

テトラサイクリンの環境水中での生物分解

金沢工業大学 大石貴浩
金沢工業大学 正会員 土佐光司

1. はじめに

現在、環境中には多種多様の日用品・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¹⁾。中でも、テトラサイクリン系薬剤は動物用抗生剤として畜産や養殖漁業などで幅広く使用されており、国内の動物用抗生剤の成分別の販売量では 43% を占めている²⁾。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。

そこで本研究では、テトラサイクリンを環境水中に添加して室内で培養し、HPLC と細菌測定によってテトラサイクリンの残存率と細菌の生存率・増殖率を測定し、環境水中での生物分解性を調べた。

2. 方法

2-1 試料採水

本研究で用いた環境水は、水道水、下水処理水、河川水 (手取川 (手取橋)、宇ノ気川 (湖南大橋)) である。採水した環境水は広口瓶 (HDPE 製) に満水で採水し、採水から 24 時間以内に実験を開始した。

2-4 試料作成

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。

2-3 培養条件

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°C で振盪培養した。また、コントロールとして 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。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。

2-4 HPLC 測定条件

HPLC は Agilent 社の 1100 シリーズを使用した。測定条件を表 1 にまとめた。

表 1 HPLC 測定条件

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 m4.6 \times 150mm)	
カラム温度	40°C	
検出波長	356nm	

2-5 細菌測定

培地は普通寒天培地 (栄研化学) を使用し、36 \pm 1°C 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

3-1 テトラサイクリン残存率

1 日ごとのテトラサイクリンの残存率の経日変化を濃度別に示したものを図 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。RO 水、下水処理水、河川水 (手取川) では 4 日後でも 80~100% 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) 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。

3-2 細菌数と増殖率

0 日目と 4 日目の細菌数を環境水の濃度別に示したものを図 4~6 に示す。細菌は水道水のすべての濃度で検出できなかったほか、河川水 (手取川) の 0 日目の 10mg/l でも検出できなかった。下水処理水の全濃度、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が、河川水

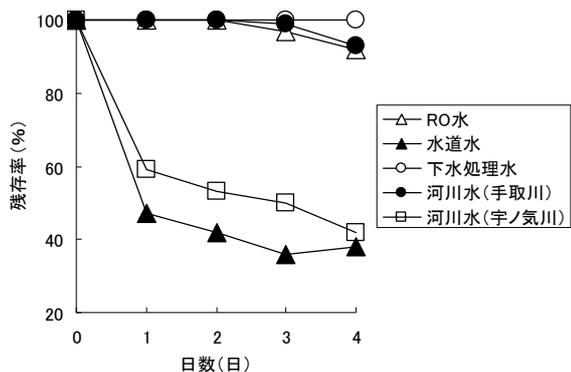


図1 テトラサイクリン残存率の経日変化(1mg/l)

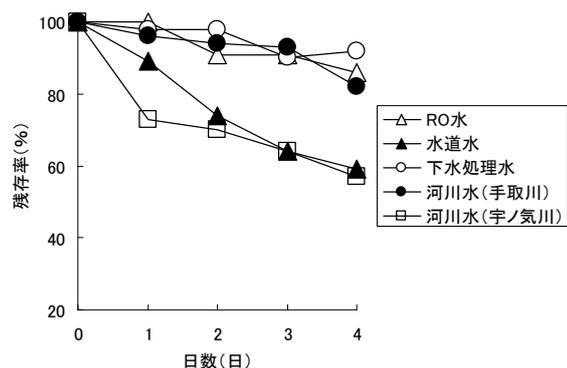


図2 テトラサイクリン残存率の経日変化(5mg/l)

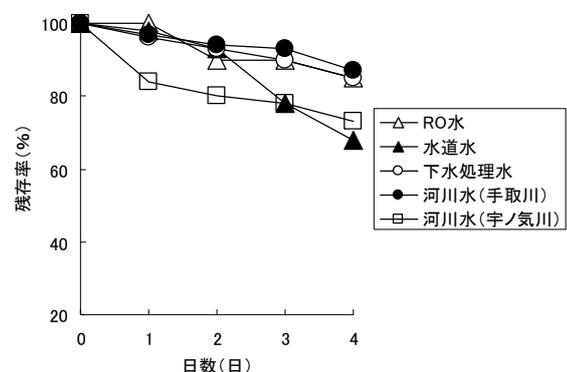


図3 テトラサイクリン残存率の経日変化(10mg/l)

(宇ノ気川) の0mg/l、1mg/lでは減少し、河川水(手取川)の0mg/lではほとんど変化しなかった。

下水処理水では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った。また、河川水(宇ノ気川)では5mg/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では細菌数が増加した。これは、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が増殖したためだと考えられる。

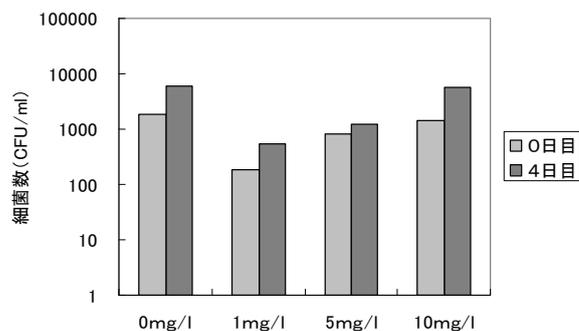


図4 下水処理水での濃度別細菌数

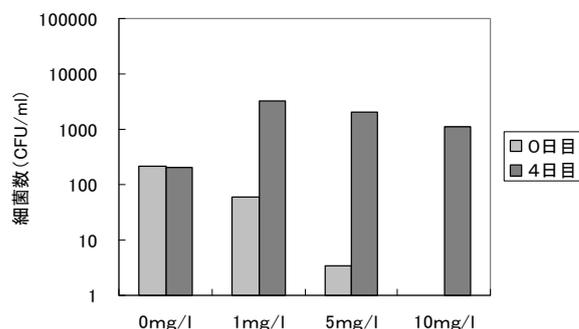


図5 河川水(手取川)での濃度別細菌数

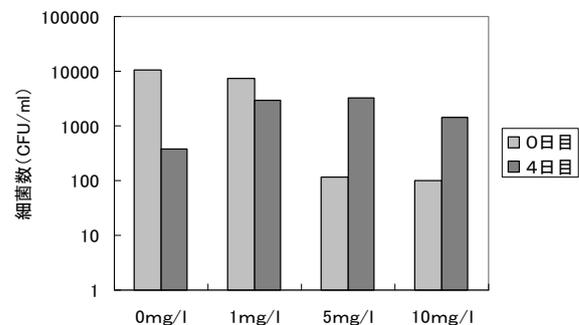


図6 河川水(宇ノ気川)での濃度別細菌数

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、下水処理水や河川水(手取川)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。そのため、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関係性が見られなかった。

参考文献

- 1) 中田典秀他: 用水と廃水, 50(7), 559-569, 2008.
- 2) 田村豊他: 日獣医誌, 56(11), 685-691, 2003.