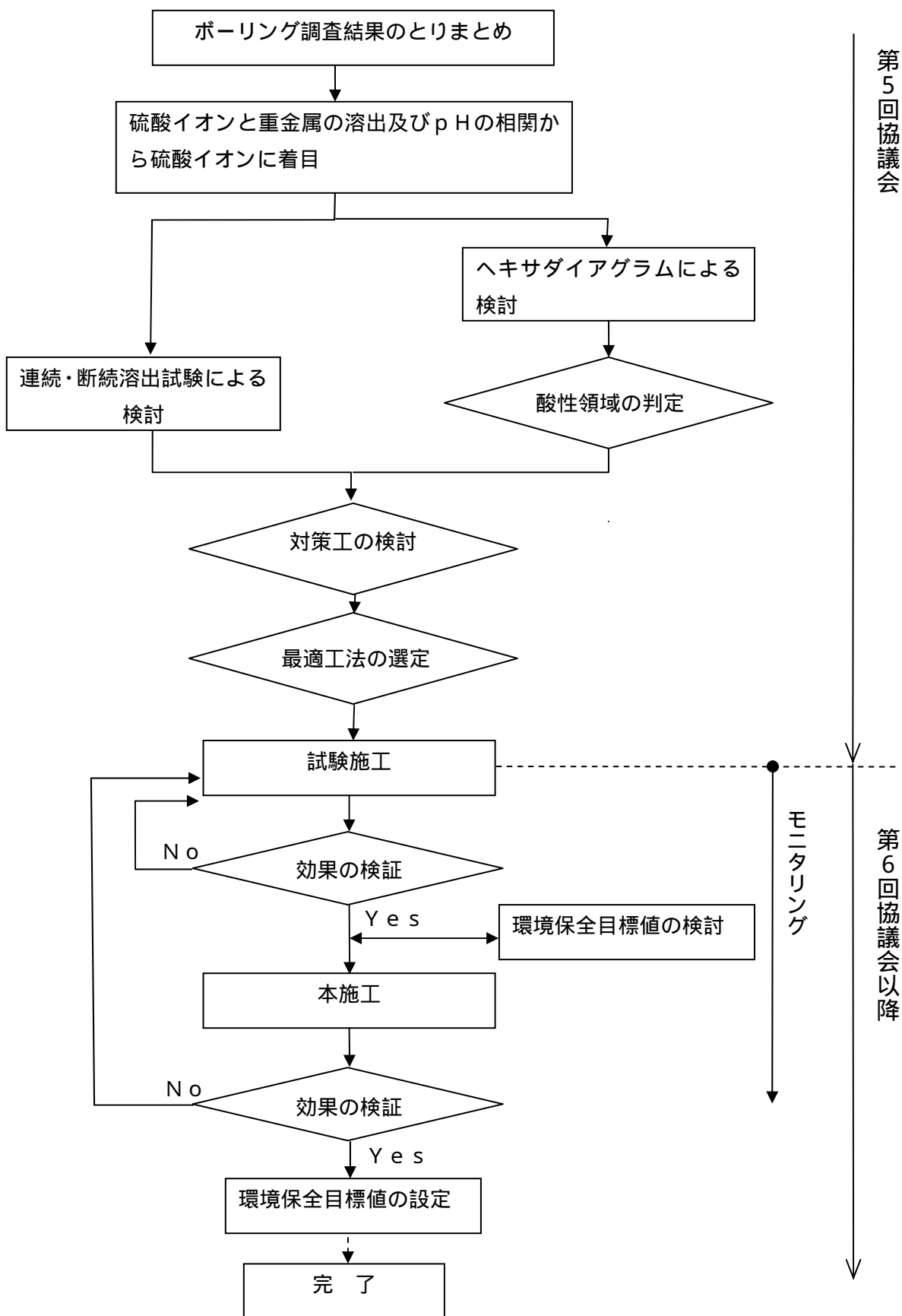


1. 対策工について

1-1. 第5回協議会及び今後の対策フロー



## 1 - 2 - 1 ボーリング調査結果のとりまとめ

### ( 1 ) これまでの調査結果

第 4 回対策協議会では、溶存酸素量から見ると、残土処理場天端で酸化反応が起こっており、のり面部では植生覆土の影響により、還元状態にあることを示した。

土壌簡易 pH 結果より、標高 260m 付近に酸性領域があることを示した。

土壌中の硫黄含有量、地下水の硫酸イオンを示した。

以上の結果を包括した図を図 1-2-1-1 に示す。

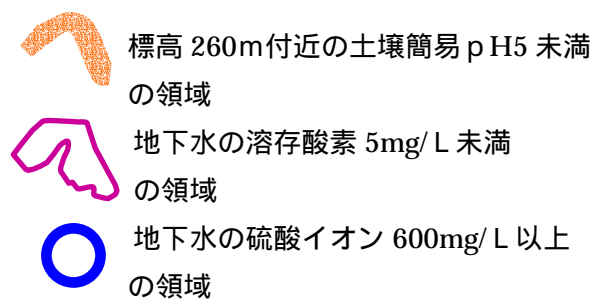
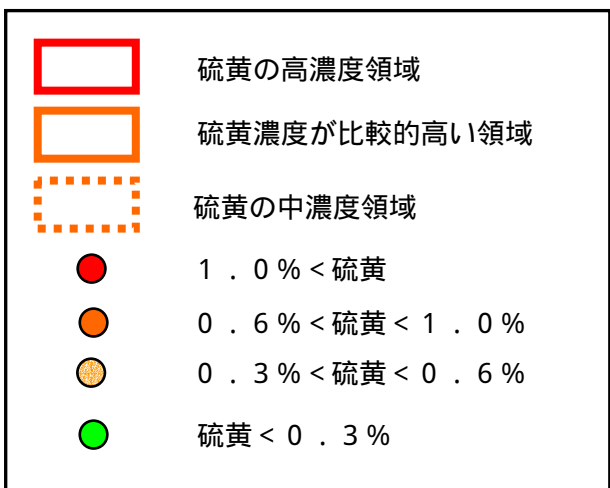
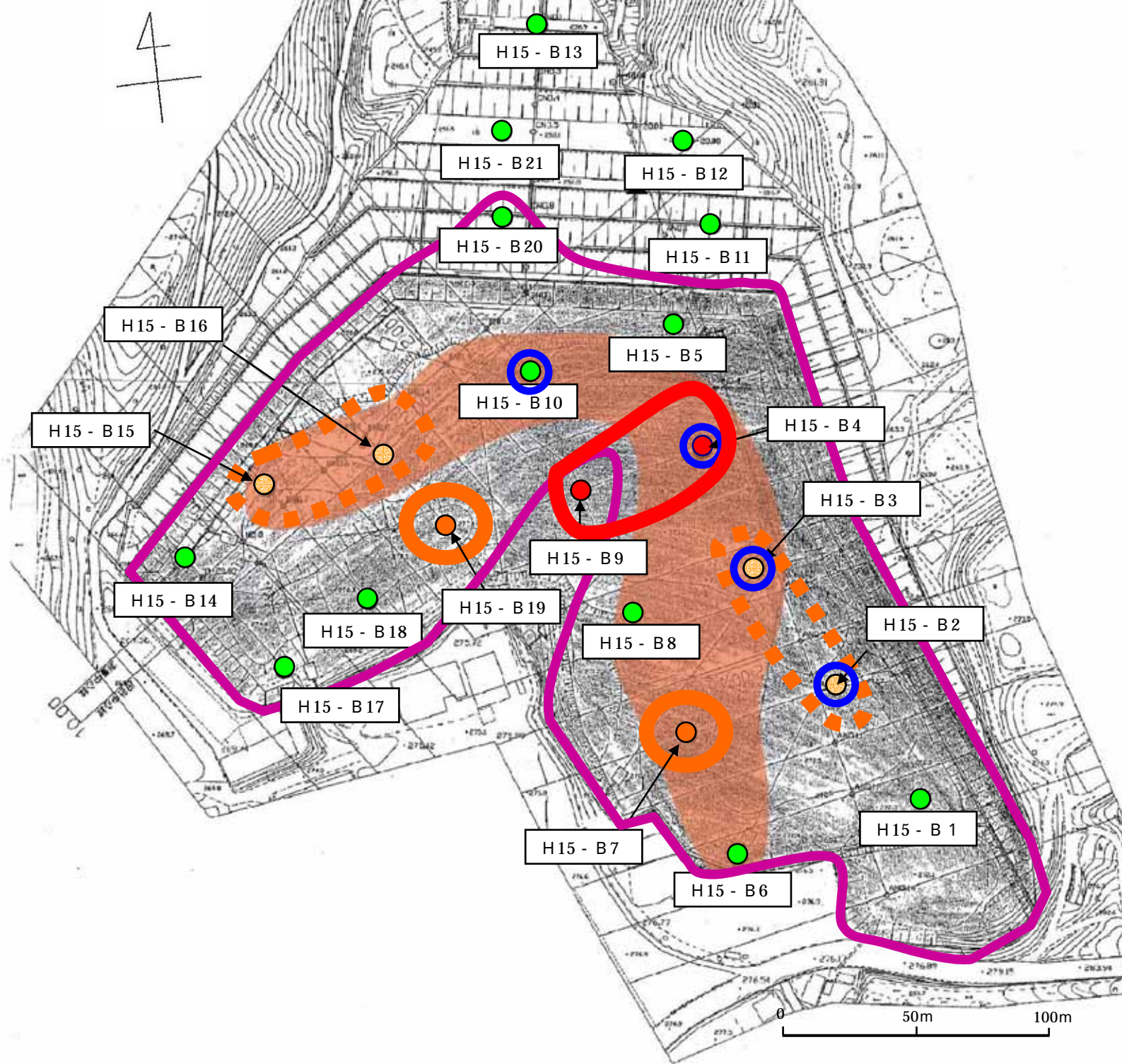


図 1-2-1-1 調査結果とりまとめ (縮尺 s = 1/2,000)

### 1 - 2 - 2 ボーリング調査結果に基づく検討

今までに得られた調査結果を基に、以下の項目について相互の関係について検討した。

重金属と硫酸イオンの関係

イオンとpHとの相関性

ヘキサダイアグラム

#### (1) 重金属と硫酸イオンの関係

これまでの水質観測データを整理すると、図 1-2-2-1 のように硫酸イオン濃度と重金属濃度の間に相関性があることが示される。いずれも、硫酸イオン濃度 400mg/L 程度から濃度は激減し、定量下限値以下となることがわかった。

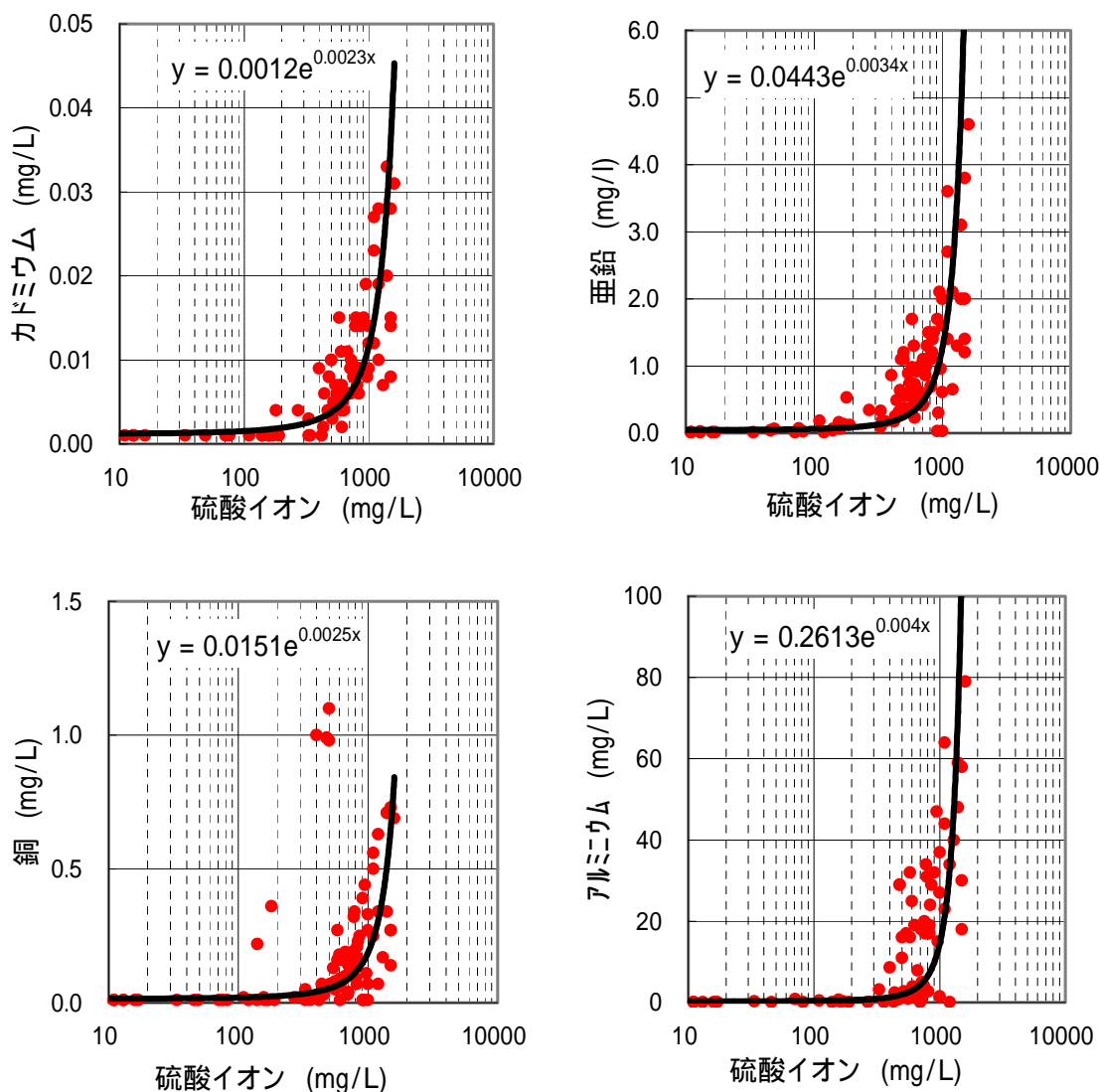


図 1-2-2-1 硫酸イオン濃度と金属濃度の関係

(2) イオンと pH との相関性について

残土処理場天端では酸化反応が、活発に起こっていることが把握できた。この中で、酸性要因となる硫酸イオン ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) およびアルカリ、中性要因となるカルシウムイオン ( $\text{Ca}^{2+}$ ), マグネシウムイオン ( $\text{Mg}^{2+}$ ) の差分に着目して pH との相関性を見ると、両者の間には、比較的よい相関性があることがわかった (図 1-2-2-2 参照)。つまり、相対的に硫酸イオンの多い箇所では、酸性水が発生し、pH が低下する要因になっていると考えられる。

これは、酸化状態にある残土処理場天端部分については、pH 値と硫酸イオンとの間に相関性が見られ、酸性水が出ている事実と符合する。

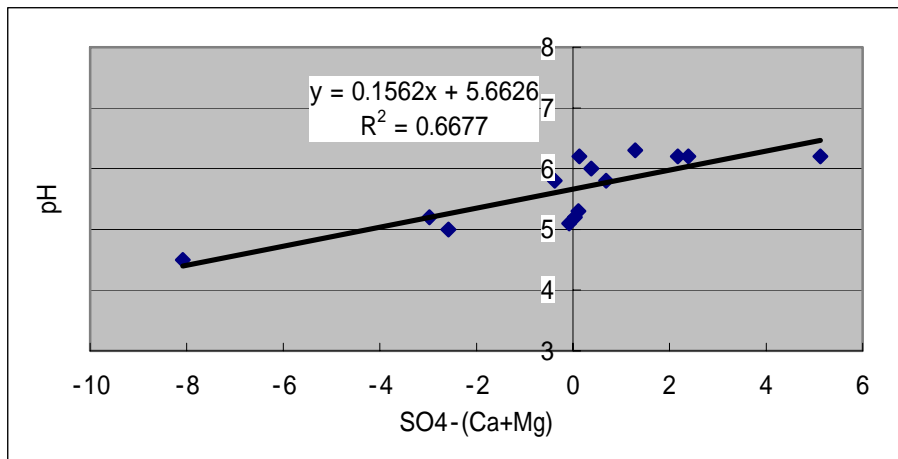


図 1-2-2-2  $\text{SO}_4^{2-} - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$  と pH 相関図

### (3) ヘキサダイヤグラム

今回、残土処理場内の地下水の水質を把握するために一斉採水(1月26日実施)を行い、水質分析を行った。その結果は、巻末に示した。

分析結果を用いて、ヘキサダイヤグラムを作成し、図1-2-2-3に示した。これによると、特に、H15-B2、B3、B4、B10では硫酸イオンが突出した形を示している。これは、これまでの調査結果と整合する。

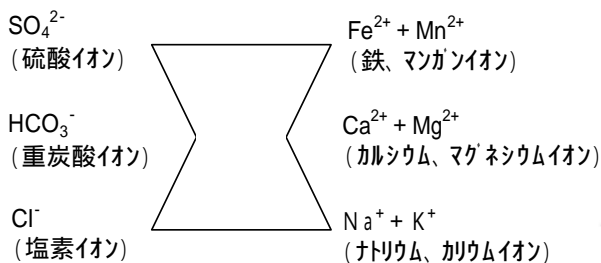
#### \*「ヘキサダイヤグラム」:

地下水の水質を表す手法の一つで、主要溶存成分( $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ )をダイヤグラムで表記したもので、質的關係(水質組成)と量的關係(残存分量)を同時に読みとることができる。

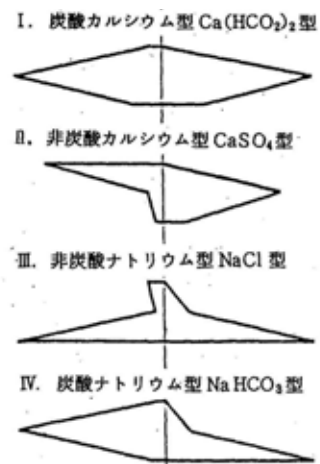
ヘキサダイヤグラムを用いて地下水系を分類した事例として、永井茂の「水質による地下水系の解明(前橋、高橋、伊勢崎地区の地下水について)」(別添)がある。この中で永井は、広範囲で、地質的にも地形的にも変化が大きく、地下水の水質もかなり複雑である調査地でヘキサダイヤグラムを作成して、その「型」によって、地下水系を分類している。

このようにヘキサダイヤグラムは、地下水系を分類し、地下水の供給源が同一か否かを明らかにしたい場合に、用いられる1つの方法である。

#### <基本成分>



#### <ヘキサダイヤグラムの分類>



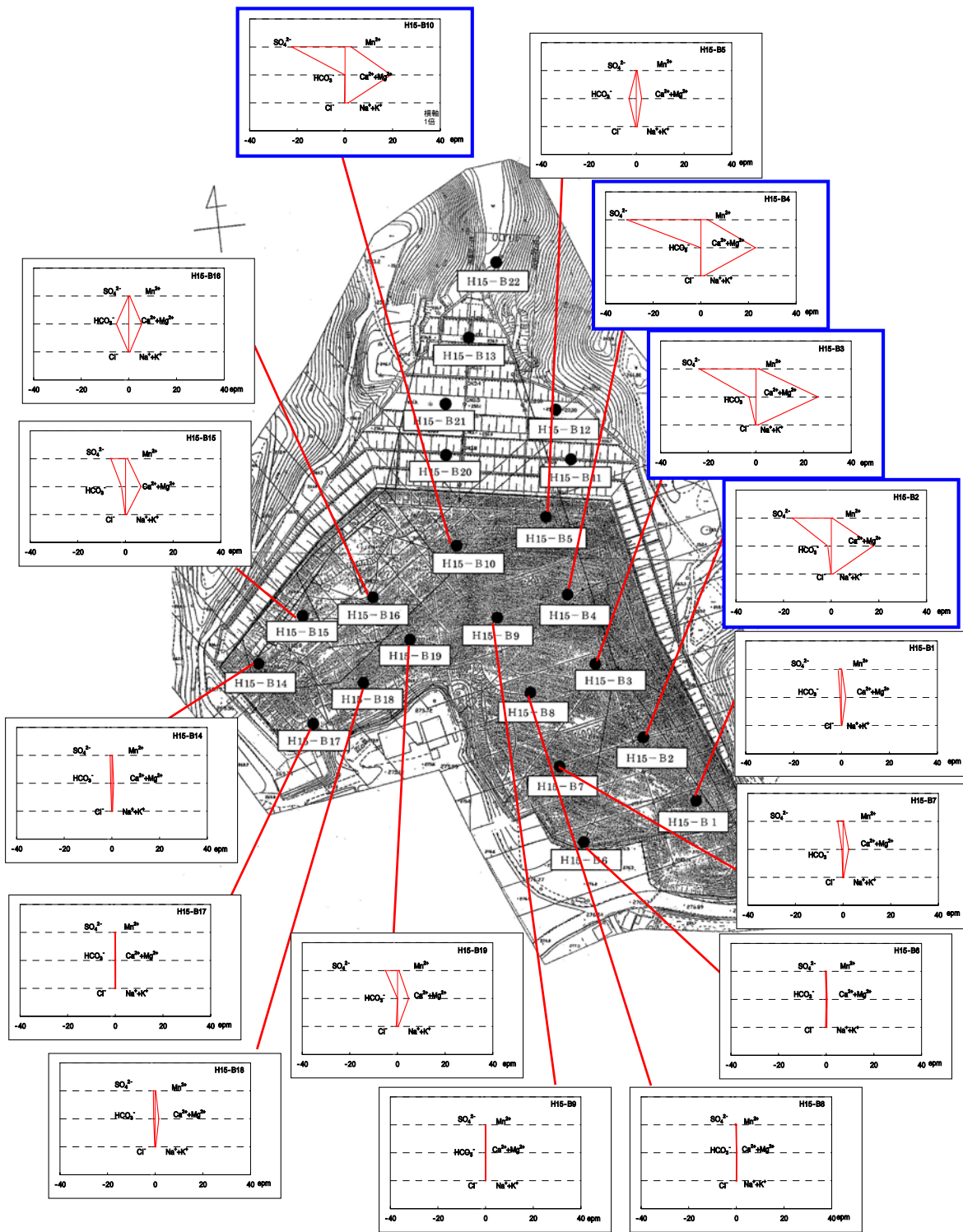


図 1-2-2-3 ヘキサダイアグラム

<まとめ>

- ・硫黄の含有量、簡易pH結果、地下水のpH、硫酸イオンのそれぞれの関連性に着目すると、残土処理場内で生じている酸化反応メカニズムの概略が把握できた。
- ・今回の酸性水発生は、元来地中にあり、還元状態にあった黄鉄鉱を地中から持ち出し、雨水および空気に触れる酸化状態に置いたことが主原因であることが確認できた。
- ・残土処理場天端部分については、緩衝作用を除いた硫酸イオンとpH値との間に相関性が見られることが把握できた。
- ・これらの結果より、簡易pH結果での酸性領域は、東ブロックから西ブロックにまたがっているものの、硫黄濃度が高く、硫酸イオン濃度も高いのは、東ブロックにあるH15-B2,3,4とH15-B10であることが把握できた。
- ・検討結果とりまとめを図1-2-2-4に示す。



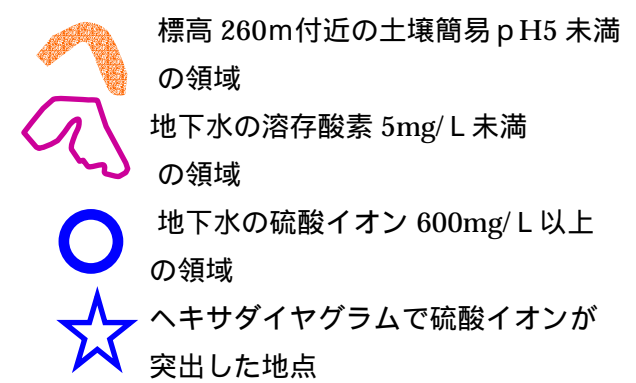
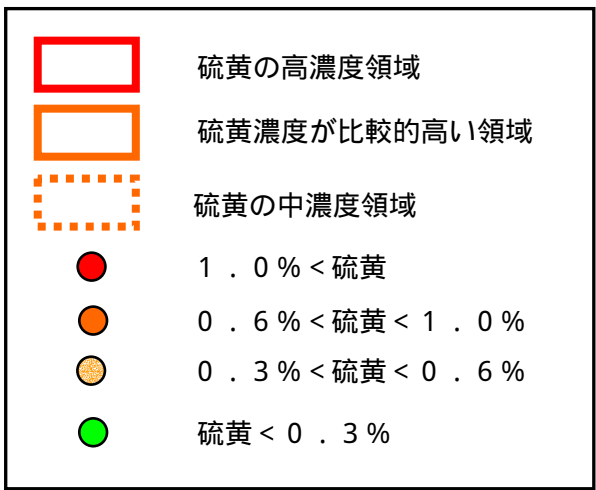
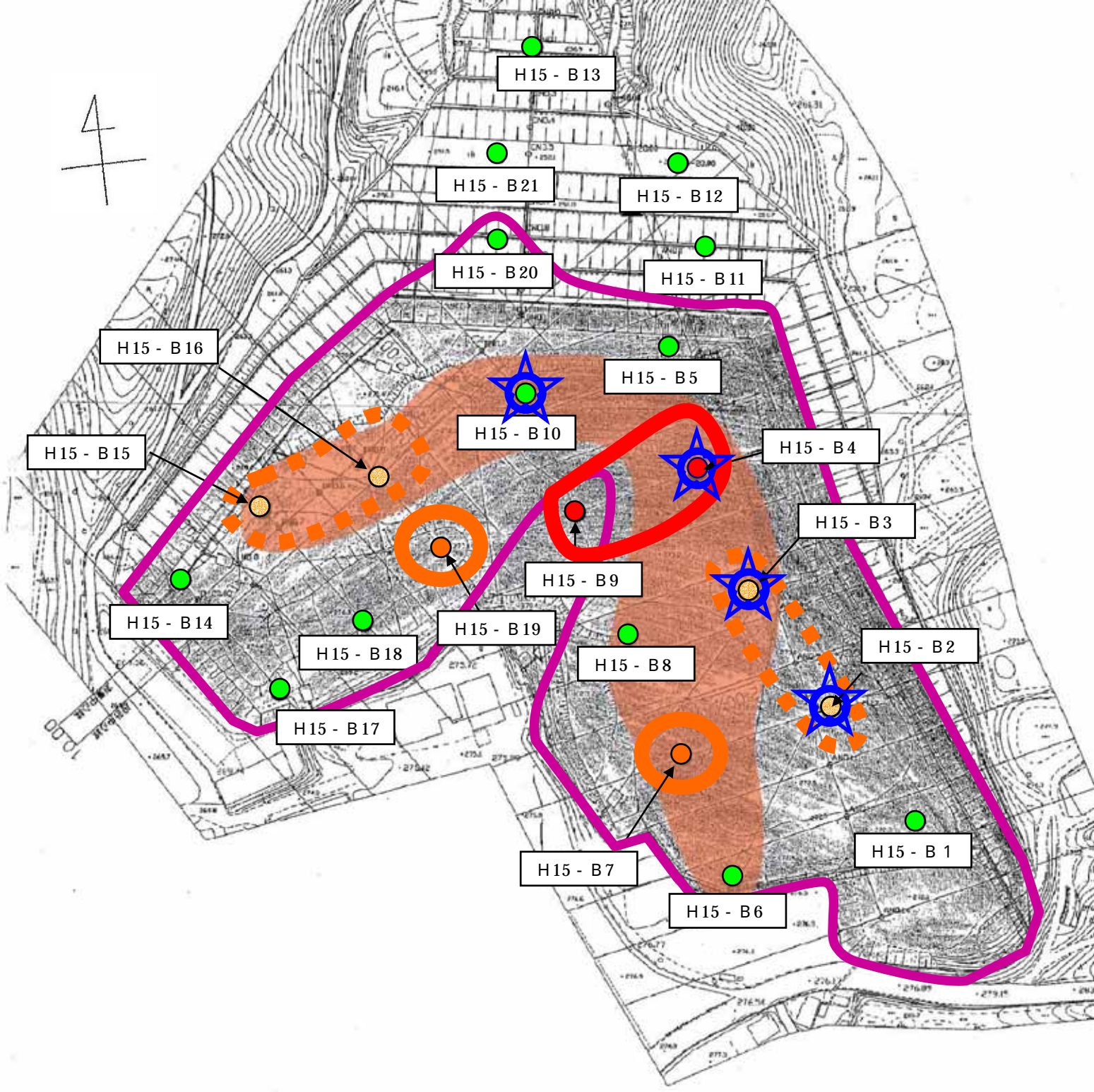


図 1-2-2-4 検討結果とりまとめ (縮尺 s = 1/2,000)

(4) 連続溶出及び断続溶出の長期溶出試験（カラム試験）結果（中間報告）

< 目的 >

これまでに実施した土壌の含有量試験はそこに含まれる重金属量を、また溶出量試験はある一定時間において溶出した量を調査するものである。

ここで述べる長期溶出試験（カラム試験）は、盛土材料が雨水にふれたときの重金属や硫酸イオン等が時間とともにどれだけ溶け出してくるのかを調査するものである。

この試験は、残土処理場の状態の再現及び、後述する移流拡散解析に用いるために実施した。

< 試験方法の違い > :

- ・連続溶出：一定量の試験水を常時通過させ、溶出量の変化を把握する。
- ・断続溶出：試験水の注水と自然乾燥を繰り返し、試料を空気に触れさせて風化する状況を作りながら溶出量の変化を把握する。

図 1-2-2-5 に硫黄濃度の高い東ブロック H15-B4 試料での長期溶出試験（連続溶出及び断続溶出）の 15 日経過までの試験結果を示す。これまでの調査で示されている相関性と同じく、カドミウムと硫酸イオンの濃度変化は同じ傾向を示している。

連続溶出試験と断続溶出試験結果を比較した場合、以下の事柄が読みとれる。

連続溶出及び断続溶出とも溶出量のピークは開始直後（1～2 日経過後）に現れるが、断続溶出の方が高い濃度を示している。

連続溶出ではピーク以降、溶出量を急激に減らし、10 日程でほとんど溶出しなくなるのに対して、断続溶出ではやや減少するものの、溶出が継続している。

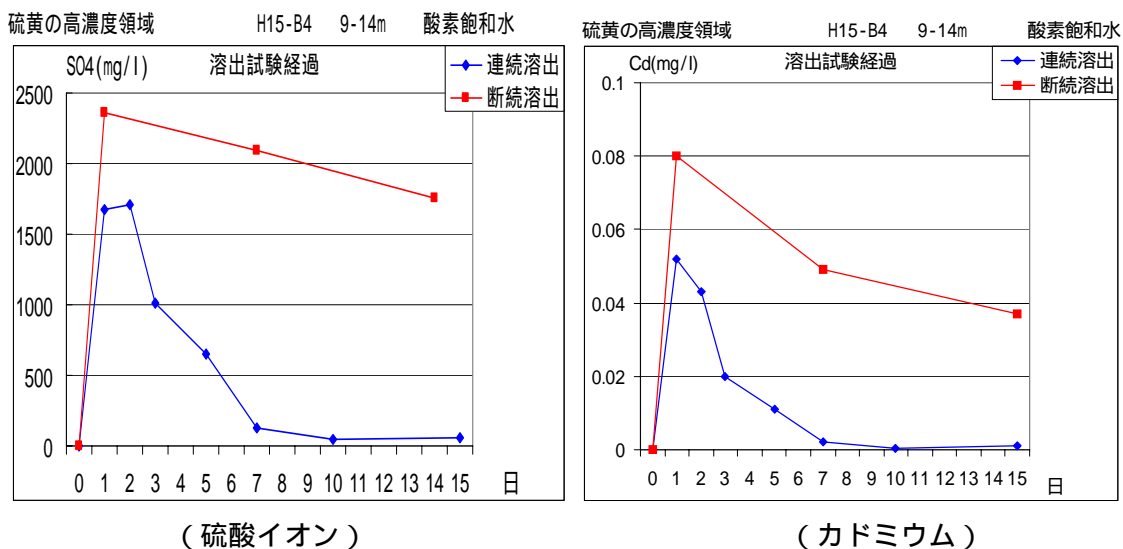


図 1-2-2-5 連続試験と断続試験の比較

## (2) 試験結果からの考察

断続試験の溶出量が多いのは、試料が空気に触れるたびに酸化が促進され、新たに硫酸イオンが生産されている状況を示している。これは、盛土を掘削する場合に相当し、盛土の掘削を行うと、酸性水の溶出量増大や酸性水の溶出期間の長期化およびこれらの伴う重金属類の溶出が考えられる。

一方、連続試験は、試料をあまり空気に触れない状態に置けば、短時間に溶出量が減少し安定した状況になることを示している。これは、覆土工などで雨水の浸透を減少させれば、盛土を酸性化する要因が減少し、元あった地山の状態に近づくことから、安定化する方向に向かうと考えられる。

### 1-3 対策工の検討

第4回協議会において、今回の酸性水発生の要因、誘因に対して効果がある対応策を整理し、その中から雨水の浸透防止を目的とした覆土工が最も有効な対策工法であるとした。

以下、第4回協議会で示した対策方法の抽出図を再掲する。

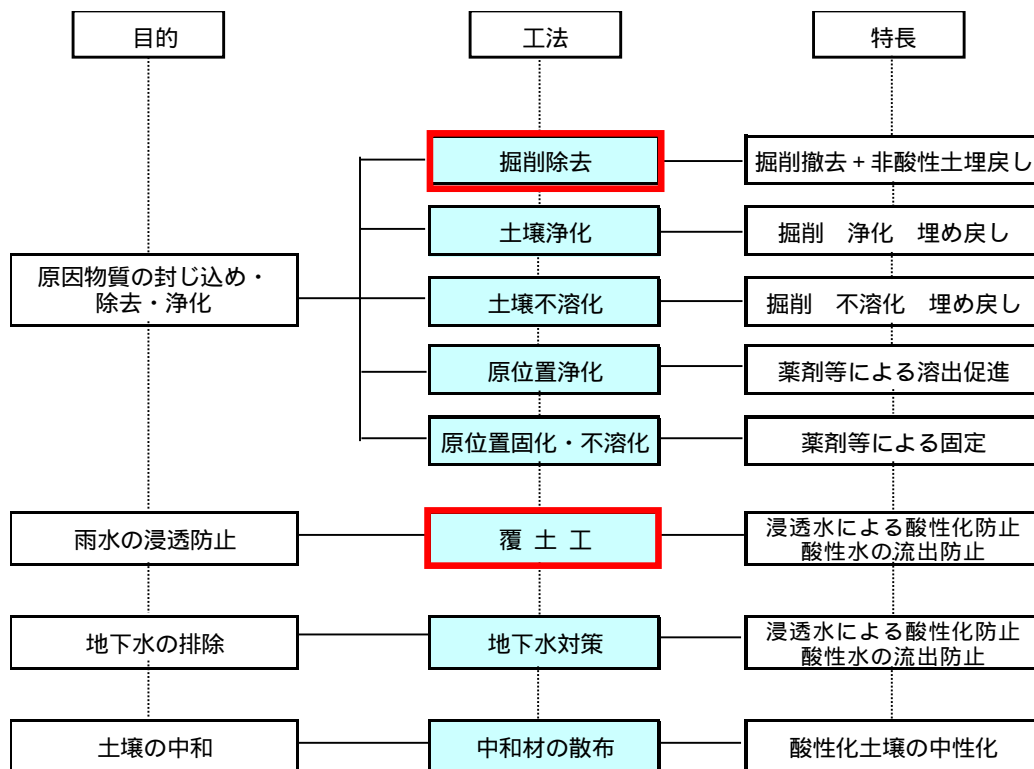


図 1-3-1-1 対策方法の抽出

#### 1-3-1. 比較検討

覆土工と掘削撤去方式について、表 1-3-1 に示すように、工法概要・諸元・工程等について検討を行った。

- ・掘削撤去方式を採用する場合、搬出先の準備に期間を要することとなり、残土処理場の対策がその間は、現状の水処理プラントでの対応となる。
- ・現在、残土処理場内の盛土は、雨水・空気との接触により酸化しやすい状態となっており、このような状況で掘削工事を実施すれば、掘削工事に伴い盛土と雨水・空気との接触が増え、酸性水の溶出濃度の増大や溶出期間の長期化の危険性が考えられる。
- ・以上の検討結果を考えると、掘削により原因物質を除去するよりも、酸化状態にある盛土を還元状態に戻す対策が適切と考える。

表1-3-1 掘削撤去方式と覆土方式の比較

工法	概要図	概要	諸元	概略工程					摘要	
				工種	H16	H17	H18	H19		H20
掘削撤去方式		<ul style="list-style-type: none"> <li>図に示す標高260m(深さ約14m)付近の簡易pH試験によりpHが5未満の領域を撤去する。</li> <li>撤去した土砂は土壤汚染対策法に基づき処理する。</li> <li>標高260m以下の部分については、覆土等の対策で対応する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>図に示す着色部の面積 = 14,000m<sup>2</sup></li> <li>着色部を1:1.5の勾配、高さ5m毎に2mの小段を付けて掘削した場合の天端における面積 = 35,000m<sup>2</sup></li> <li>掘削土量 = 1/2 × (14,000 + 35,000) × 14 = 34万m<sup>3</sup></li> <li>施工能力... 残土処理場の実績より 90万m<sup>3</sup> ÷ 3万m<sup>3</sup>/月 = 30ヶ月</li> </ul>	受入地						<ul style="list-style-type: none"> <li>受入地整備を30月必要と仮定</li> <li>残土処理場の処理完了まで47月必要</li> <li>処理完了まで4回の出水期がある。</li> </ul>
				環境調査・用地買収 測量・設計 関係機関協議 工事準備工 掘削・整形 遮水・排水工 濁水処理プラント						
覆土方式		<ul style="list-style-type: none"> <li>残土処理場の天端部分をベントナイトで覆い、盛土内部への雨水の浸透を防止する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験施工面積 = 10,000m<sup>2</sup></li> <li>本施工は残土処理場天端全部とし試験施工残分面積 = 30,000m<sup>2</sup></li> <li>本施工は、試験施工の結果を見てその仕様を決定する予定であるが今回は、試験施工と同じ仕様にて試算した。</li> </ul>	覆土工試験施工						<ul style="list-style-type: none"> <li>残土処理場の処理完了まで12月必要</li> <li>処理完了まで1回の出水期がある。</li> </ul>
				整地 覆土 試験施工のモニタリング 本工事の仕様検討 本工事 契約手続き 準備工 覆土 植栽						

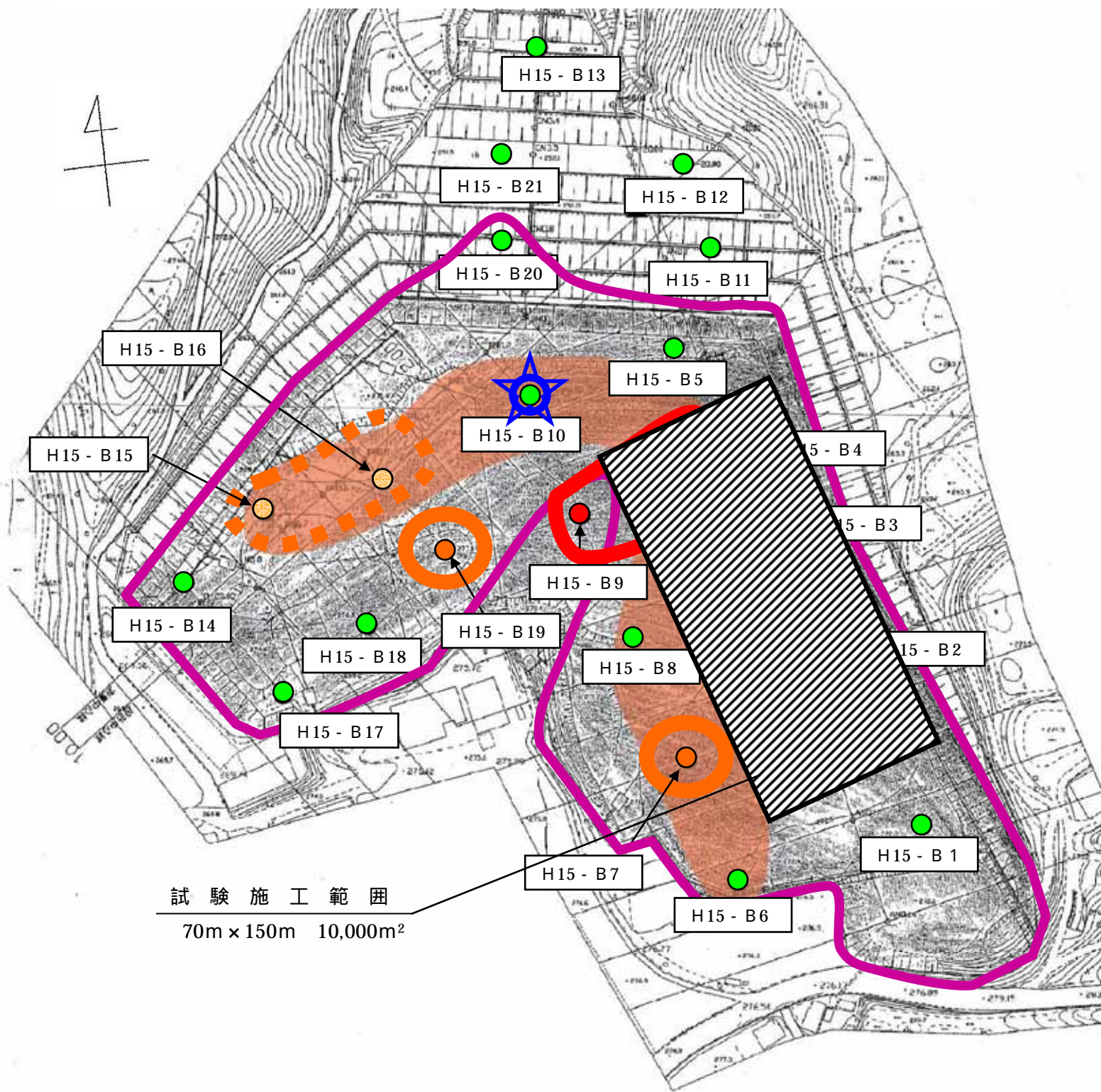
### 1 - 3 - 2 試験施工における覆土範囲の選定

#### < 試験施工の目的 >

- ・試験施工は、酸性水発生メカニズムが把握できたことから、まず、試験的に覆土を行い、その効果を見て妥当性を確認し、本施工に反映させることを目的とする。

#### < 施工範囲の選定 >

- ・残土処理場天端部は、約 40,000m<sup>2</sup> と広いため、試験施工の範囲としては、全体の中で効果が顕著な範囲を選定する必要がある。
- ・これまでの検討結果より H15-B2, B3, B4 及び H15-B10 周辺の盛土範囲が高濃度の酸性水を発生させるメカニズムが大略、把握できた。
- ・試験施工については、一括して覆土することが効果確認に適する事から、H15-B2, B3, B4 の連続した範囲が最適と考えられる。
- ・したがって、試験施工の範囲としては、図 1-3-2-1 に示す範囲(10,000m<sup>2</sup>)を選定する。



試験施工範囲  
70m x 150m 10,000m<sup>2</sup>

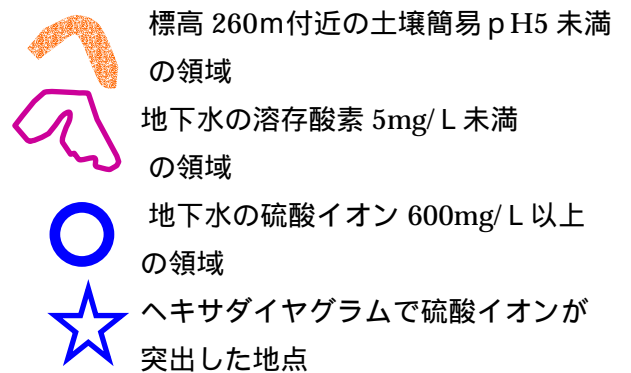
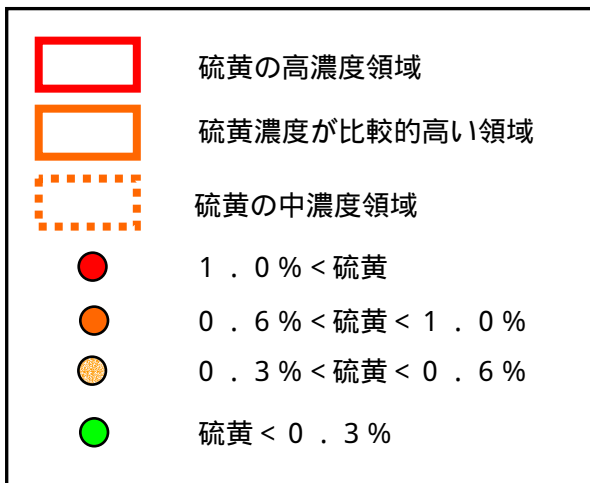


図 1-3-2-1 試験施工範囲図 (縮尺 s = 1/2,000)

### 1 - 3 - 3 覆土工の構造

#### (1) 覆土工の断面構造

覆土工の遮水層は変形追従性や自己修復性に優れ、自然材料であるベントナイト混合土とする。覆土工の構造は、表 1-3-3-1 のとおりとする。

表 1-3-3-1 覆土工の構造

区分	材質	透 水 係 数 (cm/s)	厚 さ (cm)
植 生 基 盤	現地発生土	-	60 ~ 70
排 水 層	砕石	$1 \times 10^{-3}$ 以上	10
遮 水 層	ベントナイト混合土	$1 \times 10^{-6}$ 以下	50
(盛土)	-	-	-

室内配合試験では  $1 \times 10^{-7}$  (cm/s) を確保する

盛土

#### [遮水層]

前回の対策協議会で示したベントナイト混合土を遮水材とし、十分な遮水性を確保するために、遮水性についての基準が厳しい処分場の設計要領に準拠し、透水性  $1 \times 10^{-6}$  (cm/s) 以下、厚さ 50 cm のベントナイト混合土で遮水層を形成するものとした。

#### [排水層]

排水層は遮水層上面で浸透水を排除するために設置する。粗粒材を使用して遮水層に比べて大きな透水性を確保する。

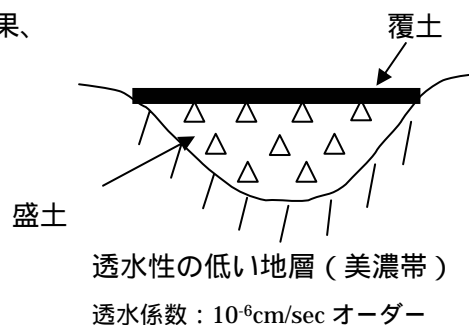
#### [植生基盤]

芝～中木程度の植栽を想定し、60～70 cm の土壌層を確保する。表層の整備については別途検討する。

#### (2) 覆土工と地山

のり面は、勾配がついていることから、雨水等は表面を速やかに流下するため、地下に浸透する量は極わずかであると考えられる。さらに、すでに植生のための覆土がなされていることから、新たな覆土は必要ないものと考えられる。

覆土工については、天端のみの遮水であるが、盛土は側面、底面共に透水性の低い地層（美濃帯：透水係数  $10^{-6}$  cm/sec オーダー）に囲まれた馬蹄形の中に位置しており、天端を遮水すればほぼ雨水の浸透は防げ、浸透水が拡散することもない。この結果、覆土工を行うことで盛土内部を極力地山の元の状態（還元状態）に戻すことで、安定化を図る。





(2) タンクモデルの効果の試算

覆土工の遮水効果と硫酸イオンの減少効果について、タンクモデルを用いた予察的な検討を行った。

試算結果では、試験施工範囲の10,000m<sup>2</sup>を施工した場合でも、硫酸イオン濃度が400mg/Lを下回る結果となり、前述した関係性から重金属がほとんど溶出しなくなることが期待できる。

本結果は、あくまで試算結果であり、効果予測の目安値と考えられる。従って、現在の水質などの観測を継続し、対策による実際の効果を確認していくこととする。観測結果で効果が上がらないことが確認されれば、遮水層の厚さを増すなどの対応策について検討を行っていく予定である。

表 1-3-3-2 タンクモデルによる覆土施工後の硫酸イオン濃度の試算結果  
遮水材：ベントナイト混合土 t=50cm とした場合

項目	現況	東ブロック全体	試験施工 10,000m <sup>2</sup>
浸出量 (L/分)	350	180	250
硫酸イオン濃度 (mg/L)	950	300	350

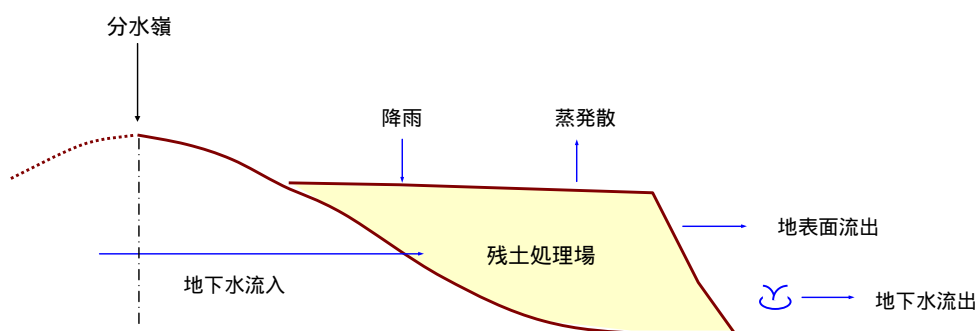


図 1-3-3-1 タンクモデルの水収支概念図 (第4回協議会資料より)

1 - 3 - 4 環境保全目標値の方向性

今後、対策工の効果検証やモニタリング時に指標とすべき環境保全目標値が必要であり、具体的数値設定は次回協議会以降に提示するが、ここでは試験施工を実施するにあたり、環境保全目標値の方向性について述べる。

設定にあたっては、農業用水に関する各種基準と、水質汚濁に係る環境基準のうち、残土処理場からの排出水で基準を超過している項目を抽出するとともに、最終的に保持すべきと思われる基準値を設定していく事としたい。

以下、表 1 - 3 - 4 - 1 に各種基準と監視項目の案を示す。

表 1 - 3 - 4 - 1 各種基準と監視項目（案）

項目	単位	農業用水に関する各種の基準					水質汚濁に係る環境基準	採用値
		農業用水基準 (農林水産技術 会議,昭和46年 10月4日)	農地防災 事業実施要領 (昭和52年4月, 構造改善局長通 達)	水稻の生育に 対する水質汚 濁 の許容濃度の 目安 (千葉県農業試 験場)	東京都 農業 試験場	愛知県 農業 試験場	人の健康の保 護に関する環 境基準 (平成11年2月 環境庁告示第 14号改正)	
pH	-	6.0	6.0	6.0				
化学的酸素要求量(COD)	mg/L	6	6	8		5.6		
無機浮遊物質(SS)	mg/L	100	100	100				
溶存酸素(DO)	mg/L	5	5	5				
全窒素濃度(T-N)	mg/L	1	1	5	1			
電気伝導度(EC)	ms/cm	0.3		1				
ヒ素(As)	mg/L	0.05	0.05					
亜鉛(Zn)	mg/L	0.5						
銅(Cu)	mg/L	0.02						
シアン(CN)	mg/L		ND					
アルキル水銀(R-Hg)	mg/L		ND					
カドミウム(Cd)	mg/L		0.01				0.01	
鉛(Pb)	mg/L		0.1					
六価クロム(Cr6+)	mg/L		0.05					
フッ素	mg/L						0.8	

注)pH及びDOのみ数字以上が求められている。その他の項目は数字以下が求められている。

基準超過となっている項目(ただし、滝ヶ洞溜池(ハックグラウンド)の水質と同程度の項目は除く)

## 2. 重金属類の影響（長期）の検討

### 2-1. 移流拡散解析

#### 2-1-1. 検討目的

検討フローを図-2.1.1.1 に示す。第1回協議会では対策工までの短期間（1年間）のカドミウムイオンの広がりについて検討した。今回は、その後の追加ボーリング調査や室内試験等により得られた盛土内のカドミウムの含有量や溶出量等を把握した上で、長期的な移動、拡散、および下流井戸（7号、8号井戸）に対する影響を、第1回協議会同様、移流拡散解析により検討した。

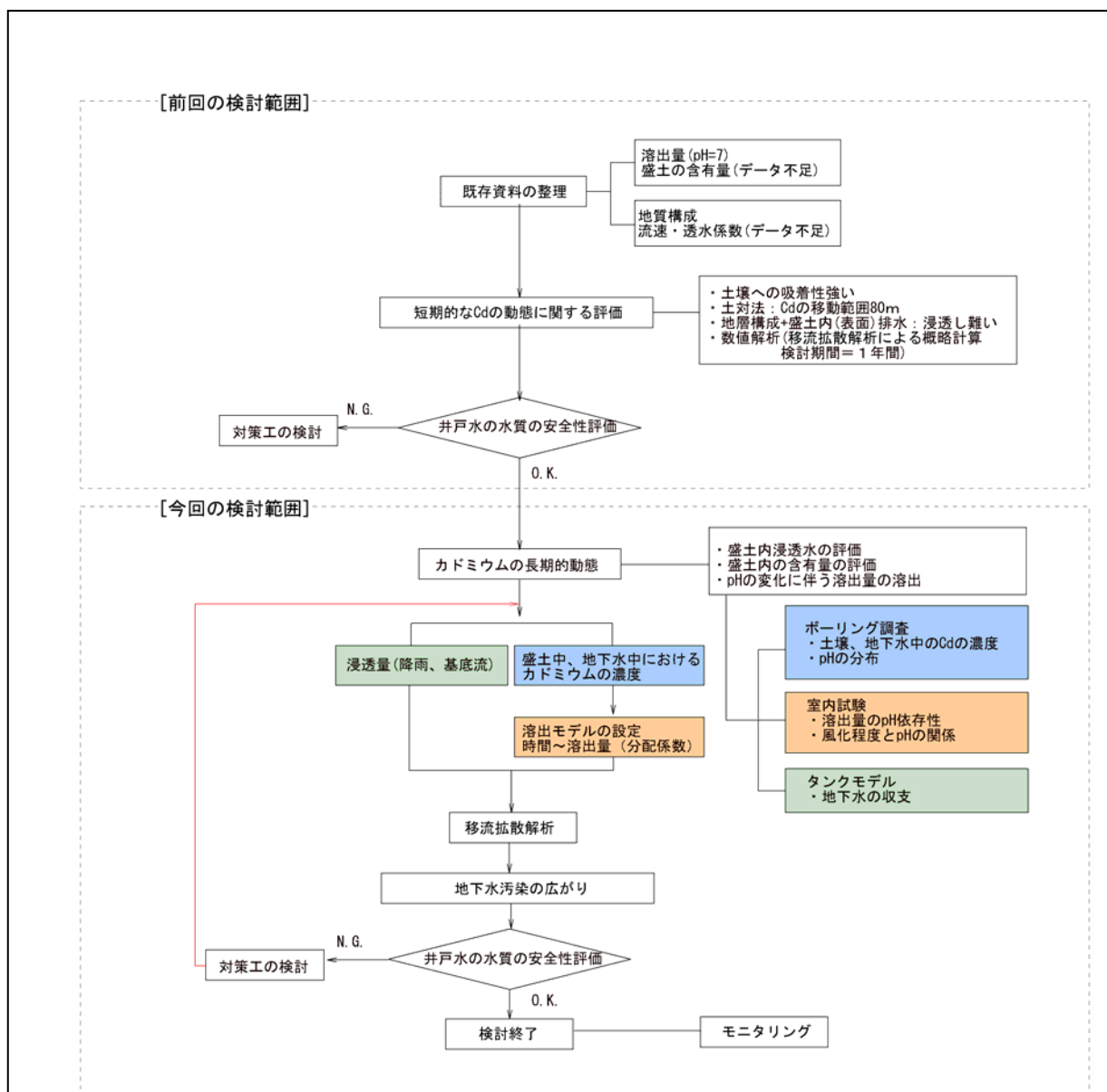


図-2.1.1.1 検討フロー

## 2 - 1 - 2 . 検討方法

浸透流解析により盛土内、地山内を流れる地下水の流量や流向を把握し、移流拡散解析により地下水の挙動によって盛土内の汚染物質がどのように移動して広がっていくかを把握した。検討断面を図-2.1.2.1 に示す。

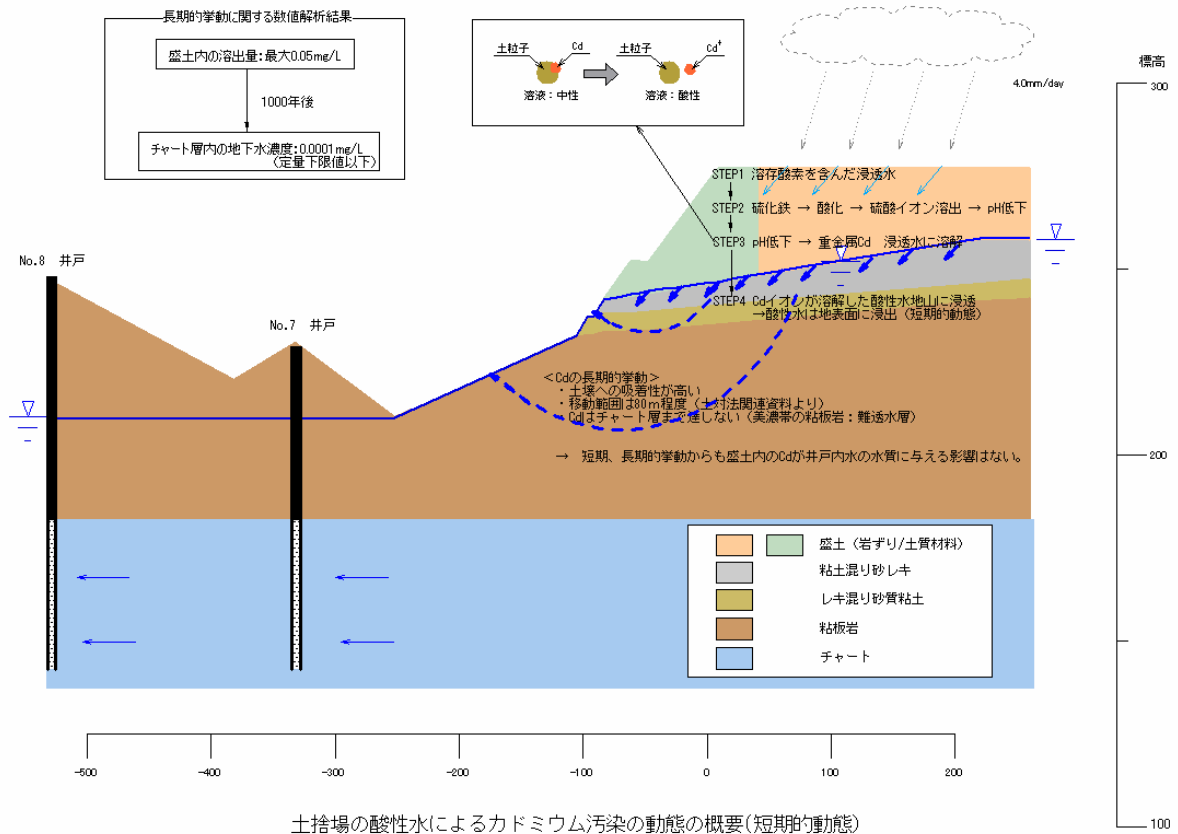


図-2.1.2.1 検討断面図

- (1) 検討断面は、浸透流量が多い東ブロックを設定した。
- (2) 盛土内のカドミウムは、解析用エリア毎に検討断面の 印にて溶出量として設定し、その値は設定エリアにて調査された調査ブロック内の最大値とした。
- (3) 解析は盛土内の水収支の計算より得られた降雨量を降雨境界より流入して実施した。
- (4) 検討ケースとしては、土壌に含有されている物質が地下水に溶出する程度を示す分配係数をパラメータとして2ケース実施した。調査結果より得られた分配係数を用いた場合をケース1、とその1/100の値を用いた場合をケース2(ケース1より100倍溶出し易い状態)とした。

解析手法、解析物性値の詳細については「2 - 1 - 4 . 移流拡散解析と解析用物性値」に示す。

### 2 - 1 - 3 . 検討結果

無対策時のカドミウムの挙動、井戸位置における濃度の経時変化を図-2.1.3.1～図-2.1.3.5に示した。

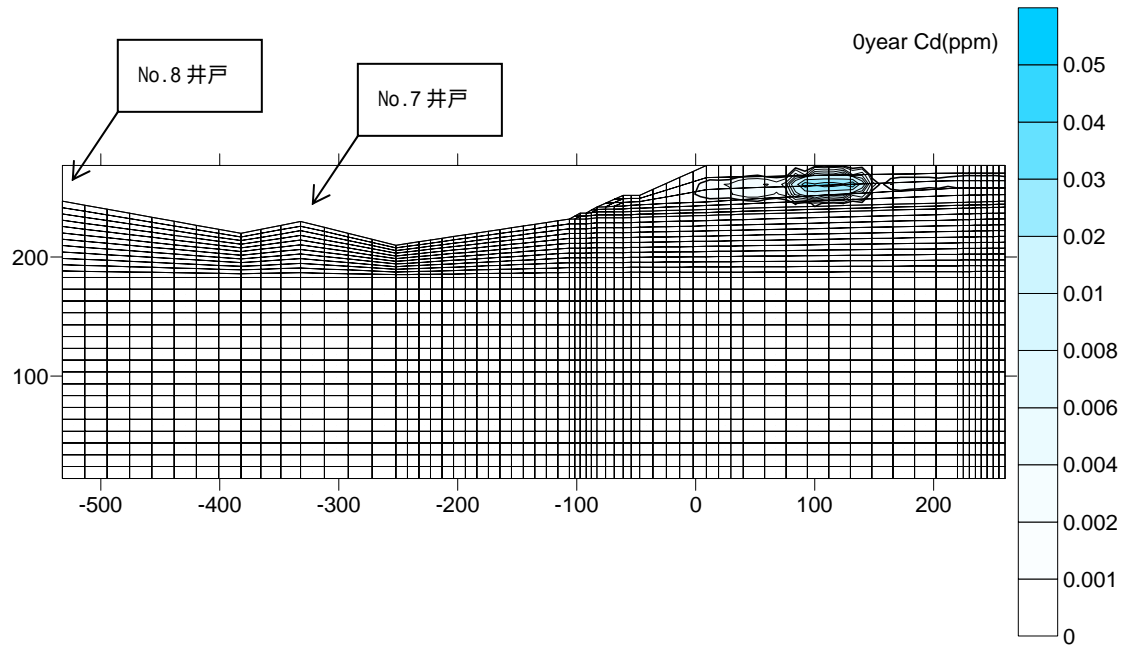


図-2.1.3.1 初期濃度コンター（濃度単位：mg/L）

(1) ケース1

調査結果から得られた溶出特性を用いた場合には、100年、1000年経過後カドミウムの移動・拡散はほとんど見受けられなかった。

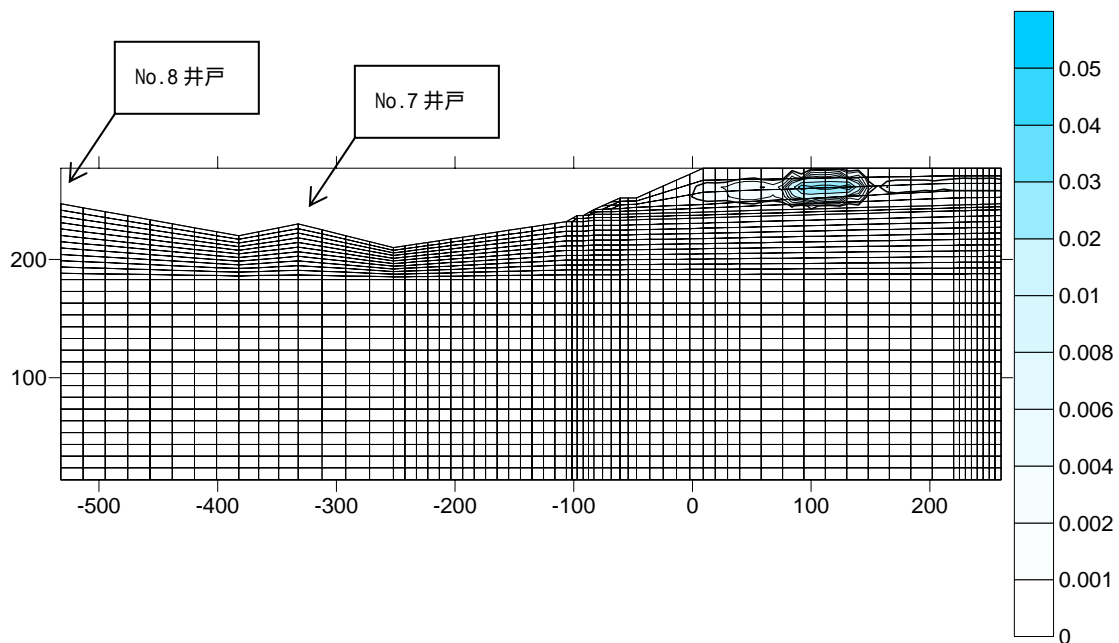


図-2.1.3.2 100年経過後の濃度コンター（濃度単位：mg/L）

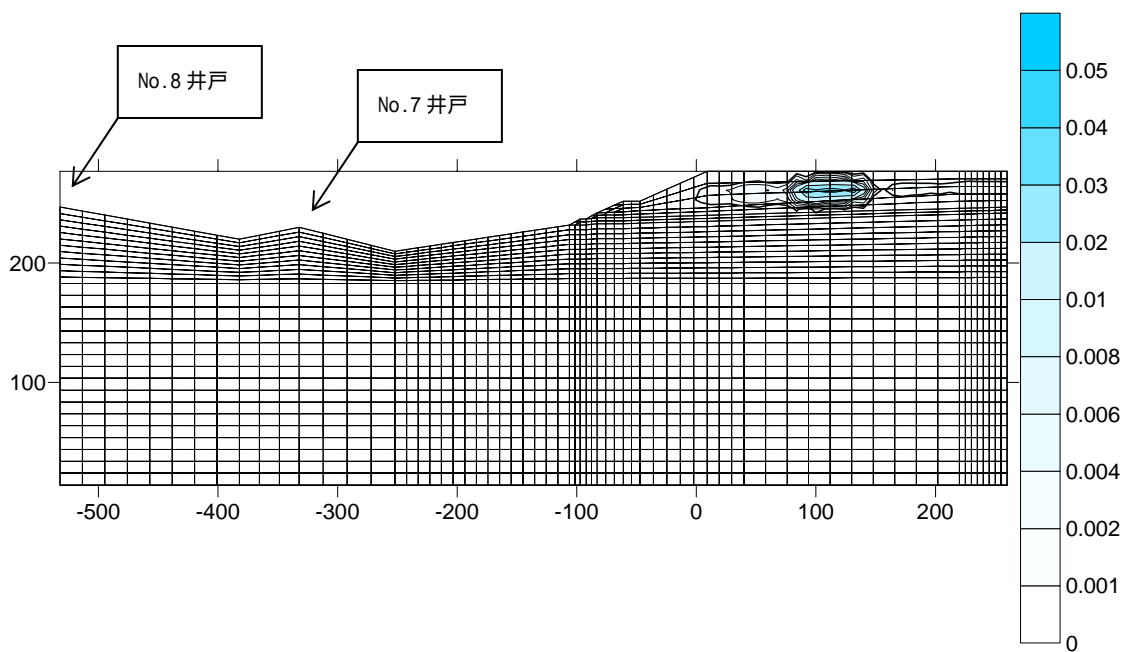


図-2.1.3.3 1000年経過後の濃度コンター（濃度単位：mg/L）

(2) ケース2

ケース1より100倍溶出し易くした場合には、100年、1000年経過後カドミウムの移動・拡散は見受けられるが、移動・拡散は美濃帯で留まっている。

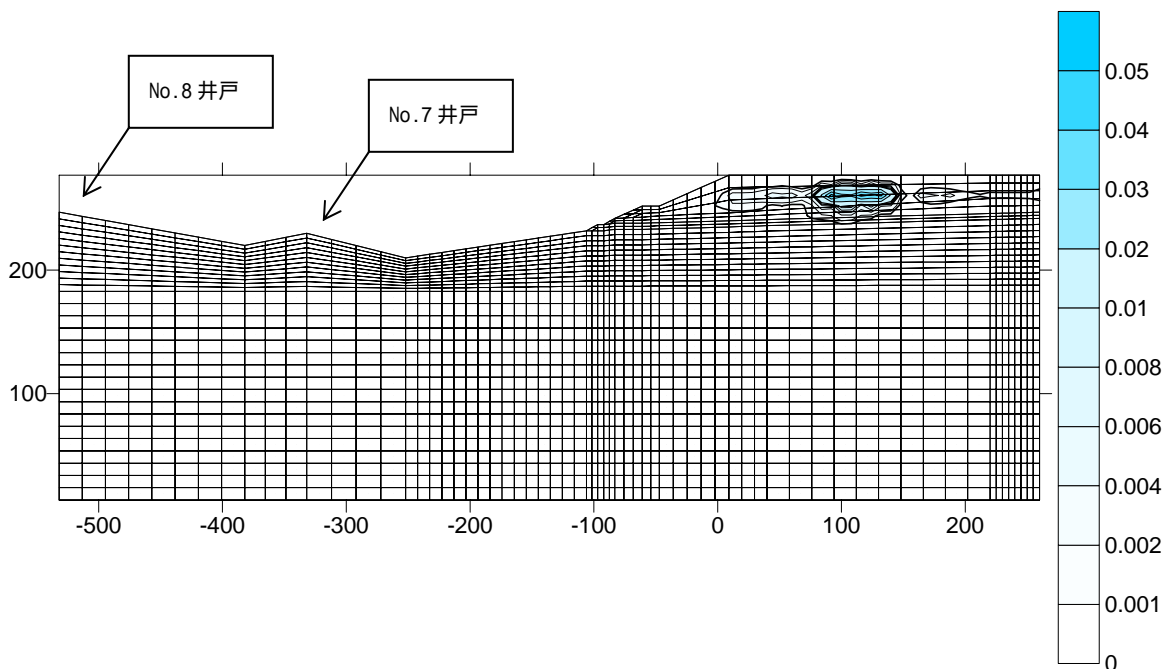


図-2.1.3.4 100年経過後の濃度コンター（濃度単位：mg/L）

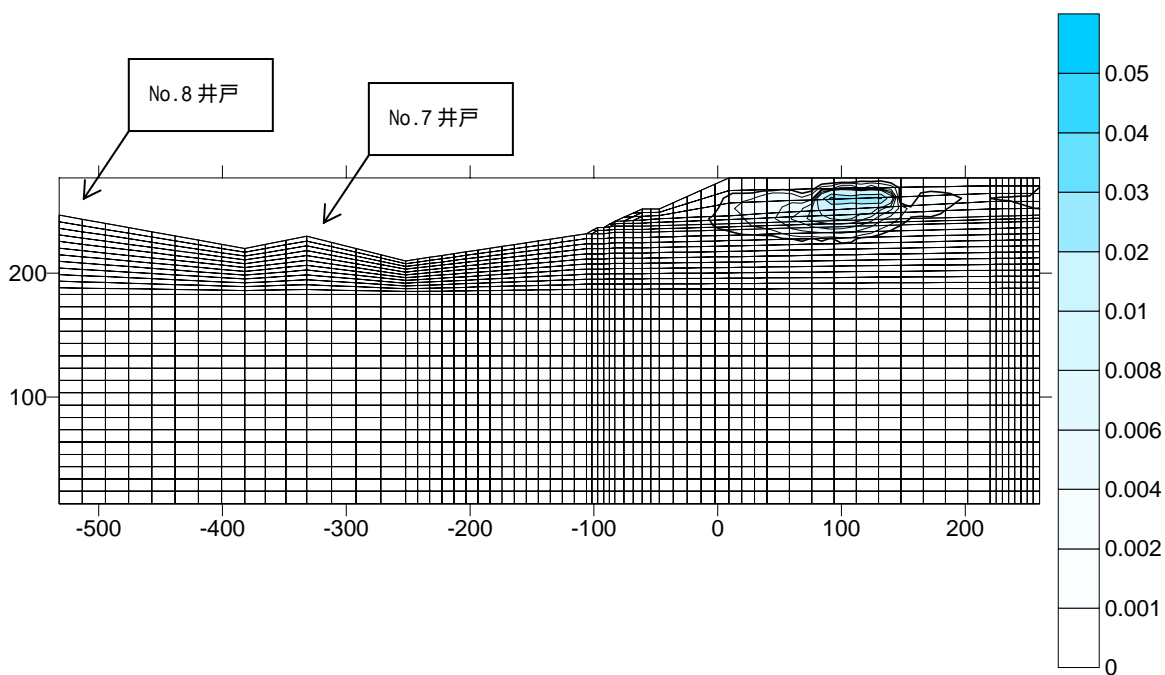


図-2.1.3.5 1000年経過後の濃度コンター（濃度単位：mg/L）

### ( 3 ) 検討結果のまとめ

カドミウムの移流・拡散はほとんど見受けられず、100倍溶出しやすくした場合(ケース2)でも、美濃帯で移流・拡散は留まっている。

カドミウムの土壌への吸着が大きいことより、無対策でもカドミウムの長期的挙動が下流側井戸へ与える影響(0.001mg/L以上の濃度となる)は解析上ほとんどないと考えられる。

また、対策を施した場合には、盛土内は還元状態となり、計算仮定よりはるかに小さな溶出しかおこらないために下流側井戸に与える影響は無対策時より小さいものとなる。



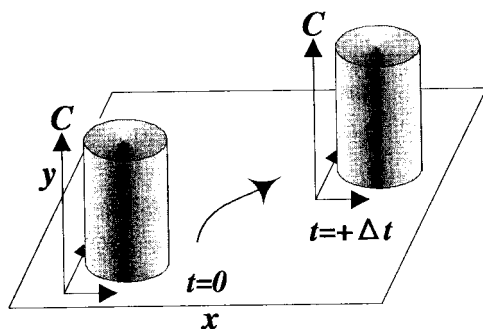
## 2 - 1 - 4 . 移流拡散解析と解析用物性値

### ( 1 ) 移流拡散解析

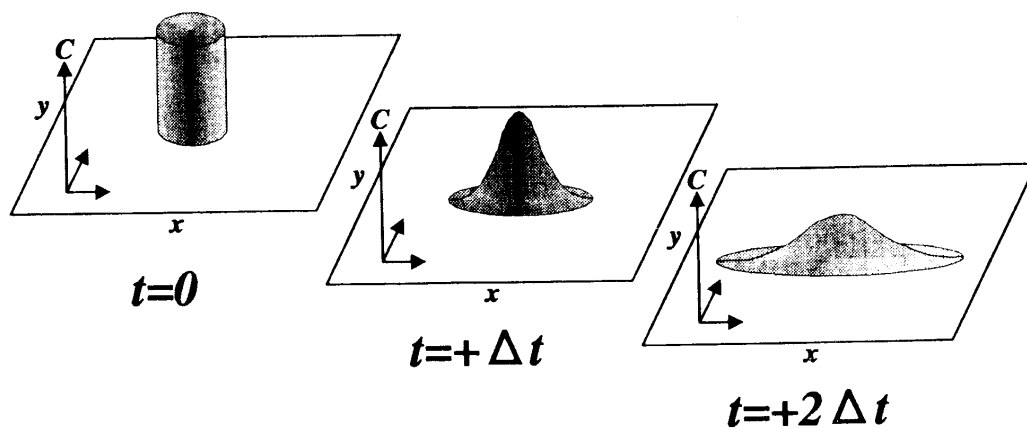
< 概念 >

汚染物質が地下水に溶け込み、地下水とともに汚染が移動・拡大する水溶性汚染物質の挙動は、地下水中に汚染物質が混合して移動する形態である。このような地盤内を地下水とともに汚染物質が移動する挙動は、次に示す二つの大きな現象に分けることができる。

移流 地下水に溶け込んだ汚染物質が地盤中の地下水の流れに乗って移動する現象



拡散 地盤中の地下水流速の不均質性によって汚染濃度が空間的に広げられる現象



(2) 解析用物性値

a) 透水係数

土壤における水の透過性を示す透水係数に関しては、調査結果をもとに設定した。

表 - 1 透水係数

	透水係数( $k_x = k_y$ )	備考
	cm/sec	
新盛土	1.60E-04	旧盛土と同等の値を設定
旧盛土	1.60E-04	試験値
土岐レキ層	2.80E-04	試験値
瑞浪層群	5.80E-06	試験値
美濃帯	8.50E-06	泥岩
チャート	6.50E-04	現場透水試験値を設定

b) 降雨、地下水流量

今回、盛土内の水の収支（降雨、蒸発水、表面水、浸透水、基底流水の収支）の計算より得られた結果をもとに設定した。

表 - 2 浸透流量

対象流量		L/min
降雨量	Q0	520.80
蒸発散量	Q1	85.50
表面水量	Q2	124.20
基底流量	Q3	26.70
浸透流量	Q4	337.80
浸透した降雨量	Q5(=Q0-Q1-Q2)	311.1

c) 分散長

物質の広がりに影響を与えるパラメータの1つとして分散係数という係数があり、その係数は流速×分散長で表される。今回分散長（縦分散長、横分散長）については、以下のように設定した。

解析領域が800mであるため、縦分散長は解析領域の1/10、横分散長 Tは縦分散長 Lの1/10で設定した。なお、不飽和層、粘性土層においては分散長を低減した。

表 - 3 分散長

	砂礫層・チャート層	盛土・美濃帯
縦分散長 L	80m	5m
横分散長 T	8m	0.5m

d)分配係数

分配係数は、土壌におけるカドミウムの含有量を溶出量で除した値であり、分配係数が大きいと土壌への吸着が大きく溶出しにくくなる傾向にある。

調査結果をもとに算定した分配係数を表 - 4 に示す。ケース 1 では 13000(L/kg)、ケース 2 では 130(L/kg)を設定した。

表 4 分配係数

調査ブロック	調査ボーリング No.	Cd(含有量) (g/kg)	Cd(溶出量) (mg/L)	分配係数Kd (L/kg)	kd(ケース1) (L/kg)	kd(ケース2) (L/kg)
A	B1	3.49E-01	3.00E-03	1.16E+05	1.30E+04 (min[kd])	1.30E+02 (min[kd]/100)
B	B2	1.30E-01	3.00E-03	4.33E+04		
D	B4	7.78E-02	6.00E-03	1.30E+04		
E	B5	1.20E-01	3.00E-03	3.99E+04		
G	B7	2.75E-01	3.00E-03	9.16E+04		
I	B9	1.16E-01	6.00E-03	1.93E+04		
U	B21	6.05E+00	1.00E-03	6.05E+06		
L	B15	9.26E-01	5.10E-02	1.82E+04		

第 1 回協議会提示の分配係数 K d

kd(ケース1) (L/kg)	kd(ケース2) (L/kg)
51.5(min[kd])	0.5(min[kd]/100)

### 3 . 新滝ヶ洞溜池の底質土調査について

#### 3 - 1 . 本計画の目的

新滝ヶ洞溜池での水質異常以降、残土処理場からの発生水はプラントで処理され、水質基準値以下で、新滝ヶ洞溜池に放流されている。また、先般実施した調整池底質土の土壤分析結果でも、重金属等が下流域へ流出した可能性が少ないことも確認されている。

本試験では上記事項と合わせて、新滝ヶ洞溜池底質土の土壤分析を行うことにより、同溜池の水質環境の更なる安全確認を行うことを目的とする。

#### 3 - 2 . 土壤採取及び分析計画

##### ( 1 ) 作業手順

底質土の土壤分析フローは、以下のとおり。

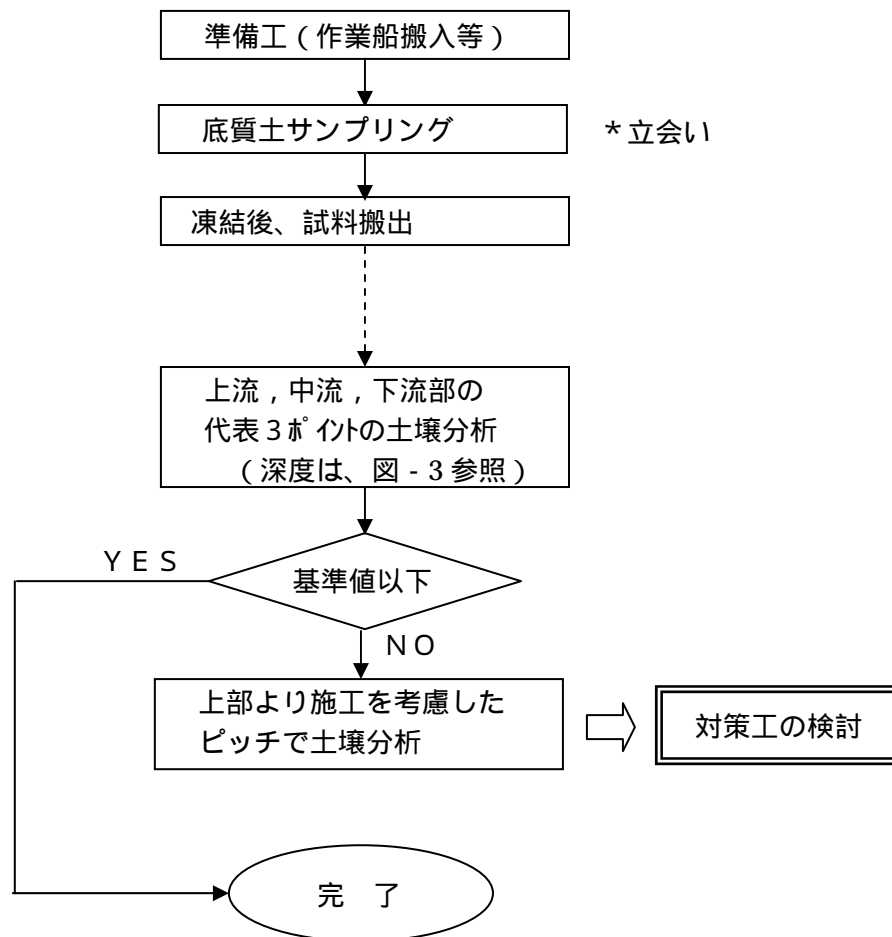


図 - 3-2-1 底質土の土壤分析手順

(2) 土壌採取位置及び土壌分析深度

新滝ヶ洞溜池の流下方向及び深度方向の重金属等の吸着状況を把握するため、上中下流の各々3ポイントで底質土の試料採取を行う。(図-3-2-2 参照)

図-3-2-3 に新滝ヶ洞溜池の底質土の堆積状況を示す。試料採取は作業船上より柱状採泥方法(図-3-2-5 参照)で、各ポイント毎に表土までの底質土を一括して採取する。

採取した試料は凍結させ、乱さないようにして実験室に運搬し保管する。

尚、底質土の粒度分布(砂分が多いケース)によっては、採取困難な場合も考えられるため、状況に応じて潜水土による採取となる可能性がある。

今回の分析試料は、凍結させた試料のうち、最上部、中間部、下端部を1cm カットしたものを使う。(図-3-2-4 参照)

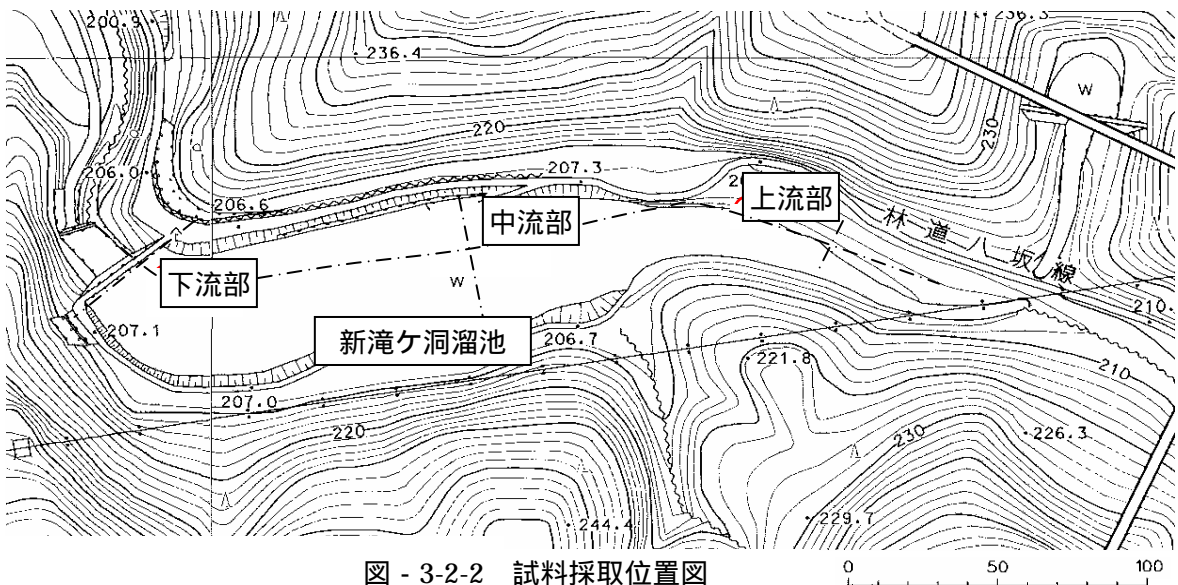


図-3-2-2 試料採取位置図

[底質土堆積状況調査日：平成 16 年 2 月 23 日]

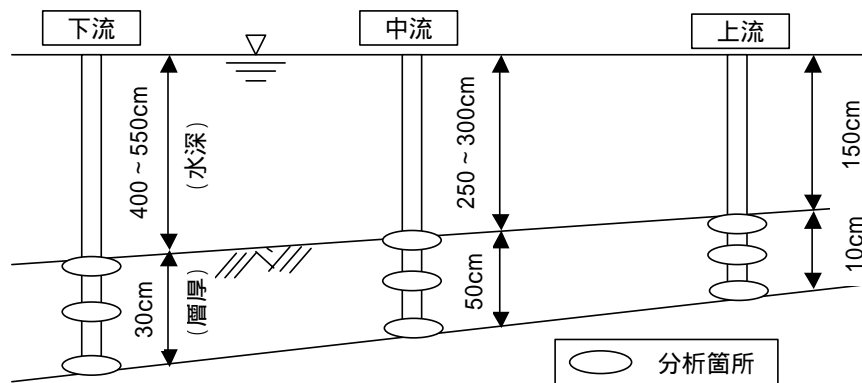


図-3-2-3 試料採取深度断面図

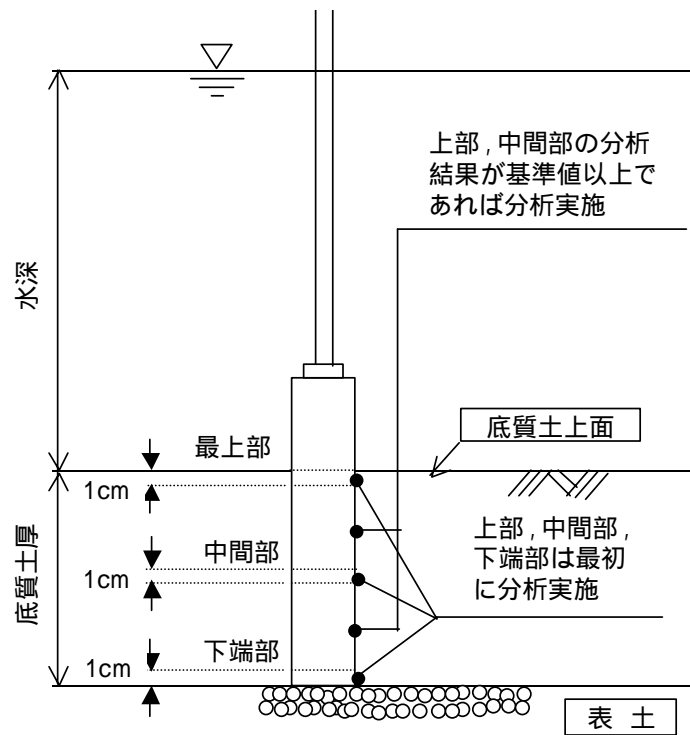
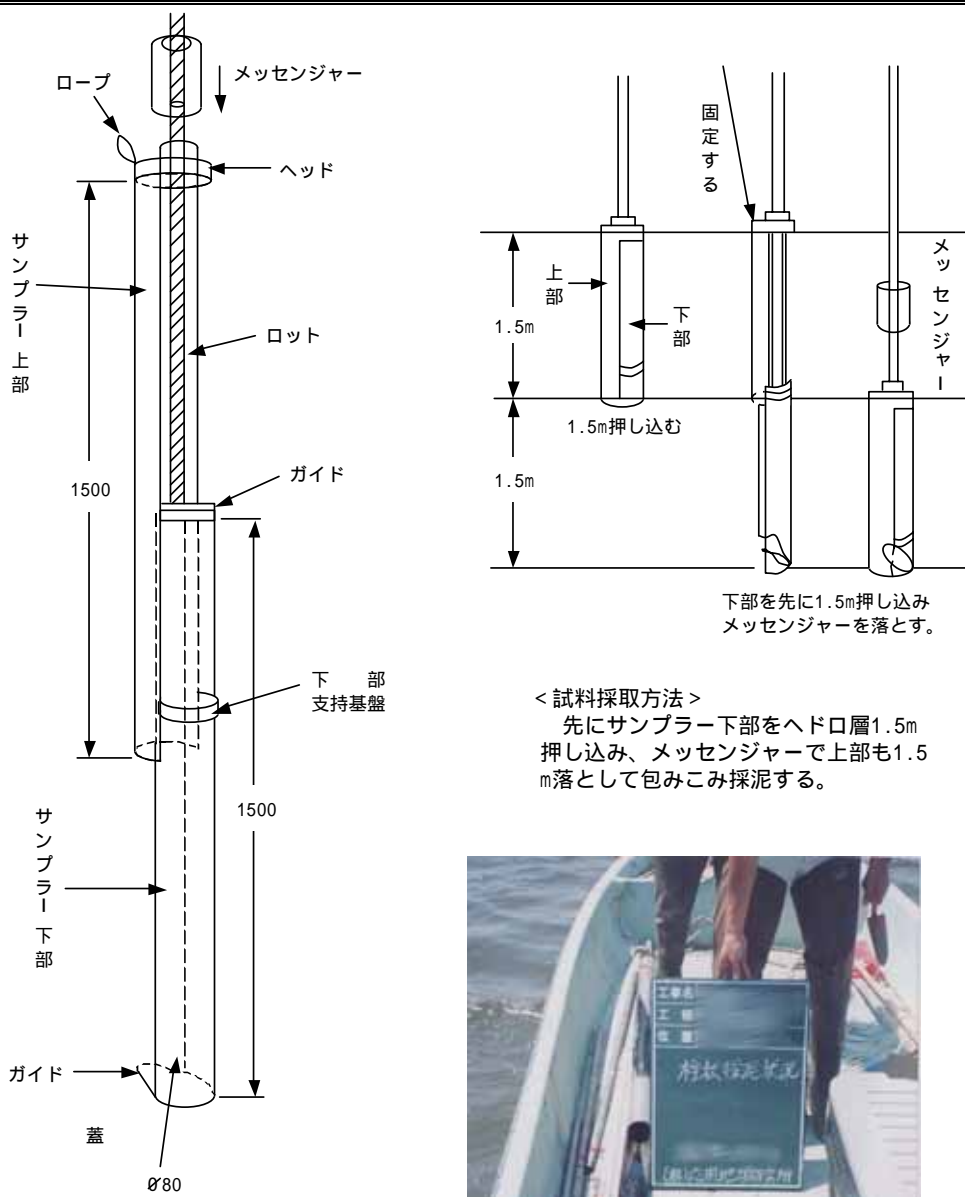


図 - 3-2-4 土壤試料断面図

## 柱状採泥方法概要図



**< 試料採取方法 >**

先にサンプラー下部をヘッド口層1.5m押し込み、メッセージャーで上部も1.5m落として包みこみ採泥する。



採泥状況写真

図 - 3-2-5 試料採取状況図

( 4 ) 土壌分析項目

新滝ヶ洞溜池底質土の土壌分析項目については、土壌汚染対策法「第2種特定有害物質(重金属等)」に定められている重金属とコルゲート排水に含まれている重金属(鉛、亜鉛、鉄)及びアルミニウムを対象とする。

底質土の分析項目を表-3-2-1に示す。

表-3-2-1 分析項目

対象物質		分析項目
残土処理場での重金属等分析項目	カドミウム及びその化合物	
	六価クロム化合物	
	シアン化合物	
	水銀及びその化合物	
	セレン及びその化合物	
	鉛及びその化合物	
	砒素及びその化合物	
	ふっ素及びその化合物	
	ほう素及びその化合物	
追加項目	鉄	
	銅	
	亜鉛	
	アルミニウム	



#### 4.各種調査結果報告

##### 4 - 1 .水生生物調査 ( 冬季 )

###### 調査概要

###### 1 調査目的

本調査は、久々利川の新滝ヶ洞溜池～大萱黄瀬戸橋区間に生息する水生生物の現状把握を目的として行った。

###### 2 調査場所



調査地点は、新滝ヶ洞溜池～大萱黄瀬戸橋区間 ( A 地区 ) のほかに、結果の比較のため、大萱黄瀬戸橋の下流側 ( B 地区 ) 及び主要地方道土岐可児線沿いの久々利川支流 ( C 地区 ) においても調査地点を設定した ( 図 4-1-1 )。

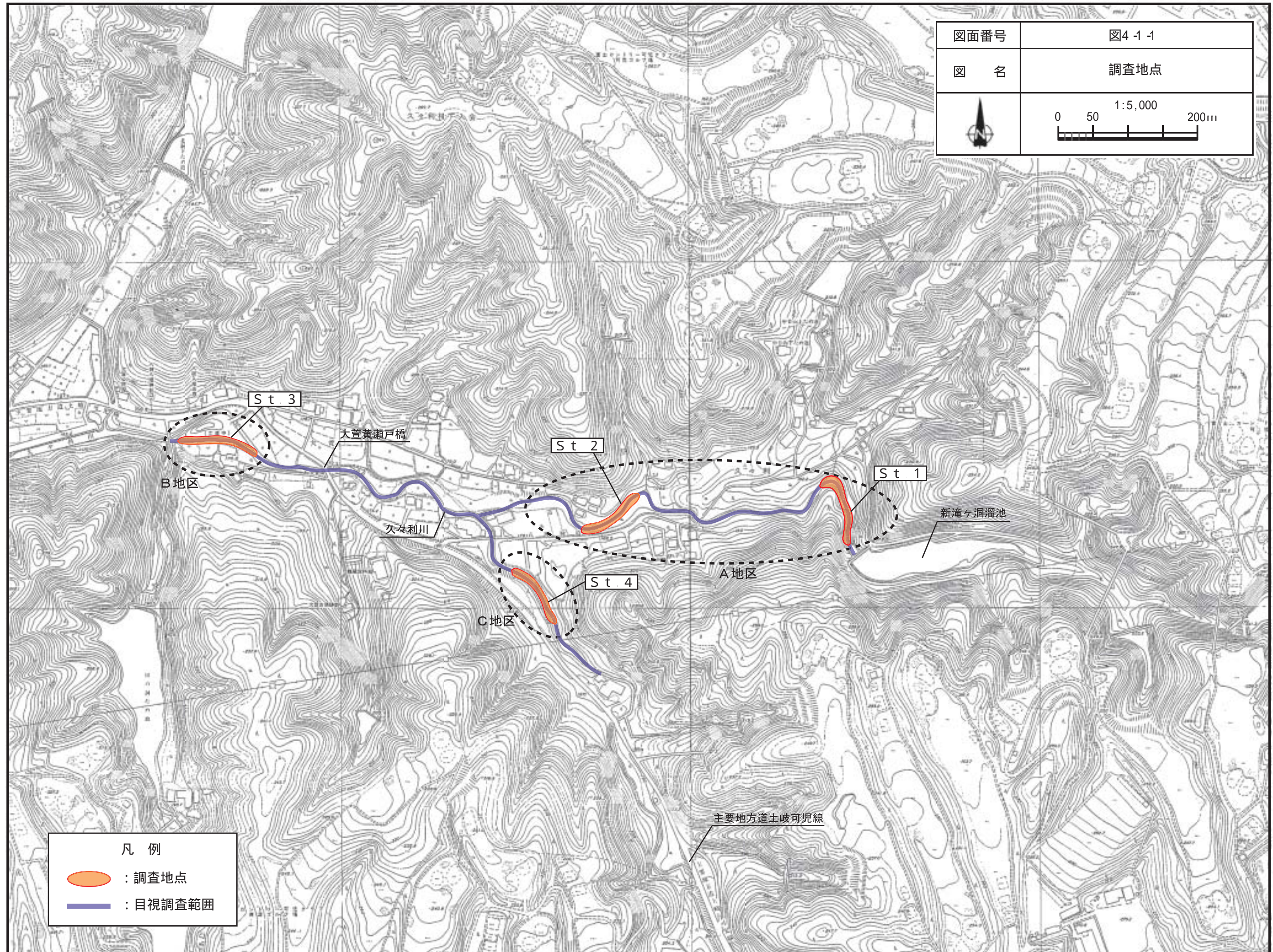
###### 3 調査時期及び調査項目


調査時期	調査日	調査項目		
		淡水魚類	底生生物	付着藻類
夏季	平成 15 年 7 月 8 日、9 日			
秋季	平成 15 年 12 月 8 日			
冬季	平成 16 年 2 月 3 日			
春季	( 平成 16 年 4 月～5 月頃 )			

注) 各調査項目の調査時期は、以下の知見に基づいて設定した。

- ・淡水魚類：魚類相が十分把握できる時期として、春の遡上時期、夏の水温が高くなり魚類が活発に活動する時期、魚が移動したり秋季産卵魚の産卵が始まる秋の終わりの時期が適している。( 出典：「河川水辺の国勢調査マニュアル河川版(生物調査編)」平成 9 年、財団法人川`-7071整備センター )
- ・底生生物：水生昆虫は春に羽化するグループが最も多く、ついで春と秋に 2 回羽化するグループが多い。調査はそれぞれのグループが羽化する前の早春と夏季および冬季が適している。( 出典：「河川水辺の国勢調査マニュアル河川版(生物調査編)」平成 9 年、財団法人川`-7071整備センター )
- ・付着藻類：水温の変化や河川での流量の変化を考慮して 4 季 ( 春季、夏季、秋季、冬季 ) の調査を行う。( 出典：「水辺の環境調査」1994 年、財団法人ダム水源地環境整備センター )

図面番号	図4-1-1
図名	調査地点
	1:5,000
	



凡例	
	: 調査地点
	: 目視調査範囲

## 調査結果

### 1 底生生物

現地調査の結果、冬季調査では計 12 目 42 科 72 種の底生生物が確認された。底生生物の確認種一覧を表 4-1-1 に示す。

表 4-1-1(1) 底生生物確認種一覧(冬季)

No.	門名	綱名	目名	科名	和名	学名 <sup>*1</sup>	調査地点、個体数(定量:個体/2,500cm <sup>2</sup> )及び確認種(定性)								指標性 <sup>*2</sup>		備考 <sup>*3</sup>			
							St.1(A地区)		St.2(A地区)		St.3(B地区)		St.4(C地区)		1	2				
							定量	定性	定量	定性	定量	定性	定量	定性						
1	扁形動物	ウズムシ	ウズムシ	不明	ウズムシ亜目の一種	Paludicola sp.	14		3		1		2		-	-				
2	軟体動物	マキガイ	ニナ	カワニナ	カワニナ	Semisulcospira libertina							1		-ms	A				
3	環形動物	ミミズ	ナガミミズ	イトミミズ	イトミミズ科の一種	Tubificidae sp.					21		2		-	-				
4	節足動物	甲殻	ワラジムシ	ミズムシ	ミズムシ	Asellus hilgendorfi hilgendorfi			1				1		-ms	B				
5			エビ	テナガエビ	スジエビ	Palaemon paucidens										-ms	B			
6			アメリカザリガニ	アメリカザリガニ	Procambarus clarkii											ps	B			
7			サワガニ	サワガニ	Geothelphusa dehaani											os	A			
8			昆虫	カゲロウ	フタオカゲロウ	マエグロヒメフタオカゲロウ	マエグロヒメフタオカゲロウ	Ameletus costalis			2				1		os	A		
9						ヒメフタオカゲロウ属の一種	Ameletus sp.										1		-	-
10					コカゲロウ	フローレンスコカゲロウ	フローレンスコカゲロウ	Baetis florens	33		50		53			57		-	-	
11		コカゲロウ属の一種				Baetis sp.										1		-	-	
12		ヒトリガカゲロウ			チラカゲロウ	Isonychia japonica					27		1				os	A		
13		ヒラタカゲロウ			キブネタニガワカゲロウ	キブネタニガワカゲロウ	Ecdyonurus kibunensis				1						-	-		
14					シロタニガワカゲロウ	シロタニガワカゲロウ	Ecdyonurus yoshidae				2		4				-ms	B		
15					ナミヒラタカゲロウ	ナミヒラタカゲロウ	Epeorus ikanonis				3		5					-	-	
16		モンカゲロウ			モンカゲロウ	Ephemera strigata				15		5			5		-ms	B		
17		マダラカゲロウ			シリナガマダラカゲロウ	シリナガマダラカゲロウ	Acerella longicaudata											-ms	B	
18					オオクママダラカゲロウ	オオクママダラカゲロウ	Cincticostella okumai						2				os	A		
19					トウヨウマダラカゲロウ	トウヨウマダラカゲロウ	Cincticostella orientalis						3					-	-	
20					オオマダラカゲロウ	オオマダラカゲロウ	Drunella basalis						1					os	B	
21			トンボ	サナエトンボ	オナガサナエ	オナガサナエ	Onychogomphus viridicosta								1		-	-		
22		オジロサナエ			オジロサナエ	Stylogomphus suzukii						1		1		os	A			
23		サナエトンボ科の一種		サナエトンボ科の一種	Gomphidae sp.						1					-	-	若齢		
24	オニヤンマ	オニヤンマ		Anotogaster sieboldii											-ms	B				
25	ヤンマ	クロスジギンヤンマ		Anax nigrofasciatus nigrofasciatus											-ms	B				
26	エゾトンボ	ミルンヤンマ	ミルンヤンマ	Planaeschna milnei										os	A					
27		コヤマトンボ	コヤマトンボ	Macromia amphigena amphigena											-ms	B				
28	カワゲラ	オナシカワゲラ	フサオナシカワゲラ属の一種	フサオナシカワゲラ属の一種	Amphinemura sp.	8		47		9		32		-	-					
29			オナシカワゲラ属の一種	Nemoura sp.			1				16				-	-				
30			クロオナシカワゲラ	クロオナシカワゲラ	Indonemoura nohirae					1		3		32		-	-			
31		ハラジロオナシカワゲラ	ハラジロオナシカワゲラ科の一種	Leuctridae sp.					3		1		3		-	-				
32		アミメカワゲラ	アミメカワゲラモドキ属の一種	Stavsolus sp.							2				-	-				
33		カワゲラ	フタツメカワゲラ属の一種	Neoperla sp.					17		13		1		-	-				
34	アミメカゲロウ	ヘビトンボ	ヘビトンボ	ヘビトンボ	Protohermes grandis	1		3		1		3		os	A					
35			クロスジヘビトンボ	クロスジヘビトンボ	Parachauliodes continentalis										-ms	A				
36			ヤマトクロスジヘビトンボ	ヤマトクロスジヘビトンボ	Parachauliodes japonicus										-ms	A				
37			センブリ	センブリ属の一種	Sialis sp.			1								-	-			
38	コウチュウ	ゲンゴロウ	モンキマメゲンゴロウ	モンキマメゲンゴロウ	Platambus pictipennis									-ms	A					
39			マルヒラタドロムシ	マルヒラタドロムシ属の一種	Eubrianax sp.					4					-	-				
40			チビマルヒゲナガハナノミ属の一種	Macroebria sp.											-	-				
41			ホタル	ゲンジボタル	Luciola cruciata			1						-ms	A					

表 4-1-1(2) 底生生物確認種一覧(冬季)

	門名	綱名	目名	科名	和名	学名*1	調査地点、個体数(定量:個体/2,500cm <sup>2</sup> )及び確認種(定性)								指標性*2		備考*3			
							St.1(A地区)		St.2(A地区)		St.3(B地区)		St.4(C地区)		1	2				
							定量	定性	定量	定性	定量	定性	定量	定性						
42	節足動物	昆虫	ハエ	ガガンボ	ウスバヒメガガンボ属の一種	<i>Antocha</i> sp.			1		26		21		-	-				
43					ガガンボ亜科の一種	Tipulinae sp.											-	-		
44					<i>Dicranota</i> 属の一種	<i>Dicranota</i> sp.	1		1		5						-	-		
45				ブユ	アシマダラブユ属の一種	<i>Simulium</i> sp.			7		1		9				-	-		
46				ユスリカ	モンユスリカ亜科の一種	Tanypodinae sp.		2		1		1		1			-	-		
47					エリユスリカ亜科の一種	Orthoclaadiinae sp.		10		14		199		34			-	-		
48					ユスリカ亜科の一種	Chironominae sp.		1		1							-	-		
49					ユスリカ科の一種	Chironomidae sp.			2		6						-	-	蛹	
50				ナガレアブ	コモンナガレアブ	<i>Atrichops morimotoi</i>							3			-ms	B			
51					サツモンナガレアブ	<i>Suragina satsumana</i>							1			-ms	B			
52				トビケラ	ヤマトビケラ	ヤマトビケラ属の一種	<i>Glossosoma</i> sp.					12					-	-		
53					ナガレトビケラ	ヒロアタマナガレトビケラ	<i>Rhyacophila brevicephala</i>			2				1			-	-		
54						ムナグロナガレトビケラ	<i>Rhyacophila nigrocephala</i>					4					os	A		
55						ナガレトビケラ属の一種	<i>Rhyacophila</i> sp.					1						-	-	若齢
56					ヒメトビケラ	ヒメトビケラ属の一種	<i>Hidoptila</i> sp.			2				15			-	-		
57					ヒゲナガカワトビケラ	ヒゲナガカワトビケラ	<i>Stenopsyche marmorata</i>					2					os	A		
58					イワトビケラ	ムネカクトビケラ属の一種	<i>Ecnomus</i> sp.		1								-	-		
59					シマトビケラ	コガタシマトビケラ属の一種	<i>Cheumatopsyche</i> sp.		193		66		103		54			-	-	
60						オオヤマシマトビケラ	<i>Hydropsyche dilatata</i>		2		4		7		1			-	-	
61						ウルマーシマトビケラ	<i>Hydropsyche orientalis</i>						5		1			os	A	
62						シマトビケラ属の一種	<i>Hydropsyche</i> sp.						7		3			-	-	若齢
63					マルバネトビケラ	マルバネトビケラ属の一種	<i>Phryganopsyche</i> sp.											-	-	
64					アシエダトビケラ	コバントビケラ	<i>Anisocentropus immunis</i>											-ms	B	
65					ヒゲナガトビケラ	タテヒゲナガトビケラ属の一種	<i>Ceraclaea</i> sp.						2					-	-	
66					エグリトビケラ	ニンギョウトビケラ	<i>Goera japonica</i>						11		3			os	A	
67				ニンギョウトビケラ属の一種		<i>Goera</i> sp.											-	-	筒巢	
68	コエグリトビケラ属の一種	<i>Apatania</i> sp.							1					-	-					
69	セグロトビケラ	<i>Limnephilus fuscovittatus</i>												-ms	B					
70	スジトビケラ属の一種	<i>Nemotaulius</i> sp.												-	-					
71	カクツツトビケラ	コカクツツトビケラ属の一種	<i>Goerodes</i> sp.											-	-					
72	ケトビケラ	グマガトビケラ属の一種	<i>Gumaga</i> sp.									1		-	-					
総計 4門 5綱 12目 42科 72種							個体数	268	-	277	-	541	-	291	-					
							種数	13種	27種	26種	33種	38種	49種	29種	36種					
							総種数	27種		34種		52種		37種						

\*1: 記列・学名は、下記文献に従った。「日本産野生生物目録 - 本邦産野生動物種の現状 - (無脊椎動物編)」(環境庁 編, 1993)と、「日本産野生生物目録 - 本邦産野生動物種の現状 - (無脊椎動物編)」(環境庁 編, 1995)、

「日本産野生生物目録 - 本邦産野生動物種の現状 - (無脊椎動物編)」(環境庁 編, 1998)、「河川水辺の国勢調査生物種目録」(建設省, 1995)、「日本産水生昆虫検索図説」(川合禎次 編, 1985)、

「原色川虫図鑑」(丸山博紀・高井幹夫 著, 2000)に従った。

\*2: 指標性1、2は「水生昆虫の観察」(谷幸三, 2001)に従った。

指標性1: os(貧腐水性)、-ms( -中腐水性)、-ms( -中腐水性)、ps(強腐水性) 指標性2: A(非汚濁耐性)、B(汚濁耐性)

\*3: 若齢: 若齢幼虫による確認 筒巢: トビケラ目の筒巢による確認 蛹: 蛹による確認

## 2 付着藻類

現地調査の結果、冬季調査では計 5 綱 45 種の付着藻類が確認された。付着藻類の確認種一覧を表 4-1-2 に示す。

表 4-1-2 附着藻類確認種一覧 ( 冬季 )

	種名*1,2	調査地点及び細胞数(細胞/mm <sup>2</sup> )				指標性*3		
		St.1	St.2	St.3	St.4	1	2	3
CYANOPHYCEAE 藍藻綱								
1	<i>Homoeothrix janthina</i>			16.0		os- -ms	-	-
2	<i>Anabaena viguieri</i>	0.8	16.0	0.8		-	-	-
3	<i>Oscillatoria</i> spp.	20.0	20.0	16.0		-	-	-
RHODOPHYCEAE 紅藻綱								
4	<i>Audouinella chalybea</i> var. <i>chalybea</i> *		13.6			-	-	-
BACILLARIOPHYCEAE 珪藻綱								
5	<i>Aulacoseira distans</i>	8.0	6.4			-	-	-
6	<i>Aulacoseira granulata</i>		3.2			os- -ms	A	-
7	<i>Melosira varians</i>	1120.0	96.0	168.0	124.0	os- -ms	B	-
8	<i>Meridion constrictum</i>	0.8	1.6	24.0	120.0	-	-	好清
9	<i>Synedra acus</i>		1.6	0.8		os- -ms	A	-
10	<i>Synedra ulna</i>				204.0	-ms	B	-
11	<i>Eunotia</i> sp.				0.8	-	-	-
12	<i>Achnanthes convergens</i>			480.0	24.0	-	-	好清
13	<i>Achnanthes lanceolata</i>		0.8	0.8	2.4	os- -ms	A	好清
14	<i>Achnanthes minutissima</i>	10.4	224.0	1152.0	12.0	-ms	B	好清
15	<i>Cocconeis placentula</i>			0.8	9.6	os- -ms	B	-
16	<i>Navicula capitata</i>	3.2	132.0		0.8	-	-	-
17	<i>Navicula cryptocephala</i>	768.0	3.2	28.0	32.0	-ms- -ms	B	-
18	<i>Navicula cryptotenella</i>	2496.0	1536.0	16.0	20.0	-	-	好清
19	<i>Navicula gregaria</i>	56.0	576.0	11.2	28.0	-ms-ps	B	-
20	<i>Navicula minima</i>			576.0	12.0	-	-	-
21	<i>Navicula radiosa</i> f. <i>nipponica</i>	80.0	208.0	60.0	32.0	-	-	好清
22	<i>Navicula subminuscula</i>	5.6				-	-	好汚
23	<i>Navicula symmetrica</i>		84.0			-	-	-
24	<i>Navicula tenera</i>	25.6	1.6			-	-	好汚
25	<i>Navicula yuraensis</i>	22.4				-	-	好清
26	<i>Navicula</i> spp.		52.0			-	-	-
27	<i>Pinnularia</i> sp.	348.0	40.0	9.6	8.0	-	-	-
28	<i>Gyrosigma</i> sp.			24.0		-	-	-
29	<i>Gomphonema clevei</i>		0.8			os- -ms	A	好清
30	<i>Gomphonema gracile</i>	768.0	8.0			-	-	-
31	<i>Gomphonema parvulum</i>	76.0	60.0			-ms-ps	B	-
32	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenula</i>	3.2				-	-	好汚
33	<i>Gomphonema pseudoaugur</i>		0.8			-	-	好汚
34	<i>Gomphonema tetrastigmatum</i>	3.2	1344.0	4416.0	80.0	-ms- -ms	B	-
35	<i>Cymbella minuta</i>		12.0			-	-	好清
36	<i>Cymbella tumida</i>	7.2	52.0	12.0	24.0	os- -ms	B	好清
37	<i>Rhoicosphenia curvata</i>			4.8	0.8	os- -ms	A	-
38	<i>Frustulia vulgaris</i>		64.0	16.0	72.0	os- -ms	A	-
39	<i>Nitzschia dissipata</i>		44.0	152.0	96.0	os- -ms	A	好清
40	<i>Nitzschia paleacea</i>	204.0	672.0			-ms	B	-
41	<i>Nitzschia</i> spp.		1.6	4.8		-	-	-
42	<i>Surirella angusta</i>	4.8	20.0	32.0		-ms	B	-
43	<i>Surirella</i> sp.		6.4			-	-	-
EUGLENOPHYCEAE ミドリムシ藻綱								
44	<i>Trachelomonas</i> sp.		2.4			-	-	-
CHLOROPHYCEAE 緑藻綱								
45	<i>Scenedesmus</i> sp.					-	-	-
総細胞数(細胞/mm <sup>2</sup> )		11314.4	11160	7369.6	902.4			
確認種数		24	34	25	20			
沈澱量(ml/全量)		1.5	0.9	0.45	0.48			

\*1: は群体または糸状体数を示す。種名・学名・配列は「淡水藻類入門」(内田老鶴圃、1999)を参考とした。

\*2: 指標性1・2は「環境と生物指標2 水界編」(日本生態学会環境問題専門委員会、1975)、指標性3は「日本珪藻学会誌 Vol.10」(日本珪藻学会、1995)に従った。

指標性1: os(貧腐水性種)、m(中腐水性種)、m(中腐水性種)、ps(強腐水性種)

指標性2: A(非汚濁耐性)、B(汚濁耐性)

指標性3: 好清(好清水性)、好汚(好汚濁性)

#### 4 - 2 水質継続調査

調査結果は図4 - 2 - 1及び巻末資料5 - 1に示した。

- 1) 水処理プラントの下流に位置する新滝ヶ洞溜池（流入口）の水質は、9月以降、pHが7前後で安定している。
- 2) コルゲート（東）の硫酸イオン濃度は、概ね降水により反応している。

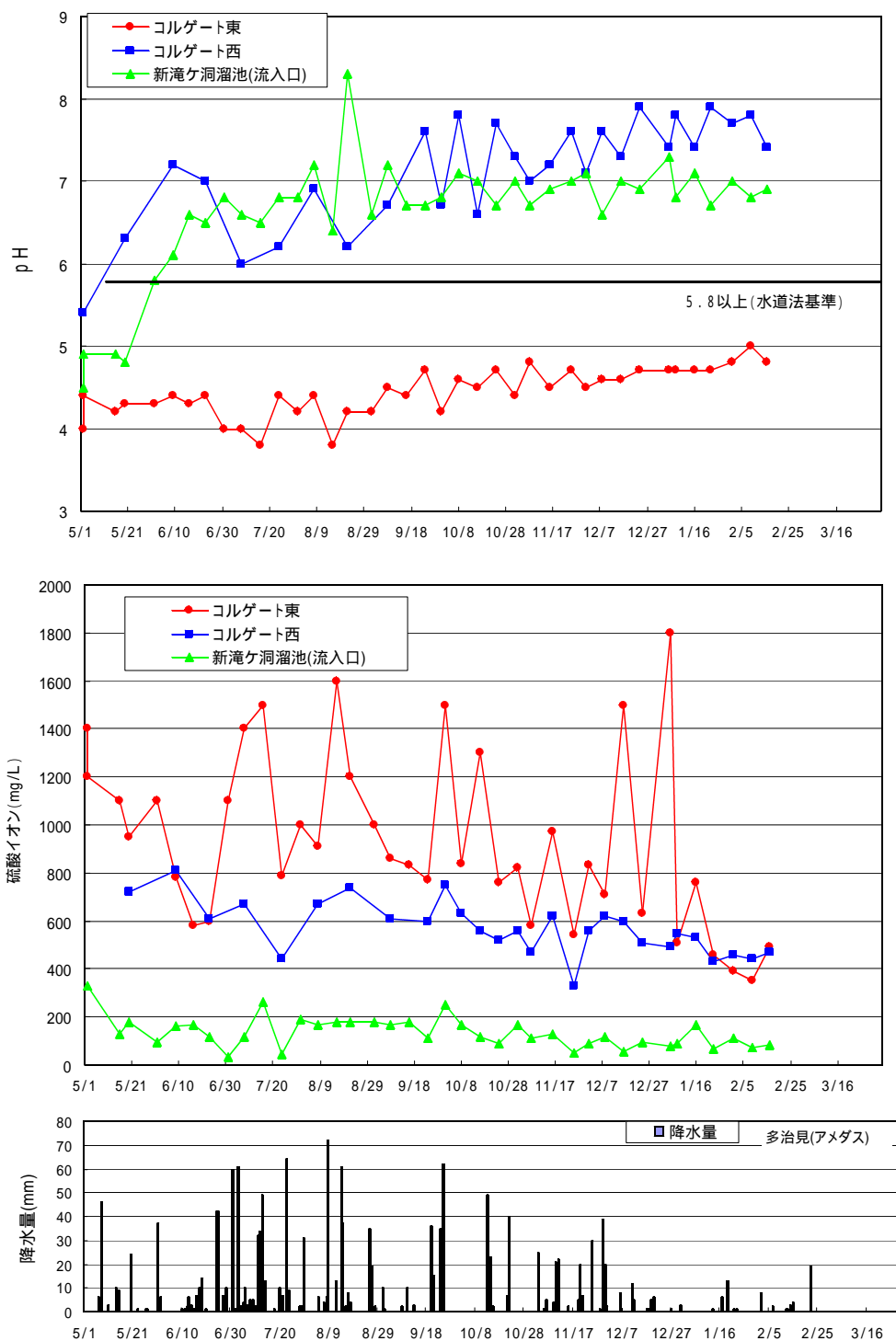


図4 - 2 - 1 pH・硫酸イオンの変化図