

東北大学工学部 正員 松本順一郎
同 正員 野池達也
同 大学院 学生員 許政権

1. はじめに

近年、三次処理についての研究がクローズアップされているが、窒素およびリンの除去のために藻類酸化池による方法が再検討されている。本研究は、殊に窒素およびリンの含有量が大であるし尿消化槽脱離液の処理に対して、食物源としても有用なクロレラの培養実験を行ない、主として処理効果の面から基礎的知見を得るために検討したものである。

2. 回分培養実験

(1) 実験装置、材料および方法

実験装置は図1に示すものおよびメスシリンダー(1ℓ)を培養槽とするものを用い、材料として、クロレラの種は東大応微研で純粋培養された *Chlorella ellipsoidea* を約2か月間通気培養したものを用い、し尿消化脱離液は、柴田町船岡し尿処理センターのものを用いた。脱離液の主な性状は、BOD; 1,800~3,500 ppm, $\text{NH}_4\text{-N}$; 2,350~2,800, PO_4 ; 400~800, であった。この脱離液を5倍, 10倍, 20倍に希釈し、培養流量は1ℓとし、植体量は0.5 pcv および 6.0 pcv (Packed Cell Volume) とし、 Na_1 および Na_5 は無植種とした。照度は、3,000~5,000 Lux, 培養温度 27~28°C, 通気は 50~62.5 cc/2分, Na_1 ~ Na_4 は pH 無調整, Na_5 ~ Na_8 は Na_2HCl で (pH 6.0) 毎日調整した。また、培養期間は1週間とした。

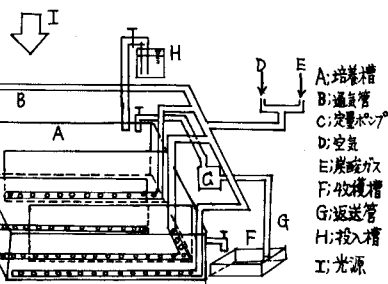


図1 実験装置

表1 回分培養実験結果

項目	希釈率 (pcv)	Na_1	Na_2	Na_3	Na_4	Na_5	Na_6	Na_7	Na_8
		10倍	5倍	10倍	20倍	10倍	5倍	10倍	20倍
BOD 除去率(%)	0.5	72.4	84.6	88.4	90.6	69.4	85.5	90.8	91.0
	6.0		86.5	90.8	91.0		86.8	93.3	95.5
COD 除去率(%)	0.5	35.5	39.2	40.7	45.8	36.5	34.0	42.8	48.7
	6.0		37.5	45.0	51.4		41.5	55.0	57.0
$\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率(%)	0.5	25.9	37.5	35.5	50.8	24.8	40.8	57.4	50.8
	6.0		39.6	41.0	56.3		52.1	67.2	76.6
PO_4 除去率(%)	0.5	24.5	31.3	33.3	41.7	19.8	32.3	35.4	44.8
	6.0		37.5	37.5	45.8		39.5	41.6	54.2
世代時間 (hr)	0.5		336.0	181.8	135.2		212.0	144.7	121.5
	6.0		344.4	230.2	165.6		203.9	161.0	130.0
pH		pH 無調整					pH 調整 (6.0)		

(2) 実験結果および考察

表2 照度および照明時間の影響

表2は、メスシリンダーでの培養実験の結果である。これによれば、希釈率の高くなるほど BOD, COD, $\text{NH}_4\text{-N}$ および PO_4 の除去率が高くなり、10倍希釈 (BOD 180~200 ppm) が最適希釈倍率と考えられる。また pH を調整した場合は無調整の場合と比べて浄化効果は良好となり、植体量は 6.0 pcv の方が除去率は増大する。 Na_1 および Na_5 のクロレラを植種しない場合は、エアレーションのみによる好気性処理に相当し、植種の場合と比べてクロレラ増殖による効果が知られるが、これによれば植種の場合はいずれも浄化効果が向上している。クロレラの平均世代時間についての結果は、浄化効果の向上がクロレラの増殖速度と関連していることを示している。表3は、図1の実験装置を用い、希釈倍率を10倍として処理水を循環させて、照度および照明時間を検討した結果であり、これによれば、照度は 3,000~5,000 Lux の場合よりも 10,000~12,000 Lux の場合の方が各種除去率およびクロレラの増殖状態が良好であり、また、照明時間が長い方が浄化効果が向上する。紙面の都合で省略するが、処理水を循環させない場合より、循環させた方が良好な結果を得た。これは、循環させることにより、培養液の成分が均等に分布される事、間歇照射により光エネルギーの利用率が高められるためと考えられる。

項目	照度		照明時間	
	3,000~5,000 Lux	10,000~12,000 Lux	8時間	24時間
BOD 除去率(%)	92.5	96.7	88.6	95.5
COD 除去率(%)	50.0	48.4	41.8	50.3
$\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率(%)	51.2	61.1	41.2	68.5
PO_4 除去率(%)	37.0	40.5	29.4	38.6
藻体容積 (pcv)	60→240	60→240	60→240	60→250

3. 連続培養実験

(1) 実験装置、材料および方法

実験装置は図1に示すものとし、脱離液希釈倍率は10倍、培養量28.8L、植体量6pcv、通気量42~49cc/分、調整pH5.0、滞留期間10日間、照度10,000~12,000 Luxとし、処理水を返送しないもの、1/2返送、等量返送の場合について行なった。

(2) 結果および考察

図2は、培養槽内におけるBOD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および PO_4^{3-} の流入水の水质に対し変化の状態について示したものである。これによれば、BODは最初の部分ですでに30%程度に低下せられ良好な処理効果が上げられ、 $\text{NH}_4\text{-N}$ に対しても放流点において30%程度に低下せられかなりの除去が示されている。しかし、回分実験の場合と同様にリンの除去についてはあまり良好ではない。また、返送比が増大するに従い、明らかに処理効果が向上する。図3は、槽内におけるクロレラ細胞の増殖曲線であるがこれによれば槽内のBODが低い末端の部分が密になっている。

4. 塩類添加による影響

培養槽は、回分実験で用いたメスシリンダーを用い、6,000~8,000Lux、温度20~21℃、通気量83cc/分、調整pH6.0、培養量6pcv、滞留期間12日間とし、添加塩類として、I. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (6ppm)、II. $\text{CaH}_2\text{HgCH}_2\text{COOH}$ (1ppm)、III. IおよびIIの混合、IV. K_2SO_4 (10ppm)、 MgSO_4 (6ppm)およびFe、A5溶液各0.5mlとの混合、V. IIおよびIVの混合、Fe溶液； $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 500mg、Conc. H_2SO_4 1滴、水250ml、A5溶液； H_3BO_3 572mg、 $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 500mg、 $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 444mg、 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 15.8mg、 $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 4.2mg、水 H_2O 。

実験結果は表4に示した。これによるとBOD除去率に対しては、塩類添加の影響は小さいが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ に対してはI以外の塩類、 PO_4^{3-} 除去率は、II、IIIおよびVの塩類により著しく増大する。これは、脱離液中のヌクレオチドを構成している有機磷が一部分解され、クロレラに利用可能な無機磷とせられるためと考えられる。

5. 結び

有機性廃液のクロレラ処理は、クロレラの増殖に適当な希釈、照度、温度、通気量、植体量および滞留時間の下では、BOD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および PO_4^{3-} の除去に関してかなりの効果が期待され、また、クロレラの増殖も良好となる。また、処理水を返送することは、処理効果を向上させ、各種栄養塩類の適当量の添加は、殊に $\text{NH}_4\text{-N}$ および PO_4^{3-} の除去効果を高める。

謝辞、実験の面でご尽力された当時東北大学工学部学生竹堤真美君、東北工大学生石岡浩君に心から感謝します。

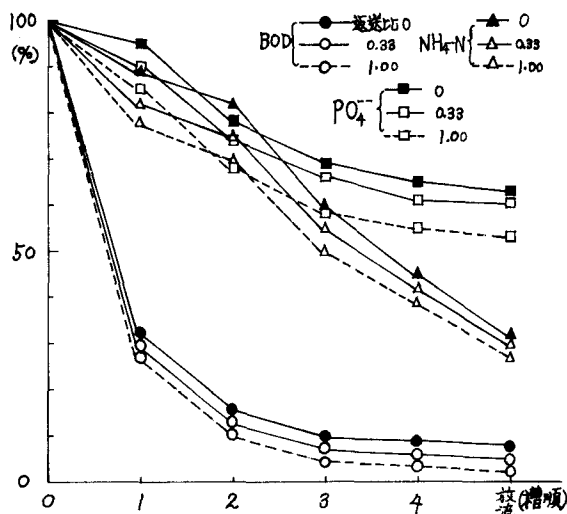


図2 連続培養におけるBOD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ および PO_4^{3-} の変化

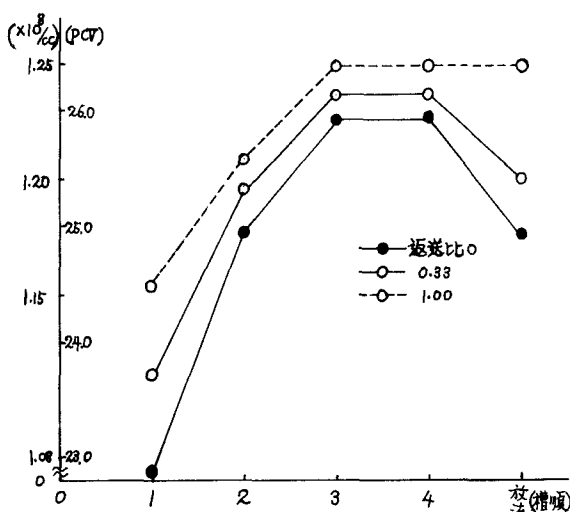


図3 クロレラ細胞数の変化

表3 各種塩類添加の影響

項目	無添加	I	II	III	IV	V
BOD除去率%	92.7	91.8	92.5	93.6	92.3	93.2
$\text{NH}_4\text{-N}$ 除去率%	67	69	74	75	72	77
PO_4^{3-} 除去率%	27	28	60	63	46	62