

固定層活性炭吸着処理における農薬の除去特性

岐阜大学工学部 ○学生員 高木竜一 岐阜大学大学院 学生員 植松光崇
岐阜大学流環研 正員 湯浅 晶 岐阜大学工学部 正員 松井佳彦

1 研究目的

近年導入されつつある高度浄水プロセスにおける活性炭吸着処理の主な除去対象成分は、フミン質などの一般有機成分や微量汚染物質であるが、それらの流入特性や流入濃度は異なる。フミン質などの一般有機成分は多成分集合体であり、その成分の違いによって水系への流出特性や浄水過程における除去特性が異なる。これに対して、臭気成分、農薬などの微量汚染物質は、一般有機成分より低い、ppb、ppt レベルの濃度で存在し、降雨によって流入濃度変動する。このような背景から、活性炭固定層において微量汚染物質（農薬）が流入する場合の活性炭吸着特性について以下の検討項目を中心に研究を行う。①農薬の間欠流入時における流出濃度の挙動。②農薬除去に対する吸着と生物分解の効果。③流入する農薬濃度の違いによる除去特性の影響。

2 実験

2.1 試料水

試料水に用いる原水は、各務原市クリーンセンターのし尿処理水である。この凝集処理水を、ADVANTEC No.5C のフィルターでろ過し、波長 260nm の紫外吸光度が 0.02cm^{-1} 程度になるように脱塩素処理水道水を用いて希釈調整した後、試料水に使用する。

2.2 微量汚染物質（農薬）

実験に用いる農薬は、除草剤として使用されているシマジンとアシュラムである。シマジンは疎水性、アシュラムは親水性という性質を持っている。農薬の化学的性質を表-1 に示す。

表-1 農薬の性質

化学名称	シマジン(simazine)	アシュラム(asulam)
分子量(g/mol)	201.7	230.24
水溶解度	5mg/Lat20℃	5000mg/Lat20℃
log Pow	1.5~2.51	0.23~1.28

2.3 固定層充填材

実験に用いる充填材は、カルゴン社の Filtrasorb-400 (F400) とピカ社のピカピオール。また日本ガイシ社の多孔性セラミック（細孔径:15 μm 、材質:アルミナ）を粉碎したものである。F400 は、吸着除去性が高い性質を持ち、ピカピオールは、吸着除去性が

小さいが、生物が住みやすい性質を持っていると言われている。また、セラミックは、吸着除去性がほとんどなく、多孔性のため生物が住みやすい性質を持っていると考えられる。実験では、性質の異なる 3 つの充填材を同じ条件で比較するために、それぞれを篩径 1.0~1.18mm に分級したものと有効径 0.63mm、均等係数 1.68 の F400 の 4 種類の充填材を使用する。

2.4 方法

2.4.1 パイロットカラム実験

パイロットカラム実験では、図-1 のように、凝集処理水と脱塩素処理した水道水を攪拌槽で混合し、試料水としたものを定流量ポンプを用いてカラムに下向流で通水する。カラムからの流出水は 1 週間に 2 回の頻度で採取し、紫外吸光度（波長 220nm (E_{220})、254nm (E_{254})、260nm (E_{260})) と全有機炭素濃度 (TOC) を測定する。

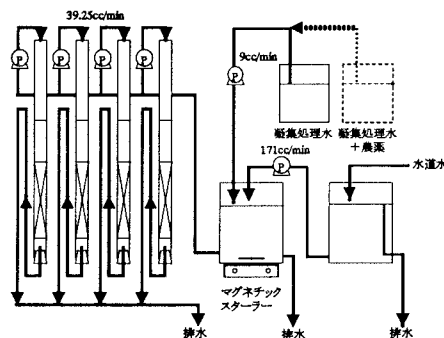


図-1 パイロットカラム実験装置

2.4.2 農薬添加方法

農薬の間欠流入方法は、図-1 のように凝集処理水中にあらかじめ農薬を溶かした試料水と溶かしていない試料水とを切り替えることで行う。農薬添加実験は 2 種類の農薬をそれぞれ 3 濃度に変化させ計 6 回行う。採水方法は 1 回につき 72~216 時間添加し続け、図-2 に示すように、8~24 時間毎に流出水を採水する。また、24 時間毎に固定層中の各深さ毎の通過水も採水する。農薬濃度については、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いて測定する。

3 結果

3.1 パイロットカラム実験

パイロットカラム実験におけるフミン質の破過曲線を図-3 に示す。図より F400 のカラムについては、流出率が 4 割程度で、現在も吸着除去性が高い事が分かる。ピカピオールのカラムについては、流出率が 8 割程度で、破過曲線が水平に成りつつあり、吸着除去性が低下してきている事が分かる。セラミックのカラムについては、実験始動直後から流出率が 10 割程度と高く、除去性がほとんどない事が分かる。

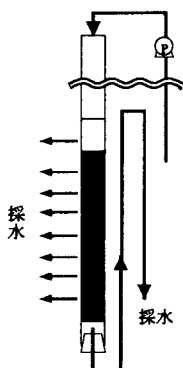


図-2 採水方法

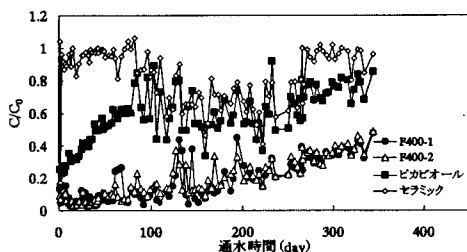


図-3 パイロットカラム実験におけるフミン質の流出率

3.2 農薬添加実験

各カラムの深さ方向における農薬流出率の変化を図-4、5 に示す。図-4 はシマジンを通水日数 280 日前後に添加したもの。図-5 はアシュラムを通水日数 290 日前後に添加したもの。図-4 より、それぞれのカラムの流出率は F400-1（有効径 0.63mm、均等係数 1.68）、F400-2（1.0～1.18mm）、ピカピオール（1.0～1.18mm）、セラミック（1.0～1.18mm）の順に大きくなっている。セラミックがどの層深においても 10 割程度となっている事より、シマジンが吸着によって除去され、それぞれが持っている吸着除去性の大きさがシマジンの流出率に影響しているといえる。図-5 より、アシュラムの流出率については、シマジンと同様の傾向を示すが、親水性の性質を持つアシュラムの方が流出率は全体的に大きくなっている。

各添加実験での F400-2 におけるシマジンとアシュラムの流出率を図-6、7 に示す。図-6 より、同じ層深でのシマジンの流出率は通水日数の経過に従い流出率が増加している。また、流入濃度と流出率の関係については一定の傾向を示さず、流入濃度の違

いは流出率に対してあまり影響していないと考えられる。アシュラムの流出率については、図-7 より、シマジンと同様の傾向を示す事が分かる。

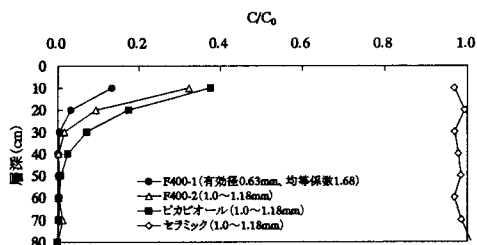


図-4 各カラムにおけるシマジンの流出率

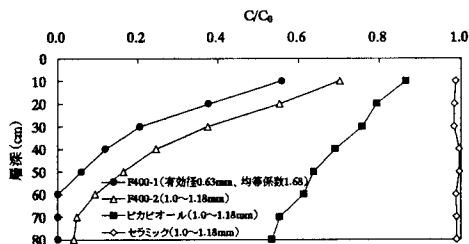


図-5 各カラムにおけるアシュラムの流出率

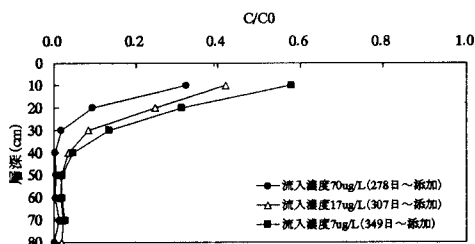


図-6 各添加実験におけるシマジンの流出率

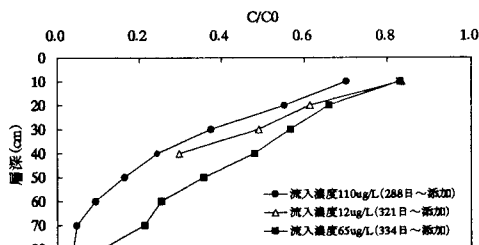


図-7 各添加実験におけるアシュラムの流出率