

## 長期ダム堆砂資料を用いた土砂生産特性の検討 —地形・地質との対応、侵食速度の長期変動の解析—

東京大学農学生命科学研究科 ○南波 陽平, 鈴木 雅一, 執印 康裕, 堀田 紀文

### 1.背景・目的

国土管理や流域管理において地域性を含めた侵食土砂量の広域な推定は重要な課題である。そしてこれまでに、1980年代までのダム堆砂量データを用い、高度分散量（ある領域内の標高の標準偏差）との対応から全国の侵食速度分布の推定を行った検討がなされている。しかし、地形量を表す指標は各種あり、地形量との対応に関する検討は不十分であり、また、1990年代以降の近年の堆砂量データを用いた同様の検討がなされていないという点でも、地形量と侵食速度の対応に関する検討は十分ではないといえる。そして、侵食速度の経年的な変化についても過去に検討が行われているが、地形量と侵食速度に関する検討と同様に、近年の堆砂量データを用いた検討が行われていないという点で、さらに検討を行う必要がある。

本研究では近年のダム堆砂量データを含めた長期ダム堆砂資料を用い、(1)各種地形量と侵食速度の対応の比較を行い、侵食速度の推定に適した指標を明らかにすること、(2)近年における侵食速度の変化の有無を明らかにするとともに、その原因を明らかにすること、の2点を目的に検討を行った。

### 2.方法

ダム堆砂量は電力土木技術協会の出版による『発電水力』誌及びにその後継誌である『電力土木』誌に掲載された1962～2001年度のデータを用いた。各ダムの流域面積は2002年度版ダム年鑑に記載された値を用い、傾斜などの地形量の算出、流域の抽出には国土数値情報の標高データを元に求めた。また、地質については国土交通省国土調査課作成の表層地質データを用いた。土地利用については国土数値情報の土地利用データを用いた。対象としたダムは基本的には流域最上流部のダムと、上流側のダムの土砂捕捉率が100%とみなせ、残流域の流出土砂が特定できるダムを対象とした。さらに、貯水池から土砂が排出されているダム流域は侵食速度の算出に不適當な流域であると判断し、ダム事業者にお問い合わせを行い、土砂の排出を行っていない、または排出量が判明した38箇所を最終的な対象とした。これらのダムの規模は、流域面積が11.2～354km<sup>2</sup>、建設当初の総貯水容量は2.5百万～119百万m<sup>3</sup>（水高換算で35～1080mm）とさまざまである。

侵食速度の算出には、対象とする流域の侵食速度は年平均堆砂量と等しいとみなし、侵食速度を $E$ (mm/yr)、期間内のダム堆砂量を $S_v$ (千m<sup>3</sup>)、流域面積を $S_a$ (km<sup>2</sup>)、期間を $Y$ (yr)、空隙率補正を $P$ (=0.3)とし、 $E=S_v \div S_a \div Y \times (1-P)$ と表される式を用いて各期間について算出を行った。

### 3.結果

1km四方ごとに求めた高度分散量、傾斜、ラプリアン（単位距離当たりの傾斜の変化量で表わされる起伏量）、標高の各値をダム流域ごとに相加平均したものを流域の代表値とし、地質については流域を最も多く占める表層地質を流域の地質とした。そしてこれらの指標と全期間について流域ごとに侵食速度との対応を調べた。

対象とした流域の中でも標高が高く急峻な地形である南・北アルプスでは、どの期間を取っても侵食速度が他の流域と比較して卓越し、逆に標高が低く比較的なだらかな地形の中国地方の高暮ダムと帝釈川ダムでは侵食速度が小さかった。また、ラプリアンと侵食速度、標高と侵食速度のそれぞれの間には明確な相関は見られなかったが、侵食速度の卓越した流域では比較的ラプリアンと標高が高い値をとることが分かった。地質に関しては古第三紀の砂岩・泥岩・礫岩と中世代の砂岩・頁岩・礫岩、そして花崗岩が地表を多く占めるダム流域のなかには侵食速度が卓越するダム流域があることが分かった。その他の地質に関しては明確な対応は見られなかった。しかし、傾斜、高度分散量と侵食速度の間にはすべての期間を通して正の相関

(相関係数 0.7 以上) が見られた。

次に、近年の侵食速度の変化を検討するため 1990 年度の前後 10 年間 (1980~1990 年度, 1990~2000 年度: 計 20 年間) で侵食速度の比較を行った (右図: 実際の侵食速度が 0.001mm/yr 以下の点は、図上では軸上にプロットしている)。これらの際、堆砂量データに測定の誤差などによるばらつきがあるため、上記の期間を取った場合に現れる傾向が偶発的なものである可能性がある。そこで 1989 年度と 1991 年度のそれぞれ前後 10 年間の 2 期間についても上記と同様の検討を行った。

その結果、1989 年度の前後 10 年間、1990 年度の前後 10 年間、そして 1991 年度の前後 10 年間の 3 期間で常に侵食速度の減少が 1mm/yr 以上と顕著だったのは、先の検討で侵食速度、傾斜、高度分散量が他の流域と比べて卓越していた南アルプスにある 4 流域 (雨畑ダム, 井川ダム, 畑薙第 1 ダム, 畑薙第 2 ダム: 図中△) であり、3 期間で 1mm/yr 以上の増加を示す流域はなかった。3 期間で常に 0.1mm/yr 未満 1mm/yr 以上の減少が見られたのは 6 箇所, 1mm/yr 未満 0.1mm/yr 以上の増加が見られたのは 7 箇所であり、これらの流域では増減の傾向に極端な偏りは見られなかった。そして、この中程度の増減を示した流域では侵食速度、標高、傾斜、高度分散量が突出した北アルプスの黒部ダム (図中◎) を除くと、地形量によって増減どちらの傾向になるかは明確に区別されなかった。常に 0.1mm/yr 未満の減少を示したのは 1 箇所, 0.1mm/yr 未満の増加を示したのは 3 箇所であったが、地質や地形量、地域による増減傾向の偏りは見られなかった。

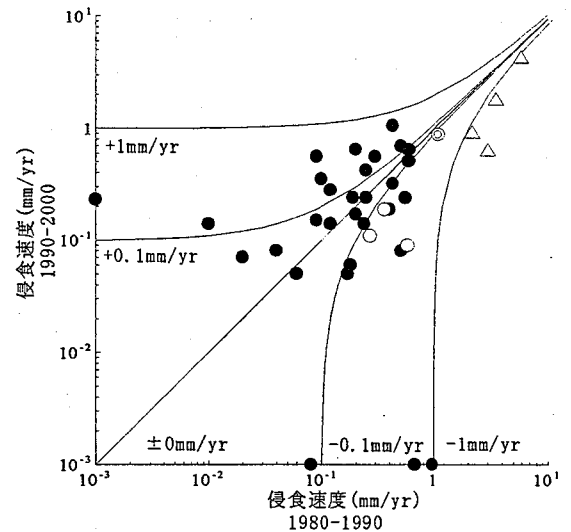


図 侵食速度の比較

#### 4. 考察

流出土砂量を経時的に変える要因は森林面積の変化のほかにも、大災害の発生・回復などによる荒廃地面積の増減などが一般には考えられている。1980 年代と 1990 年代の 20 年間で侵食速度が 1mm/yr 以上減少した南北アルプスの 4 流域では、1987 年度と 1997 年度の土地利用変化を調べると森林面積に変化は見られなかったが、侵食速度は大きく減少している。従って、森林面積の変化以外の要因が影響を与えていると考えられる。この要因のひとつとして上述の崩壊からの回復が侵食速度の減少に影響した可能性があると考えられるが、今回は流域内での崩壊イベントの時期、及びに場所は特定できなかった。

侵食速度が 1mm/yr 未満 0.1mm/yr 以上の中程度の減少を示した流域のなかでも黒部ダムに関しては 1969 年度の大崩壊、島根県の 3 流域 (周布川ダム, 来島ダム, 木都賀ダム: 図中○) に関しては 1983 年度の豪雨による県内各地での山腹崩壊が原因で過去において侵食速度が増加しており、近年は崩壊土砂の大半が流され土砂の流出が安定し始めているために減少傾向であると考えられる。

侵食速度の減少が小程度 (0.1mm/yr 未満) の流域も含めたその他の流域に関しては、森林面積の変化は見られず、崩壊の発生・回復についても特定が出来なかった。

#### 5. まとめ

・期間によらず傾斜、高度分散量とダム堆砂量から求められる侵食速度との間には正の相関 (相関係数 0.7 以上) が見られた。また、地質、ラプラシアン、標高については侵食速度との間に明確な対応は認められなかったが、侵食速度の卓越する流域は特定の地質と、ラプラシアン、標高の値が高いところに現れた。

・近年 20 年間における侵食速度には変動があり、侵食速度の減少が 1mm/yr 以上と顕著であった南アルプスの 4 流域では、他の流域と比較して侵食速度と傾斜、高度分散量が卓越することが分かった。侵食速度の減少が 1mm/yr 未満 0.1mm/yr 以上であった流域のうち、黒部ダム流域と島根県の 3 流域に関しては崩壊地の回復による影響が考えられるが、その他の流域に関しては原因が特定できなかった。