

終了課題成果報告書

研究テーマ名	海成堆積物の風化メカニズムと土壤汚染リスク管理に向けた検討
研究担当者(共同研究者含む)	○石山高、八戸昭一、濱元栄起、白石英孝、細野繁雄
実施期間	平成24年度～平成26年度(3か年)
研究区分	自主研究事業
環境基本計画上の位置付	(目標)I 恵み豊かで安心・安全な地域社会の実現 (施策)2 化学物質対策の推進
背景と目的(目標設定)	<p>近年、日本各地で海成堆積物由来の土壤汚染が大きな環境問題となっている。この土壤汚染では、海成堆積物に含まれている黄鉄鉱が風化する過程で硫酸が生成し、海成堆積物が酸性化することで様々な有害重金属類が溶出する。この対策手法としては、掘削した海成堆積物を2重遮水シートで被覆した後、覆土を施して黄鉄鉱の風化を抑制する方法が一般に採用されているが、この対策には多大な時間と費用を要する。また、海成堆積物由来の土壤汚染では発生する処理土量が膨大になる場合が多く、土地所有者に対する経済的負担を軽減する上でも、低コストで簡単な対策手法の開発が強く求められている。</p> <p>本研究では、黄鉄鉱の風化を抑制する科学的な因子について検討し、この知見を基に遮水シート処理や覆土処理を必要としない簡便迅速な新規汚染対策手法を開発する。</p>
研究内容(緊急性・必要性、新規性・独創性)	<p>黄鉄鉱の風化作用には微生物が関与しており、鉄酸化細菌(至適 pH:2-4)の働きにより、風化速度は飛躍的に増加すると言われている。そこで本研究では、海成堆積物にアルカリ性天然素材(貝殻片など)を添加し、pHを制御して微生物活性を低下させる風化抑制手法について検討した。微生物活性に着目した黄鉄鉱の風化抑制手法は、現在までほとんど検討されていない。</p> <p>海成堆積物に起因する土壤汚染は、埼玉県をはじめ国内各地で頻発している。黄鉄鉱は山岳地帯の地層にも多量に含まれており、各地のトンネル工事現場では黄鉄鉱を含む掘削ズリの処理対策の簡便化が喫緊の課題となっている。</p>
成果の概要(目標達成度)	<p>本研究の結果、掘削した海成堆積物に貝殻片を添加すると(添加後の土壤 pH 7.0-8.5)、黄鉄鉱の風化が長期間抑制できることが分かった。貝殻は中和剤としても機能するため(酸溶液と接触しても土壤 pH を中性に維持)、有害重金属類の溶出リスクも同時に低減することができた。希硫酸を用いる土壤溶出量試験(酸溶出試験 I)の結果から、貝殻を添加した海成堆積物は長期間降雨に曝されても、土壤 pH は低下せず、黄鉄鉱の風化抑制効果を保持し続けることが判明した。酸化マグネシウムや消石灰の添加でも黄鉄鉱の風化抑制効果は認められたが、これらのアルカリ性素材を海成堆積物に添加すると土壤溶出液の pH は 10-12 へと大きく増加した。また、酸化マグネシウムや消石灰は、製造工程に焼成操作や真空ろ過操作が必要なため、炭酸カルシウム(貝殻の主成分)に比べて高価である。したがって、環境への負荷や入手コストの観点から、アルカリ性素材としては炭酸カルシウムが適しているものと考えられる。実験室内だけでなく、一般環境下にある屋外でも、貝殻片による黄鉄鉱の風化抑制効果を実証することができた。</p> <p>海成堆積物由来の土壤汚染では、掘削直後に砒素、セレンやフッ素の溶出が環境基準を上回る場合がある。検討の結果、貝殻と共に鉄酸化物やリン酸カルシウムを海成堆積物に混ぜ込めば、砒素、セレンやフッ素の溶出を防ぎつつ、黄鉄鉱の風化も抑制できる見通しが得られた。貝殻片による黄鉄鉱の風化抑制効果(長期リスク対策)と鉄酸化物やリン酸カルシウムによる砒素、セレンやフッ素の不溶化効果(短期リスク対策)を組み合わせることにより、本技術は様々な海成堆積物に適用可能となるものと考えられる。</p>
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)	
【関連競争的資金獲得】	
1) 科学研究費補助金(基盤研究(C))「有機質土を利用した海成層中重金属類の低コスト・低負荷型不	

溶化技術の開発」, 平成 22～24 年度, 研究代表

【学会発表】

- 1) 埼玉県中西部における地下水砒素汚染と形態分析による溶出メカニズムの検討、第 18 回地下水・土壌汚染とその防止に関する研究集会、2012 年 6 月 14 日、(埼玉会館)
- 2) 鉄酸化物分別溶解法を適用した地下水砒素汚染メカニズム解析手法の検討、第 19 回地下水・土壌汚染とその防止に関する研究集会、2013 年 6 月 13 日、(京都大学)
- 3) 土壌中砒素を対象とした鉄酸化物分別溶解法の特徴とその問題点、第 49 回日本水環境学会年会、2015 年 3 月 17 日(金沢大学)
- 4) 土壌中重金属類の溶出特性とそれに基づく自然由来土壌汚染の類型化、第32回埼環境研究発表会、2014年11月28日(大宮サンパレス)

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)

海成堆積物は、本県南東部地域の浅層地盤にも広く分布している。当該地域では土地開発が活発に行われており、今後、海成堆積物の大量掘削による土壌汚染が懸念されている。本研究で開発した対策手法は、アルカリ性天然素材を使用するため、処理後の土壌 pH は中性付近であり、低コストで環境負荷の少ない対策手法である。

本研究成果は海成堆積物による土壌汚染の未然防止や汚染処理対策費の大幅な軽減を可能とし、得られた知見や情報を県内の各行政機関や事務所に提供することで県内の土地・都市開発の活発化を図るなど多くの面で貢献すると確信している。また、既存の方法に比べて処理費用が安くすむため、資金力に乏しい中小零細企業に対する支援技術ともなり得る。更に、簡単な対策手法で環境負荷も少ないため、開発途上国への技術供与も容易である。海成堆積物由来の土壌汚染は日本だけでなく、海外の臨海地域でも大きな環境問題となることが予想されることから、海外への技術展開も期待できる。