

Ⅱ-625

電解凝集・礫間接触法による水域水のリン除去能

前田建設工業(株) 正 山本達生 正 小口深志
正 高橋和夫 正 林原 茂

1. はじめに

湖沼や池・堀などの閉鎖性水域では、富栄養化現象を低減するために、汚濁流入負荷を減らすだけでなく、水域内の汚濁源を除去する必要がある。このような直接浄化技術のなかで、礫間接触法はろ過機能によるSSの除去と、礫間付着生物膜による有機汚濁物質の分解が可能である。

筆者らは礫間接触法のもつ上記の機能を発展させ、閉鎖性水域における富栄養化を防止する目的で、水域水を凝集法・礫間接触法で構成される浄化装置に導水することによって、リンを積極的に除去することを試みた。なお、凝集法については、筆者らが開発を行ってきた電解アルミニウム凝集法を採用し、従来の薬品添加法に比較して、イオン類流出の軽減化を図った。

本報告では、電解凝集と礫間接触の組み合わせ処理の室内実験を行い、礫間生物膜によるリンの捕捉特性と高いリン除去率を得るための条件、並びに水域水の循環処理によるリン除去特性について確認した。

2. 実験方法

2.1 原水

本実験では室内で作製した模擬水域水を原水に用い、リン濃度を種々変化させた。このときの原水のCODは6mg/l、T-Nは4.7mg/l、T-Pは0.15~1.5mg/lである。なお、原水はSS分がなく、いずれの水質も溶解性のものとして与えられている。

2.2 実験装置

実験装置の概要図を図-1に示す。装置は電解槽(100cm³)と礫間接触槽(幅20cm×長さ40cm×深さ8cm)に二分されている。

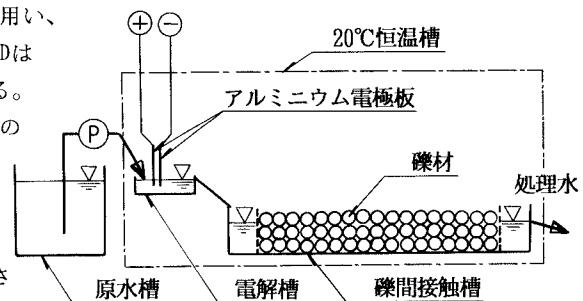


図-1 実験装置概要図

電解槽内の電極は、陽・陰極ともに1cm²のアルミニウム板を用いた。電解槽での滞留時間は7分である。

礫間接触槽には所定の礫材を入れ、水浸漬部の間隙量に対する滞留時間が1~1.5時間になるように流入水量の調整をした。流入水量は15~20ml/minである。

礫材は川砂利並びに比較のためにガラス球を用いた。川砂利は粒径調整を行い、#4.75~9.5mmと#25.4~37.5mmの粒径範囲のものを供試した。以降、前者を10mm礫、後者を30mm礫と称する。10mm、30mm、いずれの礫も充填時の間隙率は38%であった。ガラス球については直径20mmのものを六方型最密充填(間隙率26%)した。

2.3 実験概要

原水槽の模擬原水を定量チューブポンプにより電解槽に連続注入し、所定のアルミニウム溶出量となるように電解を行った。電解後の水はその後連続的に礫間接触槽に流入させ、礫間を通過後のオーバーフロー水を処理水とした。礫間接触槽で生物処理を行うケースでは、接触槽内に当研究所浄化槽の活性汚泥を植殖し、2ヵ月程度の馴養を行った。本実験では、礫間接触槽内で生物処理を行わないケースを設けており、この場合は実験前に礫材料を120℃で滅菌した。なお、電解槽および礫間接触槽は、20℃に維持された恒温槽内に設置した。

3. 実験結果と考察

3.1 電解・礫間接触処理によるリン除去効果

流入T-P、電解アルミニウム溶出量、礫材料、および生物膜付着の有無による各種条件を変えて、電解・礫間接触処理によるリン除去効果を調べた。その結果を溶出アルミニウム濃度と原水T-P濃度との比（A1/P）とT-P除去率との関係で図-2にまとめた。

まず、生物膜が付着していないケースでは、10mm礫、30mm礫ともに、 $A1/P \leq 6$ の範囲において、T-P除去率は30%以下であり、 $A1/P=6.7$ においてリン除去率の大きな向上がみられた。

一方、生物膜を付着させた状態においては、リン除去率はA1/Pの増加に伴い、高くなる傾向にあり、生物膜のない場合に比較して低いA1/Pで高いT-P除去率が得られている。さらに、A1/PとT-P除去率との関係は、礫材等の他条件によって大きくばらつくことなく、概ね $A1/P=2$ で50%、 $A1/P=4$ で70%のT-P除去率を確保している。なお、図-2中には電解による凝集体を孔径 $1\mu m$ のろ紙でろ過した場合における結果を記入しているが、低いA1/Pでは生物膜付着のケースよりT-P除去率が劣っている。

以上のことから、生物膜の存在により、低いA1/Pで高いT-P除去率が得られる原因は、礫間のろ過作用によるものではなく、生物膜による粘性と表面積の増加が、リンを包括した凝集体の吸着性を向上させたためであると推定される。

3.2 水の交換回数と水域水のリン濃度との関係

閉鎖性水域の水を浄化設備に導水し、処理水を水域に戻す場合水域水が浄化設備を通して交換される回数と水域のリン濃度との関係は、処理設備の容量を設定する上で重要である。

そこで、50ℓの水槽に原水を入れて水域を模擬し、これと浄化装置間を水循環して、水域内のリン濃度の推移を調べた。なお、原水のT-Pは 0.17mg/l 、 $A1/P=2$ 、礫材はガラス球である。

交換回数と水槽内のT-Pとの関係を表-1に示す。水域水のT-Pは交換回数の増加に伴い、低濃度になっている。このときの水交換回数と水域のリン濃度との関係は、ほぼ下式に従っているようである。

$$C_n = C_0 \cdot (C_1/C_0)^n \quad (1)$$

ここで、 C_n は n 回水交換後における水域水のリン濃度であり、 C_0 は浄化前の水域水（原水）のリン濃度である。本実験では、 C_1/C_0 は約0.65となり、 n 回交換後における水域のリン濃度は初期濃度の 0.65^n に相当する。

4. 結論

電解アルミニウム凝集法と礫間接触法との組み合わせによる、水域水のリン除去能について、室内実験を行い、以下の結論を得た。

- ①礫間の付着生物膜には、リンを包括した凝集体を捕捉する効果があり、特にA1/Pが6程度以下のアルミニウム溶出濃度が低い場合において、生物膜のない場合や孔径 $1\mu m$ の清澄ろ過に比較して、生物膜のある場合はリン除去能が高い。したがって、電解凝集法と礫間接触法との組み合わせは、通常の凝集ろ過法に比較して、より低いアルミニウム量で高いリン除去率が期待できる。
- ②水域水の循環処理では、本室内実験において水域水の水交換回数とリン濃度との間に前出(1)式の関係が見いだされ、この関係は水域規模に対する処理設備容量の設定に大きく寄与するものと考えられる。

	生物膜	流入T-P	礫材
○	有	0.5mg/l	30mm礫
□	有	0.15	30mm礫
△	有	0.15	ガラス球
●	無	0.5	30mm礫
■	無	1.5	30mm礫
◆	無	1.5	10mm礫
×	無	0.5	1 μm ろ紙

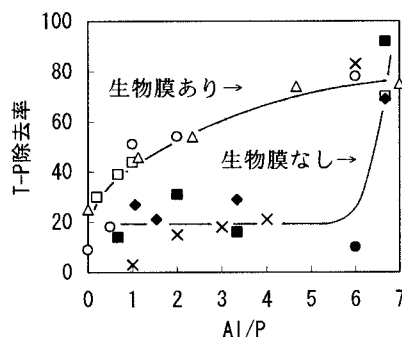


図-2 A1/PとT-P除去率との関係

表-1 水の交換回数とリン除去能

交換回数	水域水T-P	浄化率 $(C_0 - C_n)/C_0$
原水	0.17 mg/l	-
1回	0.11	35 %
2	0.069	59
3	0.061	64
4	0.030	82
5	0.017	90