

## 海洋深層水と粒状活性炭を用いた微細藻類の培養による バイオマス生産の可能性の検証

Verification of the possibility of biomass production by culture of microalgae using deep sea water and granular activated carbon

久保朱音<sup>1)</sup>

指導教員 庄司良<sup>1)</sup>

1) 所属先：東京工業高等専門学校 物質工学科 庄司研究室

キーワード：*Dunaliella* sp. , *Faeodactylum tricornutum*, 再生可能エネルギー, 増殖速度

### 1. 緒言

地球温暖化問題を契機とし、世界ではパリ協定やSDGsなどの政策が掲げられている。再生可能エネルギー、その中でも微細藻類を利用したバイオマスエネルギーが注目を集めている<sup>[1]</sup>。また、微細藻類のなかでも海洋性微細藻類を用いることで、淡水資源を用いることなく培養でき、不毛の大地と呼ばれる砂漠で培養することができれば、更に食糧用の土地を使用せず、食糧競合なく培養できる。しかし、微細藻類の培養と回収にかかるコストなどの課題がある。培養と回収の効率化は、微細藻類による再生可能エネルギー生産を普及していく上で極めて重要であると考えられる<sup>[1]</sup>。先行研究では、多くの藻類の培養に海洋深層水 (Deep sea water : dsw) の特性である富栄養性、正常性、低温性が有用と考えられているが、適切な海洋深層水使用に関する研究はほとんど行われておらず、課題が残っている<sup>[2]</sup>。また、活性炭などを用いた大量培養技術の開発に焦点が当てられており、活性炭を用いた *Faeodactylum tricornutum* の高成長率について研究されている<sup>[3]</sup>。しかし、*Dunaliella* sp. では行われておらず、粒状活性炭 (Granular activated carbon : GAC) の適正量についても研究は行われていない。そこで、本研究では培地と dsw の適性割合の検証と、大量培養を目的として GAC の最適添加量の検証を行った。

### 2. 実験方法

#### 2. 1. f/2 培地と海洋深層水の適性割合の検証

微細藻類は、海洋性微細藻類の *Dunaliella* sp. (NIES-3629) を用いた。f/2 培地と混合する dsw の割合が、0, 25, 50, 80, 90, 100% の培地を各 100 mL 用意し、100 mL 三角フラスコ 3 つに 30 mL ずつ分けて入れた。その後、f/2 培地で 3 日間培養を行

った *Dunaliella* sp. 種水を初期濃度  $10^4$  cells/mL となるように添加し、インキュベーター内で培養実験を行った。インキュベーターの温度は  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  で、照度は約 2000 lux, 10 時間明/14 時間暗で行った。

#### 2. 2. 粒状活性炭の最適添加量の検証

GAC を 0, 0.1, 0.4, 0.7, 1.0 g/L 添加した 30 mL 三角フラスコを各添加量に 9 つ用意した。GAC 添加量は 20 mL 換算で添加した。そこへ、f/2 培地と海洋深層水の割合が、(f/2:dsw = 75:25) の培地を 1000 mL 用意し、20 mL ずつ分けて添加し、その他の操作は 2.1. と同じ条件で行った。

*Dunaliella* sp. の細胞数は、培養物の吸光度 (680nm) の測定値から推測した。吸光度は、光路 1 cm のキュベットを用いて、波長 680nm で分光光度計により測定した。細胞数と吸光度の関係を求めるために予備実験を行い、細胞数を決定するために式 1 を導入した。

$$X = ((Y - 0.006) \times 10^5) / 0.0239 \quad (1)$$

ここで、X は細胞数 [cells/mL], Y は吸光度 [Abs] である。実験の測定では、分光光度計 (680nm) で測定した吸光度と式 1 を用いて細胞数を算出した。

### 3. 結果および考察

Fig. 1 に dsw 割合 [%] を変化した時の増殖速度  $X_t$  [cells/(mL · h)] を示す。増殖速度は式 2 により算出した。

$$(X_n - X_0) / (t - t_0) = \mu X_t \quad (2)$$

ここで、 $X_n$  は 72 時間目の細胞数 [cells/mL],  $X_0$  は培養開始時の細胞数 [cells/mL],  $t - t_0$  は培養時

間であり、72時間目と0時間目の差とした。Fig. 1より、dsw割合が25%の時に最も増殖速度が大きく、同じ程度に50%時も増殖速度が大きいことがわかる。これより、dsw割合が25%~50%が増殖に適すると言える。また、dsw割合が大きくなると増殖速度は低くなっている。表1は株式会社南西環境研究所による深層水の水質分析結果である。表1にあるいずれかの物質が影響を与えていると考えが、細かな原因については今後考察していく。

Fig. 2にdsw割合が25%時のGAC添加量を変化させた時の増殖速度を示す。これより、GAC添加量が0.1 g/Lが最も増殖速度が大きくなった。GACを添加しないよりも添加する時のほうがより増殖するが、GAC添加量が大きくなると増殖速度が小さくなるのがわかる。観察の結果、GAC添加量が増えると、光を遮る面積が大きくなることから、増殖速度に影響していると考えられる。

#### 4. 結論

これらのことから、dsw割合が25~50%時が最も *Dunaliella* sp. の増殖に適すること、dsw割合が25%時のGAC最適添加量が0.1 g/Lであることが分かった。この結果を踏まえて、*Dunaliella* sp. の増殖に最適なdsw割合や海洋性微細藻類を用いた同条件での実験を行いたいと考えている。

Table 1 海洋深層水の水質分析<sup>[4]</sup>

成分	mg/L	成分	mg/L
カドミウム	<0.0003	銅	0.004
水銀	<0.00005	マンガン	<0.001
鉛	<0.001	陰イオン界面活性剤	<0.02
砒素	0.002	珪酸態珪素	2.7
六価クロム	<0.001	カルシウム	460
シアン化物イオン及び塩化シアン	<0.001	マグネシウム	1300
セレン	<0.001	カリウム	400
フッ素	1.3	ヨウ化物イオン	<0.1
ホウ素	5.08	リン酸態リン	0.057
有機リン	<0.1	亜硝酸態窒素	<0.002
亜鉛	0.003	硝酸態窒素	0.37
鉄	<0.01	重炭酸イオン	120
		炭酸イオン	9

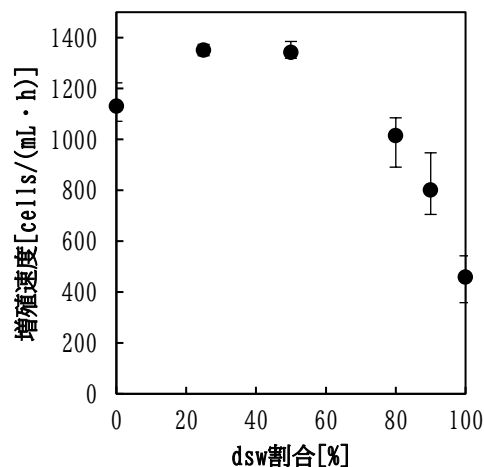


Fig. 1 dsw割合を変化させた時の *Dunaliella* sp. の増殖速度

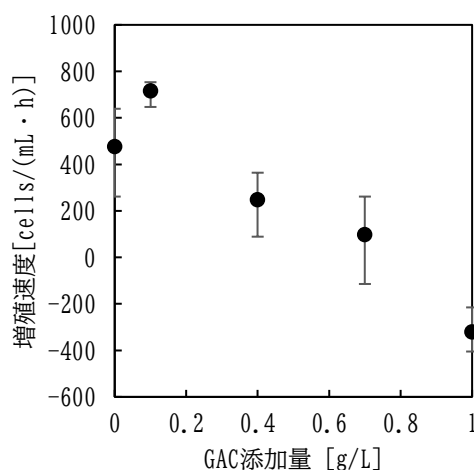


Fig. 2 dsw割合25%時のGAC添加量を変化させた時の *Dunaliella* sp. の増殖速度

#### 5. 参考文献

- [1] Pan et al, Bioresource Technology 101, 104-105(2010).
- [2] SHOJI et al, Journal of Chemical Engineering of Japan, Vol.37, No.10, 1238-1242(2004).
- [3] 丸山, 日本海水学会誌 54 巻, 4 号, 294-299(2000).
- [4] 株式会社南西環境研究所, 試験結果報告書, 第 EX21-2848 号 (2022)