

高含水土壌用改質材（泥 DRY®）の水生生物安全性評価（その 2）

— 藻類の生長阻害試験と二枚貝の慢性毒性試験 —

鹿島建設(株) 正会員○林 文慶 中村華子 河野麻衣子 田中真弓

1. はじめに

「泥 DRY®」（以下、本改質材）は、高含水・高粘性土壌を容易に低粘性かつ細粒状に改質する選別補助材である。本改質材は除染工事で発生する除去土壌の減容化を目的に、中間貯蔵施設の受入分別施設において草木類や礫などの選別工程で使用され、中間貯蔵施設以外にも様々な工事への適用が期待されている。一方で、河川や海岸等に隣接する場所で適用された場合、本改質材が水域に大量に流出すると水生生物への影響が懸念された。そのため、魚類を対象に本改質材の急性毒性試験を行い、その安全性を確認した¹⁾。今回の報告では、さらなる安全性検証のために一次生産者である藻類と底生生物（二枚貝類）を対象に安全性評価試験を行ったので、その結果について報告する。

2. 試験材料および方法

2.1 藻類の生長阻害試験

本試験の設定条件を表－1 に示す。試験に供した藻類は国立環境研究所微生物系統保存施設（NIES）から入手した淡水産緑藻類（*Tetradesmus o. N-2280* 株）と海産珪藻類（*Skeletonema m. c. N-324* 株）である。フラスコに 100mL 溶出水と培地を充填し、各藻類の細胞濃度 5.0×10^4 cells/mL を調整、収容して試験を行った。

表－1 藻類生長阻害試験の設定条件

藻類	淡水産緑藻類	海産藻類
試験ケース	対照区：滅菌処理水道水	対照区：滅菌処理ろ過海水
	試験区：泥 DRY 0.04, 0.1, 0.4%w/v の溶出水	試験区：泥 DRY 0.04, 0.1, 0.4%w/v の溶出水
	藻類ごとに計 4 ケース、各ケース 3 反復、全てのケースには PES 培地を添加した。	
試験期間	96 時間（4 日間）	
培養条件	水温：20±1℃，明暗周期：14L10D，光量子束密度：60μmolm ⁻² S ⁻¹ （LED 光灯）	
評価方法	水温，pH，溶存酸素濃度（DO）の水質測定：試験開始時と終了時に実施した。	
	藻類細胞数の計数：24 時間ごとに光学顕微鏡のもとで血球計算盤を用いて実施した。 藻類の成長阻害率：水産庁（2010）の海産生物毒性試験指針を参照して 24 時間ごとに蛍光強度を測り，成長曲線下の面積を計算して阻害率を求めた。	

2.2 二枚貝の慢性毒性試験

本試験に用いた二枚貝類および設定条件を表－2 に示す。試験土壌は園芸用の赤土と黒土を 1：1 の割合で混合したもの（土壌区）と，これに含水比 100%を目安に加水して本改質材を 40kg/m³（最大添加量）で改質したもの

（改質土壌区）である。試験装置は土壌を投入した飼育水槽（容積約 50ℓ，土壌厚み 100mm）と貯水槽（容積約 70ℓ）で構成され，水中ポンプで飼育水を両水槽に循環させて水温を 20±2℃に制御した。試験期間中，

表－2 二枚貝類の慢性毒性試験の設定条件

魚類	ヤマトシジミ（淡水）	ホンビノスガイ（海水）
試験ケース	土壌区（対照）と改質土壌区	
収容個体	35 個体	7 個体
平均殻長	17±0.6mm	65±1.0mm
試験期間	100 日間	
飼育方法	週 5 日間給餌（微細藻類），週 1 回全水量の 33%交換と水質測定	
評価方法	生存率，生長（平均殻長と肥満度），摂餌行動，潜砂行動	

キーワード 土壌改質材，藻類，生長阻害試験，二枚貝，慢性毒性試験

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL042-485-1111

貝類に培養微細藻類を週 5 回給餌し、週 1 回全水量の 3 分の 1 を新しい水道水・ろ過海水に交換した。換水前には水温、pH、溶存酸素濃度とアンモニウム態窒素濃度を測定し、貝類の生残・潜砂・摂餌状況を観察、記録した。試験終了後、貝を取り出して個体のサイズ、湿重量（殻重量と軟体部重量）を計測して肥満度を求めた。

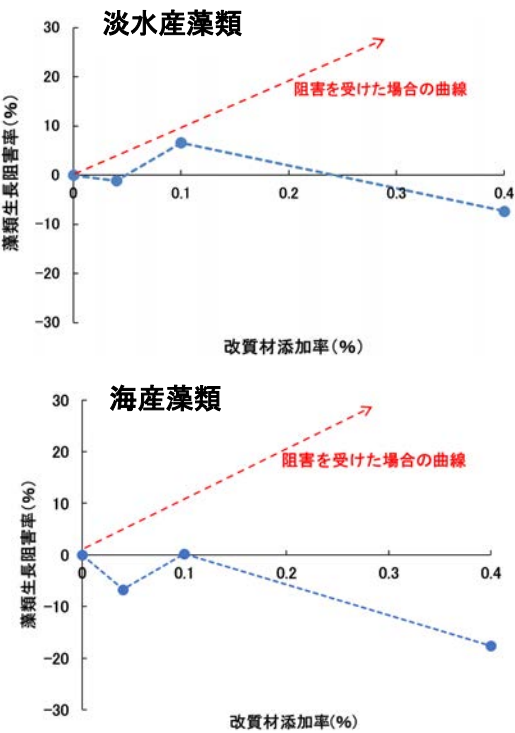
3. 試験結果

3.1 藻類の生長阻害試験

図－1 に溶出水作製時の改質材添加率ごとの各藻類の生長阻害曲線を示す。藻類の生長に阻害を受けた場合、改質材添加率と阻害率は正の相関関係が認められるが、本改質材溶出水試験区の試験結果からはその関係が見られず、EC₅₀（50%生長阻害濃度）を算出できなかった。一方で、海産藻類の生長は対照区より本改質材溶出水試験区のほうが多少良好な結果が得られた。本改質材溶出水のシリカ濃度は対照区に比べて 10 倍以上高く、本改質材のシリカ成分が珪藻の生長に寄与したと思われる。

3.2 二枚貝の慢性毒性試験

試験測定水質と貝類観察の結果を表－3 に示す。試験期間中各試験ケースにおいて水質の大きな変動はなく、いずれの貝類も水管を出して呼吸、摂餌していたことが観察された。ヤマトシジミ試験では試験初期に改質土壌区の斃死個体があったが、その後には斃死が発生しなかったことから、入手時のダメージによるものと考えられる。ホンビノスガイ試験では両区とも試験終了まで斃死個体が観察されなかった。試験終了時の貝類肥満度は、いずれの貝類とも改質土壌区に収容した個体のほうが高かった。以上の長期飼育試験結果より、改質土壌に収容したいずれの貝類への悪影響はないと評価できる。



図－1 藻類生長阻害曲線

表－3 二枚貝類の慢性毒性試験の水質測定データと行動観察結果

貝類		ヤマトシジミ（淡水）		ホンビノスガイ（海水）	
試験方法		土壌投入		土壌投入	
試験ケース		土壌区（対照）	改質土壌区	土壌区（対照）	改質土壌区
換水前	水温（℃）	19～21	19～21	18～21	18～21
	pH	7.4～8.3	7.3～8.2	7.4～7.9	7.5～7.9
	溶存酸素濃度（mg/l）	7.3～7.6	7.1～7.5	7.4～7.8	7.4～7.9
	アンモニウム態窒素（mg/l）	0.02～0.21	0.00～0.09	0.02～0.34	0.01～0.45
摂餌・潜砂行動		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
生残率（％）		100	94	100	100
肥満度（％） （平均±標準偏差）	試験前	12.8±0.7		6.4±0.5	
	試験後	11.6±1.2	12.6±1.5	7.7±0.5	8.2±1.4

4. おわりに

水圏生態系において指標となる水生生物である魚類¹⁾、藻類と貝類を対象に本改質材の影響評価試験を行った結果、本改質材はこれらの水生生物に対して影響を与えないと判断できるデータが取得できた。今後も水辺の工事で本改質材が適用される際には、水域環境に対する安全性をモニタリングしていきたいと考えている。

参考文献

1) 林ら（2022）：高含水土壌用改質材（泥 DRY）の水生生物安全性評価-淡水魚および海水魚に対する急性毒性試験（その 1）-，第 77 回年次学術講演会要旨，Ⅲ-137。