

VII—50

水生植物マコモの生育に及ぼすホウ素濃度の影響

○ 東北工業大学 正会員 小浜 暁子
 東北工業大学 学生会員 山廻辺 典夫
 東北工業大学 正会員 江成 敬次郎
 東北緑化環境保全(株) 矢野 篤男

1. はじめに

近年、ホウ素およびホウ素化合物は、人体の健康に係る物質として、地下水の水質汚濁に係る環境基準および土壌環境基準の健康項目に加えられた(基準値: $1\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)が、環境省による公共用水域の調査では基準値を超えている地点も少なくない¹⁾。ホウ素は、凝集沈澱処理や活性炭吸着といった物理化学的手法ではほとんど除去が不可能であることから、処理方法の検討が必須となっている。一方、植物の必須元素である²⁾ことから、植物による吸収を利用した生物学的処理の可能性がある。これまで、ホウ素について、農作物に関する体内での機能や欠乏・過剰障害は明らかになってきているが、水生植物に及ぼすホウ素の影響に関する研究は非常に少ない。

本研究では、水生植物マコモを用い、異なるホウ素濃度条件下($0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)において水耕栽培を行い、生育および元素吸収に及ぼすホウ素濃度の影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2-1. 実験条件および実験期間

ホウ素(B)濃度が $0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ の2条件を設定し、これらを Run1, Run2 とした(表-1)。ホウ素以外の栽培液の組成は表-2 に示した。また、実験は2002年6月から12月までの28週間行った。表-3 に示すように、28週間を4週間ごとに区切り、6月期、7月期、...とした。

2-2. 実験装置

各成分の土壌による吸着などの影響を除くため、実験は水耕栽培で行った。実験装置の概略を図-1 に示した。透明なビニール袋に栽培液を満たし、あらかじめ栽培しておいたマコモの苗の根を浸した。これを光を通さない黒のビニール袋で覆い、ビニール袋の口元を結わえてポリバケツに設置した。脱窒抑制のためにエアープンプによって曝気を行い、硝化抑制のため ATU を添加した(最終濃度 $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)。このような装置を Run1, Run2 でそれぞれ5個ずつ準備した。ただし Run1 の12月期は3個であった。また、対照系としてマコモを設置しない系を2個設置した。

栽培液量は植物の生長に合わせて変化させ、6/11~8/6 は5L、8/6以降は8Lとした。

2-3. 測定項目及び測定方法

1週間ごとに栽培液の交換を行い、その際に栽培液を100ml採取し、孔径 $0.45\mu\text{m}$ のメンブレンフィルターでろ過後、測定に供した。また、マコモの湿潤重量および水量を電子天秤を用いて測定した。

栽培液中の $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度はオートアナライザー(BLAN+LUUEBE 社製, AACS-II)を、B, K, Mg, Mn 濃度は ICP(JOBIN YVON 社製, JY2300)を用いて測定を行った。

2-4. 吸収量の算出方法

各成分の1週間あたりの吸収量は次式から求めた。

$$R_m = C_0 \times Q_0 - C_7 \times Q_7$$

ここで、 $R_m(\text{mg})$: m 週目の吸収量、 $C_0, \gamma(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$: 0, 7日目の栽培液濃度、 $Q_0, \gamma(\text{L})$: 0, 7日目の栽培液量。

さらに、 $R_1 \sim R_4$ の和を6月期の吸収量、 $R_5 \sim R_8$ の和を7月期の吸収量とし、以下同様に、12月期までの吸収量を求めた。

表-1 実験条件

Run	化合物	濃度 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
1	H_3BO_3	3.01
2	H_3BO_3	30.1

表-2 栽培液組成

化合物	濃度 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)
NH_4NO_3	80
$\text{NaH}_2\text{PO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	93.6
K_2SO_4	52.3
$\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	44.1
$\text{MgCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$	122.0
$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{FeN}_2\text{NaO}_8\cdot 3\text{H}_2\text{O}$	16.4
$\text{MnSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$	2.17
$\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0.075
$\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.201
$\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.024

表-3 実験期間(2002年6月~12月)

期	期	間
6月	6/11	~ 7/9
7月	7/9	~ 8/6
8月	8/6	~ 9/3
9月	9/3	~ 10/1
10月	10/1	~ 10/29
11月	10/29	~ 11/26
12月	11/26	~ 12/24

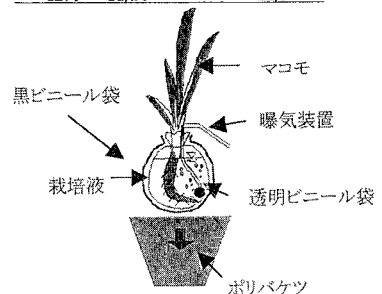


図-1 実験装置の概略

3. 結果および考察

6月期～11月期は各Runにつき5本の、また12月期はRun1は3本、Run2は5本のマコモの平均値を用いた。

3-1. 実験期間における湿潤重量変化

図-2にRun1, Run2のマコモ湿潤重量の経時変化を示した。Run1, Run2ともに6月期から9月期の間に増加したが、10月期以降は減少した。地上部が枯れ落ちたことが原因と考えられる。実験期間中最も湿潤重量が大きかったのは、Run1は10月、Run2は9月であり、その値はそれぞれ560g, 432gであった。有意水準5%で有意差検定を行ったところ、6月の初期重量以外は、明らかな差がみられたことから、高ホウ素濃度はマコモの湿潤の増加に影響を及ぼすことが明らかになった。

3-2. ホウ素吸収量

図-3にRun1およびRun2のホウ素吸収量を示した。Run1において、ホウ素吸収量は徐々に増加し、9月期にピークが得られた。このときの値は6.4mgであった。一方、Run2は7月期に吸収量をもっとも大きくなり、このときの値は31.4mgであった。28週間の積算吸収量はRun1, Run2それぞれ25.1mg, 110.6mgであり、Run2のホウ素吸収量が約4.5倍大きかった。Run1において、栽培液交換から1週間後の栽培液中ホウ素濃度は十分に残存していたことから、ホウ素供給量の不足はなかったと考えられる。このことから、マコモによるホウ素吸収は、供給量に伴い変化することが明らかになった。

3-3. 窒素吸収量

図-4にRun1およびRun2のTIN(全無機態窒素)吸収量を示した。TIN吸収量はRun1, Run2ともに6月期から8月期の間に増加したが、9月期以降は減少した。実験期間中最も吸収量が大きかったのは、Run1は8月期、Run2は7月期であり、その値はそれぞれ736mg, 523mgであった。28週間の積算吸収量は、Run1で2720mg, Run2で1980mgであり、Run2はRun1の73%であった。有意水準5%で有意差検定を行うと、8～10月期に差がみられた。高ホウ素濃度は、マコモの窒素吸収量に影響を及ぼすことが明らかになった。

3-4. リン吸収量

図-5にRun1およびRun2の $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸収量を示した。実験期間中最も吸収量が大きかったのは、Run1, Run2ともに8月期であり、その値はそれぞれ148mg, 107mgであった。28週間の積算吸収量は、Run1で515mg, Run2で361mgであり、Run2はRun1の約70%であった。有意水準5%で有意差検定を行うと、8月期および10月期～12月期に差がみられた。高ホウ素濃度は、マコモのリン吸収量に影響を及ぼすことが明らかになった。

4. まとめ

水生植物マコモを用い、異なるホウ素濃度条件下($0.5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, $5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)において水耕栽培を行い、生育および元素吸収に及ぼすホウ素濃度の影響を明らかにすることを目的として研究を行い、以下の知見が得られた。

- (1) 高濃度のホウ素濃度は、マコモの湿潤重量増加に大きな影響を及ぼす。
- (2) マコモのホウ素吸収量は、供給量に伴い変化する。
- (3) 高濃度のホウ素濃度は、マコモの窒素吸収量、リン吸収量に大きな影響を及ぼす。

参考資料および文献

- 1) <http://www.nies.go.jp/igreen/index.html>
- 2) 松坂泰明, 栗原淳(1994) 土壌・植物栄養・環境辞典, 430pp., 博友社, 東京

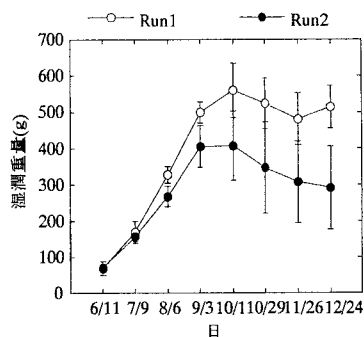


図-2 湿潤重量の経時変化

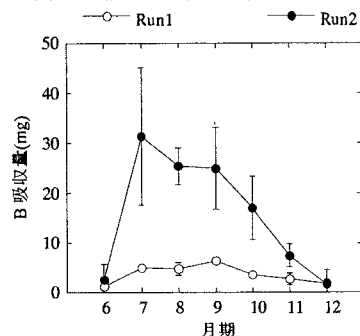


図-3 ホウ素吸収量の経時変化

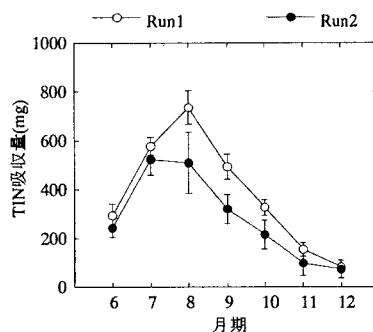


図-4 TIN吸収量の経時変化

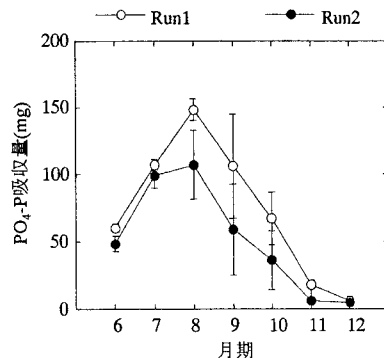


図-5 $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸収量の経時変化