



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Assessment of lead pollution in dogs around mining area and verification of effects of soil amendments on tissue lead concentrations and toxicity in mouse model [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	Nyein Chan Soe
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(獣医学)
Dissertation Number	甲第16160号
Issue Date	2024-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/93827
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Nyein_Chan_Soe_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（獣医学）

氏名：Nyein Chan Soe

審査委員	主査	教授	坪田	敏男
	副査	教授	石塚	真由美
	副査	教授	乙黒	兼一
	副査	准教授	中山	翔太
	副査	教授	藤森	崇（龍谷大学）

学位論文題名

Assessment of lead pollution in dogs around mining area and
verification of effects of soil amendments on tissue lead
concentrations and toxicity in mouse model

（鉱山地域のイヌにおける鉛汚染の評価と土壌改良が及ぼすマウスの組織中鉛濃度および毒性影響への効果検証）

鉛（Pb）汚染は長年に渡る地球規模の環境汚染問題である。鉛は地殻に存在し、土壌の風化など自然由来に加えて採掘及び農業などの人間活動による環境中への放出により大気や水、土壌、そして生物における広範な汚染を引き起こしている。鉛のバイオアベイラビリティはその存在環境中における鉛化学種により異なるとされる。そのため、家畜糞尿やリン酸塩、石灰のような有機・無機土壌改良剤を添加すれば、土壌中の鉛の可溶性・移行性を低減できる可能性がある。しかし、これらの土壌改良剤が、経口や経気道の両方を模した実環境における現実的な曝露経路を介した哺乳類の臓器における鉛蓄積及び毒性に及ぼす効果を解明した *in vivo* レベルでの研究はほとんどない。

本学位論文では、ザンビア共和国 Kabwe 市の鉛・亜鉛鉱山地域のイヌの臓器における鉛を含む金属汚染の評価、およびリン酸塩、石灰を用いた土壌改良が環境的に現実的な曝露経路を介したマウス臓器中の鉛濃度および毒性に及ぼす効果検証を研究目的としている。

鉛汚染地域として知られている Kabwe 市におけるイヌの臓器中の有毒金属と微量金属の蓄積レベルの評価では、鉱山地域の近傍（3km 以内）及び遠方地区（7km 以上）の野良犬の臓器中のヒ素（As）、カドミウム（Cd）、Pb、銅（Cu）及び亜鉛（Zn）濃度を誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）を用いて解析した。結果、鉱山近傍のイヌの臓器中 Cd 濃度と Pb 濃度は遠方地区のイヌよりも有意に高い値を示し、肺、

腎臓、骨において、それぞれ As、Cd、Pb 濃度が最も高かった。さらに、Cu と Zn は全ての肝臓検体において高濃度を示した。様々な臓器において、有害金属(Pb と Cd) と微量元素 (Cu と Zn) の間に関連性が見られ、生体システムにおける複雑な相互作用が示唆された。

また、マウスモデルを用いて、環境的に現実的な曝露経路を介した、実験室環境における鉛汚染土壌に対する鶏糞の有効性を検討した。臓器中の鉛濃度を ICP-MS で分析し、抗酸化関連遺伝子およびアポトーシス関連遺伝子の mRNA 発現を RT-PCR で解析した。鶏糞の使用有無で比較すると、30 日目には脳、腎臓、肺の Pb 濃度の減少、98 日目には脳、腎臓、肝臓、骨の Pb 濃度の減少を示した。曝露日数における減少量に注目すると、臓器中の Pb 蓄積量が 30 日目で 6.25~28.58%、98 日目で 4.63~29.87%減少した。そして、この Pb 蓄積の減少は、脳の抗酸化遺伝子、特に HMOX1、SOD1、CAT による毒性影響軽減を引き起こす可能性も示した。

さらに、異なる鉛化学種を添加した土壌を環境的に現実的な曝露経路を介した曝露によるマウスの鉛の臓器蓄積量の解明と、鉛土壌に対するリン酸塩と石灰による土壌改良が鉛の臓器蓄積量に及ぼす有用性を評価することを研究目的とした。その結果、 $2\text{PbCO}_3\text{-Pb(OH)}_2$ 添加土壌曝露群と PbSO_4 添加土壌曝露群の臓器分布は類似していたが、 PbS 添加土壌曝露群ではわずかに異なっていた。また、 $2\text{PbCO}_3\text{-Pb(OH)}_2$ 添加土壌曝露群では、 PbS 添加土壌曝露群が他臓器より多く蓄積した肺を除き、各臓器で最も高い鉛蓄積量を示した。リン酸塩 (TSP と PA) および石灰 (CD) 改良剤の効果を異なる鉛化学種の汚染土壌で比較した結果、鉛汚染土壌によって改良剤の効果は異なっていた。TSP は試験した 3 種類の改良剤の中で最も効果的な不溶化剤と考えられた。

以上の研究成果を総合すると、イヌを用いたフィールド研究により Kabwe で進行中の環境鉛汚染が明らかになり、環境修復・改善の必要性が強調される結果であった。また、家畜糞尿のような有機土壌改良剤の使用は、マウスの臓器への Pb の移行・蓄積性を低減できることが示された。また、 $2\text{PbCO}_3\text{-Pb(OH)}_2$ のように環境中に存在する特定の鉛化学種が、他の化学種よりも高濃度に臓器中に蓄積することが明らかになった。さらに本研究では、異なる鉛化学種の汚染土壌における土壌改良剤の有効性を評価し、TSP が最も効果的な改良剤として示され、また特に石灰 (CD) は PbSO_4 汚染土壌に対する有効な候補と考えられた。これらの研究は、鉛汚染の軽減対策に重要なデータを提供している。

よって、審査委員一同は、上記学位論文提出者 Nyein Chan Soe 氏の学位論文は、北海道大学大学院獣医学院規程第 10 条の規定による本学院の行う学位論文の審査等に合格と認めた。