

審査の結果の要旨

氏名 古橋 賢一

化石燃料の枯渇及び地球温暖化対策として、輸送用燃料代替を想定した脂質生産性微細藻類が注目されている。脂質生産性微細藻類の一種である緑藻 *Botryococcus braunii* (以下、*B. braunii*) は炭化水素を生産し、個々の細胞を繋いでいる細胞間マトリックスに分泌した後に蓄積する。他の多くの脂質生産性微細藻類は、生産する脂質が油脂や脂肪酸であり、細胞内に蓄積する。そのため *B. braunii* は細胞破碎を経ないプロセスで発熱量の高い炭化水素を回収でき、バイオ燃料の原料として有望視されている。しかし既存の植物油脂の抽出に用いられているヘキサン溶媒抽出を湿藻体に適用すると、炭化水素を蓄積しているマトリックスによってヘキサンと炭化水素の接触が阻まれ、抽出できない。このため溶媒抽出の前に加熱や乾燥による前処理を行う必要がある。しかし、これらの前処理はエネルギーを消費するため、バイオ燃料の生産においては、よりエネルギー消費の少ない処理法が求められる。

ところで、*B. braunii* は淡水域に生息する緑藻であるが、世界的に淡水資源は貴重であり、将来は藻類の培養に海水を利用することも検討すべきである。そこで、予備実験として、市販されている人工海水を全海水、1/2 海水、1/4 海水となるように塩濃度を調整し、それぞれの溶液で *B. braunii* B race (Showa 株) を培養した。その結果、全海水および 1/2 海水濃度では藻体が死滅した。しかし 1/4 濃度の希釈海水培地 (海水塩濃度 0.9%) では、藻体の増殖が確認された。さらにその培地では、淡水培地で培養した藻体と比較して炭化水素を容易に回収できる藻体に変化していることが確認された。

そこで、本研究では *B. braunii* による炭化水素生産システムの消費エネルギー低減を目指し、乾燥、加熱、物理的破碎等の前処理を行わなくても、炭化水素を高収率で回収できる藻体に変化させる希釈海水培養法を開発することを目的とした。

論文は全 6 章によって構成される。第 1 章では、本研究の背景および意義・目的を述べた。

第 2 章では、希釈海水培養が *B. braunii* の炭化水素回収性におよぼす影響を述べた。0.9%海水塩濃度の希釈海水培地では増殖速度が大幅に低下したものの、炭化水素の回収性が飛躍的に向上した。炭化水素含有率の低下はみられなかった。天然海水で作成した培地や、塩化ナトリウムにより作成した培地でも同様

であった。しかし、いずれの場合でも *B. braunii* の増殖速度が大幅に低下した。

そこで第 3 章では、希釈海水培地の塩濃度をより低くして、塩濃度と増殖速度、炭化水素回収性の関係、および藻体の形態変化について調べた。その結果、0.3%海水塩濃度の希釈海水培地では、淡水培地の場合と比べて増殖速度と炭化水素含有率が低下せず、炭化水素回収性が向上することが確認された。また、希釈海水培養ではコロニーサイズが大幅に増大した。これは濾過に要するエネルギーとコストを削減する。さらに培養液の光透過率が向上するため、より高い藻体濃度で培養できることになり、コンタミネーションの防止につながる可能性がある。

第 4 章では、希釈海水培養が炭化水素回収性を向上させるメカニズムを研究した。*B. braunii* が炭化水素を細胞内ではなく細胞間マトリクスに蓄積するにも関わらず、容易に溶媒抽出できない理由は、コロニー全体を覆う Colony sheath と呼ばれる繊維層が、コロニー内部への溶媒の侵入を防ぐためである。希釈海水培養では Colony sheath の繊維長が短くなりかつ繊維密度が低くなるために、炭化水素回収性が向上することがわかった。一方で、細胞頭頂部の Retaining wall はコロニー表面に残存しており、有機溶媒の侵入を阻害しないことが確認された。

第 5 章では、希釈海水培養による藻体からの炭化水素回収プロセスと、既存のプロセスを比較して、エネルギー収支を評価した。その結果、希釈海水培養ではエネルギー収支が向上することが確認された。溶媒抽出プロセスでのエネルギー消費の低減のみではなく、コロニーサイズの増大により収穫・輸送・脱水プロセスにおいても、エネルギーが削減される。

第 6 章は研究のまとめと展望、および課題である。

以上のように、本研究では微細藻類 *Botryococcus braunii* を希釈海水で培養することで、藻体に生じる変化を調べ、それによって炭化水素回収性が向上するメカニズムを明らかにした。さらに、それが炭化水素生産におけるエネルギー収支の改善に寄与することを述べた。研究結果の多くは新たな知見であり、高い独創性を持つ。本研究は学術上および産業への応用上貢献するところが少なくないと考えられる。よって審査員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。