

東京大学工学部都市工学科 学生員 室石 泰弘

同

カンサクル・バグワン

同

正会員 藤田 賢二

1. はじめに 水道原水の汚濁は近來避けられぬ傾向にあるが、それに伴い浄水場では塩素投入量が年と共に増加（特に夏場）している。このため水道水中に有機塩素類が形成され易い状況が全国的に現われつつある。そこで、浄水場で塩素投入量を増加させている主要因であるアンモニア態窒素の除去が当面の課題と考えられ、効率の良い硝化装置を開発する事が急務である。我々は粒状層によつてアンモニア態窒素を生物的に硝化する事とし、実験を行つた。以下に得られた知見を示す。

2. 実験装置と実験概要

実験装置は図-1に示す通り、直径100mm 高さ2200mmの沙過筒3本、原水貯槽、水道水貯槽、ポンプ類及び付属機器からなる。沙過筒には各2砂（密度 2660 kg/m^3 空隙率0.50）、アンスラサイト（密度 1430 kg/m^3 空隙率0.56）及び活性炭が充填されており、他実験でバッチ槽に飼育されている硝化菌をシーディングした後、空気と原水を向流で通水した。原水は水道水にアンモニア態窒素を 10 mg/l-N とな

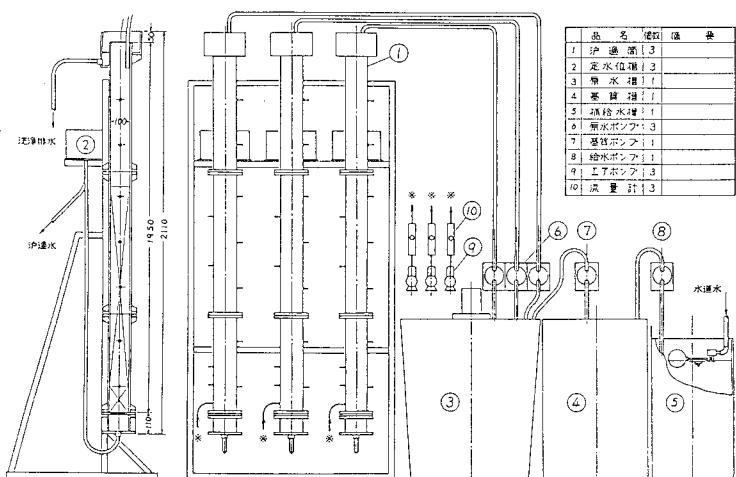


図-1 硝化実験装置

るよう加えたものに栄養塩類を添加したものである。ただし、水道水中に硝酸態窒素が始めから 2 mg/l-N 程度含まれているので、総窒素はそれを加えた量となっている。本報告では砂層及びアンスラサイト層の結果について報告する。

3. 実験データと考察

3.1 空気-水 向流沙層の損失水頭 吹き込み空気量及び沙過速度を変化させた時のアンスラサイト沙層上端-下端間の水頭差を示したのが図-2である。吹き込み空気量と沙過速度の間に直線関係が成り立っているのがわかる。特徴的なことは沙過速度が0であっても空気が吹き込まれている場合は水頭差が生じていることである。この理由は沙層内で攪拌・保持される空気泡によつて水压の伝達が妨げられるため、と考えられる。

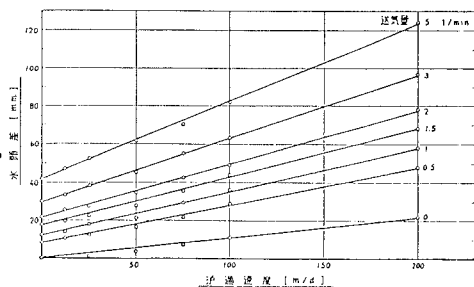


図-2 空気-水向流沙層の水頭損失水頭

3.2 酸素移動の総括容量係数 $K_L a$ アンスラサイト沙層部及び水中部の $K_L a$ を図-3及び図-4に示す。これらの図から明らかなように沙層部の $K_L a$ は水中部の $K_L a$ に比べてほぼ2倍となっている。この理由は沙材により空気泡が上昇することと妨げられ、沙層内に長時間空気泡が滞留するためである。図-5はそ

のことを示すもので、砂層中の気相比（砂層体積当りの気体体積）は水中部の気相比の2倍以上になっている。

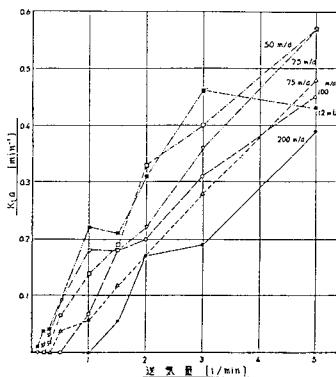


図-3 砂層内 K_{La} 測定値

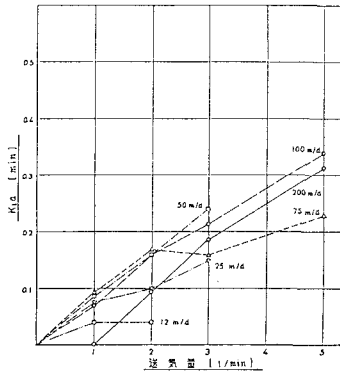


図-4 水中 K_{La} 測定値

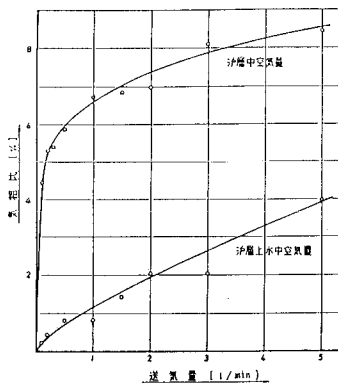


図-5 砂層および水中の気相比

3.3 硝化実験 砂層による硝化実験は58年11月より、またアンモナイト層による硝化実験は59年1月から開始した。それぞれのアンモニア硝化率の時間変化を図-6及び図-7に示す。硝化菌の働きは温度に大きく影響され、水温の低い時期に始めたアンモナイト層による実験ではアンモニアの硝化が起きるのに、長時間を要し、また、水温の変化と共に硝化率も小刻みに変動している。アンモナイト層では結局水温が上昇してから実質的な硝化が始まった。水温の比較的高い時期に始めた砂層では、硝化率は時と共に着実に上昇している。しかし、それでも定常状態に達するのは約50日を要しており、硝化菌の増殖速度がかなり遅いことを示している。定常状態に達した後砂層内のアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素及び硝酸態窒素の変化を砂層速度12.5 m/d及び25 m/dについて図-8に示す。アンモニア態窒素の濃度は砂層深さと共にほぼ直線状に低下しており、反応次数はほぼ0次とみなしてよい。しかし、正確には図-9に示すように、砂層速度によって多少の違いがでてきている。

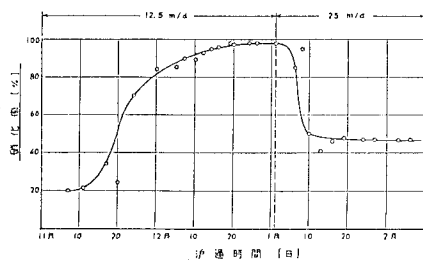


図-6 硝化率の時間変化 (砂層)

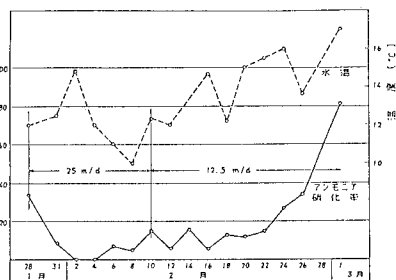


図-7 硝化率の時間変化 (アンモナイト層)

4. 結論 以上の結果をまとめると次のようになる。

(1) 空気-水 向流砂層の損失水頭（水位差）は砂層速度と直線関係にある。

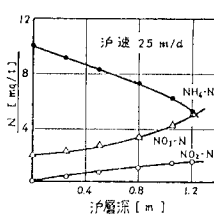
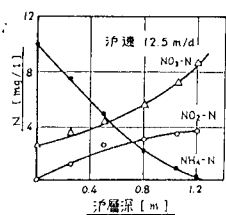


図-8 定常状態における各態窒素濃度 (砂層)

(2) 砂層における K_{La} は水中におけるそれと比べて2倍程度大きい。

(3) 硝化菌の増殖速度は温度に大きく依存する。

(4) 粒状層におけるアンモニアの硝化反応の次数はほぼ0次と考えられる。

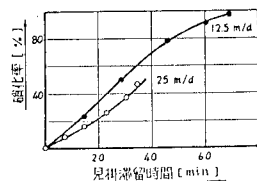


図-9 滞留時間と硝化率 (砂層)