

単細胞海藻 *Phaeocystis* sp. の
資源 Productivity

Resource productivity of unicellular marine algae, *Phaeocystis* sp.

高知工科大学大学院
工学研究科基盤工学専攻
物質環境工学コース
1125002 大石 裕史

要旨

石油資源とリン酸資源の価格はここ数年で大きく変動している。現段階の価格高騰は、アメリカやブラジルのエネルギー作物政策や、磷鉱石輸出量上位国（中国・アメリカ・モロッコ）の輸出関税引き上げや輸出規制など政治的背景が主な要因と考えられるが、このような政策は将来訪れる資源不足や枯渇が遠因にあるといえる。日本は磷鉱石の輸入への依存度が 100%であり、持ち込まれるリンは年間約 70 万トン（P として）、このうち水域と汚泥等へ排出されるリンは約 14 万トンとされている。排出されたリンは回収が困難で、各地で富栄養化による赤潮などの問題を引き起こしている。

Phaeocystis sp. は単細胞海藻で、藻体の周りに構成糖キシロース：グルコース \approx 1:1.7 の分厚い外被多糖（以後ハプトース）を持つ。我々の研究室では今までにハプトースを利用して、生分解性プラスチックや水澄し（携帯型浄水剤）の開発を行ってきた。

本研究では、資源としての *Phaeocystis* sp. の生産力を明らかにすることを目的として、100 L 規模の藻栽培によるハプトース生産、藻体からのリン酸回収、ハプトースからのバイオエタノール生産とキシロース分離までの量的変遷についての詳細を検討した。

Phaeocystis sp. を 4 個の透明 100 L ポリタンクに人工海水を用いて天日開放栽培し、定期的にフェノール硫酸法による全糖（光合成生産）量と、遠心分離した藻体の湿重量を経時的に測定した。栽培日数と共に藻体・糖量は増加し、藻体あたりの糖量は栽培 28 日目ごろに最大となった。この時の 100 L 当りの藻体の湿重量は $500 \text{ g} \pm 50 \text{ g}$ でこれから剥離したハプトースの糖量は $12.2 \text{ g} \pm 1.1 \text{ g}$ であった。

天日開放培地中のリン酸 (PO_4^{3-}) 量をペルオキシ二硫酸カリウム分解法・モリブデン青法で測定したところ栽培液中のリン酸は約 3 週間ではほぼ 100% 消失した。ハプトース剥離後の藻体には培地成分中に当初存在したリン酸量の 60%にあたる 280mg のリン酸が検出され、残りはハプトース分画で検出された。このことは海水を用いて *Phaeocystis* sp. を大量栽培してハプトースを採取する時、残った藻体から海水中の水溶性リン酸を収穫できることを示している。

ハプトースからのエタノール生産では、湿重量 1 kg の藻体を 2 L の水に懸濁させ硫酸（終濃度 0.1M）を加え、酸によるハプトース・藻体の剥離を行った。その後遠心分離によってハプトース約 $14.1 \text{ g} \pm 2.2 \text{ g}$ を得た。次にこのハプトース溶液を沸騰浴中・酸加水分解で糖化し、分解物を薄層クロマトグラフィー（TLC）で確認した結果、ハプトースは 120 分で単糖まで分解できることが分かった。TLC の結果は五単糖と六単糖のみの存在を示し、ピリジルアミノ化糖の HPLC では標品キシロースおよびグルコースと溶出時間が一致する 2 つの独立したピークを得た。この糖化液を $\text{Ca}(\text{OH})_2$ で中和して沈殿物と残渣を遠心分離で除去した。この糖化液中の糖化ハプトースは $11.4 \text{ g} \pm 1.4 \text{ g}$ （グルコース 7.1 g キシロース 4.2 g）であった。このままでは残留した塩による発酵阻害が危惧されたので、イオン交換膜を用いた脱塩装置を作成し電気透析による脱塩を行った。脱塩処理後の糖化ハプトース（グルコースのみで 10%）を用いての発酵試験を *Saccharomyces cerevisiae* NBRC0224、YPD 培地を用いて 28°C で行い、エタノールの生産量を F-キットエタノール（ロシュ・ダイアグ

ノスティックス社) で測定した。その結果、糖として糖化ハプトースのみを添加した培地での発酵は確認できなかったが、同じハプトース培地にグルコース (10%) を添加した場合には添加したグルコースに相当するエタノールの生産を確認した。

Phaeocystis sp. を 28 日間天日開放栽培して、平均 100 L 培地当たり 500 g の藻を収穫した。藻は栽培液中のリン酸の 60% を回収できた。このことは、*Phaeocystis* sp. 栽培の副産物として、尿尿処理場等からの放流消化液中のリン酸を回収出来ると考えられる。ハプトースからは計画通りの糖化ハプトースが得られたが、この糖化ハプトースに含まれる筈のグルコースを酵母がエタノール発酵できなかった。ハプトースをエタノールに転換する技術開発のためには、この原因の解明が必要である。