

골프코스에서의 월동 전 크리핑 벤틀그래스, 켄터키 블루그래스 및 한국잔디의 부위별 양분 함량

김영선^{1*} · 김택수¹ · 함선규¹ · 코스관리부²

¹에이엠잔디연구소, ²베어크리크G.C.

Investigation of Nutrient Contents at in Creeping Bentgrass, Kentucky Bluegrass, and Zoysiagrass in Early Winter

Young-Sun Kim^{1*}, Tack-Soo Kim¹, Suon-Kyu Ham¹
and Course Service Team of Bear Creek G.C²

¹Turfgrass Research Institute, AMENC Co. Ltd, Inchoen, Korea,

²Bear Creek Golf Club, Pocheon, Korea

ABSTRACT

This study was conducted to investigate nutrient content at shoot and root(contained runner in zoysiagrass) in creeping bentgrass, kentucky bluegrass and zoysiagrass before turfgrass dormancy. The shoot ratio of dry weight in creeping bentgrass, kentucky bluegrass and zoysiagrass was 12%, 27%and 25% and root ratio was 88%, 73% and 75%, respectively. The orders of nutrients contained in turf-grass were N>K>Ca>P>Mg>Na in plant tissues. The proportion of nutrients in tissue of creeping bentgrass, kentucky bluegrass and zoysiagrass was 17%, 28% and 34% in shoot and 83%, 72% and 66% in root, respectively. These results showed that nutrients in turf-grass tissue was contained more than 70% in root before grasses dormancy. In turfgrass management, all grasses were required to fertilize sufficiently N, K₂O, CaO and P₂O₅ before winter.

Key word : dry weight, nutrients content, creeping bentgrass, kentucky bluegrass, zoysiagrass

*Corresponding author. Tel : +82-32-741-8516

E-mail : zeroline75@empal.com

Received : Aug. 22, 2008, Revised : Sep. 18, 2008, Accepted : Oct. 1, 2008

서론

쾌적한 도시환경조성과 레저시설의 확대는 잔디의 이용면적과 그 양의 증대를 가져왔고, 특히 골프장의 확대는 잔디의 이용면적을 크게 증가시켰다. 뿐만 아니라 잔디의 관리기술이 잔디의 생육과 품질을 결정하며, 잔디초종과 생육시기에 따라 다르게 관리되어야 한다(황 등, 1999; 박 등, 1992). 일반적으로 국내 골프장에서는 티와 그린에는 한지형잔디를, 페어웨이에는 난지형 잔디를 주로 이용하고 있으며, 우리나라 기후의 특성상 시기와 계절에 따라 생육정도가 다르므로 잔디를 관리함에 있어 잔디종류 및 잔디품종에 따른 생육특성에 대한 바른 이해가 필요하다.

현재까지는 잔디에 대한 연구에 있어 잔디 관리에 대한 연구는 기술의 발달과 지속적인 교육으로 발전을 한 것이 사실이지만 잔디자체에 관한 연구는 이에 비해 미진한 상태이다. 잔디식물체에 관한 연구는 주로 잔디종자 발아(전, 1989; 전, 1989a; 전, 1989b; 현 등, 1995) 및 잔디엽색(김, 1990; 심 등, 1995a; 심 등, 1995b; 한국잔디학회, 2003)과 같은 잔디특성과 잔디육종(김 등, 1996; 주 등, 1997; 권 등 1998) 및 잔디생장(장 등, 1987; 김 등, 1997)에 관한 연구가 주를 이루었다. 이와 더불어 최근 과학적인 관리에 대한 관심이 높아지면서 잔디 생육 환경(이 등, 1993; 최 등, 1993a; 최 등 1993b; 이 1994, 문등 1996)에 대한 조사와 시비방법개선(김, 1990; 황 등, 1999; 김 등 2003)을 통해 품질 좋은 잔디를 얻고, 잔디관리에 따른 잔디의 생육환경을 조사하고자 노력하였다. 그럼에도 불구하고 잔디생육환경에 있어 큰 영향을 미치는 잔디비배관리를 과학화하기 위해서는 생육시기에 따른 식물체 중 양분의 농도변화 및 예초물량의 변화에 대한 연구가 필수적이나 아직

부족한 상태이다.

따라서 본 실험은 월동 전 잔디식물체의 지상부와 지하부중 잔디의 단위면적당 건물 중과 잔디식물체 중 양분함량을 조사하여, 단위면적당 잔디 부위별 양분함량 및 양분분포비율을 조사하고 월동 준비에 필요한 잔디관리 및 코스관리에 기본 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험은 2006년 10월부터 동년 12월까지 경기도 포천시소재의 배어크리크골프클럽의 협조로 수행하였다.

시료는 흙컵을 이용하여 지하 10cm 정도 깊이로 토양 및 잔디를 채취하였다. 토양과 잔디 시료는 그린의 크리핑 벤트그래스, 티의 켄터키 블루그래스 그리고 페어웨이의 한국잔디를 각각 12점씩을 채취하였다. 시료채취기간의 예고 높이는 크리핑 벤트그래스, 켄터키 블루그래스 및 한국잔디는 각각 4.2mm, 16mm, 30mm이었다.

채취된 시료 중 토양시료는 토양물리성을 분석하기 위해 코어(직경 50mm, 길이 100mm)를 이용하여 약 3cm 두께의 대취층을 제거한 아래 부분의 토양을 채취하여 측정하였고, 토양화학성을 분석하기 위해 풍건 후 2mm 체를 걸러 보관하였다. 분석용 잔디시료는 토양을 제거한 후 수돗물로 세척하여 지상부, 지하부 및 런너로 분리하여 75℃로 유지되는 열풍건조기에서 24시간 건조한 후 보관하였다. 잔디의 지상부와 지하부 분리는 생장점을 기준으로 하였으며, 분리가 어려운 켄터키 블루그래스와 크리핑 벤트그래스의 런너는 지하부에 포함시켰고, 런너 분리가 쉬운 한국잔디의 경우에는 지상부, 런너(지하경, 포복경) 및 뿌리 등의 3

개 부위로 분리하여 분석하였다.

토양분석은 정확한 토양상태를 알아보기 위하여 물리성과 화학성으로 구분하였으며, 물리성은 총공극, 모세관공극, 비모세관공극, 포화투수계수 및 용적밀도 등을 측정하고 화학성은 pH, 전기전도도, 유기물, 총질소, 유효인산, 양이온치환용량 및 치환성 양이온(K, Ca, Mg, Na) 등을 분석하였다.

잔디는 지상부, 지하부 및 런너의 3개 부위로 구분하여 건물 중을 먼저 측정한 후에 각 부위별 질소, 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 및 나트륨 등의 양분함량을 분석하였다.

분석방법은 토양물리성은 ASTM F1815-97 (ASTM : The American Society for Testing and Materials)에 준하여 측정하고, 토양화학성 및 식물체는 농업과학기술원의 토양화학분석법(농과원, 1998)에 준하여 분석하였다.

토양의 유기물과 총질소는 각각 Tyurin법과 Kjeldahl법을 통해 분석하고, 유효인산은 Bray No.1 시약으로 추출한 액을 UV-spectrophotometer로 측정하고 치환성 양이온은 1N-NH₄OAc법으로 추출하여 그 액을 유도결합플라즈마(ICP)로 분석하였다. 분석결과는 토양화학성은 각 시료의 최고값과 최저값 및 평균값으로 표기하고, 토양물리성과 잔디식물체는 평균값으로 제시하였다.

결 과

토양분석

공시토양의 화학성분석결과는 Table 1과 같다. 일반적으로 골프장에서 권장하는 토양화학성 적정범위(김 등, 1992)와 비교한 결과, EC, 총질소, 치환성 칼륨, 치환성 나트륨만이 적정범위에 있으나 토양의 보수력과 보비력에 영향을 미치는 유기물과 양이온 치환능력(CEC)은 대부분 적정범위 이하로 나타났다. 특히 영양원으로 이용하는 치환성 칼슘과 마그네슘은 각각 1.19~3.55cmol_c · kg⁻¹과 0.30~0.57cmol_c · kg⁻¹이고, 유효인산의 함량은 72~109mg · kg⁻¹으로 적정범위에 근접하나 대체적으로 부족한 상태로 나타났다. 이는 시비 후 1~2개월 이상 경과되어 시비된 성분의 토양잔류량이 낮아진 결과로 판단된다. pH는 적정범위보다 약간 높으나 잔디의 생육에 큰 영향을 미치지 않는 정도이다.

공시토양의 토양물리성 분석결과는 Table 2와 같다. 분석항목은 총공극, 모세관공극, 비모세관 공극, 포화투수계수 및 용적밀도를 측정하였고, 포화투수계수를 제외한 모든 항목에서 USGA 기준에 적합한 결과로 나타났다. USGA 그린기준을 적용한 포화투수계수 측정결과는 티는 적합하나 그린은 높고 페어웨이에서는 낮게 나타났다. 페어웨이가 낮은 것은

Table 1. Chemical properties of the rootzone mixes used soil.

Species	pH	EC	O.M	T-N	Avail-P ₂ O ₅	CEC	Ex-Cations				
							K	Ca	Mg	Na	
	(1:5)	dS · m ⁻¹	(%)		mg · kg ⁻¹		(cmol _c · kg ⁻¹)				
Creeping bentgrass	Mean	7.13	0.17	0.43	0.03	77	1.85	0.21	1.36	0.28	0.20
	SD ²	0.04	0.07	0.18	0.01	34	1.00	0.18	0.72	0.11	0.09
Kentucky bluegrass	Mean	6.90	0.09	0.29	0.02	72	1.59	0.10	1.19	0.30	0.20
	SD	0.15	0.01	0.10	0.01	22	0.33	0.03	0.29	0.06	0.02
Zoysiagrass	Mean	6.94	0.24	1.55	0.08	109	4.50	0.37	3.55	0.57	0.23
	SD	0.11	0.08	0.71	0.05	65	1.01	0.09	0.84	0.13	0.03

²SD represent standard deviation.

Table 2. Physical properties of the rootzone mixes used in this experiment.

Species	Porosity (%)	Capillary porosity (-30cm) (%)	Non-capillary porosity (-30cm) (%)	Saturated water permeability mm · hr ⁻¹	Bulk density g · cm ⁻³	Soil texture
Creeping bentgrass	² 41.6±1.4	24.1±3.2	17.5±3.5	1397.3±302.3	1.6±0.0	sand
Kentucky bluegrass	45.2±1.9	30.1±5.0	15.1±6.5	533.6±415.5	1.5±0.1	sand
Zoysiagrass	61.7±2.2	29.9±2.1	8.4±1.1	119.3±45.2	1.6±0.1	loamy sand
USGA standard recommendation	35-55	15-25	15-30	200-600	1.2-1.6	sand

²Mean ±SD

근권층 토양이 마사토로 그린과 같은 모래토 양과는 투수계수를 동일할 수 없다고 볼 수 있다.

잔디식물체 분석

잔디 시료를 채취한 시기가 11월 하순으로 한지형잔디인 켄터키 블루그래스와 벤틀그래스는 휴면이 진행 중이었고, 한국잔디는 휴면이 진행된 후였다. 채취된 잔디시료 중 켄터키 블루그래스와 벤틀그래스는 지상부와 지하부로 나누었고, 한국잔디는 지상부, 런너 및 뿌리로 나뉜 건물 중을 측정하였다. 이를 다시 홉킵의 면적을 계산하여 단위면적당 건물 중으로 환산하였다(Table 3).

월동 전 잔디식물체의 단위면적당 건물 중은 지상부에서 켄터키 블루그래스, 벤틀그래스 및 한국잔디 순으로 각각 239g · m⁻², 216g ·

m⁻², 164g · m⁻²로 나타났고, 지하부에서 659g · m⁻², 1,537g · m⁻², 484g · m⁻²로 나타났다. 각 잔디종류별 각 부위별 단위면적당 건물 중의 비율은 크리핑 벤틀그래스는 각각 12%와 88%로 나타났고, 켄터키 블루그래스는 지상부와 지하부가 각각 27%와 73%로 나타났다. 한국잔디는 지상부, 런너 및 뿌리가 각각 25%, 60%, 15%를 나타냈다.

잔디종류에 따른 단위면적당 건물 중은 크리핑 벤틀그래스>켄터키블루그래스>한국잔디 순으로 나타났고, 지상부와 지하부는 각각 켄터키 블루그래스와 크리핑 벤틀그래스로 조사되어 한지형잔디가 한국잔디보다 높은 건물 중을 나타내었다.

잔디 식물체 분석은 지상부와 지하부로 구분되, 잔디 흡수량이 높은 질소, 인, 칼륨, 칼슘, 마그네슘 및 나트륨 등과 같은 다량원소

Table 3. Dry weight of shoot and root in turfgrass tissue per square meters.(unit : g · m⁻²)

Species	Shoot	Runner	Root	Total
Creeping bentgrass	216 ± 15 ² (12%) ³	-	1,537 ± 33 (88%)	1,753 ± 35 (100%)
Kentucky bluegrass	239 ± 17 (27%)	-	659 ± 30 (73%)	898 ± 22 (100%)
Zoysiagrass	164 ± 12 (25%)	386 ± 40 (60%)	98 ± 12 (15%)	647 ± 35 (100%)

²Mean ±SD³Ratio of shoot or root in total dry weight of turfgrass

를 중심으로 비교하였다(Table 4). 잔디종류에 따른 단위면적당 양분 총합량은 크리핑 벤프그래스>켄터키 블루그래스>한국잔디 순으로 나타났으며, 이는 단위면적당 건물 중과 유사하게 나타났다. 월동 전 조사 잔디 종류별 다량원소의 함유비율은 켄터키 블루그래스와 한국잔디는 N>K>Ca>P>Mg>Na 순으로, 벤프그래스는 N>K>P>Ca>Mg>Na 순으로 나타나 런너를 갖고 있는 켄터키 블루그래스와 한국잔디의 경우 인보다는 칼슘을 좀 더 많이 함유하나 크리핑 벤프그래스의 경우 칼슘보다는 인을 좀 더 많이 함유하고 있었다.

각 조직별 양분의 비율을 살펴보면 질소와 칼륨이 70%를 차지하고 있으며 여기에 칼슘과 인을 포함하면 95%정도를 차지하는 것으로 나타났다. 특히 잔디 조직의 다량원소 중 칼슘의 함량이 평균 10%를 차지하고 있어 월

동 전 잔디의 시비관리에 있어 일정량의 질소를 비롯하여 인산, 가리의 시비뿐 아니라 칼슘 비료의 시비가 필요함을 알 수 있었다.

각 잔디종별 양분들의 지상부와 지하부의 분포를 살펴보면, 켄터키 블루그래스의 경우 지상부와 지하부가 각각 28.1%와 71.9%, 크리핑 벤프그래스의 경우 16.7%와 83.3% 분포되어 있었고, 한국잔디의 경우 지상부, 런너 및 뿌리에 각각 35.4%, 41.8%, 27.9% 분포되어 있었다. 조사된 잔디의 경우 월동 전 70% 이상의 양분을 지하부에 저장되었고, 그중에서도 칼륨과 칼슘이 지하부 전체 양분 중 약 35% 이상 함유하고 있었다. 이 결과를 통해 잔디가 월동하는데 있어 질소와 더불어 중요한 원소이며, 칼륨과 칼슘은 월동 준비 전 골프장 잔디관리 시 시비가 필요한 원소임을 알 수 있었다.

Table 4. Nutrient contents of shoot and root in turfgrass tissue.

(unit : g · m⁻³)

Species	Tissue	N	P	K	Ca	Mg	Na
Creeping bentgrass	Shoot	4.48±2.3 ^z (17.0%)	0.60±0.2 (12.7%)	2.20±0.7 (14.5%)	0.81±0.3 (18.0%)	0.52±0.2 (25.0%)	0.11±0.1 (12.9%)
	Root	21.95±8.1 (83.0%)	4.15±1.3 (87.3%)	12.96±4.2 (85.5%)	3.70±1.9 (82.0%)	1.55±1.1 (75.0%)	0.74±0.6 (87.1%)
	Total	26.43±10.2 (100%)	4.75±1.5 (100%)	15.16±4.9 (100%)	4.51±2.2 (100%)	2.07±1.3 (100%)	0.85±0.6 (100%)
Kentucky bluegrass	Shoot	4.01±1.2 (30.8%)	0.50±0.1 (33.8%)	2.79±0.6 (43.6%)	0.63±0.1 (23.6%)	0.24±0.0 (25.1%)	0.03±0.0 (11.7%)
	Root	9.01±3.8 (69.2%)	0.98±0.2 (66.2%)	3.61±1.7 (56.4%)	2.02±0.4 (76.4%)	0.71±0.3 (74.9%)	0.23±0.2 (88.3%)
	Total	12.02±3.5 (100%)	1.48±0.2 (100%)	6.40±1.9 (100%)	2.65±0.4 (100%)	0.95±0.3 (100%)	0.26±0.2 (100%)
Zoysiagrass	Shoot	2.02±0.6 (30.7%)	0.20±0.1 (23.8%)	0.77±0.3 (24.5%)	0.31±0.1 (22.6%)	0.08±0.0 (29.7%)	0.01±0.0 (50.4%)
	Runner	2.89±0.6 (43.8%)	0.39±0.1 (45.1%)	1.41±0.5 (45.1%)	0.60±0.2 (44.5%)	0.10±0.0 (38.8%)	0.01±0.0 (33.4%)
	Root	1.69±0.8 (25.6%)	0.27±0.3 (31.2%)	0.95±0.7 (30.4%)	0.45±0.3 (32.9%)	0.08±0.1 (31.4%)	0.00±0.0 (16.2%)
	Total	6.60±0.9 (100%)	0.76±0.3 (100%)	3.13±0.8 (100%)	1.36±0.5 (100%)	0.26±0.1 (100%)	0.02±0.0 (100%)

^zMean ±SD

고 찰

골프코스에서 토양화학성과 잔디조직 중에 함유된 양분을 분석하는 것은 시비계획을 세우고, 과학적이며 친환경적인 코스관리를 위해 필수적인 일이다. 우리나라 골프코스의 토양화학성에 대한 조사는 1993년 보고된 이후 경기 지역을 중심으로 조사가 이뤄졌다. 토양시료 채취시기와 장소에 따라 다르지만 학회에 발표된 내용으로 비교하면 약 15년 전인 1990년대 초보다 토양 pH는 약간 증가하였으나 유기물, 총질소 및 전기전도도는 감소하고, 유효인산과 치환성양이온은 비슷하거나 감소한 것으로 나타났다(이 등, 1993; 이, 1994; 최 등, 1993a; 최 등 1993b).

잔디 종류에 따른 지상부와 지하부의 양분 함량 분포에 대한 보고에서 크리핑 벤프그래스는 지상부와 지하부가 각각 17%와 83%로 조사되어(태등, 2000), 본 연구의 결과와 약간의 차이는 있으나 유사한 결과를 나타내었고, 켄터키 블루그래스에 대한 조사는 발견하지 못했다. 한국잔디는 지상부, 런너 및 지하부가 각각 68%, 24%, 8%로 조사되어(김 등, 1991), 본 연구 결과와 다소 차이는 있었으나 이는 조사시기가 6월로 월동 전에 조사한 본 연구의 조사시기와 잔디생육적인 측면에 다르기 때문에 나타난 차이라고 판단된다. 이 두 결과들을 통해 잔디 생육이 왕성한 시기에는 지상부의 생육량이 많으나 월동 전에는 런너와 뿌리의 생장이 증가하여 양분을 저장하는 것으로 판단된다.

일반적으로 잔디의 함유양분농도에 대한 조사는 Jones(1980)과 Mill&Jones(1996)에 의해 이뤄졌고, 그 순서는 $N > K > Ca > P > Mg$ 이었다. 박 등(1992)은 크리핑 벤프그래스에서 지상부와 지하부의 함유양분 농도가 다르며 지상부의 함유농도가 높고, 그 순서는 $N > K > P > Ca > Mg$

이었다. 최 등(1993b)과 이 등(1990)은 한국 잔디 중 함유한 양분농도를 조사하였고, 그 순서는 $N > K > Ca > P > Mg$ 이었다.

골프코스에서 식재된 잔디조직 중 함유된 양분들의 조사결과는 체계적이고 친환경적인 골프코스관리에 도움이 될 것으로 본다. 미국의 수많은 골프장들은 잔디생육기간 동안의 시비계획에 잔디 잎 조직 중 함유 양분농도를 기초자료로 활용하고 있는 것으로 알려져 있다.

그러나 우리나라와 같이 월동기간 약 3-4개월의 긴 기간 동안에는 모든 잔디는 휴면상태로 시비를 하지 않는 것이 원칙이지만 본 연구결과를 검토해보면 질소, 인산 및 칼리 뿐 아니라 칼슘의 시비가 필요하며, 월동 전 최종 시비의 시기와 시비량 및 봄철 신초생장에 미치는 영향을 검토하기 위해서는 월동 전 토양 및 잔디부위별 양분함량 분석이 반드시 필요하다고 본다.

요 약

본 연구는 과학적인 잔디관리의 기초자료를 얻고자 월동 전 잔디의 양분함량을 분석하였다. 월동 전 크리핑 벤프그래스, 켄터키 블루그래스 및 한국잔디의 단위면적당 건물 중은 지상부 비율은 각각 12%, 27%, 25% 이고, 지하부 비율은 각각 88%, 73%, 75% 이었다. 잔디 조직 중 함유된 다량원소의 순서는 $N > K > Ca > P > Mg > Na$ 이며, 질소, 칼륨, 칼슘, 인의 함량이 90%를 차지하였다. 잔디 식물체의 조직 부위별 함유된 양분 비율은 켄터키 블루그래스, 벤프그래스 및 한국잔디의 지상부에는 각각 28%, 17%, 34%, 지하부에는 각각 72%, 83%, 66%를 함유하고 있었다. 이러한 결과들을 통해 월동 전 잔디는 조직 중 전체 함유 양분의 70% 정도를 지하부에

저장하고 있음을 알 수 있었고, 월동 준비 전 크리핑 벤프그래스, 켄터키 블루그래스 및 한국잔디를 관리함에 있어 질소, 인산, 가리 뿐 아니라 칼슘비료의 시비도 필요함을 알 수 있었다.

주요어 : 건물중 비율, 조직 중 양분비율, 크리핑 벤프그래스, 켄터키 블루그래스, 한국잔디

참고문헌

1. 권찬호, 김석정. 1998. 한지형 잔디의 품종비교. 한잔지. 12(3):215-224.
2. 김성태, 김인섭, 김진원, 김호준, 심규열, 양승원, 안용태, 이정재, 함선규. 1992. 개정 골프장 관리의 기본과 실제. 한국잔디 연구소.
3. 김인섭, 이정재, 함선규, 양승원, 안경태. 1991. 한국잔디의 토성별 적정과종량 구명 연구. 한잔지. 5(2):87-94.
4. 김영선, 이규승, 함선규. 2003. 아미노산 액비가 벤프그래스(Bentgrass)의 생장과 토양에 미치는 영향. 한잔지. 17(4):147-154.
5. 김형기. 1990. 한국잔디의 녹색기간연장을 위한 생리생태학적 연구. 한잔지. 4(1):5-11
6. 김형기, 김기선, 주영규, 홍규현, 김경남, 이재필, 모숙연, 김두환. 1996. Zoysiagrass 수집계통들과 종간교배 계통들의 형태적 특성변이. 한잔지. 10(1):1-11.
7. 농업과학기술원. 1998. 토양화학분석법. 농촌진흥청.
8. 문희영, 김용휘, 김영석, 양희혁, 1996. 잔디밭의 효과적인 잡초방제와 토양환경조사. 한잔지. 10(3):177-186.
9. 박찬빈, 황규석, 이영범. 1992. 토양개량제 혼합비율이 잔디 생육 및 품질에 미치는 영향. 한잔지. 6(1):1-10.
10. 심재성, 서병기. 1995a. 난지형 및 한지형 지피식물의 엽색변화특성에 관한 연구-I. 야초의 엽색변화특성. 한잔지. 9(1):43-51.
11. 심재성, 민변훈, 서병기. 1995b. 난지형 및 한지형 지피식물의 엽색변화특성에 관한 연구-II. 엽색특성 및 엽수명연장. 한잔지. 9(4):293-316.
12. 이용범, 황규석, 배공영질소. 1990. 질소 급원과 유기물 시용이 들잔디의 생육 및 품질에 미치는 영향. 한잔지. 4(1) : 24-30.
13. 이정재, 김성태, 함선규, 김인섭. 1993. 우리나라 골프코스 토양의 화학적 특성. 한잔지. 7:35.
14. 이민숙. 1994. 경기도 골프장의 코스별 토양의 화학적 특성. 한잔지 8(1):25-28.
15. 장남기, 김형기, 유준희, 김용진, 임채성. 1997. 한국잔디의 분기발원 양상과 광합성 기관의 전자현미경적 구조에 관한 연구. 한잔지. 1(1):42-48.
16. 전우방. 1987. 잔디생활의 미래. 한잔지. 1(1):79-83.
17. 전우방. 1989a. 한국잔디의 실생번식법 확립에 관한 연구-I. 종자의 생리적 성숙 연구. 한잔지. 3(2):65-72.
18. 전우방. 1989b. 한국잔디의 실생번식법 확립에 관한 연구-II. 종자의 발아형태. 한잔지. 3(2):73-76.
19. 최병주, 심재성, 주영희, 유병남. 1993a. 경기도 네 개 골프장의 토양단면의 물리 화학적 특성. 한잔지. 7(2):55-60.
20. 최병주, 심재성, 주영희, 박훈. 1993b. 경기도 수개 골프장의 표토 토양화학성과 잔디의 무기성분함량. 한잔지. 7(2):129-135.
21. 태현숙, 고석구, 안길만. 2000. 성장조절제 처리가 bentgrass 생육과 토양 수분이

- 동에 미치는 영향. 한잔지. 14(1):273-280.
22. 한국잔디학회. 2003b. 잔디연구총서Ⅳ. 학회사. 529-531.
23. 현상빈, 강훈, 소인섭, 김동일. 1995. 광, 온도 및 GA 침지가 한지형 잔디의 종자발아에 미치는 영향. 한잔지 9(3):235-260.
24. 황연성, 최준수. 1999. 깎아주기, 통기작업, 시비수준 및 비료 종류가 한국잔디의 품질 및 생육에 미치는 영향. 한잔지. 13(2), 79-90.
25. Jones, J.B., 1980. Turf analysis. *Colf Course Mgt.* 48(1):29-32.
26. Mills, H.A. and J.B. Jones. 1996. *Plant Analysis Handbook II*. Athens, GA:Micro-Macro Publ., Inc.