

# (続報) 芦ヶ池におけるアオコ発生 の要因解析と対策法の検討



—2022年度から水資源機構との共同研究—

データ提供：豊川用水総合事業部

岐阜大学・応用生物科学部  
ユニオン・インフラメンテナンス  
共同研究講座

特任教授 千家正照

(岐阜大学名誉教授)

senge.masateru.g2@f.gifu-u.ac.jp

<https://www.abios.gifu-u.ac.jp/education-member/ltunion/>

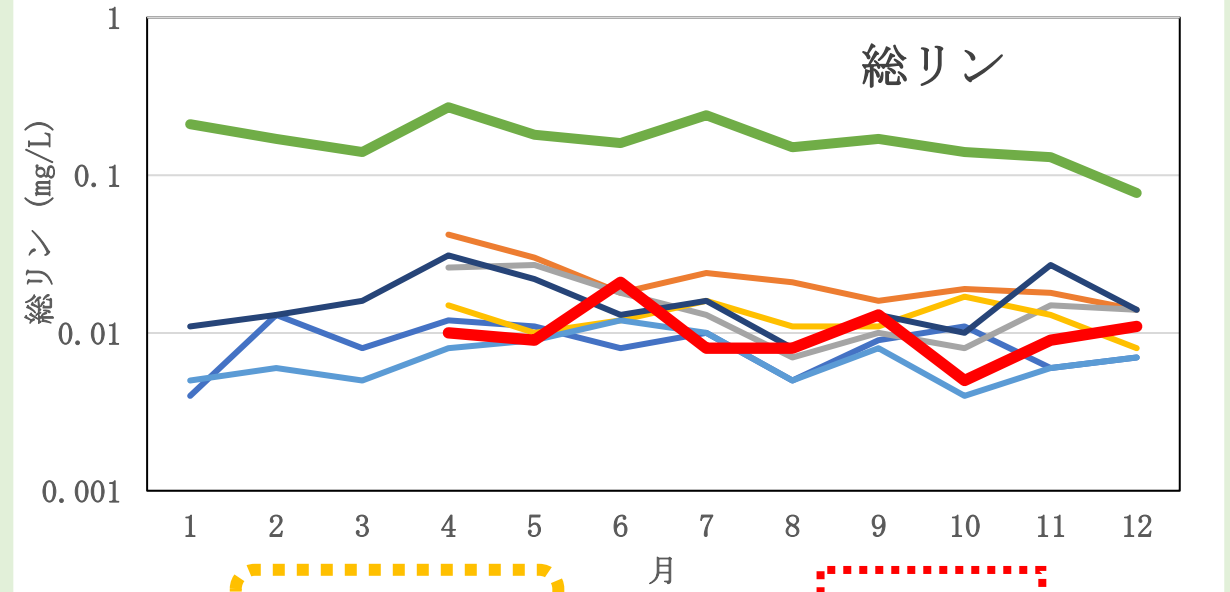
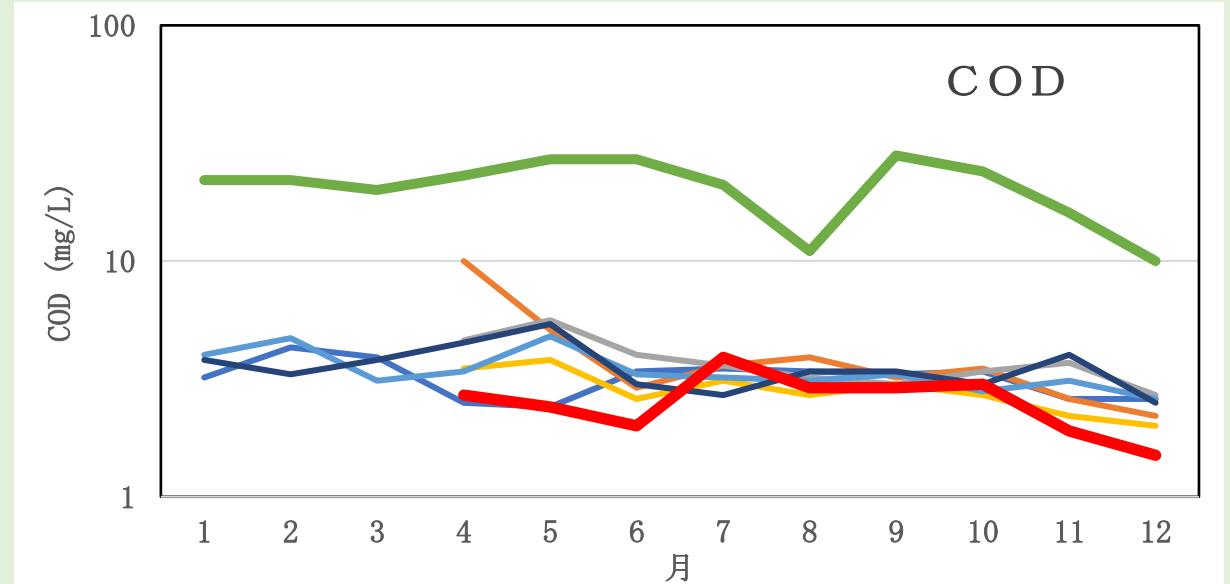
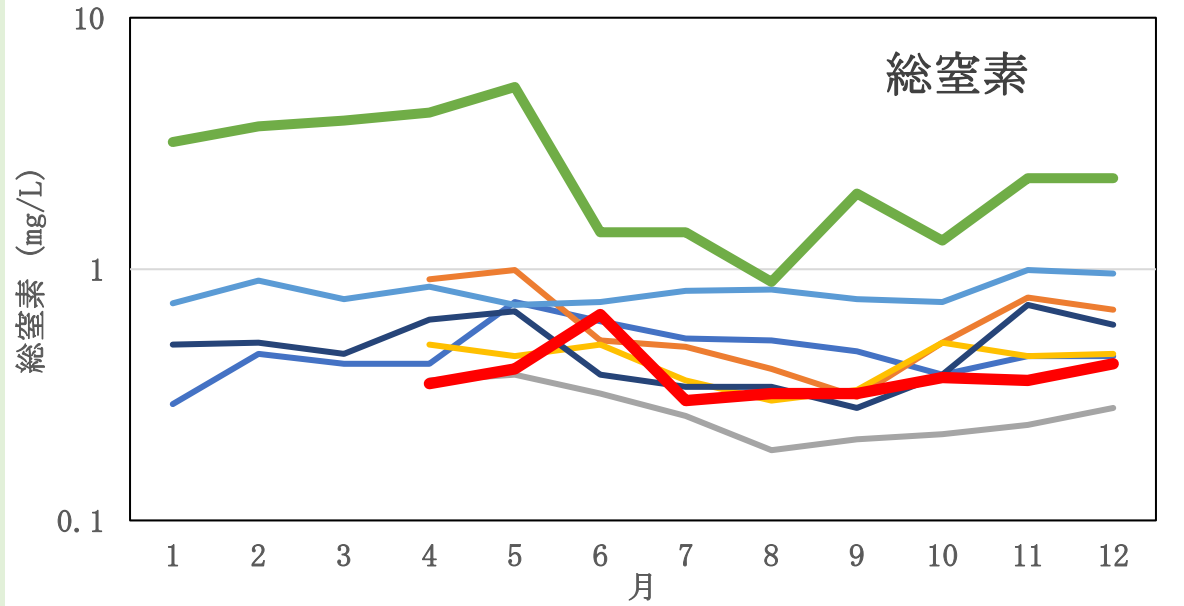
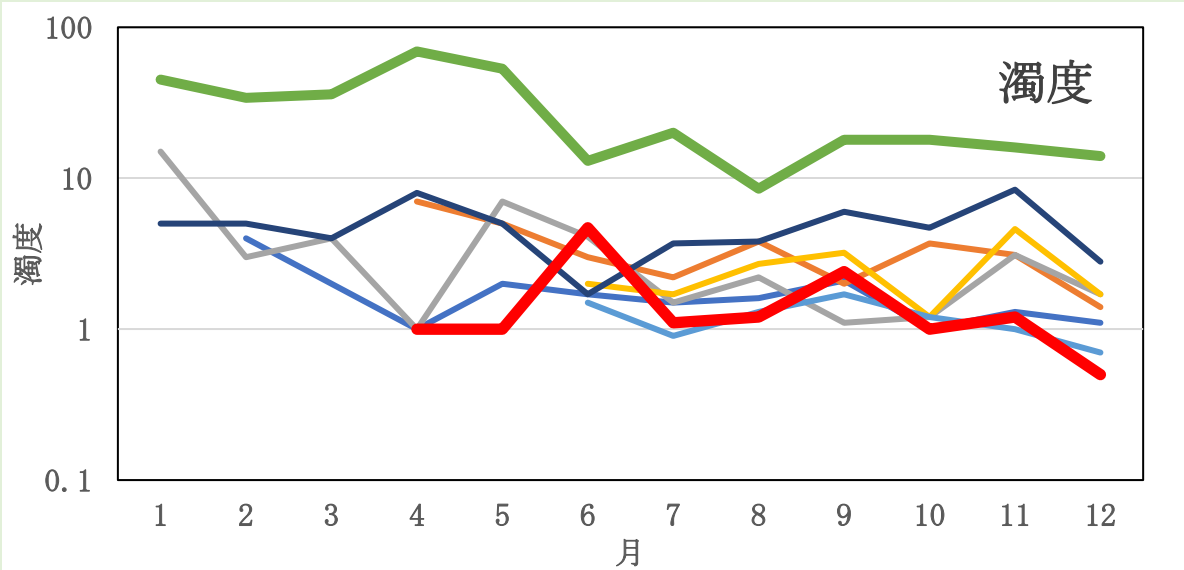
# 芦ヶ池におけるアオコ発生の変因解析と対策法の検討

章	内容	開始頁
1	豊川用水内の調整池の水質	1
2	アオコとは	4
3	芦ヶ池について	8
4	アオコ発生の変影響変因	12
5	水収支解析	20
6	アオコと水管理の関係	26
7	リン収支解析	31
8	過去のアオコ対策とその効果	33
9	水及びリン収支解析によるアオコ対策の検討	41
10	底泥からのリン溶出等の対策	62

# 1. 豊川用水内の調整池の水質



# 調整池の水質 (2019年)



— 大原   
 — 三ツ口池   
 — 万場   
 — 駒場   
 — 蒲郡   
 — 芦ヶ池   
 — 初立池   
 — 大野

# 芦ヶ池の水質問題



2021年8月5日頃撮影 豊川総合事業部 提供

アオコの発生により灌漑水として利用すると、スプリンクラーの目詰まりや野菜への付着などが発生し、畑地灌漑用水としては利用が困難である。

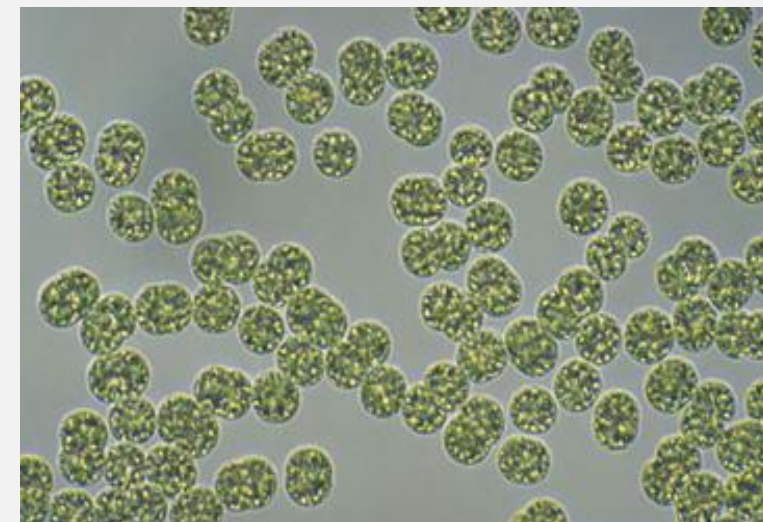
## 2. アオコとは??



琵琶湖（彦根）R2/3/06 （出典）滋賀県HP



（出典）琵琶湖知新HP

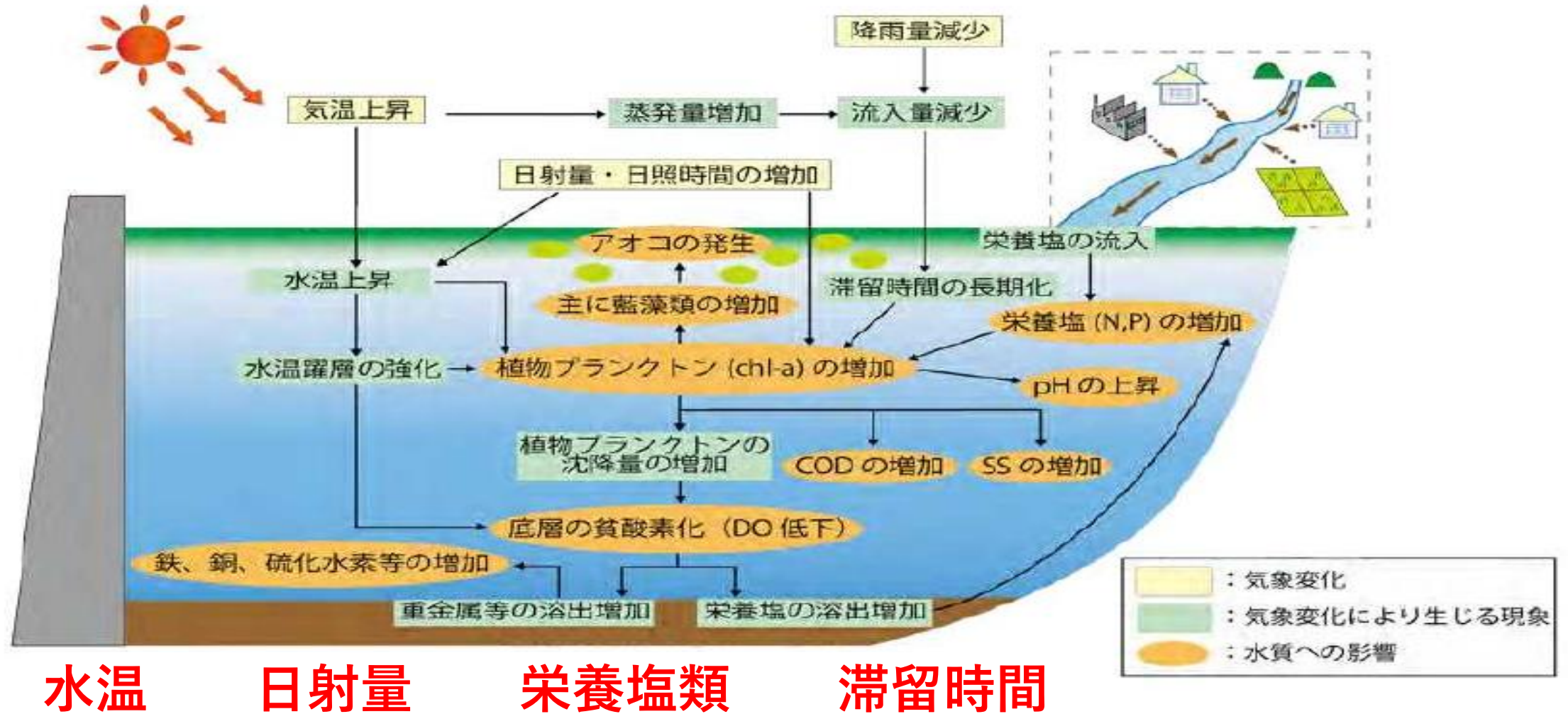


ミクロキスティス （出典）福岡県HP

- **アオコ**については**ミクロキスティス**やアナベナなど、**藍藻類**に属する**10種類の植物プランクトン**が原因となって発生する。
- アオコは、**富栄養化**が進んだ湖沼等において浮遊性藍藻が**適度な光と温度環境の下で光合成によって増殖**する。
- ミクロキスティス（Microcystis属）には**ミクロキスティン**とよぶ**有毒な物質**をもつものがある。
- 細胞内に浮き袋のような**ガス胞**を持つことから、**水の表面に浮遊**しているため、水の表面が粉をふったように青く見え、**アオコ**と呼ばれる。

高比良 光治他：アオコ原因生物の生態と対策技術の現状  
[https://keea.or.jp/pdf/knakyokanri/44/vol\\_44\\_11.pdf](https://keea.or.jp/pdf/knakyokanri/44/vol_44_11.pdf)

## アオコの増殖メカニズム



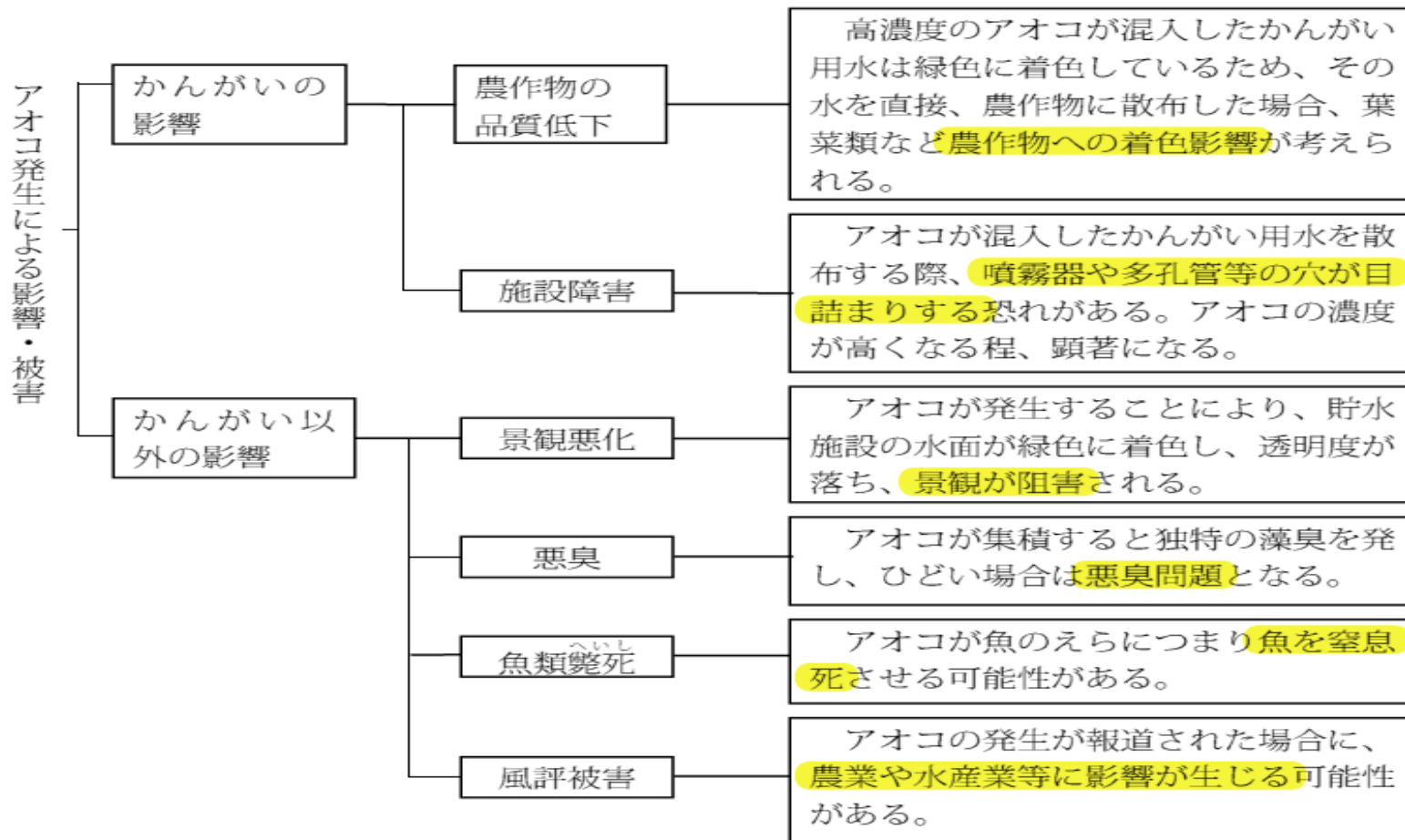
「農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書」

平成24年3月農村振興局農村環境課

[https://www.maff.go.jp/j/nousin/kantai/tekiou/pdf/aoko\\_sankou.pdf](https://www.maff.go.jp/j/nousin/kantai/tekiou/pdf/aoko_sankou.pdf)

## アオコ発生による影響・被害

芦ヶ池



畑地灌漑



サンテパルク田原

出典：畑作物の水質環境 食の安全とおいしさを求めて 鈴木光剛

出版：畑地農業振興会（1984）



## アオコの発生しやすい条件

条件	内容
気象条件	<ul style="list-style-type: none"><li>・ <b>日平均気温が 25°C</b>を超え、今後もし上昇すると予測される。</li></ul>
水理条件	<ul style="list-style-type: none"><li>・ <b>少雨・渇水傾向で流入水量が減少</b>している。</li><li>・ 貯水施設内の水が停滞している。</li><li>※ <b>滞留時間が 5 日</b>を超えるとアオコ発生が懸念される。</li></ul>
水温・水質条件	<ul style="list-style-type: none"><li>・ <b>窒素、リン</b>濃度が共に十分高い。</li><li>・ 水温が一定の基準※を超える場合。</li><li>※ <b>水温 20~25°C</b>で発生し、<b>25°C</b>を超えると<b>大增殖</b>する。</li><li>・ <b>水温躍層が発達</b>し、表層と下層の水温差が大きくなる。</li></ul>

「農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書」 平成24年3月農村振興局農村環境課

[https://www.maff.go.jp/j/nousin/kantai/tekiou/pdf/aoko\\_sankou.pdf](https://www.maff.go.jp/j/nousin/kantai/tekiou/pdf/aoko_sankou.pdf)

# 3. 芦ヶ池について



2021年8月5日頃撮影

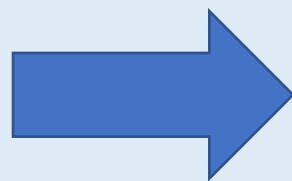
豊川総合事業部 提供

# 芦ヶ池調整池の誕生

## 改修前

- 奈良時代中期に築造された**ため池**
- 流域面積：2.38km<sup>2</sup>
- 有効貯水量：98万 t
- 水深：2m
- 貯水面積：48ha
- 皿池
- 下流水田地帯の用水源

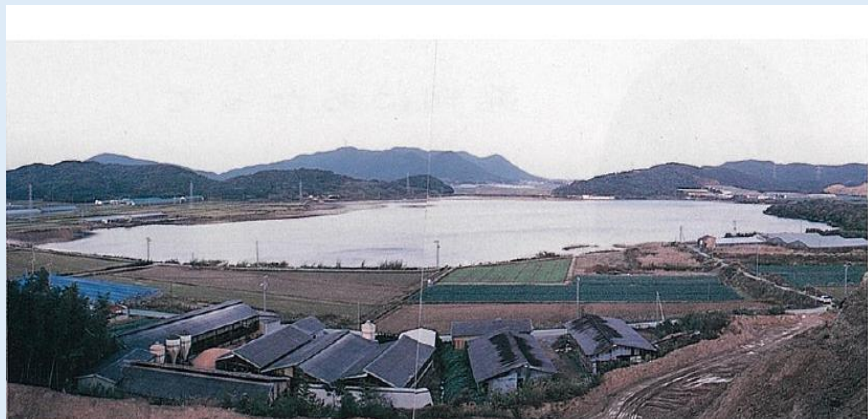
(平成7年)



- 堤体の**嵩上げ**、池敷の**掘削**→  
**利用水深の増大**
- 池周りの護岸工、管理用道路
- 排水路の設置による**排水分離**
- 池敷の**掘削土**の農地還元

## 改修後

- **調整池**として生まれ変わる
- 有効貯水量：**200万 t**
- 水深：**3.75~6.2m**
- 貯水面積：45.7ha
- **豊水時**：大野頭首工から取水した水を東部幹線を通じて貯水
- **渇水時**：ポンプアップにより再び幹線に戻して下流の水需要に応える
- **下流水田地帯の用水源**



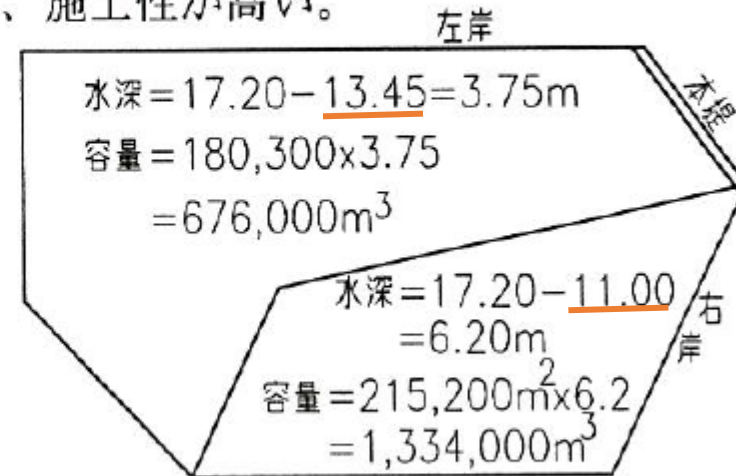
(出典) 芦ヶ池技術誌

# 池床の掘削

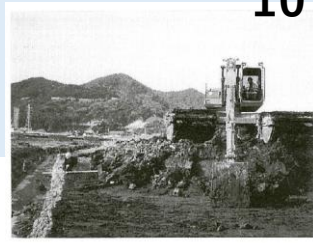
池床の掘削方法については全面掘削案と部分掘削案について検討した結果、下記の理由により右岸

側池敷をEL. 11.00mまで掘削する部分掘削案を採用した。

- ① ヘドロの層厚がうすく、全面改良する必要がない。
- ② EL. 11.00では、掘削面積の60%がAs層及びDg層であり、施工性が高い。
- ③ ドライワークが十分可能。
- ④ 水替期間が短縮できる。
- ⑤ 仮締切工が1回ですむ。
- ⑥ 作業条件が良いため、工期の短縮ができる。
- ⑦ ヘドロ層の掘削除去が少なくすむ。
- ⑧ 池敷をEL. 11.00まで下げてもポンプ原動機の出力にほとんど影響を与えない。
- ⑨ 工事費が安い。



(出典) 芦ヶ池技術誌



左岸池敷掘削（水陸両用掘削機）

左岸護岸工周囲地盤高の変更のため、当初の貯水量が確保できないことが判明し、左岸側から220千m³を掘削



右岸池敷掘削

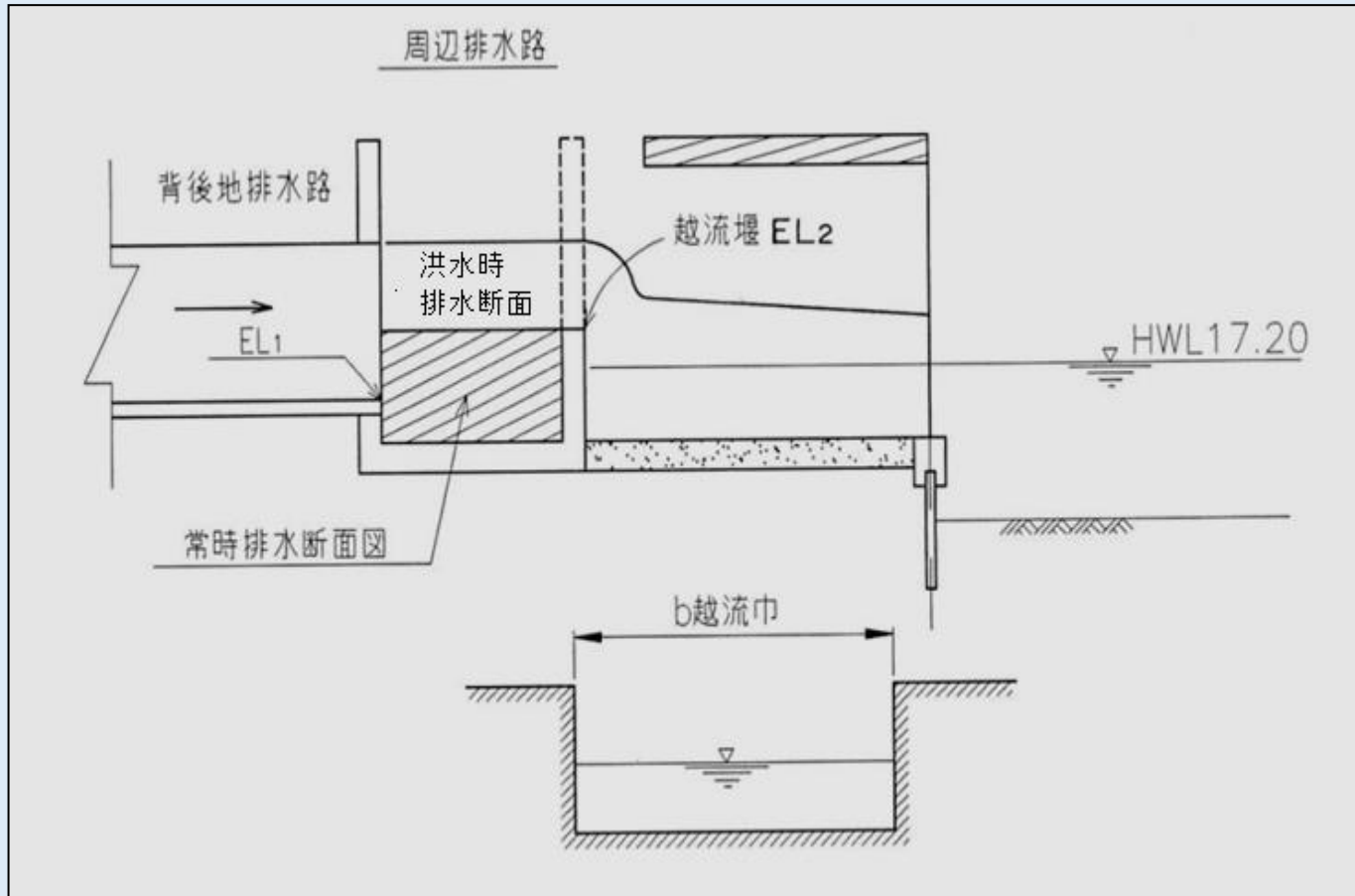
総掘削量575千m³の内、**底質ヘドロ40千m³**は捨土、残りはシルト質砂礫のため背後地の盛土に利用。

芦ヶ池の地盤高は、北部ないし北西部で高く（EL14-15m）、**南東部で低く**（EL 13m台）になっている

軟弱地盤の掘削は工事単価が高い

ヘドロ層は、本堤上流200m付近で約50-80cm、次いで**左岸上流側にかけて厚く**、**右岸側及び土取場付近では0-0.2mと浅くなる**。

# 周辺排水路の設置



## 洪水時排水と常時排水の分離

**常時排水**は、芦ヶ池周辺に排水路を設置し、芦ヶ池に流入させず、直接下流の幹線排水路（圃場整備で用排分離完了）に導水する。

単位流出量： $< 1\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$

夏期降雨日当たりの平均雨量17.5mm、洪水到達時間1時間とし、シャーマン降雨強度式から1時間降雨強度を求め、流出率55%とする

**洪水時排水**は、周辺排水路を越流して芦ヶ池内に流入させ、用水として利用する。

単位流出量： $> 1\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$

芦ヶ池に流入する背後地の排水は、雨水排水の他に集落排水および畜産排水が混入して流下し、常時排水の水質は農業用水として好ましくない状況である。

(出典) 芦ヶ池技術誌

## 4. アオコ発生の影響要因

- アオコの発生に影響する栄養塩類は何か？  
窒素？ それとも 燐??
- アオコ発生を制限するための水質基準は？  
アオコ対策のための目標値

# アオコの評価法

# 『見た目アオコ指標レベル』

国立環境研究所で開発された指標

レベル1



アオコの発生が肉眼で確認出来ない

レベル2



うっすらとすじ状にアオコの発生が認められる

レベル3



アオコが水の表面全体に広がりパッチ状になっている

レベル4



膜状にアオコが湖面に覆う

レベル5



厚くマット状にアオコが湖面を覆う

レベル6



アオコがスカム状に湖面を覆い、腐敗臭がする

# アオコレベルとクロロフィル a 濃度との関係

明瞭な相関は見られない

**レベル1**：アオコの発生が肉眼で確認できない。  
(ネットで引いたり、白いバットに汲んで良く見ると確認できる)

**レベル2**：うっすらとすじ状にアオコの発生が認められる。

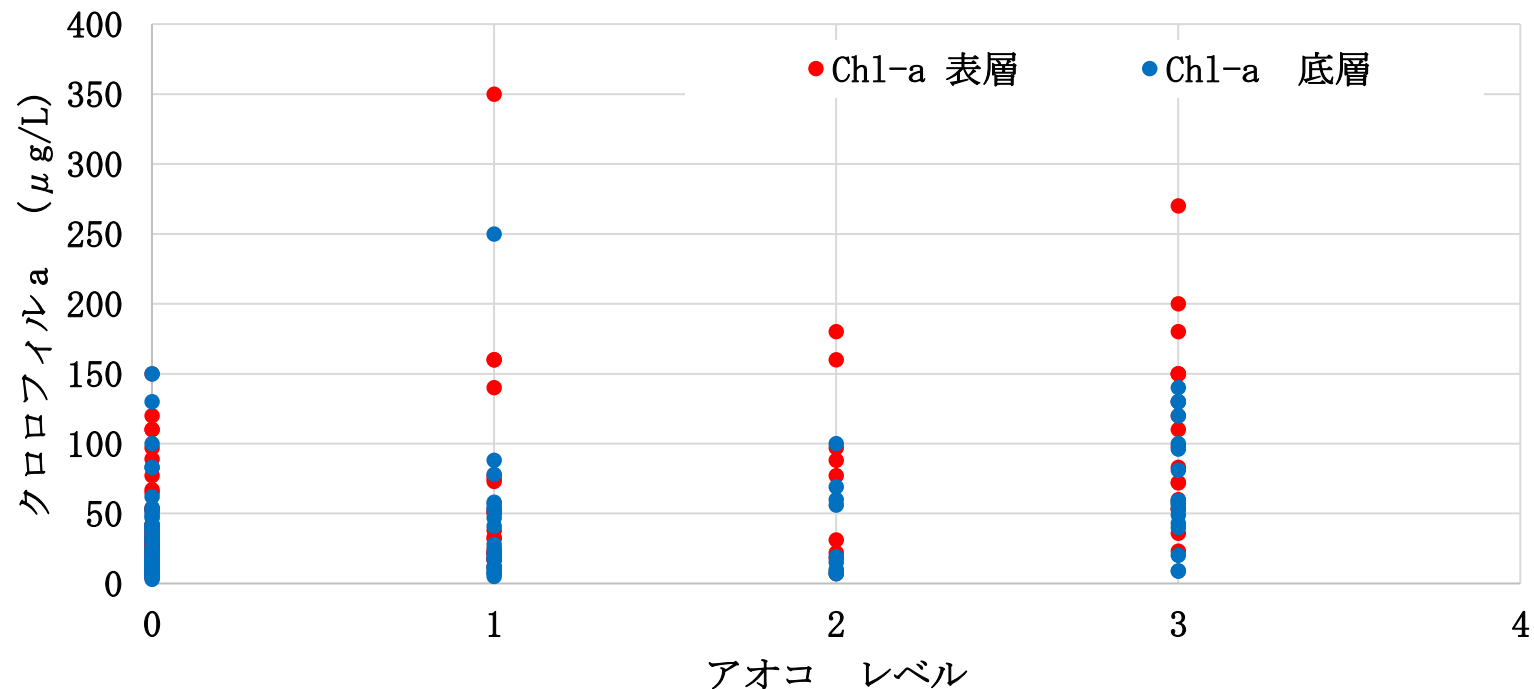
(アオコがわずかに水面に散らばり、よく見ると肉眼でも確認できる)

**レベル3**：アオコが水面全体に広がり、所々まだら状になっている。

**レベル4**：膜状にアオコが水面を覆う。

**レベル5**：厚くマット状にアオコが水面を覆う。

**レベル6**：アオコが浮かス状に厚く堆積して水面を覆い、腐敗臭がする。



アオコレベルを“0”にするためのクロロフィル濃度は??

課題：アオコが発生しない水質の目標値を定めるには??

**クロロフィル** (Chlorophyll) は、光合成の明反応で光エネルギーを吸収する役割をもつ化学物質。葉緑素ともいう。クロロフィルaは、酸素光合成で使用されるクロロフィルの1種類である。スペクトルで紫から青とオレンジから赤の波長からほとんどのエネルギーを吸収し、緑や緑に近い部分はあまり吸収しない。クロロフィルaはほとんどの酸素発生型光合成生物にあり、bは緑藻、陸上植物、一部のシアノバクテリアなどに、cは褐藻や珪藻などにある。



## クロロフィル a の濃度と灌漑への影響

影響項目			chl. a の濃度レベル											
単位 (μg/L)			0	20	40	60	80	100	200	400	600	800	1000	
かんがい 施設管理面	施設障害 (目詰まり)	スプリンクラー	問題ないレベル		影響が懸念される/要監視レベル						影響が生じる可能性が高い			
		噴霧器	問題ないレベル		影響が懸念される/要監視レベル						影響が生じる可能性が高い			
		多孔管	問題ないレベル		影響が懸念される/要監視レベル						影響が生じる可能性が高い			
		点滴かんがい	問題ないレベル		影響が懸念される/要監視レベル						影響が生じる可能性が高い			
		かん水チューブ	問題ないレベル		影響が懸念される/要監視レベル						影響が生じる可能性が高い			
かんがい 用水利用面	品質低下	畑作物	問題ないレベル		影響が懸念される/要監視レベル									
		施設園芸	問題ないレベル		影響が懸念される/要監視レベル									
	悪臭 (藻臭)		問題ないレベル		影響が懸念される/要監視レベル									
	着色		問題ないレベル		影響が懸念される/要監視レベル		影響が生じる可能性が高い							

影響が生じる可能性が高い  
 影響が懸念される/要監視レベルである  
 問題ないレベルである

単位: μg/L = mg/m<sup>3</sup>

出典: 農業用貯水施設におけるアオコ対応参考図書: 平成24年3月農村振興局農村環境課

**クロロフィル a が 40mg/m<sup>3</sup> 以下 になれば 「問題のないレベル」**

\* クロロフィル a = 20 mg/m<sup>3</sup> 程度で、水中にアオコの微小群体が散らばって浮遊している状態とされている。

# 表層のクロロフィル a 濃度とアオコレベルの関係

↓ 周辺排水路の拡幅     
 ←→ 積極的な水運用     
 ↓ 池干し

表層のクロロフィル a (mg/m<sup>3</sup>)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
1月	37	18	17	30	26	12	40	42	7	53	31	30	23	
2月	31	13	22	33	13	30	27	29	17	77	25	46	28	アオコレベル
3月	14	11	36	41	29	8	33	31	4	97	67	31	36	1
4月	17	5	13	6	30	11	34	41	25	120	57	44	62	2
5月	11	8	11	17	29	20	110	21	89	150	79	42	69	3
6月	18	17	13	0	32	12	12	160	52	53	55	94	2600	4
7月	150	160	22	31	16	67	17	350	72	36	130	49	94	
8月	130	150	97	7	10	27	53	23	72	9	21	170	63	
9月	54	150	77	88	17	73	77	110	180	200	69	120	32	
10月	23	120	25	180	11	33	38	75	270	98	44	320	48	
11月	32	22	17	18	50	160	51	140	110	60	41	34	120	
12月	9	22	25	54	21	12	19	65	83	20	30	37	150	
平均	44	58	31	42	24	39	43	91	82	81	54	85	277	
最大	150	160	97	180	50	160	110	350	270	200	130	320	2600	

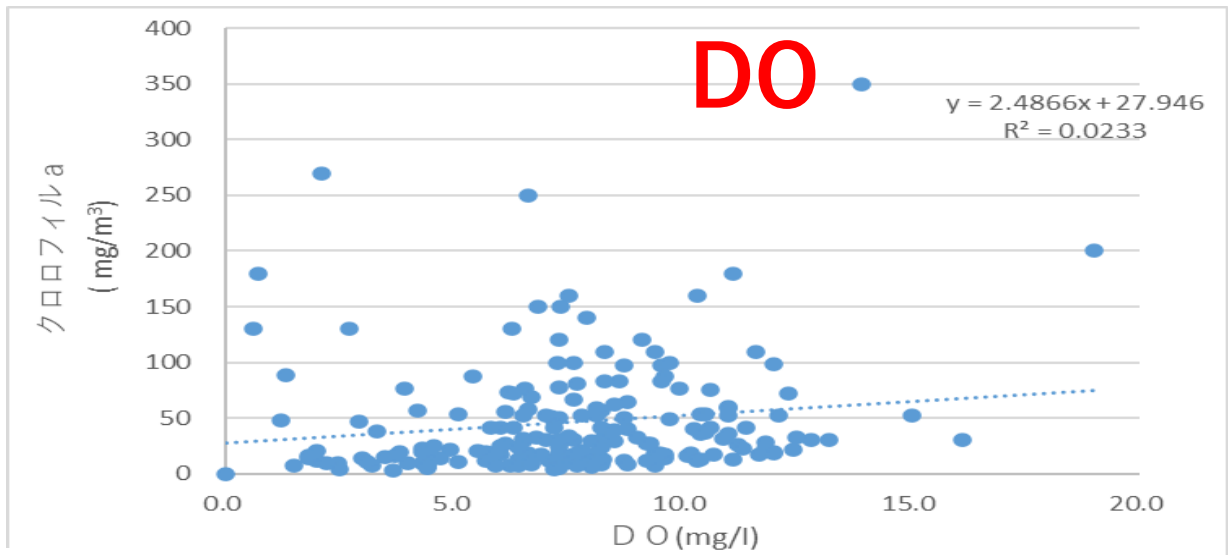
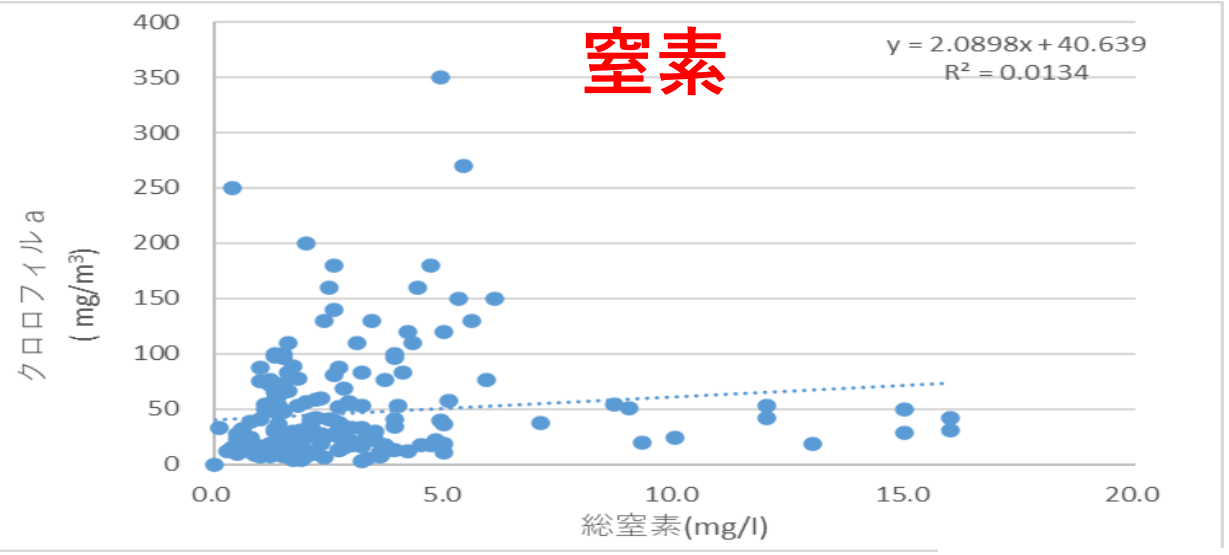
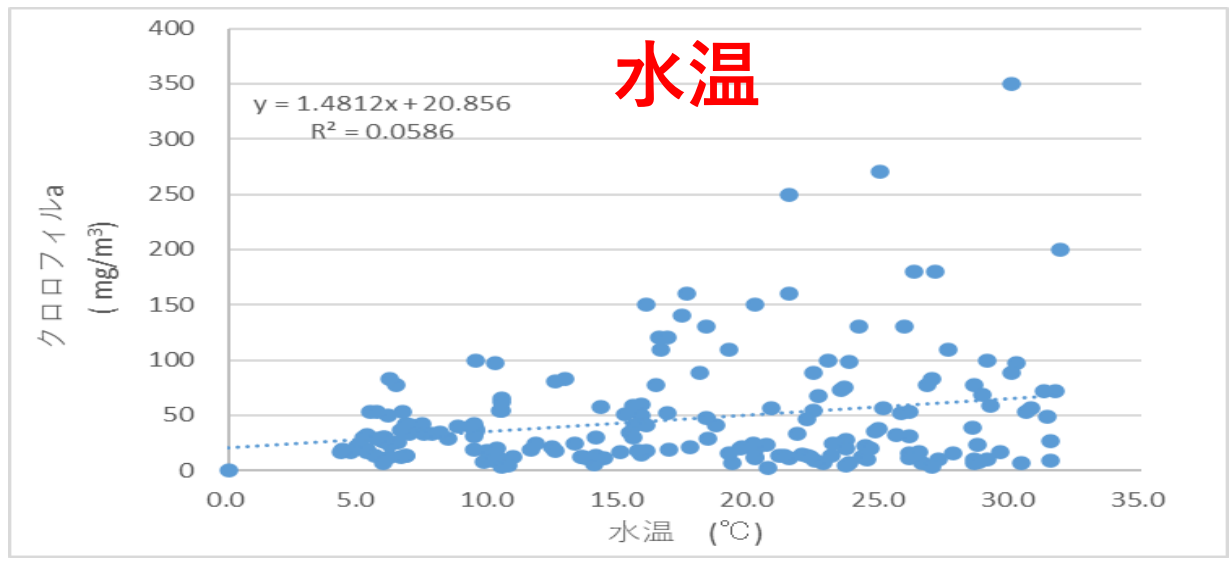
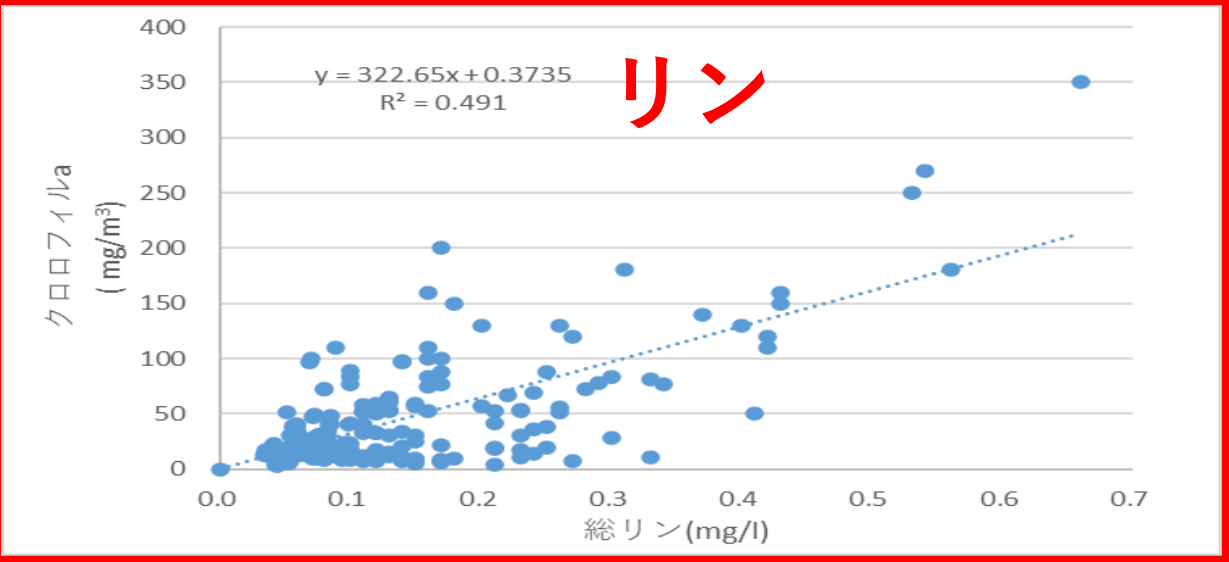
赤ライン以降はクロロフィル a > 40mg/m<sup>3</sup>

芦ヶ池の観測データを用いた！！

クロロフィル a が 40mg/m<sup>3</sup> を超えなければアオコレベルは概ね 1 以下になる？

# クロロフィルaの影響要因

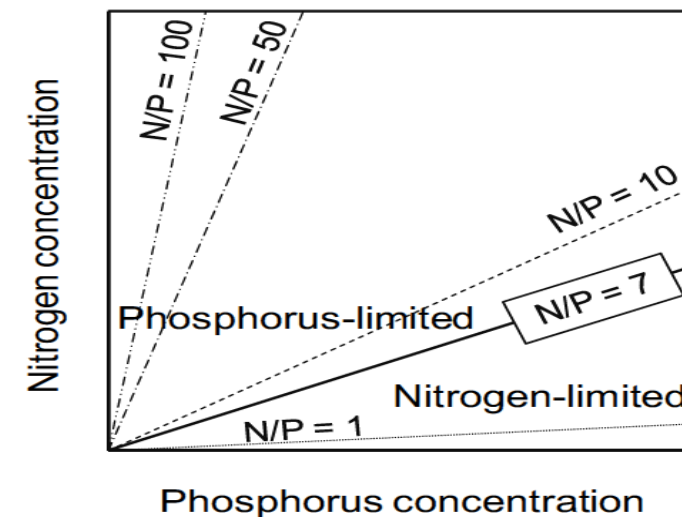
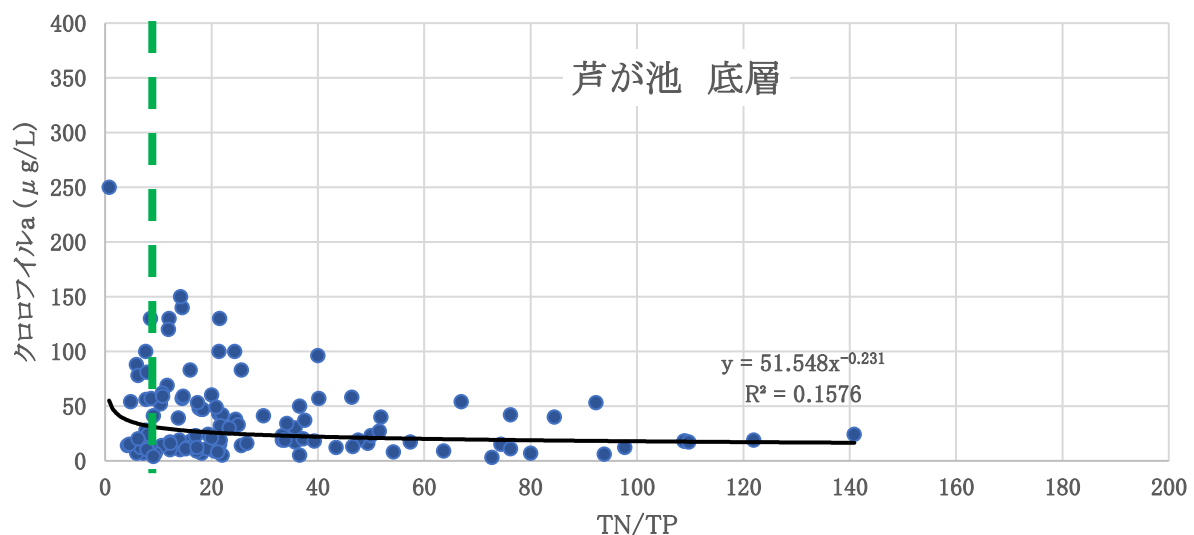
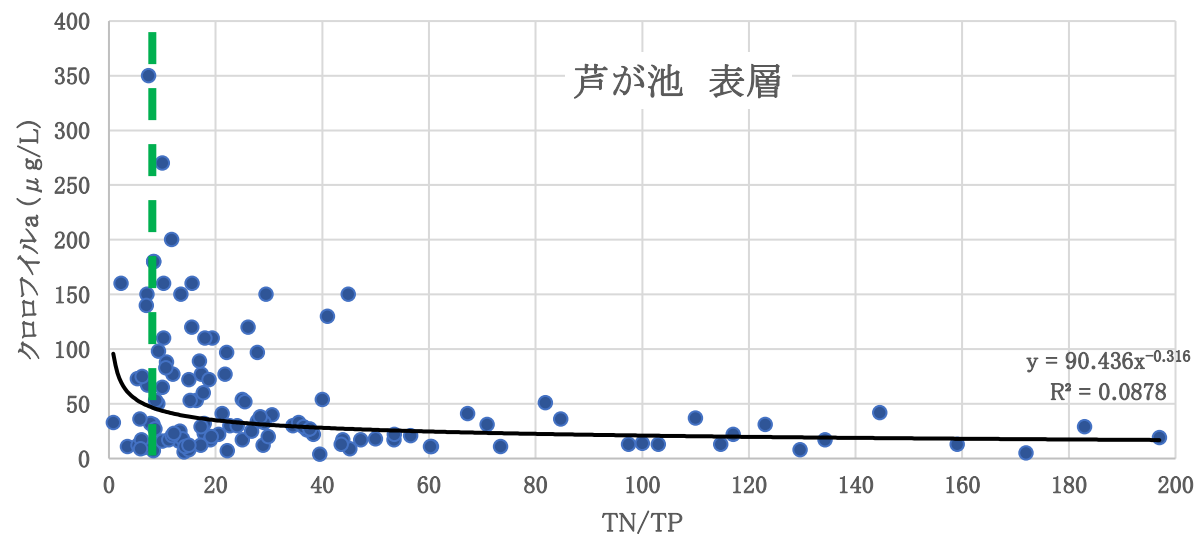
クロロフィルaはT-Pとの相関が高い



豊川総合用水事業部が芦ヶ池で実測したデータを使用

# TN/TPとクロロフィルaとの関係

植物プランクトン構成比 $C_{41}H_{80}O_{57}N_7P_1$  (質量比)



- ① :  $TN/TP < 7$  窒素が制限要因  
② :  $TN/TP > 7$  **リンが制限要因**

柴田他: 窒素、リンの絶対量およびN/P日によって変化する藍藻類と珪藻類の優先化特性、日本水処理生物学会誌49 (2) : 47-54 (2013)

観測値の大部分が  $TN/TP > 7$   $\longleftrightarrow$  **リンが制限要因**

# クロロフィルaを40mg/m<sup>3</sup>以下にするためには？

周辺排水路の拡幅 ↓     
 積極的な水運用 ↔     
 池干し ↓

表層のT-P (mg/m<sup>3</sup>)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
1月	0.03	0.03	0.04	0.06	0.07	0.04	0.09	0.08	0.05	0.21	0.44	0.04	0.12	0.06	
2月	0.06	0.02	0.04	0.06	0.06	0.05	0.05	0.08	0.04	0.17	0.16	0.06	0.05	0.19	
3月	0.04	0.07	0.06	0.10	0.07	0.10	0.11	0.13	0.04	0.14	0.12	0.04	0.05	0.44	
4月	0.06	0.03	0.03	0.17	0.08	0.14	0.14	0.06	0.07	0.27	0.08	0.04	0.09		
5月	0.04	0.03	0.05	0.12	0.08	0.07	0.16	0.05	0.10	0.18	0.09	0.06	0.11		
6月	0.05	0.06	0.04	0.08	0.08	0.06	0.10	0.16	0.05	0.16	0.09	0.50	2.30		
7月	0.08	0.14	0.17	0.23	0.07	0.22	0.10	0.66	0.08	0.24	0.23	0.18	0.16		
8月	0.10	0.14	0.07	0.12	0.08	0.06	0.11	0.04	0.08	0.15	0.11	0.18	0.01		
9月	0.10	0.20	0.10	0.26	0.06	0.28	0.34	0.09	0.31	0.17	0.09	0.11	0.08		
10月	0.19	0.23	0.15	0.56	0.23	0.12	0.25	0.16	0.54	0.14	0.09	0.25	0.25		
11月	0.14	0.07	0.10	0.21	0.12	0.43	0.11	0.37	0.42	0.13	0.08	0.17	0.24		
12月	0.07	0.07	0.08	0.12	0.06	0.09	0.07	0.13	0.30	0.08	0.04	0.10	0.25		
平均	0.08	0.09	0.08	0.17	0.09	0.14	0.14	0.17	0.17	0.17	0.13	0.14	0.31	0.23	
最大	0.19	0.23	0.17	0.56	0.23	0.43	0.34	0.66	0.54	0.27	0.44	0.50	2.30	0.44	
			クロロフィル a > 40 mg/m <sup>3</sup>						紺ライン以降はT-P > 0.1mg/L						
			TP > 0.1mg/L												
			クロロフィル a > 40 mg/m <sup>3</sup> & TP > 0.1mg/L												

表層の総リン濃度を0.1mg/L以下になればクロロフィルaを概ね40mg/m<sup>3</sup>以下になる

## アオコ対策のための水質目標

1. 畑地灌漑用水（&アオコレベルを1以下）として利用するためには、クロロフィルaを40 mg/L以下にする必要がある。（スライドNo.15）
2. 芦ヶ池のクロロフィルa濃度は、**総リン濃度**に最も影響されている。（スライドNo.16）
3. クロロフィルaを40  $\mu$ g/L以下にするためには、概ね**総リン濃度を0.1 mg/L以下**にする必要がある（スライドNo.18）。
4. 総リン濃度を0.1mg/L以下に抑制すれば、アオコレベルは概ね1以下になる。

畑地灌漑用水として  
利用するための条件

**総リン濃度：0.1mg/L**

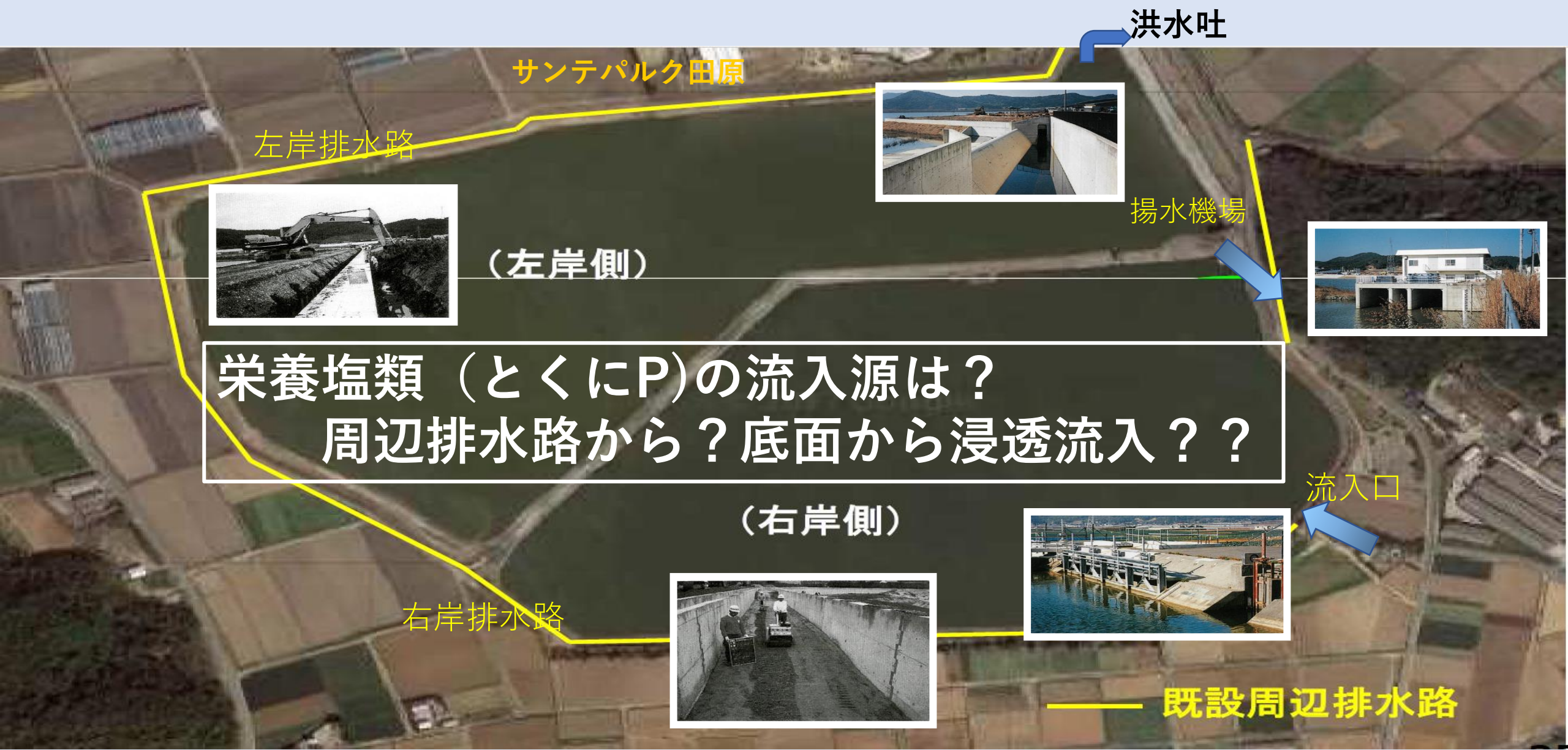
T-P < 0.03mg/L

T-P < 0.08mg/L

高村：農業土木技術者のための水質入門(その4) 講座—湖沼の水質と富栄養化, 農土誌52 (12)

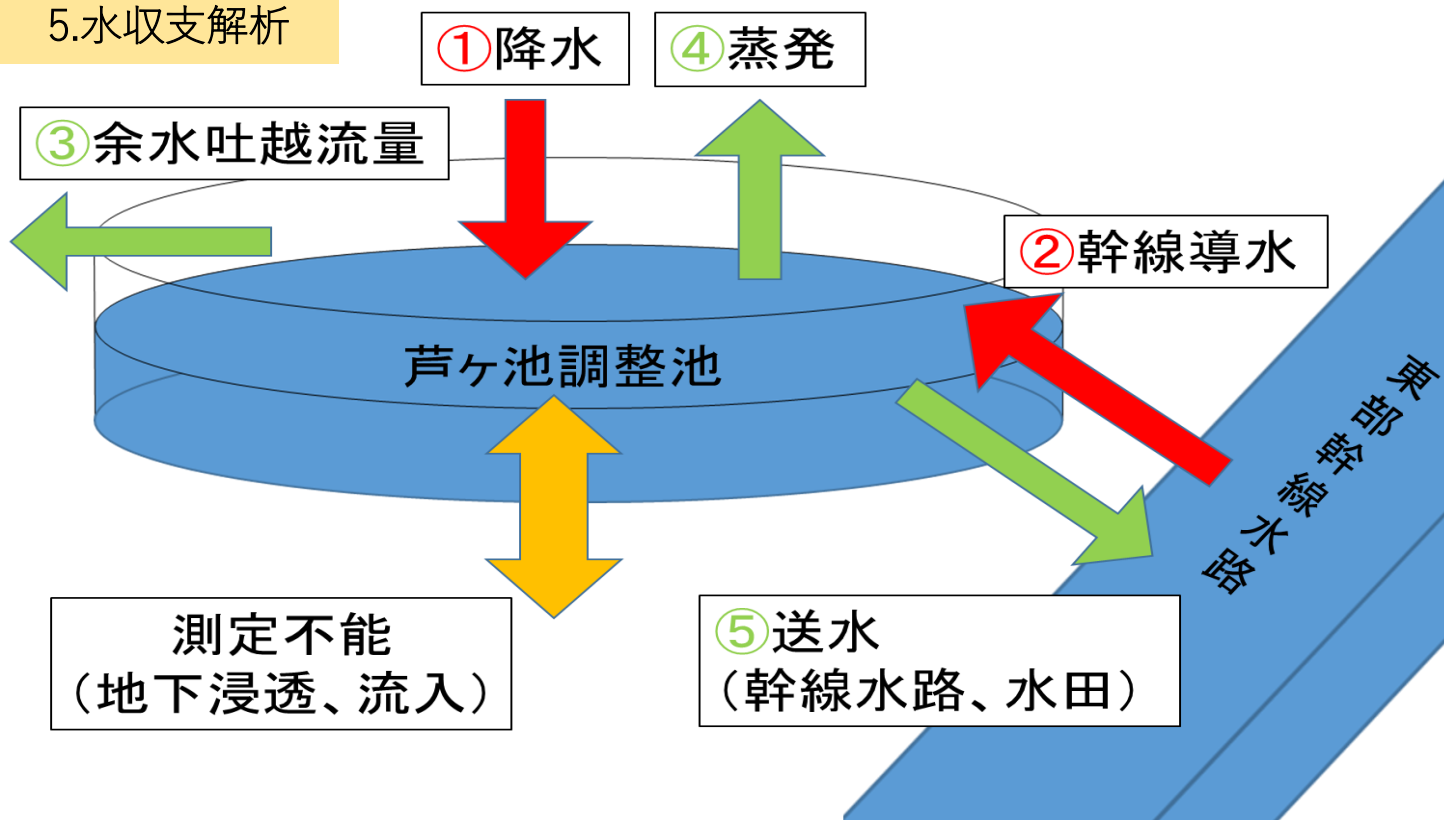
吉田：高DIN;DIP比または低DIN：DIP比水域におけるMicrocystis属の高密度出現, 日本水産学会誌66(6)

# 5.水収支解析



栄養塩類（とくにP）の流入源は？  
周辺排水路から？底面から浸透流入？？

# 水収支モデル (水収支計算)



$$\Delta S' = (R+I) - (E+D+P+B)$$

S : 貯水量	D : 洪水吐からの越流量
R : 降水量	P : 受益地への送水量
E : 水面蒸発量	I : 幹線からの導水量
	B : 幹線へ還元水量

$\Delta S$  : 提供データより求めた貯水変化量 (実測値)

$\Delta S'$  : 計算上の貯水変化量 = (① + ②) - (③ + ④ + ⑤)

$$dS \text{ (測定不能量)} = \Delta S \text{ (実測値)} - \Delta S' \text{ (計算値)}$$

$dS = 0$  . . . 上記以外の流出流入無し

$dS > 0$  . . . 上記以外の流入有り (降雨時の排水流入?)

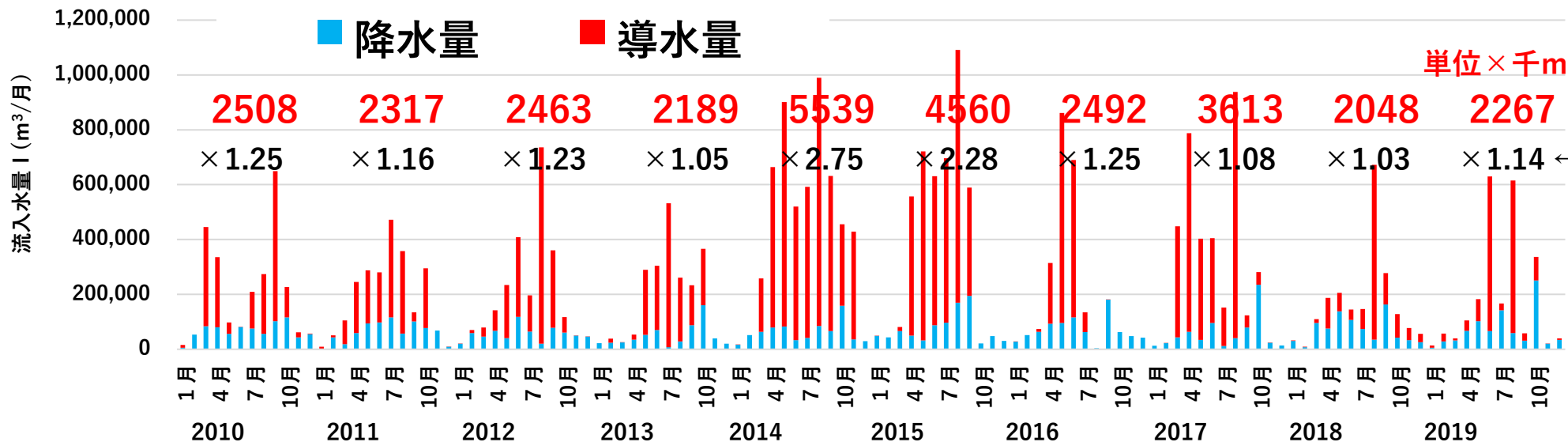
$dS < 0$  . . . 上記以外の流出有り (角落し切欠部等からの流出?)



# 芦ヶ池の流入・流出量

有効貯水量 2,000 × 千m<sup>3</sup>

流入

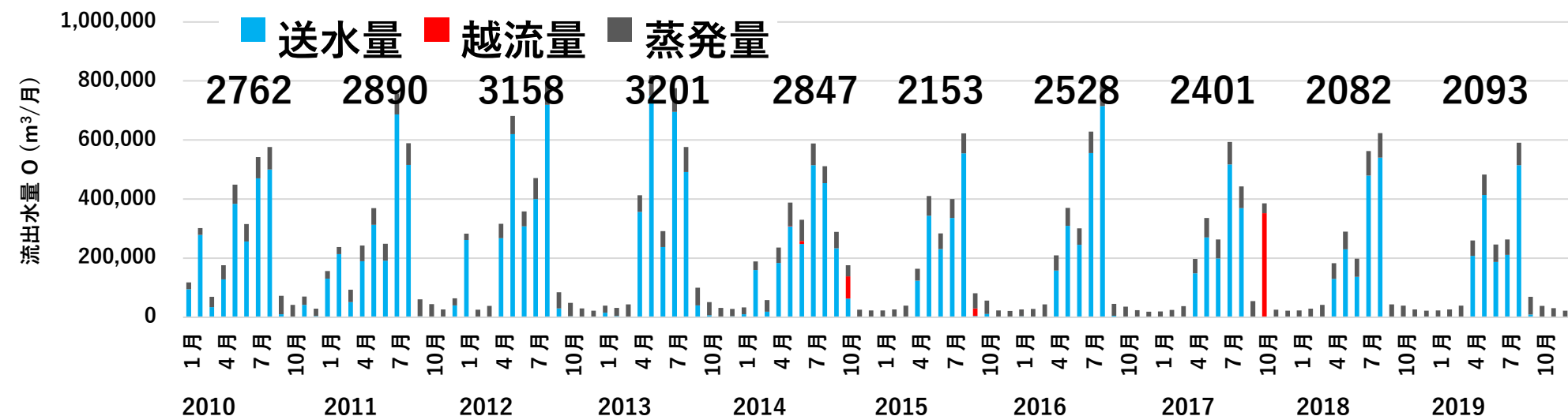


単位 × 千m<sup>3</sup>

← 回転率 (1.24)

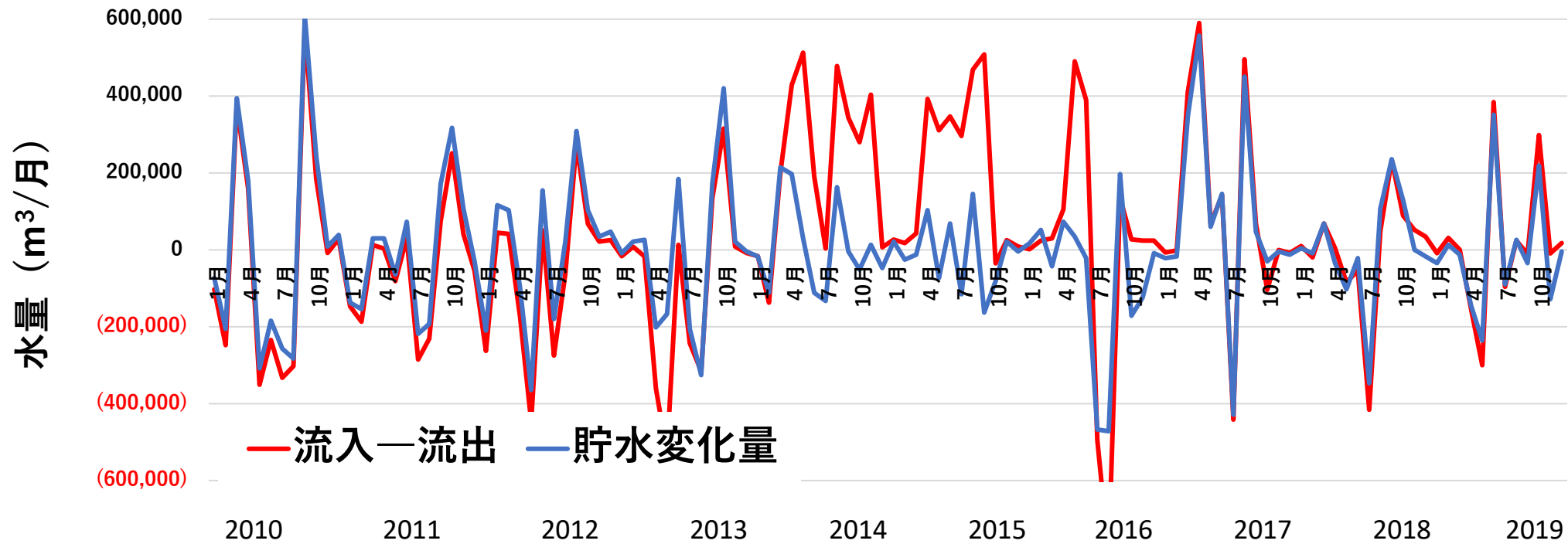
滞留時間  
294日

流出



ダム貯水施設で **滞留時間が5日間程度以上** でアオコが発生する  
 (出典) ダム貯水池における淡水赤潮とアオコの発生機構および対策について  
 井芹 寧：九州技法第 23 号 (1998.7)

# 芦ヶ池の「流入－流出」と「貯水変化量」の月別変化



赤線と青線の差が観測項目以外の水の流出入（“水収支差”）を表す

赤線 > 青線

貯水池外へ流出

青線 > 赤線

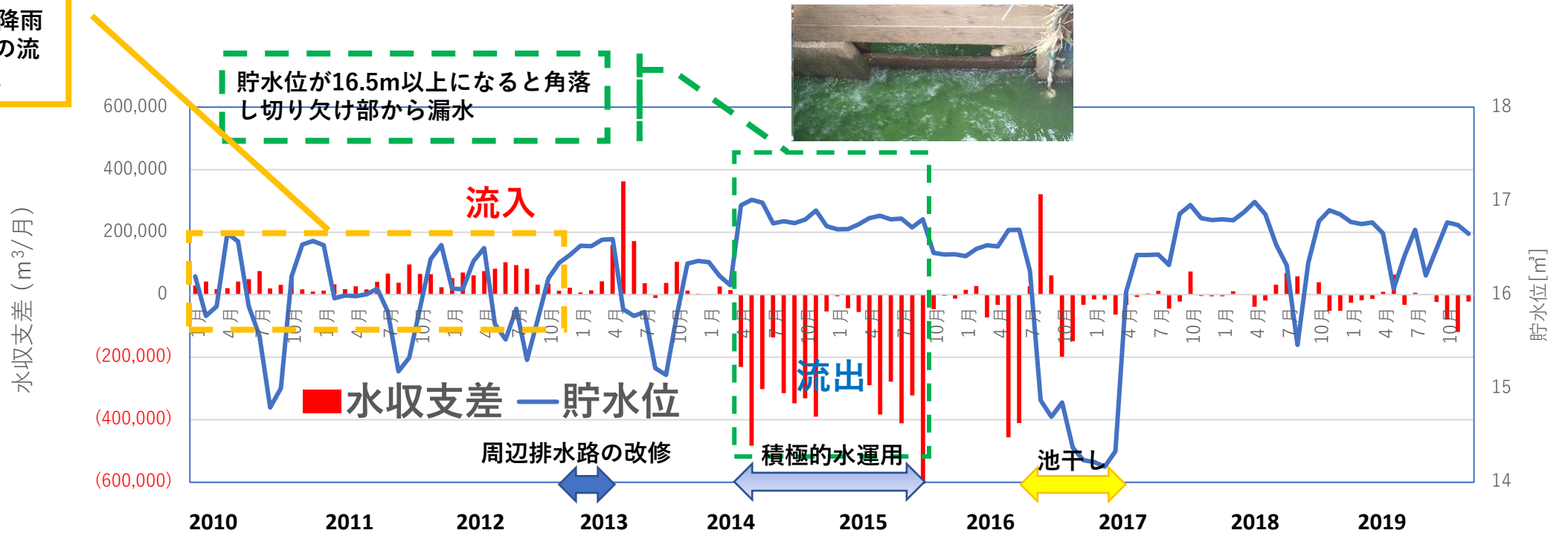
貯水池内へ流入

「水収支差」 = 実測流入と実測流出の差

= 実測できない貯水池への流入量と流出量の差

# 芦ヶ池の“水収支差”と貯水位の月別変化

日雨量50mm以上の降雨時に排水路からの流入の可能性がある。



“水収支差”とは前のスライドの赤線と青線の差を表す



- 2013年以前            + 流入    (貯水位が低いと流入が大きくなる?)
- 2014～2015年        - 流出    (貯水位が高いと流出が大きくなる?)
- 2017年以降           流出入が少ない    (貯水位の影響が少ない)

# 水収支結果の総括

1. **周辺排水路の改修前**（2012年以前）は、**日雨量50mm以上の降雨日**に背後流域からの流出水が**周辺排水路を介して池内に流入していた**可能性がある。
2. **周辺排水路の改修後**（2012年以降）は、**日雨量250mm以上の降雨日に背後流域からの流出水が池内に流入した**と考えられる。
3. **2014年～2016年**は、貯水位が16.5mを超えると、池周辺に設けられた「**角落の切り欠け部**」を介して排水路へ流出した可能性がある。
4. **2016年以降**、貯水位が16.5m以下の時は貯水位に関係なく流出入がほぼないことから、**池底を介した地下水の侵入、貯水の浸透が少ない**ことが予想される。

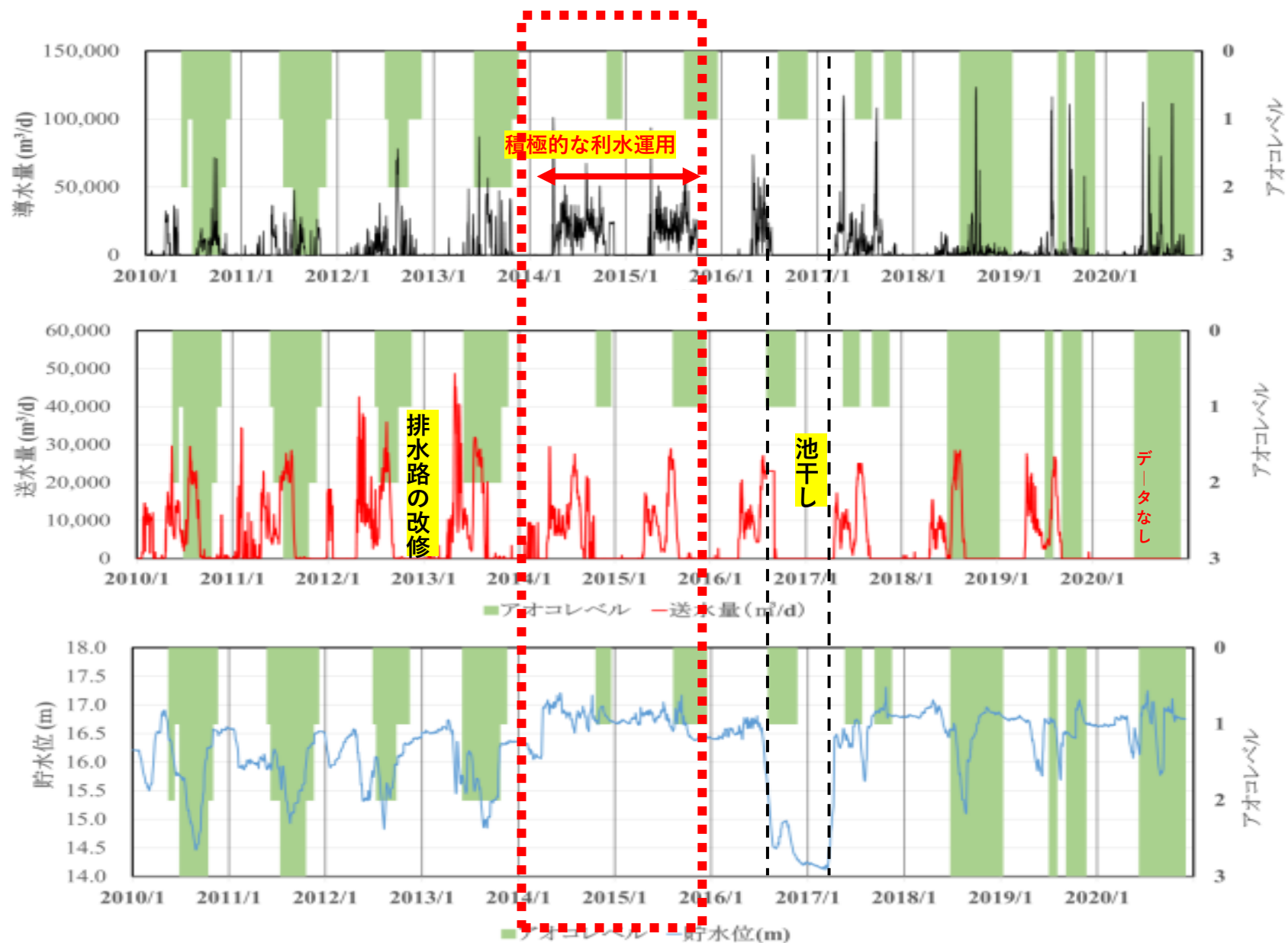


**現在は、池外からの侵入水の影響が少ない??と予想される**

## 6. アオコと水管理の関係

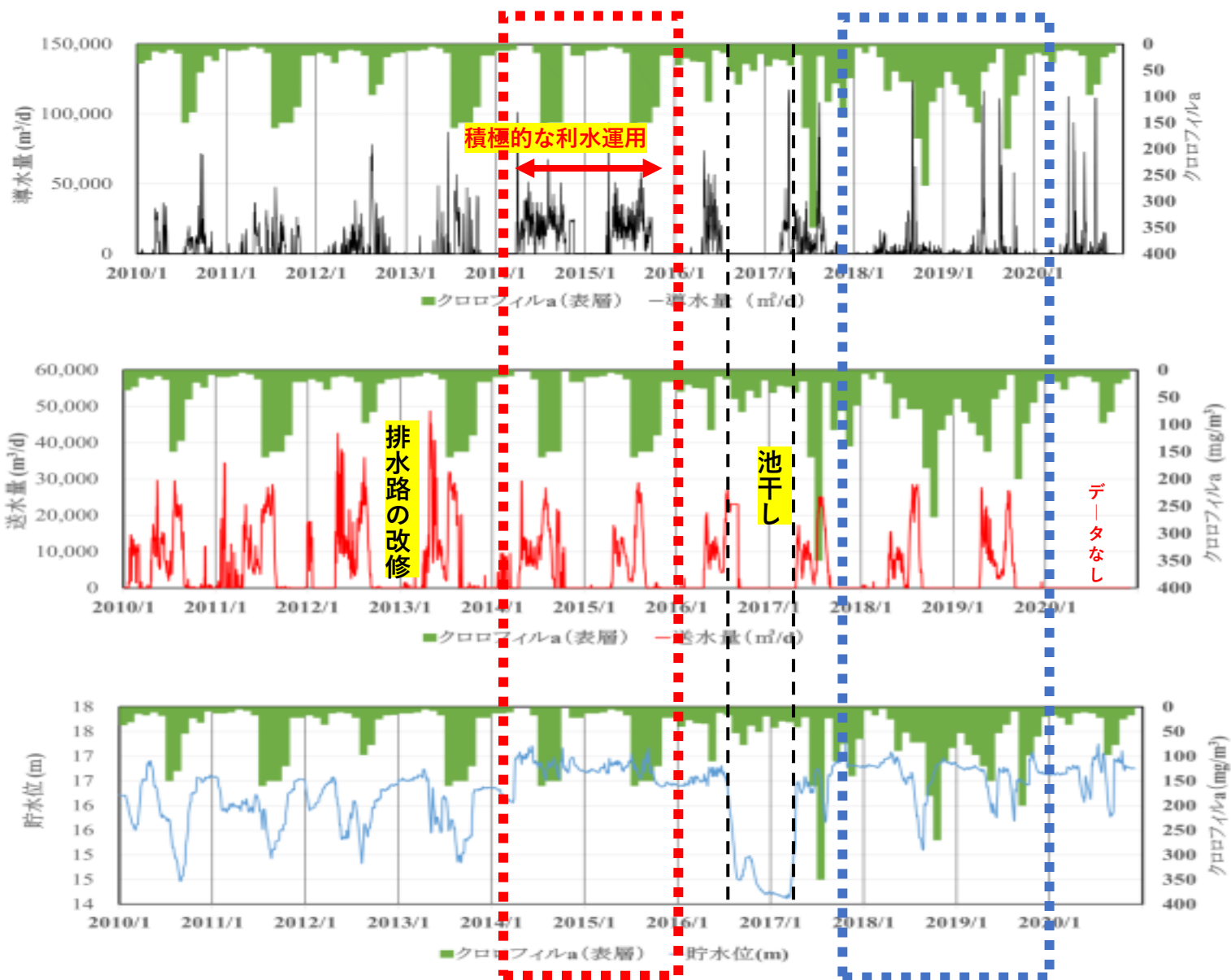
調整池の水管理（物理的要因）が水質やアオコの消長に与える影響を確認する

## アオコレベルと水管理の関係



積極的な利水運用（導水量、送水量、貯水位が大きい）とアオコレベルが小さくなる

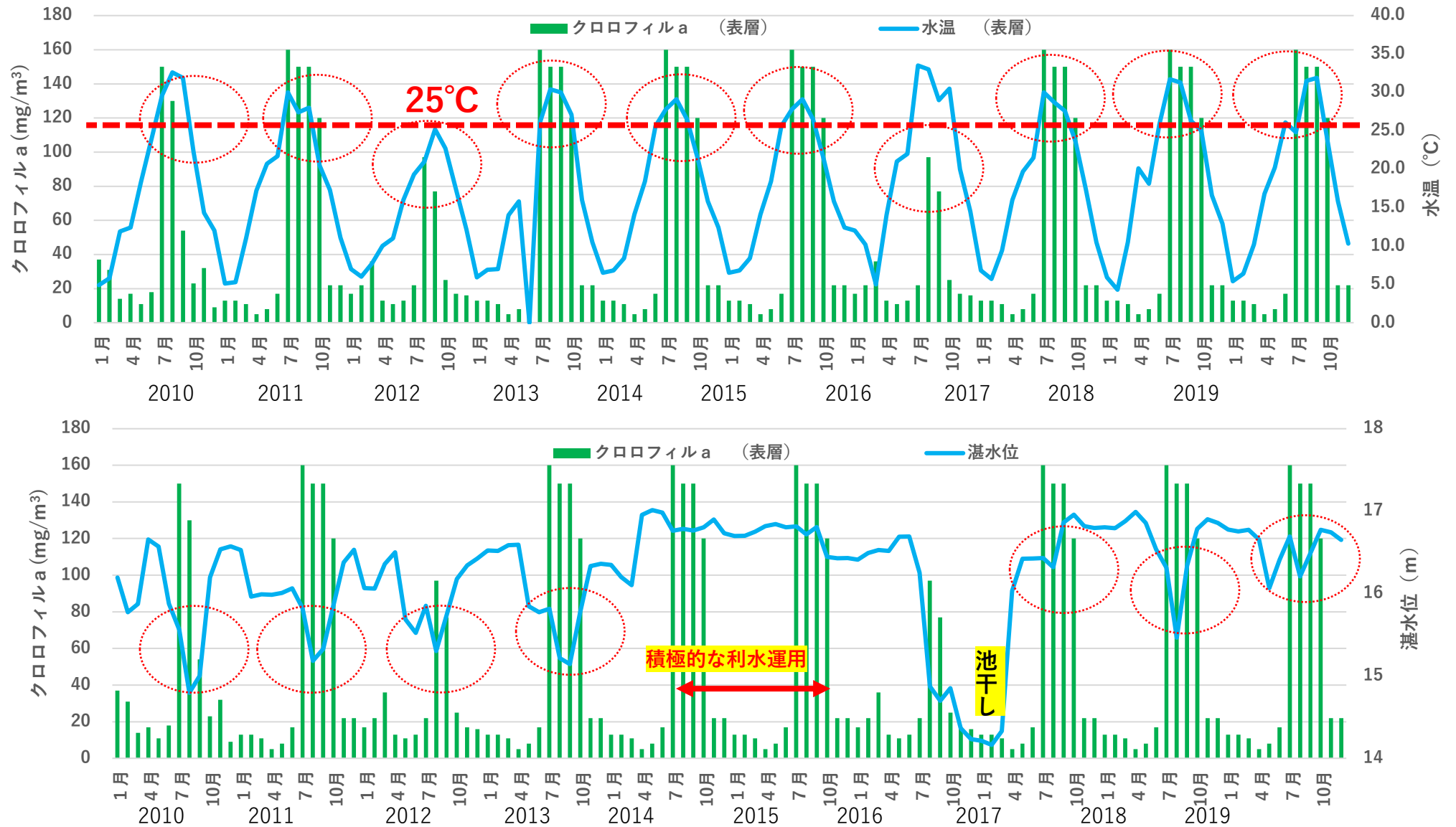
## クロロフィル a と水管理の関係



積極的な利水運用（導水量、送水量、貯水位が大きい）とクロロフィルaは変化しない

導水量、送水量が少ないとクロロフィルaが増加する傾向がある

# クロロフィルaと水温・貯水位との関係



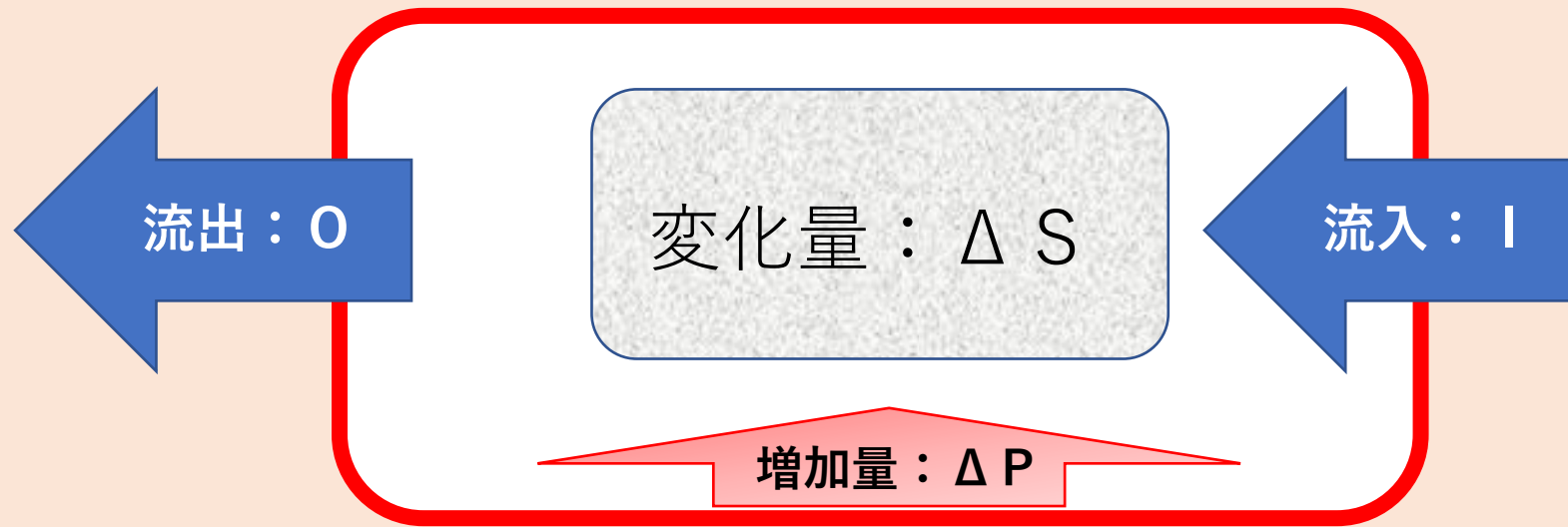
水温が上がり貯水位が下がるとクロロフィルaが増加する？



## 水管理操作がアオコの発生に与える影響

1. 積極的な水管理（2014～2015年）によって、導水量と送水量を大きくし、貯水位を高めることによってアオコレベルは低下するが、クロロフィル a の顕著な減少は確認できなかった。
2. 導水量と送水量が少ない期間（2018～2019年）に、クロロフィル a 濃度が増加する傾向が見られた。
3. 水温が上昇し（25℃以上）、貯水位が低下すると、クロロフィル a 濃度が増加する傾向が見られた。

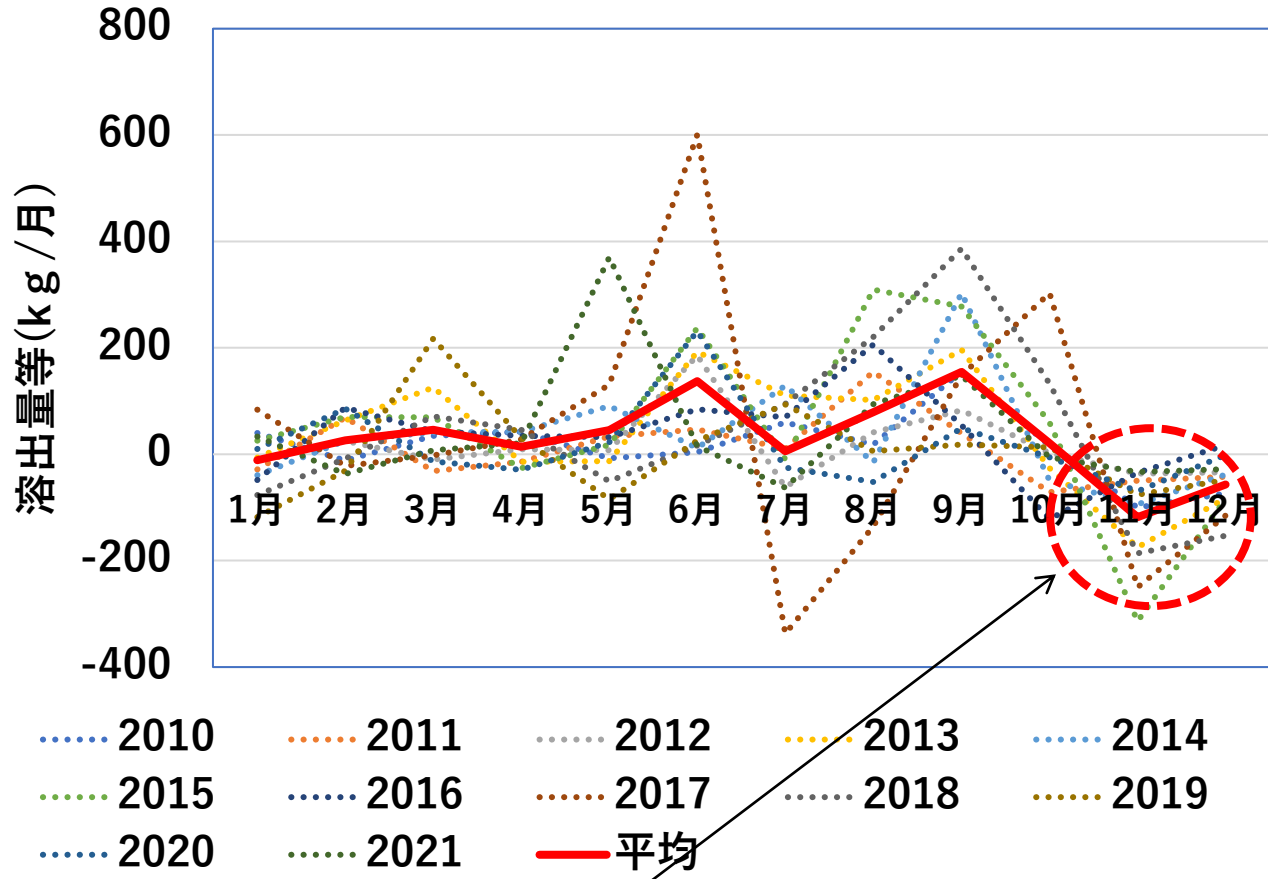
# 7. リン収支解析



$$\text{基礎式 : } \Delta P = \Delta S - (I - 0) \times \Delta T$$

- 実測 {  $I = \text{幹線からの導水量} \times \text{リン濃度}$   
 $O = (\text{送水量} + \text{幹線への還元量} + \text{角落し切欠部からの流出量*)} \times \text{リン濃度}$   
 $\Delta S = \text{終期貯水量} \times \text{リン濃度} - \text{初期貯水量} \times \text{リン濃度}$   
 $\Delta T = \text{水収支期間 (リンの測定間隔)} \Rightarrow \text{約1か月}$
- 推定  $\rightarrow \Delta P = \text{周辺排水路からの流入量**} + \text{底泥からの溶出量} - \text{アオコの沈殿}$

# リン収支解析結果



## ΔPの月別変化

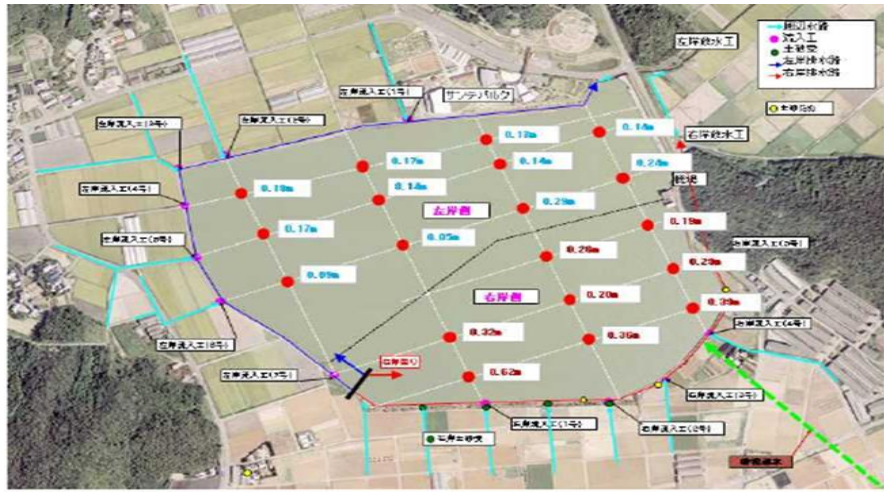
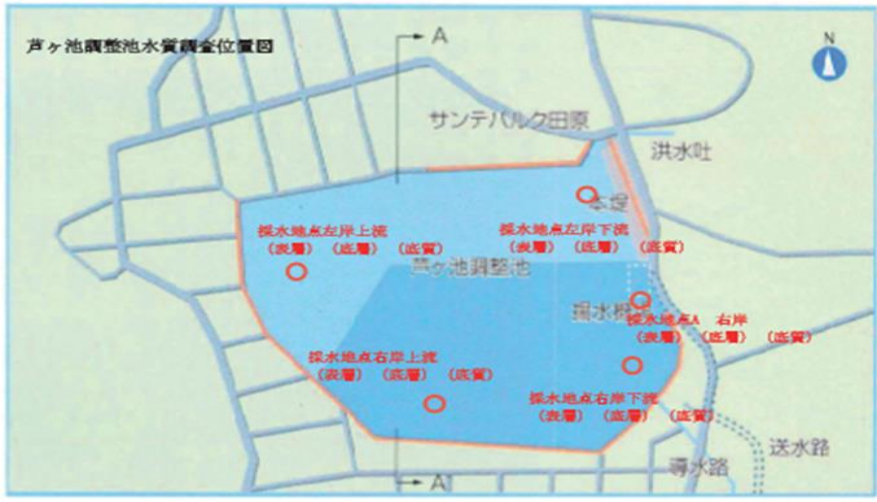
ΔP = 周辺排水路からの流入量 + 底泥からの溶出量 - アオコの沈殿

リンの年別流入・流出量 (kg/年)

	導水	溶出等	流入計	送水	角落し等	流出計
	I	ΔP	I+ΔP	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>1</sub> +O <sub>2</sub>
2010	18.0	176.7	194.7	155.1	0.0	155.1
2011	7.7	112.7	120.4	130.8	0.0	130.8
2012	6.6	198.9	205.5	174.6	0.0	174.6
2013	10.4	472.8	483.2	448.5	0.0	448.5
2014	42.8	400.8	443.6	255.3	254.8	510.1
2015	22.1	642.5	664.7	219.3	363.9	583.3
2016	5.5	421.1	426.6	340.6	178.0	518.6
2017	10.5	428.9	439.4	238.6	98.1	336.7
2018	3.7	499.6	503.4	201.5	43.6	245.1
2019	17.0	41.1	58.1	327.6	50.6	378.2
2020	16.6	201.8	218.4	197.3	62.5	259.8
2021	27.7	521.7	549.4	173.0	245.3	418.3
平均	15.7	343.2	359.0	238.5	108.1	346.6

- 年間リン流出量は、130.8～583.3kgと大きく変動しているが、平均で**346.6kg**と推定された。

# 底泥に含まれるT-Pの総量 (平成30年度)



錘式測量による底泥調査

T-P (mg/g)					
地点	採取日				① 平均
	6-Aug	8-Oct	10-Dec	10-Feb	
右岸上流	1	0.76	1.5	1	1.07
右岸下流	1.1	0.78	1.6	1.1	1.15
左岸上流	0.82	0.55	1.2	0.65	0.81
左岸下流	0.7	0.62	0.75	0.77	0.71
				全平均	0.93

底泥厚(m)						
右岸上流	0.32	0.62				
右岸下流	0.26	0.2	0.36	0.19	0.29	0.39
左岸上流	0.18	0.17	0.09	0.17	0.14	0.05
左岸下流	0.13	0.14	0.29	0.14	0.24	

芦ヶ池の底面積：39.55ha

底泥の乾燥密度を1g/cm<sup>3</sup>と仮定すると  
底泥に含まれる総リン量は **88,416kg**

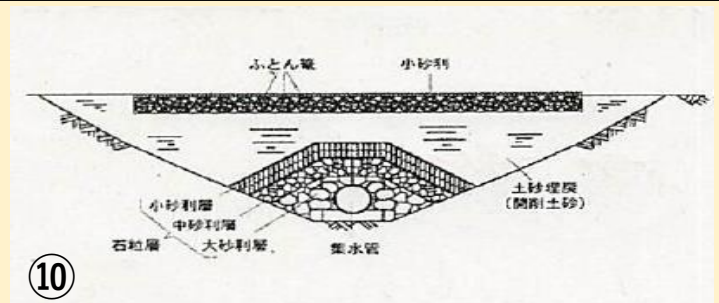
T-P(g/cm <sup>2</sup> )						
右岸上流	0.0341	0.066				
右岸下流	0.0298	0.0229	0.0412	0.0218	0.0332	0.0447
左岸上流	0.0145	0.0137	0.0072	0.0137	0.0113	0.004
左岸下流	0.0092	0.0099	0.0206	0.0099	0.017	
乾燥密度(g/cm <sup>3</sup> )		1		平均 (g)		0.0224
				T-P(kg)		88416

一年間のリンの流出量が約350kg ⇨ 約250年分のリン量

# 8. 過去のアオコ対策と効果

## 過去の芦ヶ池におけるアオコ対策

栄養塩類等	対策法	実施年
流入の削減	① ベチバーによる土砂流出防止	2008～2012
	② 周辺排水路整備による栄養塩流入の低減	2012
流出の促進	③ アオコ発生前の積極的な利水運用による水循環促進	2014～2015
	④ エンサイ栽培による水質浄化	2018
	⑤ ハス植栽実験	2009～2013
池内対応	⑥ 有用微生物（EM菌）投入による水質改善	2005～2007
	⑦ バイオコードによるアオコろ過	2008～2012
	⑧ 分画フェンスの設置によるアオコの流下抑制	2013
	⑨ 左岸側の池干し	2016
	⑩ 集水渠試験	2018

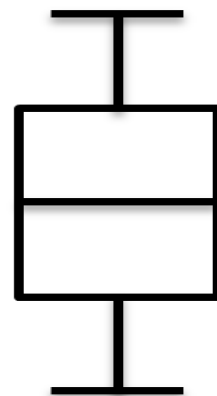


# 水質改善対策の効果は？？？

2012～2013 排水路の改修  
2014～2015 積極的水運用  
2016～2017 非灌漑期に池干

水質の経年変化については箱ひげ図で表現

箱ひげ図の見方



最大値

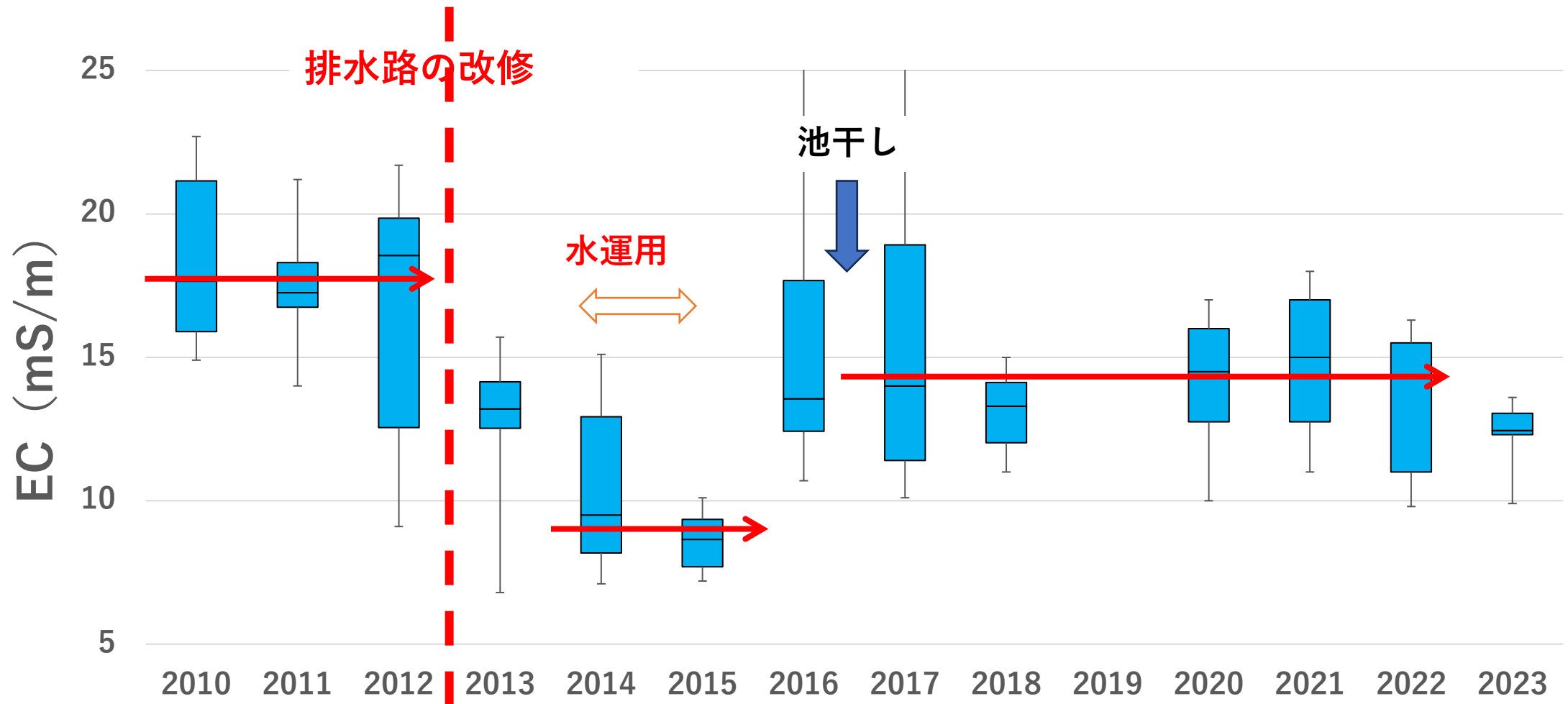
75%値

中央値

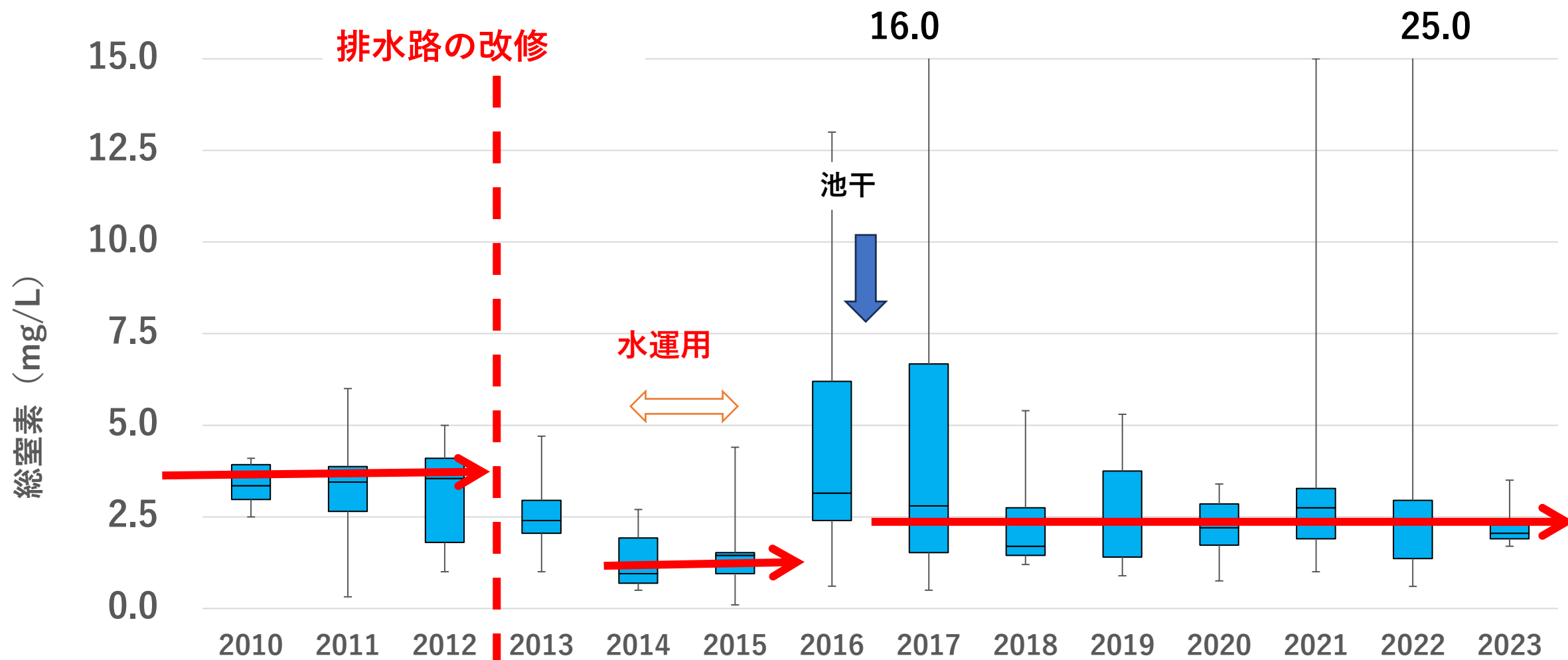
25%値

最小値

## 電気伝導度 (EC) の年変動

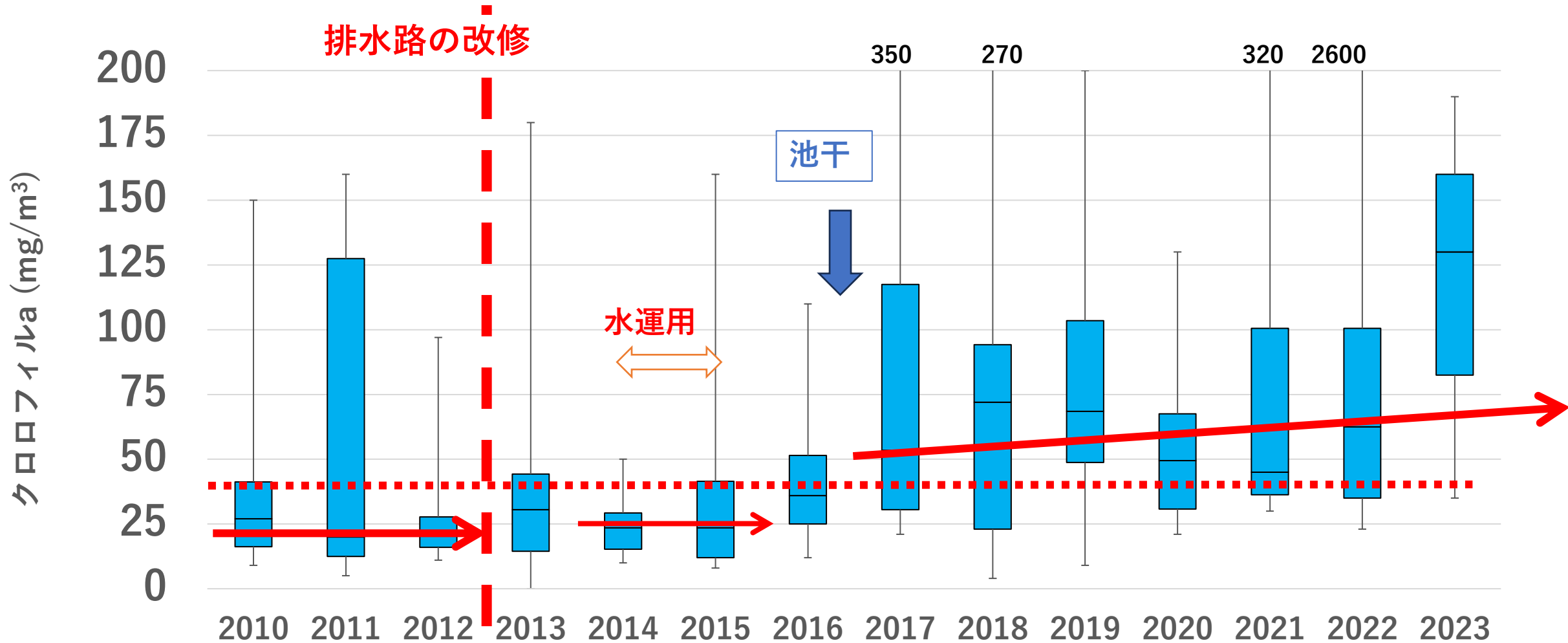


## 総窒素 (T-N) の年変動 (表層)





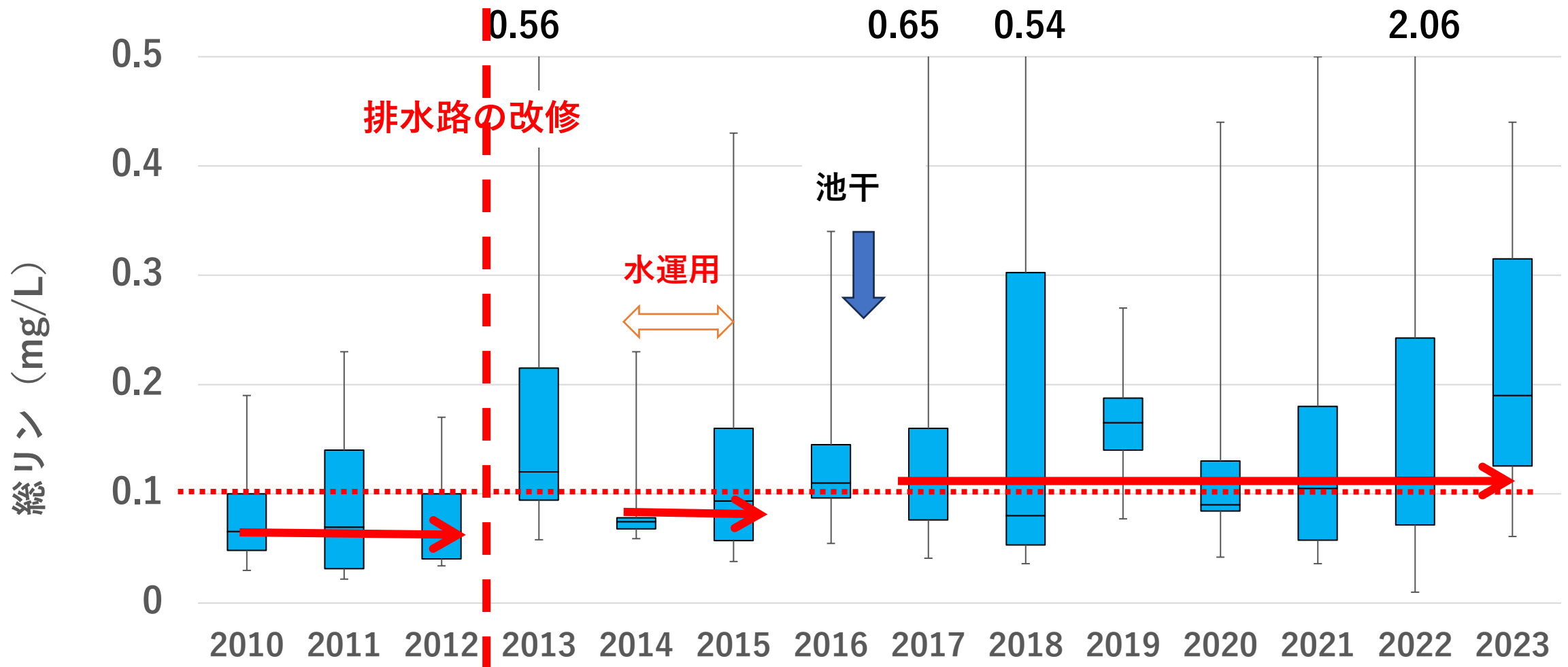
# クロロフィル a の年変動 (表層)



池干し後、クロロフィル a が増加傾向

何故????

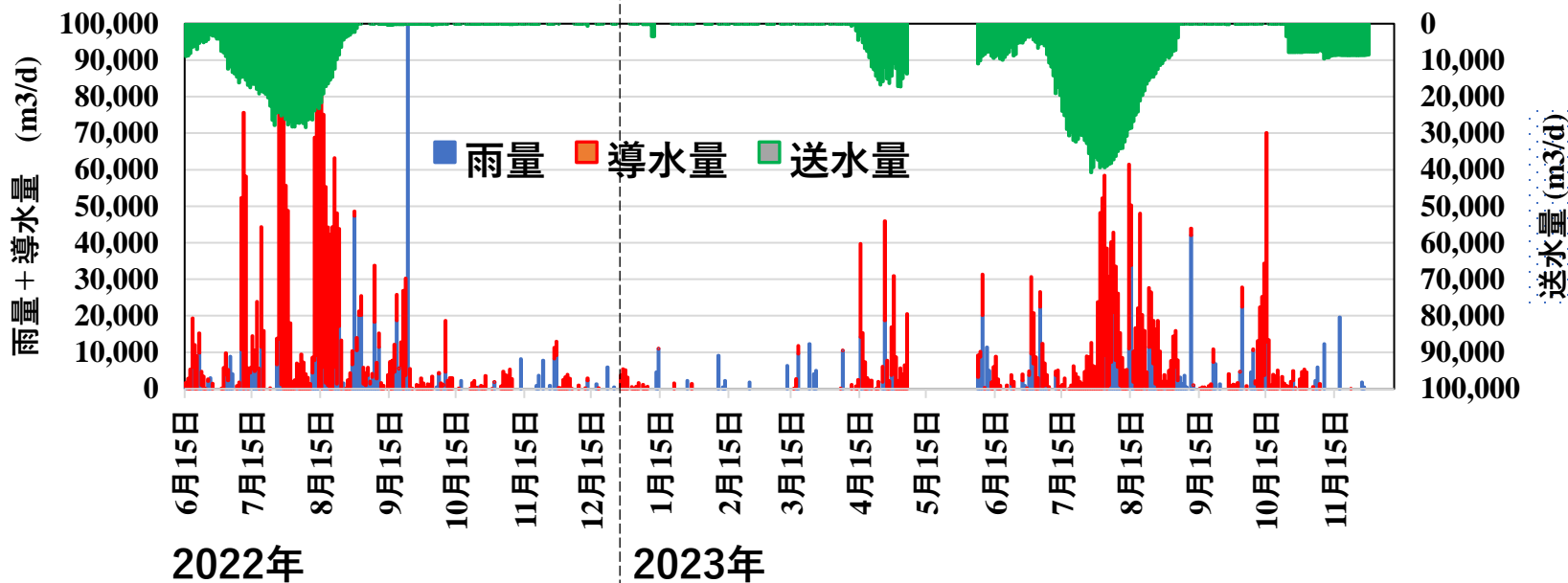
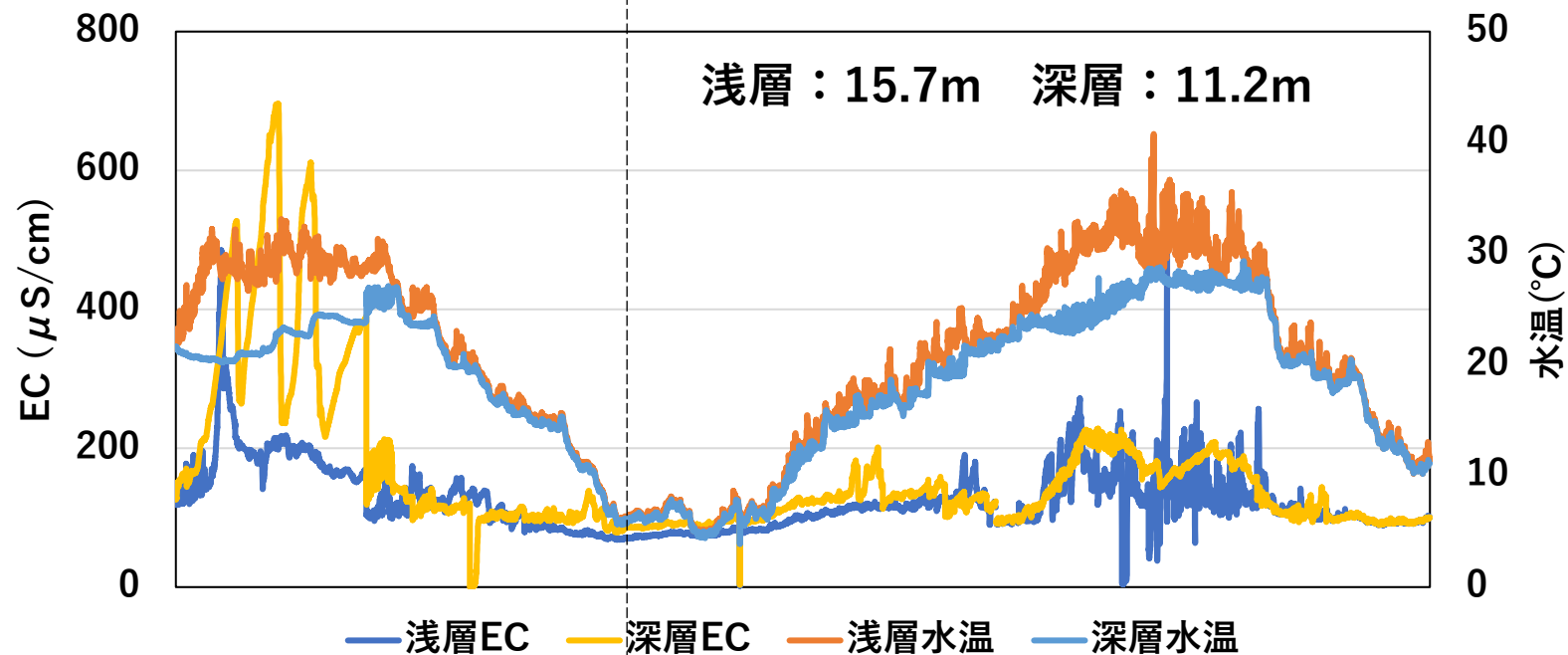
## 総リン (T-P) の年変動 (浅層)



ちょっと気になる実測データ ???

## 右岸の浅層(15.7m)と深層(11.2m)の水温とECの実測データ

2022年6月～9月の右岸深層のEC値が幹線からの導水量の増減によって大きく変化している  
(幹線用水が汚濁していた??)



## 9. 水及びリン収支解析によるアオコ対策の検討

# 水管理による芦ヶ池アオコ対策の原則

## ◎アオコの発生を抑制する

水温の低下（灌漑初期に発生時期を遅らせる）

栄養塩類の低下

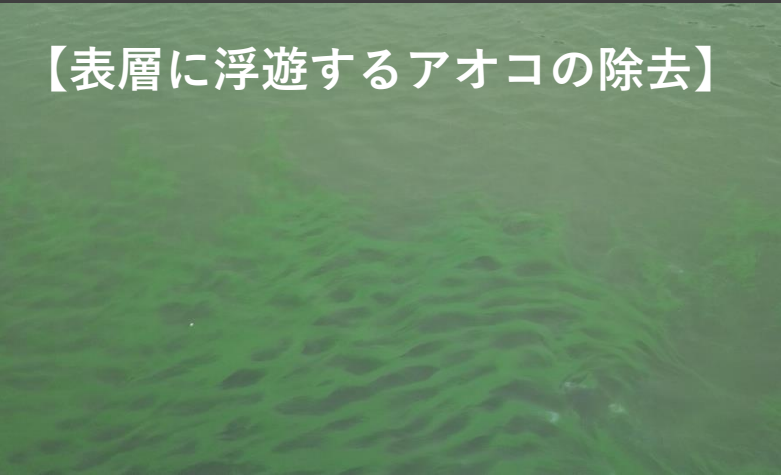
- ① 栄養塩類の流入防止（大原則）
- ② 栄養塩類の流出促進（用排水による放出）
- ③ リン濃度の低下（用水による希釈）
- ④ 底泥からのリン溶出抑制（DOの増加）

## ◎発生したアオコは除去・放出する

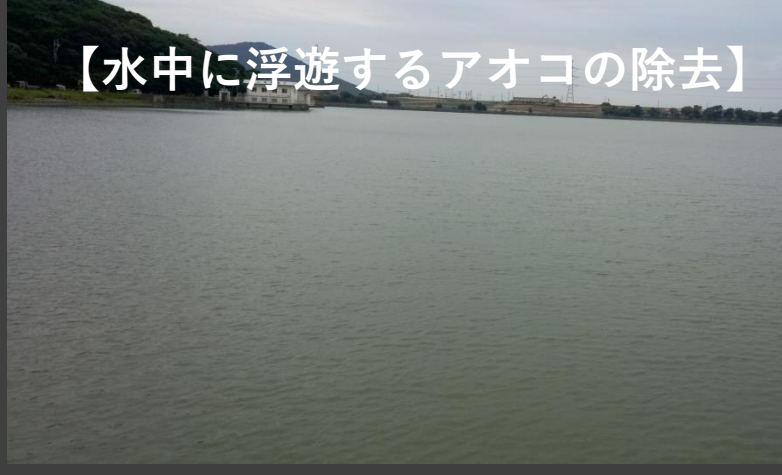
表層に浮遊するアオコの排除（角落等からの越流）

水中のアオコの排除（用排水による放出）

【表層に浮遊するアオコの除去】



【水中に浮遊するアオコの除去】



## アオコの除去

洪水吐からの越流除去



幹線水路への還元送水



【水中に浮遊するアオコの除去】

- 受益地への用水供給による排除
  - ・ 野田支線への送水
  - ・ 幹線水路への還元送水
- 排泥工からの排水除去

【表層に浮遊するアオコの除去】

- 洪水吐や角落しからの越流除去

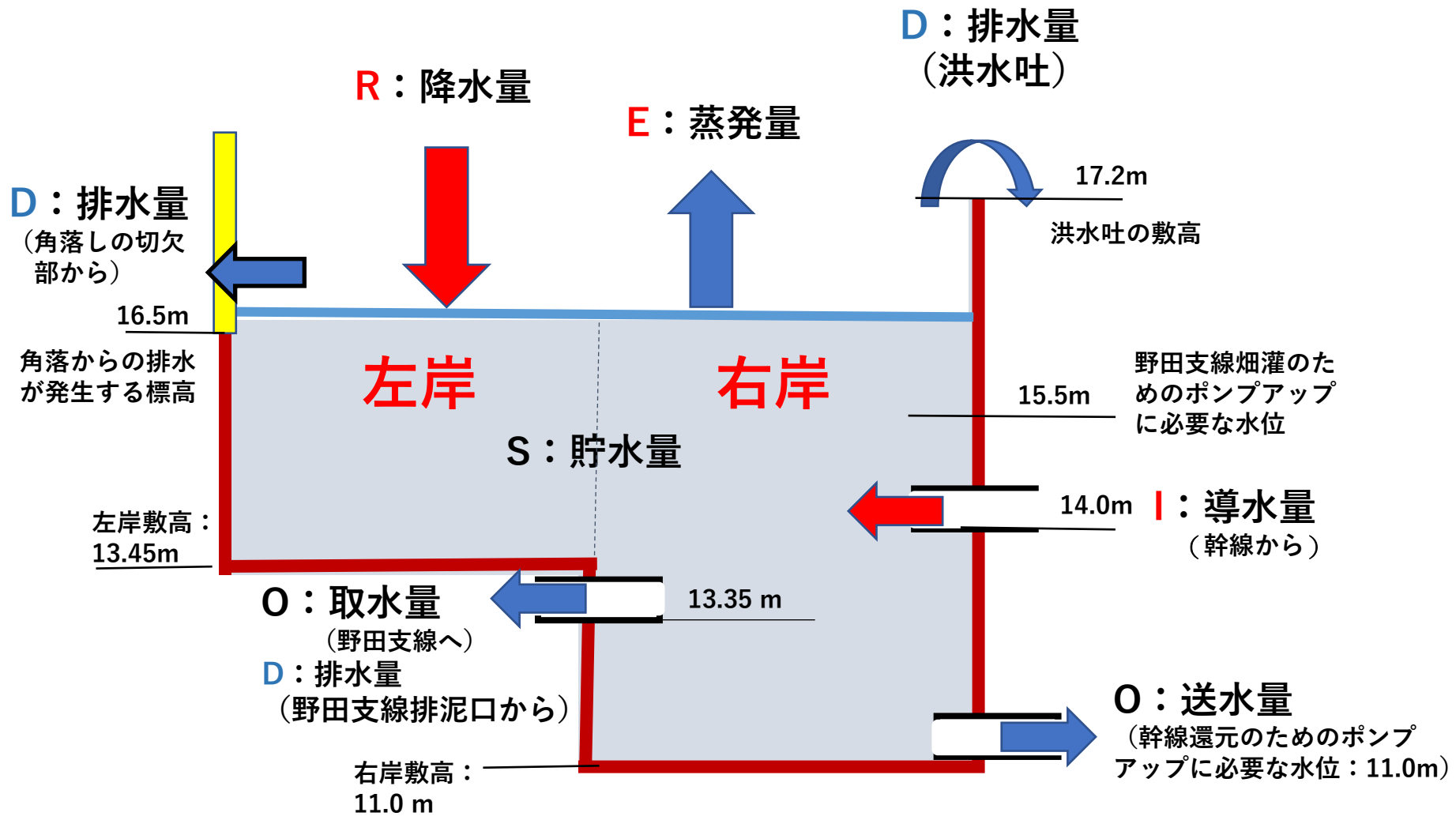
角落し部からの流出



排泥工からの排水除去



# 調整池の流入・流出経路



## 調整池のT-Pの推定モデル

## 水収支式

$$S_{i+1} = S_i + R_i + I_i - E_i - O_i - D_i$$

S : 貯水量

R : 降水量

E : 蒸発量

O : 送水量 (野田支線への放流 + 幹線還元水量)

I : 導水量

D : 排水量 (角落し・洪水吐・排泥口からの排水量)

## リン収支式

$$TP_{i+1} = TP_i + DP_i - PI_i + PO_i - PD_i$$

TP: リン総量

DP : 排水路からの流入 + 底泥からの溶出  
- アオコの沈殿

PI = I ×  $p_c$  : 導水に伴うリン流入量

PO = O ×  $p_{si}$  : 送水に伴うリン流出量

PD = D ×  $p_{si}$  : 排水に伴うリン流出量

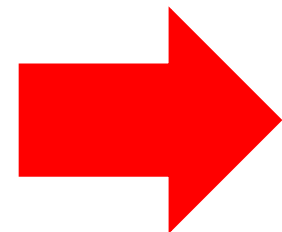
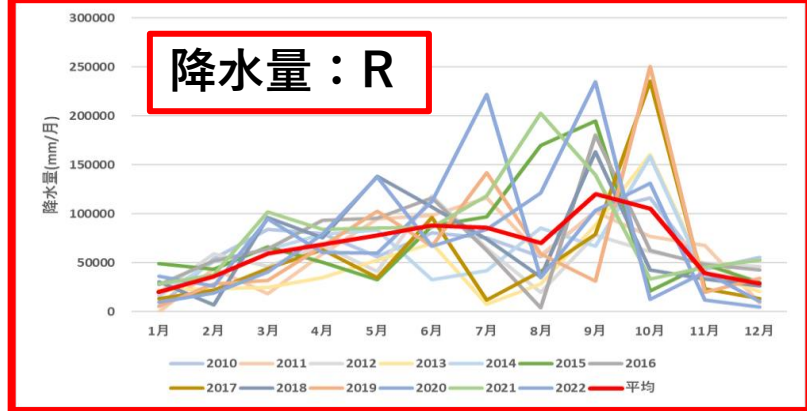
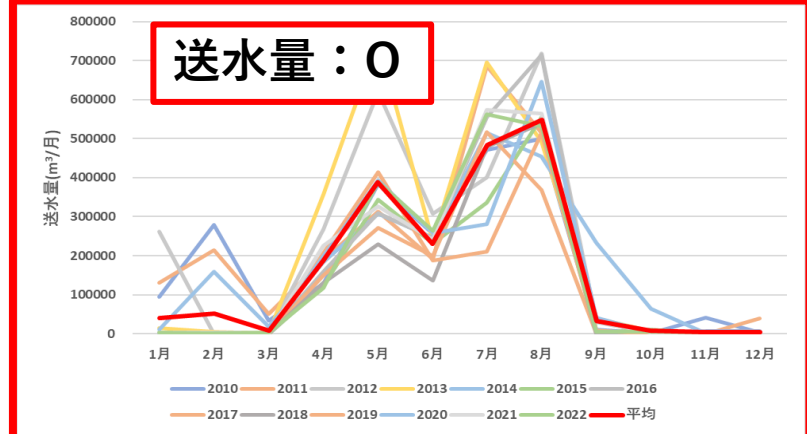
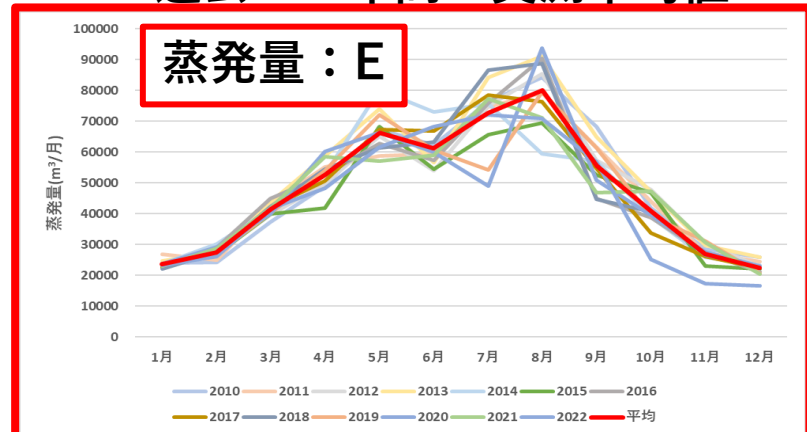
$p_c$  : 幹線のリン濃度

$p_{si}$  : 貯水のリン濃度

$$p_{s_{i+1}} = \frac{TP_{i+1}}{S_{i+1}}$$



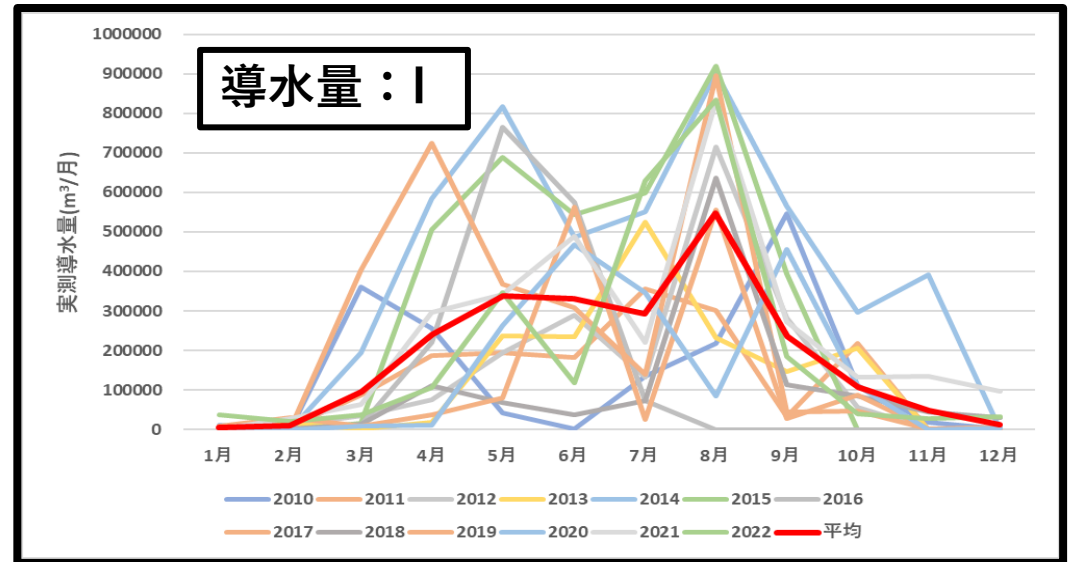
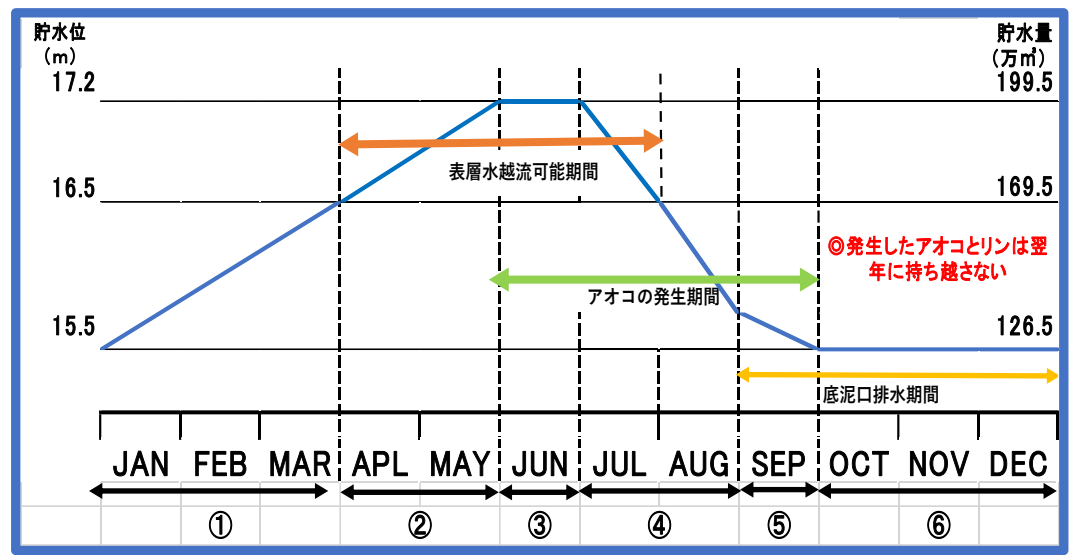
過去13年間の実測平均値



水収支計算

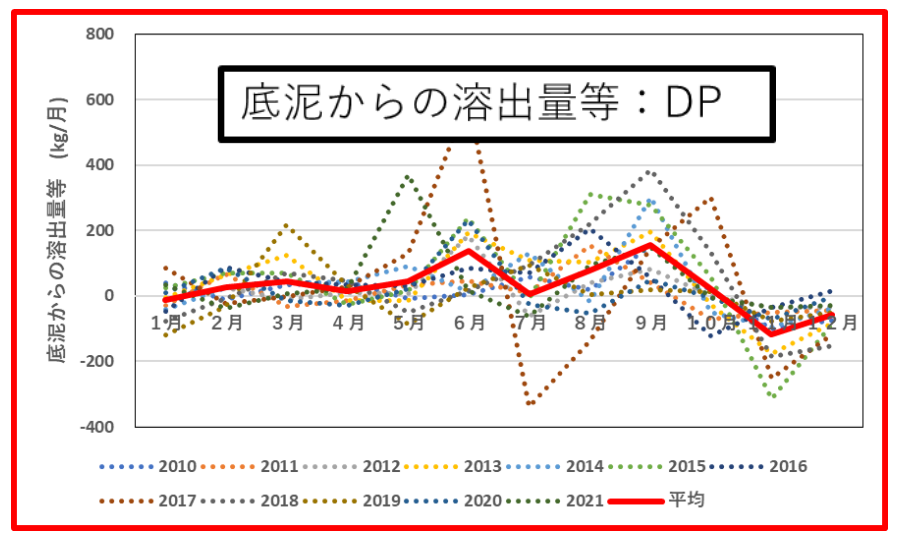
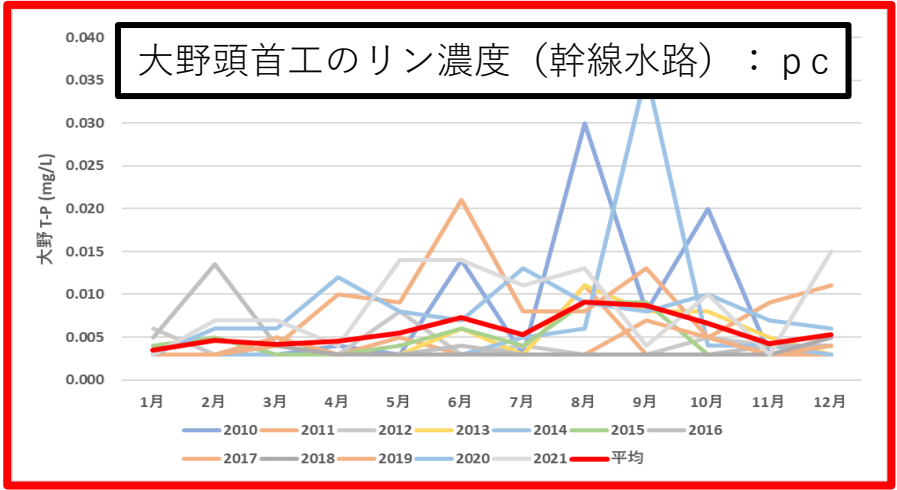
設定した貯水位を指標にして水管理を行う

管理目標とする貯水位:S

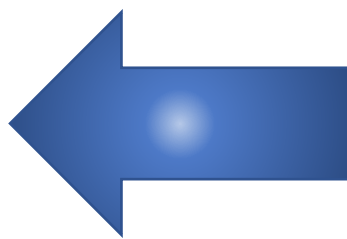


必要導水量の推定

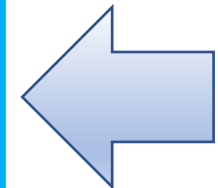
### 過去13年間の実測値



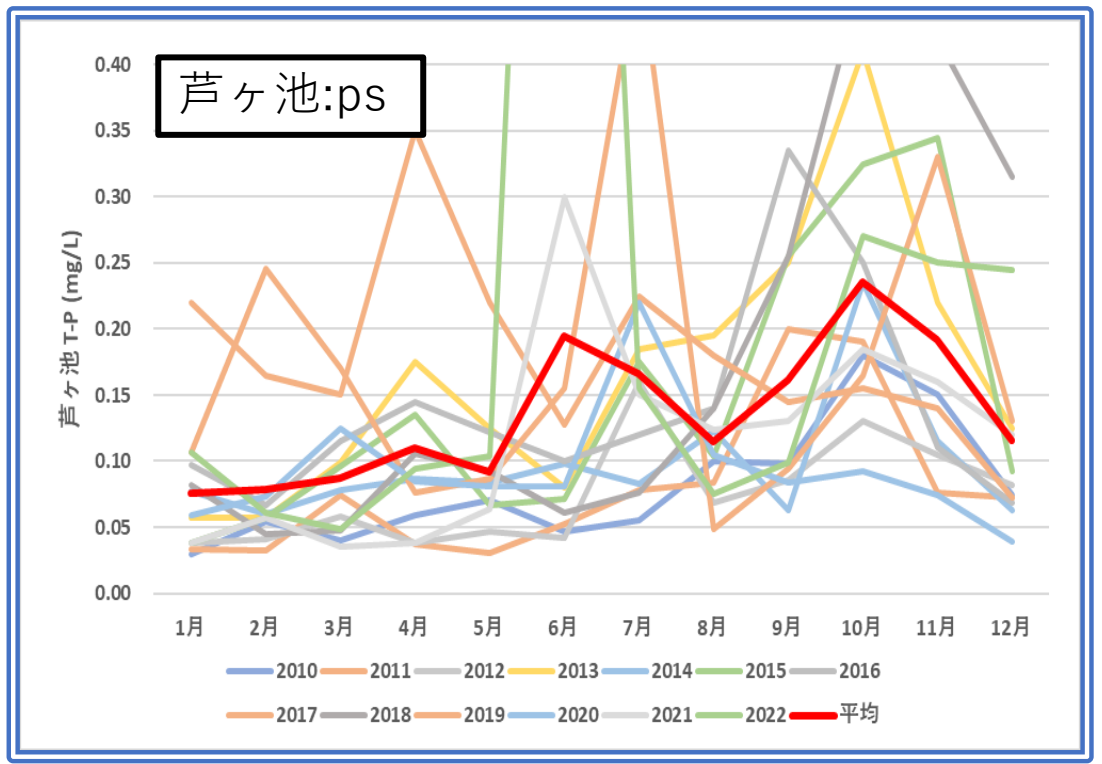
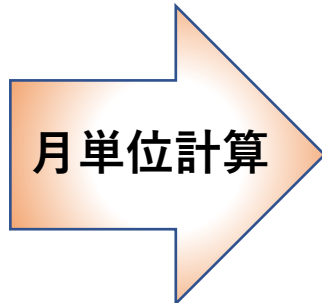
リン収支計算



水収支計算



水管理の設定



芦ヶ池のリン濃度の推定

# 水管理操作によるアオコ対策の一提案

## I. 非灌漑期の操作

### ① 9月～12月：貯水地内の貯水を可能な限り排除する

- この時期にクロロフィルa、T-Pが最大になる（非灌漑期なので導水量が少なくなるから）
- 発生したアオコやT-Pを可能な限り排除し、次年度の灌漑期に持ち越さない

### ② 1月～4月：幹線からの導水で貯水位を16.5m以上に回復させる

- 4月時点での水温を下げる
- 前年から持ち越された貯水を希釈し、T-P濃度を低くする
- 以上のことによって、アオコの発生時期を遅らせる

## II. 灌漑期の操作

### ③ 5月～8月：下記の水管理を念頭に置きながら送水・導水操作を実施する。

- 貯水位が常時満水付近になるように**送水量以上の用水（希釈水）**を導水する
- 表層にアオコが発生したら、余水吐や角落しの切欠け部から**越流排除**する
- アオコの発生状況を観察しながら**幹線バック（送水操作）**を積極的に行う

放出



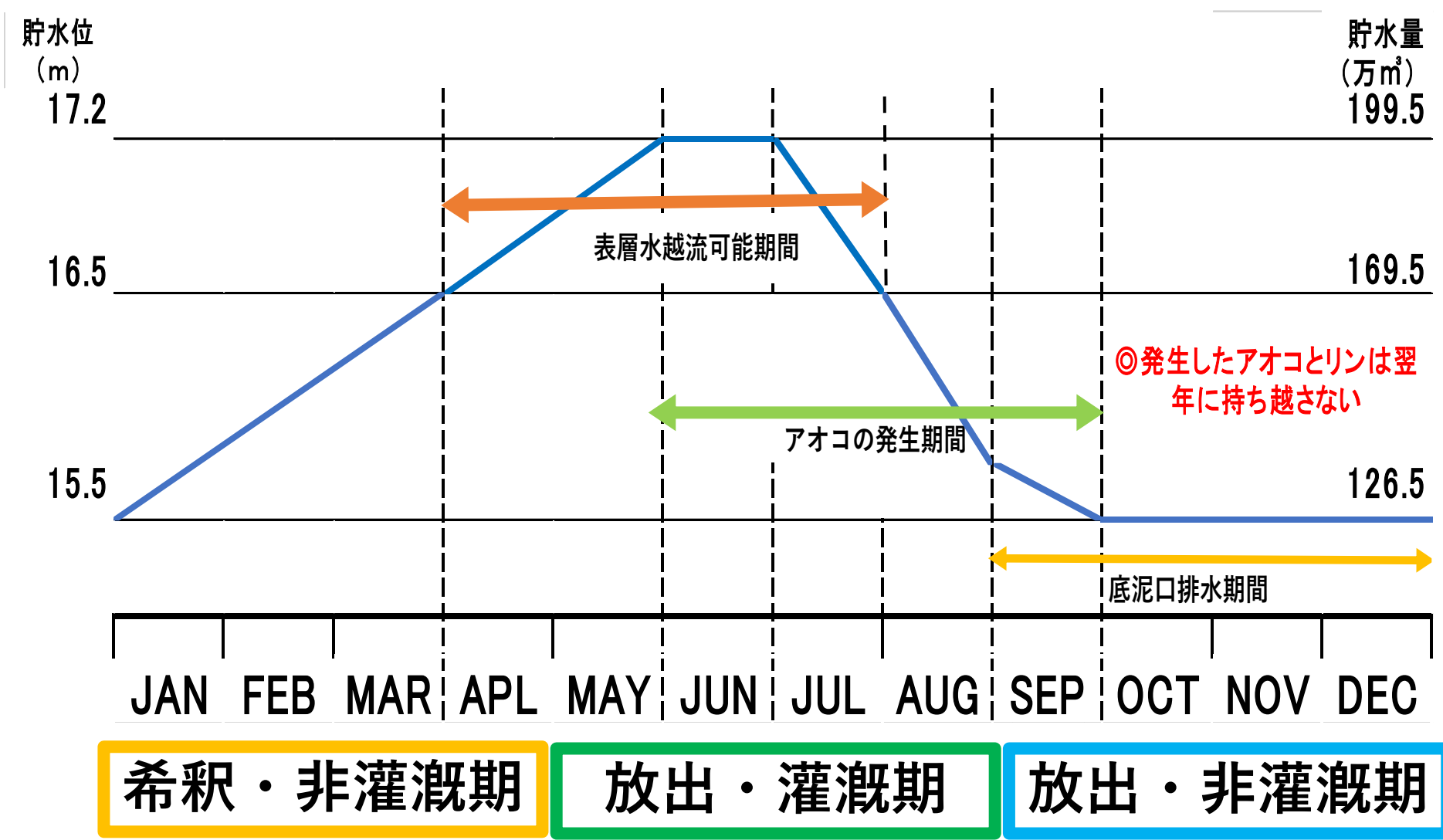
希釈



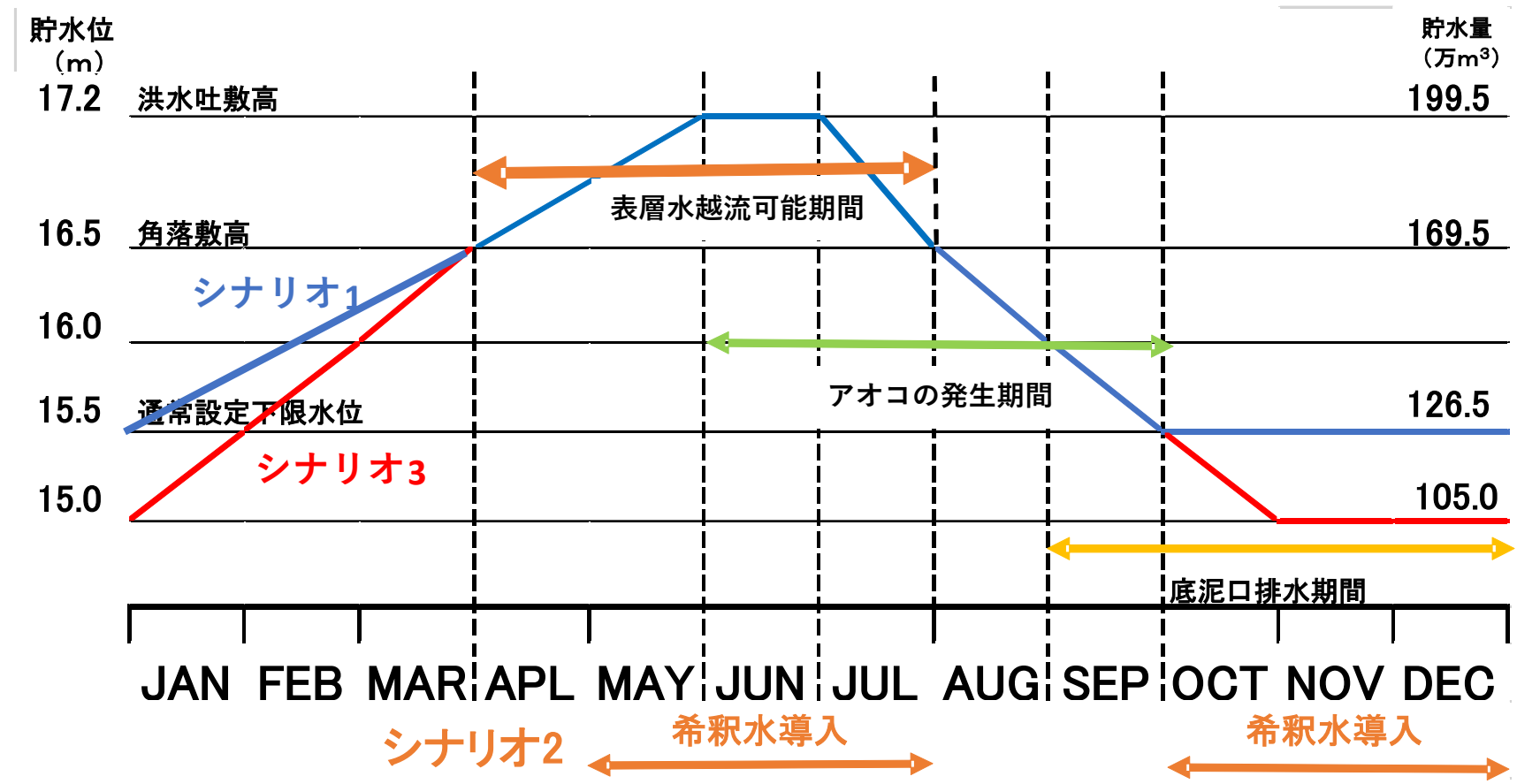
放出

**農業用水以外の希釈用水が大量に確保する必要がある**

# 基準とする貯水位の管理目標



# シミュレーションのシナリオ



- シナリオ1：基準となる目標水位（感度分析）
- シナリオ2：灌漑期高水位と非灌漑期低水位時に希釈水を導入
- シナリオ3：非灌漑期低水位時期の水位をさらに低下する
- シナリオ4：シナリオ2に加えて底泥からのリン溶出量等を抑制する

# シナリオ1：貯水位の管理目標による計算結果（希釈水がない場合）

	① 降水量	② 蒸発量	③ 送水量	④ 溶出量	⑤ 貯水位	⑤ 貯水量	⑥ 必要 導水量	⑦ 排泥工排 水1	⑧ 排泥工排 水2	⑨ 越流	⑩ 希釈導 水	⑪' 幹線用水 T-P	⑪ T-P 流入	⑫ T-P 流出	⑬ 貯水地内 T-P	⑭ T-P 濃度
	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	kg	m	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	mg/L	kg	kg	kg	mg/L
1月	21.3	23.7	43.6	-11.4	15.50	1265.8	187.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.004	-10.8	4.4	126.6	0.100
2月	37.4	27.5	55.4	26.2	15.83	1407.3	187.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.005	27.1	4.4	111.4	0.079
3月	61.4	41.4	9.0	45.9	16.16	1548.8	134.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.004	46.5	0.8	134.2	0.087
4月	68.0	53.1	193.3	14.1	16.50	1694.5	328.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.005	15.6	20.5	179.9	0.106
5月	73.2	66.7	388.4	45.6	16.85	1844.6	532.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.006	48.5	36.8	174.9	0.095
6月	89.4	60.6	228.2	137.6	17.20	1994.6	199.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.007	139.0	21.3	186.6	0.094
7月	86.3	72.7	476.8	5.8	17.20	1994.6	163.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.005	6.7	72.7	304.3	0.153
8月	66.3	80.7	548.7	78.9	16.50	1694.5	348.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.009	82.1	77.1	238.2	0.141
9月	110.8	55.4	34.2	154.8	16.00	1480.2	0.0	235.6	0.0	0.0	0.0	0.009	154.8	44.3	243.1	0.164
10月	112.7	42.1	7.9	20.3	15.50	1265.8	0.0	62.6	0.0	0.0	0.0	0.007	20.3	19.7	353.6	0.279
11月	39.1	27.9	4.7	-118.3	15.50	1265.8	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.004	-118.3	3.1	354.2	0.280
12月	30.4	23.0	4.7	-57.2	15.50	1265.8	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.005	-57.2	1.4	232.7	0.184
1月	-	-	-	-	15.50	1265.8	-	-	-	-	-	0.004	-	-	174.2	0.138
計	796.4	574.9	1994.8	342.3			2081	308	0	0	0		354	307		

初期値

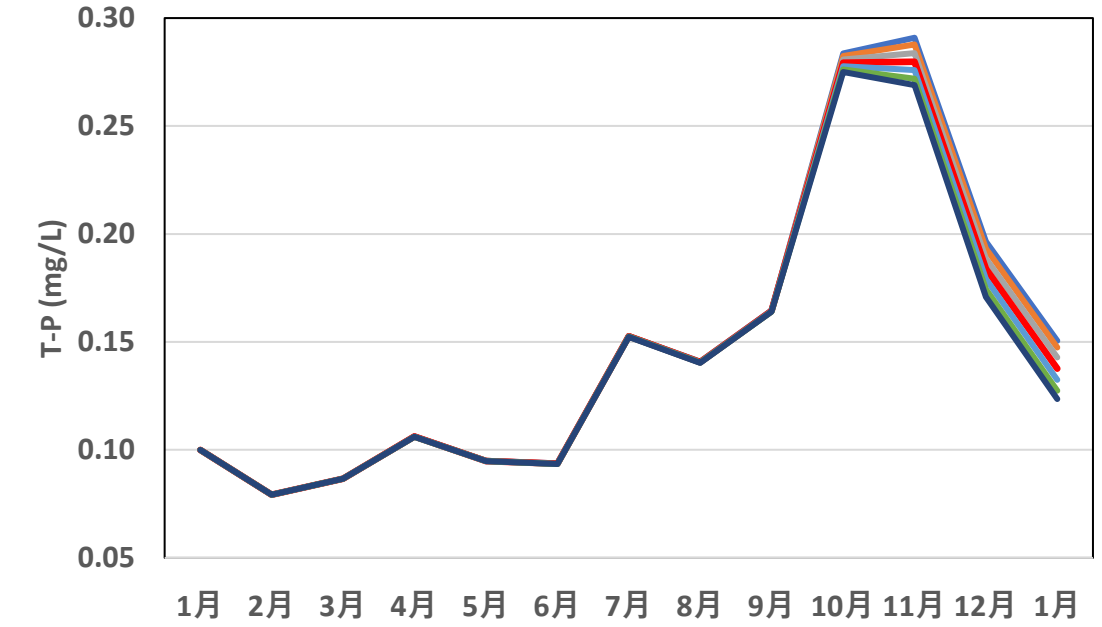
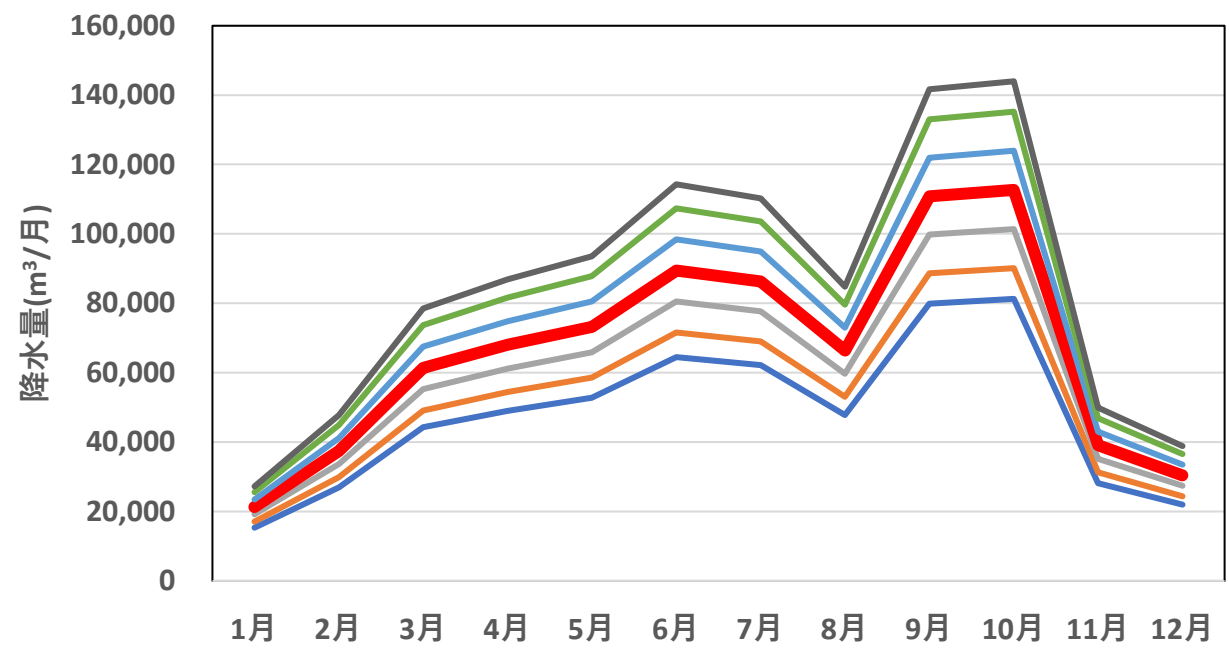


最終値

- ①②③④⑪'は過去12年間の平均値。⑤⑧⑨⑩は設定値。その他の赤字は計算値。
- ⑥必要導水：管理目標の⑤貯水位（量）に制御するために必要な導水量
- ⑦排泥口排水：⑤貯水量を管理目標にするために必要な排水量
- ⑧排泥口排水2：⑦の目的以外に、排泥口からの希釈用水の排水量
- 希釈水（⑩＝⑧＋⑨）がない水管理では、⑥＝②＋③＋⑦－①となる

最低限の目標  
初期値 > 最終値

# シナリオ1：降水量の影響（感度解析）



①年降水率 0.721 0.8 0.9 1 1.1 1.2 1.278

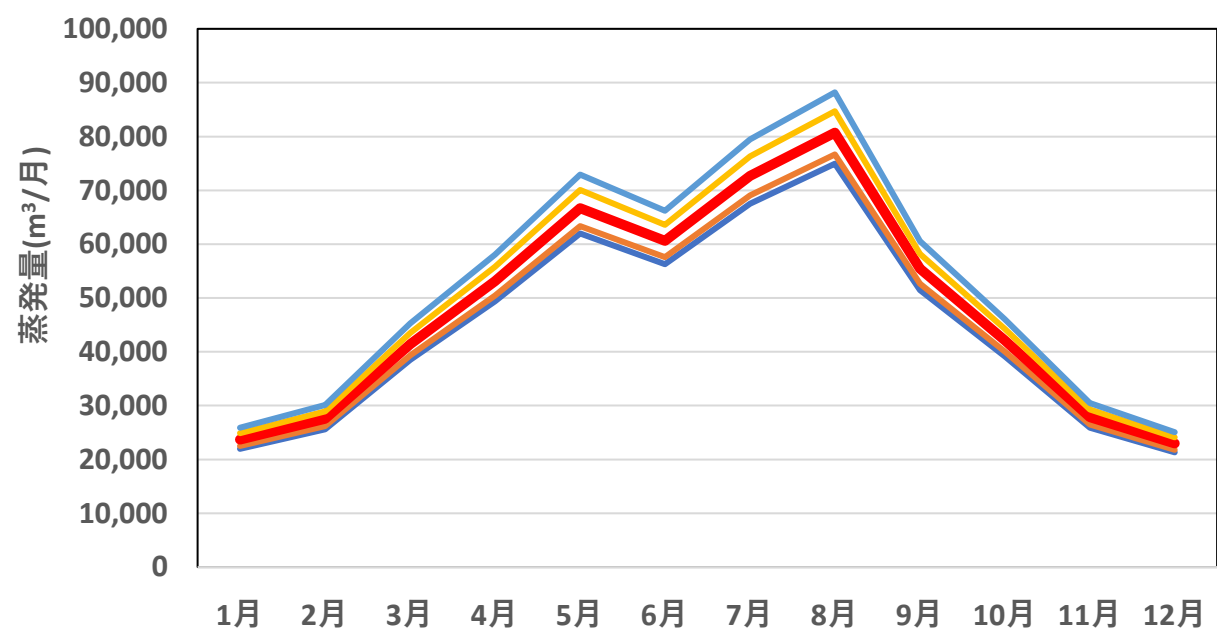
①年降水率 0.721 0.8 0.9 1 1.1 1.2 1.278

降水量が多くなるほど  
T-Pが減少する

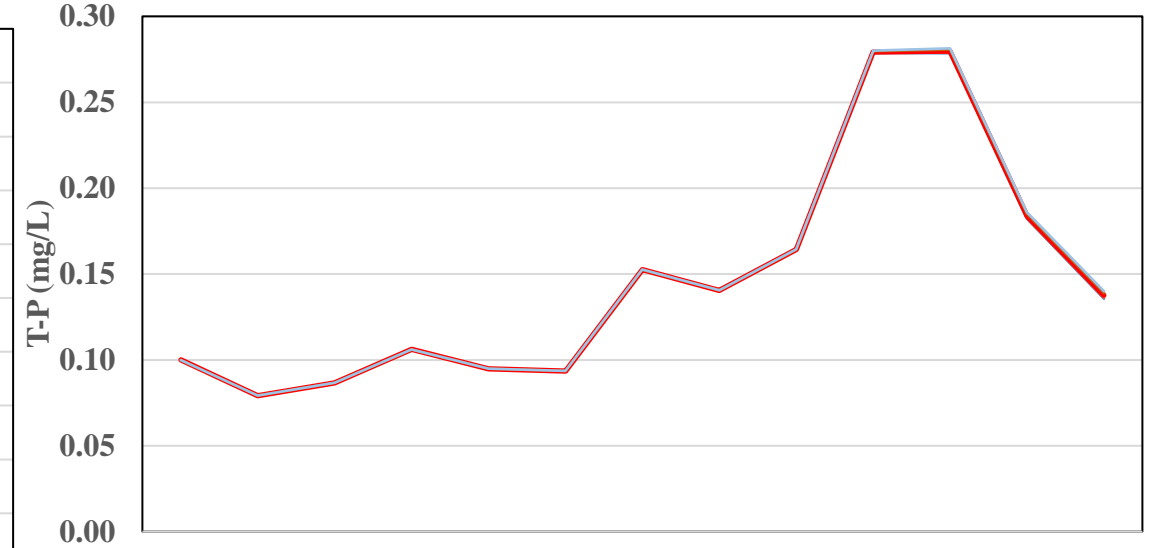
①年降水率	無次元	0.721	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.278
②年降水量	mm	1,257	1,395	1,570	⑥1744	1,918	2,093	2,229
③必要導水量	千m <sup>3</sup>	2,231	2,186	2,131	2,081	2,030	1,980	1,941
④排泥口排水量	千m <sup>3</sup>	236	253	278	308	337	366	389
⑤最終T-P濃度	mg/L	0.151	0.147	0.143	0.138	0.132	0.127	0.123

①年降水率 = ②年降水量 / ⑥平均年降水量

# シナリオ1：蒸発量の影響（感度解析）



①年蒸発率 — 0.929 — 0.95 — 1 — 1.05 — 1.093



1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月 1月

①年蒸発率 — 0.929 — 0.95 — 1 — 1.05 — 1.093

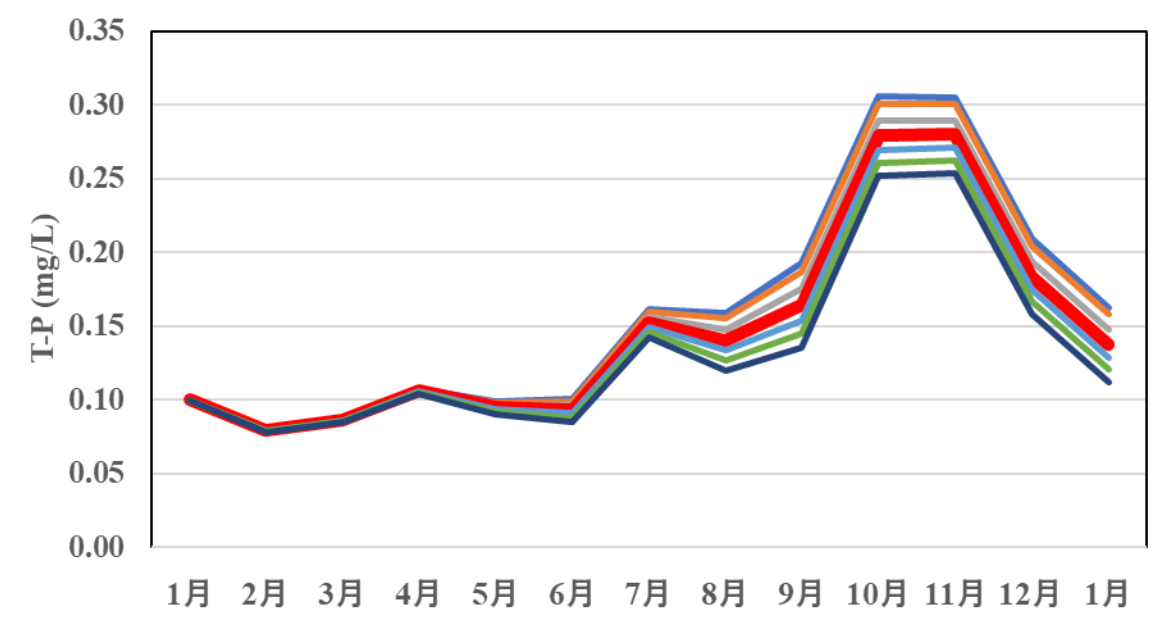
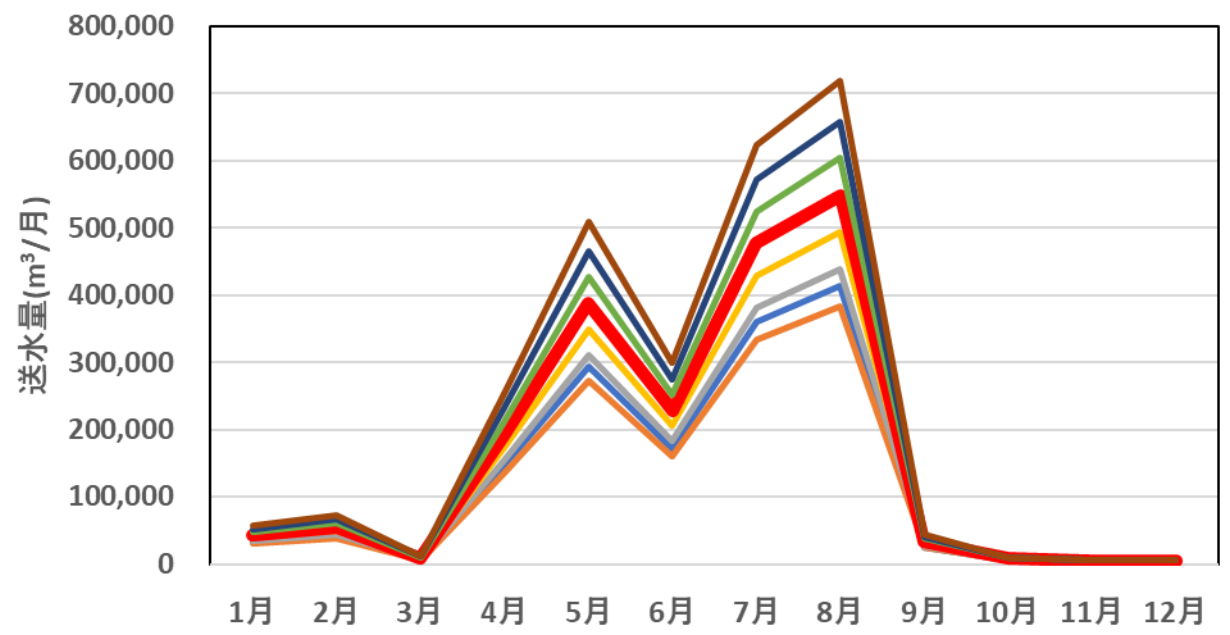
蒸発量の多寡がT-Pに及ぼす影響は少ない

①年蒸発率	無次元	0.929	0.95	1	1.05	1.093
②年蒸発量	千m³	534.1	546.2	⑦574.9	603.6	632.4
③年蒸発量	mm	1,170	1,196	1,259	1,322	1,376
④必要導水量	千m³	2,051	2,059	2,081	2,102	2,120
⑤排泥口排水量	千m³	318	315	308	300	294
⑥最終T-P濃度	mg/L	0.136	0.136	0.138	0.139	0.140

①年蒸発率 = ②年蒸発量 / ⑦平均年蒸発量



# シナリオ1：送水量の影響（感度解析）



①年送水率 0.755 0.7 0.8 0.9 1 1.1 1.2 1.308

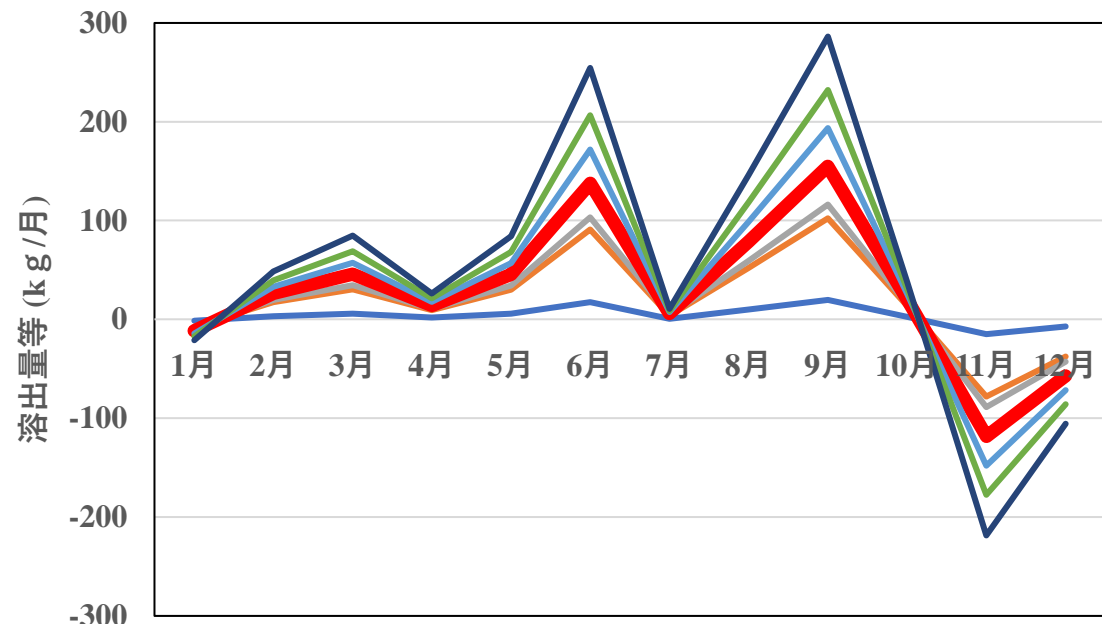
①年送水率 0.755 0.8 0.9 1 1.1 1.2 1.308

送水量が多いほどT-Pは減少する

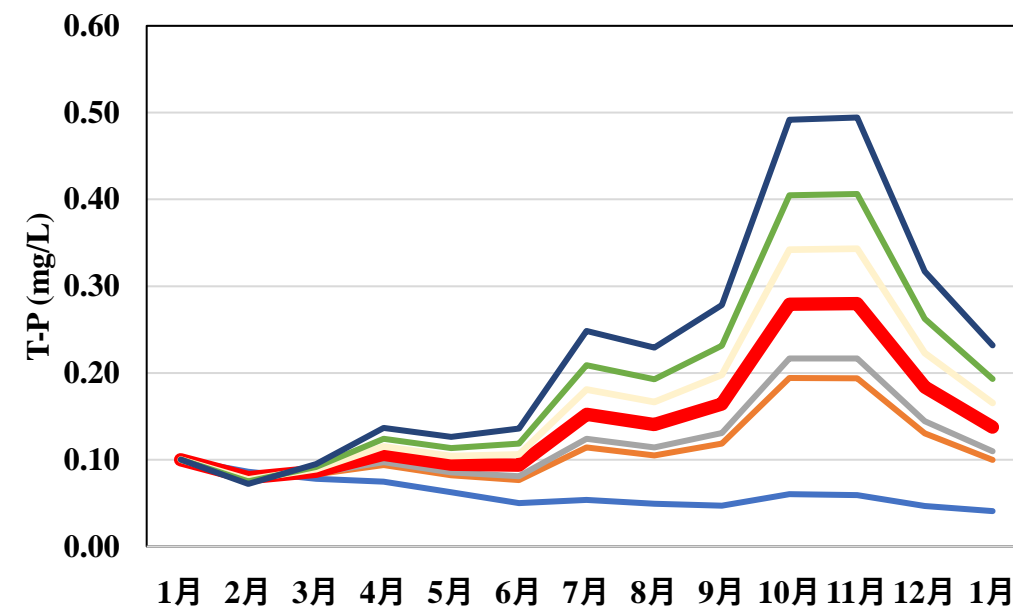
①年送水率	無次元	0.755	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.308
②年送水量	千m <sup>3</sup>	1,506	1,596	1,796	⑥1,995	2,195	2,394	2,609
③必要導水量	千m <sup>3</sup>	1,605	1,692	1,886	2,081	2,275	2,469	2,679
④排泥口排水量	千m <sup>3</sup>	320	318	313	308	302	297	292
⑤最終T-P濃度	mg/L	0.163	0.158	0.147	0.138	0.129	0.120	0.112

①年送水率 = ②年送水量 / ⑥平均年送水量

# シナリオ1：底泥からのリン溶出量等の影響（感度解析）



①年溶出率 — 0.127 — 0.66 — 0.75 — 1 — 1.25 — 1.5 — 1.848



①年溶出率 — 0.127 — 0.66 — 0.75 — 1 — 1.25 — 1.5 — 1.848

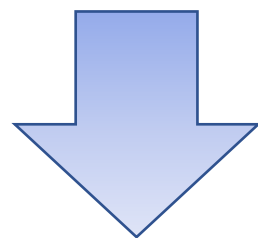
底泥からの溶出量等が少ないほどT-P値は顕著に減少する。年溶出率が0.66の時に最終T-P値が0.1mg/Lとなるが、7月以降のT-P値は0.1mg/Lを上回っている。

①年溶出率	無次元	0.127	0.66	0.75	1	1.25	1.5	1.848	
②年溶出量	千m <sup>3</sup>	134	226	257	⑥342	428	513	632	
③必要導水量	千m <sup>3</sup>	2,081							
④排泥工排水量	千m <sup>3</sup>	308							
⑤最終T-P濃度	mg/L	0.093	0.100	0.110	0.138	0.165	0.193	0.232	

①年溶出率 = ②年溶出量 / ⑥平均年溶出量

# シナリオ1：希釈水を導入しない場合の総括

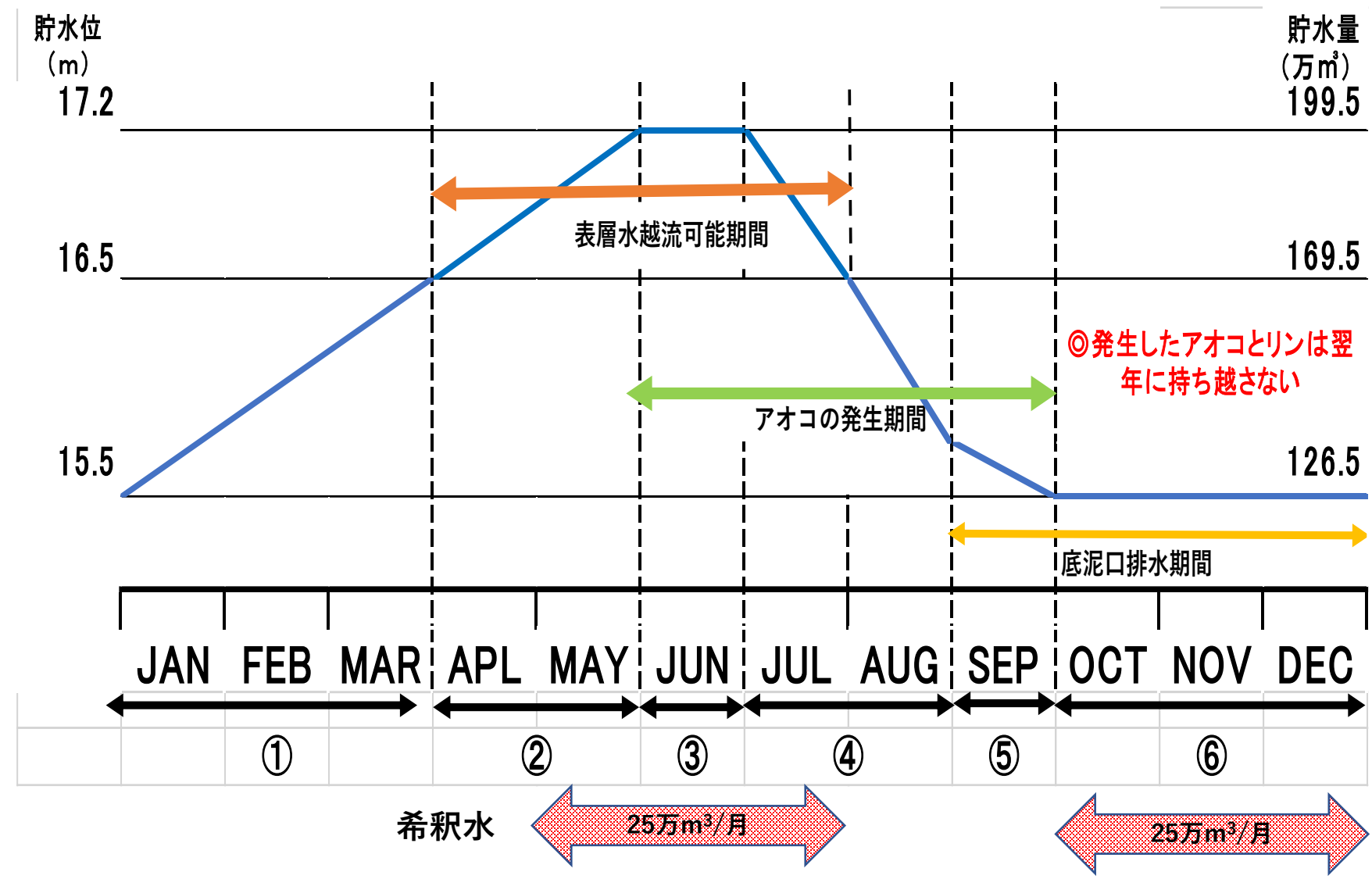
1. 希釈水を導入せず、設定した目標水位になるように水管理した場合は、初期のT-Pが0.1mg/Lに対して1年後の最終値が0.138mg/Lに上昇する。水質維持及び改善には、**送水量以上に希釈水が必要**である。
2. **降雨量**が大きいほど、T-Pは改善されるが、その**影響は小さい**。
3. **蒸発量**が小さいほど、T-Pは改善されるが、その**影響は極めて小さい**。
4. **送水量**が大きいほど、T-Pは改善されるが、過去13年間最大の送水量があっても、T-Pの最終値は0.112mg/Lとなり、初期値の0.1mg/Lを下回ることができない。
5. **底泥からの溶出量等**が少なくなると、T-P値は大きく改善され、**平均年の66%程度**まで少なくなると、T-Pの最終値は0.1mg/L以下に抑えることができる。しかし、7月～12月のT-Pは設定した基準値0.1mg/Lを下回ることができない。



溶出抑制 > 送水量 > 降雨量 > 蒸発量

**水質改善のためには底泥からの溶出抑制が必須**

# シナリオ2：基準とする貯水位と希釈水の導入



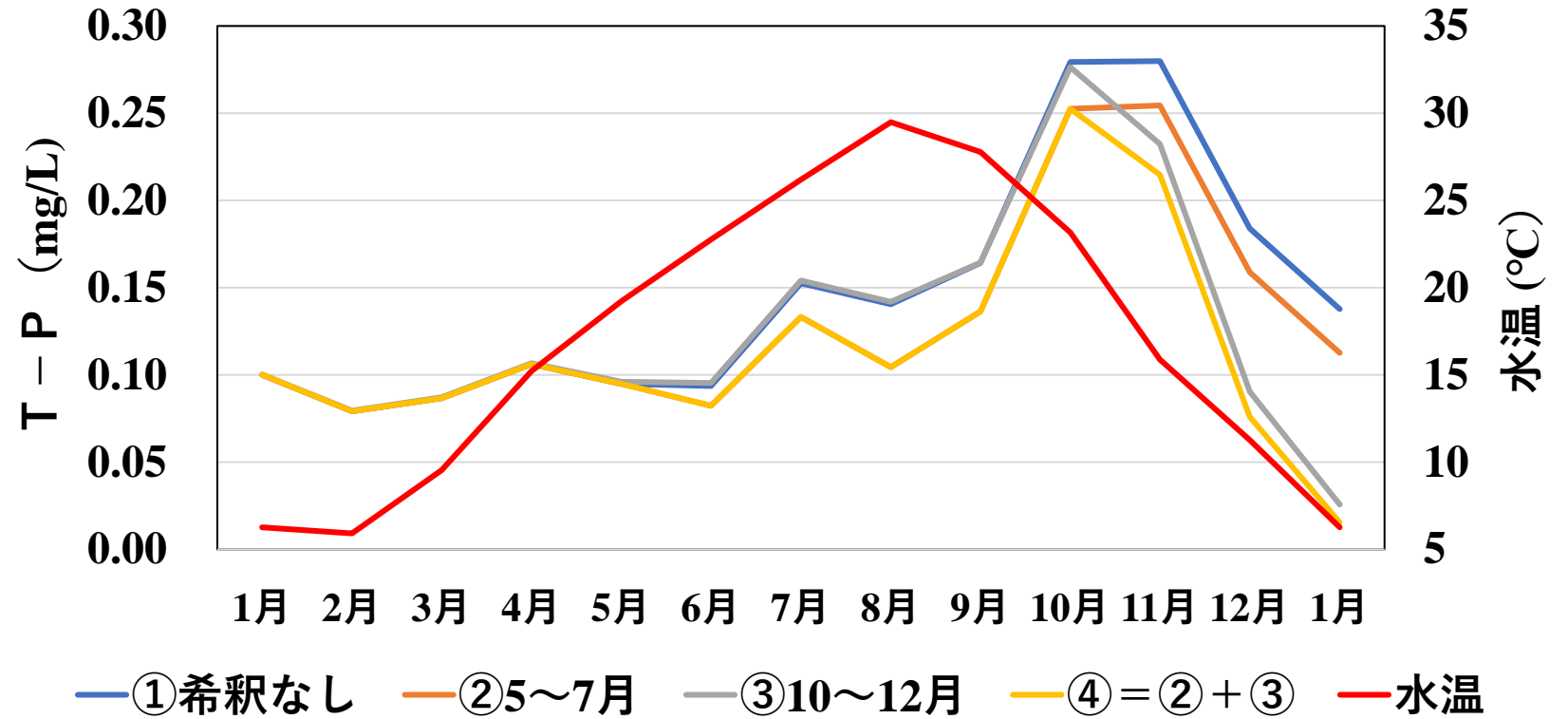
# 希釈水導入による効果

項目	①	②	③	④	⑤	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪'	⑪	⑫	⑬	⑭
	降水量	蒸発量	送水量	溶出量	貯水位	貯水量	必要導水	排泥工排水1	排泥工排水2	越流量	希釈導水	T-P	T-P入	T-P出	T-P	T-P濃度
単位	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	kg	m	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	千m <sup>3</sup>	mg/L	kg	kg	kg	mg/L
1月	21.3	23.7	43.6	(11.4)	15.50	1265.8	187.4	0.0			0.0	0.004	(10.8)	4.4	126.6	0.100
2月	37.4	27.5	55.4	26.2	15.83	1407.3	187.0	0.0			0.0	0.005	27.1	4.4	111.4	0.079
3月	61.4	41.4	9.0	45.9	16.16	1548.8	134.8	0.0			0.0	0.004	46.5	0.8	134.2	0.087
4月	68.0	53.1	193.3	14.1	16.50	1694.5	328.4	0.0			0.0	0.005	15.6	20.5	179.9	0.106
5月	73.2	66.7	388.4	45.6	16.85	1844.6	532.0	0.0		250.0	250.0	0.006	49.9	60.5	174.9	0.095
6月	89.4	60.6	228.2	137.6	17.20	1994.6	199.3	0.0		250.0	250.0	0.007	140.8	39.4	164.3	0.082
7月	86.3	72.7	476.8	5.8	17.20	1994.6	163.2	0.0		250.0	250.0	0.005	8.0	96.8	265.7	0.133
8月	66.3	80.7	548.7	78.9	16.50	1694.5	348.7	0.0			0.0	0.009	82.1	57.3	176.8	0.104
9月	110.8	55.4	34.2	154.8	16.00	1480.2	0.0	235.6			0.0	0.009	154.8	36.8	201.7	0.136
10月	112.7	42.1	7.9	20.3	15.50	1265.8	0.0	62.6	205.2		205.2	0.007	21.7	69.6	319.7	0.253
11月	39.1	27.9	4.7	(118.3)	15.50	1265.8	0.0	6.5	261.3		261.3	0.004	(117.2)	58.5	271.7	0.215
12月	30.4	23.0	4.7	(57.2)	15.50	1265.8	0.0	2.8	265.1		265.1	0.005	(55.8)	20.7	96.0	0.076
1月	—	—	—	—	15.50	1265.8	—	—	—	—	—	0.004	—	—	19.6	0.015
計	796.4	574.9	1994.8	342.3			2081	308	732	750	1482		363	470		

- ①②③④⑪'は過去12年間の平均値。⑤⑧⑨⑩は設定値。その他の赤字は計算値。
- ⑦排泥口排水：⑤貯水量を管理目標にするために必要な排水量
- ⑧排泥口排水2：⑦の目的以外に、希釈用水の排泥口からの排水量
- ⑨越流：希釈用水の角落等からの越流量； ⑩希釈用水量 = ⑧ + ⑨
- 総導水量 = ⑥必要導水量 + ⑩希釈用水量

# シナリオ2：希釈水導入による効果

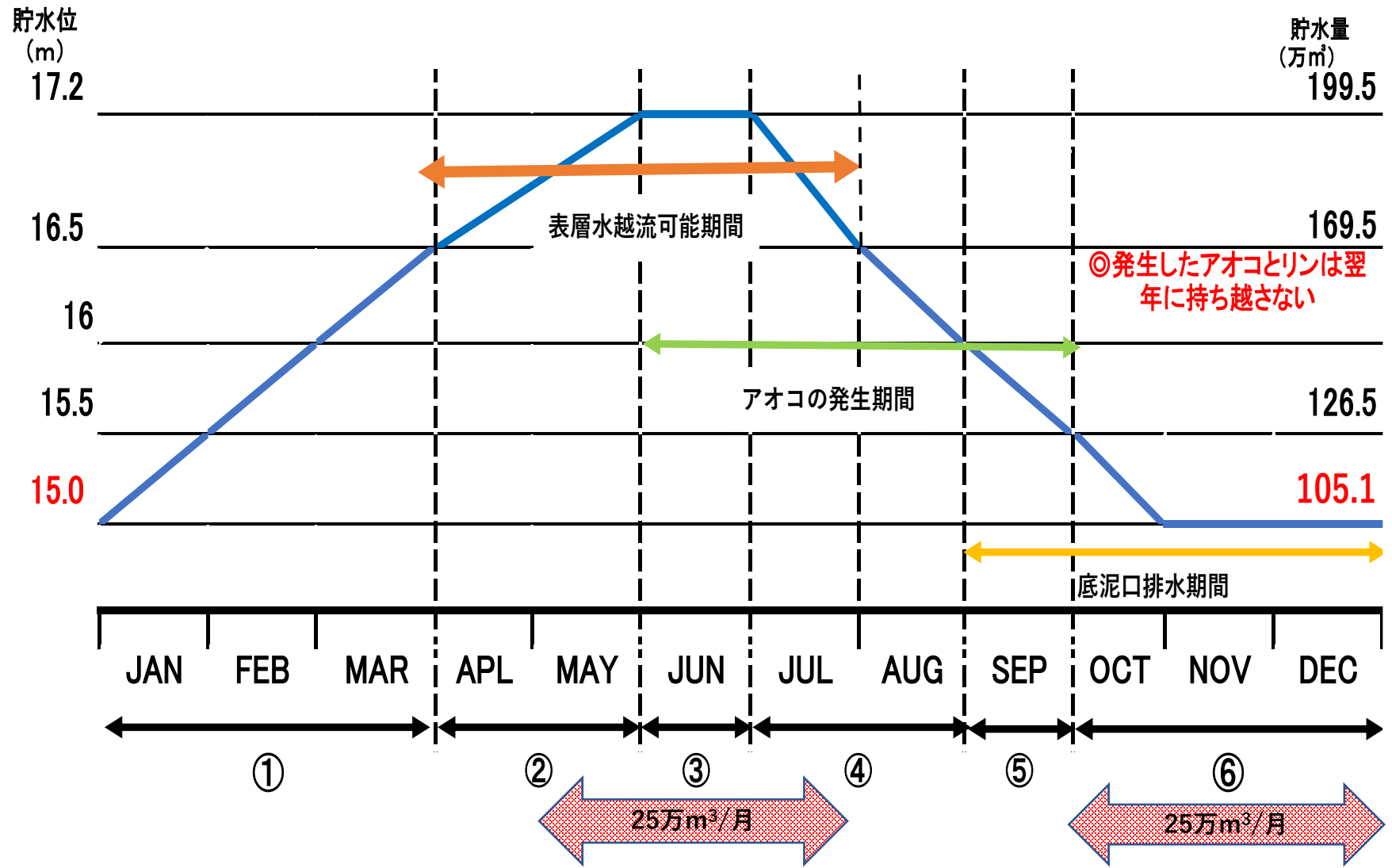
**結論**  
 貯水位を目標水位に制御しながら、かつ6ヶ月間、約250千m<sup>3</sup>/月の希釈用水を導入すると、**最終T-P濃度は初期T-P濃度の0.1mg/Lを大きく下回ったが、7月以降のT-P濃度が1.0mg/L以下に抑えることができなかった。**



希釈水導入時期		① 希釈なし	② 5~7月	③ 10~12月	④ (②+③)
送水量	千m <sup>3</sup>	1,995			
総導水量	千m <sup>3</sup>	2,081	2,831	2,804	3,507
角落等からの越流量	千m <sup>3</sup>	0	750	0	750
排泥口からの排水量	千m <sup>3</sup>	308	308	1030	1030
最終T-P濃度	mg/L	0.138	0.113	0.027	0.015

(注) 排泥口の排水先の排水路の容量から、希釈水の上限を0.1m<sup>3</sup>/s(≒250千m<sup>3</sup>/月)と定めた

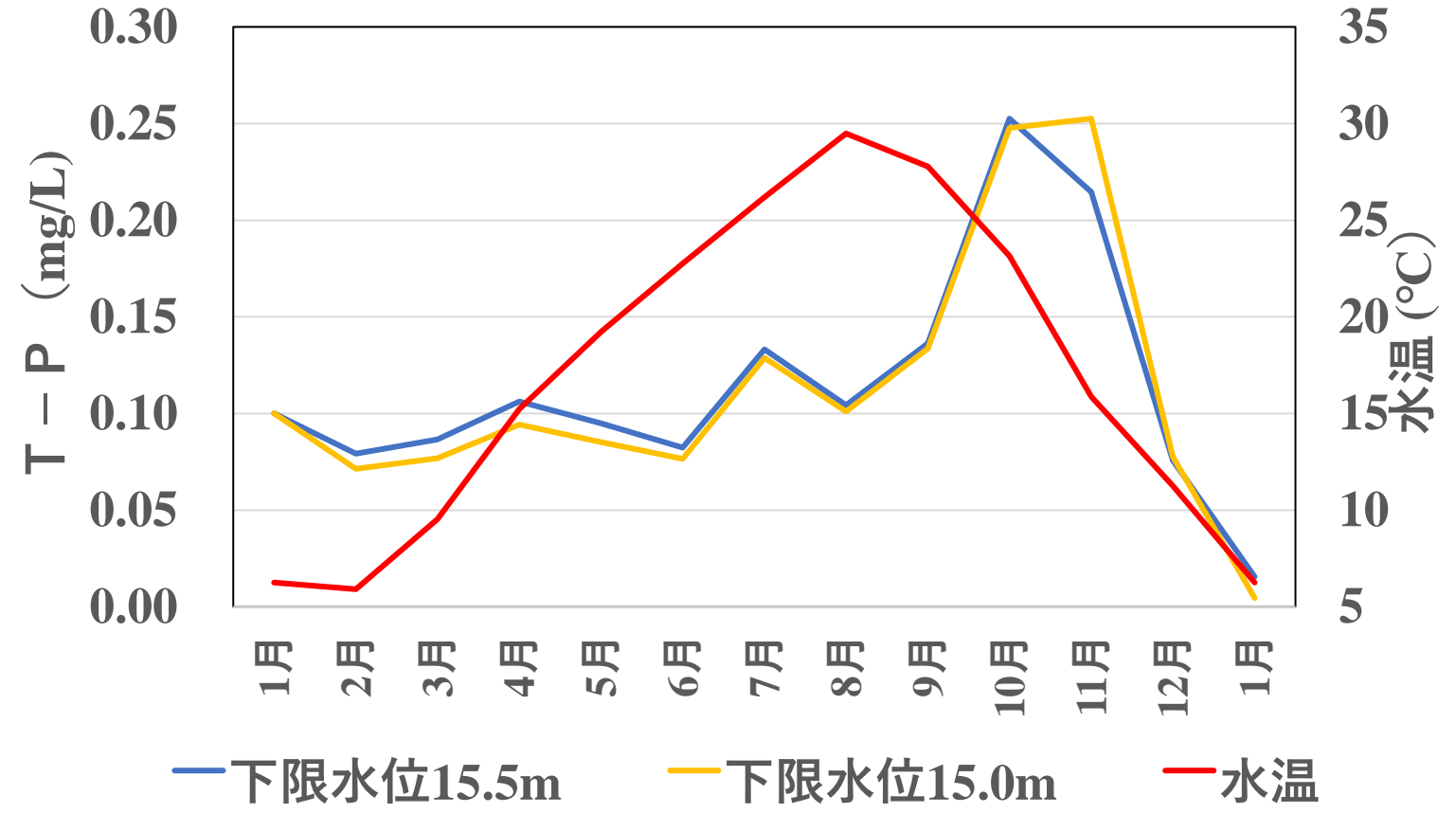
# シナリオ3：非灌漑期の目標貯水位を50cm下げた場合



# シナリオ3：目標下限水位を50cm低下させた場合

## 結論

下限水位を低く設定することによって、1月から8月までのT-P濃度は若干低くなるものの、最終T-P濃度やT-P総量の変化量に与える効果は見られない。  
 下限水位を15.0mに設定すると野田支線畑灌用水が供給できなくなるので、それに見合うだけの効果は得られない。



下限水位	m	15.5	15.0
送水量	千m <sup>3</sup>	1,995	
総導水量	千m <sup>3</sup>	3,562	3,577
角落等からの越流量	千m <sup>3</sup>	750	750
排泥口からの排水量	千m <sup>3</sup>	1,039	1,054
最終T-P濃度	mg/L	0.015	0.005

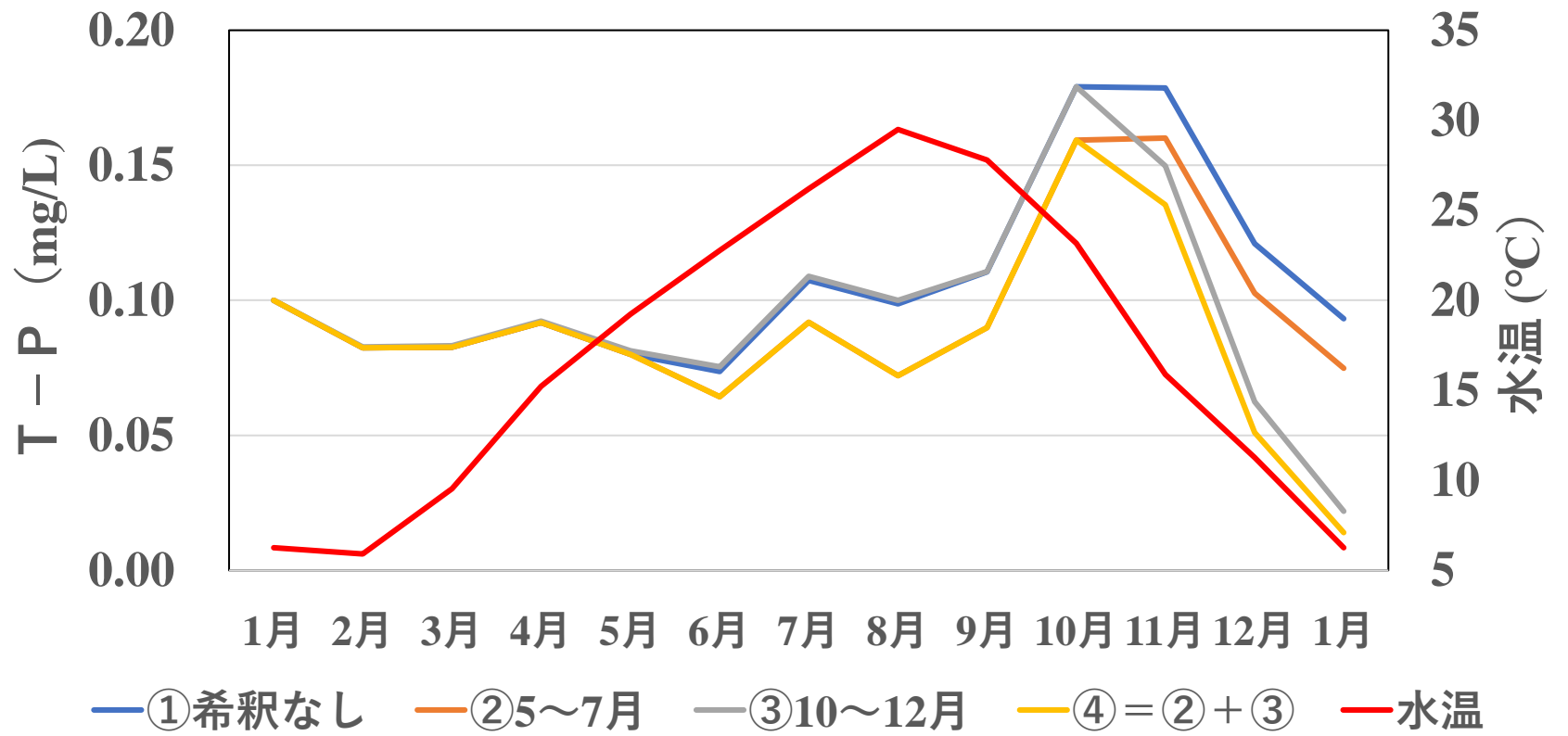


## シナリオ4：シナリオ2に加えて底泥からの溶出量等を66%に抑制

### 結論

貯水位を目標水位に制御しながら、かつ6ヶ月間、約250千m<sup>3</sup>/月の希釈用水を導入し、**底泥からの溶出量を66%に抑制する水管理を心がければ、最終T-P濃度は全ての希釈の場合初期T-P濃度の0.1mg/L以下にすることができる。**

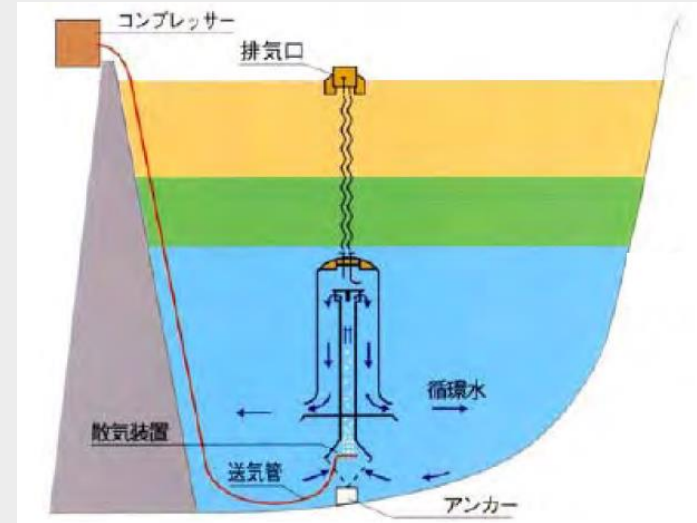
しかし、10月～11月のT-P濃度は基準値の0.1mg/Lを超えてしまうが、日照時間の減少と水温の低下でアオコ発生の影響は小さくなるものと予想される。



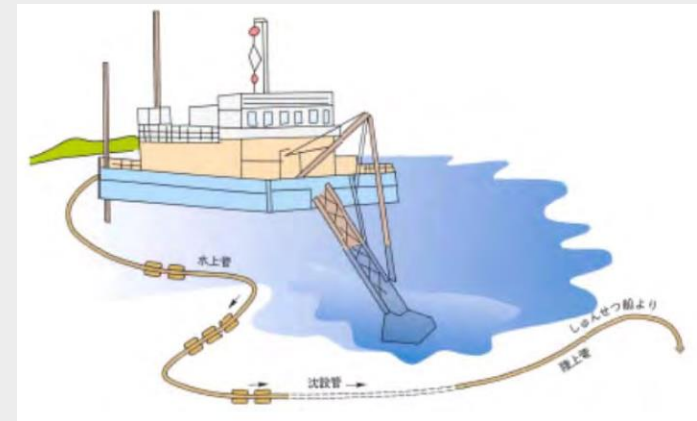
希釈用水導入時期		① 希釈なし	② 5~7月	③ 10~12月	④ (②+③)
送水量	千m <sup>3</sup>	1,995			
総導水量	千m <sup>3</sup>	2,081	2,831	2,804	3,507
角落等からの越流量	千m <sup>3</sup>	0	750	0	750
排泥口からの排水量	千m <sup>3</sup>	308	308	1030	1030
最終T-P濃度	mg/L	0.100	0.081	0.023	0.014

## 底層からのリンの溶出抑制

対策名	対策
深層曝気	貯水施設の深層水に酸素を供給し、底質から鉄、マンガン、硫化水素及び栄養塩類などの溶出を抑制することで、赤水・黒水の発生防止や、循環期における栄養塩類の貯水池全体への拡散防止を図る。
覆砂	貯水施設の底に堆積した土砂・ヘドロ等の底泥を砂で覆う。これにより、底泥から水中への栄養塩類等の溶出の抑制を図る。
底質改善・底泥固化	薬剤等を底泥に投入または散布し、底質改善の場合は底泥中の有機物等を吸着・分解し、底泥固化の場合は底泥を固化（不溶化）する。底質改善・底泥固化いずれも、底泥からの栄養塩類・重金属類の溶出を抑制し、底泥巻き上げを抑制する。
池干し	貯水施設の底を空気にさらして乾燥・酸化分解させることで底泥からの栄養塩流出を抑制する。また、日光に含まれる紫外線的作用や乾燥、温度上昇等により、湖底に沈降して堆積したアオコの原因藻類の殺藻、不活性化が期待できる。
浚渫	栄養塩濃度の高い底泥を浚渫・除去し、底泥からの栄養塩類の溶出量を抑制する。



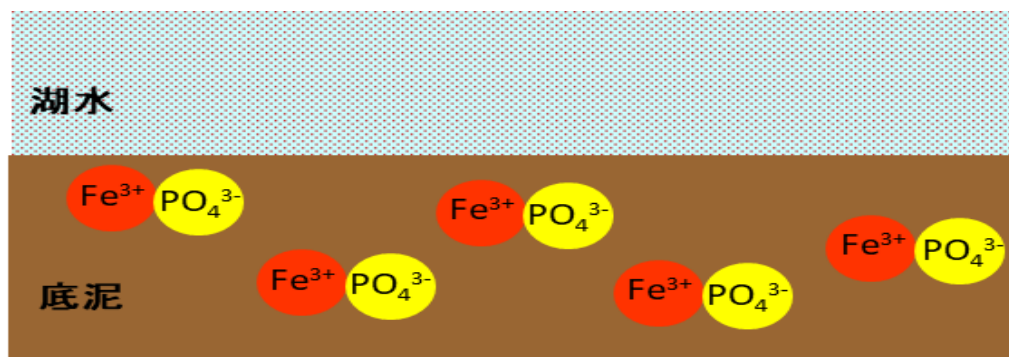
深層曝気：比奈知ダム



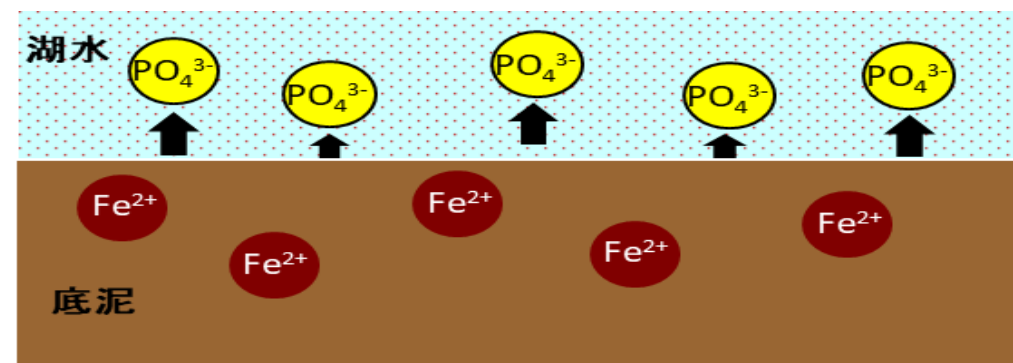
浚渫：児島湾

## 湖底からのリン溶出のメカニズム

- ・リンはリン酸イオン( $\text{PO}_4^{3-}$ )として存在する。
- ・**底層水のDOが高い場合**は、リンは鉄と結合した形で底泥中に存在する。このときの鉄の形態は $\text{Fe}^{3+}$ である。
- ・**底層水のDOが低い場合**は、鉄が還元され、 $\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ となる。結合していたリンが解離し、リン酸イオンとして水中へ放出される。



水中のDOが高い場合



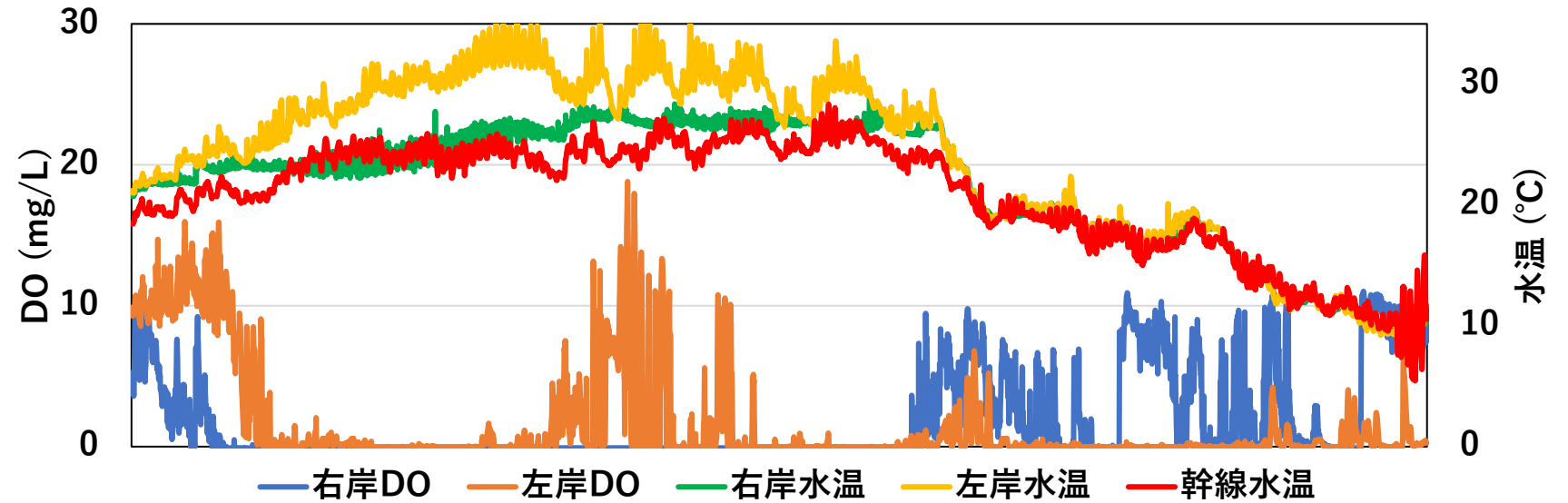
水中のDOが低い場合

# 2023年の実測データによる芦が池・左岸と右岸の底層の水温とDO

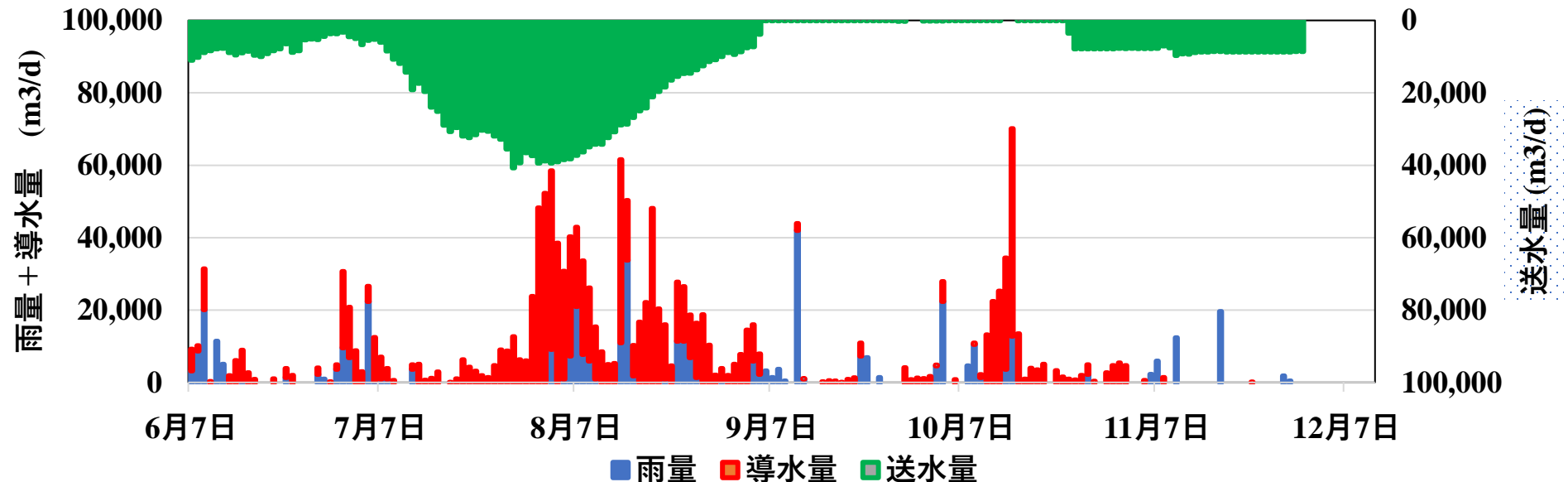
**<水温>**  
 6月～10月の水温  
 幹線 < 右岸 < 左岸  
 11月以降の水温  
 幹線 ≒ 右岸 ≒ 左岸

**<DO>**  
 ➤ 幹線からの導水に対して左岸のDOは増加しているが、8月～9月の導水に対して右岸のDOは変化していない??  
 ➤ 10月以降の送水（排泥口からの排水?）に対して右岸のDOが増加している。

右岸底層標高：15.4m  
 左岸底層標高：11.2m



右岸：11.2 m 左岸：15.4m



送水量 (m<sup>3</sup>/d)

## 水管理操作による底層からのリンの溶出抑制

### (対策)

- **底層のDOを高める**ことにリンの溶出を抑制する
- その方策として・・・
  - ◎ **幹線からの導水（低水温・高DO・低T-P）**を積極的に行う。  
幹線の用水の水温が低く、DOが高い場合、幹線からの導水により、貯水池内の底層付近に幹線からの用水が浸入し、DOの向上が期待できる。

水 源：**幹線用水の余剰水、事前放流、洪水導入**  
実施時期：**DOが低下し始める4月から開始**

### (課題)

- 底泥中のリン溶出を妨げるので、底泥に含まれるリンの削減が遅れる
- 左岸側の池底が右岸より浅いので、幹線導水の効果は左岸池底では期待できない??

【左岸底層DOmg/L】

2022年4月：10.5；5月：9.8；6月：9.4；7月：9.1；8月：8.3；9月：8.9 > 8mg/L



# 畑作物の水質環境 食の安全とおいしさを求めて

## 《概要》

鈴木光剛 著

社団法人畑地農業振興会 平成15年発行

A5判 約190頁

4、191円（送料税込み）

## 《目次》

- 第1章 序論
- 第2章 水系汚染と作物汚染
- 第3章 畑地灌概用水に及ぼすアオコの影響
- 第4章 アオコの毒素とその防除
- 第5章 品質指向の栽培と水質環境の制御
- 第6章 地下水中の物質分散系が畑地灌概に及ぼす影響
- 第7章 畑地灌漑における用水の影響圏と水質の適正限界

# 完

ご清聴にお礼申し上げます。

質問、ご意見については、下記のアドレスに  
メールでご連絡ください。。

[senge.masateru.g2@f.gifu-u.ac.jp](mailto:senge.masateru.g2@f.gifu-u.ac.jp)

千家正照