

平成27年度

汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループ

資 料

平成27年度

汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループ

資 料 1

H26 メカニズム WG 指摘事項

1. アオコ判別式について、アオコではなく藍藻類の優占状態を判別できるのではないか。谷先生の色素のデータが使えないか（山室座長）

※資料参照

2. どれくらいの精度で塩分を測ればアオコが予測できるか、過去の資料ももうちょっと見たらどうか（山室座長）

3. アオコが発生した年の塩素イオン低下の理由など、解析を期待（中村委員）

※資料参照

4. (D-COD と DOC の解析に関連して) CN 比は怎么样了（中田委員）

※資料参照

5. 藻類の種類の違いで分解溶存物がちがうか（清家委員）

6. シジミについて、浅枝先生の指摘、塩化物イオンではなく DO との相関を見た方が良い（山室座長、「浅枝先生の昨日の指摘」）

※資料参照

7. シジミモデル（シジミの呼吸による吸収、攪乱による P 溶出など）（山室座長）

植物プランクトン(藍藻・珪藻・緑藻)と水質との相関検討

藍藻

水温に正、窒素に負の相関があり、夏季に
関係する水質パラメータとの相関が高い。

判別式に拳がったパラメータも水温と窒素
であり、これも夏季との相関が強いと思わ
れる。

種ごとのヒストグラムを見るとSynechoが最
も多く優占している7~8月に優占している
頻度が高い。一方、Aphanocapsaは5~6月
に頻度が高くなっている。

珪藻

相関を見たとところ優占することにより変わり
そうなパラメータが拳がった(WC、Chl-a、
Si)。しかし、藍藻に比べて相関が弱い。

判別式ではいくつかのパラメータが拳がっ
たが、因果関係の説明まではしづらい。

ヒストグラムを見ると、時期も水温も特徴が
みられず、また、種で見ても傾向が見られ
ない。

以上から、時期とも水質とも関係性が見ら
れないように思われる。

緑藻

珪藻同様、相関係数は小さいが、前月・
前々月の温度と逆相関があるので、春ごろ
と相関があると思われる。

判別式は、優占した回数が少ないことた
め、正確な判定ができていない。

ヒストグラムから、明らかに春ごろ優占して
いる頻度が高い。

検討①: 相関(出現の有無と各水質項目との相関)

【手法】

優占=2、出現=1、出ない=0 として、各水質の当月(項目O)・前月(項目A)・前々月(項目B)との相関を見た。
Spearmanの順位相関係数(ρ)というノンパラメトリックな相関係数を用いた。期間は1999.4~2015.2
以下は相関係数の絶対値が大きいものから、有意確率が1%以下のものだけを示す。

【結果】

藍藻

	有意確率 (両側)	Spearmanの ρ
水温_O	0.000	0.581
NO3-N_O	0.000	-0.500
TN_O	0.000	-0.493
DO_O	0.000	-0.487
DN_O	0.000	-0.479
NO2-N_O	0.000	-0.472
水温_A	0.000	0.438
DN_A	0.000	-0.347
DO_A	0.000	-0.330
NO2-N_A	0.000	-0.286
NO3-N_A	0.000	-0.282
DN_B	0.000	-0.281
D-Si_O	0.000	-0.276
D-COD_O	0.000	0.271
TOC_O	0.000	0.259
TN_A	0.000	-0.250
COD_O	0.001	0.249

珪藻

	有意確率 (両側)	Spearmanの ρ
WC_O	0.000	0.280
Chla_O	0.001	0.244
D-Si_O	0.001	-0.243
WC_A	0.003	0.211
Cl_O	0.004	-0.206
SS_O	0.005	0.202
DOC_O	0.007	-0.196
EC_O	0.007	-0.194
Cl_A	0.008	-0.190

緑藻

	有意確率 (両側)	Spearmanの ρ
DO_B	0.000	0.297
水温_B	0.000	-0.287
水温_A	0.000	-0.257
TN_A	0.000	0.256
DO_A	0.000	0.253
DO_O	0.000	0.227
COD_O	0.000	0.225
TN_B	0.001	0.205
Chla_B	0.002	0.198
NO2-N_A	0.003	0.193
水温_O	0.006	-0.177
SS_O	0.007	0.173

検討②: 判別分析(出現の有無を複数の水質項目を用いて最も高い確率で表した関係式)

【手法】

優占した=1、出現・出ない=0 という群に分けるための式を水質データから作成する。

検出されたパラメータから優占する際に寄与する複数の水質項目を見つけて出す。

・判別に使ったパラメータ

水温、Cl、SS、COD、D-COD、Chl-a、TN、DN、NH3-N、NO2-N、NO3-N、TP、DP、PO4-P、D-Mn、D-Fe、D-Si、TOC、DOC、WC
これらのパラメータの当月(項目_0)・前々月(項目_A)・前々月(項目_B)の3か月分を独立変数とした。期間は1999.4~2015.2

【結果】

判別式

$$Z_{\text{藍藻}} = 0.117 * (\text{水温}_0) - 9.792 * (\text{NH}_3\text{-N}_0) - 112 * (\text{NO}_2\text{-N}_0) - 1.44$$

$$Z_{\text{緑藻}} = -0.556 * (\text{WC}_0) + 0.916 * (\text{D-Si}_0) + 1.31 * (\text{DOC}_0) - 0.655 * (\text{D-Si}_A) + 95.6 * (\text{D-Fe}_B) + 4.01$$

$$Z_{\text{緑藻}} = 6.42 * 10^{-4} * (\text{Cl}_0) + 0.026 * (\text{Chl-a}_0) + 0.678 * (\text{D-COD}_A) + 0.26 * (\text{Chl-a}_A) + 88.9 * (\text{NO}_2\text{-N}_A) - 6.64 * (\text{D-Mn}_A) - 0.128 * (\text{水温}_B) - 2.62$$

藍藻

検出されたパラメータ	標準化された 標準判別関数係数
水温_0	. 826
NH3-N_0	- .266
NO2-N_0	- .408

珪藻

検出されたパラメータ	標準化された 標準判別関数係数
WC_0	- .447
D-Si_0	. 870
DOC_0	. 539
D-Si_A	- .640
D-Fe_B	.432

緑藻

検出されたパラメータ	標準化された 標準判別関数係数
Cl_0	. 623
Chl_a_0	. 358
D-COD_A	. 377
Chl_a_A	. 367
NO2-N_A	. 346
D-Mn_A	- .276
水温_B	-1.003

※「標準化された標準判別関数」は、

基準変数を構成するカテゴリーの群分けに、各独立変数が貢献する程度を意味する。

分類結果

元のデータ	予測グループ番号		合計
	0	1	
0	55	23	108
1	13	70	83
合計	98	93	

分類の正確さ 81.2%

分類結果

元のデータ	予測グループ番号		合計
	0	1	
0	93	42	141
1	14	35	49
合計	113	77	

分類の正確さ 70.5%

分類結果

元のデータ	予測グループ番号		合計
	0	1	
0	146	19	165
1	5	17	22
合計	151	36	

分類の正確さ 87.2%

※表の見かた

観測でも優占せず、計算でも優占していないと判別された。→

観測では優占したが、計算では優占すると判別された。→

← 観測では優占していないが、計算では優占すると判別された。

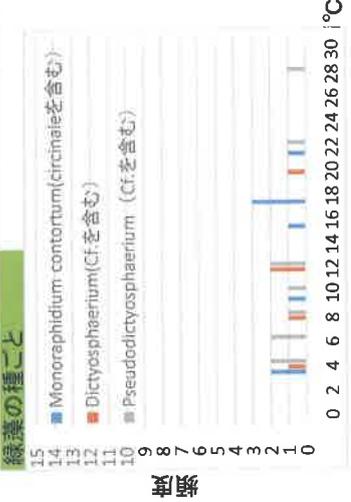
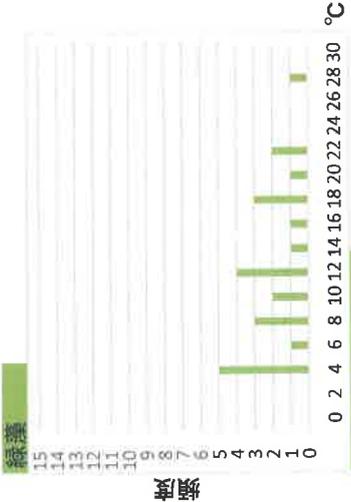
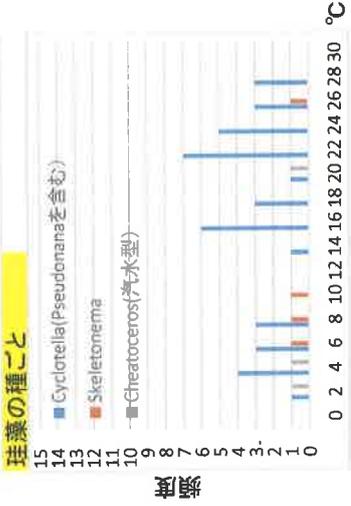
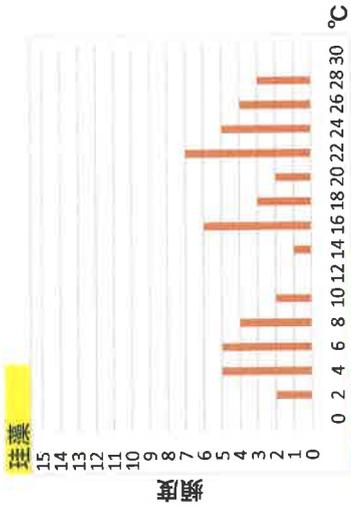
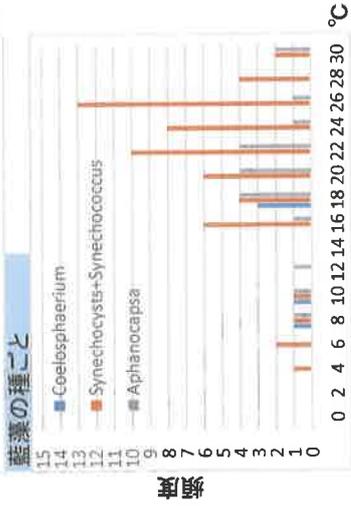
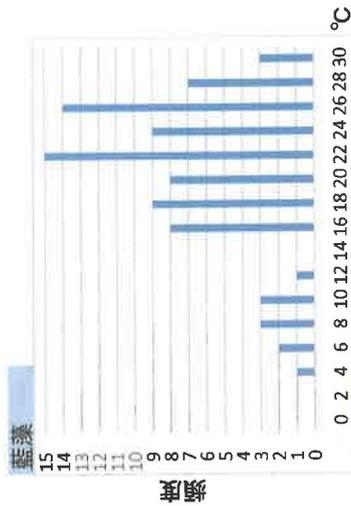
← 観測でも優占し、計算でも優占すると判別された。

分類の正確さ = $\frac{\text{正真正正}}{\text{不正不正} + \text{正真正正}} = \frac{\text{■}}{\text{■} + \text{■}}$

【考察】

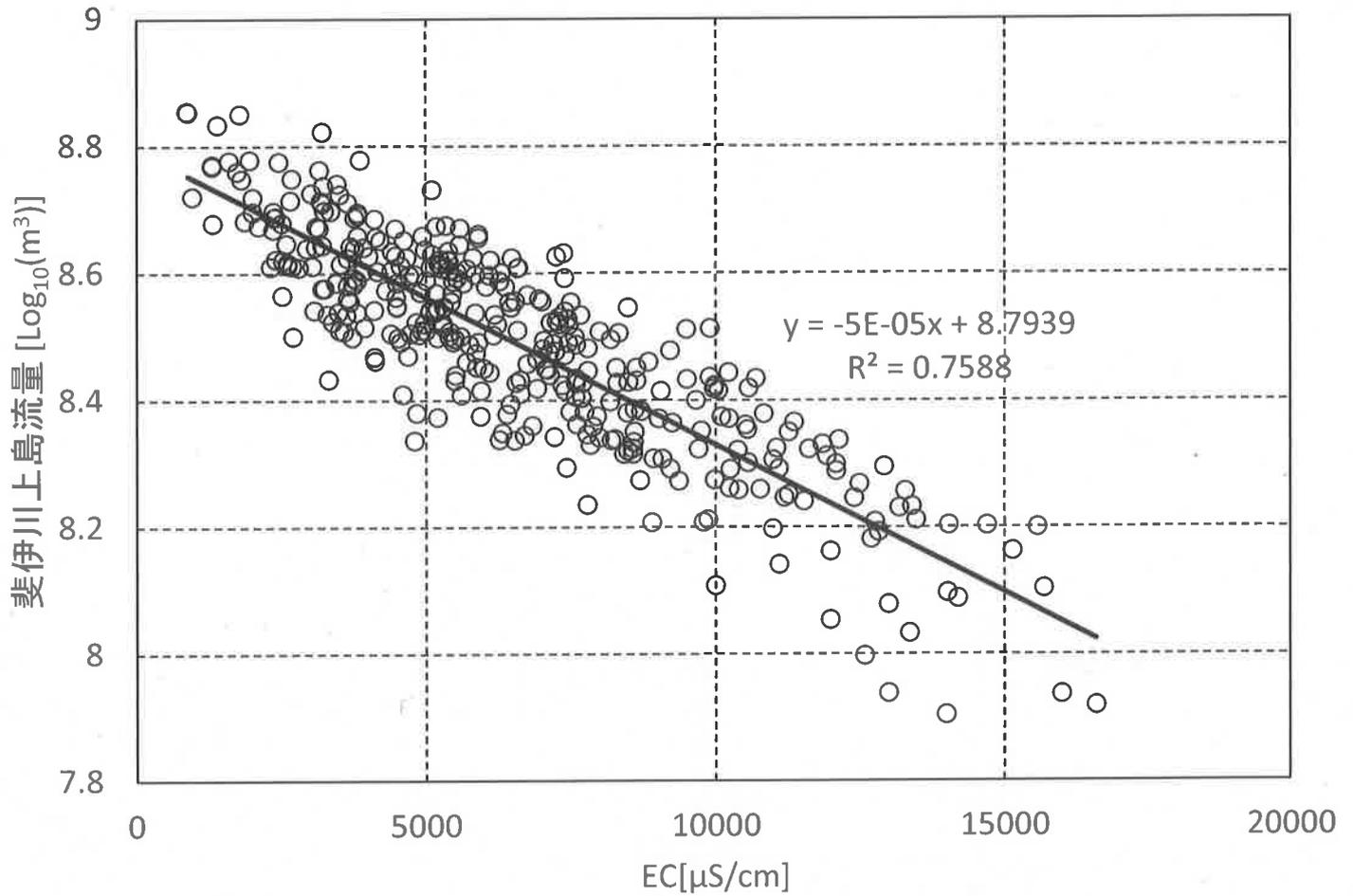
優占した回数が少ない珪藻や緑藻は、分類結果の左上「観測でも優占せず、計算でも優占していないと判別された。」に引っぱられて分類の正確さの数字が上がリ、さらに右側予測グループ1の「計算で優占する」と判別されたものがほぼ同数であり、今回の式では明確な分析ができなかったと思われる。

水温ごと

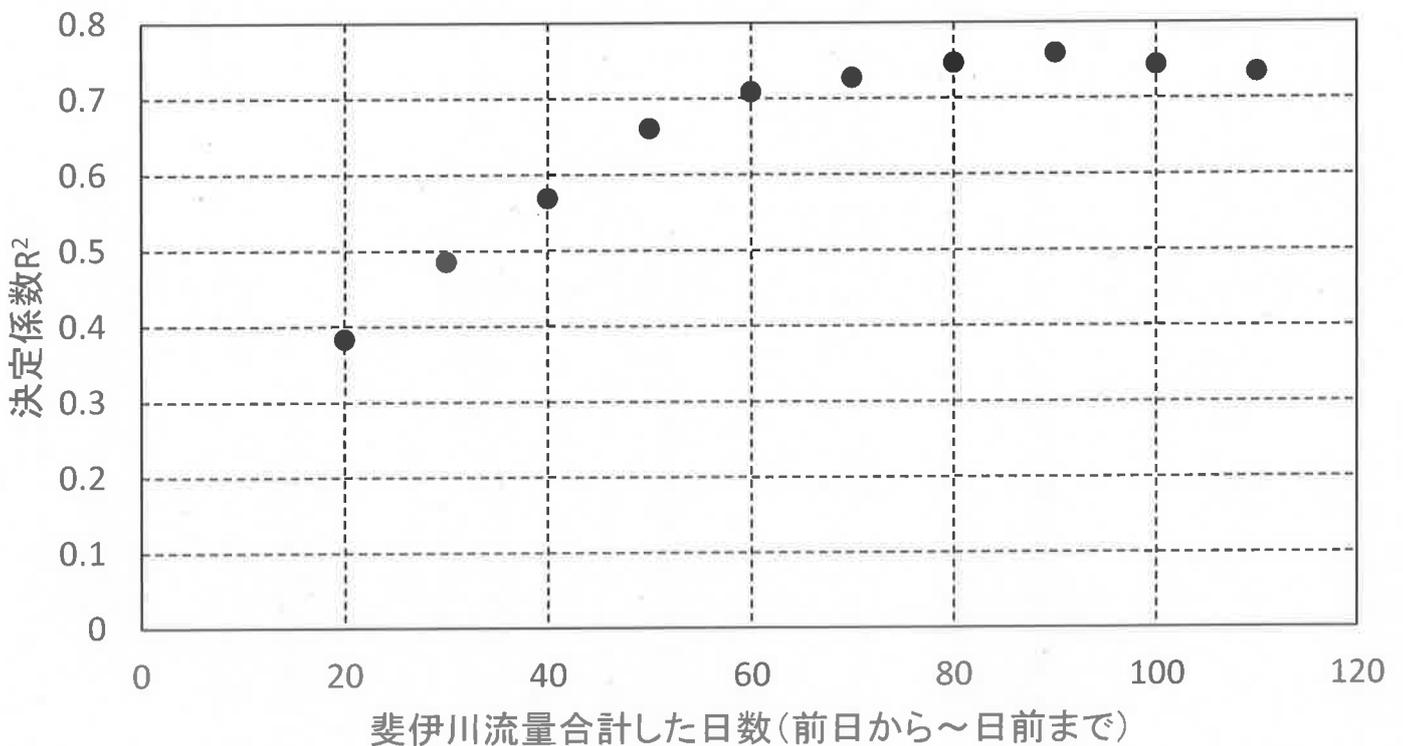


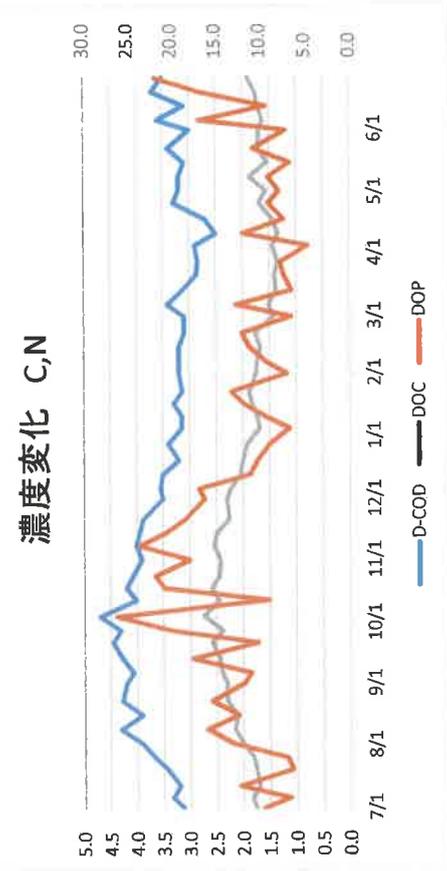
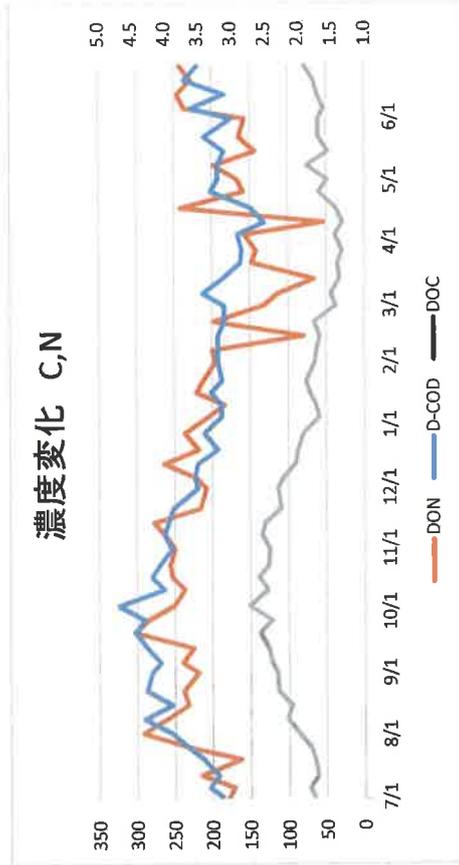
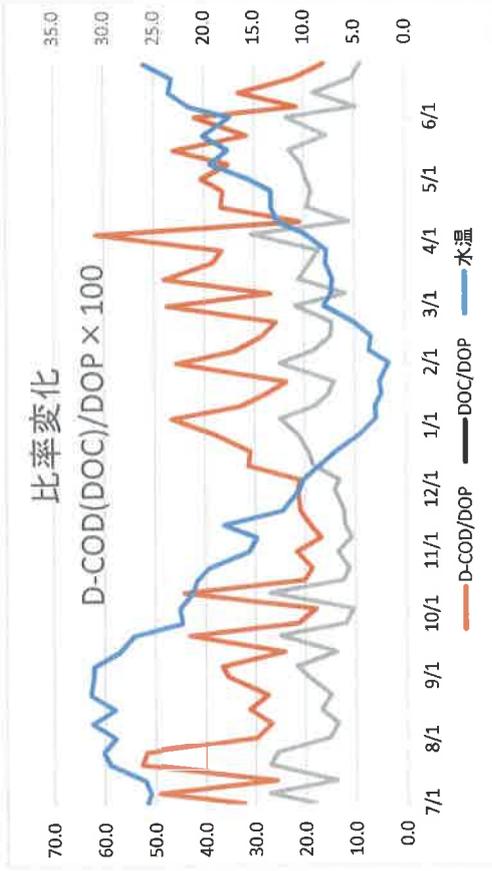
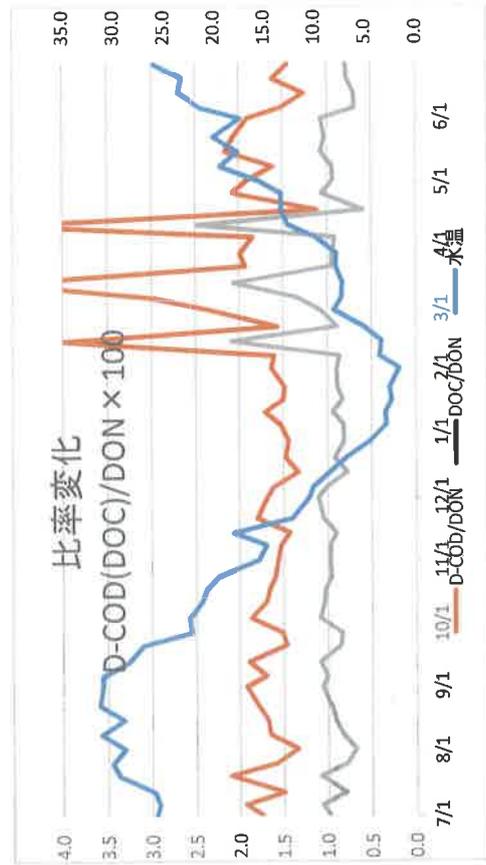
斐伊川流量と宍道湖湖心ECの相関

90日間の斐伊川流量合計(対数)とECの相関

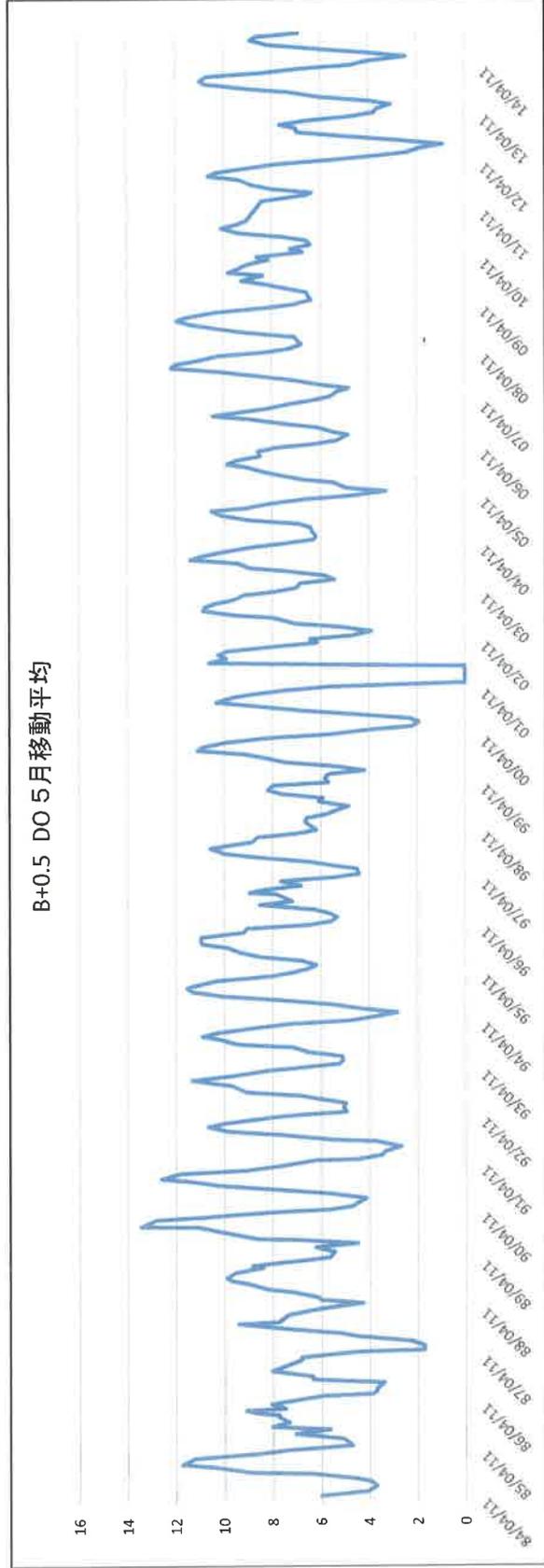
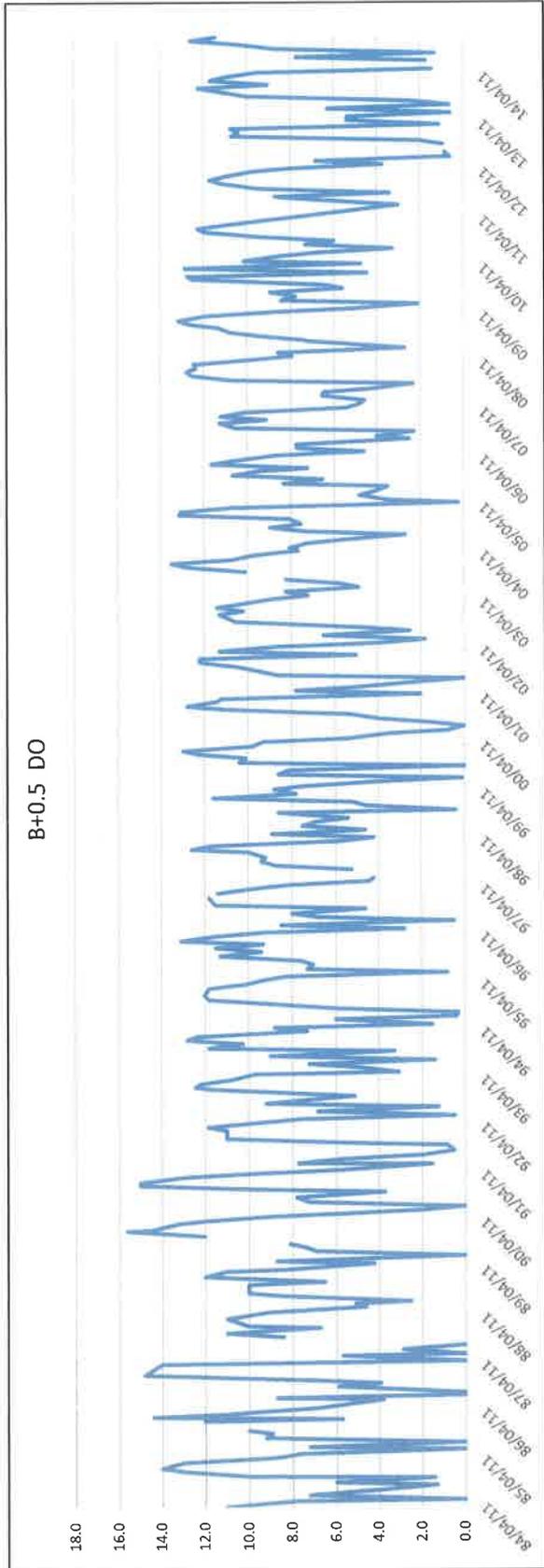


決定係数





DOC/DON・DOPの変化



央道湖(湖心)下層DOの推移

平成27年度

汽水湖汚濁メカニズム解明調査ワーキンググループ

資	料	2
---	---	---

アオコ調査結果について

島根県保健環境科学研究所
水環境科 崎 幸子

アオコとは

湖沼等で藍藻類が異常発生し、水面が緑色になる現象。
宍道湖では、平成22～24年にアオコが大発生。
問題点：景観の悪化、悪臭、水質等の悪化



調査内容

目的：アオコ大発生プロセスの解明

期間：平成25～27年度の夏季 週1回採水

採水地点：穴道湖湖心から東西南北の地点及び湖心



分析項目：水温, 電気伝導度, 窒素, リン, TOC,
クロロフィル, 植物プランクトンなど

平成25～27年度のアオコ発生状況

穴道湖全体に発生...なし

穴道湖の局所的に発生...平成25年度 1回

平成26年度 3回

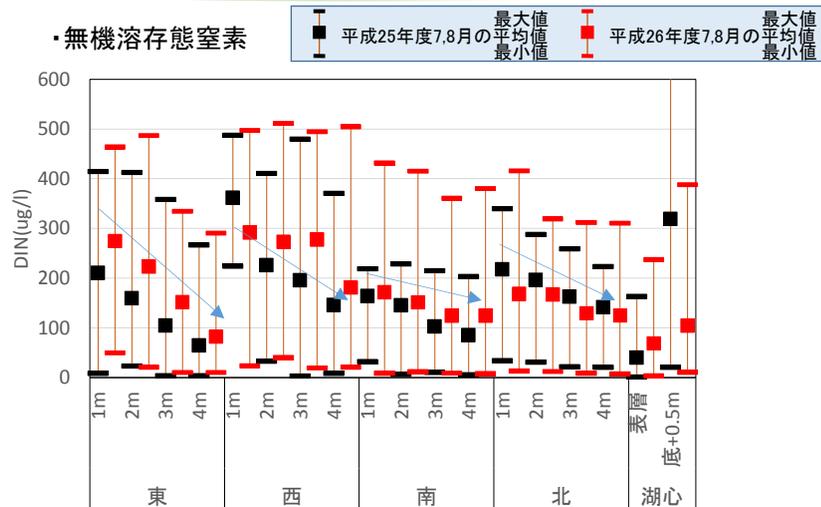


アオコ調査結果について

目次

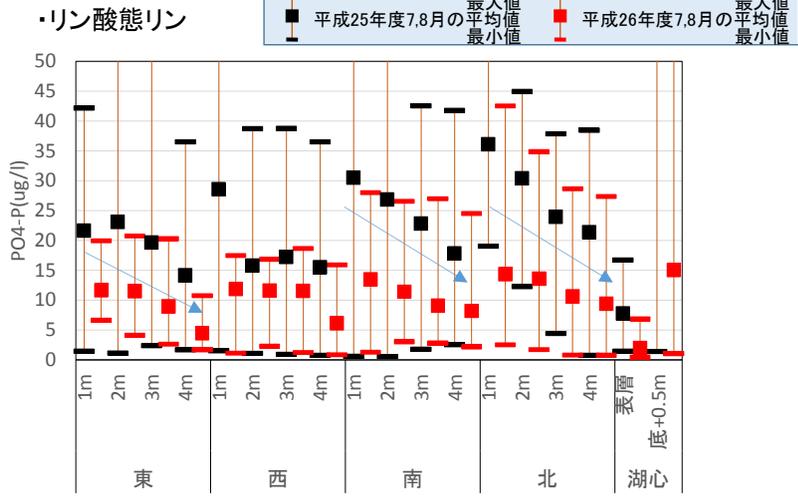
- ① 宍道湖内の水質分布特性
- ② アオコ発生と水況の関係について
 - 1) 大規模発生と水質の関係
 - 2) 局所的発生と水質の関係
特にDIN、PO4-Pについて
- ③ 植物プランクトンの出現状況について
 - 1) アオコ発生年と未確認年における出現種数の変化
 - 2) アオコ発生時における細胞数の変化

結果① 宍道湖内の水質分布特性



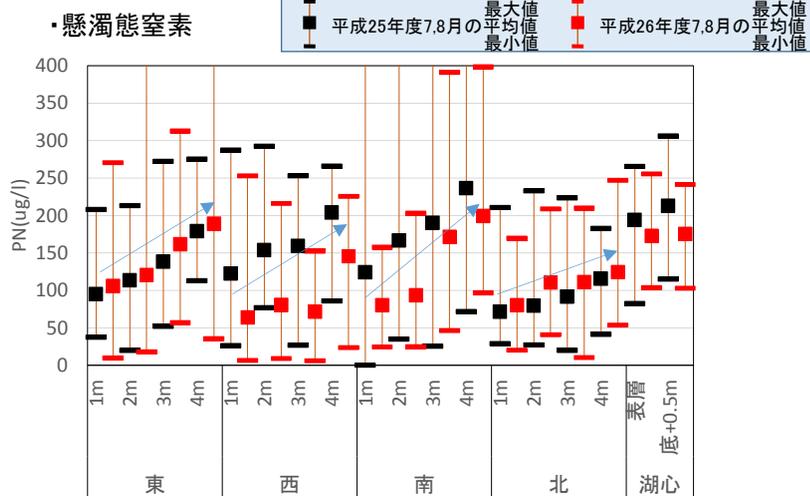
沖に行くほど低くなる

結果①宍道湖内の水質分布特性



沖に行くほど低くなる

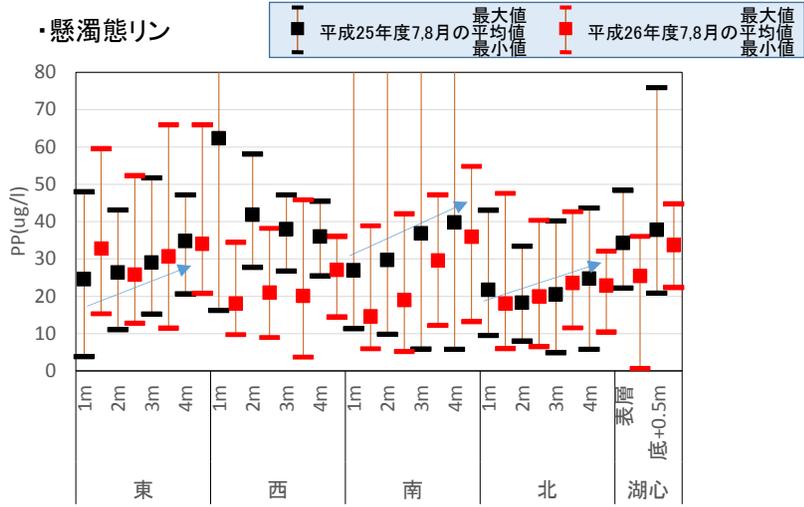
結果①宍道湖内の水質分布特性



沖に行くほど高くなる

結果①宍道湖内の水質分布特性

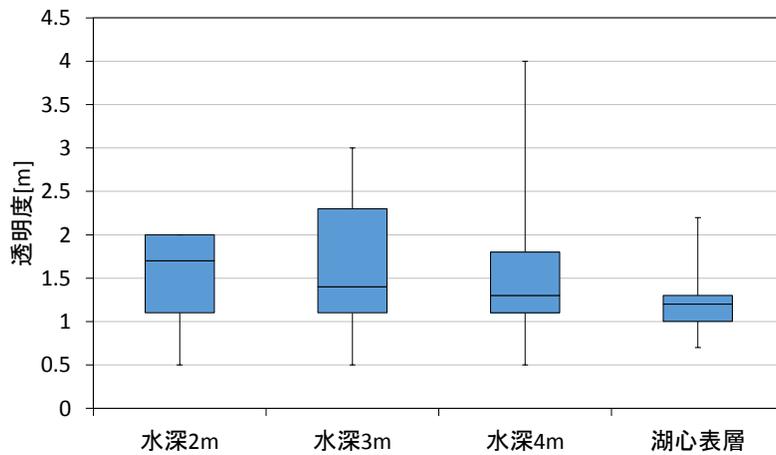
・懸濁態リン



沖に行くほど高くなる

結果①宍道湖内の水質分布特性

・透明度



湖心で透明度が低い…湖岸でシジミが懸濁態物質をろ過している。

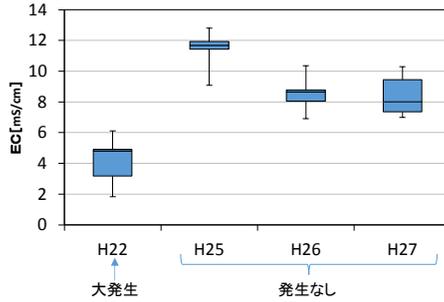
結果②アオコ発生と水況の関係について

1)大規模発生と水質の関係

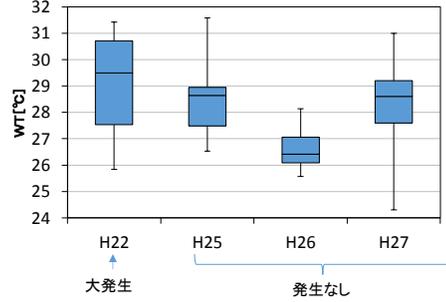
・大発生した平成22年度の高頻度調査(湖心表層のみ)時のデータと比較

・採水時期:7月~8月

・電気伝導度



・水温



※平成22,27年度は7回、平成25,26年度は9回採水。

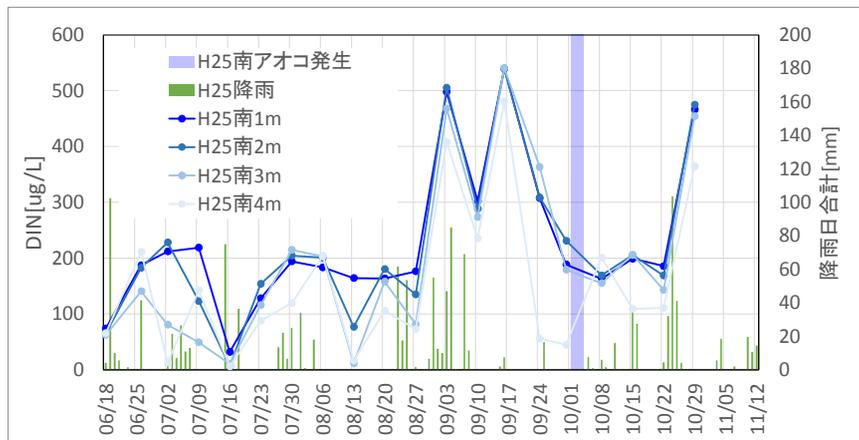
平成22年度と比較して、
 平成25年度...電気伝導度↑ 水温≒
 平成26年度...電気伝導度↑ 水温↓
 平成27年度...電気伝導度↑ 水温≒

②アオコ発生と水況の関係について

2)局所的発生と水質の関係

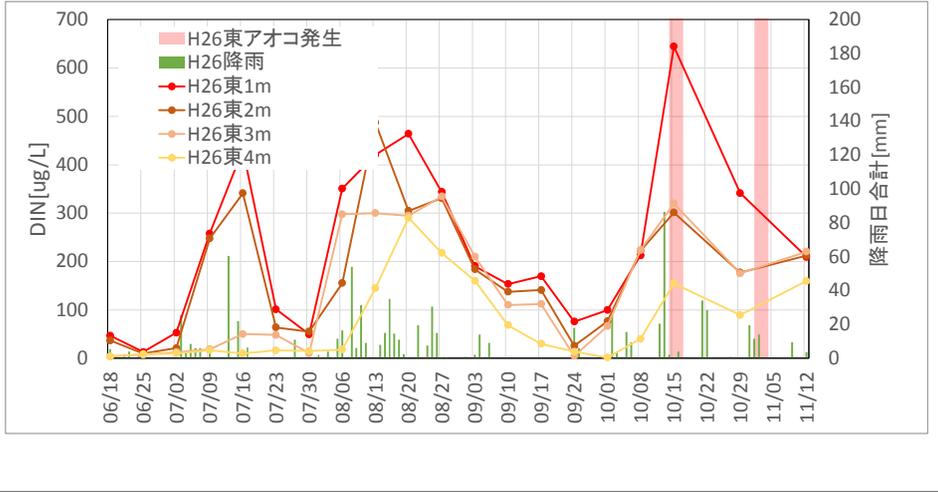
特にDIN、PO4-Pについて

DINについて



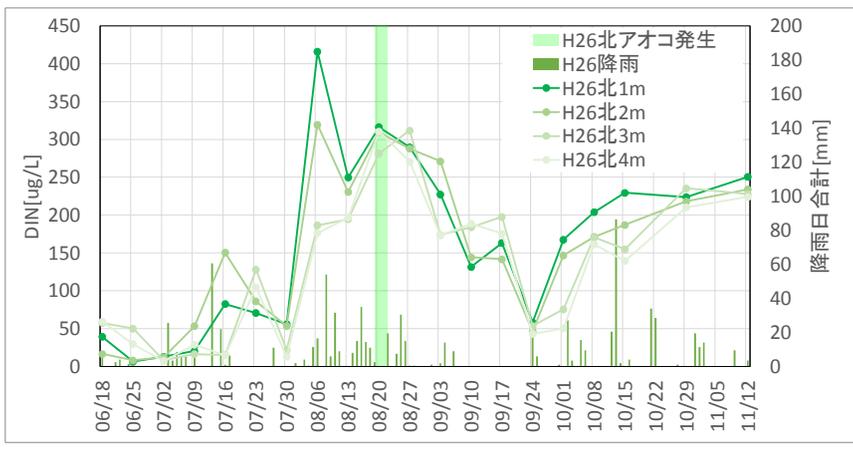
②アオコ発生と水況の関係について
 2)局所的発生と水質の関係
 特にDIN、PO4-Pについて

DINについて



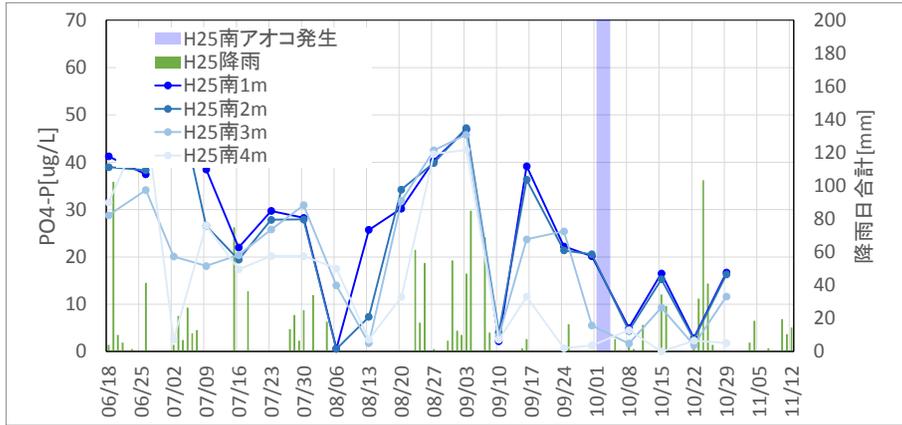
②アオコ発生と水況の関係について
 2)局所的発生と水質の関係
 特にDIN、PO4-Pについて

DINについて



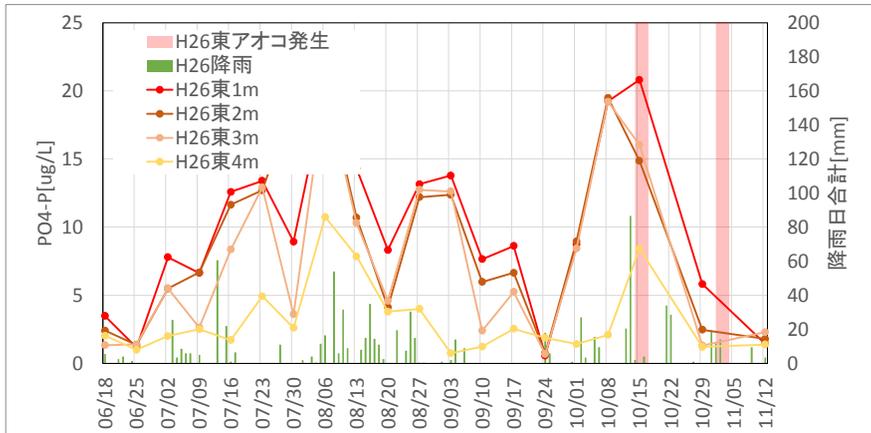
②アオコ発生と水況の関係について
 2)局所的発生と水質の関係
 特にDIN、PO4-Pについて

PO4-Pについて



②アオコ発生と水況の関係について
 2)局所的発生と水質の関係
 特にDIN、PO4-Pについて

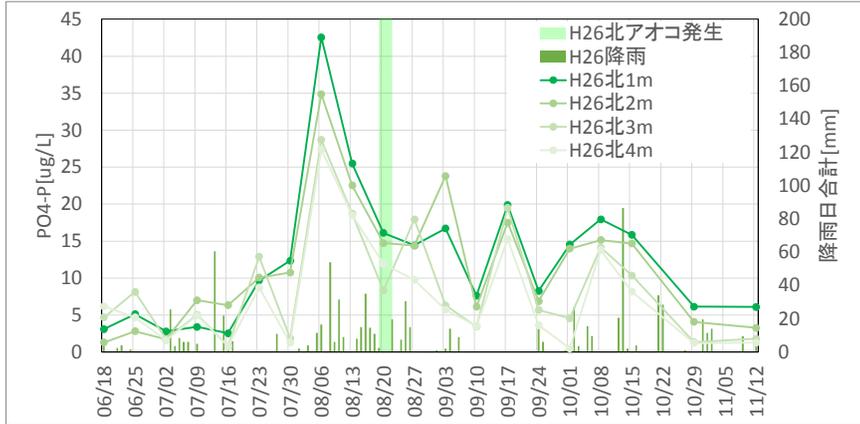
PO4-Pについて



②アオコ発生と水況の関係について

2)局所的発生と水質の関係
特にDIN、PO4-Pについて

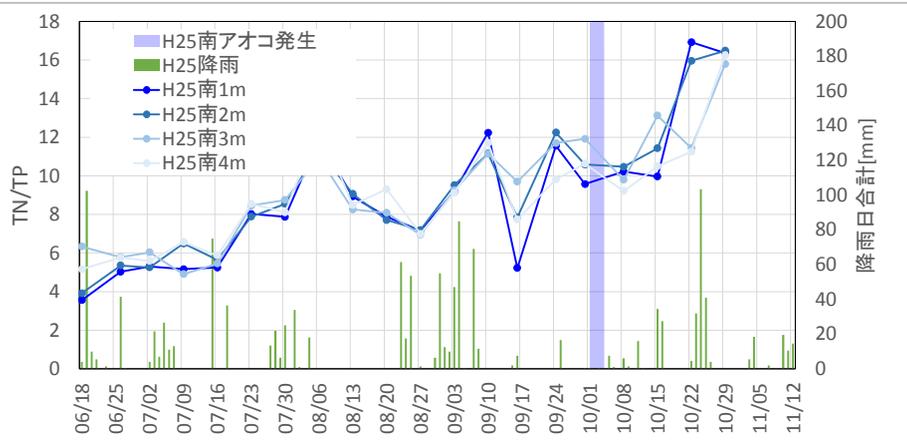
PO4-Pについて



②アオコ発生と水況の関係について

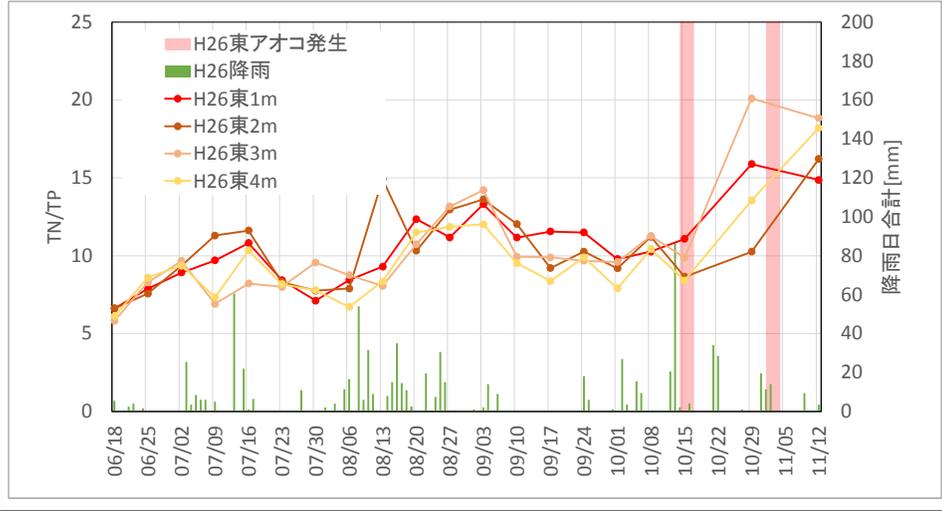
2)局所的発生と水質の関係
特にDIN、PO4-Pについて

TN/TPについて



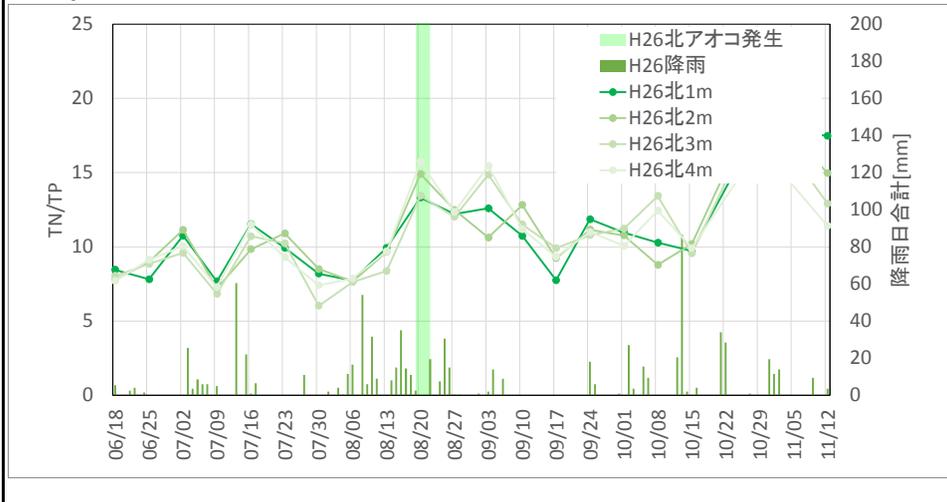
②アオコ発生と水況の関係について
 2)局所的発生と水質の関係
 特にDIN、PO4-Pについて

TN/TPについて



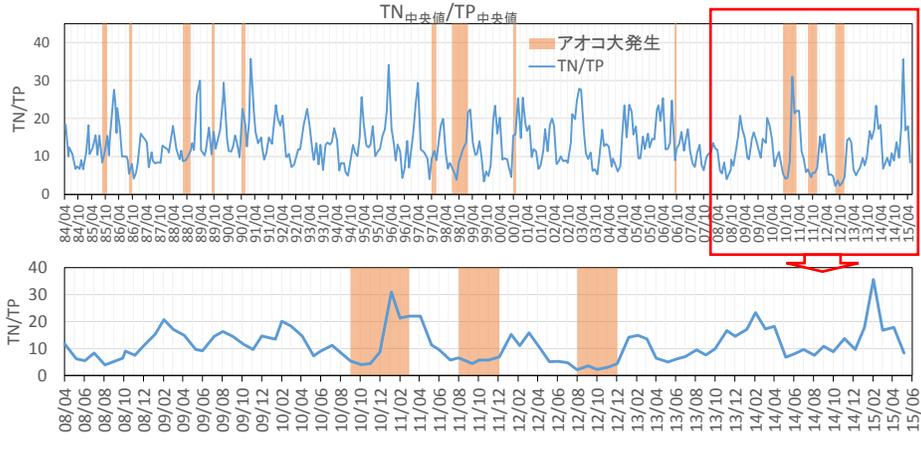
②アオコ発生と水況の関係について
 2)局所的発生と水質の関係
 特にDIN、PO4-Pについて

TN/TPについて



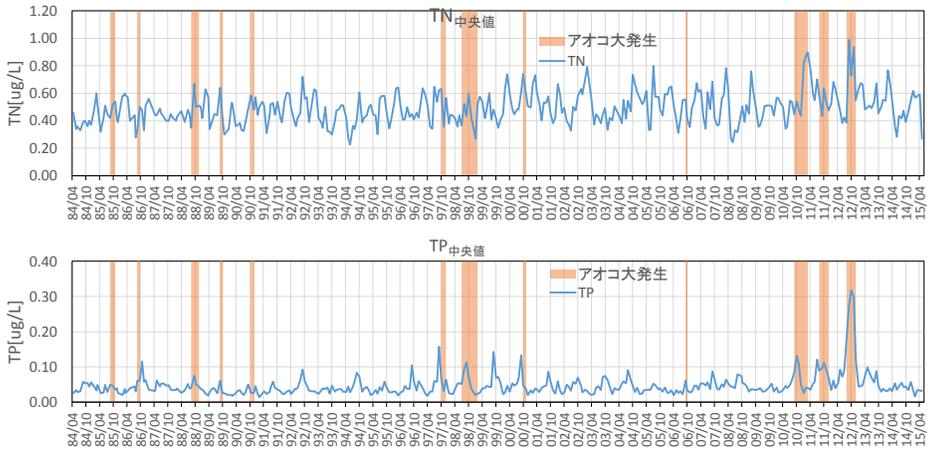
N/P推移(長期)

TN,TP・・・S1,2,3,4,6,7,8上層7地点の中央値。
中央値をもとめてからTN/TPを計算した。



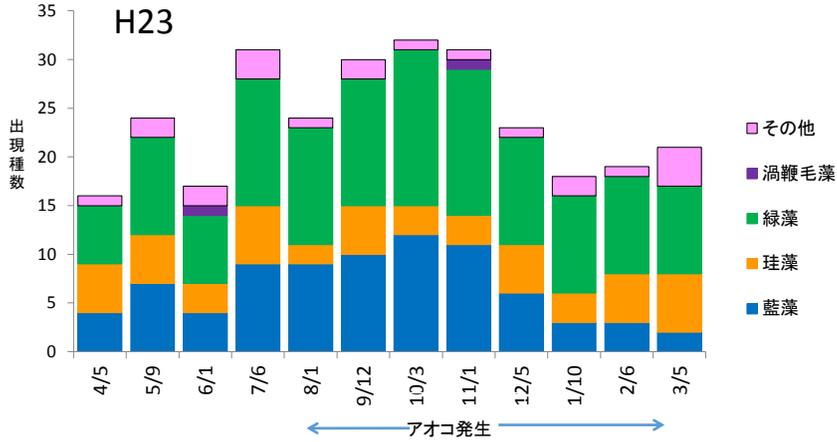
N/P推移(長期)

TN,TP・・・S1,2,3,4,6,7,8上層7地点の中央値。
中央値をもとめてからTN/TPを計算した。



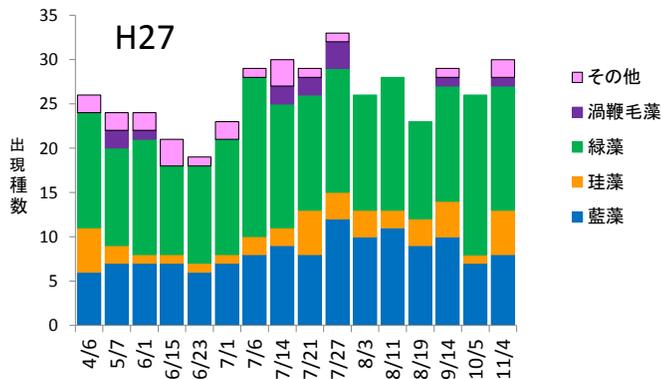
結果③植物プランクトンの出現状況について

1)アオコ発生年と未確認年における出現種数の変化



結果③植物プランクトンの出現状況について

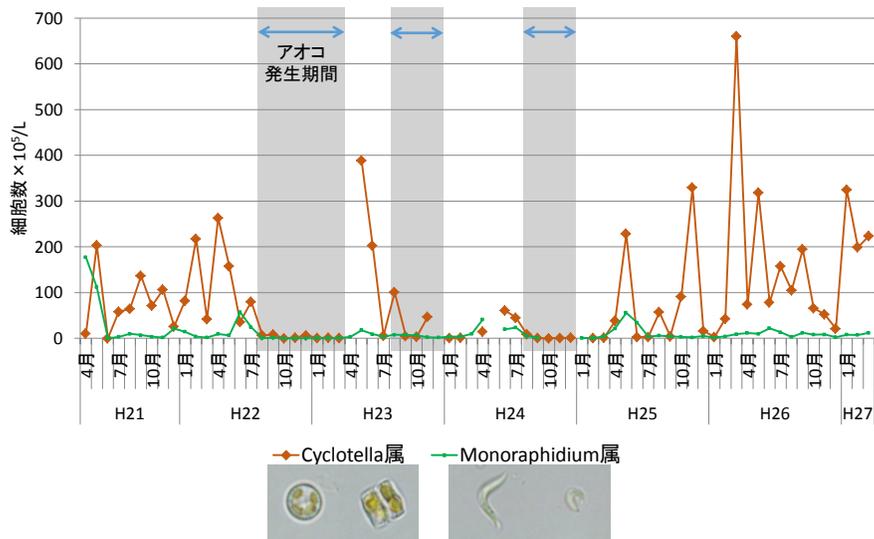
1)アオコ発生年と未確認年における出現種数の変化



・アオコ大発生時において、出現種数に特異的な傾向は見られなかった。

結果③植物プランクトンの出現状況について

2)アオコ発生時における細胞数の変化



まとめ

①宍道湖内の水質分布特性について

溶存態の窒素やリンは岸に行くほど高い理由は、河川からの流入やシジミの代謝によるものと考えられる。

また、懸濁態の窒素やリンが沖へ行くほど高くなる理由の一つは、シジミの取り込みやすさと関係があると考えられる。

まとめ

②アオコ発生と水況の関係について

1)大規模発生と水質の関係

塩分が高く、水温が低かったことが、H25～27年度にアオコが大発生しなかった要因の1つと考えられた。

2)局所的発生と水質の関係

- ・アオコの局所的発生時には、無機溶存態窒素(DIN)とリン酸態リンの上昇が関係しているかもしれない。
- ・大発生に至る過程の水況データは得られていないため、今後も継続した調査が必要。

まとめ

③植物プランクトンの出現状況について

1)アオコ発生年・未確認年における出現種数の変化

- ・アオコ発生時に特異的な傾向は見られなかった。
- ・アオコ発生時はアオコ形成種が爆発的に増殖するが、湖内の植物プランクトンの種が減少することは無かった。

2)アオコ発生時における細胞数の変化

アオコ発生時に*Cyclotella*属や*Monoraphidium*属の量が減少した。今後、室内実験を含め、他種との競合等を検討する必要がある。

斐伊川濁水調査

島根県保健環境科学研究所

1. 目的

これまでの斐伊川高頻度採水調査(H22.7～H23.6)により、高出水時にリン濃度が高くなることがわかったが、その起源は森林なのか、農地なのか明確になっていない。

そこで降雨により、どこから濁水(特にリン)が流れ込むのか見だし、流出対策の検討に資する。

2. 進め方

【1】H27 年度：手法の検討

(1) 現地調査実施判断の目安の検討

降雨量と斐伊川水質 (T-P) との関係の解析

(2) 現地採水調査 (概況調査)

平水時および出水時

地点：斐伊川本川及び3支川(赤川・三刀屋川・久野川)の各地点

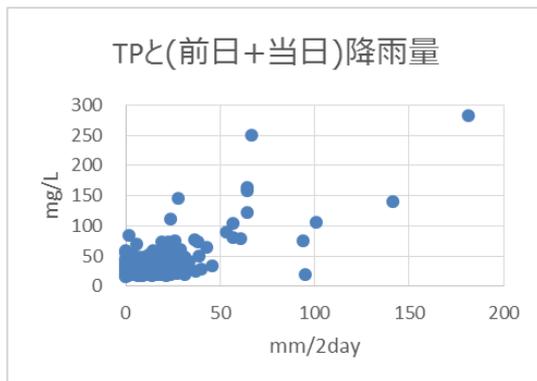
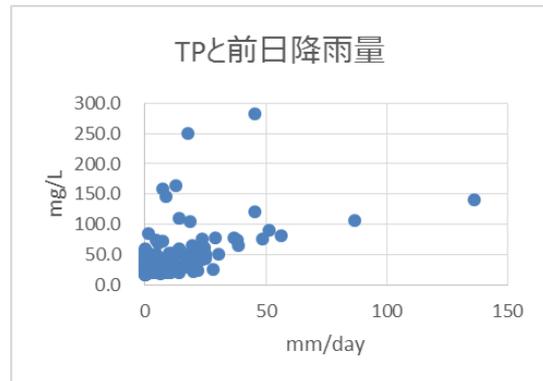
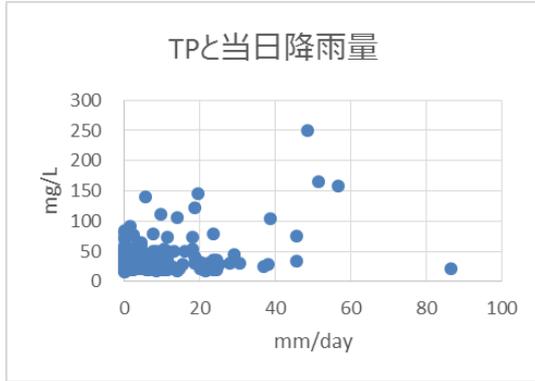
項目：SS・TN・TP

【2】H28 年度以降：詳細調査の計画、実施、評価

3. H28 年度結果

(1) 現地調査実施判断の目安の検討

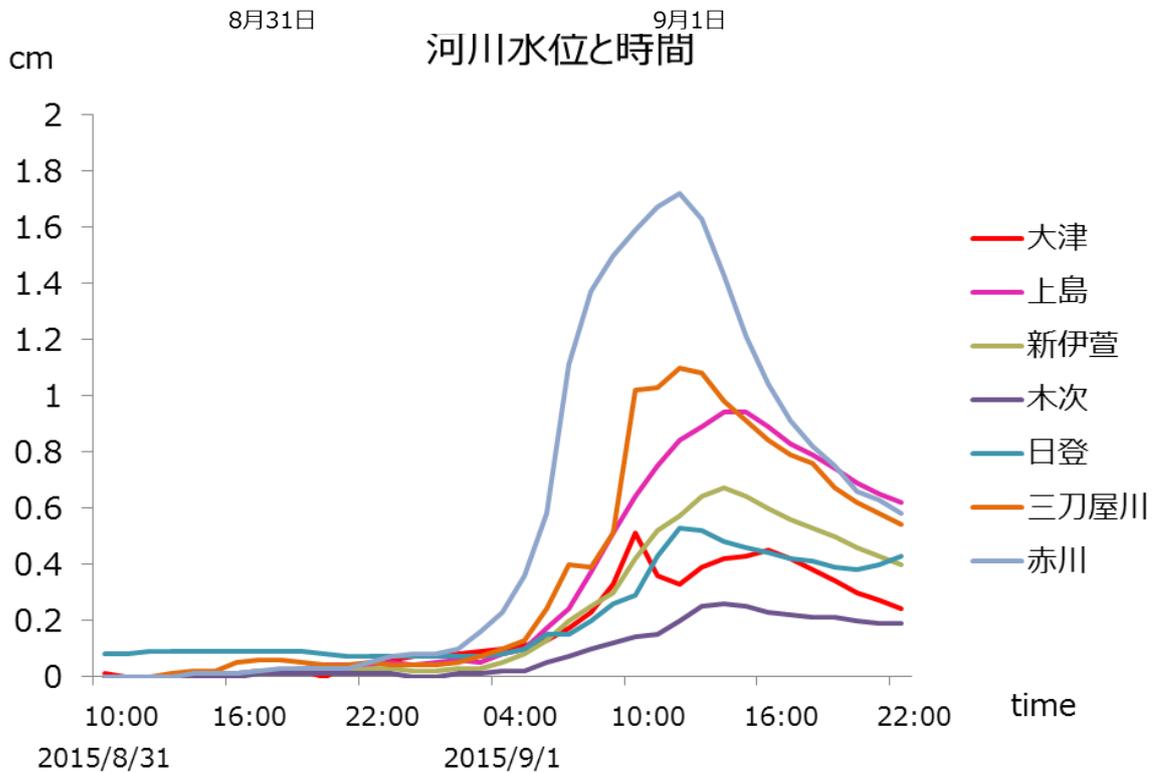
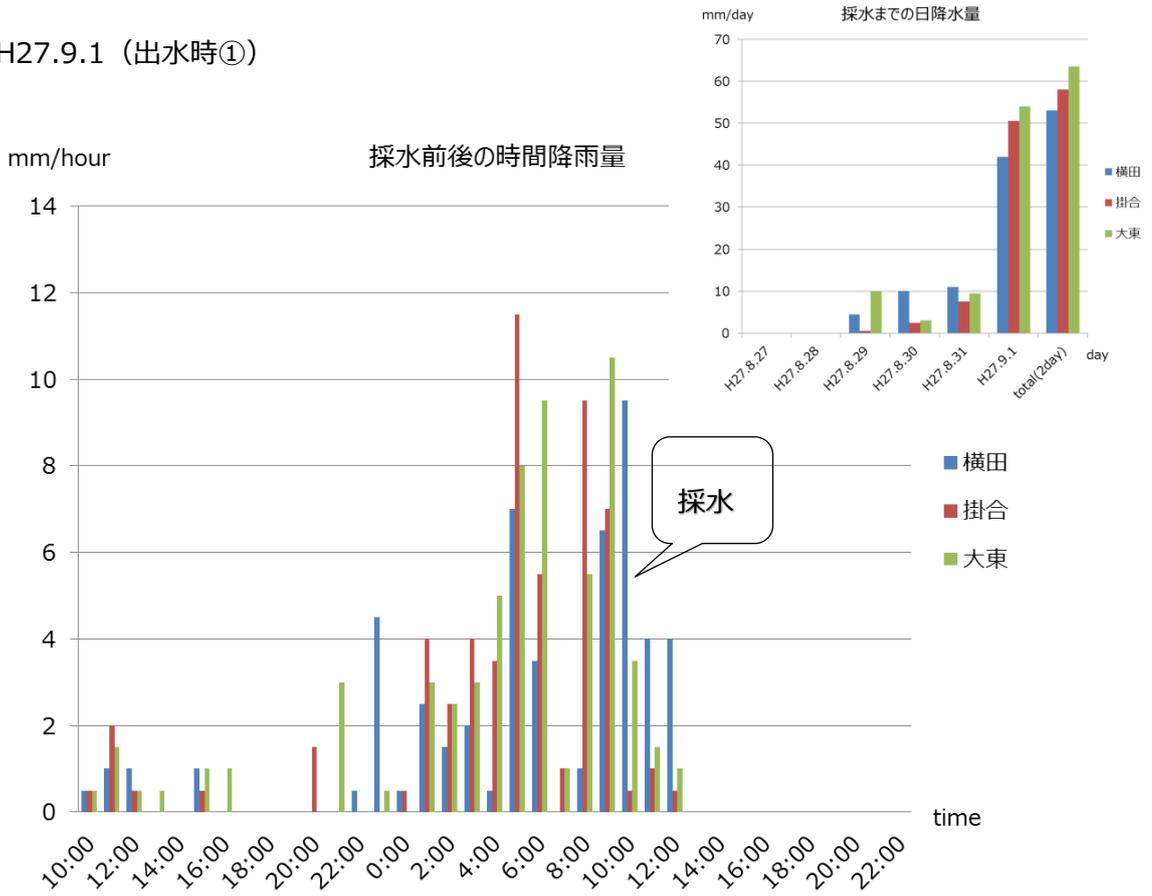
斐伊川高頻度採水調査(2012-2013)における斐伊川水質変化と斐伊川上流に位置する横田の降雨状況を解析した。



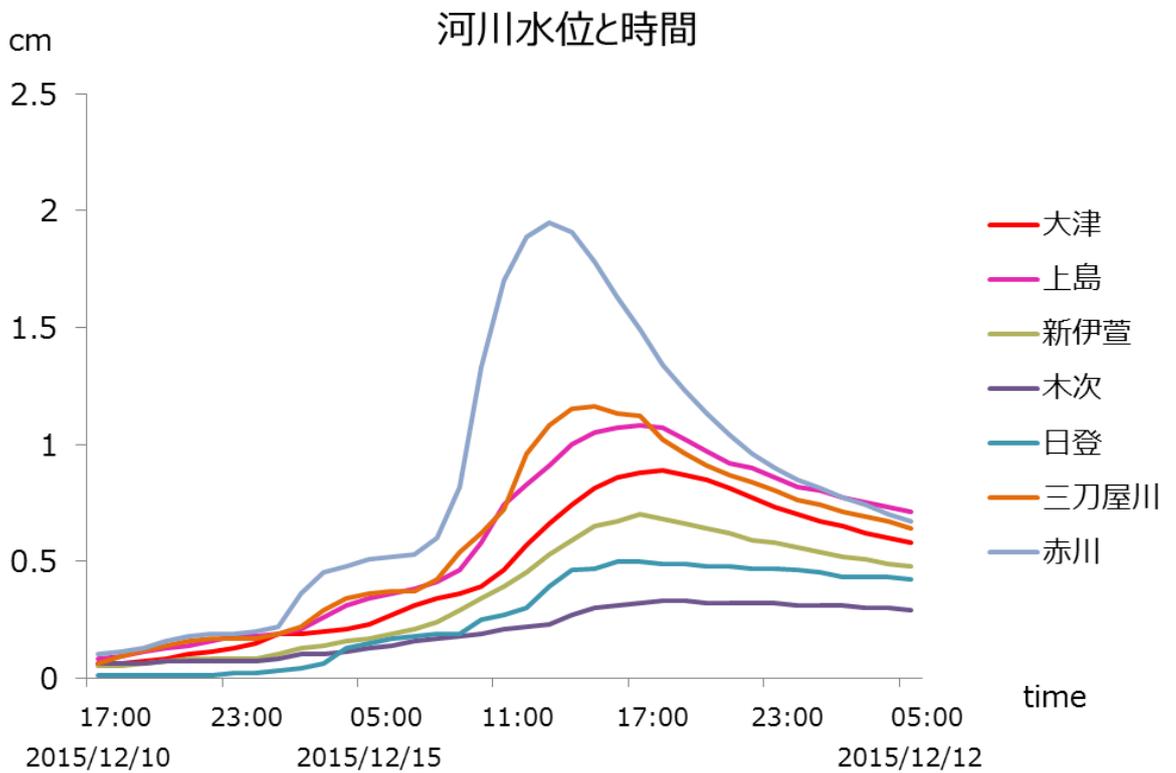
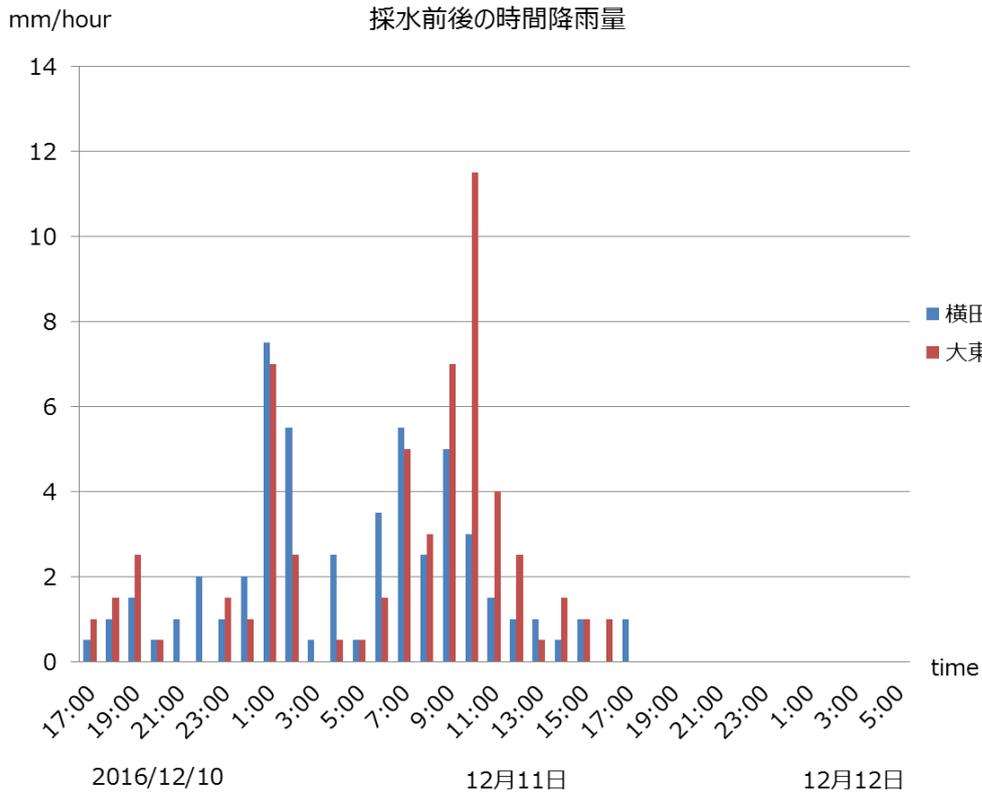
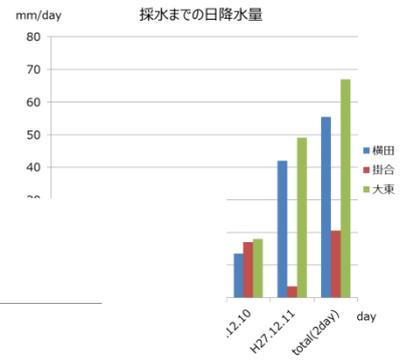
TP濃度が約 100mg/L 以上の出水が期待できる日を調査対象とすると、(前日+当日)降水量が 50mm/日以上であれば、その確率が高くなると判断し目安とした。

②調査日時と降雨量 (参考 国土交通省水門データ、アメダス)

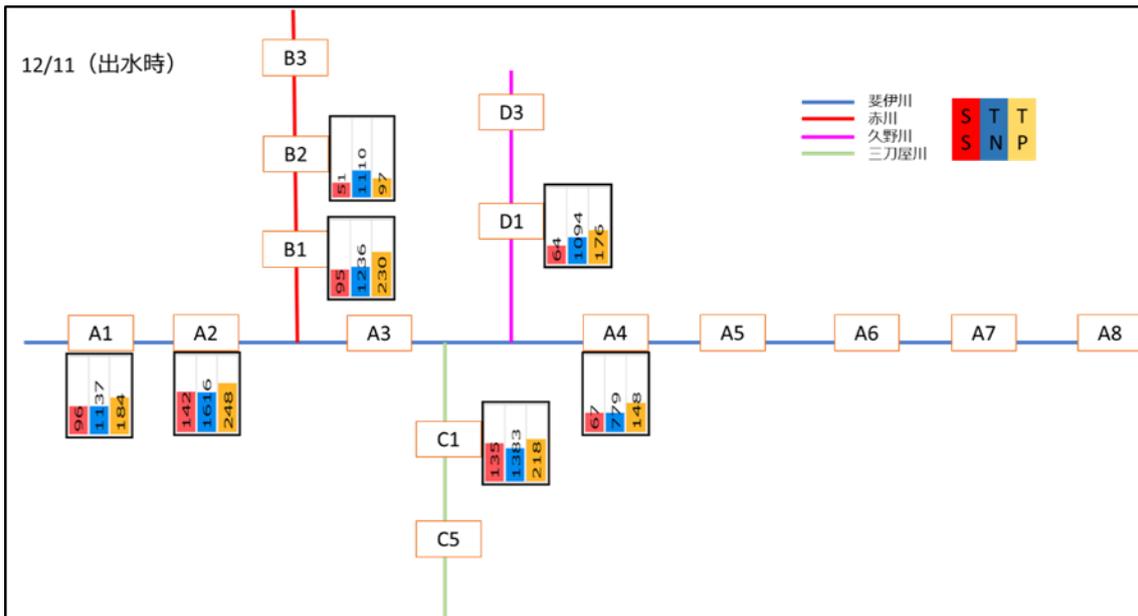
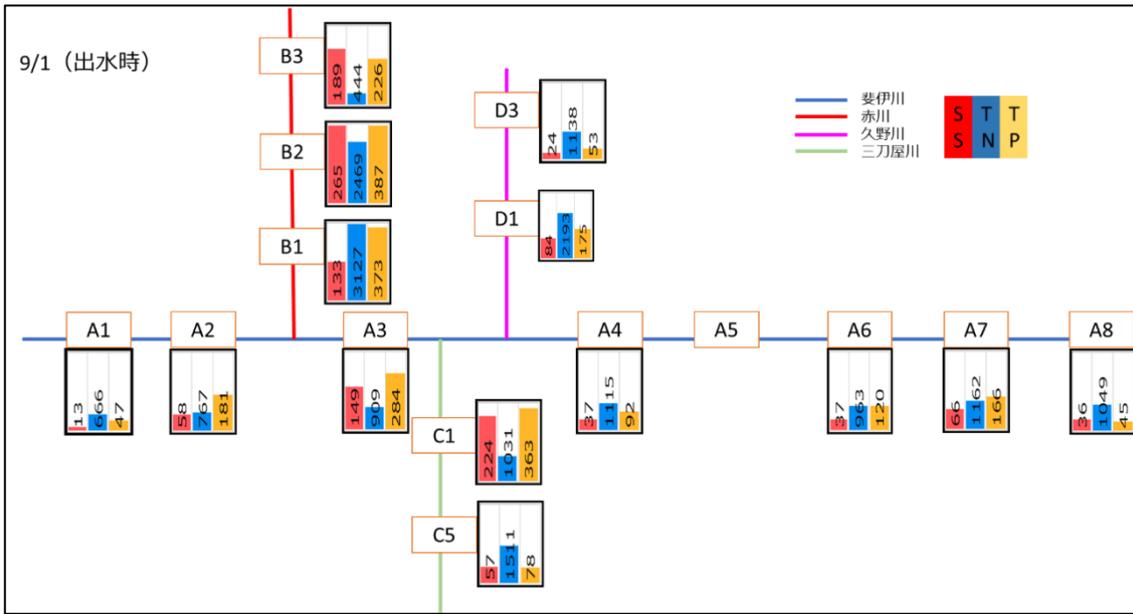
●H27.9.1 (出水時①)



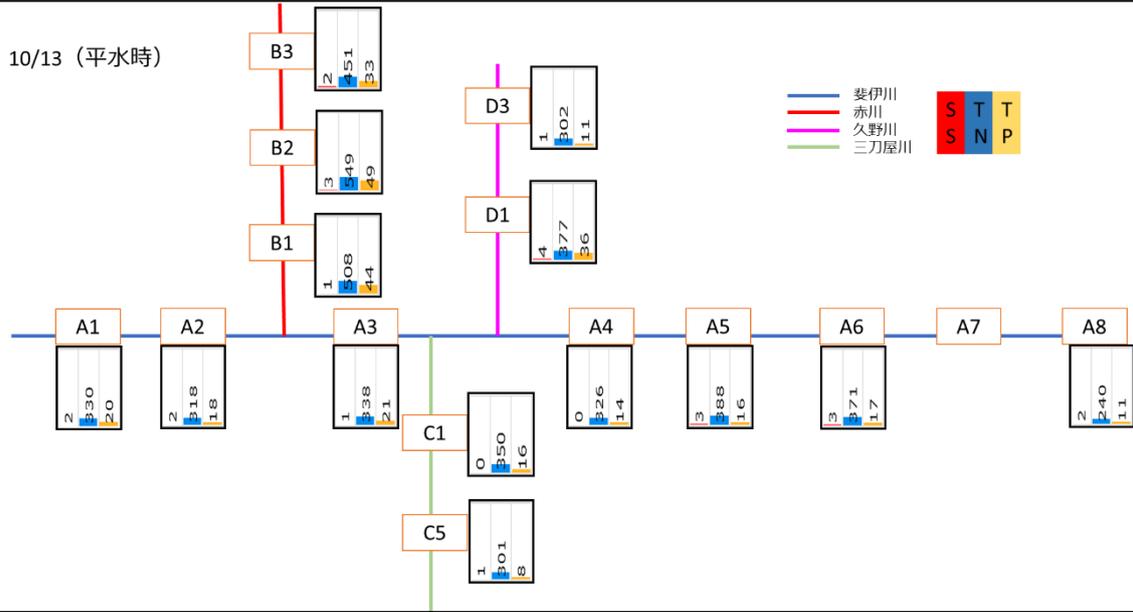
●H27.12.11 (出水時②)



(3) 水質データ



10/13 (平水時)



水質結果一覧表

地点 番号	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C4	C5	C6	C7	C8	C9	D1	D2	D3	
河川	本流																										
地点名	神立橋	森坂橋	三代大木	木次大木	平田橋	広瀬橋	三成	船通山	赤川大竹	西大橋	かがみ橋	佐用橋	西大橋	赤川別荘	須賀川	給下橋	坂山橋	松尾橋	錦映橋	松映橋	日意橋	ふれあい	内江橋	木次大木	のぼり	水戸川	
S.S	13	58	149	37	37	37	66	36	133	265	189					224			57	51	45	31	32	84			24
全窒素	666	767	909	1115		963	1162	1049	3127	2469	444					1031			151.1	121.2	146.9	119.5	115.7	219.3			113.8
全P	47	181	284	92		120	166	45	373	387	226					363			78	79	63	61	36	17.5			5.3
TN/TP	14	4	3	12		8	7	23	8	6	2					3			19	15	23	20	32	13			21
S.S	96	142		67					95	51						135								64			
全窒素	1137	1616		779					1236	1110						1383								1094			
全P	184	248		148					230	97						218								176			
DN	627	561		452					811	797						515								586			
PN	510	1055		326					425	314						868								508			
DP	31	21		19					43	32						16								34			
PP	153	228		128					187	64						202								142			
TN/TP	6	7		5					5	11						6								6			
S.S	2	2	1	0	3	3		2	1	3	2	1	1	1	5	0	1	0						4	1		1
全窒素	330	318	338	326	388	371		240	508	549	451	615	358	354	486	350	335	406					377	351		302	
全P	20	18	21	14	16	17		11	44	49	33	76	29	28	40	16	12	17					36	14		11	
DN	329	314		303				503								346								338			
DP	14	14		10				33								12								19			
TN/TP	16	17	16	23	25	22		22	12	11	14	8	12	13	12	22	29	24					10	25		27	

SS, TN, TPの単位はすべてmg/L

(4) 考 察

- ①出水時の TP 濃度は、赤川> 三刀屋川> 久野川> 斐伊川本線(上流)の順に高い。
- ②斐伊川本線(上流)は支川を含めダムが 6 カ所有り、TP 濃度が高い水が流れてもダムで SS とともに沈殿するため、TP 濃度が低いと考えられる。
- ③赤川は他の河川と比較して流域に農地が広く存在するため、TP 濃度が高いと考えられる。

4. 今後の予定

TP 濃度の高かった赤川、三刀屋川の濁水発生エリアを検討するため、出水時に複数の調査グループで一斉調査を行う。

宍道湖・中海の流動計算結果 のまとめ

田中陽二

東京都市大学 工学部 都市工学科

研究の背景

2

数値シミュレーション

- シミュレーションモデルによる解析は、環境場の理解や、環境施策の効果を評価するために有効である。

既往の研究

- 宍道湖(中海)の計算は、福岡ら(1995)、Nakata et al.(2000)、溝山ら(2011)などによって実施されてきた。
- ただし、連結汽水湖に特有の現象(2段階の塩分遡上、数cm規模の成層形成)の再現性には課題が残る。

メイン: 宍道湖・中海連結系での流動計算

- 宍道湖・中海を連結して扱い、年間の流動場の計算を実施する。
- 特に、**水平メッシュサイズの影響**について重点的に検討する。

① 水温・塩分の季節変動の再現

- マクロな視点で再現性をチェックする。

② 塩分遡上の再現

- 宍道湖・中海に特有の現象に着目して、再現性をチェックする。

流動シミュレーションの設定(外部条件)

項目	設定方法	評価
気象場	松江の気象観測値(1時間間隔)。空間分布は一様。	○
河川水	流量は灘分での水位-流量の近似式で推定(1時間間隔)。 水温は天津での水温-気温の近似式で推定(毎月)。	○
外洋水	潮位は美保関の観測値(1時間間隔)。 水温は湯梨浜町(旧:泊村)の毎日観測データ(2002~2009年)からの近似式(サインカーブ)で推定。塩分は一定値(33psu)。	△

(注) 計算用入力データは全て1時間間隔で与えた。

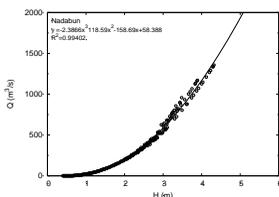


図: 灘分での水位-流量曲線

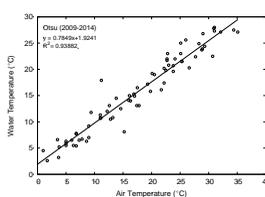


図: 天津での気温-水温近似式

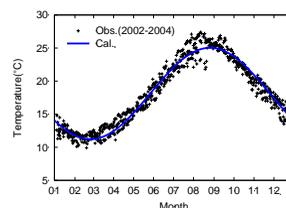


図: 湯梨浜町沖(水深12m)での水温近似曲線

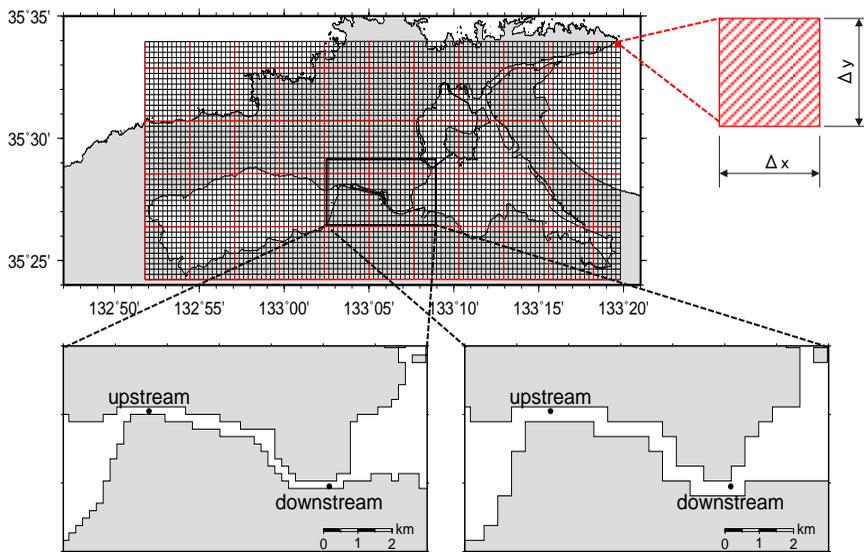
表: 内部計算条件

項目	設定	評価
水平メッシュサイズ	200m, 400m正方格子(要検討項目)	?
鉛直メッシュサイズ	レベル座標系: 67層 (水深10mまで0.2m間隔)	○
乱流モデル	Richardson数モデル	△
移流項のスキーム	TVDスキーム	◎

表: 既往研究のメッシュサイズ(参考)

文献	水平メッシュ	鉛直メッシュ
溝山ら(2011)	曲線座標系: 中心部1/3km、 河道部50~200m	シグマ-レベル座標系: 湖底60cmは 20cm間隔、水深2~5mは50cm間隔
Nakata et al.(2000)	直線座標系: 250~500m	レベル座標系: 5層
福岡ら(1995)	直線座標系: 1/3km	レベル座標系: 4層

計算メッシュ



細: 200mメッシュ 粗: 400mメッシュ
水平メッシュでは2ケース用意し、計算精度の検討を行った。

表: 計算メッシュ作成に使用した水深データ

場所	測量年	データ形式	提供元
宍道湖	2001年	メッシュ(200m)	中国地方整備局 出雲工事事務所
大橋川	2005年	コンター(0.5m間隔)	中国地方整備局 出雲工事事務所
中海	2000~2010年	メッシュ(100m)	中国地方整備局 出雲工事事務所
日本海	不明	メッシュ(500m)	JODC

- 上記のデータから、メッシュ中心点近傍のデータを補間することでメッシュを作成した。
- 大橋川・中浦水門付近・境水道については、上記データの地形図と海図を確認しながら手動で修正した。

その他の計算条件

計算期間

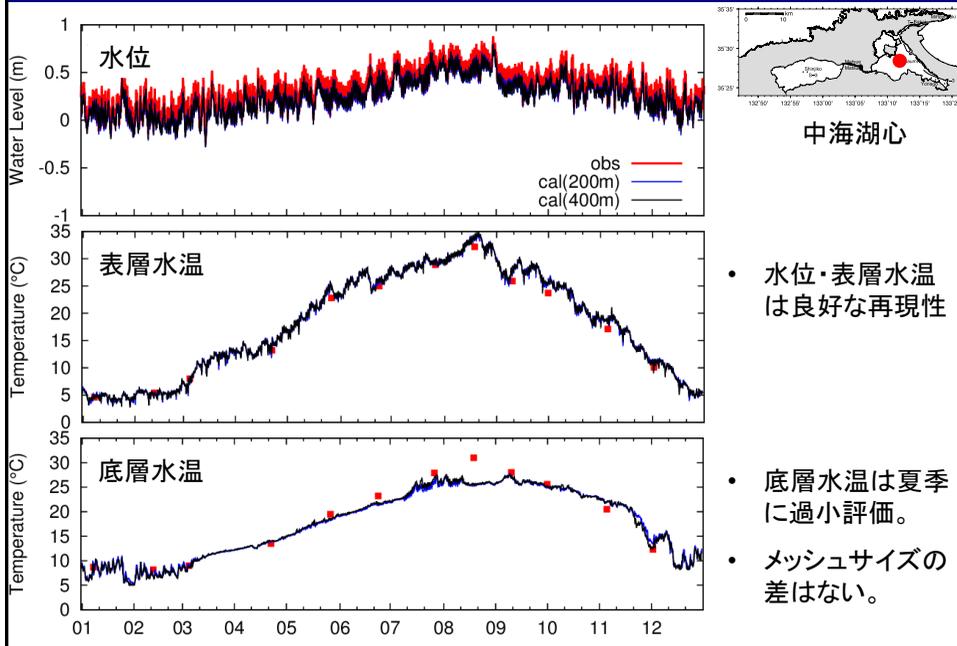
- 2012年1月～2013年12月の2年間 ($\Delta t=30s$)。
- 解析には2013年を使用(初期値の影響をなくすため)。

初期値

- 水温は4.5°C、塩分は18で一様に与えた。
- 水位・流速は0とした。

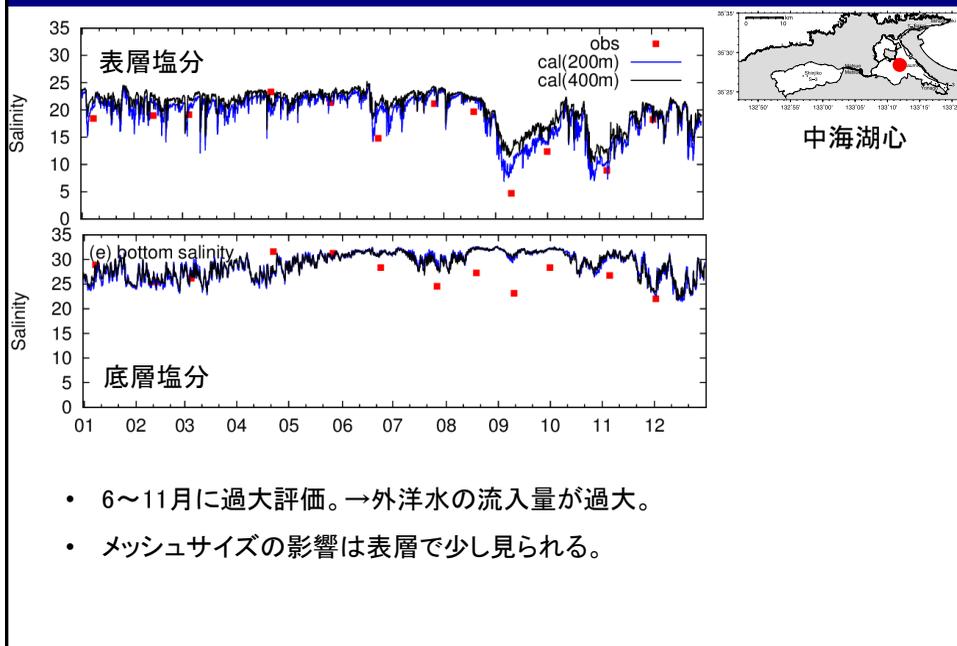
季節変動の再現性①(中海:水位・水温)

9



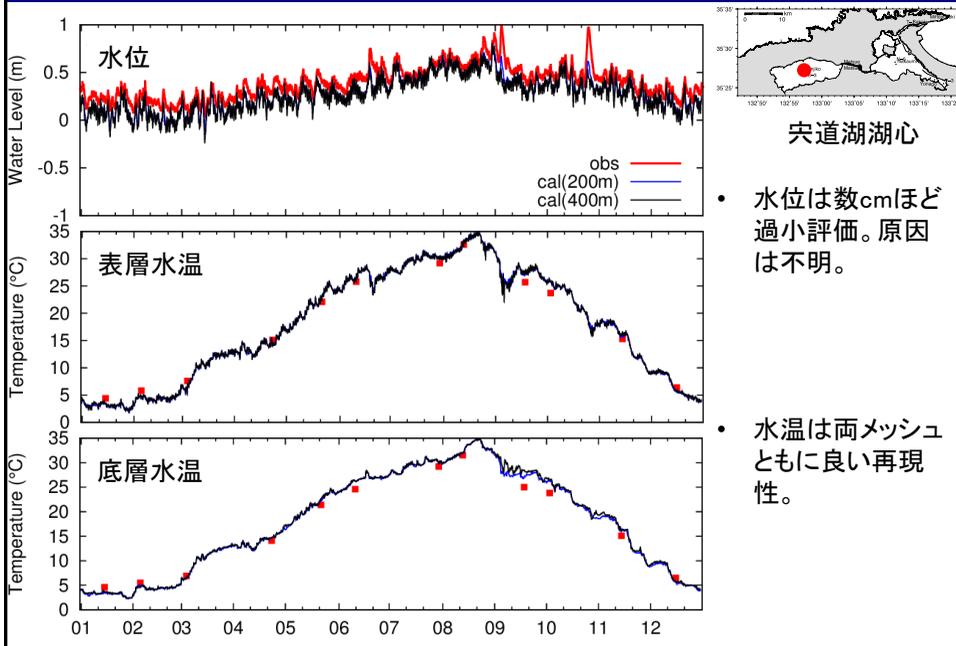
季節変動の再現性②(中海:塩分)

10



季節変動の再現性③(宍道湖:水位・水温)

11



季節変動の再現性④(宍道湖:塩分)

12

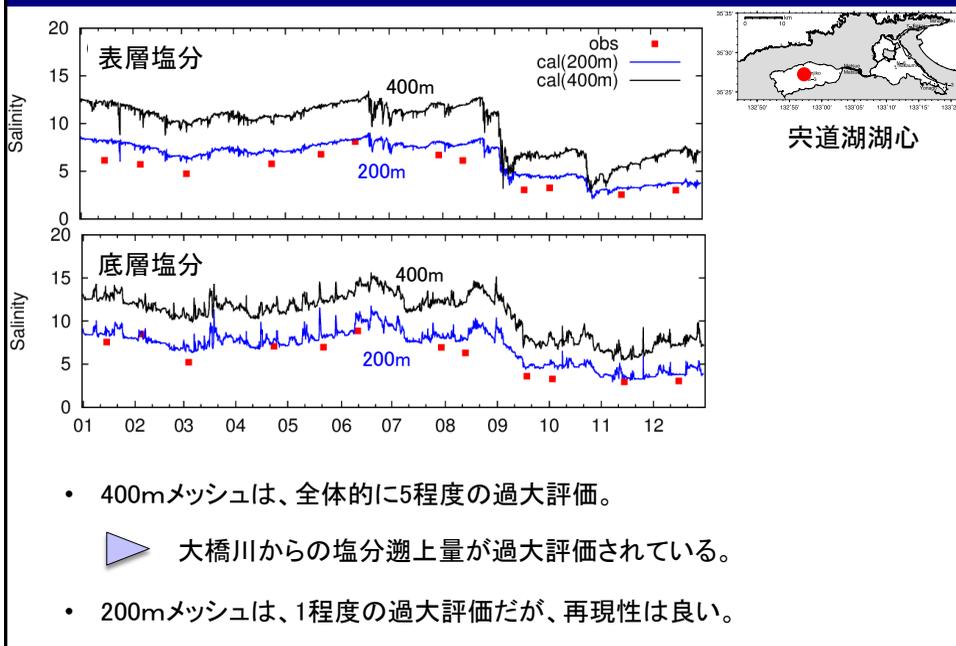
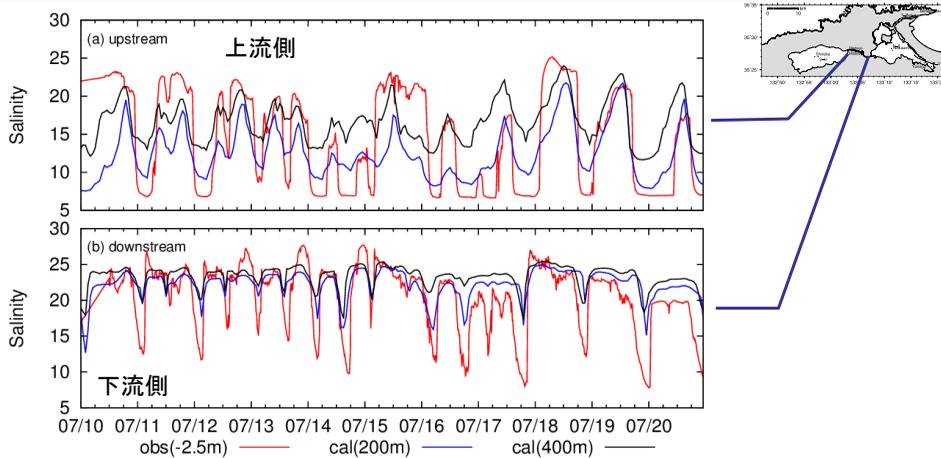


表:各メッシュの季節変動の再現性

項目	200m	400m
水位	◎	◎
水温	◎	◎
塩分	○	△

- 水位・水温の再現性については、400mメッシュでも問題ない。
- 塩分の再現性については、両メッシュともに課題が残る。
- 400mメッシュでは、塩分が過大評価となっていた(特に宍道湖)。→塩分の遡上量が多すぎると考えられる(特に大橋川)。



- 変動のタイミング(位相)は概ね一致している。
- 変動の大きさ(振幅)は少ない。→密度成層の再現性が重要。
- メッシュサイズの違いは上流側で大きい。→大橋川の流動再現が重要。

表:各メッシュの塩分遡上の再現性

項目	200m	400m
位相	○	○
振幅	△	△
バイアス	○	△

- 位相(タイミング)は、両メッシュともに問題ない範囲。
 - 振幅(変動幅)は、両メッシュとも同程度の誤差。
 - 400mメッシュで、過大評価のバイアス(特に上流)。
- ▶
- 振幅の誤差は密度成層が緩いため。乱流モデルの改善が必要。
 - 粗いメッシュでは大橋川の塩分遡上が過大評価となる。

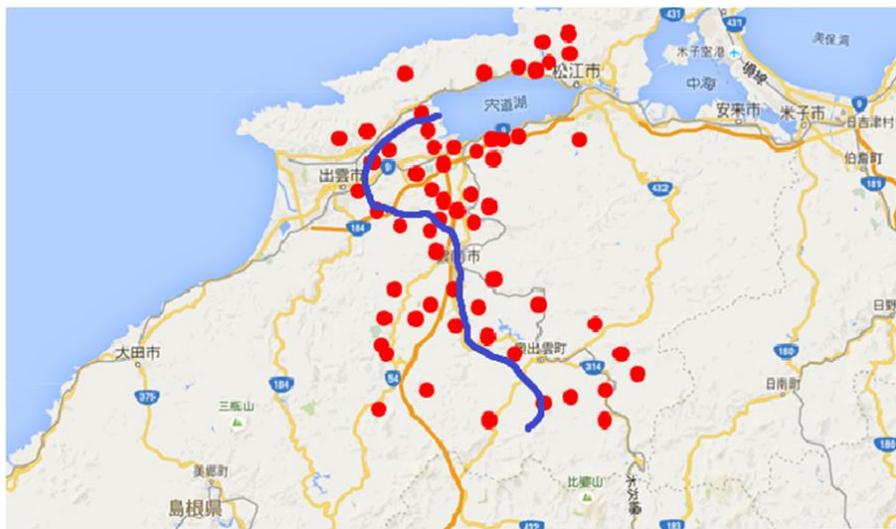
- 宍道湖・中海連結系での年間流動シミュレーションを行い、再現性の検証を行った。特に、水平メッシュサイズ(200m, 400m)の影響について検討した。
- 400mメッシュでも、水位・水温の再現性は問題ないが、**塩分が過大評価**となった。水平メッシュサイズは大橋川での塩分遡上に大きな影響を与える。
- 密度成層の再現性については、両メッシュともに課題が残った。**乱流モデルの検討**が必要と考えられる。
- 次年度は生態系モデルのシミュレーションを実施する予定。

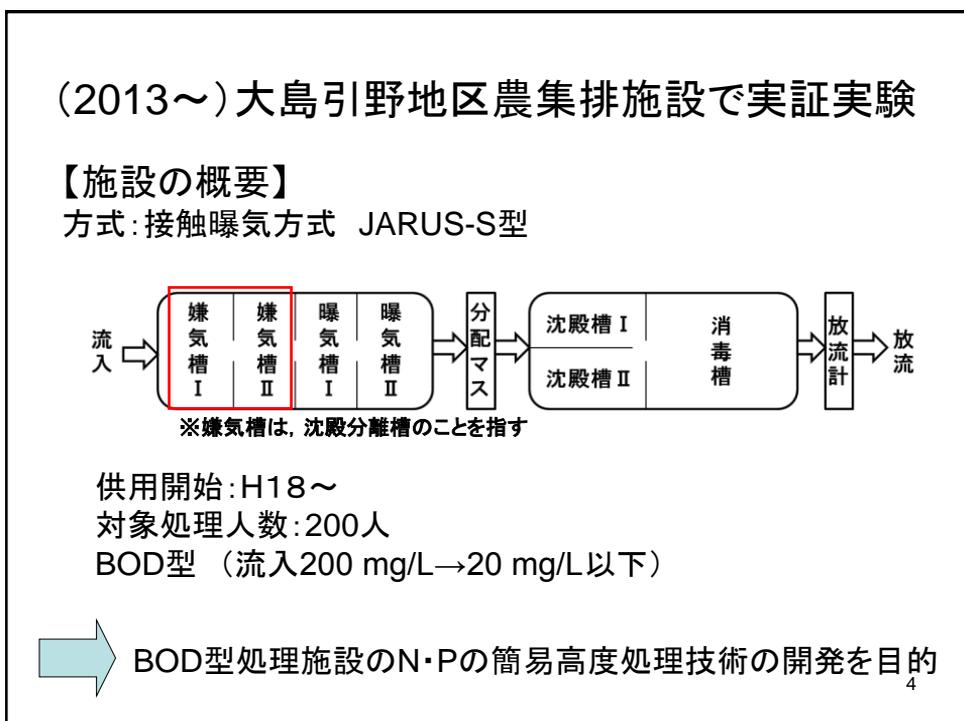
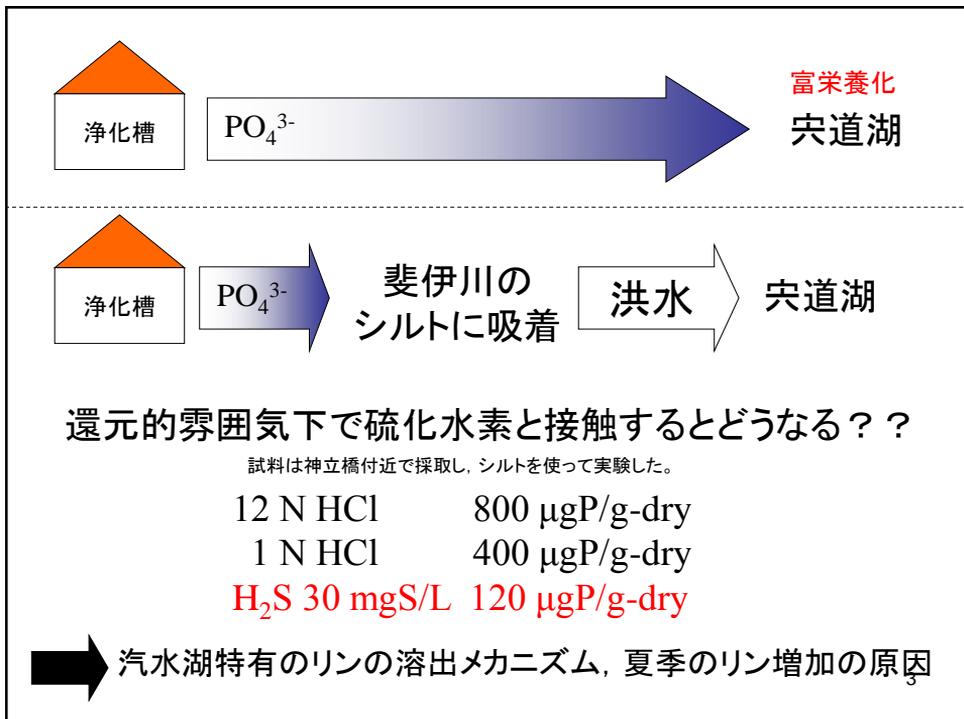
農業集落排水処理施設の 簡易高度処理化

島根大学大学院総合理工学研究科
管原庄吾, 清家泰

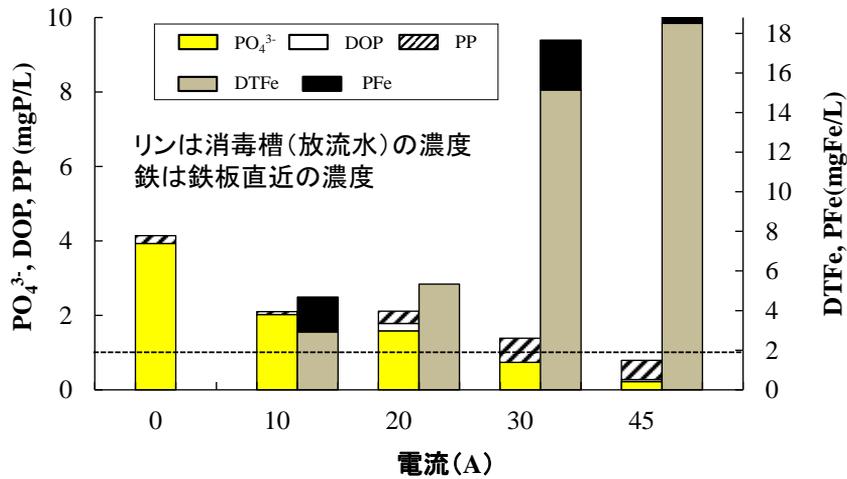
1

宍道湖流域における 農業廃水処理施設の分布





昨年度の結果から(リンの除去)



200人スケールの排水処理施設に適用可能 ⁵

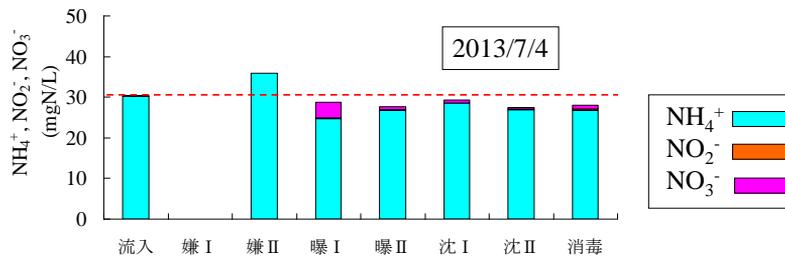
電流 (A)	鉄溶出量 (g/d)	稼働限界(日)
48	1500	84
40	1250	100
30	938	134
20	625	201
10	313	402
2	63	2004

鉄板の交換・メンテナンス費用の削減のため連続的な稼働が望ましい

20 Aでどの程度連続稼働できるか検討した

6

窒素除去について



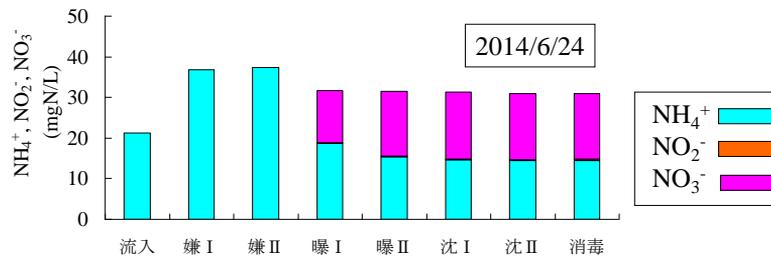
放流水と流入水のDINがほとんど同じ
=窒素はほとんど除去されていない



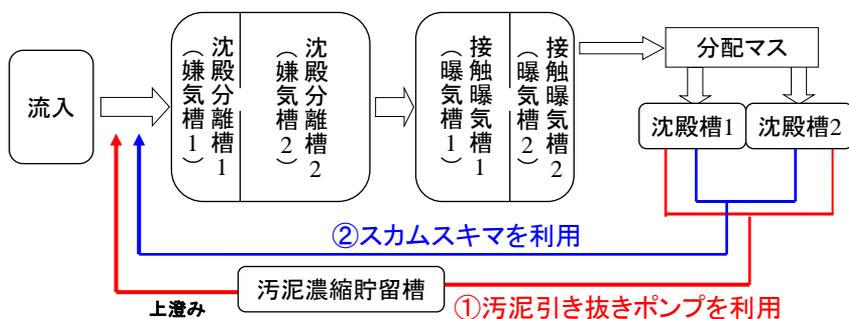
○曝気槽にゼオライトを設置
(2014年1月17日～)

○送気量を増やし、
夏季のDO低下を抑制

7

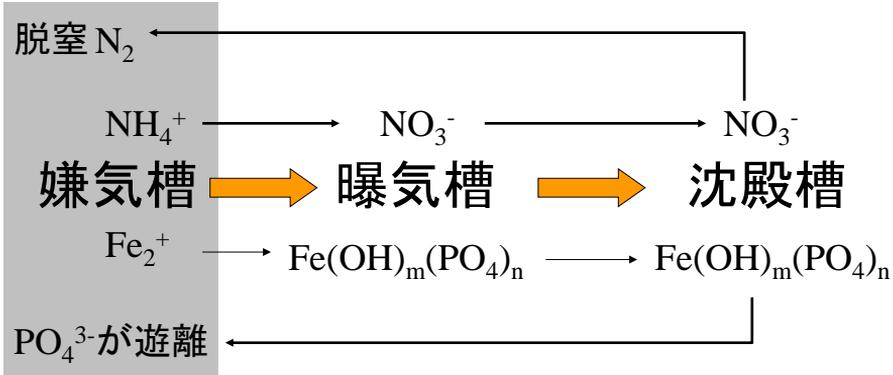


➡ NO₃⁻の濃度が15 mgN/L (DINの半分)まで増加した。
返送による窒素除去を試みた。



8

※返送についての注意事項



- ・返送は窒素除去に対して有効,
(ただし、「硝化が追いつけば」の話し
→硝酸が無いものを返送しても意味が無い)
- ・リンには△

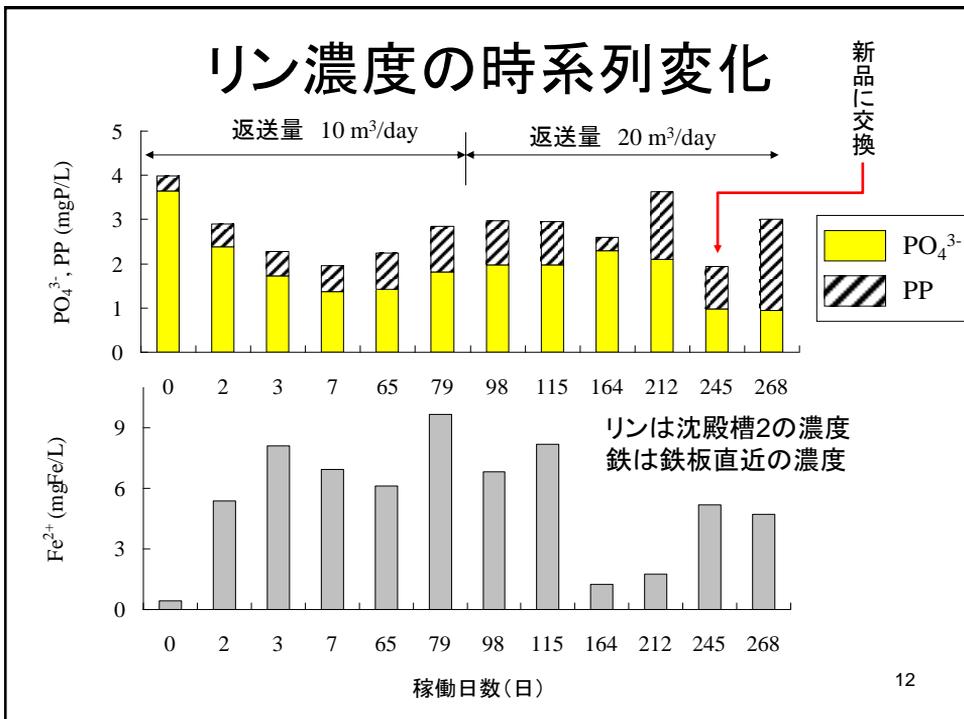
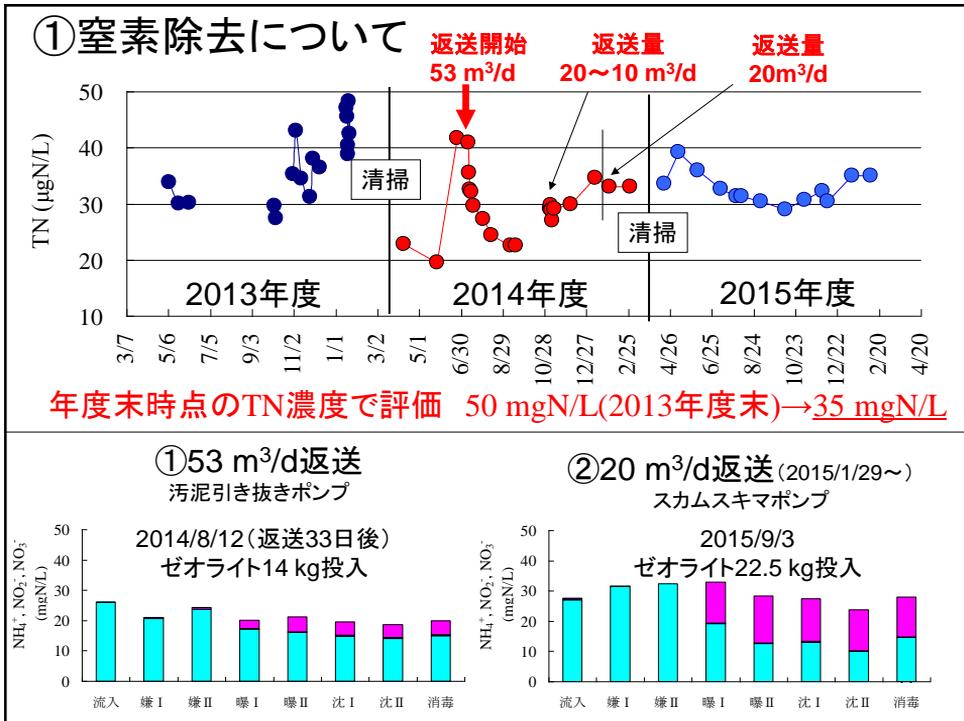
9

2015年度の実験内容

- ◎ゼオライトによる硝化＋返送による窒素除去
- ◎鉄電解法によるリン除去
(鉄板の耐久期間の確認)

窒素とリンの同時除去

10



PO₄³⁻は平均2.1 mgP/L削減できたが、
 (※6ヶ月間の平均値, メンテナンス無し)
 PPが0.3~1.5 mgP/Lと高かった。



結果的にTP
 4→3 mgP/L

PPが高かった(沈殿槽でPPが沈降しなかった)原因

- ・硝化のための「送気量増加」
- ・脱窒のための「返送」

13

水質汚濁防止法に基づく排水水質基準 (島根県; H21) (日間平均: mg/L)

	上乘せ排水基準設定日 以前に設置			上乘せ排水基準設定日 以後に設置		
	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P
環境省令	120	60	8	120	60	8
県上乘せ基準 (5,000 m ³ /日 未満)	20	35	3	20	30	3
県上乘せ基準 (50,000 m ³ /日 未満)	20	35	3	10	20	2
県上乘せ基準 (50,000 m ³ /日 以上)	10	20	1	10	15	1

リンと窒素・・・5万トン未満/日の基準をクリア
 (窒素については、5万トン以上/日の基準に届きそう)



来年度間欠曝気方式で検討予定

14

コストについて

品名	参考価格	備考
制御版	510,000	直流電源装置(0~45A)含む
鉄板	120,000	1セット8枚(20Aで6ヶ月連続使用可)
その他	230,000	電極取り付け架台等
合計	860,000	

1年間の電気料金 13,000 20A, 3V, 1 kWh 22円で計算

※制御部は、現在必要と思われる機能をフル装備している



- ・設置が大掛かり
- ・その現場独自の据付が必要
- ・鉄板を限界まで使えない
- 無駄が生じる

15

鉄電解装置2号機(プロトタイプ)

2号機:どこでもOK

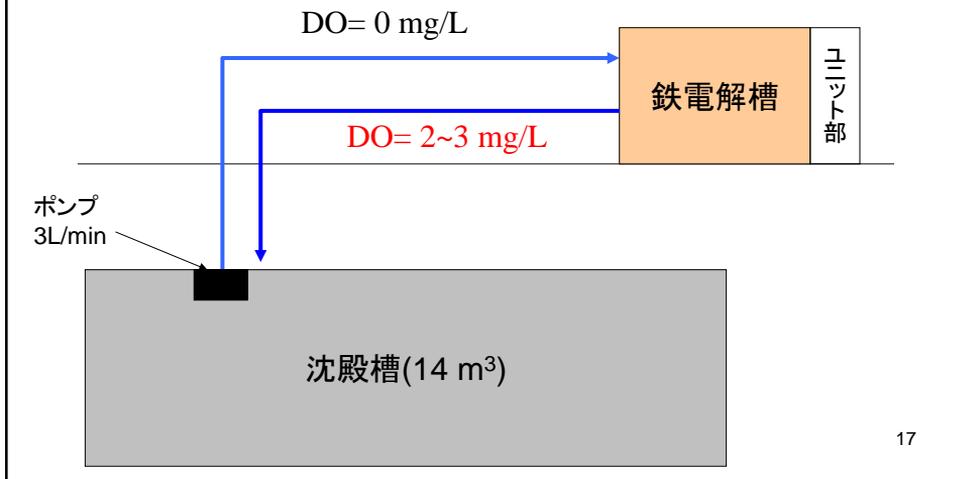
鉄板:限界まで使用可

小型化, 可搬型

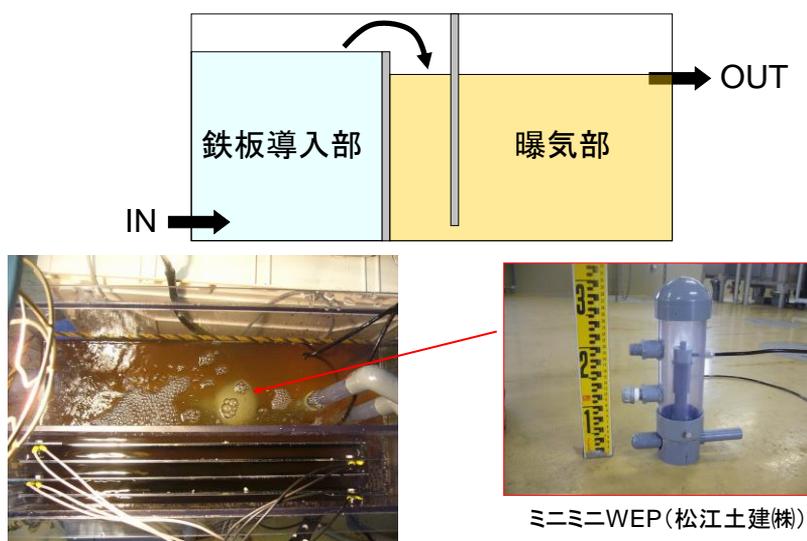


16

概略図



鉄電解槽の構造



現在、湯村地区農長集落排水処理施設にて実証実験中

湯村地区農業集落排水処理施設の概要

- ・計画処理人口:310人
- ・処理方式:活性汚泥法
- ・供用開始年度:平成11年

品名	参考価格	備考
制御版	460,000	直流電源装置含む
鉄板	20,200	1セット8枚
電解槽	114,000	38L
曝気関係	135,000	気液溶解装置, 溶解装置用ポンプ
その他	170,800	ポンプ, 設置人件費含む
合計	900,000	

※制御部は、現在必要と思われる機能をフル装備している
今後不要な機能を外し、コストの低減を目指す。

19

まとめ1

【鉄電解法】

- 鉄板を曝気槽に導入
 - 鉄板が酸化, 酸化鉄等による目詰まり
 - 効果は数週間→その都度清掃(メンテナンス)が必要
- 鉄板を嫌気槽に導入
 - 鉄板の酸化抑制(目詰まり抑制にも効果あり)
 - 6ヶ月間メンテナンスフリー
- 小型・可搬型の2号機の鉄板の使用期間等の確認が必要。

20

まとめ2

(硝化効率が非常に悪い)接触曝気方式の処理施設の
曝気槽に, 島根県産ゼオライトを導入
ゼオライトの価格 20kg で約1000円
→硝化がかなり進行した(DINの半分まで NO_3^- が増加)
→返送による窒素浄化を行った結果,
TN 50 →35 mgN/Lまで減少

窒素については既存の設備等で除去可能
→リン除去(低コスト化)が課題

H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
第5期湖沼水質保全計画					第6期湖沼水質保全計画					第7期計画	
<p>■汚濁メカニズム解明WG</p> <p>～ 水質が改善しない理由の解明 ～</p> <ul style="list-style-type: none"> ・負荷量実態調査 ・底質調査 ・プランクトン調査 ・塩分成層(貧酸素)動態調査 ・シミュレーション精度向上 ・難分解COD調査 等 ・アオコ調査(H25,26) 					<p>取りまとめ(報告書)</p> <ul style="list-style-type: none"> ※底質調査結果を反映させ6期湖沼保全計画シミュレ実施(委託) ※6期保全計画シミュレの際、底質からの影響度も検証 具体的な対策に向けた検討 <p>継続検討事項</p> <p>(1)メカニズム解明に向けた調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アオコ発生調査 ・アオコ発生調査 → 継続 → ・出水時濁水把握調査(予備調査) → 詳細調査 → (リン負荷の由来) <p>(2)対策に向けた検討</p> <p>(ア)流入負荷対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・生活系リン対策(例:簡易高度処理) ・鉄板によるリン除去技術確立等 → 実証試験 → <p>(イ)底質対策等</p> <ul style="list-style-type: none"> ・貧酸素水挙動把握調査 ・底質の追加調査 ↓ ・(ウ)対策効果、評価等 ・Full3Dモデル構築、流動計算 → 継続 → → 成果 → <p>(3)中海も含めた調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・窪地を含めた底質調査 → 別途継続 <p>(4)その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・簡易水質シミュレーションの検討 等 <p>(3)その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・難分解性COD 等 <p>→ 体制の見直しの検討</p> <p>→ 7期計画へ</p>						
<p>★水産資源を含め、宍道湖、中海のあるべき姿、望ましい水質、共有出来る目標を検討し、両組織の連携を図る</p>											
<p>宍道湖保全再生協議会(水産WG)</p> <p>～ シジミの資源回復に関する調査研究 ～</p> <ul style="list-style-type: none"> 1)宍道湖の環境変化の原因解明と改善方法の検討 2)宍道湖の生態系変化の原因解明と水産生物生産最大化のための技術開発 <p>■成果(H29)</p>											
H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	H32
宍道湖・中海維持再生構想(H18~H22)		第2期宍道湖・中海水産資源維持再生構想					宍道湖・中海の水産資源維持・再生プロジェクト				