

# 安威川ダムにおける環境改善放流の検討 (環境改善容量の有効活用) について

平井 幹也<sup>1</sup>

<sup>1</sup>大阪府 安威川ダム建設事務所 建設課 企画G (〒567-0813大阪府茨木市大住町8-11)

安威川ダムは、大阪府北部地域最大の河川である安威川における治水対策として、茨木市北部に建設する中央コア型ロックフィルダムである。当ダムでは、下流河川の環境改善の放流に活用する容量として、環境改善容量を全国で初めて建設中の段階から計画に位置付けた。この環境改善容量を有効に活用した具体的な放流計画の検討が課題であり、環境改善放流の計画策定に当たっては大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会、安威川ダム環境改善放流検討部会での専門家の意見を参考に検討を進めており、今回フラッシュ放流計画の立案を行ったものである。

キーワード 環境改善容量, 環境改善放流計画, フラッシュ放流計画,  
土砂還元計画, モニタリング計画

## 1. はじめに

安威川ダムでは、平成21年の水道事業の撤退に伴い利水容量(水道)として確保していた容量を環境改善放流(以下、フラッシュ放流とする)のための容量として、全国で初めて建設中の段階から計画に位置付けている。

この環境改善容量を有効に活用した具体的な放流計画の検討が課題であり、フラッシュ放流の計画策定に当たっては大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会、安威川ダム環境改善放流検討部会での専門家の意見を参考に検討を進めている。その中で、現在、最適な放流計画、土砂還元計画、モニタリング計画について検討を進めており、その検討内容について報告する。

## 2. フラッシュ放流にかかる各諸元の検討

### (1) 環境改善容量 (94万<sup>m</sup><sup>3</sup>) の設定

安威川ダムの諸元及び設定している計画容量の諸元を図-1に示す。不特定利水容量として240万<sup>m</sup><sup>3</sup>、そのうち流水の正常な機能の維持容量として146万<sup>m</sup><sup>3</sup>、環境改善容量として94万<sup>m</sup><sup>3</sup>を位置付けている。また、この環境改善容量は、収用法の申請(事業認定申請及び収用裁決申請)にも位置付けている。

### (2) フラッシュ放流波形(当初案)の設定及び放流

#### 時期・頻度の検討

#### a) 最大放流量(ピーク流量)の設定

安威川は大阪府の北摂地域を流れる淀川水系の一级河川である(流域面積163k<sup>m</sup><sup>2</sup>、延長32km)。ダムサイト

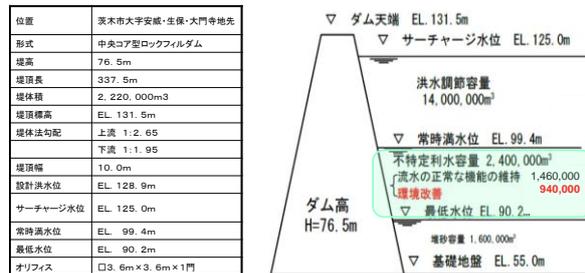


図-1 安威川ダムの諸元について

から下流においては茨木市等の市街地を流れ、下流区間(14.4km地点より下流)は高水敷を遊歩道として整備済であり、多くの府民等が散策等に利用している。そのため、安全確保の観点からフラッシュ放流時に高水敷が冠水しない流量とする必要があることから、低水路の環境改善を目的とする高水敷が冠水しない流量として最大放流量30<sup>m</sup><sup>3</sup>/sを設定した(計画断面における低水路の最大流下能力が31<sup>m</sup><sup>3</sup>/s:13.84km地点)。また、検討区間としては、支川の茨木川合流点で河道断面が倍以上に大きくなり、それより下流ではフラッシュ放流の影響が小さくなることから、ダムサイトから茨木川合流点までとした(図-2参照)。

最大放流量の決定に際しては、藻類の剥離更新が可能な流量であるかどうかについての検討も行った。放流量毎の藻類剥離効果の検討の結果、30<sup>m</sup><sup>3</sup>/sの放流量では、安威川ダム下流25地点のうち23地点(92%)で付着藻類の剥離に有効とされている摩擦速度(0.071m/s)<sup>1)</sup>以上と

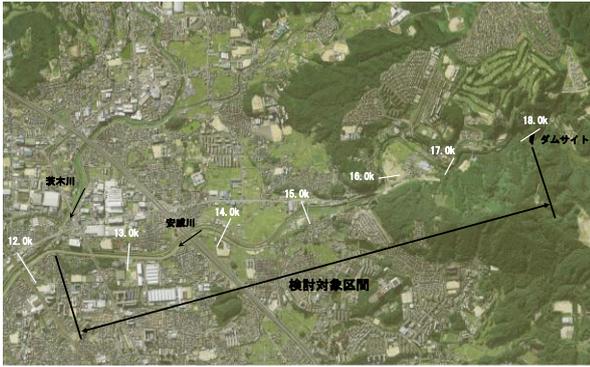


図2 フラッシュ放流の検討区間について

なることが確認された。また、22地点(88%)で限界移動粒径が糸状藻類の剥離に有効とされる限界移動粒径(5~10mm)<sup>1)</sup>の平均である粒径7.5mm以上となることが確認された。

b) 立上げ時間の検討

ダムからの放流にあたっては、放流の原則(30分当たり30cm以下の水位上昇)に配慮する必要がある<sup>2)</sup>。この原則に基づき維持流量を出発点として10, 20, 30m<sup>3</sup>/sまで流量を増加させた場合の所要時間を試算したところ、それぞれ最短で、60分, 90分, 120分と算定された。なお、試算に当たっては、断面が最小となる名神高速道路上流(13.84km地点)における計画断面で得られたH-Q曲線式を用いた。以上の点を考慮して、流量30m<sup>3</sup>/sまでの立上げ時間は2時間とした。なお、立上げ方法には、一定の水位上昇量と一定の流量増加量の2パターンが考えられるが、一定の水位上昇量での立上げ方法を採用することとした。

c) 放流継続時間の検討

既存の実験及びフラッシュ放流事例より、放流継続時間は0.5時間~3時間で付着藻類の剥離効果が確認されている<sup>1)</sup>。また、土木研究所の実験結果<sup>4)</sup>では、継続時間を長くするほど剥離効果が高いことが示されている。安全性(学童の下校時間までに回帰に移る等、作業時間を10時~16時の6時間までを想定)を考慮することも重要と考えられる。また、就業時間内で一連の作業を完結させる必要性も指摘されている<sup>4)</sup>。以上のことから、最大放流量30m<sup>3</sup>/sの場合、放流継続時間を2時間とした。

d) 回帰時間の検討

回帰時間(ピーク流量から放流前流量に回帰するのに要する時間)については、特に定められた基準等は存在しないが、立上げ時間と同じか立上げ時間の半分程度の事例がほとんどである。また、回帰時間が短い場合は、無水区間における魚類の取り残しが懸念されるため、立上げと逆順の水位減少が望ましいことが考えられるが、全体の作業時間への影響も考慮する必要がある。安威川ダムから茨木川合流点まで約50分の到達時間がかかるため、放流地点で14時には回帰を開始し、下流域では16時までに平常な流水に戻す計画とする。以上より、魚類の

取り残しが生じないような水位減少とすることを前提に、30m<sup>3</sup>/sでは立上げ時間の半分の60分程度が考えられる。なお、立上げ時間の考え方と同様に、一定の水位低下量での回帰方法を採用する。

e) フラッシュ放流基本波形の設定

上記a)~d)の検討に基づくフラッシュ放流波形(当初案)の設定について図3に示す。

項目	設定の考え方	当初案
① ピーク放流量	付着藻類の剥離更新(他事例) 低水路即戻り小流量	30m <sup>3</sup> /s
② 立上げ時間	ピーク放流量までの水位上昇量 30cm以下/30分とし、水位を急上昇させない	2時間
③ 放流継続時間	他ダム事例	2時間
④ 回帰時間	他ダム事例、全放流時間等	1時間

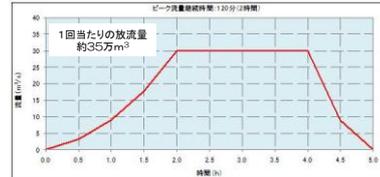


図3 フラッシュ放流の基本波形

3. 安威川ダムにおける環境改善放流の検討内容

(1) 検討方針

安威川ダムにおいては、影響を低減するため環境改善容量(94万m<sup>3</sup>)を有効に活用し、生物の息息・生育の場としての現況河川環境の維持・改善を目指すこととした。ダム供用による河川環境への影響に対する対応と期待される効果について図4のとおり整理を行った。図4の内容及びこれまでに述べた安威川ダムにおける環境改善放流にかかる最大放流量等の諸元の設定内容を踏まえ、有効な環境改善放流計画の立案に向けてフラッシュ放流計画・土砂還元計画・モニタリング計画の検討を進める。以下ではその具体化に向けた検討方針について述べる。

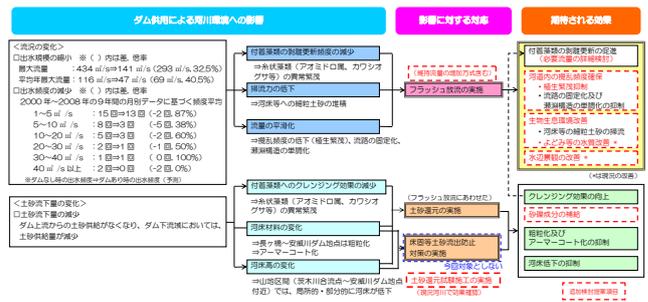


図4 ダム供用による河川環境への影響に対する対応と期待される効果について

(2) フラッシュ放流計画の具体化のための検討

a) 付着藻類剥離・更新を目的とした放流量

付着藻類の季節ごとの増殖速度を推定し、付着藻類の過剰繁茂を防ぐため必要な流量、頻度を季節ごとに求める。文献等から、水温による影響などを考慮して付着藻類の季節ごと(4月~11月)の増殖速度を推定する。また、前述した安威川のモニタリング調査では、平成24年秋の剥離調査結果では1週間で5割程度の回復を確認しており、夏期では更に高い増殖速度となる可能性が高

いと考えられる。

付着藻類の過剰繁茂を防ぐためには増殖速度を上回る頻度でフラッシュ放流を実施する必要があるが、実施可能な範囲で季節ごとに設定することとする。また、断面ごとに同じ流量でも発生する掃流力が異なり、付着藻類の剥離効果も異なることから、モニタリング結果による付着藻類の繁茂状況から、ターゲットとする地点を選定する。

上記を踏まえ、フラッシュ放流の流量については、最大 30m<sup>3</sup>/s として、季節やターゲットとする地点によって最適な放流量を検討する。

b)河道内の攪乱頻度を確保するために必要となる放流量

同じ流量でも地点によって水深が違うため、砂州等の冠水状況が異なり、土砂の移動する割合が違うため、攪乱状況が異なる。地点ごとの冠水深に基づき、攪乱状況を検討する。冠水深と攪乱状況の関係を、他河川の事例やモニタリング結果から指標化し、評価基準とする。検討内容としては、代表断面で低水路部を細かく断面分割して準2次元不等流計算を実施して、砂州部冠水深と流速（掃流力）の関係を求める。また、地点ごとの土砂移動状況に基づき、攪乱状況を検討する。粒径区分ごとの土砂移動と攪乱状況との関係を、他河川の事例やモニタリング結果から指標化し、評価基準とする。

また、ダム建設後、砂州部の侵食・流失による植生の破壊と生育をほぼ平衡状態に戻すために、現状の洪水規模別の攪乱頻度などを参考にして、必要な攪乱頻度を設定し、フラッシュ放流量及び実施時期を検討する。

上記の目的達成のためには、1回の放流で2つ以上の目的を同時に達成する場合もあるが、お互いに矛盾する場合もある。以下の点を考察してフラッシュ放流計画案を検討する。

- ・自然洪水とフラッシュ放流頻度（自然洪水発生を考慮した頻度設定）
- ・水生生物のライフサイクルとフラッシュ放流の影響（産卵時期（産卵した卵が流出する可能性）や柳類の繁茂時期等 図-12指標生物等のライフサイクル参照）
- ・付着藻類の剥離等の目的ごとの放流量の設定（必要流量、流速を算定し設定）
- ・目的ごとの優先度（利水容量不足の場合）

安威川ダムのフラッシュ放流計画案の考え方（放流イメージ）について図-5に示す。また、安威川ダム完成後の予測流況とフラッシュ放流の実施イメージについて図-6に示す。

(3) 土砂還元（置き土）計画の検討

a) 土砂還元（置き土）計画の検討フロー

安威川ダムは、旧茨木亀岡線等管理用通路から貯水池

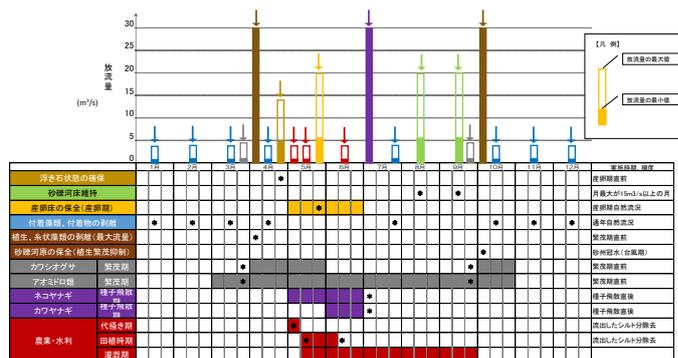


図-5 安威川ダムのフラッシュ放流計画案の考え方(放流イメージ)

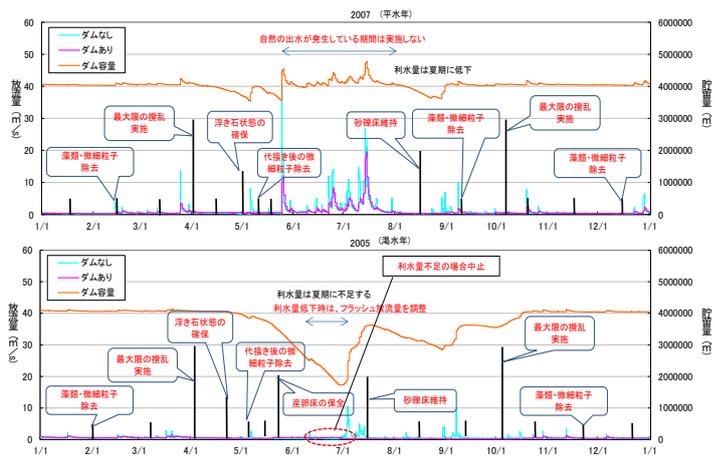


図-6 安威川ダム完成後の予測流況とフラッシュ放流の実施イメージ（上段：平水年，下段：渇水年）

内に堆積した土砂を直接掘削・運搬ができることから土砂還元（置き土）計画を検討する。置き土計画を検討する上での検討フローを図-7に示す。

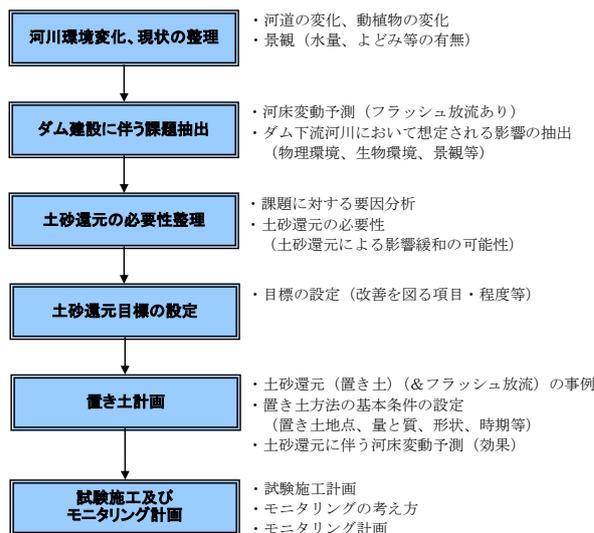
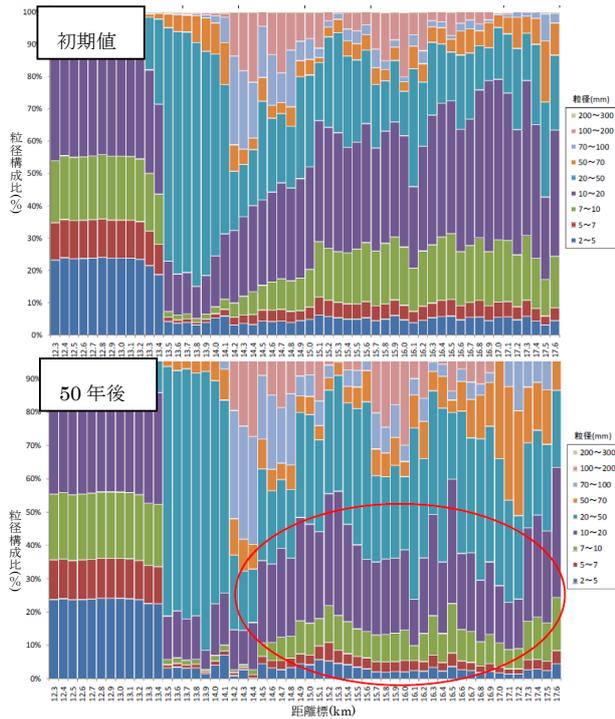


図-7 置き土計画検討フロー

b) 置き土地点の選定基準

置き土地点の選定基準については次のとおりとする。

- ・河道流下能力に余裕のある地点（洪水被害を助長しない）
- ・取水施設の直上流を避ける（取水口閉塞を回避）
- ・適度な冠水頻度を確保できる地点（既存の砂州等を想定）  
出水（フラッシュ放流）時に確実に土砂流出するとともに、濁水発生が懸念されることからある程度の流量（濁度で判断）までは流出しないようにする。
- ・横断工作物の有無（土砂が補足されることから、工作物の上流は避ける）
- ・搬入路の有無（作業の容易さ）



ダムありーダムなし

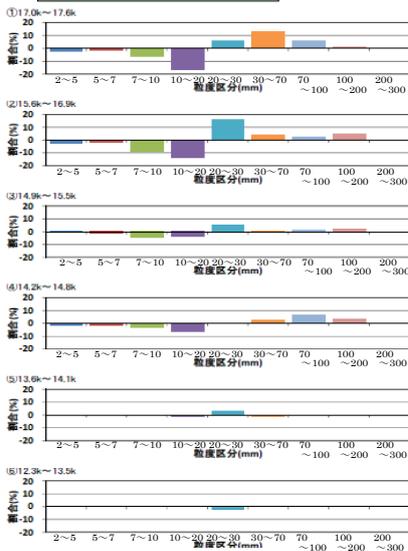


図-8 置き土を実施しない場合の河床構成材料の質的变化 (各断面)

c) 河床変動予測による土砂還元効果の検証

設定した置き土方法（置き土地点、置き土の質と量、置き土形状、時期等）の基本条件を基に、土砂還元に伴う河床変動予測により効果を検証する。

河床変動予測により、置き土を実施しない場合の河床構成材料の質的变化（各断面）を評価した結果、15km付近より上流においては、粗粒化の傾向があり、特に小砂利（粒径7~10 mm, 10~20mm）以下が減少する傾向にある（図-8）。

河床変動予測により洗掘が想定される箇所に置き土を実施したケースで河床変動シミュレーションを実施した。減少が想定される子砂利(粒径20mm以下)を3箇所に年1回投入（置き土量各50m<sup>3</sup>）した場合の50年間の流況での変化を評価した。下流部では置き土直下に堆積し、上流ほど下流へ流下する傾向がある（図-9）。

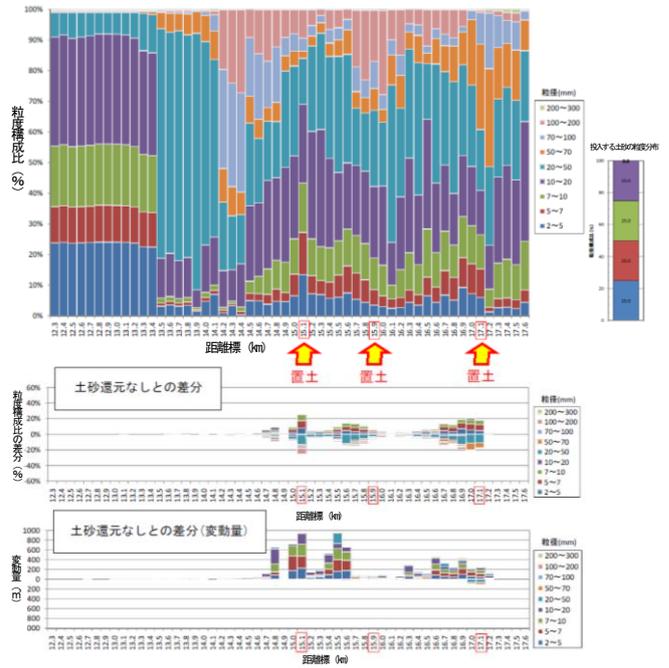


図-9 河床構成材料の変動について

d) 試験施工

施工性やモニタリングのしやすさを考慮して、砂州攪乱の試験施工を行いその効果を把握することで、今後実施するフラッシュ放流や土砂還元の効果検証を行うとともに、河床変動計算の検証材料とする。試験施工のイメージを図-10に示す。



◆試験施工にかかるモニタリングの考え方  
モニタリング項目、時期、場所の検討方針（フラッシュ放流にかかるモニタリング計画にならって設定）  
施工箇所（固定された砂州）：14.8k付近の左岸砂州（延長50~100m程度）  
砂州形状の計測（流失土砂量の把握）  
河床材料の粒度分布（置き土砂の粒径把握）→計算結果の検証  
影響調査箇所（施工箇所直下の箇所）  
河床形状の計測（土砂の堆積の有無確認）  
河床材料の粒度分布（砂礫成分の増加確認）  
付着層の状態（土砂流下に伴うクラッキング効果確認）

図-10 試験施工イメージ

(4) フラッシュ放流に関するモニタリング計画

a) 基本的な考え方

直接的及び間接的な効果と放流による弊害を確認する点に留意して、調査項目、調査地点、調査時期、調査方法等の現地調査計画を適切に立てることが必要である。フラッシュ放流等による物理的な変化を捉えるための「短期的調査」と、生物の生活サイクルを考慮した生物相の変化を捉えるための「長期的調査」の2つの視点で検討する必要がある。長期的調査と短期的調査の概念を図-11に示す<sup>4)</sup>。

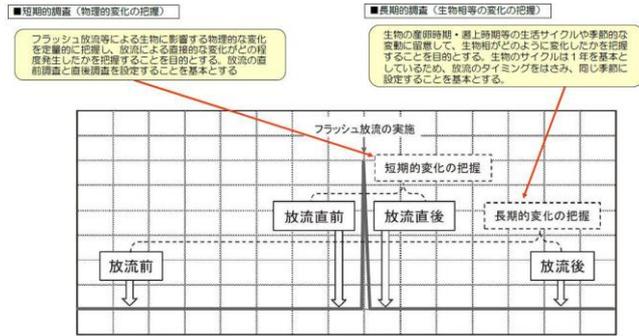


図-11 モニタリング調査の概念図

b) モニタリング計画案

安威川ダムにおける「短期的調査」及び「長期的調査」のモニタリング案を表-1に、指標生物等のライフサイクルを図-12に示す<sup>5)</sup>。現時点の案であり、今後検討を進めていく。

表-1 モニタリング案（上段：短期的調査、下段：長期的調査）

調査項目(案)	着眼点	具体的な地点	頻度
流況	流速、水位	フラッシュ放流時等の増減力確認	フラッシュ放流実施時(放流中)
水質・水温	水温、濁度、DO等	フラッシュ放流水の水質変化の監視(機械測定)	連続観測
河床の変化	河床材料、植生の状況(断面図)	フラッシュ放流時等の増減力確認	
水生生物	種組成、絶滅数、収量量、有種物、無種物含有量(強熱減量・強熱残渣)、濁度生活伏(クロロフィルa、フコロファン)	フラッシュ放流等による削減状況確認	フラッシュ放流実施時の直前・直後
付着藻類	永続藻類分布	河床安定化指標	
底生動物	種類数、個体数、収量量、生活型別、水質汚濁別出現種数	フラッシュ放流等実施による河床環境乱効果の把握	
魚類	魚類種別(種類数、個体数、体長、遊泳量)	河床安定化指標	
	オйкаワ(鯉魚、仔稚魚)	指標種としての繁殖(生物群集特)確認	
	ムギツク(鯉魚、仔稚魚)	貴重性・典型性の観点から、指標種(案)を設定した。なお、指標種(案)選定に関しては、生息環境を考慮するため、遊泳量・発生量についても留意した。	年1回による調査(11月頃)
	カマツカ(鯉魚、仔稚魚)	貴重性・典型性の観点から、指標種(案)を設定した。なお、指標種(案)選定に関しては、生息環境を考慮するため、遊泳量・発生量についても留意した。	年1回による調査(2月頃)
	シマドジョウ(鯉魚、仔稚魚)	貴重性・典型性の観点から、指標種(案)を設定した。なお、指標種(案)選定に関しては、生息環境を考慮するため、遊泳量・発生量についても留意した。	年1回による調査(2月頃)
	カマツカ(鯉魚、仔稚魚)	貴重性・典型性の観点から、指標種(案)を設定した。なお、指標種(案)選定に関しては、生息環境を考慮するため、遊泳量・発生量についても留意した。	年1回による調査(2月頃)
底生動物	ゲンジボタル(幼虫)	河床安定化指標	

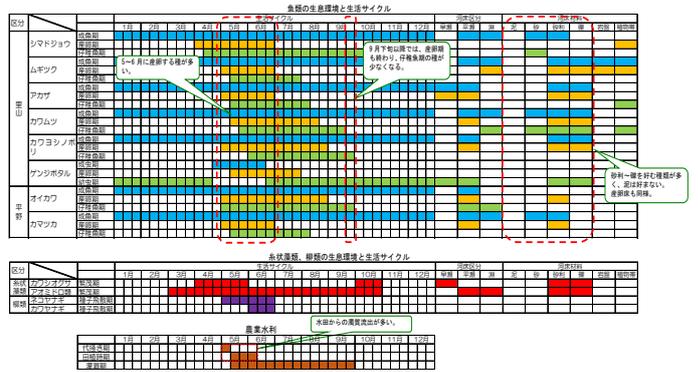


図-12 指標生物等のライフサイクル

c) 指標種の設定の考え方

フラッシュ放流等の実施効果確認のためのモニタリングに当たり、指標種の選定については、基本的には、「地域の動植物相やその生育・生息環境から地域に代表的な生物群集であり、ダム下流の河床変動の影響の可能性が考えられるもの」としている。

d) モニタリング地点の選定の考え方

ダム建設に伴う影響を適切に把握するため、安威川ダムの存在やフラッシュ放流に伴う環境変化がある区間とない区間において調査結果を比較する。支川茨木川において安威川と近似した区間に対照地区を設け、ダムによる影響以外の環境変化をコントロール地点で把握することでダムの影響を評価する<sup>6)</sup>。調査地点候補は既往調査地点でデータがある箇所から選定した。芥川の調査地点も同様に選定しているが、地形勾配等安威川ダム下流の調査対象区間と比較可能なように対象地点を選定した(図-13)。



図-13 モニタリング地点の設定

#### 4. おわりに

「人にやさしく、環境にやさしく」をキーワードに、大阪府河川周辺地域の環境保全等審議会及び安威川ダム環境改善放流検討部会において検討を進め、来年度にフラッシュ放流計画、土砂還元計画、モニタリング計画の案を立案する予定としている。その後、平成32年のダム完成に向けて、モニタリングを行いながらフラッシュ放流計画及び土砂還元計画にフィードバックさせていくPDCAによる見直し等を行い、ダム完成に向けて計画を立案していく。

#### 参考文献

- 1) 代表研究者 東京工業大学 大澤和敏：ダム下流河床の付着藻類の剥離・更新機構に関する調査・研究，河川美化・緑化調査研究論文集，平成16年度
- 2) 国土交通省河川局河川環境課：「ダムの弾力的管理試験の手引き(案)」，平成15年4月
- 3) 土木研究所自然共生研究センター 担当研究員 土木研究所水循環グループ河川生態チーム 皆川朋子：ARRC NEWS No.5，平成14年
- 4) ダム水源地環境技術研究所 研究第一部 主任研究員 高木洋輔 研究第三部 主任研究員 熊澤一正 上席主任研究員 大杉奉功 研究第一部長 高橋定雄：ダム下流河川の環境改善を目的とした放流手法について，平成24年度
- 5) 独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所HP  
[http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/zukan/zukan\\_database/index.html](http://www.kannousuiken-osaka.or.jp/zukan/zukan_database/index.html)  
 国土技術政策総合研究所HP 河川生態ナレッジデータベース  
<http://kasenseitai.nilim.go.jp/index.php/%E6%B2%B3%E5%B7%9D%E7%94%9F%E6%85%8B%E3%83%8A%E3%83%AC%E3%83%83%E3%82%B8%E3%83%87%E3%83%BC%E3%82%BF%E3%83%99%E3%83%BC%E3%82%B9>
- 6) 国土技術政策総合研究所環境研究部 土木研究所水環境研究グループ自然共生センター：ダムと下流河川の物理環境との関係についての捉え方 国総研資料第521号，平成21年