

(第6号様式)

学位論文審査の結果の要旨

氏名	YAYU INDRIATI ARIFIN
審査委員	主査 榊原 正幸 副査 井上 雅裕 副査 堀 利栄

論文名 Medical geology in artisanal and small-scale gold mining area polluted by mercury, Northern Sulawesi, Indonesia

審査結果の要旨

Yayu Indriati Arifin 氏は、本学位論文において、インドネシア共和国東部のスラウェシ島北部ゴロンタロ州および北スラウェシ州における人力小規模金採掘 (ASGM) に伴う水銀汚染に関する医療地質学的研究を行った。「医療地質学」とは、近年、地質科学において新たに構築された研究分野で、地質学的要因と人間や動物の健康への影響との関連性を研究するインターディシプリナリーな研究領域である。

近年、東アジア・東南アジア地域では、経済発展および人口増大とともに、大気・土壌・水環境の汚染が深刻な問題となっており、その中でも水銀汚染は最重要課題の一つである。最近、国連環境計画 (UNEP) は、世界の発展途上国で水銀汚染が拡大し、健康・環境への影響が深刻となっていると報告している。その主因の一つとして、精錬に水銀を使用する人力小規模金採掘が挙げられる。世界で2,000万人以上の人々がこの採掘に関わっており、その中には500万人以上の女性・子供が含まれている。また、その水銀環境汚染による間接的被害者は1億人を超えると言われている。これらの国々では、金抽出における水銀使用量は年々増加し、生態系の水銀汚染が深刻化しているといわれている。一方で、それらの研究は、鉱山地域に限定されていることが多く、鉱山地域を含む広域的かつ詳細な医療地質学的研究はほとんど行われていない。

本研究の目的は、インドネシア共和国のスラウェシ島北部において、ASGM 地域を含む広範な地域で水銀汚染に関する医療地質学的研究を行い、水銀汚染のグローバル化のプロセスを解明することである。

本論文の研究成果は、以下の4点に纏められる。

(1) スラウェシ島北部・ゴロンタロ州および北スラウェシ州の ASGM 活動の実態解明

現地調査と鉱山関係者へのインタビューによって、スラウェシ島北部の6地域の ASGM 地域における鉱山活動を定量的に調査した結果、ASGM では鉱山労働者の約2割が女性・子供であること、すべての労働者が液体水銀および蒸気水銀に対して暴露対策をまったく行っていないこと、およびその鉱山活動による年間の周辺環境への水銀放出量が約570 kgに達することを明らかにされた。特に、この水銀放出量の厳密な見積もりは、インドネシア全体で見積もられている年間

約 100 t という環境への水銀放出量が過小評価されていることを示唆している。

(2) ASGM 地域を含むスラウェシ島北部の広範な地域における住民の毛髪水銀濃度の解明

PIXE 分析によって 6 箇所 of ASGM 地域を含むスラウェシ島北部の住民約 300 人の毛髪水銀濃度の広域調査によって、ASGM 地域の住民の毛髪の水銀濃度が最も高く (平均 3.4-9.2 mg/kg)、鉱山労働者とその家族に大きな差異がないこと、ASGM 地域以外の地域でもそれは日本人の平均水銀濃度 (約 2 mg/kg) と比較して有意に高いこと (平均 1.7-5.5 mg/kg)、および測定した全住民の約 7 割が国連の設定したアラートレベル (5 mg/kg) を超過していることが明らかにされた。

(3) ASGM 地域で採取した食用魚類における水銀汚染の解明

ASGM 地域で採取した食用の魚類 7 種すべてから水銀が検出され、住民の魚類摂取による総水銀摂取量は WHO が定めた一日の水銀摂取許容量 (5 mg/day) を超過していることが解明された。

(4) ASGM 鉱山労働者の中毒症状の解明

すべての ASGM 地域において、ほぼすべての鉱山労働者から水銀中毒症状の兆候を示す結果が得られ、特にその症状の重い労働者は歩行困難なものいた。また、かれらの家族からも水銀中毒の疑いを示す結果が得られた。これらの調査結果に基づくと、ASGM 地域では、すでに水銀暴露による健康被害が発生していると推定された。

(5) 北部スラウェシにおける広域的な水銀汚染の解明

(1)~(4)の結果に基づくと、北部スラウェシ地域では、ASGM による水銀汚染がローカルなレベルから広域的なレベルへと深刻化していると推定された。

提出された学位論文の研究成果に関連する成果は、国際学術雑誌に 1 編公表し、国際学会紀要に 1 編受理されている。

本学位論文の公聴会は平成 28 年 1 月 29 日に開催し、約 30 分の論文発表と 30 分の質疑応答が行われた。引き続き、学位論文審査委員会を開き、本論文の内容を厳正に審議した結果、審査委員が全員一致で、博士 (理学) の学位を授与するのに値するものと判定した。