

(参考資料1)

## モニタリング結果の評価

平成16年3月27日

## 水質モニタリング結果について

(独) 国立環境研究所 川本克也

標記の件、以下のようにコメントします。

- ・ 廃棄物および土壌が混合された固体相中を間隙水とともに移動しやすい塩化物イオンおよび主として無機系の電解質の存在に起因する電気伝導度については、図1に示すように両者の間には比較的高い相関関係が存在している。また、図2に示すように、各測定点の電気伝導度は横ばいか若干値が低下している状況にある。
- ・ 有機汚染物質のうち VOC は、水に対し 1000 mg/l のオーダーで溶解度を持ち、またダイオキシン類などに比べて強くはないがある程度土壌などへの吸着性を有している。したがって、雨水による溶出は十分に生じ、その状態が続いていると思われる。
- ・ ダイオキシン類は固相への吸着性が非常に強いので、水へも極微量ながら溶解はするが、粒子が存在する環境媒体中ではほとんどの場合粒子とともに移動する。したがって、現地での物理的（人為的）攪拌や表層流出がない限り水中の濃度が大きく上昇することはないと推測される。
- ・ ただし、両型の汚染物質ともに他の油分または界面活性作用のある薬剤などが共存すると水中に対するみかけの溶解度が高くなって、移動しやすくなる。
- ・ 金属の鉛については、水の pH に応じた化学形態に水溶性が依存する。とくに酸にもアルカリにも溶ける両性元素であることから、酸性雨などにより溶出しやすくなると思われる。
- ・ 総じて、廃棄物量は多いが、多量の土壌によって投棄地域内に保持されているとみなすことができると思われる。

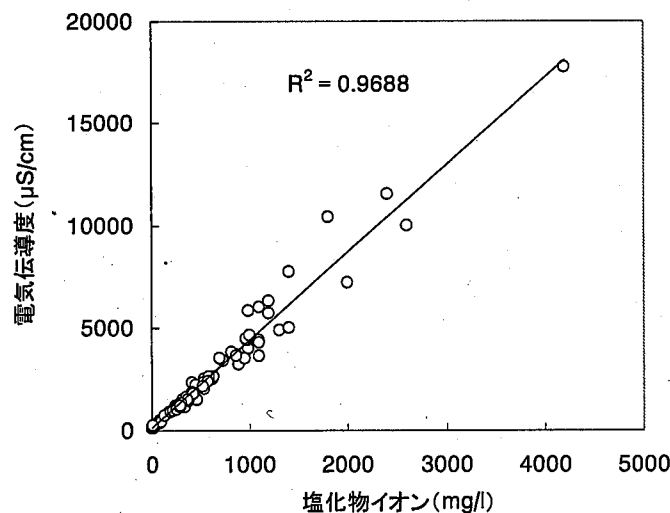


図1 全測定データに関する塩化物イオン濃度と電気伝導度との関係

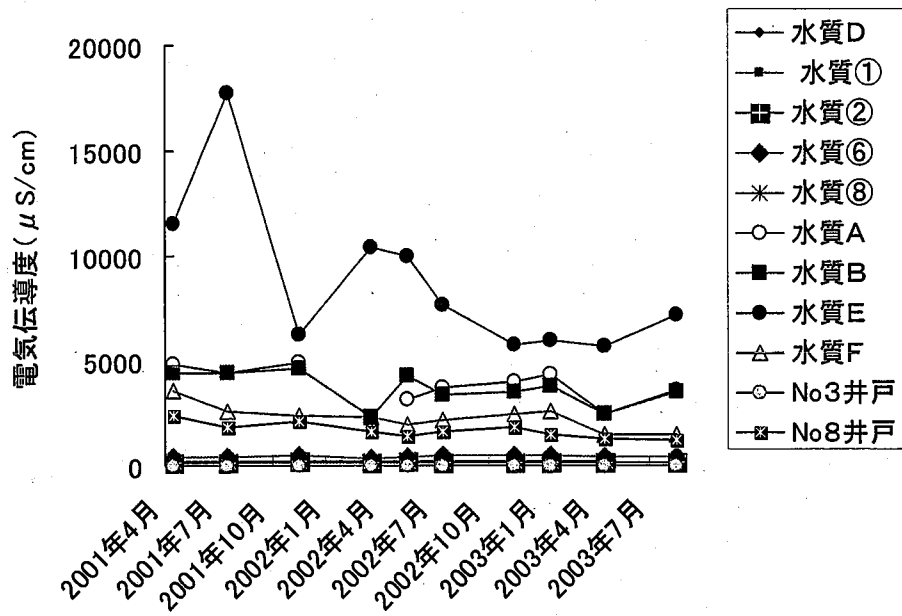


図2 サンプルの経過にともなう電気伝導度の変化

## 水質モニタリング結果の評価について

八戸工業大学環境建設工学科 福士 憲一

### 1. はじめに

第2回協議会で報告されたモニタリング結果によれば、現場内の浸出水についてはジクロロメタン、ベンゼン、ホウ素が排水基準を超えた地点があった。一方、現場周辺の表流水は全地点で環境基準を満たしており、現在のところ汚染は周辺部に拡散していないとの結論であった。これに対して、地元関係委員を中心に次のような意見と要望が出された。

- 1) 水質分析項目の意味や結果の見方など、一般の方でもわかるように説明して欲しい。
- 2) データを単に表で示すだけではなく、経時変化や評価などデータの読み方を説明すべきである。できれば岩手県のデータもあわせて評価して欲しい。
- 3) 県の調査は年4回程度であり、連続モニタリングするシステムも必要ではないか。

本報は、これらの意見と要望に対応するものであり、①県が実施している水質分析項目の意味や結果の見方、②県による水質モニタリング調査結果の評価、③八戸工業大学が設置した自動連続モニタリングシステムの概要、電気伝導度測定の意義および結果の一部紹介を行うものである。

なお、今回の報告は青森県の現場周辺部のデータに的を絞っている。岩手県のデータとの関連および場内のモニタリング結果については、今後あらためて評価する必要がある。

### 2. 水質分析項目の意味や結果の見方について

表-1に、青森県が測定している水質分析項目、その意味や結果の見方、各水質基準および熊原川と馬淵川での代表的な測定値を示す。留意すべき主な点は次のとおりである。

- 1) 分析項目は、健康項目と生活環境項目等に分類される。前者は有害重金属類、有害合成化学物質類、農薬類、その他から成り、慢性・急性毒性や発ガン性など人の健康に直接係わる項目である。後者は BOD、COD、SS、窒素、リンなどから成り、人の生活環境を保全する上で必要な項目である。
- 2) 水質基準に関しては、水道水質基準がもっとも厳しいものとなっている。環境基準は河川などの公共用水域における基準値であり、水道水質基準に比べて項目数は少ないが同等の数値となっている場合が多い。排水基準は事業場などからの排水を規制するための基準であり、概ね環境基準の10倍程度の数値を採用している。
- 3) 熊原川と馬淵川のような清浄な河川では、健康項目の分析値は通常すべて N.D. (検出されず) である。また、生活環境項目等の分析値については、表に示した程度の値を示す場合がほとんどである。

なお、以降の説明において電気伝導度 (EC) の測定値を多用するので、下記に EC 測定値が持つ意味を示す。

#### <電気伝導度 or 電気伝導率 or 電気導電率 Electric Conductivity>

面積がそれぞれ  $1\text{ cm}^2$  の2本の電極を距離  $1\text{ cm}$  に相対して置いた時、電極間にある物質のもつ電気抵抗の逆数をいう。電解質溶液では EC は存在するすべてのイオンの種類と濃度によって決まる。ある電解質の希薄溶液においては、EC はその濃度に比例する。(引用：環境科学辞典、東京化学同人)

簡単に言えば、EC とは特定の成分や物質を指すものではなく、電解質やイオンなどの電気を通しやすい物質が水中にどの程度存在するかを示す尺度である。したがって、蒸留水など不純物が少ない水ほど EC は小さな値を示す。通常の水では  $10^2\ \mu\text{ S/cm}$  のオーダー以下である場合が多い。

### 3. 青森県による水質モニタリング結果の評価

図-1と図-2に青森県によるモニタリング地点を示す。今回データ整理の対象とした地点はア-1～8およびア-11～22である。このうち、本報では特に、ア-3（堰堤ヒューム管浸出水）からア-1（事業場浸出水）やア-4（ラグーン末端の水）を経由してア-14（遠瀬水源湧水）やア-17（放流支川下流）へ至る経路に関して結果を評価する。

#### （1）水質分析結果の経時変化

結果の例として、図-3①～⑥にア-3地点、図-4①～⑥にア-14地点の分析結果の経時変化を示す。図中に降水量のグラフも示したが、これは国土交通省荒谷観測点のデータによった。なお、定量下限値未満の値は図上では0としてある。これらの結果をまとめると次のようになる。

##### ア-3地点について

- 1) ジクロロメタン、1,2ジクロロエタン、ベンゼン、ホウ素については排水基準を超過しているデータが多い。
- 2) 排水基準未満であっても、鉛、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、シス-1,2-ジクロロエチレン、ダイオキシン類については環境基準より高い値を示している。
- 3) BOD、COD、SS、全窒素、全リン、塩化物イオン、電気伝導度の値が通常の河川水等に比べてかなり高い値を示している。
- 4) ただし、ベンゼンを除けば、各項目とも次第に濃度が低下する傾向が見られる。

##### ア-14地点について

- 1) 砒素が若干検出されているだけで、健康項目すべてが環境基準を満たしている。
- 2) 塩化物イオン、電気伝導度の値が通常の河川水等に比べてやや高い値を示している。

#### （2）ア-3地点からア-17地点へ至る経路における水質変動

上記のように経時変化だけを追っただけでは汚染拡散の可能性や機構を評価できない。そこで、図-5①～⑤に示したように、ア-3地点で検出された各水質項目について、ア-3からア-17地点の計6地点のデータを並べてみた。なお、ほとんどの図において、ア-3以外の地点のデータは0付近で重なっていることに注意されたい。これらの結果をまとめると次のようになる。

- 1) 鉛については、ア-3からア-17へと下流に行くに従って濃度が低下している。ただし、ア-6（ラグーン脇の地下水）では逆に高くなっている。
- 2) 砒素については、上流から下流に向けて濃度が低くなっている傾向が見られる。この傾向は塩化物イオンおよび電気伝導度について特に顕著であり、データがきれいに並んでいる。（図-5⑤参照）
- 3) トリクロロエチレン以下の揮発性有機化学物質については、ア-1地点で既に検出されており、その下流においても検出されていない。

### 4. 八戸工業大学による自動連続モニタリングシステム

#### （1）モニタリングシステムの概要

県境問題に対して、八戸工業大学では文科省の補助を受け、地元大学として全学的な調査研究体制を敷いている。テーマは、環境モニタリング、汚染拡散防止技術、廃棄物再利用・資源化、リスク管理等など広範囲にわたっている。特に、水質モニタリングについては、県や八戸圏域水道企業団による詳細な調査結果<sup>1,2)</sup>を補い支援することを目的に、自動連続モニタリングシステムを現場周辺部に設置することとした。

システムの概要を図-6に示す。本システムは、IT・LAN技術を駆使し、周辺部の沢水について電気伝導度、pH、水温、流量（一部地点）を自動連続測定できるものである。データ

は、無線 LAN により中継地点を経由して ISDN 回線で大学に送信し、常時モニタリングができるようになっている。

現在稼働しているのは No.1 と No.2 地点のみであるが、今後雪解けを待って、仮設浄化プラント付近などの地点にも増設する予定である。

### (2) 電気伝導度を連続モニタリングすることの意義

図-7 に、現場近くの上水道水源（すでに取水停止・水源切替え済）における電気伝導度と塩化物イオンの変動を示す<sup>3)</sup>。両者とも、年々上昇傾向にあったことが明らかである。また、上昇が始まった年月も不法投棄期間と概ね一致している。

図-8 ①~④および図-9 は、上記 3.(1) で示した県のデータに関して、電気伝導度と各水質項目との相関をとった結果である。かなりの相関を示している図もあり、電気伝導度を測定することにより、相当数の有害化学物質の流出状況を推定できそうなことがわかる。

### (3) 電気伝導度と pH のモニタリング結果、今後の課題

図-10 は、本システムにより得られた実際のデータである。今後、このようなデータを多数集積し、県や水道企業団による詳細な水質分析結果と比較検討することにより、多くの知見が得られるものと予想される。これらのデータは八戸工業大学ホームページにより常時公開する予定であり、青森県と関係自治体および地元住民の方々にとって有益な情報となるものと考えられる。

また、本システムのほかに、近日中に現場内へ監視カメラと気象観測機器を設置する予定である。さらに、リモートセンシングによる環境解析システムも既に稼働中である。今後、これらのデータも大学ホームページで公開する予定である。

八戸工業大学では、国・自治体・水道企業団などと緊密に情報交換をしながら、県境不法投棄問題の早期解決を目指している。現在のところ、水質に関して周辺環境への影響はほとんど見られないが、今後とも慎重な対応と検討が必要であり、本システムによる水質監視と結果の解析を強化する予定である。

なお、本システムの開発と設置ならびに関係する調査研究は、文部科学省「ハイテク・リサーチ・センター事業」の補助を受け、八戸工業大学循環型社会技術システム研究センターによる「青森・岩手県境不法投棄廃棄物の低環境影響処理技術に関する研究開発」の一環として、本学大学院電気電子専攻の藤田研究室と土木工学専攻の福土研究室が共同実施していることを付記する。

### <参考文献>

- 1) 青森県ホームページおよび本協議会配付資料
- 2) 国交省青森河川国道事務所ホームページ
- 3) 八戸圏域水道企業団資料

表-1 水質分析項目の意味や結果の見方など

水質分析項目	単位	分析項目の意味や結果の見方	水道水質基準(注2)	環境基準	排水基準	測定値の代表例 (注5)		
						熊原川(飯豊橋)	熊原川(留ヶ崎橋)	馬淵川(櫛引橋)
カドミウム	mg/L	有害重金属、イタイタイ病	0.01	0.01	0.1			N.D.
全シアン	mg/L	有害物質、シアンイオンは特に強毒性	0.01	N.D.	1			N.D.
鉛	mg/L	有害重金属、慢性・急性毒性	0.01	0.01	0.1	N.D.		N.D.
六価クロム	mg/L	同上	0.05	0.05	0.5			N.D.
砒素	mg/L	同上	0.01	0.01	0.1	N.D.		N.D. ~ 0.001
総水銀	mg/L	同上、有機水銀は特に強毒性、水俣病	0.0005	0.0005	0.005			N.D.
セレン	mg/L	有害重金属、慢性毒性	0.01	0.01	0.1			N.D.
PCB(ポリ塩化ビフェニル)	mg/L	有害合成化学物質、急性・慢性毒性、発ガン性など	—	N.D.	0.003			N.D.
ジクロロメタン	mg/L	同上	0.02	0.02	0.2	N.D.		N.D.
四塩化炭素	mg/L	同上	0.002	0.002	0.02	N.D.		N.D.
1,2-ジクロロエタン	mg/L	同上	—	0.004	0.04	N.D.		N.D.
1,1-ジクロロエチレン	mg/L	同上	0.02	0.02	0.2	N.D.		N.D.
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	同上	0.04	0.04	0.4	N.D.		N.D.
1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	同上	—	1	3	N.D.		N.D.
1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	同上	—	0.006	0.06	N.D.		N.D.
トリクロロエチレン	mg/L	同上	0.03	0.03	0.3	N.D.		N.D.
テトラクロロエチレン	mg/L	同上	0.01	0.01	0.1	N.D.		N.D.
1,3-ジクロロプロペン	mg/L	同上	—	0.002	0.02	N.D.		N.D.
ベンゼン	mg/L	同上	0.01	0.01	0.1	N.D.		N.D.
ダイオキシン類	pg-TEQ/L	同上	—	1	10	0.029 ~ 0.044		
チウラム	mg/L	農薬、急性・慢性毒性	—	0.006	0.06			N.D.
シマジン	mg/L	同上	—	0.003	0.03			N.D.
チオベンカルブ	mg/L	同上	—	0.02	0.2			N.D.
有機りん	mg/L	農薬などに由来、急性・慢性毒性	—	—	1			
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	mg/L	高濃度の場合、乳児でメヘモグロビン血症	10	10	—			0.86 ~ 1.7
フッ素	mg/L	高濃度の場合、斑状歯発生など	0.8	0.8	8	N.D.		N.D.
ホウ素	mg/L	有害物質、急性・慢性毒性	1	1	10	N.D.		0.02 ~ 0.07
BOD(生物学的酸素要求量)	mg/L	生物学的に分解されやすい有機物量の指標	—	(注3)	(注4)		0.8 ~ 1.3	0.5 ~ 2.3
COD(化学的酸素要求量)	mg/L	化学的に分解されやすい有機物量の指標	—	(注3)	(注4)			2.0 ~ 5.7
SS(浮遊物質)	mg/L	水のにごり	—	(注3)	(注4)		2 ~ 5	2 ~ 60
全窒素	mg/L	水域富栄養化の原因物質のひとつ、その他	—	(注3)	(注4)			1.1 ~ 1.9
全りん	mg/L	同上	—	(注3)	(注4)			0.029 ~ 0.088
塩化物イオン	mg/L	有機汚染の指標、高濃度で水利用障害	200	—	—			7 ~ 14
電気伝導度(EC)	μS/cm	溶存イオン量などに比例、溶解成分の多少を推定できる	—	—	—	63 ~ 112		
pH(水素イオン濃度)	—	pH7付近が中性、低いと酸性、高いとアルカリ性	5.8~8.6	(注3)	(注4)	6.7 ~ 7.6	7.4 ~ 7.8	7.1 ~ 8.0
大腸菌群数	MPN/100mL	有機汚染の指標	N.D.	(注3)	(注4)		3300 ~ 49000	790 ~ 540000

(注1) 基準はいずれも記載の数値以下であること。ただし、pHのみは範囲。N.D.は検出されないことを示す。

(注2) H16年度施行の新水道水質基準。記載の項目以外も含めて全50項目ある。

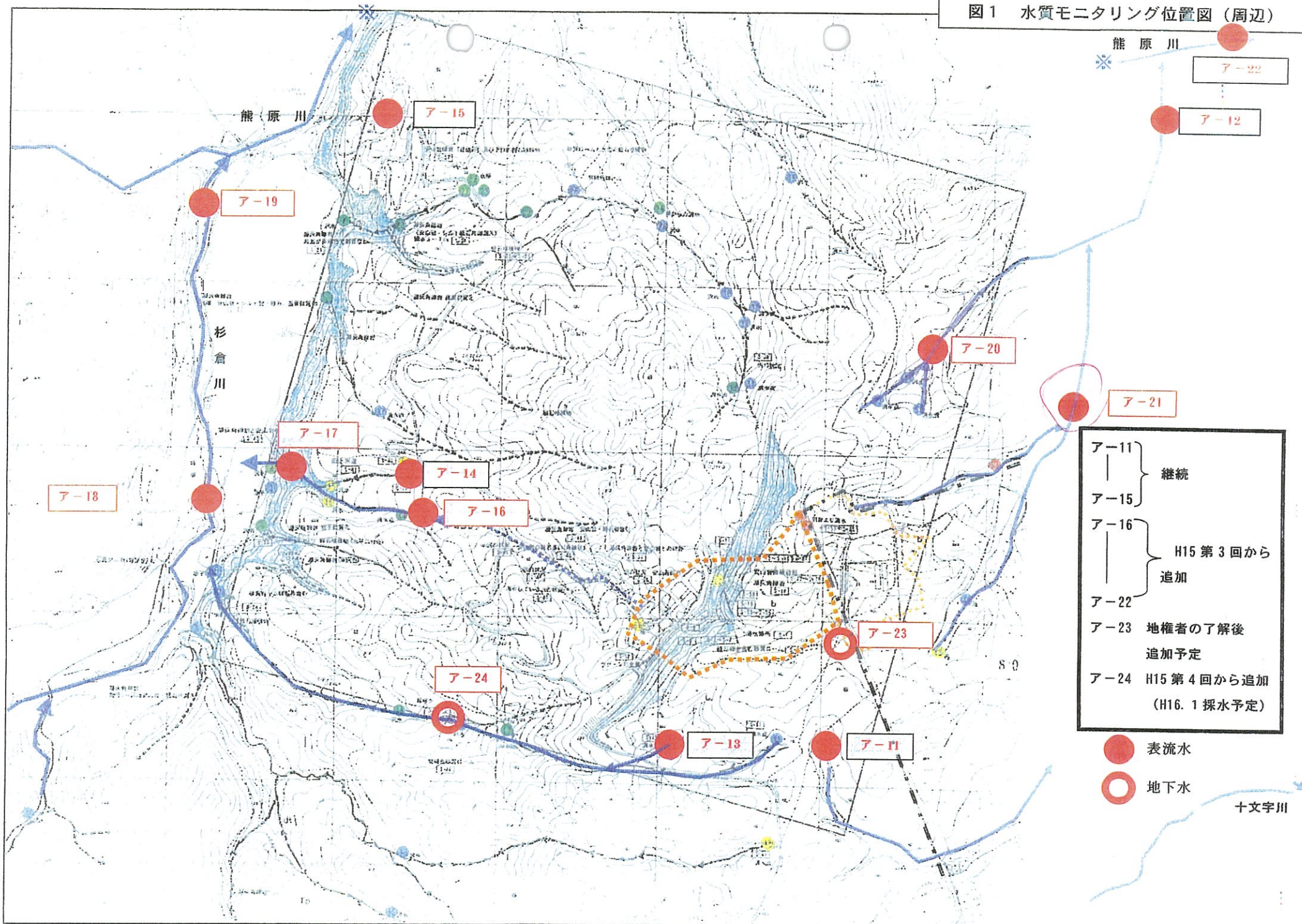
(注3) 水域の種類と類型の指定によって基準が設定されている場合もある。

(注4) 特定事業場からの排水に対しては、記載の項目以外も含めて基準が設定されている。

(注5) 熊原川(飯豊橋)は青森県及び八戸圏域水道企業団の測定結果(H15年)。他は青森県公共用水域水質測定結果(H13年度)より。



図1 水質モニタリング位置図 (周辺)



- ア-11 } 継続
- ア-15 } 継続
- ア-16 } H15 第3回から追加
- ア-22 } H15 第3回から追加
- ア-23 地権者の了解後追加予定
- ア-24 H15 第4回から追加 (H16.1 採水予定)

- 表流水
- 地下水

十文字川

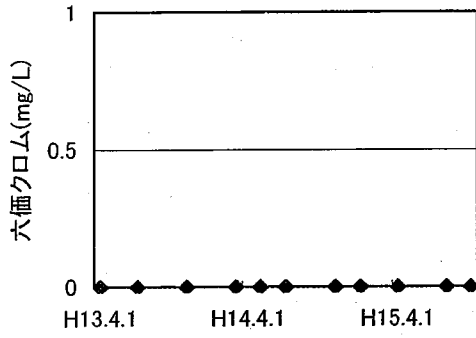




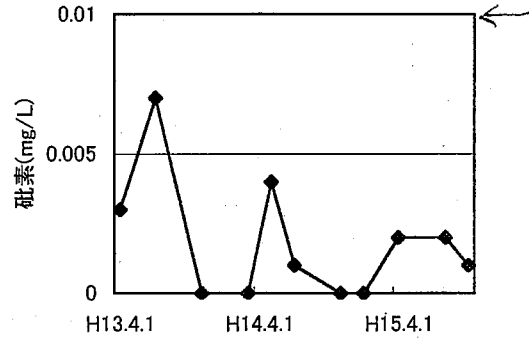


図-3 ②

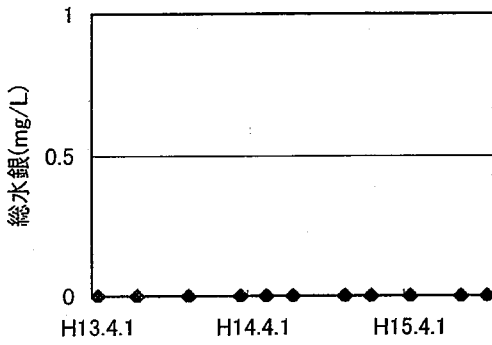
六価クロム



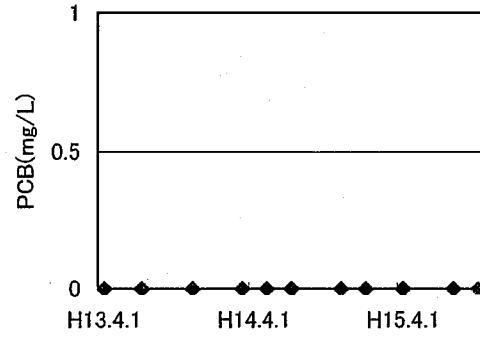
砒素



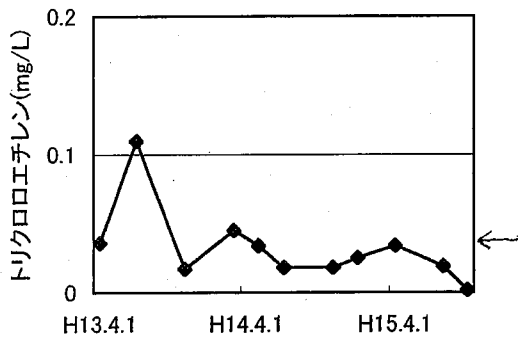
総水銀



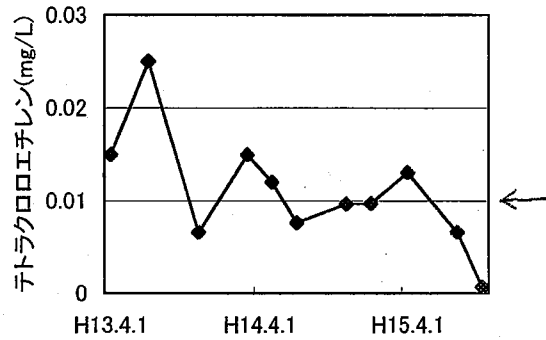
PCB



トリクロロエチレン

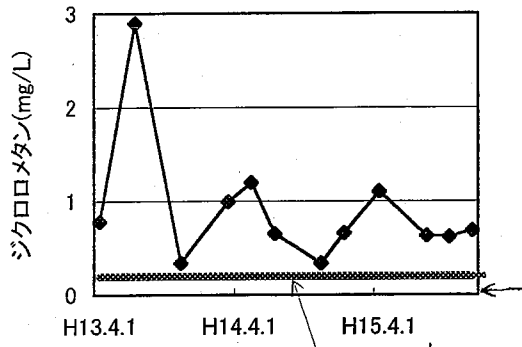


テトラクロロエチレン



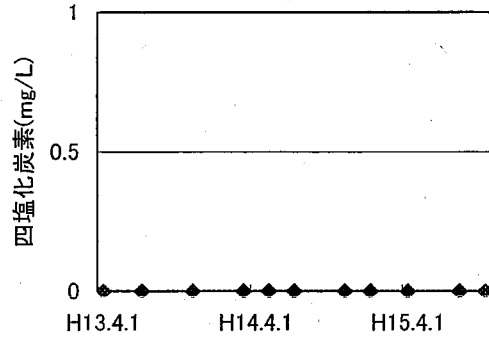
④-3③

ジクロロメタン

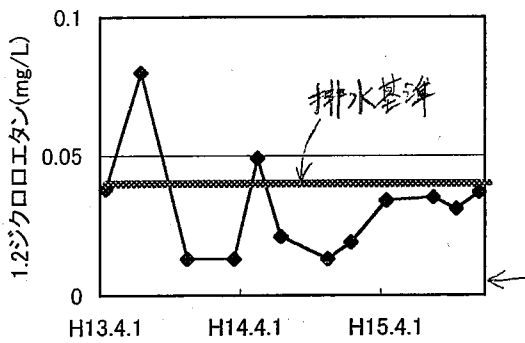


排水基準 (以下同様)

四塩化炭素

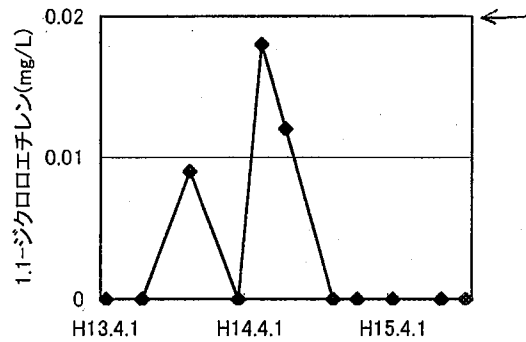


1,2ジクロロエタン

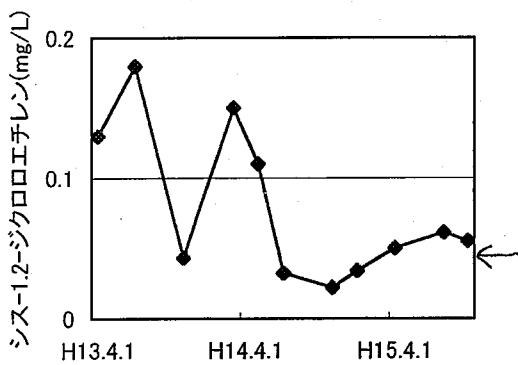


排水基準

1,1-ジクロロエチレン



シス-1,2-ジクロロエチレン



1,1,1-トリクロロエタン

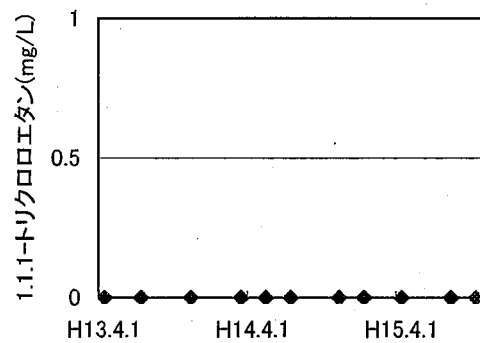
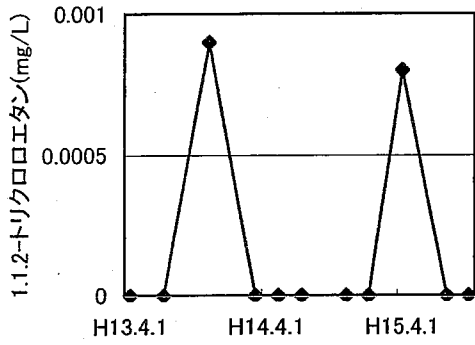
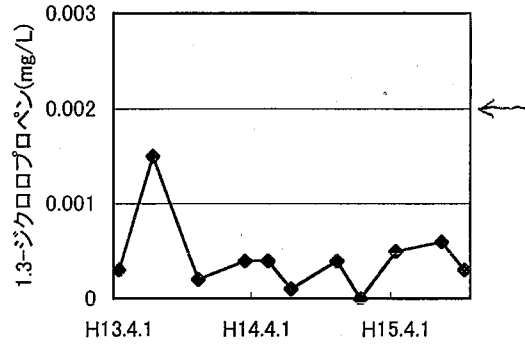


図-3 ④

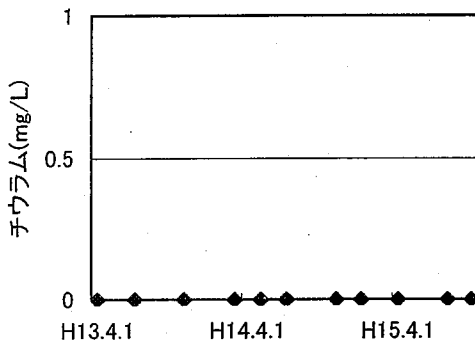
1.1.2-トリクロロエタン



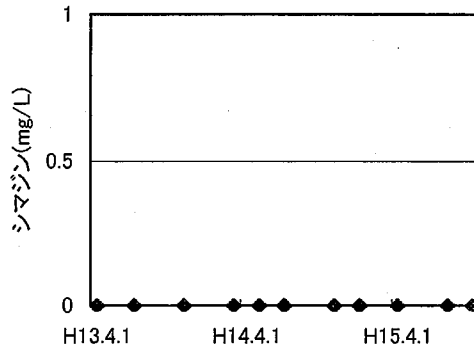
1.3-ジクロロプロペン



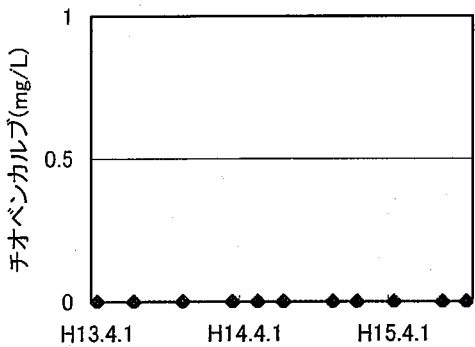
チウラム



シマジン



チオベンカルブ



ベンゼン

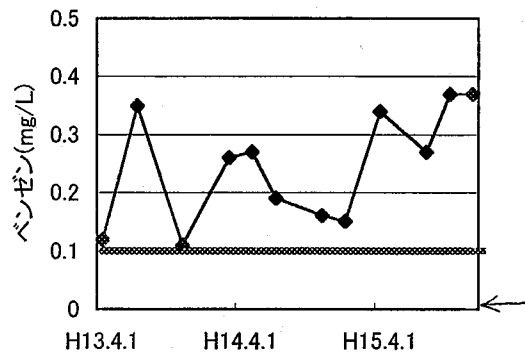
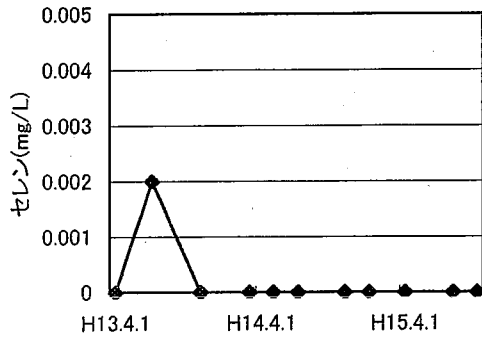
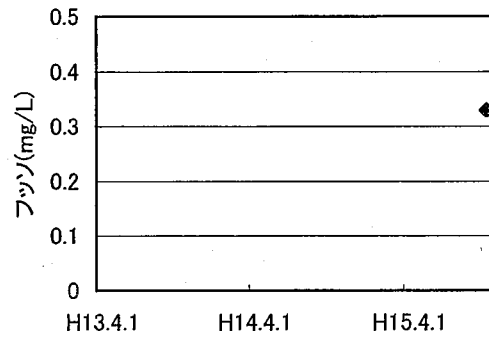


図-3⑤

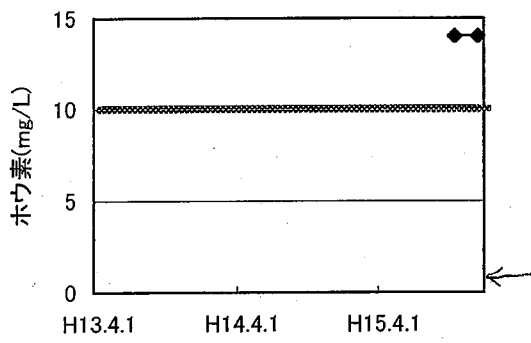
セレン



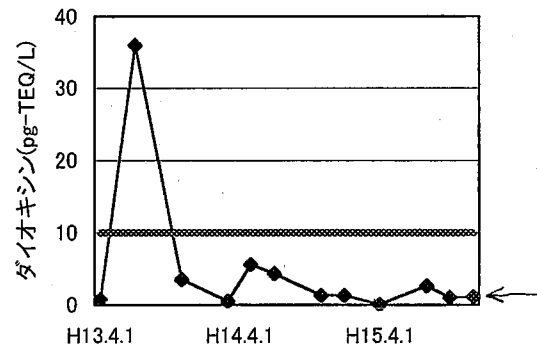
フッ素



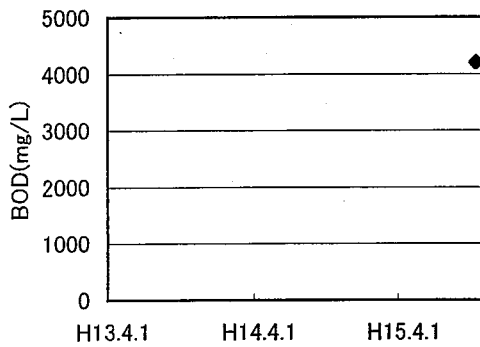
ホウ素



ダイオキシン



BOD



COD

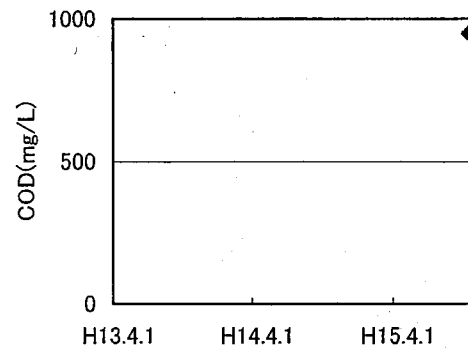
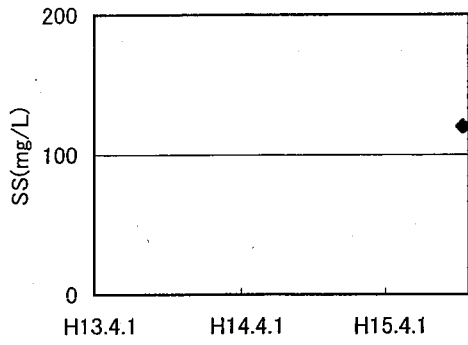


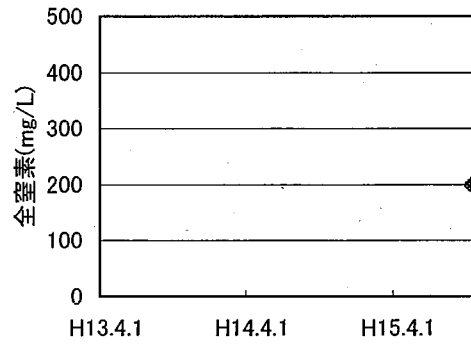


図-3⑥

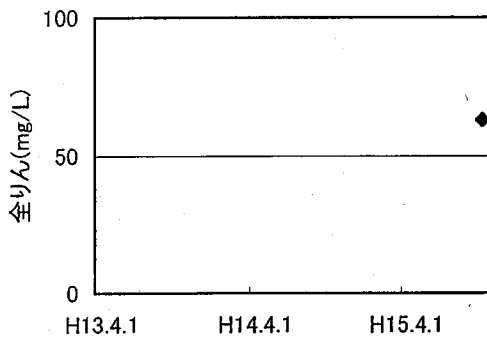
SS



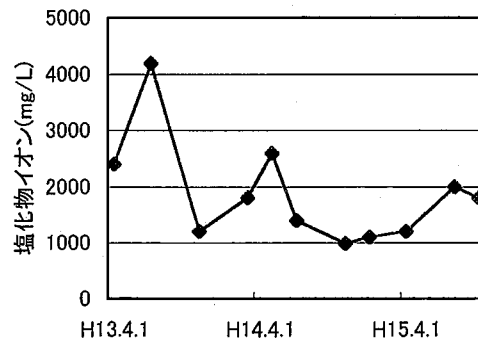
全窒素



全りん



塩化物イオン



電気伝導度

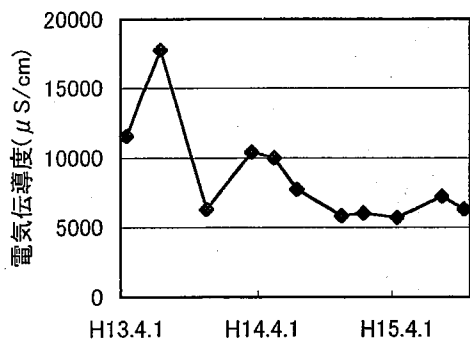
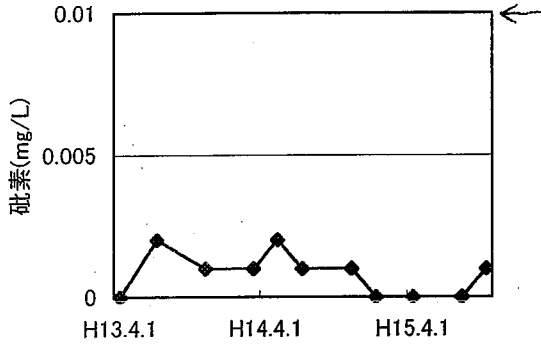


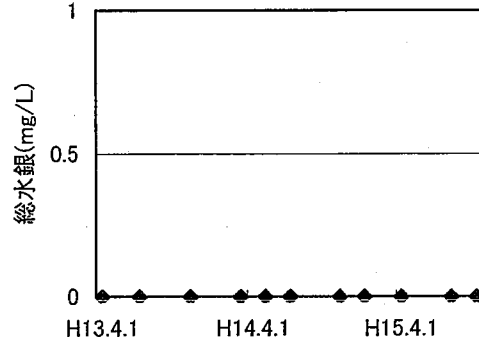


図-4②

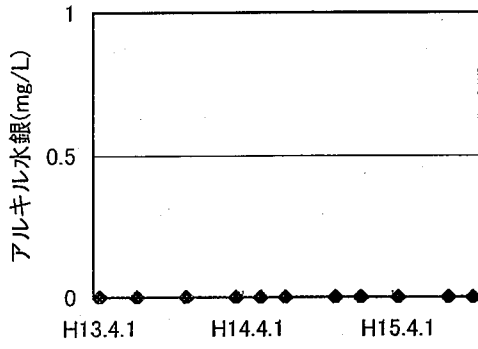
砒素



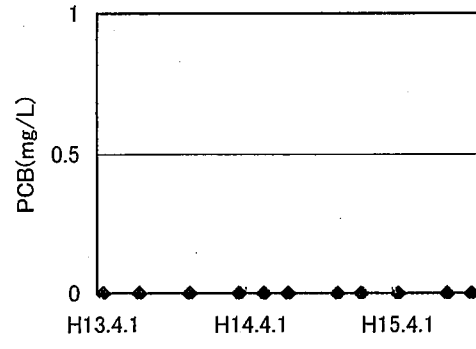
総水銀



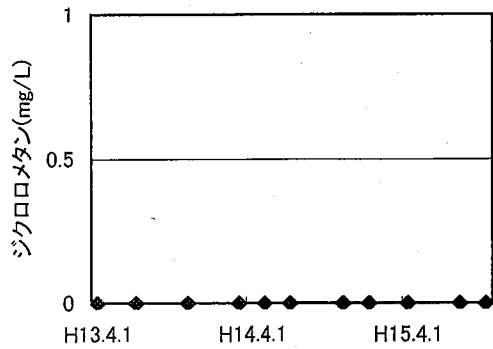
アルキル水銀



PCB



ジクロロメタン



四塩化炭素

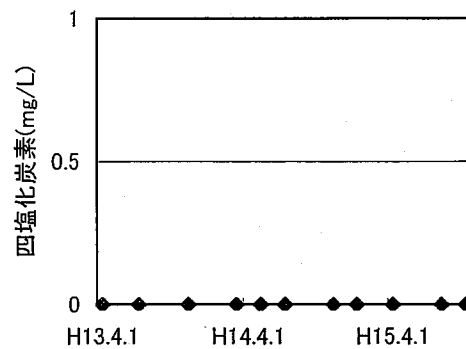
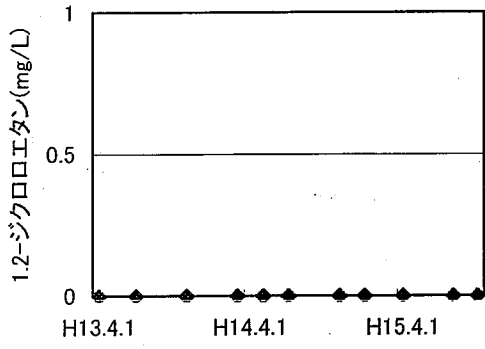
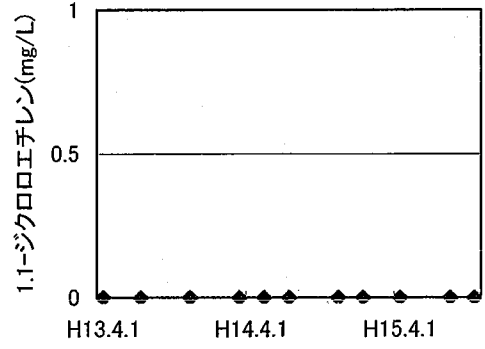


図-4③

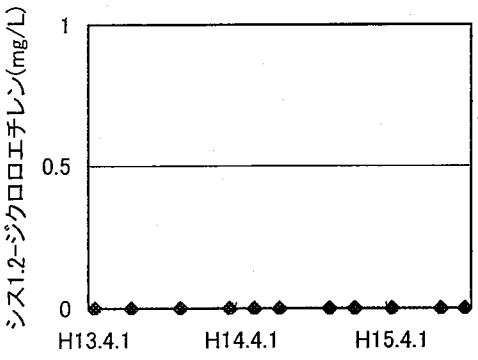
1,2-ジクロロエタン



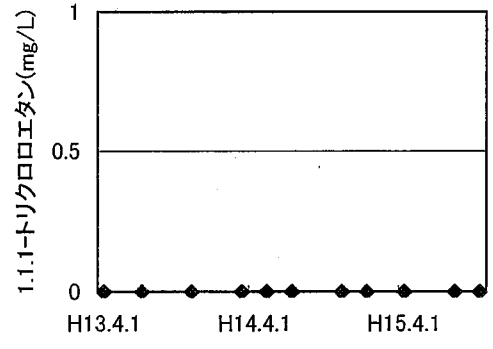
1,1-ジクロロエチレン



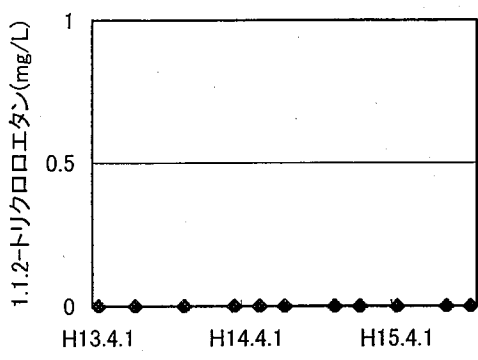
シス1,2-ジクロロエチレン



1,1,1-トリクロロエタン



1,1,2-トリクロロエタン



トリクロロエチレン

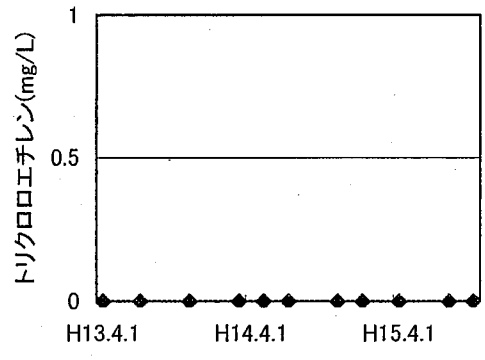
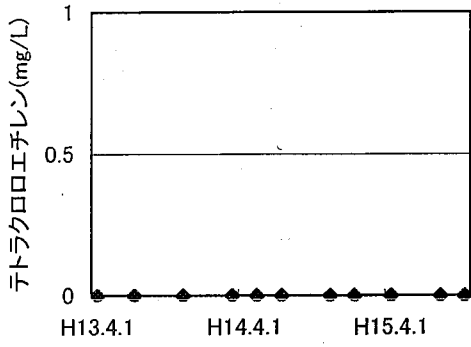
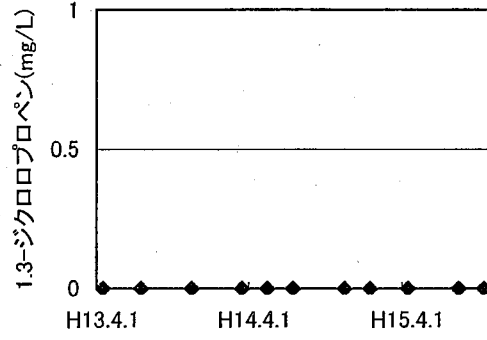


図-4④

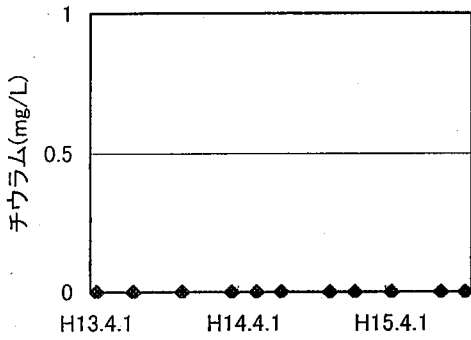
テトラクロロエチレン



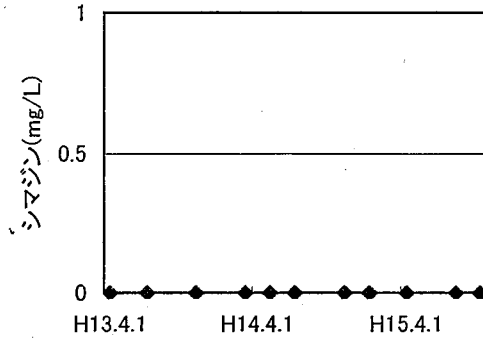
1,3-ジクロロプロペン



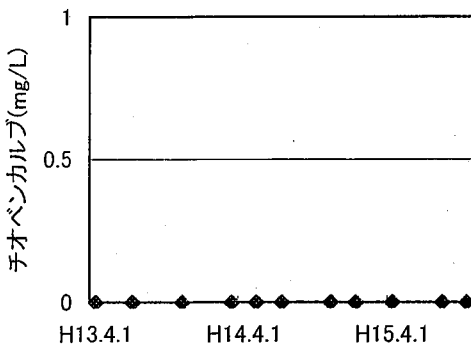
チウラム



シマジン



チオベンカルブ



ベンゼン

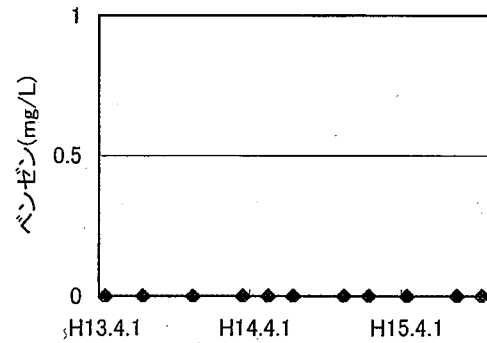
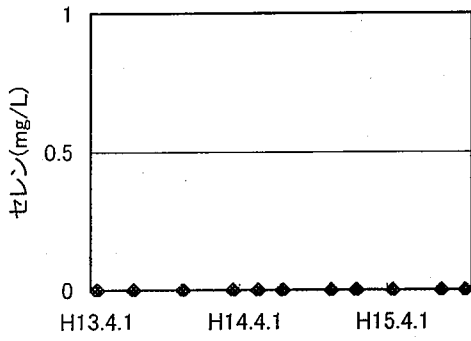
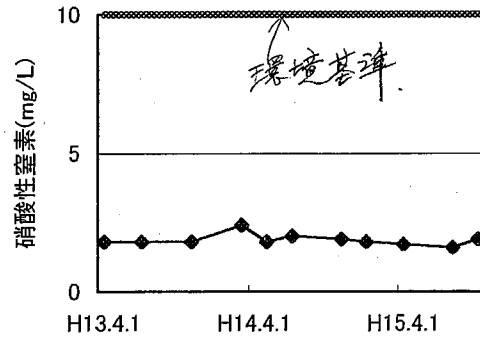


図-4⑤

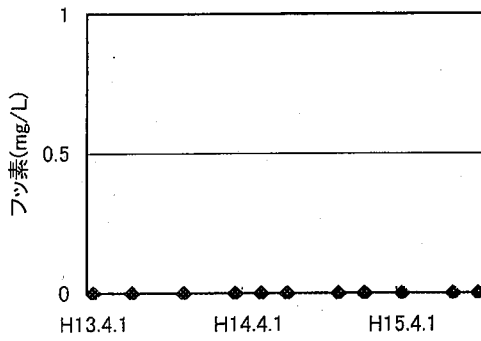
セレン



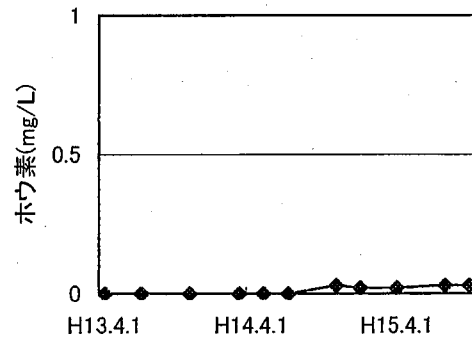
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素



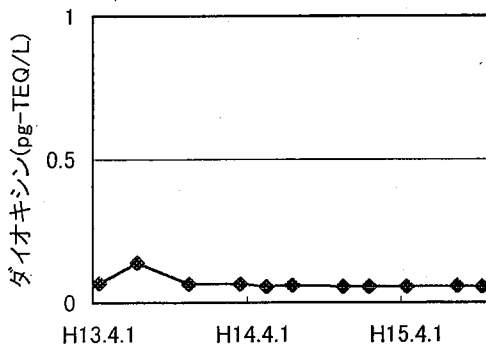
フッ素



ホウ素



ダイオキシン



BOD

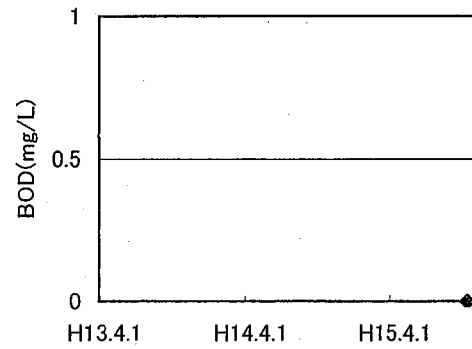
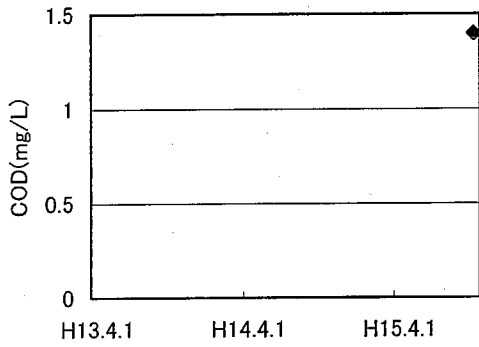


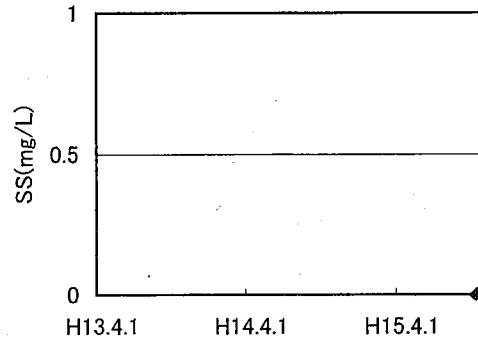


図-4⑥

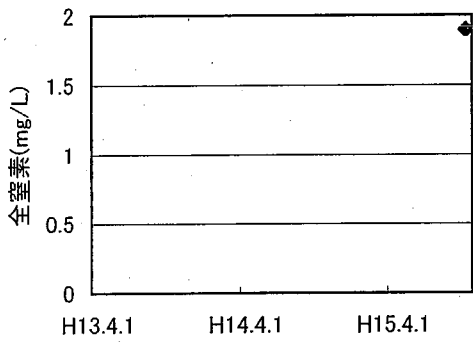
COD



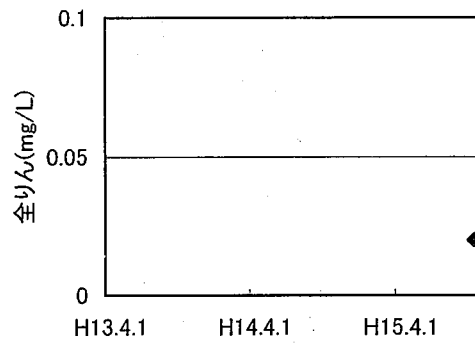
SS



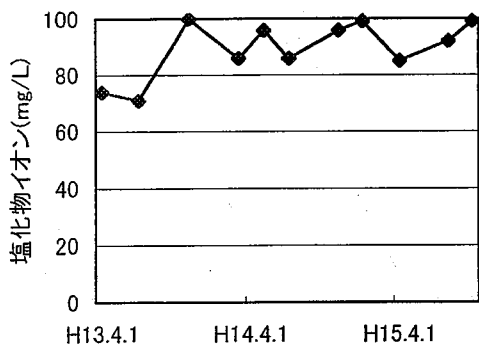
全窒素



全りん



塩化物イオン



電気伝導度

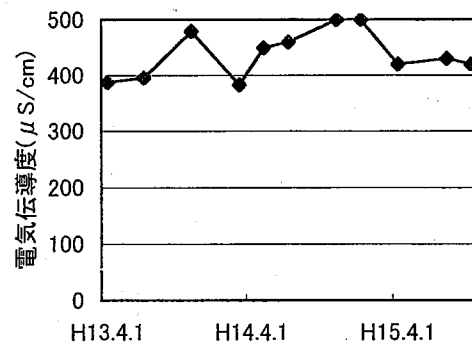
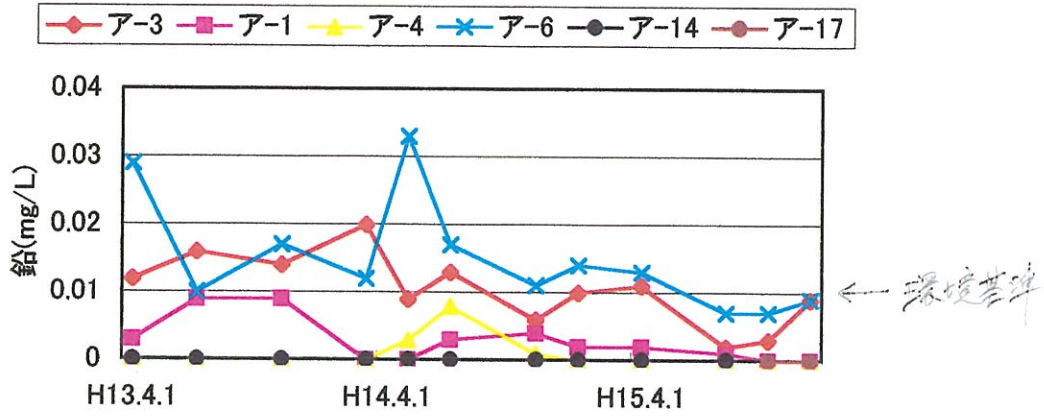
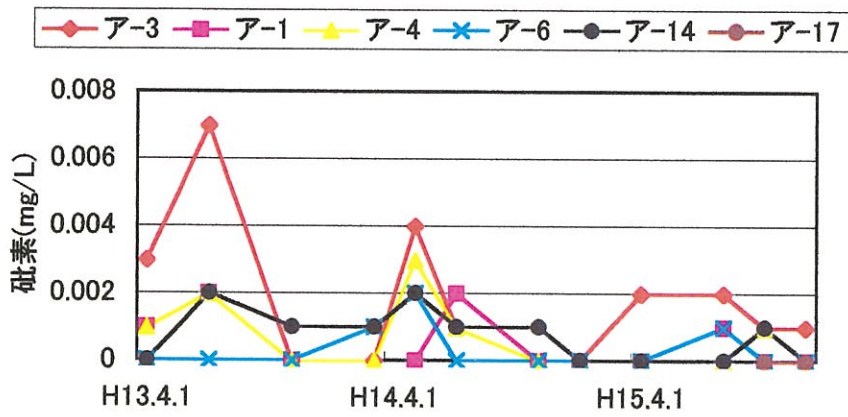


図-5①

鉛



砒素



トリクロロエチレン

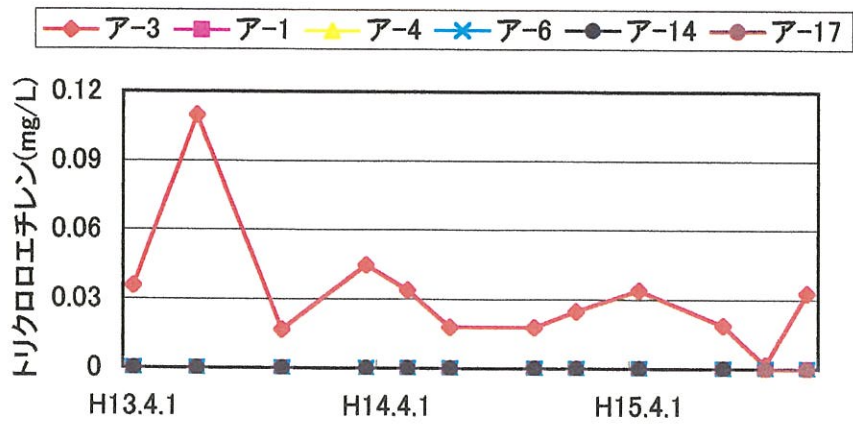
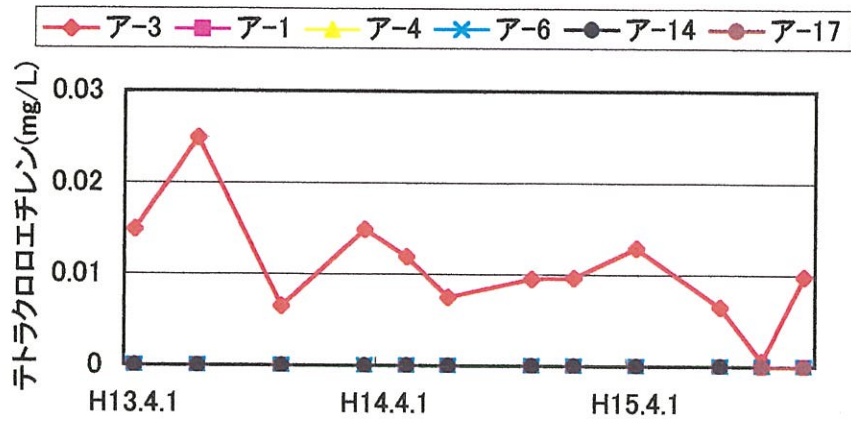
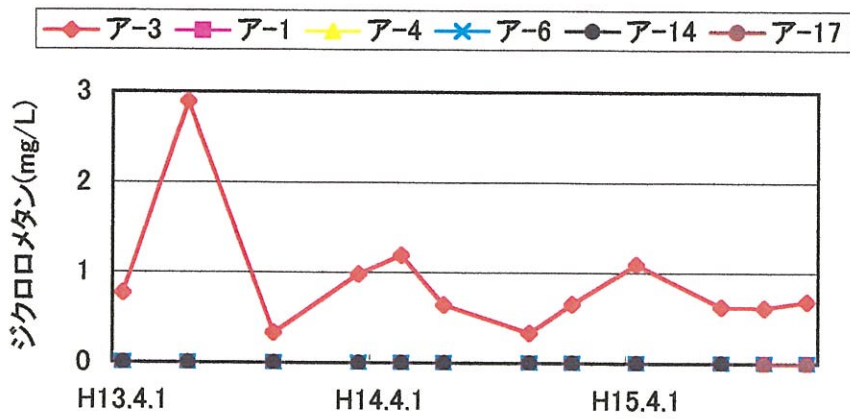


図-5②

テトラクロロエチレン



ジクロロメタン



1,2-ジクロロエタン

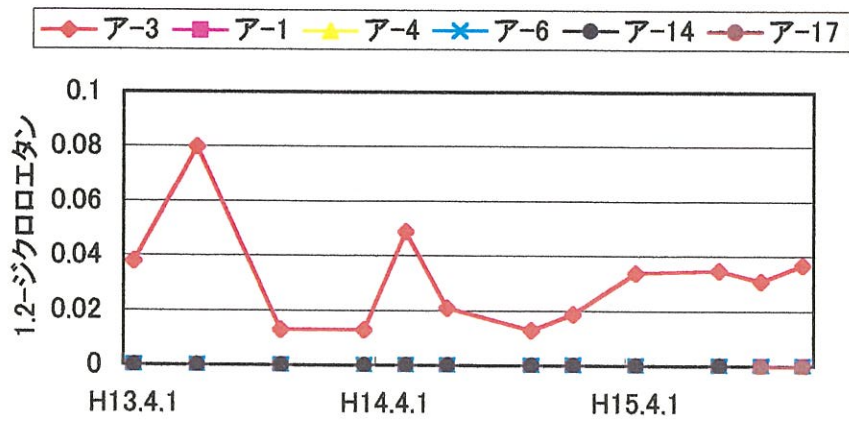
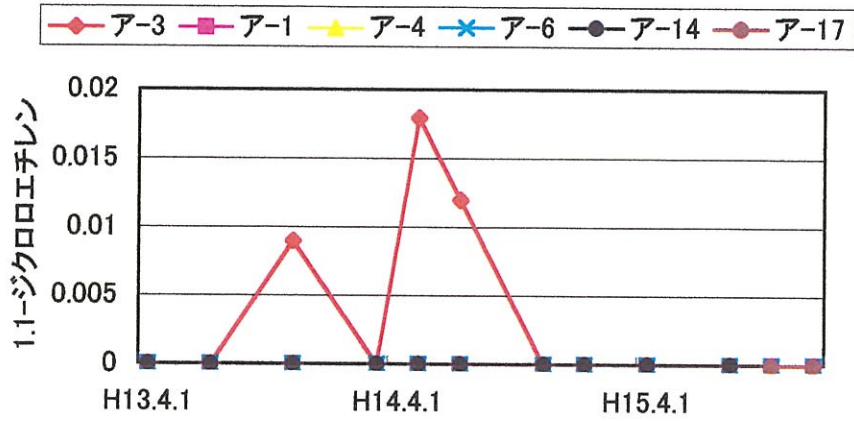
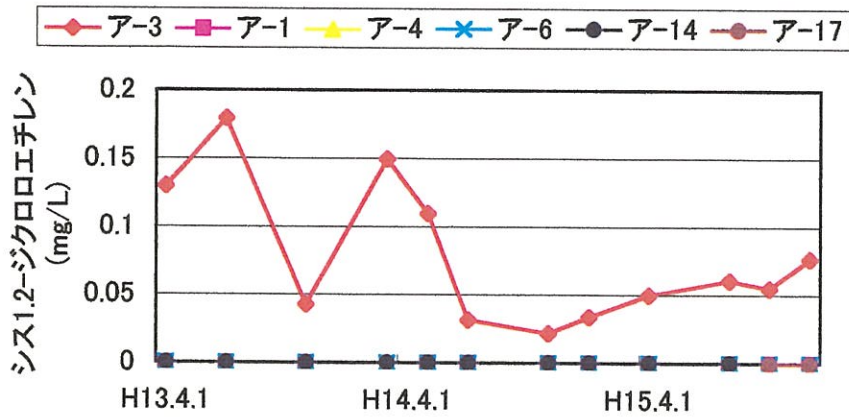


図-5 ③

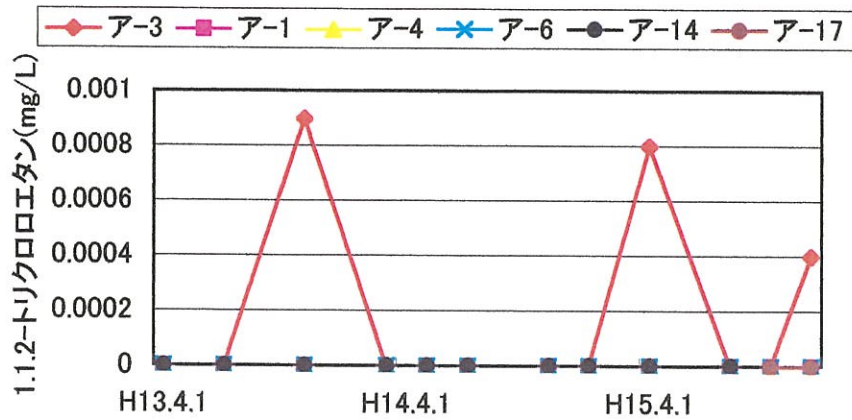
1.1-ジクロロエチレン



シス1.2-ジクロロエチレン

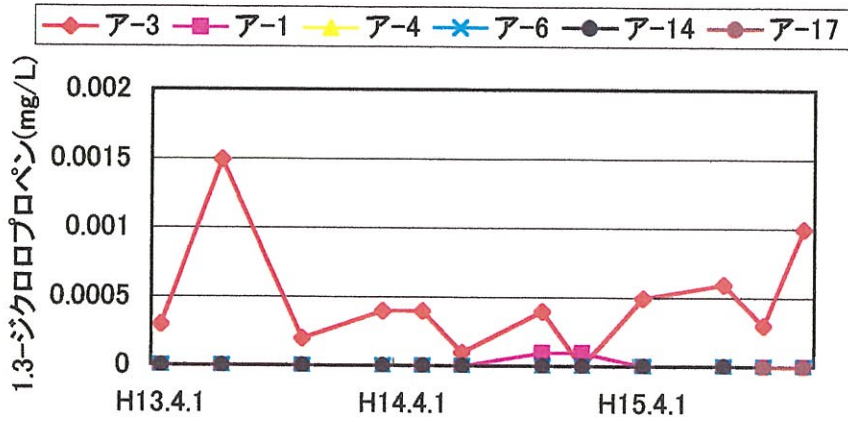


1.1.2-トリクロロエタン

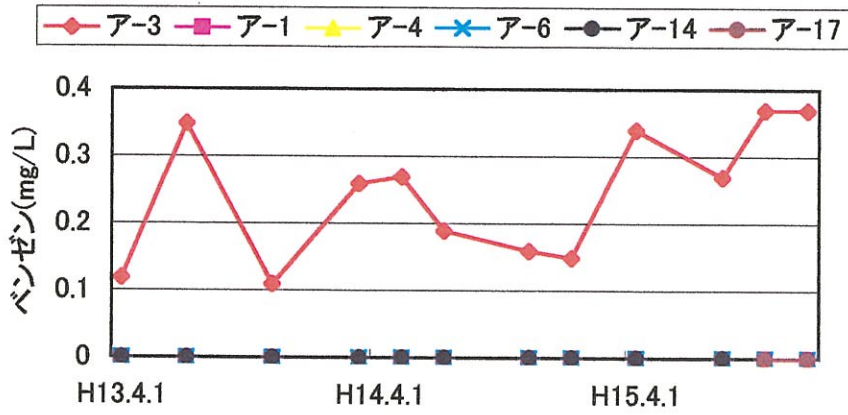


四-5 ④

### 1,3-ジクロロプロペン



### ベンゼン



### ダイオキシン

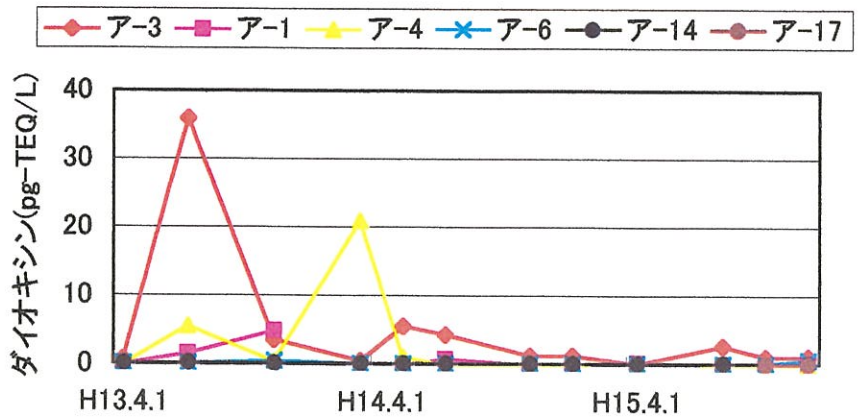
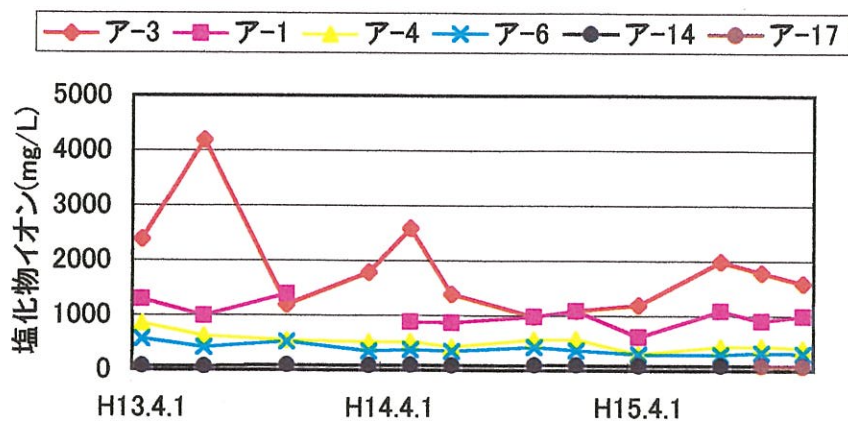
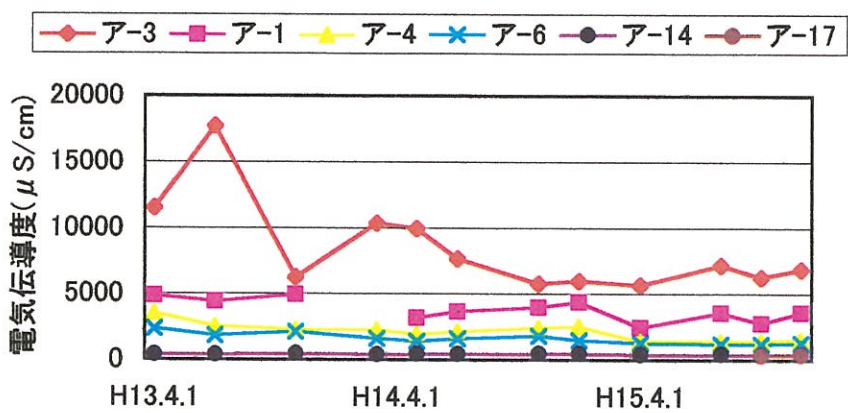


図-5⑤

塩化物イオン



電気伝導度





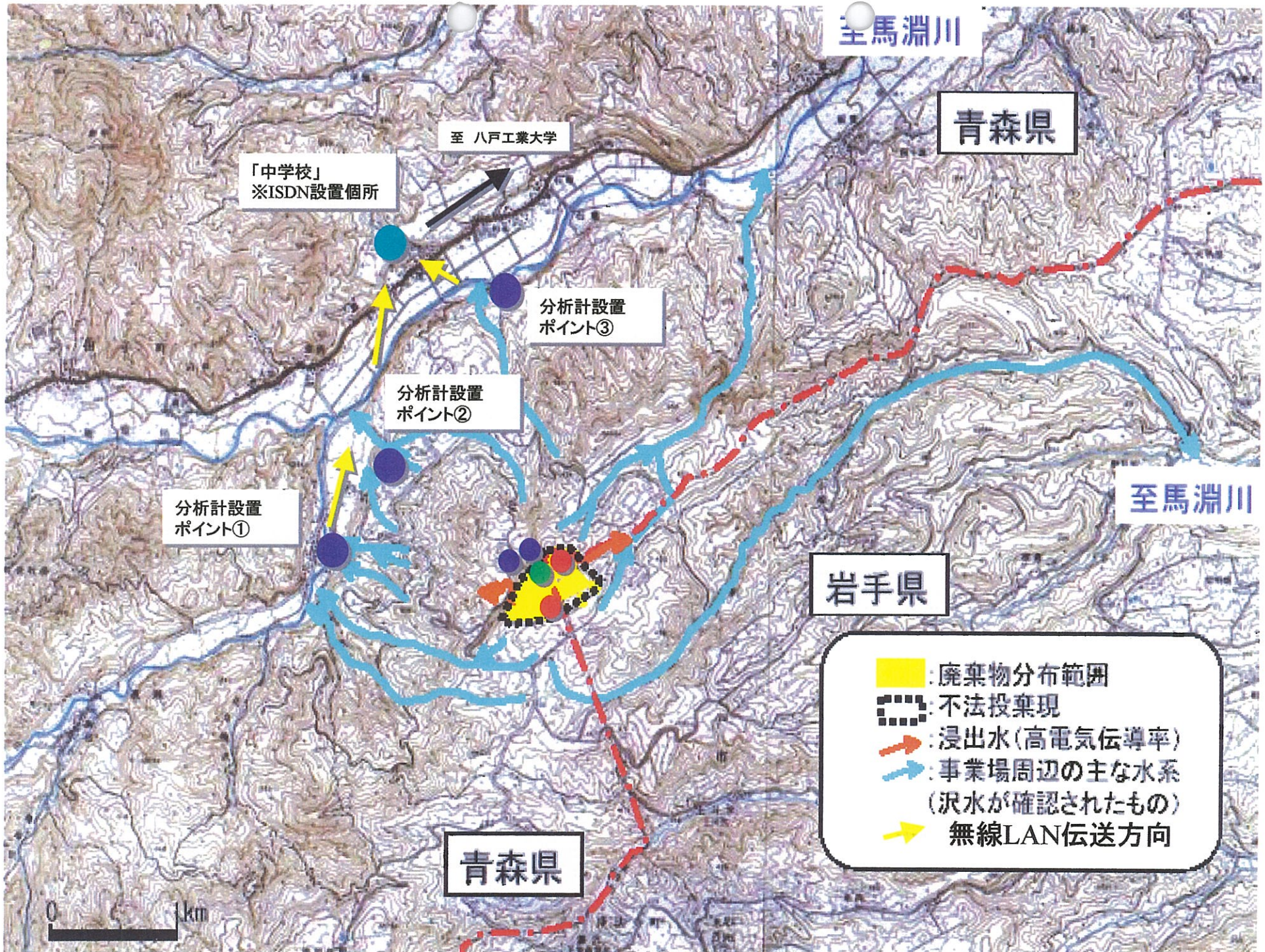




図-7

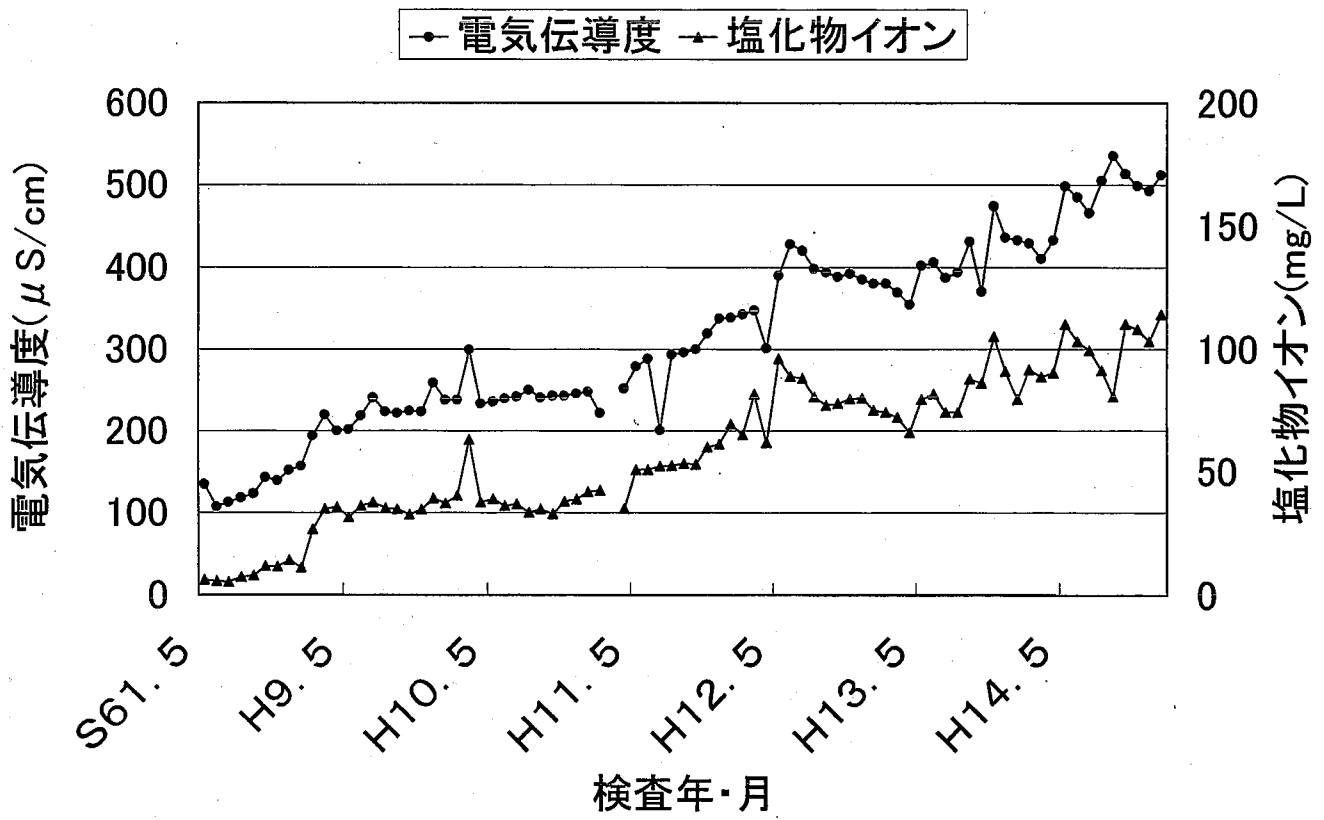
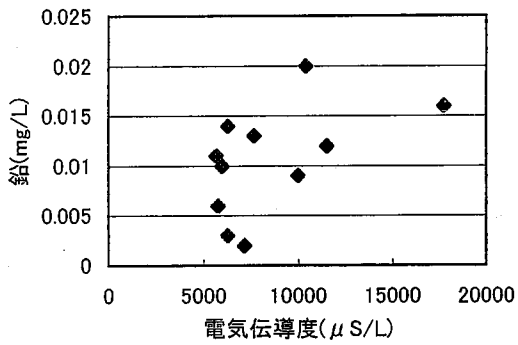


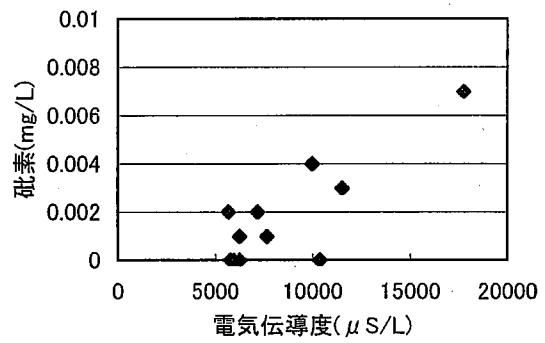
図-8 ①

P-3 地点

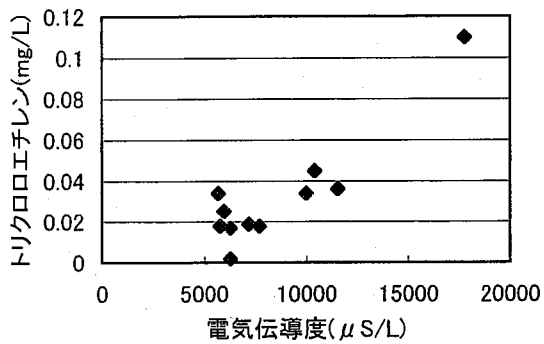
電気伝導度と鉛の相関



電気伝導度と砒素の相関



電気伝導度とトリクロロエチレンの相関



電気伝導度とテトラクロロエチレンの相関

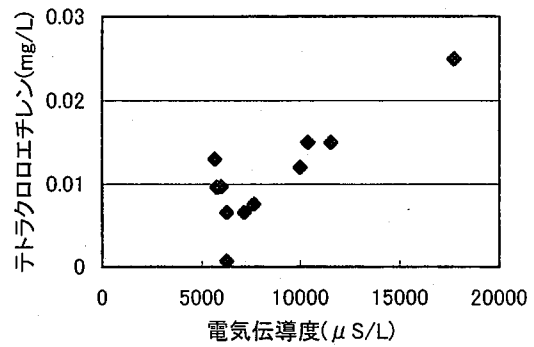
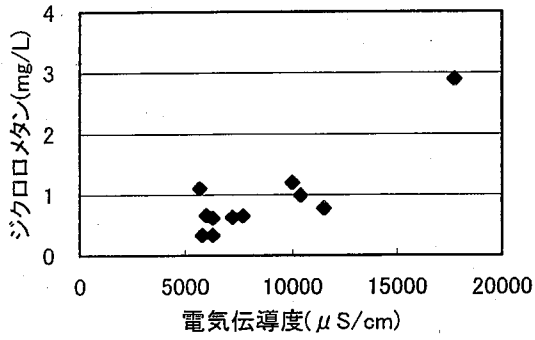
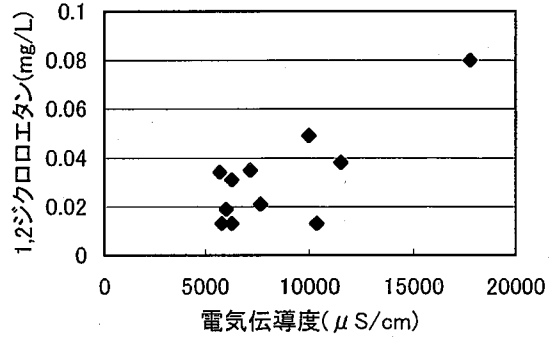


図-8②

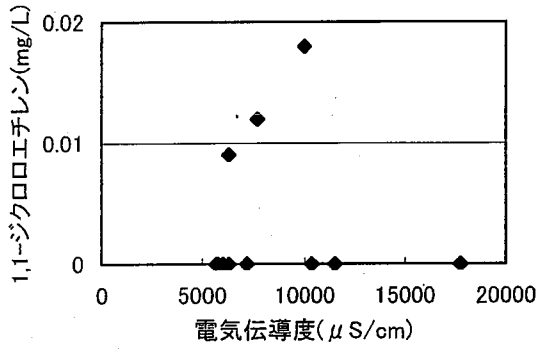
電気伝導度とジクロロメタンの相関



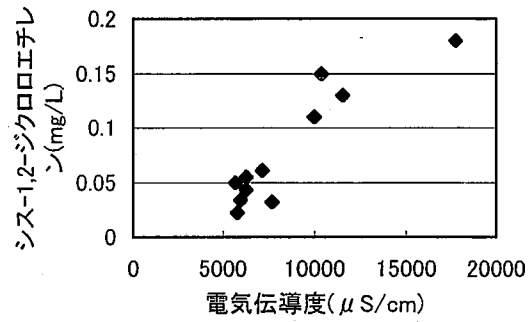
電気伝導度と1,2ジクロロエタンの相関



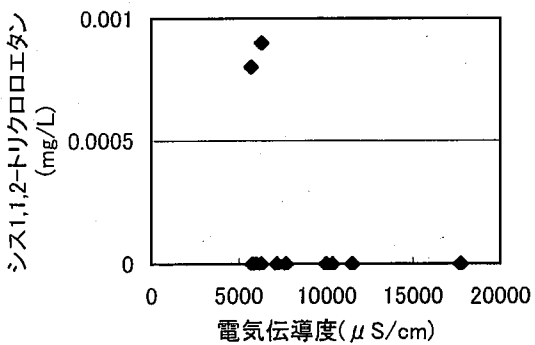
電気伝導度と1,1-ジクロロエチレンの相関



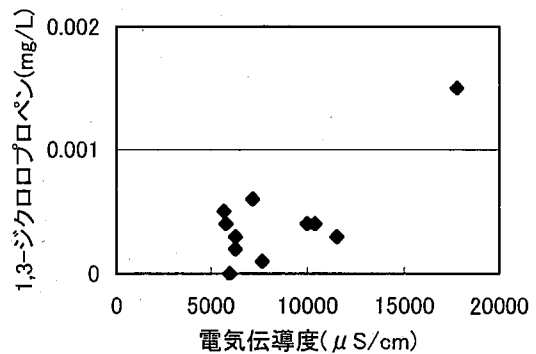
電気伝導度とシス-1,2-ジクロロエチレンの相関



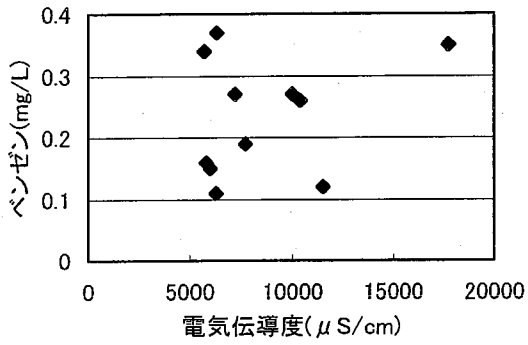
電気伝導度と1,1,2-トリクロロエタンの相関



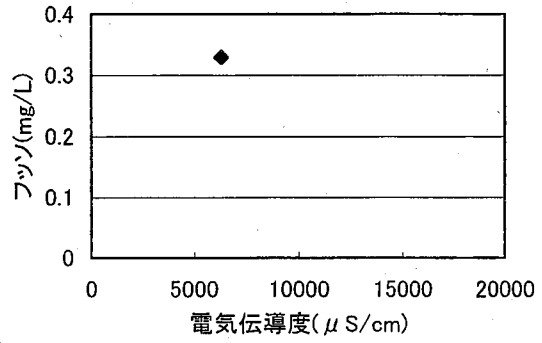
電気伝導度と1,3-ジクロロプロパンの相関



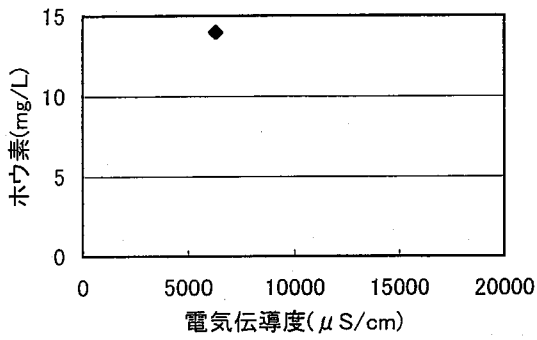
電気伝導度とベンゼンの相関



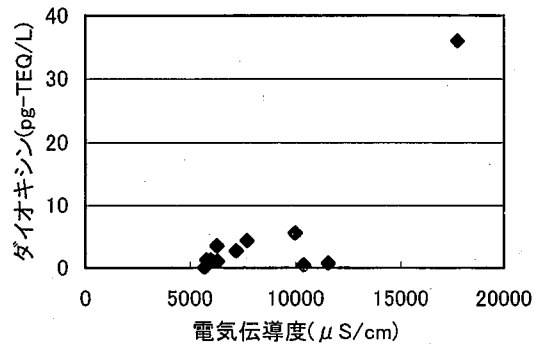
電気伝導度とフツソの相関



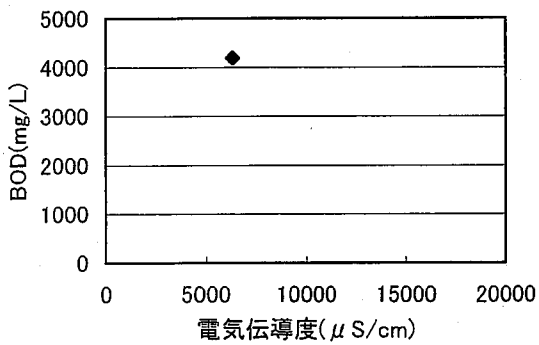
電気伝導度とホウ素の相関



電気伝導度とダイオキシンの相関



電気伝導度とBODの相関



電気伝導度とSSの相関

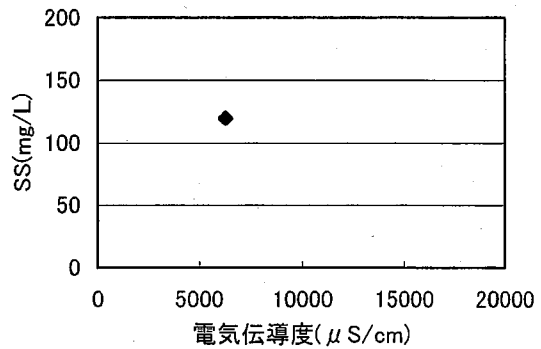
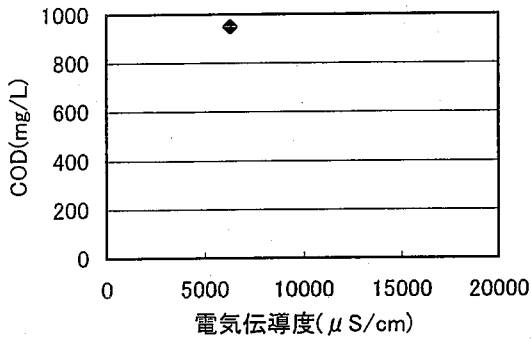
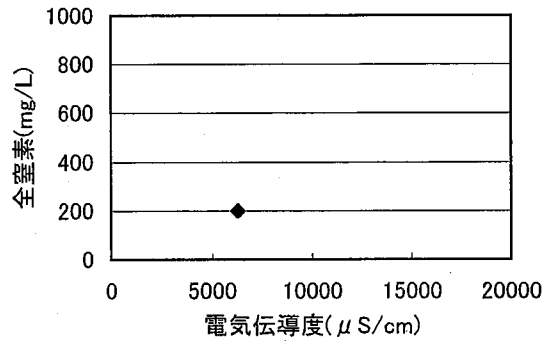


図-8④

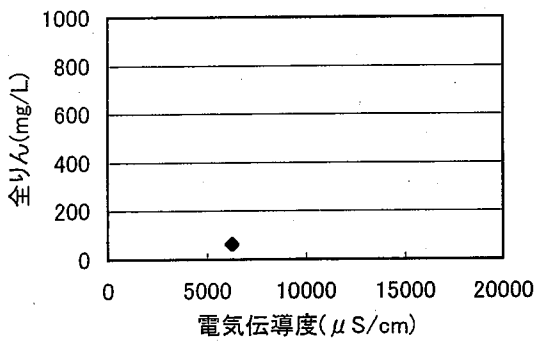
電気伝導度とCODの相関



電気伝導度と全窒素の相関



電気伝導度と全りん(PPM)の相関



電気伝導度と塩化物イオンの相関

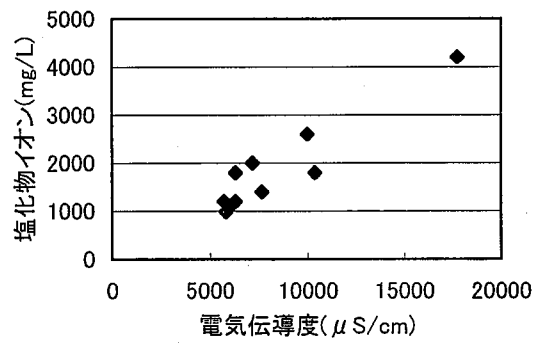




図-9

ア-14地点

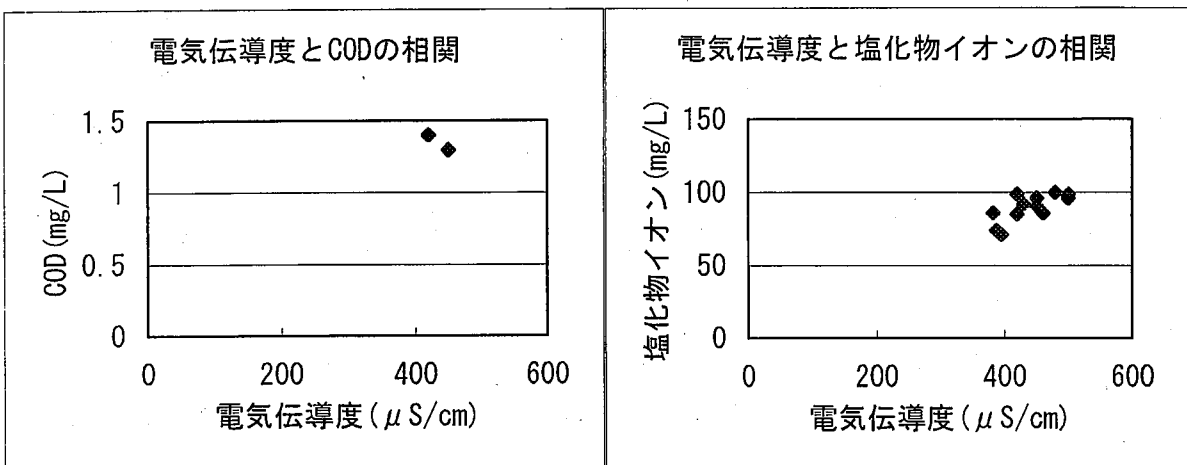
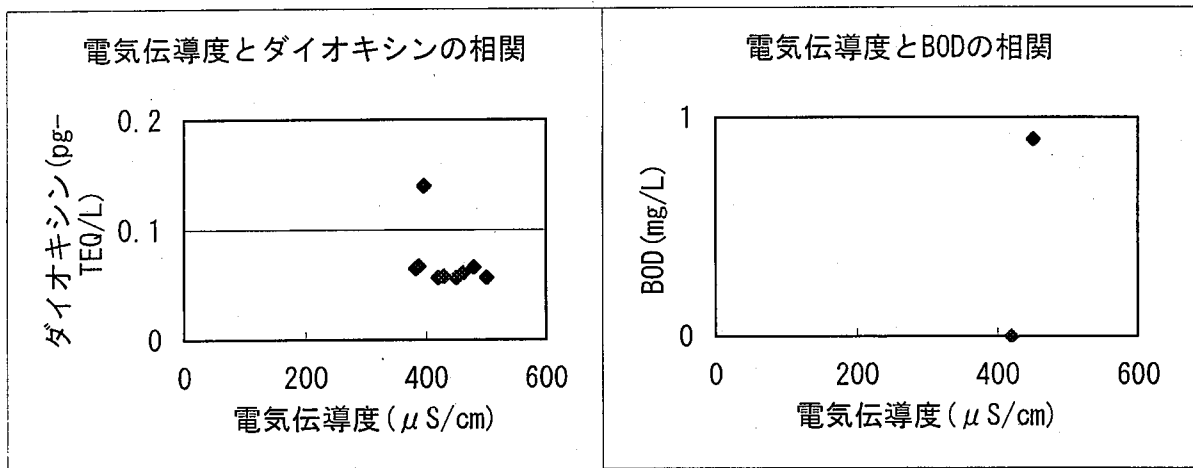
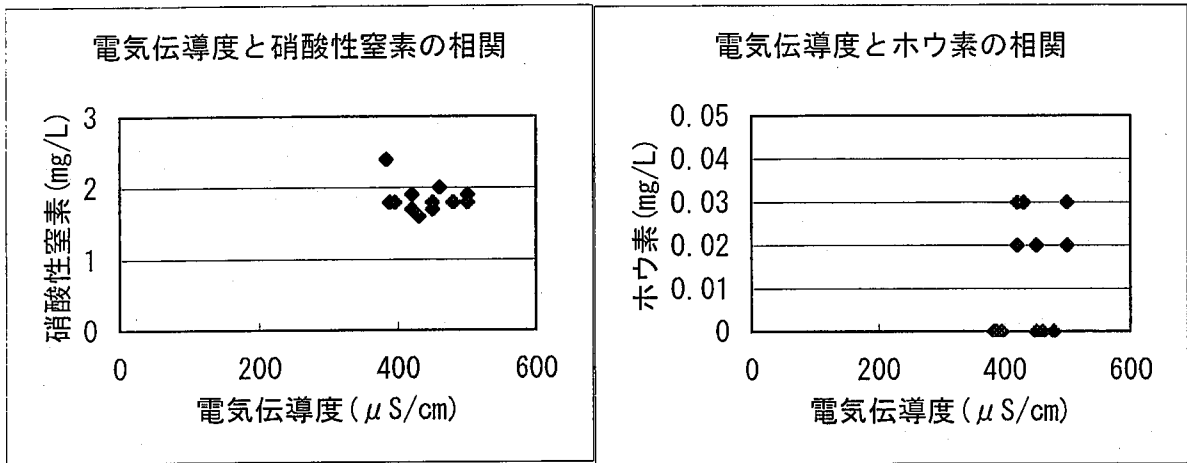


図-10.

### HITモニタリングデータ

● 観測ポイント①(EC) ● 観測ポイント②(EC) ▲ 観測ポイント①(pH) ▲ 観測ポイント②(pH)

31

