

VII-23

藻類の連続培養システムによる下水処理水の栄養塩除去及び無機炭素の固定

岩手大学大学院 学生員 ○奥田健太郎 引屋敷英人 毛利雄一
岩手大学工学部 正 員 相沢治郎 海田輝之

1、はじめに

現在、地球上には様々な環境問題が存在している。湖沼などの閉鎖性水域では窒素、リンなどの栄養塩の増加による「富栄養化」が進んでいる。また、多量の化石燃料の燃焼による無機炭素濃度増加による「地球温暖化」が大きな問題となっている。この「富栄養化」や「地球温暖化」の抑制の一つの手段として微細藻類による栄養塩及び無機炭素の固定除去がある。

本研究では、下水処理水を用いて緑藻*Chlorella vulgaris*を連続的に培養し、処理水に含まれる栄養塩の除去及び無機炭素の固定を目的とする。これらの除去及び生成有機物の組成等の水理学的滞留時間(HRT)の違いによる影響について検討を行った。

2、実験装置及び方法

C. vulgaris（国立環境研究所より提供）を用い、Fig. 1に示す連続培養システムで実験を行った。これは藻類培養槽、培地貯槽、回収装置、照明装置(4000lux)、通気装置等から構成されたメスカット型の培養装置である。なお培養は恒温室(25±1℃)内で、12/12時間の明暗培養系で行い、培養槽のpHは7.5に調整した。培地として都南下水処理場の塩素処理後の処理水に炭素源として二酸化炭素を吹き込み、100mg-C/lとしたものを使用した。測定項目及び分析方法をTable-1に示す。なお、HRTは、1.1、1.5、3.3、5.8日の4通りとした。

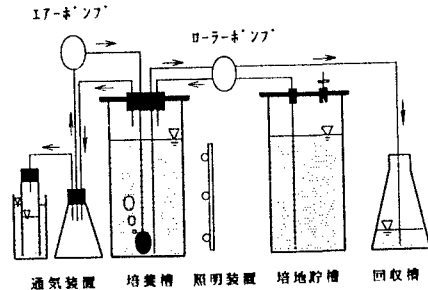


Fig. 1 連続培養システム

Table-1 測定項目及び分析方法

現存量	Chlorophyll a量	: アセトン抽出法
	乾燥重量	: 75℃、2h
無機炭素量(IC)	: 全有機炭素計	SIMADZU-TOC 5000
リン	オトリン酸態リン	: モリブデン青吸光法
	全リン	: 過硫酸分解法
窒素	硝酸態窒素	: カドミウム銅カラム還元法
	亜硝酸態窒素	: ナフチルエチレンジアミン法
	アンモニア態窒素	: フェノール次亜塩素酸法
	有機体窒素	: ケルダール法

3、実験結果及び考察

3-1、定常状態までの成長過程

Fig. 2 に連続培養の一例として、HRTを3.3日としたときのChlorophyll a、IC、PO₄-P、PO₄-P、NO₃-N、NH₄-N濃度の経日変化を示す。

Chlorophyll a濃度は連続開始3日目に大幅に減少し、その後、約3300 μg/lで定常となった。IC濃度は連続開始3日目に大きく減少し、その後ほぼ80mg/lで一定となった。また、PO₄-P、NO₃-N、NH₄-N濃度は、流入水が各々4.6、9.0、4.6mg/lであったものが7日目以降、1.9、4.9、0.1mg/lでほぼ一定となった。以上よりHRT3.3日では連続開始7日目以降を定常状態とし、それ以降の値を定常状態のデータとして利用した。また、他のHRTの実験においても同様な手順で整理した。

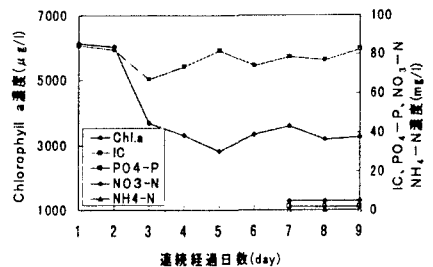


Fig. 2 HRT3.3日のChlorophyll a、IC、PO₄-P、NO₃-N、NH₄-N濃度の経日変化

3-2、定常状態の栄養塩除去及び無機炭素の固定

Fig. 3にリン、Fig. 4に $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去量及び除去率を示す。Fig. 3よりリンにおいてHRT3.3日で最大除去量58.5mg/dayが得られた。また、除去率はHRTが長くなるにつれて増加し、HRT1.1日では2.7%が、HRT5.8日では82.6%と大きな増加を示した。また、Fig. 4より $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去率はHRTが長くなるにつれて増加し、HRT3.3、5.8日ではほぼ100%の除去率が得られた。 $\text{NO}_3\text{-N}$ において除去量、除去率ともにHRT3.3、5.8日で顕著な増加を示していることより、窒素源としては $\text{NH}_4\text{-N}$ の消費後、 $\text{NO}_3\text{-N}$ が使われたと考えられる。なお、培地のみで曝気を行い、水質の経日変化を調べたが、変化がほとんどなかったことより、硝化菌等の影響はないものとみなした。

Fig. 5に無機炭素の除去量及び除去率を示す。除去量はHRTが短くなるにつれて増加した。しかし、HRT1.1日においてはリン、窒素、無機炭素ともに除去大きな減少がみられた。これは藻体の比増殖速度が希釈率に近いためである。また、除去率はHRTが長くなるにつれて直線的に増加し、HRT5.8日で24.0%の除去であった。

3-4、藻体乾燥重量及び生成有機物の組成

Fig. 6に藻体乾燥重量及び生成有機物の組成の関係を示す。HRTが、1.1から3.3日では藻体乾燥重量は増加していくが、HRT5.8日では減少している。これは、Fig. 3より、リンで90%の除去が行われているために制限となったためと思われる。また、今回測定を行った藻体内生成有機物では、炭水化物及びタンパク質が藻体中に占める割合は各々約24、55%であり、HRTの違いによる大きな相違はみられなかった。

4、おわりに

今回の実験結果より、下水処理水からHRT5.8日でリンで82.6%、 $\text{NO}_3\text{-N}$ で57.9%、 $\text{NH}_4\text{-N}$ ではほぼ100%除去率を得ることができた。しかし、無機炭素においては、24.0%までの除去率しか得ることができなかった。また、窒素の除去については、 $\text{NO}_3\text{-N}$ よりも $\text{NH}_4\text{-N}$ の方が除去が起こりやすかった。さらに、HRTの違いによる生成有機物の組成変化は少ないことが分かった。

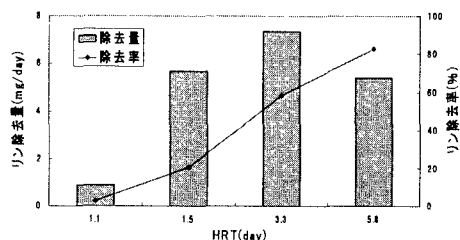


Fig. 3 リンの除去量及び除去率

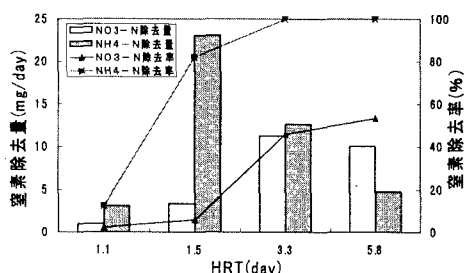


Fig. 4 窒素の除去量及び除去率

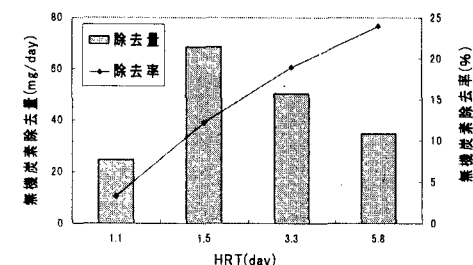


Fig. 5 無機炭素の除去量及び除去率

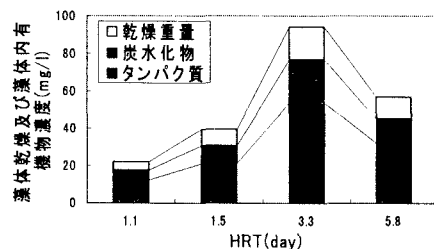


Fig. 6 藻体乾燥重量及び生成有機物組成