

VII-201

手賀沼底泥の乾燥特性について

日大院理工学研究科 学生会員 吉川 昌宏
日大理工学部 正会員 松島 眸

1. 研究の目的

手賀沼には、現在、沼全体では約54万 m^3 の底泥が堆積していると見積もられている。この底泥は水質浄化のためには浚渫除去し、脱水あるいは天日乾燥処理の対象になっているが、現状では必ずしも十分な処理が行われているとは言えない。手賀沼の底泥のみならず、湖沼等の底泥あるいは沈殿物は一般に難脱水性かつ腐敗性の強い物質である。その理由は底泥が有機物を多量に含んでいるためである。したがって底泥中の有機物成分を可及的に無機化する事が底泥の脱水性改善に大きく寄与すると推察される。

本研究では、底泥の脱水特性に関する評価の代替法として乾燥特性を用い、様々な環境条件の下での底泥の乾燥特性について試験し、その結果から底泥のより効果的な無機化または安定化の方法を検討することを研究目的とした。環境条件としては、嫌気的条件、非酸化的条件、好気的条件を設定した。環境条件の設定により、介在する微生物細菌群が環境条件に応じた機能を発現し、底泥に含有される有機物成分を生物学的に酸化分解すると考えられる。以下に、本試験研究の成果の一部を示す。

2. 試験方法

試験における各々の環境条件の設定はつぎのようである。嫌気的条件では、まず、数個の容量500ml三角フラスコを用意し、すべてのフラスコに手賀沼で採取した底泥10 mlを投入し、このものに窒素ガスで十分に脱気した脱イオン水を注入し、その全液量を500mlとした。つぎにすべてのフラスコをマグネチックスターラーで連続攪拌を開始し、以後、経日的に各系列からフラスコ1本づつをとりだし、各々のフラスコ内の浮遊物について攪拌継続日数に対応した乾燥特性を試験した。非酸化的条件では、嫌気的条件と同条件のフラスコに硝酸ナトリウム水溶液（1mg- NaNO_3/ml ）50 ml（全液量500ml）を添加し、同様に試験した。また、好気的条件では、高さ80cm、内径20cmの円筒形容器に水道水16 lと手賀沼底泥200 mlを投入、空気曝気と機械攪拌装置の併用により強制的に混合、以後、経日的に混合液を採取し、乾燥特性を試験した。また、微生物群の生物学的な反応としては、非酸化的環境では硝酸呼吸が、好気的環境では酸素呼吸が進行すると思われる。いずれの呼吸によっても底泥中の有機物成分が可及的に酸化分解されるので、呼吸形態が底泥の乾燥特性改善に及ぼす影響も検討することとした。また、嫌気的条件においては、生物学的代謝量は少ないので、物理的な攪拌操作のみによる影響を検討することにした。

本試験における乾燥特性については「水分計」を用いて評価した。この装置は赤外線ランプを熱源とする加熱装置付きの精密化学天秤であり、一定時間経過ごとに対象試料の重量が測定できるものであり、試料含水量の経時変化を分析することができる。試料採取は反応槽から混合液10 mlを直接採取し、そのまま水分計によって水分量を計量した。乾燥速度の評価指標は次のようである。まず、試料の初期の水分重量を1とする相対重量（%）に換算する。初期試料重量 W_0 、任意経過時間における試料重量 W_t 、絶乾試料重量 W_e より、初期水分重量（ $W_0 - W_e$ ）を W_0' 、任意経過時間における水分重量（ $W_t - W_e$ ）を W_t' としたとき、試料の乾燥率（ $W_t' / W_0' \times 100\%$ ）と経過時間（ t ）との関係を図示する。図示された曲線を乾燥曲線と称し、その曲線の傾きが急であるか緩やかであるかによって乾燥特性が評価される。また、単位時間（ Δt ）あたりの乾燥率の変化量（ Δw ）を求め、時間経過に対応した乾燥率の変化量を乾燥速度（ $\Delta w / \Delta t$ ）と定義し、さらにこの乾燥速度の最大値を最大乾燥速度（ $\Delta w / \Delta t$ ） $_{\text{MAX}}$ とした。今回の試験では試料の相対重量の測定は1分経過ごととした。試料乾燥のための設定温度は約110℃とした。

3. 試験結果

以下に示した各図は一連の乾燥特性試験の結果である。図-1(a)は嫌気的条件における混合状態の底泥の乾燥率が経時的に変化する傾向を示している。この図は試験装置から採取した底泥がほぼ絶乾状態にいたる

20数分の乾燥特性を示している。図-1(a)中の勾配は試験時間に対応する乾燥速度の意味をもつ。勾配は攪拌継続日数が長くなるにつれて急勾配となり、攪拌のみによっても乾燥特性が改善されることが認められる。図-1(b)は乾燥速度の変化傾向を示すものである。この結果によれば、未処理の底泥の乾燥速度は試験時間を通じてほぼ一様な乾燥速度を示す傾向であ

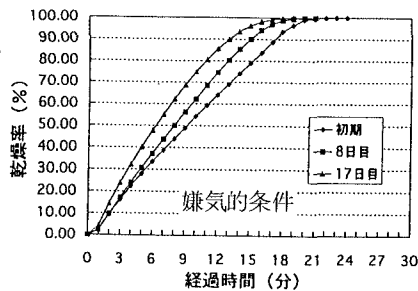


図 1-(a) 乾燥特性曲線

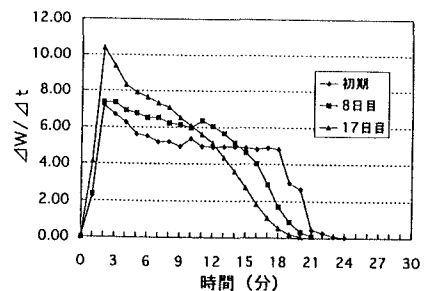


図 1-(b) 乾燥速度の経時の変化

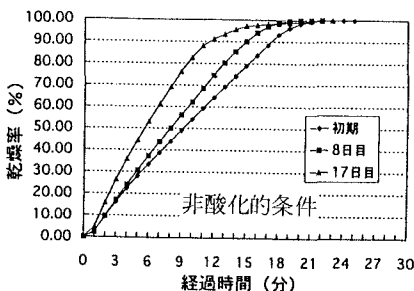


図 2-(a) 乾燥特性曲線

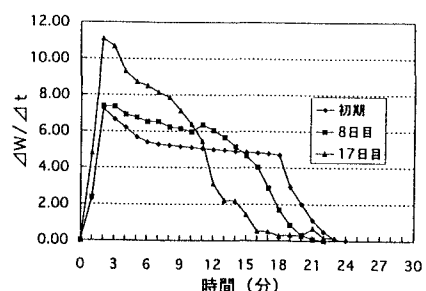


図 2-(b) 乾燥速度の経時の変化

るが、攪拌を継続した操作のみによって乾燥速度が影響を受け、とくに試験開始直後に最大乾燥速度を示し、以後、乾燥速度は急速に減少す傾向が認められる。図-2(a)と(b)は、非酸化試験における結果である。嫌気的条件下での試験との明確な相違は、攪拌継続日数が17日目における最大乾燥速度である。最大乾燥速度は、攪拌継続日数が8日より大きくなるにつれて増大する傾向が認められる。この結果については、非酸化的環境における硝酸呼吸作用が進行し、底泥を構成する土粒子に吸着されていた有機物質が酸化分解されたことと攪拌操作の継続により土粒子が微細化し、土粒子群の全表面積が過大となり土粒子の表面から水分が蒸発しやすくなるという2つの現象が重なったためと考えられる。また、好気的環境条件において、底泥を含む混合液を空気曝気した場合の底泥乾燥特性に関する特徴的なことから、曝気時間が2日目までは初期状態に比較して乾燥特性が悪化する傾向が認められた。しかし、曝気時間がそれ以上になると乾燥特性が次第に改善される傾向がある。また、同様に乾燥試験開始直後における最大乾燥速度の値も曝気時間の増大化につれて増加することが認められる。好気的環境下における微生物群の有機物代謝は確認していないので、今後の検討課題でもある。そのため、好気的条件下におけるこれらの傾向は、おもに機械攪拌と空気曝気という物理的な作用によって起こった結果であると考えられる。

4. 結語

本試験の結果から、手賀沼底泥を単に機械攪拌または空気曝気を行う操作を継続することによって底泥の乾燥特性が改質改善されることが明かとなった。この場合、底泥を含有する混合液の環境条件すなわち嫌氣的、非酸化的あるいは好氣的条件の選択設定は底泥の乾燥特性に及ぼす影響が大きいと考えられる。しかしながら、機械攪拌あるいは曝気操作の継続時間は実用上では数時間から長くても半日程度が限界であり、本試験結果から考えると、単に浚渫する手段のみでは底泥の乾燥特性は改善されないようである。したがって今後の研究課題としては、機械攪拌あるいは曝気等の継続時間をいかに短縮化するかであり、そのためには季節における底泥の乾燥特性を把握し、底泥中に介在する微生物群を活性化させ、生物学的な有機物の分解作用を有効に利用することが必要であると考えられる。また、底泥の乾燥特性と脱水特性との関係をも検討する必要がある。本試験研究を進めるに際しましては、我孫子市環境保全課鈴木良一氏のご協力を賜りました。ここに御礼申し上げます。