

廃棄物処理等科学研究費補助金 総合研究報告書概要版

海底における有害廃棄物に汚染された底質の安全な処理に関する研究

(K1726)

国庫補助金精算所要額 43,389,000 (円)

研究期間 2004-2005

研究年度 2004-2005

代表研究者名 神野 健二 (九州大学)

共同研究者名 本田 克久 (愛媛大学) 大嶋 雄治 (九州大学)

研究目的

有機スズなどは難分解性であるため、海域底質中にいわゆるホットスポット的に長期間にわたって存在する。したがって、これら有害物質を早期に処理できれば、水産海域や造船所海域の環境改善は速やかに進むと考えられる。食の安全を確保するためや水産資源の回復のため、また造船所での環境改善のためにも本研究課題は重要且つ緊急問題である。このような社会背景のもと、本研究では、(1)有機スズによる内分泌攪乱作用のために珪藻食生線虫が生息不能で、水生生物の激減・再生産性が著しく低下しているホットスポット底質を最低必要量だけを除去すること、(2)複数物質によって汚染されている堆積土および懸濁状態の余水を同時無害化処理すること、(3)改善効果を評価する生態リスク評価手法を確立することにより、信頼性の高い処理システムを構築することを目的としている。従来これらの課題は個々の研究分野において連携されることなく行われてきたが、学際的な共同研究を遂行することによって、限容化～簡便な装置・容易な技術と処理の信頼性等を可能とする一連除去・処理工法を開発し、底質の改善、海域の自然回生、水産資源の復活、食の安全確保に寄与する事を目的とする。更に、今後その必要性が高まると考えられる「臨海型難・取扱性土砂・廃棄物処分場」での地層処分・管理・監視技術確立に関心の高い地域社会の期待にも応えることを目的としている。

研究方法

1) 底質層厚に見合った除去必要量の浚渫に関する実証研究

有害物質含有底質の減容化にはその除去量を最小限にすることが必要であるだけでなく、有害物

質がシルト等の微小粒子に付着していることから、粒径の粗い砂分は極力残置し、付着物質のみを吸引することが効率的である。このような目的を可能とする剥層浚渫装置の開発者の協力を得て、現地において浚渫を実施し、浚渫土の化学分析及び線虫を用いた生物学的安全性評価指標の開発を行う。

2) 凝集沈殿方式の除去メカニズムについての理論的解析とプラント構築

申請代表者のこれまでの研究では、陸上の簡便な凝集沈殿池や濾過装置で懸濁物質の除去が可能であること、TBTの水溶濃度(水産用水暫定基準 2ng/L)の達成も可能であることを室内実験によって確認している。更に次の3)の共同研究で、同時処理でのダイオキシン類他を含有する余水処理も可能であることを確認している。有害土砂の凝集沈殿池での固液分離を促進させるための凝集沈殿についてもいずれの凝集剤を使用すべきかの検討を始めている。本研究においては、多種の汚染物質が吸着する底泥に対して室内実験を平行して行うとともに、モデル化に必要なパラメータの評価と、1)と連携した現地実証試験を実施し、処理土砂を減容化する2つの目的を達成する。あわせて、簡便で信頼性の高い一連の処理システムを構築する。

3) 無害化処理と地層的処分

申請者の一人はダイオキシン類の無害化処理手法を開発提唱している。ダイオキシン類のみならず、TBTも同時処理が可能であることをこれまでの現地実験で確認している。本研究ではこれまでの知見を理論的、実証的に解明し、堆積土に吸着されている複数の汚染物質を同時に処理する手法を検討する。更に1)2)の処理過程で濃縮された微粒子分の処理実証試験を重ね、処理の信頼性を高める。また、処理土砂に含まれる物質の溶出試験を実施し、地層処分の可否判断に有益となる知見を得る。

結果と考察

平成16~17年度に長崎県小浜町および福岡県福岡市において、本研究で提案した処理プラントシステムで、長崎港、橘湾漁港および博多湾人工島周辺において剥層浚渫した海底堆積土に対して、実証実験を行った。長崎港で浚渫された堆積土には高濃度の有機スズ(TBT)が含有されており、活性炭濾過により水処理を行った。橘湾の漁港海域では、剥層浚渫の稼働性の確認、博多湾人工島近接海域では、公開実験もかねて、堆積土中に硫化水素が発生している浚渫土を対象に水処理・分離堆積後の污泥の分解実験を実施した。併せて、海域の改善効果を底生生物を指標とした総合的評価手法で確認する検討を行った。以下、得られた知見を述べる：

1)凝集沈殿槽における上澄水の処理においては、平成16年12月に長崎県において実施したTBT含有海底污泥の場合、凝集沈殿後の上澄水中TBT濃度1,200~1,450ng/Lが一連の処理によって、活性炭濾層通過後には3ng/Lまで除去できた。

2)平成17年度8月末~9月初旬に博多湾人工島で行った実験ではTBT濃度は低く、2.6ng/Lであった。一連の水処理後では、TBTは1.5ng/Lに低下しており、膜シート5枚と砂濾過だけによってもTBT

が除去されることが判った。

3)分離沈降した汚泥の分解処理実験に関しては、本処理技術により、底質中のダイオキシン類と有機スズ化合物を、分解剤の添加量以上に効果的に低減することができた。

4)処理物からの重金属の溶出と硫化水素の発生は認められなかった。

5)これらの結果により、分解剤による有害物質の同時処理の効果を確認し、合わせて、処理システムの安全性も確認することができた。

6)還元環境下における TBT の長期分解過程の検討では、凝集剤を混合した有機スズ汚染泥を還元条件下に置くことによって、DBT や MBT へと分解させ、毒性を減少させることができることが確認された。

7)これより、凝集沈殿槽に残った凝集剤を含む沈殿泥に対して、埋立処分する場合には、還元条件下で一定期間保存することにより、毒性が減少する可能性が示された。

8)線虫等底生生物を使った毒性評価と海域改善効果の評価手法の研究では、海産自由生活珪藻食性線虫 *Prochromadorella* sp.1 は急性毒性に関しては Cu に対しある程度の感受性を持ち、慢性毒性試験法としての開発が可能であることが示唆された。

9)BPA および NP は、*Prochromadorella* sp.1 の成長と世代時間に重篤な影響を及ぼさないことが考えられた。

10)一連の処理システムの構築研究では、室内吸着実験によってポリエステルシート・砂・活性炭による TBT 吸着効果が確認された。

11)各処理材の阻止率を用いて処理濃度と処理材にかかるコストを評価するプログラムを作成した。その結果、処理量、1日あたりの稼働時間処理時間が与えられるとき、TBT 処理目標濃度が達成可能であり、なおかつコストの安い最適と考えられる処理システムのパラメータ(処理装置断面積、シート・砂・活性炭の必要量) コストが算出できた。

結論

以上のような検討結果から、「海底に堆積する TBT を固相で捕捉する」本処理システムの基本的な

方法は、十分に実現可能であることが確認できた。すなわち、処理システムの基本形として、

- (1) 剥層浚渫により、汚染物質が多く吸着している有機質堆積土を効率的に陸上に揚泥する、
- (2) 溶存中の TBT についての水処理については膜シート、砂および活性炭濾過により TBT 濃度を目標値以下に下げる、
- (3) 固相上の TBT の処理には TBT 分解剤による無害化を促進させる、
- (4) 汚泥を埋め立て処分する場合には、長期間還元条件を維持し、微生物による TBT DBT MBT へと分解することが期待できる、
- (5) 水域の生態的環境の改善効果は本研究で開発された指標を用いる、一連の方式が提案できる。

本研究は、TBT 汚染海域浄化に対する一連の処理手法を一元的に眺めたものであり、ホットスポット的に汚染された海底汚染土の処理を安価に処理する道筋をつけたものとする。