

光合成細菌を用いた水素生産効率向上の研究

諏訪東京理科大学大学院 正会員 奈良 松範
 諏訪東京理科大学大学院 学生会員 平林 正輝
 諏訪東京理科大学大学院 学生会員 赤沼 雄介

1.はじめに

光合成細菌による水素生産は低環境負荷技術として開発・研究が行われているが実用化に至るだけの水素生産効率を得られていないのが現状である。そこで本研究では光合成細菌の中でも紅色非硫黄細菌（混合培養菌種）を用いた水素生産効率の向上を目的とした。昨年度⁴⁾行った光合成細菌を用いた水素生産の研究では、水素生産量は光照射の時間パターンによって影響を受けることを確認した。そこで本研究では光照射の時間パターンについて追加実験を行い、最適条件の検討を行った。また、水素生産効率向上の手段として界面活性剤を用いた実験を行い、NEDO の評価方法に従い光エネルギー転換効率0.45%を上回ることを目標とした。

2.実験方法

実験は暗箱の中で行い、光源にクールビームライト（東芝ライテック：散乱形、150W、CRF110V135WL）、基質に製糖廃液である MOLASSES を用いた。また、光合成細菌はさとう研究所⁵⁾より購入した紅色非硫黄細菌を使用した。24 時間ごとに受光照射度、各サンプルの菌体数、累積水素発生量を計測した。

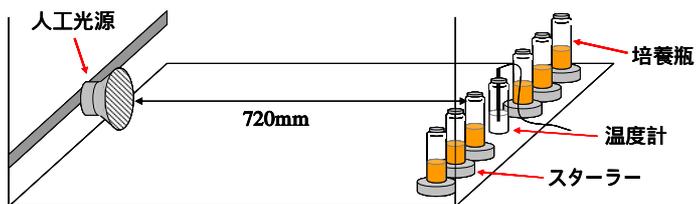


図1.実験装置

表1. MOLASSES の成分

	Per 100g
ENERGY	995kj
PROTEIN	2.5g
CARBOHYDRATE of which Sugars	56.0g
Of which Saturates	Trace
FIBRE	Trace
SODIUM	0.1g

連絡先 〒391-0292 長野県茅野市豊平 5000-1

キーワード 光合成細菌 水素 界面活性剤

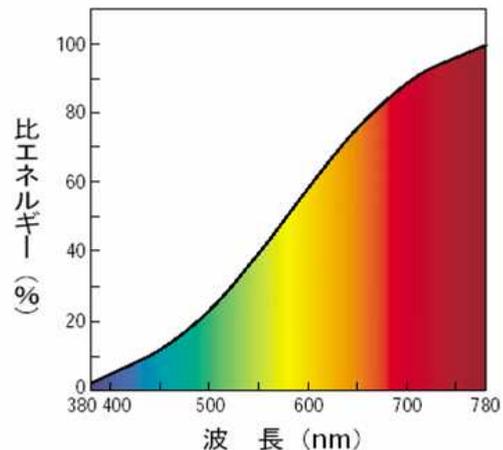


図2.クールビームライトの波長分布

3.評価方法

生産された水素の効率の評価は以下で示すようにNEDO¹⁾が行った同様の研究での評価方法として採用されていた光エネルギー転換効率を用いた。

$$E_C = E_H / E_L$$

E_C : 光エネルギー転換効率

E_H : 生産水素の燃焼エネルギー量 [J] (268KJ/mol)

E_L : 受光エネルギー量 [J]

4. 実験結果

4.1 一定時間照射の最適条件

培養液に一定時間光照射し、その後照射停止を行うサイクルでの最適条件の検討を行った。

光照射条件は

- ・ 9 時間光照射した後 15 時間照射停止 (9h-15h)
- ・ 12 時間光照射した後 12 時間照射停止(12h-12h)
- ・ 15 時間光照射した後 9 時間照射停止(15h-9h)
- ・ 24 時間光照射した後 24 時間照射停止(24h-24h)
- ・ 実験期間中常に光照射を行う(連続光照射)

の5条件で行った。その結果を図3に示した。

諏訪東京理科大学 奈良研究室 TEL:0266-73-1201

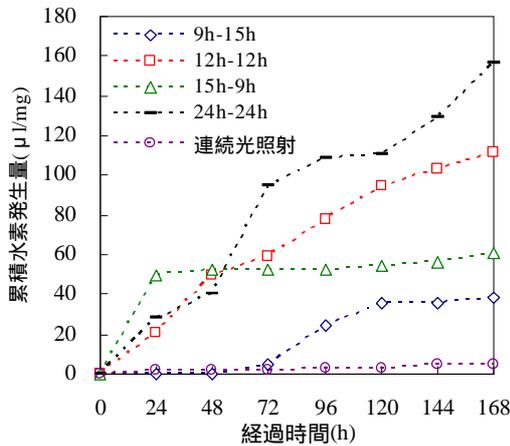


図3.菌体 1mg 当りの累積水素生産量

常に照射をしていた連続光照射では光エネルギー変換効率 $2.5 \times 10^{-3}\%$ であったのに対し、実験した条件のうち 24 時間光照射した後 24 時間照射停止のサイクルが $3.3 \times 10^{-2}\%$ と最も効率が良い結果となった。しかし、実用段階においては人工光源ではなく自然光源、つまり太陽光での水素生産を想定しているため、24 時間光照射した後 24 時間照射停止のサイクルは自然界には存在しないため、自然に近い照射条件の中では 12 時間光照射した後 12 時間照射停止のサイクルが可能と考えた。

4.2 界面活性剤を用いた水素生産量の増加

基質と酵素の接触確率を向上させるための方法として界面活性剤(直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム)を用いた実験を行った。すなわち、界面活性剤を利用して、溶液中の電気的および化学的反発力を弱めることにより効率の向上を図った。その結果を図 4 に示した。

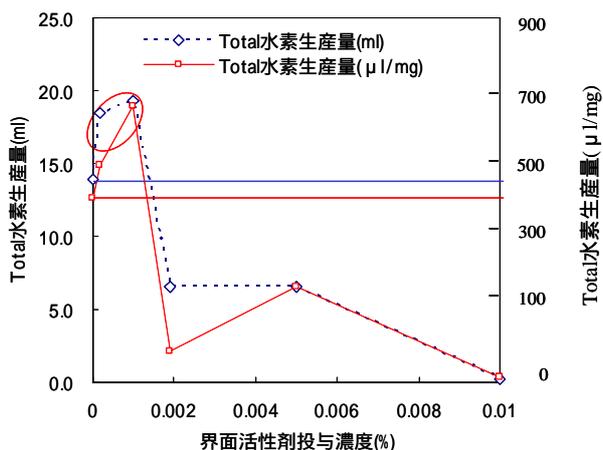


図4.界面活性剤投与濃度と水素生産量の関係

図 4 より、濃度 0.001% まではブランクに対し水素生産量の増加が見られたが、それ以上では逆に減少する傾向が見られた。この原因として界面活性剤が多すぎると、活性剤が基質の表面に膜として付着して、反応を阻害してしまっていたと推測している。

5. 既存の研究との比較

既存の研究(NEDOの報告書)を取り上げ、本研究の結果と比較した結果を表 2 に示した。

表 2. NEDO との比較

	NEDO	界面活性剤
光エネルギー転換効 (%)	4.5×10^{-1}	1.1×10^{-1}
水素発生量(l*day)	3.4×10^{-2}	1.1×10^{-1}
累積水素生産量(μl/mg)	—	6.6×10^2

本研究で得られた光エネルギー転換率は 0.11% であり、NEDO の報告書に示された値を上回ることがなかった。しかし、水素発生量(l*day) では NEDO の値を上回っていることがわかる。光エネルギー転換率が低かった原因は、表 3 より、NEDO の報告値に比べ約 7 倍のエネルギー量を吸収していたことがわかり、受光エネルギー量が飽和状態となり、光エネルギー転換率が低くなったと推測する。よってこの推測の確認実験を今後行っていく予定である。

表 3. 受光面積あたりの吸収エネルギー量

	受光面積あたりの吸収エネルギー量[W/m ²]
本研究	703.4
NEDO	103.5

6. まとめ

一定時間照射では 24 時間光照射後 24 時間照射停止のサイクルが最も水素ガス生産効率が悪かったが、実用化を視野に入れると 12 時間光照射した後 12 時間照射停止のサイクルが可能であると考えた。また、水素ガスの生産効率向上のためには、界面活性剤の添加は、添加なしと比較して、約 2 倍の水素生産量が得られ有効であった。しかし、過剰に投与すると水素生産量は減少した。

7. 参考文献

- 1) 環境調和型水素製造技術研究開発成果報告書、地球環境産業技術研究機構
- 2) 北村博 森田茂廣 山下仁平 編、光合成細菌、学会出版センター
- 3) 高分子学会 バイオ・高分子研究会 編、特異な機能を有する微生物とその応用、学会出版センター
- 4) 平林正輝 著 培養と水素発生に関する研究
- 5) 三河環境微生物 さとう研究所 所在地: 〒444 - 3511 愛知県岡崎市 舞木町字狐山 30 番地の 19