

活性炭処理によるアルドリン，ディルドリンの 農作物における吸収抑制効果と殺虫剤 および除草剤の効果に及ぼす影響

半川 義行・酒井 泰文

要 約

半川義行・酒井泰文(1975)：活性炭処理によるアルドリン，ディルドリンの農作物における吸収抑制効果と殺虫剤および除草剤の効果に及ぼす影響。広島農試報告 36：77～86

活性炭の土壌処理によるバレイショ，キュウリ，ニンジンでのアルドリン，ディルドリンの吸収抑制効果を試験し両薬剤の残留量が活性炭無処理区の30～80%の範囲で減少することが明らかになった。

また活性炭処理はアルドリン，ディルドリンだけでなく土壌処理される有機燐殺虫剤および除草剤も吸着して効果が低下することが考えられるので試験した結果，有機燐殺虫剤では活性炭処理により一様に効果が低下したが，除草剤ではその作用形態が移行型のものでは効果が落ちたが，接触型のものでは逆に効果が助長される傾向がみられた。

I 緒 言

有機塩素系殺虫剤は土壌中に長期間残留するためにそこに栽培される農作物に吸収されて残留し食品衛生上の大きな問題となった。

筆者らは，1971年からアルドリン，ディルドリンによる土壌汚染に基づく農作物汚染の軽減をはかるために活性炭による土壌処理について試験を実施している。Lichtenstein ら³⁾も活性炭処理することによって農作物中のアルドリン，ディルドリン，ヘプタクロール，ヘプタクロールエポキシサイドの吸収が抑制されることを報告している。しかし土壌の活性炭処理はこれらの薬剤の農作物による吸収を抑制する反面土壌処理される除草剤，殺虫剤を吸着して除草効果および殺虫効果を低下させる懸念がある。

筆者らはこの点を明らかにするために活性炭処理による除草剤，有機燐殺虫剤の効果発現への影響と，有機燐殺虫剤のダイコンおよび土壌中の残留に及ぼす影響，さらに活性炭の効率的な使用方法について試験し結果を得たので報告する。

II 活性炭処理によるバレイショ，キュウリ およびニンジンにおけるアルドリン，ディ ルドリンの吸収抑制試験

1. 試験材料および方法

1) 材料の調整

バレイショ；1971年は，3月25日にアルドリン4%粉剤0.6kg/aを畑に均一に散布後耕耘し，春作バレイショを栽培したあと地に活性炭区（商品名プロコールB以下省略する）2kg/a（8月26日処理），堆肥区0.2t/a（8月26日処理），耕耘区（8月13日，8月19日の2回耕耘），無処理区をもうけバレイショ（品種 農林1号）を8月26日に植付けた。肥料は基肥として窒素成分量で1.6kg/a（8月26日），追肥として0.2kg/a（9月16日，9月28日の2回）を施用した。1区面積は16m²とした。

分析試料の採取時期は11月11日とした。また土壌も11月11日に採取し風乾後分析に供した。

1972年は前年の秋作（8月26日植付け）の同じ処理区に春作を栽培した。ただし耕耘区は5月2日，6日，11日，16日に耕耘した。バレイショ（品種 男爵）は3月28日に植付けた。肥料は基肥として窒素成分量で1kg/a（3月28日），追肥として0.5kg/a（5月24日）を施用した。1区面積は8m²とした。

分析試料の採取時期は7月10日であった。土壌は7月4日に採取し風乾後分析に供した。

キュウリ；1973年5月9日にアルドリン4%粉剤2kg/aを畑に均一に散布後耕耘し，活性炭区2kg/a（5月9日処理），堆肥区0.2t/a（5月9日処理），耕耘区

(5月11日, 15日, 21日, 22日, 23日, 24日の6回耕耘)とこれらの区を組合せた区および無処理区を設けてキュウリ(品種 F₁近成山東)を5月24日には種した。肥料は基肥として窒素成分で2 kg/a (5月19日)を施用した。1区面積は5 m²とした。

分析試料の採取時期は7月18日であった。

また活性炭の処理量, 処理方法について調査するため, 1973年5月19日にアルドリン4%粉剤2 kg/aを畑に均一に散布後耕耘し活性炭1 kg/a, 2 kg/aの全面処理区と植溝処理区(いずれも5月19日処理)を設けた。キュウリ(品種 F₁近成山東)は5月21日には種した。肥料は基肥として窒素成分で2 kg/a (5月19日)を施用した。1区面積は5 m²とした。

分析試料の採取時期は7月12日とした。

ニンジン; 1972年5月25日にアルドリン4%粉剤0.6 kg/aを畑に均一に散布後耕耘し活性炭1 kg/a区, 2 kg/a区(いずれも5月25日全面処理), 無処理区を設け, ニンジン(品種 向陽5寸人参)を5月27日には種した。肥料は基肥として5月27日にCDU化成12 kg/a, 熔燐10 kg/a, 追肥として7月17日, 8月20日の2回硫酸1 kg/a, 塩加1 kg/aを施用した。1区面積は15 m²とした。

分析試料の採取時期は9月4日とした。また土壌は9月4日に採取し風乾後分析に供した。

2) 供試圃場土壌の理化学的

第1表に示した。(以下のⅢ, Ⅳの試験も同様)。

3) 分析方法

ガスクロマトグラフィーによって分析を行った。

(1) 抽出精製法

前報²⁾と同じ方法により行った。この抽出法による回収率(0.1 ppm 添加)はバレイショでアルドリン84.2%, ディルドリン76.8%, キュウリでそれぞれ96.4%, 87.5%, ニンジンで110.1%, 116.0%であった。また土壌では97.5%, 72.5%であった。

(2) ガスクロマトグラフィーの条件

ガスクロマトグラフは島津製作所製 GC-5A1EE, 検出器は⁶³Ni ECD を使用した。カラムは内径3 mm, 長さ1.5mのガラス製で, 充てん剤は10% DC-200+15% QF-1 (1:1)クロモゾルプW, AW 60~80メッシュを用いた。試料気化室温度240°C, カラム温度190°C, 検出器温度240°C, キャリヤガスは N₂ 60 ml/min とした。

2. 試験結果および考察

バレイショ, キュウリ, ニンジンによるアルドリン, ディルドリンの吸収を抑制するため土壌を活性炭処理,

堆肥施用および耕耘処理しその効果について試験した。

バレイショでの結果を第2表に示した。活性炭処理区では1971年の秋作(以下秋作という)では, アルドリン, ディルドリンの合計値で無処理区の73%, 1972年の春作(以下春作という)では31%と塊茎中の残留量は減少している。堆肥施用区は秋作では無処理区と差はみられないが春作では無処理区の50%の減少がみられた。耕耘処理区では秋作, 春作とも無処理区と変らなかつた。

キュウリでは活性炭処理, 堆肥施用処理, 耕耘処理とこれらを組合せた相乗効果について検討した(第3表)。耕耘処理, 活性炭+耕耘処理が最も吸収抑制効果が高くアルドリン, ディルドリンの合計値で無処理区の25%の残留量である。堆肥施用区では同じく65%の残留量であった。また各処理の中でも耕耘, 活性炭の単独処理の効果が顕著であった。

つぎにキュウリで活性炭の処理量と処理方法について調査し結果は第4表に示した。処理量と残留量の関係は, 活性炭の1 kg/a 処理と2 kg/a 処理では後者の方が残留量が少なく無処理区の70%となっている。処理方法については両処理量とも全面処理よりも溝処理の方が吸収抑制効果が高くなっている。即ち, 活性炭1 kg/aの溝処理と2 kg/aの全面処理が同様な残留量である。

ニンジンでの活性炭の処理量と残留量の関係は第3表のとおりである。ニンジンの場合でも活性炭処理区の残留量が少なくアルドリン, ディルドリンの合計値で2 kg/a 処理, 1 kg/a 処理でそれぞれ無処理区の30%, 55%の残留量である。

活性炭の吸着力を利用して Thurston⁷⁾は土壌中の DDT の phytotoxicity を除くために使用し, Lichtenstein^{ら³⁾}も土壌中の有機塩素系殺虫剤の作物による吸収を軽減すために活性炭を施用することを試みている。本試験でもバレイショ, キュウリおよびニンジンを対象作物として活性炭の土壌処理によってアルドリン, ディルドリンの吸収抑制効果のあることが明らかになった。

バレイショでは土壌を活性炭処理することによって無処理区の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{2}{3}$ に残留量を減少させた。しかし秋作と春作を比較した場合秋作は活性炭による吸収抑制効果が顕著でない。これは土壌中のアルドリン, ディルドリンの濃度が春作より2.5倍も高いために活性炭の2 kg/a 施用では効果が現れにくかつたものと考えられる。

バレイショと同様に可食部が土壌中にあるニンジンでも活性炭処理の効果が高く残留量は無処理区の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ になった。Lichtenstein^{ら³⁾}は土壌を活性炭処理(活性炭が2,000 ppmの濃度)することによってアルドリ

ン、ディルドリンの合計値でバレイショでの残留量は無処理区の70~60%まで、ニンジンでは53%まで減少したと報告している。供試する土壌あるいは使用する活性炭の種類によっても異なると思われるが、この試験では活性炭2 kg/aを作土の10~20 cmの深さに均一に混入した時の活性炭の濃度は20~10 ppmになるのでこの場合には活性炭の低濃度でLichtensteinらと同等の効果がみられたことになる。

キュウリでも活性炭の2 kg/a処理で無処理区の1/2ま

で残留量が減少し吸収抑制効果が認められたので処理量および処理方法について検討した(第4表)。処理量については2 kg/a施用の方が効果が高く、処理方法については全面処理よりも植溝処理の方が残留量が少ない。しかし1 kg/aの全面処理(10~5 ppm)では無処理区と残留量が変わらないので活性炭の10~5 ppmが使用する際の限界量であると思われる。活性炭の最も効果的な使用法は、作物の根圏に集中的に処理することで、活性炭の量も少量で済み、経済的でしかも省力的である。

第1表 供試ほ場土壌の理化学性

土性	粗砂	細砂	微砂	粘土	腐植	有効態	燐酸吸	置換	置換性塩基	
						燐酸	収係数	容量	CaO	MgO
	%	%	%	%	%	mg		m.e	mg	mg
SCL	39.7	28.7	15.9	15.5	1.9	2.9	480	8.8	177.7	19.6

第2表 アルドリ、ディルドリンの土壌およびバレイショ塊茎中の残留量 (ppm)

処 理	1971年(秋作)				1972年(春作)			
	アルドリ		ディルドリン		アルドリ		ディルドリン	
	土 壌	塊 茎	土 壌	塊 茎	土 壌	塊 茎	土 壌	塊 茎
活 性 炭	0.044	0.001	0.215	0.010	0.011	t	0.095	0.005
堆 肥	0.033	0.001	0.245	0.015	0.008	t	0.138	0.008
耕 転	0.034	0.004	0.269	0.013	0.018	t	0.160	0.014
無 処 理	0.039	0.001	0.331	0.014	0.009	t	0.145	0.016

t < 0.001

第3表 キュウリにおける活性炭、堆肥、耕耘処理によるアルドリ、ディルドリンの吸収抑制効果 (ppm)

薬 剤	活性炭	活性炭	活性炭	堆 肥	堆 肥	耕 転	無処理
	堆 肥	堆 肥	耕 転				
アルドリ	0.007	0.007	0.006	0.008	0.007	0.007	0.012
ディルドリン	0.024	0.019	0.012	0.025	0.017	0.039	0.059
計	0.031	0.026	0.018	0.033	0.024	0.046	0.071

第4表 キュウリ、ニンジンにおける活性炭の処理と処理方法による吸収抑制効果 (ppm)

処理量・処理方法	キ ャ ウ リ			ニ ン ジ ン			
	アルドリ	ディルドリン	計	アルドリ		ディルドリン	
				土 壌	根 部	土 壌	根 部
2 kg/a 溝 処 理	0.002	0.016	0.018				
全面処理	0.002	0.020	0.022	0.330	0.012	0.223	0.040
1 kg/a 溝 処 理	0.004	0.018	0.022				
全面処理	0.005	0.029	0.034	0.643	0.040	0.290	0.051
無 処 理	0.003	0.023	0.026	0.571	0.066	0.485	0.097

第5表 分析試料の採取時期

薬 剤	葉 (間引菜)	大 根 (根部)	土 壌		
			第 1 回目	第 2 回目	第 3 回目
ダイシストン	'74. 10. 2	'74. 11. 7	'74. 11. 18	'75. 1. 16	'75. 3. 4
ホ ス ド ン	9. 30	11. 6	11. 13	1. 10	3. 4
オルトラン	10. 1	11. 8	11. 16	1. 9	3. 8
ビニフェート	9. 30	11. 5	11. 13	1. 12	3. 3

第7表 ダイコンおよび土壌中の残留量 (3区平均値) (ppm)

薬 剤	葉 部 (間引菜)	根 部	土 壌			
			第 1 回	第 2 回	第 3 回	
ダイシストン	P=SS	<0.003	<0.002	0.007	0.107	0.189
	P=OSO ₂	0.037	<0.016	0.067	0.051	0.044
	P=SSO ₂	0.082	<0.008	1.182	1.066	0.981
ダイシストン 活性炭	P=SS	<0.003	<0.002	0.062	0.202	0.338
	P=OSO ₂	0.018	<0.016	0.214	0.094	0.132
	P=SSO ₂	0.026	<0.011	2.920	1.765	2.112
ホ ス ド ン		<0.005	<0.005	0.009	0.008	0.007
ホ ス ド ン 活 性 炭		<0.005	<0.005	0.449	0.437	0.221
オルトラン		0.03	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
オルトラン 活 性 炭		<0.02	<0.02	0.07	0.03	0.03
ビニフェート	α	<0.01	<0.01	0.06	0.03	0.03
	β	<0.01	<0.01	0.23	0.22	0.21
ビニフェート 活 性 炭	α	<0.01	<0.01	0.07	0.07	0.05
	β	<0.01	<0.01	0.49	0.05	0.32

堆肥の土壌中への施用は直接的には農薬の有機物への吸着、間接的には土壌微生物の活動による農薬の分解促進が考えられるので作物による農薬の吸収を抑制する効果が期待できる。町村ら⁴⁾はバレイショで堆肥の施用によってアルドリ、ディルドリンの残留量が減少したと報告しているが、本試験でも堆肥 0.2 t/a の施用はバレイショの春作では、アルドリ、ディルドリンの残留量が無処理の1/3まで減少し、キュウリでも約3/5まで残留量が減った。しかしバレイショの秋作では堆肥施用の効果が現れていない。これは活性炭の場合にみられたように土壌中の薬剤の濃度が高いために堆肥の薬剤の吸着が十分でなかったこと、さらには堆肥施用後の期間が短いため堆肥での微生物の腐生が進まず微生物によるアルドリ、ディルドリンの分解が緩慢であったと推察される。

土壌中の有機塩素系殺虫剤の消失の大部分は空気中への揮散であるといわれているが、土壌を耕耘することによって土壌中に存在するアルドリ、ディルドリンをできるだけ空気中にさらすことは薬剤の空気中への揮散を多くし土壌中の濃度を低下させ作物への吸収移行も少なくなると考えられる。

しかしバレイショでの耕耘処理は秋作、春作とも残留量の減少はみられなかった。この原因は秋作では土壌中のアルドリ、ディルドリンの残留量が多い上に耕耘回数が少ないこと、春作では耕耘の時期が植付け後であるのでバレイショの塊茎はすでに肥大を開始しておりアルドリ、ディルドリンの吸収は生育の極く初期(萌芽期)に旺盛である¹⁾ことから耕耘の効果が現れなかったものと思われる。しかしキュウリでは耕耘処理が活性炭処理よりも吸収抑制効果が高く無処理区の25%の残留量である。これは耕耘回数がバレイショの場合に比較して多いこと、耕耘の時期がは種前であったために薬剤の揮散が促進されキュウリへの吸収量が少なくなったと考えられる。

III 活性炭処理による有機燐殺虫剤のダイコンにおける吸収抑制試験

1. 試験材料および方法

1) 材料の調製

1974年9月3日にダイシストン5%粒剤区、ホスド

5%粒剤区、オルトラン5%粒剤区、ビニフェート1.5%粉剤区および無処理区を設けた。さらにそれぞれの区に活性炭処理区と無処理区を設けた。薬剤および活性炭の処理量はそれぞれ0.3kg/a、2kg/aとし、は種直前にまき溝処理し土壌とよく混和した。

ダイコン(品種 青首宮重)は9月3日には種した。肥料は基肥として窒素成分量で1kg/a(9月3日)施用し、追肥は同じく0.2kg/a(9月19日)施用した。1区面積は7m²とし3連制、乱塊法により行った。

分析試料の採取時期は第5表に示した。なお土壌は採取後ただちに生土のまま分析に供した。

2) 分析方法

ガスクロマトグラフィーによって分析を行った。

(1) 抽出精製法

a ダイシストン

ダイコン 均質化試料50gにアセトン100mlを加えホモジナイザーで5分間抽出後ろ過した。残渣をアセトン100mlで洗浄し濾液と合せ、これを約50mlまで減圧濃縮し500mlの分液ロートに移した。これに4%食塩水250mlを加えて混合した後塩化メチレン50mlで3回抽出を行った。塩化メチレン層を集めて脱水し2~3mlまで減圧濃縮した後、空気で溶媒を留去し残渣をアセトン4mlに溶解しそのうちの2mlをP=SS測定用試験溶液とした。残りの2mlには20%硫酸マグネシウム液5ml、0.5N過マンガン酸カリウム液20mlを加え30分間放置したのち塩化メチレン20mlで3回抽出を行った。以下は前記の要領でアセトンに溶解しP=OSO₂、P=SSO₂測定用試験溶液とした。

土壌 生土100gにアセトン150mlを加え1時間横型振盪機で振盪抽出した。以下の操作はダイコンに準じて行った。

第6表 カラム充てん剤および回収率

薬 剤	固 定 相 液 体	担 体	葉(間引菜)		大根(根部)		土 壌			
			添 加 濃 度	回 収 率	添 加 濃 度	回 収 率	添 加 濃 度	回 収 率		
			ppm	%	ppm	%	ppm	%		
ダイシ スト ン	P=SS	10%DC-200	ガスクロムQ 80~100メッシュ		1	127.4	1	80.6	1	71.9
	P=OSO ₂	"	"		1	87.2	1	100.8	1	114.7
	P=SSO ₂	"	"		1	69.1	1	82.0	1	101.5
ホ ス ド ン	"	"	"		0.2	67.5	0.2	72.5	0.5	88.7
オルトラン	2%Reoplex400	"	"		1	73.0	1	72.9	1	71.3
ビニフェート	α	2%PEGA	クロモゾルブW, AW 60~80メッシュ		0.2	94.5	0.2	88.0	1	80.0
	β	"	"		0.2	96.5	0.2	91.0	1	75.6

b ホスドン

ダイコン 均質化試料50gにアセトン150mlを加えホモジナイザーで10分間抽出後ろ過した。残渣をアセトン50mlで洗浄し濾液を500mlの分液ロートに移した。これに5%食塩水150mlを加えて混合した後石油エーテル150mlで2回抽出を行った。石油エーテル層を集めて脱水し約2mlまで減圧濃縮した液をダルコG-60:アビセル(1:9)5g、無水硫酸ナトリウム2gをつめたガスクロマト管に移しアセトン150mlを用いて溶出した。溶出液を減圧濃縮して溶媒を留去しn-ヘキサンに溶解し試験溶液とした。

土壌 生土100gにアセトン150mlを加え1時間横型振盪機で振盪抽出した。以下の操作はダイコンに準じて行った。ただしクリーンアップは省略した。

c オルトラン

ダイコン 均質化した試料50gに酢酸エチル200ml

を加え1晩放置する。これに無水硫酸ナトリウム150gを加えホモジナイザーで5分間抽出後ろ過した。これを減圧濃縮し溶媒を留去後アセトンに溶解し試験溶液とした。

土壌 生土100gに酢酸エチル200mlを加え1時間横型振盪機で振盪抽出した。以下の操作はダイコンに準じて行った。

d ビニフェート

ダイコン 均質化試料50gにアセトン200mlを加えホモジナイザーで5分間抽出後ろ過した。残渣をアセトン100mlで洗浄し濾液と合せこれを約50mlまで減圧濃縮し1lの分液ロートに移した。これに飽和食塩水50ml、水250mlを加えて混合した後n-ヘキサン100mlで3回抽出した。n-ヘキサン層を集めて脱水し2~3mlまで減圧濃縮した後、空気で溶媒を留去し残渣をアセトンに溶解し試験溶液とした。

土壌 生土100gにアセトン 200mlを加え1時間横型振盪機で振盪抽出した。以下の操作はダイコンに準じて行った。

なお、各薬剤の回収率は一括して第6表に示した。

(2) ガスクロマトグラフィーの条件

ガスクロマトグラフは島津製作所製 GC-4 BMIF, 検出器 FPD を使用した。カラムは内径3mm, 長さ1.5mのガラス製を用いた。試料気化室温度 230°C, カラム温度 190°C, 検出器温度 250°C, 感度 Range 2 Sensitivity 10, キャリヤーガス N₂ 2kg/cm², air 60ml/min, H₂ 200ml/min とした。

3) アブラムシ数調査

活性炭処理による薬剤の殺虫効果におよぼす影響について調査するため、各区の20株のダイコン葉上の寄生ア

ブラムシ数を9月10, 11, 13, 17, 20, 27日, 10月4, 11日の8回調査した。9月20日までは全葉について、9月27日以降は上, 中, 下葉各1葉当りの虫数を調査した。

2. 試験結果および考察

土壌の活性炭処理によって有機燐殺虫剤のダイコンによる吸収を抑制することができるかどうかをみたのが第7表である。

ダイシストンでは、葉部についてみるとダイシストン (P=SS) そのものは活性炭処理区も無処理区も検出限界以下である。しかし酸化代謝物である P=OSO₂ は活性炭処理により無処理区の50%に、また P=SSO₂ は32%まで残留量が減少している。土壌では全化合物でみた

第8表 大根葉上寄生総アブラムシ数* (3区平均値)

薬 剤	調 査 月 日								
	9. 10	9. 11	9. 13	9. 17	9. 20	9. 27	10. 4	10. 11	
ダイシストン	6.7	10.0	17.0	36.7	27.0	34.3	10.3	2.3	
ダイシントン活性炭	14.7	31.3	44.3	66.3	82.3	60.0	28.3	2.7	
ホスドン	12.3	34.3	70.0	87.3	93.3	65.0	31.3	3.3	
ホスドン活性炭	20.0	42.7	69.3	85.0	95.0	122.7	68.3	5.0	
オルトラン	9.0	27.3	44.7	63.0	53.0	86.3	43.0	3.3	
オルトラン活性炭	8.7	32.3	63.7	63.0	116.7	158.3	24.0	3.3	
ビニフェート	15.0	56.0	75.0	81.0	139.0	154.3	53.3	3.0	
ビニフェート活性炭	20.7	64.3	88.0	181.3	140.0	146.3	77.0	3.3	
無 処 理	14.3	44.0	70.7	88.7	133.0	130.0	56.0	2.3	
無 処 理 活 性 炭	17.3	54.7	59.0	98.7	154.3	131.3	58.0	3.3	
l. s. d.	0.05	n. s.	27.8	n. s.	47.7	59.7	56.6	40.9	n. s.
	0.01	n. s.	38.2	n. s.	65.4	81.8	77.5	56.1	n. s.

* アブラムシの大部分はモモアカアブラムシ, ニセダイコンアブラムシである。

場合、全調査時とも活性炭処理区は無処理区の2倍近い残留量となり葉部と反対の結果となった。このことは土壌中の薬剤が活性炭に吸着されてダイコンの根から吸収されなかったためと思われる。

ダイシストンは植物体あるいは土壌中で酸化されて酸化代謝物となって長期間残存することが知られているが、この試験でも全化合物でみた場合葉部および土壌で他の供試薬剤よりも残留量が多い。特に土壌では薬剤処理6ヶ月後でも活性炭処理区で2.582 ppm, 無処理区で1.214 ppm と高い残留量である。

ダイシストンは植物体内でP=Oの酸化体になるかP=Sの酸化体になるかは植物の種類により異なることが升田ら⁵⁾によって報告されているが、この場合P=SSO₂体が葉部、土壌でP=OSO₂体よりも多くP=O/P=

S比は葉部では活性炭処理区で0.70, 無処理区で0.45, 土壌では活性炭処理区で0.048~0.072, 無処理区で0.038~0.056と活性炭処理区の方が比率が高くなっている。また、ダイシストン (P=SS) は土壌中で時間の経過とともにP=SSO₂あるいはP=OSO₂へと変化し残留量も減少するはずであるのに、逆に増加するという興味ある現象がみられ、土壌中で還元されることがありうるかどうか今後の検討に待ちたい。

ホスドンは葉部では活性炭処理区、無処理区で検出限界以下となっている。しかし土壌では活性炭による吸着の効果が著しい。第1回、第2回の調査時で無処理区の50倍、第3回の調査時では30倍の残留量である。このように活性炭処理区と無処理区間の残留量の差が大きいの、ホスドンの消失が他の薬剤に比べて早いため結果と思われる。

オルトランは葉部で活性炭処理区は検出限界以下となったが、無処理区の残留量も非常に少ない。また土壌中の残留量も供試薬剤の中で一番少なくこの薬剤は分解消失が早いと考えられる。そのために第2回目の調査時（薬剤処理後129日）以降は活性炭処理区でも検出限界近くまで残留量が減少している。

ビニフェートは活性炭処理区および無処理区で α 体、 β 体ともに葉部では検出限界以下でありホスドンと同様

にダイシストン、オルトランに比較して残留しにくい薬剤であろう。しかし土壌では残留がみられ α 体、 β 体の合計値で第1回、第2回調査時（薬剤処理後132日）までは活性炭処理区は無処理区の2倍前後の残留量である。第3回調査時（同じく182日）には1.5倍と時間の経過とともに無処理区の残留量に近くなって来ている。したがって活性炭処理区でも徐々に薬剤の消失が進んでいると考えられる。また α 体と β 体の消失速度は α 体の方

第9表 雑草発生本数および量（指数による）（3区平均値）

薬 剤	A 区		B 区		B 区	
	第1回		第2回		本数	量
	本数	量	本数	量		
トレファノサイド	1.0	1.0	2.0	2.0	6.0	6.0
トレファノサイド活性炭	1.3	1.3	1.0	1.0	5.3	5.3
ダイミット	1.0	1.0	1.7	1.7	4.0	4.0
ダイミット活性炭	1.0	0.7	1.7	1.7	4.0	4.0
シマジン	0.3	0.3	1.0	1.0	6.0	6.0
シマジン活性炭	2.3	2.3	1.7	1.7	6.0	6.0
ニ ッ プ	2.0	2.0	1.7	1.7	6.7	6.7
ニップ活性炭	1.7	1.0	1.3	1.3	6.0	6.0
リニューロン	1.0	1.0	2.3	2.3	5.0	5.0
リニューロン活性炭	2.7	2.7	1.7	1.7	7.0	7.0
サ タ ー ン	0.7	1.0	1.3	1.3	5.0	5.0
サターン活性炭	0.7	0.7	1.3	1.3	5.0	5.0
無 処 理	4.0	4.0	1.0	1.0	7.0	7.0
無処理活性炭	4.0	4.0	0.7	0.7	7.0	7.0
l. s. d.	0.05	0.9	1.1	n. s.	n. s.	n. s.
l. s. d.	0.01	1.3	1.5	n. s.	n. s.	n. s.

第10表 無 処 理 区 の 実 数 （3区平均値）

雑 草 名	A 区		B 区		B 区	
	第 1 回		第 2 回		本 数	重 量
	本 数	重 量	本 数	重 量		
タネツケバナ	47.3	g	6.3	0.4	2.0	0.9
ハルタデ	25.3				0.7	0.7
ミチヤナギ	4.0					
スベリヒユ	28.7		25.0	10.4	2.0	15.1
ア カ ザ	1.3					
クローバー			5.7	0.3	0.3	0.1
その他広葉雑草	10.3				2.0	13.3
アキノメヒシバ			12.3	1.7	26.0	298.3
カヤツリグサ			10.0	0.4	6.3	2.5
ニワホコリ					0.3	0.5
合 計	116.9	278.3	59.3	13.2	39.6	331.4

が早くβ体の $\frac{1}{6}$ ～ $\frac{1}{4}$ の残留量となっている。

次に根部では全供試薬剤で活性炭処理区、無処理区で検出限界以下である。このことは有機塩素剤が根部に残留しやすいことと全く対照的であり、奴田原ら⁶⁾が報告しているように有機燐剤は有機塩素剤に比較して吸収移行しやすく根部から葉部へすみやかに移行してしまう結果と考えられる。

葉部に残留のみられたダイシストンとオルトランの処理区では大根の葉に寄生しているアブラムシ数にも影響がみられた(第8表)。即ち、残留量の多いダイシストンでは活性炭処理区、無処理区で薬剤処理後1週間～1ヶ月間にわたってアブラムシの寄生数を抑えている。また、オルトランでも活性炭無処理区で9月20日はアブラムシ数は少ない。しかしホストンでは9月27日に葉部に残留がみられないのにアブラムシ数が減少しているが原因は明らかでない。

以上のようにアブラムシの寄生数に影響のみられた薬剤は、ダイシストン以外はいずれも活性炭を処理していない区であり、ダイシストンでも活性炭無処理区の方が一様にアブラムシ数が少ない。このことは土壌を活性炭処理することによって土壌中の薬剤が活性炭に吸着されてダイコンによる吸収移行が抑制されるためにダイコン葉部の薬剤の有効成分濃度が低くなり殺虫力が低下すると考えられる。

IV 活性炭処理による除草剤の吸着に関する試験

1. 試験材料および方法

1) 供試薬剤および処理量

1973年5月4日にトレファノサイド乳剤(20 ml/a)区、ダイミット水和剤(30 g/a)区、シマジン水和剤(10 g/a)区、ニップ乳剤(80 ml/a)区、リニュロン水和剤(10 g/a)区、サターン乳剤(80 ml/a)区および無処理区を設けた。さらにそれぞれの区に活性炭処理区と無処理区を設けた。薬剤の散布量は10 l/aとし構型噴霧機で区全体に均一に散布した。また活性炭処理区は活性炭を2 kg/aの割合で土壌表面に均一に散布し鋤で土壌とよく混和後薬剤処理した。

2) 調査時期および方法

第1回調査は6月5日(無処理区が手取除草の適期)

第2回調査は7月3日(無処理区が手取除草の適期)

にそ菜関係除草剤試験実施基準によって行った。

2. 試験結果および考察

活性炭処理による除草効果への影響は第9、10表に示した。第1回目の調査では活性炭処理によって除草効果の落ちたものはシマジンとリニュロンであったが他の供

試除草剤は活性炭処理による影響はみられなかった。しかし2カ月後の2回目の調査ではどの薬剤も除草効果のみられなくなった。これは除草剤の残効性がなくなったためと思われる。

シマジンは、非ホルモン移行型の除草剤で幼植物の根から吸収されて殺草効果を示すのであるが、土壌が活性炭処理されるとシマジンが吸着されるために雑草の幼植物から有効成分が吸収されにくくなり効果に影響があらわれたものと考えられる。

また、リニュロンは非ホルモン接触移行型で雑草の葉や根毛から植物体に吸収され速やかに植物体中を移行し殺草するのであるが、この薬剤は元来土壌粒子に吸着されやすく、重粘な土壌や有機物を多く含んでいる土壌は効果が劣ると言われている。したがって活性炭のような吸着力の強いものの土壌処理は有効成分の吸着が起り除草効果が落ちたのであろう。

しかし同じ非ホルモン移行型除草剤であるトレファノサイド、ダイミット、サターンでは活性炭処理によって殺草効果には影響はみられなかった。

また、ニップでも活性炭処理による除草効果の低下は全くみられず、むしろ活性炭処理は除草作用を助長する傾向がみられる。ニップは他の除草剤と作用特性が異なり接触作用を主体とし、一部移行性を持った非ホルモン接触移行型除草剤である。土壌中の移行性は極めて小さく土壌粒子に強く吸着されている所へ雑草の幼芽が通過するとき有効成分に接触し殺草作用が現れると考えられるが、活性炭処理は土壌粒子への有効成分の吸着をさらに強力にし移動性を小さくしたために除草効果を高めたと考えられる。

V 結 論

土壌中の有機塩素系殺虫剤の作物による吸収を抑制する対策として、土壌の灌水処理、堆肥などの有機物の施用等種々試みられているが本試験では活性炭による土壌処理の効率的な使用方法について一般に行われている耕耘処理、堆肥施用と比較しながら検討した。

活性炭処理はアルドリッ、ディルドリンの残留量をバレイショで活性炭無処理の73～31% (活性炭2 kg/a以下同様)、キュウリで50～84% (2 kg/a)、ニンジンで30 (2 kg/a)～55% (1 kg/a)とそれぞれ減少させ、地下部に分析部位のある作物ほど残留量が少ない傾向がみられた。即ち、バレイショの場合、秋作、春作と2作続けて長期間にわたって堆肥施用、耕耘処理よりも残留量が少なく常に安定した効果がみられた。しかしキュウリの場合は活性炭処理よりも耕耘処理の方が残留量が少

なかった。これは、土壌の分析結果がないので明らかでないが、耕耘の時期がは種前で適期であったこと、耕耘がひん繁に行われ薬剤の空気中への揮散が多かったこと、さらに耕耘によって下層土と混和稀釈されたこと等により土壌中の薬剤の濃度が減少したと考えられるが、実際場面では夏期に多数回耕耘することは不可能と思われるのでこの結果は特別な場合と考えたい。また処理方法もキュウリでみられたように作物の根圏に集中して処理する方が吸収抑制効果が高く、しかも経済的であると考えられる。

以上のように活性炭処理は土壌中のアルドリ、ディルドリンを吸着し作物による吸収を抑制することが明らかになったが、Lichtenstein ら³⁾が指摘しているように活性炭を使用することはその吸着力で土壌処理される殺虫剤、除草剤をも吸着し害虫防除あるいは雑草防除の立場からは不利であることが当然予想される。

そこで殺虫剤については有機燐剤を用いて検討したが、アルドリ、ディルドリンと同様に活性炭による吸着がみられた。

分解消失の早いホスドン、ビニフェートを除くダイシストン、オルトランでは葉部の残留量が活性炭無処理区よりも少なくなっている。このことは必然的に大根葉土のアブラムシに対する殺虫力を弱めることとなりアブラムシ防除の上からは活性炭の使用は好ましくない結果となった。したがって活性炭の使用は土壌中の薬剤の濃度が異常に高く、栽培される農作物を汚染し残留するおそれのある場合に限定すべきであろう。

次に注目したいことは、活性炭処理した土壌からの薬剤の回収率が有機塩素系と有機燐剤とは逆の関係がみられることである。有機塩素剤の場合、活性炭無処理の土壌のアルドリ、ディルドリンの残留量を100とするとバレイショ圃場では70%、ニンジン圃場では88~53%と抽出回収率が低くなっている。しかし実際の土壌中では活性炭に吸着されて活性炭無処理の土壌よりも多く残留しているはずであるので、この試験で用いたアセトン抽出法では完全に抽出されないためにこのような結果になったと思われる。このような現象はLichtenstein ら³⁾も認めている。loam soil を活性炭処理しその土壌からのディルドリンの回収試験を行いn-ヘキサン：アセトン(1:1)の抽出で活性炭処理後15日で71~88%、30日後では57~78%と減少し時間の経過とともに活性炭とディルドリンの結合が除々に進行すると報告している。

一方有機燐剤の場合には活性炭処理区はダイシストンでは無処理区の2倍、ホンドンでは50~30倍、ビニフェ

ートでは2倍~1.5倍の残留量となっている。したがって有機燐剤では、活性炭の吸着に関係なく抽出されていると思われる。このように有機塩素剤と有機燐剤で土壌からの抽出回収率が異なった原因が分析試料(土壌)を有機塩素剤の場合には風乾土壌を、有機燐剤の場合には生土を分析に供したことに関係があるとすれば、薬剤と活性炭の吸着(結合)には水分が多分に影響をあたえており土壌中に水分が多い場合は活性炭から薬剤が有機溶媒によって容易に溶離されるものと推察される。

除草剤では作用形態が移行型で雑草の幼植物の根に吸収されて殺草効果を示すシマジン、リニュロンに対しては活性炭がこれら薬剤を吸着して雑草への吸収移行を阻止するために除草効果が低下したが、土壌中にとどまって雑草の幼芽に接触して殺草作用を示すニップに対しては活性炭処理は効果を高めるような結果となった。このように除草剤に対する活性炭処理の影響は有機燐剤にみられた如く一様に効果の低下を引き起こすのではなく、除草剤の種類によって効果が助長されることもあるので、活性炭処理する場合は除草剤の作用特性を考慮した上で使用する除草剤を選択すべきであろう。

VI 摘 要

活性炭を土壌処理することによるアルドリ、ディルドリンの吸収抑制効果をバレイショ、キュウリ、ニンジンについて試験した。さらに、活性炭が土壌処理される殺虫剤(有機燐剤)および除草剤の効果に及ぼす影響について調査し次の結果を得た。

- 1) 活性炭2kg/a処理はバレイショではアルドリ、ディルドリンの残留量が無処理区の30~70%に減少し、これは堆肥施用、耕耘処理よりも効果が高かった。
- 2) キュウリでも活性炭2kg/a処理で無処理区の50~80%まで減少した。また活性炭の処理方法は全面処理よりも植溝処理の方が吸収抑制効果が高かった。
- 3) ニンジンでは活性炭2kg/a処理で無処理区の30%、1kg/a処理で55%まで残留量が減少した。
- 4) 活性炭の土壌処理はアルドリ、ディルドリンを吸着し、バレイショ、キュウリ、ニンジンでの残留量を減少させたが、土壌処理される有機燐殺虫剤も吸着しダイコンに寄生するアブラムシ数にも影響がみられた。
- 5) また土壌処理される除草剤にも活性炭による吸着がみられ、シマジン、リニュロンのように作用形態が吸収移行型である除草剤に対しては除草効果の低下がみられたが、ニップのように接触型のものでは逆に効果が助長される傾向がみられた。

謝 辞

本試験を実施するにあたり貴重な助言と校閲の労をとられた当場病害虫部中村啓二部長、また除草剤の試験方法について懇切なるご教示をたまわった当場園芸部の船越建明研究員、大友談二研究員、さらに有機燐殺虫剤の分析法についてご配慮頂いた農林省農薬検査所中村廣明課長に深厚なる謝意を表す。

引用文献

- 1) 半川義行：1971. 有機塩素系殺虫剤の農作物および土壌中における残留に関する研究，第1報 春作パレイショにおけるアルドリン，ディルドリンの生育時期および器官別の残留，中国農業研究 43：49—50
- 2) 半川義行：1973. 有機塩素系殺虫剤の農作物および土壌中における残留，第2報 キュウリの収穫時期別のアルドリン，ディルドリンおよびエンドリンの吸収，中国農業研究 46：61—63
- 3) LICHTENSTEIN E. P., T. W. FUHREMAN, and K.

R. SCHULZ : 1968. Use of carbon to reduce the uptake of insecticidal soil residues by crop plants. Effect of carbon on insecticide adsorption and toxicity in soil. Jour. Agr. Food Chem. 16 : 348—355

- 4) 町村徳行・奈須田和彦：1972. 有機塩素殺虫剤の土壌残留と吸収，堆肥・石灰施用による吸収抑制および経時変化，北陸病害虫研究会報 20：71—75
- 5) 升田武夫・金沢純：1972. 粒剤として処理された有機リン殺虫剤の作物への残留，農薬生産技術 29：29—35
- 6) 奴田原誠克・山本公昭・坂本信行：1974. 土壌処理農薬の作物体内残留分布に関する研究，第2報 有機リン剤のナスへの移行，高知県農林技術研究所研究報告 6：51—56
- 7) THURSTON R. : 1953. The effects of some soil characteristics on DDT phytotoxicity. Jour. Econ. Ent. 46 : 545—550

The Use of Carbon to Reduce the Uptake of Aldrin and Dieldrin Soil Residues by Crop Plants and Its Effect on Insect and Weed Control

Yoshiyuki HANKAWA and Yasufumi SAKAI

Summary

This experiment was studied the effect of carbon on the uptake of insecticidal residues by potatoes, cucumbers and carrots from the fields added aldrin powder formulation containing 4 % of the active ingredient.

A 30 % to 80 % reduction of the penetration of aldrin and dieldrin into potato tubers, cucumber fruits and carrot roots was achieved in soil treated with carbon at 10 to 20 ppm.

In the carbon treated soil, the control effect of organophosphorus insecticides applied to the soil against aphids in Japanese radish was inadequate because of higher adsorptive capacity of the soil due to the addition of carbon.

The influence of carbon on weed control effect was promoted in contact herbicides, the other hand, that was decreased in systemic ones.

Therefore, the treatment of soil with carbon should be practiced only the case that crops were planted in the soil of abnormally high insecticidal content.