

4. 農薬除去システムの開発（その2）

土岐 晃生
高稲 敏浩

要 旨

本開発はゴルフ場で使用される農薬を除去し、周辺環境の保全に寄与しようという目的で進めてきたものである。前報（その1）では開発した農薬除去システムの概要とその基礎実験について報告したが、本報告は新たに開発した農薬除去シートについて行った一連の実験結果について述べるものである。

実験の結果、この除去シートは芝生の育成に必要な透水性と現在の排水基準を満たす農薬除去性能を十分有することが確認された。

キーワード

農薬除去システム／エコガード／生分解性不織布／透水性

目 次

1. はじめに
2. 農薬除去シート（エコガード）の概要
3. エコガードの性能確認のための室内試験
4. 実験ヤードを用いたエコガードの性能実験
5. グリーンの透水性に関する試験
6. エコガードの分解性の確認
7. ま と め
8. あ と が き

4. DEVELOPMENT OF AN ELIMINATION SYSTEM FOR HARMFUL AGRICULTURAL CHEMICALS (PART 2)

Teruo Toki
Toshihiro Takaine

Abstract

This paper deals with the development of a system for removing accumulations of the chemicals used on golf courses, thereby contributing to the preservation of neighboring environments. In our last paper (Part 1), we reported the outline and the fundamental experiments of the developed elimination system for harmful agricultural chemicals. This paper describes the test results of the newly-developed elimination sheets.

Test results showed that the permeability of the sheet was sufficient to maintain healthy lawn growth and that the chemical removal capacity was sufficient to satisfy current waste-water standards.

1. はじめに

ゴルフ場に使用される農薬についていろいろと批判の声がある中、その解決に向けて各方面で研究開発がなされている。その方法として、散布された農薬を吸着処理する方法のほか、農薬の使用量を必要最小限にとどめる農薬削減法や、有機肥料、有効微生物の繁殖による無農薬化など様々な提案がなされているが、いずれもコスト面や効果の確実性、汎用性の面などで問題があり、未だ研究途上にあるといっていよい。

当社でも、かねてよりこの問題について研究を重ね、すでに技術研究所報NO.3（その1）で農薬除去システムに関する開発概要を紹介したが、本報告はそのシステムの中の一つである浸透水対策として新しく開発した農薬除去シート（商品名；エコガード）の概要と、その効果を確認するために行った一連の実験結果について述べるものである。

2. 農薬除去シート（エコガード）の概要

一般に、ゴルフ場で散布された農薬は、一旦、芝生の葉面や地表に付着し所定の機能を発揮した後、自然条件の下で太陽光の紫外線を受けて分解し、また雨水と地下水による加水分解または土中での生物分解や土壌吸着¹⁾などを受け徐々に無害化していく。

しかし、農薬を散布した直後に降雨があった場合、農薬の一部は雨水に混入して分解されないまま地中に浸透したり、もしくは地表面を流れることにより外部へ流出する恐れがある。従って従来の散布方式を踏襲する限り、散布した農薬を除去するための何らかの対策を立てる必要がある。

図-1は当社開発の農薬除去システムの流れを示すものであるが、浸透水については地盤下に敷いたマット状の吸着層により除去する方式を、また表流水については特殊人孔などの処理槽により除去する方式を採用している。

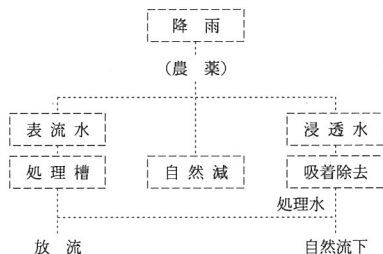
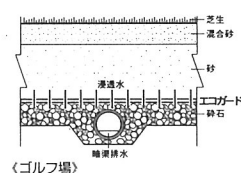


図-1 農薬除去システムの流れ

エコガードは、このシステムの中の浸透水対策として前報で紹介した農薬除去マットをもとにさらに広範囲での使用をめざして開発したもので、厚さが5mm程度と薄くロール状に巻かれているため現場への運搬や施工が容易であり、しかも経済的であることを特長としている。図-2にグリーンに敷き込む時の標準断面を、図-3に施工の様子を示す。

エコガードは図-4に示すように吸着剤をパルプでできたハニカム状の格子で区切り、それらを不織布で包み込んで成形した透水性の高い材料である。さらにその不織布は生分解性素材でできているため、地盤下に敷き込んでもそのまま分解し、芝生の植生に悪影響を及ぼす恐れがないことも大きな利点としている。



〈ゴルフ場〉

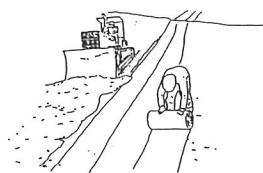


図-2 サンドグリーンに適用した時の標準断面図

図-3 エコガードを施工している様子

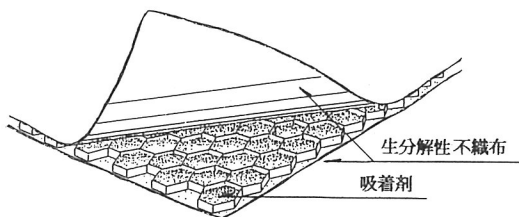


図-4 農薬除去シート（エコガード）の構造

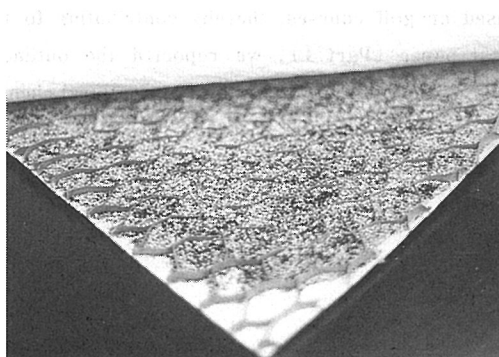


写真-1 エコガードの近接写真

3. エコガードの性能確認のための室内試験

エコガードの農薬を吸着する性能を確認するため、農薬を散布したグリーンやフェアウェーについてのシミュレーション試験を行った。

試験を行うにはゴルフ場の降水量および地盤の通水量を設定する必要がある、前者についてはこれまでの統計記録から、後者については実験を行い必要な諸元を求めた。

3.1 降水量と地盤の通水性

3.1.1 降水量

理科年表²⁾を用いて最大降水量を設定する。

表－1は各地域の統計開始年から1990年までの間に降った最大降水量を抜粋したものである。上段は全国で降水量の最大値を記録した地域を大きい順に、下段は主要都市での最大値を大きい順にあげたものである。この表から見て、日降水量では最近100年余りの間でどの地点でも600mmを越しているものはない。従って、今回の試験では日最大降水量は600mmと仮定して行った。

表－1 降水量の最大記録

(統計期間：統計開始年～1990年、*印は1961年ごろまで冬期間観測不能のため欠測)

地 点	日 降 水 量					1 時 間 降 水 量				
	mm	年	月	日	統計開始	mm	年	月	日	統計開始
宮 崎	587	1939	10	16	1886	134	1939	10	16	1924
名 古 屋	547	1903	5	29	1896	116	1949	10	21	1896
高 知	525	1976	9	12	1886	107	1954	6	29	1940
熊 本	481	1957	7	25	1891	77	1975	6	25	1891
徳 島	472	1891	8	2	1891	87	1950	9	3	1901
東 京	393	1958	9	26	1876	89	1939	7	31	1886
京 都	270	1941	6	26	1939	73	1957	8	3	1939
大 阪	251	1957	6	26	1883	78	1979	9	30	1889
名古屋	240	1896	9	9	1891	92	1919	7	18	1891
札幌	207	1981	8	23	1876	50	1913	8	28	1889

参考として表－2～4に、主要都市における1961年から1991年までの間の降水量の平均値であり、1年のうち日降水量が1mm以上、30mm以上、50mm以上降った日数を示すものである。日降水量が50mmを越す日数は1年に数日程度であり、非常に少ない。

表－2 日降水量1mm以上の日数

(統計期間：1961年から1990年までの平均値)

地 点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
札幌	16.6	14.7	13.6	8.5	8.4	7.7	8.1	9.5	10.4	12.4	12.7	15.2	137.8
東京	4.3	6.1	8.9	10.0	9.6	12.1	10.0	8.2	10.9	8.9	6.4	3.8	99.2
名古屋	5.3	6.4	8.7	10.6	10.1	12.3	12.2	8.2	11.0	8.3	6.6	4.9	104.4
大阪	5.4	6.3	9.2	10.7	9.7	11.4	9.9	7.6	10.2	8.0	6.9	4.9	100.3
福岡	9.3	9.4	10.3	10.3	9.8	11.8	11.0	8.8	10.1	7.2	8.4	9.3	115.6

表－3 日降水量30mm以上の日数

(統計期間：1961年から1990年までの平均値)

地 点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
札幌	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.4	0.3	1.1	1.2	0.9	0.4	0.3	5.4
東京	0.3	0.3	0.6	1.0	1.2	1.8	1.0	1.4	1.8	1.6	0.8	0.3	12.1
名古屋	0.1	0.3	0.6	1.3	1.4	2.2	2.0	1.4	2.0	1.0	0.6	0.1	13.0
大阪	0.1	0.4	0.6	0.9	1.4	2.1	1.6	0.7	1.7	0.7	0.6	—	10.8
福岡	0.3	0.3	0.5	0.9	1.4	2.8	2.6	1.9	2.0	0.8	0.5	0.1	14.1

表－4 日降水量50mm以上の日数

(統計期間：1961年から1990年までの平均値)

地 点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
札幌	0.0	0.1	0.1	0.1	—	0.1	0.1	0.5	0.5	0.2	0.1	—	1.7
東京	—	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5	0.4	0.6	0.7	0.6	0.3	0.1	4.2
名古屋	—	0.1	0.1	0.2	0.5	0.8	1.0	0.6	1.0	0.4	0.1	0.0	4.9
大阪	—	—	0.1	0.1	0.4	0.9	0.8	0.2	0.6	0.3	0.1	—	3.4
福岡	—	0.0	0.0	0.1	0.4	1.2	1.6	0.9	0.7	0.3	0.1	—	5.5

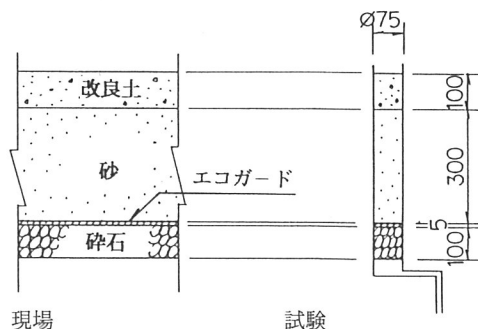
3.1.2 グリーンとフェアウェーの地盤の通水性

グリーンやフェアウェーの地盤の通水性を調べるため、内径がΦ75mmのカラムを用いて通水試験を行った。表層の改良土は表－5に示す割合で砂に改良材を混合したものを用いた。

図－5は、標準的なグリーン断面と通水シミュレーション試験用のカラム断面を示したものである。なおグリーンの種類は通水性が高く農薬が流出しやすいとされるサンドグリーンを選んだ。

表－5 改良土の割合 (砂に混合して使用)

商 品 名	混 合 割 合
粒状ビート	3 %
ビートモス	2 %
ゼオライト	40 kg/m ²
エフグリーン	200 g/m ²
SC化成 12-12-12	200 g/m ²
ユーキリンマグ	100 g/m ²
フミンホスカ	100 g/m ²
ピニフェート	18 kg/グリーン
グリーンエース	1 kg/m ²



日降水量＝600mm/日 流量＝25ℓ/h・m ²	→	カラム断面積＝44cm ² 換算流量＝110ml/h・カラム
---	---	--

図－5 グリーン断面と通水シミュレーション試験用のカラム断面

同様に図-6は標準的なフェアウェー、ラフの断面とカラムの断面を示したものである。農薬除去システムではフェアウェー、ラフについては表流水として処理を行うのを基本としているが、低地部に雨水が滞留し浸透水の処理が必要となった場合を想定して、実験を行った。

改良材は表-5と同様のものを使用した。エコガードの上下には土(まさ土)を入れ、本設での使用状況に合わせた。

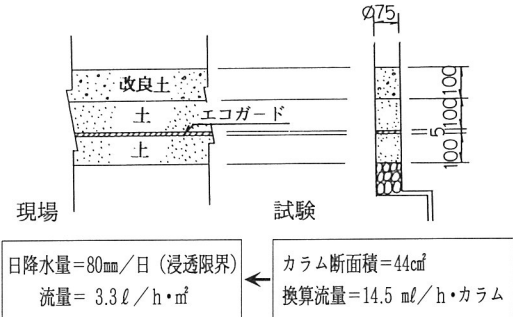


図-6 フェアウェー、ラフの断面と通水試験用のカラム断面

通水試験の結果から、グリーンの場合は降水量が600mm/日でもすべて浸透するが、フェアウェーでは80mm/日までは浸透するもののそれ以上になると浸透能力を越え表流水となることが観測された。したがって3.2にあげるろ過試験では、グリーンの場合には600mm相当量を、フェアウェー、ラフの場合には地盤の浸透限界である80mm/日相当量を注入することとした。

3.2 エコガードの吸着性能に関する室内試験

エコガードの吸着性能を調べるために、前項と同じように作成したカラムを使用して、ろ過試験を行った。ろ過試験を行うにはその前に注入する農薬量を算定しておくことが必要であるが、その算出にあたり某ゴルフ場がグリーン、フェアウェーに散布した農薬の年間使用量を参考にした。

表-6にそのゴルフ場の農薬散布の対象となるグリーン、フェアウェー等の面積を、表-7に農薬の月別使用量と年間使用量を示す。

表-6 ゴルフコースの面積区分例

区分	グリーン	ティ	フェアウェイ	ラフ	バンカー	管理道路	合計
割当面積(㎡)	14,417	5,076	135,888	161,418	33,793	21,915 7,305	367,692

表-7 農薬の使用例 (kg)

農薬名	毒性	使用場所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年使用量
イソプラチオン	普B	グリーン	24	24								24	24		96
殺菌剤	イプロジオン	普A					21	21		21	21				84
	エクメゾール	普B					48	48				48	48		192
殺虫剤	キャプタン	普A									48	48			96
		フェアウェイ					62	62		62	62				248
殺虫剤	スミチオン	普B						16	16		16	16			64
	イソキサチオン	劇B										16			16
除草剤	アシュラム	普A					34	79	44				79	79	315
	ナプロバミド	普A					28	56	28						112
殺虫剤	プロピザミト	普A										68	68		136
	ベンスリド(SAP)	普B					32				32				64
	シマジン(CAT)	普A					11	22	11			22	22		88
合計															1,511

3.2.1 グリーンの場合

エコガードはグリーンなどの地盤の下に敷き込み使用するため、長期にわたって吸着性能を保持することが要求される。以下、グリーンについて行ったろ過試験について述べる。試験条件を下記のように設定した。

- ①降水量は600mm/日とする。
- ②40年分に相当する農薬を使用する。
- ③一般にグリーンは目土として砂が補充されるため、表層は5年で10cmが置き換えられるとし、5年分の農薬を通過させるごとに入れ換える。
- ④カラムは図-5と同じものを使用する。

注入試験に使用する農薬量は下記のようにして算出した。

600mmの日降水量は流量として25ℓ/㎡・hとなるが、これはカラム断面積に換算して110ml/hに相当する。

農薬としてフェニトロチオン(MEP)を例にとると、表-7よりグリーンに1年間に1回あたり16kgを計4回散布するので1回ごとの単位面積あたり使用量は

$$\frac{16000g}{14417m^2} = 1.1g/m^2 \cdot \text{回}$$

となり、これはカラム面積に換算すると

$$(1.1g/227) \times 1000 = 4.85 \text{ mg/カラム} \cdot \text{回}$$

となる。

従って、カラムに注入する換算農薬量は
 5年分の場合、 $4.85 \times 4 \text{回} \times 5 \text{年} = 97 \text{ mg}$
 40年分の場合、 $4.85 \times 4 \text{回} \times 40 \text{年} = 776 \text{ mg}$
 同様に求めたそれぞれの農薬の換算農薬量を表－8に示す。

表－8 カラムに注入する換算農薬量

種 類	農 薬 名	年間使用量 (kg)	換算農薬量 (mg)	
			5年分	40年分
殺菌剤	イソプロチオラン	96	146	1168
	キャプタン	96	146	1168
殺虫剤	フェニトロチオン (MEP)	64	97	776
除草剤	ベンスリド (SAP)	64	97	776
	ベンスリド (SAP)*	64		776

*は、改良土を40年間交換しない場合である。

上記で計算した農薬量をカラムに注入し、ろ過試験を行った結果、いずれも指針値以下もしくはND（検出限界以下）となった。表－9に農薬別のろ過試験の結果を示す。

表－9 40年分の農薬散布シミュレーション試験結果（1）

農 薬 名	初期濃度 (mg/ℓ)	判定	試験結果 (mg/ℓ)	暫定指導指針(環境庁) 排水口での水質指針値
イソプロチオラン	1,000	検出	0.036	0.4mg/ℓ
キャプタン	3,000	N.D	0.01 以下	3 mg/ℓ
フェニトロチオン	1,000	N.D	0.005以下	0.1mg/ℓ
ベンスリド	20,000	N.D	0.01 以下	1 mg/ℓ
ベンスリド*	20,000	N.D	0.01 以下	1 mg/ℓ

3.2.2 フェアウェー、ラフの場合

フェアウェー、ラフについても同様のシミュレーション試験を行った。グリーンの場合と条件が異なるため下記のように条件を設定した。

- ①浸透水量は浸透限界である80mm/日とする。
- ②フェアウェーに散布された農薬の浸透分は土壌の吸着等を無視し、すべて敷き込んだエコガードで受け持つ。
- ③エコガードを全フェアウェー面積の1／3程度に敷き込む。従ってカラムには3倍量を注入した。
- ④カラムは図－6と同じものを使用した。

表－10にろ過試験結果を示す。いずれもND（検出限界以下）と判定された。

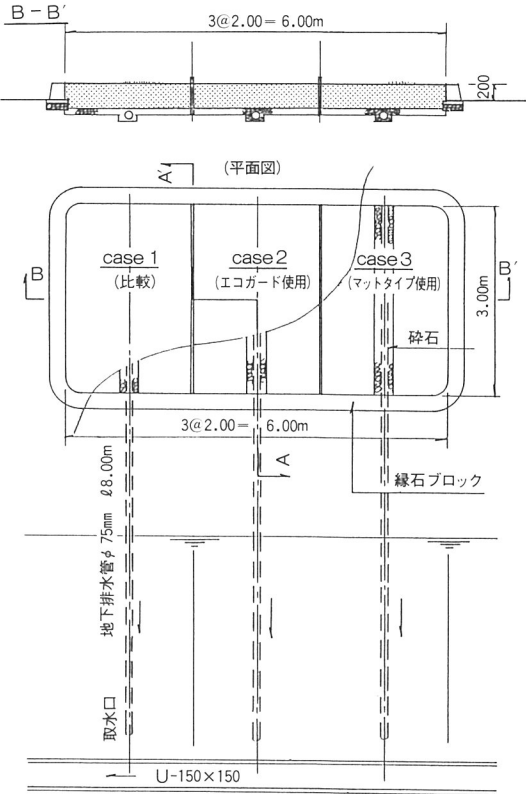
表－10 40年分の農薬散布シミュレーション試験結果（2）

農 薬 名	初期濃度 (mg/ℓ)	判 定	試験結果 (mg/ℓ)
キャプタン	3 0 0 0	N.D	0. 0 1 以下
アシュラム	5 0 0 0	N.D	0. 0 5 以下
ナプロバミド	1 0 0 0	N.D	0. 0 1 以下
シマジン	5 0 0 0	N.D	0. 0 0 1以下

4. 実験ヤードを用いたエコガードの性能実験

これまでエコガードの性能評価を室内試験だけで行ってきたが、実際のグリーンでもその性能を有することを実証するため、屋外で実際のグリーンと同じ仕様で3種類の実験ヤードを製作し、実験を行った。

図－7にその実験ヤードの概要を、写真－2に実験の様子を示す。

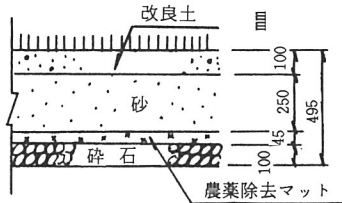


図－7 実験ヤード

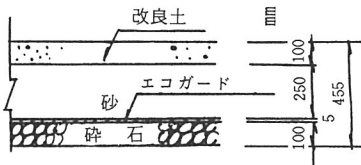


写真－2 農薬散布実験

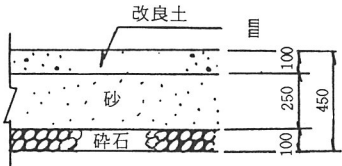
実験ヤードはCASE-1～CASE-3の3種類のものを作った。図-8はそれぞれのグリーンの断面詳細図であるが、CASE-1は従来のグリーン、CASE-2は農薬除去シート（エコガード）を敷いたグリーン、CASE-3は農薬除去マット（技術研究所前報参照）を敷いたグリーンとした。改良土は表-5に示す配合のものを用いた。



CASE-1（比較；農薬除去機能なし）



CASE-2（エコガード使用）



CASE-3（マットタイプ使用）

図-8 グリーン断面詳細図

本実験に用いる農薬は厚生省および環境庁より水質基準の通達のなされている30品目の中から選定した。表-11にその農薬名と、環境庁の定める排水口での水質指針値を示す。

農薬は検出を容易にするため、それぞれ規定する濃度の2倍に調整し散布した。実験は散布直後に降雨があったという想定で、時間あたり20mm相当の散水を実施し暗渠から排出されてくる浸透水を採取し分析した。

表-11 排水口での水質指針値
(環境庁の定める暫定指針より)

用途	薬剤名（一般名）	商品名	暫定指針値(環境庁) 排水口での水質指針値
殺虫剤	イソキサチオン	カルホス	0.08 mg/ℓ
	イソフェンホス	アミドチッド	0.01
	クロルピリホス	ダズバン	0.04
	ダイアジノン	ダイアジノン・エキソジノン	0.05
	トリクロロホン(DEP)	ディブテックス	0.3
	フェントロチオン(MEP)	スミチオン	0.1
殺菌剤	●ピリダフェンチオン	オフナック	0.02
	イソプロチオラン	グラステン(含有1成分)	0.4
	イプロジオン	ロブラール	3
	オキシシン銅(有機銅)	キノンドー	0.4
	キャプタン	オーソサイド・キャプタン	3
	クロタールニル(TPN)	ダコグリーン(含有1成分)	0.4
	チウラム(チラム)	チウラム・TMTD	0.06
	トルクロホスメチル	グランサー	0.8
	フルトラニル	グラステン(含有1成分)	2
	●エトリダゾール(エクロマゾール)	サンヤード	0.04
	●クロロネブ	ターサンSP	0.5
	●ベンシクロン	モンセレン	0.4
	●メブロニル	グリーンガラス	1.0
除草剤	アシュラム	アーザラン	2
	シマジン(CAT)	シマジン	0.03
	ナプロバミド	クサレス	0.3
	ブタミホス	タフラー	0.04
	プロピザミド	カーブ	0.08
	ベンスリド(SAP)	ロンパー・ジェイサン	1
	ベンディメタリン	ウェイアップ	0.5
	●チルブカルブ(MBPMC)	エーザック(含有1成分)	0.2
	●ペソフルタリン(ベスロジン)	パナフィン	0.8
	●メコプロップ(MCPP)	MCP	0.05
	●メチルダイムロン	スタッカー	0.3

●は平成3年7月30日付追加分

浸透水に含まれる残留農薬を分析した結果は表-12のとおりであった。環境庁の定める排水口での水質指針値をいずれも下回った。

表-12 浸透水に含まれる農薬の分析結果例

農薬散布実験結果
1:従来のグリーン 2:エコガード敷き込み 3:フィルタリングマット敷き込み

薬剤名	商品名	排水口での 水質指針値 (環境庁)	施工後1ヶ月(11/15~22)			施工後6ヶ月(4/23~5/20)		
			1	2	3	1	2	3
MEP	スミチオン	mg/ℓ 0.1	mg/ℓ 0.9	0.007	0.005	mg/ℓ 0.005	0.005	0.005
キャプタン	キャプタン 水和剤	3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
エクロマゾール	サンヤード	0.04	0.13	0.023	0.013	0.054	0.001	0.001
ベスロジン	パナフィン	0.8	0.01	0.01	0.01	0.5	0.005	0.005
CAT	シマジン	0.03	—	—	—	0.092	0.003	0.016

—は指針値を越えたもの

5. グリーンの透水性に関する試験

エコガードを敷くことにより、グリーンの透水性がどのように変化するか、その様子を調べるために、グリーンの厚さに相当する深さのアクリル製の円筒（φ10cm）の底に供試体としてエコガードを張り、図-5の標準断面と同じになるように砂を詰めサンプルを製作した。

サンプルを固定棚に設置後、一定時間ごとに最大降水量に見合うだけの注水を行い一定日に透水試験を行って、時間経過に伴う透水係数の変化を求めた。

比較のため、このサンプルの他に、エコガードを使わないサンプルと、ポリエステル不織布を使用したサンプルを製作し試験を行った。

写真-3にその試験中の状況を示す。

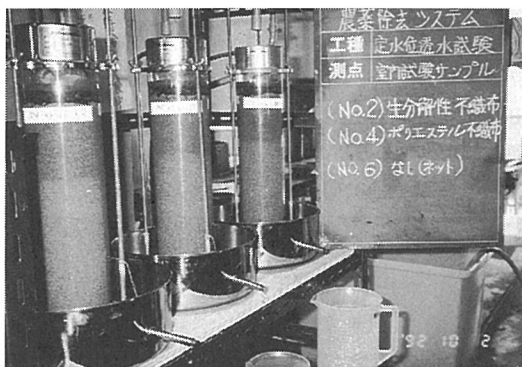


写真-3 定水位透水試験

この試験を行うにあたり、下記項目を試験条件として設定した。

- 1) 注水は1日4回、6時間ごとに30分間連続して行う。
- 2) 試験は定水位透水試験とし、透水係数の計測を容易にするために水頭差を40cmとする。
- 3) 透水試験はサンプルを安定化させるために24時間、水中で飽和させて後、実施する。
- 4) 透水試験は、エコガードが分解し通水抵抗がなくなった時点で終了とする。

表-13は大阪府立産業技術総合研究所に依頼して行った1カ月経過時の透水試験の結果を示すものであるが、エコガードや不織布を使用しても透水係数に大きな影響はなく、逆にやや向上する傾向が見られた。

表-13 各種グリーンの透水試験結果

試験ヤード	No.	透水係数 (cm/sec)	
		k	$\bar{k}$ (平均)
従来グリーン (シートなし)	①	9.3	8.6
	②	7.9	
比較グリーン (ポリエステル不織布)	③	8.6	9.0
	④	9.5	
開発グリーン (エコガード)	⑤	9.8	9.6
	⑥	9.4	

水温27.0℃、HEAD 43.5～44.0cm

しかし、この試験は室内で行った促進試験でもあり、実際のフィールドにおける状態と対比してみる必要があり、現在、写真-4に示すように土中にサンプルを埋め込み透水性が変化している様子を観測し比較を試みている所である。

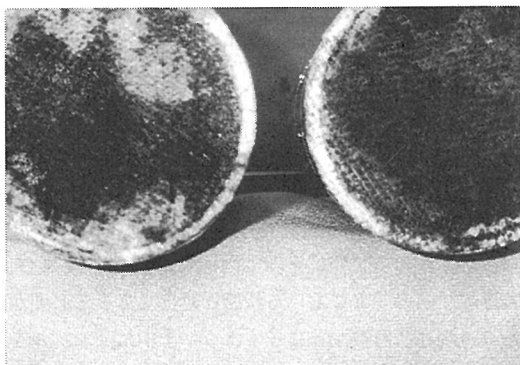


写真-4 埋め込みサンプル概況

6. エコガードの分解性の確認

エコガードが時間の経過とともにどの程度分解していくかを知るため、他の試験と並行してサンプルを土中に埋め込み観察を行った。

写真－5 は屋外に埋め込んでから1カ月を経過したサンプルを取り出して撮影したものであるが、すでに吸着材だけを残しそれを包んでいた不織布は分解が進み繊維組織が解体し始めているのが分かる。



写真－5 埋め込みサンプル近接写真

写真－6 は滅菌処理した砂層の下にエコガードを敷き込み、6カ月を経過した時の状況写真である。1カ月を経過したもの比べ、さらに分解が進み組織がほぼ消失しており、当初は無菌状態にしておいたにもかかわらず、生分解作用は何の支障もなく起きることが分かった。



写真－6 6ヶ月経過時のエコガード
拡大写真(砂層)

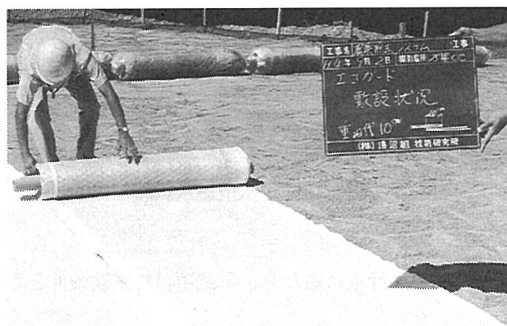
7. まとめ

浸透水対策として開発したエコガードについて一連の実験を行ってきたが、実験の結果、いずれも農薬除去に必要な条件を満たしておりゴルフ場に適用することに特に問題となる点はないことが分かった。

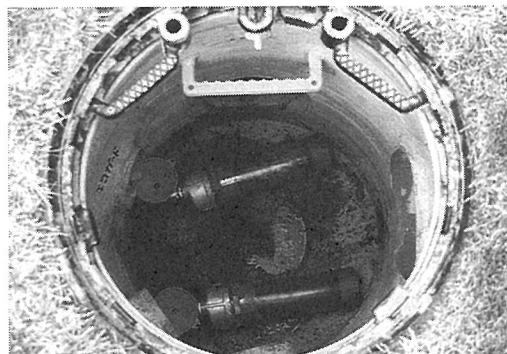
透水試験に際し、1カ月を経過した時点で不織布の繊維組織の分解が認められており、目詰まりによって現状よりも透水係数が低下するとは考えられないが、さらに計測を継続して観測していくこととしている。

今後のテーマとして、表流水の対策があげられるが、この浸透水対策についてもさらにきめ細かな各種シミュレーション解析と実験を行い、システムとしての完成度を高めていきたいと考えている。

なお、今回、屋外の実験ヤードを使って性能実験を行ってきたが、さらに実際のグリーンでの効果や施工性を確認するため、現在、あるゴルフ場で実験施工を行い、その観測をおこなっているところである。写真－7 に本グリーンで施工している時の状況を示す。写真－8 はグリーンからの排水水をマンホールで採取し、水質試験に供するための採水器を撮影したものである。次の機会に(その3)として結果を報告したい。



写真－7 本グリーンでの施工状況



写真－8 採水器

8. あとがき

本開発は、当社と倉庫精練株式会社と共同でおこなってきたものであるが、本研究にあたり共同研究者をはじめとして、大阪府立産業技術総合研究所、奈良万葉カンツリー倶楽部、環境素材研究所、本店土木部関係者の方々には多大のご協力を頂くとともに適切なお指導と資料の提供を賜った。心より感謝の意を表したい。

(参考文献)

- 1) 市場靖悦：ゴルフ場の残留農薬の評価と対策
第1法規、観光リゾート開発戦略データファイル、
1991
- 2) 国立天文台編、理科年表、1992、pp218～233



ゴルフ場での実験施工全景