

鉱業博物館だより

2021年
新春
第18号

国立大学法人 秋田大学大学院国際資源学研究科附属鉱業博物館

〒010-8502 秋田市手形字大沢 28 番地の 2 / TEL 018-889-2461 / FAX 018-889-2465
メールアドレス w3admin@mus.akita-u.ac.jp 公式サイト <http://www.mus.akita-u.ac.jp/>



(左)
セルビア共和国ボール鉱山の広大な廃さい(選鉱尾鉱)堆積地。灰色～白色の部分が斑岩銅鉱山からの廃さい。写真右上の小高い山後方の黄褐色部分は、露天掘り鉱山からの剥土堆積地。

(右)
セルビア共和国ボール鉱山の露天掘り鉱山からの剥土と鉱山廃水湖 (Robule Lake)。鉱山廃水は降水が剥土中の黄鉄鉱と反応し形成された。酸性 (pH = 2.6) で、硫酸、鉄、銅が高濃度で含まれる。湖底の赤褐色の物質は硫酸基を含む水酸化鉄で、砒素を吸着している。



研究ノート

「持続可能な資源開発実現のための環境修復システムの構築—セルビア SATREPS での研究活動—」 石山 大三・SATREPS セルビア研究メンバー	2
鉱業博物館活動報告	7
令和2年度活動報告(～12月) / 令和元年度寄贈資料の受け入れ	
博物館からのお知らせ	8
新型コロナウイルス感染症予防に係る鉱業博物館の取り組み / 新館長就任	

研究ノート

持続可能な資源開発実現のための環境修復システムの構築 — セルビア SATREPS での研究活動 —

秋田大学大学院国際資源学研究科教授 石山 大三・SATREPS セルビア研究メンバー

1. はじめに

19世紀中ごろから20世紀初期の明治の日本は世界有数の銅産出国で、銅の輸出が盛んに行われていました。その収入で日本の近代化に必要な機械や原材料を海外から輸入し、工業を発展させ、生産した製品（生糸や綿糸）を外国に輸出し、我が国の経済発展を進めました。資源開発は、日本の発展に大きな貢献をしました。国内の鉱山開発は、その後も20世紀後半まで活発に行われました。

このような鉱山開発に伴い多くの環境問題（鉱害問題）も起こりました。人的被害を伴う環境問題への意識の高まりとともに、日本では技術革新と環境対策が進み、近年では鉱害問題は少なくなりました。一方、世界的には開発途上国において、現在も資源開発に伴い、大きな鉱害問題が起こっており、環境問題の解決は、資源開発にとって重要な課題となっています。資源開発に伴う環境問題を解決するためには、鉱山地域も含む広域な地域において正確で効率的な環境負荷評価を行うことが不可欠であり、また環境対策の持続性を確保するためには、環境評価と修復技術に加え廃棄物の資源化により、環境修復に必要な費用を生み出すことが必要だと考えられます。

このような問題を解決するために東欧のセルビア共和国において、2015年から2020年までの5年間にわたり SATREPS プロジェクト（地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（JST・JICA 共同プログラム））が行われました。このプロジェ

クトでは、地球規模の環境課題の解決に資する研究として「持続可能な資源開発実現のための空間環境解析と高度金属回収の融合システム研究」が、秋田大学国際資源学研究科、（一財）宇宙システム開発利用推進機構、三井金属資源開発株式会社、セルビア共和国鉱業エネルギー省、同国環境保全省、ポール鉱山冶金研究所、ベオグラード大学ポール工学部との共同で行われました。

本研究では、（1）資源開発に伴う汚染の実態を明らかにするために、地表調査データと衛星画像解析を組合わせた広域3次元の環境解析と評価技術の確立と（2）廃さいや廃水への加圧酸浸出法・中和沈殿法などの高度金属回収プロセスの適用による資源化・無害化技術の開発が行われ、（3）環境評価技術と資源化・無害化技術を融合した環境修復プロセスが構築されました。

2. 調査地域概要

セルビア共和国は、東欧バルカン半島に位置する国で、研究地域は、同国東部のポール鉱山とマイデンベック鉱山を含む地域です（図1）。この地域の近代的な鉱山開発は、1903年に始まりました。両鉱山は、大規模な斑岩銅鉱床を対象に資源開発を行っており、2019年まではセルビアの国営企業として運営されてきました。両鉱山の周辺には固体鉱業廃棄物である多量の廃さいと高濃度の重金属等の有害元素を含む汚染河川水が存在します（図1、2）。これまでは財政的な問題から、廃さいや廃水について環境対策が十分ではなく、強い汚染が、ポール鉱山地域ではポール川とペラ川の河川水を通じて、マイデンベック鉱山地域ではベック川の河川水を通じて鉱山下流域の広い地域に認められていました。また、これらの河川水は、ヨーロッパで二番目に長いドナウ川に流入するため、セルビア国内にとどまらず下流域の国々への環境汚染が懸念されています。

3. 広域環境負荷評価と衛星画像解析

本研究においては、鉱山地域を含むその下流域まで包含した研究地域全域（8000km²）での地表調査データに基づいた解析を行う「バックグラウンド解析」と「衛星画像解析」の研究が行

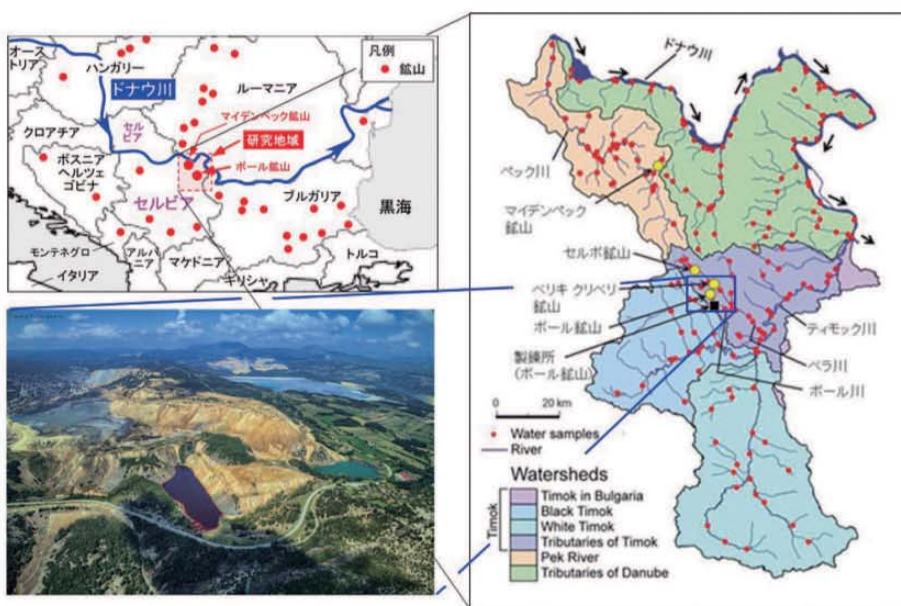


図1 調査地域位置図とポール鉱山周辺に存在する鉱業廃棄物（写真中央黄褐色部、右上青灰色部、写真暗灰色部、暗灰色部左上はポール市）と鉱山廃水（写真中央赤褐色部）の様子。

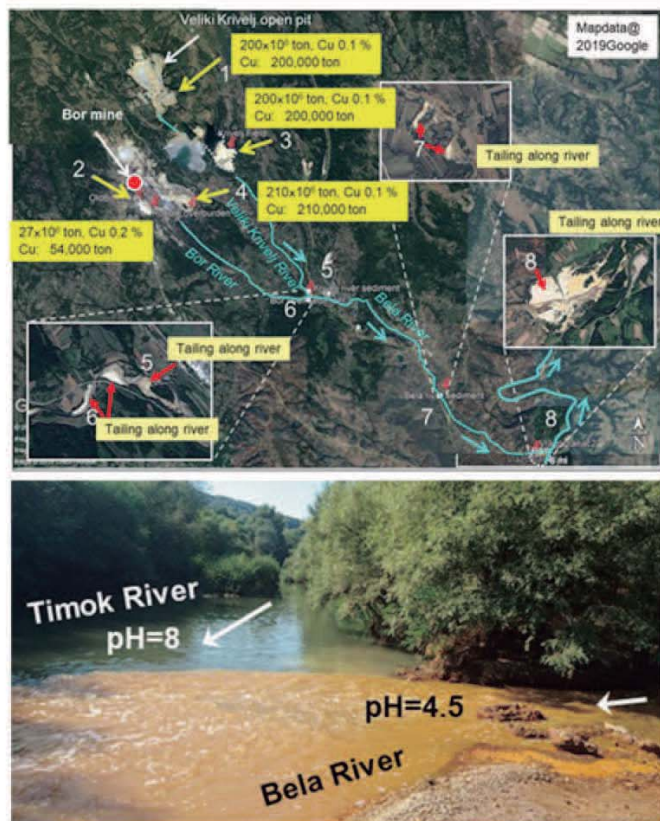


図2 ポール鉱山周辺に分布する廃さい等の分布（上）と汚染河川水（黄色）が非汚染河川（淡緑色）に合流する様子。ポール鉱山周辺には約6億4千万トンの廃さいが存在。

われました。「バックグラウンド解析」においては、研究対象地域の約200地点で河川水と河川堆積物のサンプリングを行い、その分析データに基づき、河川水と堆積物についての多元素（pH、Cl⁻、SO₄²⁻（河川水）、Al、Mn、Fe、Ni、Cu、Zn、As、Cd、Pb（河川水と堆積物）等）の地球化学図の作成とバックグラウンド値と異常値を区分する閾値の推定が行われまし

た。その閾値に基づき、有害元素の濃集が認められる汚染地域と非汚染地域の区別が行われました(図3)。このことに加え、有害元素溶出リスク評価として、河川堆積物について 0.5M HCl 溶液を用いた Cu についての抽出実験が行われ、Cu が溶出しやすい地域が危険地域とされました。有害元素の濃集が認められる汚染地域が第 II 種汚染地域、特に第 II 種汚染地域の中でも Cu が溶出しやすい地域が第 I 種汚染地域とされました(図3)。セルビア共和国の表層水の水質は、5段階に区分されており、Class Iと II は、簡単な処理で飲料水に使える水、Class IIIと IV は、高度な処理を行えば飲料水に使える水、Class V は、いかなる用途にも使えない水に対応します。非汚染地域は、Class Iと II に対応し、第 II 種汚染地域は、Class III 以上の水質の地域に対応します。河川堆積物から Cu が溶出しやすい地域である第 I 種汚染地域は、おおむね Class V の水質の地域に対応しますが、Class IIIと IV の地域にも部分的に存在します。本解析の結果では、両鉱山地域からドナウ川まで河川水による Cu の汚染が続いていることが明らかになりました。また、「バックグラウンド解析」では、河川水の汚染範囲の特定を行うとともに無害化・金属回収の研究で検討対象とすべき廃水や汚染河川の抽出も行われました。

「衛星画像解析」においては、(1) 廃さいのスペクトル解析と(2) 廃さい分布の解析が実施されました。廃さいのスペクトル解析では、ポール鉱山周辺の廃さいを採取し、X線粉末回折実験により廃さいを構成する鉱物の種類と含有量を同定したうえで、携行型分光放射計による廃さいスペクトルの測定を行い、鉱物種によってスペクトルの吸収波長に違いがみられること、酸性水の発生に伴い形成される硫酸基を含む鉄水酸化鉱物の鉄明礬石 (Jarosite、 $KFe^{3+}_3(OH)_6(SO_4)_2$) や鉱化作用で形成される粘土鉱物等の含有量が多いほど、その吸収量が大きくなることが確認されました。これらの実験結果をふまえたうえで衛星画像による廃さい構成鉱物種を検討したところ、鉱体中心部由来の廃さいと鉱体周辺部由来の廃さいの分布の違い

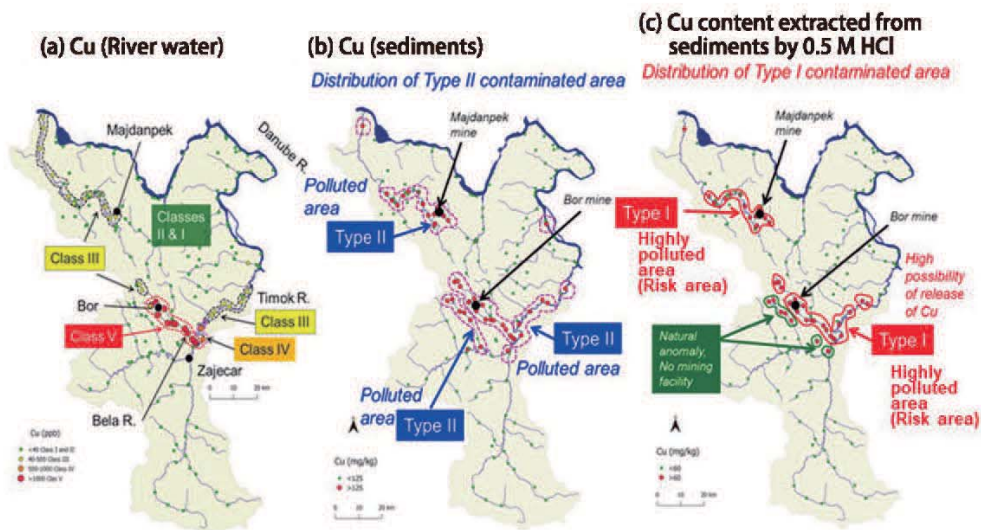


図3 Cuを例にした地球化学図とバックグラウンド解析による汚染地域（第II種汚染地域）と危険地域（第I種汚染地域）の分布。

が区別できることが明らかにされました(図4)。鉱体中心部由来の廃さいは、鉱山廃水の原因となる黄鉄鉱 (FeS_2) などの硫化鉱物が多く含まれていることが多く、環境対策上より注意すべき廃さいであり、このような危険な廃さいを広い地域の中から迅速に抽出することが可能になりました。また、本研究では鉄明礬石に着目し、衛星画像を用いて鉄明礬石の分布と量を調べれば、廃さいの分布を広域から特定できることも示されました。さらに、衛星画像解析と地形情報を用いた解析では、廃さいの面的な分布だけでなく、

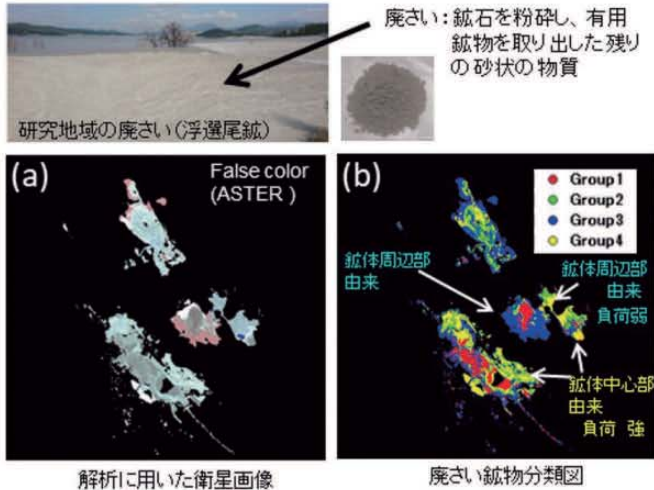


図4 衛星画像解析による鉱体近傍由来の廃さいと鉱体周縁部由来廃さいの分布。両者の分布の迅速な把握が可能。

体積の推定が可能であることが示され、廃さい等の抽出実験結果と併せて検討することで、廃さいから溶出する有害元素の環境負荷の推定もできるようになりました。

4. 廃さいと廃水の無害化と金属回収

本研究では、固体の鉱業廃棄物である廃さい(浮選尾鉱)と液体の鉱業廃棄物である鉱山廃水の無害化および資源回収の研究が行われました。廃さい(浮選尾鉱)に含まれる微量のCuの回収と残渣物の安定化処理を目的に、浮遊選鉱、加圧浸出(高温高压浸出)、溶媒抽出、電解採取を組み合わせたプロセス開発について研究が行われました。浮遊選鉱および加圧浸出では、廃さいに含まれる硫化鉱物(酸性坑廃水の発生要因となる黄鉄鉱等の鉱物種)の分離、固定化に加え、Cuを浸出液として回収するための主要条件を調査し、特に加圧浸出では、廃さいと水を混合し高温高压条件(例えば180℃、2MPa)を付与することで、Cuの95%以上を浸出回収できることが解明されました。一方、浸出残渣は酸化鉄を主成分とする安定性の非常に高い二次鉱物組成に転換できていることが明らかになりました(図5)。この酸化鉄鉱物相を中心とした固定化により、廃さいの酸性坑廃水の発生原因としてのポテンシャルは大きく低下し、廃さいの無害化も実現できたと考えられます。また、この残渣物はFe等の溶出性が極めて低いことから、

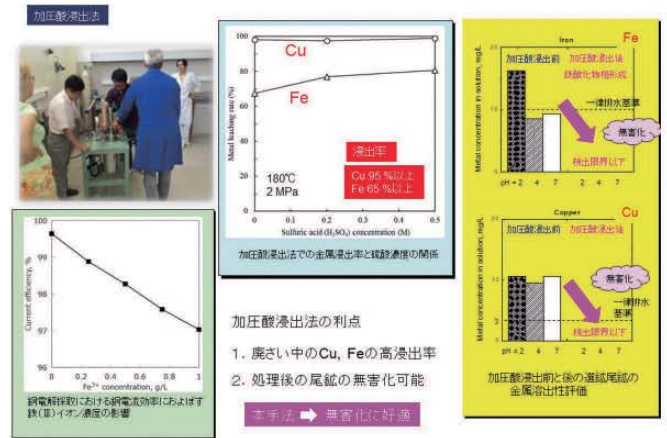


図5 鉱物処理と加圧酸浸出法による無害化および資源回収。加圧酸浸出法でのCu浸出率は95%以上(中央の図)。加圧酸浸出後の選鉱尾鉱Cu, Feの溶出濃度は検出限界以下で、廃さいは無害化された(右図)。銅電解における電析効率、電解液中不純物である鉄濃度が高くなるほどその効率は落ちることが改めて確認された(左図)。

鉄資源として有効利用の可能性も期待されます。一方、加圧浸出によって得られた浸出液中のCuは、溶媒抽出および電解採取を行うことで、最終的に廃さいに含まれるCuの80%程度を回収できることが実験的に示されました。これらの結果より、酸性坑廃水の発生要因の一つであり、環境配慮が必要な鉱山廃さい(鉱業廃棄物)の安定化および無害化処理に加え、持続的な環境対策に資する有用金属回収も可能であることが示されました。

鉱山廃水については、無害化と資源化を目的に「二段中和

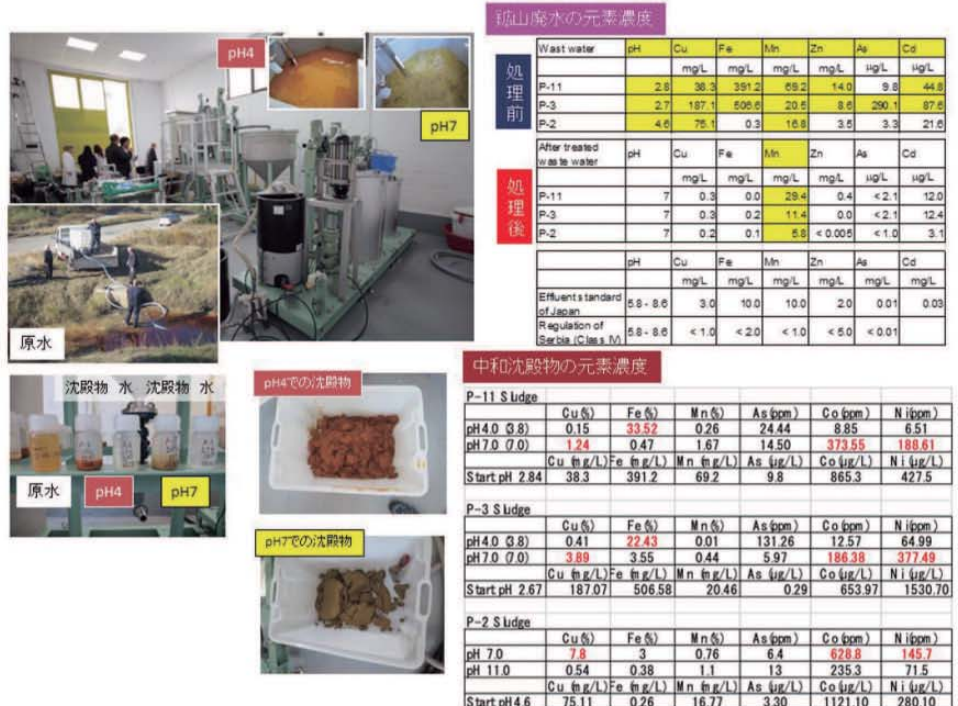


図6 二段中和沈殿法と吸着法による鉱山廃水の無害化。廃水原水の採取と中和処理実験(左上写真)、中和沈殿処理による廃水の色の変化(左中写真)、同処理後の廃水中のCu, Fe濃度等とpH(右上表)、同処理後の沈殿物中のCu, Fe濃度等(右下表)。

沈殿法と吸着法による無害化および資源回収」の技術開発の研究が行われました。二段中和沈殿法の研究では、pH=4 と pH=7 での二段階中和が行われ、廃水の無害化と資源利用のための Fe と Cu の分離回収が行われました。この中和沈殿処理により、廃水の赤褐色の色が透明に変化します (図6)。廃水処理による環境修復の技術として最適な各種条件や試験装置の運転条件についてのデータを検討した結果、pHの低い廃水を pH=5.8 ~ 8.6 に中和すると同時に廃水の Cu 濃度は 3ppm、Fe 濃度 10ppm 以下に低減され、廃水の無害化が達成できることがわかりました。また、廃水中に含まれる Cu と Fe を同法で分離・濃縮して、80%以上の資源回収が実現可能であることが示されました。回収された沈殿物中の Cu と Fe 濃度は、Cu については 1.2 ~ 7.8%、Fe については 3.0 ~ 33.5%でした。このことに加え、同沈殿物には Ni が 146 ~ 378 ppm、Co が 186 ~ 630ppm 含まれることが確認されました (図5)。二段中和沈殿法では廃水中の Cu と Fe の無害化と資源化の可能性が確認されましたが、廃水中の Mn の除去については十分ではありませんでした。Mn については、天然有機高分子ゲルを用いた吸着法による廃水中の Mn の除去が検討されました。その結果、pH=6 と 7.5 において、廃水中の Mn 濃度を 10mg/L 以下に低減できることが確認されました。

5. 環境修復プロセスのシステム構築

環境評価と資源化・無害化の研究分野の研究成果をもとに相互の連携を考慮し、両者を融合した環境修復プロセスのシステムが構築されました (図7)。システムの詳細については https://www.jst.go.jp/global/kadai/pdf/h2603_final.pdf をご覧ください。研究対象地域の環境対策方針を考えるために、セルビア、ドイツ、EU、日本の廃水基準値と本研究で推定された汚染を示す閾値との比較や水質改善予測が行われました (図8)。これらのことに加え、廃水処理等による水質環境の変化予測とその投資コストや資源回収による収益などの経済的分析が行われました (図9)。

5-a. 水質改善予測

河川水の水質改善予測については、(1) 鉱山廃水の対策の優先度が高いボール鉱山の鉱山施設からの廃水と3カ所の廃さい等からの廃水の合計4カ所について二段中和処理を行った場合、(2) 上記の(1)対策に加え、現在稼働中のペリキリペリ露天掘り鉱山からの廃水について対策を行った場合、現状がどのように改善されるのかを予測しました (図8)。(1)の対策を行った場合には、ボール鉱山下流のペラ川の河川水は、対策後もいかなる用途にも利用できない水質 (Class V)

SATREPS 環境影響評価・金属回収 統合システムフロー

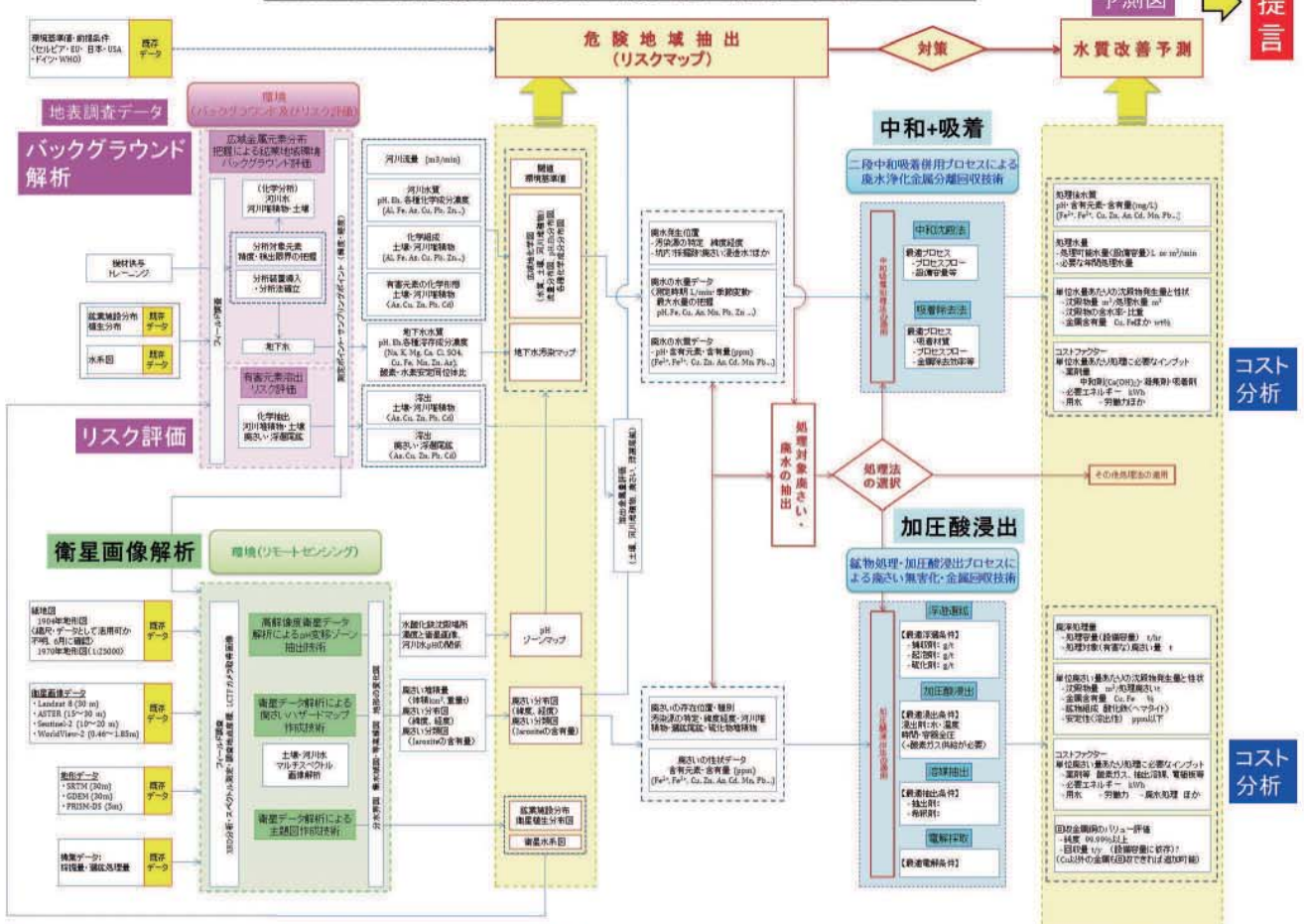


図7 環境評価と資源化・無害化を融合した環境修復プロセス

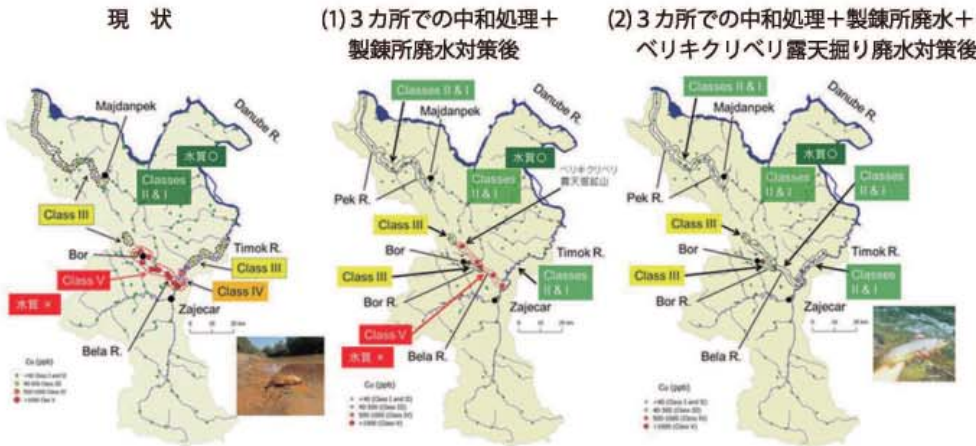


図8 環境評価修復システム研究による河川水質改善予測。中和沈殿法による対策で環境修復の可能性が示唆される。

の河川水のままで、ベラ川の鉱山廃水含有河川水がティモック川に流入後のティモック川の河川水の水質が Class III (高度な水処理を行えば利用可能な水) から Class II (簡単な処理で利用可能な水) へ改善されることが予測されました。(2) の場合には、この地域の水質は、ベラ川の水質も Class II の水質に改善され、ベラ川からティモック川の河川水は農業をはじめ多用途に利用できる水に改善されると予測されました(図8)。

5-b. コスト分析と持続可能性

コスト分析については、主に二段中和沈殿法による廃水中の金属の資源化について行われました。ポール鉱山の鉱山施設からの廃水は、同鉱山が対策を施すことにより解決できることなので、本分析では同廃水を政府や自治体が行う検討対象から除外し、その他の環境への影響の大きい3カ所の廃水からの鉱山廃水についてコスト分析が行われました。この分析では、二段中和沈殿法に必要なプラントの能力をこれまでの廃水の流量や廃水中の元素濃度に基づき推定し、プラント建設費

Case 1	Plant capacity m ³ /ton/min	Construction cost x 10 ⁶ US\$	Running cost x 10 ⁶ US\$/year	Cu income x 10 ⁶ US\$/year
Plant A (P-2)	3.0	17.5	0.24	0.29
Plant B (P-3)	1.0	7.5	0.08	0.12
Plant C (P-11)	4.0	21.8	0.24	0.17

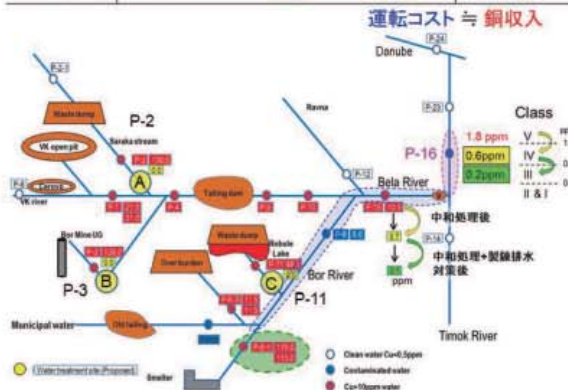


図9 中和・吸着法におけるコスト分析。運転コストと中和沈殿法での沈殿物からのCu収入がほぼ同じで、中和処理の持続的実施可能性が示唆される。

用、プラント運転コスト、中和沈殿処理により得られる沈殿物中のCuの資源化による収入見積もりの三者の比較が行われました(図9)。プラントの建設費用には約47億円の費用が必要になりますが、プラント運転コストとCu収入は、それぞれ5,600万円、5,800万円と推定され、プラント建設後のプラント運転コストは、二段中和沈殿法により得られるCuの収入で賄える可能性があることが明らかになりました(図9)。このことは、初期投資により中和処理プラントが建設されれば、その後の中和処理を持続して実施できることを示唆しています。

6. まとめと今後の展望

以上の研究成果を将来社会システムに組み込むために、セルビア共和国の関係省庁との協議等の活動を積極的に推進した結果、鉱業エネルギー省及び環境保全省の政府関係者の関心は非常に高まり、国の政策への反映を目的として、各大臣への成果説明とメディアを通じた成果の公表と広報などが行われました。また、本研究活動の中で、セルビアの高校生、大学生、地域住民の方々、本学国際資源学部3年生の学生に対して、現地でのフィールドワークを通じて環境教育と人材育成が行われました(図10)。高校生、大学生、地域住民の環境保全についての関心も高まり、本研究活動は研究成果のみならず、セルビア東部において環境意識の醸成に大きな貢献をしたと評価されています。



図10 セルビア共和国鉱業エネルギー省大臣への研究成果説明(左上)、ポール市高校生への環境ワークショップ(右上)、ペオグラード大学ポール校大学生・院生・秋田大学国際資源学部3年生が参加した秋田大学-ペオグラード大学ポール校共同人材育成活動(左下、右下)。

鉱業博物館活動報告

令和2年度活動報告（～12月）

- 3月19日(木)～5月22日(金) 特別展『銀と金からみるアラビア衣装』…新型コロナウイルス感染症対策のため延期
 4月1日(水)～ 秋田市にぎわい交流館AU1Fスペース 鉱業博物館業務体験の成果を出張展示
 4月2日(木)～6月30日(火) 新型コロナウイルス感染症対策のため臨時休館
 7月7日(火) 国際資源大学校 資源開発研修コース 研修
 8月3日(月)～5日(水) 秋田大学教育文化学部附属小学校教員 研修
 8月28日(金)～ 秋田公立美術大学微化石プロジェクト 活動支援(館内設備提供・試料採取)
 10月2日(金) 秋田市立秋田東中学校 地域探訪見学
 11月3日(火)～7日(土) 教育・文化週間にちなみ無料開放…新型コロナウイルス感染症対策のため中止
 11月12日(木) 国際資源大学校 製錬・リサイクル研修専門コース(乾式冶金) 研修

令和元年度寄贈資料の受け入れ（寄贈者の敬称略）

寄贈者名	寄贈資料
葛野 栄一	会誌発行二十周年特集号 院内銀山（第二十一号）院内銀山史跡保存顕彰会 「八橋油田のあゆみ」帝国石油株式会社秋田鉱業所、随筆 鑛山物語 坪井美雄著 夜想33 鉱物 ベヨトル工房、川原毛硫黄鉱山の製錬フローシート 写真「白竜号」土崎沖、写真「乾板に感光した北投石」
齊藤 容	筑豊炭田地質図、筑豊炭田地質想像断面図 第一図版 嘉穂郡東南部各累層別柱状図 第二図版 各郡別炭層柱状図、第三図版 地層柱状図
飯塚 晃	「多田寅三郎八橋油田秋田鉱業所初代所長東京帝国大学卒業証書」大正4年7月9日卒業 「多田寅三郎八橋油田秋田鉱業所初代所長日本鉱業会渡邊賞賞状・記念の像」 昭和16年4月26日受賞 「八橋油田のあゆみ」帝国石油株式会社秋田鉱業所、「多田寅三郎氏と八橋油田」CD 写真
日東粉化工業株式会社 東城工場	粗粒結晶質石灰岩 産地 広島県夏森鉱山 細粒結晶質石灰岩 産地 広島県清仙鉱山 大仙鉱床 含フズリナ黒色石灰岩 産地 広島県清仙鉱山 大仙鉱床
越後谷 敬	鉱物岩石標本セット 96種
安田 敦子	花崗岩 産地 南極 3点、黒鉱 1点、黄鉱 1点
菊池 幸子	金銀銅鑛試掘鑛区実測図 北秋田郡早口村早口沢 齊藤常吉（出願人） 金銀銅鑛試掘鑛区図 北秋田郡東館村中野 山島熊五郎 金銀銅鑛試掘地区図 北秋田郡長木村大新沢 石田助治 他6点
佐藤 一彦	魚卵状珪華（プリコ石）産地 秋田県湯沢市秋ノ宮
鈴木照洋・藤巻勇帆	霏石ノジュール 産地 秋田県山本郡八峰町石川
柏木 康彦	「国宝の殿堂 藤田美術館展 曜変天目茶碗と仏教美術のきらめき」 編集 奈良国立博物館 発行 奈良国立博物館 朝日新聞社 NHK 奈良放送局 NHK プラネット近畿
佐藤 弘美	きつね石 産地 新潟県糸魚川市 3点
鈴木 悟	柘榴石片麻岩 産地 南極

博物館からのお知らせ

新型コロナウイルス感染症予防に係る 鉱業博物館の取り組み

当館は、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、令和2年4月2日より臨時休館しました。

休館中は、受付にある売店ショーケース照明のLED化、陳列商品の並べ替え、3階展示室にある日本地質図シートのリニューアル、展示物のラベル整理、展示パネルの整備などをを行い、開館に備えました。

その後、全国的な博物館の動向を見ながら7月1日から平日のみ開館しましたが、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い7月30日からは秋田県内在住者に限り開館しました。10月24日からは土日祝日も開館し、秋田大学が示した方針に沿って、県外の感染多発地域以外の方も受け入れました。12月5日からは、さらなる感染症拡大により県外のお客様の来館はご遠慮いただくこととなり、今日にいたっております。

当館における開館時の対応は、次のとおりです。

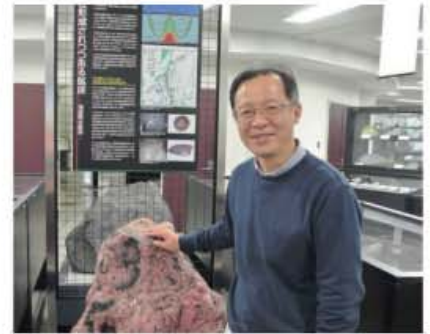
来館者への協力依頼

1. 発熱または風邪症状のある方には、利用を控えてもらう。
2. 入館者カードに連絡先を記入してもらい、非接触型体温計で検温をする。
3. 手指を消毒し、マスクと配布したビニール手袋を着用する。
4. 密集、密接を避けるため入館者数を制限。1団体10名までとし、同時帯に30名以上が館内に滞在しないようにする。また、来館者同士の間隔は、できるだけ空けるようにする。

当館の感染症予防の取り組み

1. 館内入り口及び各階トイレ・エレベーター前に消毒液を、売店には飛沫防止シートを設置し、館内の換気を行う。
2. 館内の手すり、エレベーターの昇降ボタン、トイレなど共用部分は定期的に消毒をする。

鉱業博物館館長に 石山大三教授が就任しました



令和2年4月1日(水)、当館館長に秋田大学大学院国際資源学研究所資源開発環境コース教授の石山大三氏が就任しました。

研究分野は金属鉱床学、地球化学、環境地質学です。これまでも当館との関わりが深く、鉱石標本の寄贈や解説書の執筆、博物館を利用した授業も行っています。

石山館長は就任の挨拶で、「海外の博物館では、子ども達が館内で楽しめるように工夫されているところも多くあった。当館も、大人だけでなくもっと子どもが楽しめるような施設にしていきたい。」と抱負を述べました。来館者にご記入いただいているアンケートでも、子ども向けの展示やイベントに関して多くの意見が寄せられています。スタッフ一同、皆さんにより親しんでいただけるような魅力のある博物館を目指していきます。

令和2年3月に特別展「銀と金からみるアラビア衣装」を企画し、展示の準備を進めていましたが、新型コロナウイルス感染症対策のため延期となっています。一日も早くコロナ禍がおさまり、通常開館できる日を願っています。(千田 恵吾)

◆ご利用案内◆

入館料	【大人】100円 【高校生以下】無料
開館時間	9時から16時
休館日	年末年始(12月26日～翌年1月5日)及び12月～2月の日曜日、祝日
アクセス	<バスでお越しの方> 秋田駅西口12番のりばから 中央交通バス鉱業博物館入口下車徒歩5分 <徒歩でお越しの方> 秋田駅東口から約30分
ホームページ	http://www.mus.akita-u.ac.jp/
その他	入館される場合は、事前に予約をお願いいたします。また現在、新型コロナウイルス感染症予防のため、館内の案内は行っておりません。

※開館情報は、当館 WEB サイトでご確認ください。

