

景観に配慮した都市河川水質浄化システム

報告者 大学院総合理工学研究科 東大阪モノづくり専攻
教授 玉井元治

共同研究者 大学院総合理工学研究科 教授 山本全男
大学院総合理工学研究科 教授 宮澤三雄
理工学部建築学科 助教授 楠田一夫
理工学部建築学科 講師 梶井宏修
農学部農芸化学科 教授 藤田藤樹夫
総合理工学研究科 博士研究員 中西亜貴夫

総合理工学研究科 東大阪モノづくり専攻 M1 平尾壽啓
学外共同研究者 (株)フジキン 園田芳輝
奥村組土木興業(株) 吉田宗久

賛助企業
大江化学工業(株)
ダイセル化学工業(株)
奈良炭化工業(株)
畑中産業(株)
大洋マシナリー(株)
畑中産業(株)
エヌビイエル(株)

1. 背景

都市河川は都市圏での水害防止のために治水が行きとどいており、コンクリート三面張り工法により治水面では安全な水系となっている。しかしその一方、河川内の生態系は破壊され、自然浄化機能の低下に伴う河川水の汚濁は都市圏の深刻な問題となっている。都市河川の水質浄化の問題点はその水域の立地上、大規模な水質浄化施設が施工しにくく、コンクリート三面張り河川を多自然型河川へ、大規模に改修工事することは膨大な工事費、治水などの面から困難であるという点にある。

2. 目的

汚濁状態にある都市河川や水辺域に廃棄物をリサイクルした多孔質粒状物と網状体を用いて、水質浄化を行いながら生物多様性を回復させる。その際、緑や花卉類を植生することで水中の窒素やリン類を除去し、富栄養化原因物質自体を水中から除去する。また、緑

化を通して景観に配慮した水辺空間とし老若男女に親しまれる地域空間を創造する。さらに、各種水質、光、香りなどをコントロールし、都市の水辺域に快適なアメニティ空間を創造する。

3. 研究組織

(所属・役職・氏名)

(分担業務)

大学院 総合理工学研究科 東大阪モノづくり専攻
教授 玉井 元治

研究の統括

大学院 総合理工学研究科 教授 山本全男

水や空気の流を解析

大学院 総合理工学研究科 教授 宮澤三雄

汚濁河川の臭いの解析

理工学部建築学科 助教授 楠田一夫

水辺空間の景観設計

理工学部建築学科 講師 梶井宏修

景観評価

農学部農芸化学科 教授 藤田藤樹夫

水質の微生物分解解析

総合理工学研究科 博士研究員 中西亜貴夫

システム製作と水質実験

総合理工学研究科 東大阪モノづくり専攻 平尾壽啓

システム製作と水質実験

学外共同研究者

(株)フジキン 園田芳輝

気泡と水流発生装置の開発

奥村組土木興業(株) 吉田宗久

システム製作と現場搬入・設置

4. 研究方法

1. 水質浄化に有効な粒状物の選定

水質浄化の手法として礫間接触酸化法が用いられている。これは礫の間に汚濁水を通水させて礫の表面に付着する微生物を利用する処理法である。礫に代わる粒状物として、木炭や軽石、さらにはリサイクル材として有望なガラスカレットなどの多孔体が挙げられる。多孔質粒状物は礫などに比べて、単位体積当たり10～数十倍程度表面積が大きく一層の吸着除去が期待できる。

社会環境工学科環境材料学研究室ではそれら粒状物の水質浄化能力試験として、長さ1500 mm, 幅300 mm, 水深600 mmの水槽を4つ作成し、3本の水路に多孔質粒状物である軽石、木炭、廃ガラスをそれぞれ充填し、残り1つの水路にはコントロールとして碎石を用いて、有機物指標や窒素、リン濃度を測定し、最適な粒状物の選定を行う。作成した水槽を図-1に示す。

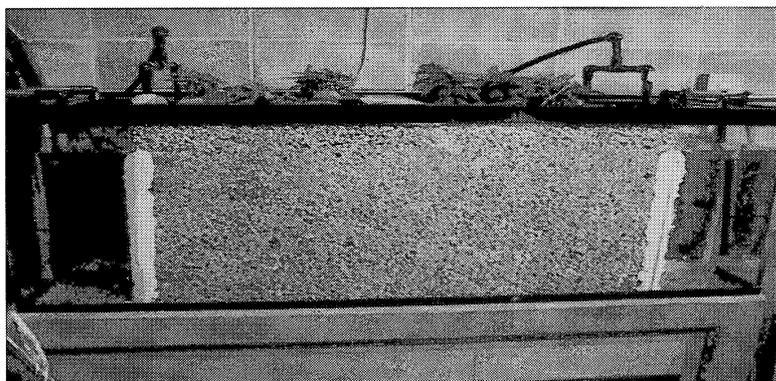


図-1 室内小規模実験で使用した水槽

2. 浮島を用いた水質浄化ユニットの評価

水路内に粒状物を充填し、汚濁水を通水させるとある程度の有機物や無機物の除去効果が確認できた。しかし、河川の断面全域に粒状物を敷き詰めることは、降雨や干満の影響により不可能であり、河川を直接浄化する方法として、水面に浮島型浄化ユニットの設置を試みた。そこで浮島型水質浄化ユニットは河川水の浄化に有効であるのかを判断するため、奥村組土木興業(株)堺湊実験センターの敷地に長さ 5m 幅 4m 水深 2m の水槽を作成し、槽内に浮島型浄化ユニットを設置して水質浄化実験を行った。大型水槽と浄化ユニットを図-2、3 に示す。

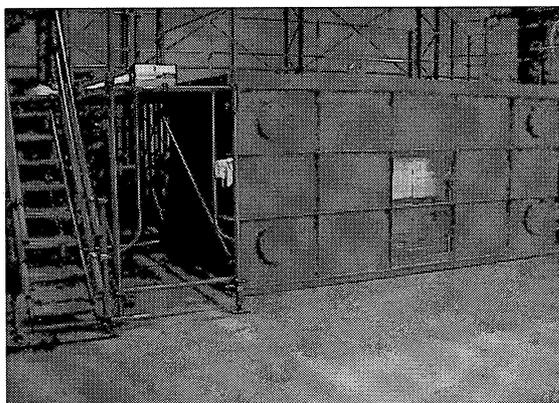


図-2 大型水槽

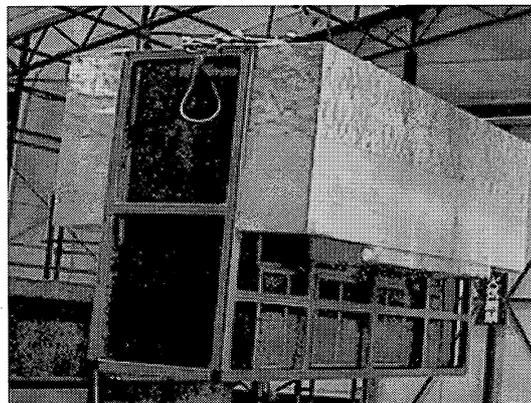


図-3 浮島型浄化ユニット

3. 各種粒状物を充填した網状体への生物調査

網状体に粒状物を充填すれば、粒状物間に間隙ができる。等粒径の場合 45~70%の間隙が出来る。その間隙内に水生微小動物が生息すれば、一層の水質浄化効果が期待できる。粒状物を充填した網状体への生物付着及び生息を確認するため、種類の異なる粒状物（軽石、碎石、廃ガラス等）を充填した複数の試験体を一級河川第二寝屋川（大阪府八尾市）に設置し、試験体内や表面への生物付着を観察した。沈漬状況を図-4 に示す。

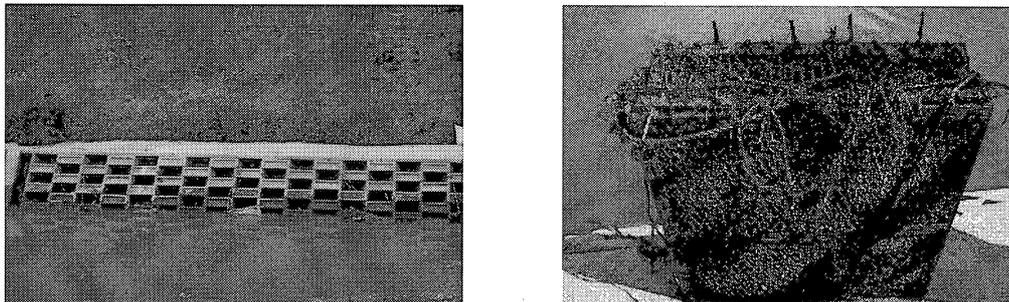


図-4 河川に設置している網状体

4. 新型バブル発生装置の開発

機械工学科流体エネルギー変換工学研究室は主にエアレーションの部分を担当している。研究内容は溶存酸素を効率よく上昇させる装置や送気管が底質や汚泥等で目詰まりを起こさなく、メンテナンスフリーとなるような新たなエアレーション装置の開発を行っている。

5. 臭い成分の分析と開発

応用化学科生物工学研究室は汚濁状態にある河川臭の分析を行っている。またアロマテラピー効果があり、森林浴空間を創造するテルペン酸等の芳香成分を噴霧する装置の検討も進めている。

6. 粒状物に付着する微生物種の特異性、微生物群集の経時調査

本学農学部農芸化学科応用微生物学研究室では実河川域で沈積している粒状物（軽石、木炭、ガラスカレット、碎石）に付着する微生物の菌数測定と DNA 解析による属の特定、また、バイオフィーム形成時の微生物群集の変化を調査している。

7. 実河川実証実験の浄化ユニット作成

都市河川に設置し水質動態や生物生息、景観修景性を含めた総合的な実証実験を行う。実証実験現場は大阪府大阪市都島区中野町 4 丁目の毛馬・桜ノ宮公園内の遊水地である。実験期間は平成 17 年 8 月初旬～9 月下旬にかけての 2 ヶ月間を予定している。遊水地に合わせて製作する浄化ユニットの概観と概略をそれぞれ図-5、6 に示す。

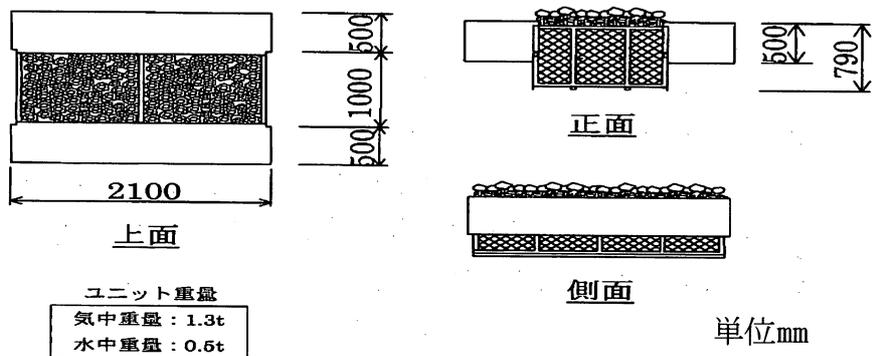


図-5 水質浄化ユニット概観

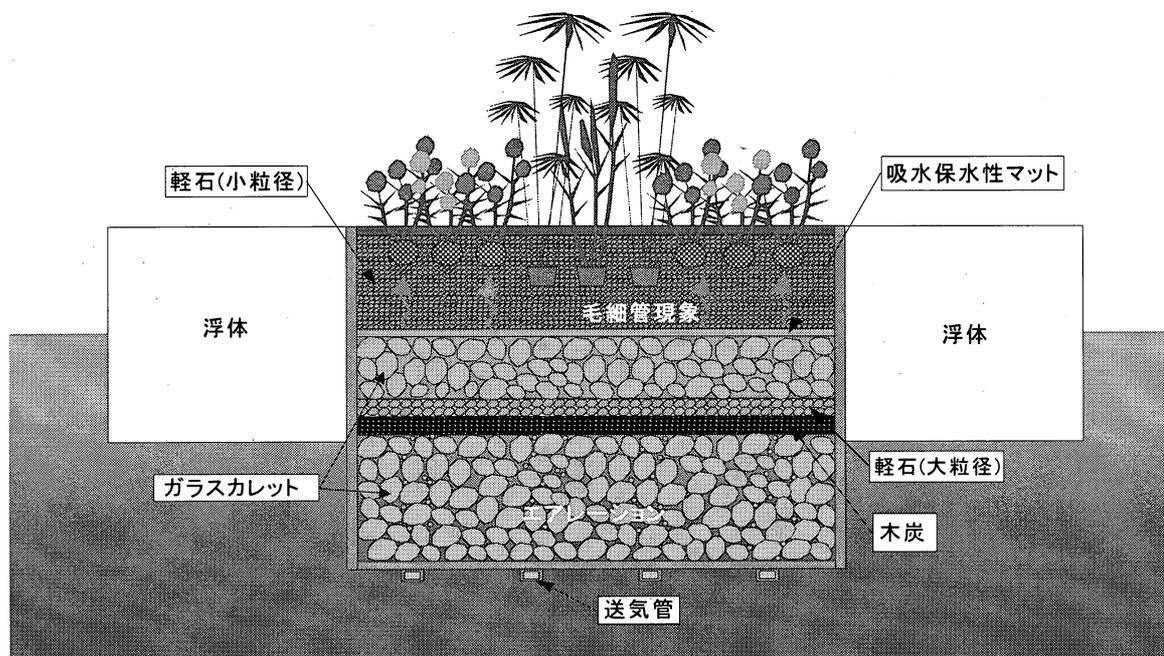


図-6 浄化ユニットの概略

5. 研究成果

研究内容の特徴

1) . 資源循環型社会の構築に貢献

都市河川域の水質浄化と小生物の生息場（ハビタット）として使用する材料に資源循環型社会の構築を目指し、リサイクル材を用いる。例えば、火力発電所から排出されるフライアッシュを原料として製造した人工ゼオライト、廃棄ガラスから製造した多孔質粒状物、廃棄木材を炭化処理した木炭、発泡型の軽量スラグ、発泡スチロール等を用いる。また天然のシラス軽石も併用する。

2) . 都市河川域の水質を浄化しアメニティ空間を創造

上記の各種粒状物を補構材付きの網状体でシールし、都市河川や水辺域に敷設または浮体構造として設置し、粒状物の表面に各種微生物を付着させ、間接的に水質を浄化する。さらに、微生物により生分解した栄養塩類を浄化構造物の上部に植生した植物群により吸収し水中から除去する。この植物群に花卉類を選択することで景観修景性を高める。

3) . 多様性生物を回帰

水質浄化がある程度進行すると、粒状物の間隙中に水生の小動物類が生息し、敷設部分に多様性生物を回帰できることが予測される。さらに水質浄化を促進させる方法として、網状体内部に蛇行させた多孔の帯状物から水と空気を噴射させ内部粒子の表面を洗浄すると共に好気域と嫌気域を制御できるシステムを構築する。

4) . 癒し空間の創造

都市水辺域に植生や生物共生型の景観に配慮した空間が創造されると、老若男女の何れの層にも安らぎと癒し空間を与えることができる。

研究の結果

1. 室内小規模実験結果

粒状物を充填している水路に人工汚濁水を通水させると、有機物指標 (COD) で 80%の除去率を示した。また富栄養化の原因物質である窒素やリン類の除去にも大きく付与していることが確認できた。窒素成分は木炭が良く除去し 80%の除去率であった。また、リン成分では軽石が 70%という高い除去率を示した。実証実験を想定すれば、窒素成分やリン成分に有効な粒状物を混合して充填すると除去期待値が最も高くなる。

2. 奥村組土木興業(株)堺湊実験センターで行った浮島水質浄化ユニットの結果を図-7、表-1 に示す。

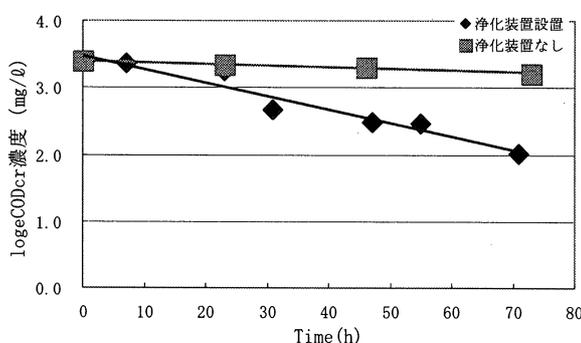


表-1 窒素ならびにリンの除去特性

	T-N	T-P
除去率 (%)	20.0	44.8
除去原単位 (mg/L・5day)	0.6	0.2

図-7 有機性汚濁物質の除去特性

水路内に粒状物を敷き詰めた場合と比較すれば、浮島型水質浄化ユニットの除去能力がやや劣る結果となっている。しかし、河川水に含有している有機物や無機物濃度に対しての除去を考えれば、十分な水質浄化効果が期待できる。さらに、ユニット内に生物がハビタットを形成すれば、浄化能力が増加すると考えられる。

3. 生物生息調査の結果

一級河川第二寝屋川で行った生物生息調査の結果を図-8、表-2 に示す。

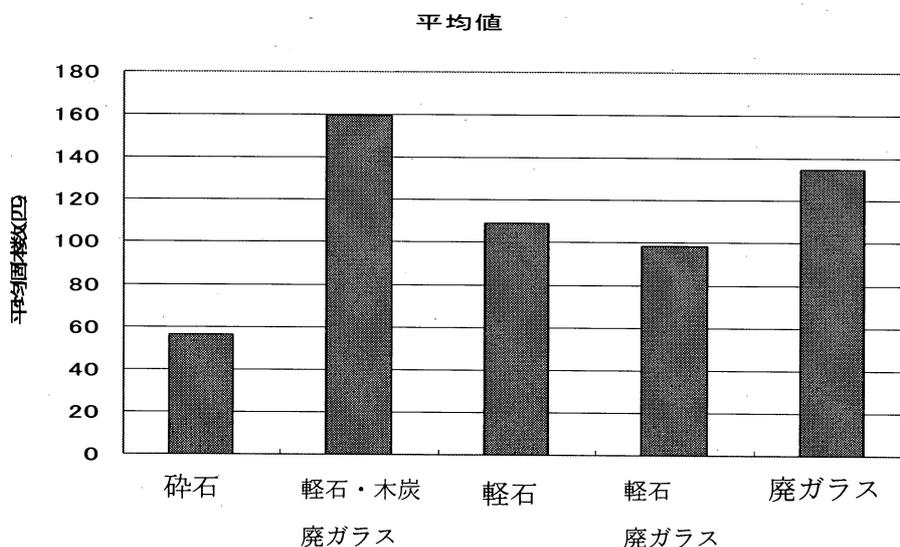


図-8 各種粒状物に生息していた平均個体数

表-2 確認された生物種

種類	目 (亜目)	学名
シマイシビル	シマイシビル	<i>Erpobdellidae</i>
イソコツブムシ	コツブムシ	<i>Gnorimosphaeroma</i>
タニシ	タニシ	<i>Taia polyzonata</i>
イトミミズ	イトミミズ	<i>Tubificidae</i>
ハナアブ	ハエ	<i>Eristalis tenax</i>
アメリカザリガニ	エビ亜	<i>Procambarus</i>
マキガイ	モノアラガイ	<i>Physa acuta Draparnaud</i>
ヤゴ	トンボ	<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>
ボラ	ボラ	<i>Mugi cephalus cephalus</i>
タウナギ	タウナギ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>
モクズガニ	エビ	<i>Hemigrapsus penicillatus</i>

平均生息個体数を見れば、碎石よりも多孔質粒状物である軽石、木炭、ガラスカレット、の方が高く、simpson の多様度指数や多重分散分析などの統計学においても多孔質粒状物有意の結果を得た。また表-2 が示しているように、網状体内は様々な種の生物育成床となっている。

4. 水質浄化ユニットの製作

作成した水質浄化ユニットを図-9 に示す。

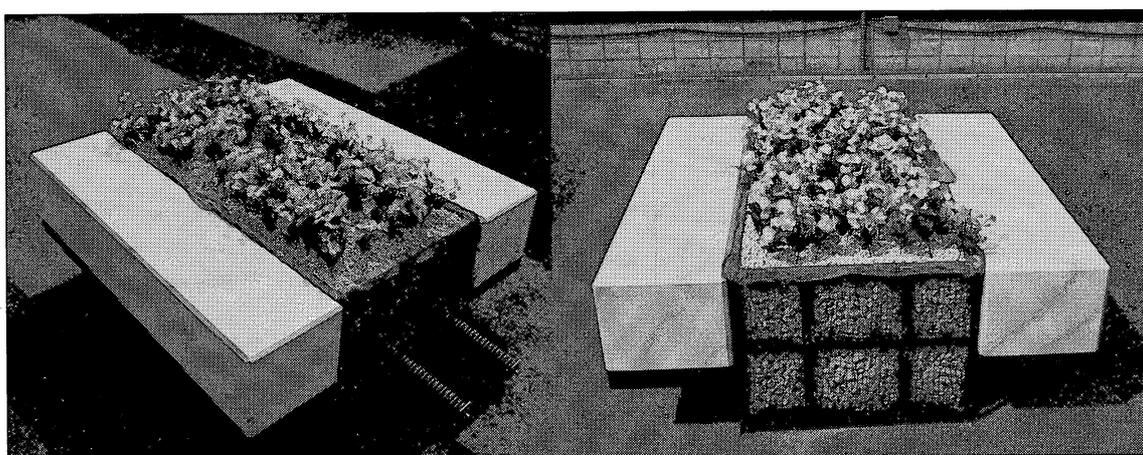


図-9 ユニット外観

得られた成果

1. 資源循環型社会の構築が叫ばれているが、リサイクル素材が製造されても、適切な用途開発がされていないため循環していない。当該システムの確立は、ガラス系、木材系、フライアッシュやスラグ系廃棄物の資源循環に貢献することを明らかにした。
2. 本システムの設置は、水質浄化のみならず多様性生物の復元にも寄与することを示し、さらに、アメニティ空間を創造することを明らかにした。

6. 今後の展開

- 1). 水質浄化機能をさらに上昇させるため、多孔質材料の種類、性質や表面処理とその配置方法および気泡の爆気法やそれらが水質浄化に与える影響に付き研究を行い、システムの改良を目指す。
- 2). 実際の都市河川に本システムを 10 個から 15 個設置し、水質浄化と生物多様性およびアメニティの効果を検証し、報道説明会を開催する。