

# 「第4回 矢作ダム貯水池総合管理計画検討委員会」 (濁水・冷水・維持流量対策)

## 目 次

- 2. 矢作ダム貯水池濁水対策
  - 2-1 矢作ダムの水理・濁水特性
    - 2-1-1 出水規模の状況
    - 2-1-2 貯水池内の水温鉛直分布状況
    - 2-1-3 出水前後の貯水池内の濁度分布状況
  - 2-2 矢作ダムの濁水モデルの検討
    - 2-2-1 これまでのモデルの概要
    - 2-2-2 モデルの変更点
    - 2-2-3 予測モデルの概要
  - 2-3 濁水軽減対策の比較検討
  - 2-4 今後の調査予定

2. 矢作ダム貯水池濁水対策  
 2-1 矢作ダムの水理・濁水特性  
 2-1-1 出水規模の状況

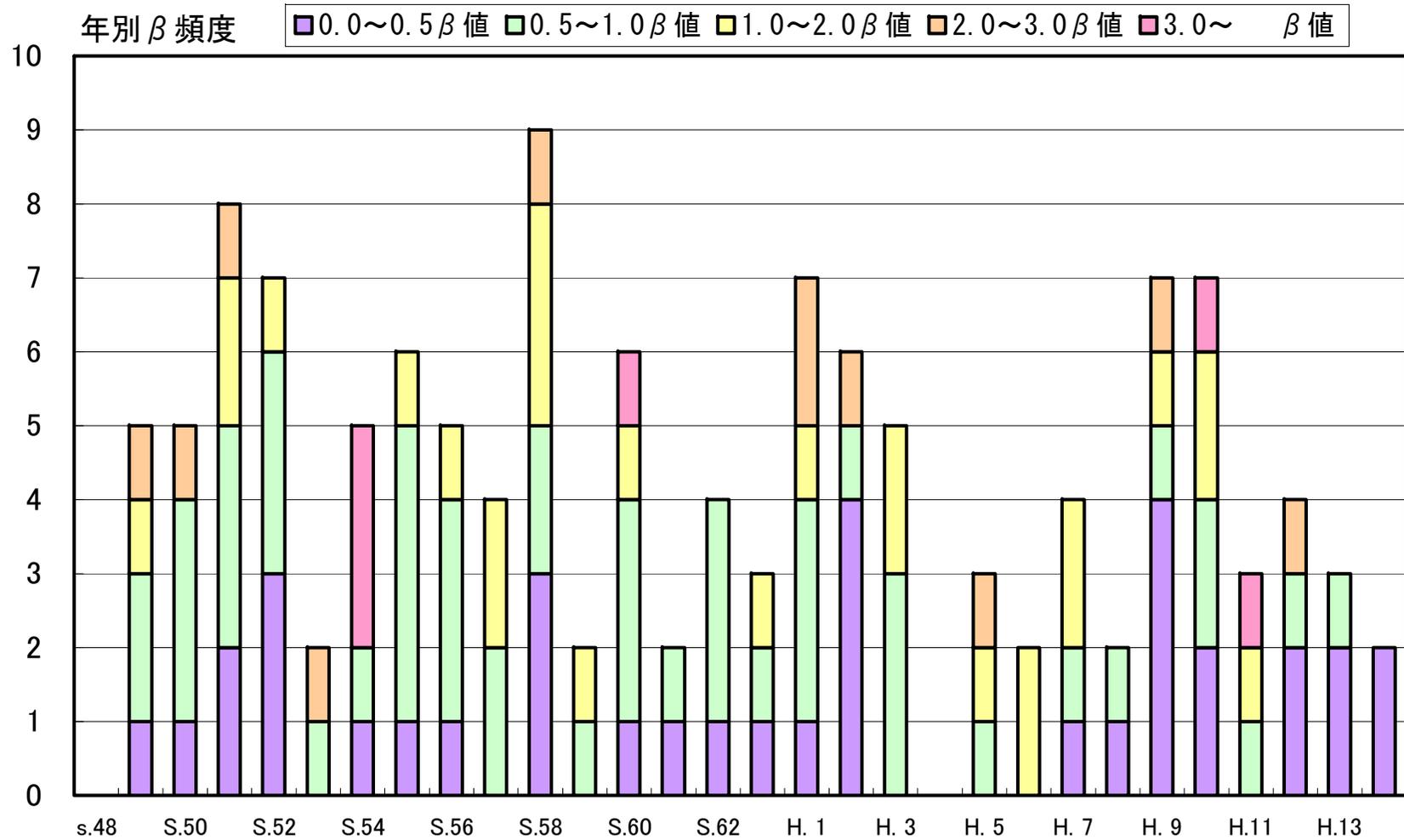


図2-2 年別の出水規模  $\beta$  の出水発生頻度①

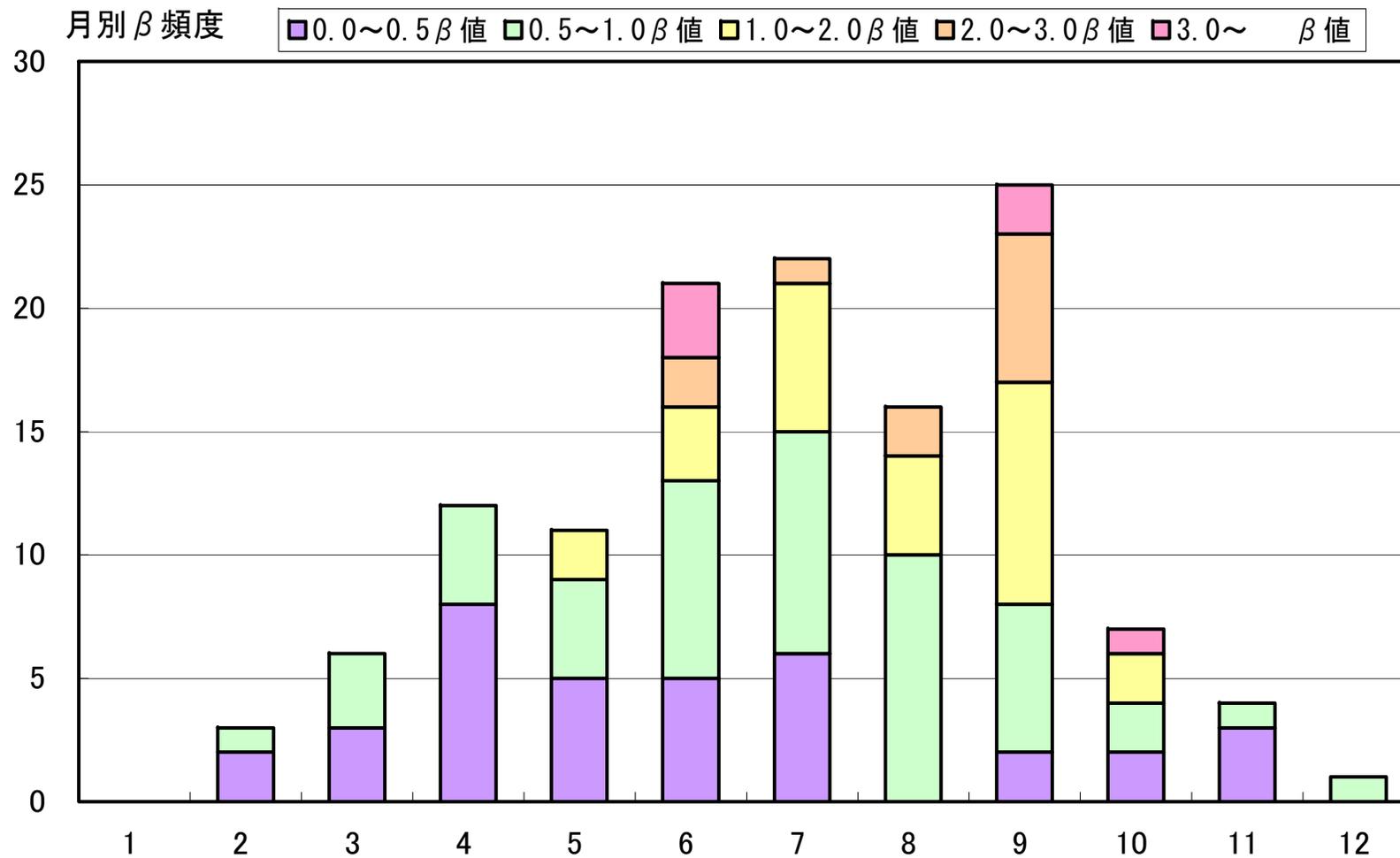


図2-2 月別の出水規模βの出水発生頻度②

## 2-1-2 貯水池内の水温鉛直分布状況

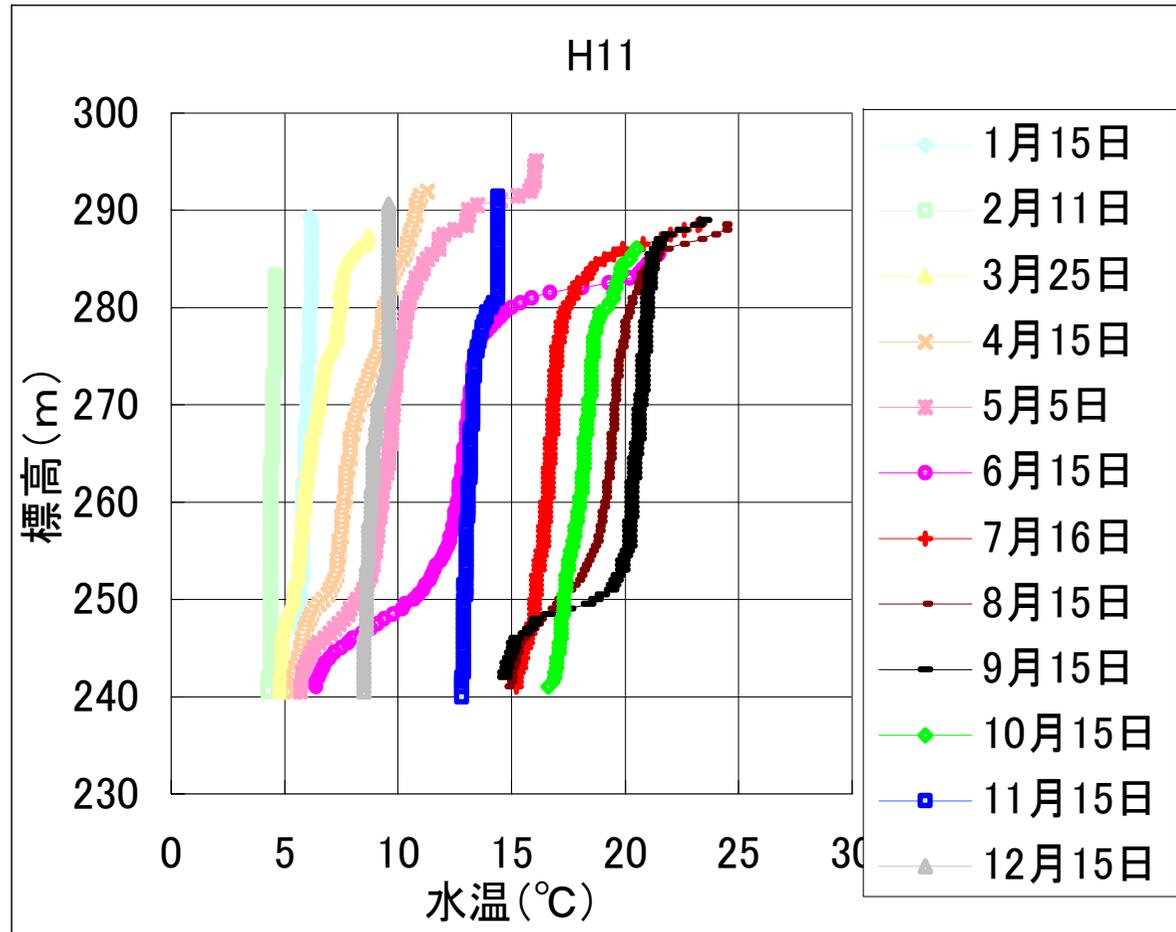


図2-3 貯水池内の水温鉛直分布(ダムサイトから上流1.0km地点:H11年)①

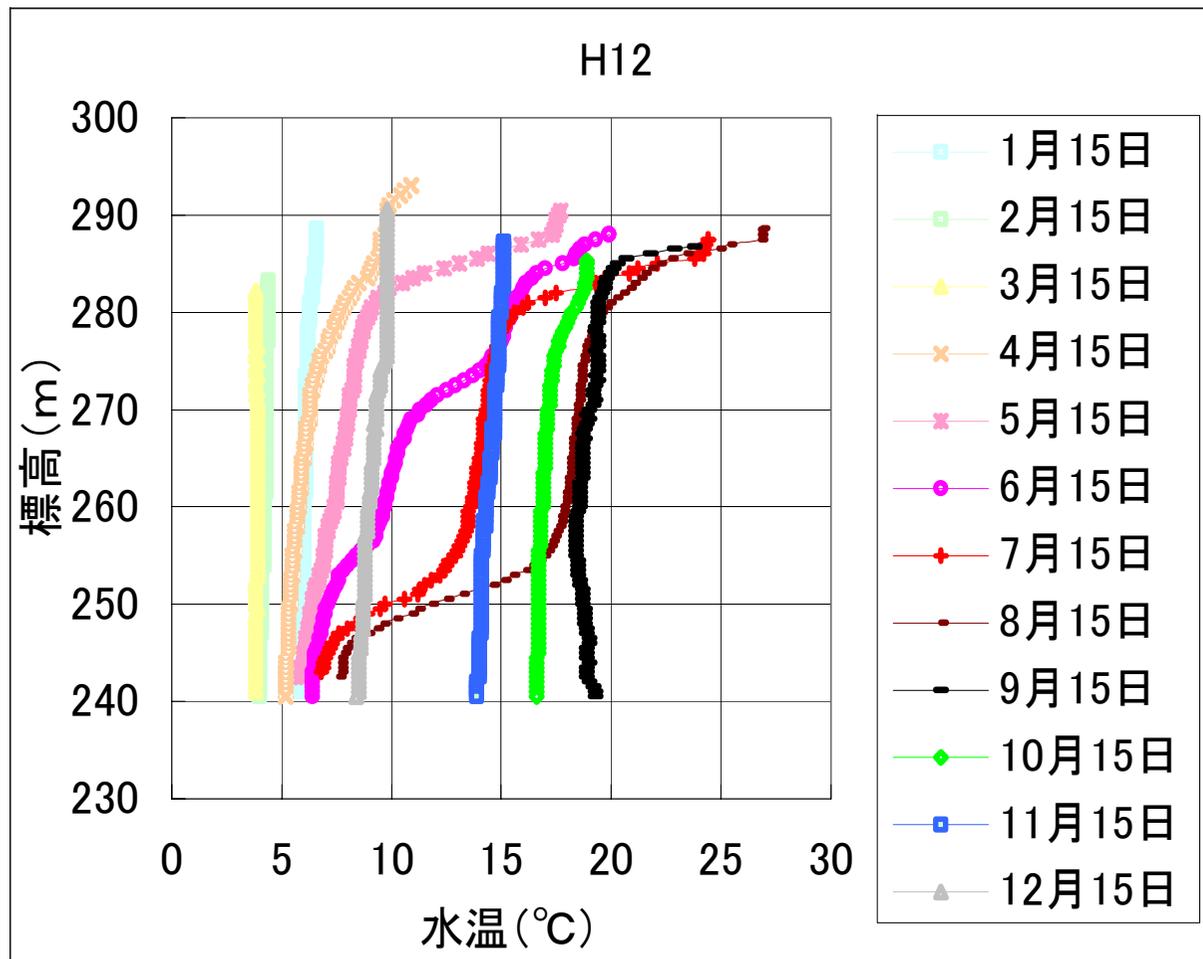


図2-3 貯水池内の水温鉛直分布(ダムサイトから上流1.0km地点:H12年)②

## 2-1-3 出水前後の貯水池内の濁度分布状況

表2-1 代表的な出水時前後における貯水池内の濁度鉛直分布の変化(春3-5月)

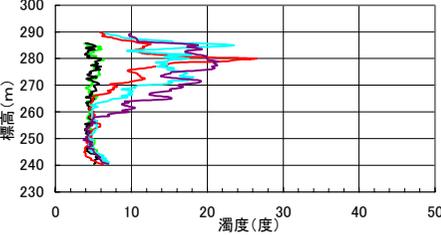
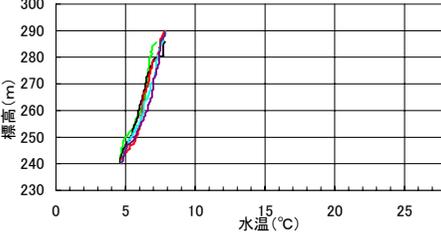
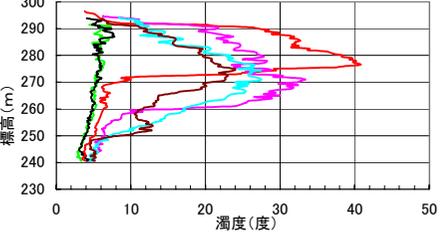
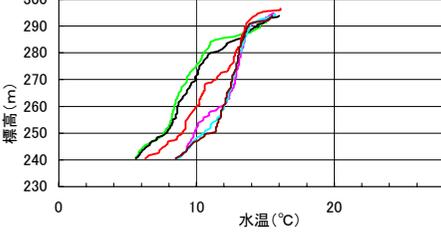
出水規模	春(3-5月)	
小 ( $\beta < 0.5$ )	<p>H10.3.19-21(出水No:H10.1)</p>  <p>3月19日 3月20日 3月21日 3月22日 3月23日</p> <p>出水規模: <math>\beta = 0.35</math> ピーク流量: 247.80m<sup>3</sup>/s(3月20日) 総流入量: 16.87 × 106m<sup>3</sup> 放流状況: 下段</p>	<p>H10.3.19-21(出水No:H10.1)</p>  <p>3月19日 3月20日 3月21日 3月22日 3月23日</p> <p>出水規模: <math>\beta = 0.35</math> ピーク流量: 247.80m<sup>3</sup>/s(3月20日) 総流入量: 16.87 × 106m<sup>3</sup> 放流状況: 下段</p>
中 ( $0.5 \leq \beta < 1.0$ )	<p>H10.4.13-17(出水No:H10.2)</p>  <p>4月13日 4月14日 4月15日 4月16日 4月17日 4月18日</p> <p>出水規模: <math>\beta = 0.85</math> ピーク流量: 314.65m<sup>3</sup>/s(4月15日) 総流入量: 51.19 × 106m<sup>3</sup> 放流状況: 下段(4.14-17), コンジット(4.14-16)</p>	<p>H10.4.13-17(出水No:H10.2)</p>  <p>4月13日 4月14日 4月15日 4月16日 4月17日 4月18日</p> <p>出水規模: <math>\beta = 0.85</math> ピーク流量: 314.65m<sup>3</sup>/s(4月15日) 総流入量: 51.19 × 106m<sup>3</sup> 放流状況: 下段(4.14-17), コンジット(4.14-16)</p>
大 ( $1.0 \leq \beta$ )		

表2-1 代表的な出水時前後における貯水池内の濁度鉛直分布の変化(初夏6月)

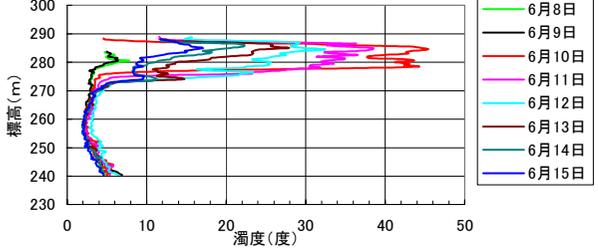
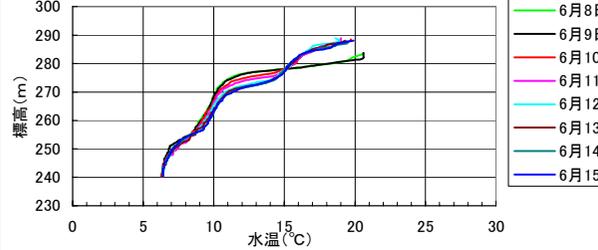
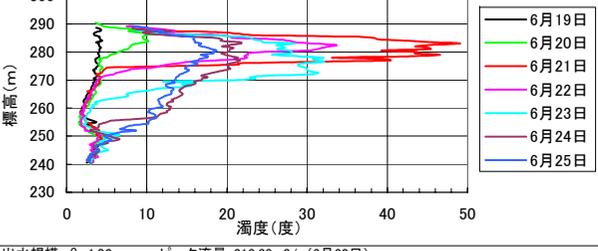
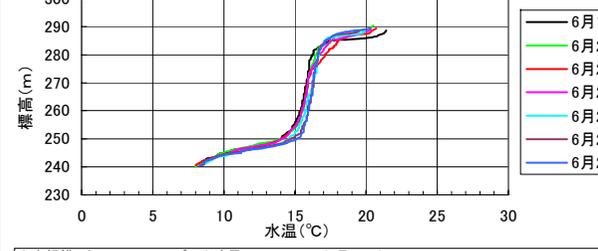
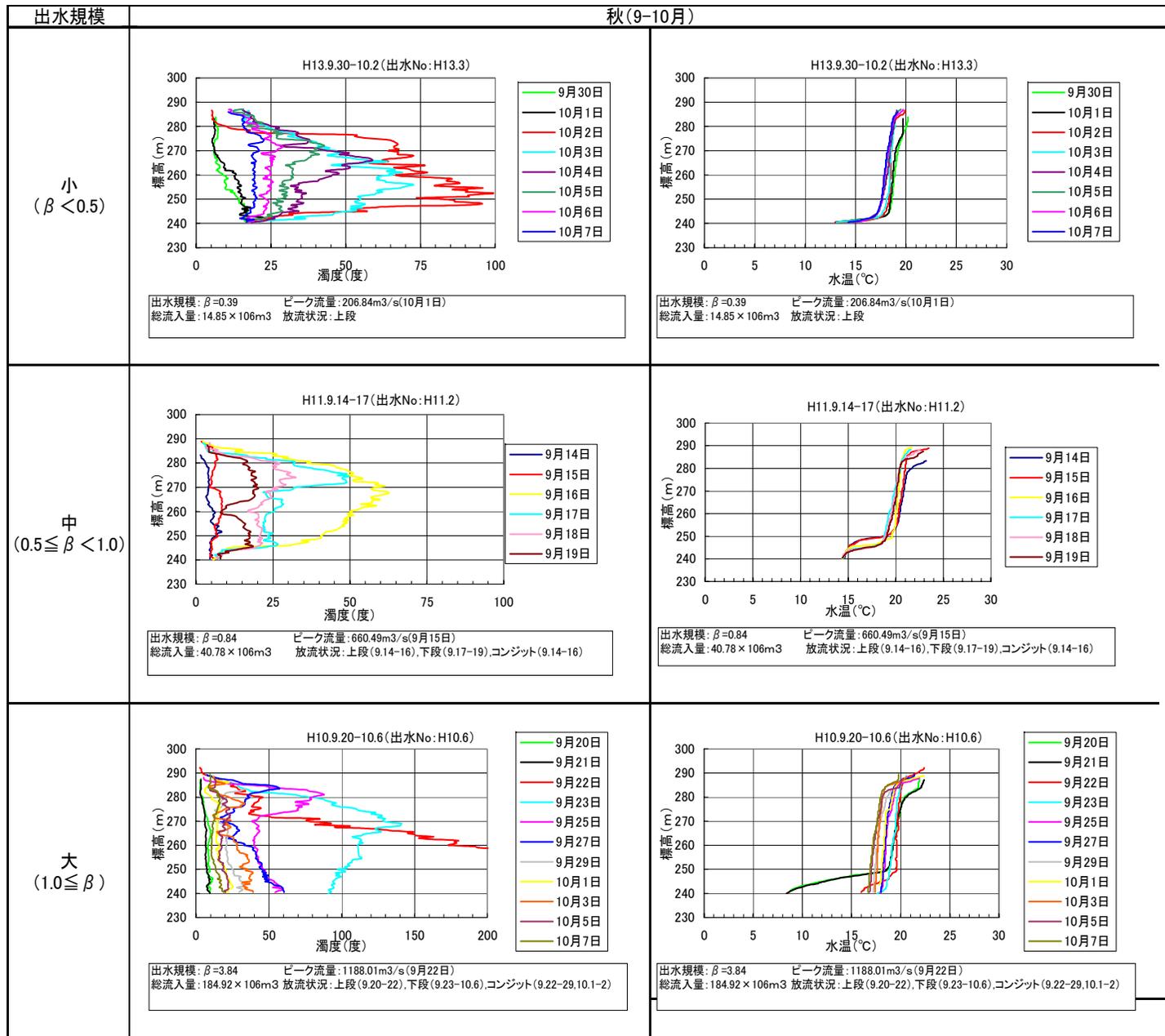
出水規模	初夏(6月)	
<p>小 (<math>\beta &lt; 0.5</math>)</p>	<p>H12.6.8-10(出水No:H12.2)</p>  <p>出水規模: <math>\beta = 0.33</math> ピーク流量: 269.04m<sup>3</sup>/s(6月9日)                  総流入量: 14.31 × 106m<sup>3</sup> 放流状況: 上段</p>	<p>H12.6.8-10(出水No:H12.2)</p>  <p>出水規模: <math>\beta = 0.33</math> ピーク流量: 269.04m<sup>3</sup>/s(6月9日)                  総流入量: 14.31 × 106m<sup>3</sup> 放流状況: 上段</p>
<p>中 (<math>0.5 \leq \beta &lt; 1.0</math>)</p>		
<p>大 (<math>1.0 \leq \beta</math>)</p>	<p>H10.6.19-25(出水No:H10.3)</p>  <p>出水規模: <math>\beta = 1.02</math> ピーク流量: 213.38m<sup>3</sup>/s(6月22日)                  総流入量: 48.93 × 106m<sup>3</sup> 放流状況: 上段(6.19-23), 下段(6.24-25), コンジット(6.22)</p>	<p>H10.6.19-25(出水No:H10.3)</p>  <p>出水規模: <math>\beta = 1.02</math> ピーク流量: 213.38m<sup>3</sup>/s(6月22日)                  総流入量: 48.93 × 106m<sup>3</sup> 放流状況: 上段(6.19-23), 下段(6.24-25), コンジット(6.22)</p>

表2-1 代表的な出水時前後における貯水池内の濁度鉛直分布の変化(夏7-8月)

出水規模	夏(7-8月)	
<p>小 (<math>\beta &lt; 0.5</math>)</p>	<p>H8.7.7-9(出水No:H8.1)</p> <p>このグラフは、7月7日、8日、9日、10日、12日の濁度鉛直分布を示しています。縦軸は標高(m) 230-300、横軸は濁度(度) 0-50です。7月8日のピーク流量は163.50m³/sで、濁度は約30度まで上昇しています。</p> <p>出水規模: <math>\beta = 0.47</math>    ピーク流量: 163.50m³/s(7月8日)                  総流入量: 22.99 × 106m³    放流状況: 下段, コンジット(7.8)</p>	<p>H8.7.7-9(出水No:H8.1)</p> <p>このグラフは、7月7日、8日、9日、10日、12日の水温鉛直分布を示しています。縦軸は標高(m) 230-300、横軸は水温(°C) 0-30です。7月8日のピーク流量は163.50m³/sで、水温は約20°Cまで上昇しています。</p> <p>出水規模: <math>\beta = 0.47</math>    ピーク流量: 163.50m³/s(7月8日)                  総流入量: 22.99 × 106m³    放流状況: 下段, コンジット(7.8)</p>
<p>中 (<math>0.5 \leq \beta &lt; 1.0</math>)</p>	<p>H13.8.20-23(出水No:H13.1)</p> <p>このグラフは、8月20日、21日、22日、23日、26日、29日、9月2日、8日の濁度鉛直分布を示しています。縦軸は標高(m) 230-300、横軸は濁度(度) 0-200です。8月22日のピーク流量は717.53m³/sで、濁度は約150度まで上昇しています。</p> <p>出水規模: <math>\beta = 0.97</math>    ピーク流量: 717.53m³/s(8月22日)                  総流入量: 48.56 × 106m³    放流状況: 上段(8.20), 下段とコンジット(8.21-23)</p>	<p>H13.8.20-23(出水No:H13.1)</p> <p>このグラフは、8月20日、21日、22日、23日、26日、29日、9月2日、8日の水温鉛直分布を示しています。縦軸は標高(m) 230-300、横軸は水温(°C) 0-30です。8月22日のピーク流量は717.53m³/sで、水温は約25°Cまで上昇しています。</p> <p>出水規模: <math>\beta = 0.97</math>    ピーク流量: 717.53m³/s(8月22日)                  総流入量: 48.56 × 106m³    放流状況: 上段(8.20), 下段とコンジット(8.21-23)</p>
<p>大 (<math>1.0 \leq \beta</math>)</p>	<p>H11.6.24-7.7(出水No:H11.2)</p> <p>このグラフは、6月23日、24日、26日、28日、7月1日、4日、6日の濁度鉛直分布を示しています。縦軸は標高(m) 230-300、横軸は濁度(度) 0-200です。6月30日のピーク流量は1269.94m³/sで、濁度は約150度まで上昇しています。</p> <p>出水規模: <math>\beta = 3.72</math>    ピーク流量: 1269.94m³/s(6月30日)                  総流入量: 174.18 × 106m³    放流状況: 上段(6.24-25), 下段(6.26-7.7), コンジット(6.25-4.7.6)</p>	<p>H11.6.24-7.7(出水No:H11.2)</p> <p>このグラフは、6月23日、24日、26日、28日、7月1日、4日、6日の水温鉛直分布を示しています。縦軸は標高(m) 230-300、横軸は水温(°C) 0-30です。6月30日のピーク流量は1269.94m³/sで、水温は約25°Cまで上昇しています。</p> <p>出水規模: <math>\beta = 3.72</math>    ピーク流量: 1269.94m³/s(6月30日)                  総流入量: 174.18 × 106m³    放流状況: 上段(6.24-25), 下段(6.26-7.7), コンジット(6.25-4.7.6)</p>

表2-1 代表的な出水時前後における貯水池内の濁度鉛直分布の変化(秋9-10月)



## 2-2 矢作ダム の濁水モデルの検討

### 2-2-1 これまでのモデルの概要

表2-2 貯水池水質予測計算モデルの特徴

モデル		鉛直一次元モデル	鉛直二次元モデル	鉛直三次元モデル
項目				
タイム・ステップ		大	小	小
計算時間		小	大	極大
水温・濁度の分析	鉛直	密	密	密
	縦断	なし	密	密
	横断	なし	なし	密
計算条件としての貯水池分割	貯水池を鉛直方向にコントロール・ボリュームに分割して計算	貯水池内を鉛直・縦断方向に切り、各々を一つのコントロール・ボリュームに分割して計算	貯水池内を鉛直・縦断・横断方向に切り、各々を一つのコントロール・ボリュームに分割して計算	
結果の特徴	長期的な貯水池の挙動を表現できる			
モデルの適用例	水質悪化の可能性がある、長期的かつ平均的な水質変化を把握する必要があるダム	鉛直一次元モデルに追加し、貯水池延長が長く、水質の縦断変化を把握する必要があるダム また、貯水池内対策（曝気循環、分画フェンス等）での予測をする必要があるダム	二次元モデルに追加し、貯水池幅が広く水質の横断変化を把握する必要があるダム	

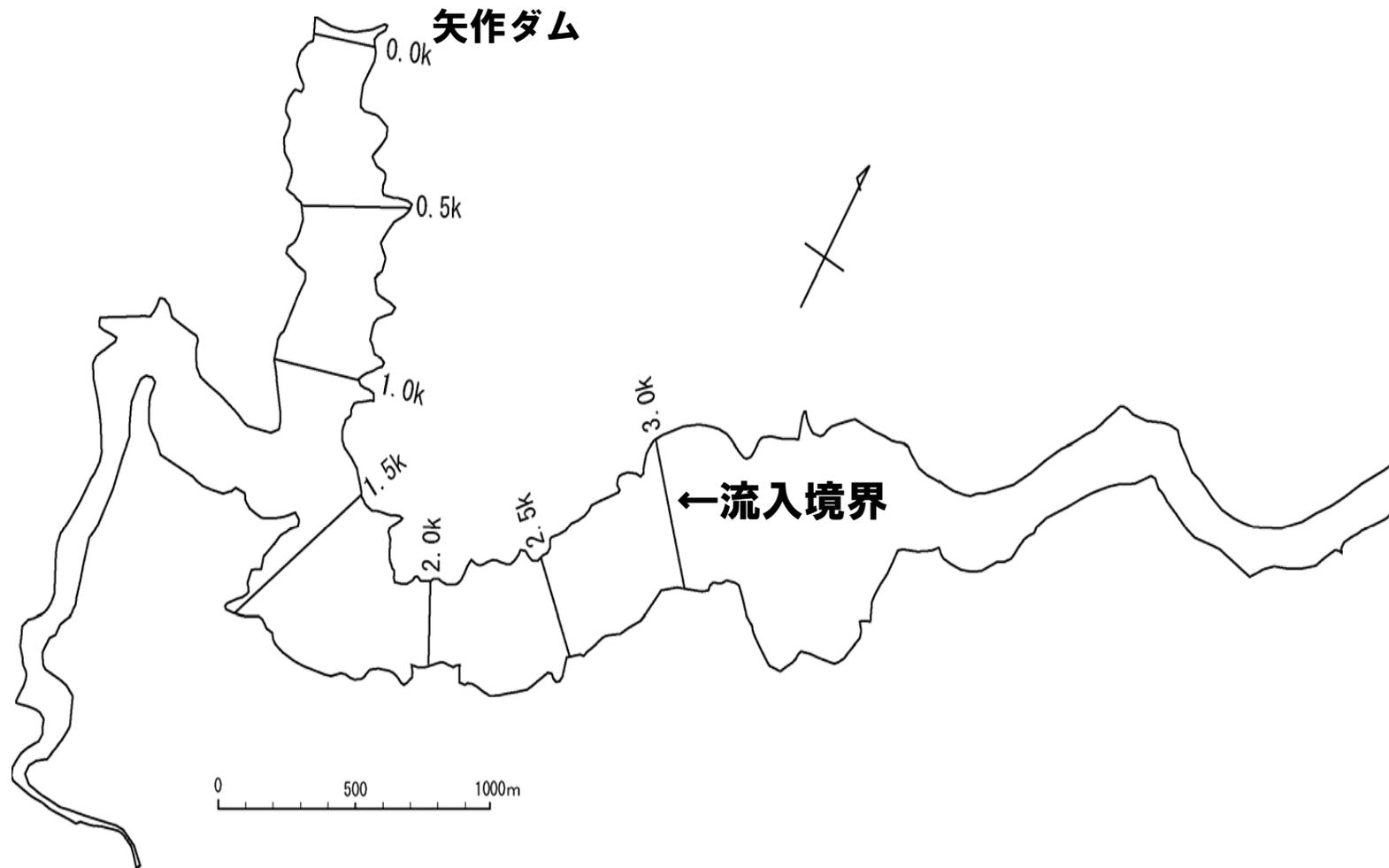


図2-5 貯水池平面分割

表2-3 再現計算ケース

ケース	発生年月	日平均ピーク流入量	回転率	時期
小規模	平成14年7月	119m <sup>3</sup> /s 程度	0.3	梅雨
中規模	平成13年8月	367m <sup>3</sup> /s 程度	0.8	夏
大規模	平成11年6-7月	569m <sup>3</sup> /s 程度	2.6	梅雨

## 2-2-2 モデルの変更点

### ■これまでのモデルの特徴と課題

#### 特徴

- ・ 出水時及び出水後数日間に絞った検証計算の実施
- ・ 貯水池3km地点を境界としたモデル

#### 課題

- ・ 中大規模の出水での再現性はあるが、小規模の出水での再現性があまりよくない。
- ・ 貯水池内の3kmで粒度分布等の流入条件を与える方法は好ましくない。
- ・ 貯水池ブロックを河川部分まで伸ばす必要がある。

### ■留意事項

- ・ 事業効果の算出及び運用方法の検討を行うためには、年間を通じた予測が必要である。
- ・ 貯水池中層部分の水温上昇を再現する必要がある。
- ・ 近年の流入地点の出水時水質データがない。(H15調査予定)
- ・ S62,H1に流入地点の出水時の粒度分布データがあるが、細かい粒径の割合が高い。(H15調査予定)

### ■モデルの変更点

- ・ 年間を通じた濁水現象の再現及び予測の実施  
(事業効果の算出及び運用方法の検討を行うため)
- ・ 流入境界を貯水池の末端(河川部分)としたモデル  
(年間を通じた予測では、貯水池3km地点での境界条件を設定することが困難なこと、境界条件の与え方によっては、予測結果が大きく変わるため)
- ・ 奥矢作揚水発電水の出入りをモデル化  
(年間を通じた予測をすることから、貯水池水質変動が小さい平常時において、揚水発電水の出入りによる貯水池内の水温分布の変化等を考慮する必要があるものと考えられるため)



これらにより、年間を通じた対策施設の評価が可能となる。

### 2-2-3 予測モデルの概要

前節の変更したモデルの概要を以下に示す。

- (1) 計算期間: 平成11~14年の4カ年
- (2) 貯水池形状: H13年の測量結果より縦断方向400m間隔、鉛直方向2m間隔でデータ作成

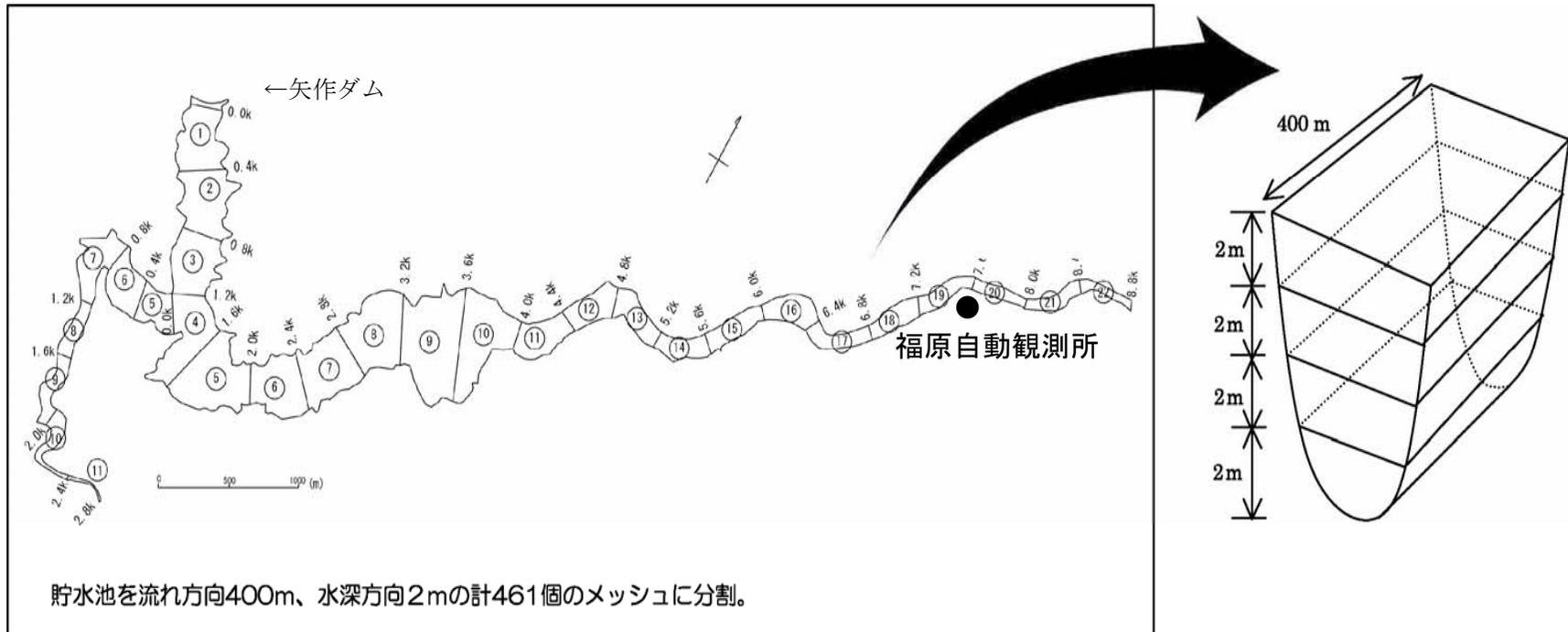


図2-6 貯水池ブロック分割

### (3) 貯水池運用

矢作ダム管理月報より、計算開始の貯水位のみを与え、以降は管理月報の流入量と放流量より計算で求めた。なお、出水時については時間データで与えた。

### (4) 流入条件

流入濁度は、流入量と濁度の関係式、流入水温は福原自動観測データで与えた。

$$\text{矢作本川} : C=0.203Q^{1.031} \quad \text{、} \quad \text{段戸川} : C=2.13Q^{1.031}$$

ただし、 $C$ =濁度  
 $Q$ =流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

(5)代表粒径の設定

表2-4 粒度分布の設定

流入濁度	粒度分布 (%)			
	2 $\mu$ m	4 $\mu$ m	8 $\mu$ m	15 $\mu$ m
0～30	30	1	23	46
30～50	22	5	25	48
50～70	20	6	26	49
70～100	18	6	27	49
100～200	15	7	28	50
200～400	12	8	29	51
400～700	10	8	30	52
700～1000	9	8	30	53
1000～2000	7	8	31	54

## (6) 気象条件

貯水池の水質予測に必要な気象条件は、気温、日射量、風速、湿度、雲量の5項目であり、ダムサイトの観測値を与えた。

## (7) 取水放流設備

取水放流設備の高さは、以下の値を与えた。

- ・ クレストゲート敷高 : EL. 292. 0m
- ・ コンジット敷高 : EL. 253. 6m
- ・ 選択取水設備上段取水深 : 実績の取水深 (概ね貯水位－6. 0m)  
下段取水深 : EL. 265. 3m

## 2-3 濁水軽減対策の比較検討

表2-6 矢作ダムにおける濁水軽減対策の抽出：流入河川対策

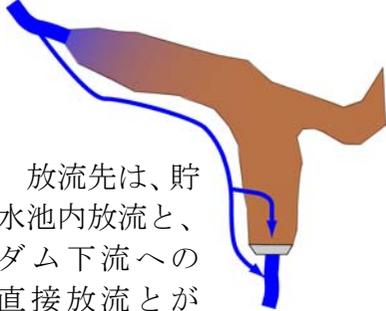
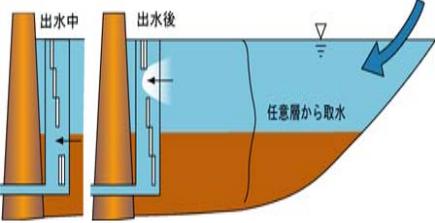
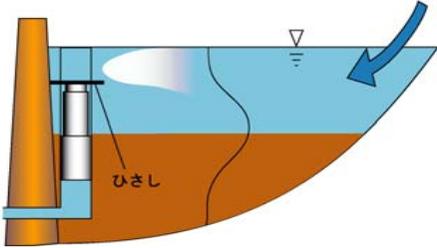
対策場所	流入河川対策	対策場所	流入河川対策
対策方法	清水バイパス	対策方法	清水バイパス
概要	<p>出水後、流入河川の清水をダム下流へバイパスする。</p>  <p>放流先は、貯水池内放流と、ダム下流への直接放流とがある。</p>	事例	<p>濁水長期化現象の軽減及び土砂対策を目的とした、旭ダムの排砂バイパスの事例あり。下流河川の濁水長期化現象が軽減されている。</p>
矢作ダムの状況と対策の関係	対象流量を大きくした場合、土砂対策と関係してくる。	問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 費用がかさむ。</li> <li>• 直接、下流へバイパスする場合は減電となる。</li> <li>• バイパス水量と取水量のバランスを調整する必要があり、運用が複雑になる。</li> </ul>
対策効果	流入河川の清水をバイパスすることから、バイパス水量 $\geq$ 取水量の場合、確実に効果が得られる。	総合評価	<p>バイパス水量<math>\geq</math>取水量の場合、確実に濁水対策効果が得られるが、対策費用が高い。</p> <p style="text-align: center;">○</p>
工事費	大		

表2-6 矢作ダムにおける濁水軽減対策の抽出:貯水池内対策①

対策場所	貯水池内対策
対策方法	選択取水設備
	任意水深からの取水
概要	<p>濁水の軽減を図るために、取放水操作によって貯留される濁質物質の総量を低下させ、出水後は濁度の低い層から選択的に取水する。</p> 
矢作ダムの状況と対策の関係	現在、上段と下段の2箇所から取水できる選択取水設備が設置されている。
対策効果	<p>出水により貯水池水が完全混合しなければ、選択取水設備の効果は得られるものと考えられる。</p> <p>しかし、現在の施設との効果の差が、あまり得られないものと考えられる。</p>
工事費	中

対策場所	貯水池内対策
対策方法	選択取水設備
	任意水深からの取水
事例	多くの事例があり、その効果も認められている。(巖木ダム、早明浦ダム等)
問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯水池内が完全に混合する場合については、効果が期待できない。</li> <li>取水深の切り替えに労力がかかる。</li> </ul>
総合評価	<p>選択取水設備では効果が得られない頻度が高く、現在の施設の効果との差が、あまり得られないものと予測される。</p>
	△

表2-6 矢作ダムにおける濁水軽減対策の抽出:貯水池内対策②

対策場所	貯水池内対策
対策方法	選択取水設備
	ひさしの設置
概要	<p>流入部分にひさしを設置することで、流動層厚が薄くなることにより濁水層の巻き込みを最小限に押さえ込むことが可能となる。</p> 
矢作ダムの状況と対策の関係	現在、上段と下段の2箇所から取水できる選択取水設備が設置されている。
対策効果	現施設にひさしを設置した場合、若干の効果は期待できるものと考えられる。
工事費	小

対策場所	貯水池内対策
対策方法	選択取水設備
	ひさしの設置
事例	事例はない。
問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひさしの設置は、流動層厚が薄くなることにより、若干の効果は期待できるが、大きな効果は期待できないものと考えられる。</li> <li>貯水池内が完全に混合する場合については、効果が期待できない。</li> </ul>
総合評価	ひさしの設置は、流動層厚が薄くなることにより、若干の効果は期待できるが、大きな効果は期待できないものと考えられる。
	△

表2-6 矢作ダムにおける濁水軽減対策の抽出:貯水池内対策③

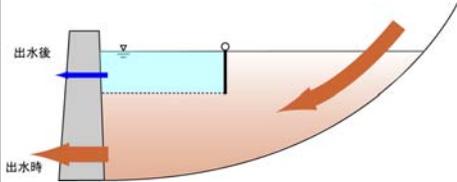
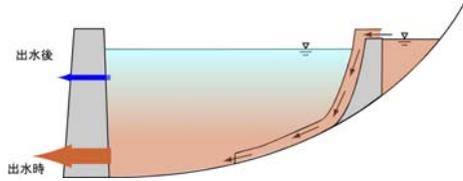
対策場所	貯水池内対策	対策場所	貯水池内対策
対策方法	分画フェンス	対策方法	分画フェンス
概要	<p>貯水池内の横断方向にフェンスを設置することにより、貯水池内の流動を制御し、濁水の軽減を図る。</p> 	事例	<p>浦山ダム、石手川ダム等の事例があり、その効果も認められている。川治ダムは、高さ方向 13m膜で平成 15 年度に設置している。</p>
		問題点	<p>・特になし。</p>
矢作ダムの状況と対策の関係	<p>揚水発電の取水（放流）口はダムサイトから 2.5km 地点であり、この付近でのフェンスの設置は避けることが望ましい。</p>	総合評価	<p>ある程度の効果が得られるものの、清水バイパスよりは劣る。 分画フェンスは、コストパフォーマンスが最も優れている対策と考えられる。</p>
			◎
対策効果	<p>選択取水設備と併せた運用により、効果は得られるものと考えられる。</p>		
工事費	小		

表2-6 矢作ダムにおける濁水軽減対策の抽出：貯水池内対策④

対策場所	貯水池内対策
対策方法	選択流入設備
概要	<p>洪水時の流入水をほぼ確実に貯水池下層部へ導く設備であり、取水後は表層から取水することにより、濁水の軽減を図る。</p> 
矢作ダムの状況と対策の関係	—
対策効果	選択取水設備と併せた運用により、効果は得られるものと考えられる。
工事費	中

対策場所	貯水池内対策
対策方法	選択流入設備
事例	事例はない。
問題点	<ul style="list-style-type: none"> <li>効果を得るためには、貯水池内導水を貯水池深層まで伸ばす必要があり、施工性の問題がある。</li> <li>比較的費用がかかる。</li> </ul>
総合評価	<p>ある程度の効果が得られるものの、清水バイパスよりは劣る。 また、施工性の問題があり、比較的費用がかかる。</p> <p style="text-align: center;">○</p>

## 2-4 今後の調査予定

- (1) 富栄養化の検討
- (2) 濁水・富栄養化軽減対策の詳細検討
- (3) 対策評価のためのモニタリング