

벤트그래스 그린 관리를 위한 엽면 시비의 효과

홍범석^{1*} · 태현숙¹ · 오상훈² · 조용섭²

¹삼성에버랜드(주)잔디환경연구소, ²(주)동성그린

The Effect of Foliar Application to Improve Putting Green Performance

Beom-Seok, Hong^{1*}, Hyun-Sook Tae¹, Yong-sup Cho², and Sang-hun Oh²

¹Turfgrass & Environment Research Institute, Samsung Everland inc., Gunpo 435-737, Korea

²DONG SUNG GREEN Co., Ltd., Yongin 446-909, Korea

ABSTRACT. This study was performed to investigate the effect of foliar feeding as the fertilization on creeping bentgrass green. Research results have showed that the visual quality of bentgrass as well as shoot density and chlorophyll index dramatically improved after foliar feeding. Shoot density of bentgrass in foliar based fertilization was 2.8 ea/cm² higher than that of the liquid based fertilization during the experiment period, moreover that the foliar feeding is more effective to alleviate shoot density during the rainy season in summer. Results showed that foliar feeding was key role to achieve the stable visual quality, chlorophyll index and maintained Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) throughout the year in addition to get fast recovery after aeration and dry spot. These were consistent with the previous research of foliar feeding which directly provided nutrient to the turfgrass leaf thus increased turfgrass growth within a short time. It is projected to be a especially adequate management program during the hot summer season in which the nutrition feeding is low. However, root growth was no significant difference between foliar based fertilization and liquid based fertilization. Golf Course managers also should consider about the number of frequent fertilizing. Lastly, it was no big change in chemical property by soil foliar based fertilization which is meaning of preventing the soil salinization, meanwhile, it is prone to reach the nutrient deficiency. It hopes to be settled as the general fertilization in golf course of Korea, since there are many advantages of foliar based fertilization program. It is suggested to study more practical process of foliar feeding through the further research.

Key words: Foliar feeding, Shoot density, Visual quality, NDVI, Aeration

서 론

식물은 기본적으로 토양으로부터 영양분을 흡수한다. 하지만, 고온 및 과습, 답압과 같은 이유로 식물 뿌리가 정상적인 생육을 하지 못하는 경우, 식물에 양분을 공급하기 위해서는 엽면시비가 필요하다. 작물의 생육에 필요한 양분을 인위적으로 작물의 잎으로 통하여 흡수하도록 하는 것을 엽면시비라고 한다. 아직도 많은 골프장에서 토양시비를 기본으로 하고 있지만 안타깝게도 토양 중에 남아 있는 양분의 일부만 잔디에 이용되고, 대부분은 이용되지 못하는 형태로 변하게 된다. 하지만, 엽면 시비에 의해 흡수되는 질소의 양은 살포되는 질소량의 14~37%로

매우 높다(Bruce et al., 2010). 엽면시비는 1844년에 싸하스(Gris)가 잎에 철을 사용하여 철 결핍증상을 회복시킨 이래 학계에 처음 알려지게 되었다. 1940년 미국에서는 요소의 엽면 살포가 성공리에 실시되어 엽면 흡수 기작에 관한 연구를 촉진시켰고 방사성 동위원소를 이용하여 엽면 흡수에 미치는 각종 요인의 영향에 관한 연구를 크게 발전시켰다. 엽면 시비를 하면 관주시비에 비해 흡수가 어려운 철, 망간, 아연 등의 무기양분의 흡수가 용이하고 비효가 빨라 잔디의 영양을 조절 할 수 있으며(안 등, 1992), 시비 후 비해의 위험이 현저히 낮은 것으로 알려져 있다(Roch, 2010). 국내 골프장에서 엽면시비를 시작하게 된 것은 최근의 일이며 주로 미량 요소를 공급할 때 사용하는데, 이마저도 관주 시비와 엽면 시비를 명확히 구분하지 않는 경우가 많다. 연구 결과에 따르면, 질소 비료를 살포할 때 살포하는 물의 양은 양분의 흡수에 많은 영향을 미치며, 물의 양이 많을수록 흡수되는 질소의 흡수

*Corresponding author; Tel: +82-31-460-3408

E-mail: bs4444.hong@samsung.com

Received : April 16, 2011, Revised : April 28, 2011, Accepted : May 8, 2011

율도 낮은 것으로 나타났다(Bruce et al., 2010). 엽면 흡수는 잎의 생리작용이 왕성할 때 활발한데, 요소를 엽면 시비한 후 25분 이내에 약 65%가 흡수되며 이 때 대부분은 성엽보다 어린잎부터 흡수된다(Wesley and McCarty, 2004). 어린잎은 늙은 잎보다 흡수량이 많으며, 흡수량은 잎의 표면보다 이면에서 많다(안 등, 1992). 또한, 엽면시비 후 잔디가 양분을 얼마나 빨리 흡수하는지에 대한 연구결과는 많은데, Michigan 대학에서는 creeping bentgrass (L-93)에서 질소, 인산, 칼리가 70%이상 흡수되는 데 소요되는 시간이 시비 후 4시간 이내라는 연구결과를 제시하기도 하였다(Roch, 2010). 본 연구에서도 하절기, 갱신작업등에 따른 다양한 상황에서 엽면시비 후 나타나는 결과를 토대로 골프장 관리 시 활용할 수 있는 방안을 모색해 보았다.

재료 및 방법

본 실험은 2009년 3월 30일부터 동년 12월 15일까지 총 9개월 동안 경기도의 B골프클럽 내 short game장 퍼팅그린(잔디 품종; Pennncross)에서 수행되었다. 그린의 지반은 USGA Spec.으로 조성되었으며 면적은 400 m², 그린의 형태는 Undulation이 거의 없는 평평한 모양이었다. 본 실험에서는 그린의 면적을 절반씩 나누어 각각 다른 시비프로그램을 적용하면서 잔디의 생육과 그린 품질을 비교하였다. 그린의 반은 액체 비료를 살포할 때 잔디가 뿌리에서 양분을 공급받는 관주 시비 프로그램(이하 관주 시비구)으로 관리하고, 나머지 반은 액체 비료를 살포할 때 양분을 잎으로 공급받는 시비 프로그램(이하 엽면 시비구)으로 관리하였다(Table 1). 두 시비 프로그램(Table 2)의 시비량 조건을 동일하게 맞추기 위해, 순질소의 시비량을 거의 동일하게 맞추었다. 시비 주기는 7~10일로 하고, 액체 비료 살포 장비는 마루나카 시약차(teejet 8004)를 이용하였으며, 토양 시비할 때 살포 물량은 300 ml/m²로 하고, 엽면 시비는 100 ml/m²으로 하였다. 시험기간 동안 미세기상 측정 장치(AWS)를 이용하여 실험 장소의 최고기온과 최저기온, 강우량을 조사하였다(Fig. 1). 본 시험에 사용되는 퍼팅그린은 연중 사용하는 곳이므로 시비 외 다른 잔디 관리는 모두 골프장 그린 관리와 동일하게 운영하였다.

Table 1. Fertilization component for this experiment.

Fertilization		LBF ^Y	FBF ^Z
Application times	foliar spray	3	13
	irrigation with liquid	11	6
	granular applied	6	4
	Total	20	24
Application rate ^X (g/m ²)	N	22.0	21.2
	P2O5	15.8	12.0
	K2O	27.1	21.4

^XNet application rate g/m², ^YLBF(liquid based fertilizer), ^ZFBF(foliar based fertilizer)

조사 방법

데이터 조사를 위해 잔디의 엽록소 함량 및 밀도, 뿌리 길이와 같은 잔디 생육을 조사하였으며, 잔디 품질 조사를 위해 시각적 품질과 정규화 식생지수(NDVI; Normalized Difference Vegetation Index)를 평가하였다. 엽록소 함량을

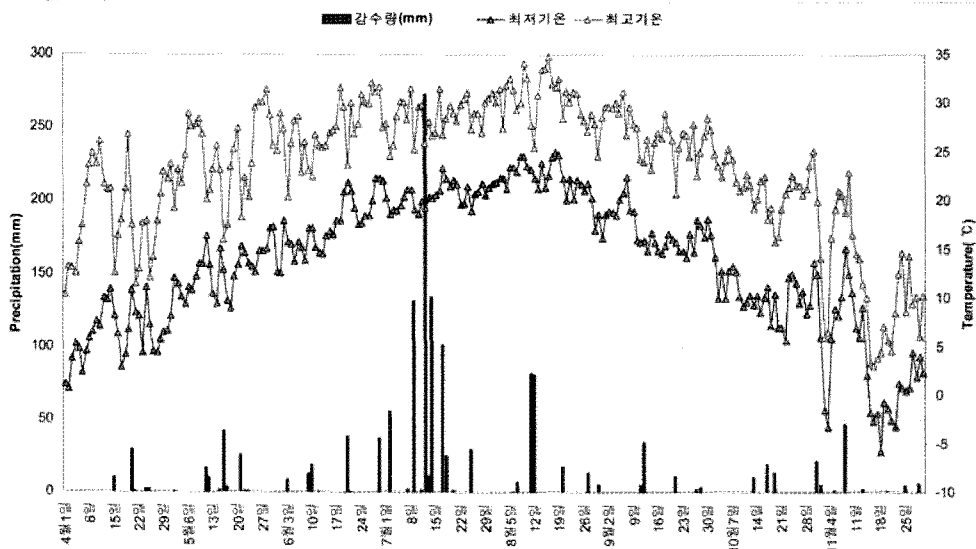


Fig. 1. Weather condition of B golf course (April-November, 2009).

Table 2. Program for the fertilizer application.

Month	Week	LBF ^x		FBF ^y	
		Type	(g/m ²)-N	Type	(g/m ²)-N
3	3	liquid	0.60	liquid	0.01
	4	granular	0.00	foliar	0.26
	1			liquid	0.76
4	2	liquid	0.60	foliar	0.30
	3			granular	3.05
	4	foliar	0.40	foliar	0.42
	1	liquid	0.90	foliar	0.43
5	2	granular	3.00	granular	2.00
	3			liquid	0.85
	4	foliar	0.40	foliar	0.46
	1	granular	3.00	foliar	0.30
6	2			granular	2.00
	3	liquid	0.90		
	4			liquid	1.07
	1	liquid	0.60	foliar	0.06
7	2				
	3	liquid	0.40	foliar	0.58
	4	liquid	0.40		
	1			foliar	0.63
8	2	liquid	1.20	foliar	0.63
	3	granular	0.00		
	4	liquid	1.10	foliar	0.63
	1	granular	3.00	liquid	1.52
9	2			granular	2.80
	3	liquid	1.20		
	4			foliar	0.43
10	1	granular	3.00	liquid	1.07
	2				
	3	liquid	0.90	foliar	0.43
11	4				
	1	foliar	0.40	foliar	0.51

^xLBF(liquid based fertilization), ^yFBF(foliar based fertilization)

측정하기 위해 Chlorophyll meter (CM 1000Spectrum TM Technologies, Inc, USA)을 사용하였고, 정규화 식생지수를 측정하기 위해 Crop Circle ACS 210 Sensor (Holland Scientific)가 사용되었다. 잔디 생육 조사는 매주 실시하였으며, 시각적 품질평가(visual quality)는 잔디 전문가 2인이 1~9점으로 평가하였는데 가장 좋은 상태는 9점, 가장 나쁜 상태를 1점으로 하였다. 통계 분석은 통계 프로그램인 MINITAB (release 13.32)을 이용하여 ANOVA test를 실

시하였다.

결과 및 고찰

잔디 생육 효과

조사 기간 9개월 동안, 엽면 시비구의 잔디밀도는 관주 시비구보다 평균 2.8 ea/cm² 높았으며, 특히 7월부터 8월까지 차이가 크게 발생 되었다(Table 3). 엽면 시비구의 잔디

Table 3. The growth of creeping bentgrass by fertilizer application.

Chemical	Shoot density (ea/cm ²)		Chlorophyll Index		Root length (cm)	
	LBF	FBF	LBF	FBF	LBF	FBF
Mar.30	14.0a	14.0a	132a	129a	6.5a	6.5a
Apr.11	14.0a	16.0ab	181a	192a	6.7a	7.2a
Apr.27	17.0a	19.0ab	199a	226a	7.0a	7.2b
May 15	18.0a	20.0ab	219a	251a	7.3a	7.8a
May 29	14.0a	17.0b	217a	254a	6.8a	7.8b
Jun. 13	14.0a	16.0a	289a	337a	6.7a	7.2a
Jun. 26	16.0a	20.0b	281a	351b	6.6a	7.0a
Jul. 17	16.0a	21.3b	276a	334ab	6.2a	7.2b
Jul. 31	16.3a	19.0b	257a	317ab	6.0a	6.8b
Sep. 16	19.3a	21.3ab	239a	306b	6.0a	6.2a
Sep. 29	18.3a	21.3b	257a	323b	5.6a	5.6a
Aug. 13	19.7a	22.3b	276a	341b	5.5a	5.8a
Aug. 29	16.7a	21.0b	291a	330a	5.9a	5.9a
Oct. 16	18.3a	20.0a	258a	289a	5.4a	5.8a
Oct. 31	19.3a	21.3ab	230a	304b	6.0a	6.3a
Nov. 14	18.7a	21.5b	291a	313a	6.3a	6.2a
Nov. 27	19.0a	22.7b	269a	302a	6.5a	6.6a
Dec. 14	18.0a	21.7b	187a	218a	6.6a	6.7a

*In a column, treatment means having a common letter(s) are not significantly different at the 5% level by ANOVA test.

밀도는 6월 중순까지 관주 시비구에 비해 평균 2 ea/cm² 높았으나, 7월에는 평균 3 ea/cm² 더 높은 밀도가 유지되었으며, 이 차이가 9월까지 지속되다가 10월에 이르러 다시 비슷한 수준이 되었다. 이는 CaCl₂, KH₂PO₄, or NH₄NO₃를 지속적으로 엽면 시비한 그린에서 잎의 노화 속도가 늦어지고 heat tolerance가 더 좋아진 연구결과와도 일치한다 (Fu and Huang, 2003)

클로로필 함량 조사결과, 엽면 시비구의 클로로필 함량은 연중 일정한 범위가 유지되었다. 특히 엽면 시비구의 6월과 7월 클로로필 함량은 관주 시비구보다 평균 20%이상 높았으며 기온의 변화에 따른 급격한 변화도 없었다. 또한, 건조 피해를 입은 후 회복 속도도 월등히 빨라 클로로필 수치는 엽면 시비구에서 안정적으로 유지되었다 (Table 2). 하지만, 두 시비구의 뿌리길이 차이는 크지 않았다. 조사를 처음 시작할 때 두 시비구의 뿌리길이는 6.5 cm로 동일하였으며, 이후 12월까지 조사가 완료될 때까지 9개월 동안 뿌리길이의 차이는 평균 0.3 cm였다. 5월 초 에어레이션 작업 후 엽면 시비구의 뿌리길이 밋 세균이 일시적으로 증가하였으나 8월 중순부터 잔디 예고를 낮추면서 두 처리구 모두 다시 뿌리길이가 짧아졌다. 엽면 시비는 시비 주기가 짧고 흡수가 빠르기 때문에 갱신

작업 후 단기적으로 뿌리의 생육을 높이는 데도 효과가 있었지만, 주기적인 처리에도 불구하고 뿌리길이의 지속 기간이 길지 못한 점에 대해서는 추가 연구가 필요하다.

잔디 품질

2009년 4월부터 6월까지 두 시비구의 시각적 품질은 비슷한 패턴을 보이다가, 7월부터 차이가 커졌다. 7월 중순 기온이 갑자기 높아지면서 관주 시비구의 시각적 품질이 급격히 떨어지기 시작하였으며, 이는 9월 하순에 이르러

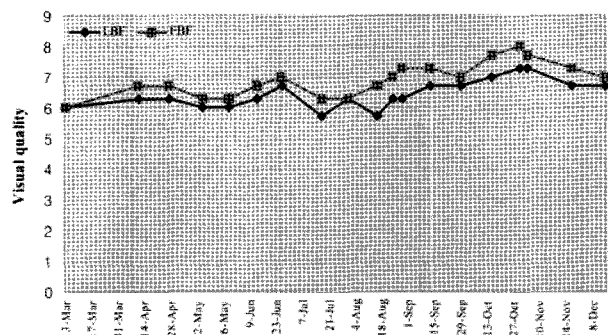


Fig. 2. Visual quality of creeping bentgrass by two fertilization patterns.

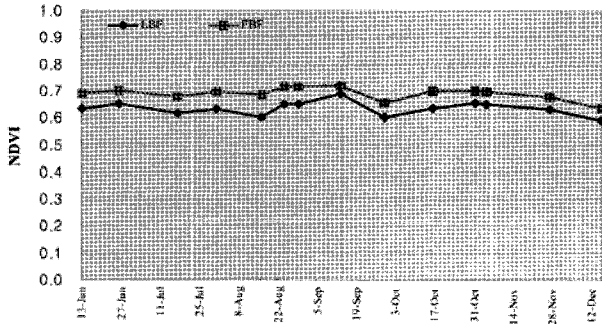


Fig. 3. NDVI of creeping bentgrass by two fertilization patterns.

완전히 회복되었다(Fig. 2). 엽면 시비구의 시각적 품질도 하절기에는 떨어졌으나 회복속도가 매우 빨랐던 점이 7월 중순에 떨어진 품질은 8월 중순부터 빨리 회복되었고 이후 9월부터 12월 초순까지 계속 높은 품질을 유지하였다. 엽면 시비 후 영양분이 잔디에 흡수되기까지 소요되는 시간이 매우 빠르다는 점은 피해를 입은 잔디의 회복 기간을 단축시킨 것과 관계가 깊다(Roch, 2010). 엽면 시비구의 시각적 품질은 기상이나 환경의 영향을 상대적으로 적게 받은 것으로 사료되었다. 시험 기간 동안 7월과 8월 두 차례 건조피해를 받으면서 시각적 품질이 갑자기 떨어진 것을 제외하면 엽면 시비구의 시각적 품질은 큰 변화 없이 안정적으로 유지되는 것으로 나타났다. 엽면 시비구에서는 이끼와 조류 발생이 적었고, 관주 시비구에 비해 잔디의 밀도와 색상의 변화가 크지 않았다.

그린의 정규화 식생지수(NDVI)는 측정 결과(Fig. 3), 두 처리구 모두 벤투그래스의 생육이 양호한 식생지수 범위(0.6~0.7)를 유지하였으나, 엽면 시비구의 식생지수는 7월과 8월에도 식생지수 감소폭이 적어 결과적으로 연중 균일한 수준이 유지되었다.

토양 화학성

시비 전 토양 분석결과, pH 6.6으로 중성이며, 전기전도도 0.17 mS/cm 로 적정범위에 있었다. 유효 인산은 60ppm으로 적고, 칼리, 칼슘, 마그네슘과 같은 치환성 양이온도 매우 낮은 수준이었다(Table 4). 9개월 동안 각각 다른 시비프로그램(Table 2)으로 관리한 후 다시 토양 분석을 실

시한 결과, 두 시비구 모두 유기물 함량과 칼슘 함량이 높아진 것을 제외하면 처리 전과의 차이를 확인하기 어려웠다. 시비 후 치환성 양이온과 유효 인산의 수치가 조금씩 올라갔지만 차이를 인정하기 어려운 수준이었으며, pH와 전기 전도도 역시 변화가 거의 없었다. 결과적으로, 두 시비프로그램 모두 토양의 화학성을 크게 변화시키지는 않는 것으로 나타났다. 하지만, 일반적인 시비 프로그램에서도 1년 후 모래로 조성된 그린의 이화학적 변화가 갑자기 나타나기는 어려우므로 이에 대해서는 장기적인 관찰이 필요하겠다.

요 약

본 연구는 잔디 관리에서 엽면시비를 통해 나타나는 잔디의 생육 및 품질을 조사하여, 잔디 관리 정보를 제공하고자 수행되었다. 연구 결과, 엽면시비 후 잔디의 시각적 품질 및 밀도, 클로로필 함량이 높아졌다. 잔디밀도는 대조구에 비해 평균 2.8개/cm² 높았으며, 여름철 장마기에는 평균 3개/cm² 이상 높았다. 또한, 벤투그래스 그린에서 시각적 품질 및 클로로필 함량, 식생지수가 1년 내내 균일하게 유지되었으며, 갱신작업이나 건조피해 후에도 관주시비 처리구의 잔디보다 엽면시비 처리구의 잔디 회복속도가 현저히 빠른 것을 확인할 수 있었다. 본 결과를 통해 엽면시비가 잔디의 지상부에 영양분을 신속하게 제공하여 잔디 생육을 단기간에 높이는 효과가 있다는 점을 알 수 있었으며, 이는 잦은 잔디 깎기로 양분의 유실이 많은 그린에서 유용하며, 특히 뿌리 길이가 짧아 시비의 효과가 낮은 하절기의 그린관리에 매우 실용적인 관리프로그램이 될 것으로 예상된다. 하지만, 본 연구에서 잔디의 뿌리 길이 생육에 관해서는 관주 시비구와 엽면 시비구의 차이를 확인하기 어려웠으며, 엽면 시비프로그램의 특성상 시비 횟수가 늘어나는 점에 대해서도 생각해 보아야 한다. 마지막으로, 토양 분석결과에서 시비 전후 토양의 화학성에 큰 변화가 없다는 점은 토양 염류의 축적이 예방된다는 측면에서 큰 장점이 될 수 있으나 양분의 결핍이 쉽게 올 수 있다는 점에서 위험 요인이 될 수도 있다. 본 연구를 통해, 국내에서도 엽면 시비를 보편적인 시비방법으로 정

Table 4. The chemical properties of soil by application of after experiment.

Treatments	pH	EC	O.M	P2O5	K	Ca	Mg	Na	
		mS/cm	%						
Before	6.6a	0.17a	0.37a	60a	47a	164a	30a	24a	
After	Control	6.9a	0.18a	2.08b	92a	58a	365ab	37a	24a
	DSG	7.0a	0.21a	1.99b	95a	42a	350ab	48a	35a

*In a column, treatment means having a common letter(s) are not significantly different at the 5% level by ANOVA test.

착시킬 필요성을 느끼며, 이를 위해서는 시비 횟수를 줄이는 것과 같은 실용성을 높이기 위한 추가 연구가 필요할 것이다.

주요어: 엽면시비, 밀도, 시각적 품질, 식생지수, 갱신작업

참고문헌

- Bruce, B., H. Shelby, and M. Richard. 2010. Optimization of foliar nitrogen nutrition to improve turfgrass performance under shade or mowing stress. *USGA Turfgrass and Environmental Research Online* 9(19):1-5.
- Fu, J. and B. Huang. 2003. Effects of Foliar Application of Nutrients on Heat Tolerance of Creeping Bentgrass. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 26(1).
- Roch, G. 2010. The science and philosophy of foliar nutrition. University of Nebraska Research Report.
- Wesley, T. and B. McCarty. 2004. Foliar feeding. *Grounds maintenance*.
- 안용태, 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 이정재 및 함선규 1992. In *골프장 관리의 기본과 실제*. 한국잔디연구소. 347 p.