

II-477

ばっ気粒状層による水道原水中のアンモニア性窒素の硝化

東京大学 学生員 滝沢 智  
 東京大学 B.R.KANSAKAR  
 東京大学 正員 藤田賢二

1. はじめに

近年、水道原水中のアンモニア性窒素の増加にともない、その有効な除去方法の開発が望まれている。現在行なわれている前塩素処理法に対して、微生物を利用したアンモニアの硝化はいくつかの利点が認められている。我々の研究室では、既に粒状ろ層により水道原水中のアンモニア性窒素を急速に硝化し得ることを示したが、今回はそれに引きつづき、粒状ろ層の硝化特性を実験的に明かにした。

2. 実験方法及び実験装置

下部にばっ気装置を備えた、透明な円筒形のアクリル樹脂製ろ過筒(内径100mm, 40mm)に、表-1のような砂、アンスラサイト、砂利をそれぞれ表-2のように充填した。その中にアンモニア性窒素濃度約10mg/lになるように調整した人工原水を導き、上向流または下向流で流した。実験期間中、ろ過速度は初め12.5または50m/dで、100%硝化が行なわれるようになってから段階的に200m/d迄あげてゆき、硝化能力の限界を調べた。ばっ気速度は、それぞれ180m/d(内径100mm)、460m/d(内径40mm)である。

Table 1 -- Characteristics of Filter Media

Characteristics	Filter Media		
	Sand	Gravel	Anthracite
Effective Size, mm	0.59	—	—
Uniformity Co-efficient	1.24	—	—
Size, mm	—	3-5	3-5
Porosity	0.50	0.50	0.56
Bulk Density, kg/m <sup>3</sup>	2660	2620	1430

Table 2 -- Types of Filters

No.	Filter Type	Mode of Flow	Inner Dia. m	Filter Depth m
1.	Sand Filter	Downflow	0.10	1.20
2.	Sand Filter	Upflow	0.04	0.65
3.	Anthracite Filter	Downflow	0.10	1.20
4.	Anthracite Filter	Upflow	0.10	1.20
5.	Anthracite Filter	Downflow	0.04	0.65
6.	Gravel Filter	Upflow	0.04	0.65
7.	Gravel Filter	Downflow	0.04	0.65

3. 結果と考察

図-1および図-2は、ろ過筒内径40mm, ろ材アンスラサイト, 下向流の場合の窒素濃度の経日変化を示している。実験期間中pHは流入水で7.80から8.20流出水で6.95から7.85でありストリッピングによるアンモニアの除去はほとんどない。このようなRUNを各ろ材, 流れの向きについて行い、その結果をもとに、以下の各点について論ずる。

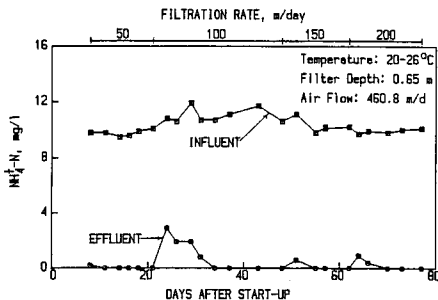


FIG. 1 - Ammonia Nitrogen in Anthracite Downflow Filter (Small)

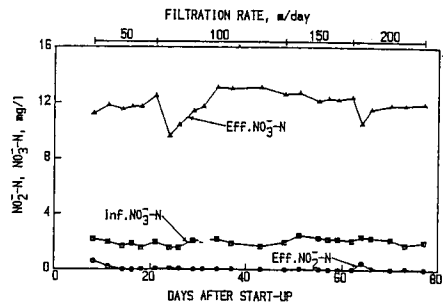


FIG. 2 - Nitrite and Nitrate Nitrogen in Anthracite Downflow Filter (Small)

(1) 硝化速度式について

図-3は前掲図-1, 2のRUNの途中で各ろ過速度に於いて定常に達した後流下方向の窒素濃度変化を求めたものである。アンモニア, 亜硝酸, 硝酸性窒素の収支はほぼあっている。各RUNについてこのようなグラフを作成し、流下方向のアンモニア性窒素濃度を測定した結果、アンモニア性窒素は深さ(滞留時間)に比例して直線的に減少している。このように、アンモニア性窒素の減少速度は、次のように0次元反応式で近似できる。

$$-dN/dt = k$$

N: アンモニア性窒素  
t: 滞留時間(初期空隙率基準)  
k: 定数

各RUNの結果から直線回帰して求めたkと絶対温度Tの逆数とを片対数グラフ上にプロットすると図-4のようにほぼ直線上に乗る。即ち次のアレニウス式が成り立つ。

$$dN = k_{15} * a^{(t-15)} * t$$

ここで  $k_{15}$  は温度15°Cに於ける定数kであり、 $\theta$ は温度(セ氏)である。各条件毎に定数  $k_{15}$  と温度依存係数aを求めたのが表-4である。

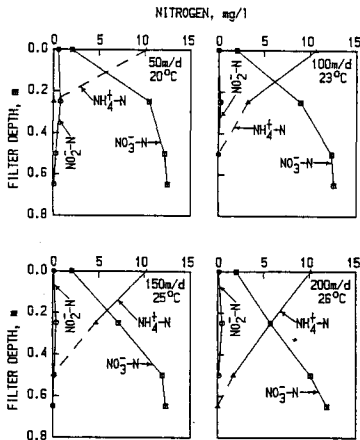
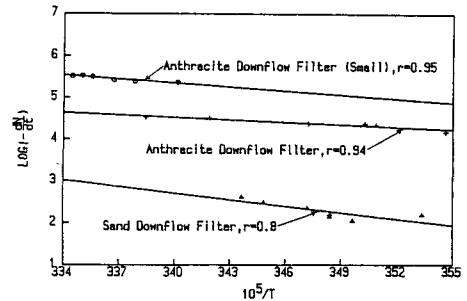


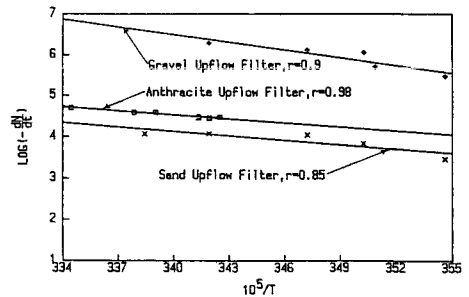
FIG. 3 - Nitrogen Profiles in Anthracite Downflow Filter (Small)

Table-4

Filter Type	$k_{15}$ mg/l/hr	a
Sand Downflow	10.5	1.064
Anthracite Downflow	48.7	1.042
Anthracite Upflow	74.4	1.039
(Small) Downflow	167.5	1.039
Gravel Upflow	423.4	1.078



(a) Downflow Filters



(b) Upflow Filters

FIG. 4 - Relationship between Ammonia Nitrogen Removal and Temperature

(2) 各種ろ材の硝化能力

硝化に対してろ材粒径は最も大きな影響を与え、実験の範囲では大きな粒径(3-5mm)の方が小さな粒径(E.S.O.0.59mm)のものより優れている。またアンスラサイトと砂利では、同じ粒径でも砂利の方が結果が良かった。砂は、硝化効率も悪く、気泡による閉塞や、空気が一定の通り道のみを通過してしまうというような弊害があり、本処理法の為のろ材には適さない。

(3) 上向流と下向流による違いについて

小径ろ材では上向流が良い硝化効率を示すが、大径ろ材では流れの方向による硝化速度の違いは見られなかった。