

モンゴル国のスモールスケールマイニング調査報告

村尾 智¹⁾ 世良耕一郎²⁾ ニッ川章二³⁾ トメンバヤル B⁴⁾ 温品廉三⁵⁾

1) 産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門

305-5687 つくば市東 1-1-1

2) 岩手医科大学サイクロトンセンター

020-0173 岩手郡滝沢村留が森 348-58

3) 日本アイソトープ協会滝沢研究所

020-0173 岩手郡滝沢村留が森 348-1

4) BEMM Co., Ltd.

P.O. Box 46/468, Ulaanbaatar-46, Mongolia

5) 東京外国語大学

183-8534 府中市朝日町 3-11-1

1. はじめに

アジアの主要産金国の一つであるモンゴル国では 600 を越す産地、鉱兆地が知られており、従来、国営企業を中心とした採掘あるいはジュニアカンパニーによる探査が行われてきた。その金鉱は良質であることが知られている¹⁻³⁾。しかし、近年、産金地帯に異変が起きている。経済の自由化とグローバル化に伴い、最近都市圏で失業する人々が増えているが、その一部が都市近郊の産金地帯に流入し、金鉱の手掘り（いわゆるスモールスケールマイニング）を開始したためである。この作業の従事者（スモールスケールマイナー、本稿では以下鉱夫または鉱夫らと呼ぶ）は選鉱、精錬施設を持たない個人的採掘に頼るため、水銀を用いて金を抽出することが多い。したがって鉱夫らは無機水銀中毒にかかる可能性が高い。また、放出された水銀が周囲を汚染している可能性が高い。そこで、ウランバートルの BEMM Co. と産総研地圏資源環境研究部門は環境に関する研究協力の一環として、モンゴル国北ケンティ地方のボロー地区で現地調査と試料の採集を行った。本稿ではモンゴル国のスモールスケールマイニングの状況を述べるとともに、鉱夫らの毛髪を無標準・無調整法で PIXE 分析した結果を報告する。

2. モンゴル国のスモールスケールマイニング

2003 年前半の段階でモンゴル国には約 5 万人の鉱夫らが存在すると推定されるが（写真 1）これは全人口の 2.5 パーセントに相当する。彼らは全土に分布するが、人数が多いのは首都ウランバートルに近い北ケンティ地方、特にボロー地区である。北ケンティ地方には約 270 の産金地あるいは鉱兆地が知られており、鉱夫総数の半分近い 2 万 5 千から 3 万人が採掘に従事していると言われている。この事態に対応するため 2001 年には産業貿易大臣の布告⁴⁾が出されている。



写真 1 モンゴル国の典型的なスモールスケールマイニング。すでに丘の斜面が捨石で覆われている。

鉱夫らは平原や丘陵でトレンチを掘り、金を含む石英脈を採掘する。作業には児童も加わることがある。回収した鉱石は粉碎し、水銀と混ぜて布で濾す。これにより金アマルガムを得るが、次にこれをフライパン等の耐熱容器に移して加熱処理、水銀を気化させる。気化作業は火を必要とするため往々にしてゲル（モンゴル式テント）内部のストーブを利用して行われる。ゲルは狭いため、調理も同じストーブを用いて行われる。気化作業で発生する排煙の主成分が水銀であることは広島大学工学部によって確認されている⁵⁾。

3. 毛髪分析

前述のように鉱夫らは水銀蒸気に暴露されており無機水銀中毒が懸念された。現地でもこの事態は憂慮されており、調査チームが訪問した際、地区の知事より健康調査を依頼された。そこで、当研究グループは医療チームではないこと、しかし、日本アイソトープ協会滝沢研究所の仁科記念サイクロトロンセンターにおける無調製・無標準法 PIXE 分析への仲介はできることを説明したのち、住民（鉱夫）から毛髪試料の提供を得た。またデータを無記名で公表する許可を得た⁶⁾。合計で 48 名分を採集し、仁科記念サイクロトロンセンターへ送付した。

毛髪はアセトンで表面をクリーニングした後、テープでホルダーに貼り付け、試料室にセットし、これまでに用いられた無標準法と同様の条件^{7・9)}で分析した。すなわち、ベビーサイクロトロンから放出された 2.9MeV のプロトンビームを 6 ミリ程度に整形してターゲットに照射し、2 台の Si(Li) 検出器によって得られた信号を解析プログラム SAPIX で処理することで行った。

4. 分析結果

分析の結果、鉱夫らの毛髪中水銀含有量は極めて低く、ほとんどの試料について、仁科メモリアルサイクロトロンセンターの分析限界（約 1 ppm）以下であることが判明した。通常、アマルガム法で金鉱を処理する鉱夫らの毛髪中水銀濃度は数十 ppm 以上^{10・11)}、場合によっては数百 ppm¹²⁾とときわめて高く危険なレベルに達していることもある。これに比べて今回得られた結果は範囲が 0 ~ 3.3 ppm と値が低い。この理由の一つはおそらく鉱夫の採掘従事期間が短いことにある。毛髪を採取した時期は 2000 年の年末だが、これはモンゴル国で本格的にスモールスケールマイニングが始まって 1 年、ボロ一地区で始まって数年程度である。

表 1 モンゴル人鉱夫の毛髪中水銀濃度

識別番号	水銀濃度(μg/g)	Error	生年	性別	採掘従事期間
52/xy	3.3	1.3	1987年	男	不明
4/xa	3.0	1.1	1965年	男	1年
43/xy	1.9	1.0	1970年	女	1年
38/xy	1.8	1.1	1987年	男	4ヶ月
44/xy	1.7	1.2	1962年	男	5ヶ月
48/xy	1.5	1.2	1971年	女	2年
上記以外の 42 名	分析限界以下。	-			ほとんどの人が 2 年以内。

モンゴルではフィリピン等に比べて事態はまだ深刻ではなく、十分に対策がとれるはずである。水銀による健康への影響を最小限にとどめるため、水銀の正しい取り扱いとともに、法令の遵守を鉱夫らに指導すべきであろう。前述の産業貿易大臣行政命令では第 2 章第 2 条で次のように定めている。

2.2 ソム / あるいは地区 / の首長は、個人もしくは法人の提出した申請書に沿って、「地下資源に関する法律」に従い、探査および採掘を行っているライセンス保持者と契約を結んだ上で、地下資源の非工業的方法による採掘の短期的な許可を 1 年間の期限付きで与える。

なお、上記文中に出てくるソム (soum) とはモンゴルの行政単位で村のようなものである。また、非工業的採掘とはスモールスケールマイニングを指す。この用語の定義は本規定の第 1 章第 3 条でなされている。

1.3 この規定においては、次の用語を下に示すように定義する：“非工業的方法”とは、地下資源を機械によらず、すなわち、手掘りで採掘することをいう。

採掘が1年間の期限付きであれば、鉱石の精錬を同一の人物が排他的に継続して行わない限り、水銀への鉱夫らの暴露量積算値は比較的小さい範囲にとどまるはずである。モンゴル国の担当者による計画的環境管理と鉱夫らへの指導が強く望まれる。

引用文献

- 1) S. Murao, S.H.Sie, G. Dejidmaa and K. Naito, Open File Report of the Geological Survey of Japan No. 220 (1995) 24pp.
- 2) S. Jargalan and S. Murao, Bull. Geol. Surv. Japan 49 (1998) 291-298.
- 3) S. Murao, G. Dejidmaa, H. Kume, S. Jargalan, Y. Sato and M. Kurosawa, Mongolian Geoscientist No.3 (1997) 20-34.
- 4) Ch. Ganzorig, モンゴル国産業貿易大臣 行政命令 第33号「地下資源の非工業的方法による採掘に対する暫定規定」(2001)3月29日 (in Mongolian).
- 5) S. Hayakawa, F. Nishiyama, S. Murao and T. Hirokawa, Synchrotron radiation x-ray microanalysis of trace mercury. In: Small Scale Mining in Asia: Observations Towards a Solution of the Issue, S. Murao (editor-in-chief), Mining Journal Ltd., London (2002), 47-49.
- 6) B. Tsogzolmaa, Letter No. 12 to B. Tumenbayar from the Governor's Office of Bagh No.2, Sumber Soum, Tuv province, March, 2002 (in Mongolian, private communication).
- 7) K.Sera, S.Futatsugawa, K.Matsuda and Y.Miura, Int'l Journal of PIXE 6 (1996) 467-481.
- 8) K.Sera, S.Futatsugawa and K.Matsuda, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B150 (1999) 226-233.
- 9) K.Sera, S.Futatsugawa and S.Murao, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B189 (2002) 174-179.
- 10) M. Lodenius and O. Malm, Rev Environ Toxicol 157 (1998) 25-52.
- 11) O. Malm, J R D Guilaraes, M B Castro, W R Bastos, J P Viana, F J P Branches, E G Silveira and W C Pfeiffer, Water Air and Soil Pollution 97 (1997) 45-51.
- 12) S. Murao, E. Daisa, K. Sera, V. B. Maglambayan and S. Futatsugawa, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B189 (2002) 168-173.