

## (16) 下水三次処理用活性炭の再生実験

建設省土木研究所 ○安 藤 茂  
京 才 俊 則

### はしがき

下水処理，特に三次処理において，溶解性有機物を除去する手段として粒状活性炭を用いる例が多くなっている。しかし，粒状活性炭は原材料である良質の瀝青炭が国内で得にくいこと，原材料から製品に至るまでの歩止りが小さいことなどのため単位重量当りの価格が極めて高く，下水処理に用いるときの最大の欠点となっている。従って，使用済の炭を簡単にしかも低廉な費用で再生回収することができれば粒状活性炭の下水処理への応用頻度を高めることができる。粒状活性炭の再生は普通，炭製造業者に委託して済ませることが多いが，日間処理水量の1/50前後の容量（重量で約1/100）の活性炭が必要な下水処理においては，処理規模が大きいほどオンサイトでの再生が必要となろう。そのような場合に必要な再生条件を確認するため，三次処理パイロットプラントで使用した活性炭と，多段式の再生炉を用いてこれまでに3回ほど再生実験を行なってみたのでその結果をここに報告する。

### 1. 実験の方法

#### 1.1 実験に用いた活性炭

実験に用いた活性炭の名柄と粒径は表1に示すようなもので，土木研究所が京都市鳥羽処理場に設置している三次処理パイロットプラントにおいて濾過した二次処理水の吸着実験に供したものである。吸着実験の結果から求めたCOD<sub>Mn</sub>吸着負荷量の概略値も表1に併せて示す。再生直前のCOD<sub>Mn</sub>の除去率はいずれの場合も30%程度であった。

表1 実験に用いた活性炭とCOD吸着負荷

|                                             |             |       |             |       |                   |       |
|---------------------------------------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------------|-------|
| 槽番号                                         | 1           | 2     | 3           | 4     | 5                 | 6     |
| 名 柄                                         | CALGON, SGL |       | CALGON, CAL |       | TAKEDA, SHIRASAGI |       |
| 粒 径                                         | 8 × 30      |       | 12 × 40     |       | 8 × 30            |       |
| COD <sub>Mn</sub> 吸着負荷率 $K_g$ COD/ $K_g$ AC |             |       |             |       |                   |       |
| 1 回                                         | 0.118       | 0.074 | 0.160       | 0.088 | 0.121             | 0.085 |
| 2 回                                         | 0.150       | 0.067 | 0.170       | 0.080 | 0.155             | 0.057 |
| 3 回                                         | 0.132       | 0.047 | 0.160       | 0.061 | 0.086             | 0.048 |

#### 1.2 実験装置

実験に用いた装置は活性炭再生炉本体，再生炭回収設備，排ガス処理設備，水蒸気発生設備などからなっている。全体のフローは図1に示すような流れであるが，このうち再生炉本体は内径が750mm，高さ1,500mmの堅型多段段炉で，段数は6段，8基のガスバーナーを有するものである。

#### 1.3 測定項目

実験において測定した活性炭の特性を

示す項目は物理特性（平均粒径，硬度，熱灼残渣，比表面積，平均細孔径，細孔容積，細孔分布），一般吸着性能（メチレンブルー脱色力，よう素吸着力，糖密脱色力，フェノール価，ABS 価），水中有機物吸着

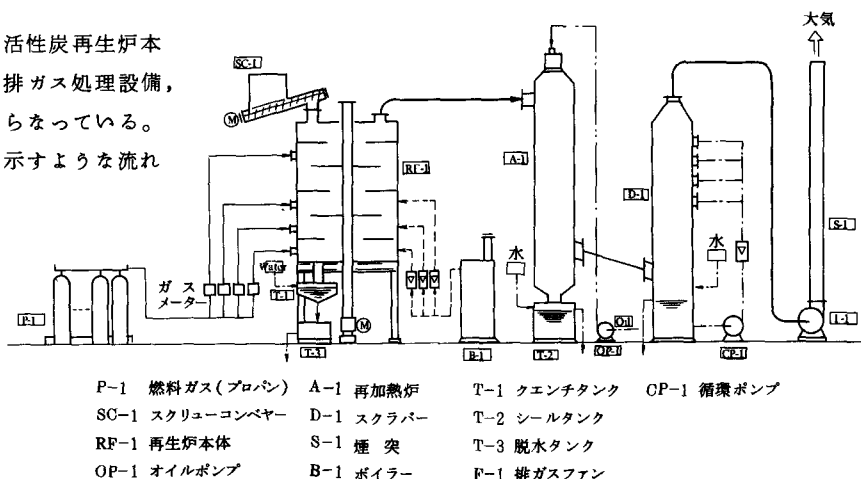


図1 再生実験装置概略図

力、吸着負荷率<sup>\*</sup>で測定方法は、JIS や JWWA 規格にできるだけ準拠したが詳細については省略する。

#### 1.4 再生条件

再生炉で活性炭を再生する場合の条件として、

(1) 炉内温度とその分布、(2) 活性炭の炉内滞留時間、(3) 炉内雰囲気、(4) 再賦活用水蒸気量と供給位置、(5) 活性炭投入負荷率が重要である。実験では、炉内温度を最高で930~940℃とし、賦活段(4, 5, 6段)はできる限り同温度となるように設定した。活性炭の炉内滞留時間は炭の種類負荷量に関係なくすべて30分とし、炉内雰囲気は空気の流れによる炭の焼失を避けるため各段のO<sub>2</sub>は0.1%以下となるように制御した。活性炭負荷量、種類の変化に対しては再生回復率の指標として即刻に結果が判明する充填密度を目安に賦活段温度をかえた。水蒸気は4段に約1/3量、6段に残りを供給した。活性炭の投入負荷率は使用済炭乾燥重量基準で11~15 Kg/m<sup>3</sup>時とした。3回の再生実験における総投入炭量と時間当りの投入量は表2の通りである。なおパイロットプラントの吸着実験は炭の種類毎に2槽に分けて直列で運転しているので再生実験もこれに応じて槽毎に分けて実施した。実験は1回目を1974年12月、2回目を1975年8月、3回目を1976年2月に行なった。

表2 実験における炭投入重量と負荷量

| 項目           | 槽番号<br>回 | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|--------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              |          |       |       |       |       |       |       |
| 使用済活性炭投入総量   | 1        | 836.0 | 836.0 | 696.7 | 727.5 | 809.0 | 835.9 |
| DSC Kg       | 2        | 784.9 | 752.3 | 681.5 | 645.6 | 798.9 | 791.7 |
| 使用済活性炭時間当投入量 | 3        | 670.9 | 601.9 | 577.6 | 567.7 | 735.8 | 693.3 |
| Kg DSC/Hr    | 1        | 395   | 34.3  | 33.6  | 32.1  | 35.6  | 34.0  |
|              | 2        | 342   | 32.4  | 36.9  | 31.0  | 38.2  | 36.8  |
|              | 3        | 33.5  | 31.7  | 28.1  | 28.8  | 35.0  | 32.9  |

## 2. 実験の結果

### 2.1 再生収率

活性炭の再生収率には重量基準のものと容量基準の二つがある。前者には機械的、熱的破損による粒径の変化をとらえられないこと、再生後に残留する無機物の影響を含むことなどの問題点はあるが、後者よりは確実性があるとされている。重量ベースの再生収率( $R_w$ )は使用済炭乾燥重量( $W_s$ )、吸着負荷率<sup>\*</sup>( $a$ )、再生炭乾燥重量( $W_R$ )から次式で求める。

$$R_w = W_R(1 + a) / W_s$$

後者は更に、槽内での充填高さの重量より求めるもの①と炭重量を充填密度で除した容量の変化から求めるもの②に分けられる。今回の実験における各再生収率は表3に示す通りである。それぞれの再生収率は炭の種類により、回数により値は分散しているが概ね85%以上であることがわかる。

<sup>\*</sup> 使用済活性炭乾燥試料 100 g をN<sub>2</sub>ガス気流中で900℃に調節した電気炉で1.5時間加熱し、この時の重量減少量から下式で求める。

$$\text{吸着負荷率} = \text{減少量}(\%) / \text{収量}(\%)$$

表3 3回の実験における各種再生収率(%)

| 項目                | 槽番号<br>回 | 1     | 2    | 3     | 4     | 5     | 6     |
|-------------------|----------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
|                   |          |       |      |       |       |       |       |
| 重量基準<br>再生収率      | 1        | 96.2  | 94.0 | 102.3 | 98.1  | 100.2 | 97.0  |
|                   | 2        | 91.9  | 96.8 | 95.1  | 105.1 | 99.6  | 93.8  |
|                   | 3        | 94.7  | 93.0 | 98.5  | 89.7  | 87.7  | 98.7  |
| 容量基準<br>再生収率<br>① | 1        | 95.6  | 94.1 | 97.4  | 94.1  | 95.8  | 96.1  |
|                   | 2        | 88.0  | 89.6 | 90.0  | 91.1  | 93.4  | 91.8  |
|                   | 3        | 90.2  | 84.7 | 83.2  | 86.3  | 84.8  | 93.4  |
| 容量基準<br>再生収率<br>② | 1        | 99.3  | 96.1 | 107.7 | 98.2  | 99.8  | 98.5  |
|                   | 2        | 92.7  | 94.0 | 96.7  | 100.0 | 98.5  | 92.2  |
|                   | 3        | 100.6 | 95.7 | 105.2 | 90.0  | 90.8  | 101.4 |

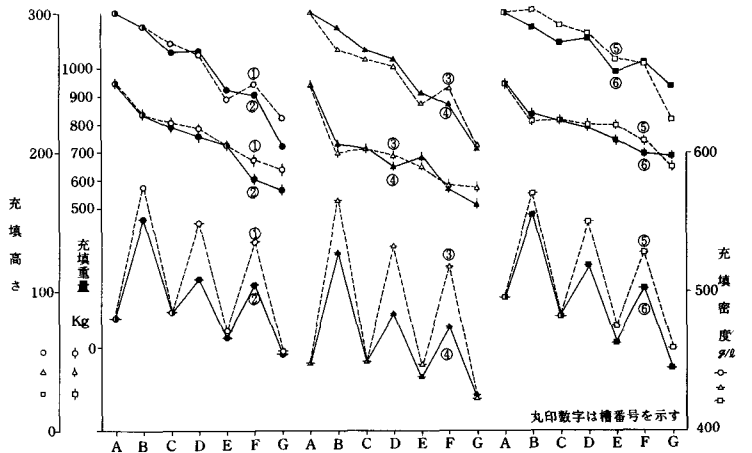


図2 繰返使用再生による充填高さ(上)と充填重量(中)及び充填密度(下)の変化

次に繰返し使用再生に伴う吸着槽内炭充填高と充填密度（100 ml メスシリンダによる測定）の繰返し使用再生の変化を示すと図 2 のようになる。図 2 および以下の各図において横軸の A は新炭、B は第 1 回使用済炭、C は第 1 回再生炭、D は第 2 回使用済炭、E は第 2 回再生炭、F は第 3 回使用済炭、G は第 3 回再生炭を表わす。図 2 から、使用再生を繰返すことにより充填密度は相対的に低下し、充填高は直線的に低下していくことがわかる。このため、各槽の炭重量は逆洗時の損失もあるが新炭当時のわずか 60 % 前後となってしまう。

## 2.2 活性炭物理特性の変化

活性炭の物理特性のうち、平均粒径、硬度、熱灼残渣、比表面積及び 0~300 Å 細孔の平均細孔径についての繰返し使用再生に伴う変化を図 3~図 7 に示す。これらの図からも判るように使用再生を繰返すことにより平均粒径や硬度は余り変化しないが、その他の熱灼残渣、比表面積、0~300 Å 細孔平均細孔径は変化が激しい。特に比表面積（図 6）は使用後に再生直後の 50 % 程度に低下しており、吸着状況と再生効果を良く表わす指標の一つであることがわかる。又熱灼残渣（図 5）と 0~300 Å 平均細孔径（図 7）は繰返し使用再生によって値は少しずつ増加しており、後述する吸着能

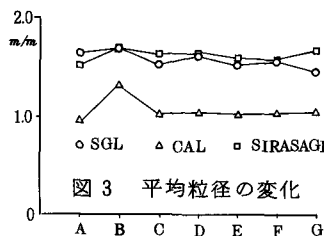


図 3 平均粒径の変化

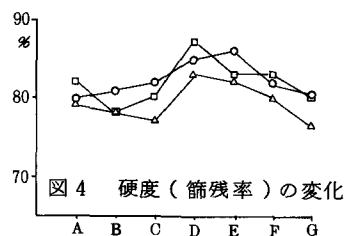


図 4 硬度（篩残率）の変化

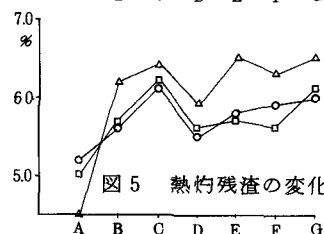


図 5 熱灼残渣の変化

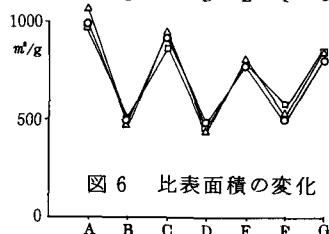


図 6 比表面積の変化

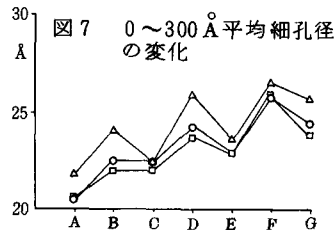


図 7 0~300 Å 平均細孔径の変化

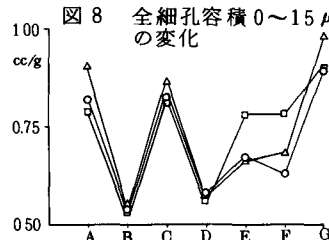


図 8 全細孔容積 0~15 μ の変化

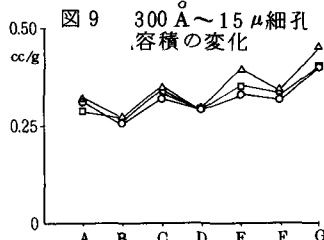


図 9 300 Å~15 μ 細孔容積の変化

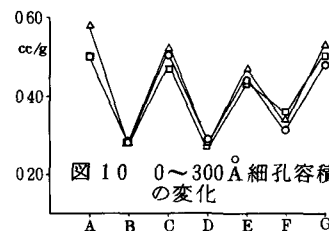


図 10 0~300 Å 細孔容積の変化

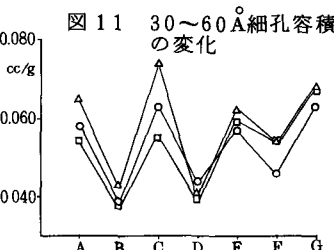


図 11 30~60 Å 細孔容積の変化

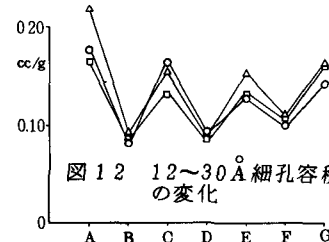


図 12 12~30 Å 細孔容積の変化

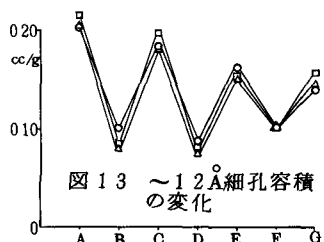


図 13 ~12 Å 細孔容積の変化

力の低下と合せ考えて活性炭の劣化が進行していることが推定できる。

次に物理特性のもう一つの指標である細孔容積について調べてみると各細孔フラクションの容積は使用再生の繰返しによって図 8~図 13 のような変化を示している。全細孔容積（図 8）については使用済炭の値が新炭や再生炭の 60~70 % に減少している。このうち細孔径の大きな 300 Å~15 μ 細孔容積（図 9）については新炭や再生炭と使用済炭との間の変動巾は比較的小さいが使用再生を繰返すことによって値が少しずつ増加している。これに対して 12 Å までの細孔容積（図 13）は相対的な変動が激しく、使用再生を繰返すことによって値は低下している。

両者の中間にある細孔フラクションについては容積の変動は激しいものの、使用と再生を繰返すことについて値の増大や低下はあまり見出せない。以上より細孔容積は使用再生の繰返しにより総容積はあまり変化しないが  $12 \text{ \AA}$  以下の細孔 (micropore) の容積が減少し、代りに  $300 \text{ \AA} \sim 15 \mu$  の細孔 (macropore) が増加したものと考えることができる。こうした現象はやはり一つの劣化とみなすことができよう。

なお細孔容積については各再生実験毎にその分布を測定しているが、紙数の制限があるので再生前後の変化の一例として第1回再生における CAL 炭の例を図 14 に示す。図 14 から使用済炭は新炭に比べて各細孔とも容積が減少し、再生後は micropore が新炭より減少し、macropore が増大していることがわかる。

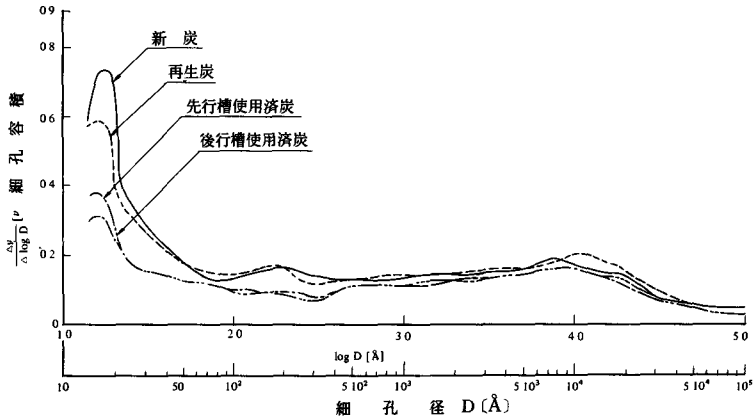


図 14 第1回再生実験における細孔分布の変化 (CAL)

### 2.3 一般性能の変化

活性炭の吸着性能を表わす指標として一般に、メチレンブルー脱色力、よう素吸着力、糖密脱色力、フェノール価、ABS 価などが用いられている。本実験におけるこれら指標の繰返し使用再生に伴う変化は図 15 ~ 図 19 に示す通りである。

一般に各項目とも使用再生に伴う変動が激しく使用済炭と新炭や再生炭とでは値が大巾に異なっている。

以下各指標の特徴を検討してみると次のとおりである。

〔メチレンブルー脱色力 (図 15)〕変動巾は新炭の 40~50% にもおよび、性能は再生を繰返すことによって徐々に低下している。メチレンブルー脱色力は  $15 \text{ \AA}$  以上の細孔の表面積に比例するといわれているが図 6 の比表面積や図 13 の  $12 \text{ \AA}$  以下の細孔容積の変化に良く似ている。

〔よう素吸着力 (図 16)〕変動巾は新炭の 20~30% であるが性能は図 13 や図 15 と同様に繰返し再生に伴って低下している。この指標は  $10 \text{ \AA}$  以上の細孔の表面積に比例するといわれている。

〔糖密脱色力 (図 17)〕変動巾は新炭の 25~50% であるが性能は上記 2 項目とは反対の傾向を示し、再生を繰返すことによって向上している。この指標は  $28 \text{ \AA}$  以上の細孔の表面積に比例するといわれている。

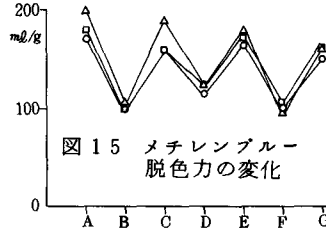


図 15 メチレンブルー脱色力の変化

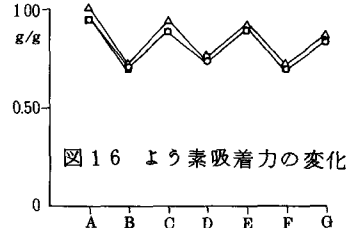


図 16 よう素吸着力の変化

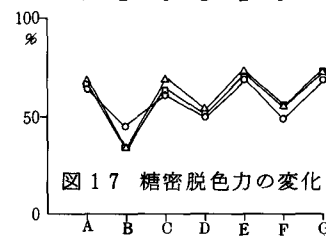


図 17 糖密脱色力の変化

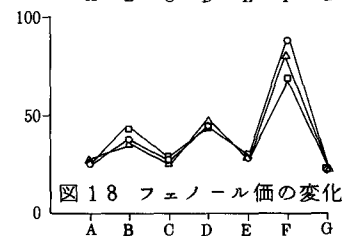


図 18 フェノール価の変化

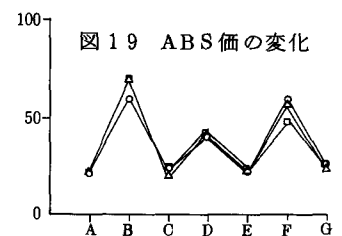


図 19 ABS 価の変化

が図の傾向から判断するとむしろ図9の300Å~15μの細孔容積変化に近いように思われる。  
 [フェノール価(図18)] この指標は所定のフェノールを吸着するのにどれだけの活性炭を要したかという指標である。従って、この価が小さいほど活性炭の吸着能力は大きいことになる。新炭に対する変動巾は極めて大きい。このことは逆に活性炭がフェノールを吸着しやすく、再生によって脱着し易いことを示すものであろう。繰返し再生に伴う性能の変化はあまりないようである。  
 [ABS 価(図19)] この指標も図18のフェノールとほとんど同じ傾向を示している。

2.4 水中有機物吸着特性

活性炭で下水を処理する目的は水中有機物の除去にある。したがって下水処理用の活性炭の物質吸着特性を検討するには下水中の有機物を利用して測定することが重要である。そこで今回の実験でもパイロットプラントで得られる二次処理下水を用い、TOCを有機物指標として等温吸着実験を行ない次のFreundrich式でデーターを整理した。

$$\log x/M = \log K + 1/n \cdot \log C$$

ここに、x：吸着TOC量(㎎), M：添加活性炭重量(㎎), C：吸着後の溶液の平衡TOC濃度(㎎/ℓ)  
 K, n：活性炭と吸着物質によって定まる定数。

表4 Freundrich 実験式のK値, n値の変化

| 炭種類  | 回 | SGL  |         | CAL  |          | SHIRASAGI |         |
|------|---|------|---------|------|----------|-----------|---------|
|      |   | 1/n  | K       | 1/n  | K        | 1/n       | K       |
| 新炭   | 1 | 1412 | 0.00598 | 1477 | 0.00561  | 1407      | 0.00646 |
|      | 2 | 1792 | 0.00405 | 2841 | 0.00108  | 1737      | 0.00467 |
|      | 3 | 1052 | 0.00767 | 1225 | 0.00855  | 0711      | 0.01164 |
| 使用済炭 | 1 | 1402 | 0.00068 | 1781 | 0.00035  | 1349      | 0.00078 |
|      | 2 | 3353 | 0.00008 | 3401 | 0.00005  | 1616      | 0.00092 |
|      | 3 | 0781 | 0.00233 | 4095 | 0.000001 | 3054      | 0.0004  |
| 再生炭  | 1 | 0917 | 0.01164 | 1063 | 0.08650  | 1094      | 0.00893 |
|      | 2 | 1540 | 0.00656 | 1409 | 0.00655  | 1573      | 0.00527 |
|      | 3 | 0673 | 0.01016 | 0840 | 0.01230  | 1256      | 0.00637 |

活性炭毎, 再生回毎のK及びnの値をまとめて表4に示す。しかし、各実験ともデーター数が少なかったこと、試料に用いた二次処理下水の性状が一定していないことなどのため繰返し再生による有機物吸着特性の変化は明確には見出せなかった。表4から強いというならば使用済炭のK値が小さく、n値は若干高目であるということぐらいである。以上より、この程度の低い濃度ではFreundrich式で水中有機物の吸着特性を解析することは無理のようで、もっと異ったアプローチが必要と思われる。

2.5 再生コスト算定の基礎的因子

活性炭の再生は高価であるため、場合によっては新炭を購入の方が得策であるとさえいわれる。しかし、再生の場合には原材料が不要なわけであるから燃料費、電力費、労務費を少しでも削減し、再生収率を高めることができれば新炭購入よりは廉価になる筈である。上記3つの費用のうち、大きなウェイトを占るのは恐らく燃料費であると思われるので、今回の実験で得られたデーターから燃料費に関連する項目を表5にま

表5 再出用燃料消費関係基礎資料

| 項 目                           | 回  | 第1槽炭   | 第2槽炭  | 第3槽炭  | 第4槽炭  | 第5槽炭   | 第6槽炭  | 項 目                           | 回  | 第1槽炭  | 第2槽炭  | 第3槽炭  | 第4槽炭  | 第5槽炭  | 第6槽炭  |
|-------------------------------|----|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------------------------------|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 投入炭湿潤重量当りプロパンガス消費率<br>ℓ/KgWSC | 1  | 48.3   | 47.7  | 49.0  | 43.4  | 44.3   | 43.4  | 投入炭乾燥重量当りプロパンガス消費率<br>ℓ/KgDSC | 1  | 80.0  | 82.6  | 85.2  | 78.9  | 77.1  | 75.9  |
|                               | 2  | 57.8   | 57.6  | 54.8  | 51.1  | 55.2   | 55.6  |                               | 2  | 95.2  | 101.3 | 94.4  | 93.4  | 93.3  | 93.9  |
|                               | 3  | 49.7   | 52.3  | 62.3  | 54.4  | 63.4   | 51.8  |                               | 3  | 89.0  | 99.0  | 117.0 | 103.7 | 109.1 | 92.7  |
|                               | 平均 | 51.9   | 52.3  | 55.3  | 49.6  | 54.3   | 50.3  |                               | 平均 | 88.1  | 94.3  | 98.9  | 92.0  | 93.2  | 87.5  |
| 投入炭湿潤重量当り再加熱用重油消費率<br>ℓ/KgWSC | 1  | 0.0832 | 0.107 | 0.107 | 0.121 | 0.0967 | 0.116 | 投入炭乾燥重量当り再加熱用重油消費率<br>ℓ/KgDSC | 1  | 0.138 | 0.185 | 0.185 | 0.220 | 0.168 | 0.202 |
|                               | 2  | 0.144  | 0.163 | 0.145 | 0.151 | 0.121  | 0.161 |                               | 2  | 0.237 | 0.287 | 0.249 | 0.277 | 0.204 | 0.272 |
|                               | 3  | -      | 0.123 | 0.100 | 0.148 | 0.0946 | 0.120 |                               | 3  | -     | 0.233 | 0.189 | 0.281 | 0.163 | 0.216 |
|                               | 平均 | 0.113  | 0.131 | 0.117 | 0.140 | 0.104  | 0.132 |                               | 平均 | 0.188 | 0.232 | 0.208 | 0.259 | 0.178 | 0.230 |
| 投入炭乾燥重量当り水蒸気供給率<br>Kg/KgDSC   | 1  | 0.737  | 0.962 | 0.919 | 0.941 | 0.870  | 0.864 | プロパンガス1ℓ当り空気供給量<br>N-ℓ/N-ℓG   | 1  | 22.5  | 24.6  | 23.9  | 25.3  | 25.1  | 25.0  |
|                               | 2  | 0.535  | 1.006 | 0.899 | 0.919 | 0.819  | 0.823 |                               | 2  | 20.2  | 18.9  | 18.4  | 19.0  | 18.1  | 17.2  |
|                               | 3  | 0.901  | 1.013 | 1.199 | 1.052 | 0.826  | 0.951 |                               | 3  | 22.7  | 21.5  | 20.9  | 20.8  | 20.4  | 21.7  |
|                               | 平均 | 0.721  | 0.994 | 1.006 | 0.971 | 0.838  | 0.879 |                               | 平均 | 21.8  | 21.7  | 21.1  | 21.7  | 21.2  | 20.9  |

とめてみた。今回の実験で再生炉に投入した使用済炭の含水率は 40～50 % であるが、同表から、この程度の含水率におけるプロパンガス消費量は投入炭湿潤重量ベースで 50～55  $\ell/\text{Kg}$ ，乾燥重量ベースで 87～99  $\ell/\text{Kg}$  であり，排ガス処理のための再加熱用重油消費量は投入炭乾燥重量当り 0.1～0.14  $\ell/\text{Kg}$  賦活用水蒸気の供給量は投入炭乾燥重量当り 0.7～1.0  $\text{Kg}/\text{Kg}$ ，ガス燃焼用供給ガス量はプロパンガス 1  $\ell$  当り約 2.1  $\ell$  といえよう。また再生中の炉内雰囲気ガスの平均温度分布は図 20 に示す通りで，温度制御が良好に行なわれていたようである。また最下段の雰囲気ガスについては表 6 に示すような範囲となっており，還元雰囲気は達成されていた。

表 6 雰囲気ガスの濃度 (%)

| 再生回 | CO      | CO <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> |
|-----|---------|-----------------|----------------|
| 1   | 2.0～3.4 | 12.0～12.2       | 0.1 以下         |
| 2   | 1.9～3.4 | 11.9～12.9       | 0              |
| 3   | 1.7～1.9 | 11.0～11.8       | 0              |

2.6 その他

今回の実験では上記の諸項目のほか排ガスの成分濃度，再生前後において含有される無機成分（重金属類）濃度も測定している。

〔排ガス分析〕第 3 回の結果から臭気成分の一例を表 7 に示す。表 7 から臭気成分は再生炉出口では相当強濃度であるが再加熱室出口では識閾値より低いものが多くなっている。

〔活性炭に含まれる無機成分〕Cd, Pb を除いて無機成分の含有量は使用済炭の方が新炭や再生炭より多く，先行槽の方が常に先行槽より多い。このことは活性炭が重金属類もある程度吸着したり脱着しており，一部分は脱着しきれずに活性炭に蓄積されてゆくことを示すものであろう。

3. まとめ

パイロットプラントで下水三次処理に使用している活性炭 3 種を用いて使用再生の繰返実験を行なった。この結果次のようなことが確認された。① 再生収率は重量基準で 90～100 % であったが容量基準では 85～95 % であった。② 使用再生を繰返すことによって充填密度，微小細孔容積は低下し，0～300 Å 平均細孔径 300 Å～15 μ 細孔容積は増大する。その他の項目はあまり変化しない。③ 吸着性能のうち，メチレンブルー脱色力，よう素吸着力は使用再生の繰返して低下し，糖蜜脱色力はわずかに上昇する。フェノール価，ABS 価 はあまり変化しない。④投入活性炭乾燥重量当りのプロパンガス消費量は 87～99  $\ell/\text{Kg}$ ，再加熱用重油消費量は 0.1～0.14  $\ell/\text{Kg}$ ，賦活用水蒸気注入量は 0.7～1.0  $\text{Kg}/\text{Kg}$  であった。⑤活性炭の種類による各種性能の差異はあまりみあたらない。

4. 謝 辞

本実験の実施に当っては，京都市下水道局，日本碍子㈱の皆様多大な御協力を頂いた。未稿ながら記して深く感謝の意を表します。

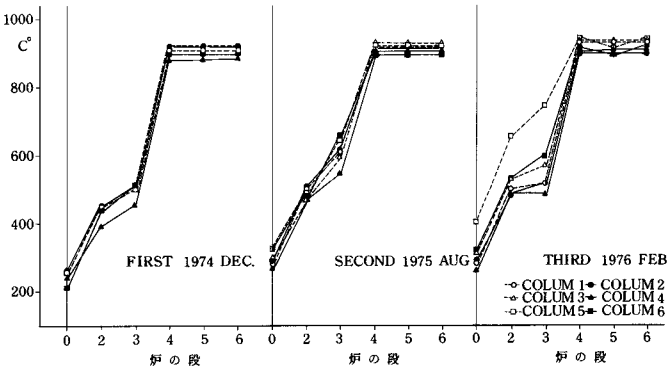


図 20 再生実験における炉内温度分布（雰囲気）

表 7 排気ガス臭気成分測定結果（第 3 回再生）

| 測定項目                              | 測定方法                  | 再生炉出口  | 再加熱室出口  | 閾 値    |
|-----------------------------------|-----------------------|--------|---------|--------|
| HCN                               | JISK0109              | 52     | 0006 以下 |        |
| CS <sub>2</sub>                   | 環境庁告示 9 号             | 90     | 002 以下  |        |
| CH <sub>3</sub> COCH              | FID ガスクロマトグラフ         | 370    | 02 以下   |        |
| HCHO                              | JISK0102<br>アセチルアセトン法 | 019    | 001 以下  | 10     |
| CH <sub>3</sub> CHO               | FID ガスクロマトグラフ         | 19     | 03 以下   | 021    |
| CH <sub>4</sub>                   | 同 上                   | 1,360  | 35 以下   |        |
| C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>     | 同 上                   | 35     | 03 以下   |        |
| NH <sub>3</sub>                   | JISK0099<br>インドフェノール法 | 680    | 025 以下  |        |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N | 環境庁告示 9 号             | 008 以下 | 0008 以下 | 0.0021 |
| H <sub>2</sub> S                  | 同 上                   | 780    | 015 以下  | 0005   |
| CH <sub>3</sub> SH                | 同 上                   | 2 以下   | 005 以下  | 0041   |
| (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S | 同 上                   | 01 以下  | 003 以下  |        |

単位 ppm