

下水汚泥の嫌気-好気性複合消化に及ぼす温度の影響

信州大学工学部工学系研究科	田中 猛史
信州大学工学部工学系研究科	学 武本 千尋
信州大学工学部	正 松本 明人

1. はじめに

汚泥の生物学的安定化法として嫌気性消化および好気性消化がある。嫌気性消化は汚泥の減量化とともにメタンが回収でき、また処理入力エネルギーが少ないという省エネルギー型汚泥処理技術であるが、その一方で、処理時間がかかり、消化タンクが大型になる、脱離液中の窒素濃度が増大する、返流水による水処理プロセスへの負荷が増大するといった欠点を有している。それに対し、好気性消化は悪臭の発生が少ない、分離液の水質がよい、運転管理が比較的容易という長所を有しているが、運転時のエアレーションのため、エネルギーを大量に消費するというエネルギー消費型汚泥処理技術である。ところで当研究室ではここ数年、*Bacillus* 属細菌を大量に含むコンポストを種汚泥に用い、浄化槽や下水処理場の余剰汚泥の好気性消化実験をおこなっている。その結果、きわめて高い汚泥分解率が得られている。そこで嫌気性消化とコンポストを種汚泥にした好気性消化を組み合わせ、両方の長所を引き出し、欠点を減らす処理法を開発すべく、実験をおこなったところ、非常に高い汚泥分解率を得た。そして今回は、好気性消化の段階の消化温度を 30℃ (RUN1) と 50℃ (RUN2) に設定し、温度の影響が処理効率にどのような影響を及ぼすかを調査するため実験をおこなった。

2. 実験方法

本実験の基質には、長野県 C 下水処理場の嫌気性消化汚泥（滞留時間 30～40 日、消化温度 35℃）を用いた。種汚泥には、*Bacillus* 属細菌を多く含んでいるコンポスト（海藻萬作有機：農業組合法人 セイブハイコン発売）を種汚泥に用いた。実験では 2L のメスシリンダーを 2 本用い、基質を RUN1 (30℃) に 1200mL、RUN2 (50℃) に 1300mL 注入後、それぞれに種汚泥としてコンポストを 10g/L、栄養塩として $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を 2.2mg/L、 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を 41.8mg/L 添加した後、別々の恒温槽に設置し、曝気量 1000mL/L・min に設定し、実験をおこなった。

3. 分析項目

好気性消化実験では、運転開始時、運転開始 3、7、14、21、28 日後 (RUN2 (50℃) は 10 日後にも測定、21 日後で実験終了) に反応槽内溶液の pH (ガラス電極法)、TOC (680℃ 燃焼触媒酸化/NDIR 方式)、アンモニア性窒素および硝酸性窒素濃度 (イオンクロマトグラフ法)、SS および VSS (遠心分離法: 3000rpm、15 分間)、ATP の測定をおこなった。なお測定した TOC、アンモニア、硝酸、SS、VSS は消化液の蒸発分を補正して解析データとした。SS、VSS、TOC は下水道試験法に準じた。ATP はトリクロロ酢酸抽出法の後、ルシフェラーゼ、ルシフェリンによる生物化学発光法で測定した。

4. 実験結果及び考察

図 1 に pH、図 2 に DO の経日変化を示す。RUN1、RUN2 とも 3 日目に 8.6、8.4 まで pH は増大した。その後、RUN1 では 28 日目の 4.5 まで pH は低下し続けたが、この低下は硝化反応によるものと考えられる。DO は 4 日目以降、硝化反応に十分な濃度であった。一方、RUN2 では 7 日目以降、pH は約 7.3 で安定しているが、これは硝化反応が進まなかったためと考えられる。また、RUN1 に比べて 7 日目以後、DO

が低下しているが、これは図 4 からみて汚泥の分解に利用されたためと考えられる。なお、RUN2 で硝化反応が進まなかったのは、温度および DO の影響と考えられる。

図 3 に TOC 濃度の経日変化を示す。RUN1、RUN2 とも運転開始後 3 日目に増大して 1360mg/L、2510mg/L となった。この増大は、汚泥の分解にともない生じた溶存成分によるものと考えられる。3 日目以降、液相中の溶存有機成分は除去されていき、運転開始時の TOC 濃度まで処理された。

図 4 に VSS 分解率の経日変化を示す。運転開始後 3 日目に RUN1、RUN2 の VSS 分解率はともに 38% となり、RUN1 では 28 日目に 42%、RUN2 では 61% に達した。なお、前段の嫌気性消化の段階で消化率が 67% という値を得ている。このことを考慮すれば、いずれの消化温度でも、嫌気-好気性複合消化により、きわめて高い VSS 分解率の値が得られると考えられる。また RUN2 では消化日数が長いほど VSS 分解率は高くなるが、RUN1 では 3 日目ではほぼ VSS 分解は終了することがわかった。

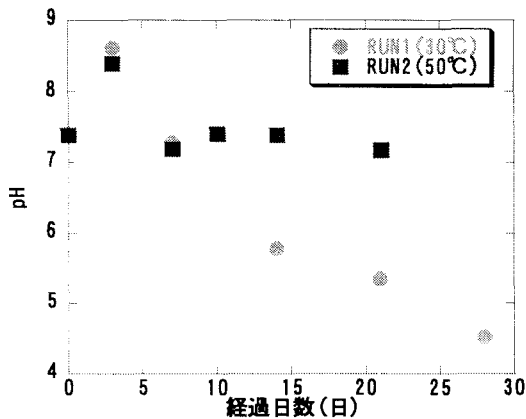


図 1 pH の経日変化

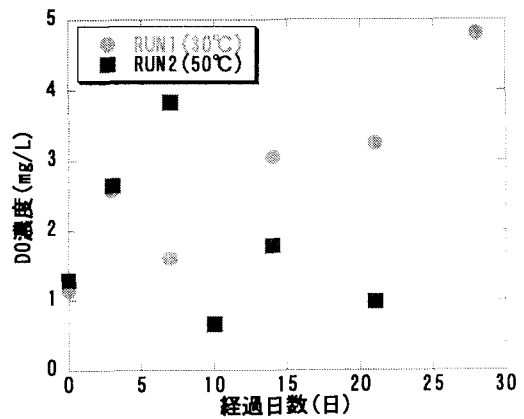


図 2 DO の経日変化

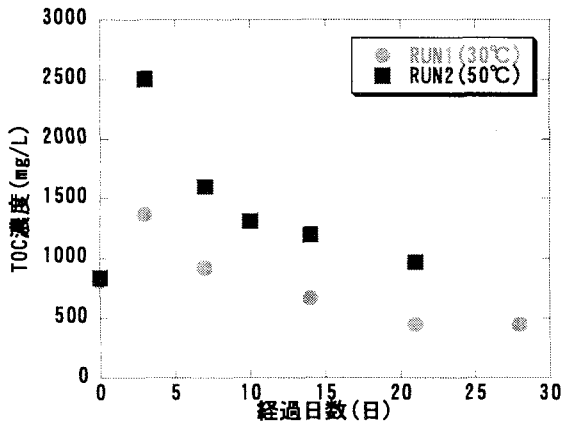


図 3 TOC 濃度の経日変化

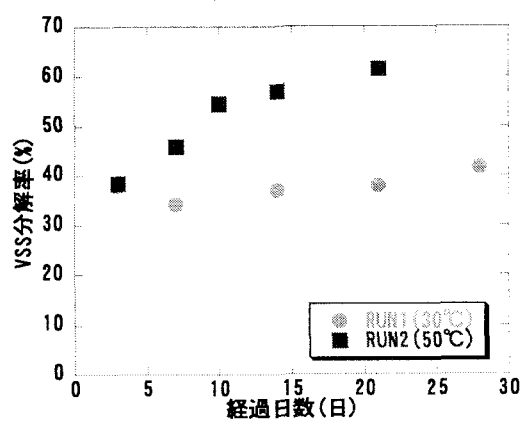


図 4 VSS 分解率の経日変化

5. おわりに

下水処理場で発生した下水汚泥を嫌気性処理した後の消化汚泥を、種汚泥にコンポストを用いた好気性消化で処理したところ、嫌気性消化の段階で消化率が 67% に達していたにもかかわらず、VSS 分解率は消化温度 30℃ で 28 日目に 42%、50℃ で 21 日目に 61% ときわめて高い値が得られた。また、汚泥の分解率は消化温度 50℃ と設定した方が高いことがわかった。

なお本研究を通じて、消化汚泥を提供して下さった（財）長野県下水道公社千曲川下流管理事務所の皆様に感謝いたします。また本研究は科学研究費基盤研究 C (2) (課題番号 13650597 蛋白質高分解性微生物群を用いた好気・嫌気複合消化プロセスによる汚泥処理の研究) の交付を受けていることを付記します。