

VII-3 高炉スラグと Fe 型人工ゼオライトを原料とした多孔質担体による覆砂効果について

徳島大学大学院 学生会員 ○大森稔寛
徳島大学大学院 非会員 竹田将人

徳島大学大学院 学生会員 河野悠大
徳島大学大学院 正会員 上月康則
徳島大学大学院 フェロー 村上仁士

1. はじめに

富栄養化の進行した閉鎖性水域では、底泥に高濃度の窒素やリンが蓄積されている。この底泥に蓄積された窒素やリンなどの栄養塩が水中へ溶出し、水質に対して大きな負荷となっている。この負荷を効果的に低減する工法として覆砂が行われている¹⁾。しかしながら、天然砂などの覆砂材の確保は困難となっており、新たな覆砂材の開発が求められている。本研究では、栄養塩の吸着能力のある産業廃棄物を原料に多孔質担体を作製した。この多孔質担体を覆砂材として用いた場合の栄養塩の溶出抑制効果を把握し、多孔質担体による覆砂効果の評価を目的とした。

2. 多孔質担体の作製方法

本研究では、高炉スラグ微粉末と Fe 型人工ゼオライトを水熱ホットプレス法により固化することで多孔質担体を作製した。この多孔質担体の圧縮強度と栄養塩の吸着能力は、原料の配合比と加圧条件により変化する。そのため適切な原料の配合比および加圧条件を設定し、高炉スラグ微粉末と Fe 型人工ゼオライトの配合は重量比で 7 : 3、加圧する際の圧力は 5Mpa とした。

多孔質担体の原料に用いた高炉スラグ微粉末および Fe 型人工ゼオライトの化学成分を表-1、表-2 に示す。

表-1 高炉スラグ微粉末の化学成分

成分名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	FeO	SO ₃
組成(%)	33.9	13.5	43.5	0.2	0.2

表-2 Fe 型人工ゼオライトの化学成分

成分名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	MgO	K ₂ O
組成(%)	39.2	22.5	1.4	4.5	0.7	1.2
成分名	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	T-Fe	C	
組成(%)	0.1	1.2	0.3	13.1	9.2	

3. 実験方法

本研究では、貧酸素化した海域の底部への施工を想定した嫌気性条件と対照として好気性条件での実験を行った。徳島県勝浦川河口で栄養塩を大量に含んだ泥および海水を採取し、図-1 に示す内径 44 mm の塩ビパイプに高さ 200 mm となるように泥を敷き詰め、その上に海水を 400ml 混入した。底泥上に粒径 2~3 mm の多孔質担体を覆砂材として 20 mm の厚さに敷き詰め、比較対照として砂利を覆砂したもの、コントロールとして底泥上になにも敷かない系を作製した。好気性条件下では、海水の蒸発を防ぐために水面上に気相を残しラップで覆った。嫌気性条件下では、窒素ガスを吹き込むことで溶存酸素を 0mg/l に調整した海水を混入し、酸素の溶け込みを防ぐために水面を直接ラップで覆った。

実験系から分析用の海水を採水した後、海水を入れ換えて実験を繰り返した。測定項目は、pH、NH₄⁺、PO₄³⁻とした。実験期間中、すべての系はインキュベーター内で保管し温度を 25℃ に保った。

4. 結果および考察

(1) pH

実験期間中における好気性条件および嫌気性条件下での pH の平均を表-3 に示す。好気性、嫌気性の両条件下において、多孔質担体を覆砂した系は、他の系と比較して最も高い pH を示した。これは、多孔質担体の原料である高炉スラグ微

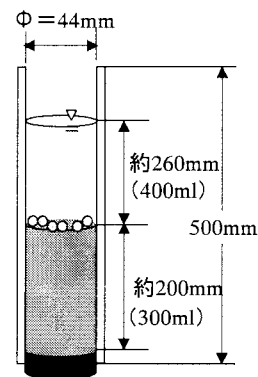


図-1 実験系の概略図

表-3 実験期間中の各系の平均 pH

	pH	
	好気性条件	嫌気性条件
コントロール	7.8 ± 0.2	7.5 ± 0.1
多孔質担体	8.5 ± 0.3	9.3 ± 0.2
砂利	7.7 ± 0.2	7.5 ± 0.1

粉末に含まれる Ca, Al が海水中に溶け出したためである。しかしながら、高炉スラグを実海域に投入した場合、pH の上昇は一ヶ月程度でみられなくなるため、周囲の環境への影響は小さいことが示されており²⁾、多孔質担体を実海域に施工した場合も同様に、周辺環境への影響は軽微であると考えられる。

(2) アンモニア性窒素

図-2 は、底質からのアンモニア性窒素の溶出速度を示す。好気性、嫌気性条件下ともに、多孔質担体を覆砂した系では、他の系と比較して最も高い溶出速度を示した。これは、多孔質担体の成分溶出に伴う pH の上昇により、底質からのアンモニア性窒素の溶出が促進されたためと考えられた³⁾。また、多孔質担体の原料である Fe 型人工ゼオライトのアンモニア性窒素の吸着能が pH の上昇により低下したためと考えられた。しかしながら、(1)で述べたように pH の上昇が抑制されることでアンモニア性窒素の溶出はおさまると考えられる。

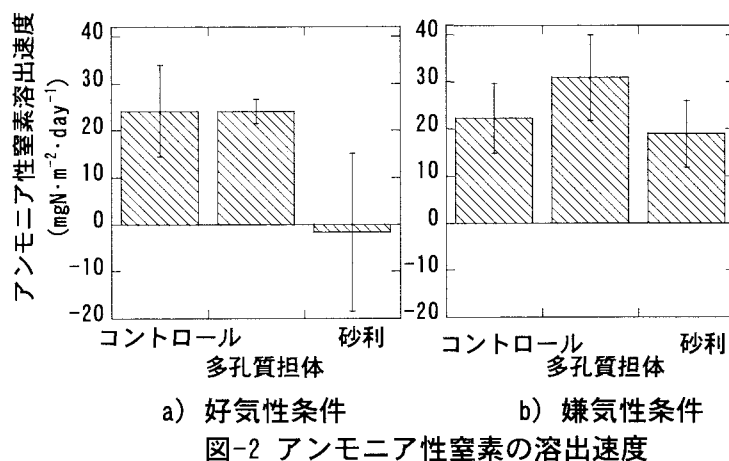


図-2 アンモニア性窒素の溶出速度

(3) リン酸態リン

図-3 は、底質からのリン酸態リンの溶出速度を示す。なお、負の値は海水中のリン酸態リンの初期濃度から減少したことを意味する。両条件下で、多孔質担体を覆砂した系が常に最も低いリン酸態リン濃度を示した。次いで、砂利を覆砂した系、コントロールの順であった。嫌気性条件において砂利を覆砂した系では、底泥からのリン酸態リンの溶出を完全に抑制することはできなかった。しかしながら、多孔質担体を覆砂した系では、好気性条件、嫌気性条件下ともに底泥からのリン酸態リンの溶出を抑制する効果がみられ、溶出速度は負の値を示したことから、海水中からもリン酸態リンを吸着した。この原因は、嫌気性条件下でリン酸態リンの溶出速度が増加し、砂利の吸着速度を上回ったためと考えられた。

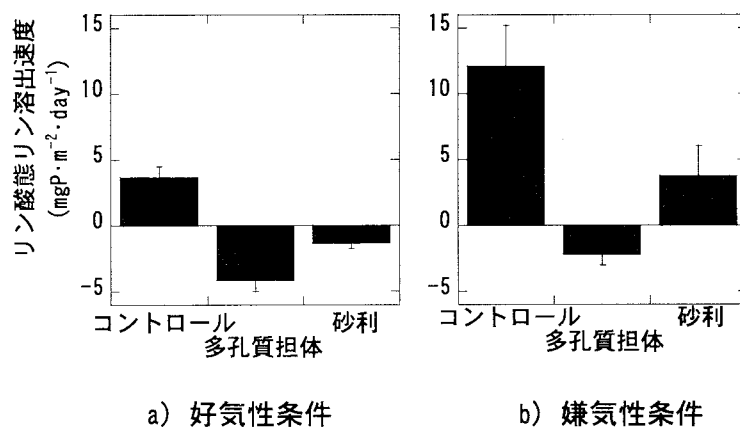


図-3 リン酸態リンの溶出速度

4. まとめ

本研究で作製した多孔質担体が pH を上昇させることにより底泥からのアンモニア性窒素の溶出を促進したが、実海域ではこれらの影響は抑えられると考えられた。また、底泥からのリン酸態リンの溶出を抑制し、海水中のリン酸態リンも吸着することがわかった。これらのことから、多孔質担体は、天然砂を代替する覆砂材に用いることができると期待される。

参考文献

- 1) 飯島眞治(1990)：環境改善工法としての覆砂，環境技術 第 18 巻，pp108-112
- 2) 宮田康人，沼田哲始，豊田恵聖，佐藤義夫，小田静，岡本隆(2000)：高炉水砕スラグの底質改善効果，海洋開発論文集 第 16 巻，pp345-350
- 3) 伊藤一明，西嶋渉，岡田光正(1997)：鉄鋼スラグ散布による沿岸海域底泥からの硫化物の溶出抑制とアンモニア性窒素の溶出の検討，水環境学会誌，第 20 巻，第 10 号，pp.670-673