

エストロゲン類を含めた河川水質調査および生態系への影響

早稲田大学創造理工学研究科 学生会員 ○水野晶貴

早稲田大学創造理工学部 中村祐太

早稲田大学創造理工学研究科 正会員 榊原豊

1. はじめに

エストロゲン類は、ng/L レベルの極低濃度でも魚類等の水生生物に対し雌性化等の悪影響を及ぼし、長期間の暴露によって水域生態系が破壊される可能性がある。一方、エストロゲン類は従属栄養細菌や硝化細菌によって分解され、エストロゲン類の濃度は流入地点から下流に進むにつれ減少することが報告されている¹⁾。

本研究は、エストロゲン類の中でも特に内分泌かく乱作用が大きい 17β -エストラジオール (E2) と 17α -エチニルエストラジオール (EE2) および他の一般水質項目について、郊外を流れる K 川で水質および流量調査を行った。調査項目は NH_4^+ 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} 、TOC、DO、水温、流量である。また、得られた結果を基に、エストロゲン類の生態系への影響について検討を行った。

2. 調査方法

埼玉県の K 川を対象として、図 1 に示す St.1 から St.6 で河川水を、St.7 では流入水をそれぞれサンプリングした。エストロゲン類は ELISA キット (常盤化学工業製)、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} はイオンクロマトグラフ (ICS-90、サーモサイエンティフィック製)、TOC は TOC 計 (TOC-VOSH、島津製作所製)、DO は DO メーター (ポータブル RDD メーター STARA2235、東京ガラス器械製) をそれぞれ用いて分析・測定した。

3. 調査結果および考察

1) 水質

E2、EE2 の調査結果を図 2、図 3 にそれぞれ示す。E2 は、3 回の全ての調査で 1~10 ng/L 程度検出された。EE2 は、第一回調査時のみ高濃度で検出され、それ以外ではほぼ検出下限以下であった。

栄養塩類 (NH_4^+ 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-}) 濃度は、St.7 では表 1 に示すように比較的に高濃度であったが、それ以外の地点ではほぼ 0.1mg/L であった。

TOC の調査結果を図 4 に示す。St.7 では 5mg/L 以上であったがそれ以外の地点ではほぼ 2mg/L 程度あるいはそれ以下であった。

DO の調査結果を図 5 に示した。全ての地点およ

び調査回において 5mg/L 以上であり、好気性条件に維持されていた。なお、St.4 について他の地点よりも DO が低い理由として、St.3 と St.4 の区間では瀬切れが生じていたことによると思われる。

水温は概ね 5~15℃程度であった。今回の調査は 11 月から 1 月にかけて実施したため、全体的に水温が低下している傾向にあった。流量の調査結果を図 6 に示す。調査地点によっては瀬切れにより流量が測定できなかった。

2) 生態系への影響

EE2 は、St.7 においても第二回、第三回調査にて検出されなかったことから、流入原因は家庭排水ではなく、家畜へのホルモン剤などの投与時期が関係しているのかもしれない。E2 については、St.7 から検出されており、家庭排水や畜産排水等の流入が考えられる。1 月に E2 が高濃度となった原因として、K 川の流量がそれまでよりも顕著に少なくなり、エストロゲンの河川水による希釈効果の低下したこと、および水温の低下により微生物の活性が減少したことが考えられる。

エストロゲンの生態系に及ぼす影響について、式 (1) のリスク比(RQ)から検討する。

$$RQ = MEC/PNEC \quad (1)$$

ここで、MEC は測定環境濃度、PNEC は予測環境無影響濃度である。

RQ が 1 を超えるとその河川の生態系はエストロゲンによって影響を受ける可能性がある。ここで、PNEC に対して、E2 が 1ng/L、EE2 が 0.1ng/L と仮定する²⁾。それぞれの PNEC を図 2,3 に赤線で記す。図 2,3 に示した結果をそれぞれの PNEC で除すと、E2 に対して $RQ=1\sim10$ 、EE2 に対して $RQ=0\sim100$ の値となった。それぞれ RQ 値が 1 より大きい場所では水生生物の内分泌ホルモンに悪影響が生じている可能性がある²⁾。

栄養塩類 (NH_4^+ 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-}) および TOC 濃度は、St.7 で高く、他の箇所では低いことから、河川内には従属栄養細菌や硝化細菌が存在している。これらの存在量は河川水質モデル (例えば IWA

キーワード 内分泌攪乱物質 水質調査 生態学的リスク評価

連絡先 早稲田大学大学院創造理工学研究科建設工学専攻 sakaki@waseda.jp

RWQM³⁾)により予測することができる。したがって、このような水質モデルにエストロゲン類の分解速度を組み込むことができれば、河川水中の一般的水質パラメーターに加えてエストロゲン濃度の予測や、 $RQ < 1.0$ とするための発生源対策が提案できると考えられる。

4. おわりに

河川の水質調査を行い、得られた結果に基づいて生態系へ影響について検討した。その結果、リスク比 RQ が E2 および EE2 に対して 1 以上となったことから、エストロゲン類は生態系に影響を及ぼしている可能性がある。

今後は、異なる季節の調査を行うと共に、エストロゲン類も含めた河川水質を予測できる河川水質モデルについて検討を行う予定である。



図 1. 水質調査地点

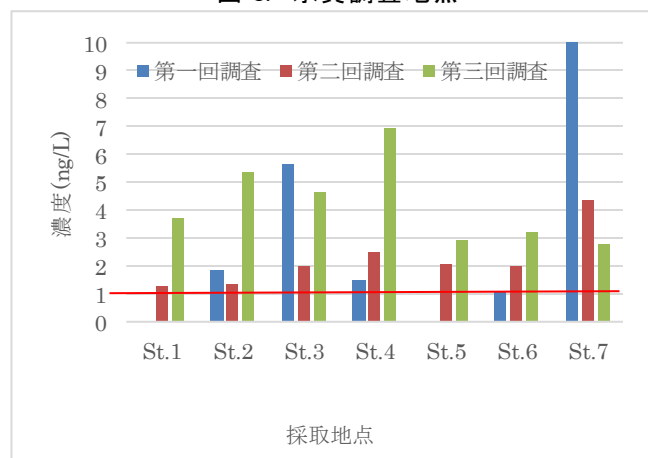


図 2. E2 濃度の調査結果

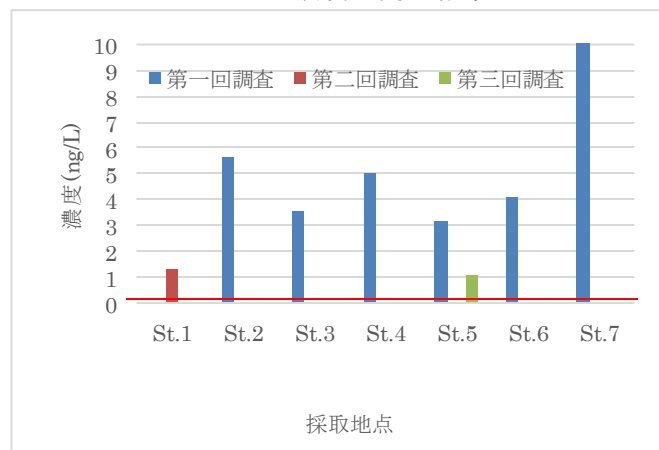


図 3. EE2 濃度の調査結果

表 1. St.7 における NH_4^+ 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} の調査結果

(mg/L)	NH_4^+	NO_2^-	PO_4^{3-}
第一回調査	1.92	1.12	3.41
第二回調査	3.86	1.37	3.23
第三回調査	8.26	2.11	4.66

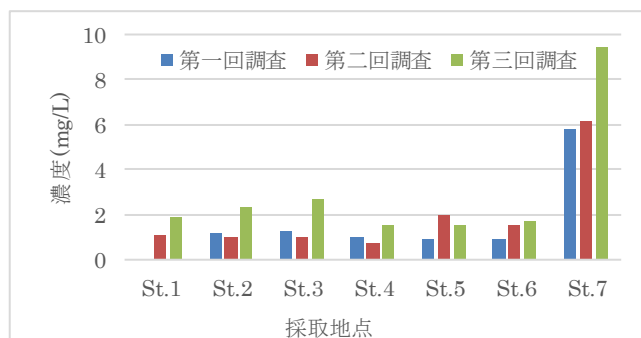


図 4. TOC の調査結果

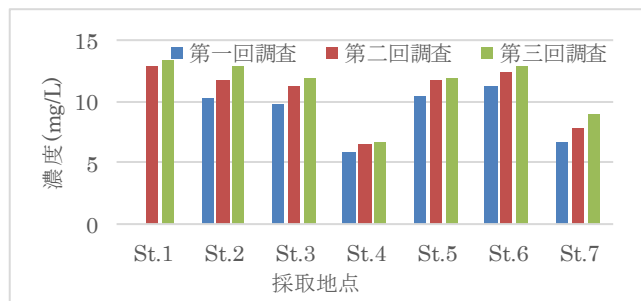


図 5. DO の調査結果

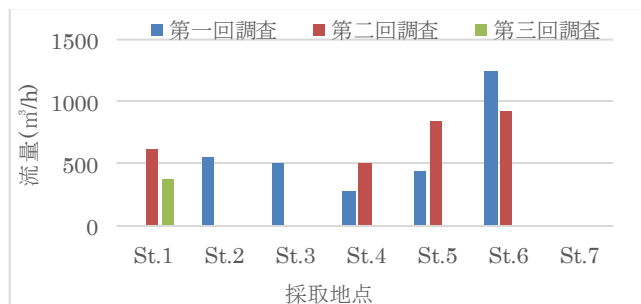


図 6. 流量の調査結果

参考文献

- 1) Hai L.: Co-metabolic degradation of steroid bacteria in MBRs. *Journal of environmental science and health, part a*, Vol. 52, pp. 778-784 (2017)
- 2) Sun, Y., Huang, H., Sun, Y., Wang, C., Shi, X-L., Hu, H-Y. "Ecological risk of estrogenic endocrine disrupting chemicals in sewage plant effluent and reclaimed water, *Environmental Pollution* 180, 339-344(2013)
- 3) River Water Quality Model No.1. Scientific and Technical Report No.12 (2001).