

# 琵琶湖と水Ⅱ

- 脱窒素法 -

44期生

## I テーマ設定の理由

最近、我々の飲む水はカルキ臭いと言われるのをよく聞く。そのため、その水源である琵琶湖について調べようと思いたち、去年研究したのであるが、まだ調べ残したことが多くあるため、今年もう一度研究に取り組んだ。

## II 研究方法

- (1) 文献調査 脱窒素法関係の文献を読み理解する。
- (2) 実験 a) 滋賀大学に行き、T-N測定の実験をする。  
b) ホテイアオイを使った窒素を取る実験をする。

## III 研究内容

### (1) 水の処理方法

現在行われている水の処理方法は、物理学的処理と生物学的処理という二つに、大別できる。その違いは、生物、つまり微生物を使うか、薬品、例えば活性炭を使うかのちがいである。その処理（二次処理と呼ばれる）の前に行われる一次処理について説明することにする。

まず排水は、それに含まれる砂や浮遊物質を除去する必要がある。浮遊ぶつは、スクリーンで除去する。棒を縦に並べたバースクリーンを利用するのである。これをかき取機でとり除去する。そして、砂は沈砂池に、 $0.4 \text{ m/s}$ で沈降させるのである。これが、一次処理のすべてである。

次に、二次処理の概略であるが、今回は物理学的処理については省略する。

生物学的処理といってもいろいろあり、活性汚泥法、散水ろ過法（好気性菌利用）メタン発酵法（嫌気性菌利用）がある。

利用される微生物は、最下等動物、後生動物と呼ばれる種類のもので、下水処理で最も代表的なのは、ゾーグレア（右図1参照）で、粘性の分泌液を出してフロックや、生物膜を形成しやすい。

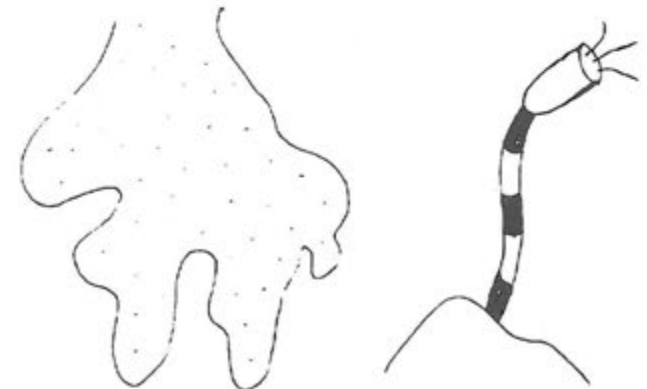


図1 ゾーグレア（左） つりがねむし（右）

(2) 実験 a) ホテアオイを使った窒素を取る実験

期間 8月9日～21日

方法 蒸留水の中に窒素系の液体(アンモニアなど)を入れて、ホテアオイの成長を日おきに観察、その際質量を量る。

結果: 失敗、枯らせてしまった。

原因: 肥料を入れすぎた。本来、4 ppm位が一番よく育つということを、後で文献で見たが、実験中、知らずに入れ過ぎた。

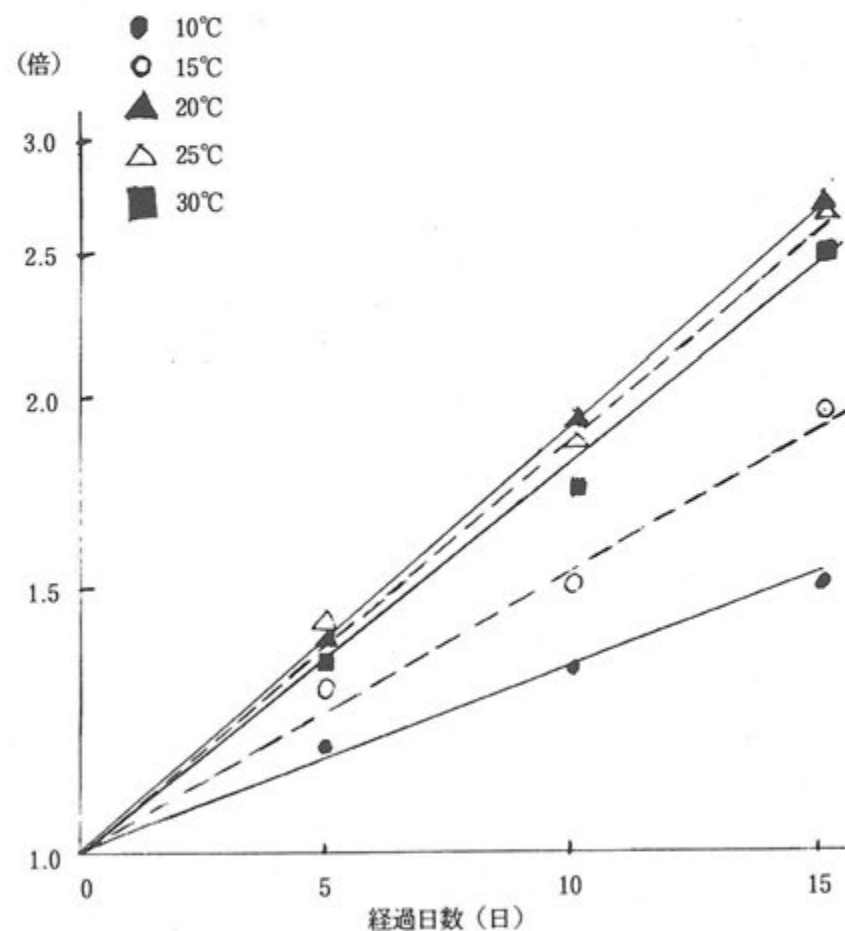
※この実験データは、正確なものがあるので、それを引用する。

方法 上と同じ、水温を10～35℃と変え生成を測定

条件 照度6000lux

結果

▼表1 ホテアオイの質量変化



※上のグラフの縦軸は、もとの質量を1.0とおき計算してある。

考察 前頁のグラフからみてわかるように、ホテアオイの成長の適温は20～30℃、特に25～30℃がよい。27～30℃の間では横ばい状態の最高値で、それよりも大きいと低下していく。傾き(直線)は栄養条件や照度により比例定数は異なるが、水温に比例して上昇する関係がある。

※この実験や、これ以降の実験の条件

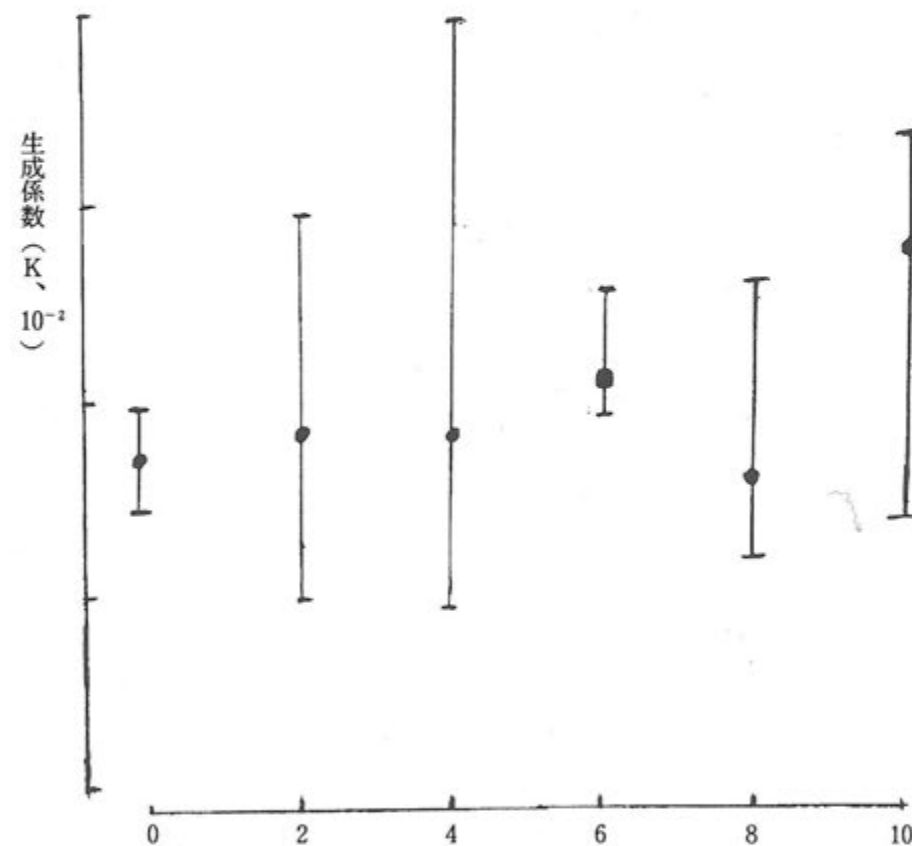
培養液 約40ppmのN(NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>)、約10ppmのP(KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)を添加したもの。

試験は恒温槽の中で行い、10～35℃各水温で培養液は、測定時に交換。

実験 b) 栄養塩濃度とホテアオイの生長

ホテアオイの成長を支配する要因の中で、NとPが最も重要とされている。そこで、最初にPの濃度は5 ppmと一定に保ち、Nの濃度を0～10 ppmまで2 ppm刻みの濃度勾配で栽培し、生長係数(Kとおく)を求めたグラフが下である。

▼表2 N濃度がホテアオイの生長に与える影響



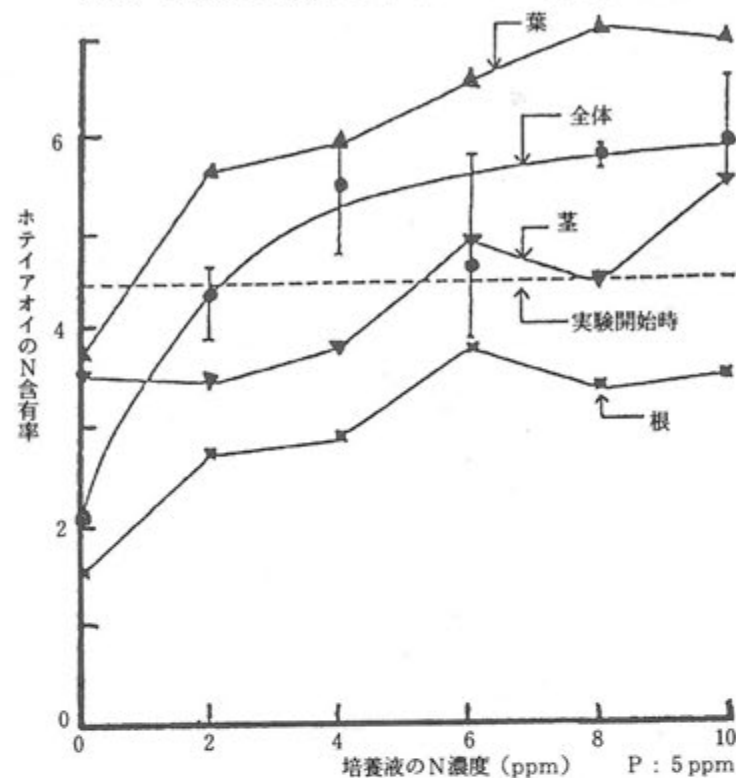
K値は、 $5.7 \times 6.2 \times 10^{-2}$ の範囲で、若干高濃度の側で大きいようではあるが、その差は極めて小さく、Pが十分存在すれば、ホテアオイの生長速度はN濃度の影響を受けないことがわかる。

N濃度は、ホテアオイの体成分に影響を与えないのかという疑問に基づき行った実験の結果が次頁グラフである。

結果をみると、ホテイアオイの体成分には影響が及び、Nの濃度が高い程草体内のN含有量は高く、特に、4 ppmのときに顕著である。

次に、リンの生長におよぼす影響についてみる。

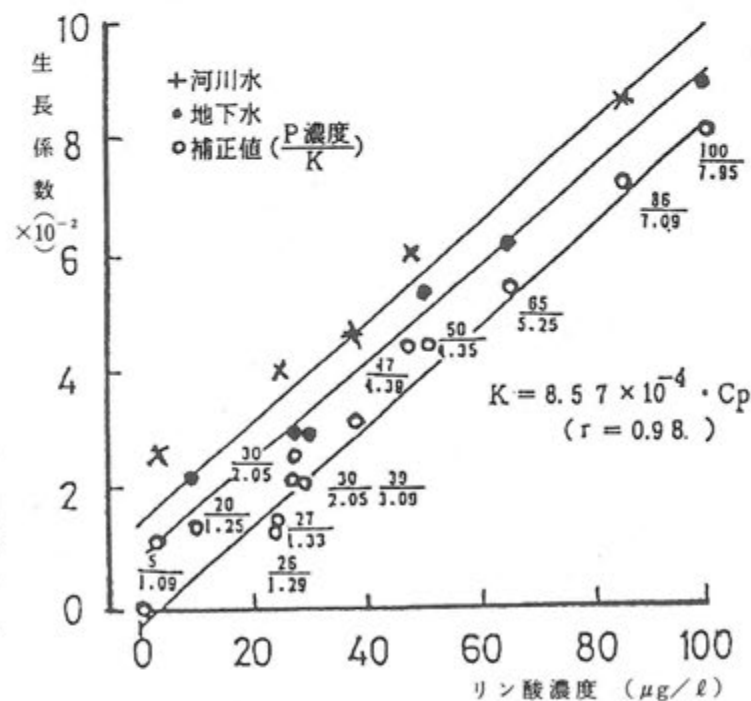
▼表3 溶媒液のN濃度とホテイアオイのN含有率の関係



地下水にPを添加した実験では、K値は、P濃度に比例して増えた。あらかじめ河川の濃度を測定し、地点を選定してK値を測定した。河川と室内実験を比較すると、全体に河川における、生長がやや上方に位置する。しかし、だいたい直線の勾配は一致する。実験前のP蓄積状態の差を考え補正値を示した。

(右表5参照)

▼表4 リン酸とホテイアオイの生長の関係

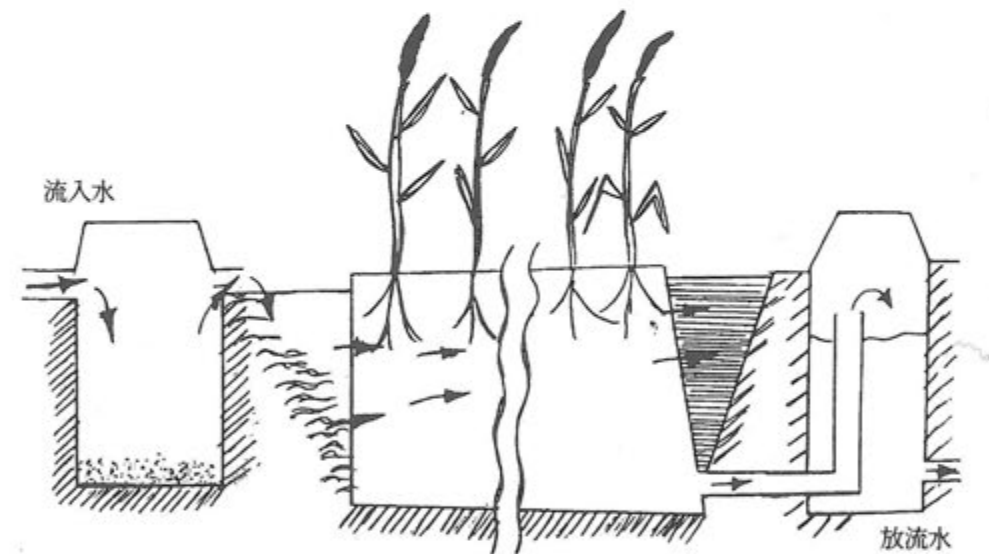


#### IV 考察

ここでは、ホテイアオイなどの水生植物と呼ばれるものを利用した浄化について書く。正式には、水生植物植栽浄化法というそうであるが、それに利用する植物は、ウキクサ、ホテイアオイ、アシ原などである。特にアシ原では、水生植物が汚濁負荷を吸収する作用のほかに、水生植物の茎や葉のまわりに付着した生物膜や底泥界面での吸着、硝化、脱窒、分解などの作用（説明したいが、長くなるので省く）を複雑に絡みあわせて機能する。アシ、ガマなどの水生植物を利用した実験などの成功の結果もある。周辺の都市化が、それほど進んでいない地域では小規模な低濃度排水の処理システムを作ることができる。しかし、これには多くの問題点がある。冬場には、窒素やリンなどの無機栄養塩類についての浄化能力が低下する。理由としては、枯死した植物や底泥から、それらのものが溶出してくるからだ。だから、これの対処法として、水生植物を刈らなくてはならない。その次に挙げられることは、これらの植物が繁茂することによる害虫の増大である。そのため、都市付近では、口情のため、このような処理は行えないわけである。このような問題の中でも、水生植物を利用した処理方法というのは数多くつくられ、実験されている。いずれは、これを利用した処理が行われるのではないか。

例)

表5 アシ原を利用した浄化プロセス



※ホテイアオイとは……ミズアオイ科。熱帯アメリカ原産。浮漂性多年草。東南アジア、アフリカ、米国など世界中に分布。日本では明治時代鑑賞用として持ちこまれ、広がった。窒素、リンを吸収し、水を浄化するはたらき、夏～秋にかけ紫の花を咲かせる。冬には枯れて腐り、除去するのが難点といわれている。

## V まとめ

今回は、最近脚光をあびているホテイアオイについて調べてみたわけである。環境問題の中の水質汚濁の改善策として考えられているわけであるが、これ一つ取ってみても環境改善には、コストの面などの問題が多いことがわかる。これから、住みよい環境を維持するためにも、我々一人一人がもっとよく考え、行動するべきではないかと思った。

- ・参考文献
- ・びわ湖のあした 滋賀県企画水政班
- ・環境を守る技術 -エコテクノロジーの時代へ- 内藤正明編著
- 研究名
- ・ホテイアオイによる窒素、及びリンの除去について 野内孝則他