

Key Issues: 水質
地域産業の振興
気候区分: 温帯湿潤気候(Cf)
主題: 選択取水設備, ダム群運用方法
効果: 濁水問題の沈静化



プロジェクト名: 飛騨川水系ダム群
国: 日本、岐阜県 (アジア)
(N35°56 ~ N36°4 E137°15 ~ 29)

プロジェクト実施機関: 中部電力株式会社
プロジェクト実施期間: 1969 ~
GP実施機関: 中部電力株式会社
GP実施期間: 1983 ~

キーワード: 濁水, 選択取水設備, 貯水池運用

要旨: 中部電力の水力発電所群がある飛騨川流域では、朝日ダムの完成から間もなく、濁水現象の長期化が問題視されるようになった。その後、高根第一ダム完成以降、朝日ダムおよび高根第一ダム選択取水設備設置等の濁水長期化を引き起こす大規模貯水池に対策工事を実施した。その結果、基準濁度(東上田地点 15ppm)の超過日数が 93 17.5 11.8 日/年と減少し濁水対策工事の効果をあげている。

1. プロジェクトの概要

飛騨川は、その源を北アルプスの南端乗鞍岳と御嶽山に発し、秋神川・馬瀬川をはじめとする幾多の支川を集めて南下し美濃加茂市で木曾川と合流する、流路延長134km、流域面積2,177km²の木曾川水系最大の支川(図-1)である。この飛騨川では、古くから電源開発が行われており、現在その発電所数は23箇所、許認可最大出力の合計は約114万kWにのぼっている(表-1)。

特に、上流域には1953年完成の朝日・秋神ダム、1969年完成の高根第一・第二ダムを中心としたダム群が存在し、電力需要のピーク時における安定供給に重要な役割を果たしている。図-2に上流ダム群の設置標高を示す。

このうち最上流部に位置する高根第一発電所は揚水式発電所で、4台の発電機を有しており、このうち3号機は貯水池の表層または中層から最大75m³/sを取水できる選択取水設備を有している。この3号機は、取水口が表層取水状態の場合、揚水運転はできない。

また、朝日ダムは貯水池の表層または中層から取水できる選択取水設備を有しており、この取水塔内に秋神ダムで取水した水を注水し、朝日ダムで取水した水と混合して発電に使用する形になっている。この秋神ダムで取水した水は同ダムの取水口(選択取水設備はない)、連絡水路を経て、朝日ダムに注水される。この流水は秋神ダムと朝日ダムの貯水位の差によって流下する。(許容水位差:12m, 最大流下能力:12.5m³/s)

朝日発電所で発電に使用された流水は、下流の久々野ダム、久々野発電所ならびに小坂発電所を経て東上田ダムに流入している。東上田ダムを含めてダム群としてとらえ、これらの発電運用調整により、東上田ダム放流水の濁度を、出水時を除いて15ppm以下、努力目標10ppm以下とするべく、濁水軽減対策を行っている。この濁度値の設定は、東上田ダム下流域における、鮎の友釣りを主体とする漁業活動に対する影響、ならびに下呂温泉等の観光に対する景観に対する配慮から設定したものである。



図 - 1 飛騨川水系 位置図

表 - 1 飛騨川水系発電所概要

所名	許可最大		電水比 (KW/m ³ /s)	有効落差 (m)	流域面積 (km ²)	有効貯水量 (× 1000m ³)	運転開始 (年/月)
	出力	使用水量					
	(MW)	(m ³ /s)					
高根第一	340.0	300.0	1,124	135.0	159.8	33,188	1969/9
高根第二	25.1	40.0	628	74.7	173.0	5,359	1969/3
朝日	20.5	32.1	639	77.0	308.3	37,741	1953/12
久々野	38.4	34.6	1,110	127.5	312.3	386	1962/11
小坂 1,2G	18.0	16.7	1,078	130.0	485.9	-	1930/11
小坂 3G	31.0	28.0	1,107	128.9	312.3	-	1966/1
小坂川	21.0	6.0	3,500	431.7	38.3	-	1983/11
東上田	35.0	40.0	875	104.7	770.0	561	1954/12
中呂	13.3	20.0	650	79.0	-	-	1978/6
瀬戸第一	27.0	32.0	844	102.3	924.7	-	1924/3
瀬戸第二	21.0	15.5	1,357	161.1	223.2	204	1938/9
竹原川	1.0	2.5	400	63.6	52.8	-	1922/1
下原	22.2	80.0	278	34.6	1,563.7	592	1983/12
馬瀬川第一	288.0	335.0	853	100.5	1,034.9	98,999	1976/6
馬瀬川第二	66.4	113.0	584	70.6	1,049.0	6,052	1976/6
大船渡	6.4	64.0	100	12.3	1,574.0	415	1929/12
新七宗	19.7	95.0	207	24.9	1,574.0	415	1982/6
七宗	6.2	50.0	123	155.7	1,616.8	312	1925/11
佐見川	0.3	1.1	233	37.9	56.7	-	1928/12
名倉	22.2	80.0	278	34.1	1,685.7	382	1936/11
新上麻生	60.2	80.0	753	87.0	1,685.7	382	1987/6
上麻生	27.0	62.6	432	51.3	2,021.2	251	1923/11
川辺	30.0	155.0	194	24.2	2,159.0	1,724	1937/12
計	1,139.9	-	-	-	-	-	-

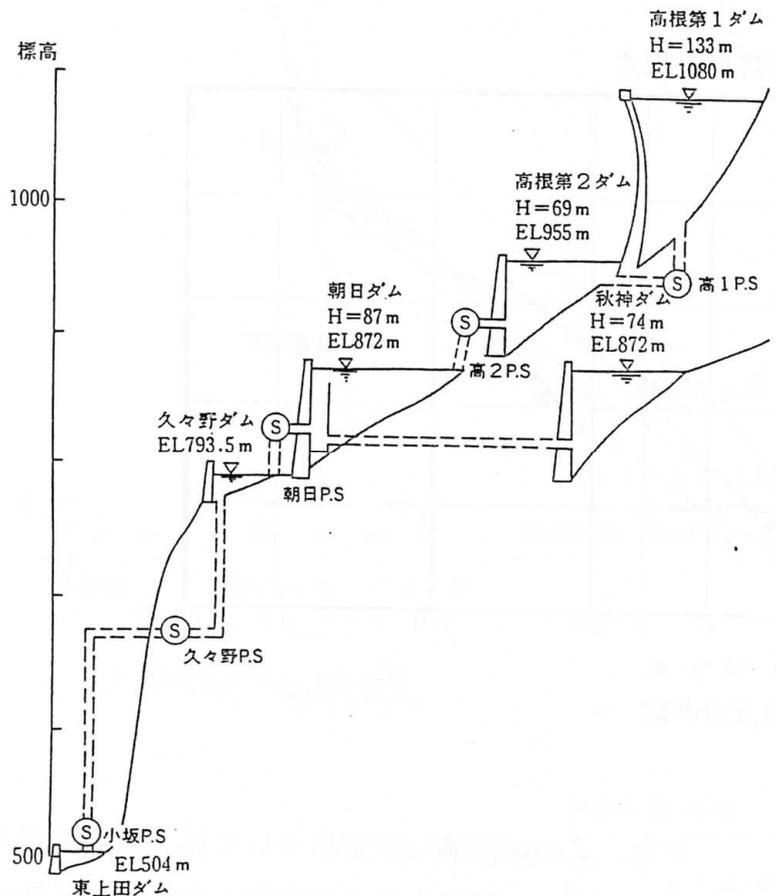


図 - 2 飛騨川上流ダム群縦断位置図

2. プロジェクト地域の特徴

2.1 地形

流域の北北東に位置する秀峰乗鞍岳と、東側に位置する霊峰御嶽山の2大火山を中心とした放射状河谷形状と溶岩台地の存在が特色である。

2.2 地質

飛騨川水源付近の地質には、火山特有の泥流堆積物、乗鞍安山岩、御岳安山岩、ひん岩、石英斑岩および古生層には砂岩、頁岩、チャート等が含まれている。これらのうち朝日ダムの上流は、火山性堆積物が主であり、濁水が発生しやすく、崩壊が生じやすい地質となっている。

2.3 ダムの位置と流入河川の状況

ダムの位置と流入河川の状況は、図 - 3のとおりである。高根第一ダムの流入河川としては、飛騨川本流の野麦川と支川の日和田川がある。また、朝日ダムに流入する大きな支川としては、上流部に子ノ原高原を持つ徳河谷がある。

2.4 年間降水量

高根第一ダム地点の年平均降水量は1,760mm、朝日ダム地点の年平均降水量は1,728mmであり、日本の平均降水量と同程度である。

2.5 貯水池への年間総流入量と貯水池容量

年平均河川流量は、高根第一ダム地点で $10.0 \text{ m}^3 / \text{s}$ 、朝日ダム地点で $14.3 \text{ m}^3 / \text{s}$ 、秋神ダム地点で $6.2 \text{ m}^3 / \text{s}$ である。各貯水池への年間総流入量と貯水池容量の比()は表 - 2のとおりである。

一般的に貯水池は、通常の水文、気象条件下において < 10 で安定した成層(温度躍層形成)型になり、

> 20では混合型貯水池になるといわれている。こうした面で見ると、高根第一ダム貯水池は成層型の貯水池に、朝日ダムは混合型に近く、秋神ダムは成層型に近い貯水池に分類される。ちなみに、高根第一ダム貯水池は、5月から6月にかけて成層化が進み、9月下旬から循環期に入る。

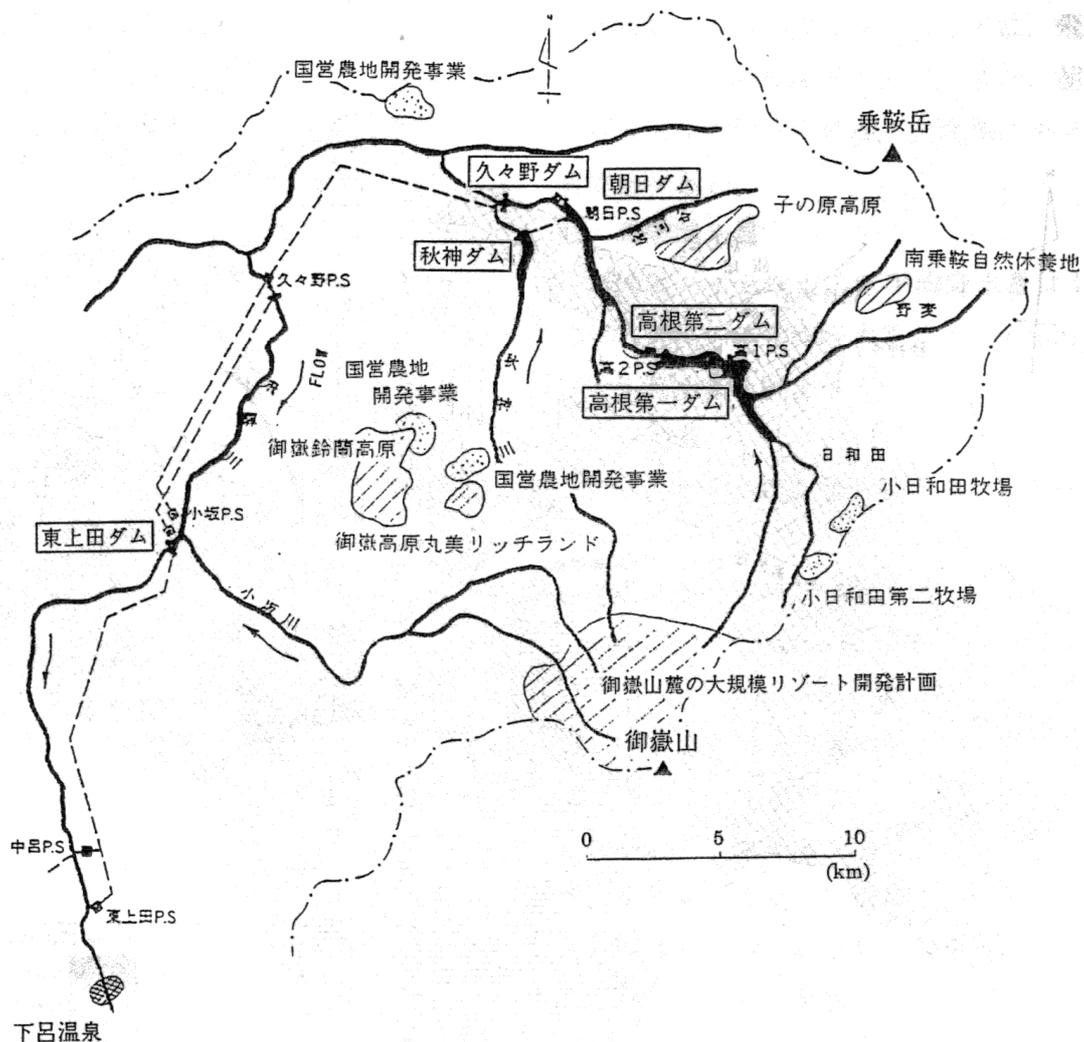


図 - 3 飛騨川上流ダム群位置図・開発状況

表 - 2 各貯水池への年間総流入量と貯水池容量との比

ダム名	総貯水容量 B (万 m ³)	有効貯水容量 (万 m ³)	年間総流入量 A (万 m ³)	= A / B
高根第一	4,112	3,319	31,626	7.7
朝日	2,296	2,166	45,010	19.6
秋神	1,653	1,608	19,237	11.6

年間総流入量は、1989年から5年の平均

2.6 土地利用形態

水源流域の高根村、朝日村の土地の約95%は森林となっている。

この流域では、1950年代前半からの電源開発および道路整備、1960年代前半からの積極的な森林開発(3,250ha)、さらに高度経済成長期の観光開発ブームによって、流域内の日和田・子ノ原・野麦・南乗鞍・御岳・鈴蘭高原の観光レジャー施設の開発が行われてきた。1988年から国営農地開発事業が行われたほか、御岳山麓の大規模リゾート開発計画(2,000ha)も進められた。

これらの開発状況を図 - 3 に示す。こうした開発は、主に朝日ダムの流域で行われたことから、1958年の濁水発生の大きな要因となった。なお、1960年代後半から開発された観光レジャー施設関連の土地については、現在、代償植生が開発当時の裸地を覆い尽くしている。また、最近では新たな土地開発に際しては、濁水発生防止対策が講じられており、過去のような問題は生じなくなっている。

2.7 下流河川の利用状況

下流河川への入川者数は飛騨川全体で年間5～6万人に上り、このうち9割の4～5万人は魚釣人である。漁業は鮎漁が主体であり、最も漁業活動が盛んな区間は東上田ダム下流から下呂温泉の間である。本区間で活動している益田川漁業組合(飛騨川の中流域から上流を地元では益田川と称している。)における1991年の鮎の放流量および漁獲高は、それぞれ約10t、84tとなっており、最近の約20年間の間で、放流量・漁獲量はともに約4倍に増えている。また、近年は、アウトドア指向により魚釣り以外の遊川者の増加が見られる。

なお、飛騨川における発電以外の利水の主なものとしては、下流の上麻生えん堤直上流で水資源開発公園の上・工・農水(最大9.54m³/s)がある。これに関しては、過去に濁水の問題が起こったことはない。

3. 主要な影響

3.1 濁質粒径調査

飛騨川上流域の濁質の平均粒径は図 - 4 のとおりであり、野麦川の粒度は比較的細微である。濁質の粘土粒子は負の電荷を帯びており、粒子径が1μm以下の場合、水中では反発しあうため、コロイド状態となる。図 - 4によれば、飛騨川の濁質の場合はこれらの量が5～10%程度と少ないため、貯水池における濁質の沈降効果を期待した濁水運用が可能である。

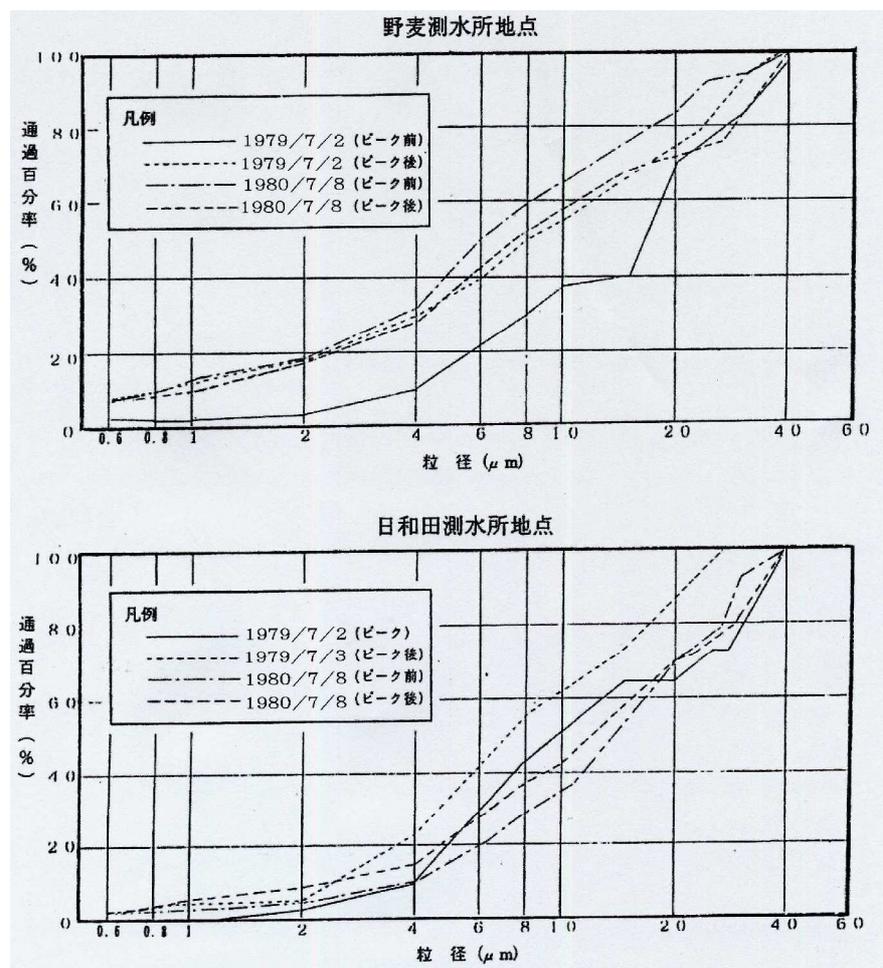


図 - 4 粒度分布図

3.2 流入水の濁度状況

主な河川における出水時の流入濁度の特性は次のとおりである。

野麦流域からの流入水は極めて高濁度で、しかも比較的長期間濁水化している。

日和田流域からの流入水の濁度は、ピーク時でも100～200ppm程度であり、ほぼ1日で清浄化する。

徳河谷からの流入水の濁度は、ピーク時には1,000ppmまで達するが、短期間に清浄化する。

秋神ダムへの流入水は比較的低温で、しかも水量が多く、比較的高温である。

3.3 濁度の監視

高根第一・高根第二・朝日・秋神ダムの取水口前面に水深別濁度計を設置、また主要流入河川と放水口に連続濁度計を設置して常時監視している。また、濁水軽減のためのダム群の運用を、より効果的に実施するため、マンパワーにより各貯水池内の縦断的な水深別濁度・水温を測定するとともに、さらに最下流の川辺ダムまで連続濁度計を配置して、水系全体を常時監視している。水深別濁度計と連続濁度計の情報については、中部電力岐阜支店まで伝送し、リアルタイムに濁水対策が行える対策を整えている。濁度観測点の概要を図-5に示す。

3.4 濁水問題の経緯

濁水問題の発生は、朝日ダム完成後5年目の1958年7月の11号台風に伴う集中豪雨に端を発している。このときの総降雨量は飛騨川上流域で400mm～530mmに達し、朝日ダムは、ダム上流2kmにある徳河谷から、土砂を大量に含んだ濁水の流入を受け、貯水池は濁水状態を長期間継続することになった。このため、ダム下流域の市町村を始め、関連漁業共同組合を主とした関係諸団体から、相次いで岐阜県ならびに中部電力に対し、清水化の要望が出された。特に関連漁業協同組合から、漁獲時期の喪失、魚族の繁殖障害についての被害補償の要求が出され、飛騨川濁水問題が社会的、政治的問題として取り上げられる事態となった。

これ以降、現在に至るまでの経緯については、以下に示すとおり、選択取水設備の整備の進展とともに、大きく3つの期間に区分して考えることができる。

(1)第 期：1958年7月～1973年3月

(濁水発生～朝日ダム選択取水設備設置・秋神ダム連絡水路の朝日ダム取水塔直結前)

ダム群上流域において、1973年頃までの高度経済成長期に相次いで観光レジャー施設が開発され、また、高根第一、第二発電所の建設工事も1965～1969年に行われた。この期間においては、濁水問題が多数発生している。

(2)第 期：1973年4月～1983年5月(高根第一ダム選択取水設備設置前)

観光レジャー施設開発に代わって、国道・県道の拡幅工事、林道の開設工事が多数実施された。道路工事で切り取られた土砂が直接河川に捨て土された時期でもある。この期間においては、一時濁水問題が沈静化したが、1978年の出水から濁水問題が再燃した。

(3)第 期：1983年6月～現在まで(高根第一ダム選択取水設備設置以降)

中部電力は1983年以降、上流水源流域の濁水発生防止のため、土地の開発事業計画の把握に

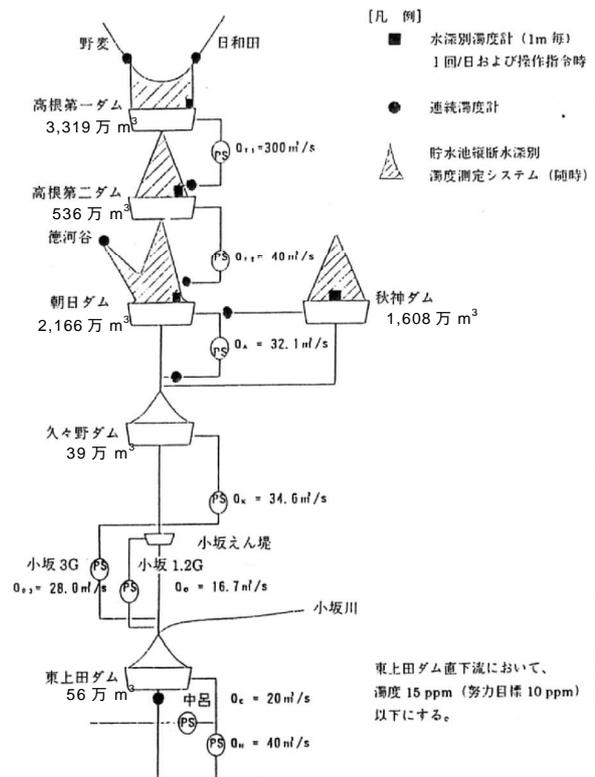


図 - 5 濁度観測点の概要

努め、関係官庁・関係事業者等に、工事等に伴う濁水防止対策を要望してきている。また、1984年3月には、関係漁業協同組合および県漁連から岐阜県議会に対して「飛騨川濁水に対する要望書」が提出された。これらを踏まえ、行政当局によって、保安林の拡大、砂防ダムの設置等による上流域の濁水発生防止策が配慮されるに至った。

この時期においては、第一期、第二期に開発された際の裸地も、代償植生が進み、崩壊地も減少している。(代償植生は経年により自然に回復したもので、崩壊地の減少については治山工事が寄与しているものと考えられる。)また、設備の整備、運用方法の改善により、濁水問題が沈静化してきている。

4. 影響緩和策

4.1 選択取水設備の設置および連絡水路の直結

朝日ダムの取水設備については、1966年2月に取水塔最下部ゲート設置、1968年2月取水塔帆布製ゲート設置(表層取水化)、1973年2月表層取水ゲート改良、1980年表層取水設備下部ゲート改良等、段階的に取水設備の改良を行った。また、このうちの1973年の改良時には秋神ダムから朝日ダムへの連絡水路を取水設備に直結している。さらに、高根第一ダムについては、1983年に選択取水設備を設置している。これら取水設備の諸元を表-3に、概要を図-6に示す。

表-3 高根第一・朝日ダム選択取水設備諸元表

項目	高根第一ダム	朝日ダム
取水量(m ³ /s)	75	32.1
ゲート形式	半円形2段式ローラーゲート	ローラーゲート (取水塔下部はスライドゲート)
ゲート寸法		
(上段扉)	半径 3.350m × 高さ 30.500m	幅 3.530m × 高さ 13.000m × 8 門
(下段扉)	半径 3.650m × 高さ 29.000m	幅 3.348m × 高さ 19.000m × 8 門
(取水塔下部扉)	-	幅 2.370m × 高さ 7.000m × 8 門
ゲート巻上方式	ワイヤーロープ巻上式	ワイヤーロープ巻上式

4.2 ダム群の運用

飛騨川濁水長期化を支配する上流4ダム(高根第一、高根第二、朝日、秋神)を含む流路の関係と各ダムの貯水量、発電使用水量は図-2および表-1に示したとおりである。これらのダム群における濁水軽減のための運用の基本的な考え方は、次のとおりである。

出水時にダムへ流入した濁水は、早期排出に努める。ただし、小規模な出水で、流入濁水を全量貯留したまま清水放流を継続できる場合を除く。

出水経過後、時期を見計らい、清流放流に切り替える。この際、東上田ダム下流地点における放流濁度の設定値を満足するよう、次の点を考慮する。

- 朝日ダム下流残流域の流量、濁度
- 秋神ダムから朝日ダムへ注水した水による希釈効果
- 貯水池に残る濁水の沈降による清水化

このような考え方に基づく具体的な運用方法に関わる主なダムの特徴を以下に示す。

- 最上流の高根第一ダムは、発電使用水量が300m³/sと大きいため、建設以来洪水吐ゲートによる放流をほとんど行っていない。今後も、発電運用によって水位調節を行い、出水においても洪水吐ゲートによる放流を避けることができる。
- 高根第二ダムは、貯水容量が小さいため、高根第一発電所の発電放流によって容易に洪水吐ゲートからの放流が生じる。

- 朝日・秋神両ダムは、それぞれ中容量の貯水池であり、発電使用水量が $32.1\text{m}^3/\text{s}$ と小さいため、出水時にはたびたび両ダムとも洪水吐ゲートからの放流を余儀なくされる。ただし、秋神ダムは、その流域の崩壊地も少なく、安定しているために、過去のいかなる出水においても濁水化したことはない。

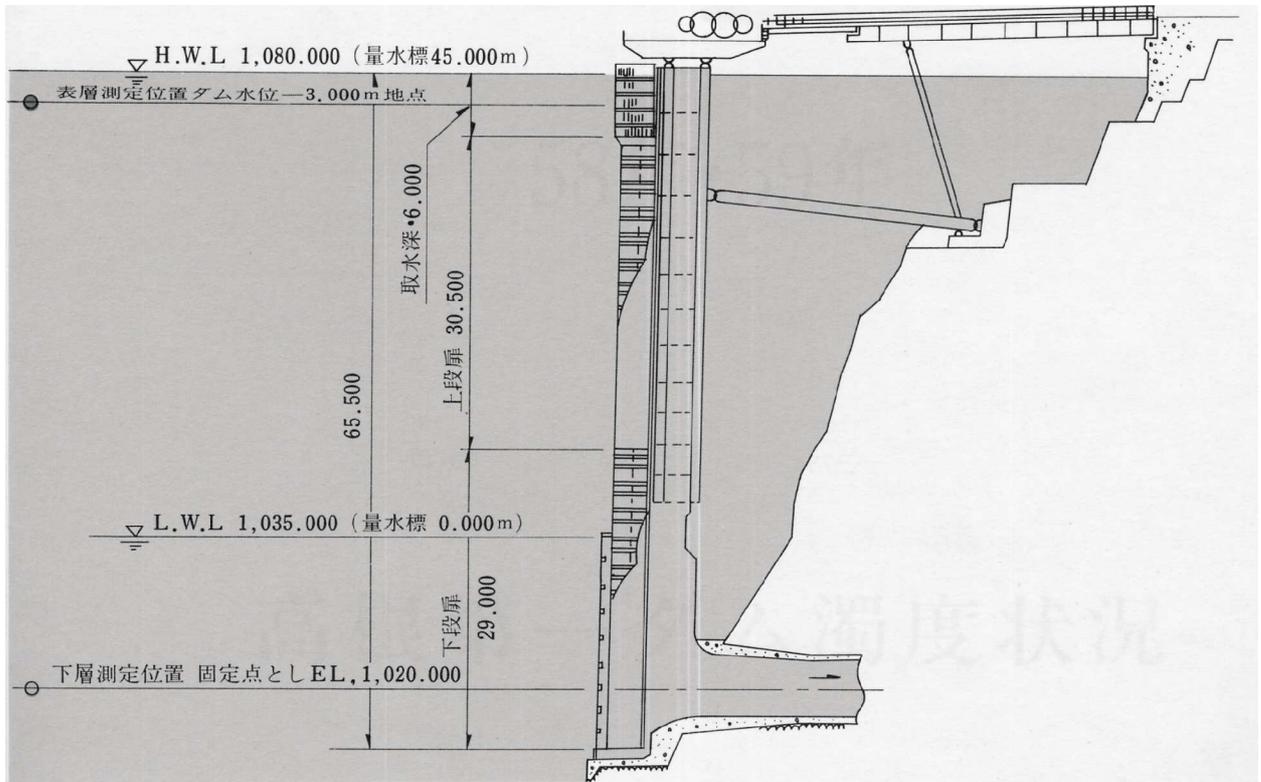


図 - 6(1) 高根第一ダム選択取水設備概要図

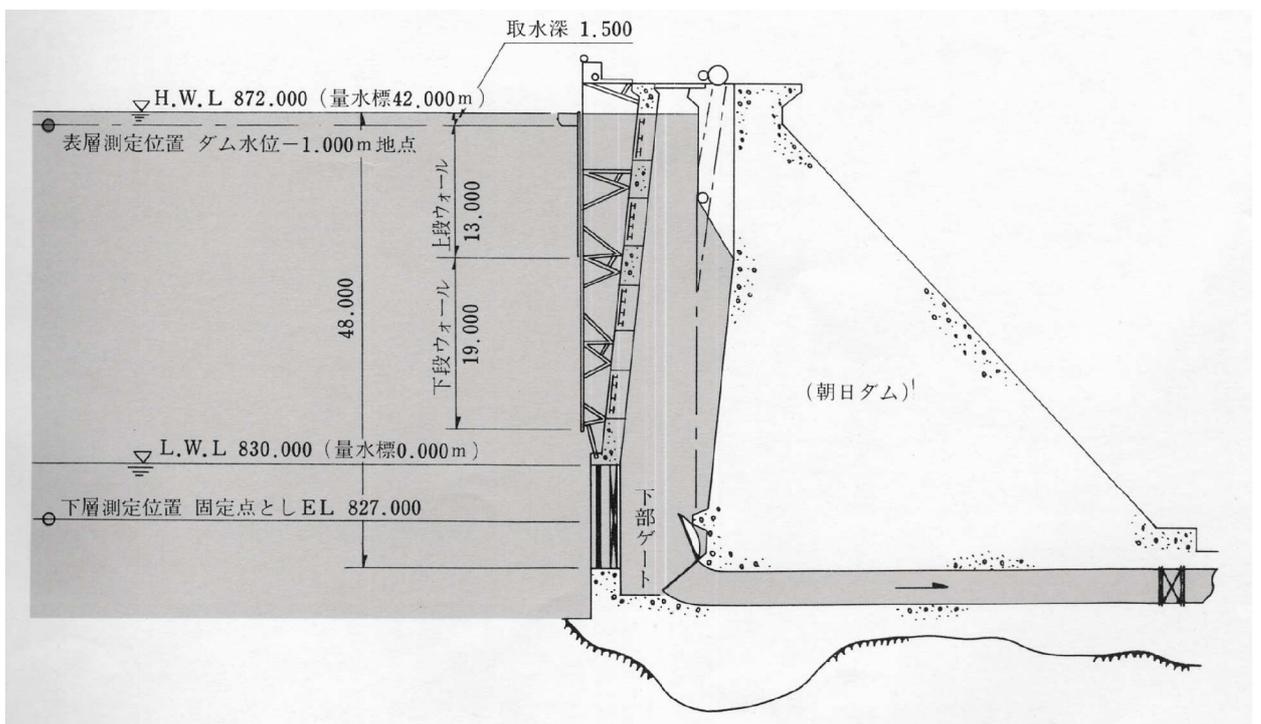


図 - 6(2) 朝日ダム選択取水設備概要図

以上の流路およびダム系において、下流濁水の長期化を軽減するためのダムの基本的な運用方法を、朝日ダムからのゲート放流の有無により次のとおりとしている。

朝日ダムの洪水吐ゲート放流を避ける場合

出水中に朝日ダムに空容量を持たせ、出水中は貯水池下層よりフル発電の取水を行って洪水吐ゲート放流を避ける。出水終了後は、朝日ダム表層取水と秋神ダムからの清水補給によって下流濁度を低レベルに保つ。

朝日ダムが洪水吐ゲートから放流する場合

出水中は高根第一ダムの下層から発電取水し、出水終了後は表層取水により高根第一ダムの清水を高根第二ダムを介して朝日ダム表層に移動させる。移動後の運用は Ⅰ に同じ。

上記の Ⅰ は朝日ダムの取水設備の設置によって、Ⅱ は高根第一ダムの選択取水設備の設置によって可能になった方法である。これらは、高根第一・朝日ダムの成層の形成と、貯水池表層温度に対して流入水温が低いことが前提であり、秋の循環期、早春の大出水に対しては、十分な効果は期待できない。

5. 影響緩和策の効果

東上田ダム下流の濁度が、協定値15ppmを越えた日数を、第Ⅰ期～Ⅲ期の別に示したのが図-7である。第Ⅰ期と第Ⅱ期との比較により、朝日ダム選択取水設備および秋神ダム連絡水路直結が濁水長期化の抑制に大きな効果をもたらしたことが確認できる。また、第Ⅰ期と第Ⅲ期との比較により、高根第一ダム選択取水設備の効果も確認できる。

また、高根第一ダム地点で総雨量197mm、日最大雨量72mm、時間最大17mmという1993年7月11～16日の降雨とその後の経緯の例で評価すると、ダム運用の努力の結果、出水時を含めた東上田ダム下流地点の15ppm以上の濁水期間は12日間であった。魚釣りへの濁水長期化の影響として、増水によって河川立ち入り困難な日を除いて評価すれば5日間であった。これに対して、朝日ダムでの濁水測定結果によれば、8月末まで15ppm以上の濁水が下層に貯留されており、選択取水設備がなければ、この時期まで(夏休み期間中であり、河川利用者も多く特に濁水の影響が大きい。)長期に濁水が続いていたことになる。濁水の早期排出、選択取水設備の有効活用および発電所の運用調整に取り組んだ結果、1ヶ月もの濁水期間短縮が図られたと評価することができる。

このような濁水は、1983年の高根第一ダム選択取水設備設置以降、3年に1度程度の割合で発生しているが、大きな問題とはなっていない。

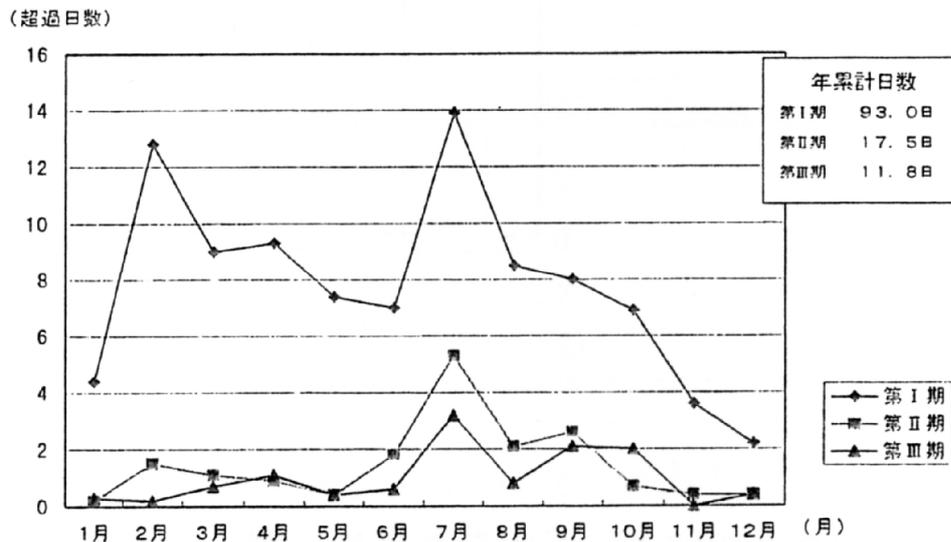


図-7 東上田ダム下流濁度協定値(15ppm)月別平均超過日数

6. 成功の理由

流域の特徴を把握し、きめ細かい運用を行っていることが成功の理由である。また、専門家を含む組織による検討を行っていることも成功の一因としてあげられる。

7. 第三者のコメント

< 岐阜県「公害対策特別委員会」設置：1966年7月 >

< 岐阜県「飛騨川公害対策協議会総会」開催：1966年9月 >

岐阜県知事が、ダム構造上の問題点改善を中部電力に対して働きかけることを、県議会で答弁。

< 岐阜県「飛騨川汚濁対策検討委員会」設置：1980年 >

< 岐阜県「飛騨川汚濁対策検討委員会」答申：1981年3月 >

< 岐阜県から中部電力に対する要請：1981年3月 >

高根第一ダムに選択取水設備を設置すること。

< この後、特に指摘はない >

8. 詳細情報の入手先等

参考文献

1) 飛騨川濁水問題技術対策審議会：飛騨川濁水現象調査報告書，1981

2) 野池悦雄：飛騨川水系ダム群の濁水対策について，日本大ダム会議第28回技術講演会，1996

3) 宮永洋一，白砂孝夫，安芸周一：飛騨川上流ダム貯水池の濁水長期化対策に関する検討，電力中央研究所報告381501，1981

問い合わせ先

〒461-8680 名古屋市東区東新町1番地

中部電力株式会社 土木建築部 水カグループ

TEL:052-973-2249(ダイヤルイン)