

ヨシ植栽による汚濁負荷の流出抑制効果の評価

長崎大学工学部 学生会員 ○浦 里実 長崎大学大学院 学生会員 洲上雄作
 長崎大学工学部 フェロー 野口正人 長崎大学工学部 正会員 西田 渉

1. はじめに

諫早湾調整池のような閉鎖性水域では、流域からの汚濁負荷を抑制することが求められている。非点源汚濁負荷を効果的に抑制する方策として、人工湿地を利用することが注目されている。本研究では、抽水植物のヨシを用いた水質浄化について検討することとした。そのため、ヨシによる水質浄化機構に大きな影響を有する沈降の効果に着目し、野外観測・実験を実施し、その結果を用いてヨシの水質浄化効果を検討した。

2. 汚濁流出抑制効果の評価

一般に、植栽帯を通過する流れの汚濁物質の変化は、1次元の表示をすれば以下ようになる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial C}{\partial x} \right) + Source \quad (1)$$

ここに、C：汚濁物質の濃度、u：流速、 K_x ：分散係数であり、 x, t はそれぞれ、空間的ならびに時間的な座標を表している。本論で取り上げようとしているヨシ植栽による水質変化への影響を評価するためには、上式中の生成項を適切に評価する必要がある。

周知のとおり、(1)式左辺は流れに沿った汚濁物質の濃度変化を示しており、生成項が一次反応式で表せるときには、汚濁濃度は時間の経過とともに指数関数的に減少する。すなわち、対象領域の分解速度定数： k は次式のように表される。

$$k = HLR \cdot \ln(C_{in} / C_{out}) \quad (2)$$

上式は流入水と流出水の濃度の比の対数が分解速度定数の大きさに比例し、面積負荷速度： HLR に反比例して変化することを示している。なお、 C_{in} 、 C_{out} はそれぞれ、流入・流出側の濃度を表している。他方、汚濁濃度が沈降速度の違いにより変化するものと見なせば、(1)式の生成項は $-w_0 C/h$ と表される。このとき、流下方向への流速ならびに沈降速度、水深を一定とすれば、流下方向への濃度変化は次式で表される。

$$C = C_{in} \cdot e^{-\frac{w_0 x}{h u}} \quad (3)$$

(2)、(3)の両式を比較すれば、ここで取り上げられた沈降速度： w_0 は、前述の分解速度定数： k に対応していることがわかる。

3. 検討対象水域の概要

ヨシ植栽により水質浄化への効果が期待されている水域は、各地に存在している。長崎県においても、本明川の長田地区ウェットランド試験施工区域や諫早湾調整池の水生植物帯等がある。本論では、これらの水域での観測結果とともに、長崎大学構内に設けられたヨシ植栽水路での実験結果を相互に比較して、ヨシ植栽帯での水質浄化の効果について検討する。まず最初に、3水域の概要を簡単に示す。

1) 諫早湾調整池

諫早湾調整池は潮受け堤防が建設され、水質の悪化が問題となっている。干陸地面積 2,600ha、水面の標高-1m で管理され、干陸地の水辺ではヨシ



写真-1 諫早湾調整池



写真-2 ヨシ植栽帯前面 写真-3 調整池(夏季) 写真-4 調整池(冬季)

シ等の水生植物が繁茂している。水際からヨシ原に入っの50m付近から調整池までの4箇所において採水を行った(写真1~4、参照)。

2) 本明川・長田地区ウェットランド試験施工区域

自然再生を試みて、長崎県諫早市の本明川下流域では、面積3haの人工的な「ヨシ原湿地」が建設された¹⁾。今回は、本川・水みちで採水し、水みちのデータを使用した。

3) ヨシ植栽水路

ヨシ植栽水路は、長さ7.5m、幅0.78m、深さ0.38mであり、同型の水路を3本有している²⁾。今回の実験では、第1水路(ヨシ植栽)と第2水路(雑草等)を使用した。

4. 水質浄化の効果の評価

前項で述べられた3水域のそれぞれで、夏季と冬季に水質観測が実施された。従来の研究で、ヨシ原の水質浄化の効果は広く知られている。しかしながら、無条件にそのようであるということではなく、種々の制約条件が存在することも周知のとおりである。そのため、(1)式に含まれる生成項の評価を種々の境界条件のもとで明らかにすることが求められているが、生成項がその他の項に比較して、量的に必ずしも大きくないことが問題の解明を難しくしている。いずれにしても、本論で目的とした水質浄化による生成項の評価のために、前述された3水域での水質変化の様子をT-Nを例にして図-1に示す。それぞれの水域でヨシ原の内外で水質変化の程度が顕著に異なることは容易に理解できる。

一方、水深等の水理諸量の変化が大きい場合には、2.で示されたようなことから、濃度の変化を片対数紙上で表現すれば、沈降速度(w)ないしは、分解速度定数(k)は簡単に求められる。したがって、本論で取り上げられた水質指標のそれぞれに対して、図-2(a),(b)のような表示をすれば、それらの値を具体的に計算することができる(表-1)。これらの結果より、水質浄化の効果が、ヨシ原の内外や季節の違い、あるいは、水質指標の違いにより異なることがわかる。よく知られているように、ヨシ等の水生植物を用いて積極的に水質浄化を図るためには、その効果の程度がしばしば分解速度定数を用いて判定される。これらの指標をより具体的に水質浄化機構と関連づけて考察する問題についても、既に2.で取り上げた。それぞれの汚濁物質に対して水質変化に関係した生成項の評価も、現地での観測をさらに実施することにより、詳細に検討できるものと考えられる。

5. おわりに

本研究では、ヨシ植栽の水質浄化機構を明らかにするために、3水域において水質浄化の効果について検討した。今後は、ヨシの水質浄化機構をさらに詳しく評価していくとともに、植栽密度などの側面から、効率的に汚濁を除去する方法を検討していきたい。最後に、本研究の遂行にあたり、観測の実施等にご配慮戴いた、農林水産省九州農政局諫早湾干拓事務所、国土交通省九州地方整備局長崎河川国道事務所の関係各位に、深甚なる謝意を表します。

(参考文献) 1)高橋、田中、野口、川池(2004):水生植物を伴った河道における水質変化の解明に関する研究、土木学会西部支部年講(投稿中)、
2)栗津、野口、田中、室園(2003):水生植物の水域浄化効率に関する実験的検討、土木学会西部支部年講、第2分冊、pp.456-457

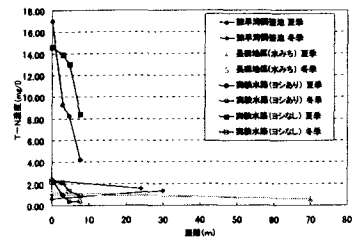


図-1 3水域のT-N濃度推移

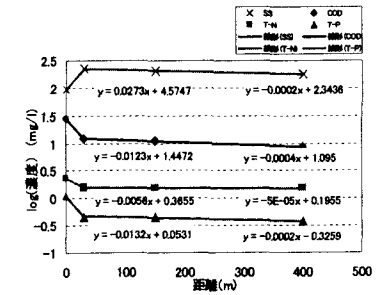


図-2(a) 諫早湾調整池(夏季)

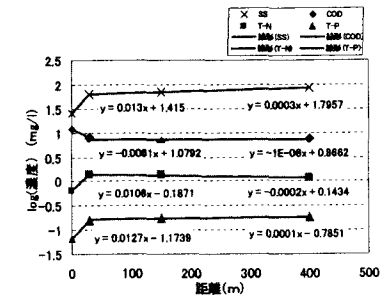


図-2(b) 諫早湾調整池(冬季)

表-1 3水域の浄化効率(T-N)

水域	季節	指標	分解速度定数(k)	沈降速度(w)	浄化率	
諫早湾調整池	夏季	ヨシ植栽(1-2)	2.13E-04	2.17E-04	3.4E-07	
		ヨシ原(2-3)	1.72E-04	1.83E-04	2.5E-08	
	ヨシ原(水みち)	夏季	ヨシ植栽(1-2)	-8.47E-07	-8.49E-07	-7.4E-09
		冬季	ヨシ植栽(1-2)	1.11E-04	1.80E-04	2.5E-08
		夏季	ヨシ原(2-3)	8.43E-03	8.34E-03	1.2E-02
		冬季	ヨシ原(2-3)	8.67E-03	8.67E-03	9.5E-02
ヨシ原(水みち)	夏季	ヨシ植栽(1-2)	2.11E-04	2.06E-04	3.3E-08	
		ヨシ原(2-3)	1.9E-04	1.9E-04	3.9E-08	
	ヨシ原(水みち)	夏季	ヨシ植栽(1-2)	2.15E-04	2.28E-04	4.3E-08
		冬季	ヨシ植栽(1-2)	5.27E-07	5.09E-07	1.2E-08
		夏季	ヨシ原(2-3)	8.49E-07	9.04E-07	5.5E-08
		冬季	ヨシ原(2-3)	8.49E-07	9.04E-07	5.5E-08