

Key Issues : Hydrological regimes
Climatic Zone : 温帯湿潤気候 (Cf)
Subjects : 河川維持放流設備
Effects : 動植物の生態環境の改善
Project Name : 二川ダム
Country : Wakayama Prefecture, Japan (Asia)
 (N 34°05', E 135°22')
事業施行者 : 和歌山県
事業施行期間 : 1967 (竣工) ~
対策施行者 : 和歌山県
対策施行期間 : 1998 (運用開始) ~
キーワード : 減水区間、生態系、河川維持放流



要旨 和歌山県有田川中流に位置する二川ダムは、ダム直下流の約 6.5 km 区間が減水区間となっていた。しかし、近年の環境に対する意識の高まりとともに、河川維持放流を実施することとした。その放流実施前後にわたる継続的な生物調査の結果、ダムの建設により失われかけていた生態系が回復していることが判明した。

1. 計画の概要

二川ダムは、和歌山県有田郡清水町二川地内に位置する、洪水調節と発電を目的とした多目的ダムである。有田川総合開発事業の一環として、昭和38年に着工し、昭和42年に完成した。

ダムは、重力式コンクリート形式であり、堤高 67.4 m、堤頂長 222.8 m、堤体積 209,250 m³ の規模を有している。ダム地点における計画高水流量 3,000 m³/sec のうち、900 m³/sec を洪水調整し、2,100 m³/sec は放流する機能を有している。発電機能は、最大使用水量 15.0 m³/sec、最大出力 11,000 kW のダム水路式発電所を有している。

二川ダムの位置図を図-1に、詳細諸元を表-1に示す。



図-1 二川ダム位置図

表-1 二川ダム諸元

区分	項目	諸元	
ダム	形式	重力式コンクリートダム	
	堤高	67.4 m	
	堤頂長	222.8 m	
	堤体積	209,250 m ³	
	非越流部標高	E.L. 204.40 m	
貯水量	集水面積	228.8 km ²	
	堰水面積	0.86 km ²	
	総貯水容量	30,100,000 m ³	
	有効貯水容量	19,200,000 m ³	
	洪水調節容量	14,400,000 m ³	
	発電用容量	16,700,000 m ³	
放流設備	常用洪水吐	一定率一定量調節	
	オリフィスゲート	H8.00 x W8.60 x 2門	
	非常用洪水吐	-	
	クレストゲート	H10.88 x W11.90 x 2門	
	河川維持流量放水管	主ゲート (300)	
		副ゲート (400)	
	計画高水流量	3,000 m ³ /sec	
	計画最大放流量	2,100 m ³ /sec	
河川維持流量	0.70 m ³ /sec		
発電設備	最大使用水量	15.00 m ³ /sec	
	最大出力	11,000 kW	

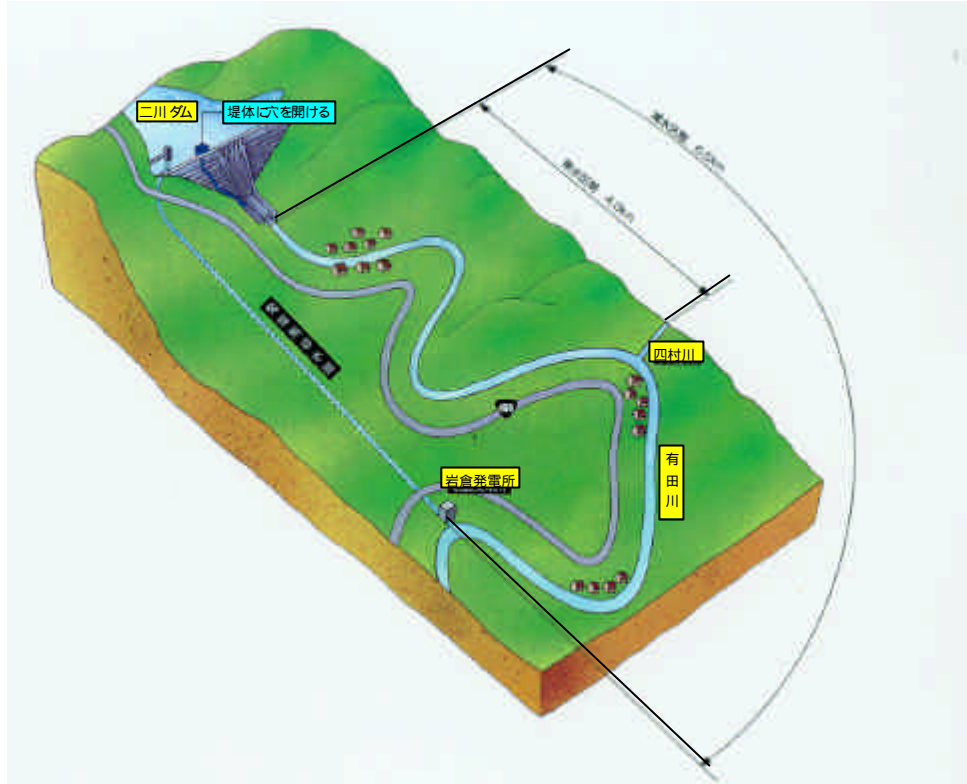


図-2 二川ダム概略図

また、図-2 に二川ダムおよびその下流域の概略図を示す。

2. 計画地域の特徴

二川ダムは、水源を高野町の揚柳山に発する有田川の中流域に位置している。有田川は、湯川川、四村川、修理川、早月谷川等の支流と合流しつつ東西に流れ、紀伊水道に注いでおり、流路延長 94 km、流域面積 460 km² の二級河川である。有田川は風光明媚で、休日には川遊び、アユ釣り客等が多く、毎年の旧盆時期には灯籠流しのためダムから放流を行うなど、河川の利用が盛んである。

3. 環境影響調査と主要な環境影響

二川ダムに付属する発電設備は、ダム水路式という発電方式をとっており、その放水口は、ダム下流約 6.5 km の地点にある。建設当時、ダム下流域に河川維持を目的とした放流を行うという考えはなかったため、ダムには洪水放流設備のみが設置されており、ダム下流から放水口までの間約 6.5 km は減水区間となっていた。特に、その区間に合流する支川の四村川合流点まで、約 4 km の区間は河道に流水がほとんど無い状態となっており、ダム建設前はアユの絶好の釣り場であったが、建設後は、そのほとんどが生息していない状況であった。

このような状況下で、近年、地域住民の環境意識が高まり、自然豊かな川づくりに対する要望も極めて強いものとなってきた。二川ダムの地元からも、減水区間における河川維持流量の確保も求める声が強くなっていった。

4. 緩和措置

そうした背景のもと、建設省(当時、現国土交通省)が平成5年度よりダム水環境改善事業をスタートさせ、このような減水区間が発生するダムの対策を実施することとなった。二川ダムは、この第1号の適用事業である。

二川ダム水環境改善事業は、ダム堤体に直径400 mmの放流管を埋設し、常時0.7 m³/secの河川維持放流を実施することで、ダム下流域の減水区間の解消を図るものである。平成5年に着手され、総額14億1千万円の事業費をもって、平成10年5月26日より常時放流を開始した。

ここで、河川維持放流の流量についてであるが、河川砂防技術基準(案)(建設省 河川局 監修)において、舟運、漁業、景観、塩害の防止、河口閉塞の防止、河川管理施設の保護、地下水位の維持、動植物の保護、流水の清潔の保持の9項目の観点から検討するように規定されている。このうち、二川ダムにおいては、景観、動植物の保護、流水の清潔の保持の3項目が影響を及ぼす。この3項目それぞれについて必要な流量を算出したところ、最小値として0.68 m³/secが得られた。したがって、ここでは河川維持放流量として、0.7 m³/secを採用した。

写真-1に完成した河川維持放流施設の外観を、図-3に河川維持放流施設の概略図を示す。



写真-1 河川維持放流取水塔

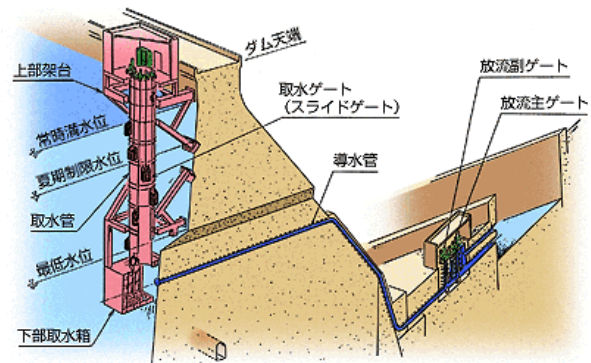


図-3 河川維持放流施設概略図

(出典:栗本鐵工所ホームページ)

5. 緩和措置の効果

これまでのところ、減水区間における河川維持流量の放流が、河川環境の創出・整備に及ぼす効用の定量化について検証されている事例は少ない。そこで、二川ダムでは、放流設備完成以前の平成9年度より4年間にわたって、河川維持放流が河川環境に及ぼす効用を検証するため、生物調査を実施した。なお、生物調査は以下に示す項目につき調査し、『河川水辺の国勢調査マニュアル』等に示された方法に準拠して実施した。また、調査対象範囲であるダム直下より約6.5 kmの減水区間を現地踏査することで、調査地点を4地点設定した。調査地点概要を表-2、調査地点位置図を図-4に示す。



図-4 調査地点位置図

表 - 2 調査地点概要

地点	地点名	調査地点概要
St. 1	二川橋上流 (二川ダムから1 km 下流ポイント)	調査地点直上に堰があり、その下に淵が形成されている。左岸側は親水性を考慮した護岸、右岸側はコンクリート護岸である。河床には岩盤や粒径の大きな礫が多く、流速の小さいところに砂礫が堆積している。
St. 2	白馬中学校上流 (St. 1 から約 1.5 km 下流ポイント)	小河川が合流する位置。左岸側にマナ帯が広がり、右岸側は岩盤である。平瀬～早瀬～淵が明確に形成されており、河床には岩盤や礫が多い。
St. 3	岩倉橋上流 (St. 2 から約 1.5 km 下流ポイント)	兩岸とも河岸はツルヨシが繁茂している。追加放流後、瀬切れ区間が解消されており、瀬・淵を形成している。巨石が多く、複雑な流況を示している。
St. 4	岩倉発電所 (発電所の直上流ポイント)	左岸側は岩盤、右岸側はクズ - カナムグラ群落が繁茂している。景観上の経年変化が最も少ない地点である。

5-1 調査方法

以下に調査を実施した項目及び調査内容を示す。

(1) 魚類調査 夏季と秋季の年 2 回

捕獲調査 (投網・夕毛網・はえなわ・セルピン) 及び潜水目視観察
河川形態の現況写真撮影

各調査地点ごとに調査範囲の河川形態の全体が把握できる現況写真撮影を行う。瀬や淵の分布についてはスケッチによる記録を行い、流速・水深・透視度等についても併せて測定する。

(2) 底生動物調査 夏季と早春季の年 2 回

定量採集及び定性採集
河川形態の現況写真撮影

(3) 植物調査 夏季の年 1 回

水際部群落組成調査
水際部植物相調査
水際部現況写真撮影

5-2 評価方法

(1) 魚類調査

生息密度による比較

潜水目視観察の結果から単位面積あたりの生息尾数を求め、各地点において経年変化を比較する。

肥満度による比較

魚類の栄養状態の指標となる肥満度を求め、各地点において経年変化を比較する。

体長による比較

餌環境の変化は魚類の成長に影響を及ぼすと考えられるため、体長の経年変化を比較する。

(2) 底生動物調査

多様性指数

定量採集の結果から Shannon の多様性指数を利用し、評価を行う。多様性指数は種数が増加し、出現種の出現個体が均一な時に高い値を示す。多様性指数 (H') は以下の式によって求められる。

$$H' = \sum_{i=1}^S (p_i \cdot \log(p_i))$$

ここで、 S は出現した種の数、 p_i は種 i の相対優占度である。

造網型係数

河床の変化をとらえるため、瀬における底生動物の遷移を比較する造網型係数を利用し、評価を行う。

$$\text{造網型係数 (\%)} = A / W \cdot 100$$

A : 造網型昆虫の湿重量 W : 全底生昆虫の総湿重量

(3) 植物調査

ベルトトランセクト法による調査からの経年変化

水際部群落組成調査から得られた各コドラートの優占種、確認種数について、経年変化を比較する。

植物相調査からの経年変化

水際部植物相調査の経年変化を比較する。

5-3 結果

今回行った調査の結果を以下に示す。

(1) 魚類調査

平成9~12年度の4ヶ年5目8科28種の魚類が確認された。そのうち、純淡水魚は3目6科19種、回遊魚は4目4科9種であった。いずれの地点においても、多く確認されたのはオイカワ、カワヨシノボリ、ウグイ、コウライモロコ等であり、近畿地方の河川で一般に見られる魚類であった(表-3)。

No.	種名	St.1				St.2				St.3				St.4			
		H9	H10	H11	H12	H9	H10	H11	H12	H9	H10	H11	H12	H9	H10	H11	H12
1	ウギ																
2	コイ																
3	ゲンゴロウナ																
4	ギンナ																
	ナ類																
5	ハス																
6	オイカワ																
7	カムメ型 オイカワ属																
8	ウイ																
9	ムキツ																
10	タモロコ																
11	カマツカ																
12	スナガニコイ																
13	ニコイ																
14	コウライモロコ																
	スコモロコ属																
15	ドジョウ																
16	シマドジョウ																
17	ギギ																
18	ナズ																
19	アユ																
20	ブルギル																
21	ブラックバス																
22	ウキゴリ																
23	ボウズハゼ																
24	シマヨシボリ																
25	オオヨシボリ																
26	トヨシボリ																
27	カヨシボリ																
	ヨシボリ類																
28	ヌマチチブ																
	種類数合計	16	20	22	19	17	17	15	15	17	16	15	15	16	19	17	16

は潜水目視観察のみによる確認、 は捕獲調査もしくは捕獲、潜水目視観察両方による確認を示す。
は回遊魚を示す。

表 - 3 魚類確認種経年変化リスト

平成9～12年度の確認種数を見ると、確認種、確認種数ともに大きな変化は見られなかったものの、河川維持放流以前に確認種数が少なかった平瀬・早瀬において、確認種数が多くなる傾向が見られた(図-5)。

このことは、河川維持放流以前に水深が浅く、今まで一部の魚類しか生息できなかった瀬において、河川維持放流の効果である水深の増加、水際における植生の繁茂等により、生息可能な魚類の種類が増加したと考えられる。また、St. 1、St. 2 において、河川維持放流以前の平成 9 年度に確認されなかった回遊魚のシマヨシノボリ、トウヨシノボリが河川維持放流後の平成 10 年度以降に確認されている。これは、St. 3 における瀬切れの解消によって今までダム放流時にしか移動できなかった区間が常時移動できるようになったため、アユ等と比較して遡上力が弱いと考えられるヨシノボリ類もより上流へ移動できるようになったものと考えられる。St. 1 と St. 3 における河川維持放流前後の様子を写真 - 2 ~ 5 に示す。

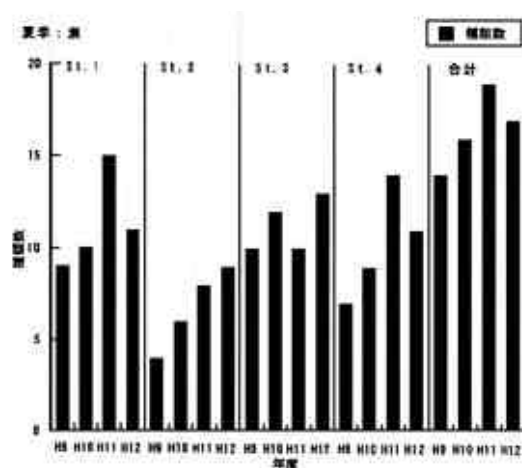


図 - 5 種体数の経年変化



写真 - 2 河川維持放流前状況図 (St. 1)



写真 - 3 河川維持放流後状況図 (St. 1)



写真 - 4 河川維持放流前状況図 (St. 3)



写真 - 5 河川維持放流後状況図 (St. 3)

瀬における代表的な魚種であるオイカワの体長に関して、地点ごとの経年変化を図 - 6 に示す。St. 1 ~ St. 3 においては、平成 9 年度と比較して平成 10、11 年度は体長は顕著に大きかった。しかしながら平成 12 年度は平成 9 年度と比較して差は見られなかった。

次いで、図 - 7 に示すオイカワの単位面積当たりの個体密度を見ると、平成 9 年度と比較して、著しく単位面積当たりの個体数が増加していることがわかる。

これらのことから平成 11 年度までは、餌環境が改善されたものの、個体密度に変化がなかったため、1 尾当たりの餌量が多く、体長の大型化という結果が得られたのに対し、平成 12 年度において餌環境は平成

11年度と変わらないのに対し、個体密度が高くなったため、1尾当たりの餌量が少なくなり、平成9年度と体長に差が見られなかったものと考えられる。

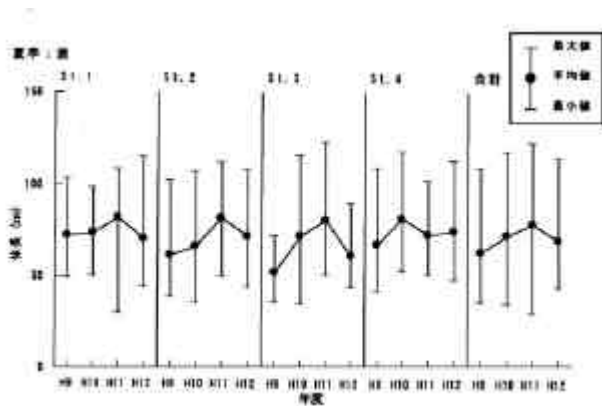


図-6 オイカワ体長の経年変化
(夏季調査：瀬)

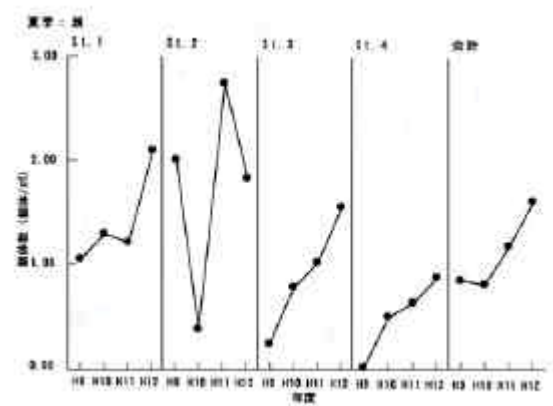


図-7 オイカワ個体密度の経年変化

(2) 底生動物

平成9～12年度の4年で19目59科152種の底生動物が確認された。河川維持放流前の平成9年度と比較して、平成10、11年度は大きな差が見られなかったものの、平成12年度の調査では、いずれの地点においても種類数の増加が見られた(図-8)。また、特筆すべき事項として、平成12年度に確認された種のうち、ウエノヒラタカゲロウ、キロカワカゲロウ、オオヤマカワゲラ、チャバネヒゲナガカワトビケラの4種については、第2回自然環境保全基礎調査報告書「日本の重要な昆虫類近畿版」(1980年、環境庁編)において当該地区における絶滅の危機に瀕している種として指定され、コシダカヒメモノアラガイ、モノアラガイの2種については、「レッドリスト」(2000年、環境庁編)において情報不足、準絶滅危惧として指定されている。

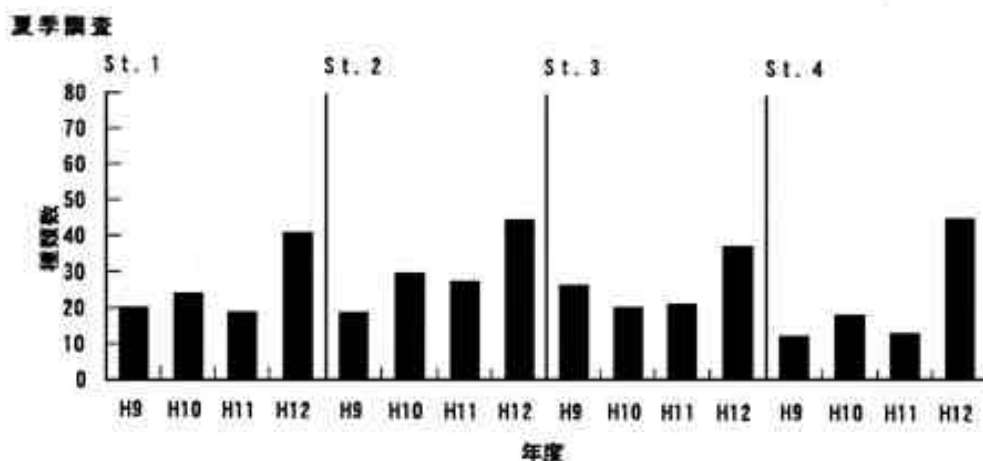


図-8 種類数の経年変化

図-9に造網型係数の経年変化を示す。造網型係数とは、河床に捕獲網や固着性巣を作るシマトビケラ科やヒゲナガカワトビケラ科といった造網型の昆虫の割合を示すものであり、河床の安定度の目安となる係数である。

平成9～12年度の造網型係数をみると、追加放流後の平成10年度以降は、相対的に高い値を示し、河床が安定する方向にあるといえる。平成12年度の早春季調査時に平成9年度より低い値を示しているのは夏季調査以降、最大159 m³/secがダムより放流されたためと考えられる。

これらのことから、ダム放流がないときは河床が露出し、放流時は河床が攪乱されていた河川環境が、河川維持放流の開始以降、水量の増加により出水時を除いて水量が一定の安定した環境へと改善されたことがあげられる。

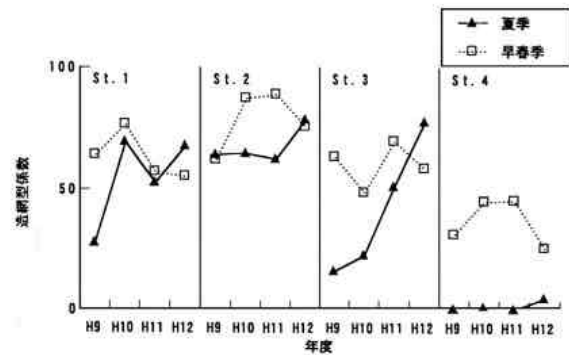


図 - 9 種類数の経年変化

(3) 植物

平成9～12年度の4ヶ年で59科154種の植物が確認された。河川維持放流の開始以前と比較して、種類数は増加しており、新規定着により確認される種は水辺の植物が中心であった。複数の地点で確認された種としては、ツルヨシの他、河辺低木林の主要な構成種であるカワラハシノキ、アカメヤナギ等であった。

河川維持放流開始以降、ツルヨシの生育域の拡大(写真-6)やそれに伴う土壌の堆積により、カワラハシノキやアカメヤナギ等の定着が平成11年度までの調査で確認されていたが、平成12年度の調査でもそれらの実生が確認され、昨年度までに引き続き、水辺植物の確認種数の増加、生育範囲の拡大等が確認された。

また、平成15年度には露岩等に定着したコケ類を定着基盤とする植物が確認された(写真-7)。これらは、河道内の水位が上昇し、流量が豊かになった結果であると考えられ、河川維持放流の効果が発現しているといえる。



写真 - 6 走出枝を伸長させるツルヨシ



写真 - 7 露岩部で確認された草本植物

6. 成功の理由

魚類については、生息域の拡大、瀬における種類数の増加、オイカワ個体密度の増加等の結果から、生息環境が質・量ともに改善されたと評価できる。

植物についても、St. 1～3では水辺植物の確認種数の増加、生育範囲の拡大などの結果から、河川植生相は豊かになっていると評価できる。

底生動物については、河床の安定化の傾向が見られ、また、いずれの地点においても種類数の増加が確認されるなど、環境改善の方向にはあるものの、魚類ほど顕著な結果が見受けられなかった。

以上のことから 河川維持放流により 植物の生育域の拡大による、水生生物の隠れ家や産卵場等の創出、水域面積の拡大に伴う魚類の餌環境の改善、個体数の増加、瀬切れ区間の解消による景観上の改善や魚類生息域の分断の解消といった、水環境改善効果が認められたといえる。

今後は、短期的な効果の検証にとどまらず、継続的な調査を実施し、長期的な影響について検討してゆくつもりである。



写真 - 8 維持放流前の河川流況(St. 2)



写真 - 9 維持放流後の河川流況(St. 2)

7. 外部のコメント

・1996年11月12日(火)朝日新聞大阪版夕刊

水環境を改善する事業として評価する記事が掲載されている。記事中の第三者のコメントは以下のとおり。

長良川河口堰建設をやめさせる市民会議代表でアウトドアライターの天野礼子さんの話 :ダム撤去を始めている先進国もあり、川を民の手に取り戻そうという全国の運動の成果。建設省も変わりつつある。あとひと押しが必要だろう。

・1999年5月23日(日)産経新聞

対策実施後1年を経過して、環境が回復していることを評価する記事が掲載されている。記事の一部を以下に示す。

清流を取り戻そう-と、和歌山県清水町の有田川上流にある二川ダム(総貯水量約三千万トン)で、全国でも珍しい本体に穴を開けて放流する工事が実施されて約一年。その後の生物調査で川魚や川ガニ、貝類などの生息も確認され、約十年にわたって陳情を続けてきた住民らは「清流が戻った」と喜んでいる。

8. その他

・参考文献

- 1) 二川ダム水環境改善事業効果、ダム技術、No.181(2001.10)、(財)ダム技術センター
- 2) 二川ダムのホームページ(和歌山県有田振興局建設部二川ダム管理事務所)
<http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/130400/kensetsu/futagawadam/>
- 3) 栗本鐵工所のホームページ:二川ダム取水放流設備(水環境改善工事)完成
<http://www.kurimoto.co.jp/j08/sui3.htm>

- 問合せ先
 (財)新エネルギー財団 水力本部
 〒102-8555 東京都千代田区紀尾井町 3-6
 TEL : 03-5275-9824
 FAX : 03-5275-9831
 E-mail : hydropower@nef.or.jp