

ダム貯水池の底層改善による藻類増殖抑制手法

(独)土木研究所
水環境研究グループ水質チーム
岡本 誠一郎



本日の話題

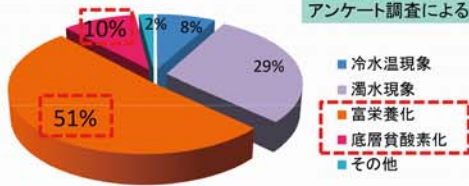
- ダム貯水池の水質問題(底層環境の悪化)
- 技術の概要
- 技術の原理
- WEPシステム(高濃度酸素水供給システム)による応用例
- 底層溶存酸素の環境基準化(環境省)
- まとめ



ダム貯水池の水質問題

- 全国242の多目的ダムのうち、51%で水質問題が「発生している」または「過去に発生」
- うち60%以上のダムでは、富栄養化、底層貧酸素化に係る問題が発生

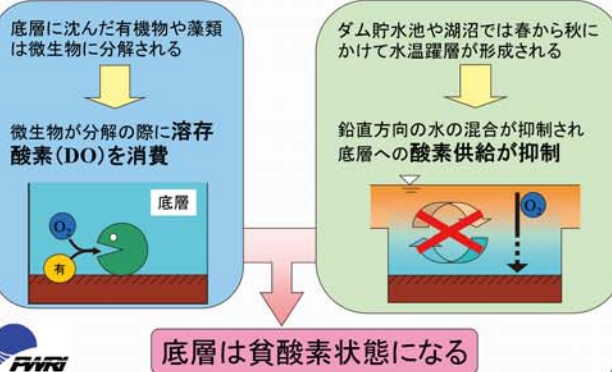
水源環境センター(WEC) アンケート調査による



(木村他 2011をもとに作成)



ダム貯水池の水質問題 (底層の貧酸素化)



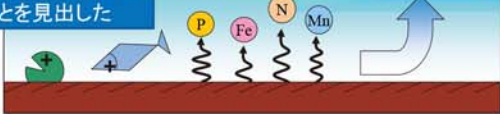
ダム貯水池の水質問題 (底層の貧酸素化と富栄養化)

貧酸素状態になると...

- 底層の生物が死滅
- 底層の生物が死滅 → 貯水池中の生態系に影響
- 青潮の発生
- 青潮の発生 → 悪臭の発生
- 底泥中の栄養塩類、微量金属が溶出
- 底泥中の栄養塩類、微量金属が溶出 → 貯水池内の富栄養化(アオコ発生など)を助長

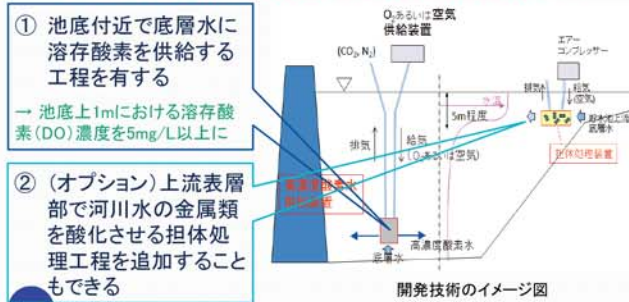
底層へ酸素を供給することにより解決可能

微量金属の抑制が有効であることを見出した



技術の概要

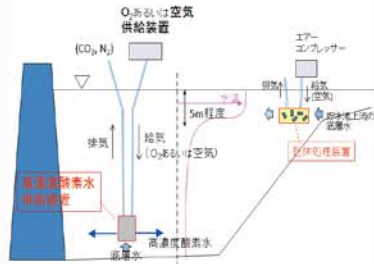
ダム貯水池・湖沼などの閉鎖性水域の藻類増殖を効果的に抑制することが可能な方法
(気液溶解装置(WEPシステム)などの応用が可能な技術)



技術の概要

水域内で藻類増殖の原因となる物質のうち、鉄、マンガンなどの微量金属を抑制することで、藻類を抑制

- ⇒ 貯水池の水中のリン・窒素などの栄養塩類を除去しない
- ⇒ 微量金属の溶出流入を抑制することで藻類増殖を効率的に抑制



開発技術のイメージ図

技術の原理 (下水再生水の例)

これまでも、水中の微量金属(特にマンガン)を除去すると藻類を抑制できることが経験的に分かっていた



模擬修景池で観測された藻類の繁茂状況(滞留時間7日)

技術の原理 (下水再生水の例)

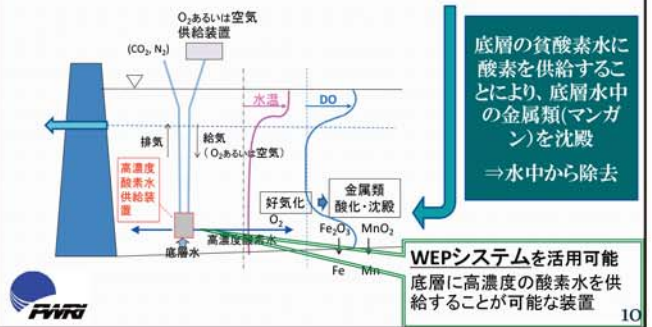
水質測定結果(平均値)

項目	単位	下水処理工程	
		下水2次処理 +砂ろ過	下水2次処理 +担体処理+砂ろ過
SS	mg/L	1.6	1.1
DOC	mg/L	7.3	6.0
全窒素	mg/L	15.7	16.2
全リン	mg/L	0.44	0.37
鉄	μg/L	40.7	37.5
マンガン	μg/L	15.9	0.6



技術の原理

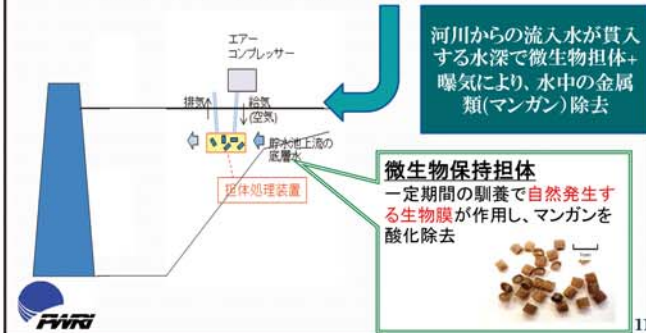
- 底層水が貧酸素化すると、金属類が底泥から溶出
- 底層水に酸素を供給すれば、金属類は酸化・沈殿



WEPシステムを活用可能
底層に高濃度の酸素水を供給することが可能な装置

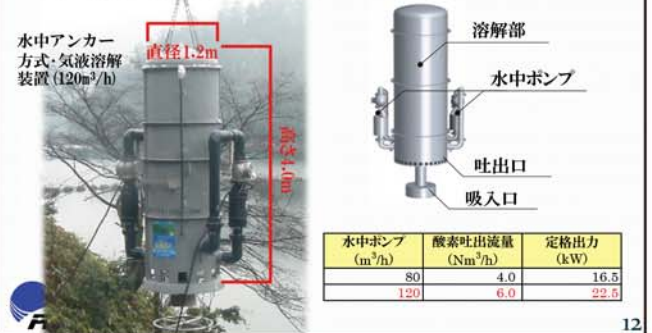
技術の原理

- 貯水池上流の河川水から微量金属(マンガン等)を除去すればさらに効果的に藻類抑制



WEPシステムによる応用例

- WEPシステム…貯水池の底層に酸素を効率的に供給できるシステム

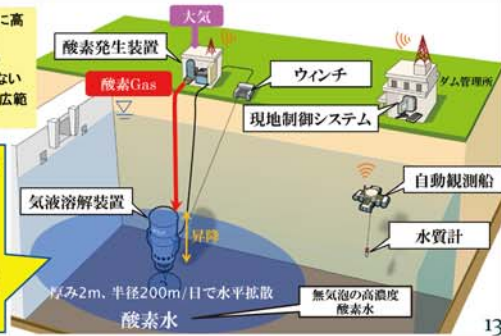


WEPシステムのしくみ

- (株)松江土建と(独)土木研究所の共同研究により開発

- 貧酸素化した水域に高濃度酸素水を供給
- 高い酸素供給能力
- 水温層を破壊しない
- 底層の溶存酸素を広範囲に回復可能

1台で半径500m以上の貧酸素状態の改善が可能
(ダム貯水池の場合、水質、底質の状態により範囲は異なる)



13

WEPシステムによる応用例

- 三瓶ダム貯水池 (島根県)

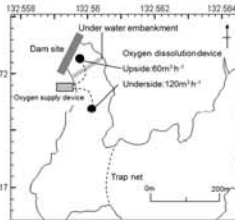


所在地: 島根県大田市三瓶野城
総貯水容量: 712万 m^3
形式: 重力式コンクリートダム
目的: 治水, 利水

(資料:増木 2013, 島根県HP)

14

WEPシステムによる応用例 三瓶ダム貯水池

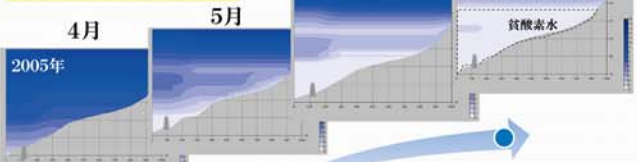


(資料:増木 2013)

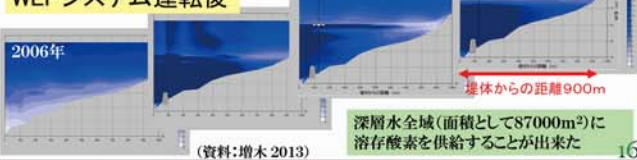
15

WEPシステムによる応用例 三瓶ダム貯水池

WEPシステム運転前



WEPシステム運転後

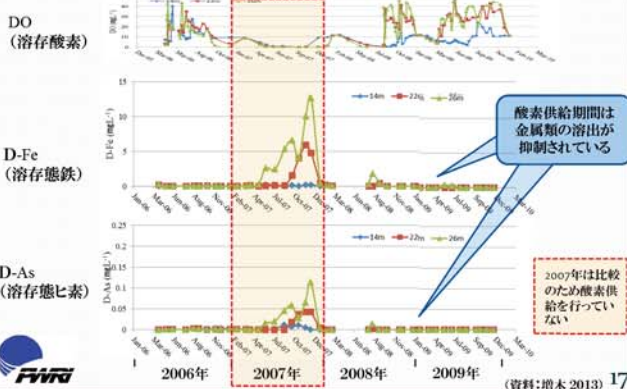


深層水全域(面積として87000m²)に溶存酸素を供給することが出来た

(資料:増木 2013)

16

WEPシステムによる応用例 三瓶ダム貯水池 底層水の溶存酸素環境と金属イオン濃度



17

WEPシステムによる応用例 三瓶ダム貯水池 本技術による効果

2009年の実験結果

(鈴木他 2014)

- 貯水池底層の溶存酸素(DO)濃度と微量金属濃度は逆相関
- 微量金属濃度が低下すると、表層の藻類濃度は低下

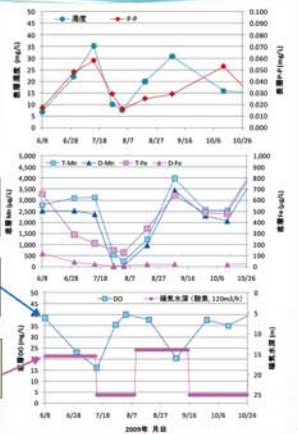
- 表層の藻類濃度 (濁度, 粒子数, 葉緑素濃度で表現)
- 底層*のMn, Fe濃度
- 底層*のDO濃度
- 装置の設置水深

底層の微量金属濃度の抑制により、表層の藻類増殖が抑制

(*底層:底泥上1m)



(*底層:底泥上1m)



底層溶存酸素の環境基準化(環境省)

- 環境基準に「底層溶存酸素」等を指定する検討中(環境省・中央環境審議会)
 - 平成25年8月30日中央環境審議会への諮問文
「下層溶存酸素及び透明度等、より国民の実感にあった分かりやすい指標により、望ましい水環境の状態を表すことで、良好な水環境の実現に向けた施策を効果的に実施する必要がある。」
 - 基準値等についてパブリックコメント(～9月)



19

底層溶存酸素の環境基準化(環境省)

- 中央環境審議会 水環境部会 生活環境項目環境基準専門委員会(第6回 H27.7.7)資料より
 - 底層溶存酸素量の低下は、水生生物の生息そのものに影響
 - 水環境の汚染を通じ生活環境の保全に影響を及ぼす恐れ
 - このため海域、湖沼を対象に、環境基準を以下の通り設定することが適当

類型	類型あてはめの目的	基準値
生物1	・ 生息段階において貧酸素耐性の低い水生生物が生息できる場を保全・再生する水域 ・ 再生段階に置いて貧酸素耐性の低い水生生物が再生できる場を保全・再生する水域	4.0mg/L
生物2	・ 上記「生物1」の生物を除き、生息、再生できる場を保全・再生する水域	3.0mg/L
生物3	・ 貧酸素耐性の高い水生生物が、生息、再生できる場を保全・再生する水域	2.0mg/L



- 底層DOの改善対策技術が注目されつつある 20

まとめ

- 閉鎖性水域の底層に酸素を供給することにより、微量金属の溶出を抑制し、表層の藻類増殖を抑制する技術を開発
 - 底層の貧酸素対策の研究過程で新たな発見
 - 土木研究所と(株)松江土建との共同研究
 - WEPシステム(高濃度酸素水供給システム:松江土建との共同開発技術)の利用が可能だが、WEPシステムの使用が必須ではない
 - 水域上流に微生物保持担体を配置して、流入水の微量金属を除去し、効果を高めることも可能(オプション)



21

参考文献

- 木村他(2011),かび臭発生/非発生に着目した藍藻綱ユレモ目の分類同定手法開発の試み,ダム水源環境技術研究所所報2011,ダム水源環境整備センター
- 増木(2013),深層酸素供給装置(WEPシステム)を用いたダム湖・湖沼深層水への酸素供給技術,日本水環境学会平成24年度技術賞受賞記念講演資料
- 島根県ホームページ(三瓶ダム),
http://www.pref.shimane.lg.jp/keno_kendo/sanbe_damu.html
- 鈴木他(2014),ダム貯水池の底層水質改善による表層藻類の抑制,第48回日本水環境学会年會講演要旨集,P.17



22

ダム貯水池の底層改善による藻類増殖抑制手法

ご清聴ありがとうございました

- 問い合わせ先
 - (独)土木研究所水質チーム 岡本
 - E-mail: s-okamoto@pwri.go.jp
 - Tel: 029-879-6777



23