

Ⅶ-173

生物脱リン汚泥のPHA測定法の検討と応用

中央大学理工学部 正会員 前島 裕樹
正会員 松尾 吉高

1 はじめに

有機酸を主有機基質とする生物脱リン法において、活性汚泥は嫌気条件下で有機酸からPHA(ポリヒドロキシ脂肪酸)を汚泥内物質として合成し、好気条件下で、そのPHAを分解しながらリン吸収を行う。したがって、PHAは生物脱リン法の研究に不可欠な測定項目である。活性汚泥のPHAの分析法については、佐藤らの開発した分析方法がある。しかし、同法によるPHA測定には、メチル化が最も困難なPHA構成成分である3H2MVを十分にメチル化するまでに長時間を要する欠点がある。そこで、本研究では、メチル化諸条件がメチル化効率に及ぼす影響を検討し、この問題点の克服を試みた。

2 実験方法

実験での供試汚泥は、長期間にわたって安定したリン除去が達成されている嫌気好気活性汚泥法の室内実験装置から得たリン含有率の高い(8~9%)活性汚泥を用いた。

PHA測定法は、佐藤らの方法(93年:環境微生物工学研究法)を基礎にした。汚泥サンプルは、上記の汚泥に嫌氣的に酢酸を摂取させた汚泥(3HBリッチ)とプロピオン酸を摂取させた汚泥(3HV、3H2MVリッチ)を混合して、同一な乾燥汚泥サンプルを多数用意した。分析の再現性については、各サンプルを同一条件で2本ずつ処理することでそれを評価した。ガスクロマトグラフィーでの安息香酸メチル(内部標準物質)に対する各物質の相対感度値も佐藤の値を採用した。なお、糖類の測定には、フェノール硫酸法を用いた。

3 実験結果と考察

佐藤らの開発したPHAの分析方法の基本的な流れを図-1に示す。図-1中にあるメチル化分解の条件以外は、全く同様のサンプル処理を行い、メチル化分解段階の硫酸濃度、反応温度および反応時間について検討した。硫酸濃度の影響については、図-2に示したとおり、硫酸濃度を10%にした硫酸酸性メタノールを用いてメチル化分解した場合に全ての構成成分に対して最も高いメチル化率が得られた。硫酸濃度に対するメチル化率の変化は全ての構

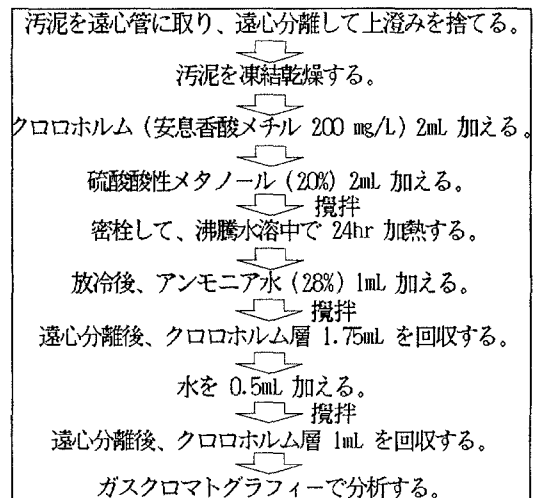


図-1 PHAの分析方法(佐藤らの方法)

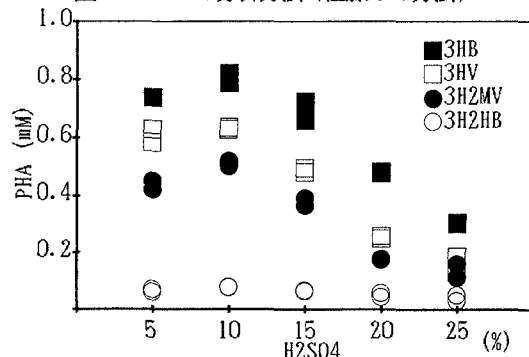


図-2 硫酸濃度に対するメチル化の効率

Keyword : 生物脱リン法、嫌気、PHA測定、メチル化条件、プロピオン酸

連絡先 : 〒112 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1806 FAX 03-3817-1803

成成分で同様の傾向が見られた。なお、このときの反応条件は 120℃（Oil Bath）、5hr とした。

次に、10% 硫酸酸性メタノールを用いて、反応温度と反応時間の影響を検討した。反応温度は 100、120、140℃ とし、全て Oil Bathを用いて加熱した。また、反応時間は、100、120℃ で4段階、140℃ で8段階とした。結果は、硫酸濃度に対して見られたような共通の傾向はなく、それぞれの構成成分により異なる傾向を示した。ここでは、微量成分である 3H2MB を除いた 3HB、3HV 及び 3H2MV の3つの構成成分について取り上げる。

3HB に対する反応温度と反応時間の影響は、100℃ と 120℃ では、反応時間に関係なく高いメチル化率で安定していたが、140℃ では、反応時間が長くなるにつれて低下した。3HV に対する影響は、図-3 に示したように、100℃ では分解速度が遅く、7hr までではメチル化率が安定するには至らなかった。120℃ では、5hr と 7hr で高いメチル化率が得られ、140℃ では 3HB と同様に反応時間が長くなるにつれて分解が不十分なまま低下した。3H2MV に対する影響は、図-4 に示したように、100℃ では 3HV と同様に分解速度が遅く、7hr までではメチル化率が安定するには至らなかった。120℃ では、5hr 以降で高いメチル化率で安定し、140℃ では、低いメチル化率で横這いになった。PHA 構成成分のメチル化は、目的とするメチル化分解だけでなく、構成成分自身の分解も生じていると推定され、そのために構成成分により、長時間、もしくは、高温条件でのメチル化は、かえって効率低下をもたらすと思われる。以上の結果を総合的に判断すると、10% 硫酸酸性メタノール、120℃、5hr の条件がメチル化分解に最適であると判断され、筆者らの研究室では、この条件を標準にしている。

上記条件による PHA 測定値の再現性については、同一条件での2本のサンプルの分析結果に大きな差がないことから高く評価できる。図-5は、この方法を PHA 測定に利用して、プロピオン酸を加えた回分実験での各物質の挙動を調べた結果である。また、表-1は、プロピオン酸、或いは、酢酸を有機基質とし、pH 8.2 に設定して行った回分実験での嫌気条件後（3hr）の PHA の組成を示したものである。メチル化条件に若干の相違があるものの、佐藤らの研究結果とほぼ同じ結果が得られた。

〔参考文献〕 佐藤 弘泰：「嫌気好気式生物学的リン除去汚泥の嫌気的有機物摂取機構に関する研究」1991年 東京大学大学院 都市工学専攻 修士論文

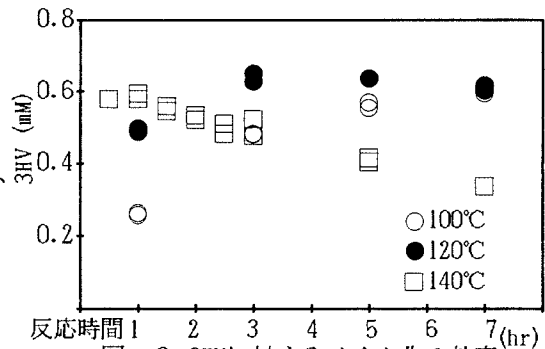


図-3 3HVに対するメチル化の効率

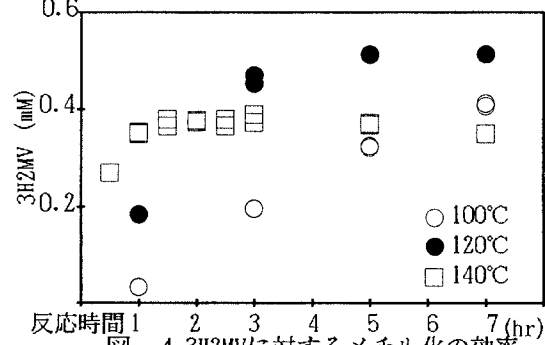


図-4 3H2MVに対するメチル化の効率

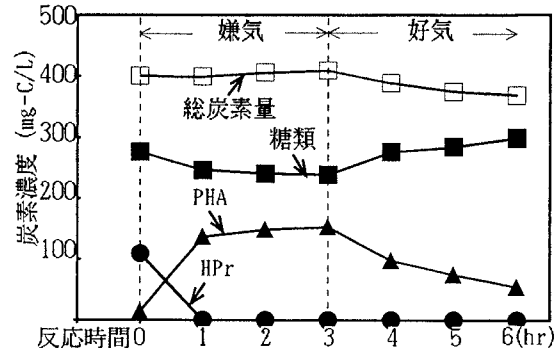


図-5 汚泥の回分挙動
〔実験条件〕 NaHPr : 3 mM、水温 : 23℃、pH : 8.1-8.3
MLSS/VSS 5272/3862 mg/L T-P 459 mg/L (Px 8.70%)

表-1 嫌気条件下で合成された PHA の組成

有機基質	3HB	3H2MB	3HV	3H2MV (mol%)
酢酸	90.4	0.7	8.7	0.2
プロピオン酸	4.3	3.7	45.1	46.9

また、表-1は、プロピオン酸、或いは、酢酸を有機基質とし、pH 8.2 に設定して行った回分実験での嫌気条件後（3hr）の PHA の組成を示したものである。メチル化条件に若干の相違があるものの、佐藤らの研究結果とほぼ同じ結果が得られた。