

いまさら訊けない下水道講座 40

＜「増殖」－51：49 勝敗の行方は？－＞

下水処理で見出される微生物は何十万種ともいわれますが、その中でアンモニアを亜硝酸や硝酸に酸化して増殖する硝化細菌はわずか数種類しかいません。何故でしょうか？

活性汚泥モデル ASM2 によると、硝化細菌の増殖には溶存酸素とアンモニア性窒素、りん酸イオン、アルカリ度の 4 つが必要です。アルカリ度を炭酸イオンと考えれば、何れも単純な無機化合物ですから、関与する反応機構のバリエーションも多くはありません。

今、同じ 4 つの材料を使う A と B の 2 種類の微生物がいて、材料を取り込む速度は全く同じで、増える割合が $A : B = \alpha : \beta$ と仮定します。ここで、水槽内の生物の数を一定にするため、1 回毎に増殖した分を引き抜くことにし、最初に水槽内の A の割合を M_0 として飼いつづけたときの A の割合の変化を考えてみます。最初は A の割合が M_0 ですから、B の割合は $1 - M_0$ 、1 回増殖が終った後の A の割合は $M_1 = M_0 \times \alpha \div (M_0 \times \alpha + (1 - M_0) \times \beta)$ 、n 回目の A の割合 M_n は、1 回前の A の割合を M_{n-1} とすれば、 $M_n = M_{n-1} \times \alpha \div (M_{n-1} \times \alpha + (1 - M_{n-1}) \times \beta)$ で表わされます。ここで、A と B の増える割合を $\alpha : \beta = 51 : 49$ 、最初の水槽内の A の割合を 50% と仮定して計算してみます。A の割合は、最初の 50% が、5 回目 54%、10 回目 59%、20 回目 68%、50 回目 88%、100 回目 98%、200 回も繰り返すとほぼ 100% になってしまいます。

生物の世界ではこのような競争が何千万年、何億年という長い間繰り返されている訳ですから、当然ナンバーワンしか生き残れないことになります。それでは何故、同じ材料を使う微生物が複数存在できるのかというと、環境・生育条件の変化に伴ってナンバーワンが入れ替わるということになります。こう考えると、下水処理での硝化細菌の種類少なさが理解できると思います。

地球上の生物は一様に太陽エネルギーの恩恵を受けています。地球が丸かったこと、地軸が傾いていること、地球の中心が熱いことなどが、多様な環境条件や環境の変化を生み出し、様々な生物がナンバーワンになれるチャンスを与えてくれていると言えるでしょう。

(川口 幸男)

※ J S 技術開発情報メール No. 83 (2008/10/7) に掲載