

[資 料]

生物を利用した土壌中ダイオキシン類低減化の検討

蓑毛康太郎 大塚宜寿 茂木守

1 はじめに

ダイオキシン類の分解処理に関する研究は各種検討されているが、実用にはまだ不十分である。特に低いし中濃度、かつ広域に汚染された土壌を効果的に処理するには、土壌中からダイオキシン類を抽出・濃縮する必要がある。

生物は環境中に放出された様々な化学物質を体内に蓄積することが知られている。ダイオキシン類を効率よく体内に蓄積する生物が見出せれば、その生物を散布し収集することで、広く土壌中に拡散したダイオキシン類を低コストで簡便に濃縮できる可能性がある。

土壌中には様々な生物が生息しているが、日本中に広く分布し、比較的大型で土壌中を広範囲に行動する生物が有効であると考え、ミミズとダンゴムシの2種に着目した。ミミズは土壌を直接摂取する生物で、土壌中の無脊椎動物のバイオマスに占める割合は9割を占めている。また年間40kg/m²、表層土20cmの1/6がミミズの体内を通過するという報告もある¹⁾。採取法も各種知られている²⁾。ダンゴムシは土壌を直接摂取はしないものの、日本中に広く分布し比較的化学物質の汚染に強く³⁾、捕獲方法も各種知られている⁴⁾。

本研究では、上記2種の生物およびそれらが生息している土壌中のダイオキシン類を分析し、生物を利用した土壌中ダイオキシン類の濃縮の可能性を検討した。

2 実験方法

2.1 試料採取

埼玉県内の4地点(熊谷市工業地域、所沢市雑木林、浦和市住宅地、小川町山林)で土壌およびミミズ(フツウミミズ、*Pheretima communissima*)を採取した。熊谷および浦和についてはダンゴムシ(オカダンゴムシ、*Armadillium vulgare*)も採取した。

2.2 分析方法

得られた試料についてダイオキシン類(ポリ塩化ジベンゾ-パラ-ダイオキシン、ポリ塩化ジベンゾフランおよびコプラナー-PCB)の濃度を分析した。

土壌試料中のダイオキシン類の分析は、環境庁水質保全

局土壌農薬課による「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル(平成12年1月)」に準じて行った。

生物試料は環境庁水質保全局水質管理課による「ダイオキシン類に係る水生生物調査暫定マニュアル(平成10年9月)」に準じて行った。ミミズは、採取後純水で湿らせたペーパータオルを敷いたステンレスバット内に入れて、24時間暗所で放置し泥を吐き出させた後に、水洗してから全量を分析操作に供した。ダンゴムシは軟体部の分離が困難であるため、そのまま全体を処理した。

3 結果と考察

3.1 総TEQ値について

各試料のダイオキシン類濃度を、最も毒性の高い2,3,7,8-T4CDDの毒性で換算した総TEQ値として表1に示す。ミミズおよびダンゴムシ中のダイオキシン類濃度は、生息する土壌中のダイオキシン類濃度の増加に応じて概ね増加することが分かった。Kraussら⁵⁾が行ったPCBの含まれる土壌のミミズへの暴露実験によると、PCBのミミズ体内への取り込みは20日程度で平衡に達した。このことから、ダイオキシン類についてもミミズ体内への取り込みが無制限でなく、周辺環境に応じた適当な濃度で平衡に達することが予想される。

表1 各試料のダイオキシン類濃度(単位:pg-TEQ/g*)

	熊谷	所沢	浦和	小川
ミミズ	37	16	4.7	2.2
ダンゴムシ	14	-	3.0	-
土壌	94	180	34	11

*乾重量。ミミズ、ダンゴムシについては湿重量。

表1の結果の濃度範囲では、ミミズ中のダイオキシン類濃度(C_w)が土壌中のダイオキシン類濃度(C_s)に応じて直線的に増加すると仮定し、近似すると(図1)、少なくとも見積もって式(1)となる。

$$C_w = 0.091C_s \quad (1)$$

式(1)を利用しダイオキシン類に汚染された1m×1m×深さ20cm(密度は1.2kg/dm³とする)の土地の処理を試算すると、10kgの汚染されていないミミズをその土地に投入しダイオキシン類を十分体内に取り込ませた後に、これらのミミズをすべて回収するならば、60回投入・回収を繰り返すことでようやく

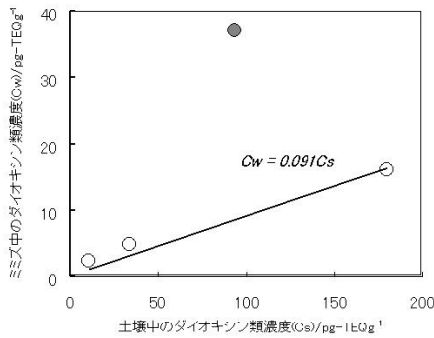


図1 土壤中のダイオキシン類濃度とミズ中のダイオキシン類濃度の関係

土壤中のダイオキシン類を2割削減することができる。よって、この方法は実用には不相当と思われる。

3.2 異性体プロファイルについて

GC/MSのクロマトグラムの一部を図2に示す。ミズと土壌のクロマトグラムは類似しているが、ダンゴムシは異なったパターンを示している。

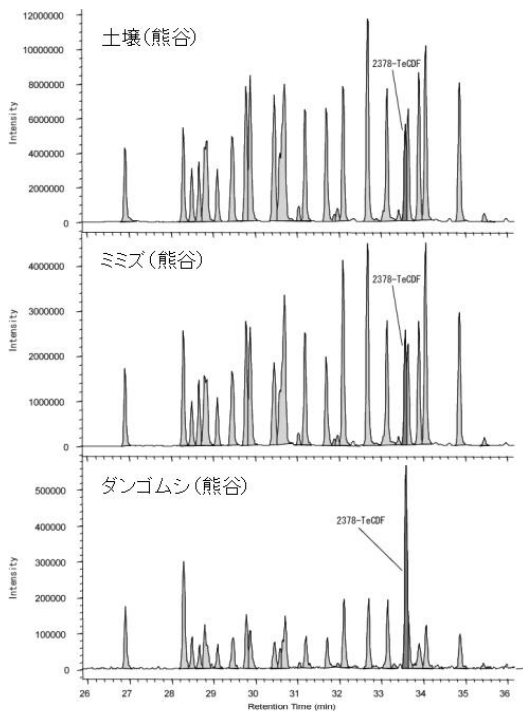


図2 T4CDFのGC/MSクロマトグラム

総ダイオキシン類濃度に対する2,3,7,8位異性体濃度の比を見ると(図3)、ダンゴムシでは2,3,7,8-T4CDDや2,3,7,8-T4CDFなど毒性の高い異性体の割合が高くなっていた。これはダンゴムシが腐食した植物などの他に昆虫の死骸などを摂取する⁶⁾ためと思われる。

体内に蓄積する量から、ダンゴムシもミズの場合と同様に土壌処理への実用は不相当と思われる。しかしながら、ダン

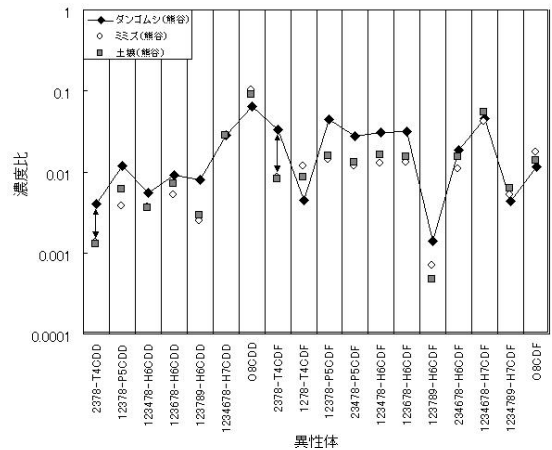


図3 総ダイオキシン類濃度に対する2,3,7,8位異性体濃度比

ゴムシは体の大半を殻が占めているため、代謝に大きく寄与すると思われる軟体部で換算すると、比較的効率よくダイオキシン類を体内に蓄積することが示唆された。

4 まとめ

生物を利用した土壌中ダイオキシン類の濃縮の可能性を検討するために、土壌とそこに生息するミズおよびダンゴムシ中のダイオキシン類濃度を測定したところ、土壌中のダイオキシン類濃度に応じて、ミズおよびダンゴムシ中の濃度も概ね増加することが分かったが、これら2種の生物を利用した土壌中のダイオキシン類の濃縮は、実用には不相当である。なお、ダンゴムシは比較的毒性の高い異性体を蓄積していることが分かった。

文献

- 1) Diercxsens, P., de Weck, D., Borsinger, N., Rosset, B. and Tarradellas, J.(1985)Earthworm Contamination by PCBs and Heavy Metals. *Chemosphere*, **14**, 511-522.
- 2) Hendrix, P. F.(1999)Earthworms. In: M. Sumner(ED), Handbook of Soil Science, CRC Press, C77-85.
- 3) 青木淳一(1996)指標生物として有効な土壌生物, 水情報, **16**, 3-7.
- 4) Paoletti, M. G. and Hassall, M.(1999)Woodlice(Isopoda: Oniscidea): Their Potential for Assessing Sustainability and Use as Bioindicators. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **74**. 157-165.
- 5) Krauss, M., Wilcke, W. and Zech, W.(2000)Availability of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) and Polychlorinated Biphenyls(PCBs) to Earthworms in Urban Soils. *Environ. Sci. Technol.*, **34**, 4335-4340.
- 6) いぬいみのる(1991)ダンゴムシのいくつかのふしぎ, 大日本図書, 30.