

殺菌剤,除草剤が土壌微生物活性に及ぼす影響

誌名	愛知県農業総合試験場研究報告 = Research bulletin of the Aichi-ken Agricultural Research Center
ISSN	03887995
著者名	加藤,保 豊田,一郎
発行元	愛知県農業総合試験場
巻/号	23号
巻号補足	
掲載ページ	p. 303-312
発行年月	1991年10月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



殺菌剤、除草剤が土壤微生物活性に及ぼす影響

加藤保*・豊田一郎*

緒 言

最近、日本農業の進むべき方向として、環境との調和をめざした生態系機能活用型農業、さらに進んで環境の保全をめざした低投入持続型農業(LISA)が掲げられつつある⁽¹⁾。今までの日本農業は、環境問題からみるとむしろ被害者である面が多かったが、現在では、逆に公害負荷産業としてとらえられることもある。LISAのなかでも環境保全問題として特に重視されているのは、肥料とともに農薬の問題であり、農薬が環境に及ぼす影響を評価することは重要な課題となっている。

土壤に散布された農薬はもちろん、植物の茎葉に散布された農薬でも、ドリフトや降雨による流亡によりその大部分は土壤の中に入っていく。土壤に入った農薬は、土壤の理化学性、生物性に影響するという報告が多くみられる^(2, 5, 9, 10)。

さきに著者らは、殺菌剤のTPN、除草剤のパラコートに土壤に連用した結果、パラコートでは微生物相への影響は明らかでなかったが、TPNの連用では、TPNが土壤に蓄積する事によって土壤細菌数、CV耐性菌数が増加し糸状菌数が減少し、土壤微生物活性即ち土壤の炭酸ガス(CO₂)発生量、セルロース分解能が低下することを明らかにした⁽³⁾。TPNを連用することによってTPN分解菌(CV耐性菌)が増加しているにもかかわらずTPNの分解が進みにくい現象がみられたことから、本報では、土壤改良資材を加えて微生物活性を高めることによって土壤に蓄積したTPNの分解促進をはかり、土壤中の農薬の残留を制御する技術を検討した。

加えて、現在、殺菌剤2,603剤、除草剤788剤という多くの農薬が流通されている⁽⁷⁾。農薬は種類によって作用機作、残留性などその特性も異なることから、本報では、このうち畑地で使用されている代表的な農薬30種類、44農薬について、土壤微生物活性に与える影響について検討した。

材料及び方法

1. TPN分解促進試験

(1) 供試土壤

農業試験場内のTPN8年間連用(TPN10%粉剤3kg/a)ほ場の細粒黄色土(土性CL)を用いた。土壤の化学性は第1表に示したとおりである。

第1表 供試土壤の理化学性

土性	pH (H ₂ O)	全炭素 %	全窒素 %	塩基置 換容量 me	置換性塩基 Ca me	Mg me	K me	有効 P mg
CL	7.1	1.05	0.113	7.2	7.4	1.1	0.35	114

(2) 供試土壤改良資材

第3表に示したように化学性、物理性改良を目的とした土壤改良資材21種類を用いた。

(3) 試験方法

2mmで篩別した供試土壤30gに供試土壤改良資材をそれぞれ0.3gづつ(1%相当量、100kg/a)添加して最大容水量の40%の水分に調節した後、30℃で30、60日間インキュベートした。

土壤のTPN残留量の分析は前報⁽³⁾のとおり行った。

2. 殺菌剤、除草剤の微生物活性に及ぼす影響

(1) 供試土壤

試験1に用いたほ場のTPN無施用区、稲わら堆肥施用区を混合した土壤で2mm以下に篩別した生土。

(2) 供試農薬

供試農薬は殺菌剤18種類30農薬32剤型、除草剤12種類14農薬の計44農薬46剤型で、農薬名は第2表のとおりである。なお、農薬の種類の分類は農薬便覧⁽⁴⁾にしたがった。

農薬添加濃度は土壤CO₂発生量調査については農薬成分量で1000, 100, 10ppmの3段階、その他の調査については1000, 100ppmの2段階で行った。

(3) 試験方法

CO₂発生量については、田辺らの方法⁽¹¹⁾を参考に、1ℓ広口瓶に最大容水量の40%の水分に調節した農薬添

* 生産環境部

(1991. 7. 4受理)

第2表 供試農薬一覧

用途	種類名	農薬名	商品名	剤型	農薬含有率(%)
殺菌剤	無機銅剤	水酸化銅	コサイドボルドー	水和剤	8.0
	有機銅剤	ヒドロキシ銅	オキシンドー	水和剤	8.0
		ヒドロキシ銅	キノンドー	水和剤	4.0
	有機硫黄剤	ジネブ	ダイセン	水和剤	7.2
	有機塩素剤	TPN	ダコソイル	粉剤	1.0
			ダコニール	水和剤	7.5
	有機リン系剤	IBP	キタジンP	粒剤	1.7
		トリクロホスメチル	リゾレックス	水和剤	5.0
	プロベナゾール剤	プロベナゾール	オリゼメート	粒剤	8
	イソプロチオラン剤	イソプロチオラン	フジワン	粉剤	1.2
	ポリハロアルキルチオ剤	キャプタン	オーソサイド	水和剤	8.0
		ジクロフルアニド	ユーバレン	水和剤	5.0
	ジチアノン剤	ジチアノン	デラン	水和剤	7.0
	キノキサリン系	キノメチオネート	モレスタン	水和剤	2.5
	ベンゾイミダゾール剤	チオファネートメチル	トップジンM	水和剤	7.0
		ベノミル	ベンレート	水和剤	5.0
	メブロニル剤	メブロニル	バシタック	水和剤	7.5
	ジカルボキシイミド剤	イブプロジオン	ロブラール	水和剤	5.0
		ピンクロゾリン	ロニラン	水和剤	5.0
		プロシミドン	スミレックス	水和剤	5.0
	ホセチル剤	ホセチル	アリエッティ	水和剤	8.0
	EBI剤 (エルゴステロール 阻害剤)	トリアジメホン	バイレトン	水和剤	5
		ビテルタノール	バイコラル	水和剤	2.5
		トリフルミゾール	トリフミン	水和剤	3.0
		フェナリモル	ルビゲン	水和剤	1.2
	メトラキシル剤	メトラキシル	リドミル	粒剤	2
	土壌殺菌剤	PCNB	ベントロン	粉剤	2.0
			アースサイド	水和剤	7.5
		ヒドロキシイソキサゾール	タチガレン	粉剤	4
		トリクラミド	ハタクリン	粉剤	1.0
		ダゾメット	バスアミド	微粒剤	9.8
除草剤	フェノキシ系剤	MCPB	トロボトックス	液剤	2.0
	カーバメート系剤	アシュラム	アージラン	液剤	2.7
	ダイアジン系剤	ダゾメット	ガスタード	粉粒剤	9.5
	トリアジン系剤	アトラジン	ゲザプリム	水和剤	4.7
		CAT	シマジン	水和剤	4.0
	尿素系剤	リニュロン	ロロックス	水和剤	5.0
	ニトリル系剤	アイオキシニル	アクチノール	乳剤	3.0
	酸アミド系剤	アラクロール	ラッソー	乳剤	4.3
	ジニトロアニリン系剤	トリフルラリン	トレファノサイト	粒剤	2.5
		ニトラリン	プラナビアン	粉粒剤	2.5
	ウラシル系剤	レナシル	レンザー	水和剤	8.0
	ビピリシリウム系剤	バラコート	グラムキソン	液剤	2.4
	有機リン系剤	グリホサート	ラウンドアップ	液剤	4.1
	有機系剤	セトキシジル	ナブ	乳剤	2.0

加土壤を充填し、土壌の上にCO₂吸収剤（水酸化カリウム）をいれた50mlポリビーカーを置き、30℃でインキュベートして、80日間のCO₂吸収量を測定した。

セルロース分解能の測定は穴のあいたガラス製50mlビーカーの底にガラス繊維ろ紙を敷き、農薬添加土壌を50g充填しその中に3×4cmのベンチコートろ紙を埋設した。これを供試土壌を充填した100×60×25cmの塩ビ製バットに土壌表面が同じになるように埋め込んだ。試験は1991年2月13日から3月14日まで加温ガラス温室で行い、好適水分を維持するため1日2回、3分ずつミスト灌水した。期間中の平均地温は25℃であった。

跡地土壌の生土については無機態窒素（コンウェー法）を、風乾土については全炭素（チュリン法）、全窒素（ケルダール法）、有効態リン酸（トルオーグ法）を分析した。

試験結果

1. TPN分解促進

各種資材の施用によるTPNの土壌残留濃度を資材無施用区を100とした比率で第3表に示した。なお、結果は30日と60日の2回平均値で示した。

施用によりTPNの残留率が50%以下に減少した資材は豚ふん、椰子から活性炭、麦稈などで、TPN残留率が80%内外で分解がほとんど進まなかった資材はイソライト、ロックウール、製鉄残渣活性炭などであった。

第3表 土壌改良資材施用にらるTPN分解促進

種 類	形 式	堆積期間	TPN残留比
稲 わ ら			6.8
モ ミ ガ ラ			6.6
麦 稈			5.1
スーダングラス萆蓆			7.1
オ ガ ク ズ			7.8
乾 燥 豚 ふ ん			3.9
豚ふんコンポスト	縦型コンポスト	搬出直後	2.9
	循環式	"	6.0
	"	"	5.4
	"	2年間	4.0
平 均			4.6
乾 燥 鶏 ふ ん	天日乾燥	2週間	6.3
	ハウス乾燥	2カ月	6.2
	"	4カ月	7.1
	高床式	1年間	8.0
平 均			6.9
発 酵 鶏 ふ ん	縦型コンポスト	1週間	7.7
し 尿 汚 泥	火力乾燥		7.5
バ ー ラ イ ト			6.7
イ ソ ラ イ ト			9.9
ロ ッ ク ウ ール	中粒		9.4
活 性 炭	製鉄残渣		8.4
	やしから		3.3
無 添 加 区			100

2. 微生物活性におよぼす影響

殺菌剤、除草剤が土壌のCO₂発生量、セルロース分解能、全炭素、全窒素、硝酸化成量、窒素無機化量におよぼす影響を、農薬の種類別の平均値で第4～7表に示した。表示は対照区（農薬無添加区）に対して200%以上増加したものを“+++”、150%以上を“++”、120%以上を“+”、80～120%を“±”、80%以下を“-”、50%以下を“--”とした。

(1) 殺菌剤の影響

CO₂発生量が対照区より減少した（-または--）のは、有機硫黄剤、有機塩素剤、土壌殺菌剤を3種類を100ppm以上添加した高濃度区のみであった。その他の農薬では高濃度区の方が対照区に比べて増加するものが多かった。

セルロース分解能は高濃度区ほど対照区より減少するものが多く、分解能を増加させる農薬は認められなかった。

全炭素、全窒素、CN比、有効リン酸は全ての農薬で変化が認められなかった。

アンモニア態窒素は増加したものと減少したものに分かれるが、硝酸態窒素、全無機態窒素ではほとんど減少した。また、硝酸化成率は変わらないものが多かったが、無機化率は、減少したものが多かった。

(2) 除草剤の影響

CO₂発生量は農薬添加量が1000ppmという高濃度区では減少するものもあったが、低濃度ではほとんど変化せず、殺菌剤のようにCO₂発生量を増加させる農薬はなかった。セルロース分解能もCO₂発生量と同じ傾向であった。

全炭素、全窒素、CN比、有効リン酸は殺菌剤と同様の結果となり、全ての農薬で変化が認められなかった。無機態窒素は高濃度では増加し、低濃度では減少するものが多く、無機化率も同様の傾向であった。

考 察

1. TPN分解促進

各資材の化学性と残留率の関係を第8表に示した。

相関が高かったのは、水溶性窒素と、水溶性塩類であった。前報⁽³⁾で考察したように、ほ場試験でTPN連用により分解菌が出現したが、窒素源が少なくて活動できなかった。今回の試験では水溶性部分を多く含む資材の施用により分解菌の活動が活発になり、TPN分解を促進したものと思われる。ただ、鶏ふんやし尿汚泥など比較的易分解性部分を多く含む資材では、それほど分解が進まなかった。この原因としては、無機態のアンモ

第4表 殺菌剤が土壤微生物活性に及ぼす影響（その1）

種 類 名	濃度 (ppm)	炭酸ガス発生量					セルロース 分 解 能
		7日間	14日間	28日間	48日間	80日間	
無機銅剤	1000	+++	+++	+++	+++	+++	--
	100	±	±	+	+	++	±
	10	+	+	+	++	++	
有機銅剤	1000	±	±	±	+	++	--
	100	++	++	++	+++	+++	±
	10	+	±	+	++	++	
有機硫黄剤	1000	±	—	—	—	—	---
	100	±	±	±	—	—	±
	10	+	++	++	+	+	
有機塩素剤	1000	+	±	±	—	—	--
	100	±	—	—	—	—	--
	10	+	+	±	±	±	
有機リン系剤	1000	+	+	+	+	++	—
	100	+	+	+	+	+	±
	10	+	+	±	+	+	
プロリナゾール剤	1000	++	++	++	+++	+++	—
	100	+	+	+	++	++	±
	10	+	+	+	++	++	
イソプロチオラン剤	1000	+	+	+	+	+	—
	100	++	+	++	+++	+++	±
	10	++	++	+++	++	+++	
ポリハロアルキルチオ剤	1000	+	+	+	±	+	---
	100	±	±	±	±	±	—
	10	+	+	+	+	+	
ジチアノン剤	1000	+	+	+	++	++	---
	100	+	++	++	+++	+++	±
	10	+	+	+	++	++	
キノメチオネート剤	1000	++	++	++	+++	+++	--
	100	+	+	++	+	++	±
	10	±	±	±	±	±	
ベンゾイミダゾール剤	1000	+++	+++	+++	+++	+++	±
	100	+	+	+	+	+	±
	10	+	±	±	±	±	
メプロニル剤	1000	+	+	++	++	+++	±
	100	+	+	++	+++	+++	±
	10	+	±	±	+	+	
ベンシクロン剤	1000	++	++	++	++	+++	±
	100	++	++	++	+++	+++	±
	10	+	+	+	++	++	
ジカルボキシイミド剤	1000	++	++	+++	+++	+++	—
	100	+	+	+	++	++	±
	10	+	+	+	++	++	±
ホセチル剤	1000	+++	+++	+++	+++	+++	±
	100	+	+	+	++	++	±
	10	++	+	+	++	++	
E B I 剤	1000	++	++	++	+++	+++	--
	100	+	+	++	+++	+++	—
	10	+	+	+	++	++	
メタラキシル剤	1000	++	++	++	++	+++	—
	100	+	+	++	+++	+++	±
	10	++	++	++	+++	+++	
一般殺菌剤 平均	1000	++	++	++	++	+++	--
	100	+	+	+	++	++	±
	10	+	+	+	+	++	
土壤殺菌剤平均	1000	±	±	±	—	—	--
	100	+	+	±	±	+	±
	10	+	+	±	±	±	
殺菌剤平均	1000	++	++	++	++	++	--
	100	+	+	+	++	++	±
	10	+	+	+	+	++	

第5表 殺菌剤が土壤微生物活性に及ぼす影響(その2)

種 類 名	濃度(ppm)	全炭素	全窒素	無機態窒素			硝酸	無機化	トルオーグ
		T-C	T-N	NH ₄	NO ₃	T-N	化成率	率	P
無機銅剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
有機銅剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
有機硫黄剤	1000	±	+	+++	--	±	--	±	±
	100	±	±	++	--	--	--	--	±
有機塩素剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
有機リン系剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
プロリナゾール剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
イソプロチオラン剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
ポリハロアルキルチオ剤	1000	±	±	+++	--	+	--	++	±
	100	±	±	+	--	--	±	--	±
ジチアノン剤	1000	±	±	+++	--	±	--	±	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
キノメチオネート剤	1000	±	±	+++	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
ベンゾイミダゾール剤	1000	±	±	±	--	--	±	--	±
	100	±	±	+	--	--	±	--	±
メプロニル剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
ペンシクロン剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
ジカルボキシイミド剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
ホセチル剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
E B I 剤	1000	±	±	+++	--	±	--	±	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
メタラキシル剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
一般殺菌剤	1000	±	±	+++	--	--	--	--	±
平均	100	±	±	--	--	--	±	--	±
土壌殺菌剤平均	1000	±	±	+++	--	±	--	±	±
	100	±	±	±	--	--	±	--	±
殺菌剤平均	1000	±	±	+++	--	±	--	±	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±

第6表 除草剤が土壌微生物活性に及ぼす影響（その1）

種 類 名	濃度(ppm)	炭酸ガス発生量					セルロース 分 解 能
		7 日間	14日間	28日間	48日間	80日間	
フェノキシ系剤	1000	—	—	—	—	±	---
	100	±	±	±	±	+	--
	10	±	±	+	±	+	
カーバメート系剤	1000	—	—	—	±	±	—
	100	±	—	±	±	+	±
	10	±	+	+	+	+	
ダイアジン系剤	1000	--	—	—	±	±	--
	100	±	—	±	+	+	±
	10	±	±	+	+	+	
トリアジン系剤	1000	+	±	±	±	±	±
	100	+	+	+	+	+	±
	10	±	±	±	±	±	
尿素系剤	1000	±	±	—	—	—	--
	100	+	—	±	±	+	±
	10	+	±	±	±	±	
ニトリル系剤	1000	—	—	—	—	—	--
	100	+	—	±	±	+	±
	10	±	±	±	±	+	
酸アミド系剤	1000	—	—	—	±	±	---
	100	+	±	±	±	±	±
	10	+	—	±	+	+	
ジニトロアニリン系剤	1000	+	±	±	+	+	±
	100	+	+	+	+	+	±
	10	+	±	±	±	±	
ウラシル系剤	1000	±	±	±	±	+	±
	100	+	±	+	±	±	±
	10	±	±	±	±	±	
ビピリシウム系剤	1000	±	±	±	±	±	±
	100	+	±	±	±	±	±
	10	±	±	±	±	±	
有機リン系剤	1000	+	±	±	±	+	±
	100	+	+	+	+	+	±
	10	±	±	±	±	±	
有機系剤	1000	±	±	±	±	±	—
	100	+	+	+	+	+	±
	10	±	±	±	±	±	
平均	1000	±	±	±	±	±	—
	100	+	±	+	+	+	±
	10	±	±	±	±	±	

第7表 除草剤が土壌微生物活性に及ぼす影響(その2)

種 類 名	濃度(ppm)	全炭素	全窒素	無機態窒素			硝酸	無機化	トルオーグ P
		T-C	T-N	NH ₄	NO ₃	T-N	化成率	率	
フェノキシ系剤	1000	±	±	+++	+	+++	—	+++	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
カーバメート系剤	1000	±	±	--	--	--	±	--	±
	100	±	±	--	--	--	—	--	±
ダイアジン系剤	1000	±	±	+++	--	—	--	—	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
トリアジン系剤	1000	±	±	—	+	±	±	±	±
	100	±	±	--	--	--	±	—	±
尿素系剤	1000	±	±	+++	+++	+++	±	+++	±
	100	±	±	±	--	--	±	--	±
ニトリル系剤	1000	±	±	+++	+	+++	—	+++	±
	100	±	±	--	--	--	±	—	±
酸アミド系剤	1000	±	±	+++	--	++	--	+++	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
ジニトロアニリン系剤	1000	±	±	++	±	±	±	±	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
ウラシル系剤	1000	±	±	--	+++	++	±	++	±
	100	±	±	--	±	±	±	±	±
ビピリシウム系剤	1000	±	±	+++	++	++	±	++	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
有機リン系剤	1000	±	±	+	+++	+++	±	+++	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
有機系剤	1000	±	±	+++	+	+++	—	+++	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±
平均	1000	±	±	+++	+	++	±	++	±
	100	±	±	--	--	--	±	--	±

ニア態窒素が分解菌の活動を阻害したと考えられる。このことから、TPN分解菌の窒素源は、無機態窒素ではなく易分解性の有機態窒素であろうと考えられる。

第8表 TPN残留率と資材の化学性との相関係数

項 目	pH	炭素	窒素	C/N	Ca	Mg	K	Na	P
全成分	0.02	-0.04	0.16	-0.08	0.57	0.69	-0.27	0.27	-0.41
水溶性		-0.02	-0.85**	0.64	-0.82**	-0.08	-0.95**	0.91**	-0.72*

(注) *, **: それぞれ5%及び1%水準で有意差有り

また、易分解性成分をほとんど含有しない椰子がら活性炭で分解が促進されたのは別の要因であろう。活性炭、木炭、くん炭は微生物のすみかに好適で、微生物活動を活性化させる資材として、最近注目されている⁽⁶⁾。前報で連用後半になって分解が進みだしたのは別の分解菌の出現によるものと考察したが、後半になって出現したエネルギー源が少なくともTPN分解が出来る分解菌の

好適環境の場を活性炭が提供したためと考えられる。同じ活性炭でも、製鉄残渣の活性炭では、TPNの分解が進まなかった。これは、製鉄残渣活性炭がかなり撥水性を示したため、土壌構造をつくらなかったためであろう。

以上のように、豚ふんや活性炭などの資材を施用することで、土壌に残留した農薬の分解を促進させる事が可能であった。なお、資材の施用量は、ここで用いたように土壌の1%程度(100kg/a)と通常もしくはそれ以上の資材施用量で分解が促進される。

2. 農薬が土壌微生物活性に及ぼす影響

今回試験で用いた農薬添加濃度は10、100、1000ppmの3段階であった。土壌への一般的な施用濃度は農薬にもよるが、茎葉散布もふくめて10ppm前後と考えられる。しかし、この濃度は土壌の作土10cm当りの深さに均一に施用した量であって、実際には土壌への施用は不均一な事

第9表 微生物活性比の相関行列（殺菌剤）

項 目	CO ₂ -7	CO ₂ -14	CO ₂ -28	CO ₂ -40	CO ₂ -80	セルロース	T-C	T-N	NH ₄	NO ₃	INO-N	硝化率	無機化	Tr-P
CO ₂ -7日間	1.00													
CO ₂ -14日間	0.94	1.00												
CO ₂ -28日間	0.84	0.95	1.00											
CO ₂ -40日間	0.60	0.76	0.91	1.00										
CO ₂ -80日間	0.50	0.69	0.86	0.98	1.00									
セルロース分解能	0.16	0.19	0.23	0.23	0.20	1.00								
全炭素T-C	0.27	0.34	0.32	0.32	0.30	0.36	1.00							
全窒素T-N	0.20	0.20	0.16	0.11	0.09	0.29	0.35	1.00						
無機態窒素NH ₄	-0.18	-0.11	-0.12	-0.16	-0.17	-0.36	0.17	-0.08	1.00					
無機態窒素NH ₃	0.04	0.09	0.04	0.04	0.04	-0.09	-0.05	0.05	0.18	1.00				
無機態窒素INO-N	-0.10	-0.03	-0.06	-0.09	-0.09	-0.31	-0.15	-0.03	0.81	0.72	1.00			
硝酸化成率	0.16	0.14	0.18	0.25	0.25	0.39	0.12	-0.06	-0.90	0.01	-0.64	1.00		
無機化率	-0.12	-0.04	-0.07	-0.10	-0.10	-0.32	-0.17	-0.11	0.82	0.70	0.99	-0.63	1.00	
トルオグP	0.03	0.08	0.05	0.04	0.04	0.03	0.08	0.16	0.02	-0.06	-0.03	-0.04	-0.04	1.00

(注) 有意差 1 % : 0.48 5 % : 0.38

第10表 微生物活性比の相関行列（除草剤）

項 目	CO ₂ -7	CO ₂ -14	CO ₂ -28	CO ₂ -40	CO ₂ -80	セルロース	T-C	T-N	NH ₄	NO ₃	INO-N	硝化率	無機化	Tr-P
CO ₂ -7日間	1.00													
CO ₂ -14日間	0.69	1.00												
CO ₂ -28日間	0.85	0.81	1.00											
CO ₂ -40日間	0.81	0.64	0.95	1.00										
CO ₂ -80日間	0.78	0.56	0.90	0.99	1.00									
セルロース分解能	0.72	0.55	0.79	0.77	0.72	1.00								
全炭素T-C	-0.06	0.27	-0.02	-0.12	-0.16	-0.09	1.00							
全窒素T-N	0.37	0.31	0.30	0.25	0.21	0.23	0.32	1.00						
無機態窒素NH ₄	-0.57	-0.49	-0.71	-0.73	-0.72	-0.83	0.20	-0.13	1.00					
無機態窒素NH ₃	0.06	0.09	-0.18	-0.17	-0.18	-0.08	0.23	0.44	0.12	1.00				
無機態窒素INO-N	-0.17	-0.28	-0.44	-0.44	0.44	-0.40	0.28	0.33	0.51	0.92	1.00			
硝酸化成率	0.71	0.63	0.71	0.69	0.67	0.76	-0.09	0.28	-0.88	0.08	-0.28	1.00		
無機化率	-0.23	-0.31	-0.50	-0.51	-0.51	-0.47	0.27	0.25	0.58	0.88	0.99	-0.35	1.00	
トルオグP	-0.52	-0.28	-0.38	-0.37	-0.33	-0.32	0.20	0.02	0.16	0.09	-0.14	-0.17	0.16	1.00

(注) 有意差 1 % : 0.48 5 % : 0.38

が多く、例えば畝間施用などすれば局所的に1000ppmの高濃度になることも有り得る考えられるため、このような農薬添加濃度を設定した。

CO₂発生量への農薬の影響については、CO₂発生量を低下させた農薬は、有機硫黄剤、有機塩素剤、PCNBなどの土壌殺菌剤であった。これらの農薬は、土壌残留の長いものが多く、長期間殺菌作用を維持することによって、CO₂発生量を低下させたものと考えられる。また、CO₂発生量を増加させたのは、一時的に糸状菌などを殺菌し、微生物相の平衡が崩れることにより、一部の微生物が急激に増加することによって、CO₂発生量を増加させたものであり、高濃度の農薬添加区ほど増

加程度が著しいことから、この事が裏付けられる。この現象は部分殺菌効果と呼ばれており^(2, 5)、その機構はまだ不明の点が多い。本試験では、有機硫黄剤、有機塩素剤、土壌殺菌剤を除いてほとんどの農薬でこの部分殺菌効果がみられた。

しかし、除草剤では全くこの現象は見られず、1000ppmの高濃度添加区ではフェノキシ系、カーバメート系、ダイアジン系、酸アミド系と半数の種類で施用後約1カ月以内はCO₂発生量を低下させたが80日後には回復がみられた。しかし尿素系、ニトリル系では、80日後でも回復しなかった。

第9,10表に殺菌剤、除草剤別に各項目の相関行列を示

した。

セルロース分解能は、除草剤では、 CO_2 発生量と相関が高く、同様の傾向を示していると考えられるが、殺菌剤では、セルロース分解能と CO_2 発生量との相関は認められない。これは、殺菌剤でみられた部分殺菌効果の影響によるものと思われるが、微生物活性への影響を考えると部分殺菌効果により CO_2 発生量が増加したことを、 CO_2 発生量の増加から微生物活性は高められたとするのか、セルロース分解能が低下しているので活性は低下しているとするかが問題である。西尾は⁽⁵⁾部分殺菌効果が見られたあとの微生物フロアは非常に単純化していることを指摘しており、堀は⁽¹⁾土壌の健全性を微生物の多様性に求めている。このことから、部分殺菌効果により上昇した CO_2 発生量の増大というのは、決して微生物活性が高められた現象とはいえず、微生物活性の指標としては、セルロース分解能を用いる方が良いと思われる。

セルロース分解能からみた微生物活性への農薬の影響は、殺菌剤、除草剤とも1000ppmの様な高濃度では、抑制することが多いが、有機塩素剤、ポリハロアルキルチオ剤、エルゴステロール阻害剤（E B I 剤）は100ppm程度でも分解能を阻害する。

全炭素、全窒素への影響は、本試験では見られなかった。これは、この試験での農薬の施用が1回のみの施用であったため、長期間連用することにより、影響がでるものと考えられる。

無機態窒素、硝化生成能、窒素無機化能への影響については、ほとんどの農薬が濃度にかかわらずなんらかの影響をしているが、主に次の3つのパターンに分類できる。

第1に、窒素の無機化を促進するが、硝化生成能を抑制するため、アンモニア態窒素を集積するもの。有機硫黄剤、ポリハロアルキルチオ剤、ジチアノン剤、エルゴステロール阻害剤の殺菌剤、フェノキシ系、ニトリル系、酸アミド系、有機系の除草剤がこれに該当する。

第2に、窒素の無機化も促進し、硝化生成も促進するもの。殺菌剤はなく、尿素系、ウラシル系ビビリシリウム系の除草剤がこれにあたる。

第3に、窒素の無機化を抑制するもの、これは、窒素の有機化を促進しているかも知れないが、これについては不明である。この分類に該当するのは、上記以外の農薬で、多くの殺菌剤がここに分類される。

摘 要

土壌に残留したTPNの分解促進をはかるため、各種

土壌改良資材の施用を検討し、土壌中の農薬の制御技術を確認しようとした。また、各種殺菌剤、除草剤が微生物活性に及ぼす影響を検討し、農薬の環境中での動向を把握する基礎資料を得ようとした。

1 土壌中のTPNの分解促進をする資材は、豚ふん、植物質残渣など易分解性成分を多く含む資材と、活性炭など微生物の好的環境を提供する資材であった。

2 CO_2 発生量は殺菌剤の施用によりむしろ増加し、とくに高濃度の添加でその傾向が顕著であったが、セルロース分解能は殺菌剤の施用により減少し、高濃度区ほど、減少割合が大きかった。このことから、農薬施用土壌での微生物活性の指標には、 CO_2 発生量よりもセルロース分解能が適すると思われる。

3 農薬の土壌窒素への影響として (1)窒素無機化を促進するが硝化生成を抑制するもの、(2)窒素無機化、硝化生成両方を促進するもの、(3)窒素無機化は促進するが硝化生成への影響は明かでないもの、に分類された。

引用文献

- 堀兼明, 1991, 塩類集積土壌の診断のための土壌微生物指標, 関東東海試験研究推進会議資料(土壌肥料)
- 古坂澄石・仁王以智夫, 1969, 農薬と土壌微生物, 植物の化学調節, 4, 2, 117~126
- 加藤保・豊田一郎, 1990, TPN、パラコートのは場への連用が土壌微生物活性に及ぼす影響, 愛知農総試研報, 22, 309~315
- 香月繁高ら, 1989, 農薬便覧(第7版), 農山漁村文化協会, 東京, P1~1098
- 西尾道德, 1977, 農薬と土壌微生物の生態, 農業技術開発シンポジウム資料集, 3-2-1~9
- 西尾道德編, 1988, 実例追求新しい土壌管理, 農産漁村文化協会, 東京, P95~107
- 農業研究センター編, 1991, 低投入持続型農業と土壌肥料研究, 関東東海試験研究推進会議資料(土壌肥料), A0-1~A2-4
- 農水省農産園芸局植物防疫課監修, 1989, 農薬要覧, 日本植物防疫協会, 東京
- 小野忠, 1991, 耕地土壌の微生物相と除草剤の連用, 化学と生物, 29, 2, 103~110
- 佐藤匡, 1978, 土壌中における農薬の微生物相に及ぼす影響(微生物生態研究会編, 微生物の生態5), 学会出版センター, 東京, 39~64
- 田辺市郎, 1975, 土壌中の微生物活性の測定(土壌微生物研究会編, 土壌微生物実験法), 養賢堂, 東京, P270~273

Effects of Application of Fungicide and Herbicide on Soil Microbial Activities.

Tamotsu KATO and Ichiro TOYOTA

Summary

Several kinds of soil conditioners were applied to soil in order to promote decomposition of residue of fungicide TPN (tera-chloro-isophthalonitrile) in the soil. And also, influences of fungicides and herbicides applied on soil microbial activities were investigated.

The results obtained are as follows;

1. The soil conditioners used as promoters of microbial decomposition of TPN were; pig fece and plant residues which contain easily-decomposable-organic matter and activated charcoal which is good habitat for soil microorganisms.
2. The amount of CO_2 evolution from soil rather increased by the application of fungicides, and this tendency was significant at high concentration. But the ability of cellulose decomposition in the soil decreased by the application of those, and this tendency was significant at high concentration. From this point, the ability of cellulose decomposition was thought to be better as an indicato of soil microbial activity than the CO_2 evolutionamount.
3. The effects of pesticide application to the change of soil nitrogen were classified into three patterns.
 - (1) Increased of mineralization and decreased of nitrification.
 - (2) Increased of both mineralization and nitrification.
 - (3) Increased of mineralization and no tendency in nitrification.