

新滝ヶ洞溜池の水質異常に係る対策協議会

第 11 回対策協議会

資 料

1. 水質の状況

1.1 酸性水の状況

1.2 重金属の状況

1.3 浸出水の状況

1.4 水質観測項目の整理

2. 対策の検討

2.1 中和バリアと雨水浸透防止

2.2 中和バリア実験結果

2.3 対策の経緯

2.4 対策の方向性

3. 水質管理目標

3.1 水質管理目標の設定

4. 第 10 回対策協議会での質問

4.1 質問への回答

# 1. 水質の状況

現在、広域的な水質及び浸出水の水質の状況を監視するため、図 1.1、図 1.2 の地点で計測をおこなっています。

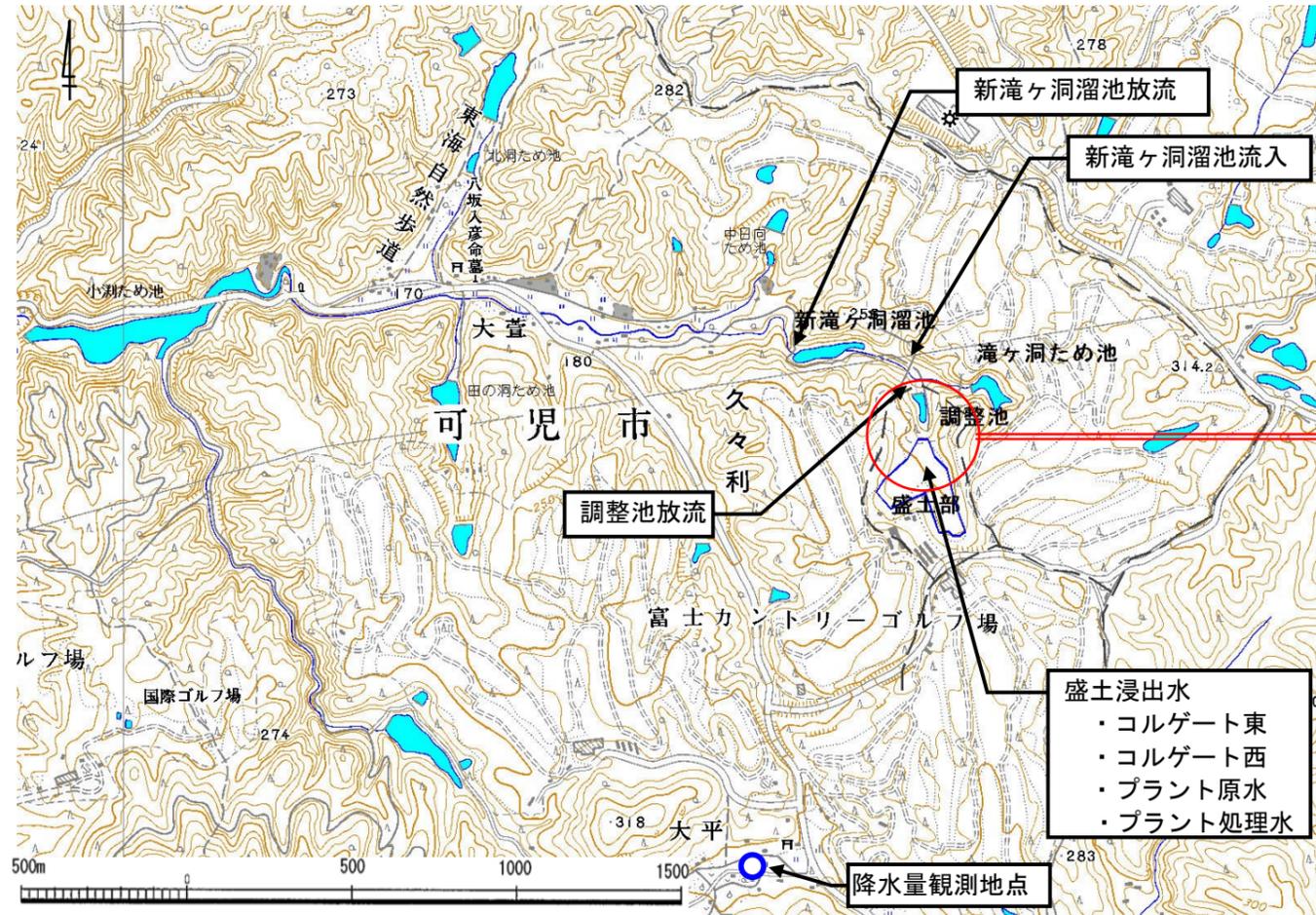


図 1.1 広域的な観測地点

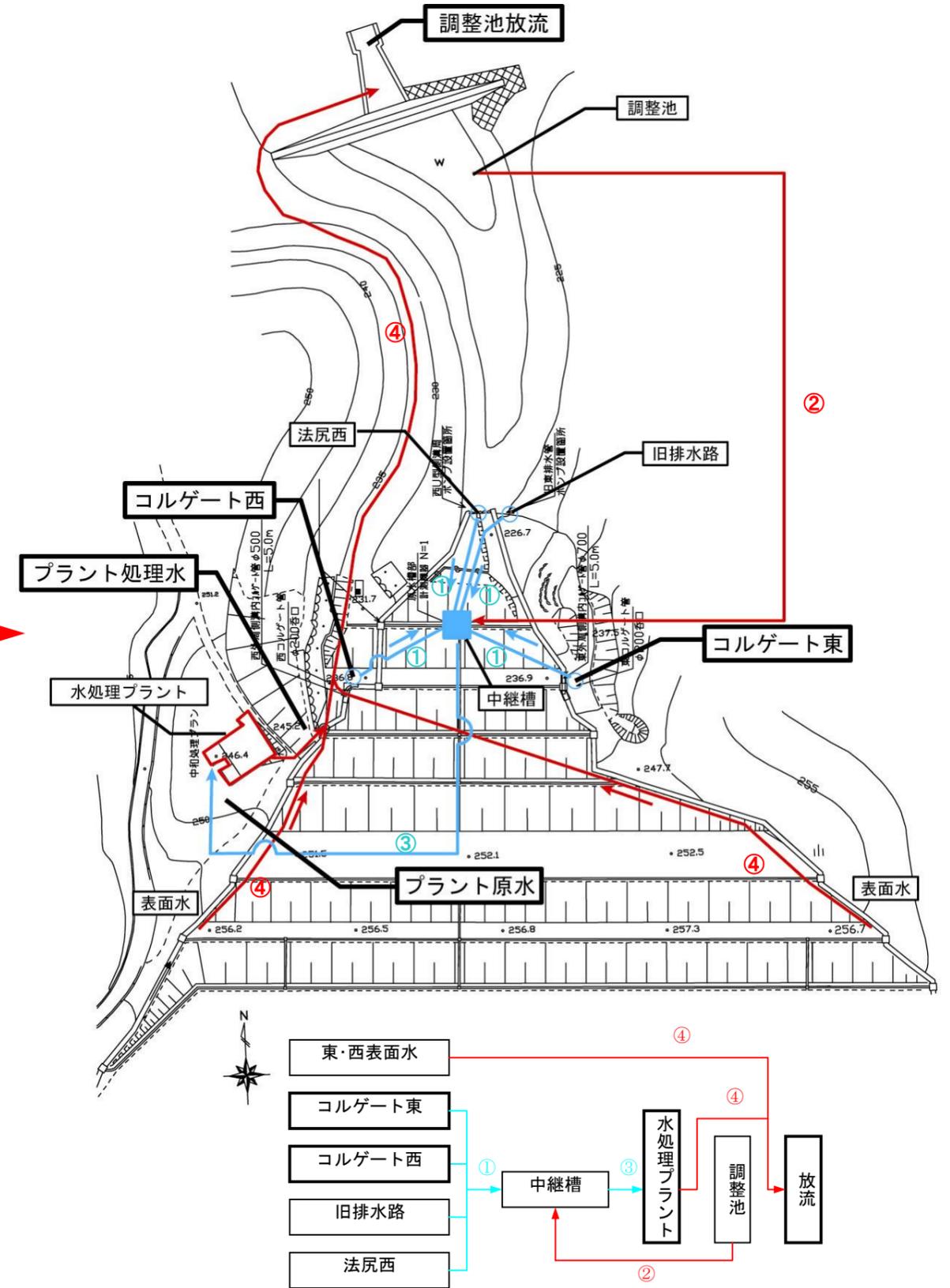


図 1.2 盛土部の観測地点と流下系統

1.1 酸性水の状況

コルゲート東、西とも、覆土後の期間においては、その変動に変化は見られません。

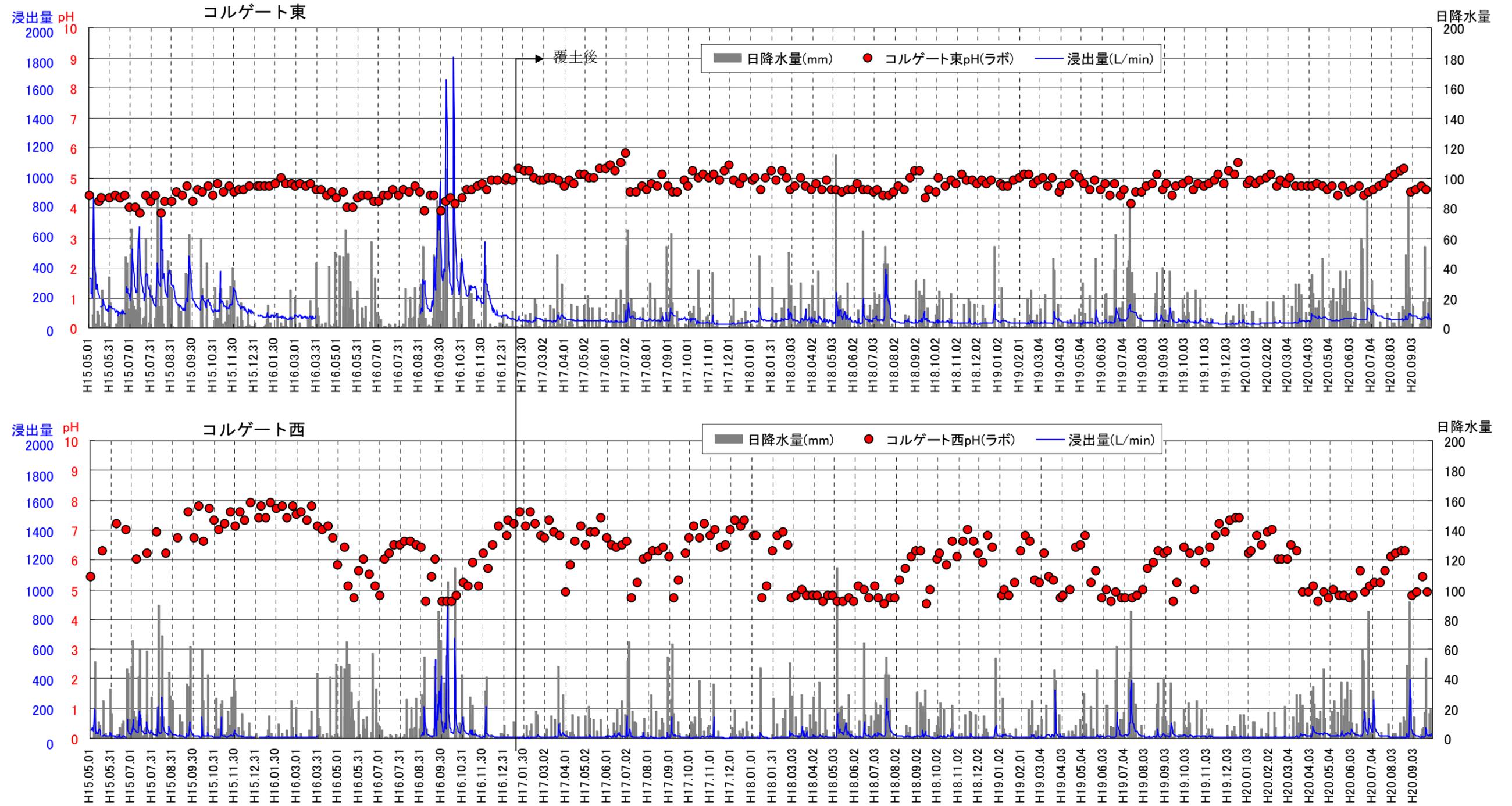
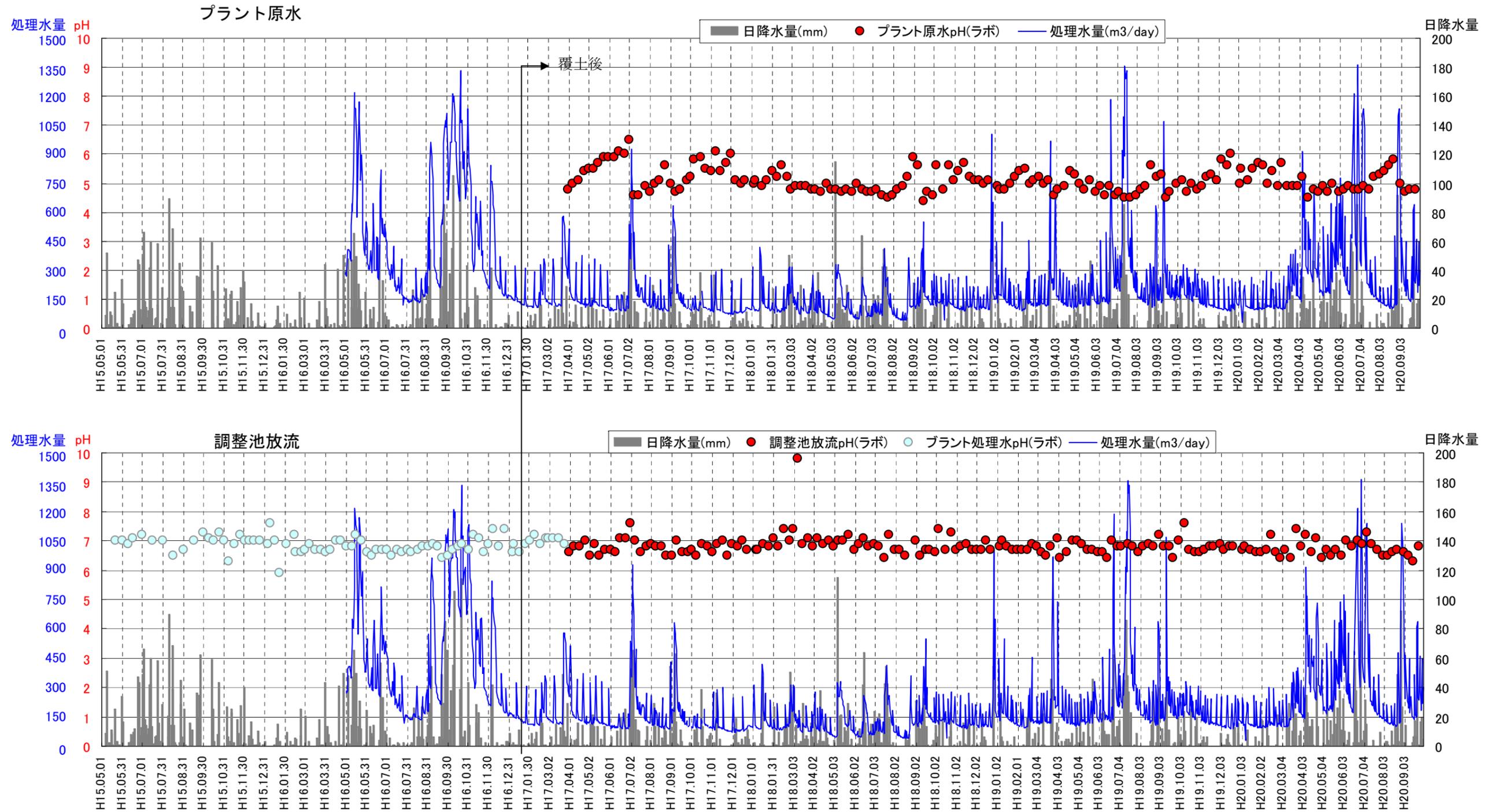


図 1.3 pH の変化(1)

プラント原水は、pH5 前後で推移しています。  
調整池放流水（プラント処理後）は、pH7 前後で推移しています。



調整池放流の観測開始前 (H17.4 以前) は、プラント処理水を表示

図 1.4 pH の変化(2)

## 1.2 重金属の状況

覆土後の期間においては、その水質の変動に変化は見られません。

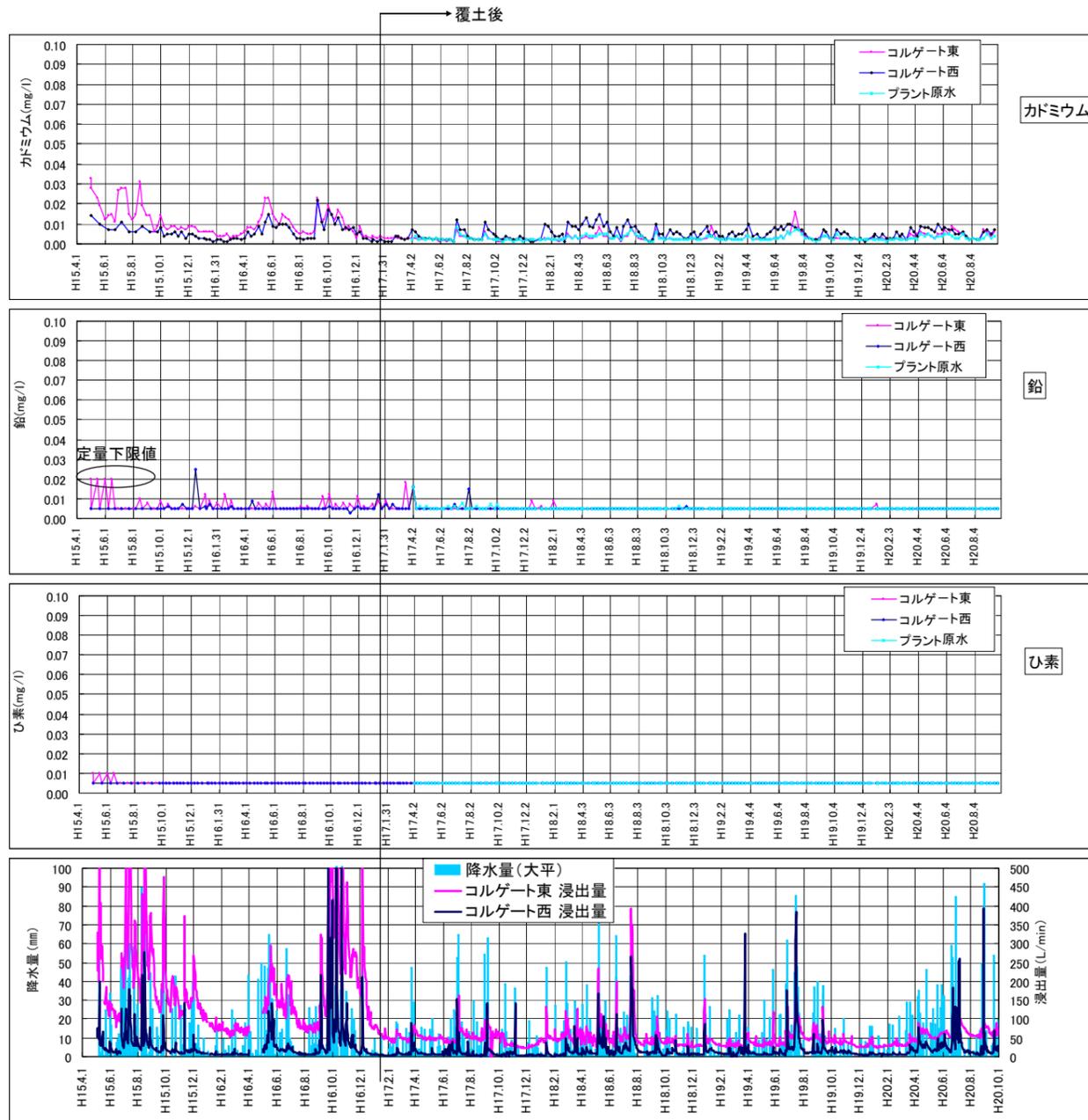


図 1.5 盛土での重金属の状況(1)

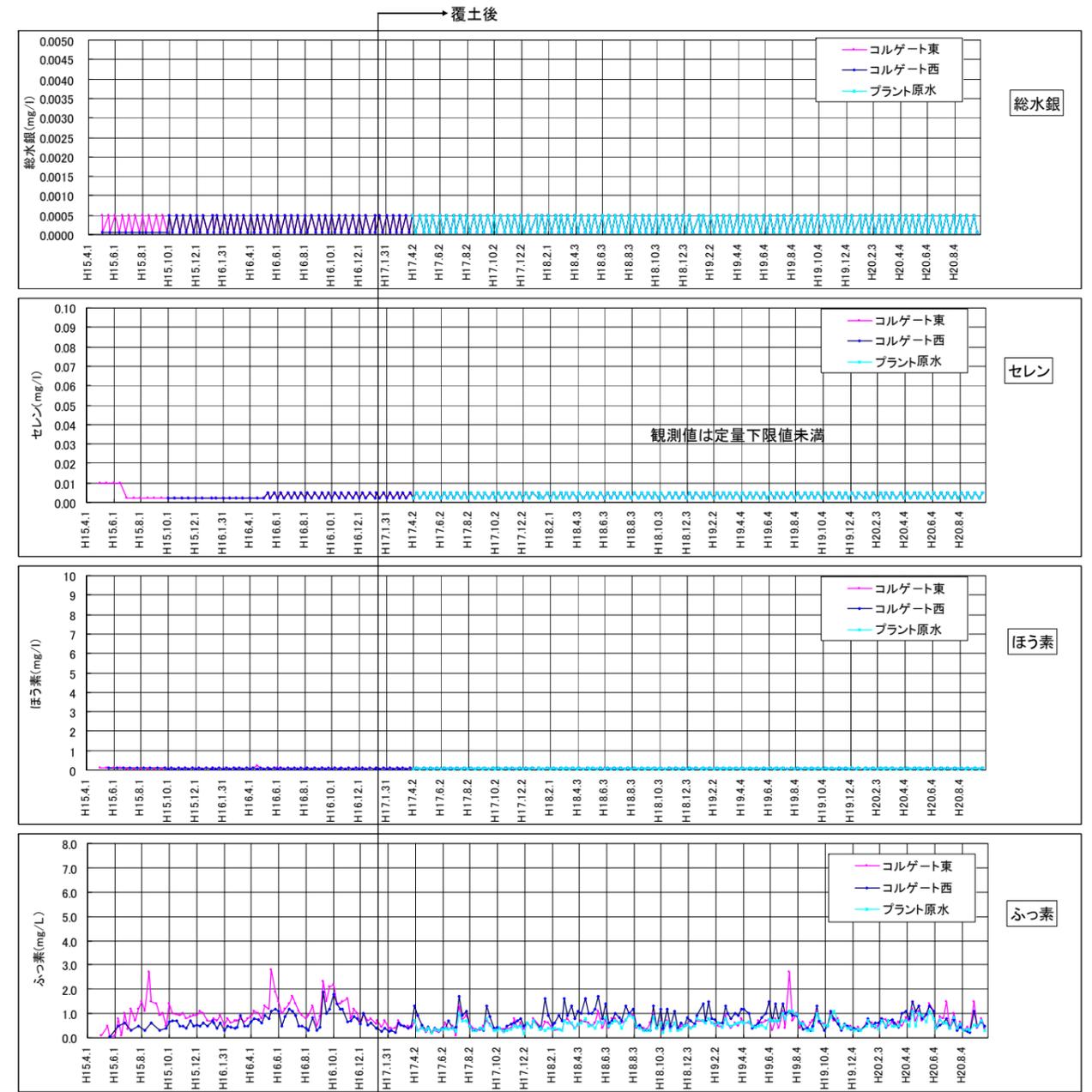


図 1.6 盛土での重金属の状況(2)

1.3 浸出水の状況  
 (1) 浸出水の重金属について

覆土後は、盛土浸出水をすべて合せた水処理前のプラント原水において、重金属は年平均で環境基準以下、最大値で排水基準以下となっています。

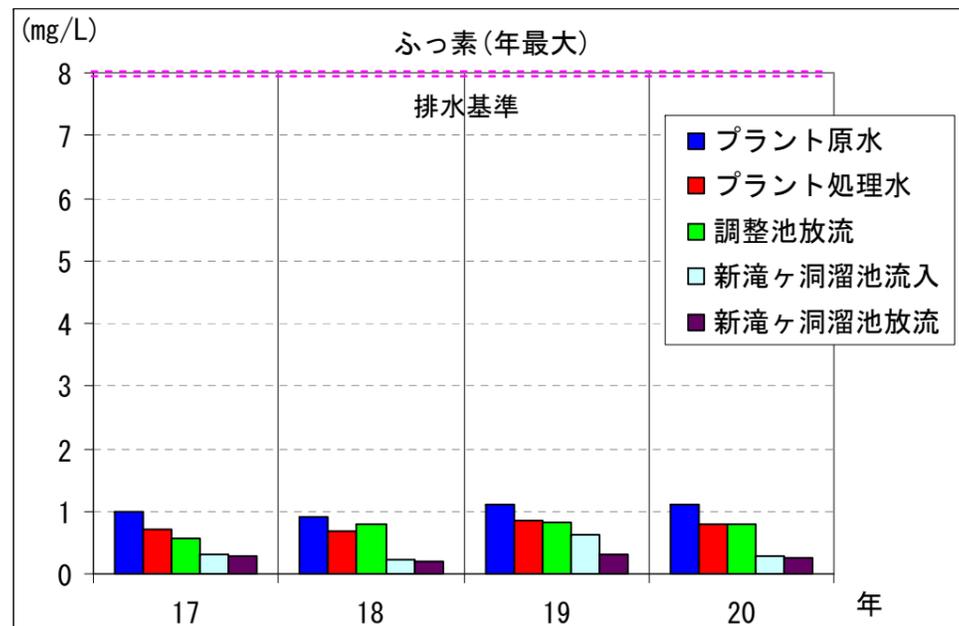
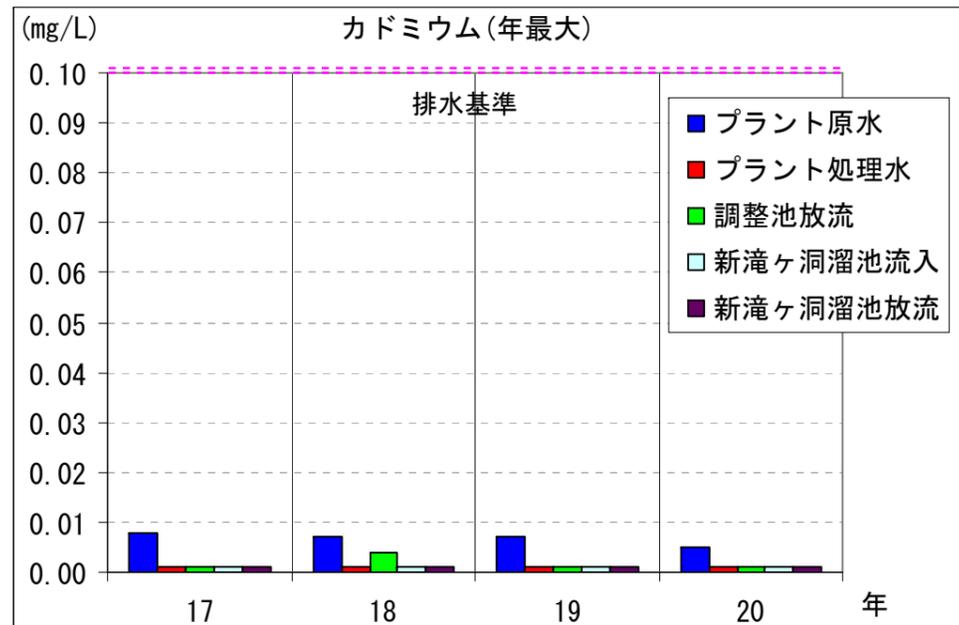


図 1.7 水質の変化(年最大値)(カドミウム、ふっ素)  
 (平成 17 年のプラント原水, 調整池放流は 4~12 月のデータ。その他は 1~12 月のデータ)  
 (平成 18 年は 1~12 月のデータ)  
 (平成 19 年は 1~12 月のデータ)  
 (平成 20 年は参考: 1~9 月のデータ)

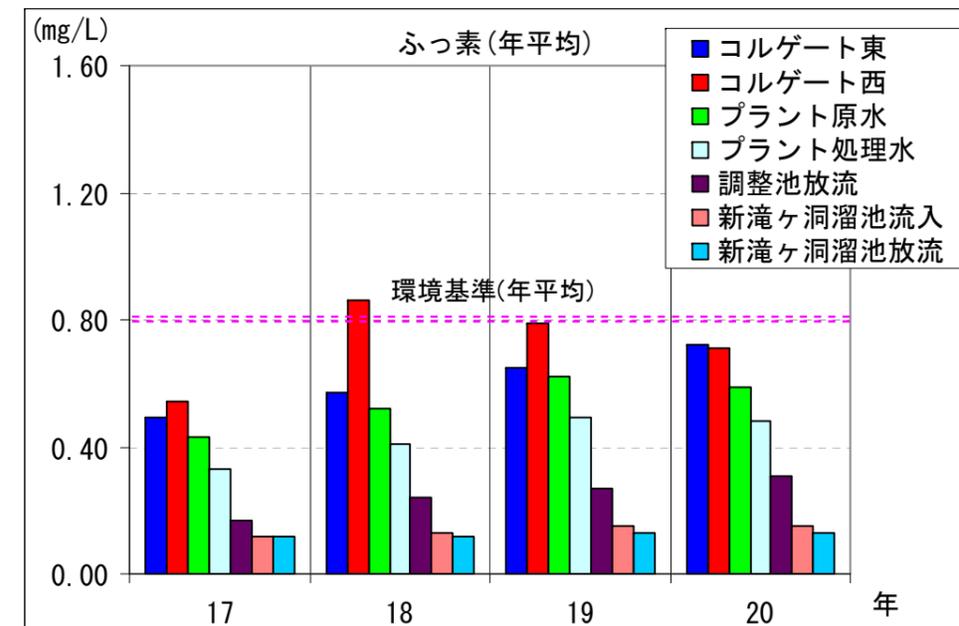
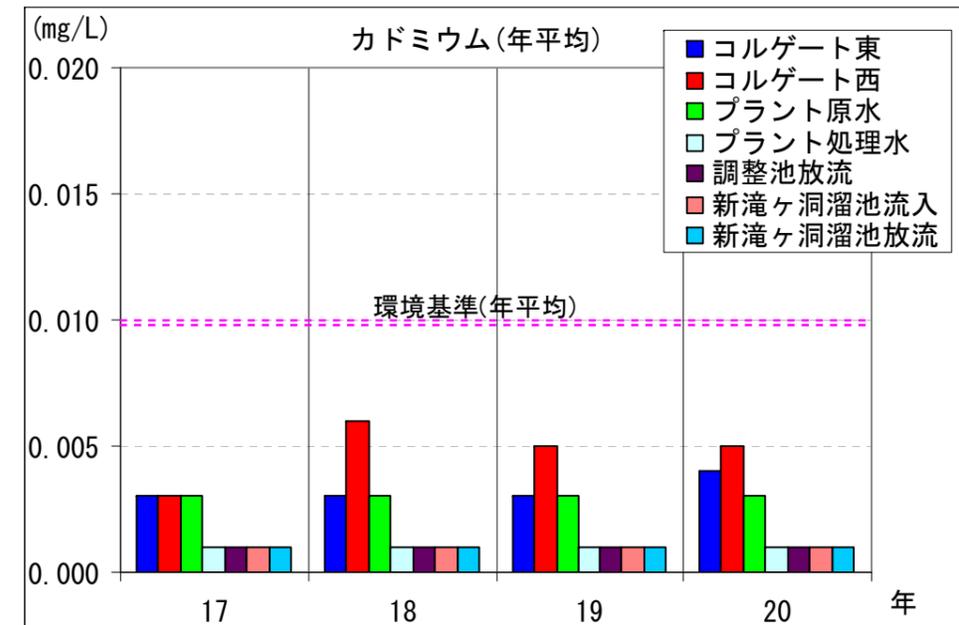
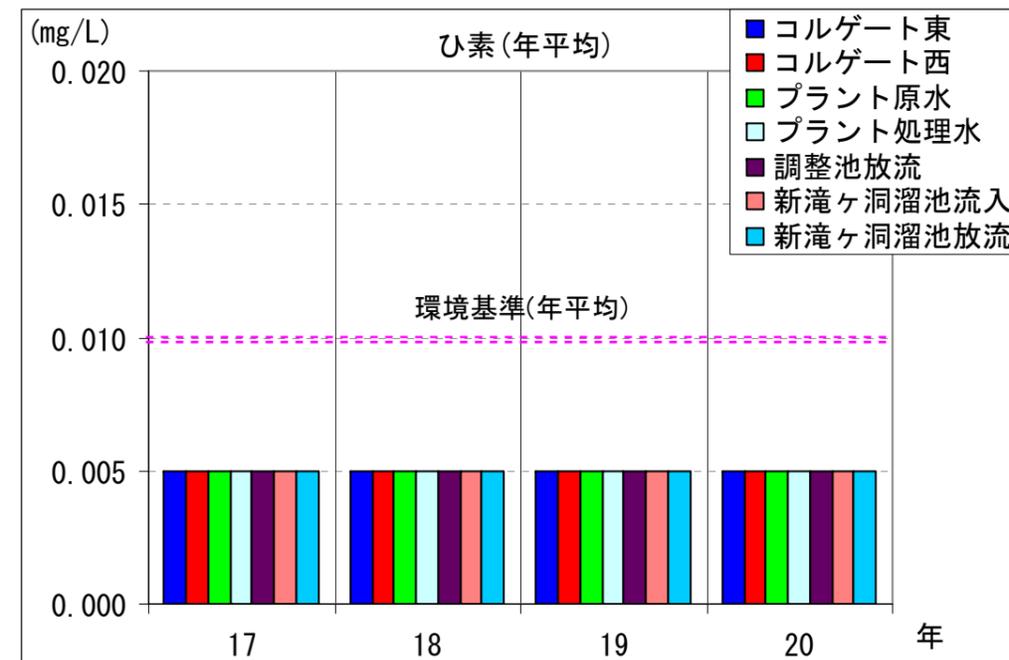
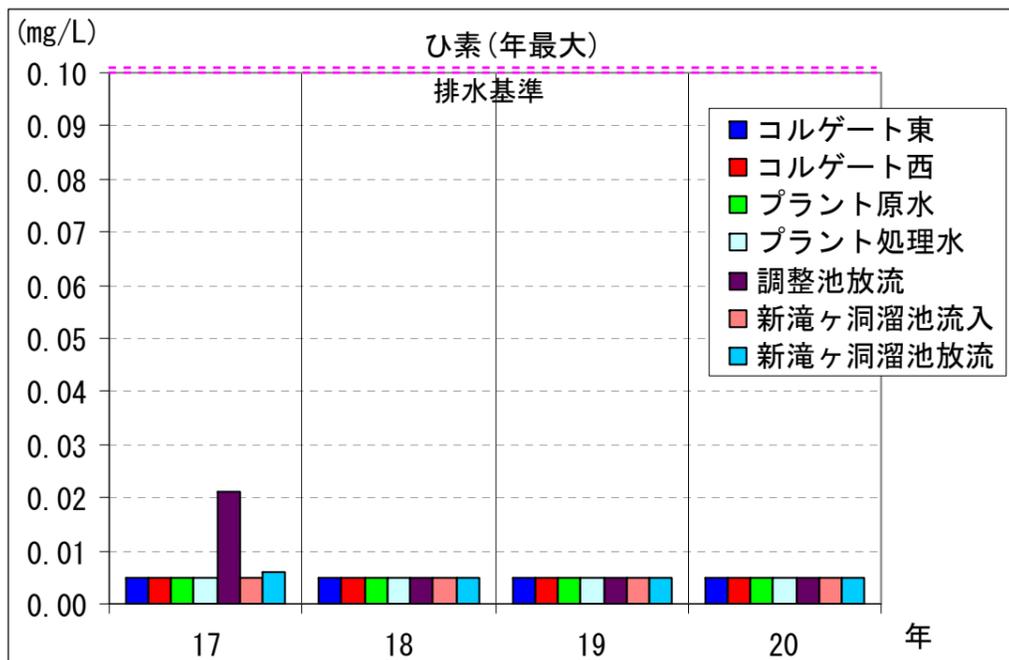
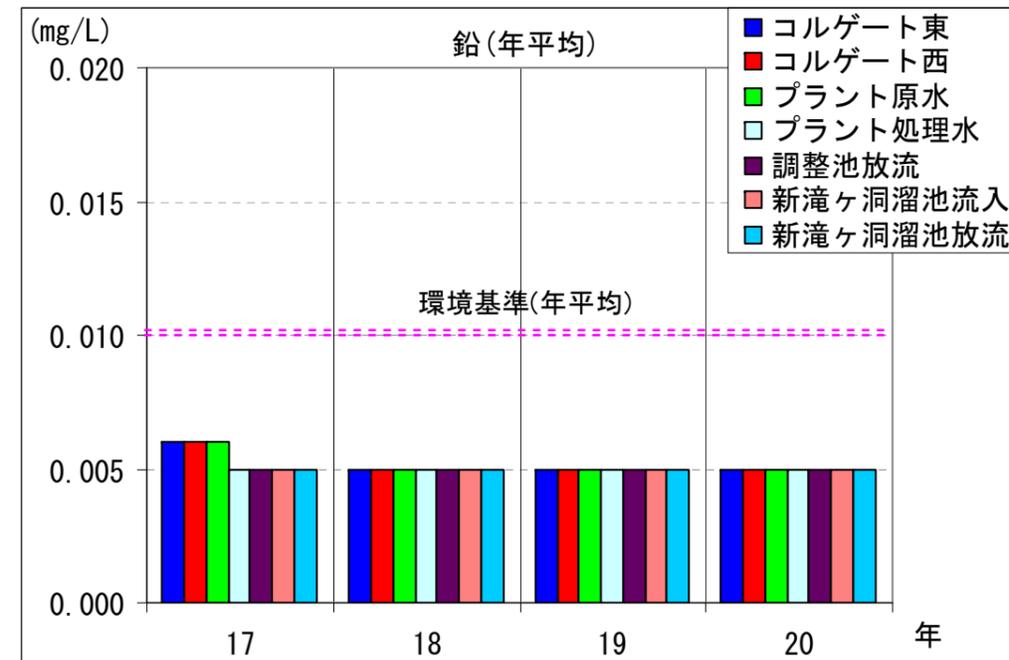
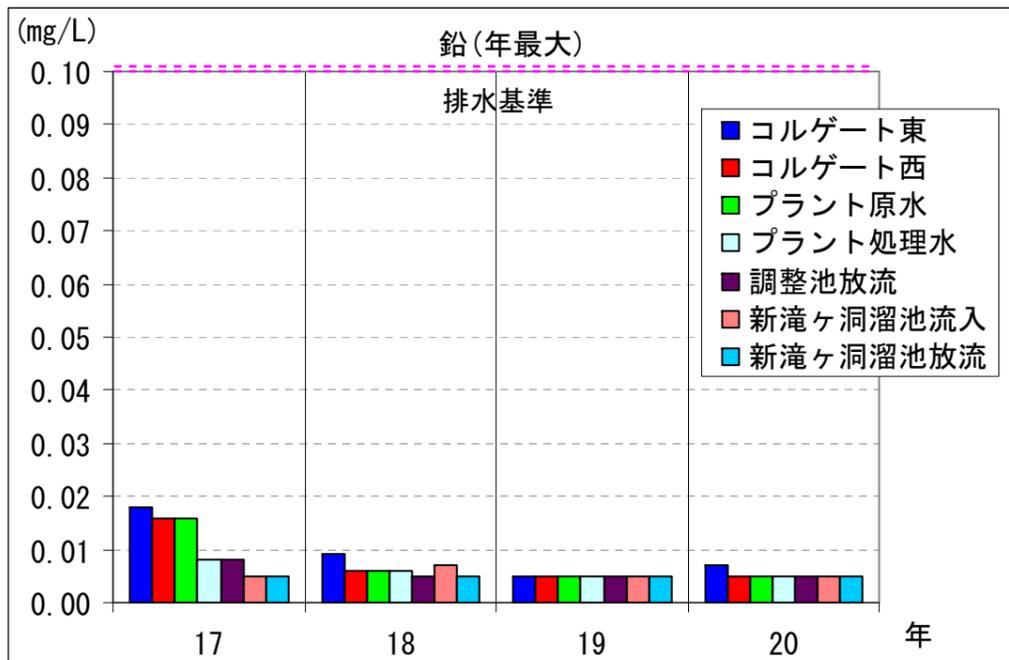


図 1.8 水質の変化(年平均値)(カドミウム、ふっ素)  
 (平成 17 年のプラント原水, 調整池放流は 4~12 月のデータ。その他は 1~12 月のデータ)  
 (平成 18 年は 1~12 月のデータ)  
 (平成 19 年は 1~12 月のデータ)  
 (平成 20 年は参考: 1~9 月のデータ)

平均値の算出にあたっては、環境庁通達に基づき、定量下限値未満の場合、定量下限値の値をもって計算しています (カドミウム 0.001mg/L, ふっ素 0.1mg/L)



※平成17年7月1日に0.021mg/Lを1回検出しましたが、これを除き全て定量下限値未満でした。

図 1.9 水質の変化(年最大値)(鉛、砒素)  
 (平成17年のプラント原水, 調整池放流は4~12月のデータ。その他は1~12月のデータ)  
 (平成18年は1~12月のデータ)  
 (平成19年は1~12月のデータ)  
 (平成20年は参考: 1~9月のデータ)

図 1.10 水質の変化(年平均値)(鉛、砒素)  
 (平成17年のプラント原水, 調整池放流は4~12月のデータ。その他は1~12月のデータ)  
 (平成18年は1~12月のデータ)  
 (平成19年は1~12月のデータ)  
 (平成20年は参考: 1~9月のデータ)

平均値の算出にあたっては、環境庁通達に基づき、定量下限値未満の場合、定量下限値の値をもって計算している(鉛 0.005mg/L, 砒素 0.005mg/L)

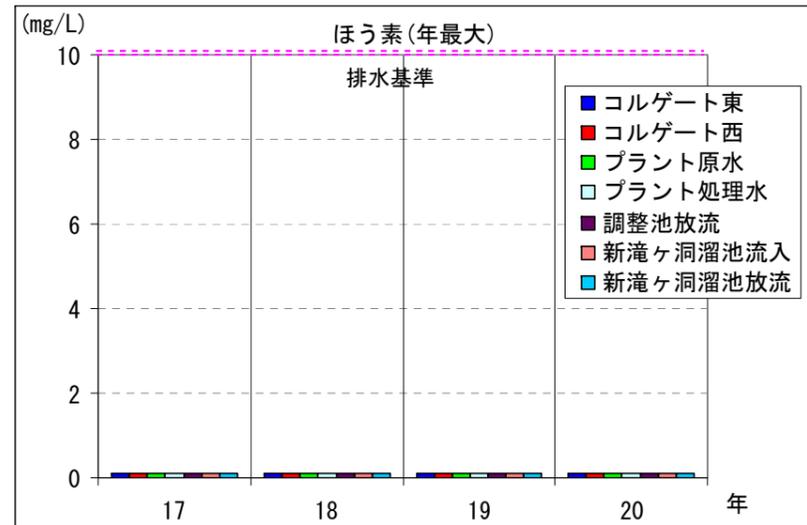
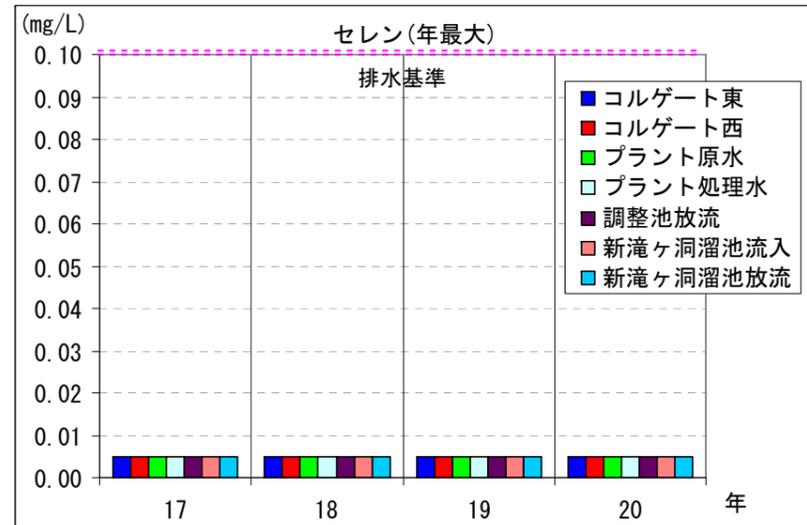
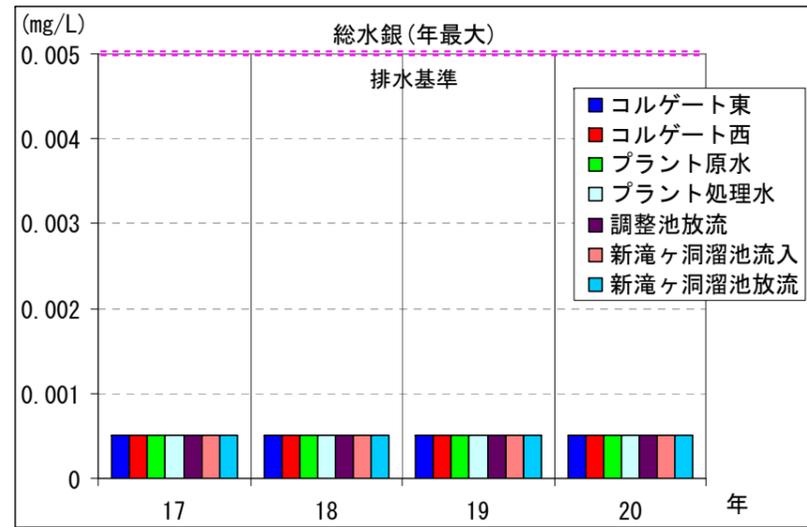


図 1.11 水質の変化(年最大値)(総水銀、セレン、ほう素)  
 (平成 17 年のプラント原水, 調整池放流は 4~12 月のデータ。その他は 1~12 月のデータ)  
 (平成 18 年は 1~12 月のデータ)  
 (平成 19 年は 1~12 月のデータ)  
 (平成 20 年は参考: 1~9 月のデータ)

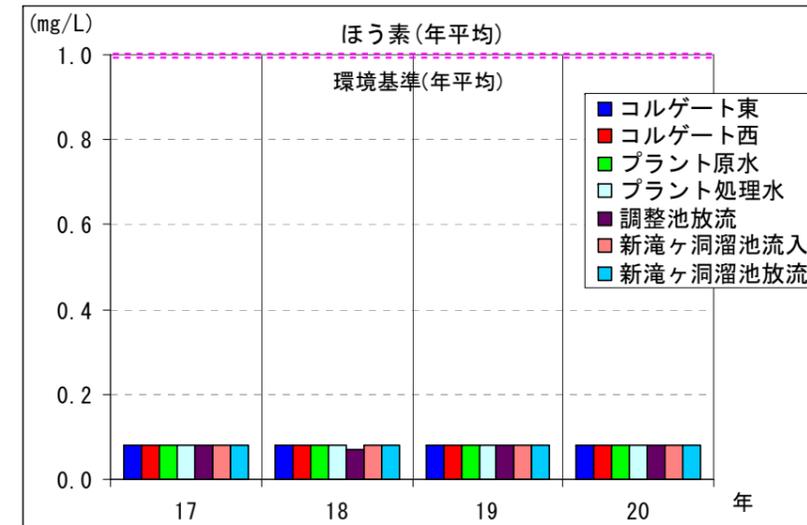
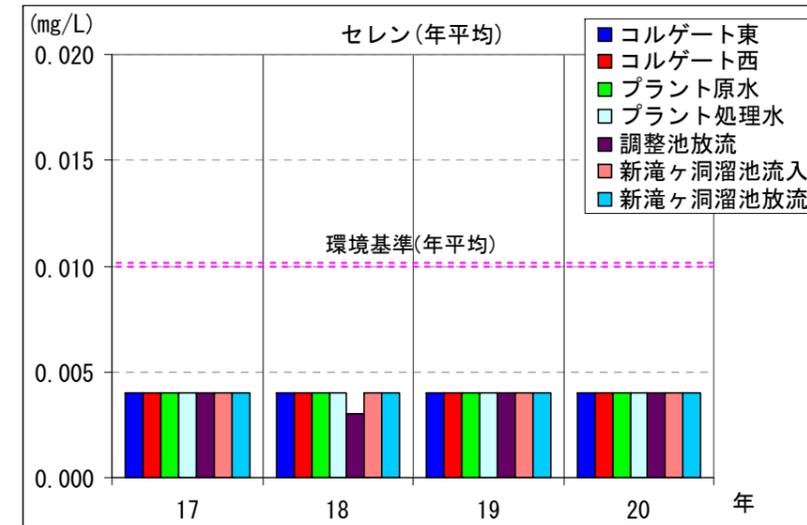
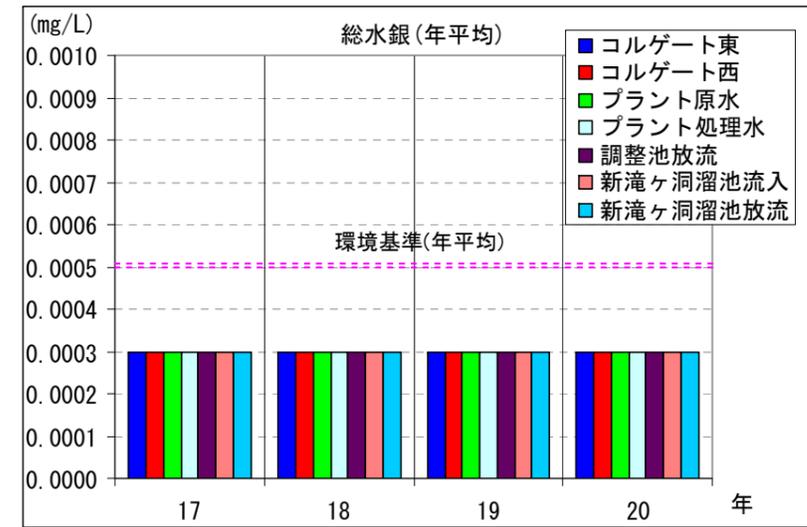


図 1.12 水質の変化(年平均値)(総水銀、セレン、ほう素)  
 (平成 17 年のプラント原水, 調整池放流は 4~12 月のデータ。その他は 1~12 月のデータ)  
 (平成 18 年は 1~12 月のデータ)  
 (平成 19 年は 1~12 月のデータ)  
 (平成 20 年は参考: 1~9 月のデータ)

平均値の算出にあたっては、環境庁通達に基づき、定量下限値未満の場合、定量下限値の値をもって計算している(総水銀 0.0005 ないし 0.00005mg/L, セレン 0.002 ないし 0.005mg/L, ほう素 0.1 ないし 0.05mg/L)

(2) 浸出水のpHについて

覆土後の盛土からの浸出水（コルゲート東、コルゲート西、プラント原水）は酸性の場合がほとんどであり、pHの改善を図るための対策について、検討を継続する必要があります。

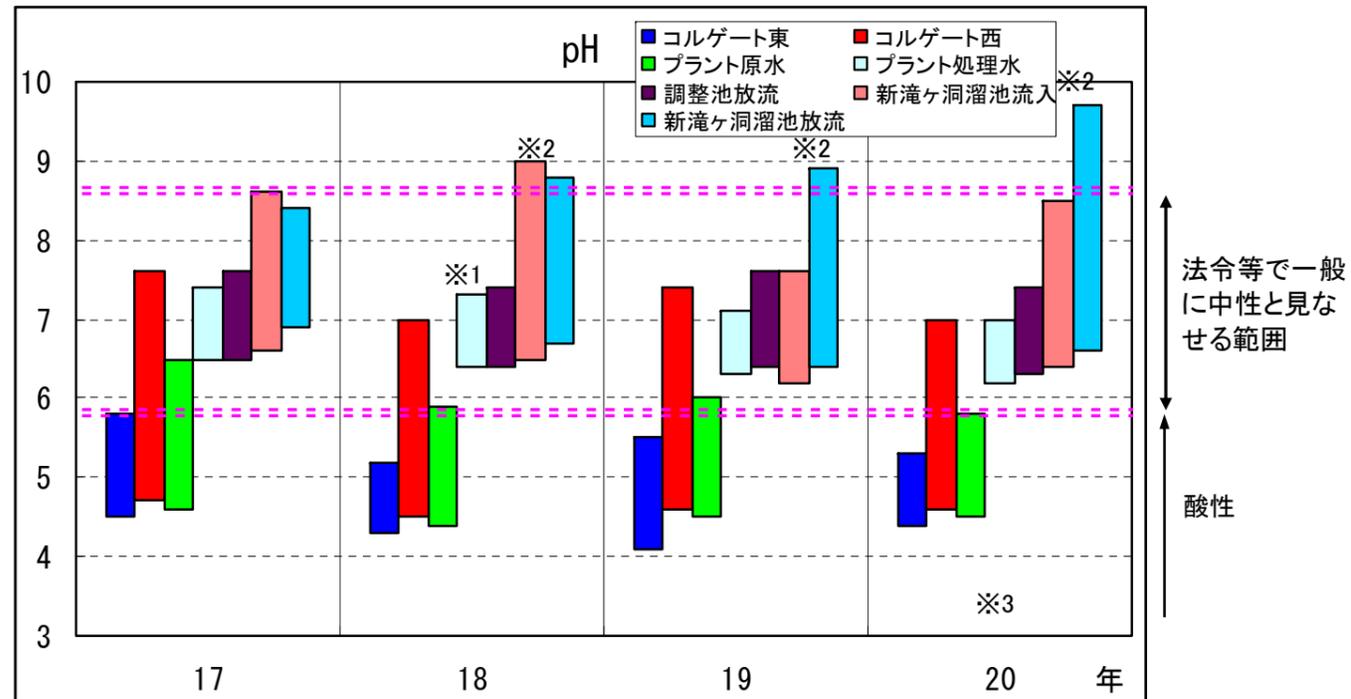


図 1.13 水質の変化(pH)

各年の pH の変動幅 (最小値と最大値) を示す。

- (平成 17 年のプラント原水, 調整池放流は 4~12 月のデータ。その他は 1~12 月のデータ)
- (平成 18 年は 1~12 月のデータ)
- (平成 19 年は 1~12 月のデータ)
- (平成 20 年は参考: 1~9 月のデータ)

※1 プラントの故障のため H18. 3. 8 にプラント処理水 pH9. 9, 調整池放流 pH9. 8 となりましたが、その場合もこれより下流の新滝ヶ洞溜池流入・放流は pH7. 0 以下でした。この異常値は最大値から除いてあります。

※2 平成 17~20 年の新滝ヶ洞溜池流入, 放流では春~夏期に pH が 8 を越す高い値を観測する場合があります。これは藻類による炭酸同化作用 (光合成) の影響が考えられます。

pH が 8. 6 を超えたもの

H18. 6. 1	新滝ヶ洞溜池放流	pH8. 8
H18. 6. 8	新滝ヶ洞溜池流入	pH9. 0
H19. 8. 1	新滝ヶ洞溜池放流	pH8. 9
H20. 6. 16	新滝ヶ洞溜池放流	pH9. 7

※3 平成 20 年は観測中であり、参考として示しています。

### 1.4 水質観測項目の整理

これまでの観測を通じて分析結果がほとんど定量下限値未満である物質があります。これらについては、今後もほとんど定量下限値未満と判断し、定期観測項目から除きます。

表 1.1 定期観測から除外する項目(これまでの観測値での検出状況)

項目	コルゲート東	コルゲート西	プラント原水	定量下限値	環境基準(年間平均)
ひ素	定量下限値未満	H17. 6. 16 0.005mg/L H17. 7. 1 0.005mg/L 上記以外は定量下限値未満	定量下限値未満	0.005mg/L	0.01mg/L 以下
総水銀	定量下限値未満	定量下限値未満	定量下限値未満	0.0005mg/L(国), 0.00005mg/L(市)	0.0005mg/L 以下
セレン	定量下限値未満	定量下限値未満	定量下限値未満	0.002mg/L(国), 0.005mg/L(市)	0.01mg/L 以下
ほう素	定量下限値未満	H16. 4. 16 0.07mg/L H18. 11. 16 0.05mg/L 上記以外は定量下限値未満	定量下限値未満	0.05mg/L(国), 0.1mg/L(市)	1mg/L 以下

もっぱら人工的な合成物であり定量下限値未満のみであったシアン、アルキル水銀、六価クロムは H17 年 11 月から観測を中止しています。

また、盛土内の酸化の状態を示す可能性があるとして観測を続けていた溶存酸素(DO)は、覆土前後において観測値の変動に特段の変化が見られず、盛土内の酸化状態との関連性を確認することができませんでした。また、陰イオン界面活性剤は、覆土後において変化が見られませんでした。よって、溶存酸素(DO)、陰イオン界面活性剤とも観測を終了とします。

従って、今後は以下の項目について水質の観測を行っていきます。

表 1.2 今後の定期観測項目

項目	単位
pH	
Cd	カドミウム mg/L
Pb	鉛 mg/L
F	フッ素 mg/L
SS	浮遊物質 mg/L
Cu	銅 mg/L
Zn	亜鉛 mg/L
	硫酸イオン mg/L
	アルミニウム mg/L
	カルシウム mg/L
EC	電気伝導度 mS/cm
	塩素イオン mg/L
T-Fe	全鉄 mg/L
T-Mn	全マンガン mg/L
Na	ナトリウム mg/L

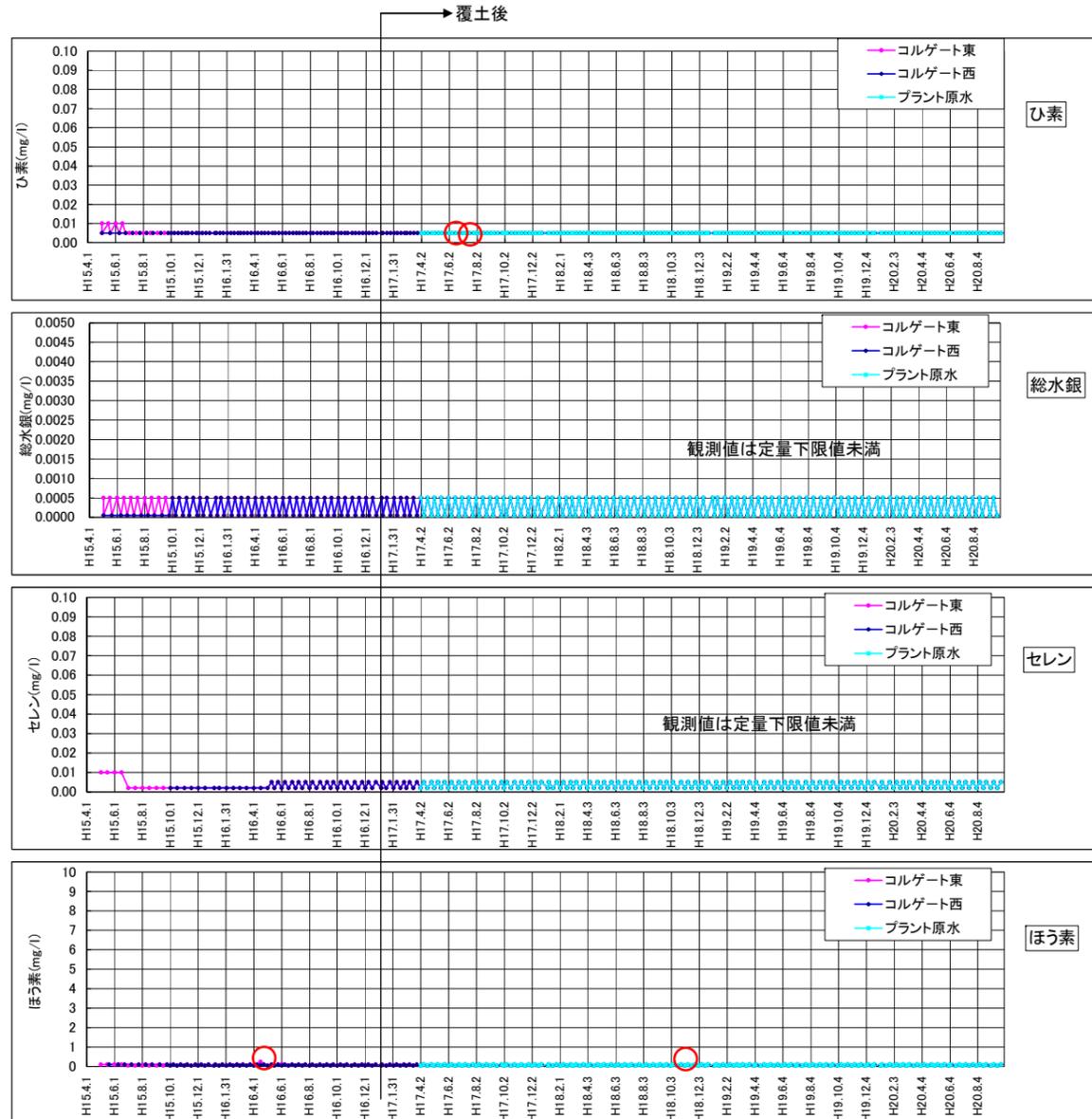


図 1.14 ひ素、水銀、セレン、ホウ素の観測値 ※ ○ はコルゲート西での検出

今後、ひ素、総水銀、セレン、ほう素、溶存酸素、陰イオン界面活性剤は、水質観測項目から除外します。

## 2. 対策の検討

### 2.1 中和バリアと雨水浸透防止

中和バリアは石灰石や貝殻など自然的な材料を使って、自然流下により酸性の浸出水を中和させる方法です。また、自然流下で処理するため、浸出水量の変動をできるだけ少なくした方が中和を安定的に行うことができます。このため中和バリアは雨水の浸透防止を併せて行った方がよいと考えられました。

### 2.2 中和バリア実験結果

プラント原水を使用した中和バリアの実験において、長期的な中和効果の持続確認と沈殿物発生への対応について、実験で確認しました。

新品の材料の場合、34～80 日間、おおむね 5.8 以上の中和能力が確認できました。しかし中和能力を回復させるために幾つかの方法で洗浄を行いました。中和能力を回復させることは困難であることが判明しました。

#### 1) 中和バリアの実験装置

中和実験は現在の水処理プラント敷地内で実施しました。実験はプラント原水の水を中和材を詰めた水槽の中を自然流下させて pH を測定しました。実験で使用した水は水処理プラントに戻し、これまでどおりの処理をした後に放流しました。

- ・ 流量 : 0.125m<sup>3</sup>/h ~ 0.25m<sup>3</sup>/h
- ・ 中和材 : 石灰石 (10-20mm), (20-30mm), (30-40mm) 及び 貝殻 (20-50mm)

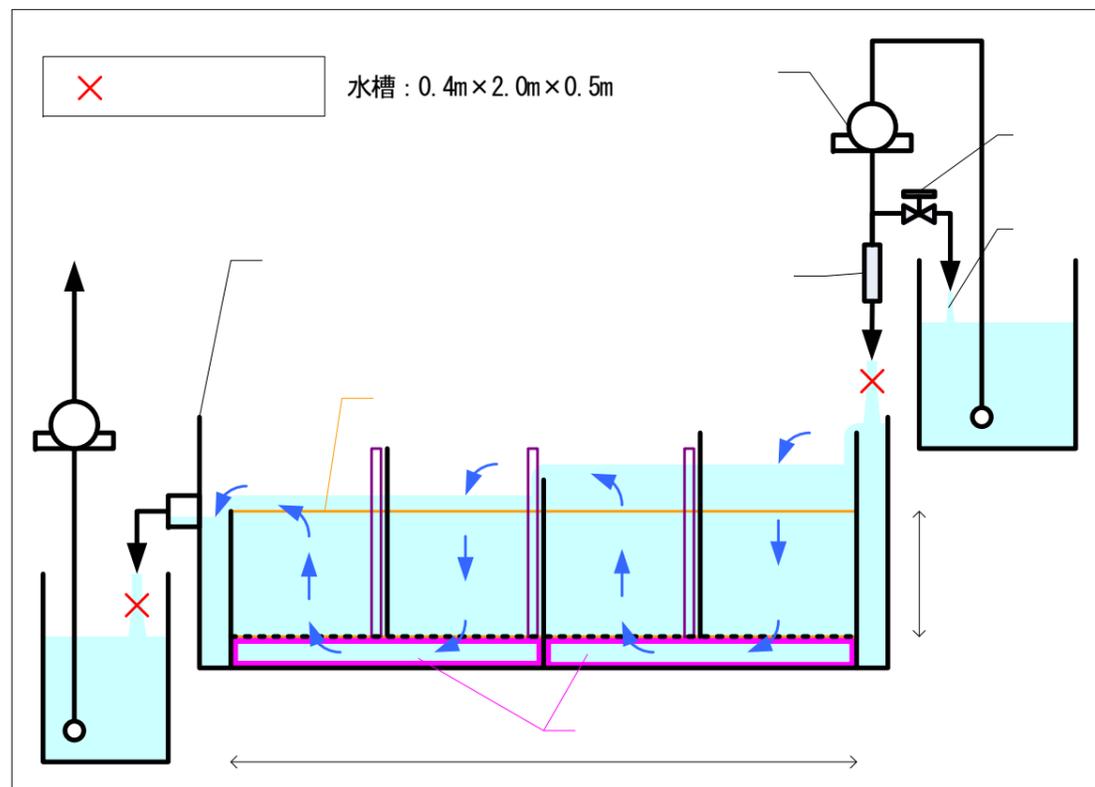


図 2.1 長期実験の実験装置の(沈殿槽内蔵式)の概略

## 2) 長期実験

### (1) 目的

流量を変動させた中和バリアの実験で、短期の中和が可能であることは確認できたので(第10回協議会で報告)、長期間において中和が可能であるかを実験しました。

### (2) 実験方法

流量を一定とし、中和材条件と通水条件を表 2.1 のように設定しました。

表 2.1 実験条件

中和材	冬季の高い pH の流量	春から初夏の低い pH の流量
石灰石 10-20mm	0.25m <sup>3</sup> /h	0.125m <sup>3</sup> /h
貝がら 20-50mm	0.25m <sup>3</sup> /h	—

### (3) 実験結果

#### ○冬季の pH が高いときの実験

長期実験の結果、石灰石 (10-20mm)、貝殻 (20-50mm) とともに、pH は約 80 日間おおむね 5.8 以上に改善しました。(実験期間:平成19年12月28日~平成20年4月1日)

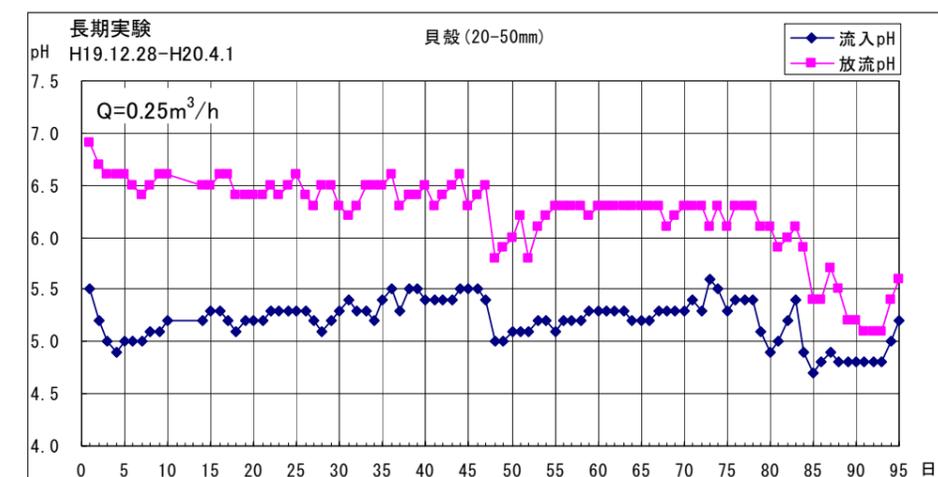
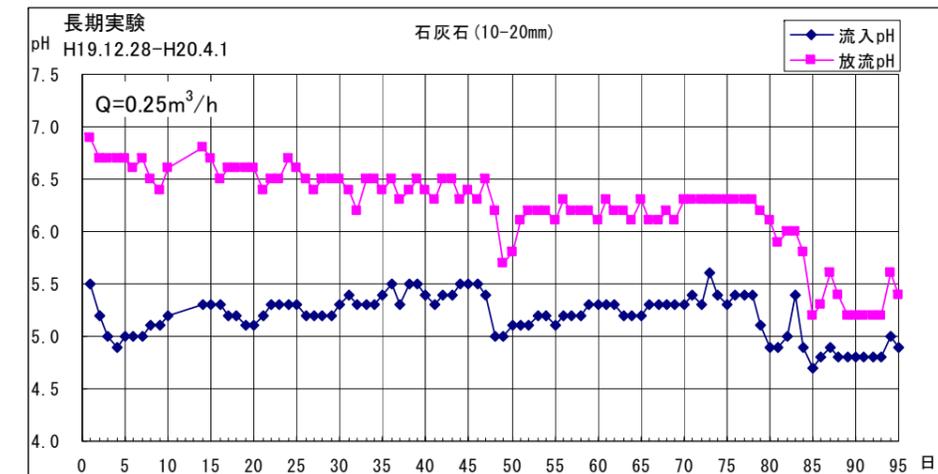


図 2.2 長期実験の結果

石灰石のトレーサー実験から、41日目、70日目と徐々に水槽内の流下時間が短くなり沈殿物の詰まりによる水みちができてきている可能性がうかがえました。

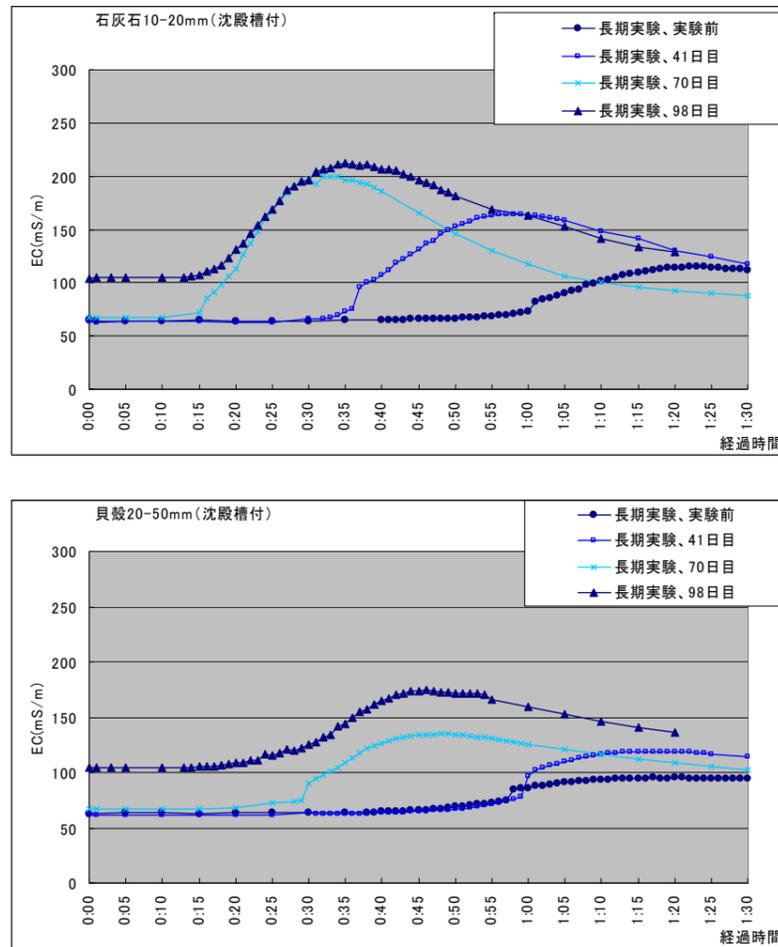


図 2.3 トレーサー実験結果(長期実験)

○春から初夏にかけてのpHが低いときの実験

34日目まで放流pHは5.8以上を維持しましたが、沈殿物による目詰まりのため実験を終了しました。

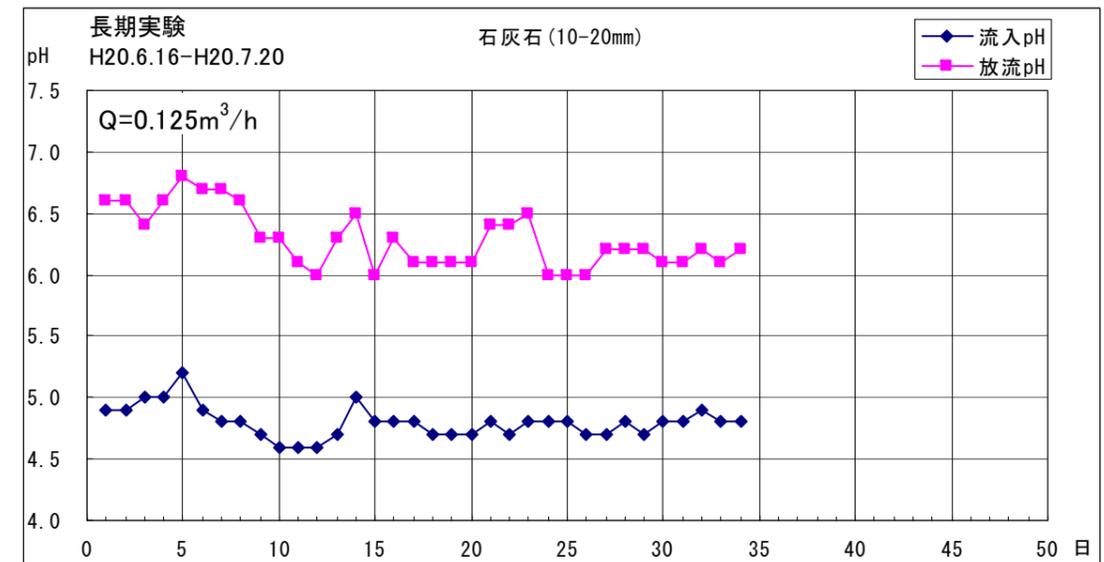
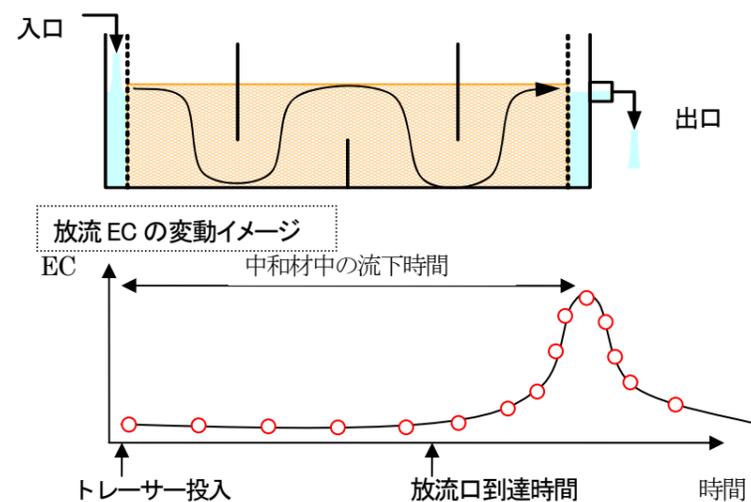


図 2.4 長期実験(石灰石 10-20mm、低pH流入時)

<トレーサー実験>

1. トレーサー投入前のECを測定する。
2. 流入部(入口)にトレーサー(食塩)を投入し、素早く攪拌し、ECを測定する。
3. 放流部(出口)で、EC上昇後、低減まで1~5分間隔でECを測定する。



### 3) 回復実験

#### (1) 目的

長期実験では、沈殿物の詰まりによる水みちができていた可能性がうかがえました。

このため、実用性のある中和材の洗浄方法による目詰まり解消と、石灰石の表面に付着する殿物除去の両方を目的とした回復実験を行いました。本実験は春から夏における流入 pH が低い時期の実験です。

#### (2) 実験方法

実験方法は長期実験と同様ですが、中和材洗浄条件と通水条件を表 2.2 のように設定しました。

表 2.2 実験条件

ケース	①	②	③	④
洗浄方法	水抜き 1 回  沈殿槽の排水口から水を抜いて、石灰石の隙間の殿物を水と共に流し出す洗浄方法です。	ハンマードリル振動後、水抜き  長さ 30cm 程度の振動するドリルを 5cm おきに突き刺して振動を与えて石灰石表面の殿物を洗浄する方法です。洗浄後には水抜きを実施します。	スコップで攪拌後、水抜き  スコップを使用して水槽全体の石灰石を攪拌することによって、石灰石表面の殿物を洗浄する方法です。洗浄後には水抜きを実施します。	ネット袋で攪拌洗浄  ネット袋に入った石灰石を取り出し、水槽に浸した状態で攪拌して殿物を洗浄する方法です。
中和材の種類	石灰石 10-20mm	同左	同左	石灰石 20-30mm (ネット)
流量	0.25m <sup>3</sup> /h	0.25m <sup>3</sup> /h	0.25m <sup>3</sup> /h	0.25→0.125m <sup>3</sup> /h
実施日	H20. 4. 3	H20. 4. 24	H20. 5. 14	H20. 6. 16
実施状況				

#### (3) 実験結果

いくつかの洗浄方法で実験を行いました。放流 pH が 5.8<sup>\*</sup>以上持続する日数が最長で 9 日間でした。洗浄により目詰まりは新品の状態までほぼ回復しましたが、表面に付着する殿物を除去できなかったため、中和能力の回復には至りませんでした。  
[※ 排水基準 pH : 5.8~8.6]

表 2.3 実験結果

	実験流量	流下時間の改善 (※)	洗浄後の中和能力の持続期間
ケース①	0.25m <sup>3</sup> /h	15分→40分	5日間
ケース②	0.25m <sup>3</sup> /h	10分→50分	3日間
ケース③	0.25m <sup>3</sup> /h	15分→50分	9日間
ケース④	0.125m <sup>3</sup> /h	60分→75分	8日間

※流下時間は短いほど目詰まりしていることを示す。

## 2.3 対策の経緯

○これまでの対策の経緯について

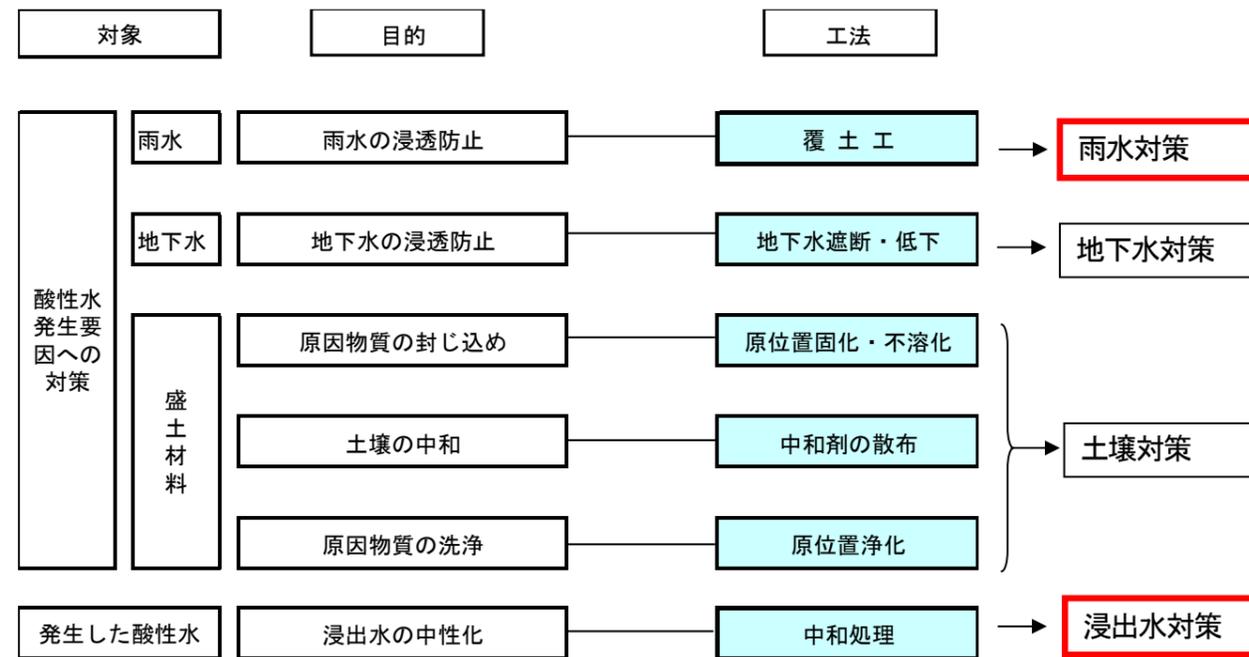


図 2.5 検討した対策方法

- ・ 雨水対策は、天端覆土として実施し、浸出水の低減に効果を発揮しました。
- ・ 地下水対策は、周辺地盤の透水性が低いため効果が期待できません。また、水位低下や地下水遮断により地下水の流れが変わるなど、周辺地盤への影響が懸念されます。
- ・ 土壌対策は、施工精度が低く効果が不確実であるなど、技術的に実施が困難です。また、酸性水対策として施工された実績もありません。
- ・ 浸出水対策(中和プラント等)は、恒常的な維持管理が必要ですが、効果の確実性は高い対策工法です。

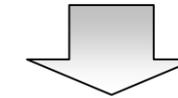
⇒ 従って、対策方法は、浸出水対策が最も安全でかつ確実な対策であると判断しました。

## 2.4 対策の方向性

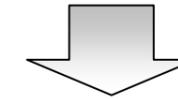
盛土等からの浸出水であるプラント原水においては、酸性水のpH改善を図るための対策について検討を継続します。  
酸性水に対する中和対策は、中和プラントで検討を進めます。なお、雨水の浸透防止（法面遮水）を行なわなくても処理できる規模の中和プラントを計画します。

### 水質の現状

盛土等からの浸出水であるプラント原水の水質は、現在、酸性状態にあるものの、重金属に対しては、環境基準及び排水基準以下となっている



盛土から浸出する酸性水対策の検討を進める

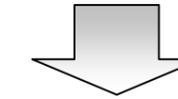


### 対策

浸出水対策（中和工法）の適用性

- ・ 浸出水を直接中和させるため、pH改善の効果について確実性がある
  - ・ 中和バリア
  - ・ 中和プラント

中和バリア実験結果：浸出水対策（中和工法）として、石灰石や貝殻などの自然的な材料を使って、自然流下で中和する中和バリアについて実験を進めましたが、安定的に中和し続けることが困難です。



酸性水に対する中和工法は、中和プラントで検討を進める

## ○中和プラント

### 能力の考え方

- ・これまでの観測された浸出量に基づいて十分な処理能力のあるプラントを計画します。
- ・原水pHの大小に関わらず確実に中和できるプラントを計画します。

### 安全性の考え方

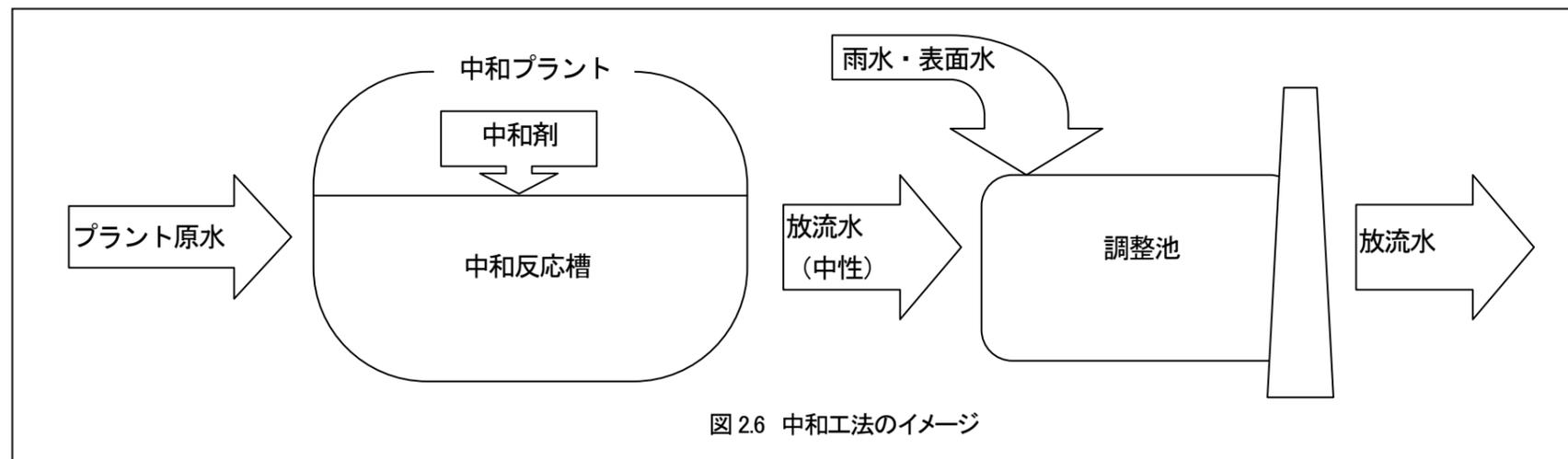
- ・プラントの安全対策を多重化することで、異常時においても安全な運転を確保します。
- ・緊急時自動連絡体制の設置などの対策を計画し、異常時の即応化を計画します。

### 実績について

- ・中和プラントは、運転実績も多い中和工法で、確実に安定した水質改善が行えます。

⇒ 従って、酸性水に対する中和工法として、中和プラントで検討を行なっていきます。

なおこの場合、流下系統については、現在、表面水やプラント処理水は調整池を迂回して放流していますが、中和プラントを設置する際、本来の流れである調整池を経て下流へ放流する方法に変更します。



### 3. 水質管理目標

#### 3.1 水質管理目標の設定

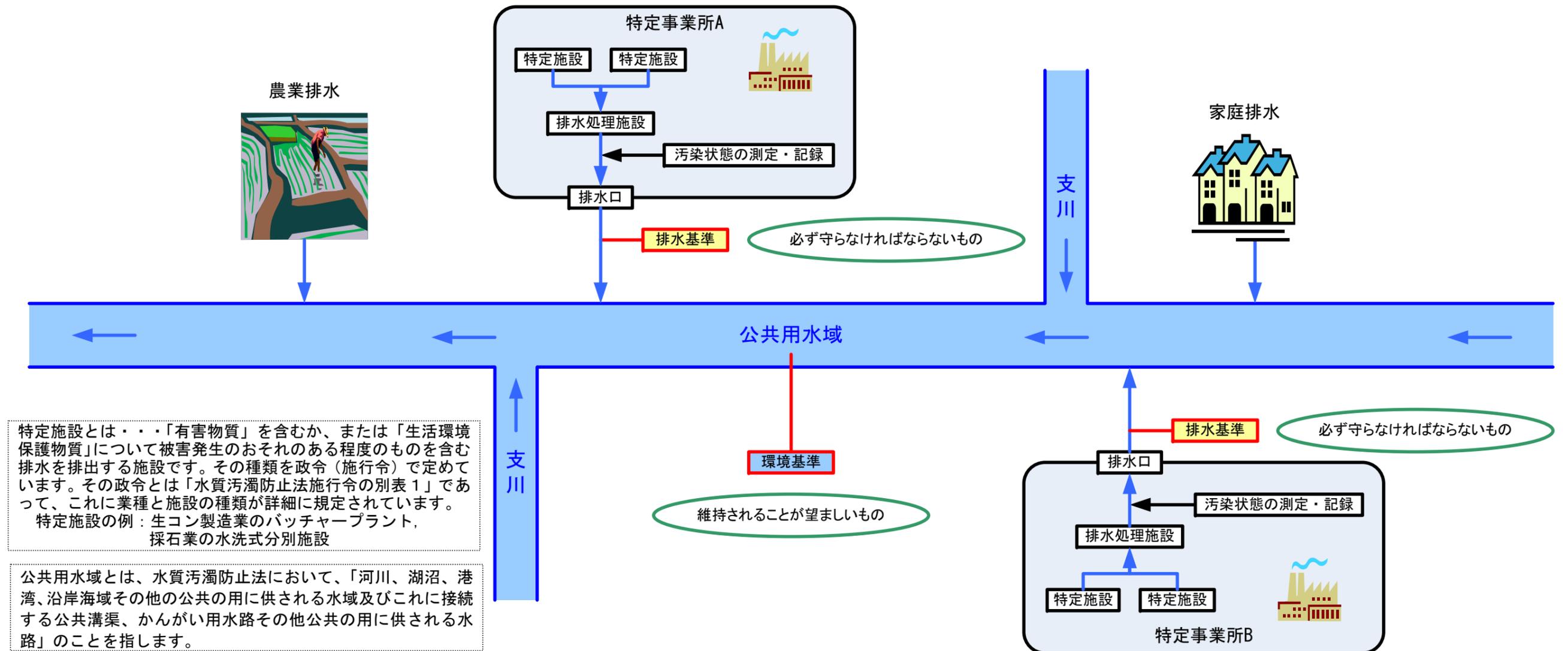
##### (1) 排水基準と環境基準

水質を管理する基準としては「排水基準」と「環境基準」があります。

- 排水基準は、水質汚濁防止法に定められる基準であり、公共用水域に排出される水の規制にあたっての具体的な基準を示したもので、排水をする事業者が遵守する基準で、基準値を超過しないように事業者が義務付けられています。

これは、事業者が排水基準を遵守することにより、公共用水域における環境基準が達成されるという考え方に基づいています。

- 環境基準は、環境基本法に基づき策定された基準であり、公共用水域の水質汚濁に係る環境上の条件につき、人の健康を保護し、生活環境を保全する上で「維持されることが望ましい基準」で、これは、公害防止施策を総合的に実施する上で、環境をどの程度に保つかという目標を定めたものです。各種の規制措置や施設整備等の施策を講ずる場合の指針となりますが、あくまで行政上の目標であり、事業活動等に関し直接的に規制数値として働くものではありません。



排水基準は、特定事業所の排水口における排水で評価されます。そのため、測定値は常に基準を満たすことが要求されます。  
環境基準は、特定の地点（環境基準点）での年間平均値で評価しているため、測定値が一時的に基準値を上回ることはあり得ます。

図 3.1 法令上の基準について(第 9 回対策協議会資料より)

(2) 水質管理目標

調整池放流水について、排水基準値と環境基準値を参考に水質管理を行います。

残土処分場の排水は、ゴルフ場のコース排水と同様にいったん調整池に貯留された後、公共用水域に排出され、久々利川を経て下流域の新滝ヶ洞溜池に至ります。

ゴルフ場は水質汚濁防止法の「特定施設」ではありませんが、下流の公共用水域の水質を保全するため、調整池放流水について排水基準値を参考に水質管理を行ないます。

また、調整池から久々利川の間は公共用水域であるため、公共用水域中で最も残土処分場からの排水の影響がある調整池放流水において、環境基準値を参考に水質管理を行います。

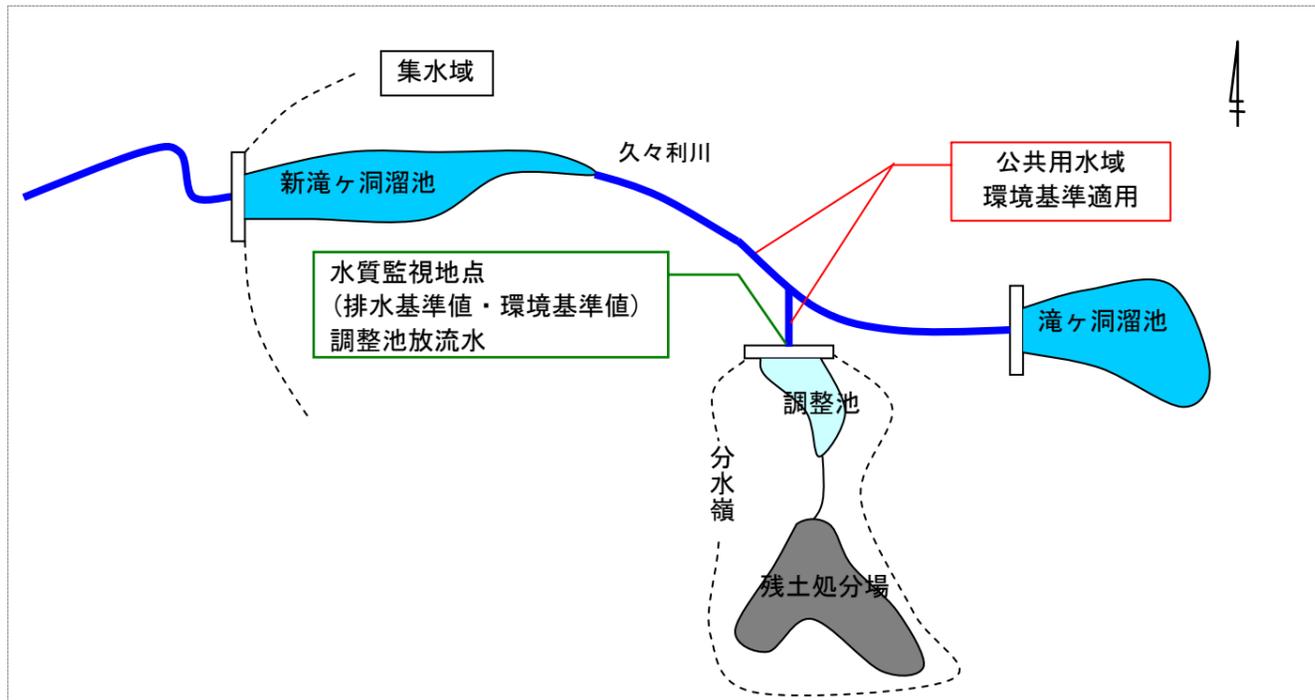


図 3.2 水域の概略

※久々利川に水域類型の指定はありません。従って、生活環境項目の適用はありません。

管理項目はこれまでの観測から盛土浸出水と関係がある7項目とし、水質監視地点は調整池放流水とします。

表 3.1 水質管理目標

項目	水質監視地点 調整池放流水	目標値	
		排水基準値 (最大値)	環境基準値 (年間平均値)
pH	○	5.8~8.6	—
カドミウム	○	0.1mg/L	0.01mg/L 以下
鉛	○	0.1mg/L	0.01mg/L 以下
ふっ素	○	8mg/L	0.8mg/L 以下
浮遊物質	○	200mg/L	—
銅	○	3mg/L	—
亜鉛	○	2mg/L	—

#### 4. 第10回対策協議会での質問

##### 4.1 質問への回答

##### ○第10回対策協議会における質問事項への回答

###### 【質問1】 資料10-1-5ページ 重金属の状況

カドミウム、フッ素、鉛、ヒ素のデータにおいて目安となる値が、左側の年平均値が環境基準であるのに対して、右側の年最大値が排水基準となっている。また、縦軸のスケールが5倍となっている。

あえて環境基準と排水基準とを使い分けたり、スケールを変える理由はなぜなのか？

資料中には明示されていないが、このデータを元に、以降は重金属の流出については全く問題がないということなのか？

→資料10-1-14の対応策の方針においては、「盛土等からの浸出水は重金属対策が必要ないと判断されることから、中和対策を実施します」と記されている。

###### 【回答1】

重金属の状況については、公共用水域の水質汚濁の防止を図る目的として定められた、人の健康を保護する上で維持することが望ましい環境基準（環境基本法16条）及び特定施設からの排出される水に含まれる有害物質の許容限度を定められた排出基準（水質汚濁防止法3条）を参考に重金属の評価を行ったもので、それぞれの基準値及び評価方法に基づきスケールを変えています。

なお、プラント原水の水質については、資料10-1-5～7にあるとおり、重金属に対して環境基準（年平均値）及び排水基準以下となっており、プラント処理を行う前の水であっても問題ありません。

###### 【質問2】 資料10-1-13ページ 地盤の透水性

「砂礫層の区間では地下水位より上が多く、地下水の流動がないため、透水試験を行いませんでした」→地下水位より低い部分ではどうなっているのか。

###### 【回答2】

地下水の浸透防止について検討するため、盛土周辺にボーリングを7ヶ所実施し調査を行いました。この時の調査では、地下水位より下の地質には砂礫層の分布が少なかったため、砂礫層を対象とした透水試験は行いませんでした。

###### 【質問3】 中和バリアについて

- ・中和槽内に発生している沈殿物についての解析データはないのか？
- ・実験装置と異なり、実際には処理水量が大幅に変化するが、これによって中和機能が追いつかなかったり、あるいは過度にアルカリ化を起こすことはないのか？
- ・中和バリアシステムの耐用年数はどれくらいのものなのか？  
→金属を多用しているため、酸性水による劣化が早いと思われるがその対策は？
- ・オーバーフロー時の対策はどうなっているのか？

###### 【回答3】

- ・中和実験槽の沈殿物をX線回析した結果、アルミニウム、硫黄、鉄が主要成分でした。
- ・検討していた中和材は過度にアルカリになる材料ではありません。
- ・実験の結果、中和バリアは安定的に中和効果を持続できなかったため、耐用年数やオーバーフロー時の対策については、検討に至りませんでした。

###### 【質問4】 西側コルゲートの水温の異常性について

毎回流れ出てくる温度の変化が大きすぎる。

###### 【回答4】

コルゲート西はコルゲート東に比べると水量が少なく、外気温の変動に近い傾向にあります（図4.1）。水量の多少や外気に曝される程度で外気温の影響を受けやすくなるものと考えます。

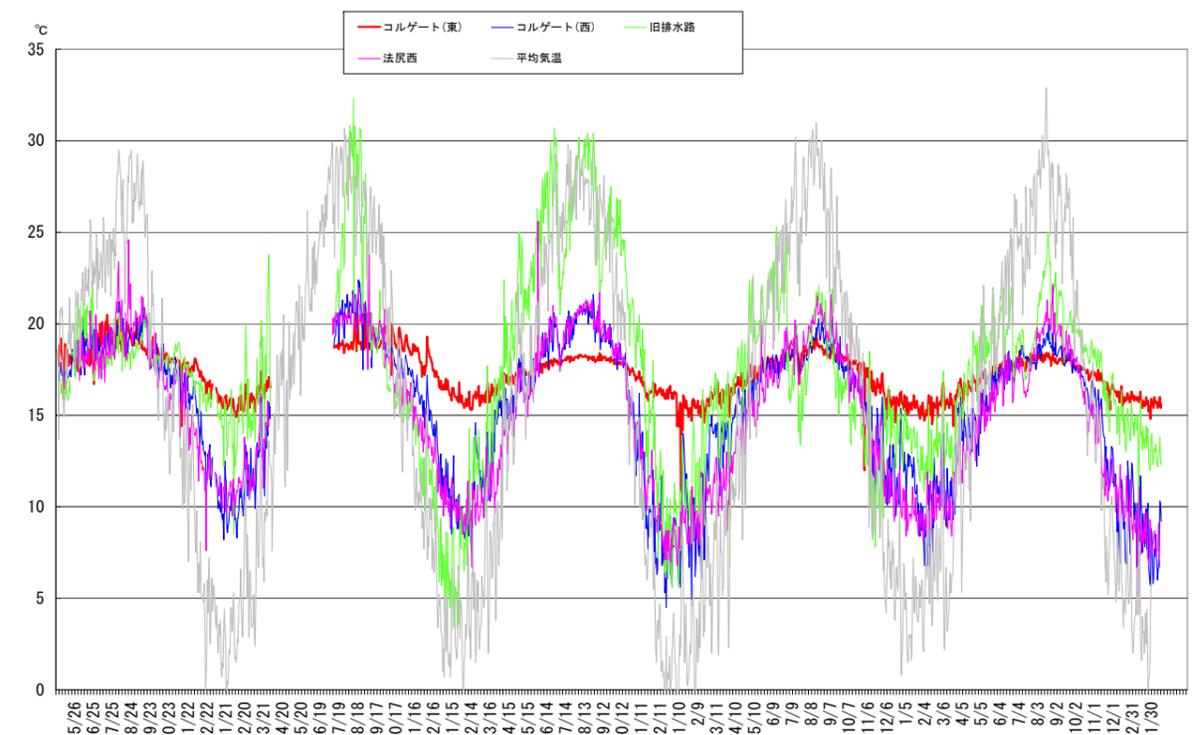


図4.1 盛土からの浸出水の水温変動