

[自主研究]

ヒ素・セレン等有害重金属類の水環境中における 存在形態把握と対策に関する研究

伊田健司 鈴木章 平野洋一* 川瀬義矩*

1 目的

ヒ素は自然界中では、無機ヒ素(III)として水環境中に溶出してくることが多く、空気等により酸化されヒ素(V)となってから鉄等と共沈し易くなる。また、無機ヒ素は生物活動等により吸収・代謝され、一部は有機ヒ素化し生物中に蓄積されたり排泄されたりする。有機ヒ素はまた、微生物により分解されて無機ヒ素化するようにより、ヒ素はその形態を変えながら水環境中を循環している。ヒ素はその価数や化学的存在形態により毒性や化学的反応性が異なり、毒性は有機ヒ素よりも無機ヒ素のほうが高い。従って、環境中でのヒ素の挙動を化学形態別に個々に把握して評価することも重要である。

ここでは、人の尿、水生昆虫等に多く含まれる有機ヒ素化合物等の微生物分解による化学形態変化を検討した。

2 実験方法

各種ヒ素化合物をそれぞれ約1mgAs/l、浄化槽汚泥をMLSSとして約3000mg/lになるように添加し微生物分解を行った。好気分解試料は2時間ごとに曝気した。定期的に試料を採取し、0.45 μmフィルターでろ過を行いHPLC/ICP-MSを使用して形態別に定量した。合わせて超音波で細胞破砕したものも行った。無機ヒ素はNaAsO₂(As(III))、Na₂HAsO₄(As(V))を、有機ヒ素はArsenobetaine(ABe)、Dimethyl arsonic acid(DMAA)、Monomethyl arsonic acid(MMAA)、Monophenyl arsonic acid(MPAA)等を使用した。

3 結果と考察

図1より、ABeを添加したもの(超音波破砕なし)は、ABeを添加すると速やかに微生物に取り込まれ、24時間後にはABeは添加量の10%以下になった。DMAAが24時間後から検出されはじめ、3日後で最大となり、その後分解が進み減少した。最大で添加量の20%だった。分解は最終的にAs(V)となり、As(V)は24時間後から増加しはじめ、2週間後にはDMAAもAs(V)に分解され、添加量の80%になった。その後、As(V)は減少し、添加量の40%となった。この減少した分は再度微生物等に吸着・吸収されたと考えている。

図2はDMAAを添加した例である(超音波破砕なし)。添加

してからDMAAが徐々に減少していき、8日後に添加量の50%となり、2週間後以降はみられなかった。As(V)は徐々に増加していき、3週間後に最大となった。そのときの濃度は添加量と同じであった。その後As(V)は微生物等に再び吸着・吸収され、最終的に添加量の約40%となった。DMAAの分解傾向は、ABeの好氣的分解でABeが分解し、DMAAが現れてからの分解傾向と同様であった。他の有機ヒ素化合物にはほとんどならなかった。

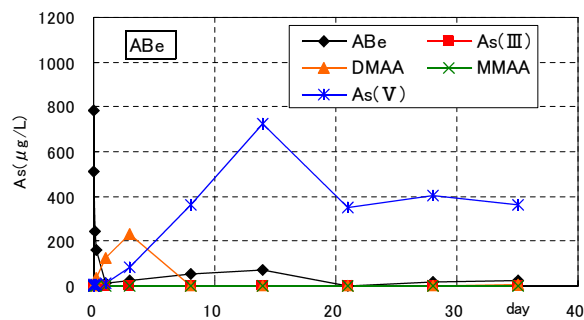


図1 ABeの好氣的微生物分解挙動

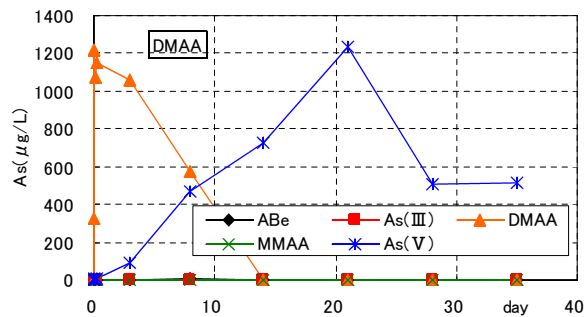


図2 DMAAの好氣的微生物分解挙動

MMAAのメチル基の代わりにフェニル基の入ったMPAAは微生物への吸着もほとんどなく、分解もされなかった。

As(III)は24時間後にほとんどAs(V)になった。

超音波で細胞を破砕し、細胞内の可溶性ヒ素を合わせて分析したものは、ろ過のみのRUNと大差なかった。分解後にできたAs(V)はかえって吸着分が増加し、減少した。