

《 既設ダムの堆砂問題を考える 》

2008年1月22日

自然愛・環境問題研究所

代表 浅野 隆彦

〔 はじめに 〕

川の自然な流れを横断構築物で堰き止める事により、当然の事ながら自然環境に多大な影響を齎す。その中でも「堆砂」は河川環境と海域環境及び陸上周域環境への「量的影響」として膨大なものがある。現時点での生態系への直接的被害に留まらず、広範な環境悪化を将来的に累積し続ける「問題」なのである。この解決を「内在させていない」のであれば、その「ダム・アセットマネジメント」の遣り方は「トンデモナイ無駄遣い」と断じられなければならない。

〔 高山ダムに「排砂トンネル」を設けること 〕

昭和44年に完成した多目的ダムであるが、平成18年の調査によれば総堆砂量は360万m³に達しており、計画堆砂に対する割合は47%を越えているのが明らかとなった。計画比堆砂量は200m³/km²/年であったが、現在の比堆砂量は264m³/km²/年となっているのである。凡そ1.32倍の速さで堆砂が進行している訳だ。このダムの上流には3つのダムが存在し、堆砂が進行中であるにも関わらず、何故高山ダムで「堆砂が加速」しているように見えるのか。他にも原因が付け加えられるであろうが、流域の開発が大きな要因である事は明白である。

高山ダムに「排砂施設」を設けることは他の研究者も考えていた。その一人が「水資源機構・特命審議役 森川一郎」さんである。彼の論文では残念ながらその詳しい検討内容が表されていないので、私が少し実現性のある計画案を示し、その事業費の概算と環境便益などを含めた「事業評価」の検討をして見たいと思う。森川さんの論文(最終部に示す)では「表-9 堆砂対策メニューの実施効果と必要費用」の中で、高山ダムでの「排砂バイパス」設置費用を131億6千3百万円/条としているが、この数値を判断できる内容が記されていない、必要以上の過大設備を見込んでいるものと思われる。

* 高山ダム排砂トンネル事業費および管理費 *

〈 条件 〉

1) 既設仮排水路トンネルの下流側120mを活用する。ダムサイト中心部から下流へ約50m付近へ接続するものとする。

2) ダムサイトより約2km上流部に集砂誘導用水中堰を設ける。

- 3) 排砂トンネル入り口と旧仮排水路トンネル下端部に自動ゲートを設ける。出口ゲートの開口面積は4m×4mとし、トンネル内の余計な抵抗を失くすように暫減的絞り込み加工を施す。
- 4) 排砂トンネルの呑み口部上流側に流木対策および土砂分散対策用に「立て楕形ルーバー」を設ける。
- 5) トンネル径は直径3mとする。
- 6) 仮排水路トンネル内の閉塞コンクリート50m分を一旦撤去し、後に復元する。
- 7) 仮排水路出口から25mの長さの「減勢工」を設ける。

〈 事業費概算 〉

1) 排砂トンネル工事	1,980m	@70万円/m	138,600万円
2) 自動ゲート3m×3m	1基		1,200万円
3) 自動ゲート4m×4m	1基		1,800万円
4) 同上自動計装設備、電気工事	1式		2,400万円
5) 集砂誘導用水中堰築造工事	1式		120,000万円
$W=220m \cdot H=10m \cdot D=4m \times 1.5m$			
6) 立て楕形ルーバー築造工事	1式		2,000万円
7) 減勢工築造工事	1式		750万円
7) 雑工事(閉塞CON撤去再生費含む)1式			7,000万円
8) 諸経費(設計費込み)	1式		49,140万円
			合計 322,890万円

〈 維持管理費 〉 50年間分(小中洪水時に稼働・年平均2回と見る)

1) 運転管理費	50年分	@10万円/年	500万円
2) 維持修繕費	50年分	@100万円/10年	500万円
3) 部品交換費	50年分	@1,000万円/25年	2,000万円
4) トンネル磨耗修復費	50年分	@1,980万円/25年	3,960万円
			合計 6,960万円
			総計 329,850万円

高山ダムに「排砂トンネル」を設け洪水時に土砂を下流に流すことは、33億円ほどで50年間続けられる事が分かった。この方策で続けられれば127万m³/50年の排砂がCO₂の排出を伴わず、下流河川へ流れ海域へと送られ、年6,600万円の対策費で抜群の「環境効果」を齎す事になる。既堆砂量の55%に当る200万m³も排出の中に加えると、(200+127)=327(万m³/50年)となり、329,850÷327=1,009(円/m³)と言う単価で済むのである。これは近畿地整が発表している「浚渫」の単価=35,000円/m³と比べると、3%にもならない。陸上掘削単価4,300円/m³と比べても1/4にもならない。

100年の経費で考えれば更にこのコストは大きく低減するであろう。この上、上流3ダムの掘削土砂をダム前に還元、フラッシュ処理する方法で下流へと流し、『土砂の連続性を確保しながら、より経済的で持続可能な堆砂対策が、「高山ダム排砂トンネル」によって実現する』のである。そのような方策とすれば、大阪湾への運搬投棄費(運搬単価=5ダム平均7,372円/m³-森川論文より)の不要をはじめ、河川や海や周辺陸域の「環境回復」という「コスト計算が不能の膨大な利得が有る」事は、言うまでも無い事であろう。文末にく
淀川水系ダム群の長寿命化検討>論文を示すが、この中で筆者の水資源機構関西支社事業部特命審議役・森川一郎さんがお勧めしているのが、以上に述べたこの方策なのである。

工事中の貯水位低下による「利水者補償」の件について検討をして見よう。

〈 条件 〉

- 1) 8月より既設仮排水路内の閉塞コンクリートの撤去に掛かり、10月中旬にダム貯水を最低水位まで下げ、その後仮排水路先端ゲートを開け排水を始める。
- 2) 11月より3月末までの5ヶ月をダム貯水池を空にして、集砂誘導用水中堰及び排砂トンネル入り口部分を完成させる。入り口ゲートを閉め、仮排水路入り口ゲートを閉めて、ダム貯水を始める。
- 3) 仮排水路内の閉塞コンクリートを施工し、略2ヵ月後に完成させる。排砂トンネルを略1年で完成させる。

以上のような期間、10月15日から翌年3月31日までの非灌漑期に於いてのみであるから、実質的な損失を受けるのは「発電事業者」のみである。「上下水道利水者」の場合は、転流があり、時季的に需要が高くもなし、渇水期でもない時だけに「利水損失補償」を言い立てる必要はあるまい。そのような訳で関西電力への「利水者補償」をコストに計上する事にする。

〈 利水者損失補償 〉

高山発電所の年間平均発生電力量は24,200MwHとされている。発電中止期間を4月20日までの190日分とする。

$$24,200 \times (190 \div 365) = 12,597 \text{ (MwH)}$$

* 電気料金について* ここではやや高めの従量電灯Bの適用とし、26円/KwHで計算するものとする。

M単位をK単位に変換する。12,597 × (1,000,000 ÷ 1,000) = 12,597,000 (KwH)

$$\text{損失補償費 } 12,597,000 \times 26 = 327,522,000 \text{ 円}$$

3億2千7百万円ほどであるが、コレッキリの補償で済む。

「高山ダム排砂トンネル」事業費総額は50年間でほぼ、36億2千6百万円となる。(上流3ダムの土砂還元費用は含まない)上流3ダム(青蓮寺、比奈知、室生)の土砂還元量を実績流入土砂50年分として見た場合、次のような「堆砂対策単価」となる。

$$362,600 \div (327 + 100) = 849 (\text{円}/\text{m}^3)$$

土砂還元事業費を3ダム50年分として「浚渫」対策としてみた場合、 $100 \times 35,000 = 350,000$ (万円)これを足して、布目ダムを除いた木津川上流ダム群「堆砂対策」事業費総額は $362,600 + 350,000 = 712,600$ (万円)である。

「4ダム総堆砂対策単価」は $712,600 \div 427 = 1,668$ 円/ m^3 となる。故に、「陸上掘削」単価より安く、38.8%でしかない。

〔 結論として 〕

環境回復を「内在化」させた「高山ダム排砂トンネル連携堆砂対策」こそが、木津川上流ダム群の実行すべき「ダム・アセットマネジメント」である。川上ダムに代替容量を持たせると言う発想が「何処から来ているか?」、それは既に大方が想像されているところであるが、「環境悪化と無駄遣い」の典型であり、マトモな「ダム・アセットマネジメント」とは程遠い「コジツケ議論」というべきであろう。

〈 参考資料 〉 淀川水系ダム群の長寿命化検討 (論文)

ここでは長い論文であるため、要所のみを認識頂きたいと考え、全体の内、最初の部分と最後の方2ページ分のみを示すこととする。

次ページからに掲載する。

淀川水系ダム群の長寿命化検討

水資源機構関西支社事業部特命審議役 森川一郎

1. はじめに

近年、中部地方をはじめとする土砂流入量の多いダムにおいて堆砂問題が顕在化し、様々な堆砂対策が検討され実施されてきている。そして、土砂流出がそれほど顕著でない水系のダムにおいても堆砂は着実に進行しており、水需要の増大に対処するため高度成長期に建設された多くのダムにおいて、今後40~50年には堆砂量が計画値に達し、集中的な堆砂対策投資を余儀なくされることも想定される。

本研究は、ダムが100年以上にわたりその機能を果たすとともに、維持管理の負担を後の世代に集中させないことを目的として、堆砂対策に着目したダムの長寿命化の検討を行うとともに、ダム群連携による堆砂対策の効率化について検討を行ったものである。

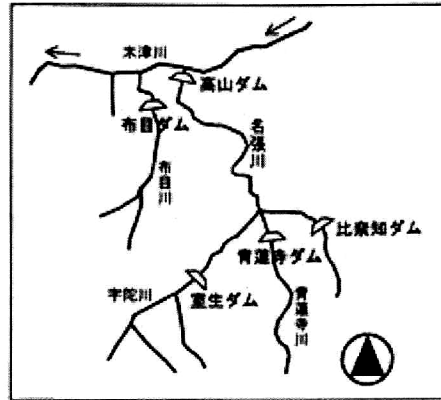


図-1 木津川上流ダム群

2. 木津川上流ダム群の堆砂状況

(1) 実績堆砂量

水資源機構は、現在、木津川上流域において、昭和44年に完成した高山ダムをはじめ、5ダムからなる水資源開発ダム群の維持管理を行っている(図-1)。

木津川上流ダム群5ダムのうち、青蓮寺ダムを除く4ダムにおいて、計画を上まわる速度で堆砂が進行しており、特に、建設からの経過年数が36年(平成17年時点)となる高山ダムでは、計画堆砂量の約半分まで堆砂が進行している(表-1)。

堆砂量の年変動をみると、高山ダムでは年平均堆積土砂量約10万m³に対し、最大で年間約65万m³の土砂が堆積している(図-2)。他ダムにおいても堆砂容量の約10~15%が年最大堆積量となっており、過去最大では10年から15年分の土砂が1年で堆積していることとなる。

表-1 木津川上流ダム群の堆砂進行速度(H17現在)

	経過年数	計画比堆砂量 (m ³ /km ² /年)	実績平均比堆砂量 (m ³ /km ² /年)	平成17年度実績堆砂率
高山ダム	36	201	< 264	47.4%
青蓮寺ダム	35	340	> 295	30.4%
室生ダム	31	191	< 275	44.6%
布目ダム	13	253	< 278	16.5%
比奈知ダム	6	318	< 613	15.4%

※ 上表の堆砂率は計画堆砂容量に対する率

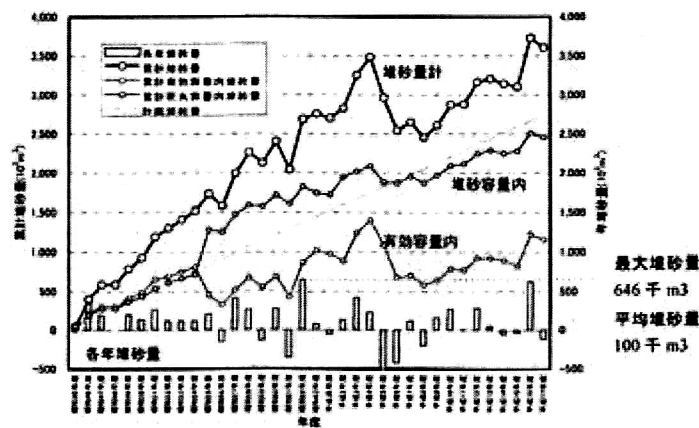


図-2 高山ダムの実績堆砂量経年変化

最大堆砂量
646千m³
平均堆砂量
100千m³

(2) 大規模回復策の検討

持続可能なダムの機能維持を図るためには、河川の掃流力を利用し、河川の土砂の連続性を確保しながら、土砂を下流に還元するとともに、土砂の有効活用を行いながら処理をすることが望ましい。しかし、堆砂容量満杯後に大規模回復を実施する場合には、河川の掃流力は期待できず、土捨場を確保し、機械力で運搬することとなる。土捨場の確保が困難であり、最大海まで運搬すると仮定すると、1回の大規模回復に要する費用は表-12となる。ここで、排出単価は水機構ダム等の実績から、運搬単価は大矢らの研究成果⁷⁾から設定した。

表-12 大規模回復策に必要な費用（海まで運搬すると仮定）

	計画堆砂容量 (m ³)	排出単価 (円/m ³)	運搬距離 (km)	運搬単価 (円/m ³)	1回の更新に必要な費用 (百万円)
布目ダム	1,900,000	20,000	83.8	6,285	49,942
高山ダム	7,600,000	20,000	97.8	7,335	207,746
室生ダム	2,600,000	19,825	85.0	6,375	68,120
青蓮寺ダム	3,400,000	20,000	114.3	8,573	97,148
比奈知ダム	2,400,000	20,000	110.6	8,295	67,908

※ダム機能維持のため常時満水位以上は掘削 (2,500円/m³)、以下浚渫 (20,000円/m³) と仮定

(3) 大規模回復策のみのケース 1

継続的な対策を実施せず、堆砂容量が満杯になった時点で堆砂容量を回復するための大規模対策を実施するケースについての試算結果を図-11に示す。

各ダムが概ね100年周期で大規模対策を実施することとなる。図-11.1では単年で堆砂容量を回復させているが、仮に運搬ルートを3ルート確保し、10tトラックを3分間隔で一日12時間稼働させて搬出できる土砂量は約3,000m³/日であるので、1回あたり2~8年の工事期間が必要となる。大規模対策が集中し、対策が実施できなくなる事態も想定される。

利率を考慮した総ランニングコストは62,500百万円となる(図-11.1)。

一方、毎年常時満水位以上を掘削し以下は浚渫することにより堆砂を抑制した場合、総ランニングコストは74,100百万円となる。利率(0.04)の効果により対策の後送りが安くなる結果となる。

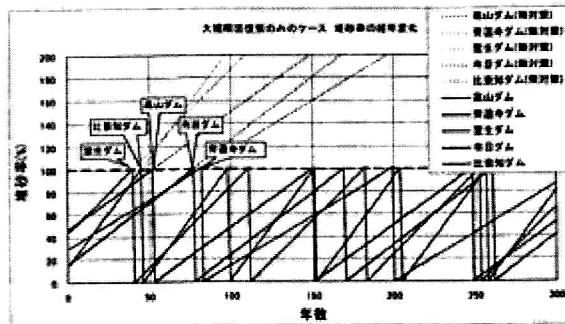


図-11.1 大規模回復策のみのケース (堆砂率の変化)

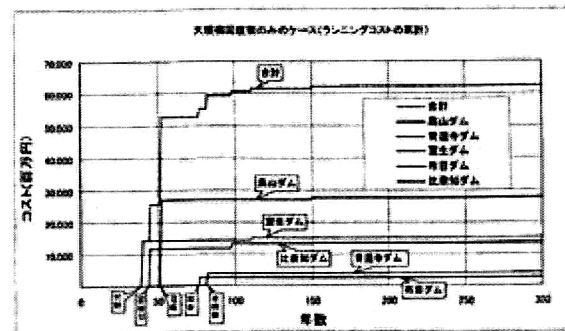


図-11.2 大規模回復策のみのケース (ランニングコスト累計)

(4) 水位低下掘削と高山ダムバイパスのケース2

継続的対策により、大規模対策の回数を減らし、トータルコストを抑制するため、布目ダム、青蓮寺ダム、比奈知ダムは「水位低下掘削」を実施し、バックアップを受けづらい室生ダムは「掘削+浚渫」、上流ダムの土砂還元により流入土砂量が増加する高山ダムには排砂バイパスを設けるケースを検討した(図-12)。ここでは5年に1度、非洪水期に水位低下掘削を実施すると仮定している。

水位低下掘削により大規模回復策の実施回数は減少し(図-13.1)、利率を考慮した総ランニングコストは24,300百万円となる(図-13.2)。

したがって、ケース1とケース2の差額38,200百万円(=62,500-24,300)以下のコストで、高山ダムの排砂バイパス及び水位低下のための措置(水位低下補償、代替水源の確保等)が可能となれば、土砂の連続性を確保しながら、より経済的で持続可能な土砂対策を実施することが可能となる。

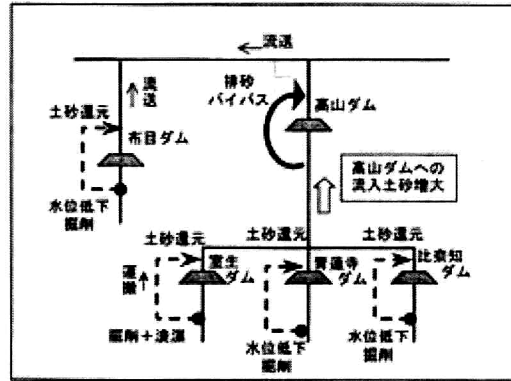


図-12 水位低下掘削+高山ダム排砂バイパスのケース

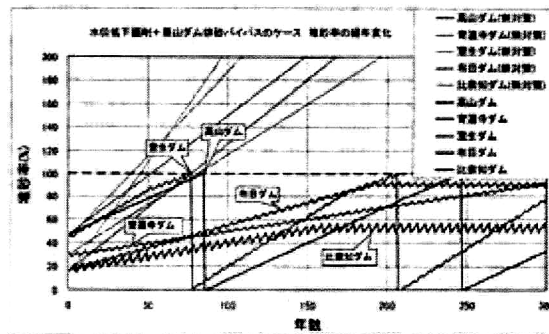


図-13.1 水位低下掘削+高山ダム排砂バイパス(堆砂率)

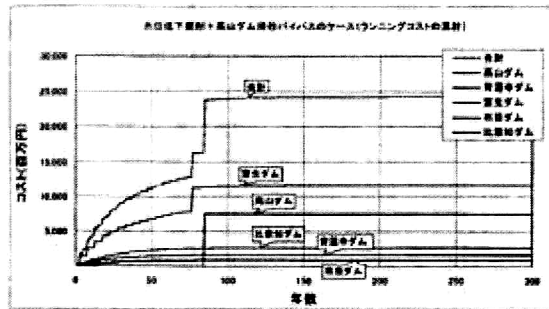


図-13.2 水位低下掘削+高山ダム排砂バイパス(ランニングコスト累計)

6. おわりに

本検討は、土砂流入の比較的小さい淀川水系のダムにおいて、長寿命化を図るために、ダム群として経済的に継続的な堆砂対策を行う方策について検討を行ったものである。今後の課題は以下のとおりである。

- ・継続的対策の制約と費用設定
- ・大規模回復策の設定手法
- ・水位低下代替措置の具体化
- ・土砂有効利用の設定手法
- ・環境影響の評価

参考文献

- 1) 小林, 角, 森川: 堆砂対策に着目したダムにおけるアセットマネジメントの適用性検討, 河川技術論文集(投稿中), 2007.
- 2) 例えば, 土木学会編: アセットマネジメント導入への挑戦, 技報堂出版, 2005.
- 3) 片岡, 梅崎, 木村: 関西電力における水土木設備劣化診断の運用, 電力土木, No. 322, pp. 23-27, 2006.
- 4) 金網, 川崎: ダムの維持管理コストとライフサイクルマネジメント, 土木技術資料, 45-6, pp. 46-51, 2003.
- 5) State Water Corporation: TOTAL ASSET MANAGEMENT PLAN tamp2004, 2004.
- 6) 愛知用水総合事業部: 愛知用水二期事業の牧尾ダム堆砂対策について, 水とともに, No. 41, pp. 4-7, 2007.
- 7) 大矢, 角, 嘉門: ダム堆砂リサイクルのコスト分析とPFIによる事業化検討, ダム工学 Vol. 13, No. 2, pp. 90-106, 2003.
- 8) 角, 森川, 高田, 佐中: 木津川上流ダム群を対象とした堆砂対策手法に関する検討, 河川技術論文集(投稿中), 2007.
- 9) 「淀川水系ダム等における土砂移動の連続性に関する検討会」資料(淀川ダム総合管理事務所).