

農薬環境科学研究

第7号

*Proceedings of the 17th Symposium on
Environmental Science of Pesticide*

第17回農薬環境科学研究会
シンポジウム講演集

日本農薬学会
1999

畑での動態に関する試験方法

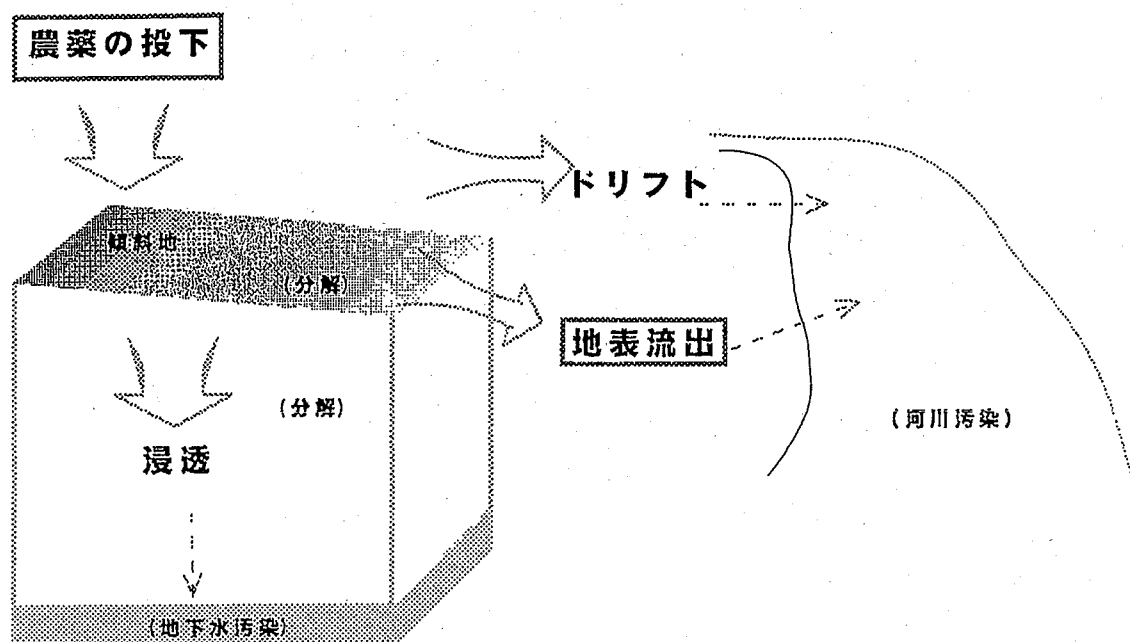
(社) 日本植物防疫協会研究所 高橋義行

1. はじめに

作物保護を目的として圃場に投下された農薬成分は、その多くが分解等によってやがて消失すると考えられるが、その一部は拡散や移動によって水系へ到達する可能性が懸念されるようになってきた¹⁻³⁾。このため、農薬の登録上の新しいハードルの一つとして投下農薬成分の圃場外への流出や地下浸透の程度を把握することが求められようとしている。さて、投下された農薬成分の拡散や移動の経路は様々あると考えられるが、大きくは「ドリフト」、「地表流出」そして「地下浸透」の3つに分けられる(第1図)。

「ドリフト」および「地表流出」は近くに水系(河川)につながる側溝や排水路がなければ、河川へ流出することはなくやがて分解される。一方、「地下浸透」は地表に留まってやがて分解されるか、雨水の浸透とともに地下へ浸透しながら分解されることが考えられる。このような圃場(作物根圏)外への流出(動態)を把握するための試験方法は、種々検討されてきた。「ドリフト」は、農薬散布時の吐出力による運動エネルギーや風力によって発生するため、農薬の剤型や散布方法および気象条件によって大きく異なるってくるが、その程度を把握するための圃場試験は比較的容易に実施できる⁴⁾(ただし結果を普遍化することは困難であるが)。また、「地下浸透」も地表付近(1m位まで)での農薬の消長を把握することは可能である⁵⁾。これら二者に対して「地表流出」はどこでも発生するというものではなく、圃場の占める地勢学的位置や降雨条件等によって大きく影響を受ける。また、「地表流出」は土層上部を流れる中間流を含む¹⁾とされているがその実態は明らかではない。さらに、地表流出は土壌の流出を伴うため土壌流出を阻止するためのさまざまな工夫が検討されてきた⁶⁾。このため、農薬の地表流出の発生は不確実かつ不連続的であり、これを野外での圃場試験だけで把握することはきわめて困難であると考えられる^{7, 8)}。

本稿では、畑(圃場)での動態を調査するために当協会で実施した⁹⁾、圃場内に投下された農薬が圃場外にどの程度流出するかを把握するための試験方法について、とくに「地表流出」を中心にその試験方法を紹介する。



第1図 投下農薬の拡散・移動

2. 地表流出試験

当協会研究所では圃場内に投下された農薬が圃場外にどの程度流出するかを把握するためのモデル試験を1994年より実施してきた（第1表）。しかし、圃場における地表流出試験は、地形や傾斜角度で圃場を選定しても、散布後にタイミングよく必要とする降雨（強度と時間）が得られるかは定かではないためきわめて不確実である。このため降雨条件を人工降雨等（ジョウロやスプリンクラー）で制御して表流水を発生させるモデル試験の実施、さらに試験条件をより制御しやすくするために屋内小規模試験系を開発した^{9, 10)}。以下にそれらの試験概要を示す。

第1表 日本植物防疫協会で行った地表流出試験系の概要

試験系	実施時期	降雨の種類	作物	試験規模	試験地
圃場試験	1994	人工降雨（ジョウロ）	キャベツ	6.0m ²	日植防研究所
	1995	人工降雨（スプリンクラー）	キャベツ	460m ²	茨城県牛久市
	〃	〃（ジョウロ）	キャベツ	6.3m ²	〃
	1996	自然降雨	キャベツ	700m ²	〃
	〃	〃	ダイコン	840m ²	〃
	1997	〃	キャベツ	500m ²	宮崎県佐土原町
屋内試験	1996	人工降雨（降雨装置）	無／有	1.1m ²	日植防研究所
	〃	〃	無	0.7m ²	〃
	1997	〃	無	0.7m ²	〃
	1998	〃	無／有	0.7m ²	〃

2-1. 圃場試験

ここでは当協会で行った圃場試験の中から1995年～1996年に実施した試験事例を紹介する。供試圃場は傾斜6～6.5°の圃場（約10a、黒ボク土壌）で当研究所（牛久市）近郊の一般農家の畑（第2図）を用いた。

(1) 自然降雨による圃場試験

本法の基本的なコンセプトは、傾斜圃場において傾斜の方向に添ってうねを立てて作物（キャベツ）を栽培し、まとまった降雨が見込まれる日の直前に農薬を散布する、というものである。したがって、農薬を散布しても予想した降雨が無い場合もあるし、降雨が有っても表流水が発生しない場合もある。1995年は結局自然降雨では表流水を得ることはできなかった。1996年は7月の梅雨の時期（キャベツ）と9月の台風（17号）通過時（ダイコン）に実施し、梅雨では殆ど発生が認められず（わずかに1ℓ前後／700m²）、台風通過時の降雨で1420ℓ（タンク容量から3つに分けて採取：290ℓ、530ℓ、600ℓ）／840m²の表流水が得られた。結果の概要を第2および3表に示した。

(1回目)

〔試験概要〕

作物	: キャベツ（早秋）
定植	: 平成8年6月6日
農薬	: クロロタロニル（TPN）、ダイアジノン、ジメトエートの3剤混用液（各1000倍液）（167.1ℓ/10a）
散布	: 平成8年7月9日
試験区	: 700m ²
表流水採取日	: 7月10日
表流水採水量	: 0.56ℓ（降雨量：43.5mm/20hr）

(2回目)

〔試験概要〕

作物	: ダイコン（耐病総太り）
播種	: 平成8年8月30日（間引き：9月13日）
農薬	: 同上（1回目）（101.6ℓ/10a）
散布	: 平成8年9月20日（台風17号が9月21～22日に関東地方に上陸するとの予報からこの日に散布）

試験区 : 840m²
 表流水採取日 : 9月22日
 降雨量 : 第1表参照
 表流水採水量 : 計1,420ℓ (290ℓ + 530ℓ + 600ℓ)

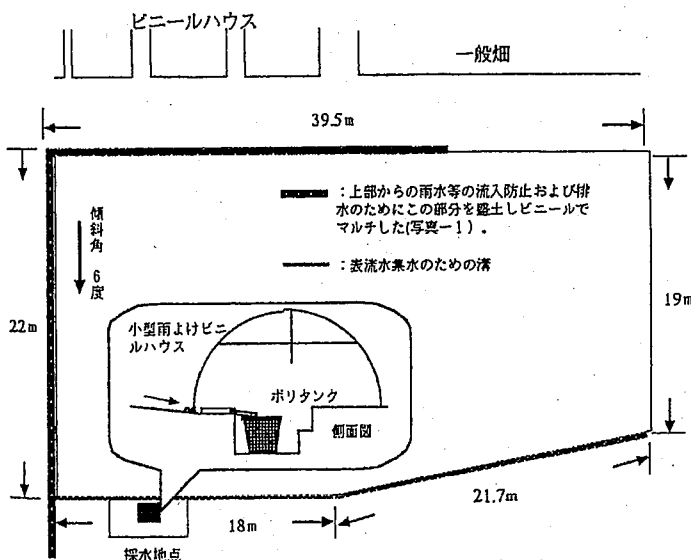
(2) 人工降雨による圃場試験

同一圃場にスプリンクラーを設置して散水(降雨)する人工降雨試験を1995年に実施した。これは同年の9月から10月末までの間に自然降雨による表流水の発生が認められなかったため、急遽実施したものである。約700m²にキャベツを栽培していたが、このうちの460m²をカバーするように16基のスプリンクラーを設置した。供試したスプリンクラーはやや大型の粒状の水滴を飛ばし、これは雷雨時の降雨に相当するものと推定した。

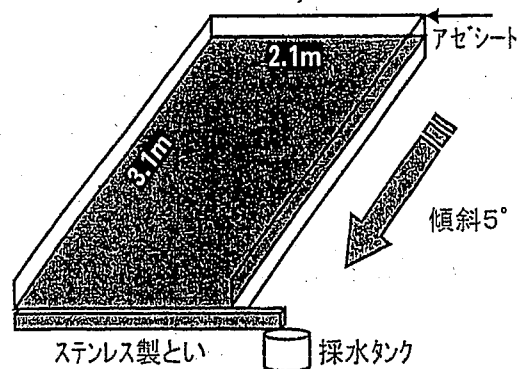
結果の概略は第2および3表に示した。

〔試験概要〕

作物	: キャベツ (金系201)
定植	: 平成7年8月29日
農薬	: クロロタロニル (TPN)、ダイアジノン、ジメトエートの3剤混用液 (1000倍液) (220.65ℓ/10a)
散布	: 平成7年11月24日
灌水(降雨)	: 散布1時間後 11月24日、および 散布翌日 11月24日
灌水方法	: スプリンクラー (16基)
降雨強度	: 18.8mm/hr. 30min (11/24) 25.4mm/hr. 10min (11/25)
試験区	: 460m ²
表流水採水量	: 260ℓ (11/24) 112ℓ (11/25)



第2図 傾斜圃場の概略



第3図 小規模試験区

(3) 小規模地表流出圃場試験

同一傾斜圃場内に第3図に示すような小規模な試験区¹⁾を設けた。人工降雨は、試験区の周りに6人の人員を配置し、ジョウロを用いて所定量の水を所定時間に散水して実施した。結果の概要を第2および3表に示した。

〔試験概要〕

作物	: キャベツ (金系201)
定植	: 平成7年8月29日
農薬	: クロロタロニル (TPN)、ダイアジノン、ジメトエートの3剤混用液 (1000倍液) (120.6ℓ/10a)
散布	: 平成7年9月28日
灌水(降雨)	: 農薬散布1時間後

灌水方法 : ジョウロ (6ℓ容量、6個)
 降雨強度 : 30mm/hr, 20min (A区)
 60mm/hr, 23min (B区)
 60mm/hr, 10min (C区)
 試験区 : 6.3m² (A, B, C区)
 表流水採水量 : A区/0ℓ
 B区/1.8ℓ
 C区/0.8ℓ

第2表 各圃場試験における表流水発生状況の概要

採水日	面積 (m ²)	降雨 強度 (mm/hr)	降雨 時間 (hr)	表流 水量 (L)	水流 出率 (%)	単位面 積当り 流出量 (L/m ²)	流出量/ 単位面積 /時間 (L/m ² /hr)
'96/7/9	700	10.0	60	1.4	0.02	0.002	0.02
'96/7/10	700	8.0	60	0.6	0.01	0.002	0.01
'96/9/22	840	7.2	540	0	0.00	0.000	0.00
		20.2	150	290	0.70	0.345	0.14
		33.0	30	530	3.80	0.631	1.26
		23.8	120	600	1.50	0.714	0.36
		12.0	120	0	0.00	0.000	0.00
		12.8 ^a	840	1420	0.90	1.690	0.12
'95/11/24	460	18.7	30	260	6.00	0.565	1.13
'95/11/25	460	25.2	10	112	5.80	0.234	1.46
'95/9/28	6.3	30.0	20	0	0.00	0.000	0.00
	6.3	60.0	23	1.8	1.24	0.286	0.75
	6.3	60.0	10	0.8	1.27	0.127	0.76

^a 降雨開始から地表流出の終了までの間の平均降雨強度、降雨時間、流出水量、水流出率、単位面積当りの流出水量および流出水量/m²/hrの比。

第3表 各圃場試験における各農薬の表流水中濃度

採水日	面積 (m ²)	表流 水量 (L)	TPN		ダイアジノン		ジメトエート	
			濃度 (ppm)	流出率 (%)	濃度 (ppm)	流出率 (%)	濃度 (ppm)	流出率 (%)
'96/7/10	700	0.6	0.003	0.00	0.003	0.00	0.001	0.00
'96/9/22	840	290	0.005	0.00	0.001	0.00	0.002	0.00
		530	0.018	0.03	0.002	0.00	0.003	0.00
		600	0.008	0.02	0.001	0.00	0.002	0.00
		1420 ^a	0.011	0.05	0.002	0.01	0.003	0.01
'95/11/24	460	260	0.580	0.37	0.680	0.44	0.442	0.26
'95/11/25	460	112	0.190	0.05	0.250	0.07	0.098	0.03
'95/9/28	6.3	1.8	0.270	0.15	0.060	0.03	nt	nt

^a 表流水を総計した場合の水中濃度と流出率。

(4) 圃場試験の特徴

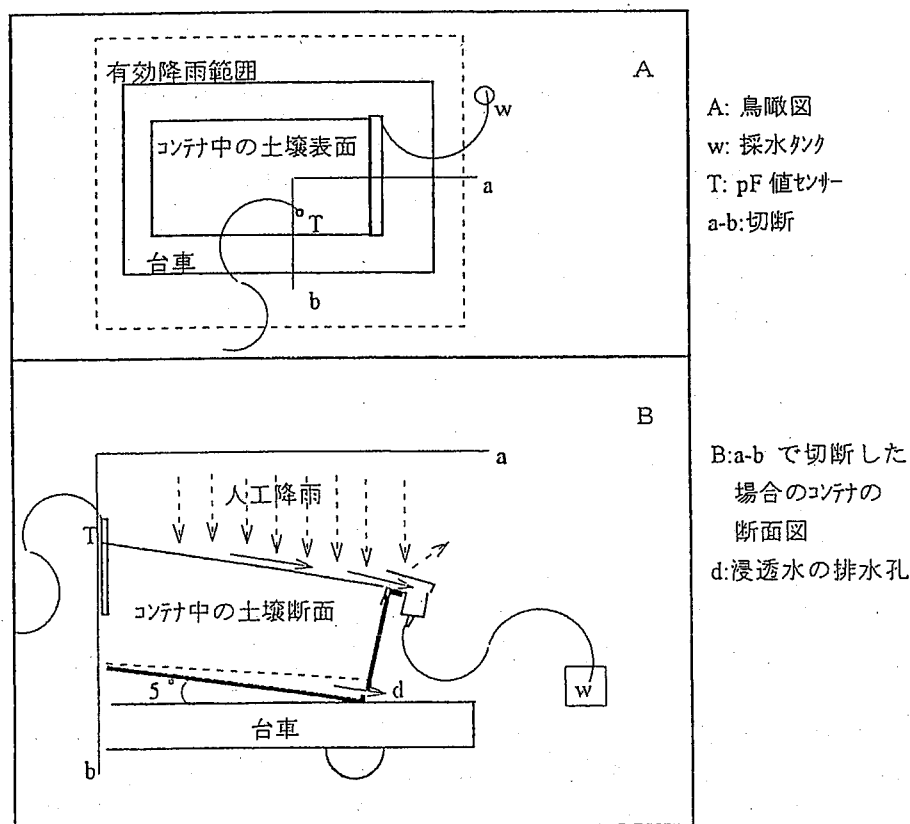
自然降雨による圃場試験は前述のように散布等の農薬の投下が難しく、常に「待機」することを余儀なくされる。この待機は長期間に及ぶこともあるため、この間の圃場・作物の管理（病虫害防除や除草等）が大変になってくる。また、関東平野（少なくとも供試した圃場）では台風や熱帯低気圧などの通過時の降雨でないと表流水の発生は困難であると考えられる。これは、自然降雨試験よりも人工降雨試験のほうが望ましいことを示している。

一方、人工降雨試験では水の無いまたは便の悪い傾斜地で大量の水を確保するための費用（スプリンクラーによる灌水）や労力（人海戦術的なジョウロによる灌水）を必要とした。また、人工降雨試験では自然降雨試験よりも高目の水流出（第2表）や農薬の流出率（第3表）が認められた。これは、自然降雨のほうが望ましいことを示している。

以上の結果から、自然降雨による圃場試験の実施はある時期にまとまった降雨が頻繁にある地域（例えば宮崎など）でしか難しいことが推察された。また、人工降雨による試験では降雨条件等の制御がより可能で、より自然の結果を再現できることが望まれた。

2-2. 屋内小規模試験

より降雨条件や圃場条件を制御しやすくするために、圃場の作土層の土をそっくり大型コンテナに詰め込んで、コンテナ・サイズの小さな「圃場」（試験区）を作成した。さらに、これらの小さな試験区を傾斜をつけて台車に乗せて屋内の人工降雨装置の下に設置して人工降雨を与え、表流水を発生させる屋内小規模試験系を開発した（第4図）。圃場の作土層（表層約20-30cm位まで）は、ロータリー等による耕起によってほぼ均一と考えられる。したがってライシメーターのような土層の作成やエイジング等を必要としない。



第4図 屋内小規模試験系の概略

(1) 人工降雨装置の概略

降雨装置 (DIK-6000-S: 大起理化工業株式会社製)

可変有効降雨強度: 10mm/hr ~ 80mm/hr

有効降雨面積: 1.0404m²

可変水滴径: 1.7 ~ 3.0mm

試験区までの雨滴落下距離: 2.1 ~ 2.3m

(2) 試験区の作成

試験区には0.7m² (幅0.76m、長さ0.93m、深さ0.20m)のコンテナを供試した(これ以上に大きすぎるとその重量のため人力での移動等が困難となり、試験の実施に支障が生じた)。コンテナの底にはステンレス製のメッシュを約3cmの高さに敷き、その上に土壌を20cm以上充填した。その後一度十分に灌水し、風乾して土壌を落ち着かせたあとに再度土壌を充填した。次に各試験区は使用前に十分に耕起した。試験区は長径に沿って傾斜(5度)を付けて台車の上に設置し、人工降雨下に移動させた。傾斜の下流にステンレス製のといを設けて表流水を採取した。また、といにはカバーをかけて雨水が直接入らないように工夫した(第4図参照)。

各試験区には深さ15cm前後にpF値センサー(セラミックス土壌水分計: PF-33型、電気化学計器株式会社製)を設置して随時試験区の土壌水分を計測した。

なお、供試土壌は当研究所内の圃場の作土層の土壌(黒ボク土壌)を用いた。

(3) 実証試験(圃場試験結果の再現)

本試験系を用いて1996年9月22日の圃場試験の結果(第2、3表)を再現した。圃場試験と同じ薬剤を同量散布し、2日後に降雨強度、降雨時間等を再現しながらほぼ類似した単位面積当りの表流水を採取した。その水中農薬濃度は第4表に示すように、自然降雨による圃場試験の結果(第3表)とほぼ同等の結果となった。

第4表 屋内小規模地表流出試験系による圃場試験結果の再現

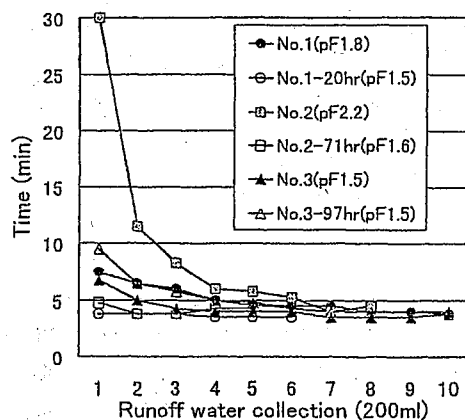
面積 (m ²)	単位面積 当り水流 出量 (L/m ²)	水 中 濃 度		
		T P N	ダイアジノン	ジメトエート
0.7	0.421	0.009	0.007	0.008
	0.653	0.010	0.005	0.002
	0.834	0.007	0.004	0.001
	1.908 ^a	0.008	0.005	0.003

^a 表流水を総計した場合の水中濃度。

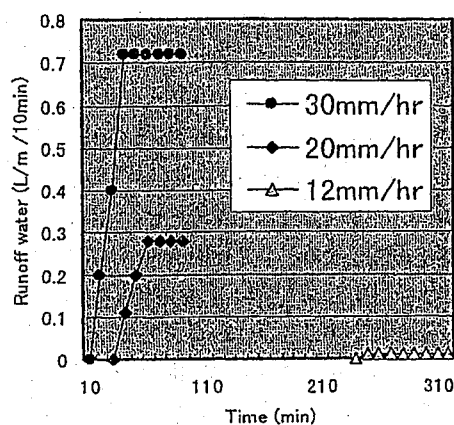
(4) 実証試験(地表流出の予測)

本試験系を用いて、降雨強度30mm/hr、20mm/hr、12mm/hrでの表流水の発生状況を観察して、表流水の流出条件を求めた。これを基に気象(降雨)データを解析して、表流水の発生水量を予測した。

まず、30mm/hrの降雨強度で表流水を200mlずつ採取し、それに要した時間を計測すると、第5図に示すようにいずれの試験区も4min/200ml/0.7m²に収束した。これは720ml/10min/m²に相当する。同様に他の降雨強度でも調査すると、第6図のように流出スピードに傾向が認められた。それらを整理してまとめると第5表となる。



第5図



第6図

第5表 表流水の発生条件と発生量

pF1.6 前後まで30-60mm の降雨が必要である・・・①
pF値は晴天下では0.1/日の割合で増加し、曇天下では変わらなかった・・・②

30mm/hr の降雨条件では：
pF1.6 になってから初めの10分間の降雨(5mm/10min) で表流水が流れ始める・・・③
流出は始めの5mm/10min で0.2L/m²/10min、その次の5mm/10min で0.4L/m²/10min、
最大で0.72L/m²/10minである・・・④

20mm/hr の降雨条件では：
pF1.6 になってから30分間の降雨(3.5mm/10min) で表流水が流れ始める・・・⑤
流出は始めに0.07L/m²/10min、次に0.21L/m²/10min、最大で0.28L/m²/10minである・・・⑥

12mm/hr の降雨条件では：
pF1.6 になってから240 分間の降雨(2mm/10min) で表流水が流れ始める・・・⑦
流出は最大でも0.01L/m²/10minである・・・⑧

第6表 実態圃場調査時の稀少データと発生した表流量と推定量の比較

1996年 月日	降雨量 (mm) 日計	1 時間 ^a	表流量 (L)	推定量 (L)	推定に 至る根拠 ^b
7/7	16.0		0	0	①
/8	27.0		0	0	①
/9	55.5	11.0*	1.375	140 ^{*1}	①④
/10	55.0	8.0	0.58	7 ^{*2}	①②⑦⑧
9/9	24.5		0	0	①
/10	5.5		0	0	①
/11	0		0	0	①
/12	0		0	0	①
/13	0.5		0	0	①
/14	52.5		0	0	①
9/20	2.0	1.0	0	0	①
/21	1.5	1.0	0	0	①
/22	206.0	30.5	1420	2318 ^{**}	①④

^a 最大降雨強度。

^b 第5表を参照。

第5表に示した流出条件(①～⑧)を基に、1996年度の実態圃場調査時における気象データを解析して表流水の発生の有無および発生水量を予測した。その結果を第6表に示す。先ず7/9の降雨で積算降雨量が60mm以上になり、①より表流水が発生することが推定される。ここで最大降雨強度の11mm/hrが55.5mmの降雨の後半にあると仮定し、さらに5mm/10minの降雨が20分間と仮定した場合、④より140ℓ(第6表の*1)となった。一方、2mm/10minが250分間継続したと仮定した場合、⑦と⑧より7ℓ(第6表の*2)と推定される。より詳細な実際の降雨データをみると11mm/hrは55.5mmの降雨の後半にあり、6.5mm/30minで発生し、次の4.5mm/30minでは発生しなかった。したがって、2mm/10minの降雨と考えられ、0.001L/m²/minの表流水が最大10分間流れたとすれば、最大7ℓ推定される。同様に9/22の表流水の推定量については、積算降雨量が60mm以上になった段階で30.5mm/hrの降雨があったと仮定すると(実際そうであった)、③と④より2318ℓと推定された。以上のように表流水量は、実測水量<算出推定量となりやや過大評価となったが、より詳細な降雨データがあれば、より実測値に近づくことが判明した。また、本試験系で得られた流出条件でアメダス・データを解析することで、実圃場における凡その傾向は把握できるものと推察される。ただしこれは供試した土壌(黒ボク土壌)の性質によるところが大きいと考えられ、他の土壌では流出条件も異なるものと考えられる。今後、他の種類に土壌についても検討が必要であろう。

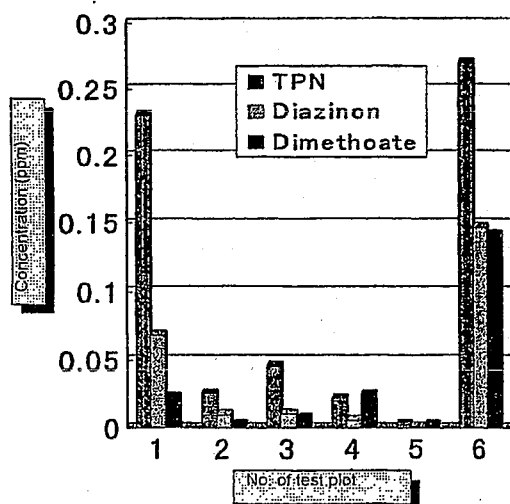
(5) モデル試験

前述のように本試験系を用いることで実圃場での表流水の発生を再現、さらに予測することが示された。表流水の発生と農薬の水中濃度についてより理解を深めるため、以下にいくつかのモデル試験を実施した。各モデル試験では、傾斜5°、30mm/hr、1ℓの表流水の採取、その水中濃度の分析を共通条件とした。

1) 散布後エージングした試験区

農薬が投下された直後に降雨を受けて表流水が発生した場合と、3日後や7日後では時間の経過(エージング)とともに農薬の水中濃度は低下することが予想されるが、それを確認するため、次のようなモデル試験を実施した。

[試験概要]	作物	無し
	農薬	TPN、ダイアジノン、ジメトエートの3剤混用液(1000倍液)
	降雨	散布1日後(No.1区)
		散布3日後(No.2区)
		散布7日後(No.3区)
		散布14日後(No.4区)
	散布21日後(No.5区)	100L/10aの1回散布
	散布1時間後(No.5区)	300L/10aの3回目の散布



第7図

試験区No.1-5の結果から時間の経過とともにその表流水中濃度は低下した。このため、No.6区では3倍量の農薬を3回(一週間間隔)散布したが、流出量はNo.1区と比べて極端な増加は認められなかった。これは、散布間に分解等が進んでいることを示しているものと推察される。

2) 土壌処理剤を供試した試験区

土壌処理剤は直接土壌に投下されるため、流出率は高いことが懸念された。これを明らかにするため、粒剤と液剤の2種の土壌処理剤を処理して処理直後、マルチをして一週間後、マルチをはずしてガス抜き1日後、3日後にそれぞれ表流水を採取して比較した。その結果、処理直後に採取した表流水中のダゾメット以外は、きわめて低濃度であり、流出率は<0.00%であった。処理直後の採取では粒剤がそのまま流出した可能性もあると考えられるが、それでも流出率は0.02%であった。

本法は土壌処理剤にも利用可能と推察された。

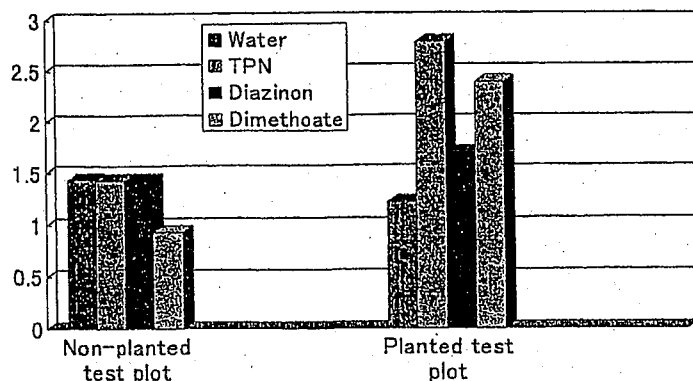
[試験概要]	作物	: 無し
	農薬	: ダゾメット粒剤 (全面混和) (30kg/10a) D-D (6穴-3.5ml) (30L/10a)
試験区		: No.1 (処理直後に表流水採取)
		: No.2 (被覆除去後に表流水採取)
		: No.3 (ガス抜き1日後に表流水採取)
		: No.4 (ガス抜き3日後に表流水採取)

3) 試験区の連制と作物の有無の影響

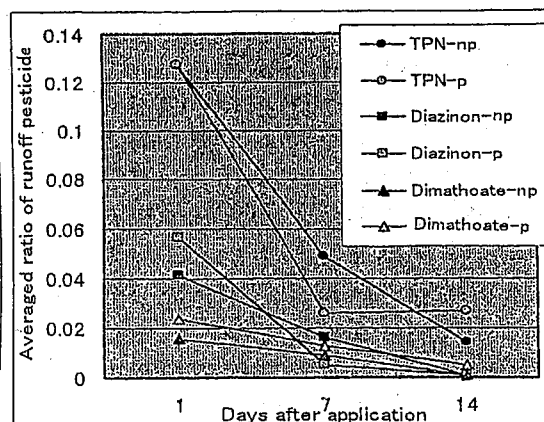
小面積の試験区から大量の表流水を採取する本試験系では、各試験区間の変動も憂慮された。一方、試験区のなかに作物があると、付着、吸収、Washoff および葉面上での分解等があり、より実際の条件下での試験が期待された。そこで作物(マリーゴールド)を移植した2個の試験区と植物の無い2個の試験区を供試して2連制で試験を実施し、試験区間の差異を検討した。先ず3回採取した表流水の結果を平均して連制間の差異を示したのが第8図である。試験区内に作物がある区間(II-1とII-2)では水流出率の変動は少ないのに対して、農薬の水中濃度は最大で4倍強、平均で2.3倍程度の差異が認められた。一方、作物なし区間(I-1とI-2)では水流出率は変動が大きかったが、各農薬の流出率は最大約1.8倍、平均で1.3倍程度と、その差異は少なかった。さらに、作物の有無による農薬の流出率を各表流水ごとに比較したものを第9図に示した。2個の試験区を平均した農薬の流出率を比較すると、植物の有無(I区とII区)による大きな差異は認められなかった。

以上の結果から本試験系では、作物なし区で、最低2連制で試験を実施することが推奨された。

[試験概要]	作物	: マリーゴールド (12株/試験区)
	農薬	: TPN、ダイアジノン、ジメトエートの3剤混用液 (1000倍液) (300L/10a)
試験区		: I-1, I-2区 (作物なし区)
		: II-1, II-2区 (作物あり区)
降雨		: 各試験区に散布1日後、7日後、14日後と連続して降雨を実施した



第8図



第9図

3. ドリフト

ドリフトは、液剤の散布時には大なり小なり必ず発生するものと考えられる。このドリフトの程度を把握するための試験法としては、圃場の主要風下側にガラスシャーレやろ紙をサンプラーとして適当な間隔（1, 3, 5, 7.5, 10, 15, 20, 30, 50m など）で配置して直接散布農薬をトラップして分析するか、感水紙を配置して農薬を含む水滴の飛散程度を調査することが多い¹¹⁾。また、農薬の代りに蛍光色素散布することもある⁴⁾。ドリフト試験では散布方法と散布対象作物および風速が結果に大きく影響を及ぼすものと推察される。一般的には吐出圧力が大きく散布量の多い散布方法（スピードスプレーイヤー等）、背丈の高い作物（果樹など）を散布対象とする場合、また強風下での試験ではドリフトの程度も大きくなる。したがって、多数の反復試験の実施が望まれるが、その場合でも結果の一般化はある程度の幅を持たざるをえないものと推察される。

4. 鉛直地下浸透

散布農薬の圃場内マス・バランス（主に作物と土壌表面での分布）は、供試した作物や農薬の種類によって異なるものと考えられるが⁷⁾、確実に一定の割合で土壌表面に落下・到着する。さらに、降雨等によって作物に落下・付着した農薬成分の一部も地面に落下する。この土壌表面に到達した農薬は土壌に吸着してトラップされるか分解される、と同時に一部は鉛直浸透していくものと考えられる。その程度は土壌や農薬の種類によって異なるものと考えられる。この農薬成分の地下浸透の程度を把握するための手法（試験）としては室内試験としてカラムリーチング試験、野外試験としてライシメータ試験等が考えられてきた。近年、バンライシメータ法やキャピラリライシメータ法等を用いて実圃場内でその実態を把握することが試みられている¹²⁾。

当協会では、一定の深さに埋設したバンライシメータやポーラスカップを用いて浸透水を採取して分析する方法と、さらに米国で実施されている野外消失試験⁵⁾と同様な土壌コア（径5cm、長さ／深さ1m）を採取し、各深度層を分析して農薬の移動と消失を把握すると同時に土壌水を採取してその水中濃度を調査する方法を比較した⁹⁾。その結果、先ずバンライシメータの設置は比較的容易であったが、コンスタントな採水は困難であった。また、ポーラスカップは設置も容易でコンスタントな採水も可能であったが、採水範囲が特定できないことや壁面効果が懸念された。一方、土壌コアの分析は農薬成分の縦方向への移動性を把握することが可能であり、さらにある深度層の土壌水を分析することで地下水汚染のポテンシャルを推察することも可能であると考えられた。土壌水は土壌コア数を調整することでコンスタントな採水が可能であった。また本法は、欧米のシミュレーション・モデルからの予想値が日本の土壌にどの程度適合するのか検証するための手法として利用可能と考えられる。

5. おわりに

以上、地表流出試験を中心に各試験例を紹介した。

圃場に投下された農薬は成分の拡散や移動の3大経路のうち、ドリフトと鉛直地下浸透は実圃場における試験によってその実態を把握することが可能であると思われる。これに対して突発的に発生する地表流出は、実圃場を用いた試験では試験実施のために種々の条件が揃う必要があることや限られた例数での一般化は極めて困難である。これを補うものとして、屋内でのシミュレーション実験が可能であることを紹介した。この屋内小規模地表流出試験系は、野外の天候から直接的な影響を受けないで必要なときにいつでも実施できることが大きなメリットである。本試験系では土壌表面の状態（ローターをかけた状態から踏み固められた状態等）や降雨条件の制御が容易であることから、凡そ実圃場で起きていることを再現できるポテンシャルをもつものと考えられる。このため実圃場で発生する地表流出とそれに伴う農薬の流出量を把握・見積るのに利用可能と思われる。また、将来シミュレーション・モデル等が導入された場合に実験的に検証する手段の一つになるものと考えられる。

6. 謝辞

本稿で紹介した試験例等は、当協会事務局および研究所の多数のスタッフの協力のもとに実施されたものである。また、農薬分析の多くは（財）残留農薬研究所の小田中芳次氏に負うところが大きい。ここに記して感謝申し上げる。

なお、各試験は主に環境庁水質保全局土壌農薬課からの「農薬残留対策調査」の委託試験によるものであるが、本稿の内容については演者の責任に負うものであり、環境庁の取りまとめや見解ではない。データの引用をご了解頂いた環境庁の関係各位にお礼申し上げます。

7. 引用文献

- 1) 中村幸二：畑地における農薬流出の評価，農薬環境科学研究，4，27-36，(1996)
- 2) 藤田俊一：農薬の地表流出と地下浸透，農薬環境科学研究，6，77-89，(1998)
- 3) R.A. Leonard: "Pesticides in the Soil Environment: Processes, Impacts, & Modeling," ed. by H.H. Cheng, SSA Book Series No.2, Soil Science Society America, Madison, pp.303-349, (1990)
- 4) I.H. Ganzelmeier et al: Studies on the spray drift of plant protection products, Results of a test program carried out throughout the Federal Republic of Germany. BBA pp.111, Berlin (1995)
- 5) US EPA: Standard Evaluation Procedures/Terrestrial Field Dissipation (1990)
- 6) 農林水産省農蚕園芸局農産課：わが国の耕地に於ける水蝕と風蝕，(1979)
- 7) Y. Takahashi et al: Pesticide Runoff and Mass Balance in Field Model Tests Analyzed by Commercially Available Immunoassay Kits, J.Pesticide Sci., 24, 255-261, (1999)
- 8) Y. Takahashi et al: Runoff test in field scale with natural rainfall, J. Pesticide Sci., 投稿中
- 9) 環境庁水質保全局土壌農薬課：平成6～10年度農薬残留対策調査試験成績（未定稿）
- 10) Y. Takahashi et al: Development of a small-scaled indoor test system for runoff, J. Pesticide Sci., 投稿中
- 11) 和田 豊・古野秀和・高橋義行：乗用管理機装着型ブームスプレーヤを用いた農薬散布 2.感水試験紙を用いた散布農薬のドリフトの分析，関東病虫研報，45，315-317，(1997)
- 12) 山本幸洋・金子文宣。尾崎保夫・高橋 強：砂質露地畑における農薬鉛直浸透量のキャピラリライシメータ法とパンライシメータ法による測定と比較，平成9年度日本農薬学会第22回大会講要，98，(1997)