

硫黄・カルシウム系基質を用いた硫酸化脱窒細菌による浄化技術

1. 硫黄・カルシウム系基質を用いた硫酸化脱窒細菌による浄化技術の原理・特徴

本技術は、地下水を硫黄・カルシウム系基質(以下、基質と称す)に通すことにより、無機質の硫黄が電子供与体として作用し、地下水中の硝酸性窒素を還元脱窒するものである。水中の硝酸イオン(NO_3^-)は、基質表面に生息する硫酸化脱窒細菌によってとり込まれ、硫酸化脱窒細菌の硝酸呼吸により、窒素を窒素ガス(N_2)として排気する。硫酸化脱窒細菌は硫黄を取り込んで硫酸イオン(SO_4^{2-})を排出するが、基質に配合されているカルシウムが硫酸イオンと結合して硫酸カルシウム(CaSO_4)を形成し、処理水の酸性化を防止する。

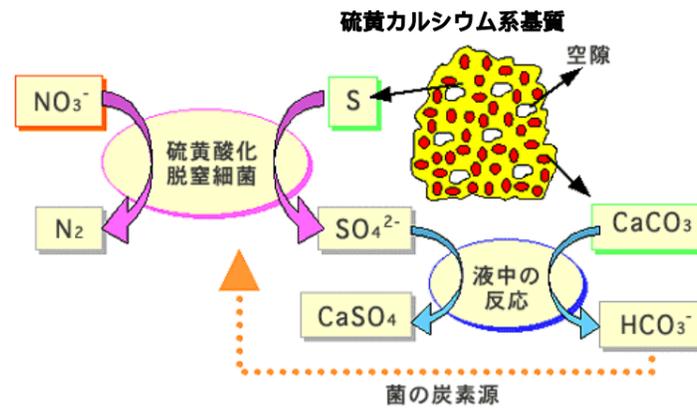


図1 浄化原理図

- 1) 設備がシンプルであり、コストが安価である。また、ランニングコストがほとんど掛からない。
- 2) 硫酸化脱窒細菌以外の微生物の増殖が少なく、基質の目詰まりがしにくい。
- 3) 硫黄とカルシウムの無機物で構成され、有機物を用いる場合に比べて環境負荷が小さい。

2. 実証調査内容

本調査は、地中に基質を充填した透過壁を設置し、地下水中の硝酸性窒素を浄化することを確認した。

- 1) 実証調査場所
茨城県つくば市K地区
- 2) 透過壁の仕様

- ・長さ 3.7m × 幅 1.5m × 深さ 4.3m
- ・透過壁の平面及び断面を下図に示す。

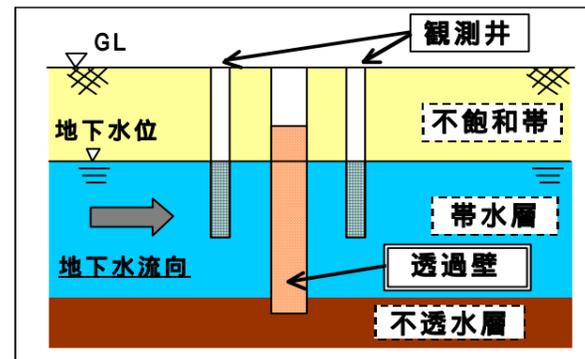


図2 硫黄・カルシウム系基質(左)、透過壁概略図(右)

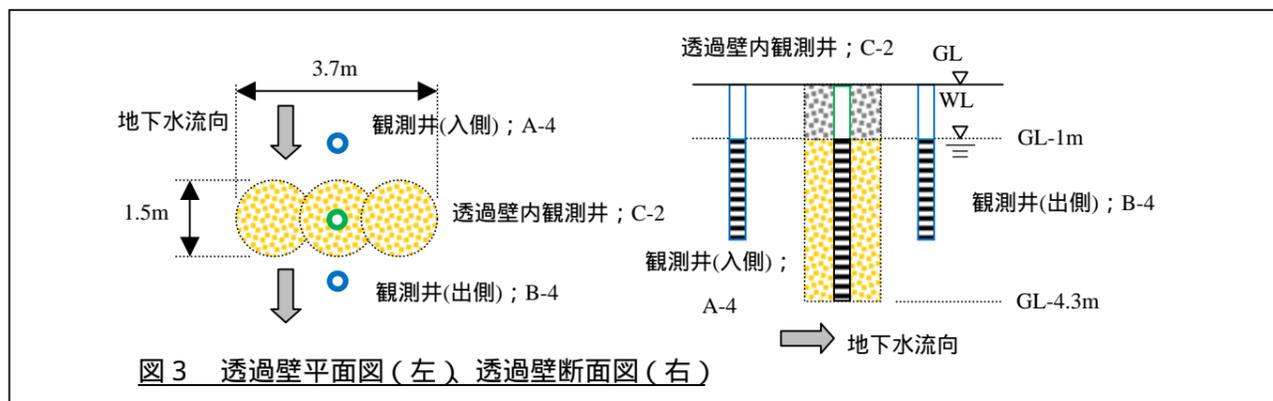


図3 透過壁平面図(左)、透過壁断面図(右)

3. 実証調査の結果

- ・透過壁設置から10日後(下記経過日数0日)には、上流側 A-4 観測井の硝酸性窒素濃度 15mg/L に対して、下流側 B-4 観測井の硝酸性窒素濃度は 9.2mg/L と環境基準(10mg/L)以下となった。更に 2 ヶ月後には、1mg/L 以下となり、その後同程度で推移した。
- ・透過壁内観測井(C-2)の酸化還元電位(ORP)は、調査開始から約 1 ヶ月後には -200mV 程度となった。その後も概ね同程度で推移しており、硫黄脱窒細菌の生育に適した環境が維持された。
- ・クローン解析の結果、透過壁内地下水から、*Sulfuricurvum* 属細菌に近縁な微生物由来と思われる 16SrDNA 配列が最も高頻度に検出された。*Sulfuricurvum* 属細菌は、複数種の還元性硫黄を酸化し、硝酸を還元することが報告されている。

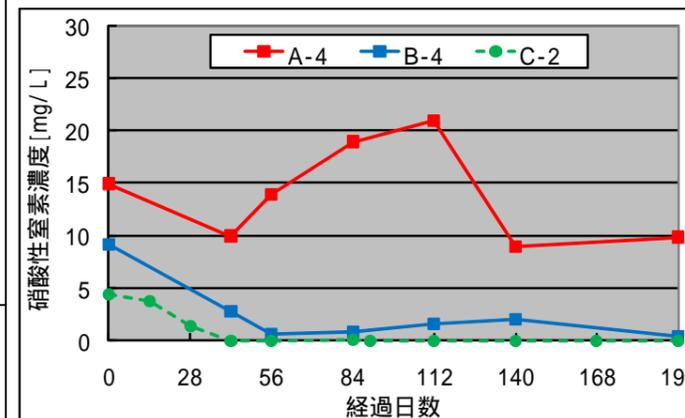


図4 硝酸性窒素濃度

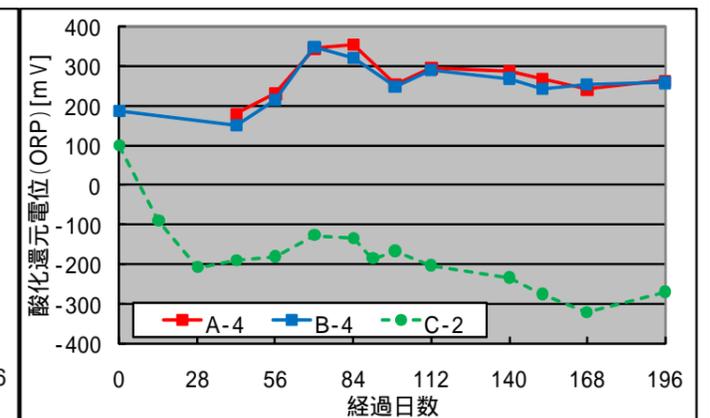


図5 酸化還元電位

近縁種の属名	クローン数	構成比
<i>Sulfuricurvum</i>	30	31.6%
<i>Sulfurimonas</i>	27	28.4%
<i>Sulfurospirillum</i>	10	10.5%
<i>Thiothrix</i>	11	11.6%
<i>Desulfocapsa</i>	5	5.3%
<i>Nitratifactor</i>	3	3.2%
<i>Novosphingobium</i>	1	1.1%
<i>Sediminibacterium</i>	1	1.1%
その他	7	7.4%
合計	95	

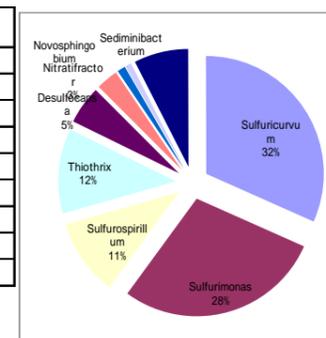


図6 クローン解析(140日後、透過壁内観測井地下水)

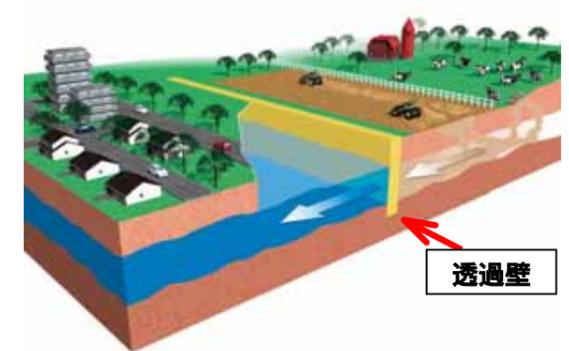


図7 透過壁工法イメージ図

4. まとめ

- ・モニタリングの結果、硝酸性窒素濃度は、透過壁設置から10日ほどで水質基準(10mg/L)を下回り、2ヶ月足らずで 1mg/L 以下となった。また、透過壁内部地下水のクローン解析から硝酸を還元する働きを持つ微生物の存在も確認でき、本技術は、地下水の自然流下による汚染拡散防止を目的としたバリア対策技術として有効であることが示された。
- ・本技術は、送水用ポンプ等の稼働設備がなく、また添加薬剤も不要であり、ランニングコストはほとんど発生しない。イニシャルコストにおける材料費は、120 千円/m³ ~ 1,200 千円/m³ (基質と砕石との混合比率による)である。また、透過壁として施工する他、水路に基質を敷いて浄化することも可能である。