

送・配水管内における微生物再増殖に関する基礎的研究

大阪工業大学大学院 学生会員 ○前田 和孝 須田 充
大阪工業大学工学部 正 会 員 笠原 伸介 石川 宗孝

1. はじめに

送・配水過程における水質の劣化は、主に送・配水管壁面上に付着した細菌によって引き起こされることが知られており、付着細菌が増殖する際に利用される各種栄養元素を制御することは、良質な飲料水を供給する上で重要である。本研究では、付着細菌の増殖特性と供給水質との関係を明らかにするため、配水管内における細菌の付着・増殖過程を模擬的に再現し得るアニュラーリアクターを用い、代表的な増殖制限因子とされるAOCとリンの影響について検討した。

2. 実験方法

図1に、実験装置の概要を、表1に、アニュラーリアクターの仕様と運転条件をそれぞれ示す。供試水として、チオ硫酸ナトリウム ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) を添加することにより脱塩素処理された本学水道水（大阪市水道水）を連続的に通水し、一方の供試水には、水中のリン濃度を高めるためリン酸二水素カリウム (KH_2PO_4) を 0.1 mg P/L となるよう添加した。見かけ滞留時間（流量/容積）は 4 hr として運転し、運転中における供試水および槽内水の水質と細菌数を測定するとともに、スライド表面に付着した細菌数を継続的に計測した。

3. 供試水の水質

表2に、供試水の平均水質を示す。まず、見かけAOC濃度に注目すると、リン添加の有無にかかわらず、いずれも約 $30 \text{ } \mu\text{g ac-C eq/L}$ と等しく、共存するリン濃度による影響は確認されなかった。また、C:N:P (AOC:T-N:P) の比に注目すると、対照系および添加系においてそれぞれ $10:400:1$ および $0.3:13:1$ と、いずれも従属栄養細菌が増殖する際の一般的な基質消費割合とされる $50:5:1^{1)}$ に比べ、有機炭素の含有割合が相対的に低かった。これらのことから、見かけ上は、有機炭素が細菌の増殖を制限していると推定された。

4. 槽内における細菌数の変化

図2に、スライド表面における付着細菌数の経日変化を示す。これによると、付着細菌数は、いずれの系列においても通水開始約60日後に定常状態に到達し、定常状態における平均付着細菌数を比較すると、対象系では $9.2 \times 10^6 \text{ CFU/cm}^2$ (HPC) $2.2 \times 10^{-11} \text{ mol/cm}^2$ (ATP) 添加系では $2.2 \times 10^7 \text{ CFU/cm}^2$ (HPC) $1.2 \times 10^{-10} \text{ mol/cm}^2$ (ATP) と後者が前者の約2

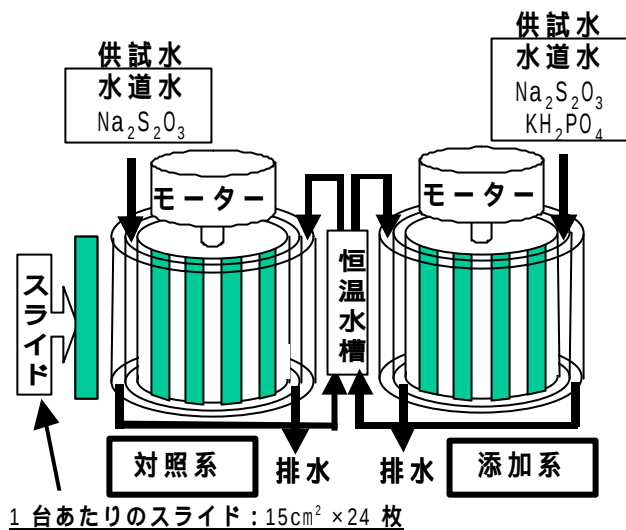


図1 アニュラーリアクターの概要

表1 アニュラーリアクターの仕様と運転条件

見かけ滞留時間	4 hr
設定水温	25
リアクター容積	1.4 L
槽内全表面積	2250 cm^2
ドラム回転速度	60 rpm
回転ドラム直径	14 cm

表2 供試水の平均水質

項目	対照系	添加系
DOC (mg/L)	0.8	0.7
AOC - 見かけ濃度- ($\mu\text{g ac-C eq/L}$)	32	31
T-N (mg N/L)	1.2	1.2
T-P ($\mu\text{g P/L}$)	3	90
$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ($\mu\text{g P/L}$)	2	88

キーワード：水道水、微生物、再増殖、AOC、リン

連絡先：〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学 工学部 都市デザイン工学科 Tel&Fax. 06-6954-4165

～5 倍高かった。このことは、供試水中の C:N:P 比に基づく推定とは異なり、スライド表面における付着細菌の増殖は、リンによって制限されていることを意味している。

次に、表 3 に、定常状態における従属栄養細菌数（HPC）の平均値を示す。これによると、槽内の HPC は、いずれの系列においても供試水より 2 オーダー高く検出され、4 時間の滞留中に浮遊細菌の増殖あるいは付着細菌の剥離に伴って浮遊細菌数が増加している様子が確認された。しかし、その増加量と付着細菌数との間には明確な関係が認められず、本実験においては、供試水中のリン濃度は付着細菌数に対してのみ影響を及ぼしていることがわかった。

5. 槽内における水質変化

図 3 に、槽内における AOC の変化を、図 4 に、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ の経日変化をそれぞれ示す。まず、通水当初における各成分の減少量に注目すると、AOC については、通水開始 9 日後では両系列においてほとんど減少しなかったが、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ については、通水開始 8 日後には添加系で $30\text{ }\mu\text{g P/L}$ 減少し、添加されたリンの相当量が通水当初の段階から細菌により消費されている様子が確認された。また、定常状態における減少量に注目すると、AOC については、いずれの系列においても約 $10\text{ }\mu\text{g ac-C eq/L}$ 減少したのに対し、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ については、添加系においてのみ約 $10\text{ }\mu\text{g P/L}$ 減少しており、添加系では炭素減少量がリン減少量に比べて割合的に極端に低いこと、および AOC 減少量は付着細菌数の大小に依存しないことが明らかになった。これらのことは、酢酸当量に換算された AOC 濃度では、細菌の同化に利用される実際の炭素濃度が過少に評価されたこと、および細菌が同化する際、AOC として検出されない有機成分が利用されたことに起因すると考えられ、AOC と細菌増殖との関係についてはさらに詳細な検討を要すると考えられる。

6. おわりに

本研究により、水道水中のリン濃度は、送・配水管壁面における付着細菌の増殖に大きく関与することが明らかになった。また、AOC 濃度と付着細菌の増殖との間には明確な関係が認められず、付着細菌の増殖ポテンシャルの指標としての有効性を詳細に検討する必要性が示された。

【謝 辞】

本研究の遂行に多大なご協力を頂いた、本学卒業生の福谷好博君に感謝の意を表わします。

【参考文献】

- 1) 松尾友矩 編：水環境工学, pp27, 株式会社オーム社, 東京 1991

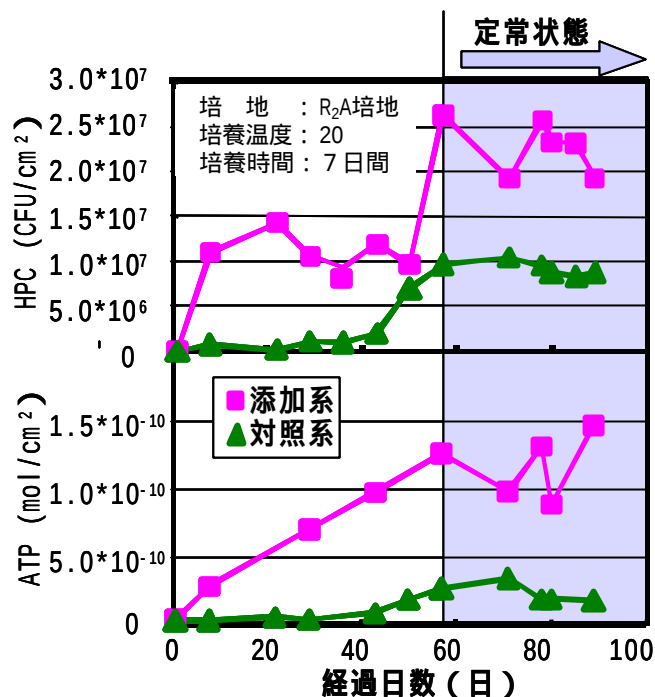


図 2 スライド表面における付着細菌数の経日変化

表 3 定常状態における細菌数（HPC）の平均値

	対照系	添加系
供試水中浮遊細菌 (CFU/mL)	1.3×10^3	1.6×10^3
槽内浮遊細菌 (CFU/mL)	1.9×10^5	1.3×10^5
スライド付着細菌 (CFU/cm²)	9.2×10^6	2.2×10^7

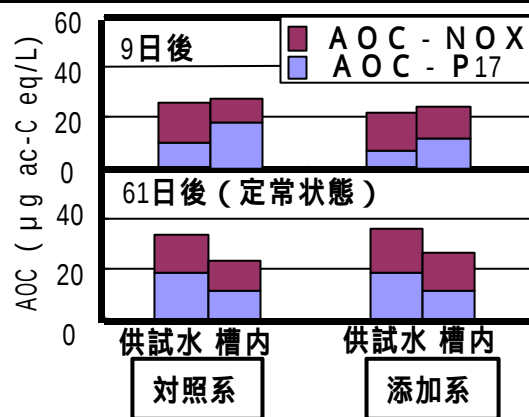


図 3 槽内における AOC の変化

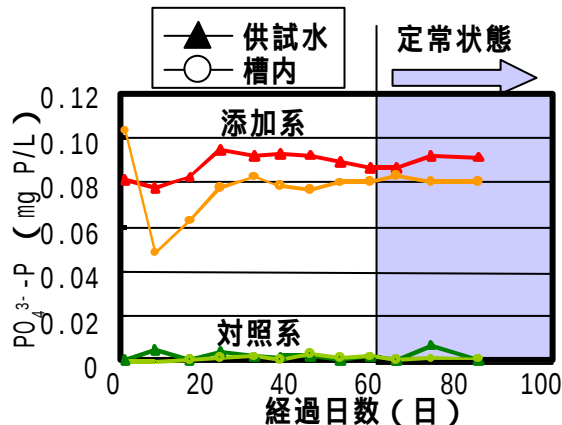


図 4 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 濃度の経日変化