

VII-107

水処理用生物活性炭における生物再生の解析方法

長岡技科大	学生会員	木村大吉
同上	正会員	亀屋隆志
同上	正会員	桃井清至
横浜国立大		浦野紘平

1、はじめに

近年、水道原水の高度処理法として、生物活性炭処理法が注目されている。生物活性炭充填カラムでの有機物除去機構には、活性炭の細孔内に有機物を捕捉する《吸着効果》、活性炭の外表面に付着した微生物が水中有機物を分解する《生物膜効果》、この微生物が活性炭に吸着した有機物を分解する《生物再生効果》があると考えられる。このような吸着と生物分解が有機物除去にどの程度寄与しているかについては、数値シミュレーションによる検討がいくつか行われているが、モデルやパラメータの設定が実際の系とかけ離れていたり、また、実際のデータと矛盾することも多く、不明な点が多い。特に、生物再生については、活性炭内での有機物の物質収支を時間変化とともに定量することが必要であるため、速度論的な実験研究がほとんど行われていない。本研究では、活性炭の吸着容量の変化から生物再生を定量する方法について検討したので報告する。

2、実験方法

【活性炭】石炭系の粒状活性炭S81を80×100mesh（0.147～0.175mm，平均0.161mm）に篩って洗浄した後、精製したものを純水中に入れ、真空脱気して細孔内の空気を除去して用いた。

【試料水】生物分解性や吸着性の異なる試料水の例として、フェノール、スキムミルクなどを用いた。

【吸着等温線】実験は回分法で行った。同一条件に設定した300mℓ三角フラスコに所定濃度の試料水200mℓと異なる量の活性炭を投入し、十分な時間振とうして平衡吸着量（ Q_1 ）を求めた。

$$\text{平衡吸着量 } Q_1 = k \cdot C_1^{1/n} \\ = (C_{10} - C_1) \cdot V/W$$

C_1 ：平衡濃度 C_{10} ：初濃度

【生物再生】吸着平衡に達した活性炭を三角フラスコに入れ、微生物を植種して振とうし、生物再生を開始させた。所定の時間ごとに1つの三角フラスコを取り出し、殺菌剤を添加して生物分解を停止させた。その後、再び有機物を所定量添加して十分な時間振とうし、このときの吸着量（ ΔQ_2 ）を求めた。

$$\text{吸着量 } \Delta Q_2 = (C_{20} - C_2) \cdot V/W$$

C_2 ：平衡濃度 C_{20} ：初濃度

このときの平衡吸着量 Q_2 は

$$Q_2 = k \cdot C_2^{1/n} = (Q_1' + \Delta Q_2)$$

Q_1' ：生物再生後の吸着量

であるから、図1に示した Q_1 、 Q_1' 、 Q_2 、 C_1 、 C_2 などの関係から次式により生物再生量を求めた。

$$\text{生物再生量 } Q_1 - Q_1' = Q_1 - (Q_2 - \Delta Q_2)$$

$$= \{(C_{10} - C_1) + (C_{20} - C_2)\} \cdot V/W \cdot k \cdot C_2^{1/n}$$

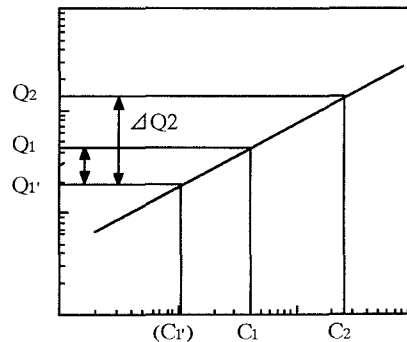


図1 生物再生量の定量概念

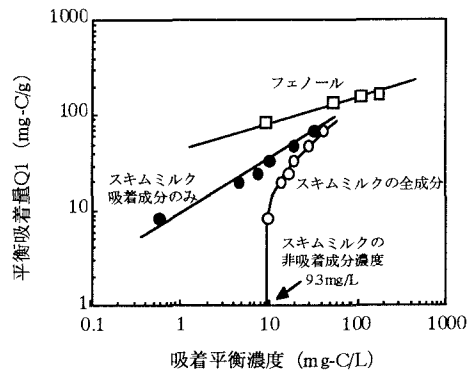


図2 吸着等温線の例

3、実験結果と考察

3. 1 吸着等温線の測定

試料水の吸着等温線の例を図2に示した。多成分系の試料水については、過剰量の活性炭を投入した場合の平衡濃度から求めた非吸着成分濃度を差し引いて吸着成分の濃度を求めた。吸着成分のみに着目することにより、吸着等温線はFreundlich式で整理することができた。

3. 2 生物再生実験

上澄み液中には非吸着成分が混在するため、このときのTOC測定と吸着等温線から活性炭内の吸着残存量を求めることは困難である。そこで、吸着平衡に達した活性炭に一定量の微生物を投入して生物再生を開始させ、その後、生物再生時間の異なる活性炭について再度吸着平衡実験を行った。吸着量 Q_2 より図1の関係を用いて生物再生率を求め、生物再生時間との関係で図3に示した。生物再生時間とともに生物再生率は上昇したが、その速度は徐々に緩やかになった。そこで、吸着残存率 Q_1'/Q_1 の対数と生物再生時間 t との関係を図4にプロットしたところ、ほぼ直線で近似することができた。つまり、

$$dQ/dt = -kr \cdot Q$$

$$\log(Q_1'/Q_1) = -kr/2.303 \cdot t$$

となり、生物再生速度は吸着量に対する一次式で近似でき、このときの生物再生速度定数 kr を求めることができた。

3. 3 殺菌剤の効果

生物再生後の活性炭について再度吸着実験を行う場合には、生物分解の影響を排除するために殺菌剤を添加した。表1に示したように、15mg-POC/L程度の微生物量に対してNaClOを10mg/L程度添加することにより、生物分解を停止することができた。

4、まとめ

吸着成分についての吸着等温線と活性炭への吸着量の変化から生物再生量を求める実験方法を提案した。

本方法の特徴は、

- (1) 実験方法が簡便である。
- (2) 濃度変化を大きくとることができるので、定量性が高い。

また、生物再生速度は、吸着量に対する一次式として近似できる。

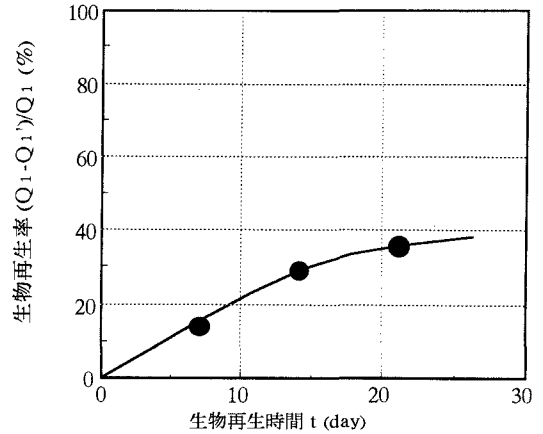


図3 生物再生率の変化（フェノール）

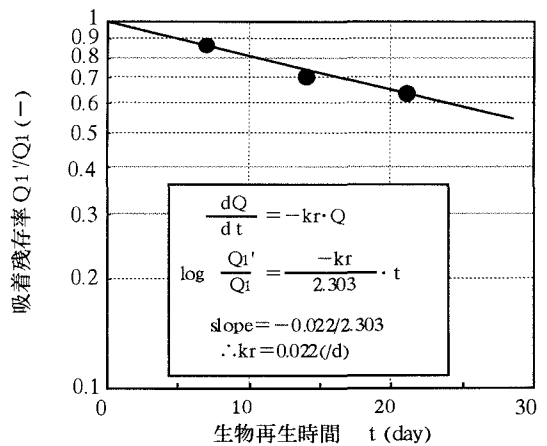


図4 生物再生速度（フェノール）

表1 殺菌剤の効果（スキムミルク）

植種菌量 (mg-POC/L)	殺菌剤添加量 (mg/L)	溶存有機物濃度 (mg-DOC/L)	
		開始時	2day後
0.0	なし	51.0	48.1
16.5	なし	49.3	3.9
15.7	NaN3 10	46.9	6.1
13.1	NaClO 10	51.3	50.3