

環境ホルモン物質の河道内貯留に関する研究

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. 序論

近年、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、国内の多くの主要河川においてこの物質についての調査が実施されてきたが、河道構成材料に付着した形で存在する環境ホルモン物質に関する調査はほとんど行われていない。

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減少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、河道内に供給された環境ホルモン物質が、その後河道内に貯留され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実河川における現地調査を実施した。

2. シナリオの概要

ここでは著者らの想定する「環境ホルモン物質が河道内に貯留されるシナリオ」の概要について説明する。

まず、環境ホルモン物質の河道内への流入パターンとしては、(1) 下水処理場からの放流水とともに流入する、(2) 降雨時に雨水に混入して流入する、といった二通りのパターンが考えられる。次に、河道内に流入した環境ホルモン物質のその後の輸送経路としては、(1) そのままの状態での輸送され、海域にまで運び去られる、(2) 洪水期間中に、河川水中に浮遊状態で輸送されるシルトなどの微細土砂の表面に吸着し、この土砂とともに輸送される、という二つの可能性が考えられる。本研究では、これまであまり検討されてこなかった後者の可能性、すなわち、環境ホルモン物質が微細土砂に吸着した形でどのように輸送され、河道内に貯留されることがあり得るかに注目して検討を行うこととした。

ところで、上記のように環境ホルモン物質の一部が微細土砂に吸着した状態で輸送されるとするならば、その微細土砂が堆積を起し易い場所ほど環境ホルモン物質の存在する可能性が高いことになる。そこで本研究では、河道変動に関する著者らのこれまでの研究成果¹⁾を踏まえて、このような微細土砂が河道内のどのような場所に堆積しているかについて検討することとした。関根・矢島ら¹⁾によれば、以下のような知見が得られている。(1) 植生が群落状に繁茂している区域では、流速の低下とシルトなどの微細土砂の捕捉とが

同時に引き起こされ、結果としてテラス状の地形が形成されることがある。また、これらの傾向は植生群落の配置や河道の形状には依らない。(2) 植生群落内の河道表面では、相対的に微細土砂の含有率が高い。(3) これは、植生群落内では浮遊土砂を運び込むことはあっても、これを再浮上させるほどの掃流力がないためである。以上のような知見から、微細土砂が顕著に堆積する植生群落の根元付近には、より多くの環境ホルモン物質が堆積しているものと推察される。

以上をまとめてシナリオの概略を示しておく。

- (1) 下水処理場からの放流水あるいは雨水とともに供給された環境ホルモン物質の一部が、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。

なお、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上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。

こ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、本研究では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。参考までに、測線2に沿う横断面内の地形形状を図-2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

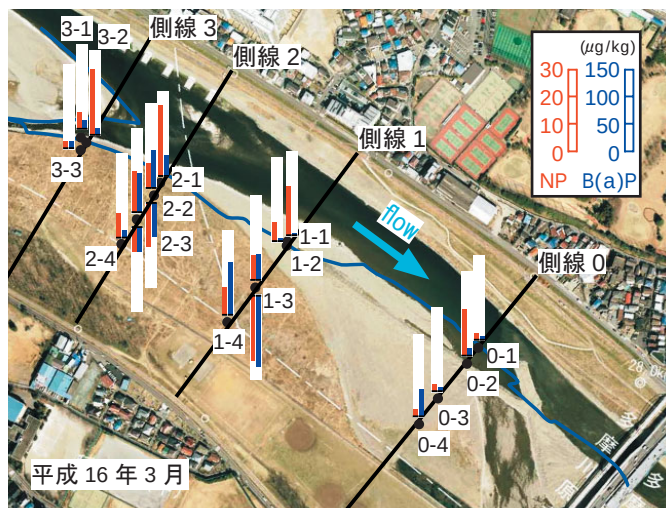


図-1 環境ホルモン物質の貯留実態

NP：ノニルフェノール，B(a)P：ベンゾ(a)ピレン

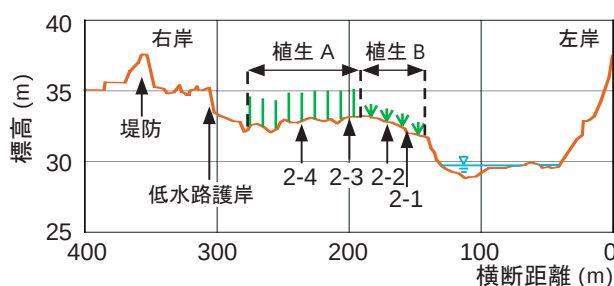


図-2 側線 2 における横断面形状

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。

参考までに、採取地点上流の特徴について簡単に触れておく。29.3km 地点付近には北多摩一号水再生センターの放流口が存在しており、合流式下水道からの処理水が放流されている。さらに上流では、32.3km 地点付近に南多摩水再生センターの放流口が存在しており、ここでは分流式下水道からの処理水が放流されている。

本研究では、ビスフェノール A（以下、BPA）、ノニルフェノール（以下、NP）、およびベンゾ(a)ピレン（以下、B(a)P）の 3 種類の物質を調査対象とした。ここでは、こ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 について、その分析結果を説明していく。

(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。まず、表-1 には調査結果をまとめた一覧を示してある。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、各採取点がそれぞれのパターンに分類されるかを表-1 中の「採取点の特徴」の欄に記載してある。次に、図-1 には各採取点における対象物質の検出量を 2004 年 3 月に撮影された航空写真上に棒グラフとして示した。ただし、定量下限値未満のものについては、その定量下限値の半分の

表-1 対象物質の検出量

採取点	採取点の特徴	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 (上)	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 (上)	植生 B	1 未満	9	69
2-2 (下)	植生 B	1 未満	16	62
2-3 (上)	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

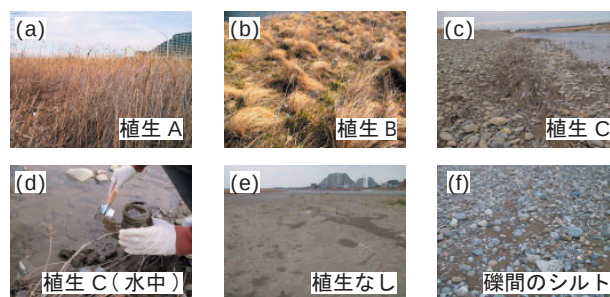


写真-1(a)～(f) 採取点の特徴

値で示している。

4. 結論 - シナリオの検証 -

図-3 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ることがわかるが、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、シナリオに沿う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言うよりは、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。

いずれにしても、著者らが描いたシナリオに沿った形で、河道内の一部区域に環境ホルモン物質が貯留されていることが確認された。

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，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。