

光合成細菌を利用した水素生産 一日射量および温度測定による生産量予測－

日大生産工 ○山 崎 博 司 小森谷 友絵

1. 緒言

本研究は生命工学的見地から水素生産に寄与しようとするものであるとともに、資源循環型エネルギー源の開発に着目したものである。特に嫌気性光合成細菌 *Rhodobacter sphaeroides* RV 株を利用した有機物質からの水素生産の実用化を目的としたものである。生命活動を用いた水素生産においては、生産密度、生産速度は工業的手法に比べては高くはないのが現状である。よってそのエネルギー源は、周囲環境である太陽光、外気温度に依存することが望ましい。

本研究は、屋外培養条件を検討するために、培養装置の照明や恒温水槽の管理システムの構築を目的としたものである。その第一段階として入射エネルギーや外気温、水温を同時に連続して測定できるシステムを構成した。実験は夏季、冬季における太陽光の入射エネルギーと高温、低温熱源温度を測定し、既往の水素生産実験結果から、日射光を用いた場合の水素生産量を予測した。

2. 実験装置および方法

測定は光合成に使用される日射エネルギー、高温熱源としてタンクに貯水された水の水温、低温熱源として使用する流水温度について行った。実験装置概略を Fig.1 に示す。装置は光パワーメータ、データロガー及びパーソナルコンピュータから構成されている。装置のコントロール及びデータの保存はパーソナルコンピュータにより行った。光パワーメータおよびデータロガーは Microsoft Visual Basic 6.0, midi LOGGER Software V 1.32 により制御した。気温、水槽温度及び流水温度は K 型熱電対により測定した。

実験は、2007 年夏季（主として 8 月 8 日から 8 月 9 日）および冬季（主として 12 月 16 日から 12 月 18 日）で行った。測定場所は、日本大学生産工学部（千葉県習志野市）12 号館屋上である。水槽には容積 0.027 m³ のアクリル製容器を

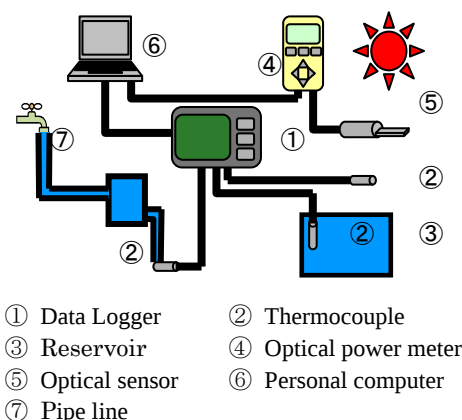


Fig.1 Schematics of experimental apparatus.

用い、水 20 l を静置貯水し、水分蒸発による温度低下防止のため上部を透明シートで覆った。流水には水道水を用い、水量を 2 l/min とし、出口部における水温を測定した。光パワーセンサは水平上向きで固定し、日射エネルギーを波長 390 nm～1090 nm を 20 nm 間隔で測定した。入射エネルギー及び各温度の測定は 10 分間隔とし、温度は 10 秒間の平均値とし、プログラムにより測定を行った。

4. 実験結果および考察

Fig.2 に夏季晴天時の測定結果を示す。夜間においては遠赤外光も含めて光エネルギーは検出されておらず光合成の可能性はないことがわかる。日射エネルギーは日出と共に増大をはじめ南中時にピークを示す。赤外域の光量が非常に大きいことがわかる。また南中直後の日射量の一時的な減少は雲による遮りであり、曇天時においても相当量の光エネルギーが期待できることがわかる。水温は貯水温は最高温度で 43 °C に達しており、保温により高温熱源として使用が可能と考えられる。

Fig.3 は冬季晴天時の測定結果である。晴天日の日射エネルギーのピーク値は夏季の約半分である。また温度条件についても流水温は約 14 °C

Hydrogen Production used by Photosynthetic Bacteria

- Measurements of sunlight culture conditions and its productions -

Hiroshi YAMASAKI, Tomoe KOMORIYA

で変動がないものの、貯水温は外気温とほぼ連動して変化し、日射エネルギーからの受熱は小さいと推察できる。また曇天時での測定結果では、曇天日は晴天日に比べ南中をピークとする太陽高度の影響は顕著ではなく、かつ日射量のピーク値は晴天時の約 50%であった。以上の結果から冬季については十分な日射量確保は困難であるとともに、何らかの熱源が必要であると考えられる。

Fig.4 に日射エネルギーの波長分布を示す。日射エネルギーは夏季、冬季において紫外域から赤外域まで同様な分布を示し、曇天時においても変わらなかった。また室内での水素生産実験に使用したハロゲン光源についても同様な分布を有していることが確認できる。

Fig.5 は培養液 1 リットルを用いた回分培養実験における水素生産率の時間変化である。回分培養開始 10 時間後に水素を発生し、35 時間後にはピーク値に達する。その後発生割合は一定値を示し、80 時間後より減少に転ずる。以上の結果から菌体状態を最適に保てると仮定した日射データを適用した際の 120 時間あたり水素生産量は夏季、冬季(晴れ)及び冬季(曇り)でそれぞれ 1294 ml、414 ml 及び 231 ml となる。夏季における水素生産量は、ハロゲンランプにより 24 時間光を照射し続けた培養実験で得られた 1240 ml よりも若干上回り、日照時間が約 10.5 時間でありながら、日射エネルギー量は、回分培養実験での照射エネルギー量を上回る。夏季条件では屋外における水素生産はハロゲン光源の場合よりも多い水素生産量が期待できるものの、冬季においては、光源および熱源ともに十分とはいえない状況と考えられる。

4. 結言

屋外培養条件を検討するために、夏季、冬季における太陽光エネルギーと高温、低温熱源温度を測定した結果、光合成細菌による水素生産は夏季条件では高熱源の確保ができれば可能であることを確認した。また培養液 1 リットル、1 日あたりの水素生産量を算出した。

5. 参考文献

1) Wakayama T., Miyake J., Light shade bands for the improvement of solar hydrogen production efficiency by *Rhodobacter sphaeroides* RV, International Journal of Hydrogen Energy 27 (2002) 1495 – 1500.

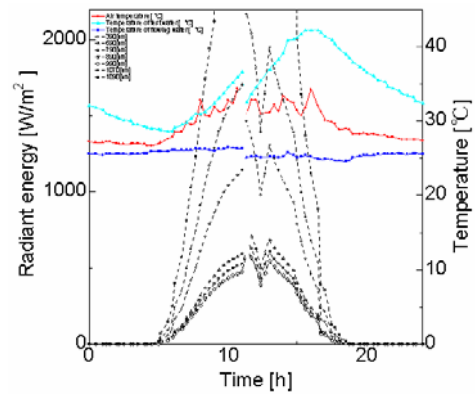


Fig.2 Daily radiant energy and temperature in summer.

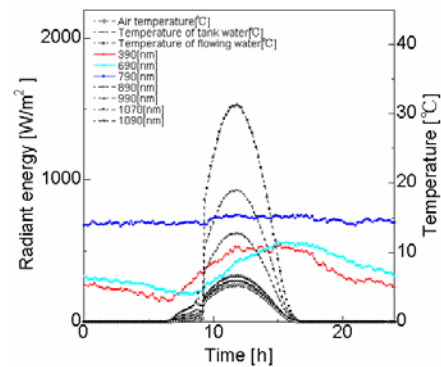


Fig.3 Daily radiant energy and temperature in winter

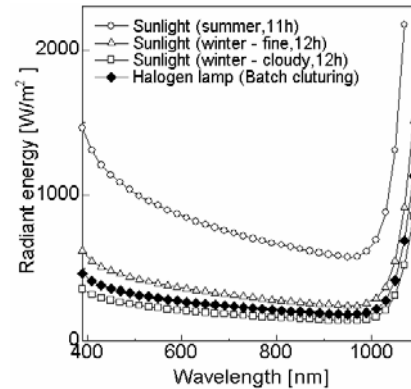


Fig.4 Radiant energy distribution of sunlight.

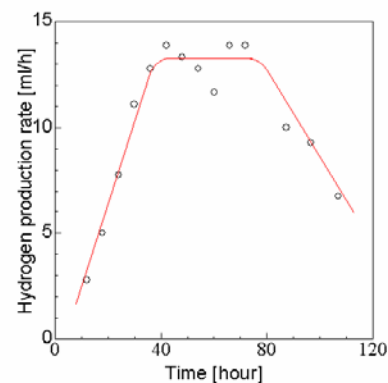


Fig.5 Hydrogen production rate.