

## 公共用水域を想定したプラスチックへの有害化学物質の吸着に関する研究

東野和雄、根本忠浩\*、飯村文成、内多美穂子

(\*東京都都市整備局)

\*\*\*\*\*

【要約】マイクロプラスチック等に有害化学物質が吸着・濃縮されることによる環境への影響が懸念されている。本研究では、有害化学物質である PCB 混合物を用いて、河川試料等からプラスチック素材への吸着挙動を調査した。また、今回、複数種のプラスチック球試料が入手できたため、PCB 混合物の素材別有害化学物質吸着能力の評価を試みた。その結果、公共用水域レベルの濃度であってもプラスチックへの吸着が起こること、プラスチックへの PCB 吸着能力は素材により大きく異なることが確認された。

\*\*\*\*\*

### 【目的】

公共用水域を想定した条件でプラスチック素材への有害化学物質吸着挙動について評価する。また、各プラスチック素材における吸着能力を評価し、実際の環境実態におけるリスク評価の基礎資料とする。

### 【検討内容】

#### (1) 河川水試料を用いた有害化学物質挙動調査

夢の島大橋(TPCB 濃度 2,700pg/L)、天神橋(TPCB 濃度 9,100pg/L)の2地点の河川試料 300ml に直径 3.2mm のポリプロピレン(以下、PP)球 50 球を入れて、500ml 分液漏斗で振とう処理を行った際に、プラスチックに吸着する PCB を同族体別に評価した。

#### (2) 素材別による有害物質吸着挙動調査

有害物質を添加した純水に各素材のプラスチック球を入れ、振とう機やスターラーによる負荷をかけた条件で試験を行い、各素材の吸着能力を比較した。(1)の試験の PP 球とともに同径で市販されているポリエチレン(以下、PE)球、ポリテトラフルオロエチレン(以下、PTFE)球、ナイロン球、ジュラコン球を用いた。

##### ①分液漏斗による振とう 条件：約 300rpm、振とう時間 6hr、各プラスチック球 30 球

PCB 混合物を添加した純水試料に PTFE 球、ナイロン球、ジュラコン球、PP 球を入れて、分液漏斗中で振とう処理を行い、プラスチック球に吸着した PCB の量を測定した。

##### ② スターラーによる攪はん 条件：約 500rpm、攪はん時間 1day、各プラスチック球 30 球

環境中でプラスチックが移動する際には、振とうほど激しく動かないことを考慮し、①より穏やかな条件での PCB 吸着試験を実施した。プラスチック素材としては、PE 球、PP 球及び PTFE 球を使用した。

#### (3) 夾雑物を含む汚水試料における有害物質挙動調査

夾雑物を含む汚水試料を対象とし、プラスチック球を入れて 500ml 分液漏斗で振とう処理を行い、PCB 吸着挙動を調査した。プラスチック素材は、PE 球(5 球、50 球)及び PP 球(50 球)を使用した。本調査は振とう処理でプラスチック素材に吸着するクリーンアップスパイク回収率を評価した。

なお、(1)～(3)のいずれの調査も PCB の測定では、高分解能 GCMS を用いて全異性体分析を実施した。

### 【結果及び考察】

(1) 公共用水域河川試料を用いて吸着挙動試験を実施した結果、環境水には PCB の存在量が少ないため詳細な挙動評価は難しかった。しかし、存在比の高い T3CBs～P5CBs でプラスチック球への吸着が確認された(表 1)。

(2) プラスチック素材別の有害物質吸着能力を 2 つの振とう条件で比較した。素材や実験条件で吸着率は大きく異なり、①では PP>ジュラコン>PTFE ≒ナイロン(表 2)、②では PP≒PE>PTFE の結果が得られた(表 3)。

(3) 夾雑物を含む汚水試料を用いた試験では、純水に標準を添加した場合に比較してプラスチックへの吸着率は大幅に低下した。これは、試料中に夾雑物として粒子体が多数存在するため、疎水性の PCB が吸着・安定できる対象が増えたことでプラスチック球への吸着率が低下したと考えられる。(表 4)。

表1 河川水試料にPP球を加え攪はん処理実施後のPCB同族体別存在比(%)

	夢の島大橋		天神橋	
	プラスチック相	水相	プラスチック相	水相
M1CBs	0	100	0	100
D2CBs	0	100	0	100
T3CBs	37	63	29	71
T4CBs	43	57	34	66
P5CBs	27	73	29	71
H6CBs	0	100	15	85
H7CBs	0	100	0	100
O8CBs	0	100	0	100
N9CBs	-	-	-	-
D10CB	-	-	0	100

環境水は有害物質の存在量が少ないため同族体での詳細な挙動評価は難しいが、T3CBs~P5CBsでプラスチック相への吸着が確認された。

表2 振とう処理時におけるプラスチック球へのPCB吸着率比較結果(%)\*

	PTFE	ナイロン	ジュラコン	PP
M1CBs	---	4.3	11.9	100
D2CBs	---	1.1	13.9	100
T3CBs	0.9	1.4	23.1	100
T4CBs	1.6	1.1	27.1	100
P5CBs	2.5	0.9	25.2	100
H6CBs	3.8	0.9	20.8	100
H7CBs	5.7	1.1	17.0	100
O8CBs	7.7	1.3	13.2	100
N9CBs	9.3	1.2	11.2	100
D10CB	---	---	---	---

\*最も吸着率の高かったPPの吸着率を100とした時の数値(%)

PPの吸着率が他の素材に比較し非常に高かった。ナイロンやPTFEの吸着力は同等程度に低かった。

表3 スターラー処理時におけるプラスチック球へのPCB吸着率(%)

		PTFE球	PE球	PP球
T4CB	#77	15	58	58
	#81	14	58	56
P5CB	#105	19	63	64
	#114	19	58	59
	#118	20	63	63
	#123	18	56	55
	#126	15	37	41
H6CB	#156	26	67	69
	#157	28	81	80
	#167	26	63	69
	#169	---	---	---
H7CB	#170	30	80	87
	#180	29	71	81
	#189	30	76	82

PTFEは目立って吸着率が小さく、PEとPPでは、吸着率にほとんど差が見られなかった。

表4 夾雑物を含む汚水試料を用いた振とう処理におけるプラスチック球へのPCB吸着率(%)

		PE球5個	PE球50個	PP球50個	参考 純水 PP球*
13C-M1CB	#3	3.5	28.9	37.8	74.8
13C-D2CB	#8	3.9	30.2	50.5	86.4
13C-T3CB	#31	4.2	39.0	59.6	93.8
	#28	5.4	38.2	60.7	95.4
13C-T4CB	#52	--	26.2	58.4	106.1
	#81	--	30.5	58.7	97.6
	#77	5.0	31.7	59.6	95.4
13C-P5CB	#123	3.6	25.4	57.5	112.5
	#118	3.8	24.0	54.9	106.9
	#114	3.4	22.9	50.8	96.0
	#105	4.4	25.7	51.4	104.5
	#126	3.3	25.6	53.3	108.5
13C-H6CB	#101	3.3	24.0	53.7	101.6
	#167	2.9	19.6	49.1	92.6
	#156	4.1	20.7	43.1	93.2
	#157	3.1	18.8	42.7	93.4
	#169	3.2	22.8	49.3	94.5
13C-H7CB	#153	3.3	22.1	55.6	102.1
	#180	3.0	19.2	47.8	103.0
	#170	3.1	17.6	41.0	94.9
	#189	2.8	18.4	45.9	104.7
13C-O8CB	#194	2.7	17.9	44.0	93.4
13C-N9CB	#206	2.6	17.5	39.9	100.9
13C-D10CB	#209	2.5	19.6	46.7	110.1

\*純水を用いた振とう処理におけるPP球のPCB吸着率  
夾雑物を含む汚水試料を用いた試験では、純水に標準を添加した場合に比較してプラスチックへの吸着率は大幅に低下した。