

## コマツナを用いた六価クロム汚染土壌浄化に関する二次元型植生実験

九州大学大学院 学生会員 ○森元友紀

九州大学大学院 正会員 古川全太郎 笠間清伸 八尋裕一

### 1. はじめに

工場跡地における重金属などによる土壌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<sup>1)</sup>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コマツナ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調査した。

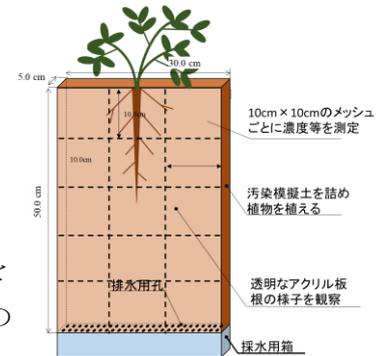


図1 育苗装置概念図

### 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おこなった。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てから実験を開始した。表1に示す生育条件に基づき、4.75mm

表1 生育条件			表2 土壌条件			
植生	コマツナ( <i>Brassica rapa var.perviridis</i> )	条件	Cr <sup>6+</sup> 添加量 (mg/kgdry)	使用材料	乾燥密度 (g/cm <sup>3</sup> )	初期含水比 (%)
日照	明期16h,暗期8h	①	0	マサ土 牛糞堆肥 (500g/m <sup>3</sup> ) ぼかし肥料 (100g/m <sup>3</sup> )	1.3	8.65
照度	10000lx以上	②	10			
灌水	200ml/2日	③	25			
温湿度	25°C,65%	④	50			
実験期間	15,30,60日間	⑤	100			

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製した汚染模擬土で植生実験を行った。実験開始から15, 30, 60日間経過したのちにそれぞれ土壌を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六価クロムイオン濃度, pH, ORP および根長密度を計測した。

### 3. 実験結果

#### 3-1. 根の分布

植生実験開始から60日後における各メッシュに存在する根の総延長を土の体積で除した根長密度の分布を図2に示した。条件①では装置内全域に到達、条件②では20cmの深さまで根の成長が見られた。条件①, ②は60日間経過してもコマツナ生存していた。条件③, ④, ⑤においては地表面中心のメッシュを超える根の成長は見られなかった。条件③は実験開始から21日後、条件④は14日後、条件⑤は10日後に枯死した。以上から10mg/kgdry以下の汚染条件でコマツナが生存してファイトレメディエーションが行えるといえる。写真1はは実験開始から60日経過後のコマツナの状態である。

#### 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<sup>2)</sup>。本実験では試料土と蒸留水を1:5で混合、1時間攪拌の後に0.22μmポアフィルターにてろ過し、ろ液中のイオン濃度を測定した。図3では各汚染濃度の15,30,60日経過後の土壌中の水溶性六価クロムイオン濃度を示した。同じ深さにおける六価クロムイオン濃度の平均を取り、深さに関するグラフとして示した。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。根が分布しなかった下部のメッシュにお

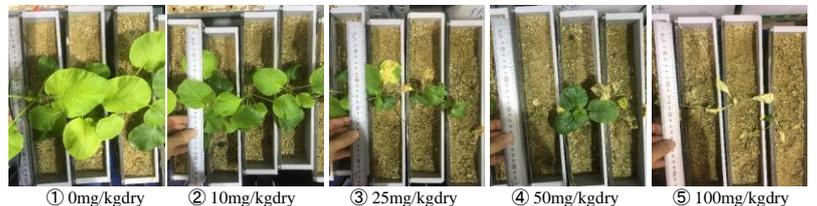


写真1 実験開始から60日後のコマツナ

3.71	15.97	1.39	3.77	13.59	9.57	0.00	1.85	0.00	0.00	1.53	0.00	0.00	0.33	0.00	10 5 1 0
3.56	3.04	0.00	0.45	3.12	1.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4.77	8.77	2.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4.23	2.96	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.92	0.95	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
① 0mg/kgdry			② 10mg/kgdry			③ 25mg/kgdry			④ 50mg/kgdry			⑤ 100mg/kgdry			

図2 60日後の根長密度(×10<sup>5</sup>cm<sup>-2</sup>)

いても減少が確認された。これは灌水によって下方への移流が起こったからであると考えられる。また上面から 20~40cm の深さの土壌では初期値よりも含有量が大きくなる結果となったがこれも灌水による上方からの移流によるものであると考えられる。図 4 には装置内全体の水溶性六価クロムイオンの経過日数ごとの総量の変化と浄化率を示した。浄化率は $\{1 - \text{実験後のイオン総量} / \text{実験後のイオン総量}(\%) \}$ と定義した。総量に関しては条件⑤において最も大きな減少量が見られたが、これは土壌中の六価クロムの多くが還元されたことによる減少であると考えられる。本文では前述した浄化率を用いて浄化効果を評価した。この結果から条件②(10mg/kgdry)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、今回の実験では、コマツナが最も効果的にファイトレメディエーションを行うことができる六価クロム初期濃度は 10mg/kgdry 程度であると推測できる。

4. まとめ

本文で得られた知見は以下の通りである。

- 1) 六価クロム濃度が 10mg/kgdry 以下の条件でコマツナは 60 日間生存し、浄化効果は 68.82%であった。
- 2) 六価クロムイオン量は地表面付近のメッシュで大きく減少した。一方で底面付近では初期値よりもイオン量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、クロムの価数の変化など様々な原因が考えられる。今後は他の価数のクロムイオン量の計測、植物体内に蓄積されたクロムイオン量の計測を行い、浄化効果を更に詳しく検討する。
- 3) 本文では装置内全体の水溶性六価クロムイオン量の浄化率を定義し、条件②(10mg/kgdry)において 60 日間で約 70%の浄化率と最も大きな値であったため、植物が効率的に六価クロムを浄化できる汚染濃度であるとした。

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。

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) 土壤標準分析・測定法委員会編: 土壤標準分析・測定法, 博友社, pp.139-139, 155-160, 2003.

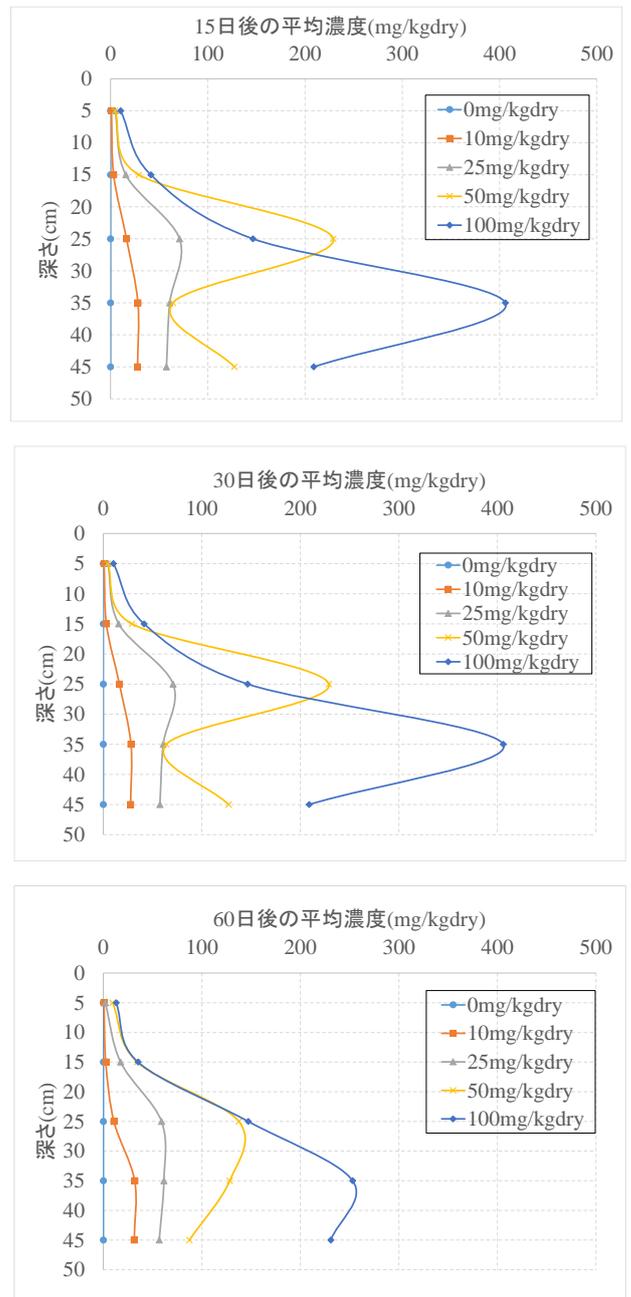


図 3 水溶性六価クロムイオン濃度

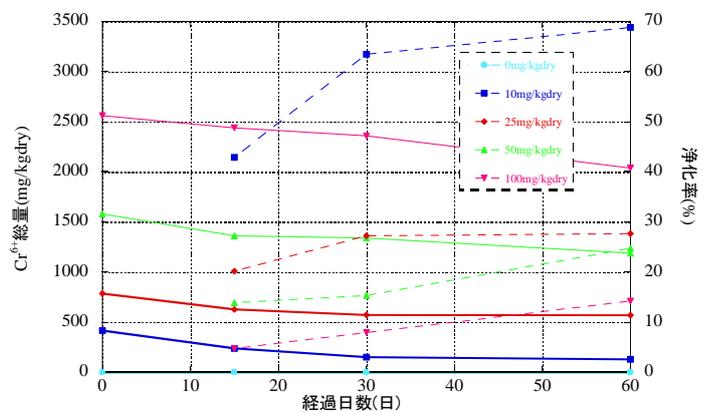


図 4 六価クロムイオン総量と浄化率の変化