

活性炭流動層に関する実験的研究

東北工芸学部 学生員 高橋 雅洋
同 正員 佐藤 敦久
同 学生員 江利山 龍司

1. 緒言

活性炭による処理方式としては、現圧回分方式と固定層方式が一般的であるが、流動層方式は固定層方式と比べて処理水質の安定性、低コストなどの利点をもつといわれており、水処理の分野では期待される新しい処理方式である。しかしこの処理方式の吸着機構などについては十分な評価がなされていないのが現状である。本研究は被吸着物質としてメチレンブルーを用い、活性炭流動層による吸着処理実験を行ない、流動層内の吸着機構について若干の考察を行なったものである。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置の概略を図-1に示す。濾過塔は内径12cm、長さ150cmであり、整流部としてはガラスビーズ(平均径2mm)を10cm充填し、その上下面に金属多孔板(開口比0.42、孔径2mm、厚さ5mm)を入れたものを用いた。実験は曝気によって残留塩素を除去した水道水とメチレンブルー原液を混合させたものを原水として連続通水し、平衡吸着状態に達するまで行なった。取水は所定の取水口(孔径1mm)から注射器を用いて、層内の混合状態に影響を与えないように注意しながら、約10cc行なう。分析はメチレンブルーの吸収波長が664nmであることを利用して、分光光度計を用いて行なった。実験条件は表-1に示す。

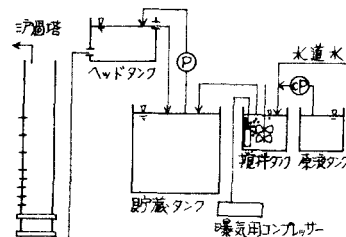


図-1 実験装置

静止層高	原水濃度	膨張倍率
10cm	20mg/l	2 25 3
20cm	60 110 mg/l	2 25 3
40cm	110 mg/l	2 25

表-1 実験条件

3. 実験結果及び考察

図-2によれば濃度分布曲線は層高の低い部分で急激な減少傾向を示すことがわかる。また固定層吸着の場合のように時間経過とともに曲線形が右に凸になることなく、常に左に凸の曲線形を示している。すなわち本実験のように静止層高の小さい流動層吸着の場合には活性炭粒子の上下方向の混合が十分行なわれており、常に流入口付近の濃度の高い、吸着の起りやすい部分で大部分の吸着が行なわれていると考えられる。このことは図-3より明確になる。ここで除去依存率 = $\frac{\text{流動層内の各層高にある除去率}}{\text{全層高の除去率}} \times 100(\%)$ と定義した。この図によれば、原水濃度60mg/lの3ケースについては膨張倍率の変化による依存率の差異はあまり見られず、相対位置(=流入口よりの距離/全流動層高)0.4~0.5で全除去量の80~90%を除去する。しかし原水濃度が20mg/lのときはそれより除去に関与している層高が小さく、逆に110mg/lのときは関与している層高が小さく、相対位置0.37でほぼ全量を除去してしまう。また活性炭剤

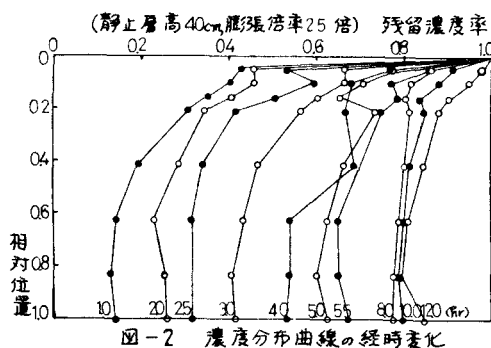


図-2 濃度分布曲線の経時変化

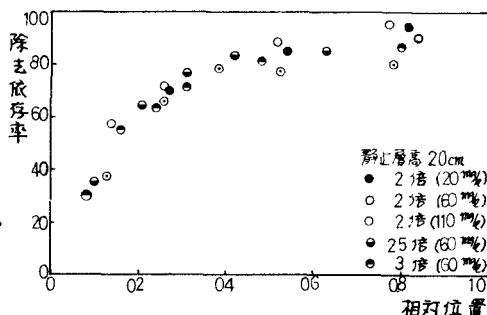


図-3 各層高にある除去依存率

止層高10cm, 40cmの場合とを比べ合せると、相対位置の3~5までの除去率が高く、全除去量の80~90%を除去する。また層内流速(通水速度/平均空間率)が大きいほど間といている層厚は小さくなる傾向があるといえる。以上のことから、流動層吸着においては固定層吸着の場合の吸着帯に相当するものが存在しないと考えられる。

図-4によれば、初期時間の除去率(実験開始から1時間の除去率)は層内流速の増加に伴ない直線的に減少する傾向がある。これはメチレンブルーのような高分子化合物の吸着では吸着速度が遅いので、流速が大きくなるにつれて流出が起るのではないかと考えられる。しかしこの減少傾向に対する層内流速の影響は静止層高が高くなるにつれて小さくなる。また平衡時の除去率は静止層高、層内流速による影響は小さい。しかし静止層高20cm、原水濃度110%の場合のように濃度を高くすると除去率は低下する。

図-5によれば、初期時間吸着量は活性炭静止層高10cm, 20cmとも膨張倍率25倍のとき最大となる。ただし20cm、原水濃度110%の2倍の場合は25倍、3倍に比べて初期時間における濃度が高かったため吸着量が小さくなったものと思われる。初期時間吸着量に影響する要因としては層内流速、混合状態、活性炭粒子密度が考えられるが、層内流速は2倍のときいちばん低い。混合状態については別に行なった実験によって混合状態係数を求め、25倍のとき最も混合状態がよく、3倍、2倍の順であることがわかっていす。粒子密度(1-平均空間率)は2倍のとき最も高いことから考えると、初期時間吸着では混合状態が卓越した要因であろうと推察される。しかし2番目に吸着量が多いのは2倍のときであることは、2倍のときの層内流速、粒子密度が3倍の混合状態より卓越した要因となっているので、常にこれら3つの要因を考慮する必要があると思われる。

平衡吸着量に影響する要因についても同じことがいえるが、図-6によれば、層内流速が増加するにつれて吸着量は減少している。また膨張倍率2倍のときに比べて25, 3倍の場合のほうが混合状態がよいことを考えると、流動層のような粗い粒子がある程度の混合状態にある系における吸着では、混合状態を高めるような操作は平衡時までの吸着効果に対して負の影響要因になると考えられる。また先に述べたように流入口付近で大部分の吸着が起ることから考えて、流入口付近での活性炭粗粒子密度が重要な要因であろうと思われる。すなわち活性炭粒子が層内均一に分布しているならば、層内流速の増加に従い粗粒子密度が減少してくるので、吸着量は減少するのではないかと考えられる。原水濃度による影響としては、静止層高20cm、原水濃度60%と110%の場合と比較すると、110%の場合のほうが平衡吸着量が小さい。しかしこの差は層内流速の増加に伴ないしだいに小さくなる。

参考文献

(1) 下山; 化学工学 vol.29, NO.11 (1965), (2) 熱田; 水道協会雑誌第489号, (3) 石井; 化学工学 vol.29, NO.11 (1965)

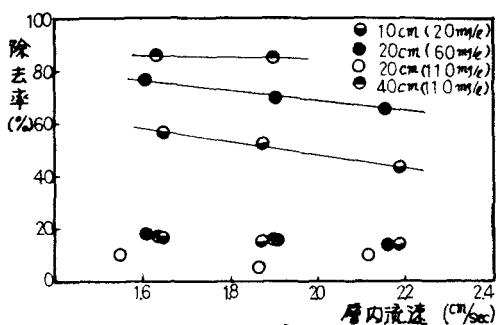


図-4 層内流速と除去率

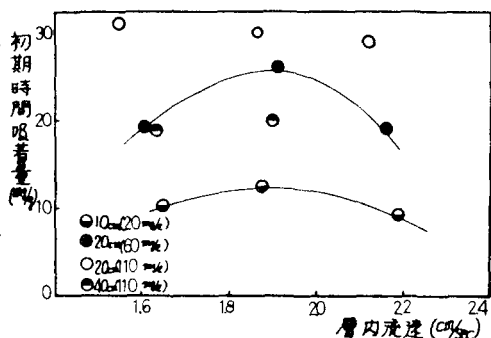


図-5 層内流速と初期時間吸着量

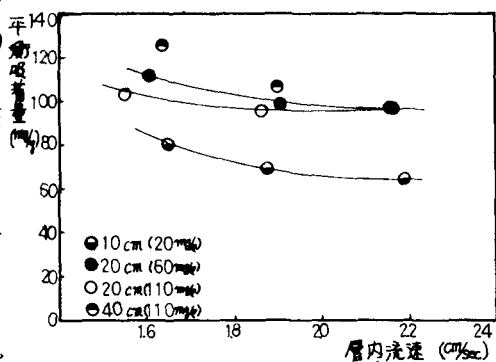


図-6 層内流速と平衡吸着量