

藻類付着生物膜による微量環境汚染物質除去に関する基礎的研究

早稲田大学創造理工学研究科	学生会員	○中井 壮洋
早稲田大学創造理工学研究科	学生会員	杉浦 英樹
早稲田大学創造理工学研究科	学生会員	岸田 直裕
早稲田大学理工学術院	正会員	榊原 豊

1. はじめに

近年、水環境中で環境ホルモンや抗生物質などの微量環境汚染物質が検出されており、それらのヒトや生態系に対する影響が懸念されている。天然女性ホルモンである 17β エストラジオール(E2)、抗生物質であるテトラサイクリン(TC)等は尿中に mg/l のレベルで存在し、都市下水や畜産排水を経由して排出され、水環境中では ng/l のレベルで存在する。このような背景から、環境汚染物質の物理化学的処理や生物処理などの処理法が検討されている。本研究では、栄養塩類の他に、種々の汚染物質の除去が検討されている微細藻類¹⁾を自然発生させた藻類付着生物膜を用い、E2 および TC に対する除去能力について実験的に検討した。

2. 実験装置及び方法

図1に示すような実験水路(長さ1m、幅5cmで容積約800ml)を作製し、水路底面に白いレンガを敷きつめ、その上に藻類付着生物膜を自然発生させた。また、実験結果の比較のため藻類付着生物膜を全く発生させないブランク水路と、光を遮断して藻類以外の生物膜のみを発生させた水路を作製し、計3本の水路を使用して連続処理実験を行った。また、写真1に実験期間中に観察された厚さ約2~3mm程度の藻類付着生物膜の様子を、写真2に厚さ約0.5mm程度の微生物膜の様子を示す。

実験は、 17β エストラジオール(E2)とテトラサイクリン(TC)をそれぞれ2mg/l、200 μ g/l で含む人工廃水と、表1に示す濃度に調整したホーグランド培養液を水路に約5ヶ月間連続供給し、処理水中のE2及びTC濃度を分析することにより藻類付着生物膜の除去能力について比較検討した。

ここで、ブランク水路については、藻類や微生物が発生しないようにホーグランド培養液の代わりにイオン交換水を用いた。微生物水路については酢酸塩を有機炭素濃度20mg/lで供給した。また、水路への流入濃度はE2を1mg/l、TCを100 μ g/lに設定し、HRT=12h、循環流量35l/day、照度3000lux、明・暗条件を16・8hとした。なお、ブランク水路については、わずかに緑色の生物膜が目視されたため、実験開始132日目に約40mg/lの次亜塩素酸ソーダを添加した。

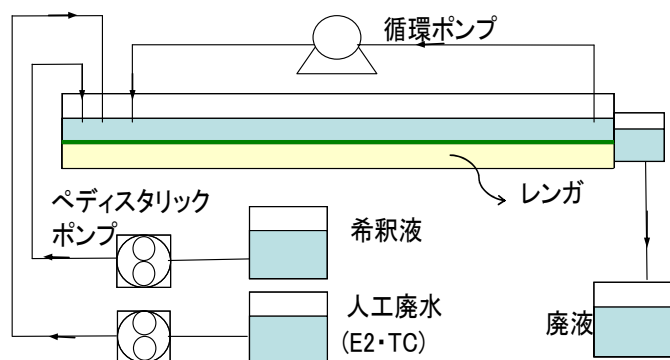


図1. 実験装置図



写真1. 藻類付着生物膜の様子

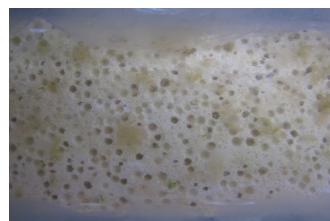


写真2. 微生物膜の様子

キーワード 藻類 生物膜 17β エストラジオール テトラサイクリン

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51-16-11 早稲田大学理工学研究科榊原研究室 TEL03-5286-3902

3. 実験結果および考察

図 2 に 17β エストラジオール(E2)の処理結果、図 3 にテトラサイクリン(TC)の連続処理結果を示す。

図 2 からわかるように、E2 は藻類付着生物膜により 100 日間以上安定して除去された。平均除去率は約 85%であり、微生物膜水路及びブランク水路より大きな値であった。なお、ブランク水路を次亜塩素酸ソーダで消毒すると、ブランク水路の流出濃度が流入濃度に近づく傾向が見受けられた。したがって、消毒前に存在していたわずかな藻類により E2 が除去されていたと思われる。また、藻類の存在しない微生物水路でも E2 が除去されていることから、藻類以外の微生物も E2 除去に関与すると考えられる。

一方、テトラサイクリンに関しては、図 3 に示すように藻類付着生物膜による水路とブランク水路により、共に 50%程度除去され、両水路の流出濃度は同程度であった。別に行った吸着実験より、テトラサイクリンは水路底面のレンガに吸着しやすいこと、さらにテトラサイクリンのみを溶かした溶液を照射条件下で 24 時間放置したところ濃度の減少が生じた。今後はテトラサイクリンの生物分解に合わせ、吸着や光分解の影響についても検討する必要があると考えられる。

表 1 ホーグランド培養液の組成

成分	mg/l
Ca(NO ₃) ₂ ・4H ₂ O	59.0
KNO ₃	25.3
MgSO ₄ ・7H ₂ O	24.6
KH ₂ PO ₄	6.80
Fe-EDTA	2.26
MnCl ₂ ・4H ₂ O	0.180
ZnCl ₂	0.0104
CuCl ₂ ・2H ₂ O	0.00537
Na ₂ MoO ₄ ・2H ₂ O	0.00505
H ₃ BO ₃	0.286

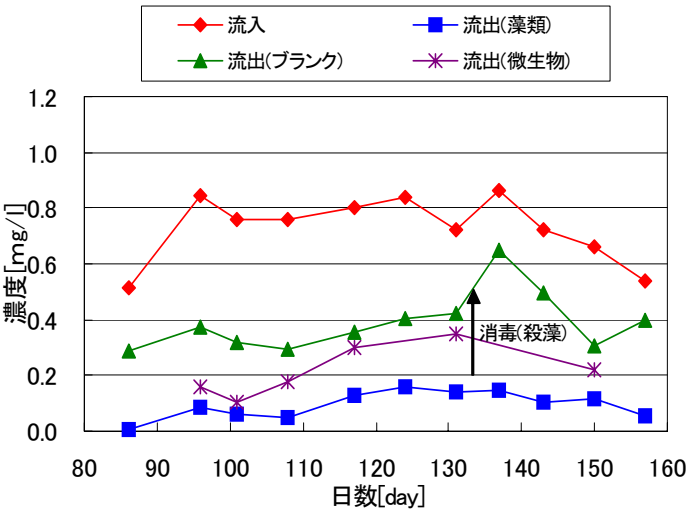


図 2. 17β エストラジオールの処理結果

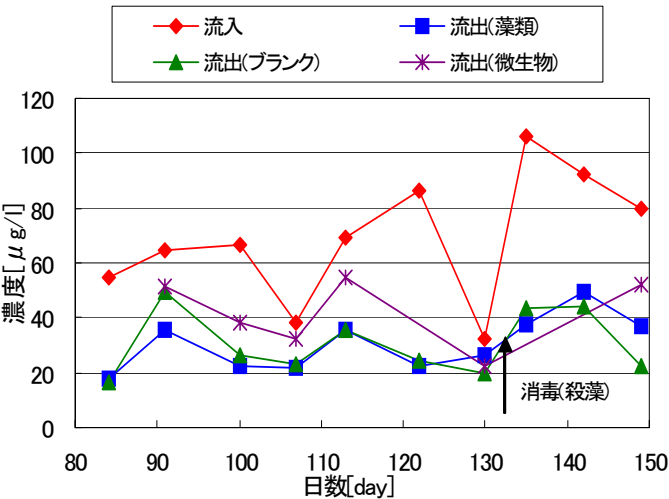


図 3. テトラサイクリンの処理結果

4. まとめ

17β エストラジオールは、藻類付着生物膜によって 5 ヶ月以上効率よく除去された。テトラサイクリンは生物除去の他に吸着や光分解による影響も考えられた。今後は異なる負荷条件下の処理能力および吸着、光分解を含めた処理メカニズムについて検討する予定である。

参考文献

1) Raul Munoz , Benoit Guieysse: Algal-bacterial processes for the treatment of hazardous contaminants: A review, Water Research, **40**, 2799-2815 (2006)