

# 水生植物（マコモ）による水中のNH<sub>4</sub>-N濃度減少に対する濃度の影響

東北工業大学 正会員 黒坂 広一  
 東北工業大学 正会員 江成 敬次郎  
 東北工業大学 正会員 李 王贊雨

## 1. はじめに

湖沼などの閉鎖性水域で生じる富栄養化の防止対策として、水生植物による水質浄化機能を利用する方法があり、実用化も進んでいる。しかし、その浄化機構の解明や浄化機能の定量的評価は検討課題となっている。

本研究は、水生植物の一種であるマコモを水耕栽培し、その浄化機能を定量的に評価することを目的としている。ここでは、水生植物（マコモ）による窒素除去能力の定量的評価の第一歩として、栽培液のNH<sub>4</sub>-N濃度の減少に対する初期NH<sub>4</sub>-N濃度の影響を考察した。

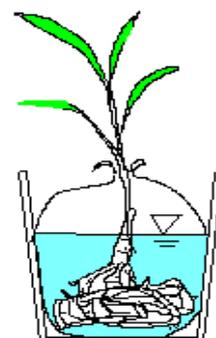


図 - 1 水耕栽培装置

## 2. 実験装置と実験方法

水耕栽培装置を図 - 1 に示した。透明ビニール袋に栽培液（1.5 l）を入れ、さらにマコモの苗を根が浸るように入れた。次にマコモの入った透明ビニール袋を黒ビニール袋で覆い、両ビニール袋の口元を結わえてポリバケツに設置した。このような栽培装置を15個用意し、初期NH<sub>4</sub>-N濃度7、14、28 mg/lの各条件について5個ずつを用いて実験を行った。実験で使った栽培液の組成を表 - 1 に、また、実験期間を表 - 2 に示した。実験期間の間、1日1回栽培液を一定量採取し、その窒素濃度、pHを測定した。窒素濃度の測定は、オートアナライザーを用いて行われた。

表 - 1 栽培液の組成 (mg/l)

K	23.4	B	0.54
S	16.5	Mn	0.05
Ca	12.0	Cu	0.02
Mg	14.8	Zn	0.05
Fe	2.50	Mo	0.01
NH <sub>4</sub> -N: (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		7, 14, 28	

表 - 2 実験期間 (1999年)

4月期	4月16日～4月23日
5月期	5月14日～5月21日
6月期	6月4日～6月11日
7月期	7月8日～7月15日

## 3. 結果と考察

### (1) 濃度変化の個体差について

同一条件で5個の水耕栽培装置を用意し、それぞれの濃度変化を測定した。それらの結果の内、濃度変化の差が最小と最大のケースを図2-1、2に示した。濃度変化の差が最大の場合、測定期間最後の7日目の濃度差が約15mg/lにもなる。しかし、データのバラツキがあるため濃度の減少勾配としては約A～Bの範囲となる。そこで、以下の考察では同一条件で得た5個のデータを平均し、それら平均値について考察することとした。

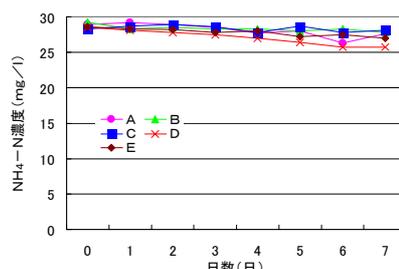


図2-1 NH<sub>4</sub>-N濃度の経日変化一例 (5月期)

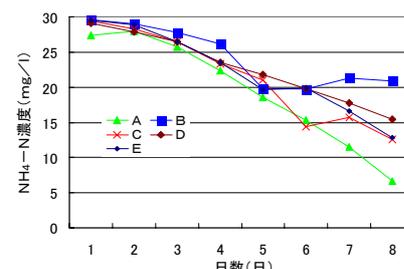


図2-2 NH<sub>4</sub>-N濃度の経日変化一例 (6月期)

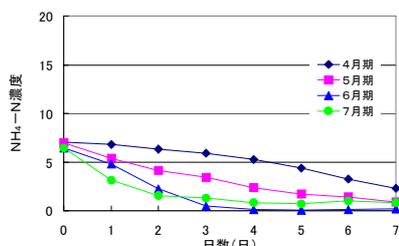


図3-1 各期間のNH<sub>4</sub>-N濃度変化 (NH<sub>4</sub>-N濃度: 7mg/l)

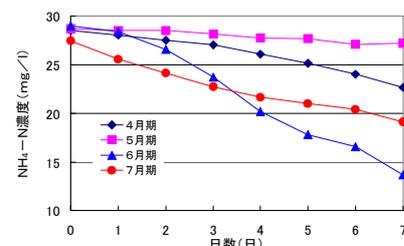


図3-2 各期間のNH<sub>4</sub>-N濃度変化 (NH<sub>4</sub>-N濃度28mg/l)

### (2) NH<sub>4</sub>-N濃度の経日変化

実験結果として、NH<sub>4</sub>-N初期濃度7mg/lと28mg/lの経日濃度変化を月ごとに図3-1、2に示した。経日変化の特徴として、実験期間の

(キーワード: NH<sub>4</sub>-N濃度、NH<sub>4</sub>-N濃度減少勾配、マコモ、減少速度)

(〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35 - 1 TEL 022 - 229 - 1151 (内 258))

後半の濃度変化が大きくなる傾向が見られた。特に、変化の大きい場合にそれが顕著であった。これは、栽培液量が蒸散によって減少するためである。初期濃度  $7\text{ mg/l}$  の場合は、4月から7月へと時期が進むにしたがって濃度変化が大きくなった。それに対して、初期濃度  $28\text{ mg/l}$  の場合は、5月と7月の濃度変化が前月の濃度変化より小さくなった。

### (3) $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度減少勾配の経月変化

前述した $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の経日変化から、濃度減少勾配 ( $\text{mg/l}\cdot\text{日}$ ) を、濃度変化が見られる期間を対象にして最小二乗法で求めた。その減少勾配の経月変化を図-4に示した。初期濃度が  $7\text{ mg/l}$  の場合は6月期まで、 $14\text{ mg/l}$  の場合は5月期まで減少勾配が大きくなり、その後はほぼ同じとなった。初期濃度  $28\text{ mg/l}$  の場合は、経月的にバラツキがみられた。また、初期濃度が  $7$ 、 $14\text{ mg/l}$  の場合は経月的に勾配の差が大きくなり、初期濃度の小さい方の勾配が大きくなった。

### (4) マコモ重量の経月変化

図-5に各濃度条件のマコモ重量経月変化を示した。このグラフには実験期間中(7日間)の平均栽培液水温とガラスハウスの平均気温の経月変化も示した。初期濃度  $7$ 、 $14\text{ mg/l}$  のマコモ重量は時期が進むにしたがって大きくなった。しかし、初期濃度  $28\text{ mg/l}$  では、5月期~7月期にかけてマコモ重量の変化は、ほとんど見られなかった。4、5月期では、初期濃度によるマコモ重量の違いはあまり見られなかったが、6、7月期では、初期濃度の高い方のマコモ重量が小さくなった。このように、マコモ重量に対しても減少勾配と同様に栽培液初期濃度の影響が見られた。また、初期濃度  $28\text{ mg/l}$  の場合は時期が進むにしたがって、生育に対して悪影響を与えたことが考えられた。

### (5) 濃度減少速度の経月変化

前述のように、マコモ重量に対しても初期濃度の影響が見られた。そこで、濃度減少勾配をマコモ湿重量で除してマコモ単位重量当たりの勾配 ( $\text{mg/l}\cdot\text{g}\cdot\text{日}$ ) を求めた。これを濃度減少速度と記す。

図-6に各濃度条件の濃度減少速度の経月変化を示した。この値も初期濃度  $28\text{ mg/l}$  の場合は、バラツキが大きくなった。初期濃度  $7$ 、 $14\text{ mg/l}$  では、時期が進むにしたがって濃度減少速度が小さくなった。しかし、初期濃度による濃度減少速度の差は、減少勾配の場合にくらべて5月期では大きくなり、6、7月期では小さくなった。また大小関係も4、5月期と6、7月期では逆になった。

## 4. まとめ

水生植物(マコモ)の水耕栽培によって、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度減少に対する栽培液初期 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の影響を検討し、次の結果が得られた。

水生植物の窒素吸収に伴う水塊の濃度変化は、同じ条件でも植物体の個体差が生じ、特に濃度変化が大きいと、個体差も大きくなった。

濃度減少勾配は4月期~7月期へ時期が進むにしたがって大きくなり、初期濃度の小さい方が大きくなった。植物体の単位湿重量当たりの濃度減少勾配は、4月期~7月期へと時期が進むにしたがって小さくなり、初期濃度の違いによる差は濃度減少勾配の場合程明確ではなかった。

初期濃度が高い場合には、時期が進むにしたがって、生育に対して悪影響を与えたことが考えられた。

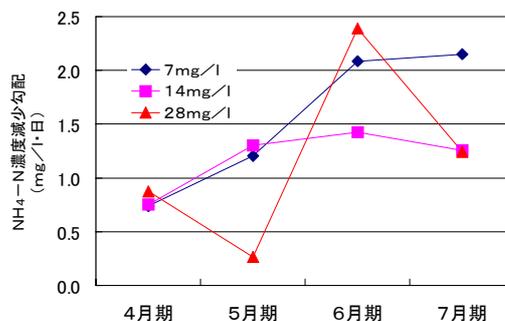


図-4  $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度減少勾配の経月変化

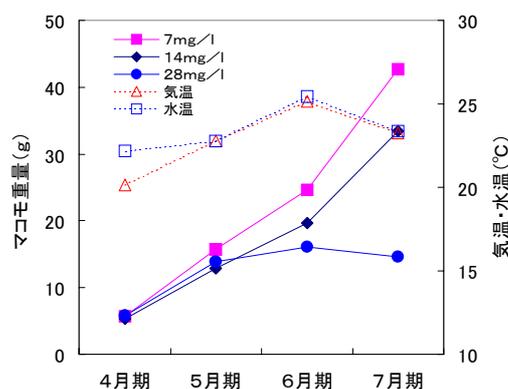


図-5 マコモ重量及び気温と水温の経月変化

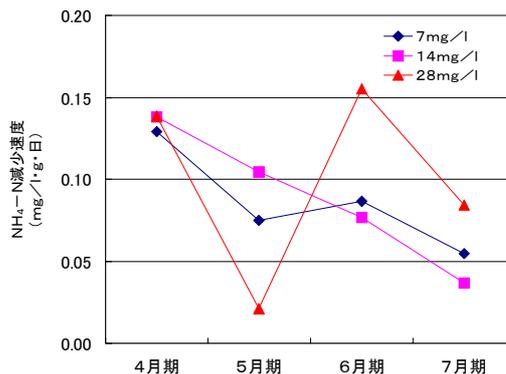


図-6  $\text{NH}_4\text{-N}$ 減少速度の経月変化