



Title	農業汚染土壌の植生による浄化技術の研究
Author(s)	横田, 祐司; 田中, 重信; 石崎, 紘三 他
Description	第8回衛生工学シンポジウム (平成12年11月16日 (木) -17日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 1 廃棄物 . P1-10
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 8, 52-56
Issue Date	2000-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7207
Type	departmental bulletin paper
File Information	8-1-10_p52-56.pdf



1-10 農薬汚染土壌の植生による浄化技術の研究

○横田祐司、田中重信、石崎紘三（北海道工業技術研究所）

角田英男（植物情報物質研究センター）

1. はじめに

現在、農薬などによる土壌・地下水汚染問題は深刻な状況になっている。土壌汚染は蓄積性の汚染であり、農作物の育成に影響を与えるとともに、水、大気、農作物等を通じ、又は、汚染した土壌に直接接触すること等により人の健康に影響を与えることになる。

土壌中に存在する農薬の処理技術として、土壌中から抽出、分離、回収することは技術的にも経済的にも実用化にはほど遠い状態である。そこで、環境と調和し、かつ経済的な処理技術としてバイオレメディエーション（Bioremediation）やファイトレメディエーション（Phytoremediation）と言った微生物や植物を用いた汚染土壌の浄化方法が注目されてきている。近年では、植物が土壌中の物質に対して相互作用を持つことがわかってきている。すなわち、植物から放出されるアレロパシー物質や植物由来の代謝産物等のエコケミカルズや根圏微生物などを包含した植生全体として土壌中の物質を変化させ除去できる可能性が出てきた¹⁾。植物の作用としては、根による水分、栄養物の吸収、有機酸や代謝産物の分泌、植物体内での物質変換、蓄積、葉面からの大気中への蒸散、根からの分泌物に特異的な微生物の代謝による物質変換などが総合的に相まっていることが考えられる。

本研究では、土壌汚染物質として土壌残留性が高く、環境ホルモンとしても認知されているトリアジン系除草剤であるアトラジンを対象にし、トウモロコシによるアトラジンの分解・無害化の効果およびその作用機構について検討した。

2. 実験

2.1 植物の生育方法

2.1.1 トウモロコシ土壌栽培

除草剤アトラジンに耐性を持つ植物としてトウモロコシを選定し、制御した環境中で生育させ、アトラジンの除去挙動を調べた。トウモロコシの品種はマドンナで、(株) アクセスライン製の自動給水鉢（5号）に畑地土壌 500g（含水比約 50%）を入れて5粒播種した。土壌は、アトラジンを含まないコントロール系と所定濃度のアトラジンを含んだ系を用いた。

アトラジン源としては、市販のゲザフリム（アトラジン含有率 47.5 %）を用い、土壌中で均一になるように混合した。

給水には、液体肥料である（株）村上物産製ハイポネックスの 150 倍希釈液を用いた。

2.1.2 トウモロコシ水耕栽培

土壌栽培で用いた土壌中のアトラジン分析において、吸着と見られる現象が起こり、厳密な収支計算ができない場合があるため、吸着の影響が少ない水耕栽培を行った。

使用した液体培地は、ハイポネックス 150 倍希釈液で、ゲザフリムを 30mg/l（アトラジ

ン濃度で 14.25mg/l) の割合で添加した。

栽培容器は、3 l 容のプラスチックボトルで、トウモロコシは蓋の部分を通り抜けて茎、葉部が外に出た状態で成長する。

2.1.3 照度、温度条件

トウモロコシの栽培・育成はすべて東京理化製小型植物培養装置 FLI-301NH で行った。

照度と温度条件の日間サイクルは図-1 に示す通りである。夜間から昼間へおよび昼間から夜間への移行の際に低照度と遷移的に温度変化する 2 時間の中間状態を設けた。

2.2 分析用試料の調整方法

トウモロコシのポット栽培に用いた土壌試料からアトラジン分析用試料を調整するには、図-2 に示した宮本²⁾らの方法に従って行った。この際、供試土壌は水分を含んだままの土壌である。これは、予備的に行った既知濃度の試料についての検討で、そのまま抽出すると妥当な値が得られるのに比べ、土壌を 105℃ で乾燥した後抽出すると計算値よりはるかに小さい値しか得られなかったためである。

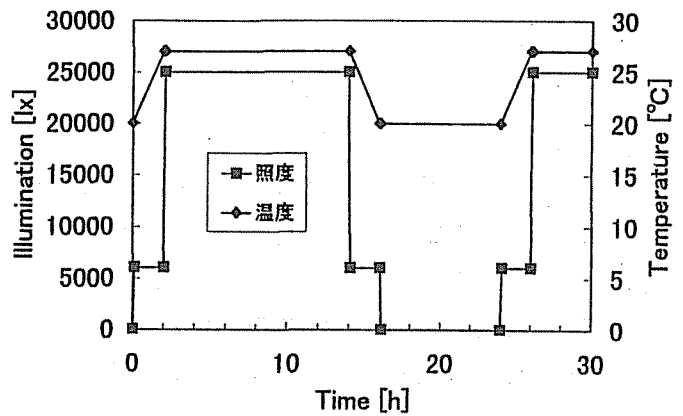


図-1 栽培条件の日間サイクル

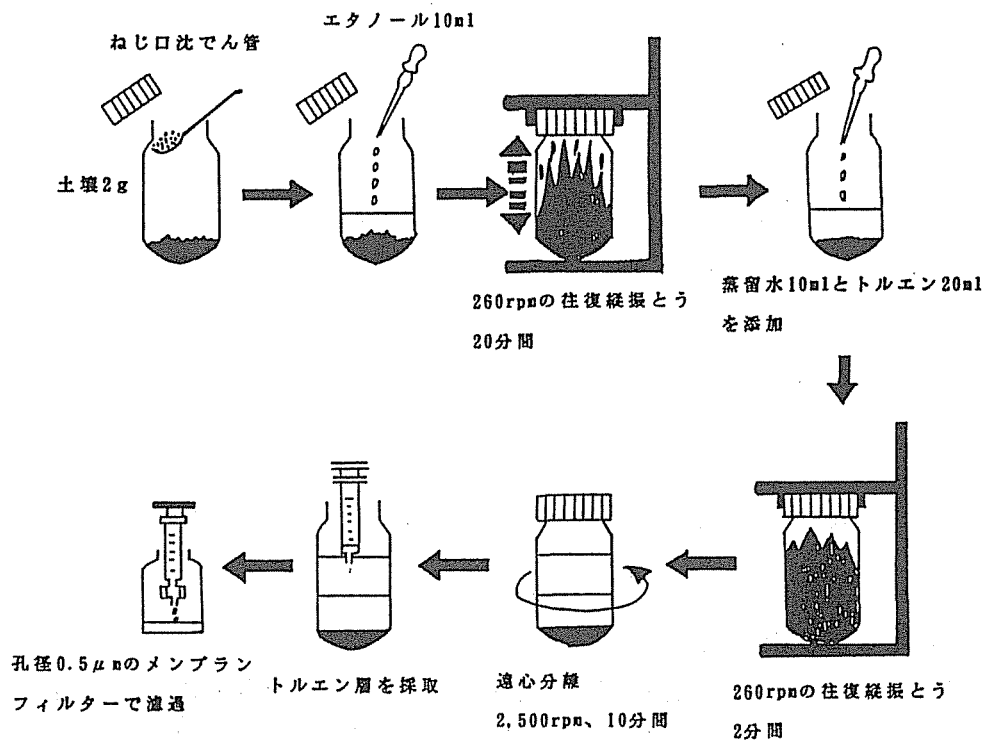


図-2 土壌試料のアトラジン抽出方法

水耕栽培に用いた液体培地の分析用試料を調整するには、供試体と等量のトルエンを添加し、土壌試料についての後半と同じ往復縦振とうを行いトルエン層を採取した。

2.3 分析方法

土壌試料あるいは液体試料から抽出して調整した試料は、ガスクロマトグラフィーで分析した。使用したガスクロマトグラフは、島津製作所製 GC-17A である。カラムは、J&W キャピラリーカラム DB-1 (0.25mmI.D.× 30m) である。検出器は FID、キャリアーガスはヘリウムである。カラムの昇温条件は、80℃で 1min 保持した後 30℃/min で 150℃へ、さらに 10℃/min で 220℃まで昇温し、2min 保持した。

3. 実験結果

3.1 アトラジン存在下での植物の生育状態

3.1.1 トウモロコシ土壌栽培

アトラジンに耐性を持つトウモロコシを自動給水鉢で生育させた結果を図-3に示した。栽培開始時には、畑地土壌 500g 中にゲザフリム 750mg (アトラジン 354mg 相当) を含ませたものである。播種後 40 日において生育に阻害は見られなかった。鉢から取り出した状態では、鉢全体に根が張っていることが確認できた。

根についての土壌は、アトラジン濃度分析のためほぐして分離を行った。

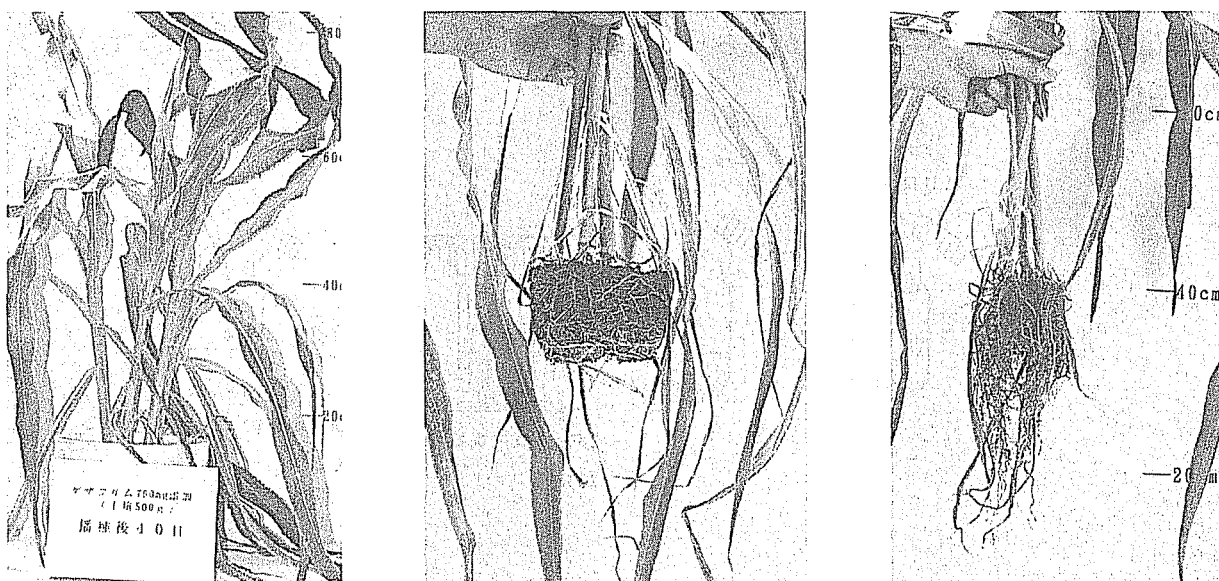


図-3 アトラジン存在下のトウモロコシ土壌栽培の生育状態

3.1.2 トウモロコシ水耕栽培

アトラジンを約 14mg/l 含む培養液でトウモロコシを生育させた結果を図-4に示した。生育に阻害は見られず、根の部分には細かな毛細根が良く発達しているのが確認できた。培養液表面からの液の蒸発を防ぐために蓋をしてあるので、液の減少はトウモロコシの吸収作用を通してのみ起きたものと見なされる。

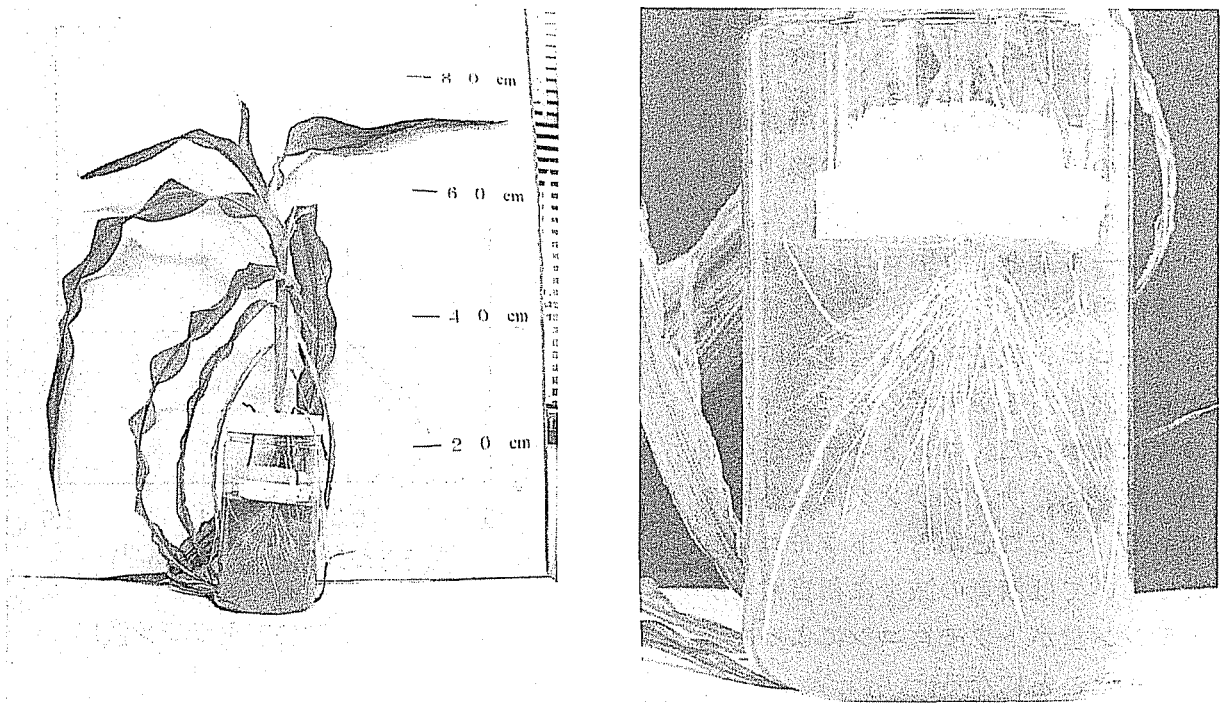


図-4 アトラジン存在下のトウモロコシ水耕栽培の生育状態

3.2 アトラジンの土壌吸着

土壌を使った栽培実験において、あらかじめ土壌中に所定量のアトラジンを混合しておくが、この混合したアトラジンが計算通りに分析されるかを確認した。

混合2時間後の土壌について測定した結果を図-5に示した。2.2で述べた調整方法で抽出して分析したもので、添加量に応じたほぼ計算通りの結果が得られている。

3.3 土壌中のアトラジンの挙動

所定量のアトラジンを加えて調整した土壌を使って自動給水鉢中でトウモロコシを生育させた場合の土壌中のアトラジン濃度の測定結果を図-6に示した。

トウモロコシを植えていないコントロール系との比較を示してあるが、コントロール系においても時間の経過とともにアトラジン濃度は減少傾向にあることがわかる。コントロール系においては、土壌中に生息する微生物によるアトラジンの分解あるいは土壌による吸着（採用した抽出条件では溶出してこないような吸着）が考えられる。したがって、コントロール系とトウモロコシ系の濃度差がトウモロコシの作用によってもたらされたものであるかどうかはさらに検討が必要である。

3.4 水耕栽培液中のアトラジンの挙動

土壌栽培においては、3.3で示したようにコントロール系においても経時的なアトラジン濃度の減少が見られ、トウモロコシの作用が明確に得られなかった。そこで、吸着に影響

響されない水耕栽培系で行った結果を図-7に示した。

トウモロコシ栽培系では、培養液は根からの吸収、茎、葉部への移動および葉からの蒸散によって減少した。コントロール系とトウモロコシ栽培系の培養液中のアトラジン濃度を測定した。トウモロコシ栽培系の濃度は経時的に微減傾向にあるが両者の差は大きなものではなかった。コントロール系の液量の減少は、サンプリングによるものである。このことから、トウモロコシ系においては液量の減少に相当するアトラジン量がトウモロコシによって吸収されたことになる。

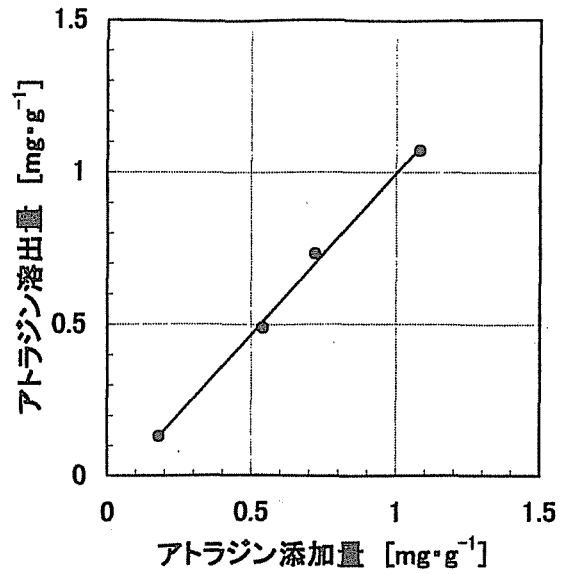


図-5 土壤中のアトラジン濃度

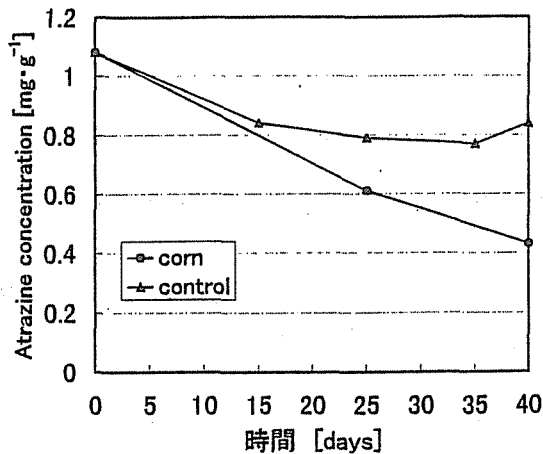


図-6 トウモロコシ栽培土壌中のアトラジン濃度

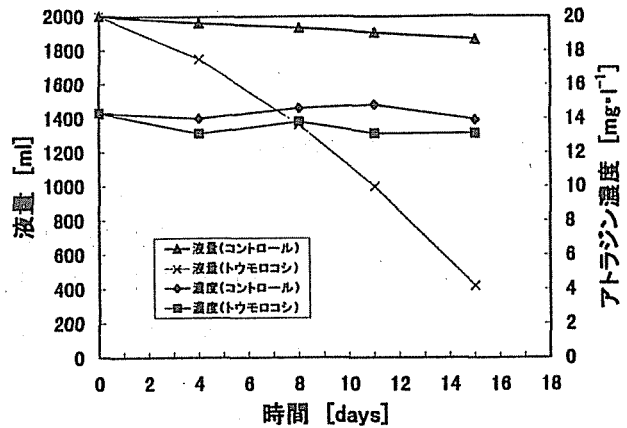


図-7 水耕栽培液中のアトラジン濃度

4. まとめ

トウモロコシはアトラジンに対して耐性があり、土壌栽培、水耕栽培いずれの場合にもアトラジン量が減少することが確認された。減少したアトラジンはトウモロコシの根を経て植物体内に取り込まれたと思われるが、今後、取り込まれたアトラジンの挙動、アトラジンに反応して無害化するメカニズムの検討が必要である。

参考文献

- 1) Schnoor, J.L., L.A. Light, S.C. McCutcheon, N.L. Wolfe, and L.H. Carreira: Phytoremediation of Organic and Nutrient Contaminants. *Environ. Sci. and Tech.*, 29, 7 (1995)
- 2) 宮本健一, 浦野紘平, 三野美都里, 藤江幸一 土壌の低沸点有機汚染物質含有量の測定方法, *水環境学会誌*, 18, 477-488 (1995)