

도내 골프장 농약 잔류량 실태조사

이수미·김상호·정미옥·박현영·최수원·김수진·손하린·김영란

토양폐기물과

- 맹·고독성 농약사용감시 및 농약의 안전사용기준을 준수
- 골프장 이용객 및 주민건강 보호와 주변 환경오염을 예방

1. 조사개요

- 조사기간 : 2024년 4월 ~ 12월, 연 2회(반기별 1회)
- 조사대상 : 도내 16개 시·군 55개 골프장의 토양, 최종유출구 및 언못
- 조사항목 : 골프장 사용 농약 성분 27개 항목

표 1. 도내 골프장 현황

시·군	계	골프장명	비고(군부대)
계	55	52	3
경산시	2	•대구CC(회27홀) •인터불고경산CC(회27홀)	
경주시	14	•경주신라CC(회36홀) •마우나오션블루(대9홀) •경주CC(대27홀) •레전드CC(대9홀) •코오통호텔가든(대9홀)	
고령군	4	•블루원디아너스CC(회27홀) •우리GC(대9홀) •루나엑스CC(대24홀) •서리밭GC(대36홀) •골프존카운티감포(대18홀)	
구미시	3	•마우나오션CC(회18홀) •보문GC(대18홀) •선리치GC(대9홀) •이스트힐CC(대18홀)	
김천시	2	•유니벨리CC(대9홀) •마스터피스CC(대18홀) •대가야CC(대9홀) •오벨CC(대18홀)	
문경시	1	•GC선산(회18홀) •GC구미(대18홀) •구미CC(대27홀)	
상주시	2	•에플리리CC(대9홀) •포도CC(대27홀)	
안동시	3	•문경GC(대18홀)	
영덕군	1	•블루원상주CC(대18홀) •뉴스프링빌2CC(대18홀)	
영천시	5	•안동레이크GC(대18홀) •리버힐CC(회18홀) •남안동CC(회18홀)	
예천군	2	•오션비치골프&리조트(대27홀)	
울진군	1	•오션힐스영천CC(회27홀) •시열GC(대9홀) •골프존카운티청동(대18홀)	•충성대체력단련(9홀)
의성군	3	•한맥CC&노블리아(대18홀)	•예천체력단련(9홀)
청도군	3	•울진마린CC(대18홀)	
철곡군	4	•엠티클럽의성(대18홀) •엠티클럽의성(대9홀) •파라지오CC(대18홀)	
포항시	5	•그레이스CC(대27홀) •오션힐스청도CC(회18홀) •펜타뉴골프클럽(대9홀)	
		•피미힐스CC(회36홀) •구미마이다스GA(대9홀) •세븐밸리CC(대18홀) •철곡아이위시CC(대9홀)	
		•오션힐스포항CC(회18홀) •오션힐스포항CC(대18홀) •청하이스턴CC(대9홀) •포항CC(대18홀)	•포항체력단련(9홀)

II. 조사사업

표 2. 조사항목

대상 농약(27종)	
일반항목(25종)	Diazinon, Diniconazol, Dimethoate, Dichlorovos, Dichlobenil, Acephate, Azoxystrobin, Iprodione, Cadusafos, Carbaryl, Carbendazim, Chlorothalonil, Chlorpyrifos, Tebuconazole, Trifloxystrobin, Triflumizole, Thiophanate-methyl, Thifluzamide, Fenitrothion, Phorate, Fosthiazate, Propamocarb-hydrochloride, Flutolanil, Pyrimethanil, Fipronil
선택항목(2종)	Oxine-copper, Thiram

2. 조사방법

○ 시료채취방법

골프장의 농약사용량 조사 및 농약잔류량 검사방법 등에 관한 규정 제5조(시료채취방법)에 근거하여 시료를 채취하였다.

○ 분석방법

시료의 전처리는 골프장의 농약사용량 조사 및 농약잔류 검사방법 등에 관한 규정에 의해 실시하였으며, 시험용액은 GC-MS, LC-MS/MS로 분석하였다.

표 3. 골프장 규모별 토양, 수질 시료채취(수)방법 및 시료별 검사 건수

골프장규모 (홀수)	시료채취		토양시료 반복채취 수	시료수	시료수/홀	전체시료수	
	출수	지점					
토양 시료채취 방법	9홀	2개 홀	그린	5~10회 반복 채취하여 혼합	1	2	4
			페어웨이	5~10회 반복 채취하여 혼합	1		
	18홀	3개 홀	그린	5~10회 반복 채취하여 혼합	1	2	6
			페어웨이	5~10회 반복 채취하여 혼합	1		
	27홀	4개 홀	그린	5~10회 반복 채취하여 혼합	1	2	8
			페어웨이	5~10회 반복 채취하여 혼합	1		
	36홀	5개 홀	그린	5~10회 반복 채취하여 혼합	1	2	10
			페어웨이	5~10회 반복 채취하여 혼합	1		
수질 시료채취 방법	수질 시료(총 3개 지점이상)		시료용기 및 보관법	* 시료채취량 및 용기			
	가. 유출수가 흐르는 경우 부지 경계선의 최종유출구에서 1개 이상			• 토양 : 1 kg 정도(지퍼백)			
	나. 유출수가 흐르지 않는 경우 최종유출구 전단의 집수조나 연못 등 에서 시료채취			• 수질 : 3~5 L 정도(갈색유리병)			
	다. 나머지 시료는 최종유출구 가까운 연못의 2개 지점 이상에서 채취			* 갈색유리병 질산 및 정제수로 씻은 후, 아세톤으로 세정하고 120℃에서 2시간 정도 가열 후 방냉			
				* 시료 보관 : 4℃에서 최대 7일(추출 후 40일)보관			

3. 조사결과

○ 시료별 잔류농약 검출 현황(표 4)

- 시료별 잔류농약 유효검출 건수는 수질(연못)에서 219건 검사 중 147건이 검출되었으며, 검출률은 67.1%로 가장 높았다. 수질(최종유출구)은 116건 검사 중 77건으로, 검출률은 66.4%로 나타났다. 토양은 그린, 페어웨이에서 각 331건 검사에 40건, 58건이 검출되었고 검출률은 그린의 12.1%로 가장 낮았다. 전체시료의 유효 평균 검출률은 32.3%로 나타났다.

표 4. 시료별 검사 건수, 잔류농약 유효 검출 건수 및 검출률

시료명	검사 건수	유효검출 건수	검출률(%)
토양(그린)	331	40	12.1
토양(페어웨이)	331	58	17.5
수질(연못)	219	147	67.1
수질(최종유출구)	116	77	66.4
계	997	322	32.3

○ 연도별 잔류농약 검출 현황(표 5)

- 2024년도 경상북도내 골프장 농약 잔류량 조사에서 검출된 농약 성분은 Acephate, Azoxystrobin, Carbendazim, Diniconazole, Flutolanil, Iprodione, Oxine-copper, Tebuconazole, Thifluzamide, Thiophanate-methyl, Thiram 으로 저독성 일반농약 11개 항목이 검출되었다.

표 5. 연도별 잔류농약 검출 현황

구 분	2019년	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
검출 골프장수/총 골프장수	48/50	50/53	51/53	53/54	58/59	53/55
계	12	13	15	15	15	11
잔류농약 검출 성분수					검사항목 삭제	검사항목 삭제
맹·고독성 및 잔디 사용금지농약	-	-	-	-		
일반(저)독성	12	13	15	15	15	11

II. 조사사업

○ 시군별 검출 골프장 현황(표 6)

-상반기, 하반기 16개 시·군의 골프장 55개소에 대하여 실태조사를 진행하였다. 상반기의 경우 검출되지 않은 골프장은 경주 1개소, 상주 1개소, 안동 1개소, 영천 1개소, 의성 1개소, 청도 1개소로 나타났으며, 하반기의 경우 경주 1개소, 상주 1개소, 영천 1개소, 예천 1개소, 칠곡 1개소, 포항 1개소에서 잔류농약이 검출되지 않았다. 상반기와 하반기 모두 잔류농약이 검출되지 않은 골프장은 상주 1개소, 영천 1개소로 나타났다. 상주 골프장이 가장 낮은 검출률인 13.9%로 나타났으며, 경상북도 전체 골프장의 평균 검출률은 32.2%로 나타났다.

표 6. 시군별 골프장 및 시료 검출 현황

시군	골프장				시료	
	상반기 대상	상반기 검출	하반기 대상	하반기 검출	대상	검출(검출률)
경산	2	2	2	2	44	12(27.3%)
경주	14	13	14	13	260	108(41.5%)
고령	4	4	4	4	64	25(39.1%)
구미	3	3	3	3	58	22(37.9%)
김천	2	2	2	2	36	12(33.3%)
문경	1	1	1	1	18	4(22.2%)
상주	2	1	2	1	36	5(13.9%)
안동	3	2	3	3	54	15(27.8%)
영덕	1	1	1	1	22	6(27.3%)
영천	5	4	5	4	89	29(32.6%)
예천	2	2	2	1	32	5(15.6%)
울진	1	1	1	1	18	6(33.3%)
의성	3	2	3	3	50	14(28.0%)
청도	3	2	3	3	54	12(22.2%)
칠곡	4	4	4	3	82	23(28.0%)
포항	5	5	5	4	80	23(28.8%)
총 합(검출률)	55	49(89.1%)	55	49(89.1%)	997	321(32.2%)

○ 성분별 잔류농약 검출 빈도(표 7, 그림 1, 2, 3)

- 골프장 사용 농약의 성분별 검출 빈도는 토양시료에서 Thifluzamide > Tebuconazole > Flutolanil 순으로 높았으며, 수질 시료에서는 Tebuconazole > Thifluzamide > Azoxystrobin 순으로 나타났다. 토양과 수질 시료를 합한 전체시료에서 검출빈도는 Thifluzamide > Tebuconazole > Azoxystrobin > Flutolanil 순으로 나타났다. 2023년도 전국 골프장의 검출 농약 성분은 Thifluzamide > Tebuconazole > Azoxystrobin 순으로 같은 추이를 나타내었다.

표 7. 성분별 잔류농약 검출 빈도

농약성분명	토양			수질			총계
	그린	페어웨이	합계	최종유출구	연못	합계	
Acephate	2	1	3	3	4	7	10
Azoxystrobin	1	3	4	22	46	68	72
Carbendazim	0	0	0	7	12	19	19
Diniconazole	0	0	0	0	1	1	1
Flutolanil	0	5	5	19	36	55	60
Iprodione	0	1	1	4	0	4	5
Oxine-copper	0	0	0	1	1	2	2
Tebuconazole	10	22	32	57	95	152	184
Thifluzamide	28	37	65	42	78	120	185
Thiophanate-methyl	0	0	0	1	2	3	3
Thiram	1	0	1	6	17	23	24

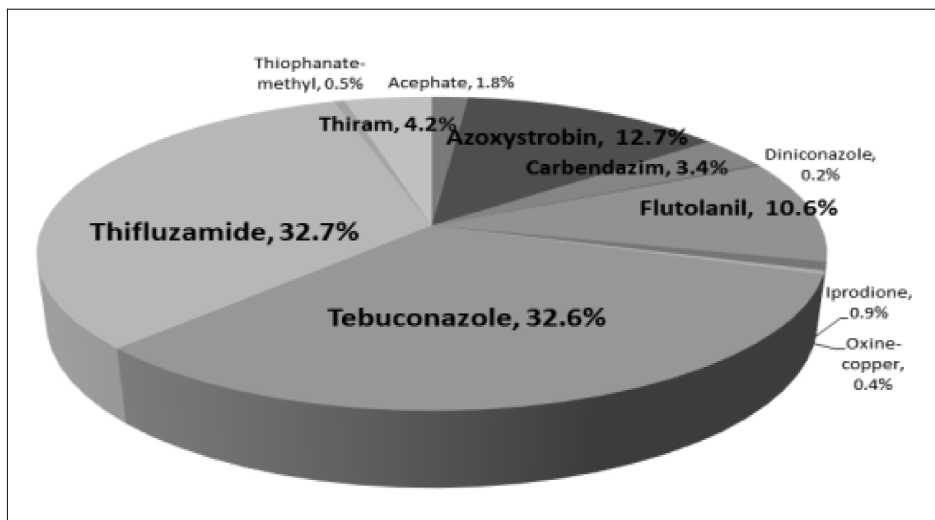


그림 1. 전체 시료의 성분별 잔류농약 검출 빈도

II. 조사사업

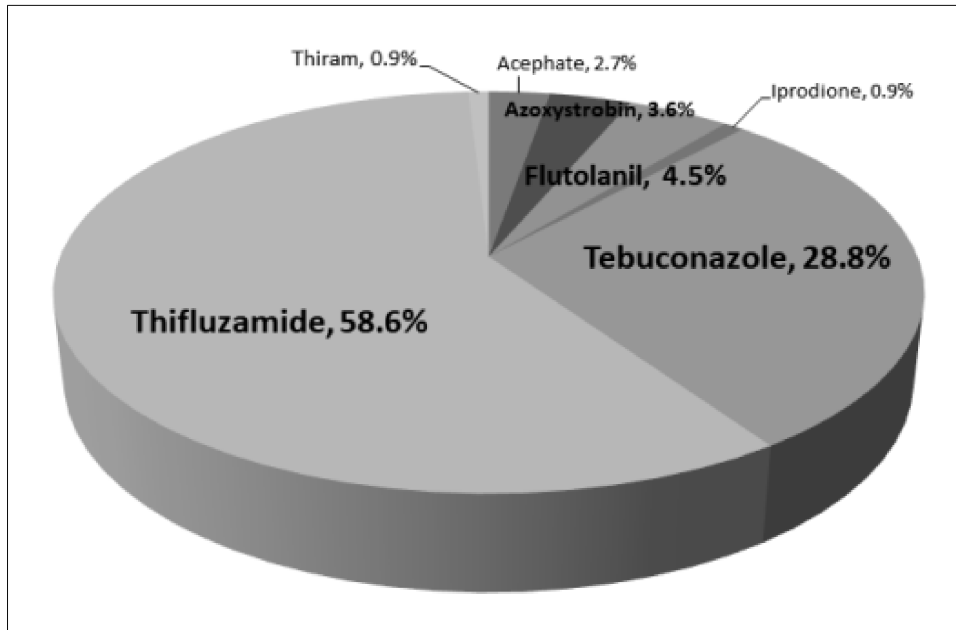


그림 2. 토양 시료의 성분별 잔류농약 검출 빈도

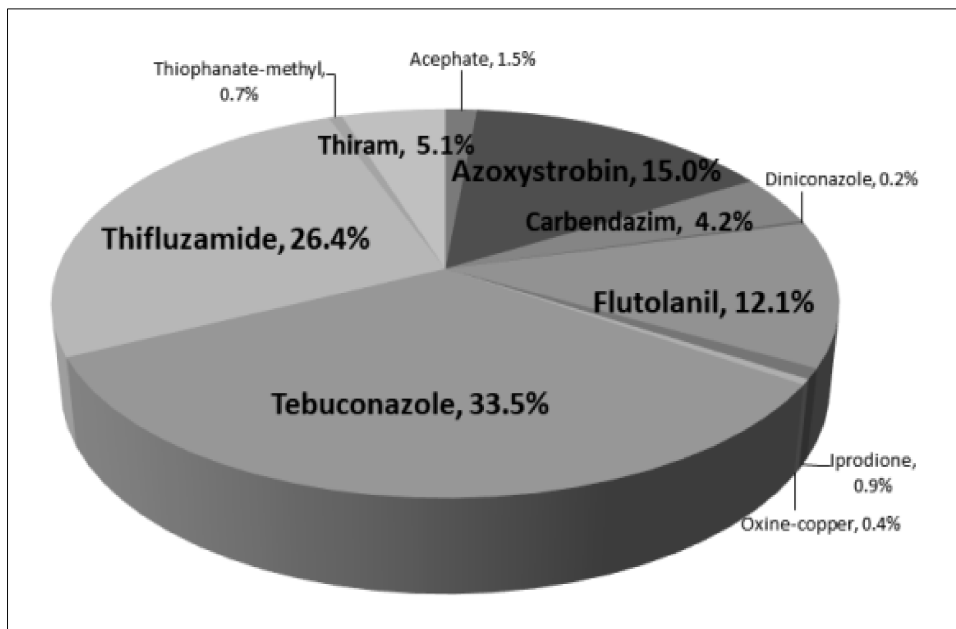


그림 3. 수질 시료의 성분별 잔류농약 검출 빈도

○ 성분별 잔류농약 검출농도(표 8, 그림 4, 5)

- 검출된 농약 성분은 사용 용도별 살균제 10종, 살충제 1종이 검출되었으며, 라이족토니아마름병, 갈색잎마름병 등에 사용되는 살균제가 대부분을 차지하였다.
- 토양시료에서 단일 검출(그린의 경우 Azoxystrobin, Thiram, 페어웨이의 경우 Acephate, Iprodione)을 제외하면 그린에서 Thifluzamide > Tebuconazole > Acephate 순으로 평균값이 높았으며, 각각 0.01~0.69, 0.01~0.05, 0.01 mg/kg 농도 범위를 나타냈다. 페어웨이는 Flutolanil > Thifluzamide > Tebuconazole 순으로 각각 0.01~0.05, 0.01~0.04, 0.01~0.04 mg/kg 농도 범위를 나타냈다.
- 수질시료에서 단일검출(최종 유출구의 경우 Oxine-copper, Thiophanate-methyl, 연못의 경우 Oxine-copper, Diniconazole)을 제외하면 유출구에서 Acephate > Tebuconazole > Carbendazim 순이며, 각각 0.0007~0.0047, 0.0006~0.0211, 0.006~0.0083 mg/L의 범위를 나타냈다. 연못은 Flutolanil > Acephate > Azoxystrobin 순이며, 각각 0.0006~0.1580, 0.0014~0.0060, 0.0006~0.0166mg/L를 나타냈다.

표 8. 성분별 잔류농약 검출농도

구분	토양 (mg/kg)						수질 (mg/L)						용도
	그린			페어웨이			최종유출구			연못			
	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	최소	최대	평균	
Acephate	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0007	0.0047	0.0029	0.0014	0.0060	0.0036	살충제
Azoxystrobin	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.0006	0.0133	0.0022	0.0006	0.0166	0.0026	살균제
Carbendazim	-	-	-	-	-	-	0.0010	0.0083	0.0026	0.0007	0.0076	0.0024	살균제
Diniconazole	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0008	0.0008	0.0008	살균제
Flutolanil	-	-	-	0.01	0.05	0.024	0.0006	0.0077	0.0024	0.0006	0.1580	0.0073	살균제
Iprodione	-	-	-	0.02	0.02	0.02	0.0009	0.0028	0.0017	-	-	-	살균제
Oxine-copper	-	-	-	-	-	-	0.0023	0.0023	0.0023	0.0024	0.0024	0.0024	살균제
Tebuconazole	0.01	0.05	0.018	0.01	0.04	0.013	0.0006	0.0211	0.0026	0.0006	0.0180	0.0024	살균제
Thifluzamide	0.01	0.69	0.045	0.01	0.04	0.014	0.0006	0.0066	0.0021	0.0006	0.0096	0.0020	살균제
Thiophanate-methyl	-	-	-	-	-	-	0.0048	0.0048	0.0048	0.0008	0.0038	0.0023	살균제
Thiram	0.01	0.01	0.01	-	-	-	0.0008	0.0036	0.0017	0.0006	0.0030	0.0015	살균제

(정량한계 토양: 0.01mg/kg, 수질: 0.0005mg/L)

II. 조사사업

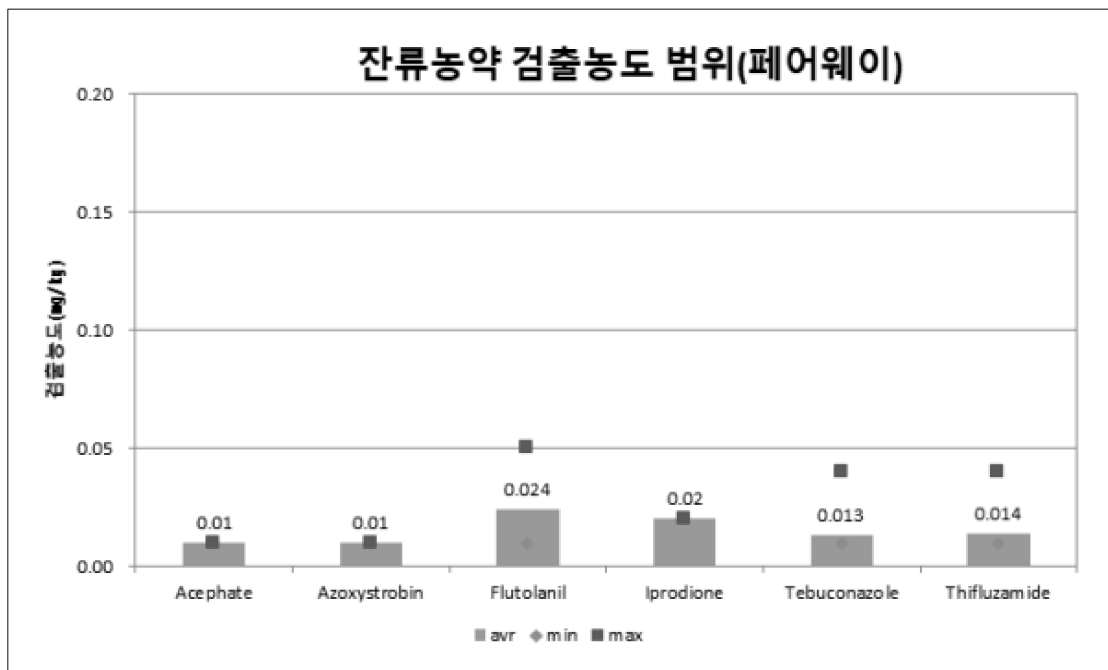
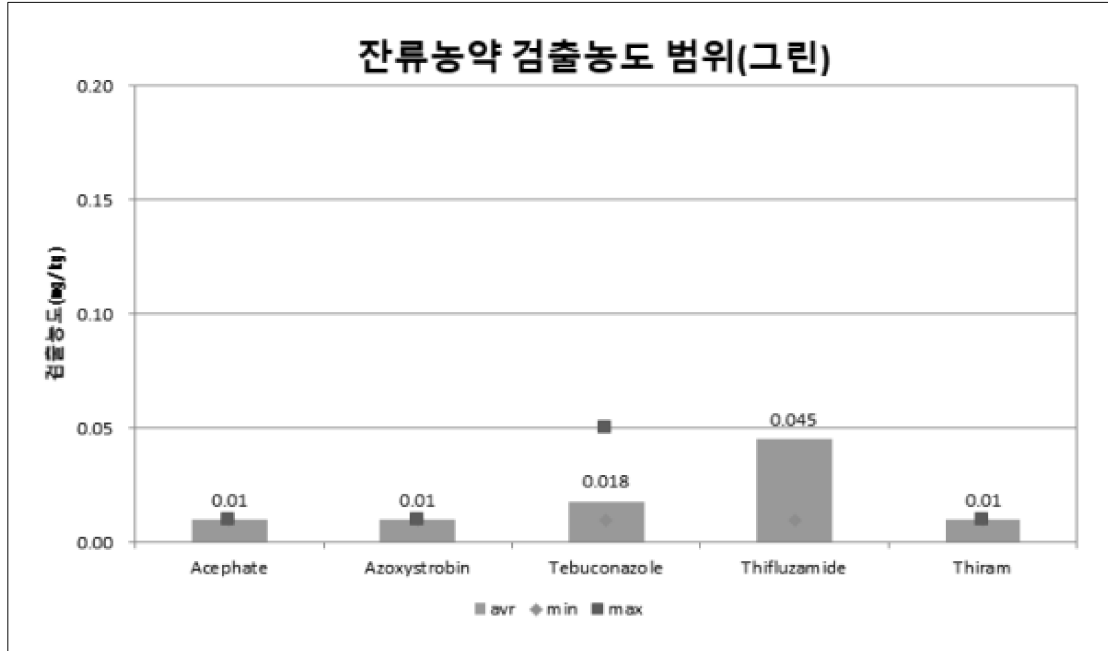


그림 4. 토양 시료의 주요 성분별 잔류농약 검출농도

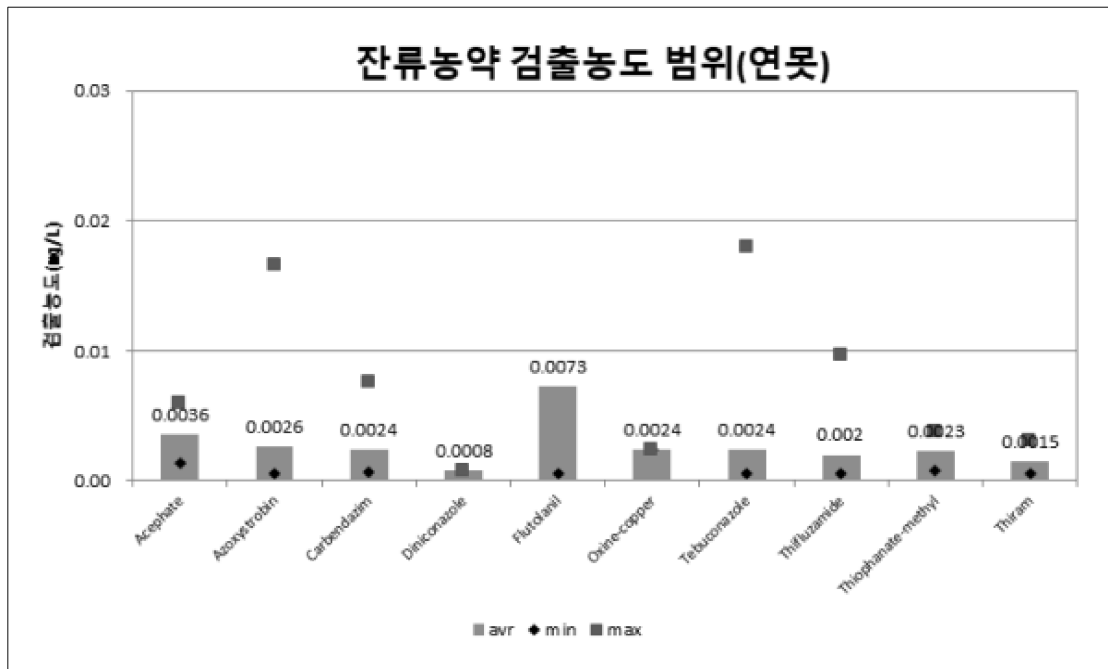
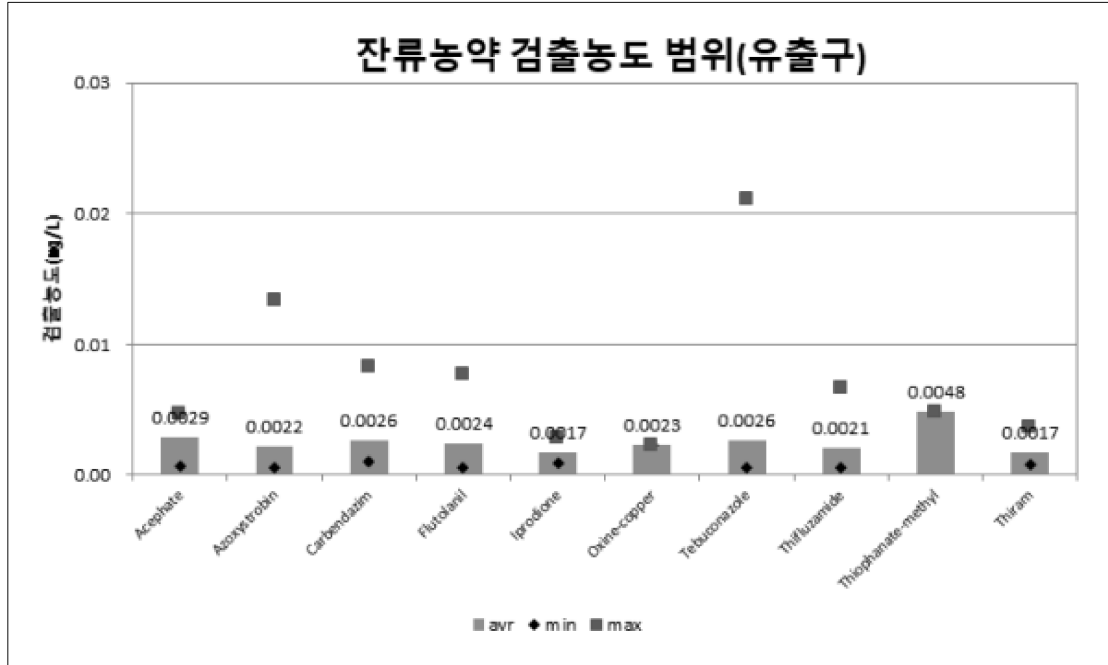


그림 5. 수질 시료의 주요 성분별 잔류농약 검출농도

II. 조사사업

4. 활용방안 및 기대효과

- 매년 시·군과 합동으로 농약잔류량 조사로 농약사용 안전기준 마련 및 농약사용량 최소화 유도
- 골프장에서 사용되는 주요 농약에 대한 정밀 모니터링을 통해 주변 환경자원 및 주민 건강 보호