

植生を有する六価クロム汚染地盤内の水溶性・交換性陽イオンと植生成長の関係

九州大学大学院工学府 学生会員 ○森元 友紀

九州大学大学院工学府 正会員 古川 全太郎

九州大学大学院工学府 正会員 笠間 清伸

九州大学大学院工学府 正会員 八尋 裕一

1. はじめに

重金属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)」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体内に汚染物質を吸収させ固定する工法であり、従来の工法よりも安価で省労力である¹⁾。本文では平面的形状の育苗装置において六価クロム汚染模擬土を用いて植生実験を行うことで実験後の六価クロムの二次元的な分布を計測し、浄化効果を検討した。

2. 実験概要

図1の育苗装置を用いて植生実験をおこなった。定植する際の根の最大長さを8cmで統一し、育苗装置の中心に苗を植えてから実験を開始した。このとき根は図1の地表面中心のメッシュ内(10cm×10cm)に収まるものを選定した。写真1で定植する際の苗の状態を示した。表1に示す生育条件に基づき、4.75mm以下に篩ったマサ土を用いて表2に示す土壌条件より作成した汚染模擬土で15日間の実験をおこなった。実験後は土壌を図1のように10cm×10cmの計15個のメッシュに区切り、それぞれのメッシュの土壌中の水溶性及び交換性六価クロムイオン濃度、pH、ORPを計測し、さらに各々のメッシュ中に存在する根の長さも調べた。

3. 実験結果

3-1. 根の分布

植生実験開始から15日後の根の総延長を計測し、その分布を図2に示した。数値はメッシュ内に分布した根の総延長である。条件①では装置内全域に根が分布するほど成長した。条件②においては20cmの深さまで成長が見られた。条件③、④、⑤においては地表面中心のメッシュを超えての成長は見られなかった。特に条件④は実験開始から14日後、条件⑤は10日後に枯死した。



写真1 初期の苗

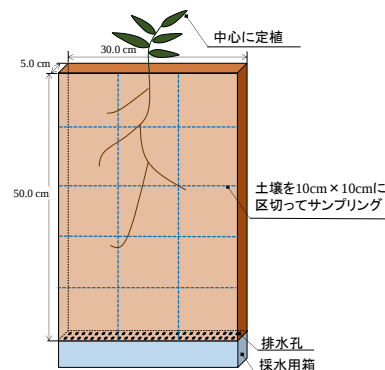


図1 育苗装置概念図

表1 生育条件

植生	コマツナ (<i>Brassica rapa</i> var. <i>perviridis</i>)
日照	明期16h, 暗期8h
照度	10000lx以上
灌水	200ml/2日
温度	25°C, 65%
実験期間	15日間

表2 土壌条件

条件	Cr ⁶⁺ 添加量 (mg/kgdry)	使用材料	乾燥密度 (g/cm ³)	初期含水比 (%)
①	0	マサ土 牛糞堆肥 (500g/m ³) ぼかし肥料 (100g/m ³)	1.3	8.65
②	10			
③	25			
④	50			
⑤	100			

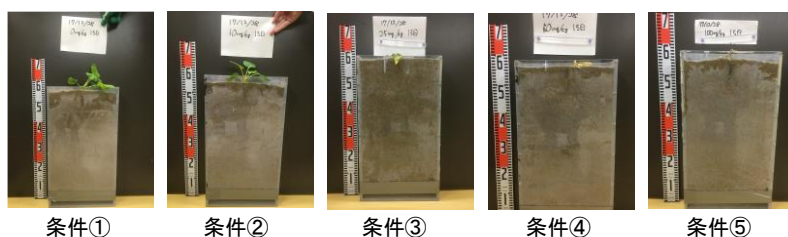


写真2 実験後の苗



図2 実験後の根の分布

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 1110 防災地盤工学研究室 TEL 092-802-3384

3-2. 六価クロム量

汚染模擬土中の六価クロムイオン濃度を原子吸光分析法により測定した²⁾。表3には初期の六価クロムイオン濃度を示し、図3、4では植生実験後の水溶性六価クロムイオン量の分布を示した。図2と図3、4を比較すると、根が分布していた地表面付近のメッシュでは六価クロムの量が減少したことが分かる。また、根が分布しなかったメッシュにおける増減は

灌水による移流と3-3.に示すORPの変化が影響していると考えられる。表3には実験前後における装置内全体の水溶性六価クロムイオンの総量の変化と浄化率を示した。表4において水溶性六価クロムイオン総量の変化を比較した。浄化率は{1-実験後のイオン総量/実験後のイオン総量(%)}と定義した。この結果から条件②で最も高い浄化効果を得られたことが分かった。すなわち、対象領域においては、コマツナが最も効果的に浄化できる六価クロムの初期濃度は10mg/kgdry程度であると推測できる。

表3 六価クロム初期濃度

条件	水溶性Cr ⁶⁺ イオン濃度 (mg/kgdry)	交換性Cr ⁶⁺ イオン濃度 (mg/kgdry)
①	0.00	0.00
②	27.80	15.44
③	52.60	26.98
④	86.37	61.67
⑤	135.72	97.98

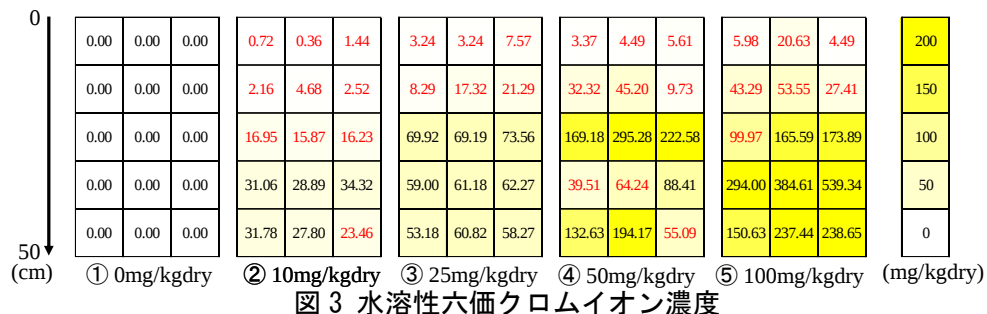


図3 水溶性六価クロムイオン濃度

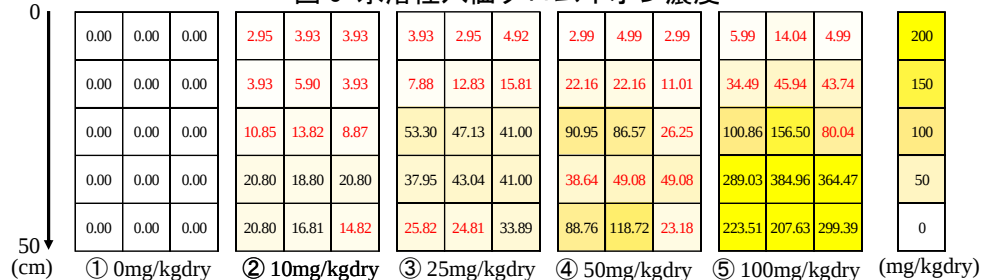


図4 交換性六価クロムイオン濃度

表4 水溶性六価クロムイオン総量の変化

条件	①	②	③	④	⑤
実験前	0	417	787	1581	2561
実験後	0	238.2	628.3	1362	2439
浄化率(%)	-	42.88%	20.17%	13.85%	4.76%

表5 実験前後のpH, ORP

条件	実験前		実験後	
	pH	ORP(mV)	pH	ORP(mV)
①	9.41	399	9.62	403
②	9.47	403	9.57	398
③	9.51	397	9.52	391
④	9.46	395	9.46	399
⑤	9.58	396	9.77	400

3-3. pHとORP

植生実験前後の土壌中のpH, ORP計を用いてメッシュごとに測定した³⁾。その結果を表5に示した。クロムはpHとORPによって図5⁴⁾のように存在形態が変化する。得られた値の範囲を図5に赤い四角形で示したところ、六価クロムの一部が還元されて五価クロムになったと推測できる。このことからpHとORPの変化が底面付近における濃度の減少に寄与していることも考えられる。

4. まとめ

本文で得られた知見は以下の通りである。

- 1) 15日間コマツナが生存できる限界の汚染条件は25mg/kgdryであった。また、成長できる限界は10mg/kgdryであった。
- 2) 六価クロムイオン濃度は地表面付近のメッシュで大きく減少したことが分かった。根が分布していない領域でも灌水による移流が濃度の増減の原因であると考えられる。一方で底面付近では初期値よりもイオン濃度が大きくなったことが分かった。イオン量の増減は植生による浄化効果、灌水による移流、pH, ORPによる存在形態の変化など様々な原因が考えられる。
- 3) 本文では装置内全体の六価クロムイオン量の総計の増減を比較したところ10mg/kgdryにおいて植物による浄化効果が最も大きかった。

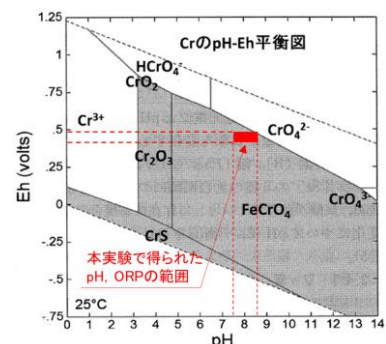


図5 pH-ORP図

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あり、ここに感謝の意を表する。
参考文献

- 1) 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
- 2) 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.
- 3) 伊藤健一: 地盤工学で遭遇する化学的現象の理解, 地盤工学会誌 4月号, pp.39-46, 2011.
- 4) 地盤工学会編: 土質試験基本と手引き第二回改訂版, 丸善出版, pp.65-69, 2010.