

降雨に伴うポリカーボネートシートからのビスフェノールAの長期的溶出変動

広島工業大学 正会員 今岡 務
 広島工業大学 学生会員 ○臺信篤典
 (株) MHI ソリューションテクノロジーズ 吉村友宏

1. 研究の背景および目的

ビスフェノールA (BPA) は、内分泌攪乱(環境ホルモン)作用を有する可能性が指摘されており、生物等への影響が懸念されている。

2004 年において、BPA の国内需要の約 76 %はポリカーボネート(PC)樹脂の原料として使用されている。PC樹脂は優れた耐衝撃性、透明性、耐熱性などの特長を持っていることから、メガネレンズ、CD・DVD、携帯電話などの製品に幅広く活用される一方、カーポート屋根材や道路防音壁のシート部分のように野外でも多くのPC製資材が使用されている。このことから、屋外で使用されているPC製資材からの降雨に伴うBPAの溶出が推測される。

そこで本研究では、PCシート等を装着した雨水採取装置を学内に設置し、各種シート材と接触した雨水中のBPA濃度を測定することにより、BPAの溶出濃度の長期的変動および水環境中への溶出負荷を明らかにすることを目的とした。

2. 研究方法

2-1 調査概要

本研究では、本学 23 号館横に設置してある少雨量用と多雨量用の 2 種類の雨水採取装置(図 1)を用いて調査を実施した。本装置の上部には、表 1 に示す曝露試料を設置している。調査は降雨毎に雨水採取装置で曝露試料と接触した雨水を全量回収することにより行った。



図 1 少雨量用と多雨量用の雨水採取装置

表 1 曝露試料の詳細

装置番号	シートの種類
少雨量用 L1・L5	BL (ブランク: ステンレスシート)
雨 L2・L6	PC (標準シート)
量 L3・L7	PC (耐候性シート(1): 紫外線吸収材含有2層押し出しシート)
用 L4・L8	PC (供用済みシート: 平成13年から3年間使用)
多雨量用 S1	BL (ブランク: 曝露試料なし)
S2	PC (標準シート)
S3	PC (耐候性シート(2))
S4	PC (供用済みシート: 平成13年から3年間使用)
S5・S6	PVC (ポリ塩化ビニルシート)

2-2 測定方法および BPA 溶出負荷算出方法

雨水の BPA 測定は、JIS に記されている JIS K 0450-10-10 「用水・排水中のビスフェノール A 試験方法」に準じて、前処理・抽出を行い、GC-MS を用いて測定した。

また、降雨毎の BPA 溶出量および溶出負荷は以下の①・②式を用いて算出した。

$$\text{BPA 溶出量}(\mu\text{g}) =$$

$$\text{BPA 濃度}(\mu\text{g/L}) \times \text{雨水量}(\text{L}) - ①$$

$$\text{BPA 溶出負荷}(\mu\text{g/m}^2) =$$

$$\text{BPA 溶出量}(\mu\text{g}) / \text{曝露試料表面積}(\text{m}^2) - ②$$

3. 結果および考察

本研究で用いた少雨量用・多雨量用両雨水採取装置では、平成 16 年 11 月 19 日から試料の採取が行われ、平成 19 年 8 月 7 日までの約 3 年間で、少雨量用装置(以下少雨量用)で 117 回、多雨量用装置(以下多雨量用)で 77 回の雨水試料を得ている。

調査期間中における少雨量用・多雨量用両装置の各シート材からの BPA 濃度は降雨ごとに変動したが、どのシート材からも長期的な BPA の溶出が確認された。特に、少雨量用の耐候性シートでは $0.00 \sim 0.59 \mu\text{g/L}$ 、供用済みシートでは $0.01 \sim 0.82 \mu\text{g/L}$ の BPA 濃度が確認され、標準シートの $0.00 \sim 0.24 \mu\text{g/L}$ に比べ高い値を示した。

また、各シート材における BPA 濃度のデータから BPA 溶出負荷を算出し、一雨毎の数値を積算したものを装置別に図 2・図 3 にまとめた。

キーワード ビスフェノール A, 環境ホルモン, 降雨, 溶出量

連絡先 〒731-5193 広島市佐伯区三宅 2-1-1 TEL 082-921-3121 内線(6627) FAX 082-921-8934

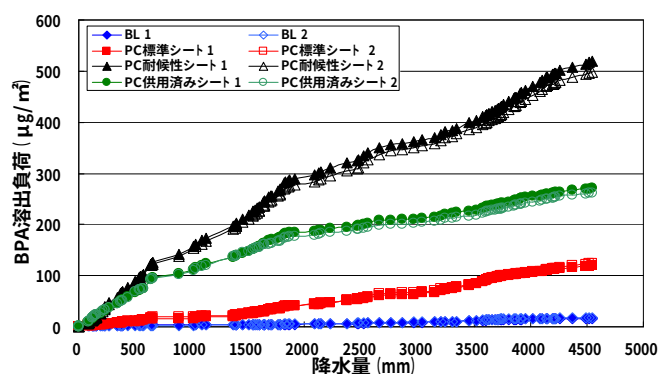


図 2 少雨量用装置の BPA 溶出負荷

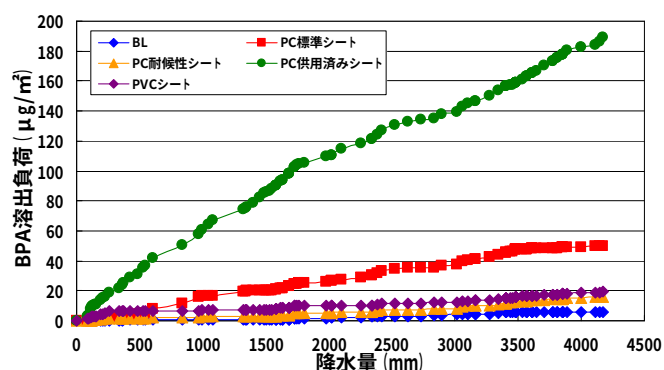


図 3 多雨量用装置の BPA 溶出負荷

各シート材からの約 3 年間での総 BPA 溶出負荷は、図 2 の少雨量用の PC 標準シートでは平均 $122.7\mu\text{g}/\text{m}^2$ 、PC 耐候性シートでは平均 $508.6\mu\text{g}/\text{m}^2$ 、PC 供用済みシートでは平均 $266.8\mu\text{g}/\text{m}^2$ となり、雨水等に起因する負荷を示すブランク調査値 (BL : L1, L5) の平均 $16.8\mu\text{g}/\text{m}^2$ を大きく上回った。

また、図 3 の多雨量用の PC 標準シートからは $50.1\mu\text{g}/\text{m}^2$ 、PC 耐候性シートからは $16.1\mu\text{g}/\text{m}^2$ 、PC 供用済みシートからは $188.8\mu\text{g}/\text{m}^2$ の溶出負荷が得られた。一方、PVC (ポリ塩化ビニル) シートからの総負荷は平均 $19.3\mu\text{g}/\text{m}^2$ であり、PC シートほどの BPA の溶出はしないものと判断された。

少雨量用の耐候性シート、少雨量用・多雨量用の供用済みシートからの BPA 溶出負荷が高い値となった要因として、耐候性シートにおいては、シート表面の紫外線吸収剤等の加工条件が BPA 溶出量に大きく影響を与えているものと考えられた。

また、供用済みシートの BPA 溶出負荷が新品である標準シートの数値を大きく上回っていることから、本研究での供試前 3 年間での紫外線等の影響により、シート材表面や内部の未反応だった BPA が溶出しやすい状

態になっていたものと推測された。

さらに、図 2 に示した少雨量用の調査結果において、降水量 2000mm 前後を境として耐候性シートおよび供用済みシートの BPA 溶出負荷量が緩やかに減少する傾向が確認され、またそれとは逆に、標準シートでは、降水量 1500mm 前後を境として BPA 溶出負荷量が徐々に増加する傾向がみられた。

そこで、この変化の大きい 3 つのシート材の BPA 溶出負荷量を降水量 1500mm 毎の値で整理して算出したものを図 4 にまとめた。

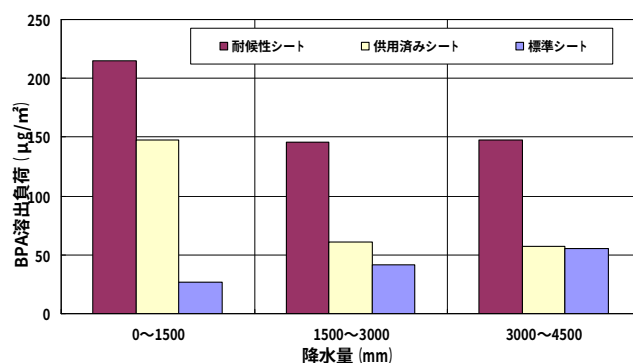


図 4 降水量 1500mm 毎の耐候性・供用済み・標準シートの BPA 溶出負荷変動 (少雨量用)

図 4 から、耐候性シートおよび供用済みシートにおいて、積算降水量が増加するにつれ、BPA 溶出負荷が明らかに減少傾向となることが確認された。また、標準シートにおいては反対に、積算降水量それぞれ 0~1500mm で $26.3\mu\text{g}/\text{m}^2$ 、1500~3000mm で $41.6\mu\text{g}/\text{m}^2$ 、3000~4500mm で $54.9\mu\text{g}/\text{m}^2$ と徐々に増加傾向にあることが確認できた。

この結果から、PC シートはシート材表面が紫外線等の影響により徐々に劣化し、PC 生成時に未反応であった BPA が溶出されやすくなることで、BPA 溶出量が一時的に増加し、その後緩やかに減少していく傾向があると考えられる。今後、耐候性シートおよび供用済みシートでは、BPA の溶出量は徐々に減少していき、一方標準シートにおいては当初増加傾向を示すものの、ピークを過ぎると徐々に減少していくものと推測された。

4. おわりに

本研究の結果より、各種 PC シートから長期にわたり BPA が溶出することが明らかとなった。しかしながら、高い溶出負荷を示した耐候性・供用済みシートからの BPA 溶出も年々減少傾向にあり、今後も徐々に低減していくものと推測された。