

微生物製剤を用いたダイオキシンの生物処理システムの技術開発

I C E T T - 市原研究室 (三井造船株)

主任研究者 中谷龍男

研究員 松本正文 加藤裕一

二瓶裕之 岩崎 徹

八巻敏男 伊藤彰英

高岡一栄 高橋正浩

堀口清司

開発期間 2002 ~ 2004 年度

要約

本技術開発は、低濃度、広範囲にわたるダイオキシン類汚染土壌及び低濃度のダイオキシン類を含む多量の焼却灰を対象として、機能性複合微生物を含有する微生物製剤と有機廃棄物を添加したコンポスト化処理法を利用して、安全、確実、かつ低コスト・省エネルギー型でダイオキシン類を分解・浄化できる実用的な生物的環境修復プロセス及び装置の開発を目的とする。

ダイオキシン類による土壌汚染は、発生源付近の高濃度、狭範囲の汚染と発生源から離れた、低濃度、広範囲の汚染の二つが想定される。ダイオキシン発生源付近の高濃度、狭範囲の汚染は、溶融法、熱分解法、超臨界抽出法等によるダイオキシン分解・浄化方法が適当と考えられる。一方、低濃度、広範囲のダイオキシン汚染土壌の浄化、修復には経済性及び技術面から本技術に相当する生物的方法が妥当と考えられる。

1. 技術開発の目標

本技術開発は、ダイオキシン汚染現場でダイオキシン汚染土壌やダイオキシン含有廃棄物中のダイオキシン類を機能性複合微生物製剤を用いて分解・無毒化、修復する実用処理システムの構築である(図1)。

本技術開発では、以下の目標を設定した。

.ダイオキシン分解能を有する機能性複合微生物製剤を開発する。

.従来の生物系有機廃棄物のコンポスト化処理と同程度の簡便さと経済性、かつ省エネルギー的にダイオキシンを分解・処理する。

.ダイオキシン汚染土壌を数ヶ月から半年で浄化する。

生物処理では分解処理が困難と考え

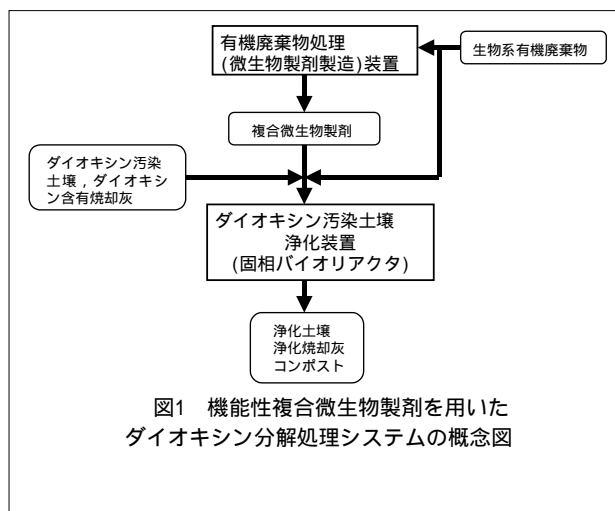


図1 機能性複合微生物製剤を用いたダイオキシン分解処理システムの概念図

られているダイオキシン類であるため、機能性複合微生物製剤が安全、確実にダイオキシン類を分解できること示す必要がある。そして、生物処理は他の物理化学的方法より処理速度が遅い点で劣るため、処理に要するエネルギーを低減する等、経済性及びCO₂ 発生の抑制が求められる。さらに、処理速度が遅いと言っても、実用化処理システムには必要な処理速度がありそれを数ヶ月から半年と想定した。

2 . 平成 1 5 年度実施内容及び成果

(1) 微生物製剤を機能させる技術

ビ - カ - カケ - ル固相リアクタを用いて、微生物製剤を機能させることによりダイオキシン分解能力に影響を与える因子を検討した。影響評価パラメ - タとして、生物系有機廃棄物負荷量、内容物混合比等について明らかにした。

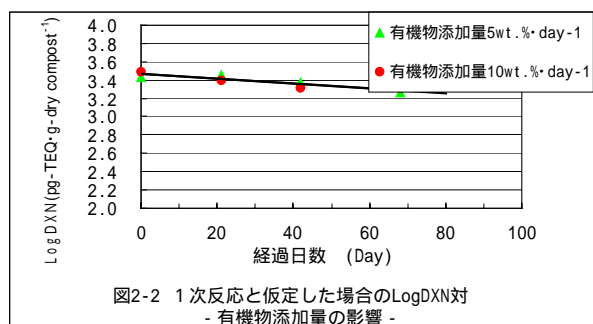
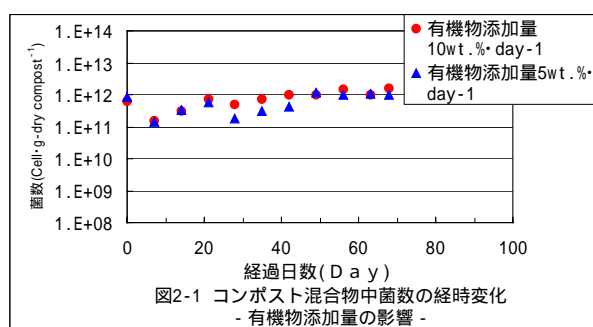
有機物添加量の影響

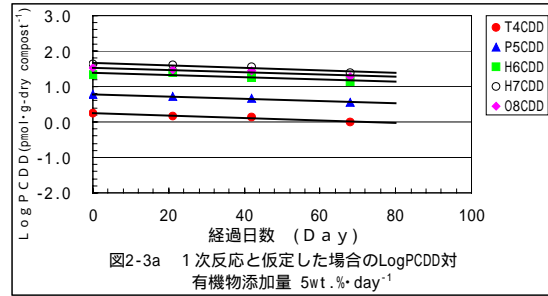
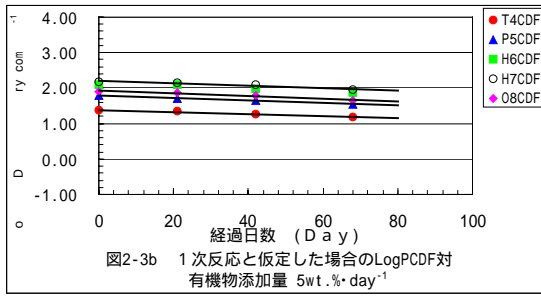
図 2 は使用したピーカスケール固相バイオリアクタの全景である。

図 2 - 1 はコンポスト混合物中の菌数の経時変化である。微生物製剤中の複合微生物群は順調に生育・増殖したと判断される。図 2 - 2 , 3 a , 3 b は有機物添加量 5、1 0 (微生物製剤当 wt. %・day⁻¹) のダイオキシン分解処理実験におけるコンポスト混合物中の各ダイオキシン類、D X N (毒性当量 , pg-TEQ・g-dry compost⁻¹)、P C D D (ポリ塩化ジベンゾパラジオキシン , pmol・g-dry compost⁻¹)、P C D F (ポリ塩化ジベンゾフラン , pmol・g-dry compost⁻¹) の分解反応を 1 次反応と仮定した場合の解析結果である。ダイオキシン類濃度は、厨芥投入によるコンポスト混合物の増減および分析用サンプルのサンプリング操作により排出されるダイオキシン量を換算して算出した。解析結果は各ダイオキシン成分 D X N、P C D D、P C D F とともに直線となることから 1 次反応と仮定したことは妥当と考えられる。この解析結果を基に有機物添加量 5、1 0 (微生物製剤当 wt. %・day⁻¹) において、ダイオキシン分解半減期は 1 0 2、9 6 日及び実験時の濃度範囲におけ



図 2 固相バイオリアクタ





るダイオキシン分解速度は5 2 1 0、5 5 8 0 pg-TEQ・g-dry compost⁻¹・year⁻¹ (ダイオキシン濃度範囲3 0 0 0 ~ 2 0 0 0 pg-TEQ・g-dry compost⁻¹) と換算された。有機物添加量5、1 0 (微生物製剤当 wt. %・day⁻¹) では有機物添加量を半分に低下させてもダイオキシン分解半減期に影響がないことが明らかとなった。

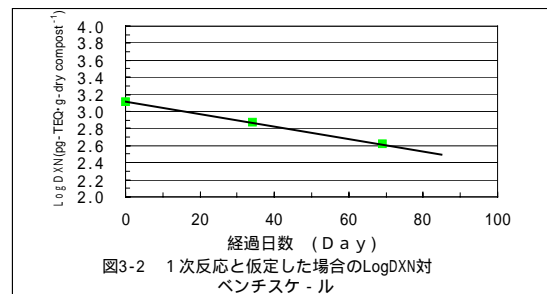
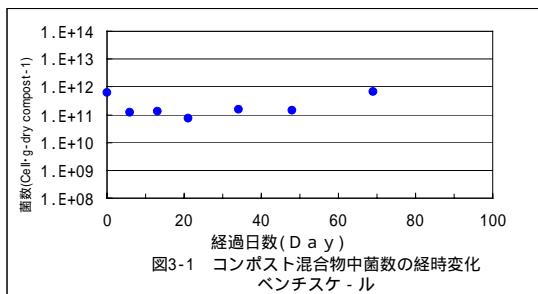
(2) ベンチスケール固相バイオリアクタによるダイオキシン分解能力の確認

ベンチスケール固相バイオリアクタはリアクタ本体、リアクタ架台、脱臭機及び制御部から構成される。図3は使用したベンチスケール固相バイオリアクタの全景である。リアクタ本体は単槽式、有効容量300L、リング状攪拌翼を有する。リアクタ架台は内容物重量測定用口・ドセルを有し、脱臭機は電気集塵器、オゾン脱臭触媒から構成され、排気兼用ファンが設置されている。制御部は攪拌機の運転・停止時間、ヒーター加熱、排気ファンの運転・停止時間の制御装置を有している。

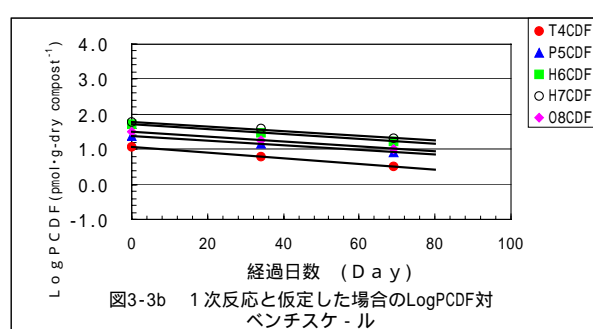
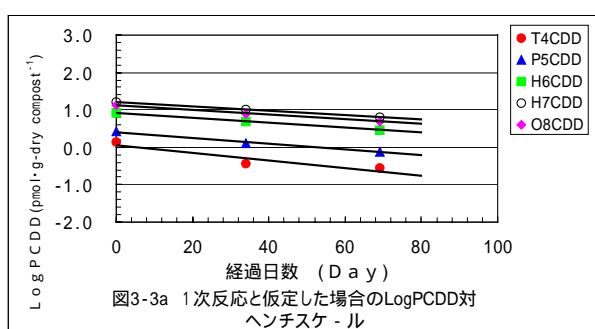


図3 ベンチスケール固相バイオリアクタ

図3-1はコンポスト混合物中の菌数の経時変化である。微生物製剤中の複合微生物群は順調に生育・増殖したと考えられる。図3-2, 3a, 3bはDXN、PCDD、PCDFの分解



反応を1次反応と仮定した場合の解析結果である。解析結果は各ダイオキシン成分D X N、P C D D、P C D Fともに直線となることから1次反応と仮定したことは妥当と考えられる。この解析結果を基にダイオキシン汚染土壌の浄化において、ダイオキシン分解半減期は49日及び実験時の濃度範囲におけるダイオキシン分解速度は4690 pg-TEQ・g-dry compost⁻¹・year⁻¹ (ダイオキシン濃度範囲1500 ~ 500 pg-TEQ・g-dry compost⁻¹)と換算された。ベンチスケ-ルリアクタを用いたダイオキシン分解実験の結果、リアクタスケ-ルアップによるダイオキシン分解能力(比較ヒ-カ-スケ-ルリアクタ 含水率40 wt.%, ダイオキシン分解半減期96日)の向上が認められた。

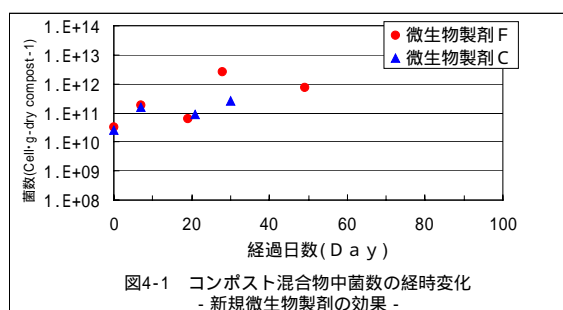


(3) 微生物製剤の基本製造技術の構築

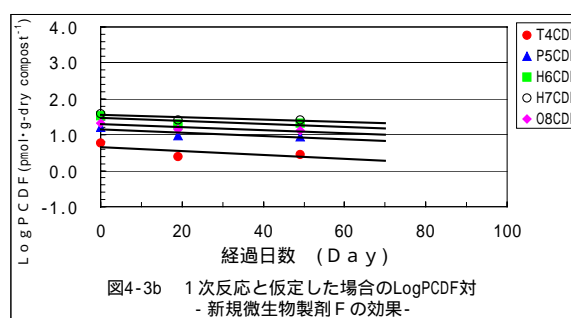
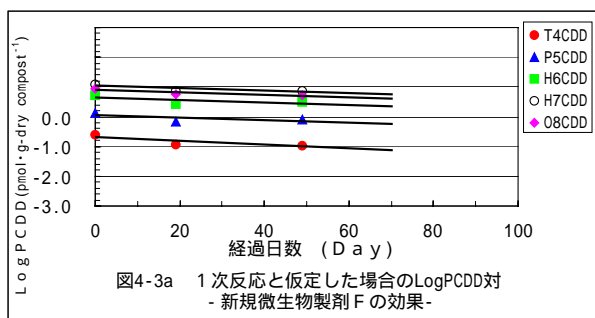
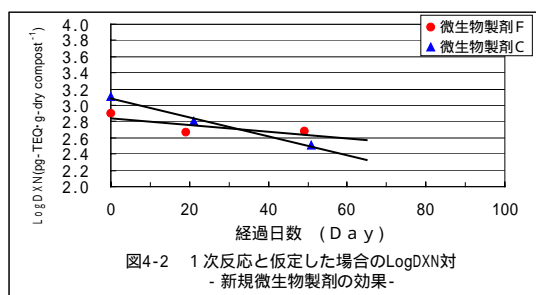
ダイオキシン汚染土壌、焼却灰以外のダイオキシン分解微生物の集積に必要なダイオキシン類似化合物として骨格構造がダイオキシン類に類似する農薬5種を検討した。その中から農薬2種を選択し、集積培養・製造した新規微生物製剤F、Cのダイオキシン分解能力を把握するために、ダイオキシン分解処理実験を実施した。

図4-1はコンポスト混合物の菌数の経時変化である。菌数は10¹⁰以上に維持されていることより、新規微生物製剤中の複合微生物群は順調に生育・増殖していると判断される。

図4-2, 3a, 3bはD X N、P C D D、P C D Fの分解反応を1次反応と仮定した場合の解析結果である。解析結果は直線となることから1次反応と仮定したことは妥当と考えられる。この解析結果を基に新規微生物製剤F、Cについて、ダイオキシン分解半減期及び実験時の濃度範囲におけるダイオキシン分解速度は半減期59日、32日、2220, 6780 pg-TEQ・g-dry compost⁻¹・year⁻¹ (ダイオキシン濃度範囲1500 ~ 500 pg-TEQ・g-dry compost⁻¹)が換算された。



塩素数4～8のPCDD、PCDF各ダイオキシン成分の解析結果も1次反応と仮定できることから、既存の微生物製剤と同様に塩素数4～8のPCDD、PCDFをすべて分解すること可能と考えられる。



3. 今後の予定

(1) 新規微生物製剤製造技術の確立

微生物製造法の確立に向けて、使用する農薬の分解期間、添加濃度等農薬の分解特性が微生物製剤のダイオキシン分解能に与える影響を把握する。これにより、ダイオキシン分解能を確実に有し、かつ短期間、低コストで取得できる微生物製剤製造法を確立する。

(2) 新規微生物製剤による最適ダイオキシン浄化プロセスの確立

新規微生物製剤を用いた場合のダイオキシン分解能力に及ぼす影響因子を把握する。

(3) ベンチスケ - ル固相バイオリアクターによるエンジニアリングデータ取得

ベンチスケ - ル固相バイオリアクターにより新規微生物製剤を用いたダイオキシン浄化運転を実施し、ダイオキシン分解能の向上及びリアクタスケ - ルアップによるダイオキシン分解能力に与える影響を検討することにより、リアクタ設計のためのエンジニアリングデータを取得する。