

植物を用いた水質浄化について

本多 雅幸 ・ 浦 伸孝 ・ 若松 大輔 ・ 山内 康生 ・ 石崎 修造

Water Purification of Domestic Wastewater by Plant Cultivation

Masayuki HONDA, Nobutaka URA, Daisuke WAKAMATSU,
Yasuo YAMAUCHI and Shuzou ISHIZAKI

Recently, cleanup of wastewater by plant cultivation has been attracted our attention. The reasons are that is low cost and it is able to remove nitrogen and phosphorus from domestic waste water, and does not need maintenance management.

This time, we tried the purification of domestic wastewater using some garden plants.

As the result, it was suggested to be able to use some garden plants, *Cyperus alternifolius* (SHUROGAYATSURI), *Mentha suaveolens* (Apple mint), and *Zantedeschia aethiopica* (Calla lily) for the water quality purification of domestic wastewater under a natural conditions of Nagasaki Prefecture.

Key Word : plant cultivation, wastewater, water purification

キーワード: 植物栽培 生活排水 浄化

はじめに

生活排水や下水処理場排水等に含まれる窒素やリンは、都市化の進んだ地域の閉鎖性水域において、富栄養化の要因となっており、その除去について様々な研究がなされているが、現在のところ窒素やリンの処理には高度な処理技術を必要とし、また、施設の建設費や維持費に多額の費用を必要とするものが多い。

しかし、近年、中小規模排水処理施設においては植物を利用した水質浄化システムが低コストでかつ簡易な方法であること、また、栽培された植物を地域住民が観賞するなど処理施設の付加機能としても注目を集めている。

当所では長崎県森山町上名地区及び田尻・杉谷地区の2カ所(図1)において平成11年度より農業集落排水処理施設に隣接して植物を利用した実験浄化施設を設置し、排出水を原水として当該浄化施設による水質の変化を調査したので報告する。



図1 実験浄化施設の位置

施設概要

両排水処理施設の下流域は、諫早湾干拓地の調整池となっており、窒素、リンの排出抑制が求められている。このため、農業集落排水施設は窒素の除去率が高く、リンの除去も可能な回分式活性汚泥方式が採用され、計画水質は生物学的酸素要求量(BOD)20mg/L(除去率90%)、浮遊物質(SS)50mg/L(除去率75%)、全窒素(T-N)15mg/L(除去率65%)である。各実験浄化施設の概要は以下のとおりである。

1) 上名地区

5本の長さ20m、幅1.2m、深さ0.45mの遮水シートで被膜したブロック製の水耕栽培路を中心とした試験プラント型実験浄化施設であり、概要は図2のとおりである。

水路に植栽した植物及び使用したろ材は表1のとおりである。

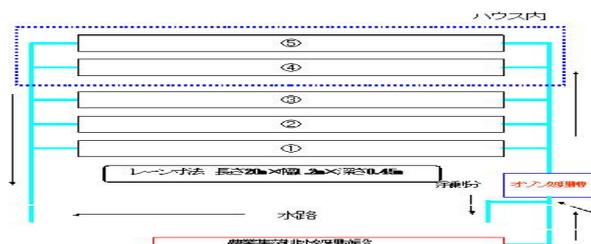


図2 上名地区実験浄化施設

表1 上名地区実験浄化施設植栽植物等

	植栽植物	ろ材
水路1	シュロガツリ	なし
水路2	なし	雲仙普賢岳火山レキ
水路3	リシマキア (-H13) アップルミント(H14~)	雲仙普賢岳火山レキ
水路4	ミニパピルス (-H13) インパチェンス(H14~)	ゼオライト
水路5	フトイ (-H13) カラ- (H14~)	ゼオライト

2) 田尻・杉谷地区

施設周辺は公園、公民館等公共施設があり、地域住民への配慮が求められ、浅いため池を中心とした、親水景観配慮型実験浄化施設を設置した。

具体的には施設下部に景観水路を設置し、併せて周辺に花きを植栽し、施設に公園的雰囲気を持たせた(図3)。

また、施設には植物と併せて底質部に高い浄化能力があるといわれている干潟の土(有明粘土)を使用した(表2)。

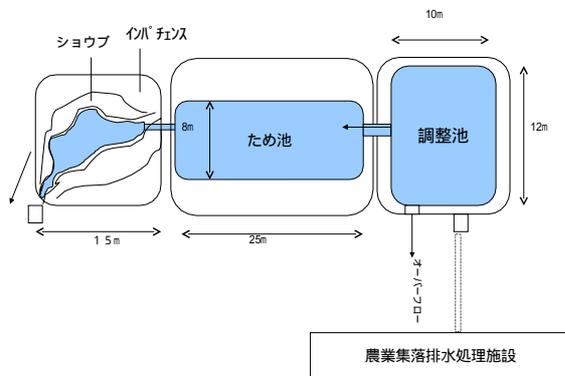


図3 田尻・杉谷地区実験浄化施設

表2 田尻・杉谷地区実験浄化施設植栽植物等

	植栽植物	底質
調整池	シュロガツリ	潟土
ため池	ヨシ	潟土
景観水路	ガキツバ インパチェンス (水路脇)	潟土

調査結果

1) 上名地区

供給される流入水の水質は季節による若干

の変動はあるが、期間平均でT-N 5.4mg/L、全リン(T-P) 2.0mg/L、化学的酸素要求量(COD) 4.0mg/L、BOD 0.2mg/Lと良好であった(図4)。

また、各水路の水質の変化は図6から図10に示すとおり、おおむね流入水と同様の挙動を示した。

各水路排水の年平均値を表3から表6に示すが、T-Nにおいて流入水より若干低い値を示したが、他の項目では流入水とのはっきりとした差は見られなかった。

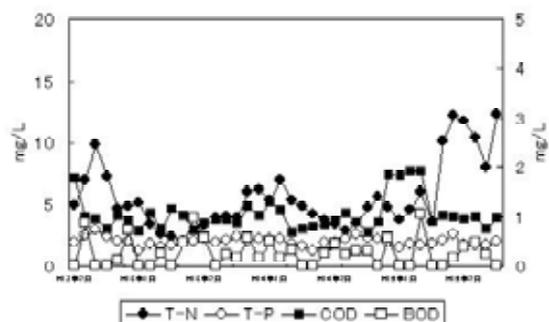


図4 上名地区流入水の水質の推移

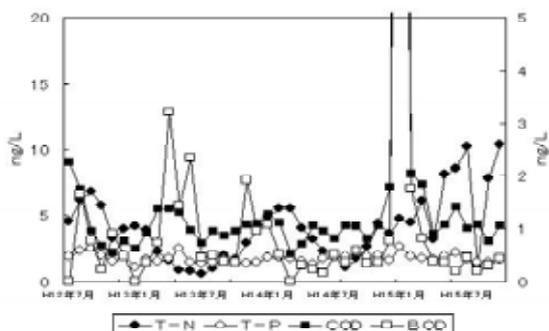


図5 水路1の水質の変化

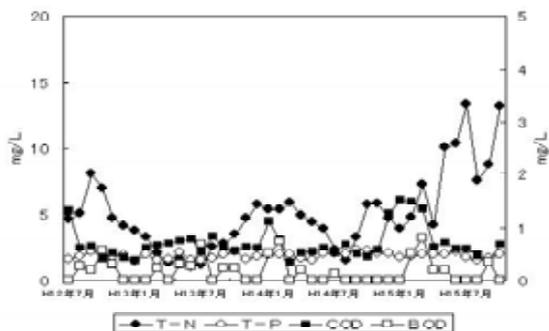


図6 水路2の水質の変化

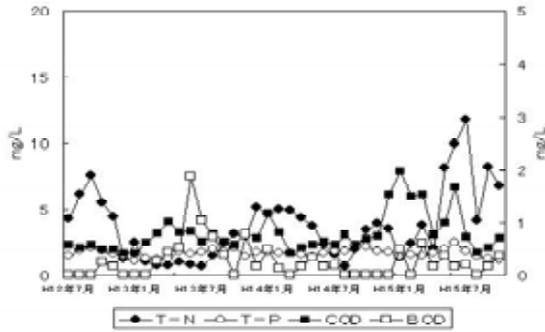


図7 水路3の水質の変化

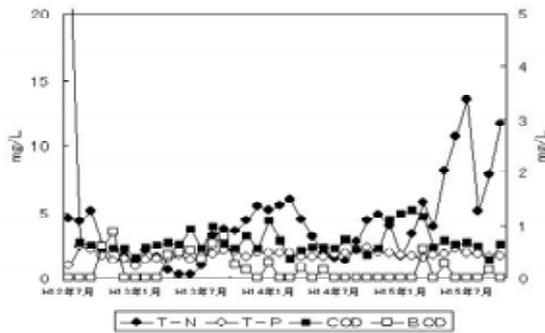


図8 水路4の水質の変化

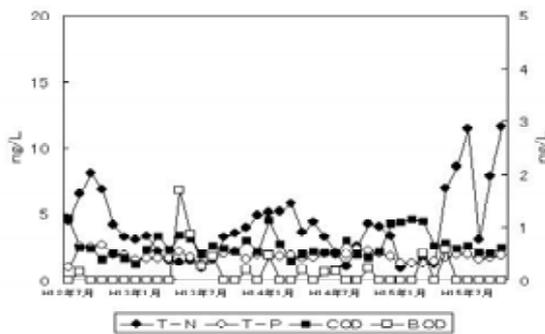


図9 水路5の水質の変化

表3 上名地区各水路排水T-N年平均値 (mg/L)

	H12年	H13年	H14年	H15年
流入水	5.4	4.2	4.2	9.7
水路1	4.5	2.5	3.3	7.0
水路2	4.7	3.4	4.3	2.7
水路3	3.6	2.7	2.7	7.2
水路4	2.7	3.2	3.2	8.6
水路5	4.6	3.1	2.6	7.2

表4 上名地区各水路排水T-P年平均値 (mg/L)

	H12年	H13年	H14年	H15年
流入水	1.9	1.9	1.8	1.9
水路1	1.8	1.6	1.8	1.6
水路2	1.7	1.7	1.9	1.8
水路3	1.5	1.7	1.7	1.6
水路4	1.5	1.8	1.8	1.8
水路5	1.6	1.7	1.8	1.7

表5 上名地区各水路排水COD年平均値 (mg/L)

	H12年	H13年	H14年	H15年
流入水	3.9	3.9	2.6	3.7
水路1	4.3	4.0	10	4.1
水路2	2.4	2.7	1.3	2.2
水路3	2.2	3.0	3.8	3.3
水路4	4.9	2.8	3.1	2.3
水路5	2.3	2.6	2.8	2.3

表6 上名地区各水路排水BOD年平均値 (mg/L)

	H12年	H13年	H14年	H15年
流入水	0.2	0.3	0.2	0.1
水路1	0.5	1.0	3.0	0.3
水路2	0.1	0.2	0.1	0.1
水路3	0.0	0.5	0.1	0.2
水路4	0.1	0.3	0.0	0.0
水路5	0.0	0.3	0.1	0.0

2) 田尻・杉谷地区

供給される流入水の水質は上名地区と同様、季節による変動はあるが期間平均でT-N 6.4mg/L、T-P 2.0mg/L、COD 4.2mg/L、BOD 0.4mg/Lとおおむね良好であった(図10)。

また、各調査地点の水質の変化を図11から図13に示すが、上名地区の結果と同様、流入

水の水質と同じ挙動を示した。

各調査地点の年平均値を表7から表10に示す。T-Nで若干低い値が見られたが、CODやBODでは流入水よりも逆に高い値となった。

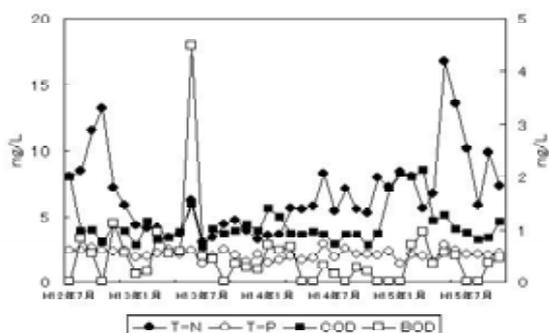


図10 田尻・杉谷地区流入水の水質の推移

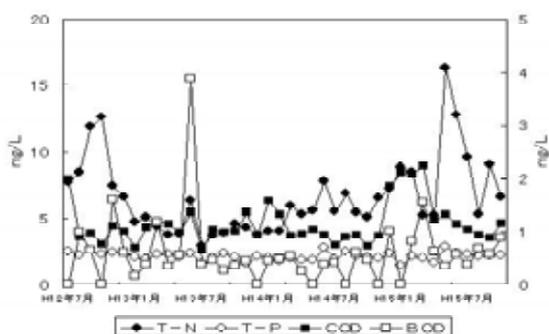


図11 調整池排水の水質の変化

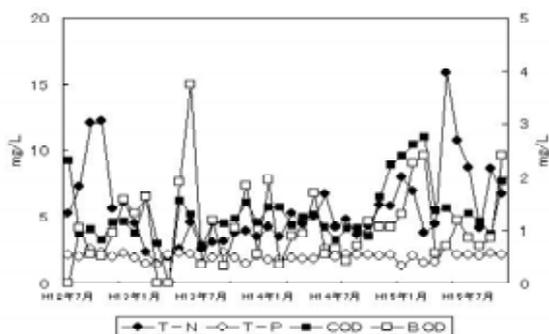


図12 ため池排水の水質の変化

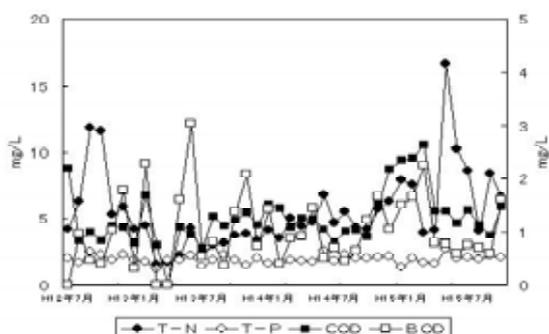


図13 景観水路排水の水質の変化

表7 田尻・杉谷地区各調査地点T-N年平均値 (mg/L)

	H12年	H13年	H14年	H15年
流入水	7.4	4.0	6.6	10
調整池	7.6	4.2	6.4	9.2
ため池	6.3	3.4	5.2	8.4
景観水路	6.1	3.3	5.4	8.3

表8 田尻・杉谷地区各調査地点T-P年平均値 (mg/L)

	H12年	H13年	H14年	H15年
流入水	2.2	1.9	2.0	2.1
調整池	2.2	1.9	2.0	2.2
ため池	1.9	1.9	1.9	2.1
景観水路	1.9	1.8	1.9	2.1

表9 田尻・杉谷地区各調査地点COD年平均値 (mg/L)

	H12年	H13年	H14年	H15年
流入水	4.2	4.1	4.9	4.1
調整池	4.2	4.4	5.1	4.3
ため池	4.7	4.5	6.3	5.2
景観水路	4.5	4.2	6.1	5.0

表10 田尻・杉谷地区各調査地点BOD年平均値 (mg/L)

	H12年	H13年	H14年	H15年
流入水	0.4	0.7	0.2	0.3
調整池	0.6	0.6	0.4	0.5
ため池	0.8	1.1	1.1	1.0
景観水路	0.8	1.1	1.1	0.8

3) 除去速度

汚濁物質除去能力を評価する指標として1日あたりの汚濁物質除去量を単位面積で除した除去速度 ($g/m^2/日$) を用いて、両施設の除去能力について検討した。

上名地区

水路1、3、5ではT-N除去が見られたが、T-Pについては各水路ともあまり除去は見られなかった。

また、CODについては開放型の水路1では汚濁物質の除去は見られなかったが、他の水路では除去傾向が見られた。

BODについては各水路とも除去傾向が見られた。

表11 上名地区T-N除去速度

単位：g/m²/日

	H12年	H13年	H14年	H15年
水路1	0.26	0.36	0.30	0.52
水路2	0.10	0.16	0.01	-0.01
水路3	0.15	0.31		
			0.42	0.33
水路4	0.37	0.14		
			0.17	0.06
水路5	0.12	0.19		
			0.06	0.36

表12 上名地区T-P除去速度

単位：g/m²/日

	H12年	H13年	H14年	H15年
水路1	0.05	0.07	0.01	0.04
水路2	0.03	0.03	-0.01	0.02
水路3	0.04	0.04		
			0.03	0.03
水路4	0.06	0.02		
			-0.01	0.00
水路5	0.02	0.03		
			-0.01	0.03

表13 上名地区COD除去速度

単位：g/m²/日

	H12年	H13年	H14年	H15年
水路1	-0.26	-0.04	-1.2	-0.15
水路2	0.11	0.14	0.32	0.27
水路3	0.12	0.14		
			0.16	-0.04
水路4	-0.26	0.11		
			0.20	0.13
水路5	0.16	0.16		
			0.08	0.16

表14 上名地区BOD除去速度

単位：g/m²/日

	H12年	H13年	H14年	H15年
水路1	0.62	0.45	-4.83	0.55
水路2	0.40	0.42	0.73	0.32
水路3	0.34	0.43		
			0.85	0.46
水路4	0.99	0.42		
			0.67	0.34
水路5	0.40	0.38		
			0.62	0.33

田尻・杉谷地区

T-N除去速度は調整池において調査期間が長くなるほど大きくなり除去傾向が見られたが、T-Pについては除去は見られなかった。

COD、BODについては除去速度が負となり、汚濁物質は増加傾向であった。

また、景観水路を流れるだけで汚濁物質の除去効果が見られた。

表15 田尻・杉谷地区T-N除去速度

単位：g/m²/日

	H12年	H13年	H14年	H15年
調整池	-0.06	-0.05	0.06	0.23
ため池	0.23	0.13	0.21	0.14
景観水路	0.37	0.34	-0.52	0.19

表16 田尻・杉谷地区T-P除去速度

単位：g/m²/日

	H12年	H13年	H14年	H15年
調整池	0.00	-0.01	0.00	-0.01
ため池	0.05	0.01	0.01	0.01
景観水路	0.08	0.19	0.00	0.06

表17 田尻・杉谷地区COD除去速度

単位：g/m²/日

	H12年	H13年	H14年	H15年
調整池	-0.02	-0.07	-0.05	-0.07
ため池	-0.08	-0.03	-0.21	-0.14
景観水路	0.40	0.62	0.45	0.50

表18 田尻・杉谷地区BOD除去速度

単位：g/m²/日

	H12年	H13年	H14年	H15年
調整池	-0.04	0.03	-0.07	-0.07
ため池	-0.04	-0.09	-0.13	-0.08
景観水路	0.08	0.17	0.03	0.47

ま と め

植栽した植物によって汚濁物質の除去能力に差が見られたが、両施設ともT-Nについて除去効果がみられた。しかし、T-Pについては吸着効果を期待して使用した雲仙普賢岳火山レキ及びゼオライトをろ剤として使用したが、ほとんど除去効果はみられなかった。

上名地区では開放型である水路1を除き、CODの除去効果が見られた。これは植栽していない水路2でも同様の効果が見られることから、ろ剤等に

よる物理的な除去効果、また施設の構造上水路部が嫌気状態となるため微生物等の生物的な除去効果によるものと思われた。また、BOD成分の除去効果は全水路でみられ、解放型の水路1においても処理水の滞留時間が約2.0日と長く、他の水路同様、嫌気状態となるため微生物等により除去されたものと考えられた。

田尻・杉谷地区ではCOD、BODが悪化する傾向が見られた。この施設は浅いため池を中心とした景観配慮型のものであり、期間中に施設に昆虫や鳥類など様々な生き物が施設には住み着いた状態となった。このためこれら生物の活動により生じる有機物等が結果に影響したものと考えられた。また、底質に使用した潟土（有明粘土）は、粒子が小さく降雨や風等により簡単に巻き上がることが予想され結果に影響したものと考えられる。

景観水路を流下することにより汚濁物質の除去効果が見られたが、T-N、BOD成分除去には年によるばらつきも見られるが、COD成分の除去に4カ年の差があまりないことから、微生物或いは構造上の物理的な効果により効果が考えられ、周囲に植栽した植物による関与はないと考えられる。

植物を用いた水質浄化は窒素・リンの除去が可能、高度な維持管理を必要とせず、省エネルギー低コストであり、植栽した植物に固定された栄養塩類を系外に出すことでより浄化能力を高めることが可能であると考えられるが、現在のところ植栽植物の有効利用法は確立されておらず、多くの試みがなされている。^{1) 2) 3)}

今回の調査結果から、シュロガヤツリ、アップルミント及びカラーが長崎県の自然条件下で水質浄化に利用可能な園芸植物の可能性が示唆されたが、農業集落排水処理施設の付加設備としては、コスト等まだまだ課題も多く、これら園芸植物の商品価値を高める工夫、或いはより商品価値の高い園芸植物の探索が必要と考えられる。

参 考 文 献

- 1) 山内康生,他：地球にやさしい汚水処理技術の研究・開発（報告1）,長崎県衛生公害研究所報,43,16-19(1997)
- 2) 山内康生,他：地球にやさしい汚水処理技術の研究・開発（報告2）,長崎県衛生公害研究所報,44,10-15(1998)
- 3) 本橋敬之助：水質浄化マニュアル(2002)