

テトラサイクリンを添加した環境水中における テトラサイクリン濃度および細菌数の変化

金沢工業大学大学院
金沢工業大学
大石 貴浩
正会員 ○土佐 光司

1. 目的

現在、環境中には多種多様な日用品・医薬品（PPCPs）があふれており、日本の河川でも多種類の PPCPs が 10ppt 以上の濃度で検出されている。しかし、PPCPs をオゾンや活性炭吸着によって浄水・下水処理水で化学的・物理的に浄化処理する研究は進んでいるものの、PPCPs が排出された後の環境生態影響については生物への直接的な影響試験しかなく、生物分解はあまり研究されていない。そのため、PPCPs が環境水中に放出された後に、どのように分解されるのか、どのような微生物によって分解されるのか、どのような影響がでるのかといったことは、詳しくはわかっていない。

本研究では、テトラサイクリン塩酸塩を環境水中に添加して室内で培養し、テトラサイクリン濃度および細菌数の変化を測定し、環境水中での生物分解性および薬剤耐性細菌の増減について検討した。

2. 実験方法

本研究で用いた水は、水道水、下水処理水（未消毒）、雨水、河川水（手取川（手取橋）、宇ノ気川（湖南大橋））、湖水（手取湖）である。また、コントロールとして逆浸透膜処理水（RO 水）を使用し、環境水と同じように試料を作成・培養して培養した。採水した環境水は、24 時間以内に実験を開始した。

対象物質としてテトラサイクリン塩酸塩（東京化成工業）を使用した。三角フラスコに環境水 100ml を入れ、テトラサイクリン塩酸塩を所定の濃度になるように加えて溶解した。

作成した試料はシリコセンで栓をした三角フラスコ中で、暗所、毎分 85 回往復、20℃で振盪培養した。培養中および培養後、試料中のテトラサイクリンを HPLC で測定した。HPLC の測定条件は、移動層：0.01M 酢酸水溶液 75%+メタノール 25%、流量：1.0ml /分、注入量：75 μ l、カラム：Eclipse XDBC8（5 μ m 4.6 \times 150mm）、カラム温度：40℃、検出波長：356nm とした。細菌数は普通寒天培地（栄研化学）を使用し、36 \pm 1℃で培養し、24 \pm 2 時間後に細菌数を測定した。

3. 結果と考察

テトラサイクリン濃度の経日変化を図 1~3 に示す。4 日後にテトラサイクリンの残存率が最も低くなったのは水道水で、1mg/l では 38%まで、5mg/l、10mg/l でも 60~70%まで減少した。次に残存率が低かったのは河川水（宇ノ気川）で 40~70%まで減少した。さらに、雨水や湖水（手取湖）の 1mg/l でも 80%以下まで減少した。しかし、RO 水、下水処理水、河川水（手取川）の全濃度や雨水、湖水（手取湖）の 5mg/l や 10mg/l では 4 日後でも 80%以上残存していた。宇ノ気川の全濃度と水道水の 1mg/l では 1 日目に急激に減少し、その後、緩やかに減少した。水道水の 5mg/l、10mg/l では 1 日目から緩やかに減少した。

水道水で残存率が急減したのは、水道水中の残留塩素によってテトラサイクリンが分解されたためだと考えられる。一方、河川水（宇ノ気川）や雨水、湖水（手取湖）で残存率が減少したのは、別の要因によって分解されたためだと考えられる。

図 4~6 に 0 日目と 4 日目の細菌数を示す。細菌は水道水のすべての濃度で検出できず、RO 水や河川水（手取川）、湖水（手取湖）の 0 日目の 10mg/l でも検出できなかった。下水処理水と湖水（手取湖）の全濃度、RO 水と河川水（手取川）の 1mg/l、5mg/l、10mg/l や河川水（宇ノ気川）の 5mg/l、10mg/l では 4 日後の細菌数が増加した。しかし、雨水の全濃度と河川水（宇ノ気川）の 1mg/l では細菌数が減少した。

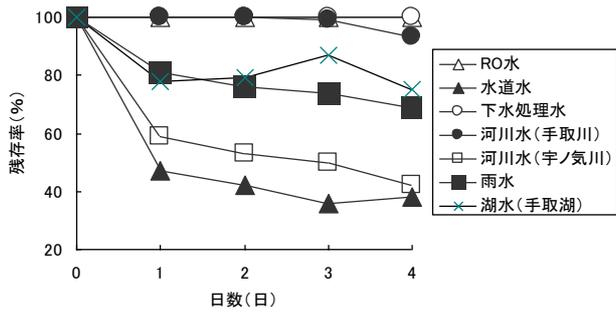


図1 テトラサイクリン濃度の変化(初期濃度:1mg/l)

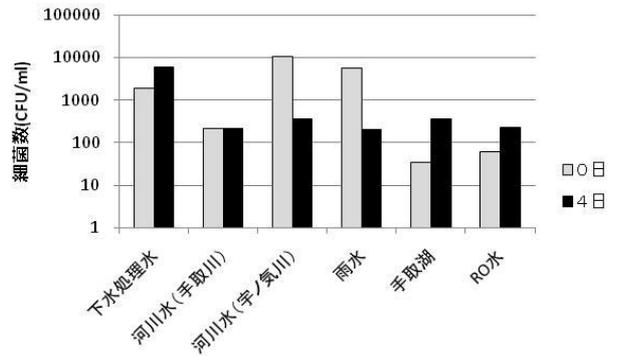


図4 細菌数の変化(初期濃度:1mg/l)

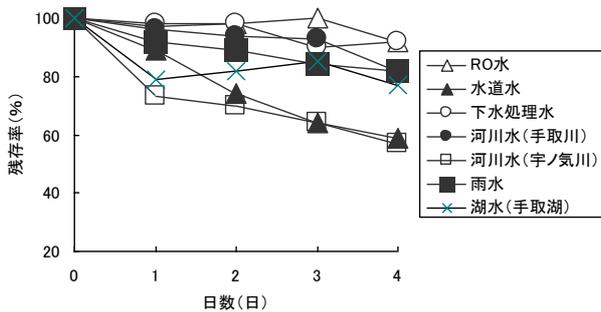


図2 テトラサイクリン濃度の変化(初期濃度:5mg/l)

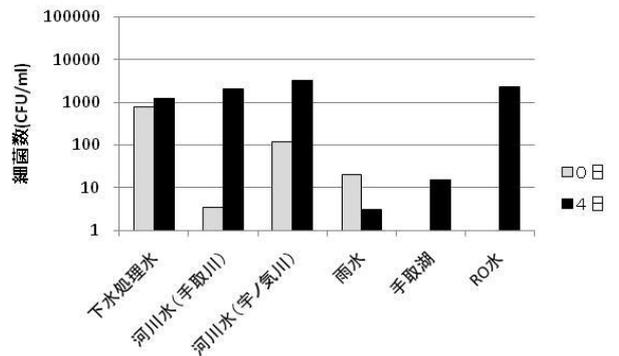


図5 細菌数の変化(初期濃度:5mg/l)

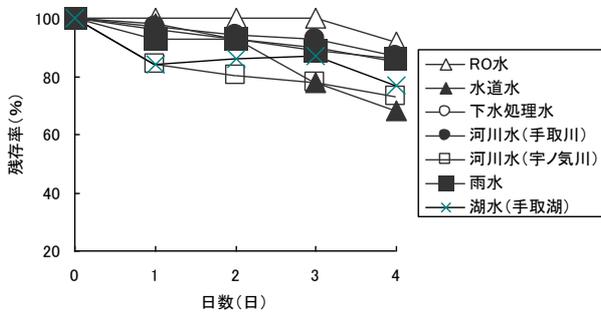


図3 テトラサイクリン濃度の変化(初期濃度:10mg/l)

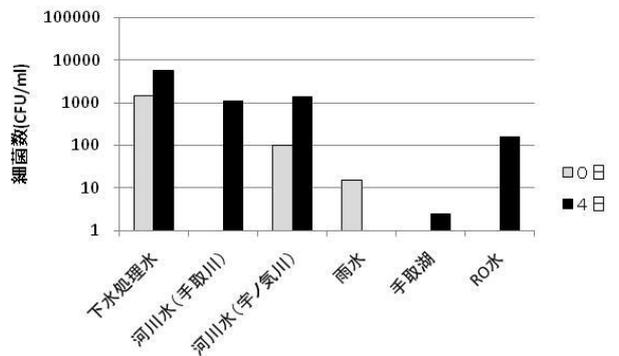


図6 細菌数の変化(初期濃度:10mg/l)

下水処理水や湖水(手取湖)での増殖率は、どの濃度でも同程度であったが、河川水(手取川)ではテトラサイクリンの濃度が高いほど増殖率が大きくなり、雨水ではテトラサイクリン濃度が高いほど増殖率が小さくなった。また、河川水(宇ノ気川)では5mg/lで、RO水では1mg/lで増殖率が最大になった。

河川水(宇ノ気川)の5mg/lや10mg/lで細菌数が増加したのは、テトラサイクリンを分解している菌やテトラサイクリンが高濃度でも生存できる菌(耐性菌)が増殖したためだと考えられる。

4. まとめ

本研究では、河川水(宇ノ気川)ではテトラサイクリンが大きく減少し、生物分解が生じたと考えられる。一方、水道水以外の環境水では細菌が増殖したにもかかわらず、テトラサイクリンが多く残存していた。細菌数や細菌の増殖率とテトラサイクリンの残存率には直接的な関係性がみられなかった。