

## イネいもち病防除薬剤の河川における消長

築地邦晃・中南真理子\*・伊藤美穂

### 摘 要

1995 ~ 1997年に県内の1水系において、イネいもち病の防除に多く使用される薬剤4種類の残留実態を定期的に調査した。農薬濃度の測定はGC-MSにより行った。その結果、イソプロチオランは使用時期である7月中旬以降8月下旬頃まで検出され、他剤と比較して検出される頻度が高かった。プロベナゾールは使用の盛期である6月下旬にごく一部の河川で検出された。フサライド及びトリシクラゾールは主に航空防除の実施時期である8月上旬~中旬に検出された。イソプロチオランは水質汚濁に係る環境基準等、また、プロベナゾール、フサライド、トリシクラゾールは水質評価指針が設定されているが、全ての検出値がこれら水質基準値を下回っていた。プロベナゾール及びイソプロチオランの流出の主な原因は、薬剤散布時の水路等への飛散、降雨と水田の水管理の不徹底による溢水及び一部のかけ流しによると推察された。

キーワード：農薬、河川、残留、イネいもち病、水質基準

### 緒 言

近年、農薬の水質に関わる基準の整備、拡充が図られてきている<sup>1)</sup>。法令では、水道法に基づく水道水水質基準、環境基本法に基づく水質環境基準、農薬取締法に基づく農薬登録保留基準、水質汚濁防止法に基づく排水基準、また、通達では、公共用水域等における水質評価指針、ゴルフ場使用農薬暫定指導指針が示され、法的にもこうした基準を遵守し、環境に配慮した農業が求められている。

現在の水稻栽培においては農薬の使用は不可欠であるが、今後は農業の持続的発展を図るうえからも、水田に施用された薬剤の河川への飛散、流出を極力減らし、環境への負荷を軽減していくことが重要となってきている。

農薬の河川における残留に関する実態調査は、国公立の試験研究機関や関係団体において特に除草剤を中心に数多く取り組まれてきている<sup>1-5,10,13,16)</sup>。しかし、殺菌剤の動態に関する報告は少なく、特に防除の実態と関連づけた調査事例はほとんどない。

岩手県の水稲栽培においては、いもち病の防除が重要であることから、予防剤の施用や茎葉散布による個人防除、あるいは近年減少傾向にあるものの空中散布による組織的な広域防除が実施されている。そこで、筆者らは、環境負荷の軽減対策に資することをねらいとして、

これら農薬の使用の現状と河川の残留実態について調査を行い、水質基準に基づく評価を行うとともに、農薬の流出の原因及び使用量に対する流出率を推定した。

### 材料及び方法

#### 1 調査年次・地域

調査は、1995年~1997年に岩手県内のS川水系で行った。調査水系の模式図を図1に、また、各河川に関わる地区別の水稲作付面積と航空防除面積を表1に示す。水系の最上流(用水路始点・地点①)から最下流(ダム直下・地点⑨)までは直線距離にして約11kmであり、流域の水稲作付面積は2,830ha(1997年)<sup>9)</sup>ほどである。

#### 2 調査項目・方法

調査農薬は、当該地域で使用量の多いイネいもち予防用の水面施用剤プロベナゾール粒剤、穂いもち予防用の水面施用剤イソプロチオラン粒剤、茎葉散布剤で航空防除に多く使用されているフサライド水和剤及びトリシクラゾール水和剤とした。

河川水の採取は6月~9月に概ね7~10日間隔で行い、調査河川のほぼ流央部の表流水約2ℓを直接あるいは橋の上から採水びんを投下し、ガラス瓶に採取した。試料水は、当日~翌日に濾過をしないで800mlを計り、塩化ナトリウム80gを溶解後、ジクロロメタン100ml

\* 岩手県公害センター

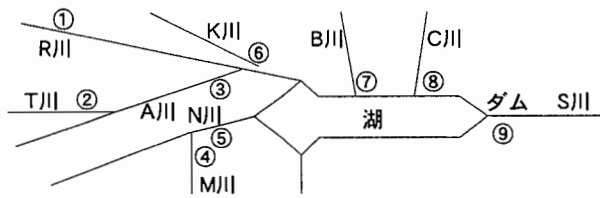


図1 調査水系の模式図  
①～⑧は採水地点、  
⑨は採水及び水量調査地点

表1 調査水系の水稻作付面積及び航空防除面積

採水地点	河川名	地区名	水稻作付面積 (1997,ha)	航空防除面積 (ha)		
				1995	1996	1997
①	R川	(用水路始点)				
②	T川	地区A	798	0	0	248
③	A川					
④	M川	地区B	747	250	250	193
⑤	N川					
⑥	K川	地区C, D	1,285	400	400	458
⑦	B川					
⑧	C川					
⑨	S川	(ダム直下)				

表2 調査農薬の検出限界及び回収率

農薬	検出限界 (ppb)			回収率 <sup>1)</sup> (%)
	1995	1996	1997	
プロベナゾール	1	1	0.5	90.5 ~ 91.5
フサライド	2	0.4	0.3	88.0 ~ 88.0
イソプロチオラン	0.1	0.1	0.2	88.0 ~ 96.0
トリシクラゾール	0.8	0.3	0.3	90.5 ~ 97.0

<sup>1)</sup> 25ppb 相当量を添加し実施した。

で5分間の振とう抽出を2回行った。抽出液は無水硫酸ナトリウムで脱水し、ロータリーエバポレーターで溶媒を留去、窒素ガスで通風乾固後、n-ヘキサン2mlで定容し、ガスクロマトグラフィー分析に供した。装置は、Hewlett Packard HP5890-5972 (検出器:質量分析計/選択イオンモニター法(MSD/SIM))を使用し、試料を1μlまたは2μl注入した。また、カラムはHP-5MS(5%-フェニルメチルシリコン、内径・0.25mm、長さ・30m、膜厚・0.25μm)を装着し、60℃から250℃までの昇温条件で定量した。表2に本分析法の検出限界及び回収率

を示す。

水田群から河川への薬剤の流出割合を地域の規模で推定するために、検出された農薬濃度、農薬使用量、水量をもとに下記により算出した。

$$\text{流出割合} = \frac{\text{河川の残留量}}{\text{地域の農薬使用量}} \times 100$$

$$= \frac{\sum (\text{農薬濃度} \times \text{水量} / \text{日})}{\text{地域の農薬使用量}} \times 100$$

農薬の使用量は、当該地域の農薬販売量に占める農業協同組合(以下「農協」という)の割合がほぼ100%であることから、当該年度の農協の販売実績を総計し、航空防除実施分と合わせて河川の流域で使用された全農薬量とした。また、河川の水量は、地域全体の流出量を反映する最下流(地点⑨)について把握することとし、管轄するダム管理事務所から日別の水量(ダム放流量)データの提供を受け、これを利用した。

## 結 果

### 1 農薬使用時期及び使用量

図2に調査農薬の当該地域での使用時期(模式図)、表3に航空防除の薬剤及び実施月日をそれぞれ示す。当地域では、6月下旬に葉いもち予防にプロベナゾール粒剤を散布し、7月下旬から8月上旬にかけて穂いもち予防にイソプロチオラン粒剤を個人で散布するか、またはフサライド水和剤及びトリシクラゾール水和剤を航空防除により3回、散布する体系が主にとられていた。

表4に農協の販売実績(出荷数量)に基づく農薬使用量を成分量に換算して示す。使用率は、プロベナゾール粒剤及びイソプロチオラン粒剤については10アール当たりそれぞれ3kg、4kgが全域で使用された場合の総量に対する割合として示した。また、フサライド水和剤及びトリシクラゾール水和剤は、航空防除及び地上防除の散布面積率の和で示した。なお、フサライド水和剤の航空防除分については、2回散布分を延べ面積で示した。

プロベナゾール粒剤については、農協が全戸配布を行い、防除の実施率が90%前後と非常に高く、使用量が多かった。イソプロチオラン粒剤は、大半が穂いもちの予防に使用されたと推定され、使用率は10%程度であった。また、フサライド水和剤及びトリシクラゾール水和剤は、航空防除を主体に全地域の約30%で使用された。

### 2 農薬検出状況

イソプロチオランについては、検出時期が比較的広範

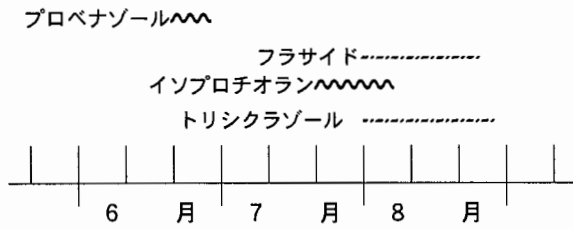


図2 いもち病防除薬剤の使用時期

表3 航空防除の薬剤及び実施月日

年次	1回目	2回目	3回目
	有効成分 <sup>1)</sup> ・月/日	有効成分 <sup>1)</sup> ・月/日	有効成分 <sup>1)</sup> ・月/日
1995	トリシクラゾール・8/ 3	フサライド・8/11	フサライド・8/19
1996	” ・7/30	” ・8/ 8	” ・8/17
1997	” ・7/31	” ・8/ 8	” ・8/18

<sup>1)</sup> 本調査に関わる成分のみを記載。

であったことから全調査結果を表5に示す。また、プロベナゾール、フサライド及びトリシクラゾールについては、検出された時期が限られていたことから、検出されなかった期間を一部省略して表6に示す。調査年次により検出状況は異なったが、各農薬の傾向は次のとおりであった。

イソプロチオラン：調査した3か年とも使用時期である7月中旬以降、概ね8月下旬まで検出され、3か年を通じた検出値は0.2～14.6 ppbであった。また、検出頻度は、他の3剤が3～14件であったのに対し58件と高かった。

プロベナゾール：使用盛期である6月下旬に1996年

は3か所で2～8ppb、また、1997年は1か所で1.2ppb検出された。

フサライド：検出頻度は低かったが、調査した3か年とも航空防除の実施時期である8月上旬～中旬に0.3～10.1 ppb 検出された。

トリシクラゾール：1997年のみであるが、航空防除が実施された翌日(8月上旬)及び中旬に3か所で0.3～0.4ppb 検出された。

### 3 水面施用剤の流出量

河川の最下流(地点⑨)で検出された1996年及び1997年のイソプロチオランについて、農薬濃度に調査日の水量を乗じて得られる1日当たりの流出量(表7)をもとに総流出量を算出した上で、農薬使用量との対比から水田群から河川への薬剤の流出率を推定した。

すなわち、1996年は、8月5日から9月6日まで0.4～1.6ppb 検出されたことから、この期間前後の調査時期7月23日及び9月13日の濃度をそれぞれ0 ppbとして含めた上で、これら期間中について流出量を積算し総流出量を求め、さらに流出率を算出した。

$$\text{流出率} = 68.74(\text{kg}) / 1,439(\text{kg}) \times 100 = 4.8(\%)$$

1997年も、8月1日から8月25日まで0.4～0.9ppb 検出されたことから、同様に7月25日～9月3日までの農薬流出量を積算し総流出量を求め、さらに流出率を算出した。

$$\text{流出率} = 32.04(\text{kg}) / 439(\text{kg}) \times 100 = 7.3(\%)$$

## 考 察

イソプロチオランは水質汚濁に係る環境基準が設定されており、この値は40ppbである。また、プロベナゾー

表4 いもち病防除薬剤の使用量

農 薬 名	1995		1996		1997	
	使用量 <sup>1)</sup> (kg)	使用率 <sup>2)</sup> (%)	使用量 <sup>1)</sup> (kg)	使用率 <sup>2)</sup> (%)	使用量 <sup>1)</sup> (kg)	使用率 <sup>2)</sup> (%)
プロベナゾール	6,939	93.3	6,297	92.7	5,932	87.3
イソプロチオラン	1,447	13.0	1,439	13.9	439	4.3
フ サ ラ イ ド	702	41.9+22.9	696	57.7+25.2	479	65.4+7.1
トリシクラゾール	153	21.0+ 7.3	143	28.9+ 5.8	137	32.7+1.2

<sup>1)</sup> 使用量は、成分量換算値である。

<sup>2)</sup> 使用率は、水稲作付面積(1995:3,100ha,1996,1997:2,830ha)全域の使用量に対する実際の使用量の割合である。なお、フサライド及びトリシクラゾールは、航空防除分の散布面積率+地上防除分の散布面積率を示す。



表7 地点⑨におけるイソプロチオランの推定流出量及び地域の降水量

年次	月日	検出値 (ppb)	水量 (m <sup>3</sup> /秒)	流出量 (g/日)	降水量 <sup>1)</sup> (降雨月日) (mm)
1996	7/23	0.0	78.17	0	42 (7/23)
	8/ 5	1.6	18.47	2,553	7 (8/ 4)
	8/12	1.2	13.00	1,348	0
	8/26	1.0	18.88	1,631	0
	9/ 6	0.4	27.87	963	5 (9/ 5)
	9/13	0.0	10.97	0	0
1997	7/25	0.0	11.97	0	0
	8/ 1	0.4	11.41	394	0
	8/ 8	0.9	17.39	1,352	17 (8/ 8)
	8/18	0.6	20.94	1,059	0
	8/25	0.4	31.92	1,103	9 (8/24)
	9/ 3	0.0	305.01	0	102 (9/23)

<sup>1)</sup> 調査日の前日及び当日の降水量を示す。

ル、フサライド、トリシクラゾールは水質評価指針がそれぞれ、50ppb、100ppb、100ppbと設定されている。また、水質汚濁に係る環境基準、水質評価指針は、公共用水域等に適用され、年間平均値で評価されるものである<sup>10)</sup>。

これらの値に対して、調査した4農薬の最高検出値は、イソプロチオランで14.6ppb、プロベナゾールで8ppb、フサライドで10.1ppb、トリシクラゾールで0.4ppbと全てこれを下回っていた。

各農薬が検出された時期は、それぞれが使用された時期と概ね一致しており、特にフサライドはよく一致していた。フサライドは航空防除の実施時期である8月上旬及び中旬に14点が検出されたが、これらの全てが航空防除実施地区（1995年・1996年は地点④～⑧、1997年は地点③～⑧）の河川からであり、加えて航空防除実施当日に試料採取を行ったもので検出されていた。また、調査地点③は地区A内の河川であるが、当地域での航空防除は表1に示すように1995年、1996年は実施されず、1997年に実施された。この場合において検出されたのは1997年のみであり、検出状況はよく一致していた。

トリシクラゾールも航空防除の実施時期である8月上旬（1997年8月1日）に2点検出されたが、この場合は航空防除地区内で散布された翌日に試料を採取したものであった。なお、8月第4半旬（1997/8/18）に1地点（地点③）で検出されたが、当該河川を含むA地区は現在も共同防除体制が整備され地上防除が盛んであることから、この時期に実施された薬剤散布によるものと考

えられた。また、トリシクラゾールがフサライドに比べ検出頻度が低いのは、フサライドの試料採取時期が航空防除実施日と一致していたのに対し、実施1～2日後の試料採取であったことによると考えられた。以上のことから、フサライドとトリシクラゾールの河川での残留は、空中散布時の薬剤のドリフトが主な原因と判断された。

プロベナゾール粒剤とイソプロチオラン粒剤は使用時期は異なるが、いずれも水面施用されるので、河川での残留は、水田からの流出によると考えられる。また、流出の原因としては、①散布時の水路等への薬剤落下、②降雨等による田面水の溢水、③畦畔や地下からの漏水、④かけ流し等の不適切な水管理、⑤岩手県での栽培では通常プロベナゾール粒剤の散布5日後位（6月末）から約半月間行われる落水（「中干し」）が想定される。

ここでプロベナゾール粒剤についてみると、岩手県では通常6月20～25日を標準の施用時期としているが<sup>11)</sup>、生産現場では土曜日、日曜日の散布が多いことから、1996年は6月22～23日、1997年は6月21～22日が散布盛期であったと推定される。当該地域のアメダス観測におけるこの時期の調査前5日間の降雨量は、1996年が0mm、1997年が18mmといずれも少ないことから、溢水の影響は少ないと考えられた。また、検出されたのは1996年は6月25日、1997年は6月27日のみであり、その前後1週間の時期には全く検出されなかったことから、中干しの影響も少ないと考えられた。これらのことから、河川で検出される主な要因は、薬剤散布時の水路等への飛散及び一部のかげ流しと推察された。

イソプロチオランは、プロベナゾールと検出状況が異なり、使用の盛期である7月下旬～8月上旬のみならずその前後、比較的長い期間検出された。また、地域全体の使用量は、プロベナゾール粒剤が全域の90%であったのに対しイソプロチオラン粒剤は4.3～13.9%でしかなかったにもかかわらず、検出頻度ではイソプロチオランの方がはるかに高かった。イソプロチオラン剤はゴルフ場においても使用されるが、当該地域の付近にゴルフ場もあるものの、聞き取り調査では使用実績は少なかった。また、水系には直接結びついていないことから、ここからの流出によるとは考えにくく、主な要因は、薬剤散布時の水路等への飛散及び7月下旬～8月上旬に行われる深水管理とその期間中の降雨による溢水、さらに、表7に示すように降雨がない場合にも検出されていることから、水管理の不徹底による溢水などが推定された。

両薬剤の検出頻度の差異の理由は、第1には、使用適期幅がイソプロチオラン粒剤とプロベナゾール粒剤で異なることがあげられるが、環境と農業科学研究会の調査<sup>10)</sup>においても、河川水29～201点中9種の殺菌剤のうち検出されたのがイソプロチオランだけ(2例)であり、本剤は他剤より検出されやすいと考えられた。そこで、これら2剤について水系への流出に関係する物理化学性等を比較した。丸<sup>12)</sup>は、ライシメーター試験において流出率は農薬の水溶解度と高い相関があることを報告している。しかし、プロベナゾール及びイソプロチオランの水溶解度はそれぞれ、約150mg/l、48mg/lであり<sup>12)</sup>、むしろプロベナゾールの方が高く、これには当てはまらなかった。次に、土壌中の半減期<sup>13)</sup>を比べてみると、イソプロチオランが27～80日(水田、圃場)であるのに対し、プロベナゾールが湛水、室内条件下での数値であるが24時間以内と大きな性質の違いがある。また、イソプロチオランの水中の半減期は4日、田面水の最高濃度は3～8ppm<sup>9)</sup>であり、プロベナゾールの半減期は、麓<sup>2)</sup>の調査において半減期が1日以下、田面水の最高濃度は0.06ppmと両薬剤の性質が大きく異なっている。なお、プロベナゾールの田面水濃度が低いのは、植物体への吸収移行性が大きいためとされる<sup>2)</sup>。以上のことから、イソプロチオランとプロベナゾールの検出頻度の相違の一因には、薬剤の田面水濃度や土壌中半減期が大きく異なることが影響していると考えられた。

イソプロチオランについて試算した流出率は、4.8%、7.3%であった。これをいずれも除草剤ではあるが比較をしてみると、飯塚<sup>9)</sup>が得たチオベンカルブの流出率1.7～1.9%、シメトリン1.4～2.4%及びCNP0.1～0.2%、中村<sup>13)</sup>のブタクロール3.4%、ベンチオカーブ0.5%、半

川<sup>3)</sup>のモリネート3～4%、築地ら<sup>16)</sup>のベンチオカーブ2.8%などと比べ高い割合であった。また、調査対象の河川流域面積は約2,800haと大面積であるが、流域面積が大きいと水田からの距離と時間が長くなり、その間に農薬の希釈、分解、底質への吸着、蒸散等により消失率が大きくなる<sup>9)</sup>ことを考慮すると、一層高い数値と考えられた。この理由としては、農薬の販売量と実際の使用量との乖離及びダムや放流水量に濃度を乗じて算出する方法で生じる大きな誤差の可能性があげられる。また、井上<sup>9)</sup>が、流出負荷量の算定には、調査頻度と調査時の流量状況が大きく影響を与えているように、試算に用いた濃度の数値が少ないことから、より正確な流出率を求めるには、さらに精査が必要である。

## 謝 辞

本調査を実施するに当たり旧農業試験場武田眞一環境部長から、また、本報告をまとめるに当たり岩手県農業研究センター応用生物工学研究室長仲谷房治博士から有益なご助言をいただいた。さらに、埼玉県農林総合研究センター中村幸二博士、岩手県農業研究センター生産環境部長小川勝美博士並びに諏訪正義環境保全研究室長他関係各位にご校閲をいただいた。記して謝意を表す。

## 引用文献

- 1) 海老瀬潜一編(1994). 水環境における農薬流出に関する研究報告. 国環研報 133: 1-101.
- 2) 麓 哲夫(1992). 秋田県西目川流域における調査(農業工業会). 第10回農業環境科学研究会講演要旨集: 21-29.
- 3) 半川義行(1985). 田面水および河川水におけるモリネートの消長. 農薬誌 10: 107-112.
- 4) 飯塚宏栄(1989). 水田除草剤の水系における動態. 農環研報 6: 1-18.
- 5) 井上隆信・海老瀬潜一(1996). 水田からの農薬流出の定量評価. 農薬環境科学研究 4: 13-25.
- 6) 岩手県(1998). 市町村別水稲作付面積の推移, 平成9年度岩手県農業動向年報, p.284.
- 7) 岩手県(1997). 病害虫防除基準 水稲(葉いもち), 平成9年度岩手県農作物病害虫・雑草防除基準, p.48.
- 8) M.Kanauchi, M.Uchida and K.Tsuchiya (1982). Persistence of Iso-prothiolane in Paddy Water and Rice Plants after Submerged Applications. J. Pesticide Sci. 7: 377-383.

- 9) 金澤 純(1992). 農薬の水中における動態, 農薬の環境科学, 合同出版, pp.141-156.
- 10) 環境と農薬科学研究会(1994). 水系での農薬の残留実態及びその影響評価について. 植物防疫 48:35-41.
- 11) 鍛塚昭三・山本広基(1998). 各種農薬の土壌における半減期, 土と農薬, 日本植物防疫協会, pp.187-194.
- 12) 丸 論(1990). 水田用ライシメーターからの農薬流出と水溶解度の関係. 農薬誌 15:385-394.
- 13) 中村幸二(1993). 農耕地の土壌・水圏環境における農薬の動態に関する研究. 埼玉農試研報 46:1-124.
- 14) 日本植物防疫協会(1995). 農薬に係る各種規制・基準の解説, 最新農薬の規制・基準値便覧 1995年版, (社)日本植物防疫協会, pp. II-V.
- 15) 俵木登美子(1994). 農薬による水質汚濁防止に関する諸施策について. 農薬環境科学研究 2:80-89.
- 16) 築地邦晃ら(1982). ベンチオカーブ剤の水田および河川における消長. 岩手農試研報 23:105-112.
- 17) 上杉康彦・上路雅子・腰岡政二(1997). 第3版最新農薬データブック, ソフトサイエンス社, pp.232,335.

## Changing Levels in a River System of Pesticides used for Prevention of Rice Blast Disease

By

Kuniaki TSUKIJI, Mariko NAKAMINAMI\* and Miho ITO

### Summary

From 1995 to 1997, a river system in Iwate Prefecture was periodically tested for residue levels of four kinds of pesticides used for prevention of Rice Blast Disease. The concentration of pesticides was measured using GC-MS.

Isoprothiolane was detected from the middle of July to the last ten days of August, coinciding with application times, and the frequency of detection was higher than that of other pesticides. Probenazole was detected in only a very few rivers in the river system during the peak period of application. Fthalide and Tricyclazole were detected in the first ten days and the middle of August, coinciding with aerial application times.

Environmental standards relating to water pollution for Isoprothiolane, as well as water quality evaluation guides for Probenazole, Fthalide and Tricyclazole have been established. All of the amounts detected fell below the values indicated in the above standards and guides.

The main sources of discharge of Probenazole and Isoprothiolane seemed to be the scattering of pesticides into irrigation waterways during submerged application, and water run off and overflow due to rainfall and insufficient water management of paddy fields.