

山地流域における土砂生産と土砂流出の量的・時間的な関係

京都大学防災研究所 ○今泉文寿
 京都大学防災研究所 Roy C. Sidle

1. はじめに

山地で生産された土砂は土石流として流下し人的被害を与えるほか、浮遊砂・掃流砂として流下しダム湖の貯水容量の減少など経済的被害を与える可能性がある。これら土砂流出に伴う被害の抑制には、砂防構造物等での流出土砂量の調整に加え、森林整備等による生産土砂量の抑制が有効である。しかしながら土砂生産と土砂流出の関係には未解明の部分が多く残されており、このため適切な流域管理を行うためには両者の関係を明らかにする必要がある。そこで本研究は、実際の山地における土砂生産と土砂流出の関係を明らかにするため、三重県南部の宮川ダム流域において空中写真判読等を行った。

2. 調査地概要

研究対象地は三重県南部に位置する宮川ダム流域である。年降水量 1600 mm～4500 mm (平均 3300mm) の多雨地域であることに加え地形が急峻であることから、流域内には多数の崩壊・土石流がみられる。地質は秩父古生層の粘板岩、砂岩を主体としている。

3. 調査方法

宮川ダムでは毎年、ダム湖の堆砂量が測量されており、これをもとに流域からの流出土砂量を推定した。また、流域内での崩壊・土石流の発生による土砂生産状況把握するため、最近約 20 年間の白黒空中写真 (1982, 1986-87, 1992, 1996-97, 2001 年) を判読し、GIS ソフト (ArcGIS) により解析した。さらには現地踏査により流域内での土砂の移動・堆積状況を調べた。

4. 結果および考察

4.1 土砂生産状況

連続する 2 時期の空中写真を比較することにより、流域内で新規発生あるいは拡大した崩壊・土石流を特定した。図-2 には、各期間において新規発生および拡大した崩壊・土石流の面積の推移を示す。面積には崩壊・土石流の発生域、通過域、堆積域のすべてが含まれる。図-2 によると 1987～1991 年の期間に発生・拡大した崩壊・土石流の面積が大きい。発生・拡大面積の推移は降雨因子のみで説明することが難しい (図-2)。平松ら (2002) は宮川ダム流域内での崩壊の発生に森林施業が大きく関わっていることを示している。

4.2 土砂流出状況

ダム堆砂量および各年における新規堆砂量の経年変化を図-3 に示す。全体的な傾向をみるとダム堆砂量は増加を続けているが、特に 1990 年付近から顕著な増加がみられる。この時期は、崩壊・土石流に伴う土砂生産が活発であった時期 (1987～1991 年, 図-2) と一致する。一方、新規堆砂量に

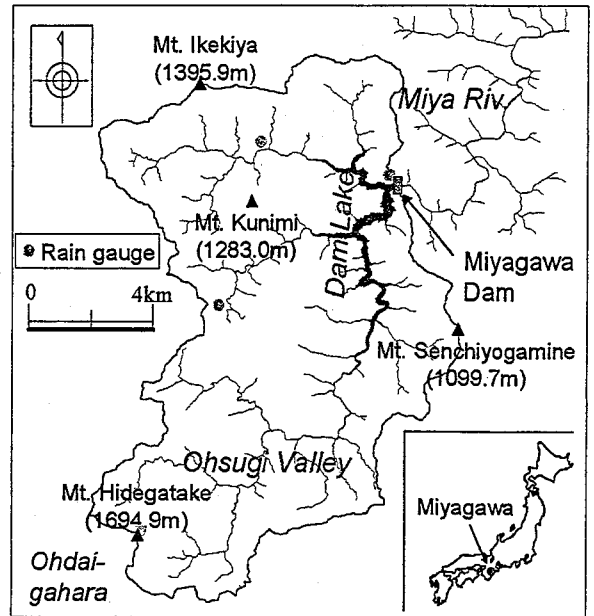


図-1 宮川ダム流域

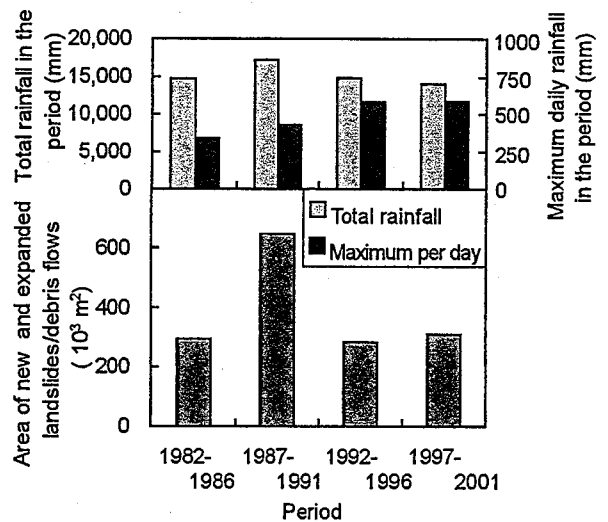


図-2 新規・拡大崩壊および土石流面積の推移

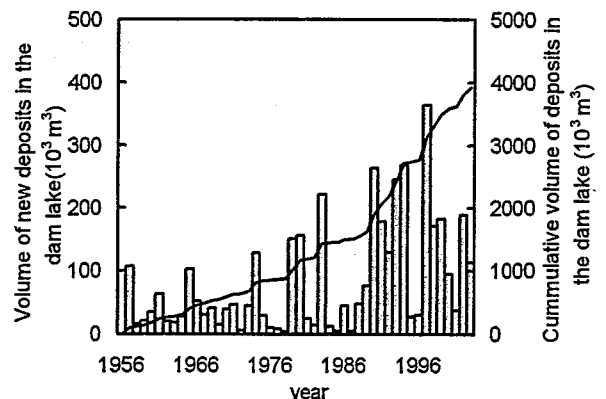


図-3 ダム堆砂量の経年変化

は1年～数年単位での増減がみられる(図-3)。そこで土砂流出のタイミングに影響を与える要因を調べるため、各年の新規ダム堆砂量と流量因子(年最大流量, 最大日流出量, 年流出量)および降雨因子(最大日雨量, 年雨量, 最大連続雨量)の相互相関関数を調べた(表-1)。相互相関関数の計算にあたっては、1990年代以降ダム堆砂量の増加が顕著という傾向変動の影響を取り除くため、変数から5年間の移動平均値を差し引いた。新規ダム堆砂量と最も相互相関の高いものは年最大流量で、

表-1 ダム堆砂量と流量・降雨因子の相互相関係数

Fixed variable	Maximum cross-correlation coefficient	lag (year)
<i>Discharge</i>		
Maximum instantaneous discharge (m ³ /s)	0.44	0
Maximum daily discharge(m ³ /day)	0.39	0
Yearly discharge (m ³ /yr)	0.24	0
<i>Rainfall</i>		
Maximum daily rainfall(mm/day)	0.40	0
Yearly rainfall (mm/yr)	0.25	0
Maximum total rainfall (mm)	0.20	5

*Volume of new dam deposits are used as lagged variable

あり、このとき相関係数が最大となるタイムラグは0年であった(表-1)。このことから、ダム湖周辺での土砂流出現象は大きな降雨・流出イベントのある年に活発であるといえる。その理由としてダム湖周辺での土砂の移動形態は主に掃流砂・浮遊砂であり、これらの流出は水理条件により規定されることが考えられる。図-4には、図-2の各時期における年最大流量とダム堆砂量の対比を示す。流域内で崩壊・土石流による土砂生産が活発であった1987～91年は、その前の時期(1982～86年)と比較して同程度の流量でも多くの流砂量がみられる。また1992年以降は1987～91年と比較して崩壊・土石流による土砂生産が少ないものの、高い土砂流出量を維持している。このことから、土砂生産の土砂流出量に対する影響は数年以上継続するといえる。

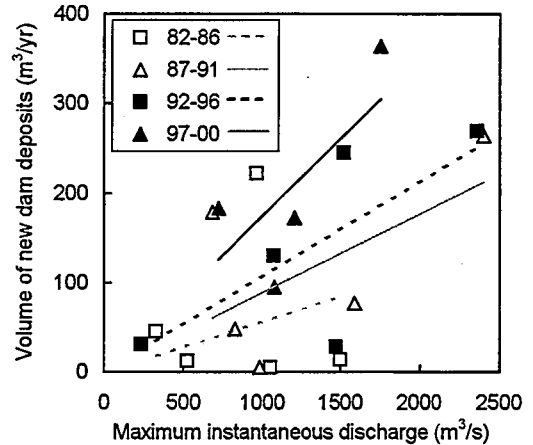


図-4 年最大流量と新規ダム堆砂量の対比

4.3 土砂生産と土砂流出のつながり

土砂生産が土砂流出に数年以上影響を及ぼす原因のひとつとして、崩壊・土石流により生産された土砂の流域内での一時的な堆積が考えられる。そこで1982～86年の新規崩壊・土石流により生産された土砂の停止位置をArcGISおよび10mメッシュDEMを用いて解析した。その結果、宮川ダム流域では全崩壊・土石流面積の15%の崩壊・土石流が山腹で停止し、残りは溪流まで達していた。溪流まで到達した崩壊・土石流について、停止位置の溪流勾配の分布を図-5に示す。土石流の発生が多く報告される溪流勾配25°以上の区間で停止した崩壊・土石流は、溪流に到達した崩壊・土石流うち約50%を占める。現地踏査の結果、この勾配では表面流の発生が乏しいことが確認された。そのため堆積土砂の掃流砂・浮遊砂としての流下は限られ、土石流としての流下が卓越していると考えられる。土石流は発生頻度の低い流砂現象であり、このことが土砂生産と土砂流出の間にタイムラグをつくる原因のひとつとなっていると考えられる。

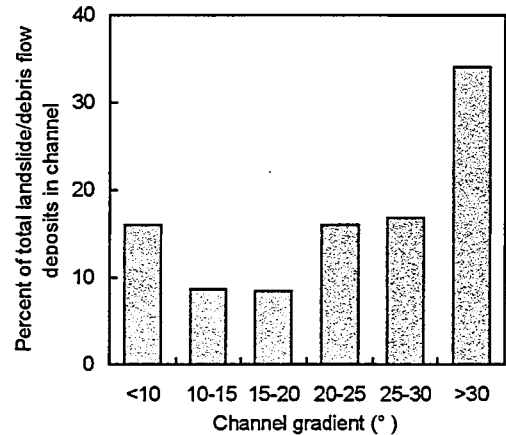


図-5 崩壊・土石流停止位置の溪流勾配

5. おわりに

宮川ダム流域では土砂流出のタイミングを大きな降雨流出イベントによって説明でき、また流出土砂量には流域内での土砂生産が関わっていることがわかった。宮川ダム流域では土砂生産の影響が土砂流出に数年以上及ぶが、その原因のひとつとして土石流区間の溪流への土砂の貯留が考えられる。

謝辞 研究を進めるにあたり信州大学平松晋也教授・三重県河川課からは資料の提供・貸与をしていただいた。ここに付記して感謝いたします。

引用文献 平松晋也・黒岩知恵・荒砂隆文(2002) 森林伐採や植栽面積の変化が流域の土砂生産状況に及ぼす影響, 砂防学会誌, Vol.55, No.4, p.3-11