

河川中の医薬品分析について

国土環境研究所 環境化学グループ 鈴木 幹夫

近年、河川中の医薬品(生理活性物質)の存在が、飲料水の安全・安心や水生生物への影響に対して関心が高まってきています。河川中の医薬品の現状や当社の取り組みを紹介いたします。

背景

河川・湖沼などの水環境中には、種々の化学物質が排出されています。その中の一つに、医療や畜産の分野で使用される医薬品があります。

医薬品は、ヒトが服用した後、尿や糞中に排泄され、下水処理場を通して河川に排出されます。

医薬品はもともと、ヒトや家畜等へ何らかの生理活性を目的として使用するものですので、使用するヒトや家畜への薬効(生理活性)や副作用、毒性については十分な検討がなされています。しかし、排出される先の河川中の水生生物に対する毒性、生理活性は、ほとんど検討されておりません。

欧米では、これら環境中の医薬品に関心が高まり、その濃度や、影響についての研究が進められていますが、日本では、大学や行政機関において研究が始められたところで、研究事例はまだ少ない状況です。しかし、今まで研究された事例をみますと、都市河川からは解熱鎮痛剤などが、畜産が盛んな地方河川では抗生物質などが検出されており、全国的な水環境中の医薬品の存在量の把握が必要とされてきています。

環境中の排出経路

医薬品には、主にヒトに使用されるものと、畜産動物に使用されるものがあります。ヒトに使用される医薬品として使用量が多いものには、解熱鎮痛消炎剤、血圧降下剤、消化性潰瘍剤、抗菌剤、神経系用剤等があります。畜産動物用としては、抗生物質や、ホルモン製剤が多く使用されており、抗生物質の使用量は、ヒトに使用されるよりはるかに多く使用されています。

これらの医薬品は、主に肝臓などで代謝され、代謝物として尿中や糞中に排泄されますが、その一部は、代謝されず未変化のまま排泄されます。

ヒトが服用した場合は、下水から下水処理施設や合併処理施設に入り、畜産で使用した場合は、排水処理施設を通り最終的に河川等の環境中に排出されます。また、使用されず下水に流されるもの、廃棄物として焼却処分や廃棄物処分場に廃棄されるものも考えられます。

主な医薬品類

医薬品として使用量が多い物質及び過去の研究事例で検出された物質のうち、主なものを表1に示します。

表1 主な医薬品類

| 分類 | 化学物質名 |
|------------|---|
| 解熱鎮痛消炎剤 | アセトアミノフェン、イブプロフェン、インドメタシン、エテンザミド、ケトプロフェン、ナプロキセン、フェノプロフェン、メフェナム酸 |
| 鎮痛鎮痒収れん消炎剤 | ジクロフェナック、クロタミン |
| 降圧剤 | アテノロール、ジピリダモール、ジルチアゼム、ベラパミル |
| 抗てんかん剤 | カルバマゼピン、フェニトイン、プリミドン |
| 神経系用剤 | アミトリプチリン、イミプラミン、ハロペリドール |
| 抗生物質 | アジスロマイシン、アモキシシリン、エリスロマイシン、クラリスロマイシン、クロルテトラサイクリン、スルファジメトキシム、スルファメトキサゾール、スルファモノトキシン |
| 合成抗菌剤 | オフロキサシン、トリメプリム、ナリジクス酸 |
| 消化性潰瘍剤 | スルピリド、ピレンゼピン、メクロピラミド |
| 強心剤 | カフェイン、ジゴキシン |
| X線造影剤 | イオプロミド、イオパミドール、アミドリゾイック酸 |

(化学物質名であり、医薬品名ではありません)

水生生物への影響と河川中の濃度

水環境中の医薬品物質の水生生物に対する影響の研究では、(独)国立環境研究所で、さまざまな医薬品の日本における年間消費量等をもとに95物質を選定し、環境中の予測濃度、予測無影響濃度の大きき評価を行なっております。

この中でアテノロール(降圧剤)他4物質について生物への影響の可能性が示唆されています。また、文献で示された水生生物への影響では、藻類がどの物質についても感受性が高く、下水放流水や一部河川水では生態影響を生じさせる可能性があります。

日本国内の主な河川中の医薬品の測定では、鶴見川、多摩川、庄内川、大和川等の大都市の下水処理水が流入する河川において多くのヒト用の医薬品が検出されており、その濃度は、ng/Lから $\mu\text{g/L}$ のオーダーに有ります。また、農村地区を流れる河川からは、動物用医薬品が検出された事例が報告されています。

下水処理場の処理過程における医薬品の挙動の検討結果では、生物分解を受けるもの(イブプロフェン、アセトアミノフェン等)もありますが、一般的に汚泥への吸着は少なく、多くの医薬品について河川中の濃度は、下水処理場の放流水が影響していると考えられます。畜産で使用されるサルファ剤などの合成抗生物質の一部は、下水放流水では無く他の流入汚染源が考えられます。

当社の取り組み

(1) 医薬品の測定

医薬品は非常に多くの種類があり、その化学的特性も多様であり、測定方法としては、GC/MSやLC/MS/MSを用いた方法が検討されています。

当社は、これらの医薬品の測定の検討を数年前より実施しており、2007年度には国土交通省が全国の一級河川において行なう医薬品42物質の調査の一部を受注しました。

環境中に排出された医薬品の問題は、重要な課題の一つとなり、今後、さらに多くの医薬品が調査の対象となってくると考えられます。当社はこれまでも多くの医薬品の測定方法を開発してきており、精度の良い測定が可能です。

今後、さらに多くの医薬品の測定方法の検討が必要となってきます。



写真1 液体クロマトグラフ質量分析計(LC/MS/MS)

(2) 水生生物への影響試験

水生生物に対する作用は、一部の医薬品について研究がされているだけで、十分に明らかになっているわけではありません。特に、河川中に見られるような低濃度での長期ばく露のデータや

知見が少なく、今後、データの蓄積が必要となってきます。

当社では、これら水生生物への影響を試験できるGLP(Good Laboratory Practice)の認証を取得しており、医薬品が生物に与える影響についての検討が可能です。



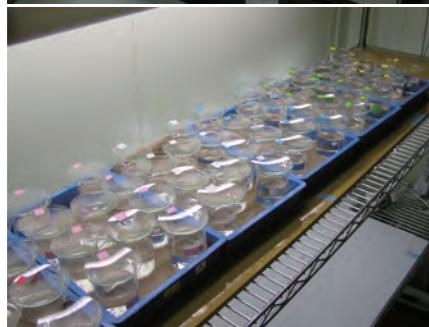
写真2 当社GLP対応施設



魚類(ヒメダカ)への毒性試験



藻類(ムレミカツキモ)への毒性試験



ミジンコへの毒性試験

写真3 化学物質の生態影響試験(GLP施設内)