

京都大学工学部 正員 平岡 正勝
 京都大学工学部 正員 武田 信生
 三菱重工(株) 正員 戸高 広明

1.研究目的 汚水は熱処理によって、沈降性・ろ過性が大に改善されるが、一方、その脱離水の性状は著しく悪化する。本研究は、この性状の悪化した脱離水を活性炭吸着した場合の処理性について実験的に把握することを目的とする。

2.実験方法および装置 熱処理汚水脱離水中の汚染物質は、臭気、かき色状態からみて、主に有機物質に起因していると考えられる。したがって、状態変数としてCOD(G)値、タンパク質濃度、糖物質濃度を各々下水試験法、食品分析法中のバルスタイン法、ハーネス法を採用して測定した。原汚水は京都市島村下水処理場の初水汚水と余剰汚水の混合濃縮汚水である。活性炭吸着実験用試料にはこの原汚水を熱処理温度190℃、熱処理時間30分で処理したものを東洋ろ紙No.5Bでろ過したろ液を用いた。なお、使用したオートクレーブは内容積1ℓの攪拌機付きのもので、電気炉による加熱方式をとっている。その昇温曲線の一例を図1に示す。吸着実験は、吸着剤に粒状の液相用ピツバーク炭を用い、処理水を500mlのビーカーに投入して、6基連続したジャーテスターで回分式で行なった。吸着平衡に関する実験は、先の試料を蒸留水で無希釈、2倍希釈、10倍希釈して3段階に分け各系列で活性炭量を変化させて行なった。ここでは平衡吸着に到る時間を一応3時間とした。一方、吸着速度に関する実験は3段階に希釈した試料に各系列で活性炭量を一定として吸着の時間系列をとった。

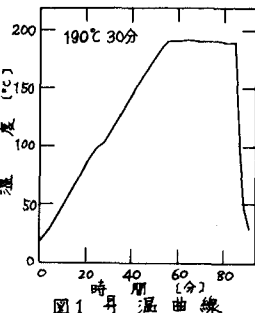


図1 昇温曲線

3.実験結果および考察 図2は熱処理脱離水中の有機物質を活性炭で除去する場合の処理性の傾向を示したものである。この除去曲線から、COD物質、糖物質、タンパク質物質はいずれも同じような傾向で処理されていることがわかる。これで、ピツバーク炭での選択吸着や各有機物質間の競合吸着が起こっていないことが推察される。COD物質および糖物質に関する吸着平衡関係を図3に示す。両者ともS字型曲線となっている。したがって、これを簡単な式で近似して平衡式を出すことは困難なため、3段階に濃度域を分けて近似してみた。一例として図4は糖物質に関して中間濃度領域をラングミュアプロットして平衡曲線を出したものである。図中の直線は最小自乗法によって求めた回帰直線である。吸着速度に関する実験結果の一例を図5に示す。

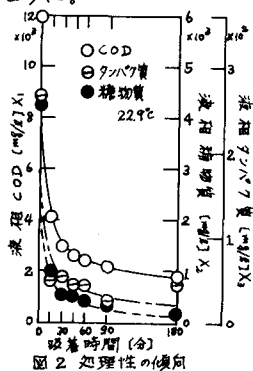


図2 処理性の傾向

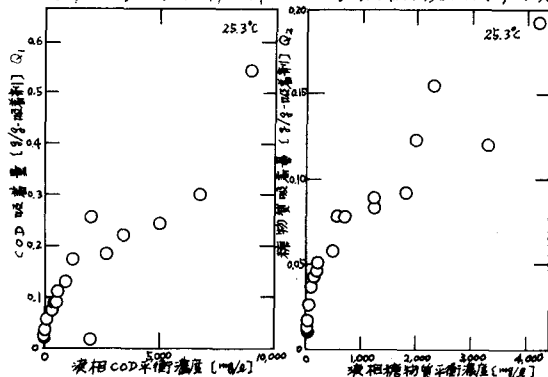


図3 吸着平衡関係

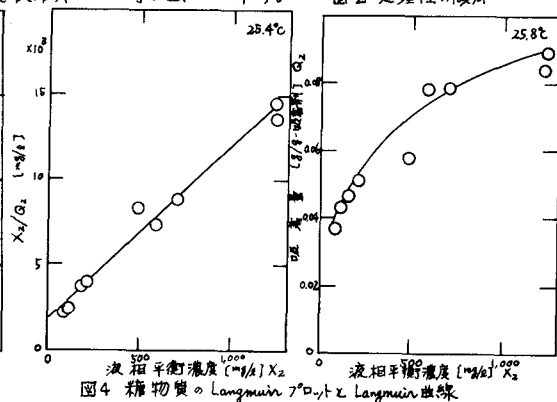


図4 糖物質のLangmuirプロットとLangmuir曲線

吸着剤は丸粒活性炭を使用し、かつ数日間、恒温器内において100〜110℃に保ち、あらかじめ水分、気体等を脱着しておいたものであるため、吸着開始時刻より15分までの間に吸着剤表面に急速に吸着される初期吸着が起こっていることが推察される。吸着時間15分後は比較的滑らかな曲線を描いて徐々に液相中のCOD物質が減少している。通常、濃度の低い範囲(COD(Cr)値で約100 mg/l以下)で三次処理に使用されている活性炭は、処理脱離水のようなCOD(Cr)値で約10,000 mg/l前後の高濃度排水にもその有効性を十分発揮しうるものと考えられる。また、回分実験で得られたデータは初期吸着段階が著しく現われているため、連続操作にまで拡張する場合には注意する必要がある。図6は、先に求めた吸着平衡と吸着速度のデータをもとにして、図上は脱離水中のCOD物質が活性炭によって吸着されていく時のDriving Forceを示したものである。ここで、Driving Forceは液相の濃度に対する平衡吸着量と、その時刻の吸着量との差で表現している。

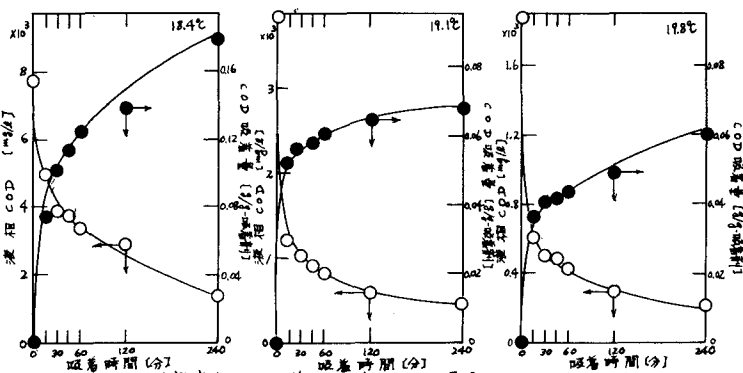


図5 脱離液中のCOD物質の活性炭による吸着曲線

つぎに、満野ら¹⁾が提案している吸着剤中の粒内拡散係数を求める近似式:

$$X_t = X_0 - \frac{6g_0m\sqrt{D}}{rV\sqrt{\pi}}\sqrt{t}$$

(X_0, X_t ; 初期および吸着時間 t での液相濃度, g_0 ; 平衡吸着量, r ; 吸着剤半径, V ; 処理液量, D ; 粒内拡散係数, t ; 吸着時間)を、液相濃度変化が系全体からみて比較的小になる初期吸着効果を取り除いた場合に適用して粒内拡散係数を導出した。その結果を表1に示し、この時得られた直線関係の一例を図7に示す。粒内拡散係数は $10^{-8} \sim 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{sec}$ のオーダーで得られ、酢酸等の純物質に比較すると1〜3オーダーの値をとっている。また、糖物質はCOD物質に比較して若干大の値をとっているが、これは糖物質のみを有機物質中からとりだすと、いくぶん純物質に近づくためとも考えられる。

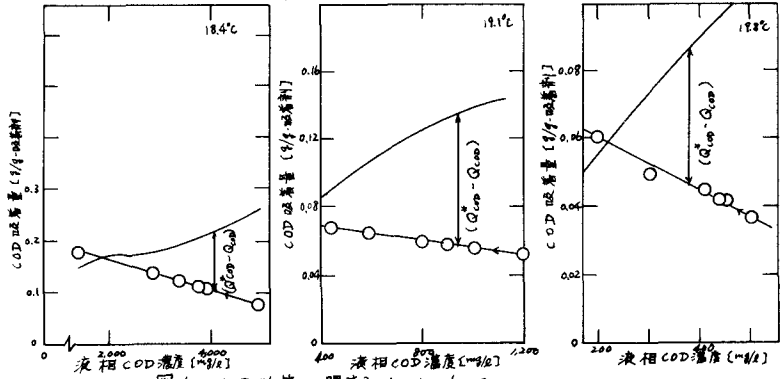


図6 COD物質に関する driving force

(参考文献) 1) 満野 "石炭の水溶液吸着速度" 工業用水, No. 154 p38~44

表1 粒内拡散係数 (cm^2/sec)

	第1系列	第2系列	第3系列
COD 物質	1.1×10^{-8}	2.2×10^{-9}	2.8×10^{-9}
糖 物質	2.1×10^{-8}	1.1×10^{-8}	1.4×10^{-9}
タパブ系物質	8.8×10^{-10}	3.4×10^{-10}	2.1×10^{-10}

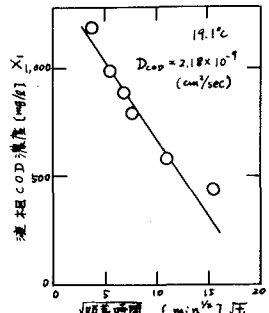


図7 X_1 vs. $\sqrt{t}$