

B-20

多摩川の河川水と河床におけるノニルフェノールの挙動

明星大学大学院理工学研究科 ○柳瀬敏晴
同上 田中修三

1. 研究目的

洗剤等に使用される非イオン界面活性剤ノニルフェノールポリエトキシレートが生分解を受けるとノニルフェノール(NP)が生成されるが、近年そのNPが環境ホルモン(内分泌攪乱)作用をもつことがわかってきた。NPは洗剤由来であることから、我々の身近な環境の汚染につながりやすく、その影響が懸念されている。

そこで、本研究は、都市河川である多摩川を対象として、河川でのNPの動態解析を行うことを目的として、河川水及び河床のNP濃度の実態調査を行った。具体的には、河川水及び河床の付着物を採取し、それらのNP濃度を分析し、さらにNP濃度の変化と降雨との関係を検討した。河床の付着物には魚類の餌生物となると思われる藻類が多く、NPが河川水から付着物さらに魚類へと生物濃縮される可能性を考慮して、付着物も研究の対象とした。

2. 調査・分析方法

試料の採取は、多摩川の河口より約40km地点、東京都日野市を流れる浅川との合流点(府中四谷橋)直上流で、平成14年8月から平成15年6月にかけて週1回の頻度で行った。

河川水中のNP分析は、孔径 $1\mu\text{m}$ のGFろ紙を用いて試料をろ過し、ろ過残渣を浮遊物質試料としてソックスレー抽出を行い、ロータリーエバポレーター・クリーンアップ・窒素吹き付けの工程により濃縮及び不純物の除去を行った。ろ液はSepPakカートリッジtC18を用いて固相抽出を行い、窒素吹き付けで濃縮した。

付着物は、浅瀬の河床の石に付着したものを採取した。採取した付着物試料は、まず遠心分離後の沈渣をろ過した後、浮遊物質の工程と同様に抽出・濃縮を行った。

NPの定量はガスクロマトグラフ-質量分析計(GC/MS)を用いた内部標準法で行い、NP標準液を $0.01\sim 0.5\text{mg/L}$ の7段階の濃度で準備し、内標物質としてナフタレン(濃度 0.25mg/L)を添加して検量線を作成した。各試料に対して、2~6検体の分析を行い、結果はそれぞれの平均値で表した。

河床の付着物のNP濃度は、分析試料量と同量の付着物を別途 105°C で2時間乾燥し、乾燥重量 1g 当たり($\mu\text{g/gD.S.}$)で表示した。

3. 結果と考察

多摩川における河川水及び河床付着物のNP濃度の変動をそれぞれ図1及び図2に示す。

3.1 河川水のNP濃度の変動

図1に示したように、平成14年8月から翌年6月の間、河川水にはNPが平均で $0.03\sim 0.19\mu\text{g/L}$ の範囲で検出されたが、年間を通して概ね $0.05\mu\text{g/L}$ 以上の濃度でNPが存在することがわかった。NPは女性ホルモン(エストロゲン)作用を有するが、その作用は本物のエストロゲンに比べて $1/1000$ 程度とかなり弱く、本調査地点のNP値は直ちに心配されるレベルではないと考える。

図1において、10/4、12/5、12/18のNP濃度は、その前後の結果と比較して、大きく上昇している。これらの3回の採水日には先行する降雨があり、降雨の流出が河川水のNP濃度の変化に関係していることが考えられる。

そこで、採水日の当日および3日前までに先行降雨があった雨天時の値及びその他の晴天時の平均を図3に示した。ここでは、図1に見られるように降雨時の値を除くと10月中旬までは $0.1\mu\text{g/L}$ 前後であり、10月下旬以後は $0.05\mu\text{g/L}$ 前後という変化を示しているので、採水期間をNP濃度の全体的変化及び気温の変化

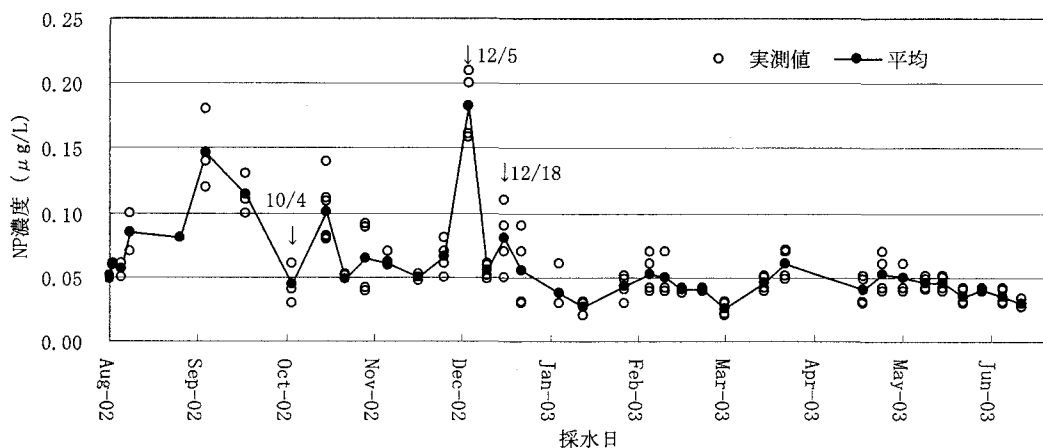


図1. 多摩川における河川水のNP濃度の変動

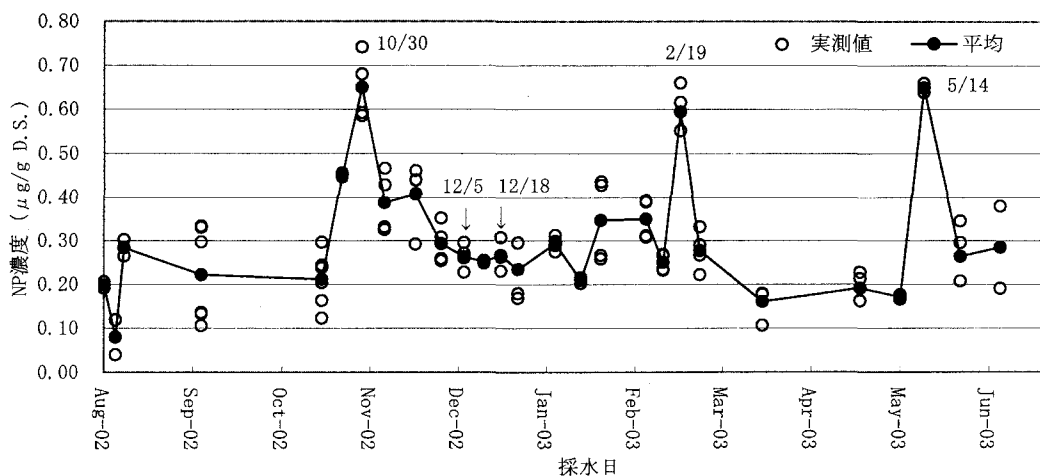


図2. 多摩川における河床付着物のNP濃度の変動

から、10月中旬以前と下旬以後に大別し、その結果を各期間の晴天時平均として浮遊物試料と液試料に分けて整理した。ここに、浮遊物質試料のNP濃度は試料1L中の浮遊物質に含まれるNP値をさす。先行降雨量としては、10/4は3日前に195mm、12/5は前日に14mm、12/18は前日に8mmであった。

10月中旬以前の晴天時のNPは $0.08 \mu\text{g/L}$ であり、このうち浮遊物質試料が $0.04 \mu\text{g/L}$ 及び液試料が $0.04 \mu\text{g/L}$ であった。これに対して、豪雨(195mm)の影響があると思われる10/4のNP値は晴天時平均の半分の濃度であり、とくに液試料が晴天時平均を大きく下回っていた。河川水量の増加により、NPが希釈されていたと見えるが、実際には水量の増加が大きく、NPの絶対量は増えていることも考えられる。

一方、12/5と12/18においては、NP値が10月中旬以後の晴天時平均に対してかなり高くなり、とくに12/5のNPは平均の4倍以上の $0.19 \mu\text{g/L}$ の濃度であった。また、この変化は液試料のNP値が高くなることによるもので、浮遊物質試料にはあまり変化が見られなかった。このような降雨の影響の要因としては、たとえば地表面のNPを含む微粒子($1 \mu\text{m}$ 以下)が降雨とともに河川に流出してくることが考えられる。

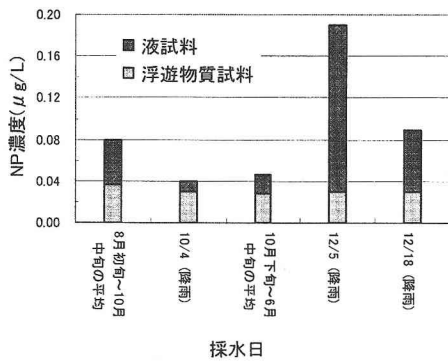


図3. 先行降雨がある時の河川水のNP濃度

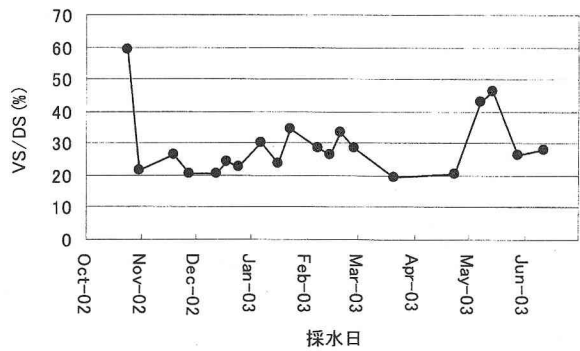


図4. 河床付着物の乾燥重量(DS)と強熱減量(VS)の割合

3.2 河床付着物のNP濃度の変動

河床付着物に含まれるNP濃度の変化を実測値と平均で表した図2において、付着物のNPは平均で0.08~0.74 $\mu\text{g/gD.S.}$ の範囲で検出された。付着物中に含まれるNPは、10/30、2/19、5/14において高い値がみられたが、これらを除くと、年間を通して概ね0.20~0.40 $\mu\text{g/gD.S.}$ の濃度で存在することがわかった。図1で示した降雨の影響が大きい12/5や12/18については、河床付着物の場合はほとんど変化は見られなかった。

図4は、河床付着物の乾燥重量と強熱減量の割合を示したものである。河床の付着物は一般的には生物膜と考えられるが、付着物中に含まれている有機物は概ね20~60%の割合であり、必ずしも付着生物だけではなかった。また、図2の付着物のNP濃度の上昇と図4の有機物の含有量は必ずしも相関がみられなかった。

写真1に河床付着物の顕微鏡写真を示す。付着物には糸状性の藍藻類やフロック状の生物群が多く見られ、そのほか珪藻類も多数観察された。

4. まとめ

河川水のNP濃度は0.03~0.19 $\mu\text{g/L}$ の範囲で検出され、年間を通して概ね0.05 $\mu\text{g/L}$ 以上の濃度でNPが存在することがわかった。本調査流域においては、前日に降雨があると河川水のNP濃度が上昇し、最大で晴天時の3倍以上の濃度で検出された。

河床の付着物のNP濃度は0.08~0.74 $\mu\text{g/gD.S.}$ の範囲で検出され、年間を通して概ね0.20~0.40 $\mu\text{g/gD.S.}$ のNPが存在することがわかった。また、付着物中のNP濃度は河川水のように降雨の影響は受けなかった。

これらのNP濃度は環境ホルモンとして直ちに水生生物に影響を及ぼすレベルではないが、河床の付着物には魚類の餌生物となるとと思われる藍藻類や珪藻類が含まれており、NPが河川水から付着物さらに魚類へと生物濃縮される懸念は否定できないと考えられる。

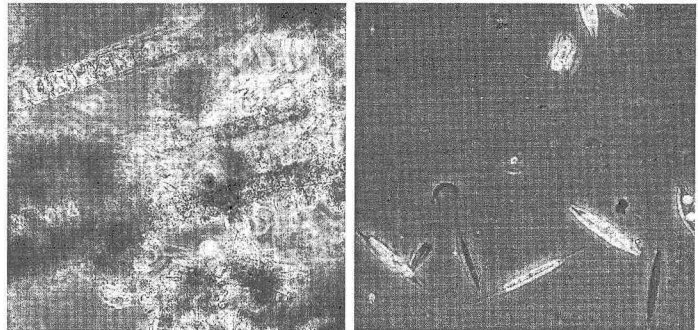


写真1. 河床付着物の顕微鏡写真