

|          |   |
|----------|---|
| 氏名       | ふく たに さとし<br>福 谷 哲                                  |
| 学位(専攻分野) | 博 士 (工 学)   |
| 学位記番号    | 工 博 第 1997 号  |
| 学位授与の日付  | 平 成 13 年 1 月 23 日                                   |
| 学位授与の要件  | 学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当                             |
| 研究科・専攻   | 工 学 研 究 科 環 境 工 学 専 攻                               |
| 学位論文題目   | 土 壌 環 境 中 に お け る ア ン チ モ ン の 挙 動 に 関 す る 基 礎 的 研 究 |

論文調査委員 (主査) 教授 寺島 泰 教授 西牧研壮 教授 森澤眞輔

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、環境汚染物質として工業使用量の増大と共に廃棄物処理系を通じた環境への拡散と影響とが懸念されているアンチモン（以下、Sb）の環境中挙動を解明することを目的とし、主に土壤環境中におけるSbの動態に関して調査・研究したものであって、全七章からなっている。

第1章は序論であり、Sbがゴミ焼却灰中に高濃度で存在すること、水道水質基準値等の指針値が低い値で設定されていることから、Sbの環境中動態を解明することが重要であるという本論文の目的を示し、さらに本論文の構成が示されている。

第2章では、Sbの用途およびその毒性、ならびに環境中でのSbの挙動に関する従来の研究成果をとりまとめ、次いで、固体試料中の微量Sbの測定には機器的中性子放射化分析（INAA）法が、液体試料中の微量Sbの測定には誘導結合プラズマ質量分析（ICP-MS）法が精度の上で有効であり、両測定法による測定値が整合することを示し、環境中微量Sbの測定手法を確立している。

第3章では、Sb製錬工場周辺を対象として環境中および農作物中のSbを測定し、Sbの深さ方向への分布、土壤-土壤間隙水系での分配、農作物への移行などについて述べている。土壤中のSbは比較的上層部に蓄積されているものの農作物への移行は少ないこと、地下水中には水道水質基準指針値より高濃度で存在することなどを明らかにしている。また、土壤-土壤間隙水系での固液分配比は $10^2 \sim 10^4$ の値をとり固体側に多く存在する傾向があることを示している。

第4章では、上記のSb製錬工場周辺で採取した実汚染土壤からのSbの溶出機構に関して実験的に考察してあり、純水への溶出は少ないこと、溶出過程ではイオン交換反応よりも溶解反応が卓越していると考えられること、自然界に存在する有機酸によって特異的に溶出されることなどを明らかにしている。また、溶出成分には易溶出成分と難溶出成分とが存在し、易溶出成分は溶出速度が大きく、難溶出成分は溶出の持続性が高いことを示している。

第5章では、カラム系で溶出実験を行い、その結果について考察して、溶出速度は固液接触後約30～60分後に最大となること、最大速度以降の溶出速度は徐々に減少しその大きさは溶媒液の流量にかかわらず一定であることを明らかにしている。また、溶出液中のSb濃度はバッチ系のものよりも数倍高くなること、土壤が湿潤-乾燥過程を経ることにより上述した易溶出成分が新たに生成されることなどを示している。

第6章では、Sbの吸着機構に関して考察しており、汚染土壤から溶出されたSbは陰イオンの形態をとっていること、その溶出液中Sbの吸着量は試薬より作成した $Sb_2O_3$ 、 $SbCl_3$ 溶液のものより1桁程度小さいこと、吸着速度には少なくとも2段階の速度が存在し固液分配比が平衡に達するまでには長時間を要することなどを明らかにしている。また、有機酸およびその塩溶液を用いて溶出されたSbは土壤に再吸着されがたく移動性が高いことを示している。

第7章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、工業使用量の増大とともに廃棄物処理系を通じた環境への拡散と影響とが懸念されているアンチモン (Sb) について、その環境動態の解明を目的とし、主に土壌環境中における挙動を調査・研究したものであって、得られた成果の主なものは次の通りである。

1. 固体や液体の試料中の微量 Sb の測定には、機器的中性子放射化分析 (INAA) 法、誘導結合プラズマ質量分析 (ICP-MS) 法が精度上有効であること、両測定法による測定値が整合することを示し、環境中微量 Sb の測定手法を確立した。

2. Sb 製錬工場周辺環境中の Sb 分布を測定・解析し、土壌には大気降下物として移行した Sb が比較的表層部に蓄積されているものの、農作物への移行は少なく、また、地下水中には水道水質基準指針値より高濃度で存在することなど、移行と蓄積の特徴を明らかにした。

3. 同製錬工場周辺の土壌中 Sb について、液相への溶出性は低く、溶出過程ではイオン交換反応よりも溶解が卓越すること、また、溶出成分には易溶出なものと難溶出なものが存在し、易溶出成分は土壌が湿潤乾燥過程を経ることにより形成されることなどを明らかにした。

4. 純水を用いた溶出反応系では、溶出液中の Sb は陰イオンとして存在すること、溶出 Sb は土壌に再吸着されることなどを明らかにし、その吸着モデルや速度係数などを示した。

5. 土壌中 Sb は自然界に存在する有機酸およびその塩によって特異的に溶出されること、また、それら有機酸類によって溶出された Sb は土壌に再吸着されがたく、移動性が高いことなどを明らかにした。

以上要するに本論文は、環境中の Sb の挙動を汚染現地の調査および実験によって追究し、土壌・植物・地下水などの環境要素への分配と存在形態、ならびに土壌との吸脱着反応など移行の機構を明らかにし、動態解明の基礎を与えたもので、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成12年11月30日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。