

常時と異常時の貯水池への土砂流入特性

京都大学大学院 ○長谷部 亮
 京都大学防災研究所 藤田 正治
 堤 大三
 井上 和也

1. はじめに

ダム貯水池への土砂流入量を正確に予測することは流砂系の土砂管理において非常に重要な問題である。この土砂流入のもととなる土砂生産現象は、凍結融解作用や侵食等によって日常的に起こり一度の土砂生産の規模は小さい形態と、発生頻度は少ないが一度の土砂生産量が非常に大きい崩壊、地すべり、土石流等の形態に分類される。これまでに、年堆砂量を推定する方法¹⁾が提案されているが、このような土砂生産機構の相違が予測式に反映されていないので、十分な予測精度があるとは言い難い。そこで本研究では、まず土砂流入現象を常時と異常時とに分ける方法について提案する。次に、常時の堆砂量は規模の小さい侵食現象と関係があり、異常時の堆砂量は崩壊、地すべり、土石流等の大規模な土砂生産の影響が表れていると考え、両者の土砂流入量と降雨条件との関係について検討する。検査対象としたのは、釜房ダム、田瀬ダム、鳴子ダム、川俣ダム、美和ダム、小渋ダムである。

2. 貯水池堆砂量の変化特性

図-1は、小渋ダムの年堆砂量の経年変化と累積堆砂量のグラフである。貯水池堆砂量の変化特性として、ばらつきはあるものの概ね一定の速度で堆砂が進行する時期と、十年から数十年に一回位の頻度で、堆砂が異常に進行する時期とに分けられるという事が挙げられる。このような異常な堆砂時には顕著な豪雨が発生しているケースが多く、崩壊や洪水の発生と異常な堆砂の進行との関連がうかがえる。異常な量の堆砂が数年にわたって続く場合もある。前者のような堆砂は日常の侵食現象と関係していると考えられ、後者の異常な堆砂は崩壊、地すべり、土石流の発生と関係しているものと考えられる。

3. 常時、異常時の分離法

2. で述べた様に、年間の貯水池堆砂量は通常ほぼ一定値をとるが、時々極端に大きくなる。従って、年堆砂量を昇順に並べ替え、順に変動係数を計算していけば、常時と異常時を分離する堆砂量の閾値が見出されると思われる。図-2は、小渋ダムの年堆砂量を昇順に並べ替えたものと、n番目までの変動係数の折れ線グラフである。nを大きくすると、変動係数がほぼ一定値から急激に大きくなる傾向が見られたので、変動係数がほぼ一定値をとる部分の延長と急変部の延長の交点を閾値とする。

4. 常時、異常時の土砂流入特性

土砂流入量と降雨との関係について述べる。

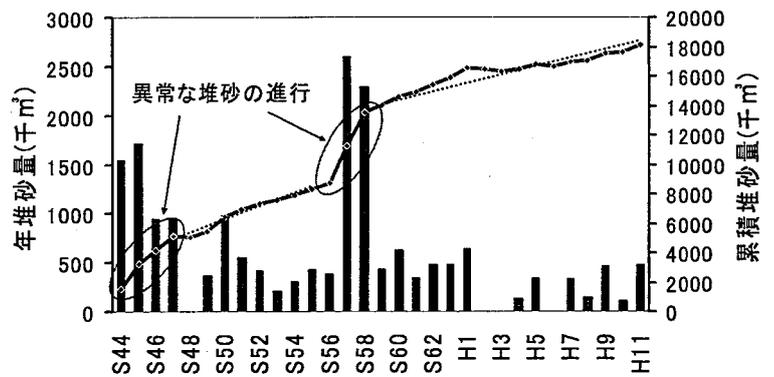


図-1 小渋ダムの年堆砂量と累積堆砂量

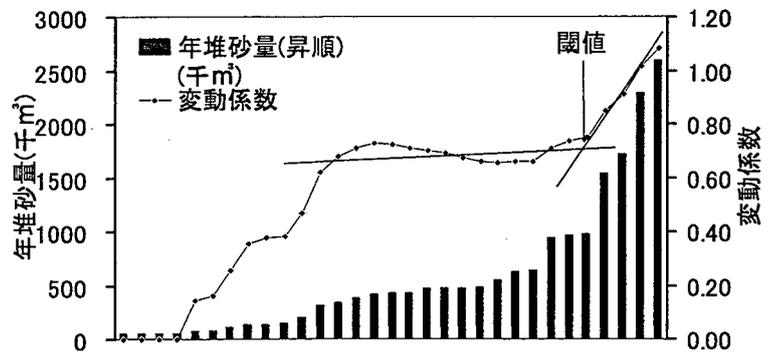


図-2 小渋ダムの昇順年堆砂量と変動係数

ダム管理年報をもとに、毎年の日雨量の上位1位～4位の和をとり、年堆砂量の常時、異常時との相関をみる。図-3は、小渋ダムの結果を示している。まず、常時の流入土砂量にはばらつきが見られた。これは、土砂生産の要因としては凍結融解作用が支配的なため雨量と堆砂量の結びつきは弱い事が原因として考えられる。表-1に、今回検討した各ダムの常時の年堆砂量の平均値と標準偏差を示す。貯水池ごとに堆砂の進行速度とばらつきが異なる事がわかる。

次に、異常時の年堆砂量は日雨量上位1位～上位4位の和と良い相関を示した。異常時は豪雨により大規模な土砂生産が起こった結果、異常堆砂が引き起こされるために雨量と堆砂量の相関が良くなると考えられる。ただし、両者の相関がよくないダムもあった。これは、土砂生産から土砂流入までに、河道に土砂が貯留するプロセスがあるため、降雨と堆砂が直接は結びついていないのが原因と考えられる。

次に、異常堆砂の発生条件をより詳細に調べるために、毎年の年最大日雨量を観測したときの最大時間雨量を横軸に、毎年の年最大日雨量を縦軸にとったグラフを作成し、常時と異常時別の年最大日雨量とその時の最大時間雨量の関係を見る。図-4は小渋ダムにおける年最大日降雨と異常堆砂発生関係のグラフである。この図では、異常堆砂年度が図中に点線より右上に、常時堆砂年度が点線より左下にプロットされ、グラフの右上になるほど堆砂量も大きくなる傾向がみられた。一方で、いくつかのダムでは、常時堆砂年度が異常堆砂年度よりもグラフの右上にプロットされるというケースもあった。これも、前述したように、河道に土砂が貯留するプロセスがあるため、降雨と堆砂が直接は結びついていないのが原因と考えられる。

5. まとめ

本研究では、毎年の土砂流入量を常時と異常時とに分け、それぞれについて検討するという手法を提案した。異常堆砂と年間の日雨量上位数日の和とに相関があること、常時は降雨の影響は小さいこと、降雨量と降雨強度を考えることで異常堆砂の発生条件を考慮できる流域もある事がわかった。一方で、土砂生産が起こってから貯水池堆砂に至るまでの、河道での貯留のプロセスを考慮する必要もあると言える。

参考文献

1) 竹林・廣瀬: 確率過程を考慮したダム貯水池計画堆砂量推定法, 水工学論文集第37巻, pp. 675～pp. 680, 1993.

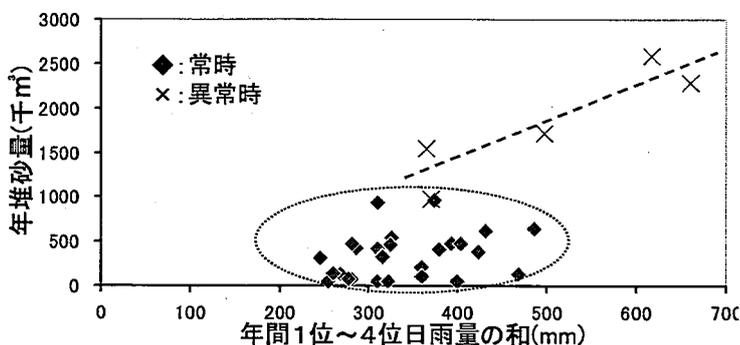


図-3 小渋ダムの年間1位～4位日雨量の和と年堆砂量

表-1 検査対象ダムの常時年堆砂量の平均値と標準偏差

	平均値(千m³)	標準偏差(千m³)
田瀬ダム	33	28
釜房ダム	67	42
鳴子ダム	124	65
川俣ダム	52	44
美和ダム	192	167
小渋ダム	370	278

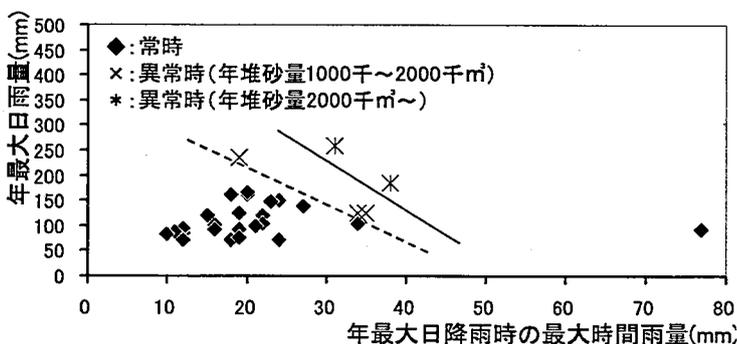


図-4 小渋ダムの年最大日降雨と異常堆砂発生関係