

ポリスチレン分解生成物による富山県内河川・溜池の汚染

富山県立大学工学部 環境工学科 (学)〇位寄陽祐 (学)北佳成
(学)森昭仁 (正)奥川光治

1. はじめに

プラスチックは、日本で年間約 1000 万トン生産されている。熱可塑性樹脂としてポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリスチレン、ポリエチレンテレフタレート (PET) 等あり、また熱硬化性樹脂にはフェノール樹脂、ポリウレタン、エポキシ樹脂等がある。一方、日本では年間に 5~15 万トンの海ゴミが漂着しており、漂着ゴミの 70% がポリスチレンである。漂着物は河川から流れてきたものが多く、ポリスチレンは海洋環境でスチレンオリゴマー (SO) を発生する(道祖土ら, 2012)。また、スチレンモノマーはヒトに対する発がんの可能性がある。本研究では、富山の河川、溜池におけるスチレンオリゴマーの存在量を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

調査地点は射水市 2 地点(下条川, 薬勝寺池), 高岡市 3 地点(新開川, 市野瀬川, 玄手川)であり, 2014 年 8 月~11 月に, 下条川は同一地点で 2 回, 他は 1 回ずつ調査を実施した。下条川は汚染が進行している河川であり, 流域には廃棄物処分場が立地している。新開川は集落の排水が流入している。市野瀬川と玄手川は地下水が湧出して比較的きれいな河川である。薬勝寺池は, おもに住宅団地の雨水排水を受け入れている溜池である。

各調査地点において柄杓またはバケツを用いて表面水を採取し, 1 mmふるいを通してガラス瓶 (SO など分析用) とポリ瓶(他の水質分析用) に保存し, 保冷して持ち帰った。また, 現地で pH, 電気伝導率, 水温, 気温等を測定した。分析項目は, SO (スチレンモノマー (SM), スチレンダイマー (SD), スチレントリマー (ST)), 1,3-ジフェニルプロパン (DP), 濁度, TOC, 全窒素, 全リンなどとした。

持ち帰った試料はグラスファイバーフィルター(アドバンテック GB-140)を用いてろ過し, ろ液を溶存態サンプル, フィルターに捕捉された粒子状物質を懸濁態サンプルとした。溶存態サンプルは, 分液ロートを用いてジクロロメタンにより抽出した(森ら, 2015)。懸濁態サンプルは, フィルターを三角フラスコに入れ, ジクロロメタンにより一夜抽出した。抽出液は, 図 1 に示すようにロータリーエバポレータ

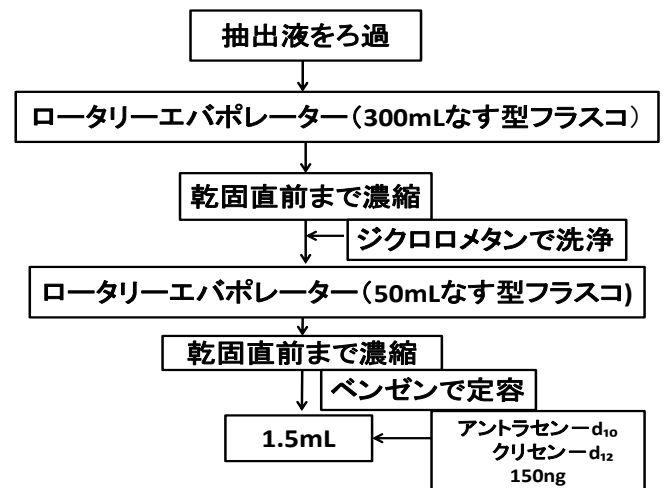


図 1 濃縮方法

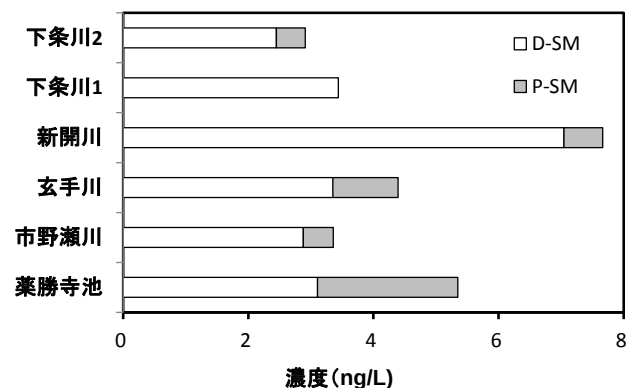


図 2 スチレンモノマー濃度

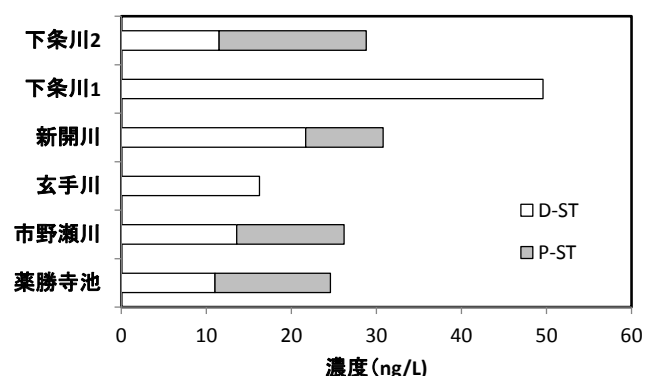


図 3 スチレントリマー濃度

ーにより濃縮し, ベンゼン溶液で定容し, 1.5mL とした。濃縮した抽出液には, 内部標準物質としてアントラセン-d₁₀

とクリセン-d₁₂, 各 150ng を添加し, GC/MS-SIM 法により SO と DP を分析した。なお, 溶媒抽出前のサンプルにはサロゲート(ナフタレン-d₈, ピレン-d₁₀, 各 500ng)を添加し, 回収率を確認した。また, 以下では溶存態を D-, 懸濁態を P-, 総量を T-と表示する。

3. 結果及び考察

T-SM 濃度は 2.9~7.7ng/L であった(図 2)。富山湾沿岸における海水の濃度(森ら, 2015)と比較しても大きな差は見られなかった。D-SM/T-SM の比率は河川では 76~92%(平均 85%), 薬勝寺池では 58%と河川の方が高かった。なお, 下条川 1 の懸濁態は未分析である。市野瀬川や玄手川のように地下水が湧出して清浄な河川でも同程度に検出された。これは ST や DP でも同様であった。T-ST 濃度(図 3)は 16~50ng/L と SM より高かったが, SM 同様海水と比較すると大きな差はなかった。D-ST/T-ST の比率は河川では 40~100%(平均 66%), 薬勝寺池では 45%と SM 同様河川の方が高かったが, SM より ST の方が水溶解度が小さいことを反映して溶存態の比率が小さかった。T-DP 濃度は 2.0~17ng/L であった(図 4)。こちらも海水の濃度と比較しても差はなかった。なお, SD は下条川 2 を除き, 検出されなかった。

T-SM 濃度と T-ST 濃度との関連を見たところ, あまり相関がなかった(図 5)。D-ST 濃度と D-SM 濃度の相関についても同様であった。また, TOC 濃度と T-ST 濃度については, TOC が高いサンプルほど T-ST 濃度が高くなっているという傾向がみられた(図 6)。DOC 濃度と D-ST 濃度についても同様の傾向がみられたが, POC 濃度と P-ST 濃度については相関がなかった。

なお, SO 標準物質の添加回収実験を行い, 回収率を確認したところ, 92.5~123%であった。また, SM の検出下限は 2 μ g/L, SD と ST は 20 μ g/L であった。

4. おわりに

以上のように SM, ST, DP 濃度は海水, 淡水ともに同程度の値であり, 比較的清浄な河川でも SM, ST, DP 濃度は検出された。また, TOC, DOC 濃度が高いサンプルほど T-ST, D-ST 濃度が高くなる傾向がみられた。今後は, より多くの河川を調査し, 水質汚染の状況や流域特性との関連を解析する予定である。

5. 参考文献

道祖土勝彦ら(2012)沖縄沿岸における漂流・漂着ポリスチレン由来のポリスチレンオリゴマー汚染の分析, BUNSEKI KAGAKU, 61(7), 629-636.

森昭仁ら(2015)ポリスチレン分解生成物による富山湾沿岸における海水の汚染, 土木学会中部支部研究発表会.

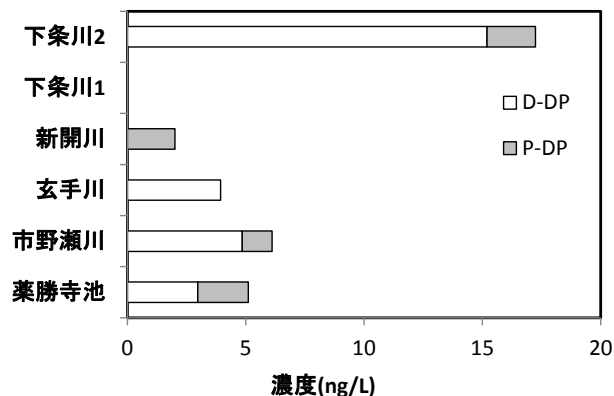


図 4 1,3-ジフェニルプロパン濃度

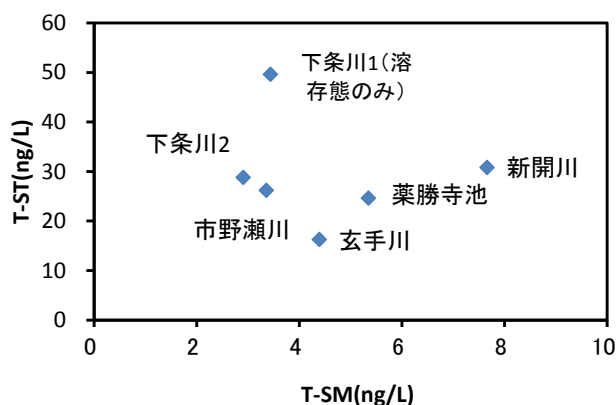


図 5 スチレンモノマーとトリマーとの相関

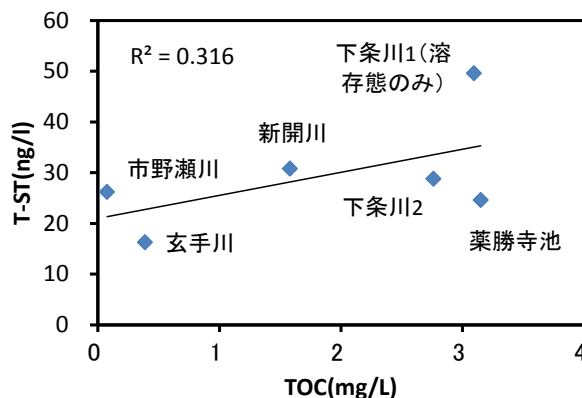


図 6 TOC とスチレントリマーの相関