

## II - 222

## 有効粒径集団に着目した流域スケール土砂収支の分析

建設省土木研究所 正員 藤田 光一  
同 正員 服部 敦  
同 正員 宇多 高明

## 1. はじめに

土砂生産源から河口・海岸までという流域スケールで適切な土砂管理を行うためには、まず、流域スケールの巨視的土砂収支を地形変化と関連させて把握しなければならない。しかし、従来の収支分析では、データ上の制約から土砂移動量を粒径にかかわらず総量で表現していたため<sup>1)</sup>、分析結果を管理手法の検討に役立てることは必ずしも容易でなかった。本研究では、似通った流送形態を持つ粒径集団ごとに収支分析を行うことに着目し、著者らが既に行った日本の沖積河川についての粒径集団別の土砂収支<sup>2) 3)</sup>と、米国河川におけるダム建設に伴う土砂収支変化の分析結果とを組み合わせ、<sup>4)</sup>「有効粒径集団」という考え方に着目した土砂収支分析の重要性を示す。

## 2. 研究方法

米国のミズーリ川（Fig. 1参照）とコロラド川について、本川沿いのダム貯水池の堆砂量とその粒度分布、ダム貯水池上下流の浮遊砂量とその粒度分布、ダム下流の河床変動に関するデータを用いて、三者間の土砂収支を調べた。これらの河川は、支川の流入が少ない単純な水系パターンを持った領域の本川に大規模なダムが建設され、完成と同時に貯水池内の堆砂、ダム下流の河床低下と浮遊砂量の減少が顕著な形ではじまり、しかも、砂利採取などダム建設以外の外的擾乱がほとんど無いことから、ダム周辺の土砂収支の分析に非常に有利な条件を備えている。なお、両河川とも河床の主材料は細砂である。一方、日本の5つの沖積河川については、文献2)、3)において、この1万年間に沖積平野に堆積した土質別の土砂体積、ダム貯水池の堆砂量に基づき、巨視的な土砂収支の分析がなされており、この結果を利用した。

## 3. 結果

## 3. 1 供給土砂量とその粒度分布

Fig. 2に、日本の5河川については沖積河道区間上流端への、米国の2河川については各ダム貯水池に流入する供給土砂の量（土砂流出高）と粒度分布（礫、砂、シルト・粘土の別）を示す。この図から、以下の2点について、ここで取り上げた日米の河川は共通の特徴を持つことがわかる：①礫が占める割合は0～10%で非常に小さく、一方、シルト・粘土の占める割合は50～90%で大きく、砂は両者の中間である；②河床の主材料は日本の5河川の場合砂に礫であり（沖積河道区間）、米国の2河川の場合細砂である（対象ダム周辺の河道区間）ことから、①の結果は、供給土砂の多くが河床材料に成り得ないウォッシュロード的な成分であることを意味する。

## 3. 2 ダム建設に伴う土砂収支の変化

ミズーリ川上流では、主として1950年代に本川沿いに連続し

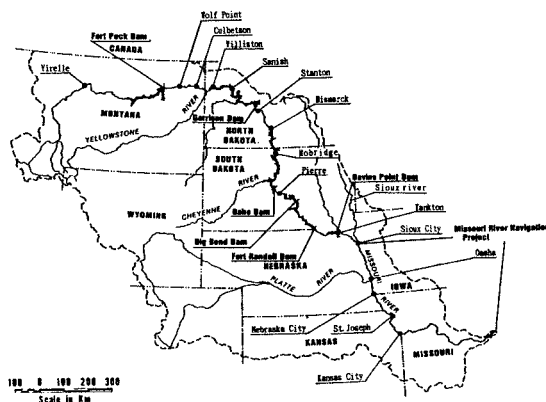


Fig. 1 Locations of dams and gaging stations of the Missouri River.

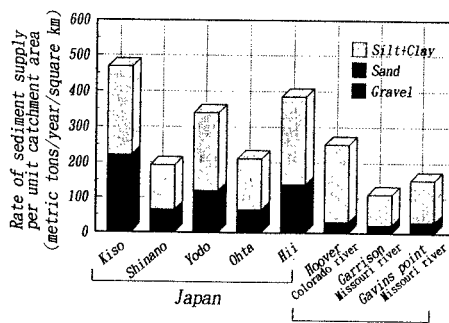


Fig. 2 Rate of sediment supply per unit catchment area.

てダム貯水池が建設された(Fig.1参照)。Meade・Parkerは、この区間の浮遊砂量データを分析し、ダム貯水池が下流への土砂流出抑止に明確な効果を持つことを確認している<sup>4)</sup>。Fig.3は、本川沿いの浮遊砂量の縦断変化を経年的に比較したものであり、ダム貯水池が最上流に1つしかない1938～1952年の浮遊砂量が、貯水池群の建設が進行中の1953～1957年には早くも激減していることがわかる。このような供給土砂の急減が河床地形に与える影響を調べるため、分析に適した3つのダムを選んで、ダム完成直後からの貯水池内堆砂量と、供給土砂停止によると考えられるダム下流の河床低下量の累積値を調べ比較した。結果をFig.4に示す。この図から、ダム堆砂量に比べ下流河道の河床低下量ははるかに小さいこと、堆砂量に対する河床低下量の割合が、Fig.2に示した全供給土砂に占める砂分（すなわち当該区間の河床材料）の割合に近い値を持っていることがわかる。ダム貯水池前後のダム上下流の流況変化の影響が小さいと仮定すれば、Fig.4の結果は次のことを示すと考えることができる：河床変動に関係する供給土砂は全供給土砂の一部で、それは当該区間の河床材料に当たる成分である。

#### 4. 「有効粒径集団」の考え方

以上のことから、地形変化制御を目的とした土砂管理手法の検討を行うためには、全供給土砂を一括して扱うのではなく、まず注目する河川地形変化の場所と種類を定め、その変化に直接かかわる粒径集団（ここではこれを有効粒径集団 Effective grain size rangeと呼ぶことにする）を特定し、それについて収支分析を行うという手法が不可欠と考えられる。文献2)、3)を基に、日本の沖積河川のうち砂床区間と礫床区間がはっきり分かれた河川について地形変化パターンと対応する有効粒径集団を大ざっぱに示すとFig.5のようになる。各有効粒径集団は流送特性および各種構造物から受ける影響が互いに大きく異なるので、それぞれの特性に適した方法でその動態を追跡する必要がある。今後、このような観点から土砂収支分析を行うための具体的な手法を検討していきたい。

**謝辞** 本研究を遂行する上で米国地質調査所R. S. Parker氏より大いなる援助を受けた。記して謝意を表します。

#### 参考文献

- 1)たとえば、自然災害科学総合研究班：土砂の流送・運搬に伴う自然環境変化に関する研究、No. A-50-9, 1975。
- 2)山本・藤田・赤堀：水工学論文集、37巻、p. 681-686、1993。
- 3)山本・藤田・赤堀・太田：土木研究所資料、第3164号、1993。
- 4)Meade・Parker：National Water Summary 1984—Water-quality Issues, USGS Water-supply Paper 2275, p. 49-60、
- 5)Williams・Wolman：USGS Professional Paper, 1286, 1984。

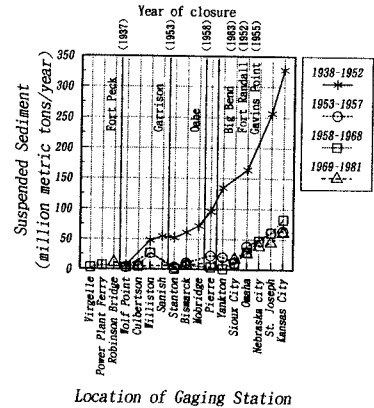


Fig. 3 Longitudinal change in annual mean suspended load of the Missouri River.

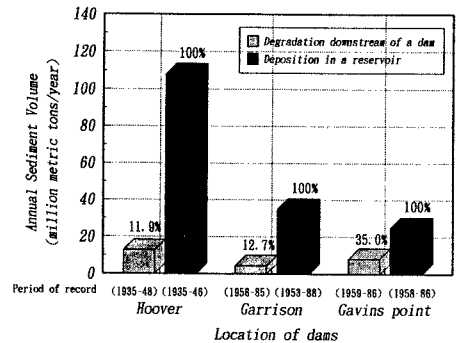


Fig. 4 Annual mean sediment volume of deposit in a dam reservoir and channel degradation downstream of the dam.

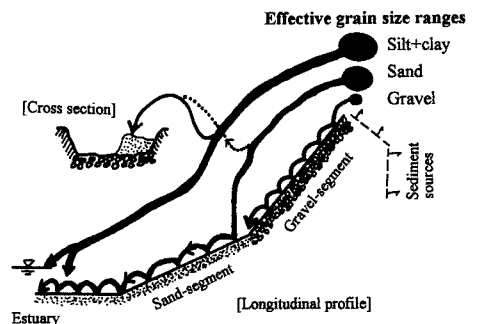


Fig. 5 Sediment groups within effective grain size ranges, their behavior and the corresponding geomorphic changes for a typical alluvial river in Japan.