

# 水素発酵の電池化によるガス電併給シナジーシステムの確立

指導教員 北村 豊

中込達寛 (200610907)

## 1. 背景

温室効果ガスの排出削減および廃棄物の再資源化の観点より、廃棄物系バイオマスから微生物発酵により直接水素を生成させる水素発酵が持続的技術として注目されている。しかし、水素発酵では生成された水素による気相の分圧上昇や有機酸の蓄積が発酵阻害の原因となるため、それを単独で成立・実用化することが困難であるといわれている。

## 2. 目的

本研究は、水素発酵リアクタに電極とプロトン交換膜を複合して電池化することにより、発酵阻害の回避と電気・水素の同時生成を行うシナジーシステムを新たに構築することを目指す。すなわち酸化槽で生成された水素を、プロトン交換膜を介して  $H^+$  として還元槽に移動させて、水素分圧の上昇を抑えるとともに、酸化槽液の供給引抜を連続的に行うことで有機酸の蓄積を回避する。このとき電子の電極間移動が電流を生じさせ、また発生ガスは二酸化炭素（酸化槽側）と水素（還元槽側）に分離することもできる（図1）。このような水素発酵の電池化によるシナジー効果を、有機合成廃水や水素を用いた実験から明らかにし、ガス電併給システム設計開発の基礎資料を得る。

## 3. 方法

図1に基づき構築した電池化水素発酵システムにおいて、グルコースを基質とした有機合成廃水(C/N比=8.2)を用い、pH 5.5、温度 37°C、HRT 16 h、基質濃度 1.00 %の条件で対照区（電池化なし）としての連続操作を行った。また、電池化水素発酵の予備実験として水素を酸化槽で循環させ、その性能を調べた。

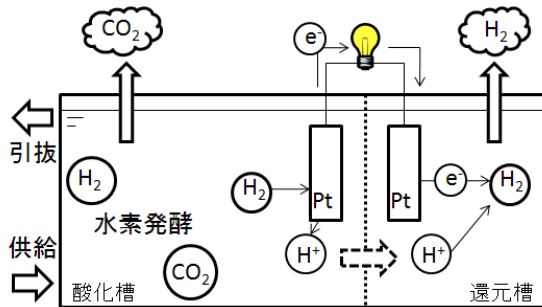


図1 電池化水素発酵の原理

## 4. 結果と考察

図2にシステムのガス発生量と水素濃度の経時変化を示した。経過時間14日目前後でリアクタの液漏れ流出が起り、15日目から5日間、有機合成廃水の供給引抜を中止し、静置した。中止前後を実験前期、実験後期とする。

実験前期では、3日目を降、50%前後の水素濃度が得られる定常状態に達したと考えられるので、水素生成菌が馴養されたと判断した。また基質濃度を1.50%に上げたところ、ガス発生量も比例して1.5倍程度上昇したが、9日目を降ガス発生量が減少してしま

った。これは、水素分圧の上昇及び有機酸の蓄積による影響が考えられる。

実験後期では、前期に比べてガス発生量、ガス濃度ともに低下した。これは水素発酵の菌の相変化や損傷の残存等が原因として考えられるが、判然としなかった。また、29~31日目を降で定常状態に達したと判断したので基質濃度を1.25%に上昇させたところ、33日目を降ガス濃度、ガス発生量が減少してしまい、36日目に発酵が停止したと判断した。そこで、基質濃度1.00、1.25%の定常状態における発酵液の有機酸濃度を測定したところ、酢酸、プロピオン酸、酪酸ともに基質濃度1.00%のものよりも低かった。これより発酵停止の原因は水素分圧の上昇によると推測される。

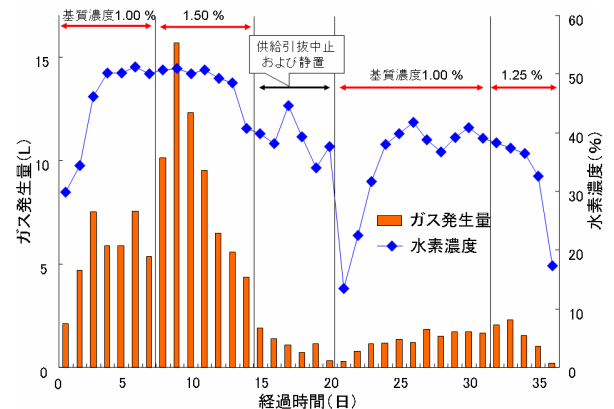


図2 水素発酵のガス発生量と水素濃度の経時変化

水素ガス循環実験に先立って行った酢酸水溶液によるプロトン交換膜の性能評価において、還元槽のpHの経時的低下が確認されたので、 $H^+$ が還元槽側に移動することが明らかとなった。還元槽に蒸留水を入れ水素を循環（流量6 L/min）したところ開始後約2分間で100  $\mu A$ の電流に達した（図3）。これより電極による触媒作用により電子の電極間移動の行われることが明らかとなった。しかし電流の定常値は1Aに満たなかったため、今後水素発酵を酸化槽で行う際には、プロトンの移動や電極との液接触効率を高める等の改善が必要である。

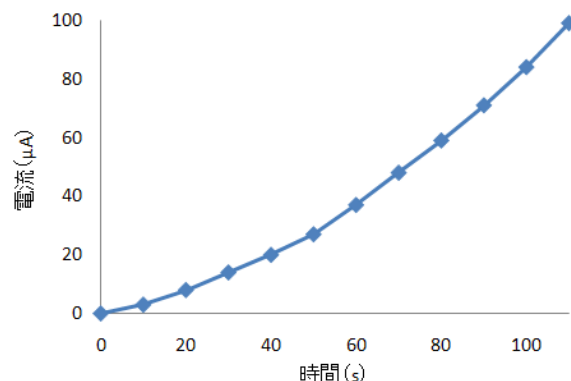


図3 水素ガス循環による電流の経時変化