

愛知県庁 正員 西尾 義廣
山梨大学 正員 中村 文雄
山梨大学 加藤 健司

1. はじめに

河川底泥は、必ずしも長期間にわたって停滞しているわけではないが、一般に、地域及び過去の水質を反映していると考えられている。底質については、数多くの研究がなされてきたが、最近の研究からは、底泥中の重金属は、微細粒子や有機物質の多い部分に多く存在していることが指摘されている。

そこで、金属の底泥への濃縮・蓄積現象において、底泥中または懸濁物質中の有機物の役割をより明確にするため実験的検討を行ってきた。すなわち、多摩川の数地点から底泥を採取し、その懸濁液に対し吸着実験を行い吸着に及ぼす有機物の効果について検討し、あわせて粒径の影響について検討を加えた。

吸着実験は、有害性が認められており、さらに、比較的純粋な系では、中性条件下でイオンとして存在するなどの特性をもっているカドミウムを用いて行った。以下に実験結果の概要を述べる。

2. 実験方法

多摩川ニヶ領上河原堰堤から上流約700 mにわたる地域から15地点を選び採取した底泥を、湿式フルイにより200～250メッシュにフルイ分けした後、凍結乾燥した試料を用い、10 g/Lの底泥懸濁原液を作成した。この原液から所定濃度の懸濁液を作成し、 HCO_3^- 30 mg/Lを加え、pHを 6.0 ± 0.5 に設定した後、カドミウムイオン溶液を一定量添加し、所定の時間における吸着量の変化を調べた。急激な濃度変化がおこる吸着初期の段階では、0～60分の間に分単位で吸着時間を設定し、その後におこるゆるやかな吸着段階では、1～120時間の間に時間単位で任意に時間を設定した。吸着実験は、25℃の条件下で行った。また、カドミウム濃度はイオン電極法および原子吸光光度法により測定した。

なお、供試底泥の強熱減量(Ig.L.)は、底質調査方法(環水管第120号)に準じた方法で測定し、陽イオン交換容量(CEC)は、Schollenberger改良法により求めた。

3. 実験結果と考察

(1). 吸着平衡

図1は、有機物量の異なる3種類の底泥および対照としてのカオリンについて、0～10分間のカドミウム濃度変化を示したものである。いずれも2～3分以内にほぼ初期吸着平衡に達していることが読みとれ、カドミウムのこれら懸濁物質への初期の吸着平衡は、かなり短時間に達成されるものと思われる。また、図1に示す各試料のIg.L.と、初期の吸着平衡に達するまでの各試料の大半の時間とを比べてみると、Ig.L.が多くなるにつれ、平衡に達するまでの各系の時間は長くなる傾向を示していると考えられる。

図2は、3種類の底泥およびカオリンについて、1時間以降120時間までの吸着量の変化率を示したものである。データの変動はあるが、カオリンの場合は吸着量の時間変化はほとんどないのに対し、底泥の場合は、吸着量の日単位の漸増傾向が認められる。この漸増傾向と懸濁物質のIg.L.との関係は、データの変動が大きくて明確でないが、Ig.L.が極めて小さいカオリンとの対比として考えると、有機物質を含んだ系では、イ

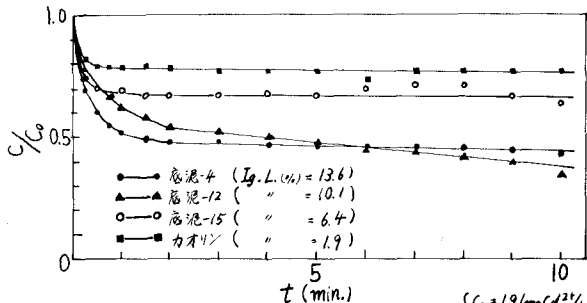


図1. カドミウムの水中相対濃度の時間変化 ($C_0 = 1.9 \text{ mg Cd}^{2+}/\text{L}$, $\text{SS} = 574.2 \text{ mg/L}$)

オン交換的吸着のように吸着速度の非常に速い吸着以外に、速度のゆっくりした特異な表面濃縮機構が関与していることを示唆しているものと考えられる。

(2). 飽和吸着量 (A_s) と $Ig.L.$, CEC との関係

9種類の底泥について、懸濁物質濃度を一定とし、カドミウム添加量を変化させた時の1時間吸着量を求め、カドミウム添加量と吸着量の関係を図にプロットし、図からみかけの飽和吸着量 (A_s) を求め、 A_s と $Ig.L.$, CEC との関係を調べた結果を図3に示す。また、15種類の底泥について、 $Ig.L.$ と CEC との関係を調べた結果を図4に示す。

すなわち、 A_s , $Ig.L.$, CEC は、互いに密接な関係にあることが推察される。このことから、有機物量の増加に伴う吸着容量 (陽イオン交換容量) の増大がカドミウム吸着量の増大をもたらす大きな要因となっているものと思われる。

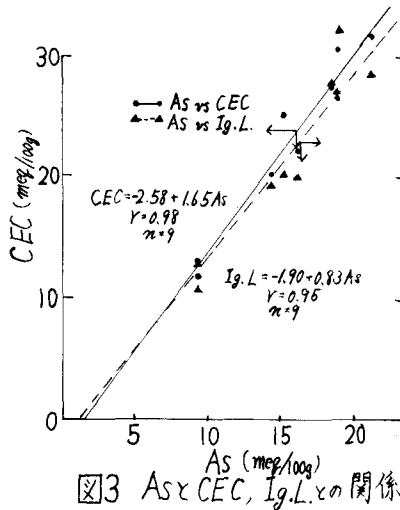


図3 A_s と CEC , $Ig.L.$ との関係

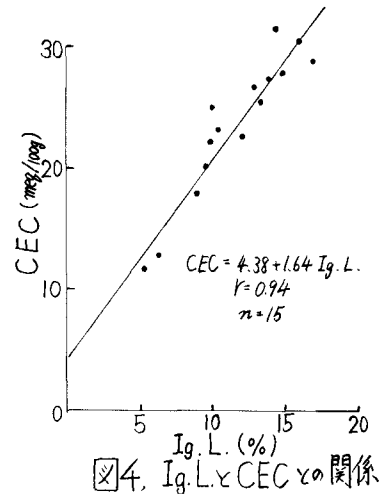


図4 $Ig.L.$ と CEC との関係

(3). 粒径による A_s , $Ig.L.$, CEC の変化

30 ~ 70, 70 ~ 150, 150 ~ 200, 200 ~ 250, 250 ~ 300 メッシュの試料を作成して吸着実験を行い、粒径変化による A_s , $Ig.L.$, CEC の変化を調べた。結果を図5に示すように粒径が細くなるにつれ、 A_s , $Ig.L.$, CEC とも増大する。また、平均粒径から計算により求めた表面積と $Ig.L.$ の CEC への寄与度を、重回帰分析により求めたところ、標準偏回帰係数の値が、表面積に比べ、 $Ig.L.$ の方が約3倍大きな値となった。このことから、 CEC は、表面積より $Ig.L.$ の方がより多く影響を与えているものと思われる。

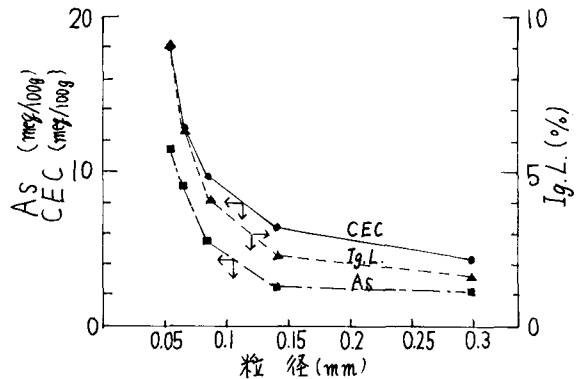


図5 粒径による $Ig.L.$, CEC , A_s の変化
底泥-15

4. まとめ

底泥懸濁液へのカドミウム吸着実験の結果から、吸着速度に有機物が関与していることが考えられ、また、飽和吸着量と強熱減量、陽イオン交換容量とは、互いに密接な関係にあると考えられた。