

1. はじめに

流域内の山腹斜面からの土砂生産量は、①土壌侵食に由来する成分、②斜面崩壊に由来する成分の2つに区分されることは周知の事実であるが、土壌侵食によるものはその大半が荒廃斜面から生産されるものであることから、いわゆる禿山が殆ど存在しなくなったわが国の現状においては、流域生産土砂量の推定を行う場合、斜面崩壊に起因する土砂生産量の評価を行うことの重要性は今後さらに増すものと考えられる。今回、斜面崩壊のうち表層崩壊に着目して、流域土砂生産特性の検討を行ったのでここに報告するものである。図1に検討の枠組みを示す。

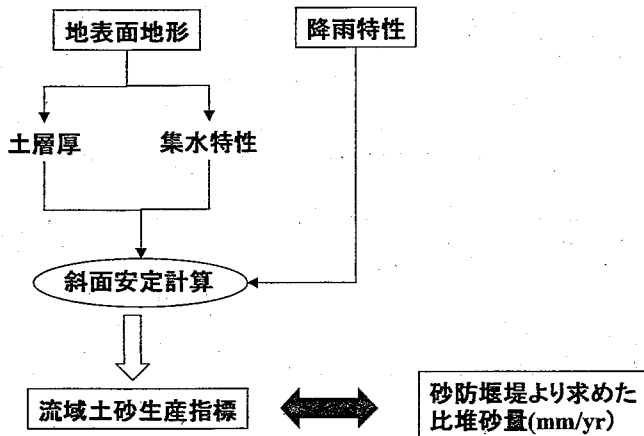


図1 流域土砂生産特性の検討枠組み

図1に示すように、今回は地表面地形情報から集水特性及び土層厚を設定し、これと降雨による地下水位計算を組み合わせることによって算出される斜面安定計算結果をもとに流域土砂生産指標を定義したものである。定義された流域土砂生産指標の妥当性については、流域内に存在する砂防堰堤の満砂期間より算出される比堆砂量と比較することによって検討した。

2. 対象地の概要

山梨県を流れる富士川流域は土砂生産量が全国平均より多い地域であり、1959年と1982年には豪雨により土砂災害が発生している。この流域から19の小流域を切り出し対象地とした。これら19の小流域は流域面積が6.13km²から119km²までの範囲にあり計663km²、平均すると34.9km²である。対象とし

た流域内には砂防堰堤が93基存在する。地質としては新第三系の堆積岩と海底火山噴出物の溶岩・火山砕屑岩と花崗岩を主とした深成岩類と、火山噴出物が分布している。また、その地域の周辺は南アルプス連峰、八ヶ岳山麓がある。図2に各流域位置図を示す。

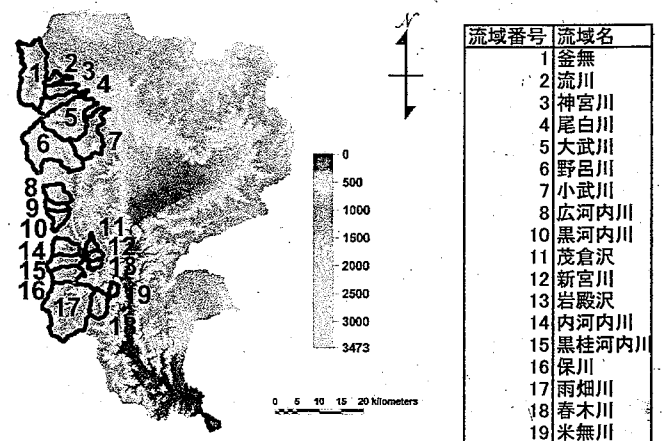


図2 対象流域位置図

3. 解析手法について

3.1 斜面安定計算手法について

流域の地表面地形情報については、国土地理院作成の50mメッシュ標高数値地図を用い、集水特性の算出及び土層厚の推定を行った。集水特性の算出においては、Nogami (1995) による洪水流下法によって(表流水は最急勾配方向に流れるものと仮定)落水線図を作成することによって行った。土層厚に関しては地表面傾斜と地盤傾斜が等しいものと仮定し、無限長斜面の安定解析式において安全率が1となるときの土層厚を算出し、これに0.8を乗じたものを推定土層厚として与えている。なおこのときの土層厚は地下水位を0としている。地下水位の算出にあたっては、落水線方向に地下水も流動すると仮定し、沖村ら(1985)の手法に準じて計算した。すなわち降雨によってすぐに各メッシュに地下水位が発生し、メッシュ間の地下水流動はダルシー則によるものとし、各時間ステップにおけるメッシュ毎の地下水位を計算している。上記の手法によって求められる地下水位及び土層厚の値を基に、50mメッシ

メッシュ毎に無限長斜面安定解析による斜面安定計算を行った。

3.2 流域土砂生産指標について

流域土砂生産指標は以下に示す式で定義した。

$$S = \sum_{i=1}^n 50 \cdot 50(1 - F_{si})di / A$$

但し、S は流域の土砂生産指標 (m)、F_{si} は各メッシュの安全率、di は各メッシュの土層厚 (m)、n は各流域における総メッシュ数、A は流域面積(m²)である。

通常、安全率は 1 を切ると直ちに崩壊が起きるという値であるが、ここでは土砂の流出のし易さを表すものとした。つまり上式において 50・50・d とは 50m グリッドのメッシュに存在する土層の体積であり、安全率が 0 になるとその全てが生産土砂となる。なお安全率が 1 以上の場合は生産土砂量を 0 として計算している。これを流域内の全てのメッシュについて足し合わせ、流域面積で除したものを流域土砂生産指標として定義した。

3.3 比較の対象とした比堆砂量について

流域土砂生産指標の比較対象とした比堆砂量については、各流域における堰堤流域面積比率が 70% を超える砂防堰堤を選びその堰堤の満砂までの期間を基にして算出したものを用いた (表 1 参照)。

表 1 土砂生産指標の比較対象として選んだ砂防堰堤

河川名	施設名	流域面積 (km ²)	計画貯砂量 (m ³)	最小満砂年	最大満砂年	比堆砂量 (m ³ /km ² /year)
流川	流川下流ダム	10.5	150000	21	26	680
尾白川	尾白川下流ダム	20.8	199196	20	20	479
野呂川	深沢ダム	84.5	600000	8	8	888
広河内川	広河内ダム	18.8	86000	1	1	4570
白河内川	白河内第二ダム	9	36500	3	3	1350
黒河内川	黒河内ダム	12.9	52500	1	3	4070
新宮川	新宮川ダム	6.2	30000	5	5	968
内河内川	内河内ダム	19.5	338000	2	3	8670
保川	保川第二ダム	20.9	71000	3	8	1130
春村川	桐原ダム(嵩上)	17.8	93000	1	2	5220
米無川	米無川ダム	5.3	53000	4	4	2500

なお、表 1 に示すように堰堤によっては満砂までの期間にバラツキが存在するが、比堆砂量の算出においては最小満砂年を用いた。

4. 結果

与える降雨条件の違いによって流域内の斜面安定度は変化するため算出される流域土砂生産指標の値も変化する。斜面安定度の計算例として降雨強度一定 (10mm/hr) とし、総降水量を 100mm, 200mm, 500mm, 1000mm と変化させた場合の釜無川流域での例を図 3 に示す。図 3 において時間の経過とともに総降水量が増加するに従い、流域内の斜面安全率が 1 を下回るグリッドの面積比率 (崩壊発生比率) が増加していくことが分かるが、その比率は、ある一

定値 (釜無川の場合、およそ 22%) に収束していく傾向にある。

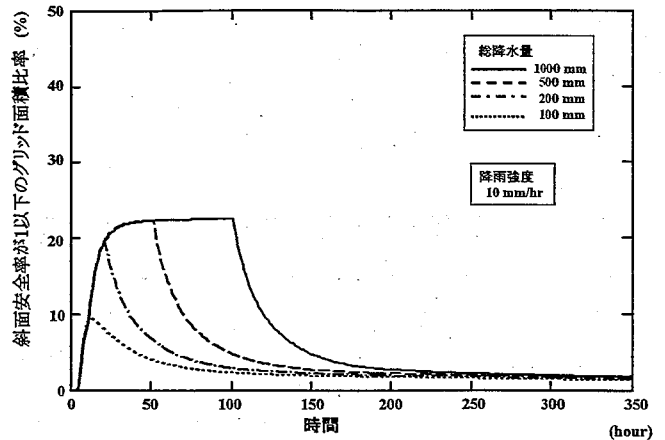


図 3 総降水量と崩壊発生面積率の関係 (釜無)

また算出される流域土砂生産指標は時間とともに変化するが、今回は総降水量 1000mm, 降雨強度 10mm/hr において流域土砂生産指標の値が最大になる時の値を用いて、比堆砂量との比較を行った。結果を図 4 に示す。

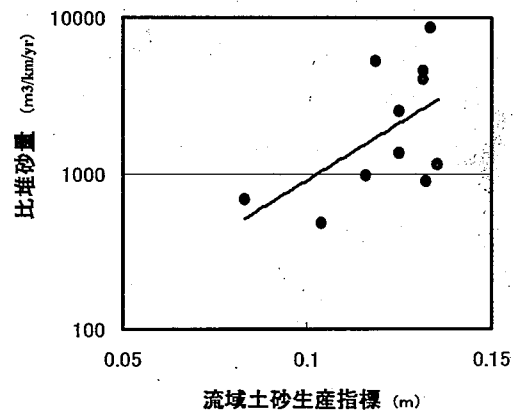


図 4 流域土砂生産指標と比堆砂量の関係

図 4 から今回定義された土砂生産指標と比堆砂量との間には正の相関 (相関係数 0.55) が認められ、ある程度まで流域土砂生産特性を反映していることがわかる。また大流域における土砂生産性は高度分散量や起伏量等の流域地形指数と相関が高いことが指摘されているが、今回用いた指標は、傾斜等の地形指数のみを用いた場合よりも相関が高いことが確認され、今回用いた指標が流域間の土砂生産性を比較する上で有効であることを示唆するものである。

謝辞：本研究は砂防学会技術研究会の助成を受けて行われた。関係各位に謝意を表す。

参考文献 Nogami, M: Geomorphometric measures for elevation models, Z. Geomorph., N.F., Suppl., Vol. 101 p53-67 (1995), 沖村孝ら：数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法, 土木学会論文集, No. 358, p69-75 (1985)