

II-602

汚泥分解液を用いた活性汚泥によるPHBの生産

大成建設（株）技術研究所 正会員 ○副島敬道・友沢 孝

1. はじめに

微生物が菌体内に蓄積するPHB等のバイオポリエステルは、生分解性プラスチックの素材として注目されている。筆者らはすでに活性汚泥を使って、乾燥汚泥重量当たり約28%のPHBが生成できることを報告した¹⁾。

排水処理を行いながらPHB生産をする場合、原料として直接排水中の炭素源を利用する方法と、余剰汚泥の炭素源を利用する方法が考えられる。本報では後者の余剰汚泥の炭素源を利用する方法を対象に、余剰汚泥を熱処理して分解（以下、汚泥分解液と言う）し、液状化したものを基質として使用した場合の、活性汚泥によるPHB蓄積特性を検討した。

2. 実験方法

2.1 供試汚泥

実験には、恒温室（22℃）内の連続式嫌気好気活性汚泥装置で馴養している、2種類の嫌気好気汚泥を用いた。装置、馴養方法は昨年度報告した通りである²⁾。馴養基質の炭素源は、系1汚泥が酢酸、プロピオン酸、系2汚泥が酪酸を主体として使用している。

2.2 汚泥分解液

基質には下水汚泥を油化処理した時に得られる3種類の汚泥分解液を使用した。汚泥分解液の低級脂肪酸成分組成と、TOC、C/N比を表1に示す。上澄み液と蒸発液については低級脂肪酸からの炭素の計算値とTOCの測定値に大きな隔たりがあり、測定した3種の低級脂肪酸の他にも有機体炭素が存在していることが考えられる。また、C/N比はいずれも12～13前後であり、前年の実験条件²⁾と同様である。

2.3 回分実験

採取汚泥250mlに対し、初期のTOC濃度が1000mg/lになるように、残さ、上澄みは40倍、蒸発液は10倍希釈になるよう加え、全体で500mlとし1lの三角フラスコで72時間振とう培養を行った。また、経時的にサンプルを採取し、培養液のTOCと菌体内のPHB(3HB,3HV)量の測定を行った。初期のMLSS,VSSは系1汚泥がSS:2970mg/l、VSS:2510mg/l、系2汚泥がSS:3380mg/l、VSS:2590mg/lであった。

2.4 分析方法

3HB, 3HVは、乾燥汚泥を直接メタノリシス（アルコール溶媒分解反応）し、ポリエステル成分を含むメチルエステル化したクロロホルム層を、ガスクロマトグラフィーで分析した。TOCは全有機炭素計で分析した。

表-1 汚泥分解液成分組成

	低級脂肪酸 (mg/l)			C計算値 (mg/l)	TOC (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	C/N比
	酪酸	酢酸	7-ヒドロキシ酸					
残さ	500	18600	56900	35214	39700	3000	210	12.37
上澄み	400	17300	54200	33357	40200	2800	190	13.44
蒸発液	0	1100	2400	1931	12000	960	21	12.23

3. 結果と考察

振とう培養時の培養液中のTOC、乾燥汚泥重量当たりの3HB, 3HV蓄積率の経時変化を、系1汚泥を使用したものを図1-A～Cに、系2汚泥を使用したものを図1-D～Fに示す。ポリエステルの蓄積率はほとんどのケースで、培養開始後1～8時間まで増加しており、その後は一定であった。また、TOCも8時間以降はほとんど消費されていなかった。

系1汚泥と系2汚泥を比較すると、8時間までの蓄積率は系1汚泥では3HVが3HBを上回っていたのに対し、系2汚泥では逆に3HBの蓄積率が3HVを上回っていた。培養液中の低級脂肪酸の経時変化は、残さを培養液に使用したケースを例に挙げると、系1汚泥ではプロピオン酸が8時間までに初期濃度1500ppmあったものがほとんど消費されていたのに対し、系2汚泥ではプロピオン酸の消費はほとんど認められなかった。これは、系1汚泥は馴養基質に酢酸とプロピオン酸を主な炭素源として使用しており、このためプロピオン酸の摂取能力が高く、3HVの蓄積率が高くなっていたためと考えられる³⁾。

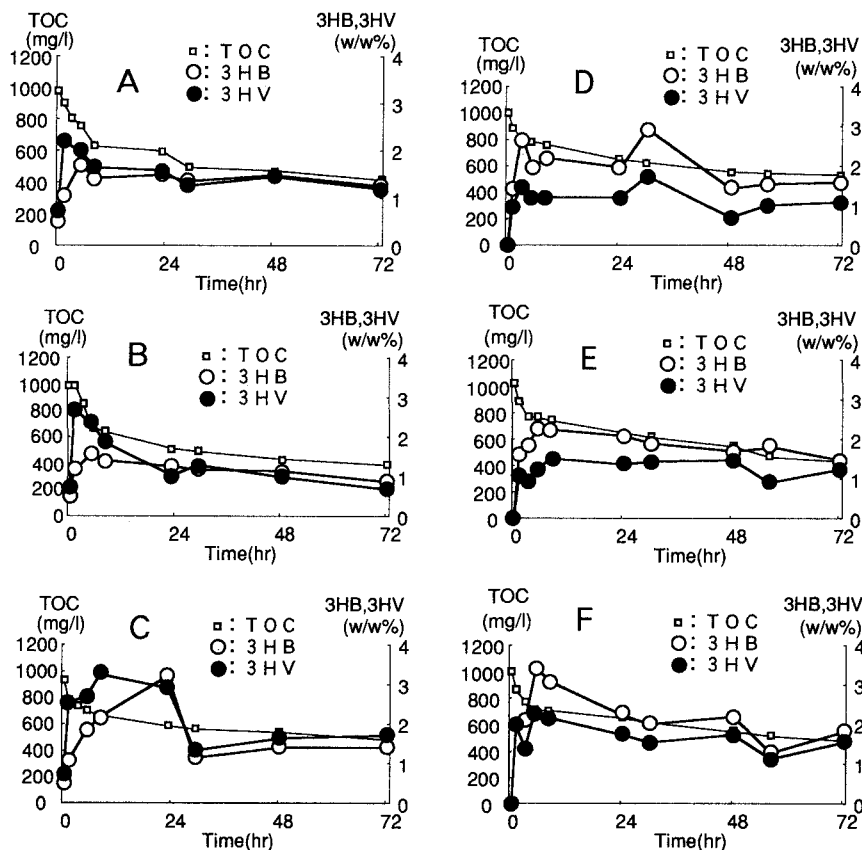


図-1 培養液TOC濃度、乾燥汚泥重量当たり3HB,3HV蓄積率経時変化
 A:系1—残さ B:系1—上澄み C:系1—蒸発液
 D:系2—残さ E:系2—上澄み F:系2—蒸発液

上澄み、蒸発液では蟻酸、酢酸、プロピオン酸以外の有機酸、つまり酪酸以上の低級脂肪酸が存在していると考えられる。上澄み、蒸発液を培養液としたもののポリエステル蓄積率の経時変化を比較すると、蒸発液の方が3HB生成率が高く、3HB生成率を高めるためには、原料として蒸発液を用いた方が有利であり、上澄みの方はポリエステル生成に寄与する有機酸成分が少ないものと考えられる。

今回の実験では3HB,3HVの蓄積率が低かったが、これはTOCがまだ充分存在していたにも関わらず、取り込み可能な有機酸が消費しつくされ、ポリエステルの生成が止まったことが原因として考えられる。したがって、今後培養液濃度を調整することにより、生成率を向上させられる可能性がある。

4. まとめ

実験の結果、汚泥分解液中のTOCの減少が見られ、系1、系2いずれの活性汚泥でもTOCの摂取が認められた。また、汚泥中のPHBを測定したところ、乾燥汚泥重量当たり最高で系1で2.2%の3HB、3.3%の3HV、系2で3.4%の3HB、2.3%の3HVの蓄積が確認された。本実験では汚泥分解液を希釈して使用したため、摂取可能な低級脂肪酸の濃度が希薄であったが、今回の実験結果より得られた蓄積するポリエステルの種類、蓄積率やTOC摂取の経時的変化の特性を踏まえ、汚泥分解液の濃度や培養時間を調整してポリエステルの蓄積率を向上させることが可能であると考える。

なお、本実験で使用した汚泥液はオルガノ（株）より提供していただいたものであり、厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 友沢、副島；嫌気好気活性汚泥によるPHBの生産，第41回高分子討論会（平成4年9月）
- 2) 副島、友沢、金子；嫌気好気汚泥を用いた炭素／窒素比とポリエステル生成の関係，土木学会第47回年次学術講演会（平成4年9月）
- 3) 友沢、斉藤、金子；活性汚泥による供重合体ポリエステルの生産，土木学会第46回年次学術講演会（平成3年9月）