

微細藻類の培養に関する基礎的研究

山本 縁 大島 義徳
千野 裕之 小川 幸正

(本社環境施設エンジニアリング部)

Fundamental Research on Microalgae Cultivation

Yukari Yamamoto Yoshinori Oshima
Hiroyuki Chino Yukimasa Ogawa

Abstract

Microalgae grows faster than general plants, and the whole crop can be utilized for CO₂ fixation and the production of valuable materials, such as healthy foods, feed, and fuel. However, low-cost and large-sale cultivation technologies must be developed for commercialization. Methane fermentation technology has high expectations with regard to its contribution to the sustainable society, and high prices have been set in the feed-in tariff program. However, the disposal of digested fluid from methane fermentation is a problem, so technologies utilizing the fluid are being investigated. In this study, the digested fluid was tested on a culture of microalgae to see if it reduces the costs for cultivation. A laboratory-scale experiment was performed to develop a method for adequate pre-processing of the digested fluid. The cultivation method was then tested in a greenhouse. The results showed that the microalgae culture with the digested fluid medium was available as well as that with a general medium.

概要

微細藻類は他の植物に比べ増殖速度が速く、生物体全体を利用できることから、近年CO₂の固定や有用物質の生産などで注目されている。特に、生産できる製品が健康食品、飼料、燃料など多岐にわたっているため、その可能性が期待されている。これらを安定的に生産していくには、安価で大量に培養できる技術が必要になる。一方、循環型社会の形成に向けてメタン発酵施設は注目されており、今後も導入に向けた取り組みが進むと予想される。導入に際しては、メタン発酵後の廃液（消化液）処理が課題となっており、有効利用の検討がされている。そこで、藻類培養のコストダウンへの方策の一つとして、有効利用が検討されているメタン発酵廃液（消化液）を藻類の培養液として利用することを試みた。まず、室内試験で最適な利用条件を明らかにした。その結果を受け、野外温室による培養試験を実施した。消化液を用いた培地は、野外培養においても一般培地と同様、藻類を良好に培養できることを確認した。

1. はじめに

微細藻類とはクロレラや夏場池等で発生するアオコなどの植物プランクトンを指し、光学顕微鏡下で認識できる大きさの藻類を総称した呼称である。この微細藻類は近年、他の植物に比べ増殖速度が速いことから、有用物質の生産やCO₂の固定などで注目されている。特に、微細藻類から生産できる製品は、燃料や化学品など比較的価格の安い製品から、健康食品などの高い製品まで、幅広く製造できることから、その可能性が期待されている。

最近注目されている燃料等は市場が大きいことなどから魅力がある。しかし、製品としては単価が安いため、現状では採算が成り立たない状況にある。一部のベンチャー企業では、健康食品などで事業化に成功しているところもあるが、生産コストなどまだまだ解決しなくてはならない課題がある。加えて、安定的にビジネスを行う方策も必要だと言われている¹⁾。そのためには、安価で

大量に培養するための技術開発が必要である。そこで、今回はメタン発酵処理施設から排出される廃液（消化液）を有効利用することを目標に、藻類培養の可能性および最適条件の確認試験を実施した。内容は以下に示す順で報告する。

2章で藻類の培養に向けた消化液利用の可能性を整理し、3章で消化液利用による藻類培養の最適条件の調査結果を示す。その結果を受けて、4章では、大量培養に向けた取り組み内容を述べる。

2. 藻類培養に向けた消化液利用の現状

2.1 メタン発酵施設の現状

持続可能な社会に向けた取り組みとして、循環型社会の形成が求められている。その一環として、廃棄物からのエネルギー回収や廃棄物の減容化ができる技術として、メタン発酵施設は注目されている。また、メタン発酵が

ス発電は、再生可能エネルギーの固定価格買取制度の対象となっており、エネルギーの活用が期待されている。これらのことから、今後もメタン発酵施設の導入に向けた取り組みが進むと予想される。

一方、メタン発酵施設の課題として、発酵後に排出される廃液（消化液）の処理がある。多くの消化液は廃水処理施設で処理されているが、処理には薬品代等の費用がかかるため、運営のコストに与える影響が大きく、採算性を低下させる要因となっている。このため、メタン発酵消化液の有効利用の技術開発が求められている。

2.2 メタン発酵施設と藻類培養

メタン発酵施設は、以下に示す多くの資源が存在する。①メタン発酵消化液、②排ガス中のCO₂ガス、③排ガス中の余剰熱等がある。これらの資源はすべて、藻類の培養に利用できる可能性がある。将来的には、これらの資源を活用することにより、資源の循環利用を目指したいと考える。今回は、処理コストが課題となっている①メタン発酵消化液について、培養液として利用が可能であるかを検討した。

3. 消化液利用による藻類の最適培養条件

3.1 各種消化液による藻類培養試験

3.1.1 試験概要 メタン発酵消化液が微細藻類の培養液として利用できるか確認することを目的に、藻類の培養試験を実施した。供試した消化液は、Table 1に示す性状の食品系廃棄物（廃豆乳、廃オカラ、ビール廃液、芋焼酎滓）を用いて、メタン発酵試験を実施し、得られた消化液を藻類の培養液とした。これに加え、メタン発酵施設より畜産系消化液を入手し、培養液とした。

Table 2に各消化液の性状を示す。表中の廃豆乳4:廃オカラ1は、重量比4:1で廃棄物を混合してメタン発酵させた消化液である。この混合比は某豆腐工場から排出される廃棄物量を参考に設定した。供試した微細藻類はクロレラ (*Parachlorella kessleri* NIES-2160) を使用した。クロレラは食経験があること、飼料登録がされていることなどから、事業展開しやすい藻類と考え採用した。

培養条件をTable 3に示し、培養状況をPhoto 1に示す。試験方法は、市販の吸収パット入りペトリディッシュにTable 2に示す消化液の原液及び希釈液を入れ、これに同一量のクロレラを塗布したメンブランフィルターを乗せて培養した。照明付き恒温槽内に透明の密閉袋を用意し、CO₂を充填して培養した。Violeta Makarevičienė²⁾によると、*Chlorella sp.*を0~24%のCO₂濃度で培養したとき、CO₂濃度が高い程、藻体が増加したとの報告があることから、今回は10%程度の濃度に調整した環境で実施した。なお、藻体の増加量はクロロフィル a 濃度で評価した。

3.1.2 試験結果 試験の結果、ビール廃液以外の消化液は、原液で供試するとクロレラが茶色に変色して枯死した。また、ビール廃液消化液のクロレラは、薄い緑色

の状態のまま全く増加しなかった。Myers³⁾らの研究によればKNO₃が10 g/L(窒素として1380 mg/L)以上で生育に阻害が認められ、6.25 g/L(窒素として865 mg/L)以下では阻害が認められないとの報告がある。消化液はメタン発酵処理液のため、溶存態窒素の多くがアンモニアの形で溶存している。そこで、各消化液のアンモニア性窒素 (NH₄-N) 濃度と藻体クロロフィル a の増加量の関係をFig. 1に示した。培養液中のアンモニア性窒素濃度が、700 mg/L以上のとき、クロレラは生育しなかった。一方、

Table 1 食品系廃棄物の性状
Properties of Food Wastes

項目	廃豆乳	廃オカラ	ビール廃液	芋焼酎滓
pH	4.3	6.0	3.2	3.9
EC (mS/m)	750	96	155	74
TS (%)	9.7	28.9	2.3	6.1
VTS/TS (%)	92.7	95.9	96.3	91.8
全炭素 (%)	2.1	16.8	2.1	3.1
全窒素 (%)	0.72	1.40	0.048	0.23
T-COD _{cr} (mg/L)	160,000	390,000	58,000	79,000
S-COD _{cr} (mg/L)	23,000	22,000	57,000	44,000

備考: 廃オカラと芋焼酎滓の単位は、mg/kg湿物
廃オカラと芋焼酎滓の S-COD_{cr} は、10%溶出液より算出

Table 2 各消化液の性状
Properties of The Digested Fluids

項目	廃豆乳4: 廃オカラ1 消化液	ビール 廃液 消化液	芋焼酎滓 消化液	畜産系 消化液
pH	7.8	7.8	7.8	7.9
EC (mS/m)	1,374	970	1,179	1,863
TS (%)	2.2	1.1	2.2	4.3
VTS/TS (%)	59.2	52.8	60.1	69.8
T-COD _{cr} (mg/L)	22,000	7,600	20,000	43,000
S-COD _{cr} (mg/L)	7,500	2,900	6,000	7,800
T-N (mg/L)	3,000	1,300	2,300	3,500
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	1,700	710	970	1,800
T-P (mg/L)	210	86	210	490
PO ₄ -P (mg/L)	81	41	94	210
T-K (mg/L)	2,000	1,300	1,900	3,000
TOC (mg/L)	1,700	730	1,900	2,400

Table 3 培養条件
Culture Conditions

使用培地	Table 2に示す消化液
希釈濃度	1/1, 1/2, 1/5, 1/10
ろ過	なし
CO ₂ 濃度	10%程度
光強度	100 μmol/m ² /s 24h明
温度	30°C
培養期間	2日間

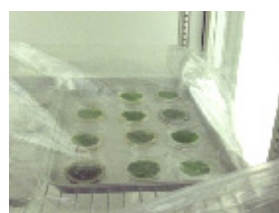


Photo 1 培養状況
Growth of Microalgae

400 mg/L以下では、藻体は濃い緑色となり良好に生育した。これにより、窒素濃度と藻体生育量にある程度相関が見られることがわかった。消化液をクロレラの培養液として使用する場合、NH₄-N濃度を目安にすることで、使用の可否が評価できるといえる。

3.2 メタン発酵消化液の最適前処理法の検討

前述のように、消化液は希釈することでクロレラの培養液として使用できることがわかった。ここでは、消化液を培養液として利用するための最適利用条件の把握を目的に試験を実施した。

3.2.1 試験概要 消化液は、畜産系メタン発酵消化液を使用した。また、生育状況を比較するため人工培地（ガンボグB5培地1/5液）も合わせて供試した。消化液の前処理は簡易な手法での処理を目指し、①希釈、②希釈+ろ過の2種類で検討した。ろ過の方法は、0.1 mm目の金網フィルターに通して不純物を除去する方法とした。消化液及びろ過消化液の性状をTable 4に、人工培地（ガンボグB5培地）をTable 5に示す。また、藻類はクロレラ（NIES-2160）を用いた。培養条件はTable 6に示す。なお、藻類の増加量は乾燥重量で評価した。

3.2.2 試験結果 Fig. 2 に藻体増加量の結果を示す。Fig. 2 より、①希釈消化液は1/6～1/7の消化液で、また、②希釈+ろ過消化液では1/6～1/10のとき最大に増加した。②の希釈+ろ過消化液では、藻体増加量が人工培地と同等であった。消化液は希釈に加えてろ過することで、希釈のみよりも生育量が増加した。この理由として以下のことが考えられる。消化液は嫌気発酵液のため、酸化還元電位がマイナスである。しかし、空気に触れた状態で放置すると酸化還元電位は上昇する傾向が見られる。このことから、栄養塩のリン酸と結合する金属イオンの価数が上がり、結合するリン酸量が増えたと予想される。そのため、溶液中に溶存していたリン酸は不溶化し、藻類の生育量が減少したと考えられる。これに対し、消化液をあらかじめろ過しておくことで、不純物に含まれる一部の金属イオン等を取り除くことができ、溶液中のリン酸がより多く溶存できたと考えられる。

3.3 リン酸添加による消化液培地利用の改善策の検討

前節までの結果より、消化液を高濃度で培養液として利用すると、藻類の生育が阻害するため、利用には希釈が必要であることが分かった。一方、藻類の生育にとって重要な栄養塩であるリン酸は、時間の経過とともに減少する傾向が見られたことから、希釈によってリン濃度が必要量以下になることが懸念された。そこで、さらに藻類の増加量を増やすことを目的にリン酸を添加し、藻類の増加量が変化するかどうかを確認した。

3.3.1 試験概要 培養条件をTable 7に示す。藻類はクロレラ（NIES-2160）を用いた。試験方法は、バット上に培養液を吸収した吸収パットを載せ、その上に同一量のクロレラを塗布したメンブランフィルターを乗せて

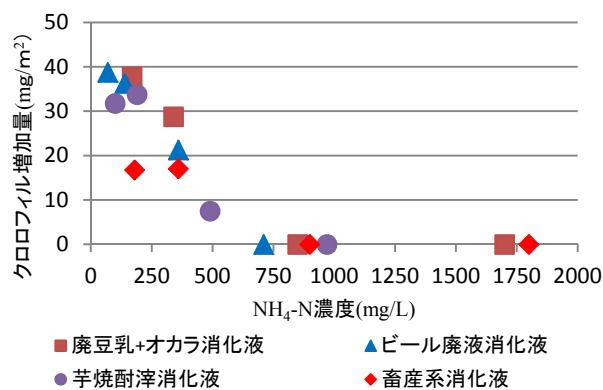


Fig. 1 アンモニア性窒素濃度とクロレラ生育量の関係
Relationship of Chlorocella Growth and Ammonia Concentration

Table 4 各消化液の性状
Properties of The Digestive Fluids

	1/1液 消化液	1/1液 ろ過消化液	1/7液 消化液	1/7液 ろ過消化液
pH	7.6	7.7	7.9	7.9
EC (mS/m)	1300	1100	290	280
TS (%)	4.2	2.8	0.50	0.39
VTS/TS (%)	70	59	66	60
BOD (g/L)	1.7	1.2	0.28	0.21
TOC (g/L)	8.1	6.2	0.93	0.87
T-N (g/L)	2.9	2.5	0.40	0.37
D・T-N (g/L)	2.2	2.0	0.37	0.33
NH ₄ -N (g/L)	1.9	1.7	0.25	0.24
T-P (g/L)	0.41	0.31	0.058	0.049
PO ₄ -P (g/L)	0.24	0.16	0.043	0.039

Table 5 ガンボグB5培地
Gamborg B5 Medium

KNO ₃	50 mg
(NH ₄) ₂ SO ₄	2.68 mg
NaH ₂ PO ₄ · H ₂ O	3 mg
KI	0.015 mg
FeSO ₄ · 7H ₂ O	0.556 mg
Na ₂ EDTA	0.746 mg
ZnSO ₄ · 7H ₂ O	0.04 mg
MgSO ₄ · 7H ₂ O	5 mg
MnSO ₄ · H ₂ O	0.2 mg
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0.005 mg
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0.0005 mg
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0.0005 mg
CaCl ₂ · 2H ₂ O	3 mg
H ₃ BO ₃	0.06 mg

Table 6 培養条件
Culture Conditions

使用培地	畜産系消化液
希釈濃度	1/3, 1/5, 1/6 1/7, 1/10
前処理	①希釈 ②希釈+ろ過
ろ過方法	0.1mm目の金網によるろ過
CO ₂ 濃度	10%程度
光強度	80~100 μmol/m ² /s 24h明
温度	30℃
培養期間	2日間

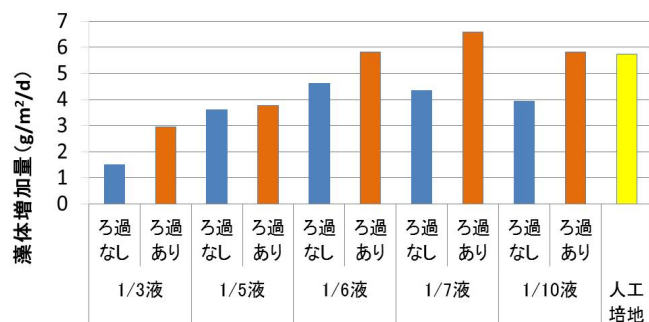


Fig. 2 藻体増加量
Comparison of The Growth of Microalgae

培養した。培養液は、畜産系消化液を1/2, 1/3, 1/5, 1/7の4段階に希釈ろ過し、それぞれリンとして0 mg/L, 25 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L量添加したものを用いた。照明付き恒温槽内に、透明の密閉袋を用意し、CO₂を充填して培養した。なお、藻体の増加量は乾燥重量で評価した。

3.3.2 試験結果 リン酸を添加した各種消化液のリン酸態リン濃度 (PO₄-P) をFig. 3に示す。リン酸の添加がない0 mg/Lのケースでは、消化液の希釈倍率に関係なくほぼ一定量のリン酸が溶存していた。また、リン酸を添加した場合、消化液の濃度が濃いほど溶液中のリン酸態リン濃度が小さくなっており、添加したリン酸量が溶存していないことから、消化液中には、リンを不溶化させる成分が含まれていると推察される。この現象は前節の試験で、ろ過をしない消化液よりろ過した消化液の方が、藻体の生育量が大きかったことから同様の現象と考えられる。培養2日後の藻体増加量の結果をFig. 4に示す。1/2希釈や1/3希釈のろ過消化液では、生育阻害が大きく、リン酸を添加しても十分な生育が見られなかった。リン酸添加量と藻体増加量の関係を見ると、リンとして100 mg/L相当までは、添加するほどよく生育する傾向が見られた。特に、1/5希釈と1/7希釈のろ過消化液ではリン酸を添加することにより、藻体の生育量が増大した。1/5と1/7の希釈ろ過消化液に100 mg/Lのリンを添加すると、無添加に比べ1.5倍程度も藻体が増加した。

4. 大量培養に向けた取り組み

4.1 新たな培養法の取り組み

Fig. 5 に実用が有力視されている大量培養法の代表例を示す⁴⁾。これら液体培養の場合、光供給の観点から水の深さに制限があることや有色の廃液に不向きなどの課題もあり、この解決策に向けて、Fig. 6 に示すような固相膜で培養する新しい藻類培養法を試みた。この培養法は、高密度のスラリー状の藻を支持膜に塗布し、上からは光を下からは栄養塩を供給する方式である。特長として、①高密度の藻類を塗布することができるため、面積あたりの生産量を多くできる可能性がある。②光供給面と栄養塩の供給面が別であることから、色のついた培養液の場合でも生育しやすい可能性がある。これらのことから、この培養法は消化液のような有色廃液に向く培養法と考えられる。そこで、消化液がこの固相膜培養法に向いているかを検討した。

4.2 固相膜培養法の特長

4.2.1 有色廃液利用の培養 有色廃液を液体培養の培養液として利用すると、溶液中の懸濁物質が光を遮蔽して藻類の生育を抑制することが予想される。そこで、消化液を液体培養に利用した場合の利用条件の把握を目的に試験を実施した。

Table 7 培養条件
Culture Conditions

使用培地	畜産系消化液
希釈濃度	1/2, 1/3, 1/5, 1/7
ろ過方法	0.1mm目金網によるろ過
添加薬剤	KH ₂ PO ₄
リン添加量	0 mg/L, 25 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L
CO ₂ 濃度	10%程度
光強度	180~200 μmol/m ² /s, 24h明
温度	30℃
培養期間	2日間

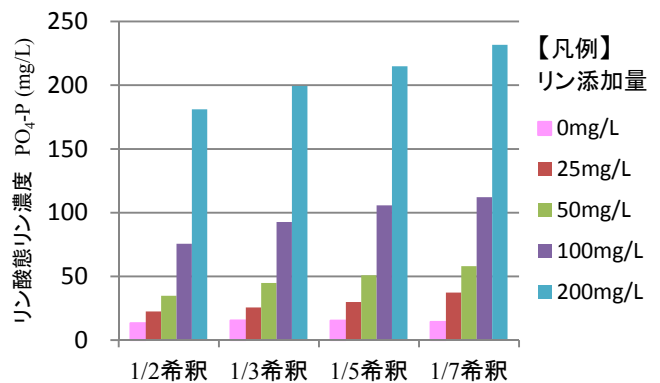


Fig. 3 消化液中のリン酸態リン濃度 (培養前)
Phosphate Concentration

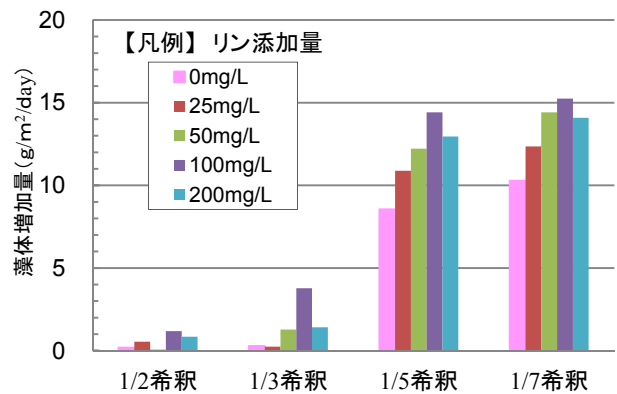


Fig. 4 藻体増加量
The Growth of Microalgae

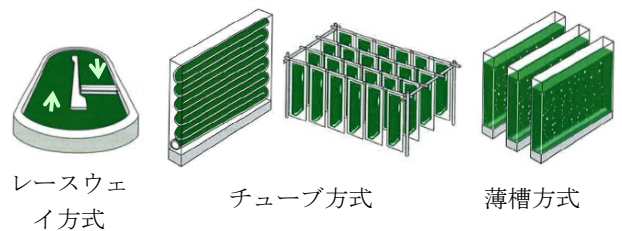


Fig. 5 大量培養法例⁴⁾
Culture Apparatus of Microalgae

4.2.2 試験概要及び結果 試験条件はTable 8に示す。藻類はクロレラ (NIES-2160) を用いた。消化液は、畜産系メタン発酵消化液を使用した。水深は5 cm, 10 cm, 15 cmの3種類とした。光強度は180~200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, 大気によるエアレーションを行いながら, 1Lの培養瓶で2日間液体培養を実施した。

消化液は黒く色が付いているため, 光の透過が悪い。そこで, 1/100及び1/200に希釈した消化液を培養液とした。また, 培養の際, 光が水面からのみ入るように, アルミ箔を水深の高さに巻き, 模倣的に培養槽の水深を再現する試験とした。

試験結果をFig. 7に示す。1/100消化液と1/200消化液を比べると, 1/200に希釈した消化液の方が全体的に多く藻類が増加した。また, 水深が浅い程多く増加した。1/100消化液があまり生育しなかった理由として, 懸濁物により, 光の到達量が妨げられたことによると考えられる。Fig. 8にリン酸態リン濃度 ($\text{PO}_4\text{-P}$) の経時変化を示す。藻体量がよく増加した消化液1/200-水深5 cmと消化液1/200-水深10 cmの栄養塩は培養2日目まで $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が0.1 mg/L以下に減少していた。これにより, 液体培養の場合, 1/100消化液と1/200消化液では, 1/200消化液の方が藻体増加量は多いが, 希釈率を大きくし過ぎたことにより, 培養2日目で殆ど栄養塩を使い切ることがわかった。

藻類をメンブランフィルターのような固相膜で培養した場合, 1/7ろ過消化液で良好に生育することを3.2節で確認している。このことから, 固相膜培養法は, 消化液のような有色廃液の場合, 液体培養より消化液内の栄養塩を効率よく利用できることがわかった。

4.2.3 初期菌体量と培養効率の関係 固相膜培養法は, その特徴から支持膜へ藻類を高密度に塗布することができるなどの利点がある。このため, 面積当たりの初期菌体量を多くでき, 生産量も向上できる可能性がある。しかし, 高濃度の藻類を効率よく生産するには光も多く必要になると考えられる。室内培養の場合, 多くが蛍光灯を利用しており, 装置等のコスト面からも光強度は高く200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 程度である。これに対し, 太陽光は強い光を得ることが可能である。急激な水温の上昇や一部に強い光が当たることを避けて, 温室内の天井を遮蔽シートで覆った場合でも日中500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ を越える光強度を得ることができる。このため, 野外培養を考えた場合, 固相膜培養法は優位に働くと考えられる。そこで, 初期菌体量と光強度が藻類増加にどのように影響するかを把握するため, 以下の試験を実施した。

4.2.4 試験概要及び結果 試験条件はTable 9に示す。消化液は畜産系消化液の1/7ろ過液を使用した。バット上に培養液を吸収した吸収パットを載せ, その上にクロレラを塗布したメンブランフィルターを乗せ, これを CO_2 で充填した透明の密閉袋に入れて, 照明付き恒温槽内で培養した。光強度の違う145 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ と, 500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の2種類を用いて, 初期菌体量と増加量の関係を調査した。

Fig. 9に初期菌体量と菌体増加量の関係を示す。光量が



Fig. 6 固相膜培養法
Attached Culture System

Table 8 培養条件
Culture Conditions

使用培地	畜産系消化液
希釈濃度	1/100, 1/200
ろ過方法	0.1mm目金網によるろ過
培養法	液体培養
通気方法	大気によるエアレーション
水深	5 cm, 10 cm, 15 cm
光強度	180~200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, 24h明
温度	30°C
培養期間	2日間

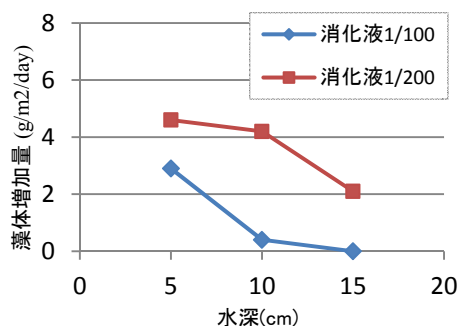


Fig. 7 液体培養試験結果
Growth of Microalgae

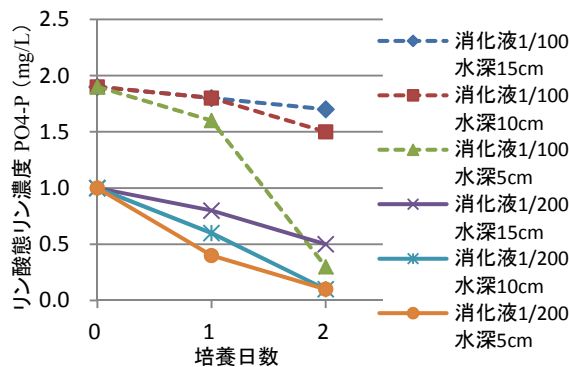


Fig. 8 リン酸態リン濃度
Phosphate Concentration

Table 9 培養条件
Culture Conditions

使用培地	畜産系消化液
希釈濃度	1/7
ろ過方法	0.1mm目金網によるろ過
CO_2 濃度	5%程度
光強度	①145 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ ②500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 24h明条件
温度	30°C
培養期間	2日間

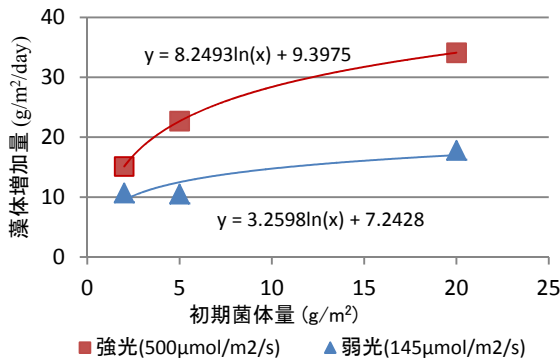


Fig. 9 初期菌体量と増殖量の関係
Growth of Microalgae

145 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の時、初期菌体量20 g/m^2 塗布すると、増加量は乾燥重量で18 $\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ であった。これに対し、500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の強い光では、同じ塗布量でも面積当たりの増加量が増え、乾燥重量で34 $\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ まで増加した。液体培養における増加量は、多くても20 $\text{g}/\text{m}^2/\text{day}$ 程度といわれているので、かなり高い値といえる。この理由として、固相膜培養法は高密度に菌体を塗布することができるため、最大限に光エネルギーを利用できたと考える。野外培養の場合、太陽光の強い光を容易に得ることができることからこの培養法は太陽光利用に向く培養法と考えられる。

4.3 野外温室培養試験

固相膜培養法を室内試験同様、野外においても培養できるか把握することを目的に試験を実施した。

4.3.1 試験概要及び結果 ガラス温室内で太陽光利用による培養試験を実施した。消化液は畜産系消化液を使用した。希釈濃度は、3.2節で良好に生育した1/7ろ過消化液とした。試験は2月と3月に実施し、2月は人工培地（ガンボークB5培地1/3液）のみ、3月は人工培地と消化液培地の2種類で実施した。試験状況をPhoto 2に示す。クロレラを保持する膜にA4サイズのものを使用した。培養期間は2日間とし、期間ごとの増加量を乾燥重量で求めた。培養期間中の温度変化と光量子束密度の経時変化を以下に示す。2月試験では、培養液温度が6~35℃であった。3月試験の期間中の培養液温度は8~35℃程度であったが、培養に影響する2日目の天候が悪く、最高でも23℃程度であった。このため、3月試験は生育に不利な条件での試験となった。光量子束密度は、2月の日中の最大値が500~700 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、3月が450 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 程度であった。Table 10に温室培養試験での藻体増加量を示す。2月試験の初期菌体量が乾燥重量で0.9~1.9 g/m^2 、3月試験が6.7 g/m^2 で実施した。人工培地による藻体増加量は、2月試験が乾燥重量で1.4~1.7 g/m^2 。3月試験が5.4 g/m^2 であった。また、3月試験で行った消化液での培養は、藻体増加量が7.3 g/m^2 であった。今回は冬季の培養試験のため、日照時間が短く気温が低い時期であったが、藻類は野外温室培養でも生育することを確認した。

Table 10 培養結果
Result of Culture (g/m²)

試験期間	2月試験		3月試験	
	人工培地 1回目	人工培地 2回目	人工培地	消化液培地
初期菌体量	1.9	0.97	6.7	6.7
藻体回収量	3.3	2.7	12.2	14.0
藻体増加量	1.4	1.7	5.4	7.3

5. まとめ

微細藻類を安価に大量培養することを目的に、メタン発酵消化液を培養液として利用することを試み、その適用条件を調査した。また、消化液などの有色の培養液を利用する際に相性のよい固相膜培養法について、その特性を確認した。以下に結果をまとめる。

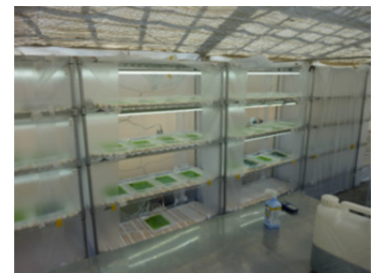


Photo 2 培養状況
Cultivation of Microalgae

①消化液は、希釈に加える過をして培養すると、藻類の生育量が増加した。②1/5希釈と1/7希釈のろ過消化液は、リン濃度として、100 mg/L 添加すると、藻体の増加量が1.5倍になった。③室内及び野外培養試験で、有色廃液利用の培養に固相膜培養法が効果的に利用できることを確認した。

謝辞

この研究の一部は平成23年度及び平成24年度農林水産省「緑と水の環境技術革命プロジェクト事業」の助成を受けて実施しました。ここに謹んで謝意を表します。

参考文献

- 1) ジェイ・フェニックス・リサーチ(株):藻から石油が取れるの?石巻専修大学共創研究センター主催シンポジウム, 2011.9
- 2) Violeta Makarevičienė, Vaida Andrulevičiūtė, Virginija Skorupskaitė and Jūratė Kasperovičienė : Cultivation of Microalgae *Chlorella* sp. and *Scenedesmus* sp. as a Potential Biofuel Feedstock, No. 3(57), Environmental Research, Engineering and Management, pp.21-27, 2011
- 3) Myers, J., J.N.Jr.phillips, and J-R.Graham. : On the mass culture of algae Plant Physiol, 26, pp.539-548, 1951
- 4) 竹中裕之:微細藻類培養技術-採取から大量培養まで, 技術情報センター主催セミナー, 2012.10