

第2回 石手川ダム水質検討委員会

説明資料

平成28年2月16日

四国地方整備局 松山河川国道事務所

《 議 事 》

1. 第1回委員会での指摘事項と対応
2. 今年度調査結果によるメカニズム検証
3. 今後の対策計画及び
モニタリング調査計画(案)
4. 水質障害発生時の松山市との連携
5. 今後の予定

1. 第1回委員会での指摘事項と対応

(1) 第1回委員会の概要

[石手川ダムにおける水質問題発生の際緯]

- 発生している水質問題は、アオコによる「景観障害」とカビ臭による「利水障害」
- アオコによる景観障害は、昭和50年代からほぼ毎年発生
- カビ臭による利水障害は、平成23年(初確認)以降は毎年発生
- カビ臭は貯水池表層では1,000ng/L以上になるが、放流口や浄水場では数十ng/L
- アオコ及びカビ臭の原因藍藻類は、ミクロキスティス属、アナベナ属、アファニゾメノン属の3属
- 流入水、貯水池ともに栄養塩濃度に経年的な変化は認められない
- アオコ対策等を目的に貯水池に3枚のフェンスが設置されている
- これにより透明度の改善があったと報告されているが、クロロフィルaには改善が見られておらず、毎年のアオコ発生も継続している

水質保全対策検討の目的： 「景観障害の改善」
「利水障害リスクの軽減」

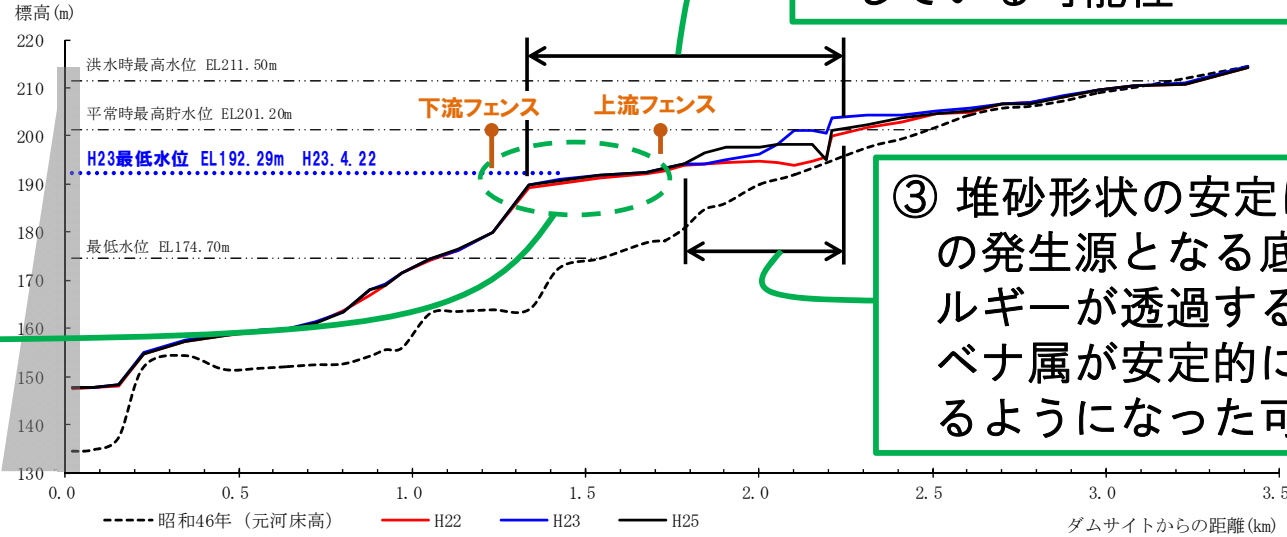
1. 第1回委員会での指摘事項と対応

(1) 第1回委員会の概要

[想定される水質問題発生メカニズム]

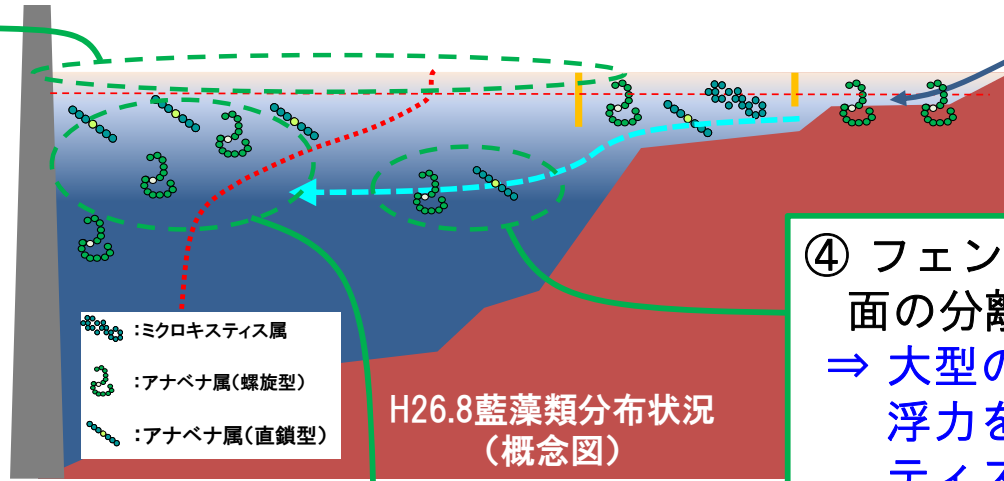
① 堆砂テラスが底泥からのアオコ・カビ臭原因藻類の回帰に適した環境(発生源)として重要な役割を果たしている可能性

② H22夏季～H23春季の貯水位低下によりアナベナ属の発生源となる底泥範囲まで光エネルギーが透過したことが優占種の変化を促進させた可能性



③ 堆砂形状の安定によりアナベナ属の発生源となる底泥範囲まで光エネルギーが透過するようになり、アナベナ属が安定的に発芽し優占種化するようになった可能性

⑤ 下流フェンス設置により表層付近の水温成層の形成が強化
 ⇒ 湖面～水深2mの範囲はミクロキスティス属がより集積しやすい環境
 ⇒ 水深2m以深は上流から流出してきたアナベナ属が蓄積されやすくなった可能性



④ フェンスによる貯水池水面の分離
 ⇒ 大型の群体を形成し高い浮力を有するミクロキスティス属の下流への流出が抑制
 ⇒ 浮力が比較的弱いアナベナ属の流出が促進された可能性

⑥ 下流フェンス設置により流入水の中層への貫入が促進 (流動制御効果の向上)
 ⇒ ダムサイト付近の表層への栄養塩類の供給が減少
 ⇒ 表層2mの範囲でのミクロキスティス属の増殖期間が限定された可能性

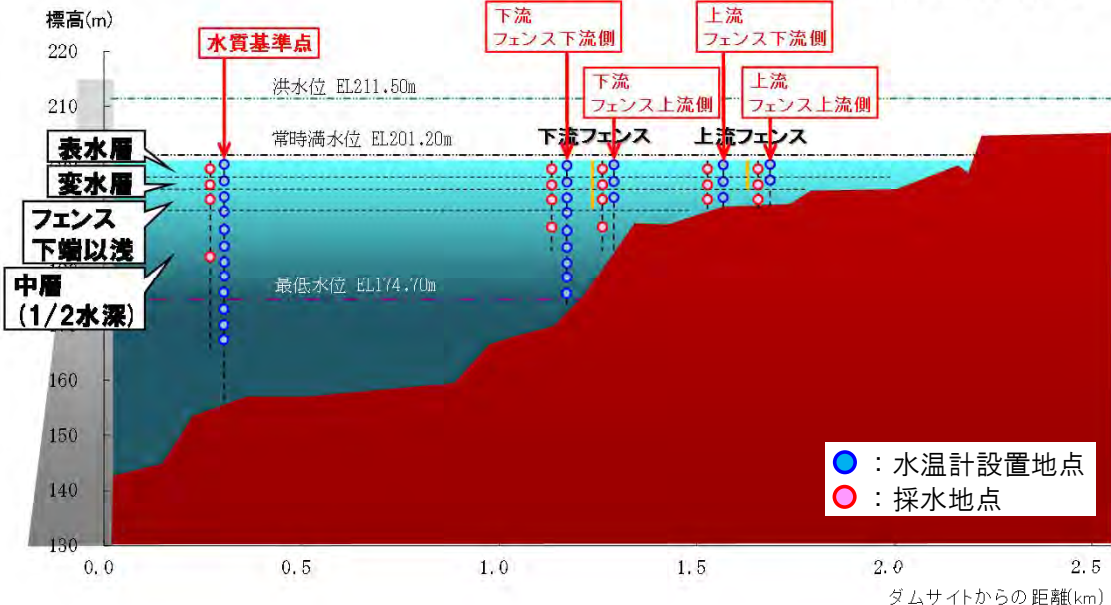
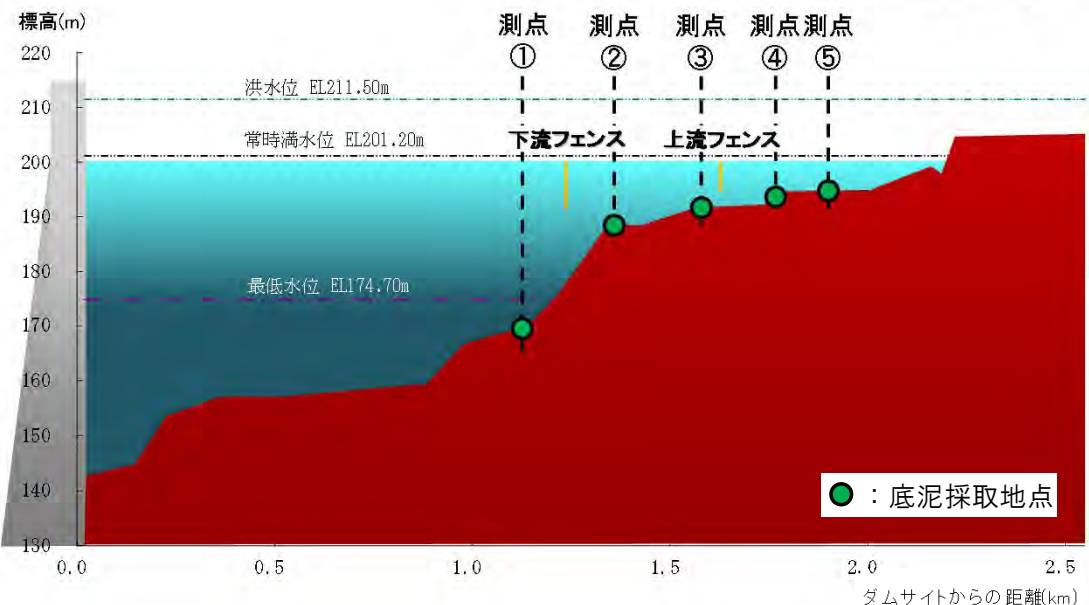
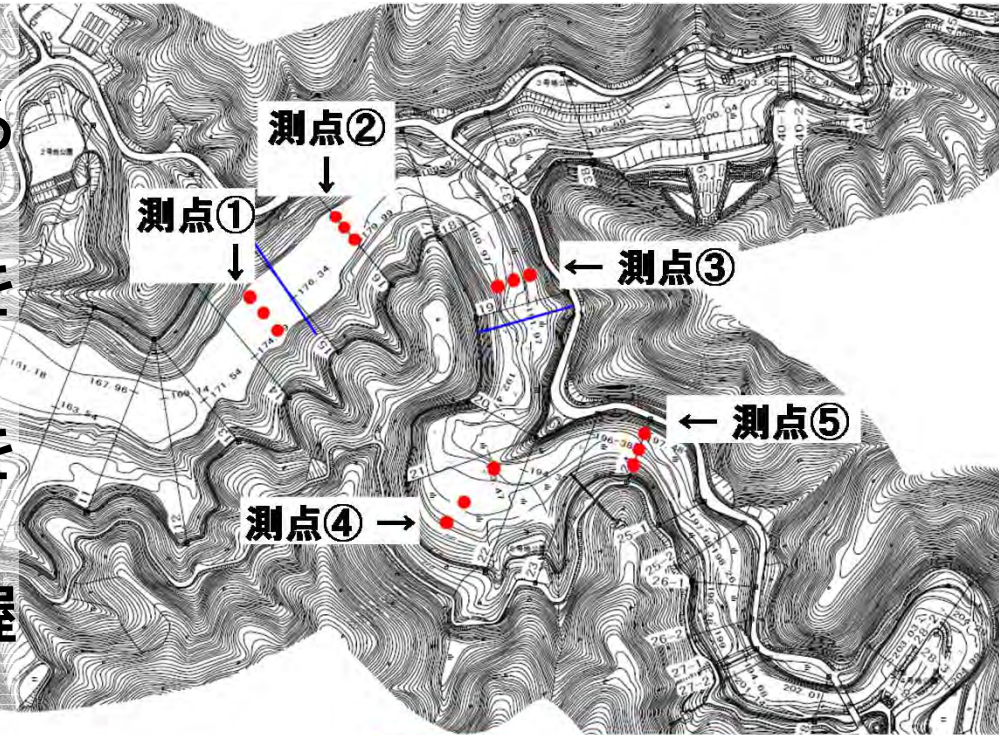
1. 第1回委員会での指摘事項と対応

出典: 石手川ダム流量観測外業務成果報告書

(1) 第1回委員会の概要

[メカニズム解明へ向けた調査・検討]

- ① アオコ原因藻類の**発生源**を把握するための調査
- ② 藍藻類の**鉛直・縦断方向の分布**を把握するための調査
- ③ 貯水池内の**水温鉛直分布の違い**を把握するための調査
- ④ フェンスによる**流動制御効果**を把握するための検討(シミュレーション計算)



1. 第1回委員会での指摘事項と対応

(2) 指摘事項と対応

[水質問題発生メカニズムに対する指摘]

- ① メカニズム仮説の検証だけでなく、水文状況(流入負荷量)の違い、総窒素と溶解性窒素の関係、水温分布、リンの挙動等、別のメカニズムの可能性についても考察したほうがよい

《考えられる別のメカニズム仮説》

流入する栄養塩の構成比(N/P比)が変化したことで、貯水池内が窒素制限になり、窒素固定能を有するアナベナ属が優占種化した



《メカニズム仮説の検証方法》

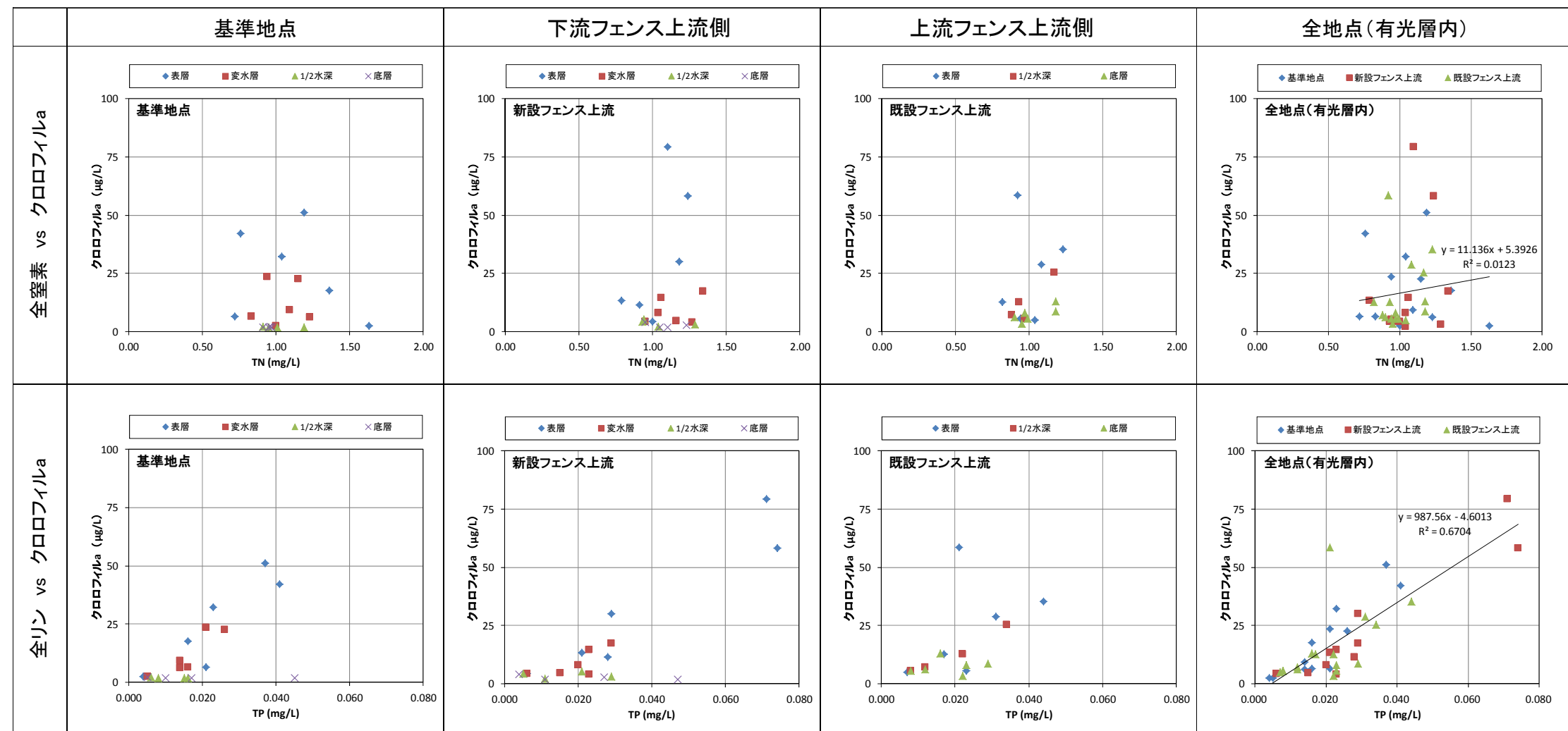
- 貯水池内のリン・窒素濃度とクロロフィル a 濃度との相関を確認
- 現在の植物プランクトンの現存量がリン／窒素いずれによって制限されているかを確認
- これまでの流入栄養塩の構成比(N/P比)に変化がないか(リン制限から窒素制限に変化していないか等)を確認

1. 第1回委員会での指摘事項と対応

(2) 指摘事項と対応

[栄養塩濃度とクロロフィルaとの関係]

- 石手川ダムにおける平成27年7月～10月の全窒素、全リンとクロロフィルaの関係を整理
 - 全ての調査地点においてクロロフィルa量は、全窒素よりも全リンと高い相関を示した
- ⇒ 石手川ダムにおける植物プランクトンの現存量はリンによって制限されている



1. 第1回委員会での指摘事項と対応

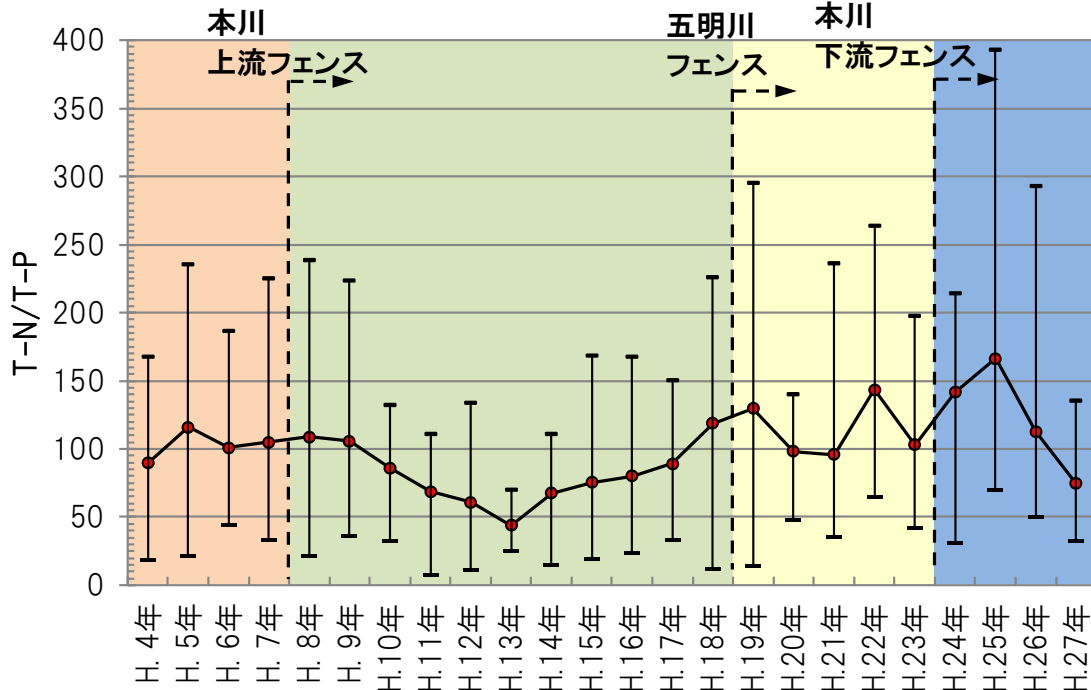
(2) 指摘事項と対応

[貯水池内・流入河川のN/P比の推移]

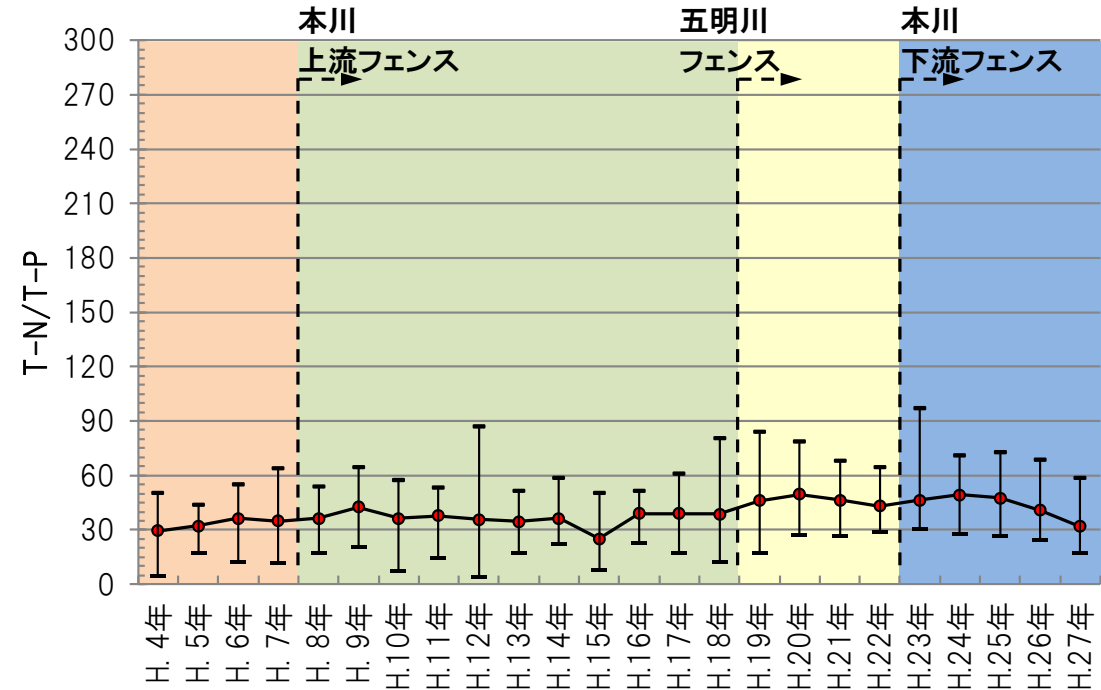
- 石手川本川及び五明川の流入水質からN/P比を算出し、平成4年～27年間の推移を整理
- 石手川本川、五明川のN/P比はいずれもリン制限の範囲であった
(石手川本川：100前後、五明川：40前後)
- 年によるばらつきはあるものの、石手川本川・五明川ともにN/P比に大きな傾向の変化は認められなかった

⇒ アオコ原因藻類種の変化は栄養塩の構成比(N/P比)による影響とは考えにくい

石手川本川 流入T-N/T-Pの経年変化



五明川流入T-N/T-Pの経年変化



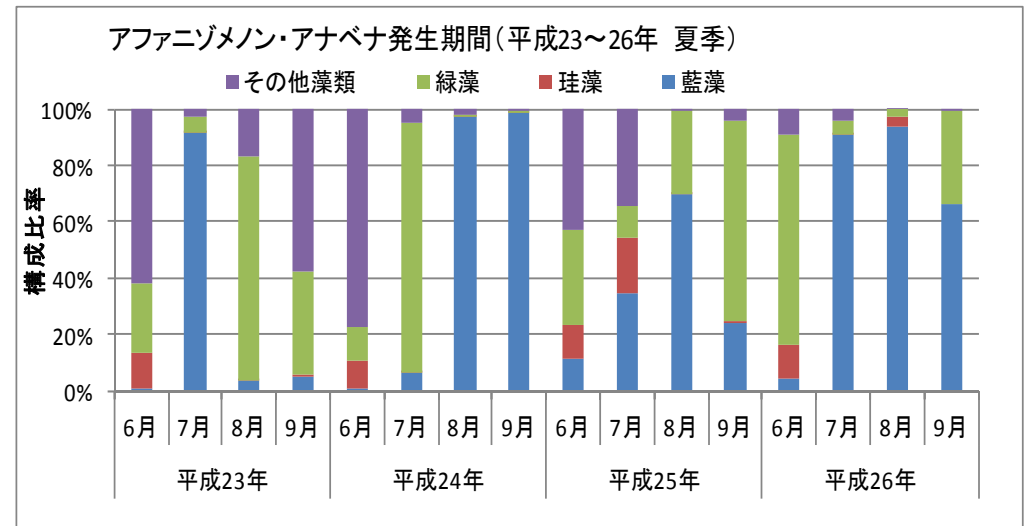
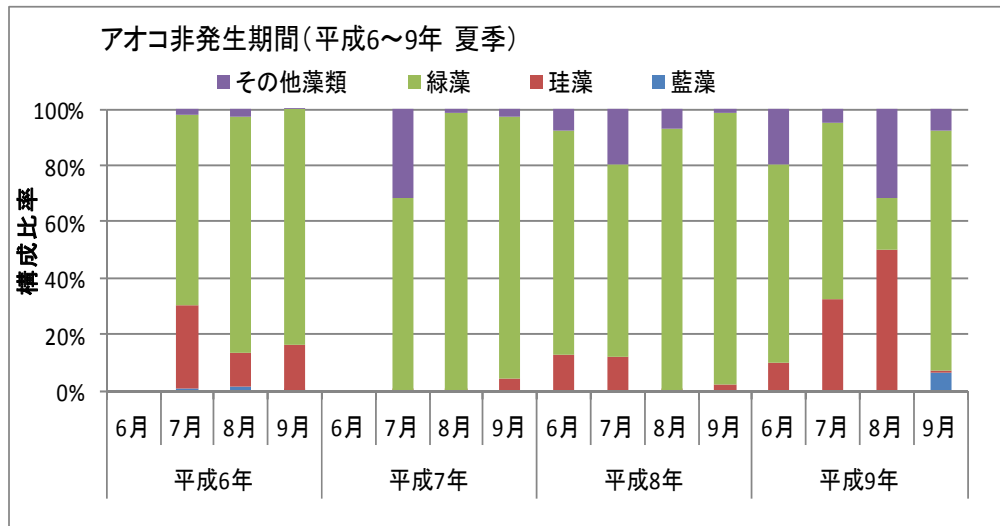
1. 第1回委員会での指摘事項と対応

(2) 指摘事項と対応

[水質問題発生メカニズムに対する指摘]

② アオコが発生しなかった平成6～9年の藻類データを整理し、どのような藻類が優占していたのかを確認しておいたほうがよい

- ⇒ アオコ非発生期間(平成6～9年)の夏季に優占していた藻類は緑藻類が主体
- ⇒ アオコ発生期間と非発生期間に確認された藻類相に違いは見られず、藻類の優占比率が異なっていた



主な優占藻類種
 緑藻類: *Coelastrum sphaerium*
Gleocystis gigas

主な優占藻類種
 藍藻類: *Aphanizomenon* (H23年),
Anabaena sp. (H24年以降)

主な準優占藻類種
 緑藻類: *Coelastrum sphaerium*
Gleocystis gigas

平成6年から9年に優占していた緑藻類は、近年でも夏季に出現している

1. 第1回委員会での指摘事項と対応

(2) 指摘事項と対応

[水質問題発生メカニズムに対する指摘]

- ③ 堆砂形状が変化したことにより、堆砂テラスが発生源として機能するようになったという仮説の裏付けはあるか？底泥からの初期供給よりも供給後の増殖の影響が支配的ではないのか？

表 水質障害を引き起こす植物プランクトンの現場における最大増殖速度の比較

分類	学名	和名	増殖速度 (day ⁻¹)	水質障害
黄色鞭毛藻	<i>Dinobryon spp.</i>	サヤツナギ	0.27-0.45	淡水赤潮
緑藻	<i>Eudorina unicocca</i>	タマヒゲマワリ	0.43-0.48	水の華
	<i>Pandorina morum</i>	クワノミモ	0.52	"
渦鞭毛藻	<i>Peridinium cinctum</i>	ペリディニウム	0.16-0.18	淡水赤潮
	<i>Ceratium hirundinella</i>	ツノオビムシ	0.13-0.17	"
珪藻	<i>Asterionella formosa</i>	ホシガタケイソウ	0.15-0.50	ろ過障害
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	オビケイソウ	0.10-0.58	アオコ原因藻類の増殖速度は他の藻類と比べてやや遅い
	<i>Aulacoseira granulata</i>	タルスジケイソウ	0.43	
藍藻	<i>Microcystis aeruginosa</i>	ミクロキスティス	< 0.24	アオコ
	<i>Microcystis aeruginosa</i>		0.17-0.23	
	<i>Anabaena ucrainica</i>	アナベナ	0.16-0.20	アオコ・カビ臭
	<i>Planktothrix mougeotii</i>	プランクトスリックス	0.06	"

C. S. Reynolds (2006) Ecology of Phytoplankton. Cambridge University press (Cambridge, UK)より作表。

⇒ 底泥からのアオコ原因藻類の初期供給量とアオコ発生後の貯水池内存在量との関係はP16~17で検証

1. 第1回委員会での指摘事項と対応

(2) 指摘事項と対応

[メカニズム解明へ向けた調査・検討に対する指摘]

④ 貯水池内の水温鉛直分布の調査に加えて流入河川の水温も計測すると、流入水の貫入位置が分かるのでよい

⇒ 平成28年度の調査計画に流入河川での水温計測を盛り込む(P39)

⑤ 平水時の流入量が極端に少ないダムにおいてアオコの増殖維持に必要な栄養塩量がどこから供給されるのかを把握する必要があり、出水時も含めた栄養塩のマスバランスを把握するための調査が必要

⇒ 平成28年度の調査計画に出水時負荷量調査を盛り込む(P34)

⑥ 藍藻類の日周運動を考慮すると、どの深度までの栄養塩を使用可能かが重要となることから、アオコ発生時のクロロフィルaの鉛直分布の日変化を調査したほうがよい

⇒ 平成28年度の調査計画にクロロフィルa鉛直分布調査(日間変化の把握)を盛り込む(P34)

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(1) 平成27年度の概況～流況・水質

[流況]

- 貯水位：概ね平常時最高貯水位 (EL.201.2m)付近で安定
- 流況：7月17日に顕著な出水(時間最大 122.72m³/s) それ以外は1m³/s程度

[貯水池水温]

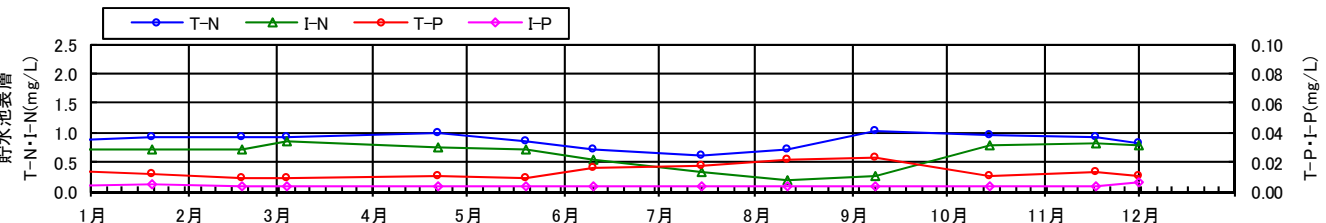
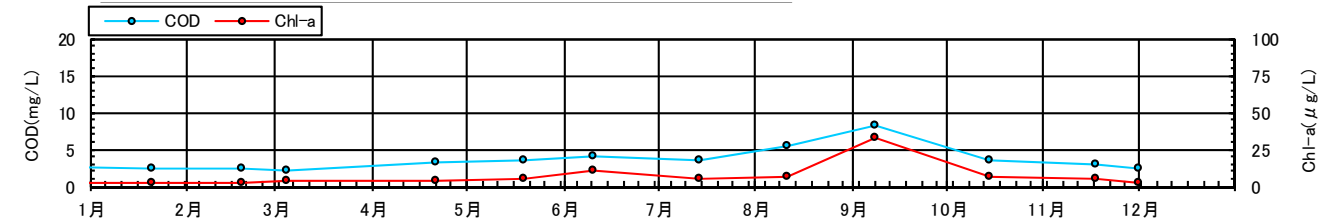
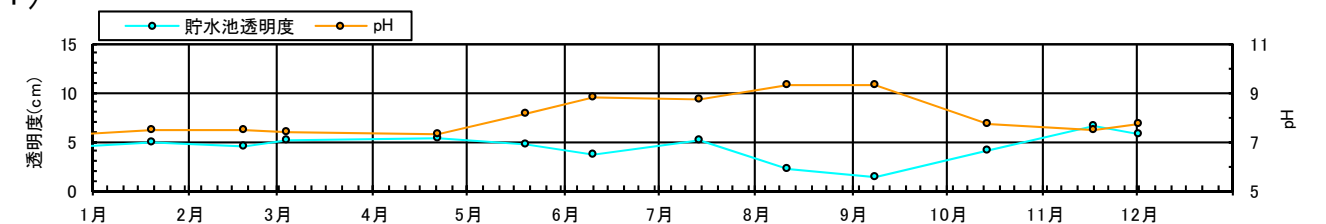
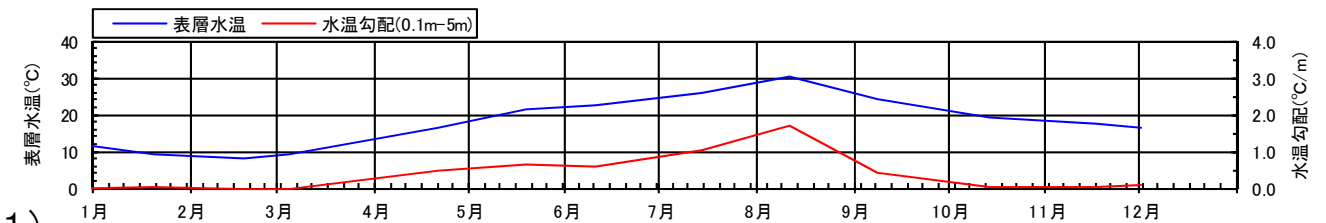
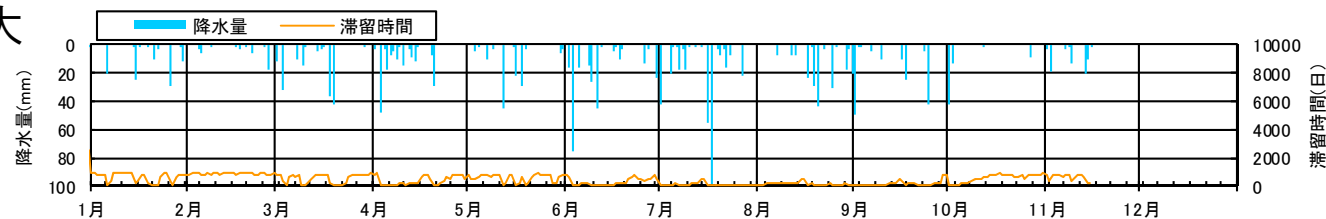
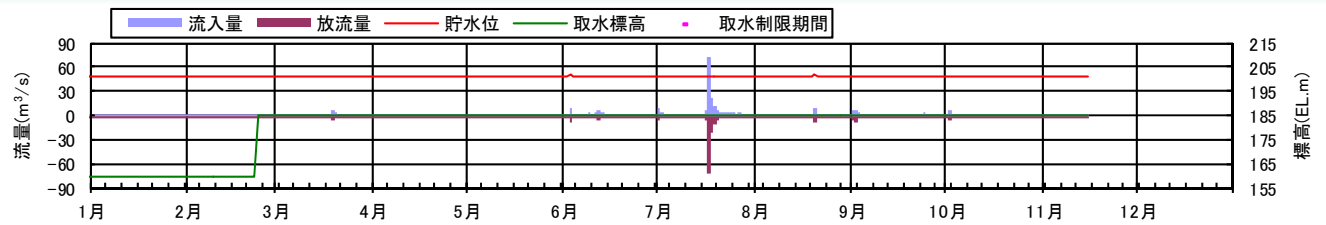
- 貯水池表層水温：8～30℃間で推移
- 水温躍層：4月調査(4/21)より確認 10月調査(10/14)で解消
- 水温勾配：最大1.7℃/m(8月調査:8/11)

[透明度]

- 春季は5m程度
- 藻類生産が活発になる6月頃より低下
- 9月調査では1.4mまで低下
- 10月調査で4.1mまで回復

[pH]

- 春季は7程度で推移
- 藻類生産が活発となる5月頃より増大傾向
- 8月調査(8/11)及び9月調査(9/8)では9.3まで上昇



2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

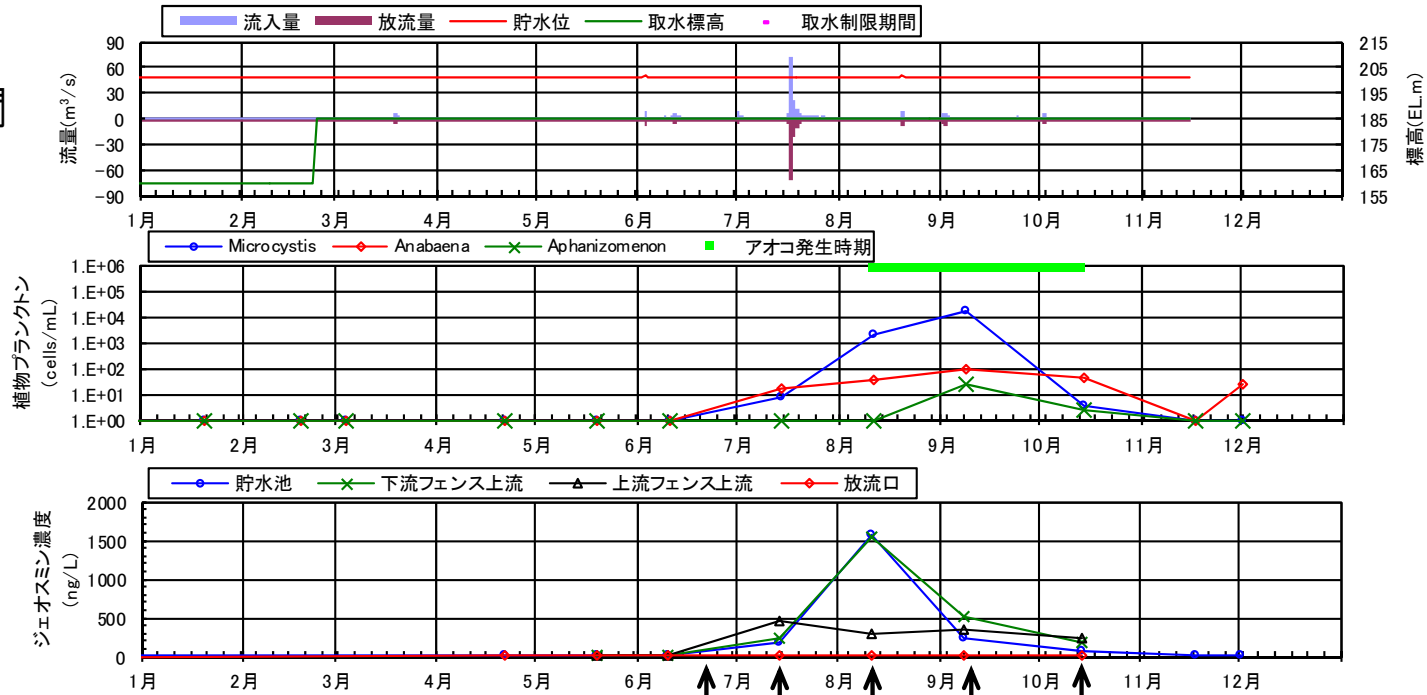
(1) 平成27年度の概況～アオコ・カビ臭

[植物プランクトン(藍藻綱)]

- 藍藻綱の確認：7月～10月調査間
- 確認された藍藻綱：
*Microcystis*属、*Anabaena*属、*Aphanizomenon*属
- 何れも9月調査(9/8)でピーク

[カビ臭(ジェオスミン)]

- 基準地点(表層0.5m)では7月～10月調査に10ng/L以上のジェオスミンを確認
- ピーク濃度は8月調査(8/11)の1,570ng/L
- 基準地点と下流フェンス上流のジェオスミン濃度の推移は一致
- 上流フェンス上流は7月調査(7/14)の445ng/Lをピークに低下傾向



6月22日

7月15日

8月11日

9月10日

10月15日



2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(1) 平成27年度の概況～下流河川でのカビ臭発生状況

[下流河川でのカビ臭発生状況]

※ダム下流河川にある水道取水施設（市之井手取水堰）に設置されているカビ臭自動観測装置のデータより

① 出水時の状況

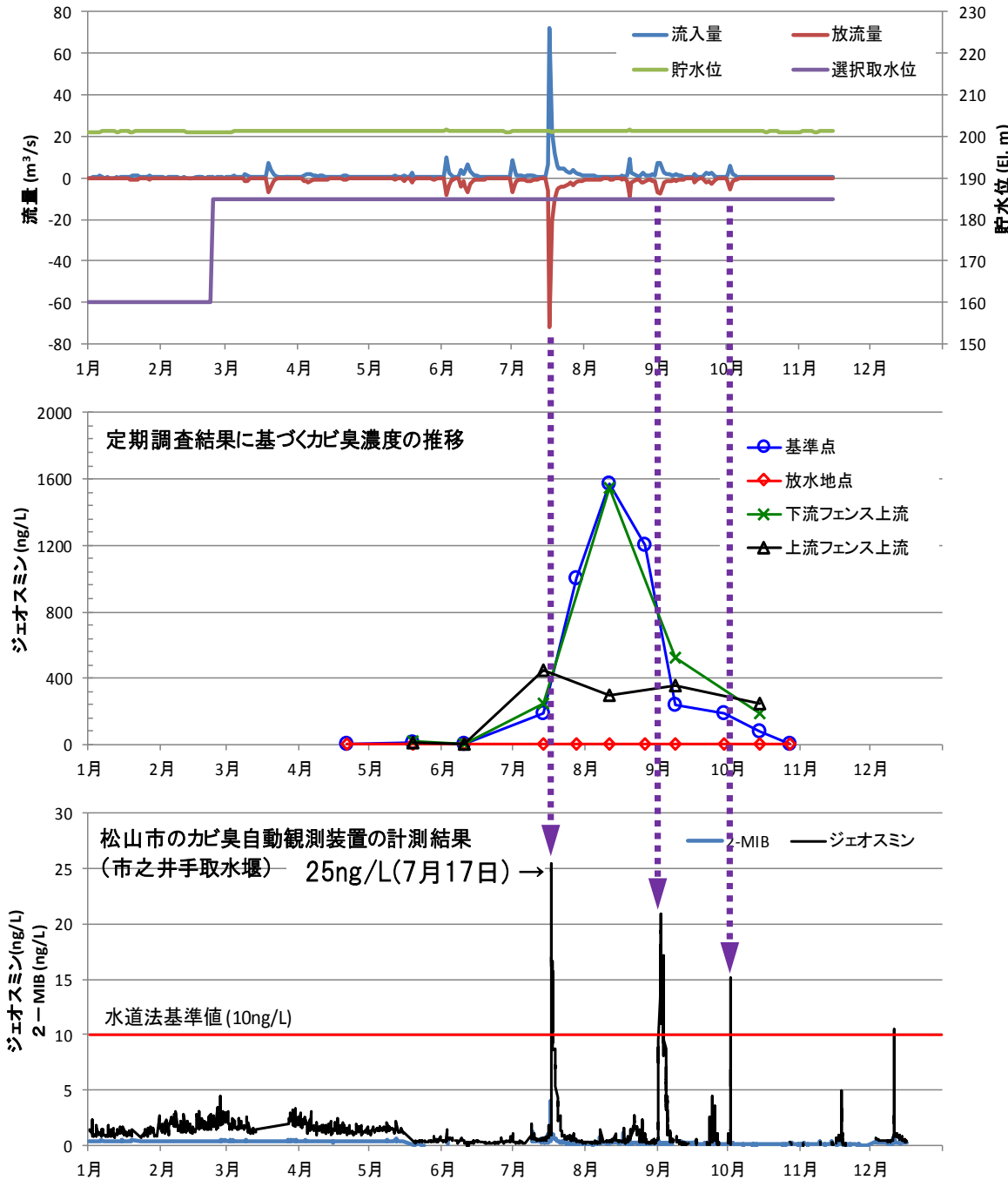
- 7月17日前後に下流河川でジェオスミン濃度の上昇(ピーク濃度：25ng/L)を確認
- ジェオスミン濃度の上昇とダム貯水池からの放流(約120m³/s)のタイミングとが一致
- 9月及び10月の放流量増大時にもジェオスミン濃度が増大

② 平水時の状況

- 貯水池内で1,500ng/Lのジェオスミンが確認された日(8/11)に、放水地点及び市之井手取水堰のジェオスミン濃度は定量下限値(2ng/L)以下であった

《カビ臭放流に関する考察》

- ✓貯水池表層付近に集積しているカビ臭物質は水温成層の形成により水温躍層より上側で高濃度の状態で貯留される
- ✓出水時に流入河川水が貯水池上流付近に貯留されていたカビ臭物質は湖内流動に沿って移送され、取水口から放流される
- ✓循環混合が進むとカビ臭も中層付近まで分布するため、小規模な出水でも放流される



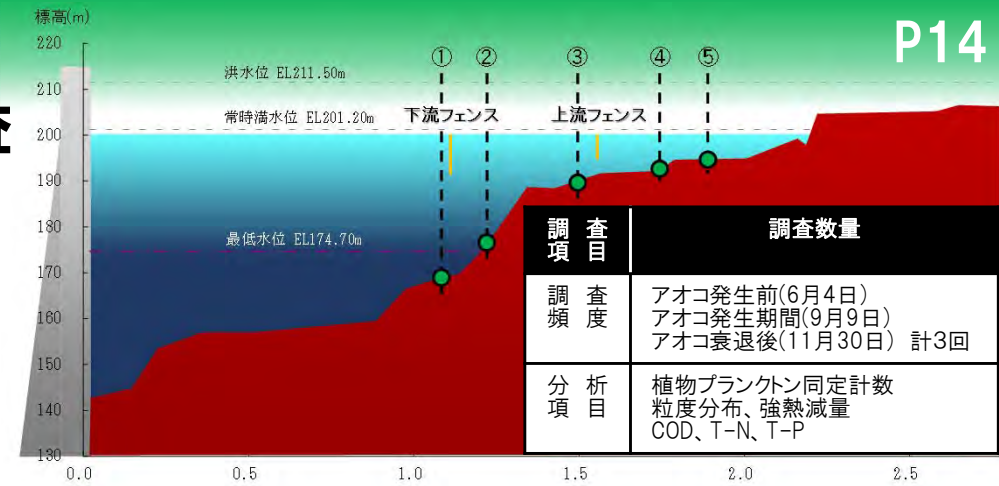
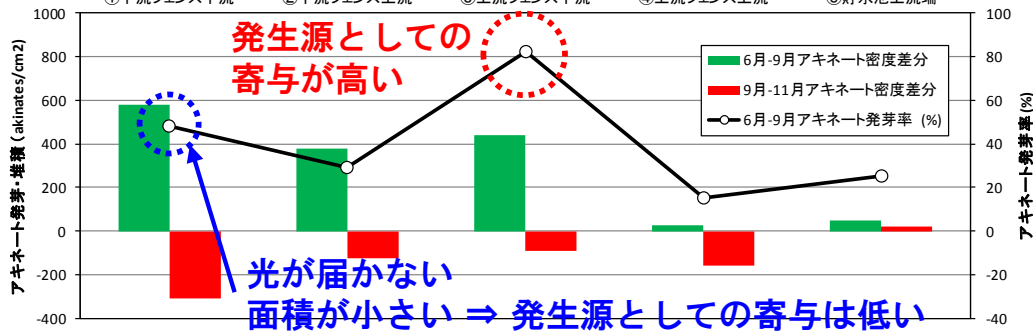
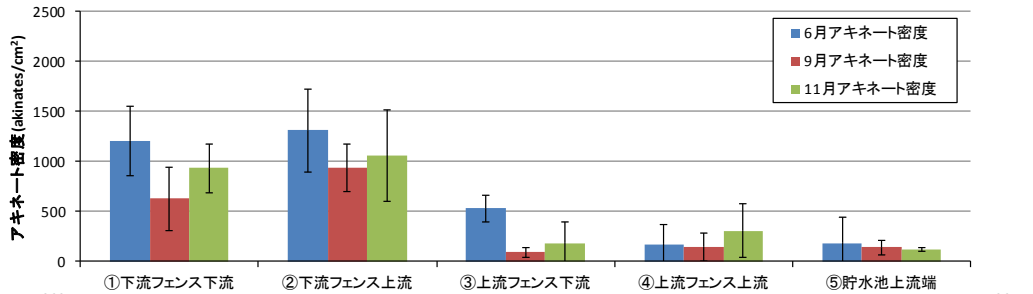
2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(2) アオコ原因藻類の発生源を把握するための調査

- アオコ衰退後(11月調査)にアキネートが堆積
⇒ 翌春の状況を確認する必要あり
- 検証のためにはアオコ発生直後に調査する必要あり
⇒ アオコ発生後調査の時期を的確に捉える必要性

[アナベナ属アキネートの発芽と堆積]

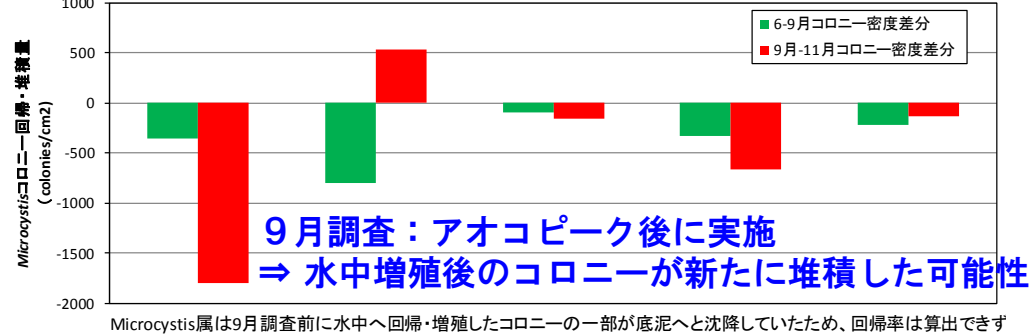
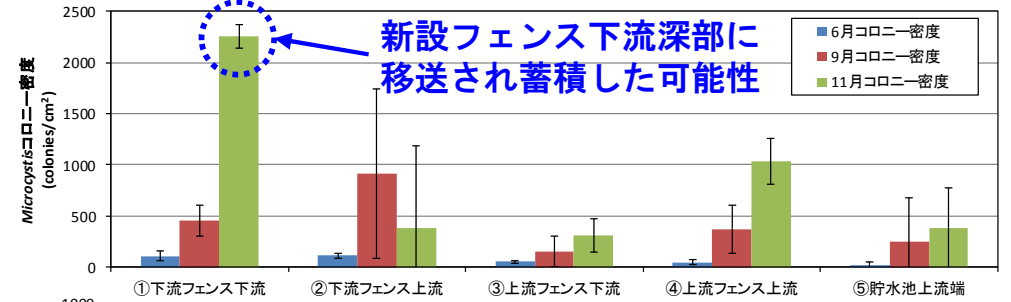
	①下流フェンス下流	②下流フェンス上流	③上流フェンス下流	④上流フェンス上流	⑤貯水池上流端
6月アキネート密度 (SD)	1207 (352)	1313 (413)	533 (133)	173 (192)	187 (255)
9月アキネート密度 (SD)	627 (319)	933 (237)	93 (50)	147 (142)	140 (72)
11月アキネート密度 (SD)	933 (247)	1060 (452)	187 (202)	307 (270)	120 (20)
6月-9月アキネート密度差分 (SD)	580 (40)	380 (557)	440 (151)	27 (214)	47 (323)
6月-9月アキネート発芽率 (%) (SD)	48.1 (14)	28.9 (44)	82.5 (11)	15.4 (92)	25.0 (396)
9月-11月アキネート密度差分	-307	-127	-93	-160	20



調査項目	調査数量
調査度	アオコ発生前(6月4日) アオコ発生期間(9月9日) アオコ衰退後(11月30日) 計3回
分析項目	植物プランクトン同定計数 粒度分布、強熱減量 COD、T-N、T-P

[ミクロキスティス属の発芽と堆積]

	①下流フェンス下流	②下流フェンス上流	③上流フェンス下流	④上流フェンス上流	⑤貯水池上流端
6月コロニー密度 (SD)	107 (46)	113 (23)	53 (12)	47 (23)	20 (35)
9月コロニー密度 (SD)	460 (151)	913 (830)	153 (153)	373 (234)	247 (427)
11月コロニー密度 (SD)	2260 (3516)	380 (330)	313 (287)	1033 (762)	387 (117)
6-9月コロニー密度差分 (SD)	-353 (117)	-800 (810)	-100 (164)	-327 (220)	-227 (393)
9月-11月コロニー密度差分 (SD)	-1800.0	533.3	-160.0	-660.0	-140.0



Microcystis属は9月調査前に水中へ回帰・増殖したコロニーの一部が底泥へと沈降していたため、回帰率は算出できず

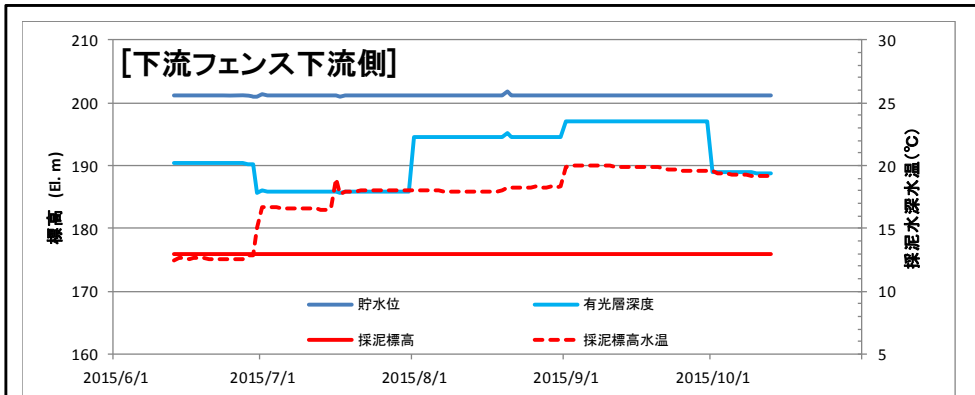
2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(2) アオコ原因藻類の発生源を把握するための調査

[アオコの発芽条件]

- 底泥付近の水温が20℃付近となること
- 底泥に光が透過すること(特にアナベナ属の発芽には重要)

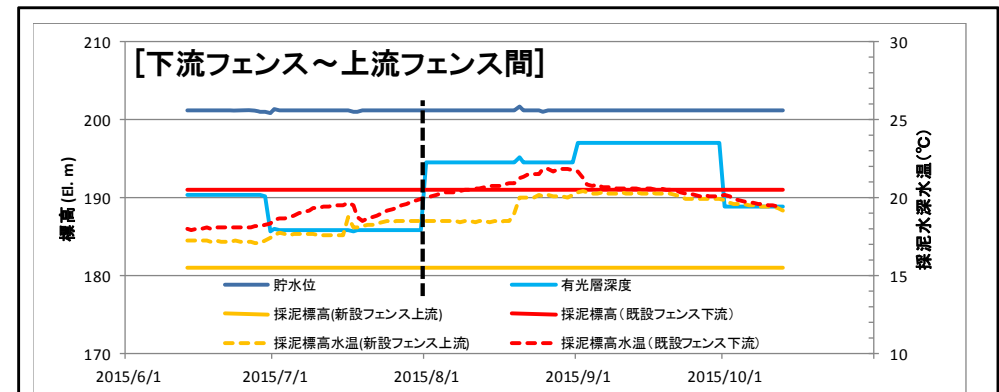
[貯水池内の発芽条件の整理]



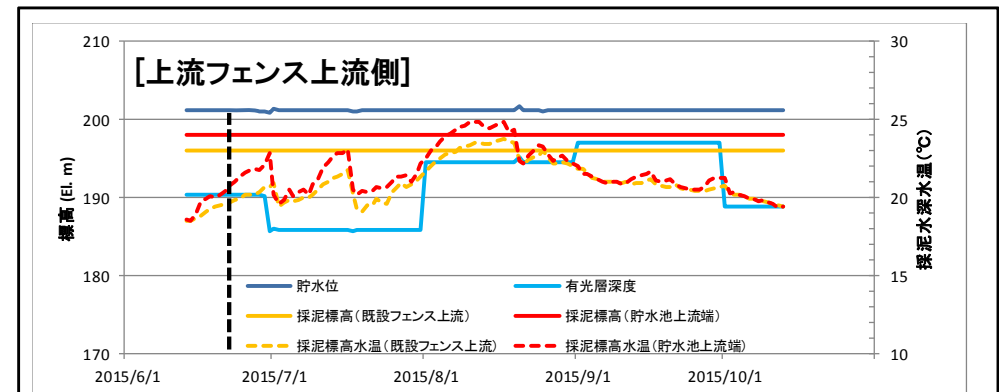
- 発芽条件(水温・光)を満たすことはなかった
⇒ アオコが堆積していても翌年の発生源として機能しない可能性

[発芽に関する考察]

- 貯水池上流側ほど発芽条件を満たす日付が早く、下流フェンスより下流側はアオコの沈降・蓄積はあるものの発生源として機能する可能性は低いものと推察
- 今年は7月17日に出水があったため、流入水による種(アキネート・コロニー)の巻き上げによって供給された可能性も考慮する必要あり



- 発芽条件(水温・光)を満たしたのは8月1日頃
⇒ 8月11日調査において既設フェンス下流でアナベナ属が確認されたことと合致



- 発芽条件(水温・光)を満たしたのは6月20日頃
⇒ 7月14日調査において既設フェンス上流でアナベナ属が確認されたことと合致

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(2) アオコ原因藻類の発生源を把握するための調査

[底泥からの種の供給と貯水池内現存量との比較]

- アオコ発生源となるエリアを3つに分割し、各々のエリアからのアナベナ属の総発芽量を試算

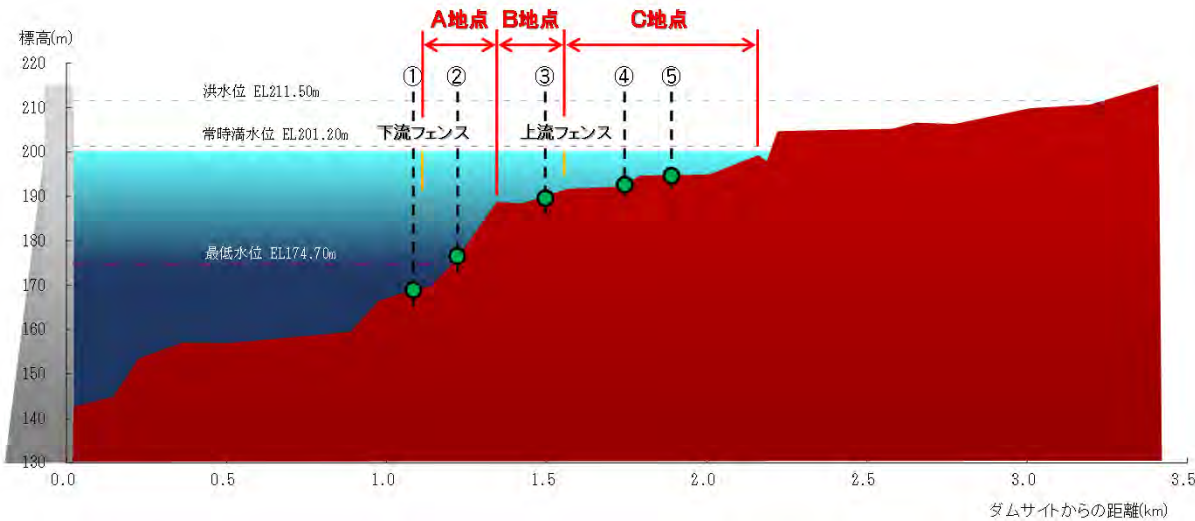
A地点：下流フェンス～堆砂テラス肩

B地点：堆砂テラス肩～上流フェンス

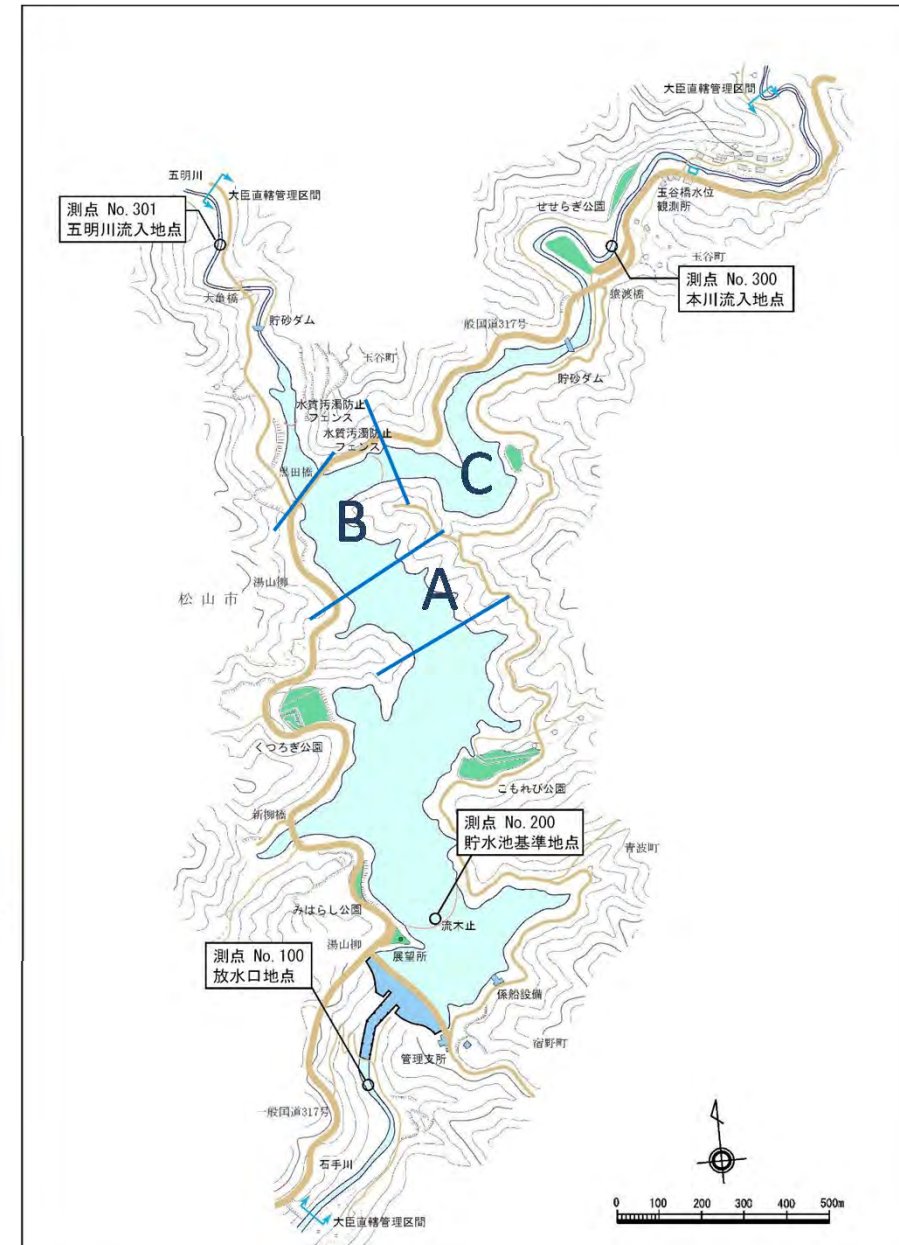
C地点：上流フェンスより上流側

⇒ B地点からの推定発芽量が最も多い(シェア率：57%)

⇒ 発生源としての寄与度が最も高い可能性



エリア	該当調査地点	アキネート発芽量 (akinetes/cm ²)	エリア底泥面積 (km ²)	発芽したアナベナ属糸状体数 (×10 ¹⁰ 糸状体)	シェア率 (%)
A地点 (下流フェンス～堆砂テラス肩)	下流フェンス下流	580	0.028	13.4	37.8
	下流フェンス上流	380			
B地点 (堆砂テラス肩～上流フェンス)	上流フェンス下流	440	0.046	20.2	56.9
	上流フェンス上流	26.7			
C地点 上流フェンスより上流域	貯水池上流端	46.7	0.051	1.87	5.3



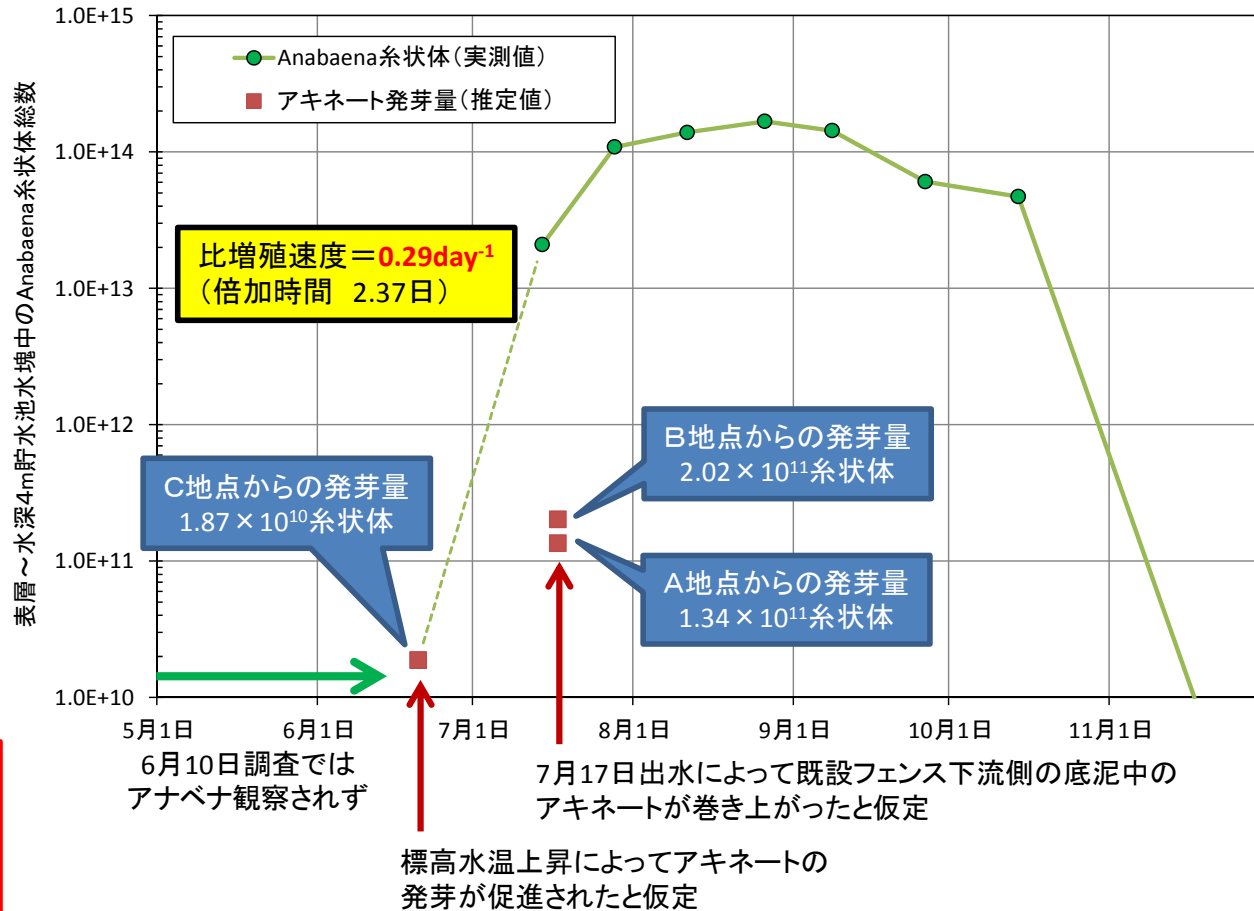
出典:平成26年度石手川ダム水質調査業務報告書

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(2) アオコ原因藻類の発生源を把握するための調査

[底泥からの発芽量と水塊中の存在量との比較]

- エリア毎の地点別アキネート発芽量と貯水池水塊中のアナベナ属の現存量を比較
⇒ アキネートの発芽とアナベナ属の増殖状況が必ずしも一致しない結果
- C地点でのアキネート発芽量と貯水池水塊中のアナベナ属現存量から比増殖速度を算出し文献値と比較
⇒ 想定される比増殖速度 0.29day^{-1} は既往の文献値($0.16\sim 0.20\text{day}^{-1}$)に比べて高い



アナベナ属のアキネートの発芽から増殖に至る過程を十分に把握できていない可能性

- 調査時期(アオコ発生後)の問題
→ 適切な調査時期の設定により対応
- エリア底泥面積の設定の問題
→ 底泥の性状(アオコの休眠環境として適切な範囲)を把握することで対応



次年度もアオコ発生源の範囲の特定やアキネート発芽条件について調査・解析を継続

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

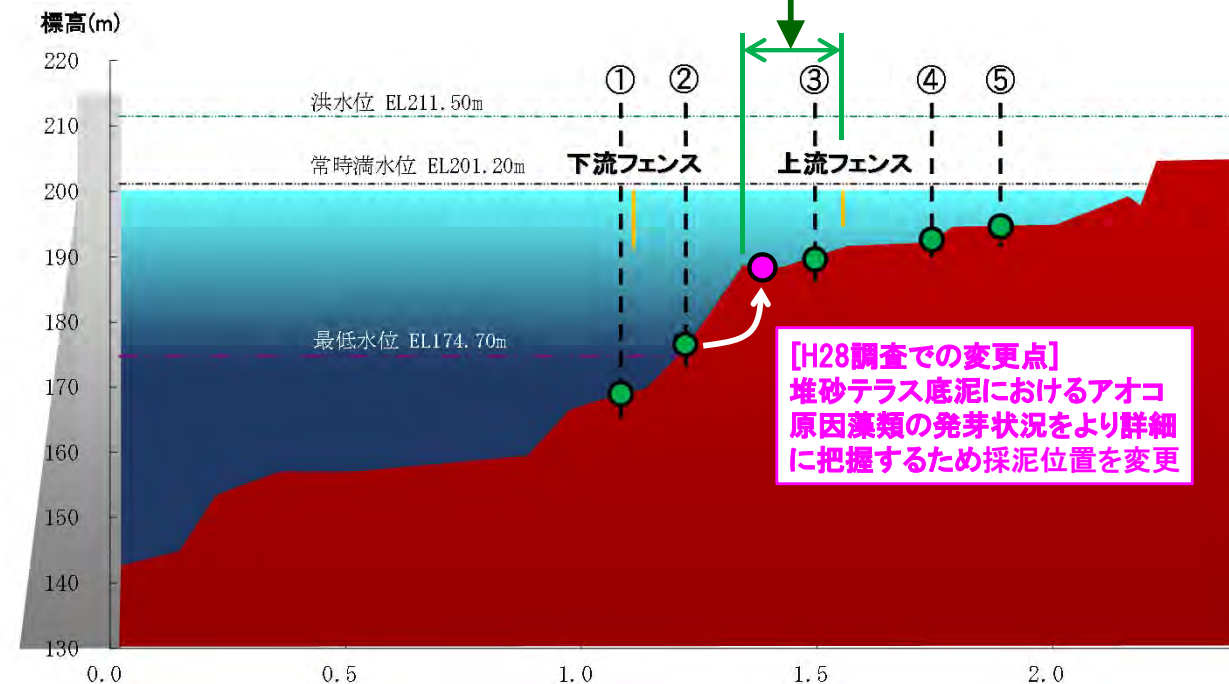
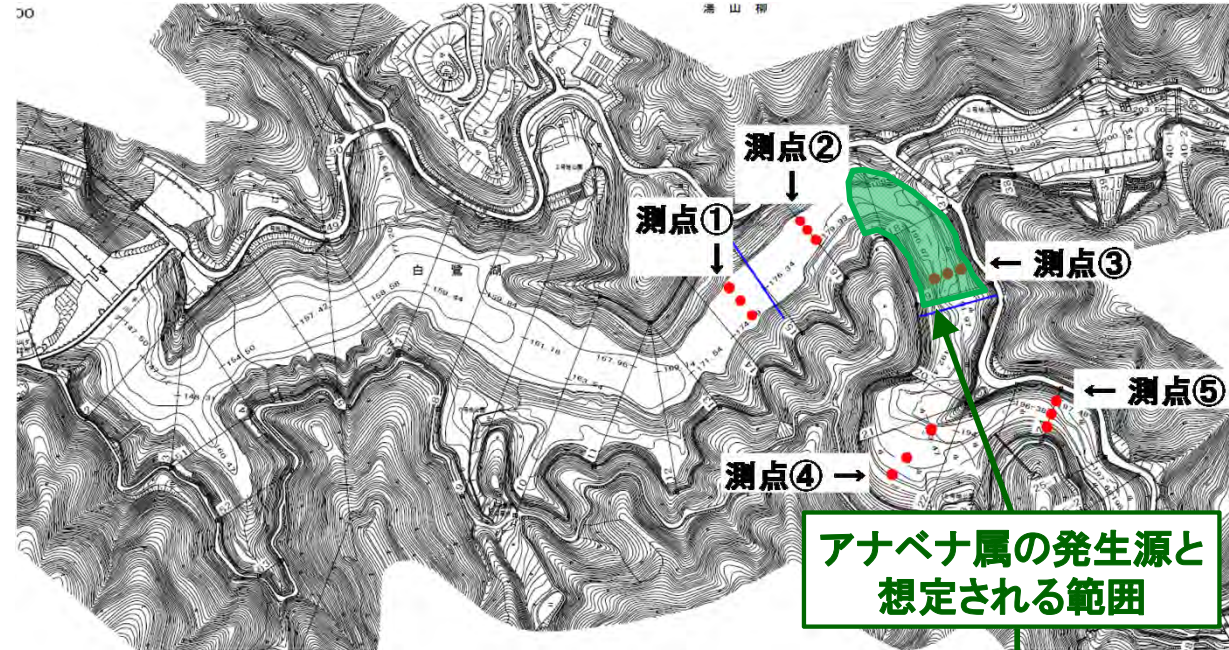
(2) アオコ原因藻類の発生源を把握するための調査

[まとめと課題]

- 発芽条件を満たす環境を有する堆砂テラス上でのアナベナ属の回帰率が高い
→ 当初想定「堆砂テラスはアオコ発生源」を支持する結果
- 発芽条件を満たさない「①新設フェンス下流」においてもアナベナ属の変化（6月→減少→9月→増加→11月）が確認
→ 当初想定していなかった貯水池深部も発生源となっている可能性
- 但し、出水に伴う底泥上のアオコ移送や増殖ピーク時に沈降したアオコの堆積等の影響も考えられる
- アオコピーク時に底泥調査を行うと、既に発芽増殖した藍藻類が沈降して再び堆積する影響も考えられる

- ⇒ 調査継続の必要性
- ⇒ 発生源として機能する範囲をより詳細に絞り込む必要性
- ⇒ 適切な調査時期の設定の必要性（アオコ発芽直後に調査実施）

出典：石手川ダム流量観測外業務成果報告書
湯山町

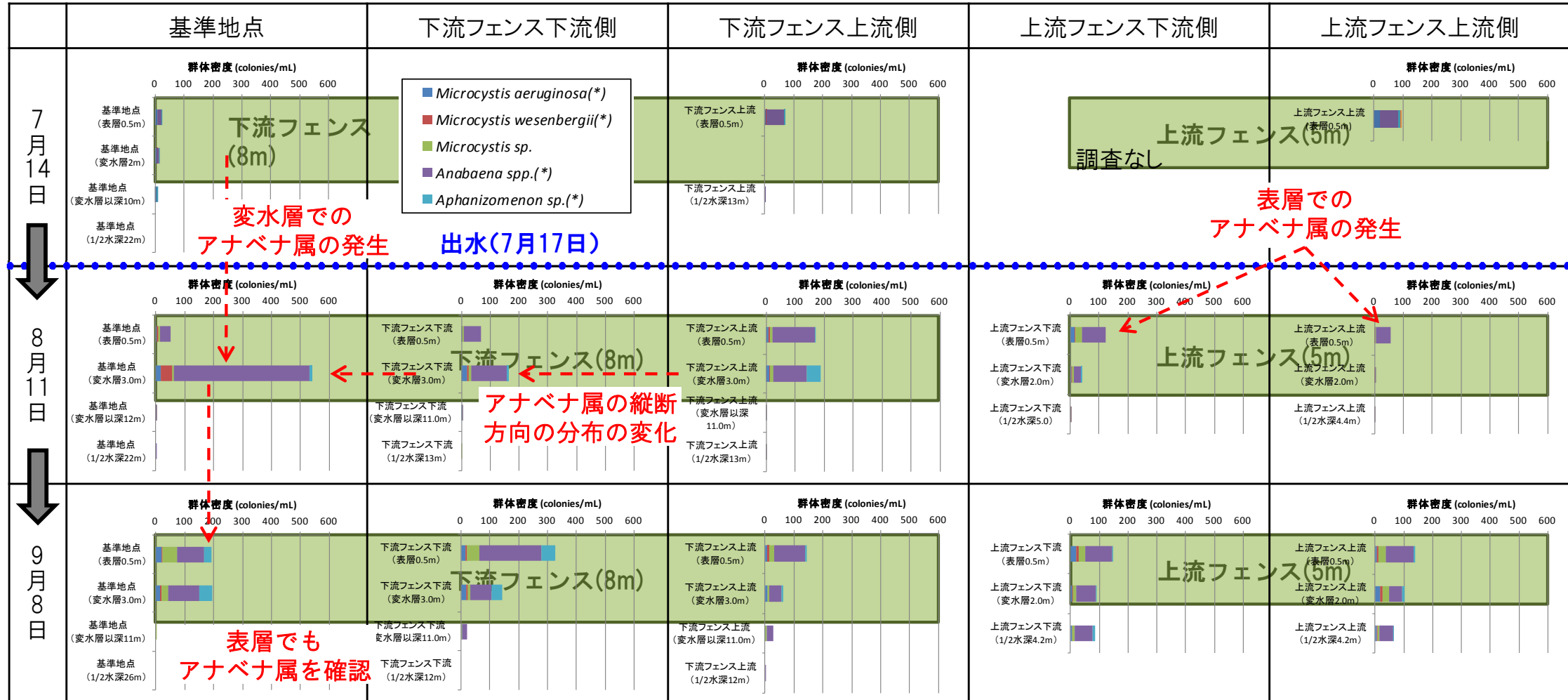
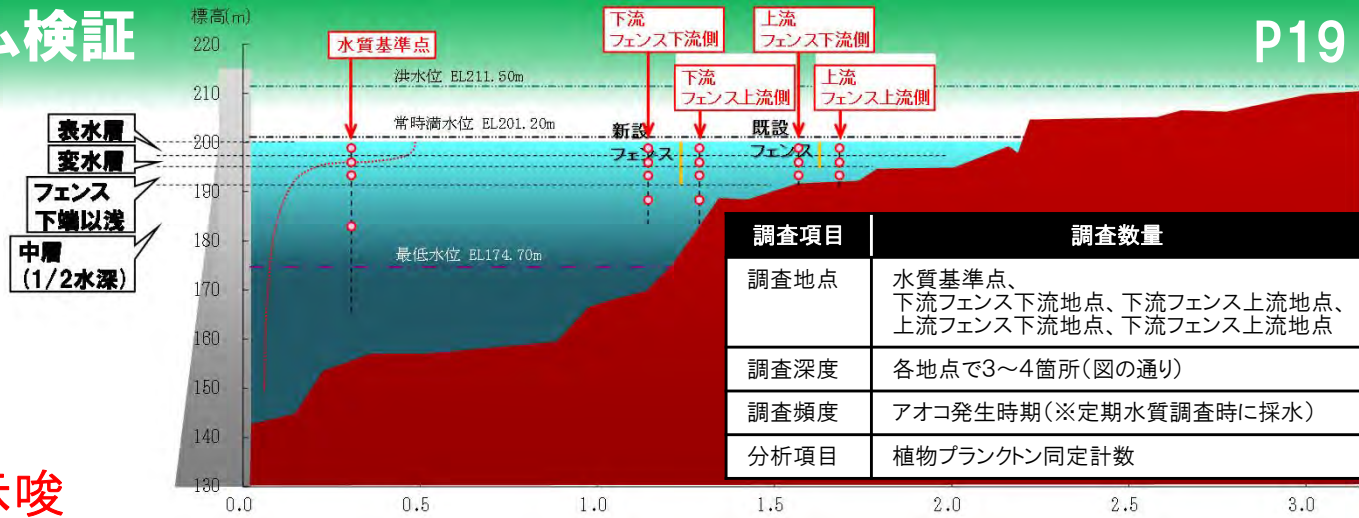


2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握するための調査

- 出水を契機に貯水池内のアナベナ属の分布が大きく変化
- 縦断方向にもアナベナ属の存在には大きな違いがある

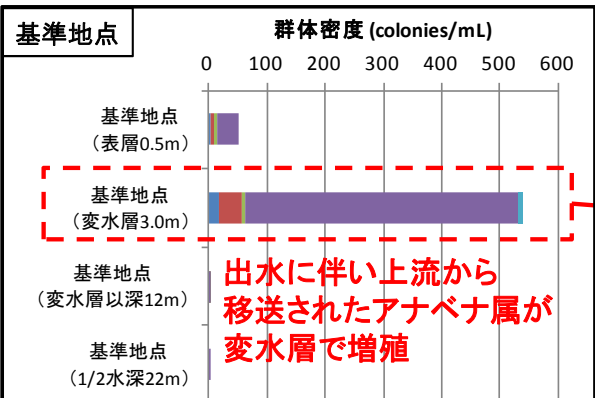
⇒ 生息環境の違いがあることを示唆



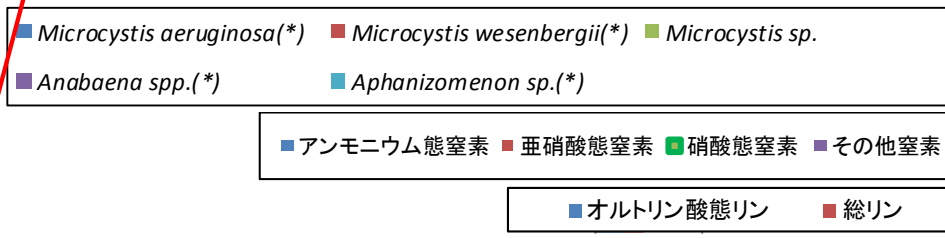
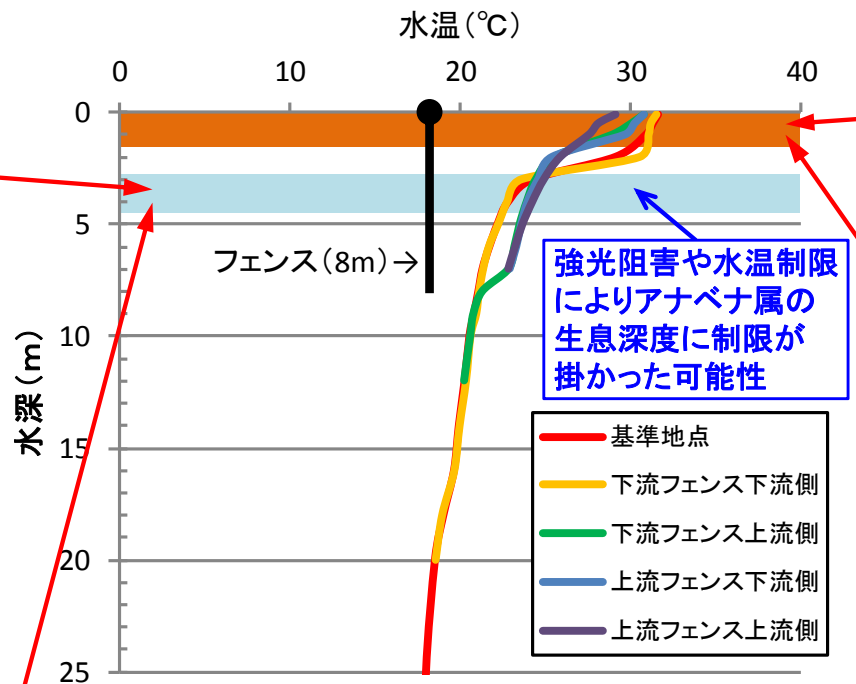
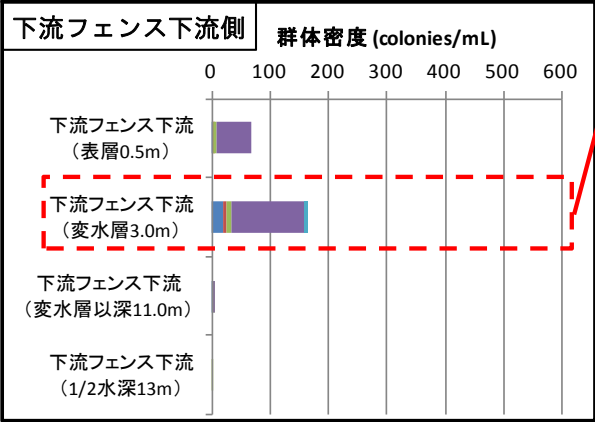
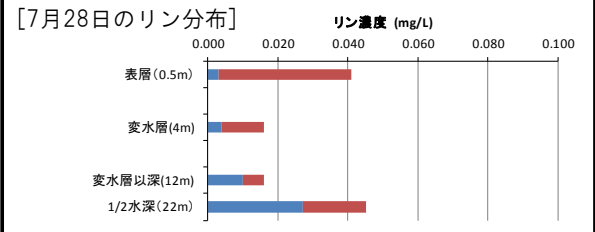
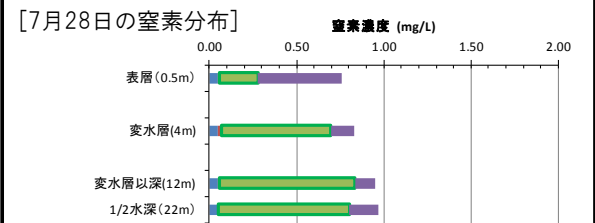
2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握するための調査

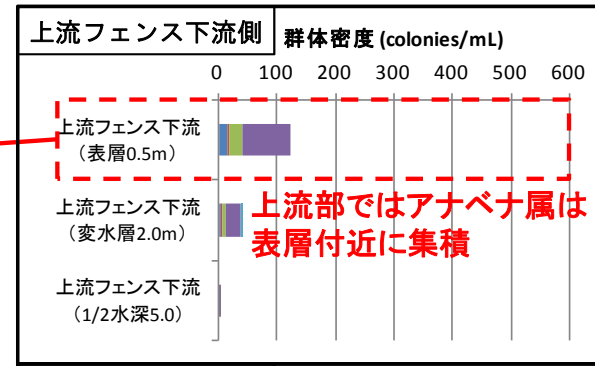
[8月11日の水温成層と生息藻類との関係]



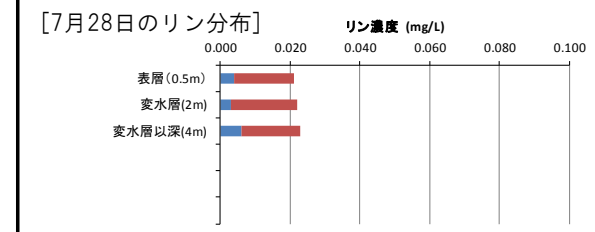
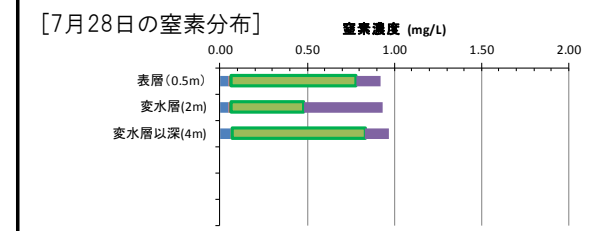
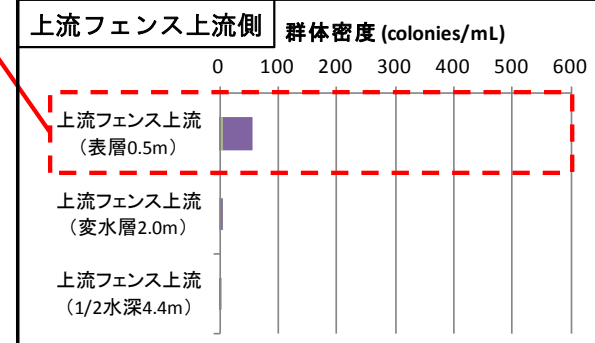
出水に伴い上流から移送されたアナベナ属が変水層で増殖



- 表層の硝酸態窒素は変水層よりも少ないが、枯渇はしていない
- 表層のオルトリン酸態リンは枯渇状態
→ リン制限の状態
⇒ 窒素制限によるアナベナ優占ではない



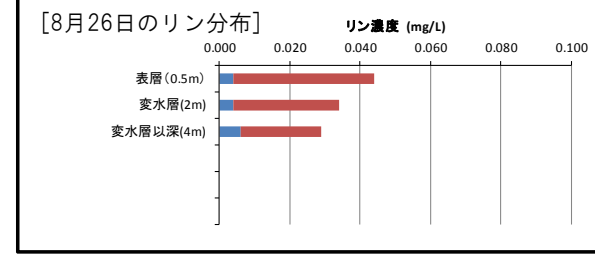
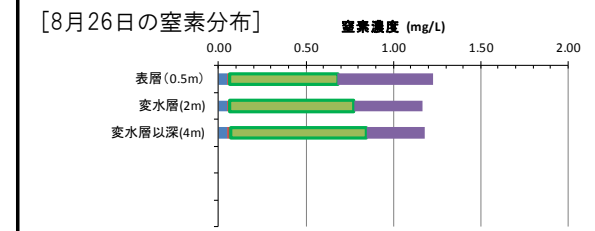
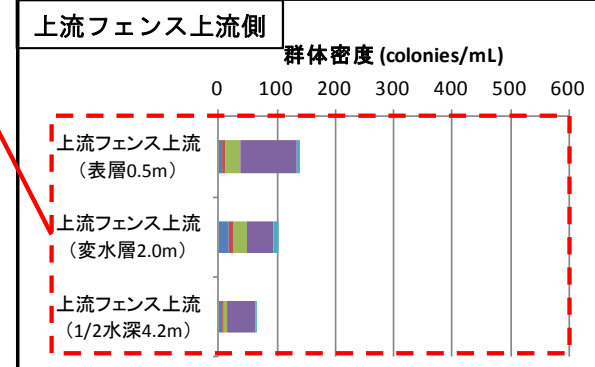
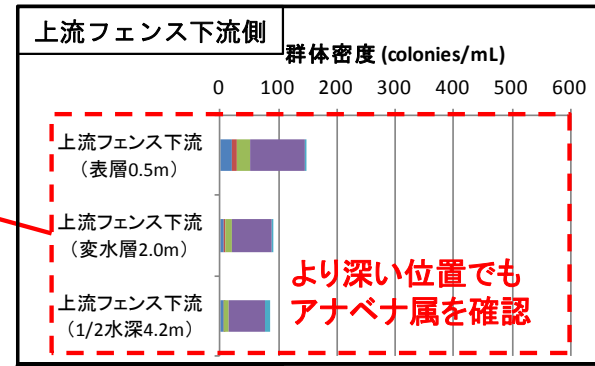
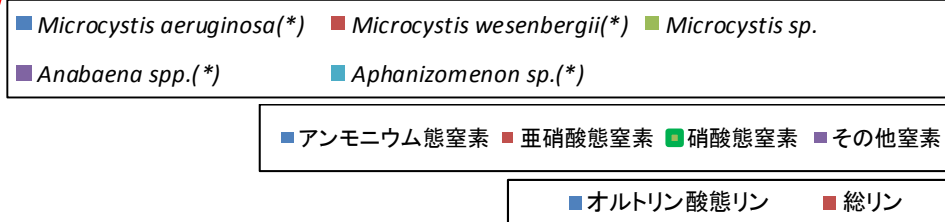
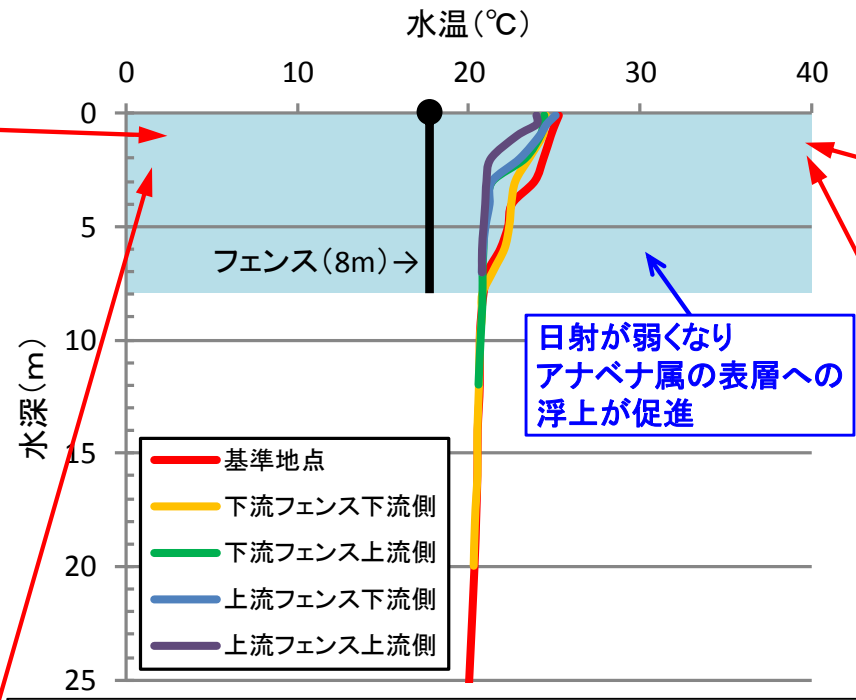
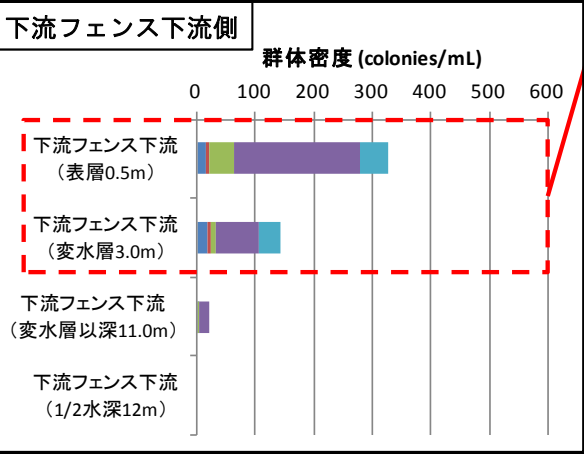
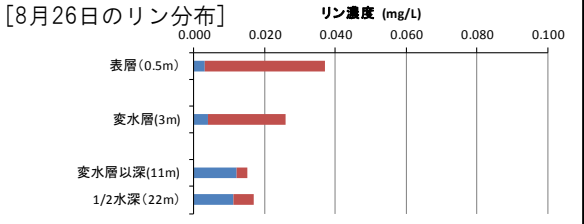
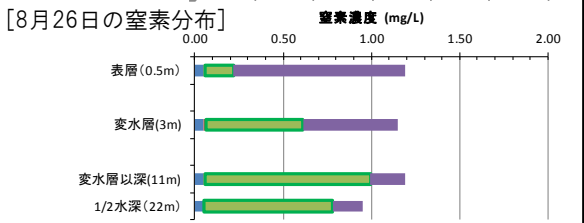
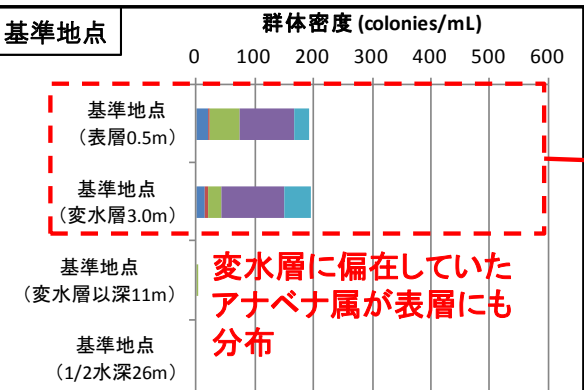
上流部ではアナベナ属は表層付近に集積



2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握するための調査

[9月8日の水温成層と生息藻類との関係]



• 日射が弱まることにより、変水層に留まっていたアナベナ属が表層まで浮上
 → アナベナ属の鉛直分布が変化
 ⇒ 強硬阻害の緩和によりアナベナ属の分布深度が変化した可能性

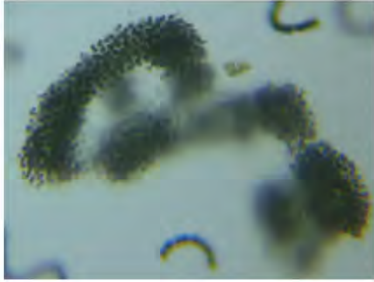

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握するための調査

[アナベナ属の詳細同定に基づく増殖環境の違いの考察]

- 石手川ダムで確認されるアナベナ属は *Anabaena* sp. として同定・計数されている
- 実際には螺旋型のトリコームを形成する *Anabaena muccosa* や *A. spiroides*、直鎖型のトリコームを形成する *A. viguieri* が混在している
- これらアナベナ属の生態的特徴は概ね一致するが、**光要求性に違い**がある

⇒ アナベナ属を詳細同定することによりフェンスにより分断された水塊の増殖環境の違いを推察することが可能

水質障害		アオコ	アオコ・かび臭		
原因藻類	属名	ミクロキスティス属	アナベナ属(螺旋形)	アナベナ属(直鎖型)	アフアニゾメノン属
	出現種	<i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Microcystis wesenbergii</i> <i>Microcystis ichthyoblabe</i>	<i>Anabaena spiroides</i> <i>Anabaena mucosa</i>	<i>Anabaena smithii</i> <i>Anabaena viguieri</i>	<i>Aphanizomenon klebahnii</i>
	写真				
	鉛直分布	ガス胞による浮力により表層に集積し、表水面を膜状に覆う。	ガス胞による浮力により表層に集積するが、膜状になるのは稀。	ガス胞による浮力により表層に集積するが、膜状になるのは稀。	ガス胞による浮力により表層に集積するが、スカム状にはならない。
生態的特徴	最適水温	25℃	23℃	23℃	23℃(但し、8℃以上で増殖できる)
	pH	8以上	8以上	8以上	8以上
	光要求性	高い	やや低い	低い	やや高い

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握するための調査

[アナベナ属の詳細同定に基づく増殖環境の違いの考察]

- アナベナ属がピークを示した8月11日の各調査地点の表層及び変水層のアナベナ属について詳細同定を実施

[表層の詳細同定結果]

	基準地点(0.5m)	下流フェンス下流(0.5m)	下流フェンス上流(0.5m)	上流フェンス下流(0.5m)	下流フェンス上流(0.5m)
<i>Microcystis aeruginosa</i>					
<i>Microcystis ichthyoblabe</i>	+	+			
<i>Microcystis wesenbergii</i>	+	+	+	+	+
<i>Anabaena mucosa</i>	++	+	++	++	+
<i>Anabaena spiroides</i>			+	+	+
<i>Anabaena viguieri</i>	+++	+++	++	+	+
<i>Aphanizomenon klebahnii</i>			+	+	

[変水層の詳細同定結果]

	基準地点(3.0m)	下流フェンス下流(3.0m)	下流フェンス上流(3.0m)	上流フェンス下流(2.0m)	上流フェンス上流(2.0m)
<i>Microcystis aeruginosa</i>			+		
<i>Microcystis ichthyoblabe</i>	+	+	+	+	+
<i>Microcystis wesenbergii</i>	+				
<i>Anabaena mucosa</i>	++	++	++	++	+
<i>Anabaena spiroides</i>			+	+	+
<i>Anabaena viguieri</i>	++++	+++	++	+	
<i>Aphanizomenon klebahnii</i>			+	+	

直鎖型のアナベナ属が多く観察されている

螺旋型のアナベナ属が多く観察されている

下流フェンスによって変水層に移送されたアナベナ属のうち、より光要求性の低い直鎖型のアナベナ属がフェンス下流側で有利に増殖できた可能性

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握するための調査

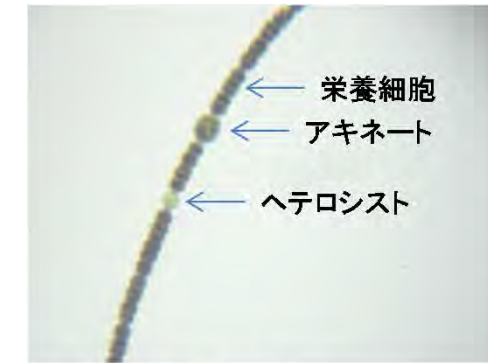
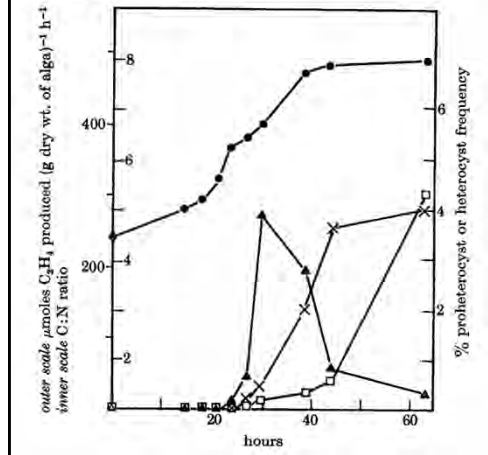
[アナベナ属のヘテロシスト形成率確認による窒素枯渇状況の推察]

- アナベナ属は窒素制限下ではヘテロシストと呼ばれる窒素固定能を有する細胞を形成し、窒素ガスを窒素源として利用することが可能
- 深刻な窒素制限下ほどヘテロシストの形成率が高まる(概ね5~10%)

⇒ アナベナ属のヘテロシスト形成率を確認することによりアナベナ属増殖域の窒素枯渇状態を把握することが可能

- アナベナ属がピークを示した8月11日の各調査地点の表層及び変水層のアナベナ属のヘテロシスト形成率を算出し、縦断鉛直方向での窒素枯渇状況を推察

窒素枯渇条件下でアナベナ属を培養すると
 ① 細胞内のC:N比の上昇(窒素欠乏)により
 ② ヘテロシストの形成が促進され、
 ③ 形成率が約4%になると窒素固定が活発化する



ヘテロシスト形成率(%)
 =ヘテロシスト総数/栄養細胞総数

調査地点やアナベナ属の種別に関わらずヘテロシスト形成率は0~1.58%と低頻度

[表層における種別ヘテロシスト形成率]

	基準地点(0.5m)	下流フェンス下流(0.5m)	下流フェンス上流(0.5m)	上流フェンス下流(0.5m)	上流フェンス上流(0.5m)
<i>Anabaena mucosa</i>	1.05	1.00	0.95	1.23	0.39
<i>Anabaena spiroides</i>	-	-	0.34	1.03	1.09
<i>Anabaena viguieri</i>	1.58	0.72	0.63	0.29	0.00

[変水層における種別ヘテロシスト形成率]

	基準地点(3.0m)	下流フェンス下流(3.0m)	下流フェンス上流(3.0m)	上流フェンス下流(2.0m)	上流フェンス上流(2.0m)
<i>Anabaena mucosa</i>	0.82	0.66	0.68	0.71	-
<i>Anabaena spiroides</i>	-	-	0.32	0.85	-
<i>Anabaena viguieri</i>	1.15	0.50	0.21	0.32	-

石手川ダムのアナベナ属の優占は窒素固定能に起因していない可能性が高い

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

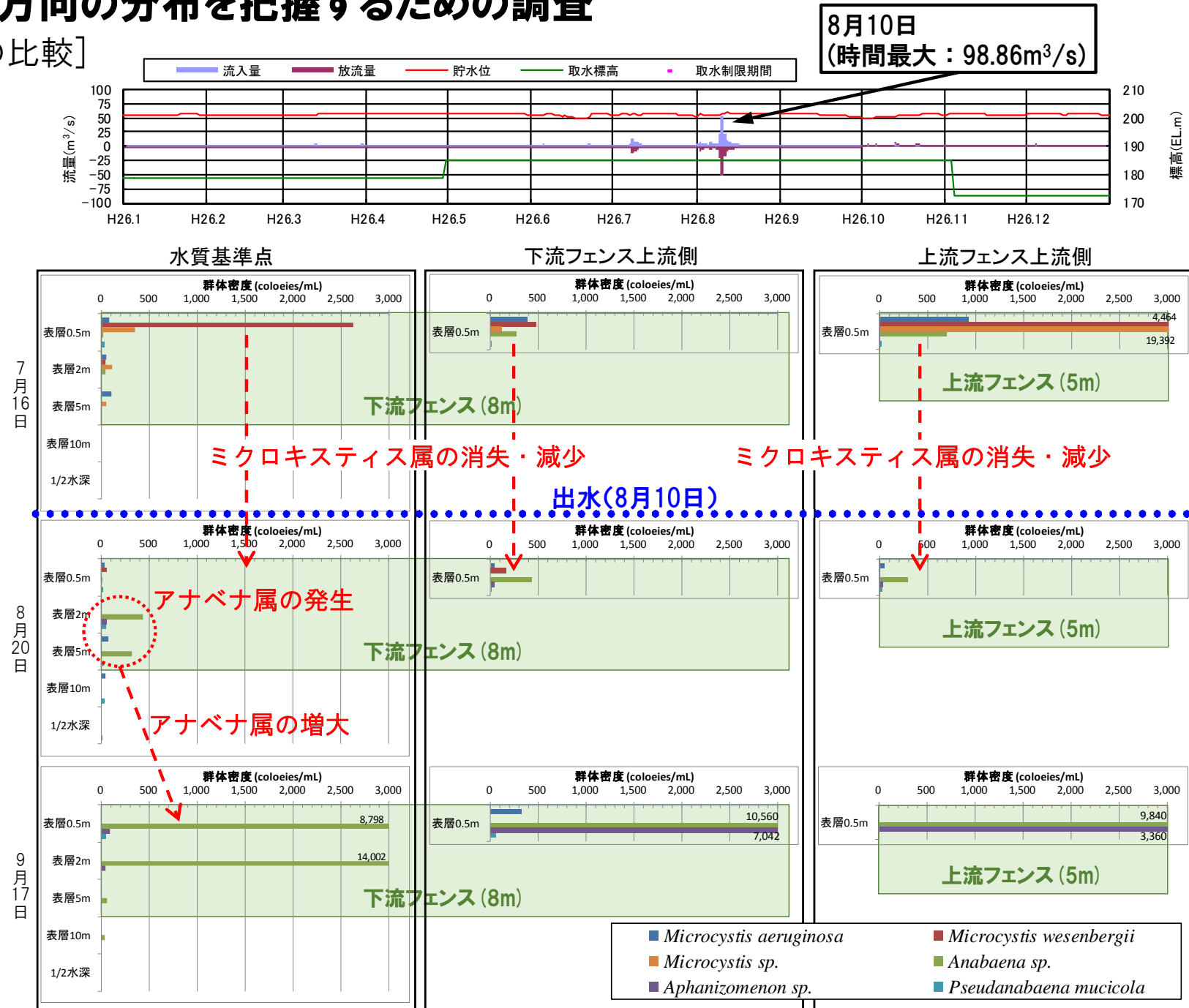
(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握するための調査

[平成26年度の現象推移との比較]

- 平成26年度は7月中旬に表層でミクロキスティス属が発生した後に出水を受けた
- 8月10日の出水後に変水層でアナベナ属の増殖が確認された
- 水温成層が弱化するするとアナベナ属が表層まで浮上し、増大した

⇒ 出水を受ける前の藻類発生状況には違いがあるが、出水後の状況は両年で酷似

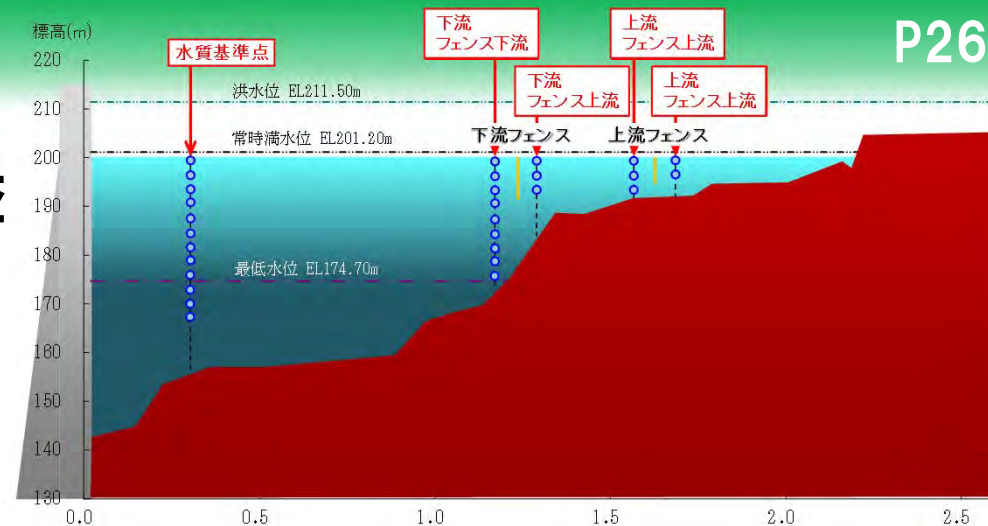
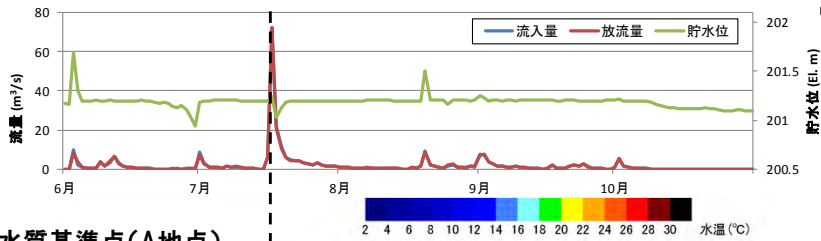
⇒ 出水に伴って藻類が移送され、移送後の環境に適合した藻類が増殖する特性



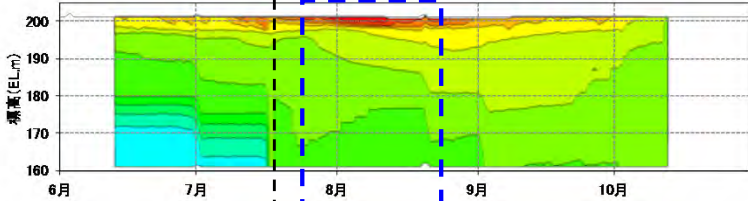
2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握

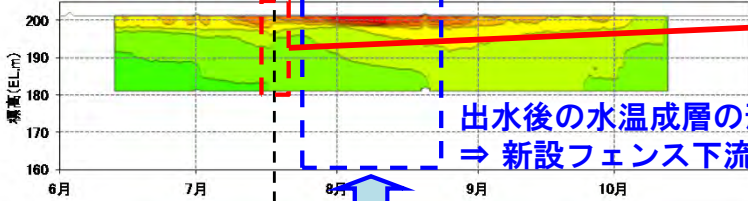
するための調査



■水質基準点(A地点)

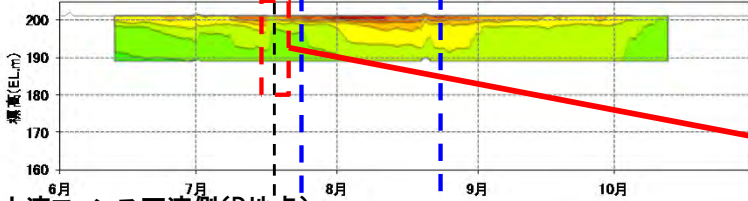


■下流フェンス下流側(B地点)

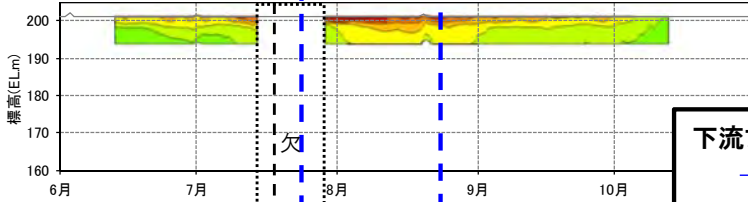


出水後の水温成層の形成状況に違い
⇒ 新設フェンス下流は強い水温成層が形成

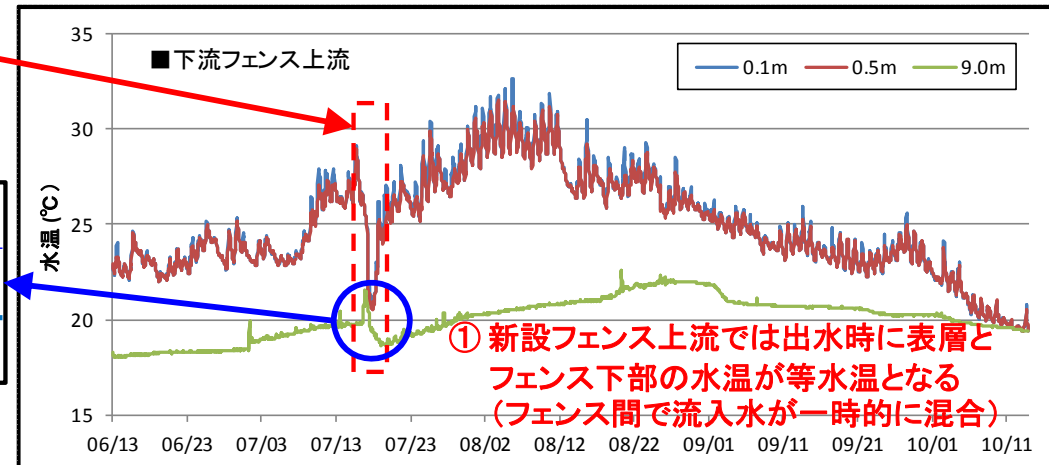
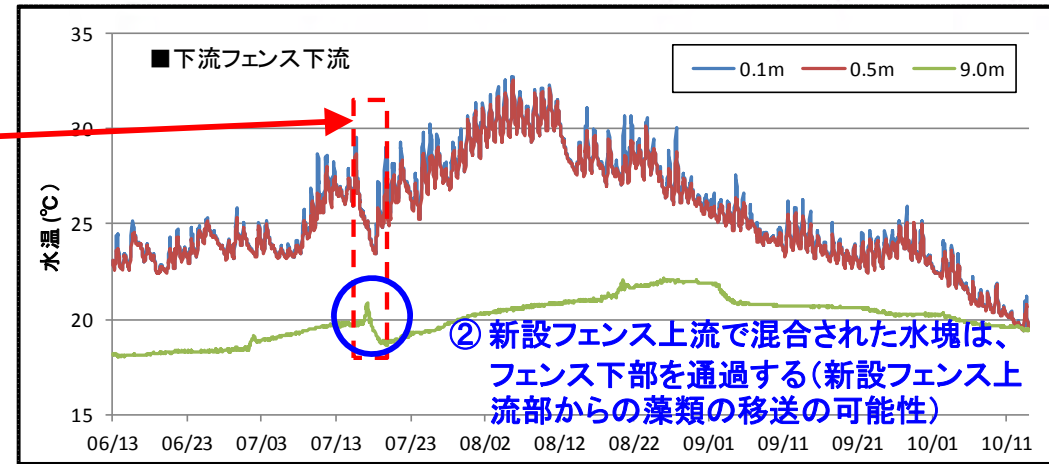
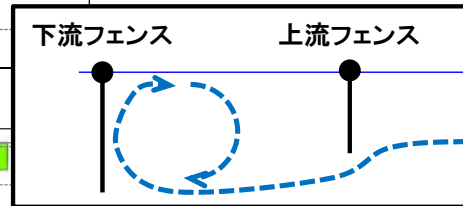
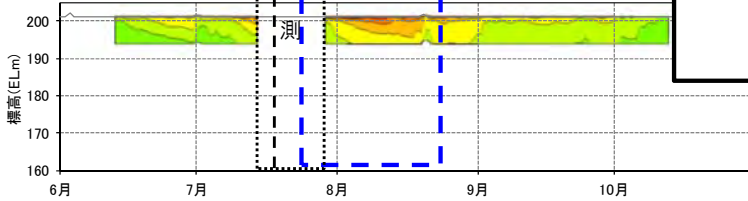
■下流フェンス上流側(C地点)



■上流フェンス下流側(D地点)



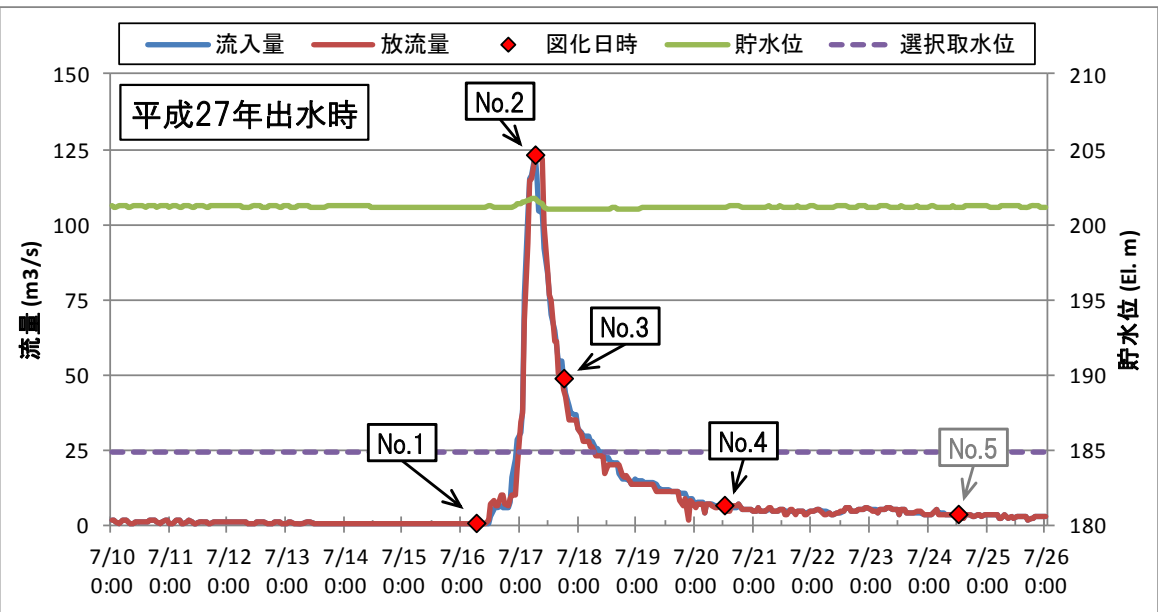
■上流フェンス上流側(E地点)



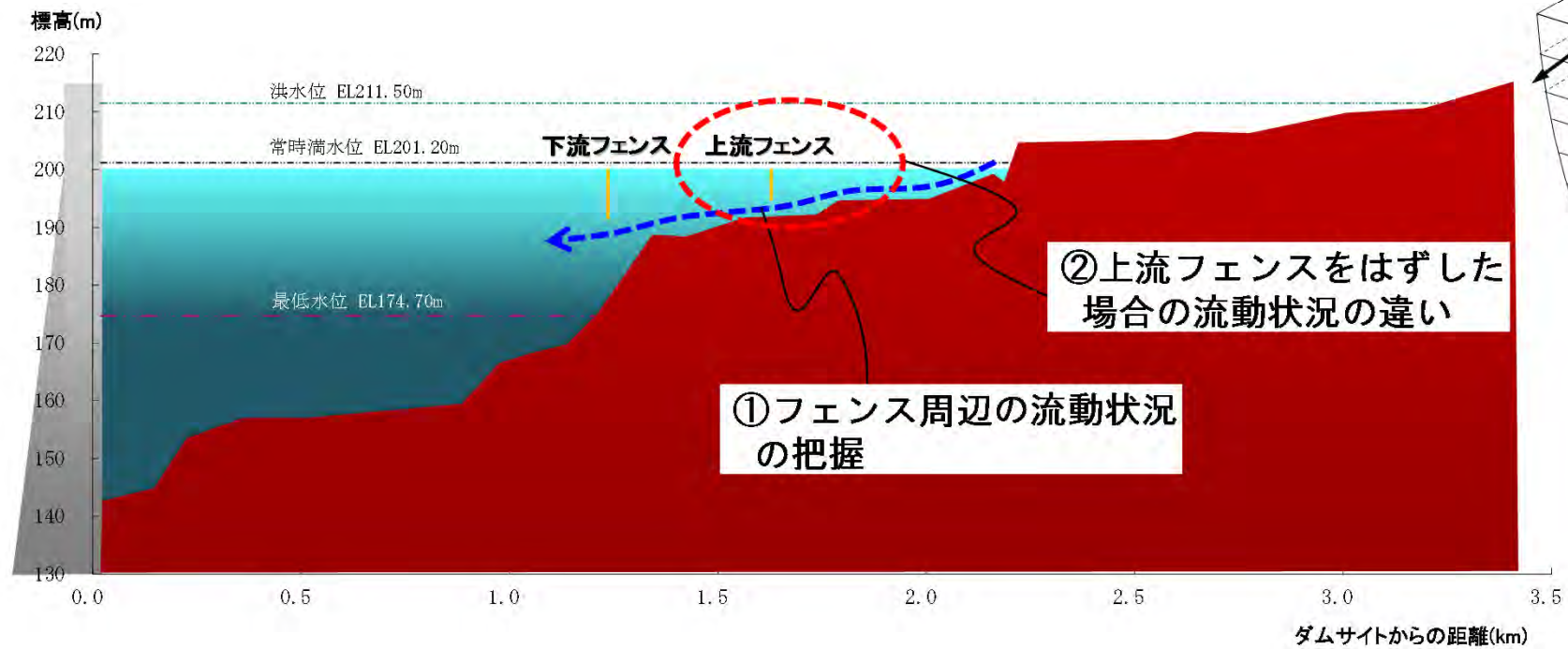
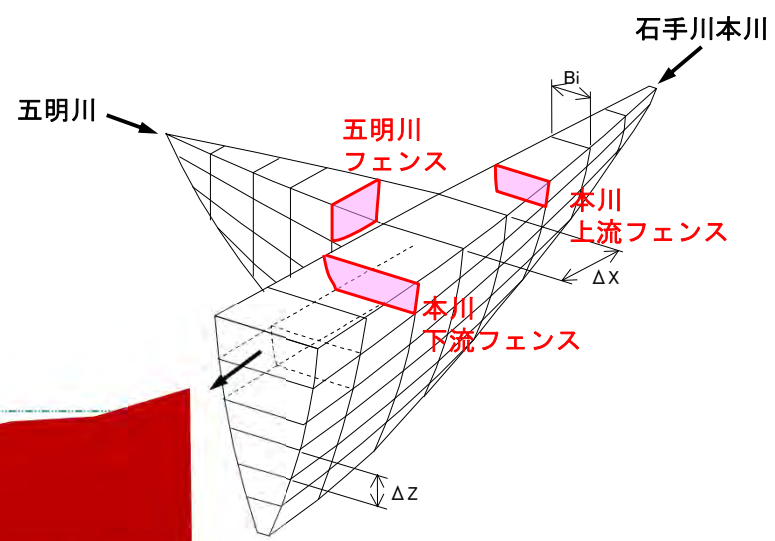
2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握するための調査

[流動シミュレーションを用いた湖内流動の把握]



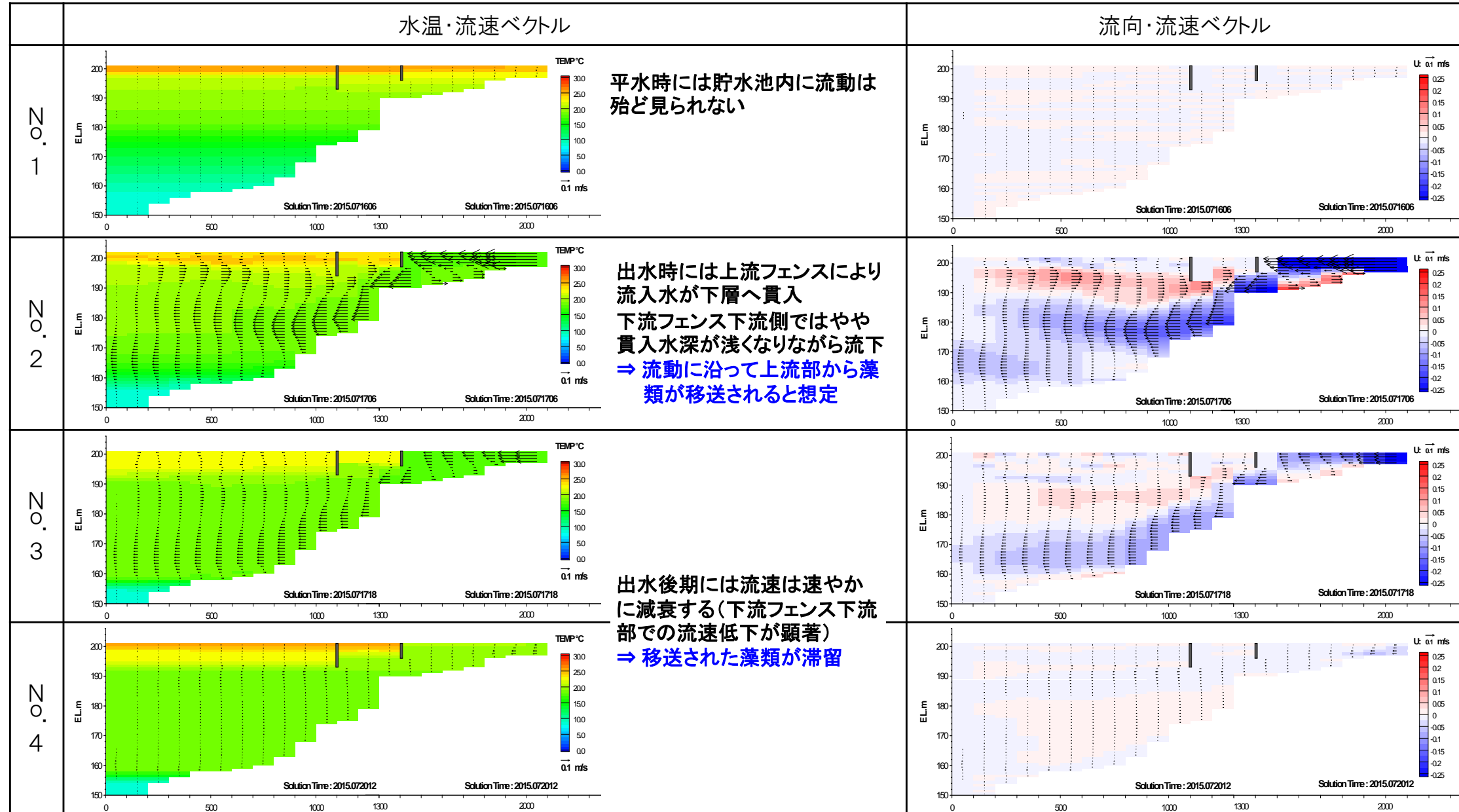
No	流況条件	日時・時刻	流入量 (m³/s)	放流量 (m³/s)	貯水位 (El. m)	選択取水位 (El. m)
1	平水時	2015/7/16 6:00	0.18	0.18	201.18	184.8
2	出水ピーク時	2015/7/17 6:00	122.72	122.18	201.7	184.8
3	出水ピーク12時間後	2015/7/17 18:00	48.79	44.95	200.98	184.8
4	出水ピーク84時間後	2015/7/20 12:00	6.35	5.81	201.19	184.8
5	出水ピーク(180時間後)	2015/7/24 12:00	3.65	3.68	201.19	184.8



2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(3) 藍藻類の鉛直・縦断方向の分布を把握するための調査

[流動シミュレーションを用いた湖内流動の把握]



平水時には貯水池内に流動は殆ど見られない

出水時には上流フェンスにより流入水が下層へ貫入
下流フェンス下流側ではやや貫入水深が浅くなりながら流下
⇒ 流動に沿って上流部から藻類が移送されると想定

出水後期には流速は速やかに減衰する(下流フェンス下流部での流速低下が顕著)
⇒ 移送された藻類が滞留

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

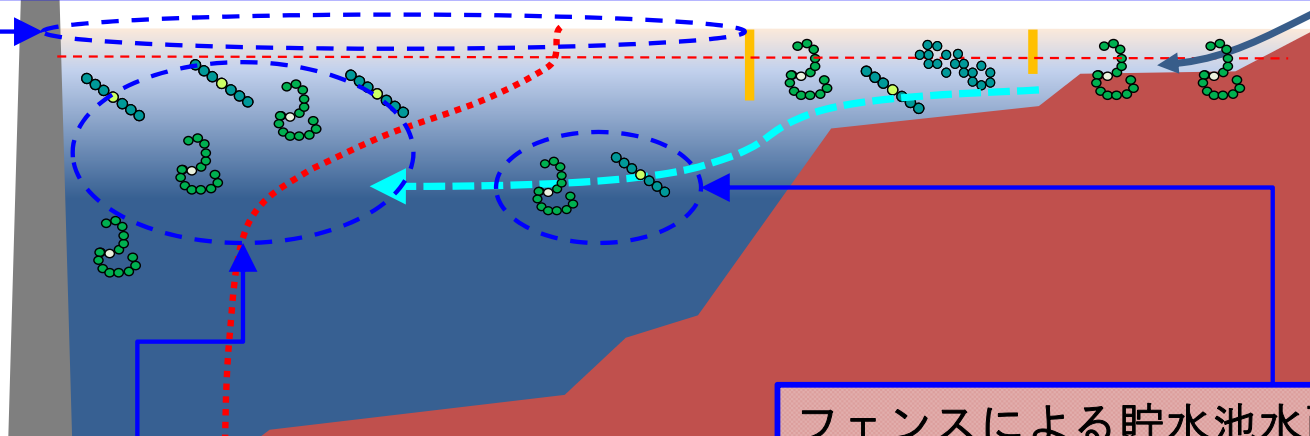
(4) まとめ～これまでに得られた知見

下流フェンス設置により表層付近の水温成層の形成が強化

⇒ 湖面～水深2mの範囲はミクロキスティス属がより集積しやすい環境

⇒ 水深2m以深は上流から流出してきたアナベナ属が蓄積されやすくなった可能性

- 下流フェンスにより表層付近の水温成層の形成は強化されていた
- 出水時に流出したアナベナ属は強固な変水層直下に集積した後に増殖した可能性が示された



下流フェンス設置により流入水の中層への貫入が促進
(流動制御効果の向上)

⇒ ダムサイト付近の表層への栄養塩類の供給が減少

⇒ 表層2mの範囲でのミクロキスティス属の増殖期間が限定

- フェンスによる流動制御により、出水時の流入水が中層に貫入しやすくなる
- これにより表層への栄養塩類の供給が抑制される
- 栄養塩要求性が高いミクロキスティス属の増殖が強く抑制される

フェンスによる貯水池水面の分割

⇒ 大型の群体を形成し高い浮力を有するミクロキスティス属の下流への流出が抑制

⇒ 浮力が比較的弱いアナベナ属の流出が促進

- 平水時の流入量は極めて少ないため、フェンス上流部からの藻類の移送は、出水時に限られる
- 今年度はアナベナ属が貯水池全面で優占したため、アオコ原因藻類種の違いによる下流への流出量の違いについては、確認できなかった

2. 今年度調査結果によるメカニズム検証

(5) 残された課題～次年度への展望

[課題①]

- 平水時の基準地点～新設フェンス下流地点間のアオコ原因藻類の動態(移送や増殖の過程)や水質・カビ臭との関係性が十分に把握できていない
 - ⇒ 定期調査における調査地点の追加
 - ⇒ 定期調査における鉛直方向の水質及びカビ臭濃度の計測
 - ⇒ アオコ発生時のアオコ原因藻類(藍藻類)の鉛直方向移動状況の計測

[課題②]

- 平水時及び出水時の流入水の貫入状況が十分に把握できていない
 - ⇒ 貯水池内の水温鉛直分布計測の継続 & 流入水温の計測

[課題③]

- 出水時負荷量及び出水後の水質・アオコ原因藻類の動態(移送や増殖の過程)が十分に把握できていない
 - ⇒ 出水時負荷量調査の実施
 - ⇒ 出水後の貯水池内の水質、アオコ原因藻類、カビ臭の計測

[課題④]

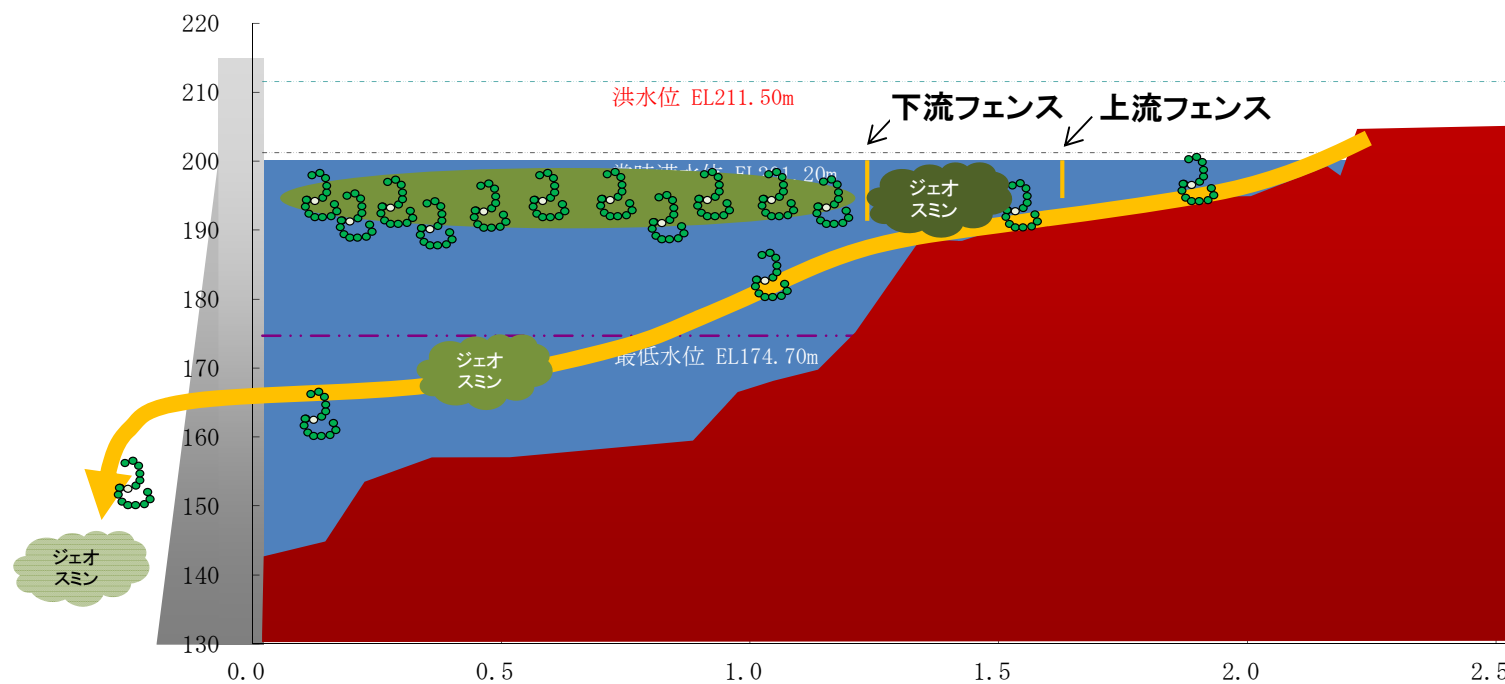
- 底泥のアオコ原因藻類の発生源は単年度調査に基づくもののため精査が必要
 - ⇒ 底泥調査の継続
 - ⇒ アオコ発芽後調査の時期を把握するためのモニタリング実施

3. 今後の対策計画(案)及びモニタリング調査計画(案)

(1) アオコ・カビ臭発生メカニズムを踏まえた今後の対策の方向性

水質保全対策検討の目的：「**景観障害の改善**」「**利水障害リスクの軽減**」

- 石手川ダム特性(栄養塩レベル・滞留時間等)を考慮すると「**景観障害の改善** (=アオコを発生させない)」は困難な可能性が高い
- 「**利水障害リスクの軽減** (=アナベナ属の優占種化)」はある程度コントロールできる可能性がある



[求められる貯水池環境]

カビ臭原因藻類(アナベナ属)の寡占的な増殖による貯水池表層での深刻なアオコ状態や下流河川でのカビ臭問題が発生しないようにする



[対策の方向性]

【優占的対策】

- ✓ 既存施設を活用した対策とその効果確認を実施（試験施工的取り組み）
 - ・ 下流フェンスの撤去によりアオコ原因藻類種の変化を促す（カビ臭発生前の環境に戻す）

【段階的対策】

- ✓ 既存施設の更なる活用による段階的な対策とその効果確認を実施
 - ・ フェンスの全撤去によりアオコ原因藻類種の変化をさらに促す（フェンス設置前の環境に戻す）
 - ・ 表層付近の流動を促進する対策の実施（アオコ増殖環境の破壊促進）

【恒久的対策】

- ✓ アオコ発生源の環境を改変する対策とその効果確認を実施
 - ・ 堆砂テラスの土砂撤去によりアオコ発生源からの供給を抑制する
 - ・ 既設フェンスの改良(フェンス長の延伸、フェンス設置位置の変更)によりアオコ増殖環境を改変する
 - ・ 曝気循環施設等の導入により貯水池内でのアオコ増殖環境を破壊する
 - ・ プロペラ式循環装置等の導入により発生したアオコを回収して湖底(無光層)へ移送することでアオコの異常発生・集積を抑制する

3. 今後の対策計画(案)及びモニタリング調査計画(案)

(1) アオコ・カビ臭発生メカニズムを踏まえた今後の対策の方向性

平成28年度実施の対策(案)：下流フェンスの撤去による試験施工

① 試験施工によりカビ臭発生が大幅に減少した場合

- 引き続き平成29～30年度においてモニタリングを実施し、カビ臭が高濃度で発生しない場合は水質対策を完了する
⇒ モニタリングの観測結果についてはとりまとめを行い、委員会に報告する
- 但し、平成29～30年度においてカビ臭が高濃度で発生した場合は、更なる対策について検討を行う
⇒ 段階的対策、恒久的対策 等

② 試験施工によりカビ臭の発生が変わらない場合

- 平成29年度より更なる対策について検討を行う
⇒ 段階的対策、恒久的対策 等



3. 今後の対策計画(案)及びモニタリング調査計画(案)

(2) 次年度のモニタリング調査計画(案)

[平成27年度調査を踏まえた次年度調査提案]

H27調査	調査目的	調査概要	調査成果	次年度調査提案
定期調査	ダム貯水池における水質及び植物プランクトンの状態監視を行い、石手川ダムにおけるアオコ及びカビ臭発生メカニズムの解明、水質汚濁防止フェンスの効果検証に資する基礎的な情報を取得する。	水質基準点、新設フェンス下流、新設フェンス上流、既設フェンス下流、既設フェンス上流の計4地点において、月1回の頻度で水質項目及び植物プランクトンを計測した。 調査深度は、表層・変水層・フェンス下端・1/2水深を基本として実施した。	8月11日のアオコ原因藻類およびpHは、新設フェンス下流側2地点(新設フェンス下流側、水質基準地点)では変水層(3m)、新設フェンス上流側3地点(新設フェンス上流、既設フェンス下流、既設フェンス上流)では表層(0.1m)でピークを示しており、新設フェンスを境界として上下流で植物プランクトンの鉛直分布に違いがあることが確認された。このことから、新設フェンス上流域で発生したアオコ原因藻類は、新設フェンスによる流動制御によってフェンス下流の変水層へと輸送されるものと考えられた。	石手川ダムにおける貯水池内流況は出水時に大きく変動する可能性が高い(詳細は下記貯水池内水温鉛直分布調査を参照)。つまり、水質汚濁フェンスの効果は出水時に最も顕著に表れるものと想定される。 このことから、浮上式フェンス効果調査および補間調査は定期的に行うことに加えて、出水後に集中して実施することが望ましいといえる。併せて出水時に流入する負荷量についても調査することが必要である。 また、新設フェンス下流～基準地点間の水質及び植物プランクトン及びジェオスミン濃度の変化を把握できるよう、調査地点を追加することが望ましい。
浮上式フェンス効果調査(鉛直水温等計測)	貯水池内の水温等の水平・鉛直分布を計測し、石手川ダムにおけるアオコ及びカビ臭発生メカニズムの解明、水質汚濁防止フェンスの効果検証に資する基礎的な情報を取得する。	水質基準点、新設フェンス下流、新設フェンス上流、既設フェンス下流、既設フェンス上流の計4地点において、6月から10月まで月2回の頻度で多項目水質計を用いて水温、pH、濁度、DO、ECの鉛直分布を計測した。	しかし、各調査項目ごとの採水日時、採水地点が異なるため、経時的なアオコおよびカビ臭発生状況と栄養塩環境の関係性に不明瞭な点が残った。 また、新設フェンス下流から基準地点間で植物プランクトンの組成や存在量に変化が見られたが、その間の変化状況は把握することができなかった。 カビ臭物質(ジェオスミン)の縦断方向及び鉛直方向の分布についても把握することができなかった。 出水時の流入負荷量がその後の藻類増殖に与える影響についても十分把握されていない。 平常時に藍藻類が栄養塩を摂取している深度がどの程度までなのかについても情報が得られていない。	以上のことから、来年度調査では、出水時及び出水後の貯水池内流動に着目した詳細調査を実施するとともに、下流フェンスの撤去を踏まえて、下流フェンス下流～基準地点間に調査地点を1点追加するとともに、下流フェンス～上流フェンス間での調査地点の再配置を行い、水質・植物プランクトン・ジェオスミン濃度の把握を行う。 また平常時に藍藻類が栄養塩を摂取している深度を把握するため、クロロフィルaの鉛直分の日間変化を計測する。
補間調査(栄養塩類・植物プランクトン・カビ臭)	石手川ダムにおける定期水質調査を補間することを目的とし、栄養塩類、植物プランクトンおよびカビ臭物質(ジェオスミン、2-MIB)の水平・鉛直分布の違いを確認する。	6月から10月の定期水質調査時、および臨時採水(定期調査の中間日に実施)時に貯水池内縦断・鉛直方向で採水を実施し、栄養塩類、植物プランクトンおよびカビ臭物質の分析を実施した。	アオコ発生源をより詳細に把握するため来年度も継続して底泥性状調査を実施する。 なお、本年度のアオコ発生後調査はアオコ発生ピーク(9月8日)後に実施されていたため、マイクロキスティス属の回帰量が把握できなかったことから、来年度調査ではできるだけアオコ発生直後に調査を実施する必要があることから、アオコ発生直後に的確に察知できるよう、フィルター法による湖面確認を行う。	<p>【出水時負荷量調査の実施】 【出水後調査の実施】 【調査地点の追加(補助地点)及び再配置】 【調査項目にジェオスミンを追加】</p>
底泥性状調査	石手川ダムにおけるアオコ発生源を特定することを目的とし、貯水池縦断方向の底質性状を把握するとともに、アオコ発生前後の底泥中のアオコ休眠細胞密度の変化から発芽量および堆積量を検証する。	新設フェンス下流、新設フェンス上流、既設フェンス下流、既設フェンス上流と貯水池上流端において横断方向3地点より採泥を実施した。採泥はアオコ発生前(6月4日)、アオコ発生後(9月9日)、アオコ衰退後(11月30日)に実施し、底質性状およびアオコ原因藻類の休眠細胞を分析した。	アオコ発生後調査はアオコ発生ピーク(9月8日)後に実施されていたため、マイクロキスティス属の回帰量が把握できなかったことから、来年度調査ではできるだけアオコ発生直後に調査を実施する必要があることから、アオコ発生直後に的確に察知できるよう、フィルター法による湖面確認を行う。	<p>【フィルター法の実施～調査時期の改善】</p>
貯水池内水温鉛直分布調査	石手川ダムにおけるフェンスを跨いだアオコ原因藻類の輸送状況等を把握することを目的として、貯水池内4地点に深度方向に水温計を設置し、フェンスにより分断された水塊ごとの水温鉛直分布の違い、および表層水温の日変化による一次躍層の消長の状況を検証する。	水質基準点、新設フェンス下流、新設フェンス上流、既設フェンス下流、既設フェンス上流および貯水池上流端の計5地点において表層から湖底まで(深度0.1m、0.5m、以下10m深まで1m間隔、20m深まで2m間隔、40mまで5m間隔)水温計を設置し、6月13日0時から1時間ごとに水温を計測した。	データ欠損期間はあるものの、概ね貯水池内の水温鉛直分布の違いを把握することができた。石手川ダムでは6月から10月上旬では表層水温の日変化による一次躍層の消長はみられず、この期間のフェンスを跨いだアオコ原因藻類の輸送は出水時(発電取水停止時)に限定されると考えられた。	貯水池内水温鉛直分布調査によって得られたフェンスによって分断された水塊毎の水温鉛直分布の違いは、アオコ発生メカニズムの検証や水質汚濁防止フェンスの効果検証に有益な情報であることから、来年度も調査を継続する。 また、流入水温を計測するため、本川と五明川流入末端を新たに計測地点に加える。 【流入水温の計測】

3. 今後の対策計画(案)及びモニタリング調査計画(案)

(2) 次年度のモニタリング調査計画(案)

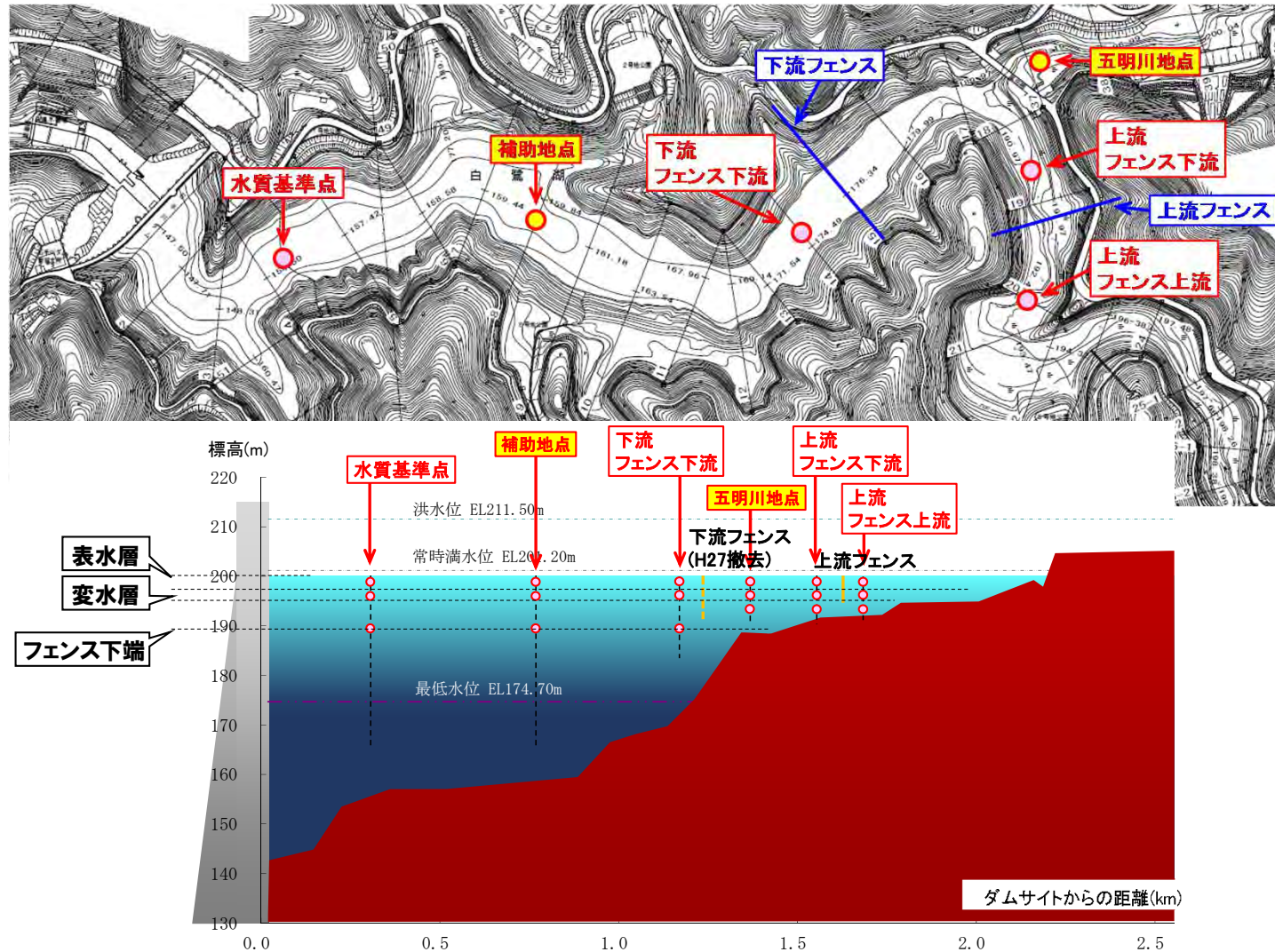
[定期調査における調査地点の追加]

- 基準地点～新設フェンス下流地点間のアオコ原因藻類の動態(移送や増殖の過程)や水質・カビ臭との関係性が把握できる配置

⇒ 「補助地点」及び「五明川地点」の追加設定

出典: 石手川ダム流量観測外業務成果報告書

仕様	調量
分析項目 ・計測 ・分析	水温、濁度、pH、EC、クロロフィルa 植物プランクトン、ジェオスミン T-N、NO ₃ -N、NO ₂ -N、NH ₄ -N T-P、PO ₄ -P
調査深度 ・計測 ・分析	0.1m, 0.5m, 1～20mまで1m間隔、 以降5m間隔 表層0.5m、変水層(概ね3m) フェンス下端より1m ・基準地点: 9m ・補助地点: 9m ・下流フェンス下流: 9m ・上流フェンス下流: 6m ・上流フェンス上流: 6m ・五明川: 6m
調査時期	5月～11月 ※上記以外の月は定期水質調査に 倣う



3. 今後の対策計画(案)及びモニタリング調査計画(案)

(2) 次年度のモニタリング調査計画(案)

[出水後調査]

- 平水時のダム貯水池への流入量は小さく、結果として貯水池内の水温構造は安定した状態を維持
 - 出水時は流入水量の増加等によって貯水池内が攪乱され、急激な貯水池内水温構造の変化が促進
 - H27.7.17出水では新設フェンス上流において表層からフェンス下端(9m)までの水塊が混合し、フェンス下流へと水塊が貫入（出水後に急激なアオコの発達を観測）
 - ダム下流の市之井出浄水場においても出水時にのみジェオスミン濃度が急激に増加
- ⇒ 出水時の貯水池内流動はアオコ発生や新設・既設フェンス間でのアオコやカビ臭物質の移送に重大な影響を及ぼしている
- ⇒ 出水による急激な水質および植物プランクトン群集の変化は、定期調査では把握が困難
- ⇒ **出水直後の貯水池内水質、植物プランクトン、ジェオスミンの挙動を調査**

調査項目	栄養塩(T-N, NO ₃ -N, NO ₂ -N, NH ₄ -N, T-P, PO ₄ -P)、植物プランクトン、ジェオスミン
調査方法	バンドン採水後、室内分析による
調査期間	6月から10月の出水(発電取水停止時)を基準日として1日後、3日後、7日後(計3回)
調査地点	水質基準点、3水深 (表層0.5m、変水層(3m)、新設フェンス以深(9m)) 補助地点、各3水深 (表層0.5m、変水層(3m)、新設フェンス以深(9m)) 下流フェンス下流地点、3水深 (表層0.5m、変水層(3m)、新設フェンス以深(9m)) 上流フェンス下流地点、3水深 (表層0.5m、変水層(3m)、新設フェンス以深(6m)) 上流フェンス上流地点、3水深 (表層0.5m、変水層(3m)、新設フェンス以深(6m)) 五明川地点、3水深 (表層0.5m、変水層(3m)、既設フェンス以深(6m))

調査項目	水温、濁度、pH、DO、EC、Chl-a
調査方法	多項目水質計による
調査期間	6月から10月の出水(発電取水停止時)を基準日として1日後、3日後、7日後(計3回)
調査地点	貯水池基準地点 (0.1m,0.5m,1m~20mまで1m間隔、以降5m間隔) 補助地点 (0.1m,0.5m,1m~20mまで1m間隔、以降5m間隔) 下流フェンス下流地点 (0.1m,0.5m,1m~20mまで1m間隔、以降5m間隔) 上流フェンス下流地点 (0.1m,0.5m,1m~湖底まで1m間隔) 上流フェンス上流地点 (0.1m,0.5m,1m~湖底まで1m間隔) 五明川地点 (0.1m,0.5m,1m~湖底まで1m間隔)

(2) 次年度のモニタリング調査計画(案)

[底泥調査(アオコ発生直後)時期把握のためのモニタリング]

- 発芽条件を満たす環境を有する堆砂テラス上でのアナベナ属の回帰率が高い
→ 「堆砂テラスが発生源」を支持する結果
- 発芽条件を満たさない「①新設フェンス下流」においてもアナベナ属の増減を確認
→ 貯水池深部も発生源の可能性あり
→ 出水に伴う底泥上のアオコ移送や増殖ピーク時に沈降したアオコの堆積等の影響を受けている可能性も

⇒ 底泥調査を継続し、発生源として機能しうる範囲を詳細に絞り込む

※アオコピーク時の底泥調査は、既に発芽増殖した藍藻類の沈降～堆積の影響も考えられる
⇒ 適切な調査タイミングで実施することが重要
⇒ 目視でアオコ発生初期を確認することは困難

⇒ 湖面巡視時にフィルター法で湖面調査
※カビ臭発生リスクを早期に察知する際にも活用可能 (P42参照)



(2) 次年度のモニタリング調査計画(案)

[フィルター法によるアオコ確認方法]



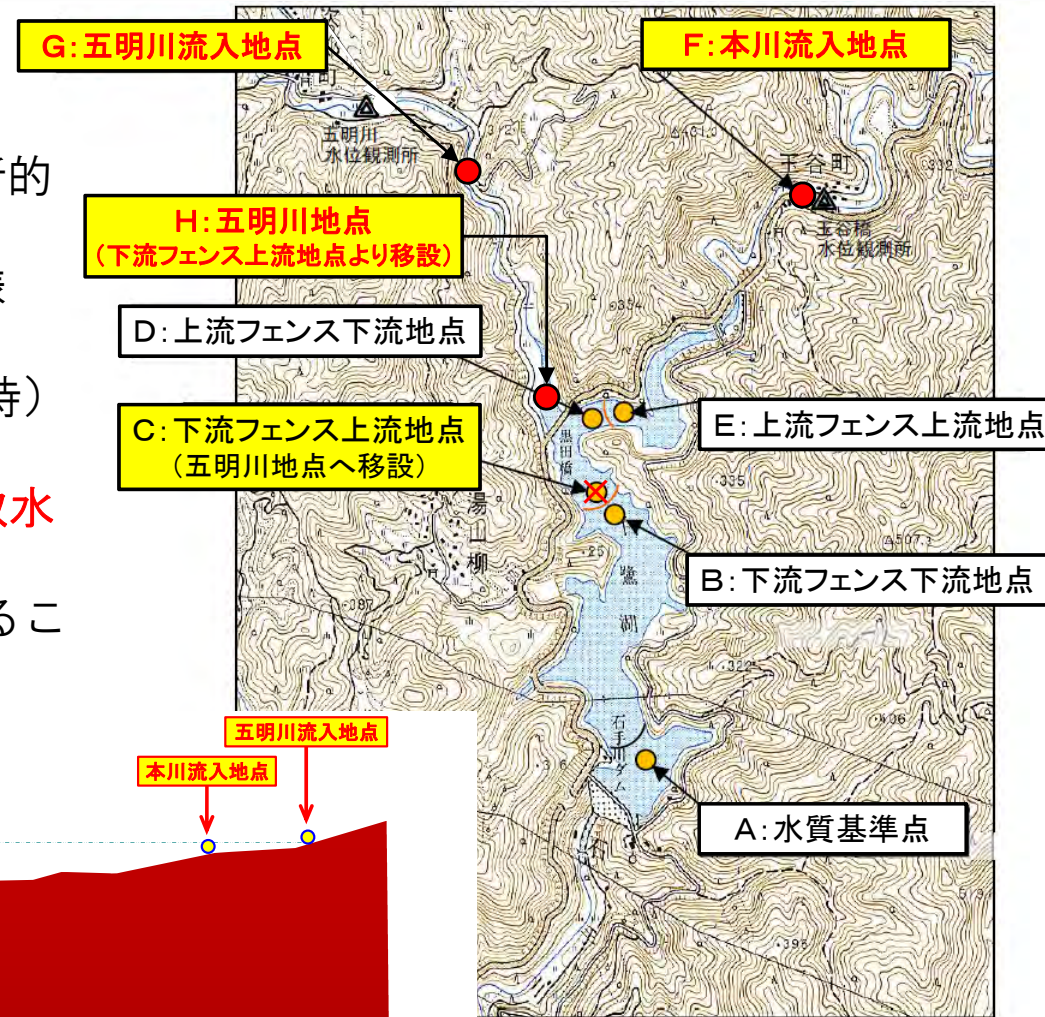
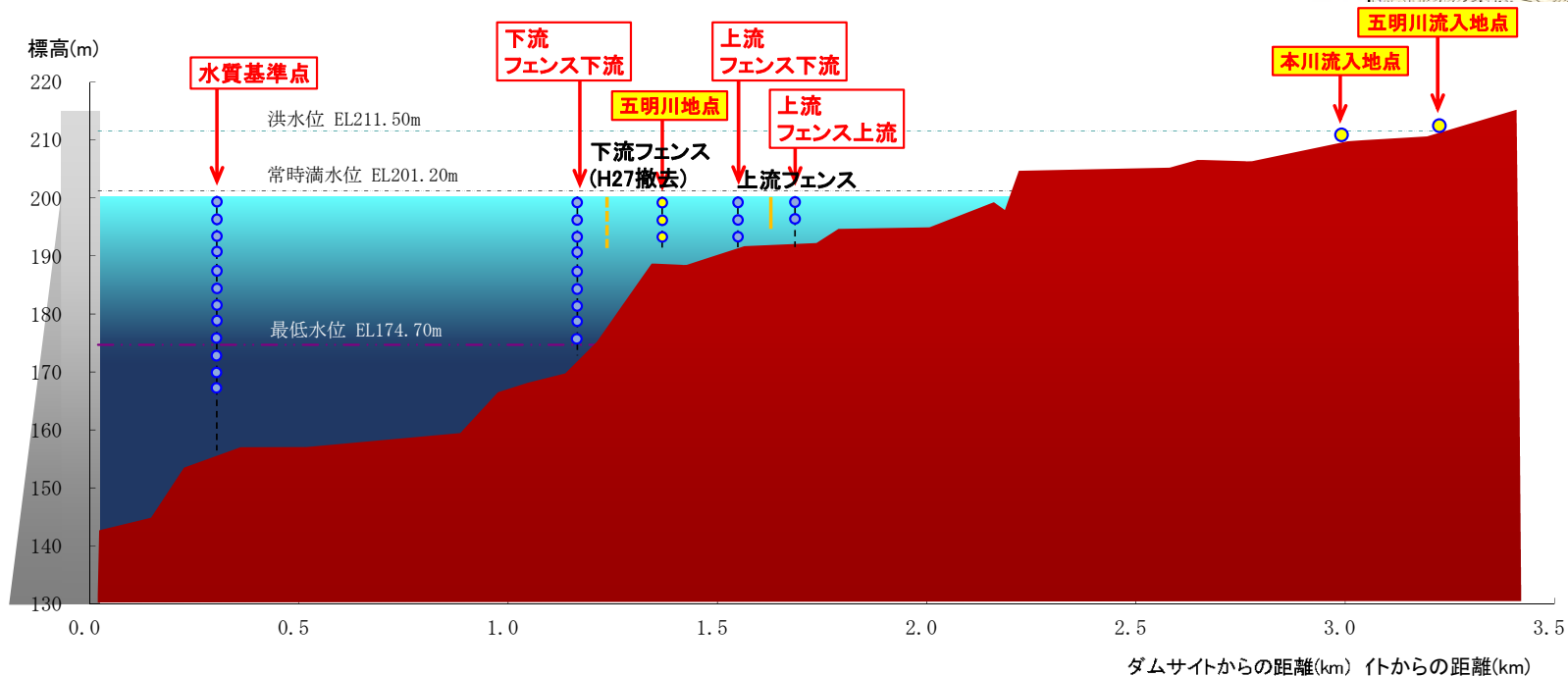
※ろ紙上にアオコらしき物体が確認されたら、早急に採水による藻類確認を行い、底泥調査(アオコ発生直後)の実施を決定する

3. 今後の対策計画(案)及びモニタリング調査計画(案)

(2) 次年度のモニタリング調査計画(案)

[貯水池内及び流入の水温計測]

- 平水時及び出水時の貯水池内の水温鉛直分布を縦断的に把握することを目的に実施
- 貯水池内の水温計設置位置及び深度は今年度と同様
- くわえて**本川及び五明川の河川水温も計測**
⇒ 流入河川水の貯水池内での貫入位置（特に出水時）を把握することが目的
- 設置位置は、本川・五明川ともに**四国電力の発電取水施設よりも下流側**
⇒ ダム貯水池に**実際に流入する河川水温**を把握することが目的

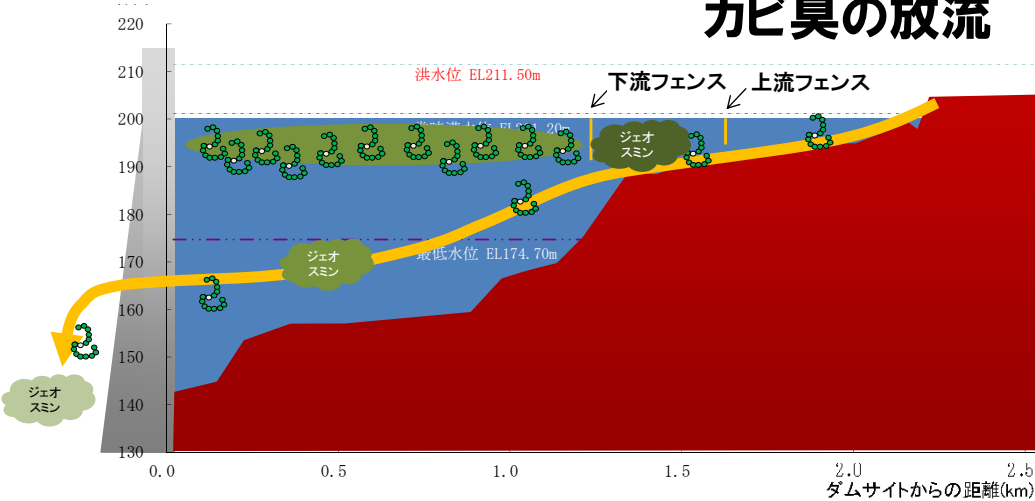


出典:平成25年度石手川ダム年次報告書

4. 水質障害発生時の松山市との連携

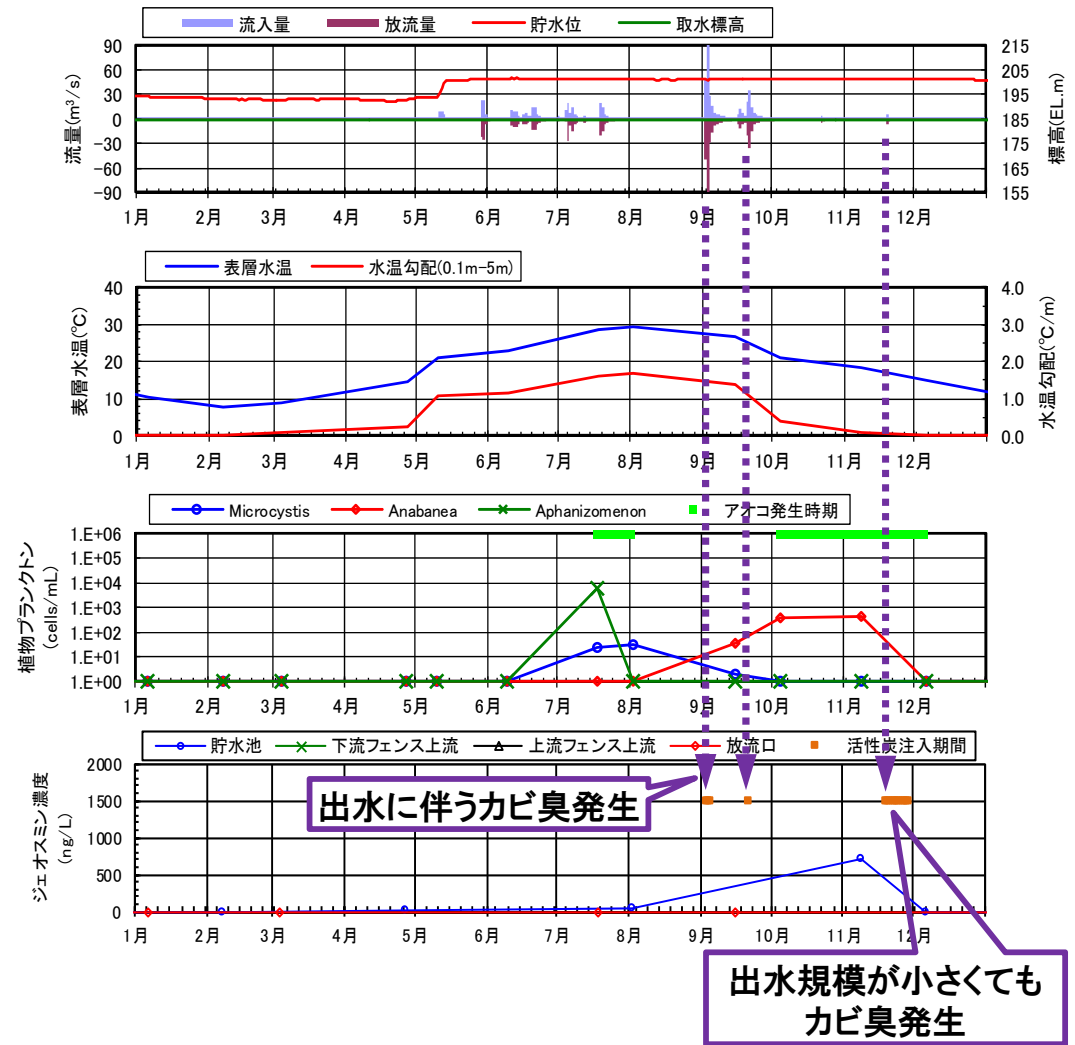
(1) 水質障害発生リスク

ケース①: 出水や貯水池内循環に伴うカビ臭の放流



- ✓ アオコの発生に伴い貯水池表層付近に高濃度のジェオスミンが貯留される
- ✓ 出水に伴って貯留されていたジェオスミンがコンジットゲートを通じて放流される
- ✓ 成層期に放流されるジェオスミンは主に貯水池上流部に貯留されているもの
- ✓ 循環期に放流されるジェオスミンは貯水池内の鉛直循環により希釈混合されるが出水時以外にも放流される(H23の例)
- ✓ 平成23年以降、ダム下流の浄水場で発生しているカビ臭現象の発生機構
- ✓ 下流河川での希釈等により高濃度(100ng/L超)のカビ臭障害となることは稀

[平成23年のカビ臭発生時の状況の推察]



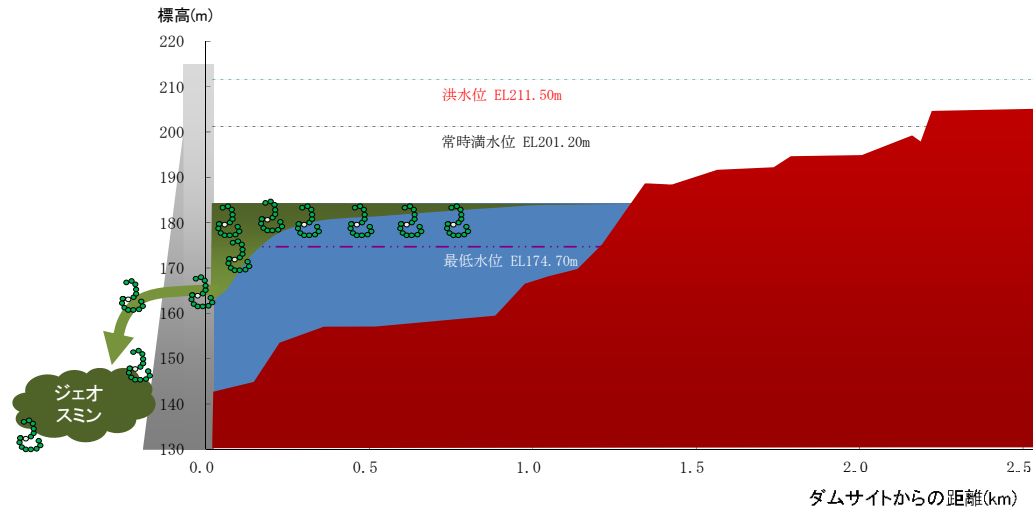
[リスク管理上の着目点]

- 貯水池内でのアオコ及びカビ臭発生状況
- 出水発生状況および貯水池成層状況

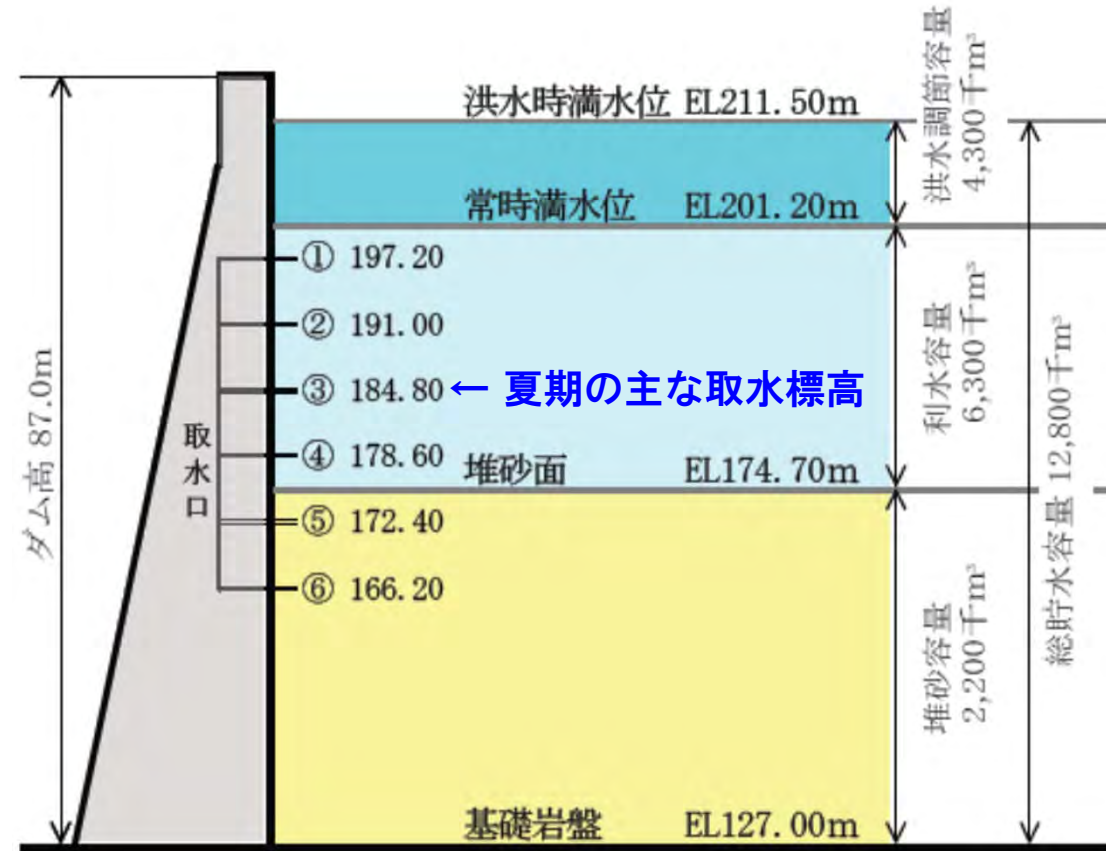
4. 水質障害発生時の松山市との連携

(1) 水質障害発生リスク

ケース②: 貯水位低下に伴うカビ臭の放流



- ✓ アオコの発生に伴い貯水池表層付近に高濃度のジェオスミンが貯留される
- ✓ 貯水位低下が進行すると、表層付近の高濃度(例年数千ng/L)のジェオスミンを水道取水設備から直接取水せざるを得なくなる
- ✓ 渇水時に起きることから、発電取水の放流水による希釈は期待できず、浄水場での対応が難しくなる可能性がある
- ✓ これまでこの発生機構に起因するカビ臭障害は発生したことがないが、発生した場合の被害は甚大なものになると推察される



[リスク管理上の着目点]

- ・ 貯水池内でのアオコ及びカビ臭発生状況
- ・ 貯水位の低下状況

4. 水質障害発生時の松山市との連携

(2) 水質障害を最小限とするために必要となる監視体制

①カビ臭を生成する藍藻類の発生の予兆を早期に察知すること

→ 水質調査データの共有等
(ex.ダムサイト水温鉛直分布の提供)

ダム管理支所の取得情報

- ・ダムサイト水温鉛直分布
 - ・定期水質調査
 - ・詳細調査
 - ・巡視状況(アオコ発生状況等)
 - ・放流時の事前連絡
- 等

松山市水道局の取得情報

- ・定期水質調査
 - ・カビ臭自動観測装置測定
 - ・活性炭投入状況
 - ・市民からの苦情等
- 等

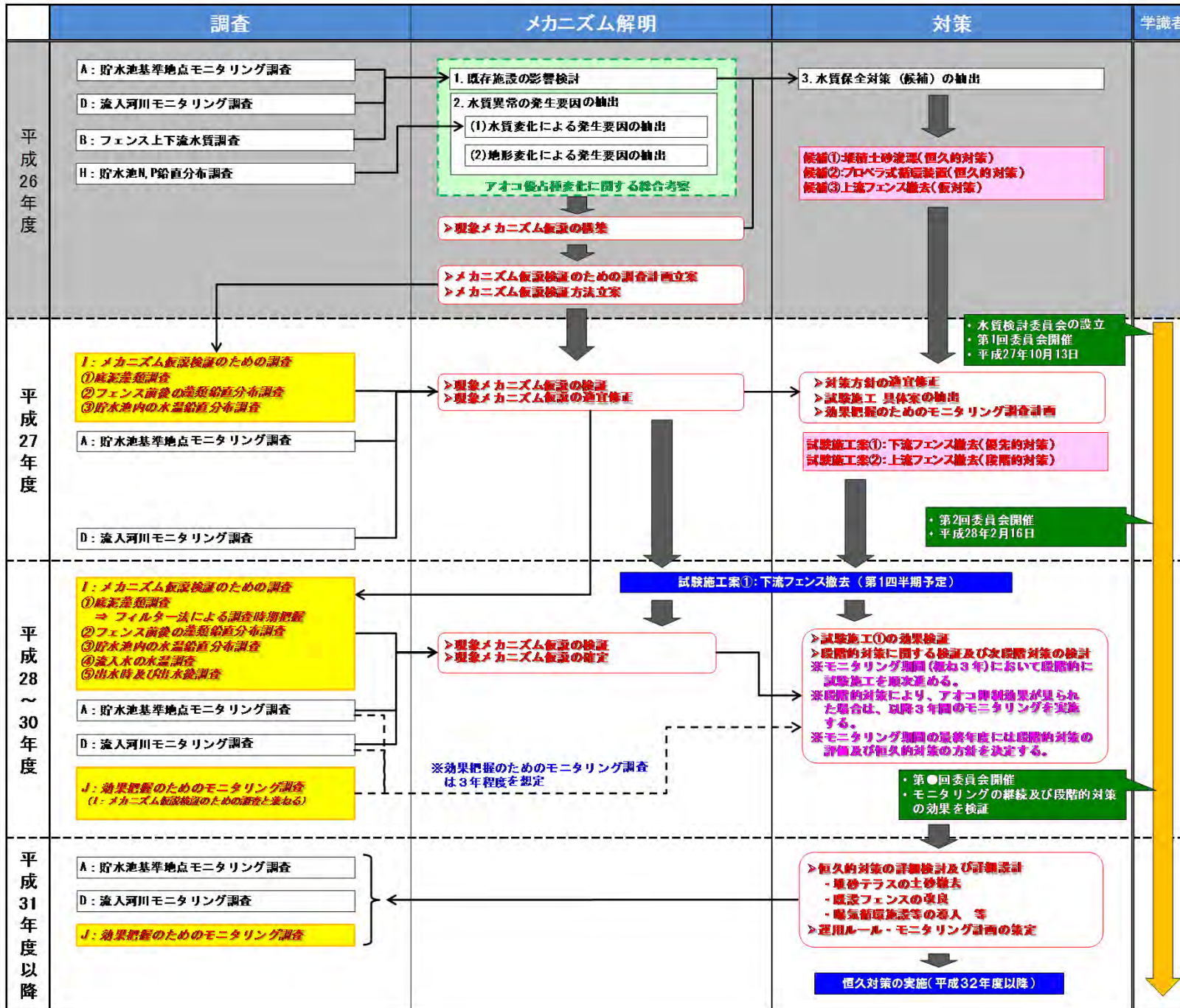
必要に応じた
情報共有を検討

②水質障害発生(高濃度カビ臭の放流)の可能性を早期に関係機関へ通知すること

→ 放流時の事前連絡等

5. 今後の予定

(1) 今後の調査検討のロードマップ(案)



5. 今後の予定

(2) 平成28年度の委員会開催スケジュール(案)

[第3回検討委員会]

■ 開催回数：1回を基本とする

※カビ臭発生等の甚大な被害が発生した場合は、
臨時開催を検討する

■ 開催時期：平成28年 冬を予定

→ 平成28年度の調査検討結果についての審議

→ 今後の対策の方向性についての審議

[現地視察会(案)]

■ 開催回数：1回を想定する

■ 開催時期：平成28年のアオコ発生時期

→ アオコ発生状況の詳細確認

→ フェンス撤去に伴う変化の詳細確認