

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

|                   |   |
|-------------------|---|
| 題目(和文)            |   |
| Title(English)    | Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in Groundwater of Erdenet City, Mongolia   |
| 著者(和文)            | MUNKHSULDENkhuur  |
| Author(English)   | Enkhuur Munkhsuld   |
| 出典(和文)            | 学位:博士(工学),<br>学位授与機関:東京工業大学,<br>報告番号:甲第12890号,<br>授与年月日:2024年9月20日,<br>学位の種別:課程博士,<br>審査員:村山 武彦,木内 豪,高橋 史武,江頭 竜一,錦澤 滋雄,青柳 みどり   |
| Citation(English) | Degree:Doctor (Engineering),<br>Conferring organization: Tokyo Institute of Technology,<br>Report number:甲第12890号,<br>Conferred date:2024/9/20,<br>Degree Type:Course doctor,<br>Examiner:,,,,, |
| 学位種別(和文)          | 博士論文  |
| Category(English) | Doctoral Thesis   |
| 種別(和文)            | 審査の要旨   |
| Type(English)     | Exam Summary  |

## 論文審査の要旨及び審査員

| 報告番号        | 甲第  | 号     | 学位申請者氏名 | Enkhuur Munkhsuld |      |
|-------------|-----|-------|---------|-------------------|------|
|             |     | 氏名    | 職名      | 氏名                | 職名   |
| 論文審査<br>審査員 | 主査  | 村山 武彦 | 教授      | 錦澤 滋雄             | 准教授  |
|             |     | 木内 豪  | 教授      | 青柳 みどり            | 特定教授 |
|             | 審査員 | 高橋 史武 | 教授      |                   |      |
|             |     | 江頭 竜一 | 准教授     |                   |      |

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Human Health Risk Assessment of Heavy Metals in Groundwater of Erdenet City, Mongolia」と題し、全5章からなる。

第1章「Introduction」では、モンゴルの鉱山からの重金属の採掘が進められており、こうした活動が地下水の汚染の原因になっている可能性があり、地域住民の主な飲料水源が地下水であることから、住民の健康影響が懸念されることを指摘している。同国の北部に位置するエルデネト市は銅やモリブデンを産出するアジア最大級の鉱山を有する一方、首都であるウランバートルに次ぐ人口で、住民の65%がゲルと呼ばれる伝統的な住宅で生活しており、井戸を独自に掘削している場合も多いことから、地下水中の重金属による影響を把握する必要があるとしている。このことから、本論文の目的として、モンゴルのエルデネト市における地下水中の重金属の濃度分布を分析したうえで、同地域の住民を対象にした社会調査を通じて得られる地下水の利用状況に基づく健康リスクを明らかにすることを挙げている。

第2章「Methodology」では、まず既往文献の調査から、主として地下水中の重金属の汚染による健康影響を人々の行動を考慮して分析している文献に限られていること、本論文が対象としているエルデネト市における地下水中の重金属の濃度を詳細に分析した文献がみられないことなどを指摘している。そのうえで、本論文の新規性として、地下水の井戸の種類別に重金属の濃度を調査し、社会調査により人々の行動を把握し、その結果に基づいて健康リスクが懸念される人々の特性を明らかにすることを挙げている。調査対象として、共同の井戸と自家用の井戸があり、前者は同市以外の他地域から引水している井戸と同市の地下水を利用している井戸があること示し、これら3種の井戸を対象に、第3章で扱う重金属の測定方法、濃度評価の方法を示すとともに、第4章で扱う質問紙調査の内容、健康リスク評価のための指標を整理している。

第3章「Heavy Metals Concentration Analysis of Groundwater Wells in Erdenet, Mongolia」では、本論文が対象としているエルデネト市において地下水を利用した井戸における重金属の濃度分析の結果をまとめている。濃度測定のスAMPLINGは2021年9月と2022年2月に実施し、対象とした物質は、As、Ba、Mo、Coなど26種を対象に、ICP-MS、ICP-OES、イオンクロマトグラフィーを用いて分析している。その結果、Ca、Mg、Co、Mo、Sr、U、ZnでWHOガイドラインが定める飲料水の水質基準を超過しており、井戸の種類別では自家用の井戸で水質を超過する物質数が増える傾向にあることを明らかにしている。また、重金属汚染指数(HPI)、重金属評価指数(HEI)、汚染指数(Cd)で見ると、他地域から引水している井戸では高い値がみられない一方、同市の地下水を利用している共同井や自家用の井戸では、高い値が測定されていることを示している。物質の中でもMoについては、鉱山の採掘によって生じた鉱滓を貯める尾鉱池(Tailing pond)からの廃水に、1,000 µg/Lを超える濃度が測定されており、この値はWHOガイドラインによる飲料水の水質基準(70 µg/L)の15倍に相当することを指摘している。

第4章「Human Health Risk Assessment Of Groundwater With Questionnaire Survey in Erdenet, Mongolia」では、調査対象であるエルデネト市において実施した社会調査の結果を示したうえで、同地域の井戸水を飲料水として利用している人々における健康リスクの評価結果をまとめている。質問紙調査は2023年7月に同市に居住する人々を対象に実施しており、井戸の形態が異なる150名の人々から結果を得ている。井戸の種類別に1日あたりの水利用の状況を見ると、共同井を利用している回答者では水利用が6-10Lで飲用水は1L程度という回答が多いのに対し、自家用の井戸の利用者では水利用が20L以上で飲用水は2Lという回答が多いことを示している。こうした回答結果に対して主成分分析を行った結果、手洗いや水利用によるリスクへの関心、水の利用期間や利用量により回答者が分類されることを示している。そのうえで、居住者のリスクを推定した結果、非発がん性の影響を示すハザード比(HQ)ではMoやCoで1を超える値を示す結果がみられること、発がん性の確率を示す値では、 $10^{-4}$ の生涯リスクを超える値が自家用の共同井でみられること、さらに全ての井戸の種類で $10^{-5}$ を超える値がみられることを示している。

第5章「Conclusion and recommendations」では、各章のまとめを行い、論文全体の結論および今後の課題を示している。

以上要するに、本論文は、大規模な鉱山開発が進められているモンゴルのエルデネト市において井戸の重金属濃度を測定したうえで、社会調査を通じて居住者の健康リスクを明らかにしたもので、環境計画・政策分野上の社会工学的な貢献が大きい。よって、博士(工学)に値するものと認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポータル(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。