

국내 골프 코스에서 사용되는 농약 및 비료의 환경적 영향

이상재 · 허근영¹ · 사공영보¹

(주)용평 리조트, 용평 골프 클럽 고문 · ¹진주산업대학교 조경학과

The Environmental Effects of Agrochemical and Fertilizer Applied in Golf Courses in Korea

Lee, Sang-Jae · Huh, Keun-Young¹ · Sagong, Yeung-Bo¹

Yong-Pyong Resort Co., Ltd., Golf Course Advisor

¹*Dept. of Landscape Architecture, Chinju National Univ.*

ABSTRACT

This Study was carried out to investigate on the environmental effects of golf courses and to find a solution to the negative effects in Korea. The results were as follows.

1. There were 152 golf courses opened in December 2000. 113 golf courses were membership and 39 golf courses were public. Users (golfer) were over 12,000,000 in 2000.
2. Total area of golf courses was 0.8% as compared with total area of farmland in 1999. Total amount of agricultural chemicals used in golf courses was 0.3% of total amount of agricultural chemicals used in Korea. The remaining amount of agricultural chemicals in golf courses tested were almost below the permitted limits.
3. Recently, total amount of fertilizers in green decreased 5~7g/m²/year as compared with the recommended.
4. The control by antagonistic microorganisms and the fertilizing of the organic matter or the organic fertilizer were effective to decrease the amount of agricultural chemicals used. To success the control of microorganisms, active antagonistic microorganisms had to be applied over the recommended dose everyday. Though fertilizing of organic fertilizer, slow release fertilizer, was effective to suppress dollar spot, necrotic ring spot. fungicides were required as a supplementary means when disease symptom was very heavy.
5. Zoysiagrass was fertilized intensively from May to August. Cool-season grasses were fertilized intensively from March to May and September to October. The fall fertilizing of Zoysiagrass was carried out to the beginning of October. The fall fertilizing of cool-season grasses were carried out to the end of November or the beginning of December.

*corresponding author. Tel : 033-330-8225

E-mail : leesjgolf@hanmail.net

The fertilizing amount of Zoysiagrass was $10\text{g/m}^2/\text{year}$. The fertilizing amount of bentgrass was $25\sim 27\text{g/m}^2/\text{year}$.

Key words: golf course, environmental effects, agricultural chemicals, fertilizer

서 론

세계에서 가장 오래된 스포츠 중의 하나인 골프는 육체적, 정신적 건강을 동시에 도모하는 스포츠로서 소년층부터 노년층까지 다양한 연령층이 고르게 참여하여 즐길 수 있는 생활 대중 스포츠이다. 국내 골프 인구는 수요 측면에서 매년 급신장하고 있으며, 골프 코스도 지속적으로 증가하는 추세이다. 그러나 골프라는 운동이 갖는 많은 장점을 부인하는 사람은 없지만, 막상 골프라는 운동을 하기 위해 조성되는 골프 코스에 대해서는 대체로 부정적인 시각이 팽배해 있다. 여기에는 여러 가지 이유를 들 수 있겠지만, 대규모의 토목 공사로 인한 자연 훼손, 관리를 위한 농약 및 비료 사용, 내장객에 의한 각종 오염물질의 발생 등이 환경에 미치는 부정적인 영향에 기인한 것으로 여겨지나, 일부 매스컴의 왜곡된 보도 역시 큰 영향이 있었다고 생각된다.

골프 코스는 특성상 자연과 밀접한 관계를 가지고 있으며 개발과 관리가 환경에 크게 영향을 미치기 때문에 환경적인 문제들의 검토와 평가과정이 반드시 필요한 것이 사실이다. 그러나 합리적으로 설계·시공되고 관리된 골프 코스는 환경을 위협하기보다는 오히려 향상시킬 수 있다는 사실을 무시해 버려서는 안 된다(Hurdzan, 1996).

따라서 국내 골프 코스가 환경에 미치는 영향을 구명하고, 부정적인 영향을 최소화할 수 있는 방안을 모색하는 것이 필요하다고 보았다. 본 연구에서는 먼저 국내 골프 코스와 내장객의 증가 추세, 조성 기준 및 경제적 효과, 그리

고 환경에 미치는 영향 등에 관한 연구를 수행하고자 하였다. 그리고 환경에 가장 큰 영향을 미칠 것으로 판단되는 사용되는 농약과 비료의 사용량과 잔류량을 평가하며, 농약과 비료 사용량의 경감 방안을 생물학적 또는 경종적인 관리방법에서 모색하고자 하였다.

연구방법

본 연구는 선행 연구 자료와 직접 수집된 자료를 통하여 수행되었다(그림 1). 먼저 골프 코스와 내장객의 증가 추이와 경제적 효과는 통계자료를 통하여 분석하고, 각 골프 코스의 규모에 대한 파악은 조성 기준에 관한 법규를 통하여 분석하였다. 골프 코스가 환경에 미치는 영향을 예측하기 위해서 골프 코스의 지형적 특성을 조사하고, 오염원으로서 골프 코스를 정의하며, 유출강우량과 골프 코스의 이용자에 의해서 발생하는 폐수량을 상호 비교하고, 골프 코스내 유해중금속의 잔류량을 분석하였다. 최종적으로 농약과 비료의 사용량과 잔류량은 선행 연구 자료와 직접 수집된 자료를 통하여 분

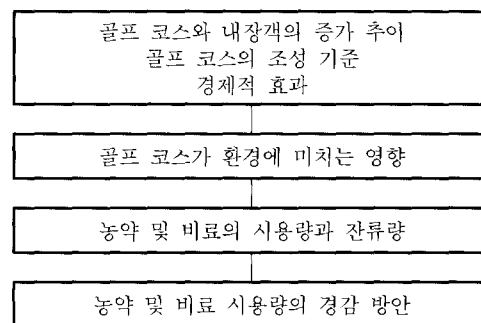


그림 1. 국내 골프 코스에서 농약 및 비료의 환경적 영향에 관한 연구의 흐름도

석하였고, 그 사용량의 경감 방안은 선행 연구 자료들을 종합·분석하여 제안하였다.

결과 및 고찰

골프 코스와 내장객 추이

미국의 골프 코스는 20,000개소 이상으로 세계에서 가장 많은 골프 코스를 보유하고 있으며, 골프의 대중화를 이룩한 나라로서 대중 골프 코스의 비율이 70%이다. 또한, 미국에서 골프의 활성화는 지난 50년간 골프 인구의 증가를 통해서 볼 수 있는데, 1950년 350만 명의 골프 인구에서 1998년에는 2,640만 명으로 늘어났다. 아시아권에서는 일본에 가장 많은 골프 코스가 분포되어 있으며, 1993년에 운영중인 골프장이 이미 2,000개소를 넘어섰고, 400여개가 건설 중인 것으로 나타났다(NGF, 1993).

국내에서는 2000년 12월 현재 152개 골프 코스가 영업중이며, 그 가운데 회원제 골프 코스가 113개소이고, 대중 골프 코스가 39개소이다(표 1). 건설중인 골프 코스는 회원제 골프 코스가 41개소이고, 대중 골프 코스가 23개소로 모두 64개소이며, 미착공 골프 코스가 15개

소가 있다. 골프 코스의 분포 현황을 보면, 약 50%가 수도권에 집중되어 있으며, 이와 같은 골프 코스의 지역적 편중과 이용객의 집중 현상은 계속 심화되고 있다. 골프 코스의 조성시기를 살펴보면, 1980년대 중반까지는 골프 코스가 완만한 증가를 보였고, 2000년 12월 31일을 기준으로 개장 중인 152개소의 63%에 달하는 94개소가 90년대에 개장했다(표 2). 이 기간 중에는 연평균 9.4개의 골프 코스가 개장되었는데, 이것은 80년대 연평균 2.7개와 비교하여 3배 이상 증가한 수치이다.

골프 인구는 골프 코스의 증가에 비례하여, 1990년대 중반기에 들어서면서 많은 증가세를

표 3. 전국의 골프 코스 내장객 추이(단위:천명)

연 도	내장객수	월평균 내장객수	비 고
1990	3,503	292	매년 평균 증가율: 15~20%
1993	6,333	528	
1997	8,047	671	
1998	8,470	706	
1999	10,452	871	
2000	12,000	1,000	

자료: 한국골프장사업협회. 1994. 골프장 사업 협회보 통권 12호
한국골프장사업협회. 1998~2001. 4. 골프장 사업 협회보

표 1. 국내 골프 코스의 연도별 증가 추이(단위:개소)

구 분	1970	1975	1980	1985	1990	1992	1994	1995	1996	1997	1998	2000.12	2001.3
회원제	9	18	21	27	46	61	73	83	86	88	96	112	113
대 중	-	-	-	-	8	14	16	17	23	24	31	39	40
계	0	18	21	27	54	75	89	100	109	112	127	151	153

자료: 한국 골프장 사업 협회. 1991~2001. 4 전국회원사골프장 통계편람. 골프장사업협회보.

표 2. 국내 골프 코스의 10년 주기 연도별 증가 추이(단위:개소)

구 분	1950~1959	1960~1969	1970~1979	1980~1989	1990~1999	2000~2001
회원제	1	4	16	22	65	5
대 중	-	-	-	5	29	6
계	1	5	21	48	142	153

자료: 한국 골프장 사업 협회. 1991~2001. 4 전국회원사골프장 통계편람. 골프장사업협회보.

보이고 있으며, 1990년도에는 내장객이 350만 명에 이르렀고, 2000년도에는 내장객이 1,200만명을 초과하였다(표 3). 이는 국민 정서와 체력 향상을 위한 여가 시설로서 골프 코스의 공급이 필수적으로 확보되어야 함을 여실히 증명하고 있다고 할 수 있다.

골프 코스의 경제적 효과

일반적으로 대부분의 골프 코스는 주식회사 형태로 운영되고 있다. 자본금 모금방식에 따라 대중 골프 코스와 회원제 골프 코스로 대별할 수 있으며, 좀더 특이한 경우로 취급할 수 있는 형태는 주주회원제를 도입하여 운영하는 골프 코스이다.

1998년 말 현재 우리나라 국토 면적은 994억 800만 m^2 로서, 산림면적이 6,300만 m^2 로 64%를 상회하고 있다. 이 중에서 골프 코스가 차지하고 있는 면적 중 임야의 비율은 64%이며, 농지면적은 4% 이하여서 임야 이용률이 높다. 이와 같은 산림의 활용은 국토의 효율적 이용이라는 측면에서 중요하다고 볼 수 있다.

그리고 골프 코스는 국가 및 지방 재정 확충에 기여도가 높고, 고용 창출 효과가 기대된다. 1998년 12월 현재, 18홀 기준 연평균 재정 수입은 32억 9천만 원(국세 25억 7천만 원, 지방세 7억 2천만 원)에 이르고 있다. 골프 코스 종사원의 고용 효과는 18홀 기준 80여 명의 인력으로 구성되며, 상용직 인부 100여 명과 경기 보조원 200여 명의 고용 효과도 기대된다.

표 4. 부지의 법적 제한 면적

기준 홀	홀	면적	비고
6홀 미만	5홀일 때	86,000 m^2	1홀마다 13,000 m^2 추가
6홀 이상~9홀 미만	6홀일 때	340,000 m^2	1홀마다 15,000 m^2 추가
9홀 이상~18홀 미만	19홀일 때	1,080,000 m^2	1홀마다 20,000 m^2 추가
18홀 초과	18홀 이상은 매 9홀 초과마다 추가면적	468,000 m^2	

자료 : 한국골프장 사업협회, 2000. 체육시설의 설치, 이용에 관한 법령집.

골프 코스의 조성 기준

체육시설의 설치 이용에 관한 법률(1994. 1. 7. 법률 제4719호)에 따르면 골프 코스는 크게 회원제 골프 코스와 대중 골프 코스로 나누고 대중 골프 코스는 다시 정규 대중 골프 코스, 일반 대중 골프 코스, 간이 골프 코스로 세분되어 있다. 여기서 회원제 골프 코스 및 정규 대중 골프 코스는 18홀 이상, 일반 대중 골프 코스는 9홀 이상 18홀 미만, 간이 골프 코스는 3홀 이상 9홀 미만의 골프 코스를 갖추도록 되어 있다.

골프 코스에는 휴게시설, 후생시설, 주차시설, 우수처리 시설, 방제시설 등을 갖추고 있으며 골프 코스의 부지 면적은 홀수를 기준으로 정해져 있다. 부지 선정시의 제한 규정으로는 다음과 같은 것이 있다.

첫째, 광역 상수원 보호구역으로부터 상류방향으로 유하거리 20km 이내 지역이 아닐 것.

둘째, 취수장(공중이 이용하는 것에 한함)으로부터 상류 방향으로 유하거리 1km 이내 지역이 아닐 것.

셋째, 수질환경 보전법 시행령 제36조의 규정에 의하여 수질 기준 1등급으로 고시된 하천으로부터 상류 방향으로 유하거리 20km 이내 지역이 아닐 것.

넷째, 숙박시설을 설치하고자 하는 예정 부지가 환경영향평가 협의시 녹지를 보전하도록 협의된 지역이 아닐 것(사업 승인시 숙박시설이

표 5. 골프 코스의 길이 기준

홀 기준	코스길이	코스 길이 변형 가능범위		비 고
		최장길이	최소길이	
18홀 골프장	6,000m	7,500m	4,500m	골프코스에서 홀과 홀의 안전 유지 간격은 20m 이상 유지해야 한다.
9홀 골프장	3,000m	3,750m	2,250m	
6홀 골프장	2,000m	2,500m	1,500m	

자료 : 한국골프장 사업협회. 2000. 체육시설의 설치, 이용에 관한 법령집.

설치되지 아니한 골프장에 한함).

다섯째, 골프장 방류수의 수질이 BOD 5mg/l 를 초과하지 아니할 것.

그리고 체시법상의 부지면적과 코스의 규격은 표 4와 같고, 체육시설 설치, 이용에 관한 법령의 시행규칙에서 체육시설의 시설기준(골프장업)에서 코스 길이 기준은 표 5와 같다.

골프 코스가 환경에 미치는 영향

제주도를 제외한 지역에서 41개 골프 코스의 지형을 조사한 결과, 모두 구릉 또는 계단식 산악 코스 형태로서 골프 코스에서 유출된 물은 하천 또는 하천의 지류로 유입되어진다고 볼 수 있다. 일반적으로 골프 코스에서 발생하는 오염물질은 크게 골프 코스의 관리와 이용과정에서 발생된다. 골프 코스는 관리적 측면으로 보면 농경지라는 비점오염원이라고 볼 수 있으며, 이용적 측면으로 보면 도시 점오염원인 생활하수와도 유사하고, 홍수, 폭풍시 월류가 매우 많이 발생하는 오염원이라고 여겨질 수 있다(박 등, 2000).

홍수, 폭풍시 골프 코스를 거쳐 배출되는 유출량은 농경지와 비교해서 매우 낮은 수준이다. 표 6에서 나타난 것처럼, 경사도가 3.5%인 경우에 강우시 유출강수량은 나지가 50.4%이고 밭(일반 경작지)이 26.0%이지만, 잔디밭은 1.9%로 매우 낮은 수준이다(안 등, 1992). 그렇지만, 이것은 상대적인 평가로서 골프 코스의 유출강수량이 적다는 것을 의미하지는 않는다. 사실상 홍수, 폭풍시 골프 코스를 거쳐 배출되는 유출

수는 수질에 많은 영향을 미칠 수 있다.

골프 코스의 이용자에 의해서 발생하는 폐수량을 거주지구, 상업지구, 휴양지구의 오염원들과 비교해 보면, 표 7과 같이 주거지구의 오염

표 6. 지역별 유출강수량(경사도 3.5%의 경우)

구 분	유출 강수량
잔디밭	1.9%
밭(일반 경작지)	26.0%
나 지	50.4%

자료 : 안용태 등. 1992. 한국잔디연구소 골프장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소.

표 7. 골프 코스와 거주지구, 상업지구, 휴양지구에서 나오는 일일 평균 폐수량의 비교

오염원	단 위	유 량(l)			
		범 위	평 균		
주거지구	아파트	인	200~340	260	
	개인주택 :				
	일반주택	인	190~350	280	
	고급주택	인	250~400	310	
	호화주택	인	300~550	380	
	근대식 주택	인	100~250	200	
상업지구	여름별장	인	100~240	190	
	호텔	투숙자	150~220	190	
	사무실	고용인	30~50	40	
		고용인	30~65	55	
		상가, 백화점	고용인	30~50	40
		회장실	고용인	1600~2400	2000
쇼핑센터	주차면적	2~8	4		
	고용인	30~50	40		
휴양지구	골프 코스	고용인	40~60	50	
	휴양지 아파트	현재회원수	250~500	400	
		인	200~280	220	
	일일 캠프	인	40~60	50	
	관광지 호텔	인	150~240	200	

자료 : 박정규 등. 2000. 최신 수질관리. 동화기술.

표 8. 1994년도 골프장 토양의 유해중금속 분석치(단위 : mg/kg)

골프장명	카드뮴	납	수 은	구 리	아 연	비 소	수소이온 농도	관할 지방청
기준치	1.5	100	4	50	-	6		
A	0.288	2.040	0.072	0.570	1.687	1.522	5.7	한 강
B	0.103	6.375	0.137	1.985	6.919	0.161	4.3	낙동강
C	0.182	3.824	0.008	0.480	1.272	0.766	5.1	영상강
D	0.040	1.873	ND	0.259	2.359	0.039	5.1	금 강
E	0.122	3.468	0.018	3.423	6.272	0.316	6.3	원 주
F	0.189	1.526	0.004	0.646	4.804	0.030	5.0	대 구
평 균	0.154	3.185	0.038	1.227	3.892	0.427	5.3	

자료 : 한국잔디연구소.

원들보다 폐수 유출량이 적고, 상업지구의 호텔보다도 적으며, 나머지 오염원들과는 유사한 수준인 것으로 보여진다(박 등, 2000).

농약 중에는 독성 물질이 함유되어 있으며, 일부 농약 중에는 유해한 중금속이 포함되어 있다. 따라서 선행연구에서 몇몇 골프 코스 토양 내 유해중금속의 함량을 분석한 결과, 토양 내에서 카드뮴(Cd), 납(Pb), 수은(Ag), 구리(Cu), 아연(Zn), 비소(As)의 함량은 기준치 이하로 나타났다(표 8).

농약의 사용량과 잔류량

농약의 사용량

일부 농약의 다량사용은 그 농약에 대한 내성 및 저항성을 유발시켜 효능을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 환경에의 집적 위험성도 그만큼 커지게 된다. 따라서 농약 사용은 다양화할 필요가 있다. 이러한 다양한 농약의 선택을 통하여 효과적이고 환경친화적인 방제가 이루어지기 위해서는 고시된 잔디용 농약의 숫자가 많아야 한다.

일례로, 1991년부터 1996년까지 골프 코스의 농약 사용량을 분석한 결과, 골프 코스의 수가 해마다 증가하였음에도 불구하고 골프 코스의 농약사용량은 전체적으로 볼 때 1992년을 기점으로 점차 감소 추세를 보였다. 연도별 농약의 종류별 사용률을 살펴보면 살균제의 사용비율은

증가한 반면 살충제와 제초제의 사용비율은 감소하였다. 사용비율이 큰 살균제의 사용량이 그다지 감소하지 않았는데도 전체적인 사용량이 감소한 것은 살충제와 제초제의 사용량이 줄어든 것에 힘입은 바 크다. 살충제의 경우 1994년까지 베프 유제 단일 품목만이 잔디용으로 사용할 수 있도록 고시되어 있었으나, 1995년에 잔디용 살충제가 10품목으로 늘어나 해충 종류에 따른 효과적인 약제선택이 가능하게 된 것이 사용량 감소에 큰 역할을 한 것으로 보인다. 제초제의 사용량 역시 살충제의 감소추세와 비슷하게 감소한 것은 효과적인 새로운 제초제의 등장 이 일조하였을 것으로 사료된다(양, 1997).

따라서 잔디용으로 고시된 농약 품목을 조사한 결과, 1980년대에는 전무한 하였고, 1990년대에는 살균제 4품목과 제초제 9품목이 전부였지만, 2001년 6월 현재 살균제가 49품목, 살충제가 14품목, 제초제가 26품목, 생장조절제가 1품목으로 총 90품목이 고시되어 있었다. 그러나 아직도 부족한 것이 사실이다(표 9). 그간 잔디용 고시농약의 부족은 국내 농업이 식량작물 위주였고, 경제발전을 위한 생산성에 중점을 둔 정책의 일환으로 여겨진다. 2000년 우리나라에서 등록된 농약은 약 890개 품목이며 잔디용으로 등록된 농약은 총 84개 품목이다.

1999년 기준으로 골프 코스의 면적은 농경지

표 9. 잔디용 농약의 고시 품목수

구 분	1980	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	2000	2001. 6
살균제	-	4	6	15	22	26	34	38	46	49
살충제	-	-	1	1	1	1	10	11	13	14
살균살충제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
제초제	-	9	10	11	12	12	13	14	24	26
기 타	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1
합 계	0	13	17	27	35	39	58	64	84	90

자료 : 한국잔디연구소.

표 10. 골프 코스와 농경지의 농약사용량 비교(단위 : 성분량)

사용량	골프 코스 (99)	농경지 (99)	골프장/농경지
면 적	14.4	1,899	0.8%
총사용량(톤)	67.7	25,837	0.3%
사용량(kg/ha)	4.71	13.61	34.6%

자료 : 환경부, 2001. 2000년 골프장 농약사용량 조사 보고서.

면적에 비교하여 0.8%에 불과하며, 농약의 총 사용량에 있어서도 0.3% 정도이다. 특히 단위 면적당 골프 코스의 농약 사용량은 전체 평균 사용량보다 훨씬 적다. 성분량 기준으로 단위 면적당 골프 코스의 농약 사용량은 4.71kg/ha 이고, 농경지의 농약 사용량은 13.61kg/ha로서 골프 코스의 농약 사용량은 농경지의 농약 사용량에 비해 1/3을 조금 넘는 수준이다(표 10).

그러나 2000년 전국 149개 골프 코스에서 사용된 농약은 총 190톤으로 1999년의 186톤에 비해 4톤(2.2%)이 증가하였으며, ha당 사용량

은 12.9kg에서 13.2kg으로 2.3% 증가하였다(표 6). 이는 '99년 대비 골프 코스의 신규개장 등으로 조사 대상에 포함된 골프 코스 수가 12개소 늘어난 것과 작년도의 일기 불순으로 인해 병해충 발생이 증가한 것이 원인으로 추정되었다(환경부, 2001). 그리고 골프 코스 간에 농약 사용량 차이는 최소 30배에서 최대 46배로 현저한 차이를 나타내는 것을 볼 수 있다. 이와 같은 차이는 관리 수준의 차이에 의해서 나타났다고 판단된다. 관리 수준의 향상은 농약 사용량의 감소를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

농약 잔류량

잔디밭에 살포된 농약을 상당한 부분이 糞葉에 부착되며, 그 일부분이 thatch와 토양 중에 낙하한다(김 등, 1992). 잔디 경엽의 표면과 토양표면의 농약은 광분해, 휘산, 잔디로의 흡수·분해, 토양과의 흡착, 화학적 분해, 그리고

표 11. 골프 코스의 농약 사용량(단위 : 실물량)

연 도	골프 코스 (개소)	농약사용 품목수			농약 사용량(kg/ha)			사용량 차이 (최대/최소)
		계	잔 디	기 타	평 균	최 대	최 소	
1996	101	105	58	47	10.2	54.22	1.61	34배
1997	108	101	69	32	10.7	39.77	0.90	44배
1998	120	114	65	49	11.5	41.68	1.41	30배
1999	137	125	75	50	12.9	48.03	1.04	46배
2000	149		84		13.2			

자료 : 환경부, 2001. 2000년 골프장 농약사용량 조사 보고서.

미생물적 분해에 의해 소실되며, 최종적으로 CO₂, H₂O, NH₄ 등으로 변화하지만, 그 기간은 농약에 따라 크게 다르다. 일반적으로 처리량에 대한 휘산량은 약제에 관계없이 잔디밭이 밭(裸地)보다 많고, 상대적으로 온도가 높고 토양수분이 많은 경우에도 휘산량이 많다. 또한 휘산량은 처리 직후가 가장 많으며, 시간이 경과함에 따라 감소한다(김 등, 1996).

각 시도보건환경연구원에서 2000년 상·하반기 각 1회씩 골프 코스의 토양과 잔디를 채취하여 잔류농약을 분석한 결과 20개 골프 코스에서 5개 품목의 농약이 검출되었다(표 12). 검출된 농약 성분 중 메프, 크로로피리포스, 다이아지논은 잔디용으로 등록된 농약의 성분이다. 즉, 메프(mep, fenitrothion)는 메프 유제의 성분이며, 크로로피리포스(chloropyrifos)는 그로포·주론 수화제의 성분이고, 다이아지논(diazinon)은 에토펜프록스 다수진 수화제의 성분이다. 이들의 검출농도를 살펴보면, 몇몇 검출 건수를 제외하고는 거의 농약 잔류 허용치 이하였다. 이들 농작물(쌀) 중 농약 잔류 허용치를 살펴보면 메프의 허용치가 0.2ppm, 크로로피리포스의 허용치가 0.1ppm, 다이아지논의 허용치가 0.1ppm이다. 검출건수 중 1ppm 이상이 검출된 경우는, 이들이 모두 잔디 중에서 검출된 잔류량인 것으로 미루어 농약처리 후 며칠이 경과하기 전에 표본이 채취된 것으로 추정된다. 농약 잔류량 검출 골프 코스 중 사용이 보고되지 않은 농약이 검출된 골프 코스는 '98년 19개소 농약

잔류량 검출 골프 코스 중 13개소(68%)이고, '99년 17개소 농약 잔류량 검출 골프 코스 중 9개소(53%)였다. 그리고 현재 유통되지 않고 있는 농약 잔류량을 조사한 결과, 캡타폴, 바미도치온, 그리고 다이알리포스가 검출되었다.

비료의 사용량과 잔류량

비료의 사용량

그린은 설계자가 가장 많은 신경을 쓰는 곳이며, 가장 많은 시공비와 관리비용은 물론 정성을 기울이는 곳으로, 골프 코스에서 잔디면적의 3% 미만을 차지하지만, 전체 농약과 비료 사용량의 60~70%를 필요로 한다고 한다(Rist and Gaussoin, 1997). 따라서 그린의 시비 수준을 살펴보는 것은 골프 코스 전체의 시비 수준을 평가하기 위해서 매우 중요하다.

1999년에 전국의 32개 골프 코스를 대상으로 2월부터 11월까지 그린의 시비 관리를 조사·분석한 결과는 표 13과 같았다. 질소의 월평균 시비량은 0.35~4.96g/m²였고, 3월부터 시비량이 증가하여 4월까지 증가하며, 5월부터 감소하여 7월까지 감소하였다. 그리고 월평균 시비량은 다시 증가하여 9월에는 가장 높은 시비량을 보이고, 10월부터 감소하였다. 인산의 월평균 시비량은 0.00~3.64g/m²였고, 시비량의 증감은 질소와 같았다. 칼륨의 시비량은 0.00~4.42g/m²였고, 시비량의 증감은 질소와 유사하였다. 연평균 시비량은 질소가 30.14g/m²이고, 인산이 21.03g/m²이며, 칼륨이 24.97g/m²였다.

표 12. 2000년 골프장 잔류농약 검출 결과개요

구 분	농약성분	검출농도(ppm)	비 고	
고독성	엔도설판	0.006~0.105	지오릭스(분·유)	*분제는 저독성
보통독성	메프	0.024~174.920	메프(유)	*잔디용
	크로로피리포스	0.079~8.583	그로포·주론(수)	*잔디용
저독성	다이아지논	0.036~0.598	에토펜프록스다수진	*잔디용
	크로로타로닐	0.006~0.02	다코닐(수) 등	

자료 : 환경부, 2001. 2000년 골프장 농약사용량 조사 보고서

표 13. 골프 코스 그린의 월평균 시비량 및 연평균 시비량

작 물		N (g/m ²)	P ₂ O ₅ (g/m ²)	K ₂ O (g/m ²)	시비회수 (회수/월)
그 린	2월 평균	0.35	0.00	0.02	0.33
	3월 평균	3.55	1.66	2.00	1.83
	4월 평균	4.80	3.62	4.42	2.33
	5월 평균	4.55	3.21	4.15	2.23
	6월 평균	3.24	2.57	3.07	2.17
	7월 평균	1.30	0.65	0.86	1.90
	8월 평균	2.12	1.55	1.59	2.23
	9월 평균	4.96	3.64	4.20	2.57
	10월 평균	4.57	3.33	3.72	2.07
	11월 평균	1.75	0.86	1.00	1.07
	99년 평균	30.14	21.03	24.97	18.73
비 고 (추천 시비량)	그 린	37.5	27.5	30.0	
	티	25.5	22.0	22.0	
	페어웨이	14.0	9.0	8.5	
	러 프	6.5	6.5	6.5	
	벼	12.0	10.0	11.0	
	보 리	10.0	11.0	7.0	
	옥수수	18.0	15.0	15.0	
	사 과	15.0	8.0	12.0	
	귤	28.0	40.0	28.0	
	고 추	24.0	20.0	23.0	
	오 이	30.0	20.0	30.0	
	뽕	30.0	13.0	18.0	
	초 지	28.0	20.0	24.0	

자료 : 농촌진흥청, 1989. 농토배양10개년 사업종합보고서. 작물별 시비 처방 요령
안용태 등. 한국잔디연구소. 1992. 골프장 관리의 기본과 실제.

이것은 농촌진흥청(1989)에서 제시한 추천 시비량과 비교하여 대략 5~7g/m² 정도 감소한 시비량이었다. 그럼에도 불구하고, 여전히 그린의 시비량은 상대적으로 곡류나 채소류의 시비량보다 높은 수준이다. 그리고 이와 같은 연평균 시비량의 차이는 단순 비교되어 골프 코스가 일반 경작지보다 토양 및 수질을 오염시킬 가능성이 높다고 언급되고 있는 것으로 여겨진다. 그러나 간과해서는 안 될 사항이 있다. 그린내 잔디는 매년 200~230회 예지되므로 상대적으로 비료 요구도가 높다. 이와 같은 이유로 다른 식물에 비하여 시비량이 높은 것이다.

또한, 시비회수를 살펴볼 때, 다른 식물의 연중 경작 기간은 상대적으로 짧고 기비와 추비로 크게 구분하여 시비하는데 비하여 그린 내 잔디의 관리기간은 2월부터 11월까지이며 시비회수는 매월 1~3회이고 연중 18~19회이다. 따라서 골프 코스 그린의 시비량이 상대적으로 다른 경작지보다 높지만, 사용된 비료의 유실은 상대적으로 낮은 양으로 판단된다. 향후 이것을 구명하기 위한 연구가 수행되어야 할 것이다. 위의 결과를 볼 때, 최근 관리 기술의 개선에 힘입어 골프 코스의 시비량이 상당히 감소하고 있는 실정이지만, 이것이 모든 골프 코스에서

표 14. 골프 코스들에서 그린의 연평균 시비량 분포

		10 이하	20 이하	30 이하	40 이하	40 이상	계(백분율)
		(g/m ²)					
골프 코스 (개소)	N	1(3)	8(25)	10(31)	7(22)	6(19)	32(100)
	P ₂ O ₅	8(25)	10(31)	8(25)	3(9)	3(9)	32(100)
	K ₂ O	2(6)	9(28)	14(44)	4(13)	3(9)	32(100)

나타나는 공통적인 경향인지에 대한 검증이 필요하다고 판단되었다. 이와 같은 목적으로 수행된 골프 코스 그린의 연평균 시비량 분포의 분석한 결과는 표 14와 같았다. 질소 시비량이 20~30g/m²인 골프 코스가 10개소(31%)로 가장 높았고, 그 다음으로 10~20g/m²인 골프 코스가 8개소(25%)로 높았다. 인산 시비량이 0~10g/m²인 골프 코스가 10개소(31%)로 가장 높았고, 그 다음으로 10~20 또는 20~30g/m²인 골프 코스가 8개소(25%)로 높았다. 칼륨 시비량이 20~30g/m²인 골프 코스가 14개소(44%)로 가장 높았고, 그 다음으로 10~20g/m²인 골프 코스가 9개소(28%)로 높았다. 전체적으로 골프 코스들간에 시비량 차이가 현저하게 나타나는 것을 볼 수 있었는데, 일부 골프 코스에서는 관행적인 시비 관리를 여전히 수행하고 있는 것으로 여겨진다.

표 13과 표 14의 결과를 종합해 볼 때, 전체적으로 골프 코스 그린의 시비량이 이전보다 상대적으로 5~7g/m² 정도 감소하였다. 이것은 최근 관리 기술의 개선에 의한 결과라 보여지며, 환경적 측면에서 매우 의미를 가지는 것이라고 보여진다. 그러나 골프 코스들 간에 시비량 차이가 현저하게 나타나는 것을 볼 수 있었는데, 이 골프 코스들의 관리 기술 개선이 시급하다고 보여진다. 부가적으로, 그린(green)과 같이 이용빈도가 높고 관리수준이 집약적인 장소는 곡류나 채소류보다 시비량이 많은 반면, 조방적인 관리를 하는 러프(rough)의 시비량은 매우 적은 편임을 인지할 필요가 있다.

비료의 잔류량

골프 코스의 잔디는 빈번한 예지가 이루어지므로 주로 예지회수에 비례하여 시비량이 결정된다. 국내 골프 코스 잔디는 그린에서 200~230회/년, 티(tee)에서 50~60회/년, 페어웨이(fairway)에서 40~50회/년, 러프에서 15~20회/년으로 예지되며, 이것에 연관된 여러 관리 방법 등을 토대로 하여 안 등(1992)은 표 15 같은 연간 시비계획을 추천해왔다. 또한 추천된 시비량에 대한 질소·인·칼륨 비료의 흡수량을 분석하였는데, 그 결과는 표 16과 같았다(정연구, 이종열, 1987). 시용된 질소 비료는 60~70% 정도 흡수되고, 인은 11~14% 정도 흡수되며, 칼륨은 35~40% 정도 흡수되는 것으로 나타났다. 이 중에서 인의 흡수량은 매우 낮은 것으로 나타났다. 인은 음이온 형태로 토양 중에서 쉽게 용탈되는 특징을 지니고 있으며, 수질의 부영양화를 촉진시키는 가장 중요한 인자이기도 하다. 따라서 토양 내 시용된 비료의 잔류량 분석이 필요가 있다고 보았다.

따라서 용평 골프 코스를 포함한 몇 개의 골프 코스 내 토양을 조사·분석하였으며, 그 결과는 전질소 함량은 기준치를 상회하고, 유효인산의 함량은 상당히 높은 상태로 나타났다. 1992년 7월에 한양, 뉴코리아, 로얄, 나산 골프 코스 페어웨이의 토양 분석결과에서도 유효인산의 함량은 상당히 높은 상태를 나타냈다(최등, 1993). 함(1998)은 회원사의 골프 코스 그린, 티, 페어웨이의 토양 분석결과에서 표토에 유효 인산이 과도하게 축적되어 있다고 하였다.

표 15. 국내 골프 코스의 연간 시비계획(g/m²)

구 분	월	비료 성분							
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	Si	Fe
그 린	2	2.0	-	-	8.5	2.5	4.0	-	2.0
	3	5.0	7.0	7.5	-	-	-	-	2.0
	4	6.0	4.0	4.5	-	10.0	-	12.5	-
	5	4.0	-	-	-	-	-	-	-
	6	3.0	3.0	3.0	-	-	-	-	-
	7	2.0	-	-	8.5	2.5	4.0	-	2.0
	8	5.0	4.5	5.0	-	10.0	-	-	2.0
	9	7.0	6.5	7.0	-	-	-	-	-
	10	3.5	2.5	3.0	-	-	-	12.5	-
	계		37.5	27.5	30.0	17.0	25.0	8.0	25.0
타	3	-	-	3.0	8.5	2.5	4.0	12.5	2.0
	4	2.5	2.5	3.0	-	5.5	-	-	2.0
	5	4.0	3.5	3.5	-	-	-	-	-
	6	5.5	4.5	3.5	-	-	-	-	-
	7	5.0	4.0	3.0	8.8	3.0	4.0	12.5	2.0
	8	4.5	4.0	3.0	-	3.0	-	-	2.0
	9	4.0	3.5	3.0	-	-	-	-	-
	계		25.5	22.0	22.0	17.0	14.0	8.0	25.0
페어웨이	4	-	-	3.0	-	-	-	-	2.0
	5	4.0	3.5	-	-	-	-	-	-
	6	4.5	-	-	8.5	3.0	4.0	12.5	2.0
	7	3.0	3.0	3.0	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	2.5	2.5	2.5	-	-	-	-	-
	계		14.0	9.0	8.5	8.5	3.0	4.0	12.5
리 프	5	3.5	3.5	3.5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	3.0	3.0	3.0	-	-	-	-	-
계		6.5	6.5	6.5	-	-	-	-	-

자료: 안용태 등. 1992. 골프장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소.

표 16. 비료의 사용량과 흡수량(단위: g/m², %)

구 분	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	사용량	흡수량	사용량	흡수량	사용량	흡수량
벼	12 100	10.4 87	10 100	3.3 33	11 100	15.8 144
초 지	28 100	17.8 64	20 100	3.2 16	24 100	23.5 98
잔 디 (골프 코스 그린)	37.5 100	22.5~25.3 60~67	27.5 100	3.0~3.9 11~14	30 100	10.5~12.0 35~40

자료: 정규연, 이종열. 1987. 초지조성용 복합비료의 개발시험Ⅱ. 총건물 수량, 수량 구성요소, 식생비율 및 목초의 영양성분에 미치는 영향. 한국초지학회 7: 63-69.

안용태 등. 1992. 골프장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소.

표 17. 골프 코스의 그린, 티, 페어웨이, 러프 토양의 화학성 분석

구분	대상지	pH	OM (%)	T-N (%)	AvP ₂ O ₅ (ppm)	CEC	Ca	Mg	K	Na	EC (mS)
그린	용평 # 1	5.9	1.923	0.052	307.6	5.74	5.15	0.67	0.28	0.02	0.096
	용평 # 2	6.1	1.683	0.045	352.4	5.54	4.10	0.50	0.30	0.03	0.075
	용평 # 3	5.9	1.773	0.066	359.8	5.53	3.46	0.49	0.29	0.02	0.062
	용평 # 4	5.9	2.338	0.060	218.9	5.46	3.75	0.47	0.21	0.02	0.063
	용평 # 5	6.1	1.825	0.065	307.4	5.23	3.93	0.65	0.27	0.02	0.112
	용평 # 6	5.9	2.200	0.068	417.8	6.02	4.04	0.55	0.37	0.08	0.137
	용평 # 7	6.3	1.663	0.068	284.2	6.07	4.98	0.43	0.39	0.05	0.143
	용평 # 8	6.0	1.939	0.069	197.7	5.10	4.02	0.55	0.32	0.07	0.156
	용평 # 9	5.9	1.999	0.077	267.6	6.60	4.60	0.62	0.37	0.03	0.155
	용평 #10	6.2	2.587	0.094	265.4	7.13	5.32	5.32	0.41	0.05	0.188
	용평 #11	6.1	1.948	0.066	261.6	6.91	4.82	4.82	0.32	0.04	0.117
	용평 #12	6.0	1.586	0.091	252.1	5.51	4.73	4.73	0.47	0.07	0.205
	용평 #13	6.1	2.181	0.107	560.5	8.71	5.77	5.77	0.46	0.08	0.208
	용평 #14	5.9	2.057	0.090	555.4	5.99	4.79	4.79	0.46	0.05	0.209
	용평 #15	6.1	1.576	0.071	374.1	6.42	4.61	4.61	0.31	0.04	0.176
	용평 #16	6.2	2.516	0.093	434.2	7.25	5.63	5.63	0.44	0.05	0.151
	용평 #17	6.3	2.413	0.068	558.5	6.18	4.81	4.81	0.42	0.38	0.104
	용평 #18	6.0	2.413	0.085	562.0	8.17	5.72	5.72	0.52	0.38	0.198
평균	6.05	2.04	0.07	363.18	6.31	4.68	0.58	0.37	0.08	0.14	
기준치 ^z	5.5~6.5	0.5~1.5	0.01~0.05	100~300	5~10	3~6	0.5~1	0.2~0.5	0.2~0.5	0.2 이하	
페어웨이	한양 ^y	4.71	2.50	0.10	467	5.2	1.73	0.14	0.54	0.47	2.83
	뉴코리야 ^y	4.38	4.2	0.16	640	9.2	1.33	0.12	0.20	0.52	4.82
	로얄 ^y	4.10	1.4	0.14	491	6.1	0.56	0.02	0.54	0.11	3.75
	나산 ^y	5.95	0.3	0.13	67	5.1	2.72	0.31	0.24	0.14	3.67
	기준치 ^z	6.0~7.0	1.5~2.5	0.05~0.15	50~200	10~20	5~11	1~2	0.5~1	0.5~1	0.3 이하

자료: ^z안용태 등. 1992. 골프장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소. ^y최병주, 심재성, 주영희, 박훈. 1993. 경기도 수계 골프장의 표토 토양화학성과 잔디의 무기성분함량. 한잔지 7(2·3):129-135.

위의 분석된 결과를 종합해 볼 때, 시비에서 가장 문제가 되는 것은 인이고 다음이 질소라고 판단되었다. 골프 코스 작업의 특성상 신속함을 최우선으로 여기므로 유기질 비료보다는 입상의 화학 비료를 사용하는 것이 일반적이고, 시비 후 곧바로 살수를 행하여 살포된 비료를 용해시킨 후 토양에 침투시키는 방법을 채택하고 있다. 그런데 우리나라의 골프 코스는 18홀 기준으로 볼 때 연간 내장객이 평균 6만 명 내지 8만 명에 이르고 있으며, 이와 같은 이용 수준은 플레이어, 캐디, 카트 등에 의한 과도한 답압과 시약 및 갱신 장비의 사용 증가에 의한

추가적인 답압으로 잔디면을 빠른 속도로 고결화시키고, 이것은 시비된 비료의 유실량을 증가시키며, 최종적으로 강우시 유실된 인과 질소를 포함한 비료는 코스 내 조정지를 거쳐 외부로 유출된다.

농약 및 비료 사용량의 경감 방안

농약(특히, 살균제) 사용량의 감소

전체적으로 병해의 방제는 우선 발병의 회피와 경감이고, 다음은 발생한 병에 대한 치유이다. 이 가운데서 환경에 가장 큰 영향을 미치는 것은 병의 치유를 위해서 행하여지는 치병적 살

균제의 살포이다(Tani, 1998). 골프 코스에서 농약, 특히 살균제의 양을 줄이기 위해서 생물학적, 관습적, 유전학적으로 진일보한 수단이 강구되고 있지만, 아직도 기술적으로 많은 부분이 미흡한 수준이다. 따라서 치병적 살균제의 살포량을 최소화하기 위해서는 그 외의 방법 중에서 환경에 가장 최소의 영향을 미치는 방제방법으로 발병을 막거나 병을 치유하는 것이다.

기조성된 골프 코스에서 환경에 최소한의 영향을 미치는 병해방제 중에는 기본적으로 경종적 수단이 있고, 최근 많은 관심을 가지고 연구되고 있는 생물학적 방제가 있다(심과 김, 1999, 이 등, 1998). 경종적 수단에 관해서는 이미 골프 코스 관리자들이 해당 골프 코스에 대한 충분한 know-how를 가지고 있기 때문에 본 연구에서는 미생물 및 유기물을 이용한 생물학적 방제에 국한하여 조사·분석을 수행하였다.

① 미생물을 이용한 생물학적 방제

미생물을 이용한 방제에는 항균 화학물질을 생산하는 박테리아를 이용하는 억제방법이 있으며, 그 외에 병원균의 먹이원을 차단하거나 물리적으로 병원균이 서식하는 지역을 차지함으로써 질병 발생을 억제하는 이식(colonization)이 있다. 이들 미생물들에 의한 생물학적 조절이 가능하기 위해서는 병원균을 억제할 수 있도록 유효 미생물의 활동성이 커야만 하므로 유효미생물이 더 활성화될 수 있는 조치를 취해야만 한다.

일부 포장 조건 하에서 생물학적 방제가 실패했던 주요 원인은 포장 내에 길항 미생물의 활착이 어려웠다는 점이다(Vargas, 1998). field의 토양 1cm² 안에는 수백만 개체의 미생물이 이미 존재하고 있으며, 이들 미생물들은 그 토양 환경조건에 매우 잘 적응되어 있는 상태이다. 따라서 양질의 미생물 제제를 토양 내에 주입하였다 하더라도, 토착 미생물들이 주입된 미생물

들에게 자기의 영역을 쉽게 내주리라고 기대하기는 어렵다. 마찬가지로 한 개체군의 미생물을 골프 코스에 투입시켰을 경우 이들이 색다른 토양 조건 하에서 생존해 나가기를 기대한다는 것은 매우 비논리적이라 할 수 있다. 따라서 포장 조건 하에서 생물학적 관리의 성공 열쇠는 정기적으로 길항 미생물을 투입해 주는 데 있으며 이렇게 함으로써 미생물을 이용한 생물학적 관리의 주요 난제를 극복할 수가 있다. 새로운 길항 미생물이 정기적으로 투입되기 때문에 이미 투입된 길항 미생물이 토양 내에 생존환경을 조성하고 있는가의 여부라든지 또는 죽었는지 살았는지 등의 여부는 별문제가 되지 않는다.

예를 들면, 길항 미생물 중에 많이 이용되고 있는 세균의 경우는 생리적으로 활성인 상태의 세균을 매일 투입하는 것이 중요하며, 병 방제 효과를 얻기 위해서는 최소한 10⁶ cfu/cm² 정도 이상의 세균이 살포되어야 한다고 한다(Vargas, 1998). 즉, 미생물 관리의 성공 열쇠는 길항 미생물을 매일 살포해야 한다는 점에 있다고 할 수 있다. 이렇게 함으로써 field 내의 길항 미생물을 활착시킬 수 있으며 또한 미생물을 이용한 생물학적 관리에 있어서의 주요 장애요건을 극복할 수 있게 된다. 또한 병 방제 효과를 얻기 위해서는 최소한 일정량 이상의 Bacteria가 살포되어야 한다. 참고로, 잔디병 방제에 적용되고 있는 길항 미생물은 표 18과 같다.

국내 골프장의 미생물제제를 이용한 병해방제 실태를 살펴본 결과, 동래 골프 코스 등 9개 골프 코스에서 이용하는 것으로 조사되었으며, 주로 사용하는 길항 미생물은 *Trichoderma*, *Bacillus*, *Pseudomonas* 등이라고 하였다(심, 1998). 이들 미생물을 이용한 골프 코스의 병해방제효과에 대해서는 정확한 데이터가 조사되지 않았으나 일부 골프 코스에서는 높은 병방제효과 및 대취분해 효과를 보였다고 한다. 아직 미생물제제의 사용이 1~2년 정도밖에 되지

표 18. 잔디병 방제에 이용되는 길항 미생물

병명	병원균	길항균
Brown Patch	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Rhizoctonia</i> spp.
		<i>Lactisaria</i> spp.
		다종균 혼합체
Dollar spot	<i>Sclerotinia homoeocarpa</i>	<i>Enterobacter cloarae</i>
		<i>Fusarium heterosporium</i>
		<i>Gliocladium virens</i>
		다종균 혼합체
Large Patch	<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2	<i>Trichoderma harzianum</i>
		<i>Pseudomonas putida</i>
		<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
		다종균 혼합체
Pythium Blight	<i>Pythium aphanidermatum</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.
		<i>Trichoderma</i> spp.
		<i>Trichoderma hamatum</i>
		<i>Enterobacter cloacae</i>
		다종균 혼합체
Pythium root rot	<i>Pythium graminicola</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>
Red thread	<i>Laetisaria fuciformis</i>	다종균 혼합체
Southern blight	<i>Sclerotium rolfsii</i>	<i>Trichoderma harzianum</i>
Take -all patch	<i>Gaeumannomyces graminis</i> var. <i>avenue</i>	<i>Pseudomonas</i> spp.
		<i>Gaeumannomyces</i> spp.
		<i>Phiaophora radiculicola</i>
		다종균 혼합체
Snow mold Typula blight	<i>Typula</i> spp.	<i>Typula phacorrhiza</i>
		<i>Trichoderma</i> spp.
		다종균 혼합체

자료 : 심규열, 1998. 국내 골프장의 미생물제제 이용 현황 및 라지패취병의 생물학적 방제 연구. 미생물을 이용한 생물학적 신방제기술(환경보존을 위한 심포지엄).
 심규열 등, 1997. 잔디에 발생하는 라지패취병의 종합적 방제. 한잔지 11(3):173-183.

표 19. 미생물제제를 사용하고 있는 국내 골프 코스에서 연간 농약사용량의 변화추이

골프 코스명	1994	1995	1996	1997	연간 농약사용량의 감소율(%)
동래	1,388	1,306	1,373 (660)	1,228 (430)	34.8% ('96 vs. '97) (large patch 방제용)
로알	1,148	1,209	1,119	2,208	-
나산	1,274	787	951	1,243	-
경북	1,782	2,373	1,422	3,103	-
곤지암	2,428	351	716	661	72% ('94 vs. '97)
강촌	-	-	-	839	-
은화삼	1,588	1,747	1,072	1,026	-
유성	1,443	2,146	700	143	80% ('95 vs. '97)
춘천	2,221	1,726	1,027	726	29.3% ('95 vs. '97)

자료 : 심규열(1998) 국내 골프장의 미생물제제 이용현황 및 라지패취병의 생물학적 연구. 미생물을 이용한 생물학적 신방제기술(환경보존을 위한 심포지엄).

지 않았기 때문에 그 효과를 확신할 수 없는 단계이지만, 이들 미생물을 이용한 골프 코스의 농약 사용량을 살펴보면 미생물을 사용하기 이전 농약사용량의 약 30~80% 정도까지 줄인 것으로 나타났다(표 19).

② 유기질 비료를 이용한 생물학적 방제

유기질 비료의 사용에 대한 연구는 dollar spot, brown patch root rot와 같은 질병관리에서도 일부 발전을 거두었는데, 유기질 완효성 비료 사용이 dollar spot, necrotic ring spot에서 질병의 압력을 완화시키는 것으로 나타났다(Melvin and Vargas, 1994; Nelson and Craft, 1992). 매일의 가벼운 관개와 적당한 비료의 완효성 비료는 잔디 질병의 생물학적 관리에 성공의 열쇠라고 보고되었다(Melvin and Vargas, 1994).

하지만 그러한 기술들은 이따금 표준적인 관개에 위배된다. 예를 들어 토양과 thatch의 질병 발생을 예방하기 위해서는 고밀도의 박테리아를 유지해야 하며, 이것을 위해서는 토양과 thatch층에서 지속적인 수분이 요구된다. 그럼에도 불구하고 통상의 관개방법은, 한꺼번에 다량의 물을 주지만 자주 주지는 않기 때문에, thatch나 토양상부가 건조할 때가 많다. 게다가 이러한 박테리아들이 계속해서 자라기 위해서는 영양 공급이 필요하며, 최상의 조건은 유기질 비료와 완효성 질소의 사용이다. 하지만 잔디 관리는 관리자가 빠른 그린 스피드를 유지하기 위하여 영양분을 적게 사용하는 시대로 접어들었다.

그리고 유기질 비료를 이용한 생물학적 방제의 또 다른 문제점은 일반적으로 이러한 비료들이 질병 압력이 낮은 해에는 질병의 압력을 완화시키도록 잘 작용하지만 과중한 질병 압력이 있는 계절에는 덜 효과적이라는 것이다. 심각한 압력이 있는 해에는 보충적인 살균제 사용이 질

병관리를 위해 필요하다고 한다(Vargas, 1998).

비료 사용량의 감소

부영양화를 촉진시키는 주요 인자인 질소와 인의 주된 유입원 중의 하나는 골프 코스를 포함한 농경지에서 사용하는 비료이다. 골프 코스에서 질소와 인의 사용량을 줄이는 것은 수질 환경을 위해서 매우 중요하다. 사용량을 줄이기 위해서 고려해야 할 주요 사항은 시비 시기, 시비량, 시비된 비료의 유실방지라고 볼 수 있다.

① 사용 시기의 조절

시비의 시기는 잔디에 따라 다르지만 대체적으로 생육량이 늘어가기 시작할 때, 즉 생육이 앞으로 예상될 때 비료를 주는 것이 원칙이다. 일반적으로 한국잔디의 경우에는 보통 5~8월에 집중적으로 시비되는 것이 적당하고, 한지형 잔디의 경우에는 3~5월 경과, 9~10월경에 집중적으로 시비되는 것이 적당하며, 한여름 생육이 감소할 때 시비를 최소한으로 제한하는 것이 바람직하다고 한다(이, 1994). 그리고 봄철의 생육을 앞당기거나 잔디의 질을 향상시키기 위해서 수행되는 추비의 사용시기는 한국잔디의 경우에는 추비의 사용시기가 늦어질수록 이듬해 봄철 생육이 좋았으며, 마지막 추비의 사용시기는 10월 초순이 바람직할 것으로 사료된다고 하였다(이 등, 1992). 그러나 이른 봄철의 시비는 한국잔디의 춘계생육에 별다른 효과를 나타내지 않았으며, 맹아출현 전의 봄철 시비는 별 효과가 없는 것으로 여겨진다고 하였다. 한지형 잔디의 경우에는 11월 말에서 12월 초 혹은 마지막 예지 후에 시비를 해주면 이듬해 생육재개의 시기를 앞당겨주고 뿌리를 강건하게 해준다고 한다(이, 1994).

② 사용량

한국잔디(*Zoysia japonica*)와 'Suffolk' Ken-

tucky bluegrass(*Poa pratensis*)에서 질소시용 수준이 토양중 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 와 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 함량에 미치는 영향에 대하여 연구한 결과에서 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 의 토양중 함량은 질소 시용 수준에 따라 유의성 있는 결과를 보여주지 못하였지만, 용탈되기 쉬운 음이온 형태를 가지는 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 의 토양중 함량은 질소 시용수준이 증가할수록 증가한다고 하였다(김 등, 1995). 일반적으로 토양중 질소함량이 높으면 잔디가 연약해지고 대취축적이 용이하며 발병의 원인이 되기도 한다. 잔디가 생육할 수 있는 최소량의 시비는 농약 사용량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 수질도 개선할 수 있다. 따라서 질소의 시용량을 줄이는 것이 필요하다.

깎기주기, 통기작업, 시비수준 및 비료종류가 한국잔디의 품질 및 생육에 미치는 영향에 대한 연구에서 시비 수준을 N 순성분량으로 25 g/m^2 와 10 g/m^2 로 처리한 결과, 조성되어 관리되고 있는 잔디 뿌리의 흡수능력을 고려할 때 연간 질소성분 10 g/m^2 이상의 시비는 밀도 증대에 큰 효과가 없다고 하였다(황과 최, 1999). 저시비구로도 잔디의 정상적인 생육에 지장이 없다고 보며 해당 실험조건과 유사한 조건에서 잔디 관리시 그 이상의 시비는 불필요하다고 하였다. 다만, 부족한 질소시비는 녹병발생을 증가시킨다는 보고(고 등, 1995; Shurtleff, 1997)와 일치하는 것으로 보아 해당 실험의 저시비구는 녹병 발생을 증가시킬 정도로 낮은 질소시비로 볼 수 있다고 하였다. 벤프그라스의 경우에 연간 질소 시비량은 N 순성분량으로 $25 \sim 27 \text{ g/m}^2$ 정도만 사용하되 잔디 생육상태와 내장개 수에 따라 다소 증감하여 주어야 한다고 하였다(함, 1998).

그리고 국내 골프 코스에서 토양중 인산의 함량은 기준치를 초과하는 경우가 많고 염류농도(EC)가 높은 것으로 나타나고 있다(최 등, 1993; 함 등, 1993). 선행연구에서 전질소와 염류농도

가 유의 정상관을 보여 질산태와 암모니아태의 무기질소들이 고염류의 주요인일 것으로 추정된다고 하였다(최 등, 1993).

③ 유기물 및 유기질 비료를 이용한 경종적 관리
골프코스의 잔디초지는 한번 조성되고 나면 특별한 개보수 공사를 하지 않는 한 토양은 경운되지 않고 잔디가 지면을 완전히 피복한 상태에서 장기간 지속되므로 토양개량이 대단히 어렵게 된다. 따라서 골프코스의 토양은 토양물리적 측면에서 볼 때 답압에 의한 고결화, 화학적 측면에서는 화학비료 위주의 관행적 시비 방법에 따른 영양분 공급상의 균형손실, 빈번한 관수에 의한 염기의 용탈 및 토양산성화, 표면 시비에 의한 인산의 과잉축적, 유용 미생물의 감소뿐만 아니라 대취와 매트 축적 등이 문제되고 있다(함 등, 1993).

골프코스 토양의 이러한 문제점의 경종적 개선책으로 유기질 비료의 증치를 들 수 있다. 유기질 비료의 시용은 영양분의 균형공급, 유용 미생물의 증대, 토양반응의 교정 및 단립화 촉진, 유효인산의 고정 억제 등으로 토양의 이화학성을 개량할 수 있는 좋은 관리방법이다. 속효성복합비료보다는 완효성복합비료를 선택하면 비헤에방과 수분요구도를 줄일 수 있고 용탈을 줄여 비료효율을 높일 수 있다(함, 1998). 실험을 통하여 볼 때에도 잔디의 생육은 전체적으로 화학비료 단용구보다는 유기질 비료와의 혼용구에 더 좋은 효과를 보였다(함 등, 1993). 그러나 일반적으로 유기물 및 유기질 비료의 시용은 화학 비료의 시용에 비해서 많은 난점을 가지고 있는 것이 사실이다.

요 약

본 연구는 국내 골프 코스가 환경에 미치는 영향을 구명하고, 부정적인 영향을 최소화할 수

있는 방안을 모색하고자 수행되었으며, 그 결과는 다음과 같았다.

1. 2000년 12월 현재 152개 골프 코스가 영업 중이며, 그 가운데 회원제 골프 코스가 113개소이고, 대중 골프 코스가 39개소이다. 내장객수는 2000년도에 1,200만 명을 초과하였다.
2. 1999년 기준으로 골프 코스의 면적은 농경지 면적에 비교하여 0.8%에 불과하며, 농약 총사용량은 전체의 0.3% 정도이다. 또한 이들의 검출농도를 살펴보면, 몇몇 검출 건수를 제외하고는 거의 농약 잔류 허용치 이하였다.
3. 그린의 연평 시비량은 상대적으로 5~7g/m² 정도 감소하였다.
4. 농약의 사용량을 감소시키기 위해서는 길항 미생물을 이용한 방제와 유기물 또는 유기질 비료의 사용이 효과적이다. 미생물 관리의 성공을 위해서는 활성화된 길항 미생물을 매일 일정량 이상 살포해야 한다. 유기질 완효성 비료 사용이 dollar spot, necrotic ring spot에서 질병의 압력을 완화시키는 것으로 나타났지만, 심각한 압력이 있는 해에는 보충적인 살균제 사용이 필요하다.
5. 한국잔디는 5~8월에 집중적으로 시비하고, 한지형 잔디는 3~5월 경과, 9~10월경에 집중적으로 시비한다. 추비의 사용시기는 한국잔디는 10월 초순까지이고, 한지형 잔디는 11월 말에서 12월 초이다. 연평균 사용량은 한국잔디는 10g/m² 정도이고, 벤투그라스는 25~27g/m² 정도이다.

참고문헌

1. 안용태, 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 이정재, 함선규. 1992. 한국잔디연구소 골프장 관리의 기본과 실제. 한국잔디연구소 : 유천문화사. pp. 297, 344-353.
2. 최병주, 심재성, 주영희, 박훈. 1993. 경기도 수개 골프장의 표토 토양화학성과 잔디의 무기성분함량. 한국잔디학회지. 7(2·3):129-135.
3. 최병주, 심재성, 주영희, 박훈. 1993. 경기도 수개 골프장의 표토 토양화학성과 잔디의 무기성분함량. 한국잔디학회지 7(2·3):129-135.
4. 정규연, 이종열. 1987. 초지조성용 복합비료의 개발시험Ⅱ. 총건물 수량, 수량 구성요소, 식생비율 및 목초의 영양성분에 미치는 영향. 한국초지학회 7:63-69.
5. 함선규, 이정재, 김인섭. 1993. 유기질비료의 사용이 한국잔디(*Zoysia matrella* L. Merr.)의 생육에 미치는 영향. 한국잔디학회지. 7(2·3):61-66.
6. 함선규. 1998. 회원사에서 의뢰한 토양화학성, 물리성, 수질분석에 대한 종합의견. 골프코스 관리정보: 한국골프장사업협회(잔디연구소) 56호(통권48호):29-42.
7. 한국골프장사업협회. 1991.~2001. 4. 전국 회원사골프장 통계편람. 골프장사업협회보.
8. 한국골프장사업협회. 1994. 골프장 협회보 제12호.
9. 한국골프장사업협회. 1998.~2001. 4. 골프장사업협회보.
10. 한국골프장사업협회. 2000. 체육시설의 설치, 이용에 관한 법령집.
11. Hurzan, M.J. 1996. Golf course architecture-design, construction and restoration. Sleeping Bear Press. 121 South Main St. P.O. Box 20 Chelsea. MI 48118. pp. 371-393.
12. 환경부. 2001. 2000년 골프장 농약사용량

- 조사 보고서.
13. 황연성, 최준수. 1999. 깎기주기, 통기작업, 시비수준 및 비료종류가 한국잔디의 품질 및 생육에 미치는 영향. 한국잔디학회지 13(2):79-90.
 14. 김석정, 米山弘一, 竹内安智, 小笠原 勝, 近内誠登. 1992. シマジンおよびベンデイメタリンのコウライシバ(*Zoysia matrella* Merr.) 莖葉への付着とその後の 挙動. 芝草研究. 20(2):157-164.
 15. 김석정, 박진희, 竹内安智, 김길웅, 신동현, 허영조. 1996. 잔디밭과 나지에 살포된 주요 잔디밭용 제초제의 휘산. 한국잔디학회지. 10(3):263-270.
 16. 김성태, 육완방, 이정재, 김인섭, 함선규. 1995. 한국잔디(*Zoysia japonica*)와 'Suffolk' Kentucky bluegrass(*Poa pratensis*)에서 질소시용 수준이 토양 중 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 와 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 함량에 미치는 영향. 한국잔디학회지. 9(3):207-212.
 17. 고영진, 이용환, 이종규, 차병진. 1995. 식물병리학. 광일문화사. pp. 421-431.
 18. 이정재, 김인섭, 함선규, 김성태, 양승원. 1992. 추비의 사용이 한국잔디(*Zoysia japonica* Steud.)의 춘계생육에 미치는 영향. 한국잔디학회지. 6(1):39-45.
 19. 이상재. 1994. 골프장 잔디 관리와 코스조성 실무. 서원양행. pp. 111-162.
 20. 이상재, 심경구, 김영권, 허근영. 1998. 길항미생물에 의한 *Rhizoctonia* spp.의 억제 및 길항미생물의 농약 혼용시 생존율. 한국잔디학회지. 12(1):23-30.
 21. Melvin, B. and J. M. Vargas Jr. 1994. Irrigation frequency and fertilizer type influence necrotic ring spot of Kentucky bluegrass. HortiSci. 29(9):1028-1030.
 22. National Golf Foundation. 1993. Research Summary 12.
 23. Nelaon, E. B., and C. M. Craft. 1992. Suppression of dollar spot on creeping bentgrass and annual bluegrass turf with compost amended topdressings. Plant Dis. Repr. 76:954-958.
 24. 농촌진흥청. 1989. 농토배양10개년 사업종합보고서. 작물별 시비 처방 요령.
 25. 박정규, 권영두, 서유덕, 신석봉, 유근우, 이용규, 이태진, 이태호. 2000. 최신 수질관리. 서울:東和技術. pp. 107-136, 320-323.
 26. Rist, A. M., and R. E. Gausson(1997), "Mowing isn't sole factor affecting ball-roll distance", Golf Course Management, 67(6):49-54.
 27. 심규열, 김희규, 배동원, 이준택, 이현주. 1997. 잔디에 발생하는 라지패취병의 종합적 방제. 한국잔디학회지 11(3):173-183.
 28. 심규열. 1998. 국내 골프장의 미생물제제 이용 현황 및 라지패취병의 생물학적 방제 연구. 미생물을 이용한 생물학적 신방제기술(환경보존을 위한 심포지엄). pp. 40-67.
 29. 심규열, 김희규. 1999. 길항균과 농약의 조합처리에 의한 갈색퍼짐병(라지패취) 방제. 한국잔디학회지. 13(3):131-138.
 30. Shurtleff, M. C. 1997. Biology and management of diseases in turfgrasses. In T. W. Fermanian, M. C. Shurtleff, R. Randell, H. T. Wilkinson, and P. L. Nixon(Eds) Controlling turfgrass pests (2nd ed). Prentice-Hall, Upper Saddle river, New Jersey USA.
 31. Tani, T. 1998. 종합방제 전략. 미생물을 이용한 생물학적 신방제기술(환경보존을 위한 심포지엄). pp. 18-37.
 32. Vargas, J. M. 1998. 생물학적 방제가 성공하기까지의 긴 여정. 미생물을 이용한 생물학적 신방제기술(환경보존을 위한 심포지엄). pp. 1-16.
 33. 양승원. 1997. 국내 골프장의 농약 사용 추이. 한국잔디학회지. 11(3):149-159.