

白色腐朽菌によるダイオキシン類汚染土壌浄化に関する検討

前田建設工業株式会社 正会員 ○田窪 祐子

正会員 森橋 大輔

正会員 小口 深志

先端建設技術センター 正会員 山本 達生

東京都農林総合研究センター 村田 仁

静岡大学 西田 友昭

1. はじめに

世代の負の遺産といわれるダイオキシン類はほとんどが分解しないため、いったん自然界に出てしまうと土壌や河川・湖沼・海域に堆積する。そのため、環境に大きな影響を与えており問題となっている。現在、堆積したダイオキシン類を浄化するには高温による溶解、高電圧による土壌固化等の技術が使われている。しかし、これらの既存技術には浄化時の大量エネルギー消費、ダイオキシン類を含んだ土壌移動等の問題がある。

高温・高圧による浄化と異なり、エネルギー消費が少なく環境に優しい浄化工法として微生物浄化(バイオレメディエーション)が挙げられる。たくさんの微生物の中からダイオキシン類を分解する能力を持っているものとして注目されているのが白色腐朽菌である。しかし、生息環境が木材表面であること、紫外線に弱いこと、土壌中では繁殖できないことなど様々な問題があり、ダイオキシン類汚染土壌の浄化に使用するのには難しいものであった。そこで、白色腐朽菌を本来の生存場所である木材に担持させた資材(以下環境浄化資材)を開発し、野外浄化試験にてダイオキシン類汚染土壌浄化に関する検討を行った。

2. 環境浄化資材

環境浄化資材とは粉碎した剪定枝に白色腐朽菌を担持させたものである。利用菌株はヒダナシタケ目コウヤクタケ科マクカワタケ属ウスキイロカワタケ(*phanerochaete sordida*: 以下 YK-624 株)である。

粉碎した剪定枝に水分を添加し含水比調整した後、高温高圧滅菌処理を行った。白色腐朽菌をクリーンベンチ内で接種後、30℃の恒温室内で4~6週間の培養を行った。製造した環境浄化資材を図1に示す。環境浄化資材の品質評価は白色腐朽菌の菌体外酵素であるマンガンペルオキシダーゼ活性にて行った。その結果4週間培養のものが最も高い活性を示したことから、野外浄化試験にはこれを用いることとした。



図1 環境浄化資材

3. 野外浄化試験場所

野外試験は、東京都内の焼却場に隣接する雑木林内で行った。試験場所の様子を図2に示す。この場所は焼却場から排出された降灰による低濃度、広範囲の汚染地であり、ダイオキシン類は最高600pg-TEQ/gが確認されている。汚染範囲は垂直方向では表層~5cm程度に分布しており、10cm~15cmでは10pg-TEQ/gまで低下していた。また、雑木林は12,000 m²と広範囲であり地点ごとに濃度のばらつきがあったことから、比較的高濃度の汚染が検出された場所の土壌を採取しミキサーで混合して試験に供することとした。



図2 野外フィールド状況

キーワード ダイオキシン類, 白色腐朽菌, 剪定枝, 土壌

連絡先 〒179-8914 東京都練馬区旭町 1-3916 前田建設工業株式会社

T E L 03-3977-2241

4．試験内容及びモニタリング項目

試験は平成16年7月から開始した。汚染土壌の重量に対し1/2量の環境浄化資材を添加し、攪拌・混合を行った。混合後の土壌は厚さ10cm程度となるように敷き均し、紫外線防止及び飛散防止対策のためのシートによる被覆を行った。

モニタリング項目はダイオキシン類分解に関する項目としてダイオキシン類濃度及び中間生成物の毒性確認のために変異原性試験等を行った。また、周辺環境影響に関する項目として土壌中微生物モニタリング等と環境浄化資材そのものの毒性確認のため経口急性毒性試験等を行った。実施モニタリング項目を表1に示す。なお、養生期間中の維持管理は試験実施中が記録的な猛暑であったことから水分調整のための散水と4週間に1回程度の土壌攪拌を行った。

5．結果及び考察

図3にダイオキシン類分析結果、表2にPCR試験結果を示す。当初の予測では環境浄化資材作成時に産生した酵素により、土壌投下時に急激にダイオキシン類の分解が進むものと考えられた。しかし、養生1週間目以降もダイオキシン類の分解が進むことを確認し、環境浄化資材として持ち込まれた酵素のみの分解ではないことが判明した。また、分解が確認された8週間目には土壌中での菌系の蔓延が確認された。しかし、その後は菌系が見られず、生存状況を確認するPCR試験の結果からも増幅物がほとんど確認されない状況となった。ダイオキシン類の分析結果とPCR試験結果から、白色腐朽菌が土壌中で生息することによりダイオキシン類を分解することが出来るものと考えられる。なお、中間生成物の毒性向上に関する試験として変異原性試験及び水生生物の阻害試験等を実施したが、変異原性の向上は認められず、水生生物への影響も無かった。このことより分解生成物の毒性が向上することなく安全に浄化できることが確認された。

周辺環境への影響に関するモニタリングでは、いずれのモニタリング結果においても影響は認められないことが確認された。

6．おわりに

白色腐朽菌によるダイオキシン類汚染土壌浄化に関する検討として、野外浄化試験を行ってきた。環境浄化資材を使用することで白色腐朽菌を土壌中で生息させることが可能となり、その結果、自然気候、非滅菌系でのダイオキシン類の分解を確認することが出来た。また、併せて行った周辺環境への影響モニタリングにおいても影響が無いことを確認することが出来た。

本工法の適用サイトとしては焼却場周辺の広範囲で浅く汚染が存在する場所を考えており、今後はこれらのサイトへの積極的な導入を図るほか、高濃度汚染土壌への適用性について検討を行っていく予定である。

表1 モニタリング項目一覧

分析項目			試験目的
分解シタにンイ関類オす分キ	ダイオキシン類濃度		
	変異原性試験		分解生成物の毒性確認
	水生生物の阻害試験		
周辺環境への影響に関する項目	ブロックPCR試験		利用微生物の残存状況確認
	窒素循環系微生物モニタリング	MPN-PCR	土着微生物群集の変化
		PCR-DGGE	
		T-RFLP	
		生菌数	
	植生モニタリング		植生への影響
モイレ反応		環境浄化資材の飛散	
環境浄化資材の毒性	経口急性毒性試験等		

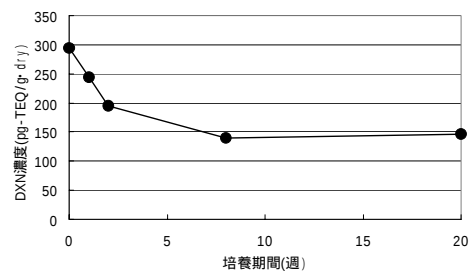


図3 ダイオキシン類分解結果

表2 PCR試験結果

区画	白色腐朽菌の種類	配合比 (土壌湿重量:環境資材湿重量)	0週目	4週目	8週目	16週目
a区	YK-624	10:10	+++	++	+	-

土壌からのDNA抽出効率、PCR増幅阻害が全試料とも一定であることを条件としてPCR増幅物のアガロースゲル電気泳動像より判定を行った。

+++ : 増幅産物が大量に確認される。
 ++ : 増幅産物が確認される。
 + : 増幅産物がわずかに確認される。
 - : 増幅産物が確認されない。