

S5-11 既設井戸等からの地下水採取について

○佐藤徹朗¹・稲田ゆかり¹・佐藤秀之¹・佐藤幸孝¹・設楽和彦¹・技術標準化部会¹
¹土壌環境センター

1. はじめに

改正土壌汚染対策法の施行により、原位置浄化により対策を行うケースの増加、これらの措置の品質管理や完了確認を目的とした水質モニタリングの重要性が高まることが予想された。これらの評価を目的とした水質調査では、地層中の地下水の存在状態を変化させずに採取することが必要となる。「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」(以下、「ガイドライン」という。)¹に示されている「地下水試料採取方法は、要措置区域周辺部の飲用井戸における健康リスクの評価を目的とした場合の考え方であり、原位置浄化の効果や進捗の確認を目的とした場合や非水相液体(NAPL)を対象とした場合における採水方法等、地下水質測定に係る技術的な基礎知識や留意点に関しては体系的に取りまとめられていないのが現状である。

このような背景から、技術標準化部会では、地下水の採取及び地下水質測定における品質及び信頼性の向上を目的とし、平成23年度より「地下水調査の考え方」検討WGにおいて、**既存資料等の調査及び検討**を行ってきた。その結果、「地下水調査の目的」、「対象物質の種類や汚染状態」、「地下水質学的特性」等を踏まえ、調査の方法(調査の頻度や実施時期、パージ方法や採水方法等)をサイト毎に検討していくことが重要であり、これらの基本的な考え方について情報収集し整理することが、地下水調査に係わる関係者にとって有益と考え「**既設井戸等からの地下水採取の基礎知識**」(以下、「基礎知識」という。)として取りまとめた。

2. 「基礎知識」の概要

以下の資料について調査・検討を行い既設の観測井やボーリング孔を利用した地下水調査における「調査の実施時期及び頻度」、「井戸洗浄方法」、「パージ方法」、「採水方法及び採水機器」、「試料の保管」、「モニタリング設備の材質」に関する情報を整理した(結果の概要は表1参照)。

- ・ISO 5667 3:2003 Water quality—Sampling—Part3 Guidance on the preservation and handling of water samples
- ・ISO 5667 11:2009 Water quality—Sampling—Part11 Guidance on sampling of groundwaters
- ・ISO 5667 22:2010 Water quality—Sampling—Part22 Guidance on the design and installation of groundwater monitoring points
- ・「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)」(環境省 土壌環境課 2012)
- ・「地盤調査の方法と解説」(地盤工学会 2004)、「地盤調査の方法と解説 二冊目の2」(地盤工学会 2013)

表-1 調査・検討結果の概要

調査資料名	調査の目的	採水の実施時期及び頻度	井戸洗浄方法	パージ方法	採水方法及び採水機器	試料の保管	モニタリング設備と材質
ISO 5667 11 (ISO 5667 22)	水文地質学的状態に応じて、地下水の状態を的確に把握することを目的としている。	地下水調査の目的や地下水の物理特性を踏まえた採水頻度の決定方法が示されている。また、pH、EC、水温等の連続監視が、採水頻度の増減を評価するに有効な手段であることが示されている。	揚水により行い、見えた目が清浄となり、水質(pH、EC、水素等)が安定するまで実施する。水質の測定が出来ない場合には、ボーリング孔内容積の3倍量に加え、前時に注入した、水や溶液の量も汲み上げる。また、井戸洗浄は採水の1週間前には実施し、低透水性の地層では2回実施すべきことが示されている。	ボーリング孔内容積の3倍以上が必要と記載があるが、調査の目的や水文地質学的条件によるパージ方法や量の考え方が示されている。また、場合によってはマイクロロープを選択すべきことが示されている。効果の確認としては、少なくともECは測定すべきことが示されている。	採水サンプリングと深度サンプリングの特徴や方法、採水機器の概要及び、対象物質による採水機器の適否が示されている。また、非水相液体を対象とした場合の採水方法の考え方が示されている。	物質毎に試料容器の種類、必要量及び充填方法、前処理、保存期間が示されている。	各種観測設備の特徴と地下水質、汚染物質の種類や存在形態に対する井戸材質の選択性について示されている。また、フィルタ材の設計方法及び材質、シールの必要性及び材質が示されている。
ガイドライン	地下水採取による健康リスクの評価を目的としている。	土壌汚染対策法における指示措置等の確認のため、定期的な年一回以上調査することが示されている。	清水注入、水中ポンプ、エアリフトにより徹底的に行うべきことが示されている。	井戸内水量の3～5倍が目安とされているが、目視又は透視度測定で遊離塩素がなくなり、pH、EC、水温等を測定し水質が安定することを確認する。	スクリーン区間の中間深度から、現場状況に応じて採水機器(ペラー、地上ポンプ、水中ポンプ等)から選択すべきことが示されている。	JIS K 0094 に準じた試料容器に採水し、0～4℃の冷所で保管することが示されている。なお、シアン化合物の試験を行う地下水試料はJIS K 0094 に従って保存処理を行う。	観測井のスクリーンの設置区間の考え方、恒久的な観測井を設置せずに地下水を採取する方法が示されている。また、井戸管の材質選定の留意点、フィルタ材及びシール材の一般的な特徴について示されている。
地盤調査の方法と解説	地下水汚染の状況の把握、及び汚染対策の効果の確認を目的としている。	記載なし	井戸洗浄と採水のパージが明確には区分されていない。井戸管はエアリフトにより実施し、長期使用されている不かつた観測井についてはエアリフトに加え、パージ時の揚水を十分に行うべきことが示されている。また、井戸内水量の3倍、あるいは5～10倍といった目安があることが示されている。効果の確認はpH、EC、水温等を現場測定し、揚水作業を開始した後安定した状態になることを確認する。	井戸内水量の3～5倍が目安とされているが、pH、EC、水温等を測定し水質が安定することを確認する。	採水機器として、ペラー及び、揚水ポンプがあり、それぞれの特徴や留意点が示されている。また、遊離塩素が存在する場合の留意点が示されている。地盤工学会規格として、「打撃買入法による環境化学分析のための試料採取方法」がある。	採水した試料はクーラーボックスに入れて運搬保管し、その目的のうちに試験室に持ち込むべきことが示されている。長時間で分析できない場合の試料容器の種類、必要量、採水方法、前処理方法が示されている。	「打撃買入法による環境化学分析のための試料採取方法」による地下水採取方法及びスクリーンの材質が示されている。その他の項目については記載なし。
土壌環境センター活動	地下水汚染の状況の把握及び、汚染対策の効果の確認に加え、土木・建築工事による地下水への影響確認を目的としている。	調査結果を工事内容にフィードバックするには、適宜実施可能な測定が有効であることが示されている。	清水による洗浄、ペラー、水中ポンプ、エアリフトにより行う。ボーリング時に腐食泥水を使用した場合や産水期にセント系を用いた場合には、十分な洗浄が必要であることが示されている。	井戸内水量の3～5倍が目安とされているが、pH、EC、水温等を測定し水質が安定することを確認する。	スクリーンの中間深度から、ペラー、水中ポンプにより地下水を採取する。また、ペラーと水中ポンプについて、特徴が示されている。	特定有害物質の種類毎に試料容器の種類、必要量、留意点が示されている。また、地下水試料については、長時間の保存は不適であり、速やかに分析すべきことが示されている。	観測井のスクリーンの設置区間の考え方が示されている。また、井戸管の材質選定の留意点、フィルタ材及びシール材の特性が示されている。

3. 地下水調査におけるパージ等の考え方について

地下水モニタリングを行う上で、地下水の存在状態や水質に大きく影響を及ぼすパージ及び採水器選択の考え方の一例を示す。

Qパージ方法の考え方

調査地点の種類(目的)、ボーリング孔の構造、水文地質学的条件を踏まえた適切なパージ方法を選択する際、表-2の考え方をを用いることができる。この中では、「スクリーンの位置と地下水位の関係」、「井戸への流入量とパージ流量の関係」、「調査の目的」によりパージ方法やパージ量が異なり、地下水位を下げないように低流量で行うマイクロパージや場合によってはパージを行わず採水することも示されている。「ガイドライン」における地下水調査は、帯水層における平均的な値を求めることが目的であることから、表-2に当てはめるとすれば、ケースAに該当するものと考えられる。

表-2 パージ方法を選択する際の考え方

ボーリング孔の仕様	Ywとの関係	目的に応じたパージ方法		備考
		①混合サンプリング	②スポットサンプリング	
オープンスクリーン、またはスクリーンなしのボーリング孔 地下水位がスクリーンの上部に達し(パージ量)が 発生量(Yw)より大きい	Yw > Pr	【ケースA】 ① その他方法(②～④)で行う場合は、①の方法と比較検証する必要がある。	【ケースE】 ⑤、⑥	採水位置 ① 混合サンプリング ② スポットサンプリング ③ 開口範囲やスクリーン設置範囲における採水の代表的な位置
スクリーンが開口ボーリング孔、またはピエゾメーター 地下水位がスクリーン上部より上位	Yw > Pr	【ケースB】 ④ サンプリング前に地下水水位が少なくても90%は回復していること	【ケースF】 ⑦ 内径がYwより大きい、ボーリング孔内の割合が足り、ピエゾメーターサンプリングは不可	パージ方法 ① ボーリング孔容積×3 ② ボーリング孔容積×1 ③ 水理特性に基づいた任意時間のパージ ④ 孔底までパージし、回復させる ⑤ マイクロパージ ⑥ パージなし(深層サンプリング)のパージなし表面サンプリング
スクリーンが開口ボーリング孔、またはピエゾメーター 地下水位がスクリーン上部より上位	Yw > Pr	【ケースC】 ⑧ 又は比較検証後	【ケースG】 ⑧、⑨、⑩	
スクリーンが開口ボーリング孔、またはピエゾメーター 地下水位がスクリーン上部より上位	Yw < Pr	【ケースD】 ④ サンプリング前に地下水水位がスクリーンの上部に回復していること	【ケースH】 ⑪ PrがYwより大きい、ボーリング孔内の割合が足り、ピエゾメーターサンプリングは不可	

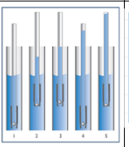
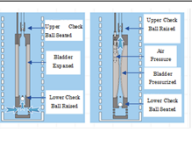
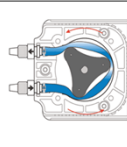
※マイクロパージ: 目的とする採取深度から、少量の地下水を低流量でパージ

Q採水機器選択の考え方

表-3 地下水パラメーターに対する採水機器の適否

採取装置	地下水パラメーター										
	電位(電圧)計	pH	温度(℃)	濁度(NTU)	溶解性無機炭素(DIC)	溶解性有機炭素(DOC)	揮発性有機化合物(VOC)	半揮発性有機化合物(SVOC)	NO ₃ -N	NO ₂ -N	アンモニア態窒素(NH ₄ -N)
深度サンプリング: ペラー(オープン)	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○
個別深度サンプリング: ペラー(閉鎖)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Inertial ポンプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Bladder ポンプ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ガス駆動ポンプ	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×
ガスリフトポンプ	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	×
水中ポンプ	○	○	△	△	○	○	△	△	△	△	△
吸引ポンプ(地上置き)	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○

表-4 代表的なポンプの概説

Inertial ポンプ	Bladder ポンプ	地上ポンプ(ピエゾメーターポンプ)
理論的には採水深度に関係はないが、現実的には深度0mが限界である。10mm以下からそれ以上の深さで採水可能なサイズがある。	ポンプは所定深度において、圧縮ガスによってBladderの膨張的な影響・収縮により採水機内の水はホースを駆動して地上に持ち上げられる。様々なサイズが利用でき、18mm以下のピエゾメーターの採用に利用できる。	呼び水は不要で、ガスも引き上げることができない。試験は定常と瞬時的となく、真空は初期に採水管内の水を持ち上げるには必要だが、真空を維持する際には最大採水深度は6mを上限とすべきである。
		
Water&Earth資料より	Environmental Systems社カタログより	

4. おわりに

土壌汚染対策や土壌汚染地における形質変更を進める中で、地下水調査の役割はますます大きくなることが予想されるが、当部会でまとめた「基礎知識」の内容は限定的な情報である。このため、環境管理の一環として進める場合の地下水調査方法の考え方や新規規制物質に対する地下水調査方法等、今後の課題も残されている。

これらの課題の解決には、国内における地下水調査に関する事例等情報の収集・蓄積とその共有化が必要であり、今後はこれらの情報が研究会や学会等を通じて広く公開されていくことが重要と考える。