審査委員会報告書

〔課程博士用〕

<table>
<tr><td>報告番号</td><td>甲　第　　　　号</td><td>授与年月日</td><td>令和　　年　　月　　日</td></tr>
<tr><td>学位記番号</td><td>第　　　　号</td><td>研究科名</td><td>環境共生学　　　研究科</td></tr>
<tr><td>学位（専攻分野）</td><td>博　　士（環境共生学）</td><td>専攻名</td><td>専　攻</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ふりがな
氏　　名</td><td rowspan="2">しるべすたー　あっだい　あるひん
Sylvester Addai Arhin</td><td>生年月日</td><td>年　　月　　日生</td></tr>
<tr><td>国　　籍</td><td>ガーナ
（外国人のみ）</td></tr>
<tr><td>論　文　課　題</td><td colspan="3">Health Risk Evaluation and the Investigation of the Potential Human Foetal Subacute Developmental Toxicities upon Exposures to Mercury-Contaminated Food Crops from Artisanal and Small-Scale Gold Mining Communities – A Case Study of Obuasi, Ghana
（小規模金採掘コミュニティーにおける水銀汚染農作物の健康リスク評価ならびに潜在的な亜急性発生毒性に関する研究（ガーナ、オブアシのケーススタディ））</td></tr>
<tr><td>主論文の冊数</td><td colspan="3">1　冊</td></tr>
<tr><td>審　　査
委　員　会
委　　員</td><td colspan="3">（職　名）　（氏　　名）
主査　熊本県立大学　教授　白土　英樹
副査　熊本県立大学　教授　石橋　康弘
副査　熊本県立大学（熊本大学　名誉教授 特任教授）　有薗　幸司</td></tr>
<tr><td>審査の結果の要旨
最終試験の結果の要旨</td><td colspan="3">別　紙　1
別　紙　2</td></tr>
<tr><td>審査委員会の意見</td><td colspan="3">審査の結果、博士（環境共生学）の学位を授与できると認める。</td></tr>
</table>

【注】1　報告番号は、事務局（学生課）において記入する。
2　学位記番号は、授与年月日は、研究科教育会議の審議後に研究科において記入する。
3　国籍は、外国人のみ記入する。

〔別紙 1〕

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 Sylvester Addai-Arhin

水銀（Hg）は、人間の健康と生態系に対して壊滅的な影響を及ぼす強力な環境毒物の１つである。水銀の短期および/あるいは長期暴露によって、心毒性、肝毒性、腎毒性、神経毒性、催奇形性、胃腸炎、血液学的影響など、人に対する健康に大きく影響する。

本研究は、ガーナ共和国アシャンティ州オブアシ市の小規模金鉱（Artisanal Small-Scale Gold Mining、以下、ASGM と示す）地域周辺の農場における土壌および農作物の総水銀（THg）ならびにメチル水銀（MeHG）を分析することにより、それらの水銀汚染レベルと健康リスクを評価するとともに、メダカ（Oryzias latipes）胚および仔魚を用いて、潜在的な亜急性発生毒性を評価することを目的としたものである。

第一章では、ASGM は世界的に最大の水銀発生源となっている。ガーナにおいても ASGM の活動は活発で、ASGM 地域周辺の農場は ASGM から排出される水銀の影響を受けている。この汚染された作物を長期間摂取すると、地域住民の健康を損なう可能性があり、胎児や新生児の発育にも影響をおよぼす。しかし、ガーナで多く消費されているプランティンやキャッサバおよび農場の土壌中に含まれる水銀量やその健康リスク評価に関するデータは充分でないという研究の背景について示した。

第二章では、ASGM 地域周辺４地域の農場において、土壌、プランティン、キャッサバを収集し、総水銀（THg）を分析し、Hakanson のモデル式を用いて生態学的リスク評価を行った。全ての土壌 THg はサンプリングした全ての農場の土壌スイス環境規制の 500μg/kg を超えていること、一部地域を除いたプランティンおよび全てのキャッサバの可食部で THg が WHO の基準値である 100 μg/kg を超えていることを明らかにした。調査した農場の土壌および作物は水銀に汚染されており、生態学的リスクがあると結論づけている。

第三章では、同様に土壌、プランティン、キャッサバのメチル水銀（MeHg）を分析し、MeHg の生態学的リスクを評価するとともに、THg および MeHg の長期暴露時におけるヒトの潜在的健康リスクを、USEPA リスクアセスメントモデルを用いて評価した。いずれの地域においても土壌の THg は高いものの、危険指数（HQ）は１以下で、非発ガン性健康リスクが低い一方、Odumase のプランティンおよび全ての地域のキャッサバ中の THg の HQ は１以上であり、リスクが高いことを明らかにした。また、MeHg はリスクが低いことを明らかにし、水銀に汚染されたプランティンおよびキャッサバの長期摂取によって健康被害が引き起こされる可能性が高く、その被害は主に無機水銀（InHg）によってもたらされると結論づけている。

第四章では、出生前の MeHg および THg 暴露による潜在的な亜急性発生毒性を、メダカ胚および仔魚を用いたバイオアッセイならびに遺伝子発現解析により評価した。MeHg は 3～24 μg/L、THg は 148～338 μg/L の範囲で胚および仔魚に対して有毒であり、MeHg の半数致死濃度（LC_{50}）、無毒性量（NOAEL）、最小作用量（LOAEL）がそれぞれ 11 μg/L、2.1 μg/L、3.1 μg/L、THg はそれぞれ 126 μg/L、20 μg/L、24.5 μg/L であることを明らかにしている。さらに、メダカ胚（受精６日後）に MeHg あるいは InHg を暴露した際の遺伝子発現解析を行い、解析した７種の遺伝子のうち、Cyclin B1 のみが MeHg、InHg とも

に暴露時に減少し、特にInHgで顕著であることを明らかにし、cyclin B1発現を減少させることによってInHg誘導腫瘍形成あるいはInHgが遺伝子誘導腫瘍イニシエーターとなり得ると結論づけている。

以上、本研究は小規模金採掘コミュニティーにおける農作物の水銀汚染について新たな知見を示すとともに、潜在的亜急性毒性の評価方法を確立し、水銀による健康影響評価に関する研究に大きく貢献するものと考えられる。以上より、Sylvester Addai Arhin氏の研究は、博士（環境共生学）の学位にふさわしいものと判定する。

主　査　　熊本県立大学・教授　白土　英樹

〔別　紙　2〕

最終試験の結果の要旨

申請者氏名　Sylvester Addai-Arhin

成　績・合　格

審査委員一同は、令和　4年　8月　2日、本論文申請者に対し論文の内容および関連事項について試験を行った結果、博士（環境共生学）の学位を受けるに必要な学識を有する者と認め、合格と判定した。

主査　熊本県立大学・教授　　白土　英樹　　印

副査　熊本県立大学・教授　　石橋　康弘　　印

副査　熊本県立大学・名誉教授　　有薗　幸司　　印
（熊本大学・特任教授）