

伊豆沼に設置された植物浄化田の機能調査

東北工業大学大学院 学生員 ○ 鈴木 淳
東北工業大学大学院 学生員 杉山 智洋
東北工業大学 正員 江成敬次郎

1. はじめに

前報¹⁾では、伊豆沼に設置された保全型給餌地システムの浄化田における、窒素、リンの濃度減少を報告した。今回は、継続して行ってきた調査結果から、汚濁負荷量の減少について検討した結果を報告する。

2. 調査方法

調査方法は、前報同様、浄化田（浄化田1, 2, 3, 4, 5の地点）の5カ所から約10日に1回程度採水し、分析を行った。分析項目としては、 COD_{Cr} 、 COD_{Mn} 、TN、TP、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、TOC、PH、SSの11項目であるが、ここでは、TN、TPについてのみ扱う。調査は、1992年4月下旬から行い、現在も継続中である。

3. 結果と考察

浄化田は、湛水した状態にしており、浄化田1～5の水質変化を経日的に測定した。また、調査期間中の8月中旬に一度水を入れかえており、図1, 2のグラフでは、5月下旬から8月上旬までを第Ⅰ期（Ⅰ）、8月上旬から10月下旬までを第Ⅱ期（Ⅱ）として示している。

浄化田単位面積当たりのTN、TPの総量を、次のようにして求めた。

$$Q_i = \frac{\sum C_{i1} h_i s_i}{S} \quad (1)$$

ここで、 Q_i は、採水日（ t 日）のTN、TPの総量（ g/m^2 ）、 C_{i1} は、浄化田 i 地点における水質の濃度（ mg/l ）、 h_i は、水深（ m ）、 s_i は、採水地点1～5に対応する浄化田の面積（ m^2 ）、 S は、浄化田全体の面積（ m^2 ）、 i は、採水地点を示す。

（1）TNについて

①式より求めた値と経過日数との関係を、第Ⅰ期については図1(a)に、第Ⅱ期については図1(b)に示す。これらのグラフより、第Ⅰ期については、T-TNのはじめに、大きな減少があるが、それ以外はT-TN、D-TNともに同様な変化を示している。第Ⅱ期については、T-TNで、30日目前後に多少変動があるが、T-TN、D-TNとも、同様に減少している。そこで、これらのデータを直線近似して、勾配を求めたのが表1である。ただし、第Ⅰ期のT-TNの最初の値を除いて計算した。この表より、T-TNに関しては、第Ⅱ期の方が大きく、D-TNについては、第Ⅰ期の方が大きかった。なお、T-TNの最初の大きな減少を含めた浄化速度は、 1.6×10^{-2} （ $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ ）となっており、T-TN、D-TNとも、第Ⅱ期のおよそ2倍になっていることがわかる。そこで、このようなTNの減少の内容を検討するために、浮遊性窒素、溶解性有機性窒素、無機性窒素の変化と経過日数との関係を示したのが、図3である。この図より、第Ⅰ期については、はじめに浮遊性窒素の減少が大きい、26日目以降はそれがほとんど変化していないことがわかる。また、無機性窒素が前半でほとんど無くなり、溶解性有機性窒素は、 0.5 （ g/m^2 ）から 0.1 （ g/m^2 ）と1/5まで減少し、全体としては、溶解性有機性窒素の減少が大きいことがわかる。一方、第Ⅱ期については、第Ⅰ期と比較して、浮遊性窒素の変動が大きく、溶解性有機性窒素もあまり減少していないようだ。このような結果より、第Ⅰ期と第Ⅱ期とのTN減少の違いは、溶解性有機性窒素の減少の違いによるものと考えられる。また、浄化速度を文献等の値²⁾（ $0.5 \sim 0.6 \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ ）と比べると、1～2桁ほど小さい。文献値が、どのような窒素の浄化速度であるか明確ではないので、単純に比較はできないが、こ

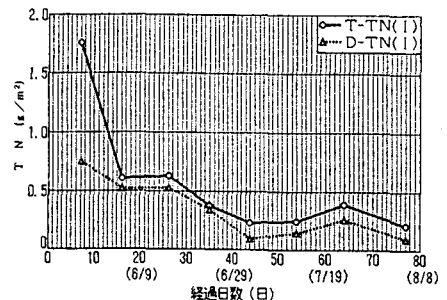


図1. 浄化田のTNの変化(a)

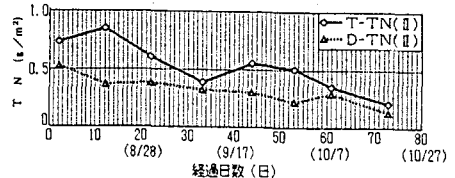


図1. 浄化田のTNの変化(b)

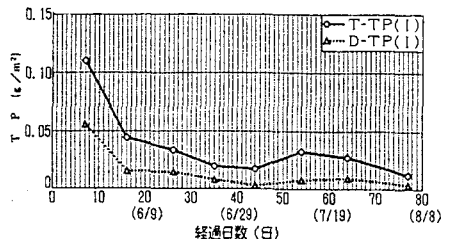


図2. 浄化田のTPの変化(a)

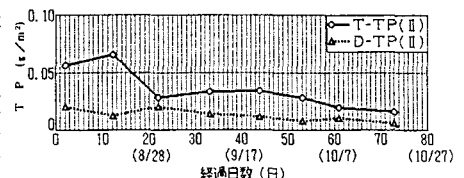


図2. 浄化田のTPの変化(b)

表1. TNの浄化速度 ($\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$)

		浄化速度	相関係数
第Ⅰ期	T-TN	0.56×10^{-2}	$r = 0.64$
	D-TN	0.80×10^{-2}	$r = 0.87$
第Ⅱ期	T-TN	0.74×10^{-2}	$r = 0.91$
	D-TN	0.49×10^{-2}	$r = 0.90$

表2. TPの浄化速度 ($\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$)

		浄化速度	相関係数
第Ⅰ期	T-TP	0.34×10^{-3}	$r = 0.73$
	D-TP	0.15×10^{-3}	$r = 0.73$
第Ⅱ期	T-TP	0.56×10^{-3}	$r = 0.89$
	D-TP	0.27×10^{-3}	$r = 0.97$

の調査では、有機性窒素が無機性窒素へ変化するのに時間がかかる、浄化速度が小さくなっていると考えられる。

(2) TPについて

TNと同様に、①式より求めた値と経過日数との関係を、第Ⅰ期については図2(a)に、第Ⅱ期については図2(b)に示す。これらの図より、第Ⅰ期については、T-TP、D-TPともに、最初に大きな減少があり、その後は緩やかな減少となっていることがわかる。第Ⅱ期については、T-TPの前半に急激な減少があるが、それ以外は、T-TP、D-TPともに緩やかな減少が続いている。ここでもTNと同様に、直線近似して、勾配を求める(表2)。ただし、第Ⅰ期のT-TP、D-TPの最初の値を除いて計算した。この表より、T-TP、D-TPともに第Ⅱ期の方が大きい、最初の値を含めた浄化速度では、T-TPで 0.94×10^{-3} ($\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$)、D-TPで 0.46×10^{-3} ($\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$)と第Ⅰ期の方が大きくなる。このようなTP減少の内容を検討するために、浮遊性りん、溶解性りん(りん酸態りんを除く)、りん酸態りんの变化を図4に示す。これらの図より、第Ⅰ期では、はじめに、浮遊性りん、りん酸態りんの減少が大きく、その後は、りん酸態りんはほとんどなくなり、浮遊性りん、溶解性りんが多少減少していることがわかる。全体としては、浮遊性りんの減少が大きいことがわかる。次に、第Ⅱ期については、全体として、浮遊性りんの減少が大きく、溶解性りんは、それほど減少していない。また、浄化速度に関しては、文献等の値²⁾ ($0.1 \text{ g}/\text{m}^2\cdot\text{day}$)と比べると、初期の減少分を加味しても2桁小さくなっている。これには、りん濃度が低いことと、浮遊物の沈降速度等が関係していると思われる。

(3) マコモとの関係

図5に、マコモの草丈と経過日数との関係を示す。この図より、マコモの草丈は、最初の30日間で大きな成長をするが、その後は、ほとんど変化なく、最終的には低下していることがわかる。この図と、水質変化を比較すると、第Ⅰ期では、マコモの急激な成長の時に、TN、TPとも急激に減少しているが、第Ⅱ期では、草丈の成長はほとんど止まっているが、水質は改善されている。一般的なマコモの成長過程から考えると、この第Ⅱ期中には、地下茎の充実が行われているものと思われる。昨年度は、マコモの成長時期には、TN、TPの減少がみられず、地下茎の充実期には、TN、TPの減少が多少みられた。今回は、草丈の成長期及び、地下茎の充実期ともにTN、TPの減少がみられた。このようなことより、マコモの成長が、ある程度水質浄化に対して関係していると考えられるが、詳細については、さらに検討する必要がある。

4. おわりに

植物浄化田において、窒素、りんともに減少しており、水質が改善されていることが確認された。また、窒素、りんとも、負荷量が高いときは、急激な減少をし、窒素では $1.0 (\text{g}/\text{m}^2)$ 、りんでは $0.05 (\text{g}/\text{m}^2)$ 以下の場合には、緩やかな減少をしている。

窒素については、溶解性有機性窒素が、りんについては、浮遊性りんが、全体の減少に大きく関与していることがわかった。

<参考文献>

- 鈴木他: 伊豆沼に設置された給餌地システムの機能調査, 平成4年度東北支部技術研究発表会講演概要,
- 水質浄化に関する調査研究, 建設省東北地方建設局東北技術事務所, 平成5年3月 (pp294~295)

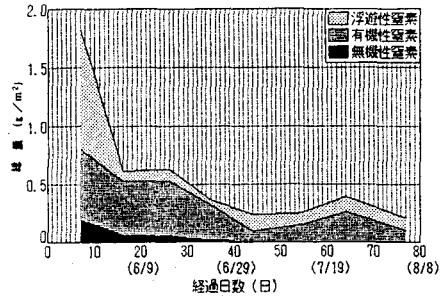


図3. 窒素の内訳 (a)

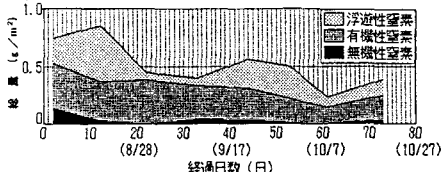


図3. 窒素の内訳 (b)

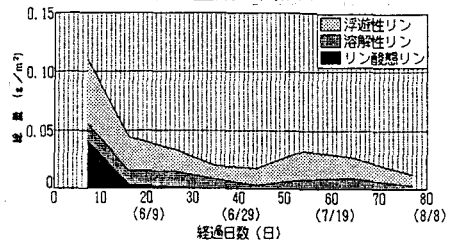


図4. りんの内訳 (a)

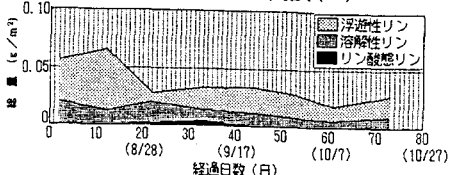


図4. りんの内訳 (b)

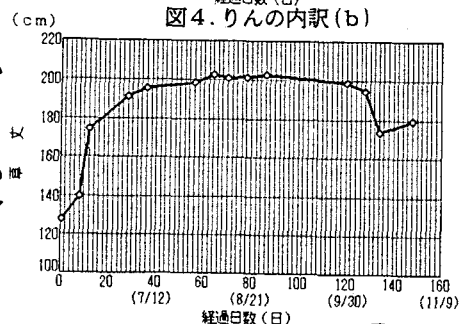


図5. マコモの草丈の変化