



日モ環境ソニン Vol.7

2009年11月に創刊した日モ環境ソニン(モンゴル語で新聞の意味)の第7号です。環境に関連した知見を日モの研究者等が協力して、専門家以外の皆様にも分かりやすくお伝えすることを目的としています。

今回のテーマは「モンゴル国における鉱業の自然環境影響と汚染管理」です。日本では、1954年頃から1973年頃にかけての高度成長期に、急速な鉱山開発による重金属の汚染水(鉱毒水)や煤煙等が原因と考えられる様々な健康被害や農用地汚染による農作物被害が深刻な問題になったことがありました。その後、法律が整備され、国家事業として廃水・煤煙処理等の対策が行われましたが、いまだに問題が残っているものもあります。

本号では特集記事として、モンゴルにおける鉱業の自然環境への影響と汚染の管理について、関連する研究成果から解説していきます。

モンゴルでの急速な鉱山開発に伴う環境影響と汚染管理に、日本やその他の国での経験が生かされれば良いと思います。



銅鉱山 (モンゴル国北部エルデネト市)

鉱業の環境影響と汚染管理

モンゴル国は地下資源がとても豊富です。近年の経済発展に伴い、急速にその需要が増加し、鉱山開発が急速に進んでいます。

なかでも金の採掘は飛躍的に発展してきました。しかし、その多くは人力による採掘です。人力による鉱物採掘は、環境破壊の大きな原因となります。

私は今まで、環境汚染の測定、汚染物質を浄化する方法について化学的側面から研究してきました。今回は、汚染の測定結果と国や民間による鉱物資源の発掘事業が、自然環境に与える影響について皆様に解説したいと思います。



オユンツェツェグ ボロルマー教授
モンゴル国立大学化学・化学技術学部
一般化学学科

HEADLINE

・特集 解説！モンゴル国における鉱業の自然環境に与える影響とその汚染管理

・「第6回日モ環境オアシス」の開催！

地球環境変化への対応！モンゴルと日本の国際協力による相乗効果をめざした市民講演会

・コラム1：「第5回日モ環境オアシス」の開催報告

・コラム2：「日モ環境デー2011」の開催報告

特集 解説！ モンゴル国における鉱業の自然環境に与える影響と汚染管理

ここでは、汚染物質の測定結果を海外の数値と比較した研究成果をもとに、国や民間による鉱物資源の発掘事業が自然環境に与える影響について解説いたします。

モンゴル国立大学
化学・化学技術学部

オユンツェツェグ ボロルマー教授



はじめに

モンゴル国は、地下資源が豊富で、近年資源の利用が増加し、それに伴って鉱業分野も飛躍的に発展しています。このような発展は、経済、社会、環境に大きな影響を与えるだけではなく、人々の生活、教育、健康にまで悪影響を与えています。

鉱業分野において非常に大きな存在である公営の株式会社 Erdenet 工場は、世界上位 10 位に入る銅の工場です。モンゴルには、金、石炭、銅、モリブデン、すず、鉛、タングステン、ウランなど多種の鉱物があります。この 20 年間、金を発掘する事業が飛躍的に進んでいます。現在、モンゴル全国において 17 県 (aimag) の 49 村 (sum) において 107 箇所の中で人力により鉱物資源を採掘しているという統計があります。鉱物資源の採掘量のうち、このような人力で採掘している割合は、金 86.8%、石炭 2.2%、螢石 0.73%、すず 0.14%、鋼鉄 0.38%、岩塩 0.04%、宝石やその他の鉱物 9.71% となっています (<http://www.bichiluurhai.mn/>, <http://politics.news.mn/>)。自然資源を採掘する人間の活動は、環境汚染の大きな原因となっており、

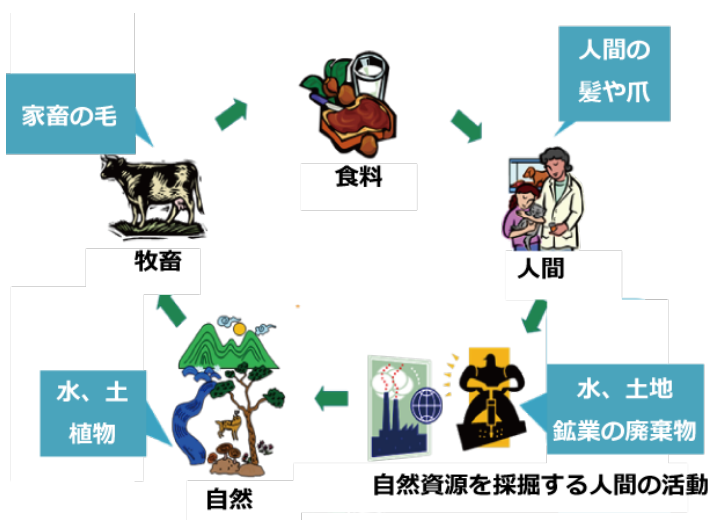


図 1 鉱業地域における食料循環システム

汚染管理を食料循環システムに基づいて行うことが適切です (図 1 参照)。ここでは、株式会社 Erdenet 工場、テュブ県 (aimag) のボルノール村 (sum) 付近において人力で金を採掘し、加工している事業を対象に食料循環

システムに基づいた重金属による汚染の調査結果を述べます。また、土壤に含まれる重金属の割合を少なくするための対策法を紹介します。

モンゴル国における鉱業の自然環境に与える影響と重金属による汚染の測定変化

鉱業分野では、その採掘事業が自然環境に与える影響を管理する試みがあります。しかし、具体的にどのような影響を与えているのか、今後どのような影響を与える可能性があるのかを総合的に研究した結果がまだ得られていません (世界銀行 2006)。鉱業は、機械的に土壤を破壊するだけではなく化学物質による土壤汚染を引き起こし、そのような土壤汚染が原因で地下水、地上水、さらに粉塵、昆虫などを通して、また植物、空気、皮膚を通して、人間の体に影響を与え、さまざまな炎症を起こしたりします。

今回、研究対象の機関には、公立の機関の代表として株式会社 Erdenet 工場、人力で金を採掘している民間企業の代表としてテュブ県 (aimag) のボルノール村 (sum) を選定し、それぞれについて、付近の土壤、水、人間の髪、植物の成分に含まれる重金属の成分を調べました (図 2 参照)。

土壤の物理的、化学的な指標 (窒素、炭素等の含有量) だけでなく、土壤の汚染要素 (enrichment factor EF: 濃縮係数) も調べました。

ボルノール村 (sum) 付近で、金を洗い流している場所、草原、村の中心部という 3 つの箇所を選定し、土壤、水、人間の髪に含まれる成分について粒子線励起 X 線方法 (Particle Induced X-ray Emission) を用いて調査したところ (Bolormaa・その他 2006a, 2006b)、水に含まれる Mn (マンガン)、Fe (鉄)、Ni (ニッケル) の量について、世界の健康基準より多いことが分かりました。

一方、人力で金採掘を行っている人の髪に含まれる Ca (カルシウム)、Ti (チタン)、As (ヒ素)、Sr (ストロンチウム) の量は、健康なモンゴル人、日本人、フィリピン人の髪に含まれる量より多いことが明らかになりました。さらに土壤に含まれる重金属の要素を調べた結果、Cu (銅)、As (ヒ素)、Pb (鉛) の量が、特に金を洗い流している場所で多いことが判明しました。

株式会社 Erdenet 工場の土壤、地上水について風の向き、人間の活動などによって異なる 5 か所で基本的な要素及び重金属の成分を測定しました。また、一部の植物 (*Artemisia frigida*. sp) に含まれる成分を分析した結果、Cu (銅)、Zn (亜鉛) の量が多いという結果が得られました。

この結果から、この種類の植物の生物蓄積性の力が強いことが示されました。現在は、この植物の成長期の生物蓄積性を詳細に調べ、重金属の汚染を少なくする方法を探索しています。

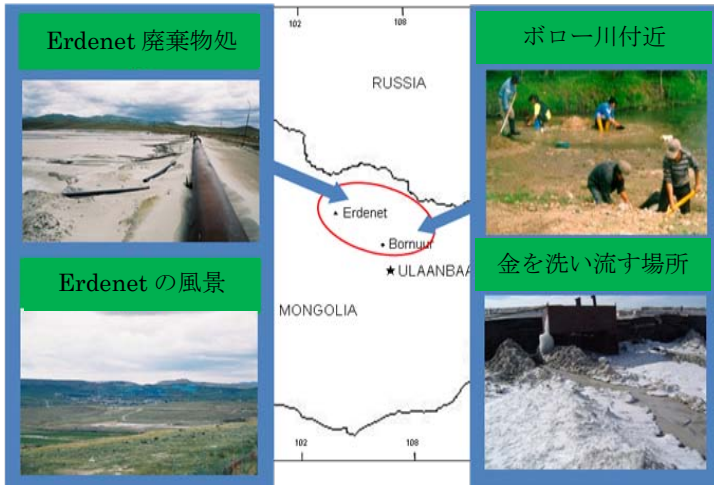


図2 研究対象機関に関する情報

土壌の化学分析を行った結果、株式会社 Erdenet 工場の廃棄物ダムの付近には、As (ヒ素)、Cu (銅) の量が標準より2倍多いことが明らかになりました

(Bowen1979)。研究対象機関の土壌に含まれる Cu (銅)、Zn (亜鉛)、Sr (ストロンチウム)、As (ヒ素)、Pb (鉛) の量を世界の平均標準と比較した結果を図3に示します。

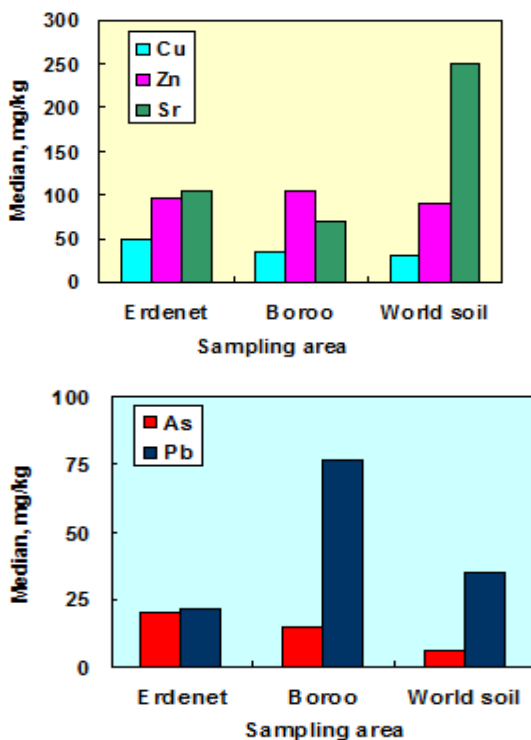


図3 土壌に含まれる重金属の成分

結論

今回の研究の対象機関付近の土に含まれる Cu (銅)、As (ヒ素)、Pb (鉛) などの平均値が世界の平均値基準より高いことが明らかとなりました。

人力で金採掘が行われている地域付近では、重金属の汚染が非常に高いことから、今後その地域の役所、住民、研究者、医者、法律関係者が協力し、この問題を解決することが必要であることが浮き彫りになりました。

参考文献

1. <http://www.bichiluurhai.mn/>
2. <http://politics.news.mn/>
3. 世界銀行, 2006
4. Bolormaa O., Baasansuren J., Kawasaki K., Watanabe M., Hattori T. 2006a. PIXE analysis of heavy metals in water samples from a mining area in Mongolia. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 243 161-166.
5. Bolormaa O., Baasansuren J., Kawasaki K., Watanabe M., Hattori T. 2007. Total elemental composition analysis of soil samples using the PIXE technique. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 262, 385-390.
6. Bolormaa O., Tsuji M., Kawasaki K., Narantsetseg S., Hattori T. 2006b. PIXE analysis of trace elements in human hair of patients with liver disorders International Journal of PIXE 16, 1&2. 29-38.
7. Bowen H.J.M. Environmental chemistry of the elements, Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney and San Francisco, 1979, p. 16.



「第6回日モ環境オアシス」開催します！

「日・モ環境オアシス」は、日本とモンゴルの研究者が講演者となり、政策決定者や市民の皆様を対象として、最新の知見を提供し、講演者と参加者の活発な意見交換を行うものです。

研究者の得意分野を出し合い日・モ両国の「環境シナジー(相乗効果)」を向上させていくことを目的としています。本号では、「第6回日・モ環境オアシス」の開催日時・場所、そして講演内容について、ご紹介いたします。

概要

今回は、モンゴル国立大学化学・化学技術学部のオユンツェツェグ ボロルマー教授をお招きして、モンゴル国における鉱業の自然環境に与える影響とその汚染管理について解説して頂き、意見交換を行います。

- 日時：2012年3月12日(月) 17:00~19:00
- 場所：モンゴル日本センター
- 主催：北海道大学

-プログラム-

17:00~17:10 開会挨拶

17:10~18:10 講演

「モンゴル国における鉱業の自然環境に与える影響とその汚染管理」

モンゴル国立大学化学・化学技術学部
オユンツェツェグ ボロルマー教授

18:10~19:00 総合討論

司会 宮崎真特任助教

(北海道大学地球環境科学研究所)

講演者紹介

オユンツェツェグ ボロルマー教授

-モンゴル国立大学

化学・化学技術学部教授

-専門：化学



1995年にロシアのエルフー市の国立大学修士課程(化学専攻)を、2001年に当大学博士課程を修了しました。研究テーマは、粒子線励起X線方法

(Particle Induced X-ray Emission)によるバイオ材料の分析方法の改善、エラーの原因を探る」です。1995年からモンゴル国立大学化学・化学技術学部にて教師として働き始めました。2001年から2007年まで、日本の東京工業大学で研究員として、日本学術振興会(JSPS)のポストドクタープログラムに参加しました。また、2007年から2009年まで、東京大学に研究員として、2009年以降はモンゴル国立大学化学・化学技術学部で教師として働き、環境汚染の測定、汚染減少の方法について化学的側面から研究を行っています。

講演要旨

この20年間、モンゴルにおいて鉱業、その中でも金の採掘が飛躍的に発展してきました。現在、モンゴル全国において17県(aimag)の49村(sum)において107箇所ので人力により鉱物資源を採掘しているという統計があります。鉱物資源の採掘量のうち、このような人力で採掘している割合は、金86.8%、石炭2.2%、螢石0.73%、すず0.14%、鋼鉄0.38%、岩塩0.04%、宝石やその他の鉱物9.71%となっています(<http://www.bichiluurhai.mn/>

<http://politics.news.mn/>)。このような鉱業、特に人力による鉱物採掘は、環境破壊の大きな原因でもあります。今回は、国や民間による鉱物資源発掘事業の環境に与える影響、汚染測定の比較による結果を報告します。



コラム1 「第5回日モ環境オアシス」開催報告

第5回日モ環境オアシスをモンゴル日本センターにて2011年6月11日に開催しました！約30名の方々にご参加いただき、活発な討論が行われました。ここでは、その様子をご紹介します。プログラムや講演要旨は日蒙環境ソニン第6号をご参照ください。

議論の行方は？



司会：宮崎博士



熱心に聞き入る参加者！

永久凍土の長所は土壌温度と地表温度のバランスを調整し、地下資源となることです。一方、永久凍土の融解と凍結によって地形の上昇・下降により建築物に悪影響を及ぼす側面もあります。



講演者
ジャンバルジャブ博士

会場からの質問と回答



永久凍土の融解は地球温暖化に関係していますか？

永久凍土は気象の産物といってよく、寒暖が影響を与えます。ヘンティール県に凍土が消滅した場所があります。



集積されたデータを公開する予定はありますか？

データの所有者は個人や複数の研究機関にまたがっていて、統合するのが難しく、公開についても意見が分かれています。



永久凍土が融解しているようですが、阻止する対策は何かありますか？

永久凍土がある条件は地表の熱のバランスが保たれていることです。従って、永久凍土の融解を防ぐには地表の条件を変えないことです。



永久凍土の深さはどのくらいまでありますか？

世界一はロシアのシベリアで深さ1500mのところもあります。モンゴルでは大体は深さ20-40mですが、アルタイでは深さ500mのところもあります。

永久凍土を季節によって効率的に利用できますか？

永久凍土は天然の冷蔵庫としての利用ができます。実際、ロシアのシベリアでも食品の保存庫として使っています。



コラム 2 「日モ環境デー2011」開催報告

北大 IFES-GCOE が NPO 法人モンゴルエコフォーラムと共催で「日モ環境デー」を 2011 年 9 月 3 日(土)に開催しました。シンポジウムでは、経済化に伴う生活様式や食生活変化、モンゴル・日本・中国の大気汚染、環境意識、人材育成に関する講演が行われました。北大と現地会場を TV 会議システムにより接続して、約 50 名が参加し、活発な意見交換が行われました。以下に内容と当日の様子をご報告します。

テーマ：「生活の質とスタイル –科学的成果を基に生活スタイルの再考–」

環境や人々の生活の持続性は重要です。環境や人々の生活スタイルの変化にともない、持続性が色あせると、世代を超えて環境を保全しつつ、持続的な生活を維持する事ができなくなると考えられます。そこで、このシンポジウムは「持続的な生活を維持するには、生活の質やスタイルをどうすればよいか？」について講演・討論を通じて、科学的成果を基に考えることを目的としました(詳細は：<http://gcoe.ees.hokudai.ac.jp/orse/?p=780>)。

日時：9月3日(土)9:30~17:30 場所：モンゴル日本人材開発センター多目的室

基調講演：和田英太郎氏(京都大学、総合地球環境学研究所名誉教授、モンゴルエコフォーラム代表理事)

「21世紀のモンゴル—モンゴル草原における食物連鎖の持続性は直線で表せるか?」



基調講演：センデンジャブドゥラム氏

(モンゴル国立大学遊牧文化文明研究センター長・教授)
「モンゴルにおける地方から都市への移住に伴う生活様式の変化」

講演：中川道子氏(モンゴルエコフォーラム理事・事務局長)

「ウランバートルの大気汚染と人々の生活」



講演：武本行正氏(四日市大学環境情報学部教授)

「四日市市の SO_x 大気汚染と中国天津市の大気状況」

講演：栗屋かよ子氏(四日市大学環境情報学部教授)

「四日市公害の真の克服とは」



講演・パネル討論の司会：山下哲平氏(日本大学生物資源科学部助教)

「環境リテラシーと住民意識」

講演：山中康裕氏(北海道大学大学院地球環境科学研究院教授、IFES-GCOE 拠点リーダー) <北大から TV 会議システムで参加>

「IFES-GCOE の理念—国境・世代を越えた人々の結びつきによる持続ある世界」



開会の辞・司会：宮崎真氏(北海道大学大学院地球環境科学研究院特任助教)

パネル討論では、次のような意見が交わされました。

- ・生活のスタイルの変化について、特に食生活の変化として、年中、肉を食べられるようになったことに伴い生活習慣病になる人が増えたという指摘がありました。

- ・経済成長と環境対策については、大気汚染、廃棄物処理、温暖化影響について議論が交わされました。日本も過去に大気汚染や廃棄物処理で問題を抱えていたので、その経験をモンゴルに生かせれば良いのではないかなど意見が述べられました。

- ・人材育成については、先進国との意識や器材の保有状況などの違いが指摘されて、人材育成を促進するには先進国との交流や先進国で学ぶなどの機会が必要であると述べられました。



本紙の編集・出版

北海道大学大学院環境科学院

グローバル COE プロジェクト 宮崎真、吉村暢彦

〒060-0810 北海道札幌市北区北十条西 5 丁目

E-Mail: gcoe@ees.hokudai.ac.jp

Tel: 011-706-4861,4862 Fax: 011-706-4867

Website: <http://www.ees.hokudai.ac.jp/gcoe/>