

II-511

ALCのリン除去に関する基礎的研究(Ⅱ)

佐賀大学 理工学部 ○学 今田和明

正 荒木宏之 正 古賀憲一

アタカ工業株式会社 赤嶺和浩

三菱マテリアル株式会社 塚本裕二

1. はじめに

わが国における多くの中小市町村においては弱い財政力、専門技術者の確保の困難性などの理由から、省コストで維持管理の容易な小規模分散型下水道の普及が望まれている。また、湖沼や閉鎖性水域の富栄養化に伴い、水質環境基準の達成などの観点から高度な下水処理が求められている。著者らは、これまでに生物膜ろ過法と高いリン除去能を有するALC (Autoclaved Lightweight Concrete) を用いたろ過法を併用することで高度な処理水質が得られることを確認している^{1,2)}。また、ALCのリン除去過程においては、初期に現れる過程(吸着、凝集、沈殿)とその後現れる過程(晶析脱リン)の2現象の可能性を確認している³⁾。本研究では、この後者の過程に着目し、ALCにおけるリン除去機構について検討を加えた。

2. 実験装置及び実験方法

本研究は、ALCを充填したカラム実験に基づいて行なった。カラムは内径5cmの塩ビ管を用い、充填高を50cmとした。ALCの平均粒径は約3mmである。20m/dayのろ過速度(空筒速度換算)で通水し、流出入水のリン濃度経日変化及びpH経日変化を調べた(以下、カラム実験と略記)。また、回分実験を繰り返して行ない、所定量のリンを除去したALC(ALCサンプル)について、X線回折を行なった。ALCサンプルにおけるリンのマッピング像を求めた。ALCサンプルの平均粒径は約10mmである。尚、各実験における流入リンは人工リン溶液(KH_2PO_4)とし、リン濃度をカラム実験では10mg-P/l、回分実験では10000mg-P/lとした。各々の実験は20℃恒温下で行なった。分析項目は、T-P、pH、アルカリ度である。また、細骨材とALCをろ材として用いた生物膜ろ過法の高度処理特性について検討を加えた。流入水は、間欠曝気方式により佐賀市公共下水道の汚水を有機物、窒素について3次処理水したものを使用し、流出入水のリン濃度経日変化及びpH経日変化を調べた。ALCカラムにおける滞留時間は、20時間である。ALCの平均粒径は約10mmである。分析項目は、T-P、pHである。

3. 実験結果及び考察

図-1にカラム実験におけるリン濃度の経日変化(C/C_0 、 C_0 :流入リン濃度)、図-2にpH経日変化を示す。これらの図から、ALCは高pH域で高いリン除去能を有し、pHが低下するとリン除去能は著しく低下することが分かる。このことから、ALCのリン除去はALC由来のアルカリ溶出の影響を受けているものと思われ、pHの低下はアルカリ溶出量に限界があるためと思われる。リン含有率12.1%のX線回折結果を図-3に示す。図-3において、ブルシャイト($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)及びヒドロキシアパタイト($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$)のピークが認められる。これらのピークは2物質の存在を厳密に確定づける

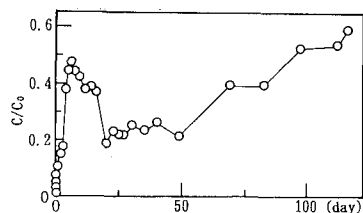


図-1 リン濃度経日変化

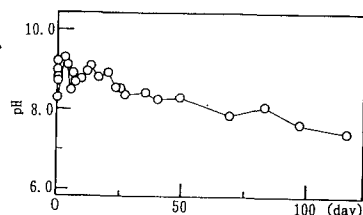


図-2 pH経日変化

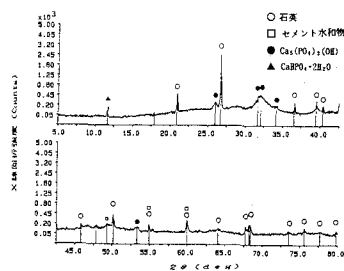


図-3 X線回折結果

までには至っていないものの、その存在の可能性を十分示唆するものである。一般にブルシャイトは一時的に正リン酸を放出することでヒドロキシアパタイトに変わる。このことは、図-1、2においてリン除去率及びpHが通水当初（5日程度）に一時的であるものの低下していることから確かめられた。表-1にALC（リン含有率8%、10%）における洗浄前後のX線回折結果を示す。一般にブルシャイトは溶解性、ヒドロキシアパタイトは難溶解性である。表から分かるように、洗浄後はヒドロキシアパタイトのみとなっており、洗浄によってブルシャイトは溶解したと思われる。ALC（リン含有率10%）の表面部における結晶部分を写真-1に示す。写真-2は写真-1のマッピング像である。写真-2においてALC表面における結晶はリン化合物の結晶であることが分かる。また、他の写真からALC内部においてもリン化合物の結晶が確認されており、ALCによるリン除去は、表面及びその内部でも行なわれていることが確認された。

pHに依存するリン除去は一般に凝集、晶析なども知られているが、本研究で示したALC表面及び内部でのリン結晶の確認、及びヒドロキシアパタイトの存在の可能性から考え、ALCによる持続的なリン除去機構としては晶析脱リンが有力であると思われる。

図-4、5に3次処理水通水後のT-P、pHの経日変化を示す。ALCカラムは、長期間に渡って充分なリン除去効果を示し、処理水中のリン濃度は0.01～0.02mg/l程度と極めて低い値を示している。また、pH9～10の高pH域でリン除去が行なわれていることが分かる。高pHの処理水は、曝気操作を行なうことで水質基準を満たすことは可能である。今後はろ過速度の効率化が課題である。

4. 結論

今回の実験結果から、ALCによるリン除去はALC担体（表層及びその内部）で行なわれていることが確認された。また、従来の研究においてALCによるリン除去過程は、初期に現れる過程とその後現れる過程の2現象が関与していることが確認されている。本研究の結果から、これらリン除去過程のうち少なくとも後者の現象は晶析脱リンであると思われる。

尚、本研究の遂行にあたり、猿渡幸二氏（日本理水設計株式会社）に深謝致します。

【参考文献】

- 1) 松川、野原、荒木、古賀：ALCを用いた生物膜ろ過法による高度処理、平成3年度土木学会年次学術講演会
- 2) 赤嶺、松川、荒木、古賀：ALCを用いた生物膜ろ過法による高度処理（Ⅱ）、平成4年度土木学会年次学術講演会
- 3) 赤嶺、今田、荒木、古賀：ALCのリン除去に関する基礎的研究、平成5年度土木学会年次学術講演会

表-1 X線回折結果

試料 (リン含有率)	洗浄前		洗浄後	
	ブルシャイト	アパタイト	ブルシャイト	アパタイト
8%	○	○	×	○
10%	○	○	×	○

○：存在の可能性あり
×：存在の可能性なし

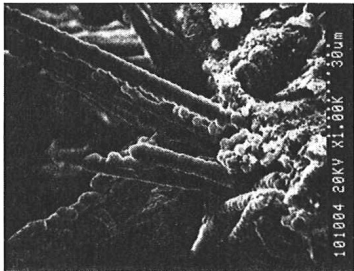


写真-1 電子顕微鏡写真

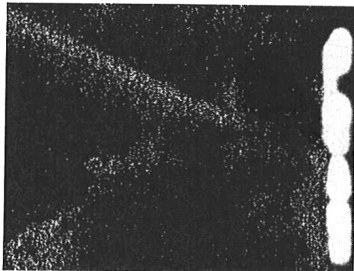


写真-2 マッピング像

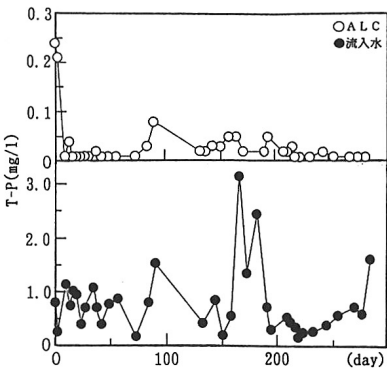


図-4 リン濃度経日変化

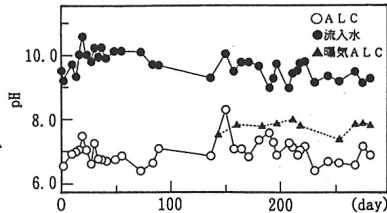


図-5 pH経日変化