

流出モデルを使用した降水による雪腐れ防除剤の挙動

小田 達也 藤山 彰二 柏原 守 前田 博之
菊地由生子

要 旨

近年、ゴルフ場で使用されている農薬による環境汚染が問題となっている。本研究では、雪腐れ防除剤(有機銅)について、降雨による傾斜のついた芝地からの表面流出を調べるためモデル実験を行った。その結果、有機銅の流出は散布後降雨までの経過時間が長いほど少なく、芝地の傾斜角が大きいほど多かった。

1. 緒 言

ゴルフ場で使用される農薬による環境汚染には、様々な形態が考えられる。それには、河川への流出による水質汚濁、残留による土壤汚染、空中散布による大気汚染等がある。特に河川への流出は、直接市民生活に重大な影響が考えられるため、1990年5月環境庁により指針値が設定されるなど、重点問題となっている。

今回は寒地芝草特有の雪腐れ病を防止するための有機銅(オキシシン銅)剤が、札幌市ではゴルフ場使用農薬の50%を占めていることから、散布された有機銅が降雨の状況により、どのような挙動を示すかを流出モデルを作成し検討した。降雨により、ゴルフ場の芝上から水が流出する場合、主に土壤中を経由するものと傾斜による表面流出の2つの経路が考えられるが¹⁾、本研究では、モデル装置による雪腐れ防除剤(有機銅)の傾斜芝地からの表面流出について調べ、一定の成績が得られたので報告する。

2. 方 法

2-1 降雨実験期間

1990年10月15日から11月2日まで

2-2 モデル装置

厚さ5mmの透明なプラスチックで、30×30×50cmの箱を作製した。ゴルフ場で使用されている混合土(追分黒土・赤土)14.5kgを箱の深さ10cmまで固く詰めた。その上にすでに使用可能に成育した芝(ケンタッキーブルーグラス)を植え、一週間程度屋外で放置し、芝の成育が安定するのを待った。

2-3 農薬散布

有機銅剤はゴルフ場の実際の散布と同様に展着剤を加え400倍に希釈したものを2.5g/m²(但し、80%製品なので有機銅成分としては2g/m²)に相当するように一つのモデル装置につき90mlを芝上に散布した。モデル装置は降雨実験まで、雨にあたらないように注意して屋外に設置した。

2-4 降雨実験

降雨実験は、図1のように行った。降雨装置は、底面プラスチック板に40×40本の針を下向きに糊付けしたもので、上部からのオーバーフローにより、常に一定の圧力がかかり、降雨強度が一定になる。

有機銅溶液を散布して一定時間経過後、芝に残留塩素をハイポで中和した水道水を用い、一時間当たり降雨強度が18mmとなるようにあらかじめ予備実験を行った後、模擬雨を降らせた。装置からの表面流出水

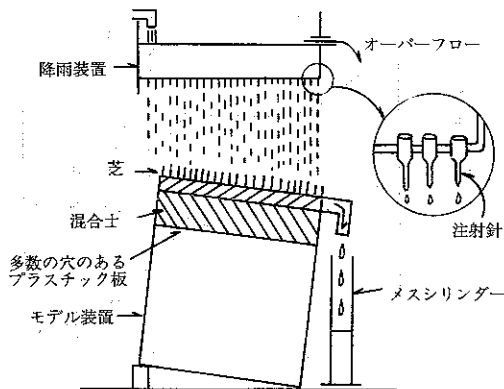


図1 実験装置

を30分毎2回サンプリングを行った。

実験条件として次の項目を換えた。

降雨までの経過時間 (0, 2, 5, 24, 72時間)

芝の傾斜角 (10°, 20°)

2-5 有機銅の定量

流出水の適当量をジクロロメタン (和光純薬製) で抽出・濃縮し, 有機銅濃度を HPLC-蛍光法で定量した²⁾。

2-6 土壌試験

モデル装置に使用した土について, pH, 電気伝導度, 粒径組成, 塩基交換容量, リン酸吸収係数, 腐植含量, 乾燥密度, 透水係数, 全孔隙率を調べた^{3) 4)}。なお, 乾燥密度・透水係数・全孔隙率については, 固めた部分の土壌を調べた。また比較のため, 2つのゴルフ場で芝下の土壌を採取し, 乾燥密度等を調べた。

3. 結果

3-1 芝および土の状態

試験期間の天候が良好で, 空気が乾燥しており, 時間の経過とともに, 芝や土の乾燥は速いスピードで進行した。

3-2 有機銅の流出実験

図2, 3に傾斜角10°での降雨までの各経過時間における流出水量および流出有機銅濃度を示した。流出水量は, 経過時間とともに減少した。特にサンプリングの前半 (0~30分) が大きく減少し, 流出有機銅濃

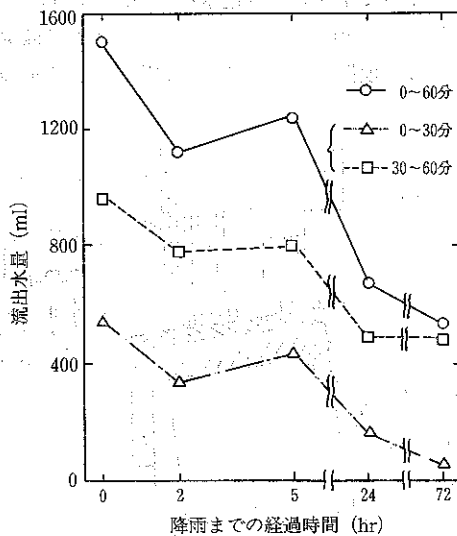


図2 傾斜角10°における流出水量と降雨までの時間の関係

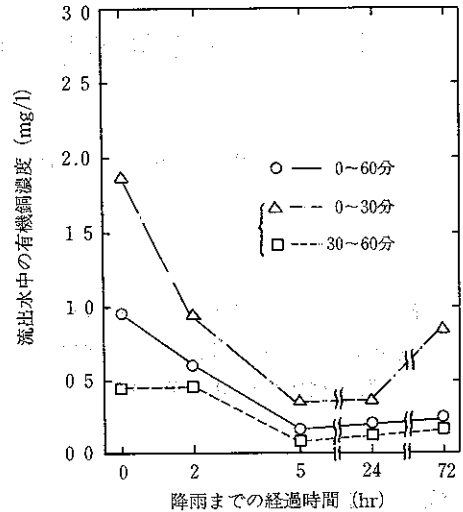


図3 傾斜角10°における流出水中の有機銅濃度と降雨までの時間の関係

度は, 前半は大きく変化するが, 後半 (30~60分) の変化は小さかった。

図4, 5に傾斜角20°での各経過時間における流出水量および流出有機銅濃度を示した。流出水量は, 経過時間とともに若干減少した。流出有機銅濃度は, サンプリングの前半は大きく変化した, 後半の変化は小さかった。有機銅濃度は, それぞれの経過時間で, 10°よりも高かった。

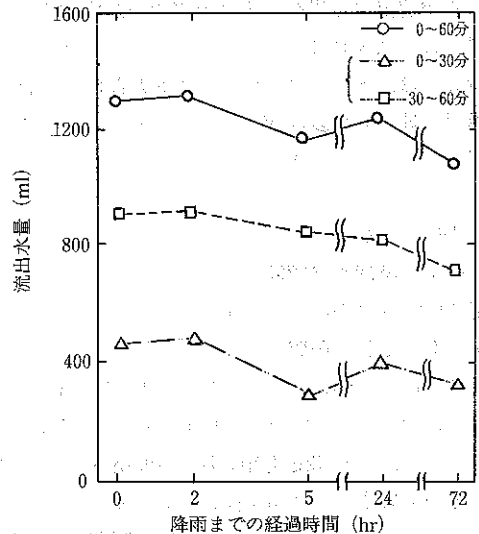


図4 傾斜角20°における流出水量と降雨までの時間の関係

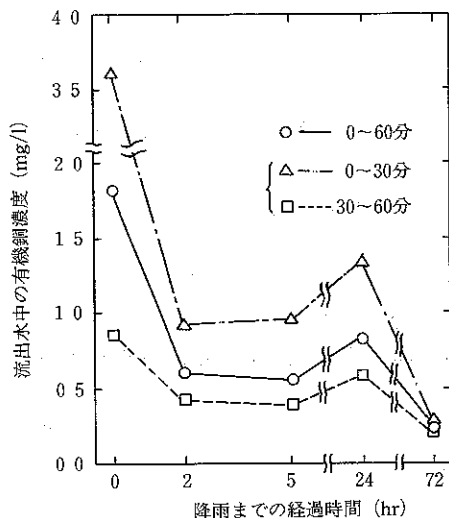


図5 傾斜角20°における流出水中の有機銅濃度と降雨までの時間の関係

3-3 土壌試験

降雨実験に使用した土壌および実際のゴルフ場の芝下土壌の試験の結果を表1, 2に示した。モデル装置の芝下の土壌は、実際のゴルフ場の土壌よりも、乾燥密度が高く、透水係数が低く、全孔隙率が低いことから、固まっていて、透水性が低いことがわかった。

表1 実験に使用した土の土壌試験

pH	5.8	
電気伝導度 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	69	
塩基交換容量 ($\text{me}/100\text{g}$)	6.2	
リン酸吸収係数 ($\text{mgP}_2\text{O}_5/100\text{g}$)	600	
腐植含量 (%)	1.4	
粒径組成	粗砂 (%)	71.3
	細砂 (%)	17.0
	微砂 (%)	6.6
	粘土 (%)	5.1
土性	壤質砂土	
礫 (%)	9.1	
乾燥密度 (g/cm^3)	1.277	
透水係数 (cm/s)	8×10^{-4}	
全孔隙率 (%)	53.9	

表2 実際のゴルフ上の芝下土の土壌試験

	Aゴルフ場	Bゴルフ場
乾燥密度 (g/cm^3)	0.903	1.186
透水係数 (cm/s)	5×10^{-3}	2×10^{-3}
全孔隙率 (%)	62.0	54.7

4. 考 察

4-1 雨水の表面流出

自然斜面における雨水の流出においては、雨水はまず不飽和の状態では鉛直に浸透し、つぎに透水性の低い土層までくると滞留、飽和し、斜面方向への飽和横流れとなって流出する⁹⁾。本研究のモデル装置についても、最初は乾燥した芝および芝の近くの土壌に雨水が吸収され、飽和に達すると、下の土壌は非常に固く透水性が低いため斜面方向への表面流出が起こっているはずである。但し、本研究では装置の構造上、表面流出だけでなく芝の直下の土壌を通る水についてもサンプリングしている。

流出水量が、降雨までの経過時間が長くなるにつれて減少したのは、モデル装置に有機銅を散布した後、室外で放置している間に芝や土の乾燥が進み、芝や土が降雨を吸収しやすくなったため、また、傾斜角20°が傾斜角10°と比較してあまり流出水量が変化しなかったのは、勾配が急なので、降雨が芝や土に吸収されるよりも速く表面を流れ出てしまったためと考えられる。20°では、後半の30分の流出水の回収率が72時間後でも80%以上になっていたことからほとんど表面流出していたことが推定できる。

4-2 有機銅の表面流出

- (1) 有機銅の流出濃度が、降雨までの経過時間が長くなるにつれて減少したのは、散布された有機銅が芝の乾燥等によって、芝にさらに強固に吸着されたためと考えられる。また、有機銅の流出濃度が、サンプリングの前半の方が後半よりも高かったのは、初期の降雨によって芝上の比較的吸着の弱い有機銅が流出したため、より多く検出されたと考えられる。
- (2) 10°と20°では、降雨強度は同じであることから降雨により芝から剥離される有機銅の量はほぼ同一であると考えられる。しかし、勾配の違いにより、降雨によって剥離された有機銅および土壌表面に残っていた有機銅が20°の方が10°よりも表面流が速いため多く流出し検出されると考えられる。
- (3) 20°での実験では、流出割合(農薬の流出量/農薬の散布量)が降雨までの時間が0時間の場合 1.3×10^{-2} 、また72時間後の場合 1.3×10^{-3} であった。これは他農薬における現地調査⁹⁾の値 ($5.0 \times 10^{-3} \sim 1.7 \times 10^{-4}$)に比べて高い数値であるが、今回のモデル装置からの水の流出が急速であったためと考え

られる。

5. 結 語

モデル装置による傾斜芝地からの有機銅の流出実験で次のことがわかった。

- (1) 有機銅散布後、降雨までの時間が長いほど、有機銅の流出は少なかった。
- (2) 芝地の傾斜角度が大きいくほど、有機銅の流出は大きかった。

謝 辞

本調査の実施に際して、貴重なお助力をいただいた北海道開発局開発土木研究所土壤保全研究室並びに農業土木研究室の皆様、中央大学理工学部土木工学科(元北海道大学工学部)の山田正助教授に深謝致します。

6. 文 献

- 1) 江原薫：芝草と芝生 造成と管理(第2増訂), 養賢堂, 1990.
- 2) 柏原守ら：札幌市衛生研究所年報第18号, 161, 1991.
- 3) 土壤養分測定法委員会編：土壤養分分析法, 養賢堂, 1978.
- 4) 土質工学会編：土の試験実習書—第1改訂版—, 土質工学会, 1990.
- 5) 山田正：小流域における降雨流出機構に関する研究, 1981.
- 6) 加藤充哉ら：第25回水質汚濁学会講演集, 502, 1991.

Behavior of Oxine Copper in Effluence Model

Tatsuya Oda, Syoji Fujiyama, Mamoru Kashiwabara,
Hiroyuki Maeda and Yuko Kikuchi

ABSTRACT

Recently, environmental pollution through use of pesticides on golf courses has become a serious problem. In this study, we conducted a model experiment to examine the effluence of oxine copper from grassy slopes due to rainfall.