

## VII — 4

### 水生植物（マコモ）による水質浄化における物質収支の考察

○東北工大 学生 山廻辺典夫

東北工大 正会員 江成敏次郎

東北工大 正会員 中山正与

#### 1、実験の目的

近年の都市化に伴う水中の窒素、リンの増加による人為的富栄養化の対策方法として、低コストで水域の窒素、リンを直接除去できる水生植物を利用した手法が注目されている。また水生植物は豊富な生物の生育を可能にし、生態系の安定に寄与することから、自然環境に適した処理としての価値も期待されている。この手法によるN、P除去は主として植物体によるN、Pの吸収によって行われる。しかし、この他にも吸着や微生物反応によっても行われている。これらのメカニズムを個々に評価することは、この手法を効果的にする上で基礎的な課題である。さらにこの手法による水質浄化を効果的にするためには、植物の生育に必要な元素の動態と生育との関係を把握することも重要である。

そこで、本実験では水生植物であるマコモに着目し、窒素とリン及びいくつかの水中イオン性物質の吸収量を定量的に評価することを目的とし、栽培液中からの減少量と植物体中の増加量を比較して、物質収支について考察した。

#### 2、実験方法

##### 2-1 実験条件

本研究は、土壌による吸着を防ぐため水耕栽培で行った。図1に実験装置概要を示す。透明ビニール袋に栽培液を入れ、根が浸るように苗を入れる。その透明ビニール袋を黒ビニール袋で覆いビニール袋の口元を結わえてポリバケツに設置した。20本のマコモを用意し、その内の10本を初期値測定用、10本を栽培用とした。栽培液量は10Lとした。表1に栽培液中各物質の初期濃度を示した。栽培期間は成長期から成熟期の7月19日～9月13日の8週間で行い、4週目に栽培液を入れ替えた。また硝化を抑制するためATUを2mg/Lになるように添加し、脱窒を抑制するため連続的に曝気を行った。

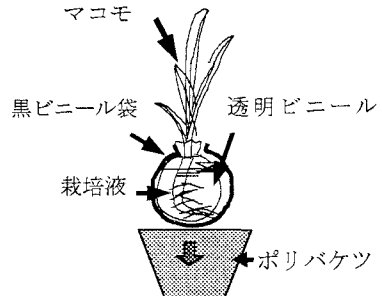


図1 実験装置

##### 2-2 分析方法

マコモ体中の各成分量を調べるため、初期値測定用と栽培後のマコモ10本ずつを根、茎、葉に分けて乾燥させ、粉碎した後、それぞれから0.5gをとり、硫酸と過酸化水素を用い、

表1 栽培液の組成

|    | 初期濃度(mg/L) |
|----|------------|
| N  | 28         |
| P  | 6.2        |
| Fe | 2.5        |
| K  | 23.4       |
| Mg | 14.8       |
| Ca | 12         |
| S  | 16.5       |
| B  | 0.54       |
| Mn | 0.5        |
| Cu | 0.02       |
| Zn | 0.05       |
| Mo | 0.01       |

マイクロウェーブで分解した。初期値測定用と栽培後のマコモ体中に含まれる物質（N、P、Fe、K、Mg、Ca）を測定し、その差をマコモ体中増加量とした。また実験前と実験後の栽培液中に含まれる物質（N、P、Fe、K、Mg、Ca）を測定し、その差を栽培液中減少量とした。マコモ体中増加量と栽培液中減少量の2つの結果から物質収支を評価した。N、Pはオートアナライザー、Fe、K、Mg、Caは高周波プラズマ発光装置により測定した。

#### 3、実験結果

##### 3-1 マコモ重量増加量と栽培液量の変化

10本のマコモの実験前の湿潤重量は29～54g（平均値は54g）であったが、実験後は166～248g（平均値は205g）まで増加した。マコモ湿潤

重量に対する乾燥重量の割合は実験前、実験後でそれぞれおよそ 15.3%、15.1%であった。実験前後の乾燥重量の割合に大きな差はみられなかった。さらに 1 本のマコモの乾燥重量の根、茎、葉の割合は実験前ではそれぞれ約 58.6%、約 21.4%、約 20.0%であり、実験後ではそれぞれ約 46.4%、約 22.6%、約 31.0%であった。また栽培液量については、供給量は、入れ替えを含めて 20 L であったが、残水量は合わせて 7.6~12.2 L であった。

3-2 考察対象とした各元素の収支的評価

図 2 に減少量および増加量の範囲を示す。また表 2 に栽培液中の各元素の減少量、マコモ体中の各元素の増加量 (10 本の中央値を用いた)、減少量に対する増加量の割合を示す。以後減少量に対する増加量を収支率と略称する。栽培液中の N 減少量は 395~508mg の範囲であり、変動係数は 8%であった。植物体中の N は 132~437mg の範囲で増加しており、変動係数は 25%と減少量に比べ大きかった。また収支率は 60~85%となっており、栽培液から減少した N の 60~85%はマコモ体中増加量として把握できたことになる。

収支率が 100%にならなかった原因として、脱窒や植物の根圏付近に存在する微生物の影響が考えられる。脱窒については

曝気により抑制しているはずであったが、硝酸濃度の減少、pH の上昇などの傾向がみられたことから、抑制が不十分であった可能性がある。栽培液中の P の減少量は 65~100mg の範囲であり、植物体中増加量は 40~90mg となった。収支率はおよそ 80~100%となった。10 本中 5 本のサンプルで 90%を越える収支率となり、N に比べ高い収支率となった。K は栽培液中の減少量は個体による差があまりみられず、変動係数は 2%となった。K の外液濃度が大きいと必要量を超えて吸収されることが知られており<sup>1)</sup>、本実験でも K の供給量に対する減少量は 90%を越えている結果となった。植物体中増加量は変動係数が 17%であり、収支率については 50~70%となった。Fe につい

ては栽培液中の減少量が負となり、栽培液中 Fe 量が多くなっていることがわかる。植物体中増加量は増加している個体、減少している個体とバラツキが大きくなった。また Fe は含有量の 70%以上が根に含まれており、体内移動性が著しく低いことがわかる<sup>1)</sup>。Mg については 36~108mg の範囲で減少しており、40~86mg の範囲で増加している。収支率については 80~100%となり、P と同様に、N や K に比べて高い収支率となった。植物体中の Ca については増加しているが、栽培液の減少量は -35~140mg と非常にバラツキの大きい結果となった。Ca は吸着などが考えられ、他の元素に比べ、バラツキが大きくなったと考えられる。

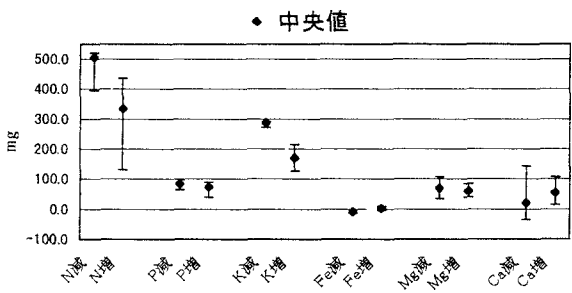


図2 減少量と増加量の範囲

表2 マコモ体中増加量と栽培液減少量

|                | N     | P     | Fe    | K     | Mg    | Ca    |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 栽培液中の減少量(mg)   | 507.7 | 83.83 | -8.92 | 288.9 | 71.17 | 21.07 |
| マコモ体中の増加量(mg)  | 335.5 | 74.40 | 2.53  | 171.8 | 60.30 | 55.75 |
| 減少量に対する増加割合(%) | 66.1  | 88.8  | -28.4 | 59.5  | 84.7  | 264.6 |

4. まとめ

水生植物であるマコモを用いて各元素の、栽培液中からの減少量と植物体中の増加量を測定し、N、P、K、Fe、Mg、Ca について栽培液中減少量に対する植物体中増加量の割合を、中央値を用いて評価した結果、それぞれ 66%、89%、-28%、60%、85%、265%となった。収支率が 100%にならなかった原因は今後の検討課題である。

参考文献

1) 松坂泰明、栗原淳監修 (2000) 土壌・植物栄養・環境事典、440pp、博友社