

# 第20回 鹿野川ダム水質検討会

## 第19回(令和5年度)検討会での指摘への対応

四国地方整備局 肱川ダム統合管理事務所

令和7年3月18日

## 目次

曝気循環装置による藻類優占種の変化	.....	p.2
曝気循環装置等の保守・管理状況	.....	p.6
貯水位低下による影響	.....	p.9
湖底直上のDO改善	.....	p.15
付着藻類の季節変化	.....	p.18
長期的な濁度と付着藻類・強熱減量の関係分析	.....	p.20
水生生物調査の試行(冬季)	.....	p.26
参考資料	.....	p.32

# 曝気循環装置による藻類優占種の変化

## 【R5検討会意見】

石手川ダムは藍藻類のミクロスティスが優占しており、アナベナも出ている。鹿野川ダムは緑藻類のユードリナが優占しているが、曝気循環装置の前後で優占種が変化したか分かるか。

⇒平成18年度以降の藻類優占種を整理した。(曝気循環装置の運用開始は平成21年8月)

## 藻類優占種の変化(H18～R6)

H21.8: 曝気3、4号機運用開始  
 H21.9: 曝気2、5号機運用開始  
 H22.6: 曝気1号機運用開始

■ 曝気循環装置の運用により、藻類の優占種に一部変化がみられる。

## ■ 曝気循環装置の運用前後における藻類優占種の変化

種類	時期	曝気循環装置なし(H18～20)	曝気循環装置あり(H21～R6)
珪藻	1～6月頃	フラジラリア、キクロテラ等	フラジラリア、キクロテラ、アウラコセイラ、ステファノディスクス等
	7～9月頃	優占していない	アウラコセイラ等
	10～12月頃	アウラコセイラ等	
緑藻	5～8月頃	ユードリナ、スフェロキスチス等	ユードリナ等
	9～12月頃	優占していない	ユードリナ、コエラスツルム
藍藻	4～6月頃	優占していない	アフアニゾメノン
	7～10月頃	ミクロキスティス、メリスモペディア	優占していない
その他	通年	クリプトモナス等	

曝気循環装置による藻類優占種の変化

# 藻類優占種の変化(H18~H26)

H21.8: 曝気3、4号機運用開始  
 H21.9: 曝気2、5号機運用開始  
 H22.6: 曝気1号機運用開始

## 藻類優占種(H18~H26)

藍藻

緑藻

珪藻

渦鞭毛藻

クリプト藻

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
H18 曝気なし	未整理	未整理	未整理	珪藻 ヒメマルケイソウ Cyclotella sp. 1,290	珪藻 ヒメマルケイソウ Cyclotella sp. 1,560	緑藻 タマヒゲマワリ Eudorina elegans 2,250	緑藻 カタマリヒゲマワリ Pandorina morum 383	藍藻 メリスモベディア Merismopedium tenuissimum 12,600	藍藻 メリスモベディア Merismopedium tenuissimum 18,100	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata angustissima spiralis 1,900	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata 345	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata angustissima spiralis 237	
H19 曝気なし	珪藻 ヒメマルケイソウ Cyclotella sp. 847	珪藻 フラジリア属 Fragilaria crotonensis 783	珪藻 フラジリア属 Fragilaria crotonensis 1,690	クリプト藻 カゲヒゲムシ属 Cryptomonas spp. 270	クリプト藻 カゲヒゲムシ属 Cryptomonas spp. 227	珪藻 オビケイソウ Fragilaria crotonensis 2,840	緑藻 ミカツキモ Closterium sp. 239	緑藻 スフェロキスチス属 Sphaerocystis spp. 1,650	藍藻 ミクロキスチス Microcystis wesenbergii 6,360	藍藻 ミクロキスチス Microcystis wesenbergii 1,730	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata 2,400	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata angustissima spiralis 182	
H20 曝気なし	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira distans 598	珪藻 ヒメマルケイソウ属 Cyclotella spp. 521	未整理	珪藻 ヒメマルケイソウ属 Cyclotella spp. 891	緑藻 スフェロキスチス属 Sphaerocystis spp. 1,440	緑藻 タマヒゲマワリ Eudorina elegans 3,520	藍藻 ミクロキスチス属 Microcystis spp. 3,552	藍藻 ミクロキスチス Microcystis wesenbergii 18,674	藍藻 メリスモベディア Merismopedium tenuissimum 5,660	藍藻 ミクロキスチス Microcystis aeruginosa 7,350	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata angustissima spiralis 504	珪藻 ヒメマルケイソウ Cyclotella sp. 180	
H21 曝気あり	珪藻 ヒメマルケイソウ Cyclotella sp. 1,330	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	
H22 曝気あり	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	未整理	
H23 曝気あり	珪藻 ヒメマルケイソウ Cyclotella sp. 369	珪藻 ヒメマルケイソウ Cyclotella sp. 1,706	クリプト藻 カゲヒゲムシ属 Cryptomonas spp. 722	クリプト藻 カゲヒゲムシ属 Cryptomonas spp. 90	珪藻 ヒメマルケイソウ Cyclotella sp. 21,384	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira ambigua 845	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata 1,219	珪藻 フラジリア属 Fragilaria crotonensis 187	その他	2,794	クリプト藻 カゲヒゲムシ属 Cryptomonas spp. 77	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira ambigua 66	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira ambigua 21
H24 曝気あり	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira distans 31	珪藻 トゲカサケイソウ Stephanodiscus hantzschii 1,474	珪藻 トゲカサケイソウ Stephanodiscus hantzschii 106	珪藻 ハリケイソウ Ulnaria acus 638	珪藻 タイコケイソウ属 Cyclotella sp. 713	珪藻 ホシガタケイソウ Asterionella formosa 1,229	緑藻 タマヒゲマワリ Eudorina elegans 435	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira ambigua 1,733	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira ambigua 730	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata 1,910	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata 154	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata 110	
H25 曝気あり	珪藻 トゲカサケイソウ属 Stephanodiscus sp. 31	珪藻 トゲカサケイソウ属 Stephanodiscus sp. 54	珪藻 トゲカサケイソウ属 Stephanodiscus sp. 94	珪藻 ホシガタケイソウ Asterionella formosa 269	珪藻 ホシガタケイソウ Asterionella formosa 4,493	珪藻 タイコケイソウ属 Cyclotella sp. 792	珪藻 タイコケイソウ属 Cyclotella sp. 926	緑藻 タマヒゲマワリ Eudorina elegans 154	珪藻 タイコケイソウ Cyclotella stelligera 367	クリプト藻 カゲヒゲムシ属 Cryptomonas spp. 1,094	珪藻 タイコケイソウ属 Cyclotella sp. 283	クリプト藻 カゲヒゲムシ属 Cryptomonas spp. 58	
H26 曝気あり	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira distans 79	珪藻 トゲカサケイソウ属 Stephanodiscus sp. 206	珪藻 トゲカサケイソウ属 Stephanodiscus sp. 1,843	珪藻 タイコケイソウ属 Cyclotella sp. 2,981	珪藻 ホシガタケイソウ Asterionella formosa 269	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata 924	クリプト藻 カゲヒゲムシ属 Cryptomonas spp. 1,382	緑藻 ヒゲマワリ属 Pleodorina sp. 2,458	緑藻 タマヒゲマワリ Eudorina elegans 1,997	珪藻 オビケイソウ Fragilaria crotonensis 1,526	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata 432	珪藻 スジタルケイソウ Aulacoseira granulata 158	

曝気循環装置による藻類優占種の変化

藻類優占種の変化(H27~R6)

H21.8: 曝気3、4号機運用開始
H21.9: 曝気2、5号機運用開始
H22.6: 曝気1号機運用開始

藻類優占種(H27~R6)

Table with columns for months (1月 to 12月) and rows for different algae types (H27, H28, H29, H30, R1, R2, R3, R4, R5, R6). Each cell contains the genus name and its count. The table is color-coded by algae type: 藍藻 (blue), 緑藻 (green), 珪藻 (light blue), 渦鞭毛藻 (orange), and クリプト藻 (light green).

# 曝気循環装置等の保守・管理状況

## 【R5検討会意見】

曝気循環装置が設置される前は多くのアオコの発生があったが、曝気循環装置ができてからは効果が現れていると感じている。一方、アオコが発生した際に「曝気循環装置が故障して運用してない」ということを時々聞いたことがある。装置の保守・管理等を十分していただき、常に運用してアオコの発生が抑えられる状況にしていっていただければと思う。

⇒曝気循環装置等の最近の保守・管理状況を整理した。

# 曝気循環装置の状況(1号機)

■ 係留ワイヤーが破断していた1号機は、R4に仮係留、R5に修繕完了。ただし、完全補修が難しく、装置が少し岸に寄っているため、貯水位低下時に岸に衝突しない水深での運用となっている。

■ R4 仮係留前



■ R4 仮係留後



■ 係留ワイヤーの破断状況



■ R5 修繕完了後



## 曝気循環装置の状況(3号機)

- 3号機は、係留ワイヤーの絡まりをR4に解消。
- 散気管が下層で破断しており、破断箇所(水深不明)から散気している。

### ■ 係留ワイヤーの絡まり(R4に解消)



### ■ 散気管の破断状況(現在は破断箇所から散気)



# 貯水位低下による影響

1. 貯水位の低下状況
2. 濁りの状況
3. 水温の状況
4. その他水質項目の状況

## 【R5検討会意見】

濁水関係の影響が出ているのか気になる。

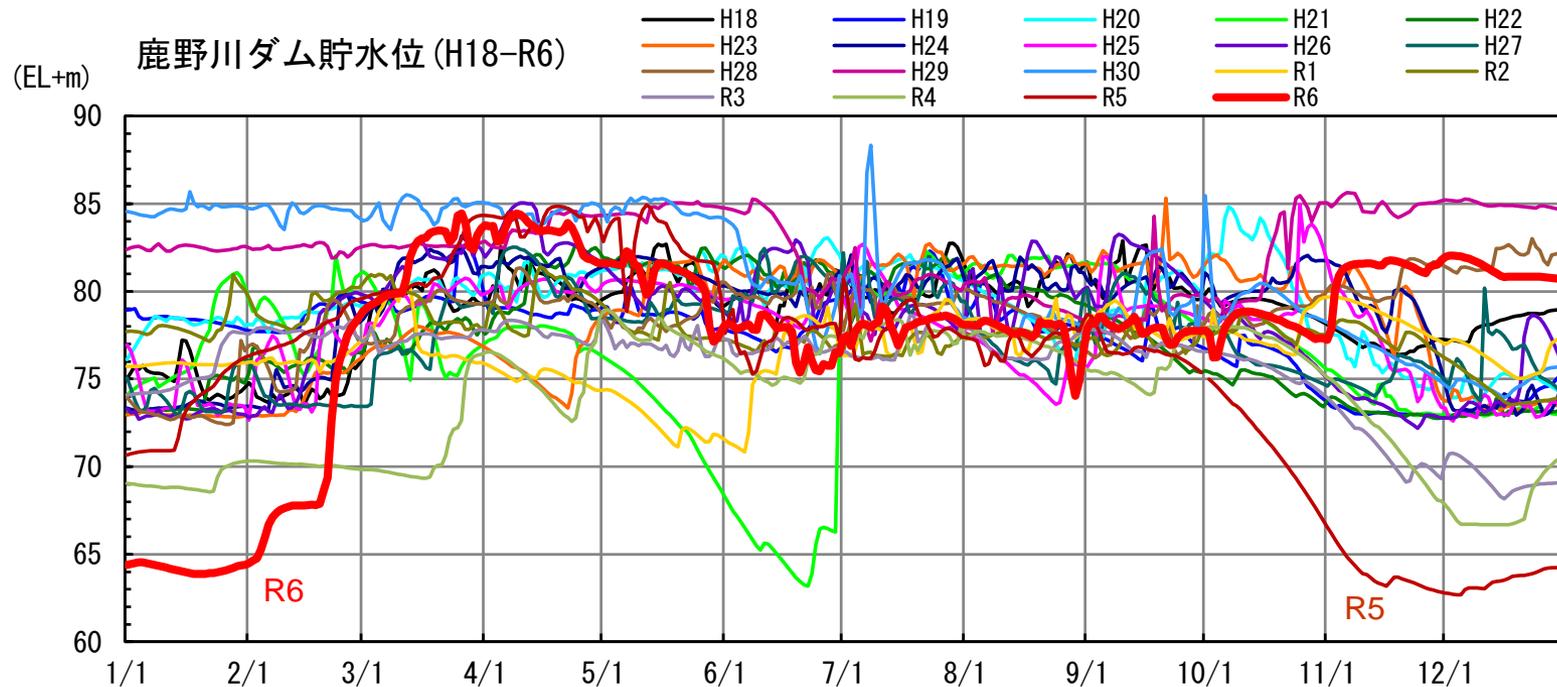
(当日回答)アオコという観点では、濁水による影響は生じていないと考えている。

⇒R5.10からR6.2にかけての貯水位低下による影響を整理した。1～2月に流入部で濁りが発生。水温、その他項目への影響は小さい。

# 貯水位の低下状況

■ 渇水によりR5.10からR6.2にかけて大きく貯水位が低下した。

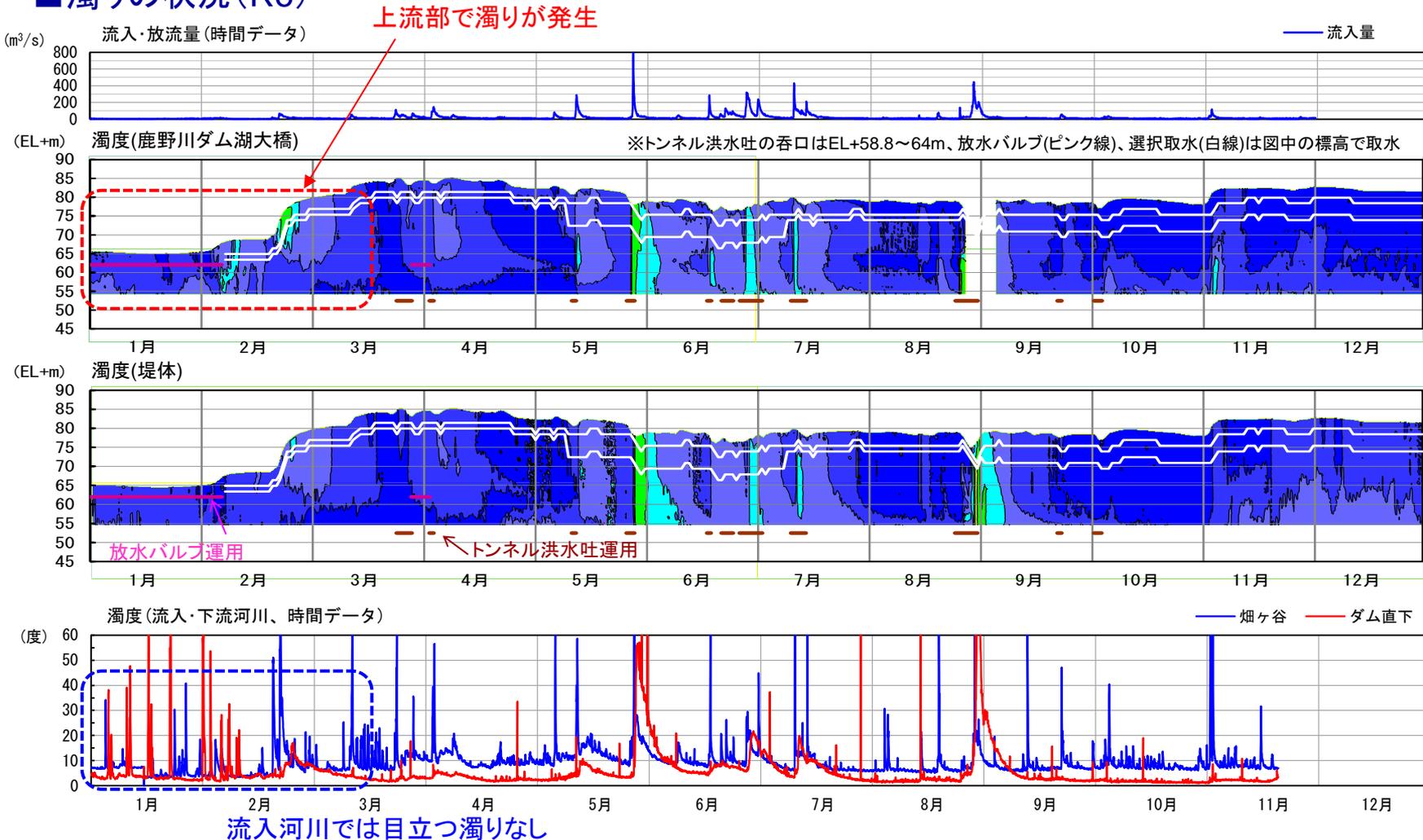
## ■ 貯水位変化 (H18~R6)



# 濁りの状況（貯水位低下時）

- 貯水位が低下していた1、2月から貯水位が回復する3月にかけて、流入河川で目立った濁りは見られないが、上流部で濁る状況がみられる。

## ■ 濁りの状況（R6）



## 濁りの状況（貯水位低下時）

- 貯水池流入部で濁水が発生する状況が確認されている。
- 湖底に堆積した濁質が貯水位低下により水面上に露出し、流水により巻き上げが生じていたと考えられる。

### ■ 貯水池流入部における濁水発生状況（栗木網場付近）



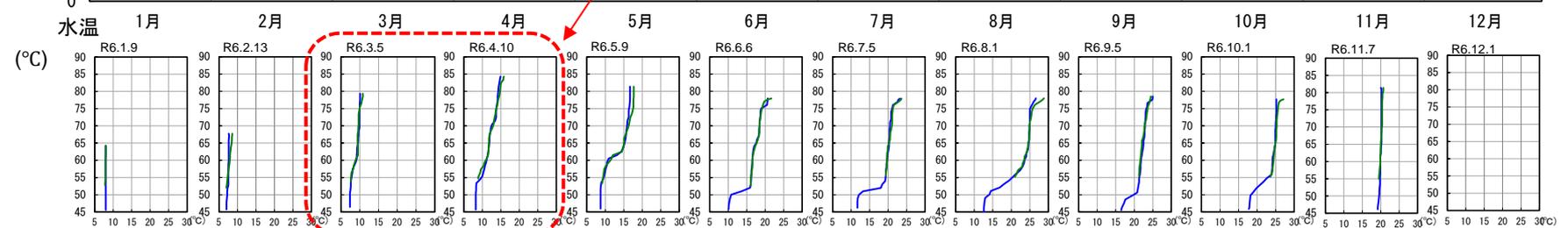
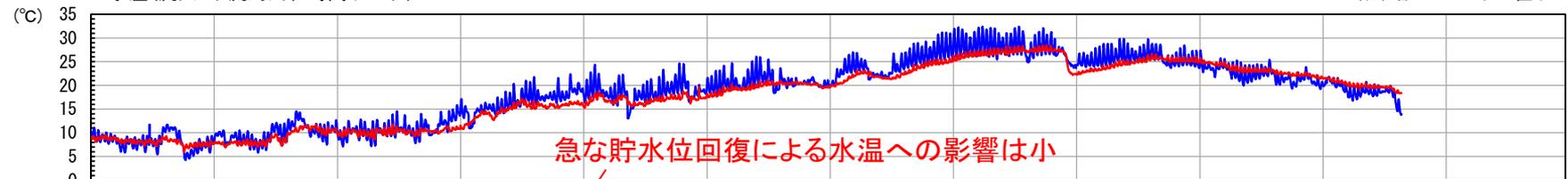
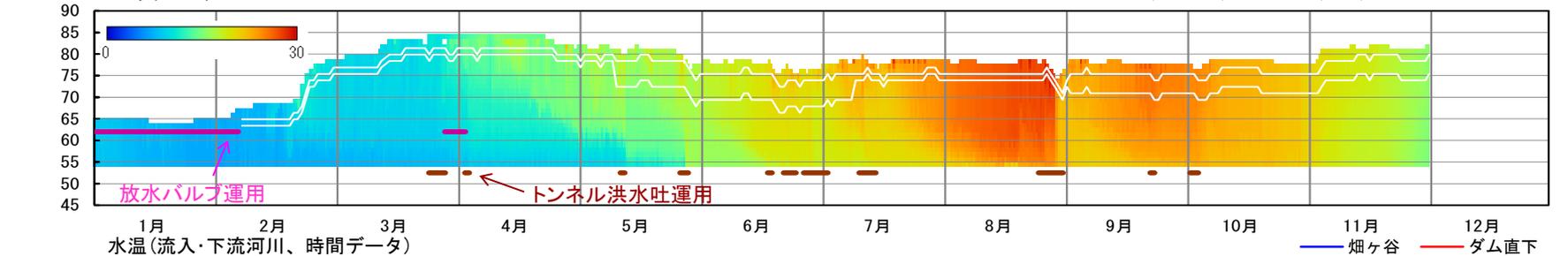
# 水温の状況(貯水位低下時)

- 2月から3月にかけて急に貯水位を回復しており、水温への影響が懸念されたが、その後の貯水池内水温は通常の年と概ね同様の傾向となっていた。

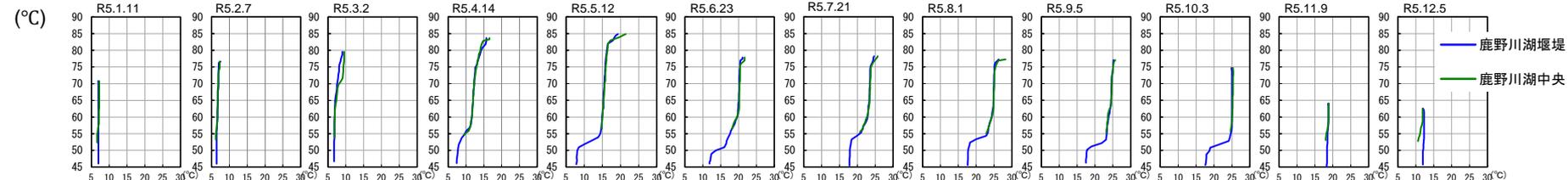
## ■水温の変化(R6)

(EL+m) Temp(2024)

※トンネル洪水吐の呑口はEL+58.8~64m、放水バルブ(ピンク線)、選択取水(白線)は図中の標高で取水



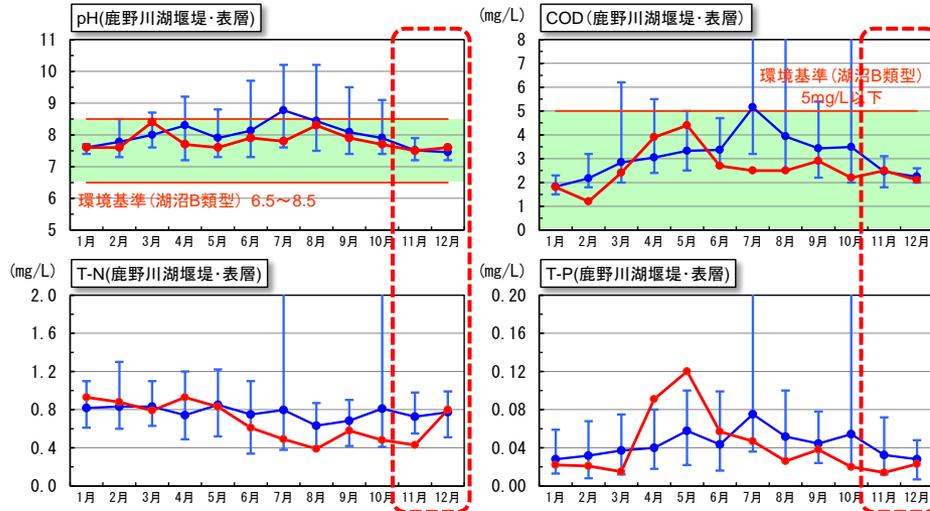
## ■水温の変化(R5)参考



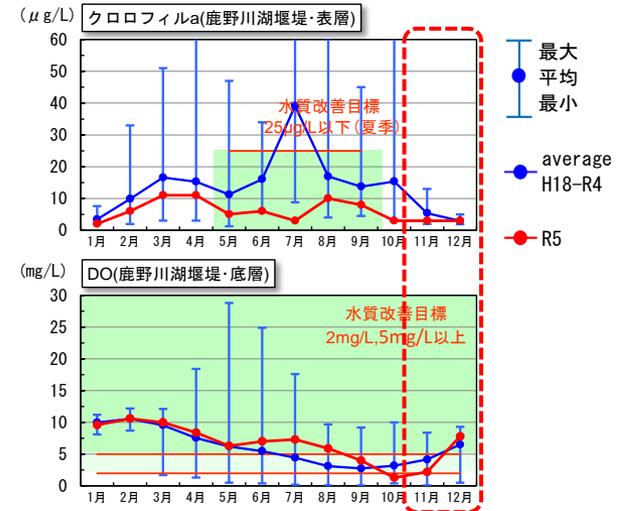
# その他水質項目の状況(貯水位低下時)

■ その他水質項目は概ね既往の範囲内で推移しており、貯水位低下の大きな影響はみられない。

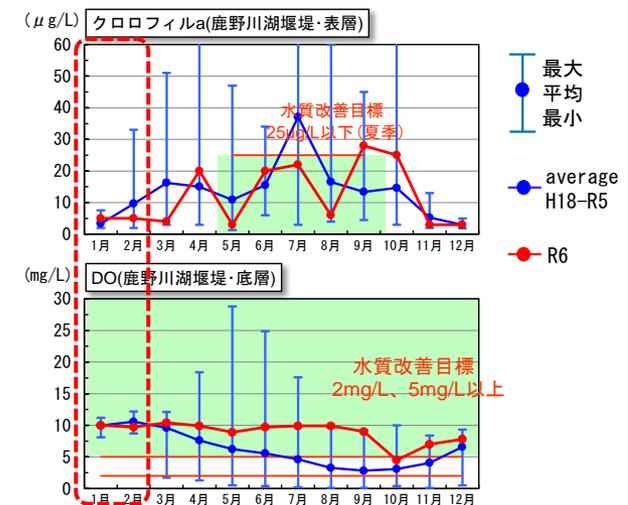
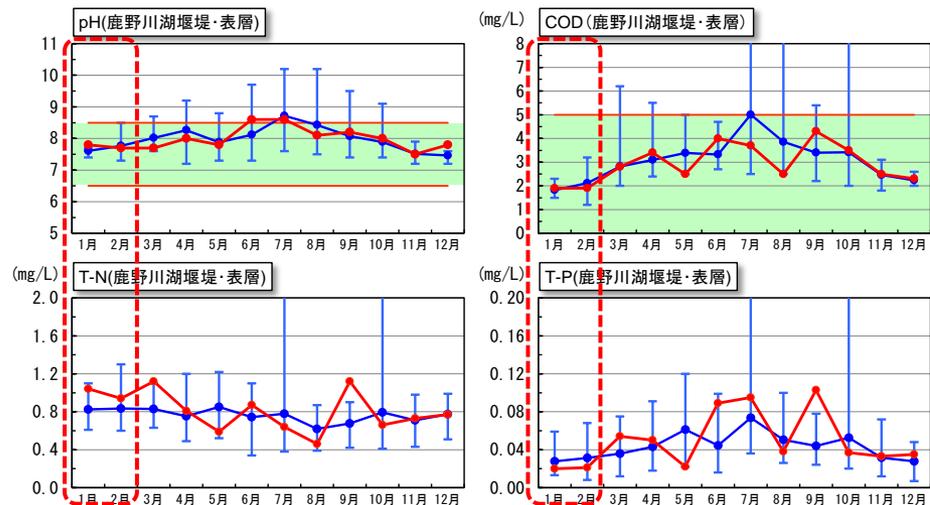
## ■ 貯水池水質 (R5、鹿野川湖堰堤、定期水質調査結果)



☐: 貯水位が大きく低下していた期間



## ■ 貯水池水質 (R6、鹿野川湖堰堤、定期水質調査結果)



# 湖底直上のDO改善

1. 水温鉛直分布と装置によるDO改善範囲の関係
2. 貯水位と水温鉛直分布の関係

## 【R5検討会意見】

DOの改善状況について、グラフの7/21等でDOが局所的に高くなっているところより下層が、マンガンの問題が出やすい部分と思うが、湖底まで改善するのは難しいか。

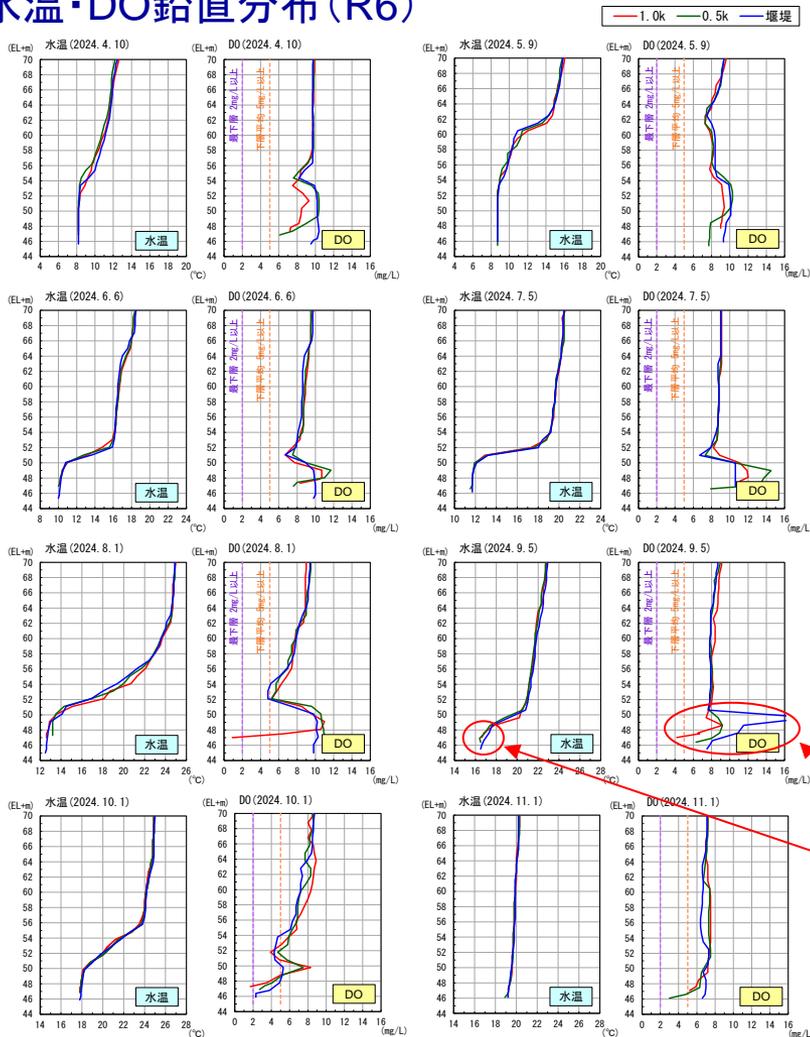
(当日回答)できるだけ低い位置で酸素供給を行っているが、このような結果になっている。また、今年度は、曝気循環装置の1号機、3号機が故障中であったことも要因として考えられる。なお、曝気循環装置は来年度修繕する予定である。

⇒湖底付近の水温鉛直分布とDO鉛直分布から装置によるDO改善状況を分析した。装置の吐出口より下で水温躍層が形成される場合には、湖底まで改善するのは難しい。

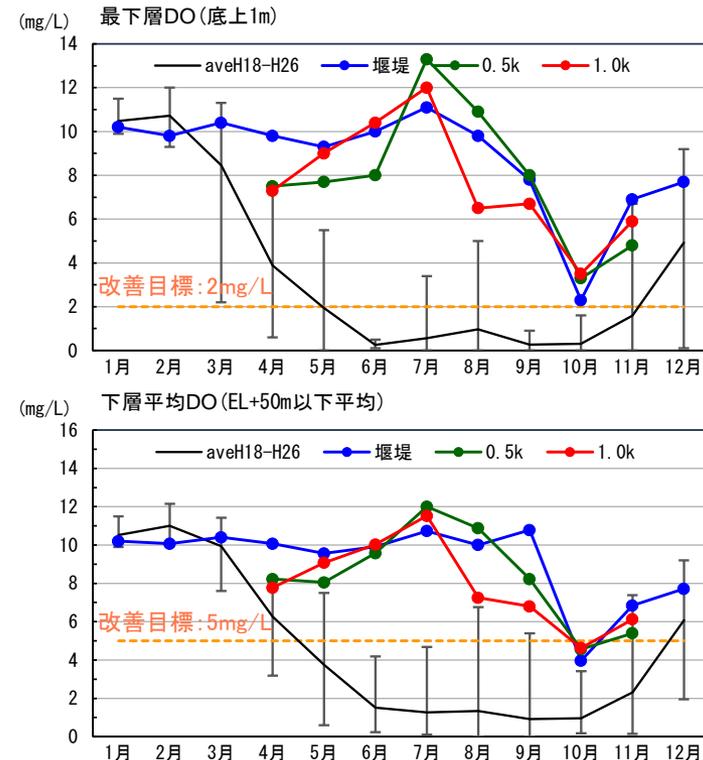
# 水温鉛直分布と装置によるDO改善範囲の関係

- 令和6年は10月に底層で水温勾配が生じ、ややDOが低下したが、最下層DO・下層平均DO概ね改善目標を達成した。

## ■水温・DO鉛直分布(R6)



## ■DO経月変化(R6)



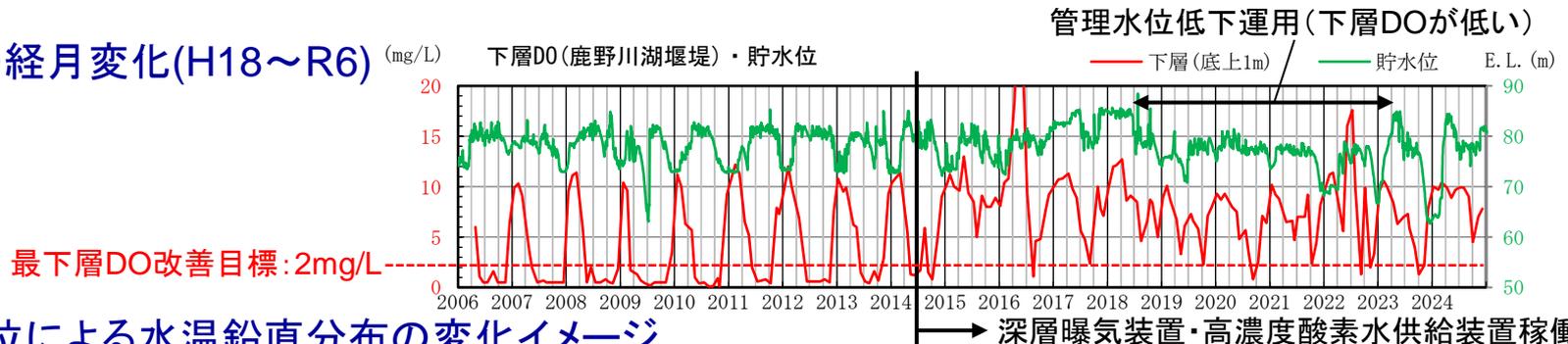
装置吐口付近と湖底でDOに差が生じる  
上下混合が起きにくい水温分布

深層曝気装置 : 吸入口E.L.44.0m、吐出口E.L.48.0m  
高濃度酸素水供給装置: 吸入口E.L.46.7m、吐出口E.L.47.2m

# 貯水位と水温鉛直分布の関係

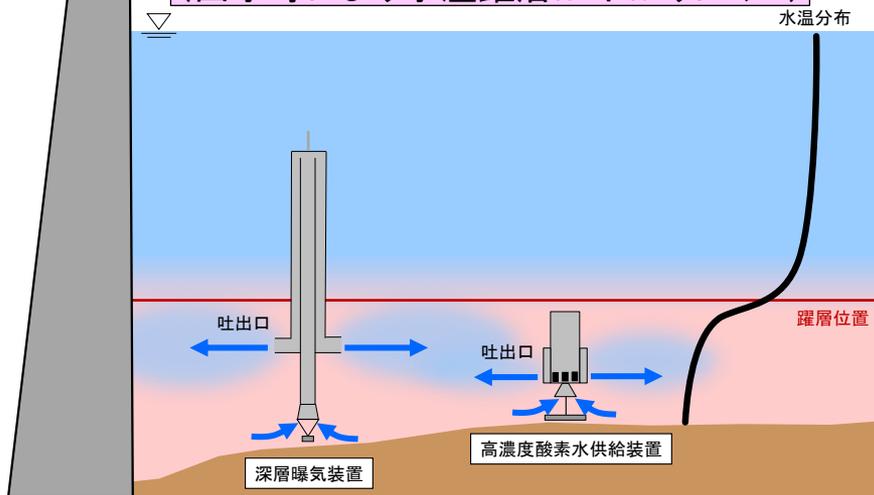
- 平成30年7月豪雨による発電設備の被災により、貯水位を低くして運用していた期間 (H30.7~R5.6) は底層のDOが低く、装置によるDO改善効果が湖底まで及んでいない。
- 貯水位が低いと、出水等により水温躍層が低下しやすく、装置吐出口 (E.L.47.2~48.0m) より下層で鉛直混合が生じにくい水温分布となりやすいと考えられる。

## DOの経月変化(H18~R6) (mg/L)

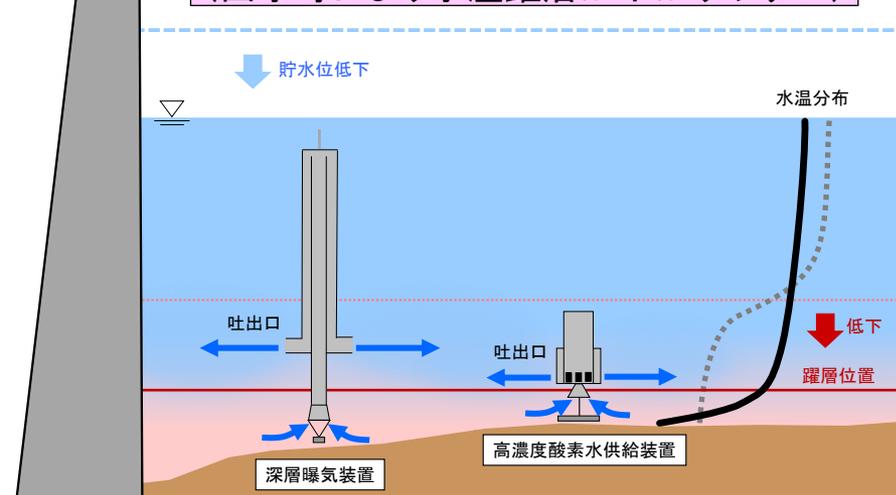


## 貯水位による水温鉛直分布の変化イメージ

貯水位が高い場合  
(出水等により水温躍層が下がりにくい)



貯水位が低い場合  
(出水等により水温躍層が下がりがやすい)



# 付着藻類の季節変化

## 1. 付着藻類の季節変化(令和3年調査結果)

### 【R5検討会意見】

付着藻類の調査結果で主に藍藻類のホメオスリックスが優先しており、珪藻類が少ないという印象がある。アユそのものが藻類の構成を変えているという論文もあるが、アユがあまりいない冬場に構成比が変わるような季節的なトレンドはあるか。

付着藻類は水生昆虫もかなり食べるのでその影響もあると思う。

### 【当日回答】

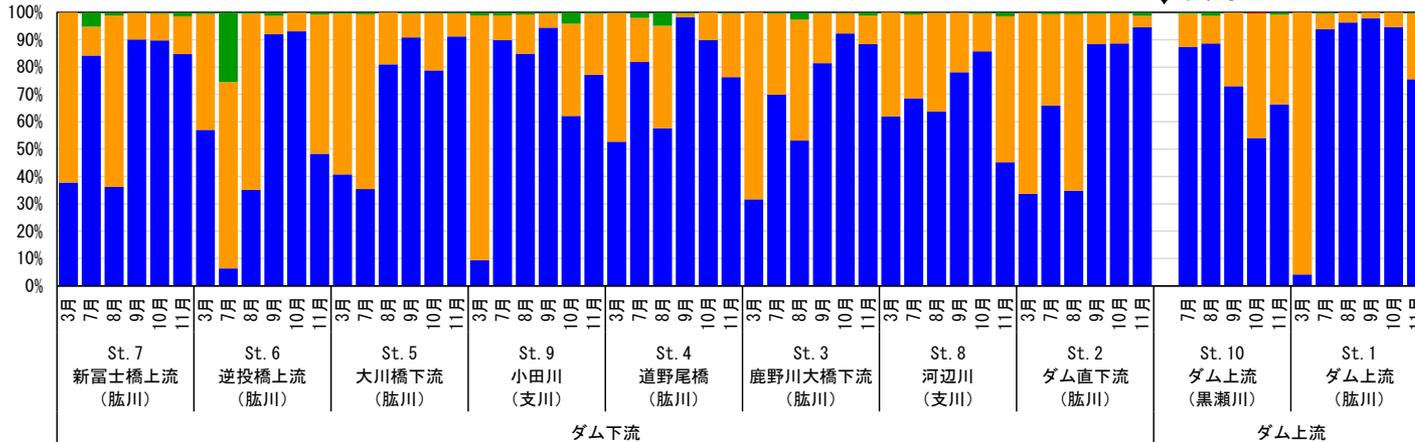
冬季の調査は令和3年度に実施している。データを示していないが同様な形で珪藻類を確認している。

⇒令和3年度の月別の調査結果を整理。

# 付着藻類の季節変化(令和3年調査結果)

- 出水攪乱の影響により、冬季に珪藻、夏季に藍藻が優占しやすいと考えられる※。
- 令和3年に実施した調査においても上記の傾向が確認された。

細胞数比率 ■ 藍藻綱 ■ 珪藻綱 ■ 緑藻綱 ■ 紅藻綱



藍藻綱  
*Homoeothrix janthina*

地点		3月		7月		8月		9月		10月		11月	
ダム上流	St.1 ダム上流(肱川)	アクナンテス科 <i>Achnanthydium</i> sp.	804 54%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	21,240 74%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	14,568 95%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	18,720 94%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	3,568 94%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	4,528 55%
	St.10 ダム上流(黒瀬川)	未調査		ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	15,312 77%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	13,072 80%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	18,480 72%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	8,880 53%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	17,040 58%
ダム下流	St.2 ダム直下流(肱川)	アクナンテス科 <i>Achnanthydium</i> sp.	2,352 34%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	3,288 65%	アクナンテス科 <i>Achnanthydium</i> sp.	4,320 37%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	13,200 88%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	11,760 88%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	18,920 84%
	St.8 河辺川(支川)	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	1,144 61%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	3,576 67%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	20,160 64%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	38,000 77%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	2,080 77%	アクナンテス科 <i>Achnanthydium</i> sp.	6,768 52%
	St.3 鹿野川大橋下流(肱川)	アクナンテス科 <i>Achnanthydium</i> sp.	944 62%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	11,160 69%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	5,424 53%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	12,720 81%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	18,960 92%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	44,400 84%
	St.4 道野尾橋(肱川)	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	11,424 50%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	5,472 81%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	5,264 58%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	39,200 98%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	17,600 89%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	28,944 67%
	St.9 小田川(支川)	アクナンテス科 <i>Achnanthydium</i> sp.	741 46%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	24,520 90%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	14,304 85%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	9,120 94%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	960 61%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	17,760 77%
	St.5 大川橋下流(肱川)	アクナンテス科 <i>Achnanthydium</i> sp.	2,440 46%	ニツチア科 <i>Nitzschia</i> sp.	6,384 61%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	24,240 81%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	21,360 90%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	6,000 75%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	15,840 86%
	St.6 逆装橋上流(肱川)	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	8976 56%	ニツチア科 <i>Nitzschia</i> sp.	3,136 63%	ニツチア科 <i>Nitzschia</i> sp.	6,128 59%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	12,000 92%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	6,960 93%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	4,640 48%
St.7 新富士橋上流(肱川)	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	304 38%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	9,696 84%	ニツチア科 <i>Nitzschia</i> sp.	5,272 59%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	9,120 88%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	7,680 71%	ヒゲモ科 <i>Homoeothrix janthina</i>	6,560 75%	

藍藻綱

珪藻綱

※出典 坂本ら, 『藻類の生態』, 内田老鶴園, 1986

# 長期的な濁度と付着藻類・強熱減量の 関係分析

1. 分析の背景・目的
2. 分析方法
3. 分析結果
4. 分析結果の検証
5. 濁度連続観測地点について
6. まとめ

## 【R5検討会意見】

付着藻類と強熱減量と濁度の相関があまり綺麗ではない。濁度やSSは採取時の水質と思うが、その前の1週間や2週間のタームで影響を受けるので、そういう長期的な濁度の蓄積量と相関が取れないかと思う。別の河川での調査結果で、1週間から2週間程度の平均濁度と無機物量の相関を取ったものがあり、その相関は高い。知見としては参考にしていただけたと思う。

## 【当日回答】

別河川の状況を踏まえた内容を確認して、検討していきたい。

⇒文献による知見を参考に、濁度観測データをもとに付着藻類・強熱減量との相関の分析を実施した。

# 分析の背景・目的

■ 長期的な濁度と付着藻類・強熱減量の関係分析は下記目的に基づき実施した。

## ■ 長期的な濁度と付着藻類・強熱減量の関係分析の背景と目的

### ■ 背景・目的

・水の濁りとアユの餌となる付着藻類(河床付着物)の関係を把握し、選択取水設備の評価に活用することを目的として、令和5年度検討において**調査当日の濁度と河床付着物中の有機物の割合(強熱減量)**の調査を行い、両者の相関を分析した結果、**弱い相関**となった。

⇒令和5年度検討会での委員意見を踏まえ、**長期的な濁度と河床付着物中の有機物の割合(強熱減量)の相関**を分析した。

## ■ (参考) 令和5年度の分析結果 概要

付着藻類の概要、アユ生息環境調査の実施状況(R3~R5)は参考資料(p33~35)参照

### <対象データ>

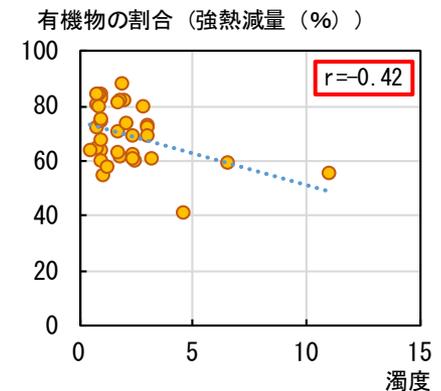
令和2年度～令和5年度において、鹿野川ダム直上流から大洲地点までの肱川本川及び流入支川を対象とし、アユの餌生物となる付着藻類の調査を計11回行うとともに、調査時に濁度等の水質を計測した。

⇒調査日の濁度と河床付着物中の有機物の割合(強熱減量)の相関を分析したが、相関係数は「-0.4」程度であり、弱い相関がみられた。

### 調査日

年度	調査回	調査日	地点
R2	第1回	3月8～10日	9
	第2回	7月28～30日	10
	第3回	8月29～31日	10
R3	第4回	9月22～24日	10
	第5回	10月13～15日	10
	第6回	11月10～12日	10
R4	第7回	10月12～14日	10
	第8回	1月18～20日	10
R5	第9回	6月27～28日	4
	第10回	8月30～31日	4
	第11回	10月24～25日	4

### 分析結果



弱い相関がみられた

# 分析方法

## 【既往文献による知見】

- 付着藻類に濁りが堆積しても、良好な水質の流水下では2週間で元に戻る※1。

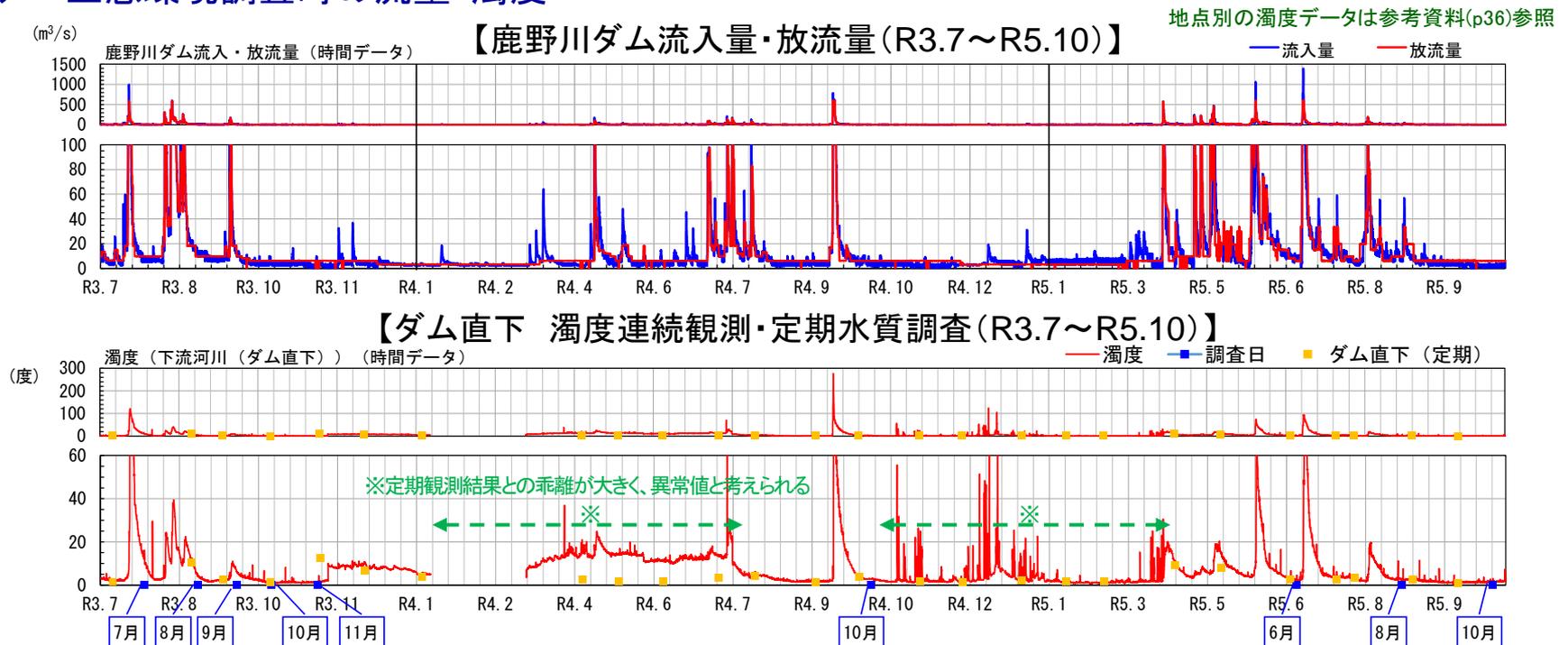
※1: 出典 宮川, 土木研究所自然共生研究センター 研究成果, 2013

## 【現地の濁度状況】

- ダム直下の濁度は、定常的に高い状態にはなっていない。
- 出水時に急激な上昇がみられ、その後、緩やかに低下する。

⇒過年度調査で得られた濁度と有機物の割合との相関分析を行った。

## ■ アユ生息環境調査時の流量・濁度



# 分析結果

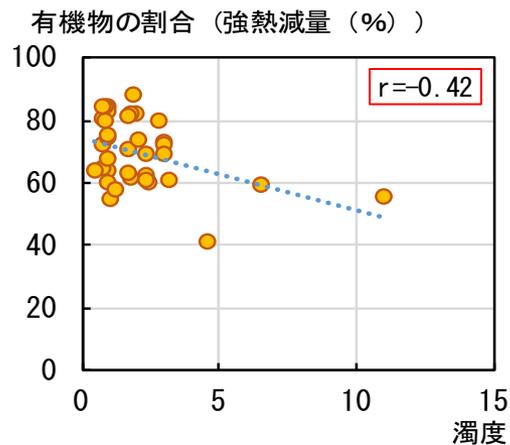
一部データの除外と、地点別の相関分析結果は参考資料(p37、38)参照

■ 有機物の割合と濁度(調査当日・1週間前までの平均・2週間前までの平均)の相関を比較した。  
⇒調査日当日の濁度よりも**2週間前までの平均濁度の方が有機物の割合(アユの餌環境)と高い相関がみられた。**

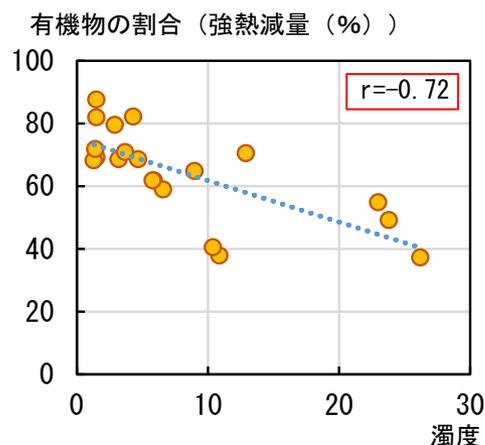
■ 強熱減量が約40%<sup>注)</sup>となる際の最も低い濁度は約10度であった。  
⇒**有機物の評価基準(案)として、「濁度の2週間平均値が10度未満」を設定する。**

注)河床付着物中の有機物の割合は40%を下回るとアユの餌としてはレベルが低くなると言われている<sup>※1</sup>。

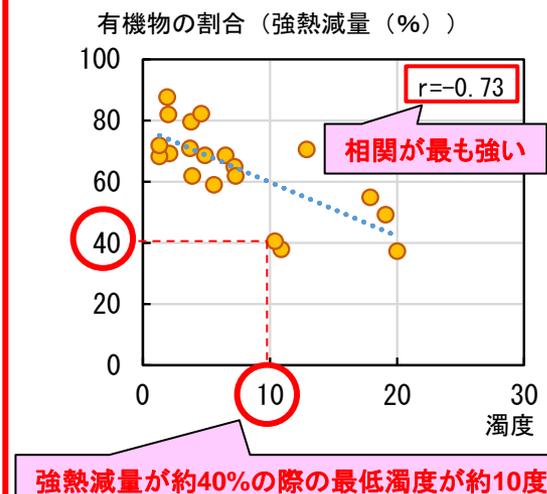
## 調査当日の濁度



## 1週間前までの濁度(蓄積性考慮)



## 2週間前までの濁度(蓄積性考慮)



令和5年度調査実施地点(St.3,6,7,9)  
のデータを使用

濁度連続観測実施地点(St.2,3,4)のデータを使用<sup>※2</sup>

※1:出典 皆川・萱場, アユの餌資源としての観点からみた河床付着物の評価, 2005, 土木学会年次学術講演会講演集

※2:令和5年度調査実施地点(St.6,7,9)では濁度の連続観測を実施していなかったため、今回の分析には濁度連続観測実施地点(St.2,3,4)のデータを使用して分析を行った。

■相関係数(r)の値と相関(目安)

$-1.0 \leq r \leq -0.7$  強い相関  $-0.7 \leq r \leq -0.4$   $0.4 \leq r \leq 0.7$  相関  $-0.4 \leq r \leq -0.2$   $0.2 \leq r \leq 0.4$  弱い相関  $-0.2 \leq r \leq 0.2$  ほとんど相関がない

# 分析結果の検証

- 令和3～5年の3カ年において、8洪水で濁度の2週間平均値が10度※を超過する状況がみられた。
- 季節や連続洪水の有無等によっても左右されるが、出水規模が大きいほど超過する状況になりやすい。

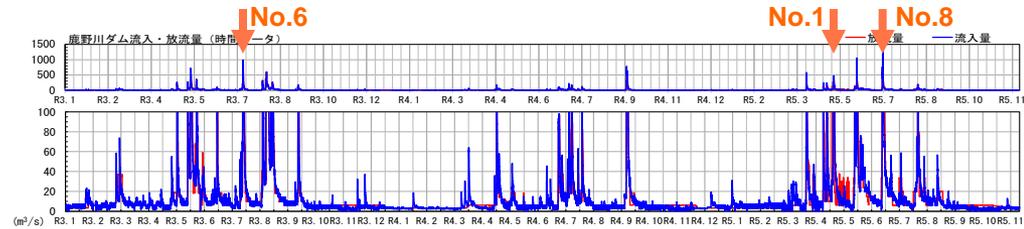
※有機物の割合の評価基準(案)

## ■ 有機物の評価基準(案)の超過状況

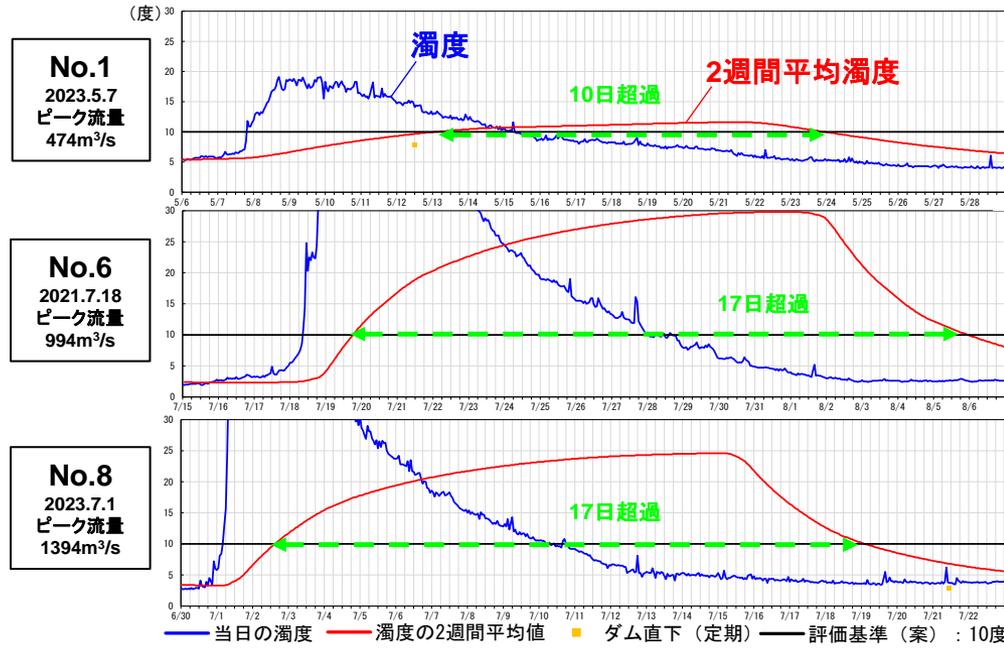
※2週間平均濁度が10度を超過した洪水(R3～5)

No.	ピーク生起日	ピーク流入量 (m³/s)	濁度の2週間平均値が10度を超えた日数
1	2023年5月7日	474.4	10
2	2023年4月7日	580.1	7
3	2021年8月13日	603.0	18
4	2021年5月20日	726.9	21
5	2022年9月18日	784.9	18
6	2021年7月18日	994.3	17
7	2023年6月2日	1057.3	16
8	2023年7月1日	1393.5	17

## ■ 鹿野川ダム流入量・放流量

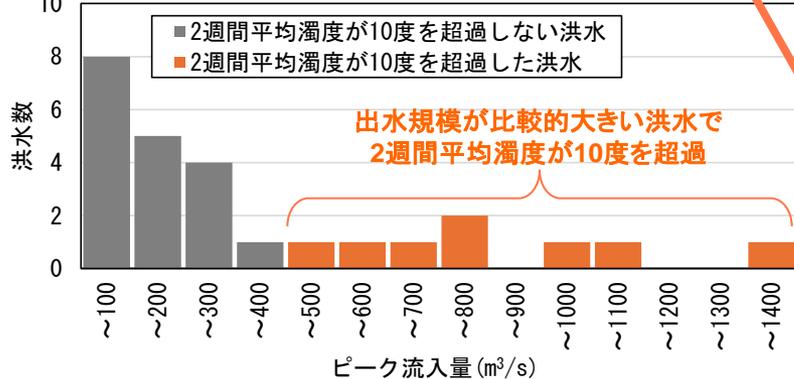


## ■ 洪水時の濁度変化(ダム直下)



## ■ 洪水規模別頻度分布(R3～5)

※トンネル洪水吐から放流があった洪水を抽出



# 長期的な濁度と付着藻類・強熱減量の関係分析

## まとめ

- 令和3年～5年に実施したアユ生息環境調査結果から、アユの餌環境の指標となる強熱減量と長期的な濁度の蓄積との相関関係を確認できた。⇒濁度については評価基準(7度以下)に加え、強熱減量の評価基準(濁度の2週間平均値が10度未満)としても活用する。

### ■モニタリング調査計画及び評価方法(第19回 鹿野川ダム水質検討会説明資料を元に修正)

評価指標		モニタリング調査		評価		
		調査地点 (主体)	調査時期 (頻度)	評価対象データ	評価基準	評価のルール
水温	水温 (連続観測)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダム直下 (国)</li> <li>鹿野川大橋下流 (国)</li> <li>小田川合流点下流※1 (国)</li> </ul> ※1 道野尾橋(既設)から移設	連続観測(毎1時間)	各地点の「日移動平均値」※3； 観測値をもとに、24時間平均を1時間ずつずらして整理する。 ※3 水温は日変動があるため日平均を用いる	3～5月 : 9～16℃ 6～9月 : 20～28℃ 10～11月 : 14～20℃	各出水後ごとに評価基準の「超過日数」を整理する。
	水温 (定期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダム直下 (国)</li> <li>鹿野川大橋下流 (国)</li> <li>道野尾橋 (国)</li> <li>成見橋 (県)</li> <li>肱川橋 (国)</li> </ul>	水質調査計画に基づく時期 <ul style="list-style-type: none"> <li>肱川橋 : 月3回(年36回)</li> <li>肱川橋以外 : 月1回(年12回)</li> </ul>	各地点の「期間別平均値」： 各調査の観測値を評価基準に定めた期間※4(右記)ごとに平均する。 ※4 3～5月、6～9月、10～11月の3期間	3～5月 : 9～16℃ 6～9月 : 20～28℃ 10～11月 : 14～20℃	左記の期間ごとに評価基準の「超過の有無」を整理する。 注)水温は日変動があるが、観測値は1日1回の調査によるため、参考値として取り扱う。
水の濁り	濁度 (連続観測)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダム直下 (国)</li> <li>鹿野川大橋下流 (国)</li> <li>道野尾橋 (国)</li> </ul>	連続観測(毎1時間)	各地点の「観測値」； 観測値(1時間値)を整理する。	7度以下	各出水後ごとに評価基準の「超過日数(時間)」を整理する。
	SS (定期)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダム直下 (国)</li> <li>鹿野川大橋下流 (国)</li> <li>道野尾橋 (国)</li> <li>成見橋 (県)</li> <li>肱川橋 (国)</li> </ul>	水質調査計画に基づく時期 <ul style="list-style-type: none"> <li>肱川橋 : 月3回(年36回)</li> <li>肱川橋以外 : 月1回(年12回)</li> </ul>	各地点の「各調査の観測値」	3～8月 : 13mg/L未満 9～11月 : 8mg/L未満	各調査ごとに評価基準の「超過の有無」を整理する。
				各地点の「年平均値」； 各調査の観測値を年間で平均する。	2mg/L 未満	年ごとに「超過の有無」を整理する。
	強熱減量⇒R5 年度で終了 (今後は濁度 で評価)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ダム直下 (国)</li> <li>鹿野川大橋下流 (国)</li> <li>道野尾橋 (国)</li> <li><del>逆投橋上流 (国)</del></li> <li><del>新富士橋上流 (国)</del></li> <li><del>小田川 (国)</del></li> </ul> (強熱減量の調査地点から濁度調査地点に変更)	随時 連続観測(毎1時間)	各地点の「各調査の測定値」 各地点の「観測値」； 観測値(2週間平均値)を整理する。	強熱減量40%以上 濁度の2週間平均値が 10度未満	各調査ごとに評価基準の「超過の有無」を整理する。
透明度 (水平方向)	<ul style="list-style-type: none"> <li>鹿野川大橋下流</li> <li>逆投橋上流</li> <li>新富士橋上流</li> <li>小田川</li> </ul>	年2回(夏季・冬季)	各地点の「各調査の測定値」	コントロール地点(小田川)との比較評価	各調査ごとに評価基準の「超過の有無」を整理する。	
総合的 指標	水生生物調査 (スコア法)	<ul style="list-style-type: none"> <li>鹿野川大橋下流</li> <li>大川橋下流</li> </ul>	調査主体の活動に応じた時期 (年1回程度)	各地点の「平均スコア」； スコア法マニュアル(H29.3 環境省) に基づく平均スコアを整理する。	7.5点 以上	各調査ごとに評価基準の「超過の有無」を整理する。

# 水生生物調査の試行(冬季)

1. 調査の背景と目的
2. 調査の方法
3. 調査結果
4. 地域と連携した水生生物調査

## 【R5検討会意見】

意見等なし

(R5夏季の水生生物調査では地点間の差が明確でない等の課題がみられたため、R6モニタリングでは冬季の水生生物調査を計画)

⇒冬季の水生生物調査(スコア法)を実施し、夏季よりも冬季調査の方が有効であることを確認。また、地域の学校等と連携した次年度以降の調査計画を検討。

# 調査の背景と目的

■ 昨年度の水生生物調査の試行(夏季)に引き続き、冬季調査の試行を実施した。

## ■ 水生生物調査の試行(冬季)の背景と目的

### ■ 背景・目的

- ・河川の水質指標で地域住民等が実感しやすい水生生物調査結果を指標とした水環境の評価方法について、さらに実感しやすいように、地域住民等が調査に参加可能な方法を検討する必要がある。
- ・昨年度は「平均スコア法」に基づく調査及び評価を夏季に試行した。ただし、上下流の地点間でスコアに明確な差異が見られなかった。

⇒今年度は、水生生物のサイズが大きく採集・同定がしやすい冬季調査の試行により精度の高い評価を行い、昨年度の夏季調査結果とスコアを比較し、妥当性を検証することを目的とする。

⇒また、今後、下流河川への影響のモニタリングとして、地域と連携した継続的な水生生物調査体制に参加可能な主体を確保するため、学校への水生生物調査への参加意向等を確認するヒアリング調査を実施した。

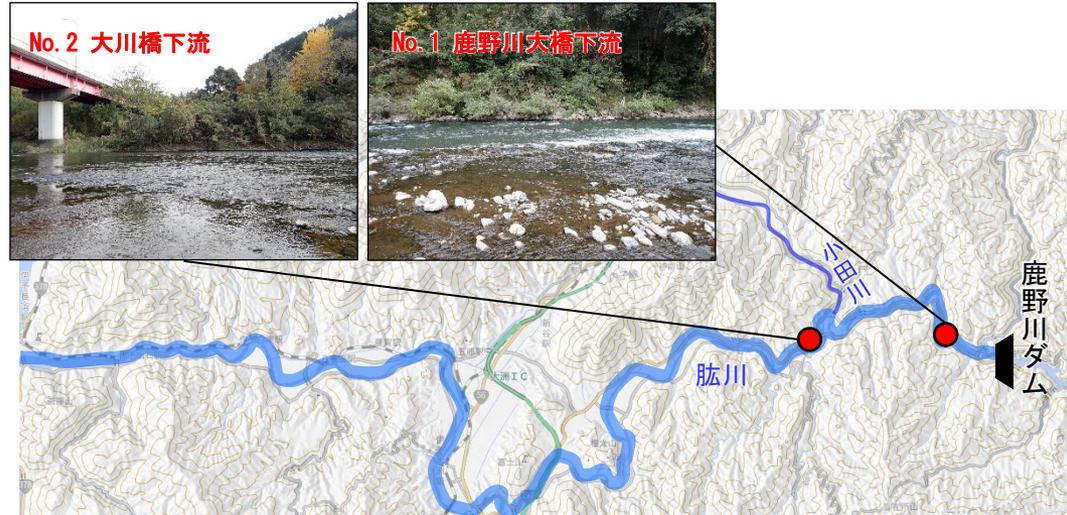
# 調査の方法

- 調査は、夏季と同様の地点・方法で行った。

## ■ 調査の概要

調査時期	冬季(2024年12月11日)
	水生生物のサイズが大きく、採集・同定しやすい冬季 (参考)昨年度調査日:夏季(2023年8月25日) 河川水温が高く、夏休みで子供の参加が見込まれる夏季
調査地点	No.1:鹿野川大橋下流(道の駅裏) ダムの影響が大きいダム直下流において、調査可能な最上流の地点
	No.2:大川橋下流 ダムの影響が緩和されることが想定される支川(小田川)の合流直下流に設定 注)調査地点は昨年度と同地点とした

### <調査地点>



### <調査手順>

## ■ 現地作業

### ①水生生物の採集

- ・上流側をキック法などでかき回し、下流側にタモ網を構えて採集



採集の状況

### ②試料の選別と保存

- ・水生生物を土砂や藻類などと分離
- ・現地同定可能なものは記録後、放流
- ・現地同定が困難なものはエタノールで保存し持ち帰る



選別の状況

### ③生息環境の測定

- ・参考として生息環境を測定  
例:、水温、流速、河床の状態(間隙の有無、付着藻類等)、pH、COD等



流速の計測



pHの測定

## ■ 室内作業

### ④試料の同定

- ・水生生物を顕微鏡で科レベルまで見分ける



室内同定の状況



シトビケラ科



カゲラ科

# 調査結果

- 冬季調査で採集した水生生物は、夏季よりも全体的に個体のサイズが大きかった。
- 確認された科数は、「鹿野川大橋下流」で14科、「大川橋下流」で15科であり、夏季調査結果と比較すると、それぞれ9科及び2科増加した。

## ■ 確認された水生生物

冬季調査の方が、夏季調査よりも個体サイズの大きい水生生物が多く採集された。

鹿野川大橋下流



大川橋下流



鹿野川大橋下流



大川橋下流



## ■ 確認された科

地点	目	科	スコア
鹿野川大橋下流	カゲロウ目	コカゲロウ科	6
		トビロカゲロウ科	9
		マダラカゲロウ科	8
	トンボ目	サナエトンボ科	7
	カワゲラ目	カワゲラ科	9
	トビケラ目	シマトビケラ科	7
		ナガレトビケラ科	9
	コウチュウ目	ヒラタドROMシ科	8
		ドROMシ科	8
	ハエ目	ガガンボ科	8
		ブユ科	7
		ユスリカ科(その他:腹鰓なし)	6
	ヒル綱	ヒル綱	2
	<b>8目14科</b>		
大川橋下流	カゲロウ目	ヒラタカゲロウ科	9
		コカゲロウ科	6
		トビロカゲロウ科	9
		マダラカゲロウ科	8
		モンカゲロウ科	8
	トンボ目	サナエトンボ科	7
	カワゲラ目	カワゲラ科	9
	アミメガの目	ヘビトンボ科	9
	トビケラ目	シマトビケラ科	7
		ナガレトビケラ科	9
	コウチュウ目	ヒラタドROMシ科	8
		ドROMシ科	8
	ハエ目	ガガンボ科	8
		ブユ科	7
		ユスリカ科(その他:腹鰓なし)	6
<b>8目15科</b>			

## ■ (参考) 夏季に確認された科

地点	目	科	スコア
鹿野川大橋下流	カゲロウ目	トビロカゲロウ科	9
		マダラカゲロウ科	8
	カワゲラ目	カワゲラ科	9
	トビケラ目	シマトビケラ科	7
	ハエ目	ユスリカ科(その他:腹鰓なし)	6
<b>4目5科</b>			
大川橋下流	カゲロウ目	ヒラタカゲロウ科	9
		トビロカゲロウ科	9
		マダラカゲロウ科	8
	トンボ目	サナエトンボ科	7
	カワゲラ目	カワゲラ科	9
	アミメガの目	ヘビトンボ科	9
	トビケラ目	シマトビケラ科	7
		ナガレトビケラ科	9
	コウチュウ目	ヒラタドROMシ科	8
		ドROMシ科	8
ハエ目	ガガンボ科	8	
	ユスリカ科(その他:腹鰓なし)	6	
エビ目	サワガニ科	8	
<b>8目13科</b>			

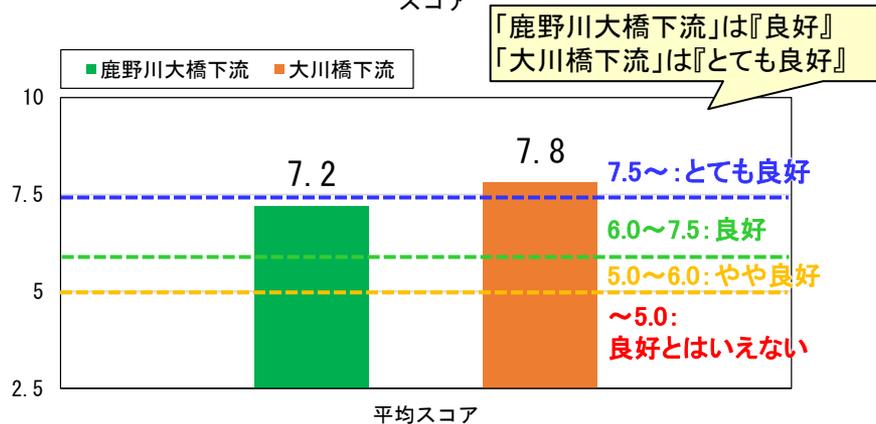
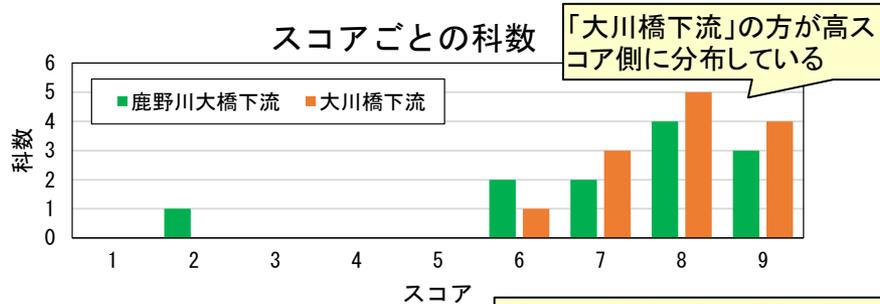
■: 各地点において冬季のみ確認された科

# 調査結果

- 平均スコアは、「鹿野川大橋下流」で7.2(良好)、小田川合流後の「大川橋下流」で7.8(とても良好)であり、夏季よりも2地点間のスコアの差が明確となった。

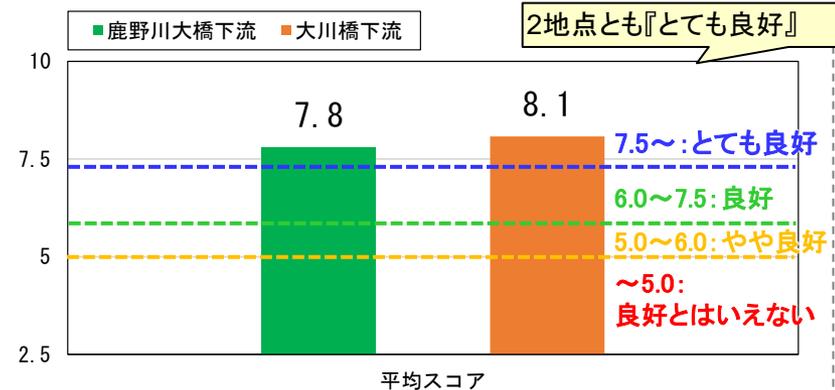
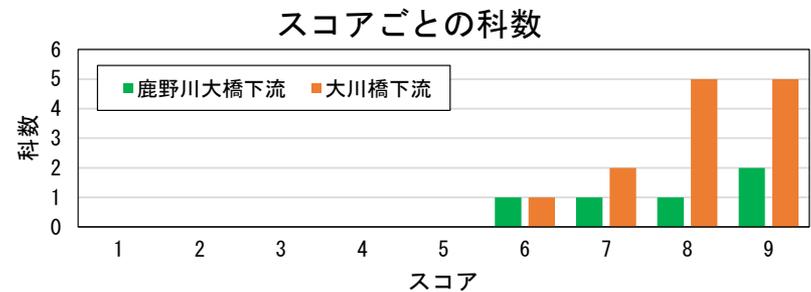
## 平均スコアの算定結果

地点	科数	平均スコア	河川水質の良好性	(参考) 総スコア
鹿野川大橋下流	14	7.2	良好	94
大川橋下流	15	7.8	とても良好	109



## (参考) 夏季調査での平均スコア算定結果

地点	科数	平均スコア	河川水質の良好性	(参考) 総スコア
鹿野川大橋下流	5	7.8	とても良好	39
大川橋下流	13	8.1	とても良好	105



# 地域と連携した水生生物調査

- 次年度以降、調査時期として望ましい冬季に水生生物調査を継続して実施する。
- また、以下 ■ ハッチのとおりに地域(小・中学校)と連携した調査を実施する。

小・中学校との水生生物調査の調整状況は参考資料(p39)参照

河川	調査地点	調査主体	時期	備考
肱川本川	①鹿野川大橋下流	国土交通省	冬季(1月)1回/年	
	②大川橋下流	国土交通省	冬季(1月)1回/年	
河辺川 (支川)	③肱川支所前 <sup>注</sup>	肱川中学校	春季(5-6月)1回/年	山鳥坂ダム工事事務所が支援 (指導者手配・備品提供等)
久米川 (支川)	④久米川 <sup>注</sup>	久米小学校	夏季(9月)1回/年	大洲河川国道事務所が支援 (指導者手配・備品提供等)

注:③,④は支川での調査のため、ダム下流河川(肱川本川)の水質を把握するものではないが、参考としてスコア法の評価結果を収集するものとする。



# 参考資料

## 参考1.長期的な濁度と付着藻類・強熱減量の関係分析

付着藻類の概要

アユ生息環境調査の実施状況

アユ生息環境調査の調査地点(R3~R5)

地点別の濁度データ

相関分析における一部データの除外

地点別の相関分析結果

## 参考2.水生生物調査の試行(冬季)

学校へのヒアリング結果概要

## 【参考】付着藻類の概要

- 付着藻類とは、水中植物、底泥、礫、岩石等の表面に付着している珪藻<sup>けいそう</sup>、藍藻<sup>らんそう</sup>、緑藻<sup>りよくそう</sup>、紅藻<sup>こうそう</sup>等の藻類の総称である。
- 付着藻類は、水圏生態系の中で一次生産者の位置にあり、付着藻類やその剥離したものを主要な餌としている水生昆虫や魚類(アユ等)も多い。

### ■ 藻類の発達に関する支配要因

- ① 成長のための資源: 栄養塩・光・水温
- ② 外力: 流速の大小とその時間変動、流砂量の多寡等
- ③ 摂食: 付着藻類を食べる底生動物や魚類の生息密度

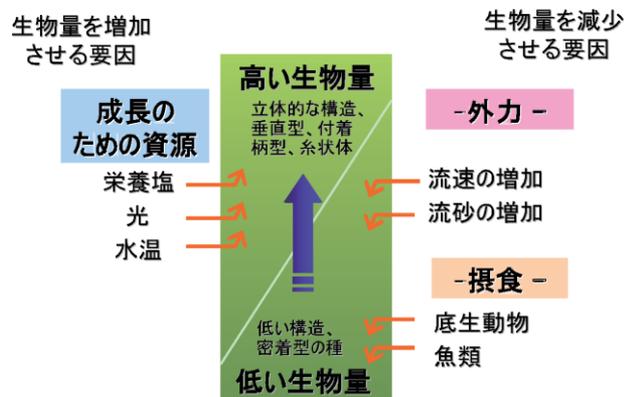
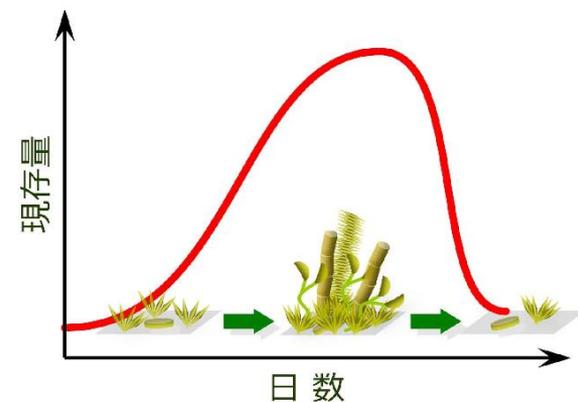


図 4.3-2 河川の付着藻類の発達を制御する要因  
(Biggs 1996 の原図 を加筆・修正)

### ■ 付着藻類の発達過程

- ・付着藻類の光合成により、植物が草原から森林に遷移するように発達する。
- ・発達した付着藻類は、一定以上の厚さになると石の表面から剥がれる。
- ・付着藻類は、バクテリア、付着藻類の死骸、有機物、シルト等の無機物を含む、河床付着物として川底に存在している。



付着藻類群落の発達過程

## 【参考】アユ生息環境調査の実施状況

- 令和2年度(令和3年3月)より、鹿野川ダム直上流から大洲地点までの肱川本川及び流入支川を対象とし、アユの餌生物となる付着藻類の調査を計11回実施した。

### ■モニタリング概要(R2～R5)

年度	調査回	調査日	地点	項目	内容
R2	第1回	3月8～10日	9	付着藻類 (河床 付着物)	瀬の流心で石を2個以上採取し、表面に付着している藻類を採取し、以下の分析を行った。 【現地計測】流速・水深・相対光量子 【分析項目】藻類の同定・計測・クロロフィルa・フェオフィチン・有機物の割合(強熱減量・強熱残留物量)
R3	第2回	7月28～30日	10		
	第3回	8月29～31日	10		
	第4回	9月22～24日	10		
	第5回	10月13～15日	10		
	第6回	11月10～12日	10		
R4	第7回	10月12～14日	10	水質	瀬の流心で採水し、以下の現地計測・分析を行った。 【現地計測項目】流速・水深・水温 【分析項目】濁度・SS・VSS・T-N・T-P NH <sub>4</sub> -N※・NO <sub>3</sub> -N※・NO <sub>2</sub> -N※・PO <sub>4</sub> -P※
	第8回	1月18～20日	10		
R5	第9回	6月27～28日	4		
	第10回	8月30～31日	4		
	第11回	10月24～25日	4		

※の水質項目は令和5年度のみ実施



【付着藻類の採取状況】



【現地計測状況】

## 【参考】アユ生息環境調査の調査地点 (R3~R5)

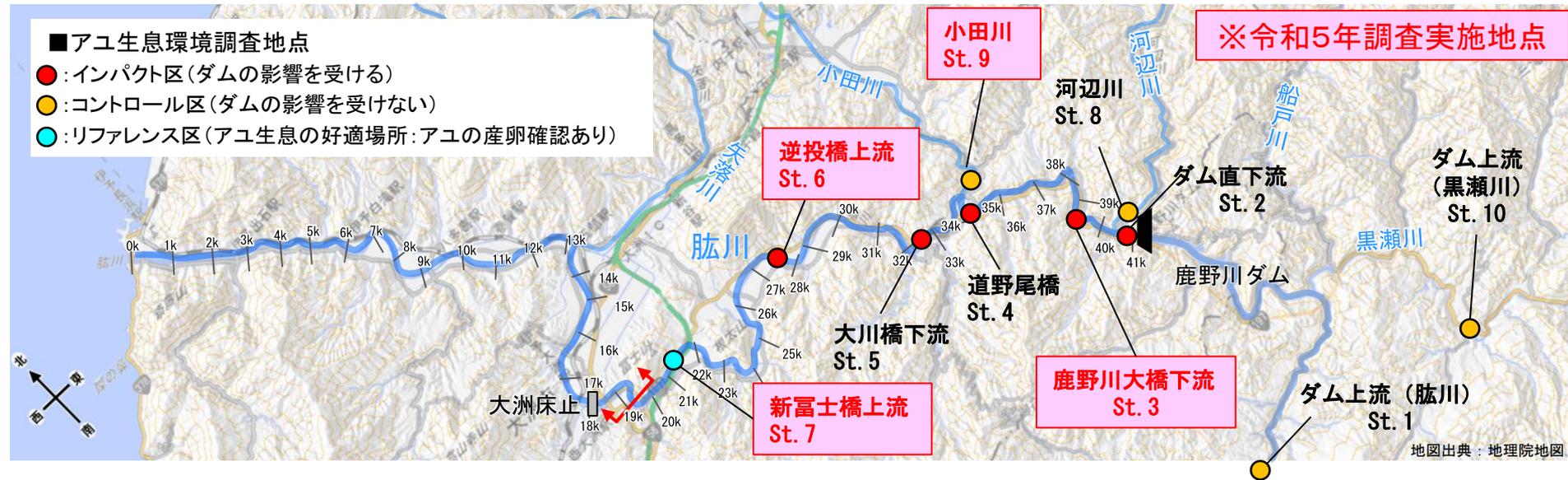
- ダム放流水の影響を比較検討するため『コントロール区』と『リファレンス区』を設定した。
- 令和5年は鹿野川大橋下流 (St.3)、小田川 (St.9)、逆投橋上流 (St.6)、新富士橋上流 (St.7) の4地点で調査を実施した。

### ■ アユ生息環境調査地点

#### ■ アユ生息環境調査地点

- : インパクト区 (ダムの影響を受ける)
- : コントロール区 (ダムの影響を受けない)
- : リファレンス区 (アユ生息の好適場所: アユの産卵確認あり)

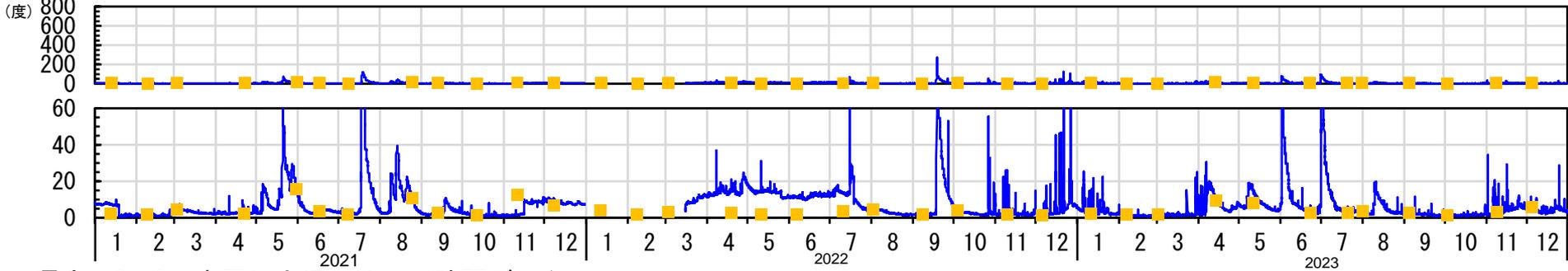
※令和5年調査実施地点



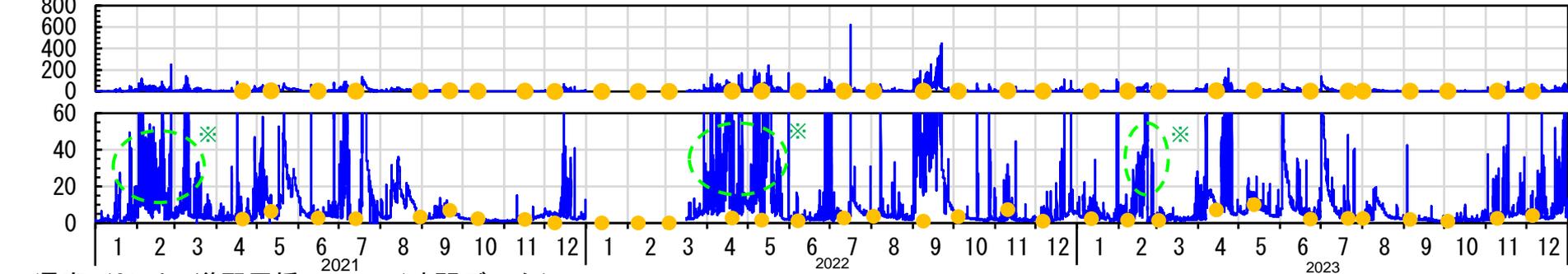
## 【参考】地点別の濁度データ(R3~5)

- 鹿野川大橋下流地点では、年間にわたって上下流地点には無い濁度の急上昇が多く見られ、異常値の発生しやすい地点と考えられる。

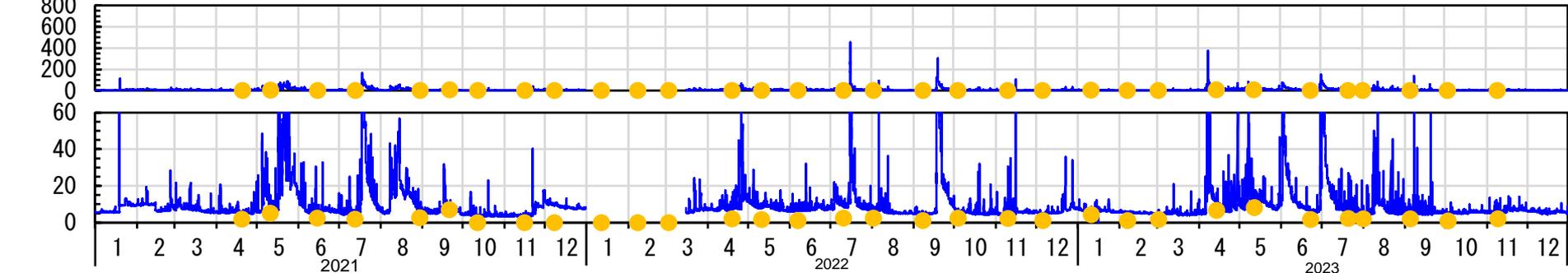
濁度 (St. 2 : ダム直下) (時間データ)



濁度 (St. 3 : 鹿野川大橋下流) (時間データ)



濁度 (St. 4 : 道野尾橋上流) (時間データ)

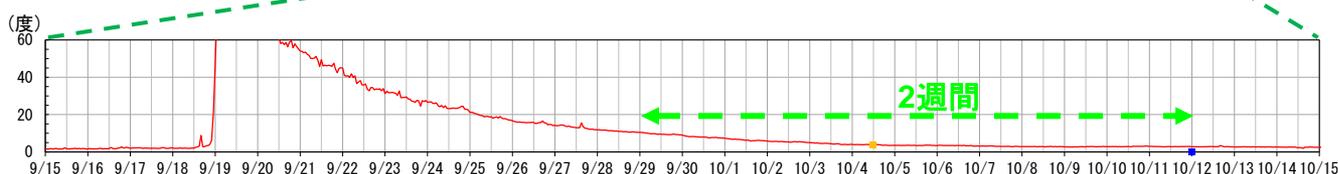
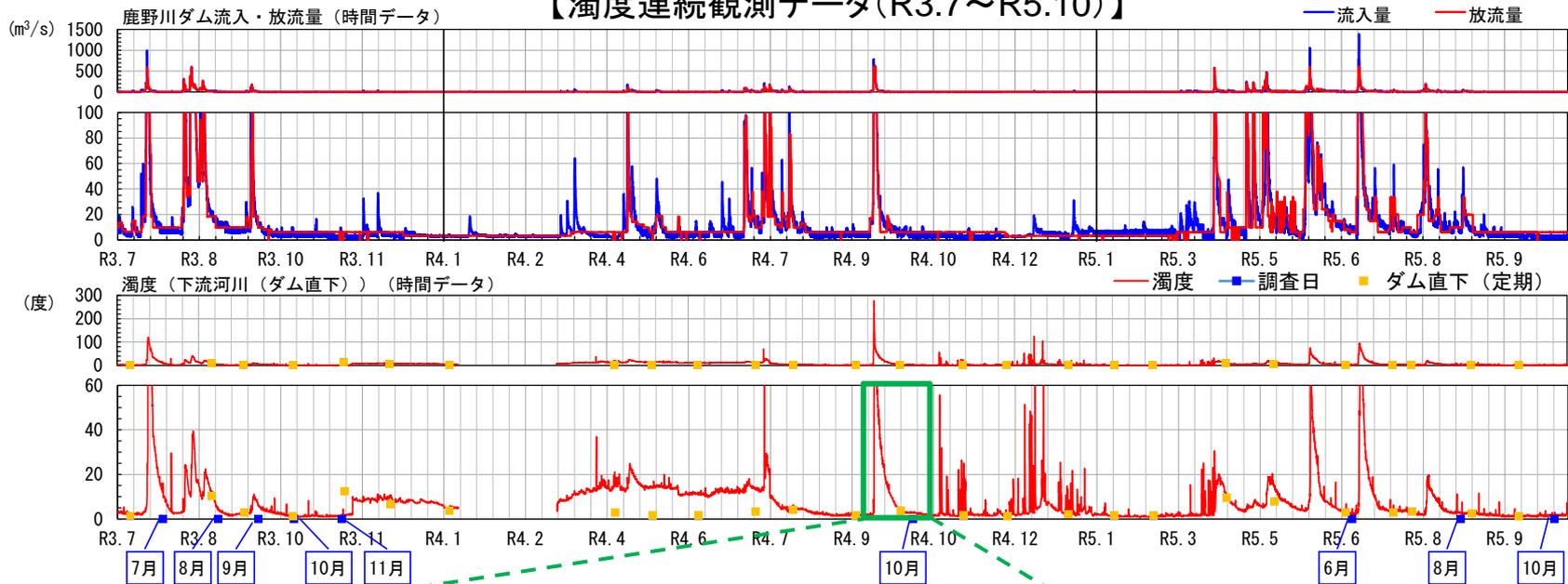


※上下流地点には無い濁度の急上昇が見られ、異常値と考えられる。

# 【参考】相関分析における一部データの除外について

- 既往文献※<sup>1</sup>による知見「付着藻類に濁りが堆積しても、良好な水質の流水下では2週間で元に戻る」に適合しないデータ(R4.10)については除外した上で分析を実施した。

## 【濁度連続観測データ(R3.7~R5.10)】



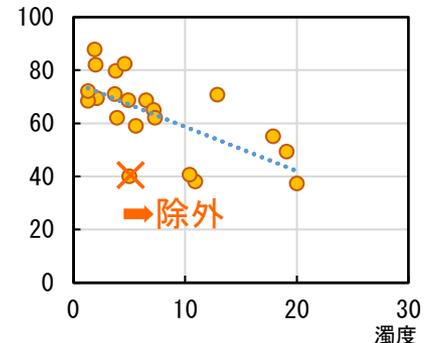
9/22 ゲート放流終了

10/12調査結果 St.2の強熱減量:40%

令和4年10月12日のSt.2調査時は、濁度の値が低下してから2週間以上経過しているが、強熱減量の値が回復していない → 分析対象から除外

### 2週間前までの濁度(蓄積性考慮)

有機物の割合(強熱減量(%))

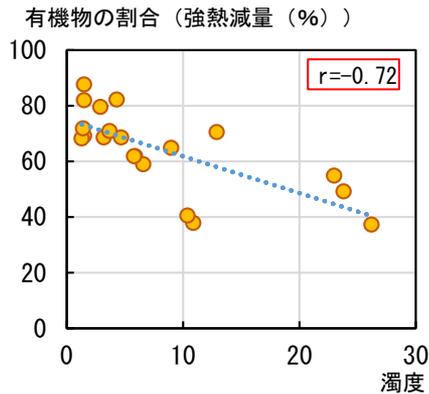


## 【参考】地点別の相関分析結果

■ St.3: 鹿野川大橋下流で相関が比較的弱くなっていたが、概ね「強い相関」となった。

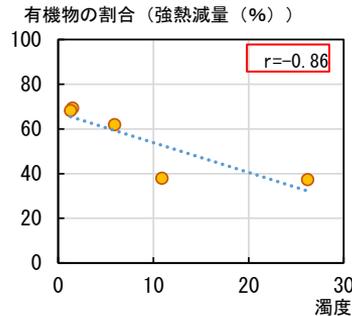
①「アユ生息環境調査日～1週間前まで」の濁度連続観測データの平均値を使用

地点の統合

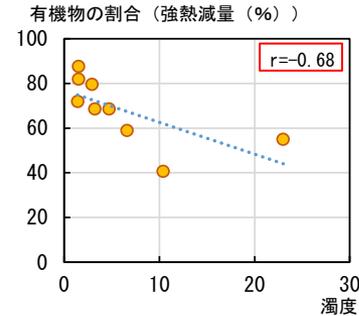


統合

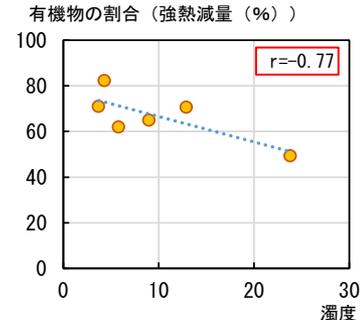
St.2: ダム直下流



St.3: 鹿野川大橋下流

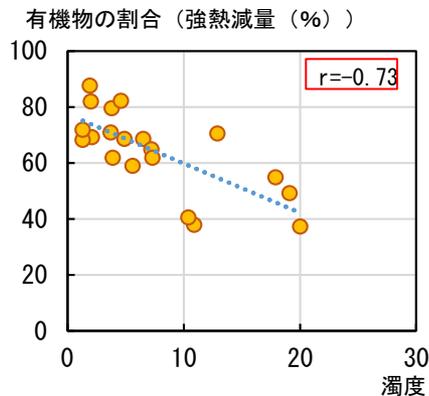


St.4: 道野尾橋



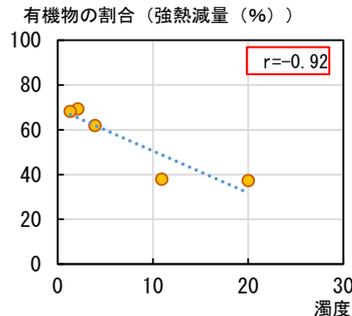
②「アユ生息環境調査日～2週間前まで」の濁度連続観測データの平均値を使用

地点の統合

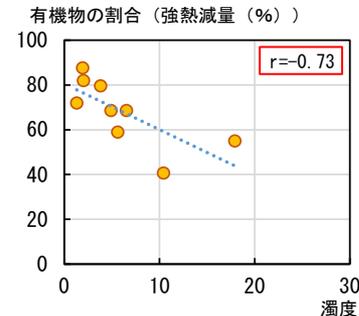


統合

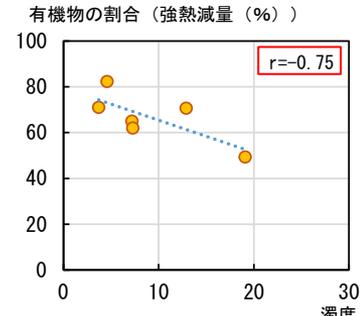
St.2: ダム直下流



St.3: 鹿野川大橋下流



St.4: 道野尾橋



■ 相関係数(r)の値と相関(目安)

$-1.0 \leq r \leq -0.7$  ・  $0.7 \leq r \leq 1.0$  強い相関     $-0.7 \leq r \leq -0.4$  ・  $0.4 \leq r \leq 0.7$  相関     $-0.4 \leq r \leq -0.2$  ・  $0.2 \leq r \leq 0.4$  弱い相関     $-0.2 \leq r \leq 0.2$  ほとんど相関がない

## 【参考】小・中学校との水生生物調査の調整状況

- 肱川沿川の小中学校に対し、水生生物調査に関するアンケートをメールで行い、さらに回答において水生生物調査への協力の意思を示した3校に対してヒアリングを実施した。

学校	久米小学校	肱川小学校	肱川中学校
ヒアリング日	2024年12月6日	2025年2月19日	2025年2月19日
協力可能性	○毎年実施している5年生の総合学習での水生生物調査と合わせて協力可能	△毎年実施している3年生の総合学習での水生生物調査と合わせて協力可能だが、 <b>スコア法で用いる「平均」の概念を学習前</b> のため、難しい。	○毎年実施している1年生の総合学習での水生生物調査と合わせて協力可能
調査地点	久米川	河辺川(大洲市肱川支所前)	河辺川(大洲市肱川支所前)
調査時期	9月(毎年の実施時期)	5-6月(毎年の実施時期)	5-6月(毎年の実施時期)
調査体制	・児童:1学年20人程度 ・安全管理・調査指導: 学校教員・地域コーディネーター	・児童:1学年13人程度(今年度) ・安全管理・調査指導: 学校教員・山鳥坂ダム工事事務所職員・専門家数名(工事事務所が手配)	・生徒:1学年17人程度(今年度) ・安全管理・調査指導: 学校教員・山鳥坂ダム工事事務所職員・専門家数名(工事事務所が手配)
アクセス	・市のスクールバスで5分程度	・徒歩で10分程度	・徒歩で5分程度
備品	・必要備品は、大洲河川国道事務所から一式借用	・必要備品は、山鳥坂ダム工事事務所から一式借用	・必要備品は、山鳥坂ダム工事事務所から一式借用
その他	・パックテストも実施	・パックテストも実施	・パックテストも実施