

ゼオライト機能紙とジオシンセティックスを用いた水域浄化フェンスの開発と応用例

信州大学工学部 正 梅崎健夫, 正 河村 隆
一般社団法人グリーンディール推進協会 非 西田健吾
凸版印刷(株) 非 早川 典
旭化成ジオテック(株) 正○石井大悟
三井金属資源開発(株) 非 志賀信彦

1. はじめに 湖沼や河川などの富栄養化対策および福島第一原発事故による放射性セシウムの除染対策などとして、新たに開発されたゼオライト機能紙を用いた水域浄化フェンス^{1)~3)}を開発し、その特徴および応用例を示す。

2. ゼオライト機能紙

(1)天然ゼオライト ゼオライト機能紙に担持されている天然ゼオライト(MGイワミライト、陽イオン交換容量: CEC=120~180meq/100g)^{4)~7)}の主成分はモルデナイトであり、鉱山より採掘される淡い翠色の天然鉱物である(写真-1(a))。踏圧に耐えて崩壊しにくく、粉碎して任意の粒径に調整することが可能である(写真-1(b))。その主な用途は、土壌改良、水質浄化、畜産飼料などであり^{4),5)}、比較的安価(1トン当たり3万円程度)で安心・安全な浄化剤である。天然ゼオライトの結晶構造中には、数オングストローム程度の超微細な空洞が存在する(写真-1(c))⁵⁾。この微細な空洞に水分やガスを吸着する性質があり、特に、窒素、カリウムを強力に吸着する^{6),7)}。また、固定化機能および陽イオン交換機能によって、カドミウ



(a)モルデナイトを主成分とする天然ゼオライトの原石



(b)天然ゼオライト (粒径0.5mm未満)



(c)電子顕微鏡写真⁵⁾

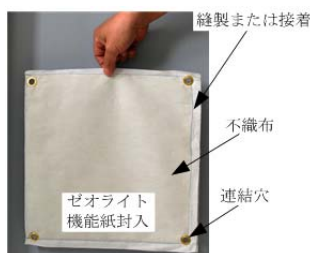


(d)ゼオライト機能紙 (粒径0.5mm未満を250g/m²担持)

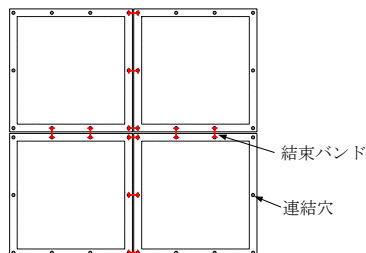
写真-1 天然ゼオライトとゼオライト機能紙

ムや砒素などの重金属の固定化⁷⁾および水中のアンモニア、硫化水素、亜硝酸の吸着除去^{4),7)}のほか、触媒作用や吸湿性も有する。

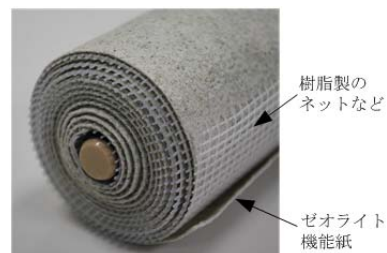
一般にゼオライトの陽イオン交換順位は式(1)のとおりである⁹⁾。



(a)浄化ユニット(シート状)の一例



(b)浄化ユニット(シート状)を連結した水域浄化フェンスの一例



(c)浄化ユニット(コイル状)の一例

図-1 ゼオライト機能紙を用いた浄化ユニットの一例

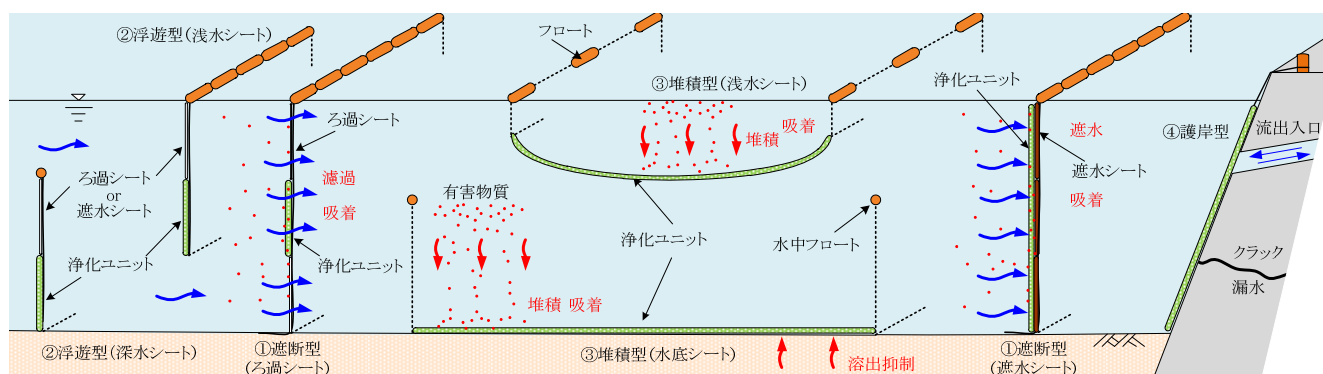
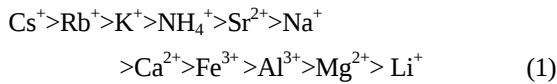


図-2 浄化ユニット(シート状)を用いた水域浄化フェンスの設置形態(文献1)~3)に加筆・修正)



福島第一原発事故において問題となっているセシウムイオン(Cs^+)の吸着優先順位は高く、一旦吸着すると他の陽イオンとの交換が行われないため、吸着したセシウムは強力的に保持される。

(2) **ゼオライト機能紙の概要と特徴** ゼオライト機能紙(写真-1(d))は、パルプに天然ゼオライト粉末(粒径0.5mm未満)を250g/m²担持(天然ゼオライトの含有重量比約84%)させたものである。その特徴は以下のとおりである。

- ① 粒径 0.5mm 未満の粉末状の天然ゼオライトを用いることにより、その表面積を格段に増加させて吸着効率を向上させるとともに、使用後の廃棄量を削減できる。
- ② 原材料は天然ゼオライトとパルプだけであり、環境に優しい安価(1m²当たり 500 円程度)な材料である。
- ③ 大量生産が可能で、裁断、折りたたみ、巻き取りなどの加工が容易である。
- ④ ロール状態にしておくことにより容易に保管でき、必要時に短時間で施工することが可能である。
- ⑤ 軽量であり、天然ゼオライトを均一に敷設する施工が容易に実施できる。

さらに、不織布などで被覆した浄化ユニット(図-1(a)～(c))に加工することにより、吸着後の天然ゼオライトの飛散や脱落を防止し、容易に全て回収することができる。また、その浄化ユニット(シート状)を連結することにより(図-1(b))、提案している水域浄化フェンス^{1)～3)}の吸着能力を向上させ、軽量化することにより短時間で容易に設置・回収することを可能にする(図-2)。

(3) 応用例

a) 富栄養化対策への適用

- ① 河川、農業用水路などへの適用(図-3(a), (b))：浄化ユニット(シート状)を連結して蛇かごなどに封入したものの、浄化ユニット(コイル状)をジオグリッドなどで被覆したものを設置することにより、水中の窒素やリンなどの栄養塩類の吸着除去を行う。
- ② 浄化槽などへの適用(図-3(c), (d))：浄化ユニット(シート状・蛇行型またはコイル状・直流型)を用いて、水中の窒素やリンなどの栄養塩類の吸着除去を行う。

b) 放射性セシウムの除染対策への適用

- ① 河川、農業用水路などへの適用(図-3(a), (b))：(2)a)①と同様にして、水中の放射性セシウムを吸着除去する。
- ② 浄化槽などへの適用(図-3(c), (d))：(2)a)②と同様にして、汚染水中の放射性セシウムを吸着除去する。
- ③ 汚染土の一次集積場などへの適用(図-3(e))：汚染土を

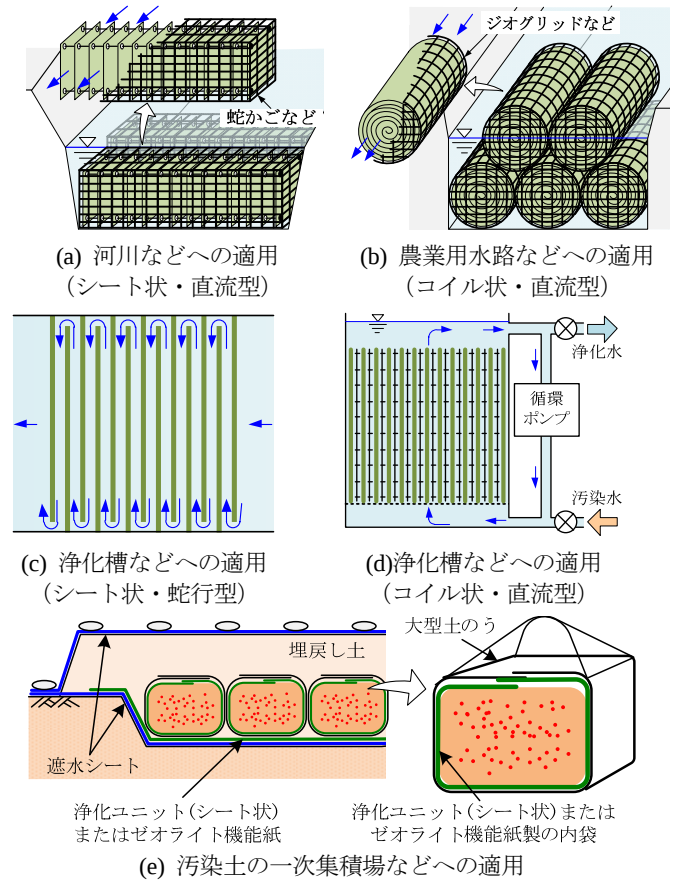


図-3 ゼオライト機能紙の応用例

充填した大型土のうに浄化ユニット(シート状)またはゼオライト機能紙単体を内袋として用いる。また、それらを遮水シートとともに敷設することにより、汚染土からの漏出水に含まれる放射性セシウムを吸着する。

3. まとめ 湖沼や河川などの富栄養化対策および福島第一原発事故による放射性セシウムの除染対策などとして、現在、具体的な適用方法を検討している。

【参考文献】1)梅崎, 河村, 西田, 石井, 境：ジオシンセティックスを用いた水域浄化フェンスの開発, ジオシンセティックス論文集, 26, pp.175-182, 2011. 2)梅崎, 河村, 西田, 石井, 志賀：ゼオライト機能紙とジオシンセティックスを用いた浄化システム, ジオシンセティックス論文集, 27, pp.25-30, 2012. 3)梅崎, 河村, 西田, 石井, 志賀：天然ゼオライトを用いた水域浄化フェンスの試験施工, 土木学会第67回年次学術講演会(VII), pp.17-18, 2012. 4)日本学術振興会鉱物新活用第111委員会・天然ゼオライト利用研究分科会：天然ゼオライトー利用にあたっての品質評価基準一, pp.40-230, 2006. 5)MINDECO IWAMI PROFILE イワミライト, 三井金属資源開発(株), 2012. 6)三井金属資源開発(株)の天然環境資材 イワミライト, 三井金属資源開発(株), 2011. 7)ハイブリッド浄化工法&シーリングソイル工法, “水”と“天然鉱物”によるon site環境修復技術, シーリングソイル協会. 8)水づくりをーイワミライトで!! 池用総合水質管理材, 三井金属鉱業(株). 9) Ames: The Cation Sieve Properties of Clinoptilolite, American Mineralogist, Vol. 45, pp.689-700, 1960.