

## 골프장 농약 잔류량 조사

농산물분석과 : 이주현 · 권혁동 · 구평태  
과 장 : 정구영

부산시내 5개 골프장 농약잔류 오염실태를 조사하여 환경오염방지 및 시민건강보호를 위한 대책수립 기초자료 제공

### □ 조사개요

- 조사기간 : 2003년 5월 ~ 9월
- 조사회수 : 상반기 1회(5월), 하반기 1회(9월)
- 조사지점 : 5개 골프장
  - ▷ 동래베네스트 컨트리클럽(금정구 선동)
  - ▷ 부산 컨트리클럽(금정구 노포동)
  - ▷ 동부산 컨트리클럽(양산시 웅상읍 및 기장군 정관면)
  - ▷ 아시아드 컨트리클럽(기장군 일광면)
  - ▷ 은마체력단련장(강서구 대저2동)
- 대상시료 : 그린(잔디, 토양), 웨어웨이(잔디, 토양), 유출수 등 50건
- 대상농약 :
  - ▷ 기본항목 20종
    - 살균제(5종)  
: Captane, Daconil, Oxine-copper, Thiophanate-methyl Tolclofos-methyl
    - 살충제(13종)  
: Carbofuran, Chlorpyrifos, Cyhalothrin, Deltamethrin, Diazinon, Dicofol, Endosulfan EPN, Fenitrothion, Phenthoate, Pyraclofos, Phosphamidon, Tralomethlin,
    - 제초제(2종) : Bensulide, Pendimethalin
  - ▷ 선택항목 1종
    - 살충제(1종) : Chlorpyrifos-methyl

### □ 조사결과

- 상·하반기 총 50건 표본시료를 조사한 결과 시료 12건(24%)에서 검출된 농약은 5종 14건이었으며, 검출량은 0.0075~3.7418mg/kg이었음.(표-1)
- 잔디시료의 검출률은 45%(9/20건), 토양시료의 검출률은 15%(3/20건)를 나타냈음.
- 유출수에서는 상·하반기 모두 검출된 농약이 없었음.

표-1. 2003년도 골프장 농약잔류량 검출 결과표

골프장명	채취지점	채취월	Fenitrothion	Diazinon	Tolclofos-methyl	Endosulfan	Chlorpyrifos-methyl
동래베네스트 CC	잔디	그린	5월	-	-	0.1328	-
		훼어	9월	-	-	-	-
	토양	그린	"	-	-	0.5062	-
		훼어	"	-	-	-	-
	유출수	"	-	-	-	-	-
부산 CC	잔디	그린	"	0.0573	-	0.3062	-
		훼어	"	0.8411	-	-	-
	토양	그린	"	-	-	0.4329	-
		훼어	"	0.3163	-	-	-
	유출수	"	-	-	0.0099	-	-
아시아드 CC	잔디	그린	"	-	0.0075	-	3.7418
		훼어	"	-	-	-	-
	토양	그린	"	-	0.0107	-	-
		훼어	"	-	-	-	-
	유출수	"	-	-	-	-	-
동부산CC	잔디	그린	"	0.3921	-	-	0.1702
		훼어	"	-	-	-	-
	토양	그린	"	-	-	-	-
		훼어	"	-	-	-	-
	유출수	"	-	-	-	-	-
은마체력단련장	잔디	그린	"	-	-	-	-
		훼어	"	-	-	-	-
	토양	그린	"	-	-	-	0.7987
		훼어	"	-	-	-	-
	유출수	"	-	-	-	-	-

주) '-'; 불검출

- 잔류농약 5종 14건의 검출결과를 살펴보면 잔디에서 11건(79%), 토양에서 3건이 검출되었으며, 그린과 웨어웨이를 비교해 보면 그린에서 10건(71%) 웨어웨이에서 4건이 검출되었음.(그림-1)
- 그린과 웨어웨이에서의 잔디와 토양의 검출률은 잔디는 11건 중 그린 8건(73%), 웨어웨이가 3건(27%) 검출되었고, 토양은 3건 중 그린 2건(67%), 웨어웨이 1건(33%) 검출되었음.(그림-2)

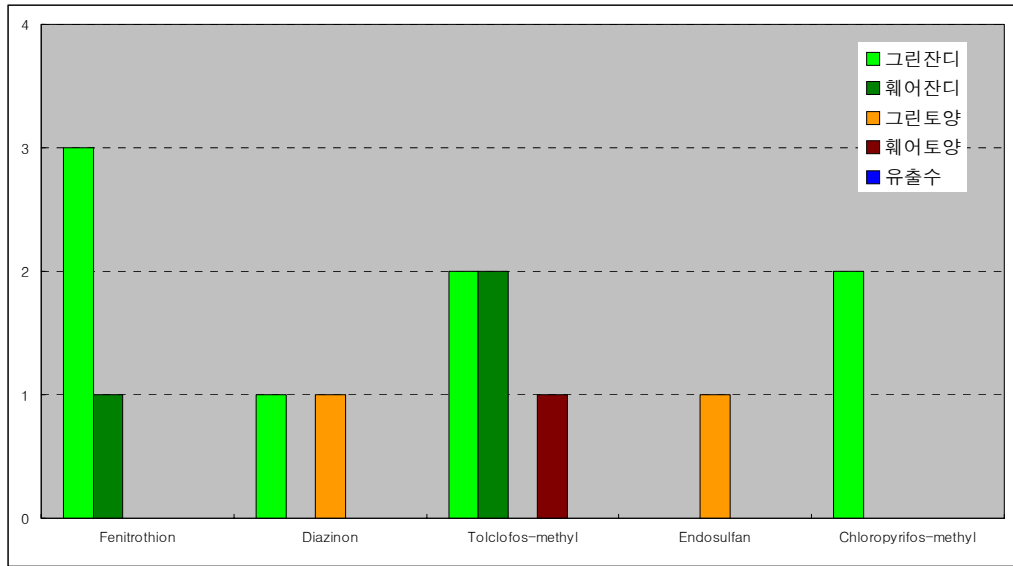


그림-1. 잔류농약별 검출현황

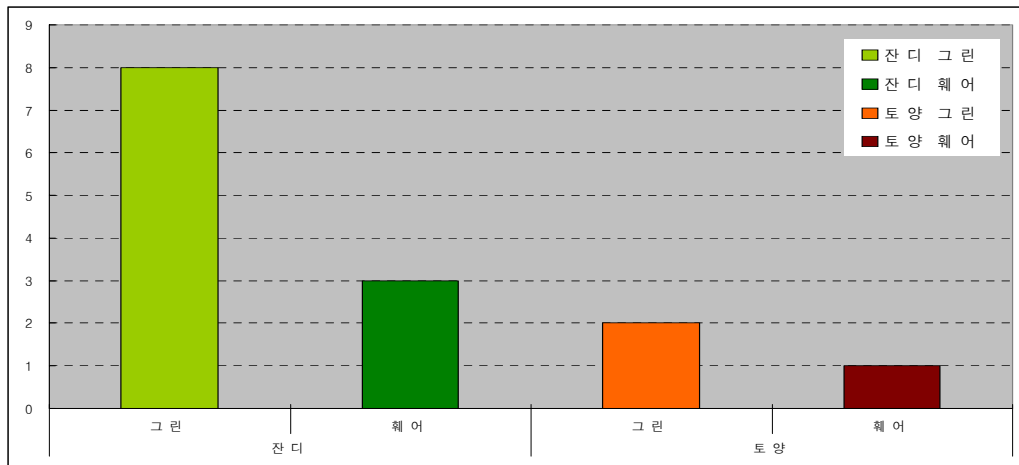


그림-2. 대상시료별 검출결과

- 농약성분별 검출분포는 톨크로포스메칠(5건, 36%)>페니트로치온(4건, 29%)>다이아지논(2건), 클로르피리포스메칠(2건)>엔도설판(1건) 순이었음.(그림-3)

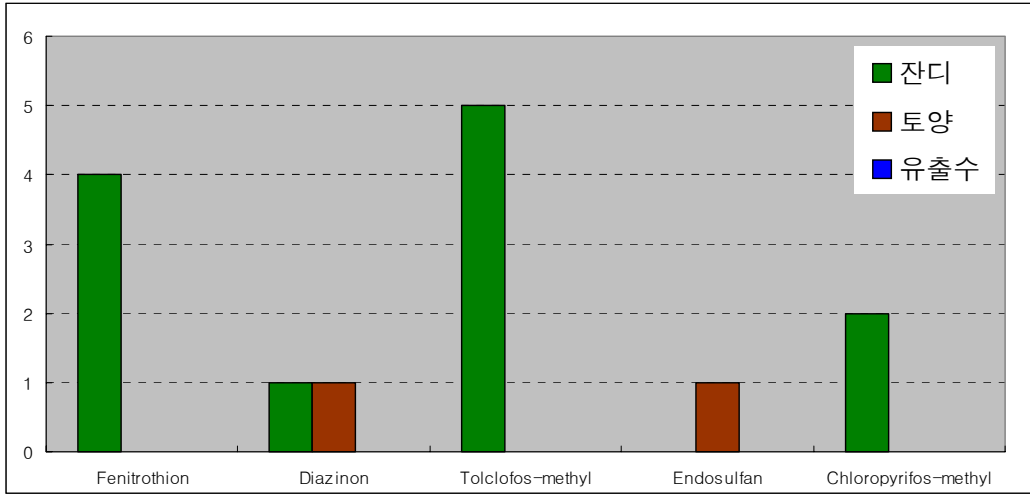


그림-3. 농약성분별 검출분포

- 사용금지 농약인 고독성 농약은 하반기 은마체력단련장 그린의 토양에서 엔도설판이 검출(0.7987mg/kg)되었음.
- 하반기 은마체력단련장에 대한 원인조사를 위한 재검사 결과 1차 조사시 검출된 지점(7번, 8번, 9번홀 혼합시료) 외 대조시험지점인 6번홀 토양과 배토사에서도 엔도설판이 검출됨.(표-2) 그러나 관리대에서 엔도설판을 사용한 적이 없는 점을 고려해 볼 때 그린관리를 위해 사용하는 외부반입 모래(배토사)에서 유래되었다고 추정되며, 야적된 모래는 강한 일사와 비바람에 그대로 노출되어 있어 자연 소실이 큰 반면 지표아래 5~15cm 에서의 소실은 낮은 영향으로 검출결과에서는 상호 큰 차이가 있는 것으로 보임.

표-2. 은마체력단련장 재검사 결과

구분 농약	하반기 결과	재조사 결과	개별 홀당 결과			6th Hole (대조홀)	배토사	
			7th Hole	8th Hole	9th Hole		삼랑진	적교사
Endosulfan	0.7987	0.559 (30% ↓)	1.2502	0.3041	0.1226	1.0911	ND	0.0192
비고	7,8,9번홀 혼합시료	7,8,9번홀 평균치					상반기 구입모래	하반기 구입모래

- 엔도설판은  $\alpha$ -endosulfan 64~67%와  $\beta$ -endosulfan 29~32%로 구성되어 있으며 분해과정에서의 주요 대사산물이 endosulfan sulfate 임. 따라서 사용초기에는  $\alpha$ -endosulfan와  $\beta$ -endosulfan이 나오나 시간이 경과됨에 따라  $\alpha$ -endosulfan은 분해되고  $\beta$ -endosulfan과 대사산물인 endosulfan sulfate의 양이 높게 검출되는 양상을 보임. 이번 재검사 결과를 보면 6번, 7번홀 과 8번, 9번홀의 엔도설판 이성체 검출비율이 대별되는데 이것은 작업이 시차를 두고 이루어졌음을 알 수 있으며 8번, 9번홀이 엔도설판에 더 오래전에 오염되었음을 추정할 수 있음.(표-3)(그림-4)

표-3. 조사지점별 엔도설판 이성체 검출량 비교

시료명		Endosulfan		
		$\alpha$ -endosulfan	$\beta$ -endosulfan	endosulfan sulfate
개별홀 결 과	6번홀	0.0069 (0.6%)	0.1924 (17.6%)	0.8918 (81.7%)
	7번홀	0.013 (1.0%)	0.213 (17.0%)	1.024 (81.9%)
	8번홀	-	0.0277 ( 9.1%)	0.2764 (90.9%)
	9번홀	-	0.012 ( 9.8%)	0.1106 (90.2%)
배토사		0.0026 (13%)	0.0036 (18.8%)	0.013 (67.7%)
1차검사결과 (7,8,9 혼합시료)		0.0048 (0.6%)	0.1057 (13.2%)	0.6882 (86.1%)
재검사결과 (7,8,9 결과평균)		0.013 (2.3%)	0.0842 (15.1%)	0.4703 (84.1%)

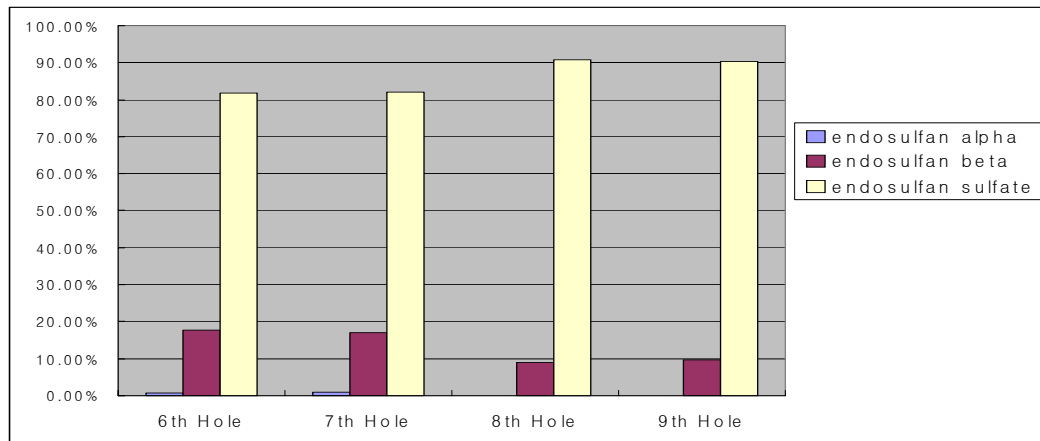


그림-4. 엔도설판 이성체 검출률 비교

- 엔도설판의 토양에서 반감기에 대해서는 정설은 없으나 40~180일 정도로 보고 있으며, 이번 조사결과를 보면 혼합시료결과(하반기 검사시)와 개별결과평균치(재검사시)임을 감안하더라도 1차 조사(9월23일) 결과 0.7987ppm의 잔류량이 2개월 경과 후 2차 조사(12월 2일)에서는 0.559ppm으로 약 30%정도의 감소만 보이는 것을 볼 때 상당기간 토양에 잔류되고 있음을 알 수 있음.

□ 문제점 및 대책

- 조사결과 토양에서의 검출률은 잔디와 비교하여 상당히 낮아 토양침투성과 지하로의 용탈우려는 극히 적은 것으로 보이며, 잔디층과 지표층의 일차적인 흡착이 크게 작용한 것으로 보임. 그러나 일시적인 과도한 시비나 농약안전사용기준의 미적용으로 인한 살포시에는 일부가 토양침투를 통해 흡착되어 잔류할 우려가 항상 있으므로 적정사용기준의 준수가 필요함.
- 현재 국내에서 잔디용으로 등록된 고독성 농약은 없으며 골프장에서 사용이 금지되어 있으나 이번 조사에서 9월에 채취한 은마체력단련장 그린의 토양에서 고독성 농약인 엔도설판이 검출되었음. 원인조사결과 골프장 그린의 잔디층 밑에 사용되는 외부반입한 배토사(모래)에서 엔도설판이 검출되었는데, 이 모래를 골프장 환경조성 작업을 위해 잔디층 밑에 깔면서 토양에 잔류되어 있었던 사례로 향후 코스관리자들의 세심한 주의가 요구됨.
- 현재 국내에는 골프장의 잔류농약에 대한 기준이 미설정되어 있어 사용량에 대한 규제가 안되는 실정임을 감안할 때, 골프장 토양 및 유출수에 대한 잔류기준치의 설정이 마련되어야 할 것임.
- 조사업무의 효율성을 위해 2004년도에는 조사회수의 증가 검토가 요망되며, 대상 농약도 지역적인 특성을 고려하여 주로 사용하는 품목 중심으로 선정하여 조사하는 방안이 검토되어야 할 것으로 사료됨.

□ 조치사항

- 환경오염방지 및 생태보호대책 수립을 위한 기초자료 제공.  
⇒ 시 체육민방위과, 환경보건과
- 골프장이용자 및 지역주민의 건강보호.  
⇒ 우리 원 홈페이지를 통한 조사결과 게재 및 홍보
- 골프장 농약안전사용준수 및 관리 유도.