

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：34310

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12281

研究課題名(和文) 鉱物資源開発における汚染(鉱害)の環境・社会的コスト評価と鉱害防止の枠組策定

研究課題名(英文) Framework for Evaluating Environmental and Social Costs of Mining Industry

研究代表者

和田 喜彦(Wada, Yoshihiko)

同志社大学・経済学部・教授

研究者番号：10326514

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：マレーシアで30年前に発生した放射能汚染事件＝エイジアン・レアアース(ARE)事件について、現時点でも未除染箇所が複数存在することが分かった。同国の東海岸に建設されたライナス社レアアース製錬工場周辺でも、環境影響が現れていることが示唆された。インドネシアのバンカ島では、陸上のスズ資源量の減少に伴い、洋上浚渫によるスズ採掘が隆盛している。海洋生態系と漁業資源への悪影響が顕在化している。米国内のナバホ先住民のウラン鉱山開発による被曝労働被害者への補償は不十分であり、土壌の除染はほとんど進んでいない。

このような海外における鉱害問題を日本の市民や消費者対象に「見える化」するための工夫を試みた。

研究成果の概要(英文)：Social and environmental impacts of mining activities in abroad have been analysed. Four case studies have been conducted. The first one is the Asian Rare Earth (ARE) Incident which occurred more than 30 years ago in Malaysia. We have discovered that there are a few sites which are still contaminated with radioactive substances. The second case is a rare earth refinery of Lynas Company located in the eastern part of the Malay Peninsula. This facility seems to be contaminating the environment with radioactive matters. The third case is Bagka Island of Indonesia. Tin mining activities have been causing ecological problems there. The fourth case is uranium mining in the Navajo Nation in the USA. Decontamination work has been progressing in extremely slow manners. The compensation scheme for the workers has defects and there have been cries for amendment.

I have been trying to share the information with citizens and consumers in Japan to let them know the seriousness of these problems.

研究分野：エコロジー経済学、公害論、良心学

キーワード：放射線被曝 ウラン鉱山 スズ鉱山 レアアース トリウム 鉱害 見える化 原子力発電

1. 研究開始当初の背景

人類は、有史以来鉱物資源を自然界から取り出し、利便性や生活の質(QOL)の向上、経済活動の活性化のために利用してきた。その長い歴史の中で、人類は、鉱物資源をいかに効率的に見つけ出し、採掘し、製錬するかについて研究し、不断の努力を積み重ねてきた。

一方で、人類は鉱物資源の開発や利用について批判的に検証し、その悪影響を防止する、または最小限に留めるための努力については限定的であったと言わざるを得ない。悪影響の実態とその原因を把握するという初歩的なことさえ怠ってきた歴史がある。つまり、鉱物資源利用の効率性やそれによる便益については真剣に注視するが、そこから発生する悪影響、経済的費用については軽視してきたのである。

(1) 日本国内の鉱山開発に伴う鉱害の歴史については、日本の研究者たちによる多くの研究蓄積がある。足尾銅山鉱毒事件と田中正造の研究(田村紀雄他編、1998、『語りつぐ田中正造』)、イタイイタイ病被害の実態解明(畑明郎他、2014、『イタイイタイ病とフクシマ』)等がその好例である。

一方で、海外で発生した(している)鉱害について、たとえ日本が関係している問題についてさえ、日本での研究は遅れていると言わざるを得ない。被害の実態や原因の把握は不十分であると考えられる。研究代表者は、そのギャップを埋めるべく、これまでにいくらかの研究を試みてきている。具体的には、たとえば、「ウラン鉱山・製錬所による環境影響と課題」(『化学物質と環境』No.113、2012)を通して、米国と豪州等におけるウラン開発の環境社会影響の深刻さを指摘してきた。また、環境省総合地球環境研究費(H.24-26、地球環境戦略研究機関委託)を利用し、マレーシアで発生したエイジアン・レアアース(ARE)社事件、そして、現在同国で先鋭化しつつあるライナス社の希土類製錬の鉱害問題について実態把握に努めてきた(和田喜彦、2014、「レアアース製錬に伴うトリウム等の放射性廃棄物管理に関する一考察」(『経済学論叢』65、3)。

(2) 独法・石油天然ガス金属鉱物資源機構(JOGMEC)は海外での鉱山開発を支援している。JOGMECは、「HSE方針」を堅持しているが、HSEとは、H(労働者の健康)、S(安全)、E(環境)である。「HSE方針」には、「・・・機構では、・・・人身事故、健康障害、環境汚染等の回避のため、直接業務のみならず、出融資・債務保証先等の企業が実施する間接事業についてもこれらの企業と協働してリスクを低減します。」と書いてある。しかし、この方針は、実質的に機能しているとは言い難い。一方、独法「国際協力機構」(株)「国際協力銀行」、独法「日本貿易保険」については、それぞれ「環境社会配慮ガイドライン」が策定されており、監視体制

が整備されている。当該研究では盲点となっているJOGMECに焦点を当て、ガイドラインの策定を模索する。

(3) 消費者教育の推進に関する法律が2012年に施行され、持続可能な社会の形成に向けて積極的に行動する消費者を育てる教育を国として推進することになった。そこで、研究代表者はスマートフォンや太陽光発電パネルに使用されている金属や希土類は、持続可能なやり方で採掘・製錬されたのかについて消費者に知らせる「見える化」のメカニズムを模索したいと考えるに至った。

2. 研究の目的

当該研究では、以上の予備的研究を踏まえ、エコロジカル・フットプリント分析等を用いつつ、海外における鉱害の実態解明と、情報の国内での普及に寄与したいと考える。

(1) 産業活動の最上流にあたる金属・希土類・エネルギー資源などの鉱物資源の採掘・選鉱・製錬・抽出・濃縮工程等が土壌・水質・大気等へ及ぼす環境汚染(鉱害)に着目し、土壌・水質分析、エコロジカル・フットプリント分析等を用いて鉱害の社会的費用を数量的に明らかにする。

(2) 海外における資源開発に公的資金から出融資している独法石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)は、鉱害の防止に取り組んではいるが、不十分であるとされる。JOGMECが環境・社会配慮を行うために必要な枠組は何かを検討し、政策提言を行う。

(3) 消費者が商品の購入に際し、商品製造の最上流の持続可能性を考慮することができるよう、「見える化」の仕組みを模索する。消費者教育・環境教育・開発教育との連携を検討する。

3. 研究の方法

1) 海外の鉱山・製錬所についての文献調査、データ収集、専門家への聞き取り調査を行う。
2) それぞれの現場で、現地の鉱山スタッフ、近隣住民、専門家への聞き取り調査と土壌・水質分析等を実施する。比較対象として国内の鉱山への現地視察を行う。

3) 事後継続的管理(PIM)コストを算定する。現時点で発生している環境汚染コストも算定する。その後、これらのコストをエコロジカル・フットプリントに算入する作業を行う。

4) JOGMECにとって適した「環境社会配慮ガイドライン」のあるべき姿・方向性を模索する。

5) 最上流での環境管理コスト、環境破壊のコストを「見える化」するために、市民・消費者向けのサイトを開設する。また、講演会やセミナー活動、NGOのニュースレター等を通じて、市民・消費者に向けて情報提供を積極的に行うとともに、情報の受け手とのコミュニケーションを通じて、情報の「見える化」と共有のあるべき姿を模索する。

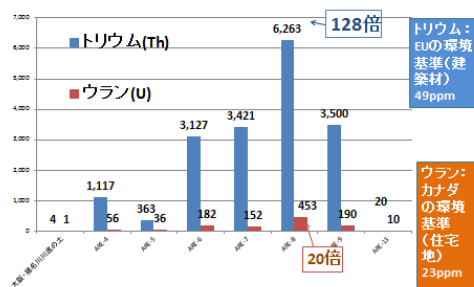
4. 研究成果

(1) マレーシア・エイジアン・レアアース (ARE) 事件の現状

約 30 年前にマレーシアのイポー市付近で発生したエイジアン・レアアース (ARE) 事件は、放射性廃棄物の違法投棄によって引き起こされた甚大な放射線被曝事件である。裁判の過程で明らかになった汚染箇所は除染されている。しかし、現在でも、未除染の区域が住宅街や工場・倉庫の至近距離に複数存在していることが判明した。最も放射性物質による汚染がひどいところでは、ガンマ線が毎時 4~5 マイクロシーベルトを示していた。

その区域で採取した土壌サンプルの分析では環境基準を大きく上回るトリウムとウランが検出された (下図参照)。

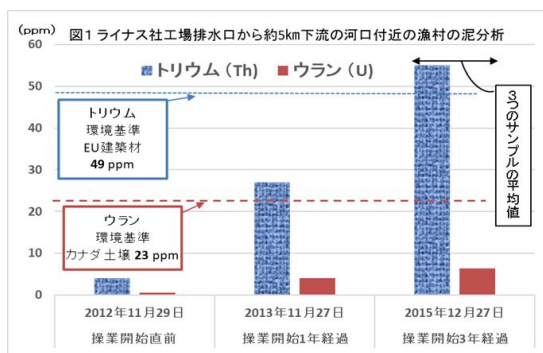
土壌のトリウム(左)とウラン(右)含有濃度



早急な除染対策が求められるレベルである。

(2) マレーシア・ライナス社製錬工場の環境汚染の可能性

ライナス社レアアース製錬工場は 2012 年 12 月に操業を開始した。操業開始直前、1 年後、3 年後に周辺の土壌サンプルを採取し分析した結果、環境影響が現れ始めている可能性が確認された (下図参照)。操業開始後 3 年目の泥からは、EU の環境基準を超えるトリウムが検出された。



出資者である JOGMEC は、「HSE 方針」に基づき、汚染対策を早急に開始すべきであろう。しかし、マレーシア政府に一任しているとのことで、行動を起こしてはいない。JOGMEC には、「HSE 方針」はその機能を発揮しているとは思われない。他の政府機関が定めている「環境社会配慮ガイドライン」の策定が必要と考えられる。

(3) インドネシア・パンカ島におけるスズ鉱山開発の社会環境影響

インドネシアのパンカ島は、品位の高いスズ鉱脈が存在する。そのため、18 世紀初めよりスズ鉱山開発が行われてきた。パンカ島のスズ生産はインドネシア国内のスズ算出の 9 割を占める。世界のスズ生産において最もシェアが大きい国は中国である (38.1%、2015 年値)。インドネシアは世界第二位でシェアは 18.0% である。マレーシアが第三位で、11.9% を産出している。

パンカ島のスズ鉱山の近年の特徴は、陸地での資源量が減少していることから、沿岸の洋上での浚渫による採掘が活発になってきていることである。具体的には 2007 年以降陸上でのスズ鉱山の産出量が減少傾向にあり、一方、洋上でのスズ生産量が 2008 年以降増加傾向にある。

洋上浚渫が拡大するにつれ、洋上での溺死など労災事故が増えている。そればかりか、生態系や漁業への影響が現れている。具体的には島周辺での漁獲量が、2014 年に激減したのである (2013 年: 16,970 トン、2014 年: 1,439 トン)。このため、漁民たちの所得が大幅に落ち込んでしまった。スズ浚渫の増加と漁業資源の減少との間の因果関係は照明されたわけではないが、その可能性が強く疑われる。

陸上のスズ鉱山の跡地は、しばしばアブラヤシ農園に生まれ変わることがある。スズ鉱石には、放射性物質のトリウムとウラン、そしてヒ素などの有害物質が含まれていることが多い。そのため筆者はスズ鉱山跡地がアブラヤシ農園に変わることは果たして安全なのか疑問を持ち続けてきた。サンプルは少ないが、スズ鉱山跡地のアブラヤシ農園の放射線量 (ガンマ線) は通常との比較で 5 倍程度の高さを示した。土壌分析を行った結果、スズ鉱山跡地の場合とそうでない場合の比較で、トリウム濃度が 9 倍、ウランが 10 倍、ヒ素が 9 倍程度高い濃度を示した。ただし、アブラヤシの実には上記の物質は検出されなかった。

島内のがん患者の住んでいる場所を調査した。その結果、がん患者のほとんど (92%) がスズ鉱山が存在する花崗岩地帯に居住していることが判明した。スズ開発とがん発生率の高さとの間の因果関係が存在することが疑われる。今後この点の解明を進めていく所存である。

(4) アメリカ合衆国・ナバホ先住民族居留地内でのウラン鉱山開発の社会環境影響

アメリカ合衆国でのウラン鉱山開発の歴史は、マンハッタン計画発足とほぼ同時に始まった。ウラン鉱山・製錬は、地域社会に経済的にはプラスの効果をもたらした。アメリカの核兵器開発と核エネルギー供給に貢献したが、環境汚染と健康被害といった負の遺産をアメリカ国内にばらまいた。

アメリカ西部に位置するナバホ先住民民族居留地には、世界でも有数のウラン鉱脈が存在している。1949年のソ連による核実験成功以来、この地でのウラン開発が加速し、大小合わせて約1,300のウラン鉱山が開発された。

ウラン開発によって広大な面積の土地が汚染されたが、除染作業はほとんど進んでいない実態が見えてきた（下図はチャーチロックウラン鉱山における2009年の除染現場）。



また、労働被曝による健康被害に対する補償についても、勤務した期間の制約など厳しい条件があり、極めて不十分であることが判明した。

（5）鉱害問題の「見える化」への試み

上記（1）のARE事件の未除染箇所が複数見つかったことを被害住民や州議会議員に伝達した。被害住民たちからは、ARE社と三菱ケミカル、および州政府に対し、早急に除染を実施してほしいという要請があった。その要請を録画し、日本語訳を付けてフェイスブック上で公開した（5．主な発表論文等の〔その他〕の参照）。幸い、日本国内からだけでなくマレーシア在住の日本人からもアクセスをいただいている。公開後1年間で、約1,300回を超えた。環境問題の「見える化」に対し、幾分かは寄与しているものとする。

以上他、ARE事件については、〔雑誌論文〕の、〔学会発表〕の、〔その他〕の、等でも取り上げている。

また、（2）のライナス社問題については、〔雑誌論文〕、〔学会発表〕、〔その他〕の、等でも取り上げている。

さらに、（3）インドネシア・バンカ島におけるスズ鉱山開発については、〔雑誌論文〕の、〔学会発表〕の、等でも取り上げている。

最後に（4）ナバホ先住民民族居留地内でのウラン鉱山開発の社会環境影響については、〔学会発表〕、〔図書〕、〔その他〕等でも取り上げている。

（6）今後の研究の方向性

AREでの除染の進展、また、ライナス社の汚染の広がりを監視していきたい。次に、バンカ島のスズ鉱山開発の健康被害、特に洋上

浚渫の問題点をより数量的に解明していきたい。

また、カザフスタンのウラン鉱山開発の特徴である原位置抽出法（インシチュ・リーチング法）の地下水汚染はどうかを見極めていきたい。

さらには、福島第一原発過酷事故を経て、ウラン原発に替わるトリウム原発の活用が模索されているが、トリウム利用による環境影響について検証を進めていきたい。

今回、JOGMECの「環境社会配慮ガイドライン」の策定を目指し、途中まで検討を進めたが、時間切れとなってしまった。また、消費者教育、環境教育の枠組みについても、体系的なものは作成できなかった。これらの点について次の機会に優先的に取り組んでいく所存である。

5．主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計2件）

Wada, Yoshihiko. 2018. "Social and Environmental Impacts of Tin Mining in Bangka Island of Indonesia." 『社会科学』 査読有、第48巻 第5号（通巻118号）（in press）

和田 喜彦. 2015年。「マレーシアでのレアアース資源製錬過程による環境問題 エイジアン・レアアース(ARE)事件の現状とライナス社問題」『環境情報科学』 査読無、第43巻 第4号. pp. 32-38.

〔学会発表〕（計10件）

Wada, Yoshihiko. 2017. "Nuclear Footprint and Radioactive Footprint" 第12回地球研国際シンポジウム『持続可能性におけるスケールと境界：真の問題解決をめざして』 Session 2: 「時間を越えた関係性」におけるコメンテーター。12月21日。京都国際会館、京都。

Wada, Yoshihiko. 2017. "Social and Environmental Impacts of Tin Mining in Bangka Island of Indonesia in Reference to the Potential Extraction of Rare Earth Minerals and Radioactive Thorium." ASEAN研究会。12月11日。啓明館、同志社大学、京都。

Wada, Yoshihiko and Takao Fukumoto. 2017 "Social and Environmental Impacts of Tin Mining and Oil Palm Development in Bangka Island of Indonesia." Joint Conference of Canadian Society of Ecological Economics (CANSEE) & Economics for the Anthropocene Economics in an Age of Limits: A Time for [R]Evolution! October 19-22, 2017, Concordia University, Montreal, Quebec, Canada (Presented on October 20th).

和田 喜彦。2017年。「ナバホ先住民(ディネ)居留地のウラン鉱山開発による放射能汚染と被曝:環境修復と補償を求める闘い」環境経済・政策学会2017年大会。9月9日。高知工科大学,高知。

Wada, Yoshihiko, Takao Fukumoto, Lee Tan. 2017. "Radioactive Contamination Through Rare Earth Refinery Activities in Malaysia." The XIII International Scientific-Practical Conference "Ecology, Radiation, Health." August 27-29, Semey, Kazakhstan, (Presented on August 29).

Wada, Yoshihiko, Takao Fukumoto, Lee Tan. 2017. "The Asian Rare Earth Incident Revisited: 30 Years After the Illegal Dumping of Radioactive Thorium and Uranium Waste in Bukit Merah Village, Malaysia." 4th Asian Congress of Radiation Research, August 16-18, Astana, Kazakhstan (Presented on August 17).

和田 喜彦。2016年。「マレーシアにおけるエージアン・レアアース社(ARE)放射能汚染事件の未除染箇所とライナス社レアアース製錬工場による汚染の可能性」MRS-J(The Materials Research Society of Japan)2016年会(キーノート招待講演)。2106年12月19日。横浜情報文化ホール。

和田 喜彦。2016年。「インドネシア・バンカ島のアブラヤシ農園とスズ鉱山開発の社会環境影響」環境経済・政策学会。2016年09月10日。青山学院大学。東京。

Wada, Yoshihiko. 2016. "Evaluating Nuclear Energy from the Viewpoints of Social Costs, Social Capital and Social Justice: Observing Impacts to the Communities in the Navajo Nation and Fukushima, Japan." International Society for Ecological Economics (ISEE) 2016 Conference. (国際学会) June, 27, 2016. University of District of Columbia, Washington, DC, USA

伊波 克典、和田 喜彦。2015年。「エコロジカル・フットプリント指標の日本を含むアジアでの活用の現況と意義:活用拡大のための課題と展望」環境経済・政策学会2015年大会における口頭発表。2015年9月20日。京都大学。

Wada, Yoshihiko and Katsunori Iha. 2015. "Ecological Footprint and Its Influence on Mainstream Organizations." Oral Presentation at the International Conference: "Seizing an Alternative." held on June 15, in Claremont, California, USA.

〔図書〕(計3件)

和田 喜彦。2018年。「環境問題と良心」小原克博編著。『良心学入門』第八章、岩

波書店。pp.85-94。(近刊)

和田 喜彦。2017年。「アメリカ合衆国のウラン鉱山・製錬所の社会環境影響:ナバホ先住民族(ディネ)居留地の過去の負の遺産を中心に」若尾祐司,木戸衛一編著『核開発時代の遺産:未来責任を問う』第八章,昭和堂。pp. 214-242。

Wada, Yoshihiko. 2015. "Good News from the Global Footprint Network - and Bad News from the Fukushima Nuclear Disaster." In John B. Cobb, Jr. and Ignacio Castuera, eds. *For Our Common Home: Process-Relational Responses to Laudato Si'*. Process Century Press. pp. 215-221.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

和田 喜彦。2018年。「反原発講座:マレーシアのレアアース製錬工場の環境汚染の現状 ARE事件とライナス社問題」『はんげんぱつ新聞』481号(2018年4月), p.4。

和田 喜彦。2018年。「エコロジー経済論・公害論と良心」小原克博編著。『良心を考えるために』(増補改訂版)同志社大学・良心学研究センター。第9章, pp. 84-93。

和田 喜彦。2018年。「マレーシアで1980年代に発生したARE事件の現状報告:現在も継続中の深刻な放射能汚染」『ノーニクス・アジアフォーラム通信』150号。<http://nonukesasiaforum.org/japan/archives/category/malaysia> 最終アクセス:2018年6月1日。

和田 喜彦。2018年。「人類文明の基盤としての土壌」良心学研究センター主催公開シンポジウム『我等、地(つち)に生きん 持続可能な社会と人間の責任』。1月22日。同志社礼拝堂,京都。

若尾 祐司、木戸衛一他、2017年。『核開発時代の遺産』出版記念シンポジウム」10

月 28 日@同志社大学今出川キャンパス良心館 306 号。

和田 喜彦。2017 年。「環境問題とキリスト教が会う時：エコロジー経済学者とプロセス神学者そして田中正造から教えられたこと」10 月 6 日。日本基督教団室町教会，京都。

和田 喜彦。2017 年。「エコロジー経済論・公害論と良心」小原克博編著。『良心を考えるために』（初版）同志社大学・良心学研究センター。第 8 章、pp.80-88。

和田 喜彦。2017 年。エイジアン・レアアース(ARE)事件被害者のライ・クワンさん、ライ・ファンさんのインタビュー動画（2015 年 12 月 30 日収録）。

<https://www.facebook.com/100007517136269/videos/1744179959175892/> 最終アクセス：2018 年 6 月 1 日。

和田 喜彦。2015 年。「ケース 5：ライナス社レアアース製錬工場」『Fair Finance Guide 第 2 回ケース調査報告書：日本の金融機関は自然環境破壊にどう関与しているか？～海外における 5 つの開発プロジェクトを例に～』2015 年 10 月 2 日。Fair Finance Guide Japan、アジア太平洋資料センター（PARC）「環境・持続社会」研究センター（JACSES）、国際青年環境 NGO A SEED JAPAN 発行。ウェブ上に公開。

http://fairfinance.jp/media/60863/ffg_casestudy_nature_1002.pdf

和田 喜彦。2015 年。「鉱山開発による放射能汚染」「人権と開発問題を考えるシンポジウム：資源開発の現場で何が起きているのか？」における発表。2015 年 7 月 19 日。同志社大学。

和田 喜彦。2015 年。「環境問題と良心：『科学技術』開発を多面的視点から監視せよ」同志社大学良心学研究センター公開シンポジウムにおける発表。2015 年 7 月 11 日。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

和田 喜彦 (WADA, Yoshihiko)
同志社大学・経済学部・教授
研究者番号：10326514

(2) 研究分担者

無

(3) 連携研究者

無

(4) 研究協力者

伊波 克典 (IHA, Katsunori)
グローバル・フットプリント・ネットワーク・沖縄オフィス・リサーチエコノミスト
福本 敬夫 (FUKUMOTO, Takao)
大阪大学・大学院理学研究科・助教

TAN, Lee.

環境コンサルタント、オーストラリア