

新滝ヶ洞溜池の水質異常に係る対策協議会
第 10 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 水質監視項目の整理

2. 地下水調査結果
 - 2.1 地下水の状況
 - 2.2 周辺の地盤の透水性

3. 対策の検討
 - 3.1 対応策の方針
 - 3.2 対策工法について

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、下図の地点で計測をおこなっています。

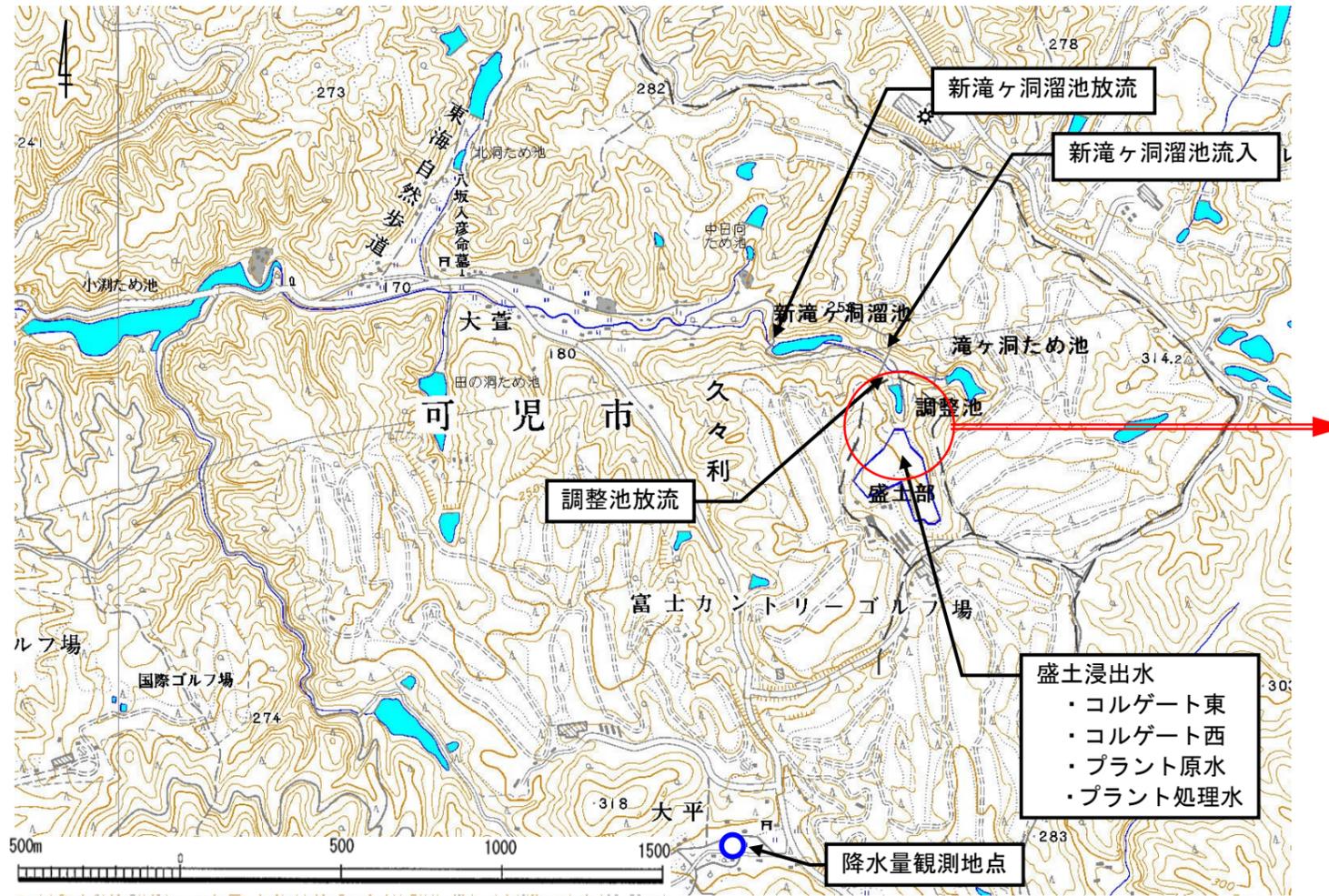


図 1.1 広域的な観測地点

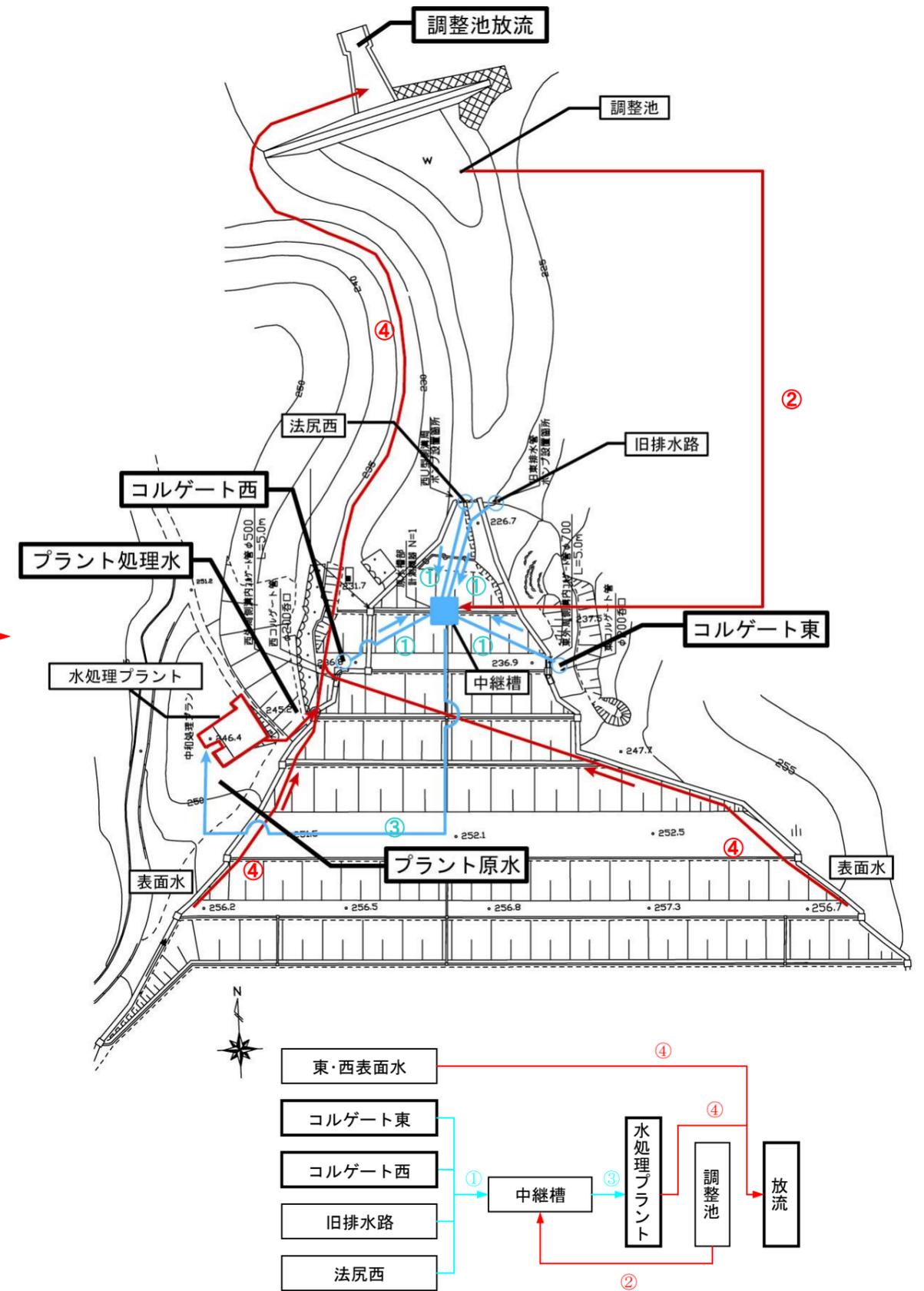


図 1.2 盛土部の観測地点と流下系統

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。

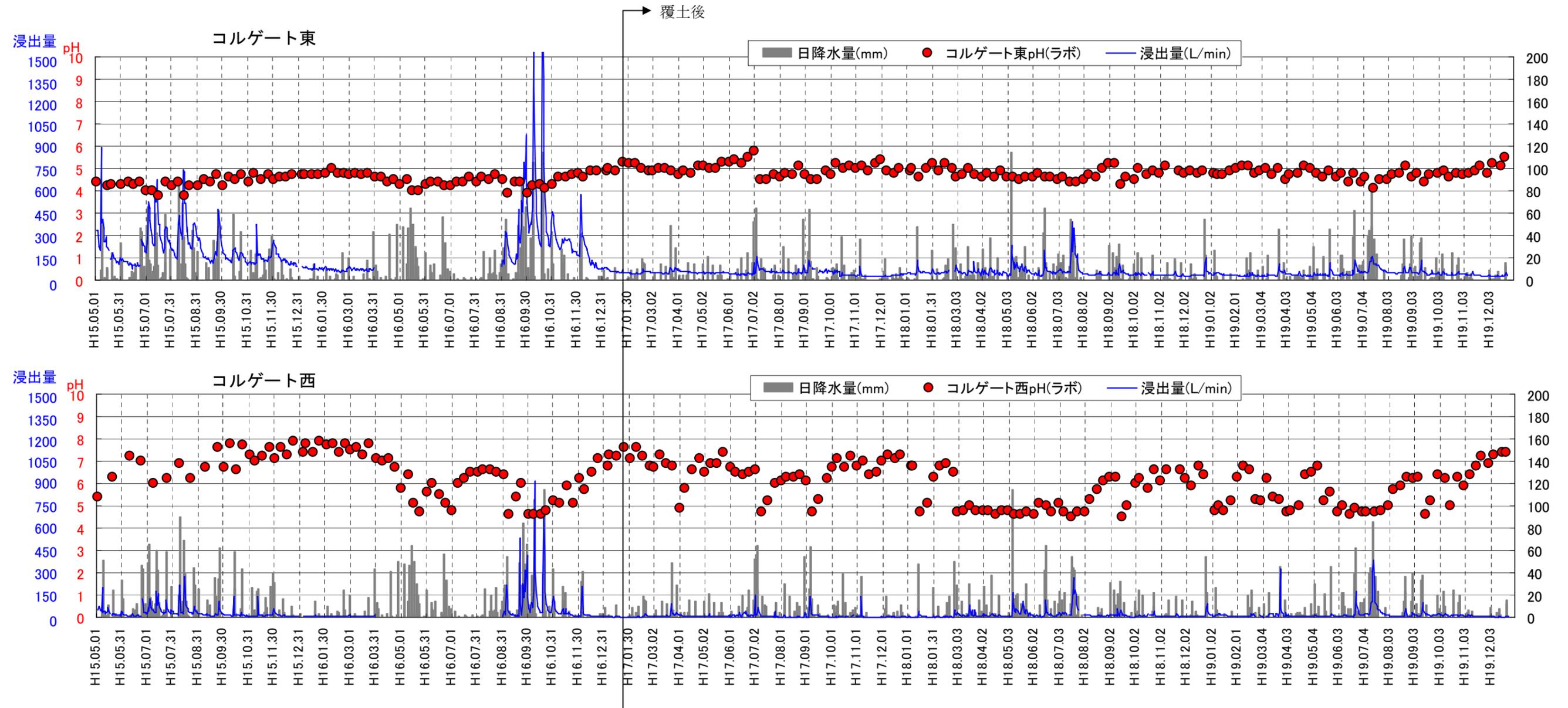


図 1.3 pH の変化(1)

プラント原水は、pH 5前後で推移しています。
調整池放流水（プラント処理後）は、pH 7前後で推移しています

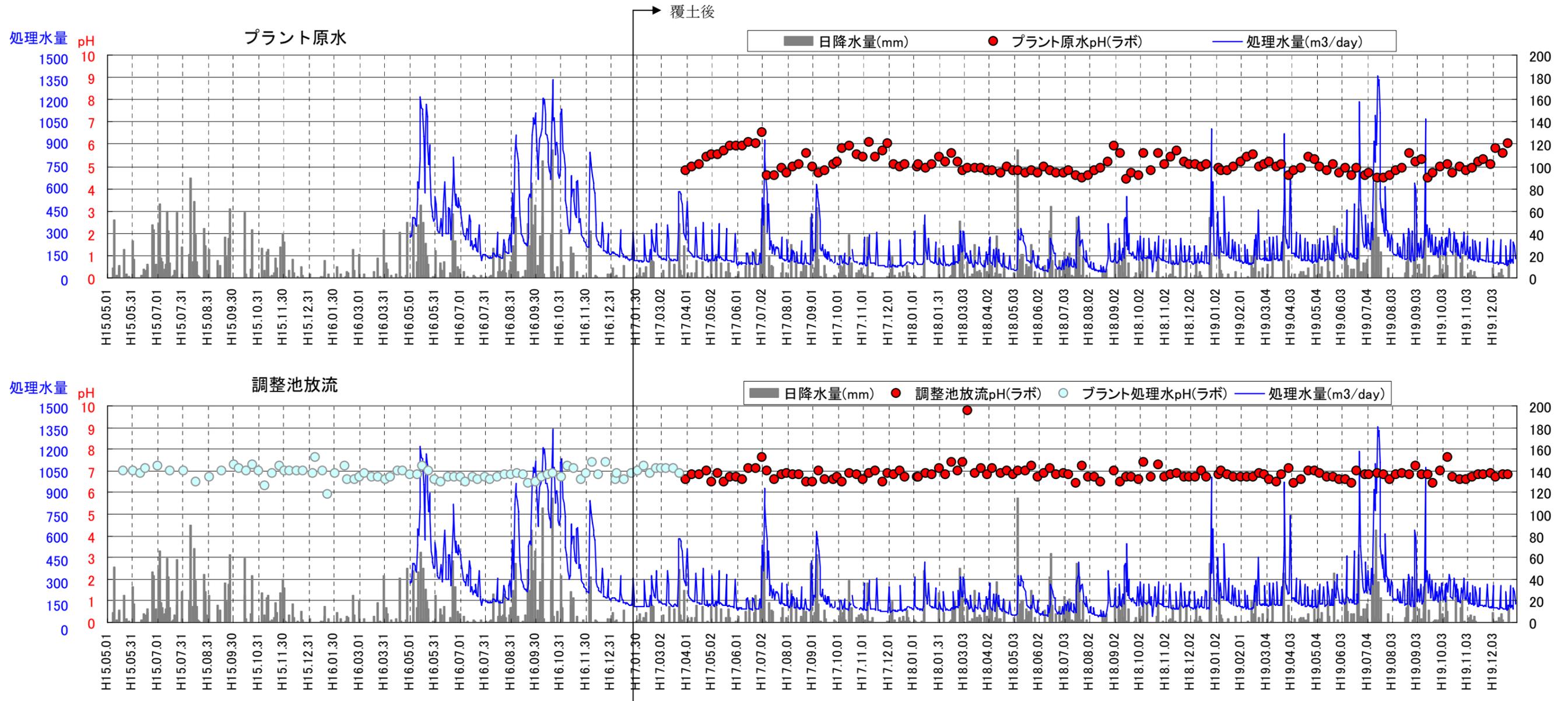
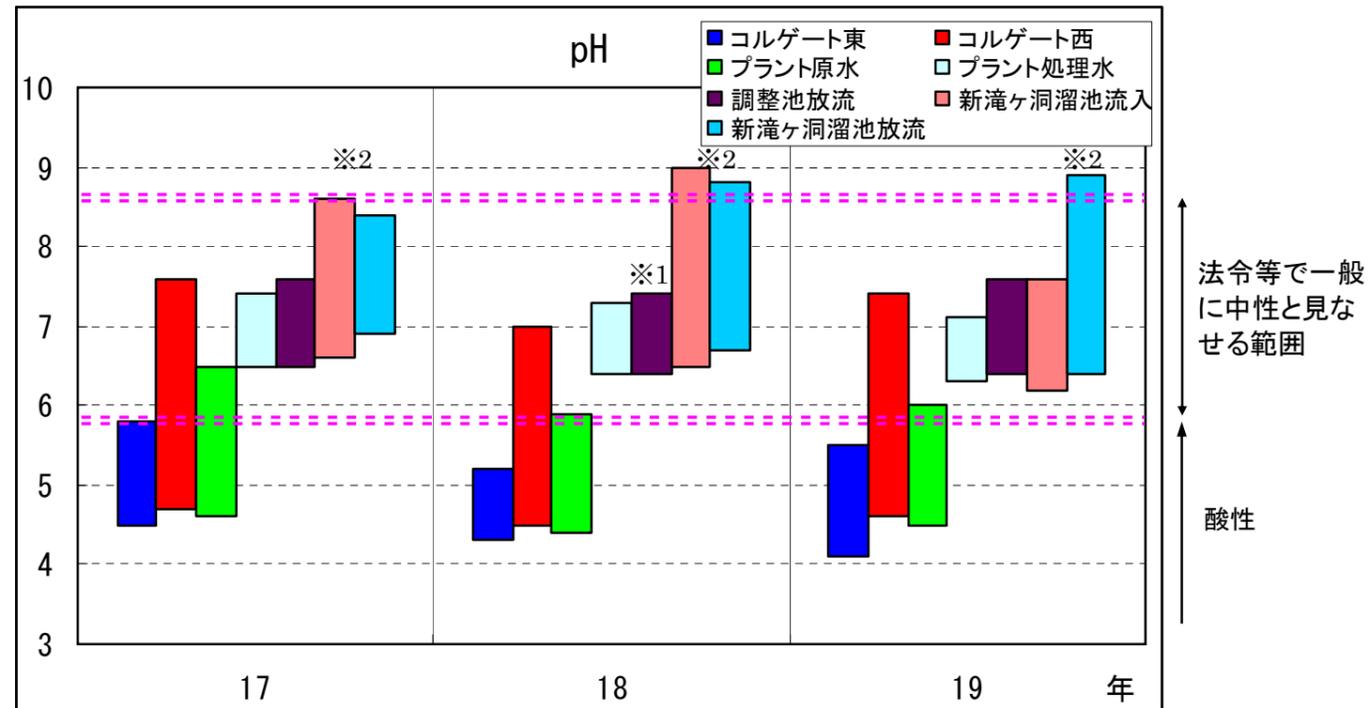


図 1.4 pH の変化 (2)

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

覆土後のpHの変動状況を見ると盛土からの浸出水（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す。プラントにおいて中和することで新滝ヶ洞溜池などの公共用水域では中性となっています。



※1 前回の対策協議会で示したように、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います。

※2 平成 17～19 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

図 1.5 水質の変化 (pH)
各年の pH の変動幅 (最小値と最大値) を示しています。

(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)

1.2 重金属の状況

覆土後は、盛土浸出水をすべて合せて水処理する前のプラント原水において、重金属は環境基準(年間平均)及び排水基準以下となっています。公共用水域である新滝ヶ洞溜池においても同様です。

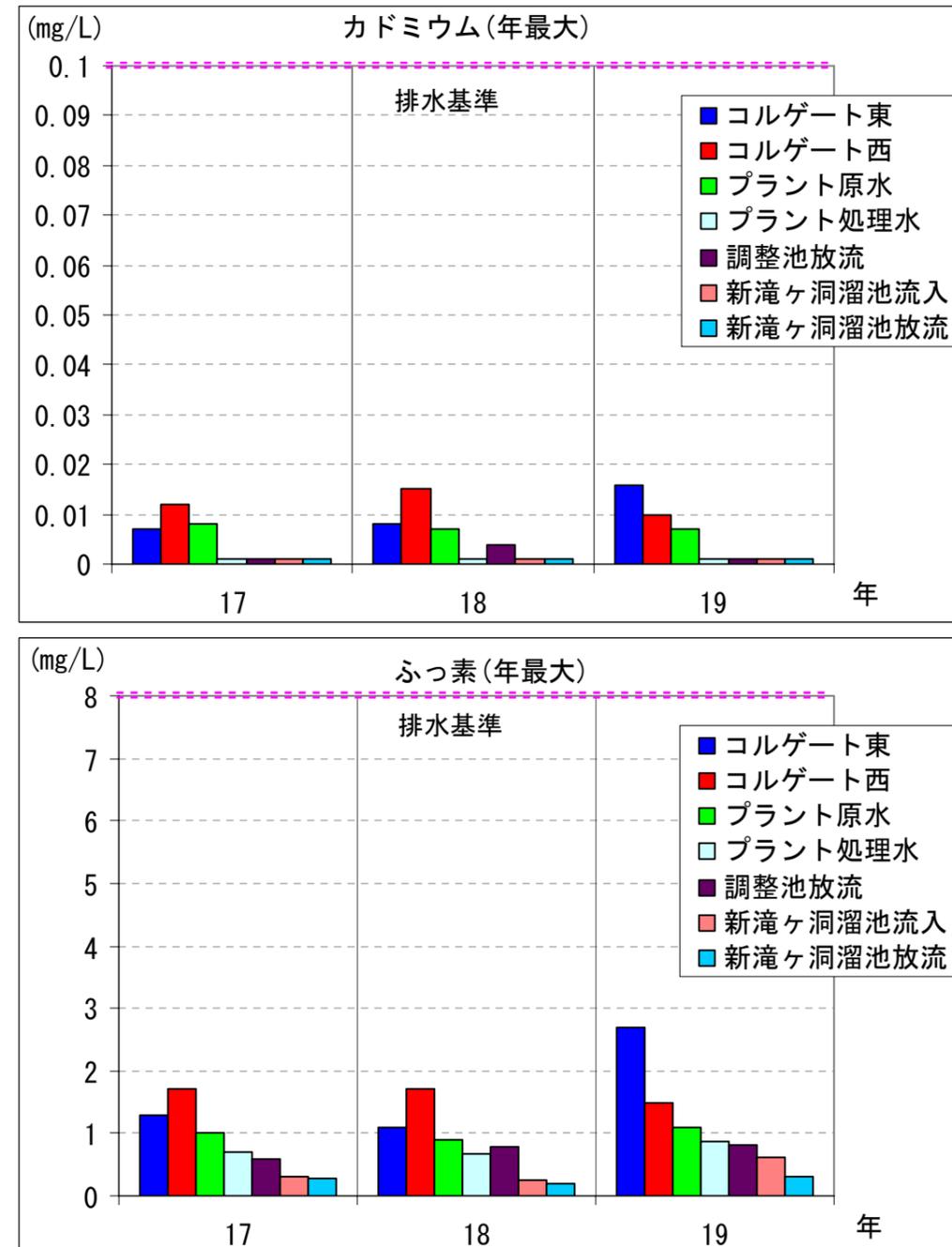
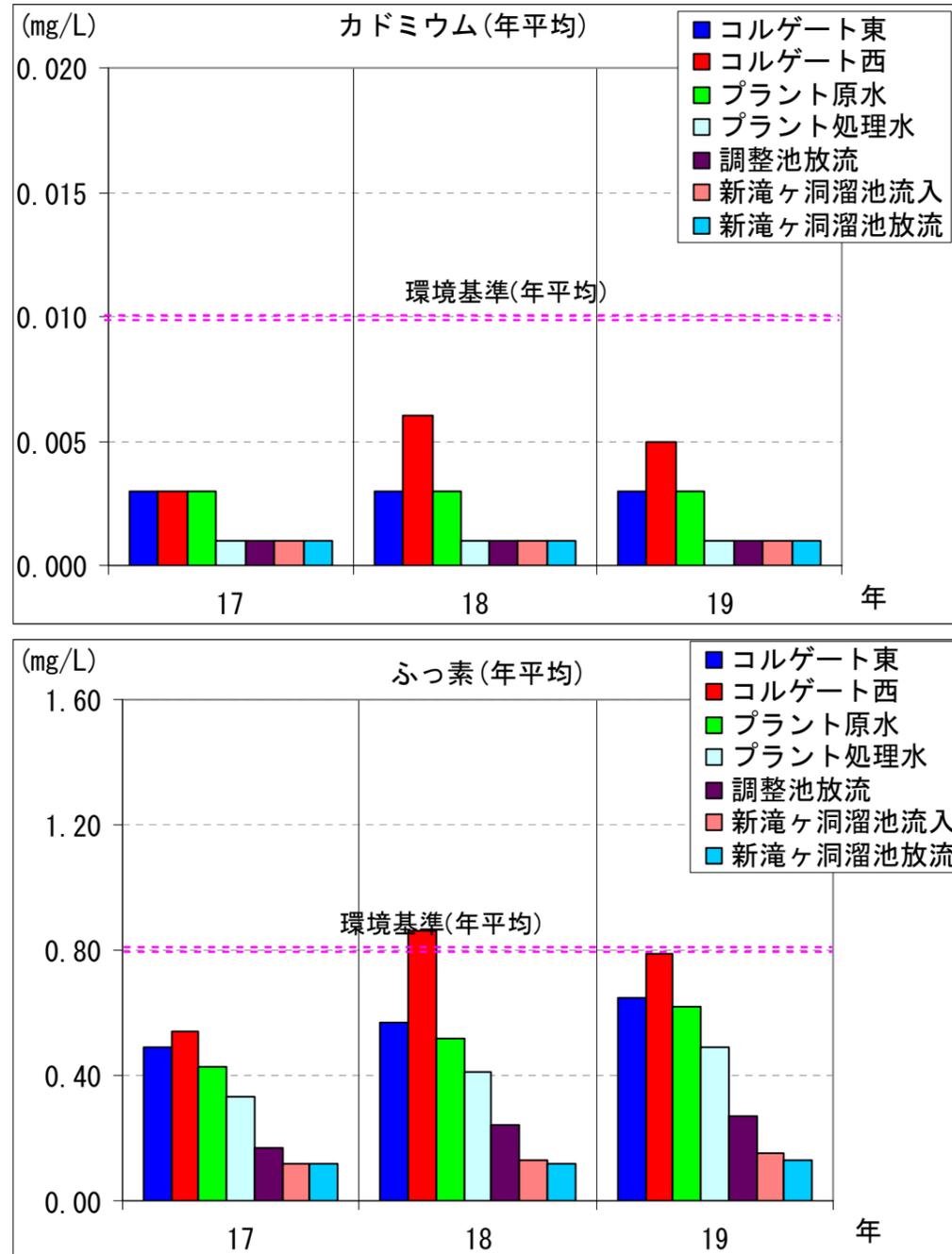
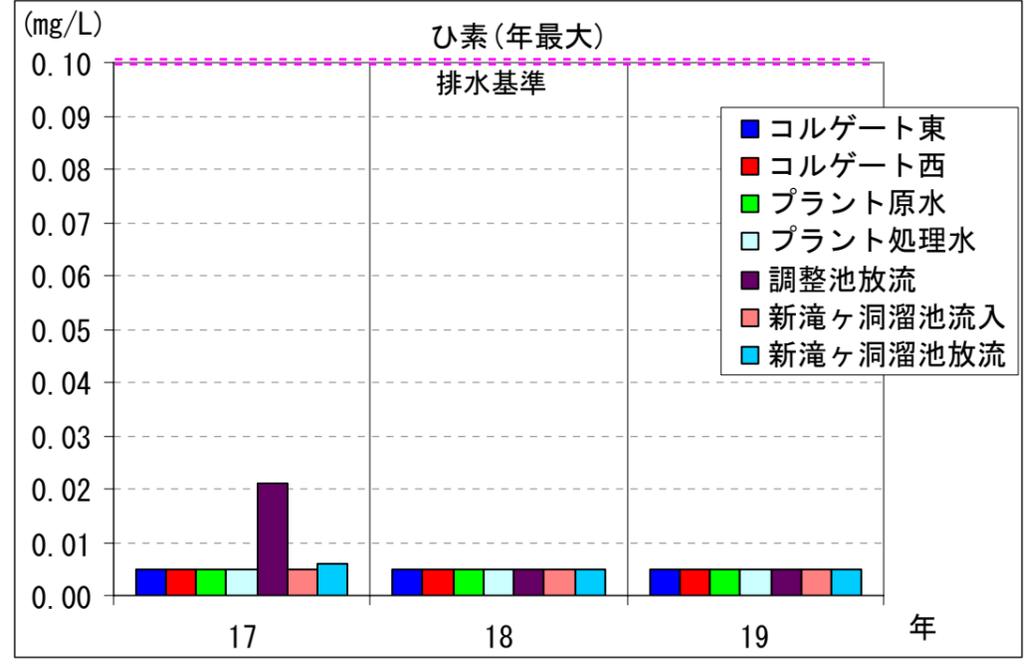
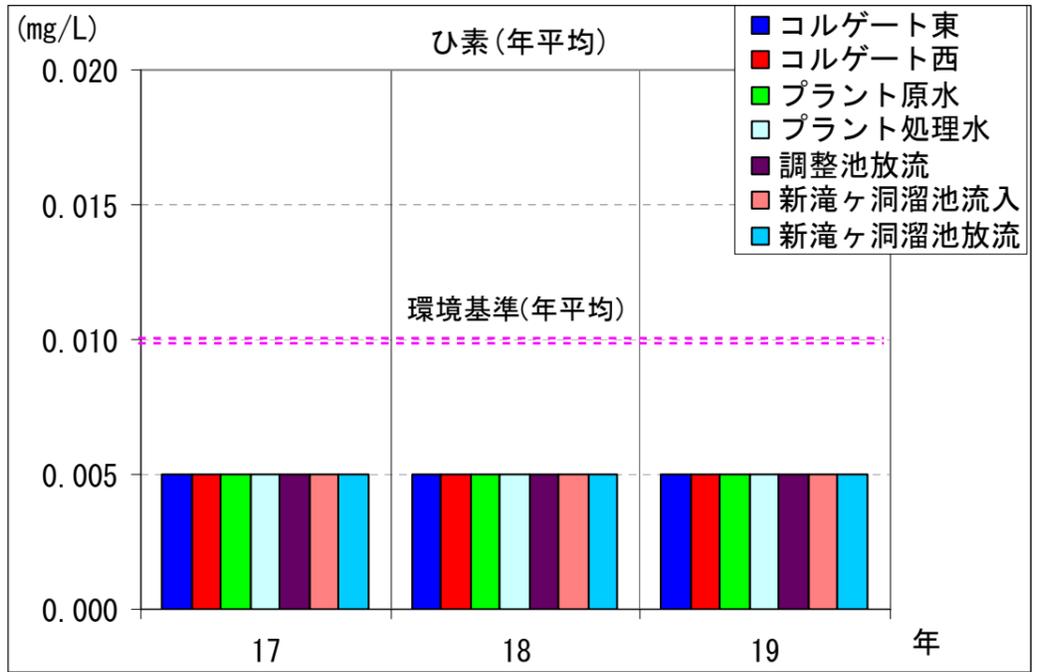
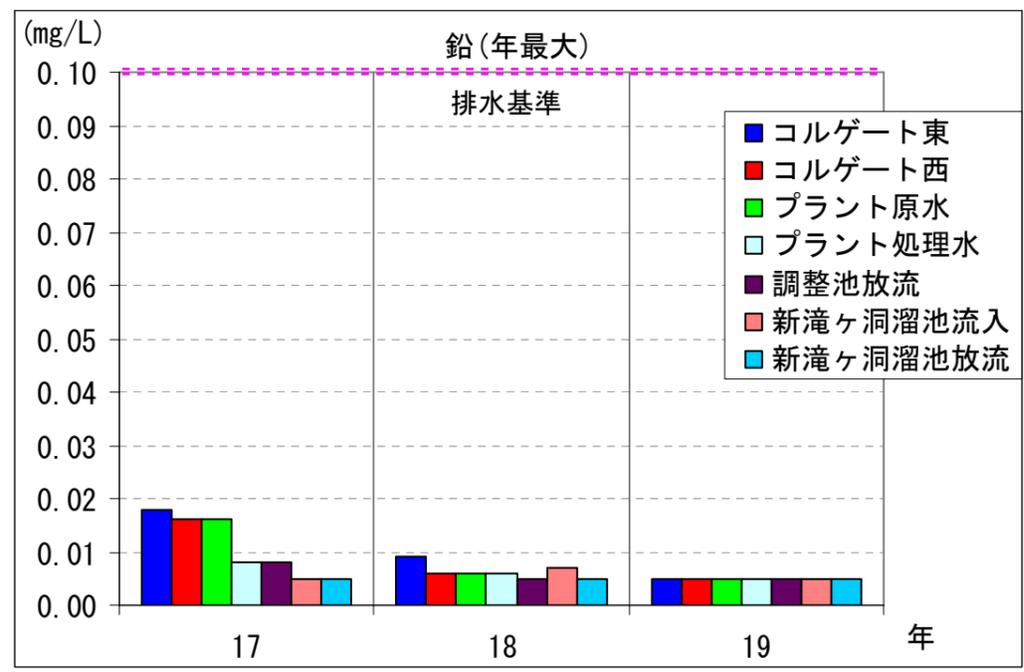
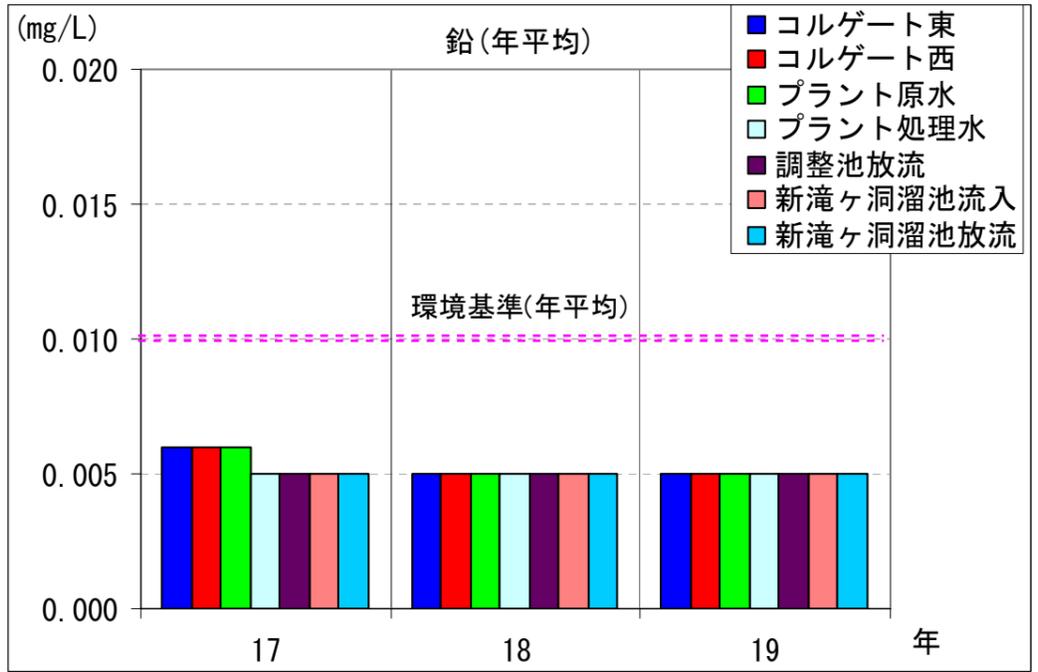


図 1.6 水質の変化 (カドミウム、ふっ素)
 (平成 17 年のプラント原水、調整池放流は 4~12 月のデータ。その他は 1~12 月のデータ)
 (平成 18 年は 1~12 月のデータ)
 (平成 19 年は 1~12 月のデータ)

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(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 1.7 水質の変化 (鉛, ひ素)
 (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, ひ素 0.005mg/L)

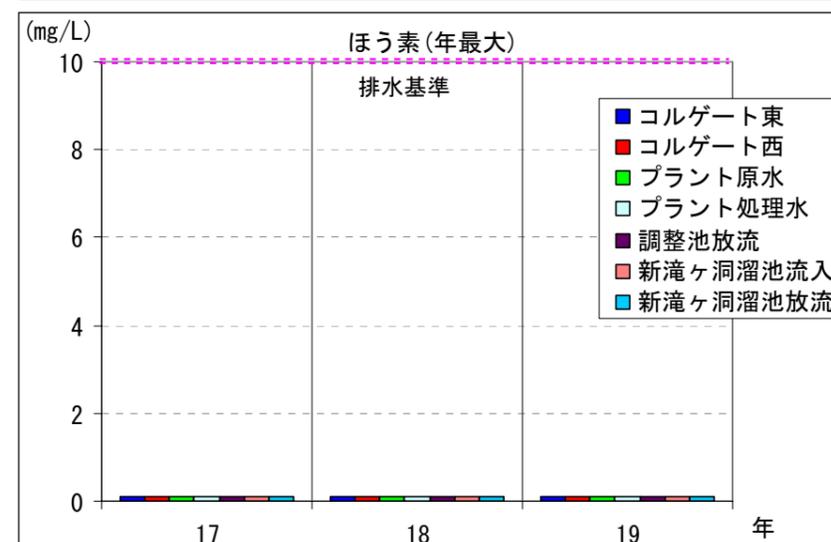
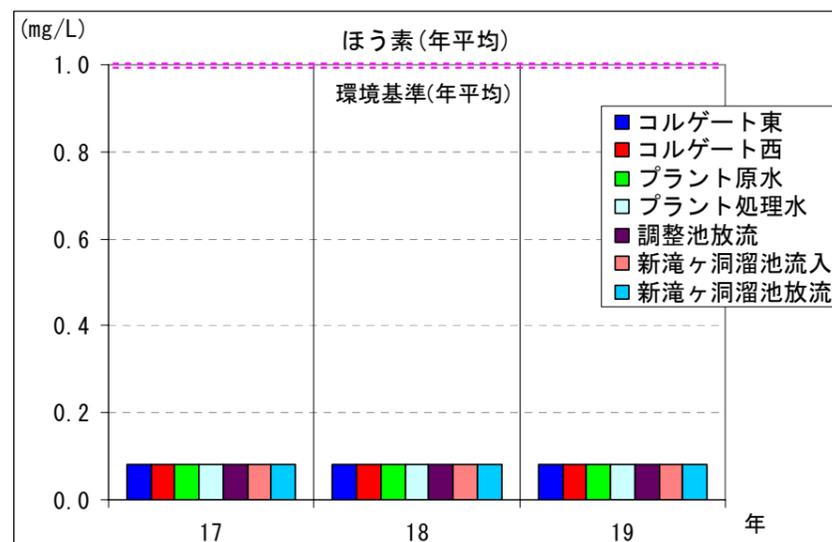
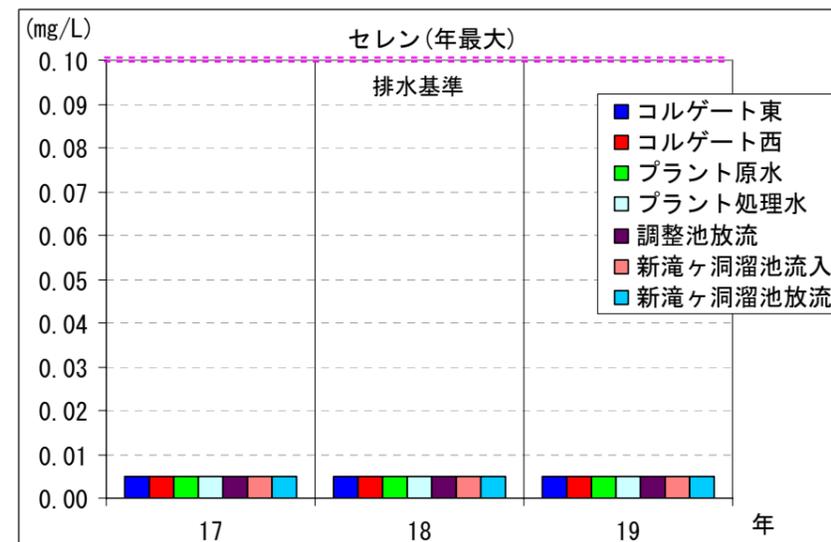
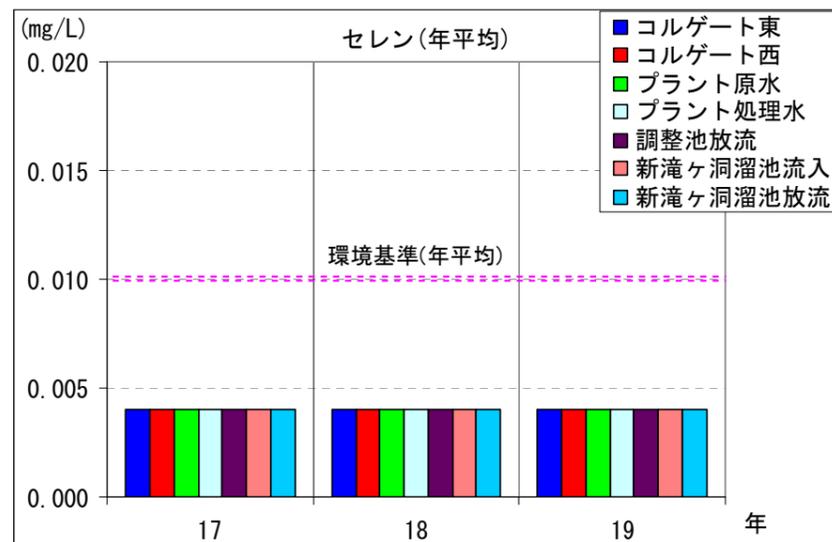
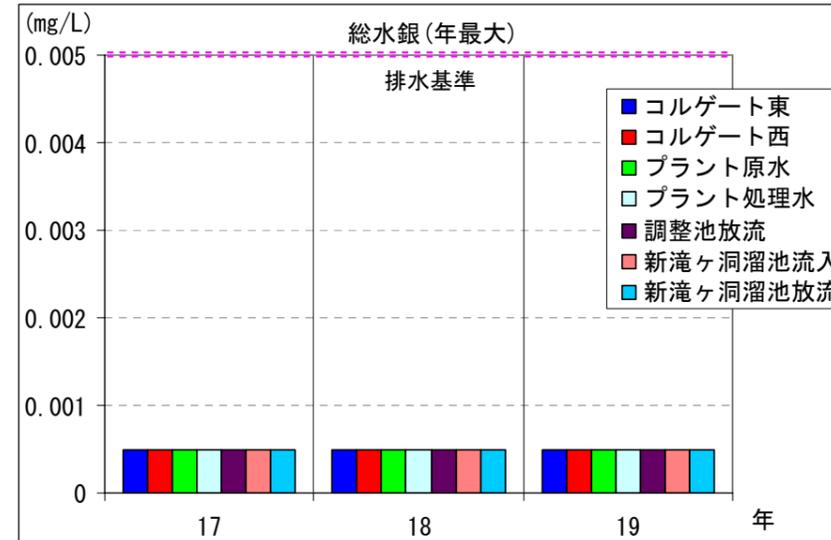
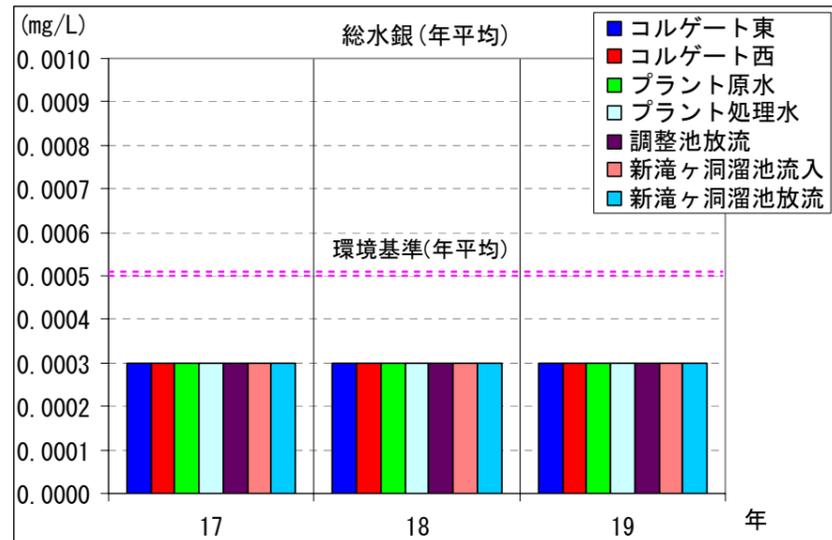


図 1.8 水質の変化 (水銀、セレン、ほう素)
 (平成 17 年のプラント原水, 調整池放流は 4~12 月のデータ。その他は 1~12 月のデータ)
 (平成 18 年はすべて 1~12 月のデータ)
 (平成 19 年はすべて 1~12 月のデータ)

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(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)

1.3 水質監視項目の整理

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 2.1 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。

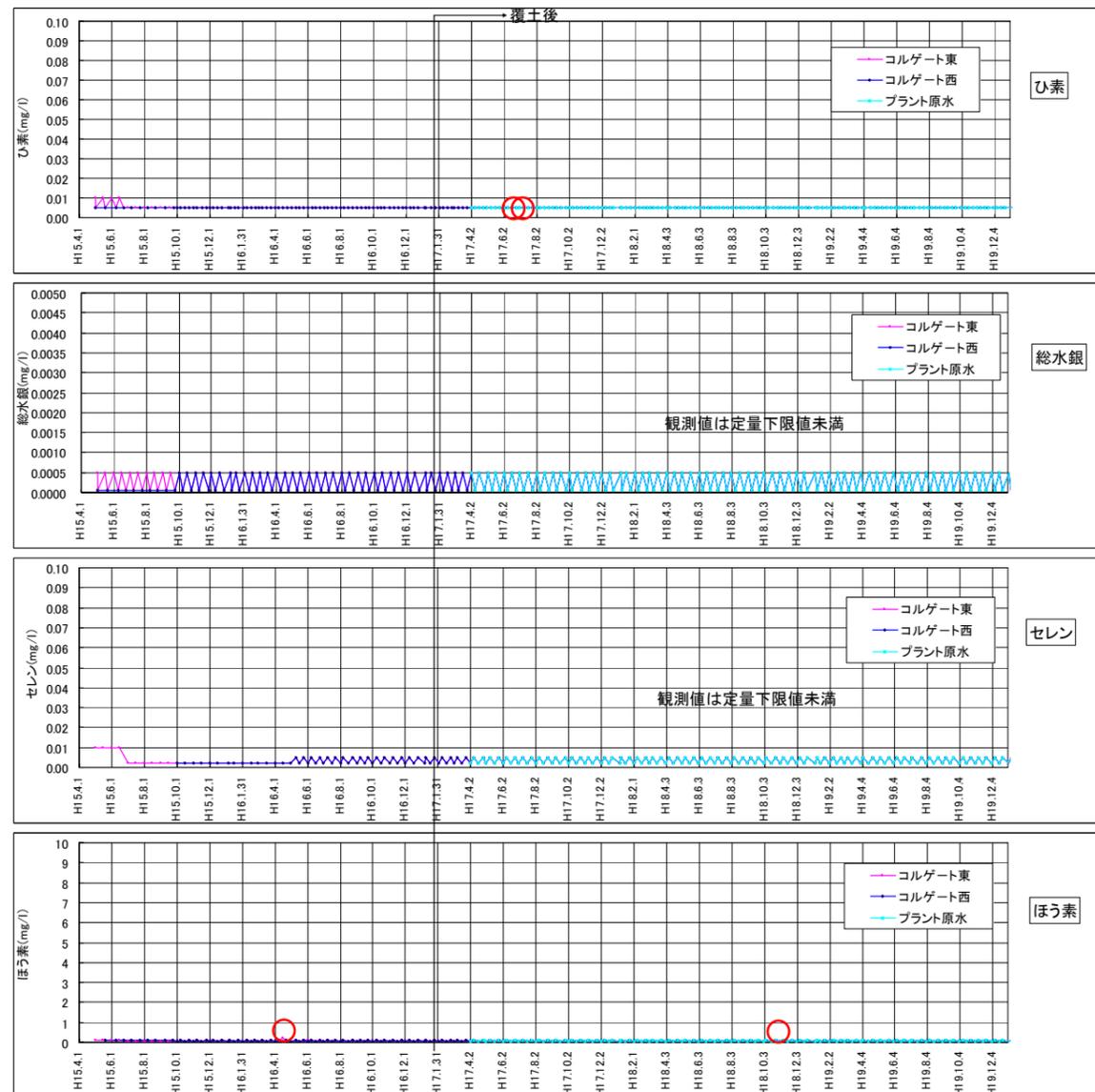


図 1.9 砒素、水銀、セレン、ホウ素の観測値 ※ ○ はコルゲート西での検出

また、盛土内の酸化の状態を示す可能性があると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 2.2 今後の定期観測項目

項目	排水基準の項目	環境基準の項目	その他の項目	単位
pH	○			—
カドミウム	○	○		mg/L
鉛	○	○		mg/L
ふっ素	○	○		mg/L
浮遊物質	○			mg/L
銅	○			mg/L
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
電気伝導度			○	mg/L
塩素イオン			○	mg/L
全鉄			○	mg/L
全マンガン			○	mg/L
ナトリウム			○	mg/L

2. 地下水調査結果

第9回対策協議会で審議した地下水の浸透防止について検討するために、盛土周辺にボーリングを7カ所実施し地下水位を観測しました。

2.1 地下水の状況

調査結果から土岐砂礫層の地下水の流れは、周辺から盛土に向かって流れていると想定されます。また、盛土周辺の地下水は、非常に緩慢な水位変動を示しています。

①地下水位コンターからみた地下水の状況

地下水位コンターの状況から、元々の地形で標高の高い尾根から盛土のある低地に向かって地下水が流れていると想定されます。

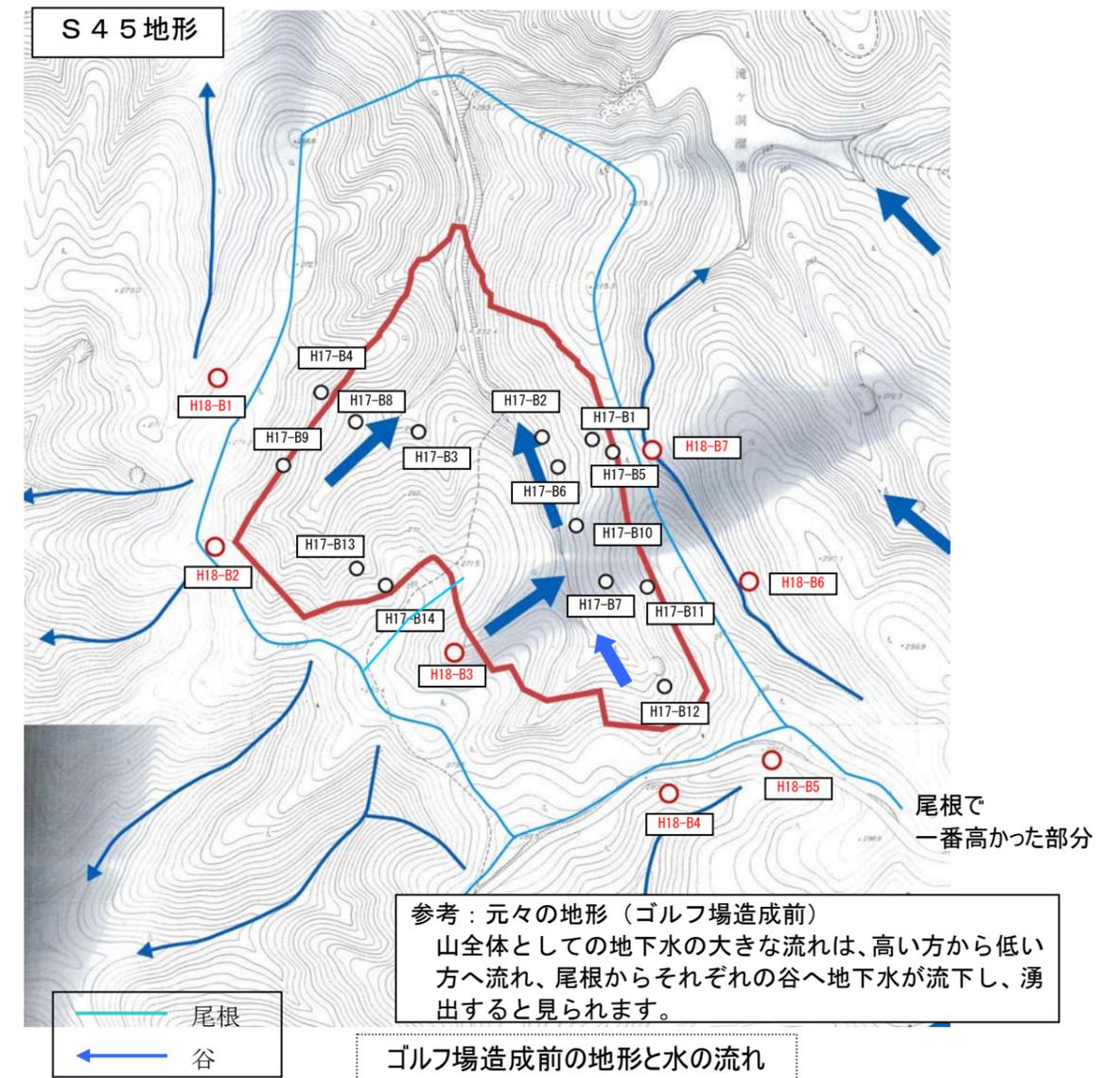
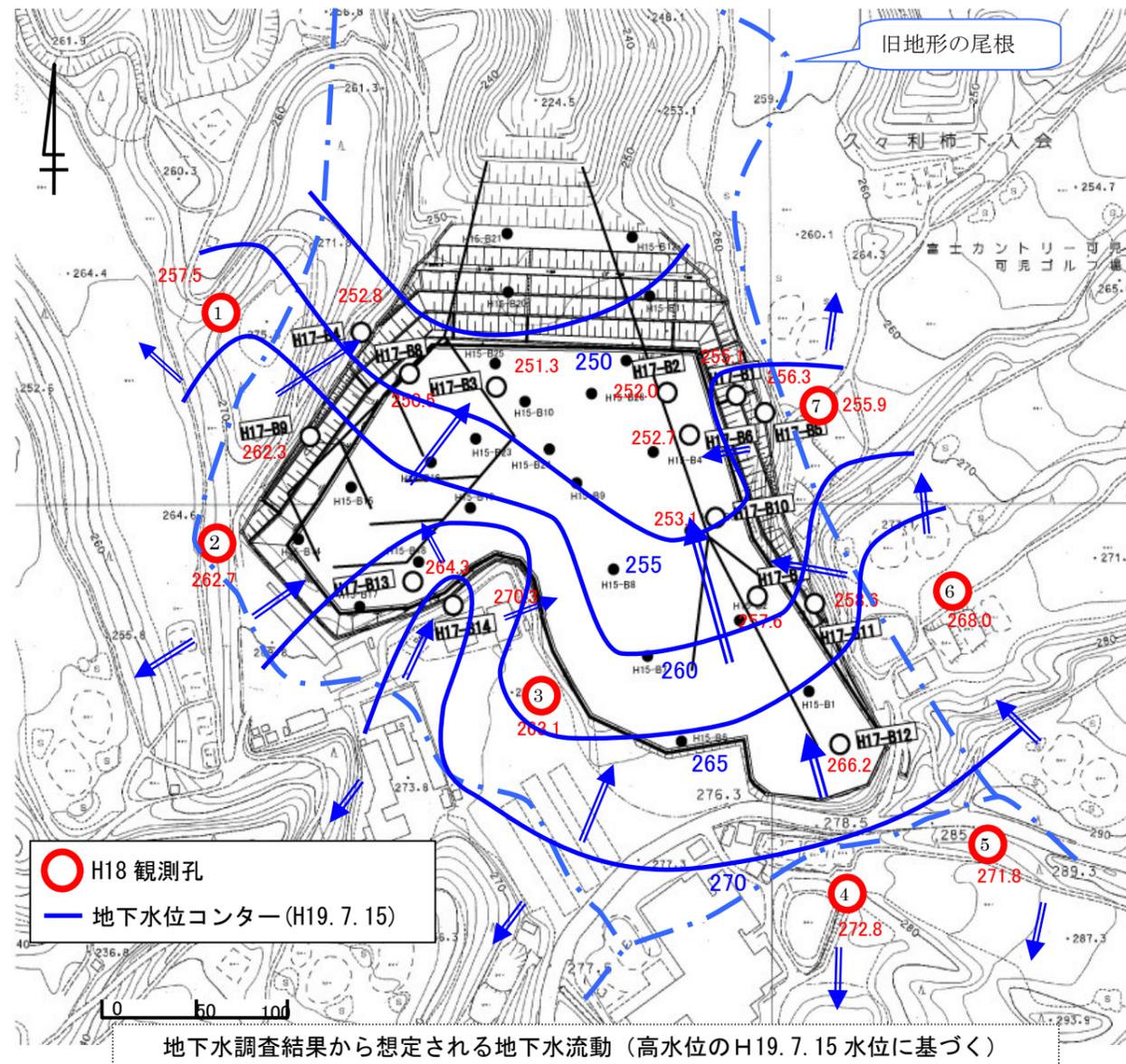
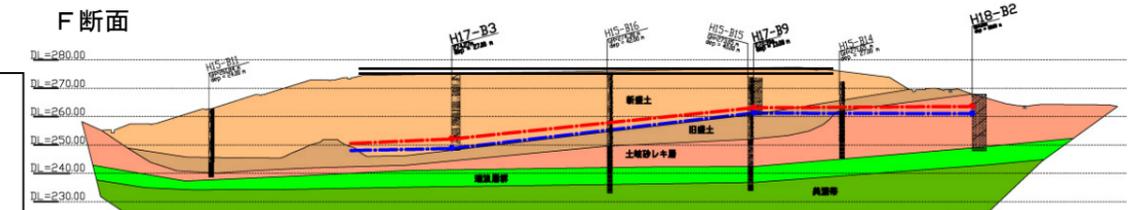
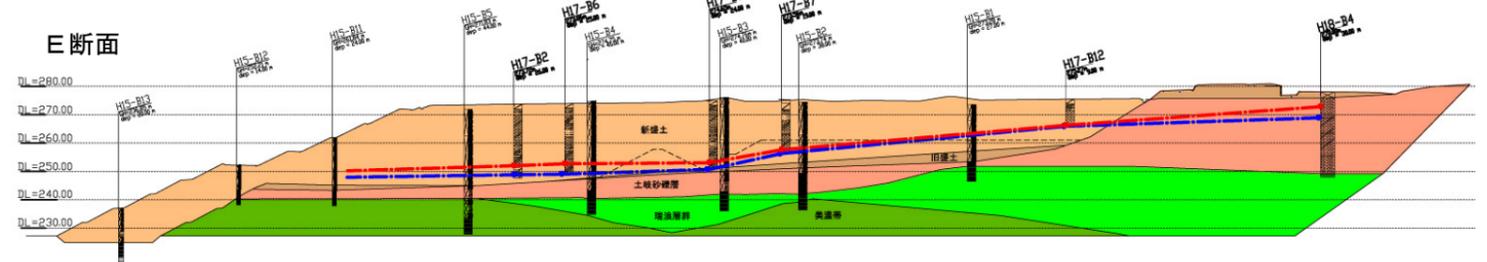
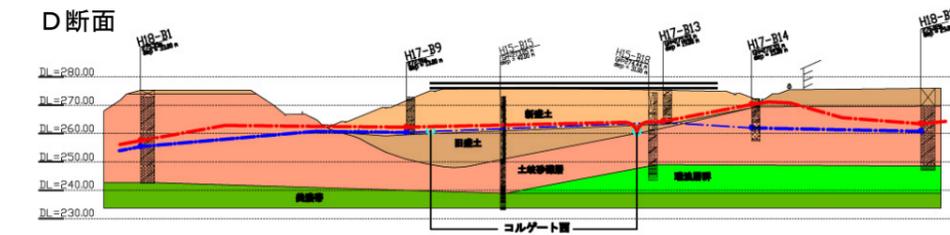
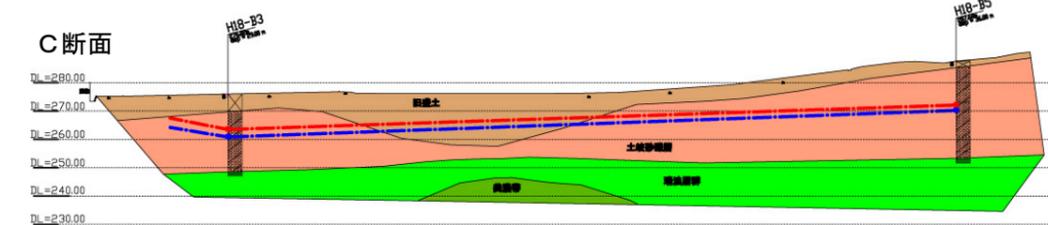
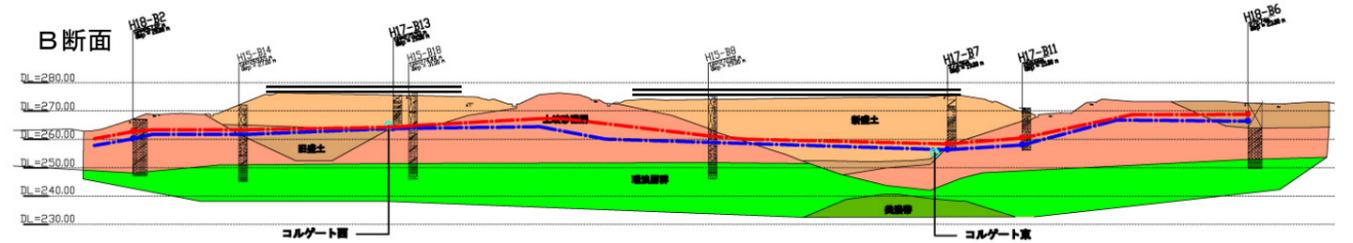
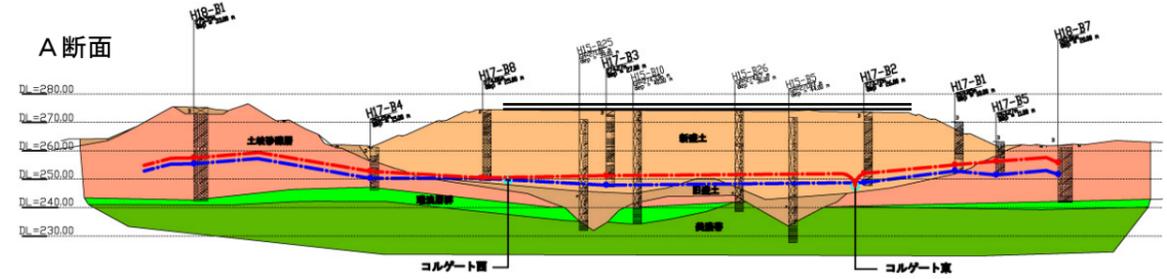
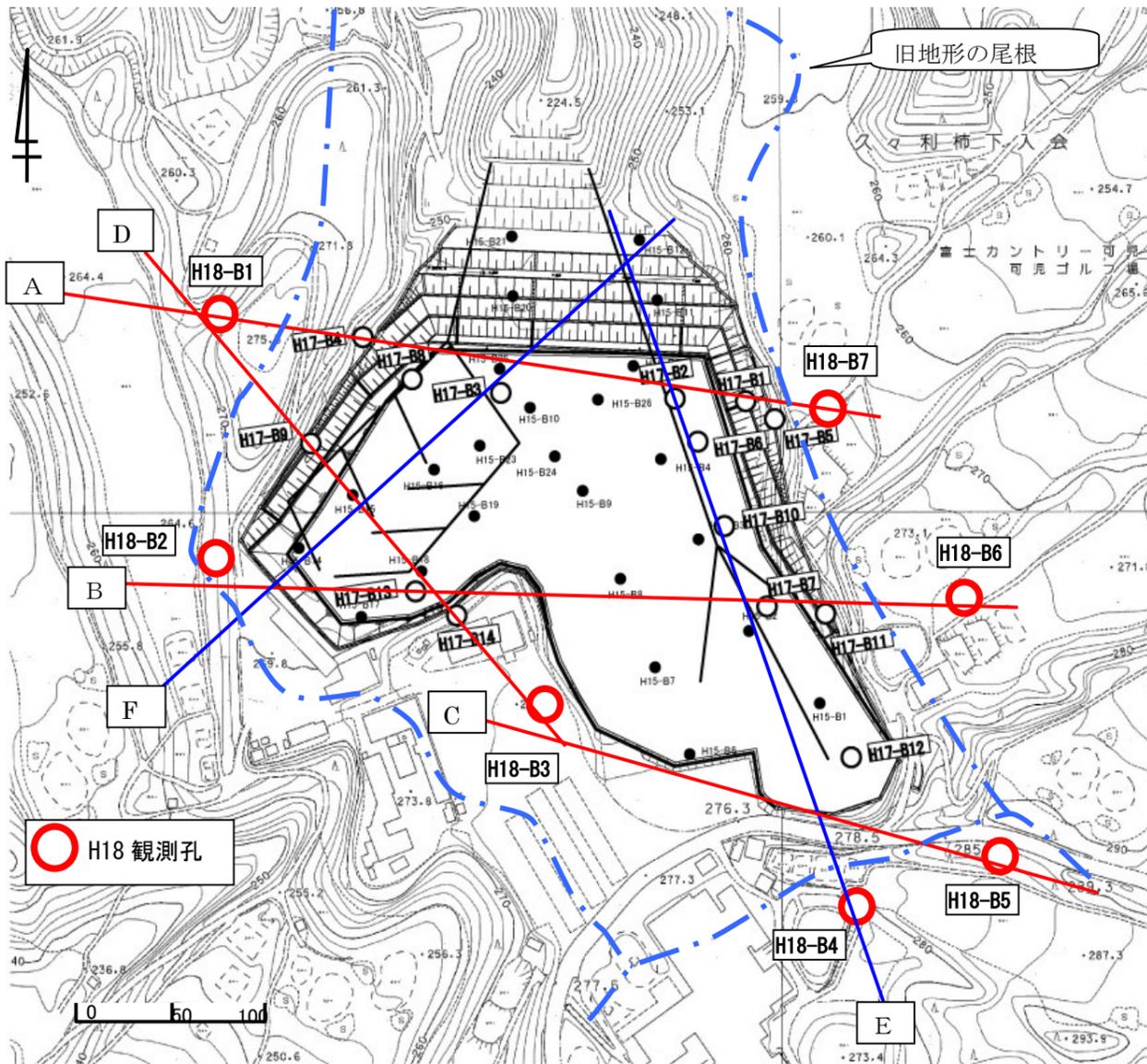


図 2.1 想定される地下水の流れ

②横断面からみた地下水の状況

地下水位を断面図に投影すると、地下水位は周辺部から盛土内へ下がり、地下水が周辺から流入する状況にあることがわかります。



図面での表記	地質時代			地層名		盛土付近での地質
	新生代	新第三紀	鮮新世	瀬戸層群(東海層群)	土岐砂礫層	
土岐砂礫層						砂礫
瑞浪層群				瑞浪層群		泥岩(粘土)
美濃帯	中生代~古生代			美濃帯堆積岩類		泥岩(粘板岩)

- 凡例
- 水位コンターより作成した地下水位線(H19.3/23頃)
 - 水位コンターより作成した地下水位線(H19.7/15頃)
 - 覆土工

図 2.2 地下水断面図

③周辺の土岐砂礫層の水位変動

土岐砂礫層の水位変動は、非常に緩慢な動きを示しています。

周辺の土岐砂礫層の降雨前後の地下水変動をみると、非常に緩慢な動きを示しています。特にB3, B5では降雨後いつまでも水位が低下しません。また、基底（ベースライン）では、各孔とも類似した緩慢な変動を示しています。

なお、B4, B7での降雨後の直接的な水位の反応は、雨水浸透によるものと見られ、土岐砂礫層全体の地下水変動とは異なる動きと見られます。

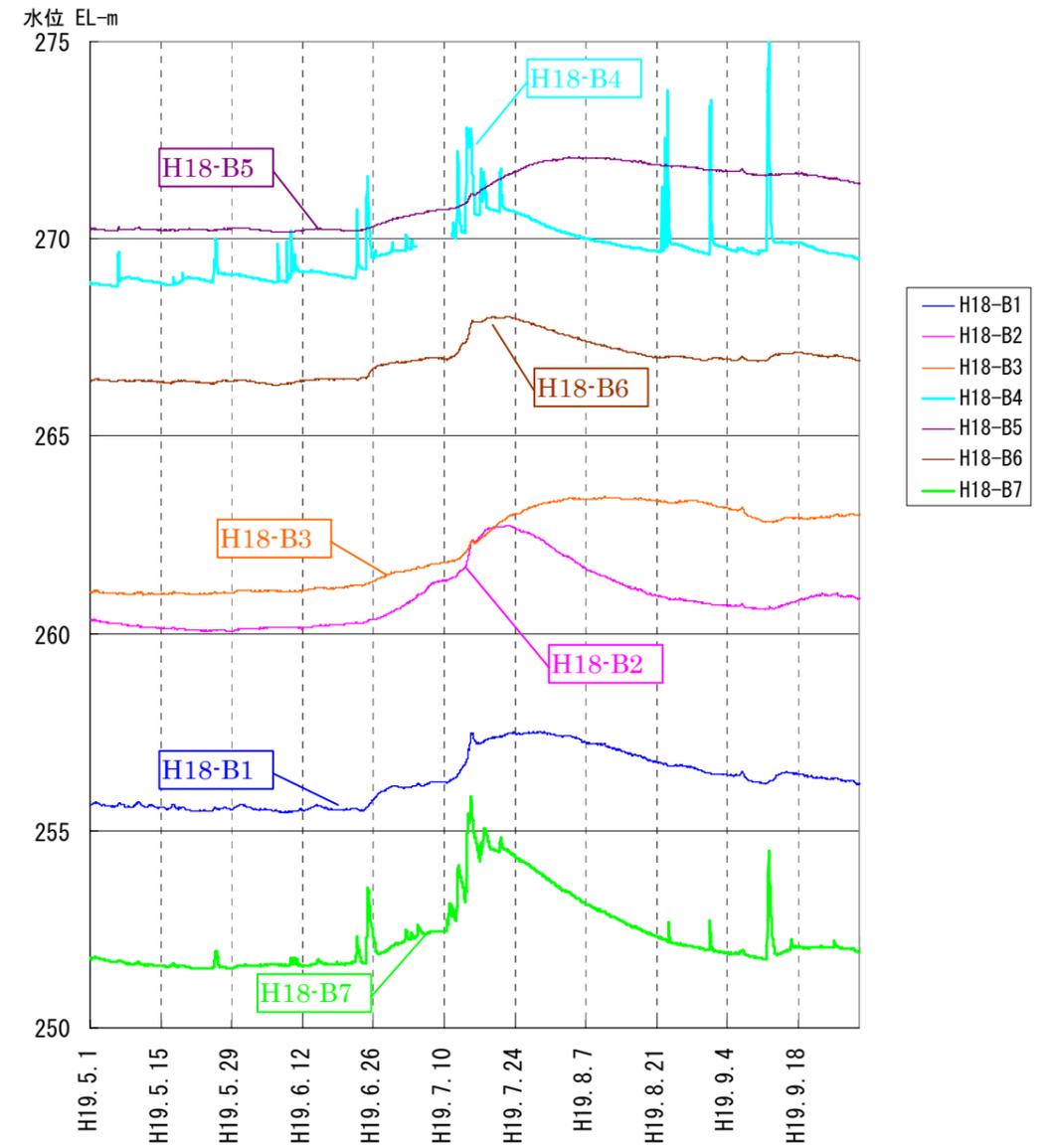
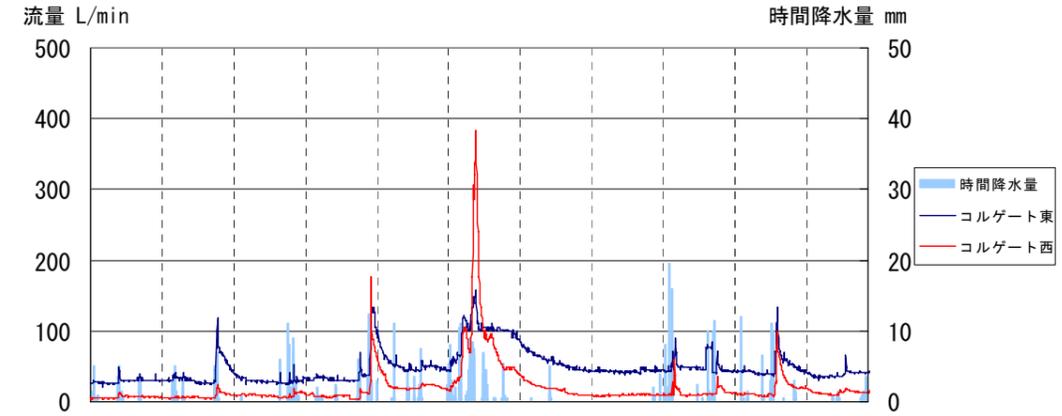
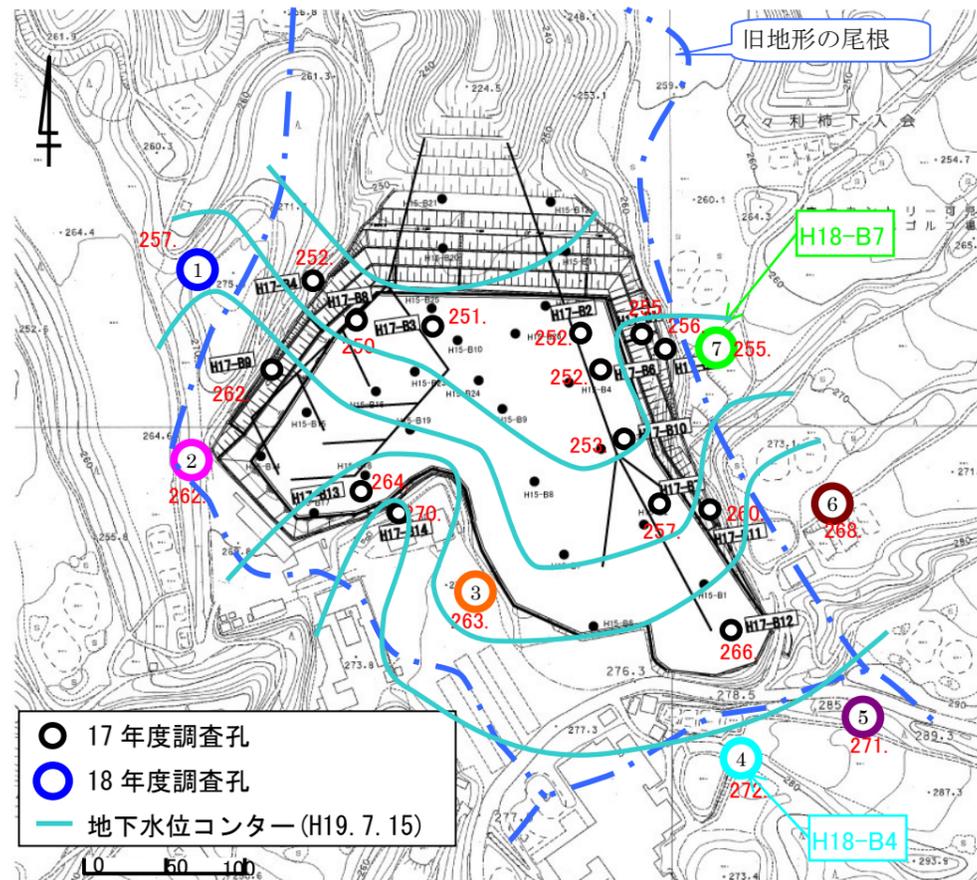


図 2.3 18年度水位観測孔の水位変動
周辺土岐砂礫層の地下水位

2.2 周辺の地盤の透水性

盛土周辺の地盤は粘土を多く含んだ土質で、透水係数は概ね $3 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ で透水性が低い地盤です。

① 周辺地盤の土質

ボーリングから得られたコアの土質は、土岐砂礫層で粘土を含んだ土質が約 9 割を占め、透水性が低い土質といえます。

土岐砂礫層は、古い時代の砂礫層のため粘土の混入が多く、砂礫層であっても粘土分を多く含んでいます。

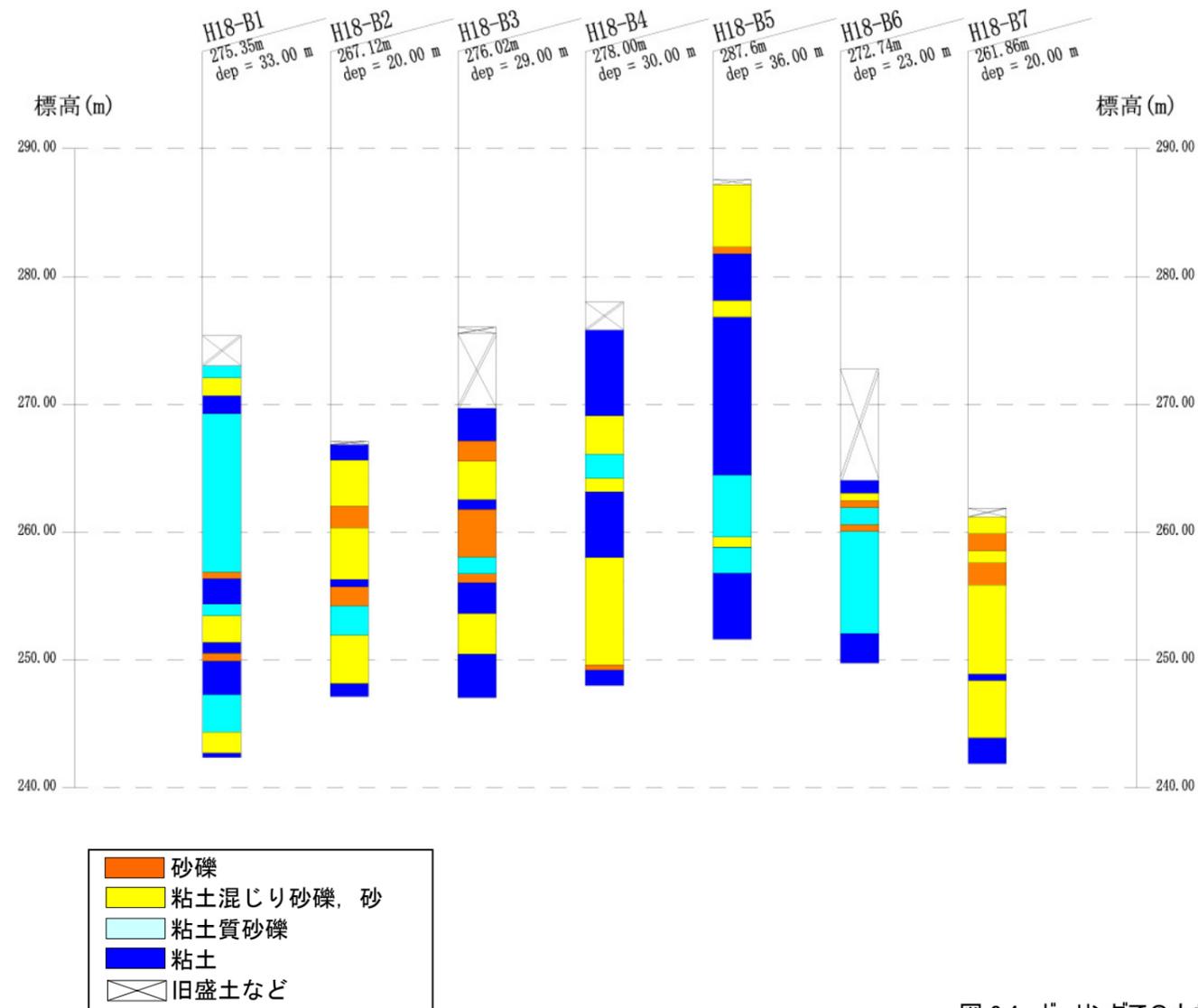


図 2.4 ボーリングでの土岐砂礫層の土質

②周辺地盤の透水性（現場透水試験）

現地透水試験結果から土岐砂礫層の透水性は、概ね 3×10^{-5} (cm/s) で、透水性の低い地盤です。

周辺のボーリングと同時に実施した透水試験の結果は、ばらつきは見られますが $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-5}$ (cm/s) の試験結果が中心で、最大でも 1.0×10^{-3} (cm/s) です。図 2.5 に示すように透水係数は中央値で 3×10^{-5} (cm/s) で、透水性の低い地盤です。

粘土を含んだ周辺の土質の透水係数は、土質ごとの差異は見られません。なお、砂礫層の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。

[参考：一般的な透水係数-地盤工学会 土質試験の方法と解説から]

k (cm/s)	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^0	10^1	10^2
透水性	実質上不透水		非常に低い		低い		中位		高い			
土砂の種類	粘性土		微細土,シルト 砂-シルト-粘土混合土				砂および礫		清浄な礫			

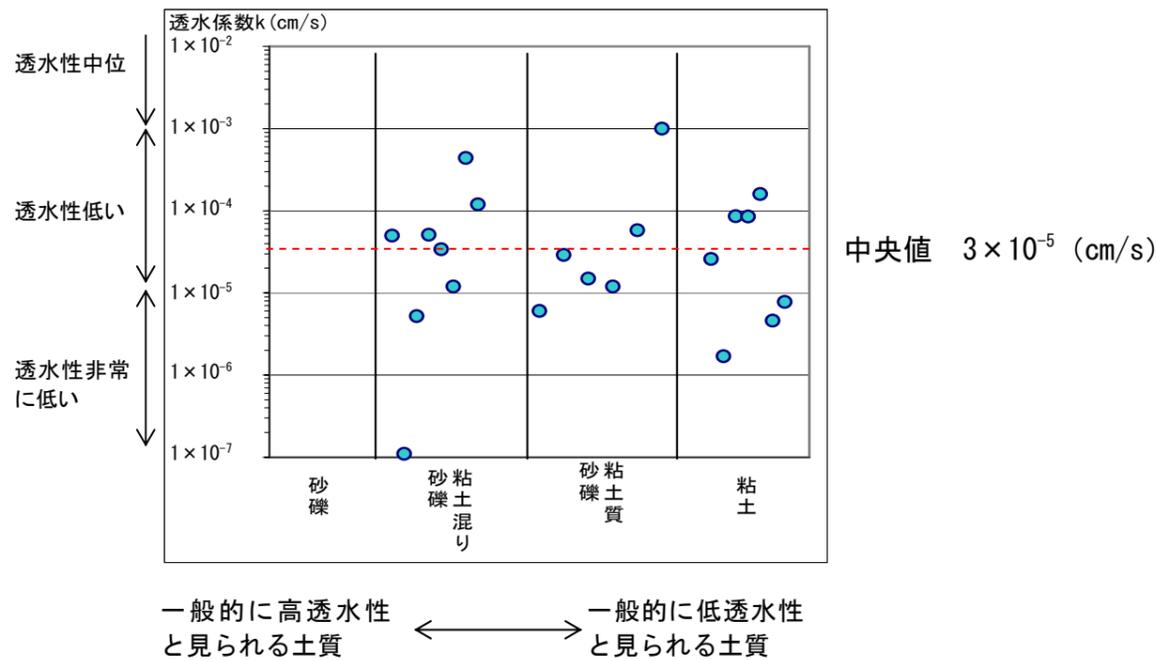


図 2.5 土質別の透水試験結果の分布
 (横軸は意味を持たない。縦軸は対数軸で表示している)
 土質は柱状図の記録から粘土分の多少を考え 4 つに分類

3. 対策の検討

3.1 対応策の方針

これまでの調査結果を踏まえて、水質(pH)の改善を図るために今後必要となる対策を検討しました。

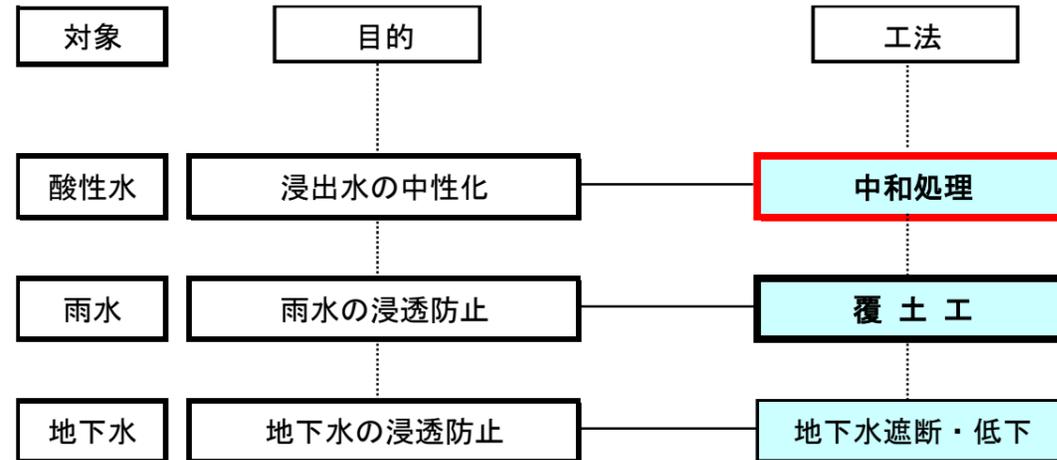


図 3.1 対策方法の抽出

○地下水対策の適用性

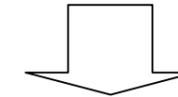
地下水調査の結果から、地下水の浸透防止対策は効果が期待できないことがわかりました。

- ・集水井などの周辺の地下水を集水し排水する対策を行うには周辺地盤の透水性が低いため、地下水を集水する効果が期待できません。
- ・遮水壁などの地下水を遮断する対策は、周辺の地下水を上昇させること、地下水の流れを変えることにより、周辺地盤への影響が懸念されます。

○対策工の適用性

- ・浸出水対策として重金属対応のプラントにより現在水処理を行っています。
- ・雨水の浸透防止のための覆土工により降雨時の浸出水は、1/3～1/7に減少し盛土内への雨水の遮断に効果を上げています。
- ・地下水の浸透防止対策は、地下水調査結果から期待できません。

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（年間平均）及び排水基準以下となっています。



○対応策の方針

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。

- ・中和対策においてもっとも適切な方法を検討していきます。

3.2 対策工法について

【浸出水対策】

浸出水対策は、浸出水の pH の改善を図る対策です。プラント原水において重金属対策が必要ない水質のため、中和水処理施設（中和バリア）を検討します。

水処理施設として、石灰石や貝殻などの自然的な材料を使って、自然流下により酸性の浸出水を通過させ、浸出水の中性化を図る中和バリアについて検討します。

現在、中和性能を把握するために水処理プラント内で実験を実施しています。

表 3.1 浸出水対策

浸出水対策工	
中和バリア	
対策の概要	浸出水を中和材と反応させて中和
	<p>[イメージ]</p>



図 3.2 中和バリアの設置位置イメージ

【中和バリア実験】

プラント原水を使用した中和バリアの実験を行なっています。短期的には実験に使用した中和材において中和可能であることが分かりました。なお、中和水槽内において沈殿物の発生が見られるため、引き続きこれに対する対応と長期的な中和効果の持続について、実験で確認していきます。

これまでの実験の内容は次のとおりです。

<実験①>

中和実験は現在の水処理プラント敷地内で実施しています。実験に用いる水はプラント原水から定量ポンプで注水し、実験処理水は pH を計測後に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ています。

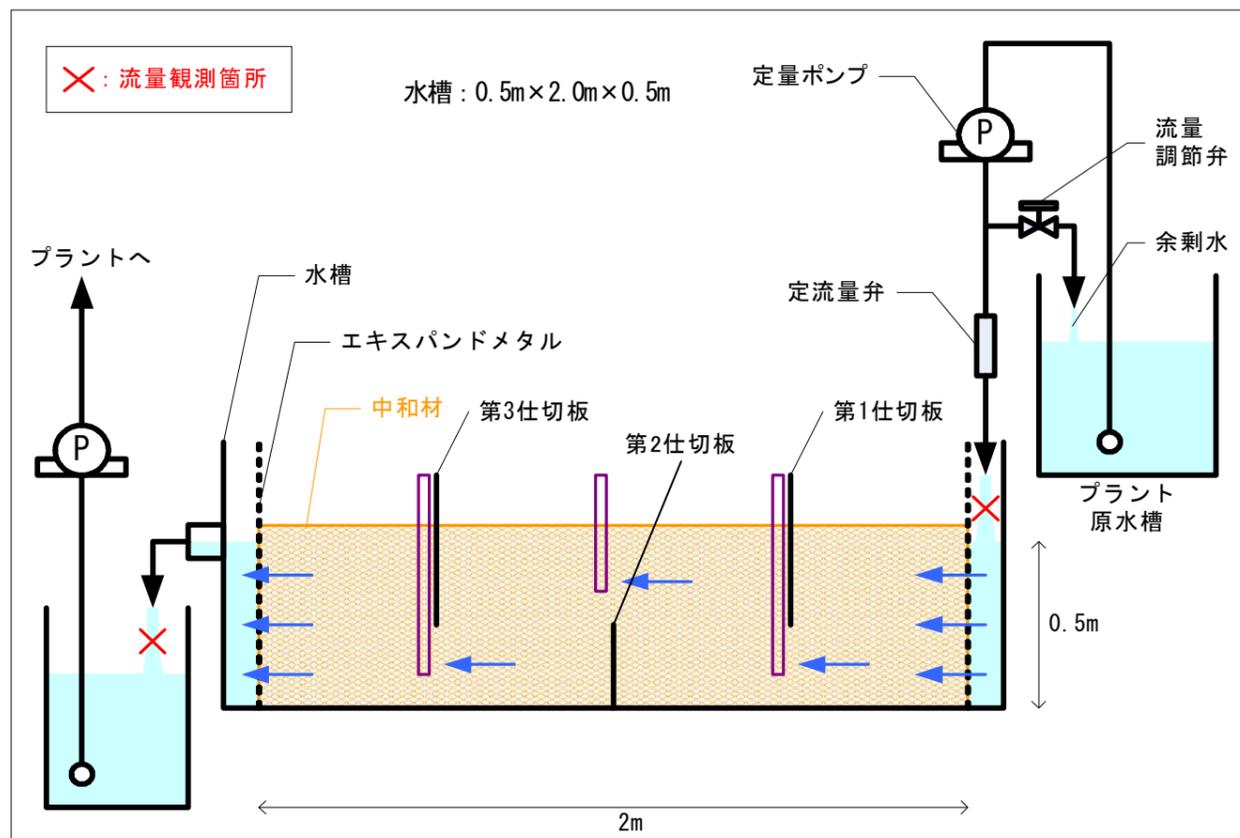


図 3.3 実験①の概略

<実験① 結果>

1) 中和効果

実験①の結果、実験に用いた中和材（石灰石、寒水石、貝殻）全てにおいて、pH を改善しました。

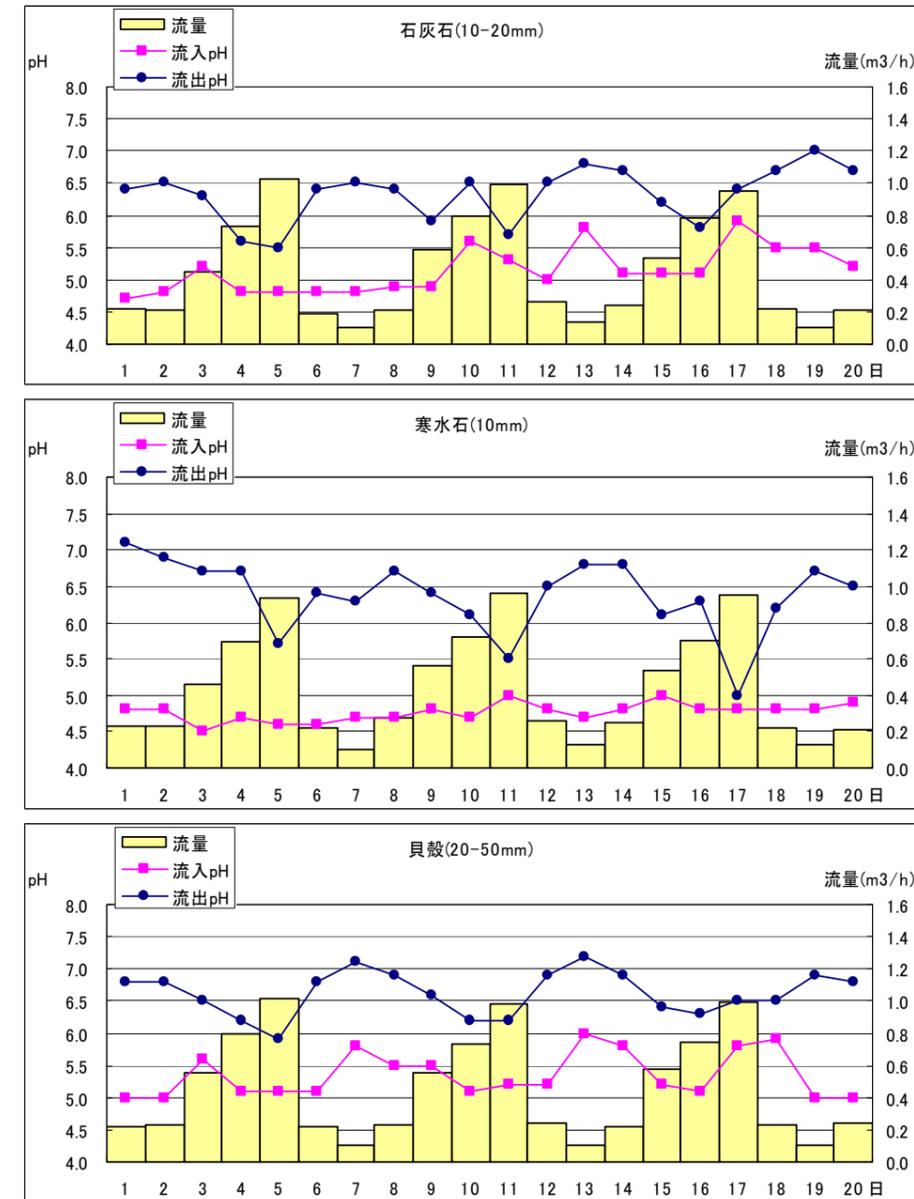


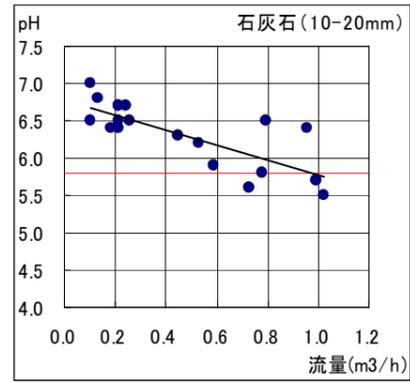
図 3.4 実験①の結果

2) 流量と pH の関係

①石灰石 (粒径 10-20mm)

石灰石 (10-20mm) では、約 0.5m³/h の流量まで、処理水 pH を 5.8 以上に改善しました。

処理水が 0.75m³/h 以上の時 pH5.8 を下回ることがありました。



(流入水平均 : pH5.1)

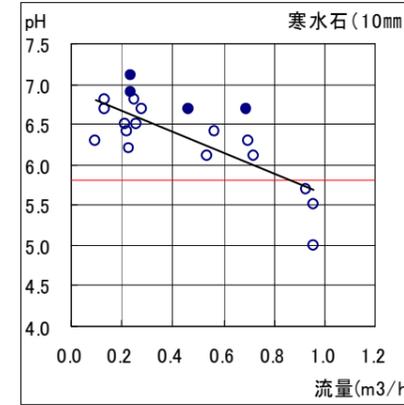


図 3.5 石灰石 (10-20mm) の実験①状況

②寒水石 (粒径 10mm)

寒水石 (10mm) では、約 0.75m³/h の流量まで、処理水 pH を 5.8 以上に改善しました。

実験 4 日目以降、水位上昇が確認されています。



(流入水平均 : pH4.8)

※白抜きポイントは第 1 仕切りよりも先まで水位が中和材よりも高くなったデータ

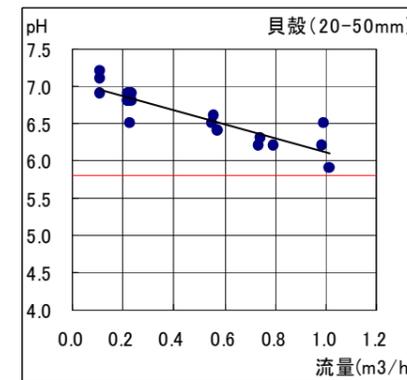


図 3.6 寒水石 (10mm) の実験①状況

水位上昇の原因としては、水槽内における沈殿物の発生が原因と見られ、この原因と対策については検討中です

③貝殻 (粒径 20-50mm)

貝殻 (20-50mm) では、1.0m³/h の流量まで、処理水 pH を 5.8 以上に改善しました。



(流入水平均 : pH5.4)



図 3.7 貝殻 (20-50mm) の実験①状況

<実験②>

実験①の結果、水槽内に沈殿物が発生したため、沈殿物対応として水槽内に沈殿槽を設けた構造の水槽による中和実験を実施しました。

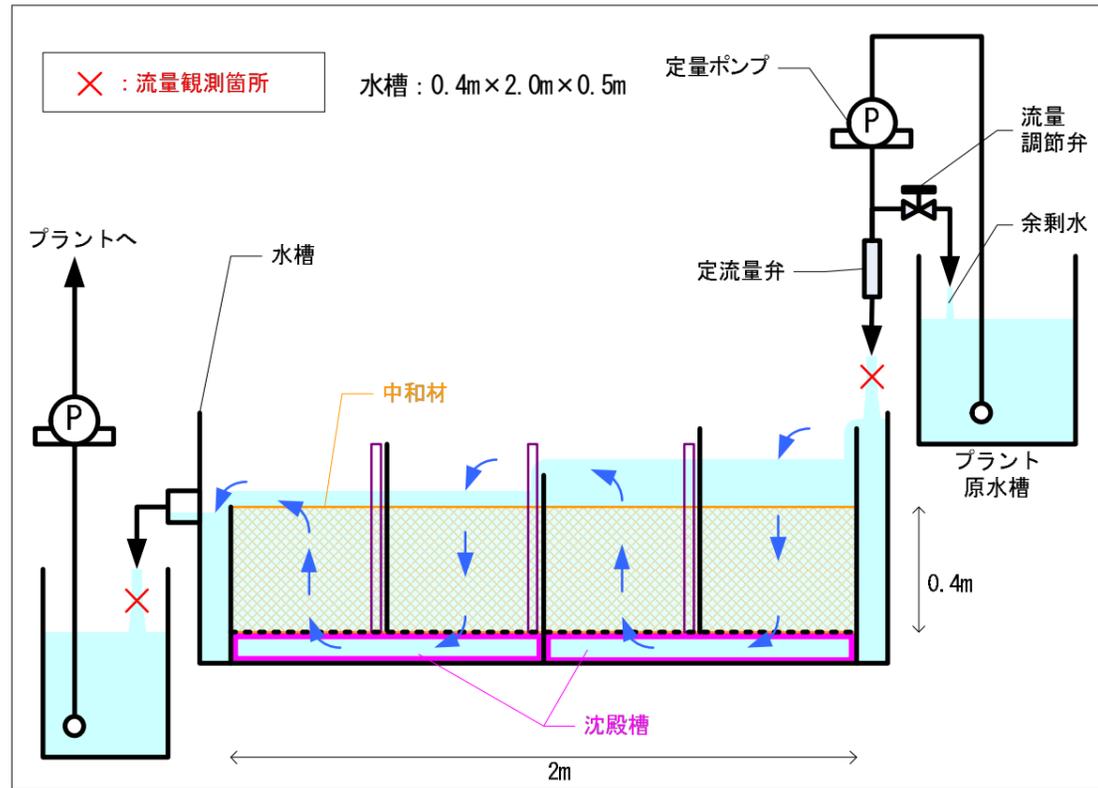


図 3.8 実験②(沈殿槽内蔵式)の概略

<実験② 結果>

1) 中和効果

沈殿槽内蔵式の水槽でも、実験に用いた中和材（石灰石、寒水石、貝殻）全てにおいて、pH を改善しました。

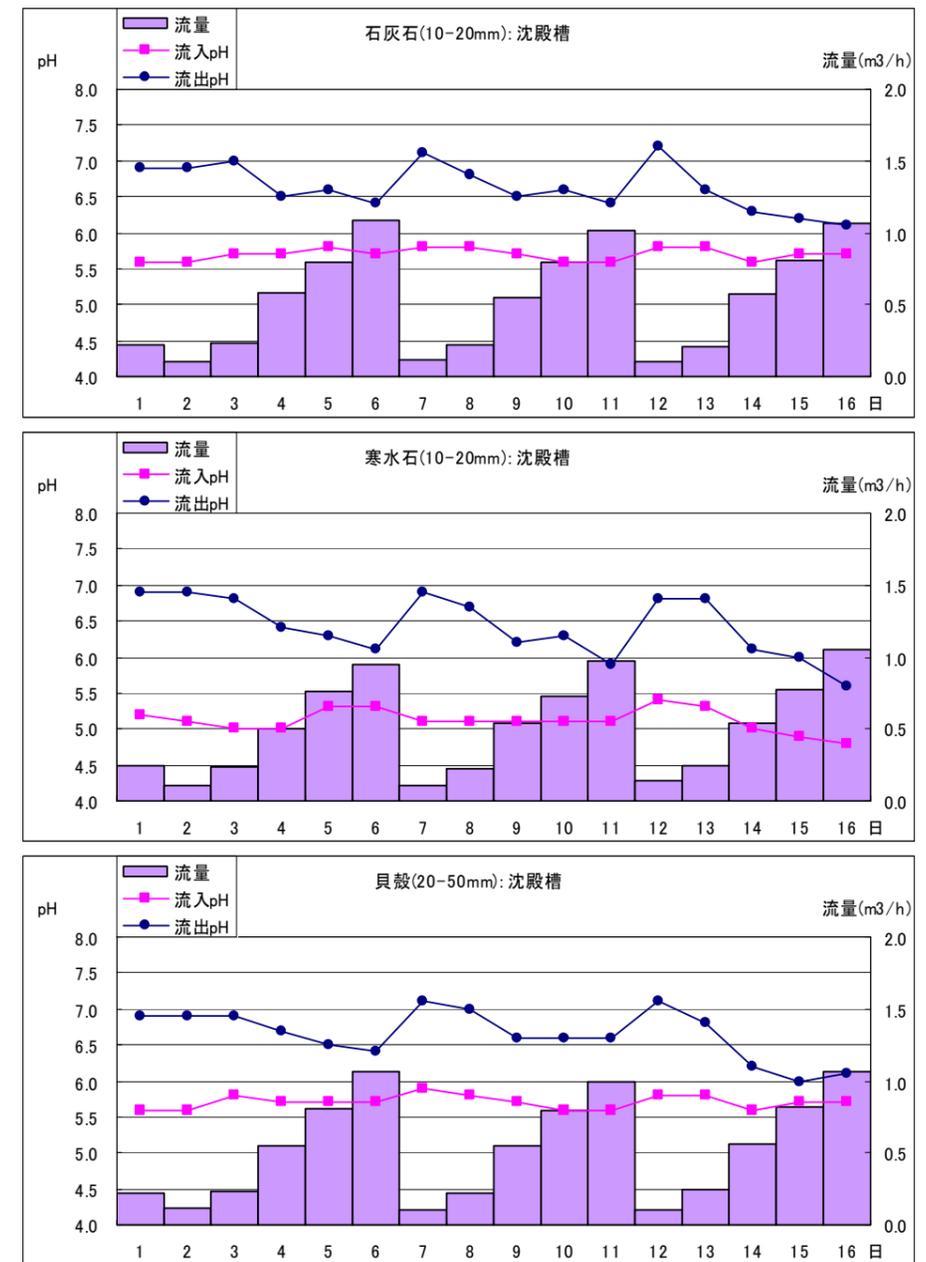
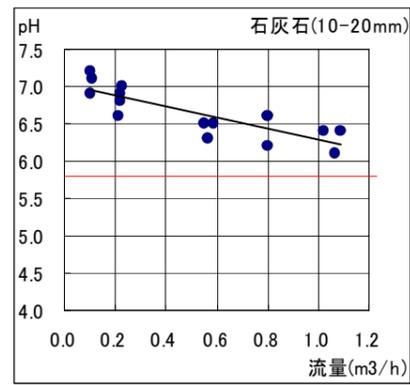


図 3.9 実験②の結果

2) 流量と pH の関係

①石灰石（粒径 10-20mm）

石灰石（10-20mm）では、約 1.0m³/h の流量まで、処理水 pH を 5.8 以上に改善しました。



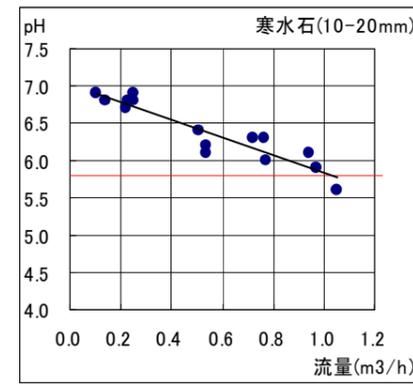
(流入水平均 : pH5.7)



図 3.10 石灰石(10-20mm)の実験②状況

②寒水石（粒径 10-20mm）

寒水石（10-20mm）では、約 1.0m³/h の流量まで、処理水 pH を 5.8 以上に改善しました。



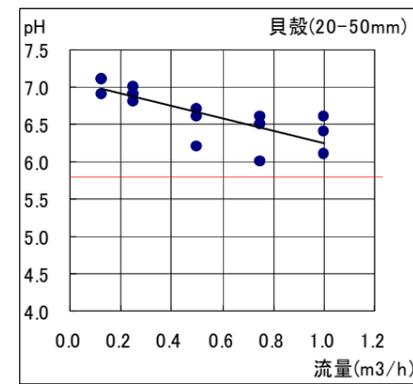
(流入水平均 : pH5.1)



図 3.11 寒水石(10-20mm)の実験②状況

③貝殻（粒径 20-50mm）

貝殻（20-50mm）では、1.0m³/h の流量まで、処理水 pH を 5.8 以上に改善しました。



(流入水平均 : pH5.7)



図 3.12 貝殻(20-50mm)の実験②状況