

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：13301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2018～2021

課題番号：18KK0296

研究課題名（和文）モンゴル国エルデネト鉱山周辺の堆積物におけるモリブデンの化学形態と溶出性

研究課題名（英文）Chemical speciation and solubility of molybdenum in sediments around Erdenet mining area in Mongolia

研究代表者

福士 圭介（Fukushi, Keisuke）

金沢大学・環日本海域環境研究センター・教授

研究者番号：90444207

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究はモンゴル北部エルデネト鉱山周辺の河川水におけるモリブデンの汚染状況とモンゴル南部バレー・オブ・ゴビレイクに分布する塩湖におけるウラン・ヒ素の汚染状況の観測を行った。その結果、いずれの観測地点においても対象とした重金属は飲料水基準を超過することが明らかとなった。多くの重金属は濃度が増加した場合、鉱物化や鉱物に吸着することにより溶液中から除去される。一方、モリブデンやウランはpHがやや高い条件においては溶液から除去されず、ナトリウムや塩化物イオンのようにコンサーバティブにふるまうことを自然界の観察から明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

モンゴルは豊富な金属資源に支えられ急速な経済発展を遂げているが、資源開発に伴う環境汚染が懸念されている。モンゴルではこれまで環境科学・技術に関する研究には関心は高くなく、環境汚染の状況はあまり理解されていない。本研究ではモンゴルエルデネト鉱山地域周辺の河川および、モンゴル南部バレー・オブ・ゴビレイク地域の湖沼における重金属の汚染状況を明らかにした。また、ウランやモリブデンは高pH溶液中でコンサーバティブにふるまうことを自然界の観測から明らかにした。

研究成果の概要（英文）：Molybdenum contamination in river water around the Erdenet mine in northern Mongolia and uranium and arsenic contamination in a saline lake in the Valley of Gobi Lakes in southern Mongolia were examined. The results showed that concentrations of the heavy metals in both observation sites exceeded the drinking water standards. Many heavy metals are usually removed from solution by mineralization or adsorption on minerals when their concentrations increase. On the other hand, molybdenum and uranium are not removed from solution under slightly higher pH conditions and behave conservatively like sodium and chloride .

研究分野：環境地球化学

キーワード：エルデネト鉱山 重金属 化学形態 溶出性

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

モンゴルは豊富な金属資源に支えられ急速な経済発展を遂げているが、乱開発に伴う環境汚染が懸念されている。モンゴルではこれまで環境科学・技術に関する研究には関心は高くなく、環境汚染の状況はほとんど理解されていない。

金属資源に富むモンゴルでは、自然由来・人為起源双方による重金属水質汚染が生じている可能性がある。微量元素の健康影響の理解にはその溶出性の理解が本質であり、元素の溶出性は土壌・堆積物中の微量元素の化学形態に密接に関係している。本研究では重金属水質汚染が懸念される2つのフィールドを対象に、元素の化学形態と溶出性の理解に基づき、水・土壌間での微量元素の動態の解明を目指した。

2. 研究の目的

本研究は(1)モンゴル北部エルデネト鉱山周辺の河川水におけるモリブデンの動態解明、(2)モンゴル南部バレー・オブ・ゴビレイクに分布する塩湖におけるウラン・ヒ素の動態解明を目的とした。

(1) エルデネト鉱山は東アジア最大の銅モリブデン鉱山であり、周辺地域の土壌や河川は高濃度のモリブデンを含有することが先行研究より報告されている。本研究はエルデネト市周辺の河川中のモリブデン汚染状況と汚染メカニズムを明らかにすることを目的とした。

(2) 本研究開始以前に行っていた予備調査から、モンゴル南部バレー・オブ・ゴビレイクに分布する塩湖群は高濃度のヒ素とウランを含有することが分かっていた。本研究は本地域に位置するオログ湖におけるヒ素のウランの汚染状況と汚染メカニズムを明らかにすることを目的とした。



図1 本研究の調査地域

3. 研究の方法

(1) 2018年3月から11月まで毎月エルデネト地域の河川（エルデネト川、ハンガル川およびガビル川の全15地点）で現地水質調査を行うとともに、水試料と表層堆積物の採取を行った。採取した水は現地ですぐ日本に持ち帰った。持ち帰った水試料は金沢大学において、高速液体クロマトグラフィーを用いた陰イオン濃度測定、ICP-OESを用いた主要金属濃度測定およびICP-MSを用いたモリブデンを含む微量元素濃度の測定に供された。堆積物については、モンゴル国立大学にて凍結乾燥による乾燥後、2mm以下の粒径試料を日本に輸入した。金沢大学において64μm以下に分画し、5段階選択抽出分析および放射光施設(KEK-PFおよびSPring-8)を利用したXAFS分析によりモリブデンの化学形態の推定を行った。また、2019年8月7-16日にエルデネト地域の河川水のモリブデン汚染源の特定を目的とした現地調査を行った。さらに、堆積物-水間におけるモリブデン吸着・脱離挙動の理解のために、金沢大学において堆積物に含まれるモリブデンのホストと考えられる鉄酸化物によるモリブデン吸着実験を行った。

(2) 2015年8月、2016年8月、2017年10月（以上は予備調査）、2018年8月、2020年7月および9月に、モンゴル南部バレー・オブ・ゴビレイクに位置する塩湖であるオログ湖において、現地水質調査を行うとともに、水試料と表層堆積物の採取を行った。またオログ湖に流入する河川および周辺の泉および井戸の水も水質調査と採水を行った。採取した水は現地ですぐ日本に持ち帰った。持ち帰った水試料は金沢大学において、高速液体クロマトグラフィーを用いた陰イオン濃度測定、ICP-OESを用いた主要金属濃度測定およびICP-MSを用いたヒ素・ウランの測定に供された。堆積物については、モンゴル国立大学にて凍結乾燥による乾燥後、2mm以下の粒径試料を日本に輸入した。金沢大学において64μm以下に分画し、6段階選択抽出分析および放射光施設(KEK-PFおよびSPring-8)を利用したXAFS分析によりヒ素およびウラン濃度測定および化学形態の推定を行った。

4. 研究成果

(1)本研究では本地域における主要河川のハンガル川では主に夏季にモリブデン濃度は WHO の飲料水ガイドラインレベルを超過することを明らかにした(図2)。さらにモリブデン汚染の原因は火力発電所で利用され川に排出される地下水と、沈殿池から河川に流出する鉱山排水であることをつきとめた。観測地点のハンガル川では汚染源から 10km 下流でもほとんどモリブデン濃度は減少していないことを見出した。室内吸着実験から、モリブデンは pH>8 以上では鉄酸化物への吸着性が弱まることを見出した。観測で認められた河川水中モリブデンの高い移動性は、ハンガル川の pH 条件 (pH>8: 図2) ではモリブデンがほとんど堆積物に吸着しないためと推測した。従来河川水中の重金属は極端な水質条件(低 pH など)を除くと移動性は低いと考えられてきた。一方本研究は、重金属であるモリブデンは高 pH 条件で鉱物との吸着が抑制されることで移動性が高まることを自然界の観察から明らかにした(Tsetsgee et al., 2021)。

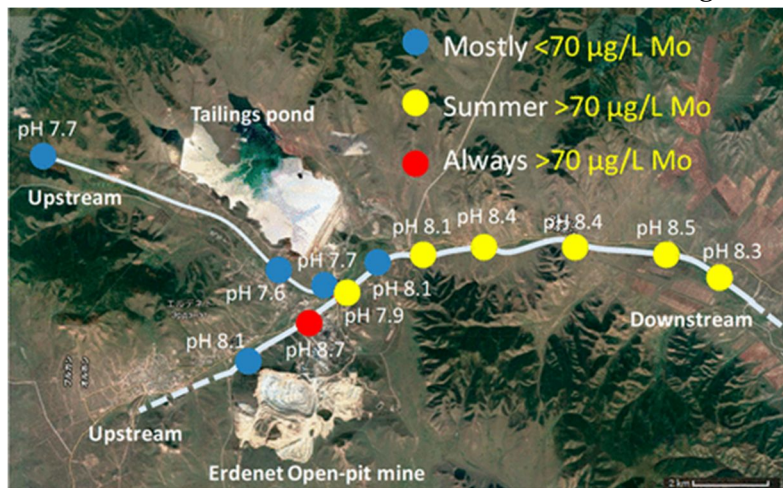


図2 エルデネト鉱山周辺河川におけるモリブデンの汚染状況

(2)モンゴル南部のバレー・オブ・ゴビレイクといわれる地域はウランのバックグラウンド濃度が世界平均よりもはるかに高い岩体を有している。本研究の予備調査から、岩石の高いウラン濃度を反映し、北部のハンガイ山脈から流出する河川水には比較的高濃度のウランやヒ素を含むことを確認していた。本研究ではオログ湖の水質を 5 年間にわたり観測し、河川から運ばれるウランやヒ素は蒸発によって湖水中に蓄積されることを明らかにした(図3)。従来、塩湖に溶解する重金属は蒸発過程において鉱物として析出したり、吸着したりすることで、湖水からは除去されると推定されてきた。本研究はウランやヒ素は従来の描像とは異なり、ナトリウムや塩化物イオンと同様に、湖水中に濃集すること明示した。このことは最終的に湖沼が干上がった際、高濃度のウランやヒ素が溶解性の高い塩として析出することを示唆している。土壌重金属の毒性は重金属の溶解性に強く依存する。すなわち、有害な元素からなる固体であっても溶解しなければ生物には無害である一方、溶解性が高いと即効的に健康被害をもたらす。ウランやヒ素が塩化ナトリウムと同様に塩として生成する場合、その塩はきわめて高い毒性を提示することが予想される(Gankhrel et al., 2022)。モンゴルは首都ウランバートルを除くと人口密度が低く、仮に有害な汚染土壌が生成したとしても、地域的環境問題として明るみにすることはないかもしれない。一方、本地域では乾季である冬から春に砂塵が巻き上がり、大量の砂塵が季節風とともに長距離にわたって移動する。砂塵は降雨に遭遇せずに輸送される場合、高濃度かつ溶解度の高い重金属は高い毒性を維持したまま人口密集地に降下する可能性がある。本研究成果は気候変動に起因する新たな越境汚染の可能性を示すものである。

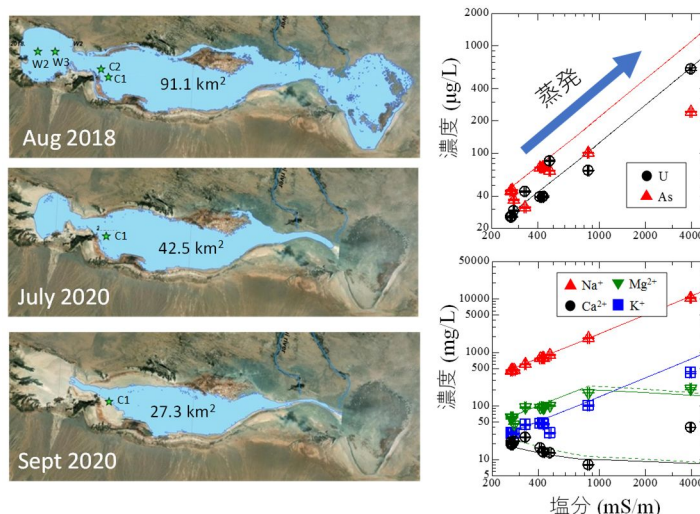


図3 オログ湖の縮小と水質変化

<引用文献>

Gankhurel, B., Fukushi, K., Davaasuren, D., Imai, E., Kitajima, T., Udarnjargal, U., Gerelmaa, T., Sekine, Y., Takahashi, Y. and Hasebe, N., 2022, Arsenic and uranium contamination of Orog Lake in the Valley of Gobi Lakes, Mongolia: field evidence of conservative accumulation of U in an alkaline, closed-basin lake during evaporation. *Journal of Hazardous Materials*, 436, 129017.

Tsetsgee, S., Okuyama, A., Ochir, A., Yunden, A., Odgerel, E., Batbold, T., Munkhsukd, E-U., Takahashi, Y., Munemoto, T., Honda, M., and Fukushi, K., 2021, Mo Contamination in Rivers near the Erdenet Mining Area, Mongolia: Field Evidence of High Mobility of Mo at pH >8. *ACS ES&T Water*, 1(8), 1686-1694.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Munemoto Takashi, Solongo Tsetsgee, Okuyama Akihiro, Fukushi Keisuke, Yunden Ariuntungalag, Batbold Taivanbat, Altansukh Ochir, Takahashi Yoshio, Iwai Hisanori, Nagao Seiya	4. 巻 123
2. 論文標題 Rare earth element distributions in rivers and sediments from the Erdenet Cu?Mo mining area, Mongolia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Applied Geochemistry	6. 最初と最後の頁 104800 ~ 104800
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apgeochem.2020.104800	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Gankhurel Baasansuren, Fukushi Keisuke, Akehi Akitoshi, Takahashi Yoshio, Zhao Xiaolan, Kawasaki Kazuo	4. 巻 4
2. 論文標題 Comparison of Chemical Speciation of Lead, Arsenic, and Cadmium in Contaminated Soils from a Historical Mining Site: Implications for Different Mobilities of Heavy Metals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 1064 ~ 1077
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.0c00087	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Battsengel Enkhchimeg, Murayama Takehiko, Fukushi Keisuke, Nishikizawa Shigeo, Chonokhuu Sonomdagva, Ochir Altansukh, Tsetsgee Solongo, Davaasuren Davaadorj	4. 巻 17
2. 論文標題 Ecological and Human Health Risk Assessment of Heavy Metal Pollution in the Soil of the Ger District in Ulaanbaatar, Mongolia	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental Research and Public Health	6. 最初と最後の頁 4668 ~ 4668
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijerph17134668	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Kitajima Takuma, Fukushi Keisuke, Yoda Masahiro, Takeichi Yasuo, Takahashi Yoshio	4. 巻 10
2. 論文標題 Simple, Reproducible Synthesis of Pure Monohydrocalcite with Low Mg Content	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 346 ~ 346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min10040346	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tokunaga Kohei, Takahashi Yoshio, Tanaka Kazuya, Kozai Naofumi	4. 巻 266
2. 論文標題 Effective removal of iodate by coprecipitation with barite: Behavior and mechanism	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 129104 ~ 129104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2020.129104	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukushi Keisuke, Miyashita Shun, Kasama Takeshi, Takahashi Yoshio, Morodome Shoji	4. 巻 371
2. 論文標題 Superior removal of selenite by periclase during transformation to brucite under high-pH conditions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 370 ~ 380
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2019.02.107	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kobayashi Yui, Fukushi Keisuke, Kosugi Shigeyori	4. 巻 54
2. 論文標題 A Robust Model for Prediction of U(VI) Adsorption onto Ferrihydrite Consistent with Spectroscopic Observations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Science & Technology	6. 最初と最後の頁 2304 ~ 2313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.est.9b06556	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Miyamoto Chihiro, Sakata Kohei, Yamakawa Yoshiaki, Takahashi Yoshio	4. 巻 223
2. 論文標題 Determination of calcium and sulfate species in aerosols associated with the conversion of its species through reaction processes in the atmosphere and its influence on cloud condensation nuclei activation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 117193 ~ 117193
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2019.117193	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Lee Sang-Ho, Takahashi Yoshio	4. 巻 384
2. 論文標題 Selective immobilization of iodide onto a novel bismuth-impregnated layered mixed metal oxide: Batch and EXAFS studies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 121223 ~ 121223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2019.121223	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Lee Sang-Ho, Takahashi Yoshio	4. 巻 237
2. 論文標題 Carbothermal preparation of magnetic-responsible ferrihydrite based on Fe-rich precipitates for immobilization of arsenate and antimonate: Batch and spectroscopic studies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 124489 ~ 124489
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.124489	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shiraishi Fumito, Matsumura Yuya, Chihara Ryoji, Okumura Tomoyo, Itai Takaaki, Kashiwabara Teruhiko, Kano Akihiro, Takahashi Yoshio	4. 巻 258
2. 論文標題 Depositional processes of microbially colonized manganese crusts, Sambe hot spring, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 1 ~ 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2019.05.023	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sakakibara Masanobu, Tanaka Masato, Takahashi Yoshio, Murakami Takashi	4. 巻 522
2. 論文標題 Redistribution of Zn during transformation of ferrihydrite: Effects of initial Zn concentration	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Geology	6. 最初と最後の頁 121 ~ 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemgeo.2019.05.018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Qin Hai-Bo, Uesugi Soichiro, Yang Shitong, Tanaka Masato, Kashiwabara Teruhiko, Itai Takaaki, Usui Akira, Takahashi Yoshio	4. 巻 257
2. 論文標題 Enrichment mechanisms of antimony and arsenic in marine ferromanganese oxides: Insights from the structural similarity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 110 ~ 130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2019.04.018	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Solongo, T., Fukushi, K., Altansukh, O., Takahashi, Y., Akehi, A., Baasansuren, G., Ariuntungalag, Y., Enkhjin, O., Davaajargal, B., Davaadorj, D., and Hasebe N.	4. 巻 8
2. 論文標題 Distribution and chemical speciation of molybdenum in river and pond sediments affected by mining activity in Erdenet city, Mongolia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 MINERALS	6. 最初と最後の頁 288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min8070288	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 福土圭介	4. 巻 138
2. 論文標題 土壌鉱物による微量元素吸着挙動の予測	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 土壌の物理性	6. 最初と最後の頁 13-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 福土圭介・矢部太章・糸野妙子・落合伸也・村上拓馬・長谷部徳子・柏谷健二	4. 巻 40
2. 論文標題 北海道渡島大沼湖沼堆積物におけるヒ素の存在形態と環境動態	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地形	6. 最初と最後の頁 5-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 10件）

1. 発表者名 Baasansuren Gankhurel; Keisuke Fukushi; Akitoshi Akehi; Yoshio Takahashi; Xiaolan Zhao; Kazuo Kawasaki
2. 発表標題 Comparison of speciation and solubility of arsenic, lead, and cadmium in contaminated soils from Kamegai mine tailing, Toyama, Japan
3. 学会等名 JpGU-AUG Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ariunsanaa BATERDENE; Seiya NAGAO; Keisuke Fukushi; Kohei Sakaguchi; Tetsuya Matsunaka
2. 発表標題 SEASONAL VARIATION OF DISSOLVED TRACE ELEMENTS IN LAKE KIBA-GATA
3. 学会等名 JpGU-AUG Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥山 晃浩; Solongo Tsetsgee; 福士 圭介
2. 発表標題 酸化物によるモリブデン吸着挙動：モンゴル・エルデネト地域の河川中におけるモリブデンの動態解析
3. 学会等名 JpGU-AUG Joint Meeting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奥山晃浩、福士圭介
2. 発表標題 酸化物によるAs()吸着のロバストな予測モデル
3. 学会等名 2020年度日本地球化学会第67回オンライン年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Baasansure, G., Fukushi, K., Akehi, A., Takahashi, Y., Kawasaki, K.
2. 発表標題 Chemical speciation and solubility of arsenic, cadmium and lead in contaminated soil from abandoned mine tailing in Toyama prefecture, Japan,
3. 学会等名 Fall meeting, American Geophysical Union (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fukushi, K., Solongo, T., Okuyama, A., Takahashi, Y., Munemoto, T., Ariuntungalag, Y., Taivanbat, B., Altansukh, O.
2. 発表標題 Cyclic behavior of molybdenum concentrations in river water controlled by adsorption/desorption reactions
3. 学会等名 Second International Conference on All Material Fluxes in River Eco-Systems (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Solongo T., Fukushi, K., O. Altansukh, Yoshio, T., Ariuntungalag Y., Enkhjin O., Hasebe, N.
2. 発表標題 Temporal observation of molybdenum concentrations in rivers from Erdenet mining area, Mongolia
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Solongo T., Fukushi K., Altansukh O., Takahashi Y., Akehi A., Ariuntungalag Y. Enkhjin O., Hasebe N.
2. 発表標題 Spatial and temporal observation of molybdenum in surface aquatic environment, around Erdenet city, Mongolia
3. 学会等名 The 16 the East Eurasia International Workshop Present Earth Surface Processes and Long-term Environmental Changes in East Eurasia (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奥山晃浩・福士圭介
2. 発表標題 酸化物によるモリブデン吸着挙動：モンゴル・エルデネト地域の河川中におけるモリブデンの動態解析
3. 学会等名 日本地球化学会第66月回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Solongo, Fukushi, K., O. Altansukh., Takahashi, Y., Akehi, A., G. Baasansuren, D. Davaadorj
2. 発表標題 Distribution and chemical speciation of molybdenum in river and pond sediments affected by mining activity in Erdenet city, Mongolia
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Solongo, Fukushi, K., O. Altansukh, Takahashi, Y., Y. Ariuntungalag, O. Enkhjin, B. Byambaa, G. Baasansuren, Matsuki, A. and Hasebe, N.
2. 発表標題 Temporal observation of molybdenum concentrations in rivers from Erdenet mining area, Mongolia
3. 学会等名 1st Integrated Conference on Joint Research Program in Mongolia-2019 (ICJPM) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Solongo, O. Altansukh., Fukushi, K., Takahashi, Y., Akehi, A., G. Baasansuren, D. Davaadorj, and Hasebe, N
2. 発表標題 Distribution and chemical speciation of molybdenum in river and pond sediments affected by mining activity in Erdenet city, Mongolia
3. 学会等名 The 15th International Workshop on Present Earth Surface Processes and Long-Term Environmental Changes in East Eurasia (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 G. Baasansuren, Fukushi, K., Takahashi, Y., Akitoshi, A. and Kawasaki, K.
2. 発表標題 Cadmium, lead, zinc and copper partitioning in earth surface materials in soils of Kamegai mine tailings in Japan
3. 学会等名 The 15th International Workshop on Present Earth Surface Processes and Long-Term Environmental Changes in East Eurasia (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 高橋 嘉夫、福士 圭介、田中 雅人、柏原 輝彦、関根 康人、板井 啓明	4. 発行年 2021年
2. 出版社 名古屋大学出版会	5. 総ページ数 444
3. 書名 分子地球化学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	宗本 隆志 (Munemoto Takashi) (00745937)	石川県工業試験場・化学食品部・主任技師 (83303)	
研究分担者	高橋 嘉夫 (Takahashi Yoshio) (10304396)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授 (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------

モンゴル	モンゴル国立大学			
------	----------	--	--	--