

Key Issues: 流況
生物多様

気候区分: 温帯湿潤気候(Cf)

主題: 既設ダムからの河川維持流量の放流

効果: 河川維持流量の放流により、減水区間における底生動物の種類数が飛躍的に増加

プロジェクト名: 津賀ダムからの河川維持流量の放流

国: 日本、高知県 (日本)
(N 33° 15', E 132° 58')

GP実施機関: 四国電力株式会社

GP実施期間: 1989～

キーワード: 河川維持流量、減水区間、底生動物



写真 1 津賀ダム

要旨:

津賀発電所における河川維持流量の放流効果を確認するため、放流開始 10 年後(1998～99 年)における減水区間の底生動物の生息調査を行い、放流開始前(1988 年)の調査データと比較した。この結果、放流開始後における底生動物の種類数が飛躍的に増加したこと、また減水区間と他の本・支川との比較からも、種類数、個体数、多様性、水質などに大差は認められないことが確認できた。以上のことから、河川維持流量の効果により、現状の減水区間における河川環境は改善・回復しているものと推察された。

1. プロジェクトの概要

津賀発電所(1・2号機:18,000kW)は、1944年に運開したダム水路式発電所であり、四万十川の支流・^{ゆずはら}櫛原川に設置したコンクリート重力式の津賀ダムから、約 5.7kmの導水路トンネルにより取水し、有効落差 96mを得て発電を行っている。

津賀発電所では、ダムから発電所放水口までの延長約 22Kmが減水区間となっていたが、1989年の水利更新時に、減水区間における河川環境の改善・回復を目的として河川維持流量を放流することとした。また、1998年4月には、これまでのダム洪水吐ゲートからの放流をダム直下導水路トンネルから放流するため対策工を完了させるとともに、維持流量(1.91m³/s、有効落差:37.1m)を活用した当発電所3号機を運開させている。(表-1、図-1、2)

表 - 1 津賀ダム諸元

項目	諸元		
水系	渡川水系四万十川支流櫛原川		
集水面積	381.0km ²		
発電所	名称	津賀発電所1・2号	津賀発電所3号
	最大出力	18,100kW	550kW
	最大使用水量	22.00m ³ /s	1.91m ³ /s
	有効落差	96.00m	37.10m
ダム	型式	コンクリート重力式	
	堤高	45.5m	
	堤頂長	145.0m	
貯水池	総貯水容量	19.3 × 10 ⁶ m ³	
	有効貯水容量	14.0 × 10 ⁶ m ³	
	利用水深	15.0m	

2. プロジェクト地域の特徴

津賀発電所が設置されている四万十川は、高知県と愛媛県の県境である東津野村北部の不入山を源とし、蛇行を繰り返しながら、^{ゆずはら}櫛原等の多くの支流を集めて大河となり、中村市で土佐湾に注いでいる。四万十川は、蛇行の繰り返しにより変化に富んだ流れを形成し、農林業、漁業など地域社会と密接に関係するとともに、「日本最後の清流・四万十川」として、全国的にも親しまれている。

一方、1985年頃から全国的に河川環境の改善に対する世論が高まり、1988年には通商産業(現・経済産

業)、建設(現・国土交通)両省間でいわゆる「発電水利権に係る河川維持流量のガイドライン」が定められ、一定の条件に該当する発電所については、河川維持流量の放流が義務付けられることとなった。

こうしたなか、当発電所の水利権更新においては、地元でダム撤去運動が展開され新聞等に取り上げられるなど、全国的な注目が集まることとなった。このため、高知県が事務局となり、学識経験者および国、地元関係市町村ならびに事業者で構成する「津賀ダム検討会」を設置し、河川維持流量の放流量やダム貯水池の水質などダムに関する技術的検討を行うとともに、この検討会で審議がなされた河川維持流量に基づき水利権更新手続きを行うことで円滑な合意形成がなされた。

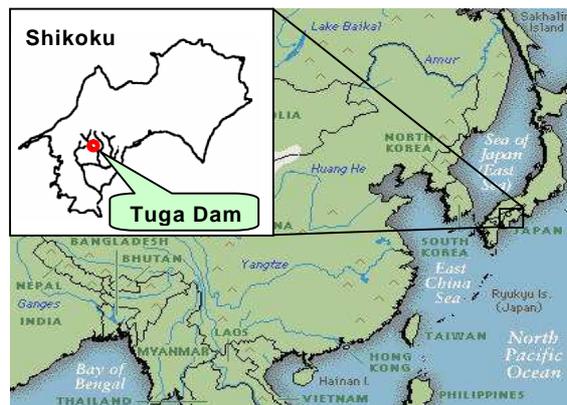


図 - 1 津賀ダム

3. 主要な影響

当減水区間における環境影響については、漁業、景観、地下水位の維持、動植物の保存、流水の清潔の保持等を総合的に考慮し維持流量を決定する必要があったが、地下水位の維持、流水の清潔の保持については、維持流量の設定により改善されることから、主に景観の改善および動植物の保護の観点から検討することとなった。

景観の改善にあたっては、視覚的に満足を与える程度の水量確保を目的に、水面幅、水深等を維持しつつ、連続した流路を形成できる流量について検討を行った。動植物の保護については、水生生物として漁獲量の多いアユを対象として取り上げ、その遡行および生息に支障をきたさないための水深について検討を行った。

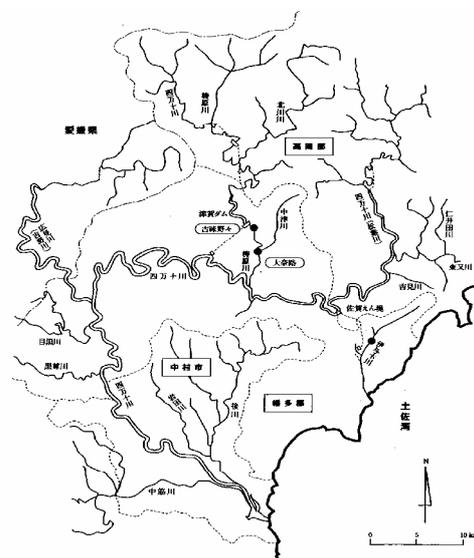


図 - 2 四万十川流域図

4. 影響緩和策

「津賀ダム検討会(1988年12月-1989年2月)」において、河川維持流量については、「津賀ダム検討会」での審議において、減水区間における景観および水生生物への影響を主に考慮すべきとの確認を行うとともに、学識経験者の意見および試験放流の結果を踏まえ、以下の見解が示された。

集水面積 100km² あたり概ね 0.3m³/s 程度をダム直下に放流すれば放水口までの間の流況が改善され、景観と水生生物に対して改善効果がある。

夏期においては、「清流四万十川」の特性から、ダム直下から放水口まで十分な改善効果が期待されるべきであり、ガイドライン上限値に上乘せの配慮がなされることが望ましい。

この結果、河川維持流量は 1.15m³/s(0.3m³/s/100km²)とし、4月1日から9月30日までの間については上乘せ放流量として 0.76m³/s(0.2m³/s/100km²)を加え、1.91m³/s の放流を行うこととなった。(1989年4月から実施)

5. 影響緩和策の効果

河川環境に対する社会的な価値認識の高まりのなか、特に河川生態系においては生息環境の分析・評価

手法の研究開発が大きな課題となっている。以下では、生態系ピラミッドや調査精度等を考慮し底生動物を検討対象として取り上げ、維持放流開始10年後における津賀ダム減水区間の変化状況について述べる。

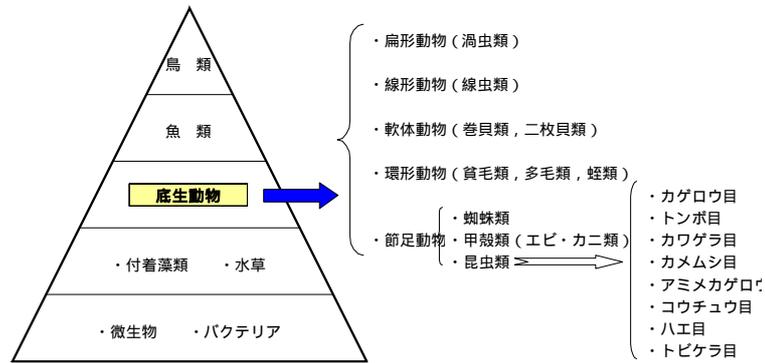


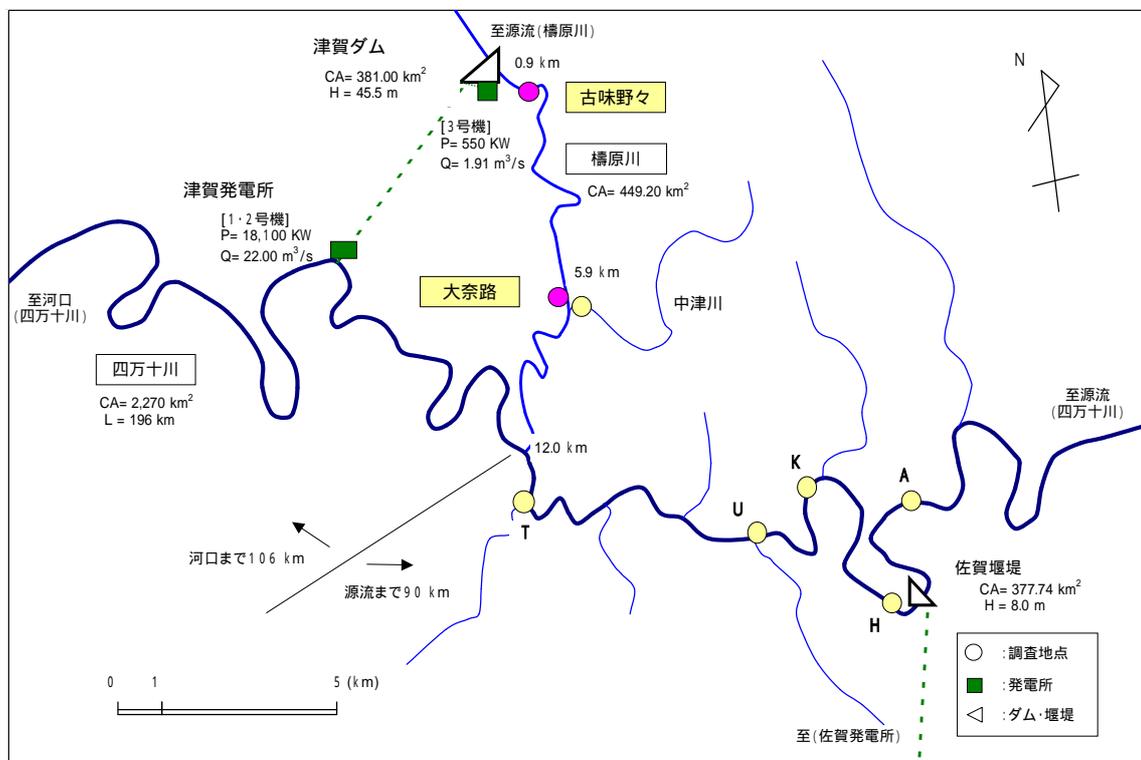
図 - 3 河川生態系ピラミッド概念図

5.1 調査項目

検討対象の底生動物は、一般的な扁形動物(渦虫類), 線形動物(線虫類), 軟体動物(貝類), 環形動物(貧毛類, 多毛類, 蛭類)ならびに節足動物(蜘蛛類, 甲殻類, 昆虫類)とした。(図 - 3)

5.2 調査地点

減水区間では、津賀ダム下流約1kmの「古味野々」地点と、四万十川本川との合流地点までのほぼ中間地点で過去に同様の調査実績の多い津賀ダム下流約6kmの「大奈路」地点の2地点とした。また、減水区間との比較対象地点として、四万十川本川の5地点および橋原川の支川である「中津川」地点の計6地点を対象とした。(図 - 4)



5.3 調査方法

減水区間における河川維持流量放流前後での種類数および個体数等の比較とともに、放流開始後の減水区間と他の本・支川との比較・検討を行った。なお、放流前の調査データについては、参考文献「四万十川<しぜん・いきもの>」によった。

調査方法

底生動物の採集は、早瀬におけるコドラート付きサーバーネットによる定量採集(種類数、個体数、現存量)と、平瀬や流れの緩やかなところにおけるタモ網(D型フレームネット)による定性採集(種類数)とを併用した。定量採集は1地点当たり2箇所行い、コドラートサイズは50cm×50cm、サーバーネットならびにタモ網の網目は0.5mmである。

調査回数

河川維持流量放流後の現地調査は、1998年8月と1999年1月の2回実施した。

5.4 調査結果

5.4.1 維持流量放流前後での比較

図-5および表-2に、維持放流開始前後の減水区間における底生動物種組成の比較を示す。

津賀ダム下流約1kmの古味野々地点における底生動物の種類数は、維持放流開始以前の調査時(1989年)に比べて68種多い88種が確認され、これは分類の変更などを考慮しても飛躍的に増加していると考えられる。古味野々地点で増加が見られたのは水生昆虫類が62種、これ以外が6種であり、特にカゲロウ、カワゲラ、トビケラの増加が著しい。

津賀ダム下流約6kmの大奈路地点における底生動物の種類数は、維持放流開始以前延べ6回の調査における種類数65種より20種多い85種(2回調査の合計)が確認された。同地点で増加が見られたのは水生昆虫類が15種、これ以外が5種となっている。

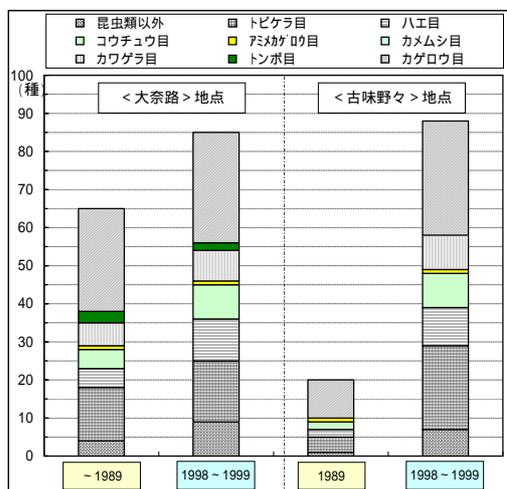


図 - 5 底生動物種組成の比較図

項目	梶原川				
	津賀ダム下流[大奈路]		津賀ダム直下流[古味野々]		
	~1989	1998~1999	1989	1998~1999	
調査地点数	2	1	1	1	
延べ調査回数	6	2	1	2	
昆 虫 類	カゲロウ目	27	29	10	30
	トンボ目	3	2	0	0
	カワゲラ目	6	8	0	9
	カメムシ目	0	0	0	0
	アミカゲロウ目	1	1	1	1
	コウチュウ目	5	9	2	9
	ハエ目	5	11	2	10
	トビケラ目	14	16	4	22
	小計	61	76	19	81
	昆虫類以外	4	9	1	7
計	65	85	20	88	

表 - 2 底生動物種組成の比較表

5.4.2 放流後における本・支川との比較

次に、検討地点と同時期に底生動物の現地調査を実施した四万十川本川5地点ならびに、梶原川の支川・中津川の1地点の調査結果との比較・検討結果の概要を以下に記載する。なお、これらのうち中津川と四万十川のA地点とは、ほぼ人為的な流況変化などの影響が少ないと考えられる地点である。(図-6、表-3)

- ・ 1998年8月、1999年1月に出現した各地点の種類数は各々41~58種、44~73種であり特に少ないと思われるところはなく、また検討対象の2地点は共に平均以上の種類数が確認された。

- 8月, 1月の1地点当たりの平均個体数は、各々約 3,140, 7,875(個体/0.5m²)であり1月の方が2倍以上多く、また全調査地点において同様な傾向が見られるが、2回の調査ともに極めて個体数が少ないと考えられる地点は認められなかった。
- 8月, 1月の平均現存量はそれぞれ約 6.77 と 19.08(g/0.5m²)であり1月の方が3倍程度多く、また1地点を除いて同様な傾向となっているが、2回の調査とも非常に現存量が少ないと思われる地点は認められなかった。
- 8月, 1月の各調査地点における多様性指数(Simpson の多様性指数)は各々0.74~0.93 と 0.68~0.93の範囲にあり、2回の調査ともに多様性指数が小さい地点は認められず、著しく多様性に劣ると考えられる地点は認められなかった。
- 各調査地点の8月, 1月の汚濁指数(Pantel-Buck 法)はそれぞれ 1.19~1.60 と 1.28~1.65の範囲にあり、これから生物学的水質は概ね「貧腐水性から 中腐水性」で汚濁はわずかと判定され、生物学的水質に特に問題があると考えられる地点は認められなかった。
- また、生態系の多様性・安定性を示す尺度として肉食種の割合、ならびに底生動物群集の極相度・共生度を測る尺度としての造網型係数を算出した結果、検討地点の古味野々, 大奈路はいずれも他地点に比べてかなり高い値を示しており、特に古味野々地点の造網型係数が極めて大きいことが確認された。

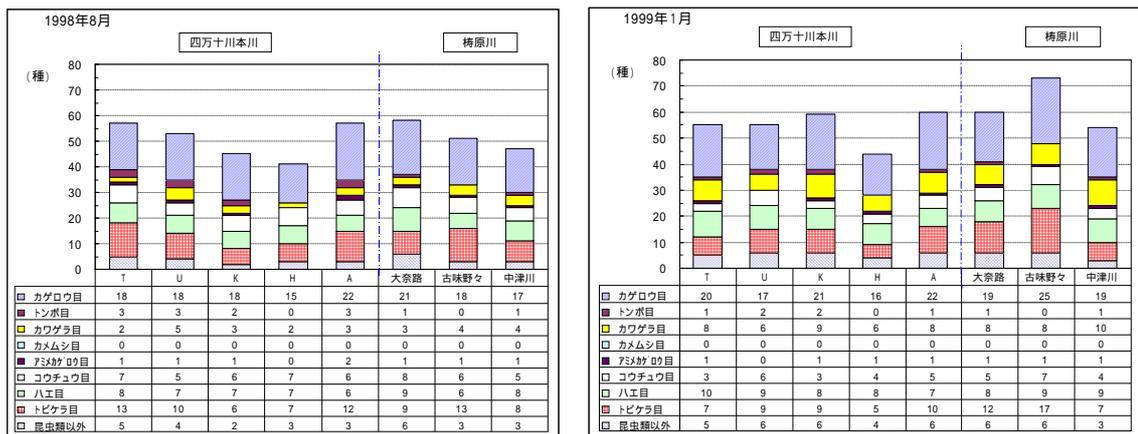


図 - 6 各調査地点における底生動物種組成の比較

項目	調査地点名	四万十川本川					橋原川			平均
		T	U	K	H	A	大奈路	古味野々	中津川	
種類数(種)		57	53	45	41	57	58	51	47	51.1
個体数(個体/0.5m ²)		1,561	2,545	6,348	6,901	4,247	1,306	972	1,238	3,140
現存量(g/0.5m ²)		6.99	19.43	6.78	7.11	5.36	2.41	4.20	1.86	6.77
多様性指数 1-1/SID		0.89	0.93	0.86	0.82	0.83	0.74	0.89	0.90	0.86
汚濁指数 PI		1.35	1.60	1.43	1.47	1.34	1.19	1.30	1.50	1.40
肉食種率(% , 個体数)		3.8	3.2	1.0	0.9	0.3	8.9	7.1	9.8	4.4
造網型係数(% , 現存量)		41.3	30.0	9.4	15.2	23.6	29.8	65.8	28.7	30.5

項目	調査地点名	四万十川本川					橋原川			平均
		T	U	K	H	A	大奈路	古味野々	中津川	
種類数(種)		55	55	59	44	60	60	73	54	57.5
個体数(個体/0.5m ²)		5,518	2,733	8,857	16,693	14,069	3,245	9,228	2,657	7,875
現存量(g/0.5m ²)		13.94	5.95	14.64	17.20	30.16	13.10	51.10	6.54	19.08
多様性指数 1-1/SID		0.86	0.85	0.81	0.82	0.68	0.93	0.73	0.55	0.78
汚濁指数 PI		1.34	1.34	1.65	1.60	1.35	1.62	1.28	1.14	1.42
肉食種率(% , 個体数)		1.0	0.6	3.3	0.5	0.3	13.1	3.5	0.5	2.9
造網型係数(% , 現存量)		21.9	22.4	26.3	4.7	9.3	45.2	60.0	8.9	24.8

6. 成功の理由

水利権更新時における維持流量の決定プロセスにおいて、学識経験者や国、県および地元市町村関係者ならびに事業者で構成する「津賀ダム検討会」を設定し、地元の意見や要望を反映させることにより、透明で開かれた検討会としての認知のもとに、水利権更新に向けた合意形成がなされた。

また、維持流量の決定については、学識経験者の指導、助言のもとに調査計画書を立案し、試験放流を行いその結果を反映するなどして評価報告書をまとめた。

7. まとめ

津賀発電所における河川維持流量の放流効果を確認するため、放流前と放流開始10年後に底生動物調査の比較を行った結果、減水区間であるダム下流約1kmの地点では、放流前より約4倍多い88種が確認され、種類数が飛躍的に増加したことがわかった。また、減水区間と他の本・支川との比較においても、種類数、個体数、多様性指数、生物化学的水質などに大差は認められず、人為的影響が少ないと考えられる地点を含む本・支川の6地点と同程度まで改善・回復しているものと推察された。

8. 第三者のコメント

1987年7月	大正町内の代表者らによる対策協議会設置 - ダムの存続を認めるかどうかの検討を開始 -
1988年2月	檮原、東津野両町議会が津賀ダムの撤去を求める要望書を県に提出
1988年3月	流域の6市町村が合同対策協議会を設置 - 住民の納得のいく形での行政対応を検討 -
1988年7月	四国電力(株)が水利権更新を正式に要請
1988年8月	住民団体、漁業共同組合等によるダム撤去署名活動が活発化 - 新聞、テレビでの報道が連日行われる -
1988年10月	檮原、東津野両町議会および住民側において「撤去」から「四国電力との話し合い」への路線変更
1988年12月	「津賀ダム検討会」第1回開催
1989年1月	試験放流実施 - 試験放流の目的、放流量等について説明 -
1989年2月	「津賀ダム検討会」最終報告書を高知県知事に提出 - ダムの安全性とともに維持流量について報告 - 水利権更新について関係市町村との協議が整ったことを受けて、水利権更新申請を提出 - 清流四万十川の復活なる(マスコミ各誌) -

9. 詳細情報の入手先等

参考文献

- 1) 伊藤猛夫編：四万十川<しぜん・いきもの>，高知市民図書館，1990.10
- 2) 建設省：平成4年度河川水辺の国勢調査年鑑(底生動物調査編)，(財)リバーフロント整備センター編集，山海堂，1995.1
- 3) (財)河川環境管理財団：河川生態環境評価基準の体系化に関する研究報告書，1996.5
- 4) 福井謙介ほか：底生動物相を用いた群集共生度の測定について，平成9年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集，1997.4

用語説明

1) 多様性指数

生物の多様性から対象とする場の評価をしようとする場合に用いる指標で、この中の一つ「Simpson の多様性指数」によると、総種数 S 、総個体数 N のサンプルから任意に 2 個体を抽出した時、その 2 個体が同一種である確率の逆数を算出するもので、値が小さければ単純な群集であり、大きければ複雑な群集であるとされる。

Simpson の多様性指数 = $1 / \sum_{i=1}^S n_i(n_i-1) / (N(N-1))$ n_i : i 番目の種の個体数 N : 総個体数

[参考文献 (財)ダム水源地環境整備センター:水辺の環境調査、技報堂出版(株)、1996.11]

2) 造網型係数

川のトビゲラの代表的なものとして、石面に固着性の巣を作り、その前面に網をはる 造網型トビゲラがあり、よく治まった川の瀬において大抵の場合優占的であること、分類学上よく整理されていることなどから重要な指標種として扱われている。この造網型 トビゲラ重量の全底生昆虫重量に対する百分率を造網型係数として表し、よい川では造網型係数が 90～95% という場合もある。

[参考文献 森下郁子:生物から見た日本の河川、(株)山海堂、1978.5]

3) 生物学的水質

水質を汚染の程度に応じて階級分けし、これと関連させて多くの生物を階級別に分類・体系化することにより、ある水質の汚染度合いの判定に用いている。下等な生物から体制の高等な生物まで、いろいろな生物がもつ水質汚染に関する感度を用いて、4つの汚濁階級に分類[貧腐水性(汚濁は非常にわずか)、-中腐水性(汚濁は中くらい)、-中腐水性(汚濁は強い)、強腐水性(汚濁は非常に強い)]されている。

[参考文献 (財)ダム水源地環境整備センター:水辺の環境調査、技報堂出版(株)、1996.11]

4) コドラート

方形区をいい、地上や水底に設定される一定の大きさの枠の調査単位で、その中の生物を計測することで定量的なデータを得ることができる。

[参考文献 (財)河川環境管理財団:河川整備基金事業・河川生態環境評価基準の体系化に関する研究報告書(p187)、1995.8]

問い合わせ先

四国電力(株) 土木建築部 総括グループ TEL: +81-87-821-5061, Fax: +81-87-825-3177