

Q

最近、地質関連で「酸性水問題」という言葉を聞くようになりました。それって、どのようなことなのでしょう。またどんな問題があるのですか？

A

地層に含まれる硫黄などの成分が、掘削などにより溶け出し、周辺環境を酸性化させてしまう一連の問題を指します。重金属類の溶出もセットになることがあります。

酸性水により周辺環境が改変してしまった例や、土壤汚染を招いた事例があり、このような成分を含む地層周辺では注意が必要です。

（１）経緯

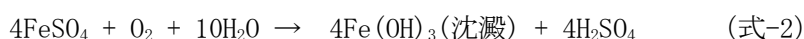
酸性水問題や自然由来の重金属問題は近年、地質に関わる環境問題として取り上げられるようになりました¹⁾。地層の一部には硫黄や重金属など周辺環境改変を招く物質が含まれており、土壤汚染法制の整備をきっかけに関心が高まってきたことが背景にあります。

（２）酸性水の発生源

酸性水発生の事例を紹介します²⁾³⁾。干潟で堆積した地層や、熱水変質を受けた地層、火山岩の一部などでは、黄鉄鉱 (FeS_2) やミョウバン石 ($\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$) といった硫黄を含む鉱物が地層に含まれることがあります。写真-1 は酸性水の発生があった現地の岩石で、下の接写写真の矢印部が黄鉄鉱です。黄鉄鉱は微細鉱物として存在することが多く、ボーリングコアを凝視しても判別できないことが多いです。

このような硫黄を含む鉱物を含む地層を土木工事で掘削・破碎すると、これらの鉱物が大気や雨水に触れるようになります。黄鉄鉱を例にとると、下式のように黄鉄鉱が水・酸素と反応し、最終的に硫酸が生成されます。硫酸は水に溶けるとイオン化して強酸性を呈し、酸性水が発生します。

分かりやすく言えば、「山の中に眠っていた硫黄を含む鉱物を掘りだし、砕いて、水と空気に触れさせると酸性水が溶け出す」ということです。硫黄を含む鉱物を含む地層があった切土からだけでなく、その発生土を置いた盛土や埋土、残土処分地で問題化することが多いです。



ここで、 FeS_2 ：黄鉄鉱、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ：水酸化鉄、 FeSO_4 ：硫酸鉄、 H_2SO_4 ：硫酸

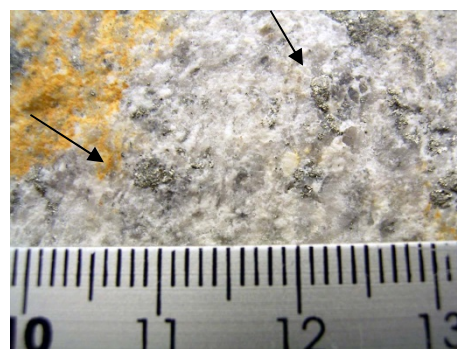


写真-1 調査地で採取された黄鉄鉱

(3) 酸性水が流出すると何が起こるか

ここで、酸性水の発生事例を紹介します。

酸性水は、黄鉄鉱が濃集した幅数 10m 程度の熱水変質帯を切土し、残土置き場に置いたことで発生しました。残土置き場の浸出水がため池に流れ込んで A 池と B 池が酸性化するとともに、ため池の流下先である水田や鯉水槽で異変が発生しました (図-1)。

これを受け、残土置き場への遮水シート設置や法面保護工の設置により、浸出水の発生が抑制され、ため池の水質は好転しました。

酸性水発生当初の異変を表-1 に、その後の経緯を表-2 にまとめます。水の酸性化により、水田の生物相にまで影響が及びました。このように、酸性水がひとたび発生するとその影響が広域に及ぶことを、この事例が物語っています。

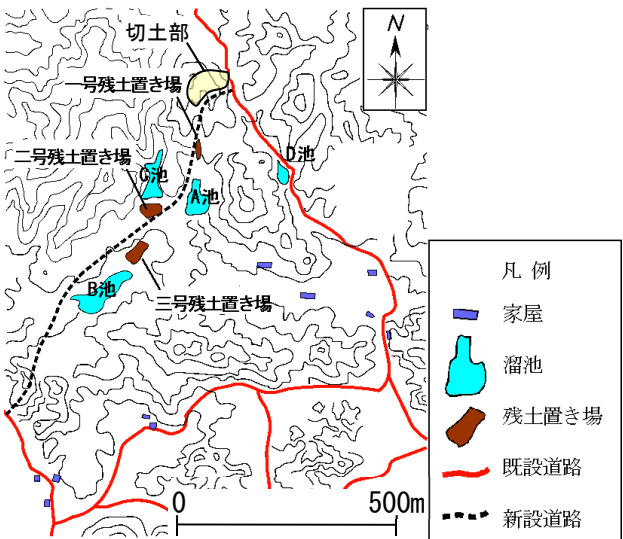


図-1 調査地の概要

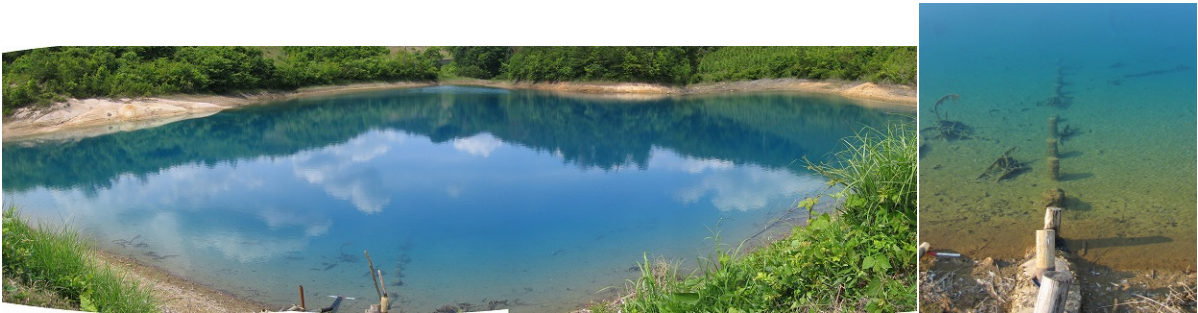


写真-2 酸性化したため池

表-1 酸性水発生当時の状況

区分	地点	影響項目および状況
発生元	法面	・ 金網工（ラスネット）が腐食、植生工が枯れて真っ黒に ・ 表層崩壊が発生 ・ 浸出水が酸性で、法面コンクリートや道路盤を一部腐食
	残土置き場	・ 末端排水が pH2.2～3.5 に酸性化し、下流のため池へ流下
流下先	ため池	・ pH が 5 以下まで低下、魚や水草が死ぬ ・ 重金属等の基準値超過はなかった
	水田	・ 稲作収量は変化なし
	その他	・ 周辺井戸へは影響なし

表-2 浸出水対策後の状況

区分	地点	影響項目および状況
発生元	法面等	・モルタル吹きつけによる改修→安定
	残土置き場	・遮水シートによる表面遮水対策で浸出水を9割カット
流下先	ため池	・残土置き場の遮水対策後はpH改善 ・水質は改善したが白濁（バクテリアかプランクトン）
	水田	・珪藻による表土はく離の発生（好酸性種の卓越） ・用水路に緑色の藻が発生 ・土壌pHは酸性化せず
	その他	・下流域で鯉が死亡（因果関係は明らかにできず） ・用水路に白色沈殿物

酸性水が見られる代表的な写真を以下に示します。



写真-3 切土の状況。浸出水は鉄分も含むのでさび色を呈する。植生工が一部枯死している。



写真-4 浸出水によるセメント分の浸食（左）、用水路に発生した藻（右）



写真-5 残土置き場末端の pH3 未満の浸出水（左）、用水路底の白色沈殿物被膜（右）



写真-6 酸性水による路盤劣化（左）、水田で増殖した好酸性バクテリアによる表土はく離（右）
好酸性バクテリアの光合成で膜状の土が水面に浮き、錠剤の農薬散布が効かなくなっている

（４）酸性水流出を未然に防ぐには

上記事例では重金属類の基準超過が発生しなかったので環境改変事例としては比較的軽微と言えますが、それでもこれだけの異変が起き、多大な対策コストを要しました。酸性水は未然に防ぐことが一番です。

現在は「建設工事で発生する自然由来重金属等発生土対応ハンドブック」なども整備され、酸性水への現場対応についても考え方も整理されてきております。岩盤を掘削する場合、酸性水や重金属類が含まれる可能性について事前把握し、必要であれば対策を盛り込んでおくことが重要です。

【引用文献】

- 1) 嘉門雅史・勝見武監修，土木研究所，土木研究センター地盤汚染対応技術検討委員会編（2015）：建設工事で発生する自然由来重金属等発生土対応ハンドブック，土木研究所，101p.
- 2) 小笠原洋・新見 健（2007）：硫酸酸性水による周辺環境への影響，日本応用地質学会中国四国支部研究発表会資料，pp. 27-30.
- 3) 日本応用地質学会中国四国支部編（2010）：中国四国地方の応用地質学，pp. 236-253.

（回答者 小笠原 洋）