

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14541 号
------	---------------

氏 名 HA Nhu Biec

論文題目

Humin-assisted CO₂ Reduction to Acetate by Anaerobic Microorganisms
(腐植ヒューミンで支援された嫌気性微生物によるCO₂の酢酸への還元)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	未来材料・システム研究所	教授	片山 新太
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	野田 利弘
委員	名古屋大学	未来材料・システム研究所	教授	林 希一郎
委員	名古屋大学	環境学研究科	教授	谷川 寛樹
委員	名古屋大学	工学研究科	教授	堀 克敏

論文審査の結果の要旨

HA Nhu Biec君提出の論文「Humin-assisted CO₂ Reduction to Acetate by Anaerobic Microorganisms (腐植ヒューミンで支援された嫌気性微生物によるCO₂の酢酸への還元)」は、酸・アルカリに不溶の固体腐植物質ヒューミン（以下、腐植ヒューミン）が嫌気性酢酸生成菌に対して細胞外電子伝達物質として作用し、そのCO₂還元-酢酸生成反応を促進すること、およびそれを利用して高効率でCO₂還元-酢酸生成する微生物電気合成システムができることを明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、研究の一般的背景と目的を述べている。

第2章では、同じ微生物源に由来する二つの集積微生物群を用い、硫化鉄、硫酸マグネシウム、塩化ナトリウムの酢酸生成反応およびメタン生成反応に対する効果を調べた。一つの集積微生物群は、CO₂還元-酢酸生成反応に腐植ヒューミンと水素の両者を電子供与体として利用できたが、もう一つの集積微生物群は、水素しか利用できなかった。腐植ヒューミンを利用できる微生物群では、硫化鉄は酢酸生成を促進したが、硫酸マグネシウムは酢酸生成を阻害した。塩化ナトリウムは6g/Lを超える濃度で阻害した。二つの集積微生物群の部分的16S rRNA遺伝子配列の比較から、腐植ヒューミンを細胞外電子供与体として利用できる微生物は*Clostridium* 類縁菌であることが示唆された。また集積微生物群中のメタン生成菌は*Methanobacterium* 属細菌であり、水素の存在下でのみ腐植ヒューミンの細胞外電子供与体を利用した。メタン生成反応に対して、硫化鉄および塩化ナトリウムには促進効果がみられ、硫酸マグネシウムには影響がみられなかった。この様に、腐植ヒューミンが細胞外電子伝達物質として利用される場合には、微生物特性および培地組成が大きく影響することを明らかにしている。

第3章では、代表的な酢酸生成菌 *Moorella thermoacetica* JCM9320, *Clostridium acetivum* JCM15732, *Acetobacterium woodii* DSM1030, *Sporomusa ovata* DSM2662, and *Sporomusa sphaeroides* DSM2875 を用いて、腐植ヒューミンの細胞外電子供与体として利用条件を調べた。腐植ヒューミンは、酵母エキスまたは水素の共存下でのみ細胞外電子供与体として利用された。酵母エキスは試験した全菌株でCO₂固定-酢酸生成反応を促進し、*M. thermoacetica* JCM9320が最も高い活性を示した。一方、水素の共存下で腐植ヒューミンを電子供与体として利用できるのは、*A. woodii* DSM1030と*S. sphaeroides* DSM2875のみであった。これは、腐植ヒューミンを利用して酢酸生成菌の活性を高める条件を示す重要な知見である。

第4章では、酢酸生成菌がCO₂固定-酢酸生成活性を高めるために腐植ヒューミンを細胞外電子供与体として利用できる条件を用いて、*M. thermoacetica* JCM9320を用いたCO₂還元-酢酸生成する微生物電気合成システムを開発している。水の電気分解の起こらない穏やかな-510mV (Ag/AgCl電極基準) での電気培養条件下、腐植ヒューミンを支援物質とすることによって、CO₂還元-酢酸生成活性を10倍高め20mg/L/日の酢酸生成速度を、電気効率90%以上で達成することに成功している。更に、腐植ヒューミンの固定化によって、その単位量当たりの電子供与効率が高まることが示されている。CO₂還元-酢酸生成を行う微生物電気合成反応の実用化に向けた有用な基礎的知見である。

第5章では、本研究の総合考察を行い、腐植ヒューミンが酢酸生成菌に対して細胞外電子伝達物質として機能するための生化学代謝経路を考察するとともに、腐植ヒューミンで支援された微生物電気合成システムに関する今後の課題と展望を述べている。

第6章では、本研究の結論を与えている。

以上のように本論文では、酢酸生成菌が腐植ヒューミンを細胞外電子伝達供与体として利用する条件を明らかにし、腐植ヒューミンを支援物質として用いる微生物電気合成システムを作製して、高効率のCO₂還元-酢酸生成反応が達成できることを明らかにしている。これらの結果は、温暖化ガスであるCO₂の固定化技術としての応用を実現するために重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者であるHA Nhu Biec君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。