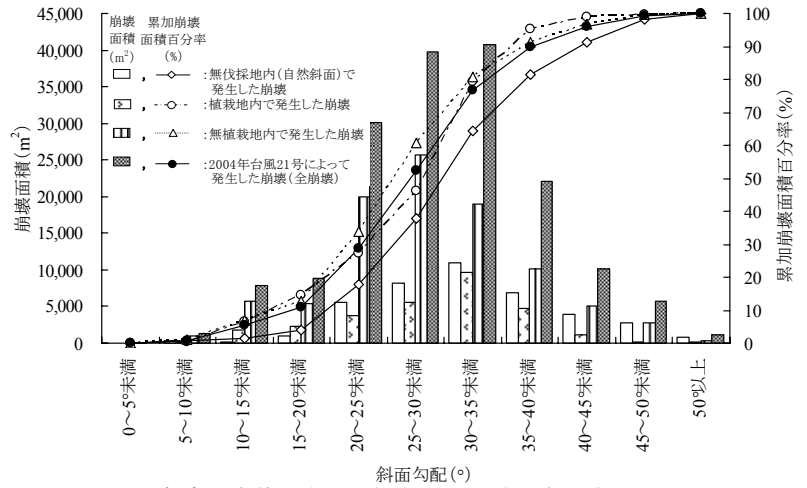
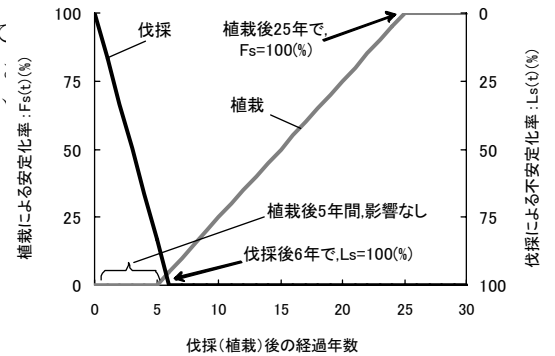


図-4 崩壊発生状況(2004年台風21号)と斜面勾配との関係



- ・伐採による不安定化面積指標(ha)：ALs(t)=AL・Ls(t)
 - ・植栽による安定化面積指標(ha)：AFs(t)=AF・Fs(t)
 - ・崩壊可能面積指標(ha)：Aph(t)=ALs(t)-AFs(t)
 - ・崩壊可能面積率指標(%)：APhr(t)=(Aph(t)/a)・100
- ここで、AL:伐採面積(ha), AF:植栽面積(ha)である。

図-5 植栽の有無を指標とした斜面安定性変動予測モデル（黒岩・平松，2004）

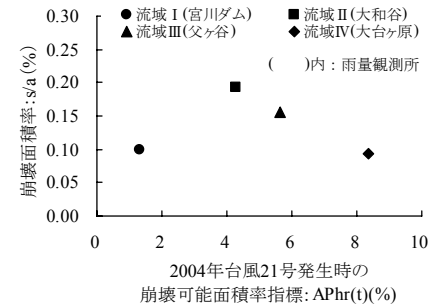


図-6 崩壊面積率と APhr(t) との関係 (2004 年台風 21 号)

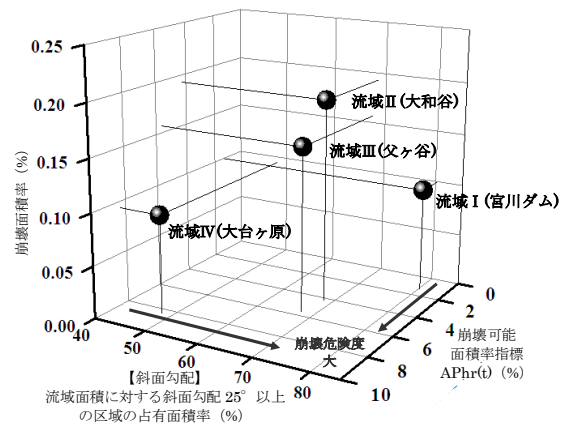


図-7 崩壊面積率と斜面勾配・APhr(t) との関係