

簡易型ライシメーターによる農薬の流出試験

山口県衛生公害研究センター
下濃義弘・杉山邦義・田中克正
古谷誠治・永久保雄・宮村恵宣

Examinations in Runoff of Agricultural Chemicals by the Lysimeter Covered with Turf

Yoshihiro SHIMONO, Kuniyoshi SUGIYAMA, Katsumasa TANAKA
Seiji FURUTANI, Yasuo NAGAHISA, Shigenori MIYAMURA

Yamaguchi Prefectural Research Institute of Health

はじめに

ゴルフ場では、主に芝の生育管理のために農薬が使用されており、芝地に散布された農薬の挙動を知ることは、農薬による環境汚染の未然防止、適正使用の指導の上で重要である。

芝地に散布された農薬の降雨による流出特性を把握するため、堀らの方法^{1,2)}を参考に簡易型ライシメーターを作製し、農薬流出試験を行った。

試験方法

1 簡易型ライシメーターの作製

(1) 構造

外形は図1のとおり、長辺180cm、短辺101cm、高さ67cmの直方体型である。主な材質はベニヤ板等の木製で、内外全面にはポリウレタン系の耐水重合塗料を塗布した。

内部には図1の断面図のとおり、底面から砂利、山砂(粒径5mm以上)、真砂土の順に、それぞれを15cm、12cm、30cmの厚さになるように積層充填し、その上面(面積:1.5m²)にコウライシバを植栽した。これは実際のゴルフ場の芝地が水はけを第一に施工されていることを参考に決めたものである。

なお、底面の短辺側の一方に排水口を設け、試験期間中浸出水を採取した。

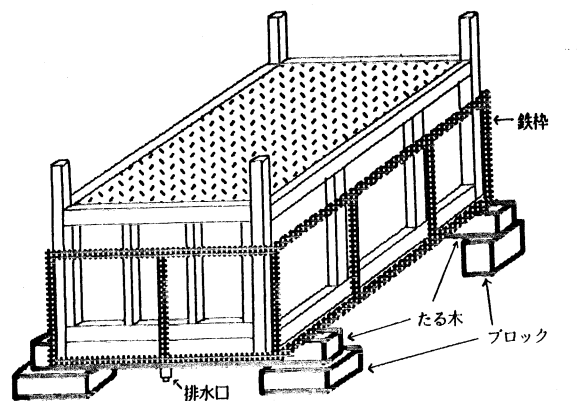
(2) 設置及び芝の管理

ライシメーターは平成5年6月に作製し、排水口側に2/100の勾配をつけて、長辺が南北に向くように当センター敷地内の日当たりの良い場所に設置した。

植栽した芝には適宜、散水、施肥及び刈り込みを行い、ライシメーター上面に十分に生長するのを待って試験を

行った。

なお、設置したライシメーターを便宜上、東側からA、Bとした。



断面図

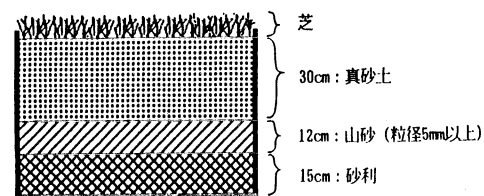


図1 簡易型ライシメーターの構造

2 農薬流出試験

(1) 混合農薬溶液の調製

農薬成分は県内のゴルフ場で多く使用されており、排水実態調査での検出率が比較的高いものの中から、殺虫剤はフェニトロチオン (MEP) を、殺菌剤はクロロタロニル (TPN) を、除草剤はシマジン (CAT) を選択

した。これらを含む市販の農薬をその使用方法に従って水の混合農薬溶液を調製した。水で希釈したのち、表1に示す体積比で混合し散布試験

表1 混合農薬溶液の調製

種類	成分名	商品名(含有率%)	使用時の希釈倍率	希釈液中の成分量(g/l)	希釈液の混合時の体積比
殺虫剤	フェニトロチオン(MEP)	スミチオン乳剤(50)	1,000倍	0.50	300
殺菌剤	クロロクロニル(TPN)	ダコニール(40)	750倍	0.53	100
除草剤	シマジン(CAT)	シマジン(50)	360倍	1.39	18

(2) 人工降雨による農薬流出試験

試験開始時にライシメーターAの芝面(1.5m²)に混合農薬溶液を1回均等に散布した後、散布直後の降雨を想定した人工降雨による農薬流出試験を行った。県はゴルフ場での農薬散布は降雨が予想される場合には中止するよう指導しているが、今回は最悪の場合を想定して、農薬散布後1時間めから散水試験を行った。混合農薬溶液を6.27 l (成分としてMEPを2.25 g, TPNを0.795 g, CATを0.375 gを含む) 散布し、散布の1時間後から降雨量(1時間値)10mm, 20mm及び30mmに相当する水量をそれぞれ「4分割して15分置きに散水する」という手法で、順次園芸用ジョロを用いて散水した。これに並行して排水口からの浸出水を経時的に採取し、その中に含まれる農薬を分析した。

なお、試験期間中の自然降雨時には、ライシメーターをシートで覆って雨水の影響を防いだ。

(3) 自然降雨による流出試験

農薬散布後の芝地の降雨による農薬流出状況を把握するため、ライシメーターBの芝面(1.5m²)に混合農薬溶液を1回散布した後、自然降雨による流出試験を行った。混合農薬溶液を4.80 l (成分としてMEPを1.720 g, TPNを0.609 g, CATを0.291 gを含む) 散布した後、自然降雨にさらし、排水口からの浸出水を経時的に採取し、その中に含まれる農薬を分析した。

なお、降雨量はライシメーターのそばに設置した円筒状の容器で測定したが、試験期間中1降雨当たりで1.4~61.8mmの降雨があった。

(4) 農薬分析方法

農薬の分析は溶媒抽出・GC/MS-SIM法により行った。抽出は、浸出水1 lに食塩50 gを添加後、ジクロロ

メタン100mlで2回行い、脱水、濃縮、n-ヘキサン転溶、再濃縮、1 ml定容の順でGC/MS測定用試料を作成した。GC/MSによる測定は表2の条件により行った。

表2 GC/MSの測定条件

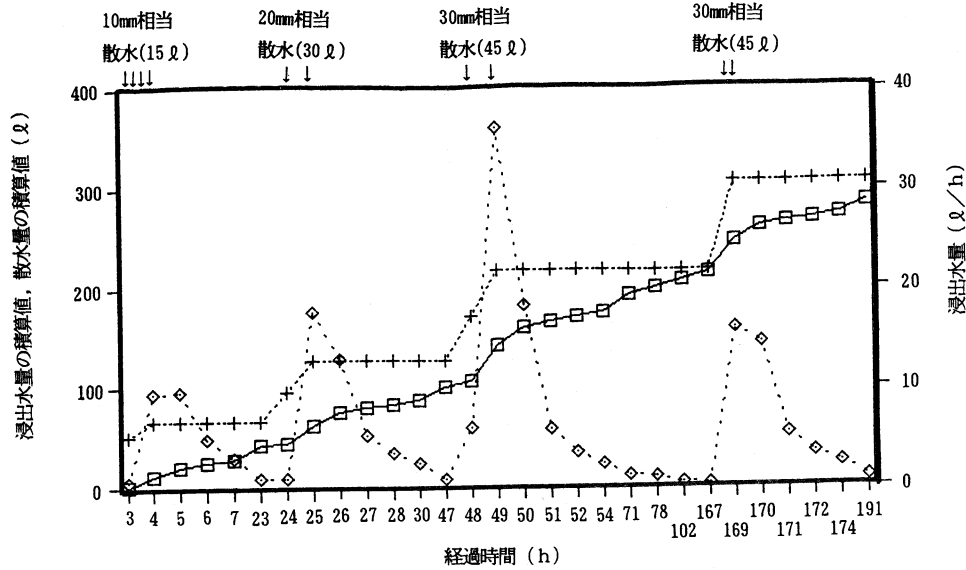
項目	条件
機種 GC部	HP社製5890
MS部	HP社製5970B
カラム	Supelco社製 SPB-1 15m×0.25mm×0.25 μm
カラム温度	50°C (1min) → 140°C → 20°C/min → 250°C (1min) → 8°C/min → 290°C (3min) 20°C/min
インターフェイス温度	250°C
キャリアガス	He 5psi(スプリットレス注入)
SIMモニターイオン (M/Z)	MEP 125, 277 TPN 266, 264 CAT 201, 186

結果及び考察

1 人工降雨による流出試験

(1) 浸出水量の状況

浸出水量並びに散水量及び浸出水量の積算値の経時変化を図2に示した。



□: 浸出水量の積算値 +: 散水量の積算値 ◇: 浸出水量
図2 散水量及び浸出水量の経時変化 (人工降雨)

この結果、1時間雨量10mm相当の散水では散水開始後4～5時間目に浸出水量のピークが認められ、1時間雨量20mm及び30mm相当の散水では散水開始後1～2時間目に浸出水量のピークが認められた。また、ピーク時の単位時間当たりの浸出水量は散水量に比例して多く、ライシメーターは負荷した水を短時間に排出する一種の土壤カラムとして作用しているものと考えられる。

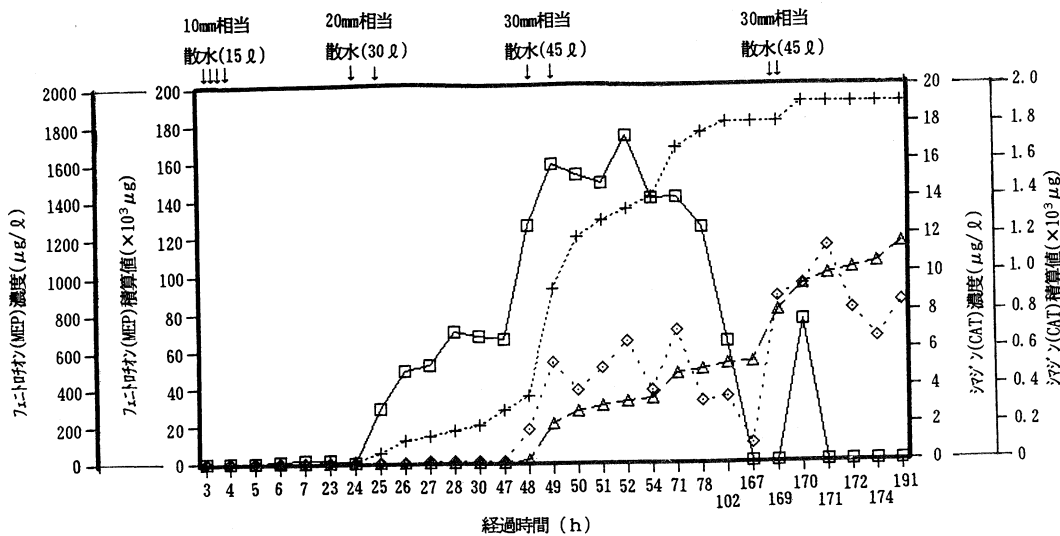
芝面の蒸散作用及び吸水作用がライシメーターの保水力に影響を与えるならば、散水量と浸出水量との収支に影響があるはずであるが、これらの積算値をみると1時間雨量30mm相当の1回目の散水試験で散水開始後、約120時間目に散水量と浸出水量が同じになっており、他の場

合でも時間経過とともに積算値が同じになる傾向が認められる。このことから芝面の蒸散作用や吸水作用はライシメーターの水収支にほとんど影響を与えていないと推定される。

(2) 農薬の流出状況

散布した農薬の内、フェニトロチオン (MEP) 及びシマジン (CAT) は浸出水中に検出されたが、クロロタロニル (TPN) は痕跡的に検出されたのみで定量的には検出されなかった。

検出農薬の流出濃度及び流出量積算値の経時変化を図3に示した。



□: フェニトロチオン(MEP)濃度 +: フェニトロチオン(MEP)積算値 ◇: シマジン(CAT)濃度 △: シマジン(CAT)積算値
図3 農薬流出濃度及び流出量積算値の経時変化 (人工降雨)

フェニトロチオンは1時間雨量20mm相当の散水時から流出し、その濃度は690 $\mu\text{g}/\ell$ に達し、さらに30mm相当の散水試験時に最高値1700 $\mu\text{g}/\ell$ に達した。この後、濃度は低下し、2回目の30mm相当の散水試験時には750 $\mu\text{g}/\ell$ のピークが出現した。流出量については1時間雨量20mm相当の散水試験後に延べ35mgが、1回目の1時間雨量30mm相当の散水試験後に延べ140mgが流出し、最終的には延べ191mgが流出した。これは散布量の約8.5%に相当している。

シマジンはフェニトロチオンと比べ濃度レベルが低いものの、1回目の1時間雨量30mm相当の散水試験時から流出を始め、その濃度は数 $\mu\text{g}/\ell$ を推移した後低下し、

2回目の30mm相当の散水試験時に再び上昇し、11.4 $\mu\text{g}/\ell$ の最高値となった。

流出量については1回目の1時間雨量30mm相当の散水試験後に延べ529 μg が流出し、最終的には1160 μg が流出した。これは散布量の約0.31%に相当している。

このように試験に供した3種類の農薬で人工降雨下の流出率にかなりの差が認められた。

2 自然降雨による流出試験

(1) 浸出水量の状況

浸出水量並びに降雨量及び浸出水量の積算値の経時変化を図4に示した。

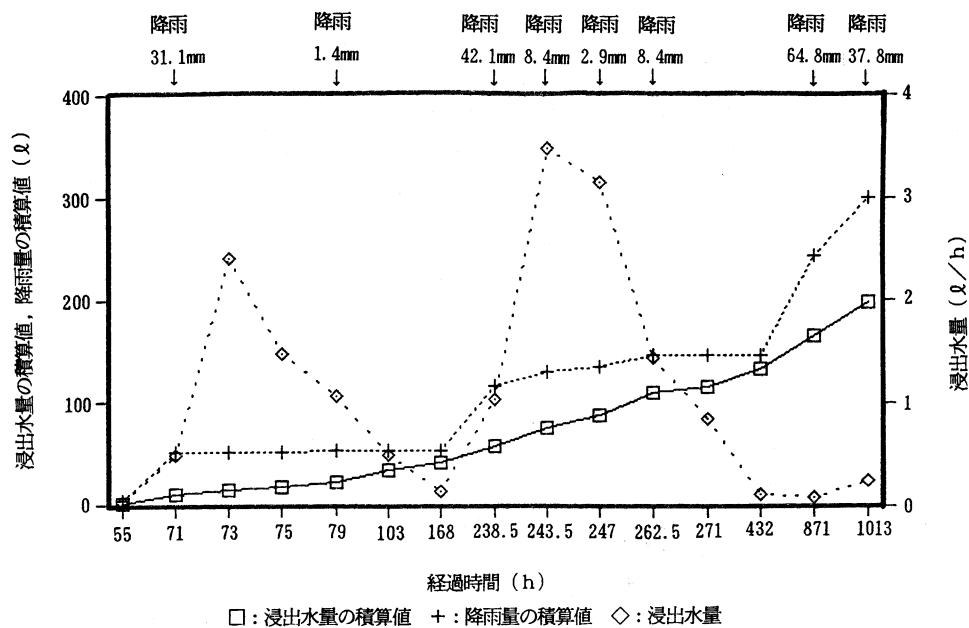


図4 降雨量及び浸出水量の経時変化 (自然降雨)

この結果、自然降雨では人工降雨に比べ浸出水量のピークは小さく、降雨終了後に少量の浸出水の継続が認められた。これは1降雨当たりの降雨量が多い場合でも降雨の継続時間が長く、単位時間当たりの降雨量が小さくなるため、ライシメーター内への雨水の浸透が緩やかであることによると考えられる。

また、降雨量等の積算値の変動をみると、降雨分の水量は最終的には浸出水として排出されており、人工降雨の場合と同様に芝面は水の収支にほとんど影響を与えていないものと考えられる。

(2) 農薬の流出状況

散布した農薬の内、フェニトロチオン (MEP) は試験期間を通じて浸出水中に検出されたが、人工降雨試験の場合に比べはるかに低濃度であった。シマジン (CAT)

は試験期間の終わりの降雨時から検出されたが、人工降雨試験の場合に比べはるかに低濃度であった。クロロタロニル (TPN) は全く検出されなかった。

検出農薬の流出濃度及び流出量積算値の経時変化を図5に示した。

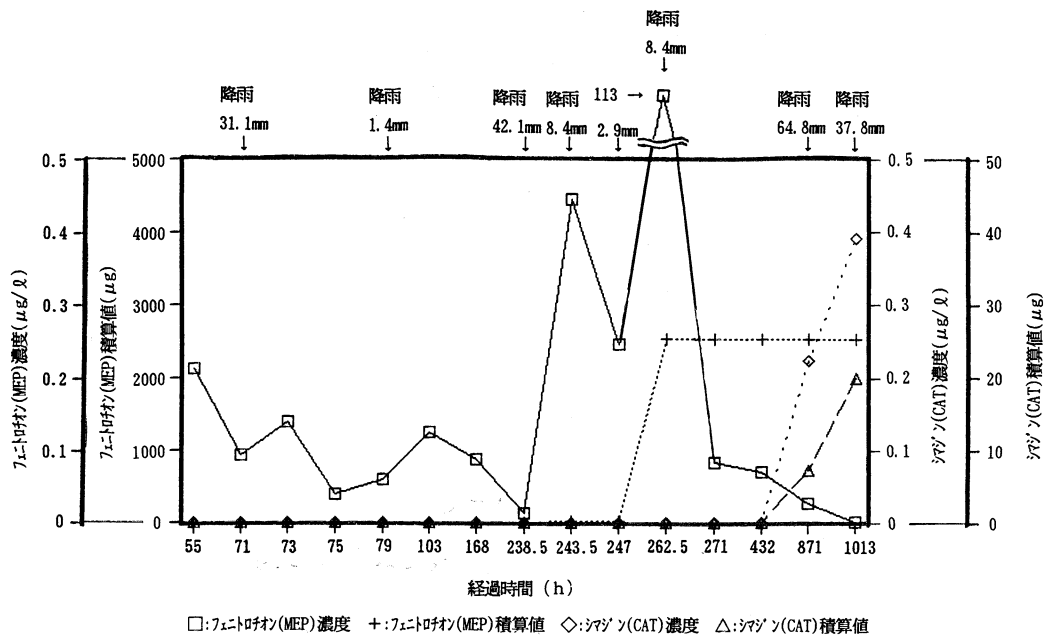


図5 農薬流出濃度及び流出量積算値の経時変化 (自然降雨)

フェニトロチオンは試験開始時の降雨から流出し、 $0.1 \sim 0.2 \mu\text{g} / \text{l}$ の濃度を推移しているが、積算雨量が約 120 l の時点から流出濃度が上昇し、積算雨量が約 140 l の時点で最高値 $113 \mu\text{g} / \text{l}$ となった。このとき、浸出水は微黄緑色を呈しており、ライシメーターから大量の有機物が排出された可能性がある。その後はフェニトロチオン濃度は低下し、試験の終わりにはほとんど検出されなくなった。流出量については、試験の終わりの時点で約 $2500 \mu\text{g}$ が流出しており、この量は最高濃度時の流出量が大部分を占めているが、散布量の 0.15% に相当している。この値は自然降雨の場合と比べ数十分の一の値であり、自然降雨による芝地からの流出はわずかであると考えられる。

シマジンはフェニトロチオンと比べ流出の開始時期がおそく、試験の終わりの時点でその濃度が $0.39 \mu\text{g} / \text{l}$ で、なお上昇の傾向が認められる。

流出量については、試験の終わりの時点で約 $20 \mu\text{g}$ が流出しており、これは散布量の 0.006% で極めて微量である。この値はフェニトロチオンと同様に人工降雨の場合と比べ数十分の一であり、試験終了後に多少の流出があったとしても自然降雨による芝地からの流出はわずかであると考えられる。

試験期間中のライシメーターへの全降水量は、人工降雨が 306.27 l (農薬散布量 6.27 l を含む) で、自然降雨が 300.15 l (農薬散布量 4.80 l を含む) で概ね等量である。しかし、前者と後者とで農薬流出量が数十倍異なっているのは単位時間当たりの降水パターンの違いによるものと考えられる。しかし、フェニトロチオンとシマジ

ンの流出量を比較すると、その比は人工降雨の場合は $165 : 1$ であり、自然降雨の場合は $125 : 1$ で近似の値となっている。これらのことから、人工降雨試験は自然降雨の場合に比べ、農薬の流出状況を数十倍に拡大して示す傾向があるが、各散布農薬の流出難易度で代表される物性は、的確に示しているものと考えられる。この点で、本報のライシメーターによる人工降雨試験は農薬流出状況を捉える上で有効な方法であることが確認できたと共に、少なくとも人工降雨試験で流出しない物質は自然降雨でも流出する可能性はほとんどないと考えられる。

まとめ

芝地からの農薬流出状況をとらえるために、芝を植栽したライシメーターを作製し、農薬流出試験を人工降雨下及び自然降雨下で行った。

これにより芝地へ散布した3種類の農薬の降雨による流出状況を知ることができたが、人工降雨と自然降雨とで農薬の流出状況に数十倍の差が認められた。しかし、前者の場合も後者の場合と同様に各流出農薬の物性に応じた流出状況を示していた。

また、ライシメーターへの降雨は最終的には、ほぼ全量が浸出水として排出されており、芝面のコウライシバという植生の蒸散量や吸水量はライシメーター全体の水収支にはほとんど影響を与えていないと考えられる。

文献

- 1) 堀秀朗ほか：全国公害研会誌(17), 23~28 (1992)
- 2) 丸論：日本農薬学会誌(15), 385~394 (1990)