

# 資料編

資料 1－1 平成 27 年度 土壤調査（水質調査含）業務委託

資料 1－2 平成 28 年度 水質調査業務委託

資料 1－3 平成 26 年度 土壤調査結果表

資料 1－4 平成 26 年度 地下水及び表流水水質調査結果表

## 1. 業務概要

### 1-1. 業務名称

平成 27 年度伊万里市散弾銃射撃場土壌調査業務委託

### 1-2. 業務場所

伊万里市大川内町地内（図 1 調査地点図 参照）

### 1-3. 業務概要と目的

本業務は、伊万里市散弾銃射撃場敷地において、土壌汚染対策法第 2 条第 1 項に規定する特定有害物質について土壌汚染概況調査を実施し、当該敷地における土壌汚染状況を把握することを目的とした。

なお、本業務は自主的調査であり、調査箇所（試料採取地点）は、図 1 のとおりとする。

### 1-4. 履行期間

平成 27 年 7 月 8 日～平成 28 年 3 月 18 日

### 1-5. 業務内容

業務内容を下記に示す。詳細は表 1 に記す。

- ・土壌溶出量調査
- ・土壌含有量調査
- ・水質調査(表流水定期調査)
- ・水質調査(地下水定期調査)
- ・環境対策検討委員会への出席<sup>※1</sup>

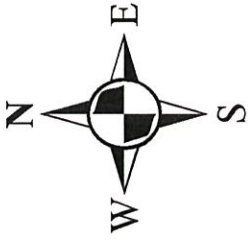
表 1 業務内容

| 項目           | 地点数 | 調査項目                                    |
|--------------|-----|---|
| ①土壌(溶出量・含有量) | 2箇所 | 鉛及びその化合物(Pb)                            |
| ②水質(表流水)     | 6箇所 | 鉛及びその化合物(Pb)<br>浮遊物質(SS)<br>水素イオン濃度(pH) |
| ③水質(地下水)     | 2箇所 | ②と同じ。                                   |

※1 環境対策検討委員会への出席については成果品納品後に設定されている。

### 1-6. 調査場所

試料採取地点は図 1 に示す。



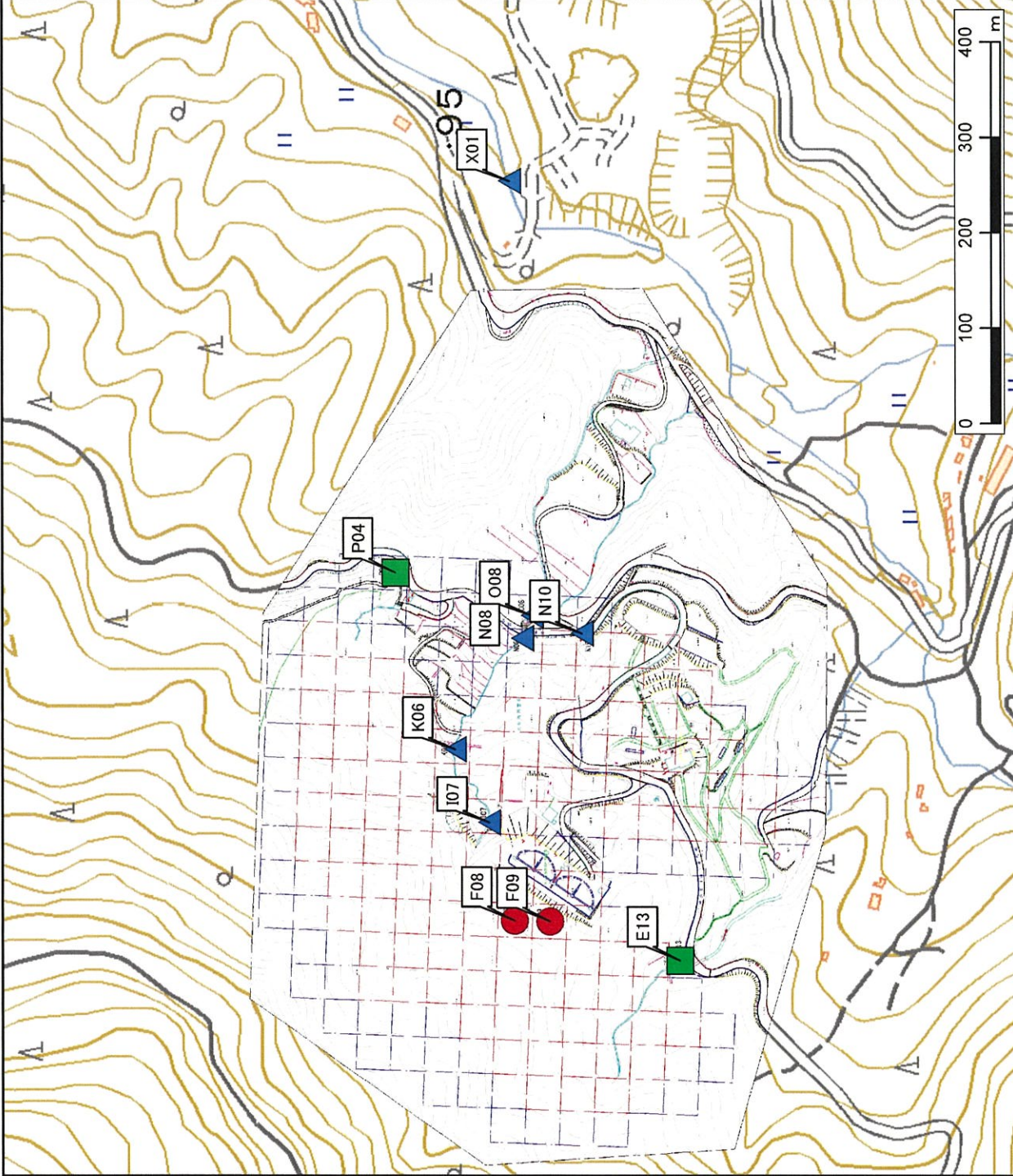
# 凡例

## 調査項目

● 土壌

▲ 表流水

■ 地下水



調査地点図

## 1-7. 調査方法及び分析方法

### 1) 土壌

土壌溶出量及び土壌含有量の調査方法・分析方法を表 2 に示す。試料採取地点は 30mメッシュで区切った区画の中心付近 1 地点とし、10 cmごとに試料を採取した(写真 1)。また、試料採取地点の緯度・経度を簡易 GPS にて記録した(表 3 に示す)。

分析方法は土壌汚染対策基本法施行規則第 6 条第 3 項第 4 号の環境大臣が定める規定に基づき、土壌溶出量は『土壌溶出量調査に係る測定方法を定める件』(平成 15 年 3 月 6 日 環境省告知第 18 号)に規定される方法、土壌含有量は『土壌含有量調査に係る測定方法を定める件』(平成 15 年 3 月 6 日 環境省告示第 19 号)に規定される方法とした。

表 2 土壌溶出量及び土壌含有量の分析方法

| 項目    | 検体数   | 調査方法                                       | 分析方法   |
|-------|-------|--|--|
| 土壌溶出量 | 10 検体 | 表層から 50 cmまでの土壌を 10 cmごとに採取し、各層毎に 1 試料とする。 | JIS K0102-54.3                                       |
| 土壌含有量 |       |  | ICP 発光分光分析法<br>環境省告示第 19 号(平 15)付表<br>JIS K0102-54.3 |

表 3 試料採取地点の座標

| 地点名 | 緯度、経度                  |
|-----|------------------------|
| F08 | N33 14.336 E129 52.483 |
| F09 | N33 14.320 E129 52.481 |

(GPS : Garmin etrex Vista HCx)



土壌試料は左上の写真のように土壌の断面を切り出し、深度ごとに直接採取した(写真中央は採取状況、右上は採取後の土壌断面)。採取した試料は 2 mmメッシュのふるいにかけて、分析を行った。但し 2 mmメッシュ上に残った鉛玉は試料に混ぜて分析した。

写真 1 試料採取状況

## 2) 水質

水質(表流水・地下水)の分析方法を表4に示す。表流水は採取容器で直接採水し、流量が少なく直接採水が困難な場合は紙製の簡易採水器(写真2)を用いた。地下水の採水は観測井内の停滞水ではなく、帯水層から流れ出る地下水を採水することになっている<sup>※2</sup>。試料採水前に観測井内の停滞水の約5倍量を揚水置換した。また、この時に地下水が置換されたかどうかを判断するための目安(水温、pH、電気伝導率、濁り等)を揚水時に測定し、水質が安定していることを確認してから採水した。揚水及び採水にはひも付きの採水器及び水中ポンプを用いた(写真2)。分析方法は『水質基準に関する省令に基づき厚生労働大臣が定める方法』(平成15年7月22日 厚生労働省告示第261号)に規定される方法、『環境基本法』(平成5年11月19日法律第91号)に基づく『水質汚濁に係る環境基準』(昭和46年12月28日 環境庁告示第59号付表9)に規定される方法とした。

なお、調査時期に関しては雨季(7月)と乾季(10月)に実施した。

表4 水質調査(表流水・地下水)の分析方法

| 項目               | 検体数             | 分析方法                       | 調査時期   |
|------------------|-----------------|----------------------------|--------|
| 鉛及びその化合物<br>(Pb) | 8箇所×2回<br>=16検体 | JIS K0102-54.4<br>ICP質量分析法 | 7月と10月 |
| 浮遊物質<br>(SS)     |                 | 環境省告示第59号付表9<br>ろ過重量法      |        |
| 水素イオン濃度<br>(pH)  |                 | JIS K0102-12.1<br>ガラス電極法   |        |



写真2 採取器具等

※2 土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(改訂第2版) Appendix. 7 地下水試料採取方法

## 2. 調査結果

### 2-1. 土壌調査結果

土壌調査結果を表 5 に示す。試料採取地点は前調査(平成 26 年度伊万里市散弾銃射撃場土壌調査)で基準値超過し、高い値を示した地点である(基準値超過は黄色で示す)。なお、前調査は 5 地点混合に対し本調査は区画中心 1 点の深度別調査である。

表 5 土壌調査結果

| 採取日               | 2014/8/30 (前調査) |                |               |                | 2015/10/22 (今回の調査) |                |               |                |
|-------------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|--------------------|----------------|---------------|----------------|
| 地点名               | F08             |                | F09           |                | F08                |                | F09           |                |
| 項目<br>深度          | 溶出量<br>(mg/L)   | 含有量<br>(mg/kg) | 溶出量<br>(mg/L) | 含有量<br>(mg/kg) | 溶出量<br>(mg/L)      | 含有量<br>(mg/kg) | 溶出量<br>(mg/L) | 含有量<br>(mg/kg) |
| 0~10 cm           |                 |                |               |                | 0.44               | 8300           | 1.2           | 16000          |
| 10~20 cm          |                 |                |               |                | 0.002              | 88             | 0.024         | 1300           |
| 20~30 cm          | 1.7             | 19000          | 0.62          | 20000          | N. D               | 12             | 0.001         | 110            |
| 30~40 cm          |                 |                |               |                | N. D               | 11             | N. D          | 81             |
| 40~50 cm          |                 |                |               |                | N. D               | 9              | N. D          | 54             |
| 基準値 <sup>※3</sup> | 0.01 以下         | 150 以下         | 0.01 以下       | 150 以下         | 0.01 以下            | 150 以下         | 0.01 以下       | 150 以下         |

※3 土壌汚染対策法施行規則(環境省令 29 号)

一般に鉛は土壌表面に留まり下層につれて少なくなる。表 5 から F08 では 0~10 cm、F09 では 0~20 cm の 2 層で基準値超過しているが、下層に行くに従って減少している。これは鉛が表層部に留まっている為と思われる。なお、F08 地点のみ土壌表面の上に折り重なった草木の層(写真 3: 左の赤丸)があったが本調査では除外して土壌を採取した。



写真 3 F08 地点(写真右は最表面の鉛玉)

## 2-2. 水質調査結果

表流水調査結果を表 6-1 及び 6-2、地下水調査結果 6-3 に示す。周辺状況把握の為に表流水の採取地点で流量を測定した。また、採水日からひと月前の降水量を図 2-1 及び 2-2 に示す(基準値超過は黄色で示す)。

表 6-1 表流水調査結果(雨季調査日：H27. 7/15)

| 調査項目                  | 地点名 | 107   | K06   | N10   | N08   | 008   | X01  | 基準値                   |
|-----------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----------------------|
| 水素イオン濃度(測定時水温 23℃)    |     | 7.5   | 7.3   | 6.6   | 7.6   | 7.6   | 7.7  | 6.5~8.5 <sup>※4</sup> |
| 鉛及びその化合物(mg/L)        |     | 0.008 | 0.007 | 0.001 | 0.018 | 0.017 | N.D  | 0.01 以下 <sup>※5</sup> |
| 浮遊物質質量(mg/L)          |     | 3     | 6     | 5     | 24    | 18    | 5    | 25 以下 <sup>※4</sup>   |
| 流量(m <sup>3</sup> /日) |     | 38    | 150   | 93    | 79    | 220   | 4500 | —                     |

※4 河川は環境基本法に係る生活環境の保全に関するものについては、河川、湖沼及び海域ごとに利用目的に応じた水域類型を設け、それぞれの類型ごとに適用される基準値が定められている。牧川(X01 地点)は水域類型に指定されていないが、参考までに下流側の伊万里川上流(水域類型 A)の環境基準値を記載した。

※5 人の健康の保護に関する環境基準(環境省告示第 59 号)

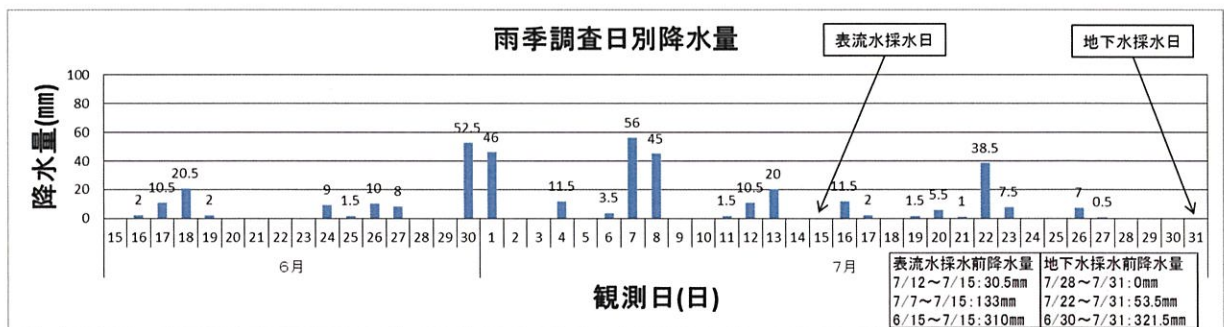


図 2-1 日別降水量概要(雨季調査)

雨季調査では N08 地点及び 008 地点で鉛及びその化合物(以下、鉛)が基準値を超過した。主に水中の鉛は懸濁態(コロイド<sup>※6</sup>)で存在している。その為、鉛が高く検出されるところは相関して浮遊物質質量も高い傾向にある。008 地点は平成 25 年 3 月に設置した排水タンクからの放流水を採水している。設置から半年の平成 25 年 9 月末排水タンク内沈殿物を除去(堆積物は 673 kg<sup>※7</sup>)しているが今回、雨季調査を行った平成 27 年 7 月までに 1 年 10 ヶ月経っており、排水タンク内には沈殿物が溜まっていたものと思われる。また、調査を行った 7/15 の 3 日前合計で 30.5mm、10 日前合計で 136.5mm、1 月前合計では 310mm の降水が確認されていることから、雨季調査時は排水タンク内の沈

殿堆積物が攪乱し、流出したことも基準値を超過した要因の 1 つではないかと考えられる。

※6 巻末資料③『自然由来重金属等による地下水・土壌汚染問題の本質』

※7 巻末資料④『伊万里市散弾銃射撃場環境対策検討委員会第 3 回会議』

表 6-2 表流水調査結果 (乾季調査日 : H27. 10/21)

| 調査項目                   | 地点名 | 107   | K06   | N10  | N08   | 008   | X01  | 基準値                   |
|------------------------|-----|-------|-------|------|-------|-------|------|-----------------------|
| 水素イオン濃度 (測定時水温 22℃)    |     | 7.4   | 7.4   | 6.4  | 7.4   | 7.5   | 7.6  | 6.5~8.5 <sup>※3</sup> |
| 鉛及びその化合物 (mg/L)        |     | 0.022 | 0.002 | N. D | 0.018 | 0.005 | N. D | 0.01 以下 <sup>※4</sup> |
| 浮遊物質 (mg/L)            |     | 9     | 1     | 3    | 27    | 6     | 3    | 25 以下 <sup>※3</sup>   |
| 流量 (m <sup>3</sup> /日) |     | 35    | 27    | 13   | 20    | 17    | 2200 | —                     |

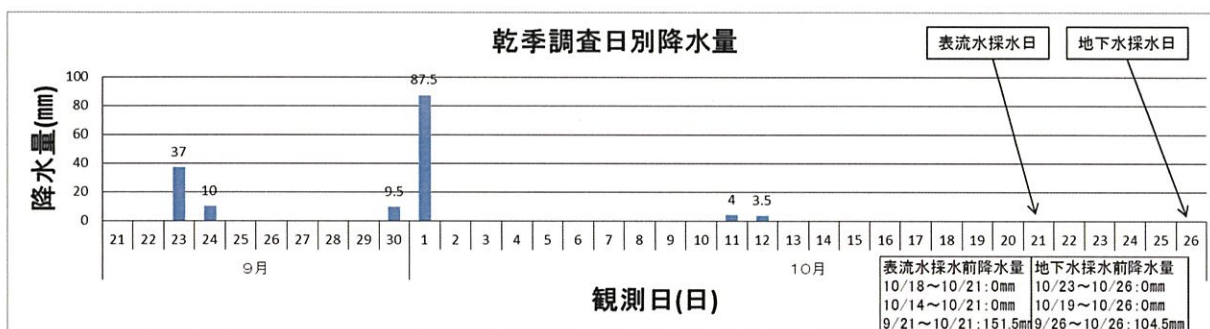


図 2-2 日別降水量概要 (乾季調査)

乾季調査では I07 地点及び N08 地点で鉛が基準値を超過した。N08 地点は雨季調査時にも基準値を超過しているが、流量以外あまり変化がない。浮遊物質量が両季共に高い (河川の環境基準値=25mg/L) ことから、N08 地点は鉛を含む懸濁態が水中へ流出していることが考えられる。I07 地点では相関関係にある浮遊物質量は高くないが、鉛の基準値を超過している。鉛の溶出は水への接触期間<sup>※8</sup>や周辺環境の pH、有機物の存在<sup>※9</sup>等さまざまな要因に左右される。

※8 参考資料①『射撃場に係る鉛汚染調査・対策ガイドライン』

※9 参考資料②『埼玉県における鉛汚染土壌調査事例と鉛溶出量に影響を及ぼす因子』



表 6-3 地下水調査結果

| 調査項目            | P04        |            | E13        |            | 基準値                    |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------------------|
|                 | 雨季         | 乾季         | 雨季         | 乾季         |                        |
| 採水日             | H27. 7/31  | H27. 10/26 | H27. 7/31  | H27. 10/26 | —                      |
| 水素イオン濃度         | 6. 1 (24℃) | 6. 1 (22℃) | 6. 7 (24℃) | 6. 5 (22℃) | —                      |
| 鉛及びその化合物 (mg/L) | 0. 003     | 0. 002     | 0. 004     | 0. 005     | 0. 01 以下 <sup>※9</sup> |
| 浮遊物質量 (mg/L)    | 24         | 4          | 7          | 3          | —                      |

※9 地下水の水質汚濁に係る環境基準(環境省告示第10号)

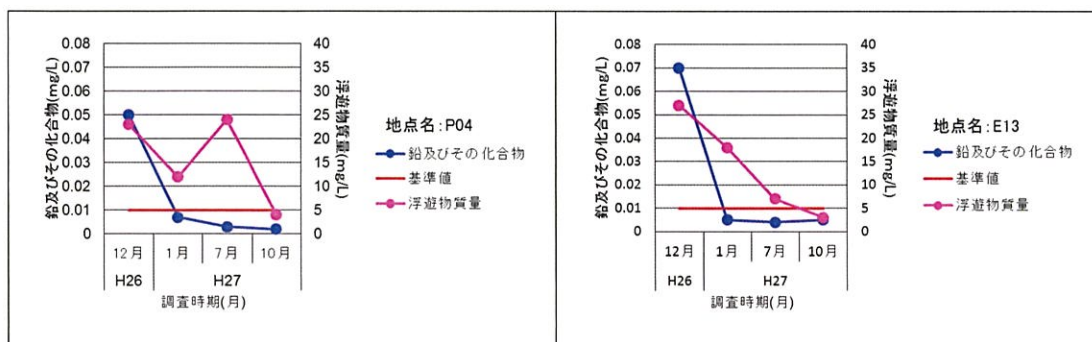
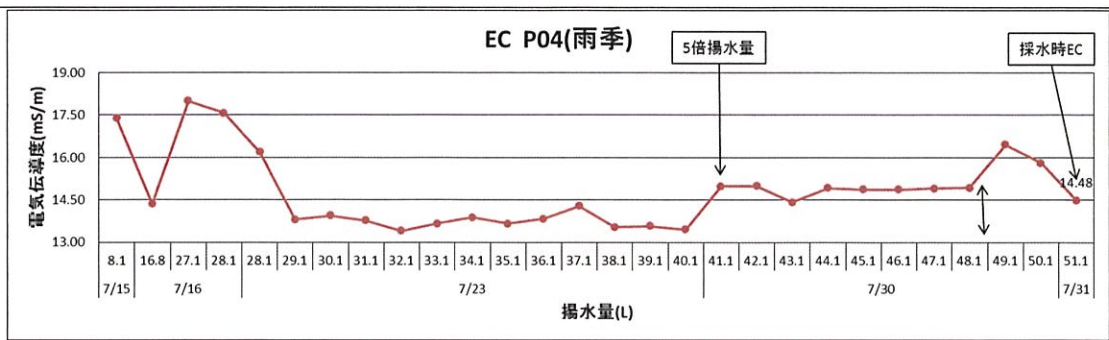
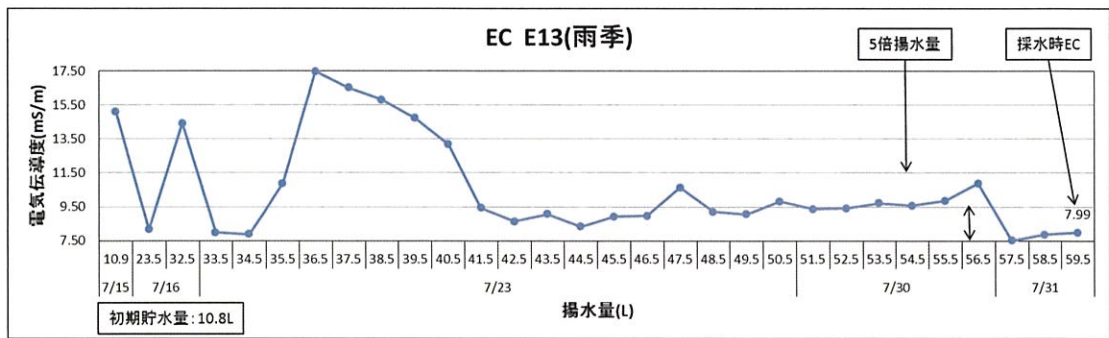


図 3 鉛と浮遊物質量の推移

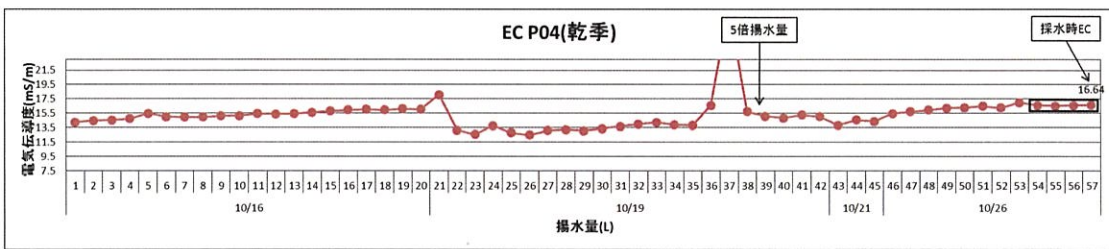
今回の地下水調査結果では基準値を満足している。相関関係のある浮遊物質量が高いとき(雨季調査時のP04地点の等)でも鉛が基準値を超過していないことから地下水における両者の関係は不明である(図3)。なお、地下水の採水時における水質安定基準とした電気伝導度(EC)の推移を図4に示す(図の矢印や囲いは水質が安定したと判断した範囲)。



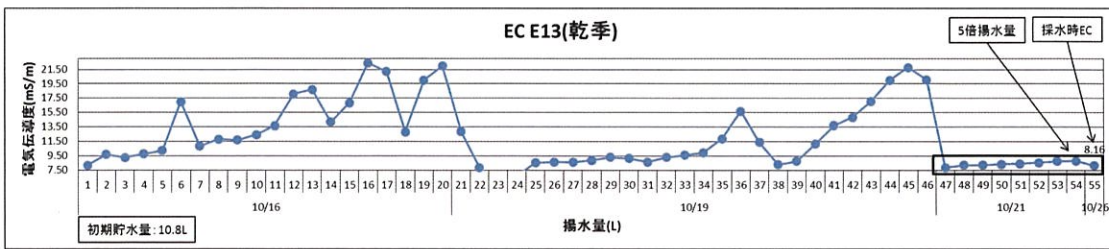
地下水調査電気伝導率 (雨季 : P04 地点)



地下水調査電気伝導率 (雨季 : E13 地点)



地下水調査電気伝導率 (乾季 : P04 地点)



地下水調査電気伝導率 (乾季 : E13 地点)

図 4 地下水電気伝導率の推移

### 3. まとめ・考察

#### 3-1. 土壌

本調査地点は前調査で値が最も大きかった地点であり、調査結果からその多くは表層部留まっている。しかし F09 地点の 20～50 cm までの 3 層は、一般における日本の土壌鉛含有量 (平均 16.9mg/kg) ※6 よりも多いことが確認された。

※6 巻末資料③『自然由来重金属等による地下水・土壌汚染問題の本質』

#### 3-2. 表流水

表流水調査結果から雨季調査では N08 と O08 地点、乾季調査で I07 と N08 地点で鉛が基準値を超過しているが、I07 地点下流の K06 地点で基準値を下回っていることから下流への流出は少ないと思われる。しかし N08 地点は流量に関係なく鉛が確認されており、O08 地点は特に雨季等の流量が増加した時に排水タンクから排出される放流水から基準値以上の鉛が検出されているのが現状である。

#### 3-3. 地下水

地下水調査結果から鉛は減少傾向にある (図③)。観測孔内には写真 4 のような濁りが確認された。これは孔壁からの土粒子成分の場合と地下水中に溶けている鉄が採取孔内で酸化され水酸化物となったものであり、P04 地点の観測孔内沈殿物を調べた結果は主に鉄 (0.53%)、次にアルミ (0.12%) が多かった (巻末資料①)。また、鉛が検出される要因としては、次のことが考えられる。



写真 4 観測孔内沈殿物

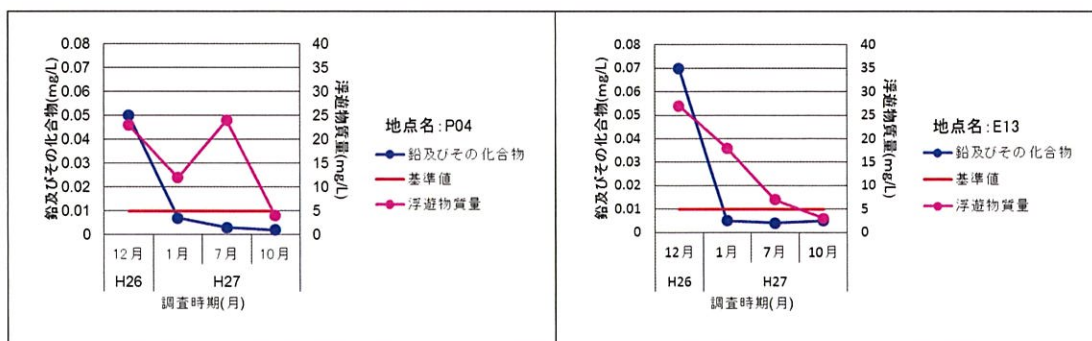


図 3 鉛と浮遊物質量の推移

①観測孔設置の際の削りカスが地下水中に残っていた。

②観測孔の一般用硬質用塩化ビニル管からの溶出。

①についてはボーリングの際に切削した土が観測孔内に残っていた場合。②については地下水観測孔が平成 26 年 11 月に設置しており、一般用硬質塩化ビニル管 (JIS K 6741 VP-50) が使用されている。塩化ビニル管からの鉛溶出は長野県で検証されており (巻末資料②『地下水観測井戸用塩化ビニル管からの鉛溶出』)、それによれば一般用硬質塩化ビニル管は安定剤として鉛化合物が含まれており (検証で使用された塩ビ管には 5800mg/kg を含有していた)、水に接触すると鉛を溶出することが確認されている。しかし観測孔を設置したところの報告書によれば、鉛を溶出した 2 箇所は他の地点と比べると水位が低く (表 7)、地下水と観測孔との接触面積が少ない地点だった。表 7 と表 8 より水位が高く塩ビ管との接触面積の多い K08 地点、007 地点の鉛は下限値未満となっていたことから塩ビ管からの溶出②の影響は少ないのかもしれない。なお、使用された塩ビ管は 1 箇所を除き同製品であった (図 5)。

図 6 に地点別の経年変化 (表流水・地下水) を示した。

表 7 観測孔内水位一覧

|               | 掘削深度<br>(m) | 観測井設置<br>直後の水位<br>(GL-m) | 設置 1 月後<br>の水位<br>(GL-m) | 降雨直後<br>の水位<br>(GL-m) |
|---------------|-------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| No. E12 (E13) | 10.0        | 4.50                     | 4.38                     | 4.42                  |
| No. K08       | 10.0        | 0.89                     | 0.88                     | 0.88                  |
| No. N12       | 10.0        | 2.85                     | 3.72                     | 3.12                  |
| No. 007       | 10.0        | 0.83                     | 2.67                     | 2.48                  |
| No. P03 (P04) | 10.0        | 7.30                     | 7.06                     | 6.86                  |
| No. I14       | 10.0        | 3.40                     | 2.86                     | 2.76                  |

(H26. 11/8~H26. 11/17 で観測孔設置)

表 8 前調査時地下水測定結果

|      | 単位        | No. E12 (E13) | No. K08    | No. N12    | No. 007    | No. P03 (P04) | No. I14    | 基準値  |
|------|-----------|---------------|------------|------------|------------|---------------|------------|------|
| 12 月 | 鉛 (mg/L)  | 0.070         | N. D       | 0.009      | N. D       | 0.050         | N. D       | 0.01 |
|      | pH (—)    | 6.8 (18°C)    | 6.9 (16°C) | 7.0 (16°C) | 7.1 (18°C) | 6.4 (17°C)    | 6.5 (18°C) | —    |
|      | SS (mg/L) | 27            | 2          | 9          | 14         | 23            | 39         | —    |
| 1 月  | 鉛 (mg/L)  | 0.005         | N. D       | N. D       | N. D       | 0.007         | N. D       | 0.01 |
|      | pH (—)    | 6.6 (19°C)    | 7.0 (19°C) | 7.4 (20°C) | 6.8 (19°C) | 6.0 (20°C)    | 6.6 (19°C) | —    |
|      | SS (mg/L) | 18            | 4          | 7          | 40         | 12            | 12         | —    |

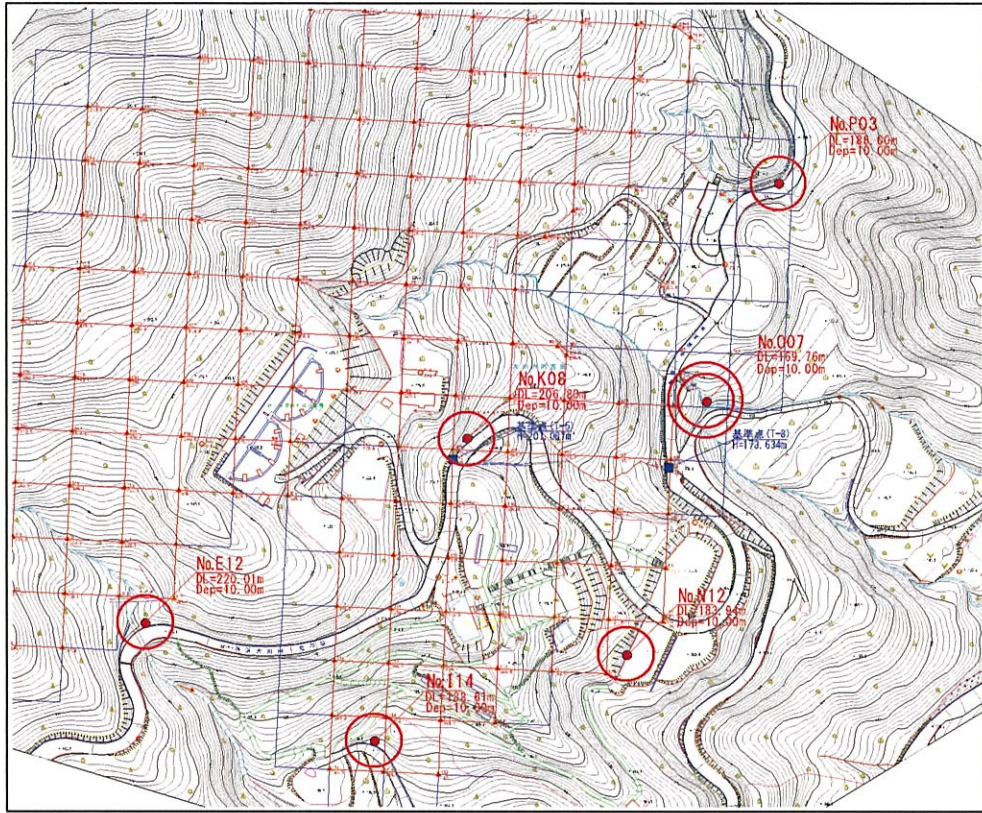


図 5 観測孔地点図

観測孔は007地点がシンエツエンビパイプ(写真5)。残りの地点はエスロンパイプ(写真6)。



写真5 シンエツエンビパイプ

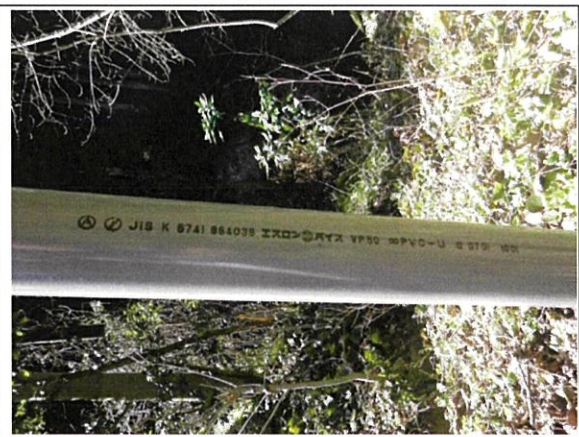
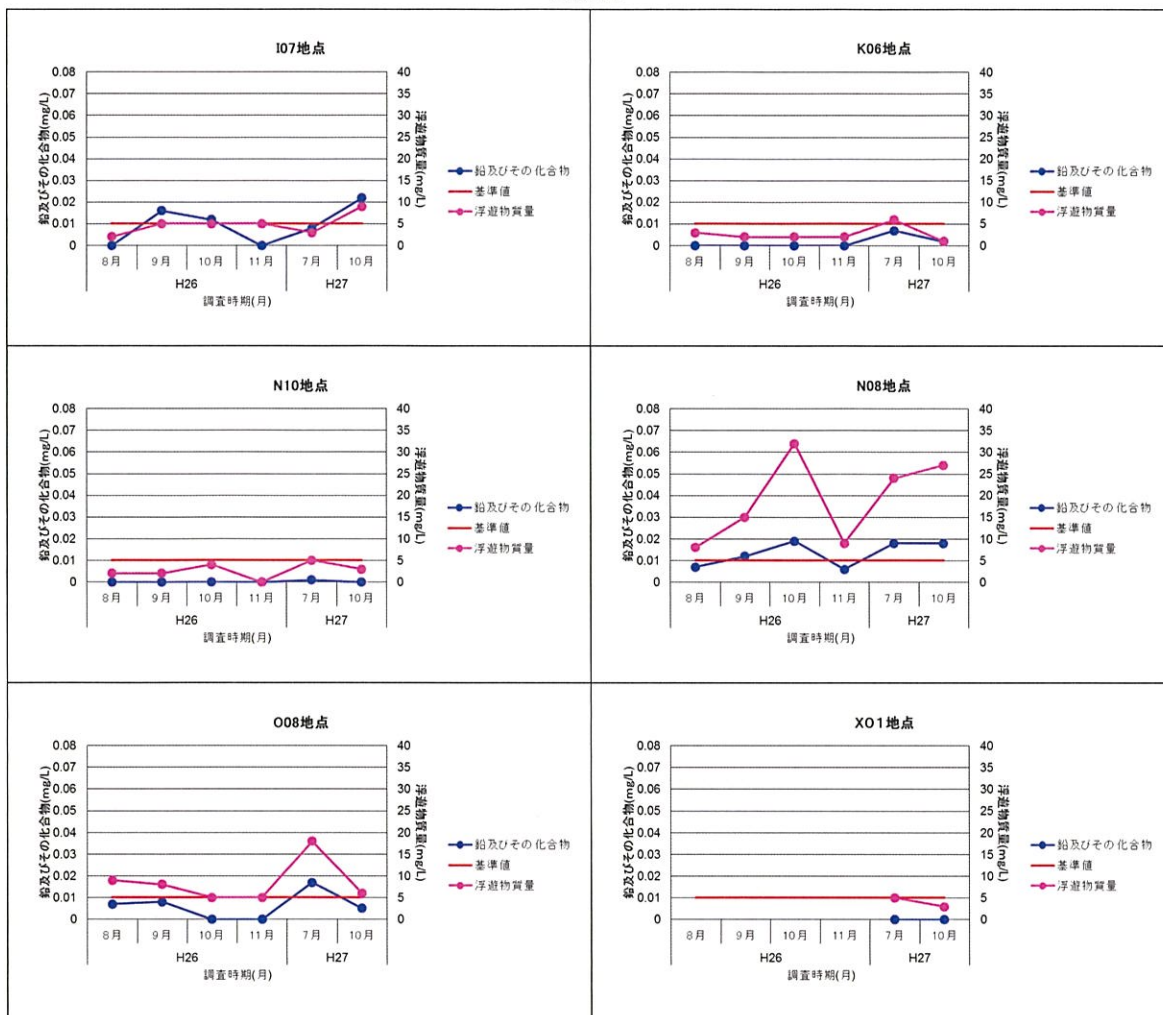


写真6 エスロンパイプ

### 表流水



### 地下水

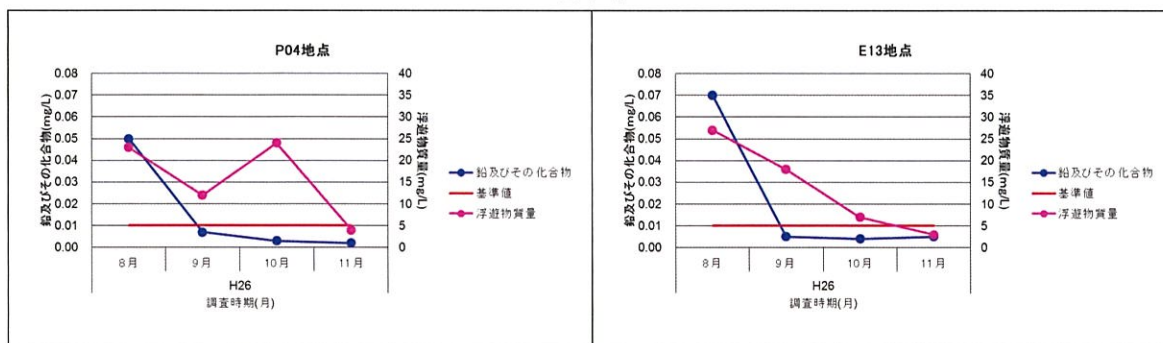


図6 地点別経年変化