農薬の水系における動態

第2報 除草剤とダイアジノンの水系における消長

御厨 初子・宮原 和夫¹⁾ (佐賀県農業試験場・¹⁾佐賀県庁)

Movement of pesticides in watercourse. 2. Fate of herbicides and diazinon in water following submerged application in paddy fields.

Hatsuko MIKURIYA and Kazuo MIYAHARA¹⁾ (Saga Agricultural Experiment Station, Saga-gun, Saga 840-23, ¹⁾Saga Prefectural Government, Saga-gun, Saga 840-23)

The appearance of pesticide residues in paddy, irrigation, and creek water was monitored in Saga Agricultural Experiment Station, in 1981 for chlormethoxynil, CNP (chlornitrofen), oxadiazon and pyrazolate, and in 1983 for CNP, simetryn, oxadiazon and diazinon. When the precipitation was low, 20% of diazinon, 3% of simetryn and 0.05% of benthocarb, CNP, and chlormethoxynil applied on paddy fields were estimated to reach the water. When the precipitation exceeded 70 mm, 3% of oxadiazon and pyrazolate applied on paddy fields was recovered in the water.

筆者等(御厨・宮原, 1983)は, 水田地帯のクリーク水中の農薬の濃度消長を調査した結果, 粉剤で散布される殺菌, 殺虫剤に比較し, 除草剤の水系における濃度が高くなることを報告した。すなわち, 除草剤は殺菌, 殺虫剤に比べて10 a当りの投下成分量が多く, しかも, 水を満たした水田に施用されるため, 水系への流出が多くなると考えられる。ここでは, 水田に施用された除草剤を主体に一部粒剤で使用される殺虫剤については場排水路水, クリーク水中の残留量を調査して, 農薬の使用実態, 水利状況, 気象条件などとの関連を解し, クリークへの農薬の流出量を推定すると共に, 農薬の田面水, 排水路水, クリーク水での減少状況を検討したので, その概要を報告する。

調 査 方 法

1. 農薬の施用方法および施用時期

農試場内の水田8 haに粒剤は10 a当り3 kgを散粒機で散布し, 乳剤は10 a当り500mlを均一に散布した。主な施用日時と施用農薬および分析成分は, 第1表のとおりである。オキサジアゾン, クロメトキシニル, CNP単剤は移植前の代かき時に, ピラゾレート剤は移植3日後に, ベンチオカーブ・CNP剤は移植7日後に, シメトリン・MCPB剤は移植15日後に主に施用した。ダイアジノンは8月上旬に施用した。移植は, 6月20~24日に本ほ場水田の90%以上で行われた。

2. 試料採取方法

採水は, 第1図に示した水田2地点, 排水路4地点,

第1表 農試水田に施用した主な農薬の成分量と主な施用時期および投下量に対する流出割合

主な施用時期	農 薬	施用面積	分 析 成 分	投下成分量	投下量に対する流出割合	
					排 水 路	ク リ ー ク
1981年6月17日	クロメトキシニル粒剤	3.1ha	クロメトキシニル	5954 g	0.17%	0.06%
6月18日	オキサジアゾン乳剤	1.8	オキサジアゾン	1074	0.59	2.5
6月24日	ピラゾレート粒剤	2.3	ピラゾレート	5955	0.22	3.4
7月1日	ベンチオカーブ・CNP粒剤	3.4	ベンチオカーブ	7368	0.13	0.07
			CNP	5904	0.01	0.05
1983年6月15日	オキサジアゾン乳剤	2.2	オキサジアゾン	1320	0.16	0.6
6月15日	CNP粒剤	1.5	CNP	6450	0.74	0.6
6月25日	ベンチオカーブ・CNP粒剤	2.0				
7月9日	シメトリン・MCPB粒剤	3.0	シメトリン	1350	5.6	4.8
8月5日	ダイアジノン粒剤	0.6	ダイアジノン	90	5.9	19.2

リークとの間にある制水門は少し開けてある。クリークの採水地点は、制水門のある場所で、そこは農試の排水路からの排水が主で、周辺は場からの農薬の影響は少ないと思われる。

5. 気象状況

降水量については佐賀地方気象台の資料を利用した。

結果および考察

I. 農薬の水系における消長

1981年、1983年の調査各地点における農薬の最高濃度を第2表に示した。クリーク水中で濃度の高かった農薬は、1981年ではピラゾレート18ppb に次いで、オキサジアゾン8.1ppb で、1983年ではシメトリン20ppb、CNP 6.2ppb に次いで、ダイアジノン3.2ppb であった。ベンチオカーブおよびクロメトキシニルの濃度は1ppb 以下と低かった。1981年の各調査地点における農薬の平均濃度を第3表に示した。この年には年間を通じて調査を行い、ピークの時期を調査した。その結果、排水路水中では、クロメトキシニルは6月下旬に平均濃度10ppb 検出されたが、その後急速に減少し、8月上旬に検出限界(0.1ppb) 以下となったが、9月下旬と11月中旬に再び検出された。オキサジアゾンは、7月中旬に3ppb 検出され、その後徐々に濃度が低下したが、翌年2月にも0.2ppb 検出された。ピラゾレートは6月下旬に21ppb 検出されたが、7月上旬には検出限界(2ppb) 以下となった。ベンチオカーブは7月上旬に10ppb 検出され、8月中旬には検出限界(0.2ppb) 以下となった。CNP は6月中旬に2ppb 検出されたが、その後濃度は低下し、8月中旬には検出限界(0.1ppb) 以下になった。9月下旬に濃度はやや高まったが、その後は0.1ppb 以下であった。クロメトキシニル、CNP が9月下旬に再び検出されたのは水田土壌から溶出したと考えられる。1981年のクリーク水中の濃度消長は、クロメトキシニルは6月下旬に0.3ppb 検出されたが、7月上旬には検出限界(0.1ppb) 以下となり、クリーク水への流出は極めて少なかった。オキサジアゾンは6月中旬に6ppb 検出されたが、7月中旬には検出限界(0.1ppb) 以下となった。しかし、8月上旬および9月下旬に低い濃度であるが再び検出された。ピラゾレートは6月下旬に8ppb、7月上旬には13ppb と最も平均濃度が高くなったが、8月中旬には検出限界(2ppb) 以下となった。

1983年度は農薬施用後の諸水中の平均濃度を経時的に調査した(第4表)。クリーク水中の消長は、オキサジアゾンは3日後に0.8ppb と濃度が最も高くなったが、

クリーク3地点の他に、コンクリート枠水田(4m²) 2地点で、1981年は5月29日から翌年2月3日までの12回、1983年は施用前日、当日、1、3、7、14日後に行った。クリーク水はクリーク中央の水面下20cmの深さから、排水路水は排水路の中央の水面下20cmの深さから、田面水はほ場4ヵ所から、100mlのピーカーを用いて、ごみや土壌粒子が混入しないように1lを採水し、直ちに抽出濃縮を行った。

3. 分析方法

採取した水1lにジクロロメタン150mlを加え、2回抽出をくり返した後、脱水濃縮し、アセトンで定容とした。シメトリン、ベンチオカーブ、ダイアジノンはFPD-GC、オキサジアゾン、クロメトキシニル、ピラゾレート、CNP はECD-GCで測定した。

4. 水利状況

農試の用水は、クリークよりポンプ揚水され、地下配管によって水田にかんがいされている。排水は、水田から排水路へ、更に、大雨等で排水路が満水となった時は、排水路(第1図、No. 4)からポンプを用いてクリークへ汲み出されている。平常の場合は、排水路とク

第2表 各調査地点における農薬の最高濃度

年度	農 薬 名	濃 度 (ppb)									
		田 面 水			排 水 路 水				ク リ ー ク 水		
		1	2	コンクリート 砕 水 田	3	4	5	6	7	8	9
1981年	ベンチオカーブ	30 (3日後)			4.0	13	7.5	11	0.6	0.5	0.4
	CNP	20 (3日後)			0.9	0.6	1.3	0.3	0.1	0.1	0.5
	オキサジアゾン		79 (1日後)		2.7	4.3	2.9	2.0	8.1	6.4	7.2
	クロメトキシニル	20 (7日後)			11	10	6.1	8.4	0.2	1.0	0.2
	ピラゾレート		550 (当日)		36	27	4.0	21	18	16	13
1983年	オキサジアゾン	32 (当日)		28 (当日)	3.7 (当日)	2.6 (3日後)	2.1 (1日後)	1.1 (3日後)	0.2 (1日後)	0.9 (3日後)	1.4 (3日後)
	CNP		88 (当日)	73 (当日)	10 (1日後)	73 (1日後)	55 (1日後)	47 (1日後)	1.0 (1日後)	3.5 (1日後)	6.2 (1日後)
	シメトリン	410 (1日後)	250 (1日後)	520 (当日)	41 (1日後)	140 (当日)	46 (1日後)	62 (当日)	4.6 (1日後)	7.2 (1日後)	20 (1日後)
	ダイアジノン	3,600 (1日後)	1,900 (1日後)	2,300 (1日後)	20 (3日後)	0.6 (当日)	0.5 (当日)	0.4 (当日)	3.2 (当日)	0.7 (当日)	1.5 (当日)

注：() 内は経過日数，1，2，コンクリート砕水田は2カ所の平均値

第3表 1981年の各調査地点における農薬の平均濃度

月日	濃 度 (ppb)											
	クロメトキシニル			オキサジアゾン			CNP			ベンチオカーブ		
	田面水	排水路	クリーク	田面水	排水路	クリーク	田面水	排水路	クリーク	田面水	排水路	クリーク
1981年												
5月29日	—	<0.1	<0.1	—	0.3	<0.1	—	<0.1	<0.1	—	<0.2	<0.2
6月10日	—	<0.1	0.1	—	0.3	<0.1	—	<0.1	<0.1	—	0.3	<0.2
17日	0.1	<0.1	0.2	79	1.3	6.1	<0.1	1.7	<0.1	<0.2	<0.2	<0.2
24日	20	10	0.3	6.0	0.8	0.6	<0.1	0.2	<0.1	<0.2	0.3	0.3
7月1日	0.8	0.3	0.1	4.2	0.6	0.6	<0.1	0.3	0.2	<0.2	0.3	0.5
9日	0.6	0.2	<0.1	2.1	2.4	<0.1	20	0.2	<0.1	30	9.5	0.4
18日	<0.1	0.1	<0.1	—	2.8	<0.1	9.0	0.6	<0.1	1.8	7.1	0.3
8月3日	—	<0.1	<0.1	—	1.0	0.3	—	<0.1	<0.1	—	0.5	<0.2
18日	<0.1	<0.1	<0.1	—	0.6	<0.1	—	<0.1	<0.1	—	<0.2	<0.2
9月21日	<0.1	0.5	<0.1	—	0.5	0.4	<0.1	0.2	<0.1	<0.2	<0.2	<0.2
11月16日	—	0.1	<0.1	—	0.2	<0.1	—	<0.1	<0.1	—	<0.2	<0.2
1982年												
2月3日	—	<0.1	<0.1	—	0.2	<0.1	—	<0.1	<0.1	—	<0.2	<0.2

第4表 1983年の各調査地点における調査農薬の平均濃度

経過日数	濃 度 (ppb)											
	オキサジアゾン			C N P			シ メ ト リ ン			ダ イ ア ジ ノ ン		
	田面水	排水路	クリーク	田面水	排水路	クリーク	田面水	排水路	クリーク	田面水	排水路	クリーク
施用当日	27	0.5	0.1	37	4.2	<0.1	320	73	6.7	1,100	1.5	1.8
1 日 後	7.8	2.0	0.3	47	46	3.6	300	55	11	2,000	1.1	0.2
3 日 後	9.1	1.4	0.8	19	2.7	4.0	150	40	5.2	260	5.1	0.1
7 日 後	1.8	0.1	<0.1	8.6	1.5	0.3	11	2.2	6.7	41	0.4	0.2
14 日 後	0.5	0.2	<0.1	2.7	2.3	0.2	4.2	2.0	2.6	0.8	0.4	<0.1

7日後には検出限界 (0.1 ppb) 以下に減少した。CNP は3日後に4 ppb と最も高い濃度で検出されたが、7日後には0.3ppb と減少した。シメトリンは1日後に11ppb と最も濃度が高くなり、14日後でも2.6ppb と、他の農薬に比べ、ゆるやかに減少した。ダイアジノンは除草剤に比べ施用量が少なかったため、当日1.8ppb 検出されたものの、その後は検出限界 (0.1ppb) 近くに低下した。

以上のように、クリーク水中での濃度は、ピラゾレート>シメトリン>オキサジアゾン≧CNP≧ベンチオカーブ=ダイアジノンの順に低下した。クリーク水中における平均濃度の最高値をみると、ピラゾレート (13ppb) およびシメトリン (11ppb) で高く、オキサジアゾン (6.1ppb)、CNP (4.0ppb) と続くのに対し、ベンチオカーブおよびダイアジノンは1 ppb 以下であった。CNP およびオキサジアゾンは調査年によって最高値は大きく異なり、年によって1 ppb 以下の場合もあった (御厨・宮原, 1983)。CNP、オキサジアゾンは、水溶性が低いためクリーク水中への流出は少ないが、降雨や移植作業のため、施用後2日以内に田面水から排出された場合、流出量が多くなり低濃度で長くクリーク水中で検出される。

II. 農薬のクリーク水への流出量

両調査年における農試水田に施用した投下量に対する排出路およびクリーク水への流出割合は前報の方法にしたがって行い (御厨・宮原, 1984)、それを第1表に、日別降水量を第5表に示した。コンクリート枠水田で降水量と農薬の流出量を検討した結果、施用後2日間の降

水量が多い時に、流出量が多くなることがわかった。水田投下量に対する排水路水への流出量の割合は、シメトリンおよびダイアジノンでは、施用2日後まで降水量はほとんどなかったが、約6%と高かった。また、施用2日後降水量が少なかった CNP、ベンチオカーブおよびクロメトキシニルの場合は、排水路への流出量は投下成分量の0.2%以下と推定された。一方、施用後の降水量の多かったオキサジアゾン、ピラゾレートおよび CNP の場合は、流出量は投下量の1%以下と推定された。クリーク水への流出割合はダイアジノンが施用後の降水量が少なかったにもかかわらず19%と最も高く、次いで同様な条件で施用されたシメトリンが5%と高い値を示した。施用後2日間の降水量が70mm以上のオキサジアゾンおよびピラゾレートの場合は約3%、降水量の少なかったベンチオカーブ、クロメトキシニルおよび CNP の場合は約0.05%流出したと推定できた。埼玉県 (中村, 1982)、神奈川県 (飯塚・岩瀬, 1982)、滋賀県 (中村ら, 1982)、千葉県 (丸, 1983)、秋田県 (山谷, 1983) での河川や用水排水路への流出量は、CNP 0.1~13.5%、ベンチオカーブ2~4.3%、オキサジアゾン38%、シメトリン2~60.5%であるのに対して、前述したように、佐賀県でのクリーク水中への流出割合は極めて低かった。この原因として、微生物による農薬分解力の差が考えられるので、さらに検討をしたい。しかし、本県では、クリーク水を循環して使用しており、また、除草剤施用時期は梅雨期に当たることから、施用2日間の降水量によってクリークへの流出量が多くなることが推定され、除草剤施用に当たっては、水系における生態系への影響に

第5表 1981年、1982年の降水量と農薬の主な施用日

月日	1981年		1983年		月日	1981年		1983年	
	降水量mm	施用農薬	降水量mm	施用農薬		降水量mm	施用農薬	降水量mm	施用農薬
6.15	—		33.5	オキサジアゾン CNP	7.1	0.5	ベンチオカーブ CNP	0.0	
16	0.0		29.0		2	1.0		2.5	
17	1.0	クロメトキシニル	0.0		3	21.5		3.0	
18	0.5	オキサジアゾン	—		4	2.0		15.0	
19	0.0		29.0		5	—		75.5	
20	75.5		118.0		6	—		—	
21	4.5		3.0		7	59.5		0.5	
22	11.0		—		8	8.0		—	
23	0.0		2.5		9	0.0		—	シメトリン
24	0.0	ピラゾレート	5.0		10	49.0		—	
25	32.0		—	CNP	11	—		—	
26	72.0		23.0		12	0.0		—	
27	54.0		11.0		13	4.0		—	
28	1.5		0.5		14	0.0		1.0	
29	34.5		0.0		15	0.0		41.5	
30	122.5		—						

第6表 1983年の調査結果にもとづき求めた農薬の半減期と濃度-経過日数の相関係数 ($\log C = \log Co - Kt$)

農 薬 名	田 面 水		排 水 路 水	ク リ ー ク 水
	圃 場	コンクリート枠水田		
オキサジアゾン	2.1 日 (-0.921)	2.5 日 (-0.976)	4.7 日 (-0.510)	10.7 日 (-0.296)
C N P		2.4 (-0.974)	7.5 (-0.443)	5.5 (-0.376)
シメトリン	2.9 (-0.907)	2.3 (-0.899)	3.0 (-0.842)	11.2 (-0.596)
ダイアジノン	1.2 (-0.905)	1.1 (-0.844)	12.1 (-0.472)	7.1 (-0.565)

() 内は相関係数

第7表 圃場およびコンクリート枠水田における農薬減衰式の減衰定数 ($\log C = \log Co - Kt$ におけるKの値)

農 薬 名	圃 場		10a 圃 場	コンクリート枠水田 (4 m ²)		平 均
	50a A	B		A	B	
オキサジアゾン	0.132	0.142	—	0.139	0.110	0.131
C N P	—	—	—	0.135	0.121	—
シメトリン	0.132	0.137	0.072	0.184	0.182	0.141
ダイアジノン	0.240	0.253	0.252	0.250	0.289	0.257

ついて十分注意していく必要がある。

Ⅲ. 農薬の水系における減衰式

農薬施用後、経時的に残留量を測定した1983年の結果にもとづき、農薬の半減期と濃度-経過日数の相関係数を求め、第6表に示した。減衰式 $\log C = \log Co - Kt$ ($\log C$: 施用 t 日後の推定濃度, $\log Co$: 最高濃度, K : 定数, t : 経過日数) の適合度は、田面水では高かったが、排水路、クリーク水では低く、適合しなかった。田面水における半減期は、ほ場とコンクリート枠水田 (4 m²) 間に大きな差はなく、シメトリン = CNP = オキサジアゾン (約2.5日) > ダイアジノン (約1.2日) であった。排水路、クリーク水については、二次式、三次式等についても検討したが、適合するものがなく、より詳しい経時的な調査が必要と思われる。式 $\log C = \log Co - Kt$ に適合した田面水についての K 値を第7表に示した。 K の値は、同じ農薬を同じ時期に施用した場合は、ほ場の一般的な水管理、ほ場の大きさ (50 a あるいは10 a) やコンクリート枠水田 (4 m²) の使用によっても大きな差を示さなかった。その値は、ダイアジノン (0.257) > シメトリン (0.141) > オキサジアゾン (0.131) > CNP (0.128) の順に小さくなった。

要 約

農試水田 8 ha に1981年にベンチオカーブ、CNP、クロメキシニル、ピラゾレートおよびオキサジアゾンを施用し、その排水路および周辺のクリーク中の残留農薬の濃度を調査した。1983年はさらにオキサジアゾン、

CNP、シメトリン、ダイアジノンを施用し、残留量を経時的に調査して、水系への流出量および減衰式を求めた。

クリーク水への農薬の流出量は、施用後2日間の降水量が70mm以上の場合多くなった。水田投下成分量に対するクリーク水への流出量の割合は、降雨の少なかった時に施用したダイアジノンでは約20%と最も高く、同様な場合のシメトリンでも約5%と推定された。降水量が多い時に施用したオキサジアゾンおよびピラゾレートでは約3%、降雨の少ない時施用したベンチオカーブ、クロメキシニルおよび CNP では約0.05%と流出割合が推定された。

農薬の水系における減衰式 $\log C = \log Co - Kt$ ($\log C$: 施用 t 日後の推定濃度, $\log Co$: 最高濃度, K : 定数, t : 経過日数) に対し、田面水での適合度は高かったが、排水路、クリーク水では適合しなかった。この式に適合した田面水での K の値は、同じ農薬を同じ時期に施用した場合、ほ場の水管理、ほ場の広さやコンクリート枠水田の使用によっても大きな差はなかった。

引 用 文 献

- 1) 飯塚宏栄・岩瀬才次郎 (1982) 用水と廃水 24: 629.
- 2) 丸論 (1983) 昭和58年度農業水系環境動態調査研究報告書 千葉県.
- 3) 御野初子・宮原和夫 (1983) 生態化学 6 (2): 23-33.
- 4) 中村幸二 (1982) 植物防疫 36: 251.
- 5) 中村・小林・長谷川 (1982) 昭和57年農業試験研究打合わせ会議資料 25.
- 6) 山谷正治 (1983) 昭和58年度農業水系環境動態調査研究報告書 秋田県.

(1985年5月22日 受領)