

環境ホルモン物質の河道内貯留に関わる一考察

早稲田大学理工学術院 正会員 関根 正人
 早稲田大学大学院 学生会員 ○串田 有気
 大成建設(株) 正会員 大内 良二

1. はじめに

近年、内分泌攪乱化学物質(いわゆる環境ホルモン物質)に関わる問題が顕在化するに伴い、この物質が生態系に及ぼす影響を危惧する声が高まっている。こうした中、この物質に関する調査が全国の多くの河川で実施されてきたが、この物質がシルトに吸着して輸送され、洪水時にしか冠水することのない区域の植生帯内に運び込まれて貯留されている実態を調べた研究は、著者ら¹⁾のものをおいて他にない。今後よりよい河川環境を実現するためには、河道内に放出される環境ホルモン物質の量を低減させることとあわせて、この物質が多量に存在する河道内の区域を特定し、平水時にこれらを除去してしまうことが望ましい。そこで、著者らは、これまでに進めてきた河道変動に関する土砂水理学的研究²⁾の成果を踏まえて、環境ホルモン物質が河道内に供給されてから、その後貯留に至るまでの一連のシナリオに関する考察を加えた。さらに、このシナリオの妥当性を検証するため、多摩川において現地調査を行い、環境ホルモン物質が河道内に貯留している実態を明らかにした¹⁾。ただし、このシナリオにおいて「環境ホルモン物質がシルトに吸着する」とした点はいくまでも仮説に過ぎず、これを実験的に確認することが今後の課題として残されていた。本研究では、この仮説を検証することを大きな目的とする。本論文では、まず最初に、上記のシナリオについて簡単に説明した上で、多摩川においてなされた調査結果について再掲する。次に、このシナリオを踏まえて、本研究の目的である吸着実験の結果について説明する。

2. 環境ホルモン物質が河道内に貯留されるシナリオとそれに関する現地調査

(a) 環境ホルモン物質が貯留されるシナリオ

著者らによる「環境ホルモン物質の河道内貯留のシナリオ」とは以下の通りである¹⁾。ここには、その概略のみを示す。(1) 雨水や下水処理場からの放流水とともに供給された環境ホルモン物質は、その一部が洪水期間中に浮遊状態で存在するシルト(あるいは微細土砂)に吸着し、そのままの状態で輸送される。(2) そのシルトの一部は、植生群落により捕捉され堆積する。その量は、一般に水際付近ほど顕著である。(3) 植生群落内ではシルトを再浮上させる程の掃流力がなく再浸食が生じ難いため、これらのシルトは運び出されることなくその場に貯留されることになる²⁾。

(b) 現地調査

上記のシナリオの是非について論じるため、多摩川において次のような現地調査を行った。調査は、河口から28.0km 付近に架かる多摩川原橋の上流側に位置する礫河原を対象に実施され、低水路右岸水際付近からその背後に広がる砂州地形の河道表層を構成するシルトを採取し、これに吸着している環境ホルモン物質の定量分析を行った。主たるサンプルの採取は図-1に示した4測線上で行われた。ここでの対象物質は、ノニルフェノール、ベンゾ(a)ピレン(以下、それぞれNP、B(a)Pと略す)の二物質とした。

現地調査によって得られた環境ホルモン物質の河道内貯留の実態について説明する。図-1は、平成17年2月に実施した調査時に検出された対象物質の量を棒グラフで示したものであり、平成16年3月に撮影された航空写真上に重ねて示した。調査対象範囲内を詳細に調べたところ、植生が群落状に繁茂している区域にはシルトが多量に堆積していることが確認されたが、図-1を見ると、シルトが堆積する区域において多量の環境ホルモン物質が貯

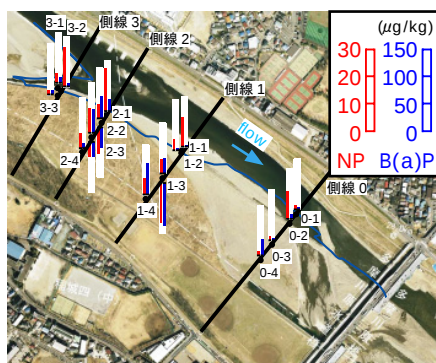


図-1 環境ホルモン物質の貯留実態(平成17年2月):

定量下限値未満のものは定量下限値の半分の値で代用した。
 調査当日の水際線は青色の線で示した。

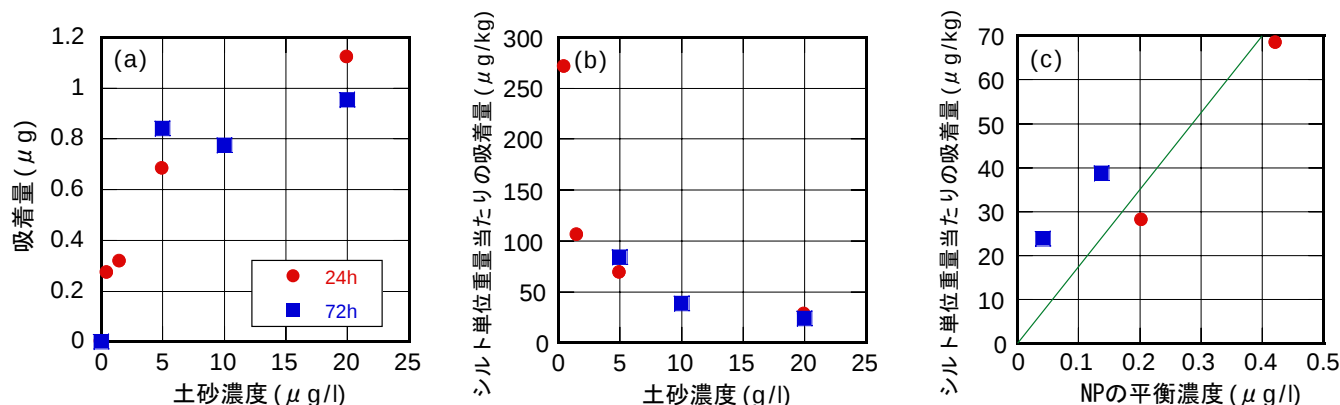


図-2 吸着実験の結果

留されていることが見てとれる。これはシナリオに沿う結果であると言える。このように、前述のシナリオが概ね妥当であることが示唆された。ただし、このシナリオは、環境ホルモン物質が容易にシルトに吸着して輸送されるとの前提に立つものであることから、ノニルフェノールを対象として次に説明する吸着実験を行うことにした。

3. 環境ホルモン物質の微細土砂への吸着実験

本実験では、所定の濃度になるように作成したノニルフェノール水溶液の中にシルトを投入し、24時間あるいは72時間攪拌させた後、その水溶液中のノニルフェノール濃度を測定することで、ノニルフェノールがシルトに吸着する量を間接的に評価することにした。試料水中からのノニルフェノールの抽出・測定方法は、環境庁（現環境省）水質保全局水質管理課作成の外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル（1998年）にほぼ準じた。

吸着実験の結果を図-2にまとめて示す。本実験ではシルトを投入した後、攪拌を開始してから終了するまでの間に減少したノニルフェノール量を計測する実験と、シルトを入れずに行う実験（これをブランク試験と呼ぶ）とを行い、前者の結果から後者の結果を差し引くことでノニルフェノールのシルトへの吸着量を評価した。図-1(a)は土砂濃度と吸着量の関係、図-1(b)は土砂濃度とシルト単位重量当たりの吸着量の関係をそれぞれ示している。図-1(a)の関係より、土砂濃度が大きいほど吸着量が增大することがわかる。以上の結果から、ノニルフェノールがシルトに容易に吸着する実態が明らかになった。次に、図-1(a)および(b)を比較すると、土砂濃度の増加に伴い全体の吸着量は増えるものの、シルトの単位重量当たりの吸着量は減少していることがわかる。これは、土砂濃度が高いと水溶液中に含まれるノニルフェノールの総量のうち、土砂に吸着するものの割合が大きくなり、その分だけ水溶液中のノニルフェノール濃度が減少することに起因すると考えることができる。言い換えれば、シルトの量が多いほど吸着は早く進み、短時間で平衡状態に達することができると推察される。図-1(c)には、平衡状態のノニルフェノール濃度とシルトへの吸着量との関係を示した。この図より、多少のばらつきはあるものの、平衡濃度と吸着量との間は概ね比例関係があることがわかった。

4. おわりに

本研究により、水域に放流された環境ホルモン物質がシルトなどの微細土砂に比較的短時間に吸着し、平衡状態に達することが理解された。出水時には、下水処理場の放流口から流出する環境ホルモン物質の量が増大すると考えられるが、その一方で河川水中の土砂濃度もまた相対的にかなり大きな値となる。そのため、この物質の輸送ならびに河道内への貯留がなされるのは、やはり出水時ということになる。今後は、本研究によって明らかになった知見をもとに、洪水時に河道内のどの区域にどれくらいの環境ホルモン物質が貯留されるかを把握するための数値解析を行う予定である。その際、ここで得られた環境ホルモン物質の水中濃度とシルト単位重量当たりに吸着される環境ホルモン物質の量との関係を適用することになる。なお、現時点ではノニルフェノールを対象とした計測しか行われていないため、今後はその他の物質に対する検討も必要となる。さらに、本論文でもその一部を説明した現地調査に関しても継続して進めていく予定である。

謝辞：本研究の一部は、国土交通省建設技術研究開発助成「環境ホルモンの無害化と暴露量削減に関する研究開発」を受けて行われた。

参考文献

- 1) 関根正人, 大内良二：環境ホルモン物質の河道内貯留に関する基礎的研究, 水工学論文集, 第50巻, 1087-1092, 2006.
- 2) 関根正人, 矢島英明：礫・シルト充填河床モデルを用いた河道の変動解析, 水工学論文集, 第49巻, 991-996, 2005.