

鉄粒子充填槽のリン除去性能に関する基礎的研究

早稲田大学大学院理工学研究科
早稲田大学理工学部
早稲田大学理工学部

学生会員
正会員

○田代 和之
岩田 普賢
榊原 豊

1.はじめに

近年、湖沼等の閉鎖性水域において富栄養化問題が顕在化している。その原因のひとつである非点汚染源への対策の一つとして、湖沼及び流入河川の直接浄化が挙げられる。先の研究から、鉄粒子の酸化反応を利用すると、簡便なリン除去が可能であることがわかった。¹⁾そこで本研究では、このリン除去メカニズムの解明を目的として、リン除去に及ぼす鉄充填率と溶存酸素の影響、および鉄粒子の溶解、第一鉄イオンの酸化、リンの凝集等について実験的検討を行った。

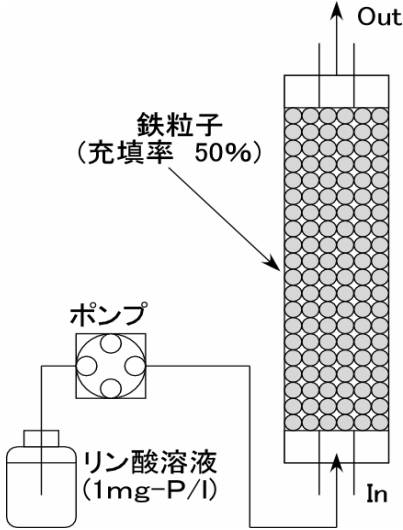


図 1 実験装置概略図

2. 実験装置・条件および方法

実験装置の概略を図 1 に示す。装置本体は容積 100ml のアクリル製円筒容器である。実験は表 1 に示すような 4 つの条件でリン濃度 1.0 (mg-P/l) に調整した供試溶液を装置下部から連続的に流入させ、装置上部からの流出液のリン酸イオン濃度・溶存酸素・鉄イオンなどを分析・測定し、リン除去能力を比較・検討した。

表 1 実験条件

	Fe充填率	HRT(h)	流入DO (mg/l)
RUN 1	50%	1	10
RUN 2	25%	1	10
RUN 3	50%	2	10
RUN 4	50%	1	1 ~ 2

なお、リン濃度の測定には、イオンクロマトグラフ法（島津 SCL-10LSP）及びモリブデン青吸光光度法を用いた。

3.実験結果および考察

3.1 リン濃度の経日変化

図 2 はリン濃度の経日変化を表している。RUN 1、2、3 の流出リン濃度は実験期間全体を通じてそれぞれほぼ 0.2 (mg-P/l) 以下に減少し、50 日間という長期間のリン除去能を有していた。このうち鉄充填率の低い RUN 2 の流出濃度は、RUN 1、3 より若干高くなっていた。また、RUN 4 では実験開始直後から流出リン濃度は上昇し始めたが、実験開

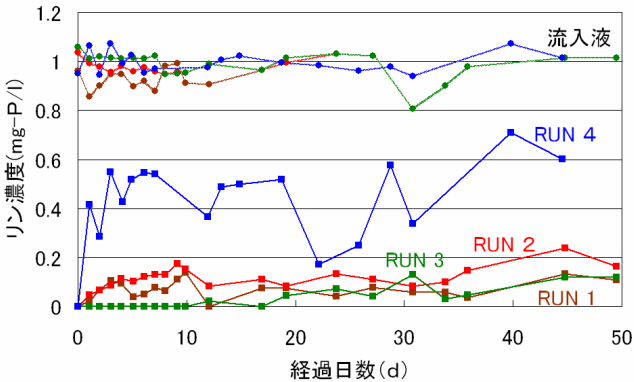


図 2 リン濃度の経日変化

キーワード：リン除去、鉄粒子、物理化学処理、富栄養化

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部土木工学科 TEL.03-5286-3902

始から約40日後では0.6(mg-P/l)程度で、約4割のリン除去率を有していた。特に実験初期10半分のRUN 2は少しずつ濃度が上昇し、一方溶存酸素濃度が低いRUN 4は急激に0.5付近にまで上昇した。これらの違いは各実験条件の影響を反映していると考えられる。

3.2 リン除去速度の経日変化

図3はリン除去速度の経日変化を表している。RUN 1、2の平均除去速度は約1.1(mg/d)であり、RUN 3とRUN 4の除去速度はほぼ等しく約0.7(mg/d)であった。この図からも長期的に安定してリンが除去されていたことがわかる。

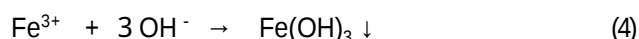
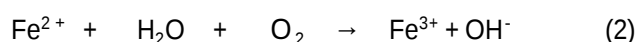
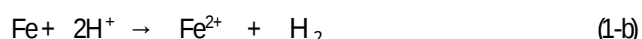
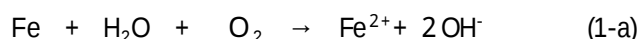
3.3 実験系の比較

写真は実験前後の実験槽内部の様子を示している。RUN 1～3は水酸化第二鉄と思われる赤いさびが生成されていた。一方、溶存酸素濃度の低いRUN 4だけは実験開始前と比べほとんど変化が見られず、リン酸鉄と思われる白濁物質が生成していた。

表2はDOの消費量及び鉄の溶出量について示している。DOの消費量と全鉄の生成量を比較すると、約1.5～2倍の差があった。また、RUN 1と、DOが低いRUN 4とを比較すると、溶出した全鉄量はほぼ等しいことがわかる。第一鉄イオンの生成量はRUN 1が1.0(mmol)に対し、RUN 4では倍の2.0(mmol)となっていた。またRUN 1では2.6(mmol)の水酸化第二鉄が生成されたのに対し、RUN 4では1.5(mmol)の第二鉄イオンが生成されていた。一方、鉄充填率の低いRUN 2及びHRTの長いRUN 3は全鉄溶出量がRUN 1、4より1(mmol)程度少なかった。

3.4 考察

鉄が酸化してできる第一鉄イオンは、下に示した式(1-a)、(1-b)のように溶出すると考えられる。



一方、式(2)～(4)に示される第二鉄イオン及び水酸化第二鉄の生成量は、鉄(Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 等)イオン

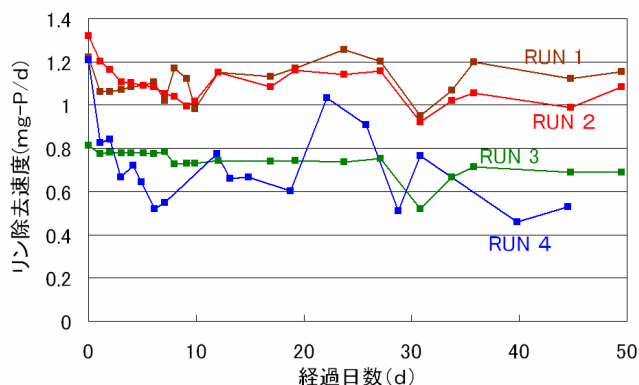


図3 リン除去速度の経日変化

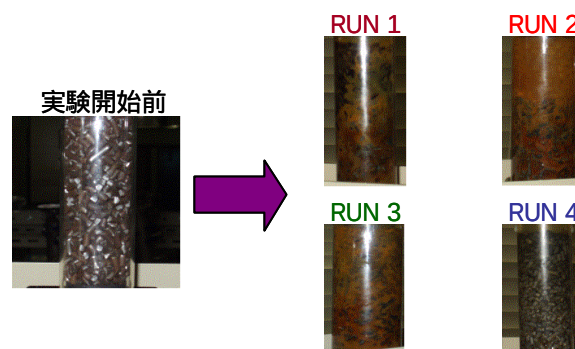


写真 実験前後の変化

表2 実験結果の比較(単位:mmol)

	RUN 1	RUN 2	RUN 3	RUN 4
DO消費量	6.0	7.5	2.5	—
$\text{Fe}(\text{OH})_3$	2.6	1.9	1.6	—
FePO_4	0.6	0.6	0.4	0.4
Fe^{2+}	1.0	0.7	1.3	2.0
T-Fe	4.2	3.2	3.3	3.9

及び溶存酸素の移動速度や平衡関係に影響され変化すると考えられる。つまり、水酸化第二鉄よりリン酸鉄を多く生成する条件((3)式)を設定すれば、より高効率・長期間にわたるリン除去が可能になると考えられる。

4.おわりに

1(mg-P/l)程度の低濃度リン溶液に対して少なくとも約50日間のリン除去能を有していた。鉄充填率が大きいほど全鉄(TFe)溶出量は大きい、溶存酸素による大きな影響はみられなかった。また、凝集した全鉄量の約1.5～2倍程度の溶存酸素が消費されていた。

今後は、鉄の溶解、鉄イオンの酸化、リン酸イオンの凝集等について速度論的解析を行う予定である。