

砂防ダム堆砂量に基づく土砂流出量推定方法の検討

岐阜大学工学部社会基盤工学科 正会員 ○大橋 慶介
 藤コンサル(株) 非会員 都築 恭子
 岐阜大学流域圏科学研究センター フェロー 藤田裕一郎

1. 目的

流域面積 $10^2 \sim 10^4 \text{ km}^2$ での水系規模において、降水の位置エネルギーと、ダム貯水池の堆砂量から推算した土砂流出量との相関が高いことがこれまでの研究によって確かめられてきた。しかし、この関係が小流域においても成立するかどうかは不明であった。そこで本研究では、砂防ダム堆砂量から、小流域からの流出土砂量を推定し、年平均降水位置エネルギーを土砂流出ポテンシャルパワー P と定義して、それらの関連性について調べ、従来の簡便な流域面積での評価との比較を行うものである。

2. 流域の概要

対象とされる流域は、揖斐川水系揖斐川本川の根尾川との合流点より上流域と、根尾川流域であり、高度分布、水系網、降水量分布、砂防ダムの位置を図-1 に示す。揖斐川の総流域面積 1840 km^2 のうち、 1170 km^2 が対象流域であり、そのうち揖斐川本川が 740 km^2 、根尾川が 430 km^2 となっている。降水量は両流域ともに、下流域では 2600 mm 、上流域では 3400 mm 程度となっていて、冬季の積雪も多い地域である。解析対象の砂防ダムの供用開始時期は $1969 \sim 2003$ 年までと幅広いため、長期的な降雨傾向が異なっている場合は、年平均降水量での取り扱いができなくなる。その確認のため流域近隣のアメダスデータ(揖斐川)が存在する $1980 \sim 2004$ 年までの5年ごとの時間雨量のヒストグラムを図-2 に示す。これによると、概ねどの期間も降雨頻度分布はほぼ同じであることがわかる。

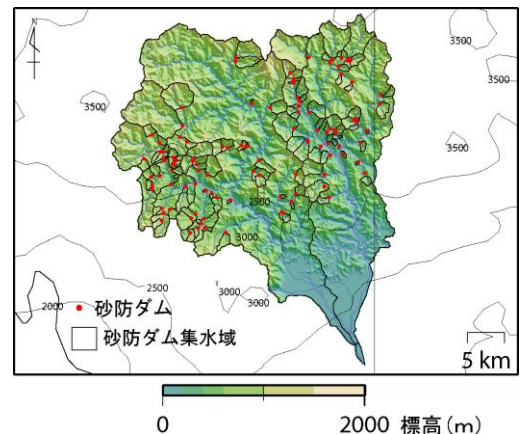


図-1 流域の概要(高度分布、降水量分布、および、砂防ダムの位置)

3. 土砂流出ポテンシャルパワーについて

土砂を運搬する運動エネルギーの基となる降水の仕事率を土砂流出ポテンシャルパワー P は供用期間 Δt を用いて、

$$P = \rho g \Delta t^{-1} \int_0^{A_{\max}} R \{h(A) - h_0\} dA$$

と定義される。ここで、 g は重力加速度、 h_0 は基準となる標高(通常はダムサイトの標高)、 R は降水量、 $A_{\max}$ 集水域面積である。

4. 使用したデータと解析について

流域地形データは、国土地理院の 50 m メッシュ標高データと国土交通省国土数値情報「流域界・非集水域(面)」W15-52Aを基に作成している。流路、降水量は国土数値情報「流路」

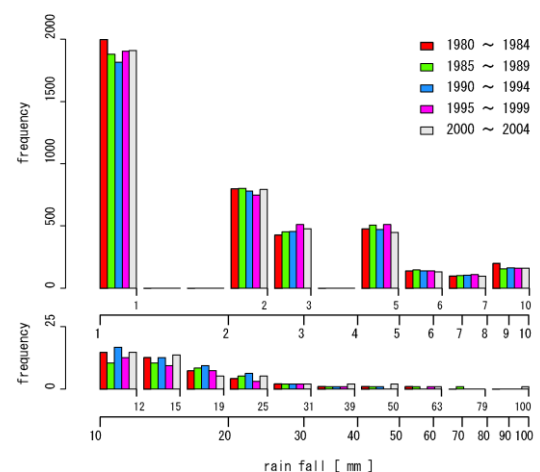


図-2 1980~2004年までの5年ごとの時間雨量のヒストグラム

キーワード 土砂流出, 砂防ダム, 土砂流出ポテンシャルパワー, GIS

連絡先 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL058-293-2477

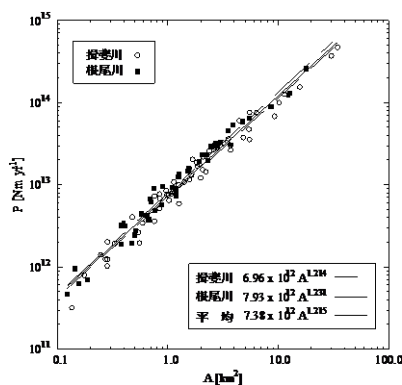


図-3 揖斐川上流・根尾川流域における流域面積とパワーとの関係

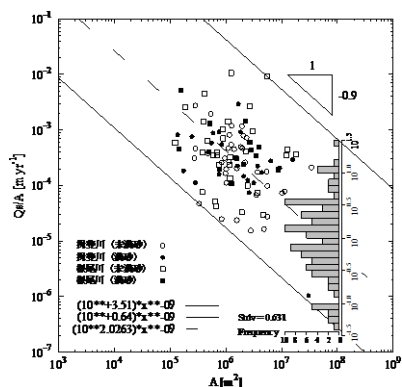


図-4 流域面積と比流砂量との関係

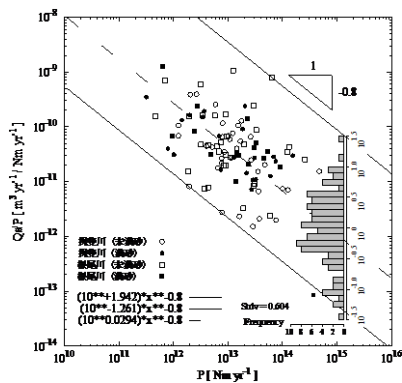


図-5 パワーPとPあたりの土砂流出量 Q_s との関係

ks-272, 「気候値メッシュ」 G02-62M を使用した。これらの情報を GIS ソフトウェアの SIS にて、解析に必要な単位流域中の面積や高度・降水量分布といったパラメータを抽出し、流路データから支川合流情報と単位流域の各諸量を組み合わせて、流域全体の情報を作成している。砂防ダム堆砂量から推算された年平均堆砂量 Q_s とその集水域面積 A から Q_s/A と A との関係、および、そこから推定される回帰式、回帰式周りの度数分布を図-4 に示す。芦田らによる全国主要貯水池の堆砂量から得た比流砂量と面積の関係は、 $A^{-0.7}$ に比例する結果であったが、ここでは更に右下がりの傾向が強く現れており、プロットの包絡線から Q_s/A はおおよそ $A^{-0.9}$ に比例していることが分かった。その結果を図-6 に示す。ここから、単位パワーあたりの年平均流砂量 Q_s/P はおおむね $P^{-0.8}$ に比例していることが分かる。

5. 土砂流出量の推定

図-4, 5 の回帰式を用いて揖斐川上流域全体の土砂流出量の推算を行う。 A および P による推定土砂流出量を図-7 に示す。ここから支川合流を繰り返すことで流域面積、もしくは、パワーが増加し、それぞれの流出係数に比例して土砂が輸送されている様子がわかる。しかし、最下流部である揖斐川、根尾川合流点直上流の単位流域における推定土砂流出量を比較すると、 P による推定量が約 $1800 \text{ m}^3\text{yr}^{-1}$ A による推定量ものが $820 \text{ m}^3\text{yr}^{-1}$ と $1000 \text{ m}^3\text{yr}^{-1}$ もの違が生じている。このことは、 A による回帰式の係数 α が-0.9 であることに対して、一方の P の α が-0.8 であることによるものであると考えられる。つまり、下流域になるに従い、 A ならびに P の値が増加し、それぞれの予測値のずれが大きくなっているものと考えられる。

6. まとめ

$10^2 \sim 10^4 \text{ km}^2$ の流域規模で検討されてきた降水の位置エネルギーに基づく土砂流出ポテンシャルパワーによる土砂流出量予測が $10^0 \sim 10^2 \text{ km}^2$ 程度の小規模な山地河川流域で成り立つかどうかを確かめ、大規模な流域と同様に P による土砂流出量予測が A による評価よりも流域規模に左右されにくいことがわかった。

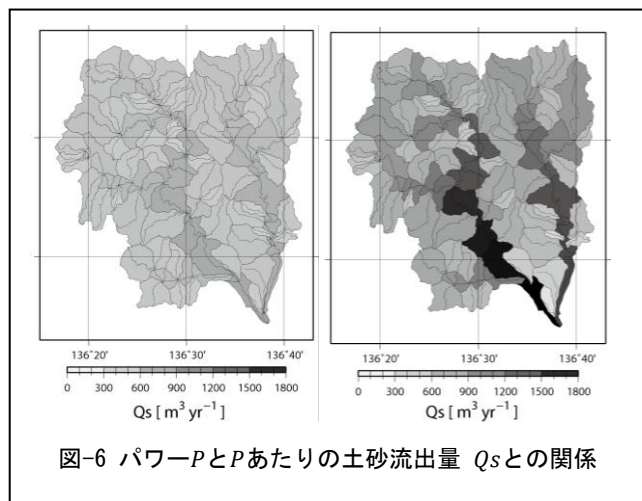


図-6 パワーPとPあたりの土砂流出量 Q_s との関係

参考文献

- 1) 大橋慶介・藤田裕一郎：面積高度曲線に基づいた流域特性と土砂流出特性に関する考察，水工学論文集，第51巻，pp.913-918，2007。
- 2) 大橋慶介・藤田裕一郎：土砂流出ポテンシャルパワーに基づく流域地質構造と土砂流出量の考察，水工学論文集，第53巻，pp.667-672，2009。
- 3) 芦田和男・奥村武信：ダム堆砂に関する研究，京都大学防災研究所年報，第17号B，pp.555-570。