

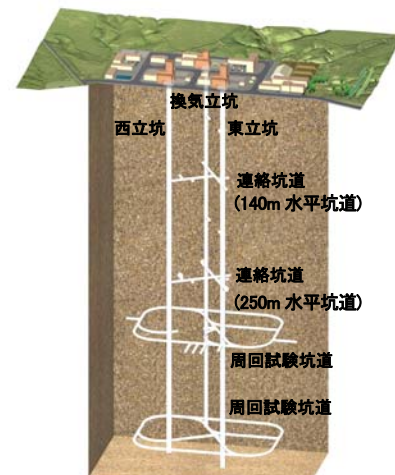
重金属含有掘削土（ズリ）のズリ置場における性状変化の現状

(独) 日本原子力研究開発機構 正会員 山西 毅, 関谷 美智, 鈴木 達也
 大成建設(株) 札幌支店 正会員 北川 義人
 (株) レアックス 正会員 加藤 欣也
 北電総合設計(株) 正会員 ○齋藤 綾佑

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。本研究施設は深度 500m 程度の立坑ならびに連絡坑道および周回試験坑道からなり(図-1)、平成 22 年 2 月末で換気立坑 250m、東立坑 210m までの掘削を完了している。

本建設に伴い生じる掘削土（ズリ）（以下「ズリ」とする）は、自然由来であるものの、環境基準値（溶出量）を超過する特定有害物質が含まれていることから、土壤汚染対策法の「遮水工封じ込め型」に準じたズリ置場に搬出して盛土している。この際には、建設現場内に設置した分析室にて溶出量試験（以下「現地分析」とする）を実施し、第二溶出量基準を満足するものであることを確認することとしている。本稿においては、ズリ置場に搬出されたズリ性状の変化の現状について、分析結果と今後の課題について述べる。



注) 今後の調査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. 掘削土（ズリ）の性状

研究施設付近の地質は、新第三紀～第四紀の地層から構成され、当該施設の掘削箇所は珪藻質泥岩の声間層および珪質泥岩の稚内層であり、このうちこれまでは声間層の掘削を行っている。対象とする泥岩には、黄鉄鉱や方解石といった鉱物を含んでいることが確認されている。

ズリの性状を確認するため、立坑一般部 4m 掘削毎に現地分析で溶出量試験を実施し、さらに相関を得る目的で立坑一般部 25m 掘削毎に溶出量試験および含有量試験について、計量証明事業所による公定分析を実施している。先行して掘削した換気立坑での実績を整理した表-1 に示すとおり、ひ素とほう素が比較的高い値で検出している。また溶出液の pH は全体を通じておよそ 9.5 程度で推移している。

表-1 ズリの分析結果(換気立坑)

項目	溶出量試験	含有量試験
pH	8.2～11.2	
ほう素	1.2～11 mg/L	59～140 mg/kg
ひ素	0.005～0.067mg/L	2程度(<10) mg/kg

3. ズリ置場における性状変化

立坑の掘削に伴い、平成 19 年 4 月からズリの搬出を開始しており、平成 22 年 12 月末で最大 33 ヶ月が経過している。ダンプトラックで搬出したズリは、ズリ置場において、バックホウおよびブルドーザで高さ 5m 程度まで盛立てを行っているが、転圧および締め固めについては管理していない。

ズリ置場においてズリは、含有する黄鉄鉱等の影響で、酸性化が進行していることが確認されている。溶出液の pH と重金属類溶出との関係については、これまでに多数の優れた文献があるものの明確にされていない。そこで、本サイトのズリが酸性化によって、重金属類の溶出にどのような影響を及ぼしているか現状確認を行った。本研究施設は最終的に埋め戻す計画であることから、ズリの性状を把握しておくことは、将来の計画に生かす上で肝要である。

確認方法として、ズリ置場から搬出からの経過時間、盛立の深度に応じてズリをサンプリングし(表-2)、溶出量試験、含有量試験を現地分析室にて実施した。分析項目は、ひ素、ほう素の重金属に加え、pH、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ 、 Ca^{2+} について実施した。

表-2 ズリサンプリング諸元

経過時間(搬出後月数)	深度(GL- cm)	サンプル数
33ヶ月,25ヶ月,20ヶ月,13ヶ月,5ヶ月の5地点	15cm,100cm,200cm	各2試料



写真 掘削土(ズリ)置場搬出状況

キーワード 立坑、ズリ、重金属、溶出量、含有量

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

4.分析結果

図-2 に pH の変化を示す。pH は全データにおいて搬出時よりも低下しているが、経過時間や深度との相関は確認できない。

図-3 に pH とほう素溶出量の関係を示す。pH の低下に伴って、ほう素溶出量の低下傾向が窺えるが、明確な相関は見出せない。次に、pH とほう素含有量の関係について図-4 に整理した。溶出量同様に、pH の低下に伴って含有量低下の傾向が窺えることから、雨水等の浸入によって、ほう素が水に溶け出し、溶脱が進行している可能性が示唆される。また、いずれも経過時間と深度との相関は確認できず、経過時間 13 ヶ月で 1/5 程度まで低下している例もある。

次にほう素溶出量と溶出液の塩化物イオン濃度関係に着目し、モル濃度(m M)で図-5 に整理した結果、ほう素溶出量と塩化物イオン濃度の関係に明確な相関が確認された。本サイトの湧水は、塩化物イオン濃度が高く、海水の 1/5~1/10 程度であることがわかっている。

図-6 に湧水を含んだ立坑からの排水におけるほう素と塩化物イオン濃度の関係を整理した。なお、立坑排水の水質分析は、1 回/4 日の頻度で現地分析を実施している。

立坑排水中のほう素と塩化物イオン濃度には明確な相関があり、図-5 と比較するといずれも塩化物イオン濃度に対して、ほう素が 1/10 程度溶解していることが解る。

以上の結果より、堆積したズリから溶出されたほう素は、雨水等の浸入によって容易に溶け出し、含有量が低下しているものであり、ズリの酸性化の影響ではないものと推察される。従って、経過期間や盛り立て深度による依存性は無く、水の浸透の有無によるばらつきであると考えられる。

同様にひ素についても整理したが、図-7 および図-8 に示す通り、pH、塩化物イオン濃度との関係は見られなかった。

5.今後の課題

分析の結果、堆積したズリから溶出されたほう素と、黄鉄鉱を主としたズリの酸性化との間には関係が見られず、雨水等の浸入によってほう素は容易に溶脱し、その速度は比較的早いことが確認された。今後のズリからのほう素の溶出量、溶出期間、さらには将来のズリの性状を把握するためには、溶出速度についてカラム試験等で確認する必要があるものと考えられる。

一方、ひ素は pH の低下や、雨水等の浸入との関係が見られず、その溶出挙動は不明確であるが、ズリ搬出時と性状が大きく変わっておらず、溶出量も低いことから、現状においてひ素処理設備等の対策の必要性は無いと考える。しかし、今後さらにズリ搬出量が増加することから、定期的にズリの性状を確認しておくことが肝要であると考えられる。

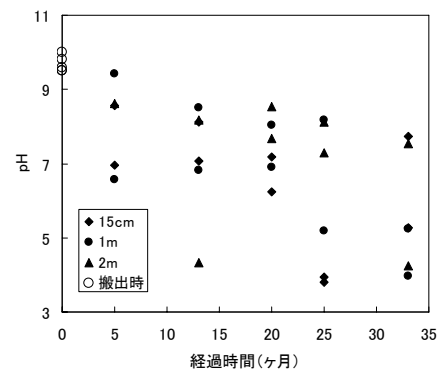


図-2 pH の変化

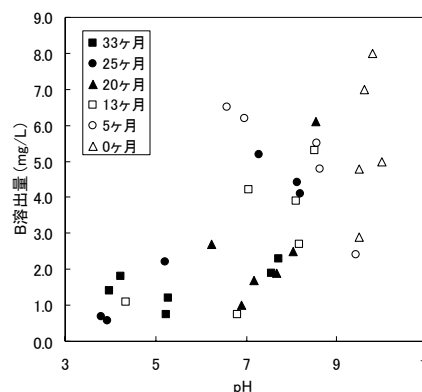


図-3 pH と B 溶出量の関係

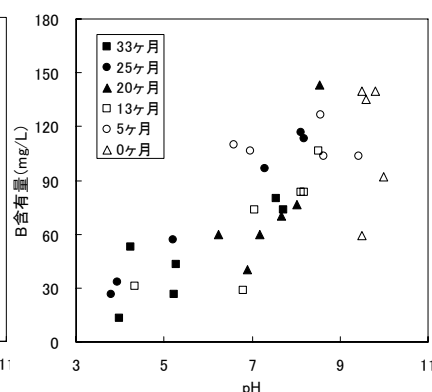


図-4 pH と B 含有量の関係

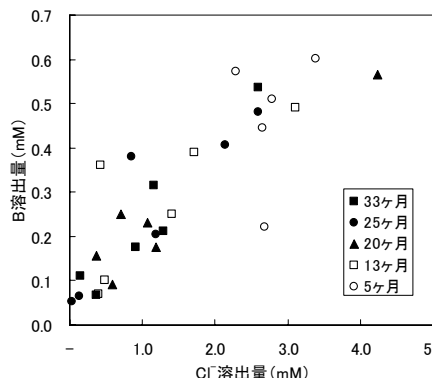


図-5 B 溶出量と Cl⁻ 濃度の関係

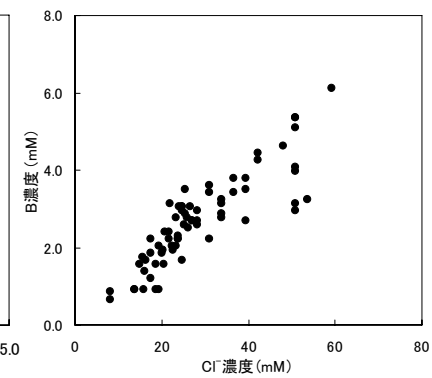


図-6 B 濃度と Cl⁻ 濃度の関係
(立坑排水)

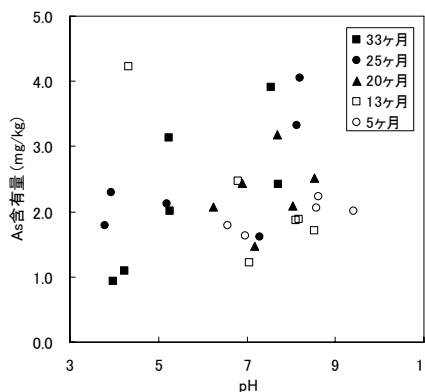


図-7 pH と As 含有量の関係

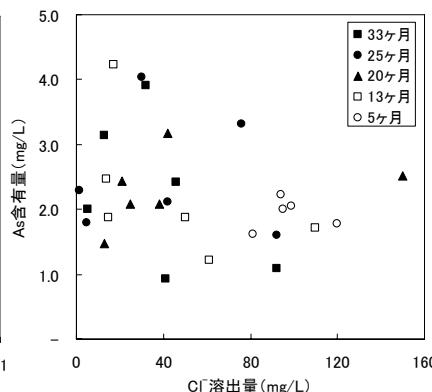


図-8 As 含有量と Cl⁻ 濃度の関係