

生物活性炭による  $17\beta$ -エストラジオールの分解特性

岐阜大学工学部 学生会員 ○小原 彩

岐阜大学工学部 正会員 李 富生

岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 湯浅 晶

## 1. はじめに

内分泌攪乱化学物質（いわゆる環境ホルモン）は正常なホルモン作用に影響を与えるため、環境汚染問題の一つとして注目を集めている。特に、 $17\beta$ -エストラジオール( $E_2$ )は人間や動物から排出される天然の環境ホルモンであるため、下水処理工程における処理性によって河川や湖沼などの水道水源に混入することが考えられる。そこで本研究では、高度浄水処理場に用いられる生物活性炭による  $E_2$  の分解能の有無を評価するため、寒冷地の河川水を処理対象としている浄水場の活性炭吸着処理施設より採取した生物活性炭の付着微生物を用いて、VSS 濃度または生物活性炭濃度と  $E_2$  の初期濃度、並びに水温を変化させた条件下における回分式生物分解試験を行い、 $E_2$  の経時変化の動きから生物活性炭による分解特性を検討した。

## 2. 実験方法

生物活性炭としては、寒冷地の河川水を水源とする A 浄水場（処理方式は凝集・沈殿・粒状活性炭吸着・砂ろ過）に設置した活性炭吸着塔から採取したものとした。採取時(水温約  $0.7^\circ\text{C}$  の冬季)における活性炭(粒径  $1.2\text{mm}$ , STL-820:東洋カルゴン)の使用歴は4年8ヶ月であった。採取した生物活性炭を蒸留水にてすすぎ、表面に軽く付着したマイクロブロックを取り除いた。洗浄後の生物活性炭に一定量の試料水を加えて超音

表1 実験条件

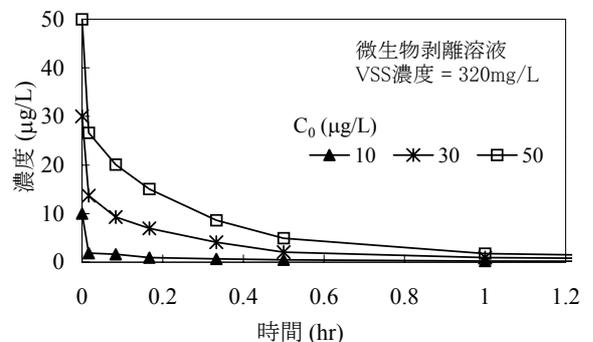
		活性炭 (g/L)	VSS (mg/L)	水温 ( $^\circ\text{C}$ )	$E_2$ の初期濃度 ( $\mu\text{g/L}$ )		
					10	30	50
実験1	微生物剥離溶液	/	320	20	10	30	50
			80		30		
	生物活性炭溶液	200	/	20	10	30	50
		50			30		
実験2	微生物剥離溶液	/	100	5	30		
				10			
	生物活性炭溶液	50	/	20			
				35			

波処理( $50\text{kHz}$ ,  $120\text{W}$ , 20分間)により得た微生物の剥離液（微生物剥離溶液と称す）及び生物活性炭に試料水を加えた懸濁液（生物活性炭溶液と称す）を分解実験に供した。試料水は活性炭吸着塔の流入水(沈殿処理水)を  $1\mu\text{m}$  のガラス繊維フィルターでろ過したものとした。

滅菌済みの反応器（ $200\text{mL}$  の三角フラスコ）に VSS 濃度または活性炭濃度を調整したのちの混合溶液を  $150\text{mL}$  採り、振盪培養器を用いて攪拌しながら所定量の  $E_2$  標準溶液を加えて分解試験を開始させた。実験条件を表1に示す。使用した  $E_2$  は市販の標準物質(和光純薬)をメタノールにて溶かしたもの( $100\mu\text{g/mL}$ )とした。反応器から経時的に採取した混合溶液を直ちに遠心分離器にかけ、その上澄み液を  $0.45\mu\text{m}$  のメンブランフィルター(PTEF材質)でろ過した。ろ液中の  $E_2$  の濃度は LC-MS (HP1100 シリーズ LC/MSD)にて定量した(Column: Zorbax Eclipse XDB-C8,  $\phi 4.6\text{mm} \times L150\text{mm}$ ; Eluent:  $\text{MeOH}/\text{H}_2\text{O}=70:30$ ; Mode: Negative (SIM); Fragmentor:  $120\text{V}$ ).

## 3. 結果と考察

微生物剥離溶液による  $E_2$  濃度の経時変化を図1に示す。時間の増加に伴って  $E_2$  濃度が低下し、その低下は0.5時間までに速やかであった。分解開始から1時間までにおける  $E_2$  の残留濃度は、 $E_2$  の初期濃度が低い場合に比べて高い場合の方が高くなっている。また、生物を付着させたままでの生物活性炭溶液の場合においても同様な傾向が図2より示される。ただし、生物活性炭を用いた場合、付着してい

図1  $E_2$  の分解特性に及ぼす初期濃度の影響

キーワード 生物活性炭, 環境ホルモン,  $17\beta$ -エストラジオール( $E_2$ ), エストロン( $E_1$ ), 生物分解,  
連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸1-1, 岐阜大学流域圏科学研究センター, TEL: 058-239-2084

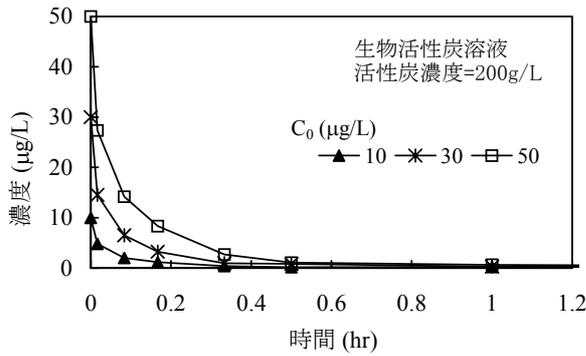


図2 E<sub>2</sub>の分解特性に及ぼす初期濃度の影響

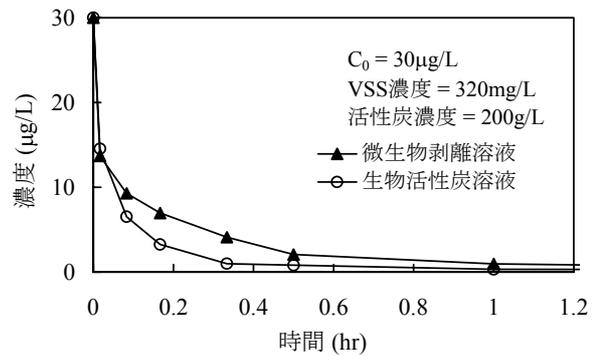


図3 微生物剥離溶液と生物活性炭溶液の比較

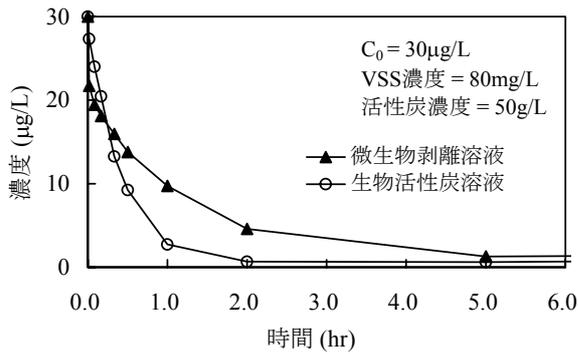


図4 微生物剥離溶液と生物活性炭溶液の比較

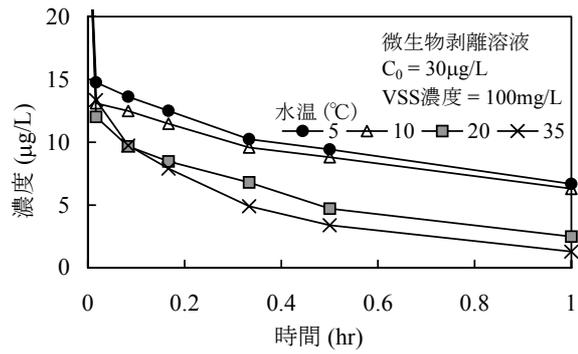


図5 E<sub>2</sub>の分解特性に及ぼす水温の影響

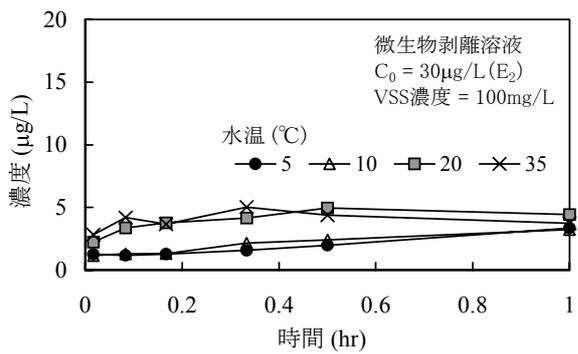


図6 E<sub>1</sub>の生成濃度に及ぼす水温の影響

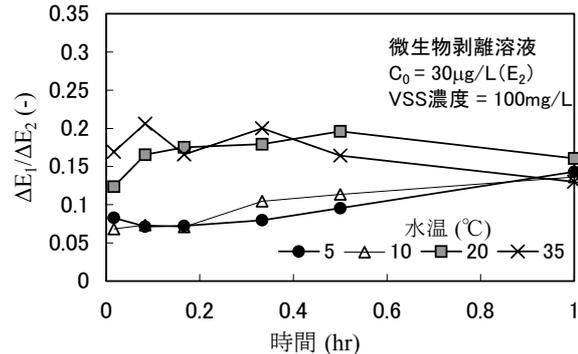


図7 分解過程におけるE1生成量とE2分解除去量の比の動き

る生物による分解の他に、活性炭吸着による除去も寄与したため、図3と図4のように微生物剥離溶液に比べて生物活性炭溶液の方がE<sub>2</sub>の残留濃度が数%程度と低くなっている。同じの水温における分解速度はVSS濃度が高いほど早い。

E<sub>2</sub>の分解挙動に及ぼす水温の影響を図5に、また、分解過程におけるエストロン(E<sub>1</sub>)の生成濃度を図6に示す。低水温の場合に比べると高水温の場合の方がE<sub>2</sub>の残留濃度が低く、その差は5℃と10℃及び20℃と35℃の間で小さく、10℃と20℃の間で顕著であった。また、高水温におけるE<sub>2</sub>の残留濃度が低いにも関わらず、E<sub>1</sub>の濃度が高くなっているのは低水温に比べて高水温の場合の方がE<sub>1</sub>の生成能が高いことを意味している。このことは、図7に示す単位E<sub>2</sub>分解除去量当たりのE<sub>1</sub>生成量の動きからも明らかである。

4. まとめ

高度浄水処理場に用いられる生物活性炭を用いたE<sub>2</sub>の生物分解実験を行い、E<sub>2</sub>は生物活性炭に付着する微生物により分解されること、その分解能は水温により変化すること、分解過程における副次生成物としてE<sub>1</sub>が生み出されること、などの知見を得た。

【参考文献】 1. Johnson A. C., et al., *Environ.Sci. & Technol.*, 35(24), pp. 4697-4703, 2001.  
 2.海老江邦雄ら, 水道協会雑誌, Vol.66, No.6, pp. 15-22, 1997.