

# WEPシステム


高濃度酸素水を用いた底層水質改善技術

国立研究開発法人 土木研究所  
水環境研究グループ 水質チーム  
小川 文章



## 本日の話題

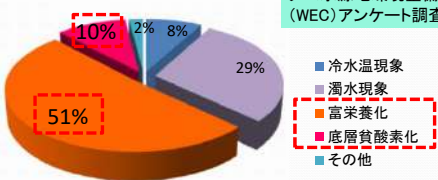
- ダム貯水池の水質問題
- WEPシステムの技術概要
- 他の技術との相違点
- WEPシステムの適用事例とその効果
  - ダム貯水池での適用例(1)(2)
  - 主な導入実績
- 最近の話題
  - 日本水環境学会H24「技術賞」を受賞
  - 下層溶存酸素の環境基準化(環境省)
- お問合せ先



### 1. 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

ダム水源環境整備センター(WEC)アンケート調査による

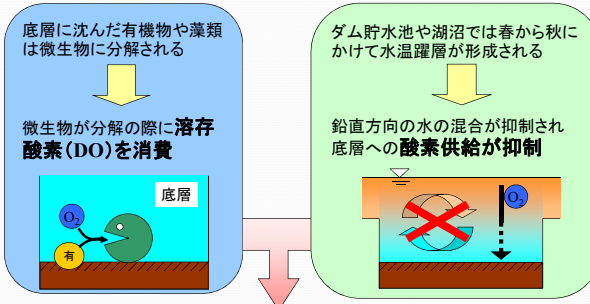


■ 冷水温現象  
■ 濁水現象  
■ 富栄養化  
■ 底層貧酸素化  
■ その他

(木村他 2011をもとに作成)



### 1. ダム貯水池の水質問題(底層の貧酸素化)



底層に沈んだ有機物や藻類は微生物に分解される


微生物が分解の際に**溶存酸素(DO)**を消費

底層

ダム貯水池や湖沼では春から秋にかけて水温躍層が形成される

鉛直方向の水の混合が抑制され底層への**酸素供給が抑制**

底層は**貧酸素状態**になる

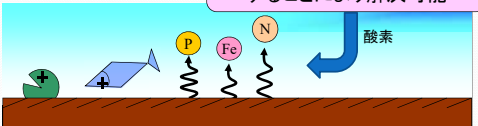



### 1. ダム貯水池の水質問題(底層の貧酸素化と富栄養化)

貧酸素状態になると...

- 底層の生物が死滅 → 貯水池中の生態系に影響
- 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 → 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

### 1. ダム貯水池の水質問題(底層の貧酸素化問題の経緯)


1930年～ 水深が深い湖沼やダム湖で夏季に**貧酸素化**が報告

1940年～ 貧酸素化が**栄養塩の溶出、冷水性魚類の生息環境を奪う、鉄、マンガン、硫化水素およびメタンガス**を発生させるなど環境を悪化させる要因であることが報告

1950年～ 飲用水水源の場合、**浄水設備の整備費用や運用コストの増大や安全性の問題**が生じる。底層の貧酸素化が、**富栄養化を助長**すること、**下流域の生態系に悪影響**を与えるなどの課題が報告

1950年以降、貯水池の**貧酸素化対策の必要性**が世界的に認識され始めた

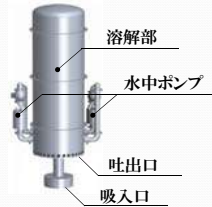
(出典:増木 2013)



## 2. WEPシステムの技術概要

- 貯水池等の底層に酸素を効率的に供給できる新たなシステムを開発 ※WEPは「Water Environmental Preservation」の頭文字

水中アンカー方式・気液溶解装置 (120m<sup>3</sup>/h)



水中ポンプ (m <sup>3</sup> /h)	酸素吐出流量 (Nm <sup>3</sup> /h)	定格出力 (kW)
80	4.0	16.5
120	6.0	22.5



7

## 2. WEPシステムの技術概要(特長)

- (株)松江土建と(独)土木研究所の共同研究により開発

### WEPシステムの特長

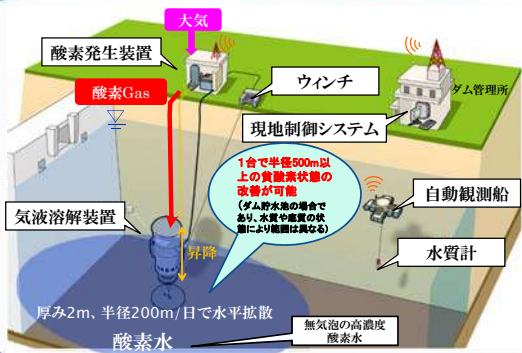
- 貧酸素化した水塊に高濃度酸素水を供給する
- 高い酸素供給能力を持つ水温躍層を破壊しない
- 底層の溶存酸素を広範囲に回復可能



特許取得 第3849986号  
WO 2005-075365

8

## 2. WEPシステムの技術概要(全体イメージ)



9

## 2. WEPシステムの技術概要

(WEPシステムによる高DO水の拡散状況(模型試験))



小型モデル水槽実験:塩分躍層を作り、高酸素水はメチレンブルーで着色

10

## 3. 他の技術との相違点(他の技術の概要・課題)

- 深層曝気方式・・・底層部に空気や酸素を供給
  - ・水平方向への拡散や吐き出し高さの変更などに課題
- 微細気泡(マイクロバブル)発生装置を用いた方式
  - ・底層の貧酸素状態の完全な解消は困難なケースが多い
- DOの豊富な表層水を底層へ送り込む方式
  - ・底層の貧酸素状態の完全な解消は困難なケースが多い
  - ・水温躍層を乱し、ダムの選択取水が困難
- 気泡弾方式・・・大型の気泡の上昇により底層の水を表面に押し上げ水の混合を起こす
  - ・水温躍層を破壊し、ダムの選択取水が困難
  - ・底泥の巻き上げが発生



11

## 4. WEPシステムの適用事例とその効果

### 4.1 ダム貯水池での適用例(1)

- 灰塚ダム貯水池(中国地方整備局)

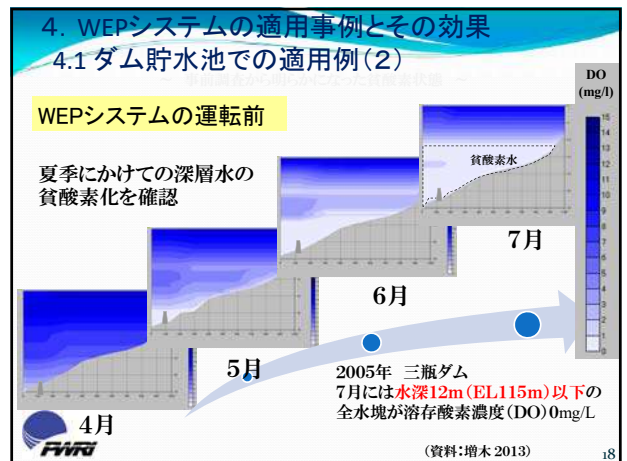
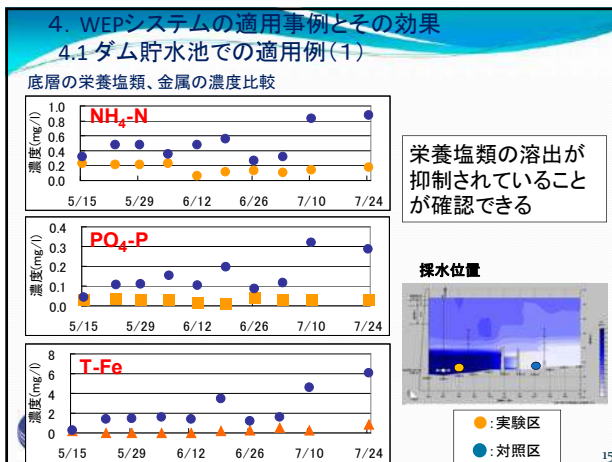
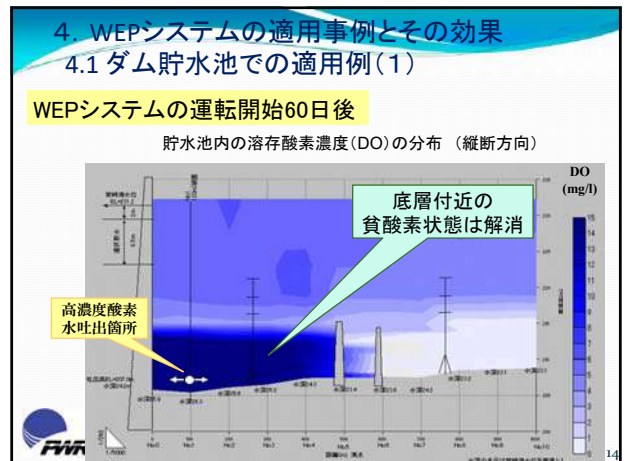
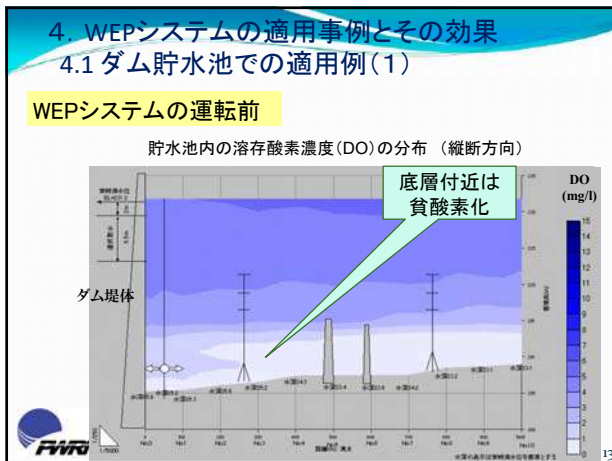


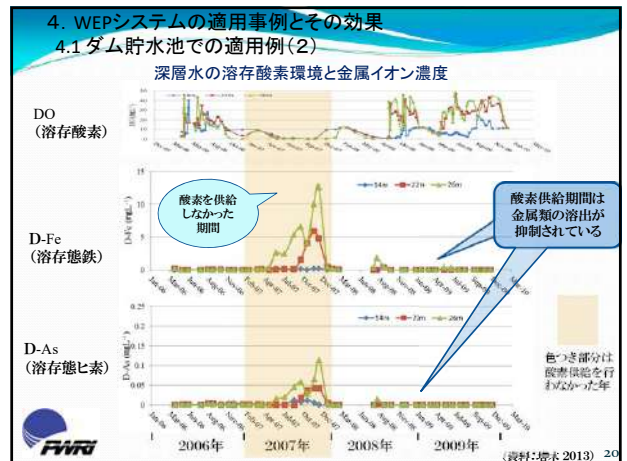
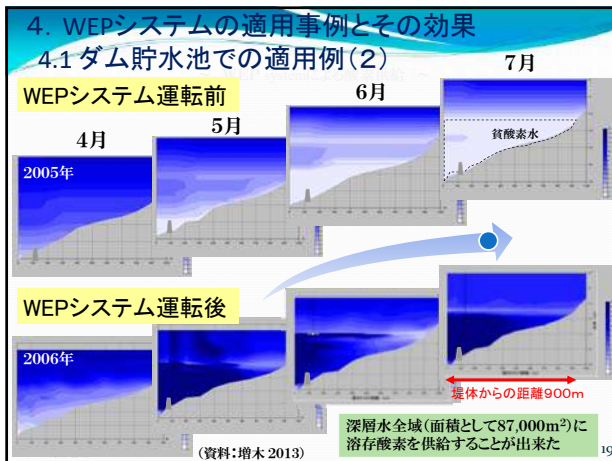
所在地: 広島県三次市三良坂町  
総貯水容量: 5,210万m<sup>3</sup>  
形式: 重力式コンクリートダム  
目的: 治水, 利水

(出典・写真:三次河川国道事務所HPより)



12





### 4. WEPシステムの適用事例とその効果

#### 4.2 主な導入実績

(試験導入箇所を含む)

名称	場所	事業者	設置時期
千葉港	千葉県	関東地整 千葉港湾事務所	H21年度
島地川ダム	山口県	中国地整 山口河川国道事務所	H21年度
布部ダム	島根県	島根県	H21年度
灰塚ダム	広島県	中国地整 三次河川国道事務所	H22年度
お台場海浜公園	東京都	東京都港湾局	H23年度
龍珠ダム	中国	フィリップ社購入	H25年度
鹿野川ダム	愛媛県	四国地整 山島坂ダム工事事務所	H25年度
来島ダム	島根県	中国電力	H27年度
樽床ダム	広島県	中国電力	H28年度
三瓶ダム	島根県	島根県 県央県土整備事務所	H29年度

コスト(ダム湖の場合)  
 初期費用 約5,000万円/台 ※120m<sup>3</sup>/h規模:設置費は別  
 運転費用(電気料+メンテナンス) 約200~300万円/年

(中国へ輸出された装置)

(資料:増木 2013)

### 5. 最近の話題

#### 5.1 日本水環境学会H24「技術賞」を受賞

- 学会発表件数、特許取得などの技術面での優位性に加え、実装置の普及が進んでいる点が評価された。

水環境学会総会における表彰式(左)、受賞記念講演(右)の様子 (平成25年6月10日)

(資料:増木 2013)

### 5. 最近の話題

#### 5.2 下層溶存酸素の環境基準化(環境省)

- 平成25年8月30日 中央環境審議会への諮問  
 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。
- 平成27年12月 中央環境審議会からの答申
- 平成28年3月 生活環境の保全に関する環境基準に「**底層溶存酸素量**」を追加(海域及び湖沼に限る)
- 現在、環境省において、**底層溶存酸素量の類型指定に向けて検討中**  
 → 今後、**海域や湖沼の底層の水質改善技術としてWEPシステムが注目・導入される可能性が高い**

(資料:増木 2013)

### 6. お問い合わせ先

**松江土建株式会社**  
 島根県松江市乃木福富町340  
 環境部長 坂本 勝弘  
 Tel: 0852-24-5478

**国立研究開発法人 土木研究所**  
 茨城県つくば市南原1-6  
 水環境研究グループ 水質チーム 上席研究員 小川文章  
 E-mail: f-ogawa@pwri.go.jp  
 Tel: 029-879-6777

(資料:増木 2013)

ご清聴ありがとうございました。

