

氏名(国籍)	ちょう 張	がい 凱(中国)
学位の種類	博士(農学)	
学位記番号	博乙第1541号	
学位授与年月日	平成11年7月23日	
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当	
審査研究科	農学研究科	
学位論文題目	気泡塔型培養槽を用いた微細藻 <i>Botryococcus braunii</i> による炭化水素生産に関する基礎的研究	
主査	筑波大学教授	農学博士 中原 忠 篤
副査	筑波大学教授	工学博士 向 高 祐 邦
副査	筑波大学教授	農学博士 木 村 俊 範
副査	筑波大学助教授	工学博士 小 嶋 英 一

### 論文の内容の要旨

微細藻 *Botryococcus braunii* は、生成した細胞外多糖によりコロニーを形成し、細胞外に多量の炭化水素を蓄積する能力を持つ、この炭化水素 (Botryococcene) は石油代替エネルギーとして使用可能であり、接触分解することによりガソリンなどの有用物質に転換することが出来る。本研究は *B. braunii* による炭化水素生産の実用化を目指し、藻の増殖と炭化水素生成に対する培養条件及び装置条件の影響について、基礎的な検討を行なっている。以下にその概要を述べる。

*B. braunii* の増殖及び炭化水素生成に対する培養条件の影響については、窒素塩濃度、通気速度、光照射条件について検討を行なった。このうち光照射条件については、培養時における光照度の変化の影響に着目して検討している。*B. braunii* の培養に関して、従来、弱光条件に相当する蛍光灯照射が多く採用されて来たが、本研究においては太陽光を利用した屋外培養を想定し、弱光照射により培養した藻をさらに10klxの強光照射条件で培養する試みを行なった。前培養において弱光に適応した藻細胞が強光条件に移されたとき、強光阻害により、藻の増殖速度、炭化水素生成速度が低下したが、強光阻害の影響は培養器壁の一部を遮光することにより軽減することが可能であることを見出した。また藻細胞を強光照射条件に適応させることにより、藻の増殖速度及び炭化水素の生成速度を高いレベルに維持できることを見出し、この場合、到達藻濃度は7kg/m<sup>3</sup>以上、藻体乾燥重量中の炭化水素含量は50%以上となった。また *B. braunii* による炭化水素の生産速度は、光照射及び前培養などの培養条件に関係なく、藻の増殖と連動して行なわれ、バイオマスの生成速度の41%の速度となること、藻の直線増殖期において炭化水素の生成速度が最大となることなどを明らかにした。ここで得られたバイオマス生産速度及び炭化水素生成速度の値は、*B. braunii* による炭化水素生産を行なう際の、培養器の面積又は体積を概算するための基礎的な数値として用いることが出来る。湿藻体からの炭化水素回収方法については、従来藻体を凍結乾燥した後、非極性溶媒で抽出する方法が採用されているが、この方法は大量の藻体を処理するためには処理費用の点で問題がある。本研究では浮上分離・濾過後の湿藻体について、溶媒の極性を高いものから段階的に低下させて抽出する方法を採用し、従来の方法の欠点を改良した。

光照射気泡塔型培養槽内の光強度は藻の増殖に伴う相互遮蔽により低下し、藻の増殖に影響を与える。装置内の光強度分布に関しては、光強度測定のための微小なプローブを作製し、詳細に測定した。この光強度分布を数値積分して装置全体の光強度の体積平均値を計算し、平均光強度と藻濃度との関係を与える実験式を得ている。炭

炭化水素の比生産速度及び藻の比増殖速度と、装置内平均光強度との間には比例関係が認められ、藻の増殖及び炭化水素生産について、主な制限因子は装置内の光強度であることを明らかにした。

気泡塔型培養槽における*B. braunii*のコロニー径分布に関して、光照射条件に影響を検討し、異なる光照射条件において藻のコロニー径分布の経時変化を測定した。コロニー径の累積度数分布は、ほぼ対数正規確率分布関数で表され、この分布関数型は、同様な気液二相流系である活性汚泥プロセスの、通気タンク中に懸濁している活性汚泥の径分布と一致することが明らかとなった。コロニー径の体積平均径は、培養開始時におけるコロニー径が小さい場合、培養初期に装置内の光強度に応じて増加した後、藻濃度の増加に伴う装置内の光強度の減少に伴って減少した。この平均径の減少期間において、種々の光照射及び前培養条件について検討した結果、藻の平均径は装置内の平均光強度によって決定される平衡径に収束するという新しい知見を得た。

## 審査の結果の要旨

本論文の主目的は、光合成によりCO<sub>2</sub>を固定し、有用物質である炭化水素を生成する能力を持つ微細藻*Botryococcus braunii*に関して、従来明確でなかった炭化水素生成の反応速度論的な検討を、培養時における光照射条件などの装置工学的条件と関連させて行なうことにあり、所期の目標を達成している。

*B. braunii*の培養に関しては、光照射型培養槽の壁を部分的に光不透過性の膜で被うことにより、強光阻害の影響を軽減できること、及び藻を弱光から強光の照射条件に適応させるという方法により、藻細胞を高濃度まで増殖させることが出来ることを見出した。また*B. braunii*による液状炭化水素の生成速度について、炭化水素は藻の増殖に比例して生産されること、この藻による藻懸濁液単位体積当りの炭化水素の生産速度は、藻の直線増殖期において最大値を示すこと、などの新しい知見を得た。

光照射培養槽内の光強度については、微小な光検知端を持つプローブを用い、装置内の局所的な光強度分布を異なる藻濃度条件について測定し、装置全体の平均光強度を与える実験式を得た。*B. braunii*は藻細胞が集まりコロニーを形成するという性質を持つが、そのコロニー径は装置内の平均光強度に依存して決定されることを見出した。

この研究の特長は、従来小型の培養器によって検討されてきたこの藻の増殖特性を、容量の大きい培養槽を用いて装置条件との関連において検討した点にあり、この藻の増殖速度、炭化水素の生成速度について得られた実験式は、炭化水素生産を行なう際に必要な装置の大きさを確定するための基礎的な知見となる。また、この藻を太陽光などの強光を用いて培養する場合に問題となる、強光阻害の影響を軽減する方法を考案し、このプロセスの実用化のために必要な指針を与えている。

以上、本研究は微細藻*B. braunii*の培養及びその炭化水素生成に関し、装置工学的な立場から定量的に検討した点を高く評価できる。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。