

VII-9

下水汚泥等を利用した水処理材の開発とその性能試験

北海道工業大学工学部 学 山 口 正一
 正 宇士澤 光賢
 正 木 内 伸洋
 森 隆徳

1. まえがき

廃棄物処理の目的は出来る限り発生抑制に努めるとともに、限りある地球資源を有効に活用する観点から資源化・再利用を進め、環境に支障が生じないように適正に処理し、最終的には自然界に還元することにある。しかしながら、大都市圏では排出される膨大な廃棄物の最終処分地の確保は年々深刻になってきている¹⁾。また、廃棄物の越境移動も問題になってきている。著者らは都市下水処理場から発生する汚泥(乾燥脱水汚泥)と鑄物工場のダスト(廃砂)の資源化・再利用を目的にそれらを用いた水処理材の研究開発をしたのでここに報告する。

2. 汚泥とダストの処理・処分現況

下水処理場から発生した汚泥の約60%は脱水、焼却等の処理後、陸上または海面埋め立てに用いられている。再利用では緑農地還元(コンポスト含む)や建設資材(焼却灰の利用が大部分)としてコンクリート骨材、ブロック等の原料、工事の埋め戻し材等に利用されている。札幌市では脱水ケーキが1年間に174,690m³(平成7年度)発生している²⁾。一方、鑄物工場からのダスト(廃砂)にはベントナイト等を含んだ無機系の廃砂と有機バインダーを含んだ廃砂の二種類がある。これらの廃砂は工場内の他の廃棄物とともに産業廃棄物として有料で処分されているのが現状である。このうち無機系の廃砂には微細砂、粘結材、添加材が含まれ、有機系の廃砂には微細砂、反応後燃焼しなかった有機バインダーが含まれている。

3. 実験材料の作成と実験方法

(1) 水処理材の作成

下水汚泥のみでは多孔質の水処理材にはならないため、結合材として下水汚泥と同様に産業廃棄物として捨てられている鑄物工場の廃砂を用いる。

使用材料は、無機系の廃砂、有機バインダーを含んだ廃砂、下水汚泥を使用した。

○無機系の廃砂：水を加え乾燥させると一定の形状を保つ性質がある。これは鑄物の造型のために粘結材としてベントナイトを入れているため、今回は実験の結合材として用いた。

○有機バインダーを含んだ廃砂：水を加え乾燥させても一定の形状を保つ効果はなく逆にバラバラになり多く含むと一定の形状に保てなくなるが、有機物のバインダーを含んでいるため細かい空隙を作る事を期待している。

○下水汚泥：有機物が大部分であり鑄物工場の砂と混ぜ合わせ一定の形状にして焼き固めることで有機物が燃焼し水処理材の中に空隙を作る。

- ① 水処理材を作成するにあたって材料の適切な配合比を決定しなければならない、そのため考えられる配合比で実際に作成して実際の使用に耐える強度を持ち、なおかつ適切な吸着能力を持った材料でなければならない。実験の結果、無機系の廃砂、有機系の廃砂、下水汚泥(乾燥前含水率24.6%、乾燥後含水率2.6%)をそれぞれ10:1:3の配合比で混ぜ合わせる事とした。
- ② 水処理材の作成において焼き固めが必要になる。この焼き固め温度により水処理材にどのような違いが生じるかを実験して最適な焼き固め温度を決定した。実験は700, 800, 900, 1000, 1100, 1200°Cで行い、

A Study on Development of Water Treatment Material by use of Sewage Sludge and Waste-casting Sand and its Adsorption Test

by Shouichi YAMAGUCHI, Kohken UTOSAWA, Nobuhiro KIUCHI, Takanori MORI

その結果800℃以下では完全には焼き固まらず、1200℃以上では熔融してしまい水処理材の作成には適さないと判明した、また900℃以上1100℃以下で焼き固めた場合には問題がないが、温度を高くすればそれだけエネルギーを消費するため可能な限り温度を低くすることが望ましい。そのため焼き固め温度は900℃とした。

- ③ 無機系の廃砂，有機バインダーを含んだ廃砂，下水汚泥（乾燥後粉碎装置にて粉状にする，その後JIS規格の0.85mmふるいを通したものを）を配合比10：1：3で少量の水とにより混ぜ合わせ直径約5mmのうどんの様な形にする。その後すぐ焼き固めた場合、水分が水蒸気となり体積が膨張するため破裂してしまう。そのため約12時間80℃程度で乾燥させた、後900℃で6時間焼き固める。放冷後、うどん状となった水処理材をJIS規格の3.00mmふるいでふるい残留分を水処理材として用いる。

(2) 実験方法

① 吸着性能試験方法³⁾

本試験は製造した水処理材の吸着性能を数量的に評価しようとするものである。処理対象物質はマンガ、塩素、リン、アンモニア、フミン⁴⁾の5種類の溶液で濃度はそれぞれ5mg/lである。

実験は図-1のようにスターラー（攪拌機）に設置し攪拌する。

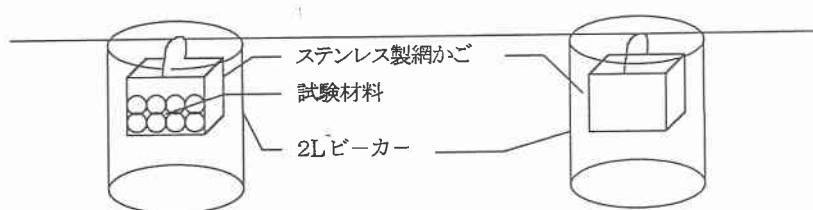


図-1 吸着実験方法

水処理材をステンレスの網かごに入れて2Lのビーカー中に吊し、スターラーを回転させ試料水を攪拌してあらかじめ定めた時間間隔ごとに採水する。

② 金魚を用いた水質実験方法

金魚を飼育する事により閉鎖区である水槽の水は時間が経過するとともに金魚の排泄物等で富栄養化してゆき藻類類類等が発生し水質は悪化する。そこで、本実験は“水処理材を入れた水槽”と“水処理材を入れなかった水槽（砂利槽）”での水質の経時変化から水処理材の効果を検証するものである。

試験を行う金魚の水槽は試験区、対照区それぞれ同様の条件となるようにして、試験区には水処理材を、対照区には水処理材とほぼ同じ粒径の砂利（この砂利は水処理とは関係なく金魚のフン等が舞い上がるのを抑制するためである）を入れた。水槽にはエアレーション装置を取り付け常時エアレーションを行い温度はサーモスタットで20℃とし、金魚のえさは毎週2回0.5gずつ与え重量、PH、アンモニア性窒素、濁度、透視度、電気伝導度及び藻類のガラス面への付着面積のそれぞれ測定した。なお、水槽の大きさは各13.0(l)で5匹ずつ飼育した。

金魚の重量、藻類のガラス面への付着面積の測定は大きい変化が見られないため1月に1回とする。

藻類のガラス面への付着面積の測定はプラニメーターを用いず OHP シートに藻類の付着した輪郭を書き、それを切り抜き電子天秤にて重さはかり標準片との比より算出した。

4. 実験結果

(1) 吸着性能試験結果

試験の結果マンガンは水処理材を入れた実験区は 5.5mg/l から 2.8mg/l と約半分まで減少した、これに対し水処理材を入れなかった対照区ではマンガンの減少は見られなかった。（図-2）

リンは水処理材を入れた実験区は 4.8mg/l から 2.4mg/l と約半分まで減少した、これに対し水処理材を入れな

った対照区ではリンの減少は見られなかった。(図-3)
 塩素、アンモニアは水処理材による減少が見られなかった。

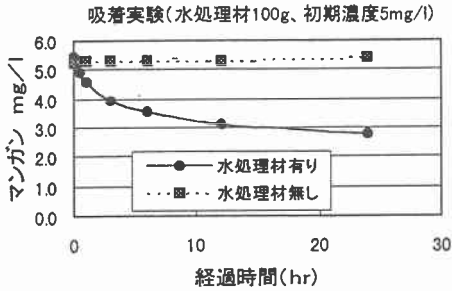


図-2 吸着実験(マンガン)

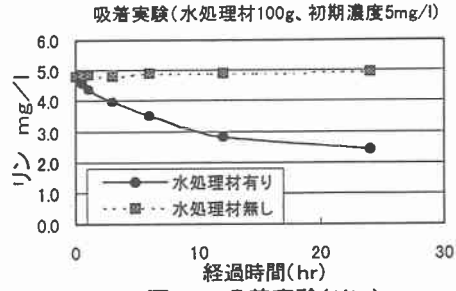


図-3 吸着実験(リン)

(2) 金魚を用いた水質実験結果

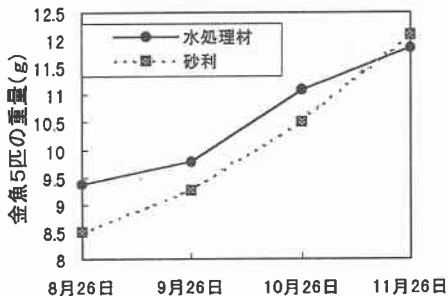


図-4 金魚5匹の重量(g)

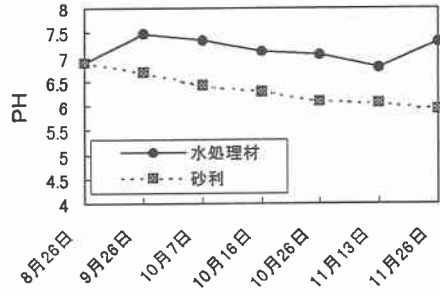


図-5 PH

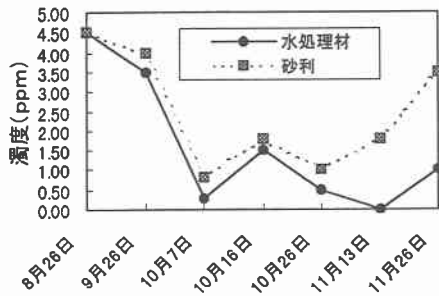


図-6 濁度(ppm)

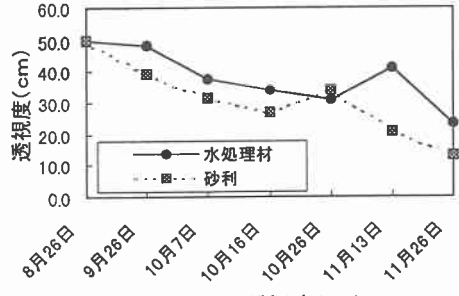


図-7 透視度(cm)

最初、金魚をほぼ均等に5匹に分けたはずが5匹当たり約1gの重量差が生じていた。しかし飼育後その差は徐々にちぢまり3ヶ月後には逆転した(図-4)。これは砂利を入れた水槽のガラス面に付着した藻類を金魚が食している事が観察されているので、餌が実験区に比して豊富なのが体重増加の理由の1つと思われる。

PH、電気伝導度に関しては、水処理材の方が高くなっている(図-5, 8)。これは、水処理材の原料の1つである脱水下水汚泥に石灰が含まれているからである。

図-6, 7は濁度と透視度の経時変化である。水処理材を入れた槽が砂利槽よりきれいなことがわかる。これは水処理材には大きな空隙があり、そこに金魚の排泄物が付着、沈殿し再浮上を防止していると思われる。写真-1は11月26日の藻類のガラス面への付着の様子の写真である(左が水処理材、右が砂利を入れた水槽)。図-9はガラス面に付着した藻類の面積の経時変化で砂利槽の方が付着面積が非常に大きくなり2ヶ月以降では水槽の中の金魚がガラス越しに見えにくくなっている。以上の実験から、水処理材から藻類の発生を遅らせる何か物質が溶けだしておりその結果、金魚の体重の変化に影響を及ぼしていると思われる。

5. おわりに

本開発実験では廃棄物を用いて水処理材料の開発とそれを使用した金魚飼育による実験を行った。札幌市の場合(平成7年度)は「下水汚泥」の脱水ケーキは82%が焼却されコンポスト化されているのは約10%であり、「鋳物工場の廃砂」は埋め立て等産業廃棄物として扱われているため処分費用もかかっている。

しかし、資源として活用した場合には処分費の削減への道となることが期待できる。今後、この水処理材を河川等の浄化に使用する方向で研究していきたい。

本開発実験において材料の提供、取材に快く応じて下さった(財)札幌市下水道資源公社西部スラッジセンター所長山口氏、(株)田中工業社長田中氏、同技術課長名雪氏に感謝する。

参考文献

- 1) 八木美雄: フェニックス計画について、第34回環境工学研究フォーラム講演集 PP. 207-209(1997)
- 2) 札幌市下水道局施設部: 平成7年度維持管理年報 PP. 30-35
- 3) 土木学会: 衛生工学実験指導書【プロセス編】 PP. 36-41(1986)
- 4) 日本分析化学会北海道支部: 水の分析 第4版 PP. 330-333

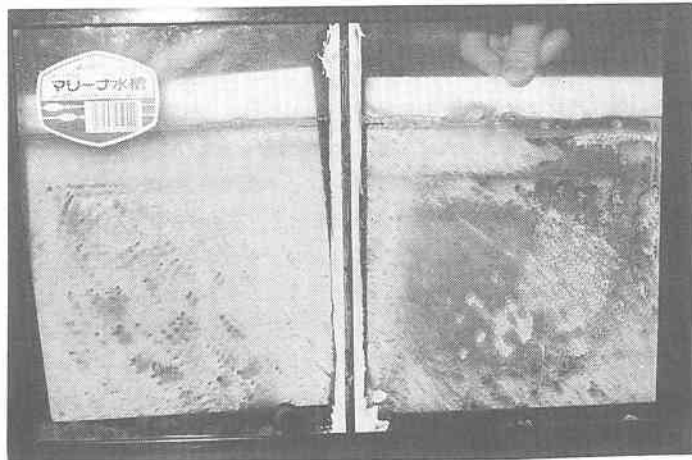


写真-1

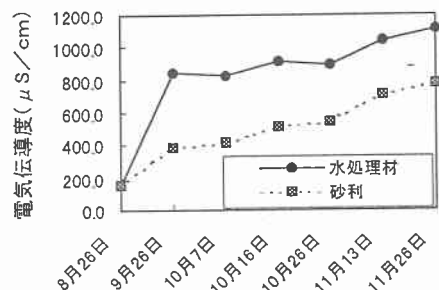


図-8 電気伝導度(μS/cm)

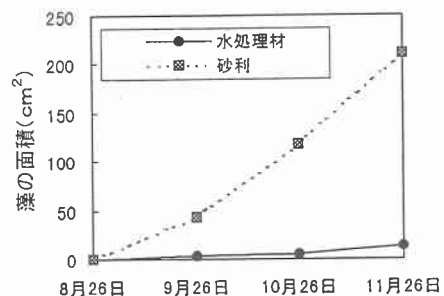


図-9 藻の面積(cm²)