

## オイル生産藻類の培養のための栄養源として集落排水の利用 Utilization of rural sewage as nutrient for cultivation of *Botryococcus braunii*

○山岡賢\* 出村幹英\*\* 柚山義人\* 中村真人\* 折立文子\*  
YAMAOKA Masaru, DEMURA Mikihide, YUYAMA Yoshito,  
NAKAMURA Masato and ORITATE Fumiko

1. 背景 (藻類によるオイル生産) エネルギーの安定供給に向けては、化石燃料などの従来からのエネルギーに加えて再生可能エネルギーによる供給の拡大が求められる。バイオマス分野で効率的なエネルギー生産が期待されるものとして、藻類によるオイルの生産がある。藻類によるオイル生産は、通常の植物に比べて10倍から数百倍高い。換言すると、オイル生産に必要なとする面積が少なく済む。バイオマスによるエネルギー生産では、とかく土地利用の食料生産との競合が問題とされるが、藻類によるオイル生産は食料生産との競合が最も少ない。一方で、藻類といえども増殖に、作物と同様に窒素やリンなどの栄養成分(肥料成分)を必要とする。経済的・効率的なオイル生産のためには、安価で大量の栄養成分の供給が必要である。

(集落排水による栄養成分の供給) 農業集落排水施設は、農業用水の水質保全等を目的に農村地域における生活排水(集落排水)の処理を行う施設である。整備済み地区は全国5300地区に上る。集落排水には有機性の汚濁物質とともに窒素やリンの無機栄養塩類を含むので、藻類によるオイル生産への栄養成分の供給源として期待できる。

(藻類生産と集落排水施設の立地) また、現在国内での藻類の大規模生産には耕作放棄地の活用が検討されている。このことは、藻類生産の場合も農業集落排水施設とともに農村地域に存在することとなるので、両者は地理的にもマッチングする。このため、著者らは藻類によるオイル生産に向けての集落排水の利用に関して検討している。

2. 実験方法 農業集落排水施設から排水供給を想定すると、排水を取り出すポイントによって排水中の無機性窒素の形態はアンモニア性または硝酸性となる。つまり、集落排水施設の入口(原水)では、無機性窒素のほとんどがアンモニア性窒素( $\text{NH}_4\text{-N}$ )である。排水処理プロセスの好気処理において硝化を受けるとほとんどが硝酸性窒素( $\text{NO}_3\text{-N}$ )となる。

しかし、オイル生産藻類は通常 $\text{NO}_3\text{-N}$ を主とする培地で培養されているので、 $\text{NH}_4\text{-N}$ を供給した場合の藻類の生長やオイルの生産性への影響が不明である。このため、実験は、利用する窒素の形態に対するオイル生産藻類の嗜好性の有無を明らかにすることを目的に実施した。

(1) 実験には、筑波大学で確立された、オイル生成能力が高い*Botryococcus braunii* (BOT-22)(以下、「BOT-22」という)を用いた。

(2) 培養は、温度 $25^\circ\text{C}$ に設定した恒温室内で連続明条件( $6,090\text{lx} \approx 80 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )として、300ml三角フラスコを100rpmで振とうしながら行った。

(3) 培地は、BOT-22の継代培養に用いられている淡水生藻類用培地AF-6培地をコントロ

\*農研機構 農村工学研究所, Institute for Rural Engineering (NARO), \*\*筑波大学 生命環境系, Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, バイオマス, 集落排水, 藻類

ールとして、同培地成分の窒素分をすべてNO<sub>3</sub>-Nとした培地（N培地）、窒素分をすべてNH<sub>4</sub>-Nとした培地（A培地）及び窒素分をNH<sub>4</sub>-NとNO<sub>3</sub>-Nと半々にした培地（NA培地）とした（表-1参照）。それぞれ3反復実施した。

(4)モニタリングは、定期的に培養液のpH、電導度（EC）及び濁度（OD660）を測定した。OD660は波長660nmにおける吸光度であり、培養液内の藻類量と相関がある。

**3. 結果と考察** 培養期間中の培養液のOD660値の測定結果を図-1に示す。図-1によると、各培地のOD660値は、大差なく推移した。20日間の浮遊物質（SS）の増加量及び20日目時点のn-ヘキサン抽出物質（n-Hex.）の含有率は表-2のとおりであった。分散分析の結果、これらの値は培地間で有意差はなかった。これら実験結果から、少なくとも、NH<sub>4</sub>-N濃度が23.8mg/L以下であれば、BOT-22に供給する無機窒素がNH<sub>4</sub>-Nであっても、BOT-22の増殖及びオ

イルの生産性に悪影響を与えないと言える。

このことは、集落排水を、多くの曝気エネルギーを必要とする硝化工程を経ずに藻類

生産施設に供給でき、処理施設でのエネルギー消費を減じることができる可能性がある。  
謝辞 本研究は、H25年度農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「耕作放棄地を活用した大規模スケールでの藻類バイオマス有効利用技術の確立」において実施したものである。研究代表者の筑波大学渡邊信教授には藻類株の提供及びご助言を賜った。感謝の意を表す。

表-1 培地の成分 Contents of mediums

試薬*	AF-6培地	N培地	A培地	NA培地
NaNO <sub>3</sub>	140	186.7	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	22	-	-	87.9
NH <sub>4</sub> Cl	-	-	117.5	-
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	30	} AF-6 培地 と同じ  単位: mg/L		
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	10			
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	5			
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	10			
MES	400			
Fe-citrate	2			
Citric acid	2			

表に掲げた試薬以外にビタミン類、金属類も全培地共通で添加している。

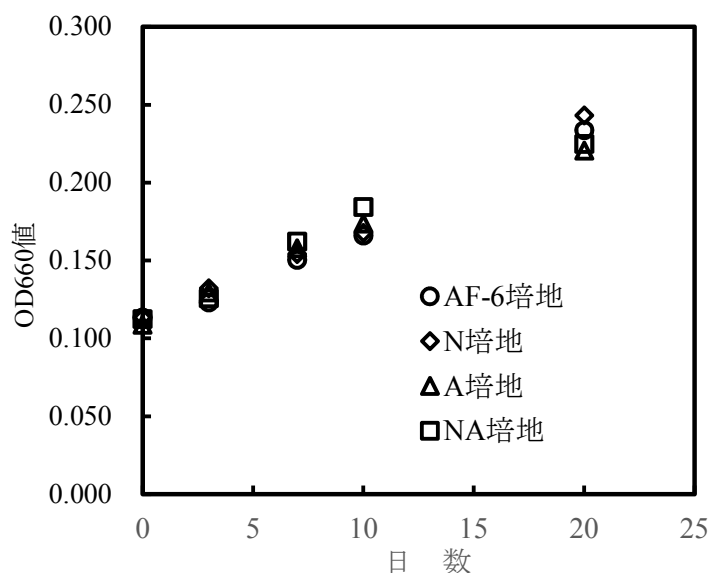


図-1 OD66 値の変化 Change of OD660 values

表-2 浮遊物質の増加量と n-ヘキサン抽出物質の含有率  
Increment of SS and n-Hexane extracts content ratio

項目	AF-6 培地	N 培地	A 培地	NA 培地
SS 増加量*	9.83 ± 1.80	8.72 ± 1.73	9.11 ± 1.13	8.72 ± 1.67
n-Hex. の含有率**	23.3 ± 3.3	23.7 ± 2.4	29.7 ± 2.8	29.6 ± 6.1

\*の単位は×10<sup>-2</sup> mg/l、\*\*の単位は%。  
値の標記は「平均値±標準偏差」である。