

土壌生態系の食物連鎖におけるダイオキシン類の生物濃縮に関する研究

益永・中井&松田研究室 中村真理

1. 緒言

ダイオキシン類は、環境中での残留性や生物体内での蓄積性、毒性から野生生物への影響が懸念され、野生生物を対象とした調査が環境省により H10 年から行われてきた。これらの調査から、陸上生態系の食物連鎖の高次生物において高濃度に蓄積する傾向が確認される。上位生物へのこのような濃縮を抑えるためには、その始点となる土壌に着目し、その曝露経路やメカニズムの解明が必要となる。しかし、ある地域の土壌のダイオキシン類濃度とそこにおける食物連鎖による生物濃縮に着目した研究はほとんどない。特に、日本の環境中に残留しているダイオキシン類は過去に使用された水田除草剤からの寄与が大きく、これらが使用されていた地域においては現在でも高濃度のダイオキシン類が残留していると考えられる¹が、このような地域における報告はない。

そこで本研究は、休耕田の土壌に着目し、土壌からダイオキシン類を上位生物へと受け渡す仲介として、土壌生態系を対象とした。土壌生態系は生物量が多く陸上生態系の維持に欠かせない存在²であると共に、土壌動物は猛禽類や一部の食肉哺乳類の餌となることからこのような捕食者への曝露経路の1つとなる。

2. 調査概要及び分析方法

①調査概要

神奈川県内の一般的な休耕田(Fallow1~3)と林(Forest)において、土壌、ミミズのサンプリングを行い、Fallow1,3においてモグラのサンプリングを行った。土壌の採取は環境省による「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル」に従った。ミミズは50 cm×50 cmの方形枠を設定し、深さ0-20 cm土壌においてハンドソーティング法で採取した。その後3日間土を吐かせ、分析まで-30℃で冷凍保存した。モグラは罠により捕獲後、外部測定を行い、分析まで冷凍保存した。モグラは肝臓、腎臓、筋肉、胃、胃内容物などの部位を採取した。

②分析

ダイオキシン類の分析方法は基本的には環境省のマニュアルに準じたが、細かな操作については本研究室において過去に検討された小林(2004)³の方法を用いて行った。分析対象物質は4~8塩素PCDD/Fs及びDioxin-like PCBsの全異性体とした。

3. 土壌生態系における蓄積レベル

3-1 土壌・ミミズの濃度

休耕田における土壌濃度は平均36 pg-TEQ/g-dryであり、Forestにおける濃度11 pg-TEQ/g-dryより高い濃度を示した。また、ミミズの濃度は、休耕田において平均260pg-TEQ/g-fat、Forestにおいて220 pg-TEQ/g-fatであった。

3-2 モグラの組織中濃度

Fallow1において採取したモグラの部位別濃度を図3-1に示した。これによると肝臓において高濃度の蓄積が見られた。山田ら⁴の報告でも肝臓においてこのような傾向が認められている。

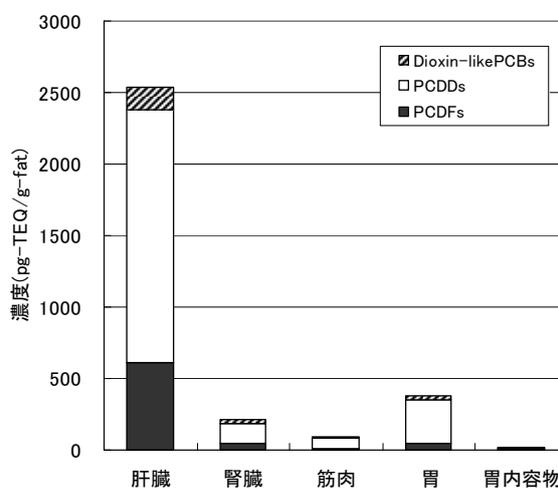


図3-1 モグラ組織中濃度(Fallow1)

4. 土壤動物における蓄積特性と異性体挙動

4-1 ミミズにおける蓄積特性

各コンジェナーの土壤とミミズの濃度はどの地点においても良好な相関を示し、土壤において高濃度に検出したコンジェナーはミミズにおいても高濃度に蓄積している傾向が示された。算出したコンジェナーごとの \log BSAF【ミミズ濃度 (pg/g-fat)/土壤濃度 (pg/g-有機物)】と、各コンジェナーの $\log Kow$ との相関を図 4-1 に示した。その結果、 $\log Kow$ が大きくなるにつれ、 \log BSAF が小さくなる傾向が得られた。特に Dioxin-like PCBs は、PCDD/Fs と比較して高い濃縮性を示した。

4-2 アズマモグラ体内の蓄積特性

図 4-2 にモグラの 2378 置換体 PCDD/Fs の体内組織(肝臓、腎臓、筋肉、胃)脂肪量に対する負荷量の割合を示した。これによると、いずれも肝臓において 2378-PCDD/Fs のコンジェナーの負荷が大きいことが分かる。また、他の組織においては PCDD/Fs の塩素置換数が増えるにつれその負荷量の割合が減少し、逆に肝臓においてその割合が増加した。肝臓において高塩素のコンジェナーが蓄積しやすいことが示唆される。

4-3 土壤—ミミズ—モグラにおける生物濃縮

土壤、ミミズ、モグラにおける 2378-PCDD/Fs と Dioxin-like PCBs の生物濃縮係数を図 4-3 に示した。その結果、BSAF 値は Fallow1: 0.74~42、Fallow3: 0.59~7.7 であった。また、モグラ肝臓においては最大で 340 の BMF 値が観測され、土壤—ミミズ間の濃縮と比較してモグラ肝臓における生物濃縮が高いことが分かる。

5. 総括

休耕田における土壤—ミミズ—モグラ

の食物連鎖において生物濃縮が確認され、特にアズマモグラにおいて高濃度にダイオキシン類が蓄積していた。このような土壤動物における蓄積傾向は、休耕田を利用する陸上生物にとって曝露経路となる。特に、アズマモグラを捕食することが確認されているノスリ⁵において重要な曝露経路であることが示唆される。

6. 参考文献

1, 清家ら, 環境化学 13 117-132 (2003), 2, 金子ら, *Edaphologia* 67 1-14 (2001), 3, 小林, 横浜国立大学博士論文 (2004), 4, 山田ら, 第 10 回環境化学討論会講演要旨集 290-291 (2001), 5, 吉田, *BINOS* 10 65-74(2003)

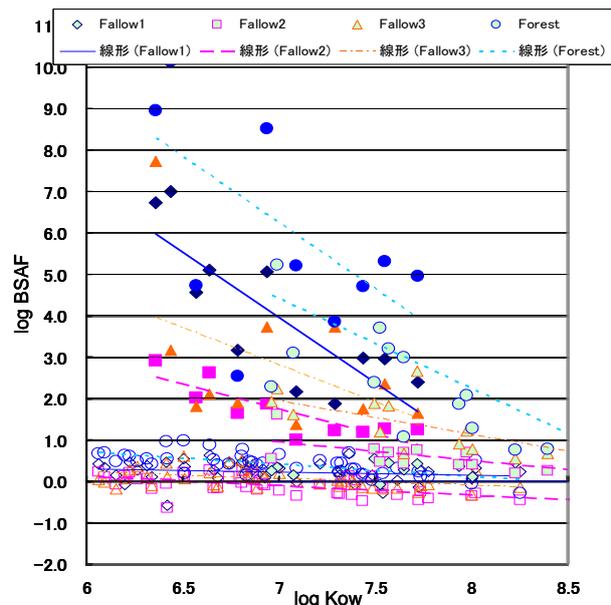


図4-1 各コンジェナーの \log BSAF (ミミズ実測濃度/土壤実測濃度) と $\log Kow$ プロット: 白抜き (non2378-PCDD/Fs) グレー塗りつぶし (2378-PCDD/Fs) 塗りつぶし (Dioxin-like PCBs)

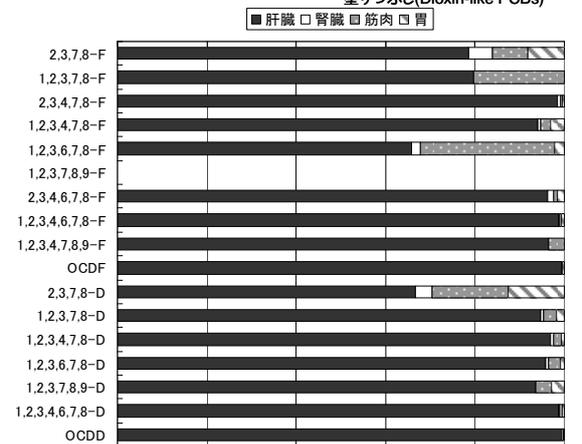


図4-2 2378置換体PCDD/Fsの各コンジェナーにおけるアズマモグラ組織中脂肪量に対する負荷量(%)

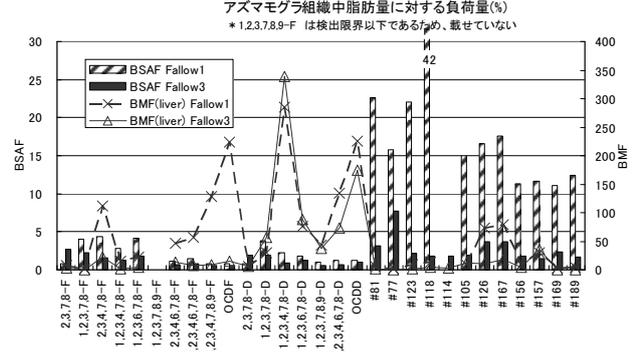


図4-3 土壤—ミミズ—モグラにおける2378置換体PCDD/Fs、Dioxin-like PCBsのBSAF及びBMF BSAF=ミミズ (pg/g-fat)/土壤 (pg/g-dry) BMF=モグラ (pg/g-fat)/ミミズ (pg/g-fat)