

# 終了課題成果報告書

研究テーマ名	県内自然土壌を対象とした 有害重金属類のバックグラウンド値の測定と地域特性解析						
研究担当者(共同研究者含む)	石山高、八戸昭一、濱元栄起、柿本貴志、渡邊圭司						
実施期間	平成28年度 ～ 平成30年度 (3か年)						
研究区分	自主研究事業 (共同研究機関名: )						
研究費(千円)	28年度	29年度	30年度	年度	年度	研究費合計	備考
	自主研究費	500	400	350		1250	
	関連外部資金						
環境基本計画上の位置付	(目標) 安心・安全な環境保全型社会づくり (施策) 公共用水域・地下水及び土壌の汚染防止						
背景と目的(目標設定)	<p>近年、自然由来の土壌汚染が埼玉県内で数多く報告されている。自然由来の土壌汚染を的確かつ効率的に処理するためには、様々な汚染調査手法(土壌溶出量試験、土壌含有量試験等)に対する県内バックグラウンド値の把握や有害重金属類を溶出し易い自然土壌(海成堆積物や泥炭土等)の地域分布特性を詳細に解析する必要がある。</p> <p>本研究では県内の自然土壌を対象として、土壌溶出量試験、土壌含有量試験、全含有量試験等を実施し、有害重金属類(鉛、カドミウム、砒素、ふっ素等)のバックグラウンド値や地域分布特性について解析を試みた。本研究により得られるデータは、土壌汚染調査の他に、土地所有者等への説明資料、各行政機関との協議資料、近隣住民に対する説明資料等に活用することができる。</p>						
研究内容(緊急性・必要性、新規性・独創性)	<p>自然由来の汚染土壌は地域一帯に広く分布しているため、その処理対策には膨大な労力と費用を必要とする。なかでも、海成堆積物による自然由来の土壌汚染は全国で多数発生しており、埼玉県内でも南部や南東部の都市部を中心に頻繁に報告されている。</p> <p>海成堆積物由来の土壌汚染を未然防止したり、処理対策費を大幅に削減したりするには、予め海成堆積物の存在地域や掘削後の汚染リスクを把握しておくことが極めて重要である。しかし、これらを明確にするには多数の地質掘削を伴う膨大な予算が必要となるため、これらに関する知見については現在までほとんど検討されていない。海成堆積物由来の土壌汚染に関する知見の収集や公開は汚染調査を実施する企業や各行政機関だけでなく、土地所有者である多くの国民からも切望されている。</p> <p>当センターは、県内市街地で実施した公共工事の際に採取した地質試料を多数所有(約3000検体)している。これらの地質試料には様々な土質が含まれており、表土だけでなく1m以深の地質試料も含まれている。公共工事で採取した地質試料を有効利用し、少ない予算で海成堆積物に関する学術的知見や情報を収集・公開するという本研究の試みは画期的かつ独創的であり、このような試みは当該分野の既往研究では未だ実施されていない。海成堆積物の存在地域が予め把握できれば、①海成堆積物由来の土壌汚染が未然防止できる、②海成堆積物とそれ以外の土壌を分別することで処理費用が大幅に削減できるなど多くの利点が見られる。</p>						
成果の概要(目標達成度)	<p>本自主研究を実施した結果、以下の成果を得ることができた。</p> <p>(1) 土壌全含有量の地域特性解析</p> <p>県内土壌を分析した結果、金属含有量は土質(沖積土壌、火山灰土壌など)と関連していることが分かった。具体的には、銅、アルミニウムやチタンは火山灰を母材とする土壌(黒ボク土、関東ローム、凝灰質土)で含有量が高い傾向を示した。火山灰土壌は台地を中心に分布していることから、銅、アルミニ</p>						

ウムやチタンの土壌含有量は地域特性を有していることが判明した。一方、鉛、砒素、カドミウムなどでは土質による含有量の違いはなく、銅、アルミニウムやチタンのような地域特性は認められなかった。

## (2) 土壌溶出量の地域特性解析

カドミウム、アルミニウム、ニッケル、亜鉛などの溶出濃度は、海成堆積物が分布する県南部の低地（中川低地、荒川低地）や大宮台地南部の谷部（谷底低地）で高くなる傾向を示した。海成堆積物は長期間大気中で放置されると酸性土壌へ変化するため、これらの地域で重金属の溶出濃度が高くなったものと考えられる。特に、谷底低地の海成堆積物からは非常に高濃度の重金属類が溶出し、セレンやふっ素の溶出濃度は全て環境基準を上回った。このように、同じ海成堆積物でも地域によって、重金属類の溶出リスクに違いがあることが分かった。海成堆積物中の硫黄含有量を測定した結果、中川・荒川低地の海成堆積物では硫黄含有量は0.4～0.9wt%であったのに対して、谷底低地の海成堆積物では1.5～5.0wt%と高い含有量が得られた。

谷底低地の海成堆積物は、直上に泥炭土が存在することから、強い還元環境下に曝された状態で堆積したと推察される。還元環境下では海水中の硫酸イオンが効率よく硫化物イオンへと変化して黄鉄鉱（ $\text{FeS}_2$ ）を生成したため、谷底低地の海成堆積物では硫黄含有量が高くなったものと考えられる。一方、中川・荒川低地の海成堆積物は直上に砂層が存在したことから酸化的環境で堆積した可能性が考えられる。海成堆積物が堆積する際の環境条件により、重金属類の溶出リスクは大きく変化する可能性が示唆された。

## (まとめ)

重金属類の含有量及び溶出量は土質と密接に関連しており、強い地域性を有していることが明らかとなった。また、海成堆積物の環境汚染リスクも強い地域性を示すことが分かり、大宮台地南部に位置する谷底低地の浅層部分（深度3～8m）に存在する海成堆積物は重金属類の溶出リスクが極めて高いことが判明した。溶出リスクの違いは、海成堆積物が堆積する際の環境条件と密接に関連していることも解明した。溶出リスクと堆積環境との関連性を明らかにしたことで、環境汚染リスクの高い海成堆積物の存在地域を事前に予測・把握することが可能となった。

以上のように、本自主研究は当初の目標を達成することができ、県内自然土壌のバックグラウンド値及び地域性を解析しただけでなく、自然土壌による環境汚染リスク（有害重金属類の溶出リスク）の地域性も明らかにすることができた。土壌分析結果（金属含有量及び金属溶出濃度）は、Q-GISを利用して埼玉県地図上に深度1m間隔でプロットし、含有量や溶出量の地域性が明確に分かるよう工夫した。将来的には、各関連部署と調整した上で、Web等でデータ公開ができるよう目指す。

## 成果の公表（発表・投稿、講演会の開催、報道機関の活用、特許取得等）

### （学術論文）

- (1) 石山高(筆頭著者)他, 埼玉県中西部地域における地下水ヒ素汚染と鉄酸化物分別溶解法を適用した土壌から地下水へのヒ素溶出メカニズムの解析, 水環境学会誌 40(3), 135-143 (2017).
- (2) 石山高(筆頭著者)他, 貝殻片を利用した低コストで環境負荷の少ない海成堆積物中重金属類の長期汚染リスク対策手法の開発, 水環境学会誌 40(6), 235-245 (2017).
- (3) 石山高(筆頭著者), 土壌中重金属類のオンサイト分析, 検査技術 22(12), 33-38 (2017).

### （学会発表等）

- (1) 石山高(発表者)他, 第22回土壌地下水研究集会, (2016)
- (2) 石山高(発表者)他, 第23回土壌地下水研究集会, (2017)
- (3) 石山高(発表者)他, 第27回環境化学討論会, (2018)
- (4) 石山高(発表者)他, 第53回日本水環境学会年会, (2019) 他3件

### （行政へのフィードバック、外部への情報公開）

- (1) 土壌・地下水汚染対策担当者研修(県・政令市職員を対象とした研修)で講演
- (2) 環境部長報告
- (3) 環境科学国際センター研究シーズ集として情報公開

### （関連する外部研究）

- (1) 科研費基盤(C): 課題番号16K00605 平成28～30年度(助成金総額: 3,700千円)
- (2) 科研費基盤(C): 課題番号25340079 平成25～27年度(助成金総額: 3,900千円)

成果の発展性(埼玉県(行政・地域)への貢献、技術発展・実用化、課題等)

- (1) 外部研究(科研費:貝殻を利用した海成堆積物の低コスト汚染対策技術の開発)と組み合わせることで、県内に広く分布する海成堆積物を合理的かつ効果的に対策することが可能となる。
- (2) 土壌汚染対策費の低コスト化に寄与するなど、土壌汚染対策法の円滑なる遂行、県内企業に対する技術支援策に繋がる。また、土壌汚染対策に関する技術的助言(行政機関に対する助言)、当センターのコンサルティング能力の向上にも寄与する。
- (3) 環境汚染リスクを生じやすい自然土壌が存在する地域を予め把握することにより、迅速かつ的確な行政対応が可能となる。
- (4) Web等を利用して研究成果を公開することで、一般県民や県内企業等に有益な情報を提供することができる。