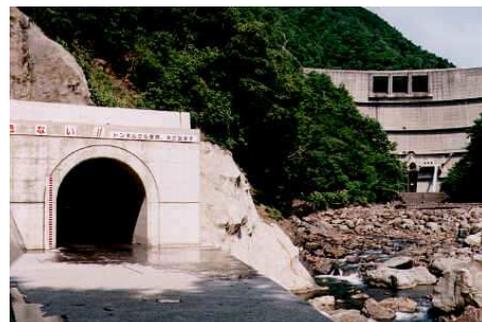


Key Issues: 水質  
貯水池の堆砂  
気候区分: 温帯湿潤気候(Cf)



主題 : 貯水池バイパス, 出水時の濁水バイパス  
効果 : 濁水の長期化防止, 貯水池への土砂流入防止

プロジェクト名 : 旭ダム  
国 : 日本、奈良県 (アジア) (N 34° 10', E 135° 50')  
プロジェクト実施機関 : 関西電力(株)  
プロジェクト実施期間 : 1980(竣工) ~  
GP実施機関 : 関西電力(株)  
GP実施期間 : 1998(運用開始) ~

**要旨:**

旭ダムは、長期間、濁水長期化問題に苦しんでいたが、この問題を解決するために、貯水池の上流端とダム下流とを結ぶバイパストンネルが建設され、この濁水問題が解決しただけでなく、下流域の生態環境の改善にもつながった。

**1. プロジェクトの概要**

奥吉野発電所は、最大出力 1,206 MW で、喜撰山発電所 (最大出力 466 MW)、奥多々良木発電所 (最大出力 1,212 MW) について、関西電力で第 3 番目の純揚水発電所として計画された。

奥吉野発電所は、増大を続ける電力のピーク供給力として、火力および原子力発電所と組合せ、系統の効率運用を図り、さらに近畿南部の電源を強化して、系統信頼度の向上に寄与する重要な電源拠点である。

発電所の主な特徴として、当時日本で最高クラスの総落差 530 m と 12 時間発電可能な池容量を持つことがあげられる。さらに、水車発電機を高速大容量機とし、日本で初めてサイリスタ起動方式を採用するなど、数多くの革新技术を導入した。

奥吉野発電所は、昭和 46 年より諸調査を開始し、昭和 50 年 4 月に本格的に工事に着手した。最終的には昭和 55 年 4 月に、全号機とも運転を開始した。

主な仕様を表-1 に、位置図を図-1 示す。

**表-1 奥吉野発電所主要諸元**

Item	Specifications	
River system	Asahi River, Shingu River System	
Catchment area	39.2 km <sup>2</sup>	
Power plant (pure pumped storage)	Name	Okuyoshino Power Plant 奥吉野発電所
	Max. out	201 MW/unit x 6 units
	Max. discharge	288.0 m <sup>3</sup> /s
	Effective head	505.0 m
Dam	Type	Arch
	Height	86.1 m
	Crest length	199.41 m
	Volume	147,300 m <sup>3</sup>
Reservoir	Total storage capacity	15.47x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (when constructed)
	Live storage capacity	12.63x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (when constructed)
	利用水深	32 m



**図-1 奥吉野発電所位置図**

## 2. プロジェクト地域の特徴

旭ダムは、日本最多雨地帯である紀伊半島南部の大峰山系を源流とする新宮川水系に位置し、年間の降水量は 2,000mm を越える。降水は、6 月の梅雨期から 9 月の台風期に多く、出水もこの時期に集中しており、1990 年 9 月には既往最大流量 662m<sup>3</sup>/s を記録した。

流域は標高 1,000 ~ 1,800m の壮年期の急峻な山岳地形が発達し、河川は V 字谷を形成し河川勾配は 1/6 ~ 1/7 と急勾配である。また、流域の急傾斜を利用して杉、檜等の針葉樹が植林されており、その他カシ、アカマツ等の雑木林がみられる。流域は建設以来、崩壊地が増えつつあり、1966 年と 1990 年の調査結果とを比較すると崩壊面積率は約 12 倍に増大していた。

一方、崩壊発生の素因として流域内の伐採跡地(植生)や地質条件および地形などに着目すると、崩壊面積率の高い流域源流部は、伐採跡地の分布、大峰酸性岩類の分布と重なっており、さらに地形的には急峻な斜面地形であることから、これらが崩壊発生の素因である可能性が高いと考えられる。

## 3. 主要な影響

奥吉野発電所の下池である旭ダム貯水池では、1978 年の完成以来、選択取水設備の運用、ダム直下流への濾過堰の設置、調整池周辺の地山崩壊防護工事により濁水問題に対処してきたが、上流域における伐採等の流域の状況変化、特に 1989、1990 年の台風による大規模出水時の山腹崩壊などにより濁水長期化問題が顕在化した。加えて当初計画以上の堆砂の進行も懸念されたため、抜本的な対策が必要となった。

濁水長期化問題の顕在化以降、ダム上流、ダム調整池内、ダム下流の濁度、水温の計測を毎日実施してきた。また、貯水池内の水質についても毎月 1 回調査しているが、旭ダム上流には民家がなく、人工的な流入負荷がないため、ダム調整池内への濁水や土砂の流入、堆積の結果生じる底泥からの栄養塩の溶出、およびそれに伴う富栄養化の傾向は全くなかった。

図-2 に旭ダム下流の濁水長期化日数および旭ダム上流域の崩壊面積率の推移を示す。この結果によると、ダムの運用開始以来、崩壊地が徐々に増え、1989 年、1990 年の大規模な台風が発端となり、これらの崩壊地から土砂が大量に流れ出し、ダム調整池内に流入することによって非常に長い期間の濁水問題が発生したと考えられる。

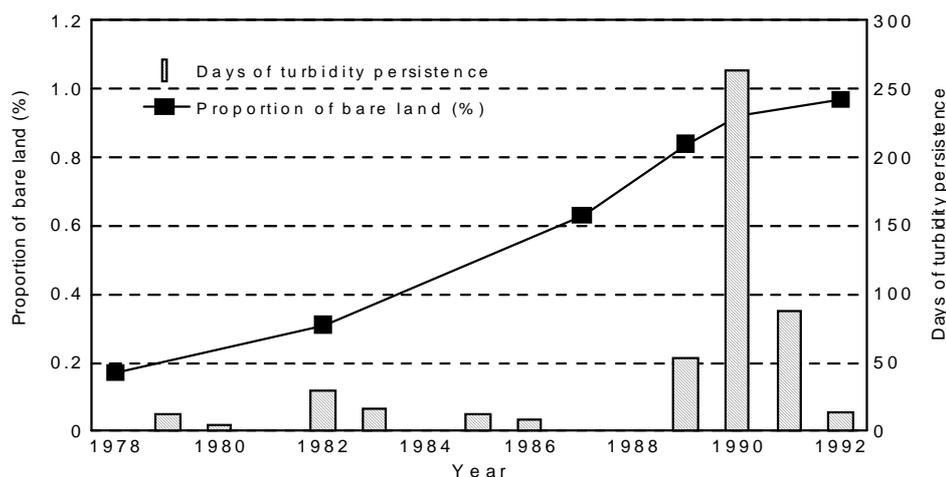


図-2 旭ダム下流の濁水長期化日数および上流域の崩壊地面積率

#### 4. 影響緩和策

ダム運用開始以来、1990年に至るまで上述のとおり種々の濁水長期化対策を実施してきたが、非常に大きな出水時の濁水長期化問題に対しては、はかばかしい効果がなかった。地元からの強い改善要望もあり、1991年から対策案の検討を始め、選択取水運用の改良、崩壊地の保護、下流河川における礫間浄化、凝集剤による強制沈殿、汚濁防止膜による濾過、バイパス排砂など様々な対策を検討したが、効果、実現性、地点特性などから判断し、堆砂問題も同時に解決できる抜本的な対策として、日本で初のバイパス排砂設備(バイパス水路)の設置を決定した。これは、旭ダムの運用・地点特性、すなわち揚水式であるため流水の貯留が必要なく、流域も比較的小さいという特性を最大限活用したものであり、バイパス水路により濁水、掃流土砂を貯水池に流入させることなく下流河川へ排出する計画である。

設備の計画・設計においては、まず河道形状等の地点特性から基本レイアウトを決定し、濁水長期化の軽減、および堆砂の軽減の観点からウォッシュロードだけでなく、浮遊・掃流土砂も対象とした。確実な効果を生み出す為のトンネル最適通水量の決定、およびトンネル内土砂閉塞の回避等に対しは、水理模型実験、数値シミュレーションを行って技術的な課題に対応した。また、バイパスの上下流における河床変動の予測や水理的な安定性、更に摩耗を初めとする維持管理について種々検討している。1998年の運用開始以降、本バイパスは、基本的に出水時のみにトンネル内に流入水・流入土砂を迂回させ、平常時の清水はダム湖へ流入させている運用を行っている。これは、旭ダムは揚水式発電所の調整池であるため流水の貯留の必要はないが、調整池内の水の循環を良くし、水質の悪化を防ぐためである。

表-2にバイパス排砂設備の諸元、図-3にバイパス設備の概要図を示す(以下、バイパス排砂設備を「バイパス」と呼ぶ)。

バイパス工事は1994年に着工し、1998年4月より運用を開始している。

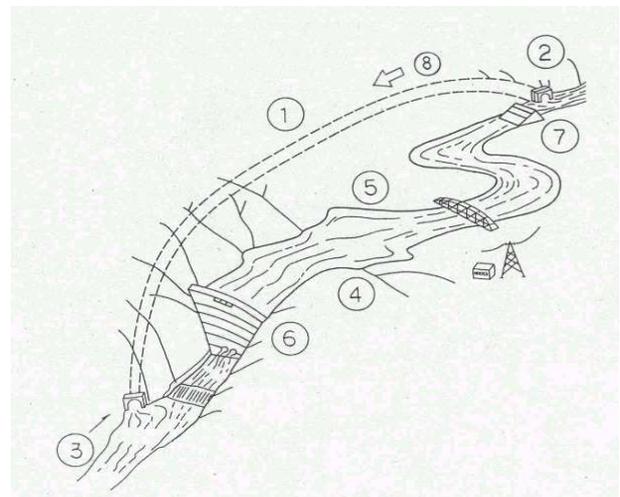
なお、上池は貯水容量に比べて流入量が十分に小さいため、旭ダム貯水池のような濁水問題は発生していない。

#### 5. 影響緩和策の効果

濁水長期化軽減、堆砂進行軽減、その他下流河川環境への影響を調べるため、バイパス運用開始後、その効果の確認のため、表-3に示す水質調査(濁水長期化、富栄養化)、調整池内の堆砂、河川の土砂堆積状況(河床断面)、河床粒度、瀬・淵調査、水生生物調査などを実施している。

表-2 バイパス排砂設備主要諸元

バイパス排砂設備	堰	堤高×堤頂長	13.5×45.0 m
		構造	鋼製
	取水口	高さ×幅	14.5×3.8 m
		長さ	18.50 m
		構造	鉄筋コンクリート造り 鋼製ライニング
	水路トンネル	ゲート	1門
		高さ×幅	3.8×3.8 m (幌型)
		長さ	2,350 m
		勾配	約 1/35
		最大通水能力	140 m <sup>3</sup> /s
構造		鉄筋コンクリート巻立	
放水口	幅×長さ	8.0~5.0×15.0 m	
	構造	鉄筋コンクリート造り	



Tunnel Inlet Outlet Asahi reservoir  
Okuyoshino power plant (underground)  
Asahi dam Dam of splitter Flood

図-3 旭ダムバイパス排砂設備の概要

これらの調査・計測の結果によれば、バイパス排砂は、濁水長期化軽減、堆砂進行抑制、下流河川環境の復元に対し多大な効果をあげていると考えられる。

まず、濁水長期化問題に対する効果の一例として、バイパス運用前と運用後の出水時のダム上下流および貯水池の濁り状況を比較した結果を図-4、5、6に示す。比較に用いた出水はほぼ同規模のものであるが、バイパス運用前(図中の BO)には1ヶ月近く濁水長期化が続いていた規模の出水時でも、バイパス運用後(図中の AO)には出水終了後3日目には上流の濁りと同じく、平常時の河川状態にまで低減しており、効果を明確に確認することができた。また、調整池内の濁度は運用開始前よりかなり低いレベルで推移しており、堆砂進行も、運用前に比べて約1/10程度に抑制されていることがわかった。

次に、下流の河川環境への影響として、従来、ダムで遮断していた上流域からの土砂をバイパス排砂によって下流河川に戻すことができ、下流河川の河床低下、アーマコート化を防ぐ効果があると考えられる。実際に瀬・淵調査や河床粒度調査から河相の変化(回復)が確認されており、地元の方からも「ダム完成以来減少の一方であった白石(上流域特有のきれいな白い石)が戻ってきた。昔の川に戻りつつある。」との評価をいただいている。

表-3 バイパス運用に伴う環境影響調査項目

調査項目	調査地点		調査内容
	ダム	下流河川	
水質(濁水長期化)			水温、濁度
水質(富栄養化)			水温、濁度、BOD、COD、T-N、T-P等
堆砂状況			横断測量
瀬、淵状況	-		分布調査、横断測量
水生生物	-		生息環境、付着藻類、底生生物、魚類調査

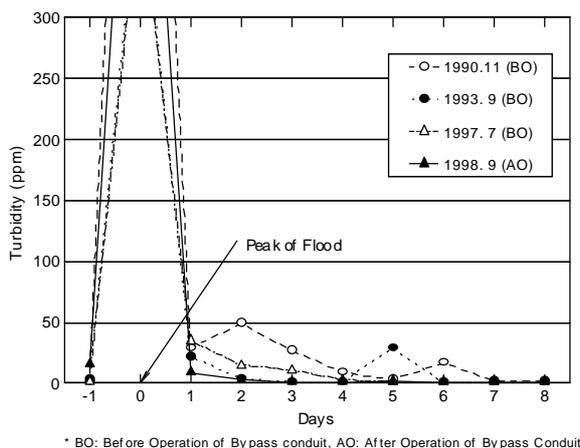


図-4 ダム上流河川の濁度状況

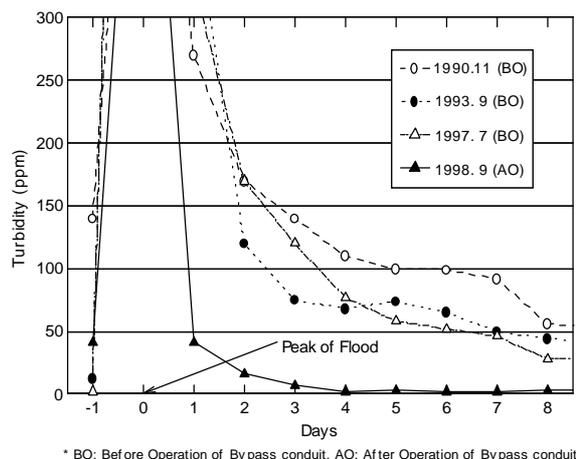


図-5 ダム下流河川の濁度状況

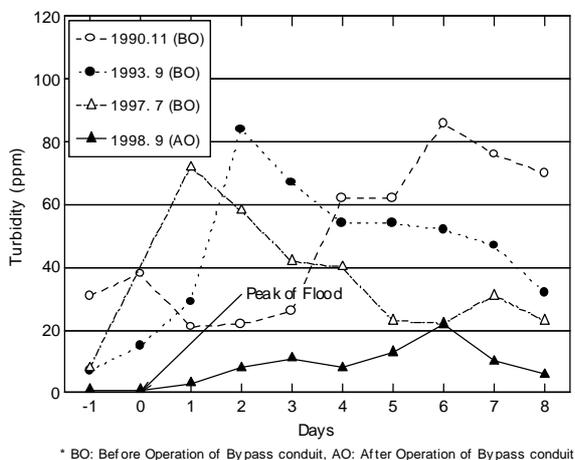


図-6 旭ダム調整池の濁度状況

## 6. 成功の理由

成功の理由としては、以下の事項があげられる。

### (1) 抜本的な対策としてのバイパス排砂の立案、実行

海外の事例調査を含め、種々の対策案の比較、検討を行い、地点の特性などを考慮し、抜本的な解決策としてバイパス排砂を立案、実行した。

### (2) 計画、設計段階での詳細な調査、分析、検討

計画、設計段階における水文、気象、地勢等の詳細な調査、分析、および構造物の水理設計に際して学識経験者のご指導をいただき、大規模な水理模型実験や数値シミュレーションを実施し、その成果を設計に反映させた。

## 7. 第三者のコメント

< 日刊工業新聞(平成 12 年 5 月 31 日) >

“関西電力は奈良県の奥吉野揚水発電所ダムにわが国初の濁水バイパス放流設備を完成、ダムの堆砂量や河川の濁りを大幅に減らし、下流の自然回復にも大きな効果のあることを実証した。”

## 8. 詳細情報の入手先等

### 参考文献

- 1) Minoru HARADA , Masashi TERADA, Tetsuya KOKUBO: Planning and Hydraulic Design of Bypass Tunnel for Sluicing Sediments Past Asahi Reservoir ,ICOLD 19<sup>th</sup> ,1997

### 問い合わせ先

関西電力(株)

URL : <http://www.kepco.co.jp/>