

環境ホルモン物質の河道内貯留のシナリオについて

早稲田大学理工学部 正会員 関根 正人

早稲田大学大学院 学生会員 ○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、全国の多くの河川でこの物質に関する調査が実施されてきたが、平水時に冠水することのない区域の河道構成材料に吸着して、環境ホルモン物質が貯留されている実態を調べた研究は著者ら¹⁾のものを除いて他にない。ところで、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ついて検討した。さらに、このシナリオの実証を目指して現地調査を行い、環境ホルモン物質が河道内に貯留される実態を明らかにしており、その実態はシナリオに矛盾しない良好なものであった¹⁾。本論文では、前年度の調査結果に加えて、平成18年3月に実施した調査の結果を報告するものであり、シナリオが妥当なものであることを再度検証することと、環境ホルモン物質が長期に渡って貯留されている実態について論じることを目的とする。

2. 環境ホルモン物質が河道内に貯留されるシナリオ

著者らが考えている「環境ホルモン物質の河道内貯留のシナリオ」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の一部は、洪水期間中に浮遊状態で存在する微細土砂に吸着し、そのままの状態での輸送される。(2) その微細土砂の一部は、植生群落により捕捉され、特に水際付近において堆積する。(3) 植生群落内では微細土砂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、結果としてこれらの微細土砂がその場に貯留されることになる²⁾。ただし、上記の(1)に関して、過去の出水により既に環境ホルモン物質の吸着した微細土砂が河道内に存在している場合には、これが洪水時に巻き上げられることで再び水中に戻されることもある。

環境ホルモン物質が微細土砂に吸着するとの著者らの判断は、主に以下の知見による。磯部ら³⁾は、多摩川および隅田川河川水中の溶存態・懸濁態の濃度比較から、河川水中ノニルフェノールの5～60%（全体平均で20%強）が懸濁態で存在していたことを報告している。田中ら⁴⁾は、実験を通じて、特定の粘土鉱物にノニルフェノールが吸着することを確認している。また、著者らは、シルトに相当する粒径をもつ材料に対するノニルフェノールの吸着実験を進めており、シルトにも相当量のノニルフェノールが吸着することを確認している。ここではこの事実のみ記し、その詳細は別の機会に報告する予定である。上記のシナリオの是非に関しては、現地河川において確認する他に術はないことから、前年度に引き続き次に説明するような現地調査を行うこととした。

3. 河道内貯留に関する現地調査

(1) 現地調査の概要

調査は、河口から28.0km付近に架かる多摩川原橋より上流の礫床区間において実施され、低水路右岸水際付近からその背後に広がる砂州地形上において、河道を構成する微細土砂（主としてシルト）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。図-2には、測線2に沿う横断面内の地形形状を参考までに示した。この砂州地形に関して注目すべきことは、そこに植生（ほとんどが草本類）がかなり密に繁茂し、その根元付近に大量の微細土砂が堆積していたことである。そこで、このような微細土砂をサンプルとして採取し分析に供することとした。また、ここでの調査は水位が比較的低い平成17年2月および平成18年3月に行われており、その前年の出水時に生じた河道攪乱以降、次の出水までの比較的長い期間にわたって、ここで明らかになった状態が維持されていることになる。採取するサンプルは、原則として、河道表層を2cm程度取り除いた後、その表面を基準に深さ10cm程度にわたって土砂を掘り出し採取することとした。ここでの対象物質は、ビスフェノールA、ノニルフェノール、およびベンゾ(a)ピレン（以下、それぞれBPA、NP、B(a)Pと略す）の三物質とした。

(2) 環境ホルモン物質の貯留実態

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。表-1、表-2にはそれぞれ平成17年2月、平成18年3月に実施した調査結果の一覧を示してある。ただし、各々の採取点の状況はそれぞれ異なるため、写真-1(a)～(f)に典型的な6つのパターンを示した。図-1は各採取点における対象物質の検出量

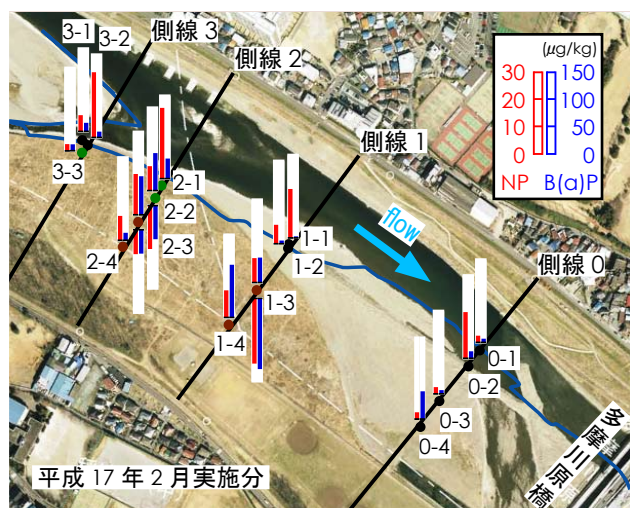


図-1 環境ホルモン物質の貯留実態（平成17年2月）
定量下限値未満のものは定量下限値の半分の値で代用した。調査当日の水際線は青色の線で示した。

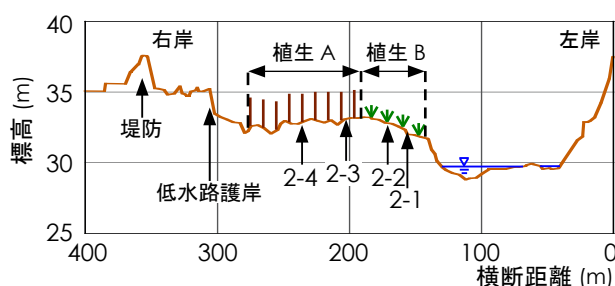


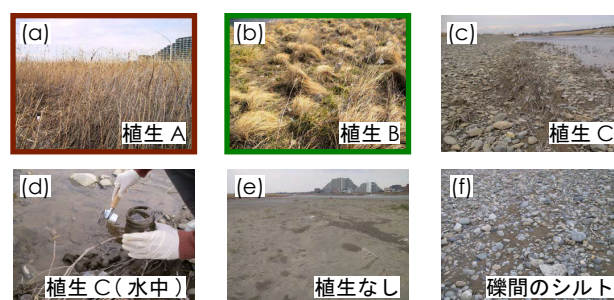
図-2 側線2における横断面形状
植生A：背丈約2m、植生B：背丈約30cm

表-1 対象物質の検出量（平成17年2月実施分）

採取点番号	採取場所の特徴	対象物質の検出量 (μg/kg)		
		BPA	NP	B(a)P
0-1	礫間のシルト	1	5 未満	7
0-2	礫間のシルト	3	17	51
0-3	植生なし	1 未満	5 未満	7
0-4	植生なし	1 未満	5 未満	13
1-1	植生 C (水中)	2	18	6
1-2	植生 C	1 未満	7	3
1-3	植生 A	1	9	46
1-3 (下)	植生 A	1 未満	24	130
1-4	植生 A	2	10	97
2-1	植生 B	1 未満	26	37
2-2	植生 B	1 未満	9	69
2-2 (下)	植生 B	1 未満	16	62
2-3	植生 A	1 未満	15	71
2-3 (下)	植生 A	1 未満	9	44
2-4	植生 A	2	9	14
3-1	植生 C	1	6	16
3-2	礫間のシルト	1	24	11
3-3	植生 B	1 未満	5 未満	12
定量下限値		1	5	1

表-2 対象物質の検出量（平成18年3月実施分）

採取点番号	採取場所の特徴	対象物質の検出量 (μg/kg)		
		BPA	NP	B(g)P
2-1	植生 B	—	28	19
2-2	植生 B	—	8	33
2-3	植生 A	—	8	25
2-4	植生 A	—	5	16
定量下限値		—	5	1



を平成 16 年 3 月に撮影された航空写真上に棒グラフにして示した。

4. おわりに－シナリオの検証－

ここでは、調査対象とした三物質のうち、特に顕著な値ならびに分布状況の偏りを示した NP と B(a)P の調査結果を基に考察を加える。図-1 に示した結果から、植生が群落状に繁茂している区域にはシルトが大量に堆積しており、そこに多量の環境ホルモン物質が含まれていることがわかる。これはシナリオとして説明した通りである。ただし、河道内の微地形の違いに応じて NP と B(a)P の検出量の分布が大きく異なっているが、これについては次のように解釈している。NP に関しては低水路水際付近の植生群落内において高い値を示しており、シナリオに矛盾しない良好な結果となっている。一方、B(a)P に関しては、そもそも水流によって運ばれて来るといよりは、雨水によって河川地形上に供給されたものが表層土砂に吸着し、その土砂の浸食・輸送を通じて再分配されるというプロセスをとるため、むしろ砂州地形の標高の高い植生群落内に残留する結果となっている。以上のことは、表-2 に示す平成 18 年 3 月の調査結果にも良く適合している。また、特に NP については、表-1 と表-2 の結果を比較することにより、このような植生群落内に長期に渡って貯留されているものと判断できる。

謝辞：本研究は、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.
- 3) 磯部友彦, 高田秀重: 水環境中におけるノニルフェノールの挙動と環境影響, 水環境学会誌, 第 21 巻, 203-208, 1998.
- 4) 田中知, 他: 外因性内分泌攪乱物質ノニルフェノールの水環境下の挙動の解明, 東京大学原子力研究総合センター共用設備管理部門年報 (29), 124-127, 2001, http://www.rcnst.u-tokyo.ac.jp/kyosetu/report/H13/01_A_R.pdf.