

## 복합비료 시비가 골프코스 수목근부 잔디고사 회복에 미치는 영향

장덕환\* · 김호준 · 이태우<sup>1</sup> · 김건우<sup>2</sup>

한국잔디연구소, <sup>1</sup>이스트밸리골프장, <sup>2</sup>지산골프장

### Effect of complex fertilizer treatment on a recovery of reduced turfgrass caused by competing with trees in golf course.

Duk-Hwan Jang\*, Ho-Jun Kim, Tea-Wu Lee<sup>1</sup>, Gun-Wu Kim<sup>2</sup>

*Korea Turfgrass Research Institute, <sup>1</sup>East Valley Golf Course, <sup>2</sup>Ji San Golf Course*

#### ABSTRACT

This study was conducted to effect a complex fertilizer treatment on a recovery of damaged turfgrass caused by competing with tree at area under trees, and to seek for effective management system on damaged areas under trees in golf courses.

Available phosphorous and potassium were enough to grow up turfgrass in plots of East valley and Ji San Golf Club. But these plots were acid soil ranged from pH 5.3 to pH 5.5, so that lime fertilizer was required for improving the chemical of soil. The effect on complex fertilizer showed significant for the recovery of damaged turfgrass. Turfgrass recovery ratio by complex fertilizer was better in low-density(LD) section of fertilizer than in high-density(HD) section of control.

As the result of surveying turfgrass characters according to dates, dry matters in HD sections of control plots were higher than these in LD sections of fertilizer plots in 6 Aug. before sprinkling a complex fertilizer. But dry matters in LD section of fertilizer were, on the contrary, higher than in 6 Sep. after sprinkling complex fertilizer.

In view of the result so far conducted, a turfgrass recovery to LD sections of complex fertilizer was batter than that of HD sections of control. Sprinkling complex fertilizer on turfgrass damaged by competing with trees will maintain the turfgrass growth, even though happen to compete between trees and turfgrass.

**Key Words** : turfgrass, complex fertilizer, tree, management, golf courses

---

\*Corresponding author. Tel : 031-781-6440  
E-mail : turf@ktri.or.kr

## 서 론

골프장내에 식재된 조경수의 역할은 자연적인 미를 높여주고 있으며, 이들 조경수의 경우에는 대부분이 잔디와 같이 식재되어 있어 조경의 아름다움을 더욱 높이고 있다. 하지만 조경수의 대부분이 골프장내 법면에 식재되어 있어 조경수의 근부에 식재된 잔디의 경우에는 집중적인 관리가 어렵기 때문에 대부분 생육이 저해되고, 잔디의 품질이 현저하게 떨어지는 원인이 되고 있다. 수목근부 지역의 잔디가 고사하는 원인으로는 수목과 잔디의 양분 경쟁(Wilson, 1991), 수목에 의한 잔디의 조도 제한(Steinke & Stier, 2003), 수목의 allelopathy에 의한 잔디의 생육 저해(Kolb, 1988) 등의 문제로 인해서 그 피해 면적이 증가하고 있다.

잔디와 수목은 조경에 있어서 무엇보다 중요한 관계를 가지고 있지만, 실제 이들 상호 관계에 있어서는 상당히 대립적인 관계에 있다. Köchy와 Wilson(2000)의 연구에 따르면 수목 조성 초기에 수목이 지상부의 광을 우점하고 있기 때문에 광의 이용 효율이 잔디보다 월등하게 좋지만 지하부의 경우엔 목초가 선점한다고 하였다. 하지만 시간이 지남에 따라서 목초와 수목간에 양분 경쟁이 심각하게 발생하게 되어서 수목 조성의 초기 관계에 있어서는 대등한 관계를 형성하다가 점점 수목이 우점하게 된다고 하였다. 이는 질소의 이용률과 밀접한 관계를 가지고 있다. 수목이 광을 선점함으로써 광합성의 효율이 증가하게 되고 흡수된 질소의 이용 효율이 증가하게 되어서 결국 시간이 지날수록 수목의 생육이 우세하게 된다. 하지만 광도의 60%정도를 감소시킨다 하여도 실제 잔디의 품질에는 큰 영향을 미치지 않는다(Goss et al. 2002). 골프장 코

스내의 수목은 일부 지역을 제외하고 군락으로 형성되지 않고 대부분이 독립수 형태로 이루어지기 때문에 실제 광에 의한 피해는 그리 많다고 볼 수 없다.

잔디와 수목간의 경쟁 문제는 양분과 수분의 흡수와 관련이 있다. 잔디와 수목은 같은 근권을 형성하고 있기 때문에 잔디와 수목의 경쟁이 이루어지고 있다. 수목 근부에서 생육하고 있는 잔디에 있어 중요 사항으로 Weltzin(1997)등은 수목과 목초간에 수분 경쟁을 강조하였는데, 이는 온난지역에서 이들 상호간의 수분 흡수의 근권이 같아 이로 인해서 목초와 수목의 경쟁이 발생한다고 하였다. 수목의 뿌리는 수목 줄기의 1.7~7.3배의 크기로 뻗어나간다고 하였는데(Gilman, 1988), 이 범위내에서 생육하는 잔디와 경쟁으로 실제 잔디의 밀도가 이 지역에서 감소하고 있다. 이외에도 잔디의 생육에 미치는 여러 가지의 요인들이 존재하고 있다.

이런 여러 가지 환경들에 의해서 수목 근부에서 생육하고 있는 잔디의 생육은 현저하게 감소하고 있는데, 이에 대한 방안은 1)토양은 pH 6.2정도를 유지하고, 2)관수시 깊게 해주며, 3)시비의 양을 증가시키는 방안들이 있다. 충분한 관계가 이루어질 경우 양분의 흡수율이 증가하게 되고, 이는 잔디와 수목의 생육 경쟁을 감소시킴으로써 잔디의 밀도를 유지시킬 수 있다. Jackson(1996)등은 또한 일정 면적당 질소와 수분 흡수가 증가하게 되면 목초의 root/shoot율의 증가에 영향을 준다고 하였다.

따라서 본 연구의 목적은 복합비료의 처리에 따른 수목 근부에서 생육하고 있는 잔디의 밀도, 뿌리, 신초 등을 조사하여 복합비료의 시비 효과를 알아보고, 이를 골프장내 수목 근부 잔디의 관리 체계에 활용하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

시비 처리에 따른 수목 근부에 잔디의 생육 회복 정도를 알아보기 위해서 시험지를 이스트밸리 골프장과 지산 골프장으로 선정하였다. 골프장의 법면에 식재된 수종은 참나무이며 수목 근부에 식재된 잔디 초종은 한국잔디 (*Zoysia japonica*)로서 피해가 발생하고 있는 지역을 대상으로 시험구를 선정하였다. 시험구 별로 1m<sup>2</sup>당 40g의 21-17-18의 복합비료를 8월 7일에 시비하였다. 시험구의 면적은 이스트밸리는 2.00~4.91m<sup>2</sup>였으며, 지산은 1.5~3.0m<sup>2</sup>였고, 시험구내에서 잔디의 피해가 발생하여 잔디의 밀도가 50%이하인 지역(Low Density, LD)과 50%이상인 지역(High Density, HD)으로 세분하여서 이들 지역에 대한 각각의 잔디 생육 조사를 실시하였다. 시험구 배치는 3반복 완전임의 배치법으로 수행하였다.

조사는 복합비료 처리 전인 8월6일에 1차 조사를 하였고, 이후 30일 간격으로 9월 6일, 10월6일, 11월6일 총 4회 조사를 실시하였다. 토양의 조사는 한국잔디연구소에서 수행하는 방법에 준하여 토양 화학성을 분석하였다. 조사 항목들은 신초의 건물중, 뿌리의 건물중, 뿌리의 건물중에 따른 신초의 건물중 비율, 지하경과 포복경을 합한 건물중, 밀도와 신초의 길이였다. 시료 채취는 원지름이 10.8cm의 홀 커터를 이용하여 각 시험구별로 잔디의 밀도가 50%이하인 지역과 50%이상인 지역별에서 각각 시료를 채취하였다. 또한 시료의 건물 중을 조사하기 위해서 채취해온 시료를 수돗물로 깨끗이 씻었는데, 이때 잔디의 뿌리와 수목의 뿌리가 공존하기 때문에 정확한 분류가 이루어져야 한다. 신초, 뿌리 등의 건물 중은 70℃건조기에 24시간 동안 보관한 후에 이들에

대한 무게를 측정하였다. 신초의 길이는 잔디 식물체의 관부에서 잔디 잎 끝부분까지의 길이를 측정하였다. 지하경과 지상경의 총합을 구한 것은 지상경과 지하부의 명확한 구분이 어려워 이들 두 부위를 합쳐서 총합으로 조사하였다. 밀도의 경우엔 10cm<sup>2</sup>(10cm×10cm)의 면적에서 토양 표면위로 출현한 신초들의 개수를 밀도로 표현하여 밀도의 증감정도를 조사하였다.

통계분석은 LSD검정을 이용하여 복합비료 처리 반복간 평균을 비교하였고, 복합비료 처리에 따른 형질에 변화에 관여하는 환경들은 PC SAS program을 이용하여 요인 분석을 통한 요인 상호간 유의성 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 시험구별 토양 화학성

복합비료를 시용하기 전에 토양 시료를 채취하였는데, 시험구내에 잔디의 밀도가 50%이하인 지역(LD)과 50%이상인 지역(HD) 별로 나누어 조사하였다. pH의 경우 이스트밸리와 지산의 시험구 토양들이 pH5.3~5.5정도로서 강산성을 보였다. 또한 복합비료의 처리 전과 후의 변화가 거의 없었는데, 이는 복합비료가 토양 산성에 양향하지 않기 때문이다. 따라서 토양이 강산성일 경우 대부분의 이온들이 불용성으로 변화하기 때문에 시용의 효과를 높이기 위해서는 토양 개량이 절실하다. 토양 개량을 위해서 석회질을 시용하여 토양의 산성도를 중성으로 개량하여야 한다. EC의 경우에는 복합비료의 처리 전에 비하여 처리 후가 2.5~3배 정도가 증가하였고, 증가하는 변화의 폭이 무처리구에 비하여 처리구가 상당히 높았다(Table 1).

**Table 1.** Chemical properties in soil before and after treating complex fertilizer in East valley and Jin San Golf Clubs.

Loca tion	Treat ment	Sec tion	pH		EC (dS/m)		Ave-P (mg/kg)		K (cmol <sup>+</sup> /kg)		Mg (cmol <sup>+</sup> /kg)		Ca (cmol <sup>+</sup> /kg)	
			B.F.	A.F.	B.F.	A.F.	B.F.	A.F.	B.F.	A.F.	B.F.	A.F.	B.F.	A.F.
E.V.	Fertilizer	L.D.	5.5	5.3	25.6	45.1	50.7	60.3	0.39	0.45	0.127	0.138	0.38	0.36
		H.D.	5.4	5.4	16.4	40.5	49.0	60.3	0.41	0.49	0.127	0.141	0.40	0.47
	Control	L.D.	5.4	5.6	16.0	30.2	46.8	43.2	0.39	0.35	0.130	0.142	0.38	0.38
		H.D.	5.4	5.3	14.9	32.4	53.6	45.3	0.37	0.36	0.128	0.142	0.36	0.41
J.S.	Fertilizer	L.D.	5.4	5.5	11.6	38.4	20.5	63.3	0.24	0.40	0.127	0.142	0.26	0.34
		H.D.	5.5	5.3	15.9	42.0	46.7	71.3	0.30	0.37	0.131	0.139	0.32	0.39
	Control	L.D.	5.5	5.3	16.8	31.9	26.1	25.1	0.27	0.20	0.132	0.145	0.37	0.35
		H.D.	5.4	5.4	18.4	27.3	33.2	26.7	0.25	0.26	0.132	0.146	0.34	0.36

E.V. = East valley golf club, J.S. = Ji San golf club.

B.F. = Before Fertilizer, A.F. = After Fertilizer

L.D. = Low density(growing below 50%), H.D. = High density(growing above 50%)

복합비료 처리에 따른 토양 가용성 인산 조사 결과를 보게 되면, 한국잔디연구소에서 규정한 러프지역의 적정 가용성 인산함량은 50~100mg/kg인데, 처리 전 가용성 인산의 함량은 지산의 시험구 중에 처리 LD지역이 20.5mg/kg로 가장 낮았으며 처리 HD지역이 46.7mg/kg으로 가장 높게 나왔다. 또한 이스트밸리의 처리 전 가용성 인산의 함량이 46.8~50.7mg/kg로 거의 유사하였다. 복비를 처리한 후 이스트밸리의 처리구 LD지역은 60.3mg/kg으로 처리 전에 비하여 19%의 함량 증가를 보였고, 처리구 HD지역도 유사한 함량 증가를 보였다. 지산의 경우, 처리구 LD지역은 처리 전 가용성 인산의 함량이 20.5mg/kg였는데, 복비를 처리한 후 조사 결과 63.3mg/kg으로 증가하여 가장 높은 함량 증가율을 보였다(Table 1). 하지만 한국잔디연구소에서 규정한 가용성 인산의 최저량 보다는 다소 적게 나왔지만 잔디의 생육에는 큰 문제가 없을 것으로 사료된다.

칼리의 경우에도 역시 복합비료 시용 전 칼리의 함량 변화는 인산과 유사한 결과가 나왔다. 복합비료의 처리 전과 후에 칼리 성분의

경향을 보게 되면, 복비의 처리 전 지산 시험구에 칼리 토양함량 변이는 0.24~0.30cmol<sup>+</sup>/kg이었고, 이스트밸리의 토양함량 변이는 0.37~0.41cmol<sup>+</sup>/kg이었다. 하지만 복비의 처리 전과 처리 후의 변화는 크지 않았지만 대부분이 약간의 증가를 보였다. 한국잔디연구소에 규정하는 칼리의 적정 토양함량은 0.5~1.0cmol<sup>+</sup>/kg인데, 이 범위보다 다소 낮은 함량의 경향을 보였다(Table 1). 이런 유사한 결과가 Johnson(2003)등의 연구와 일치하였는데, 이들은 연중 칼리의 함량이 점진적으로 증가하였으며, 이에 대한 원인은 아직 밝혀지지 않았다고 보고하였다. 이렇게 약간의 증가를 보인 이유는 대부분이 잔디 예초물에 의한 것으로 추측하고 있다.

마그네슘의 경우 복비처리 전에 0.127~0.132cmol<sup>+</sup>/kg였고, 복비처리 후엔 0.138~0.146cmol<sup>+</sup>/kg으로 다소 증가하였지만, 거의 미비한 증가를 보였다. 이는 마그네슘의 처리를 하지 않았기 때문에 별다른 증가를 하지 않았다. 하지만 한국잔디연구소의 규정 함유량이 1.0~2.0cmol<sup>+</sup>/kg으로 본 시험구의 마그네슘 함량과 비교하여 볼 때 10배이상의 차이를

보였다(Table 1). 하지만 마그네슘의 함량이 잔디에 어느 정도 관여하는지는 더 많은 연구가 필요하다. 칼슘의 경우 한국잔디연구소가 규정한 토양 칼슘의 적정 함량은  $6.0 \sim 13.0 \text{cmol}^+/\text{kg}$ 인데, 이스트벨리와 지산의 함량은 처리 전과 후에 거의 변화가 없었으며, 기준량과 비교하여 볼 때 거의 20배이상의 차이를 보이기 때문에 칼슘의 처리가 필요하다.

### 복합 비료 시비에 의한 잔디 회복도

수목 근부 지역에서 생육하고 있는 잔디에 회복도를 알아보기 위해서 수목 근부 지역의 잔디면적을 피해 정도에 따라서 크게 2개의 세구로 나누었다. 잔디의 생육 상태가 50% 미만인 지역(Low Density, LD)과 50% 이상인 지역(High Density, HD)으로 나누어 복합비료 시비가 잔디의 생육에 어떻게 영향을 미치는지를 알아본 결과 Table 3과 같았다.

복합비료의 시비에 따른 각 형질간 처리 효과, LD와 HD지역별 시비 효과와 환경요인 등을 알아보기 위해서 요인 분석 결과는 다음 Table 2와 같았다. 지역간 유의적인 차이는 Rhizome&Stolon형질에서만 99%의 신뢰수준에서 유의적인 차이를 보였고, 복합비료의 처리에서는 모두 99%와 95% 신뢰수준에서 유의성을 보였다. LD·HD지역에서는 Shoot/Root율의 형질을 제외하고 나머지 형질들은 95%와 99%의 신뢰수준에서 유의적인 차이를 보였다. 복합비료 처리와 LD·HD 지역간 상호작용 효과는 모든 형질에서 유의적인 차이를 보이지 않았다.

지상부의 생육 정도 나타내는 신초 건물중을 조사한 결과 이스트벨리와 지산 골프장 두 지역에서 모두 처리구와 무처리구간에 유사성을 보였다. 이스트벨리의 LD지역에서 처리구가 무처리구에 비해서 거의 93%정도의 신초

건물량이 증가하였고, 지산에서도 처리구가 무처리구에 비하여 107%의 생육이 증가하였다(Table 3). 수목의 광 차단에 의한 잔디의 생육이 영향을 받을 수도 있지만(Qian & Engelke, 1999) 본 시험구에서는 잔디의 생육에 영향을 정도의 광 차단은 이루어지지 않았으며, 잔디의 품질에 영향을 미치지 위해서는 73%이상의 광 차단이 있어야 한다는 Qian과 Engelke(1997)의 보고가 있다. 따라서 수목 근부 지역에서 잔디의 고사 문제에 영향을 미치는 여러 가지 문제들이 있지만 주요 원인은 잔디와 수목간 토양 양분으로 사료되며, 잔디와 수목간에 토양 양분 경합에서 잔디의 흡수력이 떨어지기 때문에 복비를 시비함으로써 잔디의 충분한 양분 흡수가 가능하여 실제 잔디의 신초 생육이 증가한 것으로 판단된다.

뿌리의 건물중을 조사한 결과, 이스트벨리와 지산의 경우 복비 처리구 LD지역이 무처리 LD지역에 비하여 각각 31%와 75%증가율을 보였다. 복비 처리구 HD지역과 무처리 HD지역의 뿌리 건물중은 이스트벨리와 지산 각각 17%와 18%정도로 증가하였는데, LD지역에 비하여 그 증가율이 상대적으로 낮았다. 이는 잔디 밀도가 낮은 LD지역에 복합비료를 처리하게 되면 밀도가 높은 HD지역에 비하여 그 뿌리의 생육이 급격히 증가함으로써 잔디 뿌리에 의한 양분의 흡수가 증가한다고 볼 수 있다. 이는 뿌리의 생체중이 증가할수록 식체물내의 질소 함유량이 증가(Sullivan et al., 2000)하므로 잔디 뿌리 생육이 증가한다고 판단되는데, 잔디가 뿌리나 잎으로부터 질소를 함유할 경우 뿌리에서 흡수된 성분을 신초로 이동하여 탄수화물의 동화에 이용된 후 뿌리로 다시 이동하여 뿌리의 생육에 관여한다.

Shoot/Root(S/R)율은 신초의 건물중을 뿌리의 건물중으로 나눈 값을 조사치로 사용하였

**Table 2.** Analysis of variance for characters of Korean Zoysiagrass in growing under tree as effected by complex fertilizer.

Factor	df	Shoot		Root		Shoot/Root ratio		Rizome& Stolon		Density		Shoot Length	
		MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
L	1	0.06	0.02 <sup>NS</sup>	0.03	3.30 <sup>+</sup>	0.14	0.91 <sup>NS</sup>	2.47	38.59 <sup>**</sup>	93.21	3.32 <sup>+</sup>	0.01	0.01 <sup>NS</sup>
T	1	2.16	33.72 <sup>**</sup>	0.17	18.69 <sup>**</sup>	1.39	9.14 <sup>**</sup>	0.43	6.73 <sup>+</sup>	668.84	23.80 <sup>**</sup>	4.01	7.06 <sup>**</sup>
D	1	1.13	17.46 <sup>**</sup>	0.31	33.72 <sup>**</sup>	0.16	1.06 <sup>NS</sup>	2.64	41.26 <sup>**</sup>	868.85	30.92 <sup>**</sup>	2.33	4.10 <sup>+</sup>
T*V	2	0.06	0.90 <sup>NS</sup>	0.01	1.46 <sup>NS</sup>	0.21	1.38 <sup>NS</sup>	0.18	2.76 <sup>NS</sup>	25.63	0.91 <sup>NS</sup>	0.32	0.57 <sup>NS</sup>
T*V*R	4	0.03	0.51 <sup>NS</sup>	0.01	0.33 <sup>NS</sup>	0.12	0.77 <sup>NS</sup>	0.11	1.66 <sup>NS</sup>	23.988	0.85 <sup>NS</sup>	0.30	0.53 <sup>NS</sup>

+, \*, \*\* Significant at P = 0.10, P = 0.05 and P = 0.01, respectively

MS = Mean squares

L = Location, T = Treatment, D = Low-and high density regions within plots, R = Repeat

으며 S/R율로 표현하였다. S/R율은 처리구가 무처리구보다 훨씬 높게 나왔는데, 이는 복비 처리시 지하부의 생육보다 지상부의 생육이 훨씬 좋았기 때문에 나타났다(Table 3). 이런 조사 결과는 그늘지역에서 생육하는 잔디의 경우 광 차단에 의한 신초의 생장이 월등히 높아졌기 때문이다. Bushoven과 Hull(2001)은 대부분의 질소는 신초에서 흡수되기 때문에 질소의 엽면시비를 증가할수록 질소의 처리 효과가 증가하여 광합성 산물이 뿌리로 이동할 수 있도록 한다고 하였다. 따라서 복비를 사용할 경우 질소는 뿌리에서 엽으로 흡수 이행되어

신초의 생장을 촉진시키기 때문에 S/R율은 처리구가 무처리구에 비하여 훨씬 높게 나왔다.

지하경과 포복경의 명확한 구분에 어려움이 있어서 이 두 형질의 무게를 합하여 Rhizome&Stolon(R&S)로 표기하였다. R&S은 이스트밸리의 경우 처리구 LD지역 보다 무처리구 LD지역에서 37%정도가 낮았고, 지산의 경우엔 72%가 낮았었다. 두 지역간의 무처리구간 비교를 보게 되면, 이스트밸리의 LD와 HD지역간 차이는 64%로 지산 지역의 LD와 HD지역간 차이 138%에 비하여 현저히 적었는데(Table 3), 이스트밸리와 지산 지역간 유

**Table 3.** Characters of Korean Zoysiagrass in growing under trees responding to complex fertilizer in East Valley and Ji San Golf Club.

Location	Treatment	Section	Shoot Weight (g/m <sup>2</sup> )	Root Weight (g/m <sup>2</sup> )	Shoot/Root ratio	Rizome& Stolon Weight (g/m <sup>2</sup> )	Density (shoot num./10cm <sup>2</sup> )	Shoot Length (cm)
East Valley	Fertilizer	L.D.	119.7	69.1	1.73	188.7	23.9	7.3
		H.D.	154.5	93.2	1.66	265.0	43.2	7.8
	Control	L.D.	61.8	52.8	1.17	138.0	17.3	7.1
		H.D.	93.4	79.5	1.18	227.0	30.1	7.7
Ji San	Fertilizer	L.D.	101.2	69.3	1.46	126.1	25.8	7.7
		H.D.	182.4	84.4	2.16	157.3	34.8	9.0
	Control	L.D.	48.9	39.7	1.23	73.2	15.6	5.8
		H.D.	90.5	71.6	1.27	174.2	22.6	7.0

L.D. = Low density(growing below 50%), H.D. = High density(growing above 50%)

Data are the average from 6 Aug. to 6 Nov.

의적 차이는 Table 2에서 보는 바와 같이 99% 신뢰 수준에서 고도의 유의성을 보였다. Kurts(1975)가 연구한 그늘 지역에서 광 부족에 의한 광합성율의 저하로 탄소화물이 감소하여 지상경과 포복경의 생장이 감소한다고 하였다. 때문에 HD지역 보다는 LD지역에서 더욱 생장이 감소하였고, 또한 수목 뿌리와의 양분경합에 의해서 그 정도가 더욱 심하였을 것으로 판단된다. 밀도의 경우에도 이스트벨리 처리구의 LD지역이 무처리구의 LD지역에 비하여 신초 개체수가 38%정도 많았으며, 지산의 경우엔 무처리구의 LD지역보다 처리구의 LD지역이 65% 높게 나왔는데, 이는 두 지역간의 토양성분의 차이에 기인한 것으로 생각된다(Table 1).

신초의 길이는 예초를 하지 않은 잔디의 관부기관에서 엽의 끝부분까지의 길이를 초장으로 표현하였다. 초장의 경우 지산 처리구인 LD지역이 7.7cm로 무처리구인 LD지역의 5.8cm보다 33%의 신장율을 보였고, HD지역의 경우엔 처리구는 9.0cm였고, 무처리구는 7.0cm로 29%의 신장율을 보였다. 하지만 이스트벨리의 경우 처리구의 LD지역에서 7.3cm로 무처리구의 7.1cm보다 2.8%정도의 증가율을 보여 지산의 33%증가율에 비하여 낮은 신장의 증가율을 보였다(Table 3). 처리구의 LD지역이 무처리구의 LD지역보다 더 많은 초장의 신장을 보인 것은 무처리구의 경우 수목과 잔디간의 양분 경합에 의해서 잔디의 생장이 억제되었기 때문인 것으로 판단된다.

이들 결과를 종합하여 보면, 수목 근부에서 생육하는 잔디 LD지역에 복합비료를 처리하게 되면 신초, 뿌리, R&S의 건물중, 밀도, 초장 등이 무처리 LD지역에 비하여 현저하게 증가하였는데, 이는 Table 2에서 보는 바와 같이 모든 형질에서 처리의 효과가 95%와

99% 신뢰 수준에서 유의성을 보였다. 이로써 알 수 있는 사실은 단지 복비의 처리만으로 수목근부에 생육하는 잔디의 생육을 어느 정도까지는 유지시킬 수 있는 가능성을 확인하였다.

### 조사형질들의 조사일별 변화

복합비료 처리전인 8월 6일에 토양 및 각 형질들을 조사하였고, 8월 7일 복비를 처리구에 시용한 후 9월 6일, 10월 6일, 11월 6일 3회 조사하여 이들에 대한 조사 시기별 변화 정도를 알아보았다. Table 4, 5, 6은 조사 시기별 처리 평균간 LSD검정을 실시하여 처리간 유의성 검정을 실시하였고, 처리에 따른 요인간 요인 분석을 실시하여 복비처리에 따른 효과를 알아보았다. 처리와 LD·HD지역별 유의성과 처리와 LD·HD지역간 유의성 검정을 알아보았는데, 처리와 LD·HD지역간 유의성은 신초 건물중의 경우 8월 6일에서만 유의성의 보였고, 뿌리 건물중은 10월 6일과 11월 6일에서만 유의성을 보였다(Table 4). 이외 S/R율, 밀도, R&S, 초장의 형질들은 복비처리와 LD·HD지역간 어떠한 유의성도 보이지 않았다(Table 5, 6).

신초의 건물중을 조사한 결과, 복합비료를 처리하기 전 8월 6일과 처리 후 1차 조사시기인 9월 6일간의 변화 폭이 가장 컸는데, 이 시기에 한국잔디가 생육하기에 적당한 기상 조건이어서 비록 수목에 의한 양분경합과 광 차단(Köchy & Wilson, 2000)과 같은 외부 환경요인이 잔디 생육에 작용하여도 복합비료 시용으로 수목과 잔디의 양분 경쟁을 완화시킬 수 있다. 이스트벨리의 신초 건물중을 조사한 결과, 무처리구의 LD지역은 복합비료 처리 전 8월 6일에 58.4g에서 11월 6일에 57.7g으로 1.2%정도가 감소하였고, HD지역은 95.3g에서

**Table 4.** Effect of complex fertilizer on shoot and root weight of Korean Zoysiagrass in growing under trees in East Valley and Ji San Golf Club.

Location	Treatment	Section	Shoot Weight(g/m <sup>2</sup> )				Root Weight(g/m <sup>2</sup> )			
			6 Aug.	6 Sep.	6 Oct.	6 Nov.	6 Aug.	6 Sep.	6 Oct.	6 Nov.
E.V.	Fertilizer	L.D.	58.2 <sup>ac</sup>	149.0 <sup>ad</sup>	127.9 <sup>abd</sup>	117.9 <sup>ac</sup>	59.5 <sup>ac</sup>	84.9 <sup>ac</sup>	76.7 <sup>a</sup>	55.2 <sup>ad</sup>
		H.D.	121.9 <sup>b</sup>	213.4 <sup>bd</sup>	186.9 <sup>b</sup>	96.0 <sup>ac</sup>	87.9 <sup>bd</sup>	116.7 <sup>b</sup>	91.3 <sup>b</sup>	76.9 <sup>b</sup>
	Control	L.D.	58.4 <sup>ac</sup>	73.3 <sup>c</sup>	57.9 <sup>c</sup>	57.7 <sup>bc</sup>	64.4 <sup>ad</sup>	63.6 <sup>ad</sup>	48.1 <sup>c</sup>	35.1 <sup>c</sup>
		H.D.	95.3 <sup>bc</sup>	97.2 <sup>ac</sup>	96.1 <sup>c</sup>	85.2 <sup>bc</sup>	90.6 <sup>ad</sup>	87.3 <sup>ac</sup>	71.3 <sup>a</sup>	68.8 <sup>bd</sup>
J.S.	Fertilizer	L.D.	81.3 <sup>ac</sup>	111.3 <sup>ac</sup>	108.2 <sup>acd</sup>	103.9 <sup>ac</sup>	55.9 <sup>ac</sup>	83.4 <sup>ac</sup>	71.9 <sup>a</sup>	65.9 <sup>bd</sup>
		H.D.	183.8 <sup>d</sup>	227.7 <sup>b</sup>	167.3 <sup>bd</sup>	150.8 <sup>a</sup>	85.2 <sup>bd</sup>	96.2 <sup>bc</sup>	79.2 <sup>ab</sup>	77.0 <sup>b</sup>
	Control	L.D.	44.7 <sup>a</sup>	60.8 <sup>c</sup>	54.9 <sup>c</sup>	35.1 <sup>b</sup>	34.6 <sup>c</sup>	43.8 <sup>d</sup>	41.0 <sup>c</sup>	39.4 <sup>ac</sup>
		H.D.	77.5 <sup>ac</sup>	162.0 <sup>abd</sup>	65.7 <sup>c</sup>	56.9 <sup>bc</sup>	70.4 <sup>abd</sup>	75.5 <sup>ac</sup>	73.3 <sup>a</sup>	67.1 <sup>bd</sup>
Statistical significance										
Treatment			21.97 <sup>**</sup>	19.84 <sup>**</sup>	28.70 <sup>**</sup>	23.36 <sup>**</sup>	NS	22.44 <sup>**</sup>	38.50 <sup>**</sup>	16.82 <sup>**</sup>
Section			42.72 <sup>**</sup>	19.57 <sup>**</sup>	7.73 <sup>*</sup>	NS	27.27 <sup>**</sup>	18.16 <sup>**</sup>	31.58 <sup>**</sup>	35.69 <sup>**</sup>
Treatment×Section			7.15 <sup>**</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	6.21 <sup>*</sup>	4.51 <sup>*</sup>

E.V. = East valley golf club, J.S. = Ji San golf club.

L.D. = Low density(below 50%), H.D. = High density(above 50%)

\*, \*\* Significant at P = 0.05 and P = 0.01, respectively

85.2g으로 12%가 감소되어 LD지역에 비하여 HD지역의 감소율이 더 컸었다. 처리구의 경우 LD지역과 HD지역의 신초 건물중 변화가 10월 6일까지는 같았지만 11월 6일에는 오히려 LD지역의 신초 건물중이 50%정도가 더

많았다(Fig. 1A, Table 4). 지산에서 시험 결과는 이스트밸리와 유사하였는데, 복합비료 처리구와 무처리구내 LD와 HD지역간의 변화 폭은 처리 전 복비 처리 LD지역이 11월 6일 103.9g으로 8월 6일에 81.3g비하여 196%증

**Table 5.** Effect of complex fertilizer on rhizome&stolon weight and density of Korean Zoysiagrass in growing under trees in East Valley and Ji San Golf Club.

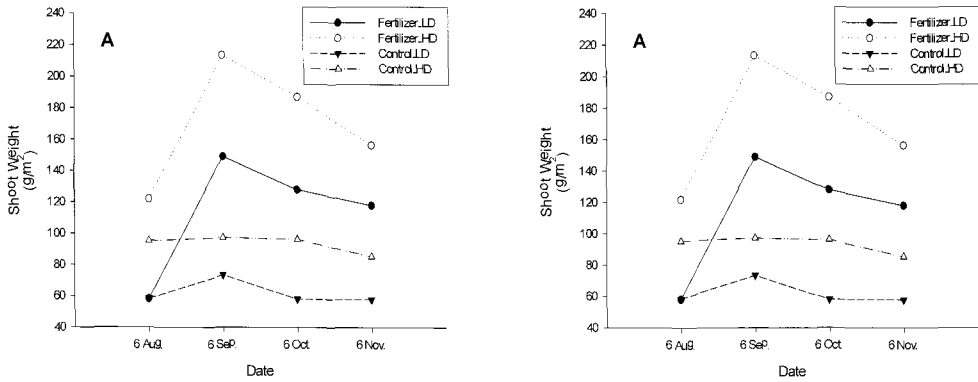
Loca tion	Treat ment	Section	Shoot/Root ratio				Rhizome&Stolon Weight(g/m <sup>2</sup> )			
			6 Aug.	6 Sep.	6 Oct.	6 Nov.	6 Aug.	6 Sep.	6 Oct.	6 Nov.
E.V.	Fertilizer	L.D.	0.98a	1.76 <sup>abd</sup>	1.67 <sup>ac</sup>	2.60 <sup>a</sup>	126.2 <sup>ac</sup>	225.2 <sup>abc</sup>	211.3 <sup>ac</sup>	192.0 <sup>a</sup>
		H.D.	1.39a	1.83 <sup>acd</sup>	2.05 <sup>a</sup>	1.25 <sup>bcd</sup>	273.7 <sup>b</sup>	326.9 <sup>b</sup>	251.5 <sup>a</sup>	208.0 <sup>a</sup>
	Control	L.D.	0.91a	1.15 <sup>b</sup>	1.20 <sup>bc</sup>	1.64 <sup>c</sup>	132.9 <sup>ac</sup>	152.1 <sup>ac</sup>	142.2 <sup>bc</sup>	125.0 <sup>ab</sup>
		H.D.	1.05a	1.11 <sup>b</sup>	1.35 <sup>bc</sup>	1.24 <sup>bcd</sup>	225.7 <sup>bc</sup>	271.0 <sup>bc</sup>	225.3 <sup>ac</sup>	186.0 <sup>a</sup>
J.S.	Fertilizer	L.D.	1.45a	1.33 <sup>ab</sup>	1.51 <sup>abc</sup>	1.58 <sup>cd</sup>	102.1 <sup>a</sup>	143.3 <sup>ac</sup>	132.7 <sup>bc</sup>	126.3 <sup>ab</sup>
		H.D.	2.16b	2.37 <sup>c</sup>	2.11 <sup>a</sup>	1.96 <sup>ac</sup>	141.4 <sup>ac</sup>	223.6 <sup>abc</sup>	144.8 <sup>abc</sup>	119.4 <sup>ab</sup>
	Control	L.D.	1.29a	1.39 <sup>ab</sup>	1.34 <sup>bc</sup>	0.89 <sup>bd</sup>	92.3 <sup>a</sup>	84.6 <sup>ac</sup>	74.0 <sup>b</sup>	41.7 <sup>b</sup>
		H.D.	1.10a	2.15 <sup>cd</sup>	0.90 <sup>bc</sup>	0.85 <sup>b</sup>	209.9 <sup>abc</sup>	200.3 <sup>abc</sup>	161.1 <sup>abc</sup>	125.4 <sup>ab</sup>
Statistical significance										
Treatment			8.64 <sup>**</sup>	6.61 <sup>*</sup>	15.38 <sup>**</sup>	13.84 <sup>**</sup>	NS	4.82 <sup>*</sup>	NS	NS
Section			NS	10.71 <sup>**</sup>	1NS	NS	12.11 <sup>**</sup>	9.46 <sup>**</sup>	4.70 <sup>*</sup>	NS
Treatment×Section			MS	NS	5.13 <sup>*</sup>	NS	NS	NS	NS	NS

E.V. = East valley golf club, J.S. = Ji San golf club.

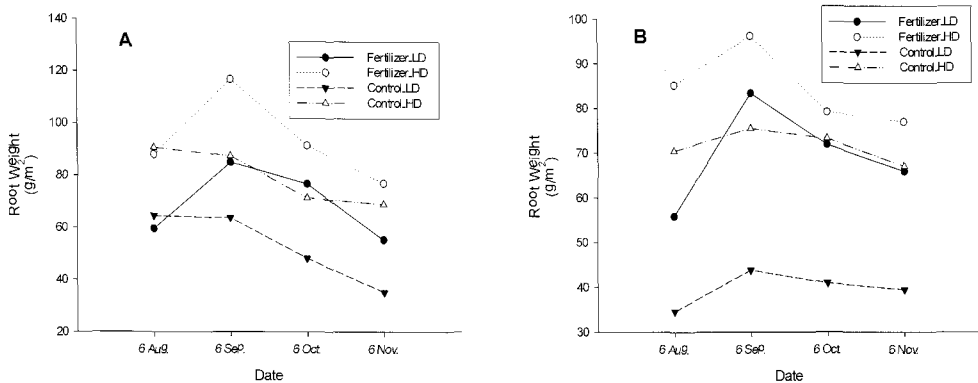
L.D. = Low density(below 50%), H.D. = High density(above 50%)

\*, \*\* Significant at P = 0.05 and P = 0.01, respectively





**Fig 1.** Variation curves of shoot weight( $g/m^2$ ) of Korean Zoysiagrass in growing under trees according to the investigating dates in East Velly C.C(A) and Ji San C.C(B).



**Fig 2.** Variation curves of root weight( $g/m^2$ ) of Korean Zoysiagrass in growing under trees according to the investigating dates in East Velly C.C(A) and Ji San C.C(B).

가하였고, 무처리 HD지역은 8월 6일에 비하여 158%가 증가하였다. 특히, 처리와 무처리 HD지역은 9월 6일에 증가하였다가, 10월 6일에 급격히 감소하였는데, 이는 가을철 휴면 준비기에 접어들면서 양분을 지하부로 저장하기 때문에 이시기에 신초의 생장이 감소되는 것으로 생각된다(Fig. 1B, Table 4). Garling과 Boehm(2001)의 연구에 따르면 질소를 시비할 경우 9월에서 10월로 접어들면서 예초의 양이 급격히 감소하였다고 보고하였는데, 이는 본 시험의 결과와 일치하였다.

뿌리 건물중에 대한 조사 결과, 이스트벨리의 경우 복비처리 전 8월 6일에 처리구인 LD지역에 59.5g보다 무처리구인 LD지역 64.4g이 8.2%정도가 많았으나, 9월 6일에는 거의 비슷한 경향을 보이다가, 10월 6일과 11월 6일에는 점점 더 큰 건물중의 차이를 보였다. 이런 경향을 볼 때 복비의 처리만으로도 실제 무처리한 지역보다 복비 처리지역의 뿌리 생육을 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다(Fig. 3A, Table 4). 지산의 경우 복비처리전인 8월 6일에는 처리와 무처리간의 차이가 61%정도

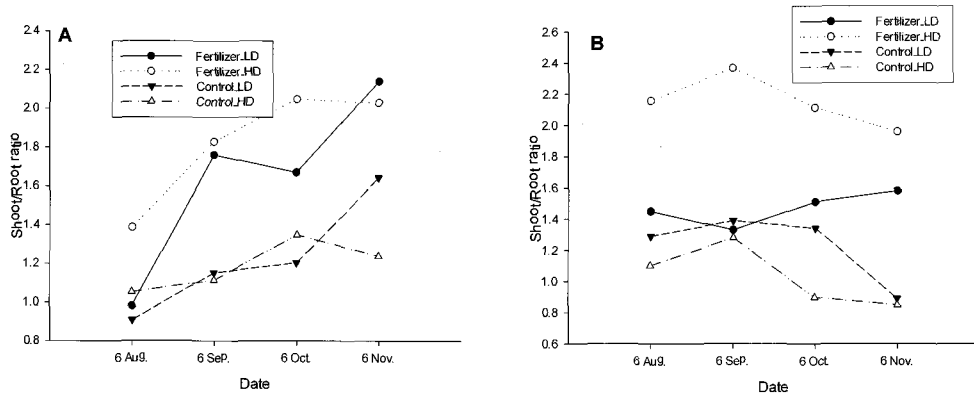


Fig 3. Variation curves of shoot/root ratio of Korean Zoysiagrass in growing under trees according to the investigating dates in East Velly C.C(A) and Ji San C.C(B).

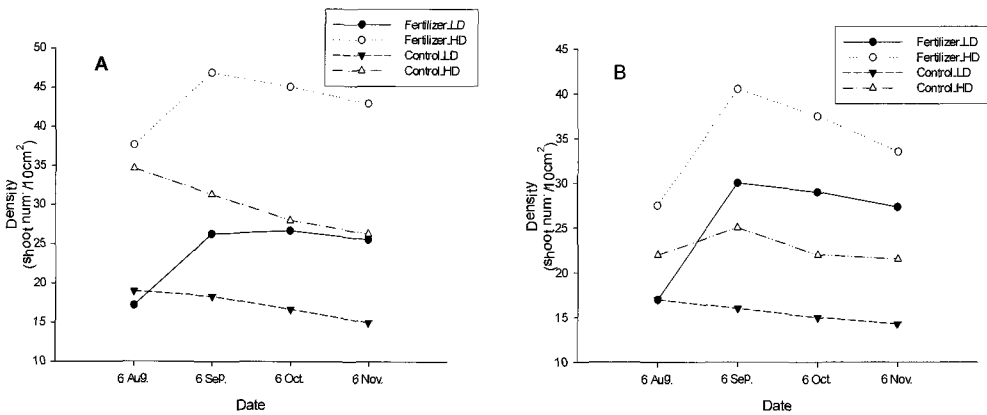
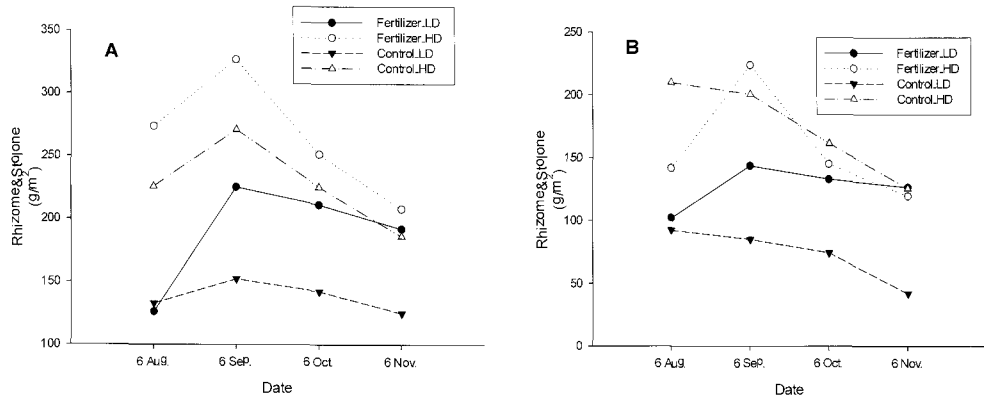


Fig 4. Variation curves of density(shoot num./10cm²) of Korean Zoysiagrass in growing under trees according to the investigating dates in East Velly C.C(A) and Ji San C.C(B).

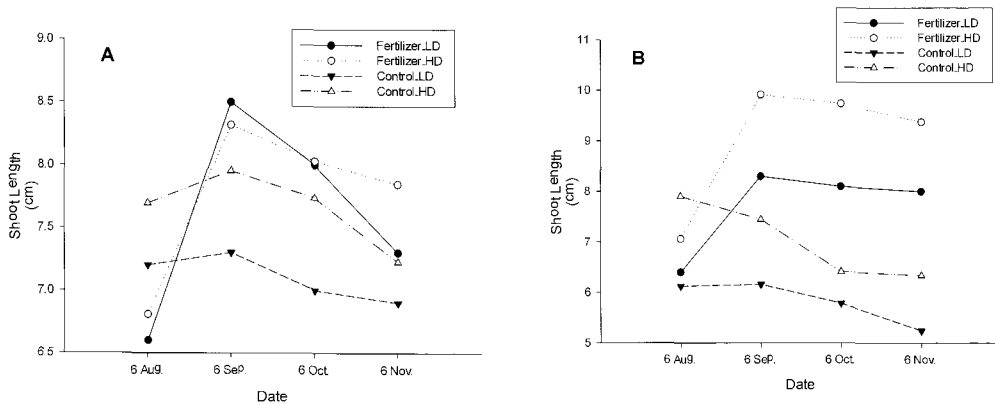
차이를 보였지만 9월 6일에는 이 차이가 90%로 더 크게 벌어졌다. 따라서 복비 처리에 따른 LD지역의 처리 효과는 상당히 우수하였다 (Fig. 3B, Table 4). 이는 복비 처리에 따른 뿌리의 신장이 촉진되는데, 뿌리에서 흡수된 질소는 지상부의 신초부위로 이동하여 광합성에 에너지원으로 이용하여 다시 뿌리로 전이되어 결국 뿌리의 생장이 촉진된다(Sullivan et al., 2000). 따라서 복합비료를 처리할 경우 무처리구의 뿌리 생장이 처리구에 비하여

상당히 빨랐다고 생각된다.

신초와 뿌리(Shoot/Root)비율은 신초의 건물중을 뿌리의 건물중으로 나누어 산출한 값을 조사의 자료로 이용하였다. 이스트벨리의 8월 6일에 조사한 처리구 LD지역은 0.98로 무처리구의 0.91에 비하여 약 8%정도가 높았는데, 복비를 처리하기 전 지상부의 생육보다는 지하부의 생육이 더 우수하였다. 이는 수목과 잔디의 양분과 수분흡수 근권이 같아 잔디의 뿌리 발육이 억제되어 지상부인 신초의 생육



**Fig 5.** Variation curves of rhizome&stolone weight( $g/m^2$ ) of Korean Zoysiagrass in growing under trees according to the investigating dates in East Velly C.C(A) and Ji San C.C(B)



**Fig 6.** Variation curves of shoot length weight( $g/m^2$ ) of Korean Zoysiagrass in growing under trees according to the investigating dates in East Velly C.C(A) and Ji San C.C(B)

보다 지하부인 잔디 뿌리 생육이 저조하였다. 하지만 복비를 처리한 후 조사한 9월 6부터는 오히려 지하부의 생육보다는 지상부의 생육이 우수하여 처리구 LD지역은 1.76이었고, 무처리구 LD지역은 1.15로 지하부의 생육보다 지상부의 생육이 53%더 증가하였다. 한국잔디의 휴면기인 11월 6일에는 복비를 처리한 LD지역이 2.60으로 무처리한 LD지역 1.64에 비하여 58%의 증가를 보였다(Fig. 3, Table 5). 이는 Jiang과 Hull(1999)의 연구에 따르면

잔디의 근권에 질소의 성분이 많은 경우 지상부(신초)에 양분이 축적되어 결국 C/N율과 Root/Shoot(R/S)율이 감소한다고 하였는데, 본 연구에서도 같은 시험결과를 얻었다. 지산의 시험 결과, 이스트밸리의 시험구 조사와 유사한 경향을 보였다. 하지만 복비의 처리 전 8월 6일 조사에서 처리구 LD지역은 1.45였고, 무처리구의 LD지역은 1.10으로써 처리구의 LD지역 보다 32%정도가 작아서 지하부(뿌리)의 생육보다는 지상부(신초)의 생육이

더 좋았다. 11월 6일에 조사한 결과 처리구 LD지역은 1.58이었고, 무처리구 LD지역은 0.89였는데, 무처리구 LD지역 보다 낮은 결과가 나온 것은 신초의 생장이 10월 6일과 11월 6일에 급격히 저하되었기 때문이다. 따라서 봄철 복비시비를 함으로써 지상부의 생육 증가로 휴면 준비기에 잔디의 생육을 유지시켜야 한다.

지하경과 포복경(R&S)을 합한 건물중은 이스트벨리의 경우 복비처리 전 8월 6일에는 처리구의 LD지역이 126.2g이고 무처리구의 LD지역이 132.9g으로 오히려 무처리구의 LD지역이 5.5%정도 많았었다. 하지만 9월 6일에는 처리구의 LD지역 225.2g이었고 무처리 지역의 LD지역이 152.1g으로 오히려 처리구의 LD지역이 무처리구 LD지역에 비해 48%정도가 많았었다. 또한 11월 9일에는 LD지역의 처리와 무처리간 차이가 더욱 커서 54%의 차이를 보였다(Fig. 5A, Table 5). Garling과 Boehm(2001)의 연구에 따르면 잔디의 휴면 준비기인 9월에서 10월 사이에 잔디의 질소 함유율이 급격히 감소한다고 하였으며, Xu과 Huang(2003)은 이 시기에 뿌리에 탄수화물 함유량은 증가한다고 하였다. 이와 같은 연구 결과로 볼 때 10월 6일과 11월 6일에 처리구의 LD지역 잔디가 흡수한 양분의 상당부분이 지하경과 포복경에 축적되었을 것으로 판단되기 때문에 무처리구에 비하여 R&S의 값이 상당히 높았다. 또한 휴면을 위한 양분의 축적비율에 차이로 다음 해에 무처리구에서의 피해 정도가 더욱 심각할 것으로 예상된다. 지산의 경우 11월 6일에 처리구 HD지역의 R&S 건물중 119.4g보다 무처리구 HD지역이 125.4g으로 5%정도 낮았는데, 이는 복비처리 전 8월 6일에 처리구 LD지역보다 무처리구 LD지역이 48%정도가 높았기 때문에 이런 차이를 보

였다. 그러나 8월 6일에 처리구의 LD지역 R&S 건물중이 102.1g으로 무처리구의 LD지역의 92.3g보다 10.6% 많았지만 11월 6일에는 처리구의 LD지역이 126.3g으로 무처리구 LD지역 41.7g보다 202%정도가 많았다. 이런 처리구와 무처리구의 LD지역과 HD지역간 차이는 수목에 의한 잔디의 피해가 발생하여 일정 함량의 건물중이 유지되는 지역에서는 복비시비를 하지 않아도 건물중이 감소되는 정도가 다소 낮기 때문이다(Fig. 5B, Table 5). 하지만 수목에 의한 피해가 급격히 감소되는 시기와 정도에 대한 연구는 앞으로 더욱 연구할 필요가 있다.

밀도의 측정은 10cm<sup>2</sup>의 범위내 토양 표면에 출현한 신초의 개수를 밀도로 표현하였다. 이스트벨리에서 조사한 결과, 복비 처리 전 8월 6일에 처리구 LD지역은 17.2개로 무처리구의 19.0개보다 54%정도 작았지만, 복비를 처리한 후 9월 6일에 처리구의 밀도가 26.3개로 급격히 증가하였다. 거의 한국잔디가 휴면에 들어간 상태인 11월 6일에 처리구와 무처리구 LD지역의 차이는 71%로 더욱 커졌다(Fig. 4A, Table 6). 지산 시험구에 복비를 처리하기 전 8월 6일에 처리구 LD지역과 무처리구 LD지역은 17.0개로 같았지만 복비를 처리한 후 9월 6일에는 처리구 LD지역이 30.0개이고 무처리구 LD지역이 16.0개로 88%의 급격한 차이를 보였다. 11월 6일에 처리구 LD지역과 무처리구 LD지역간의 차이는 91%로 실제 복비를 처리한 후 조사한 9월 6일에 비하여 더 많은 차이를 보였다(Fig. 4B, Table 6). 이는 한국잔디가 휴면에 들어가기 위해서는 충분한 양분을 축적하여야 하는데 실제 무처리구의 LD지역은 양분을 축적하기 위한 토양양분 등의 부족과 잔디내 유용 탄수화물의 고갈로 인해서 오히려 잔디의 밀도가 감소되는 경향을

**Table 6.** Effect of complex fertilizer on shoot length and shoot/root ratio of Korean Zoysiagrass in growing under trees in East Valley and Ji San Golf Club.

Location	Treatment	Section	Density(shoot num./10cm <sup>2</sup> )				Shoot Length(cm)			
			6 Aug.	6 Sep.	6 Oct.	6 Nov.	6 Aug.	6 Sep.	6 Oct.	6 Nov.
East Valley	Fertilizer	L.D.	17.2 <sup>a</sup>	26.3 <sup>ac</sup>	26.7 <sup>ae</sup>	25.6 <sup>ad</sup>	6.6 <sup>ad</sup>	8.5 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>	7.3 <sup>ab</sup>
		H.D.	37.7 <sup>b</sup>	46.9 <sup>b</sup>	45.1 <sup>b</sup>	43.0 <sup>b</sup>	6.8 <sup>acd</sup>	8.3 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>	7.8 <sup>a</sup>
	Control	L.D.	19.0 <sup>a</sup>	18.3 <sup>ce</sup>	16.7 <sup>ce</sup>	15.0 <sup>ae</sup>	7.2 <sup>abc</sup>	7.3 <sup>a</sup>	7.0 <sup>ac</sup>	6.9 <sup>ab</sup>
		H.D.	34.7 <sup>bc</sup>	31.3 <sup>ad</sup>	28.0 <sup>ad</sup>	26.3 <sup>cd</sup>	7.7 <sup>bc</sup>	8.0 <sup>a</sup>	7.7 <sup>a</sup>	7.2 <sup>ab</sup>
Ji San	Fertilizer	L.D.	17.0 <sup>a</sup>	30.0 <sup>ad</sup>	29.0 <sup>ad</sup>	27.3 <sup>cd</sup>	6.4 <sup>ad</sup>	8.3 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>
		H.D.	27.5 <sup>cd</sup>	40.5 <sup>bd</sup>	37.5 <sup>bd</sup>	33.5 <sup>bd</sup>	7.1 <sup>abc</sup>	9.9 <sup>b</sup>	9.7 <sup>b</sup>	9.4 <sup>c</sup>
	Control	L.D.	17.0 <sup>a</sup>	16.0 <sup>f</sup>	15.0 <sup>e</sup>	14.3 <sup>e</sup>	6.1 <sup>d</sup>	6.2 <sup>c</sup>	5.8 <sup>cd</sup>	5.2 <sup>b</sup>
		H.D.	22.0 <sup>ad</sup>	25.0 <sup>ace</sup>	22.0 <sup>ace</sup>	21.5 <sup>ace</sup>	7.9 <sup>b</sup>	7.4 <sup>a</sup>	6.4 <sup>cd</sup>	6.3 <sup>d</sup>
Statistical significance										
Treatment			NS	37.52 <sup>**</sup>	32.22 <sup>**</sup>	26.08 <sup>**</sup>	10.07 <sup>**</sup>	35.42 <sup>**</sup>	45.24 <sup>**</sup>	51.45 <sup>**</sup>
Section			51.35 <sup>**</sup>	37.62 <sup>**</sup>	20.55 <sup>**</sup>	16.86 <sup>**</sup>	9.12 <sup>**</sup>	13.3 <sup>**</sup>	7.69 <sup>*</sup>	12.09 <sup>**</sup>
Treatment×Section			NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

E.V. = East valley golf club, J.S. = Ji San golf club.

L.D. = Low density(below 50%), H.D. = High density(above 50%)

\*, \*\* Significant at P = 0.05 and P = 0.01, respectively

보였다고 판단된다.

초장에 대한 조사 결과를 살펴보면, 이스트 벨리 경우에 복비의 처리 전 8월 6일에 조사한 처리 LD지역은 6.6cm로 무처리 7.2cm보다 0.6cm 작았다. 복비를 처리한 9월 6일에 조사한 처리 LD지역은 8.5cm로 1.9cm의 신장을 보였고, 무처리 LD지역에 비하여 오히려 1.2cm 더 크게 자랐다. 하지만 11월 6일에 처리 LD지역이 7.3cm였고, 무처리 LD지역이 6.9cm로 9월 6일에 비하여 초장의 차이가 작았다 (Fig. 6A, Table 6). 지산의 경우 8월6일에 조사한 처리 LD지역은 6.4cm로 무처리 LD지역의 6.1cm보다 0.3cm정도가 컸었는데, 11월6일에 조사한 처리 LD지역의 초장이 8.0cm로 무처리 LD지역 5.2cm보다 2.8cm가 더 컸다 (Fig. 6B, Table 6). Qian과 Engelke(1997)의 연구에 따르면 86%의 차광 상태에서 잔디의 생육이 4배 증가하였고, 한국잔디인 Diamond의 예초양이 2배 증가함을 보고하였다. 또한 무기물 사용 효과에 따른 지상부의

생육 증가에 대한 연구는 Garling과 Boehm(2001)에 의해서 이루어졌는데, 이들은 3월에 무기물을 시용하고 예초물의 증가 정도를 조사한 결과 처리 후 30일 정도에서 예초물이 최대를 이루었다가 10월까지 서서히 감소하였다. 하지만 수목 근부에서 생육하는 잔디의 피해지역에서는 복비의 무처리시 거의 잔디 초장이 신장하지 않았으며, 오히려 감소하는 경향을 보였다. 반면 잔디의 피해지역에 복비를 처리할 경우 잔디의 빠른 생장이 이루어졌는데, 이로서 알 수 있는 것은 수목에 의한 잔디의 차광효과라 할지라도 토양내에 잔디가 생육할 수 있을 정도의 충분 양분이 없을 경우 잔디의 생장이 저해된다.

이들 결과를 종합하여 보면, 본 실험에서 조사한 모든 형질들이 복합비료를 처리하기 전 8월 6일에 처리구의 LD지역과 무처리구의 LD지역이 모두 비슷하였지만 복합비료를 처리한 다음 조사한 9월 6일에는 처리구에서는 급격한 증가를 보였고, 반면 무처리에서는 거

의 큰 변화를 보이지 않았다. 하지만 잔디가 휴면에 들어가는 시기인 10월 6일과 11월 6일에는 대부분의 형질들이 감소되는 경향을 보였지만, R/S율의 경우엔 처리구 지역에서 오히려 증가하였는데, 이는 복합비료를 처리한 후 지상부(신초)의 생육이 지하부(뿌리)의 생육에 비하여 월등하였기 때문이다. 본 시험 결과로 알 수 있는 것은 복합비료의 처리 시기 별 처리구와 무처리구간 차이는 9월 6일에 가장 컸는데, 이는 수목과 잔디의 양분과 수분의 경합으로 인해서 한국잔디 생육이 최성기에도 큰 변화를 보이지 않았지만 복비를 처리함으로써 처리에 따른 효과가 분명하였다. 이는 Table 4, 5, 6의 유의성 검정에서 처리의 효과 요인과 처리·무처리 지역의 요인 분석에 9월 6일에 95%와 99%의 신뢰수준에서 유의성을 보였다. 따라서 국내 골프장에서 문제가 되는 수목 근부에 생육하는 잔디의 피해지역에 대한 효과적인 관리 체계에 가능성을 확인할 수 있었다.

## 요 약

본 연구의 목적은 복비처리에 따른 잔디의 생육과 수목근부 지역에서 피해를 입은 잔디의 회복 정도를 알아보고 효과적인 관리 체계를 방안을 찾고자 수행하였다.

1. 시험구의 토양 화학성을 분석한 결과, pH는 대부분 시험구들이 pH5.3~5.5로 강산성을 보였으며, EC(dS/m)는 복비 처리 전에 비해 처리 후가 2.5~3.0배정도 증가하였다. 가용성 인산과 칼리 성분은 처리구가 무처리구에 비하여 월등히 높았으며 전체적으로 잔디가 생육하기에 충분한 성분함량을 가지고 있었다. 하지만 시험구의 토양의 강산성으로 잔디가 생육하기에는 부적

합함으로 석회 등의 시용으로 토양의 화학성을 개량하여야할 필요가 있다.

2. 복합비료 시비에 의한 잔디 회복도를 살펴보면, 신초의 건물중은 복합비료를 처리한 잔디밀도(LD) 50%이하인 지역의 시험구가 무처리 시험구에 비하여 이스트밸리와 지산에서 각각 93%와 107%증가하였다. 신초와 뿌리 건물중의 비율은 복비의 처리구가 무처리구에 비하여 높았다. 포복경과 지하경의 건물중은 이스트밸리의 경우 처리구 LD지역보다 무처리구 LD지역에서 37%정도 낮았고, 지산의 경우엔 72%가 낮았다. 초장의 경우도 처리구인 LD지역이 무처리구인 LD지역에 비하여 이스트밸리와 지산 각각 2.8%와 33%의 증가율을 보였다.

3. 조사 형질들의 조사일별 변화도를 보게 되면, 밀도는 이스트밸리와 지산의 시험구 모두 복비를 처리한 후 처리구 LD지역이 무처리구 LD지역에 비하여 밀도의 차이가 컸는데, 이는 무처리구 LD지역은 양분을 축적하기 위한 토양양분 등의 부족과 잔디내 유용 탄수화물의 고갈로 인해 오히려 잔디의 밀도가 감소되는 경향을 보였다. 초장의 경우 복비의 무처리시 거의 잔디의 초장이 신장하지 않았으며, 오히려 감소하는 경향을 보였다. 반면, 잔디의 피해지역에 복비를 처리할 경우 잔디의 빠른 생장이 이루어졌다. 신초 건물중은 복비 처리 전 8월 6일에 비하여 11월 6일에 이스트밸리 LD지역의 무처리구가 1.2%감소하였지만 처리구는 50%정도가 증가하였다. 지산의 시험 결과도 이스트밸리와 유사하였다. 신초와 뿌리의 비율(S/R)은 처리구의 경우 뿌리보다 신초의 건물중이 더 증가하였지만, 무처리구의 경우 뿌리와 신초의 생

장율이 거의 비슷하였다. 포복경과 지하경의 건물중을 합한 R&S의 건물중을 조사한 결과, 이스트밸리의 경우 복비를 처리하기 전 8월6일에 무처리구인 LD지역이 처리구인 LD지역에 비하여 5.5%정도가 적었지만 복비를 처리한 후엔 오히려 처리구의 LD지역이 48%로 증가하였다. 지산의 결과 역시 이스트밸리와 유사하였다.

4. 이상의 결과들로 알 수 있는 것은 수목 근부에 성장하고 있는 잔디의 피해 요인들은 여러 가지가 있지만, 골프장내 수목의 밀생 지역이 아닌 경우에는 광에 의한 피해보다는 오히려 양분과 수분의 경쟁에 의한 피해 발생 비율이 크다. 따라서 이들 잔디의 피해 지역에 복비를 처리함으로써 무처리 지역에 비하여 상당히 많은 효과를 보았기 때문에 수목 근부에서 성장하는 잔디의 집중관리 체계로 보다 효율적인 코스관리에 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- Bushoven, J.T., and R.J. Hull. 2001. Nitrogen use efficiency is linked to nitrate reductase activity and biomass partitioning between roots and shoots of perennial ryegrass and creeping bentgrass. *Int. Turf Soc. Res. J.* 9:245-252.
- Garling, D.D., and M.J. Boehm. 2001. Temporal effects of compost and fertilizer application on nitrogen fertility of golf course turfgrass. *Agron. J.* 93:548-555
- Goss, R.M., J.H. Baird, S.L. Kelm, and R.N. Calhoun. 2002. Trinexapac-ethyl and nitrogen effects on creeping bentgrass grown under reduced light conditions. *Crop Sci.* 42:472-479.
- Gilman, E.F. 1998. Prediction root spread from trunk diameter and branch spread. *J. Arboric.* 14(4):85-89.
- Jackson, R.B., J. Canadell, and J.R. Ehleringer, et al. 1996. A global analysis of root distributions for terrestrial biomass. *Oecologia* 108:389-411
- Jiang, Z., and R.J. Hull. 1999. Partitioning of nitrate assimilation between shoots and roots of Kentucky bluegrass as affected by nitrate levels. *Int. Turf. Soc. Res. J.* 9:303-310
- Johnson, P.G., R.T. Koenig, and K.L. Kopp. 2003. Nitrogen, phosphorus, and potassium responses and requirement in calcareous sand green. *Agron. J.* 95:697-702.
- Köchy, M., and S.D. Wilson. 2000. Competitive effects of shrubs and grasses in prairie. *Oikos* 91:385-395.
- Kolb, T.E. 1988. Allelopathic effects of Kentucky bluegrass on northern red oak and yellow-poplar. *J. Arboric.* 14(11):281-283
- Kurtz, K.W. 1975. The selection and management of turf for shaded areas. *California Turf. Culture* 25(3) : 17-21
- Qain, Y.L., and M.C. Engelke. 1999. Influence of trinexapac-ethyl on Diamond zoysiagrass in a shade environment. *Crop Sci.* 39:202-208.
- Qain, Y.L., and M.C. Engelke. 1997. Turf performance and rooting of

- Diamond zoysiagrass as effected by light intensity. Turfgrass Res. Rep. PR-turf 97-26
13. Steinke, K., and J.C. Stier. 2003. Nitrogen selection and growth regulator applications for improving shaded turf performance. *Crop Sci.* 43:1399-1406
  14. Sullivan, W.M., Z. Jiang, and R.J. Hull. 2000. Root morphology and its relationship with nitrate uptake in kentucky bluegrass. *Crop Sce.* 40:765-772
  15. Tilmap, D. 1990. Constraints and tradeoffs : toward a predictive theory of competition and succession. *Oikos* 58:3-15
  16. Willson, S.D. 1991. Variation in competition in eucalypt forests : the importance of standardization in pattern analysis. *J. Veg. Sci.* 2:577-586
  17. Weltzin, J.F., G.R. McPhersonand, and K.J. Rice. 1997. Spatial and temporal soil moisture resource partitioning by trees and grassed in a temperate savanna, Arizona, U.S.A. *Oecologia* 112:156-164.
  18. Xu, Q., and B. Huang. 2003. Seasonal changes in carbohydrate accumulation for two creeping bentgrass cultivars. *Crop Sci.* 43:266-271.