

土壌溶出試験のろ過時間短縮に関する検討

大成建設（株） 札幌支店 正会員 島田 智浩

（株）レアックス 正会員 ○加藤 欣也

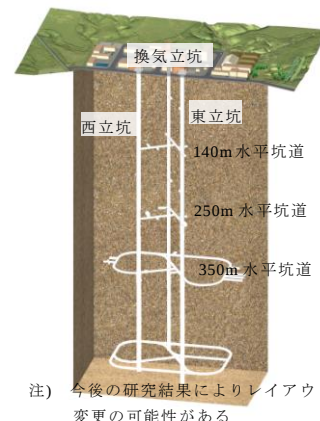
（独） 日本原子力研究開発機構 板橋 秀治，佐高 裕之

北海道電力（株）正会員 関谷 美智

1. 背景

日本原子力研究開発機構は、北海道幌延町において、高レベル放射性廃棄物の地層処分技術に関する研究開発を推進するため、深地層の研究施設を平成 17 年 11 月から建設している。本研究施設は換気・東・西の 3 本の立坑ならびに複数深度での水平坑道からなり（図-1）、平成 23 年 2 月末現在で換気・東立坑約 250m の掘削を完了している。

施工に伴い発生する掘削土（ズリ）には、自然由来であるものの、第二種特定有害物質であるカドミウム・ヒ素・セレン・フッ素・ホウ素が含まれていることから、土壌汚染対策法の「遮水工封じ込め型」に準じた構造である掘削土（ズリ）置場に搬出している。搬出の際には、建設現場内に設置した分析室にて溶出試験を実施し（以下「現地分析」とする）、第二溶出量基準以下であることを確認している。本稿では現地分析の迅速化、及びその場合の精度について検討し、その妥当性の検証を行った。



注) 今後の研究結果によりレイアウト変更の可能性がある

図-1 地下研究施設イメージ図

2. 現地分析における土壌溶出試験の迅速化

現地分析は公定法と比較して振とう時間を 1 時間に短縮することで、掘削土（ズリ）の濃度判定の迅速化を図っている（図-2）。現地分析結果の妥当性は、定期的に同試料を用いた公定分析を実施し、両者の相関を確認することで適宜、分析精度の改善を図っている。

しかし土壌が粘土質であると、遠心分離をしても沈降しない粒子があるためろ過に時間がかかり、必要な検液を得るのに 1 時間近く費やす場合もある。そこで遠心分離前の試料液を pH 調整することで試料液の凝集・沈降を促進させて、分析時間の短縮を試みた。

3. 酸添加による、ろ過時間の短縮と分析精度の検討

pH は振とう後の試料液 100ml に対して、塩酸(0.1N)、硝酸(0.1N)、硫酸(0.1N)のいずれかの酸を添加して調整した。添加量は 1～10ml まで数段階に変化させて、複数の試料液を作成した。pH 調整後、試料液は遠心分離とろ過を行い、ろ過時間が酸を添加しなかった試料液（無添加）に比べて短かった試料を分析した。土壌試料

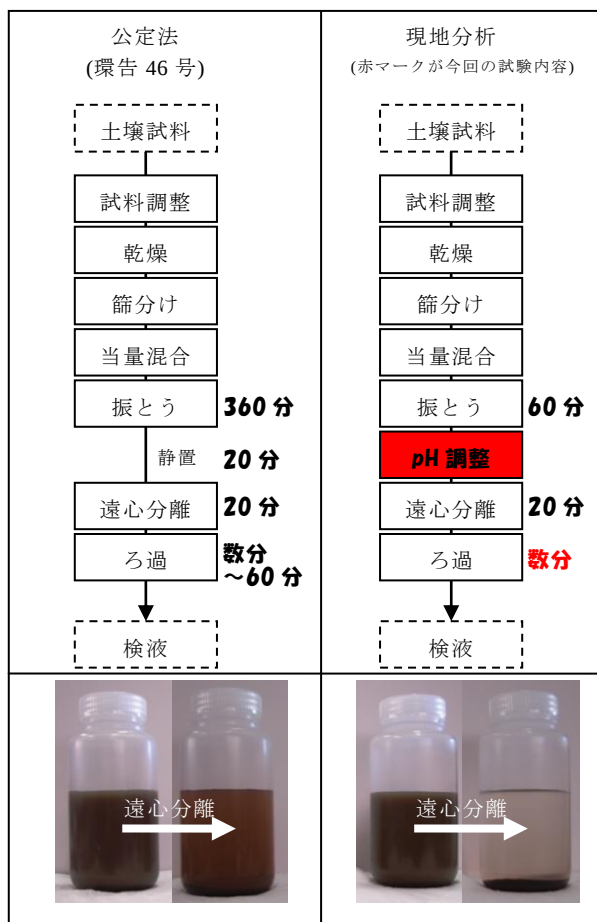


図-2 公定分析と現地分析(pH 調整)の比較

上段: 分析フローと所要時間 下段: 遠心分離前後の試料液

キーワード ズリ，掘削，土壌溶出試験，ろ過，凝集，pH 調整

連絡先 〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進 432-2 （独）日本原子力研究開発機構 TEL01632-5-2022

は A～H とし、分析項目と分析方法はカドミウム、ひ素、セレンを原子吸光光度法、フッ素をランタン-アリザリンコンプレキソン吸光光度法、ホウ素をアゾメチン H 吸光光度法で分析した。

表-1 無添加試料の分析値

土壌		A	B	C	D	E	F	G	H	定量下限値
ろ過時間	分/100ml	30<	30<	30<	30<	30<	30<	<1	<1	—
水素イオン濃度	pH	9.37	8.94	8.82	10.23	9.42	10.52	8.16	5.07	—
カドミウム	mg/L	<	<	<	<	<	<	<	0.006	0.001
ひ素	mg/L	0.036	0.018	0.019	0.046	0.02	0.011	0.012	0.004	0.001
セレン	mg/L	0.014	0.009	0.01	0.012	0.007	0.001	0.007	<	0.001
フッ素	mg/L	0.12	<	<	0.12	<	0.08	<	0.11	0.08
ホウ素	mg/L	2.2	2.1	2.0	2.3	6.9	3.2	7.3	7.2	0.1

※ <は定量下限値未満を示す

無添加試料の分析値を表-1 に示す。ろ過時間は 30 分以上（土壌 A～F）と 1 分未満（土壌 G, H）の 2 つに分かれており、またカドミウム・セレン・フッ素の値はいずれも定量下限値付近を示している。

次に、酸添加試料と無添加試料の分析値を比較した。図-3 は酸添加試料のうち沈降時間が短縮されたものの中で、各酸の添加量が最も少なかった試料について、無添加試料との関係进行分析項目ごとにプロットした。ただし、カドミウム・セレン・フッ素については分析値が定量下限付近であったため、無添加試料との分析値の差を示している。なお、定量下限値以下の値は便宜的に 0 に換算した。分析値の差はカドミウムで 0～0.001 (mg/L)、セレンで -0.01～0 (mg/L)、フッ素で -0.1～0.1 (mg/L) であった。一方、ひ素とホウ素の分析値の相関は、傾きと重相関係数がともに 1 に近いいため、無添加と酸添加との分析値の差は小さいといえる。以上から、土壌の成分が大きく変化しない限りにおいて、本方法は従来の現地分析と同様の精度を維持できると考える。

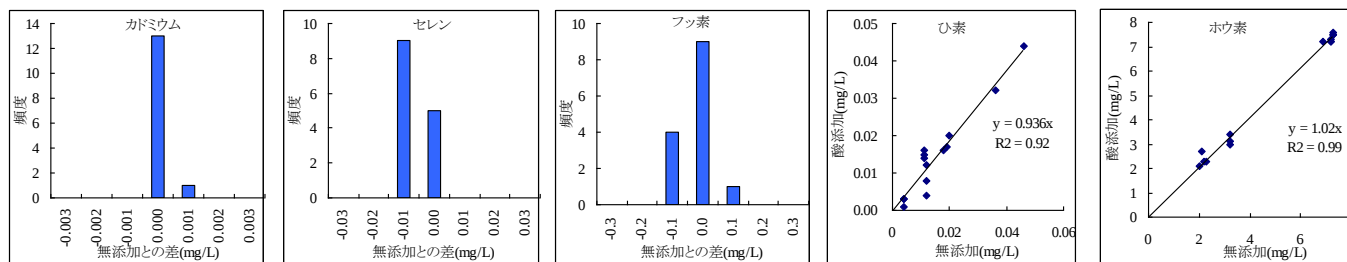


図-3 酸添加試料と無添加試料の分析値の差及び相関(土壌 A～H)

4. 分析値の精度管理における適切な酸添加量

最後に、無添加の状態では土壌粒子の沈降の速い試料（土壌 G, H）に対して、酸の添加量を増加させた場合の分析値変化について検討する。図-4 は土壌 G, H における、酸添加によるホウ素濃度のグラフである。土壌 G のホウ素濃度は pH の低下に伴い増加し、特に硝酸添加による増加傾向が著しい。一方、土壌 H のホウ素濃度は硫酸の添加量に伴い増加し、塩酸や硝酸の添加量に伴い減少した。これらの原因究明が今後の課題となるが、ろ過時間の短縮に対して、必要以上の酸を添加することはホウ素の値に誤差を与えると

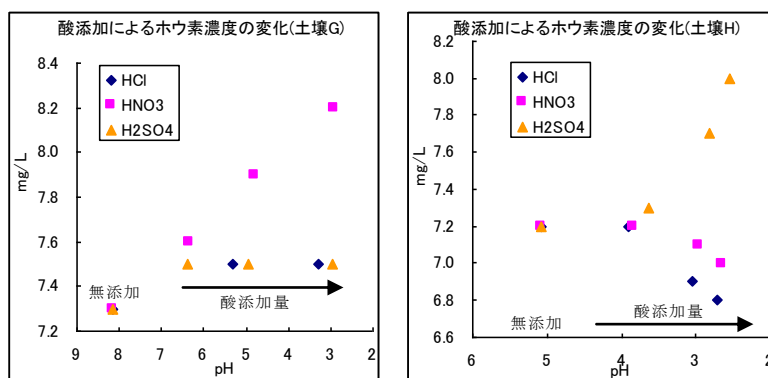


図-4 酸添加によるホウ素濃度の変動

いえる。従って、現地分析で酸を添加させる試料は土壌粒子の凝集・沈降の遅いものだけに限り、酸の添加量は目視で凝集・沈降を確認しながらコントロールする必要がある。

5. 参考文献

笹西孝行・鈴木素之・山本哲朗 (2003) : pH が異なる土懸濁液の沈降・堆積特性, 山口大学工学部研究報告, Vol.53, No.2, pp.25-34.

社団法人日本環境測定分析協会 水質・土質技術委員会 (2010) : 土壌分析方法の操作条件に関する検討, pp.1-23.