

福井工業大学 正 笠 文彦
 京都大学工学部 学 内 藤 康史
 京都大学工学部 正 北 尾 高嶺
 京都大学工学部 正 寺 島 泰

1 はじめに

富栄養化の進行度を表わす指標としては、栄養塩類濃度の測定などの理化学的なものと生態系の観察分析、実験室における bioassay などの生物学的なものに大別できる。一般に N 濃度、P 濃度が富栄養化の基礎的要因と考えられており、理化学的な指標の重要性はいうまでもないが、赤潮にみられるごとく理化学的指標のみでは富栄養現象を捉えきれず、生物学的な把握も欠かすことはできない。生物学的な尺度としてプランクトンなどの生物群集の野外における観察による富栄養化の評価に関する研究も広く行なわれているが¹⁾、これらはやや高度な生物学的知見を必要とする。これに対し、実験室内において藻類を培養し評価する AGP (Algal Growth Potential) 測定法は栽培、植種などある程度の生物学的手法は不可欠であるものの、細かな同定手法を必要とせず着眼的な因子の評価、総合的な評価が可能であるなどすぐれた特徴をもっている。筆者らはこれまでに衛生工学分野の者にも比較的容易に適用可能な藻類増殖試験法について研究してきたが²⁾、今回はより実験手法が容易で水質を的確に反映すると考えられるウキクサを指標生物として用いた富栄養化試験について基礎的な知見を得たので報告する。

ウキクサは葉状体 (frond) と根から 1 植物体 (plant) をなす多年生的小草本の頭花植物である。しかし、その増殖は一般には母葉状体 (mother frond) からの娘葉状体 (daughter frond) の出芽という形で行なわれ高等植物ではあるが微生物的な増殖様式を有し、葉状体数により増殖量を表現し得るなどの特徴を有する³⁾。本実験に使用したウキクサは *Lemna paucicostata* Hegelm. である。

2 実験方法

100 ml の三角フラスコに試水を 50 ml 入れ、二重のアルミ箔によるキャップまたは小型のビーカーをフラスコの口に被せ、オートクレーブにより滅菌し、紙料培養した *L. paucicostata* を葉状体数 3~9 個植え付け培養した。培養温度は $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、光源には 20 W 昼光色蛍光灯を用い照度は 6000~8000 Lux とした。培養日数は約 2 週間、測定は 2 日目ごとに葉状体数を数えることにより行ない、娘葉状体は大きさに関係なく明らかに確認できれば 1 個の葉状体として数えた。また、各試料は同一条件の 3 個のフラスコで培養しそれらの平均値を測定値とした。各測定値から初期植え付け数を差し引いた値を葉状体増殖量 X とした。

3 実験結果および考察

3-1 基本培地の濃度に関する実験 基本培地として Modified Hoagland 培地 (MH 培地) を用い、この培地の濃度による影響を検討するため MH 培地を 1, 2, 4, 8, 16, 32 倍にそれぞれ希釈した培地により培養実験を行なった。12 日目における葉状体増殖量 X と希釈倍率の関係を図-1 に示す。図-1 において、 X は 8 倍希釈の場合に最大となっており、これより希釈率が低い場合には、栄養塩濃度が抑制的に作用していると考えられる。8 倍希釈培地中の N 濃度、P 濃度はそれぞれ 43.8 ppm, 19.4 ppm であり、富栄養化した自然水における N 濃度、P 濃度と比べても $10^2 \sim 10^3$ 倍のオーダーの濃度である。今後、8 倍希釈培地を 1/8 MH 培地と表わし対照用、保存用、植え継ぎ用などの標準培地として使用する。

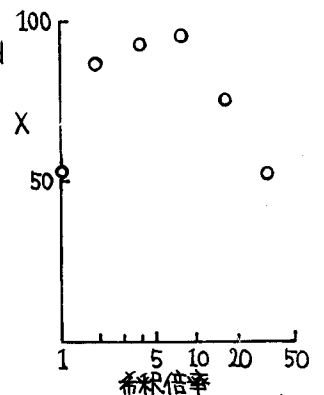


図-1 希釈倍率と X との関係

3-2 照度に関する実験 照度を0, 500, 1000, 3000, 5000, 8000, 10000, 12000 Luxとし, *L. paucicostata* に対する照度の影響について検討した。照度と葉状体増殖量Xの関係を図-2に示す。図-2において, Xは3000 Luxまで急激に増加しそれ以上では徐々に増加している。この実験結果だけからは飽和照度は明らかでない。

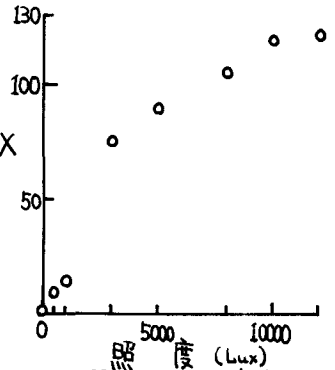


図-2 照度とXとの関係

3-3 温度に関する実験 培養温度を15, 20, 25, 30 ± 1℃ に設定し, 増殖に対する温度の影響について検討した。培養温度と葉状体増殖量Xの関係を図-3に示す。図-3において, 20℃を越えると増殖率は大きくなるものと考えられる。

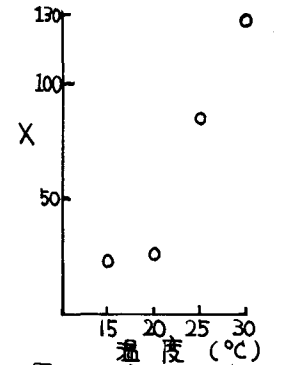


図-3 温度とXとの関係

3-4 P濃度に関する実験 1/8 MH培地において, P濃度のみ0, 1/1000, 1/200, 1/100, 1/20, 1/10, 1/2, 1, 2, 10, 40倍とした培地によって培養を行ないP濃度による影響を検討した。ただし, 本実験のみ葉状体量が完全に飽和状態となるまで培養を行ない, 培養日数は4週間とした。実験結果をP濃度と葉状体増殖量Xの関係について図-4に示す。図-4において, 1/8 MH培地に含まれるP濃度より小さい濃度範囲においてはXは濃度の対数にほぼ直線的に比例しており, 1/8 MH培地において最大となり, それより大きい濃度においては急激に減少している。したがって, 他の栄養塩が十分に存在する場合, *L. paucicostata* の培養により10ppmのオーダーから0.01ppmのオーダー付近までのP濃度を反映することができ, また, 10ppmのオーダー以上のP濃度は抑制的に作用すると考えられる。

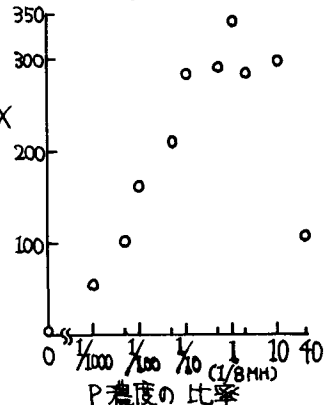


図-4 P濃度とXとの関係

3-5 N濃度に関する実験 1/8 MH培地において, N濃度のみ1/10000, 1/1000, 1/100, 1/10, 1倍とした培地によって培養を行ないN濃度による影響を検討した。実験結果をN濃度と葉状体増殖量Xの関係について図-5に示す。図-5において, 1/8 MH培地の1/10の濃度すなわち数ppmのオーダーのN濃度においてXは最大となり, 他の栄養塩が十分であれば数ppmから0.01ppmのオーダーまでのN濃度を反映できると考えられる。

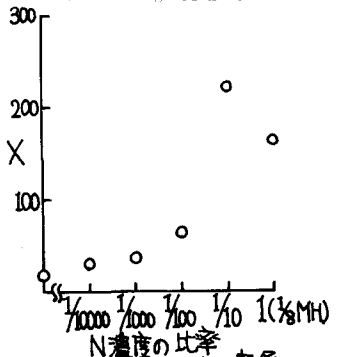


図-5 N濃度とXとの関係

4 まとめ

1) MH培地による培養においてはN濃度, P濃度とも数10ppmのオーダーにおいて最も良好な増殖状態を示した。

2) 照度, 温度の影響は一般に植物生態学において指摘されている内容に一致しており, その飽和照度は10000 Lux以上, 最適温度は30℃付近またはそれ以上に存在すると考えられる。

3) N濃度, P濃度に関しては, 数ppm ~ 10ppmのオーダーの濃度において最も良く増殖し, また, 数ppmから0.01ppmのオーダーの水質も反映できると考えられる。

文 献

- 1) 中野輝夫: 富栄養化調査法, 講談社サイエンスフィク (1976)
- 2) 笹尾彦, 北尾高嶺, 岩井重久: 用水と廃水, Vol.19, No.3, 326 (1977)
- 3) 生嶋功: 生理生態, Vol.10, No.2, 130 (1962)
- 4) E.P. Odum: Fundamentals of Ecology, W.B. Saunders Company, Philadelphia (1971)