

下水処理水放流先水域に 形成される生物相に関する 調査研究

1. はじめに

下水道の普及にともない、下水処理水が放流水域に占める量的割合が増加している。また、下水処理水を修景用水等として再利用する事例が増加しているが、下水処理水を主たる水源とする水環境において形成される生態系の実態については、現状では十分に把握されていない。

放流先の生態系に対する下水処理水の影響力の大きさから、下水道事業にそれらに対する配慮が求められてきている。そこで下水処理水を用いて多様な水生生態系を創出していくための下水処理のあり方を検討することを最終目的とし、下水処理水の再利用により生成される水環境の実態の解明、環境要因との関連等の検討を行うものである。

2. 調査内容

本機構では、平成8年度から建設省土木研究所から委託を受け、札幌市、東京都、横浜市、大阪府と共同研究を行うことにより、調査研究を進めてきた。平成11年度は、平成8年度から平成10年度までの調査結果を用いて、放流先水域における生物相（付着藻類・底生動物）と水質等の関係を取りまとめた。

3. 調査結果

3.1 処理水放流先での生物相と水質の関係把握

平成11年度は、平成8年度から平成10年度までの調査結果を用いて、放流先水域における生物相と水質等の関係を取りまとめた。

調査箇所である放流先河川の特徴を下記に示す。

- ・ a, c, d川 — 処理水100%のせせらぎ
- ・ b, e川 — 都市河川

(1) 流下距離と生物相の変化

処理水のみを流すせせらぎ（a川・c川）における調査結果を図-1に示す。

a川やc川の結果から、流下距離にともない生物相（生物量、種数、多様性等）の状態が変化する傾向がうかがわれる。すなわち、両せせらぎ共に流下により、生物量は減少し、逆に種数や多様性指数は上昇する傾向が見られる。

しかし、水質については、流下にもなって両河川に共通して明確に変化する項目が見られず、流下距離にともなう生物相の変化要因については不明である。結果として、流下によって水域に生息する生物の多様性指数は上昇しており、放流先の生物多様性を上げるために上流部にも下流部と同様の環境を整えるためには、例えば、処理場内で水路を流して距離を取ってから河川へ放流するといった方策が想定される。しかし、流下過程による生物相の変化が、流下による水質の変化によるものか、流下過程

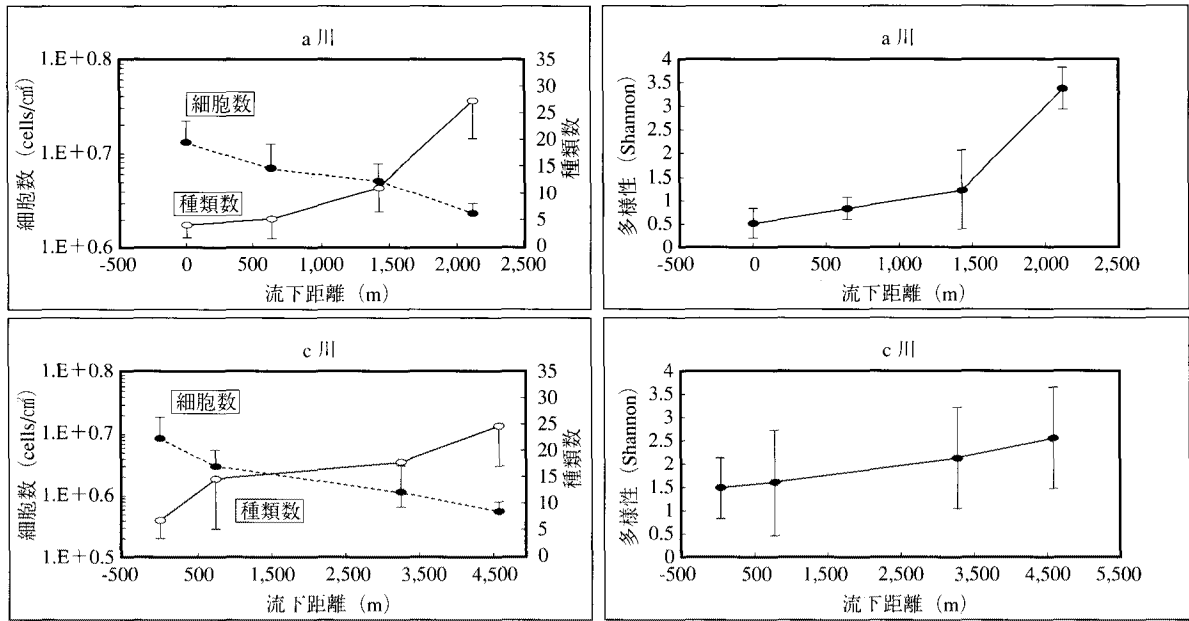


図-1 流下過程における付着藻類相の変化

の距離そのものが変化の要因であるのか、現データからでは推測は難しい。

(2) 処理水が合流することによる生物相の変化

小河川に下水処理水が流入した際に生じる生物相の変化を、b川及びc川における付着藻類の変化から検討した。

図-2に示すように、処理水の合流前後において、細胞数や種類数ではやや減少する傾向がうかがわれる場合もあるが、多様性指数では明確な変化はみられなかった。しかし、生息する生物種の構成は変化

していることから、こういった種構成と多様性を両面から捉えられる指標の導入を検討する必要があると示唆される。また、多様性指数に違いが生じている場合、流入する放流水の質の影響と、流入を受ける河川の流入前の環境及び生物の状態が相互にどのように影響し合うのか、といった点について解析する必要があるが、比較条件を揃えるなどの点について、現データではサンプル数として不足していると思われる。

(3) 消毒方式の違いによる生物相の変化

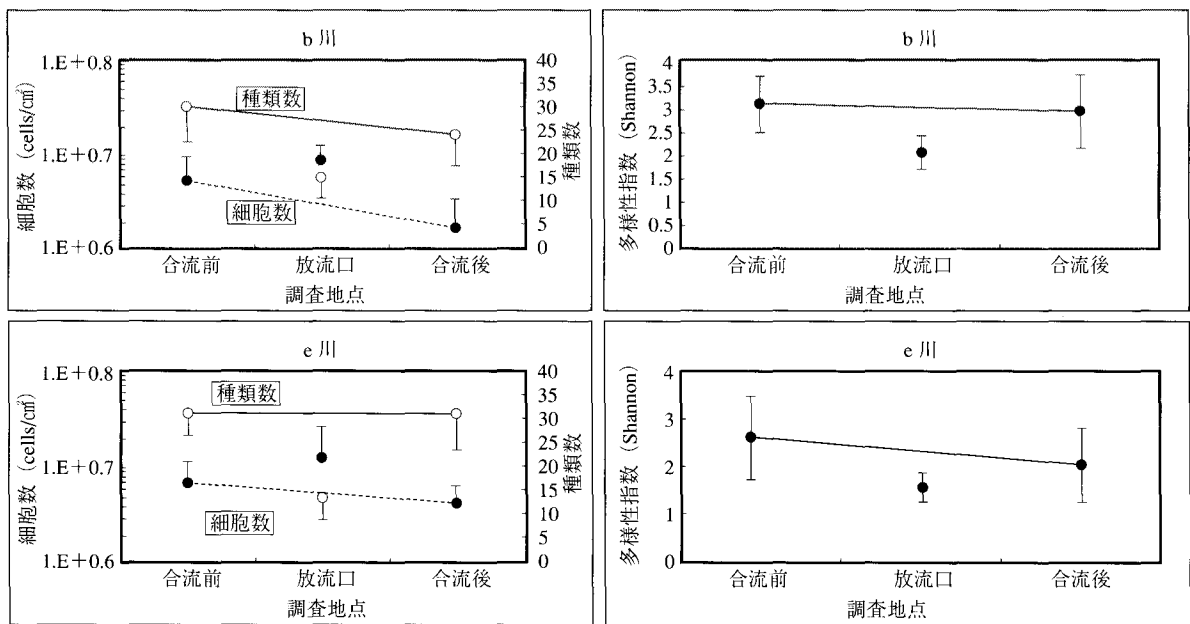


図-2 処理水の流入による付着藻類相の変化

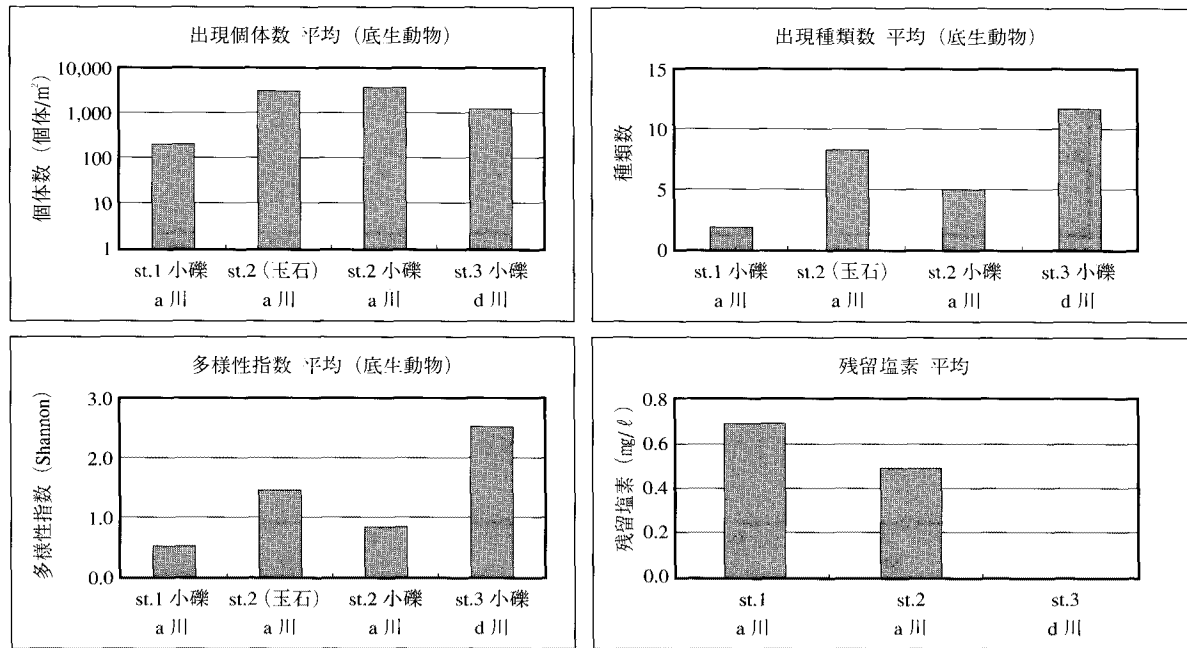


図-3 底生動物と消毒方法との関係

① 付着藻類

付着藻類出現種のうち緑藻類のChlorolobion属が塩素消毒された処理水において特徴的に出現する傾向がみられた。また、オゾンによる消毒がなされている水域と比べ、付着藻類種が単純化していた。

② 底生動物

a川とb川へ放流する処理場では共に急速砂ろ過で処理し、処理水のみを流すせせらぎ水路へ放流している。一方、放流の際の消毒方式として、a川へ放流する処理場では次亜塩素酸塩によって処理しており、b川へ放流する処理場ではオゾン処理を行っている。また、両河川では河床材料の変更実験において比較的類似した河床条件の設定による底生動物についての調査結果が得られており、河床構造の影響を除いた消毒方法の違いによる比較を行うことができると考えられる。図-3において地点名の河床材で、括弧付きのものは元々の河床を示し、それ以外は実験によって設定した河床を示している。

個体数では、塩素消毒で処理されているa川の方が若干多くなり、種類数や多様性といった面では、オゾン消毒であるd川の方が大きな値となった。

従って、塩素消毒では単純な種によって生物群が構成されるが、オゾン消毒では、相対的に多くの種が生息することが可能であることが示唆される。

しかし、a川においても残留塩素濃度が極端に高い放流口近傍においては、種類数が少ないだけでなく個体数も少なくなっており、底生動物は生息そのものが困難であることがうかがえる。

(4) 河床材料の違いによる生物相の変化

生物の生息条件については、水質とともに河床材料によって形成される生息空間も要因として重要であると考えられる。そこで、平成10年にd川において、異なる河床材料の区域を実験的に設定し、形成される生物相にどのような変化が現れるかを調査した結果を示す。

① 底生動物において個体数、種数および多様性指数ともに大礫が最も高く、次いで小礫が高く、レンガが最も低い値を示した。

② 付着藻類については河床材料を砂とした箇所では出現が観察されなかった。また、総細胞数については各素材の間に大きな差は生じなかったが、出現した種数と多様性指数についての傾向は底生動物と同様であった。

(5) 水質と出現種

ここでは、特徴的な傾向を示した例として、トンボ科とモノアラガイ科、ミズムシ科、イトミミズ科の4種の底生動物とアンモニア性窒素濃度との関係を図-4に示した。トンボ科及びモノアラガイ科はアンモニア性窒素の濃度が高くなると出現がみられなくなる。一方、ミズムシ科やイトミミズ科はアンモニア性窒素の濃度がある程度の高さの水中でも生

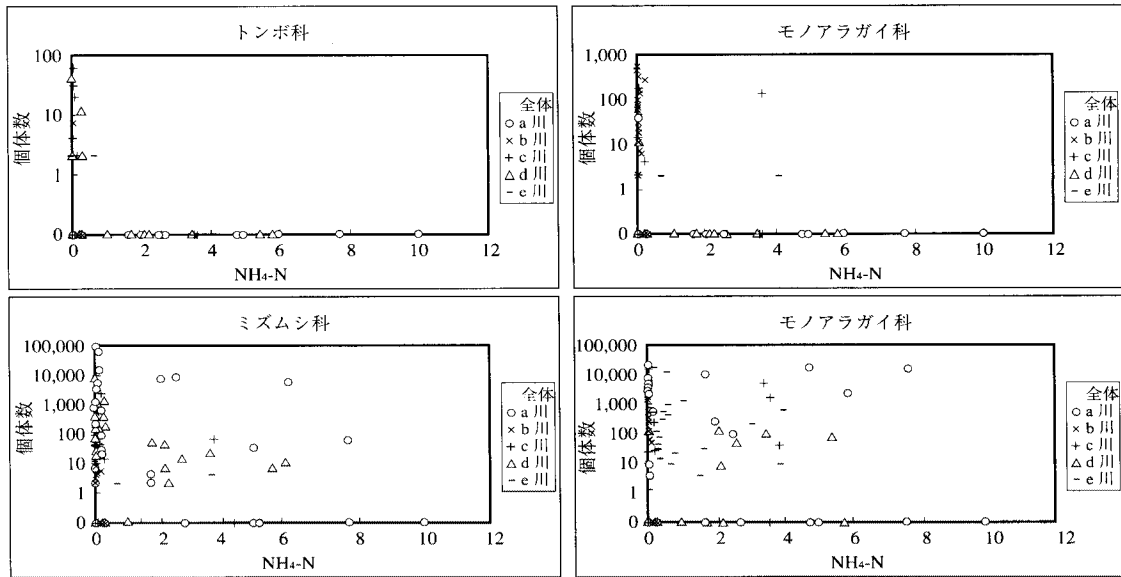


図-4 水質と出現種の関係 (NH₄と底生動物)

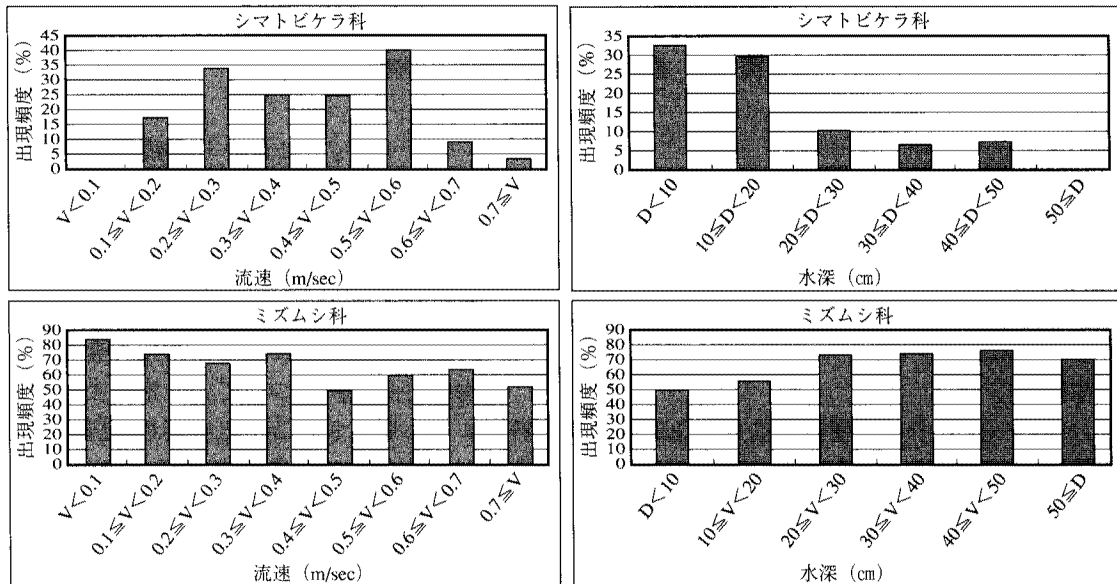


図-5 水理条件と出現種

息が可能であることがうかがえる。

このような傾向から、底生動物の出現種の中にはアンモニア性窒素の濃度によって、生息に制限を受ける種が存在することが示唆される。

(6) 水理条件の違いによる生物相の変化

水理条件として、流速及び水深の違いと出現する底生動物種の間でどのような関係がみられるかを検討した。ここでの比較は、現地で観測した流速または水深の値から流速のレベル毎にデータを分類し、各流速（水深）レベルの中で該当する種が出現した割合をパーセントで表した。結果の例を図-5に示す。

ここから、シマトビケラ科は生息に適する流速としては0.2~0.6m/sec程度、また、生息に適する水深としては20cm未満といった水理条件が示唆される。

一方、ミズムシ科の出現は流速、水深ともに明確な傾向がみられず、生息する水理条件に特定の制限はないことがうかがわれた。

下水処理水が主となる水域においても水理条件と出現種との間に関係がある種があることが示された。

4. まとめと今後の予定

放流先水域における生物相と水質等の関係は、把握できたものもあるが、基礎データ不足で、把握できていない項目が多く、さらなるデータの蓄積が必要である。

●この研究に関するお問い合わせは 研究第一部長 江藤 隆
研究第一部主任研究員 鈴木 文雄
研究第一部研究員 川崎 貴義
研究第一部研究員 石渡 英樹