

河口域における河川水中の懸濁物のエストロゲンの挙動に与える影響

宮崎大学大学院工学研究科 学生員 ○古川隼士

宮崎大学工学部 正会員 鈴木祥広

1. はじめに

水環境における外因性内分泌攪乱物質と称される化学物質において、調査・研究対象の最重要物質として位置付けられているのが、人畜由来の 17β -エストラジオール(E2)である。「環境ホルモン戦略計画 SPEED98」以降の調査研究によって¹⁾、水環境(河川・湖沼)あるいは下水や下水処理プロセスにおける E2 の挙動に関する知見・情報が多数集積され、下水処理水や浄化槽処理水、ならびにこれら処理水が流入する都市河川水には、E2 が溶存態として普遍的に存在することが明らかとなっている^{1), 2)}。しかしながら、河川水と海水が混合する河口域における E2 の挙動に関する知見は、現在においても極めて乏しい。河口・沿岸域は多様な溶存・懸濁物質の挙動に劇的な変化をもたらすエリアである。E2 は、エストロゲン活性が最も高い物質であり、海水混合域において、鉄やその他の溶存物質と共に E2 も凝集・沈降して底質に蓄積される過程があれば、E2 が河口・沿岸域の生態系に影響を及ぼす可能性も否定できない。

著者らは、河口域における物質輸送に重要な役割と果たすとされる河川水中の溶存フミン物質鉄に着目し、溶存フミン物質鉄の鉄は、海水との混合によって 40~80%が凝集するにも関わらず、E2 は凝集することなく溶存態として安定に存在しうることをバッチ式混合実験で確認した³⁾。E2 の挙動と溶存フミン物質鉄の凝集は、関連性が極めて小さいことが強く示唆された。しかしながら、河川水と海水の混合において、懸濁物質が E2 に及ぼす影響については不明なままである。都市河川水には懸濁物質も比較的高濃度で存在し、特に流量変動の大きな小都市河川では河川底質の巻き上げによって高濁度の河川水が発生し、河口域で海水と激しく混合される。そこで本研究では、懸濁物質を高濃度を含む都市河川水を用いて海水との混合実験を行い、E2 の挙動を検討した。

2. 実験方法

2.1 実験材料

河川水は、宮崎県の市街地を流下する八重川から採水した。採水の際には河川水を攪拌し、河川低質を巻き上げさせて採水した。採水した河川水の一般水質項目は、pH7.4、電気伝導度(EC) 0.48mS/cm、浮遊懸濁物質(SS) 61.6mg/Lであった。海水は、宮崎県青島水産試験場内に配水されている砂濾過海水をさらにガラス繊維濾紙(GF/F, Whatman 製)で濾過して実験に用いた。海水の EC は 46.9mS/cm で、塩分は 34.0psu であった。

2.2 海水混合実験

河川水 500mL と海水 500mL を混合させ、1 回の実験を 3 連で行うために同様のものを 3 つ用意し(Pot1, 2, 3)、攪拌器を用いて 20℃, 100rpm で 6 時間攪拌した。混合液の塩分は 17.0psu となる。6 時間攪拌後のサンプルを未濾過サンプルと GF/F 濾紙で濾過したサンプルに分けて、全有機炭素濃度(TOC)と溶存有機炭素濃度(DOC)を全有機炭素濃度計(TOC-V, 島津製作所製)、全鉄濃度(T-Fe)と溶存鉄濃度(D-Fe)を Ferrozine 吸光光度法(波長 562nm, UV-2200, 島津製作所製)でそれぞれ測定し結果を比較した。

2.3 E2 分析法

E2 濃度は 6 時間攪拌後、濾過した濾液と使用した濾紙をそれぞれ分別して分析した。濾液の溶存 E2 は ELISA 法で測定した。濾紙上に残った懸濁 E2 はメタノール 10mL で超音波抽出し、再度濾過した。濾液を濃縮乾固させ、残留物に DMSO とメタノール(1/10)を加え溶解し、溶解液が 1%DMSO, 10%メタノールとなるように蒸留水で調整し²⁾、この溶解液中の E2 を ELISA 法で測定した。

3. 結果

3.1 海水混合実験の有機炭素および鉄濃度変化

キーワード：懸濁物、海水混合域、 17β -エストラジオール(E2)

連絡先：〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1, TEL.0985-58-7339, FAX.0985-58-7344

攪拌後の混合液における TOC と DOC の濃度変化を比較すると、それぞれ 3.4mg-C/L と 2.6mg-C/L, 3.2mg-C/L と 2.4mg-C/L ならびに 3.2mg-C/L と 2.6mg-C/L であった (図 1)。海水との混合によって河川水中の有機物は、TOC の約 25%が濾過によって除去された。有機物の変化は、TOC と DOC では大幅な濃度の減少がなく、ほとんどが溶存態として存在しており、保存的な挙動を示したと考えられる。一方、鉄濃度についてみると、攪拌後の混合液における T-Fe と D-Fe の濃度変化は、Pot1, 2, 3 でそれぞれ 593.3 μ g-Fe/L と 8.1 μ g-Fe/L, 630.9 μ g-Fe/L と 5.4 μ g-Fe/L ならびに 553.4 μ g-Fe/L と 5.4 μ g-Fe/L であった (図 2)。いずれの Pot においても T-Fe と D-Fe を比較して 98%以上が減少した。これは河川水中に最初から存在していた懸濁態の鉄と、溶存態であるフミン物質鉄の一部の鉄がフミン物質から遊離し水酸化鉄フロックを形成したものが、濾過によって除去されたためと考えられる。

3.2 海水混合実験の E2 濃度変化

図 3 に溶存態と懸濁態の E2 濃度の比較を示す。溶存態 E2 は濾過した溶液、懸濁態 E2 は濾紙から E2 を再抽出した溶液の測定結果である。Pot1, 2, 3 における濾液中の溶存 E2 濃度は、それぞれ 0.4ng/L, 0.6ng/L および 0.6ng/L であった。一方、懸濁 E2 濃度は、いずれの Pot においても検出下限値以下 (0.25ng/L) であった。河川水中の懸濁態・溶存態鉄の大部分および有機懸濁物が海水混合と濾過によって除去されたにもかかわらず (図 1, 図 2), 共存する E2 は溶存態として安定的に存在したことが明らかである。

4. まとめ

- (1) 河川水中の有機物は、TOC の約 25%が懸濁態として濾過によって除去されたが、TOC と DOC で大幅な濃度変化はなかった。
- (2) T-Fe は大幅な濃度減少があり、大部分が懸濁態として存在していたと考えられる。
- (3) 懸濁態・溶存態鉄の大部分および有機懸濁物が濾過によって除去されたにもかかわらず、共存する E2 は溶存態として安定的に存在した。

本研究は「農林畜産廃棄物利用による地域資源循環システムの構築 (代表: 宮崎大学, 杉本安寛)」の援助によって行われた。

参考文献

- 1) 藤塚哲朗: 中小河川における環境ホルモンの実態調査の概要, 下水道協会誌, Vol.36, pp.12-20, 1999.
- 2) 鈴木祥広, 平良浩保, 増田純雄, 高橋伸幸, 満山宗人, 下津義博, 丸山俊朗: 都市排水路およびその合流先河川におけるエストロゲンの実態調査, 水環境学会誌, Vol.26, pp.791-795, 2003.
- 3) 古川隼士, 鈴木祥広: 海水混合域におけるエストロゲンの挙動, 土木学会第 61 回年次学術講演会後援概要集 CD-ROM, 2006.

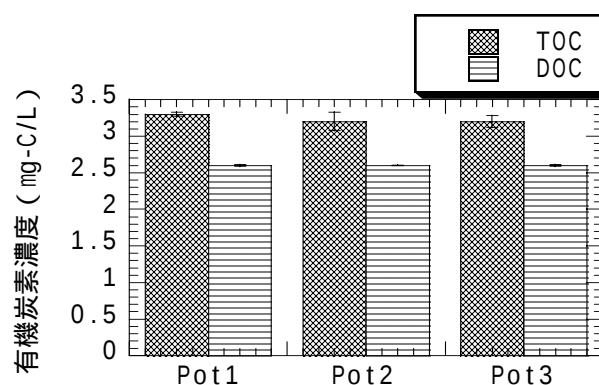


図 1 有機炭素濃度変化
(n=2, エラーバー: $\pm$ SD)

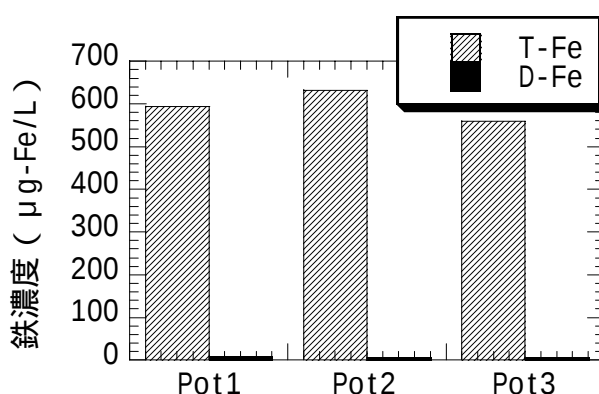


図 2 鉄濃度変化

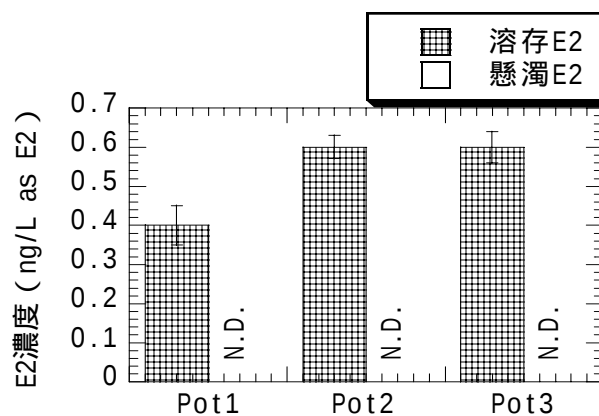


図 3 E2 濃度変化
(n=2, エラーバー: $\pm$ SD, N.D.: 検出下限値以下)