

関東平野の自然地層中に含まれる重金属類とその特徴について

Characteristics of heavy metals and metalloids included in natural sediments in the Kanto Plain, Japan

八戸 昭一^{1*}, 石山 高¹, 濱元 栄起¹, 北口 竜太², 小口 千明², Kumari K.G.I.D.³

HACHINOHE, Shoichi^{1*}, ISHIYAMA, Takashi¹, HAMAMOTO, Hideki¹, KITAGUCHI, Ryuta², OGUCHI, Chiaki T.², KUMARI, K.G.I.D.³

¹ 埼玉県環境科学国際センター研究所, ² 埼玉大学地圏環境研究センター, ³ デンマーク オーフス大学

¹Research Institute, Center for Environmental Science in Saitama, ²Geosphere Research Institute, Saitama University, ³Aarhus University, Denmark

近年、自然地層に含まれている重金属類に関する環境問題が顕在化してきているが、我が国ではカドミウム・鉛・ヒ素・セレン・銅そして亜鉛などの有害重金属類を対象として人の健康保護や生活環境の保全、さらには水生生物保全の観点から、維持することが望ましい基準として環境基準が設定されている。特に、平成15年に施行された土壤汚染対策法では汚染土自体の直接摂取によるリスクとして土壤含有量基準、そして地下水や河川水等を経由した間接摂取によるリスクとして土壤溶出量基準の二種類の環境基準を設定している。このうち自然地層に含まれる重金属類が土壤含有量基準を超える例は鉱床地域や重金属類を多量に含有する温泉を湧出する地域など一部の特殊な例を除きほとんどないが、土壤溶出量基準を超える例は頻繁に見受けられる。筆者らは我が国において最も人口が集中する地域の一つである関東平野の中・下流域を調査地域とし、人為的に汚染されていない自然地層を対象として、重金属類の賦存状態や溶出特性などの基本的な性質について考察したのでここで報告する。

本研究では調査地域内の25地点(約200試料)で採取された堆積物試料について、前述の有害重金属類の他に環境基準項目に含まれていない鉄・アルミニウム・マンガン・ニッケルそしてチタンなども含めた各種重金属類の全含有量値及び溶出量値を求めた。全含有量値の測定には波長分散型蛍光X線分析を採用し、溶出量値の測定には環境庁告示第46号の土壤溶出試験に準じた方法を採用した。調査地域とした関東平野では他の臨海低地と同様に汎世界的な海水準変動の影響により温暖期(縄文海進最盛期(MIS1))や最終間氷期最盛期(MIS5e)などには内陸の奥深くにまで海域が侵入したことから、平野の地下を掘削したボーリングコアからは陸成層と海成層が交互に出現する。そこで、本研究では硫黄の全量値や溶出液の電気伝導度などを参考として陸成層と海成層を判別した。

溶出試験の結果、重金属類が溶出量値を著しく増加させるのは溶出液のpHに着目した場合に基本的に以下に示す幾つかのパターンに分類することができた。まず、溶出液のpHが6.5~7程度の中性を示し、濁度が50NTUを上回る場合に溶出量値を著しく増加させる例が陸成層に数多く確認された。このような例では限外濾過膜(分子量分画10000)を通すことによりほとんど検出されなくなることから、検出された重金属類は溶出試験を実施する際に生成された土壤コロイドに吸着したもの(0.45µmのメンブレンフィルターを通過)と推定された。次に、チタンを除くほとんどの重金属類が溶出液のpHが4~5を下回るとその溶出量を著しく増加させた。このように溶出液が酸性を示す堆積物は硫黄の全量値が大きく(0.3wt%以上)、電気伝導度が高い(40mS/m以上)ことから、その多くが海成層と判別された。このように溶出液が酸性を示す試料は採取後比較的時間が経過したものに多く見られたことから、酸性化の原因は海成層中に含まれるフランボイダルパイライトの酸化によるものと推測された。一方、ヒ素についてのみ溶出量値を増加させる三つ目のパターンが確認された。これは、溶出液のpHが8を越える弱アルカリを示し、比較的採取後時間が経過していない海成層であった。なお、このような地層は関東平野中央部に位置する中川低地下流域の海成層(地表より概ね5~40mの深度に分布するDelta systemやEstuary systemなど)で多く確認された。

キーワード: 重金属, ヒ素, 鉛, 水 - 岩石相互作用, 溶出, 堆積物

Keywords: Heavy metal, Arsenic, Lead, Water-rock interaction, leaching, sediments