

微細藻類培養へのメタン発酵消化液利用に関する基礎的検討

(株)大林組 正会員○山本縁、正会員 千野裕之、
小川幸正、久保啓治、正会員 大島義徳
(株)三菱化学 TR 三田雅昭、茨城大学 白井誠、
朝山宗彦、大久保武、日本大学 浅田泰男

1. はじめに

廃棄物・リサイクル行政は持続可能な社会に向けた取り組みとして、循環型社会の形成を目指している。これまで我々は、廃棄物からのエネルギー回収や最終処分割合の削減に向けて、メタン発酵処理技術の向上に努めてきた。メタン発酵処理後に排出される消化液のうち、固形分は肥料として利用されているが、脱水ろ液については排水処理施設で処理されることが多い。前報では、消化液を用いた培養試験の結果、クロレラの増殖は原液では見られなかったが、1/5 希釈消化液及び1/10 希釈消化液は、標準培地と比べ半分程度増殖した¹⁾。本報では、消化液の由来となる廃棄物の種類を増やして試験を行うとともに、アンモニア濃度と微細藻類生育の関係についても考察した。

2. 試験概要

食品系廃棄物由来の消化液及び畜産系廃棄物由来の消化液を利用して、微細藻類培養試験を実施した。表1に試験に使用した食品系廃棄物及びその性状を示す。これら、食品系廃棄物を原料としてメタン発酵処理を行い、得られた消化液を培養液として供試した。これに加え、畜産系消化液を入手し培養液として供試した。また、微細藻類の生育状況を比較するため、一般培地のBG-11培地及びガンボーグB5(市販品)培地の1/5液を供試した。

表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混合物をメタン発酵させた消化液である。試験に供試した微細藻類はクロレラ(NIES-2160)を使用した。

試験方法は、市販の吸収パット入りペトリディッシュに、表3に示す供試消化液をそれぞれ3mLずつ注入した。次に、前培養で増殖させたクロレラをメンブレンフィルター上に捕捉させ、吸収パットの上に密着させるように載せた。上記のペトリディッシュを照明付き恒温槽(温度条件 30℃、光量子量 100 μmol・m⁻²・s⁻¹、24h 明条件)内のCO₂を充満させた袋内にセットし、2日間静置培養した。藻類の増殖量はクロロフィル濃度で評価した。

3. 試験結果

図1に食品系消化液を用いた培養試験の一日当たりのクロロフィル増加量を示す。廃豆乳+廃オカラ由来消化液は原液と1/2液が、ビール廃液由来消化液及び芋焼酎滓由来消化液は原液が増加しなかった。これに対し、1/5液及び1/10液はすべての消化液でクロロフィル量が増加した。観察結果からも廃豆乳+廃オカラ消化液は、原液と1/2液のクロレラが茶色等に変色し、生育障害が生じた。また、ビール廃液消化液及び芋焼酎滓消化液も原液で変色し、生育障害が生じた。1/2液については全体的に緑色が薄くなった。

キーワード メタン発酵消化液、有機系廃液、微細藻類

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組 技術研究所 TEL:042-495-1014

表1 食品系廃棄物の性状

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 (mg/L)	21000	168000	21000	31000
全窒素 (mg/L)	7200	14000	480	2300
T-COD _{cr} (mg/L)	160000	390000	58000	79000
S-COD _{cr} (mg/L)	23000	22000	57000	44000
BOD (mg/L)	59000	180000	38000	34000
酢酸 (mg/L)	1800	900	3100	2200
乳酸 (mg/L)	9300	900	3700	6200
T-P (mg/L)	800	710	120	310
T-K (mg/L)	2300	4300	260	2000

備考：廃オカラと芋焼酎滓のS-COD_{cr}は、10%溶出液より算出

表2 各消化液の性状

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)	1374	970	1179	1863
TS (%)	2.2	1.1	2.2	4.3
VTS/TS (%)	59.2	52.8	60.1	69.8
T-COD _{cr} (mg/L)	22000	7600	20000	43000
S-COD _{cr} (mg/L)	7500	2900	6000	7800
T-N (mg/L)	3000	1300	2300	3500
NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	1700	710	970	1800
T-P (mg/L)	210	86	210	490
T-K (mg/L)	2000	1300	1900	3000
TOC (mg/L)	1700	730	1900	2400

表3 供試有機廃液の濃度

試験番号	pH	EC (mS/m)	備考
①廃豆乳+廃オカラ消化液 原液	7.8	1374	豆腐工場の廃液 由来消化液
②廃豆乳+廃オカラ消化液 1/2液	7.6	963	
③廃豆乳+廃オカラ消化液 1/5液	7.7	389	
④廃豆乳+廃オカラ消化液 1/10液	7.6	173	
⑤ビール廃液消化液 原液	7.8	970	ビール工場廃液 由来消化液
⑥ビール廃液消化液 1/2液	7.6	589	
⑦ビール廃液消化液 1/5液	7.6	241	
⑧ビール廃液消化液 1/10液	7.5	119	
⑨芋焼酎滓消化液 原液	7.8	1179	焼酎工場廃棄物 由来消化液
⑩芋焼酎滓消化液 1/2液	7.6	699	
⑪芋焼酎滓消化液 1/5液	7.8	284	
⑫芋焼酎滓消化液 1/10液	7.6	138	
①畜産系消化液 原液	7.9	1863	畜産系消化液
②畜産系消化液 1/2液	8.1	999	
③畜産系消化液 1/5液	8.1	506	
④畜産系消化液 1/10液	8.1	243	
⑨BG-11培地	8.4	198	藻類培養用培地
⑩ガンボーグB5培地 1/5液	5.4	86	市販培地

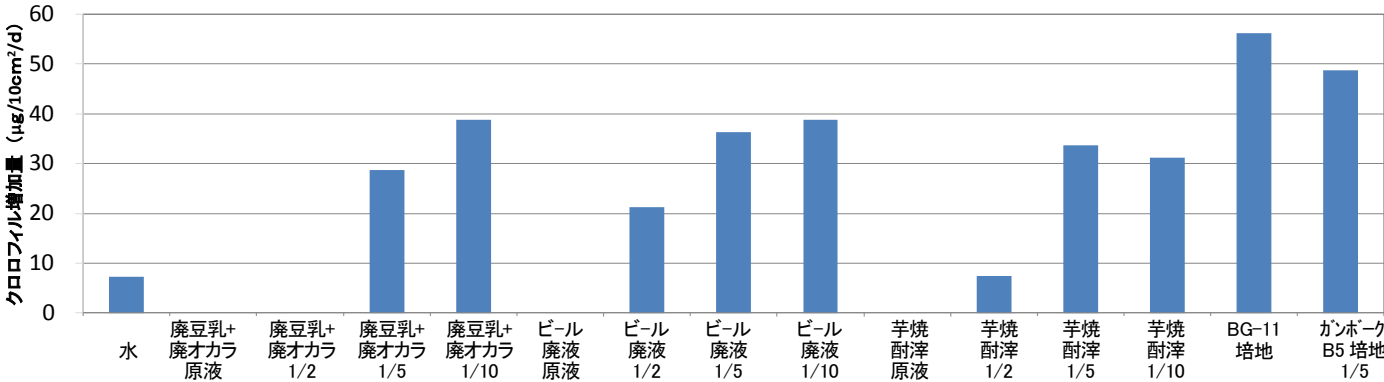


図1 食品系廃棄物由来消化液による培養結果(クロロフィル増加量)

これに対し、1/5 液及び 1/10 液ではすべての消化液でクロレラが良好に生育した。これら 1/5 液、1/10 液の生育状況は、目視では BG-11 培地及びガンボーク B5 培地 1/5 液と比較して、差異がなく同等に生育していた。

写真1に畜産系消化液を用いた培養試験結果を示す。また、図2に畜産系消化液の一日当たりのクロロフィル増加量を示す。観察結果及びクロロフィル増殖量から、原液及び

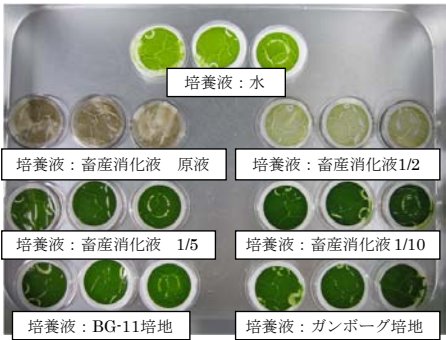


写真1 畜産消化液による培養結果

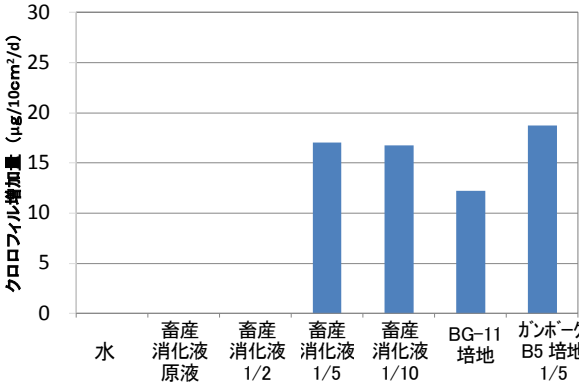


図2 畜産消化液による培養結果(クロロフィル増加量)

表4 各溶液に NH₄-N 濃度とクロレラ生育状況

消化液 希釈濃度	廃豆乳+廃オカラ 混合消化液		ビール廃液 消化液		芋焼酎滓 消化液		畜産系消化液	
	クロレラ 生育状況	NH ₄ -N (mg/L)	クロレラ 生育状況	NH ₄ -N (mg/L)	クロレラ 生育状況	NH ₄ -N (mg/L)	クロレラ 生育状況	NH ₄ -N (mg/L)
原液	×	1700	×	710	×	970	×	1800
1/2液	×	850	△	360	△	490	×	900
1/5液	○	340	○	140	○	190	○	360
1/10液	○	170	○	70	○	100	○	18

1/2 液はクロレラが増殖しないことを確認した。これに対し、1/5 液及び 1/10 液は良好に生育し、一日当たりのクロロフィル増加量は培地と同等であることを確認した。

4. 考察・まとめ

以上の結果より、試験をした消化液のすべてにおいて、原液及び 1/2 液でクロレラの生育阻害が見られた。これに対し、1/5 液及び 1/10 液の消化液は良好に生育した。消化液が高濃度の場合、クロレラに生育阻害が起こっていた。Myers らの研究に KNO₃ が 10 g/L(窒素として 1380 mg/L)以上で阻害が認められ、6.25 g/L(窒素として 865 mg/L)以下では生育に阻害が認められないとの報告があることから²⁾、消化液に含まれる窒素濃度に着目した。消化液はメタン発酵処理液のため、その多くがアンモニアの形で溶存している。そこで、溶液中に含まれる NH₄-N 濃度とクロレラの生育状況の関係を表4に整理した。表中に示すクロレラの生育状況のうち、茶色に変色し生育しなかった場合を×、緑色であるがクロロフィル増加量が少なかったものを△、良好に生育したものを○とした。表4より、培養液中の NH₄-N 濃度が 850mg/L 以上のとき、クロレラに生育阻害が起こった。また、NH₄-N 濃度が 360～500mg/L 程度のとき、緑色であるがクロロフィル増加量が少ない状態であった。360mg/L 以下のとき、クロレラが良好に生育していた。以上より、クロレラの生育に NH₄-N 濃度が大きく関係することが明らかになった。

謝辞

この研究の一部は農林水産省「緑と水の環境技術革命プロジェクト事業」の助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

1) 山本緑他：微細藻類培養における各種有機系廃液の利用に関する基礎的検討，土木学会第 66 回年次学術講演会概要集，VII-153，pp.305-306，(2011)
2) Myers,J.,J.N.Jr.phillips,and J-R.Graham:On the mass culture of algae, Plant Physiol., 26,pp.539-548,(1951)