

北海道大学 工学部 寺町和宏
高桑哲男

1.はじめに 下水汚泥の代表的な安定化法である好気性消化と嫌気性消化について、それぞれの安定化速度とレベルおよび固液分離性の特徴を比較検討することは、汚泥の処理処分方式を選定評価する上で基本的な重要なことである。そのような観点から、ここでは活性汚泥、初沈汚泥中のかんりの部分を占めるトイレットペーパーおよび混合汚泥を対象とし、回分式で好気性と嫌気性の消化実験を行なった結果から、VSを指標とした分解率と処理汚泥の沈降濃縮性に関して得られた知見を合せて報告する。なお、すべての実験における反応温度は、好気性で $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、嫌気性で $37 \pm 1^\circ\text{C}$ とした。

2. 活性汚泥、トイレットペーパー、混合汚泥の好気性・嫌気性分解率

(1) 活性汚泥 都市下水処理場の活性汚泥（余剰汚泥増殖率から求めたSRTは8~9日）の嫌気性消化実験結果を図-1に、同じ活性汚泥を好気性で十分に酸化分解してから2.36倍に濃縮し、引き続き嫌気性消化した実験結果を図-2に示す。また、嫌気性消化における液化反応もMLVSSの分解であるとみなして、 t 日後のMLVSS分解率を

$$\text{MLVSSの分解率} = \left(1 - \frac{\text{MLVSS}_{t=t}}{\text{MLVSS}_{t=0}}\right) \times 100$$

と表わし、消化日数との関係を図-3に示す。これによると反応温度に約 17°C の違いがあるものの初期の分解速度は嫌気性消化のほうが好気性消化の場合よりも大きく、分解反応がほぼ定常に近い30日後の分解量の約60%がわずかに2日間で進行したことがわかる。30日後の分解率を比較すると、嫌気性よりもむしろ好気性において高くなっており、最終分解率についてもはじめに好気性消化したほうが嫌気性の場合よりも約10%高い値を示している。ただし、このような結果と回分式というかなり限定された条件下の実験であることを考え合せると、活性汚泥の分解可能有機物量は好気性と嫌気性において大差がないとみなしてよいであろう。

(2) トイレットペーパー 筆者らの調査によれば、トイレットペーパーの使用量はおよそ $14\text{g}/\text{人}\cdot\text{日}$ であり（2家族、2ヶ月の調査）、また、住宅団地下水処理場での調査からSSの人口原単位は約 $40\text{g}/\text{人}\cdot\text{日}$ であるから、初沈汚泥に占めるトイレットペーパーの割合は最初沈殿池でのSS除去率を考慮すると約50%と推算される。そこで、表-1に示す実験条件でトイレットペーパーの好気性消化実験を行ない、好気性消化と引き続

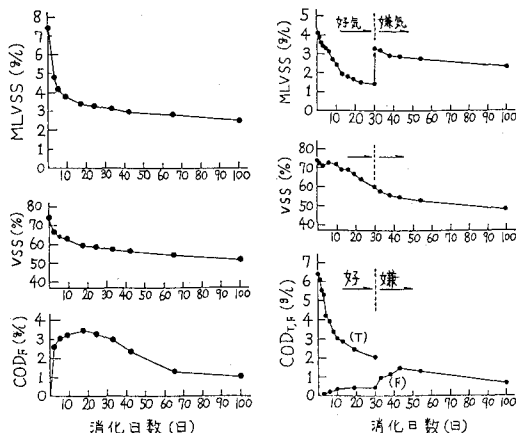


図-1 活性汚泥の回分式嫌気性消化

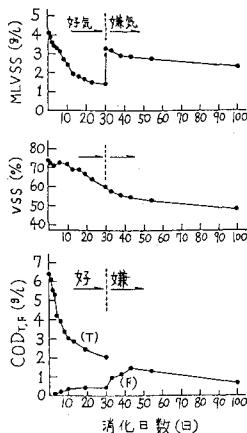


図-2 好気性消化に引き続く嫌気性消化(活性汚泥)

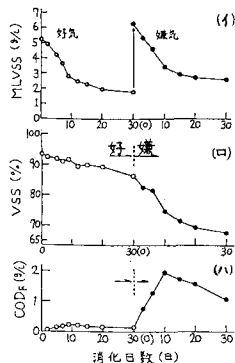


図-4 トイレットペーパーの好気性消化と引き続く嫌気性消化

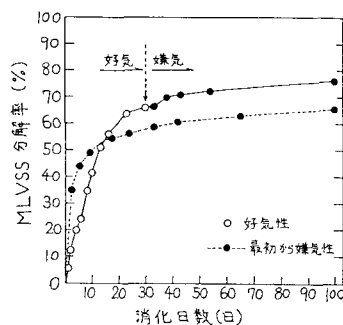


図-3 MLVSS分解率と消化日数の関係(活性汚泥)

表-1 実験条件

NH ₄ Cl	15 g
K ₂ HPO ₄	8 g
トイレットペー	50 g
活性汚泥(VS)	0.8 g
2次処理水	5 L
水道水	5 L

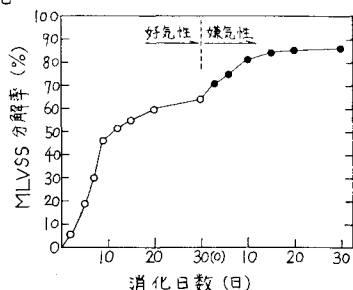


図-5 MLVSS分解率と消化日数の関係(トイレットペーパー)

く嫌気性消化の実験結果を図-4、5に示す。図-4(ハ)に示すように好気性過程においてはCOD_Fの増加が小さいので、このときのMLVSSの減少は酸化分解によると考えることができる。図-5より

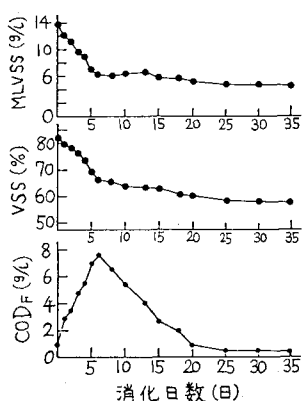


図-6 混合汚泥の回分式嫌気性消化実験

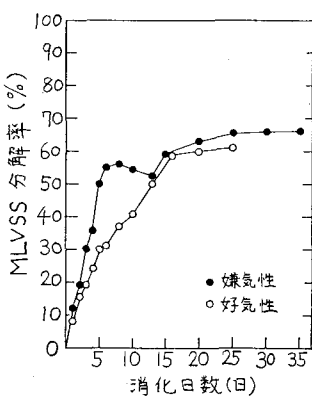


図-7 好気性消化りと嫌気性消化におけるMLVSS分解率の比較(混合汚泥)

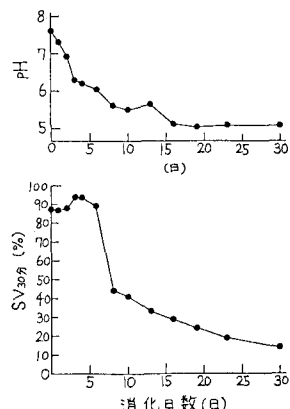


図-8 好気性消化過程におけるpH, SVの変化(活性汚泥)

り、好気性で分解しやすい部分が約60%存在すること、引き続き嫌気性消化では分解率が約20%増加したことがわかる。ここで、好気性で分解しやすい有機物は嫌気性でも分解しやすいと仮定すれば、トイレットペーパーは嫌気性では85%以上が分解しうる有機物であるといえよう。

(3) 混合汚泥 前記の活性汚泥と住宅団地中継ポンプ場にてφ6mmスクリーン通過後の下水を約20m³/日の水面積負荷で沈殿分離して得た初沈汚泥をVS基準で1対1に混合した汚泥について嫌気性消化した実験結果を図-6に示す。また、MLVSS分解率と消化日数の関係を好気性消化に引き続く嫌気性消化の実験結果と合せて図-7に示す。二つの実験で用いた混合汚泥の採取日は異なったがVSSはいずれも81%と等しかった。図-7の結果と(1)の活性汚泥の場合を比較すると、まず、初期の分解速度については、好気性の分解速度は両汚泥でほぼ等しいが、嫌気性では活性汚泥の場合に対して混合汚泥の分解速度が約1/2となっている。このような結果は初期の分解性に関して、初沈汚泥中有機物は好気性において活性汚泥と同等の分解速度を有していること¹⁾ならびに嫌気性では可溶性反応すなわち加水分解速度が活性汚泥よりも小さいことを表わしている。次に、最終分解率については、混合汚泥では嫌気性消化のほうが好気性消化の場合よりも分解率が高くなっており、これは活性汚泥の場合と逆の傾向である。このことは初沈汚泥には好気性よりも嫌気性で分解しやすい有機物の存在割合が高いことを表わしており、その有機物として前述のトイレットペーパーを考えることができる。すなわち、図-5の結果を用いると、トイレットペーパーに由来するVSのうち易好気的分解性の部分を除いた易嫌気的分解量は $0.5 \times 0.5 \times 0.2 = 0.05$ となり、初沈汚泥中のトイレットペーパーの分解性を考慮しただけでも、好気性に比べて嫌気性では最終分解率が約5%高くなると推算される。

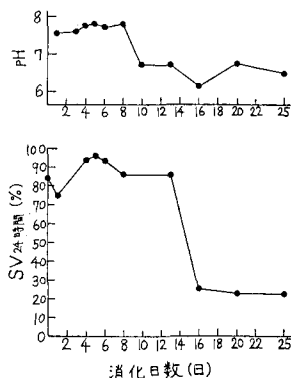


図-9 好気性消化過程におけるpH, SVの変化(混合汚泥)

3. 汚泥中有機物の好気的安定化過程における沈降濃縮性について 前項で示した活性汚泥と混合汚泥の好気性消化過程における汚泥の沈降性の变化を図-8, 9に示す。SVは100mlメスシリンダーを用い、活性汚泥では30分SV、混合汚泥では24時間SVを測定した。図の結果より、MLVSSの分解が進んでも最初はSVに変化がみられないこと、ある消化日数のところでSVが急減することがわかる。このSVの急減は遠心分離上澄水の濃度が急増したときと一致した。pHはSVの急減と特別な関係は認められない。図-10はそれぞれの消化過程におけるMLSSとSVIおよび原汚泥の希釈MLSSとSVIの関係を示しており、両汚泥について単なる濃度効果だけでは説明できない沈降・濃縮性の变化が起ったことができよう。1)寺町高彦：衛生工学研究論文集120, 1984
4. おわりに 有機物の安定化とともに汚泥の沈降・濃縮性を考えた考察が必要であり²⁾、その一端を示した。今後は連続処理系で検討を深めていきたい。

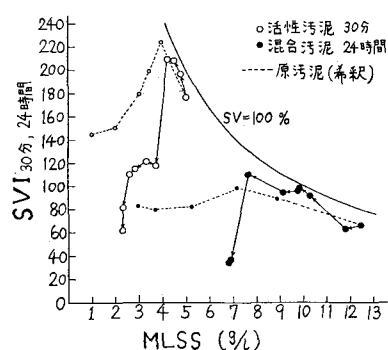


図-10 好気性消化過程におけるMLSSとSVIの関係

3. 汚泥中有機物の好気的安定化過程における沈降濃縮性について

前項で示した活性汚泥と混合汚泥の好気性消化過程における汚泥の沈降性の变化を図-8, 9に示す。SVは100mlメスシリンダーを用い、活性汚泥では30分SV、混合汚泥では24時間SVを測定した。図の結果より、MLVSSの分解が進んでも最初はSVに変化がみられないこと、ある消化日数のところでSVが急減することがわかる。このSVの急減は遠心分離上澄水の濃度が急増したときと一致した。pHはSVの急減と特別な関係は認められない。図-10はそれぞれの消化過程におけるMLSSとSVIおよび原汚泥の希釈MLSSとSVIの関係を示しており、両汚泥について単なる濃度効果だけでは説明できない沈降・濃縮性の变化が起ったことができよう。1)寺町高彦：衛生工学研究論文集120, 1984
4. おわりに 有機物の安定化とともに汚泥の沈降・濃縮性を考えた考察が必要であり²⁾、その一端を示した。今後は連続処理系で検討を深めていきたい。