

WEPシステム

高濃度酸素水による ダム貯水池底層水質改善技術

(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、柴山 慶行



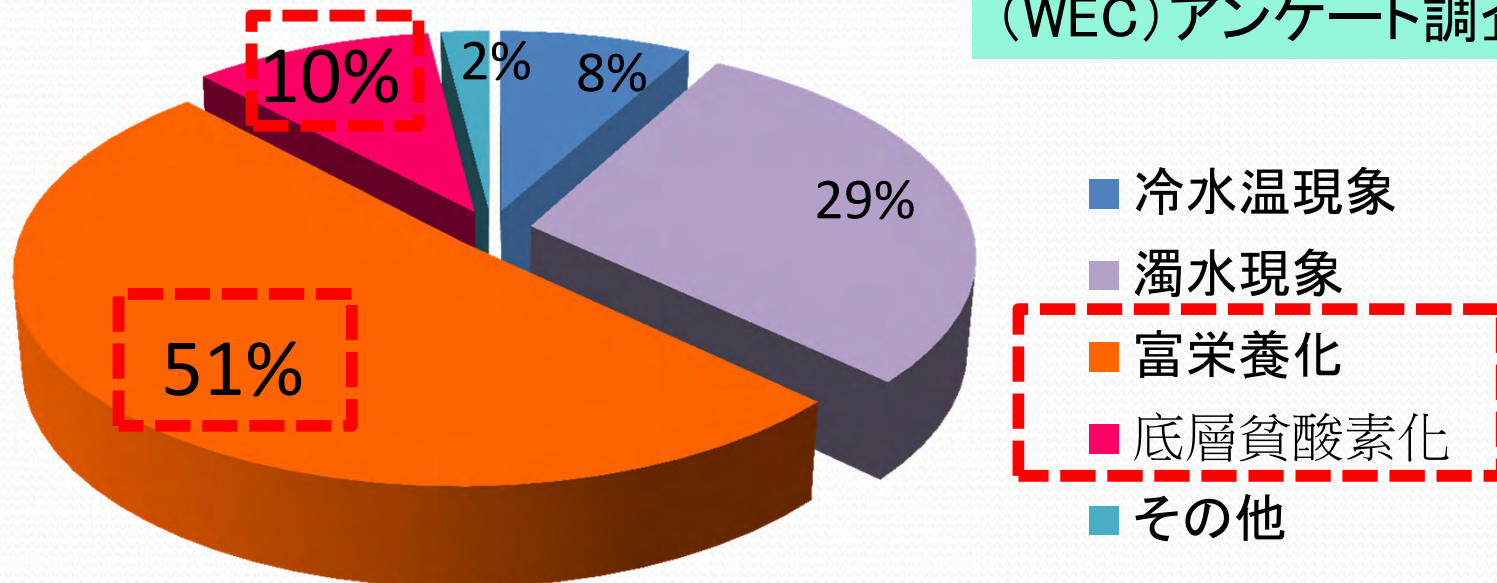
本日の話題

- ダム貯水池の水質問題（底層環境の悪化）
- WEPシステムの技術概要
- 他の技術との相違点
- WEPシステムの適用例と効果
 - ダム貯水池への適用効果
 - 主な導入実績
 - 水環境学会「技術賞」を受賞しました

ダム貯水池の水質問題

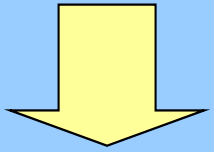
- 全国242の多目的ダムのうち、51%で水質問題が「発生している」または「過去に発生」
- うち60%以上のダムでは、富栄養化、底層貧酸素化に係る問題が発生

ダム水源地環境整備センター
(WEC)アンケート調査による

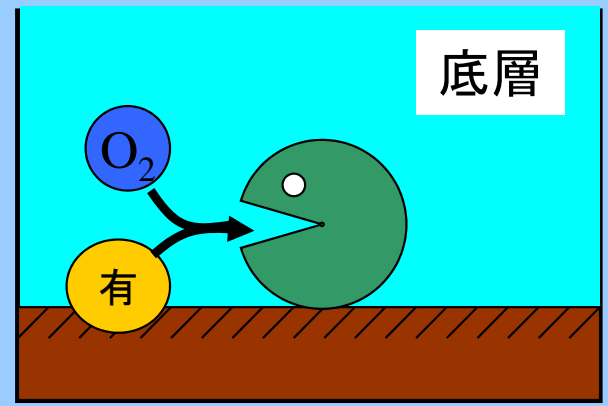


ダム貯水池の水質問題 (底層の貧酸素化)

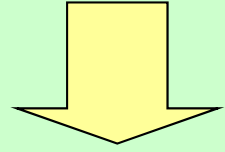
底層に沈んだ有機物や藻類は微生物に分解される



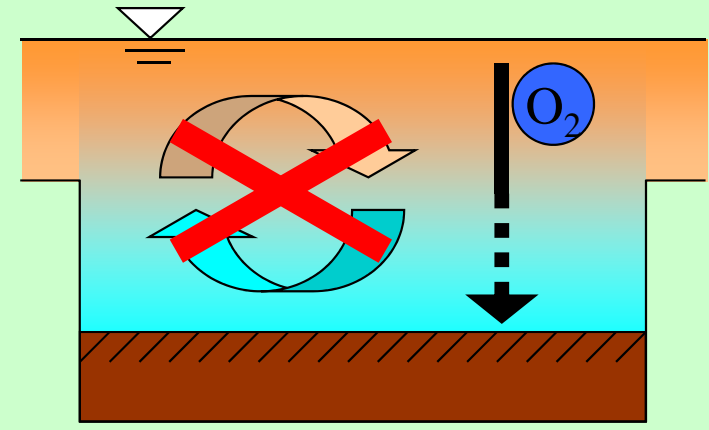
微生物が分解の際に**溶存酸素(DO)**を消費



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

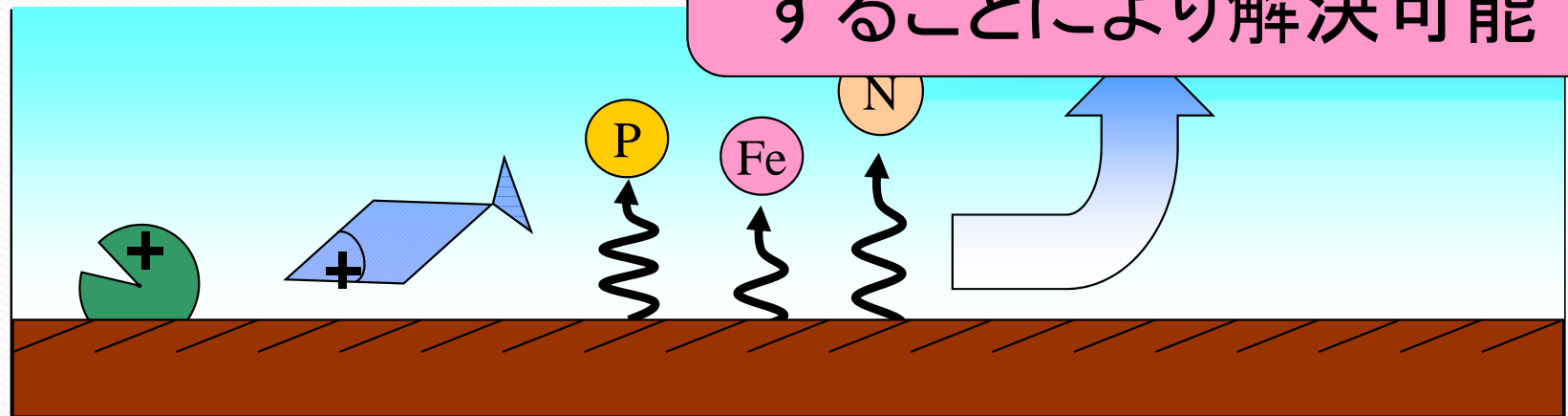
ダム貯水池の水質問題

(底層の貧酸素化と富栄養化)

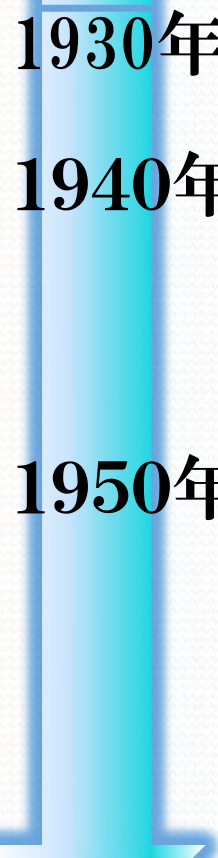
貧酸素状態になると...

- 底層の生物が死滅
 - 青潮の発生
 - 底泥中の**栄養塩類**,
微量元素が溶出
-
- 貯水池中の生態系に影響
 - 悪臭の発生
 - 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



ダム貯水池の水質問題 (底層の貧酸素化問題)

- 
- 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

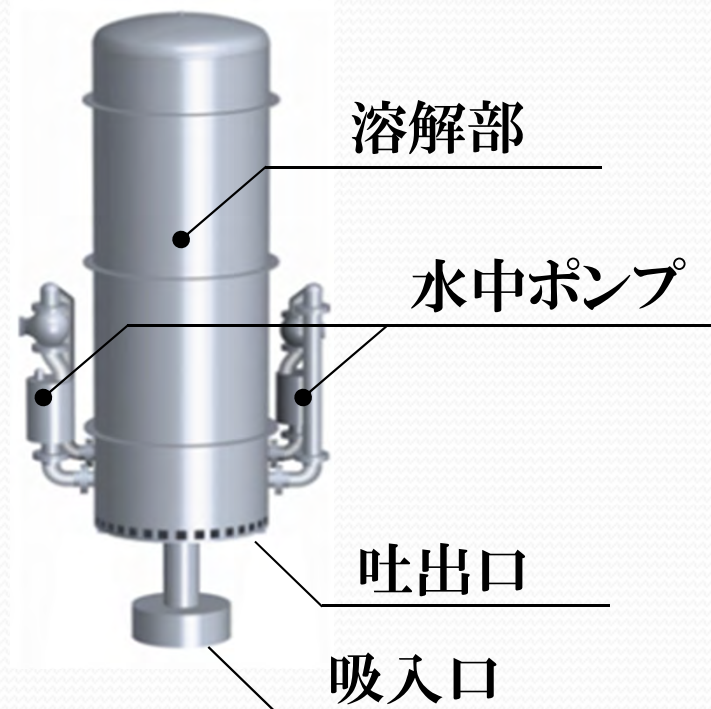
WEPシステムの開発

- 貯水池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

水中アンカー
方式・気液溶解
装置 (120m³/h)

直径1.2m

高さ4.0m



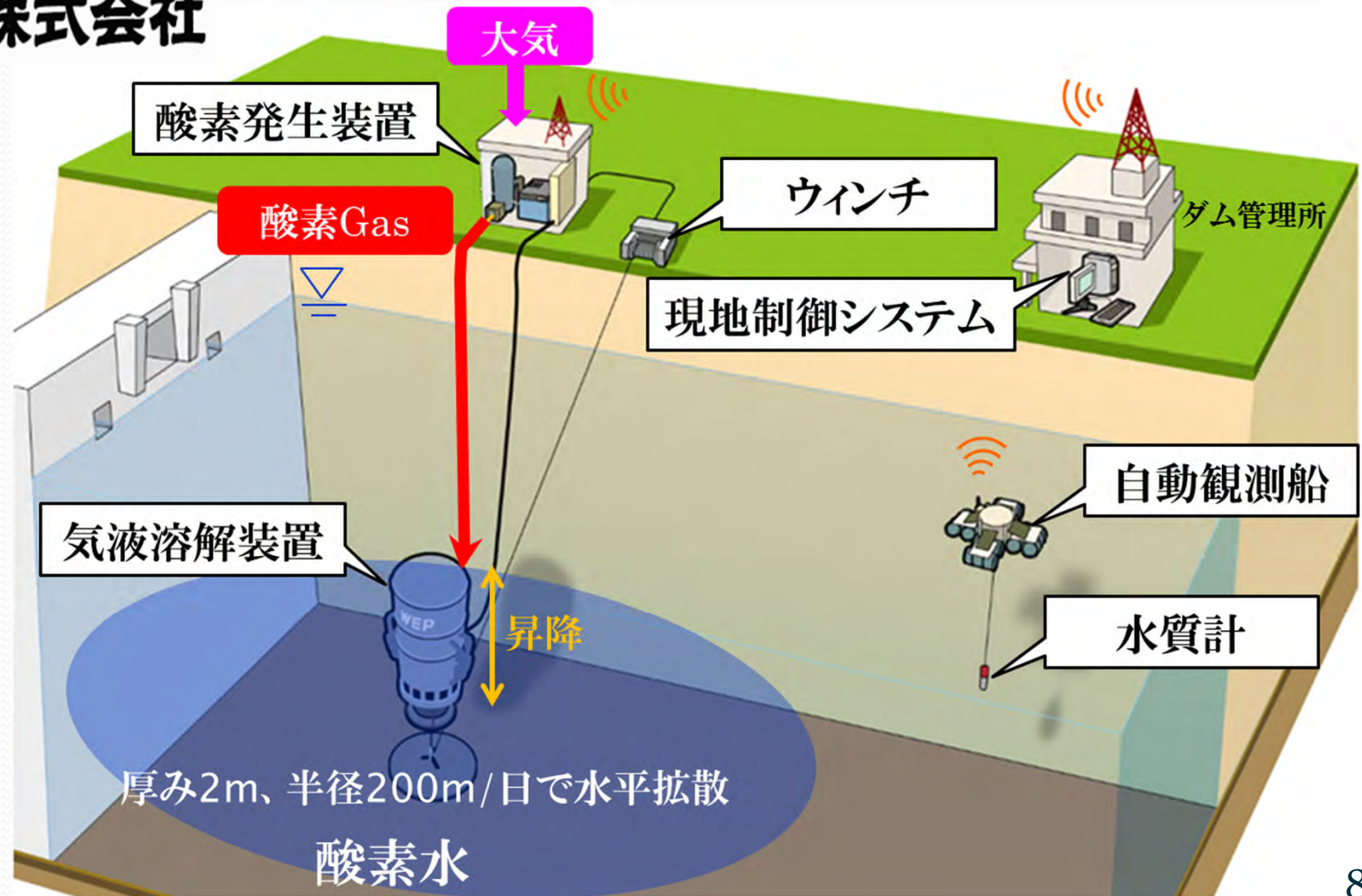
水中ポンプ (m ³ /h)	酸素吐出流量 (Nm ³ /h)	定格出力 (kW)
80	4.0	16.5
120	6.0	22.5



WEPシステムの開発

- (株)松江土建と(独)土木研究所の共同研究により開発

松江土建株式会社



WEPシステムの特長

WEPは「Water Environmental Preservation」の頭文字です

- WEPシステムの特徴
 - 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



他の技術との相違点

既往の技術の概要

- ・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
水温躍層を乱すこととなり、ダムの選択取水が困難

- ・曝気循環方式・・・気泡噴流により鉛直混合流を起こし、水温躍層を破壊してDOが豊富な表層水を底層へ送る

水温躍層の破壊により、ダムの選択取水が困難となる
底層水の浮上や底泥の巻き上げといった課題もある

他の技術との相違点

運用の特徴	人工的な成層破壊	深層空気供給	深層酸素供給
供給気体	空気	空気	純酸素, 高純度酸素
知名度	高	中	低
成層破壊ポテンシャル	高	中	低
深層水の温暖化	高	中	低
秋の深層水のDO	中	低	高
酸素要求増大への誘導性	高	中	低
窒素の過飽和	低	中	低
運用自由度	低	低-中	高
温水性魚類の生息	可	可	可
冷水性魚類の生息	不可	可	可
選択取水の有効利用	不可	可	可

Beutel M. W. & A. J. Horne (1999) A review of the Effects of hypolimnetic oxygenation on lake and reservoir water quality. Journal of Lake and Reservoir Management, Vol.15(4), pp287から和訳して引用

深層酸素供給にメリットが多い

供給した酸素の拡散範囲, 深層水中への停滞性および底泥の酸化の有無等を明確にすることが重要とされている。



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)

- 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m³
形式: 重力式コンクリートダム
目的: 治水, 利水



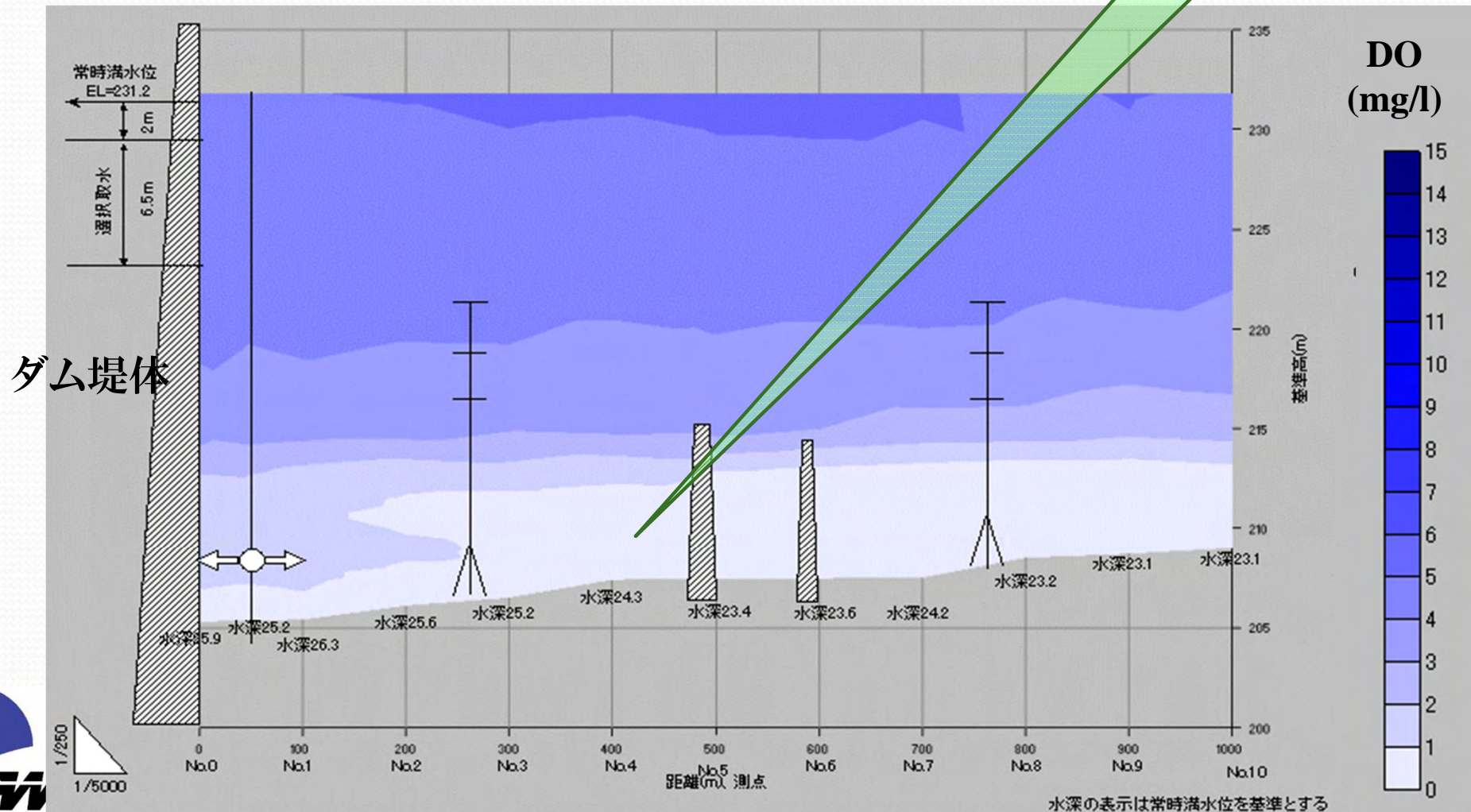
WEPシステムの適用事例とその効果(1)

灰塚ダム貯水池

WEPシステムの運転前

底層付近は
貧酸素化

貯水池内の溶存酸素濃度(DO)の分布 (縦断方向)



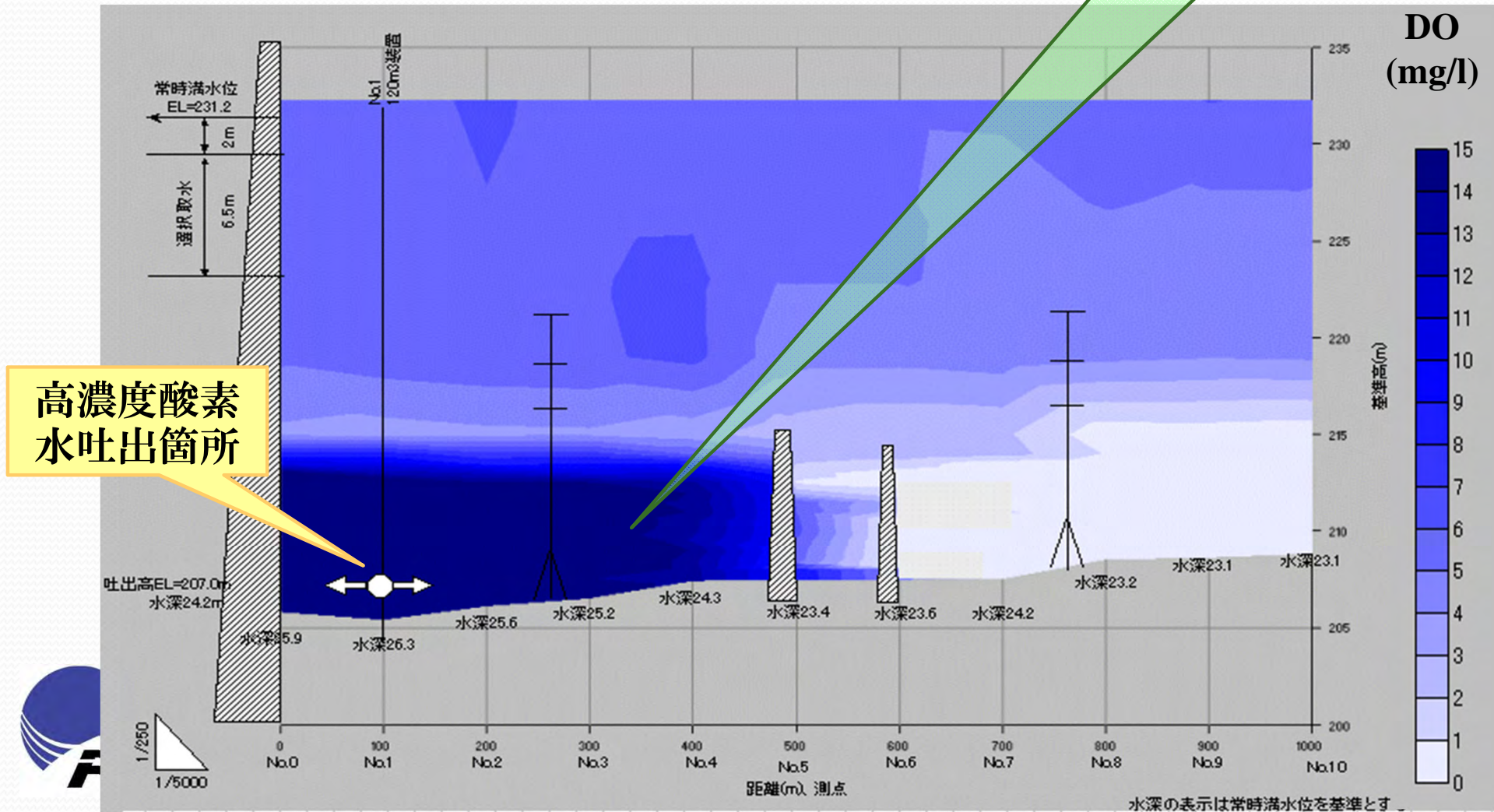
WEPシステムの適用事例とその効果(1)

灰塚ダム貯水池

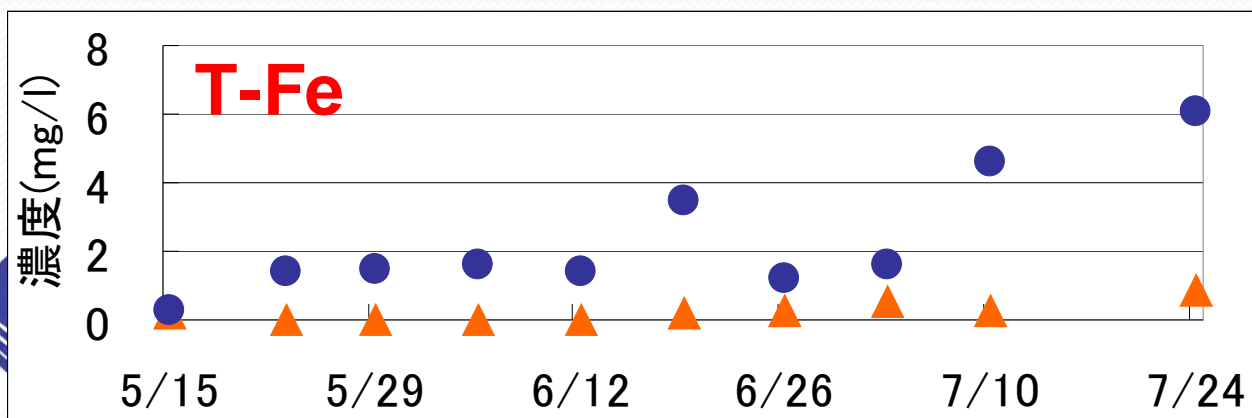
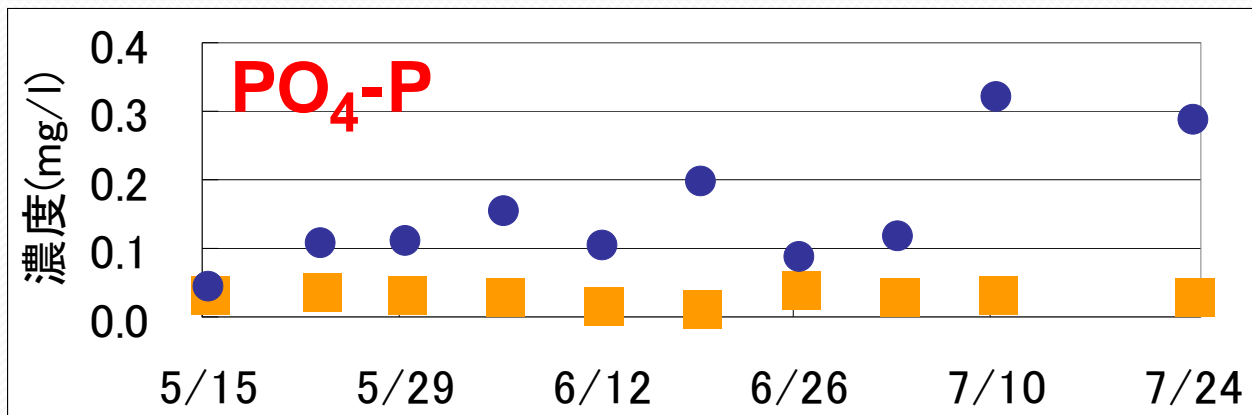
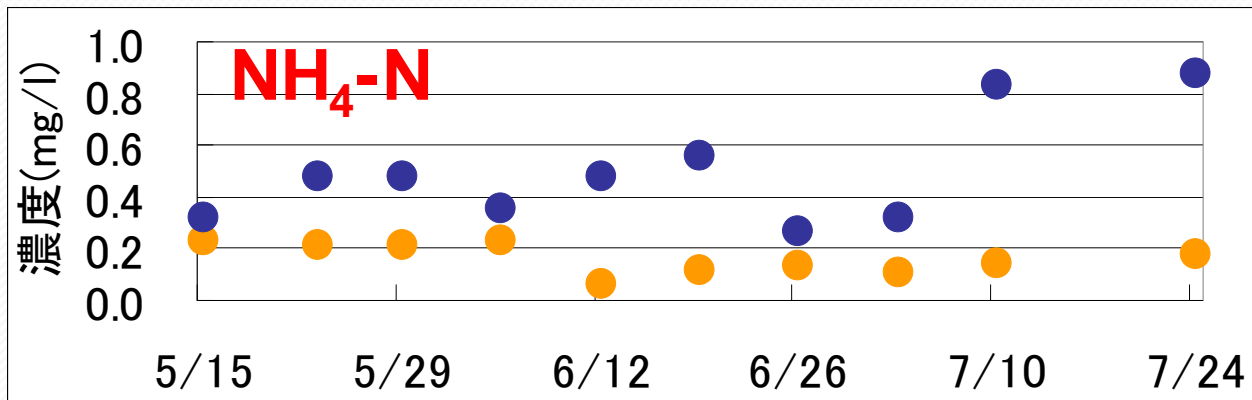
WEPシステムの運転開始60日後

底層付近の
貧酸素状態は解消

貯水池内の溶存酸素濃度(DO)の分布 (縦断方向)

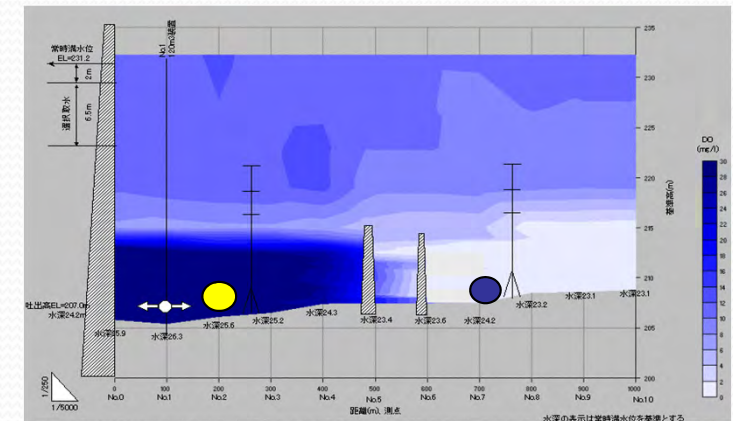


WEPシステムの適用事例とその効果(1) 灰塚ダム貯水池 底層の栄養塩類、金属の濃度比較



栄養塩類の溶出が抑制されていることが確認できる

採水位置



- : 実験区
- : 対照区

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(2)

- 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

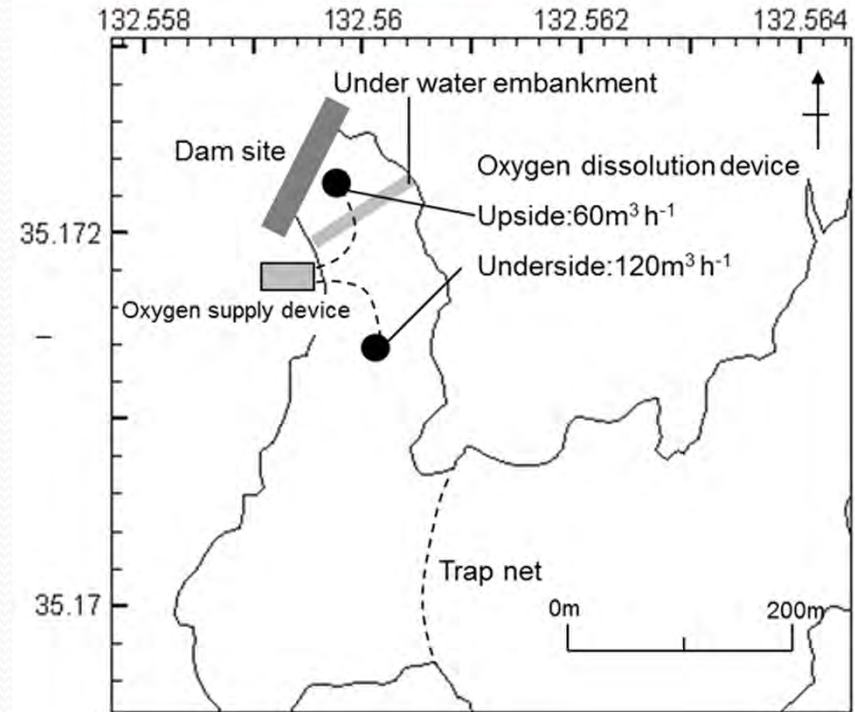
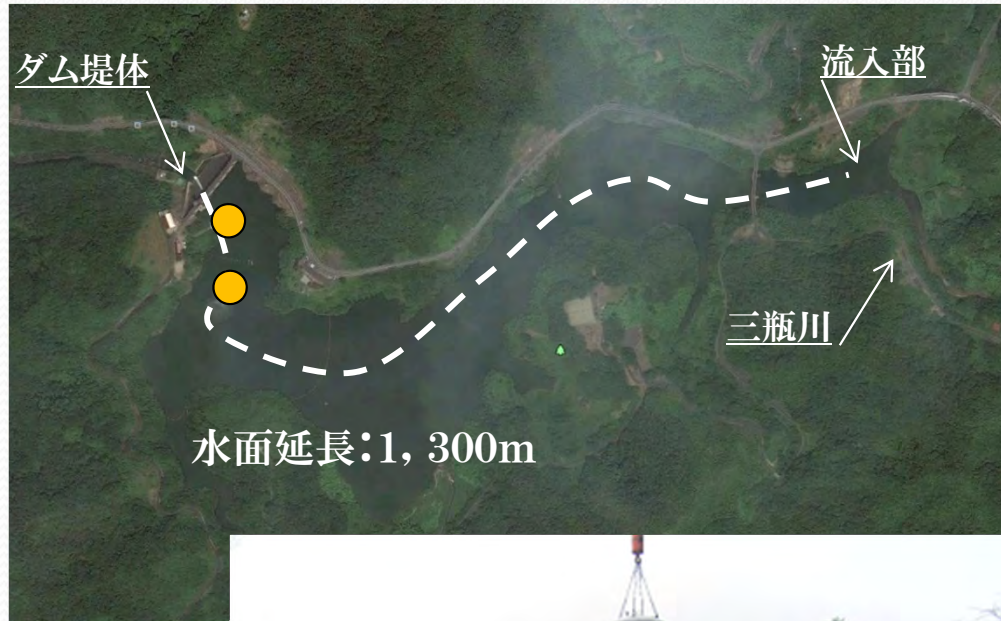
形式: 重力式コンクリートダム

目的: 治水, 利水

(資料: 増木 2013、島根県HP)

WEPシステムの適用事例とその効果(2)

三瓶ダム貯水池



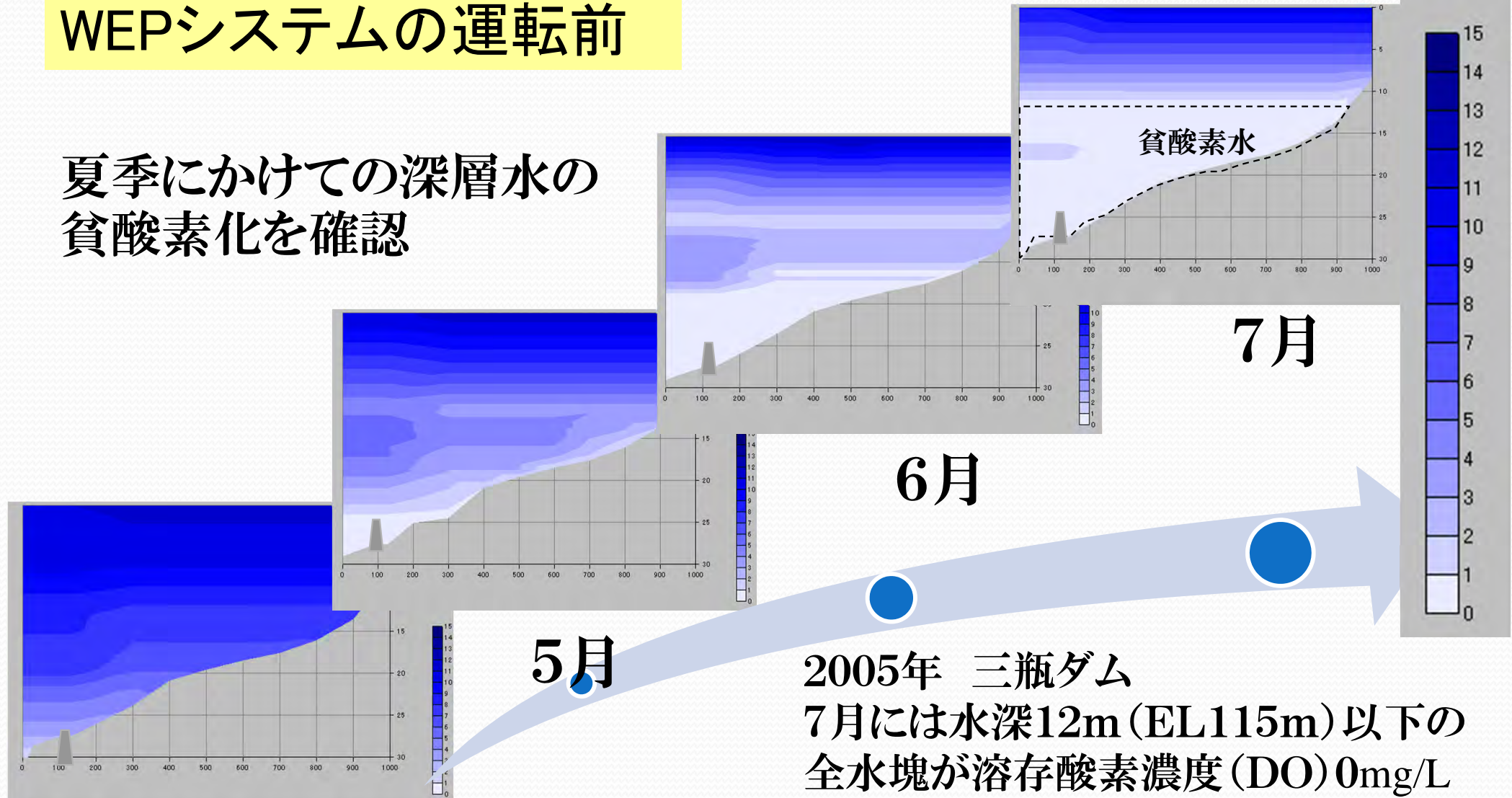
WEPシステムの適用事例とその効果(2)

三瓶ダム貯水池

～ 事前調査から明らかになった貧酸素状態 ～

WEPシステムの運転前

夏季にかけての深層水の貧酸素化を確認



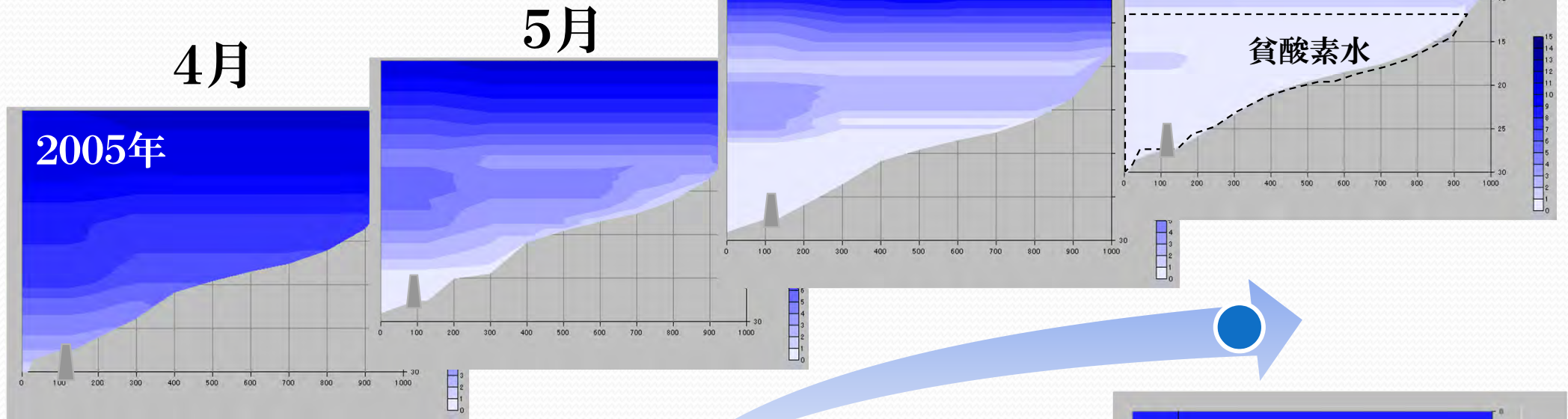
2005年 三瓶ダム

7月には水深12m (EL115m) 以下の全水塊が溶存酸素濃度 (DO) 0mg/L

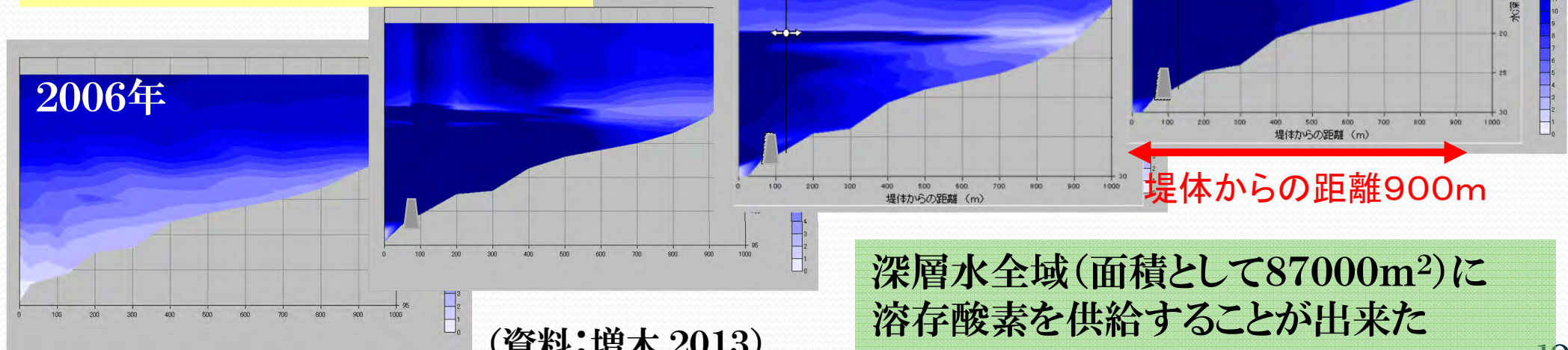
WEPシステムの適用事例とその効果(2)

三瓶ダム貯水池

WEPシステム運転前

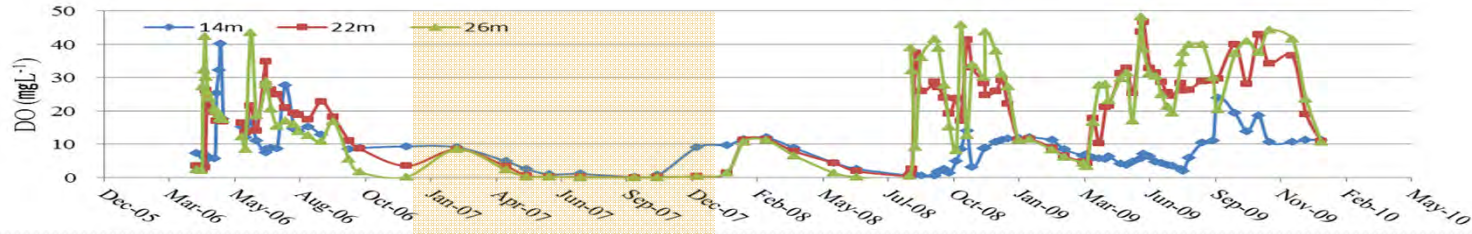


WEPシステム運転後

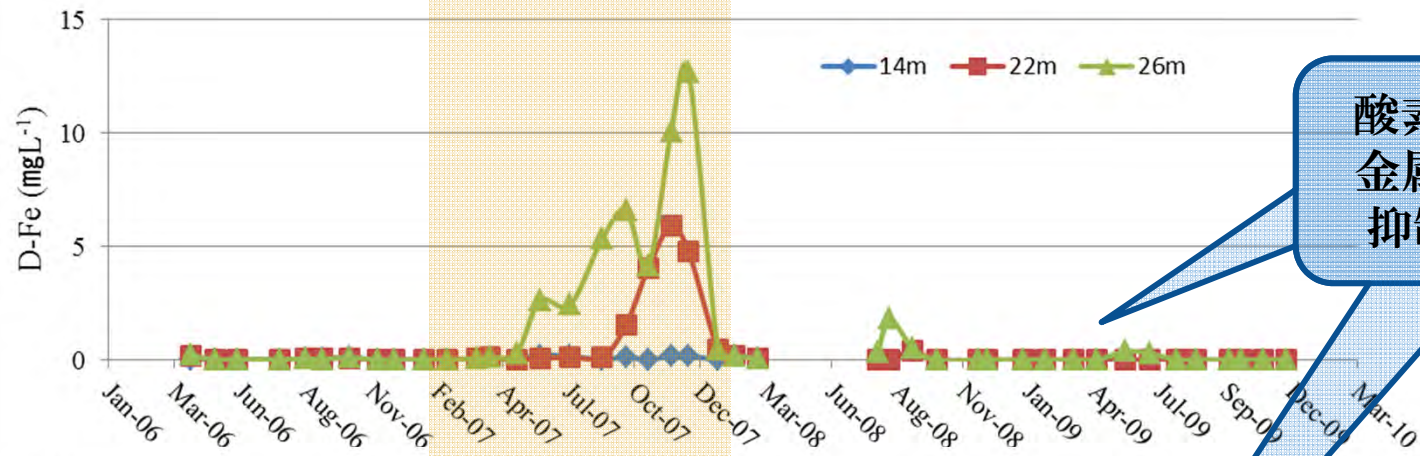


WEPシステムの適用事例とその効果(2) 三瓶ダム貯水池 深層水の溶存酸素環境と金属イオン濃度

DO
(溶存酸素)

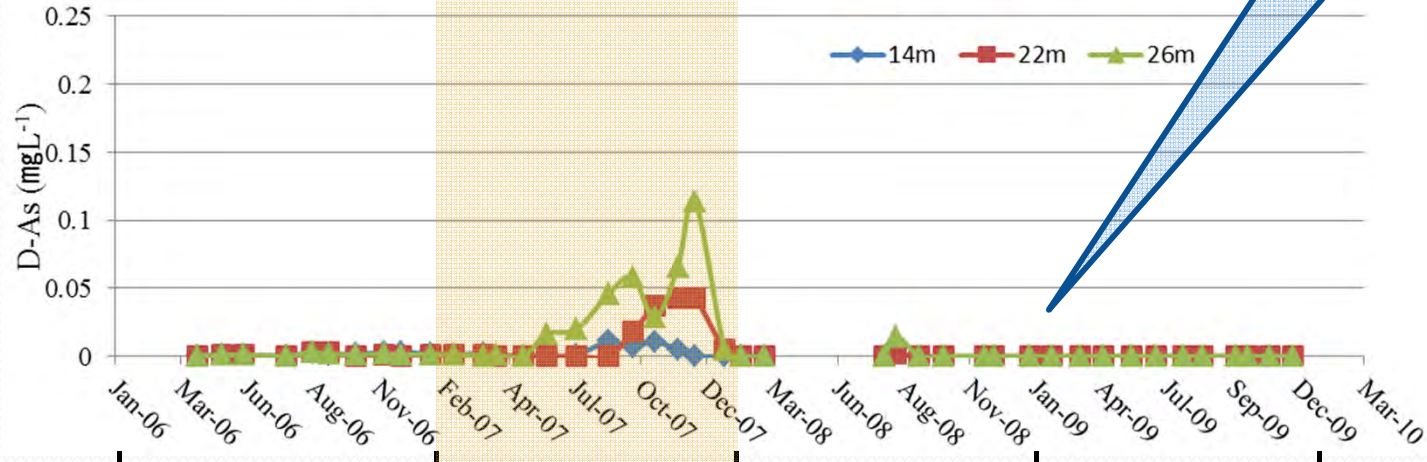


D-Fe
(溶存態鉄)



酸素供給期間は
金属類の溶出が
抑制されている

D-As
(溶存態ヒ素)



色つき部分は
酸素供給を行
わなかった年



2006年 2007年 2008年 2009年

WEPシステム 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
灰塚ダム	広島県	中国地整 三次河川国道事務所	H22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
千葉港	千葉県	関東地整 千葉港湾事務所	H21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年度予定

ダム貯水池等の富栄養化、底質環境悪化の対策が必要な際は、ぜひ本システムの導入をご検討ください。



(中国へ輸出された装置)

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ました
 - (表彰式) 平成25年6月10日(月)に実施



WEPシステム

高濃度酸素水によるダム貯水池底層水質改善技術

● Acknowledgement

- 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道程手法開発の試み、ダム水源地環境技術研究所所報2011、ダム水源地環境整備センター
- 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
- 中国地方整備局三次河川国道事務所ホームページ、
<http://www.cgr.mlit.go.jp/miyoshi/haizuka/>
- 島根県ホームページ(三瓶ダム)、
http://www.pref.shimane.lg.jp/keno_kendo/sanbe_damu.html

WEPシステム

高濃度酸素水による
ダム貯水池底層水質改善技術



- 問い合わせ先

- (独)土木研究所水質チーム 岡本、柴山

E-mail: s-okamoto@pwri.go.jp, shibayama@pwri.go.jp

Tel: 029-879-6777