

外国文献抄録

除草剤の土壤微生物に及ぼす影響 (その2)

Effect of Herbicides on Soil Microorganisms

Brown, A.W.A.: Ecology of Pesticides JOHN WILEY & SONS (1978) pp383~390.

尿素系化合物

選択性除草剤として0.5~2ポンド/アールの割合で施用された Monuron と diuron は実際に土壤微生物に悪い影響を示さないが、土壤浸透実験においてかなりの水溶性 Monuron は他の尿素系除草剤やトリアジン類よりも *Nitrosomonas* と *Azotobacter* , とくに *Nitrobacter* に活性が高い⁴¹⁾。Diuron はシマジンと同じように、オレゴン土壤に5ppmまぜると炭酸ガス生成が最初の1カ月は4分の1に減少し、2カ月後に回復が始まる⁴²⁾。Diuron *Trichoderma viride* と *Penicillium* のような糸状菌には影響はなく、ある時にはその生長を増強し、これらの糸状菌は植物病源性の *Fusarium* 種とは拮抗的であり、土壤中における菌糸の感染を助長する⁴³⁾。Monuron は土壤浸透液中高い濃度で硝化細菌を強く阻害することが明らかにされているが⁴⁴⁾、5ppmで灌流した時、monuron, diuron, linuron はいずれも NH_4 の NO_3 への生物的酸化に影響を与えなかった⁴⁵⁾。1~5ポンド/アールの割合で圃場に施用した場合、土壤中の硝化菌を抑圧したので、これらの除草剤を土壤消毒剤として50ポンド/アールの割合で処理し、硝化作用を強く抑制することができた⁴⁶⁾。diuron から生成するDMU (dichlorophenylmethylurea) はこれらの濃度で *Nitrobacter* を阻害し、

さらに進んだ代謝物 3, 4-DCA (3, 4-dichloroaniline) は *Nitrosomonas* を阻害した。Diuron と linuron は脱窒細菌の強い阻害剤であるが、monuron と fenuron は影響を与えない。尿素、アミド、カーバメート系除草剤の代謝物として生成するDCAと3-および4-クロロアニリン類もまた阻害剤である⁴⁷⁾。

Propanil とその中間代謝物 3, 4-DCA は *Nitrosomonas* を阻害するが、*Nitrobacter* には作用しない。多くの除草剤の中でつぎの順序で最も阻害活性が高い。Propanil > picloram > paraquate > dichlobenil, 硝酸塩の還元は必ずしも硝酸塩の蓄積に付随しない⁴⁸⁾。

カーバメートとチオカーバメート類

多くの化合物の中で、propham (IPC) は土壤硝化作用を強く阻害する⁴⁹⁾。Propham は圃場への施用割合で炭酸ガス生成および *Azotobacter* を一時的に阻害する。

Nitrosomonas

Nitrosococcus

Azotobacter

Nitrobacter *Denitrifiers*

窒素 アンモニア 亜硝酸 硝酸 窒素
 $\text{N}_2 \longrightarrow \text{NH}_4^+ \longrightarrow \text{NO}_2^- \longrightarrow \text{NO}_3^- \longrightarrow \text{N}_2$

DCA阻害 DMU阻害

図 窒素の循環と diuron 代謝物の影響

Chloroprotham (CIPC) は弱い硝化作用の抑制剤であり、12~15ポンド/アールの過剰

の施用では明らかにアンモニア化および硝化細菌を抑制し、2～8ポンド／アールの慣行施用ではわずかの抑制に止まり、とくに *Nitrobacter* は影響を殆んど受けない⁵⁰⁾。Chloroprotham は *Azotobacter* を増加させるが、土壤のセルロース分解を減ずる。チオカーバメート除草剤 EPTC は慣行の2～5ポンド／アールの施用で同じように硝化を抑制するばかりでなく、セルロース分解を抑制する。EPTC は diuron と同じようにオレゴン土壤に5ppm加えた時、炭酸ガス生成を約4分の1に減じ、2カ月間、アルファルファプロット中の細菌数を減じ、*Nitrobacter* による亜硝酸の酸化を抑制する⁵¹⁾。Triallate は土壤細菌、とくにグラム陽性菌を阻害する⁵²⁾。チオカーバメートの pebulate (Tillam) もアトラジンと同じように *Arthrobacter* あるいは *Pseudomonas* は阻害しないが、*B. subtilis* の初期増殖速度を抑制する⁵³⁾。

ジピリジリウム類

パラコートはオレゴン土壤に施用すると、短期間、細菌および糸状菌数を減じた⁵⁴⁾。Diquat と paraquat はほかの除草剤と異なり、*Fusarium* と *Aspergillus* よりも *Trichoderma viride* と *Rhizopus stolonifer* に毒性を示す。このようにジャガイモへの施用は茎に感染する *T. viride* よりも *F. culmorum* の感染を有利にし、これらジピリジリウム類は小麦のみがらに入植する *R. stolonifer* よりも *A. niger* の生育を助長する。

選択性有機化合物

深根性植物に施用される picloram は100ppmの土壤処理でさえも微生物数および硝化作用に影響を与えない。しかしこの濃度で熱帯

土壤に加えたときは硝化を抑制する⁵⁵⁾。Picloram はオレゴン土壤中1ppmで *Mucor* と *Penicillium* を犠牲にして *Trichoderma* と *Aspergillus* 糸状菌数を増加する。Dalapon はアルファルファプロット中の細菌数を著しく減じ、とくに硝化細菌は感受性であるが、3週間以内に抑制から回復する⁵⁶⁾。その上、dalapon は40ポンド／アールまで全細菌数に影響を与えず、70ポンド／アールで実際に彼等を刺激した。Dalapon のヨーロッパにおける施用で、*A. chroococcus* は減じたが、窒素固定 *Azotobacter* はとくに耐性であった⁵⁷⁾。Amitrole は *Azotobacter* は阻害しないが、硝化作用および炭酸ガス生成を阻害する除草剤であり、その上、dalapon を分解する微生物の増殖を阻害する⁵⁸⁾。Amitrole の慣行施用量の2～4ポンド／アールで硝化は2週間抑制され、草地褐色土壤中の硝酸塩レベルは施用1年後まで正常レベルまで回復しなかった⁵⁹⁾。Endothall は実際の施用量の1～8ポンド／アールで一般の微生物による炭酸ガス生成を阻害せず、土壤灌流実験中に NH_4 から NO_3 への生物的酸化が刺激された⁶⁰⁾。

マレイン酸ヒドラジド (MH) は植物生長抑制剤として300ポンド／アールの割合で施用した時、*Azotobacter* および他の土壤細菌に対し全く不活性であり、土壤がMHを1,000ppm含む時でさえ微生物相はわずかな抑制に止まった。Phosphoroamidothioate除草剤DMPAは実際より数倍高い濃度で *Streptomyces*, *Thiobacillus*, *Rhizobium*, *Azotobacter* に影響を与えないが、15ポンド／アールを7年間連続に施用した土壤中に無施用区に比べて多くの細菌数は約半分に、多くの *actinomycetes* と糸状菌は3分の2になった⁶¹⁾。

トリフルラリンは土壤中の硝化菌数を減少したが, *Rhizobium* には影響を与えなかった⁶²⁾。

非選択性有機化合物

草地のとくに土壤殺菌剤として用いられる T C A は 10～100 ポンド／アールの施用で意外にも土壤の硝化作用および一般の微生物活性を減少させない⁶²⁾。驚くべきことに高濃度の施用によっても回復できないような影響は現われない。実際に T C A の高い割合の施用が細菌, *actinomycetes*, 糸状菌に有害な影響を与えないことがしばしば観察されている⁶³⁾。一般的な接触除草剤である dinoseb (D N B P) は選ばれた薬量 3 ポンド／アールの処理でさえも, 土壤細菌および糸状菌, とくに *Sclerotium rolfsii* に対しかなり有害である。一方, アメリカにおいて除草剤としての使用が取り下げられた D N O C は 4～10 ポンド／アールの処理で, 一時的に微生物相を減じただけでなく, *Rhizobium* の多くの種は耐性であった⁶⁴⁾。P C P (ペンタクロロフェノール) は普通, ナトリウム塩として 4～6 ポンド／アールの割合で処理されるが, 微生物に対し, 中程度の抑制作用があり, ついで刺激され, メチレンブルーで着色する細菌が増加する⁶⁵⁾。P C P はまた窒素固定, アンモニア化, 硝化作用を阻害する。P C P は dinoseb および picloram と同じように植物病原性糸状菌

Sclerotium rolfsii, *S. bataticola*, *Rhizoctonia* を抑制する有益な影響を持っている⁶⁶⁾。

無機化合物

亜ヒ酸ナトリウムは工業分野で 100～200 ポ

ンド／アールの薬量で土壤殺菌剤として施用されるが, 硝化微生物にそれほど毒性がないことが明らかにされている⁶⁷⁾。これは非選択性除草剤としてカコジル酸ナトリウムに置き換えられている。非選択性除草剤である塩素酸ナトリウムは 50～400 ポンド／アールの施用割合で半永久的殺菌剤として広く用いられているが, 最高の薬量でさえも全微生物活性に影響を与えない⁶⁸⁾。実験室における試験は塩素酸ナトリウムの高濃度処理では, アンモニウムから亜硝酸への変換を阻害し, とくに亜硝酸から硝酸への酸化を阻害することを明らかにしている⁶⁹⁾。低濃度では硝化作用を一時的に抑制し, 高濃度ではこの減少はつぎの生育期まで回復しない⁷⁰⁾。

藻類への影響

有機除草剤の土壤藻類への作用に関する研究は少ないが, 藻類の種によってその影響は大巾に異なることがすでに明らかにされている。1～10 ppm の液体培養液中の濃度で, その藻類への影響を, しばしば阻害(×), 時には刺激(+), 無し(－)として, つぎのように示されている⁷¹⁾。

アトラジンと同じように尿素系除草剤はいずれも光合成阻害剤であるので, 藻類に対し阻害的な影響が予測される。アミトロールはまた土壤中の藻類の生育を著しく抑制するが, 約 3 カ月で, その数は回復する⁷²⁾。

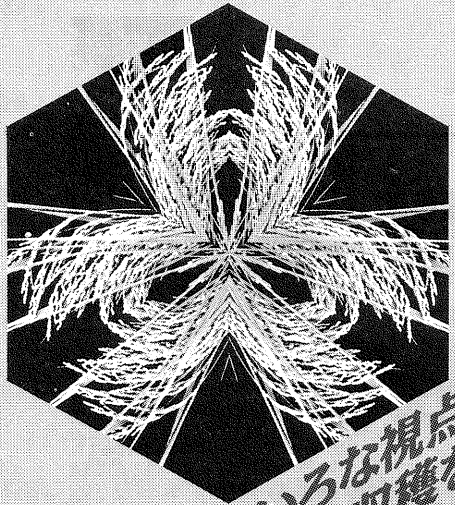
藻	類	Atrazine	Metobromuron	Diphenamid
<i>Chlamydomonas</i>	<i>reinhardii</i>	××	××	+
<i>Chlam.</i>	<i>eugametos</i>	—	××	—
<i>Chlorella</i>	<i>vulgaris</i>	×	+	×
<i>Chlor.</i>	<i>pyrenoidosa</i>	×	×	—

財日本植物調節剤研究協会 技術顧問 金澤 純訳

引用文献

- 41) J.C. Caseley and L.C. Luckwill. 1965. The effect of some residual herbicides on soil nitrifying bacteria. Long Ashton Agric. Hort. Res Stn. Univ. Bristol, Ann. Rep. 1964, pp.78~86.
- 42) P. Chandra, W.R. Furtick, and W.B. Bollen. 1960. The effects of four herbicides on microorganisms in nine Oregon soils. Weeds **8**: 589~598.
- 43) D.D. Kaufman. 1964. Effect of triazine and phenylurea herbicides on soil fungi and soybean-cropped soil. Phytopathology **54**: 897.
- 44) J.H. Quastel and P.G. Scholefield. 1953. Urethanes and soil nitrification. Appl. Microbiol. **1**: 282~287.
- 45) C.T. Corke and F.R. Thompson. 1970. Effects of some phenylamide herbicides and their degradation products on soil nitrification. Can. J. Microbiol. **16**: 567~571.
- 46) R.J. Otten, J.E. Dawson, and M.M. Schreiber. 1957. The effects of several herbicides on nitrification in soil. N.E. Weed Contr. Conf. Proc. **11**: 120~127.
- 47) J.M. Bollag and C.L. Nash. 1974. Effect of chemical structure of phenylureas and anilines on the denitrification process. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **12**: 241~248.
- 48) A.C. Debona and L.J. Audns. 1970. Studies on the effects of herbicides on soil nitrification. Weed Res. **10**: 250~263.
- 49) 44)と同じ.
- 50) 46)と同じ.
- 51) C.L. Winely and C.L. San Clemente. 1968. Inhibition by certain pesticides of the nitrite oxidation of *Nitrobacter agillis*. Bact. Proc. A. **63**, 11.
- 52) D.R. Cullimore and A.E. Smith. 1972. Initial studies on the breakdown of triallate. Bull. Environ. Contam. Toxicol. **7**: 36~42.
- 53) 34)と同じ.
- 54) C.M. Tu and W.B. Bolleu. 1968. Effect of paraquat on microbial activity in soils. Weed Res. **8**: 28~37.
- 55) 39)と同じ.
- 56) A.D. Worsham and J. Giddens. 1957. Some effects of 2,2-dichloropropionic acid on soil microorganisms. Weeds **5**: 316~320.
- 57) E.L. Robinson. 1975. Arsenic in soil with five annual application of MSMA. Weed Sci. **23**: 341~343.
- 58) D.D. Kaufman. 1966. Microbial degradation of herbicide combinations: Amitrole and dalapon. Weeds **14**: 130~134.
- 59) P. Chandra. 1964. Herbicidal effects on certain microbial activities in some brown soils of Saskatchewan. Weed Res. **4**: 54~63.
- 60) 48)と同じ.
- 61) M.L. Fields and D.D. Hemphill. 1966. Effect of Zytron and its degradation products on soil microorganisms. Appl. Microbiol. **14**: 724~731.
- 62) 2)と同じ.
- 63) M.E. Hoover and A.R. Colmer. 1953. The action of some herbicides on the microflora of a sugarcane soil. Proc. Louisiana Acad. Sci. **16**: 21~27.
- 64) J.W. Hamaker. 1972. Decomposition: Quantitative aspects. In Organic chemicals in the Soil Environment. Eds. C.A. I. Goring and J.W. Hamaker.

- Dekker. pp. 255~340.
- 65) 6)に同じ.
- 66) D.C. Bain. 1961. Effect of various herbicides on some soil fungi in cultures. *Plant Disease Rep.* **45**: 814~817.
- 67) W.L. Latshaw and J.W. Zahnley. 1927. Experiments with sodium chlorate and other chemicals as herbicides for field bindweed. *J. Agric. Res.* **35**: 757~767.
- 68) P.E. Nilsson. 1951. The action of chlorate on some microbial phenomena in the soil. *Kungl. Lantbrukshogs-*
- kolans Annal.* **18**: 60~73.
- 69) H.R. Smith, V.T. Dawson, and M.E. Wenzel. 1945. The effect of certain herbicides on soil microorganisms. *Proc. Soil Sci. Soc. Am.* **10**: 197~201.
- 70) 67)に同じ.
- 71) C. Loeppky and B.G. Tweedy. 1969. Effects of selected herbicides upon growth of soil algae. *Weed Sci.* **17**: 110~113.
- 72) A. Kiss. 1966. Herbicides and soil algae. *Novenyedolen* **2**: 217~254 (*Weed Abstr.* **18**: 976).



いろいろな視点で
収穫を見つめて。

ホクコーの主要水稻用除草剤

初期一発処理剤

ブッシュ® 粒剤

クサカリ® 粒剤

初・中期一発処理剤

ロザール® 粒剤

初期除草剤

デルカット® 乳剤

ロンスター® 乳剤

マーシェット® 粒剤2.5

モーザウン® 粒剤

中期除草剤

セスロン® 粒剤

バサゲラン® 粒剤・液剤
(ナトリウム塩)

高温多湿で病害虫、雑草の多い日本では、
農薬のない農業は成り立ちません。



農協
経済連
全農



北興化学工業株式会社
東京都中央区日本橋本石町4-4-20