

# VII-1 バッチ式水耕栽培によるマコモおよびヨシの窒素・リン減少量の比較

東北工科大学 学生会員 ○山岸 正幸  
 東北工大 正会員 江成 敬次郎  
 東北工大 正会員 小浜 暁子

## 1. はじめに

近年、農業の省力化や大規模経営に伴い、農薬や化学肥料が大量に投与され、その結果農地から窒素・リンが流出し、水域が富栄養化するという問題が生じている。その解決策として、一般的な水処理施設では嫌気・好気活性汚泥法<sup>1)</sup>などの高度処理がおこなわれているが、この方法は高コストであり、全ての現場に適用することは困難である。これに対して、植物を利用して窒素・リンを除去する植生浄化が注目されている。植生浄化をより有効に機能させるためには場に適した植栽を行うことが必要である。本研究では代表的なイネ科の水生植物であるマコモとヨシ<sup>2)</sup>を利用して、バッチ式水耕栽培を行い、栽培液中 N、P 減少量を比較し、植物種の違いによる減少特性を把握することを目的とした。

## 2. 実験方法

### 2-1 実験装置及び実験条件

本実験で使用した実験装置を図1に示した。透明ビニル袋に植物体と栽培液 7L を入れ、さらに光を通さないために黒ビニル袋で覆い 15L バケツに設置した。硝化を抑制するため ATU(アリルチオ尿素)を最終濃度 2mg/L になるように栽培液に添加し、さらに脱窒を抑制するためにエアポンプを用いて曝気を行った。同一設定条件でマコモとヨシを 5 体ずつ、計 10 体+ブランク 1 体で実験を行った。表1に実験に使用した栽培液の組成を示した。

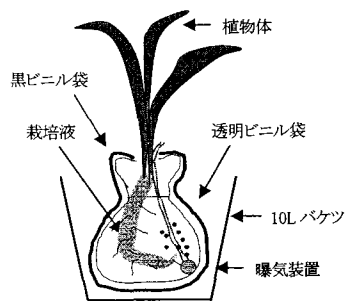


図1 実験装置

### 2-2 実験期間とデータの表し方

表2に、実験期間中の時期区分を示した。本実験は、7月20日より開始し11月30日までのデータを対象に考察した。この間2週間毎にサンプリングを行ったが第5週(8/17~24)は栽培液を必要量準備できなかったため1週間でサンプリングを行った。このため、結果のグラフに関しては1週間毎で示した。

表1 栽培液組成

| 要素                 | 濃度(mg/L) |
|--------------------|----------|
| NH <sub>4</sub> -N | 14       |
| NO <sub>3</sub> -N | 14       |
| P                  | 6.2      |
| K                  | 23.4     |
| S                  | 9.6      |
| Ca                 | 12.0     |
| Mg                 | 14.6     |
| Fe                 | 2.5      |
| B                  | 0.5      |
| Mn                 | 0.5      |
| Cu                 | 0.02     |
| Zn                 | 0.05     |
| Mo                 | 0.01     |

表2 時期区分

| 週  | 時期          |
|----|-------------|
| 1  | 7/20~7/27   |
| 2  | 7/27~8/3    |
| 3  | 8/3~8/10    |
| 4  | 8/10~8/17   |
| 5  | 8/17~8/24   |
| 6  | 8/24~8/31   |
| 7  | 8/31~9/7    |
| 8  | 9/7~9/14    |
| 9  | 9/14~9/21   |
| 10 | 9/21~9/28   |
| 11 | 9/28~10/5   |
| 12 | 10/5~10/12  |
| 13 | 10/12~10/19 |
| 14 | 10/19~10/26 |
| 15 | 10/26~11/2  |
| 16 | 11/2~11/9   |
| 17 | 11/9~11/16  |
| 18 | 11/16~11/23 |
| 19 | 11/23~11/30 |

### 2-3 測定項目および測定方法

2週間毎に栽培液の交換を行い、この時、栽培液を 100mL 採水し、水質分析に供した。測定項目は NH<sub>4</sub>-N・NO<sub>3</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P である。これらはオートアナライザー(BRAN+LUEBBE 社製 AACS-II)により測定した。

## 3. 結果および考察

結果に関しては、5 体の植物体のうち各条件の各期間中央値として採択された割合が高いものを代表値として用いた。

### 3-1 植物体湿重量の経時変化

図2に湿重量の経時変化を示した。マコモ・ヨシともに 9/21 まで湿重量が増加していたが、その後マコモは湿重量増加が停滞した。一方、ヨシは実験終了まで生育が続き、実験終了時の湿重量はマコモで 204.8g、ヨシで 459.3g であった。

### 3-2 TIN 減少量の経時変化

本実験では TIN を次のように定義した。

$$TIN = NH_4-N + NO_3-N$$

ここでは、実験期間中のマコモとヨシの 1 個体当たりの TIN 減少量に着目した。図3に TIN 減少量の経時変化を、図4に TIN 減少量積算値を示した。マコモは第 8~9 週で最大値となり、81.6mg/week となった。以後、第 10 週~15 週まで約 65mg/week で一定の値をとり、それ以降は実験終了日まで減少傾向を示した。ヨシは、第 5 週から大きな減少量となり、第 8~9 週で最大値となり、104.4mg/week となった。以後、若干値は小さくなったが実験終了日まで値に変動が少なく、約 95mg/week であった。マコモとヨシを比較すると、第 1 週から第 2 週ではマコモがヨシを上回っているが第 3 週から実験終了日までヨシがマコモを上回った。減少量を積算値と比較するとマコモは 1077mg、ヨシは 1641mg となった。また、積算 TIN 減少量の内訳を比較すると、マコモは NH<sub>4</sub>-N:NO<sub>3</sub>-N=10:6、ヨシは NH<sub>4</sub>-N:NO<sub>3</sub>-N=10:9 であった。

本研究室では、昨年、連続流入ポット栽培条件で同様の実験を行った。本実験と昨年の実験結果<sup>3)</sup>から、同時期(8 月

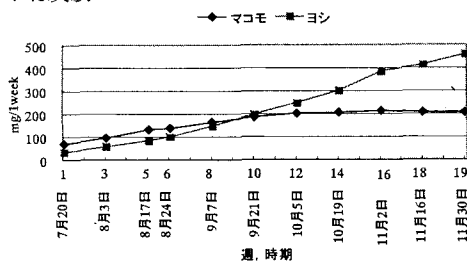


図2 植物体湿重量の経時変化

下旬～10 月中)の1日当たりの減少量として比較すると、マコモは本年 8.3mg/day、昨年 31.6mg/day で、ヨシは本年 12.5mg/day、昨年 26.4mg/day であった。これより、TIN 減少量は、昨年の方が大きく、またマコモ：ヨシの比率では 10：15 (本年)と、10：8 (昨年) となり、逆の結果となった。

### 3-3 PO<sub>4</sub>-P 減少量の経時変化

図 5 に PO<sub>4</sub>-P 減少量の経週変化を、図 6 に PO<sub>4</sub>-P 減少量積算値を示した。マコモは第 1 週から増加傾向を示し、第 8～9 週で最大値を示し 17.7mg/week となった。それ以降は実験終了日まで減少傾向となった。ヨシは第 1 週から減少量でマコモを上回り第 8～9 週で最大値を示し、23.4mg/week となった。それ以降は、第 12 週まで減少傾向を示したが 12 週から実験終了日まででは約 20mg/week で一定の減少量を示した。期間を通してヨシがマコモを減少量で上回り、積算値はマコモで 201mg、ヨシで 360mg であった。

これも昨年の実験結果<sup>3)</sup>と同時期で比較すると、1日当たりの減少量は、マコモは本年 1.7mg/day、昨年 3.5mg/day で、ヨシは本年 2.7mg/day、昨年 2.4mg/day であった。また、マコモとヨシの比較では 10：16 (本年)と 10：8 (昨年)となり、逆の結果となった。

### 3-4 N/P 比に関して

ここでは、マコモとヨシの栽培液中窒素・リン減少特性を把握するために、減少量の比率を N/P 比として図 7 に示し、考察を行った。

マコモは実験初期の第 1～2 週で約 10.5 となった。第 3～11 週までは 3.5～4.5 となり、第 12 週以降は N/P 比が増加した。一方、ヨシでは期間を通して N/P 比が 4～5 であり、マコモに比べて値の変動が少なかった。以上のことから、マコモは実験初期と実験終盤で値の変動があり、生育状態により N/P 比が変化するが、ヨシは期間を通して N/P 比が一定であり、生育状態に影響されずに一定の割合で窒素とリンを減少できることが示唆された。

これも昨年の実験結果<sup>3)</sup>と比較すると同時期(9月下旬～10月中)ではマコモはほぼ同程度(5.9～8.7)であるが、ヨシについては、本年は N/P 比が一定(4.4～5.0)であるのに対し、昨年は N/P 比が 10.5 から 6.3 へと減少した。

### 4 まとめ

本研究では植物種の違いによる N/P 減少特性の把握を目的とし、水生植物マコモとヨシの栽培液中 N,P 減少量の比較を行い、以下の知見が得られた。

・バッチ式水耕栽培を行った結果、栽培液中の積算減少量は、TIN でマコモは 1077mg、ヨシは 1641mg となった。PO<sub>4</sub>-P でマコモは 201mg、ヨシは 360mg であった。故に、マコモよりヨシのほうが N・P 減少量が多いことが明らかとなった。

・N/P 比では、マコモは実験期間の初期と終盤で N/P 比が大きかったが、ヨシは期間を通して N/P 比の変動が少なく 4～5 であった。このことから、マコモは N・P 減少特性が生育状態に影響されやすく、ヨシは影響されにくいことが示唆された。

しかし、本研究の実験結果は、昨年度の連続流入ポット栽培条件での結果と相違することが多く、マコモとヨシで生育状態に違いがあること、また、マコモは例年の生育状態と比べると最終湿重量が 1/3 程度であったことなど条件の相違があった。今後は、発芽から地上部枯死までの年間を通した比較や栽培方法の違いによる比較などを行う必要がある。

### 参考文献

- 1) 建設省・高度処理会議：「リン・窒素除去法設計資料」, 1986
- 2) 角野康郎：「日本水草図鑑」, 文一総合出版, 1999
- 3) 菅原勇輔, 正木真治：「連続流入での水生植物(マコモとヨシ)による N,P 変化量の比較」, 東北工業大学 2003 年度卒論

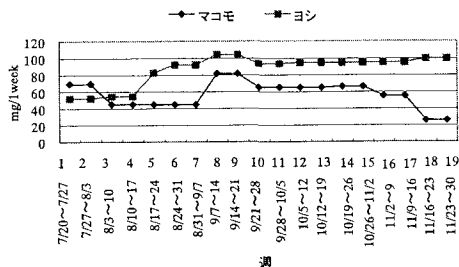


図 3 TIN 減少量の経時変化

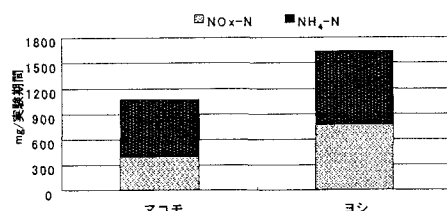


図 4 TIN 減少量積算値

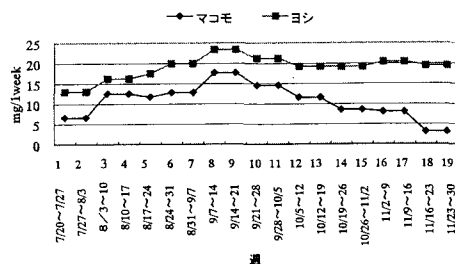


図 5 PO<sub>4</sub>-P 減少量の経時変化

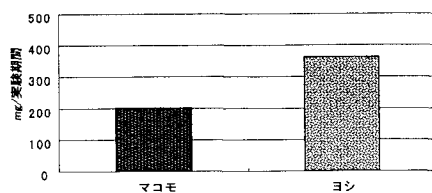


図 6 PO<sub>4</sub>-P 減少量積算値

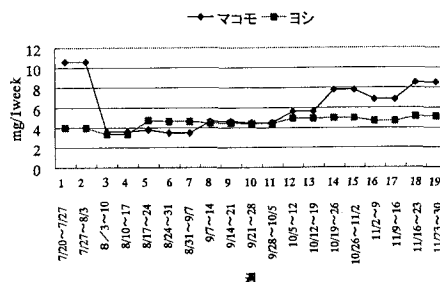


図 7 N/P 比