

○京都大学工学部 正会員 河村正純
 京都大学工学部 正会員 宗宮 功
 京都大学工学部 学生員 藤井滋穂

1. はじめに

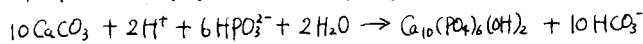
2次処理水の水质改善を目的として、酸化池のもつ処理特性を把握するためにプラント規模の実験を行っているが、今回、酸化池におけるリンの挙動について若干の考察を行った。酸化池では著るしいリン除去効果がえられたが、これらの除去は酸化池における生物活動や化学反応によってなされる。ここでは、特に、化学反応に関係の深い懸濁性無機リンの挙動に注目して考察を加えた。

実験概要は報告その1に示すものと同じである。

2. 酸化池におけるリン除去について

酸化池におけるリン除去には、藻類による摂取と化学沈殿が考えられる。藻類による摂取は藻類が増殖する際に必要なりんを栄養源として生物体内部に吸収もしくは貯留するものである。藻類の構成成分は研究者により若干の差がみられるが、概略的にはC:N:P:Chl-a=50:10:1.3:1とされている。化学沈殿によるリン除去はリン酸と金属が結合しリン酸塩化合物を形成し、さらに沈殿物になることによるものである。この反応に関与する主要金属としては、Al, Fe, Caなどがある。また、これらの金属とリンの反応はpH, リン濃度, 金属濃度と関係があり、一般に、pH 4.5~6.5 ではリンのAl塩やFe塩が安定しており、pH 9以上になると、リンがCaと化合して沈殿物を形成しやすい傾向にある。

藻類の繁殖した酸化池ではpHは高い値を示すのが通常であり、また、流入水中にはCaも多量に存在することなどがリンがアパタイトとして沈殿することも予想される。Caとリンの反応の一例を示す。



3. 酸化池野外データによる考察

実験期間中にえられた各池の流出水中のリン濃度月別平均値を図1に示す。流入水中の溶解性PO₄-Pは0.20~0.71 mg/lであるのに対し、4池の流出水では0.03~0.20 mg/lとリン濃度の著るしい減少がみられた。図2には溶解性PO₄-P, Ca濃度とpHの関係を示す。pHが高い時には溶解性PO₄-Pは低い値を示す傾向がうかがえる。またCa濃度はpH 9以上では減少する傾向にあることがわかった。図3には懸濁性リン濃度とpHの関係を示す。pH 9以上ではpHの上昇とともに懸濁性リン濃度が高くなる。懸濁性リンは、生物リンと懸濁性無機リン(非生物リン)に分けられるが、今、懸濁性リンから生物リンを差引いた値を懸濁性無機リンと考える、これとpHの関係を示したのが図4である。

なお、chl-aに1.3を乗じたものを生物リンの値とした。

これらのことから、酸化池ではpHが高くなるにつれ(9以上)溶解

図1 酸化池流入流出水のリン濃度

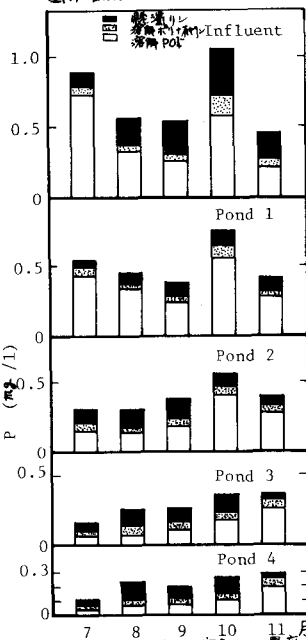
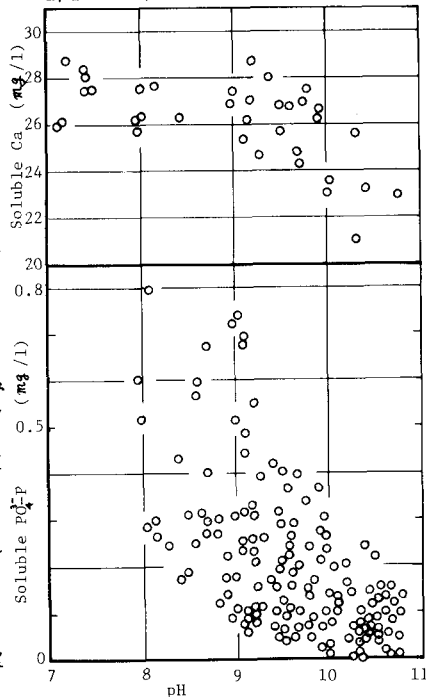


図2 池内 pH と溶解性PO₄-P, 溶解Ca濃度



性 PO_4^{3-} -Pが懸濁性リンに移行するものと考えられる。懸濁性リン/懸濁性リン $\cong 0.7$ 前後の値がえられた。

4. 室内実験による考察

リンの化学沈殿は金属と無機リンとの結合によるものである。またこれらの反応はpH依存度が高いことが次のような実験を行った。酸化池への流入水のpHを調整(7~11)したものを室温で24 hrs静置した後ろ過(0.45 μ ミリポアフィルター)し、そのろ液について PO_4^{3-} -P, AL, Fe, Caを測定した。図5にその結果を示す。 PO_4^{3-} -PはpH9以上になると減少しpH10.6では0.25 mg/lとなった。流入水中のALは少く0.15 mg/lであった。Feは全Feで0.51 mg/l、ろ液のFeは0.02~0.1 mg/lと低く濃度的にリン除去とあまり関係がないように思われた。しかし、Caは26.8 mg/lと高く、pHが9以上になると PO_4^{3-} -Pと相応して減少した。図6には色々なリン濃度でpHを変化した時の PO_4^{3-} -PとCa濃度を示した。どの場合もpH9以上になると PO_4^{3-} -PもCaも減少した。 PO_4^{3-} -Pの減少量とCaの減少量の比をとってみると0.339, 0.332, 0.375であった。

これらのことから、酸化池ではpH9以上になると流入水中のリンはCaと結合して化合物を形成し、溶解性から懸濁性へ移行することがわかった。 $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ となるものとすれば化学量論的には $P/Ca=0.465$ となるはずであるが、えられた値は若干小さい。これは酸化池内では他にも $CaCO_3$ の生成を始めとする複雑なCa除去反応が生じるためと思われる。

5. おわりに

2次処理水を導入している酸化池におけるリン除去反応、特に、化学反応による沈殿物生成除去機構について野外データと室内実験により考察を行ったが要約すると次のようになる。(1) 溶解性 PO_4^{3-} -P、溶解性Ca濃度はともにpHが高い時には低い値を示す傾向がある。(2) 懸濁性リン濃度はpHが高いと高い値を示す。また懸濁性無機リン濃度もpH9以上になると増加することがわかった。(3) 酸化池流入水中のリンとCaのpHが9以上になると結合して沈殿物を形成し溶解性から懸濁性へ移行する。またリンの減少量とCaの減少量の比は0.349前後であった。(4) 酸化池のリン除去には生物学的除と化学的除とがあり、懸濁性リン中の懸濁性無機リンの割合が約70%の値がえられたことなどから、化学反応による沈殿除去過程も無視できないことがわかった。

図.3 pHと懸濁性リンの関係

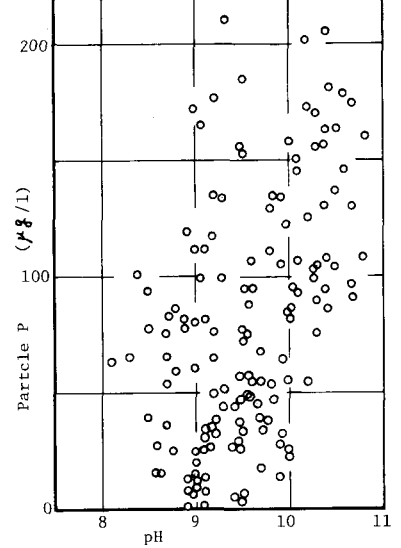


図.4 pHと懸濁性無機リンの関係

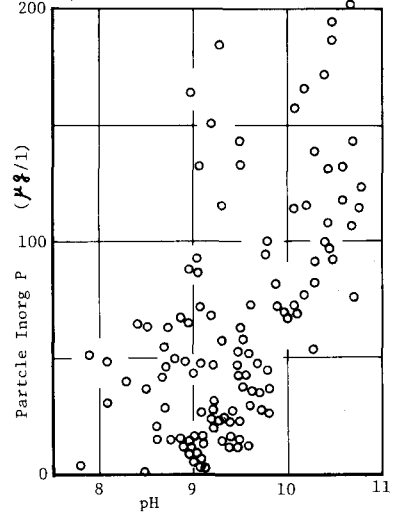


図.6 pH変化と PO_4^{3-} -P, Ca濃度

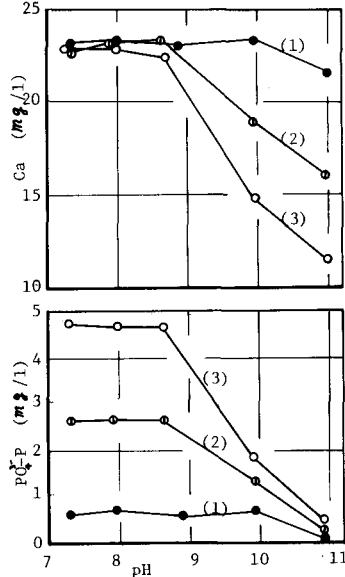


図.5 流入水のpH変化と各金属

