

人形峠環境技術センターにおける鉍さいたい積場坑水浄化メカニズムの検討

日本原子力研究開発機構 正会員 ○榊永 幸介
早稲田大学 理工学術院 非会員 所 千晴
日本原子力研究開発機構 非会員 小原 義之

1. はじめに

人形峠環境技術センターでは、鉍山跡措置の一環として、豪雨などのリスク対策のために鉍さいたい積場の水位低下に取り組んでいる。旧坑道などから発生した坑水は、鉍さいたい積場に一時貯留することで、Fe や As などの濃度が低下していることが分かっている。本報告は、今後の坑廃水処理設備の負荷軽減対策・鉍さいたい積場の跡措置対策検討のために、その反応系について、多くの研究例が報告されている Fe と As を主とし、鉍さいたい積場が有する坑水浄化メカニズムについて考察を行った。その際、PHREEQC による解析を行い、鉍さいたい積場内の坑水の流れの化学的な検証を試みた。

2. 鉍さいたい積場での分析

2.1 分析方法

水質・底質のサンプリングは、鉍さいたい積場での主要元素の現状把握を目的として実施した(図1の各地点)。

1)採水

サンプリング時期は、季節による違いを確認するため夏と冬に行った。同時に DO, pH, EC, ORP も測定した。溶液は、酸処理後に ICP-MS にて溶液中の各イオン濃度を定量分析した。なお、As 濃度は、高選択性無機分離剤を用いて As(Ⅲ)と As(V)を分離し、As(Ⅲ)の濃度を ICP-MS にて定量分析した。

2)底質

図1の各地点で採取した底質は、密閉系内に保存・冷凍後、解凍して各元素濃度の測定と沈殿種の同定を目的に XRF 分析と XRD 分析を行った。

2.2 分析結果

1)水質分析

各地点の定量分析の結果、流れ方向(E→A)に対して、A群(単調増加)、B群(減少した後、単調増加)、C群(ほぼ一定)、D群(単調減少)の4つに分類できることが分かった(表1)。その内、B群(Fe, Mn, As)は図2に示す。

2)底質分析

XRF 分析の結果、Fe 濃度は B, C 地点で減少し、A 地点で再び増加する。B 地点は還元雰囲気下であることか

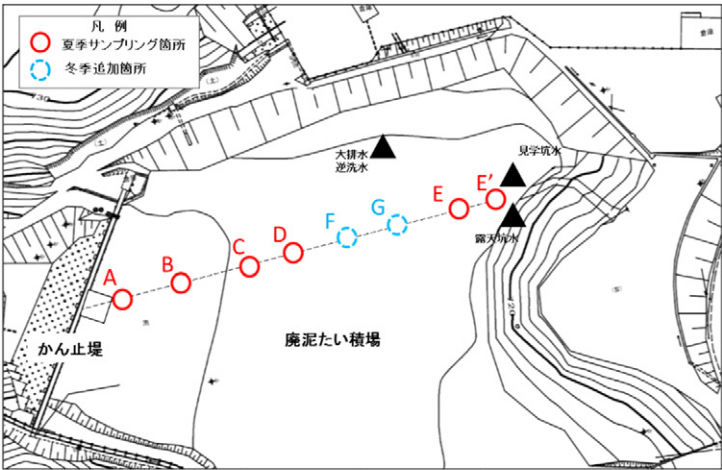


図1 サンプリング地点

表1 グループ毎の特徴

	元素名	特 徴
A群	Ca,SO ₄ ,Cl,PO ₄	Ca,SO ₄ ,Clは、夏季は冬季より増加傾向も大きく、滞留時間が長い。 PO ₄ は、BA間で濃度が上昇する。 また、冬季は夏季より大きな濃度増加が認められる。
B群	Fe,As,Mn	ED間でいったん減少し、その後、DA間で増加する。
C群	Si,Na,Al,Pb, Cr,Cu	Si,Naの濃度は、夏季、冬季ともに濃度は増減せず、ほぼ一定である。
D群	U	EA間で濃度は単調減少する。

ら、Fe の酸化が起こりにくく、水酸化第二鉄沈殿が生成しない可能性がある。また、逆に底質から Fe(II) への還元が起き、水酸化第二鉄が溶出している可能性がある。XRD パターンから、底質中の Fe は Ferrihydrite として存在すると考えられる (図 3)。

3. PHREEQC 解析による検証

3.1 パラメータの設定

解析は、分析結果を基に、水酸化第二鉄および水酸化アルミニウムへの表面錯体モデル、Fe と As の酸化速度モデルおよび DO の減少モデルを化学平衡計算 (PHREEQC) に組み込み、定量モデルの構築を試みた。

DO の減少モデルは、DO 減少量が Fe, Mn の酸化量より格段に大きい、Fe, Mn の酸化とは独立した式で取り扱った。DA 間では多くの元素が濃度増加傾向にあり、水の蒸発量をモデルに組み込んだ。また、流速は、鉍さいたい積場の形状を円柱モデルとして、その容積と流出量から設定した。

3.2 解析結果 (図 4)

Fe の解析結果では、夏季、冬季ともにおおよその傾向は再現されている。DA 間の Fe 濃度の計算値は、実測値より小さい。この理由としては、夏季は底質から Fe が溶出している可能性がある。As の解析結果では、夏季の計算値は実測値より大きい。夏季は多くの As が底質内の Ferrihydrite によって吸着除去されていると考えられる。

4. おわりに

鉍さいたい積場内の Fe および As の挙動を中心に PHREEQC による解析を行い、坑水浄化メカニズムについて検討した。As は、夏季にはたい積場の底質へ吸着除去されているのに対して、冬季は鉍さいたい積場の底質にはあまり As は除去されておらず、逆に底質から溶液へ As が溶出している可能性が示唆された。今後、PHREEQC モデルに Na、Si、Mn に関するモデルを組み込むとともに、たい積場での水位低下時の U、Ra などの挙動を検討するために、地下水流動も考慮した検証を行う予定である。

参考文献

1) 所千晴: 水酸化物共沈法を用いた廃水処理における固液界面での有害元素の不動態機構, Vol. 51, NO. 11, 粉体工学会誌 (2014)

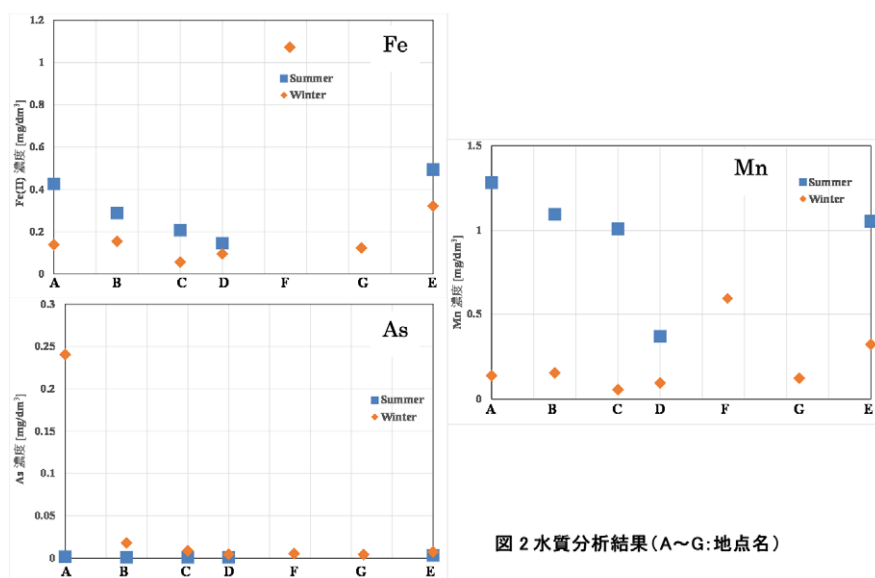


図 2 水質分析結果 (A~G: 地点名)

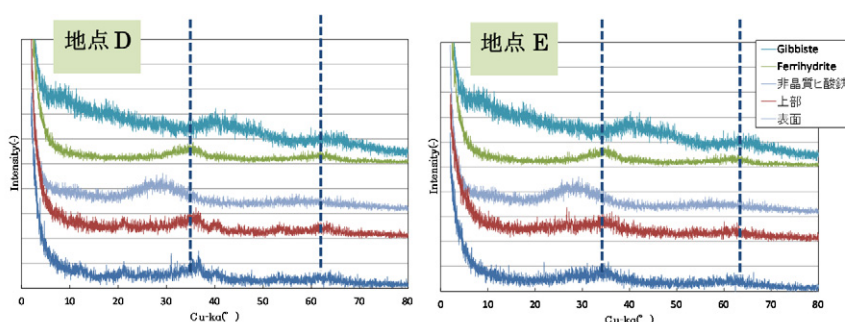


図 3 底質の X 線回折分析結果

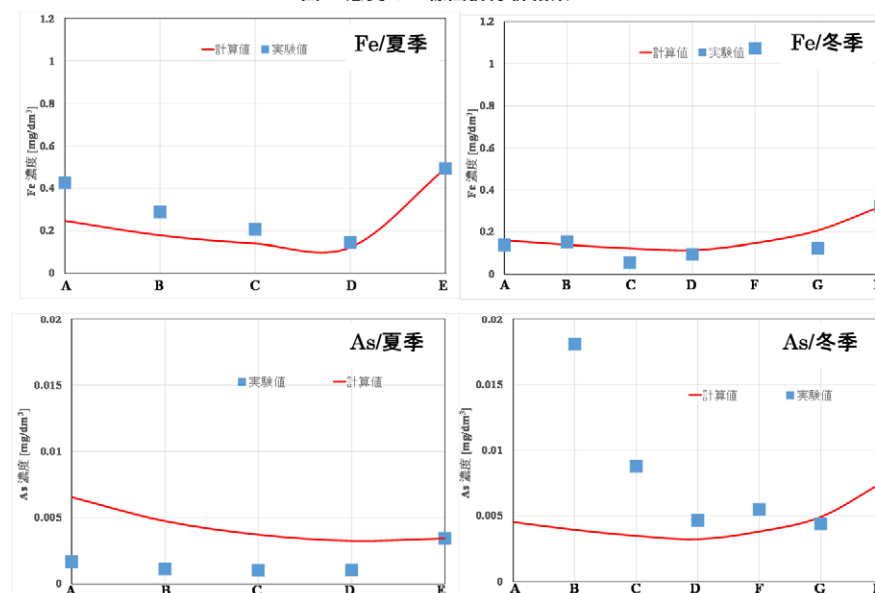


図 4 PHREEQC 解析結果 (A~G: 地点名)