

USGA 지반구조에서 한지형 잔디의 여름 고온기 적응력, 색상 및 연중 녹색 유지기간 비교

김경남

삼육대학교 원예학과

Comparison of Summer Turf Performance, Color, and Green Color Retention among Cool-Season Grasses Grown under USGA Soil System

Kim, Kyoung-Nam

Dept. of Horticulture, Sahmyook University

ABSTRACT

Research was initiated to investigate turf performance under USGA soil system. USGA system 45 centimeters deep was built with rootzone layer, intermediate layer, and drainage layer. Six turfgrass entries were comprised of 3 blends and 3 mixtures from cool-season grasses (CSG).

Turfgrass color and quality ratings were best in spring and fall, especially early May to early July and late August to early November. Kentucky bluegrass (KB) consistently produced the greatest performance, while perennial ryegrass (PR) the poorest. Intermediate turf performance between KB and PR was observed with tall fescue (TF). Among CSG mixtures it increased with KB but decreased with PR.

There were considerable variations in summer turf performance. No summer drought injury was found in KB and TF. However, PR showed poor performance through summer as compared with others. Among mixtures, it decreased with PR. It was suggested that PR mix in less than 20% in the mixtures to have an acceptable quality in summer. Cultural intensity also affected it. With lowering mowing height, KB of rhizomatous-type in growth habit kept good quality, while PR and TF with bunch-type in growth habit poor quality. Mowing quality was greatly different among CSG. KB produced clean-cut surface, but PR unclean one. TF had an intermediate mowing quality between KB and PR.

A great difference in green color retention was observed among CSG. The longest CSG was PR that kept green for 339 days, while the shortest one TF for 267 days. KB continued to keep green for 290 days. The mixtures kept green in color for 292 to 315 days, depending on turfgrass mixing intensity. The greater

the PR in content, the longer the green color duration.

These results demonstrate that KB was the best and PR the worst among CSG grown in USGA system under a domestic climate, in regards of turf quality, color, mowing quality, summer turf performance and green color duration. KB and TF are most adequate for high-maintenance and low-maintenance area, respectively. In case of mixtures for high-quality turf, it was desirable to use KB-based mixture with PR of below 20% in seeding rate.

Key Words: Kentucky Bluegrass, KB-based Mixture, Perennial Ryegrass, Summer Drought Tolerance, Tall Fescue

1. 서론

정원·공원·골프장 및 경기장 등 국내의 잔디 이용 경향은 대부분 천편일률적으로 들잔디(Korean lawn-grass, *Zoysia japonica* Steud.) 위주로 사용해왔다. 정원, 공원, 퍼블릭 골프장 및 학교 운동장 등 저 관리지역(low maintenance area)은 잔디 관리가 용이하고 여름 고온 및 건조에 강한 들잔디 위주로 사용하는 것이 바람직하다. 하지만, 고품질이 요구되는 곳에서 들잔디 식재는 적절한 선택은 아니다. 왜냐하면 경기장 등에 들잔디를 식재시 봄과 가을에 잔디 잎의 탈색으로 인한 품질 저하 및 사용 제한, 거친 엽 조직으로 인한 부상 위험성, 격렬한 게임 후 완전한 회복 속도 등의 특성으로 인해 고품질이 요구되는 잔디 구장에는 적합하지가 않기 때문이다.

경기장에 식재되어 있는 잔디는 태클·슬라이딩 및 갑작스런 공수 전환 등 선수들의 격렬한 플레이 및 선수들간 몸싸움으로 인해 생육에 불리한 여러 가지 스트레스를 받으며, 또한 잔디 표면 및 식재층의 지반 상태도 조성 후 변하기 때문에 잔디 생육에 상당히 불량한 환경에서 자란다고 할 수 있다. 이렇게 생육에 불량한 환경이지만 경기장 잔디는 TV 중계 및 관전자 입장에서 연중 엽색 및 품질 등이 우수하고, 경기력 측면에서 답압에 대한 저항성 및 회복력이 강하고, 선수 보호 측면에서 부상을 줄일 수 있는 완충력이 좋은 잔디 그리고 축구공의 반발력을 높일 수 있는 잔디의 특성이 필요하다(Harper II, 1969; Turgeon, 1996). 이러한 관점에서 한지형 잔디의 사용이 필요하며, 또한 전 세계적으로 수준

높은 경기장에는 품질이 우수한 한지형 잔디(cool-season grass)가 많이 이용되고 있다(김경남 등, 1998b; 2002년 월드컵 축구대회 조직위원회, 1999).

한지형 잔디는 생육 적온이 15~24℃로 국내 기후 조건에서 봄과 가을 서늘할 때 최적의 생장을 하는 초종이다(Beard, 1973; 김경남 등, 1998a). 들잔디에 비해 연중 녹색 유지 기간이 3~4개월 정도 길고 잔디 사용 기간도 그만큼 더 오래 사용할 수 있는 장점이 있다. 또한 시각적 잔디 품질이 우수하고, 종자 파종이 가능해 그라운드 평탄성이 양호하며, 잔디 엽 조직이 부드러워 스포츠용에 적합하다(심상렬, 1996). 하지만, 난지형 잔디(warm-season grass)에 비해 일반적으로 내서성(heat tolerance) 및 내건성(drought tolerance)이 약해 여름 고온 및 건조기에 생육이 저하되고 초종에 따라서는 하고 현상에 의한 피해(summer drought injury)가 나타나 는 단점도 있다.

잔디밭 품질은 같은 기후대의 동일 지역일지라도 초종(turfgrass), 지반(soil) 및 관리(management) 세 요소 - 즉 STM(soil-turfgrass-management) 컨셉에 따라 상당히 다르게 나타날 수 있다(Beard, 1973; Turgeon, 1996; 김경남, 2005). 미국 및 유럽 등 선진국에서는 STM 컨셉에 맞추어 사용 목적, 용도, 기대 수준 및 기후 조건 등에 따라 식재할 잔디 종류, 지반 및 잔디 관리 정도가 달라진다. 예를 들어 우리나라 기후 조건과 비슷한 한대(cool temperate)와 난대(warm temperate) 기후대 사이에 있는 지역(transition zone)에서는 월드컵 경기장과 같은 고품질이 요구되는 그라운드는 투수력이 양호한 USGA 개념의 지반에 쉐터키 블루그라스

(Kentucky bluegrass, *Poa pratensis* L.) 또는 하이브리드 버뮤다그라스(hybrid bermudagrass, *Cynodon dactylon* [L.] Pers. x *C. transvaalensis* Burtt-Davy)로 조성하여 집약적인 잔디 관리를 한다. 반면, 일반 학교 운동장과 같이 품질이 떨어지는 곳에서는 관리 집약도가 떨어지기 때문에 보수력과 보비력이 어느 정도 확보될 수 있는 양토 위주의 지반에 툴 웨스큐나 버뮤다그라스(common bermudagrass, *C. dactylon* [L.] Pers.) 등을 주로 사용한다(Hanson *et al.*, 1969; Harper II, 1969; 김경남 등, 1998b; 2002년 월드컵축구대회 조직위원회, 1999).

기후적으로 우리나라는 난대 및 한대 기후대 사이에 속하기 때문에 일반적으로 국내 대부분의 지역은 난지형 및 한지형 잔디 모두가 생육할 수 있는 지역이다. 하지만, 사용 목적, 용도 및 기대 수준에 따른 잔디 지반 구조와 사후 관리를 고려해서 적합한 한지형 잔디를 선정해서 사용해야 하는데, 무분별한 한지형 잔디 도입으로 인해 실패한 경우가 있었던 것이 사실이다(이진우, 1997; 김경남, 1998a). 한지형 잔디의 사용 현황은 일부 골프장 및 2002년 월드컵축구대회 전후로 조성된 잔디 구장을 제외하고는 대부분 경험이 일천하고, 또한 선진국에 비해 이에 대한 연구도 부족한 실정이므로 한지형 잔디에 대한 체계적인 연구는 지속적으로 필요하다.

국내에서 한지형 잔디와 관련한 연구 및 발표는 최근에 들어 활발해지고 있다(김경남 등, 1998a; 1998b; 2003; 한국체육과학연구원, 1998; 심상렬 등, 2000; 2002년 월드컵축구대회 조직위원회, 2000a; 2000b; 이재필 등, 2001; 이해정 등, 2001; Kim and Nam, 2001; 심상렬과 정대영, 2002a; 2002b; 김경남과 심상렬, 2003; Kim *et al.*, 2005). 하지만, 고품질 잔디 지반 구조인 USGA 구조에서 한지형 잔디의 특성 비교를 체계적으로 수행한 연구 결과는 아주 적은 편이다. 본 연구는 USGA 지반 구조에 국내에서 대표적으로 이용되고 있는 한지형 잔디를 식재한 후 초종별로 잔디 적응력, 색상 변화, 하고 현상, 잔디 문양 및 녹색 유지 기간을 파악하고자 시작하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구포장의 지반조성

연구 포장의 지반은 전체 구조가 45cm 깊이로 식재층(rootzone layer) 30cm, 중간층(intermediate layer) 5cm 및 배수층(drainage layer) 10cm인 USGA 구조(USGA soil system)로 조성하였다. 지반 조성시 사용한 재료는 배수층 10cm의 경우 6~9mm 사이의 콩자갈이 65% 이상 포함하고 있는 자갈을 사용하였으며, 식재층과 배수층 사이 중간층 5cm는 입경이 1~4mm 사이가 90% 이상인 왕사를 사용하였다. 잔디 뿌리가 자라는 식재층 30cm는 입경이 0.25~1.0mm 사이의 중사 및 조사가 60% 이상 되는 가는 모래를 이용하였다(Figure 1 참조).

이 USGA 구조는 미국골프장협회(United States Golf Association)에서 골프장 그린용 지반으로 개발한 구조로 골프장 및 천연 잔디 구장 조성 역사가 깊은 미국 및 유럽에서 많이 사용해 오고 있는 다층 구조 개념의 지반이다(USGA Green Section Staff, 1973; Hurdzan, 1985; Snow, 1993; Cockerham, 1994; 김경남 등, 1998b; 2002년 월드컵축구대회 조직위원회, 1999). USGA 스펙에서 식재층에 사용하는 모래 기준은 입경

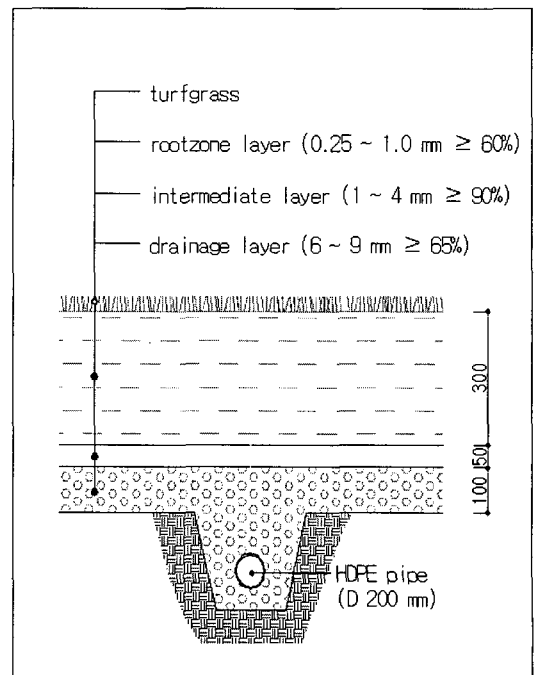


Figure 1. Cross-sectional diagram of USGA soil system built at the site of research field

분포가 2~3.4 mm 사이가 3% 이내, 1~2mm(극조사) 사이 7% 이내, 0.5~1.0 mm(조사) 및 0.25~0.5mm(중사) 사이가 60% 이상, 0.15~0.25 mm(세사) 사이가 20% 이내, 0.05~0.15 mm(극세사) 사이가 5% 이하, 0.002~0.05 mm(실트) 사이가 5% 이하, 그리고 0.002 mm 이하의 점토를 3% 이내로 규정하고 있다(Snow, 1993). 본 연구 포장의 식재층 재료로 사용한 모래는 극세사 1.2%, 세사 2.8%, 중사 및 조사가 93.8%, 극조사가 1.3%로 USGA 스펙의 분포 기준을 만족하는 모래였다(Table 1 참조).

2. 공시 초종 및 파종량

연구 포장에 사용한 공시 초종은 한지형 잔디 6종류이었다. Table 2에 제시된 공시 초종은 처리구 1에 켄터키 블루그라스 100%, 처리구 2에 퍼레니얼 라이그라스(perennial ryegrass, *Lolium perenne* L.) 100%, 처리구 3에 켄터키 블루그라스와 퍼레니얼 라이그라스를 40:60으로 혼합한 잔디(Mixture I), 처리구 4에 툴 웨스큐(tall fescue, *Festuca arundinacea* Schreb.) 100%, 처리구 5에 켄터키 블루그라스, 퍼레니얼 라이그라스와 툴 웨스큐를 25:25:50으로 혼합한 잔디(Mixture II), 그리고 처리구 6에 켄터키 블루그라스와 퍼레니얼 라이그라스를 30:70으로 혼합한 잔디(Mixture III) 6종류이었다. 혼합구 I, II, III에서 사용한 혼합비는 파종량에 대한 기준이었다. 잔디 조성은 한지형 잔디를 1998년 10월 13일 모래로 조성된 토양에 먼저 파종하여 이듬해 4월 중순경 이식이 가능한 정도의 멧장 형성 정도를 확인 후 1999년 5월 7일에 멧장을 이식하여 피복하였다.

3. 시험구 배치

연구 포장의 시험구 배치는 공시된 6종류의 초종 처리

Table 2. Turfgrasses, varieties, and seeding rate used in the study

No.	Turfgrasses	Varieties	Seeding rate (g/m ²)
1	Kentucky bluegrass (KB)	'Award' 'Challenger' 'Midnight'	12
2	Perennial ryegrass (PR)	'Accent' 'Manhattan III' 'Palmer II'	35
3	40 KB + 60 PR (Mixture I)	KB: 'Award' 'Midnight' PR: 'Accent' 'Manhattan III'	20 (KB 8 + PR 12)
4	Tall fescue (TF)	'Apache II' 'Rebel Jr. III' 'Tomahawk'	40
5	25 KB + 25 PR + 50 TF (Mixture II)	KB: 'Award' 'Midnight' PR: 'Accent' TF: 'Tomahawk'	25 (KB 6.25 + PR 6.25 + TF 12.5)
6	30 KB + 70 PR (Mixture III)	KB: 'Award' 'Midnight' PR: 'Accent' 'Manhattan III'	20 (KB 6 + PR 14)

구를 난괴법 3반복으로 배치하여 실험을 수행하였다. 시험 면적은 공시 초종 하나의 단위 실험구가 5.2m × 2.0m로서 총 18개 실험구의 약 200m²이었다.

4. 잔디 연구포장의 관리

연구 포장의 잔디 관리는 파종 후 초기 관리보다 더 집약적으로 실시하였다. 물 관리는 기어식 팝업(pop-up) 시스템을 이용하여 자동으로 관수하였다. 관수 회

Table 1. Particle size distribution of rootzone sand used for USGA soil system in the research field

Division	Fine gravel	Very coarse sand	Coarse sand	Medium sand	Fine sand	Very fine sand	Silt	Clay
Particle diameter(mm)	2~3.4	1~2	0.5~1.0	0.25~0.5	0.15~0.25	0.05~0.15	0.002~0.05	<0.002
USGA Spec.(%)	≤3	≤7	≥60	≤20	≤5	≤5	≤5	≤3
Rootzone sand(%)	0.2	1.3	74.9	18.9	2.8	1.2	0.7	0.03

Table 3. Overall summary of cultural practices applied at the site of the research field during the study

Cultural practices	Items	I. First year after sod establishment (1999. 5. ~ 1999. 12.)	II. Second year after sod establishment (2000. 1. ~ 2001. 8.)
Irrigation	Frequency	2 ~ 5 times weekly	2 ~ 5 times weekly
	Amount	3 ~ 6 mm each time	3 ~ 6 mm each time
Mowing	Height	23 ~ 25 mm	19 ~ 24 mm
	Frequency	51	33
	MAF*	6.37	4.1
Fertilization	Kinds	15-11-14, 17-21-17 21-17-17, 21-0-0	15-5-13, 17-21-17 21-17-17, 45-0-0
	Frequency	7	6
	Amount	21.3 g N/m ²	18.1 g N/m ²
	MAF*	0.87	0.75
Fungicide	Kinds	Propamocarb hydrochloride Tebuconazol Hexaconazol Polyoxin D Fosetyl-Al (Alette)	Tebuconazol Hexaconazol Fosetyl-Al (Alette) Polyoxin D+Etridiazol (Goodshot) Fenitrothin (Smithion)
	Frequency	4	6
	MAF*	0.50	0.75

*: MAF means monthly average frequency.

수는 생육 기간 중 2~5회/주, 관수량은 3~6mm/1회 기준으로 실시하였다(Table 3 참조). 예초는 1차 년도인 1999년 5월부터 12월까지 8개월 동안은 23~25mm 높이로 전체 51회, 2차 년도인 2000년에는 3월부터 8월까지 6개월 동안 19~24mm 높이로 33회 실시하였다.

시비 관리는 조성 1차년도인 1999년에는 전체 7회 시비에 21.3 g N/m², 그리고 조성 2차 년도인 2000년에는 6회에 18.1 g N/m²을 시비하였다. 병 방제는 예방 목적으로 파모 액제(프리엔), 터부코나졸 유제(호리쿠어), 헥사코나졸 액상수화제, 폴리옥신디 수화제(영일바이오), 포세칠알 수화제(알리에테), 폴리옥신디·에트리아졸 수화제(군샷), 메프 유제(스미치온) 등 여러 종류의 농약을 이용하였다. 전체 살포 회수는 조성 1차 년도인 1999년에는 4회, 조성 2차 년도인 2000년에는 6회 살포하여 전체 16개월 동안 9회 시약으로 월 평균 0.6회 정도 적용하였다.

5. 잔디 생장 조사

잔디 생장 조사는 여름 고온기의 잔디 적응력, 잔디

색상 및 연중 잔디 녹색 유지 기간을 조사하였다.

1) 여름 고온기의 잔디 적응력 (Summer Turfgrass Performance)

여름 고온기의 잔디 적응력은 국내 기후 조건에서 한지형 잔디에 대표적으로 하고 현상 피해가 나타나는 시기인 7~8월에 2주 간격으로 집중적으로 잔디 상태, 스트레스 및 적응력 등을 종합적으로 조사하여 분석하였다. 분석시 사용한 방법은 잔디 포장 시험에서 가장 많이 사용하고 있는 시각적 평가 방법(visual rating system)을 이용하여 조사하였다(Skogley and Sawyer, 1992). 시각적 평가 방법은 생육 상태와 관계가 있는 밀도, 질감 및 균일도 등을 종합적으로 고려하여 결정하는데, 가장 좋은 상태를 9점, 수용 가능한 상태를 6점, 그리고 가장 나쁜 상태를 1점으로 하여 1~9점 사이에서 시각적인 잔디 적응력(visual quality rating, 1~9: 1=poor, 6=acceptable; 9=best)을 평가하였다.

본 연구에서는 잔디밭 품질을 수용할 수 있는 상태인 평가점수 6.0을 기준으로 하여 여름 고온기의 잔디 적응력과 하고 현상 피해 정도를 결정하였다. 또한 연도별

잔디 관리 정도(culture intensity)에 따른 하고 현상 피해 정도를 분석하기 위하여 조성 1차 년도 여름인 1999년 7월 16일과 일년 후인 2000년 7월 18일의 잔디 적응력을 비교하였다.

2) 잔디 색상(Visual Turfgrass Color)

잔디 색상도 여름 고온기의 잔디 적응력 평가와 마찬가지로 시각적 방법으로 조사하였다. 생육 전성기에 나타나는 가장 짙은 녹색을 9점, 완전 탈색했을 때 나타나는 갈색을 1점으로 하여 1~9점 사이에서 시각적 색상 평가(visual color rating 1~9; 1=brown, 9=dark green)를 실시하였다. 조사 시기는 잔디 조성후인 1999년 5월부터 2000년 8월까지 월 1회 기준으로 조사하였다.

3) 연중 녹색 유지 기간(Green Color Retention)

잔디 녹색 유지 기간은 시각적 색상 평가(visual color rating, 1~9; 1=brown, 9=dark green) 방법으로 잔디 색상 조사시 평가 점수가 3.0 이상 유지되는 기간을 조사하였다. 이때 평가시 기준 점수로 채택한 3.0은 중부 지방에서 3월 중순 전후 한지형 잔디의 신초가 2~4엽 전후이고 노화엽이 1~3엽 정도의 잔디발 상태를 의미한다. 본 연구에서는 각 초종별로 이른 봄에 신초가 나오면서 색상 평가 점수가 3.0 이상 되는 시점부터 동절기 엽색이 퇴색되어 3.0 이하로 떨어지는 시점까지의 기간을 녹색 유지기간으로 결정하였다.

6. 통계 분석

통계 분석은 SAS(Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였고(SAS Institute, 1990), 처리구 평균간 유의성 검정은 LSD (Least Significant Difference) 5% 수준에서 실시하였다(Steel and Torrie, 1980).

III. 결과 및 고찰

1. 여름 고온기의 잔디 적응력

잔디 조성 후 품질 변화는 계절 및 초종에 따라 유의

한 수준으로 나타났는데, 초종간 연중 잔디 품질 변화를 보면 켄터키 블루그라스는 조성 첫 해인 1999년 7월부터 11월까지, 그리고 다음해 2000년 5월부터 7월까지 가시적 품질이 가장 우수하였다. 이와는 대조적으로 퍼레니얼 라이그라스는 전반적으로 시각적인 품질 평가가 낮은 편이었고, 특히 7월 중순부터 9월 초순까지 잔디 품질이 가장 불량하였다. 톨 웨스큐의 경우 연중 잔디 품질은 켄터키 블루그라스와 퍼레니얼 라이그라스의 중간 정도로 켄터키 블루그라스보다는 떨어지고 퍼레니얼 라이그라스보다는 양호하였다.

한지형 잔디의 생육 적온인 15~24°C보다 더 높은 여름 고온기의 잔디 적응력도 초종에 따라 그 차이가 크게 나타났다. 본 연구에서 7~8월 가시적 품질 평가 점수는 켄터키 블루그라스의 경우 8.1~9.0 사이였고, 톨 웨스큐는 7.3~7.5 사이로 모두 기본적 품질 만족 수준인 6.0 이상이었다(Figure 2 참조). 즉 켄터키 블루그라스와 톨 웨스큐로 조성한 잔디에서 하고 현상으로 인한 피해가 전혀 나타나지 않았다. 하지만, 퍼레니얼 라이그라스로 조성한 경우에는 가시적 품질 평가 점수가 7월 중순에는 6.1, 열대야 현상이 나타나기 시작하는 7월 하순에는 5.8, 그리고 8월 중순에는 5.3으로 여름 기간 내내 잔디 품질이 13% 정도 점점 더 떨어졌다. 이는 퍼레니얼 라이그라스의 경우 켄터키 블루그라스나 톨 웨스큐

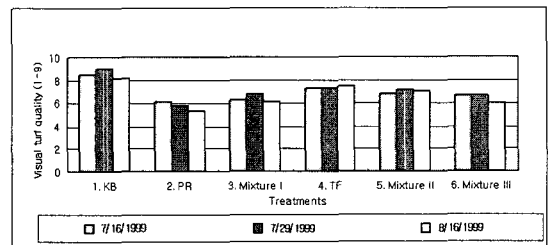


Figure 2. Change of visual turf performance of 6 cool-season turfgrasses grown under USGA soil system during a summer season in 1999*

*: Treatments as described in Table 2 are KB=Kentucky bluegrass, PR=perennial ryegrass, Mixture I=40 KB + 60 PR, TF=tall fescue, Mixture II=25 KB + 25 PR + 50 TF, and Mixture III=30 KB + 70 PR. Visual turf performance was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poorest, 6=acceptable, and 9=best quality. Values of LSD at $P=0.05$ for treatments on July 16, July 29 and August 16, 1999 are 0.46, 0.61 and 0.59, respectively.

에 비해 내서성 및 내건성이 약하기 때문에 하고 현상의 영향을 쉽게 받는 특성 때문에 나타난 결과로 판단되었다(Youngner, 1962; Wehner and Watschke, 1981; Miner et al., 1983; DiPaola and Beard, 1992).

Youngner(1962)는 여러 한지형 잔디의 내서성 비교에서 퍼레니얼 라이그라스는 켄터키 블루그라스 및 톨 웨스큐에 비해 떨어진다고 보고하였다. 실외 포장(Minner et al., 1983) 및 실내 온실(Wehner and Watschke, 1981) 환경에서 실시한 켄터키 블루그라스와 퍼레니얼 라이그라스의 내서성 비교 실험에서도 모두 퍼레니얼 라이그라스의 내서성이 약한 것으로 나타났다. 또한 퍼레니얼 라이그라스는 켄터키 블루그라스나 톨 웨스큐에 비해 내건성도 낮은 것으로 알려져 있다(DiPaola and Beard, 1992).

여러 종류의 잔디를 혼합하여 조성한 혼합구의 경우 퍼레니얼 라이그라스가 25% 혼합된 혼합구 II의 품질은 거의 지속적으로 톨 웨스큐 수준에 근접하였지만 퍼레니얼 라이그라스가 60~70% 혼합된 혼합구 I, III는 7월 중순에서 8월 중순으로 갈수록 더욱 불량해졌다. 즉 혼합구의 여름 고온기 잔디 상태는 퍼레니얼 라이그라스가 많이 섞인 혼합구일수록 하고 현상의 피해가 크게 나타나면서 불량하였다. 본 연구를 통해 톨 웨스큐 수준의 하고 현상 피해가 없는 품질을 고려한다면 혼합구에서 퍼레니얼 라이그라스의 혼합율은 혼합구 II 보다도 좀 더 적은 20% 이하로 줄이는 것이 바람직하다고 사료되었다.

또한, 여름철 한지형 잔디의 적응력은 잔디 관리 정도에 따라 초종별 반응이 달랐다. 조성 1차 년도인 1999년 7월 중순과 조성 2차 년도인 2000년 7월 중순 잔디 품질을 비교시 켄터키 블루그라스의 경우 가시적 잔디 품질 평가 점수가 8.5로 품질이 똑같이 양호하였다(Figure 3 참조). 하지만, 퍼레니얼 라이그라스와 톨 웨스큐는 조성 2차 년도에 들어서 잔디 상태가 다소 떨어졌다. 퍼레니얼 라이그라스의 경우 1999년 7월 16일 가시적 품질 평가 점수가 6.1에서 일년 후인 2000년 7월 18일 평가시 5.1로 16% 정도 크게 떨어졌다.

톨 웨스큐도 퍼레니얼 라이그라스와 마찬가지로 1999년 7월 16일 가시적 품질 평가 점수가 7.3이었는데 일년 후 조사시 6.6으로 연도별 품질 차이가 크게 나타났다. 켄터키 블루그라스가 30% 이상 혼합된 혼합구 I, III의 경우 조성 1차 년도에 비해 조성 후 2차 년도

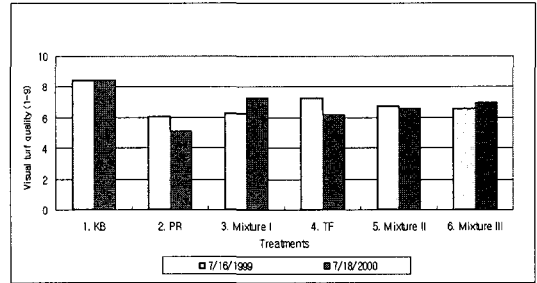


Figure 3. Yearly variation of summer turf performance of 6 cool-season turfgrasses grown under USGA soil system between 1999 and 2000*

*: Treatments as described in Table 2 are KB=Kentucky bluegrass, PR=perennial ryegrass, Mixture I=40 KB + 60 PR, TF=tall fescue, Mixture II=25 KB + 25 PR + 50 TF, and Mixture III=30 KB + 70 PR. Visual turf performance was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poorest, 6=acceptable, and 9=best quality. Values of LSD at $P=0.05$ for treatments in 1999 and 2000 are 0.46 and 0.67, respectively.

의 잔디 품질이 좀더 양호해졌는데, 이는 조성 후 시간이 지남에 따라 혼합구 내에서 켄터키 블루그라스가 퍼레니얼 라이그라스보다 훨씬 더 많이 우점 되었기 때문이라 판단되었다.

이러한 차이는 초종간 예고 적응력(mowing adaptation) 차이로 나타난 것으로 추정되었다. 왜냐하면 깎은 후 조성 1차 년도에는 예고 23~25mm 사이로 잔디 관리를 한 반면, 조성 2차 년도인 2000년 예고는 19~24mm로 1차 년도에 비해 4mm 정도 낮게 유지하였다(Table 3 참조). Watschke *et al.*(1972)는 관수, 예초 및 시비 프로그램에 따라 잔디체내 탄수화물 저장량이 달라지고, 탄수화물 저장량 차이는 내서성에 영향을 준다고 보고하였다. 즉 생장이 지하경으로 번식하는 R-type(rhizomatous-type)의 생육형인 켄터키 블루그라스(김경남, 2005)는 낮은 예고에서도 어느 정도 수준의 저장 탄수화물을 유지해서 잔디 품질이 그대로 유지되지만, 직립경으로만 분얼하는 B-type(bunch-type)의 생육형인 퍼레니얼 라이그라스나 톨 웨스큐는 예고를 낮추면 저장 탄수화물의 수준이 낮아지고, 이로 인해 잔디의 내서성이 약화되면서 전체 잔디 품질이 떨어지는 것으로 판단되었다.

생태적인 관점에서도 잔디 예고를 낮게 할 경우 크리

핑 벤트그라스(*Agrostis palustris* Huds.)나 켄터키 블루그라스와 같은 세엽 및 포복형 잔디는 퍼레니얼 라이그라스 및 톨 웨스큐와 같은 광엽 및 주형 잔디에 비해 잔디 상태가 훨씬 더 우수하다(Watschke and Schmidt, 1992). Turgeon(1996)은 잔디 초종마다 예초 적응력이 다르고 한지형 잔디 중에서 퍼레니얼 라이그라스 및 톨 웨스큐는 예초에 대한 내성 범위가 좁다고 보고하였다. 이러한 결과는 예초 관리에 따라 잔디 품질이 다르게 나타나고, 낮은 잔디 깎기시 초종에 따라 잔디 품질이 불량해질 수 있기 때문에 경기장이나 골프장에 조성된 켄터키 블루그라스, 퍼레니얼 라이그라스 및 톨 웨스큐 및 이들 초종의 혼합 정도에 따라 차별화된 예초 관리가 필요함을 암시한다 하겠다.

잔디 깎기 후 달관 조사로 파악한 문양 상태는 켄터키 블루그라스의 문양이 제일 깨끗하게 나타나 예초후 잔디 품질이 가장 우수하였고, 반면 퍼레니얼 라이그라스는 문양이 분명하지 않았다. 톨 웨스큐의 문양 상태는 퍼레니얼 라이그라스보다는 양호하였지만, 켄터키 블루그라스로 조성한 잔디에 비해서는 떨어졌다. 혼합구는 켄터키 블루그라스가 많이 섞인 잔디일수록 문양 상태가 양호하였고, 반대로 퍼레니얼 라이그라스가 많이 섞일수록 문양 품질이 떨어지는 경향이였다. 이는 퍼레니얼 라이그라스의 경우 유관속 조직이 거칠기 때문에 예초시 다른 잔디에 비해 깨끗하게 깎이지 않음으로 인해 잔디 면의 평탄성(smoothness)이 떨어지기 때문이다(Turgeon, 1996).

2. 잔디 색상

잔디 색상 변화도 잔디 적응력과 마찬가지로 초종에 따라 가지적 색상 차이가 유의한 수준으로 나타났고, 계절에 따라 초종간 우열 관계가 상당히 달랐다(Figure 4 참조). 일반적으로 퍼레니얼 라이그라스의 엽색은 다른 초종에 비해 진한 녹색을 띄었는데 계절적으로 9월부터 3월까지 색상이 한지형 잔디 중에서 가장 양호하였다. 특히, 연중 온도가 가장 낮아지는 시기인 12월부터 3월까지의 동절기 기간 중에 엽색이 다른 초종에 비해 대비적으로 더욱 진하게 나타났다.

유전적으로 기본적인 색상이 연한 녹색을 띄는 켄터

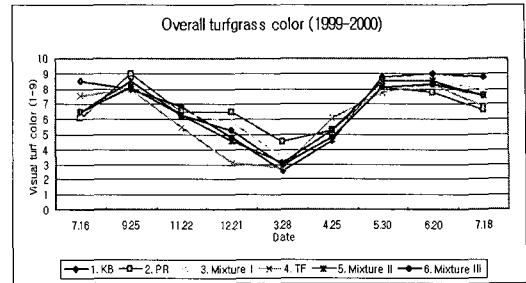


Figure 4. Seasonal variation of visual turf color of 6 cool-season turfgrasses grown under USGA soil system*

*: Treatments as described in Table 2 are KB=Kentucky bluegrass, PR=perennial ryegrass, Mixture I=40 KB + 60 PR, TF=tall fescue, Mixture II=25 KB + 25 PR + 50 TF, and Mixture III=30 KB + 70 PR. Visual turf color was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=brown and 9=dark green. Significant at $P \leq 0.05$.

키 블루그라스는 색상이 곱고 색상의 질이 연중 균일하게 유지되었다. 이 켄터키 블루그라스는 계절적으로 5월부터 8월까지 기간의 색상이 다른 한지형 잔디에 비해 좀 더 우수하게 나타났다.

톨 웨스큐는 가지적 색상 평가 점수가 4월을 제외하곤 켄터키 블루그라스나 퍼레니얼 라이그라스에 비해 연중 지속적으로 저조하였다. 특히 11월 이후부터 이른 봄 3월까지 톨 웨스큐의 색상은 대단히 불량하였다. 이는 동절기 한지형 잔디 색상을 비교시 켄터키 블루그라스나 퍼레니얼 라이그라스에 비해 톨 웨스큐의 색상이 현저히 떨어진다고 보고한 Youngner(1962)의 결과와도 일치하는 것이었다.

이밖에 혼합구 I, II, III는 퍼레니얼 라이그라스가 많은 혼합구일수록 짙은 녹색으로 나타나는 경향이었고, 켄터키 블루그라스가 많을수록 고운 녹색으로 나타났다. 하지만, 이들 혼합구는 잔디 고유의 엽색이 유전적으로 다른 여러 종류의 잔디가 섞여서 자라기 때문에 일반적으로 엽색이 균일하지 못해 전체 잔디밭 색상의 질은 떨어지는 것으로 판단되었다.

3. 잔디 녹색 기간

연중 잔디 색상을 가지적 평가 방법으로 조사시 초종에 따라 이른 봄 녹화 시기, 동절기 탈색 시기 및 연중

녹색 유지 기간 차이가 상당히 달랐다. 한지형 잔디 중 이른 봄 잔디 녹화가 가장 빨리 되는 초종은 퍼레니얼 라이그라스로 3월 7일에 녹화가 시작되어 다음해 2월 9일까지 11.3개월 동안 가시적 색상 평가 점수가 3.0 이상으로 나타났다(Table 4 참조). 켄터키 블루그라스의 경우 이른 봄 녹화는 4월 2일에 시작되어 다음 해 1월 16일까지 9.6개월간 가시적 색상 평가 점수가 3.0 이상으로 유지되었다.

톨 웨스큐 잔디의 경우, 이른 봄 녹화는 3월 30일에 시작되었지만 동절기 저온기에 엽색이 급격히 탈색됨으로 인해 가시적 평가점수가 3.0 이상 유지된 기간은 12월 22일까지로 8.9개월이었다. 이밖에 켄터키 블루그라스, 퍼레니얼 라이그라스 및 톨 웨스큐를 혼합 파종하여 식재한 혼합구 I, II, III은 3월 하순경 녹화가 시작되어서 다음해 1월 중 하순까지 초종 혼합 정도에 따라 9.7~10.5개월 정도 녹색을 유지하였다.

따라서 본 연구 결과 USGA 구조로 조성된 지반에서 엽색 유지 일수를 비교시 녹색 기간이 가장 긴 초종은 퍼레니얼 라이그라스로 11개월이 약간 넘는 339일이었다(Figure 5 참조). 반면, 가장 짧은 초종은 톨 웨스큐로 녹색 유지 기간이 9개월이 조금 못되는 267일로 나타났다. 켄터키 블루그라스는 290일로 녹색 기간이 10개월이

조금 못되는 것으로 퍼레니얼 라이그라스와 톨 웨스큐 중간으로 나타났다.

혼합구의 경우, 켄터키 블루그라스와 퍼레니얼 라이그라스 두 종류를 혼합하여 파종한 혼합구 I, III은 각각 315일 및 301일로 10개월 이상으로 나타났다. 반면, 켄터키 블루그라스 25%, 퍼레니얼 라이그라스 25% 및 톨 웨스큐가 50% 혼합된 혼합구 II는 녹색 유지 기간이 292일로 혼합구 I, III 보다 9~23일 정도 짧았다. 즉, 한지형 혼합구의 녹색기간은 퍼레니얼 라이그라스가 많을수록 길어지는 경향이었으며, 반면 톨 웨스큐의 혼합율이 많을수록 녹색기간은 짧아졌다.

색상은 잔디 조성시 고려되는 중요한 특성 중의 하나로 특히, 정원 및 공원일 경우 녹색 유지 기간 등 시각적인 요소는 대단히 중요하다(Beard, 1973). 이러한 용도의 잔디밭 조성시 본 연구 결과 나타난 한지형 종류간 녹색 기간 차이는 유용한 판단 기준으로 활용할 수 있다. 특히, 퍼레니얼 라이그라스의 녹색 유지 기간은 켄터키 블루그라스나 톨 웨스큐에 비해 각각 49일 및 72일, 즉 1.5~2.5 개월 정도 길기 때문에 푸른 기간 유지가 먼저 우선 순위로 중요한 곳에는 퍼레니얼 라이그라스를 먼저 검토할 수 있다. 하지만, 앞에서 설명하였듯이 퍼레니얼 라이그라스의 품질 및 여름 고온기의 잔디 상태는 켄터키 블루그라스나 톨 웨스큐에 비해 떨어지는 단점이 있다.

국내 기후 조건에서 여러 종류의 지반에서 잔디 적응

Table 4. Time period and number of months of green color duration of 6 cool-season turfgrasses grown under USGA soil system in the study

No.	Turfgrasses	Green Color duration	
		Time period	Number of months
1	Kentucky bluegrass (KB)	4/2/1999 ~ 1/16/2000	9.6
2	Perennial ryegrass (PR)	3/7/1999 ~ 2/9/2000	11.3
3	40 KB + 60 PR (Mixture I)	3/21/1999 ~ 1/30/2000	10.5
4	Tall fescue (TF)	3/30/1999 ~ 12/22/2000	8.9
5	25 KB + 25 PR + 50 TF (Mixture II)	3/27/1999 ~ 1/13/2000	9.7
6	30 KB + 70 PR (Mixture III)	3/28/1999 ~ 1/23/2000	10.0

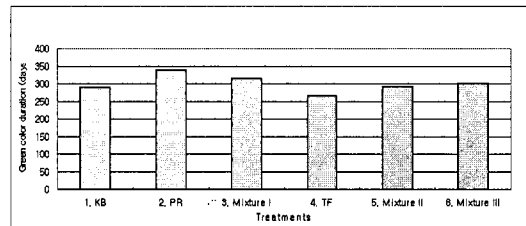


Figure 5. Green color retention of 6 cool-season turfgrasses grown under USGA soil system*

*: Treatments as described in Table 2 are KB=Kentucky bluegrass, PR=perennial ryegrass, Mixture I=40 KB + 60 PR, TF=tall fescue, Mixture II=25 KB + 25 PR + 50 TF, and Mixture III=30 KB + 70 PR. Leaf color retention was measured as days rated over 3.0 of visual turf color, which was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=brown and 9=dark green color. Value of LSD at P=0.05 for treatments are 18.3.

력을 비교한 실험에서 퍼레니얼 라이그라스는 한지형 잔디 중 가장 불량하다고 보고하였다(김경남 등, 2003). 따라서 고품질 지역(high-quality turf area)에는 연중 품질이 우수하고, 여름 고온기에도 잔디 적응력이 가장 양호한 켄터키 블루그라스가 제일 적합하다고 판단되었다. 반면, 켄터키 블루그라스보다 품질은 다소 떨어지지만 여름 하고 현상 피해가 없는 톨 웨스큐는 저관리(low-maintenance area) 지역에 적합한 것으로 사료되었다. 그리고 혼합구 사용시 하고 현상 피해를 최소화하려면 켄터키 블루그라스 위주로 하고 퍼레니얼 라이그라스는 20% 이내로 혼합하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

IV. 결론

USGA 지반에서 한지형 초종간 비교 실험 결과 여름 고온기의 잔디 적응력(하고 현상 피해), 엽색 및 연중 녹색 유지 기간이 초종에 따라 크게 차이가 나타났다. 여름 고온기의 잔디 적응력은 초종에 따라 상당히 다르게 나타났는데 켄터키 블루그라스와 톨 웨스큐는 하고 현상으로 인한 피해가 전혀 나타나지 않았다. 하지만, 내서성 및 내건성이 약한 퍼레니얼 라이그라스로 조성된 잔디는 여름 기간 내내 잔디 상태가 점점 더 불량해져 13% 정도 품질이 저하되었다. 혼합구의 경우 퍼레니얼 라이그라스가 많을수록 하고 현상 피해가 크게 나타나 잔디 상태가 불량하였으며, 한지형 혼합 파종시 톨 웨스큐 수준의 하고 현상 피해가 없기 위해서는 퍼레니얼 라이그라스 혼합율을 20% 이하로 줄이는 것이 바람직하다고 사료되었다. 또한, 여름철 한지형 잔디의 적응력은 예초 관리에 따라 달라졌는데 지하경으로 생장하는 R-type 생육형인 켄터키 블루그라스는 예고가 낮아져도 잔디 품질이 그대로 유지되었다. 하지만, 직립경으로만 분얼하는 B-type 생육형인 퍼레니얼 라이그라스나 톨 웨스큐는 적정 예고 범위가 높아서 낮게 잔디 깎기시 잔디 상태가 불량해졌다.

잔디 문양 상태는 예초 후 잔디 품질이 양호한 켄터키 블루그라스가 가장 우수하였으며, 반면 거친 유관속 조직으로 인해 잔디 깎기 후 표면 상태가 불균일한 퍼레니얼 라이그라스 문양 상태가 가장 불량하였다. 톨 웨스

큐는 켄터키 블루그라스와 퍼레니얼 라이그라스 중간 정도였고, 혼합구는 켄터키 블루그라스가 많이 섞일수록 문양 상태가 양호하였으며, 반대로 퍼레니얼 라이그라스가 많을수록 떨어지는 경향이었다.

잔디 색상은 계절에 따라 초종간 우열 관계가 상당히 다르게 나타났다. 일반적으로 진한 녹색을 띄는 퍼레니얼 라이그라스는 9월부터 3월까지의 색상이 가장 양호하였으며, 유전적으로 연한 녹색을 띄는 켄터키 블루그라스는 색상이 곱고 색상의 질이 연중 균일하게 유지되었는데 특히 5월부터 8월까지 기간의 색상이 가장 우수하였다. 톨 웨스큐의 색상은 연중 지속적으로 저조하였는데, 특히 11월 이후부터 이른 봄 3월까지의 색상 품질은 가장 불량하였다. 혼합구의 색상은 퍼레니얼 라이그라스가 많을수록 짙은 녹색으로 나타나는 경향이었고, 켄터키 블루그라스가 많을수록 고운 녹색으로 나타났다. 하지만, 혼합구는 유전적 특성이 다른 여러 종류의 잔디가 섞여서 자라기 때문에 엽색 균일도가 떨어져 전체 잔디밭 색상은 불량하였다.

한지형 잔디 중 녹색 유지 기간이 가장 긴 초종은 퍼레니얼 라이그라스로 3월 7일 녹화가 시작되어 다음해 2월 9일까지 11.3개월 동안 339일간 유지하였다. 켄터키 블루그라스는 4월 2일에 녹화가 시작되어 다음해 1월 16일까지 9.6개월 동안 290일간 녹색이 지속되었다. 그리고 톨 웨스큐는 3월 30일에 녹화가 시작되어 12월 22일까지 8.9개월 동안 267일간 녹색을 유지하였다. 혼합구는 초종 혼합 정도에 따라 3월 하순부터 다음해 1월 중하순까지 9.7~10.5개월 정도 녹색을 유지하였는데 혼합구의 녹색 기간은 퍼레니얼 라이그라스가 많을수록 길어지는 경향이었고, 반대로 톨 웨스큐 혼합율이 많을수록 짧아졌다.

USGA 구조 지반에서 자란 한지형 잔디 중 잔디 색상, 잔디 문양, 여름 잔디 적응력 및 녹색기간 등을 종합적으로 고려 시 국내 기후 조건에서 켄터키 블루그라스가 가장 양호하였고, 반면 퍼레니얼 라이그라스는 가장 불량하였다. 고품질 지역에는 연중 품질이 우수하고, 여름 고온기에도 잔디 적응력이 우수한 켄터키 블루그라스가 가장 적합하였고, 이보다 품질은 다소 떨어지지만 여름 하고 현상 피해가 없는 톨 웨스큐는 저관리 지역에 적합한 것으로 사료되었다. 그리고 혼합구 사용시 하고

현상 피해를 최소화하려면 켄터키 블루그라스 위주로 하면서 퍼레니얼 라이그라스 혼합율은 20% 이내로 하는 것이 바람직하다고 판단되었다.

인용문헌

- 김경남(2005) 잔디학개론. 서울: 삼육대학교 출판부.
- 김경남, 권오달, 남상용(1998a) 한지형 스포츠 잔디의 국내 적응성 고찰에 관한 연구. 삼육대학교 자연과학논문집 3(3): 61-76.
- 김경남, 심상렬(2003) 경기장 지반 종류별 한지형 및 한지형 잔디의 표면 경도, 토심 경도 및 투수 속도 비교. 한국원예학회지 44(6): 991-997.
- 김경남, 심상렬, 윤평섭, 한상경, 조치웅, 한권영(1998b) 미국, 일본, 독일의 선진 경기장 조사분석 및 국내 잔디구장의 초종 선정 방향. 자연과학논문집 3(3): 51-60.
- 김경남, 최준수, 남상용(2003) 경기장용 다단구조, USGA 구조 및 약식구조 지반에서 한지형 및 한지형 잔디의 적응력. 한국 원예학회지 44(4): 539-544.
- 심상렬(1996) 사철 푸른 한지형 잔디의 특성, 이용 및 조성법. 환경과 조경 97: 148-153.
- 심상렬, 김경남, 정대영(2000) 스포츠 그라운드에 적합한 식재 지반과 잔디초종에 관한 연구. 한국조경학회지 28(2): 61-70.
- 심상렬, 정대영(2002a) 축구경기장의 잔디초종 선정에 관한 연구-2002년 월드컵 인천경기장 모형들을 대상으로-. 한국조경학회지 30(2): 88-94.
- 심상렬, 정대영(2002b) 축구경기장 토양의 물리적 특성과 잔디마모 특성 -2002년 월드컵 인천경기장 모형들을 대상으로 -. 한국조경학회지 30(1): 96-104.
- 2002년 월드컵축구대회 조직위원회(1999) 2002년 월드컵경기장 건설을 위한 일본·유럽경기장 잔디 그라운드 조사보고서.
- 2002년 월드컵축구대회 조직위원회(2000a) 2002년 월드컵 축구경기장 잔디그라운드조성에 관한 연구용역 종합보고서.
- 2002년 월드컵축구대회 조직위원회(2000b) 2002년 월드컵 축구경기장 잔디그라운드 조성 및 관리 지침.
- 이재필, 김석정, 서한용, 이상재, 김태준, 김두환(2001) 차광이 한지형 잔디의 여름철 하고 현상 감소에 미치는 영향. 한국 잔디학회지 15(2): 51-64.
- 이진우(1997) 독일잔디의 특성 및 시공 사례. 환경과 조경 108: 144-148.
- 이혜정, 송지원, 구자형(2001) 여름철 근권부의 냉온 처리가 경기장 잔디의 생육 및 무기성분 함량에 미치는 영향. 한국 잔디학회지 15(4): 169-179.
- 한국체육과학연구원(1998) 잔디구장의 조성 및 관리. 서울: 동원사.
- Beard, J. B.(1973) Turfgrass: Science and Culture. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Cockerham, S. T.(1994) Rootzone mixes, turfgrass selection, and maintenance on the world cup soccer fields in the USA. Proceedings of International Symposium on Soccer Field. Tokyo: The Committee of International Symposium on Soccer Field, Tokyo, pp. 31-43.
- DiPaola, J. M. and J. B. Beard(1992) Physiological effects of temperature stress. Agron. Monogr. 32: 231-267.
- Hanson, A. A., F. V. Juska, and G. W. Burton(1969) Species and varieties. Agron. Monogr. 14: 370-409.
- Harper II, J. C.(1969) Athletic fields. Agron. Monogr. 14: 542-561.
- Hurdzan, M. J.(1985) Evolution of the modern green. PGA Magazine February: 34-42.
- Kim, K. N. and S. Y. Nam(2001) Comparison of cool-season turfgrass performance under the transition climate of Korea. Agron. Abstr.
- Minner, D. D., P. H. Dernoeden, D. J. Wehner, and M. S. McIntosh(1983) Heat tolerance screening of field-grown cultivars of Kentucky bluegrass and perennial ryegrass. Agron. J. 75: 772-775.
- Kim, K. N., S. R. Shim, and S. Y. Nam(2005) Differences of cool-season grass adaptation under multi-layer, USGA and mono-layer systems in Korea. International Turfgrass Society Research Journal 10: 572-580.
- SAS Institute, Inc.(1990) SAS/STAT User's Guide, Version 6 (4th ed). Cary: SAS Institute., Inc.
- Skolegy, C. R. and C. D. Sawyer(1992) Field research. Agron. Monogr. 32: 589-614.
- Snow, J. T.(1993) The whys and hows of revising the USGA green construction recommendations. USGA Green Section RECORD 31(2): 4-6.
- Steel, R. G. D. and J. H. Torrie(1980) Principles and Procedures of Statistics (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Turgeon, A. J.(1996) Turfgrass Management (4th ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall.
- USGA Green Section Staff(1973) USGA Sections specifications for putting green construction. USGA Green Section RECORD 11(3): 1-8.
- Watschke, T. L. and R. E. Schmidt(1992) Ecological aspects of the turf communities. Agron. Monogr. 32: 129-174.
- Watschke, T. L., R. E. Schmidt, E. W. Carson, and R. E. Blaser(1972) Some metabolic phenomena of Kentucky bluegrass under high temperature. Crop Sci. 12: 87-90.
- Wehner, D. J. and T. L. Watschke(1981) Heat tolerance of Kentucky bluegrass, perennial ryegrass and annual bluegrass. Agron. J. 73: 79-84.
- Youngner, V. B.(1962) Which is the best turfgrass? Calif. Turfgrass Culture 12: 30-31.