

## 1. 背景と目的

近年、貯水ダムの堆砂や河口への供給土砂量の減少による海岸侵食が社会的に大きな問題となっていることから、流域における土砂動態を把握することは重要な課題である。上流域では豪雨や地震などを誘因として崩壊がたびたび発生する。こうして発生した崩壊地から流域内に大量の不安定土砂が供給される。流域の土砂移動は、出水ごとに河道内で移動と堆積を繰り返しながら下流にいたるため、長期にわたる検討が必要である。また、山地流域における土砂生産・流出は、流域固有の地形や地質、気象条件などによって異なっており、検討事例の蓄積が重要である。本研究では、2005年台風14号により未曾有の豪雨に見舞われた宮崎県渡川ダム上流域において、崩壊履歴を明らかにした上で、降雨と崩壊の関係を検討した。さらにダム堆砂データを用いて崩壊の発生と土砂流出の関係を明らかにすることを目的とした。

## 2. 調査地概要

調査地は、宮崎県旧南郷村の渡川ダム上流域(流域面積 81km<sup>2</sup>)である。渡川ダム(総貯水量 33,900x10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>)は1956年に完成した多目的ダムである。流域の標高は1100mから1400m程度で、流域周辺の平均年降水量は3270mm(観測点「渡川ダム」, 1961-2004)、地質は始新生～前期中新生の砂岩や玄武岩質火山岩類である。2005年の台風14号通過時には、未曾有の豪雨があり、流域内では大規模な崩壊が複数発生した。また、この流域では1954年にも豪雨による土砂災害が発生している。

## 3. 方法

- ①崩壊発生とその後の回復過程を追跡して、流域の崩壊履歴を明らかにした。直近の降雨イベントにより崩壊が発生すると仮定して、航空写真から崩壊が確認された年次と直近の降雨イベントとの対応から崩壊を発生させたと考えられる降雨イベントを推定した。用いた航空写真は1948年から2006年間に12時期である。また、降雨データは渡川ダム雨量観測計で記録された1961年から2005年までの日雨量データを使用した。
- ②大規模降雨イベントを整理して、崩壊を発生させた降雨イベントのタイプを明らかにした。
- ③渡川ダム堆砂データを用いて、崩壊発生や降雨イベントとの対応を考慮して流域の土砂流出特性を明らかにした。用いた堆砂データは、1962年から2005年までの期間である。また、1954年の降雨データ(イベント時のみ)と1953年から1956年までのダム堆砂データについては谷(1976)の報告に記載された値を使用した。1955年から1960年までの降雨データと1958年から1961年までの堆砂データは存在しない。

## 4. 結果と考察

### 4.1 崩壊履歴

航空写真判読の結果、1961年、1969年、1999年、2004年、2006年の航空写真で新規崩壊が確認できた。1961年、2004年、2006年には崩壊面積が3ha以上の大面積崩壊が発生していた。また、単発で発生した1969年確認の崩壊を除くと、他の崩壊は流域内で複数発生していた。

崩壊を発生させた降雨イベントを推定した。1961年確認の崩壊は、1948年写真では確認できず、谷(1976)の崩壊位置図との対応や、1954年から1961年3月まででこの付近では大雨による災害の発生はない(福岡管区気象台, 1964; 宮崎地方気象台, 1967)ことから、全て1954年降雨イベントで発生した崩壊と考えられる。1969年確認の新規崩壊については、1968年に1時間最大で105mmを記録する降雨イベントがあり、この降雨イベントにより崩壊が発生したものと推定した。1999年確認の崩壊は、1997年の降雨イベントで発生した崩壊であると考えられる。1999年には2件の降雨イベントが発生しているが、いずれも写真撮影後であり、その他、顕著な豪雨イベントは発生していない。2004年確認の崩壊は、その直前に発生した降雨イベントで発生した崩壊であると推定した。2006年確認の崩壊は、2004年撮影の航空写真では確認できず、2005年に発生した降雨イベントで発生した崩壊であると考えられる。

### 4.2 大規模降雨イベントと崩壊発生

本流域では、1961年から2005年までの45年間で連続雨量1000mm以上の降雨イベントが9回記録されている。1954年の降雨イベントおよび、新たに崩壊の発生に関係したと考えられる1968年の降雨イベントの合わせた11の降雨イベントについて整理したものを表に示す。表には降雨イベントごとにNo.を付け、そ

それぞれの降雨イベントの一連の降雨の強度を示す指標として平均降雨強度( $I_{mean}$ )を算出した。

表に示した降雨イベントについて、降雨継続日数と平均降雨強度との関係を示す(図 1)。11 の降雨イベントは、短期間(4 日以内)で強い降雨強度(347mm/day 以上)を示す短期集型と、長い時間(9 日以上)で降雨強度 172 mm/day 以下のタイプの 2 つに分かれた。1968 年の降雨イベントで発生したと考えられる単発の崩壊を除くと、短期集中型の降雨イベントで崩壊が発生していた。

### 4.3 短期集中型降雨イベントと土砂流出の関係

崩壊を引き起こした 1954 年、1997 年、2004 年、2005 年の降雨イベントは、その後数年にわたり顕著な堆砂量増加をもたらした。1954 年から 2005 年までの年最大日雨量、短期集中型降雨イベント、ダム堆砂量の関係を図 2 に示す。ここで、1954 年から 2005 年までの 52 年間のダム堆砂量から推定した渡川ダムの比年堆砂量を算出すると、 $1273\text{m}^3\text{km}^2\text{yr}^{-1}$ であった。1954 年の崩壊イベント(No.1)発生後の 1954 年から 1956 年までの比年堆砂量は  $3881\text{m}^3\text{km}^2\text{yr}^{-1}$ 、1997 年の崩壊イベント(No.7)発生後の 1997 年から 1999 年までの比年堆砂量は  $4535\text{m}^3\text{km}^2\text{yr}^{-1}$ 、2004 年の崩壊イベント(No.10)と 2005 年の崩壊イベント(No.11)発生後の 2004 年から 2005 年までの比年堆砂量は  $6192\text{m}^3\text{km}^2\text{yr}^{-1}$ である。これら崩壊発生後 8 年間の比年堆砂量は 52 年間の比年堆砂量の 3 倍から 5 倍の値を示しており、全期間の流出土砂量の約 57% を占めていた。したがって土砂流出の大部分が崩壊発生に起因していると考えられる。

また、1971 年の 2 度の降雨イベント時には、新規崩壊の発生はなかったが、著しい堆砂量増加があった。これは、大規模降雨イベントによる出水により、河道内に堆積していた不安定土砂が移動した可能性を示唆しており、イベント発生年のダム堆砂量の増加には、過去に発生した崩壊地を起源とする土砂の移動が影響を与えている可能性がある。

### 5. まとめ

連続雨量が 1000mm を超える降雨がある流域において、崩壊発生とその後の土砂移動について長期にわたって検討した結果、以下のことが明らかになった。渡川ダム上流域では 1948 年以降、1954 年、1997 年、2004 年、2005 年の降雨イベントで崩壊が発生していた。崩壊を引き起こした降雨イベントは、短期集中タイプの降雨であった。堆砂量は崩壊の発生後数年間は著しい増加がみられた。崩壊が影響したと考えられる 8 年間の堆砂量が、52 年間のダム堆砂量のうち半分以上を占めることから、崩壊地を土砂生産起源とする不安定土砂が流域全体の土砂流出に大きな影響を与えていると考えられる。

《謝辞》 宮崎県土木部河川課より降雨データおよびダム堆砂データをご提供いただいた。また、旧南郷村より 1954 年の災害資料をご提供いただいた。ここに記して謝意を表します。《参考文献》福岡管区気象台(1964)九州の気候;宮崎県地方気象台(1967)宮崎県災異誌;谷勲(1976)山地の荒廃と土砂の生産・流出(6)-宮崎県小丸川上流の災害-, 砂防学会誌, 98(2), pp36-39

表 大規模降雨イベント

No.	発生日時	総雨量 (mm)	降雨継続日数 (day)	$I_{mean}$ (mm/day)	最大日雨量 (mm)	最大1時間雨量 (mm)	崩壊の発生 / 非発生
1	1954年9月11-14日	913	2	457	703	62	yes
2	1968年9月22-25日	472	4	118	454	105	yes
3	1971年8月2-5日	1400	4	350	768	71	no
4	1971年8月27-30日	1160	3	387	1023	59	no
5	1972年7月17-27日	1343	9	149	490	38	no
6	1989年7月25日-8月4日	1547	9	172	664	62	no
7	1997年10月12-16日	1387	4	347	955	88	yes
8	1999年7月25日-8月10日	2244	17	132	625	59	no
9	1999年9月14-24日	1000	11	91	284	52	no
10	2004年8月27-30日	1125	3	375	962	81	yes
11	2005年9月3-7日	1973	4	493	1421	96	yes

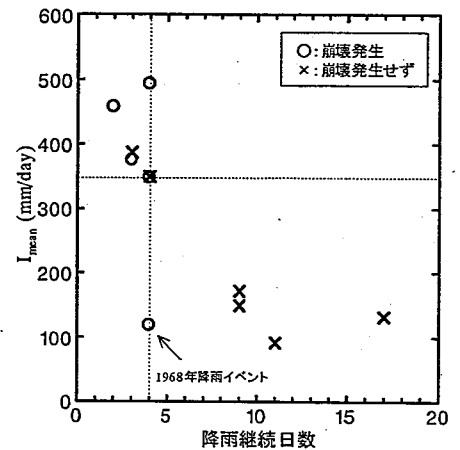


図 1 平均降雨強度と降雨継続日数

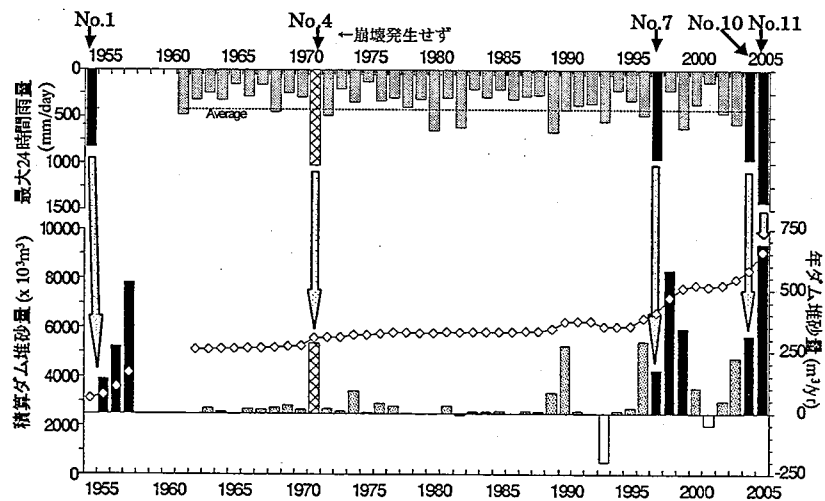


図 2 降雨イベント、年最大日雨量、ダム堆砂データの関係 (イベント No. は表と対応)