

過酸化水素水を用いた浄水汚泥に含まれる有機物の分解

茨城大学 学生会員 ○渡邊保貴 正会員 小峯秀雄
フェロー会員 安原一哉 正会員 村上 哲
茨城県日立市企業局上下水道部浄水課 非会員 豊田和弘

1. はじめに

水道事業の浄化処理過程で排出される浄水汚泥を道路構成材料として利用することが期待されている¹⁾。しかし、浄水汚泥に含まれる有機物に関して、その分解と力学特性に及ぼす影響については十分に検討されていない。本研究では、その基礎的検討として、浄水汚泥に含まれる有機物を詳細に分析した後、過酸化水素水による有機物の分解度、および、分解過程で発生する二酸化炭素量と有機物分解量の関係を調査した。

2. 浄水汚泥に含まれる有機物

本研究で使用した試料は、茨城県日立市森山浄水場にて排出された浄水汚泥である。浄水汚泥の有機物含有量を表-1に示す。浄水汚泥 A および B は、図-1 に示すように加圧脱水機により脱水されたため、形状は板状である。浄水汚泥 C は天日乾燥床で脱水された試料であり、外観は塊状である。浄水場内発生土は、森山浄水場内の埋設管工事において排出された土である。強熱減量は JIS A 1226:2009 に準拠して測定した。加圧脱水された浄水汚泥 A おおび B の強熱減量は天日乾燥した浄水汚泥 C と比べて大きかった。天日乾燥では約 6 ヶ月の脱水期間を要したのに対し、加圧脱水は数日で脱水が完了したため、未分解の有機物が多く含まれていたことが推察される。



図-1 浄水汚泥の外観

表-1 浄水汚泥の有機物含有量

	強熱減量(%)	フミン酸(%)	フルボ酸(%)
浄水汚泥 A	26.6	9.27	0.034
浄水汚泥 B	27.3	4.31	0.040
浄水汚泥 C	17.1	1.20	0.016
浄水場内発生土	7.5	0.25	0.028

フミン酸とフルボ酸は、文献^{2),3)}を参考に図-2 に示す手順に従ってアルカリ処理と酸処理により分離した。乾燥質量で 50g の試料に 0.5mol/L の NaOH を 500g 添加し、24 時間スターラー攪拌した。3000 rpm で 30 分間遠心分離し、上澄み液を 6 mol/L の HCl で pH2 まで調整した。調整後の液体を再び遠心分離し、このとき、アルカリに可溶かつ酸に不溶のフミン酸が沈殿物として分離される。上澄み液には酸にも可溶なフルボ酸が含まれている。なお、塩類の分離は行っていない。浄水汚泥にはフミン酸がフルボ酸より多く含まれていた。フルボ酸について、浄水汚泥と発生土の間に有意な差は認められなかった。天日乾燥した浄水汚泥 C では、フミン酸の分解が顕著であったことが推察される。

3. 有機物の分解に伴う二酸化炭素排出量の測定方法

過酸化水素水を用いて浄水汚泥の有機物を分解し、分解過程で発生した二酸化炭素量を測定した。試験装置の概略を図-3 に示す。200mL メスフラスコ内で浄水汚泥と過酸化水素水を混合し、ポリカーボネート製のデシケーター(容量 9.41L)内に設置した。過

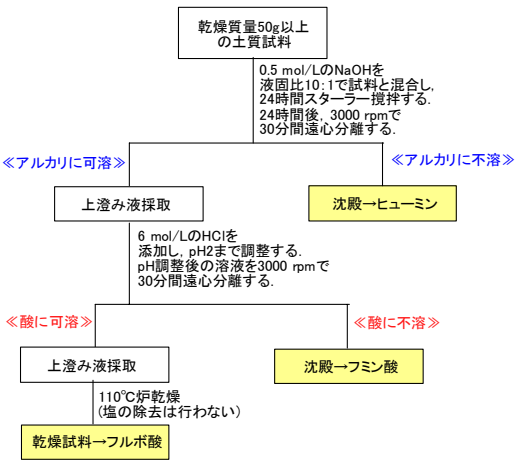


図-2 フミン酸とフルボ酸の分離手順

酸化水素水の濃度は3～9%，試料は乾燥質量で5～10g，液固比は10:1 または 20:1 とし，溶媒を静置した状態で酸化反応が終息するまで測定を行った．デシケーター内の二酸化炭素濃度は微弱無線型の CO₂ センサ(C2D-W02TR/株式会社ユー・ドム製)を用いて計測した．サンプリングレートは 1.0min/回とした．本計測器の測定精度は±30 ppm±測定値の 5%，測定範囲は0～9999 ppm(5000 ppm 以上は拡張測定範囲)である．計測中は室温を 20℃一定に保った．試験後の試料は0.45 μm 孔径のメンブレンフィルターでろ過し，過酸化水素水と分離した後，110℃で 24 時間炉乾燥し，強熱減量を測定した．

4. 有機物分解量と二酸化炭素排出量の関係

図-4 にデシケーター内の二酸化炭素濃度の推移を示す．測定開始時の二酸化炭素濃度は，実験室の値と一致している．過酸化水素水の濃度が高いほど，初期段階における時間あたりの二酸化炭素濃度の上昇割合は大きく，最終的な二酸化炭素濃度も高い傾向が認められた．ケース F を除いた全てのケースにおいて，約 200 分が経過した時点から二酸化炭素濃度の上昇割合は小さくなった．これは，目視できる気泡の発生量が減少した時点と概ね一致していた．図-5 に有機物分解量と二酸化炭素排出量の関係を示す．二酸化炭素排出量の計算では，試験開始時と終了時の濃度差にデシケーターの容積を乗じた．有機物分解量の増加に伴い，二酸化炭素排出量も増加する傾向が認められた．二酸化炭素の排出量から，分解の程度をモニタリングすることが概ね可能である．ただし，分解反応は完全には終息していなかったため，土粒子に付着した過酸化水素水により，炉乾燥過程においても有機物は分解されていた可能性がある．過酸化水素水により分解された有機物の種類を特定するため，分離したフミン酸，フルボ酸，ヒューミンの 6%過酸化水素水に対する分解度(分解量/分解前の質量×100)を調べた．表-2 より，フルボ酸，フミン酸，ヒューミンの順に分解度は高い．しかし，フルボ酸の含有率は 0.034%と低いことから，フミン酸の分解が支配的であったことが推察される．

5. 結論

過酸化水素水による浄水汚泥の有機物分解では，フミン酸の分解が支配的であることが推察された．また，分解過程で生じる二酸化炭素を測定することで有機物の分解過程を間接的にモニタリングできることを示した．

参考文献 1) 蛭田俊明，小峯秀雄，安原一哉，村上哲，渡邊保貴，ベジェヒョン，豊田和弘：現地発生土との混合による浄水汚泥の有効利用法の提案と混合土の評価，第 8 回環境地盤工学シンポジウム発表論文集，pp.83-86，2009. 2) Ohkubo, N., Yagi, O., and Okada, M.: Effects of humic and fulvic acids on the growth of microcystis aeruginosa, Environmental Technology, Vol. 19, pp. 611-617, 1998. 3) M. M. コノノワ(菅野一郎ら共訳)：土壌有機物—その本質・性質および研究法，農山漁村文化協会，pp. 50-61，1976.

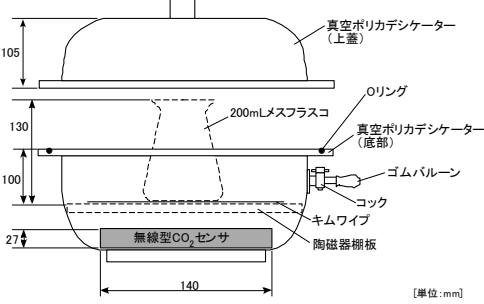


図-3 過酸化水素を用いた溶出試験装置

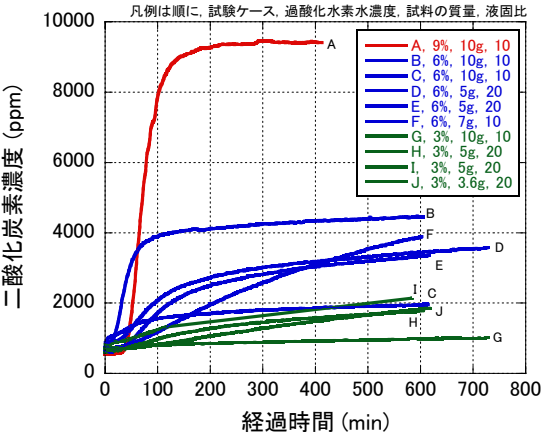


図-4 有機物分解過程の二酸化炭素濃度の推移

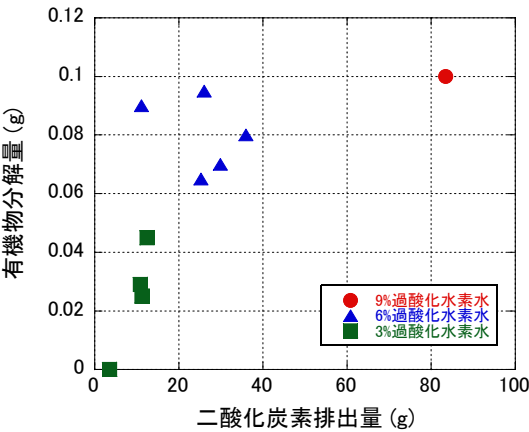


図-5 有機物分解量と二酸化炭素排出量の関係

表-2 過酸化水素水による DWS-A に含まれる有機物の分解度

	分解度(%)
フミン酸	42.3
フルボ酸	86.5
ヒューミン	8.1