

## (2) ゴルフ場使用農薬の挙動について

川副 康博, 久野 伯英

### 1. はじめに

本県では、平成元年度以降、県内で営業中のゴルフ場の排水水、下流河川水及び周辺地下水を対象にゴルフ場使用農薬の定期モニタリングを行っているが、平成2、3年度はこれと併行して佐賀市近郊のAゴルフ場で農薬の経日的な流出状況を調査した。

その結果、農薬散布後2ヶ月程度を経ても降雨状況によっては、農薬が場外に流出することが確認された。

そこで、今回ゴルフ場に散布された農薬がどの位の期間場内に残留し、又は場外に流出する可能性があるかを知る目的でゴルフ場を模した試験を行ったのでその結果について報告する。

### 2. 農薬の使用状況

平成3年の県内ゴルフ場での農薬総使用量(成分換算)を図1に示す。また、散布状況についてのAゴルフ場での調査結果を図2及び図3に示す。

使用量が一番多いのは除草剤であり、フェアウェイを中心に春と秋、集中的に散布されている。一方、殺虫剤の大半はマツクイムシ防除用として松に散布されており、芝地に対しては、殺菌剤同様スポット的に散布されることが多い。なお、殺菌剤については、県内全体をみても約半分はマツクイムシ防除用と推測される。

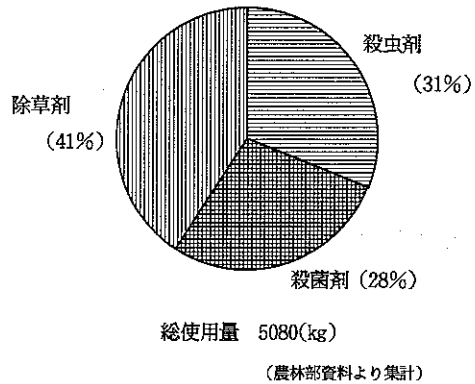


図1 平成3年県内ゴルフ場での農薬使用量 (成分換算)

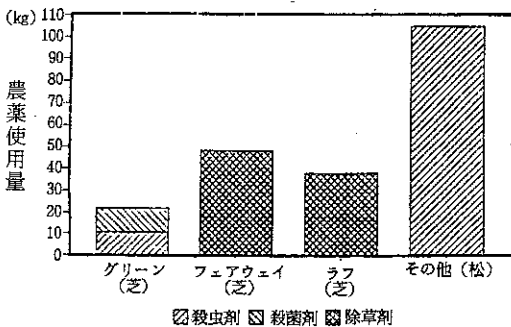


図2 Aゴルフ場での対象別農薬使用状況 (成分換算)

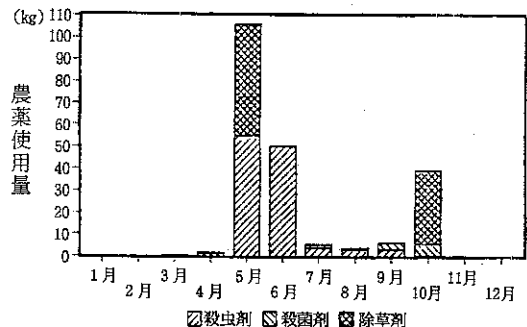


図3 Aゴルフ場での月別農薬使用状況 (成分換算)

### 3. 試験方法

#### (1) 調査農薬等

前述2の使用量、及び集中的に散布される状況から調査対象農薬は除草剤、対象芝地はフェアウェイを想定することにした。

なお、除草剤は県内ゴルフ場で広く使用されているバナフィン顆粒水和剤（ベスロジン）、カーブ水和剤（プロピザミド）、ウェイアップフロアブル（ペンディメタリン）、シマジン水和剤（シマジン）の4種とした。

#### (2) 装置

底部に間隙のあるプラスチック製容器に底から小石、25cm厚の真砂土（粘土混りの砂）を敷きつめその上に約3cm厚の土壌を伴った高麗芝を張り、約2ヶ月間養生し活着させた。

用法に従い除草剤を均一に散布した後、試験期間中、装置はできるだけ自然光のもとにさらすことにし、水分は乾燥時に霧吹きで芝表面が湿る程度を補給した。

#### (3) 試料の調整及び分析方法

採土器（径7.5cm）を用いて柱状採取した土壌を表層から芝、0～2、2～4、4～6、6～8、8～10、10～15、15～20cmの各層に分割し試料とした。

農薬は、アセトンで抽出し、ジクロロメタンに転溶後、SEP-PAKフロリジルでクリンアップし、内部標準物質を加え、GC/MSにより定量を行った。

なお、土壌の採取は、農薬散布後、1、3、7、14、20、29、62日目に行った。

### 4. 結果及び考察

農薬濃度の土壌深度別変化を図4～図5に示す。

1日目において農薬はその殆んどが土壌表面から4cmまでの層に保持されており、29日目まではほぼ同様の傾向を示した。土壌各層の平均強熱減量は0～2cm層で10%、2～4cm層で6%、4cm以深の層で3%であり、比較的有機質に富む浅い層に農薬が強く吸着されたことがわかる。

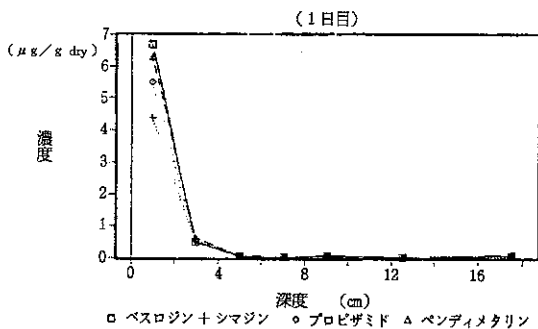


図4 農薬濃度の土壌深度別変化  
(1日目)

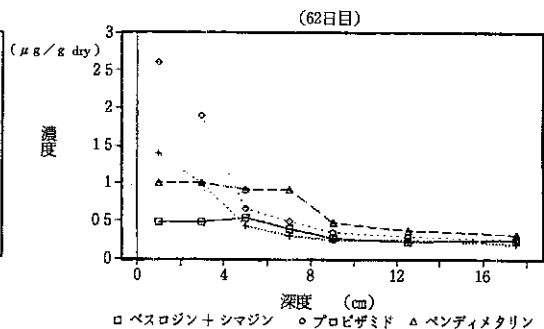


図5 農薬濃度の土壌深度別変化  
(62日目)

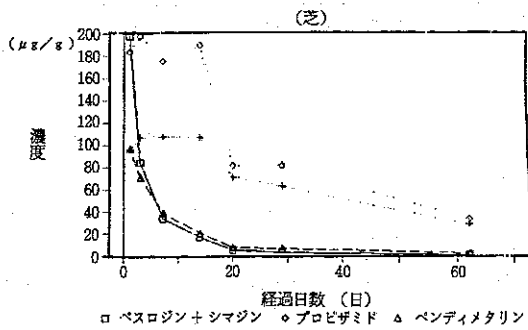


図6 農薬濃度の経日変化  
(芝)

しかし、62日目になると深層部においても以前より高い濃度で農薬が検出されており、浅層部から深層部への農薬の移行が示唆された。

芝又は土壤中の農薬濃度の経日変化を図6～図8に示す。

芝の場合、ベスロジン次いでペンディメタリンの減少率が著しく大きかった。ベスロジンは紫外線分解を受けやすいことが確認されているが、同じジトロアニン系のペンディメタリンも同様に紫外線分解を受けることが推測される。

0～2cm層での濃度変化は、概ね農薬の芝からの落下と分解又は深層部への浸透との差であるが、ここでもベスロジン、ペンディメタリンの減少率が大きい傾向を示した。

一方、8～10cm層では、日数とともに各農薬とも濃度増加の傾向を示し、今回水分の補給を最少の量にとどめたにも拘わらず、上層から農薬が徐々に移行していることが示唆された。

試験の全結果を表1に示す。

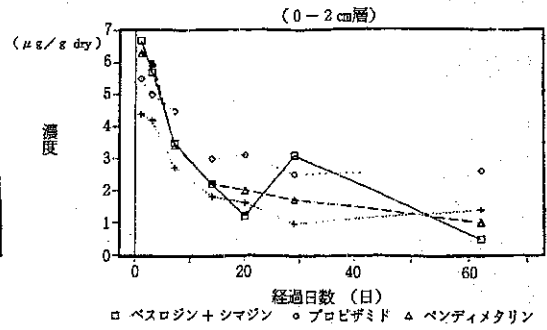


図7 農薬濃度の経日変化  
(0-2cm層)

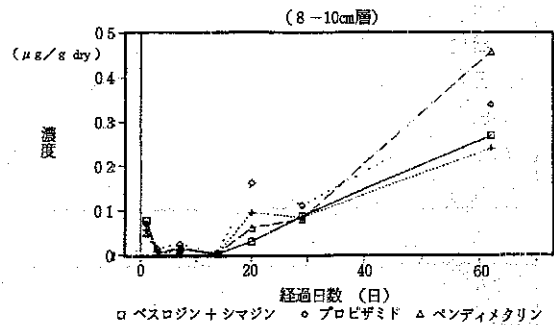


図8 農薬濃度の経日変化  
(8-10cm層)

表1 芝または土壌中の農薬濃度

(1) ベスロジン

採取区分 経過日数	芝 ( $\mu\text{g/g}$ )	0-2cm	2-4cm	4-6cm	6-8cm	8-10cm	10-15cm	15-20cm
		( $\mu\text{g/g dry}$ )						
1日目	198	6.7	0.50	0.054	0.018	0.078	0.026	0.078
3日目	84	5.7	0.32	0.011	0.008	0.005	0.001	*****
7日目	34	3.5	0.43	0.030	0.007	0.012	0.002	0.058
14日目	17	2.2	0.048	0.012	0.010	0.002	*****	0.074
20日目	5.0	1.2	0.26	0.11	0.028	0.029	0.030	0.079
29日目	3.1	3.1	1.0	0.16	0.044	0.086	0.051	0.035
62日目	1.0	0.48	0.48	0.53	0.39	0.27	0.22	0.24

(2) シマジン

採取区分 経過日数	芝 ( $\mu\text{g/g}$ )	0-2cm	2-4cm	4-6cm	6-8cm	8-10cm	10-15cm	15-20cm
		( $\mu\text{g/g dry}$ )						
1日目	96	4.4	0.52	0.037	0.019	0.058	0.015	0.042
3日目	107	4.2	0.33	0.016	0.025	0.010	0.005	*****
7日目	108	2.7	0.41	0.018	0.009	0.002	0.002	0.037
14日目	107	1.8	0.082	0.014	0.10	0.002	*****	0.043
20日目	71	1.6	0.36	0.12	0.039	0.094	0.052	0.079
29日目	63	0.96	0.32	0.073	0.024	0.083	0.030	0.017
62日目	28	1.4	1.0	0.42	0.30	0.24	0.24	0.19

(3) プロピザミド

採取区分 経過日数	芝 ( $\mu\text{g/g}$ )	0-2cm	2-4cm	4-6cm	6-8cm	8-10cm	10-15cm	15-20cm
		( $\mu\text{g/g dry}$ )						
1日目	184	5.5	0.55	0.058	0.026	0.071	0.032	0.055
3日目	198	5.0	0.44	0.018	0.021	0.014	0.005	*****
7日目	176	4.5	0.65	0.037	0.018	0.024	0.004	0.049
14日目	190	3.0	0.12	0.022	0.029	0.004	*****	0.054
20日目	81	3.1	0.64	0.21	0.064	0.16	0.082	0.14
29日目	81	2.5	0.70	0.16	0.048	0.11	0.060	0.031
62日目	33	2.6	1.9	0.65	0.49	0.34	0.29	0.24

(4) ペンディメタリン

採取区分 経過日数	芝 ( $\mu\text{g/g}$ )	0-2cm	2-4cm	4-6cm	6-8cm	8-10cm	10-15cm	15-20cm
		( $\mu\text{g/g dry}$ )						
1日目	97	6.3	0.62	0.039	0.018	0.050	0.014	0.089
3日目	71	6.0	0.29	0.009	0.013	0.006	0.092	*****
7日目	39	3.4	0.093	0.030	0.012	0.017	0.002	0.071
14日目	21	2.2	0.054	0.014	0.014	0.002	*****	0.085
20日目	7.4	2.0	0.43	0.18	0.047	0.060	0.038	0.10
29日目	6.3	1.7	0.67	0.14	0.041	0.080	0.048	0.032
62日目	1.9	1.0	1.0	0.91	0.91	0.46	0.37	0.31

## 5. ま と め

芝地に散布された農薬が水系に流出する系路としては、大気を介する場合を除いては、①降雨時に芝又は土壌表面から溶脱した農薬が、直接芝地表面を流出する場合と、②降雨又は灌漑水により土壌中へ浸透した農薬が浸出水とともに流出する場合が考えられる。

①については、芝又は土壌0～2 cm層での結果からみて、農薬の種類により流出の可能性に大きな差があると言える。降雨状況にもよるが、ベスロジン、ペンディメタリンのように減少率が大きいものは表面流出の可能性は小さいであろうし、シマジン、プロピザミドのように残留性の高いものは2ヶ月程度までは十分その可能性を有していると言える。

②については、一般的に除草剤の土壌浸透が雑草の発芽層（表土1～2 cm）からせいぜい数cm以内であると言われているにも拘わらず、今回、少い補給水量でも15～20cm層まで農薬が浸透したことが確認された。通常の降雨又は灌漑状況の中ではこの浸透量はもっと多くなることが考えられるが、グリーンと異なり、フェアウェイでは地下排水路を整備することがないため、浸出状況をフィールドで確認することは困難であった。

また、流出防止策として、①については、農薬散布後の芝を刈り込む際に、農薬が付着した茎葉片を極力回収し、雨のかからぬ場所に保管することで流出を少なくすることは可能であろう。②については、芝を張る際、真砂土層の上に数cmの厚さで有機質に富む層を敷くことで、農薬の吸着容量を増し、それによって土壌浸透を防止すること等が考えられる。

## 参考文献

- 1) 残留農薬分析法：ソフトサイエンス社
- 2) ゴルフ場農薬ガイド：化学工業日報社
- 3) 農薬の手引1992年版：化学工業日報社