

新滝ヶ洞溜池の水質異常に対する対策協議会

第 8 回 対策協議会

資 料

1. 覆土工の効果検証（観測結果）
 - 1.1 浸出水量の変化
 - 1.2 コルゲート東西の浸出量及び水質の変化

2. 強雨時に水質が悪化する要因について
 - 2.1 調査の概要
 - 2.2 盛土内の水位，水質の挙動について
 - 2.3 盛土部での降雨浸透について（西ブロック）

3. 今後の定期定点観測における観測項目及び監視地点

4. 水質基準値（暫定）の設定について
 - 4.1 水質監視項目の検討
 - 4.2 水質監視地点の検討
 - 4.3 重金属の基準値の検討
 - 4.4 酸性水に関する基準値の検討
 - 4.5 金属等の基準値の検討
 - 4.6 水質基準値（暫定）案

5. 調整池放流試験について

6. プラントの試験停止について

1. 覆土工の効果検証（観測結果）

1.1 浸出水量の変化

同程度の一連降雨での浸出水量を比較すると、覆土工完了後（H17.1～）にはコルゲート東の最大浸出水量は10分の1になった。また、コルゲート西においても最大浸出水量は10分の1になった。（図-1、図-2）

なお、盛土部の表面排水量でも、降雨の100%が排出されている。従って、覆土工で降雨浸透が遮断されていることが確認された。（図-3）

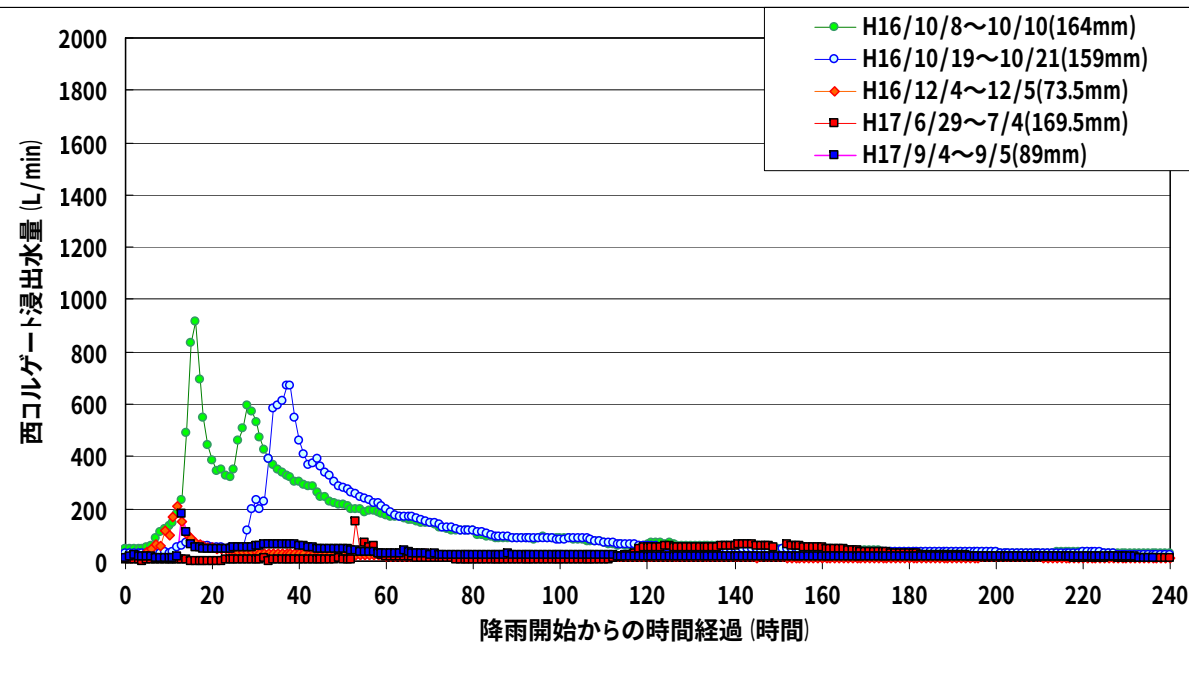
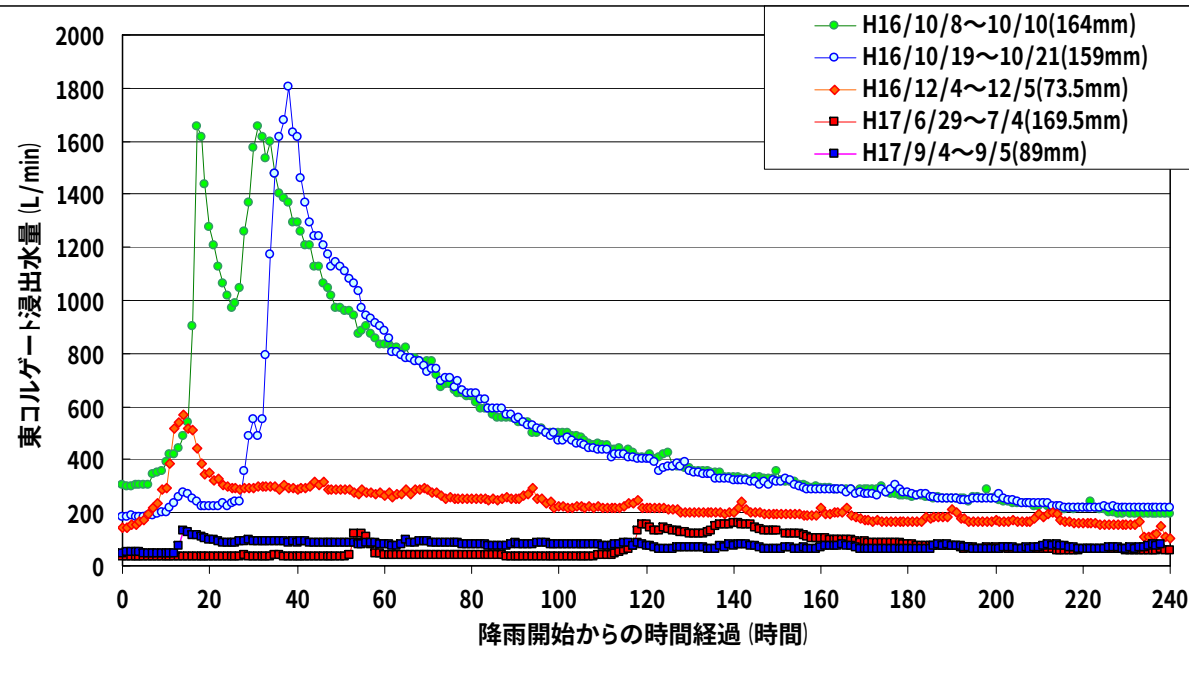


図-1 一連降雨に対する浸出水量経過

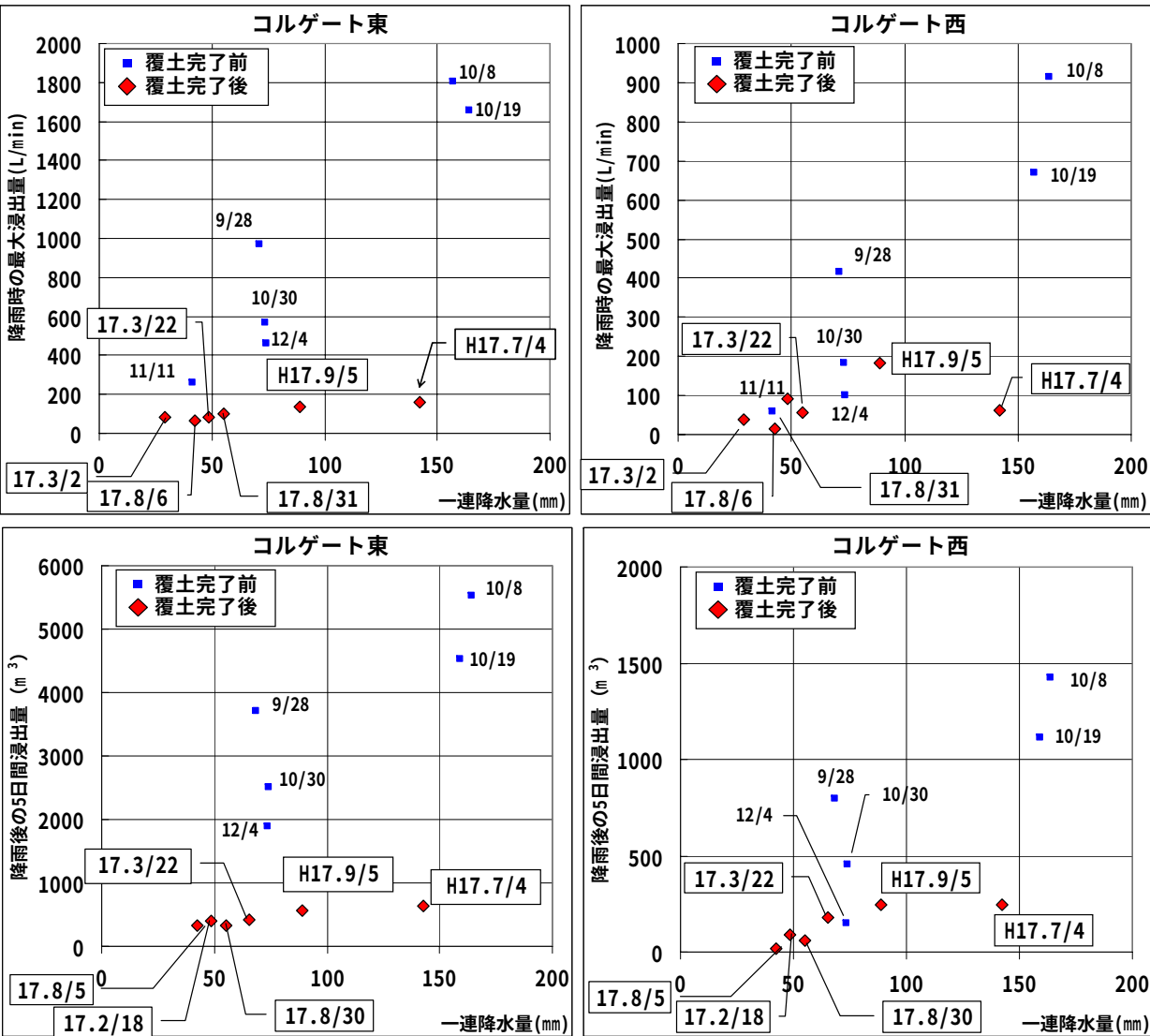


図-2 一連降雨と浸出水量の比較

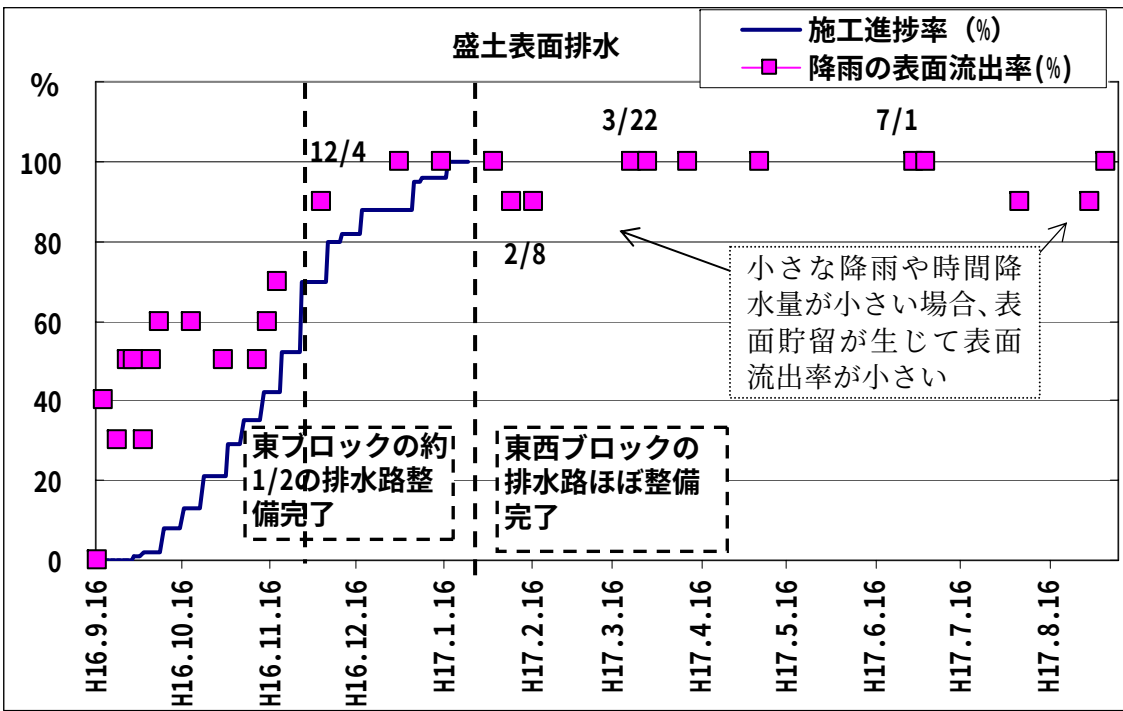


図-3 降雨時の盛土部の表面排水（累計降雨 30mm 以上が対象）

1.2 コルゲート東西の浸出量及び水質の変化

図-4 に覆土工施工後のコルゲート東、コルゲート西の浸出量、水質の経時変化を示す。

図-4 の赤丸で示した期間で見ると、通常の降雨では浸出量変化も水質変動も小さく、長期的に改善する傾向を示している。

図-4 の青丸で示した期間で、非常に強い降雨の影響で、コルゲート東、コルゲート西ともに浸出量が増加し、pH が低下した。

覆土工施工前には、降雨時には 3.9 程度まで pH が低下していたが、覆土工完了後は 4.5 程度までの pH で下げ止まっている。

なお、現在、非常に強い降雨でコルゲート浸出水が増加する原因を検討するためのボーリング調査を実施しており、調査の概要及び中間報告は後述する。

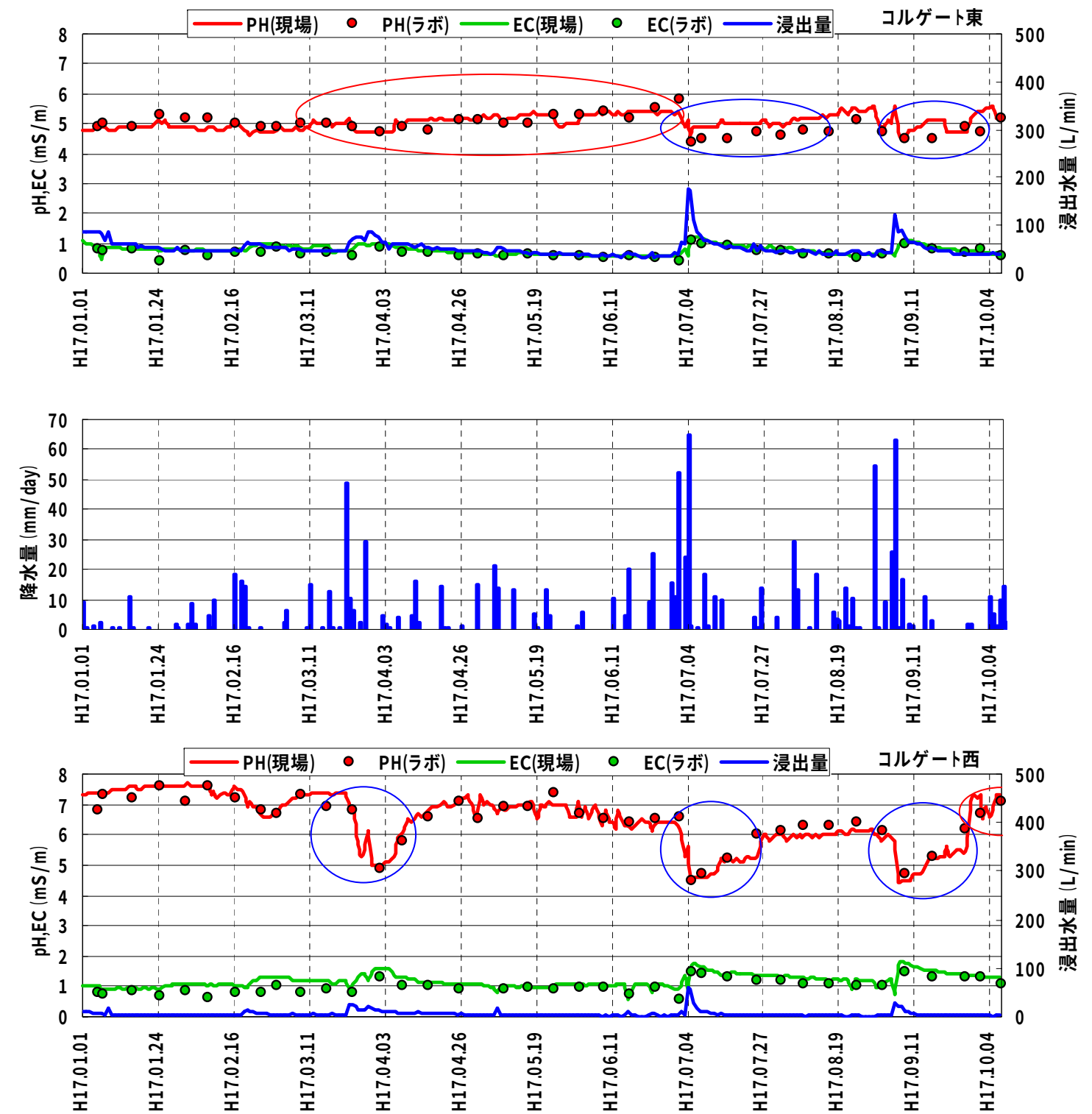


図-4 浸出量及び水質の現場観測結果

2. 強雨時に水質が悪化する要因について

2.1 調査の概要

強雨時の水質低下の要因については、現在、追加の地質調査を実施して、データの分析を進めている。調査では、盛土底部のコルゲート管周辺の含有水や土壌の状況を調査し、滞留水や浸入水の状況についての検討を進める。主に新盛土底面付近の地下水の調査を考え、ボーリング調査を行なっている。

追加の調査ボーリング孔は、図-5 の位置で実施している。各孔の主な目的は表-1 に示す。

表-1 追加調査孔の概要

孔番	位置	主目的	
H17-B2 H17-B6 H17-B10 H17-B7 H17-B12	東ブロック（縦断） 南側（クラブハウス側）から北側（法面側）まで一連とする	新盛土内水位・水質の確認	盛土内の地下水の挙動と変動からの水の起源の検討
H17-B1	東側法面		
H17-B5 H17-B11	東外周側溝外	土岐礫層地下水確認	
H17-B3 H17-B8 H17-B13	西ブロック 北側及び南側	新盛土内水位・水質の確認	外部からの浸透水と盛土内の地下水の関係の検討
H17-B9	西側法面		
H17-B4 H17-B14	西外周側溝外	土岐礫層地下水確認	

2.2 盛土内の水位、水質の挙動について

これまでに、関連性があると思われる現象は次がある。

- ①盛土底面（コルゲート深度）付近で水位が確認される
- ②平成 15 年度と平成 17 年度のボーリング調査の簡易 pH 分布で、15 年度に比べて全体に酸性を示す部分が増えている。これは、降雨浸透で土壌から酸性水が生じた状況が覆土後も残留しているものと考えられる。
- ③覆土前は重金属濃度と硫酸イオンの関係にばらつきが見られたが、覆土後はばらつきが小さい。これは、覆土前は土中の黄鉄鉱と降雨による土中への浸透水との反応の結果が濃度変動を大きくしていたが、覆土後の現在は、濃度の定まった過去の生成物が地下水により一定量ずつ流出してくるため、変動が小さいものと思えることができる。

次ページ以降、それぞれについて説明する。

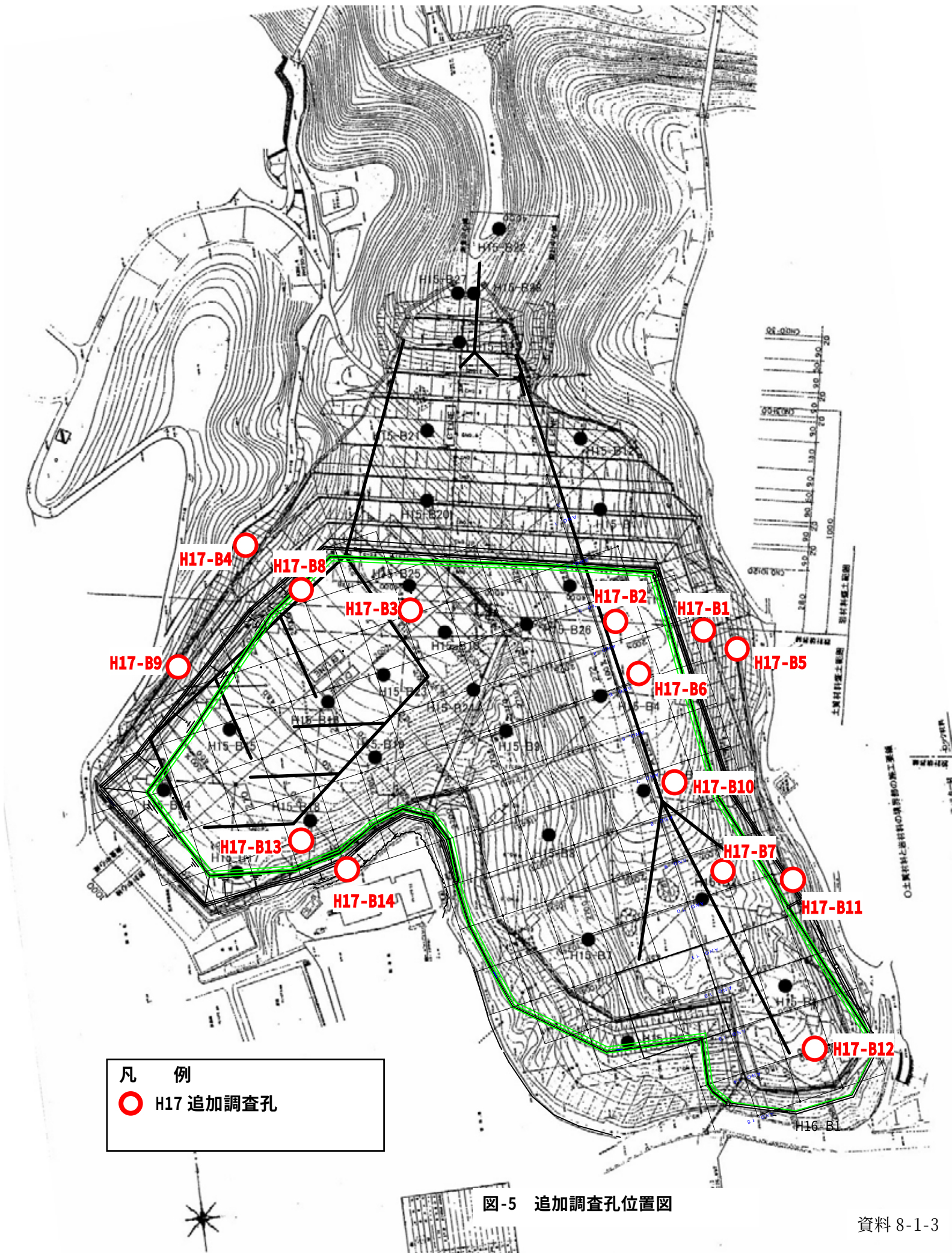


図-5 追加調査孔位置図

①盛土底面付近で水位が確認される

今回の調査ボーリングにおいて、コルゲート管を敷設してある盛土底面付近に水深で0.5～2m程度の水位があり、強雨時には水位の上昇も確認される。この水がコルゲート管に集水されて排水されているものと見られる。

これらの状況は、今後の観測の中で検討を進める。

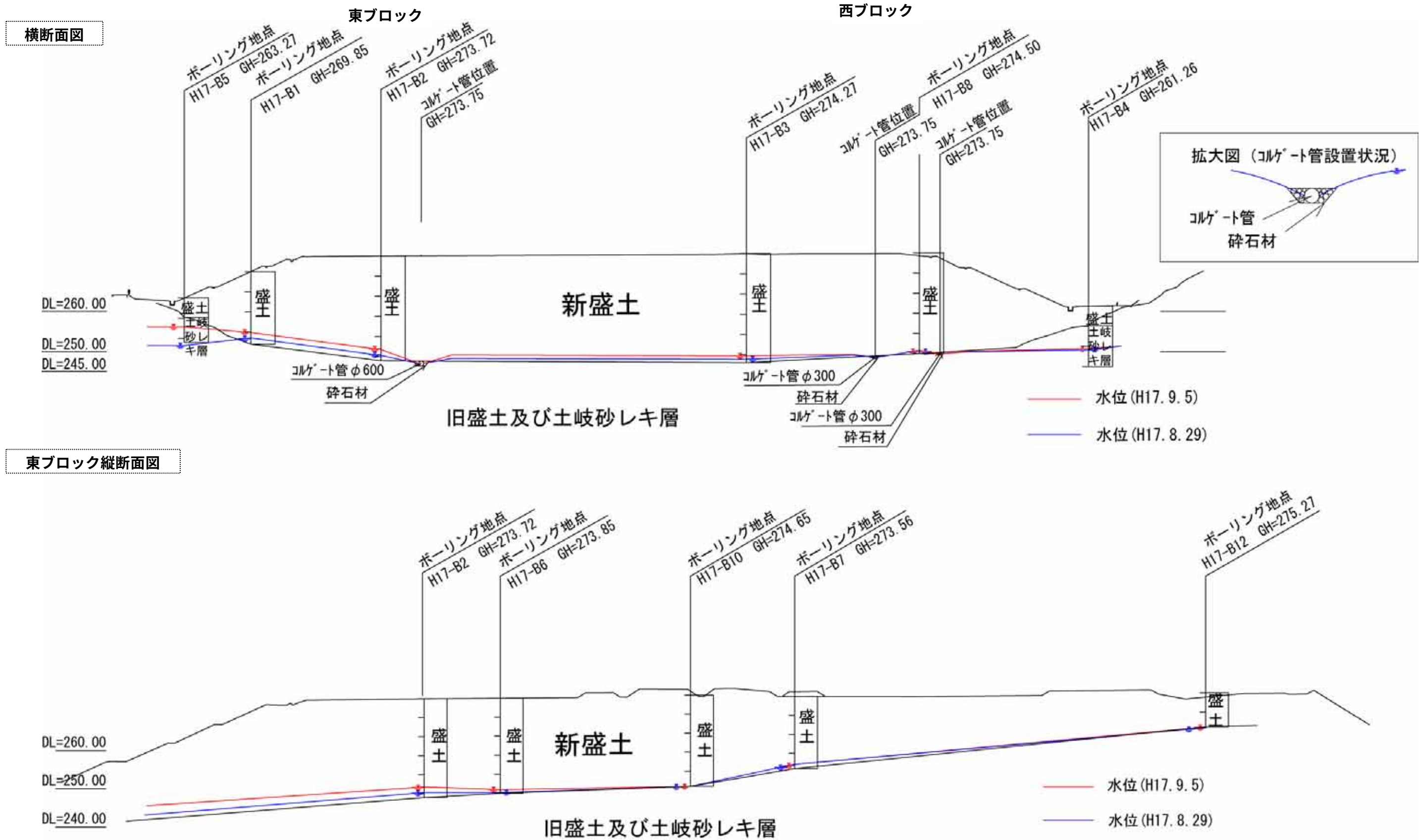


図-6 盛土底部の地下水状況

図-6 に示したボーリング孔内水位の観測結果のグラフを示す。

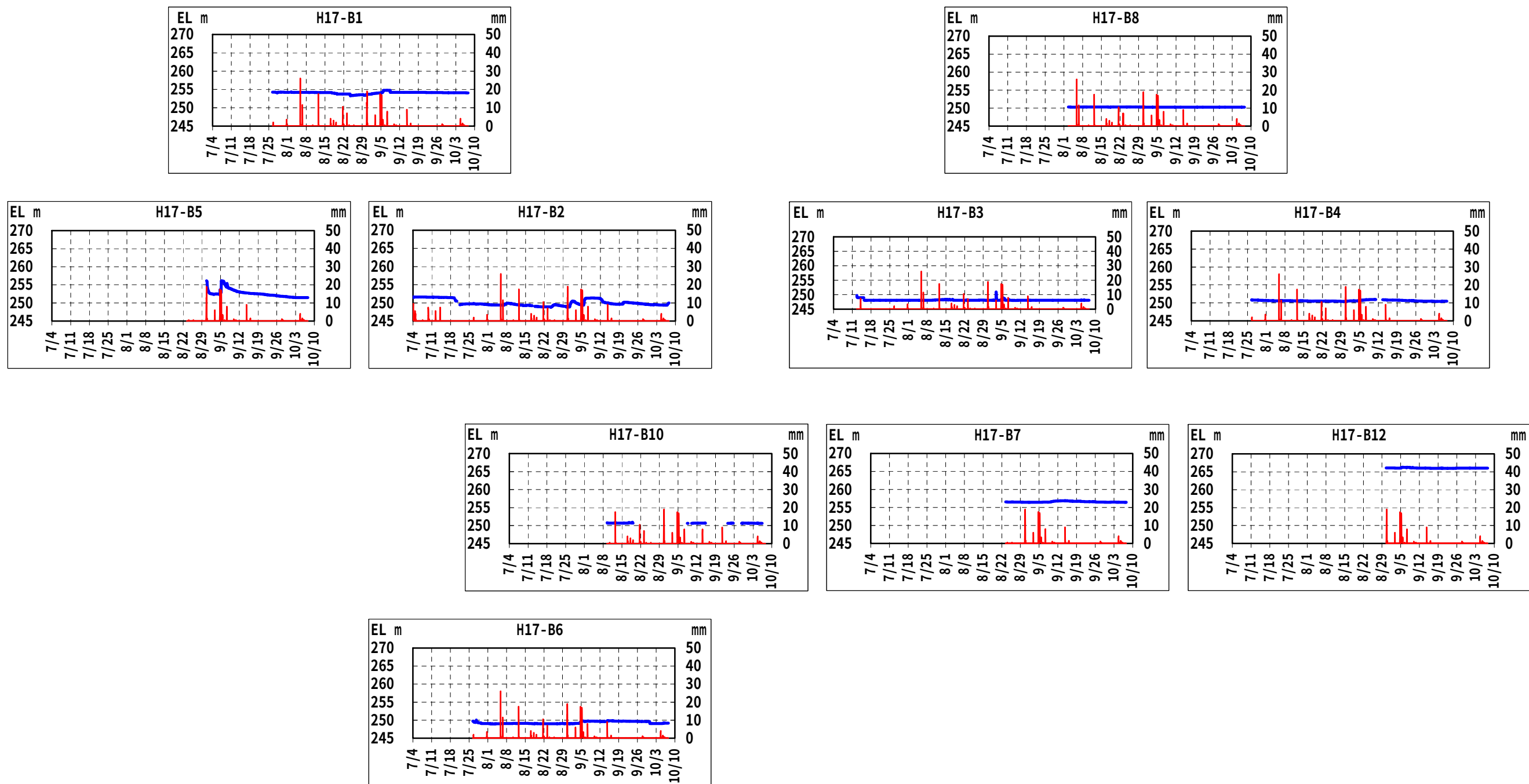


図-7 水位変動図

②簡易 pH 結果の変化

図-8（新規調査）により、全体的にH17の方が酸性の部分が多いが、盛土底部のpHは、中性に近づく傾向を示す（まる部分）。

なお、B2、B3では、地下水のある盛土底部付近が中性を示し、徐々に残留した硫酸イオンや金属が減少しているものと見る事ができる。

全体的に H17の方が酸性の部分が多い
覆土前に降雨浸透で生じた酸性物質が覆土後も付着している状況を示すものと考えられる

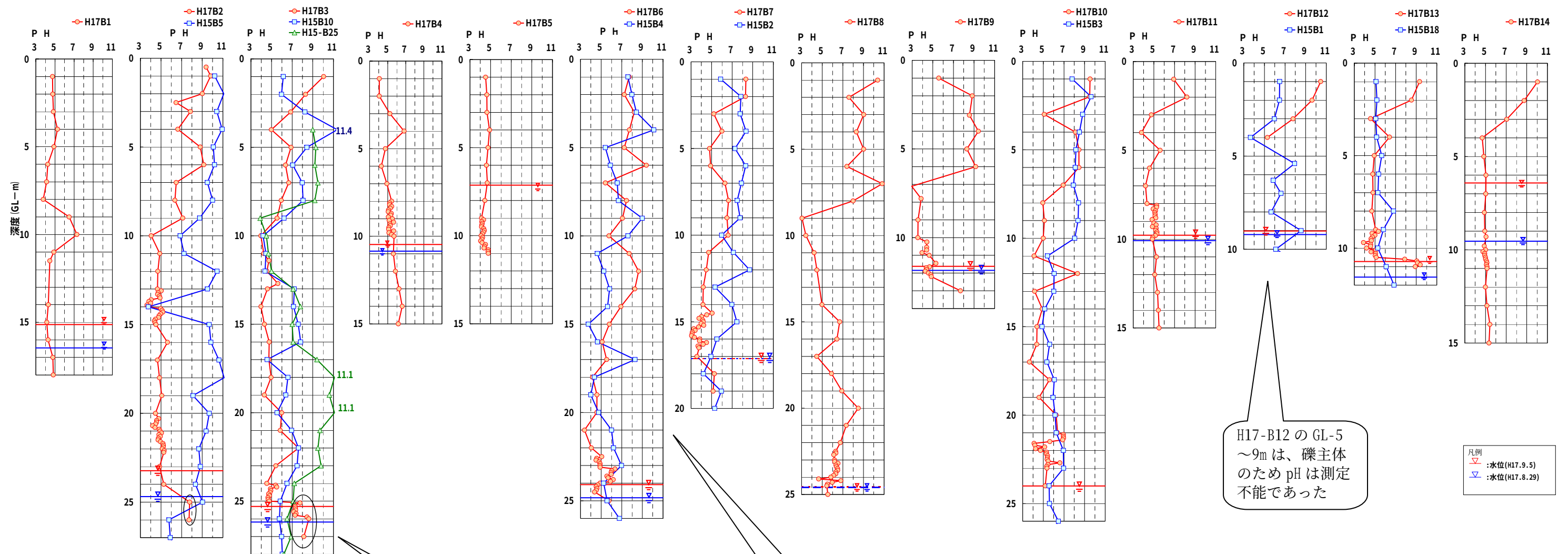
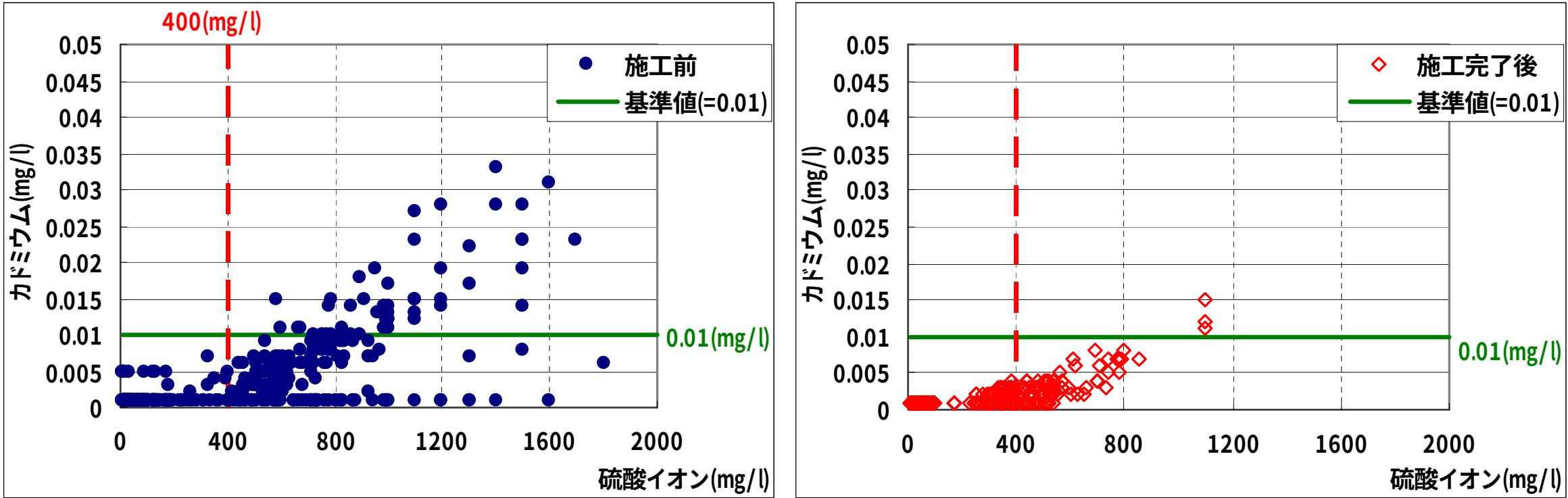


図-8 ボーリング調査の簡易 pH 試験結果（H15 と H17 の対比）
図では、新盛土底面までの状況を示している

③水質の濃度変化について

覆土前と比べて、覆土後は硫酸イオンと重金属の関係グラフのばらつきが少なくなった。
覆土後は、硫酸イオンで 1000mg/L 以上で、カドミウムは基準を超過するようになった。
覆土前後で硫酸イオンと重金属濃度の関係に変化が生じており、これは覆土前は土中の黄鉄鉱と降雨による土中への浸透水との反応の結果が濃度変動を大きくしていたが、覆土後の現在は、濃度の定まった過去の生成物が地下水により一定量ずつ流出してくるため、変動が小さいものと見る事ができる。したがって土中で生じていた化学反応は概ね終了している。



(覆土施工完了後は H17.1.24 からとした)

図-9 覆土前後の硫酸イオンと重金属の関係のばらつき（定期観測データ）

強雨時に水質が悪化するメカニズムについて（考察）

これまでの観測や調査から、強雨時に水質が悪化するメカニズムとしては、図-10 が考えられる。
現在、調査ボーリングや観測を行なって、これら要因や現象の検証を進めている。今後も観測を継続し、原因について継続的に検討していく。

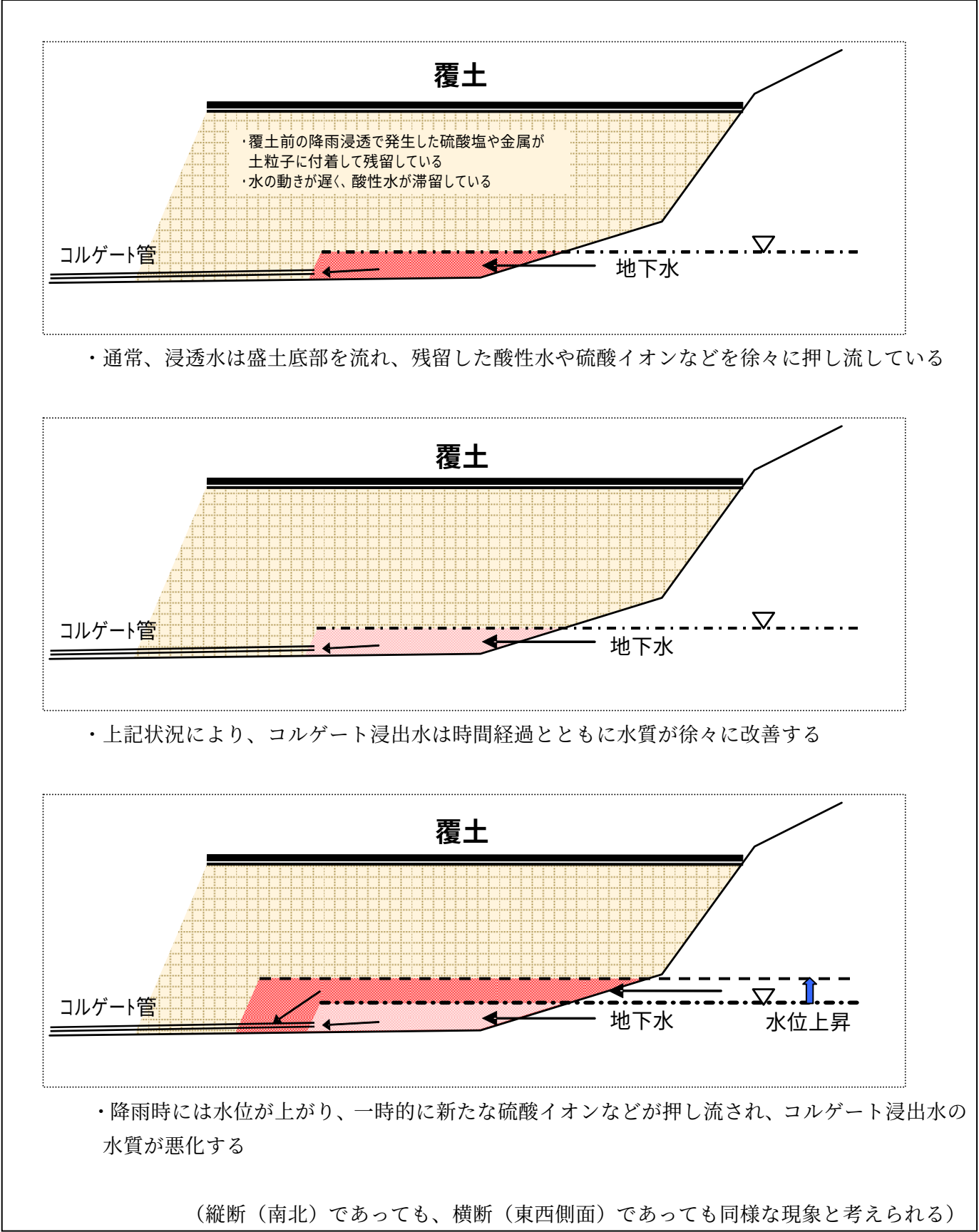


図-10 降雨時に水質が悪化する要因

2.3 盛土部での降雨浸透について（西ブロックの要因について）

コルゲート東西の水質観測での 3/22 からの降雨で、東ブロックは水質が低下しなかったが、西ブロックでは水質の低下がみられた。7/1 の降雨時に現地踏査を行った結果、次のような状況がわかった。

西ブロックの南側では、強雨時に外周側溝から溢水し、盛土への地下浸透が生じたと見られる。また、強雨時の観測データで、著しい浸出水の増加が見られた。（図-11）

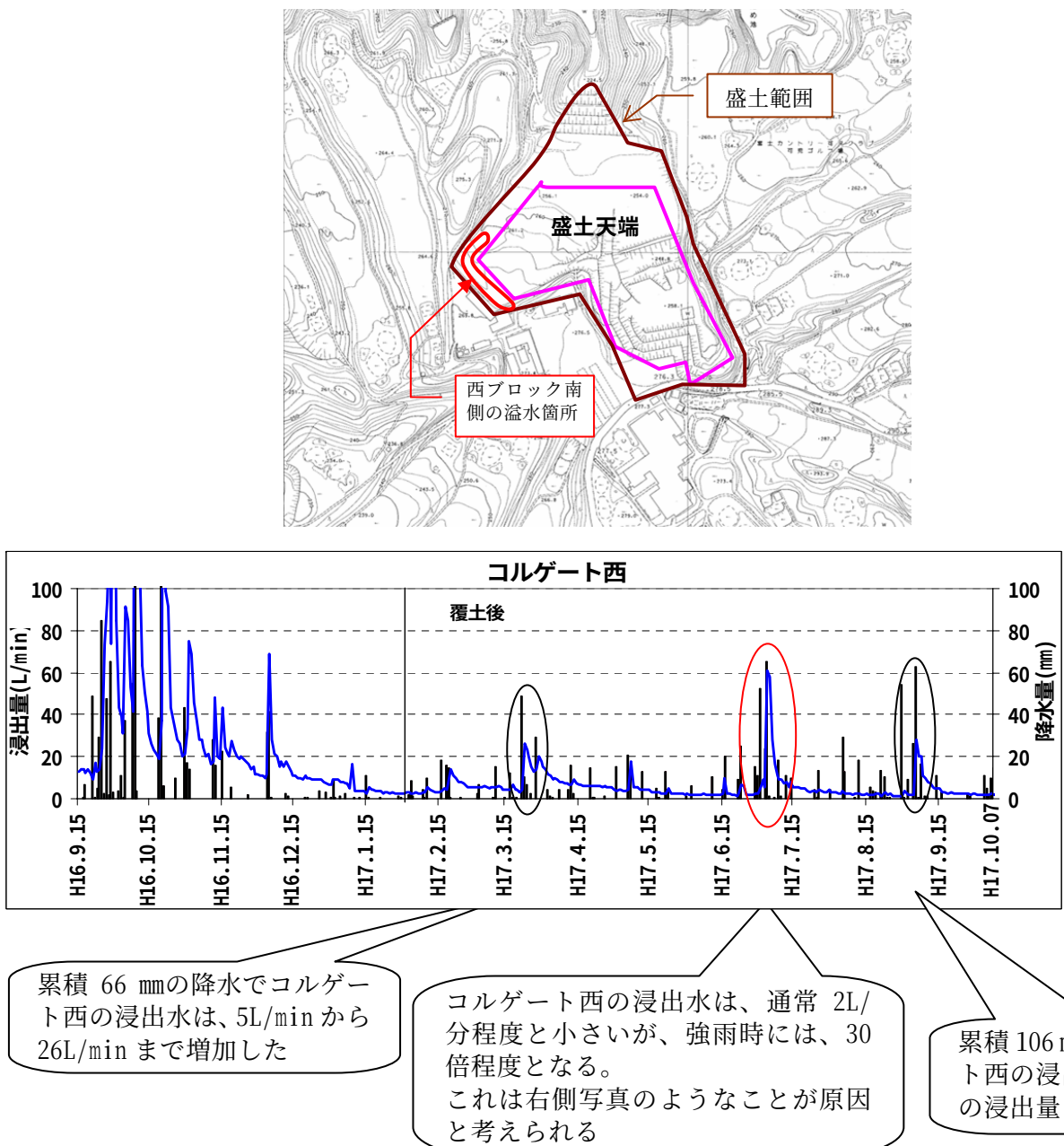
この特異的な浸透水で、硫酸イオンが上昇したことがコルゲート西の水質劣化の原因である可能性がある。

これに対して、西ブロックでは、次のような対策を講じてきている。

・道路沿い側溝の補修

これらも踏まえて、西ブロックについては、引き続き観測を継続することで原因の検討を続ける。

また、コルゲート西の硫酸イオンの変動が少ないことは、西ブロックからの浸出量が少ないため、残留分の洗い流しが進んでいないことや、移動速度が遅くために濃いものが出てくるといったことが考えられる。



道路沿いの側溝などの補修



図-11 西ブロックでの降雨時の水の挙動と対応

3. 今後の定期定点観測における観測項目及び監視地点

有害物質

環境基準のシアン，六価クロム，アルキル水銀は、検出されていない。
これは人工的な化合物で存在しないためである。

また、有機化合物である陰イオン界面活性剤と非イオン界面活性剤についても、
人工的に製造された物であり、盛土に由来するものではない。

有機汚濁に係る項目

BOD，COD，T-N，TOC，DOは、問題のない水準で推移している。
滝ヶ洞溜池からの流入水も反映した、当該地域の一般的な水質である。

その他の項目

重炭酸イオン，酸消費量

pHの変動を見るための項目であったが、特段の推移はない

結論

第7回対策協議会で検討したように、これら12項目は、水質項目から除外する。

下流側地点の水質

大萱黄瀬戸橋，小淵溜池の水質は、新滝ヶ洞溜池放流の水質と変化はない

結論

第7回対策協議会で検討したように、これら2地点は、観測地点から除外する。

表-2 今後の定期定点観測地点及び水質観測項目

観測地点 7地点	コルゲート東、コルゲート西、プラント原水、プラント処理水、 調整池放流、新滝ヶ洞溜池流入、新滝ヶ洞溜池放流
観測項目 19項目	pH、硫酸イオン、カドミウム、鉛、ヒ素、総水銀、セレン、ホウ素、 フッ素、銅、亜鉛、アルミニウム、カルシウム、ナトリウム、 塩素イオン、全鉄、全マンガン、電気伝導度、浮遊物質

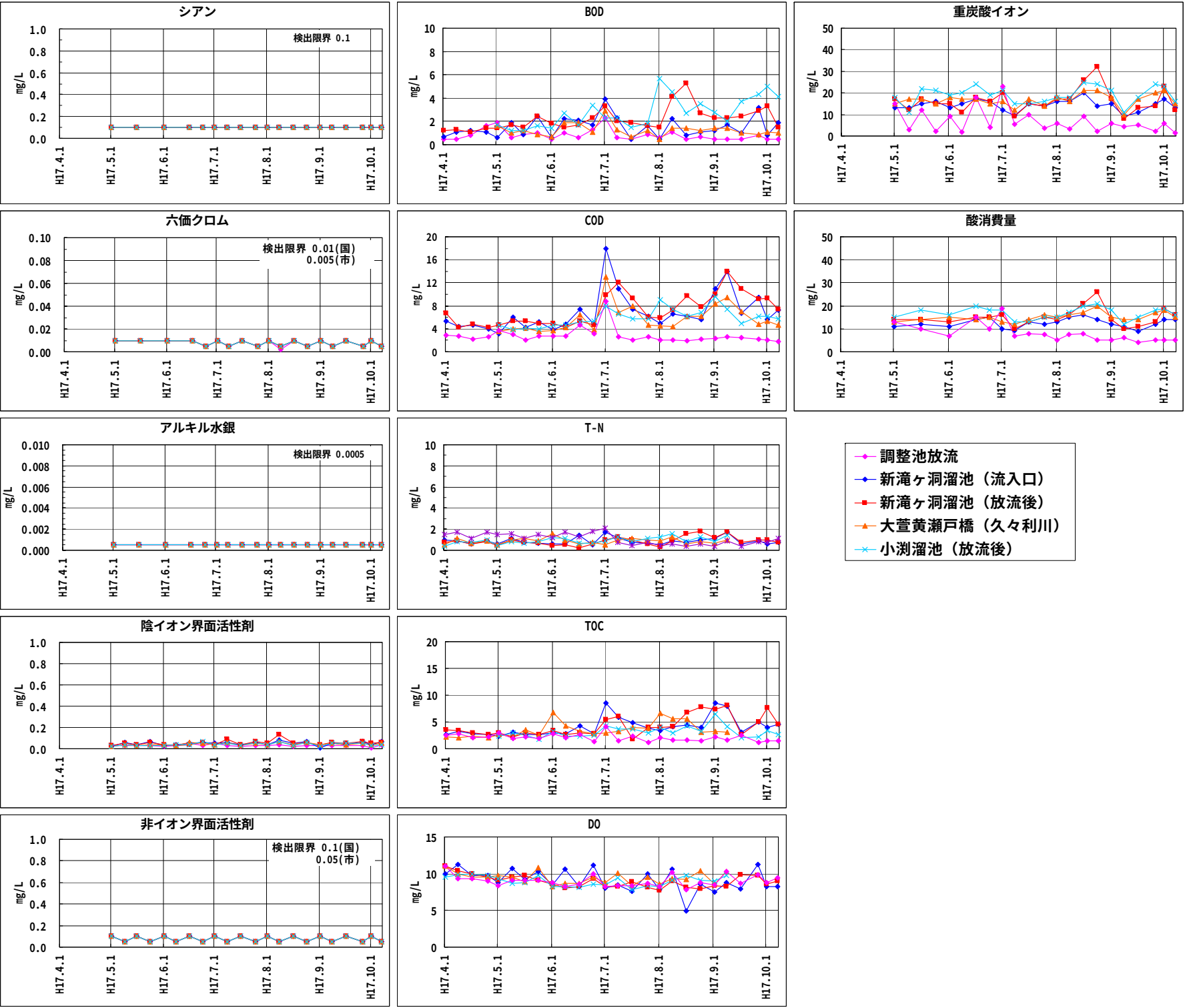


図-12 観測データの状況

4. 水質基準値（暫定）の設定について

4.1 水質監視項目の検討

水質監視項目は、盛土（黄鉄鉱）に起因する項目について検討を進める（表-3）。人工的な有害物質と生活環境に係る項目については、検討対象から除かれる。

表-3 水質項目の検討

水質項目	項目	検討の概要
重金属等の有害物質	カドミウム	環境基準の項目であり、項目として設定していく
	鉛	
	砒素	
	総水銀	
	セレン	
	ホウ素	
一般金属などの項目	フッ素	農業用水項目は、利水地点での水質を考慮すると、監視地点での検証が必要である
	銅	
	亜鉛	
	電気伝導度	
	アルミニウム	自然的存在程度であるものが多い。また、当該地付近には金属鉱床鉱区があり、銅,鉄,マンガンは自然的に存在する。このため、基準値の設定は行なわない
	カルシウム	
	ナトリウム	
	塩素イオン	
	鉄	
酸性水に関する項目	マンガン	自然的にも変動があり、目安として見ていく
	浮遊物質(SS)	
	pH	
	硫酸イオン	変動があるので目安とする。現場で測れる電気伝導度について監視地点で評価していく

4.2 水質監視地点の検討

水質監視地点は、盛土浸出水が全て合わさったもので、残土処分場の集水範囲全体からの排水水を監視対象とするために、調整池放流地点を監視地点とする。（図-13）

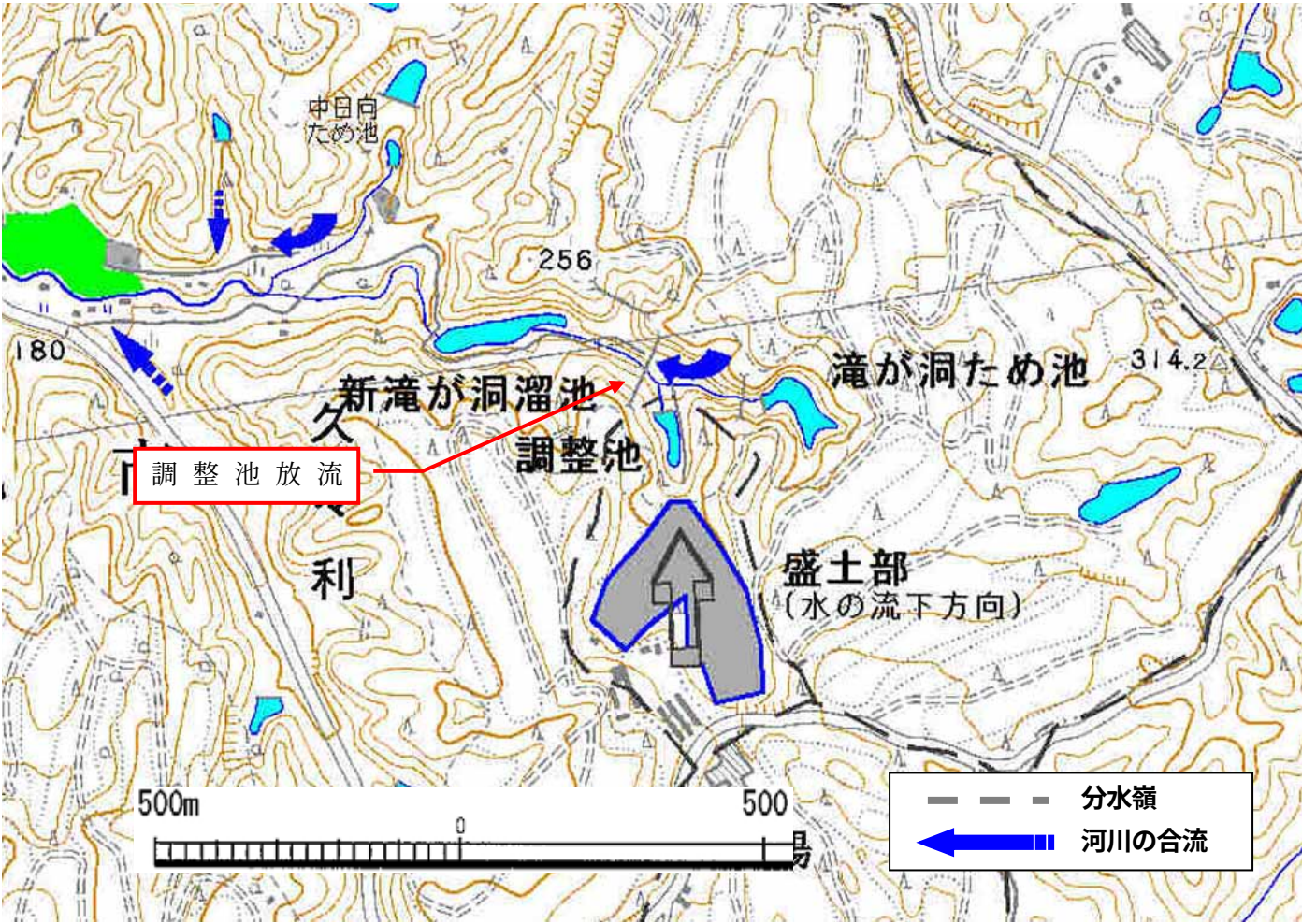


図-13 監視地点の整理

4.3 重金属の基準値の検討

重金属については、環境基準値を適用する。
重金属の基準値を評価するため、最も水質的に厳しいと見られるコルゲート東の水質で見ても、ほぼ基準を超過することはなく、平均的には環境基準を下回っている。(表-4)

表-4 コルゲート東の水質と環境基準値（覆土完了後 H17/1/24～H17/9/26）				
項目	環境基準 (mg/L)	観測値での最大値	発生日	平均値
カドミウム	0.01	0.007	H17/7/8	0.003
鉛	0.01	0.018	H17/3/16	0.006
砒素	0.01	<0.005	-	<0.005
総水銀	0.0005	<0.0005	-	<0.0005
セレン	0.01	<0.005	-	<0.005
ホウ素	1	<0.1	-	<0.1
フッ素	0.8	1.3	H17/7/8	0.50

” < ” は〇〇未満であり、検出限界以下を示している

評価
これまでの室内分析結果では、鉛とフッ素に環境基準の超過が認められるが、環境基準が規定する年間平均値としては、降雨時の値を含めて環境基準は達成されるものと見られる。
ここでは、環境基準を暫定基準値とし、調整池放流試験で監視地点での確認を行なう。

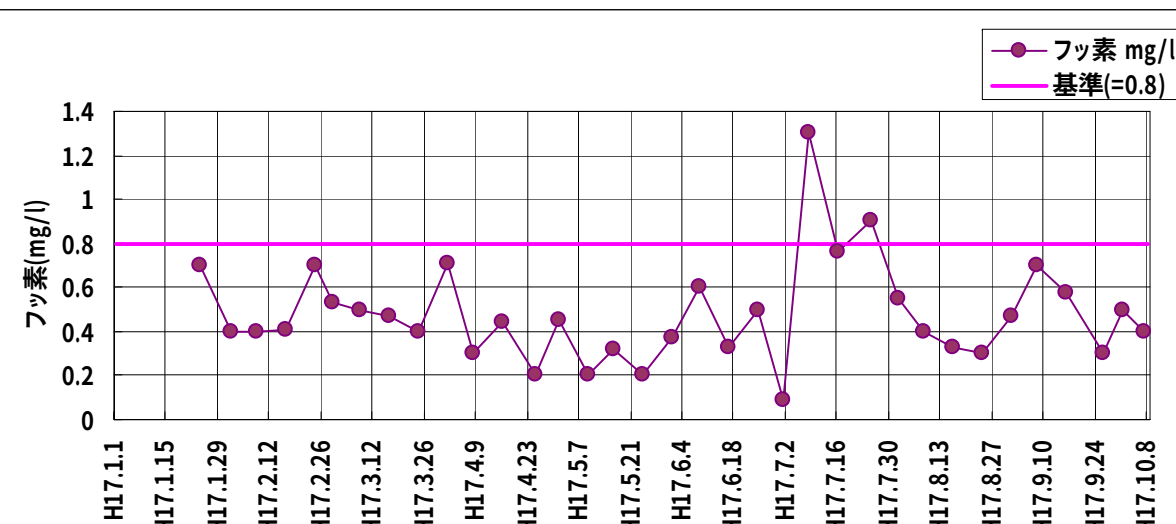
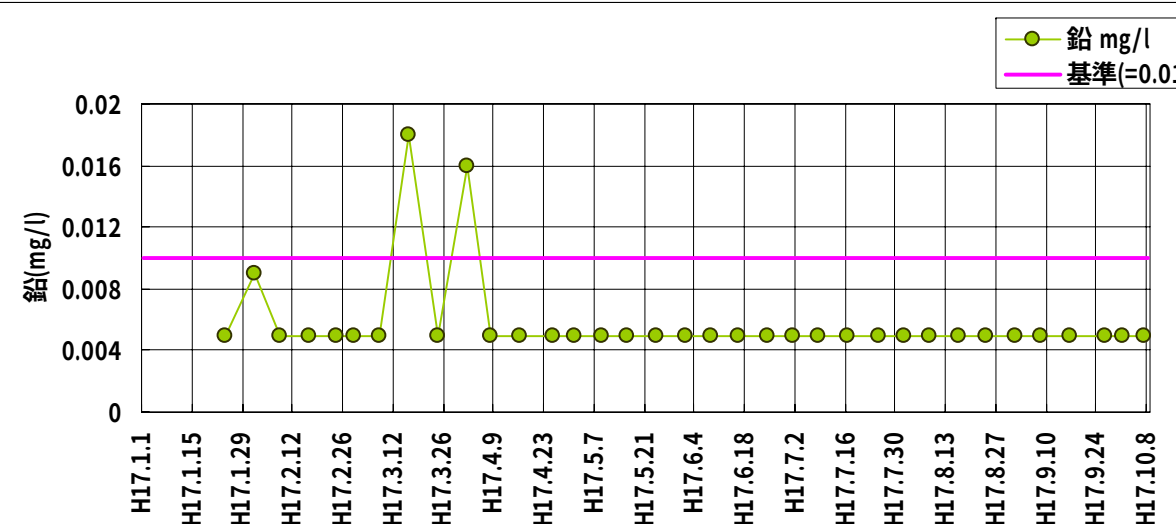
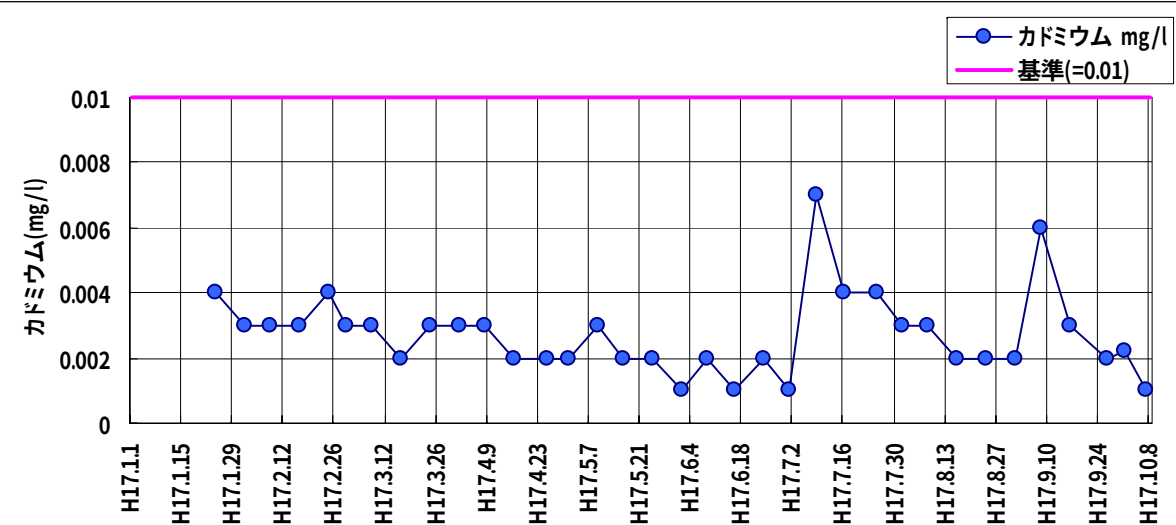


図-14 覆土工施工後の重金属の状況（コルゲート東）

4.4 酸性水に関する基準値の検討

監視基準とする重金属は、室内分析を行なわないと結果が得られないことから、現場で計測できる項目での基準として、酸性水に係る項目を検討する。

○pH

pH は、水中の水素イオン濃度を表している。酸性水の場合、硫酸、塩酸、硝酸、炭酸等の存在で酸性を示している。これらは金属と結合して塩類となれば中性である。これが pH を一定に保とうとする緩衝作用となることもある。また、炭酸については、空気中の炭酸ガス濃度の影響などによっても pH が変動する。このように、pH は混在しているイオンの状態で変動する。この状況は、これまでの観測値でも見ることができる（図-15、図-16）

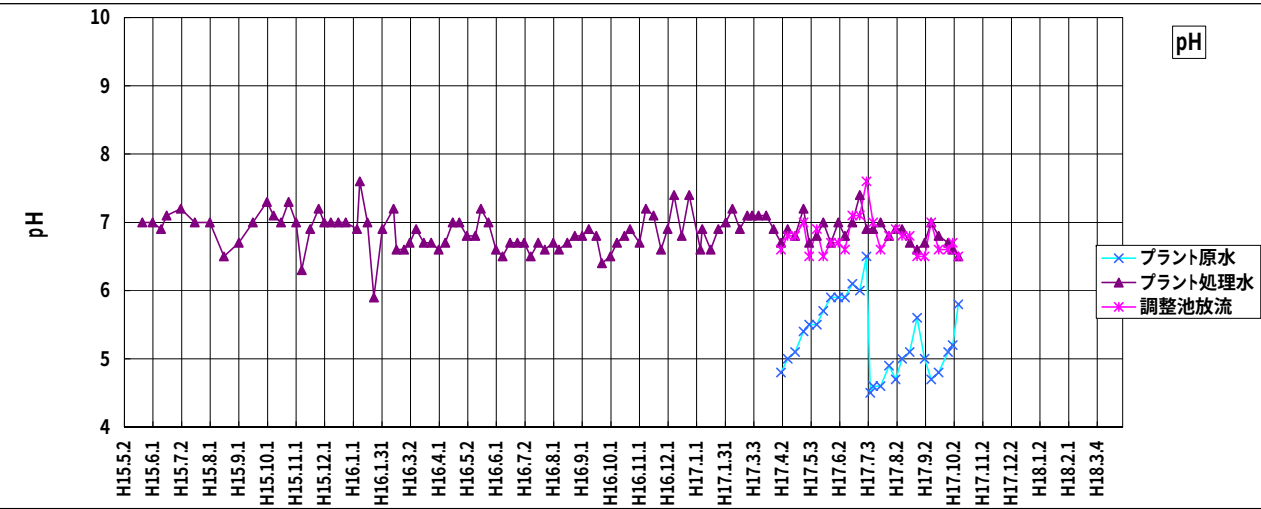
さらに調査地域では、久尻の沢水のように、低い pH の自然水も確認されている。（表-5）

以上のようなばらつきをもつため、pH を絶対的な監視指標とすることは難しく、目安として考える。

評価
不安定であるため、pH 値を絶対的な監視指標とすることは難しく、目安とする。
排水基準や生活環境基準などを参考に、pH5.8 を目安とする。
調整池放流試験で、監視地点での値を検証する。

表-5 周辺で pH の低い自然水の例

地点	pH
土岐市久尻（沢水）	4.9
可児市大須ヶ洞（左側の谷水）	4.3
可児市鉾ヶ谷	5.2



pH は常時、1～1.5 程度の変動をしている
図-15 観測での pH 変動

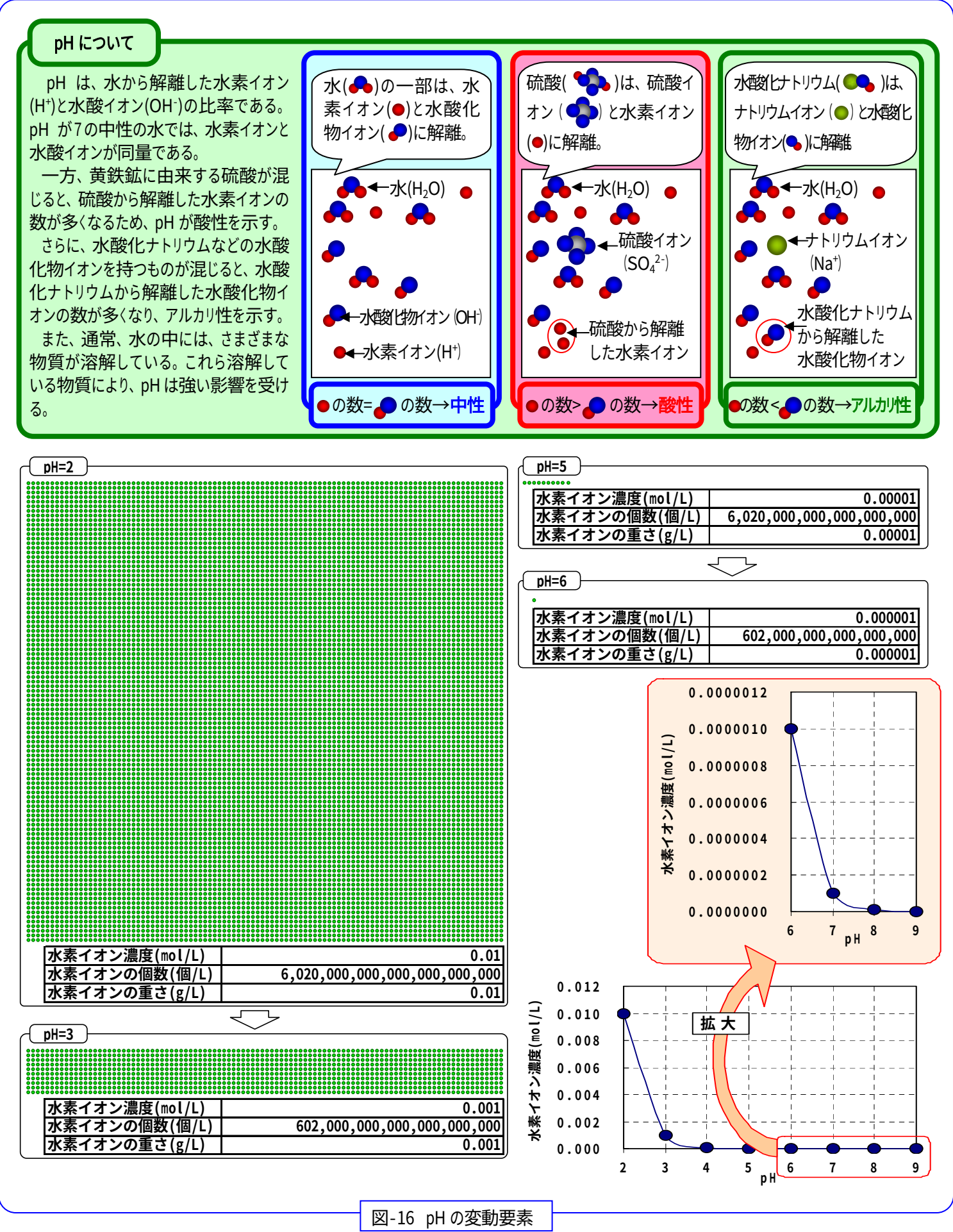


図-16 pH の変動要素

○硫酸イオン

水質異常発生当時は、硫酸イオン自身の有無の影響よりも土中での化学反応状況の指標として硫酸イオンを観測していた。

さらに、化学変化の結果を表す硫酸イオンと重金属濃度の関係に着目し、覆土工の効果検証の目標としてきたが、図-14 に示すように、覆土工の前後では、以下のように関係性に変化が現れた。

1. 覆土前は硫酸イオンと重金属の関係にはばらつきが大きかった
2. 覆土後はばらつきが小さくなった
3. 硫酸イオンと重金属の濃度関係が覆土の前後で変化してきている

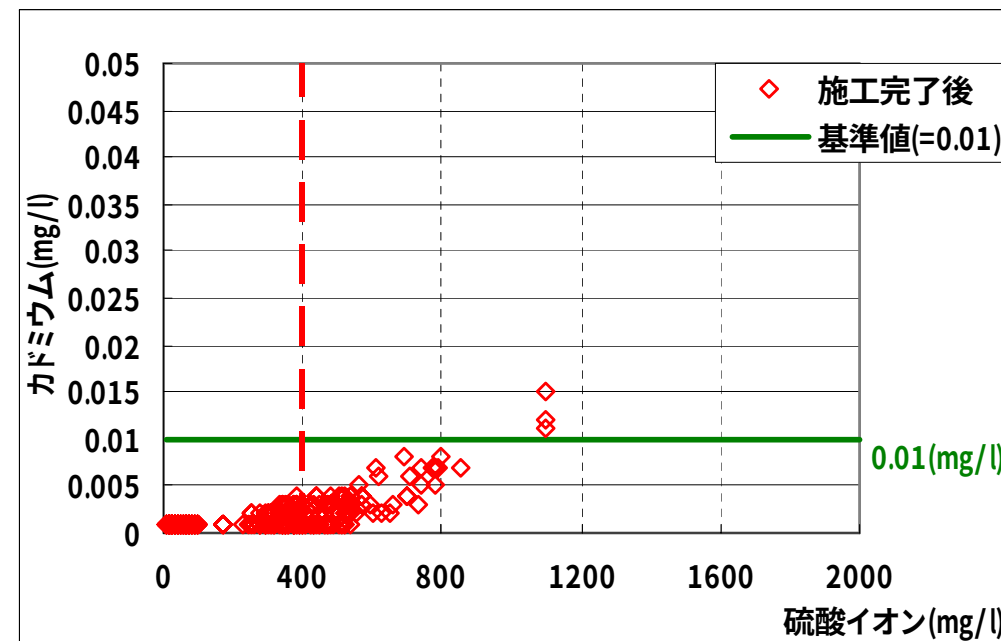
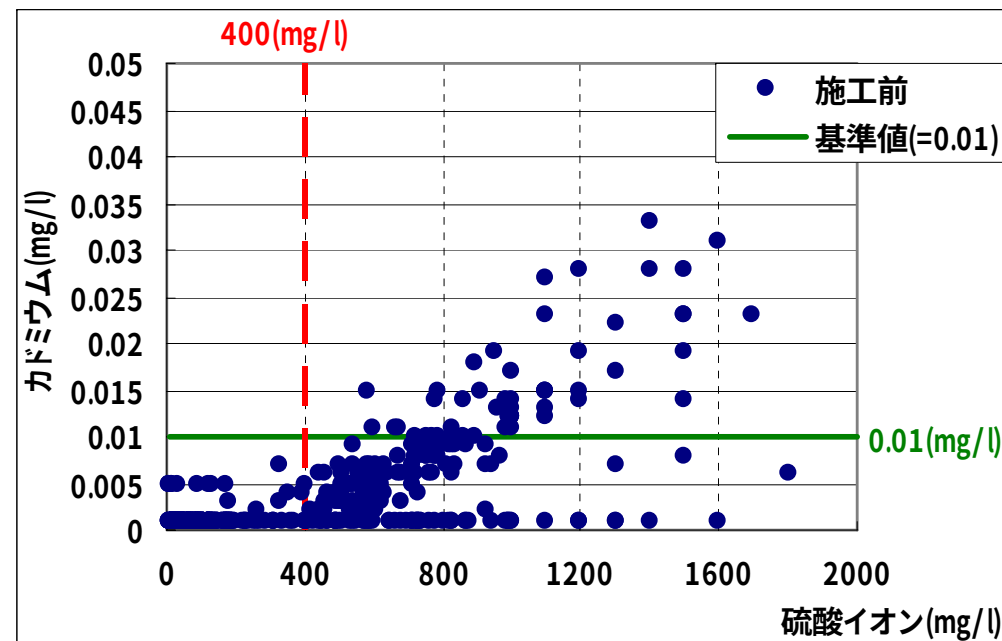
従って、硫酸イオンは、絶対的な監視指標には適さない。このことから、硫酸イオンは、目安値として管理する。

また、硫酸イオンは、現場計測機器がなく、室内分析が必要なため、その場で状況が判る値としての指標が必要と考えた。ここでは、硫酸イオンの代わりに現場で測定できる値として、電気伝導度を併用する方向で検討を行なう。両者の相関性は高いので（図-18）、この点に注目して、調整池放流試験で、監視地点の硫酸イオンと電気伝導度の関係を整理し、電気伝導度の指標性を検討する。

評価

すでに化学反応がおさまっているとみられ、ばらつきもあるため、硫酸イオンは絶対的な監視指標には適しておらず、従来と同じように目安値として扱っていく。

また、硫酸イオンと相関性の高い電気伝導度の併用について検討を進める。



覆土施工完了後は H17.1.24 からとした

図-17 カドミウムと硫酸イオンの関係

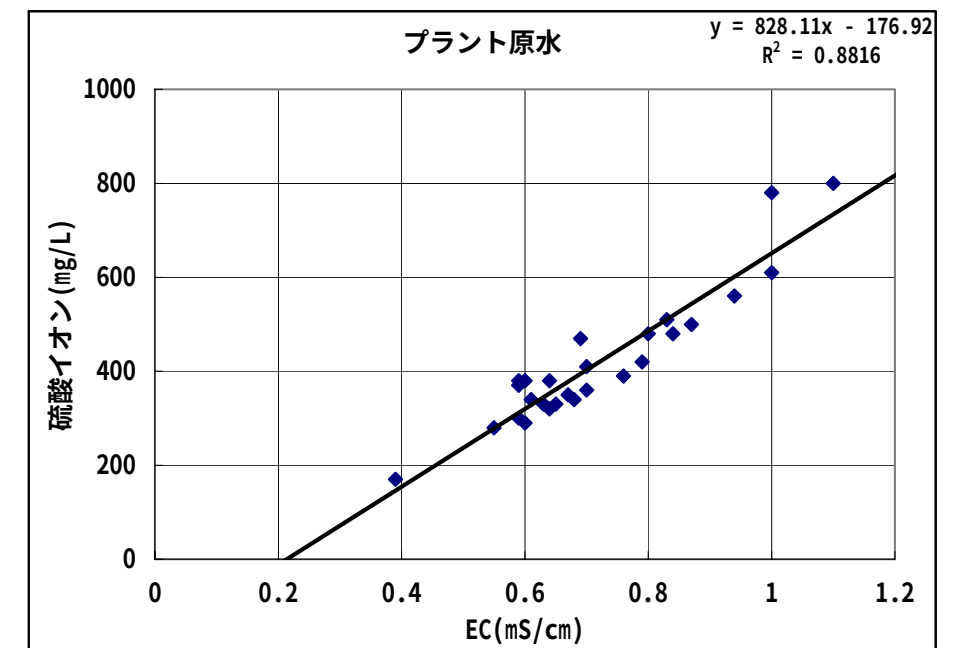


図-18 硫酸イオン濃度と電気伝導度の関係（プラント原水）

4.5 金属等の基準値の検討（農業用水基準に係る項目－電気伝導度、銅、亜鉛）

図-19 に示すこれまでの観測データから、次のことが判る。

- 1.農業用水の利水地点である新滝ヶ洞溜池放流では、ほぼ一定の水質を示している
- 2.プラント処理水から新滝ヶ洞溜池放流地点の間では濃度変化が生じている
- 3.新滝ヶ洞溜池放流地点でみると、現状でも電気伝導度は概ね 0.3mS/cm を下回っており、基準を満足している。

この点から、利水地点での水質を検討した結果を以下に示す（表-6）。

- 1.新滝ヶ洞溜池放流地点とプラント処理水の濃度を比較すると降雨がなく濃度が低いときで 4 倍程度濃度が変化する
- 2.新滝ヶ洞溜池放流地点とプラント処理水の濃度を比較すると降雨により濃度が高くなったときで 6～8 倍まで濃度が変化する
- 3.新滝ヶ洞溜池放流地点で農業用水基準を満足する調整池放流水の濃度は、一定の濃度まで、許容されることが考えられる

なお、現状では、銅、亜鉛などの金属は、プラントで排除されており、現状では濃度変化について比較することができない（図-20）。これらについて、調整池放流試験において検証を進め、その結果で、農業用水項目について監視が必要かの判断を行なう。

結論

銅、亜鉛等の金属は、調整池放流試験において検証を進める。

表-6 濃度変化を考慮した放流水質の検討

基準項目	単位	農業用水基準	プラント処理水～新滝ヶ洞溜池放流地点間での濃度の変化	調整池放流付近を起点として、想定される濃度変化率	25%(1/4 倍)の変化を前提とした限界濃度
銅	mg/L	0.02	プラント処理で不検出が多く現状では比較できない		0.08
亜鉛	mg/L	0.5			2.0
電気伝導度	mS/cm	0.3	およそ 4 倍	25%	1.2
		新滝ヶ洞溜池放流で必要な水質			調整池放流位置で必要な水質

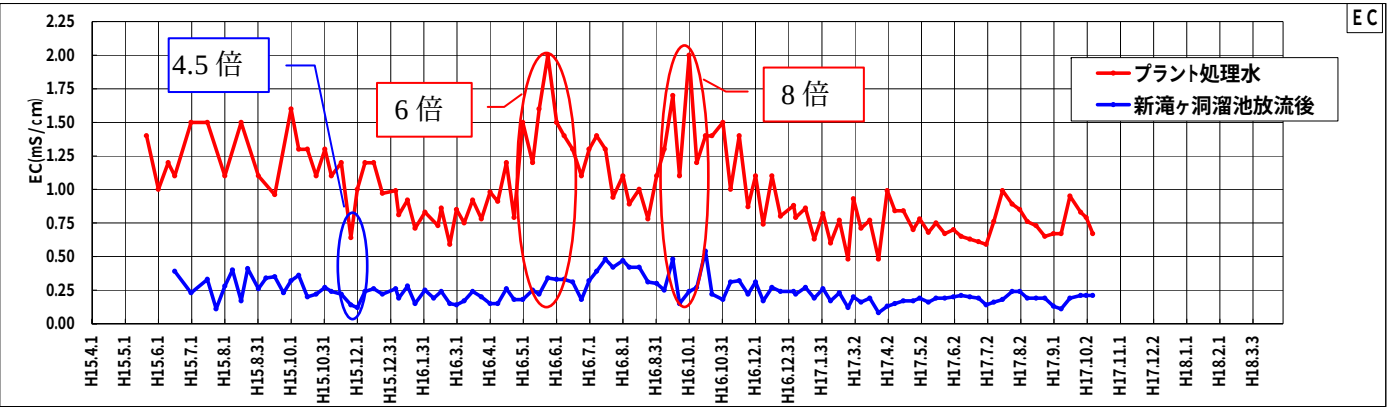


図-19 利水地点までの水質変化

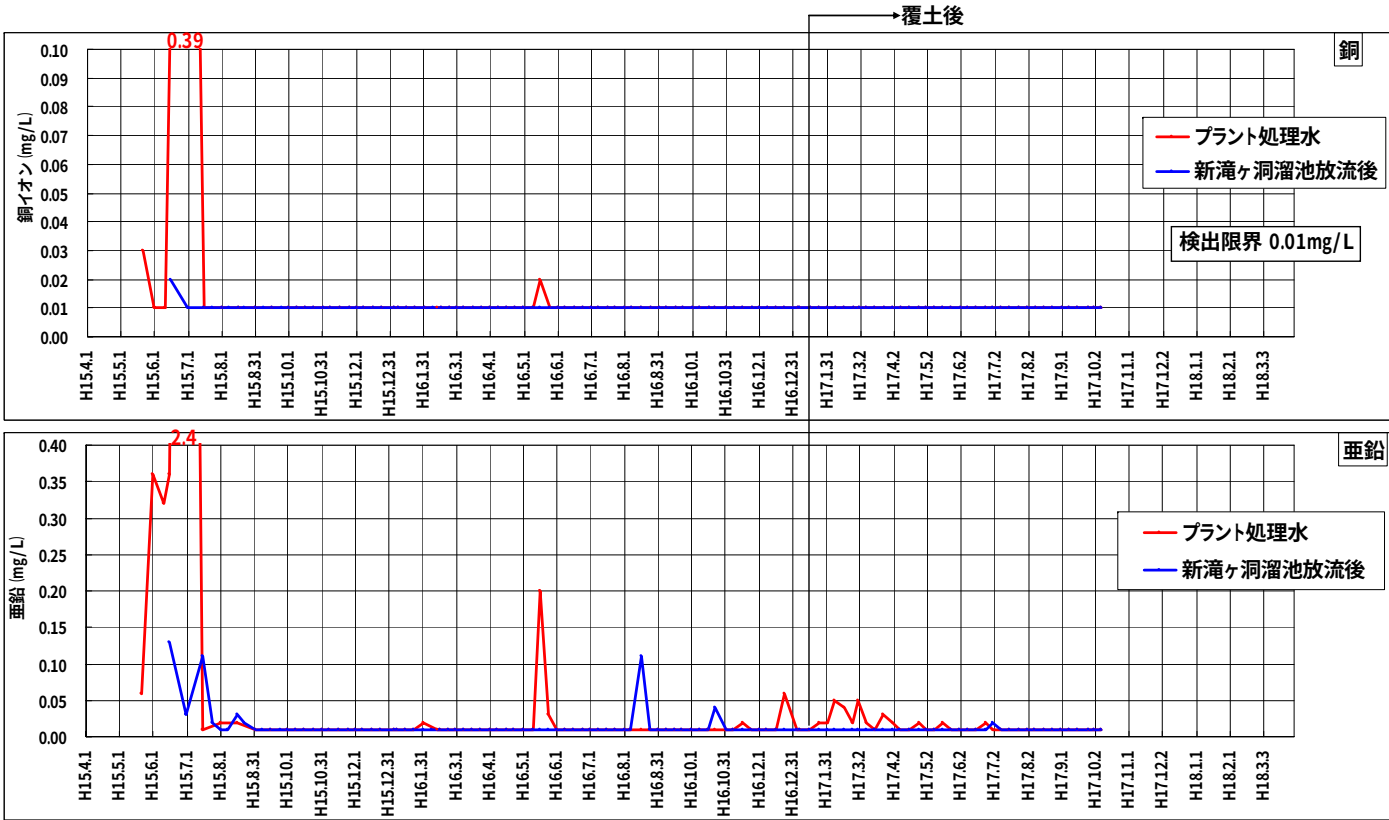


図-20 金属の水質変化

4.6 水質基準値（暫定）案

ここまでの検討から、調整池放流試験を進めるための暫定的な水質基準値を提案する。（表-7）
監視地点は調整池放流水とする。

表-7 水質基準値（暫定）案

	項目	値	備 考		
暫定基準値 (mg/L)	カドミウム	0.01	[参考]	0.01	人の健康に係る項目であり、環境基準を参考に、暫定基準値とする
	鉛	0.01	暫定基準値 (mg/L)	0.01	
	砒素	0.01		0.01	
	総水銀	0.0005		0.0005	
	セレン	0.01		0.01	
	ホウ素	1		1	
	フッ素	0.8		0.8	

目安値 (mg/L)	pH	5.8	-	ばらつきがあるため、目安値とする
	硫酸イオン濃度	放流試験で電気伝導度の適用を検討		電気伝導度で監視していけるかを検討していく

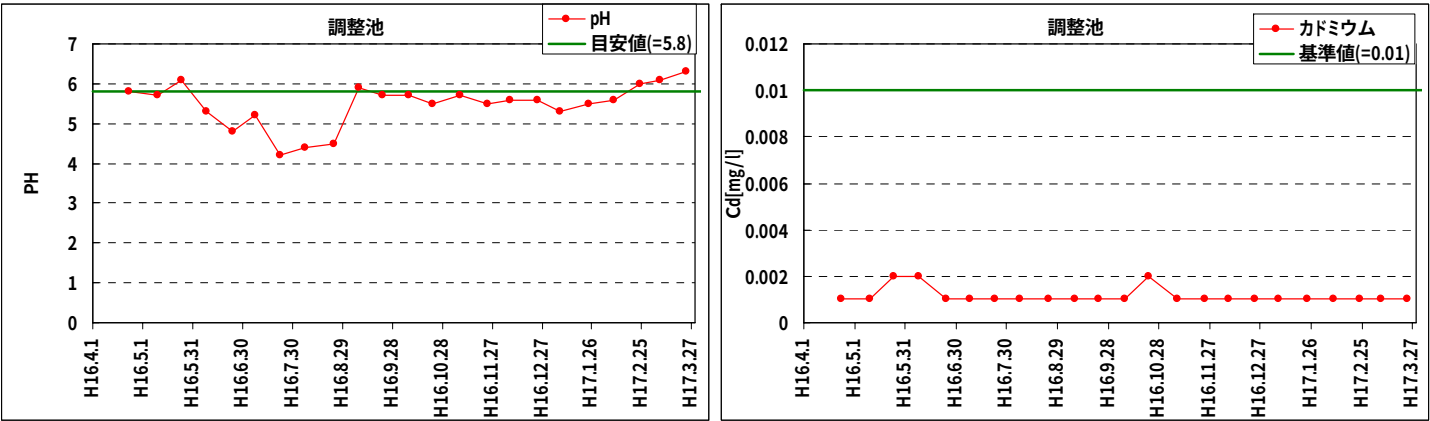
農業基準 (mg/L)	銅	放流試験で検証		調整池放流地点から、利水地点である新滝ヶ洞溜池放流地点での値の変化を、放流試験で検証していく
	亜鉛	放流試験で検証		
	電気伝導度	放流試験で検証		

この暫定基準値を参考に、次項で述べる調整池放流試験で、監視地点の水質を観測し、基準値の検証を進める。ここでは従来の観測も継続して、その他の水質項目においても検討結果の確認作業を行なう。また、硫酸イオン濃度については、現場測定可能な電気伝導度での評価について検討を進める。

5. 調整池放流試験について

調整池については、その底質について重金属汚染等の問題がないことが確認されていたが、平成 16 年 3 月に底質を除去した。この点から、調整池を通過する形で放流することに問題はない。

また、調整池の水質においても、重金属などで異常は生じていない。(図-21)



カドミウムは不検出(定量下限値 0.0001mg/L 未満) である時もあり、問題ない

他の重金属（鉛、砒素、水銀、セレン、ホウ素、フッ素）は不検出である

pH は閉鎖的環境となっているため評価が困難である

図-21 底質除去後の調整池の水質（平成 1 6 年度，可児市観測）

盛土部の表面水、浸出水（プラント処理水）は、現在は調整池を迂回し、調整池直下に放流されている。

これにより、貯留水の回転が少ないので調整池の水質が悪化する問題が生じていると見られる。

水質が安定していることと、調整池で重金属等の問題がないこと等から、現状の確認を目的として、雨水とプラント処理水の調整池への復元する試験を行なう。

方向性

雨水とプラント処理水の調整池への復元する試験を行なう。

元々の自然的な水の流れに戻した上で、監視地点とする調整池放流水の水質監視体制を検証する。

6. プラントの試験停止について

調整池放流試験での基準値等の検証を踏まえて、プラントの試験停止を提案する。

盛土浸出水については、プラント原水の観測値から推定すると、通常時には問題のない水質が確認されており、強雨時にプラントを稼働させれば問題ない程度の水質が確保されている。

プラント試験停止の運用水質の方向性	
プラントを停止する水質	プラントを停止し、調整池に放流できる安定した水質を示す
プラントを再運転する水質	調整池放流水の水質が劣化した場合（大雨など）

方向性
覆土工の効果で盛土浸出水の水量水質が改善されている。
プラント原水の水質が安定している時期を確認した上で、試験的な調整池放流とプラント停止を実施して、調整池放流水の水質を確認する。

調整池放流水の水質が安定的に推移すれば、プラントの恒常的な停止と監視体制への移行を行なう

最終的には、プラントを廃止し、調整池放流水のモニタリングを継続する