

II-520

焼却残渣主体埋立地における重金属類の分布に及ぼす影響因子

国立公衆衛生院 正員 大迫政浩
正員 井上雄三
正員 田中 勝

1. はじめに

焼却残渣主体埋立地からの重金属類の漏出による環境汚染が懸念され、汚染リスクを制御するための遮水方法や漏出検知システムなどの研究が行われている。これらの制御技術の信頼性を確実にするためには、埋立地における重金属の挙動を把握し、実際の適用方法について検討することが不可欠である。本研究では、実際の埋立地において重金属類の分布を調査し、重金属類の挙動に影響する要因について検討した。

2. 調査概要

調査の対象とした埋立地は、焼却残渣（以下、残渣）が主体に埋め立てられた準好気性埋立地であり、遮水工の施された管理型埋立地である。残渣は中間覆土をはさんで3層からなっており、深さは8mとなっている。残渣は排ガス対策として消石灰による乾式処理を用いている清掃工場から搬入されたものである。

試料として、ボーリングにより残渣及び覆土の深さ方向のコアサンプルを採取した。ボーリングは、履歴の異なる3箇所の区画（昭和54年度、56年度、58～59年度区画）において行った。

採取した残渣及び覆土の試料については、次の項目を測定した。①粒度分布・・・残渣及び覆土の風乾試料をふるい振とう機を用いてふるい分けし、粒度分布を測定した。②振とう溶出実験・・・試料10g（乾燥重量換算）に蒸留水160mlを加え、25℃で1時間の振とう後、遠心分離を行い、上澄み液を0.45μmノットフィルターでろ過したろ液を試料とした。この試料について、pH、電気伝導度、陰イオン濃度（ Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 S^{2-} ）、TOC及びIC濃度、重金属類濃度（12種類）を測定した。③残渣中含有濃度・・・残渣0.5gを王水とフッ酸、過塩素酸を用いて加熱分解し、重金属類の含有濃度を測定するとともに、残渣中の硫化物態硫黄及び有機性炭素の含有濃度を測定した。

3. 調査結果

以下では、最も採取試料数の多かった58～59年度区画における結果について記述する。なお、この区画においては、採取試料の色から判別して、深さ1.2m付近が最終覆土層と残渣層の境目であると考えられる。また、3.0～3.6m付近の試料の色が若干異なっていたが、色による判断のみから中間覆土層の存在を明確に判別することは困難であった。

①粒度分布・・・深さ方向の粒度分布の結果を図-1に示す。最終覆土層と残渣層では明らかに粒度分布は異なり、残渣層では大きい粒径範囲及び小さい粒径範囲の両方ともに覆土層に比較して割合が高い。ただし、3.6m付近の粒度分布がその前後と比較して若干異なっており、中間覆土層が存在している可能性がある。

②粒径別重金属含有濃度分布・・・金属元素の種類によって分布特性は異なるが、ここでは有害金属として対象とされるCd、Cr及びPbと、高塩類問題の対象となるCaの結果について述べる。予備実験の結果をもとに粒径区分を少なくし、新たな区分で粒径別の重金属含有濃度を測定した結果は図-2の通りである。粒径ごとにみると、最終覆土層から残渣層になると急激に含有濃度は上昇し、3～3.6m付近で若干低くなっている以外は残渣層で全体的に高くなっている。粒径の間で比較すると、粒径が小さいほど含有濃度が高くなっている場合がほとんどである。

③pH及び陰イオン濃度の分布・・・深さ方向のpH及び陰イオン濃度の分布を図-3に示す。pHは表層覆土層では中性付近であるが、残渣層になると急激に上昇し、1.9m付近で11程度まで上昇した後は若干の上昇傾向はあるが大きな変化はない。また、3.4m付近で若干低下している。 Cl^- は深くなるにつれて上昇しているが、 SO_4^{2-} は1.6mで一旦高くなったのち徐々に低下している。

④硫化物濃度分布・・・深さ方向の硫化物濃度を図-4に示す。硫化物態硫黄は残渣中で高く、深くなるにつれて上昇する傾向も若干認められる。溶出液中の硫化物イオンも深くなるにつれて上昇する傾向も認められる。

⑤有機炭素濃度分布・・・深さ方向の炭素成分濃度分布の結果を図-5に示す。有機炭素含有濃度、溶出液中のTOC及びIC濃度ともに残渣層で高くなっている。特にTOC濃度は深くなるにつれて明らかに上昇していることがわかる。

4. 考察

埋立層内での重金属類の挙動を考える場合、重金属類の微粒子状の移動とイオン状の移動を考えなければならない。微粒状の場合、機械的ふるい効果などによって深さ方向の粒度分布との関係が重要になる。一方イオン状の場合には、共存イオンとの物理化学的相互作用によってpHや陰イオン濃度の分布との関係が問題になる。また、この物理化学的な環境の変化には、降雨と微生物学的作用が影響する。すなわち、降雨は残渣層上部から徐々にpHを低下させ、微生物は有機炭素を炭酸に分解しpHを低下させる。微生物作用のなかでも嫌気性条件下で活動する硫酸塩還元菌は、硫酸塩から硫化水素を発生させ重金属を硫化物として固定化させる働きも報告されている。

以上の観点から本調査の結果を検討すると、覆土層との境目から深さ2m付近まで勾配が生じている金属元素が多いことから、これらの元素では下方への移動が起きていると考えられる。また、同じ粒径でも深さ方向に勾配ができていたことから微粒子状の移動よりもイオン状での移動がこの下方移動を支配していると考えられる。残渣層上部での重金属類の勾配はpH分布との関連が最も強いと考えられ、現段階では降雨の影響による残渣層での中和がイオン状の下方移動を促していると解釈できる。埋立後10年程度の経過で現在の状況になっていることから考えれば、重金属類の浸出可能性もかなり長期的なスケールで考える必要があることを示している。また、硫酸塩還元菌などの微生物作用が関連しているかは本調査結果だけでは明確ではないが、微生物の生育環境としては適さないかなりの高pH環境が今後降雨の影響により中性化していった場合に、重金属類の挙動にどのよう

な影響を及ぼすかについても考えていく必要がある。

5. まとめ

焼却残渣主体埋立地における実態調査により、埋立地内の重金属類の分布特性について検討した。その結果、残渣層の上部1m付近まで重金属類の勾配ができており、イオン状での下方移動が認められた。また、降雨による残渣層の中和によって生じたpH勾配との関連が強く、下方移動がpHの低下により促されていることが考えられた。

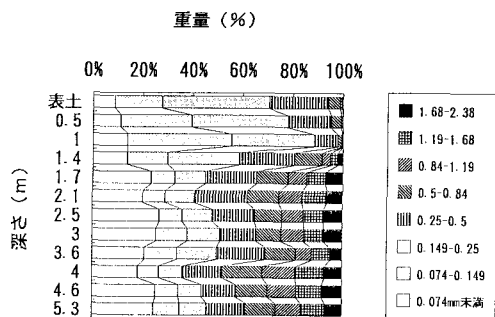


図-1 深さ方向の粒度分布

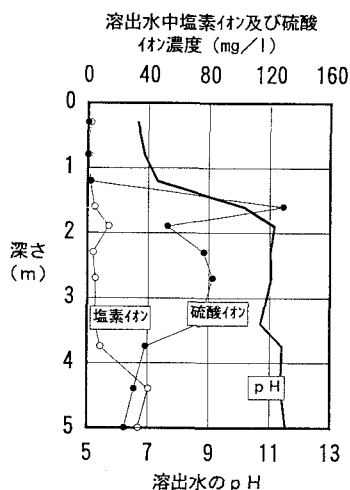


図-3 深さ方向のpH及び陰イオン濃度分布

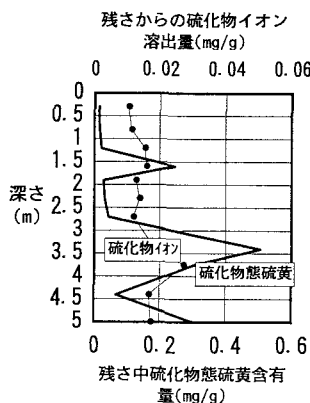


図-4 深さ方向の硫化物濃度分布

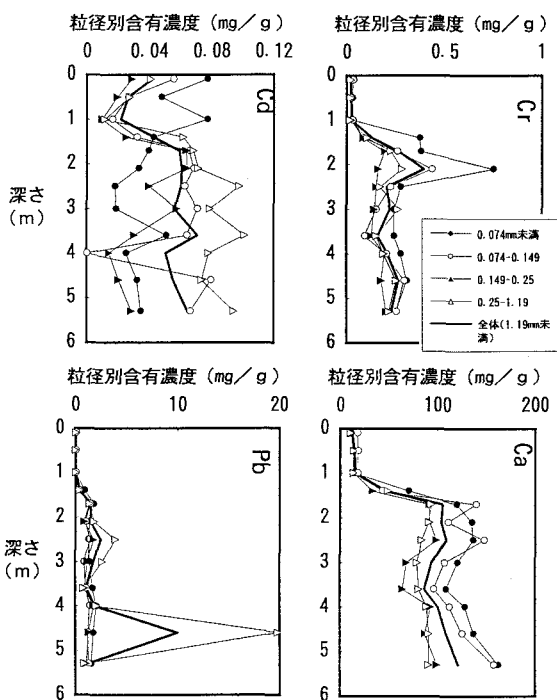


図-2 深さ方向の粒径別金属含有濃度分布

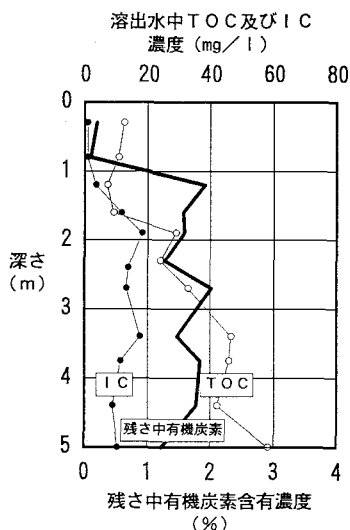


図-5 深さ方向の有機炭素濃度分布