

いまさら訊けない下水道講座 6

<硝化>

「しょうか」と聞いたとき皆さんは何を思い浮かべますか? 「消化」、それとも今回お話しする「硝化」でしょうか。

下水道分野で「硝化」といえば、下水中の窒素を処理する過程のうちアンモニア (NH_4^+) を亜硝酸 (NO_2^-) を経由して硝酸 (NO_3^-) まで酸化 (酸素が付加) する反応を指します。この硝化は、有機物分解に関与する従属栄養微生物 (メルマガ No.41 参照) とは異なる「硝化細菌」(アンモニア酸化細菌、亜硝酸酸化細菌) といわれる独立栄養細菌に分類されるごく限られた細菌が担っています。この硝化細菌は、有機物分解を行う従属栄養微生物と比べて、増殖速度が遅く、標準活性汚泥法など SRT (固形物滞留時間) が短い処理法ではあまり増殖しません。また、硝化細菌は従属栄養細菌と比較して高い溶存酸素濃度条件を必要とすることから、硝化は有機物の処理がほぼ終了してから進行します。よって、一般的に硝化が起きている施設は、有機物の処理が良好に終了していると判断できます。

上のような特性を考慮して高度処理施設では、SRT を長くしたり、担体を投入するなどあらかじめ生物反応タンク内に硝化細菌をより多く保持するための施設設計をするとともに、運転管理では SRT を考慮した汚泥の引抜きや生物反応タンク内の溶存酸素濃度を標準活性汚泥法などよりもやや高めにするこゝで安定した窒素処理 (硝化) を行ないます。ところが、窒素処理を目的としない標準活性汚泥法等でも、稼動初期で流入水量が少なかったり、流入水質が薄い場合、流入水温が高く硝化細菌の増殖が活発な時期等には、空気を過剰に供給すると硝化が進むことがあります。

硝化が進むと処理水中のアンモニア性窒素濃度が低下するのは当然ですが、それとともに pH も低下します。また、窒素はアンモニアから硝酸に変わっただけなので処理水中の全窒素濃度は変わりません。そこで高度処理では、酸素を供給しない槽 (無酸素タンク) に導き滞留させることで、硝酸を窒素ガス (N_2) に変え空気中に放出することで処理水中から窒素を除去する工程を設けています (同時に pH が上昇します)。この過程を「脱窒」といいます。しかし、脱窒が無い標準活性汚泥法では窒素が処理水中に硝酸として残るだけでなく、pH が低いままの場合によっては排水基準を超過してしまうこともありますので、注意が必要になります。

最後に空気量についてお話ししたいと思います。硝化反応が起きると有機物の分解以外に、硝化にも酸素が必要になります。これについては、「下水道施設

「施計画・設計指針と解説」((社)日本下水道協会発行)では硝化が起こると流入 BOD 当りの必要酸素量が 8 割上昇する計算例が記載されていますので参考にしてください。つまり、高度処理をすると電力料金が高くなります。窒素除去は、富栄養化防止対策という環境対策の一環ですが、一方、硝化促進による電力使用量の増加にともなう二酸化炭素排出量の増加という別の側面では環境負荷を増加させる側面を有しています。このような矛盾を解決するために新たな省エネルギー型の窒素処理方式の開発が求められており、J S でもアナモックス反応 (メルマガ No.36 参照) を用いた新技術の開発に着手しています。

(宮岡 武志)

※ J S 技術開発情報メール No. 48 (2005/11/10) に掲載