

Ⅲ－２ 水環境

＜水 環 境 総 説＞

１ 貯水池の水質環境要素と影響要因

ダム事業で環境に負荷をあたえる影響要因として「ダムの建設工事」、「ダムの供用」、「貯水池の存在」があげられる。これらによって、人の健康、生活環境および自然環境に影響を及ぼす水質環境要素の参考項目として、主務省令では「土砂による水の濁り」、「水温」、「富栄養化」、「溶存酸素量」、「水素イオン濃度」の５項目が記載されている。水質環境要素と影響要因との関係は下表のように区分される。

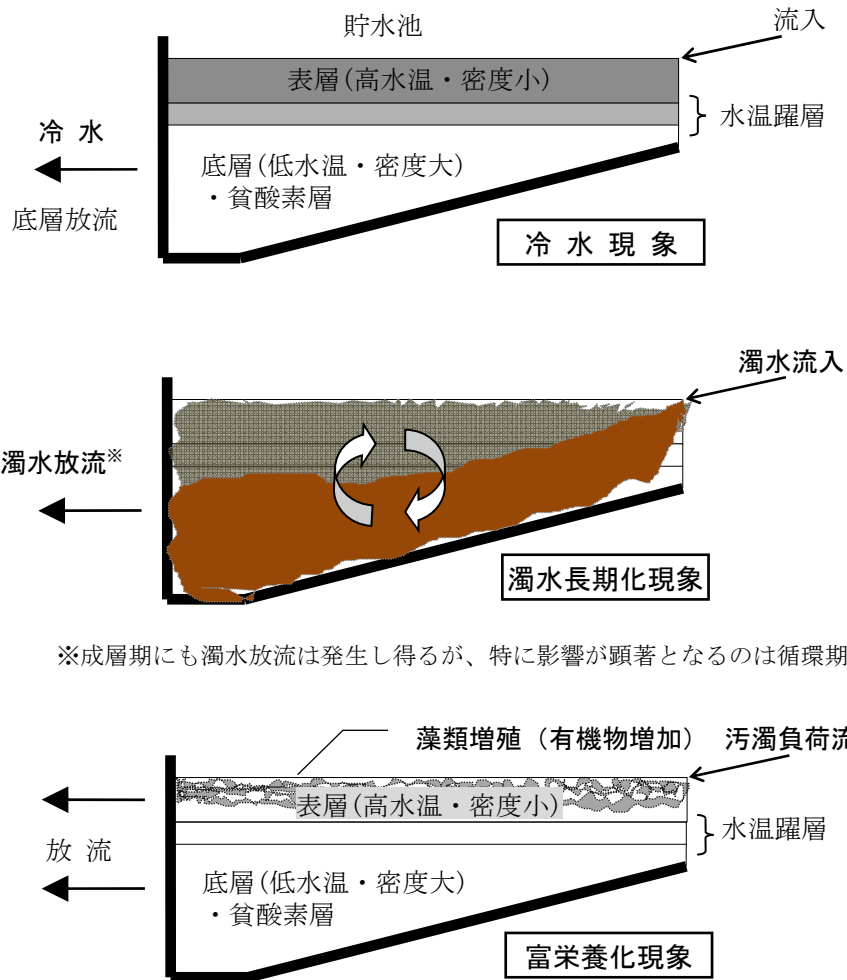
建設工事においては、土工事などによる濁りの発生と打設されたコンクリートのアルカリ成分浸出などによる水素イオン濃度への影響が考えられる。

ダムの供用と貯水池の存在は一体として水質に影響を及ぼす。これらの影響の主なものは貯水池における水質問題として古くから知られており、「冷水現象」、「濁水長期化現象」、「富栄養化現象」の３つがある。各現象の概要は図Ⅲ－２－１および表Ⅲ－２－２に示すとおりである。

表Ⅲ－２－１ 水質環境要素と影響要因の関係

水質環境要素	影 響 要 因		
	建設工事	ダムの供用	貯水池の存在
土砂による水の濁り	○	○	○
水 温		○	○
富 栄 養 化		○	○
溶存酸素量		○	○
水素イオン濃度	○		

注）各環境要素の欄に○を付したものが影響要因と関係があることを示す。



※成層期にも濁水放流は発生し得るが、特に影響が顕著となるのは循環期である。

図Ⅲ－２－１ 貯水池の水質問題

表Ⅲ－２－２ 貯水池における水質問題の内容

水 質 問 題	内 容
冷 水 現 象	貯水池からの放流水温が流入河川水温より低くなることとして定義する。 具体的には、次の要因により冷水現象が生じる。 ① 貯水池内の水温成層の形成。 ② 利水設備の取水深が深く、底層の冷水が放流される（平水時：長期）。 ③ 洪水吐の呑口水深が深く、底層の冷水が放流される（出水時：短期）。
濁水長期化現象	貯水池からの放流水の濁度(SS)が流入河川水の濁度より高くなることとして定義する。 出水時には河川水の濁度は貯水池放流水の濁度より高くなるため問題とせず、出水後に貯水池内に貯留された濁質が徐々に放流され、濁水の放流が長期化することが問題となる。 具体的には次の要因により濁水長期化現象が生じる。 ① 出水による流入水の攪乱作用により、貯水池内の水温躍層が破壊され、鉛直方向に濁質が拡散する。 ② 出水後、流入水が清澄になった後でも貯水池内では濁質が鉛直方向に分布していることから、流入水よりも濁質を多く含む水を長期間放流することとなる。 なお、成層期は水温躍層の形成に伴い鉛直方向の循環流が抑制されるため濁質は徐々に沈降していき、濁水放流が長期化しにくい。これに対して循環期は、表層水の沈降による鉛直方向の循環流が発生するため、濁質が沈降しにくく、濁水放流が長期化しやすい。
富 栄 養 化 現 象	貯水池内で植物プランクトンの増殖により、一次生産量（クロロフィルaやCODがその指標となる）が増加する現象として定義する。 ただし、水質問題として捉える場合は、その程度ならびに、アオコ、赤潮、臭気の発生の有無を考慮していく必要がある。 富栄養化現象の発生要因としては次の項目が挙げられる。 ① 流入水等による栄養分（窒素、リン）の供給 ② 光の供給 ③ 増殖時間（滞留時間）の提供 ④ 植物プランクトンの生育に適した水温の提供

溶存酸素は、貯水池表層では流入水および水面を通じて大気から供給される他、水中の植物プランクトンの光合成により増加する。貯水池深層では沈降してきた流入有機物や植物プランクトンの分解により酸素が消費されるが、水温成層により表層からの酸素の供給が少ないため結果として貯水池深層では貧酸素状況が形成されることが多い。この貧酸素水を底層から放流した場合、下流の魚類への影響等が考えられる。

2 手法選定に当たって把握すべき情報

水質環境の調査、予測及び評価の手法選定に当たっては、次の事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえて行うものとする。これらの事業特性、地域特性は全水質項目に共通の情報として必要である。

2-1 事業特性

各水環境要素の調査、予測及び評価の手法選定に当たっては、対象ダム実施区域の位置、事業の規模、工事計画の概要等の事業概要に加えて以下に示す事業の特性に係る情報を把握する。

2-1-1 建設工事の実施に係る事業特性

- a. ダム堤体の規模・形式
- b. 関連道路、原石山等の位置
- c. 工区・工事期間の計画
- d. 濁水の処理方式

2-1-2 ダムの供用及び貯水池の存在に係る事業特性

- a. ダムの基本諸元
位置、標高、流域面積、ダム堤体の規模等
- b. 貯水池の諸元
湛水面積・延長、計画水位・容量、
水位-面積(H-A)・水位-容量(H-V)関係
- c. 流入流量
年間・月・日・時間別流入量、計画高水流量等
- d. ダム放流設備の内容
利水放流設備・洪水放流設備内容
(放流能力、放流形式：表層・底層放流等)
- e. ダム事業の目的
洪水調節、利水、流水維持に係る運用計画

2-2 地域特性

各水環境要素の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、主務省令第20条第1項第2号に定める「地域特性に関する情報」を踏まえ、下記のうち必要な項目の情報について把握する。次ページに地域特性の把握に利用が考えられる主な資料を例示する。

- a. 気象状況（降水量、積雪量、気温、湿度、風、日射量、雲量等）
- b. 地形、地質、土壌及び地盤
- c. 水象、水質、水底の底質
- d. 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- e. 土地利用（山林、水田、畑地、市街地等：山林は林相を含む）
- f. 貯水池の満水位の湛水域および原石山の工事区域に係る地形・地質、土壌及び地盤の状況
- g. 上流域及び下流域における工場・事業場、集落、畜産施設等の汚濁負荷源の状況
- h. 上流域及び下流域における下水道や浄化槽、農業集落排水施設等の整備状況と将来整備計画
- i. 上流域及び下流域における水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- j. 上流域及び下流域における水産業、レクリエーション等水域の利用状況
- k. 環境保全を目的とした基準等の指定状況（水質環境基準、排水基準等）

※下流域については、本川や主要支川との合流点や取水地点等の影響を受けやすい地点や地域を考慮して決定するものとする。

① 環境保全を目的とした基準等の指定状況

調査又は資料名	発行者	備 考
法令・例規集等	環境省、都道府県等	環境基本法に基づく水質汚濁に係る環境基準 水質汚濁に係る環境基準の水域類型の指定状況
都道府県等環境白書	都道府県等	
例規集等	都道府県等	水質汚濁防止法に係る排水基準 条例に基づく排水基準
都道府県等環境白書	都道府県等	
都道府県等環境白書 例規集等 公害防止計画	都道府県等	環境基本法第 17 条第 3 項の規定により策定された公害防止計画の策定の状況
法令・例規集等 環境基本計画・環境配慮 指針等	都道府県、市町村	環境の保全を目的とする法令・規制等の内容

② 土地利用の状況

調査又は資料名	発行者	備 考
土地利用図、土地利用現況図	国土地理院	土地利用の現況、土地利用計画の状況
土地利用基本計画図 土地利用動向調査	都道府県	
都市計画図	都道府県、市町村	
農業振興地域整備計画図	市町村	

③ 河川利用の状況

調査又は資料名	発行者	備 考
利水現況資料	国土交通省、都道府県等	利水状況（水道用水、工業用水、農業用水等）、漁業権、地下水の利用等
発電用水等資料	都道府県企業局、電力会社等	
第5種共同漁業権の設定資料	都道府県漁業協同組合連合会等	
地下水資料台帳等	国土交通省、都道府県等	

④ 下水道等の状況

調査又は資料名	発行者	備 考
下水道整備計画	都道府県、市町村	下水道の整備状況、整備計画
下水道統計	(公社)日本下水道協会	
生活排水処理の状況	環境省、都道府県、市町村	生活排水処理の状況

⑤ 水質その他の水環境に係る環境の状況

調査又は資料名	発行者	備 考
気象月報 気象観測結果	各気象官署	気象データ（気温、雨量、日射量等）
気象観測データ	気象庁	
公共用水域水質測定結果	都道府県	水質測定地点、測定結果 底質測定地点、測定結果
公共用水域水質データ	国立環境研究所	水質測定地点、測定結果
都道府県環境白書 市町村環境白書	都道府県、市町村	
水文水質データベース	国土交通省	雨量、水位、流量、水質の観測データ
流量年表	国土交通省	流量観測地点、流況
地形図	国土地理院	地形の分布状況
土地分類基本調査表層 地質図(1/5 万) 土地分類基本調査表層 地質図(1/20 万)	国土交通省	地質の区分及び分布状況
地質図(1/5 万、1/7.5 万、 1/20 万)	(独)産業技術総合 研究所地質調査総 合センター	

3 ダムの存在、供用に係る水質保全対策

貯水池の保全対策は、現在以下のような方法が行われているが、基本的には、流域又は流入河川で栄養負荷を削減する「流入負荷削減対策」および流出先の湖内で流入負荷や底泥溶出等の内部負荷を削減するとともに、藻類の増殖要因に係る水理条件等を強制的に変更して富栄養化(内部生産)の抑制を図る「湖内対策」に区分される。

流入負荷削減対策は最も基本的な対策であるが、このうち点源負荷や面源負荷を対象に流域からの負荷そのものを減らす「流域の負荷削減対策」は、ダム事業者が主体的に実施することは難しい。ダム事業者が主体的に実施できる対策は、下表のうちの「河川水の直接浄化対策」、「貯留溶出負荷の削減対策」、「負荷の流入防止対策」である。

湖内対策はさまざまな形で実施されてきている。ただし、この中には実施事例が少ないものや、大規模な水域では対策効果が小さいものもある。

表Ⅲ－２－３ 水質保全対策手法例

大分類	対策の目的	対 策 手 法 例
流入負荷削減対策	河川水の直接浄化	接触酸化法、薄層流法、土壌浄化法、植生浄化、ろ過、河床形態変更、水路曝気、吸着法、土壌処理法
	貯留溶出負荷の削減	底泥浚渫
	負荷の流入防止	流路転換（バイパス水路）、前貯水池（貯留ダム）ダム湖沼の法面保護、植林
	流域の負荷削減	下水道整備、合併処理浄化槽、農業集落排水処理、畜産排水処理、立地規制・排水規制、山林管理の適正化、農地管理の適正化、工場・事業場排水対策、農業系負荷対策、非特定負荷対策
湖内対策	溶出負荷の削減	底泥浚渫・覆砂、深層曝気、等
	湖水の直接浄化	曝気、高濃度酸素水の導入 等
	藻類増殖の抑制	浮島、全層曝気、噴水曝気、攪拌、導水・希釈、選択流入施設（分画フェンス）、選択放流施設（選択取水）、密度流拡散装置 等
	藻類の除去	殺藻処理（薬品、紫外線、衝撃殺藻装置等）、藻類回収（吸引処理）
	その他	浄化用水の導入、水草管理、流入水の流路変更、干し上げ・水位低下、魚類除去

出典：（社）農村環境整備センター：農村に適した水質改善手法、平成7年8月

建設省河川局開発課：貯水池の水質保全について、ダム技術 No.100, 1995

小島貞男：湖沼水質改善のための生態工学、水環境修復のためのエコテクノロジー講演資料集、（社）水環境学会、平成7年3月

湖沼技術研究会：湖沼における水理・水質管理の技術、平成19年3月 などから編集作成。

＜水質—土砂による水の濁り＞

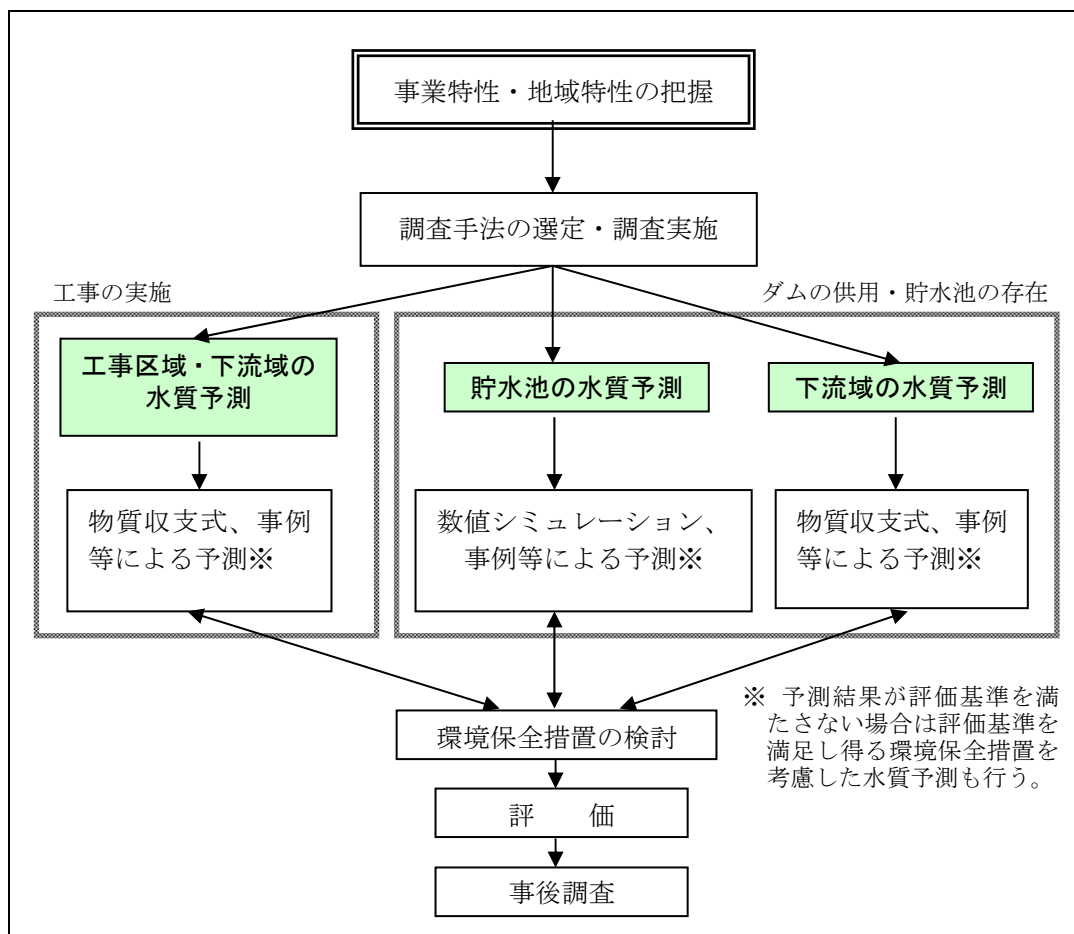
影響要因	工事の実施 土地又は工作物の存在及び供用（ダム の 供用及び貯水池の存在）
------	--

〔概 要〕

土砂による濁りの予測評価手順は次に示すとおりである。まず個々の事業特性及び事業を行う地域特性を把握し、これらを踏まえて適切な手法を選定して調査を行う。調査結果に基づき水質予測を行うが、工事の実施に伴う濁りについては、事例の引用又は物質収支式により、ダム の 供用・貯水池の存在に伴う水質予測については数値シミュレーション又は事例等により予測を行うものとする。また、予測結果が評価基準を満たさない場合は評価基準を満足し得る保全措置を考慮した水質予測も行う。

予測結果の評価は、保全措置を考慮して適切な評価基準と照らし合わせて行う。予測の不確実性の程度が大きく保全措置を講ずる場合や効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずる場合で、環境影響の程度が著しいものとなるおそれがあるときは事後調査を行うものとする。

なお、富栄養化の予測を数値シミュレーションで行う場合は、ダム の 供用と貯水池の存在に係る濁りの予測は富栄養化の予測とあわせて行うことができる。



図Ⅲ－２－２ 土砂による水の濁りの予測評価手順

1 手法の選定に当たって把握すべき情報

土砂による水の濁りの調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえて行う。

対象となる影響要因の区分は、工事中の濁りに係る「工事の実施」と濁水の長期化に係る「ダムの供用及び貯水池の存在」とし、それぞれについて把握すべき情報は以下のとおりを基本とする。

1－1 事業特性

土砂による水の濁りの調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、対象ダム事業実施区域の位置、事業の規模、工事計画の概要等の事業概要に加えて以下に示す事業の特性に係る情報を把握する。

① 工事の実施に係る事業特性

- a ダム堤体の規模・形式
- b 関連道路、原石山等の位置
- c 工区、工事期間の計画
- d 濁水の処理方式

② ダムの供用及び貯水池の存在に係る事業特性

- a ダムの基本諸元
- b 貯水池の諸元
- c 流入流量
- d ダム放流設備の内容
- e ダム事業の目的

1－2 地域特性

土砂による水の濁りの調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、主務省令第20条第1項第2号に定める「地域特性に関する情報」を踏まえ、地域の特性に係る下記のうち必要な項目の情報について把握する。

- ① 気象状況（降水量、積雪量、気温、湿度、風、日射量、雲量等）
- ② 地形・地質、土壌及び地盤
- ③ 水象、水質、水底の底質
- ④ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ⑤ 土地利用（山林、水田、畑地、市街地等：山林は林相を含む）
- ⑥ 貯水池の満水位の湛水域および原石山の工事区域に係る地形・地質、土壌及び地盤の状況
- ⑦ 上流域及び下流域における工場・事業場、集落、畜産施設等の汚濁負荷源の状況

⑧ 上流域及び下流域における下水道や浄化槽、農業集落排水施設等の整備状況と将来整備計画

⑨ 上流域及び下流域における水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況

⑩ 上流域及び下流域における水産業、レクリエーション等水域の利用状況

⑪ 環境保全を目的とした基準等の指定状況（水質環境基準、排水基準等）

※地域特性の把握に利用が考えられる主な資料はp. 3-80～81 に示す。

※下流域については、おおむねダム流域面積の 3 倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる（p. 3-88 参照）。

2 調査の手法

調査手法の選定は事業特性、地域特性を踏まえて行うものとする。

2-1 調査すべき情報

（工事の実施）

- イ 濁度又は浮遊物質量及びその調査時における流量の状況
- ロ 気象の状況
- ハ 土質の状況

（ダムの供用及び貯水池の存在）

- イ 濁度又は浮遊物質量及びその調査時における流量の状況
- ロ 気象の状況
- ハ 水温の状況

（主務省令 第 24 条第 1 項第 1 号、別表第二）

※ 各項目は相互に密接な関係を有するため同時調査を基本とする。

2-1-1 工事の実施に係る情報

（1）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

工事の実施に係る土砂による水の濁りを予測するために必要な情報として次の項目の把握を行う。

- ・ 濁 度
- ・ 浮遊物質量（SS）
- ・ 流量の状況

（2）気象の状況

工事中の土砂による水の濁りの発生は降雨などの影響を受けるため、以下の気象要素の把握を行う。

- ・ 降水量
- ・ 気 温

（3）土質の状況

工事中の土砂による水の濁りの発生には、工事区域の土壌及び地質が関係するため、工事区域の土壌及び地質の把握を行うものとする。

2-1-2 ダムの供用及び貯水池の存在に係る情報

（１）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

土砂による水の濁りを予測するために必要な情報として以下の項目の把握を行う。

- ・ 濁 度
- ・ 浮遊物質量（SS）
- ・ 流量の状況

（２）気象の状況

ダムの供用及び貯水池の存在に係る土砂による水の濁りを予測するために必要な情報として以下の気象要素の把握を行う。

- ・ 気 温
- ・ 日射量
- ・ 風 速
- ・ 湿 度
- ・ 雲 量

（３）水温の状況

ダムの供用及び貯水池の存在に係る土砂による水の濁りの予測を数値シミュレーションにより行う場合は、対象貯水池内の水温の予測を同時に行う必要がある。このため流入河川の水温について把握するものとする。

2-2 調査の基本的な手法

文献その他の資料及び現地調査による情報（浮遊物質量の影響については、水質汚濁に係る環境基準に規定する浮遊物質量の測定の方法を用いられたものとする。）の収集並びに当該情報の整理及び解析

（主務省令 第24条第1項第2号、別表第二）

2-2-1 工事の実施に係る基本的な調査手法

（１）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

情報の収集は、公共用水域の水質調査結果等の既存のデータの収集及び現地調査によるものとする。なお、浮遊物質量の測定に当たっては、土粒子の粒径についてもあわせて調査することが望ましい。

現地調査を行う場合の調査方法は「水質調査方法」（昭和46年9月30日環水管第30号）、JIS K 0094（工業用水・工業排水の試料採取方法）、「建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編」（日本河川協会）に準じるものとする。

なお、公共用水域の水質調査結果等の既存のデータの収集により、土砂による水の濁りの予測・評価において必要とされる情報が収集できる場合には、現地調査を省略することも可能である。

（２）気象の状況

情報の収集は気象庁等が測定したデータを基本とし、日・時間単位のデータを収集する。なお、近傍の地点で得られる気象情報があればこれを用いて差し支えない。

（３）土質の状況

情報の収集は既存の表層地質図等の既存資料を基本とし、情報が不足する場合は現地調査を実施するものとする。

２－２－２ ダムの供用及び貯水池の存在に係る基本的な調査手法

（１）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

「２－２－１ 工事の実施に係る基本的な調査手法」と同一とする。

（２）気象の状況

「２－２－１ 工事の実施に係る基本的な調査手法」と同一とする。

（３）水温の状況

情報の収集は、公共用水域の水質調査結果等の既存のデータの収集及び現地調査によるものとする。

２－３ 調査地域

（工事の実施）

対象ダム事業実施区域及びその周辺の区域

（ダムの供用及び貯水池の存在）

流域の特性及び土砂による水の濁りに係る事項の変化の特性を踏まえて、土砂による水の濁りに係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域並びに当該地域より上流の地域で当該地域の土砂による水の濁りの予測及び評価に必要な情報を把握できる地域

（主務省令 第 24 条第 1 項第 3 号、別表第二）

２－３－１ 工事の実施に係る調査地域

（１）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

工事区域及びダム下流域の河川のうち、土砂による水の濁りに係る環境への影響を受けるおそれのある地域を基本として、工事区域及び下流域について以下を目安に当該河川の状況を勘案して適切に設定するものとする。

１）工事区域

土砂による水の濁りを予測するために必要な情報が把握できる地域とする。

なお、対象とする工事区域は概ね以下のとおりとする。

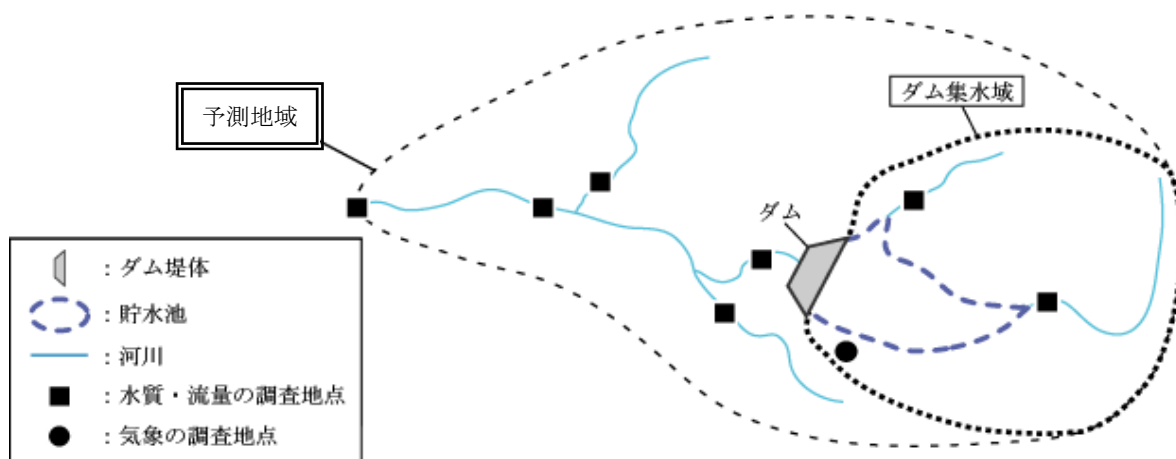
- ・ダム堤体に関する工事区域
- ・原石採取に関する工事区域

- ・ 施工設備に関する工事区域
- ・ 工事用道路に関する工事区域
- ・ 道路付替に関する工事区域

2) ダム下流域

以下の状況等を勘案して適切に設定するものとする。その範囲は、支川からの流入水による希釈及び自浄作用の効果によって、概ねダム流域面積の3倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる。但し3Aはあくまで目安であり、事業に応じた設定が必要である。

- ・ 水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ・ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ・ レクリエーションの状況



図Ⅲ-2-3 調査地域の設定例

（2）気象の状況

工事区域、ダム下流域及びその周辺地域とする。

（3）土質の状況

工事区域のうち、土砂による濁水が流出するおそれのある地域を基本として適切に設定するものとする。

2-3-2 ダムの供用及び貯水池の存在に係る調査地域

（1）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

貯水池に流入する河川及びダム下流の河川のうち、土砂による水の濁りに係る環境への影響を受けるおそれのある地域を基本として、ダム上流域及び下流域について以下を目安に当該河川の状況を勘案して適切に設定するものとする。

1) ダム上流域

土砂による水の濁りを予測するために必要な情報が把握できる地域とし、ダム流入部を主体とした流入河川の流域とする。

2) ダム下流域

以下の状況等を勘案して適切に設定するものとする。その範囲は、支川からの流入水による希釈及び自浄作用の効果によって、おおむねダム流域面積の3倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる。

- ・ 水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ・ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ・ レクリエーションの状況

（2）気象の状況

貯水池及びその周辺地域とする。

（3）水温の状況

「（1）土砂による水の濁りの状況」に準じるが、濁りの予測のみを行う場合はダム上流域のみとする。

2-4 調査地点

流域の特性及び土砂による水の濁りに係る事項の変化の特性を踏まえて調査地域における土砂による水の濁りに係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる地点

（主務省令 第24条第1項第4号、別表第二）

2-4-1 工事の実施に係る調査地点

（1）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

土砂による水の濁りに係る予測・評価に必要な調査地点は、以下を基本として設定するものとする。

なお、国及び地方公共団体においてすでに観測を行っている水質環境基準点か同等の観測地点がある場合には、過去の資料が整備されているため、これを調査地点として設定してもよい。

1) 工事区域に関する地点

工事区域から直接雨水が流出する河川の上下流地点を中心とし、周辺への影響を考慮して設定する。

2) ダム下流域の代表地点

ダム下流域において河川の土砂による水の濁りの状況を代表する観測値が得られる

地点とし、大きな本支川等の影響を受ける地点等は避けて設定する。

（２）気象の状況

貯水池及び周辺地域の気象測定地点とする。

（３）土質の状況

工事区域のうち、土砂による濁水の流出を効果的に把握できる地点とし、既存資料及び現地の状況に基づいて設定する。

２－４－２ ダムの供用及び貯水池の存在に係る調査地点

（１）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

土砂による水の濁りに係る予測・評価に必要な調査地点は、以下を基本として設定するものとする。

なお、国及び地方公共団体においてすでに観測を行っている水質環境基準点か同等の観測地点がある場合には、過去の資料が整備されているため、これを調査地点として設定してもよい。

１）貯水池への河川流入点

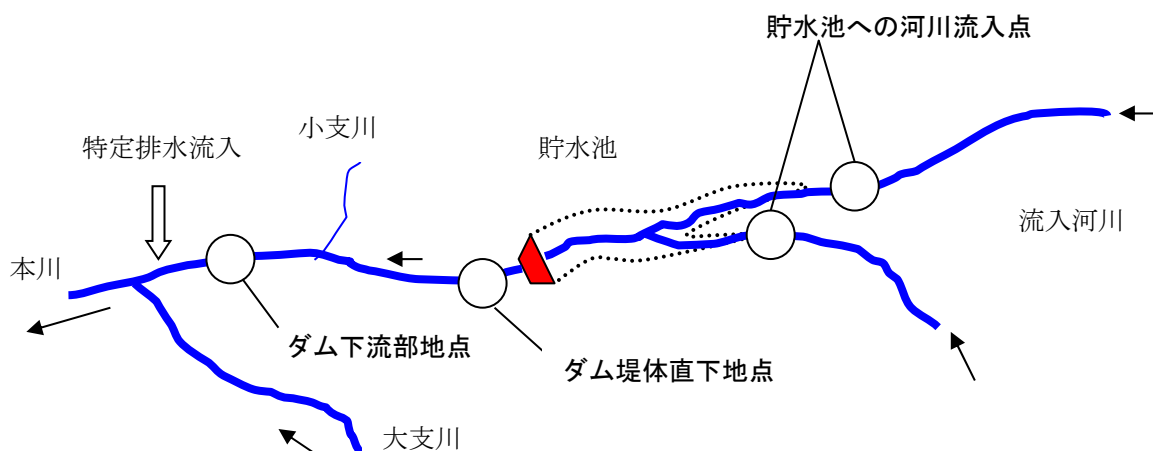
貯水池への流入河川のうち主要なものに係る流入地点とし、貯水池における土砂による水の濁りへの影響を勘案し、流量規模・濁りの程度等を考慮して設定する。

２）ダム堤体直下地点

ダム堤体の直下流で、かつ他支川との合流前の範囲において、ダム供用後における土砂による水の濁りの状況の代表的な観測値が得られる地点を設定する。

３）ダム下流域の代表地点

ダム下流河川の土砂による水の濁りの状況を代表する観測値を得られる地点とし、特定の排水、大きな本支川の影響を受ける地点等は避けて設定する。



図Ⅲ－２－４ 調査地点の設定例

（２）気象の状況

貯水池及び周辺地域の気象測定地点とする。なお、現地調査を行う場合は貯水池近傍地点とする。

（３）水温の状況

「（１）土砂による水の濁りの状況」に準じるが、濁りの予測のみを行う場合は貯水池への河川流入点のみとする。

２－５ 調査期間等

流域の特性及び土砂による水の濁りに係る事項の変化の特性を踏まえて調査地域における土砂による水の濁りに係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる期間及び時期
(主務省令 第 24 条第 1 項第 5 号、第 3 項、別表第二)

２－５－１ 工事の実施に係る調査期間等

（１）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

土砂による水の濁りは河川流量によって大きく変化するので、定期調査に加えて流量の増大する出水時にも調査を行うものとする。

土砂による水の濁りの調査は、土砂による水の濁りと流量の関係を把握し、工事区域の土砂による水の濁り予測の基礎データ（土砂による水の濁り－流量関係式）を得るためのものである。この関係はなるべく多くのデータから把握することが望ましいので、さまざまな流量時の調査を行うものとする。

長期間の観測結果が存在している場合には、観測結果と現地調査により得られた結果とを比較できるようにする。

表Ⅲ－２－４ 土砂による水の濁りに係る状況の調査期間等

調査の種類	調査期間及び時期	備 考
定 期 調 査	１年以上、１回／月以上	
出水時調査	１～数時期の出水時について、 １雨の出水開始から平水流量に 復帰するまで３回以上	少なくとも出水規模の異なる ２～３ 時期について実施する ことが望ましい。

（２）気象の状況

「（１）土砂による水の濁りの状況」と同一とする。

（３）土質の状況

土質の状況には季節的な変化等がないため調査期間及び時期は１時期とする。

長期間の観測結果が存在している場合には、観測結果と現地調査により得られた結果とを比較できるようにする。

2-5-2 ダムの供用及び貯水池の存在に係る調査期間等

（１）土砂による水の濁りの状況及びその調査時における流量の状況

「2-5-1 工事の実施に係る調査期間等」と同一とする。

（２）気象の状況

調査期間は1年以上とする。なお、土砂による水の濁りを数値シミュレーションにより予測する場合は10年以上とし、データは日・時間単位のものとする。

長期間の観測結果が存在している場合には、観測結果と現地調査により得られた結果とを比較できるようにする。

（３）水温の状況

「2-5-1 工事の実施に係る調査期間等」と同一とする。

2-6 調査手法に係る留意事項

調査手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響調査を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

3 予測の手法

3-1 予測の基本的な手法

（工事の実施） 事例の引用又は解析若しくは物質の収支に関する計算
（ダムの供用及び貯水池の存在） 浮遊物質の物質の収支に関する計算又は事例の引用若しくは解析 （主務省令 第25条第1項第1号、第2項、別表第二）

工事の実施に伴う予測ならびダムの供用及び貯水池の存在に伴う予測の基本的手法は次のとおりである。以下に各手法の概要について示す。

表Ⅲ-2-5 土砂による水の濁りの予測の基本的な手法

影響要因	予測地域	予測の基本的な手法	予測項目
工事の実施	工事区域	類似事例の引用又は解析	浮遊物質濃度
	ダム下流域	物質収支式による計算・解析手法	浮遊物質濃度
ダムの供用及び貯水池の存在	貯水池内	類似事例の引用又は解析	浮遊物質濃度
		数値シミュレーション	浮遊物質濃度 濁度・水温
	ダム下流域	物質収支式による計算・解析手法	浮遊物質濃度

3-1-1 工事の実施に係る予測

（1）工事区域

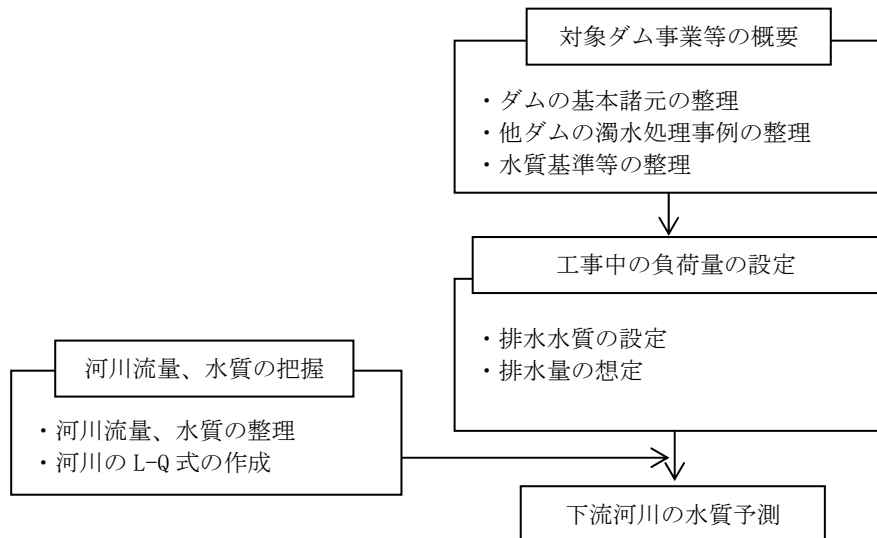
1) 非出水時

ダム建設工事では、水質汚濁防止法の特定施設に該当する施設を有しており、同法では生活環境項目に関し、1日当たり平均的な排水の量が50m³以上であれば、排水基準が適用される。さらに、各地方公共団体では、条例により、さらに厳しい基準が適用される場合もある。

また、当該事業で排水の規制を受けない場合であっても、工事濁水等の環境影響への認識が厳しくなっている現在、環境への影響に対して努力を払うことは社会に対する責務であるという意識が求められている。

このため、「ダム工事積算指針」（平成20年3月 農林水産省農村振興局整備部）においても、濁水処理施設の設置を定めている。なお、ここでいう濁水処理施設とは、工事期間中の仮設備で、凝集材やフィルタープレスによる濁質除去を行う機械設備を指す。

このような現状を踏まえ、工事の実施に係る水の濁りの予測は、濁水処理施設の設置を前提とし、事例の引用又は解析により行う。



図Ⅲ－２－５ 非出水時の予測手法

(a) 対象ダム事業等の概要

a) ダムの基本諸元の整理

ダムの種類（フィルダム、コンクリートダム等）、堤体積、ダム工事の工程、工事中の濁水処理施設の概要等について整理する。

一般に濁水処理のための施設は、ダムの種類により規模が異なる。コンクリートダムでは、コンクリート骨材の製造過程で使用する洗浄水、堤体工事の際に出る洗浄水、仮設備のコンクリートミキサ、バケット等の洗浄水など多くの排水が発生するため、濁水処理施設が大きくなるが、フィルダムでは、セメント使用量が相対的に少ないため、使用水量は少なく同施設は比較的小さくなる。

b) 他ダムの濁水処理事例の整理

他ダムにおける工事時の濁水処理対策事例について収集整理する。

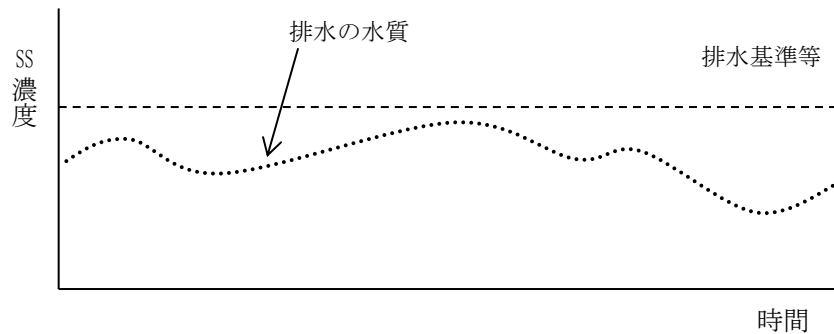
c) 水質基準等の整理

調査地域における水質に係る環境基準、排水基準及び対象ダム事業の位置する地方自治体の上乗せ基準等について整理する。

(b) 工事中の負荷量の設定

a) 排水水質の設定

濁水処理施設からの排水は基本的に排水基準等で位置付けられる水質以下に処理され、図Ⅲ－２－６に示す水質で河川に排水される。



図Ⅲ－２－６ 濁水処理施設からの排水水質と排水基準等の関係

このため、厳密には濁水処理施設と使用水量等との関係から河川への排水水質を設定することになるが、既往の事業においては、排水基準等を大きく下回る値で運転調整されており、その値に一般値は見出せない。したがって、排水基準等を満たしていることを前提条件として、対象ダム事業実施区域からの排水の水質を当該河川及び地域において設定される排水基準等により一律設定する。

b) 排水量の設定

濁水処理施設から排水される排水量は、ダム堤体積と骨材プラント生産能力及び濁水排水量の関係から設定する。コンクリートダムにおいては、一般に非出水時では以下の工事に伴う処理水量を設定する。

ダムの堤体の工事

- ・ ボーリング・グラウト廃水
- ・ 打設面処理等のコンクリート作業廃水
- ・ 掘削作業に伴う流出水

施工設備

- ・ コンクリートプラント及び運搬機械の洗浄水（ミキサの容量や台数及び1日当たりの洗浄回数によって決まる）
- ・ 骨材プラントの洗浄水

これらは1箇所の濁水処理施設で合併処理されることが多い。

また、工事工程により、濁水の発生量、発生時期がそれぞれ異なるため、想定される最大水量発生時期の排水量を想定する。

（c） 河川流量・水質の把握

a) 河川流量・水質の整理

「2-2-1 工事の実施に係る基本的な調査手法」により整理される、対象ダム事業実施区域又はその上下流におけるSSとその観測時の流量を整理する。

また、同観測地点における年最大流量について最近10ヶ年程度にわたり収集する。流量と水質が同時に観測されていない場合には、流出特性に大きな違いがないと考えられる近傍の流量観測所での実測値から比流量換算するなどして用いる。

なお、観測結果を基に地域の水質特性を把握し、異常値がある場合はその要因について検討を行う。

b) 河川のL-Q式の作成

「a)河川流量・水質の整理」におけるSSとその観測時の流量を基に、L-Q式を作成する。

なお、「a) 河川流量・水質の整理」において異常値が確認された場合には、その要因についての検討の結果を踏まえ、棄却を行なうことでL-Q式に反映しないように配慮する必要がある。

2) 出水時

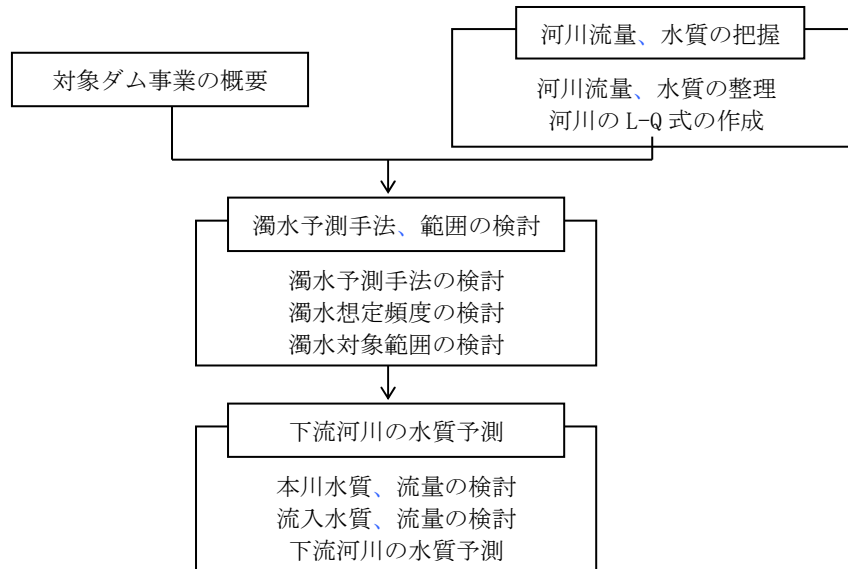
出水時で対象となる裸地が出現する工事は以下のとおりである。

- ・ ダムの堤体 ・ 原石(コア山)の採取 ・ 施工設備の設置
- ・ 建設発生土の処理 ・ 工事用道路の設置 ・ 道路の付替

出水時の予測は、工事区域の土質状況、降雨強度及び裸地や後背地の流出係数等の設定や把握が一般に困難な場合が多い。このため、予測の手法は他事例の引用により行う。

なお、工事用道路の設置の工事や道路の付替の工事では、切り土を行った際に、裸地が生じるが、適宜側溝の設置、法面保護等が行われている場合が多く、濁水の発生については工事計画を踏まえ設定するものとする。

検討手法を図Ⅲ-2-7のフローに示す。



図Ⅲ－２－７ 出水時の予測手法

（a）対象ダム事業の概要

ダムの種類（フィルダム、コンクリートダム等）、堤体工事用仮締切りの規模、原石山及び建設発生土処理場の位置及び排水系統等について整理する。また、降雨時の濁水処理施設の稼働状況、貯留設備の規模と許容量、工事工程が把握されている場合は出現する裸地が最大となる時期を整理する。

（b）濁水予測手法・範囲の検討

a) 濁水予測手法の検討

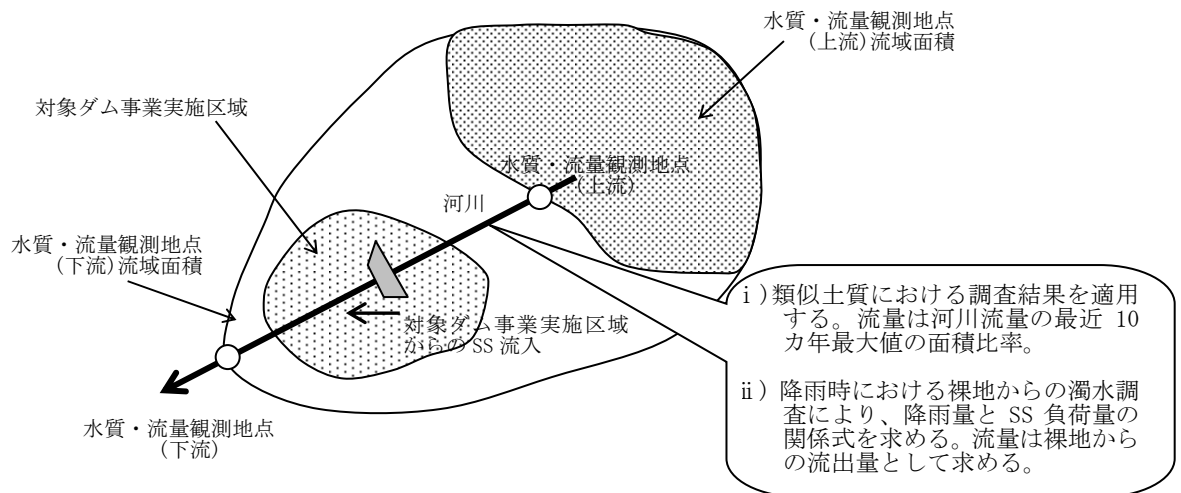
以下の方法により、出水時において対象ダム事業実施区域から流出する濁水の予測を行う。なお、濁水予測手法は、「i) 対象ダム事業実施区域周辺の裸地からの濁水調査による推定方法」により行うことが望ましい。ただし、現場の状況等により十分な情報を得られない場合は「ii) 他事例の収集による方法」により行う。

i) 対象ダム事業実施区域周辺の裸地からの濁水調査による推定方法

類似土質を有する対象ダム事業実施区域周辺の裸地から降雨時等に発生するSS、流量等を調査し、その調査結果から降雨量とSS濃度との関係を把握する。裸地からの流出量は、裸地面積と降雨量から求める。これらの関係から降雨ごとの裸地からのSS濃度を推定する。

この推定値と上流の観測地点でのL-Q式を基にダム下流のSS濃度を予測する。

なお、対象ダム事業実施区域内に異なる地質が存在する場合は、複数の調査地点を設置することも考えられる。



図Ⅲ－２－８ 対象ダム事業実施区域からの濁水想定方法

ii) 他事例の収集による方法

類似土質を有する地域における SS 及び流量、降水量等の調査結果を収集し、SS 濃度と流量、降水量等との関係を把握する。また、別途調査される対象ダム事業実施区域又はその上下流の流量、降雨量等を基に、面積比率等により対象ダム事業実施区域からの流量や流出量に換算し、想定される SS 濃度を推定する。

検討に当たっては、以下の事例等を参考にする。

例-1：近傍裸地における流量又は降水量と SS 濃度の関係を示す事例

例-2：近傍道路法面等における流量又は降水量と SS 濃度の関係を示す事例

例-3：その他 類似土質における流量又は降水量と SS 濃度の関係を示す事例

また、「ダム建設工事における濁水処理」（日本ダム協会編 平成 12 年版）では、「掘削によって裸地となった段階では SS が最も大きく 1,000～3,000mg/L となる場合もある」とされていることから、これに基づき 3,000mg/L に設定することも考えられる。ただし、この原単位には、基礎となるデータにコンクリートダム打設ヤードやフィルダム盛立ヤード等での測定値が含まれていることや、調査の対象とした地質により濃度が大きく異なることに留意が必要である。

b) 濁水想定頻度の検討

工事中においては、一般にダム堤体や施工設備等に流水が流入しないよう、河川水をバイパス（転流工）するとともに、仮締切りを行う。この仮締切りの堤高は、ダムの種類（フィルダム、コンクリートダム）の違いや対象ダム事業実施区域の自然条件、社会条件等から、事業者の判断により設定されている。この安全度は、ダム事業により異なる。

「多目的ダムの建設」（ダム技術センター編 平成 17 年版）では、コンクリートダムでは 1 年に 1～2 回程度の確率で発生する出水を対象に、フィルダムの場合は

20年に1回程度の確率で発生する出水を対象に、比流量も考慮の上、処理対象流量を決める場合が多いとされている。

c) 濁水対象範囲の検討

出水時における濁水発生源は、以下に分類される。

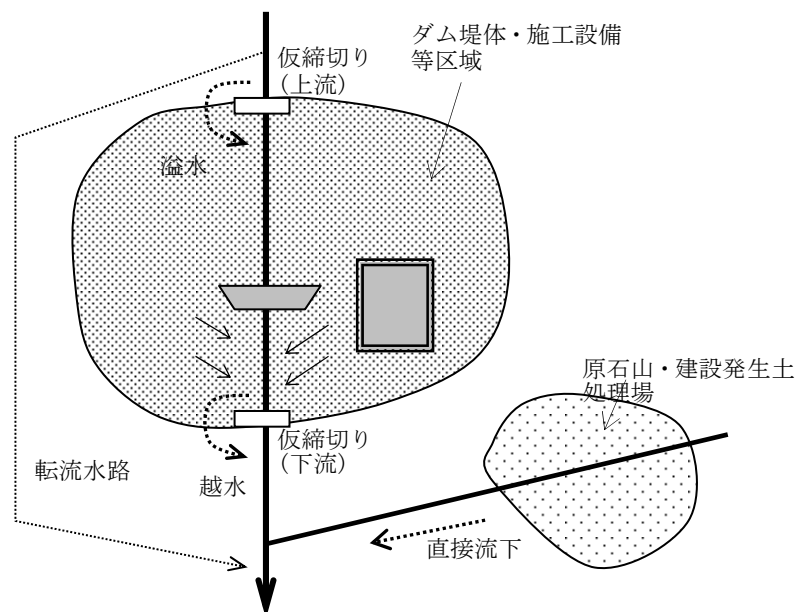
- ・ダム堤体及び施工設備等
- ・原石山、建設発生土処理場

ダム堤体及び施工設備等の区域からの排水は、仮締切り内において一時貯留されるため、濁水は河川に流下せず、下流河川の水質に変化を来たさないが、出水規模が大きくなり、上流側の仮締切りを溢水する時点で、下流側の仮締切りを越え河川に流下することになる。その頻度は、先に示すとおりダムの種類により異なる。

なお、原石山や建設発生土処理場は、ダム堤体及び施工設備等の区域とは別に設けられることが多く、濁水処理施設規模も比較的小さいため、出水時においては、濁水はほぼ全量が下流河川に流下することになる。

このことから、出水時における対象ダム事業実施区域の濁水予測対象範囲は以下のとおり分類される。

- ・濁水が仮締切り（上流）を溢水する程度の出水の場合
 - ダム堤体、施工設備 + 原石山、建設発生土処理場
- ・上記未満の出水の場合
 - 原石山、建設発生土処理場



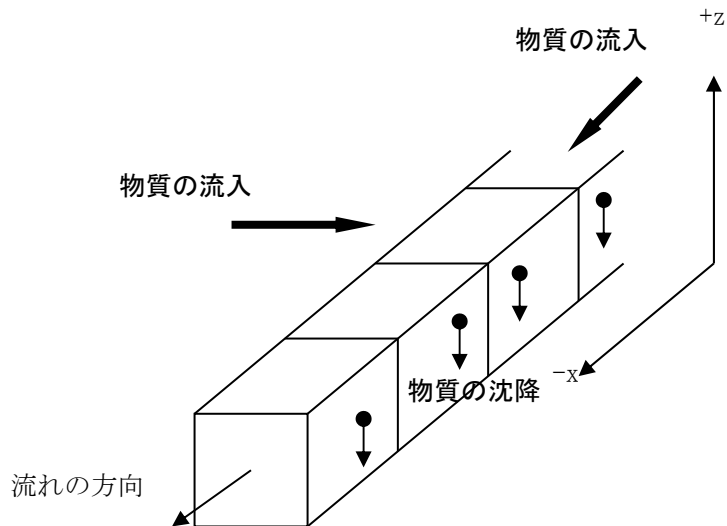
図Ⅲ－２－９ 出水時における対象ダム事業実施区域から発生する濁水の影響

(c) 河川流量・水質の把握

「1) 非出水時 (c) 河川流量・水質の把握」と同一とする。

(2) ダム下流域

工事実施に伴うダム下流域の土砂による水の濁りの予測は、下流域への影響が考えられる場合など必要に応じて行い、次に示す河川における物質収支を基本に沈降による減少を考慮した式により予測する。



注) 各ブロックでの物質濃度は一様と仮定している。

図Ⅲ－2－10 物質収支式の概要

(物質収支式)

$$Q_N = Q_0 + \sum Q_i$$

$$L_N = L_0 \cdot \exp(-k \cdot t_0) + \sum L_i \cdot \exp(-k \cdot t_i)$$

$$C_N = L_N / Q_N$$

ここで

C_N ; 濃度

Q_N ; 最下流流量

Q_0 ; 上流端流量

Q_i ; 横からの流入量

L_N ; 最下流負荷量

L_0 ; 上流端負荷量

L_i ; 横からの流入負荷量

t_0 ; 総流下時間

t_i ; i 地点から最下流地点までの流下時間

k ; 沈降による減少速度

なお、沈降による減少速度は、実測の SS 濃度と流量の関係などから適切に設定するものとする。

3-1-2 ダムの供用及び貯水池の存在に係る予測

（1）貯水池の水の濁りの予測

1）類似事例による予測

周辺の地形、標高等の似ているダムの濁水の状況、運用条件等の調査を行い、当該ダムの運用等の事業特性を考慮して土砂による水の濁りの予測を行うものとする。

なお、全国の農業用ダムにおける濁水現象の推定発生原因についての調査結果は次のとおりで、ダム流域の降雨（洪水）やダム流域の地質、植生等によるとしているものが多い。

表Ⅲ-2-6 濁水現象の発生期間・頻度とダム管理者による推定発生原因

発生した濁水の 1回あたりの 継続期間 濁水の年 間発生回数	1日～ 1週間	1週間～ 2週間	2週間～ 1ヵ月	1ヵ月 以上	ダム管理者による濁水の推定発生原因の凡例 A ダム流域の降雨（洪水）による B ダム流域の地質、植生等による C 夏期の高温、連続干天による D 貯水位が低下したことによる E ダム上流域での工事による F 貯水池内の堆砂による G ダムの落水放流による H 落ち葉の腐植や藻の発生による I 貯水池の攪拌による 注1) 25 (A, B, D)とはダム No. が25で、濁水の発生原因がA, B, Dであることを示す。 注2) 太字で示された数字は、北海道開発局管内のダムであることを示す。 注3) *印は、灌漑以外の用途（発電・防災）を有しているダムであることを示す。
1回	42(A, H), 65(A, B)			1(A), 3(A, B), 16(A)*, 19(C), 24(C), 28(B, D)*, 36(E), 63(A, B)	
2回	51(A, B, G)	40(G, H)	13(A, B, D, I)	12(A, F), 52(A, B), 53(A, B)	
3回	20(A, B, D)	48(A, B, G)		18(A, B, D)*, 66(A, B)	
4回以上	29(A, B)	61(A, D), 62(A, D)			

（出典）樽屋・中・藤井：農業用ダムの濁水問題に関する全国調査の分析、農土誌 66(11)

2）数値シミュレーションによる予測

数値シミュレーションによる濁水予測は、土粒子の貯水池内での沈降を取り扱う関係上、水の密度に係る水温条件を同時に予測する必要がある。

数値シミュレーションにおけるこのような水質項目相互の必要条件をまとめると次のとおりで、富栄養化予測を行う場合は濁りについても同時に予測する必要があるため、単独での濁りの予測は行う必要がない。

表Ⅲ－２－７ 同時に予測すべき水質項目

予測項目	同時に予測する必要がある項目
水 温	なし
濁 り	水温
富栄養化	水温、濁り
溶存酸素	富栄養化

数値シミュレーションは、貯水池の流動等の水理的メカニズムならびに土砂粒子の沈降を数値モデル化して計算を行い、濁水現象を表現する手法である。

水理的メカニズムをモデル化したものを「水理モデル」、土粒子の沈降メカニズムをモデル化したものを「土粒子沈降モデル」と呼び、両者を併せて数値シミュレーションを行う。

これらのモデルの概要は次のとおりである。

（a）水理モデルの概要

貯水池において用いられる水理モデルの分類と特徴は次表に示すとおりで、基本的には、次元が大きくなるほど水域形状とこれに伴う水理・水質の挙動を詳細に表現可能となるが、一方では計算時間の負担が大きくなっていくことになる。

ボックスモデルは貯水池の特性である成層化を表現できないことから、湖沼での利用には注意を要するが、フォーレンバイダー（Vollenweider）モデルなど簡便な判定などに利用されている。

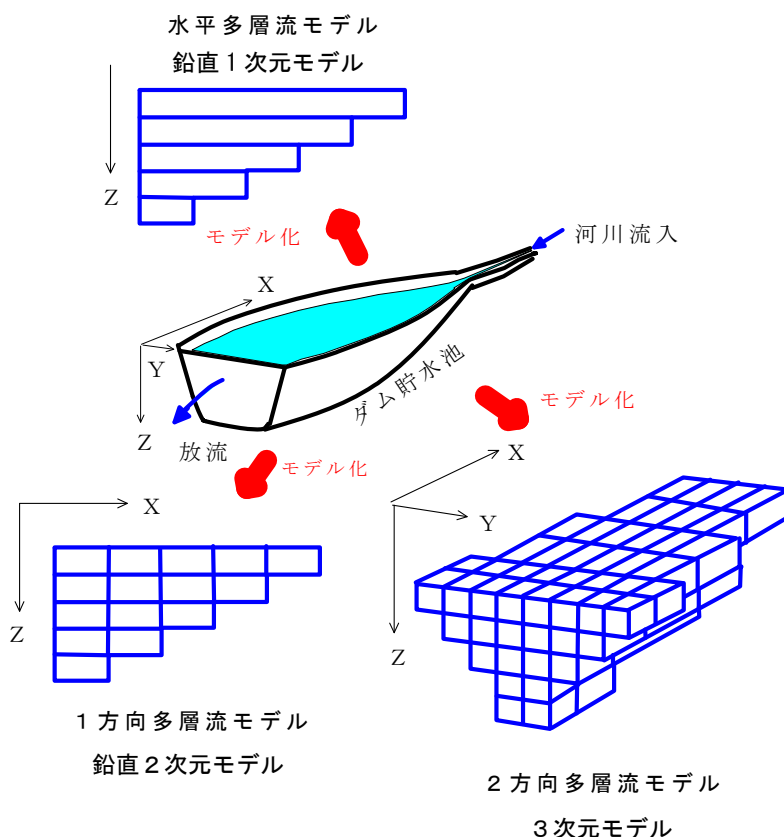
鉛直１次元モデルは、冷水・濁水問題を含む貯水池の水質解析によく用いられる。しかし、縦断方向に長い貯水池形状を持つダムなどで貯水池内の流下過程における挙動が重要な出水時の濁水予測などには鉛直２次元モデルを用いる必要がある。

なお、３次元モデルは計算負荷が大きく、貯水池の横断方向や湾入部等における短期間の詳細変化がどうしても必要な場合を除いては一般的でないと考えられ、長期間の計算には、平面２次元モデルを多層化した準３次元モデルを使うことが考えられる。

表Ⅲ－２－８ 貯水池の水理モデルの分類と特徴

モデルの種類	特徴	利点	欠点
ボックスモデル	・ 水域を縦断方向に複数のボックスに分け、各ボックス内での流入出に伴う水質変化を計算 ・ 水理量は収支のみ ・ 水質は各ボックスの平均値	・ 計算時間が短い ・ 長期的な水質予測が可能	・ 全層混合を仮定しているため、成層化する湖沼には適さない ・ 1BOX内での水質分布を表現できない ・ 流動変化の影響は考慮しにくい
鉛直1次元モデル	・ 水域を層に分割し、水理、水質量の鉛直分布を計算 ・ 水理・水質量は層平均値	・ 計算時間が短い ・ 長期的な水理・水質量予測が可能	・ 平面的な水質変化の把握が不可能 ・ 局所的な現象が表現しにくい
平面2次元モデル	・ 水域を水平方向にメッシュ分割し、水理・水質量の分布を計算 ・ 水理・水質量はメッシュごとに求められるが、鉛直方向の分布は一樣とみなしている	・ 3次元計算より計算が速い ・ 中期(1～数10年)的な水理・水質量予測が可能	・ 鉛直方向の水質変化が表現できないため、成層化する湖沼には適さない
鉛直2次元モデル	・ 水域を縦断・鉛直方向にメッシュ分割し、水理・水質量の縦断・鉛直分布を計算 ・ 水理・水質量はメッシュごとに求められるが、横断方向の分布は一樣とみなしている	・ 3次元計算より計算が速い ・ 中期(1～数10年)的な水理・水質量予測が可能。 ・ 成層を制御するような対策を検討できる	・ 横断方向の水質変化が表現できない ・ 吹送流など水平方向に分布が生じる流動を表現できない
3次元モデル	・ 水域を縦断・横断・鉛直方向にメッシュ分割し、水理・水質量の3次元分布を計算 ・ 水理・水質量の3次元的な分布が求められる	・ 現象の3次元的把握が可能。 ・ 局所的な水理・水質特徴が表現できる ・ 密度流や風による流れ等を考慮できる ・ より複雑な湖内対策施設の配置計画検討が可能	・ 3次元メッシュ分割を行うため、膨大な計算時間を要する ・ 中～長期計算には不向き

(出典) 湖沼における水理・水質管理の技術 2007年3月、湖沼技術研究会



注) 鉛直2次元モデルと鉛直1次元モデルにおいて貯水池の横断(Y)方向は幅のみが考慮され、流動等の横断方向の変化はないと仮定されている。

図Ⅲ－２－１１ 貯水池の水理モデルの分類

(b) 土粒子沈降モデルの概要

土粒子沈降モデルの概要について鉛直 1 次元モデルを例にとって示せば次のとおりである。

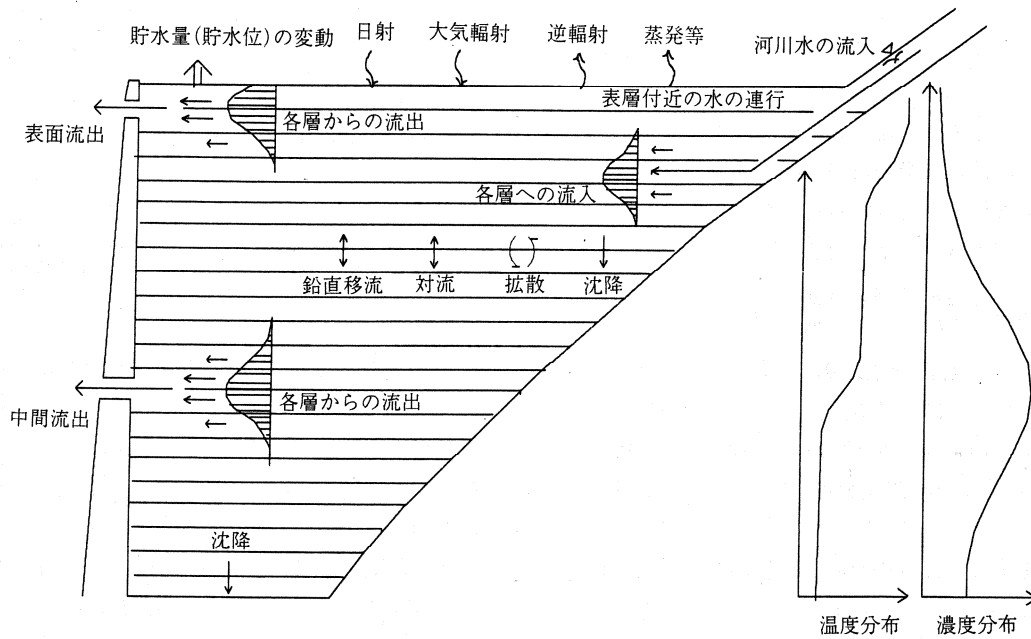
土粒子の沈降速度はストークス式などによるため、貯水池水の密度が重要な要因となり、密度を支配する水温を併せて取り扱う必要がある。

また、濁水長期化の原因となる土粒子はシルト・粘土分以下の微細粒子であることから、土粒子の沈降計算においては粒径を分割して取り扱うことが望ましい。

モデルの仮定条件等は次のとおりである。また、モデルの基本式は、水理モデルについては水の運動方程式と連続式、水の密度については水温収支式、濁質濃度収支式から構成されている。

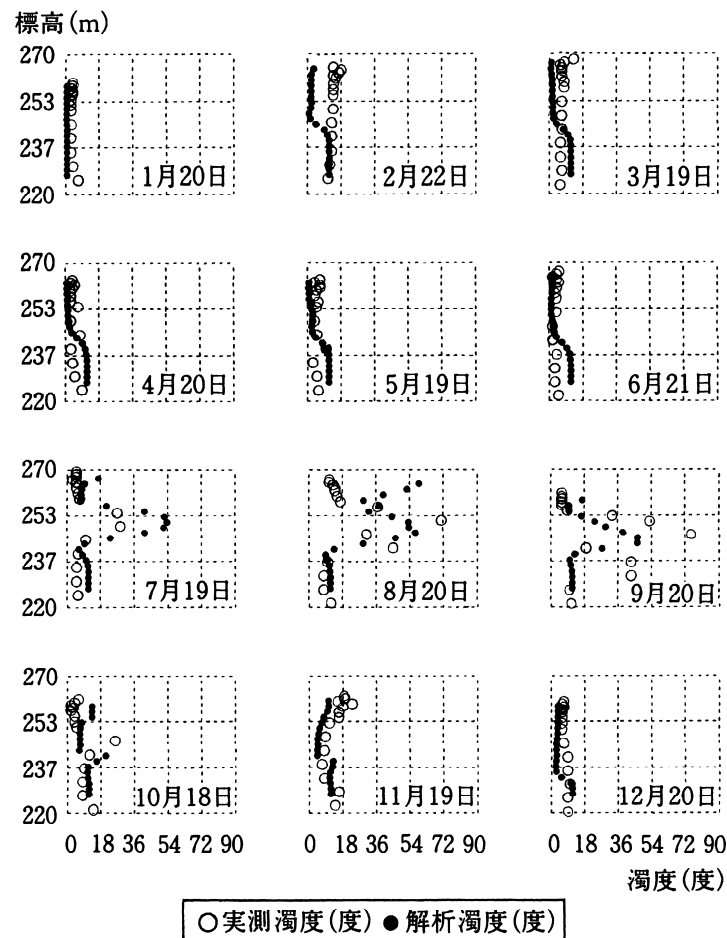
(モデルの仮定条件)

- ・ 貯水池底面の変動は考慮しない。
- ・ 密度は水温及びSS濃度の関数として扱う。
- ・ 熱の発生は日射のみとする。
- ・ 水表面では日射の水表面吸収と大気輻射、蒸発散、伝導、逆輻射による熱交換を考慮する。
- ・ 貯水池側面と底面での流れの抵抗は微弱な流れのため無視する。



図Ⅲ－２－１２ 土粒子沈降モデルの概要（鉛直 1 次元モデルの例）

（出典）伊藤・梶原・久保：数値モデルを用いた貯水池の濁水長期化診断、農土誌 66(11)



図Ⅲ－２－１３ 貯水池内の濁度の鉛直分布についての予測例

（出典）片山・岡本・千家・伊藤：永源寺ダムにおける水温と濁度の長期変動解析、農土誌 66(11)

(c) モデルの条件設定

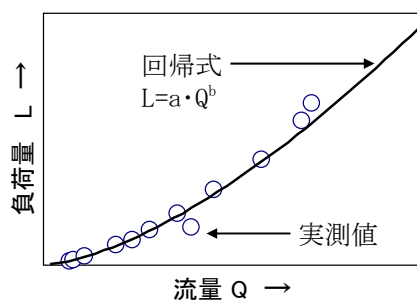
a) 流入・流出量条件

貯水池における流入量及び流出量は計画流入流出量により設定する。

b) 土砂による水の濁りの流入条件

濁りの流入条件は予測の精度を大きく左右するため慎重に検討・設定する必要がある。濁り負荷の推定は、現況調査の濁り濃度・流量の実測値から流量と負荷量の関係を回帰式により求める流送能力型負荷モデルを基本として行うものとする。

なお、濁りの貯水池内における沈降は土粒子の粒径により大きく左右されるため、調査結果等を基に流量又は濁りの濃度に対応した粒径区分を行うことが望ましい。



(流送能力型負荷モデル)

$$L = a \cdot Q^b$$

$$L = C \cdot Q$$

$$\left[\begin{array}{lll} L : \text{負荷量} & Q : \text{流量} & C : \text{水質濃度} \\ a, b : \text{回帰係数} \end{array} \right]$$

図Ⅲ－２－１４ 流送能力型負荷モデルの概要

c) 流入水温条件

流入水温については、自動監視等により日々のデータが存在している場合はこのデータを用いる。一方、日々のデータが存在していない場合は、あらかじめ近傍観測所等の気温と水質調査時の流入水温の関係を適切な式(相関解析等による)により求め、この関係式を用いて毎日の気温より流入水温を推定する。

また、日平均気温から流入水温を推定する場合には、採水時の気温と当日の日平均気温の差を補正する必要がある、日平均気温と採水時の気温の関係を求め、これにより補正を行う。

流入水温を予測する式の例は次のようなものがある。

$$T_{in} = a \cdot T_a + b$$

ここで、

T_{in} : 流入水温 (°C)

T_a : 全 n 日間移動平均気温 (°C)

a, b : 定数

なお、季節や流況等により流入水温と気温との関係が異なることが考えられる。流入水温の条件によっては貯水池内の水温の予測結果に影響が出る可能性がある。このため、地域の状況を踏まえ、季節や流況別に流入水温と気温との関係を整理する等して、水温と気温の関係について必要に応じて整理する必要がある。

（２）ダム下流域の水の濁りの予測

１）予測モデル

「３－１－１ 工事の実施に係る予測」に示した物質収支式によるものとする。

２）濁水発生条件

ダム下流への濁水発生量は、貯水池内の数値シミュレーション結果における放流水の浮遊物質濃度と放流量を用いて設定する。

３－２ 予測地域

調査地域のうち、流域の特性及び土砂による水の濁りの変化の特性を踏まえて土砂による水の濁りに係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域
(主務省令 第 25 条第 1 項第 2 号、別表第二)

３－２－１ 工事の実施に係る予測地域

予測地域は工事区域及びダム下流域の河川のうち、土砂による水の濁りに係る環境影響を受ける地域を基本として、以下を目安に当該河川の状況を勘案して適切に設定するものとする。

（１）工事区域

工事区域から雨水を河川に放流する地点とする。

（２）ダム下流域

以下の状況等を勘案して適切に設定するものとする。その範囲は、支川からの流入水による希釈及び自浄作用の効果によって、おおむねダム流域面積の 3 倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる。

- ・ 水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況（農業用水取水地点、養魚、漁業等の営まれる地点、水道用水取水地点等）
- ・ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ・ レクリエーションの状況

３－２－２ ダムの供用及び貯水池の存在に係る予測地域

予測地域は貯水池及びダム下流域の河川のうち、土砂による水の濁りに係る環境影響を受ける地域を基本として、以下を目安に当該河川の状況を勘案して適切に設定するものとする。

（１）貯水池

貯水池内とダムからの放流地点とする。

（２）ダム下流域

「３－２－１ 工事の実施に係る予測地域」と同一とする。

３－３ 予測地点

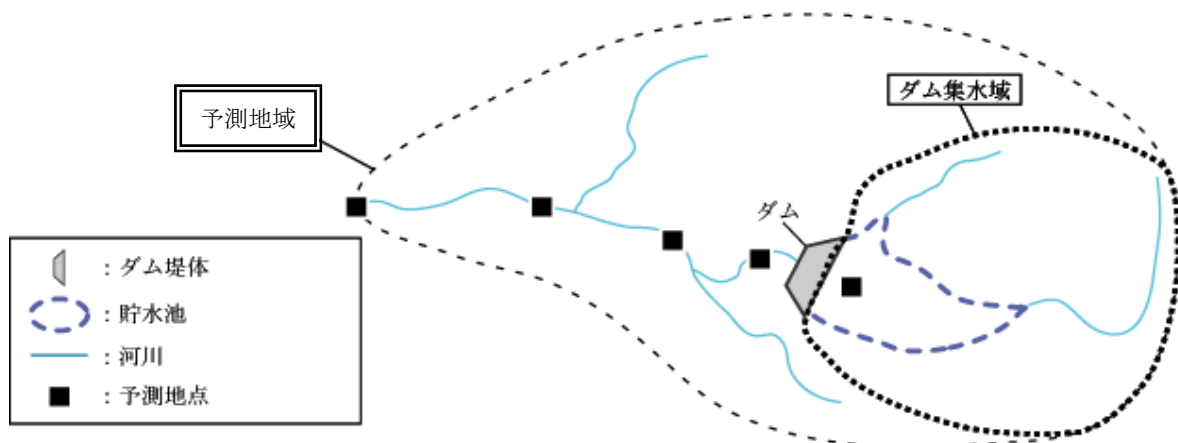
流域の特性及び土砂による水の濁りの変化の特性を踏まえて予測地域における土砂による水の濁りに係る環境影響を的確に把握できる地点

（主務省令 第 25 条第 1 項第 3 号、別表第二）

３－３－１ 工事の実施に係る予測地点

予測地点は以下を基本とする。

- ・ 工事に係る土砂による水の濁りの流出地点
- ・ 環境基準点等の公共用水域測定地点又は水質測定地点
- ・ 土砂による水の濁りに係る環境影響を注意すべき地点（農業用水取水地点、養魚、漁業等の営まれる地点、水道用水取水地点等）



図Ⅲ－２－１５ 工事の実施に係る土砂による水の濁りに関する予測地域，予測地点

３－３－２ ダムの供用及び貯水池の存在に係る予測地点

予測地点は以下を基本とする。

- ・ 貯水池内
- ・ ダム放流地点
- ・ 環境基準点等の公共用水域測定地点又は水質測定地点
- ・ 土砂による水の濁りに係る環境影響を注意すべき地点（農業用水取水地点、養魚、漁業等の営まれる地点、水道用水取水地点等）

3-4 予測対象時期等

（工事の実施）

工事に伴う土砂による水の濁りに係る環境影響が最大となる時期

（ダム の 供用 及び 貯水池 の 存在）

ダム の 供用 が 定常 状態 であり、適切 に 予測 できる 時期

（主務省令 第 25 条第 1 項第 4 号、第 3 項、別表第二）

3-4-1 工事の実施に係る予測対象時期

予測対象時期は、工事区域と工事工程等を踏まえて、土砂による水の濁りへの影響が大きくなると考えられる時期について実施する。

3-4-2 ダム の 供用 及び 貯水池 の 存在 に 係る 予測 対象 時期

予測対象時期は、ダム の 供用 が 定常 状態 に ある 時期 と する。

貯水池及びダム下流域における水質は、次のような理由から単年（一年）で水質を評価することは困難と考えられるため、10 ヶ年程度を対象に評価する。

- ・ 単年では出水規模に制約を受ける。また、出水パターンでも水の濁りの影響の大きさが異なると考えられ、ある程度の期間を対象にした予測が必要である。
- ・ 渇水によって流況が悪い場合には、貯水池に貯留された水が放流されるために、滞留時間が短くなり、富栄養化現象の影響が小さくなる場合がある。
- ・ 気象の条件によって、同様な流況でも年によって富栄養化や水温の影響が出たり、出なかったりする場合がある。
- ・ 出水の発生時期によって、貯水池内への流入位置が異なり、貯水池及びダム下流域に対する水の濁りの影響の大きさが異なる場合がある。
- ・ 水質の影響が、翌年に及ぶ場合もある。

また、予測に当たり、大出水時の濁水の挙動や、選択取水設備や濁水防止フェンスなどの周辺における流動の詳細を把握する必要がある場合には、数日から数か月程度までの短期予測という前提であれば、3次元モデルを活用することが考えられる。

3-5 予測手法に係る留意事項

予測手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響予測を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

土砂による水の濁りの予測を数値シミュレーションにより行う場合には、さまざまなパラメータの設定が必要であり、類似事例を参考とするほかに必要に応じ専門家の助言を受けることが望ましい。

4 環境保全措置の検討

4-1 環境保全措置の検討および検討結果の検証

（環境保全措置の検討）

事業者は、環境影響がないと判断される場合及び環境影響の程度が極めて小さいと判断される場合以外の場合にあっては、事業者により実行可能な範囲内で選定項目に係る環境影響をできる限り回避し、又は低減すること、必要に応じ損なわれる環境の有する価値を代償すること及び当該環境影響に係る環境要素に関して国又は関係する地方公共団体が実施する環境の保全に関する施策によって示されている基準又は目標の達成に努めることを目的として環境保全措置を検討しなければならない。

事業者は、環境保全措置の検討に当たっては、環境影響を回避し、又は低減させる措置を検討し、その結果を踏まえ、必要に応じ、損なわれる環境の有する価値を代償するための措置（以下「代償措置」という。）を検討しなければならない。

（主務省令 第 29 条第 1、2 項）

（検討結果の検証）

事業者は、環境保全措置の検討を行ったときは、環境保全措置についての複数の案の比較検討、実行可能なより良い技術が取り入れられているかどうかの検討その他の適切な検討を通じて、事業者により実行可能な範囲内で対象ダム事業に係る環境影響ができる限り回避され、又は低減されているかどうかを検証しなければならない。

（主務省令 第 30 条）

4-1-1 環境保全措置の検討が必要な場合

ダム事業の実施による環境への影響が「ない」又は「極めて小さい」と判断される場合を除き、環境保全措置の検討を行う。

4-1-2 検討の主体と目的

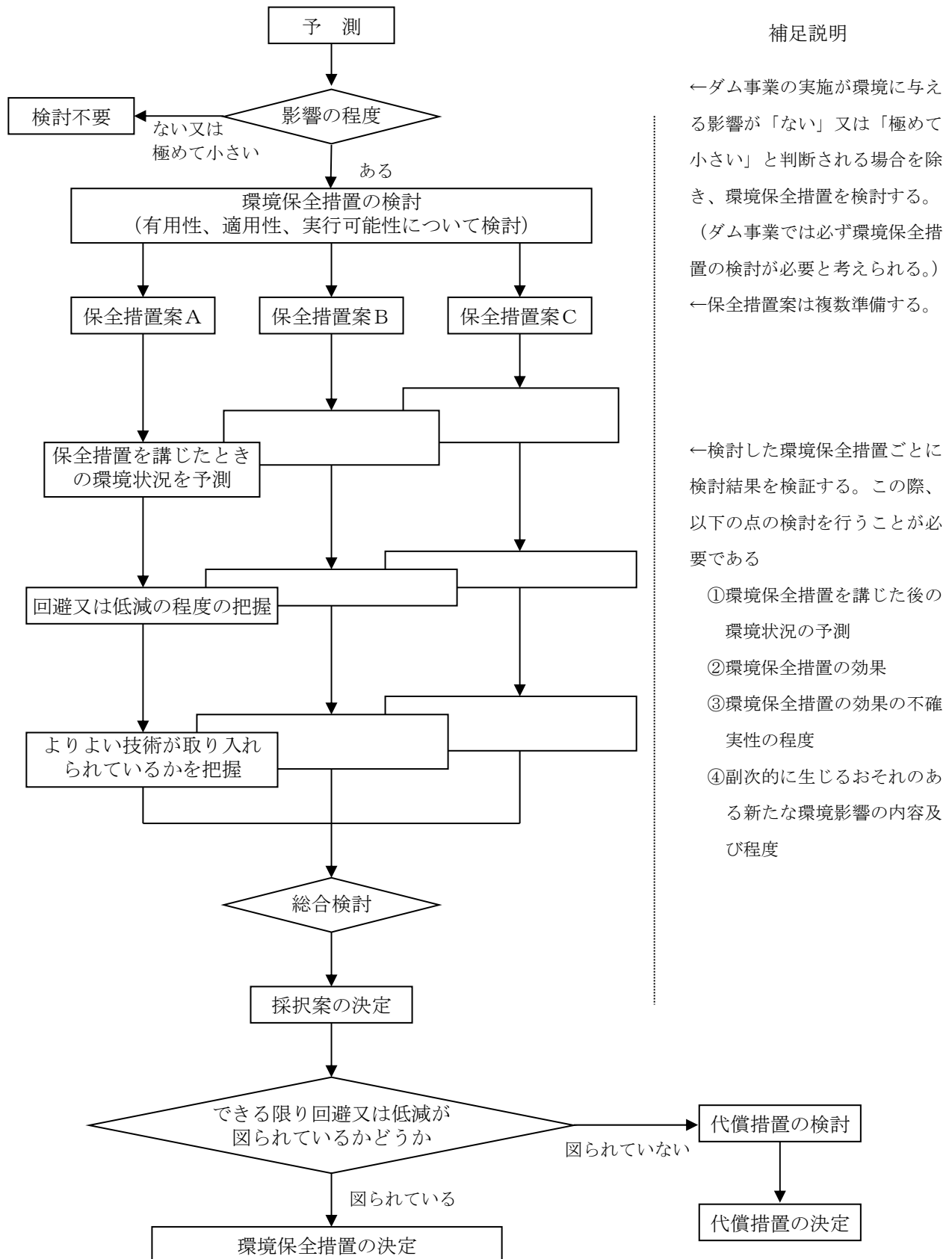
環境保全措置の検討は、以下を目的として実行可能な範囲内で事業者が行う。

- ① 当該影響を回避又は低減すること
- ② 当該影響を回避又は低減されない場合には環境の有する価値を代償すること
- ③ 国又は地方公共団体によって基準又は目標が示されている場合には当該基準又は目標の達成に努めること

4-1-3 検討結果の検証

環境保全措置の検討を行ったときは、事業者により実行可能な範囲内で、できる限り回避又は低減されているかどうかを検証するため、以下の検討を行う。

- ① 環境保全措置の検討に当たっては複数の案を作成する。
- ② 環境保全措置を講じた後の環境状況の予測を行い、環境保全措置の効果、効果の不確実性の程度、副次的に生じるおそれがある新たな環境影響の内容及び程度を明らかにする。



図Ⅲ－２－１６ 環境保全措置検討のフロー

表Ⅲ－２－９ 回避又は低減および代償措置の内容

回避又は低減	ある行為をその場で実施しないこと、又は一部を行わないで、行為の内容、実施の方法、維持管理（選択取水施設の運用など）に配慮すること等により、環境要素に対する影響を回避すること又は影響の程度を小さくすること。
代 償	事業の実施により損なわれる環境のうち、特定の環境又はすべての環境について同程度の質等をもった環境を別の場所に創出すること。

表Ⅲ－２－１０ 環境保全措置の検討例

影響要因	環境保全措置の例	環境保全措置の内容と効果
工事の実施	沈殿池の設置	工事及び雨水による濁水を一時貯留し、SS の沈降を図る。
	濁水処理施設	凝集沈殿等による処理を行う。
	工事区域への雨水の流入防止	雨水等が工事区域に入らないように排水路等を設置する。 工事区域内から発生する濁水の量を抑制する。
	裸地の一時的被覆	裸地をシート等で覆い、雨水による土砂流出を抑制する。
貯水池の存在 ダム の 供 用	選択取水施設	出水直後は高濁度層から取水して貯水池内の濁水の滞留を低減する。 出水後は濁度の低い表層から取水することで濁水の長期化を抑制する。
	副ダム （前貯水池）	貯水池の流入部付近に副ダムを設置し、出水時の高濃度の濁りの沈降を促進させて、貯水池内の濁りの滞留を低減する。
	バイパス水路	出水時の高濃度の濁水の一部又は全部をバイパスさせて放流し、貯水池内への濁りの滞留を低減する。

4－2 検討結果の整理等

事業者は、環境保全措置の検討を行ったときは、次に掲げる事項を明らかにできるように整理しなければならない。

- ①環境保全措置の実施主体、方法その他の環境保全措置の実施の内容
- ②環境保全措置の効果及び当該環境保全措置を講じた後の環境の状況の変化並びに必要なに応じ当該環境保全措置の効果の不確実性の程度
- ③環境保全措置の実施に伴い生じるおそれがある環境への影響
- ④代償措置に当たっては、環境影響を回避又は低減させることが困難である理由
- ⑤代償措置に当たっては、損なわれる環境及び環境保全措置により創出される環境に関し、それぞれの位置並びに損なわれ又は創出される当該環境に係る環境要素の種類及び内容
- ⑥代償措置にあっては、当該代償措置の効果の根拠及び実施が可能であると判断した根拠

（主務省令 第31条第1項）

環境保全措置の検討を行った場合には、検討結果を表形式で整理することが望ましい。以下に整理例を示す。

また、事業者以外が行う環境保全措置の効果を見込む場合には、以下に示す事項が明らかになるように整理する。

- ① そのような措置を行う主体
- ② 事業者と主体との関係
- ③ 措置の内容と効果

表Ⅲ－２－１１ 環境保全措置の検討結果の整理例

項目		土砂による水の濁り
環境影響		ダム建設前と比べて、ダム建設中の出水時に建設発生土処理場等の各工事区域の裸地から濁水が発生するため、ダム及び下流河川のSSが増加する。
環境保全措置の方針		ダム及び下流河川におけるSSを低減する。
環境保全措置案		沈砂池の設置
環境保全措置の実施内容	実施主体	事業者
	実施方法	建設発生土処理場等の施工箇所に沈砂池を設置する。
	その他	実施期間 工事期間中
	実施範囲	建設発生土処理場等の施工箇所等
環境保全措置を講じた後の環境の状況の変化		特になし。
環境保全措置の効果		ダム建設中の出水時におけるダム及び下流河川のSSの増加を低減する効果が期待できる。
環境保全措置の効果の不確実性の程度		沈砂池は他ダムでも実施されており、不確実性は小さい。
環境保全措置の実施に伴い生ずるおそれがある環境への影響		その他の水質への影響は想定されない。
環境保全措置実施の課題		特になし。
検討の結果		実施する。
		ダム建設中の出水時におけるダム及び下流河川のSSの増加を低減する効果が期待できる。

5 事後調査

5-1 事後調査に係る留意事項

事業者は、次のいずれかに該当すると認められる場合において、環境影響の程度が著しいものとなるおそれがあるときは、対象ダム事業に係る工事の実施中及び土地又は工作物の供用開始後において環境の状況を把握するための調査を行わなければならない。

- 一 予測の不確実性の程度が大きい選定項目について環境保全措置を講ずる場合
- 二 効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずる場合
- 三 工事の実施中及び土地又は工作物の供用開始後において環境保全措置の内容をより詳細なものにする必要があると認められる場合
- 四 代償措置について、効果の不確実性の程度及び知見の充実の程度を勘案して事後調査が必要であると認められる場合

（主務省令 第32条第1項）

5-1-1 事後調査の目的

事後調査は環境影響評価法に基づいて、評価書の公告・縦覧を終えたあと、事業着手後に環境影響評価の調査、予測及び評価の不確実性及び不十分な環境保全措置の効果を補う等の観点から行う調査で、①予測した事業による影響が予測範囲内であるか、②環境影響評価により検討した環境保全措置が十分に機能しているかなど、その効果を把握するとともに、③予測結果を上回る著しい環境影響が確認された場合には、必要に応じて環境保全措置の追加・再検討などを行うことを目的とする。

5-1-2 事後調査を必要とする要件

予測の不確実性が大きい場合や効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずる場合等で、環境影響の程度が著しいものとなるおそれがあるときは事後調査を行う。

5-1-3 事後調査の実施時期

事後調査は、工事中及びダム供用開始後に実施する。

5-2 項目及び手法の選定の際に記述すべき事項

（選定の際に記述すべき事項）

事後調査の項目及び手法の選定に当たっては、以下に示す項目に留意する。

- ① 事後調査の必要性、事業特性及び地域特性に応じ適切な項目を設定すること。
- ② 事後調査を行う項目の特性、事業特性及び地域特性に応じ適切な手法を選定するとともに、事後調査の結果と環境影響評価の結果との比較検討が可能となるようにすること。
- ③ 事後調査の実施に伴う環境への影響を回避し、又は低減するため、できる限り環境への影響が小さい手法を選定すること。
- ④ 必要に応じ専門家の助言を受けることその他の方法により客観的かつ科学的な根拠に基づき選定すること。

（主務省令 第 32 条第 2 項）

（事後調査の項目及び手法の選定の際に記述すべき事項）

事後調査の項目及び手法の算定に当たっては、以下に示す事項をできる限り明らかにするよう努める。

- ① 事後調査を行うこととした理由
- ② 事後調査の項目及び手法
- ③ 事後調査の結果により環境影響の程度が著しいことが明らかとなった場合の対応の方針
- ④ 事後調査の結果の公表の方法
- ⑤ 関係する地方公共団体その他の事業者以外の者（以下「関係地方公共団体等」という。）が把握する環境の状況に関する情報を活用しようとする場合における当該関係地方公共団体等との協力又は当該関係地方公共団体等への要請の方法及び内容
- ⑥ 事業者以外の者が事後調査の実施主体となる場合にあっては、当該実施主体の氏名（法人にあっては、その名称）並びに当該実施主体との協力又は当該主体への要請の方法及び内容
- ⑦ 上記事項の他、事後調査の実施に関し必要な事項

（主務省令 第 32 条第 3 項）

事後調査の項目及び手法の選定は、土砂による水の濁りに係る調査に準じて行うものとする。

事後調査は、環境保全措置の一環として実施されるものであり、事後調査の結果により環境影響の程度が著しいことが明らかとなった場合の対応方針について、できる限り明らかにし、準備書、評価書に記載しなければならない。

5－3 事後調査の終了等の判断

事後調査の終了並びに事後調査の結果を踏まえた環境保全措置の実施及び終了の判断に当たっては、必要に応じ専門家の助言を受けることその他の方法により客観的かつ科学的な検討を行うよう留意しなければならない。

（主務省令 第32条第4項）

供用後の事後調査については、環境が安定するまでの期間として、供用後おおむね5年間を目途とするが、終了の判断に当たっては、必要に応じ専門家の助言を受けること又はその他の方法により客観的かつ科学的な検討を行うこととする。

6 評価の手法

土砂による水の濁りによる影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されており、必要に応じその他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているかどうかを評価する。

また、国又は地方公共団体が実施する環境の保全に関する施策によって、土砂による水の濁りに関して基準又は目標が示されている場合には、当該基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうかを評価する。

6-1 評価項目

評価項目は以下を基本とする。

表Ⅲ-2-12 土砂による水の濁りの評価項目

影響要因	予測地域	評価項目
工事の実施	工事区域	浮遊物質濃度
	ダム下流域	浮遊物質濃度
ダムの供用及び貯水池の存在	貯水池内	浮遊物質濃度
		浮遊物質濃度
	ダム下流域	浮遊物質濃度

6-2 評価基準

評価は、現状の土砂による水の濁りと比較することによるほか、十分な環境保全措置を講じた結果、環境影響が低減されているかどうかを評価する。また、利水状況等を考慮して環境基準、農業用水基準、水産用水基準、今後の河川水質管理の指標について（案）等と比較した上で評価を行う。

また、水質の変化は、他の環境項目において間接的な環境影響を与える可能性がある。ダム事業における影響としては、次のものが想定される。

- ・動物、植物及び生態系における水域の生物の生育・生息環境としての水温や水質の変化
- ・人と自然との触れ合いの活動の場における利用性としての水質の変化

これらの環境項目の評価は、各環境項目において検討されるが、評価の結果、環境保全措置として水温や水質の変化の回避・低減を図ることが求められる場合には、水環境における検討として回避・低減のための環境保全措置の検討を行うことが必要である。

① 水質汚濁に関する環境基準（環境庁告示）

環境基本法（平成5年法律第91号）第16条による公共用水域の水質汚濁に係る環境上の条件につき人の健康を保護し及び生活環境を保全するうえで維持することが望ましい基準

表Ⅲ－２－１３（１） 生活環境の保全に関する環境基準（河川）

項目 類型	利用目的の適応性	基準値				
		水素イオン濃度 (pH)	化学的酸素要求量 (COD)	浮遊物質 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数
AA	水道1級 自然環境保全及びA以下の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	1mg/L 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	50MPN/100mL 以下
A	水道2級 水産1級水浴及びB以下の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	2mg/L 以下	25mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1,000MPN/100mL 以下
B	水道3級 水産2級及びC以下の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	3mg/L 以下	25mg/L 以下	5mg/L 以上	5,000MPN/100mL 以下
C	水産3級 工業用水1級及びD以下の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	5mg/L 以下	50mg/L 以下	5mg/L 以上	—
D	工業用水2級 農業用水及びEの欄に掲げるもの	6.0 以上 8.5 以下	8mg/L 以下	100mg/L 以下	2mg/L 以上	—
E	工業用水3級 環境保全	6.0 以上 8.5 以下	10mg/L 以下	ごみ等の浮遊が認められないこと。	2mg/L 以上	—
備考 1. 基準値は、日間平均値とする（湖沼、海域もこれに準ずる。）。 2. 農業用利水点については、水素イオン濃度 6.0以上 7.5以下、溶存酸素量5mg/L 以上とする（湖沼もこれに準ずる。）。 以下、3、4略						

項目 類型	水生生物の生息状況の適応性	基準値		
		全亜鉛	ノニルフェノール	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩
生物 A	イワナ、サケマス等比較的低温域を好む水生生物及びこれらの餌生物が生息する水域	0.03mg/L 以下	0.001 mg/L 以下	0.03mg/L 以下
生物特 A	生物 A の水域のうち、生物 A の欄に掲げる水生生物の産卵場（繁殖場）又は幼稚仔の生育場として特に保全が必要な水域	0.03mg/L 以下	0.0006mg/L 以下	0.02mg/L 以下
生物 B	コイ、フナ等比較的高温域を好む水生生物及びこれらの餌生物が生息する水域	0.03mg/L 以下	0.002mg/L 以下	0.05mg/L 以下
生物特 B	生物 B の水域のうち、生物 B の欄に掲げる水生生物の産卵場（繁殖場）又は幼稚仔の生育場として特に保全が必要な水域	0.03mg/L 以下	0.002mg/L 以下	0.04mg/L 以下
備考 1. 基準値は、年間平均値とする。（湖沼、海域もこれに準ずる。）				

表Ⅲ－２－１３（２） 生活環境の保全に関する環境基準（湖沼）

類型	利用目的の適応性	基準値				
		水素イオン濃度 (pH)	化学的酸素要求量 (COD)	浮遊物質濃度 (SS)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数
AA	水道１級、水産１級、自然環境保全及びＡ以下の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	1 mg/L 以下	1 mg/L 以下	7.5mg/L 以上	50MPN/ 100mL 以下
A	水道２、３級、水産２級、水浴及びＢ以下の欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	3mg/L 以下	5mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1,000MPN/ 100mL 以下
B	水産３級、工業用水１級、農業用水及びＣの欄に掲げるもの	6.5 以上 8.5 以下	5mg/L 以下	15mg/L 以下	5mg/L 以上	－
C	工業用水２級、環境保全	6.0 以上 8.5 以下	8mg/L 以下	ごみ等の浮遊が認められないこと。	2mg/L 以上	－
備考 水産１級、水産２級及び水産３級については、当分の間、浮遊物質濃度の項目の基準値は適用しない。						

項目 類型	利用目的の適応性	基準値	
		全窒素	全リン
I	自然環境保全及びⅡ以下の欄に掲げるもの	0.1mg/L 以下	0.005mg/L 以下
Ⅱ	水道１、２、３級(特殊なものを除く。)水産１種水浴及びⅢ以下の欄に掲げるもの	0.2mg/L 以下	0.01mg/L 以下
Ⅲ	水道３級(特殊なもの)及びⅣ以下の欄に掲げるもの	0.4mg/L 以下	0.03mg/L 以下
Ⅳ	水産２種及びⅤの欄に掲げるもの	0.6mg/L 以下	0.05mg/L 以下
Ⅴ	水産３種、工業用水、農業用水、環境保全	1mg/L 以下	0.1mg/L 以下
備考 1. 基準値は、年間平均値とする。 2. 水域類型の指定は、湖沼植物プランクトンの著しい増殖を生ずるおそれがある湖沼について行うものとし、全窒素の項目の基準値は、全窒素が湖沼植物プランクトンの増殖の要因となる湖沼について適用する。 3. 農業用水については、全リンの項目の基準値は適用しない。			

項目 類型	水生生物の生息状況の適応性	基準値		
		全亜鉛	ノニルフェノール	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩
生物 A	イワナ、サケマス等比較的低温域を好む水生生物及びこれらの餌生物が生息する水域	0.03mg/L 以下	0.001 mg/L 以下	0.03mg/L 以下
生物特 A	生物 A の水域のうち、生物 A の欄に掲げる水生生物の産卵場(繁殖場)又は幼稚仔の生育場として特に保全が必要な水域	0.03mg/L 以下	0.0006mg/L 以下	0.02mg/L 以下
生物 B	コイ、フナ等比較的高温域を好む水生生物及びこれらの餌生物が生息する水域	0.03mg/L 以下	0.002mg/L 以下	0.05mg/L 以下
生物特 B	生物 B の水域のうち、生物 B の欄に掲げる水生生物の産卵場(繁殖場)又は幼稚仔の生育場として特に保全が必要な水域	0.03mg/L 以下	0.002mg/L 以下	0.04mg/L 以下

② 水質汚濁防止法に基づく排水基準

水質汚濁防止法（昭和 45 年法律第 138 号）に基づく排水基準（昭和 46 年総理府令第 35 号）は、特定施設を有する事業場から公共用水域への排水に対する規制基準であり、有害物質、生活環境に係る物質のそれぞれに許容限度を定めたもの。このうち、生活環境に係る主な項目の排水基準を以下に示す。

表Ⅲ－２－１４ 水質汚濁防止法に基づく排水基準

項目	許容限度
水素イオン濃度(水素指数)	海域以外の公共用水域に排出されるもの 5.8 以上 8.6 以下 海域に排出されるもの 5.0 以上 9.0 以下
生物化学的酸素要求量	160 mg/L(日間平均 120 mg/L)
化学的酸素要求量	160 mg/L(日間平均 120 mg/L)
浮遊物質	200 mg/L(日間平均 150 mg/L)
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 (鉱油類含有量)	5 mg/L
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 (動植物油類含有量)	30 mg/L
フェノール類含有量	5 mg/L
銅含有量	3 mg/L
亜鉛含有量	2 mg/L
溶解性鉄含有量	10 mg/L
溶解性マンガン含有量	10 mg/L
クロム含有量	2 mg/L
大腸菌群数	日間平均 3,000 個/cm ³
窒素含有量	120 mg/L(日間平均 60 mg/L)
リン含有量	16 mg/L(日間平均 8 mg/L)
備考) 1. 「日間平均」による許容限度は、1日の排水の平均的な汚染状態について定めたものである。 2. この表に掲げる排水基準は、1日当たりの平均的な排水の量が50m ³ 以上である工場又は事業場に係る排水について適用する。 以下、3～7略	

③ 農業（水稲）用水基準

「農業（水稲）用水基準」は、農林省公害研究会が昭和 45 年度に学識経験者、研究者の協力を得て、かんがい水への依存度の高い水稲を対象作物に、汚濁物質項目毎について被害（減収）が発生しないための許容限界濃度を検討したもの。

表Ⅲ－２－１５ 農業（水稲）用水基準

項目		農業用水基準 (農林水産技術会議 昭和 46 年 10 月 4 日)
pH (水素イオン濃度)		6.0～7.5
COD (化学的酸素要求量)		6mg/L 以下
SS (無機浮遊物質)		100mg/L 以下
DO (溶存酸素)		5mg/L 以上
T-N (全窒素濃度)		1mg/L 以下
EC (電気伝導度)		0.3mS/cm 以下
重金属	As (ヒ素)	0.05mg/L 以下
	Zn (亜鉛)	0.5 mg/L 以下
	Cu (銅)	0.02mg/L 以下

④ 水産用水基準（2012版）

「水産用水基準」（日本水産資源保護協会）は、水生生物の生息環境として維持することが望ましい基準として設定されたもの

表Ⅲ－２－１６ 水産用水基準

項目		基準		
有機物 (COD, BOD)	河川	自然繁殖の条件として、20℃5 日間の BOD は 3mg/L 以下であること。 ただし、サケ・マス・アユを対象とする場合は 2mg/L 以下であること。		
		成育の条件として、20℃5 日間の BOD は 5mg/L 以下であること。 ただし、サケ・マス・アユを対象とする場合は 3mg/L 以下であること。		
	海域	一般の海域では、COD _{OH} (アルカリ性法)は 1mg/L 以下であること。		
		ノリ養殖場や閉鎖性内湾の沿岸域では COD _{OH} は 2mg/L 以下であること。		
全窒素 全リン	河川	コイ、フナを対象とする場合	全窒素 1.0mg/L 以下、全リン 0.1mg/L 以下	
		ワカサギを対象とする場合	全窒素 0.6mg/L 以下、全リン 0.05mg/L 以下	
		サケ科、アユ科を対象とする場合	全窒素 0.2mg/L 以下、全リン 0.01mg/L 以下	
	海域	環境基準が定める水産 1 種	全窒素 0.3mg/L 以下、全リン 0.03mg/L 以下	
		環境基準が定める水産 2 種	全窒素 0.6mg/L 以下、全リン 0.05mg/L 以下	
		環境基準が定める水産 3 種	全窒素 1.0mg/L 以下、全リン 0.09mg/L 以下	
		ノリ養殖に最低限必要な栄養塩濃度	無機態窒素 0.07～0.1mg/L 無機態リン 0.007～0.014mg/L	
溶存酸素(DO)		河川及び湖沼では 6mg/L 以上。ただし、サケ・マス・アユを対象とする場合は 7mg/L 以上であること。		
		海域では 6mg/L 以上であること。		
		内湾漁場の夏季底層において最低限維持しなくてはならない溶存酸素は 4.3mg/L (3mL/L)であること。		
水素イオン濃度 (pH)		河川及び湖沼では 6.7～7.5 であること。		
		海域では 7.8～8.4 であること。		
		生息する生物に悪影響を及ぼすほど pH の急激な変化がないこと。		
懸濁物質 (SS)	河川	懸濁物質は 25mg/L 以下であること。 ただし、人為的に加えられる懸濁物質は 5mg/L 以下であること。 忌避行動などの反応を起こさせる原因とならないこと。 日光の透過を妨げ、水生植物の繁殖、生長に影響を及ぼさないこと。		
		海域	人為的に加えられる懸濁物質は 2mg/L 以下であること。 海藻類の繁殖に適した水深において必要な照度が保持され、その繁殖と生長に影響を及ぼさないこと。	
			光合成に必要な光の透過が妨げられないこと。 忌避行動の原因とならないこと。	
	水温		水産生物に悪影響を及ぼすほどの水温の変化がないこと。	
大腸菌群数		大腸菌群数(MPN)が 100mL 当たり 1,000 以下であること。 ただし、生食用カキを飼育するためには 100mL 当たり 70 以下であること。		
油分		水中には油分が検出されないこと。		
		水面に油膜が認められないこと。		
有害物質		有害物質の基準値は、表 1、表 2、表 3、表 4 及び表 5 に掲げる物質ごとに同表の基準値の欄に掲げるとおりとする。		
底質		河川および湖沼では、有機物などによる汚泥床、みずわたなどの発生をおこさないこと。		
		海域では乾泥として COD _{OH} (アルカリ性法)は 20mg/g 乾泥以下、硫化物は 0.2mg/g 乾泥以下、ノルマルヘキサン抽出物質 0.1%以下であること。		
		微細な懸濁物が岩面、礫、又は砂利などに付着し、種苗の着生、発生あるいはその発育を妨げないこと。		
		海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律に定められた溶出試験(昭和 48 年環境庁告示第 14 号)により得られた検液中の有害物質のうち水産用水基準で基準値が定められている物質については、水産用水基準の基準値の 10 倍を下回ること。ただし、カドミウム、PCB については溶出試験で得られた検液中の濃度がそれぞれの化合物の検出下限値を下回ること。		
		ダイオキシン類の濃度は 150pgTEQ/g を下回ること。		

⑤ 今後の河川水質管理の指標項目(案)（H17.3、H21.3 改訂）

「今後の河川水質管理の指標について（案）」とは、水質管理検討会（国土交通省河川局）によって、従来の有機性汚濁指標（BOD）のみでは評価しきれない川の水質を住民に対し分かりやすく評価するという観点から、河川水質の新しい指標（透視度や水生生物の生息状況など）の案を取りまとめたもの

表Ⅲ－２－１７（１） 今後の河川水質管理の指標項目（案）

河川水質管理の視点	河川水質の確保すべき機能		確保すべき機能を表す項目	今後の河川水質管理の指標項目(案)		
				住民との協働による測定項目	河川等管理者による測定項目	
人と河川の豊かなふれあいの確保	快適性	水域全体のきれいさ	ゴミの量	ゴミの量	SS、濁度、[BOD] [BOD]、[T-N]、[T-P]、[河床付着物のクロロフィルa]	
		水の透明感 [水のきれいさ]	透視度、SS、濁度、水の色、 [BOD]、[COD]、泡、油	透視度、 [COD]		
		川に入っ たときの 快適性	川底の 感触	川底の感触、[SS]、[濁度]、 [BOD]、[COD]、[T-N]、[T-P]、 [河床付着物のクロロフィルa]		川底の感 触、[COD]
			水に触れ た感覚	水温、粘性、クロロフィルa		
		臭い	水の臭い、臭気、[臭気度]、 [DO]、[BOD]、[COD]	水の臭い、 [DO]、[COD]		[DO]、[BOD]
	安全性	衛生学的安全性 [触れる、 誤飲の安全性]	糞便性大腸菌群数、 大腸菌群数、大腸菌、 ダイオキシン類、環境ホルモン		糞便性大腸菌群数	
豊かな生態系の確保	生息、生育、繁殖	呼吸	DO、SS、[BOD]、[COD]	DO、[COD]	DO、SS、[BOD]	
		毒性	NH ₄ -N、Zn、ダイオキシン類、 環境ホルモン	NH ₄ -N	NH ₄ -N	
		生物の生息	水生生物の生息、[水温]、[pH]、 [BOD]、[COD]、[T-N]、[T-P]、 [水辺の植生]、[鳥類]、[魚類]、 [昆虫]	水生生物の 生息、[水 温]、[pH]、 [COD]	水生生物の生息、 [pH]、[BOD]、 [T-N]、[T-P]	
利用しやすい水質の確保	安全性	毒性 [消毒副生成物 含む]	[TOC]、[BOD]、[COD]、[SS]、 トリハロメタン生成能[NH ₄ -N]、 健康項目	-	トリハロメタン生成能、 [NH ₄ -N]、[TOC]	
		病原性微生物	原虫類、ウイルス、 糞便性大腸菌群数、 大腸菌群数、大腸菌		糞便性大腸菌群数	
	快適性	臭い	2-MIB、ジオスミン、 臭気度、[T-N]、[T-P]		2-MIB、ジオスミン	
		味覚	異臭味、[TOC]、[COD]		pH、SS、濁度、NH ₄ -N	
	維持管理性	浄水処理の 維持管理性	pH、SS、濁度、NH ₄ -N、 植物プランクトン			
下流域や滞留水域に影響の少ない水質の確保	下流部の富栄養化や閉鎖性水域[ダム、湖沼、湾]の富栄養化への影響が少ない水質レベルであること。		[T-N]、[T-P]、クロロフィルa、 [ケイ酸]、[フルボ酸]、[Fe]、 [無機N]、[無機P]、[COD]	[PO ₄]	[T-N]、[T-P]	
河川の基本的特徴の表現			水温、流量、流速、水位、BOD、 COD、SS、濁度、pH、EC、水生生物の生息、[フレッシュ度]	水温、pH、 COD	BOD、SS、濁度、pH、 流量	

表Ⅲ－２－１７（２） 評価レベル（案）（人と河川の豊かなふれあいの確保）

ランク	説明	評価項目と評価レベル				
		ゴミの量	透視度 (cm)	川底の感触	水のにおい	糞便性大腸 菌群数 (個/100mL)
A	顔を川の水につけやすい	川の中や水際にゴミは見あたらない。又は、ゴミはあるが全く気にならない。	100 以上	不快感がない。	不快でない	100 以下
B	川の中に入って遊びやすい	川の中や水際にゴミは目につくが、我慢できる。	70 以上	ところどころヌルヌルしているが、不快でない。		1000 以下
C	川の中には入れないが、川に近づくことができる	川の中や水際にゴミがあって不快である。	30 以上	ヌルヌルしており、不快である。	水に鼻を近づけて不快な臭いを感じる。風下の水際に立つと不快な臭いを感じる。	1000 を超えるもの
D	川の水に魅力がなく、川に近づきにくい	川の中や水際にゴミがあってとても不快である。	30 未満		風下の水際に立つと、とても不快な臭いを感じる。	

表Ⅲ－２－１７（３） 評価レベル（案）（豊かな生態系の確保）

ランク	説明	評価項目と評価レベル		
		DO(mg/L)	NH ₄ -N(mg/L)	水生生物の生息
A	生物の生息・生育・繁殖環境として非常に良好	7 以上	0.2 以下	I. きれいな水 ・カワゲラ ・ナガレトビケラ等
B	生物の生息・生育・繁殖環境として良好	5 以上	0.5 以下	II. 少しきたない水 ・コガタシマトビケラ ・オオシマトビケラ等
C	生物の生息・生育・繁殖環境として良好とは言えない	3 以上	2.0 以下	III. きたない水 ・ミズムシ ・ミズカマキリ等
D	生物が生息・生育・繁殖しにくい	3 未満	2.0 を超えるもの	IV. 大変きたない水 ・セスジユスリカ ・チョウバエ等

表Ⅲ－２－１７（４） 評価レベル（案）（利用しやすい水質の確保）

ランク	説明	評価項目と評価レベル			
		安全性	快適性		維持管理性
		トリハロメタン 生成能 (μ g/L)	2-MIB (ng/L)	ジオスミン (ng/L)	NH ₄ -N (mg/L)
A	より利用しやすい	100 以下	5 以下	10 以下	0.1 以下
B	利用しやすい		20 以下	20 以下	0.3 以下
C	利用するためには 高度な処理が必要	100 を超えるもの	20 を超えるもの	20 を超えるもの	0.3 を超えるもの

⑥ 今後の湖沼水質管理の指標項目(案) (H22.3)

「今後の湖沼水質管理の指標について(案)」とは、水質管理検討会（国土交通省河川局）によって、従来の汚濁指標（COD）のみでは評価しきれない湖沼の水質を住民に対し分かりやすく評価するという観点から、湖沼水質の新しい指標（透視度や底層の DO など）の案を取りまとめたもの

表Ⅲ－２－１８（１） 今後の湖沼水質管理の指標項目（案）

湖沼の水質管理の視点	湖沼水質管理の指標項目 {案}	
	住民との協働による測定項目	河川等管理者による測定項目
人と湖沼の豊かなふれあいの確保	<u>ゴミの量、透視度、アオコの発生、ろ紙を用いたクロロフィル a の簡易試験、湖沼の感触、水の臭い</u>	<u>糞便性大腸菌群数</u> 、SS、クロロフィル a、透明度、濁度、水温、臭気、大腸菌、ダイオキシン類、環境ホルモン
豊かな生態系の確保	<u>生物の生息</u> （指標項目は各湖沼で設定） DO（※1）、NH ₄ -N（※1）	<u>底層 DO、NH₄-N</u> 、Zn、ダイオキシン類、環境ホルモン
利用しやすい水質の確保	—	<u>トリハロメタン生成能、2-MIB、ジオスミン、NH₄-N</u> 、健康項目、原虫類、ウィルス、糞便性大腸菌群数、大腸菌、臭気度、異臭味、pH、SS、濁度、植物プランクトン
下流域や滞留水域に影響の少ない水質の確保	P04-P（※1）	T-N、T-P

注) **太字**は水質管理上重点的に評価を行う項目を示す。

(※1) パック方式などの簡易な方法による測定を行う項目。

表Ⅲ－２－１８（２） 評価レベル（案）（人と湖沼のふれあいの確保）

ランク	説明	ランクのイメージ	評価項目と評価レベル※1)						
			全国共通項目						地域特性項目
			ゴミの量	透視度※2) (cm)	湖底の感触※3)、4)	水におい	アオコ発生	糞便性 大腸菌群数 (個/100mL)	当該湖沼・地点の 特性や地域住民の ニーズに応じて独 自に設定
A	顔を湖沼の水につけやすい		湖沼の中や水際に ゴミは見あたらない または、ゴミはあるが 全く気にならない	50以上	快適である	不快でない	アオコは確認で きない	100以下	・住民と共に独自 に設定 ・文献等から設定
B	湖沼の中に入って 遊びやすい		湖沼の中や水際に ゴミは目につくが、 我慢できる	25以上	不快感が無い		肉眼では水面に アオコが確認で きないが、水を くんで肉眼でよ く見ると確認で きる	1000以下	
C	湖沼の中には入れ ないが、湖沼に近 づくことができる		湖沼の中や水際に ゴミがあつて 不快である	25未満	不快である	水に鼻を近づけ て不快なおい を感じる	アオコがうっす らと筋状に発生 していて、水面 にわずかに散ら ばり肉眼で確認 できる	1000を超える もの	
D	湖沼の水に魅力が なく、湖沼に近づ きにくい		湖沼の中や水際に ゴミがあつて とても不快である			水に鼻を近づけ てとても不快な おいを感じる	アオコが湖面や 湖岸の表面を広 く覆い、かたま りもできている		

※1) 評価レベルについては、湖沼の状況や住民の感じ方によって異なるため、住民による感覚調査等を実施し、設定することが望ましい。

※2) 透視度の評価レベルについては、後述の「4.1.2 快適性 (2) 水のきれいさ」を参照すること。

※3) 水の中に入れない地点（水と直接ふれあう利用を重視しない地点）では実施しない。

※4) 感触の「不快感」については、各々以下のイメージである

A：素足で入りたいと感じる B：履物をはけば入りたいと感じる C：履物をはいでも入りたくない

表Ⅲ－２－１８（３） 評価レベル（案）（豊かな生態系の確保）

ランク	説明	評価項目と評価レベル			
		全国共通項目			地域特性項目
		底層DO (mg/L)	NH ₄ －N (mg/L)	生物の生息 (各湖沼で設定)	当該湖沼・地点の 特性や地域住民の ニーズに応じて独 自に設定
A	生物の生息・生育・繁殖環境として非常に良好	7 以上	0.2 以下	独自の評価レベル	・住民と共に独自 に設定 ・文献等から設定
B	生物の生息・生育・繁殖環境として良好	5 以上	0.5 以下	独自の評価レベル	
C	生物の生息・生育・繁殖環境として良好とは言えない	3 以上	2.0 以下	独自の評価レベル	
D	生物が生息・生育・繁殖しにくい	3 未満	2.0 を超えるもの	独自の評価レベル	

表Ⅲ－２－１８（４） 評価レベル（案）（利用しやすい水質の確保）

ランク	説明	評価項目と評価レベル				地域特性項目
		全国共通項目				
		安全性	快適性		維持管理性	
		トリハロメタン生成能 (μg/L)	2-MIB (ng/L)	ジオスミン (ng/L)	NH ₄ -N (mg/L)	
A	より利用しやすい	100 以下	5 以下	10 以下	0.1 以下	当該湖沼・地点の特性や地域住民のニーズに応じて独自に設定
B	利用しやすい		20 以下	20 以下	0.3 以下	
C	利用するためには高度な処理が必要	100 を超えるもの	20 を超えるもの	20 を超えるもの	0.3 を超えるもの	

6－3 評価手法に係る留意事項

評価を行う過程において、下流域における利水等に係る新たな情報が得られた場合には予測地域の見直しを行う必要がある。また、予測結果の評価については必要に応じ専門家の助言を受けることが望ましい。

＜水質－水温＞

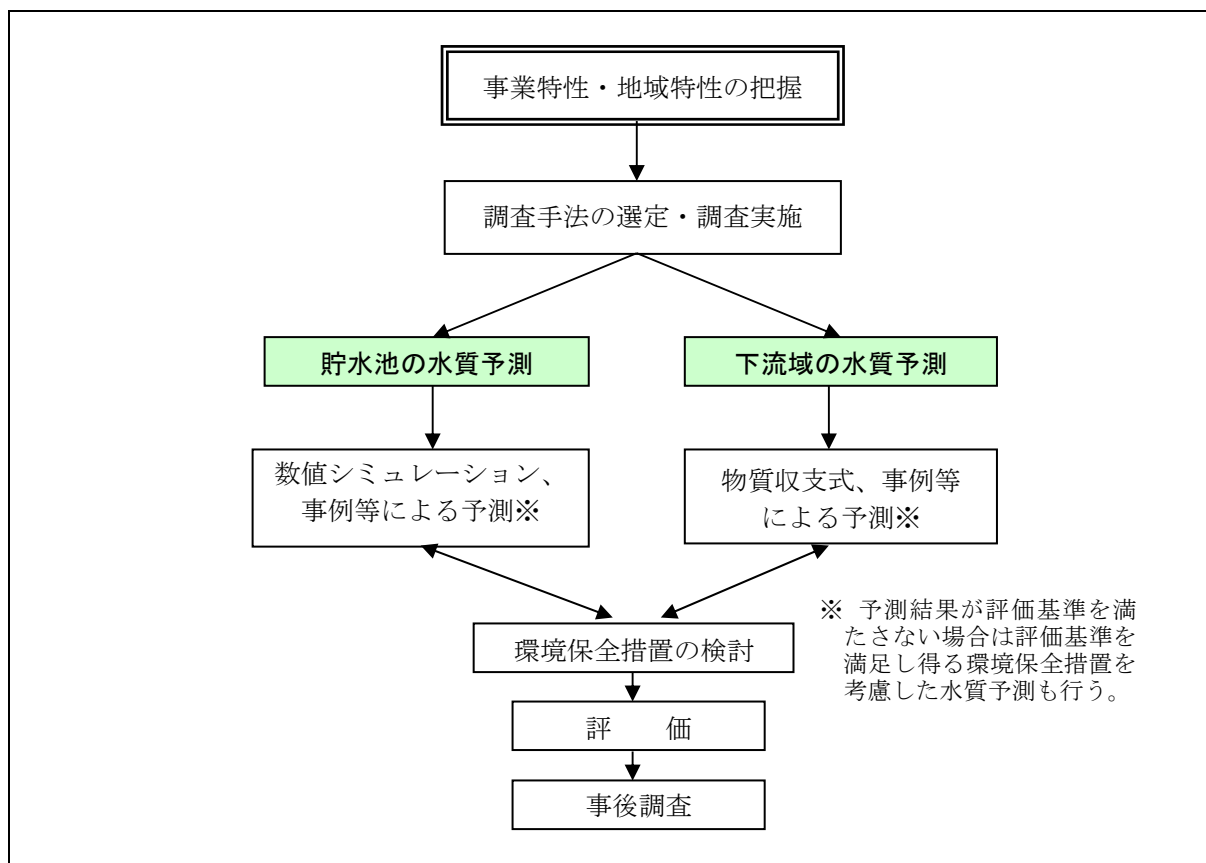
影響要因	土地又は工作物の存在及び供用（ダム の 供用及び貯水池の存在）
------	---------------------------------

〔概 要〕

水温の予測評価手順は次に示すとおりである。まず個々の事業特性及び事業を行う地域特性を把握し、これらを踏まえて適切な手法を選定して調査を行う。調査結果に基づき水質予測を行うが、貯水池および下流域の水質予測については数値シミュレーション又は事例等により予測を行うものとする。また、予測結果が評価基準を満たさない場合は評価基準を満足し得る保全措置を考慮した水質予測も行う。

予測結果の評価は、保全措置を考慮して適切な評価基準と照らし合わせて行う。予測の不確実性の程度が大きく保全措置を講ずる場合や効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずる場合で、環境影響の程度が著しいものとなるおそれがあるときは、事後調査を行うものとする。

なお、富栄養化の予測を数値シミュレーションで行う場合は、ダムの供用と貯水池の存在に係る水温の予測は富栄養化の予測とあわせて行うことができる。



図Ⅲ－２－１７ 水温の予測評価手順

1 手法の選定に当たって把握すべき情報

水温の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえて行う。

1-1 事業特性

水温の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、対象ダム事業実施区域の位置、事業の規模、工事計画の概要等の事業概要に加えて以下に示す事業の特性に係る情報を把握する。

- ① ダムの基本諸元
- ② 貯水池の諸元
- ③ 流入流量
- ④ ダム放流設備の内容
- ⑤ ダム事業の目的

1-2 地域特性

水温の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、主務省令第20条第1項第2号に定める「地域特性に関する情報」を踏まえ、地域の特性に係る下記のうち必要な項目の情報について把握する。

- ① 気象状況
- ② 地形・地質、土壌及び地盤
- ③ 水象、水質、水底の底質
- ④ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ⑤ 土地利用
- ⑥ 貯水池の満水位の湛水域および原石山の工事区域に係る地形・地質、土壌及び地盤の状況
- ⑦ 上流域及び下流域における工場・事業場、集落、畜産施設等の汚濁負荷源の状況
- ⑧ 上流域及び下流域における下水道や浄化槽、農業集落排水施設等の整備状況と将来整備計画
- ⑨ 上流域及び下流域における水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ⑩ 上流域及び下流域における水産業、レクリエーション等水域の利用状況
- ⑪ 環境保全を目的とした基準等の指定状況（水質環境基準、排水基準等）

※地域特性の把握に利用が考えられる主な資料はp. 3-80～81に示す。

※下流域については、おおむねダム流域面積の3倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる（p. 3-88参照）。

2 調査の手法

調査手法の選定は事業特性、地域特性を踏まえて行うものとする。

2－1 調査すべき情報

イ 水温及びその調査時における流量の状況

ロ 気象の状況

（主務省令 第24条第1項第1号、別表第二）

2－1－1 水温及びその調査時における流量の状況

貯水池の水温を予測するために必要な情報として、以下の項目の把握を行う。

- ・ 水 温
- ・ 流 量

2－1－2 気象の状況

貯水池の水温を予測するために必要な情報として、次の気象要素の把握を行う。

- ・ 気 温
- ・ 日 射 量
- ・ 風 速
- ・ 湿 度
- ・ 雲 量

2－2 調査の基本的な手法

文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析

（主務省令 第24条第1項第2号、別表第二）

2－2－1 水温及びその調査時における流量の状況

情報の収集は、公共用水域の水質調査結果等の既存データの収集および現地調査によるものとする。

公共用水域の水質調査結果等の既存データの収集により、水温の予測・評価において必要とされる情報が収集できる場合には、現地調査を省略することも可能である。

これらを観測地点及び年別に時系列データとして整理し、予測に使用する。流量データは、水位観測データからH-Q式を用いて流量に換算する場合もある。

2－2－2 気象の状況

情報の収集は気象庁等が測定したデータを基本とし、日・時間単位のデータを収集する。

なお、近傍の地点で得られる気象情報があればこれを用いて差し支えない。

これらを観測地点及び年別に時系列データとして整理し、予測に使用する。

2-3 調査地域

流域の特性及び水温の変化の特性を踏まえて、水温に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域並びに当該地域より上流の地域で当該地域の水温の予測及び評価に必要な情報を把握できる地域

（主務省令 第24条第1項第3号、別表第二）

2-3-1 水温及びその調査時における流量の状況

貯水池に流入する河川及びダム下流域の河川のうち、水温に係る環境への影響を受けるおそれのある地域を基本として、ダム上流域及び下流域について以下を目安に当該河川の状況を勘案して適切に設定するものとする。

（1）ダム上流域

流入河川水の水温を予測するために必要な情報が把握できる地域とする。

（2）ダム下流域

以下の状況等を勘案して適切に設定するものとする。その範囲は、支川からの流入水による希釈及び自浄作用の効果によって、おおむねダム流域面積の3倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる。

- ・ 水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ・ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ・ レクリエーションの状況

2-3-2 気象の状況

貯水池及びその周辺地域とする。

2-4 調査地点

流域の特性及び水温の変化の特性を踏まえて、調査地域における水温に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる地点
(主務省令 第24条第1項第4号、別表第二)

2-4-1 水温及びその調査時における流量の状況

水温に係る予測・評価に必要な調査地点は、以下を基本として設定するものとする。

なお、国及び地方公共団体においてすでに観測を行っている水質環境基準点か同等の観測地点がある場合には、過去の資料が整備されているため、これを調査地点として設定してもよい。

(1) 貯水池への河川流入点

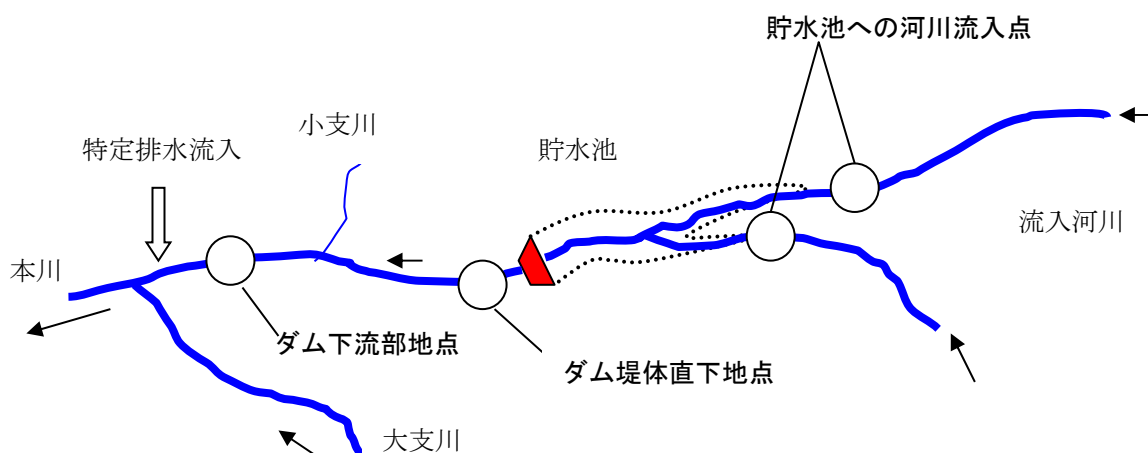
貯水池への流入河川のうち主要なものに係る調査地点とし、貯水池における水温への影響を勘案し、流量規模、水温の程度等を考慮して設定する。

(2) ダム堤体直下地点

ダム堤体の直下流で、かつ他支川の合流前の範囲において、ダム供用後における水温状況の代表的な観測値が得られる地点を設定する。

(3) ダム下流域の代表地点

ダムの下流域の河川の水温状況を代表する観測値を得られる地点とし、本川および大きな支川の影響を受ける地点等は避けて設定する。



図III-2-18 調査地点の設定例

2-4-2 気象の状況

貯水池及び周辺地域の気象測定地点とする。なお、現地調査を行う場合は貯水池近傍地点とする。

2-5 調査期間等

流域の特性及び水温の変化の特性を踏まえて調査地域における水温に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる期間及び時期

（主務省令 第24条第1項第5号、第3項、別表第二）

2-5-1 水温及びその調査時における流量の状況

河川の水温は気温の影響を受けて季節的、時間的に変化するため、調査は季節変化および各季節の時間変化を把握できるよう設定するものとする。

長期間の観測結果が存在している場合には、観測結果と現地調査により得られた結果とを比較できるようにする。

表Ⅲ-2-19 水温及びその調査時における流量の調査期間等

調査の種類	調査期間及び時期	備 考
定期調査	1年以上、1回／月以上	
連続調査	1週間以上、1回／季以上	可能であれば1年以上の連続調査が望ましい。

注）連続調査は自記記録計等により1時間毎に実施する。

2-5-2 気象の状況

調査期間は1年以上とする。なお、水温を数値シミュレーションにより予測する場合は10年以上とする。データは日・時間単位のものとする。

長期間の観測結果が存在している場合には、観測結果と現地調査により得られた結果とを比較できるようにする。

2-6 調査手法に係る留意事項

調査手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響調査を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

3 予測の手法

3-1 予測の基本的な手法

熱の収支に関する計算又は事例の引用若しくは解析
(主務省令 第 25 条第 1 項第 1 号、第 2 項、別表第二)

水温の予測の基本的手法は次のとおりで、貯水池内の水温は類似事例の引用・解析及び数値シミュレーションにより予測する。また、下流域への影響については熱収支式による計算・解析手法を用いて予測する。

類似事例による予測結果から、水温成層が形成されないことが明らかな場合は、数値シミュレーションによる予測を省略することができる。

また、貯水内の予測結果から、冷水現象が発生しないと判断される場合は下流域の検討は省略できるものとする。

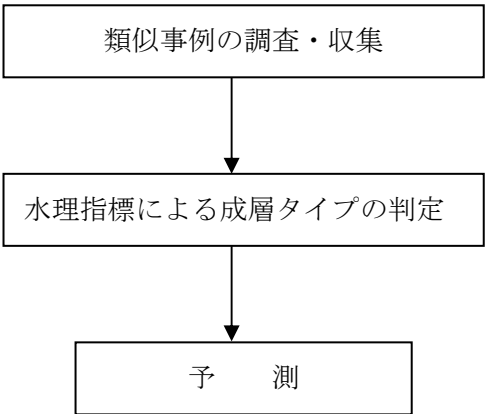
表Ⅲ-2-20 水温の予測の基本的な手法

影響要因	予測地域	予測の基本的な手法	予測項目
ダムの供用及び貯水池の存在	貯 水 池 内	類似事例の引用又は解析	水温
		数値シミュレーション	水温
	ダム下流域	熱収支式による計算・解析手法	水温

3-1-1 貯水池の水温の予測

(1) 類似事例による予測

類似事例による予測は次の手順により行う。各手順の内容は次のとおりである。



図Ⅲ-2-19 類似事例による予測の手順

1) 類似事例の調査・収集

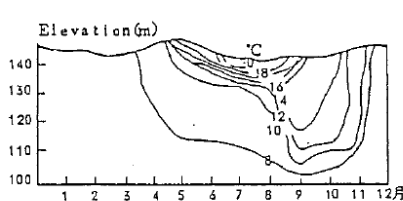
近傍の地形、標高等の似ているダムの水温成層等の調査や資料収集を行う。

2) 水理指標による成層タイプの判定

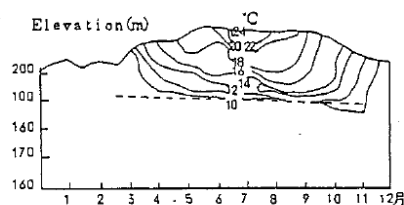
貯水池における水温成層の状況は、水温鉛直分布の形などにより次のように分類される。冷水現象は下層に貯留された冷水が放流されることにより生じるため、成層Ⅰ型と成層Ⅱ型は冷水現象の発生可能性が高く、中間型や混合型は発生可能性が低いと考えられる。

表Ⅲ－2－21 成層型の分類

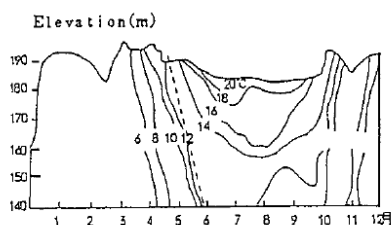
成層Ⅰ型：	気温要因が水温成層の形成に対して支配的で、一次躍層が強いタイプ
成層Ⅱ型：	その他の要因が水温成層の形成に対して支配的で、二次躍層が強いタイプ
中間型：	盛夏期のごく短期間だけ弱い水温成層が形成されるタイプ
混合型：	一年を通して水温成層が形成されないタイプ



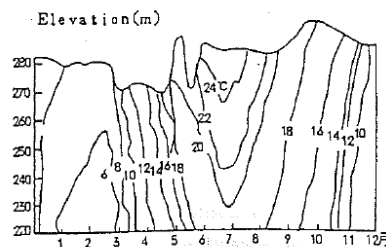
成層Ⅰ型



成層Ⅱ型



中間型



混合型

出典：「貯水池の冷濁水ならびに富栄養化現象の数値解析モデル（その1）」

（昭和62年3月 建設省土木研究所）

図Ⅲ－2－20 水温分布から見た成層型の模式図

このような成層型は、個々のダム形状・貯水容量と水の流入流出量などによる水理指標と密接な関係があり、水理指標を求めることにより成層型の概略が概ね推定できる。多目的ダムの事例を基に分類された水理指標による成層タイプの分類基準は次表のとおりである。

成層形成の可能性を判定する指標としては、年回転率（ α ）、内部フルード数（ F_D ）、7月の回転率（ α_7 ）がある。 F_D は類似のダムから仮定する。 α 、 F_D 、 α_7 は利水や出水時の放流状況に大きく影響されるため、対象とする年や期間によっても結果が大きく異なる可能性がある。そのため、10年程度の各年について判定を行って、総合的に判断する必要がある。また、農業用ダムはかんがい期末期には貯水量がほぼ空に

なるような運用が行われているダムもあり、多目的ダムに比べて水需要に応じた貯水位の変動が大きい。そのため、成層特性の把握には、水理指標に加えて農業用ダムの運用の特性等も勘案する必要がある。

なお、全国の農業用ダムにおいてかんがい期の 7 月における水理指標 F_{D7} と α_7 を求めた結果は、ほとんどのダムで成層Ⅰ型の判定となっており、顕著な水温成層が見られている

表Ⅲ－2－22 水理指標による水温成層形態分類

水温成層の形態	F_{D7}	α	α_7
成層Ⅰ型	0.01 以下	10 以下	1 以下
成層Ⅱ型又は中間型	0.01～0.03	10～20（例外あり）	1～5（例外あり）
混合型	0.03 以上	20 以上（例外あり）	5 以上（例外あり）

（出典）岩佐義郎編著「湖沼工学」、山海堂、1990

$\alpha = W_0 / V_0$ （1／年） 年平均交換率 W_0 ：年間総流入量（ m^3 /年） V_0 ：貯水容量（ m^3 ）

$\alpha_7 = W_7 / V_0$ （1／年） 7 月の交換率 W_7 ：7 月の総流入量（ m^3 /年） V_0 ：貯水容量（ m^3 ）

$F_D = (L/H_0) \cdot (Q/V_0) / \sqrt{(g/\rho)(-d\rho/dz)}$ 平均的密度フルード数（ F_{D7} は 7 月平均諸量を用いた F_D の値）

Q ：平均流入量（ m^3/s ） L ：貯水池の長さ（m） H_0 ：貯水池の平均水深（m） ρ ：基準密度（ $1.0g/cm^3$ ） g ：重力加速度 $-d\rho/dz$ ：貯水池の平均密度勾配（ $g/cm^3 \cdot m$ ）

3) 予 測

貯水池内の水温予測は以上の事例、水理指標などを考慮して行うものとする。

（2）数値シミュレーションによる予測

1) モデルの概要

水温の数値シミュレーションにおける水理モデル等の概要は、「土砂による水の濁り」の項に示したとおりであり、水温のみの予測を行う場合は土砂の沈降を除外したモデルにより予測を行うものとする。

なお、水温の環境への影響が懸念される成層型貯水池では、水温の流れ方向の変化は極めて緩慢で、水温は流れ方向にほぼ一様化し、水深方向にのみ変化が顕著な一様・多層流れを呈する。このため、水温のみの予測を行う場合は鉛直 1 次元モデルによる解析手法を用いるものとする。

2) モデルの条件設定

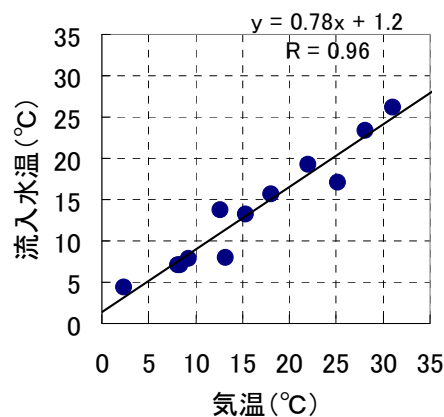
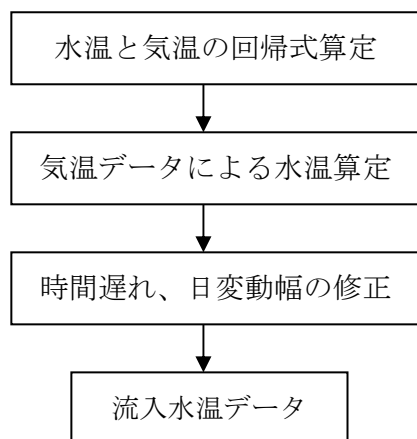
（a）流入・流出条件

貯水池における流入量及び流出量は計画流入流出量により設定する。

(b) 流入水温条件

貯水池へ流入する河川水の水温は、大きくは年間を通じた気温の変化に追随する。しかし、水と空気の比熱容量の違いから、水温は気温に対して時間的に遅れて変動し、また1日の温度変動幅についても水温は気温に比べて小さくなっている。

したがって、流入水温は連続観測により取得されたものを用いることが望ましいが、これが得られない場合は次の手順などにより推定してもよい。

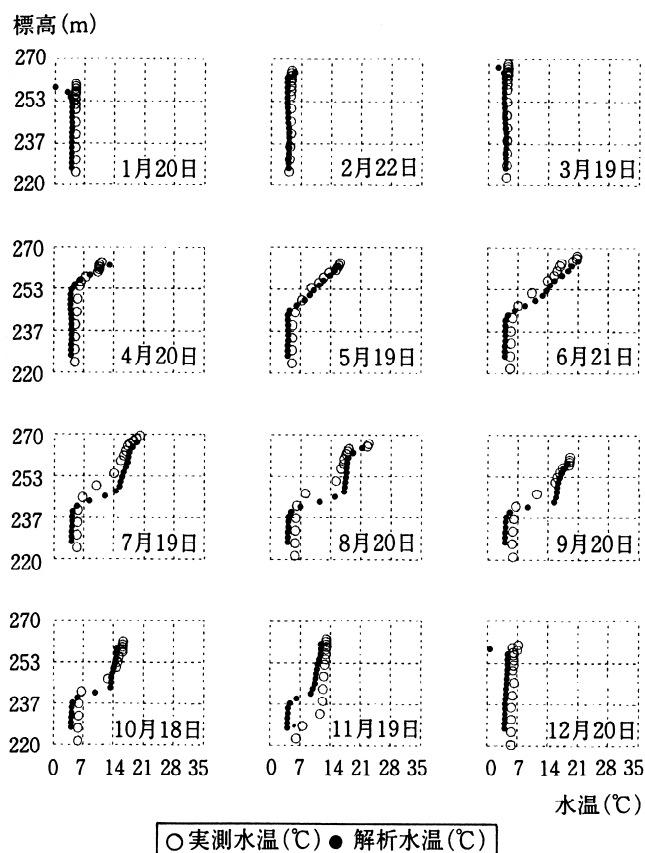


流入水温と気温の回帰式の事例

注1) 時間遅れの修正は移動平均などによる。

2) 日計算の場合は日変動幅の修正は不要である。

図Ⅲ－２－２１ 流入水温条件の推定手順並びに流入水温と気温の回帰式の事例

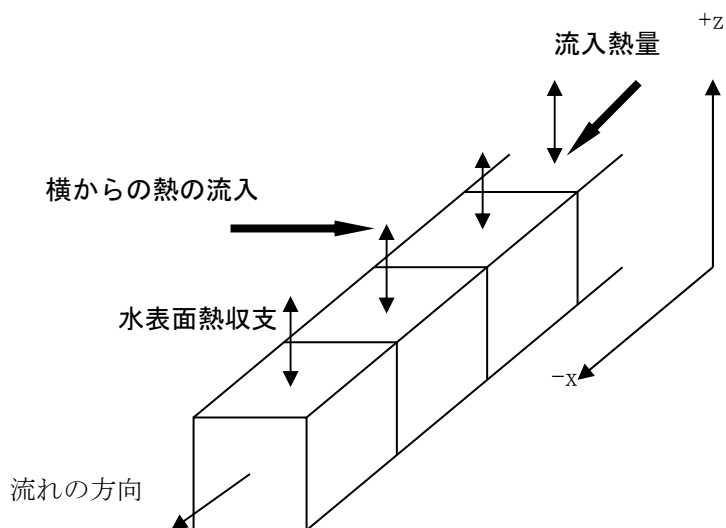


出典：片山・岡本・千家・伊藤：永源寺ダムにおける水温と濁度の長期変動解析、農土誌 66(11)

図Ⅲ－２－２２ 貯水池内の水温の鉛直分布についての予測例

3-1-2 貯水池下流への影響予測

ダム下流域の水温の予測は、完全混合に熱収支を加味した次式を基本とする。



注) 各ブロックでの熱の分布は一樣と仮定している。

図Ⅲ-2-23 熱収支式の概要

$$Q_N = Q_0 + \sum Q_i$$

$$L_N = L_0 + \sum L_i + (\phi_0 t_0 / \rho \cdot C_w \cdot H) Q_N$$

$$T_N = L_N / Q_N$$

ここで

T_N ; 水温

Q_N ; 最下流流量

Q_0 ; 上流端流量

Q_i ; 横からの流入量

L_N ; 最下流熱量

L_0 ; 上流端熱量

L_i ; 横からの流入熱量

ρ ; 水の密度

C_w ; 水の比熱

t_0 ; 総流下時間

ϕ_0 ; 水表面熱収支

H ; 平均水深

3-2 予測地域

調査地域のうち、流域の特性及び水温の変化の特性を踏まえて水温に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域

（主務省令 第25条第1項第2号、別表第二）

予測地域は貯水池及びダム下流域の河川のうち水温に係る環境への影響を受ける地域を基本として、以下を目安に当該河川の状況を勘案して適切に設定するものとする。

3-2-1 貯水池

貯水池内とダムからの放流地点とする。

3-2-2 ダム下流域

以下の状況等を勘案して適切に設定するものとする。その範囲は、支川からの流入水による希釈及び自浄作用の効果によって、おおむねダム流域面積の3倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる。

- ・ 水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ・ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ・ レクリエーションの状況

3-3 予測地点

流域の特性及び水温の変化の特性を踏まえて予測地域における水温に係る環境影響を的確に把握できる地点

（主務省令 第25条第1項第3号、別表第二）

水温に係る環境影響を予測する地点は以下を基本とする。

- ・ 貯水池内
- ・ ダム放流地点
- ・ 環境基準点等の公共用水域測定地点又は水質測定地点
- ・ 水温に係る環境影響を注意すべき地点
（農業用水取水地点、水産業（養魚、漁業など）等の営まれる地点等）

3-4 予測対象時期等

ダムの供用が定常状態であり、適切に予測できる時期

（主務省令 第25条第1項第4号、第3項、別表第二）

予測対象時期はダムの供用が定常状態にある時期とする。

貯水池内及び放流地点における予測のための数値シミュレーションによる計算期間

は10年程度を対象とするものとする。

また、ダム下流域については貯水池からの放流水水温計算結果より、水温の低下が顕著な時期および水温に係る環境への影響が顕著な時期（稲の生育期等）を抽出して水温予測を行うものとする。

3-5 予測手法に係る留意事項

予測手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響予測を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

水温の予測を数値シミュレーションにより行う場合には、さまざまなパラメータの設定が必要であり、類似事例を参考とするほかに必要に応じ専門家の助言を受けることが望ましい。

4 環境保全措置の検討

4－1 環境保全措置の検討および検討結果の検証

4－1－1 環境保全措置の検討が必要な場合

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

4－1－2 検討の主体と目的

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

4－1－3 検討結果の検証

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

表Ⅲ－2－23 環境保全措置の検討例

影響要因	環境保全措置の例	環境保全措置の内容と効果
貯水池の存在 ダムの供用	選択取水施設	選択取水施設を用いて、水温の高い表層から取水することによって底層部冷水の影響を解消する。
	曝気循環施設	貯水池内で曝気循環を行い、水温成層を解消させて表層から底層までの水温を均一化し、冷水の影響を解消する。

4－2 検討結果の整理等

水質（土砂による水の濁り）（p3-113）と同一とする。

表Ⅲ－２－24 環境保全措置の検討結果の整理例

項目			水温
環境影響			ダム建設前と比べ、下流河川において〇月～〇月に水温が低下する 場合がある。
環境保全措置の方針			ダム下流河川において、〇月～〇月の水温低下の影響を低減する。
環境保全措置案			選択取水設備の運用
環境保 全措 置 の 実 施 の 内 容	実施主体		事業者
	実施方法		選択取水設備は、平成〇年～〇年の各月日の 10 カ年最低水温を放 流目標水温とする。
	そ の 他	実施期間	試験湛水終了後のダム供用時
		実施範囲	貯水池
		実施条件	放流に当たっては、選択取水設備において施設最大流量の範囲で放 流する。
環境保全措置を講じた後の 環境の状況の変化			ダム下流河川において、ダム建設前に対する水温低下を抑えること ができる。
環境保全措置の効果			ダム下流河川の水温変化の影響を低減する効果が期待できる。
環境保全措置の効果の不確 実性の程度			選択取水設備は他のダムでも実施されており、不確実性は小さい。
環境保全措置の実施に伴い 生ずるおそれがある環境へ の影響			その他の水質への影響は小さいと考えられる。
環境保全措置実施の課題			特になし。
検討の結果			実施する。
			選択取水設備を運用することにより、ダム建設前水温(流入水温)と 同程度の水温で放流する効果が期待できる。

5 事後調査

5－1 事後調査に係る留意事項

5－1－1 事後調査の目的

水質（土砂による水の濁り）（p3-115）と同一とする。

5－1－2 事後調査を必要とする要件

水質（土砂による水の濁り）（p3-115）と同一とする。

5－1－3 事後調査の実施時期

事後調査は、ダム供用開始後に実施する。

5－2 項目及び手法の選定の際に記述すべき事項

水質（土砂による水の濁り）（p3-116）と同一とする。

5－3 事後調査の終了等の判断

水質（土砂による水の濁り）（p3-117）と同一とする。

6 評価の手法

水温による影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されており、必要に応じその他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているかどうかを評価する。

また、国又は地方公共団体が実施する環境の保全に関する施策によって、水温に関して基準又は目標が示されている場合には、当該基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうかを評価する。

6-1 評価項目

評価項目は以下を基本とする。

表Ⅲ-2-25 水温の評価項目

影響要因	予測地域	評価項目
ダムの供用及び貯水池の存在	放流地点	水温
	ダム下流域	水温

6-2 評価基準

評価は現状水温と比較することによるほか、十分な環境保全措置を講じた結果、環境影響が低減されているかどうかを評価する。また、農業用水および水産業としての利水状況を考慮して評価を行う。

6-3 評価手法に係る留意事項

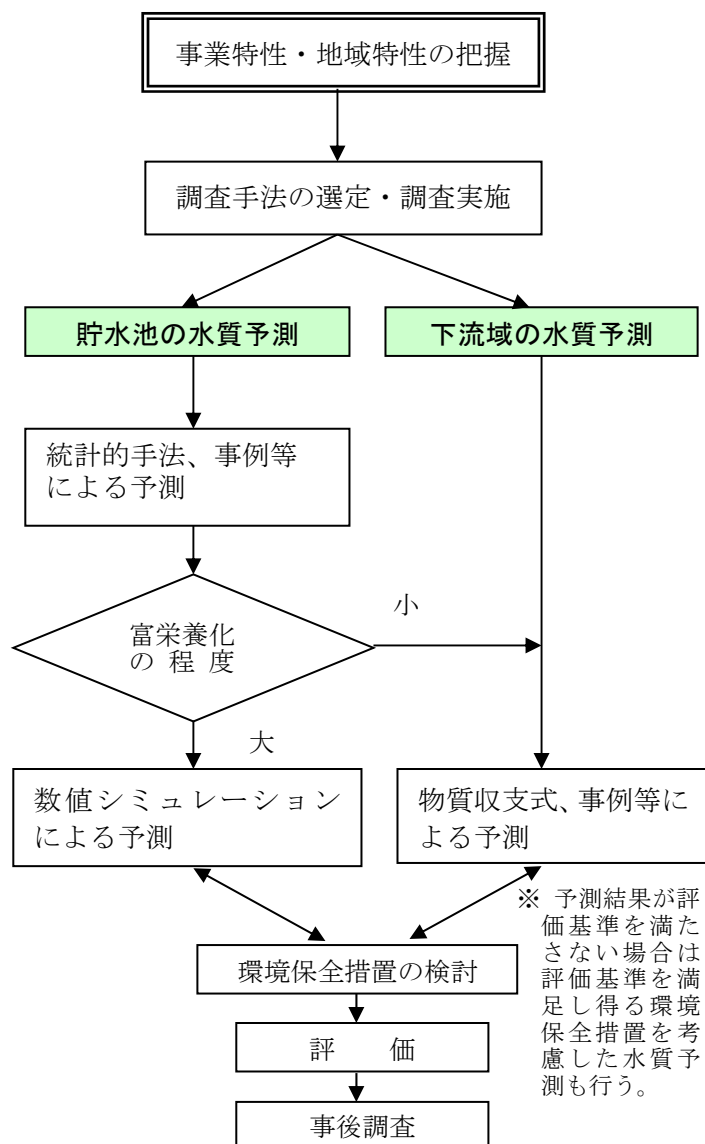
評価を行う過程において、下流域における利水に係わる新たな情報が得られた場合には、予測地域の見直しを行う必要がある。また、予測結果の評価については必要に応じ専門家の助言を受けることが望ましい。

＜水質－富栄養化＞

影響要因	土地又は工作物の存在及び供用（ダム の 供用及び貯水池の存在）
------	---------------------------------

〔概 要〕

富栄養化の予測評価手順は次に示すとおりである。まず個々の事業特性及び事業を行う地域特性を把握し、これらを踏まえて適切な手法を選定して調査を行う。調査結果に基づき水質予測を行うが、貯水池の水質予測については統計的手法、事例等により富栄養化の程度を概略予測し、富栄養化の程度が大きく問題となるレベルであれば数値シミュレーションを用いて詳細予測を行うものとする。また、予測結果が評価基準を満たさない場合は評価基準を満足し得る環境保全措置を考慮した水質予測も行う。



下流域の水質予測は、物質収支式、事例等によるものとし貯水池の水質予測結果で得られる放流水質を踏まえて予測を行う。

予測結果の評価は、環境保全措置を考慮して適切な評価基準と照らし合わせて行う。予測の不確実性の程度が大きく環境保全措置を講ずる場合や効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずる場合で、環境影響の程度が著しいものとなるおそれがあるときは、事後調査を行うものとする。

なお、数値シミュレーションで富栄養化現象を取り扱う上では、植物プランクトンの増殖に水温、濁りに伴う光減衰が大きく係わってくるため、水温、濁りの情報は富栄養化に係る情報と併せて取得し、予測も水温、濁りと同時に行う必要がある。

したがって、富栄養化の予測を数値シミュレーションで行う場合は、ダムの供用と貯水池の存在に係る水温・濁りの予測を別途行う必要はない。

図Ⅲ－２－２４ 富栄養化の予測評価手順

1 手法の選定に当たって把握すべき情報

富栄養化の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえて行う。

1－1 事業特性

富栄養化の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、対象ダム事業実施区域の位置、事業の規模、工事計画の概要等の事業概要に加えて以下に示す事業の特性に係る情報を把握する。

- ① ダムの基本諸元
- ② 貯水池の諸元
- ③ 流入流量
- ④ ダム放流設備の内容
- ⑤ ダム事業の目的

1－2 地域特性

富栄養化の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、主務省令第20条第1項第2号に定める「地域特性に関する情報」を踏まえ、地域の特性に係る下記のうち必要な項目の情報について把握する。

- ① 気象状況
- ② 地形、地質、土壌及び地盤
- ③ 水象、水質、水底の底質
- ④ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ⑤ 土地利用
- ⑥ 貯水池の満水位の湛水域および原石山の工事区域に係る地形・地質、土壌及び地盤の状況
- ⑦ 上流域及び下流域における工場・事業場、集落、畜産施設等の汚濁負荷源の状況
- ⑧ 上流域及び下流域における下水道や浄化槽、農業集落排水施設等の整備状況と将来整備計画
- ⑨ 上流域及び下流域における水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ⑩ 上流域及び下流域における水産業、レクリエーション等水域の利用状況
- ⑪ 環境保全を目的とした基準等の指定状況（水質環境基準、排水基準等）

※地域特性の把握に利用が考えられる主な資料はp. 3-80～81に示す。

※下流域については、おおむねダム流域面積の3倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる（p. 3-88参照）。

2 調査の手法

調査手法の選定は事業特性、地域特性を踏まえて行うものとする。

2-1 調査すべき情報

イ 富栄養化に係る事項及びその調査時における流量の状況
 ロ 気象の状況
 ハ 水温の状況

（主務省令 第24条第1項第1号、別表第二）

※ 各項目は相互に密接な関係を有するため同時調査を基本とする。

2-1-1 富栄養化に係る事項及びその調査時における流量の状況

富栄養化に係る水質項目は以下の（１）から（６）を基本として調査を行うものとする。

（１）窒素類

窒素類の測定は次の項目を基本とする。

- ・全窒素
- ・アンモニア態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）
- ・亜硝酸態窒素（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）
- ・硝酸態窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）

$\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ は無機態窒素と総称され、プランクトン等の有機物内に取込まれた形の有機態窒素を加えたものが全窒素となる。

無機態窒素は貯水池内で直接植物プランクトンの栄養として利用される。有機態窒素は、微生物の酸化分解作用により形態的には有機態窒素が分解されて $\text{NH}_4\text{-N}$ となり、酸化によって $\text{NO}_2\text{-N}$ 、さらに $\text{NO}_3\text{-N}$ へと化学的に変化し、貧酸素環境下では還元されて脱窒が起こる。

なお、窒素類のダムへの供給源としては河川を通じて流入してくるものが主体であるが、他に降雨等の自然供給によるもの、貧酸素環境下の還元状態で底質から溶出してくるものなどがある。

（２）リン類

リン類の測定は次の項目を基本とする。

- ・全リン
- ・オルトリン酸態リン（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）

全リンは、オルトリン酸態リン（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）を主体とする無機態リンとプランクトン等の有機物内に取込まれた形の有機態リンとの和である。無機態リンは、無機態窒素と同様、貯水池内で直接プランクトンの栄養として利用される。また、有機態リンは分解されて無機態リンとなる。

なお、リン類のダムへの供給源としては河川を通じて流入してくるものが主体であるが、他に貧酸素環境下の還元状態で底質から溶出してくるものなどがある。

（３）化学的酸素要求量（COD）

ダム湖沼（および海域）で用いられる有機汚濁の指標である。水中にある物質の中で、化学的に酸化できるものの量を示す尺度である。主に有機物がその対象であるが、一部低酸化状態の無機物（亜硝酸態窒素、アンモニア、第一鉄など還元性の物質）も含まれる。

（４）生物化学的酸素要求量（BOD）

河川で用いられる有機汚濁の指標である。水中にある物質の中で、好気性微生物によって酸化分解できるものの量を示す尺度で、分解しやすい有機物がその対象である。

BODとCODとの間には理論的な関係はないが、環境水中ではBODのほうがCODより低くなる傾向にあり、BOD対CODの比は１対２程度といわれている。

（５）その他の水質項目

富栄養化の予測を数値シミュレーションで行う場合には、適用するモデルに応じて（１）から（４）以外の必要な項目を加えるものとする。

なお、上流域にダム等の滞留水域が存在する場合には、植物プランクトンの指標となるクロロフィルa等を調査項目として加えることが望ましい。

（６）流量の状況

富栄養化に係る水質項目および水温、濁り、溶存酸素は河川流量の大小と密接な関係を有するため、同時に流量の状況を測定するものとする。

流量は、貯水池の水質環境を検討する上で最も重要な項目の一つであり、詳細なデータの集積を行う必要がある。このため、「総説」の事業特性把握の段階で流量情報が得られていない場合は別途連続観測を行う必要がある。

2-1-2 気象の状況

貯水池内の富栄養化において植物プランクトンの増殖要因である水温と光の条件を把握するために必要な以下の気象要素の把握を行う。

- ・ 気温
- ・ 日射量
- ・ 風速
- ・ 湿度
- ・ 雲量

2-1-3 水温等の状況

富栄養化における植物プランクトンの増殖を規定する要因等について次の項目の把握を行う。

- ・ 水温
- ・ 濁り（濁度、浮遊物質：SS）
- ・ 溶存酸素

2-2 調査の基本的な手法

文献その他の資料及び現地調査による情報（富栄養化に係る事項のうち、水質汚濁に係る環境基準のあるものの状況については、当該環境基準に規定する測定の方法を用いられたものとする。）の収集並びに当該情報の整理及び解析
（主務省令 第 24 条第 1 項第 2 号、別表第二）

2-2-1 富栄養化に係る事項及びその調査時における流量の状況

情報の収集は、公共用水域の水質調査結果等の既存データの収集および現地調査によるものとする。

現地調査を行う場合の調査方法は「水質調査方法」（昭和 46 年 9 月 30 日環水管第 30 号）、JIS K 0094（工業用水・工業排水の試料採取方法）、「国土交通省 河川砂防技術基準 調査編」（国土交通省水管理・国土保全局）などに準じるものとする。

なお、公共用水域の水質調査結果等の既存データの収集により、富栄養化の予測・評価において必要とされる情報が収集できる場合には、現地調査を省略することも可能である。

また、富栄養化の予測で数値シミュレーションを行う場合には、日・時間単位の流量の情報が必要であり、既存データが得られない場合は現地調査を行う。

2-2-2 気象の状況

情報の収集は気象庁等が測定したデータを基本とし、時間・日単位のデータを収集する。

なお、近傍の地点で得られる気象情報があれば、これを用いて差し支えない。

2-2-3 水温、濁り、溶存酸素の状況

情報の収集は「2-2-1 富栄養化に係る事項」に準じるものとする。

なお、富栄養化の予測で数値シミュレーションを行う場合には、四季～月別の通年の情報が必要であり、通年の既存データが得られない場合は現地調査を行うものとする。

2-3 調査地域

流域の特性及び富栄養化に係る事項の変化の特性を踏まえて富栄養化に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域並びに当該地域より上流の地域で当該地域の富栄養化の予測及び評価に必要な情報を把握できる地域
（主務省令 第 24 条第 1 項第 3 号、別表第二）

2-3-1 富栄養化に係る事項及びその調査時における流量の状況

貯水池への流入河川およびダム下流河川のうち富栄養化に係る環境影響を受けるおそれのある地域を基本的な対象地域とし、以下を目安に、ダムの上下流地域について当該河川の状況を勘案しつつ適切に設定するものとする。

なお、水質項目のうち、生物化学的酸素要求量（BOD）はダムの上流域と下流域の河川、その他の水質項目はダム上流域の河川を調査の基本的な対象地域とする。

（１）ダム上流域

貯水池の富栄養化を予測するために必要な情報が把握できる地域とする。

（２）ダム下流域

以下の状況等を勘案して適切に設定するものとする。その範囲は、支川からの流入水による希釈及び自浄作用の効果によって、おおむねダム流域面積の３倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる。

- ・水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ・重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ・レクリエーションの状況

2-3-2 気象の状況

貯水池および周辺地域とする。

2-3-3 水温、濁り、溶存酸素の状況

「2-3-1 富栄養化に係る事項」に準じるものとする。

2-4 調査地点

流域の特性及び富栄養化に係る事項の変化の特性を踏まえて調査地域における富栄養化に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる地点

（主務省令 第24条第1項第4号、別表第二）

2-4-1 富栄養化に係る事項及びその調査時における流量の状況

富栄養化に係る予測・評価に必要な調査地点は以下を基本として設定するものとする。

なお、国及び地方公共団体においてすでに測定を行っている水質環境基準点がある場合には、過去の資料が整備されている場合が多いため、これを調査地点として設定しても良い。

（１）貯水池への河川流入点

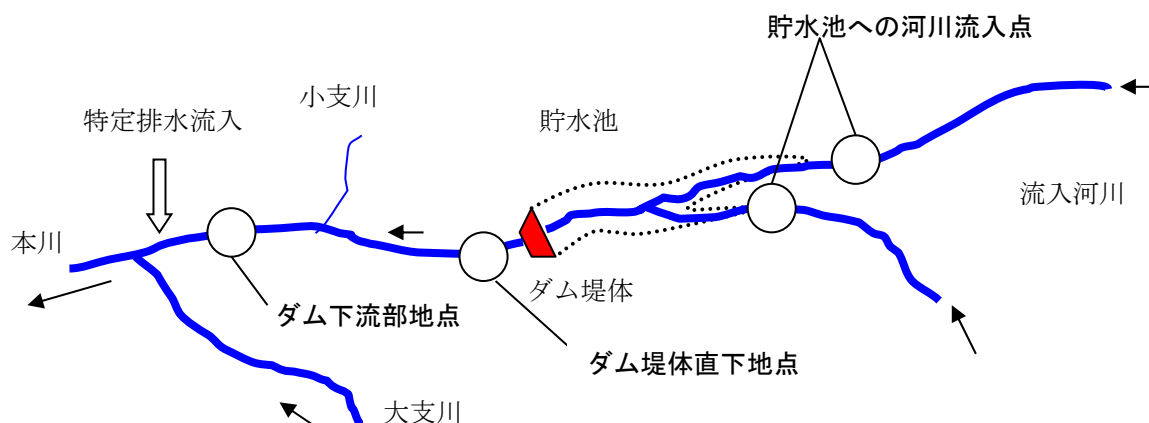
貯水池への流入河川のうち主要なものに係る流入地点とし、貯水池水質への影響を勘案し、流量規模、水質等を考慮して設定する。

（２）ダム堤体直下流地点

ダム堤体の直下流で、かつ他支川との合流点の上流であって、ダム供用後もダムサイトの水質状況として代表的な観測値が得られる地点を設定する。

（３）ダム下流部地点

ダム下流河川の水質状況を代表する観測値を得られる地点とし、特定の排水、大きな本支川の影響を受ける地点等は避けて設定する。



図Ⅲ－２－２５ 調査地点の設定例

2－4－2 気象の状況

貯水池および周辺地域の地点とする。

2－4－3 水温、濁り、溶存酸素の状況

「2－4－1 富栄養化に係る事項」に準じるものとする。

2－5 調査期間等

流域の特性及び富栄養化に係る事項の変化の特性を踏まえて調査地域における富栄養化に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる期間及び時期

（主務省令 第24条第1項第5号、第3項、別表第二）

2－5－1 富栄養化に係る事項及びその調査時における流量の状況

富栄養化に係る水質項目の濃度は河川流量によって変化するので、定期的な調査のほか、流量の増大する出水時にも調査を行うものとする。

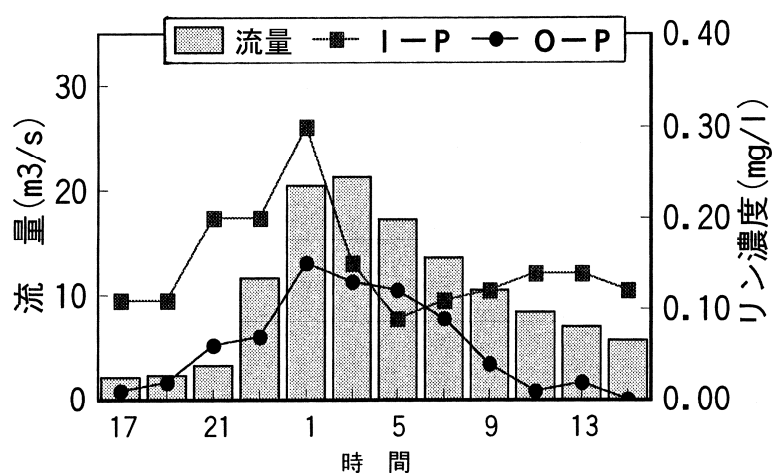
出水時の調査は、水質濃度または負荷量と流量の関係を把握し、数値シミュレーションによる予測の入力条件を作成するために行うものである。この関係はなるべく多くのデータから把握することが望ましいので、さまざまな流量時の調査を行うものとする。

なお、富栄養化の予測で数値シミュレーションを行う場合には、日・時間単位の流量データが必要である。

長期間の観測結果が存在している場合には、観測結果と現地調査により得られた結果とを比較できるようにする。

表Ⅲ－２－２６ 富栄養化に係る水質項目の調査期間等

調査の種類	調査期間および時期	備 考
定 期 調 査	1年以上、1回／月以上	
出水時調査	1～数時期の出水時について、 1雨の出水開始から平水流量に 復帰するまで3回以上	少なくとも出水規模の異なる 2～3 時期について実施することが望ましい。



図Ⅲ－２－２６ 中小規模出水時の流量と無機態リン(I-P)、有機態リン(O-P)濃度の測定事例

(出典) 第31回日本水環境学会講演集 1997年

2-5-2 気象の状況

調査期間は1年以上とする。

なお、富栄養化の予測で数値シミュレーションを行う場合には、10年以上の日・時間単位の気象データが必要である。

長期間の観測結果が存在している場合には、観測結果と現地調査により得られた結果とを比較できるようにする。

2-5-3 水温、濁り、溶存酸素の状況

「2-5-1 富栄養化に係る事項」に準じるものとする。

2－6 調査手法に係る留意事項

調査手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響調査を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

富栄養化に係る調査に当たっては、上流域における人為的汚濁源の状況等を十分に把握した後、調査手法の選定を行うものとする。たとえば、上流域に人為的汚濁源が多いと予想される時には、貯水池への流下過程における水質変化把握などを考慮した流入河川の水質調査を行うものとする。

3 予測の手法

3-1 予測の基本的な手法

統計的手法、富栄養化に係る物質の収支に関する計算又は事例の引用若しくは解析
(主務省令 第25条第1項第1号、第2項、別表第二)

貯水池内の富栄養化については、まず類似事例の引用・解析や類似例を用いた統計解析手法による予測を行い、影響が想定される場合には数値シミュレーションにより予測する。

下流域への影響については物質収支式を用いて予測を行うことを基本とする。

なお、類似事例の引用・解析や統計的手法により富栄養化の影響を予測する場合には、必ず周辺の既設貯水池の状況を調査し、類似事例の引用・解析や統計的手法の予測結果と併せて検討を行うものとする。

表Ⅲ－2－27 富栄養化の予測の基本的な手法

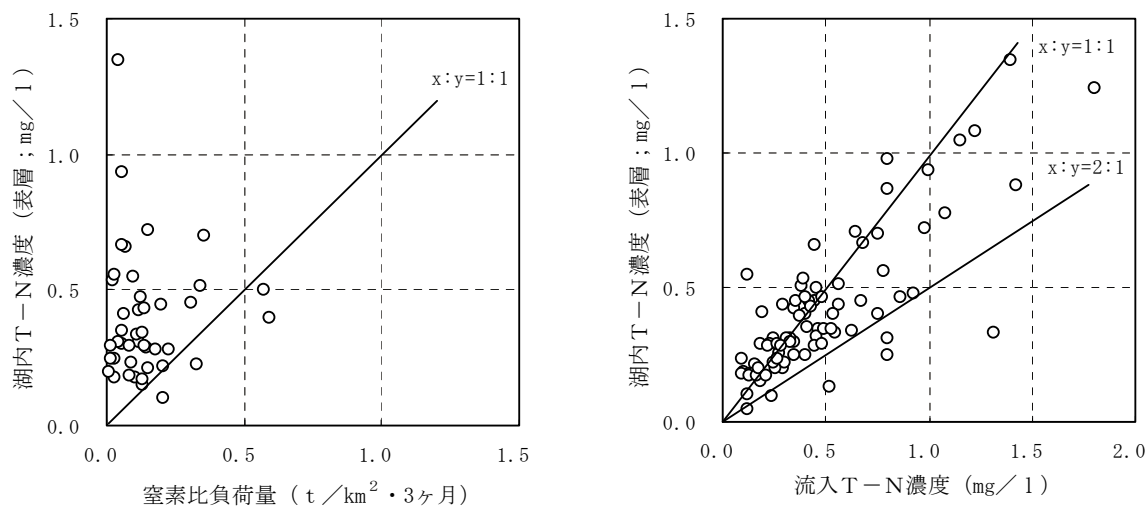
影響要因	予測地域	予測の基本的な手法	予測項目
ダムの供用 及び貯水池 の存在	貯水池内	①類似事例の引用、解析	流入水質を指標とした富栄養化の程度
		②栄養塩負荷モデル (フォーレンバイダー (Vollenweider) モデル)	栄養塩類を指標とした富栄養化の程度
		③数値シミュレーション (富栄養化モデル)	COD、窒素、リン、 クロロフィルa等
	下流域	①物質収支式による計算・解析手法	BOD

3-1-1 貯水池の富栄養化の予測

(1) 類似事例の引用、解析

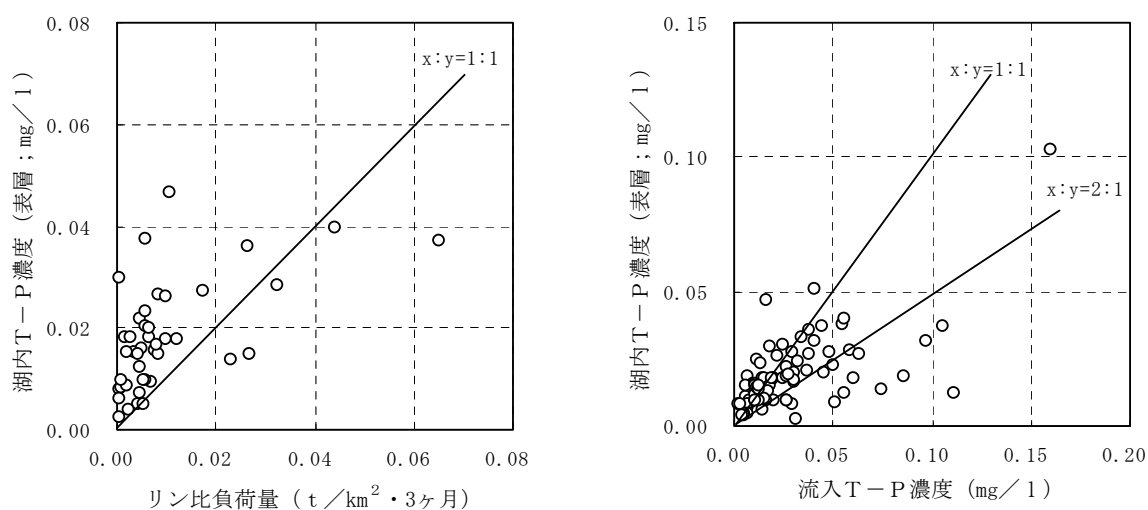
類似の事例および当該ダムの将来の流入窒素濃度、流入リン濃度等から、富栄養化の程度を判定する。

全国の農業用ダムのかんがい期における流入窒素・リンの濃度と湖内表層の全窒素・リンの濃度との関係（次頁の図参照）をみると、流入窒素濃度と湖内の窒素濃度との関係は比較的高いが、それでもかなりのばらつきがみられている。そのため、流入水質から湖内の水質を判定するためには、周辺の既設ダムの事例などからこのようなばらつきが生じる要因を明らかにする必要がある。



図Ⅲ－２－２７ 全国の農業用貯水池における流入全窒素と
湖内全窒素の関係（かんがい期）

旧農林水産省農業工学研究所より資料提供を受けて作成



図Ⅲ－２－２８ 全国の農業用貯水池における流入全リンと
湖内全リンの関係（かんがい期）

旧農林水産省農業工学研究所より資料提供を受けて作成

（２）統計的手法（フォーレンバイダーモデル；Vollenweider モデル）

一般に湖沼の水質は、栄養塩負荷量、湖盆形態、水理条件等により支配されている。このため、多くの湖沼についてこれらの諸条件と湖沼水質を統計的に解析すれば両者の回帰関係が求められ、この回帰関係からダム完成後の貯水池における富栄養化現象の程度を概略予測することができる。諸条件のうち、栄養塩負荷を主体とした栄養塩類の流入負荷量として得られた回帰式をフォーレンバイダー（Vollenweider）モデルとよび、次のような特徴がある。

（フォーレンバイダーモデルの特徴）

- ・ 年単位の長期予測に適する。
- ・ 数式が簡単で取り扱いが容易である。
- ・ 数多くの湖沼のデータを基に統計解析によりモデルのパラメーターが決められるため、予測値が従来の経験を超えるような異常値となることはない。
- ・ クロロフィル a、透明度、深水層の溶存酸素減少速度など他の富栄養化指標と相関性が認められる湖沼においてはこれらの指標も推定できる。

1) モデルの基礎式

フォーレンバイダーモデルの式はいくつかの変形があるが、基礎式は次式で表わされる。

$$C = L / (w_0 + \frac{H}{\tau})$$

- ここで C : 貯水池の栄養塩類濃度 ($\text{mg/L} = \text{g/m}^3$)
 L : 栄養塩類の面積負荷 (年流入負荷／貯水池面積) ($\text{mg/m}^2 \cdot \text{年}$)
 H : 貯水池の平均水深 (m)
 τ : 平均滞留時間 (有効貯水容量／年間総流入量) (年)
 w_0 : 沈降係数 (m／年)

である。

フォーレンバイダーの面積負荷による予測は、基礎式に基づいて C と $L / (w_0 + H / \tau)$ の相関関係を求めて貯水池の栄養塩濃度を予測するもので、モデル式としては、一般に以下のような指数曲線による回帰式が最もよく用いられる。 w_0 はフォーレンバイダーによると 10m/年 と推定されている。

$$C = \alpha \{ L / (w_0 + \frac{H}{\tau}) \}^\beta \quad \text{ここで、} \alpha、\beta \text{ は定数}$$

2) 栄養塩類の年流入負荷量の算定

汚濁負荷量調査により、貯水池に流入する栄養塩類の年間流入負荷量を算定する。

3) 平均滞留時間

計画流入流出調査の流入量に基づき、平均滞留時間を算出する。

$$\tau = V / Q$$

ここで、 τ ：平均滞留時間（年）

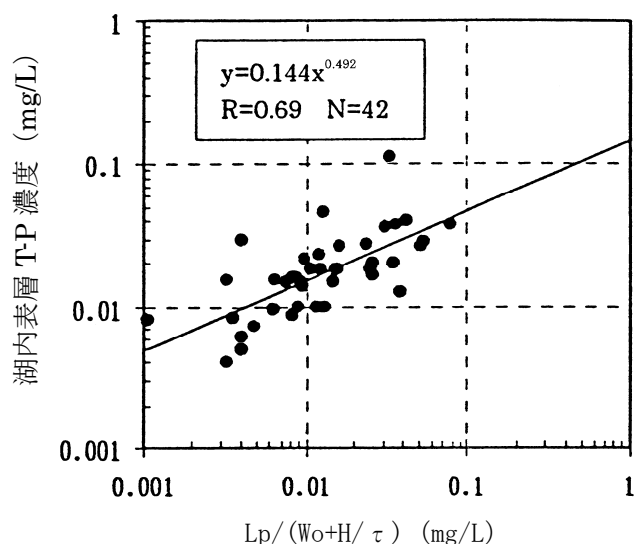
V ：有効貯水容量（ m^3 ）

Q ：年間総流入量（ $\text{m}^3/\text{年}$ ）

である。

（参考） 農業用貯水池におけるフォーレンバイダーモデルの適用例

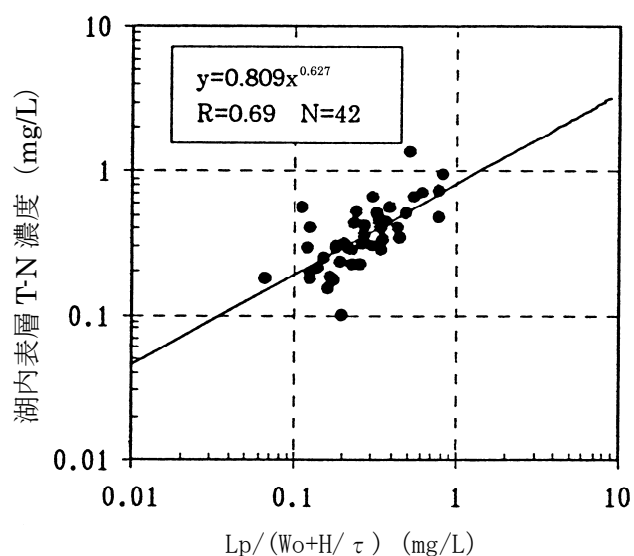
全国の農業用貯水池についてフォーレンバイダーモデルを適用した例を以下に示す。この図は、農業用水源池等水質調査結果およびダム管理年報に基づいたかんがい期における流入量、水質データを基に作成されたものである。全リンの流入負荷とともに全窒素の流入負荷についても検討を行っている。



注) 沈降係数は 20m/年として求めた。

リンにおけるフォーレンバイダーモデルの農業用貯水池への適用例

（出典）高橋・白谷・吉永・高橋・宗像：農業用ダム湖における水質の概略予測について、水と土 NO. 122



注) 沈降係数は 10m/年として求めた。

窒素におけるフォーレンバイダーモデルの農業用貯水池への適用例

（出典）高橋・白谷・吉永・高橋・宗像：農業用ダム湖における水質の概略予測について、水と土 NO. 122

4) 富栄養化の影響判定

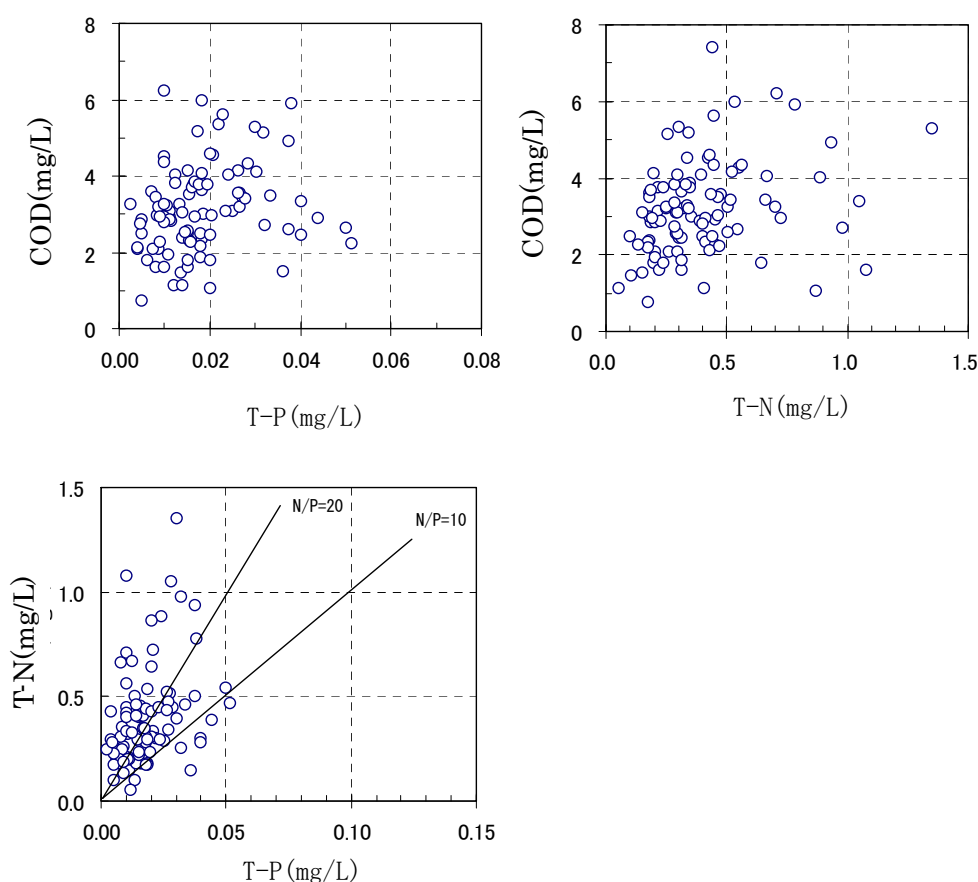
栄養塩類の濃度から貯水池の富栄養化状況を判定する目安としては、いくつかの分類があるが、ここではフォーレンバイダーによる栄養階級の分類を次表に示す。

全リン濃度だけからみると、富栄養化の心配のない貯水池での濃度は貧栄養の上限値である 0.01mg/l 以下と考えられる。しかし、下図に示した全国の農業用ダムのかんがい期における全リンと全窒素および全リンとCODの関係をみると、全リンが 0.01mg/l であっても全窒素は最大 1mg/l 強、CODは最大 6mg/l 強の値を示しており、フォーレンバイダーによる予測結果のみでは単純に富栄養化の影響を判定できない。

このため、富栄養化の影響判定は、周辺の既設貯水池における水質状況、アオコ、赤潮、臭気等の発生の有無・程度を調査し、併せて検討することにより行うものとする。

表Ⅲ－2－28 フォーレンバイダーによる栄養塩類濃度からみた栄養階級の分類

階 級	T－P (mg/L)	無機態窒素量 (mg/L)
貧栄養	0.005～0.01	0.2～0.4
中栄養	0.01 ～0.03	0.3～0.65
富栄養	0.03 以 上	0.5 以 上



図Ⅲ－2－29 全国の農業用貯水池における全リンと全窒素・CODの関係

旧農林水産省農業工学研究所より資料提供を受けて作成

（３）数値シミュレーション（富栄養化モデル）

数値シミュレーションは、貯水池の流動等の水理的メカニズムならびに富栄養化の主体である植物プランクトンの増殖・呼吸・分解等の生物化学的メカニズム等を数値モデル化して計算を行い、富栄養化現象を表現する手法である。

水理的メカニズムをモデル化したものを「水理モデル」、生物化学的メカニズムをモデル化したものを「富栄養化モデル」と呼び、両者を併せて数値シミュレーションを行う。

これらのモデルの概要は次のとおりである。

１）水理モデルの概要

「土砂による水の濁り」の項に示したとおりである。

２）富栄養化モデルの概要

（ａ）富栄養化モデルの特徴と区分

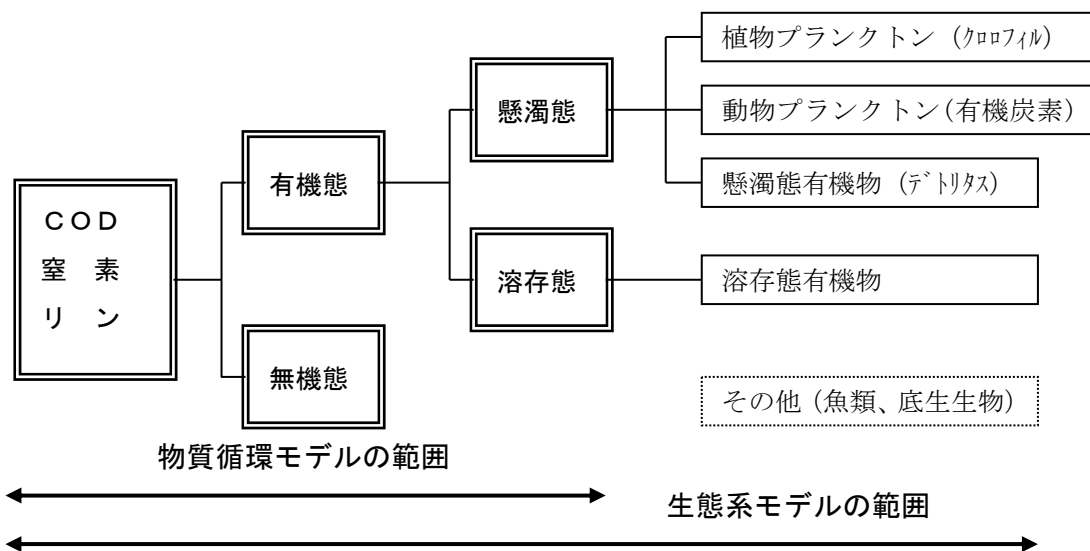
富栄養化モデルは、水域においてリンや窒素を栄養源として植物プランクトン（浮遊藻類）が増殖し、CODなどの有機物が増加するという富栄養化現象を数式により表現するモデルで、このため、水域で生じている現象や特殊性を考慮した水質表現が可能となる。

すなわち、富栄養化モデルは次のような特徴を有する。

（富栄養化モデルの特徴）

- ・ 水質の詳細な時系列変化（日、時間毎）の予測が可能である。
- ・ 対象水域に特有の生態系や物質循環の特性を考慮しやすい。

また、富栄養化モデルは、次のように、その対象とする水質項目から「物質循環モデル」と「生態系モデル」に区分される。なお、富栄養化モデルに捕食者として魚類や底生生物を考慮した事例もあるが、条件設定が難しいため一般的ではない。



図Ⅲ－２－30 富栄養化モデルの区分と水質項目

物質循環モデルは、水質項目を有機態（懸濁態・溶存態）と無機態に区分して、有機態から無機態への分解、無機態から有機態への生産など両者相互の循環をモデル化したもので、植物プランクトンなど現実の生態系を介在させないため、計算の手間が簡略化できるのが特徴である。

これに対して、生態系モデルは、クロロフィルを指標とする植物プランクトンが無機態の窒素、リンを栄養源として増殖し、これに伴ってCOD等の有機物が増加するという現実在水中で起こっている生態系のメカニズムをモデル化したもので、モデル的には複雑であるが、植物プランクトンの季節変化など現実即した状況が再現しやすい。

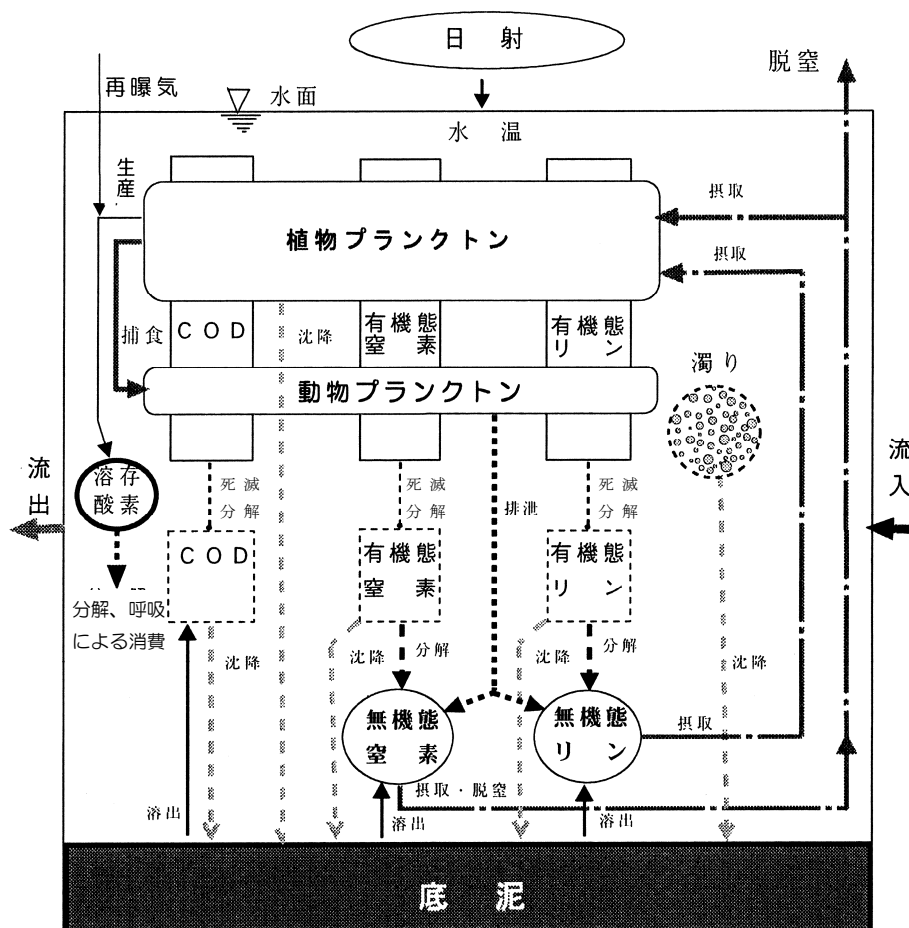
このため、貯水池の富栄養化予測においては近年生態系モデルが多く用いられている。生態系モデルの概要は次のとおりである。

（b）生態系モデルの概要

リンや窒素を栄養源として植物プランクトンが増殖し、有機物が増加するという現象を表す生態系モデルの概念は次に示すとおりである。この場合、植物プランクトンの上位捕食者として動物プランクトンを考慮しているが、植物プランクトンのみを取り扱う場合も多い。

モデルの中で、溶存酸素は、水面での再曝気、植物プランクトンの光合成生産に伴って供給され、有機物の分解に伴い消費されるという過程であらわされる。また、濁りは植物プランクトンの光の制限要因として用いられる。

生態系モデルは、このような諸過程を物質ごとに数式化して表現したものである。取り扱う物質の項目は概ね次のとおりで、これらのうち必要な項目だけを抽出したり、また必要に応じて項目を細分割、追加してモデルを構成している。



図Ⅲ－２－３１ 生態系モデルの基礎概念

（生態系モデルの対象項目）

- | | |
|--------------------------|--------------|
| ・植物プランクトン（クロロフィルa：Chl-a） | ・有機態リン（O-P） |
| ・動物プランクトン（有機態炭素：O-C） | ・無機態リン（I-P） |
| ・化学的酸素要求量（COD） | ・有機態窒素（O-N） |
| ・生物化学的酸素要求量（BOD） | ・無機態窒素（I-N） |
| ・水温 | ・濁り（SS、濁度） |
| ・溶存酸素（DO） | ・水素イオン濃度（pH） |

3) モデルの条件設定

(a) 流入・流出量条件

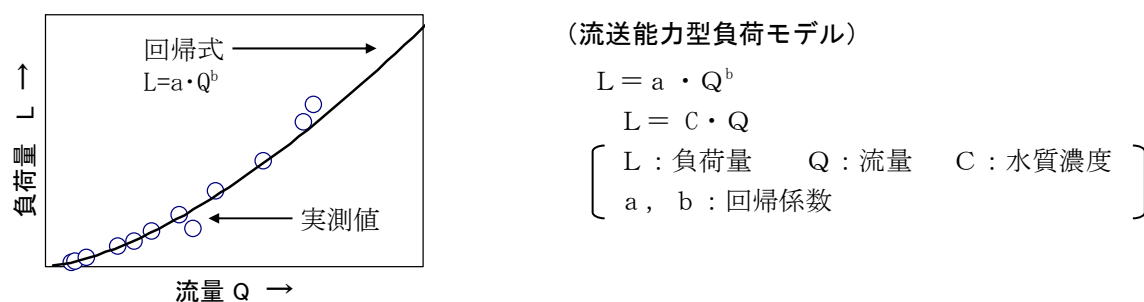
貯水池における流入量および流出量は計画流入流出量により設定する。

(b) 流入負荷量条件

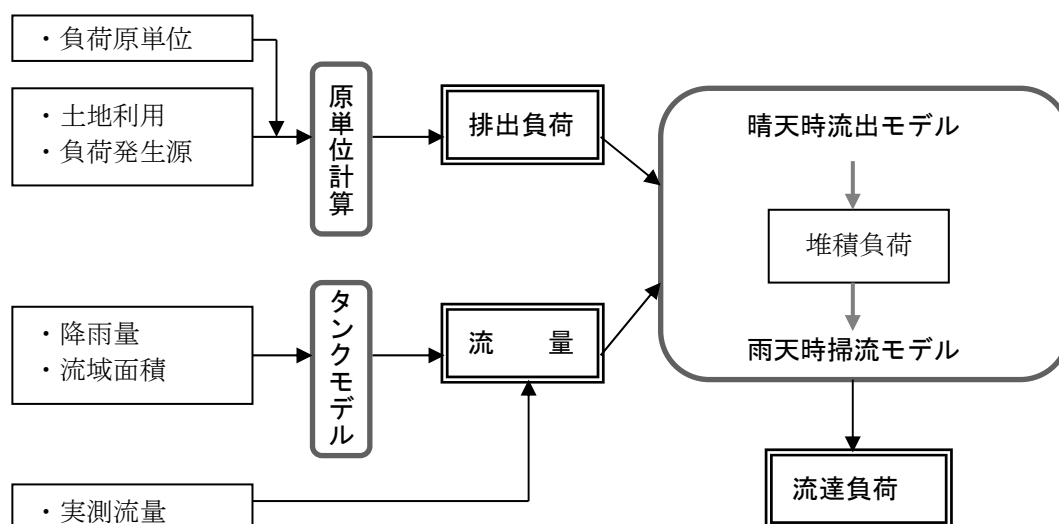
窒素、リン、COD等の流入負荷量条件は予測の精度を大きく左右するため、詳細かつ慎重に検討・設定する必要がある。流入負荷の推定手法としては、次の流送能力型モデルによるものおよびポルトグラフシミュレーションによるものが多く用いられる。

流送能力型の式は現況調査の水質・流量の実測値から流量と負荷量の関係を回帰式によって表現したもので、取扱いが簡便であるが、対象は現況負荷量のみで将来の新規負荷源に伴う流入負荷の変化は表現しにくい。

ポルトグラフシミュレーションは、流域の汚濁負荷量を基に流量の状況に応じた負荷の流出過程をモデル化してシミュレーションを行うもので、将来の新規負荷源についても対応可能である。



図Ⅲ－２－32 流送能力型負荷モデルの概要



注1) 実測流量がある場合にはタンクモデルによる流量計算は省略できる。

注2) 雨天時掃流モデルとは晴天時に流域に堆積した負荷が掃流されて流出する過程を示す。

図Ⅲ－２－33 ポルトグラフシミュレーションの概要

（c） 富栄養化モデルのパラメータ

富栄養化モデルでは、植物プランクトンの増殖・死滅速度をはじめとして対象物質の変化速度を決定する種々の生物・化学的反応を定義し、そのパラメータ（反応速度定数）を設定する必要がある。

パラメータは既存の文献による値等を参考にして設定するが、水域によって変動があるため、周辺の既設ダム等でのモデル再現計算などにより適切な値を設定することが望ましい。

（d） その他の条件

その他の条件としては次の項目が挙げられる。

表Ⅲ－2－29 その他の条件

項 目	条 件 設 定 方 法
水 温	流入河川での連続測定データによることが望ましいが、気温との相関関係から推定してもよい。
溶存酸素	現地測定結果等の流入河川のDOに水温条件を加味して適切に設定する。
濁 り	「流入負荷条件」の項で述べた手法に準じて適切に設定する。
気象条件 ・ 気温、湿度 ・ 風速、日射量 ・ 雲量	周辺の気象データを基に適切に設定する。日射量のデータがない場合は日照時間を基に推定してもよく、雲量データがない場合は省略することも可能である。

注1）水温、溶存酸素、濁りはいずれも流入水の条件である。

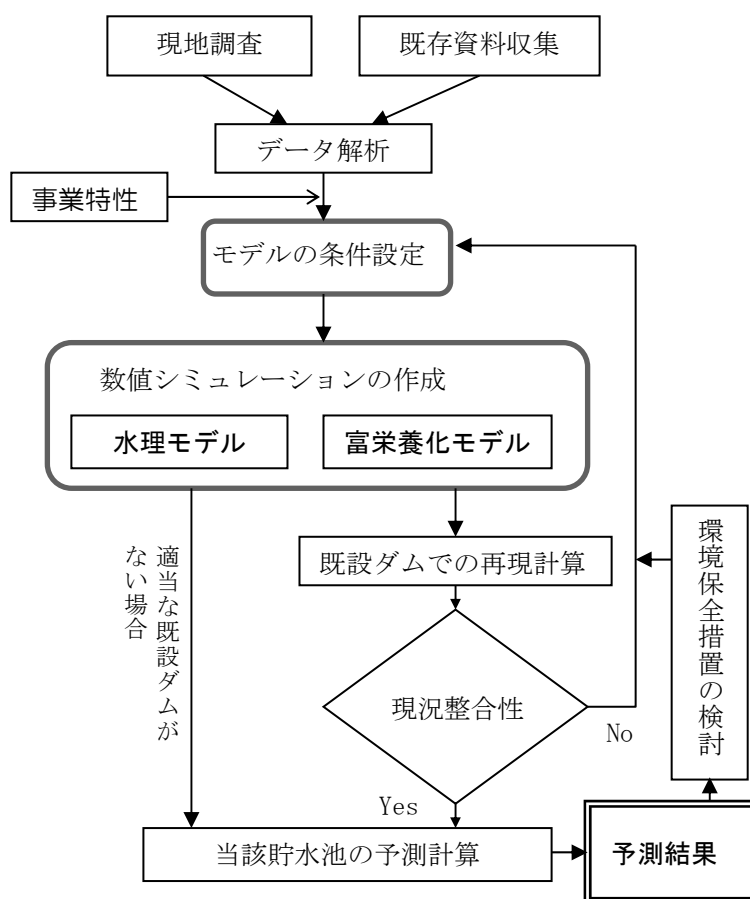
注2） いずれも日・時間単位のデータが必要とされる。

4) 数値シミュレーションの手順

数値シミュレーションによる富栄養化の予測手順は次のとおりである。まず現地調査、既存収集により得られたデータを解析し、さらに事業特性を加味しつつモデルの条件設定を行う。次いで水理モデルと富栄養化モデルから成る数値シミュレーションを作成する。

各種パラメータの妥当性は周辺の既設ダムを対象とした再現計算によることが望ましいが、適当な対象がない場合は、これまでに各所のダムで実施されたパラメータを参考として設定してもよい。ただし、この場合は必ず事後調査を行って予測結果を検証しておくものとする。

なお、予測結果によっては対策を講じた場合のシミュレーションも実施する必要がある。



図Ⅲ－２－３４ 数値シミュレーションの手順

3-1-2 下流域への影響予測（BOD）

貯水池において、富栄養化現象が発生する可能性がきわめて小さくとも、ダム の 供 用 によ っ て 下 流 域 の 流 況 が 変 化 す る こ と に よ り、河 川 水 質 へ の 影 響 が 想 定 さ れ る た め、下 流 域 へ の 影 響 予 測 は 原 則 と し て 行 う も の と す る。

ダム 下 流 域 の B O D の 予 測 は、沈 降 や 分 解 に よ る 減 少 を 加 味 し た 次 の 物 質 収 支 式 を 用 い る。減 少 速 度 の 設 定 に 当 た っ て は、実 測 の 水 質（B O D）濃 度 と 流 量 の 関 係 か ら 適 切 に 設 定 す る も の と す る。

$$C_N = L_N / Q_N$$

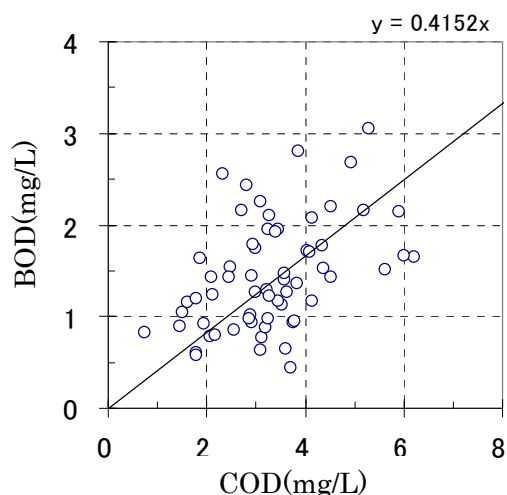
$$L_N = L_0 \cdot \exp(-k \cdot t_0) + \sum L_i \cdot \exp(-k \cdot t_i)$$

$$Q_N = Q_0 + \sum Q_i$$

こ こ で

- C_N ; 濃 度
- Q_N ; 最 下 流 流 量
- Q_0 ; 上 流 端 流 量
- Q_i ; 横 か ら の 流 入 量
- L_N ; 最 下 流 負 荷 量
- L_0 ; 上 流 端 負 荷 量
- L_i ; 横 か ら の 流 入 負 荷 量
- t_0 ; 総 流 下 時 間
- t_i ; i 地 点 か ら 最 下 流 地 点 ま で の 流 下 時 間
- k ; 減 少 速 度

な お、貯 水 池 の 富 營 養 化 予 測 に お い て、有 機 物 を C O D の み で 代 表 さ せ る 場 合 に は、次 の 農 業 用 貯 水 池 で の B O D と C O D の 関 係 な ど を 参 考 に し て B O D へ の 換 算 を 行 う も の と す る。



図Ⅲ-2-35 全国の農業用貯水池におけるBODとCODの関係

旧農林水産省農業工学研究所より資料提供を受けて作成

3-2 予測地域

調査地域のうち、流域の特性及び富栄養化に係る事項の変化の特性を踏まえて富栄養化に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域
(主務省令 第25条第1項第2号、別表第二)

予測地域は貯水池及びダム下流の河川のうち、富栄養化に係る環境影響を受ける地域を基本とし、ダム下流の河川については、本川もしくは大きな支川の合流点までを基本に、以下の事項を勘案して適切に設定するものとする。

- ・ 水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ・ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況

3-3 予測地点

流域の特性及び富栄養化に係る事項の変化の特性を踏まえて予測地域における富栄養化に係る環境影響を的確に把握できる地点
(主務省令 第25条第1項第3号、別表第二)

調査地域を基本に、以下の事項を勘案して適切に設定するものとする。

- ・ 貯水池内
- ・ ダム放流地点
- ・ 本川との合流前地点及び合流後地点
- ・ 環境基準点等の公共用水域測定地点又は水質測定地点
- ・ 富栄養化に係る環境影響を注意すべき地点

3-4 予測対象時期等

ダムの供用が定常状態であり、適切に予測できる時期
(主務省令 第25条第1項第4号、第3項、別表第二)

予測対象時期は、ダムの供用が定常状態にある時期とする。

貯水池内及び放流地点における水質予測のための数値シミュレーションによる計算期間は10年程度を対象とするものとする。

ダム下流域については、数値シミュレーションによる貯水池からの放流水質濃度計算結果を基に、水質濃度の上昇が顕著な時点に予測を行うものとする。数値シミュレーションによる貯水池の予測を行わない場合は、低水流量時を対象に予測を行うものとする。

3－5 予測手法に係る留意事項

予測手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響予測を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

富栄養化の予測を数値シミュレーションにより行う場合には、さまざまなパラメータの設定が必要であり、類似事例を参考とするほかに必要に応じ専門家の助言を受けることが望ましい。

4 環境保全措置の検討

4－1 環境保全措置の検討および検討結果の検証

4－1－1 環境保全措置の検討が必要な場合

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

4－1－2 検討の主体と目的

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

4－1－3 検討結果の検証

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

富栄養化に係る環境保全措置については、「水環境総説」に示した水質保全対策手法例（p3-82）が考えられる。

植物プランクトンの増殖抑制を目的とした選択取水や曝気、負荷の流入防止を目的としたバイパス水路や副ダム（前貯水池）等の対策を実施する例が多い。

表Ⅲ－2－30 環境保全措置の検討例

影響要因	環境保全措置の例	環境保全措置の内容と効果
貯水池の存在 ダムの供用	バイパス水路	流入水の一部又は全部を取水口付近あるいは直接下流に放流することで流入負荷を削減する。 また、流入水の低減に伴う滞留時間の増加によって、水域の自浄作用を増進させる。
	副ダム （前貯水池）	貯水池の流入部付近に一時的に貯留できる副ダム等を設置し、濁質とともに栄養塩類を沈降させる。
	選択取水施設	有光層の水を放流することにより、表層水の滞留時間を減少させ、植物プランクトンの増殖を抑制する。
	曝気循環施設	貯水池内で曝気循環を行い、植物プランクトンを有光層以深に循環させて不活性化し、増殖を抑制する。 また、底層水を好気化させ、栄養塩類等の底泥からの溶出を削減する。

4-2 検討結果の整理等

水質（土砂による水の濁り）（p3-113）と同一とする。

表Ⅲ－2－31 環境保全措置の検討結果の整理例

項目			富栄養化		
環境影響			貯水池及び下流河川において富栄養化による水環境の変化が生ずる。		
環境保全措置の方針			貯水池の富栄養化を低減することにより、富栄養化による水環境の変化を低減する。		
環境保全措置案			曝気循環施設の設置		
環境保全措置の実施の内容	実施主体		事業者		
	実施方法		曝気循環施設を設置し、湖水を循環させることにより、植物プランクトンの増殖抑制を行う。		
	その他	実施期間	試験湛水終了後のダム供用時		
		実施範囲	貯水池		
		実施条件	曝気循環施設は〇月～〇月の期間で運転し、曝気循環施設の空気吐出口の水深は最低水位を下限とし、水面下〇mとする。		
環境保全措置を講じた後の環境の状況の変化			環境保全措置実施における貯水池のクロロフィルaは、実施なしに比べ低減し、植物プランクトンの増殖を抑えることができる。		
環境保全措置の効果			ダム下流河川のBODは低下し、現況のBODに近づき水環境の変化の影響を低減する効果が期待できる。		
環境保全措置の効果の不確実性の程度			曝気循環施設は他のダムでも実施されており、不確実性は小さい。		
環境保全措置の実施に伴い生ずるおそれがある環境への影響			その他の水質への影響は小さいと考えられる。		
環境保全措置実施の課題			特になし。		
検討の結果			実施する。		
			曝気循環施設を設置することにより、富栄養化による水環境の変化の影響が低減される効果が期待できる。		

5 事後調査

5－1 事後調査に係る留意事項

5－1－1 事後調査の目的

水質（土砂による水の濁り）（p3-115）と同一とする。

5－1－2 事後調査を必要とする要件

水質（土砂による水の濁り）（p3-115）と同一とする。

5－1－3 事後調査の実施時期

事後調査は、ダム供用開始後に実施する。

5－2 項目及び手法の選定の際に記述すべき事項

水質（土砂による水の濁り）（p3-116）と同一とする。

5－3 事後調査の終了等の判断

水質（土砂による水の濁り）（p3-117）と同一とする。

6 評価の手法

富栄養化による影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されており、必要に応じその他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているかどうかを評価する。

また、国又は地方公共団体が実施する環境保全に関する施策によって、富栄養化に関して基準又は目標が示されている場合には、当該基準又は目標と調査・予測結果との間に整合が図られているかどうかを評価する。

6－1 評価項目

評価項目は以下を基本とする。

表Ⅲ－2－32 富栄養化の評価項目

影響要因	予測地域	評価項目
ダムの供用及び貯水池の存在	貯水池内	COD、全リン、全窒素※、クロロフィルa
	ダム下流域	BOD

※：富栄養化の状態が窒素制限の場合に適用される。

6－2 評価基準

評価は現状水質と比較することによるほか、十分な環境保全措置を講じた結果、環境影響が低減されているかどうかを評価する。また、利水状況等を考慮して環境基準、農業用水基準、水産用水基準、今後の河川水質管理の指標について（案）等と比較検討した評価も行う。

6－3 評価手法に係る留意事項

評価を行う過程において、下流域における利水等に係わる新たな情報が得られた場合には、予測地域や評価基準の見直しを行う必要がある。

＜水質－溶存酸素量＞

影響要因	土地又は工作物の存在及び供用（ダム の 供用及び貯水池の存在）
------	---------------------------------

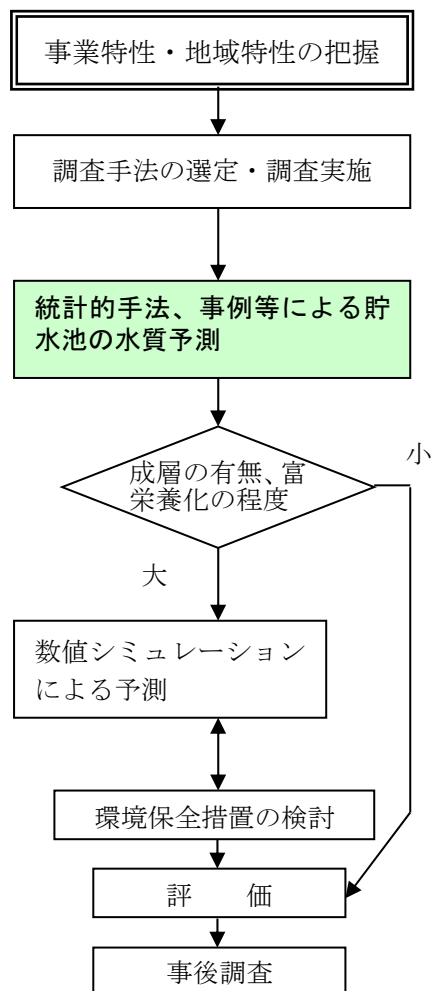
〔概 要〕

溶存酸素の予測評価手順は次に示すとおりである。まず個々の事業特性及び事業を行う地域特性を把握し、これらを踏まえて適切な手法を選定して調査を行う。調査結果に基づき水質予測を行うが、貯水池の水質予測については統計的手法、事例等により

富栄養化の程度を概略予測し、富栄養化の程度が大きく問題となるレベルであれば数値シミュレーションを用いて詳細予測を行う。また、予測結果が評価基準を満たさない場合は評価基準を満足し得る環境保全措置を考慮した水質予測も行う。

予測結果の評価は、環境保全措置を考慮して適切な評価基準と照らし合わせて行う。予測の不確実性の程度が大きく保全措置を講ずる場合や効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずる場合で、環境影響の程度が著しいものとなるおそれがあるときは、事後調査を行うものとする。

溶存酸素は、貯水池で水温成層が形成されるとほとんどの場合底層が貧酸素状態となるので、水温成層の状況によっても概略の影響は判断できる。しかし、貧酸素水の定量的な予測を行うためには、植物プランクトンの光合成に伴う酸素の生成が重要な条件となるので、富栄養化の予測と併せて実施するものとする。



※ 予測結果が評価基準を満たさない場合は評価基準を満足し得る環境保全措置を考慮した水質予測も行う。

図Ⅲ－２－３６ 溶存酸素量の予測評価手順

1 手法の選定に当たって把握すべき情報

溶存酸素量の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえて行う。

1-1 事業特性

溶存酸素量の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、対象ダム事業実施区域の位置、事業の規模、工事計画の概要等の事業概要に加えて以下に示す事業の特性に係る情報を把握する。

- ① ダムの基本諸元
- ② 貯水池の諸元
- ③ 流入流量
- ④ ダム放流設備の内容
- ⑤ ダム事業の目的

1-2 地域特性

溶存酸素量の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、主務省令第20条第1項第2号に定める「地域特性に関する情報」を踏まえ、地域の特性に係る下記のうちから必要な項目の情報について把握する。

- ① 気象状況
- ② 地形・地質、土壌及び地盤
- ③ 水象、水質、水底の底質
- ④ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ⑤ 土地利用
- ⑥ 貯水池の満水位の湛水域および原石山の工事区域に係る地形・地質、土壌及び地盤の状況
- ⑦ 上流域及び下流域における工場・事業場、集落、畜産施設等の汚濁負荷源の状況
- ⑧ 上流域及び下流域における下水道や浄化槽、農業集落排水施設等の整備状況と将来整備計画
- ⑨ 上流域及び下流域における水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ⑩ 上流域及び下流域における水産業、レクリエーション等水域の利用状況
- ⑪ 環境保全を目的とした基準等の指定状況（水質環境基準、排水基準等）

※地域特性の把握に利用が考えられる主な資料はp. 3-80～81に示す。

※下流域については、おおむねダム流域面積の3倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる（p. 3-88参照）。

2 調査の手法

調査手法の選定は事業特性、地域特性を踏まえて行うものとする。

2-1 調査すべき情報

- イ 溶存酸素量の状況
- ロ 水温の状況

（主務省令 第 24 条第 1 項第 1 号、別表第二）

2-1-1 溶存酸素量（DO）の状況

水中に溶解している酸素の量で、酸素が溶解する量は気圧、水温、溶解塩類濃度の影響を受ける。DO は水の自浄作用の強さや有機汚染の程度を表す。

2-1-2 水温の状況

DO は水温によって変化するため、水温－DO の関係を把握するために調査を行う。

2-2 調査の基本的な手法

文献その他の資料及び現地調査による情報（溶存酸素量の状況については、水質汚濁に係る環境基準に規定する溶存酸素量の測定の方法を用いられたものとする。）の収集並びに当該情報の整理及び解析

（主務省令 第 24 条第 1 項第 2 号、別表第二）

2-2-1 溶存酸素量の状況

情報の収集は、公共用水域の水質調査結果等の既存のデータの収集及び現地調査によるものとする。

現地調査を行う場合の調査方法は「水質調査方法」（昭和 46 年 9 月 30 日環水管第 30 号）、JIS K 0094（工業用水・工業排水の試料採取方法）、「国土交通省 河川砂防技術基準 調査編」（国土交通省水管理・国土保全局）に準じるものとする。

なお、公共用水域の水質調査結果等の既存のデータの収集により、溶存酸素量の予測・評価において必要とされる情報が収集できる場合には、現地調査を省略することも可能である。

2-2-2 水温の状況

溶存酸素量の予測に数値シミュレーションを用いる場合には、四季の水温情報が必要であり、通年の資料が得られない場合は現地調査を行うものとする。

2-3 調査地域

流域の特性及び溶存酸素量に係る事項の変化の特性を踏まえて溶存酸素量に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域並びに当該地域より上流の地域で当該地域の溶存酸素量の予測及び評価に必要な情報を把握できる地域

（主務省令 第 24 条第 1 項第 3 号、別表第二）

2-3-1 溶存酸素量の状況

貯水池予定区域及びダム上流地域のうち流入河川の状況を勘案して適切に設定するものとする。

2-3-2 水温の状況

「2-3-1 溶存酸素量の状況」と同一の地域とする。

2-4 調査地点

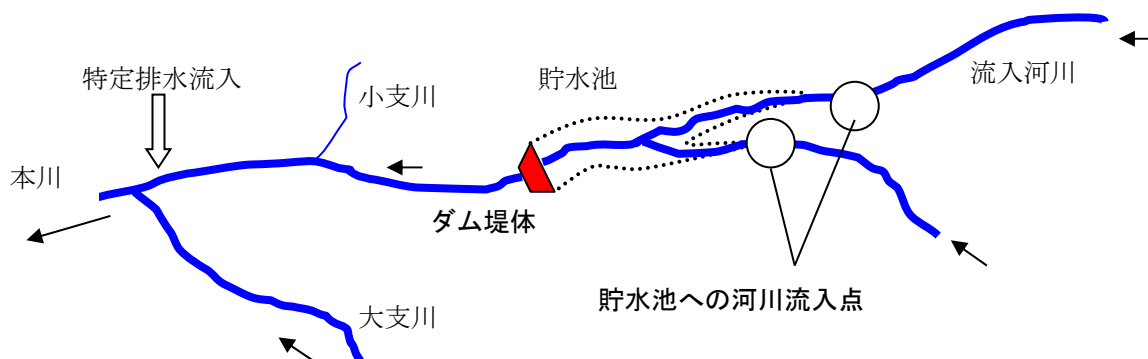
流域の特性及び溶存酸素量に係る事項の変化の特性を踏まえて調査地域における溶存酸素量に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる地点

（主務省令 第24条第1項第4号、別表第二）

2-4-1 溶存酸素量の状況

溶存酸素量に係る予測・評価に必要な調査地点は、貯水池への流入河川のうち主要なものに係る地点として、貯水池水質への影響を勘案し、流量規模等を考慮して設定する。

なお、国及び地方公共団体においてすでに観測を行っている水質環境基準点がある場合には、過去の資料が整備されている場合が多いため、これを調査地点として設定しても良い。



図III-2-37 調査地点の設定例

2-4-2 水温の状況

「2-4-1 溶存酸素量の状況」と同一の地点とする。

2-5 調査期間等

流域の特性及び溶存酸素量に係る事項の変化の特性を踏まえて調査地域における溶存酸素量に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる期間及び時期

（主務省令 第24条第1項第5号、第3項、別表第二）

2-5-1 溶存酸素量の状況

調査期間は1年以上、調査頻度は1回／月以上を基本とする。

長期間の観測結果が存在している場合には、観測結果と現地調査により得られた結果とを比較できるようにする。

2-5-2 水温の状況

「2-5-1 溶存酸素量の状況」と同一の調査期間とする。

2-6 調査手法に係る留意事項

調査手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響調査を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

3 予測の手法

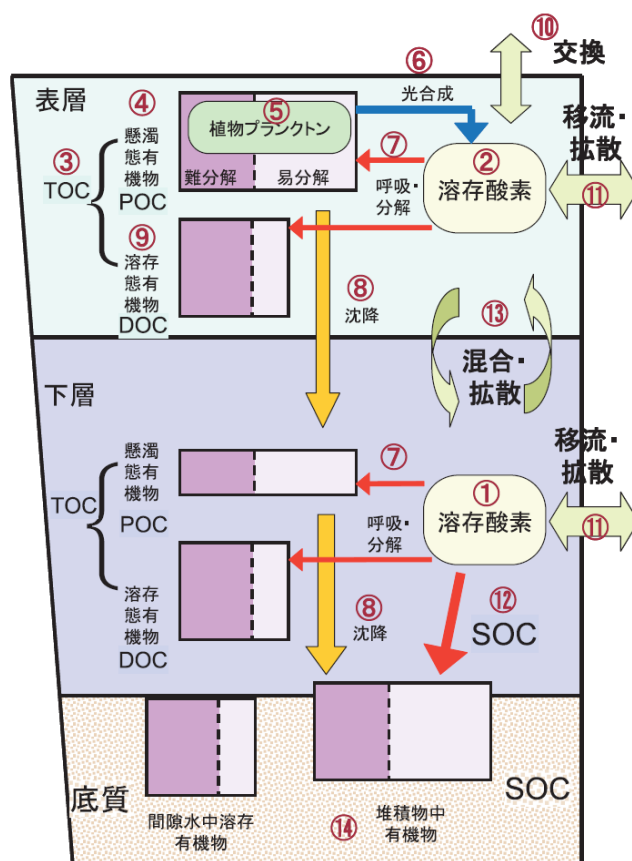
3-1 予測の基本的な手法

溶存酸素の物質の収支に関する計算又は事例の引用若しくは解析
(主務省令 第25条第1項第1号、第2項、別表第二)

溶存酸素量は富栄養化を表すひとつの指標であり、貧栄養湖では深さ方向の差は少ない。一方、富栄養湖では上層は植物性プランクトンの光合成のため飽和するが、深くなるにつれて酸素濃度は減少し、底層付近では酸素は消失して貧酸素水塊が形成される。このため、底層における貧酸素状況は、富栄養化の程度によってある程度判断できる。

したがって、貯水池内の溶存酸素量については、まず類似事例を用いた統計解析手法により富栄養化の程度についての予測を行い、影響が想定される場合にはDOをモデルに組み入れた数値シミュレーションにより予測する。

なお、統計的手法により富栄養化の影響を予測する場合には、必ず周辺の既設貯水池の状況を調査し、統計的手法の予測結果と併せて検討を行うものとする。



出典：「貧酸素水塊の形成機構と生物への影響評価に関する研究（特別研究）」（平成 22 年 9 月 独立行政法人国立環境研究所）

図Ⅲ-2-38 貯水池内における溶存酸素の動態

表Ⅲ－２－３３ 溶存酸素量の予測の基本的な手法

影響要因	予測地域	予測の基本的な手法	予測項目
ダムの供用 及び貯水池 の存在	貯水池内	・統計的手法 (類似事例による予測) ・数値シミュレーション (富栄養化モデル)	溶存酸素量 (DO)

3-1-1 統計的手法

フォーレンバイダーモデルによる予測手法は、「富栄養化」の項に示した方法を用いるものとする。

全リン濃度からみると、富栄養化の心配のない貯水池での濃度は貧栄養の上限値である 0.01mg/l 以下と考えられる。しかし、全国の農業用ダムのかんがい期における全リンと全窒素および全リンとCODの関係をみると、フォーレンバイダーによるリンの予測結果のみでは単純に富栄養化の影響を判定できない。

このため、統計解析手法による予測の結果、富栄養化の程度が低い場合であっても、類似事例による予測を行うものとする。類似事例による予測は、近傍の地形、標高等の似ている既設貯水池における水温成層、富栄養化の状況等の調査を行い、この調査結果を併せて検討することにより行うものとする。

3-1-2 シミュレーションモデル

富栄養化の関連指標としてDOを組み込んだモデルを用いるものとする（詳細は「富栄養化」(p3-160)の項を参照）。

3-2 予測地域

調査地域のうち、流域の特性及び溶存酸素量の変化の特性を踏まえて溶存酸素量に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域
(主務省令 第25条第1項第2号、別表第二)

予測地域は溶存酸素量に係る環境影響を受ける貯水池内とする。

なお、ダムからの貧酸素放流水は、下流域に至るまでに曝気されて酸素の供給を受けるため、通常下流域で貧酸素状態となることはない。しかし、貯水池内で貧酸素水塊が形成されると鉄イオン (Fe^{2+}) やマンガン (Mn^{2+}) が水中に多量に溶出する場合があります。曝気による酸化で、赤水等の発生により水質が悪化する事例が報告されている。このため、貧酸素水塊の発生が予測される場合は、放流方法等を含めた下流域への対策について検討を行う必要がある。

3-3 予測地点

流域の特性及び溶存酸素量の変化の特性を踏まえて予測地域における溶存酸素量に係る環境影響を的確に把握できる地点
(主務省令 第25条第1項第3号、別表第二)

貯水池内の地点とする。

3-4 予測対象時期等

ダムの供用が定常状態であり、適切に予測できる時期
(主務省令 第25条第1項第4号、第3項、別表第二)

予測対象時期は、ダムの供用が定常状態にある時期とする。

貯水池内における予測のための数値シミュレーションによる計算期間はおおむね富栄養化の数値シミュレーションと同一期間とする。

3-5 予測手法に係る留意事項

予測手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響予測を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

溶存酸素量の予測を類似事例により行う場合には、類似の貯水池の属性（地理的条件、富栄養化の状況、成層型、貯水池の運用、貯水池のDOなど）を十分吟味して行うことが必要である。

溶存酸素量の予測を数値シミュレーションにより行う場合には、さまざまなパラメータの設定が必要であり、類似事例を参考とするほかに必要に応じ専門家の助言を受けることが望ましい。

4 環境保全措置の検討

4-1 環境保全措置の検討および検討結果の検証

4-1-1 環境保全措置の検討が必要な場合

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

4-1-2 検討の主体と目的

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

4-1-3 検討結果の検証

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

一般に水温成層が形成される貯水池では底層は貧酸素状態となるが、ダムからの貧酸素放流水は、下流域に至るまでに曝気されて酸素の供給を受けるため、通常下流域で貧酸素状態となることはない。しかし、貯水池内で貧酸素水塊が形成されると鉄イオン（ Fe^{2+} ）やマンガン（ Mn^{2+} ）が水中に多量に溶出する場合があります、曝気による酸化で、赤水等の発生により水質が悪化する事例が報告されている。このため、貧酸素水塊の発生が予測される場合は、放流方法等を含めた下流域への対策について検討を行う必要がある。

表層取水を行う対策としては「選択取水」、水温成層の解消を目的とした対策としては「曝気循環」等の対策がある。このほか、酸素消費を引き起こす有機物の低減という観点からは、「バイパス水路」、「副ダム（前貯水池）」等の対策も有効である。

表Ⅲ－２－３４ 環境保全措置の検討例

影響要因	環境保全措置の例	環境保全措置の内容と効果
貯水池の存在 ダムの供用	流入水質対策	有機物、栄養塩の削減を図る。 有機物の分解に DO が消費されるため、事前にこれを削減することで、DO の減少を抑制できる。
	バイパス水路	貯水池に流入する水質・水量を調節することで、水質悪化原因の回避・低減を図る。 植物プランクトンの増殖の要因となる栄養塩を入れないことにより、内部生産量を減少、及び有機物を減少できる。
	副ダム（前貯水池）	貯水池に流入させる前に一時的に貯留できるダム等を設置し、有機物の沈降を図る。 前貯水池で流入する有機物の沈降及び植物プランクトンが発生・沈降し、その結果、貯水池内の有機物を減少できる。
	選択取水施設	特定の水深より取水を行うことで、植物プランクトンの増殖を抑制する。 有光層で取水することにより、滞留時間を減少させ、表層での植物プランクトンの増殖を低減し、内部生産量を減少できる。
	浚渫	浚渫により汚濁した底泥を除去することにより、底泥での酸素消費を抑制、又は栄養塩の溶出を減らす。
	曝気循環施設	貯水池内のエアレーションにより池内循環を行い、鉛直循環及びこれによる表層水温の低下を図り、植物プランクトンの増殖の抑制を図る。 表層で発生した植物プランクトンを有光層以深に送り込むことにより、増殖を抑制するとともに、循環、混合による植物プランクトン濃度の希釈が行える。
	底層曝気	深層曝気施設などにより、貯水池底層水に酸素を供給する。 強制的に、底層の DO を回復できる。

4-2 検討結果の整理等

水質（土砂による水の濁り）（p3-113）と同一とする。

表Ⅲ-2-35 環境保全措置の検討結果の整理例

項目		溶存酸素量	
環境影響		貯水池及び下流河川において溶存酸素量の減少による水環境の変化が生ずる。	
環境保全措置の方針		貯水池底層の無酸素状態を改善することにより、溶存酸素量の変化による影響を低減する。	
環境保全措置案		深層曝気施設の設置	
環境保全措置の実施の内容	実施主体		事業者
	実施方法		深層曝気施設を貯水池の湖底に設置し、湖水へ酸素を供給することにより、底層の無酸素状態を改善する。
	その他	実施期間	試験湛水終了後のダム供用時
		実施範囲	貯水池
	実施条件	深層曝気施設は〇月～〇月の期間で運転し、吐出口は運転時の水流で底泥を巻き上げないこととし、湖底上〇mとする。	
環境保全措置を講じた後の環境の状況の変化		貯水池底層の溶存酸素量が増加し、無酸素状態が改善される。	
環境保全措置の効果		貯水池内の溶存酸素量が改善され、下流河川の水環境への影響を低減する効果が期待できる。	
環境保全措置の効果の不確実性の程度		深層曝気施設は他のダムでも実施されており、不確実性は小さい。	
環境保全措置の実施に伴い生ずるおそれがある環境への影響		その他の水質への影響は小さいと考えられる。	
環境保全措置実施の課題		特になし。	
検討の結果		実施する。	
		深層曝気施設を設置することにより、溶存酸素量による水環境の変化の影響が低減される効果が期待できる。	

5 事後調査

5-1 事後調査に係る留意事項

5-1-1 事後調査の目的

水質（土砂による水の濁り）（p3-115）と同一とする。

5-1-2 事後調査を必要とする要件

水質（土砂による水の濁り）（p3-115）と同一とする。

5-1-3 事後調査の実施時期

事後調査は、ダム供用開始後に実施する。

5-2 項目及び手法の選定の際に記述すべき事項

水質（土砂による水の濁り）（p3-116）と同一とする。

5-3 事後調査の終了等の判断

水質（土砂による水の濁り）（p3-117）と同一とする。

6 評価の手法

溶存酸素量による影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されており、必要に応じその他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているかどうかを評価する。

また、国又は地方公共団体が実施する環境の保全に関する施策によって、溶存酸素量に関して基準又は目標が示されている場合には、当該基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうかを評価する。

6-1 評価項目

評価項目は以下を基本とする。

表Ⅲ-2-36 溶存酸素量の評価項目

影響要因	予測地域	評価項目
ダムの供用及び 貯水池の存在	貯水池内	溶存酸素量（DO）

6-2 評価基準

評価は現状水質と比較することによるほか、十分な保全措置を講じた結果、影響が低減されているかどうかを評価する。また、将来のダム湖の利用状況を考慮して環境基準、水産用水基準、今後の河川水質管理の指標について（案）等と比較検討した評価も行う。

なお、数値シミュレーションによる予測では、評価水深は全層を対象に行うものとする。

＜水質—水素イオン濃度＞

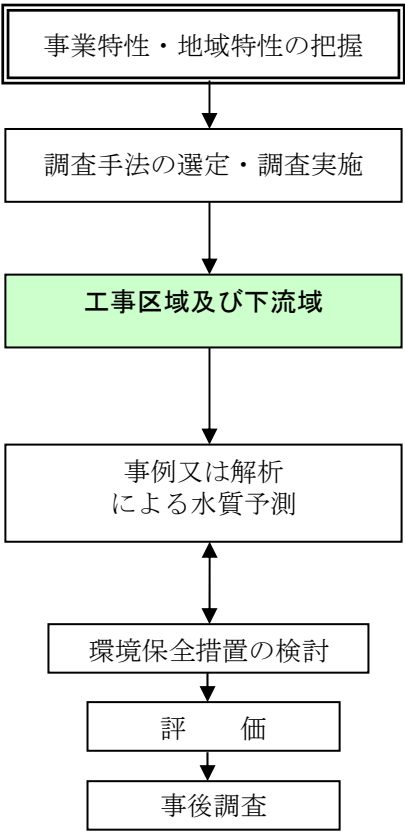
影響要因	工事の実施（ダムのかげの工事）
------	-----------------

〔概 要〕

水素イオン濃度の予測評価手順は次に示すとおりである。まず個々の事業特性及び事業を行う地域特性を把握し、これらを踏まえて適切な手法を選定して調査を行う。予測方法は事例の引用あるいは解析を基本とする。予測結果が評価基準を満たさない場合は評価基準を満足し得る保全措置を考慮した水質予測も行う。

予測結果の評価は、環境保全措置を考慮して適切な評価基準と照らし合わせて行う。予測の不確実性の程度が大きく環境保全措置を講ずる場合や効果に係る知見が不十分な環境保全措置を講ずる場合で、環境影響の程度が著しいものとなるおそれがあるときは、事後調査を行うものとする。

水素イオン濃度の予測は、工事中に発生するアルカリ水の影響を基本とするが、堤体材料(原石、ロック材等)中のパイライト (Pyrite：黄鉄鉱 FeS_2) が酸化して酸性水が発生した事例もあり、工事中以外に水素イオン濃度を変化させる要因があると考えられる場合には、標準的な手法にとどまらず予測等を行う必要がある。



※ 予測結果が評価基準を満たさない場合は評価基準を満足し得る環境保全措置を考慮した水質予測も行う。

図Ⅲ－２－39 水素イオン濃度の予測評価手順

1 手法の選定に当たって把握すべき情報

水素イオン濃度の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえて行う。

1－1 事業特性

水素イオン濃度の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、対象ダム事業実施区域の位置、事業の規模、工事計画の概要等の事業概要に加えて以下に示す事業の特性に係る情報を把握する。

- ① 濁水の処理方式
- ② ダム堤体の規模・形式
- ③ 工区、工事期間の計画

1－2 地域特性

水素イオン濃度の調査、予測及び評価の手法の選定に当たっては、主務省令第20条第1項第2号に定める「地域特性に関する情報」を踏まえ、地域の特性に係る下記のうちから必要な項目の情報について把握する。

- ① 気象状況
- ② 地形・地質、土壌及び地盤
- ③ 水象、水質、水底の底質
- ④ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況
- ⑤ 土地利用
- ⑥ 貯水池の満水位の湛水域および原石山の工事区域に係る地形・地質、土壌及び地盤の状況
- ⑦ 上流域及び下流域における工場・事業場、集落、畜産施設等の汚濁負荷源の状況
- ⑧ 上流域及び下流域における下水道や浄化槽、農業集落排水施設等の整備状況と将来整備計画
- ⑨ 上流域及び下流域における水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ⑩ 上流域及び下流域における水産業、レクリエーション等水域の利用状況
- ⑪ 環境保全を目的とした基準等の指定状況（水質環境基準、排水基準等）

※地域特性の把握に利用が考えられる主な資料はp. 3-80～81に示す。

※下流域については、おおむねダム流域面積の3倍程度の流域面積（3A）に相当する地域までが考えられる（p. 3-88参照）。

2 調査の手法

調査手法の選定は事業特性、地域特性を踏まえて行うものとする。

2-1 調査すべき情報

水素イオン濃度及びその調査時における流量の状況
(主務省令 第 24 条第 1 項第 1 号、別表第二)

工事の実施に係る水素イオン濃度を予測するために必要な以下の事項の把握を行うものとする。

- ・ 水素イオン濃度（pH）
- ・ 調査時における流量

2-2 調査の基本的な手法

文献その他の資料及び現地調査による情報（水素イオン濃度の状況については、水質汚濁に係る環境基準に規定する水素イオンの濃度の測定の方法を用いられたものとする。）の収集並びに当該情報の整理及び解析
(主務省令 第 24 条第 1 項第 2 号、別表第二)

情報の収集は、公共用水域の水質調査結果等の既存データの収集及び現地調査によるものとする。

現地調査を行う場合の調査方法は「水質調査方法」（昭和 46 年 9 月 30 日環水管第 30 号）、JIS K 0094（工業用水・工業廃水の資料採取方法）、「国土交通省 河川砂防技術基準 調査編」（国土交通省水管理・国土保全局）に準じるものとする。

なお、公共用水域の水質調査結果等の既存データにより、水素イオン濃度の予測・評価において必要とされる情報が収集できる場合には、現地調査を省略することも可能である。

2-3 調査地域

ダムの堤体の工事实施区域及びその周辺の区域
(主務省令 第 24 条第 1 項第 3 号、別表第二)

ダムの堤体の工事实施区域及びその周辺の区域のうち、水素イオン濃度に係る環境への影響を受けるおそれのある地域を基本として、工事区域及び下流域について以下を目安に当該河川の状況を勘案して適切に設定するものとする。

なお、一般にコンクリート製造、打設等に伴い発生するアルカリ水は、pH調整処理施設で中和処理を行ったのち放流するため、調査地域の設定は濁りや水温、富栄養化のように広くとる必要はない。

2-3-1 工事区域

水素イオン濃度を予測するために必要な情報が把握できる地域とする。
対象とする工事区域は、概ね以下の通りとする。

- ・ ダム堤体に関する工事区域

2-3-2 ダム下流域

工事区域周辺の下流域を基本に、以下の事項を勘案して適切に設定するものとする。

- ・ 水道用水、工業用水、農業用水等の利水状況
- ・ 重要な動植物の生育・生息状況、地域を特徴づける生態系の状況

2-4 調査地点

流域の特性及び水素イオン濃度に係る事項の変化の特性を踏まえて調査地域における水素イオン濃度に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる地点

（主務省令 第24条第1項第4号、別表第二）

水素イオン濃度に係る予測・評価に必要な調査地点は、以下を基本として設定するものとする。

なお、国及び地方公共団体においてすでに観測を行っている水質環境基準点か同等の観測地点がある場合には、過去の資料が整備されているため、これを調査地点として設定してもよい。

2-4-1 工事区域

工事区域のうち周辺への影響を勘案し、排水量等を考慮して設定する。

2-4-2 ダム下流域

工事区域周辺の下流域のうち、河川の水素イオン濃度状況を代表する観測値を得られる地点とする。

なお、本川および大きな支川の影響を受ける地点等は避けて設定する。

2-5 調査期間等

流域の特性及び水素イオン濃度に係る事項の変化の特性を踏まえて調査地域における水素イオン濃度に係る環境影響を予測し、及び評価するために必要な情報を適切かつ効果的に把握できる期間及び時期

（主務省令 第24条第1項第5号、第3項、別表第二）

水素イオン濃度は河川流量によって変化することが考えられるので、定期的な調査を実施するものとする。

なお、出水時には水素イオン濃度に影響を及ぼすコンクリート打設等を行わないため、出水時の調査を実施する必要はない。

水素イオン濃度の調査は、水素イオン濃度と流量の関係を把握し、工事区域の水素イオン濃度予測の基礎データ（水素イオン濃度と流量の関係）を得るためのものである。この関係はなるべく多くのデータから把握することが望ましいが、濁りと流量の関係のように良好な相関がみられないこともある。

長期間の観測結果が存在している場合には、観測結果と現地調査により得られた結果とを比較できるようにする。

表Ⅲ－2－37 水素イオン濃度及びその調査時における流量の調査期間等

調査の種類	調査期間及び時期	備 考
定期調査	1年以上、月1回以上	

2-6 調査手法に係る留意事項

調査手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響調査を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

水素イオン濃度に係る調査に当たっては、地質由来等による酸性水の影響を受けている場合には、測定方法や採水時期によってpH値の変動が大きくなるため、調査手法について専門家の意見を聞いて実施することが必要である。

3 予測の手法

3-1 予測の基本的な手法

事例の引用又は解析

（主務省令 第25条第1項第1号、第2項、別表第二）

形式や堤体の規模等の類似したダム of 工事に伴う処理水及び河川下流の水素イオン濃度の事例による予測を基本とするが、適切な事例がない場合は、以下の完全混合式による予測を行う。

表Ⅲ－2－38 水素イオン濃度の予測の基本的な手法

影響要因	予測地域	予測の基本的な手法	予測項目
工事の実施	工事区域	類似事例の引用又は解析	水素イオン濃度
	下流域	類似事例の引用又は解析	水素イオン濃度

3-1-1 完全混合式

水素イオン濃度の予測は、ダム of 堤体の工事に伴う排水が水域で完全に混合することを仮定した以下の完全混合式を基本に行うものとする。

$$[H^+] = \frac{[H^+]_0 Q_0 + \sum [H^+]_i Q_i}{Q_0 + \sum Q_i}$$

$$pH = -\log [H^+]$$

ここで

$[H^+]$: 混合後の水素イオン濃度

$[H^+]_0$: 上流河川水素イオン濃度

$[H^+]_i$: p H処理後の水素イオン濃度

Q_0 : 上流河川流量

Q_i : 排水量

ただし、天然水の p Hは炭酸イオンの存在に依存することが多いので、炭酸イオン濃度と p Hの範囲によっては、完全混合式が成立しない場合もあることに留意しなければならない。

3-1-2 排水量及び排水の水素イオン濃度

ダム堤体の工事に伴う排水量及び水素イオン濃度に係る放流水質は濁水処理計画、類似事例及び水素イオン濃度に係る規制値を勘案して設定するものとする。

なお、ダム事業における濁水処理施設は、水質汚濁防止法の特定施設に相当するため、次の排水基準の適用を受ける。また、都道府県条例において上乗せ排水基準が定められている場合にはこれによる必要がある。

表Ⅲ－２－３９ 水素イオン濃度に係る排水基準（水質汚濁防止法）

項 目	許容限度
水素イオン濃度	海域以外の公共用水域に排出されるもの 5.8 以上 8.6 以下 海域に排出されるもの 5.0 以上 9.0 以下

3－2 予測地域

調査地域のうち、流域の特性及び水素イオン濃度に係る事項の変化の特性を踏まえて水素イオン濃度に係る環境影響を受けるおそれがあると認められる地域を設定する。

（主務省令 第 25 条第 1 項第 2 号、別表第二）

一般にコンクリート製造、打設等に伴い発生するアルカリ水は、pH調整処理施設で中和処理を行ったのち排水される。このため、水素イオン濃度に係る環境影響を受けるおそれがあると考えられる地域は工事区域周辺に限られるので、予測地域は工事区域周辺の下流域とする。

3－3 予測地点

流域の特性及び水素イオン濃度に係る事項の変化の特性を踏まえて予測地域における水素イオン濃度に係る環境影響を的確に把握できる地点

（主務省令 第 25 条第 1 項第 3 号、別表第二）

予測地点は以下を基本とする。

- ・ 工事に係る処理水の放流地点
- ・ 工事区域周辺の下流域で環境基準点等の公共用水域測定地点又は水質測定地点
- ・ 水素イオン濃度に係る環境影響を注意すべき地点
（農業用水取水地点、水産業等の利用地点等）

3－4 予測対象時期等

工事による水素イオン濃度に係る環境影響が最大となる時期

（主務省令 第 25 条第 1 項第 4 号、第 3 項、別表第二）

予測対象時期は、ダムの堤体の工事に伴い発生するアルカリ水が最大となる期間とする。

なお、予測対象時期の河川流量は、低水流量時を基本に行うものとする。

3－5 予測手法に係る留意事項

予測手法の選定に当たっては、事業特性及び地域特性に関する情報を踏まえ、必要に応じ専門家その他環境影響に関する知見を有する者の助言を受けて選定する。手法の選定を行ったときは、選定された手法及び選定の理由を明らかにできるよう整理する。また、環境影響予測を行う過程において手法の選定に係る新たな事情が生じたときは、必要に応じ手法の見直しを行う。

4 環境保全措置の検討

4－1 環境保全措置の検討および検討結果の検証

4－1－1 環境保全措置の検討が必要な場合

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

4－1－2 検討の主体と目的

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

4－1－3 検討結果の検証

水質（土砂による水の濁り）（p3-110）と同一とする。

表Ⅲ－2－40 環境保全措置の検討例

影響要因	環境保全措置の例	環境保全措置の内容と効果
工事の実施	中和処理施設	排水に中和剤を注入し、中和処理を行い、適正な水素イオン濃度を確保する。

4－2 検討結果の整理等

水質（土砂による水の濁り）（p3-113）と同一とする。

表Ⅲ－２－４１ 環境保全措置の検討結果の整理例

項目	水素イオン濃度		
環境影響	コンクリート打設作業排水に伴うアルカリ分の流出による水環境の変化が生ずる。		
環境保全措置の方針	コンクリート打設時に発生するアルカリ性排水を中和処理することにより、アルカリ性排水による影響を低減する。		
環境保全措置案	濁水処理施設(中和処理施設)の設置		
環境保全措置の実施の内容	実施主体		事業者
	実施方法		濁水処理施設(中和処理施設)を設置し、排水に中和剤を混合して pH 調整を行う。
	その他	実施期間	工事期間中
		実施範囲	ダムサイト
		実施条件	処理水の pH は環境基準(6.5～8.5)の範囲とする。
環境保全措置を講じた後の環境の状況の変化	中和処理によって適性な処理水質が確保できる。		
環境保全措置の効果	アルカリ性排水が中和され、下流河川の水環境への影響を低減する効果が期待できる。		
環境保全措置の効果の不確実性の程度	中和処理は他のダムでも実施されており、不確実性は小さい。		
環境保全措置の実施に伴い生ずるおそれがある環境への影響	その他の水質への影響は小さいと考えられる。		
環境保全措置実施の課題	特になし。		
検討の結果	実施する。		
	濁水処理施設(中和処理施設)を設置することにより、アルカリ性排水による水環境の変化の影響が低減される効果が期待できる。		

5 事後調査

5－1 事後調査に係る留意事項

5－1－1 事後調査の目的

水質（土砂による水の濁り）（p3-115）と同一とする。

5－1－2 事後調査を必要とする要件

水質（土砂による水の濁り）（p3-115）と同一とする。

5－1－3 事後調査の実施時期

事後調査は、工事中に実施する。

5－2 項目及び手法の選定の際に記述すべき事項

水質（土砂による水の濁り）（p3-116）と同一とする。

5－3 事後調査の終了等の判断

水質（土砂による水の濁り）（p3-117）と同一とする。

6 評価の手法

水素イオン濃度による影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されており、必要に応じその他の方法により環境の保全についての配慮が適正になされているかどうかを評価する。

また、国又は地方公共団体が実施する環境の保全に関する施策によって、水素イオン濃度に関して基準又は目標が示されている場合には、当該基準又は目標と調査及び予測の結果との間に整合が図られているかどうかを評価する。

6－1 評価項目

評価項目は以下を基本とする。

表Ⅲ－2－42 水素イオン濃度の評価項目

影響要因	予測地域	評価項目
工事の実施	工事区域	水素イオン濃度
	下流域	水素イオン濃度

6－2 評価基準

評価は環境保全措置（アルカリ水の中和処理）を講じたときの影響低減効果について定量的な評価を行うものとする。

また、環境基準、農業用水基準、水産用水基準、今後の河川水質管理の指標について（案）等を考慮して評価を行う。