

# 阪神淡路大震災被災地区における表層土壌重金属汚染特性

京都大学大学院 学生会員 谷腰 辰也  
三菱総合研究所 池ノ内 智浩  
京都大学大学院 正会員 米田 稔  
京都大学大学院 フェロー 森澤 眞輔

## 1. 序論

1995年1月の阪神淡路大震災は、承知の通り未曾有の大災害をもたらしたが、この被害が被災地の土壌及び地下水環境に悪影響を及ぼしている可能性が指摘される。本研究では阪神淡路大震災に伴う大火災やその後の復旧過程で行われた野焼きにより被災地の土壌環境に重金属汚染が引き起こされた可能性について評価することを目的とした。

## 2. 神戸市内の公園土壌の採取

### 2.1 神戸市内の土壌採取地点

震災後の土壌中重金属濃度分布の経時変化を調査するため、震災後5年間にわたり神戸市内35箇所の公園等で表層土壌を採取した。これらの公園等は神戸市をJR東海道本線沿いに東西方向に横断して選定した。約0.5km間隔に適切な公園を見つけ、土壌サンプルの採取地点としている。

### 2.2 公園土壌の採取について

土壌採取地点を公園に設定した理由としては、各公園の土の性質が、土壌中有機炭素量が比較的少ないという点などでよく似ていると考えられること、また、比較的均一な採取地点の間隔で土壌の採取ができるということ、そして、子供たちがよく遊ぶ児童公園の土を調べることが、人体への有害性を検討する意味でも重要だと判断したことなどが挙げられる。

## 3. 土壌中重金属の抽出方法

本研究では、Na, Mg, Al, K, Sc, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Y, Zr, Cd, Sn, Sb, Cs, Hg, Pbの23元素について扱う。これらの重金属は土壌中で多様な形態で蓄積されており、土壌中重金属濃度を抽出溶液の濃度から算出する場合、その抽出方法によって濃度は大きく異なる。本研究では、各重金属元素の土壌中での形態について考察するため、交換性陽イオン測定法、0.1規定塩酸抽出法、60%硝酸による湿式分解法、及び0.01規定NaOHによる振とう抽出法の4つの抽出方法を用いた。

交換性陽イオン測定法は土壌中の交換態で存在する重金属を、0.1規定塩酸抽出法はそれに加えて、土壌中で酸化物等と結合しているものが抽出されてくると考えられる。また60%硝酸による湿式分解法は比較的定量分析に近いと考える。0.01規定NaOHによる振とう抽出法は土壌中で陰イオン形態を持つ元素について酸よりも効率的に抽出できるものと期待して採用した。

## 4. 調査結果

### 4.1 神戸市内の土壌中重金属濃度の水平分布

震災後5年間の抽出量分布のパターン及びその経時変化を調査した。調査した元素の中で、Cr, Zn, Sb について震災による大火災の被害が大きかった長田地区の公園について高濃度を示した。その結果の例を図1に示す。これらの元素については、大火災の結果大気経由のフォールアウトによりその公園の土壌を汚染したと考えられる。

### 4.2 他都市との濃度比較

他の都市（横浜、京都各30箇所の公園）についても神戸（35箇所の公園）と同様の調査を行い、土壌中重金属濃度の比較を行った。Znの96年度塩酸抽出の結果では長田地区の公園での抽出量が横浜、京都合わせた最大値の4.6倍、96年度の硝酸抽出の結果では3.4倍であった。同様にSbについては、96年度の塩酸抽出については3.2倍、97年度の塩酸抽出で15倍、97年度の硝酸抽出では4.9倍という結果になった。これよりZn, Sbにおける長田地区での濃度値は他都市の結果と比較しても高い値であり通常の都市活動での汚染レベルを超えるものであると考えられる。

### 4.3 元素間相関係数の経時変化

重金属の土壌への収着は、初期汚染時から時間とともに変化することが知られている<sup>1)</sup>。よって、震災影響により土壌が汚染された場合、抽出量の元素間相関係数も時間とともに変化することが考えられる。このことから、神戸市内の公園土壌についての抽出量分布について元素間相関係数の経年変化を求めてみた。特徴的な傾向を示す組み合わせ

キーワード：重金属、土壌汚染、阪神淡路大震災、経年変化、元素相関

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻 環境リスク工学講座  
TEL：075-753-5156

せの結果を図2,3に示す。ここで、C-とは塩酸抽出、N-とは硝酸抽出を表している。Cr-Cu、Cr-Pb、Co-Cu、Co-Zn、Co-Zn、Cu-Cd、Cu-Pbの塩酸抽出の結果については経年的に相関が減少する傾向を示し、逆にMn-Cu、Mn-Zn、Mn-Cd、Mn-Pbについては経年的に相関が増加する傾向がある。ともに硝酸抽出の結果については有意な変化は見られない。

前者の相関が減少する理由としては、Cr,Cu,Co,Zn,Cd,Pb等が震災影響によりほぼ同時に汚染を受けた後、それぞれの公園土壌や元素の性質の違いにより様々な再分配パターンに落ち着いていくことに起因していることが考えられる。また、後者の組み合わせについて相関が増加する原因として、Mnの氧化物にCu,Zn,Cd,Pbが吸着していくのではないかと考えることができる。これより、今回経時的に相関の変化が見られた元素群(Cr,Cu,Co,Zn,Cd,Pb)については、震災による汚染があったと考えることができる。

#### 4.4 重金属の抽出量パターンの経時変化

神戸市内の公園土壌について経年的に抽出量を調査してきた元素について検出限界以下の値を3つ以上含むものを削除し残った元素について、それぞれの組み合わせについて相関係数を求め、そのデータを元に年度別の神戸における土壌からの重金属抽出量分布パターンについてクラスター分析を行った。その結果を図4に示す。

神戸の分布パターンは塩酸抽出、硝酸抽出ともに96年度と97年度について、また98年度と99年度について近く、この組同士は相関が低い。つまり、97年度ではまだ96年度の分布パターンに近かったものが98、99年度になると抽出量の分布の様子が変化したことを示している。これは震災により神戸市内の公園土壌が汚染された状態がしばらく続いた後、土壌中での各元素の形態変化により抽出されてくる量の分布状態が変化したと考えることができる。

### 5. 結論

本研究で得られた結論を以下に要約する。

- (1) 様々な抽出方法で神戸市内の公園土壌について抽出量分布及びその経年変化を調査した結果Cr,Zn,Sbについて火災の被害が大きかった長田地区の公園で高濃度を示したことから震災による影響がうかがえる。また、Zn,Sbの濃度レベルは他都市と比較しても大きいものであった。
- (2) 神戸市内の公園土壌についての抽出量分布について、Cr,Cu,Co,Zn,Cd,Pb 元素相関の変化から震災による汚染があったと考えることができる。

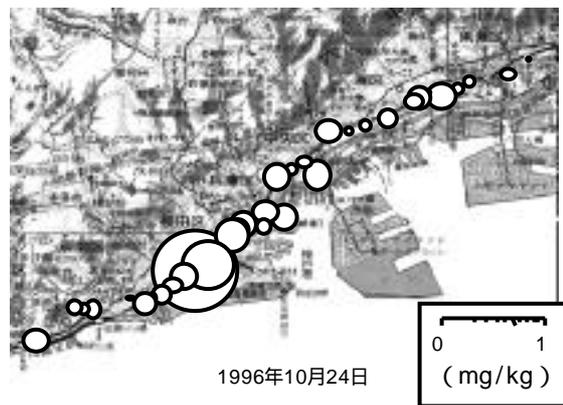


図1 神戸における土壌中濃度分布 (Sb, 塩酸抽出)

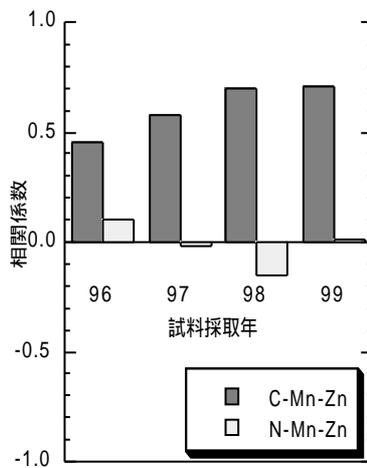


図2 元素間相関の経年変化 (Cr-Pbの例)

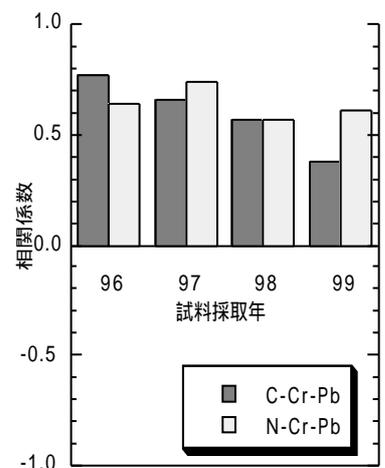


図3 元素間相関の経年変化 (Mn-Znの例)

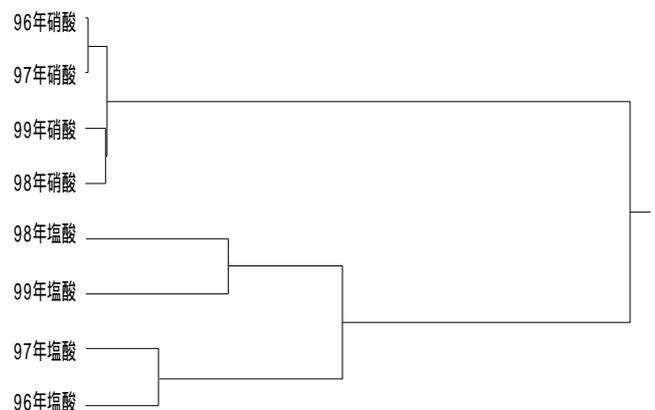


図4 各年の重金属濃度相関パターンを元にしたクラスター分析結果