목초액의 잔디 생육효과
- 용평 골프 코스 그린을 대상으로 -

이상재* · 허근영**

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

The Effect of Pyroligneous Acid on Turfgrass Growth
- The Case of Yong-Pyong Golf Course Green -

Lee, Sang-Jae* · Huh, Keun-Young**

*Yong-Pyong Resort Co., Ltd., Golf Course Advisor
**Dept. of Landscape Architecture, Jinju National University

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of pyroligneous acid on turfgrass growth and to propose usage for sustainable management on Korean golf course green. Each plot was treated with 0, 300, 500, and 800 acid to water solution. On all the plots, turfgrass growth increment and visual quality were measured at fixed times. The data were subjected to paired samples t-test and correlation analysis. The summarized results are as follows;

1) Leaf growth increment, density, and root spread depth of turfgrass treated with 1: 500 and 1: 800 diluted pyroligneous acid were significantly superior to the control. Particularly, 1: 500 diluted solution was superior to the others.

2) Color, texture, and uniformity of turfgrass treated with 1: 500 and 1: 800 diluted pyroligneous acid were significantly superior to the control. Especially, 1: 500 diluted solution tended to be superior to the others.

3) There were no symptoms of disease in all plots treated with the diluted pyroligneous acid. 1: 500 and 1: 800 diluted pyroligneous acid were not thought to trigger or promote disease.

4) Before and after investigating the effect of pyroligneous acid on turfgrass growth, the soils were analyzed. In all treatments, the chemical properties of the soils did not change noticeably. The chemical properties of the soils might be not changed by the diluted pyroligneous acid treatments.

5) Considering the results mentioned above, 1: 500 diluted pyroligneous acid was the most effective.

Though pyroligneous acid is an organic fertilizer and contains only a little nitrogen and phosphorus, 1: 500 diluted pyroligneous acid promoted turfgrass growth effectively. Thus this use might lead to a reduction in the amount of fertilizers used and result in ecologically responsive management of Korean golf courses.

Key Words : Golf Course, Pyroligneous Acid, Turfgrass, Visual Quality

Ⅰ. 서론

최근 골프 코스는 스포츠·레저뿐만 아니라 환경과 경제적 측면에서도 많은 유익함을 지니고 있다고 평가되고 있다(김호준과 양승원, 2001; 이상재 등, 2001). Hurdzan(1996)는 합리적으로 설계·시공되고 관리된 골프 코스는 오히려 환경을 향상시킬 수 있다고 언급하고 있다. 그러나, 골프 코스가 가지는 많은 장점에도 불구하고, 대규모 토목공사로 인한 자연 훼손, 관리를 위한 농약 및 비료 사용 등이 환경에 미치게 될 영향 때문에 부정적인 시각이 팽배해 있다. 특히, 관리를 위해 사용되는 농약과 비료의 오·남용이 환경에 매우 부정적인 영향을 미칠 것으로 우려하고 있다.

국내 골프 코스에서 사용되는 농약은 원칙적으로 저독성 또는 보통 독성의 농약만을 사용하도록 법으로 규제되어 있으며, 등록·사용되고 있는 농약들 중에 국제암연구기관(IARC)에서 발암성 물질이라고 인정한 물질은 포함되어 있지 않다(권진욱, 2000; 김호준과 양승원, 2001). 또한 골프 코스 농약 사용량은 농경지 사용량의 1/3 수준으로 단위면적 당 사용량은 전체 평균 사용량보다 훨씬 적다(김호준과 양승원, 2001; 환경부, 2001). 다만 농약이 오·남용될 경우 생태계는 물론 인간에게도 악영향을 미칠 것이다.

골프 코스에서 총 농약 및 비료 사용량의 60~70%를 필요로 하는 그린을 대상으로 최근 연평균 질소(N)·인(P)·칼륨(K)의 시비 수준을 살펴보면 질소가 30.14g/㎡이고, 인산이 21.03g/㎡이며, 칼륨이 24.97g/㎡으로, 농촌진흥청(1989)에서 제시한 추천 시비량과 비교하여 대략 5~7g/㎡정도 감소하였다(이상재 등, 2001; Rist and Gaussoin, 1997). 이것은 최근 관리 기술의 개선에 의한 결과라 보여지며, 환경적 측면에서 매우 큰 의미를 가지고 있다(이상재 등, 2001). 그럼에도 불구하고, 몇몇 골프 코스들의 토양 분석결과에서 전질소 함량이 기준치를 상회하고, 인산의 함량이 상당히 높은 것으로 나타나고 있다(이상재 등, 2001; 최병주 등, 1993; 함선규, 1998).

최근 화학 비료나 농약과는 달리 친환경적인 물질로서 생비료(省肥料), 감농약(減農藥), 식물생장촉진 등의 효과를 지니고 있다는 목초액의 국내 이용이 증가하고 있다고 한다(구자운, 2000; 스기우라, 2001; 이현우, 2001). 이것은 일본에서는 농약으로도 등록되어 시판되어오다가 1970년대부터 친환경적 농법이 부각되면서 숯과 함께 무공해 자재로 활발하게 이용되고 있다(이현우, 2001). 목초액의 효과는 구체적으로 다음과 같았다. 가장 먼저 주목해야 할 사실은 목재의 원소조성은 C, H, O로 되어 있어 목초액 중에는 주요 비료성분인 N, P, K가 거의 없지만, 비료와 혼용 시용하면 비료의 효과를 상승시키며, 토양 중의 질소, 인산, 칼륨의 잔류량을 감소시킨다고 하였다(구자운, 2000). 목초액에는 농약성분이 조금 있는데, 이 성분은 다름 아닌 페놀류이며, 이것은 식물의 방위 기능을 높이는 효과가 있다고 하였다(구자운, 2000). 그 외에 목초액 중에 들어있는 메탄올과 포름알데히드도 살균력이 강하다고 하였다(구자운, 2000). 목초액은 유기물의 분해를 가속화하여 식물의 영양과 부식을 생성하며, 이 때 생성되는 후민산, 히마토메란산 등은 식물의 생장을 촉진시킨다고 하였다(구자운, 2000; 김광은 등, 1998). 토양에 목초액을 살포하면 유용한 토양미생물의 발생이 현저해진다고 하였다(구자운, 2000; 김광은 등, 1998). 마지막으로 목초액은 인체에 무해하며 500~1,000배 희석액은 오염된 물에서 암모니아 또는 황화수소의 농도를 현저하게 감소시킨다고 하였다(이해승 등, 2000).

따라서 본 연구는 국내 골프 코스에서 환경에 부정적

인 영향을 미칠 것으로 판단되는 농약과 비료의 사용량을 경감시키기 위한 연구의 일환으로, 친환경적인 물질로서 생비료(省肥料), 감농약(減農藥), 식물생장촉진 등의 효과를 지니고 있다고 보고된 목초액의 잔디생육에 대한 활용방법을 구명하여 친환경적인 골프 코스 관리 방안을 마련하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 공시 재료

참나무류(Quercus spp.) 정제 목초액을 공시재료로 하였으며, 이하에서 이것을 목초액이라고 표기하였다. 목초액은 초목을 열분해하면 세포액이 기체화되어 밖으로 나오게 되는데, 이것을 냉각시키고 정제한 것이며, 80~90%의 물과 10~20%의 유기물로 되어 있고, 유기물 중에는 대략 200~250종에 이르는 많은 종류의 성분이 들어 있는데, 초산, 개미산, 낙산 등 산류가 약 50%로 주성분을 이루고 있으며, 대부분은 미량성분으로 알콜류, 페놀류, 아세틸, 염기성 등 여러 가지 유기화합물이 있었다(강원목초산업(주), 2000; 김광은 등, 1998; 이현우, 2001). 목초액의 주요 성분 분석은 표 1과 같았다.

표 1. 목초액의 주요 성분 분석

분석항목	단위	측정치
pH		2.10
T-N	%	0.44
T-P	ppm	0.00
Ca	ppm	0.73
Mg	ppm	ND*
Pb	ppm	ND
Al	ppm	ND
As	ppm	ND
Hg	ppm	ND
Cd	ppm	ND
Cu	ppm	0.2
Cr	ppm	ND

*: Not Detected

2. 골프 코스 그린의 시비 및 목초액 처리

본 실험은 강원도 용평 골프 코스 그린에서 수행되었으며, 실험 기간은 2001년 4월 1일부터 2001년 7월 25일까지였고, 그린의 잔디 품종은 펜크로스('Penncross' Creeping Bentgrass, Agrostis palustris Huds.)였다. 그린의 시비는 목초액 처리에 관계없이 기존의 시비 수준으로 하였으며, 구체적인 시비회수, 시비시기, 시비량, 그리고 시비원은 표 2와 같았다. 목초액 처리는 강원목초산업(주)(2000)와 구자운(2000)이 언급한 희석비에 준하여 300배, 500배, 800배 희석 처리로 구분하였으며, 처리회수 및 시기는 시비회수 및 시기와 동일하게 하였고, 처리량은 1회 처리할 때 1l/㎡로 하였다. 본 실험의 실험구 크기는 10×10㎡이였으며, 처리는 무처리를 포함하여 4처리였고, 각 처리는 3반복으로 하였으며, 실험구의 배치는 완전임의배치법으로 하였다.

표 2. 월별 시비회수, 시비시기, 시비량 및 시비원

구분	시비회수	시비시기	시비량 (순성분량, g/㎡)			시비원
			N	P	K	
4월	2회	1일, 9일	4.80	1.50	3.00	유안, 마스터
5월	5회	2일, 7일, 15일, 23일, 30일	3.20	1.12	2.25	그린팜, 마스터, 키그린 콤비 A
6월	4회	9일, 11일, 21일, 29일	1.80	1.20	2.25	그린팜, 키그린 칼슘
7월	2회	1일, 18일	1.60	-	1.20	키그린 731

3. 조사 및 분석

1) 생육조사

2001년 4월 1일 목초액 최초 처리 후에 4월 13일부터 7월 25일까지 수행되었으며, 조사기간 중에 시기별로 생육조사를 11회 수행하였다. 매회마다 각각 실험구에서 엽 생장량을 1회, 생육밀도를 10회, 그리고 뿌리 생장깊이를 10회 반복하여 측정하였다. 엽 생장량은 동일한 예지고(mowing height)로 잔디깎기를 수행한 후에 수거한 잎(clipping leaves) 총량으로 측정하였고, 밀도는 1㎠ 당 잔디 분얼경(tiller) 수로 측정하였으며, 뿌리 생장깊이는 토양 코어(core)를 추출하여 생육하는 뿌리가 뻗어있는 깊이로 측정하였고, 단 이 때 예외적으로

길게 자란 뿌리는 고려하지 않았다.

2) 시각적 질 조사

위와 동일한 조사기간 중에 매월 시각적 질을 각각의 실험구에서 월 중 3회 반복하여 측정하였다. 시각적 질(Visual Quality)에 대한 조사항목은 색상(color), 질감(texture), 그리고 균일성(uniformity)이며, 연중 잔디의 시각적 질을 기준으로 하여 9점 척도(최저 1점; 최고 9점)로 측정하였다(태현숙 등, 2000; Shepard and DiPaola, 2000). 색상은 녹색의 정도를 기준으로 하여 녹색이 짙은 잔디에 높은 점수를 부여하였고, 질감은 잔디 잎의 폭을 기준으로 하여 엽폭이 고운 잔디에 높은 점수를 부여하였으며, 균일성은 색상, 질감, 밀도 등의 균일한 정도를 기준으로 하여 균일한 잔디에 상대적으로 높은 점수를 부여하였다(심규열 등, 1998).

3) 병 발생 정도 및 토양의 화학적 특성 변화

위와 동일한 조사기간 중에 시기별로 각각의 실험구에서 병 발생 개소를 측정하였다. 그리고 실험 전·후에 각각의 처리구에서 토양시료를 채취하여 토양분석을 실시하였으며, 분석항목은 pH, 전기전도도(EC), 유기물 함량(O.M.), 총질소(T-N), 그리고 인산(P)이였다.

4) 분석 및 종합

각 처리에서 생육조사와 시각적 질에 대하여 수집된 자료들은 먼저 조사시기별로 구분하여 평균값을 산출하고 도표를 작성하여 분석하였다. 그리고 목초액 희석처리가 조사기간내 잔디의 생육에 미치는 효과를 장기적으로 평가하기 위해서 대응표본 t-검정으로 목초액 처리 농도 및 시기를 함께 고려하여 생육조사 측정값을 통계 분석하였다(조재성 등, 1995). 또한 생육조사 측정값과 시각적 질의 측정값을 상관 분석하여 통계적 유의성을 검정하였다. 마지막으로, 시각적 질의 측정값이 생육조사 측정값과 매우 유의성($p<0.01$) 있게 상관관계를 가지므로 이것을 대응표본 t-검정으로 목초액 처리 농도 및 시기를 함께 고려하여 통계 분석하였다.

병 발생 정도는 모든 처리구들에서 조사기간 중에 병이 발생하지 않았기 때문에 이것에 대하여 상호 비교하지 않고 목초액 무처리와 처리로 구분하여 각각에 대하여 그 원인을 평가하였다. 그리고 토양의 화학적 특성 변화는 실험 전·후의 분석항목별 분석치를 평균하여 상호 비교하였다.

최종적으로 목초액 무처리와 처리간의 잔디 생육 및 시각적 질을 평가하여 목초액의 잔디 생장 촉진 효과를 구명하였고, 처리 내에서 희석비에 따른 잔디의 생육 및 시각적 질을 평가하여 적정 희석비를 구명하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 목초액 처리에 대한 잔디의 생육

목초액 처리구와 무처리구 모두에서 엽 생장량, 생육밀도, 그리고 뿌리 생장깊이를 분석해보면 4월부터 증가하기 시작하여 6월에 최대치를 보인 후에 점차 감소하는 것으로 나타났다(그림 1, 2, 3 참조). 이것은 국내 골프 코스에서 자라는 한지형 잔디의 일반적인 생육특성이라고 판단되었다(안용태 등, 1992; 김귀곤 등, 1992).

1) 엽 생장량

목초액 무처리구와 처리구들간에 엽 생장량을 비교해보면 목초액 300배 희석 처리구에서의 엽 생장량이 무처리구에 비하여 5월 3일 이후부터 낮게 나타나기 시작하였으며, 이와 같은 현상은 일관성 있게 지속되었고, 처리 농도 및 시기에 대한 엽 생장량을 대응표본 t-검정으로 분석한 결과에서 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다(그림 1, 표 3 참조). 즉, 300배 희석 처리는 무처리와 비교하여 5월 3일 이후부터 엽 생장을 억제하는 것으로 나타났다. 또한 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리구에서의 엽 생장량은 무처리구에서의 엽 생장량과 비교하여 4월 1일 최초 처리 후에 4월 13일부터 조사기간내 지속적으로 높게 나타났고, 이것은 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 즉, 500배 희석과 800배 희석 처리는 무처리와 비교하여 조사기간내 엽 생장을 촉진하는 것으로 나타났다.

목초액 처리들간에 엽 생장량을 비교해보면 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리구에서의 엽 생장량은

300배 희석 처리구에서의 엽 생장량과 비교하여 지속적으로 높게 나타났으며, 처리 농도 및 시기에 대한 엽 생장량을 대응표본 t-검정으로 분석한 결과에서 이것은 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 목초액 500배 희석 처리와 800배 희석 처리간에는 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다.

결과적으로 엽 생장량에서 목초액 500배와 800배 희석 처리가 가장 효과적인 것을 알 수 있었다. 특히 500배 희석처리는 무처리에 비해 4월 중순에 큰 영향을 주어 엽 생장량이 약 3배 증가하였으며, 6월 초순에는 약 10% 정도, 7월말에는 약 16% 정도 생장량이 증가하였다.

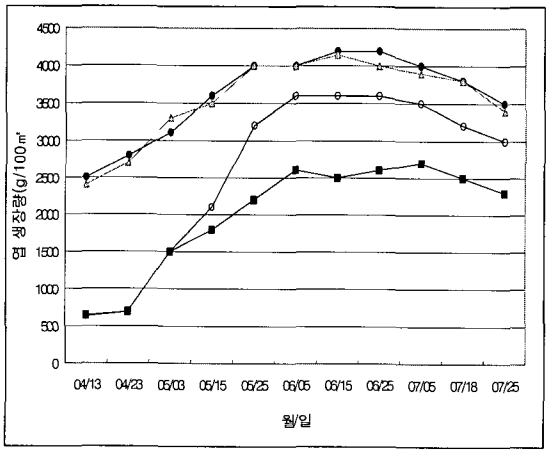

그림 1. 목초액 처리 농도 및 시기별 잔디의 엽 생장량
범례: -○-: 무처리; -■-: 300배 희석; -●-: 500배 희석; -▲-: 800배 희석

2) 생육밀도

목초액 무처리구와 처리구들간에 생육밀도를 비교해보면 목초액 300배 희석 처리구에서의 생육밀도는 엽 생장량과는 달리 무처리구에서의 생육밀도와 비교하여 조사기간내 지속적으로 높게 나타났으며, 처리 농도 및 시기에 대한 생육밀도를 대응표본 t-검정으로 분석한 결과에서 이것은 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다(그림 2, 표 3 참조). 또한 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리구에서의 생육밀도는 엽 생장량과 유사하게 무처리구에서의 생육밀도와 비교하여 조사기간내 지속적으로 높게 나타났으며, 이것은 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 즉, 300배 희석, 500배 희석, 그리고 800배 희석 처리 모두는 무처리와 비교하여 조사기간내 생육밀도를 촉진하는 것으로 나타났다.

목초액 처리들간에 생육밀도를 비교해보면 500배 희석 처리에서의 생육밀도가 4월 23일부터 지속적으로 가장 높게 나타났고, 다음으로 800배 희석 처리에서의 생육밀도가 높게 나타났으며, 이것은 목초액 처리들을 조합하여 처리 농도 및 시기에 대한 생육밀도를 대응표본 t-검정으로 분석한 결과에서 상호 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타냈다.

결과적으로 생육밀도에서 목초액 500배 희석 처리가 가장 효과적인 것을 알 수 있었으며 4월 중순에는 무처리에 비해 생육밀도에 큰 차이가 나타났으나 6월 초순부터 7월말까지 약 30%정도 생육밀도가 높아지는 경향을 나타냈다.

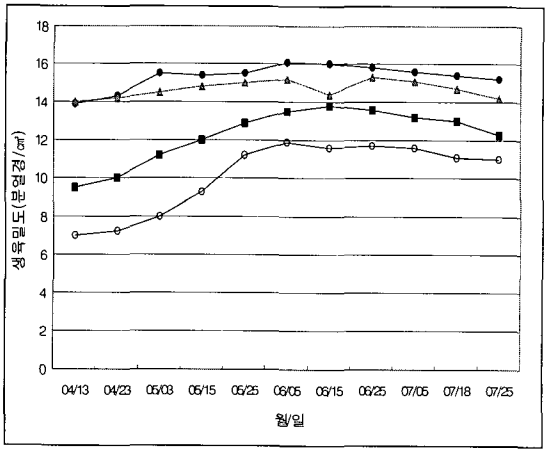

그림 2. 목초액 처리 농도 및 시기별 잔디의 생육밀도
범례: -○-: 무처리; -■-: 300배 희석; -●-: 500배 희석; -▲-: 800배 희석

3) 뿌리 생장깊이

목초액 무처리구와 처리구들간에 뿌리 생장깊이를 비교해보면 목초액 300배 희석 처리구에서의 뿌리 생장깊이는 생육밀도와 유사하게 무처리구에서의 생육밀도와 비교하여 조사기간내 지속적으로 높게 나타났으며, 처리 농도 및 시기에 대한 뿌리 생장깊이를 대응표본 t-검정으로 분석한 결과에서 이것은 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다(그림 3, 표 3 참조). 또한 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리구에서의 뿌리 생장깊이는 엽 생장량과 생육밀도와 유사하게

무처리구에서의 뿌리 생장깊이와 비교하여 조사기간내 지속적으로 높게 나타났으며, 이것은 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 즉, 300배 희석, 500배 희석, 그리고 800배 희석 처리 모두는 생육밀도와 유사하게 무처리와 비교하여 조사기간내 뿌리 생장을 촉진하는 것으로 나타났다.

목초액 처리들간에 뿌리 생장깊이를 비교해보면 500배 희석 처리에서의 뿌리 생장깊이가 가장 높게 나타났

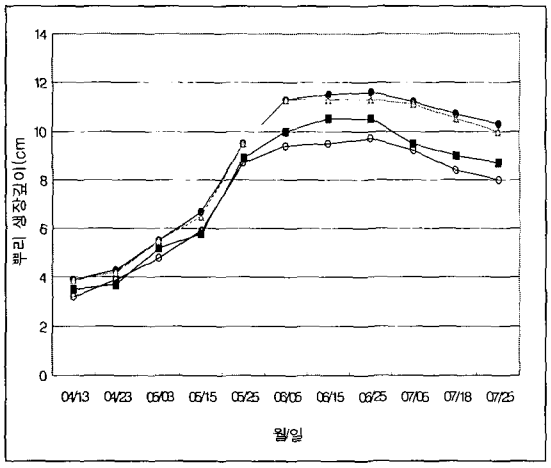

그림 3. 목초액 처리 농도 및 시기별 잔디의 뿌리 생장깊이
범례: -o-: 무처리; -■-: 300배 희석; -●-: 500배 희석; -▲-: 800배 희석

표 3. 목초액 처리 농도 및 시기에 따른 잔디 엽 생장량, 생육밀도 및 뿌리 생장 깊이의 대응표본 t-검정

목초액 처리 대응표본	대응표본 t-검정		
	엽 생장량	생육밀도	뿌리 생장깊이
무처리 - 300배 희석 처리	**[a]	**	**
무처리 - 500배 희석 처리	**	**	**
무처리 - 800배 희석 처리	**	**	**
300배 희석 처리 - 500배 희석 처리	**	**	**
300배 희석 처리 - 800배 희석 처리	**	**	**
500배 희석 처리 - 800배 희석 처리	NS[b]	**	**

[a]: 1% 유의수준에서 양측검정 결과 유의성 있음
[b]: 5% 유의수준에서 양측검정 결과 유의성 없음

고, 다음으로 800배 희석 처리에서의 뿌리 생장깊이가 높게 나타났으며, 이것은 목초액 처리들을 조합하여 처리간에 조사시기별 생육밀도를 대응표본 t-검정으로 분석한 결과에서 상호 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다.

결과적으로 뿌리 생장깊이에서 목초액 500배 희석 처리가 가장 효과적이었고 또한 4월 중순부터 7월말까지 무처리에 비해 뿌리 생장깊이가 약 20%정도가 신장되었으며 이와 같은 현상이 조사기간 중 지속되었다.

전체적으로 목초액 처리에 대한 시기별 엽 생장량, 생육밀도, 그리고 뿌리 생장깊이를 분석해 보면 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리는 목초액 무처리와 비교하여 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$) 있게 지속적으로 잔디의 생육을 촉진하는 것으로 나타났으며, 특히 엽 생장량과 생육밀도는 4월중에 더 큰 효과를 나타냈고 뿌리 생장깊이는 6월과 7월중에 더 큰 효과를 나타냈다. 그리고 500배 희석 처리는 처리들 중에서 그 효과가 가장 높은 것으로 나타났다.

2. 목초액 처리에 대한 잔디의 시각적 질

목초액 무처리구에서 색상, 질감, 그리고 균일성을 분석해보면, 4월부터 증가하기 시작하여 6월에 최대치를 보인 후에 점차 감소하는 것으로 나타났고, 이와 같은 변화는 목초액 처리구들에서도 동일하게 나타났다. 그리고 이것은 잔디의 연중 생육 변화와 유사하였다(그림 1, 2, 3, 표 4 참조).

표 4. 목초액 처리 농도 및 시기별잔디의 색상, 질감 및 균일성

시각 척도	목초액 처리	4월	5월	6월	7월
색상	무처리	4.3*	7.0	7.7	6.0
	300배 희석	4.3	7.0	7.7	6.0
	500배 희석	4.7	7.7	8.7	7.3
	800배 희석	4.7	7.7	8.7	7.0
질감	무처리	5.3	7.0	8.0	6.3
	300배 희석	5.3	8.0	8.7	6.3
	500배 희석	5.7	8.0	9.0	8.0
	800배 희석	6.3	8.0	9.0	8.0
균일성	무처리	6.0	7.0	7.7	6.0
	300배 희석	6.0	8.0	8.3	6.3
	500배 희석	6.3	8.7	9.0	8.3
	800배 희석	6.3	8.7	9.0	7.3

*: 9점 척도(최저 1점; 최고 9점)

처리 농도 및 시기에 대한 시각적 질을 평가한 관측치의 특성을 파악하기 위해서 시각적 질을 생육과 상관분석한 결과에서 색상, 질감, 그리고 균일성 모두는 엽

생장량, 생육밀도, 그리고 뿌리 생장깊이와 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 양(+)의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다(표 5 참조). 결국 잔디의 시각적 질의 증가는 왕성한 잔디 생육을 통하여 얻어진다는 것을 알 수 있었다. 따라서 색상, 질감, 그리고 균일성 모두는 잔디 생육에 대한 목초액의 효과를 구명하기 위한 다른 한 방법이 될 수 있다고 판단되었다.

표 5. 잔디의 시각적 질과 생육간의 상관계수표

변 수	엽 생장량	생육밀도	뿌리 생장깊이
색 상	0.506* (0.000)	0.506* (0.000)	0.657* (0.000)
질 감	0.634* (0.000)	0.634* (0.000)	0.715* (0.000)
균일성	0.686* (0.000)	0.686* (0.000)	0.603* (0.000)

*: 1% 유의수준에서 양측검정 결과 유의성 있음

1) 색상

목초액 무처리구와 처리구들간에 색상에 대한 시각적 질을 비교해보면 목초액 300배 희석 처리구에서의 색상은 무처리구에서의 색상과 비교하여 처리 농도 및 시기에 대한 색상을 대응표본 t-검정으로 분석한 결과에서 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다(표 4, 6 참조). 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리구에서의 색상은 무처리구에서의 색상과 비교하여 조사기간내 지속적으로 높게 나타났으며, 이것은 통계적으로 유의성($p<0.05$)이 있는 것으로 나타났다. 즉, 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리는 무처리와 비교하여 색상에 대한 시각적 질을 향상시키는 것으로 나타났다.

목초액 처리들간에 색상에 대한 시각적 질을 비교해보면 목초액 500배 희석 처리와 800배 희석 처리에서의 색상은 300배 희석 처리에서의 색상과 비교하여 조사기간내 지속적으로 높게 나타났으며, 이것은 통계적으로 유의성($p<0.05$)이 있는 것으로 나타났다. 목초액 500배 희석 처리와 800배 희석 처리간에는 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다.

2) 질감

목초액 무처리구와 처리구들간에 질감에 대한 시각적 질을 비교해보면 목초액 300배 희석 처리구에서의 질감은 무처리구에서의 질감과 비교하여 5월과 6월중에 높게 나타났지만, 처리 농도 및 시기에 대한 질감을 대응표본 t-검정으로 분석한 결과에서 이것은 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다(표 4, 6 참조). 목초액 500배 희석 처리구에서의 질감은 무처리구에서의 색상과 비교하여 조사기간내 지속적으로 높게 나타났으며, 이것은 통계적으로 유의성($p<0.05$)이 있는 것으로 나타났다. 목초액 800배 희석 처리구에서의 질감도 무처리구에서의 색상과 비교하여 조사기간내 지속적으로 높게 나타났으며, 이것은 통계적으로 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 즉, 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리는 무처리와 비교하여 질감에 대한 시각적 질을 향상시키는 것으로 나타났다.

목초액 처리들간에 질감을 비교한 결과에서 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리에서의 질감은 300배 희석 처리에서의 질감과 비교하여 조사기간내 5월을 제외하고 지속적으로 높게 나타났지만, 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 결국 목초액 처리들간에는 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다.

3) 균일성

목초액 무처리구와 처리구들간에 균일성을 정량적으로 비교해보면 목초액 300배 희석 처리구에서의 균일성은 무처리구에서의 균일성과 비교하여 5월부터 7월까지 지속적으로 높게 나타났지만, 처리 농도 및 시기에 대한 균일성을 대응표본 t-검정으로 분석한 결과에서 이것은 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다(표 4, 6 참조). 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리구에서의 균일성은 무처리구에서의 균일성과 비교하여 조사기간내 지속적으로 높게 나타났으며, 이것은 통계적으로 유의성($p<0.05$)이 있는 것으로 나타났다. 즉, 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리는 무처리와 비교하여 균일성에 대한 시각적 질을 향상시키는 것으로 나타났다.

목초액 처리들간에 균일성을 비교해보면 500배 희석 처리에서의 균일성이 가장 높게 나타났고, 다음으로 800배 희석 처리에서의 균일성이 높게 나타났다. 그러나 목초액 800배 희석 처리와 300배 희석 처리간에서만 통계적으로 유의성($p<0.05$)이 있는 것으로 나타났으며,

나머지는 통계적으로 유의성이 없는 것으로 나타났다. 목초액 500배 희석 처리와 300배 희석 처리간에 통계적 유의성이 있을 것으로 예측하였으나, 500배 희석 처리구에서의 7월중 균일성이 상대적으로 높았던 것이 오히려 통계적으로 편차를 증가시키는 결과로 나타났고, 그것으로 인해 통계적 유의성이 나타났지 않았던 것으로 사료되었다.

표 6. 목초액의 처리 농도 및 시기별 잔디의 색상, 질감 및 균일성의 대응표본 t-검정

목초액 처리 대응표본	대응표본 t-검정		
	색상	질감	균일성
무처리 - 300배 희석 처리	NS[a]	NS	NS
무처리 - 500배 희석 처리	*[b]	*	*
무처리 - 800배 희석 처리	*	**[c]	*
300배 희석 처리 - 500배 희석 처리	*	NS	NS
300배 희석 처리 - 800배 희석 처리	*	NS	*
500배 희석 처리 - 800배 희석 처리	NS	NS	NS

[a]: 5% 유의수준에서 양측검정 결과 유의성 없음
[b]: 5% 유의수준에서 양측검정 결과 유의성 있음
[c]: 1% 유의수준에서 양측검정 결과 유의성 있음

전체적으로 목초액 처리 농도 및 시기에 대한 색상, 질감, 그리고 균일성을 분석해 보면 목초액 500배 희석과 800배 희석 처리는 목초액 무처리와 비교하여 모든 항목에서 시각적 질을 지속적으로 향상시켰으며, 이것은 통계적으로 유의성($p<0.01$)이 있거나 또는 매우 유의성($p<0.01$)이 있는 것으로 나타났다. 특히 500배 희석 처리는 처리들 중에서 가장 높은 경향을 나타냈다. 이와 같은 결과는 목초액 처리 농도 및 시기에 대한 잔디의 생육에서 나타난 결과와 일관성 있는 것이다. 다만, 시각적 질의 측정은 생육량 측정과 비교하여 목초액의 처리 농도 및 시기에 따른 잔디생육 효과를 구명하기에 다소 불명확한 결과를 도출하였다.

3. 병 발생 정도 및 토양의 화학적 특성 변화

조사기간 중에 목초액 무처리구와 처리구들에서 병 발생은 전혀 없었다. 일부 골프 코스 관리자들이 pH가 매우 낮은 목초액(pH = 2.10)을 잔디관리에 사용하면 골프 코스내 토양이 산성화되면서 잔디의 병 발생이 많아진다고 우려하고 있지만, 조사기간내 목초액 300배 희석, 500배 희석, 그리고 800배 희석 처리와 같은 저농도 사용은 토양의 pH를 감소시키지도 않았으며, 잔디의 병 발생을 촉진하지도 않은 것으로 나타났다(표 1, 7 참조).

또한 목초액 희석 처리에 대한 실험 전·후 토양의 화학적 특성 변화를 분석한 결과에서 실험 전·후의 토양 pH는 기준치를 약간 초과하는 정도이며(안용태 등, 1992), 오히려 실험 후에 무처리구와 처리 모두에서 토양의 pH가 약간 상승하는 경향을 나타냈다. 이것은 용평 골프 코스에서의 그린에 대한 관리적 특성에 의한 것으로 판단되며, 앞서 언급한 것처럼 목초액 300배 희석, 500배 희석, 그리고 800배 희석 처리로 인한 토양의 산성화는 나타나지 않았다. 전기전도도(EC)는 실험 전에는 무처리구와 처리구 모두에서 기준치 이하로 양호한 수준이였는데, 실험 후에는 모든 처리들에서 0.2~0.3mS/cm 정도로 기준치를 약간 초과하는 것으로 나타났으며, 무처리구 및 처리구에서 상호 현저한 차이를 나타내지는 않았다. 이와 같은 전기전도도의 증가는 4월부터 시용되는 비료의 일부가 토양 내 잔류하여 발생한 것으로 판단되었다. 유기물 함량(OM)은 실험 전·후에 무처리구와 처리구 모두에서 3.0~4.0% 정도로 기준치를 초과하였으며, 실험 후에 무처리구와 처리구 모두에서 약간 감소하는 경향을 나타냈고, 상호 현저한 차이를 나타내지는 않았다. 총질소(T-N)는 실험 전·후에 무처리구와 처리구 모두에서 0.12~0.14% 정도로 기준치를 초과하였으며, 실험 후에 무처리구 및 처리구 모두에서 거의 변화가 없었고, 상호 차이를 나타내지는 않았다. 인산(P)은 실험 전·후에 무처리구와 처리구 모두에서 300~350ppm 이상으로 기준치를 약간 초과하였으며, 실험 후에 목초액 처리구에서 약간 상승하는 경향을 나타냈다.

위에서 목초액 희석 처리에 대한 실험 전·후 토양의 총질소와 인산의 변화를 분석해 볼 때, 질소와 인이 동일한 수준으로 시비되는 그린에서 목초액 희석 처리에 의한 잔디 생육량의 증가는 목초액 희석 처리의 식물생장 촉진 효과뿐만 아니라 생비료(省肥料) 효과를 예측 가능하게 하였다. 즉, 목재의 원소조성은 C, H, O로 되어 있고, 질소와 인의 함량이 매우 낮으며, 목재를 탄화시켜 얻어지는 목초액 중에는 주요 비료성분인 N, P,

K가 거의 없지만(구자운, 2000; Ferm *et al.*, 1992), 목초액을 비료와 혼용하여 사용하면 비료의 효과를 상승시키며, 토양 중의 질소, 인산, 칼륨의 잔류량을 감소시킨다고 하였다(구자운, 2000). 또한 목초액은 친환경적인 물질로서 생비료(省肥料), 식물의 생장 촉진 등의 효과뿐만 아니라 감농약(減農藥)를 지니고 있다고 보고되었다(구자운, 2000; 스기우라, 1998; 이현우, 2001). 이와 같은 이유로 일본에서는 2차 대전 이후 농약으로도 등록되어 시판되었으며, 최근 무공해 자재로 활발하게 연구되어 그 효과가 검증되고 있다고 한다(이현우, 2001).

표 7. 목초액 처리에 따른 실험 전·후의 토양 화학적 특성 변화

조사 시기	목초액 처리	pH (1:5)	EC (mS/cm)	OM (%)	T-N (%)	인산 (ppm)
실험 전	무처리	6.61	0.18	3.85	0.12	321
	300배 희석	6.74	0.19	4.08	0.12	308
	500배 희석	6.85	0.17	3.93	0.12	301
	800배 희석	6.52	0.16	3.99	0.12	319
실험 후	무처리	6.93	0.25	3.77	0.12	316
	300배 희석	6.86	0.24	3.37	0.12	320
	500배 희석	6.87	0.21	3.21	0.12	350
	800배 희석	6.87	0.26	3.74	0.12	323
기준치[a]		5.5-6.5	0.2 이하	0.5-1.5	0.01-0.05	100-300

[a]: 안용태 등, 1992: 290-291.

Ⅳ. 결론

본 연구는 잔디 생육에 대한 목초액의 효과를 구명하고 국내 골프 코스 그린에서 실제적인 관리를 위한 이용 방법을 제안하고자 수행되었다. 대상지는 용평 골프 코스 그린이며, 그린의 초종은 펜크로스('Penncross' Creeping Bentgrass, Agrostis palustris Huds.)였다. 각각의 실험구는 목초액 0, 300, 500, 그리고 800배 희석액으로 처리되었고, 처리된 실험구에서 잔디의 생육량과 시각적 질이 정기적으로 측정되었으며, 측정된 데이터는 대응표본 t-검정과 상관분석되었다. 그 결과는 다음과 같았다.

1. 엽 생장량, 생육밀도, 뿌리 생장깊이 모두에서 목초액 500배 및 800배 희석 처리된 잔디가 무처리된 잔디보다 통계적으로 유의성 있게 우수하였다. 특히, 목초액 500배 희석처리가 통계적으로 가장 우수하였다.

2. 색상, 질감, 그리고 균일성에서도 목초액 500배 및 800배 희석 처리된 잔디의 시각적 질이 무처리된 잔디보다 통계적으로 유의성 있게 우수하였다. 특히, 목초액 500배 희석처리가 가장 우수한 경향을 나타냈다.

3. 목초액이 희석 처리된 모든 실험구에서 병 발생은 없었다. 따라서 목초액 500배 및 800배 희석 처리가 병 발생을 유도하거나 촉진시킨다고 판단되지는 않았다.

4. 잔디 생육에 대한 목초액의 효과를 연구하기 전·후에 토양 분석을 실시한 결과, 모든 처리구에서 토양의 화학적 특성은 현저하게 변화되지 않았다. 토양의 화학적 특성은 목초액 희석 처리에 의해 변화되지 않은 것으로 사료되었다.

5. 위에서 언급된 결과들을 고려할 때, 목초액 500배 희석이 가장 효과적이었다. 목초액은 유기 비료이며 단지 소량의 질소(N)와 인(P)을 함유하고 있지만, 목초액 500배 희석은 효과적으로 잔디의 생육을 촉진하였다. 따라서 이것의 이용은 비료 사용량을 감소시킬 것으로 기대되며 국내 골프 코스에서 친환경적인 관리방법 중의 하나가 될 것으로 기대되었다.

인용문헌

1. 강원목초산업(주)(2000) 목초액을 이용한 농산물 재배방법. 강원목초산업(주) 보고서.
2. 구자운(2000) 한국의 숯 및 목초액의 이용 연구 동향. 숯과 목초액 이용. 임업연구원 보고서.
3. 권진욱(2000) 농약보도. 농약공업협회 농약정보 7: 8-9.
4. 김광은, 박상범, 안경모(1998) 숯과 목초액: 기능과 제조·이용법. 서울: 한림저널사.
5. 김귀곤, 김명길, 김지덕, 오휘영, 이동근, 임상하, 주영규(1992) 한국의 골프장 계획이론과 실무. 서울: 조경.
6. 김호준, 양승원(2001) 골프장의 환경적 영향에 대한 이해. 한국잔디학회지 15(1): 21-30.
7. 스기우라 긴지(2001) 일본의 최근 숯과 목초액의 생산기술과 신용도이용. 숯과 목초액 4: 11-20.
8. 심규열, 김호춘, 함선규, 최준수, 심상렬(1998) 잔디구장의 조성

과 관리. 한국체육과학연구원 보고서.
9. 안용태, 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 이정재, 함선규(1992) 한국잔디연구소 골프장 관리의 기본과 실제. 경기: 한국잔디연구소.
10. 이상재, 허근영, 사공영보(2001) 국내 골프 코스에서 사용되는 농약 및 비료의 환경적 영향. 한국잔디학회지 15(2): 87-104.
11. 이현우(2001) 친환경농법-숯과 농업②. 상업농경영. 12월호: 62-68.
12. 조재성, 이호웅, 정병관, 채제천, 홍성찬(1995) 실험통계학. 서울: 선진문화사.
13. 최병주, 심재성, 주영희, 박훈(1993) 경기도 수개 골프장의 표토 토양화학성과 잔디의 무기성분함량. 한국잔디학회지 7(3): 129-135.
14. 태현숙, 고석구, 안길만(2000) 생장조절제 처리가 bentgrass 생육과 토양 수분이동에 미치는 영향. 한국잔디학회지 14(1): 273-280.
15. 함선규(1998) 회원사에서 의뢰한 토양화학성, 물리성, 수질분석에 대한 종합의견. 골프코스 관리정보 56: 29-42.
16. 환경부(2001) 2000년 골프장 농약사용량 조사 보고서.
17. Ferm, A., T. Hokkanen, M. Moilanen, and J. Issakainen(1992) Effects of wood bark ash on the growth and nutrition of a Scot pine afforestation in central Finland. Plant and Soil 147: 305-316.
18. Hurdzan, M. J.(1996) Golf course architecture-design, construction and restoration. Chelsea: Sleeping Bear Press.
19. Rist, A. M., and R. E. Gausson(1997) Mowing isn't sole factor affecting ball-roll distance. Golf Course Management 67(6): 49-54.
20. Shepard, D., and J. DiPaola(2000) Regulate growth and improve turf quality. Golf Course Management 68(3): 56-59.

원고접수: 2002년 4월 17일
최종수정본 접수: 2002년 5월 31일
3인익명 심사필