

金沢大学工学部 寺島 泰 ○塚本勝典 浜田 茂

水質汚濁に係る環境基準の設定は、従来十分に推進しなかった水質汚濁防止、規制の諸施策を総合的かつ強力に実施するうえでの行政目標を明確化したものとして評価されよう。しかし環境基準の見直しとして同時に表明されてもいるが、基準設定の根拠となる科学的判断が十分であったわけではなく、とくに全公共用水域を対象に国民の健康の保護に係る基準項目としてとりあげられた水銀、カドミウムその他の重金属の場合は、環境から人間への移行経路の各段階における転移、分配の機構についての多くの学問分野からの追究が要請されている。こうした観点から今回我々は、上水源から水道水、下水道から水成への経路において介在する上水、下水処理のプロセスにおけるカドミウムの挙動について検討し、その知見を得たので報告する。

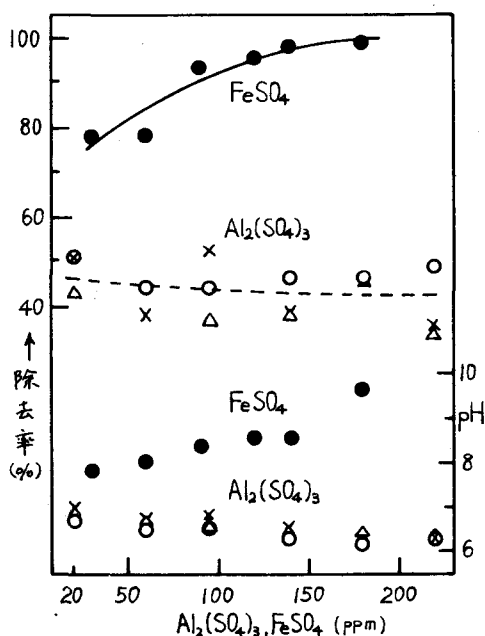
〔実験方法〕 所定濃度の塩化カドミウムを含む水道水 300ml に凝集剤として硫酸アルミニウムあるいは硫酸オー鉄を、アルカリ調整剤として炭酸ナトリウムを所定の濃度、あるいはpHとなるように注加し、ジャーテスターによって急速攪拌 (80rpm) を3分、緩速攪拌 (30rpm) を10分行ない、20分間静置のち上澄液を東洋ろ紙No.5Cでろ過し、ろ液を日本ジャーレルアッシュAA-1型原子吸光分光分析装置によって分析した。また数種の粘土鉱物 (170メッシュ以下)、砂 (8~25メッシュ) による除去実験では急速攪拌10分のち上澄液を、砂ろ過による除去実験ではろ過を、同様にろ液によってろ過して分析した。

〔実験結果と考察〕

原子吸光分光分析における問題点；原子吸光分光分析法は蛍光分析やジチゾン抽出による比色分析法に比べて感度が高く (Cd : 0.01ppm) 測定も簡便であるが、共存イオンの妨害および対象物の形態についてはとくに配慮が必要である。凝集沈殿後の残留物となる Na_2SO_4 について検討した結果、200~300ppmでは40%程度の吸光度の低下が認められ、又pHについてはアルカリ側において同様に吸光度の大きな低下が認められた。したがって実験においては検量線作成用試料、分析試料ともに硫酸によってpHを1.5に調整し同一条件とした。

凝集沈殿処理における挙動；硫酸アルミニウムによる凝集沈殿は水酸化アルミニウムへの電気的吸着作用を利用するものであるが、図-1に示すようにカドミウムの吸着除去率は比較的低く、硫酸アルミニウム濃度にはほとんど依存しない (pH約6.5)。また硫酸アルミニウム濃度を100ppmとし、カドミウムを0.1~1.0ppmとした場合 (pH約6.5) にはカドミウム濃度Cの増加に伴って除去率はわずかに低下し、Cと吸着量mとの間には、 $m = aC^n$ なるFreundlich吸着型の関係が認められるが

図-1 凝集沈殿によるCdの除去



濃度依存性は小さい。一方図-2に示すように処理水のpHによってカドミウムの除去率は大巾に変化し、硫酸アルミニウム100ppm、カドミウム75ppmの条件下でpHを8まで高めると除去率は90%にも向上する。これらの結果から、水のpHはカドミウムのうちイオンもしくはコロイド状水酸化カドミウムその他の難溶性化合物として存在するものの量比に支配する主要な因子であり、水酸化アルミニウムへの吸着においては、pHと溶解度積から存在量が決まるイオン状カドミウムのFreundlich的な吸着も否定できないが、ほとんどは水酸化物カドミウムの形態で吸着除去されることが明らかである。したがって上水処理において微量重金属の挙動を問題とする場合には硫酸アルミニウム注入量よりもpH調整操作に細心の配慮が必要といえる。通常の上水処理において硫酸第一鉄が用いられることは少ないが水酸化鉄によるカドミウムの吸着においても同様のことが認められる。図-1において硫酸第一鉄による除去性が高いことは、pH状態を考慮することによって理解できよう。

濁質への吸着；上水道原水には通常粘土鉱物を主体とする濁質が含まれており、これは処理過程に移る前段階においてカドミウムの存在形態を支配する可能性がある。表に示す結果によれば、 10^3 ppmの各種粘土鉱物によって0.5 ppmのカドミウムは50%以上、最大82%まで吸着除去されており、カドミウムの存在形態に対して鉱物質の濁質が果たす役割はきわめて大きい。一方カドミウムを吸着した粘土鉱物を硫酸アルミニウムによって凝集沈殿するとカドミウムの脱着が生じ、除去率は10~20%低下する。一般に粘土鉱物は陽イオンに対してイオン交換吸着性をもつが、こうした機構によるものと推定される。このように見た場合、分布係数 K_d は $10^3 \sim 4.5 \times 10^4 (cm^3/g)$ となり、他種微量金属の K_d に比較してカドミウムに対する K_d は相当大きい。

砂ろ過処理における挙動；砂がイオン交換吸着性をもつことから予測されるごとく、砂層におけるカドミウムの吸着除去は可能である。しかし交換容量に限度があること、通常水ではカルシウムとの交換吸着にかかる選択性が問題となること、交換速度が遅いことなどから、砂ろ過による除去は一時的でしかも低率であるといえる。ちなみにろ過砂のカドミウムに対する K_d はカドミウム濃度0.05~1.0 ppmに対し20~50 (cm^3/g)、また交換速度は初期吸着に対しては早い、1分後から24時間にわたって2倍量の吸着が進む程度のものであった。

この地下水処理過程におけるカドミウムの挙動については現在検討中であり、講演時に報告の予定である。尚本研究は昭和44、45年度科学研究費(一般C)の補助のもとに行っているものの一部である。

表-1 粘土鉱物に対するカドミウムの吸着性

粘土鉱物	除去率(%)	凝集沈殿物除去率(%)	$K_d (cm^3/g)$
ベントナイト	82.0	69.6	4555.6
グロースナイト	73.4	68.0	2759.4
バーミキュライト	72.8	66.0	2676.5
カオリナイト	58.4	50.6	1403.8
セリサイト	53.0	44.4	1127.7
水田土壌	71.4		2496.5
畑土壌	70.0		2333.3

図-2 Cd除去に対するpHの影響

