

活性汚泥中のフロック形成細菌と糸状性細菌の炭水化物代謝速度の推定

金沢大学工学部 学○山本隆・正 山本（池本）良子・正 小森友明

1. はじめに

*Sphaerotilus natans*の過剰増殖による活性汚泥バルキングの発生は、*S. natans* とフロック形成細菌の多糖類貯蔵能力と炭水化物代謝速度の差による競合の結果であると考えられる。筆者らは、活性汚泥の炭水化物代謝速度の測定方法の改良を行なった。本研究では、正確な値を得られていなかった、非バルキング汚泥の炭水化物代謝速度を実験により求めバルキング汚泥と非バルキング汚泥の多糖類貯蔵能力と炭水化物代謝速度の差を明らかにすると共に、*S. natans* とフロック形成細菌の多糖類貯蔵能力と炭水化物代謝速度を推定する。

2. 実験方法

グルコースとペプトンを主体とする人工廃水を用いて、容積20Lの回分式活性汚泥装置の運転を行なった。運転方法は、14Lの廃水を1度に投入し23時間曝気後約1時間沈殿させ、上澄みを排出した後新たに廃水14Lを添加するという1日1回サイクルであり、1日1回4Lの混合液を引き抜くことにより、SRTを5日に設定した。本運転方法により生成した活性汚泥の多糖類貯蔵能力は、すでに実験により得られているが、炭水化物代謝速度は正確な値が得られていなかったため、以下のような実験を行なった。活性汚泥4Lを沈殿させた後上澄みを排出し、人工排水と同組成の基質を添加して経時的にサンプリングを行ない、液相炭水化物濃度と混合液全炭水化物の測定を行なう。混合液全炭水化物は、曝気槽混合液5mLに $H_2SO_4(4+1)10mL$ を添加して分解した後、アンスロン法によって定量した。

3. 実験結果と考察

本運転方法では、従来どおり糸状性細菌の増殖は認められなかった。Fig. 1 に、回分実験の結果を示す。時間0の値は基質を添加した直後の試料について分析を行った結果であり、初期値 (initial value)は試験に用いた汚泥の基質添加前の値である。グルコースは液相から直線的に素早く除去され、それにもなって汚泥内炭水化物が増加している。汚泥内炭水化物の増加は、多糖類の貯蔵を表している。混合液内全炭水化物の変化は炭水化物の代謝分解を表していると考えられるが、ほぼ直線的に減少しており、炭水化物代謝速度を0次反応みなして直線の傾きから代謝速度を求めると、 $95mg/gMLSS.hr$ となった。

アンスロン法による炭水化物の測定では、硫酸の混入により吸光度が上昇することが明らかになったので、現在までに得られている全実験結果について汚泥内全炭水化物の測定結果を補正して炭水化物代謝速度を求め、実験値の整理を行なった。Fig. 2は生成汚泥の糸状体長と汚泥の多糖類およびPHB貯蔵容量の関係を示したものである。実験は全て同一組成の人工廃水で馴養したものである。バルキングの原因微生物はすべて*S. natans*であり、その他の糸状性細菌は殆ど認められなかったことから、糸状体長は*S. natans*の現存量を表していると考えることができる。図より*S. natans*の多く増殖した汚泥は多糖貯蔵容量は小さく、少量ではあるがPHBを貯蔵することがわかる。このことは、*S. natans*が多糖類を貯蔵する能力がないかまたは小さいことを示唆するものである。液相に貯蔵可能な炭水化物が十分に

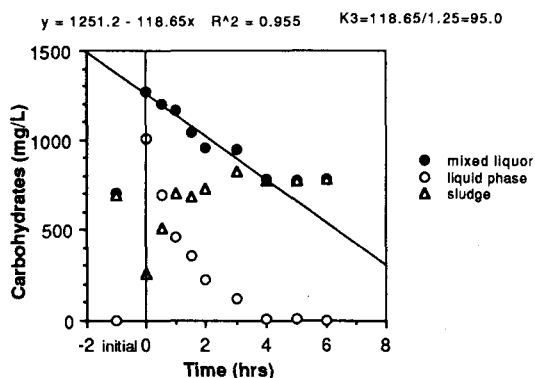


Fig.1 The time course of carbohydrate in the mixed liquor and calculation of K_3 .

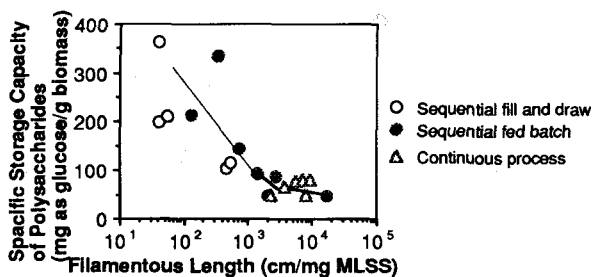
存在し、且つ貯蔵した多糖類を酸化してその貯蔵容量を回復することができる運転条件では、多糖類貯蔵容量が大きいフロックを形成する細菌群が優勢となると考えられる。*S. natans* はPHBを貯蔵できると考えられるがその量は非常に少なく、微生物セレクションには大きな影響はないであろう。

Fig. 3 は同様に生成汚泥の能力試験日の糸状体長と炭水化物代謝速度との関係を示している。*S. natans* が多く増殖した汚泥は炭水化物代謝速度が速い傾向にあった。これは糸状性細菌である*S. natans* がその形態から酸素の摂取に有利であると考えれば説明が付く現象と考えられる。本研究ではDOは十分な条件で行っているが、フロック内部ではDOが低くなるため、糸状性細菌の方がDOに対して有利となり、代謝速度が速くなったものと考えられる。以上の事を考え合わせると、*S. natans* は貯蔵能力が小さい分だけフロック形成細菌に対して不利であるが、代謝速度が大きい分だけ有利となり、貯蔵にまわす余裕の炭水化物が存在しないような運転条件下では優勢に増殖できるものと考えられる。

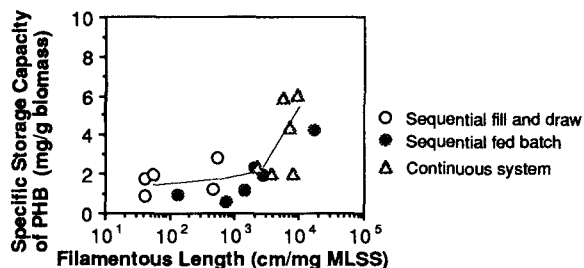
以上のことより、*S. natans* とフロック形成細菌の多糖類貯蔵能力と炭水化物代謝速度をTable 1のように推定した。1日1回廃水を一度に投入する回分法で運転を行った場合に、本実験の中で最も大きい S_c と最も小さい K_s 値を示した。汚泥中の糸状性細菌は、糸状体長から換算すると重量比で0.1%以下であり殆どがフロック形成細菌とみなしてもよいと考えられるため、フロック形成細菌の多糖類貯蔵容量と炭水化物代謝速度はこの時の値を用いた。しかし、バルキング汚泥中にはフロック形成細菌も存在する。最も糸状性細菌の現存量の多かった連続装置での実験結果 ($S_c=45$, $K_s=160$)から次のように糸状性細菌の S_c および K_s 値を推定した。糸状性細菌は多糖類貯蔵能力は全くないと仮定すると、糸状性細菌の存在比は $362/45=0.12$ となる。実験値は存在比0.12の糸状性細菌と0.88のフロック形成細菌による平均値と考えて、糸状性細菌の K_s 値を換算すると、 $172\text{mg/gMLSS}\cdot\text{hr}$ となる。

4. まとめ

フロック形成細菌と糸状性細菌の多糖類貯蔵能力の推定を行なった。この値を用いて両者の競合増殖のモデル計算を行なうのが、適当であろう。



(a) Polysaccharides.



(b) PHB

Fig. 2 Relationship between total length of filamentous bacteria in the test sludge and the specific storage capacities.

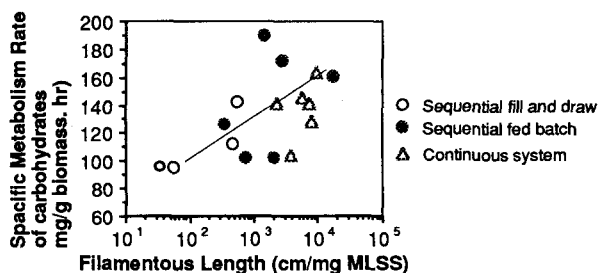


Fig. 3 Relationship between total length of filamentous bacteria in the test sludge and the specific metabolism rate of carbohydrates.

Table 1 Estimated value of polysaccharide storage capacity and carbohydrate metabolism rate of filamentous bacteria and floc forming bacteria.

	Polysaccharide storage capacity (mg/gMLSS)	carbohydrate metabolism rate (mg/gMLSS,hr)
floc forming bacteria	363	95
filamentous bacteria	0	172