

## 平成16年度 POPs汚染土壌浄化技術基礎調査結果及び評価

技 術 名	アルカリ触媒分解法 (BCD 法)
実施機関名	株式会社荏原製作所
原 理	ダイオキシン類、PCB、農薬などの難分解性有機塩素化合物に汚染された底質、土壌等をアルカリと触媒の存在下、300～500℃で間接加熱して脱塩素化処理を行い無害化する。
結果概要	<p>◎処理量 98.3kg</p> <p>◎試験条件 RUN1：試料 59.7 kg (含水率 10%)、NaOH1.8 kg、処理温度 430±40℃、反応器平均滞留時間 15 分 RUN2：試料 38.6 kg (含水率 15%)、NaOH1.2 kg、処理温度 430±40℃、反応器平均滞留時間 45 分</p> <p>①有効性 POPs 農薬汚染土壌を BCD 法により処理した結果、反応器平均滞留時間 15 分 (Run1) 及び 45 分 (Run2) で供試土壌中 BHC370ng/g、DDT 類 130ng/g、ドリソ類 52ng/g、ダイオキシン類濃度 7.7pg-TEQ/g が Run1 と Run2 での分解率は ND 値を定量下限値として計算すると BHC99.5%、99.4% (ND 値を 0 として計算：99.5%、99.4%)、DDT 類 99.95%以上、99.94%以上 (同 99.96%、99.95%)、ドリソ類 99.98%以上、99.97%以上 (同 100%、99.98%) であった。</p> <p>Run1 と Run2 の処理後土壌における除去率は、2Run とも BHC99.7% (同 99.7%)、DDT 類 99.96%、99.95% (同 99.96%、99.95%)、ドリソ類 99.99%以上、99.98% (同 100%、99.98%) であった。</p> <p>ダイオキシン類濃度は、Run1 及び Run2 の処理後土壌でそれぞれ 15pg-TEQ/g、23pg-TEQ/g で処理前より増加していたが、いずれも土壌環境基準値以下であった。増加要因は HpCDD s、OCDD などの高塩素化物が脱塩素の過程で 2,3,7,8-TeCDD、1,2,3,7,8-PeCDD などの毒性等価係数の高い低塩素化物に変わったことによると考えられる。</p> <p>なお、サンプリングポイント毎の測定結果は下表のとおりであり、供試土壌中の重金属類としてはふっ素 0.10mg/L、ほう素 0.01mg/L が検出されたが、いずれも環境基準値以下であった。</p>

## Run1

	供試土壌	処理土壌	触媒出口	排ガス吸収液	活性炭出口
BHC	370 (ng/g)	1.6 (ng/g)	310 (ng/m <sup>3</sup> N)	1100 (ng/L)	0.58 (ng/m <sup>3</sup> N)
DDT類	130 (ng/g)	0.072 (ng/g)	<0.1 (ng/m <sup>3</sup> N)	<2 (ng/L)	0.74 (ng/m <sup>3</sup> N)
ドリソ類	52 (ng/g)	<0.006 (ng/g)	<0.1 (ng/m <sup>3</sup> N)	<2 (ng/L)	<0.1 (ng/m <sup>3</sup> N)
DXN類	7.7 (pg-TEQ/g)	15 (pg-TEQ/g)	0.00014 (pg-TEQ/m <sup>3</sup> N)	320 (pg-TEQ/L)	0.0000083 (ng-TEQ/m <sup>3</sup> N)

## Run 2

	供試土壌	処理土壌	触媒出口	排ガス吸収液	活性炭出口
BHC	370 (ng/g)	1.2 (ng/g)	1200 (ng/m <sup>3</sup> N)	1500 (ng/L)	0.85 (ng/m <sup>3</sup> N)
DDT類	130 (ng/g)	0.083 (ng/g)	0.16 (ng/m <sup>3</sup> N)	<2 (ng/L)	<0.1 (ng/m <sup>3</sup> N)
ドリソ類	52 (ng/g)	0.012 (ng/g)	<0.1 (ng/m <sup>3</sup> N)	<2 (ng/L)	0.11 (ng/m <sup>3</sup> N)
DXN類	7.7 (pg-TEQ/g)	23 (pg-TEQ/g)	0.00088 (pg-TEQ/m <sup>3</sup> N)	330 (pg-TEQ/L)	0.000024 (ng-TEQ/m <sup>3</sup> N)

## ②効率性

Run1 では供試土壌量 59.7kg に対し投入電力量は 162kWh、電力原単位は 2.7kWh/kg、Run2 では供試土壌量 38.6kg、投入電力量は 125kWh、電力原単位は 3.2kWh/kg であった。

経済性の検討に用いた 200 トンの処理例では、300kg/h、200kg/h の処理量でのエネルギー効率は約 2,700MJ/t、約 4,000MJ/t、作業効率はそれぞれ 90kg/h・人、60kg/h・人であった。

## ③安定性

1 回当たりの RUN で連続 10 時間運転を行ったが、反応器温度も管理目標値の 390～470℃の間で運転できた。

## ④安全性

処理装置は運転中負圧に維持された。

## ⑤周辺環境への負荷

処理後土壌、放出ガス、排水（排ガス吸収液）が処理装置から排出される。両 RUN における処理後土壌中の BHC 含有量は 1.6ng/g、1.2ng/g であり、溶出量は  $2.7 \times 10^{-6}$ mg/L、 $4.1 \times 10^{-6}$ mg/L であり、農薬環境管理指針値以下であった。

大気放出ガス中 BHC は 0.58ng/m<sup>3</sup>N、0.85ng/m<sup>3</sup>N、DDT 類は 0.74ng/m<sup>3</sup>N、0.1ng/m<sup>3</sup>N 未満、ドリソ類は 0.1ng/m<sup>3</sup>N 未満、0.11ng/m<sup>3</sup>N であり、農薬環境管理指針値以下であった。また大気放出ガス中のダイオキシン類濃度はいずれの Run でも大気排出基準 0.1ng-TEQ/m<sup>3</sup>N を下回っていた。

Run1 と Run2 の排ガス吸収液中の BHC は 1,100ng/L、1,500ng/L、DDT 類、ドリソ類いずれの Run とも 2ng/L 未満であった。ダイオキシン類は 320pg-TEQ/L、330pg-TEQ/L 検出されたが、凝集沈殿、活性炭処理で無害化が可能である。なお、ダイオキシン類濃度の増加原因は、当調査以前に行った PCB を含んだ汚染土壌の浄化試験による影響が考えられたため種々検討を行ったが、データ不足のため確定には至らなかった。

## ⑥経済性

今回の実証調査をもとに POPs 汚染土壌 200 トンの処理費用を試算した。機械設備、工事費、工事経費、運転費の総計から、POPs 土壌の処理費用は、Run1 では約 425,000 円/t、Run2 では約 547,000 円/t である。POPs 汚染土壌 10,000 トンの場合の試算は、処理費用が Run1 では約 116,000 円/t、Run2 では約 144,000 円/t となる。

## 検討会評価

今回の実証試験における POPs 農薬分解率は、99.4%以上であった。処理後土壌中のダイオキシン類濃度は土壤環境基準以下であるが増加した。この

要因は、高塩素化物が、脱塩素の過程で低塩素化物に変化したことによると考えられたため、高塩素化物の濃度が高い DXN 類を含む POPs 農薬汚染土壌を処理するにあたっては、事前に反応器内での滞留時間等を検討し、確実な浄化処理に向けた対応が必要である。

周辺環境への影響は、POPs 農薬については処理後土壌中、排出ガス中、排ガス吸収液中のいずれも農薬環境管理指針値以下であるが、排ガス吸収液中の DXN 類濃度 (320、330pg-TEQ/L) が、水質排出基準を超えている。これは、当調査以前に行った試料の影響が考えられたため、種々検討を行ったがデータ不足により、原因の確定には至らなかった。この排ガス吸収液は後段の水処理装置で処理されるが、この処理水を排出する場合は、凝集沈殿、活性炭処理等を行うなど排水を確実に処理できるシステムを設けることが必要である。

<参考：農薬環境管理指針値>

物質	処理後土壌(mg/L)		排出ガス(mg/m3)		排ガス吸収液(mg/L)	
	分析結果	土壌濃度指針値	分析結果	大気中濃度指針値	分析結果	大気中濃度指針値
BHC	0.0027 × 10 <sup>-3</sup>	2.5 × 10 <sup>-3</sup>	0.00058 × 10 <sup>-3</sup>	0.3 × 10 <sup>-3</sup>	1.1 × 10 <sup>-3</sup>	2.5 × 10 <sup>-3</sup>
	0.0041 × 10 <sup>-3</sup>		0.00085 × 10 <sup>-3</sup>		1.5 × 10 <sup>-3</sup>	
DDT	<0.00006 × 10 <sup>-3</sup>	12.5 × 10 <sup>-3</sup>	0.00074 × 10 <sup>-3</sup>	1.7 × 10 <sup>-3</sup>	<0.0002 × 10 <sup>-3</sup>	12.5 × 10 <sup>-3</sup>
	<0.00006 × 10 <sup>-3</sup>		<0.0001 × 10 <sup>-3</sup>		<0.0002 × 10 <sup>-3</sup>	
アルドリン	<0.00006 × 10 <sup>-3</sup>	0.3 × 10 <sup>-3</sup>	<0.0001 × 10 <sup>-3</sup>	0.03 × 10 <sup>-3</sup>	<0.0002 × 10 <sup>-3</sup>	0.3 × 10 <sup>-3</sup>
エンドリン	<0.00006 × 10 <sup>-3</sup>	0.5 × 10 <sup>-3</sup>	0.00011 × 10 <sup>-3</sup>	0.1 × 10 <sup>-3</sup>	<0.0002 × 10 <sup>-3</sup>	0.5 × 10 <sup>-3</sup>
デイルドリン		0.3 × 10 <sup>-3</sup>		0.03 × 10 <sup>-3</sup>		0.3 × 10 <sup>-3</sup>

上段：Run1、下段：Run2