

京都大学 工学部 正 岩井 重久

京都大学 工学部 正 菅原 正孝

京都大学 工学部 学○生 文彦

1 はじめに 富栄養化の指標として、さまざまなものがあげられるが、それらの多くは富栄養化の起った後の評価であり、未然に防ぼうとする立場からは、不十分である。藻類の培養試験による富栄養化の評価は、1) 潜在的な富栄養化の能力を知る事ができる。2) 生物増殖を刺激するさまざまな因子を総合的に評価できるなどの点で、すぐれている。本実験においては、藻類培養実験が広範に行なわれる事を想定し、試料容量、培養法、測定法などの簡易化、各種下水による藻類増殖への影響、藻類増殖特性の定量的表現法などについて、検討した。

2 理論 藻類を含む微生物の増殖に関して、多く用いられる理論としては、

$$dX/dt = \mu X \quad (1) \quad X: \text{微生物濃度}$$

で表わされる比増殖速度 μ を用いるものである。 μ と基質濃度 S とに関しては、Monodモデル

$$\mu = \mu_m \left(\frac{S}{K_s + S} \right) \quad (2) \quad \begin{array}{l} \mu_m: \text{最大比増殖速度} \\ K_s: \mu = \mu_m/2 \text{ となる時の } S \end{array}$$

が用いられる事が多く、藻類増殖にも適用されている。バッチ系においては、 X 、 S が常に変化してゆき、何が最大増殖量 X_m を制限するかが、重要な問題となる。

本実験においては、一種のロジスティック曲線の適用の可否を検討した。^{2), 3)} すなわち

$$dX/dt = fX(X_m - X) \quad (3) \quad f: \text{増殖速度定数}$$

を仮定すると、積分定数を c として、

$$\frac{1}{X_m} \ln \frac{X}{X_m - X} = ft + c \quad (4)$$

と積分され、 X_m を既知とすると、左辺を t の関数として図示し、傾きから f を求められる。 f により、藻類増殖の評価ができる。

3 実験方法 京都市内高野川馬場における刃川水に、島羽下水処理場から採水した生下水、1次処理水、2次処理水、実験室内での3次処理水を添加し、藻類の培養実験を行ない、添加試料の藻類増殖におよぼす影響を検討した。

藻類増殖試験法に用いられる標準的な藻類として、*Selenastrum capricornutum* があげられるが、⁴⁾ 本実験では、*Amabaena variabilis*、*Closterium moniliferum*、*Selenastrum minutum*を用いた。添加試料の滅菌法として、オートクレーブ滅菌法および0.45 μ ミリポアフィルター除菌法を用い、キャップ付き試験管に試料10mlを入れ、環とう培養を行なった。温度は、23 $\pm$ 2 $^{\circ}$ C、照度は、1300~1900 lux、接種濃度は $10^3 \sim 10^5$ 個/ml、藻類増殖量の測定は、光電比色計を用い、各試料は同一条件の3本の平均値をデータとした。

I) *Amabaena* 生下水、1次、2次処理水、活性炭処理した3次処理水をオートクレーブ滅菌した後、ガラスフィルター3週し、刃川水に添加した。生下水、2次処理水ではフィルター3週除菌したものも同様に添加した。

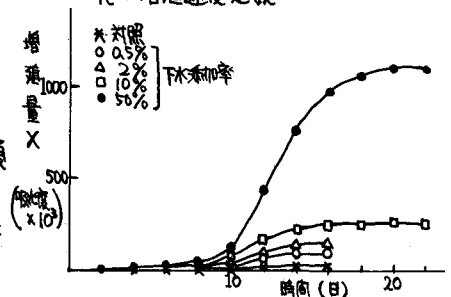


図-1 *Closterium* 増殖曲線

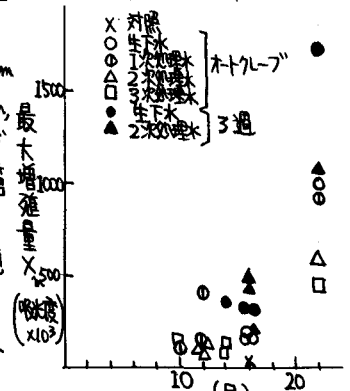


図-2 最大増殖日と最大増殖量 X_m

II) Closterium I) Anabaenaの場合と同様に実験を行なつた。

III) Selenastrum 生下水、2次処理水、アラム処理による3次処理水を、オートクレーブ滅菌およびフィルター3週除菌したものを、河川水に添加した。添加試料は、I)、II)の場合とは異なつた試料を用いた。

4. 結果と考察 藻類増殖曲線の一例として、オートクレーブ生下水添加による Closterium の増殖量を図-1に示す。他の藻類も、ほぼ同様な増殖曲線を示す。

藻類の最大増殖量 X_m と、最大増殖量に至る日数を、Anabaena に関して、図-2に示す。最大増殖量に至る日数は、2~3週間である。Anabaena, Closterium においては、1次処理水による増殖は、生下水による増殖とほぼ同じか、やや小さく、2次処理水による増殖は、生下水による増殖の50~60%となっている。Selenastrum では、2次処理水による増殖は、生下水の増殖の15~30%となっており、リン濃度との関係が強い。

2次処理水の増殖と、3次処理水の増殖との差は大きくない。

フィルター3週除菌した試料は、オートクレーブ滅菌した試料の約2倍の増殖を示しているが、これは熱による栄養塩の分解や揮発、あるいは増殖阻害物質の生成などによる事や、フィルター3週除菌は、オートクレーブ滅菌ほど完全ではなく、細菌との共生系による事などが考えられる。

最大増殖量 X_m と 試料添加率との関係を、Closterium に関して、図-3に示す。Anabaena において、同じ関係を示すグラフはほぼ直線性を示すのに対し、Closterium においては、10%以下の添加率において、急激な増殖量の増加を示しており、藻類の種類により汚染に対し、特有のパターンを示すと考えられる。

ロジスティック理論における(4)式を適用した例として、Closterium の場合を図-4に示す。6日以後はかなり直線性が認められ、この理論の適用の妥当性を示している。これらのグラフの傾きとして、増殖速度定数 R の値を求め、 R と添加率との関係を図-5に示す。 R の値は、添加率が大きくなるほど減少している。

試料中のリン濃度と最大増殖量との間には、Anabaena, Closterium においては、相関係数は認められなかったが、Selenastrum においては、強い相関係数が認められた。これは Selenastrum の実験で用いた添加試料中のリン濃度が、他の場合より低かつた事が、原因と考えられる。

TPO濃度と最大増殖量との相関係数は、認められなかった。

これらの考察の内容を断定的なものとするには、さらに詳細な実験を数多く行なう必要があると考える。

5 文献

- 1) D.B. Porcella, Provisional Algal Assay Procedures: First Annual Report, SERL Report No 70-8, Uni. of California. (1970)
- 2) 円山由次郎, 需要予測と時系列分析, 日本生産性本部, 56, (1963)
- 3) 須藤隆一, 用水と廃水, Vol. 15, No 1, 107 (1973)
- 4) Joint Industry Government Task Force on Eutrophication, PAAP, 59 (1969)

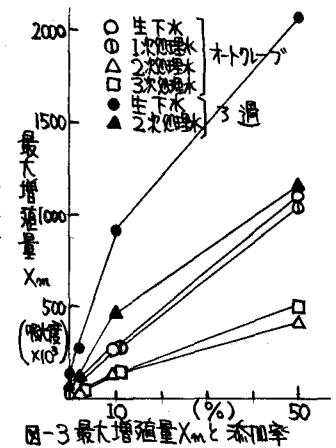


図-3 最大増殖量 X_m と 添加率

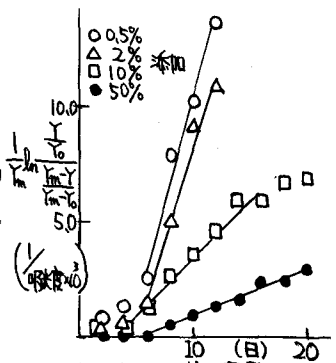


図-4 (4)式の適用
(Y:測定値, X=Y-Y₀)

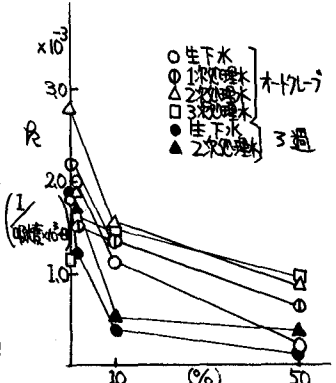


図-5 R と 添加率