

地下水・地盤環境に関するお知らせ

第 27 号

平成 30 年 3 月

地下水地盤環境に関する研究協議会

〒540-0008 大阪市中央区大手前 2 丁目 1 番 2 号 (一財)地域 地盤 環境 研究所 内

Tel : 06-6941-8833 Fax : 06-6941-8883

E-mail : gwjim@geor.or.jp HP : <http://www.gwrc.info/>

***** 目 次 *****

1. 本協議会 活動報告および会告
 - (1) 「Kansai Geo-Symposium 2017」開催報告 1
 - (2) 「平成 30 年度通常総会および特別講演会」開催のお知らせ 6
 - (3) 「Kansai Geo-Symposium 2018 —地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム—」
開催のお知らせ 6
2. 地下水・地盤環境に関する情報 7
 - (1) 「西大阪平野中心部における第 2 被圧帯水層 (Dg2 層) の分布と特徴について」
(一財) 地域地盤環境研究所 北田奈緒子・伊藤浩子・藤原照幸・濱田晃之・越後智雄
 - (2) 「大阪府温泉資源保護にかかる調査について」
大阪府健康医療部環境衛生課 生活衛生グループ
 - (3) 「土壌汚染対策法の改正と自然由来物質への対応について」
京都大学大学院地球環境学堂 勝見 武
3. トピックス
 - (1) 関連学会誌 18
 - (2) 関連学会等の主な行事カレンダー 21
4. 関連書籍の販売・編集後記 22

1. 活動報告および今後の開催行事会告

(1) 「Kansai Geo-Symposium 2017ー地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウムー」開催報告

1. はじめに

去る平成 29 年 11 月 2 日 (木), 関西大学 100 周年記念会館 (吹田市) において, 地盤工学会関西支部との共催で表記のシンポジウムが開催された。地盤工学会関西支部との共催としては今回で 5 回目を迎えた。参加者は約 130 名, 3 会場で合計 57 件の発表が行われ, 活発なディスカッションが展開された。プログラム内容は, 一般公募論文・基調講演・委員会特別セッション・技術展示セッションとし, 技術展示セッションでは, 出展されている各社に 2~3 分程度の内容紹介をしていただいた。またセッションの合間に, 参加者が気軽に意見交換できる場として「コーヒープレイク」を設けた。



小林座長による開会挨拶

2. 基調講演

一般財団法人 土木研究センターの常田賢一理事長より, 『災害から学び, 活かす』と題してご講演いただいた。



常田先生による基調講演

3. 公募論文

公募論文発表では 9 セッション・3 会場に分かれて, 合計 57 件の発表が行われた。以下にプログラムを記す。これらのうち, 本協議会ではセッション 1~3 の運営を担当した。

<セッション1 テーマ: 地下水・地盤環境> 座長: 田中宏幸(鴻池組)

- 1-1 画像解析による不均質帯水層を移行する溶質輸送経路の追跡
 - 小尾泰輝(神戸大学大学院), 井上一哉, 北嶋竜也, 田中勉
- 1-2 広島市土砂災害により発生した災害廃棄物の適正処理と高リサイクル率の達成に関する報告
 - 花木陽人(鴻池組), 西村良平, 橋敏明, 安達忍
- 1-3 金属腐食で溶出するイオンがベントナイトの膨潤圧に与える影響
 - 新納格(大阪府立大学工業高等専門学校), 井上博之, 井上俊, 掛水颯太
- 1-4 機械油汚染地盤に対する非掘削 SEAR の浄化効率に関する室内土槽実験
 - 棚橋秀行(大同大学)
- 1-5 地下水の放射性物質モニタリングについて
 - 久喜真吾(環境省 水・大気環境局), 伊藤和彦

1-6 地下水保全を目的とした硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素対策について

○中島慎(環境省 水・大気環境局), 伊藤和彦

<セッション2 テーマ: 地下水位・地中熱利用(1)> 座長: 小林晃(関西大学)

2-1 2005年福岡県西方沖地震による地下水位の変動特性

○広城吉成(九州大学大学院), 横田雅紀

2-2 観測データに基づいた地下水位変動への降水量や河川水位の影響分析

神谷浩二, ○井上やおき(岐阜大学), 小島悠揮

2-3 三次元地盤モデルによる地下水位分布の検討

○井上裕(テイコク), 戸塚雄三, 田邊和史

2-4 岐阜県全域を対象とする地下浸透量と地下水流動機構の可視化の試み

○富樫聡(八千代エンジニアリング), 井川尚之, 緒方陸, 吉田広人, 加藤ひかる, 高橋努

2-5 京都府南山城地域における水源揚水井の維持管理に関する研究

○中寺美月(関西大学大学院), 楠見晴重, 大西有三

2-6 地域の水文環境を活用した地中熱交換器の開発

○内田洋平(産業技術総合研究所), 吉岡真弓, シュレスタ ガウラブ, 舘野正之, 黒沼寛

2-7 トンネル地質調査における仏像構造線破砕帯のボーリング事例

○伏木治(サンコーコンサルタント), 辻野裕之, 清水敬司, 橋豊

<セッション3 テーマ: 水質・地中熱利用(2)> 座長: 神谷浩二(岐阜大学)

3-1 大阪沿岸地下水における水素・酸素安定同位体比と塩化物イオン濃度の分布特性

○友澤裕介(広島大学大学院), 小野寺真一, 齋藤光代, 伊藤浩子

3-2 大阪平野における浅層地下水一下水道流量の推定

○小野寺真一(広島大学大学院), 清水裕太, 齋藤光代, 伊藤浩子

3-3 既設井戸を用いた地中熱利用ヒートポンプ熱応答試験

小林晃, ○高橋真司(関西大学), 森川俊英

3-4 大阪平野中心部における第2被圧帯水層の分布と特徴について

○北田奈緒子(地域地盤環境研究所), 伊藤浩子, 藤原照幸, 濱田晃之, 越後智雄

3-5 地下水観測井構築時の調査データに基づく帯水層の特性抽出

(大阪市北西エリアにおける検討事例)

○藤原照幸(地域地盤環境研究所), 北田奈緒子, 濱田晃之, 伊藤浩子, 大島昭彦, 谷内信久,
加藤裕将

3-6 西大阪平野における被圧地下水の性状とその特徴

○伊藤浩子(地域地盤環境研究所), 北田奈緒子, 越後智雄, 藤原照幸

3-7 うめきた粘土層の地下水位変動による繰返し圧密挙動と沈下量予測

○末吉拳一(大阪市立大学大学院), 大島昭彦, 小坂慎一, 久保田耕司, 笹尾憲一

<セッション4 テーマ: 地震防災> 座長: 山下典彦(大阪産業大学)

4-1 埋設深さの異なるケーソン基礎を有するRC橋脚の地震時慣性力に関する一考察

山下典彦, ○甲田啓太(大阪産業大学大学院), 宮脇幸治郎

4-2 ウェーブレット変換による直接基礎を有するRC橋脚の滑り・剥離現象の特異抽出

山下典彦, ○高田光(大阪産業大学), 甲田啓太, 宮脇幸治郎, 大西祐哉

4-3 新潟県粟島の津波来襲予想地域における強震動予測とその応用

○山内政輝(大阪大学), 秦吉弥, 鎌田泰子, 小山真紀, 中嶋唯貴, 山田桂吾

- 4-4 1993年北海道南西沖地震による奥尻島稲穂地区における津波避難困難時間の評価
秦吉弥, ○湊文博(大阪大学), 中嶋唯貴, 鎌田泰子, 小山真紀, 山内政輝
- 4-5 臨時地震観測に基づく琵琶湖・沖島における強震動予測とその応用
○山田桂吾(大阪大学), 秦吉弥, 荒木進歩, 山内政輝
- 4-6 常時微動の高密度単点計測とアレイ計測に基づく
琵琶湖・沖島における地盤震動特性に関する評価
秦吉弥, ○山田雅行(ニュージェック), 羽田浩二, 山田桂吾, 荒木進歩, 山内政輝

<セッション5 テーマ:防災ハザード> 座長:藤本将光(立命館大学)

- 5-1 繰返し三軸試験と繰返し中空ねじり試験における液状化強度の比較
○深井晴夫(基礎地盤コンサルタンツ), 大島昭彦, 久保田耕司, 社城信弘
- 5-2 液状化解析プログラム LIQCA を用いた
大阪湾岸域における液状化被害に及ぼす列車荷重の影響評価
○岡野哲也(立命館大学大学院), 杉藤溪太, 白波, 深川良一
- 5-3 液状化がトンネルに与える影響と液状化対策工による地盤改良効果の解析的検証
○杉藤溪太(立命館大学大学院), 岡野哲也, 白波, 深川良一
- 5-4 2016年熊本地震における益城町の宅地被害の原因究明のための地盤調査結果
○高橋秀一(大和ハウス工業), 平田茂良, 大島昭彦, 平井俊之
- 5-5 降雨時の盛土内浸透流と空気圧分布について
○河井克之(近畿大学), 碓大智, 能瀬龍之介, 片岡沙都紀, 澁谷啓

<セッション6 テーマ:斜面モニタリング> 座長:小泉圭吾(大阪大学)

- 6-1 アンカー緊張力と温度の相関を用いたアンカーのり面の安定性評価システム
酒井俊典, ○阪口和之(アジア航測), 常川善弘, 矢野真妃
- 6-2 超音波導波管を用いた現場透水試験法の提案と現地実証
○稲垣大基(立命館大学大学院), 平岡伸隆, 伊良知慎太郎, 藤本将光, 田中克彦, 深川良一
- 6-3 斜面内のパイプ流による地下水位の変動に関する実験的考察
○伊良知慎太郎(立命館大学大学院), 平岡伸隆, 稲垣大基, 藤本将光, 田中克彦, 深川良一
- 6-4 OCMによる斜面変位計測の精度検証に関する研究
○山本健史(大阪大学大学院), 小泉圭吾, 小田和広, 福田芳雄, 笹原克夫
- 6-5 データ同化に基づく降雨履歴ごとの土壌水分特性の変化に関する研究
○横川京香(大阪大学), 小田和広, 伊藤真一, 壇上徹, 石澤友浩
- 6-6 融合粒子フィルタによる土壌水分特性のデータ同化過程における粒子の挙動
○藤本彩乃(大阪大学大学院), 小田和広, 伊藤真一, 越村謙正, 小泉圭吾
- 6-7 京都府綾部市安国寺裏斜面におけるモニタリング計測器配置の検討
○小田和広(大阪大学大学院), 矢野晴彦, 鏡原聖史, 深川良一, 片岡沙都紀, 小泉圭吾, 小山倫史, 笹原克夫, 辻野裕之, 藤本将光, 伊藤真一, 大段恵司

<セッション7 テーマ:地盤耐震> 座長:山田卓(大阪市立大学大学院)

- 7-1 砂分含有率がベーンせん断強度に与える影響
○坂上知弥(神戸大学), 田中政典, 片岡沙都紀, 澁谷啓
- 7-2 補強材を併用した表層地盤改良の液状化時沈下抑制効果に関する遠心加振模型実験
○斎藤愛(大阪市立大学大学院), 山田卓, 寺尾卓真, 大島昭彦
- 7-3 盛土内の地震加速度増幅を考慮したニューマーク法における解法の違いによる適用性
○三好忠和(西日本高速道路エンジニアリング関西), 常田賢一, 三谷浩司, 木村武雄
- 7-4 常時微動計測に基づく2016年熊本地震における九州自動車道沿いでの震度の評価
○秦吉弥(大阪大学大学院), 片山潤一, 山田桂吾, 田山聡, 大川雄太郎

7-5 常時微動計測に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震における

那須烏山市街地での地震動の高密度評価

○大川雄太郎(大阪大学大学院), 秦吉弥, 山内政輝

7-6 常時微動計測に基づく南海トラフ巨大地震における変電所での強震動予測

○片山潤一(大阪大学), 秦吉弥, 大川雄太郎

<セッション 8 : 土砂災害> 座長: 小田和広(大阪大学)

8-1 平成 23 年台風 12 号に伴う熊野那智大社裏山の斜面崩壊・土石流の実態

○矢野晴彦(中央開発), 辻野裕之, 谷垣勝久, 石田優子, 後誠介, 田内裕人, 本塚智貴, 江種伸之

8-2 清水寺周辺溪流における土石流氾濫解析に基づくハード対策の提案

○縄手洋介(立命館大学大学院), 梶山敦司, 藤本将光, 里深好文

8-3 不連続変形法と粒子法を用いた土石流における連成数値解析に関する研究

○久野実希子(関西大学大学院), 三木茂, 大西有三, 佐々木猛, 楠見晴重

8-4 機械学習に基づく集中豪雨時の土砂災害に対するマクロ的危険度評価

○伊藤真一(大阪大学大学院), 小田和広, 小泉圭吾, 越村謙正, 廣岡真一, ト令東

8-5 平成 26 年 8 月豪雨による崩壊発生地域における統計量の分析と

SOM 解析に基づく地形特性の考察

○越村謙正(大阪大学大学院), 小田和広, 櫻谷慶治, 伊藤真一

8-6 人工知能技術を活用した施策別対象のり面の優先順位付き抽出手法の提案

○松本聡碩(大阪大学), 櫻谷慶治, 伊藤真一, 小田和広, 小泉圭吾

<セッション 9 : 調査・試験> 座長: 片岡沙都紀(神戸大学)

9-1 杭の設置間隔や角度の違いが網状鉄筋挿入工の地山補強効果に与える影響

○原田紹臣(三井共同建設コンサルタント), 藤本将光, 深川良一, 奥田悠太, 小西成治, 疋田信晴

9-2 剥離型落石の危険度評価に関する研究

○戎剛史(国土防災技術), 眞弓孝之, 深田隆弘, 澁谷啓

9-3 大型コーン動的貫入試験による摩擦音を利用した細粒分含有率の評価と液状化判定の試み

○山田卓(大阪市立大学大学院), 水野建人, 大島昭彦

9-4 坑外集水井による鉄道トンネル内水位低下の取組み

○坂本寛章(西日本旅客鉄道), 近藤政弘, 小林俊彦, 村山光

9-5 光の屈折率の違いを利用した水の検知に関する基礎的研究

芥川真一, ○村越堅(神戸大学), 町島祐一, 佐藤毅, 高橋厚志

9-6 地盤材料試験結果の精度・ばらつきの実態とその対処・対応についての所見

○澤孝平(関西地盤環境研究センター), 中山義久, 服部健太

9-7 土の物理的性質試験のばらつき要因とその影響度について

○藤田琢磨(大阪工業大学大学院), 日置和昭, 服部健太

4. 技術展示

下記の9機関に技術展示をしていただいた。

- ・(協) 関西地盤環境研究センター
- ・現場計測コンサルタント協会
- ・(株) 共和電業
- ・計測テクノ(株)
- ・坂田電気(株)
- ・総合計測(株)
- ・(株) 地域地盤環境研究所
- ・(株) 東京測器研究所
- ・(株) 東横エルメス

ご協力いただいた各機関の皆様には、ここに記して御礼申し上げます。



(2) 平成30年度 通常総会および特別講演会 開催のお知らせ

標記、通常総会の開催日および会場が下記の通り決定いたしました。

- 日 程：平成30年6月12日（火）
- 会 場：ドーンセンター 特別会議室
- 通常総会・・・・・・・・・・15：00～15：50（予定）
- 特別講演会・・・・・・・・・・16：00～17：00（予定）
- 講演者：小林 晃 座長（関西大学教授）
- タイトル：地下ダムの設計とその留意点

（★詳細は追ってお知らせいたします）

(3) Kansai Geo-Symposium 2018 —地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム— 開催のお知らせ

地盤工学会関西支部との共同主催として開催いたします。本協議会はもとより、関西の関連業界全体が活性化するような行事になるよう取り組んでまいりたいと思います。会員の皆様には、何卒ご理解とご協力を賜りますよう、よろしくお願い申し上げます。

- 主 催：(公社)地盤工学会関西支部・地下水地盤環境に関する研究協議会
- 協 賛：(公社)土木学会関西支部，(公社)日本材料学会関西支部（予定）
(公社)日本地すべり学会関西支部，(一社)日本建築学会近畿支部
(公社)日本地下水学会，(一社)日本応用地質学会関西支部（予定）
(公社)日本水環境学会関西支部（予定），現場計測コンサルタント協会
- 開 催 日：2018年11月2日（金）
- 会 場：関西大学 100周年記念会館（千里山キャンパス内）（予定）
- 開催形式：
 - 公募論文発表
 - 基調講演
 - 技術展示セッション
- 参加費：
 - 会員（主催・協賛団体の会員）・・・・・・・・・・ ¥5,000
 - 非会員・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ¥7,000
 - 学生会員・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ ¥2,000
- 論文・報告要旨の締め切り：2018年5月11日（金）

※詳細は会告をご覧ください。

2. 地下水・地盤環境に関する情報

(※次ページ以降に掲載)

(1) 「西大阪平野中心部における第2被圧帯水層 (Dg2 層) の分布と特徴について」

(一財) 地域 地盤 環境 研究所 北田奈緒子・伊藤浩子・藤原照幸・濱田晃之・越後智雄

(2) 「大阪府温泉資源保護にかかる調査について」

大阪府健康医療部環境衛生課 生活衛生グループ

(3) 「土壌汚染対策法の改正と自然由来物質への対応について」

京都大学大学院地球環境学堂 勝見 武

西大阪平野中心部における第2被圧帯水層（Dg2層）の分布と特徴について

北田奈緒子・伊藤浩子・藤原照幸・濱田晃之・越後智雄
 (一般財団法人 地域 地盤 環境 研究所)

1. はじめに

西大阪平野中心部では、表層地盤の分布状況についてボーリングデータベースを用いるなどして研究がおこなわれてきた（例えば、KG-NET・関西圏地盤研究会，2007など）。特に沖積粘土層（Ma13層やMa12層などの厚い粘土層は大阪平野地下の特徴的な地層であり、その特徴に関する土質工学的な検討が数多く存在する（図-1）。特に地震時には表層の脆弱な堆積層が揺れを大きく増幅されるだけでなく、Ma13層上面に分布する沖積砂層は地震時における液状化の可能性が高いとも考えられており、沖積層上部砂層の問題は、砂層の分布だけではなく、高い地下水位が問題になる。

大阪平野部の地下水環境は、1960年代に工業等への利用目的に大量の地下水が汲み上げられ、その結果、深刻な地盤沈下が発生し、その後取水に対する規制へと発展した。地下水を規制することで、低下した地下水は既にほぼ回復しているが、主たる地盤沈下の要因となった沖積粘土層の圧密が完了しているわけではない（図-2）。

本研究は、地盤沈下に影響する帯水層（第1被圧地下水Dg1層）を監視しつつ、地盤沈下に影響の少ないDg2層（第2被圧帯水層）をオープンループシステムによる地下水の大規模熱源利用に使用することを目的に、帯水層を効率よく観測・管理するための観測システムを構築する技術開発を行っている。本論ではその途中経過を報告する。

2. Dg2層の分布と特徴

2.1 Dg2層の特徴

大阪市内においては、再生可能エネルギーとしての地下水利用が注目されている。しかしながら、表層近くの第1被圧帯水層（Dg1層）は、前述のとおり地盤沈下に対して直接作用する帯水層のため、利活用には慎重にならざるを得ない。これに対して、第2被圧帯水層（Dg2層）はDg1層とほぼ同地域に分布し、Ma12層（上部洪積粘土層）の下位に分布する砂礫層であり、Dg1層と独立する帯水層であれば、利活用の可能性は高く、オープンループのような循環型の地下水利用であれば、十分に適用可能である。そこで、Dg2層を対象層として、分布状況と特徴についての検討を実施した。Dg2層はボーリングデータを用いた検討では、基本的に上部のMa12層の海成粘土層とMa11層の海成粘土層の間に位置する砂礫層を主体とする河川デルタの粗粒堆積層のことである。図-3に示すように、Dg2層のすべてが砂礫層から構成されるわけではなく、砂礫以外にも、砂層、シルト層、一部には粘土層も含まれる。

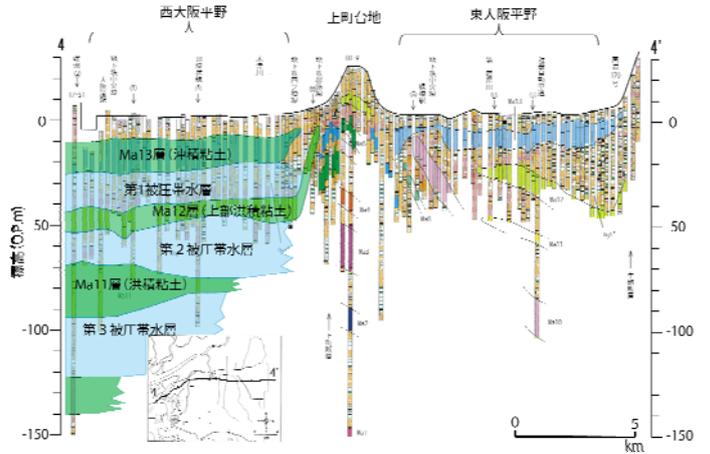


図-1 大阪平野の東西地質断面図
 (KG-NET・関西圏地盤研究会，2007¹⁾に一部加筆)

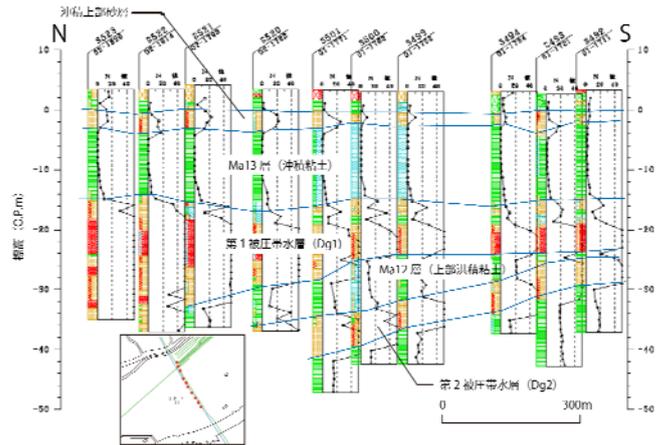


図-2 地下水低下によって圧密が起こった沖積粘土層
 (下部が圧密して、N値が5-10程度となっている)

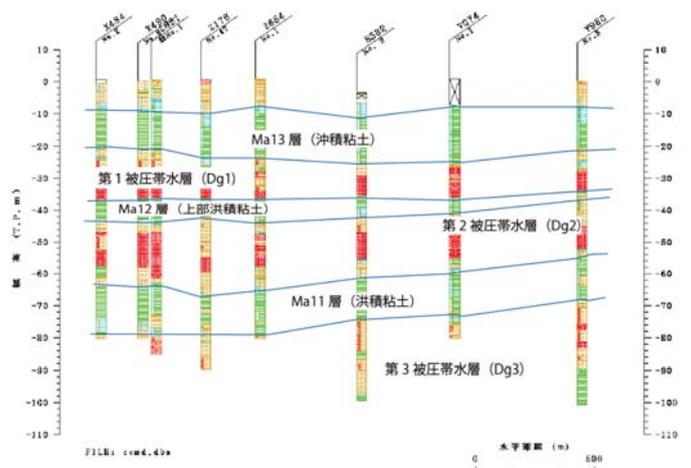


図-3 Dg2層の分布状況（大阪駅周辺から抽出）

2.2 Dg2層とDg2層中の有効帯水層の特徴

大阪駅北西のうめきたで実施のボーリングコア(久保田他, 2017)²⁾や上福島北公園におけるボーリングのコアサンプルを用いて粒度分析を行った結果からは、Dg2層中には砂礫主体部～シルト主体部の多様性があることが確認された。地下水利用として、オープンループシステムは地中熱利用ヒートポンプシステムを熱源として地下水をくみ上げて、地下水が持つ熱エネルギーを連続的に利用するものであり、揚水井と還水井を対に作成して、地下水を循環させて採熱、あるいは蓄熱する方法である。連続的に地下水を循環させることから、この場合、揚水井や還水井は持続的に利用可能な井戸を構築する必要があり、より透水性の高い地層を利用することが望ましい。藤原他(2017:同シンポ発表論文)³⁾の検討から得られる、「礫分が50%以上、かつ粘土・シルト分が少ない部分($F_c < 15\%$)の砂礫層」を有効帯水層として定義し、その分布をボーリングデータから抽出した。Dg2層の有効帯水層は揚水試験を実施すると、概ね透水係数が10-4~10-5m/sec(10-2~10-3cm/sec)の値を示す。

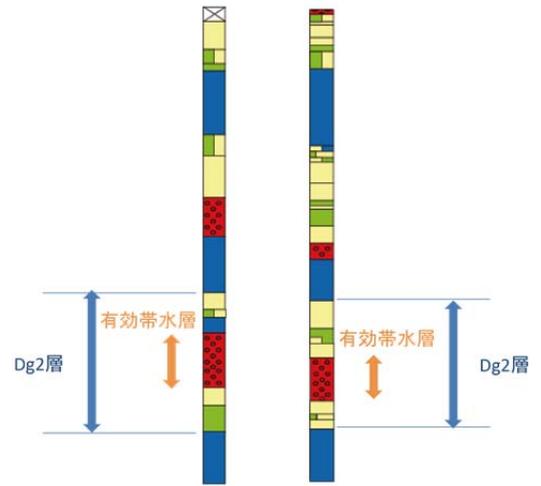
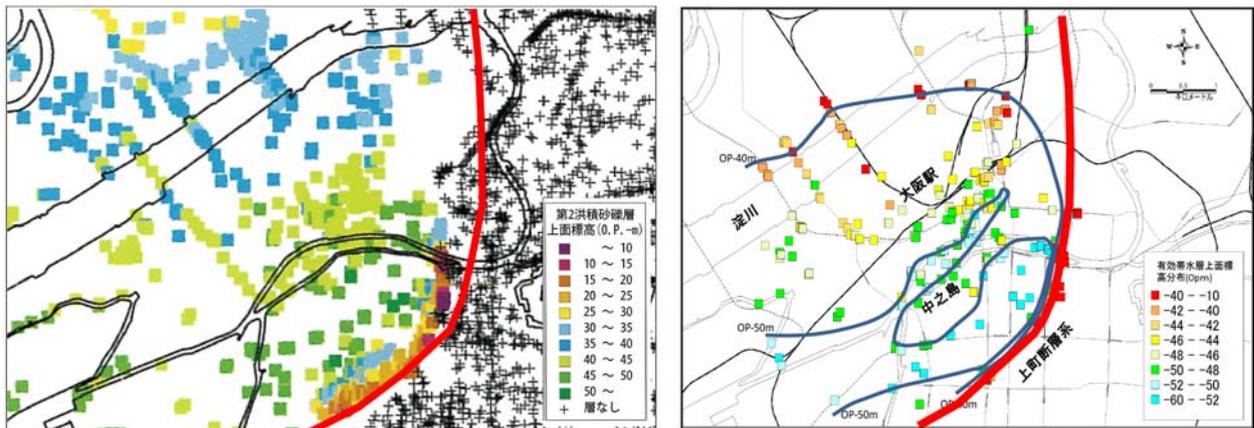


図-4 Dg2層とDg2層中の有効帯水層との関係

2.3 Dg2層とDg2層中の有効帯水層の分布

図-4にDg2層とDg2層の有効帯水層の関係を示す。先のうめきた、上福島北公園の2本のボーリングの結果では、Dg2層はMa12層とMa11層に挟まれた粗粒部がこれに該当する。これに対して、Dg2層中の有効帯水層はDg2層中の礫分卓越層をさす。粒度試験を実施したボーリングデータは数少ないが、幾つかのデータを用いて検討すると、概ね礫層、礫混じり層として表示される部分(図中では赤色に着色された部分)が有効帯水層に対応している。砂礫層の形成は河川デルタ性の場合、流速の早い洪水時に河川や河床付近に発生した流速の遅い部分に堆積することが一般的で、河川の蛇行に伴い、分布域が変化すると考えられる。そのため、層厚の変化や分布深度の変化がDg2層に比べて大きくなると予想される。図-4に示すように、Dg2層の層厚はほとんど同じのものであっても、分布する砂礫層の分布深度や層厚は異なる。

図-5にDg2層の上面標高分布図とDg2層中有効帯水層の上面標高分布図を示す。

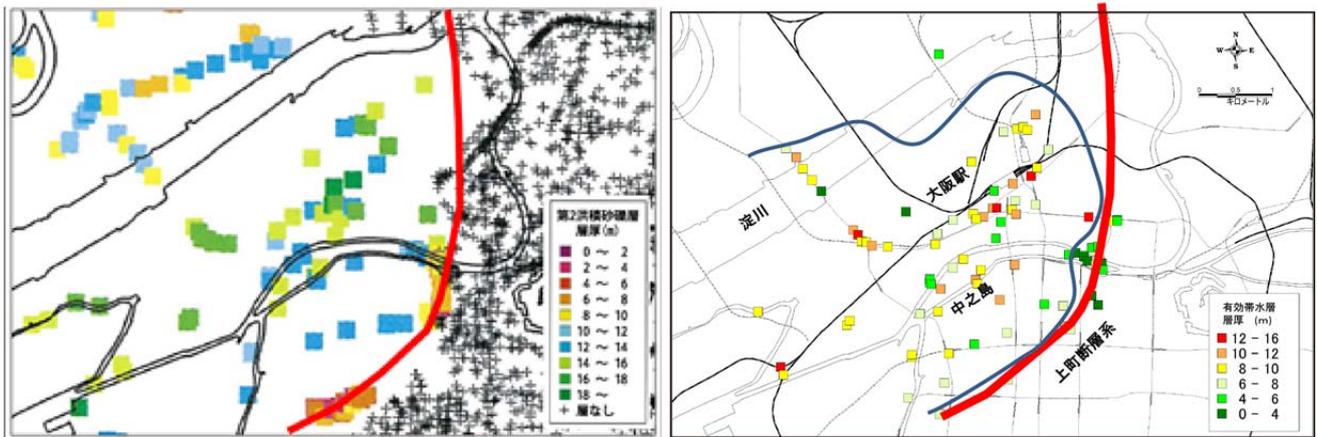


(a) Dg2層の上面標高分布図¹⁾

(b) Dg2層中の有効帯水層の上面標高分布図

図-5 Dg2層の上面標高分布図

図-5(a)のDg2層の上面標高は北西に向かって、O.P.-50~-25mへと緩やかに浅くなる傾向が見られる。東側はNS方向の上町断層付近で砂堆が発達するため、海成粘土層の分布も不明瞭でDg2層を特定できない。上町断層が南部でNE-SW方向に分布する付近では、Dg2層の上面標高が急速に浅くなる傾向がある。これは、断層の撓曲に伴い、Dg2層のみならず、Ma12層やMa11層が撓曲変形しているためである。図-5(b)の有効帯水層では、Dg2層の上面標高を示す(a)と調和的な分布を示すが、傾向はやや異なる。有効帯水層上面標高は南東から北西に向かって、O.P.-60~-40m程度に変化するが、南東部の上町断層付近では、撓曲構造による変形で上面標高が浅くなる傾向はあまり見られない。Dg2層は変形しているが、有効帯水層の礫層は断層変形部ではほとんど分布しない。また、中之島付近と南部上町断層に沿った部分で比較的上面標高が深くなる傾向がみられる。これは、当時の河道の分布域との関係が深いと考えられる。



(a) Dg2 層の層厚分布図¹⁾

(b) Dg2 層中の有効帯水層の層厚分布図

図-6 Dg2 層の層厚分布図

次に図-6 に Dg2 層の層厚分布図と Dg2 層中有効帯水層の層厚分布図を示す。図-6 (a) に示す、Dg2 層の層厚分布からは、全体に変化が大きくばらつくが、中之島以北、淀川以南付近が安定して層厚が厚い傾向がみられ、層厚は 10～18m 程度である。淀川以北では、Dg2 層は層厚 6～12m 程度であり、淀川以南よりもやや薄い傾向がみられる。一方、図-6 (b) の有効帯水層の層厚は、中之島付近から大阪駅付近までを中心に層厚が厚い傾向があり、Dg2 層の層厚と類似するが、隣り合うボーリングで層厚が 2 倍ほど異なるなど、局地的な変化が強い傾向がある。

次に、図-7 に Dg2 層中の有効帯水層の下面標高図を示す。南東方向から北西方向に向かって緩やかに標高が高くなる傾向がみられる。図-8 には西大阪地域の南北断面図を示す。北の北摂丘陵から南に向かって、砂礫が流下し、Dg1 層や Dg2 層を形成していることがわかる。特に図中の a の部分は有効帯水層が広がりを見せて分布している地域である。

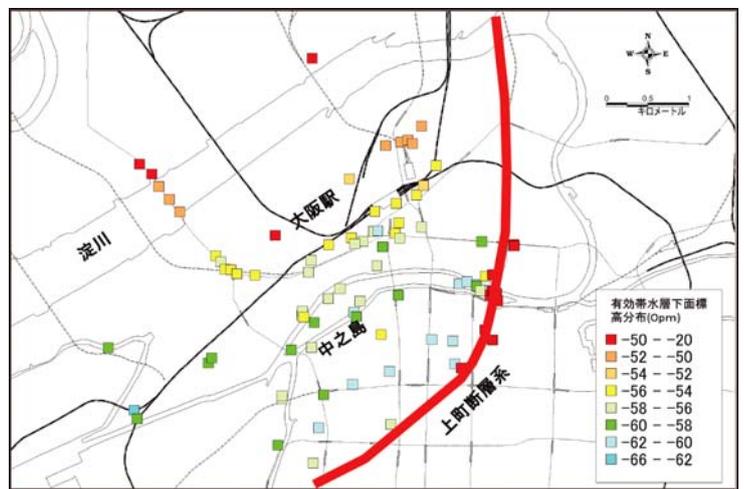


図-7 Dg2 層の下面標高分布図

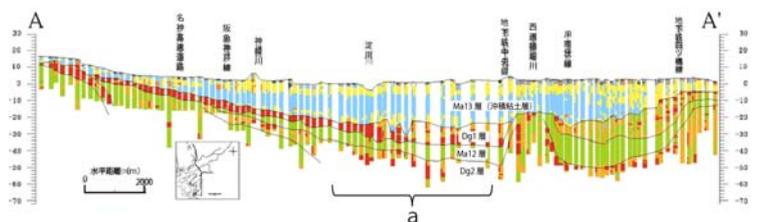


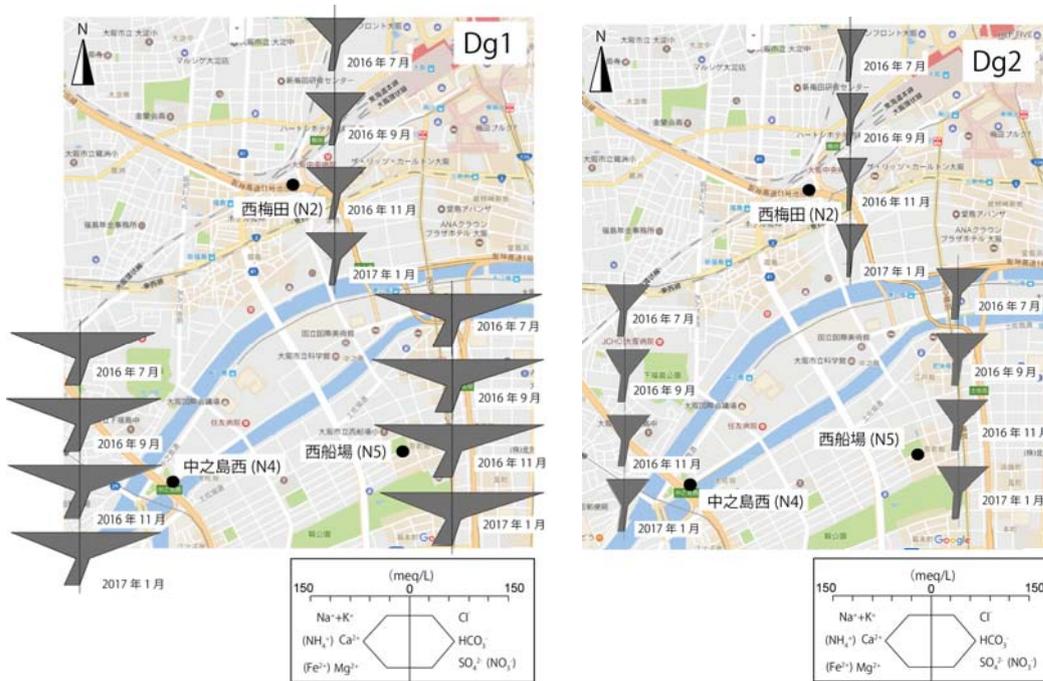
図-8 西大阪における南北断面図¹⁾

図中 a の部分に Dg2 層の有効帯水層が分布する

2.4 Dg2 層と Dg1 層の独立性

オープンループシステムにおいて地中熱を利用する場合は、水を循環して利用するため、同一帯水層において、揚水と還水を繰り返して循環させることから、地下水環境を変化著しく変化させないためには、循環が円滑に継続することと、地盤沈下に関する Dg1 層の地下水を利用しないことが重要なポイントになる。そのため、Dg2 層と Dg1 層がどこかにおいて連続して通水している場合、Dg2 層における地下水位の変化がそのまま Dg1 層に影響を与えないように、Dg2 層と Dg1 層が独立していることが望ましい。

地下水の利活用を行う前のバックグラウンド値を確保するための事前調査において、地下水地盤環境に関する研究協議会（座長：西垣誠）保有の観測井戸の内、3 箇所 4 期の水質調査および水位観測を実施し、Dg2 層の連続性と水質特性などについて検討を行った（詳細は、伊藤他（2017：同シンポ発表論文⁴⁾）。調査地点は図-9 に示す。図-9 (a) の Dg1 層の特徴は、Na-Cl 型を示し、南に 2 点において Na⁺、Cl⁻ が多く含まれることである。主成分特性は類似しており、同一の地下水と考えられる。図-9 (b) の Dg2 層の特徴も Dg1 層と同様に Na-Cl 型を示すが、Dg1 層の方が Dg2 層よりも総溶存成分濃度が高い。塩化物イオン濃度は Dg1 で最大 5,000ppm、Dg2 で 1,600ppm 程度である。また、硝酸性窒



(a) Dg1 層中地下水の水質分析結果(主成分) (b) Dg2 層中地下水の水質分析結果(主成分)
 図-9 Dg1 層, Dg2 層における主成分水質分析結果

素や硫酸イオンはほとんど検出されず、還元的水質を示す。1年を通じて季節変化が少なく、ほぼ一定である。

Dg1 層と Dg2 層の主成分組成が異なることから、両帯水層は独立している可能性が高いと考えられるが、確認は少ない。これに対して、図-10 に示す、各観測点における水位観測の結果を用いて考察すると、9月16日前後で2回の Dg2 層における地下水位低下がみられるが、この現象が、3観測地点においてははっきりと Dg2 層で確認されているのに対し、Dg1 層ではこのような反応がみられないことは、Dg1 層と Dg2 層が独立している可能性を示唆する。

3. おわりに

本研究は、大阪平野中心部における第2被圧帯水層 (Dg2 層) の分布と特徴について検討を行ない、以下のことが明らかになった。

- Dg2 層中の透水性の高い有効帯水層は中之島付近から淀川南部付近に厚く分布する。
- Dg2 層は北部は北部丘陵地に向けて連続するが、南部は上町断層帯部直近で殲滅する。
- Dg2 層と Dg1 層は水位観測の結果、独立していると層は水位観測の結果、独立している可能性が高い。

謝辞：本研究は NEDO 「再生可能エネルギー熱利用技術開発／再生可能エネルギー熱利用のポテンシャル評価技術の開発/都市域における、オープンループシステムによる地下水の大規模熱源利用のための技術開発」 (研究代表者：北田奈緒子) として行ったものである。また、本研究の地下水観測には、「地下水地盤環境に関する研究協議会」が管理する観測井を利用させていただきました。記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) KG-NET・関西圏地盤研究会：新関西地盤 大阪平野から大阪湾、354p.+資料、2007。
- 2) 久保田・他：うめきた2期地区での110mボーリングと各種物理検層による地盤性状、第52回地盤工学研究発表会、2017。
- 3) 藤原照幸・他：地下水観測井構築時の調査データに基づく帯水層の特性抽出 (大阪市北西エリアにおける検討事例)、Kansai Geo-Symposium 2017 論文集、98-101。
- 4) 伊藤浩子・他：西大阪平野における被圧地下水の性状とその特徴、Kansai Geo-Symposium 2017 論文集、102-107。

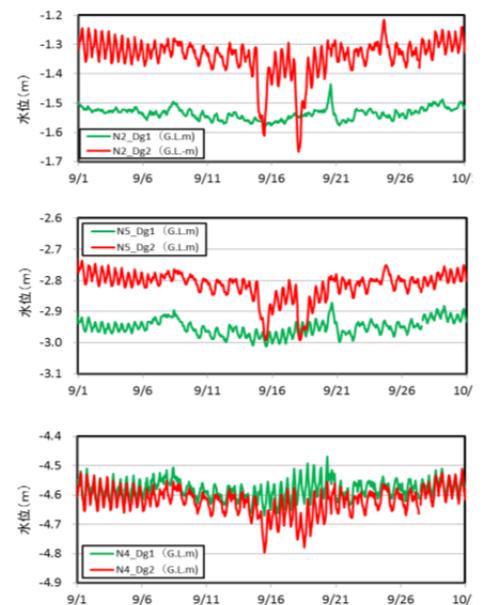


図-10 Dg1 層, Dg2 層の地下水位の変化 (2016年9~10月)

大阪府温泉資源保護にかかる調査について

大阪府健康医療部環境衛生課

大阪府では温泉法に基づき、温泉掘削、増掘及び動力装置申請について、「大阪府環境審議会温泉部会」への諮問、答申を経て許可等の行政処分を行っており、温泉部会の協議事項として、府内の温泉ゆう出量及び泉質等のデータに基づき、既存源泉からの距離規制（800m）や、採取量の制限（500L/分）等を設けている。

現行の協議事項は、平成15年度から16年度に温泉資源調査を、平成17年度に揚湯試験、比較試験等の追加調査を実施し、これらの調査結果に基づき平成20年4月から適用している。

地下資源の状況は経年変動するため、本協議事項の科学的有効性を維持するためには、現況を把握するとともに、定期的に基準の妥当性を検証する必要があることから、平成26年度に水質分析を、平成27年度から28年度に揚湯試験並びに長期測水調査を実施した。

1. 揚湯試験の概要

○大阪平野北部・中央部および泉南・泉北地域から、地質条件を考慮して、7か所の井戸施設を選定

⇒大阪層群下部の帯水層は透水性が良好で、大阪層群最下部・基盤岩と下位の層準では、透水性が悪くなる傾向。

2. 長期測水の概要

○揚水を休止している3か所（掘削深度：704m、1000m、603m）の井戸施設を選定

⇒調査期間の1年間に約25cm～40cmの水位上昇があり、緩やかな上昇傾向にある（図1）。

水位変動は、海面潮汐や降雨浸透の影響が認められた。

前回調査した井戸（掘削深度：1000m）では、8年余りの期間に、約3mの水位上昇が確認された。

3. 温泉水の水質の概要

○主成分組成と分布（68井戸施設から採水）

⇒府内の温泉水は、水質から①重曹泉、②重曹（炭酸水素ナトリウム）型の単純温泉、③食塩泉の3種類でき、分布には地域性がある（図2，図3）。

○泉質の経年変化（前回調査した17井戸施設との比較）

⇒大阪平野中央部は、水質は概ね大きな変化がなかったが、山間部において、水質が大きく変化した井戸があった。

4. 大阪平野における温泉水の賦存状況

【長期水位変動の記録から】

- ・大阪平野部において、深度500m以深で取水する温泉井戸の水位は、全般的に上昇傾向にある。
- ・水位変動が海面潮汐や降雨浸透の影響を受けることから、温泉水揚水対象となっている帯水層が、より上位の帯水層と相互に影響を及ぼしあっている状況にある。
- ・大阪平野とその周辺の第四紀層の被圧帯水層については、全般的に揚水量よりも涵養量が現状として大きく、水収支としては黒字状況であるとみられる。
しかし、低地部の井戸の地下水位はいまだに海面下にあり、特に平野部では、地盤沈下が著しかった頃の過剰揚水による水位低下からの回復段階にまだであるとみられる。

【泉質の経年変化から】

- ・前回調査と比べて、大阪平野中央部では、水質は概ね大きな変化がなかったことから、現状では、温泉の取水状況が適切であることを示している。

なお、山間部において、水質が大きく変化した井戸があったことから、今後も注視する必要がある。

⇒現在は、距離規制や採取量の制限により、地下水位は回復しつつあり、水質は概ね大きな変化がみられなかった。

今後も、現行規制を継続しながら、温泉水の賦存状況の把握並びに分析を重ね、検証を進めていく必要がある。

5. 引き続き検討が必要な課題

○帯水層特性の評価

○温泉モニタリングの継続

詳細はこちら→ (URL : <http://www.pref.osaka.lg.jp/kankyoeisei/onsen/chosa.html>)

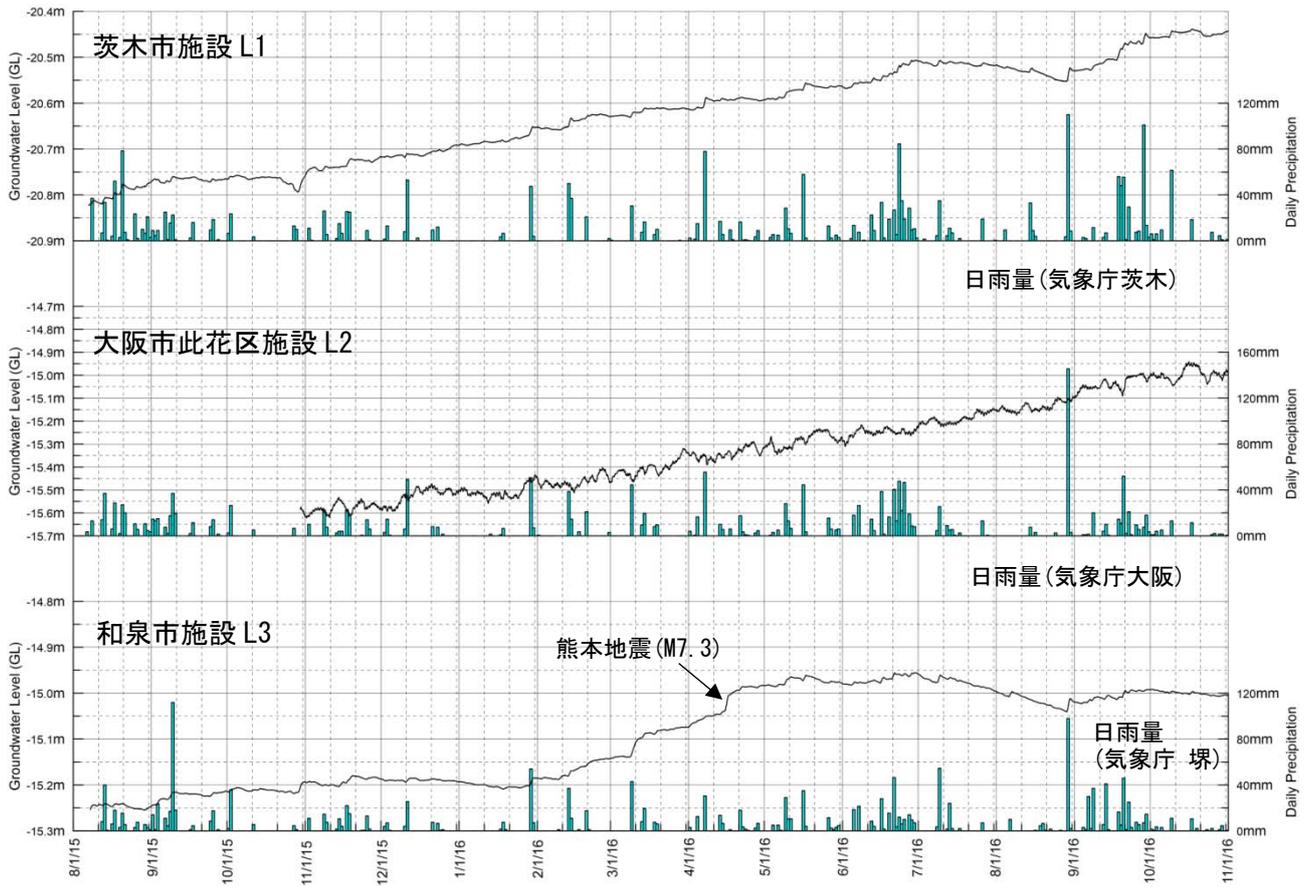


図1 気圧効果・潮汐補正後の地下水位変動と日雨量

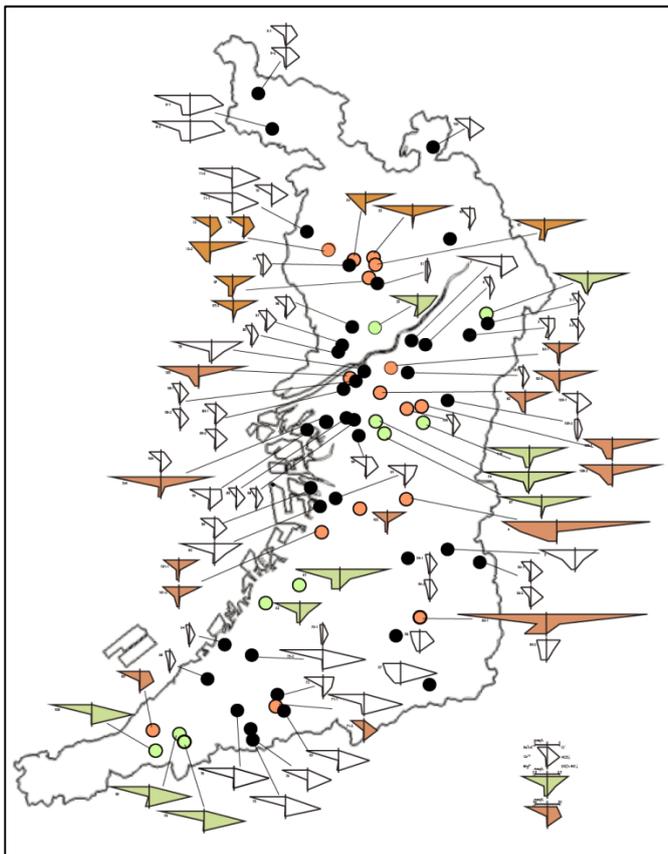


図2 ヘキサダイアグラムを用いた水質の主成分組成

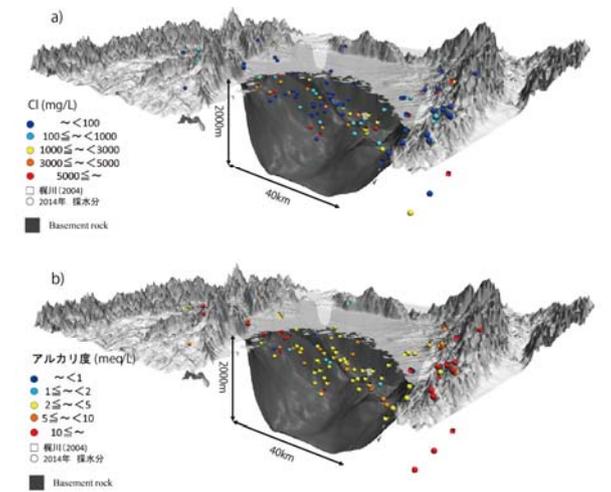


図3 塩化物イオンとアルカリ度の3次元分布

1. 発生土の利用と土壌汚染対策法

ここ数年、自然由来の重金属等を含む発生土の問題が各所で取り上げられている。土木・建設の分野では、鉱山の近くや黄鉄鉱を含有する地層で建設工事を行うにあたって、重金属の溶出や酸性水の発生についてもともと一定の配慮がなされてきた。一方、土壌汚染対策法(以下、土対法)が2003年に施行され、さらに2010年には大きく改正されるに伴い、現場は土対法に則したり、あるいは同法に準じて自然由来の問題に対応するようになっていく。特にヒ素、鉛、フッ素、ホウ素については、我が国では土対法の指定基準不適合に相当する地層が少なくないが、そのような地層・地質を対象とする様々な建設現場の対応が過剰に安全側ではないかとの指摘もみられてきた。そのような中、2015年6月30日閣議決定された規制改革実施計画では、自然由来の重金属等の問題に対して緩和の必要性が提起された。そして、2016年12月12日に出された中央環境審議会「今後の土壌汚染対策の在り方について(第一次答申)」(以下、答申)と2017年5月12日成立の土対法の改正で、自然由来の重金属等の基準不適合土壌についての活用の方向性が示された。この答申と土対法の改正では、他にもいくつか重要な改正事項が含まれてはいるが、自然由来の重金属等の問題に関しては、リスクに応じた合理化の方向にはじめて舵が切られたと言えよう。

2. 自然由来の重金属等を含む発生土への対応

掘削により発生する全ての土が土対法の対象となるわけではない。土対法では、3000 m²以上の面積の土地で形質変更(地形と性質を変更すること)を行うときなどに調査を義務付けており、調査の結果、基準不適合の土壌の存在が判明すればその土地は指定区域に指定される。ここで対照とする基準は、土対法の指定基準である。

指定区域には、何らかの措置が必要な「要措置区域」と、現状では措置は必要ないが、将来に掘削工事等を行う場合に汚染土壌への適切な対応が求められる「形質変更時要届出区域」とがある。形質変更時要届出区域のうち、基準不適合が自然由来の重金属等によるものを「自然由来特例区域」、公有水面埋立法による埋立地(昭和52年3月15日以降に造成が開始された埋立地)で、汚染が埋立に用いた土に由来する場所を「埋立地特例区域」として指定することができる。これらは、人為的な土壌汚染が認められないということを行行政が認めた特例の土地という意味で理解される。指定区域で土を掘削してその外に持ち出す場合は、持ち出し先は指定された汚染土壌処理施設に限定されるが、これは自然由来特例区域や埋立地特例区域も例外ではない。一方、面積が3000 m²未満であったり、掘削物

が土壌ではなく岩石であれば、土対法の届出や調査の対象とならない。したがって、土対法対象外の掘削土や岩石は、一定レベル以上の重金属等が含まれていても盛土等に活用されることがあるが、これらは「管理型盛土」として利用されるのが一般的である^{1), 2)}。管理型盛土とは、例えば盛土の中に遮水材を設置して内部を水理学的に隔離するなどの対応がとられた盛土のことである。

3. 平成 29 年の答申と土対法の改正

2003 年に施行された土対法は当初は人為の汚染のみを対象としていたが、2010 年の改正により自然由来の重金属等も対象となった。法対象として自然由来特例区域に指定された例も含めて、多くの自然由来の重金属等は、基準を超えている場合でもその濃度レベルは低く、基準の数倍程度までのものがほとんどである。しかし、基準不適合ということで対象土は浄化あるいは処分に供されることが多く、法規制が厳しすぎるのではとの指摘が各方面からあった。

土対法の下では、基準不適合の土を含む土地は指定区域となり、指定区域から出される土は、行政から許可を受けた汚染土壌処理施設にその処理を委託しなければならない。「土がどこでどのように使われても環境リスクの問題は生じさせないようにする」との前提で法制度設計がなされており、法対象の土地では原則として汚染土壌処理施設以外には基準不適合の土の行き場はない。一方、自然由来の重金属等を含む発生土の利用可能性の原理原則を考えるならば、(1) 地下水汚染などの環境リスクの防止、(2) トレーサビリティの確保、(3) 適切な管理体制の構築、が重要であろう。公共工事では、用いた土を構造物として一定の管理下におくことになり、条件が整えば土はその場にとどまることが一定程度保証される。このような土の散逸防止に加えて重要な点は、地下水汚染の防止である。多くの自然由来の重金属等が基準不適合としても比較的低濃度であること、自然地盤の土にも吸着等の緩衝作用が期待できることを考慮すると、条件次第ではあるが地下水汚染をもたらす可能性は低いと考えられる。

さて、前述したように、土対法の対象外となる掘削土砂や岩石については、管理型盛土などによって適切な管理のもとでの有効利用が進められてきた。一方、土対法の対象となる自然由来重金属等の基準不適合土壌は汚染土壌処理施設に委託することが義務付けられているが、これを法対象外と同様に有効活用できるよう法制度改正の検討が進められた。この改正は、他の事項と併せて土対法の改正として 2017 年 5 月 12 日通常国会で認められた。すなわち、答申では

「自然由来特例区域及び埋立地特例区域から発生する基準不適合土壌は、特定有害物質の濃度が低く、特定の地層や同一港湾内に分布していると考えられることを踏まえ、

適正な管理の下での資源の有効利用としての観点から、次に掲げる移動や活用を可能とすべきである。

- ア 自然由来特例区域間(地質的に同質である範囲内)及び埋立地特例区域間(同一港湾内)の土壌の搬出等を届出の上、可能とする。
- イ 同一事業や現場内の盛土構造物(埋立処理施設)による処理を業として行う場合の許可については、自然由来・埋立材由来の基準不適合土壌に適応した施設の構造要件等を設ける。
- ウ 区域外の一定の条件を満たした工事での活用及び水面埋立利用を確認の上、可能とする。」

としている。これらは「土は有用な資源なので適切に活用すべきである」という考え方に基づいている。なお、上記のアからウの技術的・制度的事項について、2017年5月から2年以内とされる法施行に向けて環境省で検討が進められている。図-1³⁾は、アの考え方を図示したものである。

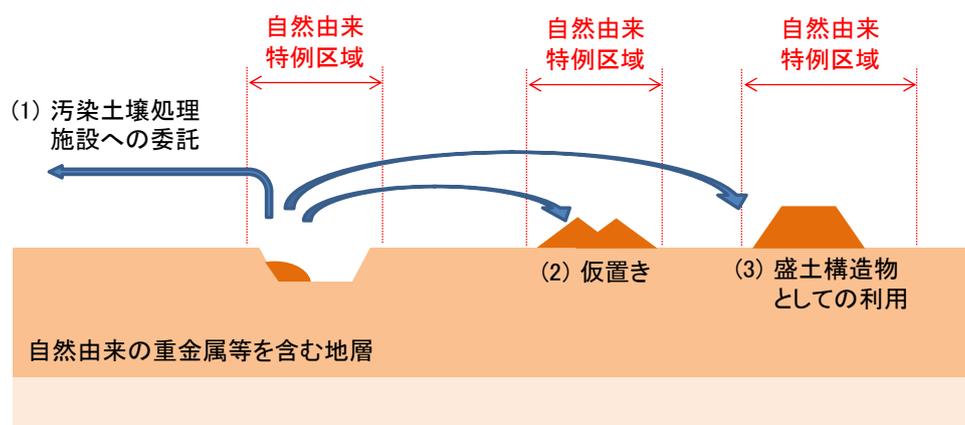


図-1 これまでは基準不適合の自然由来土は汚染土壌処理施設への委託が義務付けられていたが(図中の(1))、法改正により地質的に同質であれば自然由来特例区域間での移動が可能となる(図中の(2)や(3))³⁾。

4. 今後の課題

このような制度の下での土の活用を実現させるための、技術的課題についてみてみたい。

ア～ウの活用が自然由来物質(埋立地特例区域の場合は埋立材由来)に限定されることから、自然由来か否かの判定はより重要となる。また、アでは「地質的に同質」を定義する必要があり、そのための考え方がキーとなろう。土を適切に管理するとともに、新たな地下水汚

染を生じないことが求められ、法対象外の掘削土に適用されていた管理型盛土の考え方が、必要に応じて導入される。したがって、地下水汚染が生じないことの評価も必要となろう。答申ではさらに、「粘性土や高含水率土壌は粒度調整等のため改質しての活用が一般的に行われることに留意」するとも記されていて、改質材によって土の溶出特性が変化する可能性などについて留意が必要である。これらの事項いずれも、地質・土質、土工、物質移行、化学分析等の地質学・地盤工学・地盤環境工学の知見を要するものである。科学的な知見とその蓄積に基づき、環境の保全と適切な土の活用が進むことが期待され、地下水協議会とその関係者による長年のデータと知見の蓄積は極めて有用であろう。

基準不適合など一定量以上の重金属等を含む土を活用する場合、程度の差はあれモニタリングなど事後の確認と監視・管理が求められる。一方、建設事業では「手離れの良い」ことが好まれる場合が多い。すなわち、事後のモニタリングをできるだけ簡潔にかつ短期間で終了させたいというのが多くの現場の意向であろう。しかし、日本の地質土質の特性と社会基盤整備の重要性を考えると、土の様々な特性を踏まえつつモニタリングをしながら土を積極的に使っていく、そして少々長く手はかかるが社会基盤整備や環境保全など様々な観点から総合的にみてよりよいものをつくっていくという方向性がもっと議論されてもいいのではないかと考えている。

(本原稿は著者の既報³⁾に基づいている。)

参考

- 1) 国土交通省(2010):建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版).
- 2) 土木研究所・土木研究センター地盤汚染対応技術検討委員会(2015):建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック、大成出版社.
- 3) 勝見 武(2017):発生土の利用と自然由来物質 — 動向と課題 —, 地盤工学会誌, Vol.65, No.11/12, pp.1-3.

3. 地下水・地盤環境トピックス

(1) 関連学会誌

○日本地下水学会

日本地下水学会が発行する「地下水学会誌」の2017年の主な掲載内容を紹介します。地下水学会誌のバックナンバーは、J-STAGE (Japan Science and Technology Information Aggregator, Electronic:科学技術情報発信・流通総合システム) で公開されていますので、ご参照ください。

【2017年2月第59巻第1号】

特集「地下水管理における意思決定に係わる水文地質観測」 (中川 啓・谷口真人)

・ 論説「地球観測衛星の地中水観測」 (開発 一郎)

・ 技術報告

「デジタル TDT センサーを用いた土壌の水分・電気伝導度の同時計測」

(宮本英揮・上村将彰・平嶋雄太)

・ 地下水を語る

「Improving the impact of science by reconsidering the interactions of data, models, and decisions -An ongoing discussion during the 2016 Darcy Lecture Tour」

(Ty P. A. FERRE)

訪問記

「名水を訪ねて (116) ピレネー山脈の水」

(島野安雄・利部 慎)

【2017年5月第59巻第2号】

・ 論説

「六フッ化硫黄 (SF₆) を用いた地下水の滞留時間推定における課題と展望」

(榊原厚一・辻村真貴・浅井和由)

・ 論文

「井戸データベースを用いた地盤情報推定システムの開発：

地質区分のクリギング推定の逐次パラメータ決定法」

(阪田義隆・葛 隆生・長野克則・丸井敦尚)

・ 技術報告

「水循環解析におけるモデルの設定および再現性の検証事例の報告

—福井県大野盆地における事例—

(西村宗倫・川崎将生・斉藤泰久・橋本健志)

・ 訪問記

「名水を訪ねて (117) フランス・スイス・イタリアの水」

(山中 勝)

【2017年8月第59巻第3号】

・論文

「地下水トレーサとしての蛍光染料の分析と試料溶液の保管法の検討」

(中川弘太郎・長谷川琢磨・柏谷公希)

・技術報告

「二酸化炭素中貯留時の貯留層内圧力上昇の抑制に関する数値解析検討」

(藤田クラウドディア・平塚裕介・山本 肇・中島崇裕・薛 自求)

・訪問記

「名水を訪ねて(118) 釧路湿原の湧水」

(土原健雄・吉本周平・石田 聡)

【2017年11月第59巻第4号】

特集「水循環基本計画の下での地下水に関する取り組み」

(竹内真司)

・資料

「最近の水循環施策の動向」

(竹島 睦)

「健全な水循環の維持・回復に向けた地下水マネジメント」

(林 里香)

・論文

「非定常地下水流動解析による霞ヶ浦の完新世における古水文環境の復元」

(高本尚彦・嶋田 純・白石和成)

・短報

「日本の都市域周辺における大気SF₆濃度の分布—SF₆地下水年代推定への影響—」

(浅井和由・辻村真貴・茂木勝郎)

・技術報告

「地下水に含まれる塩化物イオンによる銅の腐食についての

簡易腐食促進試験に関する報告」

(佐々木薫・秦 二郎・諸泉利嗣・西垣 誠)

○地盤工学会誌

【2017年11・12月号 Vol.65 Ser.No.718/719】

11月号特集テーマ：自然由来物質への対応

・総説

「発生土の利用と自然由来物質 ー動向と課題ー」 (勝見 武)

・論説

「公共工事における自然由来重金属等を含む建設発生土への対応方針」(品川俊介・阿南修司)

「土壌・岩石の自然由来物質に関わる調査」 (鈴木弘明)

・報告

「汚染対策を施した掘削ずりの道路盛土内の物質移行に関する観測実験」
(田本修一・倉橋稔幸)

「自然由来物質の溶出現象における熱力学的解析の利用」(浦越拓野・太田岳洋・川越 健)

・公募

「地下ダムから溶出したマンガン水の分析と電気泳動法による低減化」
(佐々木清一・宇田 毅)

「風化履歴や曝露環境等を考慮した新第三紀海成堆積岩の酸性化可能性
及び砒素の溶出傾向の評価」
(巽 隆有・山本隆広・龍原 毅)

「二酸化炭素を活用した自然由来重金属等含有土の環境負荷低減技術の展望

ー燃焼系廃棄物の溶出抑制研究の成果を起点にー

(小峯秀雄・江原佳奈・井上陽介・茅賀 都・片山浩志・阪本廣行)

(2) 関連学会等の主な行事カレンダー

日時	主催	イベント名	開催場所
2018年5月19日(土)	日本地下水学会	日本地下水学会2018年春季講演会	埼玉
2018年5月20日(日)～5月24日(木)	日本地球惑星科学連合	日本地球惑星科学連合2018年大会	千葉(幕張)
2018年7月24日(火)～26日(木)	地盤工学会	第53回地盤工学研究発表会	香川(高松)
2018年8月29日(水)～31日(金)	土木学会	平成30年度全国大会 第73回年次学術講演会	北海道(札幌)
2018年9月4日(火)～9月6日(金)	農業農村工学会	平成30年度農業農村工学会大会講演会	京都
2018年9月4日(火)～6日(木)	日本水環境学会	第21回日本水環境学会シンポジウム	島根
2018年9月11日(水)～13日(金)	日本地球化学会	2018年度日本地球化学会第65回年会	沖縄(那覇)
2018年10月25日(木)～27日(土)	日本地下水学会	日本地下水学会2018年秋季講演会	愛媛(松山)
2018年11月2日(金)	地盤工学会関西支部・地下水地盤環境に関する研究協議会	<i>Kansai Geo-Symposium 2018</i> —地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム—	大阪(関西大)
2018年10月30日(火)～11月1日(水)	公益社団法人地盤工学会 公益社団法人日本地下水学会 公益社団法人日本水環境学会 一般社団法人廃棄物資源循環学会 一般社団法人土壌環境センター	第24回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会	福島
2019年3月	日本水環境学会	第53回日本水環境学会年会	広島

