

上水汚泥へのマンガンとリン酸の吸着

近畿大学理工学部 正 員 ○豊島正久 近畿大学理工学部 学生員 伊藤正樹
宮崎大学工学部 正 員 渡辺義公 近畿大学理工学部 正 員 篠原 紀

1. はじめに

凝集処理法は、浄水場において浮遊物質を沈殿除去するために用いられており、一方下水処理場においても富栄養化の原因物質であるリンを除去するため三次処理に適用されている。本研究では、下水中のリン除去のために使用している凝集剤の代わりに、浄水場から発生する凝集汚泥を用いてリンを除去することを目的としている。また、下水中には多くの金属イオンが存在しているので、溶解度が比較的高いマンガンを用いて凝集汚泥のリン酸吸着に及ぼす影響とマンガンの吸着機構を調べた。

2. 実験方法

凝集汚泥への吸着実験は、汚泥中のA 1量が約20mg/lになるよう汚泥を加え、リン酸初期濃度とマンガン初期濃度を10~50mg/l, 1mg/l になるよう添加した。pH変化によるマンガンの除去実験は、50μmと1μmのフィルターを通した水道水を1 lビーカーに用意し、マンガンを1 mg/l になるよう添加した後、pHを調整した。また、凝集汚泥、マンガン、リン酸を混合した実験は、添加順序を表-1の条件で行った。サンプリングは、30分後に平衡に達したとして行い、サンプリングした試料は直ちに1 μmのガラスフィルターでろ過し、ろ水中のリン酸をモリブデン青法で、マンガンを原子吸光光度計で定量した。ゼータ電位は、コロイド・粒子ゼータ電位測定装置を用いて測定した。実験に使用した上水汚泥は、粘土成分にカオリン、凝集剤にPACを用いて生成したALT比1/10の凝集汚泥である。

3. 実験結果と考察

上水汚泥へマンガンを吸着させたときのLangmuir型吸着等温線を図-1に示す。マンガンの最大吸着量は、 $q_{max}=2.89\text{mg/g}$ となり吸着等温式にも適合している。このときのマンガン吸着前後の汚泥ゼータ電位を図-2に示している。pHが高くなるとゼータ電位は、減少して行くが、マンガン吸着後のゼータ電位の変化は、ほとんどない。マンガン錯体のゼータ電位は、負に帯電しておりpHが高くなると配位子の水酸基が多くなるため減少している。Stumm & Morgan²⁾は、水中での金属水酸化物と cation の化学反応を次式で表している。

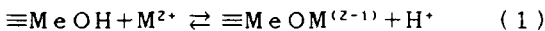


表-1 実験条件

Run No.	初期 pH	凝集汚泥とリン酸とマンガンの添加順序
1	5 7	① 凝集汚泥 ② Mn ③ PO ₄
2	5 7	① 凝集汚泥 ② PO ₄ ③ Mn
3"	5 7	① 凝集汚泥 ② PO ₄

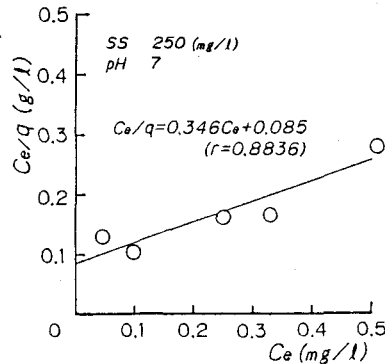


図-1 マンガンのLangmuir型吸着等温線

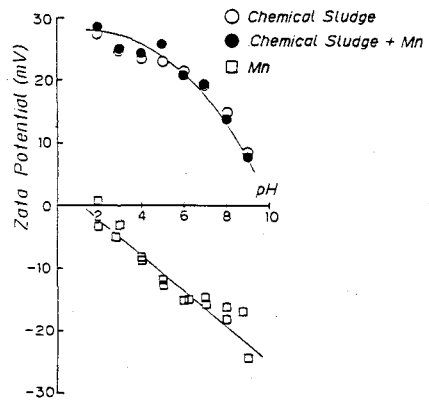


図-2 マンガンの吸着前後のゼータ電位とpHの関係

しかし、アルミニウム水酸化物とマンガンの反応は、錯体のゼータ電位に変化がないため、マンガンが配位子として結合していないと考えられるので(1)式のみで表せない。

図-3は、マンガンが存在した場合のリン酸のLangmuir型吸着等温線である。マンガンが存在するときのリン酸の最大吸着量 q_{max} は、約 70mg/g でマンガンが存在しない場合 ($q_{max}=60\text{mg/g}$) と比較して差がない。従ってリン酸吸着は、マンガンの影響を受けないと考えられる。

図-4は、リン酸添加濃度とマンガン平衡濃度の関係を示す。リン酸添加量が30mg/l以上のとき、吸着されていたマンガンは、凝集汚泥から脱着する。Run No. 1のpH5の場合、脱着量は、吸着量の約90%である。吸着されていたマンガンイオンは、溶媒中にリン酸を添加すると溶媒のイオン強度が高くなるため脱着したと考えられる。ただし、添加リン酸濃度が10, 20mg/lと低いとき、マンガンイオンは脱着していない。凝集汚泥、リン酸、マンガンが共存する場合、リン酸濃度の増加に伴い脱着するマンガン濃度は直線的に増加する。

図-5は、リン酸添加後とマンガン添加後における汚泥のゼータ電位の変化量を示す。ゼータ電位は、負電荷を帯びたリン酸を添加した後大きく下がっているが、マンガン添加前後におけるゼータ電位の変化量はほとんど差がない。従って、凝集汚泥表面への吸着が、リン酸とマンガンの異なることを意味している。

電解質を添加したとき、吸着されていたリン酸とマンガンの及ぼす影響を図-6に示す。リン酸は、NaClの添加によって溶出しませんが、マンガンは吸着した量の約50%が溶出する。マンガンは、弱い静電的反発力と van der Waals力によって汚泥表面に吸着 (Exchange Adsorption) しており、溶媒のイオン強度が上昇すると容易に脱着してしまう。一方リン酸は、配位結合による強い化学吸着 (Chemical Adsorption) で、凝集汚泥中のアルミニウム水酸化物と反応しているためNaClを添加しても脱着しなかったと考えられる。

4. おわりに

上水汚泥へのリン酸の吸着とマンガンの吸着は、異なった吸着現象であり、従ってマンガンは容易に吸着剤から脱着してしまうことを明らかにした。今後は、金属イオンの吸着順位を調べ cation と anion の分離吸着を検討したい。最後に本研究は、近畿大学化学科西川泰治先生の御助言を戴いたことを記し、謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 渡辺・豊島 他: 衛生工学研究論文集, Vol. 23, 1987
- 2) W. Stumm & J. J. Morgan: Aquatic Chemistry, Wiley, pp. 625~627, 1981

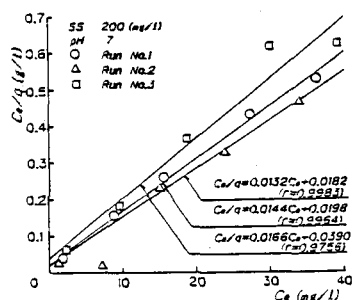


図-3 リン酸のLangmuir型吸着等温線

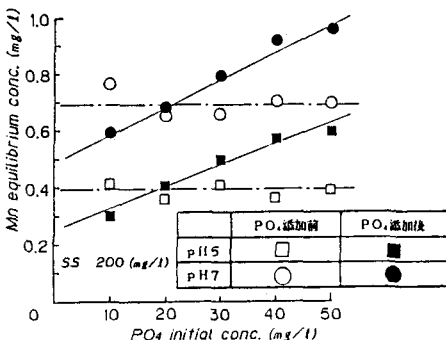


図-4 PO₄添加濃度とMn平衡濃度の関係

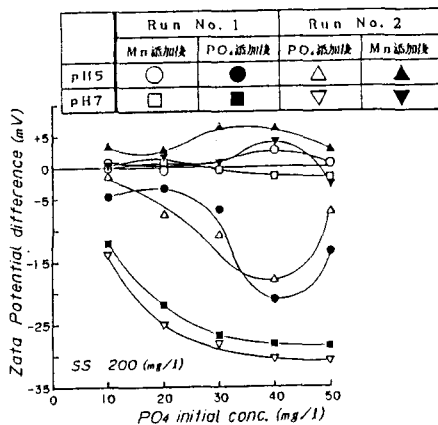


図-5 吸着前後におけるゼータ電位の変化

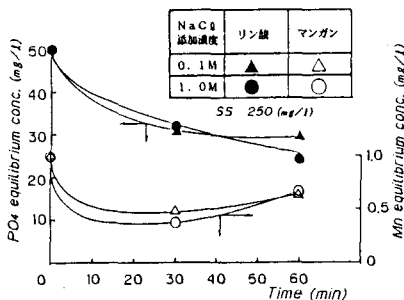


図-6 電解質による吸着への影響