

II-519

高濃度リン含有汚泥からのストラバイトの回収によるリン酸塩の処理処分

神戸大学工学部 学生員 横山健浩 神戸大学工学部 正員 飯田幸男
神戸市下水道局 佐賀井雅彦

1、はじめに 下水処理場放流水のリン削減のために、嫌気-好気活性汚泥法が実用化されつつある。しかし、汚泥処理工程に嫌気性消化槽を用いた場合、生物脱リン汚泥内のリンは放出され水処理系へ返流されることになる。したがって、水処理系へ返流する前に消化脱離液のリンを除去する必要がある。今回、消化脱離液のリンの除去と肥料としての再利用を目的としてストラバイト ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) の回収について実験を行い若干の知見を得たので報告する。

2、実験方法 試料原水として神戸市S下水処理場の消化槽流出汚泥とその脱離液を用いた。図-1に示す実験装置(反応槽1リッター)を用い、pH、攪拌時間、沈殿時間、 Mg^{2+} 量のストラバイトの生成に及ぼす影響について調べた。pHの調整は、必要に応じて5N HClまたは5N NaOHで行った。 Mg^{2+} は10,000mg Mg^{2+} /lの MgCl_2 溶液を準備し、所定の濃度になるように添加した。反応終了後、一定時間静置し沈殿物の重量と組成分および上澄液の PO_4 の測定を行った。

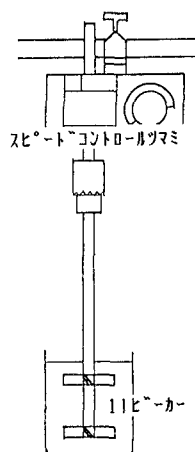


図-1 実験装置

3、実験結果 ストラバイトの生成に及ぼすpHの影響を調べるため、pH未調整および所定のpHに調整した汚泥脱離液に200mg/l (8.23mmol)の Mg^{2+} を添加し2時間、200rpmで攪拌を行った。用いた脱離液の PO_4 濃度は717-917mg/l (7.55-9.66 mmol)であった。図-2にpHと上澄液の PO_4 減少量の関係を示す。 PO_4 の減少量はpHが上昇するにしたがって増加し、pH6、pH未調整、8、9、10、の平均 PO_4 減少量は、それぞれ4.31、7.30、7.12、7.90、7.49

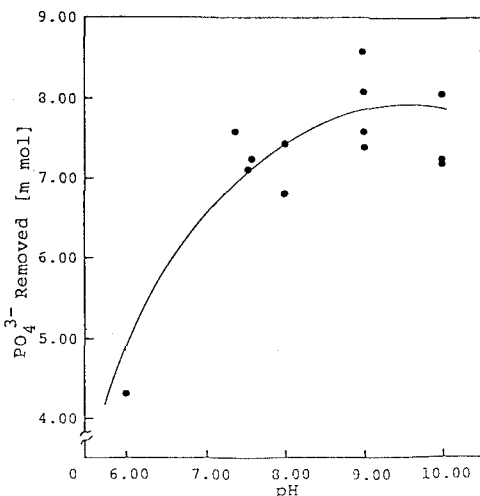


図-2 リン酸イオン除去量

mmolであり、pH9で91%、pH10で96%の PO_4 が除去されていた。図-3に用いた脱離液の PO_4 濃度とストラバイト粗収量の関係を示す。添加した8.23mmolの Mg^{2+} に対して脱離液中の PO_4 の7.55-8.23mmolがストラバイト ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) に転換したとすれば1.85-2.02grのストラバイトが生成されることになる。pH8以上で約2grの沈殿物が回収されており、計算値に近い量が回収されている。沈殿物の組成分析結果を表-1に示す。表中の試料1、2、3は、それぞれpH6、pH未調整、pH9の試料から得られた沈殿物である。試料1では、分析値と理論モル比の間に差がみられるが、試料2、3に関しては理論値にかなり近い値が得られている。もちろん、ストラバイトの他に MgHPO_4 、 FePO_4 、カルシウムヒドロキシルアパタイトなどの混入も考えられるが、沈殿物回収量および組成分析結果から、回収された沈殿物の主成分はストラバイトであることがわかる。ストラバイトの回収と攪拌時間の関係について、汚泥脱離液に Mg^{2+} が200mg/lになるように MgCl_2 溶液を添加し、0.5、1.0、1.5、2.0時間の4段階の攪拌時間で実験を行った。

攪拌時間と上澄液 PO_4 減少量およびストラバイト収量の関係を、それぞれ図-4、5に示す。

PO_4 平均減少量は、攪拌時間0.5, 1.0, 1.5, 2.0時間で、それぞれ740, 747, 687, 692 mg/l, またストラバイトの平均収量は、それぞれ2.13, 2.13,

2.14, 2.13 grで攪拌時間に関係なく添加した Mg^{2+} に対して相当量の PO_4 の減少と沈殿物の生成がみられた。攪拌時間は0.5時間で充分であることがわかった。ストラバイト回収に

及ぼす Mg^{2+} 添加量の影響を調べるため、 PO_4 を735, 790, 815 mg/l含む汚泥脱離液に、それぞれ $\text{Mg}^{2+}/\text{PO}_4$ モル比が1, 1.2, 1.5になるように Mg を添加し、0.5時間攪拌後、沈殿物生成量と上澄液の PO_4 減少量を測定した。図-6に Mg 添加量と脱離液の PO_4 減少量の関係を示す。 PO_4 に対して Mg^{2+} 量が増加するにしたがい PO_4 減少量も増加する傾向がみられるが、各モル比に対する PO_4 の平均除去率は92, 95, 95%と差はなく

$\text{Mg}^{2+}:\text{PO}_4$ のモル比が1:1になる程度に不足する Mg^{2+} を添加すれば良いことがわかる。

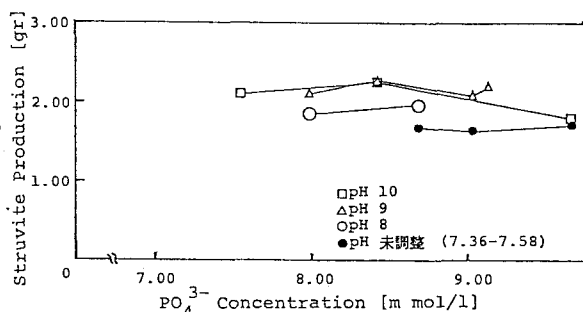


図-3 試料中のリン酸イオン濃度とストラバイト粗収量

表-1 PO_4^{3-} を1 (mol)としたモル比

	理論値	試料1	試料2	試料3
PO_4^{3-}	1.00	1.00	1.00	1.00
Mg^{2+}	1.00	0.79	0.79	0.82
NH_4^+	1.00	1.39	0.97	0.85
H_2O その他	6.00	7.57	7.05	7.38

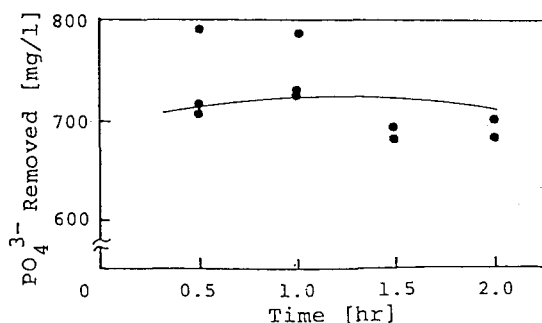


図-4 リン酸イオン除去量

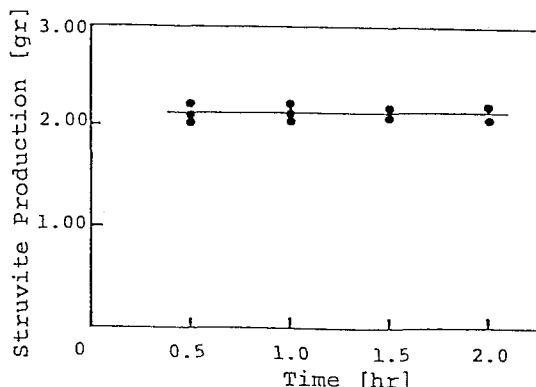


図-5 ストラバイト粗収量

消化汚泥から直接ストラバイトの回収を行うため、固液分離を行わず、20,000-30,000 mg/lのTSを含む消化槽流出汚泥に Mg^{2+} 濃度が200 mg/lになるように Mg^{2+} を添加して同様の実験を行った。添加 Mg 量に相当する量の PO_4 が脱離液から除去されており、また明かに灰白色の沈殿物の増量は見られたが、汚泥とストラバイトの分離が困難であった。消化槽流出汚泥から直接ストラバイトを回収するために分離法について検討する必要がある。活性汚泥脱リン法を採用するためには、高濃度のリンを含む汚泥の処理工程について考慮する必要がある。嫌気性消化汚泥からのストラバイトの回収は、リンの回収と肥料としての再利用の面から有効な方法であると考えられる。

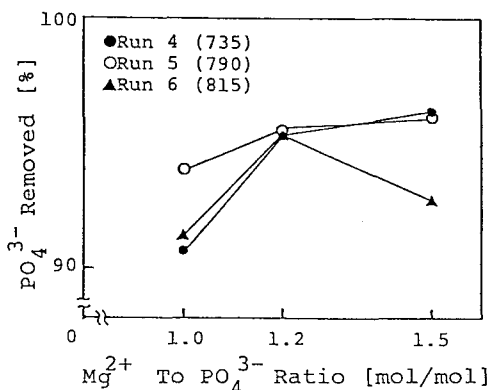


図-6 リン酸イオン除去率