

フィリピンの人力小規模金採掘による水銀汚染の実態

柴田晴音¹、竹中千里¹、富安卓磁²、村尾 智³、世良耕一郎⁴

¹名古屋大学大学院生命農学研究科
464-8601 名古屋市千種区不老町

²鹿児島大学理工学域理工系
890-8580 鹿児島市郡元一丁目 21 番 35 号

³国立研究開発法人産業総合研究所地圏資源環境研究部門
305-8567 つくば市東 1-1-1

⁴岩手医科大学サイクロトンセンター
020-0603 岩手県滝沢市留が森 348-58

1 はじめに

水銀は、古くから顔料、アマルガム法による鍍金、医薬品など世界各地で使用されており、人類とかかわりの深い元素である。水銀の毒性が認識された後、多くの工業国では水銀使用量が減少してきている。しかし、水銀需要の低下によって価格が下落したため、低開発地域や途上国では依然として水銀が多く使われており、世界的な水銀の使用は止まっていない。これにより、人間や野生生物に有害な影響を与えうる濃度レベルで、全世界で様々な環境媒体や食物に水銀が存在している²。

現在、人為起源の水銀の最大排出源は、ASGM (Artisanal Small-Scale Gold Mining; 人力小規模金採掘) に伴う水銀の使用である。ASGM とは、発展途上国で低所得層の人々が産金地帯に入り手掘りで行っている金の採掘であり、現在では世界 70 ヶ国以上 (主にアフリカ、アジア、中南米の発展途上国) で行われており、約 1,000 ~ 1,500 万人程度が従事している²。ASGM では金の抽出において、水銀アマルガムを用いることが多く、金を単離する際に水銀を蒸発させることが、大気汚染を引き起こしている。また、水銀処理したあとの尾鉱に残存する金を抽出するために、尾鉱をシアン化カリウム溶液で処理する手法もとられており、水銀のシアン錯体としての水系の汚染も懸念されている。

このように ASGM から排出された水銀の人への吸収経路としては、1) 大気からの直接吸収、2) 水銀によって汚染された農水産物の摂食吸収の二経路が考えられ、この経路を通して ASGM で働く労働者や周辺住民の水銀による健康被害が懸念されている。ASGM は、現在、最大の人為的な水銀排出源であるにも関わらず、

ASGM から排出された水銀の環境中・人への拡散・影響について調べた研究は少ないのが現状である。そこで本研究では、ASGM から排出された水銀の環境および人への拡散・影響を明らかにすることを目的とし、ASGM と農林水産業が共存するフィリピンのカマリネス・ノルテ州において、環境および住民の毛髪について予備調査を行った。本論文では毛髪についての調査の結果を記す。

2 材料と方法

2016年12月8日、9日にカマリネス・ノルテ州(図1; 写真)において18歳以上の女性195名を対象として、毛髪を10本程度根元から採取した。同時に、個人及び世帯に関する情報、食生活(摂取頻度と入手方法)、水銀についての知識に関するアンケートを行った。毛髪はアセトンで表面の汚れをふき取ったあと、PIXE用サンプルホルダーに重なり合わないよう張り付けた。毛髪中の元素濃度を、岩手医大サイクロトロンセンターのPIXE(粒子線励起X線分析法)によって定量した。

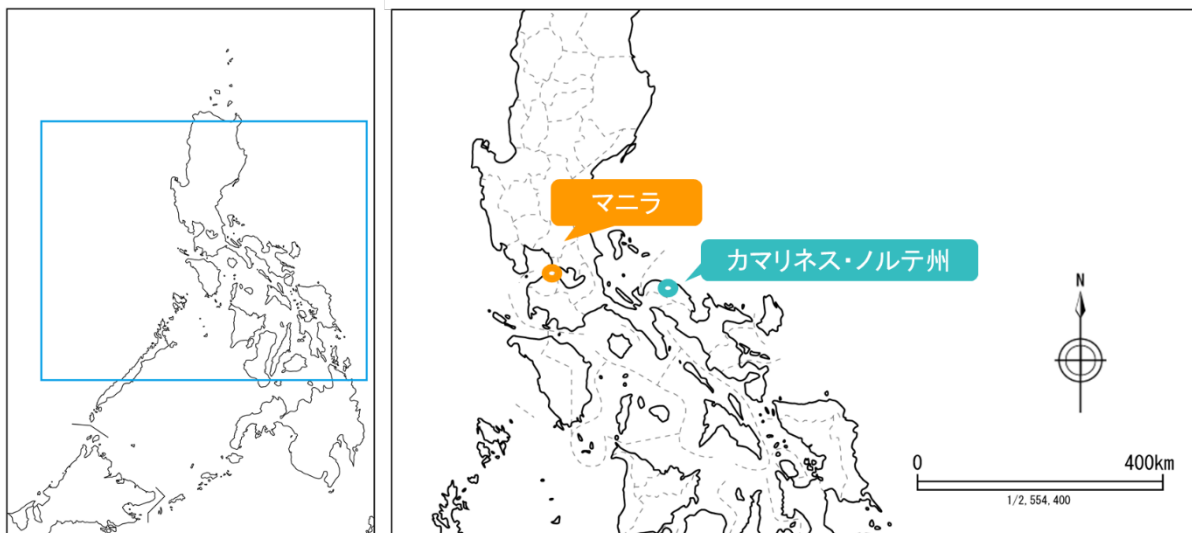


図1 カマリネス・ノルテ州

3 結果と考察

毛髪中の水銀濃度は、ASGM が行われている村で平均値 2.60 ppm、中央値 2.36 ppm (n=67)、ASGM が行われていない村で平均値 2.88 ppm、中央値 2.44 ppm (n=128)であり、ASGM を行っている村と行っていない村の間に有意差は認められなかった。

ASGM が行われている地域で採取された毛髪中の水銀濃度として、タンザニアの 2.74 ppm、インドネシアの 3.6 ppm という値が報告されている。また、ASGM の行われていない他の地域では、日本の 2.7 ppm、クック諸島の 3.3 ppm という値が報告されている。これらの結果と比較したところ、今回の調査では、人への著しい水銀汚染は確認できなかった。今回の調査は女性を対象に行ったものであり、実際に ASGM で働いている人は少なかった(調査対象者 195 名中 2 名)ため、ASGM から直接排出された水銀にばく露している被験者は少なかったと考えられる。

しかしアンケートの結果より、野菜の摂取について頻度・入手方法と毛髪中の水銀濃度に関係は認められなかった一方で、魚をほぼ毎日食べている人は、あまり食べない人と比べて毛髪の水銀濃度が高いことが分かった。また魚の入手方法について、マーケットで買う人と自分自身入手する人とは、自分自身で魚を入手する人のほうが毛髪中の水銀濃度が高かった。これらのことから、魚がどこで捕獲されているのか、どのような魚が好まれているかなどについて詳しい調査をすることが重要だと考えられる。

今回の調査から、大気や農水産物から人への水銀による深刻な影響は確認できなかった。しかし、植物・土壌中の水銀濃度の予備調査結果を見ると、ASGMの周辺では局地的に汚染は起きているため、今後人への広範囲な汚染が懸念されることから、さらなる調査でそのリスクを評価する必要がある。



図 2 金製錬の様子

参考文献

1. UNEP. (2013). Global Mercury Assessment 2013
2. UNEP. (2002). GLOBAL MERCURY ASSESSMENT
3. Akagi, H., Nishimura, H., 1991, Speciation of mercury in the environment. In: Suzuki, T. et al(Eds.), *Advances in Mercury Toxicology*. Plenum Press, New York, 53–76
4. Kabata-Pendias, A. (2011). Trace Elements in Soils and Plants, Fourth Edition. pp304-314

5. 高田実弥, 高松武次郎, 佐竹研一, 佐瀬裕之. (1993).陸上植物葉の元素濃度-中性子放射化分析データ集 (I). 国立環境研究所業務報告
6. 喜田村正次, 近藤正臣, 瀧澤行雄, 藤井正美, 藤木素士. (1976). 水銀. 講談社. pp37-68, 261-305
7. BRI, IPEN. (2014). Global Mercury Hotspots

謝辞

この研究は科研費(16H05629)の補助のもと行った。また、現地での調査に協力していただいた NPO の BAN TOXICS の方々に感謝します。

Actual condition of mercury contamination by artisanal small-scale gold mining in Philippines

H. Shibata¹, C. Takenaka¹, T. Tomiyasu², S. Murao³ and K. Sera⁴

¹Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa, Nagoya 464-8601, Japan

²Department of Earth and Environmental Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University
1-21-35 Korimoto, Kagoshima-city Kagoshima 890-8580, Japan

³National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

⁴Cyclotron Research Center, Iwate Medical University
348-58 Tomegamori, Takizawa, Iwate 020-0603, Japan

Abstract

ASGM (Artisanal Small-Scale Gold Mining) is the most serious source of mercury (Hg) pollution in the world. In order to clarify the dispersion process of Hg emitted from ASGM to the environment, we analyzed Hg concentrations in plants, soils and human hairs collected from Camarines Norte, Philippines. In this paper, we focus on the results of hair analysis. Hair sampling was conducted for women older than 18, and element concentrations in hair were analyzed by PIXE (Particle Induced X-ray Emission). In addition to hair analysis, we conducted a survey using questionnaire about individual and household information, dietary habits and knowledge about mercury at the same time as the hair sampling. The Hg concentrations in hair did not depend on the residential area, ASGM area or non-ASGM area. However, from the results of the questionnaire, we found that people who eat fish almost every day showed higher Hg concentration of hair than those who do not eat fish so much, although there was no relation with vegetable intake. In addition, the method and person for obtaining fish also related with the Hg concentration of hair. To clarify the Hg contamination process to human, further investigation focused on fish, such as species, fishing area, season, so on, should be necessary.