

8.2.5.2 濁水長期化対策

貯水池における濁水長期化現象に関する対策は、濁質の発生、流送、貯留の過程から考え、流域対策、河川内対策と貯水池内対策に大別される。すなわち、流域対策は濁質の発生過程における対策、河川内対策は流送過程における対策であり、貯水池内対策は濁質の貯留過程における対策であるが、いずれも相当な経費を要することから、実施に当たっては十分な検討が必要である。

貯水池内の濁水対策は、放流操作による濁水放流の軽減のため、選択取水設備を用いる方法が一般的である。常時は、貯水池内の水温成層が安定するように運用し、高濁度の流入水のある洪水時には濁水をできる限り速やかに貯水池から放流し、清澄水を貯水池内に残すように運用操作して、洪水終了後は、高濁度水をできる限り放流しないように取水位置を選択する。

選択取水設備を貯水池内対策として運用するためには、あらかじめ貯水池内の水温・濁度分布に応じた選択取水の運用方法を定めておくとともに、貯水池内の水温・濁度分布を常時測定する施設が必要となる。

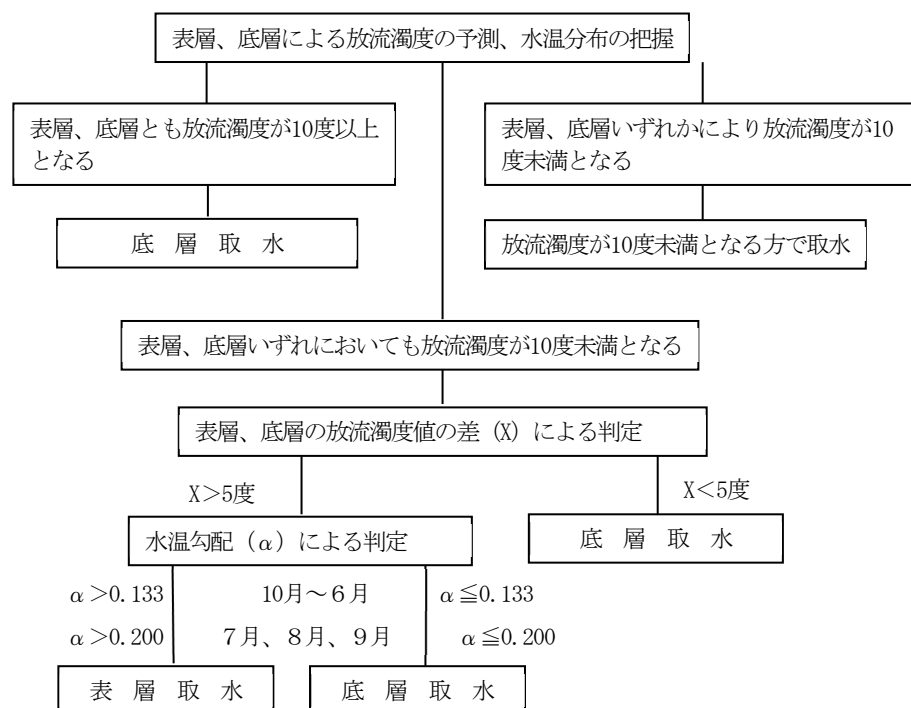


図-8.13 選択取水設備の運用例

【参 考】流域対策、河川内対策及び貯水池内対策方法

(1) 流域・発生源対策

流域・発生源対策は、濁質の生産量を抑制することによって、濁水の濃度を軽減させるものであり基本となる対策の主な項目は次のとおりである。

ア 森林整備

- ・ 土砂崩壊防止、土砂流出防止等のため、できる限り林種、林相、林齢を多様化するように図り森林機能をより高める。
- ・ 土砂の崩壊、流出等を防止するため必要な箇所保安林の指定を進める。

イ 治山対策

- ・ 山腹工等による崩壊防止、不安定土砂の移動を防ぎ濁水の軽減を図る。

ウ 地すべり防止対策

- ・ 地すべり防止等の施設を適正に配置して、土砂の崩壊、流山を防止することによって、濁質の生産量を抑制する。

エ 流域の乱開発の防止等

- ・ 濁水の発生要因となるおそれのある各種の開発行為に対して、各関係機関による適正な指導監督を行うよう要望することが重要である。
- ・ 森林が伐採されて畑地に転用された場合は、畑面を平らに作ること、水路周辺に草を植えること、等高線栽培、防風林の設置などを要望する。

(2) 河川内対策

河川内対策は、流域内で発生した濁質の貯水池への流入を防ぐためのものであり、河川内でとられる濁水対策としては次のものがある。

ア 溪流対策

- ・ 流路工、砂防ダム等により、溪流における側岸浸食による土砂の生産及び堆積土砂の運搬を抑制する。

イ 濁水対策ダム

(ア) 濁水貯留型

- ・ 濁水を一時貯留させる濁水対策ダムを設け、ダムへの流入濁水の低減を図るもので、清澄水を迂回させる迂回水路の併設が必要となる。

(イ) 清水貯留型

- ・ 出水後の清澄水を貯留させる濁水対策ダムを設けて、迂回水路によりダム下流に清澄水を流送させるもの。

ウ 貯水池迂回水路

(ア) 濁水迂回型

- ・ 出水期間中、迂回水路により、濁水をダム下流へ流送し、ダムへの流入濁質の低減を図るもの。

(イ) 清澄水迂回型

- ・ 出水後、ダム上流域から流出する清澄水を迂回水路によりダム下流に流送し、下流河川の濁度低減を図るもの。

(3) 放流操作以外の貯水池内対策

放流操作以外の貯水池内対策は、濁質の貯水池への流入を抑えるとともに、貯水池内の法面の保護等により濁水現象を軽減させるものである。

ア 貯水池法面保全整備

- ・ 貯水池内の不安定箇所（水位変動、降雨や波浪により崩壊、浸食を受けやすい箇所）に法面保護工を実施

し安定を図るもの。

イ 貯水池末端整備

(7) 流路工

- ・ 堆積土砂の洗掘による濁水現象を防ぐため、貯水池末端部に流路工を施工するなどして堆砂土砂の洗掘を抑えるもの。

(4) 浚渫

- ・ 貯水池末端部に堆積した細粒土砂を浚渫、排除するもの。

8.2.5.3 富栄養化対策

富栄養化対策は、藻類増殖のメカニズムを踏まえて、それぞれの貯水池に適した対応をとることが必要である。藻類増殖の要因をまとめると、次のようになる。

- (1) 栄養塩類の流入
- (2) 光合成反応に必要な環境条件（光、水温）
- (3) 増殖に必要な滞留時間

富栄養化対策として、根本的には(1)の栄養塩類の流入を抑制する必要がある。そのため、基本的には汚濁発生負荷源を対象とする流域対策（流域からの流入負荷削減に係る対策）を実施することが最も効果的であるので、流域関係機関と密接な連携をとり、その推進に努める必要がある。

なお、河川内対策及び貯水池内対策は、表-8.8のように物理的手法、生物的手法及び化学的手法に分類される。このうち、化学的手法は一般にコストが高くつき、湖沼のような大量の水を扱う場合、物理的手法と生物的手法の組合せを第一に考え、化学的手法は栄養塩濃度が高い支川等を対象とする。

表-8.8 湖沼の富栄養化対策手法

対象域	目的	対策手法		
		物理的	生物的	化学的
流入河川	流量負荷削減 特に溶解性無機能 栄養塩類の削減が重要	前貯水池 落葉回収 流入水迂回 河畔林、湖畔林	植生浄化 アシ原 ホテイアオイ 糸状藻類	土壌 リン吸着剤 鉄 鉄、サンゴ 活性アルミナ
貯水池内	藻類が増殖し難い環境に抑制	流動制御 曝気循環 選択流入又はフロートフ ェンス選択取水	生態系制御 人工生態礁 魚食魚 貝	
	藻類増殖後の藻類除去	噴水 濾過 (長毛、軽石)	アシ原浄化 (吸着・沈降)	凝集沈殿 オゾン 紫外線

【参 考】河川内対策及び貯水池内対策事例

(1) 河川内対策

ア リン除去施設

浄化に用いる材料については、いくつかのダム事業の中で鹿沼土や酸化鉄を素材とした吸着剤、黒ボク土や活

性アルミナなどが検討されているが、いずれも寿命があり、一定の使用期間の後に処分が必要となる。今後、河川水への適用性、寿命、目詰まり、処分方法などを検討し評価方法を確立する必要がある。このように、有機性汚濁物質除去技術は比較的多いにもかかわらず、リン化合物の除去技術は少なく、新たな開発が期待されている。なお、八田原ダム（中国地方整備局）には、貯水池周辺の畜産排水を処理するため黒ボク土を用いた土壌浄化施設が設けられている。

(2) 貯水池内対策

ア 曝気循環

曝気循環は、成層型の貯水池において、成層期の表層水の厚さが薄い場合、光制限が期待できる深さまで水温躍層の位置を下げ、混合水深を深くすることにより藻類生産を抑制する技術である。

曝気循環による藻類抑制メカニズムは、循環によって表層水を厚くし光制限を与え、藻類が有光層（生産層）に長くとどまることを防ぐことによって藻類生産を抑制するものである。

間欠式空気揚水筒の曝気循環は、釜房ダムをはじめ多くの貯水池で実績がある。釜房ダムにおいては、フォルミediumの増殖による異臭味の問題が毎年のように発生していたが、曝気循環施設導入後（昭和58年）、異臭味は発生していない。

近年においては、間欠式空気揚水筒に比較し、エネルギー効率がよいこと、底層の栄養塩を表層に供給しないことなどにより、散気式の曝気循環施設が導入されている。

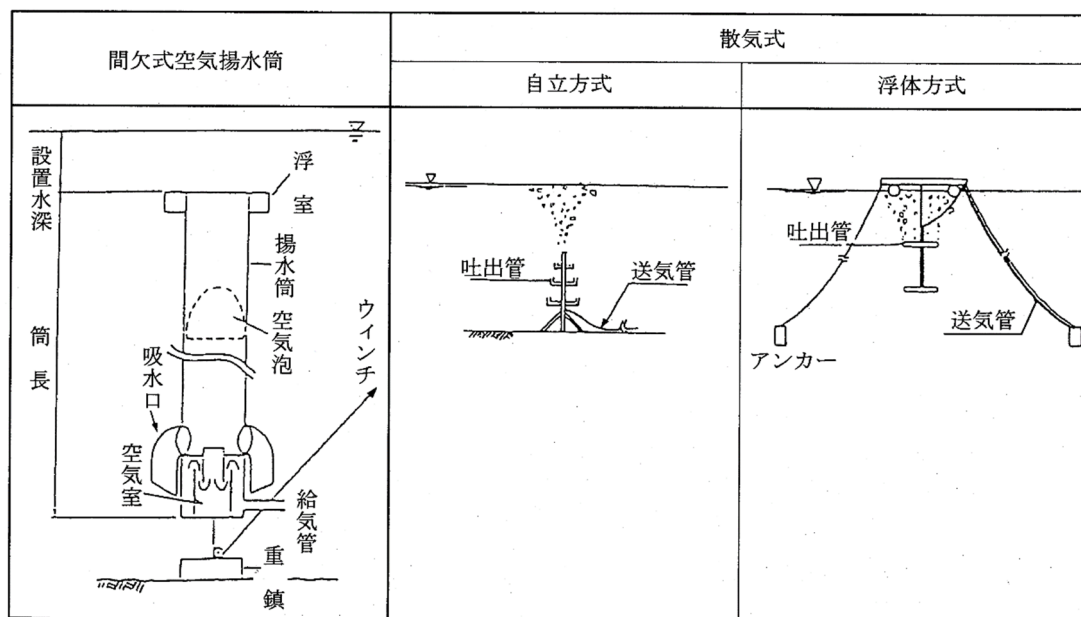


図-8. 参2 曝気循環施設の概略図

【曝気施設を中心に複数の水質浄化施設を設置した事例】

西京ダム（R、1987年、29.7m、鹿児島県西之表市）のダム湖では、有機性汚濁が進み富栄養化対が進行していると判断され、上下水、畑地かんがい用水等に影響がでると考えられた。このため、ダム湖内の水質を浄化する対策として表-8. 参7に示す種々の水質浄化施設を整備した。

表-8. 参7 西京ダムの水質浄化施設の概要

施 設	目 的	原 理
水流式バッキ施設	底層への酸素供給による表底層の均一化	上層水とエアーを混合させ底層に拡散させる
噴水バッキ施設	プランクトンの繁殖能力の抑制	ポンプの加圧および降水滴による水面叩き効果による
接触酸化水路	ダム湖流入部における酸素供給および浮遊物の除去	接触作用（ふとん籠の礫）
水生植物浮島	ダム湖内の窒素、リンの除去	生物の持つ機能（分解・吸収など）や沈殿作用などを利用
水質浄化田	ダム湖流入部における全窒素、全リンの除去	生物の持つ機能（分解・吸収など）や沈殿作用などを利用

（引用文献：徳重秀一、徳丸治久：西京ダムの水質保全対策について、水と土、第126号、PP. 67-69, 2001）

イ 流動制御システム（曝気循環と選択取水、貯水池の密度流を生かした総合的な水質保全技術）

国土交通省を中心に考案された富栄養化対策の新しい技術であり、従来個別に検討されてきた曝気循環設備と選択取水設備や前ダム等を総合的に計画・運用して、貯水池表層に藻類が増殖しにくい環境を作り出すシステムである。

そのメカニズムは、①貯水池の表層は日射により暖められるが、循環混合により上層に流入水温より少し暖かい水温層を厚く形成して、栄養塩類を含む流入水を藻類が増殖できない深層に導き、②上層を循環混合させることにより表層で増殖しかけた藻類を中層部に押し込めるものである。

貯水池の流動を制御する本技術は冷濁水対策としても有効であり、冷濁水及び富栄養化対策を共通の施設・管理手法で対応できるものである。

三春ダム（東北地方整備局、湛水面積2.9km²）に導入された流動制御システム（曝気循環設備と選択取水設備）の模式図を図-8. 参3に示す。

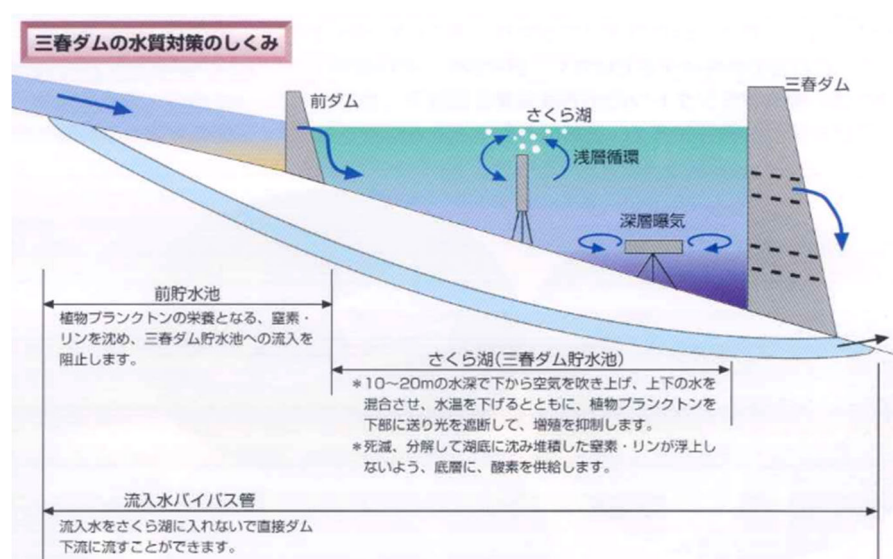


図-8. 参3 三春ダムに導入された流動制御システム

ウ 高圧噴水と人工生態礁（噴水による景観の送出と水質浄化）

高圧噴水を用いた水質浄化は、貯水池の藻類を噴水ポンプで数秒間加圧することにより藻類の細胞を破壊させるものである。また、死滅、粉碎した藻類が分解し、栄養塩類の供給源となるのを防ぐため、噴水の周りに人工生態礁を設け、動物プランクトンを増殖させて捕食させる試みが行われている。

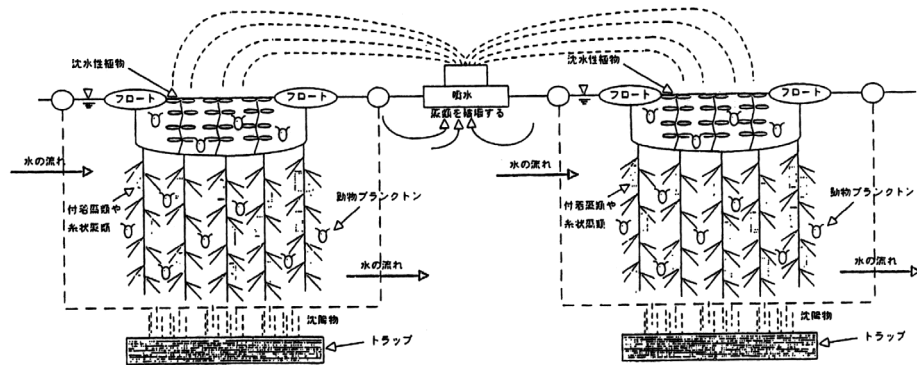


図-8. 参4 高圧噴水と人工生態礁

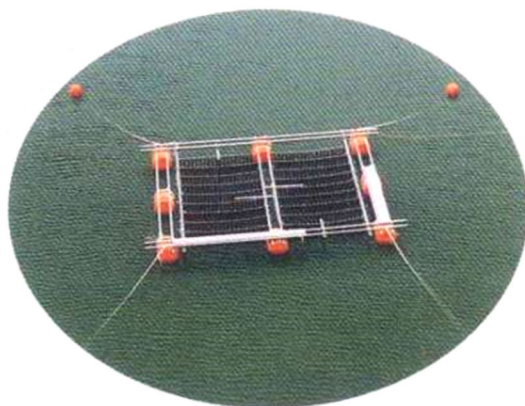


図-8. 参5 人工生態礁の例（三春ダム）

エ 分画フェンス

分画フェンスによる貯水池の富栄養化対策として、寺内ダムの事例を示す。

近年、貯水池の富栄養化によって生じる湖面のアオコや淡水赤潮は、景観阻害、水道水の異臭味問題、浄水場でのろ過障害等、また、植物プランクトンによる水質問題等は社会的にも影響が大きく、その対策は重要かつ緊急を要する課題である。これらの対策は、曝気循環や選択取水設備の設置をすることにより対応していた。しかし、これらの設備は、製作費および維持管理費が高価であると同時に効果が現れないこともあり、安価で効果的な対策が求められてきた。

寺内ダムは、1978年に完成し貯水を開始して以来、他のダムと同様に藍藻の異常発生に伴うカビ臭や1991年からは植物性プランクトンによるアオコの発生等の富栄養化が進んでいた。これらの問題は、貯水池表層にて温められた水と河川から流れてくる富栄養化水が混ざり合い、プランクトンの発生を助長していた。特に、夏季において、河川水と貯水池の表面水の温度では表面水のほうが高くなり、密度の違う河川水は貯水池の表

層の下を流れることとなり、このときに表層水を連行するために表層に拡散されていることが原因であった。そこで、選択取水設備のある寺内ダムでは、河川流入水を拡散させないためにダム湖と直角方向に深さ5mのフェンスを図-8.参6のように2箇所設置した。また、選択取水位置をフェンスの深さより少し深い位置に固定した。これにより、貯水池の表面水は固定され、また、河川の富栄養化水はフェンスの下層で流れることとなり、河川水と同程度の温度の取水が可能となった。また、表層への拡散がなくなりプランクトンの発生が抑えられる結果となった。この方法は、フェンスを設置するだけで効果が得られるので、非常に安価でできる対策である。ただし、取水設備があるダムにおいては有効であるが、無いダムについては今後の課題となると思われる。

図-8.参7に一般的な貯水池流水形態図、図-8.参8に寺内ダムの流水形態図を示す。

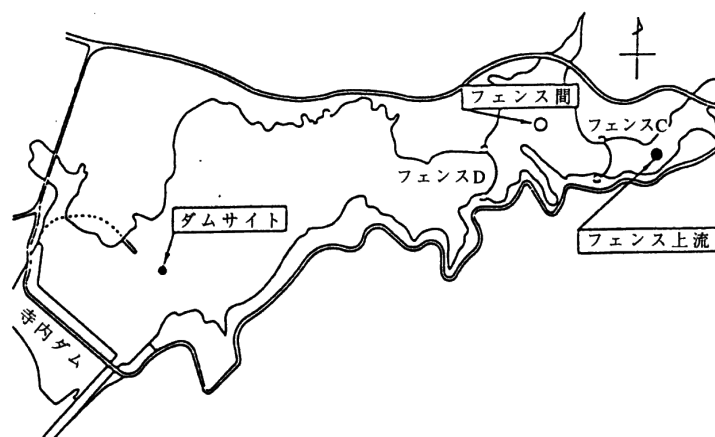


図-8.参6 寺内ダムにおける分画フェンス設置図

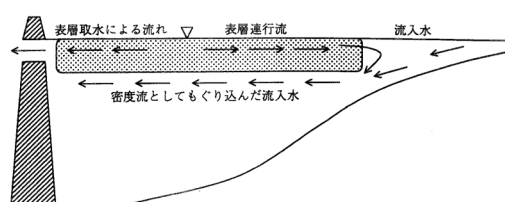


図-8.参7 一般的な貯水池流水形態図

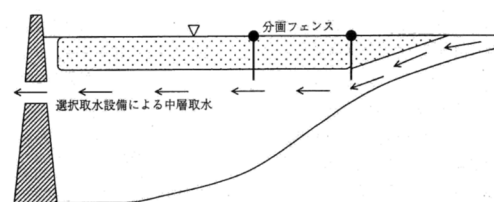


図-8.参8 寺内ダムの流水形態図

8.2.6 水質汚染事故

ダム流域では、車両の故障や交通事故による油の流出、工場からの有害廃液、薬品類等の水質事故が発生する可能性がある。

ダムの貯留水は、かんがい用水、水道用水、工業用水として使われるため貯水池やダム流域での水質事故への対応は非常に重要である。

8.2.6.1 水質事故の連絡体制

水質事故が発生した場合、その発生場所、流出の状況により管理主体が異なってくる。発生源は通常、工場や宅地、田畑、道路であるので汚濁物質が側溝や用水路、普通河川までの流出に溜まっ

ている場合は、市町村の管理区間であり、河川に流れ出せば県、あるいは国土交通省の管理区間と広がってくる。

水質事故の対策は、一義的には原因者の責任で実施されるが、対策が遅れば下流へ甚大な影響を及ぼすことから、「3 管理の組織及び体制」に示す水利調整組織（水利用協議会）等を活用して、流域全体で取り組むことが望ましい。

施設管理者は、貯水池で水質事故が発生した場合、水利調整組織（水利用協議会）等を通じて関係機関へ事故発生状況に係る連絡を速やかに行うものとする。

また、事故発生時の迅速な情報伝達は、その後の被害の程度に大きく影響を及ぼす。適切な連絡体制が整っていなかったために、事故処理に至るまでに多大な時間のロスが生じた例もあることから、情報伝達訓練、現地対策訓練等を、必要に応じて定期的に行うことを含め、行政機関に対する連絡体制の確立が必要である。

8.2.6.2 水質事故発生時の対応

(1) 現地の確認

施設管理者は、水質事故の通報を受けた場合、直ちに事故現場に職員（複数）を派遣し、汚濁物質の流出の状況を把握しなければならない。

流出現場に到着した職員は、現在の汚濁物質の到達地点とその流下速度、対策工法やその推定される実施箇所を無線電話等で事務所に連絡し、後からくる対策班を誘導する職員を現地に残し、更に水質事故発生源を追跡調査する。発生源の確認後は、事務所へ連絡し、新たな汚濁物質の流出を止めるための措置を行う。

現地に残った職員は、汚濁物質の流出先端の流下とともに移動し、対策班に的確な対策工法と実施箇所を指示する。

(2) 関係機関への通報

現地からの情報により、事務所からは関係する行政機関に状況を伝えるとともに、現場下流の水道などの利水者には必要に応じて取水中止等の措置をとるよう連絡する。

また、現地からの情報により、必要な機材の手配、対策班への指示を行うとともに、現地の水質の測定を担当保健所に依頼する。

8.2.6.3 流出物質の処理対策

(1) 油の処理対策

水質事故に占める油流出事故の割合は7割にも達している。

油の処理対策は、オイルフェンス、水門・樋管の操作などによる流下拡散の防止を行い、吸着マットなどにより回収し焼却・産業廃棄物処理場等で処理処分を行うか、あるいは河川において無害化処理を行う。

油の処理対策の手法には図-8.14に示す各種手法がある。

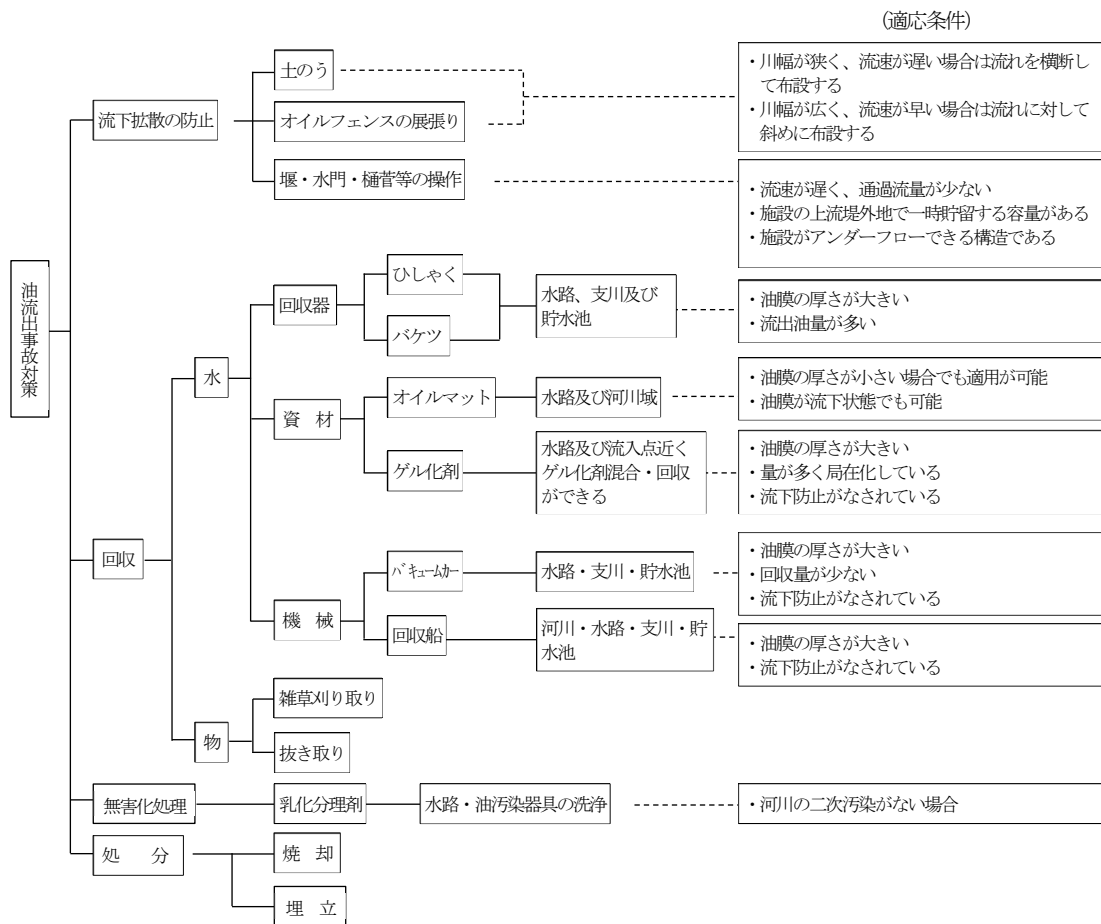


図-8.14 油の処理対策と適用条件

(引用文献:「ダム管理の実務」(財)ダム水源地環境整備センター編(2004)、P.310))

ア 流下拡散の防止

流下拡散の防止は、原因物質が流下拡散することを防止するものであるが、原因物質により水溶性であるか否か、非水溶性でも水より軽いか否かによりオイルフェンスでは流下拡散を防止することができない場合がある。

土のう、堰・水門・樋管等による流下拡散防止法は表-8.9に示すとおりである。

表-8.9 油以外の流下拡散防止方法と適用条件

方 法	場 所	川 幅	河川の特徴	回収及び処理等の前提条件
土のうによる止水	水路	狭い	流速が遅い 流量少ない	回収を可能とする
堰・水門・樋管等による防止	開門施設 樋門施設等	狭い	流速が遅い 流量少ない	回収を可能とする
		広い	流速が速い 流量少ない	一時閉鎖による希釈を可能とする

(引用文献:「ダム管理の実務」(財)ダム水源地環境整備センター編(2004)、P.312)

イ 回収

流下拡散を防止した汚染水（原因物質）や死んだ魚は、速やかに回収する必要がある。汚染水及び原因物質の回収には、バケツ、ひしゃくなどの回収器、バキュームカーなどの機械による方法がある。

回収作業は作業員への害が生じないよう安全性を十分確保した上で実施する。

油類以外の回収方法と適用条件は表-8.10 に示すとおりである。

表-8.10 油類以外の回収方法と適用条件

回 収 方 法			有害物質浸度	回収する量	前処理の前提条件
汚 染 水	回収器	ひしゃく バケツ	流出液の源液に近い 場合（流出直後）	人力で回収が可能で ある場合	回収後の処理を可能とす る（無害化処理）
	機 械	ポンプ バキュームカー	流出後、希釈されて いるが浸度は高い	回収量に見通しがあ り、機械で早期に回 収できる場合	
死 魚	網等による捕獲 （岸及び船より）				焼却又は廃棄物処理とす る

（引用文献：「ダム管理の実務」（財）ダム水源地環境整備センター編(2004)、P.313）

ウ 無害化処理とその他の処理・処分

回収した汚染水は、専門家の手により速やかに無害化処理を行い、産業廃棄物として処分する。死んだ魚の処理・処分は、焼却施設での処理、又は埋立処分する。

処理方法と適用条件は表-8.11 に示すとおりである。

表-8.11 汚染水及び死魚の処分方法と適応条件

処 理 対 策		処理処分の場所	適 用 条 件
汚 染 水	無害化処理	廃棄物処理施設	・廃棄物処理施設（水処理）が利用できる。 ・処理水浸度が高い ・処理水量が少なく限られている。
	その他の処理	希釈 開門、樋管（閉鎖）	・自流が多く、混合・希釈が期待できる。 ・堰等の貯水量が多く、希釈が期待できる。
死 魚	焼 却	焼却施設	・廃棄物処理場等での処理が可能であること。 ・焼却施設を堤外・内地に設けることができること。
	埋め立て処分	埋立処分場	・廃棄物処理場等での処理が可能であること。

（引用文献：「ダム管理の実務」（財）ダム水源地環境整備センター編(2004)、P.313）

8.3 堆砂対策

貯水池の堆砂対策は、有効貯水容量の減少や背砂に伴う流入河川の河床上昇量等、機能維持の観点から重要な課題となっている

また、有効貯水容量や取水・放流機能の維持のため、堆砂量・堆砂の分布状況等について、定期的に調査し、その結果、利水などへ影響を与える場合は適切な堆砂対策を講じなければならない。

8.3.1 堆砂・背砂現象

わが国の河川の多くは、勾配が大きく、開析作用や掃流力が大きいことから、貯水池への多量の土砂供給源となっている。これらの土砂は、出水時や洪水時に貯水池に運ばれ、堆積することを堆砂という。貯水池末端における流速の低下に伴い掃流力が低下し、上流の河床が堆砂の進行とともに漸次上昇することを背砂という。背砂は洪水時に上流河川水位を上げ、洪水範囲の拡大の原因となる。

8.3.2 堆砂形状と堆積機構

貯水池に流入する土砂は、粒径の大きい掃流土砂（玉石、礫、粗砂）と、粒径の小さい浮遊土砂（細砂、シルト、粘土）とに分かれる。一般に、貯水池への流入土砂は種々の粒径が混合したものであるから、大粒径の砂礫は流速が急減する背水の upstream 付近に堆積し段丘を形成し、段丘の厚さを増しながら漸次ダムの方へ進行するとともに、背水終端から上流の河床も次第に上昇するいわゆる背砂の現象が生じる。したがって、頂置堆積層は大部分が掃流土砂からなると考えられる。

一方、小粒径の浮遊土砂は頂置堆積層上を流下し、大部分は前置堆積層の下流へ浮遊を続け貯水池底面を移動する濁水の密度流を誘起し、ほぼ原河床に平行に堆積する低置堆積層及びダム直上流部に水平堆積する密流度層を形成する（図-8.15）。

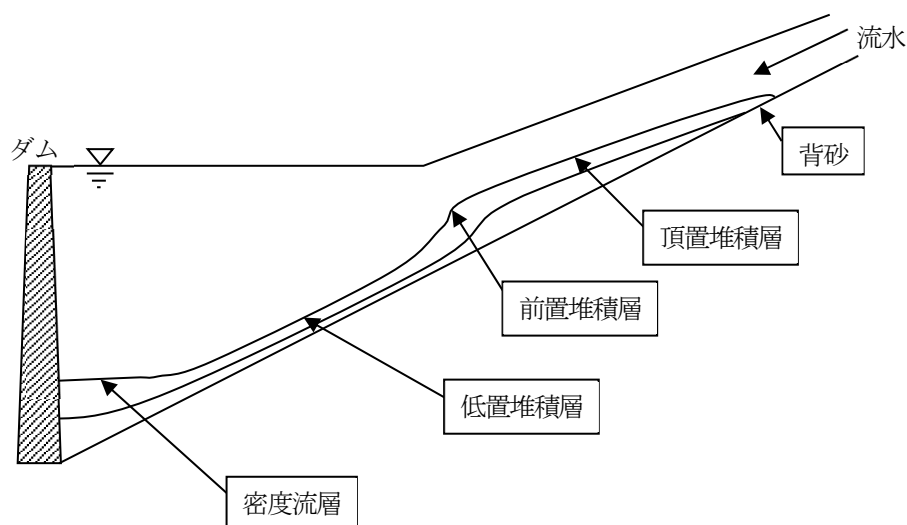


図-8.15 標準堆砂形状図

8.3.3 堆砂量の測定及び報告

8.3.3.1 堆砂の測定

(1) 堆砂状況調査

毎年のダムの堆砂量状況調査は、ダムの管理における重要な事項の一つである。

利水ダムの堆砂状況調査については、国土交通省河川局「ダムの堆砂状況調査要領（案）」（平成17年6月29日付）により規定されている。

ア 対象ダム

この要領を適用するダムは、次のとおりである。

- (ア) 水利使用許可の条件として上流の堆砂の状況に関する報告を定期的になすように義務づけられているダム
- (イ) 現に第2類のダムであるもの
- (ウ) 基礎地盤から堤頂までの高さが15m以上のダムにおいて総貯水量が100万 m^3 以上のダム

イ 調査範囲

調査範囲は、当該ダムに係る貯水池、本支川の貯水池末端部及び貯水による影響があると考えられる流入河川部分とする。

ウ 河床形状の測定

河床形状の測定は、縦断測量及び横断測量による。横断測量の断面間隔は、貯水池内においては原則としては400m、測定間隔は20m以下、貯水池末端から流入河川の堆砂影響範囲の終端部までにおける断面間隔は200m、測定間隔は5m以下、左右岸とも設計洪水位又はそれに相当する水位から20mの高さの地盤までを行う。

エ 測定時期及び頻度

測定の時期は、特別な定めのある場合を除き、出水期の終わったあと速やかに実施するものとする。また、測定頻度については、毎年同時期の実施が基本であるが、過去の測定結果に基づきダムの堆砂状況に大きな変化が認められない範囲については、平成17年3月29日付け国河流第21号国土交通省河川環境課流水管理室長発通知「ダムの堆砂状況の測定頻度について」に基づき、利水ダムについては3年に1回の測定とすることができる。ただし、利水ダムにおける堆砂状況の測定頻度の変更は、操作規則等の改正が伴うため、河川管理者との協議が必要である。

(参照) ダムの貯水池土砂管理の手引き(案)(平成30年版 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課)

オ 調査及び報告内容

調査及び報告内容は、次の内容について整理し河川管理者に報告する。

- ・堆砂状況調査
- ・堆砂による影響調査
- ・現在洪水位が用地買収線を越えている土地、建物等の調査
- ・堆砂量及び貯水池容量計算書
- ・貯水池容量曲線図
- ・現在洪水位計算書

なお、参考として「ダムの堆砂状況調査要領(案)」を巻末に添付する。

(2) 測定方法

貯水池内の横断測量、航空レーザ測量、深淺測量、レーザ測深等により、縦断的かつ面的に経年的な貯水池堆砂形状を把握する。なお、貯水池の堆砂特性(面的、地形状況等)を加味し

た上で、個々のダム堆砂状況に応じて堆積しやすい箇所や容易に陸上掘削可能な場所等を把握しておくことが望ましい。また、経年的な堆砂量（貯水池容量）を算出することで堆砂進捗を把握する。

水中部の測量方法は、図-8.16 に示す複数の調査手法があるので、現場の状況に応じて選択する必要がある。

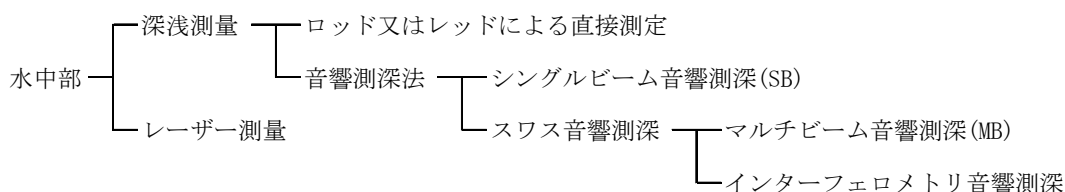


図-8.16 貯水池堆砂測量手法の分類

（引用文献：ダム貯水池土砂管理の手引き（案）P. 9 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課）

測定方法については、選択した同手法を継続することにより、精度よく堆砂進捗を把握することが望ましい。なお、省力化のため、測定方法を変更する場合、測定方法を変更した前後のデータの連続性を確保するよう工夫する必要がある。

ア ロッド又はレッド（重錘法）による直接測定

ロッドを直接、又は、船を停船しロープ又はワイヤーに錘をつけたものを水底まで下ろしてその長さで水深を測る（点の測深）。水深が大きい場合は測定が困難となる。



図-8.17-1 レッド測量

イ 音響測深法

船から発信された音波が水底で反射されて戻ってくるまでの時間を測定することにより水深を計測するシステムである。測定に当たっては、水温や深度による音速度補正、波浪や潮汐の影響補正等が必要となる。近年では、船の左右方向に指向角が広く前後方向に指向角が狭い音波を発射して、船の真下の水深だけでなく船の左右方向の水深まで一度に測量することができるスワス音響測深が利用されている。

音響測深法では、従来からのシングルビームによる方法だけでなく、マルチビーム等による面的測量が可能な手法の採用が望ましい。

（ア）シングルビーム音響測深（SB）：

〔単素子音響測深、多素子音響測深〕

・単素子音響測深

音波を海底に発信し、跳ね返って戻ってくるまでの時間から水深を測る。船を航行しながらの測深が可能（線の測深）である。水中の音の速さは約 1,500m/s（さまざまな条件により変動）で空中の 4 倍以上の速さで

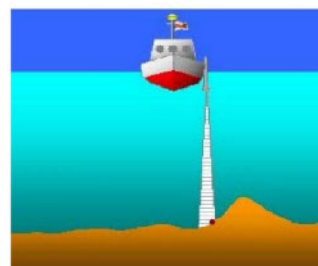


図-8.17-2 単素子音響測深

伝わる。

- ・多素子音響測深

素子(送受波器)を複数使用することにより、単素子よりも一度に幅広く測深することが可能(多重線の測深)であるが、多く取り付けても測深できる幅は限定的である。



図-8.17-3 多素子音響測深

- (イ) マルチビーム音響測深 (MB)

一度に多数の音波を扇状に発信し、非常に精密な海底地形を把握することができる(面の測深)。

水底を計測するには理想的な測深であるが、システムが複雑で非常に高価である。

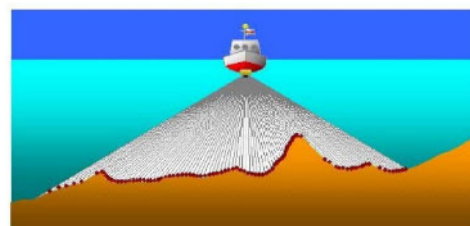


図-8.17-4 マルチビーム音響測深

- (ウ) インターフェロメトリ音響測深

サイドスキャンソナータイプのスワス測深機である。マルチビームが角度ごとの音波の戻り時間を計測するのに対し、インターフェロメトリでは時間ごとに角度の位相差を検出する。そのため、インターフェロメトリ測深機には片側に2～3個の受信アレーが装備されている。インターフェロメトリ測深機を使用する利点は、①スワス幅が極めて広い、②サイドスキャンイメージの取得が可能、などが挙げられる。マルチビーム音響測深と同様に、システムが複雑で非常に高価である。

- ウ レーザ測深

赤色のレーザー光(主に水面で反射される)と緑色のレーザー光(主に水底で反射される)を併用して両者の反射時間の差から水深を測定する手法である。航空機は高度500m程度を飛行し、発射されるレーザー光は機体の左右にスキャン(走査)されるため、航空機の直下の水深だけでなく左右に幅を持って多数の水深値を短時間に得ることができる。

現在の技術で測深できる深さは透明度が高い場所でも水深50m程度までであるとされており、測量船での測深が困難な岩場などの浅瀬が存在する水域での測量を効率的に行うことができる。

貯水池では、水深が浅く、透明度が高い貯水池上流端部付近での使用が有効と考えられるが、現在、貯水池についての使用事例は殆ど報告されていないことから、当該手法を採用する場合には、他手法と併用し、精度を確認しておく必要がある。

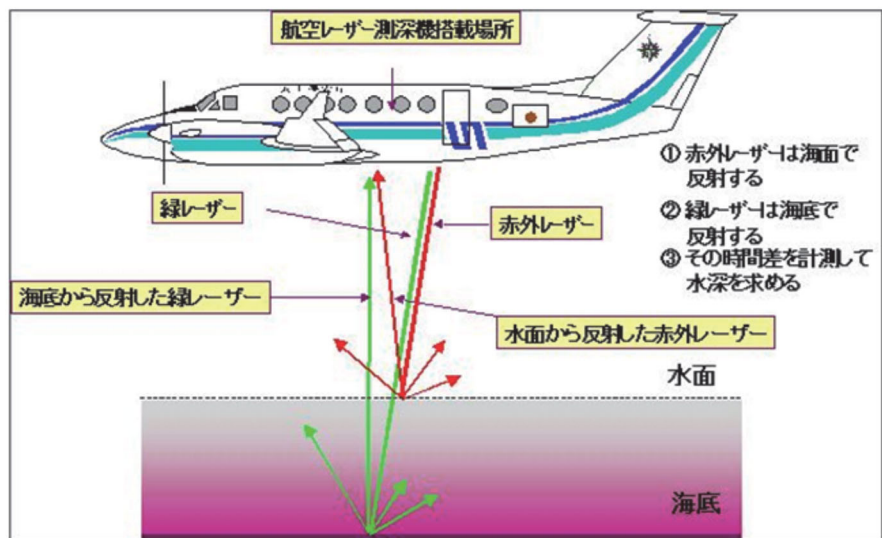


図-8.18 レーザー測深

測量方法は、各ダムの貯水池特性や測量コスト等を踏まえ、表-8.12 の特徴を考慮して適切に選定する。

表-8.12 水中部（深浅測量）測量方法の特徴比較表

調査方法	重錘法 (レッド測量)	シングルビーム 音響測深(SB)	マルチビーム 音響測深(MB)	インターフェロメ リ音響測深	レーザー測深
測深精度	○	○	◎	◎	◎
測深日数	○	◎	◎	◎	◎
測深コスト	○	○	△	△	△
斜め方向 の測深	×	×	○	○	○
3次元の面 情報の生成	×	×	○	○	○
貯水池での 用途区分	狭い区域、湖底面変 状が少ない場合向 き、水深が浅い場合 向き	狭い区域、湖底面変 状が少ない場合向 き	広い区域、湖底面変 状、湖面形状の変 化が多い場合向き	広い区域、湖底面変 状、湖面形状の変 化が多い場合向き	広い区域、湖底面変 状が多い場合向き (ただし、水質のき れいな場所でも水深 50m程度)

◎…最適、○…適、△…可、×…不適

(引用文献：ダム貯水池土砂管理の手引き（案）、P.41 H30年3月、国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課)

(3) 測量データに基づく堆砂量の算定

測量データより直接求められるのは水深で、水深に基づく水容量より堆砂量を求めたり、水位から求めた堆砂面の標高より堆砂量を求める必要がある。具体的には、測線の断面の変化から求める平均断面法と面的な変化から求めるメッシュ法がある。

測線から求める平均断面法は、断面形のデータがあれば算定可能で、多くのダムで採用さ

れている。

一方、水深の面的データから堆砂量を求めるメッシュ法は、メッシュの大きさにより影響を受けるが、メッシュの大きさが5m以下であれば差異はほとんどない。ただし、断面積が大きく変動する区間では差異が大きくなることもあるため留意する必要がある。

【参 考】釜房ダムにおける堆砂測量システムについて

現在ダムの堆砂量の測定は、報告義務となっておりダムの堆砂状況調査要領にしたがい、音によるパルス波を用いた方法で行っている。これは、ダム軸に対して直角方向に200m程度ごとに、横断測量を行い深さを測るものである。しかし、その測定精度は起伏にとんだダムにおいてあまりよくない。そこで、GPS測定器と音波探査機を用いることで現位置での、深さを明確に知ることが可能となった。また、解析には3次元データとして取り込まれ、横断測量よりかなりよい精度を得られる結果となった。図-8.参9にGPS深浅測量図、図-8.参10にGPS陸上部単点測量図及び図-8.参11に三次元データ解析フロー図を添付する。

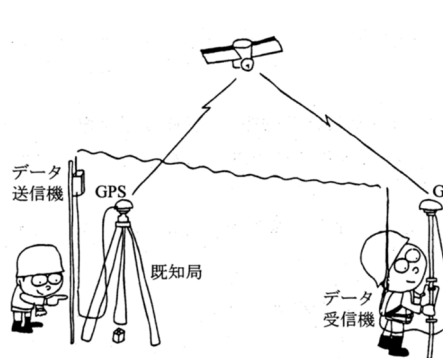


図-8.参9 GPS 深浅測量図

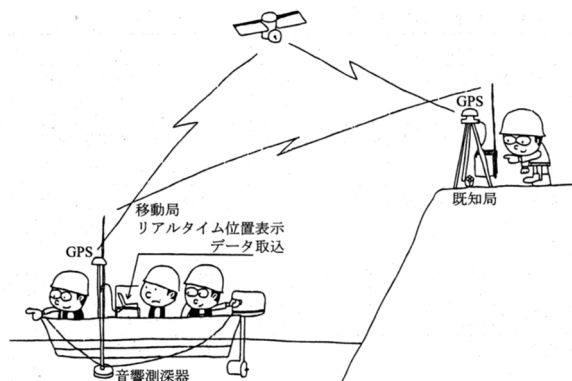


図-8.参10 GPS 陸上部単点測量図

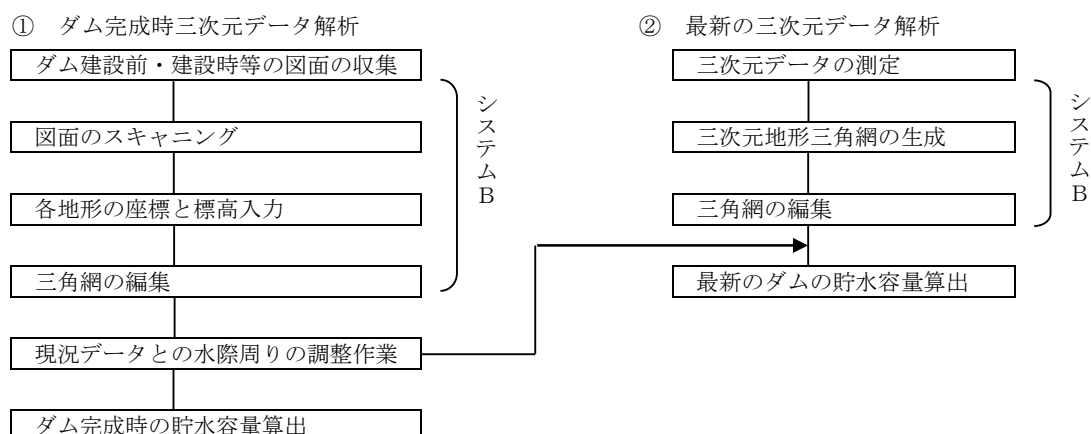


図-8.参11 三次元データ解析フロー

また、従来工法と比較した結果を次に示す。

	従 来 工 法	G P S 手 法
概 要	200mピッチの横断測量（横断のポイント間は5m以下）	20mメッシュのポイント測量
精 度	横断測量上では良いものの、横断間隔が200mと広いため、相対的に劣る。	平均的に貯水池を測量するため、精度が良い。
費 用	初期投資がないものの、経年費用は高い。	ソフト購入、初期入力手間等のため先行投資がかかるものの、その後の費用が安いとコスト削減となる。
応用性	×	○：任意の断面や鳥瞰図、解析が可能
堆砂量	36,000,000（H10 まで）	2,080,000（H11 測定）
コスト	7,000 千円/年	1年目 12,000 千円/年 その後 3,000 千円/年 初期投資は2年で償還が可能になる。その後は、4,000 千円/年のコスト削減が可能になる。

【事例紹介】

ダム堆砂量調査に係る新手法の試行例（岩手県 千松ダム、相川ダム）

《説明主旨》

河川管理者に年1回以上の報告が義務付けられているダムの堆砂量調査における測量に係る経費節減と精度向上が期待される新手法の試行

《取組概要》

（従来手法） 有人ボートにGPS測量機と音響測深機（シングルビーム）を搭載し、GPSにより規定の測線上の位置を測定しながら、音響測深機により観測点の水深（標高）を測定した。

（新 手 法） GPS機能を搭載した自律航行無人リモコンボートにマルチビームの音響測深機を搭載し、測線にとらわれることなく測定した。

（比 較） 無人化リモコンボートにより観測に係る作業員の削減、観測時の安全性向上や測定時間の短縮が可能である。また、シングルビームの線状測深に対し、マルチビームは扇状に測深できるため、湖底の正確な把握が可能である。

《自律航行無人リモコンボート仕様》

- ・航行性能として絶対直線技術を搭載した完全自律調査モードが提供されており、事前に設定したコースに従って航行することが可能。
- ・形状 1.8m×0.55m×0.25m
- ・重量 40kg
- ・操作可能距離 800m（環境によって最大1500m）

（※ 本試行においては、リモコン操作により航行）

《マルチビームソナー仕様》

- ・船底に装着したソナーから音波（音響ビーム）を発射し、音波が湖底にぶつかってはね返ってくるまでの時間を測り水深を計算する。左右扇状に複数の音波を発射するため、湖底を隙間無く測深できる。

- ・測量精度 ±10cm
- ・水中の詳細な地形を測定できる
- ・標準計測範囲 水深1～160m



リモコンボート操作による堆砂測量



発信機とGPSアンテナ（白色円盤状のもの）を搭載したリモコンボート

8.3.4 堆砂対策

測定結果が、計画堆砂量を上回り、貯水機能に影響が出る場合には、対策について検討を行う必要がある。

貯水池の堆砂対策は、図-8.19 に示すとおり「貯水池への流入土砂量の軽減」「貯水池の対策土砂の人為的除去」「貯水池からの排砂の強化」の三つの方法からなっており、これらの方法は単独で行われることもあるが、むしろ併用して総合的に行われることが多い。

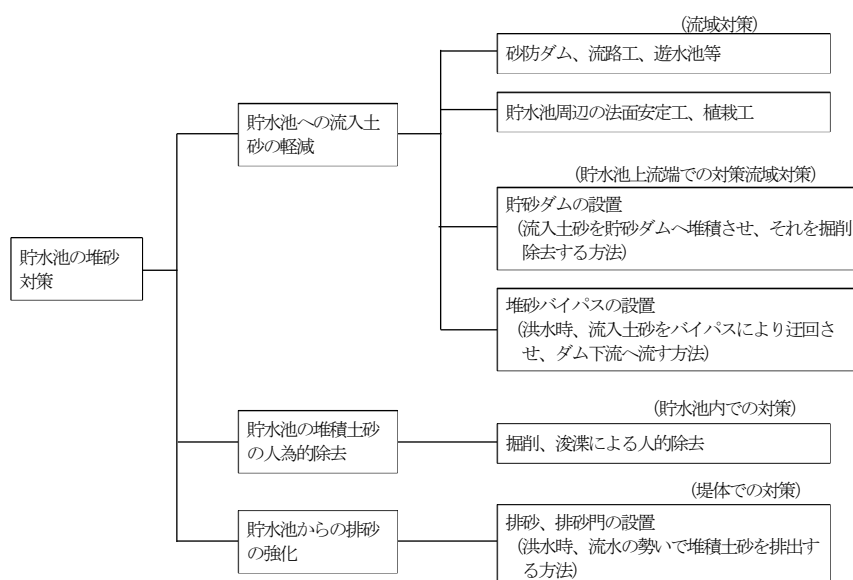


図-8.19 貯水池の堆砂対策の構成

これらの対策の各工法の概要は、次のとおりである。

(1) 浚渫・掘削

貯水池内の堆積土砂を掘削あるいは浚渫し貯水池以外に搬出するものである。

なお、必要に応じて、掘削などした土砂の利用について検討することが望ましい。堆積土砂は、貯水池内の位置により、上流部（礫・砂主体）、中流部（砂主体）、下流部（粘土・シルト主体）の3つに区分される。これら区分の堆積土砂の平均的な性状及びこれらに対して考えられる利用法を下図に示す。

なお、「下流河川土砂還元マニュアル（案）平成23年3月 国土交通省河川局 河川環境課」には、アーマコート対策として、堆積土砂を下流河川へ還元等が記載されていることから参考とされたい。

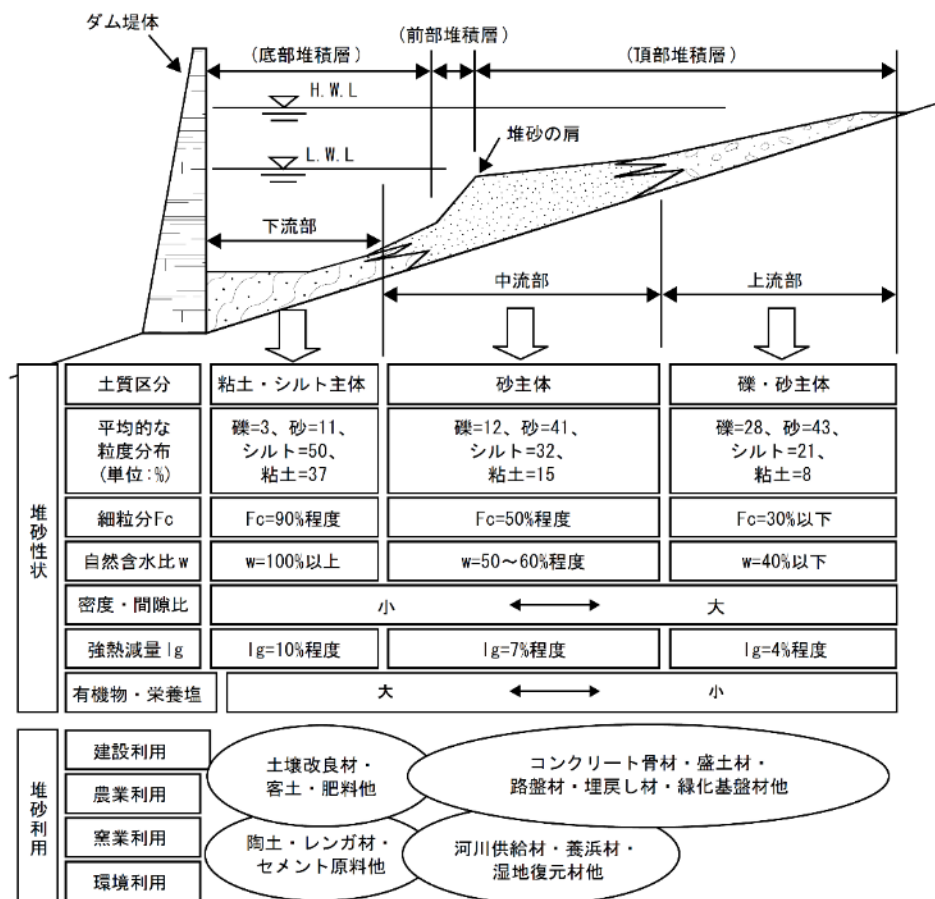


図-8.20 貯水池の堆砂の性状と利用法

(引用文献:大矢、角、嘉門:「ダム堆砂の性状把握とその利用法」、ダム工学 vol.12、No. 3、2002)

(2) 貯砂ダム

貯砂ダムを用いる方法は、中小洪水時あるいは非洪水期に貯砂ダムの背水により土砂を沈降堆積させ、ダム貯水池の運用による水位低下時に土砂の排出を行うものである。

(3) 土砂バイパス施設

貯水池上流から貯水池下流までをバイパスする土砂水路を設置し、堆積した土砂を流水の力を利用して下流河道に排出するもので、土砂バイパスシステムと呼ばれている。一般に呑口部には貯砂ダムが設置される場合が多い。

(4) 土砂フラッシング施設（排砂設備）

堤体に設けられた排砂設備を用いる方法で、貯水を低下させることによって堆積土砂をダム下流へ流出させるものである。フラッシュ放流の流量規模と期待される効果を下図に示す。流量が増大するに従って、河床あるいは河道全体に与えるインパクトが大きくなる。

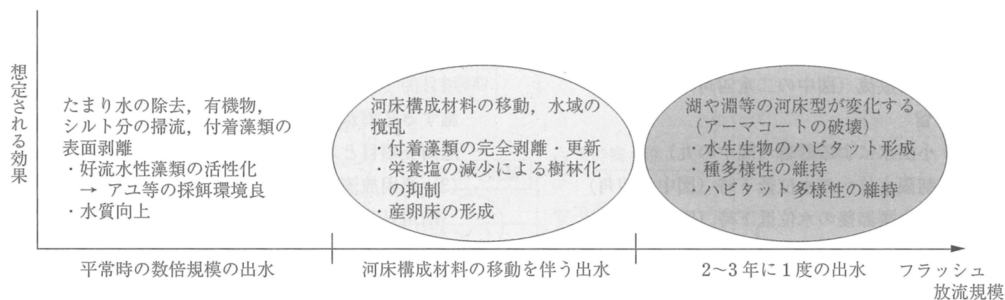


図-8.21 フラッシュ放流規模と期待される効果の概念図

（出典）多目的ダムの建設 第7巻 管理編P.126（平成17年版 財団法人 ダム技術センター）

(5) その他

ダム上流域で大規模な土地開発が実施された場合、樹木の伐採などにより土砂が流出し、貯水池の堆砂を促進し、また貯水池の水質にも悪影響を与えることとなる。このため、ダム上流域における土地開発は極力規制することが望ましい。また、ダム周辺部における土地開発に関連した情報は、できるだけ早期に入手するように務め、土地開発の計画段階で地元、開発業者と十分協議し、土砂生産を可能な限り抑制できるよう働きかける必要がある。

【参 考】貯水池上流における沈砂池による堆砂防止事例（宮崎県 天神ダム）

《説明主旨》

天神ダムの堆砂率は、平成17年の台風によるダム上流側斜面崩壊が発生し、大規模な土砂流入があったため、平成28年末時点における堆砂量は計画堆砂量に対して8割に至っている。

そのため、ダム上流部に土砂流入防止施設を築造し、貯水池への土砂流入を減少させるとともに、効率的な排砂を可能とした。

《取組概要》

S53～H13年に築造された天神ダム（ロックフィルタイプ 堤高：62.5m 堤頂長：441.7m）は、前歴事業である大淀川右岸農業水利事業により造成され、H11年より試験湛水開始、その後供用開始され現在に至っている。

しかし、平成17年8月の台風豪雨に伴い、ダム上流側にて大規模な斜面崩壊が発生し、大量の土砂がダム貯水池内へ流入した。また斜面崩壊後には流域の状況が変化し、斜面崩壊前に比べ堆砂流入量が増加している。こ

のことが影響し、H28 年末時点における累積堆砂量は 393 千 m^3 となっており、計画堆砂量 500 千 m^3 に対し約 8 割堆砂している状況である。

そのため、調整池への流入土砂量を抑制するため、ダム上流部に土砂流入防止施設を築造する。

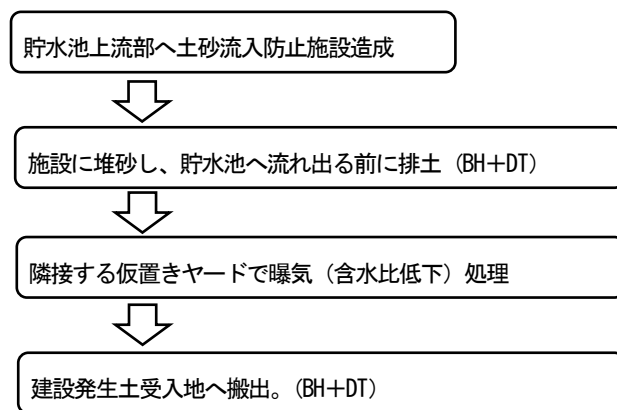
施設容量は、平成 17 年度の台風に伴う期間（H17～H19）は特に土砂流入量が多いため除外し、それ以降の期間において平均流入量を大きく上回る 3 か年の平均を年最大堆砂量とし、それを捕捉できる容量とした。

なお、斜面崩壊後にはダム上流側で砂防ダム建設が行われるなど治山事業が進められており、平成 20 年以降の堆砂量は比較的安定している。

土砂流入防止施設の築造により、平年の土砂流入量であれば 3 か年分の容量が確保されており、1 ～ 3 か年に 1 回の維持管理が必要となる。

《作業の流れ》

下記の流れで処理を行う計画である。



《留意点》

沈砂池からの排土は、スロープを通じて重機が沈砂地内に進入できる構造としており、直接掘削を行う。

《ダム・沈砂池状況写真》



貯水池全景写真

- ・上部に見えるのがダム
- ・下に見えるのが沈砂池



沈砂池全景写真



沈砂池完成状況写真

8.4 環境との調和への配慮

ダム周辺の環境については、管理段階においても周辺環境との調和のために、可能な配慮事項に留意しつつ管理運用することが求められている。

また、これらについては地域住民や関係機関と十分調整し、参加や協力を得て行うことが必要である。

8.4.1 環境に関する法規

ダム建設に伴う環境関係の法規は大きく次の4つに分類される。

- (1) 自然環境の保全等を目的とし、行為の制限をする地域の指定等に関する自然環境関係法規。
- (2) 公害の防止などを目的とし、汚染物質の排出の規制等に関する公害関係法規。
- (3) ダム建設による影響に対し、生活環境、産業基盤等の地域の整備を目的とする法規及びこれらに基づいて制定された政令、省令、地方自治体における条例等。
- (4) 事業実施に際して、環境への影響評価の手續などに関する環境影響評価関係法規。

のうち、平成9年6月に制定された「環境影響評価法」により、近年、特に(4)の環境影響評価が重要視されている。

8.4.2 環境アセスメント

環境影響評価（環境アセスメント）は、ダム、水路、道路、干拓等の大規模な開発事業を実施する際に、事業者自らその影響について、事前に調査、予測又は評価を行い、地域の意向を踏まえつつ環境保全への配慮を行う仕組みである。

環境影響評価については、「環境影響評価法」により、環境保全への適正な配慮が事業者には義務づけられている。適用範囲はダムの事業規模などに左右されるが、ダム建設事業において、環境影響評価の重要性がますます高まっている。

8.4.2.1 調査・計画段階

この段階は、基本事項の検討や構造物の概略設計を行う段階であり、事業にとって大切な時期である。

具体的には、事業区域における生物の生息環境等の実態把握、ダム建設による影響予測、自然環境の保全・創造対策の立案等を行い、その結果は、道路ルートを選定、材料山の位置、動・植物の保全対策等に反映される。

8.4.2.2 建設段階

この段階は、ダム建設事業が具体的に開始される段階である。生物の生息環境等の実態把握を継続して行うとともに、影響予測の妥当性の評価、保全対策の実施及び追跡調査を行い、保全対策についての評価を行いながら事業が進められる。

個別ダムの固有の課題に対しては、調査・計画段階での課題、検討経緯を明確にして対策を実施する。所期の課題に対して対策工の効果を確認した上で管理段階に引き継がれる。

8.4.2.3 管理段階

ダムの建設に伴い出現した「新しい環境」の維持管理と、必要に応じて保全対策の実施、評価を行うとともに継続して追跡調査を行うことが望ましい。

建設直後のダムの環境は変化するが、将来的には安定した環境に到達することが予想される。この場合、ダム建設に伴い出現した「新しい環境」の維持管理と、必要に応じて保全対策の実施、環境の推移を継続的に追跡して調査すること（追跡調査）は、当該ダムのみならず、今後のダム事業における環境の保全・創造を図る上からも非常に重要なことである。

8.4.3 環境項目

8.4.3.1 水質

貯水池及び河川の水質調査項目、調査時期は8.2 水質の保全に準じて行う。

8.4.3.2 地形・地質

(1) 対象区域

地形・地質についての対象区域は、湛水区域及びその周辺区域（工事施工関連区域を含む）とし、既存の資料等を勘案して定める。

(2) 調査方法・内容・時期

地形についての現状調査は、地形分布並びに学術的価値の高いもの及び天然記念物等の特殊な地形の特性について行う。また、地質については、地表地質分布並びに学術的価値の高いもの

の及び天然記念物等の特殊な地質の特性について行う。

なお、管理段階における調査は、ダム計画時に行った環境影響評価書の内容に基づき実施する。

8.4.3.3 植物

(1) 対象区域

陸上植物の状況については、湛水区域及びその周辺区域（工事施工関連区域及びその周辺約500m）とし、既存の資料等を勘案して整理する。

水生植物の状況については、湛水区域及び貯水運用によって水質、水位等に影響が及ぶと予想されるダム下流の区域とする。

(2) 調査方法・内容・時期

調査時期は、植物の分布状況を把握するのに適した時期とする。

調査方法は、貴重な群落、種等について、主として現地踏査又はサンプリングにより行うものとする。また、主要な地点での写真記録などの定点観測も効果的である。

調査の実施に際しては、ダム計画時に行った環境影響評価書の内容に基づき、貴重種又は貴重群落の消滅の有無又は改変の程度を原則として位置及び面積で把握することによって行う。

8.4.3.4 動物

(1) 対象区域

水生動物の状況については、湛水区域及び貯水運用によって水質、水位等に影響が及ぶと予想されるダム下流の区域とする。

水生動物以外のものの状況については、湛水区域及びその周辺区域（工事施工関連区域及びその周辺約500m）とし、既存の資料等を勘案して定める。

なお、イヌワシ・クマタカ等の猛禽類やクマ・シカなど、行動圏の広い動物の生息が想定される場合には、ダム流域などそれらの行動圏の把握が可能な範囲まで調査区域を広げるものとする。

(2) 調査・内容・時期

調査時期は、動物の分布状況を把握するのに適した時期とする。

調査方法は、貴重な生息種、生息環境等について、主として聞き取り調査、現地踏査又はサンプリングにより行うものとする。

調査の内容は、ダム計画時に行った環境影響評価書の内容に基づき、学術的価値の高いもの、天然記念物に指定されているもの等貴重な動物及びその生息環境の消滅の有無又は変化の程度とし、原則として、類似例を参考として行う。

なお、必要に応じて、学識経験者等の意見を参考にして詳細な調査を行うことが望ましい。

表-8.13 動物調査項目及び内容

調査項目	調査内容
哺乳類	生息種及び主要生息種の分布状況 生息環境の状況 貴重種の分布位置又は区域、貴重さの内容及び程度
鳥類	生息種及び主要生息種の分布状況 渡りの区分 生息環境の状況 貴重種の分布位置又は区域、貴重さの内容及び程度
は虫類	生息種及び主要生息種の分布状況 生息環境の状況 貴重種の分布位置又は区域、貴重さの内容及び程度
両生類	生息種及び主要生息種の分布状況 生息環境の状況 貴重種の分布位置又は区域、貴重さの内容及び程度
魚類	生息種及び主要生息種の分布状況 生息環境の状況 貴重種の分布位置又は区域、貴重さの内容及び程度
昆虫類	生息種及び主要生息種の分布状況 生息環境の状況 貴重種の分布位置又は区域、貴重さの内容及び程度

8.4.3.5 景観

(1) 対象区域

景観の現状調査の対象区域は、湛水区域及びその周辺区域（工事施工関連区域及びその周辺約500m）とする。

(2) 調査内容

表-8.14 景観調査項目及び内容

調査項目	調査内容
景観の概要	景観の概要
特殊な景観	特殊な景観の存在位置、特殊さの内容及び程度
主要な眺望点からの眺望範囲	眺望の位置、眺望点からの眺望範囲とその景観内容
野外レクリエーション地の状況	自然環境を対象とする野外レクリエーション地の状況

8.4.4 環境調査結果の整理

8.4.4.1 調査結果の記録

ダム計画時の環境影響評価により、継続して調査が必要と認められた項目については、管理段階においても調査する必要がある。調査結果の記録は、できるだけ検索が容易で、関連ある記録と対比しやすいように整理しておく必要がある。

8.4.4.2 環境影響評価

管理段階において継続して実施されている調査結果は、ダムの調査・計画段階、建設段階の影響

予測と比較し、その妥当性を評価する必要がある。評価対象は、貯水池の水質、地形・地質、動物・植物、景観等多岐にわたり、専門的知識を要するため、評価に際しては、専門的知識を有する者の判断を仰ぐことが望ましい。

評価の結果、予想よりも環境に対する影響が大きい場合には、必要な保全対策を講じる必要がある。

8.4.5 貯水池周辺における環境保全

8.4.5.1 ダム下流河川における整備

ダムは河川をせき止め、水を貯水するとともに、上流からの土砂も堆積させるため、ダム建設後、下流河川の状況に変化をもたらす。一般的に、河川の上流域では転石、礫が多く、中流域では上流域よりも粒径の小さい礫、砂が多く、河川勾配の緩やかな下流域では砂が主体となって堆積している。このようにおおまかに河川の位置により、土砂の粒径が異なるが、洪水時に上流より大きい転石が運び込まれてくるため、自然状態の河川では大小の粒径を含んだ土砂が存在しているのが普通である。

しかし、ダムが建設されると、上流からの土砂の供給が断たれ、河川の流速が一定となるため、粒径の小さい砂分のみが流出し、ダム下流河川には玉石、礫のみが残った状態（アーマコート）となる。

細粒分が流出し、礫を主体とする状態では、ダム建設前に生息していた魚、底生生物に影響を与え、魚種の減少を招く。さらに河床から土砂がえぐりとられて河床の粘土や岩盤が露出した状態になると、ほとんどの魚は定着せず、通過するだけの状況になってしまう。

このため、事業実施前に十分な調査を実施するとともに、管理段階においても観察を行っていくことが望ましく、詳細については「下流河川土砂還元マニュアル（案）平成23年3月 国土交通省河川局 河川環境課」を参考とされたい。



図-8.22 ダム下流河川のアーマコート化

参考に、淀川水系天ヶ瀬ダムの下流河川における生物の変遷を紹介する（川のHの条件，森下郁子・森下雅子・森下依理子/著）。

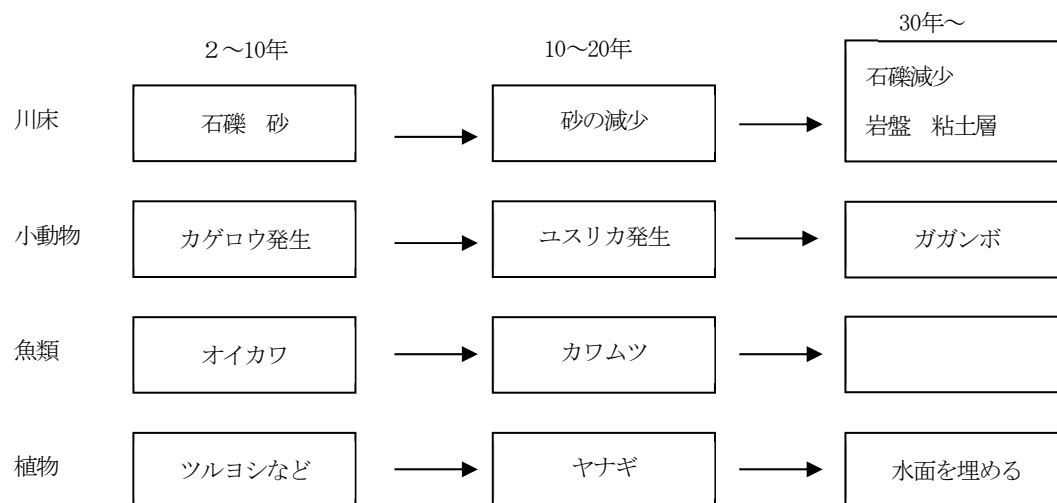


図-8.23 天ヶ瀬ダム下流の生物の変遷

8.4.5.2 湖岸の整備

湖岸崩壊を防ぎ利用者の安全確保、裸地景観の緩和及び自然環境の保全を図るため、張芝、植生等により湖岸の緑化を行う。ダム湖岸の平常時最高貯水位（常時満水位）よりも下部の斜面は、繰り返される冠水によって裸地化が進行するケースが多く、厳しい環境条件のために緑化困難な区域もあることから、緑化の可能性に応じた緑化手法を適用することが肝要となる。一方、ダム湖岸の平常時最高貯水位（常時満水位）よりも上部の斜面は、洪水時に冠水することはあってもその頻度及び期間は極めて少ない。この平常時最高貯水位（常時満水位）よりも上部の斜面は、既存の樹林を極力保全することでダム供用後に森林植生を早期に回復させていくことが可能と考えられる。

（参 考） ダム湖岸緑化の手引き（案）（平成18年3月 国土交通省河川局河川環境課）には、緑化の調査・計画・設計・施工・管理に係る内容が記載されている。

8.4.5.3 流木処理

洪水時に貯水池に流入した流木は、放流時に取水ゲート及び放流ゲート、洪水吐きゲート、放流管等の放流設備の障害となるのみならず、貯水池周辺の景観を損ねるなどの問題を有している。

これらの流木は、流入当初しばらくは湖面に浮遊するが、時間の経過とともに水分を含み、根部の重みで直立になり、水面下4～5mの位置に立ち木として浮遊した状態となる。また、湖岸付近の流木は、洪水後の水位低下に伴い湖岸に張り付いた状態となる。これらの状態に達すると流木の回収が非常に困難となるため、洪水後、流木が湖面に浮遊している間に陸揚げを行うことが重要である。大規模洪水等により、通年規模を大きく上回る流木が発生した際は、非常時の対応策として、短期間で貯水池から流木を除去する必要がある。大規模洪水時等に備えた作業機械の調達や配置等に関する作業計画をあらかじめ立案しておくことが重要である。

ダム貯水池で回収される流木については、有価物か無価物の判断が必要であり、その判定に当たってはダム貯水池が所在する市町村に確認する必要がある。

有価物の場合は、市町村に引渡し、市町村が保管することになっている。

無価物の場合は、その流木の処分方法（有効活用又は廃棄処分）についても、市町村に確認を行うものとする。その際、「循環型社会形成推進基本法（環境省、平成12年6月2日公布）」では、廃棄物を循環的に利用が行われることを推進しており、有効活用を前提とした処理方策を事前に検討しておく必要がある。

なお、流木処理の基礎資料とするため、除去した流木の処理量等はできるだけ計測を行い、記録の保存に努めるとともに、流域の山林等の状況や貯水池への流入河川の樹林化等の状況を、可能な範囲で情報収集することが望ましい。

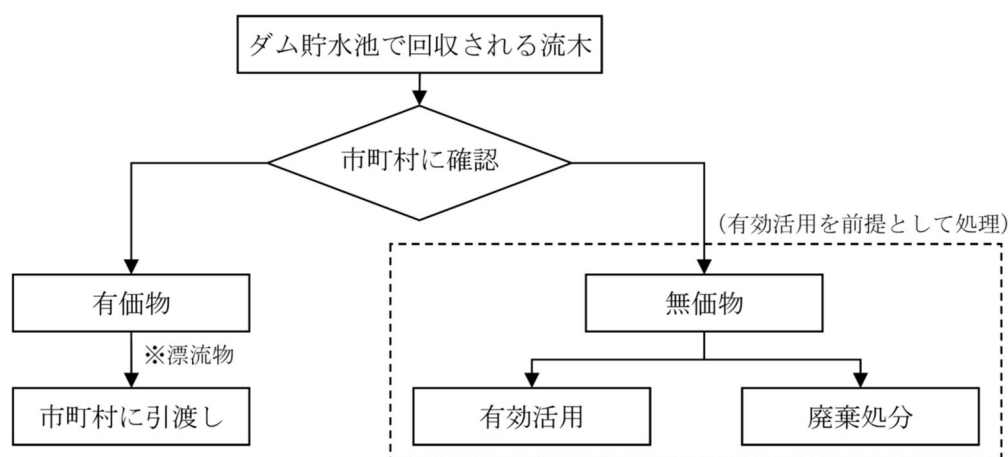


図-8.24 流木処理の概念図

(引用文献：ダム貯水池流木対策の手引き(案)

(平成30年3月、国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課) P.38)

無価物として廃棄物処理する場合の廃棄物としての区分は、一般廃棄物に分類される。流木を一般廃棄物として処理するに当たっては、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」や同法の施行令、施行規則を遵守することとする。同法において、焼却処理により自家処理・減量を行う方法と、一般廃棄物の収集運搬許可者、処理業者の許可業者に委託処理する方法が示されている。自家処理を行う場合について、以前は焼却設備により場内で処理される場合が多かったが、焼却時のダイオキシン問題に伴い、安易に焼却することができなくなっている。このため流木などの焼却に当たっては、ダイオキシン対策の施された焼却設備を用いるなど、諸法規に適正に対応する必要がある。

また、流木は、ダム周辺地域の一般者へ配布することで資源再利用の普及、啓発に寄与する効果が得られることや、バイオマス発電における燃料への適用など、新たな分野への活用を試みることで技術開発に繋がることがあり、処分費用の削減以外にも種々の効果が期待できる。ただし、ダム周辺の流木の需要先における受入れ可能量や、有効活用するための処理に要するコストはダムごと

に異なることから、技術的、経済的に許容する範囲内で、できるだけ有効活用する方法を検討するものとする。一般的な有効活用方法を以下に示す。

なお、流木とは別に、貯水池内において水草が大量発生することにより、下流施設のフィルターに目詰まりが発生し苦慮することもあるため留意されたい。

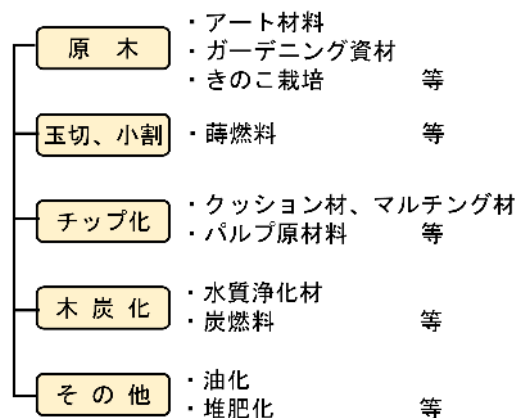


図-8.25 流木の一般的な有効活用方法

(引用文献：ダム貯水池流木対策の手引き(案)(平成30年3月)

国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課、P.41)

【参 考】管理段階における環境との調和への配慮事例について

(1) 津風呂ダムの事例

ア ダムの概要

津風呂ダムは、国営十津川紀の川農業水利事業において昭和36年に完成した、奈良県及び和歌山県に農業用水、奈良県に上水を供給する利水専用ダムである。

型式：重力式コンクリートダム 高さ：54.3m 堤頂長：240.0m 堤体積：220千 m^3

総貯水量：25,650千 m^3 有効貯水量：24,600千 m^3 湛水面積：150ha

イ 環境に配慮した事由

津風呂ダムは、水没者により結成された津風呂湖厚生組合(傘下に津風呂湖漁協、津風呂湖観光協会等)による、貸しボート業及び魚の放流による釣りの営業を行っており、年間約10万人の観光客が訪れている。

しかし、観光客が捨てるゴミの増加、釣り人の余ったえさの投棄、流域内に建設されたゴルフ場などの施設からの排水の影響により環境が悪化しつつあり、それらの環境を保全するために、平成5年に国、県、町、関係市区長、受益者(改良区)及び貯水池流域の企業により「環境保全対策協議会」(以下「協議会」という。)を設置した。

ウ 環境に配慮した管理(活動)内容

「協議会」の主な活動内容は次のとおりである。

貯水池内及び周辺の清掃とその処理並びに流木の処理を年2回(3月下旬と7月下旬)実施し、年1回(8月頃)協議会を開催している。

なお、貯水池に排水する関係企業からの水質調査データの報告及び貯水池内の水質状況を確認し、協議会において報告を行っている。

8.5 道路の管理

8.5.1 道路の区分

貯水池周辺には、管理用の取り付け道路が整備されていることが多い。この場合、ダム取り付け道路がそのまま県道あるいは、市町村道となっている場合が多く、当該道路の管理を施設管理者が行うべきか、県あるいは市町村が管理すべきか不明な場合が多い。

一般的には、ダム敷地内の道路が管理対象となるが、ダム天端を道路として利用している例も認められるため、その管理境界を明確にしておく必要がある。また、堤体の安全を図るうえで、設計荷重を超える車両への交通規制を行う等の必要がある。

道路の点検、補修、非常時の連絡、復旧などが円滑に行えるよう、道路管理者との管理区分を明確にしておく必要がある。

8.5.2 管理用道路

管理用道路の管理は、少なくとも下記に示す項目について実施するのが望ましい。

8.5.2.1 舗装面

- (1) 点検項目
 - ・道路表面の亀裂
 - ・陥没
 - ・湧水

- (2) 頻度

基本的に毎日1回は車中等から取り付け道路全体を巡視する。特に重要と思われるダム天端については、直接目視により確認することが望ましい。

8.5.2.2 道路法面

- (1) 点検項目
 - ・法面表面の亀裂
 - ・地山表面の亀裂
 - ・湧水
 - ・目地部のずれ

- (2) 頻度

基本的に毎日1回は車中等から法面全体を巡視する。大雨等の後は、小段等を利用して、直接法面の状況を目視により観察することが望ましい。

8.5.2.3 安全標識

- (1) 点検項目
 - ・表示部の汚れ

- ・ 標識の破損
- ・ 支柱の破損
- ・ 表示の劣化
- ・ 樹木の影に標識が隠れていないか

(2) 頻度

基本的に毎日 1 回は車中等から安全標識を巡視する。春先から夏にかけての樹木の生長が著しい時期には、定期的に伐採を行い、標識が樹木によって遮られないようにする。

8.5.2.4 防護柵

(1) 点検項目

- ・ 防護柵の劣化、破損
- ・ 雑草の除去

(2) 頻度

基本的に毎日 1 回は車中等から防護柵の状態を巡視する。

8.5.3 点検結果の整理

点検結果は速やかに記録し保管するものとする。なお、様式は当該ダムに最も適切なものを選定する。

8.6 冬期の管理

冬の寒さが厳しい東北地方や北海道においては、降雪や凍結により管理上の障害が生じることがある。主として考えられる障害は次のとおりであり、過去の気象観測記録等を参照しながら、除雪並びに湖面及び機器周辺の凍結対策等を立案しておくことが必要である。

冬期間に考えられる障害

(1) 積雪による道路の通行不能

積雪が多い場合には、現場管理所への道路や堤体上の道路が通行不能となることがある。除雪等の対策が必要となるが、道路が公道となっている場合には、道路管理者が除雪を行うことが多いが、施設管理者が除雪を行う場合には、年間数百万円の費用が必要となる場合がある。また、堤体上の道路が積雪により通行不可能となり、堤体や取水塔の監視点検に支障を来している場合が見られる。このような状況が考えられる地域では、常設の雪上車、除雪車等の配置も考慮に入れた管理計画の作成が望まれる。

(2) 路面、堤体等が凍結し、堤体の点検等ができない。

堤体斜面が凍結により滑りやすくなり、点検時に危険となる。堤体斜面がアスファルトフェーシングのダムでは、凍結や降雨時に滑りやすく危険なので注意が必要である。

放流水の飛沫等が機器周辺や土木施設に凍り付き作動不良を生じる。

冬期であっても、下流維持用水や都市用水の放流がある場合には、放流水の飛沫等が凍結し、

水密ゴムや水密板とゲートが凍結して操作ができなくなる場合がある。

水位計、水温計等の観測設備が凍結等により作動不良となる。

湖面が結氷して水温の測定ができなくなったり、フロート式水位計が動かなくなる場合がある。圧力式水位計を使っている場合には、結氷に関係なく水位の測定が可能なので、冬期にも水位の測定が必要な場合には、圧力式水位計を採用するか、凍結防止装置の設置が望ましい。

このような動作機器、計測機器については調査段階から検討を行い雪、結氷による被害を防ぐものを選択することが望まれる。

(3) 取水塔の点検・管理ができない。

取水塔が堤体部と一体的に作られている場合には管理に支障はないが、取水塔が堤体から離れて設置されている場合で、管理橋が無いときには、湖面の凍結により取水塔の点検、管理が困難となる。また、管理橋がある場合であっても、積雪が多く、点検の都度除雪が必要となるなど多くの手間が必要となる。

(4) 結氷した湖面の立ち入り監視。

ダム湖面への立ち入りは禁止されている場合が多いが、特に結氷後の湖面にワカサギ釣りなどで立ち入る例があり、安全対策が必要である。職員の見回りや、拡声器による注意、立入禁止の看板等により事故防止に努める必要がある。

また、冬期間に施設管理者が常駐しないダムにあつては、地震時の臨時点検のルート・手法についてあらかじめ定めておき、冬期においても万全を期さなければならない。

8.7 人身に対する安全管理

ダム及び貯水池とその周辺において、管理要員、周辺住民等の安全を確保するため、保安設備を設置するとともに、点検及び整備を定期的に行い、事故発生 of 未然防止に努めるものとする。

なお、ダムからの放流又は洪水吐きからの越流に伴うダム下流の安全に関しては「6.5 放流等の際にとるべき措置」に記載している。

8.7.1 保安設備

保安設備には、主として管理用設備に係る安全施設と人に対する安全施設とに大別され、おおむね次のように区分される。

- | | |
|----------------------|--------------------|
| (1) 人に対する安全設備 | フェンス、ハンドレール等 |
| (2) 出入りのための設備 | タラップ、はしご、階段、手摺等 |
| (3) 夜間の運転や保守管理のための設備 | 照明設備等 |
| (4) 注意喚起のための設備 | 標識、立札等 |
| (5) 管理設備の安全設備 | 回転部分、通電部への接触防止カバー等 |

8.7.2 保安設備の保全

保安設備は、人命に関わる重要な設備であり、入念に点検し、損傷等がある場合は、速やかに整備しなければならない。

これらのうち、前項の保安設備で示す(1)、(2)、(4)は周辺住民等の危険な場所（特に取水設備及び放流設備周辺）への立ち入りを防止したり、予防するものであり、異常がある場合、人身事故に直結することにもなるため、これらの設備が整っていることを常に確認する必要がある。

また、(4)の注意喚起のための設備は、子供でも理解できるよう絵などで表示することが大切である。

8.7.3 貯水池周辺の見回り

ダム貯水池は広範囲にわたっており、巡視車等による見回りでの安全確認が欠かせない。特にダム湖畔が一般道路から近い場所や釣人などが出入りすると考えられる場所等はよく巡回、点検し、危険な箇所での立ち入り者への警告等による安全の確保が必要である。巡視や安全施設の点検を行った結果は、管理日誌等に記録し、保存する。

また、ダム周辺における安全の確保のために実施する巡視や事故防止の周辺住民等への啓発に当たっては、道路管理者や警察との連携が有効な場合があることから、これら関係機関との調整にも留意することが必要である。

なお、UAV（小型無人航空機）を用いた貯水池の巡視、立ち入り者の確認、UAVに拡声器を付け立ち入り者にメッセージを伝えるなどの計画が始まっている（「7.3.1.1 日常点検・1次調査」【事例紹介】日常点検におけるUAV（小型無人航空機）の導入検討事例（東北管内 ロックフィルダム R3.8時点））。

8.7.4 土地改良施設賠償責任保険について

土地改良施設賠償責任保険については、管理に従事する人に対する保険と周辺住民などに対する保険に大別され、その一般的な概要は以下のとおりである。

(1) 管理に従事する人に対する保険

土地改良施設の管理に従事する人が、業務従事中の事故により身体に被った傷害などを補償する保険である。

(2) 周辺住民等に対する保険

土地改良施設の所有者あるいは、施設管理者である市町村、土地改良区等が当該施設の管理の瑕疵により、周辺住民等に損害を与え、賠償責任を負い、そのために被害者に支払わなければならない損害賠償金や、その他の応急手当、裁判費用等に支払う保険制度である。

なお、契約形態や加入方法等の詳細については、各道府県土地改良事業団体連合会が、会員である土地改良区の保険を一括して契約する場合と、各土地改良区に保険会社を斡旋する場合がある。

【参 考】

国家賠償法第2条第1項の営造物の設置又は管理の瑕疵

(1) 設置又は管理の瑕疵

水路等に転落するなどして死傷した事件に関する判例によれば、営造物が通常有すべき安全性を欠き、他人に危害を及ぼす危険性のある状態をいい、その有無は、当該営造物の構造及び用法、場所的環境、利用状況等、諸般の事情を総合的に考慮して、具体的個別的に判断すべきものであるとされている。

(2) 転落事故訴訟判決における管理責任に関する考え方

ア 転落事故現場及びその付近の利用状況

判例においては、当該事故現場が子供の遊び場であったり、一般市民の自由使用に供されている場所、地域住民の生活圏に密着しているなど、人が行き来したり、集まる場所であるとの認定がなされた場合には、管理者に瑕疵があるとされている。

当該事故現場が、子供の遊び場ではない、住民や子供らの日常生活活動の場と密着していない、住宅地から離れて田園地帯にあるなど、人が行き来したり、集まる場所ではないとの認定がなされた場合は、管理者に瑕疵がないとされている。

イ 転落事故現場の構造上の危険性について

判例においては、当該事故現場の構造が転落あるいは水死の危険性がある、崩落しやすい状態、工事により危険が創出されたなど、構造上の危険があった、あるいは、創出されたなどの認定がなされた場合は、管理者に瑕疵があるとされている。

当該事故現場の構造が、転落しても危険は少ない、被害者が危険な行為をしないかぎり安全性に欠けるところがないなど、通常の注意を払っていればその通行に特段の危険はなかったとの認定がなされた場合は、管理者に瑕疵がないとされている。

ウ 河川の自由使用等に係る河川管理の措置義務について

判例においては、当該事故現場の河川管理上の措置義務において、転落防止措置を講ずる義務があった、走行する車両の安全を確保する義務を負う、防止措置を講ずることは容易、あるいは不可能ではなかったなどの措置義務を認めた場合は、管理者に瑕疵があるとされている。

また、河川は危険を内包しているものであり、河川の自由使用に伴う通常の危険は、本来利用者の負担に帰すべきものであるというように、管理者に措置義務を求めず、利用者にその責任を求め、管理者側には瑕疵がないとされた場合もある。

このように、河川付近の土地利用状況と河川付近を利用する人の年齢を考慮した上、治水上、水防上の支障も考慮し、転落防止措置（看板、立て札等を含む）を講ずる必要がある。

(3) 管理責任と対処方法の考え方

ア 転落事故の場合、設置の瑕疵よりも管理の瑕疵を問われることが多い。巡視・点検をよく行い、その記録簿の整理が重要である。

イ 巡視・点検中にフェンスの破損を発見したが、予算の都合から即座に補修せず事故が発生した場合、たとえ半日でも瑕疵を問われたケースがある。フェンスの破損を発見した場合は、注意看板だけでは不十分であり、即座に一時的な防護柵を設けることが必要である。

ウ 転落事故における賠償額が高額化している。最近の請求額は1億円程度であり、対応するためには保険に加入する方がよい。

エ 保険に加入した場合でも、脆弱な施設でよいといった考え方は禁物であり、あくまでも設置及び管理に瑕

疵がないように対応し、万一事故が起きた場合、保険により被害者の救済も十分にできるという考え方に立つべきである。

8.8 貯水池の適正な有効利用

ダム及びその周辺は、散策や施設利用、スポーツ、キャンプ、釣り、ボート利用等の様々な形態で利用されており、農業用水の安定供給等の機能に加えて、新たな水と緑のオープンスペースを利用したレクリエーション等の場としての親水機能を併せ持っている。

ダム及びその周辺を活かした水源地域の自立的、持続的な活性化を図るため、自然豊かな水辺環境等を国民が広く利用できるような取組が重要である。また、ダムの重要性について理解が深まるような取組も重要である。

貯水池の利用は自由使用が原則であるが、その利用によってダムの運用に支障をきたすことや、貯水池の水質や貯水池周辺の環境等に悪影響を及ぼすことなどがないよう、適正な利用を図る必要がある。

また、貯水池の利用に当たって、利用者自らが安全に留意する必要がある。

農業用ダムにおいても、本来の用途又は目的を妨げない限度において、他の用途又は目的のための利用（他目的使用）が可能であり、これまでに市民の憩いの場とするための貯水池の周辺を公園化、釣り場やカヌーなどの練習の場としての使用、レスキュー隊の救助訓練等に利用しているところもある。土地改良施設の他目的使用等を促進することにより、施設管理者における管理の省力化、使用料収入等により、受益者の負担減につなげることができる。