


# 下水処理水の 藻類増殖抑制・ エストロゲン除去技術


(独)土木研究所  
水環境研究グループ水質チーム  
岡本 誠一郎、平山 孝浩



背景 | 技術の概要 | 効果の実証 | 実施設への適用 | まとめ

## 本日の話題

1. 技術開発の背景
2. 技術の概要  
～「下水処理水の藻類増殖抑制・エストロゲン除去技術」～
3. 藻類増殖抑制効果の実証
4. 実施設への適用事例
5. 本技術の適用について



背景 | 技術の概要 | 効果の実証 | 実施設への適用 | まとめ

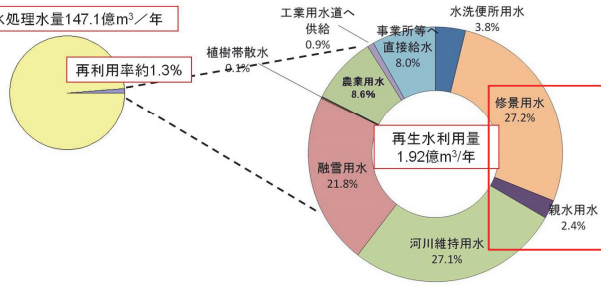
## 下水処理水の再利用・・・

国内では、修景用水、河川維持用水などとしての利用が多いのが特徴


下水処理水量147.1億m<sup>3</sup>/年

再生水利用量 1.92億m<sup>3</sup>/年

再利用率約1.3%



下水処理水の再利用状況(平成22年度 国土交通省下水道部)



背景 | 技術の概要 | 効果の実証 | 実施設への適用 | まとめ

## 下水再生水利用の事例の一部

都道府県	事例名
神奈川県	江川せせらぎ
愛知県	下水道散策路はやかわ
大阪府摂津市	ガランド水路
福岡県粕屋町	せせらぎ水路
大分県大分市	フレッシュアップ府内城
神奈川県横須賀市	水と緑の交流の場・トンボの王国
熊本県長洲町	甕った新塘水路
宮崎県宮崎市	水辺にふれあい葉う・後田川緑道せせらぎの森
静岡県静岡市	身近な水辺と花咲く処理場
富山県黒部市	黒部さららの滝
東京都	城南三河川・清流復活事業
千葉県	再生水による水辺空間との出会い・幕張新都心
北海道札幌市	開拓の歴史・水プロムナード
沖縄県糸満市	うるおいと快適な水と緑のせせらぎ
兵庫県神戸市	下水道が創造するアーバンオアシス
大阪府豊中市	堂々い飛ぶ自然の親水水路
大阪府大阪市	水と緑と生物とがふれあう平野せせらぎの里

国土交通省下水道部「甕る水100選」より

背景 | 技術の概要 | 効果の実証 | 実施設への適用 | まとめ

## 下水再生水利用(修景用水)の事例

### 神戸市兵庫区 松本地区





震災時の火災の経験から、地域住民の参画により、「せせらぎのある松本通り」の構想が具体化。  
神戸市鈴蘭台処理場の高度処理水をせせらぎに放流している。

(引用: 神戸市「まちそだて互版」H19.7  
<http://www.city.kobe.lg.jp/information/project/urban/adjustment/img/kawara04.pdf>)

楽しく和気あいあいとされています。




背景 | 技術の概要 | 効果の実証 | 実施設への適用 | まとめ


## 下水再生水利用の事例





藻類が大増殖すると**景観障害**、**維持管理費**の増大につながる





背景	技術の概要	効果の実証	実施設への適用	まとめ
<p>下水処理水の再利用・・・</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●都市内の水資源として有効利用が求められている。</li> <li>●窒素、リン等の栄養塩類を高濃度に含むため、都市内水路や池などに再利用した場合に、付着藻類や浮遊藻類の大量発生を引き起こす場合がある</li> <li>●凝集剤の大量使用によるリンの高度除去等の方法があるが、高コストである。</li> </ul> <p>下水処理水に対して、簡易な設備、かつ、安価な運転費用により追加的に高度処理を実施し、下水処理水の藻類増殖能を低下することを目的とする。</p>				
				

背景	技術の概要	効果の実証	実施設への適用	まとめ
<h2>2. 本技術の概要</h2> <p>～「下水処理水の藻類増殖抑制・エストロゲン除去技術」～</p>				
				

背景	技術の概要	効果の実証	実施設への適用	まとめ
<h2>2. 本技術の概要</h2> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 凝集剤、逆浸透膜などの高度な手法を用いない、<u>生物処理</u>で、下水処理水放流先における藻類発生を抑制する手法</li> <li>➤ 特別な前処理などを必要とせず、自然発生的な生物膜による処理であり、維持管理が容易</li> <li>➤ 「下水処理水の藻類増殖抑制方法及びその装置」 特許 第5176182号(平成25年4月3日) (土木研究所の単独出願)</li> </ul>				
				



背景	技術の概要	効果の実証	実施設への適用	まとめ
<h2>本技術における担体処理の特長</h2> <p>担体の特徴:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・比重が1程度の中空筒状の樹脂製→曝気・攪拌だけで容易に流動</li> <li>・表面に微生物が付着しやすいよう凹凸がある</li> <li>・微量金属酸化微生物やエストロゲン分解微生物が保持される</li> </ul> <p>担体処理の機構:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水中の微量金属が不溶化され、ろ過装置により水中から除去</li> <li>・担体処理水は、微量金属濃度(特にマンガン)が著しく下がる。</li> </ul> <p>担体処理水には、藻類増殖抑制効果があることを発見！</p>				
				

背景	技術の概要	効果の実証	実施設への適用	まとめ
<h2>3. 藻類増殖抑制効果の実証</h2>				
				

背景 技術の概要 効果の実証 実施設への適用 まとめ

### 藻類増殖抑制効果の実証実験

下水処理水

模擬修景池

活性汚泥処理 (擬似嫌気好気法)

2009年夏季  
7月～9月, 10週間

担体処理反応槽 (HRT 2h)

急速砂ろ過 (ろ過速度 300m/d)

担体処理水

模擬修景水路

独立行政法人 水産研究所

背景 技術の概要 効果の実証 実施設への適用 まとめ

### 模擬修景池実験

水深 100cm  
直径 100cm  
滞留時間 7日

模擬修景池で観測された藻類の繁茂状況

左側：下水処理水を通水  
右側：担体処理水を通水

独立行政法人 水産研究所

背景 技術の概要 効果の実証 実施設への適用 まとめ

### 模擬修景池実験

水面を糸状藻類が完全に覆っている 水面には糸状藻類は見られない

左側：下水処理水を通水  
右側：担体処理水を通水

独立行政法人 水産研究所

背景 技術の概要 効果の実証 実施設への適用 まとめ

### 模擬せせらぎ水路実験

幅 10cm  
水深 8cm  
流速 15cm/s

模擬せせらぎ水路で観測された藻類の繁茂状況

左側：下水処理水を通水  
右側：担体処理水を通水

独立行政法人 水産研究所

背景 技術の概要 効果の実証 実施設への適用 まとめ

### 模擬せせらぎ水路実験

藻類の発生状況に明確な差！

左側：下水処理水を通水  
右側：担体処理水を通水

独立行政法人 水産研究所

背景 技術の概要 効果の実証 実施設への適用 まとめ

水質測定結果(平均値)

項目	単位	下水処理工程	
		ろ過水① 下水2次処理 +砂ろ過	ろ過水② 下水2次処理 +担体処理+砂ろ過
SS	mg/L	1.6	1.1
DOC	mg/L	7.3	6.0
T-N	mg/L	15.7	16.2
T-P	mg/L	0.44	0.37
T-Fe	μg/L	40.7	37.5
T-Mn	μg/L	15.9	0.6

独立行政法人 水産研究所

項目	単位	ろ過水①通水 下水2次処理 +砂ろ過	ろ過水②通水 下水2次処理 +担体処理+砂ろ過
TS	g/m <sup>2</sup>		
T-N	g/m <sup>2</sup>		
T-P	g/m <sup>2</sup>		
T-Fe	mg/m <sup>2</sup>		
T-Mn	mg/m <sup>2</sup>	279	127
Chl.-a	mg/m <sup>2</sup>	383	127

Chl.-a量は、良好な景観と感じられる範囲\* (150mg/m<sup>2</sup>以下)に入っていた。  
\*身近な水環境研究会編(1996) 都市の中に生きた水辺を

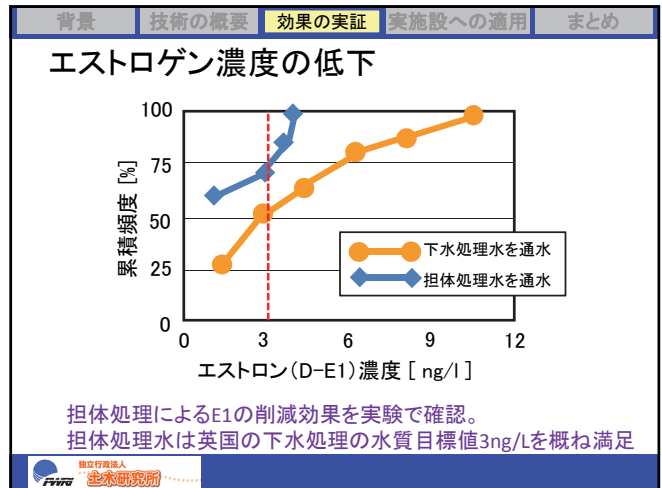
### 実験結果

下水処理水、担体処理水の水質測定結果(平均値)

項目	単位	下水処理水	担体処理水
浮遊物質(SS)	mg/L	1.2	1.0
溶解性有機炭素(DOC)	mg/L	3.6	3.7
全窒素(T-N)	mg/L	5.8	6.0
全りん(T-P)	mg/L	0.19	0.19
総鉄(T-Fe)	μg/L	24.1	20.0
総マンガン(T-Mn)	μg/L	7.2	0.4

担体処理では、溶解性のマンガンが、担体表面上の生物膜(マンガン酸化細菌)によって、不溶態に変換され、ろ過により除去されていた。

- ### エストロゲンの除去
- エストロゲン --- 魚類雌性化などを引き起こす可能性がある物質として社会的な話題に
  - 下水やその処理水中にはエストロゲン類が含まれる(その活性は処理場ごとに大きく異なる)
    - 大部分は17β-エストラジオール(E2)、エストロン(E1)などの遊離体エストロンが寄与
  - 下水処理水ではE1やE2を削減することが有効と考えられる

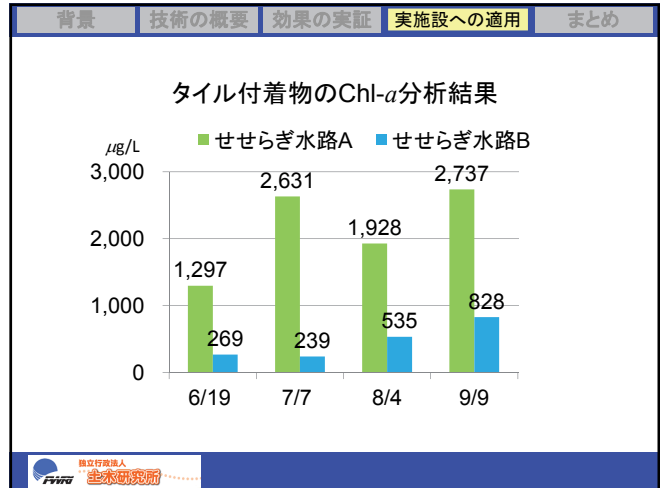


## 4. 実施設への適用事例





項目	単位	せせらぎ水路A	せせらぎ水路B (担体処理水)
DOC	mg/l	3.29	3.98
T-N	mg/l	4.21	1.87
T-P	mg/l	0.21	0.10
T-Fe	μg/l	60.8	10.7
D-Fe	μg/l	6.84	5.66
T-Mn	μg/l	4.85	0.50
D-Mn	μg/l	1.69	0.16
Chl-a	μg/l	28.5	7.13



- 下水処理水に対して、**担体処理(好気性生物膜処理)+急速砂ろ過**を追加することで、せせらぎ水路での付着藻類の増殖を抑制
- 高度処理水中のT-P濃度は、0.5mg/L程度であり、藻類増殖を抑制するレベルとはなっていない
- 溶存態Mn濃度は、担体処理+砂ろ過で、1μg/L以下に低減されており、藻類増殖の抑制因子となった可能性

- ### 5. 本技術の適用について
- 本技術の適用が有効なケース
- ・下水処理水の再利用において、藻類増殖に悩んでいる場所（池、修景水路など）
  - ・特に比較的小規模な修景池、水路への対策として
  - ・再利用施設の清掃などの維持管理費の抑制が必要な場合
  - （・放流先の魚類等への影響(メス化)の軽減が必要な場合）

- ### 5. 本技術の適用について
- 本技術の実用化に際しての課題
- ・土研の単独開発技術であり、施設設計等を専門的に担当できる民間企業が不在
  - ・種々の担体による効果の検証は未実施
  - ・大量の処理水を利用する場合には一定規模の施設が必要
- ぜひ、ご一報下さい
- 処理水再利用時の対策として試験導入を検討している下水道事業者の方
  - 小規模な施設の簡易対策としての導入を検討している方
  - 本技術の製品化、共同研究に関心のある民間企業
  - 本技術(施設)の計画・設計に関心のあるコンサルタントの方

ご清聴ありがとうございました。

問い合わせ先  
 (独)土木研究所水質チーム 岡本、平山  
 E-mail: s-okamoto@pwri.go.jp, hirayama@pwri.go.jp  
 Tel: 029-879-6777