

# 有機堆積物を用いた微生物燃料電池の発電システムに関する研究

[研究代表者] 中山雄行 (工学部機械学科)

## 研究成果の概要

微生物燃料電池における電極材に関し、黒炭化並びに白炭化した竹炭の組成について観察を行い、導電性向上に関する炭化条件の指針を得た。本微生物燃料電池では、有機堆積物（ヘドロ）を浄化する環境修復と発電の双方を目的とし、併せて森林保護の観点から間伐材を利用した電池の構成を検討している。間伐材を用いて電極を製作する場合、高い導電性を有する炭の組織構造が求められる。本研究では、この構造を構成するための炭化温度が 1000 度で可能であることが確認された。

研究分野：微生物燃料電池

キーワード：有機堆積物，木材，炭化，組織構造，導電性

## 1. 研究開始当初の背景

微生物燃料電池は、微生物の代謝において発生する電子を利用して発電することを原理としている。即ち、この電池では、電子を放出する微生物に栄養を与え、この電子を電極に収集する。火力・原子力・水力・風力発電等の力学エネルギーを電気エネルギーに変換する方法とは異なり、直接電子を取り出すのが特徴である。ここで、化学物質の栄養を与える代わりに有機堆積物（ヘドロ）を用いて微生物燃料電池を構成することができれば、ヘドロを浄化しつつ発電するという一石二鳥の発電技術が可能となる。

このヘドロを用いた微生物燃料電池（以降ではこれをヘドロ電池と表す）では、火力・原子力発電等において必要な上下水道設備を要しない。即ち、ヘドロ電池自身がヘド

ロの混じった水を浄化し、河川や海の浄化や綺麗な水の提供につながる。この点において、ヘドロ電池は SDGs (Sustainable Development Goals)の複数の項目において貢献が可能である。提供できる電力はまだ低いものの、インフラが整っていない地域や国、また災害等でライフラインが停止した場合に灯りやラジオ等を提供することができる。

ここで、ヘドロ電池において、もし間伐材から導電性の高い炭素構造を有する炭を製作することができれば、これを電極として利用することにより森林保護にも貢献することができる。即ち、発電しつつ森林から河川や海までの保護と浄化につなげることが可能となる。

## 2. 研究の目的

ヘドロ電池の電極等に用いる炭素材として間伐材の竹を対象とし、黒炭化また白炭化した竹炭の組織を観察する。

## 3. 研究の方法

- (1) 名古屋市から提供して頂いた竹においてガスを用いて黒炭化を行う。
- (2) 第(1)項の黒炭化した竹炭を電気炉にて白炭化する。
- (3) 第(1), (2)項にて処理した竹炭について、SEM また EDS の分析を行う。
- (4) 黒炭化した竹炭において、電気炉にて 400 度から 1000 度まで加熱する各段階にてラマンスペクトルを測定する。

## 4. 研究成果

### (1) 黒炭と白炭の組成物観察

黒炭化した竹炭の SEM 画像を図 1 に示す。本図では、EDS の分析に用いた 2 つの分析点を併せて示している。また、電気炉にて更に白炭化した竹炭の SEM 画像を図 2 に示す。黒炭化の状態では、炭素以外の元素が少なからず存在し、純粋な炭素のみの組成になっていない。この例として図 1 における分析点(001)に関する EDS 分析結果、即ち本点の元素組成を表 1 に示す。白炭化した竹炭では、この様な不純物は観られない。

表 1: 黒炭の EDS 分析(図 1 中の点(001))  
における元素組成

元素	質量%
C	52.87
O	5.00
Cl	17.67
K	24.46

### (2) 炭化温度における組織構造

電気炉にて白炭化した竹炭において、ラマン分光法による分析結果を図 4 に示す。本図では、白炭化竹炭の 3 点におけるラマンスペクトルを表しているが、分析点に関わらず同様なスペクトルであることが解る。この白炭化は 1000 度付近で行った竹炭であるが、炭素構造においてグラファイトが存在し、またその構造が一様に形成されていることが推察できる。

これにより、1000 度より相当に高い温度で炭化することなく導電性の高い炭素構造が得られることが確認できた。

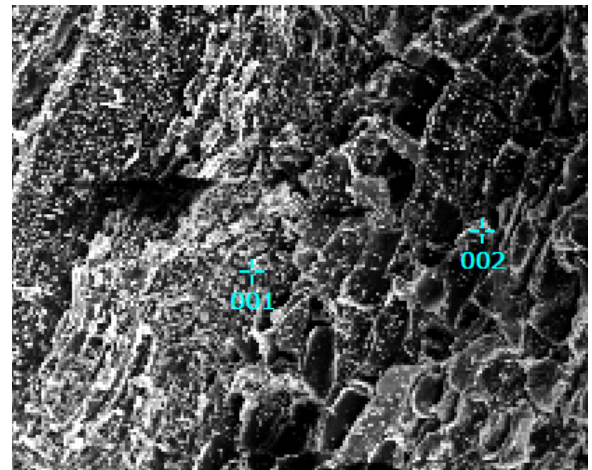


図 1: 黒炭化竹炭の SEM 画像と EDS 分析点(001, 002)

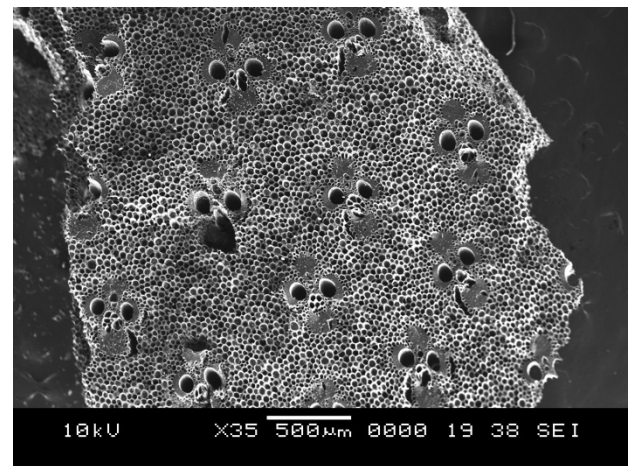


図 2: 竹炭 (白炭化) の SEM 画像

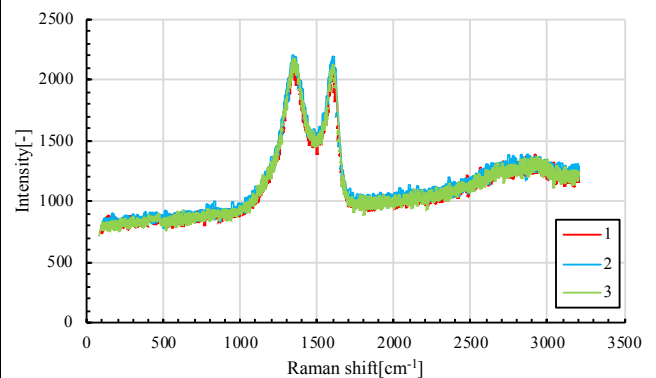


図 4: 竹炭 (白炭化) のラマンスペクトル例

## 5. 本研究に関する発表

Nakayama, Kaiden, "A study of organic sediment microbial fuel cell with natural charcoal suitable for microbial behavior", The 11th Asian-Pacific Conference on Biomechanics, pp. 324, Dec. 2021.