

「第6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

1. ダム貯水池の濁水・冷水・維持流量対策の検討

1-1 冷水現象の実態整理

1-1-1 冷水放流の発生状況

1-1-2 気象及び運用の状況

1-1-3 冷水放流と気象・運用の関係

1-2 操作基準及び実績運用による冷濁水現象の予測検討

1-2-1 操作基準の考え方と運用フロー

1-2-2 操作基準及び実績運用による冷濁水現象の予測検討

1-3 施設の運用方針の検討（考え方）

1-3-1 検討対象施設の冷濁水対策としての機能

1-3-2 クレストゲートからの放流優先の可能性

1-3-3 弾力的にできそうな運用方法

1-3-4 冷濁水対策としての選択取水設備、フェンスの運用の考え方

1-3-5 フェンスの諸元

1-4 冷濁水対策の効果検討

1-4-1 施設運用指標の仮設定と運用フロー

1-4-2 選択取水設備、フェンス運用効果の検討

1-5 今後の予定

1. ダム貯水池の濁水・冷水・維持流量対策の検討

1-1 冷水現象の実態整理

※凡例

1 半旬 ≤ n < 3 半旬 :	黄
3 半旬 ≤ n < 5 半旬 :	橙
5 半旬 ≤ n :	赤

1-1-1 冷水放流の発生状況

※m/n : mは(放流水温-流入水温) ≤ -3℃の冷水放流発生半旬数
nは(放流水温-流入水温) ≤ -1℃の冷水放流発生半旬数
なお、mはnの内数

冷水放流発生頻度 ((放流水温-流入水温) ≤ -1℃以下の半旬数)

発生年月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
H5 年	欠 測 (3 月中旬まで)		0/2	0/3	0/1	-	-	-	-	-	-	-
H6 年	-	-	0/1	0/1	0/3	1/3	0/1	-	-	-	-	-
H7 年	欠 測											
H8 年	欠 測											
H9 年	欠 測											
H10 年	-	0/2	0/1	1/3	欠	0/1	-	-	-	欠	-	-
H11 年	-	-	1/4	1/5	0/1	0/1	-	-	-	-	-	-
H12 年	-	-	2/3	1/2	0/1	-	0/1	-	-	-	-	-
H13 年	欠 測 (4 月中旬まで)			1/2	1/3	-	0/2	-	-	-	-	-
H14 年	-	0/1	-	-	-	0/3	0/1	-	-	-	-	-
H15 年	-	-	-	-	-	-	0/1	-	-	-	-	-
合 計	-	0/3	3/11	4/16	1/9	1/8	0/6	-	-	-	-	-

1-1-2 気象及び運用の状況

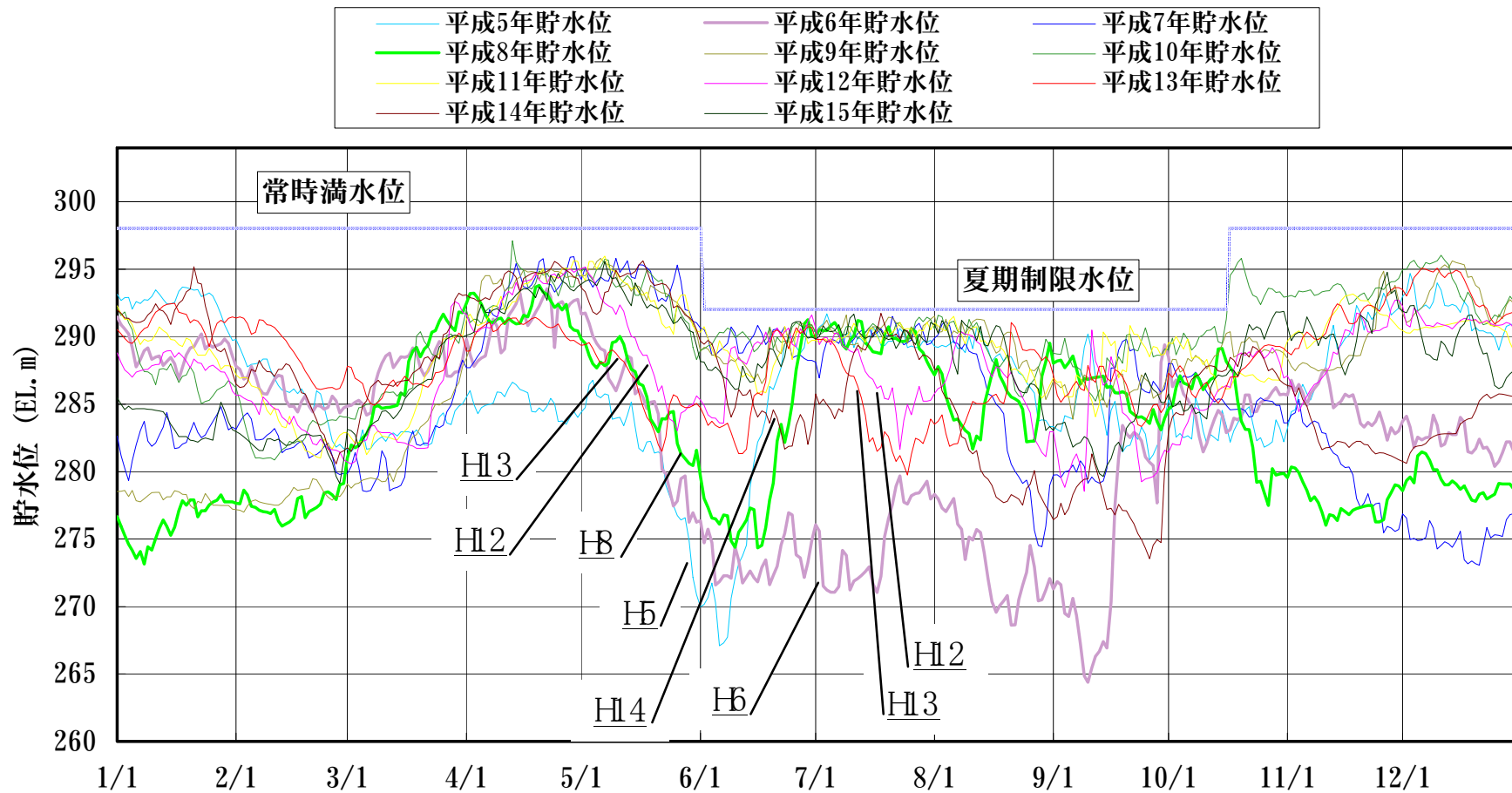
3～7月における各年の気象の順位

順位(降順)	平均気温 (°C)		平均日射量 (cal/cm ²)		降水量 (mm)	
第1位	14年	17.1	13年	396	11年	1,251
第2位	13年	16.7	12年	387	9年	1,230
第3位	6,11年	16.4	14年	381	7年	1,182
第4位			11年	358	15年	1,172
第5位	9,12年	16.1	6年	356	10年	1,119
第6位			8年	353	5年	980
第7位	10年	15.9	9年	350	12年	880
第8位	7,8,15年	15.5	15年	336	14年	774
第9位			10年	321	8年	731
第10位			5年	320	13年	663
第11位	5年	14.5	7年	313	6年	562

凡例：■、■、■は平均気温が高い年
 ■、■は平均気温が低い年

各年の選択取水設備の運用パターン

基本的なパターン	対 象 年
(1) 通年上段取水	H14, H15
(2) 春先～秋口上段、それ以外下段	H5, H6, H7, H8, H9, H10, H11, H12, H13
(3) 渇水による水位低下のために一時的に下段取水を実施	H5, H6, H7, H8
(4) 5～7月のコンジット放流あり	H5, H7, H8, H9, H10, H11,



矢作ダムの貯水位の経日変化（平成5年～平成15年）

各月毎の貯水位変動の状況

平成 年	月	3	4	5	6	7
5		↑ 3.31	→ -1.00	↓ -13.15	↑ 19.60	→ -0.74
6		↑ 3.57	↑ 4.48	↓ -16.49	→ -1.37	↑ 3.05
7		↑ 8.38	↑ 6.45	↓ -3.68	↓ -2.78	→ 1.25
8		↑ 12.67	↑ -1.34	↓ -8.87	↑ 8.45	↓ -2.37
9		↑ 9.25	↑ 6.78	↓ -4.28	→ 0.65	→ 0.40
10		↑ 6.74	↑ 4.20	↓ -6.68	↑ 2.54	→ 0.44
11		↑ 7.14	↑ 5.55	↓ -5.15	→ -0.71	→ 0.79
12		↑ 10.93	↑ 3.14	↓ -9.34	↑ 6.01	↓ -6.34
13		↑ 3.18	↑ -0.47	↓ -4.47	↑ 5.63	↓ -6.79
14		↑ 11.50	→ 1.29	↓ -3.81	↓ -7.22	↑ 5.01
15		↑ 9.16	↑ 3.74	↓ -4.40	→ 0.65	→ 1.08

※数値は月の貯水位変動（m）

凡例



: 貯水位上昇2.0m以上



: 貯水位低下2.0m以上



: 貯水位変動幅は小さい（2m以下）

1-1-3 冷水放流と気象・運用の関係

冷水放流の発生パターンは、下部取水によるものと、水位の低下によるものに分類される。

1) 下部取水によるもの

4月の冷水放流は、上段取水を行っている年には発生しておらず、下段取水により、貯水池下層の冷水を取水しているためと考えられる。

2) 水位低下によるもの

5月～7月にかけて発生する冷水放流は、ダム下流への補給と夏期制限水位への移行に向けた放流量の増加に伴い、表層の温水層が減少し躍層下の冷水を連行することにより放流水温が低下するものと考えられる。

なお、気象による影響としては、気温が高く、日射量が多く、雨が少ない年では流入量が少なくなり、気象の影響を受けやすくなることで流入水温が上昇するため、相対的に冷水放流が生じているものと考えられる。

さらに、平成6年のような渇水年では、上段取水が不可能となり下段取水となるため、更に冷水放流の程度が大きくなる。

4 月の冷水放流の発生年と運用パターンとの関係

	運用パターン		冷水放流の有無	
	下段→上段※1	上段※2	有	無
平成 5 年	○		○	
平成 6 年	○		○	
平成 10 年	○		○	
平成 11 年	○		○	
平成 12 年	○		○	
平成 13 年	○		○	
平成 14 年		○		○
平成 15 年		○		○

※1：春先～秋口上段、それ以外下段取水

※2：通年上段取水

貯水位変動と冷水放流発生頻度

平成年	5月		6月		7月	
	貯水位 変動 (m)	冷水放流 発生頻度	貯水位 変動 (m)	冷水放流 発生頻度	貯水位 変動 (m)	冷水放流 発生頻度
5	↓	0/1	↑	—	→	—
	-13.15		19.60		-0.74	
6	↓	0/3	→	1/3	↑	0/1
	-16.49		-1.37		3.05	
7	↓	欠	↓	欠	→	欠
	-3.68		-2.78		1.25	
8	↓	欠	↑	欠	↓	欠
	-8.87		8.45		-2.37	
9	↓	欠	→	欠	→	欠
	-4.28		0.65		0.40	
10	↓	欠	↑	0/1	→	—
	-6.68		2.54		0.44	
11	↓	0/1	→	0/1	→	—
	-5.15		-0.71		0.79	
12	↓	0/1	↑	—	↓	0/1
	-9.34		6.01		-6.34	
13	↓	1/3	↑	—	↓	0/2
	-4.47		5.63		-6.79	
14	↓	—	↓	0/3	↑	0/1
	-3.81		-7.22		5.01	
15	↓	—	→	—	→	0/1
	-4.40		0.65		1.08	

※貯水位変動の凡例

↑	: 貯水位上昇2.0m以上
↓	: 貯水位低下2.0m以上
→	: 貯水位変動幅は小さい (2m以下)
→	: 貯水位変動幅は小さい (2m以下)

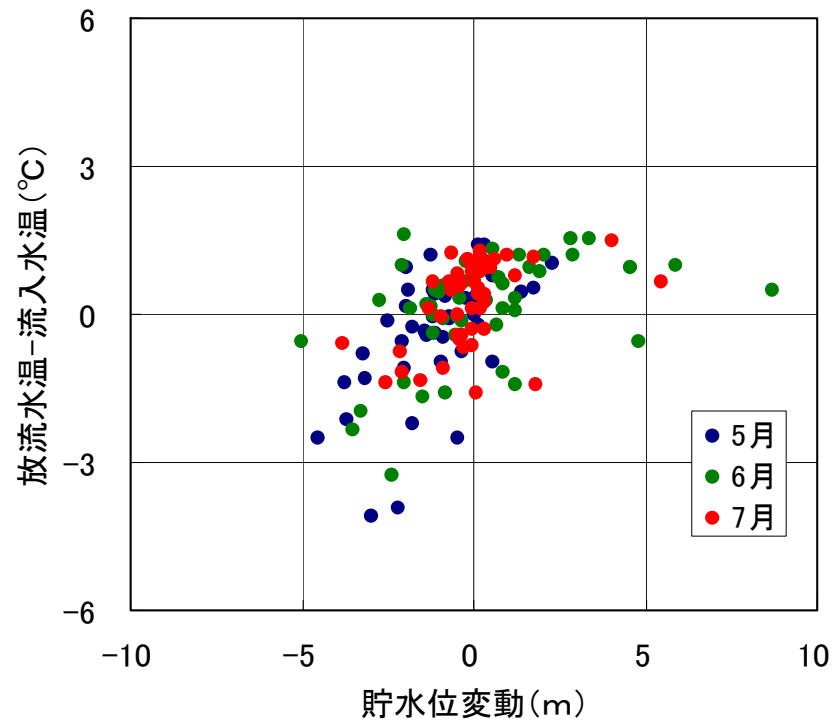
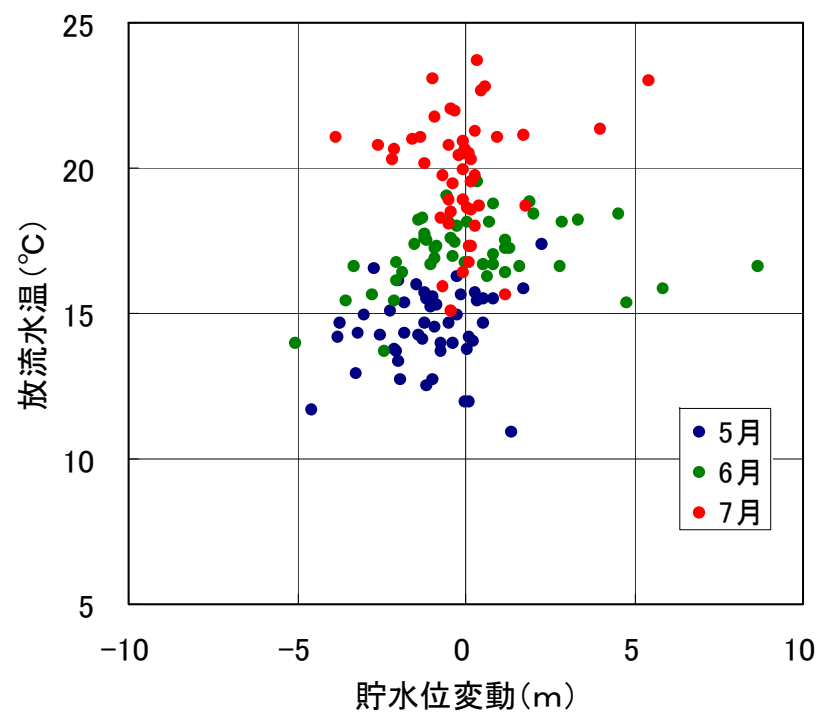
+ 低水位状態 (概ねEL. 273m以下)

※冷水放流発生頻度の凡例

1半旬 ≤ n < 3半旬 :	黄
3半旬 ≤ n < 5半旬 :	橙

※m/n :

mは (放流水温－流入水温) ≤ -3℃の冷水放流発生半旬数
nは (放流水温－流入水温) ≤ -1℃の冷水放流発生半旬数
なお、mはnの内数



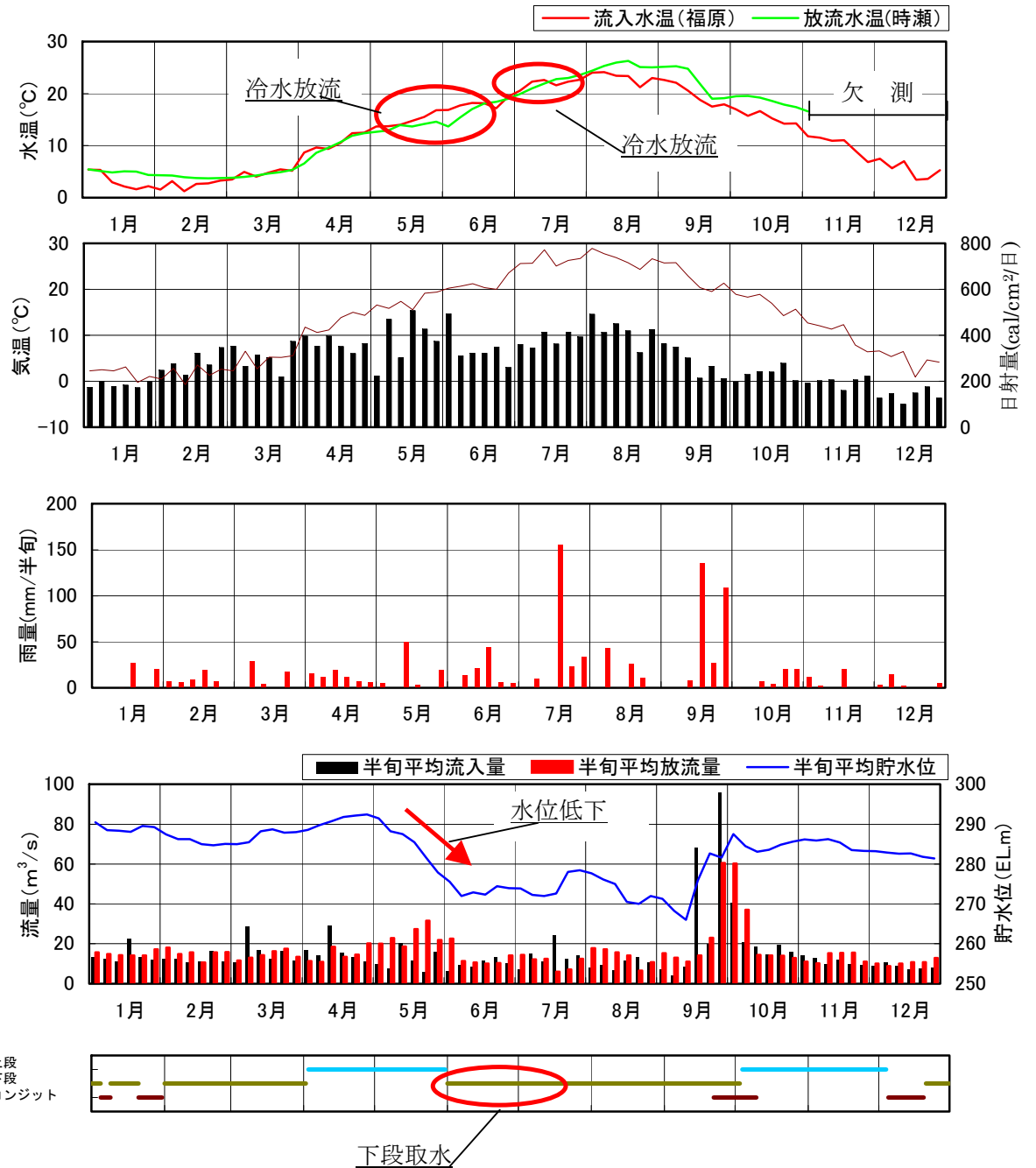
貯水位変動と水温の関係（5月～7月の半旬平均値）

5 月～7 月の冷水放流の発生年と気象の状況の関係

	気象の状況			冷水放流の回数（半旬）※	
	暑、少雨	中間	涼、多雨	－1℃～－3℃	－3℃以上
平成 5 年			○	1	0
平成 6 年	○			6	1
平成 10 年		○		1	0
平成 11 年		○		2	0
平成 12 年		○		2	0
平成 13 年	○			3	2
平成 14 年	○			4	0
平成 15 年			○	1	0

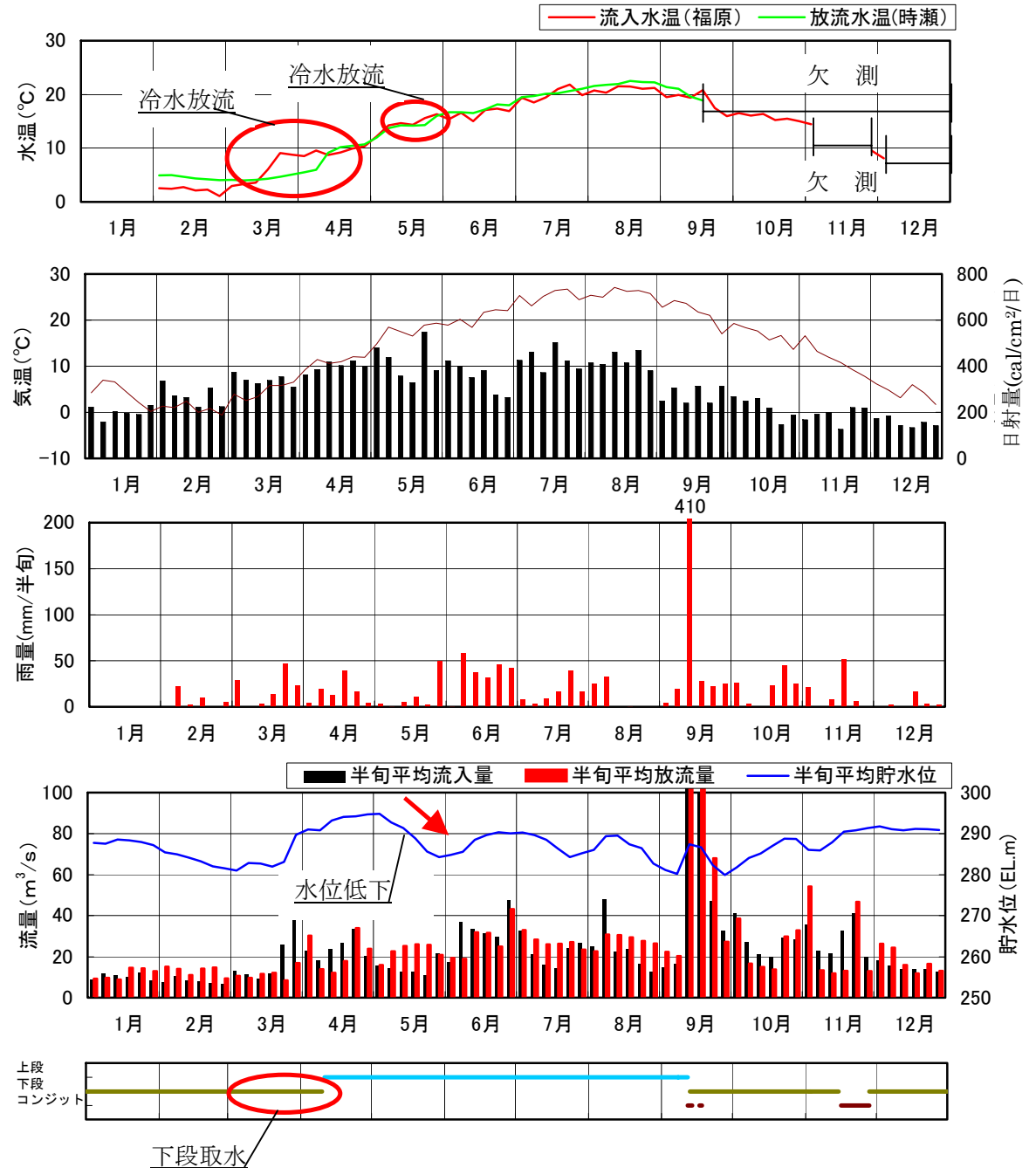
※：半旬平均値による流入水温と放流水温の差が－1℃以下の回数

平成6年



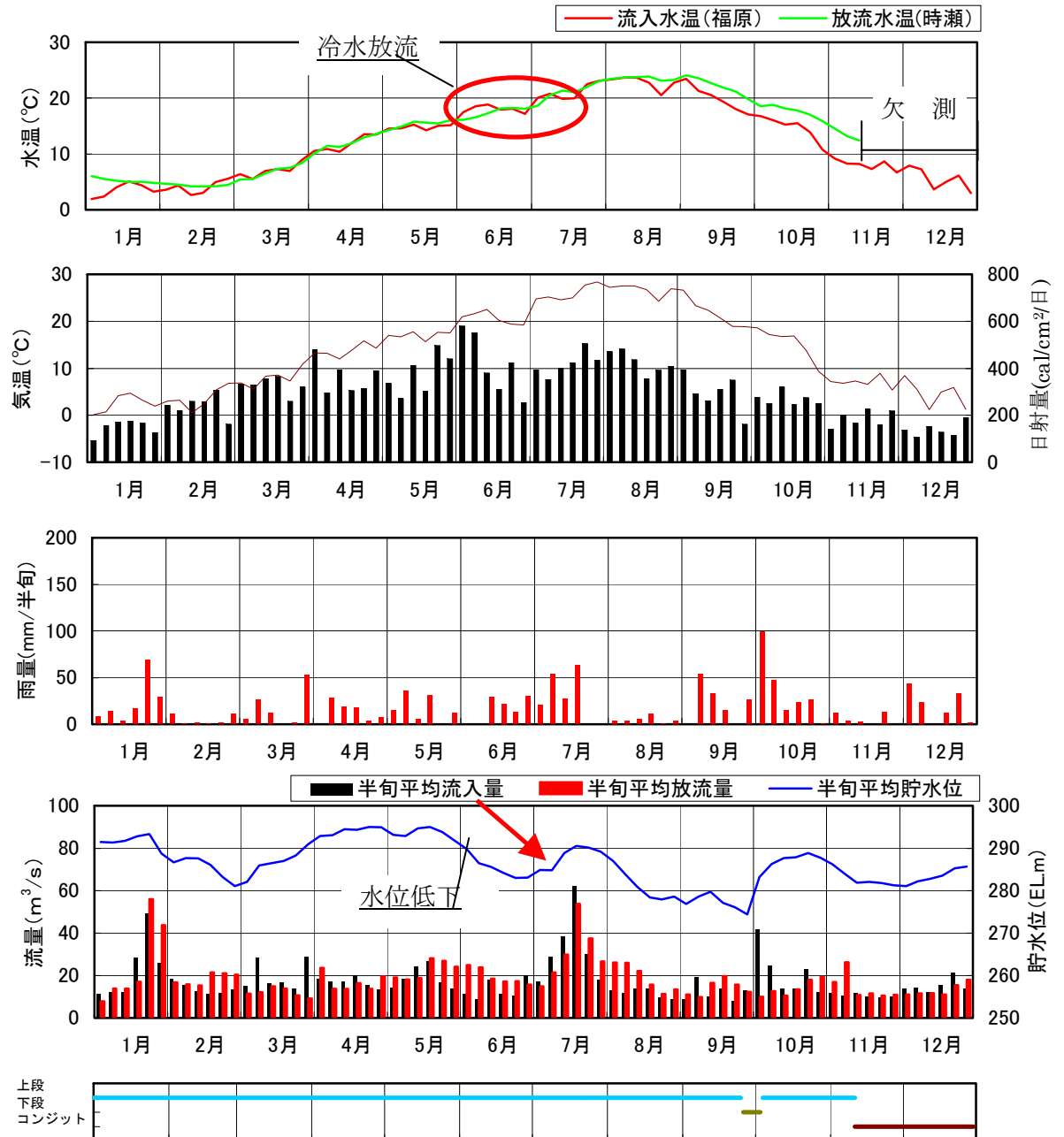
冷水放流と気象・運用との関係
(半旬値による) (1) : 平成6年

平成12年



冷水放流と気象・運用との関係
(半旬値による) (2) : 平成12年

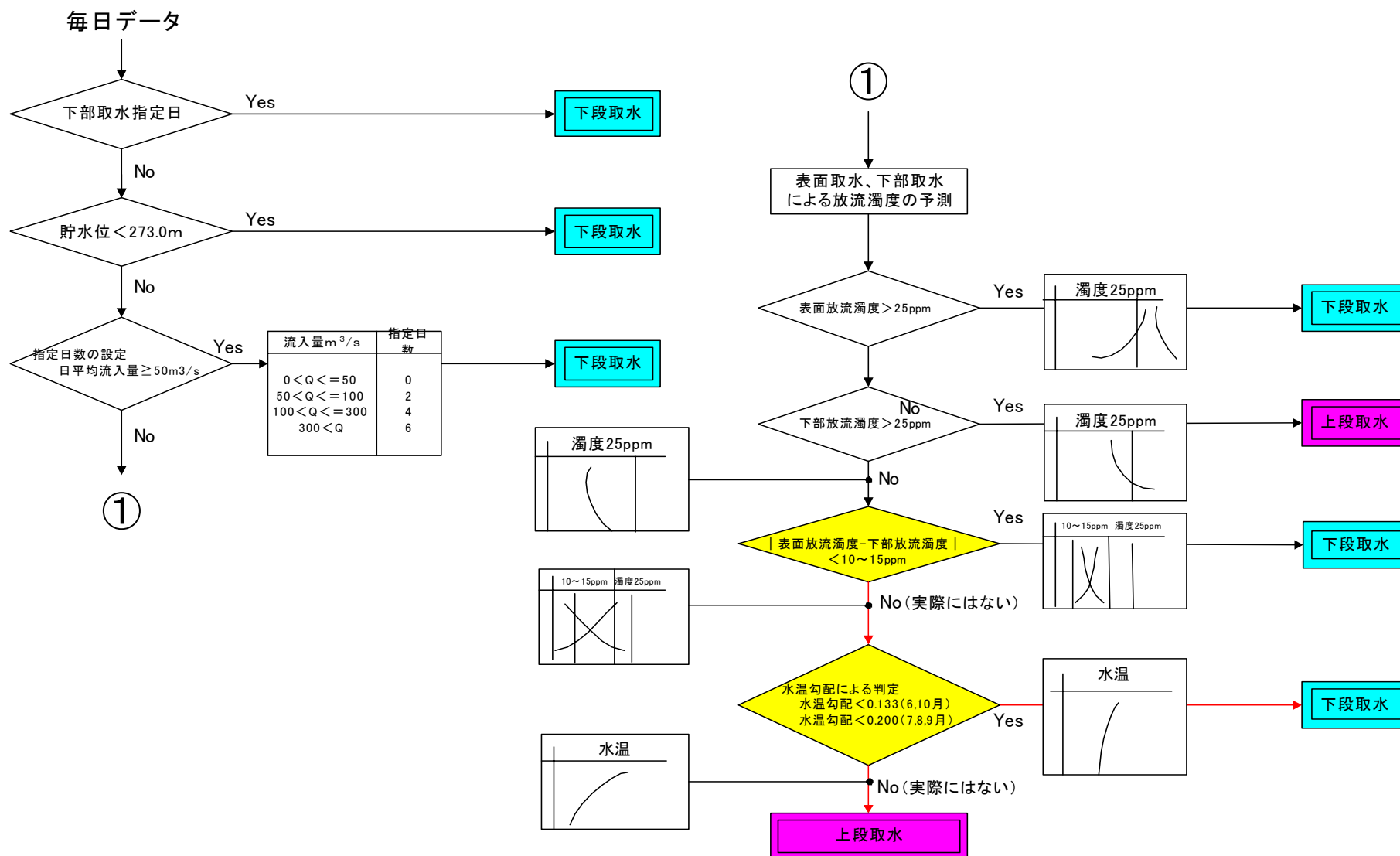
平成14年



冷水放流と気象・運用との関係
(半旬値による) (3) : 平成14年

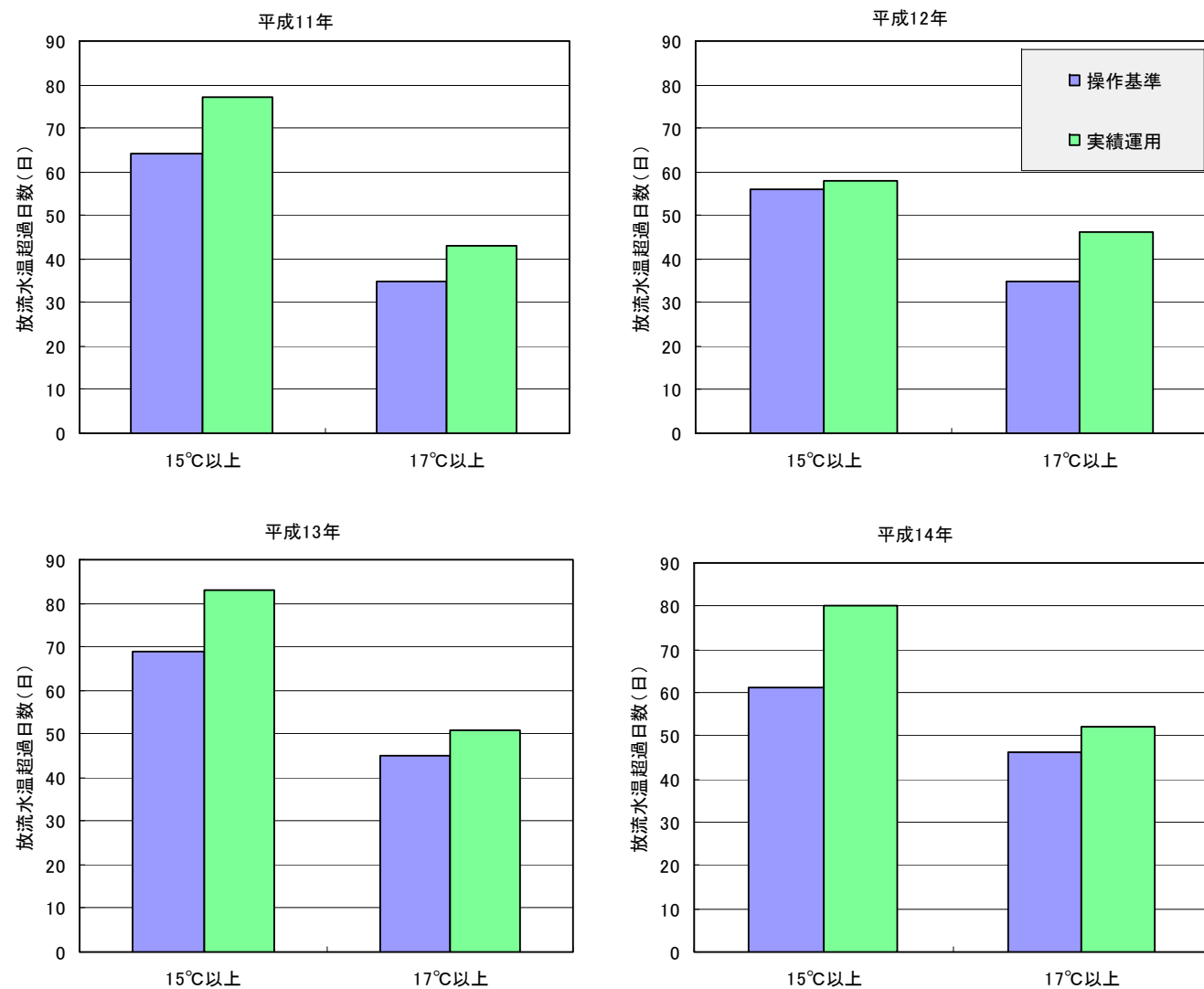
1-2 操作基準及び実績運用による冷濁水現象の予測検討

1-2-1 操作基準の考え方と運用フロー



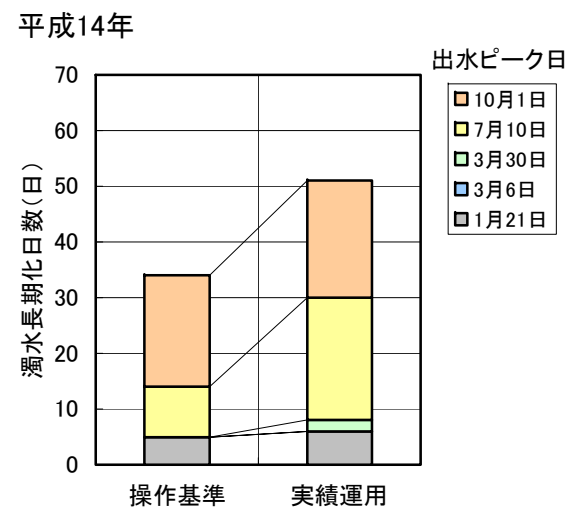
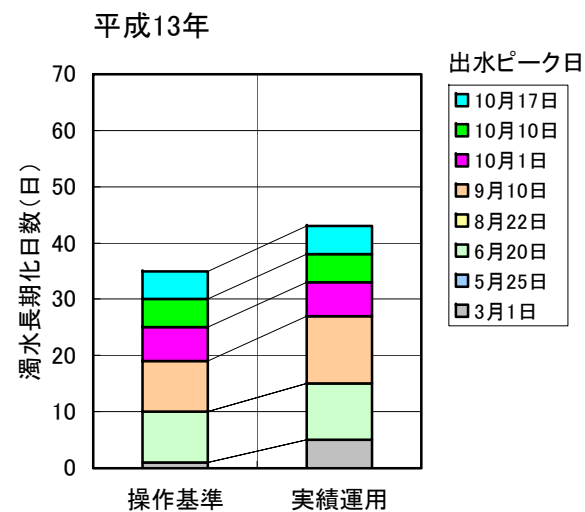
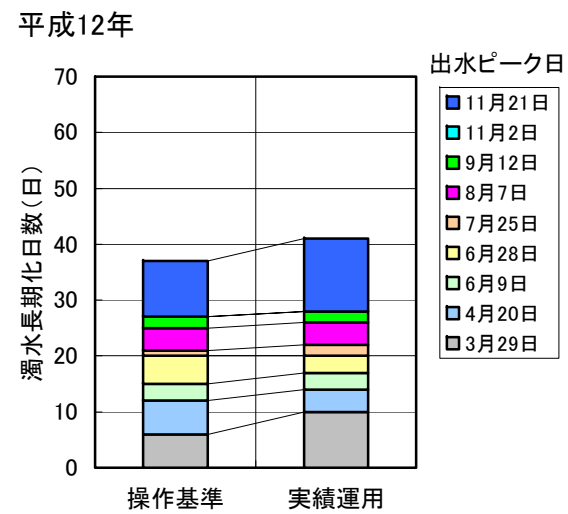
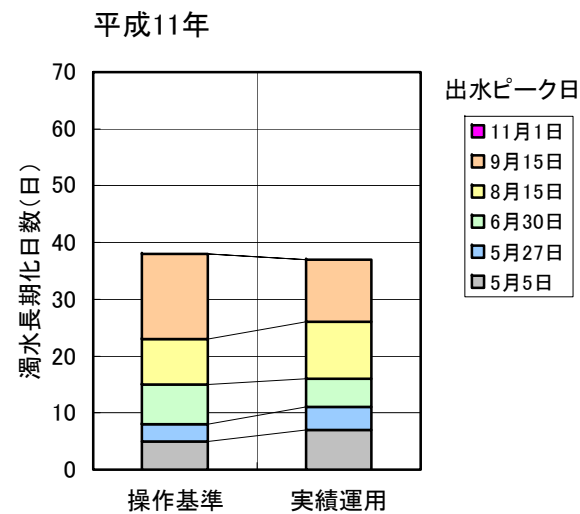
選択取水設備の運用フロー（操作基準による）

1-2-2 操作基準及び実績運用による冷濁水現象の予測検討



4月～7月で集計

放流水温超過日数の比較



濁水長期化日数の比較

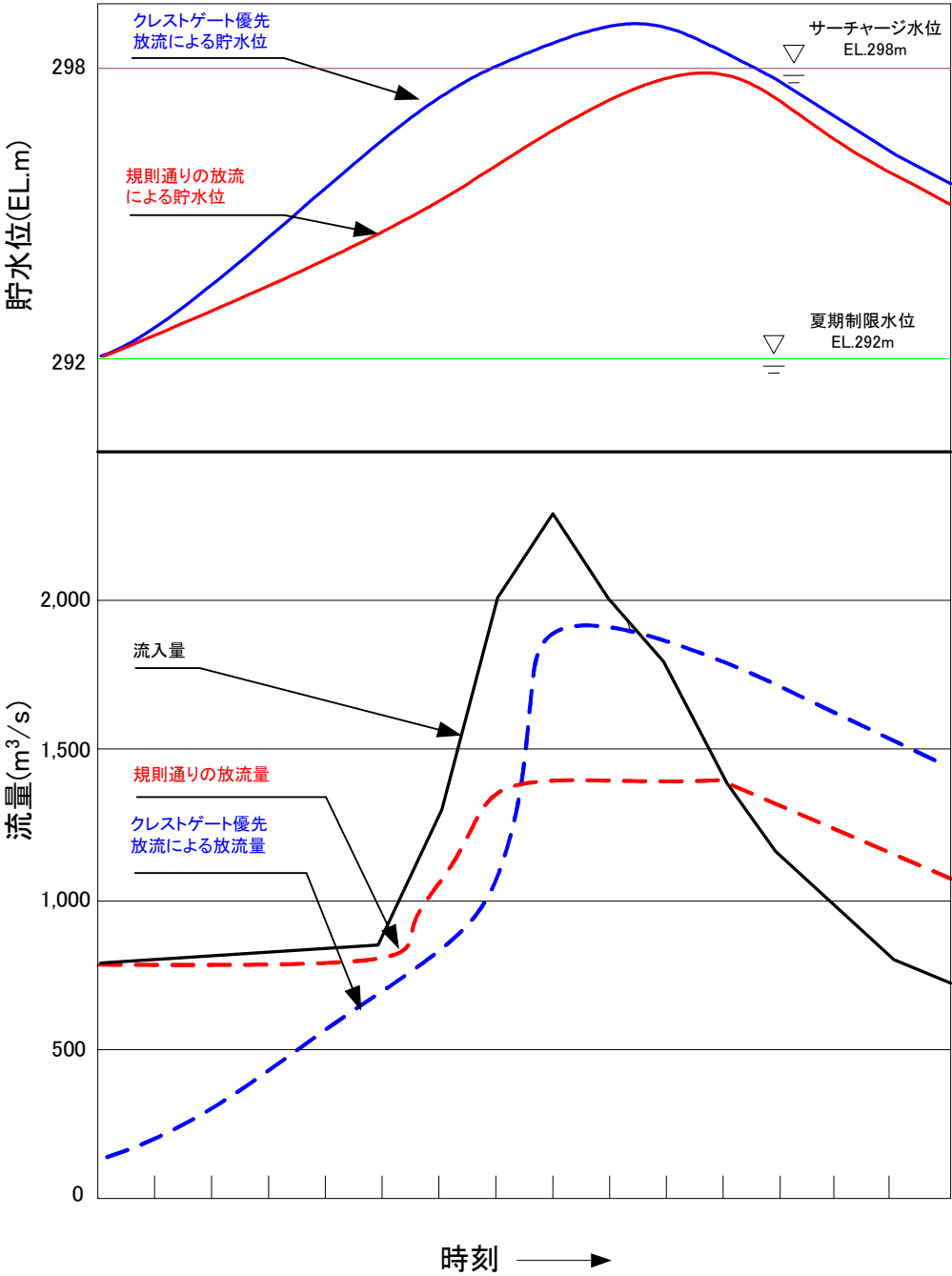
1-3 施設の運用方針の検討（考え方）

1-3-1 検討対象施設の冷濁水対策としての機能

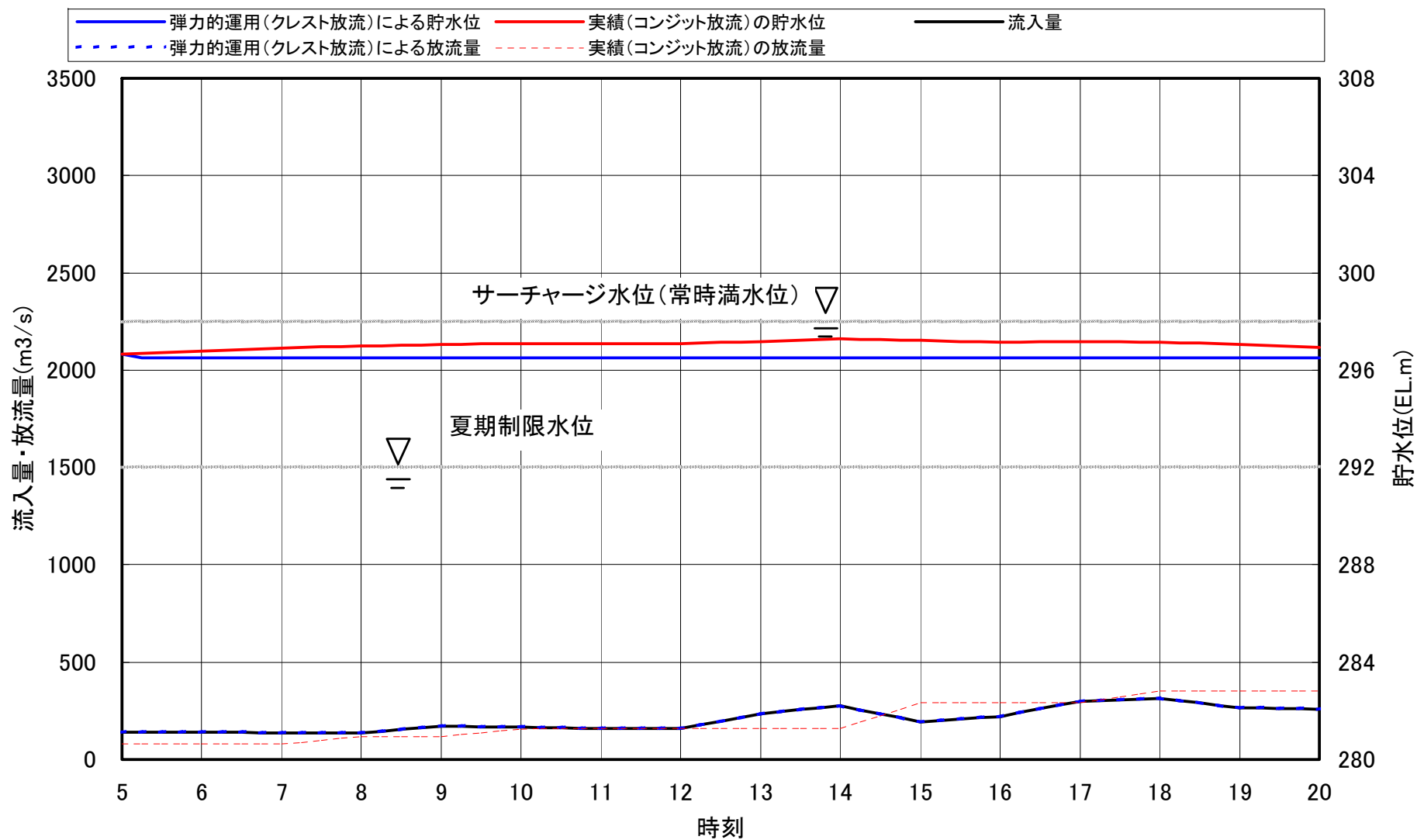
検討対象施設における冷濁水対策としての機能

	冷水対策機能	濁水対策機能
<u>コンジットゲート</u> ・ 主放流設備 ・ 敷高EL. 253. 6m	特になし。	出水時の濁水は中層から下層に侵入しやすい。このため、出水時は、コンジットゲートから早期に濁水を放水することにより、表層の清水化が早まるものと考えられる。ただし、コンジットからの放流は、無効放流となるため、利水面からは困難と考えられる。
<u>クレストゲート</u> ・ 非常用放流設備 ・ 敷高EL. 292. 0m	クレストゲートを使用することで、表面付近の温かい水を放流することが可能である。	非洪水期の出水において、水位が常時満水位を越えない流入量であれば、クレストゲートから放流することで、濁水の軽減を図ることが可能と考えられる。
<u>選択取水設備</u> ・ 上段取水（取水深6m） または下段取水	春先までは下段から取水することで、表層の温かい層を温存、増大させることが可能と考えられる。その後、アユの放流時期には上段から取水することで冷水現象の軽減を図ることが可能と考えられる。	出水時の濁水は中層から下層に侵入しやすい。このため、出水時は、下段から積極的に濁水を取水することにより、表層の清水化が早まるものと考えられ、出水後は上段から取水することにより濁水の軽減を図ることが可能と考えられる。
<u>分画フェンス</u> ・ 設置2. 0km	特になし。	出水時は高濁度の流入水を下層へ導くことが可能となる。併せて、コンジット放流、下段取水により濁水を放流することで、フェンス～ダム堤体間の上層の清水を保持可能と考えられる。 出水後はフェンス内の上層の清水を放流することで濁水の軽減を図ることが可能と考えられる。 さらに、出水後においては、フェンスを沈め清水化した流入水をフェンス～ダム堤体間に補給することで効果が高まるものと考えられる。

1-3-2 クレストゲートからの放流の可能性



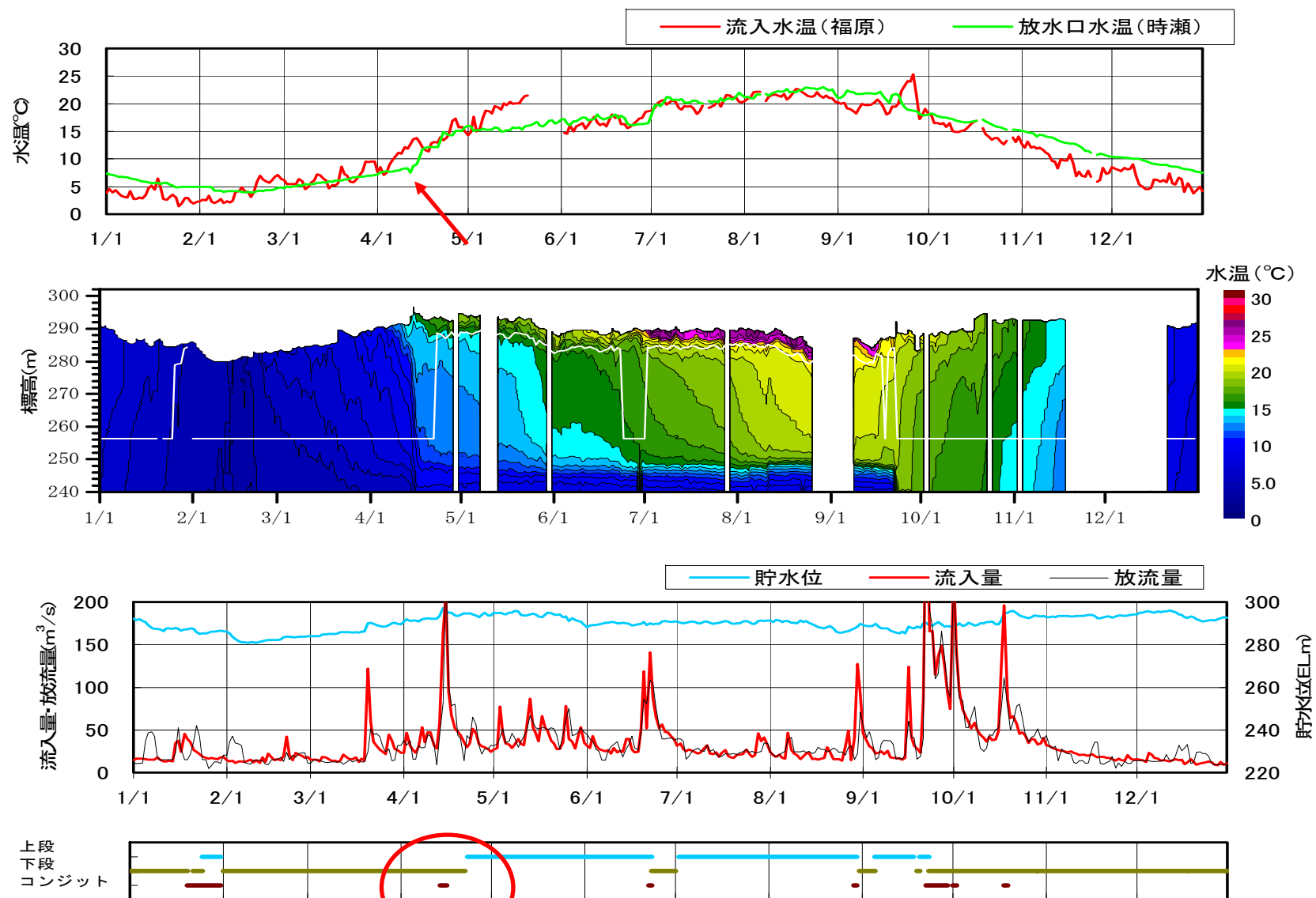
規則通りの放流量及び
クレストゲート優先による放流量の変化の模式図



平成10年4月15日出水に対する弾力的運用

1-3-3 弾力的にできそうな運用方法

平成10年



非洪水期のコンジットゲートからの冷水放流

1-3-4 冷濁水対策としての選択取水設備、フェンスの運用の考え方

冷濁水対策としての選択取水設備及び分画フェンス等の運用の考え方を以下に示す。

1) 濁水放流の許容期間

恵南豪雨後においては、流入濁度が高くなっていること、出水時において速やかな濁水放流を行うことによりその後の濁度の低下が見込めることから、濁水軽減効果を得るためには、一定期間の濁水放流は必要不可欠と考えられる。そのため、**濁水放流の許容期間を設定することが必要**と考えられる。

2) 放流濁度基準

放流濁度基準は、選択取水設備の切り替えの基準であり、放流水の濁度を制御する基準でもある。そのため、ダム下流の状況すなわち**アユの生息環境として望まれる濁度を設定**する必要がある。

3) 放流水温

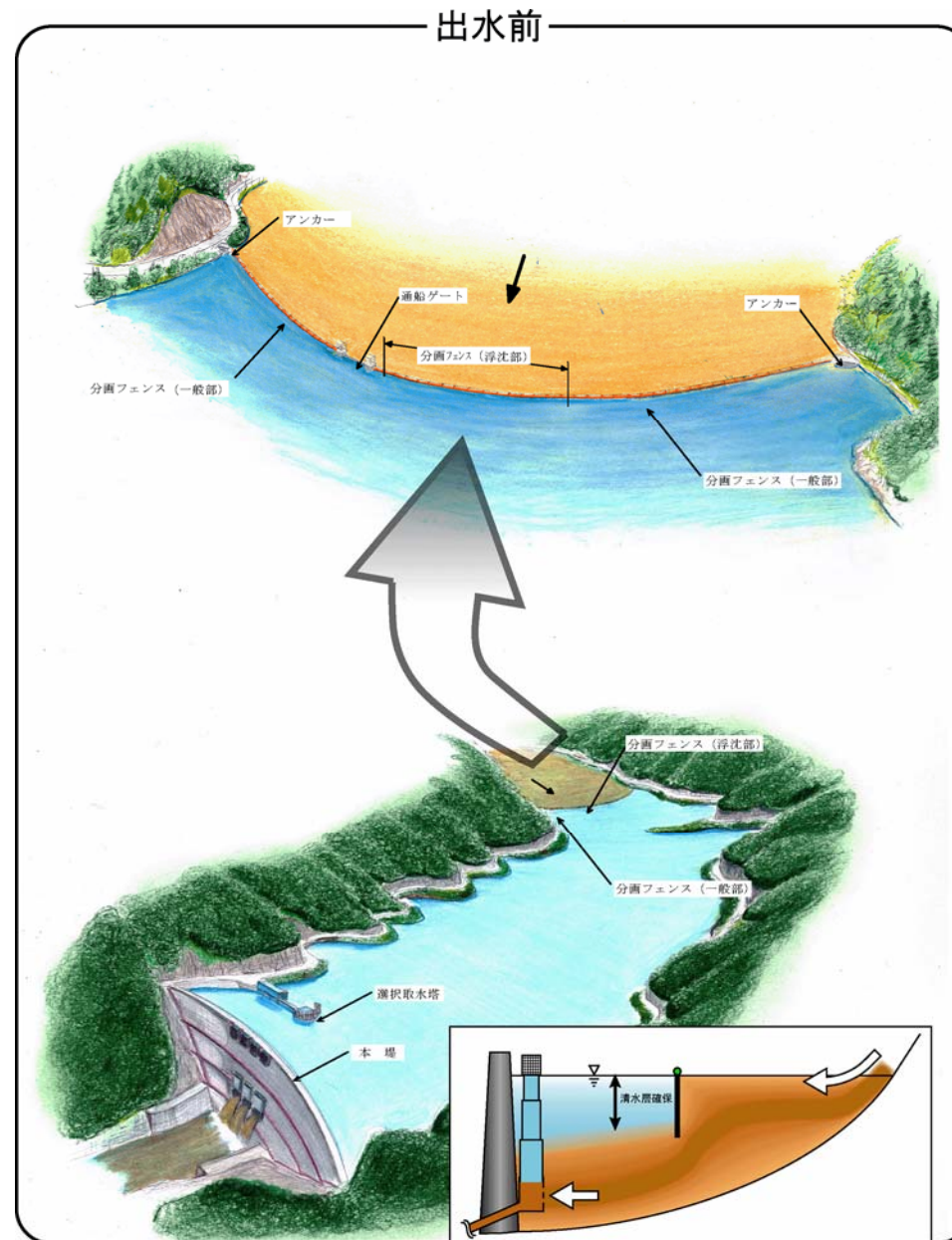
放流水温の基準としては、**流入水温と同等の水温で放流することが基本**と考えられる。

4) フェンスの切り離し及び張り直し

貯水池全体が濁ってしまうような大規模出水時には、フェンスの効果が得られないこと、流木等によるフェンスの破損等の危険が考えられる。したがって、**大規模出水時にはフェンスを切り離す**ことが望ましいと考えられる。

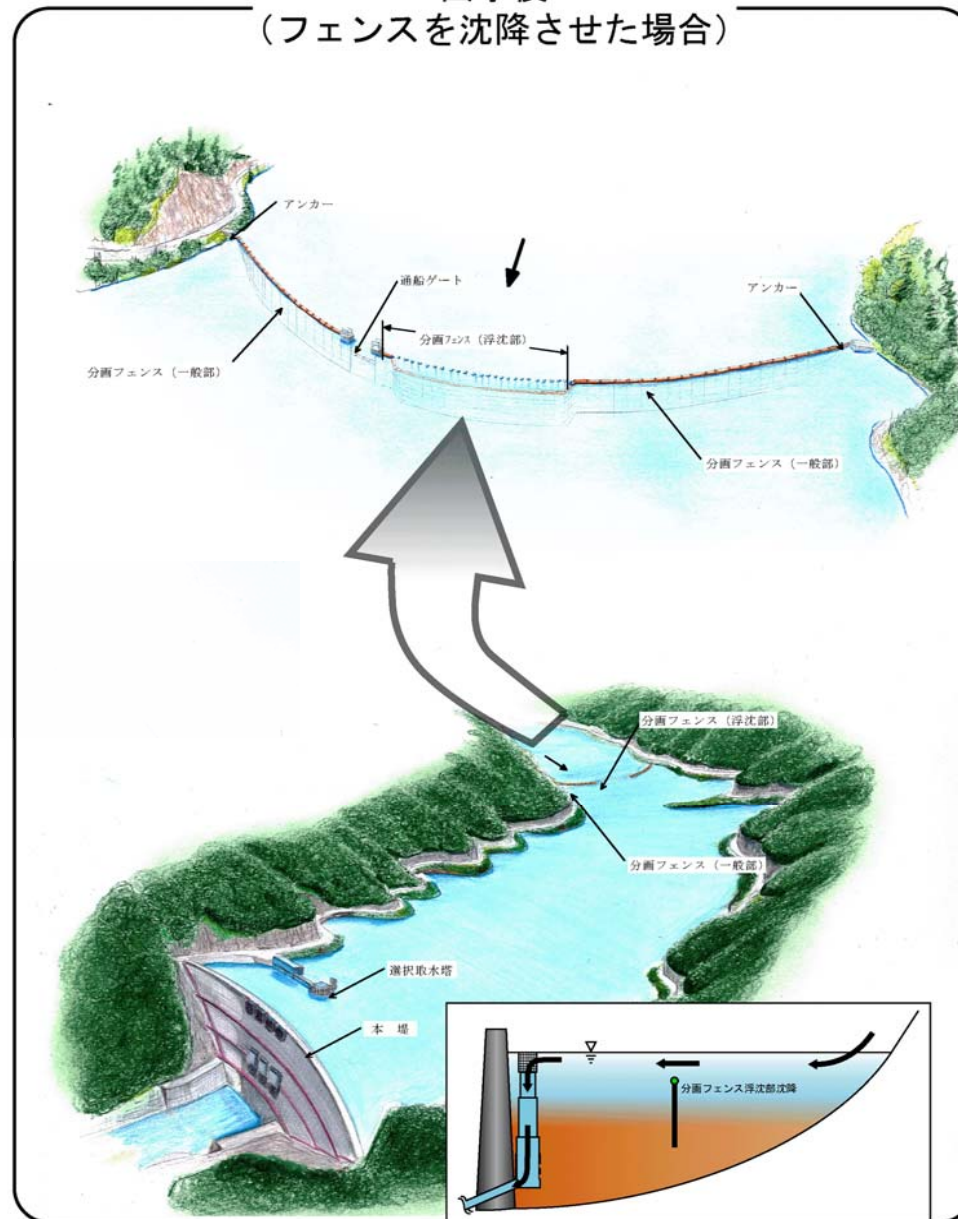
5) フェンスの浮沈

矢作ダムの放流量は比較的多いこと、フェンス設置位置がダム堤体に近いため清水を確保可能な容量が小さいことから、フェンス～ダム堤体間の清水は不足することが考えられる。そのため、**出水後は、清水となった流入水をフェンス～ダム堤体間補給することが有効**と考えられる。このことにより、放流濁度の軽減が可能と考えられる。



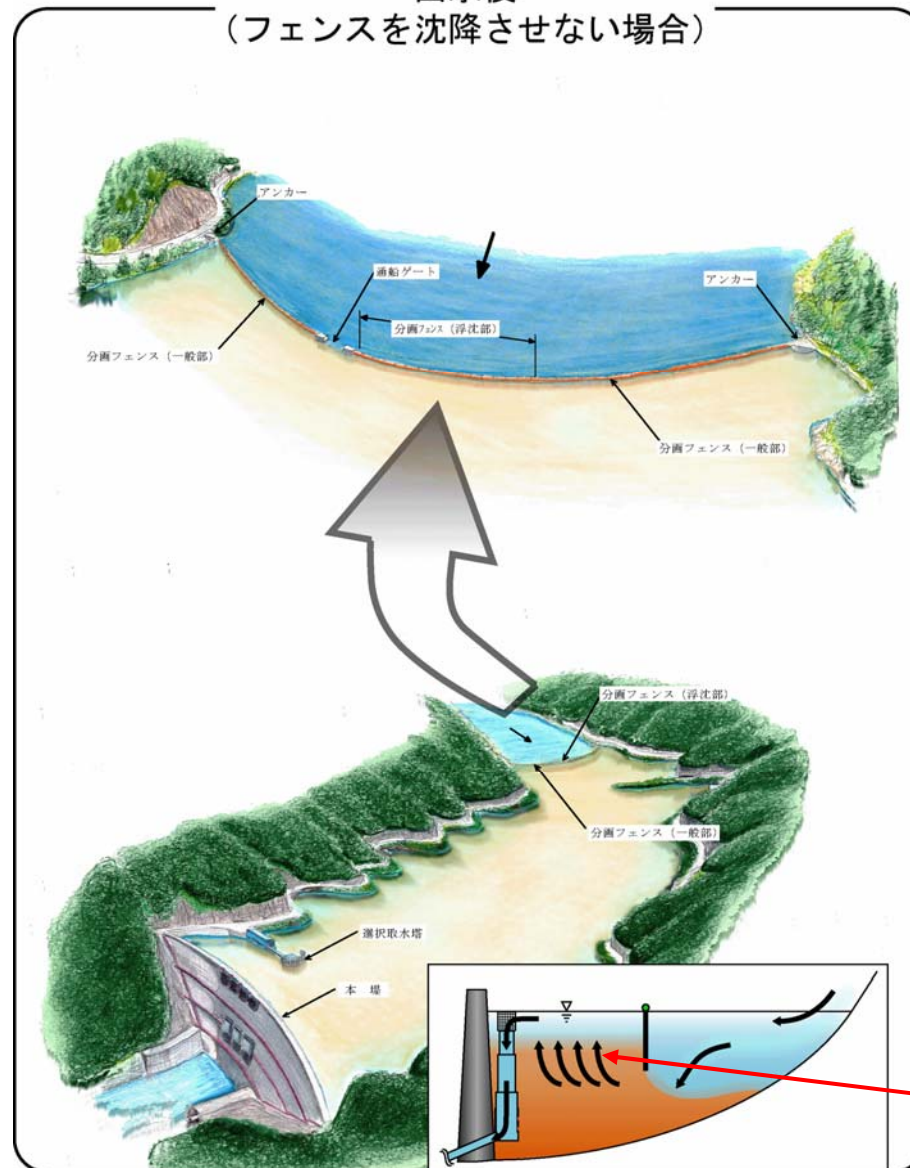
フェンスの効果のイメージ図 (1/3)

出水後
(フェンスを沈降させた場合)



フェンスの効果のイメージ図 (2/3)

出水後
(フェンスを沈降させない場合)

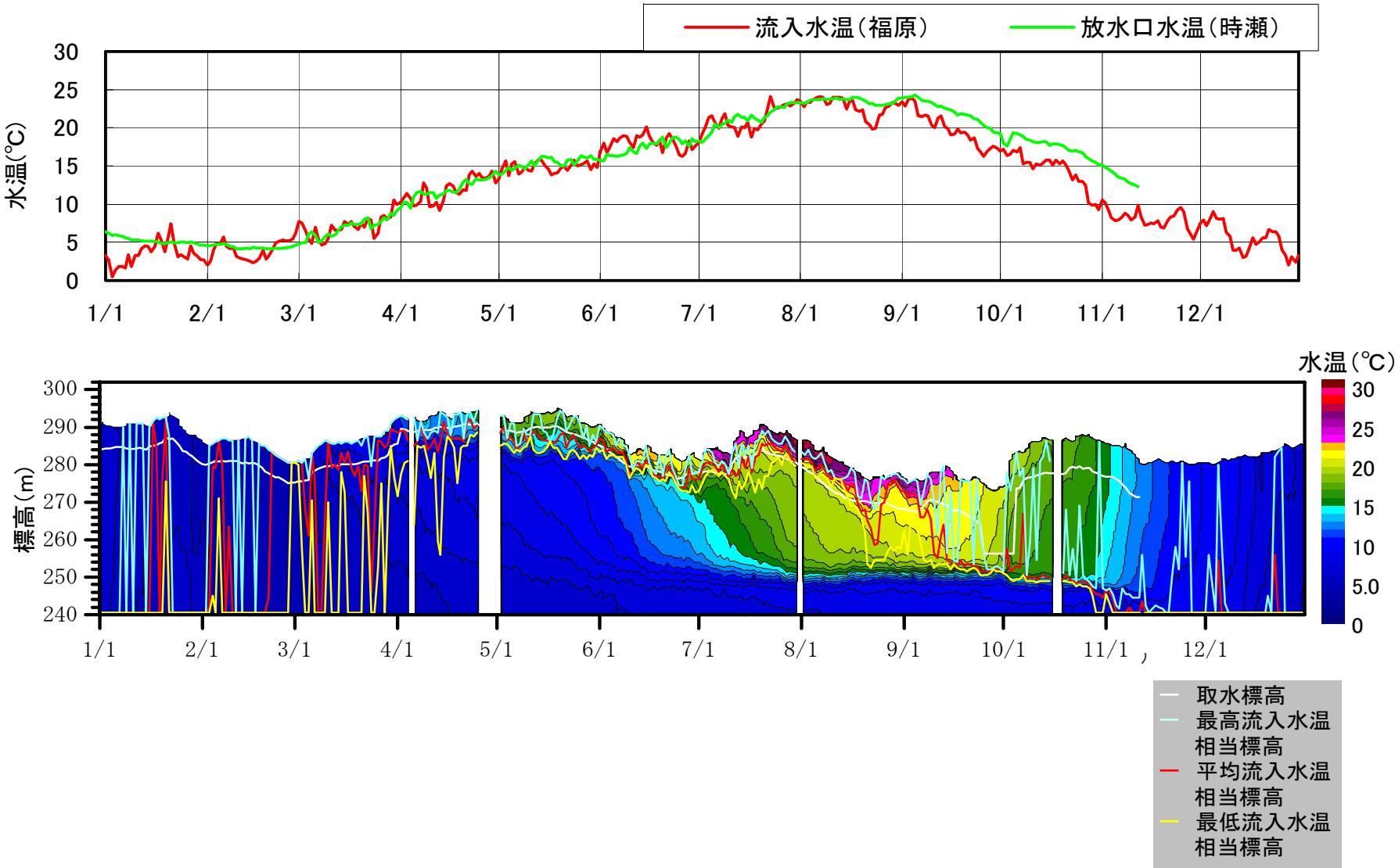


フェンス下流の清水層が減少するにつれ、下層の濁水が上昇し、最終的には、濁水を取水することとなる。

フェンスの効果のイメージ図 (3/3)

1-3-5 フェンスの諸元

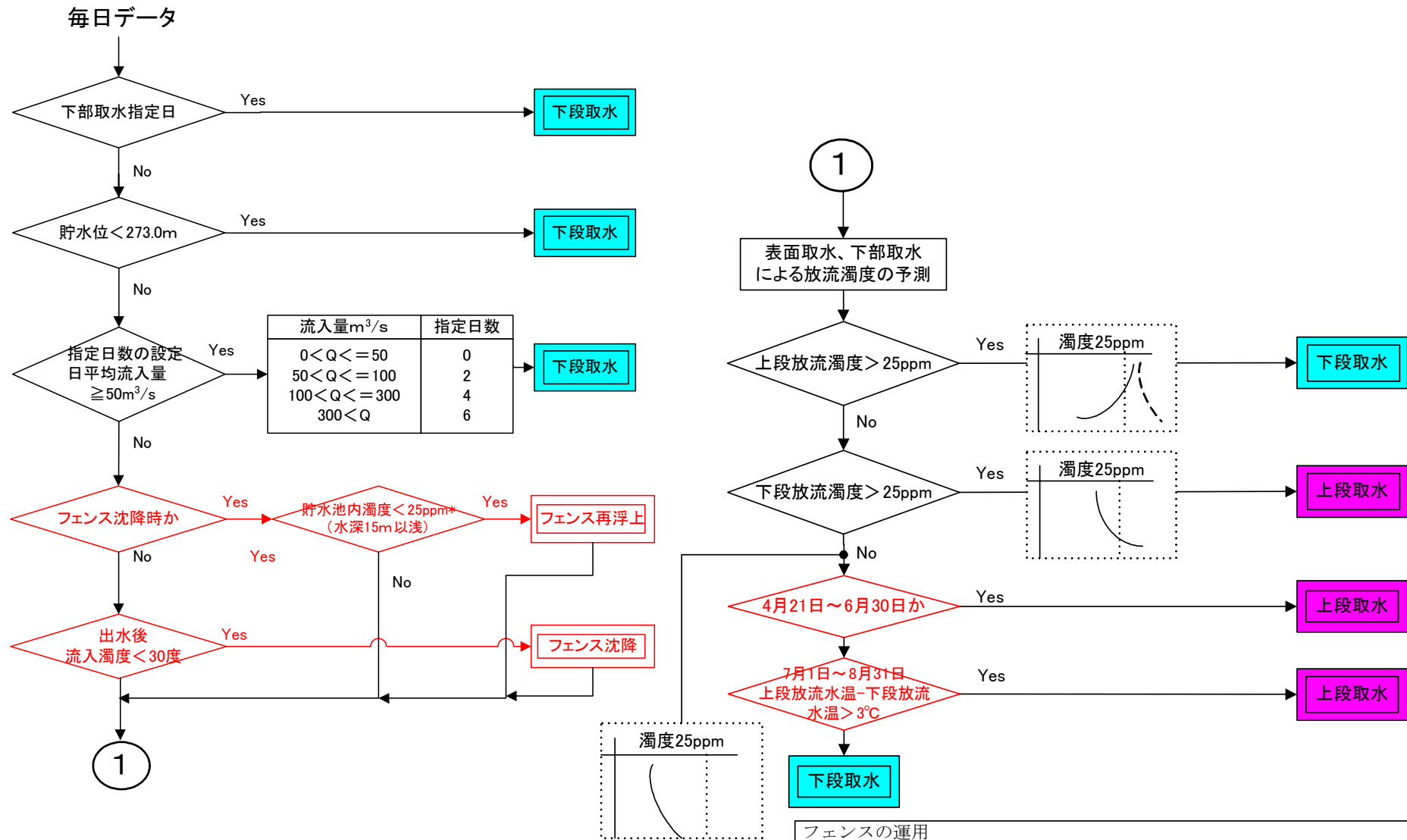
平成14年



流入水の侵入位置

1-4 冷濁水対策の効果検討

1-4-1 施設運用指標の仮設定と運用フロー



施設の運用フロー

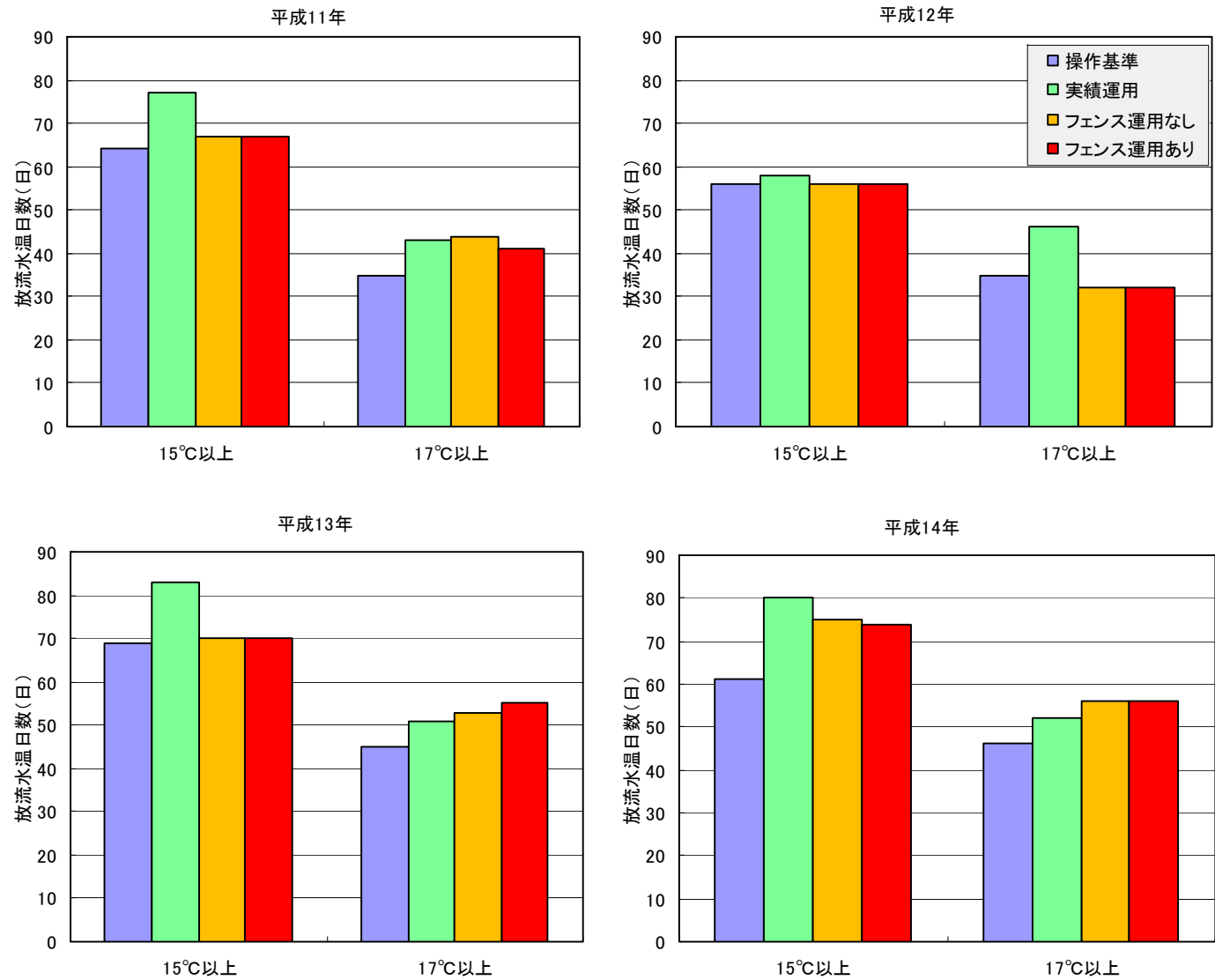
フェンスの運用

1月から8月において運用する

沈降……日平均流入量50m³/s以上の出水の減衰期において流入濁度が30度を下回った時点で沈降させる。

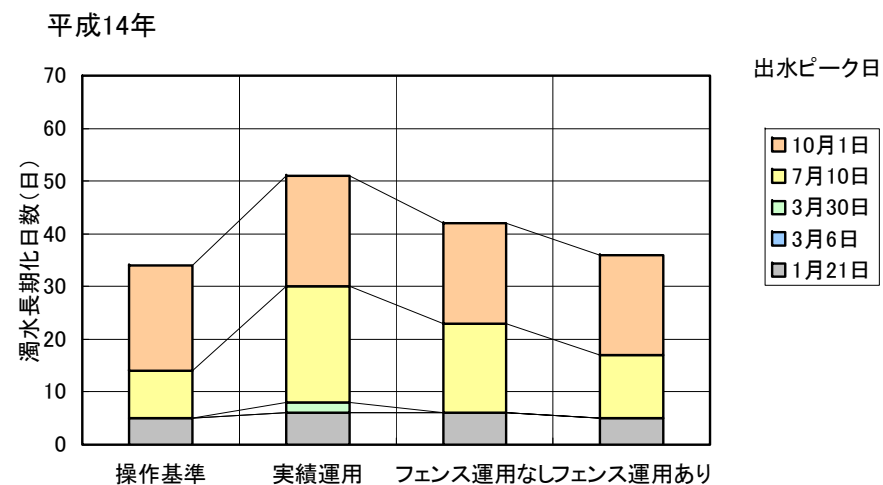
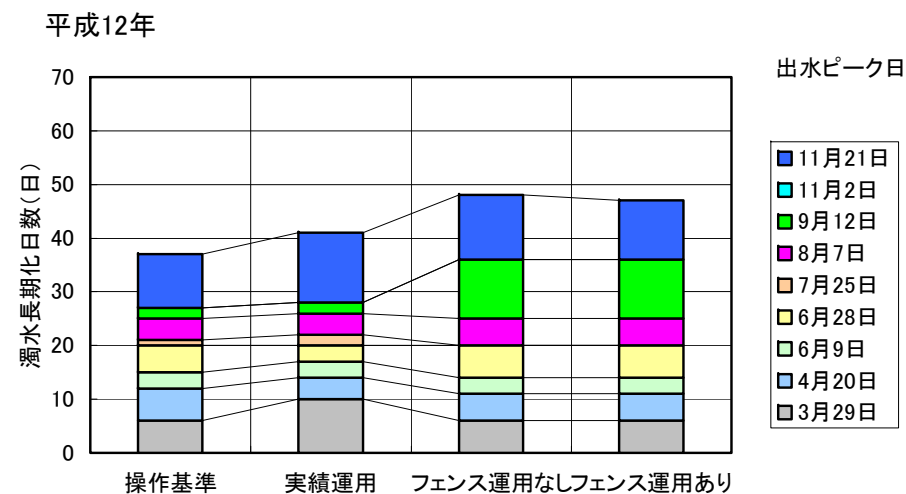
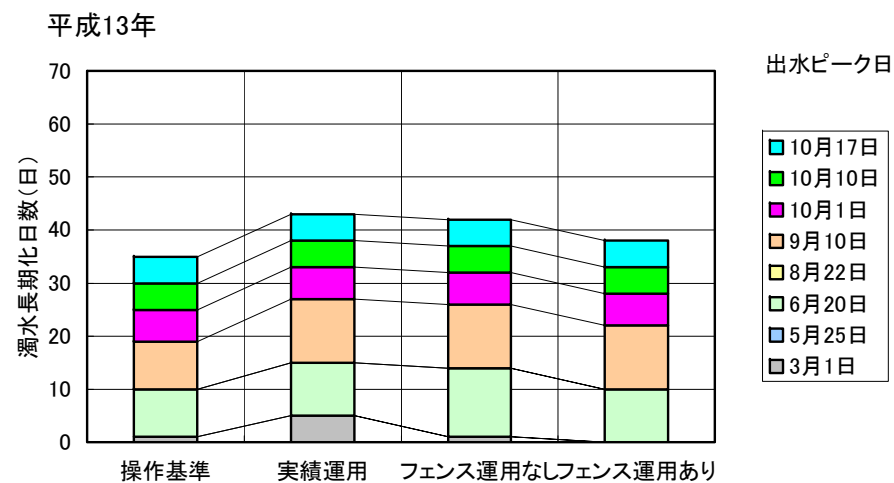
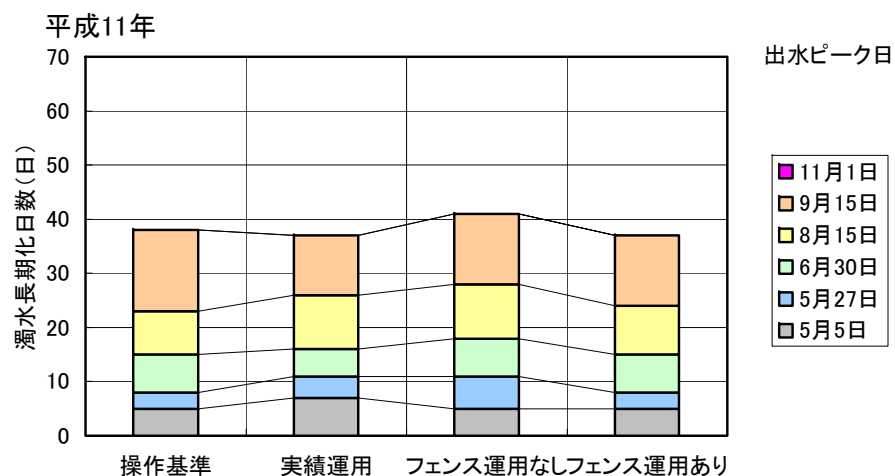
再浮上……水深15m以浅が25度以下となった時点、または、日平均流入量50m³/s以上の出水で再浮上させる。

1-4-2 選択取水設備、フェンス運用効果の検討



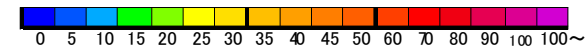
4月～7月で集計

フェンスの有無による放流水温超過日数の比較



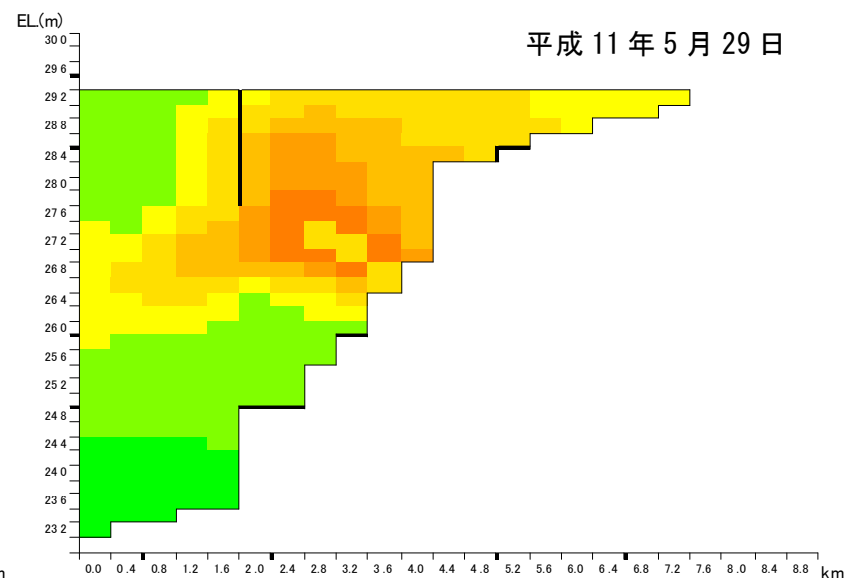
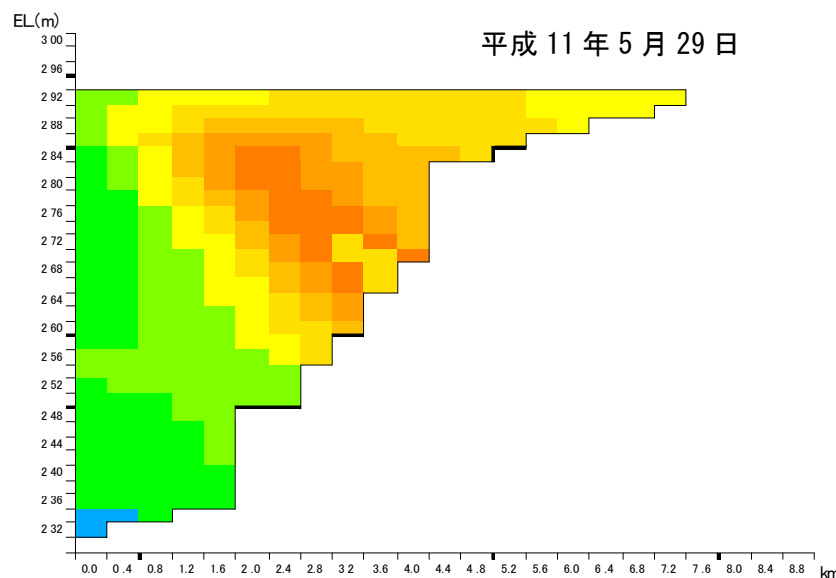
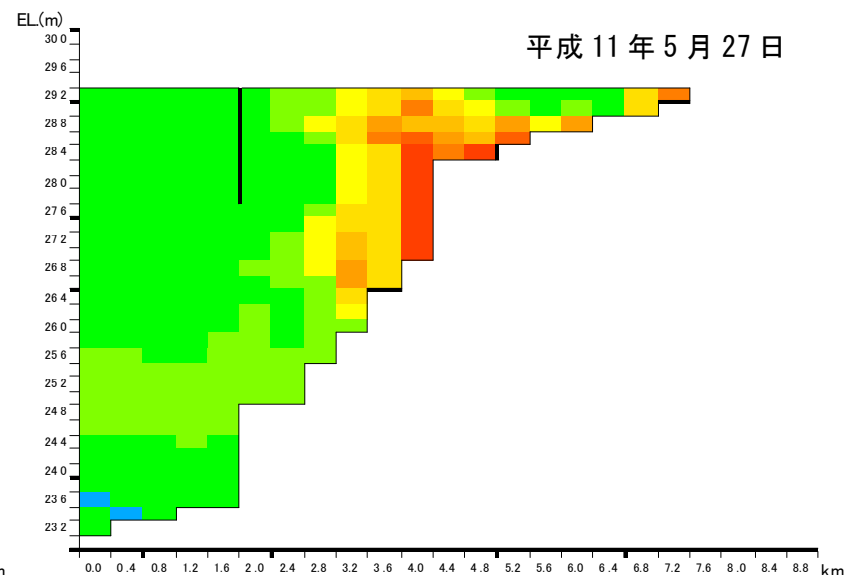
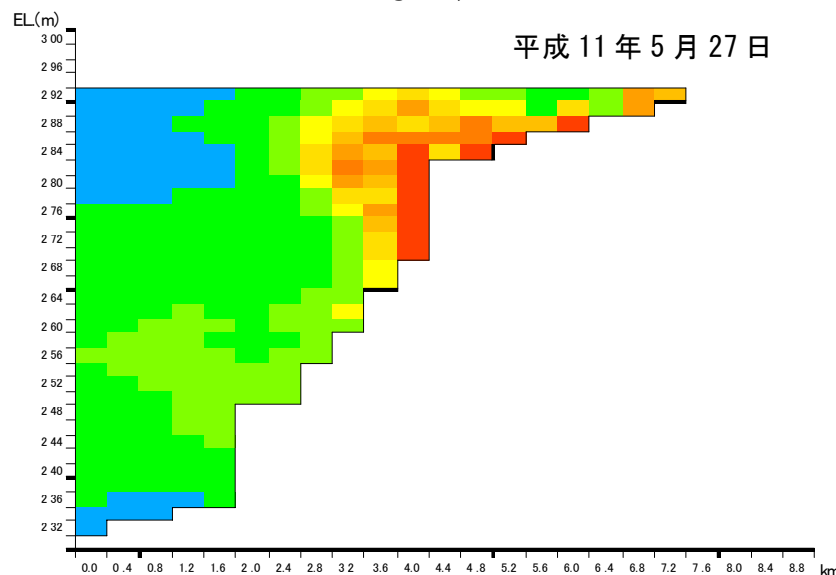
濁水長期化日数の比較

濁度



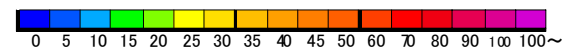
フェンスなし(操作基準)

フェンス運用あり



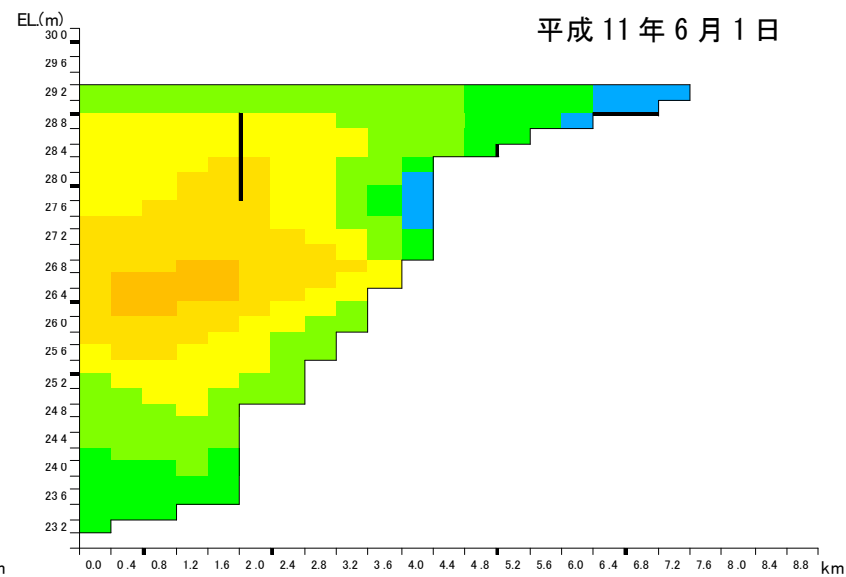
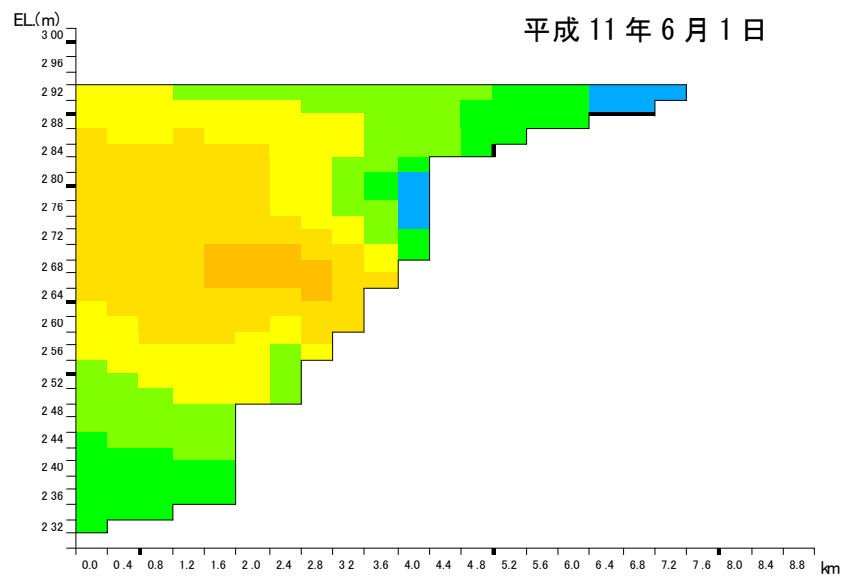
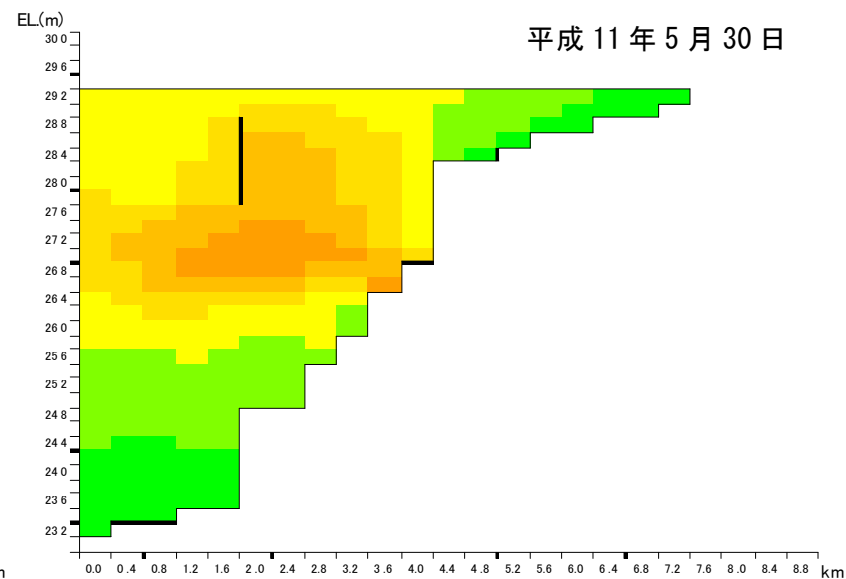
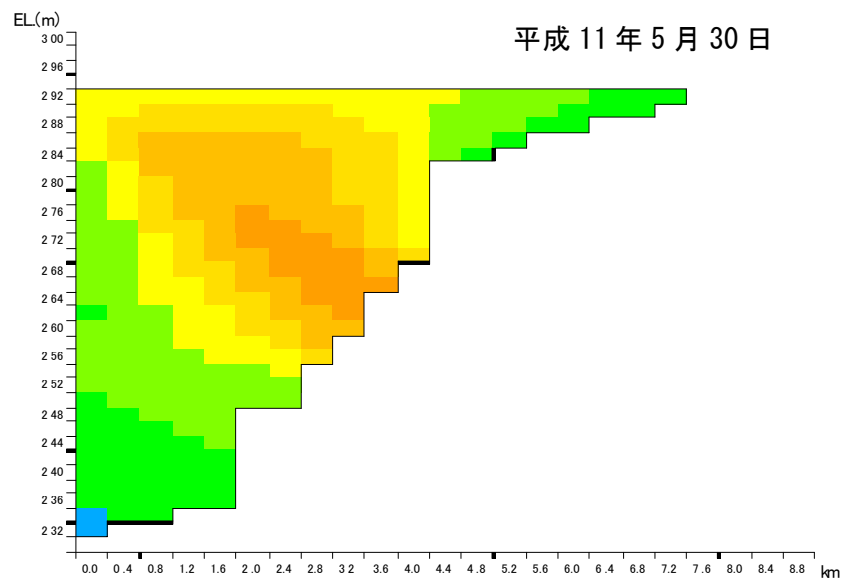
フェンスの有無による濁度縦断分布の比較 (1 / 2)

濁度



フェンスなし(操作基準)

フェンス運用あり



フェンスの有無による濁度縦断分布の比較 (2/2)

■冷濁水対策の検討結果

冷水放流については、フェンスを運用することにより、全般的に放流水温は、流入水温とほぼ同等となり、水位低下時等においても冷水放流は、1～2℃程度に収まるものと考えられ、操作基準による運用に対して冷水放流はかなり軽減されるものと考えられる。

濁水放流については、フェンスを運用することにより、高濁度放流が効率的にできておりその後の表層水の清水化が早い操作基準による運用と同等の放流濁度に収まるものと考えられる。また、フェンス運用無しと比較すると、ほとんどの出水後の長期化日数は軽減されることとなる。

以上より、フェンスを設置、運用した場合においては、濁水の軽減効果は、操作基準とほぼ同等の効果が得られ、さらに、冷水放流についてもかなり軽減されるものと考えられる。

1-5 今後の予定

- (1) フェンス設置後の検証計算
- (2) 最適な施設運用方法の検討
- (3) 総合的運用方法の検討