

六価クロム模擬汚染土におけるヒマワリの浄化効果に関する実験的検討

九州大学大学院工学府 学生会員 ○古賀 泰史 九州大学大学院工学研究院 正会員 古川全太郎
 東京工業大学 正会員 笠間 清伸
 九州大学大学院工学府 学生会員 森元 友紀

1 はじめに

工場跡地における重金属などによる土壤汚染を改善する工法として「ファイトレメディエーション(Phytoremediation)¹⁾」が着目されている。ファイトレメディエーションとは植物の根の生長を活かして植物体内に汚染物質を吸収させ固定する工法であり、安価で省労力であるという利点がある。本文では、平面的形状の育苗装置を用いて様々な濃度の六価クロム汚染土壌を対象にヒマワリを用いた植生実験を行うことで、物質の二次元的な時空間分布を計測し、それぞれの濃度における浄化効果を評価・分析した結果を示す。

2 実験概要

本研究では、図1の育苗装置を用いて植生実験を行った。ヒマワリの主根の初期長さを10cm以内と統一し、育苗装置の中心に苗を植えた後実験を開始した。表1に示す生育条件に基づき、表2に示す土壌条件より作製した模擬汚染土を用いた。六価クロム粉末の初期添加濃度0, 25, 50, 75(mg/kgdry)の4ケースで実験を行った。実験開始から0.5, 1, 2ヶ月間経過した後に図1のように容器の右半分を10個のメッシュに分けて、それぞれのメッシュの土壌中の六価クロムイオン濃度、pH、ORPおよび根長密度を計測した。汚染模擬土中の六価クロムイオン濃度については、原子吸光分析法により測定した²⁾。各条件3個体ずつの植生実験を行い、それぞれの測定結果の平均値をとった。

3 実験結果

はじめに、六価クロム添加条件毎の実験開始から枯死までの日数を表3に示す。六価クロムイオン濃度が50mg/kgdry以上の条件では、短期間で植物が枯死するため、これらの汚染濃度における土壌においてファイトレメディエーションを行うには定期的に植生の植え替えが必要になると考えられる。

次に、pH、ORPについて計測した結果を示す。pHは植生条件、六価クロム添加条件、時間経過、深度に関して傾向は見られず、8.1~9.1程度の範囲でランダムに分布した。また、ORPも同様に、全ての計測結果で、350~410(mVolts)の値を示した。図2により、pHとORPの条件により変化するクロムの主要な水中での存在形態がわかる。これより、全ての測定条件が図2中の赤い領域に含まれるため、クロムの存在形

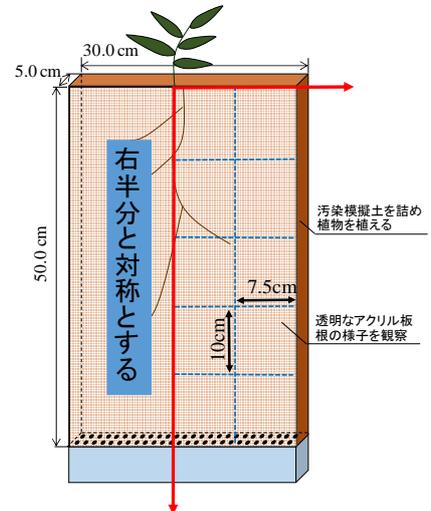


図1 育苗装置概念図

表1 生育条件

植生	ヒマワリ(<i>Helianthus annuus</i>)
日照	明期16h, 暗期8h
照度	10000lx以上
温湿度	25°C, 65%
灌水	200ml/2日

表2 土壌条件

使用材料	乾燥密度(g/cm ³)	初期含水比(%)
まさ土(4.75mm以下) 牛糞堆肥 500g/m ³ ぼかし肥料 100g/m ³	1.3	10

表3 枯死までの日数

Cr ⁶⁺ 添加濃度(mg/kgdry)	0	25	50	75
枯死までの日数(日)	-	16~19	5~7	3~4

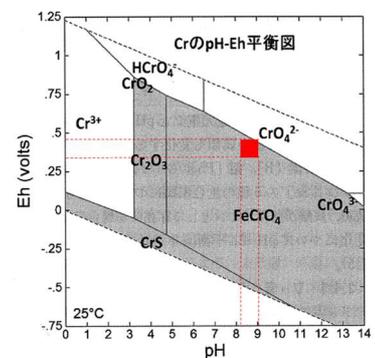


図2 pH-ORP図

キーワード ファイトレメディエーション 六価クロム

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744番地ウエスト2号館11階 1110号室 TEL 092-802-3384

態は6価と5価の状態であると考えられる。

図3に根長密度に関する結果を示す。根長密度の定義は、(根の総延長)/(土の体積)とした。0mg/kgdryの条件においても初期値よりも根の存在範囲が広がることはなかった。それ以上の濃度でも根が萎縮するという結果が得られ、高濃度の六価クロム汚染土壌でファイトレメディエーションを行う場合、短期間で枯死するため、根が存在する表層の限られた範囲でしか浄化効果がない可能性があると考えられる。

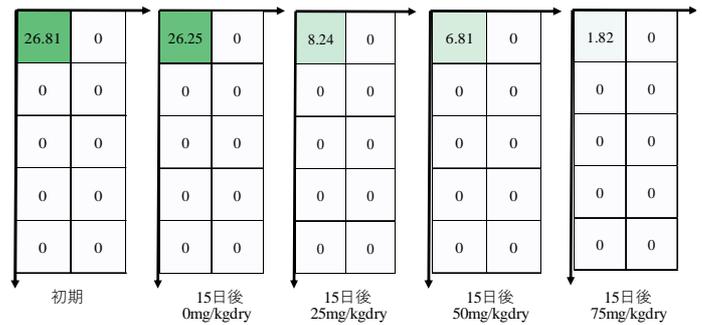


図3 実験初期と0.5ヶ月後の根長密度

図4に初期濃度 25mg/kgdry の条件時の水溶性六価クロムイオン濃度経時変化を示した。根の存在する0~10cmにおける六価クロムイオン濃度は0.5ヶ月間で25mg/kgdryから14.1mg/kgdryに減少した。根の存在する領域が最も浄化効果が高いと考えられる。また、図5に装置内全体の六価クロム総量の経時変化を示した。浄化率は以下のように定義する。(浄化率)={1-(実験後の六価クロム量の総計)/(初期の六価クロム量の総計)}。0.5ヶ月で13.5%、2ヶ月で33.7%の浄化率を示したことから、0.5ヶ月以降六価クロム量の減少が遅くなることが分かる。したがって、0.5ヶ月を目処にその個体による浄化を打ちきり、別の苗による浄化を開始するのが望ましいと考えられる。

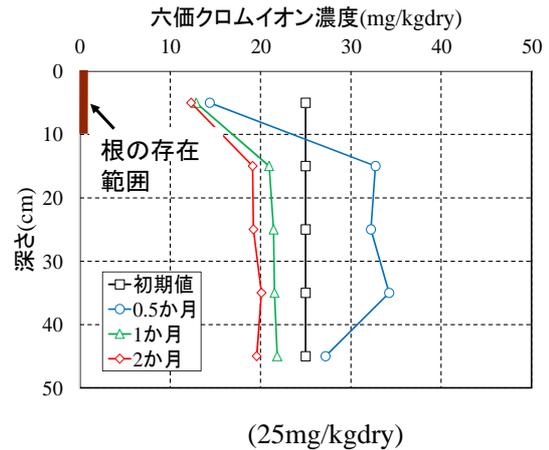


図4 水溶性六価クロムイオン濃度経時変化

図6に植物体内の六価クロム量の経時変化を示した。茎と根の部分で計測される植物乾物重量1gに対する濃度を示した。土壌内の汚染濃度が高い程、根と茎に六価クロムが多く集積したが、初期濃度条件が75mg/kgdry時の、0.5ヶ月測定後の根と茎に含まれた六価クロムの総量は $1.12 \times 10^{-3} \text{mg}$ だった。

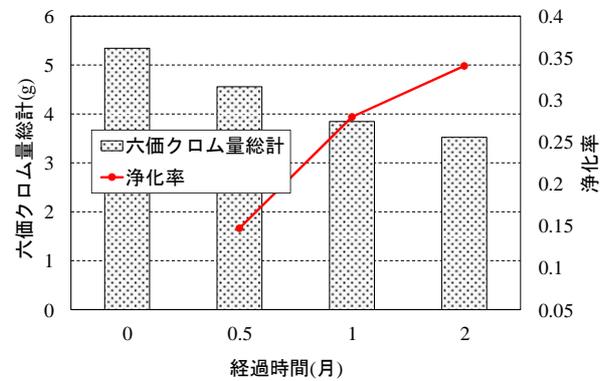


図5 装置内全体の六価クロム総量の経時変化

4 まとめ

- 0.5ヶ月間で、25mg/kgdryでは全体の13.5%、50mg/kgdryで5.9%、75mg/kgdryで7.5%の浄化率を示した。
- 浄化効率を向上させるためには、植生の植替えを0.5ヶ月を目途に短期的なサイクルで行う必要がある。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 JP16K18151 “汚染物質動態と植物根の生長を考慮した環境配慮型地盤浄化シミュレーターの開発”の助成を受けたものです。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- ファイトレメディエーションによる汚染土壌修復，王効拳，李法雲，岡崎正規，杉崎三男，全国環境研会誌，Vol.29 No.2，pp 85-94，2004
- 土壌標準分析・測定法委員会編：土壌標準分析・測定法，博友社，pp.139-139，155-160，2003

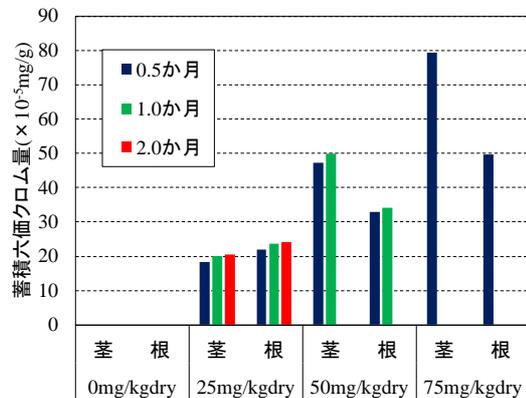


図6 植物体内の六価クロム量の経時変化