

S3-23 地下水汚染機構の解明を目的とした 深度別地下水調査とその実施方法

○和知 剛¹・高木一成¹・佐藤徹朗¹・高畑 陽¹

リスク評価を活用した地下水汚染の拡散防止措置検討部会¹ 1 土壌環境センター

1. 背景および目的

地下水汚染を抱えた稼働中の事業所等においては、地下水汚染が敷地外へ拡散することで様々なリスクが発生する。当部会では、**地下水汚染の敷地外への拡散を防止するための措置の手順を示した手引き¹⁾(以下、手引案)**を提供することを目的に活動を行っている。

手引案では、「汚染状況の可視化」や「地下水モニタリング措置[※]」へ移行する際の判断材料として、観測井戸等における地下水の調査を重視している。地下水汚染の状況を評価する場合には、帯水層の平均的な濃度の平面分布だけでなく、**同一帯水層における地下水汚染の深度分布を把握することが有効**であることを手引案で示しており、その調査方法として、「**観測井戸における地下水汚染の深度別調査**」を挙げている。本報では、この**深度別地下水調査の目的と実施方法**について詳述する。

※地下水モニタリング措置：地下水汚染の拡散が生じないと評価された場合に、適切に配置された観測井戸において汚染状況を監視する受動的措置

2. 地下水汚染の挙動

「地下水モニタリング措置」へ移行するためには、土壌と地下水の相互作用に基づく汚染物質の挙動を理解しておくことが重要である。

そのためには、**地下水汚染プルーム**(汚染源から下流に広がる汚染地下水の範囲)の**平面的および断面的な分布や時間変化の情報を可視化**して、**地下水汚染プルームの規模やライフサイクル**について明らかにすることが重要である。

2.1 地下水汚染プルームの規模 米国の研究報告²⁾³⁾による、汚染物質別の地下水汚染プルームの平均的規模の一例を示す(表-1)。

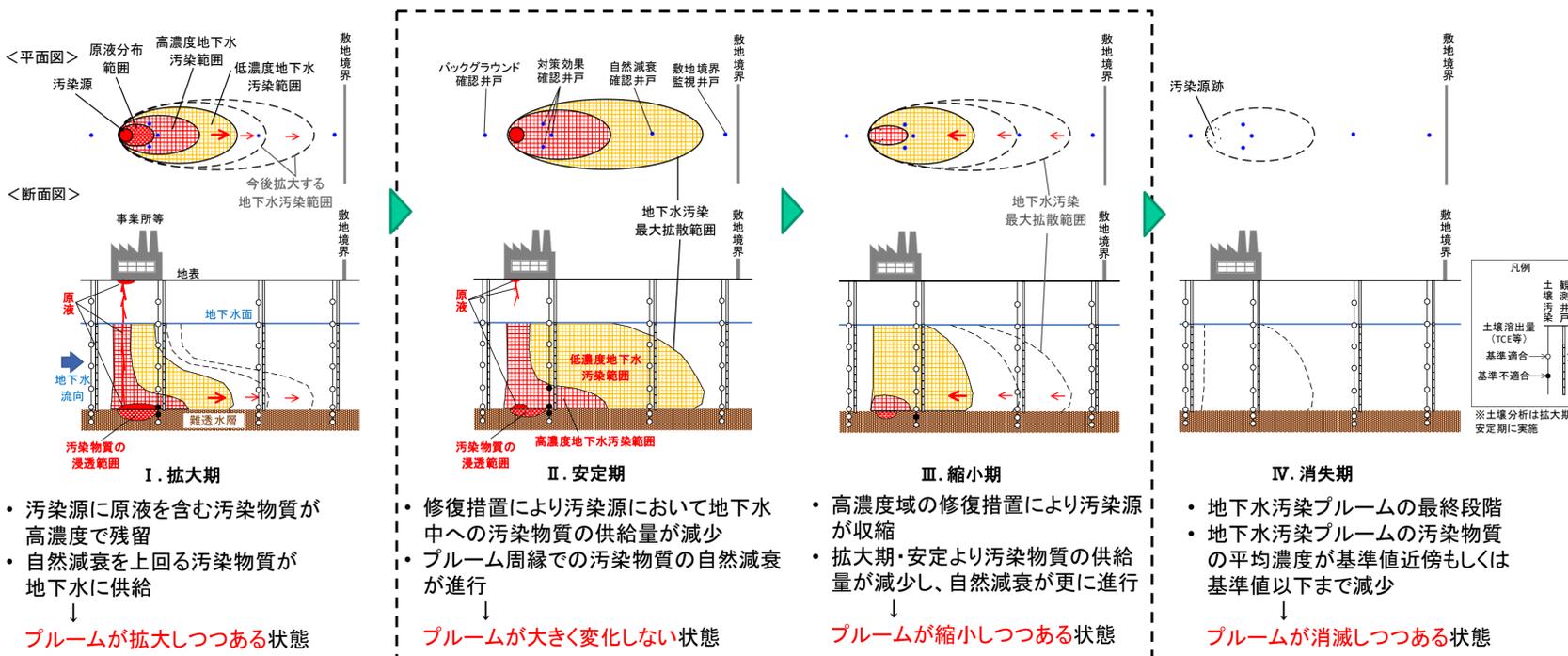
表-1 汚染物質の種類によるプルーム規模(長さ×幅)の違い

汚染物質の種類	プルーム平均形状(m)	サイト数
BTEX	64×45	42
TCE等の塩素化エチレン類	300×150	88
TCA等の塩素化エタン類	150×105	29

BTEX: (B)ベンゼン、(T)トルエン、(E)エチルベンゼン、(X)キシレン、TCE:トリクロロエチレン、TCA:トリクロロエタン

2.2 地下水汚染プルームのライフサイクル(TCEなどの塩素化エチレン類の原液による汚染状況の挙動)

TCEなどの塩素化エチレン類の原液(DNAPLs)が地盤に浸透した場合の土壌・地下水汚染の平面的な汚染プルームと断面的な汚染状況について**4つのライフサイクルステージ**を示す(図-1)。



過去の米国(カリフォルニア州とテキサス州で約500サイト)における統計資料²⁾³⁾ ⇒ **全サイトの約75%が安定期もしくは縮小期の状態**であると判定

- ✓ 米国の事例では地下水汚染が存在している場合でも、**地下水汚染プルームが拡大していない場合が多い**
- ✓ 地下水汚染プルームが**安定期から縮小期の状態であることを的確に評価**できれば、バリア揚水対策等の能動的措置から、地下水モニタリング措置のような受動的措置に移行する判断が可能

図-1 各ライフサイクルステージにおける地下水汚染プルームの挙動²⁾³⁾⁴⁾に加筆(TCE等の塩素化エチレン)

3. 観測井戸の構造と深度別地下水の採取

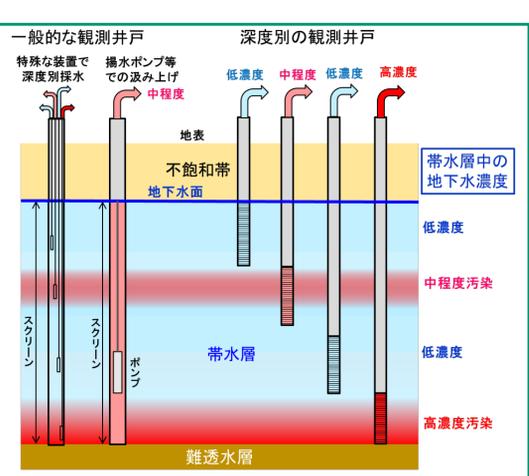


図-2 深度方向に汚染濃度が異なる帯水層での採水方法と地下水濃度の違い

3.1 オールスクリーンの観測井戸を利用した深度別地下水採取方法

オールスクリーン観測井戸(図-2の左側)でも、不攪乱に近い状態の地下水が採取できる。



図-3 深度別地下水採取の方法例⁵⁾⁶⁾⁷⁾⁸⁾(サンプラー浸漬方法)

3.2 観測井戸が無い場所での深度別地下水調査方法



図-5 打撃貫入方式による深度別地下水調査ツール¹¹⁾より引用

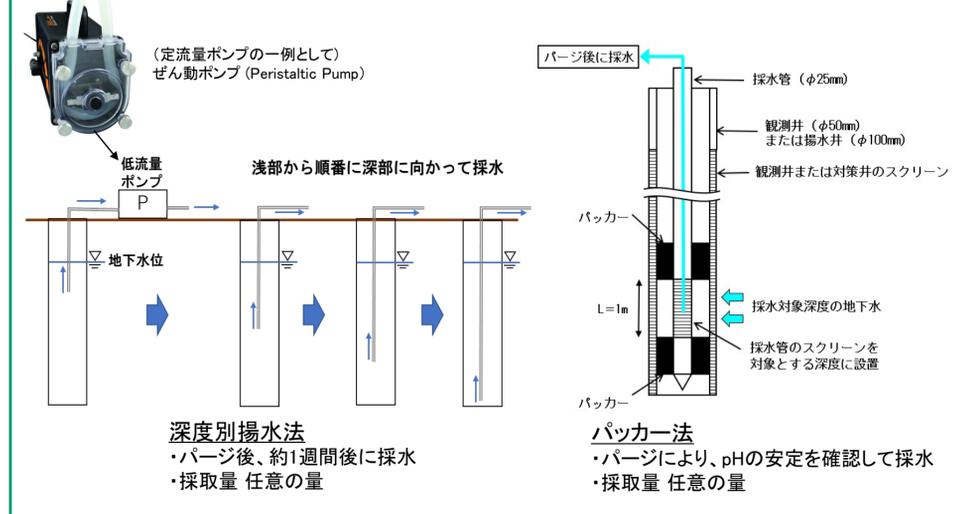


図-4 深度別地下水採取の方法例⁹⁾¹⁰⁾(直接採取方法)

4. まとめ

- 1) 汚染プルームのライフステージを精度良く評価することを目的とした汚染状況の可視化や、地下水モニタリング措置への移行可否の判断を行うため、深度別地下水調査によって地下水汚染の深度方向の濃度差を把握することを手引案では推奨している。
- 2) 深度別地下水調査は、必ずしも深度別に設置された観測井戸で調査する必要はなく、既存のオールスクリーン観測井戸の活用や、井戸を設置をしない方法で深度別の地下水を採取する方法を選択しても良い。
- 3) 国内には汚染プルームが縮小しているにもかかわらず、敷地内の一部で地下水基準値を超過していることを理由に、長期にわたって揚水による汚染地下水の拡大防止等の能動的な対策を継続している事業所もある。このような場合には地下水モニタリング措置へ移行することが可能であると考えており、手引案を活用して受動的な措置に移行するための評価を行う過程で、既設の観測井戸における深度別調査が役立つと期待している。

参考-引用文献
 1) 高畑陽ほか(2019):土壌・地下水汚染に対する地下水モニタリング措置の検討, 第25回 地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究会講演集, pp. 516-520.
 2) American Petroleum Institute.(1989):Hydrogeologic Data Base for Groundwater Modeling API Publication No.4476, API, Washington, DC. The database is available on diskette (Lotus or Microsoft Excel); contact the API Information Specialist at ehs@api.org.
 3) Newell, C.J., L.P. Hopkins, and P.B. Bedient.(1990):"A Hydrogeologic Database for Groundwater Modelling," Ground Water, Vol.28, No.5, Sept./Oct. 1990, pp.703-714.
 4) Brian Looney, Carol Eddy-Dilek and Miles E(2018):Denham: Sustainable Remediation Approaches Using a Common-Sense Approach to Enhanced Attenuation. Savannah River National Laboratory, https://www.energy.gov/sites/prod/files/2019/01/f58/5-Looney.pdf.
 5) Thomas E. Imbriogotta and Philip T. Harte (2020):Passive Sampling of Groundwater Wells for Determination of Water Chemistry - Techniques and Methods 1-D8, Book 1, U.S. Department of the Interior and U.S. Geological Survey.
 6) ITRC (2007):Protocol for Use of Five Passive Samplers to Sample for a Variety of Contaminants in Groundwater. DSP-5, Washington, D.C.: Interstate Technology & Regulatory Council, Diffusion/Passive Sampler Team.
 7) QED Environmental Systems社 ホームページ:https://www.qedenv.com/en-us/products/snap-sampler/ 閲覧日2023年1月。
 8) 瀬野光太ほか(2013):既設観測井戸における深度別不攪乱採水の有効性について, 第19回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究会講演集, pp.131-133.
 9) 佐藤徹朗ほか(2014):既設観測井戸からの地下水採取について, 第20回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究会講演集, pp.493-498.
 10) 関陽児ほか(2012):ボーリング孔での原位置地下水試料の採取法と留意点, 資源地質62(3), pp235-247.
 11) Geoprobe Systems社ホームページ:https://geoprobe.com/tooling/sp16-groundwater-sampler. 閲覧日2023年1月。