

## 골프장 농약 검사를 위한 다성분동시시험방법 확립에 관한 연구

이민효 · 노희정 · 박종겸 · 윤정기 · 김찬섭\*

국립환경연구원, \*농업과학기술원

e-mail : hjnoh99@me.go.kr

### 요 약 문

The possibility of simultaneous analysis of 24 pesticides out of 30 residual pesticides which are subjected to test in the golf courses was examined. The utility of the simultaneous analysis of multi-residue pesticides was evaluated by recovery test through a standard addition method of pesticides in water, soil, and lawn grass.

The experimental results of the recovery rates for individual pesticides are as follows :

The number of pesticide of which average recovery was over 70% regardless of medium was 16 pesticides. These pesticides were composed of 8 organophosphorus pesticides(Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Diazinon, EPN, Fenitrothion, Phenthoate, Phosalone, and Toclofos-methyl), 4 organochlorinated pesticides(Daconil, Captan, Endosulfan, and Tetradifon), 2 pyrethroid pesticides(Fepropathrin, Lambda-cyhalothrin) and 2 other pesticides(Bromopropylate, Pendimethalin).

On the other hand, in case of Dicofol, average recovery by medium was over 70% for water and lawn grass but was only 53.3% for soil. Therefore, the simultaneous analytical method applied in this experiment is not appropriate for analysis of Dicofol in soil. Furthermore, among 7 pesticides, 2 pesticides(Amitraz and Pyraclofos) showed that their average recovery rates deviated from criteria(70~130%) at almost all media, while 5 pesticides(Bensulide, Deltamethrin, Iprodione, Phosphamidon and Tralomethlin) were not detected from all media by selected GC detector(NPD or ECD).

**key word** : multi-residue pesticides, golf courses, simultaneous analytical method, soil, water, lawn grass

### 1. 서 론

골프장에서는 수목이나 잔디를 보호할 목적으로 병해충 방제 및 잡초를 제거하기 위하여 불가피하게 농약을 사용하고 있다. 이러한 농약은 그 자체에 독성을 갖고 있을 뿐만 아니라 농약의 안전사용기준이 농작물에 국한되어 있기 때문에 잔디나 수목에 대해서는 이러한 규정이 없어 농약의 오·남용으로 환경과 인체에 커다란 피해를 줄 우려가 있다.

현재 골프장에서의 농약잔류량검사는 체육시설의 설치·이용에 관한 법률의 규정에 의거 각 시·도에서 실시하고 있으나 검사를 실시함에 있어서 검사항목에 대한 규정이 없고 검사기관마다 검사항목이 서로 상이하고, 일부 품목 폐지된 농약을 조사하거나 환경위해성이 있는 농약이 조사대상에서 제외되는 등 골프장에서의 잔류농약 검사항목에 대한 개선의 필요성이 요구됨과 아울러 이들 농약에 대한 분석방법의 효율성을 제고시킬 수 있는 다성분 동시분석방법으로의 개선이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 골프장에서 사용되고 있는 농약의 사용실태 및 환경위해성 등을 조사하여 이를 토대로 골프장 농약잔류량 검사항목으로 기 선정된 농약성분에 대해 다성분 동시 분석방법의 적용성 여부를 조사하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

## 2. 연구내용 및 방법

### 1) 다성분 동시분석방법 대상농약의 선정

골프장의 농약사용실태와 사용농약의 독성 및 어독성 등 환경위해성, 다량사용, 기 검출 여부 또는 잔디·수목용 등록여부 등을 종합적으로 고려하여 선정된 골프장 농약잔류량 검사항목 30종 중 해당농약의 물리화학적 특성과 단성분 시험방법에서의 분석과정 등을 고려하여 다성분 동시분석방법으로 적용이 가능할 것으로 판단되는 농약을 대상으로 하였다.

### 2) 대상농약

회수율실험 대상농약은 유기인계 농약 11종(Chlorpyrifos, Diazinon, EPN, Chlorpyrifos-methyl, Fenitrothion, Phenthoate, Phosalone, Bensulide, Pyraclofos, Tolclofos-methyl, Phosphamidon), 유기염소계 5종 농약(Captane, Chlorothalonil, Dicofol, Endosulfan, Tetradifon), 합성피레스로이드계 농약 4종(Cyhalothrin, Deltamethrin, Tralomethlin, Fenpropathrin) 및 기타 농약 4종(Amitraz, Phendimethalin, Iprodione, Bromopropylate) 총 24종이다

### 3) 매체별 농약처리

- 토양 : 토성이 상이한 2종의 토양을 풍긴한 후 2 mm체에 통과시켜 시료로 사용하였다. 토양에 대한 농약의 회수율실험을 위해 사양토 및 양토 각 30 g에 상기 농약의 농도가 0.25 mg/kg 과 0.5 mg/kg이 되도록 spiking하여 시료를 조제하였다. 본 실험에 사용한 토양의 이화학적 성질은 표 1과 같다.

Table 1. Physicochemical characteristics of soils used of experiment

pH (D.W. 1:5)	OM (%)	CEC c mol(+)/kg	Distribution of particle size(%)			Texture
			sand	silt	clay	
5.31	2.41	8.0	57.8	27.8	14.3	SL
5.20	1.90	14.6	36.0	40.5	23.6	L

- 잔디 : 잔디를 연구원 화단에서 채취하여 가위로 0.5~1cm 크기로 잘게 분쇄하여 시료로 사용하였다. 잔디에 대한 농약의 회수율실험을 위해 잔디 10g에 상기 농약의 농도가 0.5 mg/kg과 1.0 mg/kg이 되도록 spiking하여 시료를 조제하였다.

- 물 : 증류수 500 ml에 상기 농약의 농도가 0.025 mg/l 와 0.05 mg/l 가 되도록 물에 spiking하여 시료를 조제하였다.

### 4) 분석방법

잔류농약의 분석법에 관한 문헌은 Official Methods of Analysis 등 다수 있지만<sup>1-9)</sup>, 본 연구에서는 농업과학기술원에서 토양매체를 대상으로 개발한 다성분 동시분석방법을 적용하여 아래 그림 1의 분석방법에 따라 각 매체별 회수율을 조사하였다. 본 시험은 각 농도별 2회 반복으로 실험하였고, 시험용액은 표 2의 분석조건에 따라 가스 크로마토그래프(HP 5896 series)로 분석하였다.

5) 대상농약에 대한 다성분 동시분석방법 적용여부  
 매체별 회수율실험 결과 대상농약성분의 회수율이 각 매체에서 70~130% 범위를 기준으로 하여 다성분 동시분석방법의 적용성 여부를 검토하였다.

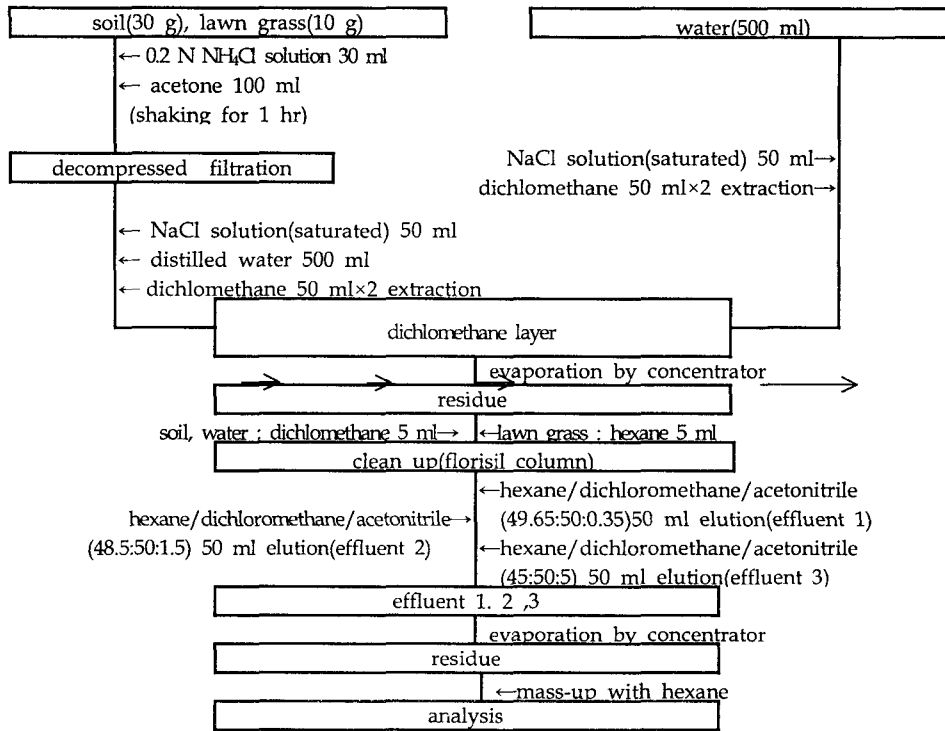


Fig. 1 The flowchart of multiple-residue analysis method

Table 2. Analytical condition of multiple pesticides using GC(ECD & NPD)

구 분		GC-ECD Conditions				GC-NPD Conditions	
Column	Type	DB-5				DB-1	
	Length	50 m				60 m	
	I.D.	0.32 mm				0.32 mm	
Injection Type		Split				Split	
Injection Temperature		230°C				230°C	
Detection Temperature		270°C				325°C	
Oven Temperature program		60°C	120°C	250°C	270°C	180°C	270°C
		(2min)	20°C/min	5°C/min	2°C/min (8min)	(2min)	4°C/min (5min)
Carrier gas		N <sub>2</sub> (1.0 ml/min)				N <sub>2</sub> (1.4 ml/min)	
Fuel gas		-				H <sub>2</sub> (3.0 ml/min) Air (60.0 ml/min)	
Make-up gas		N <sub>2</sub> (60.0 ml/min)				N <sub>2</sub> (10.0 ml/min)	

### 3. 결과 및 고찰

골프장 농약잔류량 검사항목으로 선정된 30종의 농약성분에 대한 다성분 동시분석의 가능성 여부를 검토하기 위하여 잔류농약 분석관련 문헌<sup>2-9)</sup>의 단성분시험법 중 농약성분의 유도체화 등 다른 물질로 변환하지 않고 고감도 질소인 검출기(NPD) 및 전자포획형 검출기(ECD)가 부착된 가스크로마토그래프로 분석이 가능할 것으로 판단되는 유기인계 11종, 유기염소계 5종, 합성피레스로이드계 4종, 기타 농약 4종 등 총 24종의 농약성분에 대하여 다성분분석방법에 의한 각 매체별 회수율실험 결과는 표 3과 같다.

24종의 농약성분에 대하여 다성분 분석방법에 의한 각 매체별 회수율 평가결과, 유기인계 농약성분 8종(Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Diazinon, EPN, Fenitrothion, Phenthoate, Phosalone, Tolclofos-methy), 유기염소계 농약성분 4종(Captane, Daconil, Endosulfan, Tetradifon), 합성피레스로이드계 2종(Cyhalothin, Fenpropathrin) 및 기타 대상농약 2종(Bromopropylate 및 Pendimethalin)등 16종은 각 매체에 관계없이 회수율이 70% 이상으로 양호하여 다성분 동시분석의 적용이 가능한 것으로 판단되었다. 그러나 대상성분 중 Dicofol은 잔디 및 물에서의 회수율이 각각 83.4% 및 70.9%으로 잔디, 물 매체에서는 다성분 동시분석의 적용이 가능하나 토양에서의 회수율은 53.3%로 다소 낮아 단성분분석방법을 적용해야 할 것으로 판단된다. 한편 Pyraclofos는 물 매체에서의 회수율이 60.8%로 다소 낮고, 토양 및 잔디에서의 회수율은 각각 132.3%, 162.4%로 오차의 범위인 30%를 다소 벗어났다. 또한 Amitraz는 잔디에서의 회수율은 73.3%이나 토양 및 물에서의 회수율이 각각 27.8%, 59.2%로 회수율이 낮아 단성분분석방법을 적용해야 할 것으로 판단되며, 추후 Pyraclofos와 Amitraz는 다성분 동시분석을 위해 연구가 더 필요할 것으로 판단된다. 반면 Bensulide, Phosphamidon, Deltamethrin, Tralomethrin 및 Iprodione은 다성분 동시분석의 적용이 불가능한 것으로 나타났다.

### 4. 결론

골프장 농약잔류량검사 대상항목 30종 중 다성분동시분석방법의 적용성을 검토하기 위하여 다성분동시분석이 가능할 것으로 판단되는 24종(유기인계 농약 11종, 유기염소계 농약 5종, 합성피레스로이드계 농약 4종 및 기타 농약 4종)의 농약성분에 대한 매체별 회수율 실험 결과는 다음과 같다.

토양, 잔디, 물 모든 매체에서 농약 회수 실험 결과, 24종 중 70% 이상의 회수율을 보인 농약은 16종이었고, 이를 농약의 계통별로 분류하면, 유기인계 농약 8종(Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Diazinon, EPN, Fenitrothion, Phenthoate, Phosalone, and Toclofos-methyl), 유기염소계 농약 4종(Daconil, Captan, Endosulfan, and Tetradifon), 합성피레스로이드계 농약 2종(Feprothrin, Lambda-cyhalothrin), 기타 농약 2종(Bromopropylate, Pendimethalin)이었다.

한편 Dicofol의 경우, 물과 잔디에서는 회수율이 70%를 상회하였으나, 토양에서는 53%로 나타나 토양의 경우 다성분동시분석방법의 적용은 어려운 것으로 판단된다.

그 외 7종의 농약 중 Amitraz와 Pyraclofos는 각 매체별 평균 회수율이 기준(70~130%)에서 벗어났으며, Bensulide, Deltamethrin, Iprodione, Phosphamidon, Tralomethlin의 농약은 전혀 검출되지 않았다.

Table 3. Average recovery rate of target pesticides in medium

		soil			lawn grass	water
		average	sany loam	loam		
organophosphorus pesticides	Bensulide	-	-	-	-	-
	Chlorpyrifos	84.8	85.3	84.4	84.6	76.3
	Chlorpyrifos-methyl	89.4	89.4	89.4	89.4	92.8
	Diazinon	79.3	80.8	77.8	78.5	75.0
	EPN	84.6	84.8	84.5	85.0	72.3
	Fenitrothion	91.1	90.9	91.3	92.8	77.6
	Phenthoate	89.3	88.2	90.4	93.8	76.9
	Phosalone	96.0	93.7	96.0	107.5	80.0
	Phosphamidon	-	-	-	-	-
	Pyraclufos	138.3	132.0	144.6	162.4	60.8
	Tolclofos-methyl	82.3	82.4	82.3	83.6	75.7
organochlorinated pesticides	Daconill	73.3	75.3	71.4	71.5	76.1
	Captane	109.7	117.2	102.2	87.5	80.6
	Dicofol	53.3	67.0	39.5	83.4	70.9
	Endosulfan	87.0	90.0	84.1	78.0	84.3
	Tetradifon	101.5	106.8	96.2	104.3	95.7
pyrethroid pesticides	Fenpropathrin	108.8	118.7	99.9	100.9	90.8
	Tralomethrin	-	-	-	-	-
	Lambda-cyhalothin	104.6	119.9	97.3	117.0	90.8
	Deltamethrin	-	-	-	-	-
others	Amitraz	27.8	23.5	32.1	73.3	59.2
	Bromopropylate	103.9	110.2	97.6	104.2	91.6
	Iprodione	-	-	-	-	-
	Pendimethalin	110.1	117.4	102.9	105.2	108.8

5. 참고문헌

1. AOAC, 1980, Official Methods of Analysis
2. 농촌진흥청 농약연구소, 1992, 농약잔류성시험법
3. 일본약학회편, 2000, 위생시험법·주해
4. 환경부, 1999, 농약잔류량시험방법
5. 農藥殘留分析法研究班, 1995, 最新農藥の殘留分析法
6. 식품의약품안전청, 1999, 식품공전
7. 농약등록보유기준치 및 공정분석법 등  
<http://env.go.jp/water/dojo/noyaku/LAW-DATA/E348kk0046.HTM>
9. 농약환경보전대책연구회편, 1991, 농약등록보유기준 ハントブック