

報 文

ピラゾレート*の田面水中での分散性と除草効果**

谷沢 欽次, 本間 豊邦, 河西 史人
川久保 克彦, 中村 利家***

三共株式会社農薬研究所

(昭和 62 年 3 月 12 日受理)

Influence of the Dispersion in Paddy Water on the Herbicidal Efficacy of Pyrazolate*,**

Kinji TANIZAWA, Toyokuni HONMA, Fumito KASAI,
Katsuhiko KAWAKUBO and Toshiie NAKAMURA***

*Agricultural Chemicals Research Laboratories, Sankyo Co., Ltd.,
Yasu-cho, Yasu-gun, Shiga 520-23, Japan*

The influence of pyrazolate dispersion in paddy water on the herbicidal efficacy was investigated in pot tests without leaching and run-off of paddy water. Four kinds of pyrazolate granules prepared from two different recipes by extruding through screens of 0.6 and 0.9 mm ϕ were tested before weed emergence. Samples with better dispersion were found to be more effective in these granule sizes. Between two samples with worse dispersion, granules of 0.9 mm ϕ were less effective than those of 0.6 mm ϕ against *Cyperus serotinus* which is relatively resistant to pyrazolate. Suspensions and granules containing pyrazolate of the same particle sizes were compared in herbicidal activity by treatment before and after fertilization. Granules were inferior to corresponding suspensions, especially when pyrazolate was coarse. The dispersion of granules deteriorated under fertilized conditions. Granules showed poor activity under fertilized conditions. Three samples of pyrazolate granules with different dispersion in paddy water were tested under fertilized conditions. The herbicidal activity increased with enlargement of the dispersion area. The results indicate that the herbicidal efficacy is influenced by the dispersion of pyrazolate in paddy water. The dispersion of granules correlated with the hardness of water, and practical paddy water was considered to correspond to a hardness of less than 10 degrees.

緒 言

前報¹⁾で、筆者らは、ピラゾレートの粒度と除草効果

* 4-(2,4-Dichlorobenzoyl)-1,3-dimethyl-5-pyrazolyl *p*-toluenesulfonate

** ピラゾレート製剤に関する研究 (第 3 報) (第 2 報: 文献 1) 参照
Studies on Pyrazolate Formulation (Part 3).
For Part 2, see Ref. 1).

*** 現在: 島根大学農学部
Present address: Department of Environmental
Sciences, Shimane University, Nishikawatsu-
cho, Matsue 690, Japan

の関係について報告した。一般に、水に溶けにくい有効成分を含有する水田用の粒剤では、田面水中での崩壊分散性が生物効果に影響を与えるとされ²⁻⁷⁾、商品価値の問題とも相まって、粒剤の崩壊分散性の改良は製剤研究上の重要な検討課題である。また、粒の大きさや粒剤の散布むらのような有効成分の田面水中における分散に関係する要因が生物効果に影響を与えるとする報告は多い⁷⁻¹¹⁾。

粒剤の田面水中における崩壊分散は水の硬度¹²⁾や施肥³⁾の影響を受けるとされ、漆原³⁾はジフェニルエーテル系除草剤の剤型と効果について検討した中で、NIP

(2,4-dichlorophenyl 4-nitrophenyl ether) および CNP(2, 4,6-trichlorophenyl 4-nitrophenyl ether) 粒剤からの有効成分の溶出は化成肥料の施用で抑制され, その原因は粒剤の崩壊分散の劣化によると報告した. また, 遠山と高沢⁸⁾は, CNP は水溶解度が小さいので粒剤の崩壊分散性にはとくに意を用いたと述べている. さらに, 畠ら⁴⁾はピペロホス [*S*-(2-methylpiperidino-carbamoylmethyl) *O,O*-dipropyl phosphonodithioate] とジメタメトリン [2-methylthio-4-ethylamino-6-(1,2-dimethylpropylamino)-*s*-triazine] との配合粒剤について, 粒の大きさ, および田面水中での崩壊分散性と除草効果の関係を有効成分の溶出との関連で検討し, 宮原と荒井⁹⁾ は水中 2,4-D(ethyl 2,4-dichlorophenoxyacetate) 粒剤と PCP(sodium pentachlorophenoxide) 粒剤について, 散布むらおよび粒の大きさと, 除草効果の関係を, また, 中山ら¹⁰⁾ はベンチオカーブ [*S*-(4-chlorobenzyl) *N,N*-diethylthiocarbamate] とシメトリン [2-methylthio-4,6-bisethylamino-*s*-triazine] との配合粒剤について, 粒の大きさと, 除草効果および有効成分の溶出の関係を報告している.

本報ではピラゾレートの剤型, ピラゾレート粒剤の粒径および田面水中における崩壊分散性と, 除草効果に関する検討結果をもとに, 田面水中におけるピラゾレートの分散と除草効果の関係について報告する.

実験方法

1. 供試剤の調製方法

1) 懸濁剤と粒剤

前報¹⁾の実験方法 1.2) ①項および 1.2) ②項に記したサンプルのうち, ピラゾレート粉砕品 I, II, III, V, VI およびピラゾレート粒剤 I-G, II-G, III-G, V-G, VI-G を用いた. ピラゾレートの乾式粉砕品はアニオン界面活性剤 [ネオコール SWCE®, 第一工業製薬(株)] の 0.2 w/v % 水溶液に懸濁させた. 粒剤の崩壊分散性は 2. 項の方法で測定し, 3度硬水中 67 倍, 10度硬水中 12 倍であった.

2) キャリヤーおよび粒径の異なる粒剤

Table 1 に示した 2 処方方で, それぞれ粒径 0.6, および 0.9 mm の粒剤を調製した.

ピラゾレートは工業用原体 (純度 98%) をジェット粉砕機 [ジェットミル® PJM 100NP 型, 日本ニューマチック(株)] により, 供給速度 3 kg/hr, 空気圧 6.5 kg/cm² で 3 回繰り返し粉砕した. 他の原料は工業用をそのまま用いた.

粒剤は押し出し造粒機 [エックペレッター® EXK-1 型, 不二パウダル(株)] を用い, 開孔径 0.6 および 0.9

Table 1 Recipes of pyrazolate granules.

	A	B
	% w/w	% w/w
Pyrazolate Tech. ^{a)}	10.5	10.5
Neocol SWCE® ^{b)}	0.5	0.5
Collogen 5A® ^{c)}		3.0
Na-bentonite	50.0	
Talc	39.0	
Calcium carbonate ^{d)}		86.0
Extention ^{e)} (3° hard water)	40	11

^{a)} Purity 98%. Pulverized 3 times with Jet-Mill®.

^{b)} An anionic surfactant (Dai-ichi Kogyo Seiyaku Co., Ltd.).

^{c)} Sodium carboxy methyl cellulose (Dai-ichi Kogyo Seiyaku Co., Ltd.).

^{d)} Heavy calcium carbonate.

^{e)} Magnification of the dispersion area in test water for the projection area of a granule (5 mm length).

Table 2 Recipes of pyrazolate granules.

Sample No.	(1)	(2)	(3)
	% w/w	% w/w	% w/w
Pyrazolate suspension ^{a)}	16.7	16.7	16.7
Dispersant	1.0 ^{d)}	5.0 ^{e)}	10.0 ^{f)}
Amicol No.5® ^{b)}	1.5	1.5	1.5
Talc	65.0	65.0	65.7
Bentonite	22.0	22.0	22.0
Extention ^{e)} (3° hard water)	112	51	3
(10° hard water)	41	7	3

^{a)} Pyrazolate content 63%. Pulverized with Attritor® for 45 min.

^{b)} Dextrin (Nichiden Kagaku Co., Ltd.).

^{c)} See Table 1.

^{d)} Sodium tripolyphosphate.

^{e)} Demol P® (Kao Atlas Co., Ltd., 20% solution).

^{f)} Agrisol FL100F® (Kao Atlas Co., Ltd., 3% solution).

mm のスクリーンにより造粒し, 送風乾燥機 (70°C) で乾燥後, 目開き 1.000 mm のふるいから押し出し, 目開き 0.297 mm のふるいで微細部分を除去した. 粒剤 1 g 当りの粒数は, 粒径 0.6 mm のものが約 2500 粒, 0.9 mm のものは約 600 粒であった.

Table 3 Soils used in pot tests.

Soil	A	B	C
Source	Moriyama-shi, Shiga	Yasu-cho, Shiga	Yasu-cho, Shiga
pH(H ₂ O) ^{a)}	5.52	5.80	5.34
CEC (me/100 g) ^{b)}	6.91	7.49	5.96
Humus (%) ^{c)}	1.68	2.15	1.98
Coarse sand (%) ^{d)}	21.4	15.3	23.9
Fine sand (%) ^{d)}	44.5	33.9	43.4
Silt (%) ^{d)}	22.6	37.3	21.7
Clay (%) ^{d)}	11.5	13.5	11.0
Soil texture ^{e)}	Sandy loam	Loam	Sandy loam

a) Glass electrode method.

b) AOAC method.

c) Tyurin's method.

d) Pipette method by G. W. Robinson.

e) Classification by the International Society of Soil Science.

3) 崩壊分散の異なる粒剤

キャリアー構成が同じで、田面水中での崩壊分散が異なる3種類の粒剤を、Table 2の処方調製した。ピラゾレートは前報¹⁾の実験方法 1.2) ①項と同一条件でアトライター®により45分間粉碎し、粒剤は前報の 1.2) ②項と同じ方法で調製した。

2. 粒剤の崩壊分散性評価法

直径9cmのシャーレに試験水を0.5cmの深さに入れ、長さ5mmの粒剤を選んで投入し沈降させた。30分後、粒剤が崩壊分散した面積を長径×短径で求め、元の粒剤の粒径×粒長に対する倍率を求めた。試験は5粒について行ない、平均値を求めた。

3. 除草効果試験法

1) ポット試験 1

面積200cm²のポットに滋賀県守山市の水田土壌A (Table 3) を詰め、加水して代かき後、タイヌビエ (*Echinochloa oryzicola*) の種子をポット当り1gずつ土壌表層0.5cmに混和は種し、水深を4cmとした。は種翌日 (タイヌビエ発芽前) および9日後 (タイヌビエ1葉期) に1.1) 項の各サンプルをピラゾレートとして1kg/ha (有効成分量、以下 a. i. と略記する) の割合で処理した。施肥は千代田化成肥料® 14-8-14 (以下化成肥料と略す) を代かき時に500kg/haの割合で加え、土壌全層とよく混和し、施肥区とした。予備実験で、懸濁剤は施肥後処理しても田面水中におけるピラゾレートの分散は悪くはならなかったが、粒剤の田面水中での崩壊分散は、施肥後の処理で著しく劣化することが観察された。このため、粒剤については施肥区のほかに、無施肥区

(施肥せずに代かきし、粒剤処理後5日目に施肥区と同量を施肥した) を設けた。

試験は30~34°Cに調節したガラス温室内で、漏水や流亡のない条件下、3連反復で行ない、水管理は蒸発分だけ毎朝補水し、水深4cmを維持した。

調査は代かき後41日目に残存するタイヌビエの地上部生体重を測定した。

2) ポット試験 2

面積1300cm²、深さ20cmのプラスチックコンテナに滋賀県野洲町の水田土壌B (Table 3) を、風乾土として19kg詰め、化成肥料を200kg/haの割合で加えたのち加水し、深さ10cmに混和し代かきした。各ポットにタイヌビエ、ホタルイ (*Scirpus juncooides*) の種子各2および0.5gを表土0.5cmに混和は種した。ミズガヤツリ (*Cyperus serotinus*) は塊茎4個を土壌表面に置き、ウリカワ (*Sagittaria pygmaea*) は塊茎4個を深さ1cmに植え付けた。水稻は1株2本仕立てで2株移植した。広葉雑草は自然発生に任せた。水深を4cmとし、3日後に1.2) 項の粒剤を a. i. 1kg/haの割合で処理した。試験は20~25°Cに設定したガラス温室内で漏水や流亡のない条件下、3連反復で行ない、水管理は蒸発分だけ補水し、水深4cmを維持した。処理後40日目に各ポットの残草量を観察判定した。結果は0 (無効) ~ 5 (効果極大) の6段階で評価した。

3) ポット試験 3

2) と同様のコンテナに滋賀県野洲町の水田土壌C (Table 3) を19kg詰め、化成肥料を200kg/haの割合で加えたのち加水し、深さ10cmに丁寧に混和し代かきし

た。以下2)項と同様に試験区を設定した。3日後に、1.3)項の粒剤を各 a. i. 3, 1.5, 0.75 kg/ha の割合で処理した。ポットは初めの2週間は昼間 20°C, 夜間 15°C, その後は昼間 25°C, 夜間 20°C に設定したガラス温室内に置いた。試験は2連反復で実施し、田植え後39日目に残草の地上部生体重を測定した。

4. 硬度測定および標準硬水の調製

水の硬度は衛生試験法注解¹³⁾の方法により測定した。標準硬水は農薬公定法注解¹⁴⁾に準じて調製した。

実験結果

1. 剤型の差および施肥の有無と除草効果

ポット試験1では剤型の差および同一粒剤の田面水中における崩壊分散の差が除草効果に及ぼす影響を調べた。は種9日後処理における除草効果試験の結果を Fig. 1 に示す。懸濁剤はどのサンプルもほぼ完全な除草効果を示し、サンプル間に差はみられなかった。一方、粒剤はピラゾレートの粒度がきわめて細かい VI-G で高い除草効果を示し、懸濁剤とほぼ同等であったが、ピラゾレートの粒度が粗くなるに従って除草効果は低くなった。施肥の有無では、粒剤の崩壊分散のよい無施肥区が、同じ粒剤の施肥区より高い除草効果を示した。は種翌日処理では、どの試験区もほぼ完全な除草効果を示した。

水田に処理されたピラゾレートは田面水中に徐々に溶出し、比較的速やかに加水分解され、活性成分 DTP (destosyl pyrazolate) となって除草効果を発現すると考えられている。この試験結果は、田面水中への DTP の生成が前報¹⁾で報告したピラゾレートの粒度ばかりでなく、剤型の差および粒剤の田面水中における崩壊分散、すなわちピラゾレート粒子の田面水中における分散性に

よっても影響を受け、とくに処理が遅かった場合には除草効果に大きな影響を与えることを示唆している。

2. 粒剤粒径、崩壊分散性と除草効果

ポット試験2では粒の大きさ、および粒剤の田面水中での崩壊分散性が除草効果に及ぼす影響を調べた。試験時の観察によれば、田面水中でA処方の粒剤は良好な崩壊分散を示したが、B処方の粒剤は土壌表面に粘りつくように崩壊し、分散面積は小さかった。同一処方の粒剤間では、粒径が異なっても1粒の分散面積には大きな差はみられなかったが、0.6 mmφの粒剤は粒数が多いので土壌表面の被覆率は高かった。

除草効果試験の結果を Fig. 2 に示した。Fig. 2 には全草種のほかに、製剤間の効力差が顕著であったミズガヤツリの結果を併記した。除草効果は、良好な崩壊分散を示したA処方の粒剤が、B処方の粒剤より明らかに優れていた。また、全草種ではA、B処方とも粒径の差はなかったが、ピラゾレートに比較的抵抗性のミズガヤツリに対する効果は、B処方で0.6 mmφの粒剤が0.9 mmφの粒剤より優れていた。A処方では粒径間の効力差はみられなかった。この結果は、粒が大きくなったり、粒剤の崩壊分散が悪いと、田面水中でのピラゾレート粒子の分散が悪くなるため、DTPの生成が抑制され、ピラゾレートに抵抗性の草種から除草効果が低下することを示唆している。

3. 粒剤の崩壊分散性と除草効果

ポット試験3ではキャリアー構成が同じで田面水中での崩壊分散が異なる粒剤について、同一施肥条件下の除草効果を比較した。除草効果試験の結果を Fig. 3 に示した。また、Fig. 4 にはポット試験時における粒剤の崩壊分散の状態を示した。粒剤の崩壊分散が悪くなるにつれ

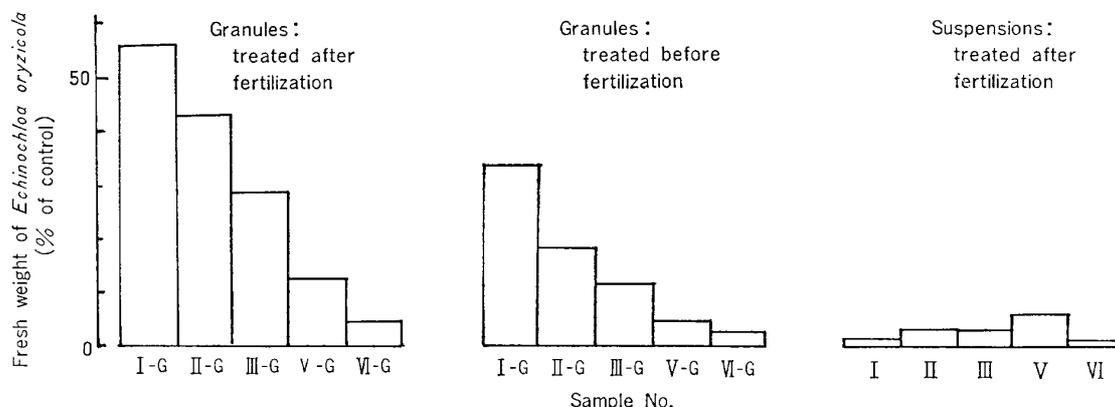


Fig. 1 Herbicidal efficacy of pyrazolate granules and suspensions.

Treatment was given 9 days after seeding of barnyardgrass at a dose of 1 kg/ha. Particle size of pyrazolate. I: $S_w(m^2/g)$ 1.36, $D_{38.8}(\mu m)$ 5.4, II: 1.76, 4.3, III: 2.03, 4.0, V: 5.13, 4.1, VI: 7.47, 2.8.

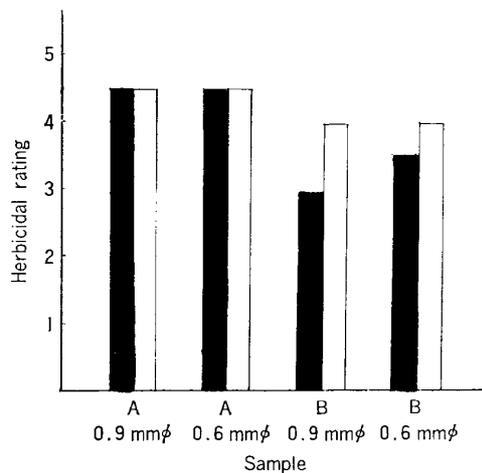


Fig. 2 Herbicidal efficacy of pyrazolate granules by size and dispersion in water.

Treatment was given 3 days after transplantation of rice seedlings. A, B: see Table 1. ■: *Cyperus serotinus*, □: Total weeds. Herbicidal rating; 0: growth inhibition 0–10%, 1: 11–30%, 2: 31–50%, 3: 51–70%, 4: 71–90%, 5: 91–100%.

て、除草効果は低下する傾向を示し、この傾向はとくに低薬量区で顕著であった。

考 察

ピラゾレートの田面水中における分散に影響する製剤物性がピラゾレートの除草効果に影響を与えた。前述したように有効成分の田面水中における分散性が生物効果に影響を与えるという報告は多く、多くの場合、その原因は有効成分の溶出との関係で論じられている。ピラゾレートの場合は、田面水中におけるピラゾレートの分散がよいほどピラゾレートの溶出が早く、このため活性成

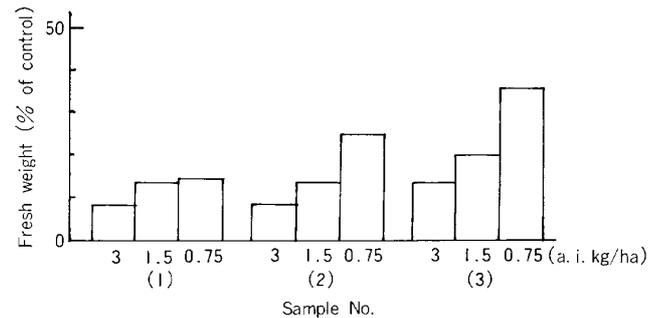


Fig. 3 Herbicidal efficacy of pyrazolate granules by dispersion types.

Treatment was given 3 days after transplantation of rice seedlings.

分 DTP の生成も早いと考えられ、田面水中でピラゾレートの分散が悪い製剤の除草効果が劣ったのはピラゾレートの溶出、それに次ぐ DTP の生成が遅く、必要なときに除草に十分な濃度に達しなかったためと考えられる。このような製剤では、ポット試験 1 の 9 日後処理やポット試験 2 のミズガヤツリに対する例にみられるように、粒剤の処理時期が遅れた場合や比較的抵抗性の草種が多いようなほ場条件下では、除草効果は低下すると考えられる。前報¹⁾で報告したピラゾレートの粒度と、本報の田面水中におけるピラゾレートの分散という二つの要因は、密接に関連し合って DTP の供給に関与する。一方、生成した DTP は流亡や分解により比較的速やかに消失する。これら供給と消失のバランスがうまく保たれ、DTP が有効濃度以上に維持されると高い除草効果が発現され、逆に、バランスが崩れて DTP が十分な濃度で維持されないと除草活性が低下すると考えられる。本報の除草効果試験は田面水の流亡や溶脱のないポット試験であったため、生成した DTP は消失が少なく、分

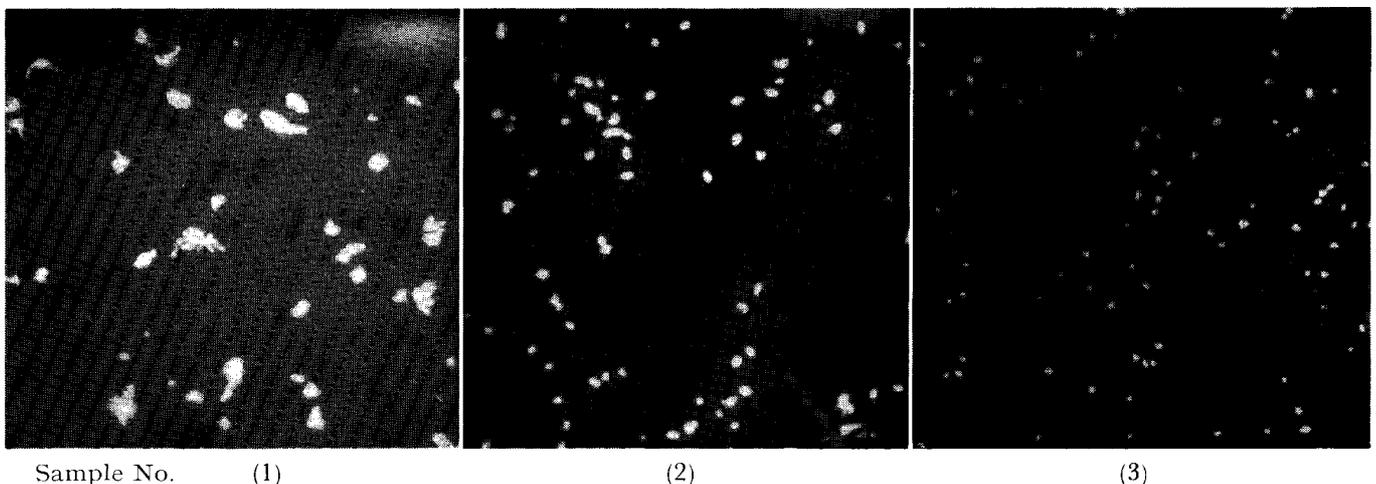


Fig. 4 Dispersion of pyrazolate granules in paddy water under the pot test condition.

散のよい製剤ほど除草効果も高かったが、田面水の流亡や溶脱のある実際の水田では、本報で除草効果の高かった製剤が高い除草効果を示すとはかぎらない。この点は今後の研究課題である。

粒剤の崩壊分散性が除草効果に与える影響に関し、別実験でキャリアーおよび分散剤を変えて同等の崩壊分散を示すピラゾレート粒剤を2種類調製し、除草効果を比較したが、両者に効果の差はみられなかった。本報のポット試験1,2,3の結果と合わせ考えて、キャリアーや分散剤の種類は除草効果に直接的な影響を与えず、これらによって粒剤に付与されたピラゾレート粒子の田面水中での分散性が除草効果に影響を与えたものと考えられる。

ポット試験1で、同じ粒剤でも化成肥料の施肥条件下では除草効果は低下した。そこで粒剤の崩壊分散が劣化する要因を知るため、各地から入手した水田土壌を、精製水で抽出し、抽出液中で粒剤の崩壊分散を調べたところ、1回目の抽出液中では崩壊分散の悪い土壌でも、抽出残土の2回目の抽出液中では、粒剤は良好な崩壊分散を示した。このことは、粒剤の崩壊分散の劣化は土壌自体によるものではなく、土壌に含まれる可溶性物質によることを示している。粒剤の崩壊分散は、肥料や多くの電解質溶液中でも劣化した。水田では、入水耕起と同時にこれらが溶出し、粒剤の崩壊分散に影響を与えると考えられる。また、標準硬水中でこの粒剤の崩壊分散性を調べると、水の硬度と粒剤の崩壊分散性の間には相関関係がみられ、崩壊分散は5度以上の硬水中では硬度が高くなるにつれて徐々に劣化し、30度ではまったく崩壊しなくなった。そこで、ピラゾレート処理時期の田面水がどの程度の硬水に相当するかを調べるために、滋賀県内8か所の水田から田面水を採取し、硬度を測定するとともに、その中での粒剤の崩壊分散性を調べ、標準硬水と比較したところ、田面水はいずれも2~3度の硬度を有し、粒剤はどの田面水でも5度の標準硬水と同等の崩壊分散を示した。ここに得られた田面水の硬度実測値と、粒剤の崩壊分散性が相当する標準硬水の硬度との差(2~3度)は、一般的な耕作条件における硬度測定法では測定できない崩壊分散劣化要因、すなわち肥料や土壌中に含まれる可溶性物質の影響と考えられる。日本の水田の田面水が粒剤の崩壊分散性からみて、最高何度の硬水に相当するものまであるかは、地域性や水田の管理条件により異なるので一概にはいえないが、日本の河川水の硬度は普通は2~3度といわれ、地下水では5度をこえるものもあるが10度以上は少ないとされる¹⁴⁾。したがって、粒剤の崩壊分散性からみて10度以上の硬水に相当

するような田面水は、干拓地などきわめて限られた地域のみと考えられる。これらのことから、ピラゾレート粒剤は10度硬水中で良好な崩壊分散を示すような処方であれば、実際の水田でも効力不足を生ずることは少ないと考えられる。実際の水田でピラゾレートの最高の除草効果を得るための粒剤の分散性については、さらに研究すべきであるが、押し出し造粒法による粒剤の場合には、キャリアーや分散剤の選択によって広範囲に崩壊分散性を調節することができるので、粒剤は水田による崩壊分散性の変化が少ない処方とし、その処方で高い除草効果を示すピラゾレートの粒度を求めるのが得策であると考えられる。

要 約

ピラゾレートの田面水中での分散性が除草効果に及ぼす影響を田面水の流亡のないポット試験で検討した。

田面水中での崩壊分散性が異なる2処方、押し出し粒径0.6および0.9mmの計4種の粒剤の除草効果を比較したところ、どの粒径でも崩壊分散のよい粒剤のほうが高い除草効果を示した。崩壊分散のよい処方では粒径間の差はなかったが、悪い処方では、粒径が小さい粒剤のほうがミズガヤツリに対する除草効果が優れていた。

同一粒度のピラゾレートを有する懸濁剤と粒剤(施肥区と無施肥区)について除草効果を比較すると、主剤の粒度がきわめて細かいものでは製剤型間の差はなかったが、粒度が粗くなるにつれて粒剤の除草効果は懸濁剤より悪くなった。粒剤の施肥区と無施肥区では崩壊分散のよい無施肥区のほうが高い除草効果を示した。

同一キャリアーより調製した崩壊分散が異なる3種類の粒剤の除草効果を施肥条件下で比較したところ、崩壊分散のよいものが除草効果も高かった。

以上のように、ピラゾレートの除草効果には、主剤の粒度とともに、田面水中における主剤の分散性が影響を与えた。一方、ピラゾレート施用期の田面水は、粒剤の崩壊分散性からみて、10度以上の硬水に相当するものは少ないと考えられた。したがって、ピラゾレート粒剤は10度硬水中で良好な崩壊分散を示す処方とする必要がある。

最後に、本研究に当たり、終始ご鞭撻いただいた当研究所長 石田三雄博士、実験の一部を担当していただいた新藤正宏、小井 清、田井中昌子の各氏に深甚なる謝意を表します。なお、Table 3は東京農業大学土壌学教室に依頼した分析値である。

引用文献

- 1) 谷沢欽次・藤本昌彦・川久保克彦・河西史人・本間豊邦・中村利家: 農薬誌 **12**, 635 (1987)
- 2) 古谷勝司・荒井正雄: 雑草研究 **5**, 99 (1966)
- 3) 漆原久幸: 雑草研究 **6**, 21 (1967)
- 4) 畠 芳郎・磯崎之信・明石寛治: 雑草研究 第21卷別号第15回講演会講演要旨, pp. 64-66, 1976
- 5) P. T. Walker: *Pestic. Sci.* **3**, 805 (1972)
- 6) 遠山輝彦・高沢良夫: 農薬生産技術 **23**, 1 (1971)
- 7) 上島俊治: 農薬一デザインと開発指針, 山本 出・深見順一編, ソフトサイエンス社, p. 1019, 1023, 1979
- 8) 近内誠登: 雑草研究 **12**, 7 (1971)
- 9) 宮原益次・荒井正雄: 雑草研究 **2**, 94 (1963)
- 10) 中山治彦・則武晃二・塚本伸也・坂本 彬・安達享一・箕輪正夫: 雑草研究 第22卷別号第16回講演会講演要旨, pp. 4-5, 1977
- 11) 近藤俊夫: 農薬誌 **7**, 403 (1982)
- 12) 坂本 彬: 農薬一デザインと開発指針, 山本 出・深見順一編, ソフトサイエンス社, p. 1020, 1979
- 13) 日本薬学会編: 衛生試験法注解, 金原出版, pp. 727-728, 1973
- 14) 鈴木照磨監修: 農薬公定法注解, 南江堂, pp. 157-159, 1967