

VII-106

生物活性炭におけるアンモニア性窒素と生物同化性有機炭素の挙動

○北海道大学大学院 学生員 笠原 伸介 北海道大学大学院 相澤 拓
 北海道大学工学部 正 員 渡辺 義公 北海道大学工学部 小澤 源三
 北海道大学工学部 正 員 岡部 聡 北海道大学 正 員 丹保 憲仁

1. はじめに

生物活性炭（BAC）は、生物再生による活性炭の寿命の延長やアンモニア性窒素の除去などの利点を有する¹⁾が、いまだ工学的に有効に制御されていない。本来、これらの生物学的な現象は、BAC層内の基質濃度と菌体増殖の平衡関係に基づいて検討すべきであるが、一般に、水道原水中の有機物の大部分は生物難分解性であるため、その評価は困難である。

ここでは、硝化菌の基質となるアンモニア性窒素と、従属栄養細菌の基質となる生物同化性有機炭素（AOC）の挙動に着目し、BACの生物学的機能に及ぼす活性炭固有の生物付着性とオゾン酸化の影響について検討した。

2. 実験

実験装置は、北海道江別市上江別浄水場に設置した処理水量 $50\text{m}^3/\text{d}$ の実験プラントと、それに併設した小型活性炭カラムを用いた。図-1に、実験装置のフローを示す。原水は千歳川表流水を用い、実験プラントでは、オゾン処理水($2\text{mg O}_3/\text{L}$)を、吸着性に優れているCALGON社のF-400（石炭系）と生物付着性に優れているPICA社のPICA BIOL（木質系）を充填したカラムに、 $\text{LV}=143.4\text{ m/d}$ 、 $\text{SV}=4.0\text{ hr}^{-1}$ でそれぞれ通水した。小型活性炭カラムでは、実験プラントの各プロセスにおける処理水を、アンモニア濃度が約 1 mg N/L になるよう $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ を添加し、それぞれPICABIOLを充填したカラムに、 $\text{LV}=143.4\text{ m/d}$ 、 $\text{SV}=10.0\text{ hr}^{-1}$ で通水した。AOCの測定は、アンモニア性窒素の除去が十分認められた後、 $96.3.8$ （水温 3.6°C ）に行い、実験プラントおよび小型カラムにおける活性炭通水時間は、それぞれ約12,000、約4,000時間であった。三態窒素の測定については、イオンクロマトグラフィにより行い、AOCの測定については、*P. fluorescens* strain P17と*Spirillum* sp. strain NOXを一度に接種し、最大コロニー数をパラメータとして酢酸に換算して求めた²⁾。

3. 生物付着性の影響

図-2に示したアンモニア性窒素除去率の経日変化によると、通水開始時の水温が10度前後と低かったため、いずれの活性炭においても水温が約 13°C を上回る頃から硝化が認められた。その後、再び水温が約 13°C を下回ると、PICABIOLにおいては流入水中のアンモニア性窒素をほぼ完全に除去できたが、F-400においては全く除去できなくなり、両者の生物付着性の違いが顕著に現れた。しかしながら、図-3に示したAOCの測定結果によると、両

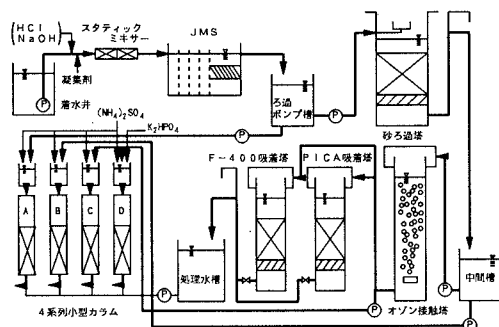


図-1 実験装置フロー

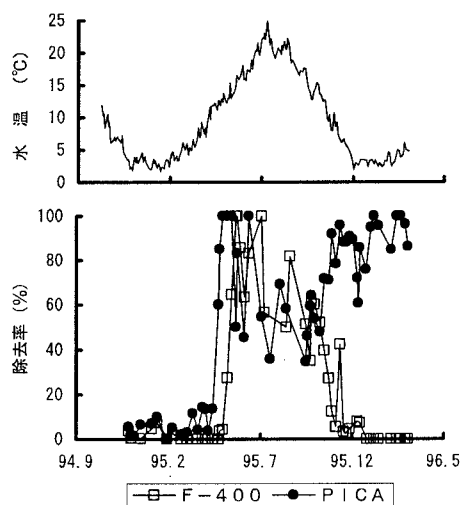


図-2 アンモニア性窒素除去率

表-1 DOC・E260測定結果（'96.3.8）

試料	DOC	E260	試料	DOC	E260
原水	3.01	0.095	F-IN	1.89	0.028
オゾン	1.90	0.013	F-OUT	1.84	0.026
PICA	1.65	0.012	O-IN	1.93	0.013
F-400	1.50	0.010	O-OUT	1.72	0.012

※ F：砂ろ過・活性炭，O：オゾン・活性炭

活性炭における除去率の差はわずか13%であった。一般に、生物易分解性有機物は吸着性が低いこと、また表-1に示すとおりオゾン処理水に対するDOCの除去率は、F-400、PICAにおいてそれぞれ21、13%、E260の除去率はそれぞれ23、8%と、ほぼ吸着平衡に達していたことから、従属栄養細菌は、硝化活性が低くなる条件でも比較的高い活性を保持していると考えられる。

4. オゾン酸化の影響

図-4に示したアンモニア性窒素除去率の経日変化によると、オゾン・活性炭は、砂ろ過・活性炭に比べて硝化の立ち上がりが26日遅く、その後の除去率も平均約25%低かった。また、図-5に示すとおり、水温約2.5度において行った活性試験の結果、オゾン・活性炭では完全な亜硝酸型の反応が認められ、オゾン処理はBACにおける硝化活性を低下させることが明らかになった。他方、有機物の動きに注目すると、砂ろ過水中のE260は、オゾン処理によって約57%減少し（表-1）、AOCは、図-6のとおり約2倍増加することが認められた。ここで、砂ろ過・活性炭とオゾン・活性炭におけるAOC除去量を比較すると、後者の方が約23 $\mu\text{g ac-C eq/L}$ 高かった。このことは、オゾン処理によってBAC層内の従属栄養細菌が有効に機能するとことを示唆しているが、両者のDOC破過曲線はほぼ類似しており、生物再生に関する明確な効果は確認できなかった。さらに、オゾン・活性炭は、流出水中のAOCが砂ろ過・活性炭より約35 $\mu\text{g ac-C eq/L}$ 高く、より長い接触時間を必要とすることから、BAC前段のオゾン処理の影響については、さらに詳細な検討が必要であると考えられる。

5. まとめ

本実験により、AOCは、アンモニア性窒素ほど活性炭固有の生物付着性の影響を受けないこと、オゾン処理は、AOCの除去量を増加させるが、硝化活性を低下させることを明らかにした。

最後に、本実験に協力頂いた江別市水道部ならびに（株）クボタの関係各位に感謝する。

【文 献】

- 1) AWWA Committee Report: An Assessment of Microbial Activity on GAC, J. of AWWA, pp. 447-454, '81.8
- 2) Dirk van der Kooij: Assimilable Organic Carbon as an Indicator of Bacterial Regrowth, J. of AWWA, pp. 57-65, '92.2

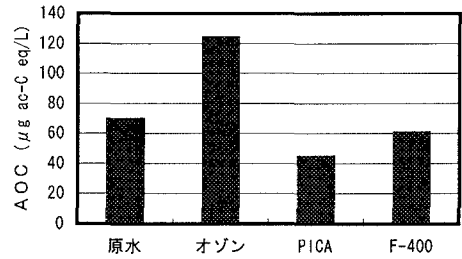


図-3 AOC測定結果

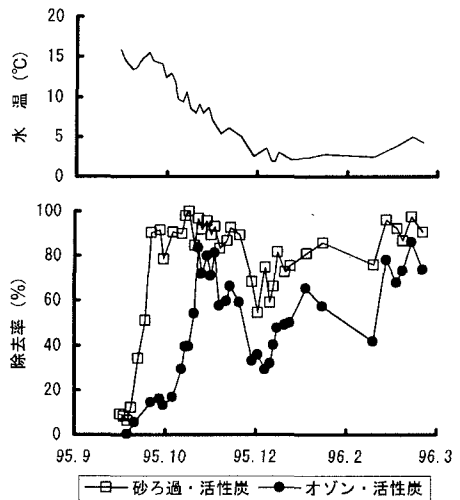


図-4 アンモニア性窒素除去率

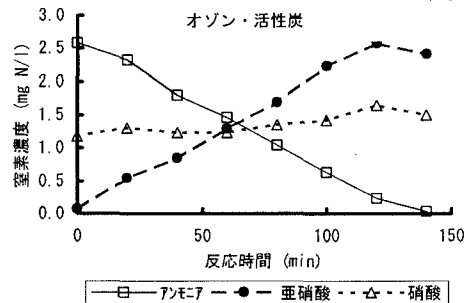


図-5 硝化活性試験一例

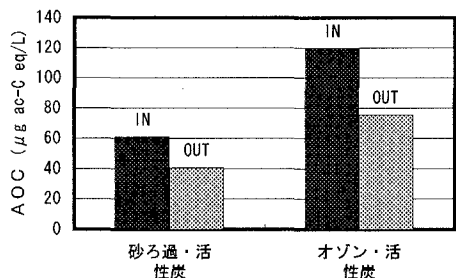


図-6 AOC測定結果