

荊蘭工業大学 正員 穂積 幸  
 福島県庁 〇正員 阿部 昌昭

1. はじめに

下水処理に伴って発生する汚泥の処理・処分に当って、処理の経済性、埋立地あるいは投棄先の確保および環境汚染問題等幾多の困難な問題に直面している。他方、農業においては、多年にわたる化学肥料の施用によって農地の有機資材や微量成分が不足し、地力の衰えが問題となっている。このような事情が相まって、有機資材や無機の肥料成分に富む下水汚泥を農業利用あるいは土壌改良材として積極的に利用してゆこうとする機運が高まっている。そのための研究が消化・脱水工程を経た下水汚泥を対象として数多くなされてはいるが、本研究は、沈降濃縮のみを行なった下水汚泥を直接土壌還元することを目的として、その際の汚泥からの脱離水量と還元土壌の保水能力を求め、地下水の汚染防止を制約条件としたときの下水汚泥の土壌還元に関して基礎的な検討を加えたものである。

2. 実験装置および実験方法

実験は薄前山産出の火山灰と市町下水処理場から採取した余剰汚泥を用いて行なった。実験装置は、内径10 cmおよび2.5 cm、高さ40~60 cmのアクリル樹脂製の下部にゴム栓を付したものである。ゴム栓の中央には、先端にゴム管の取付けられた内径6 mmのガラス管が付されており、ピンチコックによって水の出し入れができるようになっている。実験の手順は次のようである。①均一粒径の火山灰と所定の浮遊物濃度となるように静置濃縮した下水汚泥とを十分に練り混ぜて混合土を攪製する。なお、火山灰の含水比は実験直前に測定しておく。②混合土を円筒に充填する。③同様にして、混合土の添加重量のみが異なる土層を6本作成する。④円筒上面を密封して一昼夜放置した後、下部のピンチコックを開いて、浸透流出してくる水を計量する。⑤浸透流出完了後に混合土の含水比を測定する。また、火山灰のみを用いた場合には、円筒下部から水道水とその水面が火山灰土層上面より数cmの位置に達するまで静かに注入した後、上記と同様の手順で実験を行ない、火山灰の飽和保水能力を求めた。

3. 実験結果と考察

混合土層と火山灰土層の飽和保水量と土層乾燥重量との関係を、相乗平均径1296 $\mu$ の火山灰の場合を例にとって示すと、それぞれ図-1の一点鎖線および実線のようである。ただし、この場合の保水量は次式によって算定したものである。

$$\theta = \left( \frac{W}{1+W_0} w_0 + Q_0 \right) - Q_1 \quad (1)$$

ここで、 $\theta$ : 飽和保水量、 $W_0$ : 実験前の火山灰土の湿潤重量、 $w_0$ : 実験前の火山灰の含水比、 $Q_0$ : 実験時に添加した汚泥量または水量、 $Q_1$ : 円筒下部からの浸透水量、図-1から明らかのように、飽和保水量と土層乾燥重量との関係は直線で示される。他の粒径の場合も同様の結果が得られている。この直線の勾配は単位乾燥土量当りの飽和保水量を表わし、一点鎖線と実線で示される直線の勾配の差を求め、火山灰と単位乾燥重量当りに投入された汚泥乾燥重量で除すと、下水汚泥単位乾燥重量当りの残留保持水量が求まる。図-2は、各火山灰粒径に対して、汚泥単位乾燥重量当りの残留保持水量を示したもので

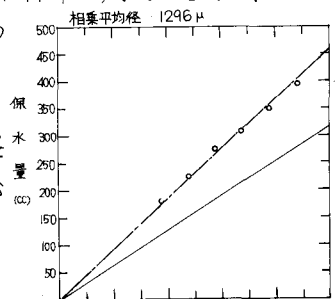


図-1 火山灰乾燥重量 (g)

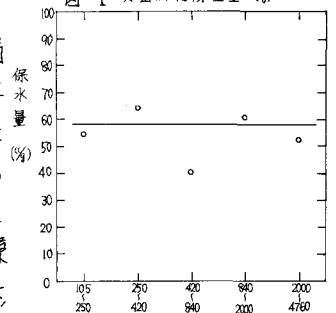


図-2 火山灰粒径 (μ)

ある。いずれの粒径の場合も、残留保持水量は一定の値を示している。図-3からその平均値を求めると、 $58.3 \text{ cc/g dry sludge}$  となり、含水率で示すと  $98.3\%$  程度である。図-3は、濃度  $6650 \text{ mg/l}$  の下水汚泥に対する結果であるが、他の濃度の汚泥の場合も同一の残留保持水量を有することが、沈降濃縮実験の結果から推察される。初期浮遊物濃度を種々変化させて、界面沈降実験を行なって求めた最終沈降界面高と初期濃度の関係を示すと図-4のようである。図-4の関係と初期界面高から、最終沈降状態の汚泥の含水率を求めると、約  $98.3\sim 98.4\%$  となり、図-3の混合土層中の汚泥の含水率と概略一致する。以上のことから、下水汚泥を土壌還元した場合には、還元前の汚泥の濃縮状態や土壌の粒度組成によらず、汚泥はほぼ一定の含水率に達するものと考えられる。したがって、任意の濃縮状態の下水汚泥からの脱離水量は、この含水率と汚泥の初期濃度から求められることになる。図-4はその計算結果で、添加汚泥1kg当りから脱離する水量と汚泥の初期濃度の関係を示したものである。

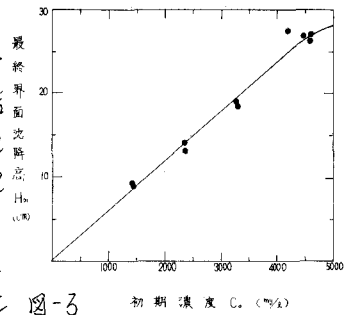


図-3

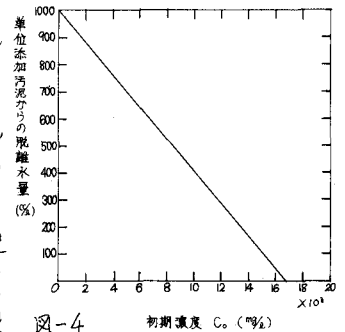


図-4

図-1に示されるように、火山灰のみを用いた場合も、保水量と火山灰乾燥重量の関係は直線となる。そこで、種々の粒径の火山灰を用い、火山灰層の間隙比を種々変化させて、図-1のような直線を実験によって求めた。この直線の勾配すなわち火山灰単位乾燥重量当りの保水量を求め、これを粒径の逆数ならびに間隙比に対してプロットすると、図-5および図-6のようである。保水量は粒径の逆数すなわち火山灰粒子の表面積に比例して増大し、間隙比の増大とともに増大し、ある間隙比を境として減少する。この理由については既に述べた<sup>2)</sup>。次に任意の粒度組成を持つ火山灰層の保水量を均一粒径の火山灰層から求められるか否かについて検討するため、表-1に示す粒度組成の火山灰層について保水量を求めた。実験により得られた保水量は  $0.65 \text{ cc/g}$  で、一斉、均一粒径の保水量と粒度組成から計算によって求めた結果は表-1に示すように、 $0.70 \text{ cc}$

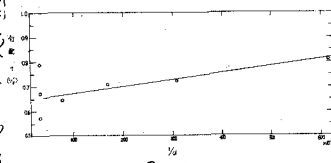


図-5

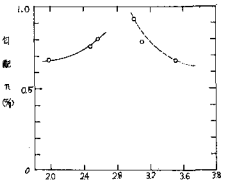


図-6

で、概略一致する。したがって、任意の粒度組成を有する火山灰層の保水量は、均一粒径の火山灰の保水量から概略算定される。

粒径 (μ)	総体積率 (%)	単位乾燥重量当りの保水量 (cc/g)	保水量 (cc)
4762~20000	224.0	0.6	134.4
2000~840	236.0	0.64	151.0
840~420	236.2	0.708	167.2
420~250	237.6	0.72	171.1
250~105	238.3	0.81	193.0
合計	1127.1	—	819.9

表-1

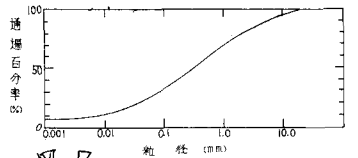


図-7

上記の結果を用いると、任意の含水率および間隙比を有する火山灰土層へ任意の濃縮状態の下水汚泥を添加する場合に、下水汚泥からの脱離水が地下水中へ透過流出しない、限界の添加汚泥量が求まる。図-7に示すような粒度組成を持つ  $20 \text{ cm}$  の深さの火山灰層を例にとって、 $1 \text{ m}^2$  当りに添加し得る下水汚泥量を求めた結果を示すと、図-8のようである。他の濃度の汚泥の場合も同様にして求められる。

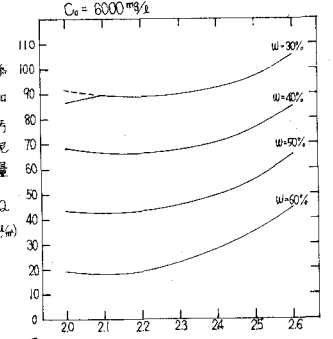


図-8

#### 4. あとがき

下水汚泥の土壌還元に際して、地下水汚染防止の立場からの脱離水量と火山灰の保水能力について基礎的検討を加え、上述のような結果が得られた。今後、さらに検討を加えてゆきたい。

(引用文献) 東横河川下水道誌 10/18, No. 184, p.21, 1979, 徳島河川排水協会 水質浄化論文報告集 第6号 1980.2.