

河川における総合土砂管理の経済評価

一矢作川における総合的土砂マネジメントの有効性と経済評価分析一

Economic analysis of integrated sediment management in river basin
 - Effectiveness and economic analysis of comprehensive sediment management in Yahagi river -



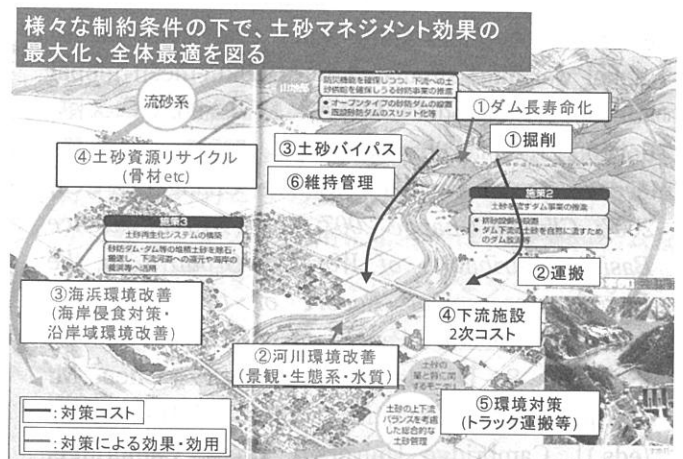
すみ 哲也*
 Tetsuya Sumi

1. はじめに

ダム管理において貯水池の堆砂問題は世界的な課題である¹⁾。全国で堤高15m以上のダムは直轄、補助を含め3,000余あるが、このうち、ダム湖の堆砂が進み、治水、利水機能に支障を及ぼす恐れがあるダムは今後とも増加する傾向にある。このため、黒部川の出し平ダム、宇奈月ダムや天竜川の美和ダムなど、ダムからの排砂事業が計画、実施されている。しかしながら、これらの事業の費用便益評価は、ダム治水容量の回復・維持(長寿命化)による洪水被害軽減額と建設費、維持管理費から算出するのが一般的であり、便益面では、土砂供給による下流河川や沿岸域の環境改善効果²⁾や、土砂がダム湖から下流に移動することによる土砂資源リサイクルの促進効果等が考慮されていない。一方、費用面では、下流発電施設等への影響対策費、掘削・運搬費とそれらに伴うCO₂排出対策費、交通安全対策費等も発生する場合が想定されるが、これらについても検討手法が十分確立していないのが現状である。

著者らは、堆砂対策として土砂バイパス(BP)事業が予定されている矢作川をモデルに、ダムからの排砂による河川環境改善効果を、CVMとコンジョイント調査分析等を行って費用便益計算に組み入れるとともに、各種の対策費用についても推定計算を行い、土砂BPを整備した場合と整備しない場合における「総合土砂管理の経済評価」

について検討を行った。さらに、流域全体として土砂BPの活用を前提に総合的な土砂マネジメントを考えた時に、土砂資源のリサイクル利用と河川環境改善利用とのアロケーションはいかに行うべきか、また、土砂資源リサイクル面からはどの位置から土砂を掘削し、どこまで運搬するのが最適か等についても考察を行った。



〈図-1〉 流砂系総合土砂管理の体系

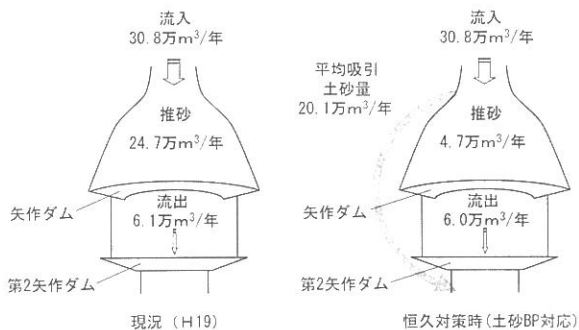
2. 矢作川における総合土砂管理の経済評価分析

2.1 矢作川及び矢作ダムの概要

矢作川には矢作ダムをはじめ複数の発電ダム等の施設が設置されている(図-2)。また、河川は豊かな自然環境を有し、多く釣り人やレクリエ

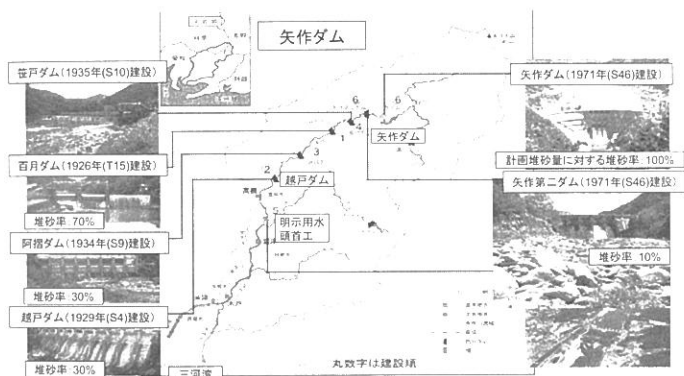
* 京都大学防災研究所水資源環境研究センター教授
 Professor, Water Resources Research Center, Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

ーション等を行う住民の生活と密着し、ともに発展してきた。矢作ダムは昭和46年に管理開始以降、40年近くの歳月で堆砂が進み、治水、利水機能にも支障をきたすことが懸念され、早期の対策が望まれている。このため、土砂災害対策として堆積土砂掘削の実施とあわせ、矢作ダムからの排砂バイパス (BP) が計画され、治水、利水機能の回復によるダム長寿命化が検討されている。しかしながら、その実施にあたっては複雑な利害関係者との調整や、土砂BPを前提とした流域全体として最適となる土砂マネジメントが求められており、それらを束ねるための総合的な土砂管理の経済評価分析を行う必要がある。



〈図—4〉 矢作ダムにおける土砂収支と土砂BPの効果

ム湖に堆砂し、ダム下流には細粒分を中心に約6万m³が流下している。土砂BPが完成し、BPを通じて年間平均約20万m³を下流に流下させた場合、下流河川には、ゲート放流水からとあわせて約26万m³の土砂が流下すると予測されている。



〈図—2〉 矢作川流域の土砂還元に関わる主な施設

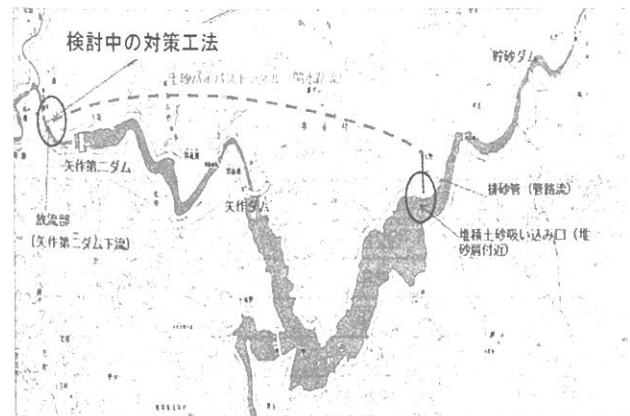
2.2 矢作ダムにおける土砂収支と土砂バイパス (BP) の効果

矢作ダムの現在の土砂収支は、流入土砂量が年間約31万m³と見積もられ、このうち約25万m³がダ

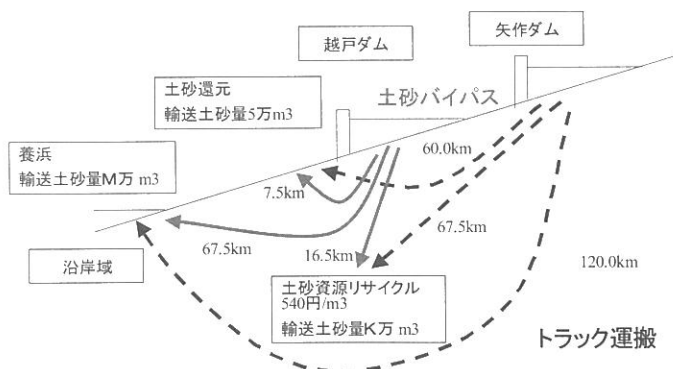
2.3 矢作ダム土砂BPを活用した土砂マネジメントの考え方

(1) 土砂マネジメントの概要

矢作川における矢作ダム土砂BPの建設を所与とした場合の、矢作川における総合的な土砂マネジメントのイメージを〈図—5〉に示す。従来のダム湖からの掘削とトラック運搬は多くの走行距離を運搬しCO₂を排出する。土砂BPが供用されれば、年間平均約20万m³の土砂が下流の需要地の近くで掘削、採取出来るようになり、コスト的、運搬環境から見ても土砂資源リサイクルを促進する効果が見込まれる。なお、矢作川の場合は、矢作ダムから約60km下流の越戸ダム (中部電力株)



〈図—3〉 矢作ダム土砂BP計画 (案)



※) KとMは越戸ダムから供給される土砂量のうち河川への還元量5万m³を差し引いたもの

※) 運搬距離は、直線距離の1.5倍と仮定した

〈図—5〉 矢作川の総合土砂マネジメントのイメージ

までは山地河道であり、ここまではできるだけ土砂を流下させることを基本とし、その間の河道区間における土砂堆積による河床上昇については、洪水流下能力から判断した維持河床高を設定し、これを超える分の維持掘削を経年的に行っていくこととし、その経費は維持管理費として考える。一方、越戸ダム下流においては、河川環境の改善効果や、下流河川の河床高、平均粒径への影響（粗粒化の解消）等などの観点から必要な供給土砂（土砂還元）量を5万m³/年と設定し、残りの土砂は土砂資源リサイクル（骨材利用など）と養浜などに利用するものとする。

(2) 総合土砂管理において経済評価すべき項目

総合土砂管理の経済評価を行う上で評価すべき項目を、土砂BPありの場合と、トラック運搬のみの場合の2ケースに分けて〈表—1〉に整理した。それを評価する具体的指標としては、これら便益の総和最大化、トータルコスト最小化、あるいは費用と便益との比 (B/C)、または差額 (B-C) などから全体状況を勘案して評価するものとする。評価期間はダムの施設寿命を考慮し100年間、割引率4%とした。

費用には土砂BPの建設費、維持費に加え、2次コストとして土砂が現在より多く供給されることにより、下流発電施設等への影響対策費、河道維持管理費や環境対策費（ダンプ運搬によるCO₂対策費）を考慮する。一方の便益には、ダム長寿命化による治水効果の維持に加えて、河川環境改善効果、海浜環境改善効果と土砂資源リサイクル

〈表—1〉 総合土砂管理における経済評価項目

	土砂パイパスあり	トラック運搬のみ	
費用	ダム堆砂の掘削費(CD)	△	◎
	運搬費(CT)	△	◎
	土砂パイパス建設費(CB)	◎	—
	下流施設2次コスト(発電ダム対策)(CP)	◎	—
	環境対策費(ダンプ運搬等)(CE)	○	◎
	維持管理費(CM)	◎	○
便益	ダム長寿命化(BR)	◎	◎
	河川環境改善(BRE)	◎	○
	海浜環境改善(BCE)	○	○
	土砂資源リサイクル(BA)	○	○

※◎:影響大、○:影響あり、△:影響小

による便益を考える。

(3) 土砂マネジメントにおける目標

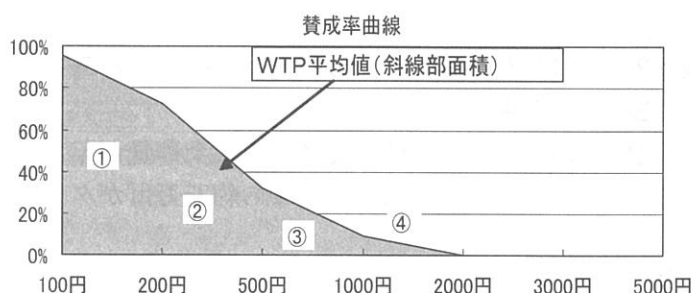
総合土砂管理における土砂マネジメントの目標を、以下の通り設定した。「ダム貯水池からの排砂により「ダム長寿命化」の実現を前提とし、下流河川環境、海浜環境の改善効果や土砂資源リサイクルの促進等の社会的便益（余剰）の最大化を図りつつ、一方の費用面ではトータルコストの最小化を目指す。」 これらをもって、流域における土砂資源マネジメントの全体最適化を図ることを目的とした。

2.4 矢作ダム土砂BPを活用した土砂マネジメントの経済評価

(1) 河川環境改善効果の算定

従来、〈表—1〉に示す便益のうち、河川環境改善効果や海浜環境改善効果については明確化がされていない。そこで、近年さまざまな公共事業の外部経済評価で用いられるようになってきたCVM、コンジョイント調査分析を適用して金銭化を試みた^{3), 4)}。

アンケート調査は、越戸ダムまでの上流河道区間の対象流域である豊田市域（約15万人）を対象とし、その予備調査の結果より〈図—6〉に示す



〈図—6〉 CVMの結果 (389円/月/世帯)

〈表—2〉 コンジョイント分析の結果

項目	限界支払意志額(円/月)	年便益(円/年)
水質	328	605,123,712
ヨシ原	168	308,881,976
砂河原	199	367,571,166
水遊び場	183	336,299,072
生態系	348	642,043,667

*年便益は豊田市域の世帯数を15.3万世帯とした。

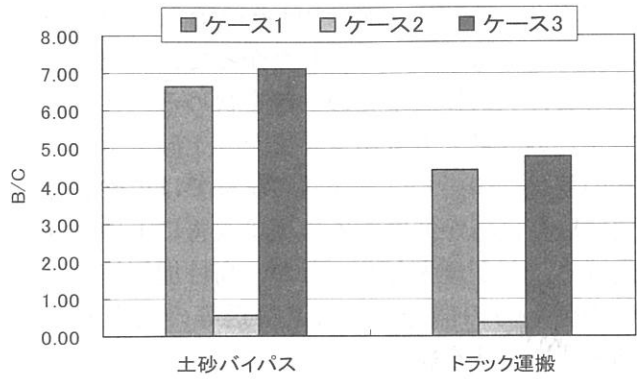
ような結果が得られ、CVM支払意志額は389円／月／世帯となった。また、土砂還元による効果（便益）について、どのような要因を評価して限界支払意志額を出したのかを見る目的でコンジョイント分析を実施した結果、生態系と水質への期待が大きいことが明らかとなった。

(2) 費用便益評価⁵⁾

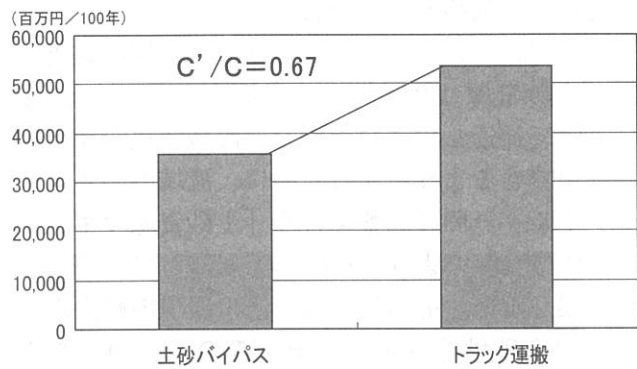
河川環境改善効果（上流域のみ）を含めた土砂BPによる費用・便益をまとめたものを〈表—3〉に示す。ここで、便益のうち、ダム長寿命化による治水効果の維持については、矢作ダムBP事業で検討中の資料を参考に算出し、また、土砂資源リサイクルによる便益は、骨材市場価格などを考慮して算出した。

費用便益比（B/C）を算出したものを〈図—7〉に示す。ここで、費用Cを固定とし、便益については、ケース1はダム長寿命化による治水便益のみ、ケース2は河川環境改善（上流域のみ）および土砂資源リサイクルのみ、ケース3はこれらを全て加えたものである。これを見ると、河川環境改善効果や土砂資源リサイクルは治水効果に比べれば決して大きくはないが、確実に土砂BPの正の便益を生むものと考えられる。

また、ダムからの排砂手段を土砂BP（C'）とトラック運搬（C）で費用比較すると、〈図—8〉に示すように土砂BPがトラック運搬の2/3となった。ダム長寿命化等のための手段として、治



〈図—7〉 土砂BPとトラック運搬のB/C



〈図—8〉 土砂BPとトラック運搬のC'/Cの比較

水だけでなく間接効果も含めた総合的な土砂マネジメントを考慮しても、土砂BPが有効で経済的な手段であることが確認された。

3. おわりに

矢作川をモデルに土砂BPを含めた総合土砂管理の経済評価を行った。その結果、ダム湖の治水容量の回復による治水効果が期待出来るだけでなく、掘削土砂を下流河川に還元することにより河川、海浜環境の改善効果への期待が大きいことや、土砂資源リサイクルでは、土砂が下流に移動し需要地に近づくことで、運搬コスト面で有利になる効果、CO₂削減や交通問題でも効果が大きいことが確認された。これらから、土砂BPの建設と土砂資源の有効利用を総合的に考えた土砂マネジメントは、地域環境の改善ばかりでなく、地域経済の発展にも寄与することがわかった。

なお、今回の計算に用いたダム長寿命化による治水便益は十分に大きい値であるが、これはももとの矢作ダム建設事業の治水便益が含まれたも

〈表—3〉 費用便益評価の計算表

		土砂バイパス (億円/100年)	トラック運搬 (億円/100年)
費用 (C)	ダムの掘削費	42.9	78.6
	運搬費	99.3	487.0
	バイパストンネル+吸引 施設建設費	128.8	—
	発電ダム対策費	7.4	—
	環境対策費	1.1	4.8 (CO ₂) + α
	維持管理対策費	41.4	道路維持等
	合計	356.5	534.7
便益 (B)	ダム長寿命化	2,346.2	2,346.2
	河川環境 (上流域のみ)	182.6	182.6
	海浜環境	今後検討	今後検討
	土砂資源リサイクル	16.3	16.3
	合計	2,545.1	2,545.1
費用便益費(B/C)		7.1	4.8

*) 筆者らの試算値であり公式値ではない。