

VII-16

光合成細菌の増殖特性及びアンモニア性窒素除去に関する研究

東北大学工学部	学生員	○櫻井邦宣
東北大学大学院工学研究科	学生員	鈴木清彦
東北大学大学院工学研究科	正会員	高島寛生
東北大学大学院工学研究科	フェロー	野池達也

1. はじめに

化石燃料の大量消費による地球温暖化と化石燃料の枯渇、人間活動による大量の廃棄物・廃水処理問題、それらの諸問題の解決に貢献する方法のひとつにバイオマスからの生物学的水素エネルギー回収がある。本研究では光合成細菌からの水素生成を検討しているが、光合成細菌による水素生成は NH_4^+ により阻害されることが知られている¹⁾。そこで、対応策として図1のような2段階光合成水素生成プロセスに関して検討した。本プロセスは第1光合成細菌槽で光合成細菌の同化作用(増殖)により NH_4^+ 濃度を低減させ、第2光合成細菌槽で水素生産を行うプロセスである。

本報では第1光合成細菌槽における、 NH_4^+ 濃度の低減のための低級脂肪酸組成と炭酸塩の影響について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

実験手順を図2に示す。植種細菌群は、東日本ゼーランド社から購入した光合成細菌を実験室で2年間継代培養したものを用いた。表1に示すように低級脂肪酸（酢酸、プロピオン酸、酪酸）および炭酸ナトリウムを炭素源とし、これらの炭素源に十分量のミネラル、ビタミン、およびアンモニアを加えた。120mlのバイアル瓶に植種細菌群20ml(実験前に2日間培養した)、基質60mlを入れ、アルゴンガスで曝気し密栓した。このバイアルを50×30cm 振とう培養槽(温度30℃、70rpm)に設置し、50W レフランプ×4個により光照射を行い、培養した。pHは実験開始時にpH7.0に調整した。

3. 実験結果

図3(a)にNo.1～6の菌体濃度の経時変化を示す。酢酸を唯一の脂肪酸炭素源とした場合(No.1,2)は炭酸塩の有無に関わらず、培養開始直後からの増殖が観察された。プロピオン酸と酪酸を唯一の脂肪酸炭素源とした場合(No.3,4,5,6)は、炭酸Naを添加しない場合

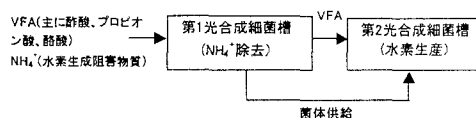


図1 2段階光合成水素生産プロセス

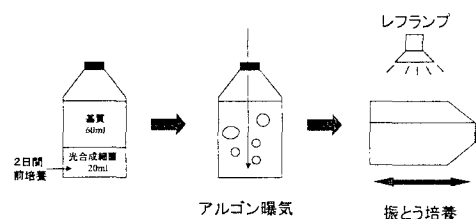


図2 バイアル実験の手順

表1 基質の炭素源

	酢酸	プロピオン酸	酪酸	炭酸ナトリウム
No.1	20mM	-	-	-
No.2	20mM	-	-	500mg/l
No.3	-	20mM	-	-
No.4	-	20mM	-	500mg/l
No.5	-	-	20mM	-
No.6	-	-	20mM	500mg/l
No.7	20mM	20mM	-	-
No.8	20mM	20mM	-	1000mg/l
No.9	-	20mM	20mM	-
No.10	-	20mM	20mM	1000mg/l
No.11	20mM	-	20mM	-
No.12	20mM	-	20mM	1000mg/l
No.13	20mM	20mM	20mM	-
No.14	20mM	20mM	20mM	1000mg/l

(No.3,5) は増殖が観察されないが、炭酸 Na を添加した場合 (No.4,6) では顕著な増殖が観察された。しかし、酢酸を唯一の脂肪酸炭素源としたとき (No.1,2) とは異なり、増殖遅滞時間が見られた。

図 3 (b) に No.7~14 の菌体濃度経時変化を示す。すべての低級脂肪酸の組み合わせにおいて炭酸 Na を添加したときに、顕著な増殖が確認された。炭酸 Na を添加した系のうち、プロピオン酸と酪酸の混合物を炭素源とした No.10 では、他と比較して増殖速度が遅く、増殖遅滞時間も見られた。

表 2 に NH_4^+ 除去量と、1mM の NH_4^+ が除去されるのと同時に消費される低級脂肪酸の炭素換算量 (VFA-C/ NH_4^+ -N 比) を示す。増殖が確認できた系 (No.1,2,4,7,8,10,12,14) では VFA-C/ NH_4^+ -N 比はおおよそ 4~8 となっており、一般的な菌体組成式 $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N}^{21}$ の C/N 比=5 に近い結果となった。2 段階光合成水素生産プロセスにおいて C/N 比 4~8 以上の廃水であれば、水素生産が期待できる基質となると考えられる。

本実験結果より、炭酸塩の存在が菌体の増殖に大きな影響を与えることが明らかとなった。炭酸塩は脂肪酸代謝の酸化還元バランスの調整者 (特にプロピオン酸と酪酸の電子受容体) として機能することが知られている³⁾。しかし、炭酸塩の顕著な摂取は観測されず (データ省略)、炭酸塩の役割については不明な点が多い。今後の研究課題である。

4. 結論

1) 光合成細菌培養において炭酸 Na 無添加では、酢酸、プロピオン酸、酪酸のうち酢酸が最も利用されやすく、プロピオン酸、酪酸はほとんど摂取されなかった。

2) 炭酸塩の共存によって、光合成細菌群の増殖および NH_4^+ 除去が促進される傾向があった。これは、炭酸塩の共存が光合成細菌群の増殖に対して制限因子の 1 つになることを示唆している。

5. 参考文献

- 1) 光合成細菌 北村博他編 学術出版センター
- 2) NEDO 平成 10 年度 環境調和型水素製造技術 研究開発成果報告書
- 3) 微生物学下 スタニエ他著 高橋甫他訳 培風館

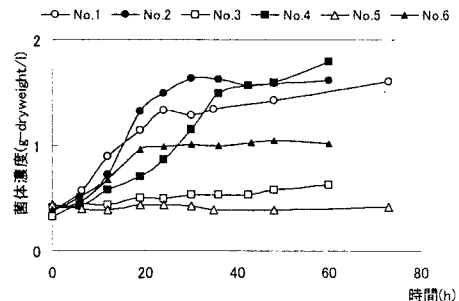


図3(a) No.1~No.6における菌体濃度の経時変化

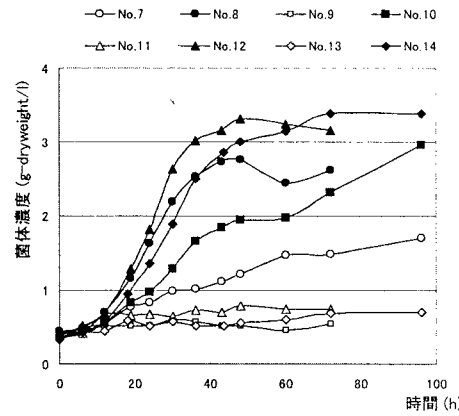


図3(b) No.7~14における菌体濃度の経時変化

表2 NH_4^+ 除去量とVFA-C/ NH_4^+ -N比

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
NH_4^+ 除去量(mM)	7.9	9.7	0.6	8.4	2.9	4.8
VFA-C/ NH_4^+ -N比	6.5	5.7	42.8	8	16.4	13.5

	No.7	No.8	No.9	No.10	No.11	No.12
NH_4^+ 除去量(mM)	9.5	23	2.4	13.6	0.7	28.8
VFA-C/ NH_4^+ -N比	3.43	5.02	*	8.32	*	3.62

	No.13	No.14
NH_4^+ 除去量(mM)	1	20.2
VFA-C/ NH_4^+ -N比	*	3.66

* : NH_4^+ 除去量が少なかったためデータ省略