

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：82602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24510052

研究課題名(和文) 化学物質リスク評価における不確実性分析に基づく基準値信頼性の分類と指標の提案

研究課題名(英文) Classification of drinking water quality standard items based on uncertainty analysis in risk assessment

研究代表者

大野 浩一(OHNO, Koichi)

国立保健医療科学院・その他部局等・上席主任研究官

研究者番号：00322834

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：リスク評価の不確実性を解析し、健康影響に関する化学物質の水質基準項目について分類を行った。結果、大きく3つに分類できた。1つめは無機系物質の項目で、諸外国に比べ厳しい基準値が設定されている傾向があり、また、疫学調査の結果を用いて評価を行った項目が多かった。2つめは有機系物質の項目であり、動物試験に基づく評価が多いのが特徴であった。また通常の不確実係数(UF)に加えて追加のUFが考慮されている項目が多いのも特徴であった。最後は消毒副生成物の項目である。この項目は、国等により水質管理の考え方から異なるという特徴があった。また、リスク評価に向けた放射性セシウム環境水中動態の不確実性も検討した。

研究成果の概要(英文)：Uncertainties existing during risk assessment processes were analyzed. As a result, items in the Japanese drinking water quality standards can be grouped into three categories. First group is that of inorganic chemicals. Standard values in this group tend to be stricter than those in other countries. Results from epidemiological studies tend to be applied to derive standard values. The second group is that of organic chemicals. They generally apply results of animal studies, and tend to apply additional uncertainty factor (UF) in addition to the general UF value, which is 100. The last group is that of disinfection byproducts. Not only the standard values themselves but also the concepts and ideas to derive these standards are different among countries. Uncertainties existing in the environmental behavior of radioactive cesium in water phase were also analyzed. As a result, large uncertainty existed in the distribution coefficients between solid phase and aqueous phase.

研究分野：環境工学

キーワード：リスク評価 不確実性

1. 研究開始当初の背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所の事故により、大量の放射性物質が環境中に放出された。2011年後期の時点において、毎日のように新聞やテレビなどの報道を賑わしていた。一時の危機的状況を脱した時点で、最も関心が高かったのは事故収束後の一般環境下において、どれだけの放射線の存在を許容できるのかということにあった。しかしながら、当時は緊急被ばく状況における参考レベルの20 mSv/年やその最大値である100 mSv/年、さらに現存被ばく状況における参考レベルの1 mSv/年から20mSv/年など、さまざまな指標と値が幅を持って提案されたこともあり、基準とその値に対する信頼が揺らいでいたといえる。

しかし、そもそも基準値は科学的知見やリスク評価に伴うさまざまな不確実性を包含しているものである。基準値を超えなければ安全であり、基準値をわずかでも超えれば危険であるというようなものではない。しかしながら、一度基準値が策定されてしまうと、以下に基準値を遵守するかということに重きが置かれてしまい、基準値が絶対視される傾向がある。ヒトの健康に関するリスクを管理するには、基準値を設定し遵守させることが効果的なマネジメント手法の一つとなる。しかし、他のリスク(生態系リスクなど)とのトレードオフ解析や費用便益分析などを行う場合には、基準値の不確実性に関する議論が重要となる。

また、放出された放射性物質の環境中での長期的な挙動の推定は重要である。放射性物質も原子核の崩壊による減衰を考慮する必要がある以外、環境中での動態について、一般的な化学物質と同様に扱うことができると考えられる。しかし、セシウムのように、これまで環境汚染物質と認識されていなかった化学物質もあり、長期的な環境中、特に環境水中での動態について、あまり検討されていなかった。環境動態推定モデルにはさまざまな不確実な要素が存在することから、環境中水中での動態における不確実性について検討することも重要と考えられる。

2. 研究の目的

化学物質に関する基準値等は、科学的な知見をもとにリスク評価を行い、評価値を求め、この評価値をベースにして基準値などを決定する。リスク評価は大きく毒性評価と暴露評価に分けることができ、いずれにも不確実性が存在する。そこで本研究では、これらの不確実性について抽出し、ヒトの健康影響に基づく水質基準値が設定されている化学物質項目について分類し、その信頼性について検討することを試みた。

また、放射性物質についても検討を行った。放射性物質の場合、有害性評価については、参考レベルがそもそも幅を持ったものであ

ること、放射線防護は合理的に達成可能な限り被ばく量を減らすという「ALARAの原則」を適用し防護を最適化することから、管理自体が不確実性の概念を内包していると考えられる。そのことから、放射性物質については、環境水中の動態における不確実性について検討を行った。対象物質は半減期が約30.1年と大きく、長期的な影響が懸念されている放射性セシウム137とした。放射性物質とはいえ、その環境中での挙動は半減期に基づいた崩壊を除けば安定同位体であるセシウム133と同じである。

環境水中、特に河川水などで土などの自然由来の濁質を含む水では、セシウムは濁質に収着している懸濁態か水中に溶解している溶存態のいずれかで存在している。この存在形態の違いが環境水中での動態、さらには浄水処理における除去性能に影響しており重要である。そこで、その存在割合としてモデルで使用される分配係数の不確実性の影響について検討をおこなった。

3. 研究の方法

(1) 化学物質リスク評価をもとにした水質基準の不確実性と信頼性について

平成15年の大幅な改正が行われた際の水道の水質基準値とその根拠資料を対象として解析を行った。水道の水質基準項目および基準値はその後、逐次改正となりいくつかの項目について改正が加えられているが、本研究では、平成15年改正以降の変更については、考慮していない。対象とする基準項目としては、ヒトの健康影響に基づいて設定された化学物質の項目を抽出した。

毒性評価に関する項目としては、エンドポイント(評価の対象となった健康影響)とその重篤度、毒性評価に採用された試験の種類と対象生物、エンドポイント以外に懸念される健康影響、毒性評価値、不確実性係数(Uncertainty factor: UF)の大きさとその項目などについて抽出し、比較を行った。

また、暴露評価に関して、不確実性を考慮すべき指標としては、一日飲水量(摂水量)、ヒトの体重、割当率、暴露経路などが存在する。その中で一日飲水量とヒトの体重については、子どもや乳児の影響を考えた項目でない場合、基本的には全基準項目について同じである。本研究では基準項目同士の比較を重視していることから、内容を検討したものの比較考察の対象とはしなかった。また、曝露経路については、対象項目が吸入曝露を考慮しているかどうかについて検討を行った。割当率は動物実験に基づく非発がん影響の場合に採用される項目であることから、一部の項目についてのみ比較検討を行った。

さらに、日本の水質基準(平成15年改正時)と外国および国際機関の指標値の比較として、WHO飲料水水質ガイドライン第4版(文献)のガイドライン値、米国環境保護庁(USEPA)の連邦第一種飲料水規則における水

質基準値、欧州連合（EU）飲用水指令による指針値との比較を行った。また、諸外国等に日本の水質基準項目に該当する項目が存在するかどうかを検討した。存在する場合は、日本の水質基準値をベースに、その値からのずれについて常用対数を取り、それらの和をとることで、日本の基準値が諸外国等と比べ厳しいかどうかを検討した。さらに、それぞれの常用対数の絶対値について和をとることで、日本の水質基準値と諸外国等との値のずれについて桁として表現した。桁ずれの値と諸外国の該当項目が存在するかどうかをあわせて、該当基準項目の信頼性の指標の一つとして考察を行った。

(2) 放射性セシウムリスク評価に向けた環境水中動態の不確実性について

環境水中での動態解析について

放射性セシウムの環境水中での挙動について、ダムを最下流とする約 15km² の流域を対象とし、環境動態モデルを用いた解析を行った。解析には統合型水循環シミュレータである GETFLOWS（地球環境テクノロジー製）を用いた。対象領域の気象条件、地形、土地利用及び地質等に関するデータをもとに 3次元モデルを構築した。降水量、気温等の気象要素データは日単位の陸面外力データとして用いた。流域地質は 1/50,000 地質図等の既存資料に地形判読を組み合わせて 3次元構造を推定した。ダム流域内の放射性セシウム沈着量はセシウム 137 のみを解析対象とし、文部科学省放射線量等分布マップに基づき地表面の全域に 50,000 Bq/m² を与えた。地表面から深度 2cm には、混合粒径浮遊砂の浸食・堆積源となる土砂交換層を設けた。分配係数は平衡状態における土壌/液体中の存在比とし、文献における 3 つの異なる値（文献、
、
）を採用した。

濁質とセシウムの水中における吸着と脱着動態の解析について

濁質として、市販の粘土成分であるベントナイト（和光純薬工業製）および福島県の河川近くの林内にて採取した黒ボク土を乾燥後、ふるい分けしたものを使用した。活性炭処理した水道水（脱塩素水）に濁質を数段階に分けて添加し、実験用原水とした。この原水に安定同位体であるセシウム 133 が約 1μg/L となるよう添加し、攪拌した。所定時間経過ごとに分取し、速やかに孔径 0.45 μm のメンブレンフィルターを用いてろ過を行い、ろ液中のセシウム 133 濃度を ICP-MS（7500cs; Agilent 社製）にて測定した。脱着実験においては、吸着実験で使用した濁質を含む水を吸引ろ過し、残渣をかきとり濁質を回収し、この濁質を脱塩素水 500mL に添加し、所定時間経過ごとの溶存態セシウム 133 濃度を測定した。さらに再吸着試験として、セシウム 133 が約 1 μg/L となるよう添加した脱塩素水 1L に、脱着試験後に吸引ろ過して回収

した濁質を加え、所定時間経過ごとの溶存態セシウム 133 濃度を測定した。

4. 研究成果

(1) 化学物質リスク評価をもとにした水質基準の不確実性と信頼性について

水質基準のうち健康影響に基づいて設定されている化学物質項目の不確実性について解析を行った。その結果、大きな傾向として 3 つの項目に分類された。

1 つめは無機系物質の項目で、諸外国等に比べて厳しい基準値等が設定されているものが多かった。特に厳しいものとして、シアン化物イオン及びその化合物が挙げられる。日本の基準値が 0.01 mg/L に対し、WHO では、健康影響が懸念される濃度で飲料水中に存在することは起こりにくいという理由でガイドライン値を設定していない。ただし、健康に基づく参照値としては長期暴露による健康影響に関する値として 0.3 mg/L を提案している。この値は、日本の値と同じ毒性試験の結果を採用している。ベースとなる UF はどちらも 100 であるが、日本ではデータベースの不足に基づき UF10 を追加している。一方、WHO では毒性試験期間が短いものの、考慮された健康影響がラットのオスの精巣に関する軽微な影響であることなどから追加の UF について考慮する必要はないと判断している。さらに割当率も日本の 10% に比べ、WHO は 20% を採用しており、日本の方が 2 倍厳しい。これらなどの理由により同じ毒性試験にもとづく評価値同士でも、30 倍も値が厳しくなっている。また、USEPA の値は 0.2、EU の値は 0.05 mg/L であった。4 つの国や機関の値を比較して、日本の基準値の厳しさだけが突出しているという結果であった。基準値は厳しければ厳しいほど良いという考え方も存在しないわけではないが、基準値に対する信頼性としては、他の基準項目に比べて低いのではないかと考えられた。

日本の基準値より諸外国等の値が厳しいという例外としては、カドミウムと水銀があったが、前者は平成 22 年 4 月に基準値が 0.01 から 0.003 mg/L に強化され、諸外国等と同等か厳しい値となっていた。また、水銀については、WHO のガイドライン値については第 3 版から第 4 版の間で 0.001 から 0.006 mg/L と新しい知見としてラットへの 26 週試験による腎臓影響を採用したことにより基準値が日本の基準値である 0.005mg/L と近い数字になっていた。また、基本的に水道水から検出されることがほとんどないことや一般的な浄水処理でかなり低濃度まで除去出来ることから大きな問題はないと思われた。本研究では、過去の基準値までさかのぼって調査は行っていないが、基準値の変遷を見ることも不確実性や信頼性について議論する際の重要な情報になるかもしれないと思われた。また、無機系物質は動物実験の結果よりも疫学調査の結果を採用して基準値が設定され

ているものが多く、それゆえ不確実係数(UF)が設定されていないものも多かった。

2 つめは有機系物質の項目であり、動物実験に基づく評価が多いのが特徴であった。通常のUFの値である100に加えて、追加のUFを考慮している項目も多かった。諸外国等との比較では、それぞれの基準値等にばらつきが見られたことから、基準設定の考え方の違いが示唆された。

最後の分類は消毒副生成物の項目である。各国等で基準等を設定している項目が異なり、例えばUSEPAやEUではトリハロメタンを個別の物質(クロロホルム、ジクロロプロモメタンなど)として値を設定しておらず、総トリハロメタンとしてのみ値の設定を行っている。日本においては、トリハロメタンを物質群総和および個別物質の両方で管理している。消毒副生成物は他の2分類のように環境水中に汚染源が存在するわけではなく、消毒剤の使用によって副次的に生成するため、科学的根拠は低くとも一群として管理を行うという考えに基づいて基準値等を設定している地域も存在している。

以上の通り、基準値の設定にはいろいろな不確実性が考慮し、その不確実性の大きさや性質は基準項目によって異なることが示された。当初はこれに加えて、各基準項目について評価の信頼性について定量化を試みるつもりであったが、そもそも項目毎に基準設定の考え方が異なるため、項目ごとの信頼性に関する定量評価を行い比較することは困難であった。このことについては、今後、機械的に定量化する以外の方法で検討を加えていきたい。

その他、水質基準の不確実性に関連して検討すべき事項として、その運用が異なることが挙げられる。例えば、基準超過と違反の定義が日本の水道水質基準の場合と異なることがある。1回の水質検査時の基準超過をすぐに違反とせず、過去1年間の検査値全ての平均値が基準を超過した時に違反とする国や地域も多い。さらに、基準違反時の対応の違いや、基準超過時の健康影響、主要汚染源、汚染物質制御方法、監視方法などといった情報を積極的に公表しているかどうかというコミュニケーション面での違いもあった。

(2) 放射性セシウムリスク評価に向けた環境水中動態の不確実性について

環境水中での動態解析について

環境動態モデルの解析結果を国・自治体による環境モニタリングデータ等と比較し、ダム流入河川の流況、浮遊砂の移動量が、ある程度整合的に再現できることが確認された。

流域内の各平面グリッドの放射性セシウム¹³⁷変化量を見たところ、山頂域よりも河道周辺斜面の侵食が大きく、土砂由来の放射性セシウムが河道およびダム内に流入する傾向が見られた。流域内セシウム¹³⁷変化量、懸濁態、溶存態セシウム¹³⁷濃度のいずれも

が分配係数の影響を大きく受けた。分配係数の大きさ自体に加え、交換可能性や固定化と言った収着機構などのモデルへの導入が重要であることが示唆された。セシウムに対する固有の吸着サイトとして、2:1型層状ケイ酸塩鉱物の非膨張層と膨張層の境界にあるくさび形に開いた部分(フレイド・エッジ)が存在する。その層間に固定されたセシウムは他の陽イオンとは容易に交換されず、溶出しにくいと考えられている。また、一部の放射性セシウムは、濁質の表面にイオン交換態として吸着し、他の陽イオンとの交換でその一部が溶存態に変わる可能性がある。そこで、これらの吸着と脱着に関する動態を検討するための実験を実施した。

濁質とセシウムの水中における吸着と脱着動態の解析について

ベントナイト(図1)および粒径25-75 μm の黒ボク土(図2)について、吸着実験による吸着等温線を描き、それと脱着時の等温線を重ね、さらにその後の再吸着実験の結果を重ねた。ベントナイトにおいては、吸着等温線と脱着時の等温線が同じ直線上に存在していることから、吸着が可逆的に起こっていることが示唆される。一方、黒ボク土においては、吸着等温線よりも脱着時の等温線が上に位置しており、これは吸着と脱着の関係が可逆状態ではない、すなわち、粒子に吸着したセシウムの一部は非可逆な状態で吸着していることを示している。再吸着については、単純に液相濃度と新たな吸着量の関係をプロットした見かけ上の等温線は、当初の吸着等温線の下に位置する。しかし、脱着時に濁質内に残留しているセシウム量を考慮して等温線を引くと、最初の等温線に近い場所に再吸着等温線を引くことができる(図1、図2)。このことは、吸着、脱着、再吸着と繰り返しても吸着サイトの量や性質が変化していないことを示唆している。ただし、ベントナイトの場合は、再度脱着をすると、等温線がもともとの吸着等温線から大きくずれる結果になった。ベントナイトは時間が経過すると、粒子が膨潤しセシウム保持能が落ちることが示唆された。

以上より、粘土や土の性質により、セシウム吸着の形態が大きく異なることが示された。分配係数は文献によって大きく異なっている。分配係数の推定の仕方も異なっており、実験室での吸着実験結果を利用する場合と実環境水中の見かけの分配係数を示す場合がある。さらに前者の場合純水系による実験と共存イオン等が存在する環境水系による実験結果がある。これらのことが分配係数における不確実性の要因の一つであると考えられた。さらに、吸着実験から推定した分配係数においても実環境水による見かけの分配係数の場合も、脱着の形態までは十分に考慮されておらず、吸着と脱着が不可逆反応の場合に、分配係数という吸着と脱着が可逆で

ある考え方を環境動態モデルに適用すること自体に不確実性が存在することが示された。

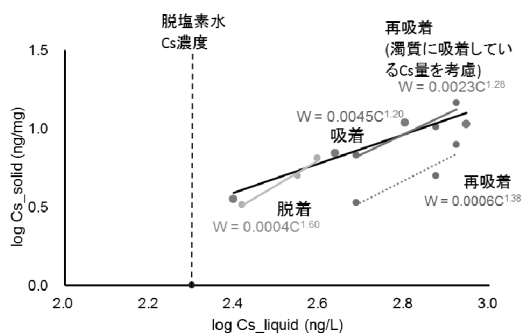


図1 ベントナイトを用いた吸着、脱着、再吸着試験における吸着等温線

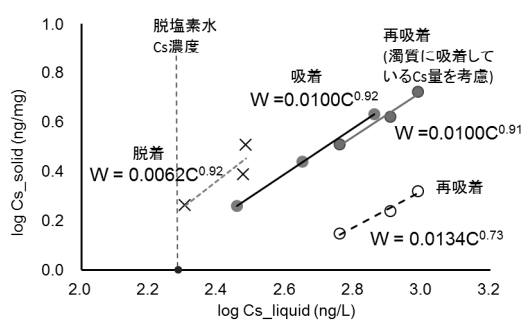


図2 粒径 25-75 μm の黒ボク土を用いた吸着、脱着、再吸着試験における吸着等温線

< 引用文献 >

WHO, Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition, World Health Organization, 2011.

IAEA, Handbook of Parameter Values for the Prediction of Radionuclide Transfer in Terrestrial and Freshwater Environments, Technical Reports Series No. 472, 2010.

山口紀子ほか、土壌 - 植物系における放射性セシウムの挙動と変動要因、農研技報 31, 2012.

S.Nagao et al, Export of 134Cs and 137Cs in the Fukushima river systems at heavy rains by Typhoon Roke in September 2011, Biogeosciences Discuss., 10, 2767-2790, 2013.

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 3件)

Mori K, Tada K, Tawara Y, Ohno K, Asami M, Kosaka K, Tosaka H, Integrated watershed modeling for simulation of spatiotemporal redistribution of post-fallout radionuclides: application in radiocesium fate and transport processes derived from the Fukushima accidents,

Environmental Modelling & Software, **72**, 126-46, 2015, 査読有.

doi:10.1016/j.envsoft.2015.06.012

浅見真理, 小坂浩司, 大野浩一, 水道側から見たホルムアルデヒド水質事故関連のリスク管理制度とその課題, 日本リスク研究学会誌, 23(2), 71-76, 2013, 査読有.

<http://www.sra-japan.jp/cms/>

大野浩一, 利根川水系ホルムアルデヒド水質事故をめぐる考察と給水停止に対する住民のパーセプションについて, 日本リスク研究学会誌, 23(2), 81-85, 2013, 査読有.

<http://www.sra-japan.jp/cms/>

[学会発表](計 20件)

Mori K, Tawara Y, Fukuoka Y, Tada Y, Ohno K, Asami M, Kosaka K, Tosaka H, Numerical modeling on watershed-scale radiocesium fate and transport processes coupled with biogeochemical cycling in forests, Proceedings of AGU Fall Meeting, B12A-04, San Francisco, CA, USA, December 14-18, 2015.

反保亮祐, 大野浩一, 小沼晋, 有賀拓也, 五十嵐大稀, 斉藤利明, 寺田宙, 秋葉道宏. 濁質と吸着剤を用いた溶存態セシウムの除去及び吸脱着に関する研究, 第 50 回日本水環境学会年会講演集, 2016/3/16-18; 徳島市, p. 466.

反保亮祐, 大野浩一, 小沼晋, 斉藤利明, 寺田宙, 秋葉道宏, 水試料中の低濃度溶存態放射性セシウムの濃縮測定と浄水処理工程中の挙動, 第 52 回環境工学研究フォーラム, 郡山. 同講演集 p.42-44, 2015/11/27-29.

片木孝徳, 佐々木剛, 三輪修, 大野浩一, 小坂浩司, 伊藤雅喜, 秋葉道宏. 浄水発生土・原水濁質・ベントナイトを用いた溶存態セシウムの除去と脱着, 平成 27 年度全国会議(水道研究発表会)講演集, 2015/10/21-23; さいたま市, 274-5.

Asami M, Ohno K, Risk and crisis communication for emergencies in water management, Proceedings of ICAEC 2014 (International Conference of Asian Environmental Chemistry 2014), Japan Society for Environmental Chemistry, p. 117-118, Bangkok, Thailand, November 24-26, 2014.

Mori K, Tada K, Tawara Y, Ohno K, Asami M, Kosaka K, and Tosaka H, An integrated watershed modeling to assess the long-term fate of Fukushima-derived radionuclides, Proceedings of iEMSs (International Congress on Environmental Modelling

and Software) 2014, San Diego, CA, USA, June 15-19, 2014.

高田優, 佐藤圭太, 大野浩一, 小沼晋, 反保亮祐, 齋藤利明, 寺田宙, 秋葉道宏, 原水濁度が異なる場合の浄水処理工程による低濃度溶解性放射性セシウムの挙動, 第 49 回日本水環境学会年会講演集, p. 669, 金沢, 2015/3/16-18.

熊谷大介, 高野雅彰, 外狩賢一, 大野浩一, 伊藤雅喜, 小坂浩司, 秋葉道宏, 濁質を用いた溶存態セシウムの収着による除去と脱着, 平成 26 年度全国会議(水道研究発表会)講演集, pp. 256-7, 名古屋, 2014/10/29-31.

Ohno K, Asami M, and Matsui Y, Questionnaire survey on water ingestion rates for various types of liquid and the seasonal differences between summer and winter, Proceedings of SRA (Society for Risk Analysis) 2013 Annual Meeting Abstracts #P117, Baltimore, MD, USA, December 8-11, 2013.

Ohno K, Ogata T, Kawamura S, Sato H, Kosaka K, Asami M, Terada H, Akiba M. Behaviour of low level radioactive caesium ion during conventional water purification processes, Proceedings of 8th IWA Micropol & Ecohazard 2013, p.138-139, Zurich, Switzerland, 16-20 June 2013.

大野浩一, 森康二, 浅見真理, 小坂浩司, 秋葉道宏, ダム流域を対象とした放射性セシウムの挙動モデル解析と分配係数の影響, 第 48 回日本水環境学会年会講演集, p.358, 仙台, 2014/3/17-19.

反保亮祐, 河畑秀晃, 大野浩一, 小沼晋, 齋藤利晃, 寺田宙, 秋葉道宏, 低濃度溶存態放射性セシウムの固相吸着による濃縮測定と浄水プロセスにおける挙動, 第 48 回日本水環境学会年会講演集, p.83, 仙台, 2014/3/17-19.

緒形季之, 川村信吾, 佐藤宏樹, 大野浩一, 小坂浩司, 浅見真理, 寺田宙, 秋葉道宏, セシウムイオン選択型固相抽出ディスクを用いた低濃度溶存態放射性セシウムの濃縮測定と浄水プロセスにおける挙動, 平成 25 年度水道研究発表会講演集, pp. 584-5, 郡山, 2013/10/23-25.

矢島修, 川崎博康, 坪内伸介, 大野浩一, 伊藤雅喜, 小坂浩司, 寺田宙, 秋葉道宏, 濁質成分共存下における溶存態セシウムの凝集沈殿および収着による除去性, 平成 25 年度水道研究発表会講演集, pp. 582-3, 郡山, 2013/10/23-25.

大野浩一, 浅見真理, 小坂浩司, 秋葉道宏, 櫻田尚樹, 森康二, 西岡哲, ダム流域を対象とした放射性セシウムの挙動解析 - 分配係数の影響について -, 第 2 回環境放射能除染学会研究発表会, p

71, 東京, 2013/6/5-7.

浅見真理, 大野浩一, 小坂浩司, 利根川ホルムアルデヒド水質事故のリスク管理とその課題, 第 47 回日本水環境学会年会講演集, 72, 大阪, 2013/3/11-13.

大野浩一, 浅見真理, 松井佳彦, 水質汚染事故時の給水停止に対する住民のパーセプションについて, 第 47 回日本水環境学会年会講演集, 409, 大阪, 2013/3/11-13.

大野浩一, 水道における放射性物質の動態, 第 58 回日本水環境学会セミナー「東日本大震災後の水環境における放射性物質の挙動」講演資料集, 19-33, 東京, 2013/1/24.

浅見真理, 小坂浩司, 大野浩一, 水道側から見たホルムアルデヒド水質事故のリスク管理体制とその課題, 日本リスク研究学会第 25 回年次大会講演論文集, 151-152, 彦根市, 2012/11/9-11.

大野浩一, 浅見真理, 松井佳彦, 給水停止対策に対する住民のパーセプション - アンケート結果より, 日本リスク研究学会第 25 回年次大会講演論文集, 155-158, 彦根市, 2012/11/9-11.

〔図書〕(計 1 件)

大野浩一, 第 1 章 新公衆衛生概論 3 公衆衛生リスク, 「知っておきたい新公衆衛生」, 一般財団法人 日本環境衛生センター編, pp.15-21, 2015.

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大野 浩一 (OHNO, Koichi)

国立保健医療科学院・生活環境研究部・上
席主任研究官

研究者番号: 00322834

(2) 研究分担者

東海 明宏 (TOKAI, Akihiro)

大阪大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号: 90207522