

VII-3 高炉スラグを材料とした多孔質担体の海水中リンの吸着特性に関する研究

徳島大学大学院 正会員 上月康則 徳島大学大学院 正会員 倉田健吾
徳島大学大学院 フェロー 村上仁士 徳島大学大学院 非会員 Olfa Khelifi
徳島大学大学院 学生会員 ○河野悠大

1. はじめに

富栄養化の改善策には窒素、リン除去などが基本となる。
本研究では産業廃棄物である高炉スラグ微粉末を用いて栄養塩吸着担体を作製し、その効果について検討した。具体的には担体添加による海水中の pH, DO 変化および、担体によるリン酸の吸着特性に関する実験をおこなった。なお、ここでの吸着とは担体からの溶出イオンとの反応によって沈殿する見かけの水中からのリン除去作用も含む。

2. 実験方法

a)担体の作製方法

担体の材料として用いた高炉スラグと、石炭灰を転化した Fe 型人工ゼオライトの化学成分表を表-1、表-2 に示す。

表-1 高炉スラグの化学成分

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	MnO	TiO ₂	P ₂ O ₅	T-Fe	C
組成(%)	39.2	22.5	1.4	4.5	0.7	1.2	0.1	1.2	0.3	13.1	9.2

高炉スラグを 7g, Fe 型人工ゼオライトを 3g, 4 M の NaOH を 1.5ml 混錬し、図-1 に示した装置を用いて、混錬した試料を 5Mpa, 250℃で水熱ホットプレス法によって固化させた。以上の方法で得られた担体の機械的性質を表-3 に示す。

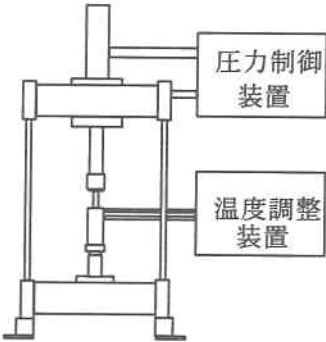


図-1 水熱ホットプレス装置

b)担体添加による海水中の pH, DO の変化

担体に含まれる NaOH や CaO のような塩基性酸化物が水と反応して海水の pH が上昇する。また高炉スラグに含まれる SO₃以外の硫黄が反応することによって海水中の酸素を消費する可能性がある。こと担体添加による海水中の pH, DO の変化を測定した。容量 100ml の DO 瓶を用い、1 g の担体と 100ml の人工海水を入れ、2 日おきに海水を交換して海水の pH, DO を測定した。

表-3 担体の機械的性質

高さ(mm)	22~23
直径(mm)	19.6~19.3
空隙率(%)	40
圧縮強度(Mpa)	25

c)担体による海水中での好気性、嫌気性条件におけるリン酸の吸着実験

容量 300ml の DO 瓶を用い、3 g の担体と 300ml の人工海水を入れ、リン酸濃度 20mg/l に調整し、時間経過毎に海水中のリン酸濃度の測定を行った。嫌気性条件は、窒素ガスを混入し、DO を 0mg/l とすることによって行った。リン酸の測定はモリブデンブルー法によって行った。

d)担体による海水中での好気性、嫌気性条件におけるリン酸の溶出実験

c)と同じ装置を用いて、好気性条件で担体にリンを吸着させ、平衡濃度になった時点で担体を取り出して、リン酸を含まない海水に取り出した担体を投入し、好気性条件、嫌気性条件において担体から溶出するリン酸による海水中のリン酸濃度を測定した。

3. 実験の結果と考察

a) 担体添加による pH, DO の変化

図-1 に担体を投入した海水の pH の値を示す。担体を投入した海水の pH は初期に 8.6 とやや高い値が見られたが、海水を交換する毎にその値は徐々に減少していき、1 ヶ月後にはブランクと有意な差が見られなくなった。これは、担体表面から溶出する NaOH や CaO などの塩基性酸化物が少なくなったことによるものであると考えられる。図-2 に担体による

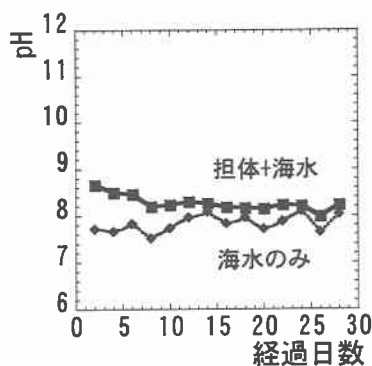


図-2 担体添加による pH 変化

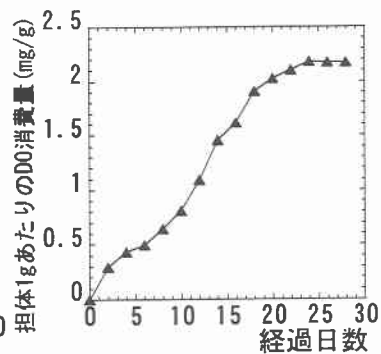


図-3 担体による積算 DO 消費量

る海水中の積算 DO 消費量を示す。この結果より、担体は約 1 ヶ月間程度酸素消費を続け、その量は担体 1 g あたり約 2.2mg であった。これは、酸素と反応する硫黄が少なくなったことによるものと考えられる。

b) 好気性条件、嫌気性条件における担体によるリン酸の吸着

図-4 に好気性条件、嫌気性条件における担体による海水中のリン酸濃度の経時変化を示す。担体によるリン酸の吸着はどちらでも海水中のリン酸を効果的に吸着することができた。また、嫌気性条件には pH が約 0.5 大きく、リンの吸着量も大きくなった。pH の増加に伴いリン酸の吸着量が増加することがわかっており¹⁾、この影響が本実験でも生じたと考えられる。また、平衡濃度に至る時間は高炉スラグ微粉末によるリン酸の吸着は 1 時間で平衡濃度に達したのに対して、担体を用いた実験では約 200 時間であった。これは、担体内部の微細な孔隙に徐々にリン酸が浸透し、化学的吸着を行うのに時間を要したためと考えられる。

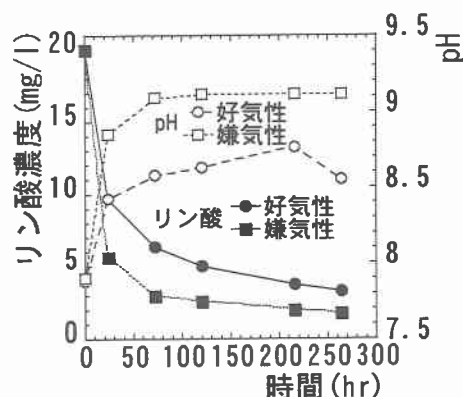


図-4 担体によるリン酸の吸着

c) 好気性条件、嫌気性条件における溶出

好気性条件下で吸着させた担体をリン酸を含まない海水に再添加した時の海水中のリン酸濃度の変化を図-5 に示す。担体からリン酸が初期に一時的に大きく溶出したが、海水中のリンは再び減少し、平衡状態に至った。溶出したリン酸は好気性条件よりも嫌気性条件において小さい値を示した。このときの水中と担体に保持されたリン濃度の関係を実験前に求めた Freundlich の吸着等温線のグラフ上にプロットすると図-6 に示すように、pH8.5 の直線付近に集まった。また、わずかながら pH の低い好気性条件の方が、pH の高い嫌気性条件のプロットより上に示され、pH の影響を認めることができた。

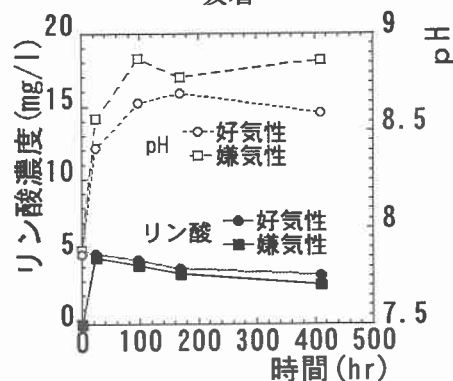


図-5 担体によるリン酸の溶出

4. まとめ

担体は海水中で好気性条件、嫌気性条件に関わらず、pH の影響に従い、効果的にリン酸を吸着、溶出することがわかった。なお、本研究は財団法人川鉄 21 世紀財団の助成を受けて行われたものである。

【参考文献】1)伊藤一明, 西嶋渉, 正藤英司, 岡田光正: 鉄鋼スラグ散布による沿岸海域でのリン除去の基礎的研究-室内実験と長期現場実験-, 水環境学会誌. 第 19 巻, 第 6 号, 501-507 1996

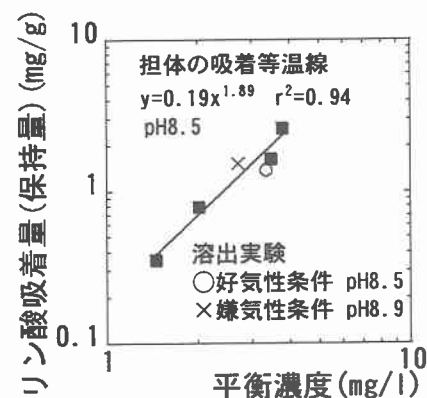


図-6 Freundlich の吸着等温線と溶出実験結果の比較