

水質汚濁に係る環境基準の 暫定目標の見直しについて

(千五沢ダム貯水池における環境基準暫定目標の見直し)

目 次

第1	千五沢ダム貯水池に係る暫定目標の見直しについて	- 1 -
1	千五沢ダム貯水池における環境基準の水域類型の指定の経緯	- 1 -
2	千五沢ダム貯水池の流域図	- 2 -
3	暫定目標（案）についての検討事項	- 3 -
4	目標達成のための施策の方向性	- 17 -
第2	参考（将来水質予測について）	- 19 -
1	全磷について	- 19 -
2	全窒素について	- 23 -
3	COD について	- 26 -
4	千五沢ダム貯水池の将来水質予測結果について	- 27 -

第1 千五沢ダム貯水池に係る暫定目標の見直しについて

1 千五沢ダム貯水池における環境基準の水域類型の指定の経緯

- (1) 閉鎖性水域である千五沢ダム貯水池の富栄養化が問題となっているが、環境基準の水域類型指定がなされていなかったこと。
- (2) 湖沼の富栄養化の防止を図るため、水質汚濁防止法施行令等の一部改正が行われ、昭和60年7月15日から全国の富栄養化しやすい湖沼を対象として、工場・事業場からの排水中の窒素及びリンの排水規制が実施され、本県においては、猪苗代湖等計55湖沼が「リン」の排水規制対象湖沼に指定され、千五沢ダム貯水池においては「窒素」の排水規制対象湖沼にも指定されていることから、法的に、富栄養化対策が整備されたこと。
さらに、平成6年8月30日付けの環境庁通知により、国指定水域以外の未指定水域のうち利水障害が発生している等水質汚濁の防止を図る必要があると認められる水域については、新規の指定を速やかに行うよう指導があったこと。
- (3) 福島県の県中地域にある千五沢ダム貯水池の流域は4市町村（須賀川市、石川町、玉川村、平田村）にわたっており、農業用水としての利用の他、石川町の水道水源となっているが、例年夏季に植物プランクトンが増大し、水道水に異臭味障害が発生する場合があったこと。
- (4) 千五沢ダム貯水池を含む今出川流域は、平成7年3月に生活排水対策重点地域に指定され、各種生活排水対策が実施されているが、これ以上利水障害が起きないように、より一層の生活排水対策の推進と水質の保全を図る必要があること。

以上のことから、千五沢ダム貯水池の富栄養化を未然に防止するため、平成13年3月にCOD等に係る環境基準、全窒素及び全リンに係る環境基準の水域類型指定を行ったが、将来水質予測の結果から暫定目標（COD 5.0mg/L、全窒素 1.0mg/L、全リン 0.052mg/L）を設定した。

その後、平成17年度、平成22年度及び平成27年度に暫定目標の見直しを行い、全窒素について平成22年度に0.96mg/Lに引き下げ、さらに平成27年度に0.95mg/Lに引き下げている。

平成27年度に設定した暫定目標（COD 5.0mg/L、全窒素 0.95mg/L、全リン 0.052mg/L）の目標年度が令和2年度（平成32年度）となっていることから、今回新たに将来水質を予測し暫定目標について検討した。

< 現行の指定状況 >

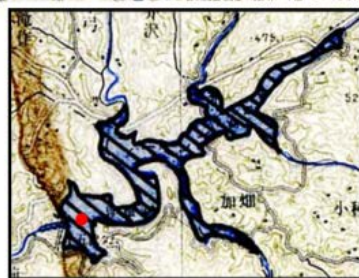
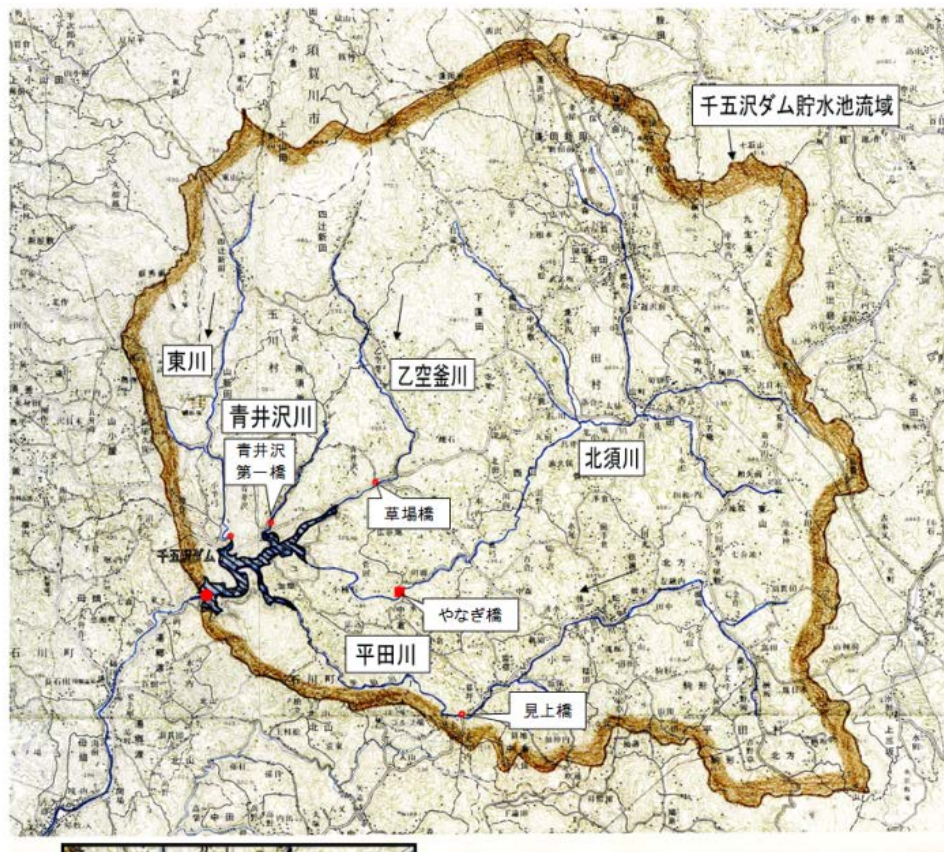
水域の名称	水域類型	達成期間	暫定目標
千五沢ダム貯水池	COD等：湖沼A COD 3mg/L以下	ニ（段階的に暫定目標を達成しつつ、環境基準の可及的速やかな達成に努める）	令和2年度まで COD 5.0mg/L
	全窒素及び全リン：湖沼Ⅲ 全窒素 0.4mg/L以下 全リン 0.03mg/L以下	ニ（段階的に暫定目標を達成しつつ、環境基準の可及的速やかな達成に努める）	令和2年度まで 全窒素 0.95mg/L 全リン 0.052mg/L

類型指定 平成13年3月27日設定

暫定目標値

平成13年3月27日設定（平成17年度まで）	COD 5.0mg/L、全窒素 1.0mg/L、全リン 0.052mg/L
平成18年3月24日見直し（平成22年度まで）	COD 5.0mg/L、全窒素 1.0mg/L、全リン 0.052mg/L
平成22年12月14日見直し（平成27年度まで）	COD 5.0mg/L、全窒素 0.96mg/L、全リン 0.052mg/L
平成28年2月23日見直し（令和2年度まで）	COD 5.0mg/L、全窒素 0.95mg/L、全リン 0.052mg/L

2 千五沢ダム貯水池の流域図



- 千五沢ダムサイト
環境基準点
A(Ⅱ)・Ⅲ(Ⅱ)
- 北須川 やなぎ橋
環境基準点
A(Ⅰ)
- 各流入河川水質調査地点

拡大図

調査地点位置図及び千五沢貯水池流域図

3 暫定目標（案）についての検討事項

(1) 千五沢ダム貯水池の概要

千五沢ダム貯水池は、福島県東部の阿武隈山系南端、阿武隈川の東側沿いに細長く展開する起伏の多い丘陵地帯に位置している（ダム自体は石川町、母畑湖は石川町、玉川村及び平田村に位置）。

この地区の低位部は水田として利用されてきたが、慢性的に用水が不足し、また、そのほとんどは区画が狭小不整形で、高位部は山林原野のまま放置されてきた。

そのため、国営総合農地開発事業により、これら未利用の山林原野で農地造成を実施するとともに、隣接介在する狭小不整形の農地の区画整理を行い、併せて農業用水源として千五沢ダム貯水池が築造された。

その後、千五沢ダム貯水池は石川町の水道水源としても利用される（もともと北須川から取水していたため）こととなった。

平成 21 年度に「千五沢ダム再開発事業」が採択され、平成 26 年度から季節洪水吐きの改築を行う工事が進められている。石川周辺地域は過去に度々洪水被害を受けたことがあるため地元から早期の治水対策が望まれており、また今出川流域では過去に濁水が発生し、水供給が不安定な状況となっていた。千五沢ダムは農業用水専用のダムであったため、洪水調節機能を行えるように改築工事し、下流の河川改修と併せて、洪水を防ぐとともに下流既得用水の安定的な供給と河川維持の確保を図るため事業が着手された。令和 5 年度の完成を目指している。

(2) 千五沢ダム貯水池の諸元

種 類	ダム湖（中央コア型アースダム）		
竣工年月日	昭和 50 年度竣工、昭和 56 年度ダム取水一部開始		
湖 面 積	0.88 km ²	流 域 面 積	111.0 km ²
総 貯 水 量	13,000,000 m ³	有 効 貯 水 量	10,800,000 m ³
年間流入量	82,420,200 ^{*1} m ³	流 域 人 口	6,070 人(令和元年度)
利 水 状 況	農業用水(水道水)	平均最大水深	18.1 m (11.8m) ^{*3}
年間回転数	6.34 ^{*1} 回/年 (滞留時間 57.6 ^{*1} 日間/回)		
T - N	0.96 ^{*2} mg/L	T - P	0.061 ^{*2} mg/L
T - N / T - P	15.7 ^{*2}		

(注) *1 平成 27 年度～令和元年度における平均値

*2 平成 27 年度～令和元年度における表層の平均値

*3 () 内は利用最大水深及び平均水深を示す。

(3) 千五沢ダム貯水池流域における主な河川の諸元

河川名		幹線流路 延長(km)	流域面積 (km ²)	平均流量 (m ³ /s)	河川種別	備考	
北 須 川 流 域	千五沢 ダム 貯水池 流域	東川	5.1	14.0	0.259	準用河川	
		青井沢川	2.2	5.2	0.057	普通河川	
		乙空釜川	3.0	13.2	0.232	準用河川	
		北須川	17.8	47.7	0.982	一級河川	ダム流入前
		平田川	11.0	30.9	0.414	一級河川	

(注) 母畑湖直接流入分の流域面積については、北須川（ダム流入前）に含む。
流量については平成27年度～令和元年度の平均流量である。

(4) 千五沢ダム貯水池流域の概要

千五沢ダム貯水池流域（千五沢ダム貯水池に流入する主な流入河川等は、母畑湖直接流入、東川、青井沢川、乙空釜川、北須川、平田川がある。）には1市1町2村の合計4市町村があり、流域面積は約111km²となり、流域人口は約6,000人（令和2年3月31日現在）となる。なかでも、流域面積の多くを占めるのは平田村である。以下に、千五沢ダム貯水池流域における各市町村の概況を示す。

ア 須賀川市

福島県の中央部よりやや南部に位置し、西に那須連峰、東に阿武隈高地の山並みを望み、市内中心部を阿武隈川と釈迦堂川などが流れている人口約75,000人（令和2年3月31日現在）の都市である。

市の中心街には「須賀川牡丹園」、東部には県内唯一の空港である「福島空港」がある。

なお、千五沢ダム貯水池流域に該当する地域は、市東部の県道飯野・三春・石川線沿線の一部地域のみ（東川）である。

イ 石川町

福島県の南部、阿武隈高地の西側に位置し、阿武隈川流域の平坦地と阿武隈高地に連なる山間地から形成される町で、そのほぼ中央に北須川、今出川、杜川が流れている人口約15,000人（令和2年3月31日現在）の町である。

町には総合運動公園「クリスタルパーク石川」や母畑湖にあるスポーツレジャー施設「母畑レークサイドセンター」等がある。

なお、千五沢ダム貯水池流域に該当する地域は、町北部の千五沢ダム貯水池（母畑湖）周辺地域及び町東部の平田村との境界近くにある一部地域（平田川）である。

ウ 玉川村

福島県中通り地域の南部に位置し、東部は阿武隈山系の西斜面の起伏の多い山間地帯、西部は阿武隈川沿いに展開した比較的平坦な地域で、人口約6,700人（令和2年3月31日現在）の村である。

村中央南部には「福島空港」があり、西部には県重要文化財である江戸時代初期の「川辺八幡神社」などがある。また、あぶくま高原自動車道路「玉川 IC、福島空港 IC」の開通により人・物・情報等の交流拠点としての地域整備が行われている。

なお、千五沢ダム貯水池流域に該当する地域は、村東部の県道飯野・三春・石川線沿線の地域（東川）及び母畑湖周辺（青井沢川）である。

エ 平田村

福島県の南東部に位置する阿武隈高地の山間部（約7割が山林原野）にある村であり、村中心を北須川が流れ、南部に平田川が流れる人口約6,000人（令和2年3月31日現在）の村である。

村北部には村のシンボルである蓬田岳山麓の豊かな自然を活かした施設である「ジュピアランドひらた」があり、中央部に「平田工業団地」、南部に「小館工業団地」がある。

また、現在、北須川において水力発電の可能性について調査を行った結果、事業性が確認できたため、信夫山・母畑水力発電所建設事業に取り組む予定である。

なお、千五沢ダム貯水池流域に該当する地域は、ほぼ村全域（青井沢川、乙空釜川、北須川、平田川）であり、流域最大面積となっている。

(5) 水域の将来の状況

ア 開発計画

(ア) 都市計画

現時点で将来において、千五沢ダム貯水池流域に大きな影響を及ぼす計画はない。

(イ) 産業立地計画（畜産施設、観光・レジャー施設等含む）

現時点で、将来において千五沢ダム貯水池流域に大きな影響を及ぼす計画はない。なお、玉川村においては、観光交流の推進に向け「観光交流拠点整備事業」、「地域資源活用観光化事業」を計画し、平田村においては、「平田村地域新エネルギービジョン」に基づき、北須川で水力発電所建設事業（信夫山・母畑発電所建設事業）に取り組む予定である。

(ウ) 工場立地計画

千五沢ダム貯水池流域内の工業団地としては、現在、平田村の平田工業団地及び小館工業団地があるが、新たな工業団地の設置計画はない。

(エ) 廃棄物の最終処分場計画

現時点で千五沢ダム貯水池流域には廃棄物最終処分場（産業廃棄物及び一般廃棄物）がなく、また、新たな設置計画はない。

以上のことから、今回の環境基準の暫定目標見直しに際しては、千五沢ダム貯水池流域に重大な影響を及ぼすと考えられる将来の開発計画はないものとして取り扱った。

イ 下水道整備計画、共同処理施設設置計画

現時点で、須賀川市や石川町をはじめ、各流域市町村で合併処理浄化槽設置整備の推進を図っているところであるが、千五沢ダム貯水池流域となる地域においては、令和7年度までに公共下水道及びコミュニティプラントが整備される計画はなく、それ以降も整備される予定は立っていない。

また、汲み取りし尿及び浄化槽汚泥の処理施設であるし尿処理施設は、千五沢ダム貯水池流域外に設置されている。

なお、農業集落排水処理施設等の共同処理施設については、平田村において上蓬田地区、北方地区、永田地区では整備済みである。各施設の詳細は別表のとおり。

(ア) 平田村農業集落排水処理施設の諸元（上蓬田地区）

	概要
実施区域	上蓬田地区
処理施設位置	上蓬田地区
処理方式	回分式活性汚泥方式
処理能力 [m ³ /日]	904
処理区域面積 [ha]	114
処理人口 [人]	2,740
事業費（計画時）	2,632 百万円（2,895 百万円）

(イ) 平田村農業集落排水処理施設の諸元（北方地区）

	概要
実施区域	北方地区
処理施設位置	北方地区
処理方式	連続流入間欠ばっ気方式
処理能力 [m ³ /日]	304
処理区域面積 [ha]	68
処理人口 [人]	920
事業費（計画時）	1,170 百万円（1,499 百万円）

(ウ) 平田村農業集落排水処理施設の諸元（永田地区）

	概要
実施区域	永田地区
処理施設位置	永田地区
処理方式	連続流入間欠ばっ気方式
処理能力 [m ³ /日]	195
処理区域面積 [ha]	34.8
処理人口 [人]	850
事業費（計画時）	683 百万円（746 百万円）

ウ 流域変更計画、取水計画等

流域変更計画について、千五沢ダム貯水池流域の一部を今出ダム（石川町）に移行する計画があったが、近年の人口減少や急激な社会経済情勢の変化により今出ダムの建設を取りやめることとなった。

また、取水計画についても、今後、現在と大きく変更することはないことから、千五沢ダム貯水池流域においては、流域変更計画、取水計画等の当該水域に重大な影響を及ぼすと考えられる将来計画はない。

(6) 水域の利用目的

ア 利用目的

(ア) COD 等に係る水域類型

水域の名称	千五沢ダム貯水池	水域類型	A	灌水量(湖沼) (有効貯水量)	10,800 千 m ³
当該水域の利用目的					
利用目的	現状	将来	利用目的	現状	将来
(a) 自然環境保全(湖沼 AA)	×	×	(h) 工業用水 1 級(湖沼 B)	×	×
(b) 水道 1 級(湖沼 AA)	×	×	(i) 水産 3 級(湖沼 B)	○	○
(c) 水産 1 級(湖沼 AA)	×	×	(j) 工業用水 2 級(湖沼 C)	×	×
(d) 水道 2 級(湖沼 A)	×	×	(k) 環境保全(湖沼 C)	○	○
(e) 水浴(湖沼 A)	×	×	(l) 農業用水(湖沼 B)	○	○
(f) 水産 2 級(湖沼 A)	×	×	(m) その他の利用目的	×	×
(g) 水道 3 級(湖沼 A)	○	○			

- (注) 1 「現状」とは令和元年度を示し、「将来」とは令和 7 年度を示す。
 2 利用目的は当該水域の水を直接利用しているものに限る。
 3 各欄の「○」は該当あることを示し、「×」は該当ないことを示す。
 4 利用目的の具体例は以下のとおり。
- 自然環境保全： 自然探勝等の環境保全
 - 水道 1 級： ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
 - 水道 2 級： 沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
 - 水道 3 級： 前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの（「特殊なもの」とは、臭気物質の除去が可能な特殊な浄水操作を行うものをいう。）
 - 水産 1 級： ヒメマス等貧栄養湖型の水域の水産生物用並びに水産 2 級及び水産 3 級の水産生物用
 - 水産 2 級： サケ科魚類及びアユ等貧栄養湖型の水域の水産生物用並びに水産 3 級の水産生物用
 - 水産 3 級： コイ、フナ等富栄養湖型の水域の水産生物用
 - 工業用水 1 級： 沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
 - 工業用水 2 級： 薬品注入等による高度の浄水操作、又は、特殊の浄水操作を行うもの
 - 環境保全： 国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む）において不快感を生じない限度

(イ) 全窒素及び全燐に係る水域類型

水域の名称	千五沢ダム貯水池	水域類型	Ⅲ	灌水量(湖沼) (有効貯水量)	10,800 千 m ³
当該水域の利用目的					
利用目的	現状	将来	利用目的	現状	将来
(a) 自然環境保全(湖沼Ⅰ)	×	×	(h) 水産2種(湖沼Ⅳ)	○	○
(b) 水道1級(湖沼Ⅱ)	×	×	(i) 水産3種(湖沼Ⅴ)	○	○
(c) 水道2級(湖沼Ⅱ)	×	×	(j) 工業用水(湖沼Ⅴ)	×	×
(d) 水道3級(特殊なものを除く)(湖沼Ⅱ)	×	×	(k) 環境保全(湖沼Ⅴ)	○	○
(e) 水産1種(湖沼Ⅱ)	×	×	(l) 農業用水(湖沼Ⅴ)	○	○
(f) 水浴(湖沼Ⅱ)	×	×	(m) その他の利用目的	×	×
(g) 水道3級(特殊なものを除く)(湖沼Ⅲ)	○	○			

- (注) 1 「現状」とは令和元年度を示し、「将来」とは令和7年度を示す。
 2 利用目的は当該水域の水を直接利用しているものに限る。
 3 各欄の「○」は該当あることを示し、「×」は該当ないことを示す。
 4 利用目的の具体例は以下のとおり。

- 自然環境保全： 自然探勝等の環境保全
 水道1級： ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
 水道2級： 沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
 水道3級： 前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの（「特殊なもの」とは、臭気物質の除去が可能な特殊な浄水操作を行うものをいう。）
 水産1種： サケ科魚類及びアユ等の水産生物用並びに水産2種及び水産3種の水産生物用
 水産2種： ワカサギ等の水産生物用及び水産3種の水産生物用
 水産3種： コイ、フナ等の水産生物用
 環境保全： 国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む）において不快感を生じない限度

イ 利用状況

(ア) 取水（令和元年度）

単位：[m³/年]

水域の名称	上水用水	工業用水	農業用水	発電用水	その他	計
千五沢ダム貯水池	2,152,919	—	10,946,692	—	—	13,099,611

(注) なお、千五沢ダム貯水池の農業用水の水利権は 22,440,000 m³/年である。

(イ) 水産（令和元年度）

水域の名称	漁業権件数	漁獲量(t/年)	備考（主な魚種）
千五沢ダム貯水池	1	—	下記(注)のとおり
東川			
青井沢川			
乙空釜川			
北須川(千五沢ダム貯水池流入前)			
平田川			

(注) 免許番号及び漁業権の種類

内共第11号（阿武隈川）、共同漁業権

漁業の種類、名称及び時期

第5種共同漁業 こ い漁業（1月1日～12月31日）

〃 ふ な漁業（〃）

〃 う ぐ い漁業（〃）

〃 う な ぎ漁業（〃）

〃 わかさぎ漁業（〃）

〃 い わ な漁業（4月1日～9月30日）

〃 や ま め漁業（〃）

〃 あ ゆ漁業（6月1日～12月31日）

漁業の位置及び漁場の区域

福島及び宮城県境から上流の阿武隈川本流及び支流の区域（竜生貯水池、西郷貯水池、南湖、白坂ため池、山舟生川、大笹生ダム堰堤から上流の八反田川、松川、鍛冶屋川と須川との合流点から上流の須川、白津川、堀越川、多田野川及び黄金川を除く。）

なお、石川方部における魚の放流実績について、平成23年以降、東京電力㈱福島第一原子力発電所事故の影響により実施していない。

(7) 現状水質

平成13年度から令和元年度までの千五沢ダム貯水池における水質測定結果を図1-1～1-3に示す。

平成27年度～令和元年度のCOD（全層、75%値）については、4.9～10 mg/Lの範囲にあり、いずれの年度においても、A類型の環境基準値（3 mg/L）を大きく超過している。現在の暫定目標である5.0 mg/Lに対しても超過しており、微増傾向を示している。

平成27年度～令和元年度の全窒素（表層、年間平均値）については、0.72～1.1 mg/Lの範囲にあり、Ⅲ類型の環境基準値（0.4 mg/L）を大きく超過している。現在の暫定目標である0.96 mg/Lに対しては、平成29年度、平成30年度のみ超過している。

平成27年度～令和元年度の全リン（表層、年間平均値）については、0.052～0.074 mg/Lの範囲にあり、Ⅲ類型の環境基準値（0.03 mg/L）を大きく超過しており、現在の暫定目標である0.052 mg/Lに対しては、令和元年度を除き超過している。

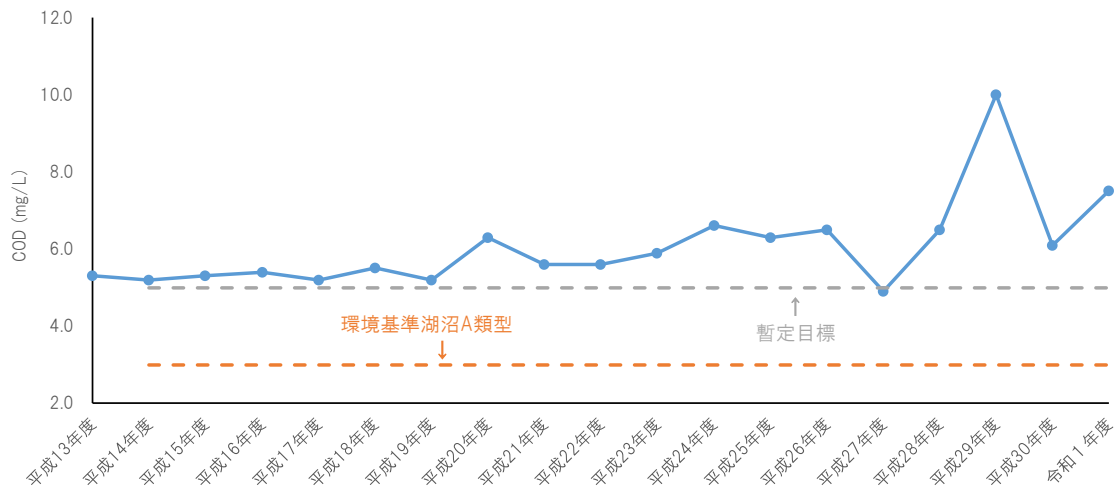


図 1-1 千五沢ダム貯水池における COD の経年変化（全層・75%値）
 (COD：環境基準A類型 3 mg/L)

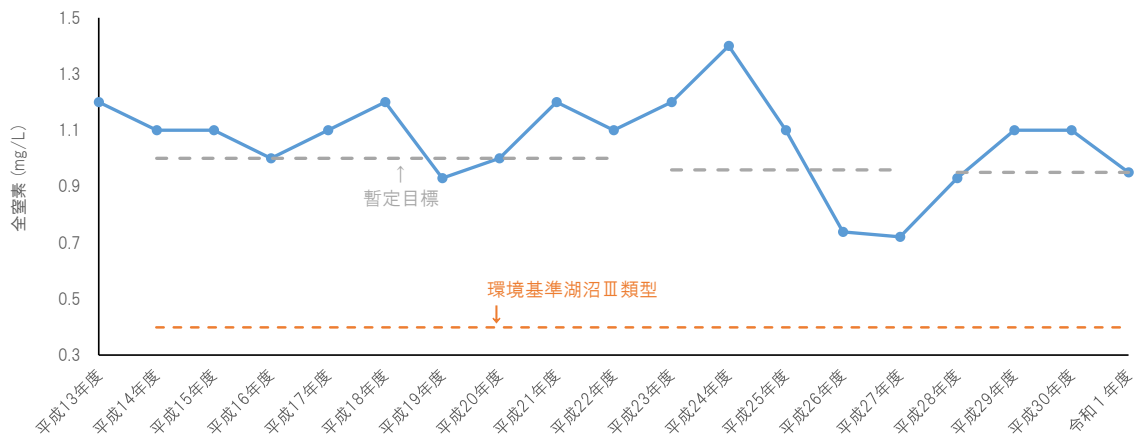


図 1-2 千五沢ダム貯水池における全窒素の経年変化（表層・年間平均値）
 (全窒素：環境基準Ⅲ類型 0.4 mg/L)

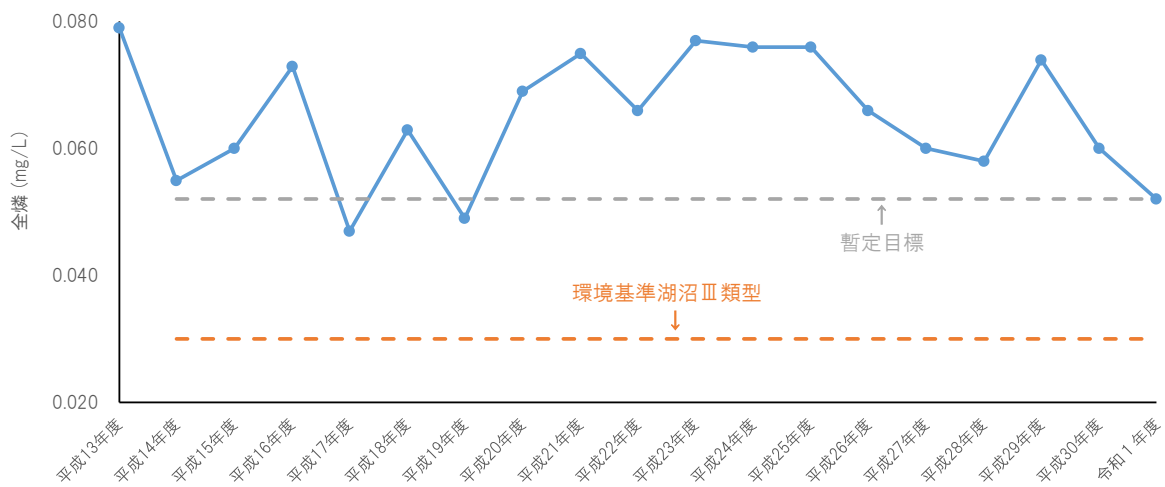


図 1-3 千五沢ダム貯水池における全磷の経年変化（表層・年間平均値）
 (全磷：環境基準Ⅲ類型 0.03 mg/L)

(8) 排出汚濁負荷量の算出

ア 計算の対象範囲

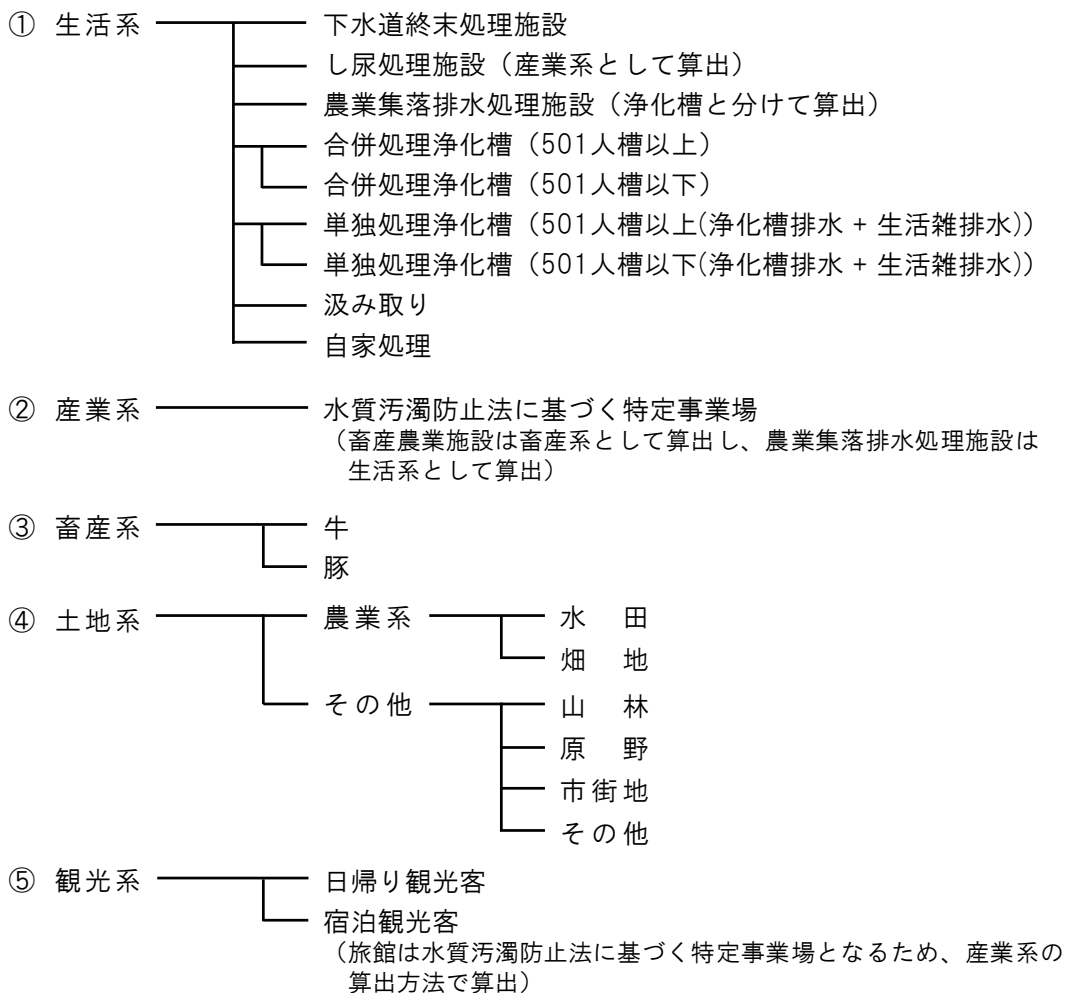
汚濁負荷量、将来水質等の計算の対象範囲は、千五沢ダム貯水池流域（千五沢ダム貯水池及びその集水域並びに千五沢ダム貯水池への影響が考えられる流入5河川流域（東川、青井沢川、乙空釜川、北須川、平田川）とした。

イ 汚濁源の分類（基本フレーム）

排出汚濁負荷量の算出に当たり、汚濁源を以下のように分類した。

現況及び将来については、令和元年度末の実績及び将来開発計画等（須賀川市、石川町、玉川村、平田村からの回答等）を基に設定した。

汚濁負荷量は、現状年度を令和元年度とし、将来の水質を予測するに当たり、その予測時点を令和7年度及び令和12年度とした。



基本フレーム（端数処理の関係で合計値が一致しない場合がある）

		汚濁源	単位	令和元年度	令和7年度	令和12年度	
千五沢ダム貯水池流域	① 生活系	下水道終末処理施設	人	0	0	0	
		農業集落排水処理施設	人	1,595	1,520	1,395	
		し尿 浄化槽	500人槽以下(合併)	人	2,293	2,251	2,095
			” (単独)	人	226	212	198
			500人槽以上(合併)	人	1,615	1,230	900
			” (単独)	人	0	0	0
		汲み取り	人	802	640	450	
		自家処理	人	0	0	0	
	計			6,757	6,065	5,236	
	② 産業系	特定事業場	m ³ /日	92.8	91.9	85.4	
		その他	m ³ /日	0	0	0	
		計			92.8	91.9	85.4
	③ 畜産系	牛	頭	2,442	2,415	2,374	
		豚	頭	1,240	1,240	1,240	
		計			3,682	3,655	3,614
	④ その他	農 業 系	水田	km ²	11.0	11.0	11.0
			畑地	km ²	11.0	11.0	10.9
			小計			22.0	22.0
		そ の 他	山林	km ²	71.9	72.0	72.0
			原野	km ²	4.2	4.2	4.2
			市街地	km ²	4.4	4.4	4.4
			その他	km ²	8.5	8.5	8.5
		小計			89.0	89.0	89.1
		計			111	111	111
		⑤ 観光系	日帰り観光客	人	120,126	129,000	141,000
	宿泊観光客		人	1,343	4,300	6,300	
	計			121,469	133,300	147,300	

※ 市町村に照会し、結果をとりまとめたもの

ウ 排出汚濁負荷量

(ア) COD (端数処理の関係で合計値が一致しない場合がある)

単位：[kg/日]

		汚濁源	現状の排出負荷量 (令和元年度)	将来排出負荷量 (令和7年度)	将来排出負荷量 (令和12年度)	
千五沢ダム貯水池流域	① 生活系	下水道終末処理施設	0	0	0	
		農業集落排水処理施設	7.98	7.60	6.98	
		し尿 浄化槽	500人槽以下(合併)	12.84	12.61	11.73
			〃 (単独)	5.13	4.81	4.49
			500人槽以上(合併)	9.04	6.89	5.04
			〃 (単独)	0	0	0
		汲み取り	14.43	11.52	8.10	
		自家処理	0	0	0	
	小計	49.42	43.43	36.34		
	② 産業系	特定事業場	0.90	0.90	0.85	
		その他	0	0	0	
		小計	0.90	0.90	0.85	
	③ 畜産系	牛	27.60	27.29	26.83	
		豚	5.83	5.83	5.83	
		小計	33.42	33.12	33.12	
	④ その他	農 業 系	水田	335.00	334.53	334.07
			畑地	148.79	148.55	148.32
			小計	483.79	483.08	482.39
		そ の 他	山林	717.26	717.45	717.64
			原野	41.69	41.71	41.73
			市街地	130.07	130.04	130.00
			その他	97.96	98.11	98.25
		他	小計	986.98	987.30	987.63
計		1,470.77	1,470.38	1,470.01		
⑤ 観光系		日帰り観光客	9.15	9.83	10.74	
	宿泊観光客	0.03	0.09	0.13		
	小計	9.18	9.91	10.87		
合計	1,563.70	1,557.75	1,550.73			

(イ) 全窒素（端数処理の関係で合計値が一致しない場合がある）

単位：[kg/日]

		汚濁源	現状の排出負荷量 (令和元年度)	将来排出負荷量 (令和7年度)	将来排出負荷量 (令和12年度)	
千五沢ダム貯水池流域	① 生活系	下水道終末処理施設	0	0	0	
		農業集落排水処理施設	9.73	9.27	8.51	
		し尿 浄化槽	500人槽以下(合併)	17.29	16.97	15.80
			〃 (単独)	2.59	2.43	2.27
			500人槽以上(合併)	12.18	9.27	6.79
			〃 (単独)	0	0	0
		汲み取り	3.21	2.56	1.80	
		自家処理	0	0	0	
	小計		45.00	40.51	35.16	
	② 産業系	特定事業場	1.12	1.11	1.05	
		その他	0	0	0	
		小計		1.12	1.11	1.05
	③ 畜産系	牛	66.18	65.45	64.34	
		豚	33.60	33.60	33.60	
		小計		99.78	99.05	97.94
	④ その他	農 業 系	水田	40.43	40.37	40.32
			畑地	301.85	301.38	300.90
			小計		342.28	341.75
		そ の 他	山林	96.40	96.43	96.45
			原野	5.60	5.61	5.61
市街地			19.70	19.69	19.69	
その他			26.20	26.24	26.28	
小計		147.90	147.97	148.03		
計		490.18	489.72	489.25		
⑤ 観光系		日帰り観光客	2.43	2.58	2.82	
	宿泊観光客	0.03	0.09	0.13		
	小計		2.43	2.67	2.95	
合計		638.51	633.06	626.35		

(ウ) 全磷（端数処理の関係で合計値が一致しない場合がある）

単位：[kg/日]

		汚濁源	現状の排出負荷量 (令和元年度)	将来排出負荷量 (令和7年度)	将来排出負荷量 (令和12年度)	
千五沢ダム貯水池流域	① 生活系	下水道終末処理施設	0	0	0	
		農業集落排水処理施設	1.00	0.96	0.88	
		し尿 浄化槽	500人槽以下(合併)	2.05	2.02	1.88
			〃 (単独)	0.29	0.27	0.25
			500人槽以上(合併)	1.45	1.10	0.81
			〃 (単独)	0	0	0
		汲み取り	0.40	0.32	0.23	
		自家処理	0	0	0	
	小計		5.19	4.66	4.04	
	② 産業系	特定事業場	0.19	0.19	0.18	
		その他	0	0	0	
		小計		0.19	0.19	0.18
	③ 畜産系	牛	2.15	2.12	2.09	
		豚	1.09	1.09	1.09	
		小計		3.24	3.21	3.18
	④ その他	農 業 系	水田	12.49	12.47	12.46
			畑地	3.85	3.85	3.84
			小計		16.34	16.32
		そ の 他	山林	5.91	5.92	5.92
			原野	0.34	0.34	0.34
			市街地	2.31	2.31	2.31
			その他	1.27	1.27	1.27
		小計		9.84	9.84	9.84
		計		26.18	26.16	26.14
		⑤ 観光系	日帰り観光客	0.30	0.32	0.35
	宿泊観光客		0.002	0.006	0.008	
	小計		0.30	0.32	0.36	
合計		35.10	34.55	33.89		

(9) 将来水質の予測

水質予測手法については、「モデル湖沼水質保全計画策定調査－湖沼水質保全計画策定マニュアル」（昭和60年3月 環境庁）（以下、「策定マニュアル」という。）にも示されているが、大きく分けて栄養塩負荷モデルと生態系モデルがある。

千五沢ダム貯水池については、この2つのモデルの内、単純な代数方程式モデルで、水質を比較的簡易に予測できる栄養塩負荷モデルを用いることとした。

また、現状を令和元年度とし、将来を令和7年度及び令和12年度と設定した。

ア 将来水質の予測結果

令和7年度及び令和12年度において負荷量の推定を行い、水質予測を行った結果は表1-1～1-3のとおりである。

CODに係る将来水質の75%値の予測値は、現況水質の実測値の年間平均値と75%値から回帰計算を行い、将来水質の年間平均値予測値にその係数を乗じることにより求めた。

表1-1 将来（令和7年、令和12年度）の水質予測値（COD）

単位：[mg/L]

水域名	環境基準地点名	現況水質の実測75%値(過去5年平均)	将来水質の75%値の予測値(令和7年度)	将来水質の75%値の予測値(令和12年度)
千五沢ダム貯水池	千五沢ダムサイト	7.0	5.3	5.3

表1-2 将来（令和7年、令和12年度）の水質予測値（全窒素及び全リン）

単位：[mg/L]

水域名	環境基準地点名	項目	現況水質の実測値の年間平均値(過去5年平均)	将来水質の年間平均値予測値(令和7年度)	将来水質の年間平均値予測値(令和12年度)
千五沢ダム貯水池	千五沢ダムサイト	全窒素	0.96	0.95	0.94
		全リン	0.061	0.059	0.058

表1-3 令和7年度の水質予測値と変動範囲

単位：[mg/L]

水域名	環境基準地点名	項目	将来水質の年間平均値予測値(令和7年度)	変動範囲
千五沢ダム貯水池	千五沢ダムサイト	COD	5.3	3.6～7.0
		全窒素	0.95	0.81～1.1
		全リン	0.059	0.052～0.066

※ 変動範囲は、千五沢ダム貯水池の年平均水質（平成27～令和元年度）から標準偏差を求め、その数値を将来水質に加算、減算して求めた。

イ 暫定目標について

千五沢ダム貯水池の水質は、現状において COD 等は環境基準の湖沼 B 類型相当であり、全窒素及び全リンは湖沼Ⅳ～Ⅴ類型相当である。今後、生活排水対策等の各種水質汚濁削減対策を実施しても、湖沼 A 類型及び湖沼Ⅲ類型の環境基準を速やかに達成することは難しい見込みであるため、達成期間については、「段階的に暫定目標を達成しつつ、環境基準の可及的速やかな達成に努める」とすることが適当である。

暫定目標について、COD は近年の水質測定結果が水質予測結果を大きく上回って推移し、解離が見られるが、平成 27 年度(4.9mg/L)は現行の暫定目標を満たしていることから実現可能と考えられる最も低い値として現行の暫定目標(5.0mg/L)を据え置くことが適当である。

全窒素は、将来水質予測を下回る水質測定結果があることから、より良好な水質の実現が見込まれると判断し、将来水質予測結果の変動範囲の下限値(0.81mg/L)を暫定目標に設定することが適当である。

全リンは、将来水質予測結果の変動範囲の下限値が現在の暫定目標と同じ値であり、水質測定結果の推移等も考慮し、現行の暫定目標を満たす年もあったことから、実現可能と考えられる最も低い値として現行の暫定目標(0.052mg/L)を据え置くことが適当である。

4 目標達成のための施策の方向性

(1) 畜産農業経営者に対する指導

「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律」(平成 11 年 7 月 28 日法律第 112 号)の対象となる畜産農家に対し、家畜排せつ物の適正な管理指導するとともに、たい肥の生産・供給体制の整備、良質たい肥の生産拡大等、畜産農家から生産される家畜排せつ物由来のたい肥利用促進を図る。なお、小規模農家に対しても家畜排せつ物の適正な管理についての普及啓発を図る。

取組状況

- ・ “家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律”の管理基準に則した家畜排せつ物の適正な管理に向けた指導・支援を実施した。
- ・ 畜産施設の排水調査を行い、排水処理施設等の適正管理を指導した。

(2) 耕種農家に対する指導

「環境にやさしい農業」を推進するため、たい肥等による土づくりと化学肥料及び農薬の低減を一体的に行う。「持続性の高い農業生産方式」の導入を促進するとともに、エコファーマー、特別栽培及び有機栽培をより一層推進する。

取組状況

- ・ 市町村、関係機関等と連携し、説明会の開催や広報誌の発行など、農業者への周知と取組誘導を図った。
- ・ エコファーマー、特別栽培、有機栽培に取り組む農業者は交付金を活用ができるため、制度の周知及び活用推進を図った。

(3) 生活排水処理施設の整備促進

千五沢ダム貯水池流域は生活排水対策重点地域に指定されており、各関係市町村で生活排水対策推進計画を策定していることから、これに基づき農業集落排水処理施設等の整備を一層促進するほか、地域の実情に応じて合併処理浄化槽等の整備を促進する。

取組状況

- ・ 市町村が行う浄化槽設置整備事業及び浄化槽市町村整備推進事業（令和2年度より公共浄化槽等整備推進事業）により、合併処理浄化槽の整備を促進した。
- ・ 平田村における農業集落排水施設の整備は完了している。現在は接続率の向上に向け、未接続世帯に対するアンケート調査等により、接続に向けた取組を進めている。

(4) 住民に対する水質保全の普及・啓発

水質保全に関する住民の関心を高め、生活排水対策を中心とした富栄養化対策の推進への協力を促すための普及・啓発を推進する。

取組状況

- ・ 水質保全に関する住民の関心を高め、県民の水質保全に対する意識の高揚を図ることを目的に、「せせらぎスクール」を実施するとともに、“ふくしまの水に関する情報”や“浄化槽について”を県HPに掲載するなどの普及啓発を行っている。

(5) 法・条例による工場及び事業場排水等の規制

水質汚濁防止法及び福島県生活環境の保全等に関する条例に基づき、工場・事業場の立入検査を実施し、排水基準の遵守の徹底を図る。

取組状況

- ・ 水質汚濁発生源監視の一環として、千五沢ダム貯水池流域の特定事業場への立入検査・指導を実施（特定施設等の設置・使用状況、排水処理施設の稼働状況、排出基準の遵守など）。

(6) 工場排水等の排出汚濁負荷量の削減の指導

工場・事業場に対し、排出汚濁負荷量の削減を図るため、排水処理方法の改善、工程内対策の推進、原材料の転換等を指導する。

取組状況

- ・ 水質汚濁発生源監視の一環として、千五沢ダム貯水池流域の工場・事業場への立入検査・指導を実施（施設等の設置・使用状況、排水処理施設の稼働状況など）。

(7) 効果的な水質改善対策検討に向けた情報収集（事例収集、専門家へのヒアリング）等

新規対策

- ・ 効果的な水質改善対策検討に向け、人工湖沼における対策事例や専門家等へのヒアリングなどの情報収集を行う。

第2 参考（将来水質予測について）

1 全磷について

栄養塩負荷モデルにも複数のモデルがあるが、ここでは、策定マニュアル中にも示されており、多くの湖沼の水質予測に使用されている“Vollenweiderモデル”を用いた。

“Vollenweiderモデル”は、湖沼における磷の収支式によって湖沼水中の磷濃度を磷の負荷量などによって表し、求めた磷濃度と富栄養化の水準とを実際の観測結果によって関連付けるというものであり、以下の特色がある。

- ・ 年単位の長期予測に適する。
- ・ 多くの実湖沼のデータに基づいているため、予測値が従来の経験を超えるような異常値になることはない。
- ・ 単純な代数方程式モデルであり、使いやすい。
- ・ クロロフィル a、透明度、深水槽の溶存酸素減少速度など他の富栄養指標も簡単に推定できる。

Vollenweider モデル式（OECD 修正式）

$$P = a_p \left(\frac{\bar{(P)}_j}{1 + \sqrt{\tau_w}} \right) b_p \quad \dots \text{式(1)}$$

- P : 湖沼水年間平均全磷濃度[mg/l]
 $(P)_j$: 流入河川(j)水の年間平均全磷濃度[mg/l]
 τ_w : 湖沼水滞留時間[年]
 a_p : 定数[-]
 b_p : 定数[-]（ここでは、0.82 とした。（策定マニュアルによる））

定数 a_p については、平成 27 年度～令和元年度の水質測定結果より算出した。

(1) 定数 a_p の算出

定数 a_p の算出にあたり、平成 27 年度～令和元年度の排出汚濁負荷量と水質調査結果を表 2-1 に示す。

表 2-1 平成 27 年度～令和元年度の排出汚濁負荷量と水質調査結果（全磷）

	平成 27 年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
年間平均全磷濃度[mg/L]	-	0.150	0.010	0.018	0.064	0.041
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.04	0.29	0.06	0.22	1.04	0.41
流達汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.60	0.05	0.36	5.66	1.43
流達率[-]	1	0.758	0.067	0.081	0.352	0.146

	平成 28 年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
年間平均全磷濃度[mg/L]	-	0.140	0.010	0.029	0.069	0.052
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.05	0.17	0.04	0.16	0.86	0.34
流達汚濁負荷量[kg/日]	0.23	2.00	0.03	0.40	4.83	1.45
流達率[-]	1	0.541	0.043	0.088	0.300	0.146

	平成 29 年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
年間平均全磷濃度[mg/L]	-	0.264	0.013	0.052	0.086	0.056
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.04	0.28	0.06	0.24	0.98	0.39
流達汚濁負荷量[kg/日]	0.23	4.78	0.07	1.22	7.73	1.97
流達率[-]	1	0.795	0.093	0.270	0.481	0.198

	平成 30 年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
年間平均全磷濃度[mg/L]	-	0.229	0.012	0.064	0.089	0.053
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.02	0.13	0.04	0.17	0.73	0.32
流達汚濁負荷量[kg/日]	0.23	2.35	0.04	0.84	5.48	1.48
流達率[-]	1	0.638	0.055	0.187	0.341	0.149

	令和元年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	0.23	3.61	0.76	4.50	16.08	9.92
年間平均全磷濃度[mg/L]	-	0.073	0.011	0.119	0.077	0.048
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.02	0.32	0.07	0.32	0.98	0.52
流達汚濁負荷量[kg/日]	0.23	1.67	0.08	1.84	6.79	2.17
流達率[-]	1	0.463	0.102	0.405	0.422	0.218

※ 各項目の算出は以下のとおり。

排出汚濁負荷量[kg/日] : 各汚濁発生源から排出される汚濁の1日当たりの総排出量

流出率[-] : 各汚濁発生源からの汚濁が各河川へ流出するまでに、汚濁が削減された量の比率 (= 1 - 除去率)。ここでは、各汚濁発生源からの汚濁はそのまま河川へ流出する (除去率 = 0) とし、1とした。

- 流入汚濁負荷量[kg/日] : 各汚濁発生源から各河川等に流入する汚濁の1日当たりの総流入量
(= 排出汚濁負荷量 × 流達率)。この値は年間を通じて、一定とした。
- 年間平均全磷濃度[mg/L] : 各河川における年間平均全磷濃度 (実測値)
- 年間平均流入水量[m³/s] : 各河川における年間平均流量 (実測値)
ダム直接分については、年間降雨量等から推算した値
- 流達汚濁負荷量[kg/日] : 各河川からダムに流入する汚濁の1日当たりの総量 (= 流入汚濁負荷量 × 流達率 = 年間平均全磷濃度 × 年間平均流入水量) であるが、ここでは月毎の流達汚濁負荷量を算出し、この値と流入汚濁負荷量から算出した月毎の流達率の年平均値と流入汚濁負荷量から流達汚濁負荷量を算出しているため、年間平均の全磷濃度及び流入水量から算出した値と一致しない。
- 流達率[-] : 河川で汚濁が除去され、湖沼まで届く汚濁の比率 (= 流達汚濁負荷量/流入汚濁負荷量)。ここでは、月毎の流達汚濁負荷量と流入汚濁負荷量から算出した月毎の流達率の年平均値である。
なお、直接流入分については、流達率を“1”とし、流入汚濁負荷量がそのままダム貯水池に流入するものとした。

次に、千五沢ダム貯水池における年間総流入量、年間平均貯水量及び対流時間等を表2-2に示す。

表 2-2 千五沢ダム貯水池における年間総流入量、年間平均貯水量及び滞留時間等

測定年度	年間総流入量 [m ³ /年]	年間総取水量 [m ³ /年]	年間水道総取水量 [m ³ /年]	年間総放水量 [m ³ /年]	年間平均貯水量 [m ³]	滞留時間	
						[年]	[日]
平成 27 年度	85,428,000	22,664,000	3,851,000	85,428,000	2,806,000	0.033	12.0
平成 28 年度	74,673,000	15,054,000	3,631,000	76,673,000	2,553,000	0.034	12.5
平成 29 年度	82,288,000	16,517,000	3,751,000	82,288,000	3,279,000	0.040	14.5
平成 30 年度	72,188,000	19,325,000	3,974,000	72,188,000	3,397,000	0.047	17.2
令和元年度	97,524,000	16,001,000	4,236,000	97,524,000	3,160,000	0.032	11.8
平均	82,420,200	17,912,200	3,888,600	82,420,000	3,039,000	0.037	13.6

※ 年間総取水量 = 年間総維持用水取水量 + 年間水道総取水量

年間総放水量 = 年間総取水量 + 年間総ダム放水量

年間総流入量 - 年間総放水量 = 年間総貯水量 - 年間総補給量 (流量・洪水調節分)

表 2-1 及び表 2-2 より、式(1)に各数値を代入し (平成 27 年度～令和元年度における湖沼水 (ダムサイト) 年間平均全磷濃度はそれぞれ、0.060、0.058、0.074、0.060 及び 0.052mg/L)、その平均値をもって a_p を算出した。

$$a_p (H27) = 0.060 / [(0.23 + 3.60 + 0.05 + 0.36 + 5.66 + 1.43) / 86.4 \\ \times (0.04 + 0.29 + 0.06 + 0.22 + 1.04 + 0.41) / (1 + \sqrt{0.033})]^{0.82} \doteq 0.66$$

$$a_p (H28) = 0.058 / [(0.23 + 2.00 + 0.03 + 0.40 + 0.483 + 1.45) / 86.4 \\ \times (0.05 + 0.17 + 0.04 + 0.16 + 0.86 + 0.34) / (1 + \sqrt{0.034})]^{0.82} \doteq 0.63$$

$$a_p (H29) = 0.074 / [(0.23 + 4.78 + 0.07 + 1.22 + 7.73 + 1.97) / 86.4 \\ \times (0.04 + 0.28 + 0.06 + 0.24 + 0.98 + 0.39) / (1 + \sqrt{0.040})]^{0.82} \doteq 0.60$$

$$a_p (H30) = 0.060 / [(0.23 + 2.35 + 0.04 + 0.84 + 5.48 + 1.48) / 86.4 \\ \times (0.02 + 0.13 + 0.04 + 0.17 + 0.73 + 0.32) / (1 + \sqrt{0.047})]^{0.82} \doteq 0.53$$

$$a_p (R1) = 0.052 / [(0.23 + 1.67 + 0.08 + 1.84 + 6.85 + 2.17) / 86.4 \times (0.02 + 0.32 + 0.07 + 0.32 + 0.98 + 0.52) / (1 + \sqrt{0.032})]^{0.82} \doteq 0.55$$

$$a_p = (a_p (H27) + a_p (H28) + a_p (H29) + a_p (H30) + a_p (R1)) / 5 \doteq 0.60$$

$$\text{※ } 86.4 = 24[\text{hr/日}] \times 60[\text{min/hr}] \times 60[\text{sec/min}] \times 1,000[\text{L/m}^3] \times 1,000,000[\text{mg/kg}]$$

(2) 将来水質の予測

流入河川における将来の流達汚濁負荷量は、以下により求めることができる。

$$\begin{aligned} \text{将来の流達汚濁負荷量}[\text{kg/日}] &= \text{将来の流入汚濁負荷量}[\text{kg/日}] \times \text{将来の流達率}[-] \\ &= \text{将来の排出汚濁負荷量}[\text{kg/日}] \times \text{流出率}[-] \times \text{将来の流達率}[-] \end{aligned}$$

ここで、将来の流達率を平成27年度～令和元年度の流達率の平均値とし、また、流出率は変わらず1とすると、将来の流達汚濁負荷量は以下のとおりとなる。

$$\text{将来の流達汚濁負荷量}[\text{kg/日}] = \text{将来の排出汚濁負荷量}[\text{kg/日}] \times \text{流達率(平均値)}[-]$$

また、流入河川における将来の年間平均全磷濃度は以下の式で求めることができる。

$$\begin{aligned} \text{将来の年間平均全磷濃度}[\text{mg/L}] &= \text{将来の流達汚濁負荷量}[\text{kg/日}] / \text{将来の年間平均流入水量}[\text{m}^3/\text{s}] \\ &\quad \times \{1,000,000[\text{mg/kg}] / (24[\text{hr/日}] \times 3,600[\text{sec/hr}] \times 1,000[\text{L/m}^3])\} \end{aligned}$$

ここで、将来の年間平均流入水量を平成27年度～令和元年度の年間平均流入水量(千五沢ダム貯水池直接流入分については平成27年度～令和元年度の平均降水量等から算出 $\doteq 0.035\text{m}^3/\text{s}$)の平均値とすると、

$$\begin{aligned} \text{将来の年間平均全磷濃度}[\text{mg/L}] &= \text{将来の排出汚濁負荷量}[\text{kg/日}] \times \text{流達率(平均値)}[-] \\ &\quad / \text{年間平均流入水量(平均値)}[\text{m}^3/\text{s}] \\ &\quad \times \{1,000,000[\text{mg/kg}] / (24[\text{hr/日}] \times 3,600[\text{sec/hr}] \times 1,000[\text{L/m}^3])\} \end{aligned}$$

となり、各流入河川における将来排出汚濁負荷量がわかれば、将来の河川における年間平均全磷濃度を求めることができる。

ここで得られた、将来の河川における年間平均全磷濃度を式(1)に代入し、将来における千五沢ダム貯水池の滞留時間を平成27年度～令和元年度の平均値($\doteq 0.037$)とすると、将来における湖沼の年間平均全磷濃度が算出できる。これに基づき算出した結果は以下のとおり。

$$\begin{aligned} (P)_{(R7)} &= (0.22 \times 1 + 3.60 \times 0.64 + 0.74 \times 0.07 + 4.44 \times 0.21 + 15.98 \times 0.38 + 9.56 \times 0.19) \\ &\quad / (0.035 + 0.240 + 0.054 + 0.220 + 0.917 + 0.398) \times [1,000,000 / (24 \times 3,600 \times 1,000)] \\ &\quad \doteq 0.070 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (P)_{(R12)} &= [(0.22 \times 1 + 3.58 \times 0.64 + 0.73 \times 0.07 + 4.41 \times 0.21 + 15.65 \times 0.38 + 9.29 \times 0.19) \\ &\quad / (0.035 + 0.240 + 0.054 + 0.220 + 0.917 + 0.398) \times [1,000,000 / (24 \times 3,600 \times 1,000)] \\ &\quad \doteq 0.068 \end{aligned}$$

$$P_{(R7)} = 0.60 \times [0.070 / (1 + \sqrt{0.037})]^{0.82} \doteq 0.059$$

$$P_{(R12)} = 0.60 \times [0.068 / (1 + \sqrt{0.037})]^{0.82} \doteq 0.058$$

表 2-3 各河川の過去 5 年間年平均流入水量及び年平均流達率(平成 27 年度～令和元年度)

河川等	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
平均流入水量[m ³ /s]	0.03	0.24	0.05	0.22	0.92	0.40
平均流達率[-]	1	0.64	0.07	0.21	0.38	0.19

2 全窒素について

栄養塩負荷モデルにも複数のモデルがあるが、ここでは、策定マニュアル中にも示されており、多くの湖沼の水質予測に使用されている“Vollenweider モデル”を用いた。

“Vollenweider モデル”は、湖沼における磷の収支式によって湖沼水中の磷濃度を磷の負荷量などによって表し、求めた磷濃度と富栄養化の水準とを実際の観測結果によって関連付けるというものであり、以下の特色がある。

- ・ 年単位の長期予測に適する。
- ・ 多くの実湖沼のデータに基づいているため、予測値が従来の経験を超えるような異常値になることはない。
- ・ 単純な代数方程式モデルであり、使いやすい。
- ・ クロロフィル a、透明度、深水槽の溶存酸素減少速度など他の富栄養指標も簡単に推定できる。

Vollenweider モデル式 (OECD 修正式)

$$N = a_n \left(\frac{(\bar{N})_j}{1 + \sqrt{\tau_w}} \right) b_n \quad \dots \quad \text{式(2)}$$

- N : 湖沼水年間平均全窒素濃度 [mg/l]
 (N)_j : 流入河川 (j) 水の年間平均全窒素濃度 [mg/l]
 τ_w : 湖沼水滞留時間 [年]
 a_n : 定数 [-]
 b_n : 定数 [-] (ここでは、0.78 とした。(策定マニュアルによる))

定数 a_nについては、平成 27 年度～令和元年度の水質測定結果より算出した。

(1) 定数 a_nの算出

定数 a_nの算出にあたり、平成 27 年度～令和元年度の排出汚濁負荷量と水質調査結果を表 2-4 に示す。

表 2-4 平成 27 年度～令和元年度の排出汚濁負荷量と水質調査結果 (全窒素)

	平成 27 年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
年間平均全窒素濃度[mg/L]	-	1.059	0.413	0.634	1.072	0.704
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.04	0.29	0.06	0.22	1.04	0.41
流達汚濁負荷量[kg/日]	2.95	26.56	2.14	12.75	100.29	25.76
流達率[-]	1	0.378	0.161	0.140	0.344	0.152

	平成 28 年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
年間平均全窒素濃度[mg/L]	-	1.704	0.418	0.652	1.103	0.713
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.05	0.17	0.04	0.16	0.86	0.34
流達汚濁負荷量[kg/日]	2.95	24.67	1.41	9.02	81.76	20.61
流達率[-]	1	0.352	0.106	0.099	0.281	0.121

	平成 29 年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
年間平均全窒素濃度[mg/L]	-	3.088	0.480	0.741	1.176	0.819
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.04	0.28	0.06	0.24	0.98	0.39
流達汚濁負荷量[kg/日]	2.95	74.84	2.57	15.57	99.12	27.75
流達率[-]	1	0.870	0.194	0.171	0.340	0.163

	平成 30 年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
年間平均全窒素濃度[mg/L]	-	4.421	0.421	0.672	1.059	0.792
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.02	0.13	0.04	0.17	0.73	0.32
流達汚濁負荷量[kg/日]	2.95	44.70	1.51	9.61	66.89	21.62
流達率[-]	1	0.637	0.114	0.106	0.230	0.127

	令和元年度					
	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
排出汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
流出率[-]	1	1	1	1	1	1
流入汚濁負荷量[kg/日]	2.95	70.17	13.29	90.85	291.36	169.90
年間平均全窒素濃度[mg/L]	-	2.425	0.529	0.783	1.214	0.757
年間平均流入水量[m ³ /s]	0.02	0.32	0.07	0.32	0.98	0.52
流達汚濁負荷量[kg/日]	2.95	46.49	3.76	23.31	105.67	35.71
流達率[-]	1	0.662	0.283	0.257	0.393	0.210

※ 各項目の設定については表 3-1 の全燐の場合と同様。

全燐と同様に計算し、式(2)に各数値を代入し（平成 27 年度～令和元年度における湖沼水（ダムサイト）の年間平均全窒素濃度はそれぞれ、0.72、0.93、1.1、1.1 及び 0.95mg/L）、その平均値を持って定数 a_n を算出した。

$$\begin{aligned}
a_n (H27) &= 0.72 / [(2.95 + 26.56 + 2.14 + 12.75 + 100.29 + 25.76) / 86.4 \\
&\quad \times (0.04 + 0.29 + 0.06 + 0.22 + 1.04 + 0.41) / (1 + \sqrt{0.033})]^{0.78} \doteq 0.85 \\
a_n (H28) &= 0.93 / [(2.95 + 24.67 + 1.41 + 9.02 + 81.76 + 20.61) / 86.4 \\
&\quad \times (0.05 + 0.17 + 0.04 + 0.16 + 0.86 + 0.34) / (1 + \sqrt{0.034})]^{0.78} \doteq 1.06 \\
a_n (H29) &= 1.1 / [(2.95 + 74.84 + 2.57 + 15.57 + 99.12 + 27.75) / 86.4 \\
&\quad \times (0.04 + 0.28 + 0.06 + 0.24 + 0.98 + 0.39) / (1 + \sqrt{0.040})]^{0.78} \doteq 1.043 \\
a_n (H30) &= 1.1 / [(2.95 + 44.70 + 1.51 + 9.61 + 66.89 + 21.62) / 86.4 \\
&\quad \times (0.02 + 0.13 + 0.04 + 0.17 + 0.73 + 0.32) / (1 + \sqrt{0.047})]^{0.78} \doteq 1.11 \\
a_n (R1) &= 0.95 / [(2.95 + 46.49 + 3.76 + 23.31 + 106.63 + 35.71) / 86.4 \\
&\quad \times (0.02 + 0.32 + 0.07 + 0.32 + 0.98 + 0.52) / (1 + \sqrt{0.032})]^{0.78} \doteq 0.98
\end{aligned}$$

$$a_n = (a_n (H27) + a_n (H28) + a_n (H29) + a_n (H30) + a_n (R1)) / 5 \doteq 1.01$$

(2) 将来水質の予測

全隣と同様に計算し、将来の年間平均全窒素濃度を式(2)に代入し、将来の千五沢ダム貯水池における滞留時間を平成27年度～令和元年度の平均値とすると、将来における湖沼の年間平均全窒素濃度が算出できる。

$$\begin{aligned}
(N)_{(R7)} &= (2.82 \times 1 + 69.60 \times 0.59 + 13.09 \times 0.17 + 90.32 \times 0.20 + 290.49 \times 0.34 + 166.65 \times 0.18) \\
&\quad / (0.035 + 0.240 + 0.054 + 0.221 + 0.917 + 0.398) \times [1,000,000 / (24 \times 3,600 \times 1,000)] \\
&\quad \doteq 1.09
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(N)_{(R12)} &= (2.75 \times 1 + 68.85 \times 0.59 + 12.88 \times 0.17 + 90.07 \times 0.20 + 287.42 \times 0.34 + 164.23 \times 0.18) \\
&\quad / (0.035 + 0.240 + 0.054 + 0.221 + 0.917 + 0.398) \times [1,000,000 / (24 \times 3,600 \times 1,000)] \\
&\quad \doteq 1.08
\end{aligned}$$

$$N_{(R7)} = 1.01 \times [1.09 / (1 + \sqrt{0.037})]^{0.78} \doteq 0.95$$

$$N_{(R12)} = 1.01 \times [1.08 / (1 + \sqrt{0.037})]^{0.78} \doteq 0.94$$

表 2-5 各河川の年平均流達率(平成27年度～令和元年度)

河川等	直接流入	東川	青井沢川	乙空釜川	北須川	平田川
平均流達率[-]	1	0.58	0.17	0.15	0.31	0.15

3 COD について

湖沼における COD は、一般的に全燐と高い相関関係があることが知られているが、ここで、湖水の燐濃度から COD を予測する式として、以下の式が提案されている。

$$\text{COD} = \text{COD}_{\min} + (142.5/1.78) \times \alpha_p \times P \quad \dots \text{式(3)}$$

- COD : 湖沼における COD 濃度 [mg/L]
 COD_{min} : その年度の COD 濃度の最小値 [mg/L]
 142.5 : 燐 1 g に相当するプランクトンを酸化するのに必要な酸素量 [-]
 1.78 : TOD (全酸素要求量) / COD [-]
 α_p : 燐の COD への変換率
 (地域特性及び実測値を基に設定、ここでは 0.45 とした。)
 P : 湖水の燐平均濃度 [mg/L]

[出典] 「湖沼のリン循環諸過程の現況把握にもとづいた湖沼の COD 水質予測法」
 (水環境学会誌 vol. 16, No. 10, 1993 等)

(1) 水質予測式の検討

平成 27 年度～令和元年度における千五沢ダム貯水池の COD 実測値 (全層年平均値) と全燐 (表層年平均値) を式(3)に代入し計算した結果を表 2-6 に示す。

表 2-6 千五沢ダム貯水池における COD 実測値と予測計算値

測定年度	COD 実測値 平均値 [mg/L]	COD 実測値 最小値 [mg/L]	全燐実測値 平均値 [mg/L]	COD 予測値 [mg/L]	COD 予測値/ COD 実測値 [-]
平成 27 年度	5.0	2.5	0.060	4.7	0.93
平成 28 年度	5.4	2.2	0.058	4.3	0.79
平成 29 年度	7.2	2.5	0.074	5.2	0.72
平成 30 年度	6.9	3.5	0.060	5.7	0.82
令和元年度	6.2	2.7	0.052	4.6	0.74
平均値	6.1	2.7	0.061	4.9	0.80

※ 調査地点は千五沢ダム貯水池サイトである。

この結果より、予測値と実測値の比が 0.72～0.93 の範囲である。実測値と予測値を比較すると、若干予測値の値が低いものの、概ね一致したと考え、当該モデル式を用いて水質予測を行った。

(2) 将来水質の予測

COD_{min}として、平成 27 年度～令和元年度の千五沢ダム貯水池における 5 年間平均値 (2.7mg/L) を用い、将来の湖沼水の全燐年平均濃度として式(1)で求めた値を使用し、式(3)に代入すれば、将来における COD 濃度 (年平均値) を算出できる。

なお、COD については、75%水質値で環境基準を評価することから、この値を求める必要があるが、現状の平均水質値と 75%水質値が比較的相関関係が高いことから (図 3-1 参照 相関係数 R² = 0.6345)、将来の COD の 75%水質値は、平成 13 年度～令和元年度の COD75%水質値と COD 年平均値とから回帰計算を行い算出した (y = ax + b、a = 1.1798、b = -0.6345)。

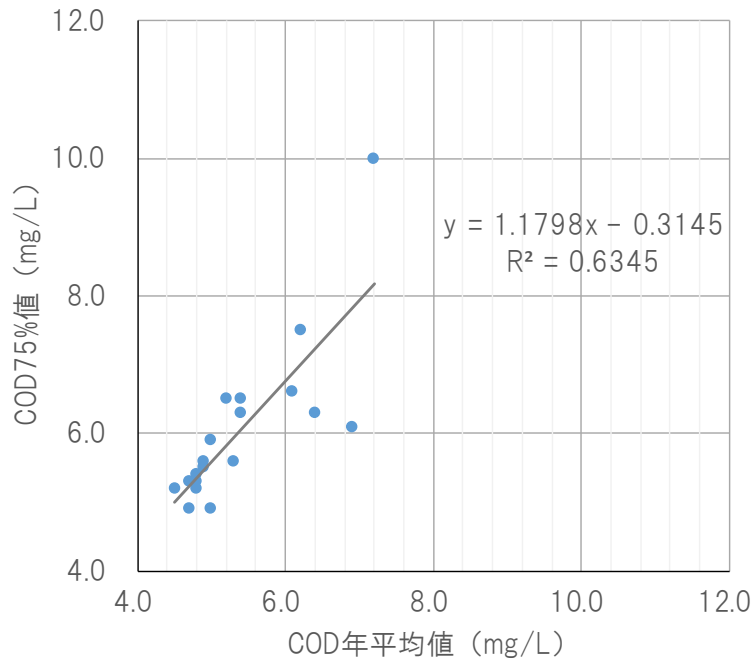


図 3-1 千五沢ダム貯水池（ダムサイト）における COD 年平均值と 75%水質値の関係
（平成 13 年度～令和元年度）

また、計算に必要な磷の流入負荷量については、河川経由のものは、流達率を考慮した負荷量とし、千五沢ダム貯水池に直接流入するものは排出量の全量を流入負荷量として設定した。これに基づき、算出した結果は、以下のとおりである。

$$\text{COD 年平均值 (R 7)} = 2.7 + (142.5/1.78) \times 0.45 \times 0.059 \approx 4.79$$

$$\text{COD 年平均值 (R12)} = 2.7 + (142.5/1.78) \times 0.45 \times 0.058 \approx 4.76$$

$$\text{COD75\%水質値 (R 7)} = 1.1798 \times 4.79 - 0.3145 \approx 5.3$$

$$\text{COD75\%水質値 (R12)} = 1.1798 \times 4.76 - 0.3145 \approx 5.3$$

4 千五沢ダム貯水池の将来水質予測結果について

令和 7 年度及び令和 12 年度において負荷量の推定を行い、水質予測を行った結果は表 2-7 のとおり

表 2-7 将来（令和 7、12 年度）の水質予測

[単位：mg/L]

水域名	環境基準点	項目	現況水質の実測 （過去 5 年平均）	将来水質の予測値 （令和 7 年度）	将来水質の予測値 （令和 12 年度）
千五沢ダム 貯水池	千五沢 ダムサイト	COD75%値	7.0	5.3	5.3
		全窒素	0.96	0.95	0.94
		全磷	0.061	0.059	0.058