

三重県雲出川流域上流部八手俣川の流出土砂量

三重大学生物資源学部 林 拙郎、川辺 洋

1. はじめに

三重県美杉村内の八手俣川流域（80km²）について過去1971年から1991年までの21年間の流出土砂量と日雨量との関係を調べた。この流域は一級河川雲出川の上流部にあたり、当該流域の出口に君ヶ野ダムがある。この流域の21年間の堆砂量をもとに日雨量強度の年最大値と年流出土砂量との関係をまず調べた。次いで日雨量と流出土砂量に関するタンクモデル（土砂流出タンクモデル）を作成してこの地域の年間流出土砂量を推定するモデルを作成した。

2. 年最大の日雨量強度と年堆砂量の関係

堆砂量を求めるための君ヶ野ダムは砂防ダムではないのであるが、下流の建設省直轄の雲出川改修計画と整合性をもった多目的ダムである。ダムの年平均堆砂量は21年間の平均で91467m³であり、これを80km²で除すと1146m³/km²/yearという年平均堆砂量になる。

当該流域は、細長い流域であるために周辺部の山地より中央部を流れる八手俣川までの距離が比較的短く、土石流は本川にすぐに流出する。また、土石流の源となる溪流の土砂も溪流から山腹面までの距離が短く、崩壊発生も生じやすいので土砂供給も容易である。その年の豪雨に対してはほぼ当年中に土砂流出が終了するようであり、実質的には豪雨当日とその後の数日によって土砂流出が起きているものとみられる。流域がこのような状況にあるとすると、日雨量の大きいものに対して、年堆砂量S_dも影響を受けるはずであるから、まず全体の関係をつかむために日雨量強度の年間最大値R_{max}と堆砂量の関係を調べる。

図-1は、同じR_{max}とS_dの関係を両対数グラフで示したものである。年堆砂量S_dは、この流域においてR_{max}の2.66乗に比例することがわかる。式で示せば、 $S_d = 0.040 R_{max}^{2.66}$ 、（単位m³/year）となる。ここに、S_dはm³/year単位、R_{max}は日雨量強度の年最大値でmm/日の単位である。以上は概略の計算値であるが、R_{max}を用いて君ヶ野ダム堆砂量を求めることができる。もし、年平均侵食量（mm/year）を求めるには、80km²で除して、 $S_{dmm} = 5 \times 10^{-7} R_{max}^{2.66}$ 、（単位mm/year）となる。R_{max}を平均的に仮に200mm/日とすれば、この流域においては年間で0.8 mm程度の侵食深となる。

3. 日雨量強度のべき乗式による年堆砂量の推定

日雨量と流出土砂量との関係でいえば、これまで崩壊面積率が日雨量のべき乗式で表されるといわれている（林, 1984）が、流出土砂量についても同様の式が考えられる。そこで、このような土砂流出の過程をまず日雨量強度のべき乗式で検討した。得られているデータは、1971年～1991年までの君ヶ野ダムにおける年堆砂量である。式のあてはめに用いたデータの期間は1971～1983年までのデータである。この同定期間より次式が推定式として設定された： $S_d = 0.126 R_{max}^{2.46}$ 、（単位m³/year）。図-2は、こうして求められた日雨量強度R_{max}のべき乗式による推定結果である。日雨量強度を用いた場合、最初の2年間のあてはめが良くないが、期間後半の推定結果はそれほど悪くはないというこ

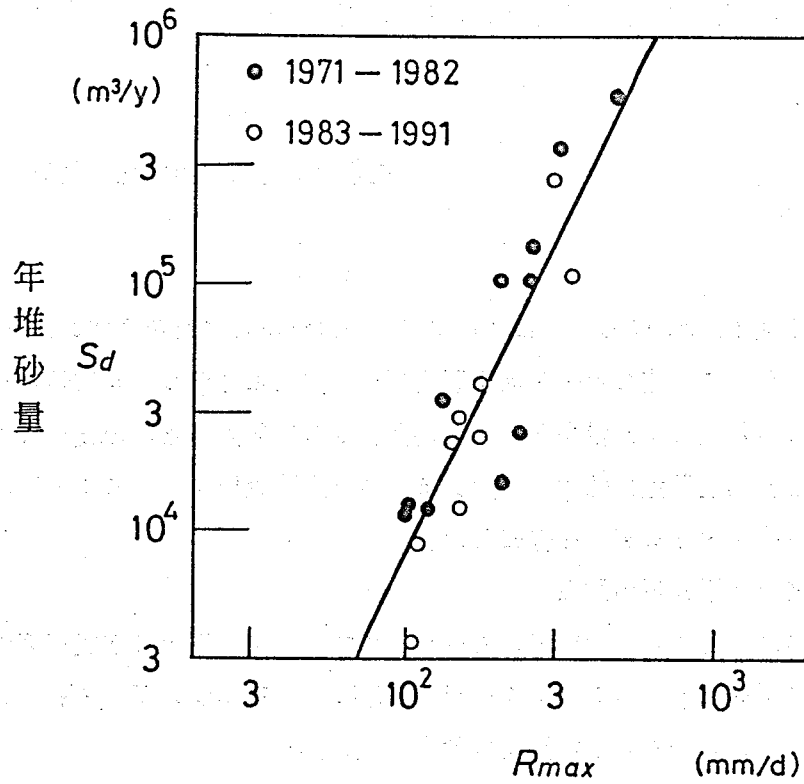


図-1 君ヶ野ダム年堆砂量と日雨量強度の年最大値との関係 (両対数グラフ)

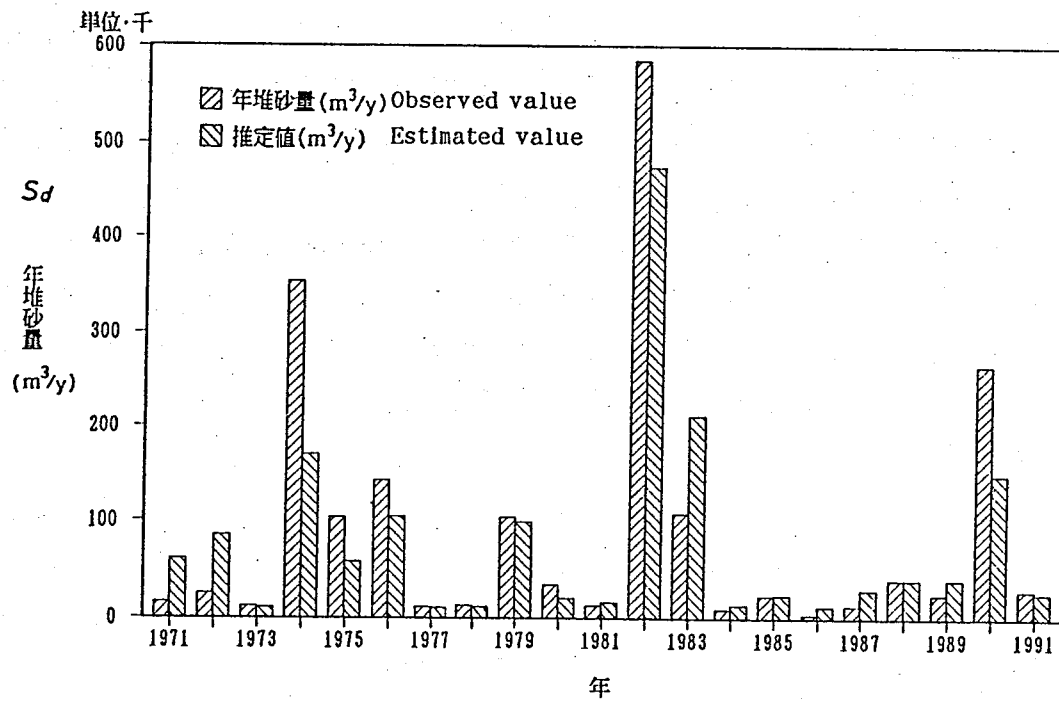


図-2 年堆砂量の推定値と実測値 (年最大雨量強度)

参考文献(1)

- 1) 林 拙郎: 砂防学会講演概要集, pp50~53, 1984、2) 道上正規、小島英司: 第17回自然災害シンポジウム講演 論文集, pp131~134, 1980、3) 菅原正巳: 流出解析法. 共立出版, pp1~253, 1975、

とが図-2よりわかる。

4. 土砂流出タンクモデルによる年堆砂量の推定

崩壊にしても土石流にしても、豪雨時における発生時期の予測がタンクモデルで行われることが最近よく行われるようになった(鈴木他, 1979、道上・小島, 1980)。流出土砂量にしても、基本的には雨量に関係するはずであり、少し河川の水位が上がれば河道なり溪床の土砂は移動する。この過程は、雨量が流量へ変換するときの過程と似ており、流出解析で用いられるタンクモデルを応用すれば土砂流出が解析できそうである。

今回筆者らが提案する土砂流出用のタンクモデルは、土砂は横孔より流出し、水はタンク底より抜けるものとする(水は底孔以外からも抜くことができる)。つまり、雨量はタンクに入り、そこで貯留され、底孔より抜ける。下段にタンクがあれば、ここでも同様なことが起こる。このとき貯留高に応じた土砂量を横高より流出させる。計算方法は菅原(1975)のタンクモデルと同様である。計算用のデータは10mm以上の日雨量と年堆砂量であり、日単位の土砂流出の波形は得られていないので、ここでは、日単位の計算を行って年流出土砂量を求め、年堆砂量とチェックするという方法をとる。このとき土砂流出は大河川ではないので1日で終了するとし、タンク底面の水の流出係数は1とする。また、時間雨量単位の計算は行っていないのでタンクの段数も一段とし、日単位の流出土砂の遅れは考えないものとした。

こうして図-3のような一段2孔の土砂流出タンクモデルを設定した。モデルのパラメータの同定には、日雨量強度のベキ乗式のときと同様に1971-1982までのデータを用い、この後の1991までの日雨量に対して年堆砂量の推定を行なった。パラメータの値は、[220mm, 0.034], [13mm, 0.00036]、となった。堆砂量の単位は $m^3/year$ である。誤差量式としては、 $E = \Sigma (\text{計算値} - \text{実測値}) / \text{年数}$ 、を用いた。各土砂流出タンクの孔口に対し、この流域は、まず13mm/日より上の雨量が土砂流出に関与し、大雨量に対しては、220mm/日となるとかなりの土砂流出となる、というようなことがこの流域の特徴として本モデルよりわかる。

図-3には、このモデルによって求められた各年の堆砂量の推定値と実測堆砂量とが示されている。1983年以降が推定期間である。1983年の推定値が実測値とずれているのは、前年に極端に激しい土砂災害が発生しており、河床物質や崩壊物質が前年に出してしまったものと考えられる。推定結果は、日雨量強度のベキ乗式による場合とほぼ同様であるが、わずかではあるが土砂流出タンクモデルの方がよいようである。1971年から1991年までの収支としては、土砂流出タンクモデルの計算値が約6万 m^3 程度過剰に出ているのに対して日雨量強度の最大値を用いた推定法では、26万 m^3 程度不足分となっている。この分土砂流出タンクモデルの方が良いように思えるが、パラメータの与え方によっては過剰分が不足分になったりするので、土砂流出タンクモデルにしてもまだ検討の予知がありそうである。

図-4は、1976年9月の日雨量に対する日流出土砂量の推定を土砂流出タンクモデルで行ったものである。日流出土砂量の年間の和が年堆砂量である。中小出水でも土砂流出は考えられるであろうから、頻繁に降雨がある年には年堆砂量に影響を与えることになる。

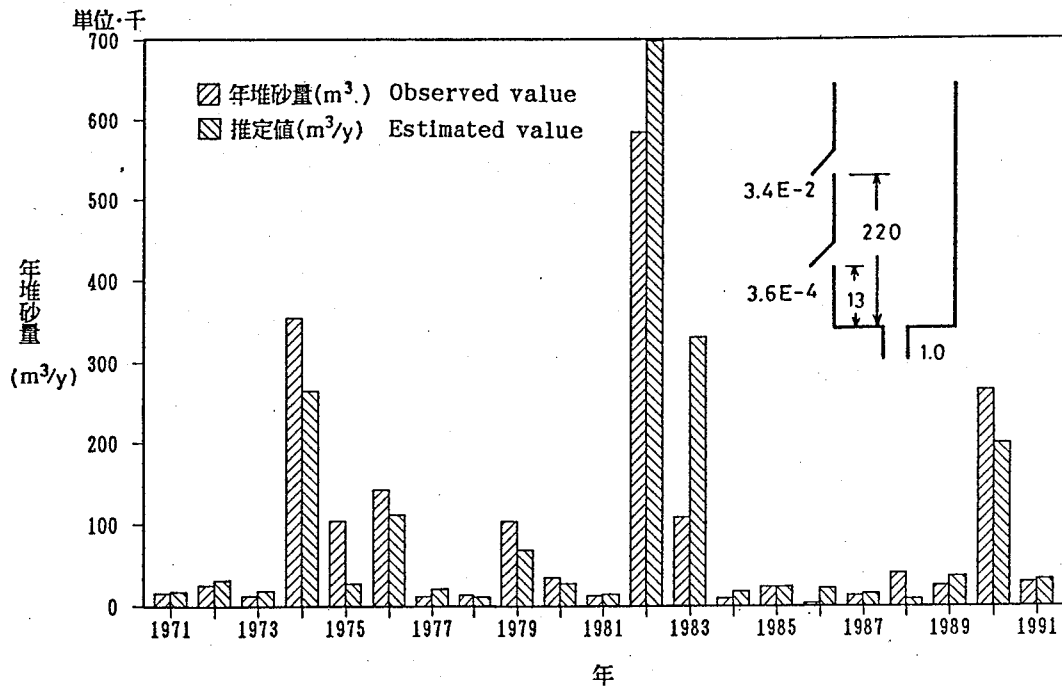


図-3 年堆砂量の推定値と実測値 (土砂流出タンクモデルによる)

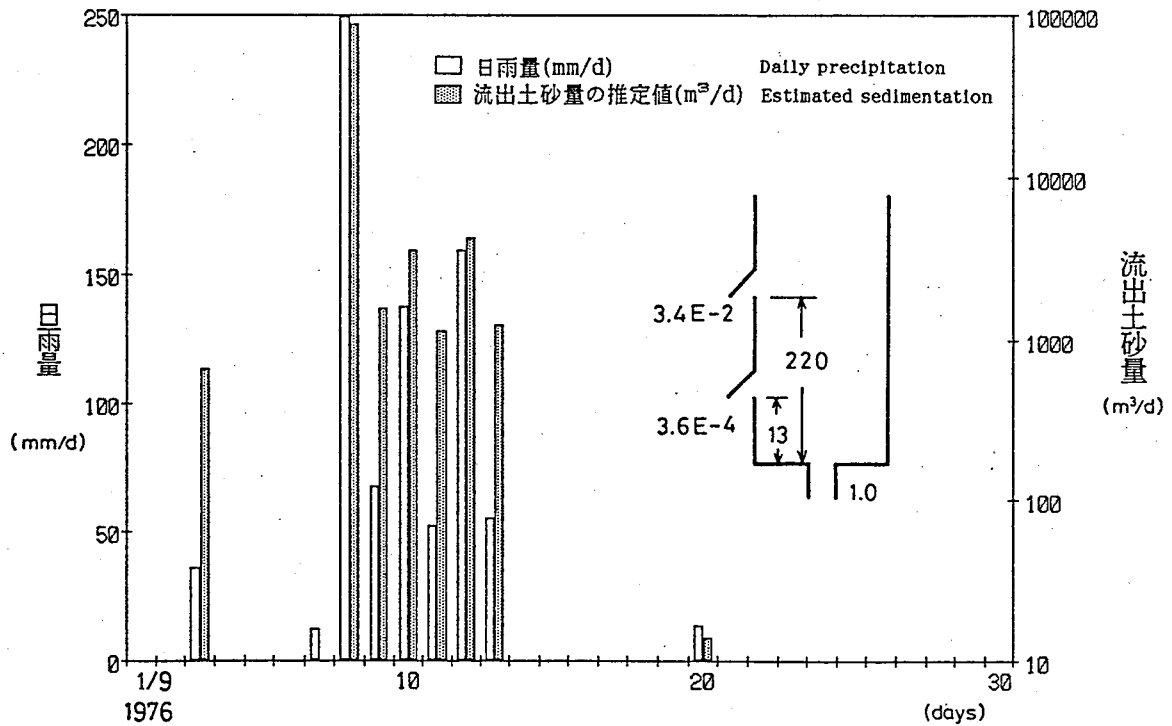


図-4 ダム堆砂量の推定値 (1976年9月、土砂流出タンクモデルによる。)

参考文献(2)

- 4) 鈴木雅一：新砂防110, pp1~7, 1979、5) 竹下敬司：昭和57年度治山緊急調査報告書 (第I章)。三重県農林水産部, pp10~22, 1983、6) 山口伊佐夫：同 (第II章)。三重県農林水産部, pp27, 1983