

光合成水素発酵への近赤外線 LED 光の適用に関する研究

熊本大学工学部 学生会員 中野一誠

熊本大学工学部 学生会員 沖幸憲

熊本大学工学部 正会員 川越保徳

1.はじめに

循環型社会の構築が模索されている現在、廃棄物の処理・処分に関しても、処理という観点だけでなく、できる限り資源として有効利用するための技術が望まれている。このような背景を踏まえ、我々は有機性廃棄物や廃水を処理すると同時に、将来のエネルギー源として期待されている水素ガスを回収可能な生物処理技術を確認すべく、光合成細菌による水素発酵技術に関する研究を進めている。しかし本技術では、光源に要するコストをはじめ、実用化の面では未だ解決すべき課題も多い。そこで本研究では、省エネ・低コスト型の光合成水素発酵技術の確立に向け、光源に LED 光と太陽光を利用する光合成水素発酵に関して検討を行い、知見を得たので報告する。

2.実験方法

2.1 植種源

有明海の干潟で採取した海水・汚泥試料を植種源として使用した。

2.2 培地組成

2%の NaCl を含む光合成細菌用基礎培地に、炭素源として酢酸ナトリウム、乳酸ナトリウム、酪酸ナトリウムを各 1g/L となるように添加したものをを用いた。pH は 7.0 に調整し、オートクレーブにて 120℃、15 分間滅菌した。

2.3 近赤外線 LED 光について

一般的に、光合成細菌の生育に有効とされる 800～1000nm の光を有し、850nm を極大波長とする近赤外線 LED 光源を用いた。また、本 LED の消費電力は 2W で、約 20000 時間の寿命を有する（公称）とされている。

2.4 連続実験

400ml 容の反応槽内に上記培地を入れ、アルゴンガスにて 10 分間曝気して嫌気状態にした。反応槽を 30℃の恒温水槽内に設置し、マグネティックスターラーにて試料を緩速攪拌した。水槽背面から近赤外線 LED 光(約 2000lx)を、側面から人工太陽(約 10000lx)を照射して培養し、水理学的滞留時間(HRT)を 72h として連続実験を行った。

2.5 分析方法

生成ガスは、ガスパックにて経時的に捕集し、生成量を計測した。ガス中の水素濃度は GC-TCD を用い、生成処理液中の揮発性有機酸 (VFAs) 濃度は高速液体クロマトグラフにて測定した。また、pH は pH メーターを用いて測定し、菌体濃度は OD₆₆₀ を分光光度計にて測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 近赤外線 LED 光のみを光源に用いた場合の水素生成（培養期間：0～623h）について

近赤外線 LED 光のみを光源に用いた場合の、1 日あたりの水素生成量と OD₆₆₀ の経時変化を図-1 の前半部に示す。培養を開始して約 100 時間を経過した頃から水素の生成が確認され、400 時間経過後は菌体濃度と水素生成量がともに安定した。また、約 400～600 時間の期間中の菌体濃度 (OD₆₆₀) は約 0.7 付近で安定し、1 日あたりの平均水素生成量は約 55ml であった。

図-2 の前半部に累積水素生成量と VFAs 濃度の経時変化を示す。有機酸は乳酸・酢酸・酪酸の順番で消費された。酪酸は添加量の約半分ほどしか消費されなかった。実験開始約 400 時間後から水素生成量が増加したが、有機酸消費に関して目立った挙動は示されなかった。

3.2 近赤外線 LED 光と人工太陽を組み合わせる光源に用いた場合の水素生成（培養期間：624～1602h）について

上記 3.1 の実験を終了し、次に、日中は人工太陽を夜間は近赤外線 LED 光を光源に用いて連続実験を行った。図-1 の後半部に 1 日あたりの水素生成量と OD₆₆₀ の経時変化を示す。1050～1450 時間の期間における菌体濃度（OD₆₆₀）は約 1.5 付近で安定し、1 日の平均水素生成量は約 23ml と近赤外線 LED 光のみを光源に用いた時に比べて半分以下の値となった。

図-2 後半部に累積水素生成量と VFAs 濃度の経時変化を示す。有機酸は LED のみを光源とした場合と同様に乳酸・酢酸・酪酸の順に消費されることが分かった。しかし、酪酸の消費量は LED のみの場合よりも高い傾向が見られた。

4. まとめ

- (1) 近赤外線 LED 光により 3 種類の VFAs を基質として処理し、連続的に水素を生成することが明らかになった。
- (2) 水素生成に関しては光源に LED を用いた方が人工太陽に比べ、有効であると考えられる。
- (3) 有機酸消費に関しては照度の高い人工太陽を用いた方が有効であると推定される。
- (4) 近赤外線 LED 光、人工太陽と共に最終的に菌体濃度 OD₆₆₀ が安定する値を得た。

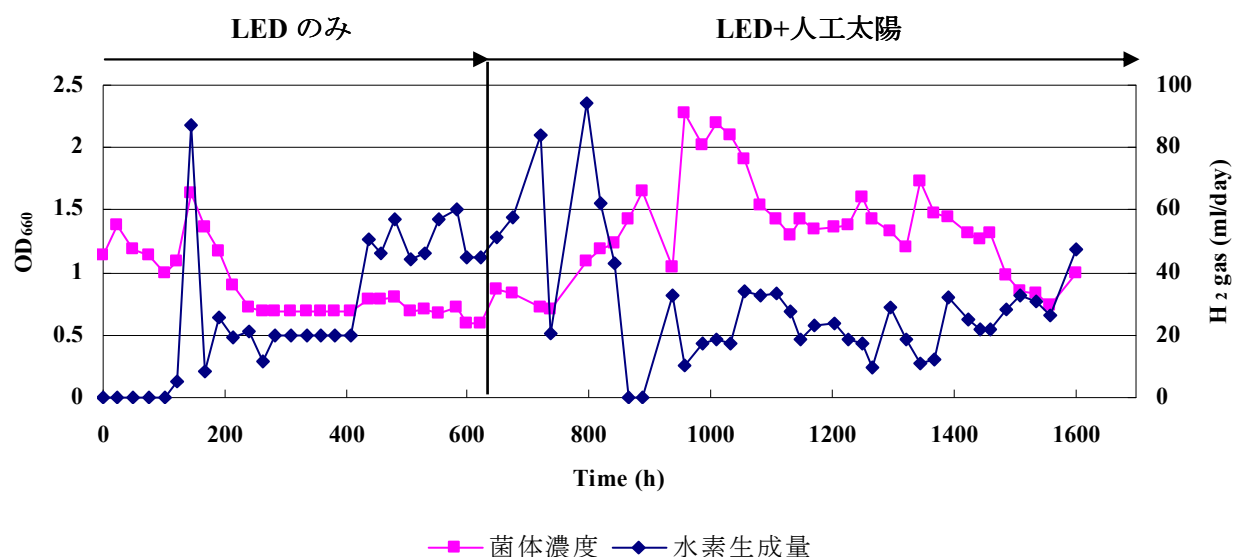


図-1 菌体濃度（OD₆₆₀）と 1 日当たりの水素生成量の経時変化

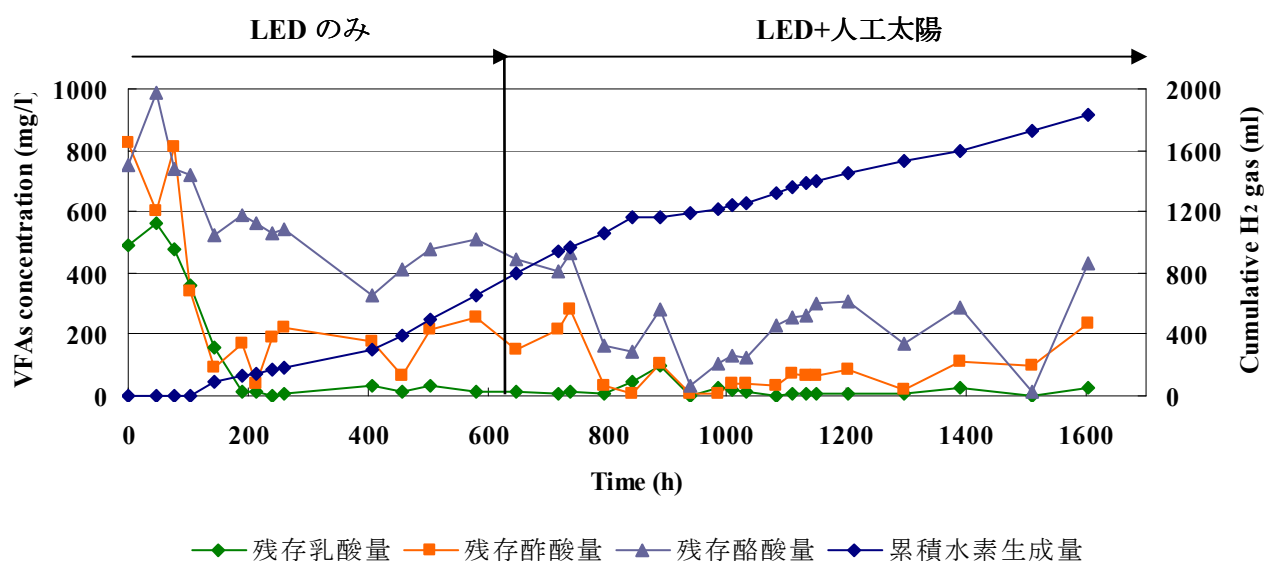


図-2 VFAs 濃度と累積水素生成量の経時変化