

農業環境におけるダイオキシン類の動態とその制御技術

独立行政法人 農業環境技術研究所 環境化学分析センター長

上路 雅子

1. はじめに

農業環境中のダイオキシン類には、廃棄物の焼却施設から排出されたものに加えて、過去に使用した農薬の不純物として農地土壤に蓄積されたものがある。所沢市で問題になった農産物のダイオキシン汚染に関するマスコミ報道は社会に混乱をもたらし、農業生産にも大きな打撃を与えた。日本人のダイオキシン類摂取量の約7割は魚介類に由来する。その供給源として、農地土壤に蓄積したダイオキシン類の水系流出が指摘されていた。このような状況から、食品の安全・安心の確保および農業生態系の保全のために、農作物および農業環境におけるダイオキシン類の挙動解析や、汚染軽減および動態制御のための技術開発が求められ、これまでいくつかのプロジェクト研究が実施されてきた。ここでは、これまでの研究成果を紹介する。

2. 農作物におけるダイオキシン類

イネ、ホウレンソウ、ニンジン、キュウリなど各種作物をダイオキシン類汚染土壤で栽培し、作物の各部位におけるダイオキシン類濃度と、栽培環境に存在するダイオキシン類の移行について明らかにした。いずれの農作物でも、可食部位である果実、葉部、根部でのダイオキシン類濃度は低く、他省庁で実施されたダイオキシン類実態調査とほぼ同程度であった。例えば、ダイオキシン類汚染土壤（120 pg-TEQ/g）に栽培したイネ体の濃度分布は、葉>モミガラ>茎>玄米であり、可食部では極めて低濃度であった。さらに、維管束液では検出限界 0.0001 pg-TEQ/mL 以下であること、イネおよび栽培土壤の異性体組成の解析結果より、イネへの主要汚染源は廃棄物焼却施設からの大気由来であることなどが明らかにされた（図1）。

各種農作物におけるダイオキシン類汚染は、キュウリなどウリ科作物を除き、大気中の降下物およびガス態、ダイオキシン類汚染土壤の作物付着に由来するものと考察された。このため、雨よけ栽培、マルチ栽培などにより大気降下物や土壤粒子との接触を少なくすることで、農作物における汚染低減が可能となった。また、ニンジンのような根菜類では、根の皮部に大部分が分布することから、皮むきにより根表面のダイオキシン類が除去されることを検証した。なお、走査電子顕微鏡及びX線分析により葉菜、根菜の表面には水洗しても除去できない土壤粒子が付着していることを明らかにした。農作物中のダイオキシン類測定で「真の値」を得るためには、試料調製法の検討が必要である。

ポット栽培したキュウリの樹液および皮むきした果肉からダイオキシン類が検出され、根からの吸収、移行が示唆された。このような現象は栽培土壤、栽培時期などによってもその程度に差のあることが確認された。汚染土壤を植物で浄化する技術を開発するためにも、ダイオキシン類の物理化学的特性、作物生理的な面からの研究を深化させたい。

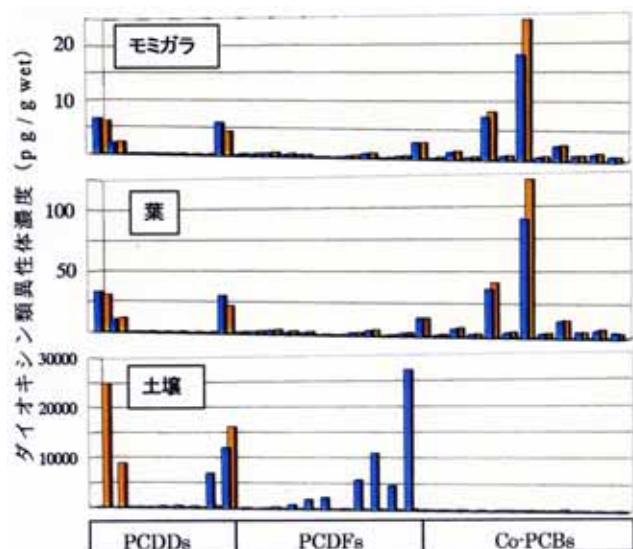


図1 栽培土壤およびイネ体(葉・モミガラ)のダイオキシン類異性体組成
■: 栽培土壤 A, ■: 栽培土壤 B

3. 農地土壌におけるダイオキシン類

(1) 農地土壌の汚染と濃度変動

過去に使用された農薬には、その副産物として構造特異的なダイオキシン類を含むものがあつた。これらは、農地土壌のダイオキシン類濃度を高める要因となり、除草剤の PCP に由来する OCDD、および CNP の 1,3,6,8-、1,3,7,9-TCDD が特徴的であつた。1960 年代以降の水田土壌におけるダイオキシン類濃度の変動および異性体組成を解析した結果、濃度は除草剤使用状況に連動して 60 年代初期から上昇して 60 年代末にピークに達し、その後、緩やかに減少していることが明らかになった。また、検出されるダイオキシン類は PCP、CNP 製剤に由来するものの他に、燃焼・焼却過程で生成したダイオキシン類が加わって、後者の寄与率が徐々に増加していることを解明した。畑土壌のダイオキシン類濃度も減少傾向にあり、また、その異性体組成分布は水田土壌と比較して多様であつた。

(2) 水系への流出とその制御

水田の土壌粒子は、代掻き時や増水時に濁り水として水系に流出する。その濁り水の主体が土壌懸濁物質 (SS) であり、ダイオキシン類も同時に流出して排水路および河川・湖沼底質に蓄積していることが示唆された (図 2)。さらに、連続遠心分離により分類した粒径別 SS のダイオキシン類濃度は、土壌間で異なつた。灰色低地土および黄色土では、粒径が小さくなるとダイオキシン類濃度が低下する。一方、黒ボク土では逆に高くなる結果が得られている。このような農地土壌粒子に収着したダイオキシン類の水系流出を抑制するために、水田水管理・栽培管理法として無代かき栽培や不耕起直播栽培が有効であることを提示した。また、土壌凝集剤として塩化カルシウム (60kg/10a) を施用することで、稲の生育に影響なく土壌懸濁物質を凝集沈殿できることを明らかにした。現在、凝集剤を用いたダイオキシン類流出抑制技術として、この実証実験を行っている。

4. 今後の課題

「ダイオキシン類対策特別措置法」が 2000 年に施行されて以来、ダイオキシン類の排出は大幅に抑制された。今後は、農業環境に残留しているダイオキシン類の分解および拡散防止のための技術開発が必要である。植物および微生物機能を活用した技術の可能性を探るため、さらに基礎的な研究が重要となる。陸域及び水域生態系における食物連鎖を介した生物濃縮性により、野生生物への蓄積が問題になっているが、このような生態系におけるダイオキシン類の毒性的な影響やその毒性発現機構は必ずしも明確でない。今後、ダイオキシン類による生態リスクの評価とリスク軽減に向けて、暴露評価のために精度の高いデータを蓄積したい。

今年度から、イニシャチブ研究「農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発」が開始された。この研究の中で、POPs (残留性有機汚染物質) など有害化学物質の環境動態、生態影響の解明および環境修復技術に関する課題が推進されており、他の独立行政法人試験研究機関、大学、民間などの関係研究者との横断的な連携により、ダイオキシン類研究をさらに発展させたい。

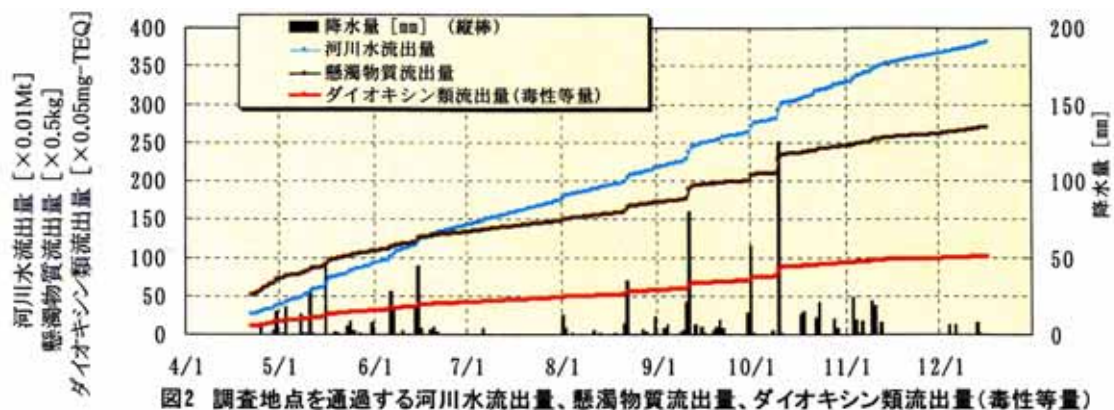


図2 調査地点を通過する河川水流出量、懸濁物質流出量、ダイオキシン類流出量(毒性等量)