

ヨシ植栽水路を用いた水質浄化実験

長崎大学工学部 学生会員 福永陽平 長崎大学大学院 学生会員 浦里実
 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 近年、水域の水質汚濁が問題となって久しい。水域を汚染している要因は、生活排水や工業排水のような流出源が特定可能な点源汚濁だけでなく、自動車の排気ガスのような流出源の特定が困難な非点源汚濁が挙げられる。今後、水域の水質を清澄に保つていくためには、非点源汚濁負荷を抑制する必要がある。このようなことから、非点源汚濁流出抑制法として、低コスト・低エネルギーであり、水質浄化機能に優れた人工湿地が注目されている。そこで本論では、人工湿地に生育する水生植物の水質浄化能力に着目し、水生植物の水質浄化機構を明らかにすることで、効率よく非点源汚濁負荷流出抑制を行うことを目的とする。

2.水質浄化の定量的評価 水域での水質問題を取り上げて定量的な評価方法について検討する際、質量保存式は次式ようになる。

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

ここに C : 汚濁物質の濃度 (mg/l)、他の記号は慣用のものである。ヨシ植栽帯での水質変化を取り上げた場合、上式中の生成項 (source) を適切に評価する必要がある。生成項が一次反応式 (k_1 : 一次反応係数) で表せる場合、(1)式は以下のように変形される。

$$C_{out} = C_{in} e^{-\frac{k}{HLR}} \quad (2)$$

ここに、 $k = k_1 h$ (k_1 : 一次反応係数) と置かれており、分解速度定数と呼ばれる。また、 $HLR = h/t_{det}$ は面積負荷速度である。

3.水生植物による水質浄化 水質浄化手法の一つとして、最近、人工湿地 (constructed wetland) が注目され始めている。その方式は、1.表面流れ方式、2.浸透流れ方式があり、その方式の違いにより、水質浄化に關与する諸因子の關係の仕方が違ってくる。対象としている水生植物の湿地での水質浄化効率を評価するためには、例えば前述された分解速度定数： k の値の大小が問題にされる。

4.植栽水路を用いた水質浄化実験 長崎市においては

市行政の技術向上と普及を目指して、平成 16 年度より「長崎市と大学との技術部門の連携」を始めている。その一つとして、長崎市西部下水処理場の処理水については国が定めた規制の基準値は満たしてはいるものの、付近住民より色や臭いに対する苦情が寄せられ、その改善策を検討する課題が取り上げられている。長崎市西部下水処理場では、現在、1 日当たり 46,000m³ 程度の処理が行われている。試験的に行う為、我々のグループでは、どのくらいの流量でどれほどの処理効率を得られるかを検討し、その結果を表-1 に示す。1 日当たり 1,000m³ 程度の処理水を既設の消毒槽より分水し、新たに設けられた接触槽により 3 本の水路に分水している。これらの水路は、それぞれ幅 3m、長さ 50m、深さ約 0.6m であり真ん中の水路は下部に粒径の異なる砕石を重ね最上部を在来の土で覆うことで流水が鉛直に浸透するよう作られている。外側の 2 本の水路は在来の土を使っており、1 本はヨシの植え付けを行い、もう 1 本はヨシの植え付けを行っていない。3 本の水路を建設し、それぞれ水平流と鉛直流とにより水質浄化実験が行えるようにされた。残りの 1 本は、ヨシ植え付けの効果を明らかにするために設けられた検証用のブランク水路である。水路 1 と水路 3 を比較することでヨシのみの水質浄化効果を評価し、水路 2 と水路 3 を比較することで根圏の水質浄化能力を評価する。(図-1、写真-1) 実験期間は平成 17 年 8 月から平成 20 年 3 月の予定で、得られたデータは、長崎市と長崎大学が協力して分析を行い、実際の現場に導入可能との判断がなされたら、適宜、導入する計画である。目下のと



写真-1 植栽水路の全景

ころ,ヨシ植栽水路が十分にその機能を発揮するように環境条件を整えている.月に1回の頻度で除草作業などの維持管理を長崎市と大学とで実施している.平成18年の夏にヨシが青々と茂り,より多くの生物が棲息する事で水質浄化効果が高められると期待されている.

5.植栽水路を用いた水質浄化効率の評価 我々の研究グループで実施した水質観測 1.本明川不知火橋地点(長田地区),2.諫早湾調整池の内部堤防前面,3.長崎大学構内の植栽水路,を対象にしたヨシ植栽による水質浄化効率と,全国に存在する水生植物を用いた浄化施設の水質浄化効率を取り上げて,分解速度定数の違いによる流入水と流出水の T-N 濃度の比と T-N 負荷量の比をそれぞれ図-2,図-3に示す¹⁾.これらの図から,面積負荷速度の値が同じであっても水質浄化の効果が異なることがわかる.ヨシ原浄化施設(渡良瀬遊水地)や土浦バイオパークでは,処理流量が大きいにもかかわらず比較的浄化効果が高い.これは,ヨシ原浄化施設では施設全体に多様な生物が棲息するように工夫されており,また,頻りに維持管理が実施されている為であると考えられる.土浦バイオパークでも,植生管理・ゴミ管理が年に50回実施されており,また,様々な植栽を使用し,水耕生物ろ過システムという植物の根圏の生態系の水質浄化効果を最大限に活かす手法が用いられている.また,これらの浄化施設のうち,比較的浄化効果が大きい施設ではヨシが用いられており,ヨシによる水質浄化の効率が大きいと推察できる.水深は平均的に約0.1m~0.2mの施設で大きな浄化効率を得られている.上述したから,水生植物を用いた水質浄化施設では,水生植物の種類の違いや,育成の違いが関係してくることは当然であり,また,形づくられた生態系を含む水環境の状態が水質浄化の効率に大きく関与していることがわかる.以上のことを踏まえ,水生植物の水質浄化機構を明らかにすることが期待される.

6.おわりに 今後は,ヨシも新芽になり植栽密度も増し,根も発達してくる.季節的な変化による浄化能力,植栽密度による浄化能力の評価,根による浄化効果(透水性,空隙率が絡んでくる)などを検討していく.

謝辞:最後に本研究を進めるにあたり,共同研究としてご協力頂いた長崎市の関係者各位に深甚の謝意を表します.

【参考文献】1) 河川環境管理財団,河川環境総合研究所(2000):植栽浄化施設の現状と事例

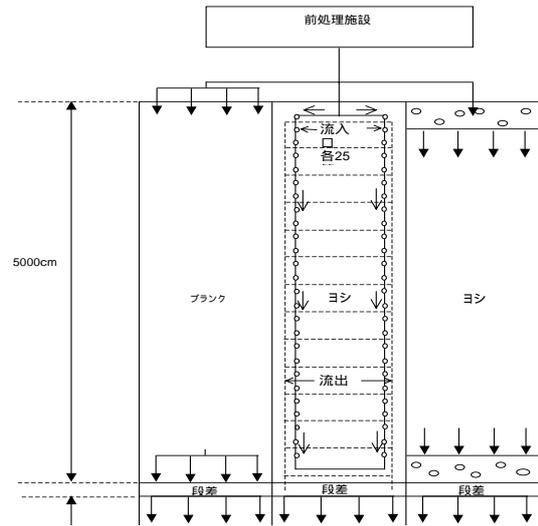


図-1 長崎市西部下水処理場水路設計図

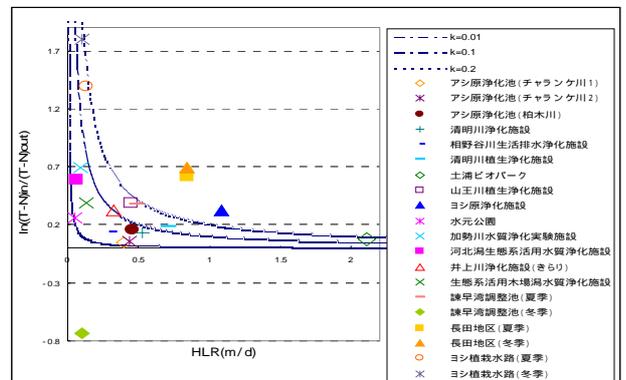


図-2 分解速度定数(濃度の比)

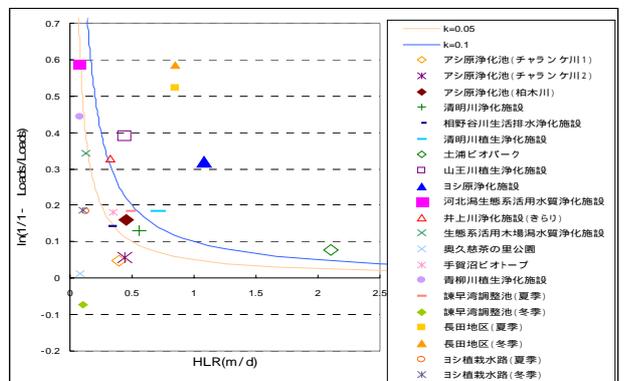


図-3 分解速度定数(汚濁削減量の比)

表-1 長崎市西部下水処理場での水生植物を用いた水質改善の処理効率の検討

流量	流量	全体の流量に対する処理流量の比	HLR	汚濁の種類	C ₁	分解速度定数k	参照事例	C ₂	分解速度定数k	参照事例	C ₁
(m ³ /d)	(l/s)	(%)	(m/d)	(mg/l)	(mg/l)	(1/d)		(mg/l)	(1/d)		(mg/l)
6662.2	77.1	0.20	6.7	T-N	13.5	0.38	ヨシ原浄化施設(橋木橋)	12.8	0.2	平均値	13.1
6662.2	77.1	0.20	6.7	T-P	0.3	0.67	土浦バイオパーク	0.3	0.2	平均値	0.3
6662.2	77.1	0.20	6.7	BOD	3.6	0.17	井上川浄化施設(きらり)	3.5	0.05	平均値	3.6
6662.2	77.1	0.20	6.7	COD	11.1	0.11	土浦バイオパーク	10.9	0.06	平均値	11.0
6662.2	77.1	0.20	6.7	SS	9	1.84	土浦バイオパーク	8.8	0.4	平均値	8.7
3331.1	38.6	0.10	3.3	T-N	13.5	0.38	ヨシ原浄化施設(橋木橋)	12.2	0.2	平均値	12.7
3331.1	38.6	0.10	3.3	T-P	0.3	0.67	土浦バイオパーク	0.2	0.2	平均値	0.3
3331.1	38.6	0.10	3.3	BOD	3.6	0.17	井上川浄化施設(きらり)	3.4	0.05	平均値	3.5
3331.1	38.6	0.10	3.3	COD	11.1	0.11	土浦バイオパーク	10.8	0.05	平均値	10.9
3331.1	38.6	0.10	3.3	SS	9	1.84	土浦バイオパーク	7.9	0.4	平均値	8.4
1666	19.3	0.05	1.7	T-N	13.5	0.38	ヨシ原浄化施設(橋木橋)	10.9	0.2	平均値	12.0
1666	19.3	0.05	1.7	T-P	0.3	0.67	土浦バイオパーク	0.2	0.2	平均値	0.3
1666	19.3	0.05	1.7	BOD	3.6	0.17	井上川浄化施設(きらり)	3.3	0.05	平均値	3.5
1666	19.3	0.05	1.7	COD	11.1	0.11	土浦バイオパーク	10.5	0.05	平均値	10.8
1666	19.3	0.05	1.7	SS	9	1.84	土浦バイオパーク	11.7	0.4	平均値	3.9
1110	12.8	0.03	1.1	T-N	13.5	0.38	ヨシ原浄化施設(橋木橋)	9.8	0.2	平均値	11.3
1110	12.8	0.03	1.1	T-P	0.3	0.67	土浦バイオパーク	0.2	0.2	平均値	0.3
1110	12.8	0.03	1.1	BOD	3.6	0.17	井上川浄化施設(きらり)	3.1	0.05	平均値	3.4
1110	12.8	0.03	1.1	COD	11.1	0.11	土浦バイオパーク	10.1	0.05	平均値	10.6
1110	12.8	0.03	1.1	SS	9	1.84	土浦バイオパーク	11.0	0.4	平均値	3.5