

水源将来水質予測及び 浄水システムについて

平成28年11月

津軽広域水道企業団

目 次

I	水源将来水質予測及び浄水システム検討の経緯	・・・	1項
II	浅瀬石川ダム湖流域における現況の汚濁負荷解析	・・・	2項
	1. 浅瀬石川ダム湖流入河川の汚濁負荷量と流入割合		
	2. 汚濁負荷の人為的・自然的割合		
	3. 浅瀬石川ダム湖の富栄養化レベル		
III	浅瀬石川ダム湖の将来水質予測	・・・	6項
	1. 水質汚濁指標項目(COD、全窒素、全リン)の予測		
	2. 異臭味発生予測		
	3. 消毒副生成物の予測		
	4. 浄水処理対応困難物質の予測		
	5. その他藻類の予測		
IV	総合浄水場の浄水処理施設の現状評価	・・・	11項
	1. 浄水処理方式の基本システム		
	2. 浄水処理能力		
	3. 粉末活性炭処理設備		
V	総合浄水場の浄水システムの課題・対策・検討	・・・	16項
	1. 粉末活性炭注入能力		
	2. 粉末活性炭注入設備の設置方式		
	3. 浄水処理過程での異臭味物質の濃度上昇		
	4. 藻類によるろ過水濁度の上昇		
	5. 腐食性物質による配管の腐食		

I 水源将来水質予測及び浄水システム検討の経緯

- 平成24年9月から、浅瀬石川ダム貯水池で藍藻類の増殖によるダム湖水の臭気物質2-MIB（2-メチルイソボルネオール）濃度が上昇
- 原水として取水している津軽広域水道企業団が給水する水道水の2-MIB濃度が、最大で水質基準値10ng/Lを大きく超える57ng/Lとなり、約21.2万人の水道利用者に異臭味被害が発生

水道企業団では

平成25年から除去応急対応として仮設活性炭設備を配備

+

平成25年からダム湖流域の汚濁負荷の調査解析

浅瀬石川ダムでは

平成25年から仮設湖水循環装置を導入、稼動増殖抑制効果ありと評価

- 将来のダム湖の水質を踏まえた長期的視点で、**浄水処理プロセス**の検討が必要
- ダム湖水循環効果と、将来水質予測から**異臭味除去の施設整備**の検討が必要

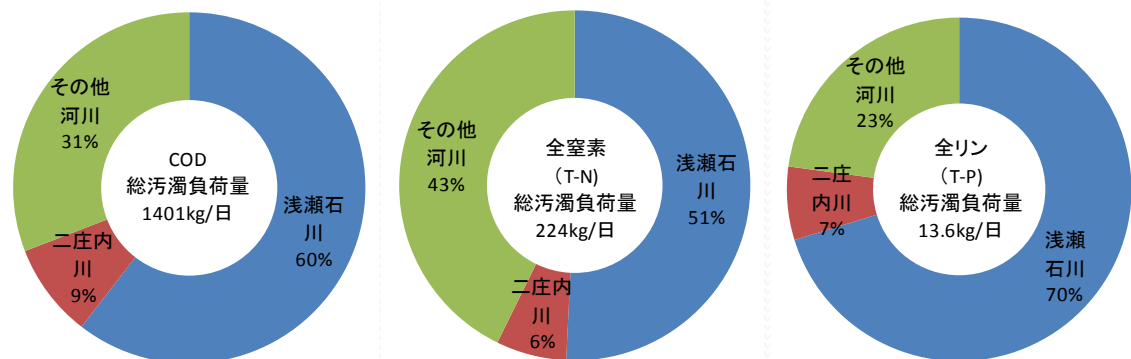
平成30、31年度で恒久湖水循環装置を設置し順次稼動を予定

Ⅱ 浅瀬石川ダム流域における現況の汚濁負荷解析

1. 浅瀬石川ダム湖流入河川の汚濁負荷量と流入割合

平成25年度～平成27年度の水質調査に基づく浅瀬石川ダム湖流入河川の汚濁負荷量を算定した。

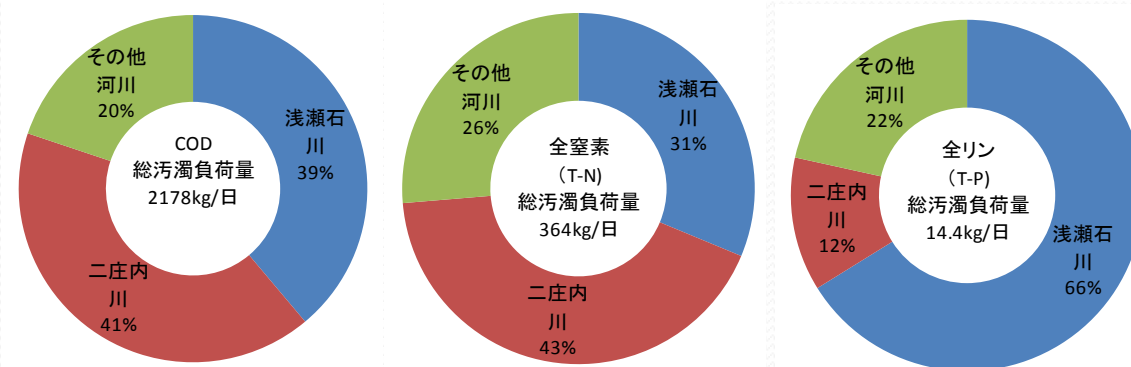
●通常時



(通常時)

汚濁負荷の割合は、浅瀬石川からの負荷量が最も大きく、全体の半分以上を占める。

●二庄内ダム放流期間 (7月～9月)



(二庄内ダム放流期間：7月～9月)

浅瀬石川と二庄内川の汚濁負荷割合がほぼ同じくなり、汚濁負荷量も通常時の1.5倍程度に上昇する。全リンについては放流の影響はほとんどない。

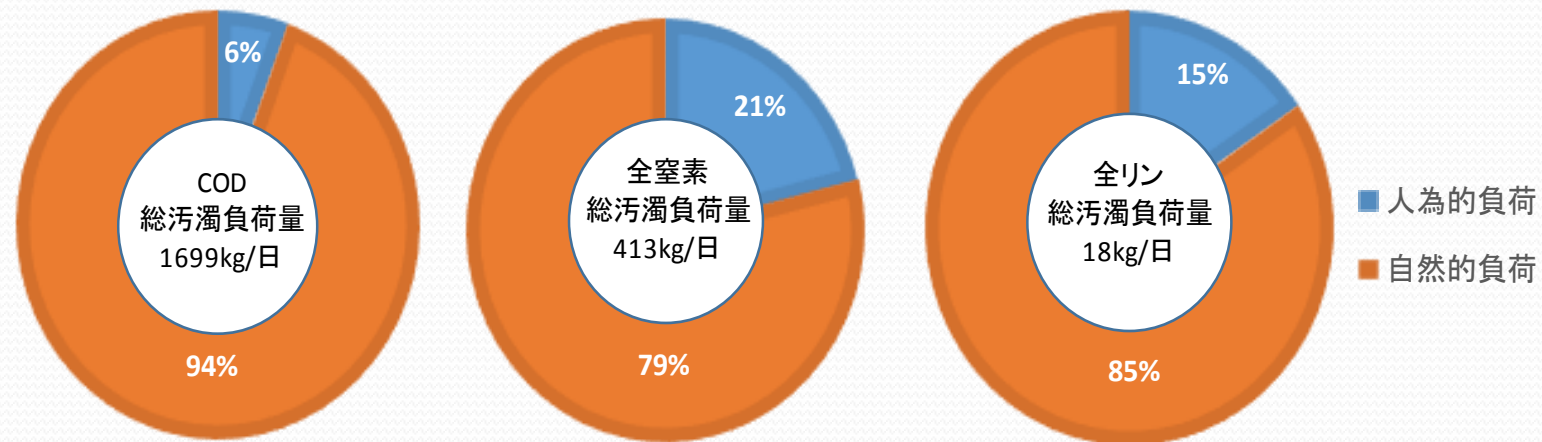
二庄内ダムの放流期間は二庄内川の水質に注意を要する

II 浅瀬石川ダム流域における現況の汚濁負荷解析

2. 汚濁負荷の人為的・自然的割合

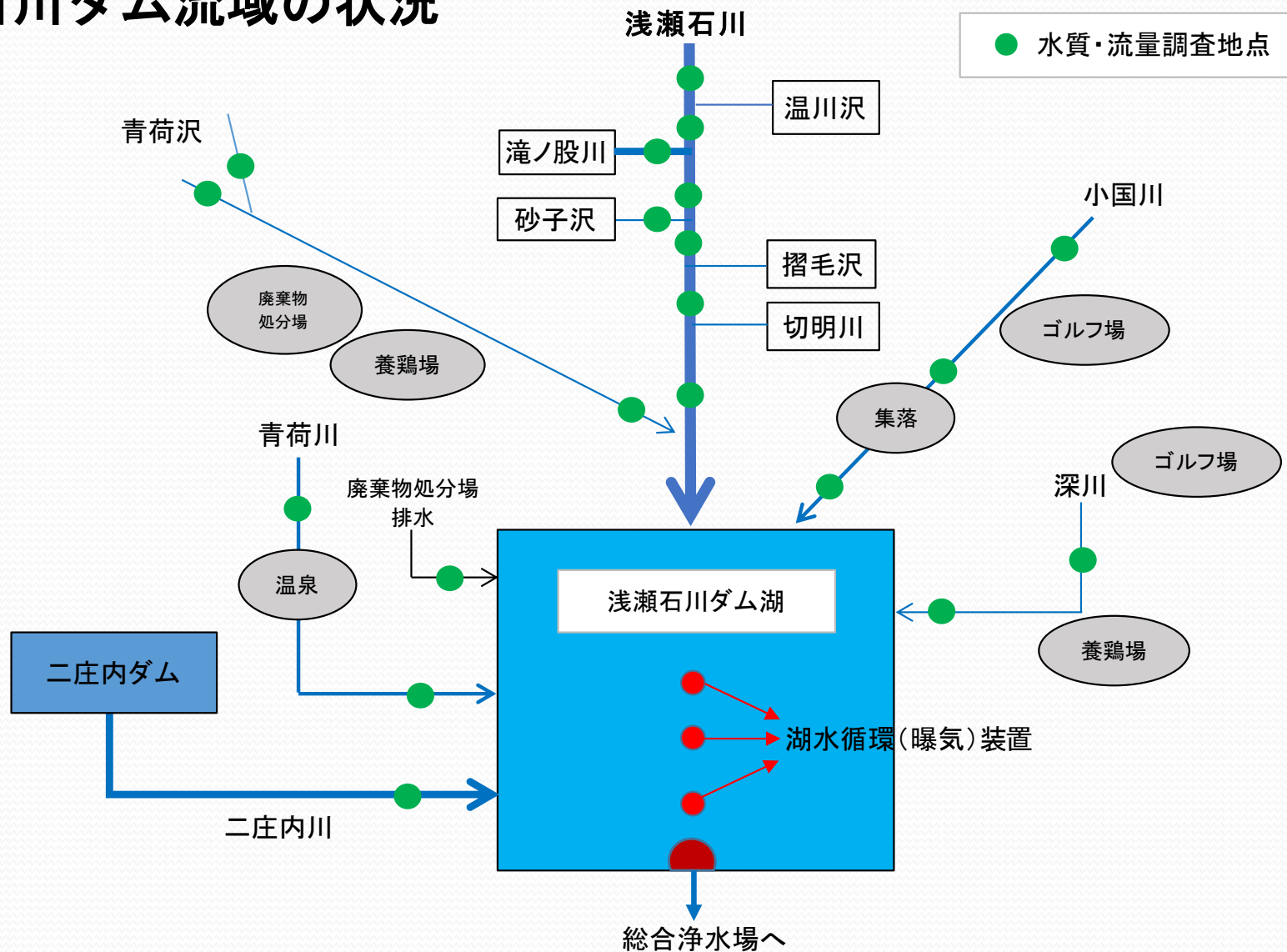
浅瀬石川ダム流域の汚濁源から排出される負荷量を算定した。

算定方法：土地利用状況（集落、畜産、温泉、水田、畑地、森林等）と汚濁負荷原単位から算出



自然的負荷の割合はCOD94%、全窒素79%、全リン85%と森林由来の**自然的負荷**が大半を占める

浅瀬石川ダム流域の状況



II 浅瀬石川ダム流域における現況の汚濁負荷解析

3. 浅瀬石川ダム湖の富栄養化レベル

OECD 類別基準(※)によると
ダム湖の全リン濃度は**中栄養湖**に該当

環境省資料「人口湖沼の湖沼類型指定について」にある富栄養化限界値の指標によると
ダム湖の全窒素・全リン濃度は**中栄養湖**に該当

(※) OECD (経済協力開発機構) 類別基準

調和型湖沼(藻類や魚類が調和を保って生活する湖沼)の栄養状態の判定に
広く用いられる基準で、以下の5類型に分類している。

極貧栄養湖 : 栄養分が極めて少なくプランクトンがごく少ない湖沼

貧栄養湖 : リンの濃度はごく低く、生物が豊かでない湖沼

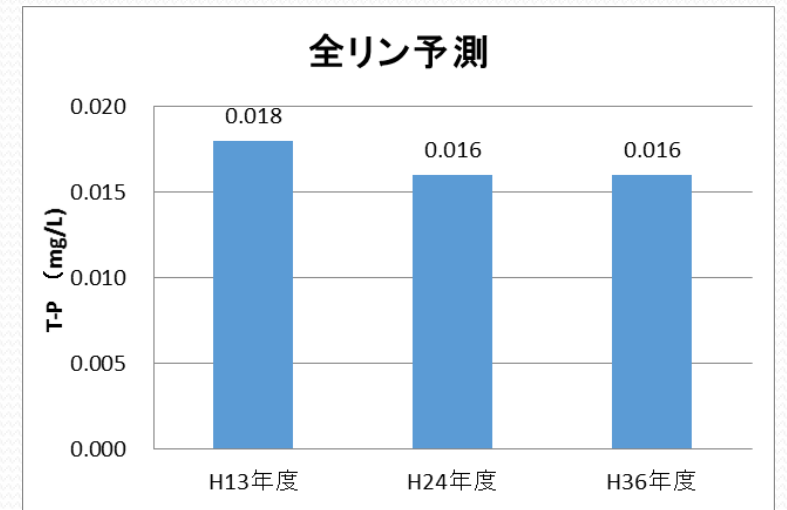
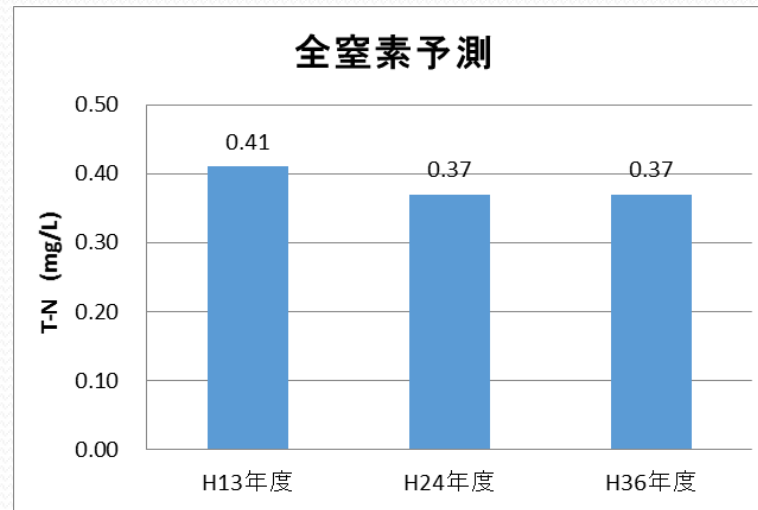
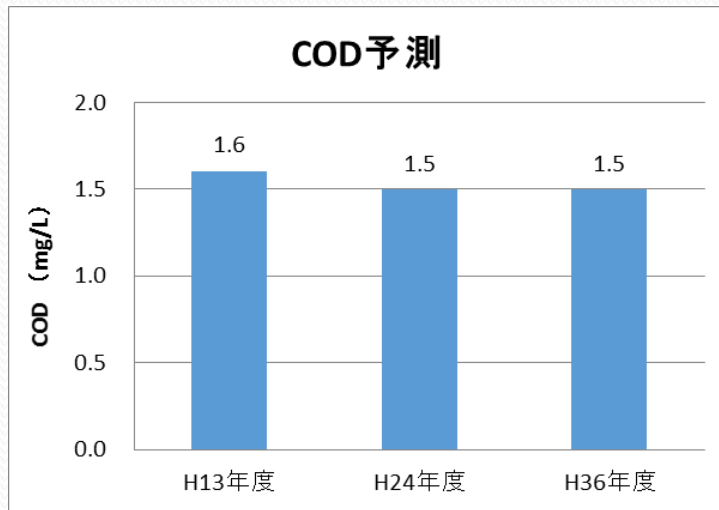
中栄養湖 : **栄養分が普通で生物も普通にいる湖沼**

富栄養湖 : 栄養分が多いため生物活動が盛んで有機物量が多い湖沼

過栄養湖 : 栄養分が極めて多く植物プランクトンが大量発生する湖沼

Ⅲ 浅瀬石川ダム湖の将来水質予測

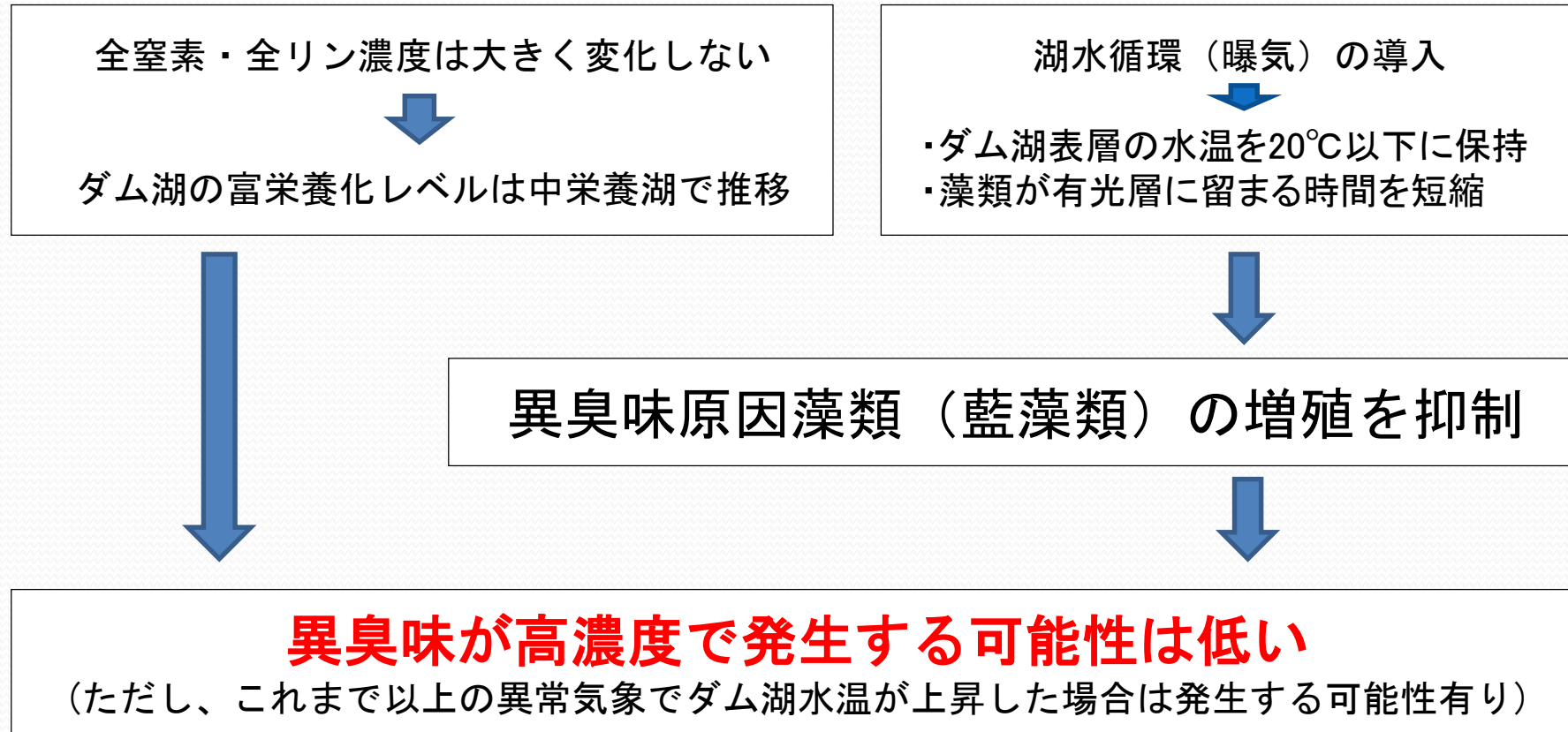
1. 水質汚濁指標項目（COD、全窒素、全リン）の予測 ダム湖の将来のCOD・全窒素・全リンの予測は下図のとおり



ダム流域の汚濁源はほとんどが森林由来であり、森林からの汚濁負荷は大きく変化するものではないため、
COD・全窒素・全リンは将来的に大きく変化することはないと推定。

Ⅲ 浅瀬石川ダム湖の将来水質予測

2. 異臭味発生予測



Ⅲ 浅瀬石川ダム湖の将来水質予測

3. 消毒副生成物の予測

ダム湖流入河川の消毒副生成物生成能の推移（過去3年間）



横ばい または 減少傾向



将来的に消毒副生成物が**現状レベルを超えるおそれはない**と推定

Ⅲ 浅瀬石川ダム湖の将来水質予測

4. 浄水処理対応困難物質の予測

ダム湖流域に排出源となる事業所がほとんどない



将来的に浄水処理困難物質の発生量が**増加するおそれはない**と推定

浄水処理対応困難物質とは

浄水処理過程で有害物質を生成する物質。通常の浄水処理では対応が困難。

平成24年に利根川でホルムアルデヒドの基準超過の原因となったヘキサメチレンテトラミン等。

Ⅲ 浅瀬石川ダム湖の将来水質予測

5. その他藻類の予測

湖水循環により表層水温は低くなり**異臭味原因藍藻類の増殖は抑制**される



低い水温で増殖可能な珪藻類や緑藻類等の**他の藻類が増殖する**おそれがある



藻類の中には急速ろ過池において**ろ過閉塞・ろ過漏出**を起こす種類がある

例年、企業団では冬季に植物プランクトンの増殖によると考えられるろ過水濁度上昇が発生している

IV 総合浄水場の浄水処理施設の現状評価

1. 浄水処理方式の基本システム

異臭味物質が高濃度で発生する
可能性は低い

消毒副生成物・浄水処理対応困難物質が
現状より増加するおそれはない

現行の粉末活性炭処理＋凝集沈殿・急速ろ過処理システムが適切

浄水水質目標レベル【レベル1】とする場合
オゾン・粒状活性炭ろ過処理は不要

浄水水質目標レベル1とは浄水場で適切に運転管理が行われている場合に達成可能であり、我が国のほとんどの浄水場で満足しているレベル

レベル1：濁度0.1度、TOC 1.5mg/L、カビ臭物質3ng/L、トリハロメタン0.04mg/L

IV 総合浄水場の浄水処理施設の現状評価

2. 浄水処理能力

現在の原水処理能力	99,600m ³ /日
現在の計画浄水量	92,625m ³ /日(浄水率93%) ~ 88,000m ³ /日(浄水率88%)
平成33年度供給水量	約84,000m ³ /日 < 88,000m ³ /日 (西北事業部供給含む)



将来的に必要な浄水量を確保できる

IV 総合浄水場の浄水処理施設の現状評価

3. 粉末活性炭処理設備

(1) 現在の粉末活性炭の注入能力 (H33からの西北事業部供給後)

原水量	最大時 (H33の96,000m ³ /日)	
粉炭注入機	注入率 mg/L	処理可能異臭味濃度 (浄水目標値: 3ng/L)
常設	22	20ng/L
仮設(企業団保有2基)	48	—
合計	70	200ng/L

常設では原水量最大時に異臭味濃度20ng/Lまでしか対応できない



異常気象が起きた場合、異臭味濃度は20ng/Lより高くなる可能性あり

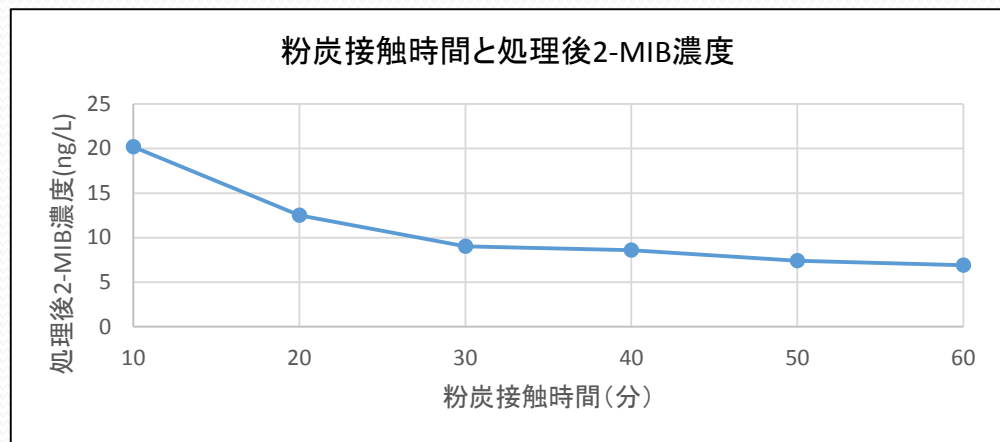


現在の常設のみでは粉末活性炭注入率が不足

粉末活性炭の接触時間の再検証

① ジャーテストによる粉末活性炭の接触時間の検証 (H24年10月の検証結果)

原水2-MIB濃度	300 ng/L
粉炭注入率	60 mg/L



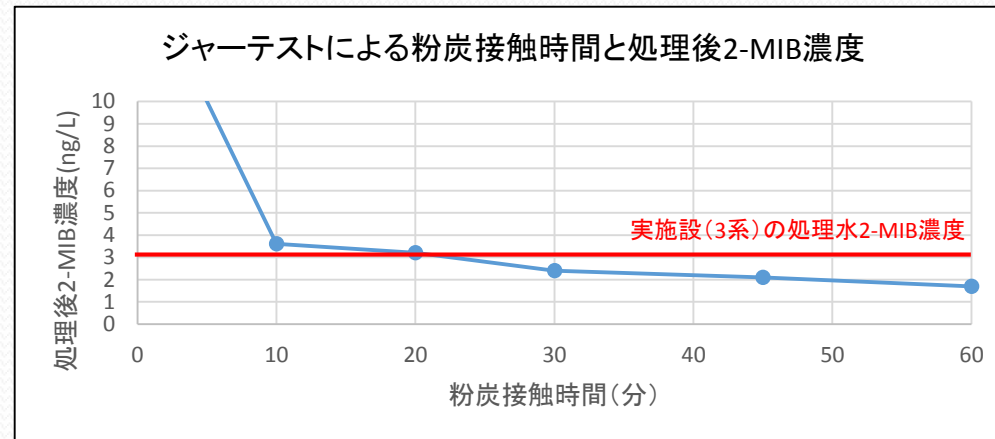
接触時間30分以上では異臭味除去の効果が小さくなる



ジャーテストでは接触時間は30分が妥当とした

② 実施設の接触時間の検証 (H24年10月の検証結果)

原水2-MIB濃度	87 ng/L
粉炭注入率	60 mg/L



接触池がなくても実施設で**20分程度**の接触効果があるとした



● H24年度の高濃度での実績から再検証したところ

原水2-MIB濃度	290 ng/L
粉炭注入率	60 mg/L
処理水(3系)2-MIB濃度	8 ng/L

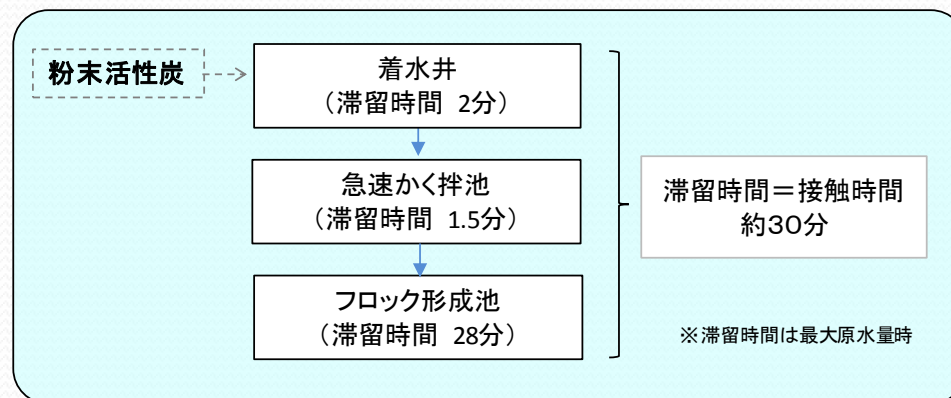
左記①と同条件

左記グラフと比較すると実施設でも**30分以上**の接触効果がある

IV 総合浄水場の浄水処理施設の現状評価

3. 粉末活性炭処理設備

(2) 粉末活性炭の接触時間



平成24年9月の実績より接触池がなくても机上試験での接触時間30分と同等の除去能力があったことから、フロック形成池でも異臭味物質が除去されていると推測(14項②参照)

フロック形成池まで**接触時間30分を確保**

検証(※)によると接触時間30分以上で異臭味除去率に変化がなくなる

※平成24年9月の異臭味発生時に企業団で実施した異臭味物質処理検証(14項①参照)

異臭味が高濃度で発生する可能性は低く
使用頻度・期間から**新たに接触池を設ける必要性は低い**

V 総合浄水場の浄水システムの課題・対策・検討

1. 粉末活性炭注入能力

●課題

- ① (異常気象によりダム湖の水温が上昇した場合)
現行の常設のみでは粉末活性炭の注入能力が不足する可能性有り
- ② 異臭味発生濃度は予測が困難

●対策

粉末活性炭注入 (異臭味除去) 能力の増強

●検討 (その1)

- ① 将来的に想定される**異臭味発生最大濃度の設定**
⇒他ダムの湖水循環効果を参考に
平成24年度の原水異臭味最大濃度380ng/Lの約半値の**200ng/L**と設定する
200ng/L⇒3ng/L : 必要粉炭注入率 **70mg/L⇒** 現有の常設+仮設で可能(13ページから)
- ② 現有の常設+仮設で処理可能な原水濃度と粉末活性炭注入率の検討
⇒異臭味除去の再検証の結果より
400ng/L⇒5ng/L : 必要粉炭注入率 **80mg/L ⇒** 西北事業部への供給開始までは可能
だが、開始後は不可
(**400ng/L⇒3ng/L** : 必要粉炭注入率**110mg/L**)

従って、西北事業部供給開始前までは現有の常設と仮設で、
原水200ng/Lまでは 浄水で異臭味物質濃度 3ng/L以下(浄水水質目標レベル1)にできる
原水200~400ng/Lは 浄水で異臭味物質濃度 5ng/L以下(2-MIBの閾値以下) にできる

● 検討
(その2)

高機能粉末活性炭の使用

高機能粉末活性炭とは

- ・原料厳選や粉碎化処理により、これまで使用した汎用粉末活性炭より吸着効果が高い。
- ・微粉炭ほど粒径が小さくなく、ろ過池からの漏出リスクが低い。
- ・微粉炭は現地で汎用炭を破碎して製造することから破碎設備の新設が必要だが、高機能炭は工場で製造するため汎用炭と同設備で使用可能。
- ・平成28年度から販売が開始されたため、納入実績が全国で数件しかない。
(需要が少ないため短期間での大量の納入に課題がある)

高機能粉末活性炭の注入率検討

⇒高機能粉末活性炭の検証より(ただし、実施設への適用は 安全率1.2 を見込む)

200ng/L⇒3ng/L : 必要高機能炭注入率 $30 \times 1.2 = 36\text{mg/L} < 70$

400ng/L⇒5ng/L : 必要高機能炭注入率 $30 \times 1.2 = 36\text{mg/L} < 70$

400ng/L⇒3ng/L : 必要高機能炭注入率 $35 \times 1.2 = 42\text{mg/L} < 70$

西北事業部への供給開始後
も現有の常設+仮設で可能



西北事業部への供給開始までに高機能炭に変更⇒原水異臭味400ng/Lにも対応可能

V 総合浄水場の浄水システムの課題・対策・検討

2. 粉末活性炭注入設備の設置方式

●課題

- ① 現時点での予測では、将来的に異臭味が発生する可能性が低く、**使用頻度は少ない**と考えられる。
- ② 今後、湖水循環装置効果実績の積上げにより、**異臭味発生濃度の見直し**もあり得る。

●対策

- ① 現行の**仮設**粉末活性炭注入設備の**夏季の設置・撤去**
- ② 現行の**仮設**粉末活性炭注入設備の**建屋建設での常設化** 【H29・H30】
- ③ **常設**粉末活性炭注入設備の**改造** 【H29・H30】
- ④ **常設**粉末活性炭注入設備の**増設** 【H29・H30】
- ⑤ **常設**粉末活性炭注入設備の**更新** 【H36・H37更新予定】

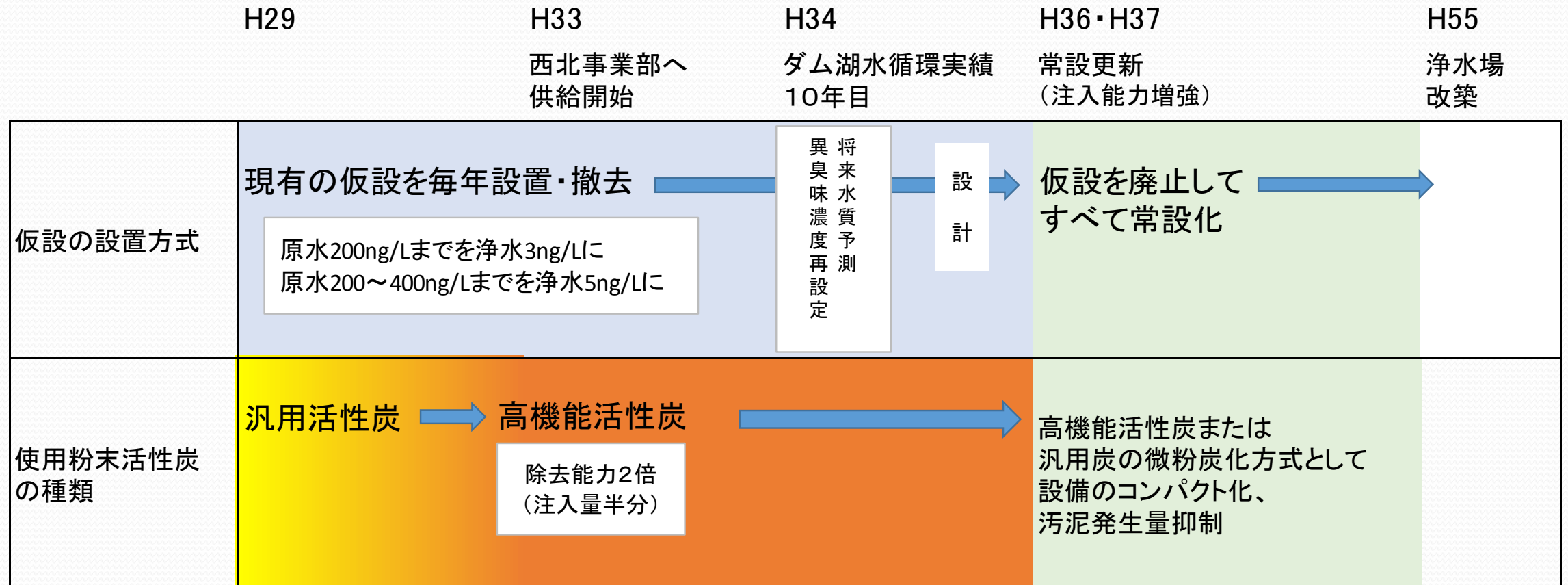
対策方式の比較

対策方式	内容	メリット	デメリット
①常設＋ 仮設を毎年設置・撤去	・毎年7月から10月まで(4ヶ月間)設置	・一時的な使用には適している	・設置期間以外の運転に迅速性を欠く ・運転待機費用が毎年必要 ・異臭味発生時には、運転費用も発生
②常設＋ 仮設用の建屋・電源 を常設化	・鉄骨造 41.8m ² × 3棟(延べ面積125m ²)	・年間をとおして使用が可能 ・仮設の設置・撤去費用が不要	・常設の更新等で仮設が不要になった場合、 建屋の撤去が必要 ・運転待機費用が毎年必要 ・異臭味発生時には、運転費用も発生
③常設の改造＋ 仮設の廃止	・注入量を増やすための部分改造不可 機器の増設と取替えになり増設と同様 (メーカーヒアリングから)	・既設の貯蔵槽を利用できる	・注入量は増やせるが、貯蔵量を増やす改造 ができず、活性炭の輸送調達が対応不可
④常設の増設＋ 仮設の廃止	・注入機器・貯蔵槽を1組増設 ・電気室・貯蔵槽棟を増設	・貯蔵量と注入量が増やせる ・仮設の設置・撤去費、運転費が不要 ・年間をとおして迅速な運転が可能	・システム構成が複雑になる ・システム構成が違うため、将来微粉炭化 方式等への改造不可
⑤常設の更新＋ 仮設の廃止	・貯蔵槽 2槽 ・注入機器 1式 ・電気室・貯蔵槽棟	・貯蔵量と注入量を増やせる ・仮設の設置・撤去費、運転費が不要 ・年間をとおして迅速な運転が可能 ・微粉炭方式などの選択肢あり	



湖水循環効果の10年実績から再び将来水質予測を行い、
使用期待年数超(22年)となる平成36年から**常設設備を更新**することとして、
それまでは**現行の仮設の毎年設置・撤去方式**とする

常設更新までのスケジュール



V 総合浄水場の浄水システムの課題・対策・検討

3. 浄水処理過程での異臭味物質の濃度上昇

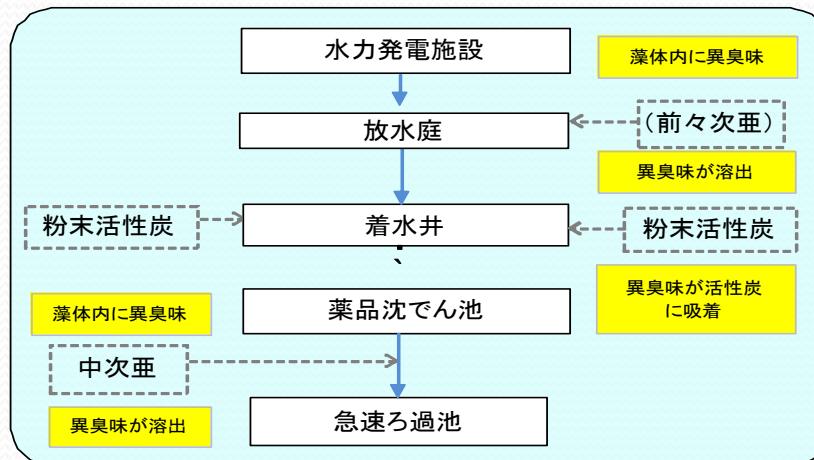
●課題

藍藻類は死滅までは藻体内に異臭味物質を保持
沈殿処理後の塩素注入で藻体内の異臭味物質が溶出⇒ろ過池以降で異臭味物質濃度が上昇

●対策

活性炭注入前の塩素処理により藻体内の異臭味物質を溶出させる方式が効果的（前々塩素処理）
現在は仮設で塩素注入機を用意⇒放水庭に塩素注入可能
今後、異臭味発生の可能性は低い＝使用頻度が少ない

↓
現有の仮設塩素注入機で対応は可能



V 総合浄水場の浄水システムの課題・対策・検討

4. 藻類によるろ過水濁度の上昇

●課題

- ① 藻類によるろ過漏出 ⇒ ろ過水濁度の上昇
- ② 藻類によるろ過閉塞 ⇒ ろ過継続時間の減少（浄水量減少）

●対策

- ① ろ過漏出 ⇒ 前塩素処理（現在も実施して**効果を確認**）
※**粉末活性炭注入時**は前塩素が活性炭により消費され効果が低下
↳ 後PAC処理が有効
- ② ろ過閉塞 ⇒ ろ過砂の一部をアンスラサイトにする2層ろ過池が有効

●検討

後PAC処理と2層ろ過池については今後の施設改修で検討
※企業団水道ビジョンでは2層ろ過池への改修についてH31年開始と位置づけ

V 総合浄水場の浄水システムの課題・対策・検討

5. 腐食性物質による配管の腐食

●課題

企業団浄水のランゲリア指数 -3程度（水質管理目標設定値：-1程度以上とし極力0に近づける）
※ランゲリア指数が低いとコンクリートやモルタルライニング管等が劣化し、金属成分が溶出する
（原因）原水のカルシウム硬度・アルカリ度が低い

現在使用しているアルカリ剤：**苛性ソーダ**

- ・ 苛性ソーダではアルカリ度は増加するが、カルシウム硬度は増加しない
- ・ 苛性ソーダの注入によりpHが上昇するため多量には注入できない

ランゲリア指数の上昇
は見込めない

- ・ アルカリ度補充の注入であるため、注入率 1~5mg/L程度
注入期間 年間で6~8ヶ月程度

使用量が少なくて済む

●対策

アルカリ剤を**消石灰**にする

↓
カルシウム硬度・アルカリ度の両方が増加 ⇒ **ランゲリア指数が上昇**

↓
pHも上昇するが、炭酸ガスを併用することでpH上昇を抑制

V 総合浄水場の浄水システムの課題・対策・検討

5. 腐食性物質による配管の腐食

● 検討

ランゲリア指数を-1程度にするためには、

消石灰	20mg/L	} の注入が必要 ⇒ 使用量が多い
炭酸ガス	20mg/L	

ランゲリア指数上昇のためには

- ・年間を通じて注入する必要があるため薬品費がかかる
- ・多量の薬品を貯蔵するためのタンクの新設が必要
- ・消石灰を溶解する溶解槽等の設備の新設が必要



多額の経費が必要なことから費用対効果を考慮しながら**将来的な検討課題とする**