

微生物による起電力

籠田和徳*・山口勝也**

Electromotiveforce by Micro-organisms

Kazunori KOMORIDA* and Katsuya YAMAGUCHI**

Abstract

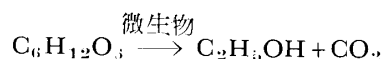
Recently the authors have tried some experiments on electromotiveforce by micro-organism. Several kinds of micro-organisms are grown in nutrient media and the chemical action of their vital processes is utilized to develop electrical energy in a manner parallel to the production of electromotiveforce by means of the ordinary galvanic cell.

1. 緒言

最近電力の供給源として電池が新たな見地から脚光を浴びようになり世界各国で盛んに研究されている。

夢知のように電池の歴史¹⁾は1800年Voltaが異種金属間に生ずる起電力を発見して以来いろいろな型の電池が発明発見され種々の改良が加えられて今Fに至っている。一般に原理は比較的簡単であるが、電池の利用が通信の分野、宇宙科学の分野或は工業化学等の他の多くの分野に於て重要性が増大していることはあたかもエネルギー革命を行ないつゝある原子力の利用が年ごとに増えてゆく傾向にあるのと類似しているように思われる。

我々は最近注目されて来た微生物電池について研究を続けているが、これについての実験結果を報告する。微生物電池とは、ある物質例えばデンプン質が微生物により酵解分解するのは昔からよく知られて来たことであるがグルコースが微生物によって分解したとすると



のようにエチルアルコールと炭酸ガスになる。化学反応には必ずイオンの移動が行われ、電位の変化を伴う。即ち微生物により酸化、還元反応を行わせその時の電位を利用しようとするのである。併しながら微生物電池は他の化学電池にくらべ比較的出力が小さい。この欠点の改良が今後の問題点であるが、材料が豊富であり製作が簡単であるという特質を持っている。また必ず自然界に存在する腐敗という現象を醸造過程における利用と異なつ

た意味で利用しようとするところに興味があるわけである。

2. 実験方法および結果

電池の構造はFig.1に示した。原理的には一次電池と同様な型である。ガラス円筒容器の中に多孔質の筒を配置するその断面は円または半階円とした。これらの材質は動物性粘膜炎あるいは素焼を使用した。ガラス円筒容器

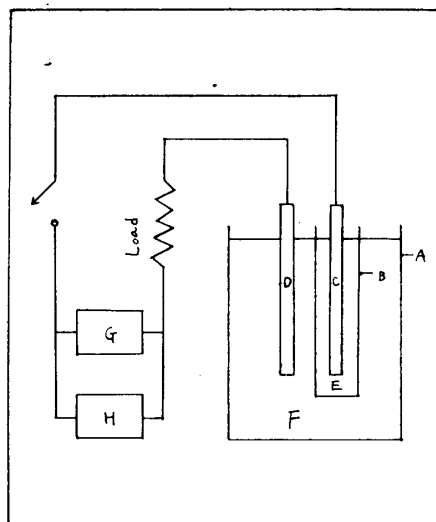


Fig. 1 Construction of micro-organism cell

- A : Glass jar
- B : Porous cylinder
- C : Inner electrode (P_t , C)
- D : Outer electrode (P_t , Zn)
- E : Electrolyte
- F : Nutrient fluid containing living micro-organism
- G, H : d. c. voltmeter, d. c. ammeter

* 宇部工業短期大学

** 応用物理学教室

と多孔質円筒にそれぞれ白金電極を挿入した。多孔質容器の中には電解液としその外容器の中には栄養液を入れてある。この液の組成を表1、表2に例をあげて示す。

表 1

栄養液の組成	重量
グルコース	25g
リンゴ酸	1g
蒸留水	300g

表 2

栄養液の組成	分量
小麦粉	小さじ 10杯
グルコース	" 5杯
米ぬか	" 1杯
蒸留水	300g

電解液はコハク酸、リンゴ酸、KCl等を少量使用した。微生物としては容易に入手できるイースト菌、米麹菌、青カビ等を利用した。これ等の微生物を栄養液中で適温に於て培養し活発に酸化作用を行わせその結果得られる電位を利用するわけである。

栄養液の温度は大体 35°C 内外に保持した。電極は電解液内が陽極で栄養液内が陰極である。栄養液中で生成した陽イオンは多孔質層または粘膜を通過して陽極に至り、電子は外部回路を通過して陽極に達するので陽陰極を導線で連結して回路を作り発生する電圧、電流を測定した。例えばイースト菌使用の場合白金-白金では 0.5 mA/cm², 0.37V, 陽極にアクアダッグ塗布電極、陰極が亜鉛のとき 100Ω 負荷で 0.8mA/cm², 1.25V を示した。電解液に数滴の 10% 硫酸溶液を加へると微か電流が増加した。

イースト菌の代わりに米麹菌を使用したとき電圧はイーストの場合にくらべ除々に上昇し数時間を要するが、電池の寿命が非常に長いことが分り、数日に及んで使用できる。この短絡電流は 0.8mA/cm², 電圧は 0.98V を示した。

電極として陽極に多孔質炭素板或はアクアダッグを塗った板を用い、亜鉛板を陰極に使用すれば他の種々の電極使用の場合より都合がよい。表3にいろいろな電極の組合せに対して得られる電流を示した。負荷は 100Ω である。

陽極に多孔質炭素を使用すると電流は安定である。アクアダッグをポリエチレンなどに塗布したものは多孔質炭素板使用時とほとんど同じ結果を示す。またその性質上電極の型を自由にできる特徴を持っているので便利で

ある。

Fig. 2, 3, 4, 5は 100Ω, 50Ω 負荷での放電特性を示したものである。

表3 いろいろな電極に対応する電流との関係を示す表

陽 極	陰 極	電 流 (mA)
多孔質炭素	Zn	3.6
多孔質炭素	Pb	0.8
Cu	Al	2.1~1.6
Cu	Zn	2
アクアダッグ塗布したもの	Zn	3.3

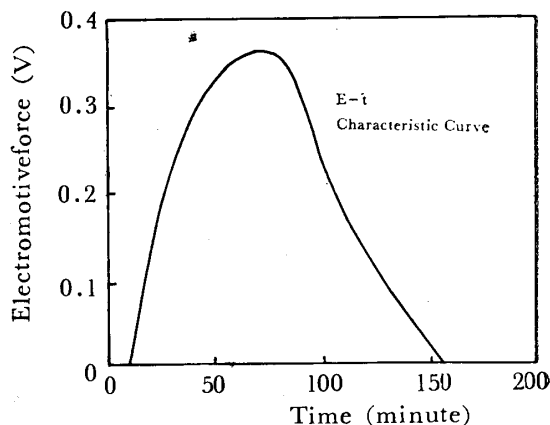


Fig. 2 Time dependence of electromotive force

Micro-organism : yeast (for bread)
Electrode : P_t-P_t
Load : 100Ω

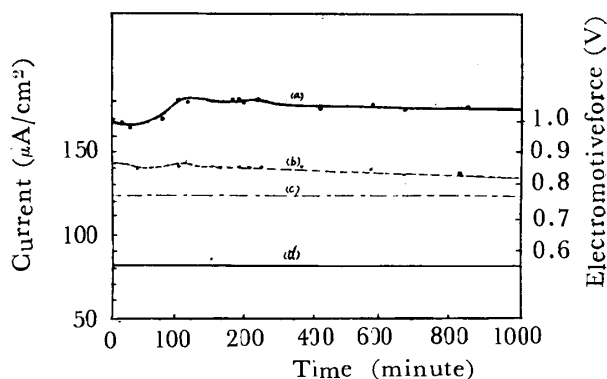


Fig. 3 Time dependence of discharge

Micro-organism : malt (for rice) Electrode : C-Zn
Load : 100Ω

- (a) Current characteristic curve
- (b) Voltage characteristic curve
- (c) Current characteristic curve without micro-organism
- (d) Voltage characteristic curve without micro-organism

電池の内部抵抗をグラフから求めれば200~300Ω程度であることが分る。実験中長時間の間に他の微生物が混入したことも考えられるが、特性に特別の変化はなかった。

栄養液は初めは中性であったが次第に酸化してpH4~3.5と変化した。また青かびによる電池電流はイースト、米麹菌に比し少ないようである。

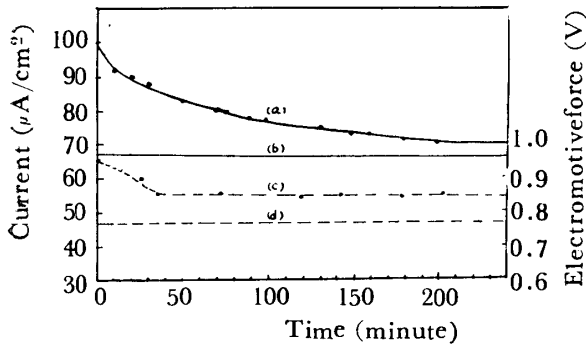


Fig. 4 Time dependence of discharge
 Micro-organism : green mold
 Electrode : C-Zn Load : 50Ω
 (a) Current characteristic curve
 (b) Current characteristic curve without micro-organism
 (c) Voltage characteristic curve
 (d) Voltage characteristic curve without micro-organism

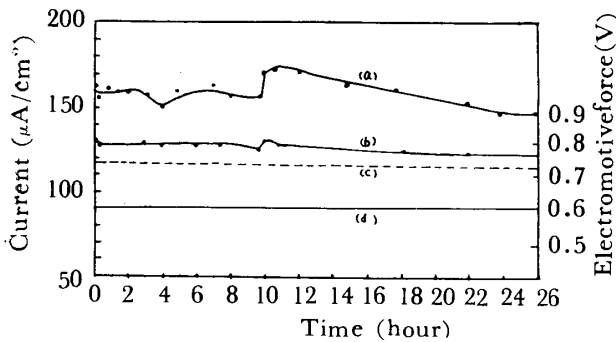


Fig. 5 Time dependence of discharge
 Micro-organism : green mold
 Electrode : C-Zn Load : 100Ω
 (a) Current characteristic curve
 (b) Voltage characteristic curve
 (c) Voltage characteristic curve without micro-organism
 (d) Current characteristic curve without micro-organism

3. 考察および吟味

電池はいかにして大きな安定した電流を得ることができかが最大の目的であるが、それには内部抵抗と分極

の減少、極板の酸化の点など多くの難点があるが先ず考えられることは、

1 電極の面積を広くすること

このためなるだけ安価な材料を使用すべきで、白金電極の代りにアクアダッグをポリエチレンなどに塗布したものあるいは多孔質炭素板の利用は都合がよい。

2 内部抵抗を減少させるため両極板をできるだけ接近すること

とくに陽極を電解液中で陰極の側にできるだけ近づけるとよい。

3 電解液を十分かきまぜると電流が増える

かきまぜることは空気の供給を盛んにし、また極板表面に発生するCO₂などのガスによる接触抵抗の減少のためと考えられる。そこで燃料電池のような型にすれば電解液は循環しているので都合がよいが、自家の電力の一部利用で循環させることは現在の所できない。

4 微生物は新鮮なものを使用する

イースト使用の場合新鮮なときと古いときでは電流の大きさに相違が認められた。新鮮なものを使用し生活の条件を最良に保持すること。

5 両電極、多孔質膜または素焼の材質の選択を研究しなすればならない。

6 以上は栄養液および電解液が液体状の場合であるがこれらをゲル状に固化すれば好都合であるが、内部抵抗に問題があると思われる。

7 電解液濃度は放電が行われるにしたがって減少する²⁾が燃料電池の型にすれば解決する。

4. 問題点

反応生成物の処理および生物電池の保温上の問題点が考えられる。

栄養液中ではデンプン質など糖化しアルコール、酢酸などが生成される、これらが内部抵抗増大の原因になるので、これの処理を考慮しなければならない。

また微生物がその機能を十分果しうるための適温の保持はとくに外部環境に変化が大きいとき十分考慮しなければならない。

5. 結 び

微生物としてイースト、麹、青かびなどよりも活性度の高いものの利用や、多重培養による活性度のより大きいものを研究すべきで、また陽極電極に多孔質炭素やアクアダッグの使用は分極作用を考えなくてよいが、他のよりすぐれた材質の両電極の開発が望まれる。

電極面積拡大の点から現在同心多重円筒型の電池を試作中である。現在の微生物電池は電力は小さくとも利用価値はある。活流計使用のブリッジ回路などの電源としての利用である。

植物性タンパク質炭水化物を麹菌酵素により分解発酵させた醤油醸造あるいは酒類醸造過程から下水、汚物の分解現象に至るまですべて微生物の働きによるものであり、自然界に至る所存在する状態である。

これらの発酵腐敗現象の電池としての利用が考えられるわけでありまた生物電池の特性から逆に醸造過程の制御、判断および推察が可能であると考え研究課題として取り上げることができる。

文 献

- 1) 四川 博：電池及び蓄電池，共立出版（1957）
- 2) 牧野三郎・加藤 修：電気化学，31，396（1963）

（昭38.9.30.受理）