

## 수목 그늘 환경에서 블루그라스속 · 웨스큐속 · 라이그라스속 및 한국잔디의 내음성 비교연구

김경남\* · 남상용

삼육대학교 자연과학연구소

### Comparison of the Turf Performance of Bluegrasses, Fescues, Ryegrasses, and Zoysiagrass Under a Tree Shade

Kyoung-Nam Kim\* · Sang-Yong Nam

Natural Science Research Institute, Sahmyook University

#### ABSTRACT

This study was initiated to evaluate the seasonal turf performance in a tree shade and to suggest shade-tolerant turfgrasses suitable for domestic climate conditions. A total of 21 turfgrasses were tested, comprising of Korean lawngrass, shade-tolerant fine fescues, and newly-developed, shade-tolerant varieties of cool-season grasses. Differences in shade tolerance were observed among varieties, species, and genera. Overall turf performance of C<sub>3</sub> turfgrasses was better than that of C<sub>4</sub> Korean lawngrass under a tree shade. Coarse-type fescues were excellent in shade tolerance, bluegrasses good, ryegrasses medium, fine-type fescues fair, and zoysiagrasses poor, respectively. Inter-species comparison in relative index of shade tolerance(RIST) demonstrated that tall fescue and rough bluegrass were greatest of 7.3, *Poa supina* 6.4, perennial ryegrass 5.0, Kentucky bluegrass 4.8, and fine fescues least, respectively. A great variation in RIST was observed with fine fescues; creeping red fescue was 3.6, chewings fescue 2.5, hard fescue 2.1, and sheep fescue 1.4, respectively. Among 21 turfgrasses evaluated, tall fescue 'Rebel Jr.', 'Era', and 'Pixie' and rough bluegrass 'Sabre' were the shade-tolerant varieties under a tree shade in Korea. Tall fescue, 'Rebel Jr.' was considered as the most shade-tolerant variety in the experiment. Fine fescues as creeping red fescue, chewings fescue, hard fescue, and sheep fescue, used as the shade-tolerant species in a cool climate of Europe and North America, were not suitable under domestic climate conditions.

**Key words:** C<sub>3</sub> turfgrasses, fine fescues, summer turf performance, seasonal turfgrass quality, tree shade, relative index of shade tolerance (RIST)

---

\*corresponding author

## 서 론

오늘날 고속도로·비행장 활주로·정원·공원·골프장 및 경기장 등에 이용되는 잔디는 단자엽 식물로서, 식물분류체계상 화본과에 속하는 작물이다. 잔디는 토양침식방지·경관제공 및 보전·경기기능 등의 목적으로 다양하게 이용되고 있는데 그 용도 및 식재지역에 따라 품질·엽색·내담압성·밀도·회복속도 및 내음성 등의 특성이 강한 잔디가 요구된다. 특히 골프장에 이용되는 잔디 중 일조시간이 적은 북향지나 기타 경사지 또는 자연광이 많이 차단되는 헤비러프의 수목지역 및 최근 경기장 조성시 스타디움 지붕구조 등으로 인해 일조량 및 일조시간이 적은 그라운드 지역은 다른 특성과 함께 내음성 요인을 주의 깊게 고려해야 한다.

태양광선이 많이 차단되는 그늘 지역은 잔디 생육에 불리한 환경으로, 음지에서 자란 잔디의 성장반응은 전반적으로 해부학적·형태학적 및 생리·생태적 특성이 감소하는 경향으로 나타나고 있다. 그늘에서 자란 잔디는 해부학적으로 뿌리조직의 감소, 얇은 큐티클층 형성, 유관속 조직 발달 저하 등으로 인해서 위조현상이 증가하며(Eriken and Whitney, 1981; Wilkinson and Beard, 1975), 형태적으로는 줄기도장과 엽폭 및 밀도가 감소하고, 생리·생태적으로는 호흡 및 저장 탄수화물이 감소한다(Beard, 1973; Dudeck and Peacock, 1992; Qian and Engelke, 1998; Turgeon, 1996; Wilson, 1997). 이러한 성장반응으로 음지에서 자라는 잔디밭은 전체 품질이 저하되고, 잔디 생육시 고온·건조 및 담압 등에 약하다고 할 수 있다(Beard, 1973; Dudeck and Peacock, 1992; Whitcomb and Roberts, 1973).

잔디 내음성에 관한 연구결과는 여러 연구자에 의해 보고되었는데, 특히 켄터키블루그라스

(*Poa pratensis* L.)(Baker and Hunt, 1997, Karnok and Augustin, 1981; Whitcomb and Roberts, 1973; Wilkinson and Beard, 1974 and 1975; Wilkinson et al., 1975), 크리핑벤티트그라스(*Agrostis palustris* Huds.)(Schmidt and Blaser, 1967), 퍼레니알라이그라스(*Lolium perenne* L.)(Baker and Hunt, 1997), 톨웨스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.)(Allard et al., 1991; Schnyder and Nelson, 1989; Schnyder et al., 1988; Stritzke and McMurphy, 1982; Wu et al., 1985; Zarlengo, 1994) 및 레드웨스큐(*Festuca rubra* L. ssp. *rubra* Gaud.)(Baker and Hunt, 1997, Whitcomb, 1972; Wilkinson and Beard, 1974 and 1975; Wilkinson et al., 1975) 등의 한지형 잔디류(cool-season grasses)에 대한 내음성 연구는 많이 되어 있다. 이러한 한지형 잔디 중에서 내음성이 가장 강한 종류는 레드웨스큐이고, 러프블루그라스(*Poa trivialis* L.)·톨웨스큐 및 크리핑벤티트그라스는 중간 정도, 그리고 퍼레니알라이그라스와 켄터키블루그라스는 가장 약한 종류로 알려져 있다(Beard, 1973; Dudeck and Peacock, 1992; Harivandi et al., 1984; Turgeon, 1996; Wood, 1969).

난지형 잔디(warm-season grasses) 중에서는 세인트어거스틴그라스(*Stenotaphrum secundatum* [Walt.] Kuntze.)가 가장 강하고, 들잔디(*Zoysia japonica* Steud.)는 중간 정도, 그리고 버뮤다그라스(*Cynodon dactylon* [L.] Pers.)가 가장 약한 것으로 보고되어 있다(Barrios et al., 1986; Beard, 1973; Dudeck and Peacock, 1992; Turgeon, 1996; Wood, 1969). 그리고 난지형 및 한지형 잔디의 내음성 비교시 광합성 기작이 C<sub>3</sub>형인 한지형 잔디가 C<sub>4</sub>형인 난지형 잔디보다 상대적으로 강한 것으로 보고되어 있다(Beard, 1973; Dudeck and Peacock, 1992; Turgeon, 1996). 하지만, 국내

에서 외국의 연구결과를 근거로 외국에서 내음성이 강한 잔디를 그대로 이용시 생장 및 발육이 다르게 나타날 수 있다. 왜냐하면 내음성이 가장 강한 종류로 알려진 레드훼스큐·츄잉훼스큐(*Festuca rubra* L. ssp. *commutata* Gaud.)·하드훼스큐(*Festuca longifolia* Thuill.) 및 쉽훼스큐(*Festuca ovina* L.) 등의 화인훼스큐 잔디(fine fescues)는 서늘한 기후조건(cool climate)에서 개발되어 유럽의 정원·골프장 및 경기장 등에 많이 이용되고 있는 초종이지만(Harper II, 1969; 김 1998; 김 등 1998; Ward, 1969), 우리나라의 대부분 지역은 온대(warm temperate) 및 한대(cool temperate)의 기후대 사이에 있는 지역(transition climate)으로 여름 고온·다습 및 우기가 있기 때문에 적응성이 다르게 나타날 수 있다. 따라서, 국내의 기후조건에서 내음성 잔디연구, 특히 유럽이나 북미에서 내음성이 강한 종류로 많이 활용되고 있는 화인훼스큐 잔디류에 대한 국내 적응성 검증은 실무적으로 필요하다 하겠다.

외국에 비해 우리나라 기후조건에서 수행된 잔디 내음성에 관한 연구는 대단히 적은 편이다. 대표적 한국잔디인 들잔디의 내음성 연구에서 0, 30, 60, 90%까지 차광증가에 따른 초장·생체중·포복경 및 지하경 변화에 대한 생육시험 결과는 차광정도가 심할수록 초장을 제외한 생체중·지하경·포복경 및 분얼경 생장은 감소하는 것으로 나타나고 있다(김 등, 1992; Nam et al., 1993). 김 등(1992)이 한국잔디의 중간 내음성 차이를 비교하기 위해 일반(coarse-type) 들잔디, 중지로 알려져 있는 세엽(fine-type) 들잔디, *Z. koreana* 및 금잔디(*Z. matrella* [L.] Merr.) 4종류를 가지고 실시한 비교연구에서 세엽 들잔디가 가장 우수하였고, 일반 들잔디 및 *Z. koreana*가 중간 정도, 그리고 금잔디는 내음성이 가장 낮은 것으로 나타났다. Qian과 Engelke(1998)는 성장조절제를 이용한 금잔디

의 내음성 연구에서 gibberellic acid 합성을 억제시키는 trinexapac-ethyl 계통의 성장조절제를 사용함으로써 금잔디의 내음성을 향상시킬 수 있다고 보고하였다. 구 등(1991)이 한지형 잔디인 켄터키블루그라스와 퍼레니알라이그라스 20 품종을 갖고 실시한 품종간 내음성 비교시험 결과는 무차광상태에서 생장이 왕성한 품종일수록 그늘 조건에서는 생산량이 더디고, 반대로 무차광상태에서 생장이 느린 품종일수록 생산량 감소가 적었다. 또한, 그늘하에서 C<sub>4</sub>형인 들잔디와 C<sub>3</sub>형인 켄터키블루그라스·하드훼스큐 및 퍼레니알라이그라스 등의 생육비교 실험에서 류와 염(1971)은 C<sub>3</sub>형인 한지형 켄터키블루그라스와 하드훼스큐가 C<sub>4</sub>형인 난지형 들잔디보다 내음성이 강하다고 보고하였다.

하지만, 현재까지 김 등(1996)이 자연 음지환경 조건에서 실시한 실험을 제외한 대부분의 국내의 내음성 연구결과는 소규모의 포트시험(구 등, 1991; Nam et. al., 1993) 또는 예초 등 일반적인 잔디관리를 적용하지 않은 환경(구 등, 1991; 김 등, 1992; Nam et. al., 1993; 류와 염, 1971)에서 실시되었기 때문에, 실제 자연 그늘 환경 조건에서 예초관리 등 정상적인 잔디관리가 이루어지는 잔디밭에 적용하는 데 차이가 나타날 수 있다. 더욱이 한지형 잔디 중 화인훼스큐 종류보다 내음성이 약한 것으로 알려진 켄터키블루그라스 및 톨훼스큐 등의 잔디에서도 최근 내음성이 강한 신품종이 많이 개발되어 나오기 때문에, 전통적으로 음지에서 잘 자란다고 알려진 화인훼스큐 종류를 포함해서 내음성 신품종을 이용한 포장시험은 필요하며, 이러한 연구결과는 실무적으로 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 따라서 본 연구는 수목아래 자연적으로 형성되는 음지환경에서 연중 잔디 생육상태를 비교함으로써 국내기후에 적합한 내음성이 강한 잔디를 파악하고자 시작되었다.

## 재료 및 방법

본 연구를 위한 시험포는 안양 베네스트 골프 클럽 진입로 좌우에 있는 은행나무 밑에 조성하였다. 공시재료는 대조구로 들잔디와 유럽에서 내음성 잔디로 많이 이용하고 있는 화인웨스큐 종류 및 최근 내음성으로 개량된 한지형 잔디 품종으로 전체 21종류를 이용하였는데, 대부분 외국종묘회사에 직접 요청하여 연구목적으로 분양받아 본 연구를 수행하였다(Table 1). 공시재료중 C<sub>4</sub>형인 난지형 잔디로는 한국잔디 계통인 들잔디 1종류만 이용하였고, C<sub>3</sub>형인 한지형 잔디로는 웨스큐속(*Festuca* L.)·블루그라스속(*Poa* L.)·라이그라스속(*Lolium* L.) 및 혼합종(mixture)을 이용하였다. 웨스큐속 종류로는 크리핑 레드웨스큐 3품종('Common', 'Flyer', 'Cindy'), 추잉웨스큐 1품종('Koket'), 쉽웨스큐 1품종('Mx86'), 하드웨스큐 3품종('Eureka', 'Reliant', 'Aurora') 등 화인웨스큐류에서 전체 8품종을 사용하였으며, 툴웨스큐 종류로는 'Pixie'·'Rebel Jr'·'Era' 및 'Arid' 등의 4품종을 이용하였다. 블루그라스속 종류로는 켄터키 블루그라스 3품종('Glade', 'Chateau', 'Suffolk'), 러프블루그라스 1품종('Sabre'), 그리고 *Poa supina* 1품종('Supranova')을 이용하였다. 이 밖에 라이그라스속으로는 페레니알라이그라스 1품종('Manhattan')만 공시하였으며, 혼합종은 쉽웨스큐와 켄터키블루그라스의 혼합(Mixture I: 80% SF 'Mx86'+20% KB 'Glade'), 그리고 켄터키블루그라스와 툴웨스큐의 혼합(Mixture II: 50% KB 'Glade'+50% TF 'Arid') 등 2종류를 이용하였다.

잔디파종은 1994년 5월 10일 노지직파를 실시하였다. 파종 하루 전 충분한 관수를 하였고, 파종후 보온 및 보습효과를 위해 비닐과 차광막으로 시험구를 피복하였다. 잔디밭아가 진행됨에 따라 비닐은 파종후 1주일, 차광막은 파종

후 2주일에 각각 제거하였다. 본 실험에서 사용한 파종량은 들잔디 및 블루그라스속 잔디품종은 10 g/m<sup>2</sup>, 화인웨스큐류 품종은 20 g/m<sup>2</sup>, 페레니알라이그라스는 30 g/m<sup>2</sup>, 그리고 툴웨스큐는 40 g/m<sup>2</sup>이었다(Table 1). 시험구 크기는 각각 1 m×1 m였으며, 시험구는 난피법 3반복으로 배치하였다. 그들은 은행나무 수목으로 인해 나타나는 자연차광으로 형성된 음지조건을 이용하였다. 특히, 이 지역은 은행나무 수고가 10~20 m 되는 울창한 지역으로 4월부터 11월까지 태양광선이 대단히 많이 차단되는 그늘지역이었다. 차광 정도는 수목이 없는 자연광 지역과 비교시 수목의 생장 정도·계절 및 일중 태양고도에 따라 달랐지만 평균적으로 70~80% 정도, 그리고 수목환경에 따라서는 95%까지 자연광이 차단되는 것으로 추정되었다. 시험기간중 주 1회 정도 30 mm로 예초를 실시하였고, 관수 등의 기타 잔디관리는 관행방법에 준하였다.

조사항목은 파종후 3주째 초기조성속도(early establishment vigor)를 평가하였고, 국내에서 한지형 잔디생육에 불리한 시기인 여름 고온기간 동안은 7월 초순·중순 및 하순 3회에 걸쳐 잔디적응력(summer turf performance)을 조사하였다. 그리고 여름 고온·건조 스트레스 기간이 지난 후 잔디 회복 정도를 9월 초순에 조사하였다. 마지막으로 초겨울인 12월 초순에 잔디품질(turf quality)을 조사하였다. 조사방법은 잔디포장시험에서 가장 효율적으로 많이 사용하고 있는 visual rating system(1-9; 1=poor, 9=best)을 이용하였으며(Skogley and Sawyer, 1992), 또한 연중 전체 데이터의 평균을 구해 overall turf performance를 평가하였다. 그리고 overall turf performance 평가에서 한지형 20품종의 개개 평균값을 대조구인 들잔디의 평균값으로 나누어 얻어진 값을 내음성 지수(RIST, relative index of shade tolerance)로

**Table 1.** Common name, scientific name, variety, seeding rate, and source of 21 turfgrass entries used in the study.

Genus	Common name	Scientific name	Variety	Seeding rate <sub>3</sub> (g/m <sup>2</sup> )	Source
<i>Zoysia</i> Willd.	1. Korean lawngrass ( <i>Zoysia</i> )	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Common	10	Cheongwon Seeds Seoul, Korea
<i>Festuca</i> L.	2. Creeping red fescue (CRF)	<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>rubra</i> Gaud.	Common	20	Cheongwon Seeds Seoul, Korea
	3. Creeping red fescue	<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>rubra</i> Gaud.	Flyer	20	Fine Lawn Research, Inc. Lake Oswego, OR, USA
	4. Creeping red fescue	<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>rubra</i> Gaud.	Cindy	20	International Seeds, Inc. Halsey, OR, USA
	5. Chewings fescue (CF)	<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>commutata</i> Gaud.	Koket	20	Cheongwon Seeds Seoul, Korea
	6. Sheep fescue (SF)	<i>Festuca ovina</i> L.	Mx86	20	Jacklin Seed Company Post Falls, IA, USA
	7. Hard fescue (HF)	<i>Festuca longifolia</i> Thuill.	Eureka	20	International Seeds, Inc. Halsey, OR, USA
	8. Hard fescue	<i>Festuca longifolia</i> Thuill.	Reliant	20	Lofts Seed, Inc. Bound Brook, NJ, USA
	9. Hard fescue	<i>Festuca longifolia</i> Thuill.	Aurora	20	Cheongwon Seeds Seoul, Korea
	10. Tall fescue (TF)	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Pixie	40	Jacklin Seed Company Post Falls, IA, USA
	11. Tall fescue	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Rebel Jr.	40	Lofts Seed, Inc. Bound Brook, NJ, USA
	12. Tall fescue	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Era	40	International Seeds, Inc. Halsey, OR, USA
	13. Tall fescue	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Arid	40	Jacklin Seed Company Post Falls, IA, USA
	<i>Lolium</i> L.	14. Perennial ryegrass (PR)	<i>Lolium perenne</i> L.	Manhattan	30
<i>Poa</i> L.	15. Kentucky bluegrass (KB)	<i>Poa pratensis</i> L.	Glade	10	Jacklin Seed Company Post Falls, IA, USA
	16. Kentucky bluegrass	<i>Poa pratensis</i> L.	Chateau	10	Fine Lawn Research, Inc. Lake Oswego, OR, USA
	17. Kentucky blrugrass	<i>Poa pratensis</i> L.	Surfolk	10	Jacklin Seed Company Post Falls, IA, USA
	18. Rough bluegrass (RB)	<i>Poa trivialis</i> L.	Sabre	10	International Seeds, Inc. Halsey, OR, USA
	19. Poa supina	<i>Poa supina</i> L.	Supranova	10	Fine Lawn Research, Inc. Lake Oswego, OR, USA
Others	20. Mixture I (80% SF + 20% KB)	-	80% Mx86 +20% Glade	20	Jacklin Seed Company Post Falls, IA, USA
	21. Mixture II (50% KB + 50% TF)	-	50% Glade + 50% Arid	40	Jacklin Seed Company Post Falls, IA, USA

나타내어 잔디 품종간(cultivars) 상대적인 내음성 정도를 비교하였다. 그리고 종간(species) 내음성 지수는 동일종에 속한 여러품종의 내음성 지수 평균값으로, 속간(genus) 내음성 지수는 동일속에 속한 여러 종의 내음성 지수 평균값을 구해서 종간 및 속간 내음성 정도를 비교하였다. 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였고(SAS Institute, 1990), 처리평균간 유의성 검정은 LSD(Least Significant Difference) 5% 수준에서 실시하였다(Steel and Torrie, 1980).

## 결과 및 고찰

파종후 3주가 지난 6월 초순의 잔디조성상태는 초종 및 품종에 따라 다양한 차이가 나타났다. 전체 21개의 공시재료 중 한지형 잔디 20 품종은 모두 난지형인 들잔디보다 조성상태가 양호하였다(Fig. 1). 한지형 잔디 중에서 툴웨

스큐는 4품종 모두 양호하게 잔디피복이 되었는데, 특히 'Rebel Jr.', 'Era' 및 'Arid' 품종이 7.0 전후의 visual rating으로 가장 양호하였다. 유럽이나 북미에서 내음성이 강하다고 알려진 화인웨스큐 종류는 툴웨스큐보다 피복정도가 다소 낮았으며, 화인웨스큐에서도 종간 및 품종간 차이가 크게 나타났다. 이 중에서 크리핑 레드웨스큐의 'Flyer'와 'Cindy' 품종 및 하드웨스큐의 'Eureka' 품종이 6.0 이상인 반면, 쉽웨스큐의 'Mx86' 품종은 2.4로 가장 저조하였다. 블루그라스속에서는 *Poa supina*와 러프블루그라스가 5.5 전후의 visual rating으로 켄터키블루그라스 품종보다 양호하였다. 켄터키블루그라스의 'Glade'와 'Surfolk' 품종은 4.5 전후, 'Chateau' 품종은 2.0으로 잔디피복 상태가 낮았다. 이는 잔디 중에서 켄터키블루그라스의 발아속도가 가장 늦은 특성 때문에 나타난 결과로 사료되었다. 이와 반면에, 현재 이용되고 있는 잔디 중에서 발아속도가 가장 빠른 퍼레니알라이그라스의 'Manhattan' 품종은 음지

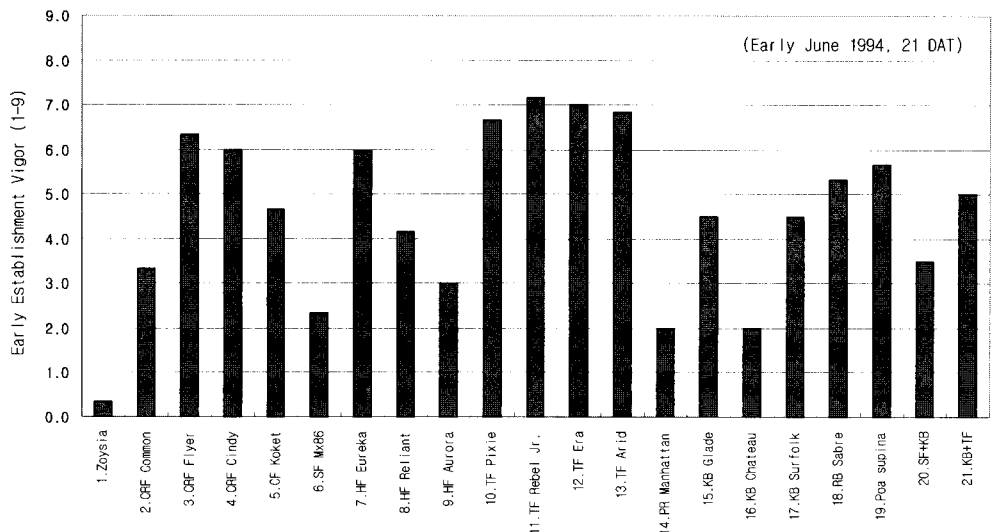


Fig. 1. Early establishment vigor, evaluated in 21 DAT(days after treatment) with a 1 to 9 visual rating scale (1=poor, 9=best establishment vigor), of 21 turfgrasses grown under natural shade conditions in 1994.

에서 파종후 3주 지난 시점에 visual rating이 2.0으로 조성속도가 가장 낮았다. 이러한 반응은 양지에서 발아속도가 가장 빠른 페레니알라이그라스가 수목지역에서는 차광에 의한 광선 부족으로 초기생육이 현저하게 떨어진 것으로 추정되었다. 류와 염(1971)은 한국잔디 · 쉐터키블루그라스 · 페레니알라이그라스 및 하드웨스큐를 갖고 그늘 조건에서 실시한 실험에서 한국잔디와 페레니알라이그라스는 다른 잔디에 비해 많은 광선이 필요하다고 보고하였다.

국내기후 조건에서 C<sub>3</sub>형인 한지형 잔디의 생장속도가 감소하고, 일반적으로 하교현상이 나타나는 여름 고온 기간중의 summer turf performance를 7월 초순 · 중순 및 하순 3회에 걸쳐 실시한 평가결과는 잔디종류 및 품종에 따라서, 그리고 여름 고온 · 건조 진행에 따라 고도로 유의한 차이가 나타났다(Table 2). 7월 초순 잔디 상태를 보면 조성후 시간이 경과함에 따라 화인웨스큐 종류를 제외한 대부분의 잔디품질이 증가하였다. 특히, 툐웨스큐 'Rebel Jr.' · 'Era' ·

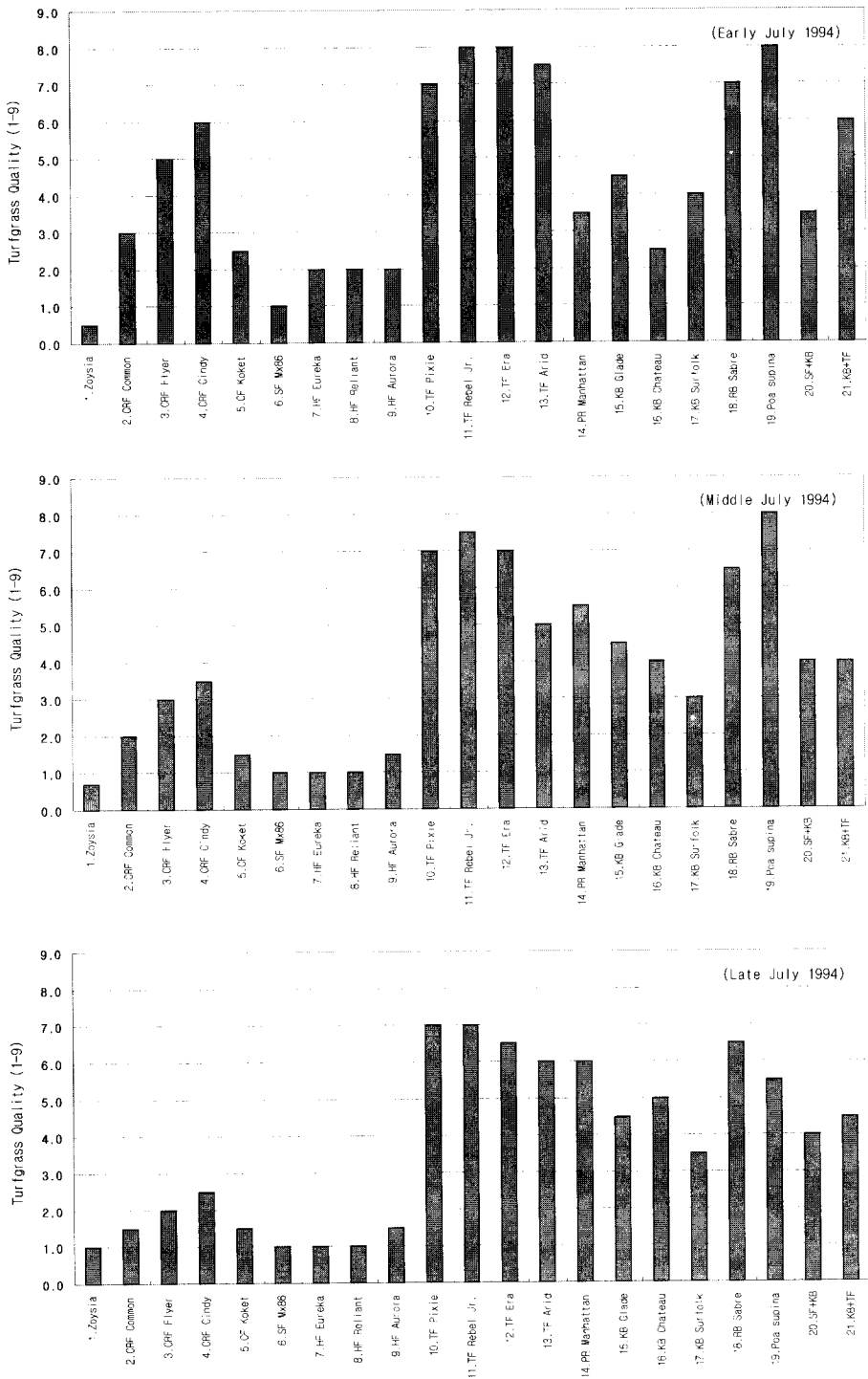
**Table 2.** Mean of summer and overall turf performance and relative index of shade tolerance (RIST) of 21 turfgrasses grown under a tree shade in 1994.

Genus	Entries	Summer <sup>b</sup>	Overall <sup>c</sup>	RIST <sup>a</sup>		
				Cultivars	Species	Genus
<i>Zoysia</i> Willd.	1. Korean lawngrass 'Common'	0.7	0.9	1.0	1.0	1.0
<i>Festuca</i> L.	2. Creeping red fescue 'Common'	2.2	2.2	2.4		
	3. Creeping red fescue 'Flyer'	3.3	3.7	4.1	3.6	
	4. Creeping red fescue 'Cindy'	4.0	3.9	4.3		
	5. Chewings fescue 'Koket'	1.8	2.3	2.5	2.5	2.4
	6. Sheep fescue 'Mx86'	1.0	1.3	1.4	1.4	(fine-type)
	7. Hard fescue 'Eureka'	1.3	2.1	2.3		
	8. Hard fescue 'Reliant'	1.3	1.9	2.1	2.1	
	9. Hard fescue 'Aurora'	1.7	1.8	2.0		
	10. Tall fescue 'Pixie'	7.0	6.6	7.3		
	11. Tall fescue 'Rebel Jr.'	7.5	7.0	7.7	7.3	7.3
	12. Tall fescue 'Era'	7.2	6.7	7.4		(coarse-type)
	13. Tall fescue 'Arid'	6.2	6.1	6.7		
	<i>Lolium</i> L.	14. Perennial ryegrass 'Manhattan'	5.0	4.5	5.0	5.0
<i>Poa</i> L.	15. Kentucky bluegrass 'Glade'	4.5	4.9	5.4		
	16. Kentucky bluegrass 'Chateau'	3.8	4.0	4.4	4.8	
	17. Kentucky bluegrass 'Surfolk'	3.5	4.3	4.7		6.2
	18. Rough bluegrass 'Sabre'	6.7	6.6	7.3	7.3	
	19. <i>Poa supina</i> 'Supranova'	7.2	5.8	6.4	6.4	
Others	20. 80% SF + 20% KB	3.8	4.3	4.7	-	-
	21. 50% KB + 50% TF	4.8	4.9	5.4		
LSD <sub>(0.05)</sub>		1.3**	1.6**	-	-	-

<sup>a</sup>RIST(Relative Index of Shade Tolerance) was calculated by dividing overall mean of each entry by that of Korean lawngrass.

<sup>b</sup>Data for summer turf performance were reported as an average of visual ratings (1=poor, 9=best performance) evaluated in early, middle and late July in 1994, respectively,

<sup>c</sup>Data for overall turf performance were reported as an average of all of visual ratings (1=poor, 9=best performance) evaluated through 1994.



**Fig. 2.** Summer turf quality, evaluated with a 1 to 9 visual rating scale (1=poor, 9=best quality), of 21 turfgrasses grown under natural shade conditions during a period of summer stress in 1994.



‘Arid’ 및 ‘Pixie’ 4품종은 모두 visual rating이 7.0 이상으로 우수하였다(Fig. 2). 블루그라스속에서 살펴보면, 특히 *Poa supina*의 ‘Supranova’ 품종은 visual rating이 8.0으로 잔디품질이 톨웨스큐 ‘Rebel Jr.’ 및 ‘Era’ 품종과 함께 가장 좋았다. 또한, 러프 블루그라스 ‘Sabre’ 품종도 visual rating이 7.0으로 잔디 품질이 우수하였지만, 켄터키블루그라스 ‘Glade’, ‘Chateau’ 및 ‘Surfolk’ 3품종은 visual rating이 4.5 이하로 다른 블루그라스속 종류에 비해서 잔디 품질이 다소 떨어졌다. 그리고, 퍼레니알라이그라스 ‘Manhattan’ 품종은 visual rating이 3.5로 낮은 편이었다. 화인웨스큐 중에서는 크리핑레드웨스큐의 ‘Cindy’ 품종을 제외한 나머지 7 품종 모두 6월 초순보다 저조하였고, 특히 하드웨스큐 ‘Eureka’ 품종은 6월초 visual rating이 6.0에서 7월초에는 2.0으로 잔디품질이 크게 떨어졌다.

평균온도가 24℃ 이상 되고, 강수량이 적어 고온·건조의 기상환경이었던 7월 중·하순경(Fig. 3) 잔디 품질을 보면 크리핑레드웨스큐·추잉웨스큐·쉽웨스큐 및 하드웨스큐 등 화인웨스큐 8품종은 모두 여름철 고온·건조 조건

이 심해질수록 잔디품질이 떨어져 이 기간의 visual rating이 1.0~3.5 사이로 공시된 한지형 잔디 중 상태가 가장 불량하였다(Fig. 2). 한지형 잔디 중에서 크리핑레드웨스큐 및 추잉웨스큐 등 화인웨스큐 종류는 톨웨스큐와 같이 내건성(drought tolerance)이 가장 우수하지만, 내서성(heat tolerance)은 가장 약한 것으로 알려져 있다(Beard, 1973; Turgeon, 1996). 따라서, 내음성이 강하다고 알려진 화인웨스큐 종류가 국내기후 조건에서, 특히 여름 고온기간에 잔디품질이 급격하게 저하되는 것은 무엇보다도 내서성이 약하기 때문에 일어나는 것으로 사료되었다.

이에 비해 웨스큐속에서 coarse-type인 톨웨스큐는 ‘Pixie’·‘Rebel Jr.’·‘Era’ 및 ‘Arid’ 4 품종 모두 7월 중·하순에도 잔디품질이 지속적으로 양호하였다. 하지만, ‘Arid’ 품종은 다른 3품종에 비해 잔디품질이 다소 떨어지는 경향이 있었다(Fig. 2). 블루그라스속에서는 켄터키블루그라스에 비해 *Poa supina*와 러프 블루그라스가 여름 고온기에도 양호하였다. 공시된 21 잔디종류 중 *Poa supina*는 7월 중순까지 visual rating이 8.0으로 가장 양호하였지만, 7

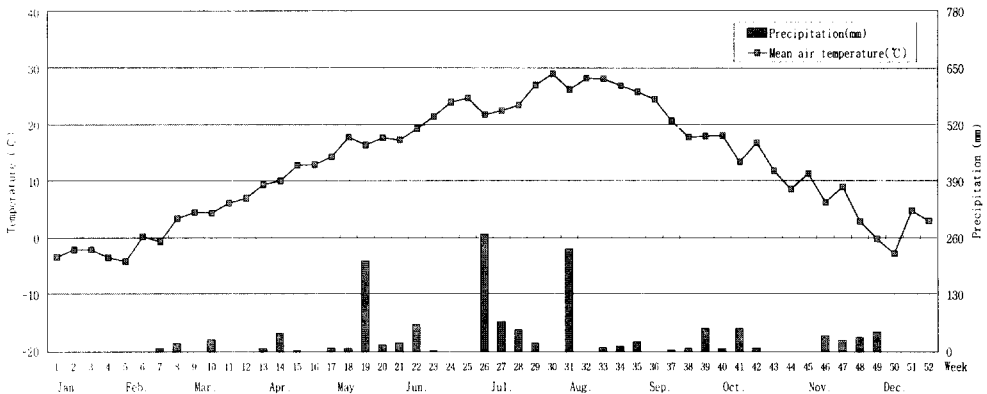


Fig. 3. Seasonal variation of the weekly mean air temperature and precipitation at the research site in 1994.

월 하순으로 접어들면서 visual rating이 5.5로 잔디품질이 급격하게 감소하였다(Fig. 2). 즉 *Poa supina*는 고온·건조 스트레스에 화인웨스큐 종류보다는 다소 강하지만 평균기온이 27°C 이상되는 7월 하순 고온·건조환경에는 적응력이 약한 것으로 사료되었다. 하지만, 러프블루그라스 'Sabre'는 여름 내내 visual rating이 6.5~7.0 사이로 잔디품질이 우수하였다. 일반적으로 러프블루그라스는 국내 여름 기후조건에서는 켄터키블루그라스 및 퍼레니알라이그라스 등 다른 한지형 잔디보다 고온·건조에 민감하여 생육이 억제되고, 하고 현상을 쉽게 받는 초종이지만, 오히려 수목 밑 그늘지역에서는 러프블루그라스에 적합한 광선, 온도 및 습도 조건이 조성되는 것으로 추정되었다. 이 밖에 퍼레니알라이그라스와 켄터키블루그라스의 품질은 툴웨스큐 및 러프블루그라스보다는 다소 떨어지지만, 여름기간 중 잔디품질이 지속적으로 증가하는 경향이였다. 이는 이들 초종이 여름 고온기간의 그늘 환경에서 내건성 및 내서성 등의 환경적응력이 화인웨스큐보다 양호하기 때문에 나타난 것으로 추정되었다. 이러한 결과는 Youngner(1962)가 남부 캘리포니아지역(arid and semi-arid climate)에서 실시한 9개 초종의 여름 고온 기간의 평가결과(heat tolerance)와도 유사하다. Youngner (1961)의 보고에 의하면 공시된 한지형 잔디 중 툴웨스큐의 내서성이 가장 강하였고, 켄터키블루그라스는 중간정도, 그리고 레드웨스큐와 라이그라스는 낮은 것으로 나타났다. 본 실험에서 난지형인 한국잔디는 음지환경에서 전반적으로 한지형 잔디보다 밀도 등 잔디생육이 떨어졌지만, 6월 초순 및 7월 초순에 비해 여름 고온 기간 중에 하고현상 피해없이 잔디생장이 증가하였다.

여름 고온기간중 7월 초순·중순 및 하순 3회에 걸쳐 실시한 평가결과를 평균한 summer

turf performance 경향은 툴웨스큐의 'Rebel Jr.'·'Era' 및 'Pixie' 품종과 러프블루그라스의 'Sabre' 품종, 그리고 *Poa supina*의 'Supranova' 품종이 양호한 것으로 나타났다(Table 2). 하지만, *Poa supina*는 7월 중순 이후 평균기온이 27°C 이상일 때 잔디피해가 큰 것으로 판단되어 실용적으로 적합하지 않은 것으로 사료되었다. 반면 유전적으로 내음성이 강해 유럽에서 많이 사용하고 있는 화인웨스큐 종류는 크리핑레드웨스큐의 'Cindy' 및 'Flyer' 품종은 추잉웨스큐·쉽웨스큐·하드웨스큐의 다른 품종보다 다소 나았지만, 전반적으로 툴웨스큐 및 블루그라스속 종류보다는 잔디품질이 불량하였다. 내음성·내서성 및 내한성 등의 잔디의 환경적응력은 토성·토양수분·상대습도·계절·지역·잔디밀도·저장탄수화물 및 영양분 상태 등 여러 가지 요인에 의해 달라질 수 있다(Beard, 1965 and 1966; Laude, 1964; Smith, 1964). 국내의 여름은 매우 덥고 겨울은 추위가 심해 유럽에 비해 여름과 겨울의 온도차가 매우 심한 편이다. 따라서, 본 실험을 통해 나타난 화인웨스큐의 이러한 반응은 유럽에서 개발된 fine-type 웨스큐속 잔디가 서늘한 기후조건에서는 내음성이 강하지만, 고온·건조하의 국내의 여름 기후조건에서는 내서성 및 내건성 등의 환경적응력이 약하기 때문에 줄기생장 등이 저하되고, 이에 따라 내음성이 약해지는 것으로 사료되었다. 여름의 고온 및 건조 스트레스가 지난 후 평균기온이 24°C 이하로 내려가는 9월 초순의 잔디상태는 잔디종류 및 품종에 따라 다양한 차이를 보여 여름 고온기간 중 하고현상 피해가 적고, 생육이 왕성했던 잔디품종이 지속적으로 양호하였다. 전체 21품종 중 러프블루그라스 'Sabre' 품종은 visual rating이 7.5로 가장 우수하였고, 7월 중순까지 양호하였던 *Poa supina*는 9월 초순 평가시 visual rating이 3.0으로 아주 불량하였다(Fig.

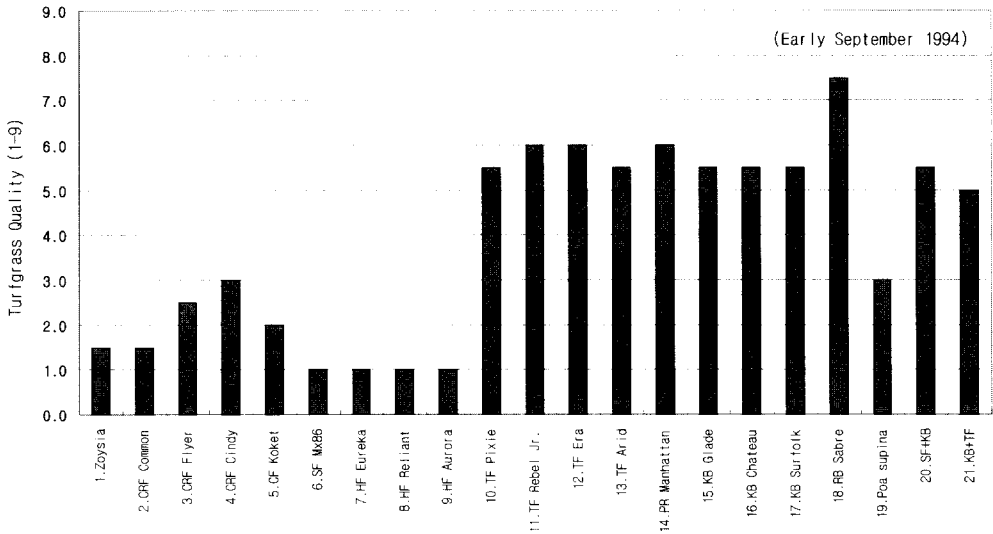


Fig. 4. Turfgrass quality, evaluated with a 1 to 9 visual rating scale (1=poor, 9=best quality), of 21 turfgrasses grown under natural shade conditions in fall, 1994.

4). 이러한 결과는 *Poa supina* 종류가 7월 하순 및 8월 초순 평균기온이 27~30℃의 고온이 지속되면서 잔디생육속도가 저조하고, 또한 하고현상으로 인해 극심한 몸살을 앓아 잔디상태가 불량해짐으로 생겨난 것으로 사료되었다. 하지만, 켄터키블루그라스 ‘Glade’·‘Chateau’ 및 ‘Suffolk’ 3품종과 퍼레니알라이그라스 ‘Manhattan’ 품종은 visual rating이 5.5~6.0 사이로 나타났다. 이는 초기조성시 피복속도는 다소 늦었지만, 그늘 환경에서 화인웨스큐 종류보다 내서성 및 내건성이 강하기 때문에 여름 고온기의 고온·건조 스트레스에 견디어 생장이 지속적으로 향상되는 것으로 사료되었다. 또한, 여름 고온기에 한지형 잔디 중 생육이 가장 저조하였던 크리핑레드웨스큐·츄잉웨스큐·쉽웨스큐 및 하드웨스큐 등의 fine-type 웨스큐속 8 품종은 모두 여름 고온기의 잔디피해가 심해 한지형 잔디 생육에 좋은 서늘한 환경인 가을이 되어도 회복이 늦어짐으로 잔디품질은 매우 불량하였다.

평균기온이 5℃ 이하인 12월 초순의 잔디품질 평가는 9월 초순 잔디생육 상태와 거의 비슷한 경향이였다. 이중 러프 블루그라스 ‘Sabre’ 품종과 톨웨스큐 ‘Rebel Jr.’ 및 ‘Pixie’ 품종은 visual rating이 6.5 전후로 가장 양호하였다 (Fig. 5). 하지만, 12월 들어 평균온도가 5℃ 이하로 떨어지므로 전반적으로 한지형 잔디생육이 약화되는 경향을 보여 대부분 공시초종의 잔디품질이 다소 떨어졌다. 그리고 여름 고온·건조에 민감하여 심한 피해를 보았던 크리핑레드웨스큐·쉽웨스큐 및 하드웨스큐 등의 대부분 화인웨스큐 종류 및 *Poa supina* 등의 잔디품질은 평균기온이 5℃에서 15℃ 사이인 10, 11월의 서늘한 환경을 지나면서 점차적으로 향상되는 경향이 관찰되었다.

식재지역 및 계절에 따라 온도·습도·강수량 등 환경조건이 다르기 때문에, 이에 따라 잔디의 환경 적응성과 품질이 다르게 나타날 수 있다. Beard(1965)와 Wilkinson 등(1975)은 잔디의 내음성은 차광정도, 수목뿌리와의 수분

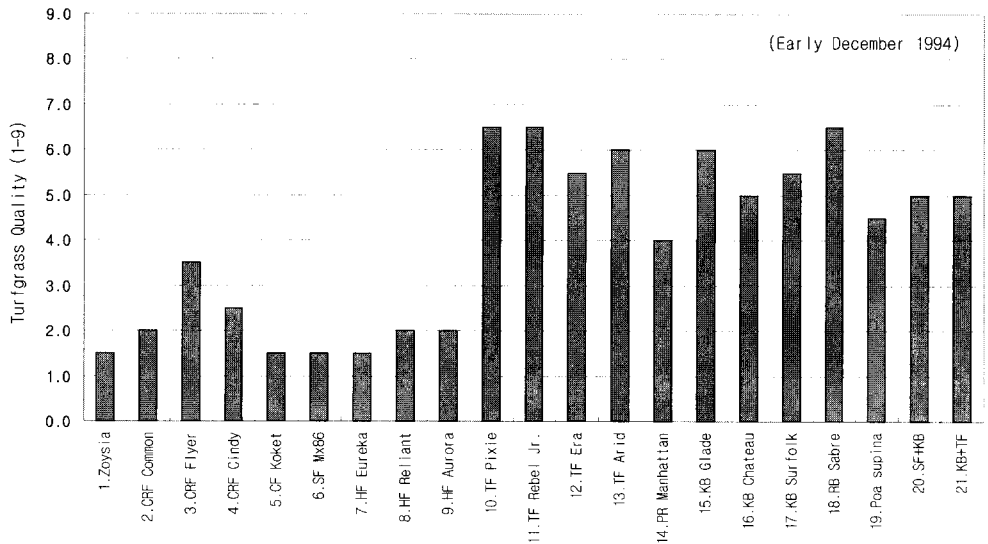


Fig. 5. Turfgrass quality, evaluated with a 1 to 9 visual rating scale (1=poor, 9=best quality), of 21 turfgrasses grown under natural shade conditions in winter, 1994.

또는 영양분과의 경합관계, 온도·습도 등의 기상요인, 지하부 생육상태·저장탄수화물 등의 생리적 요인 등 여러 가지 요인의 영향을 받는다고 보고하였다. 본 실험의 수목 그늘 환경에서 파종 초기의 잔디조성상태, 여름 고온기의 잔디적응력 및 가을·겨울의 잔디상태 등 연중 잔디품질 결과를 종합적으로 고려하여 판단시, 전반적으로 한지형 잔디의 생육이 상대적으로 난지형인 들잔디보다 우수한 것으로 나타났다(Fig. 6). 난지형 및 한지형 잔디의 내음성 비교시 C<sub>3</sub>형인 한지형 잔디가 C<sub>4</sub>형인 난지형 잔디보다 강한 이러한 결과는 외국의 다른 연구자의 결론과 일치하며(Beard, 1973; Dudeck and Peacock, 1992; Turgeon, 1996), 또한 류와 염(1971)이 국내 음지환경에서 C<sub>4</sub>형인 들잔디와 C<sub>3</sub>형인 켈터키블루그라스·하드웨스큐 및 퍼레니알라이그라스를 갖고 실시한 내음성 생육비교 실험결과와도 일치하고 있다.

난지형인 들잔디에 비해 한지형 초종의 상대적 내음성 정도를 비교하기 위해 overall

turf performance 데이터를 이용하여 평가한 내음성 지수에서 한지형 잔디의 내음성 정도는 잔디속간·종간 및 품종에 따라 차이가 있었다(Table 2). 속간비교시 coarse-type 웨스큐속은 내음성 지수가 7.3으로 가장 강하였고, 블루그라스속은 6.2, 라이그라스속은 5.0, 그리고 fine-type인 웨스큐속은 2.4로 가장 낮았다. 잔디종간 비교시 톨웨스큐 및 러프블루그라스는 내음성 지수가 7.3으로 가장 양호하였고, *Poa supina* 6.4, 퍼레니알라이그라스 5.0, 켈터키블루그라스는 4.8, 그리고 화인웨스큐 종류는 가장 낮게 나타났다. 화인웨스큐 종류에서는 크리핑레드웨스큐의 내음성 지수가 3.6으로 가장 양호하였고, 휴윙웨스큐 2.5, 하드웨스큐 2.1, 그리고 쉽웨스큐 1.4의 순으로 종간 내음성 차이가 크게 나타났다. 즉, 한지형 잔디 중 내음성 잔디로 유럽이나 북미에서 많이 이용하고 있는 크리핑레드웨스큐·휴윙웨스큐·쉽웨스큐 및 하드웨스큐 등 화인웨스큐 종류는 국내 여름 고온·다습한 기후조건에서 내건성 및 내서

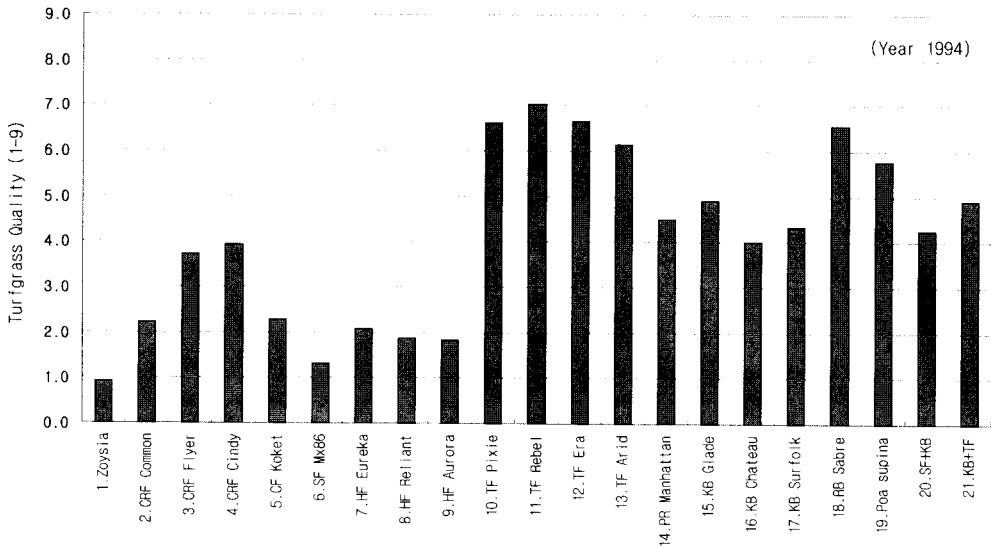


Fig. 6. Overall turf performance, evaluated with a 1 to 9 visual rating scale (1=poor, 9=best performance), of 21 turfgrasses grown under natural shade conditions in 1994.

성이 약해 잔디품질이 급격하게 떨어지고 연중 overall turf performance도 가장 불량하게 나타나 국내기후 조건에서는 적합하지 않은 것으로 판단되었다. 이러한 결과는 잔디 중에서 fine-type 웨스큐 종류인 레드웨스큐의 내음성이 가장 강하다고 보고된 외국의 연구결과와는 다른 결과였다(Beard, 1973; Dudeck and Peacock, 1992; Harivandi et. al., 1984; Turgeon, 1996; Wood, 1969). 따라서, 외국의 내음성 연구결과를 적용시 전문가의 검토가 필요하며 외국에서 개발·육성된 한지형 양잔디를 국내 적응성 검토 없이 대규모 면적의 현장 적용은 피해야 되리라 사료되었다.

또한, 품종간 내음성 차이는 종간 비교시 내음성이 가장 강하였던 톨웨스큐에서는 'Rebel Jr.' 품종의 내음성 지수가 7.7로 가장 높았고, 'Era' 품종은 7.4, 'Pixie' 품종은 7.3, 그리고 'Arid' 품종은 6.7로 다소 낮았다(Table 2). 단일 품종·조합종(blends) 및 혼파종(mixture)을 이용하여 88%까지 차단되는 그늘 환경에서 실시한 한

지형 내음성 시험(Gilbert and DiPaola, 1985)에서 가장 우수했던 톨웨스큐 'Rebel Jr.' 품종은 역시 국내 기후 조건에서도 내음성이 우수한 품종으로 판단되었다. 켄터키블루그라스에서는 내음성 지수가 'Glade' 품종이 5.4로 가장 높았고, 'Suffolk' 품종은 4.7, 그리고 'Chateau' 품종은 4.4로 가장 낮았다. 이렇게 품종간 내음성 차이가 나타나는 요인은 여러 가지가 있겠지만, 자연광량이 부족한 상태에서 광합성능의 차이가 내음성에 가장 크게 영향을 주는 요인으로 추정되었다. Karnok과 Augustin(1981)은 켄터키블루그라스 생육시험에서 내음성이 강한 'Glade' 품종이 내음성이 약한 'Merion' 품종보다 저광량 조건에서 광합성 속도가 빠르고, 저장 탄수화물이 많으며, 따라서 지상부 생장이 양호하다고 보고하였다. 이 밖에 켄터키블루그라스·톨웨스큐 및 쉽웨스큐를 혼파한 처리구에서는 켄터키블루그라스에 톨웨스큐를 혼파한 시험구의 내음성 지수가 5.4인 반면, 켄터키블루그라스에 쉽웨스큐를 혼파한 시험구의 내음성

**Table 3.** Summary of relative shade tolerance of turfgrasses grown in a tree shade in Korea.

Tolerance	Excellent	Good	Medium	Fair	Poor
Genus	<i>Festuca</i> L. (coarse-type)	<i>Poa</i> L.	<i>Lolium</i> L.	<i>Festuca</i> L. (fine-type)	<i>Zoysia</i> Willd.
Species	Tall fescue Rough bluegrass	<i>Poa supina</i> L.	Kentucky bluegrass Perennial ryegrass Creeping red fescue	Chewings fescue Hard fescue Sheep fescue	Korean lawngrass (wild-type)
Cultivars	Tall fescue 'Rebel Jr.' 'Era' 'Pixie'	Tall fescue 'Arid'	Kentucky bluegrass 'Glade' 'Surfolk' 'Chateau'	Chewings fescue 'Koket'	Sheep fescue 'Mx86'
	Rough bluegrass 'Sabre'	<i>Poa supina</i> 'Supranova'	Perennial ryegrass 'Manhattan'	Creeping red fescue 'Common'	Korean lawngrass 'Common'
			Creeping red fescue 'Cindy' 'Flyer'	Hard fescue 'Eureka' 'Reliant' 'Aurora'	

지수는 4.7로 다소 낮았다. 이러한 혼파 시험구 간 차이는 혼파 구성 잔디종류의 특성이 크게 영향을 주는데, 본 연구에서는 툴웨스큐가 쉽웨스큐보다 내음성이 강하기 때문에 나타난 결과로 사료되었다.

본 연구에서 잔디속간·종간 및 품종간 다양하게 나타난 이러한 내음성 차이는 골프장·경기장 및 정원 등 그늘 지역에 잔디조성시 기대하는 수준의 잔디품질과 관리수준의 개념에 적합한 잔디종류 선택과 함께 또한 품종선택도 크게 유의해야 함을 암시한다 하겠다. 결론적으로, 전체 공시재료 21품종 중에서 연중 overall turf performance 고려시 국내기후에서는 툴웨스큐 'Rebel Jr.'·'Era' 및 'Pixie' 품종과 러프블루그라스 'Sabre' 품종이 자연 음지 환경에 상대적으로 적합한 것으로 사료되었으며(Table 3), 이중 툴웨스큐 'Rebel Jr.' 품종이 가장 우수한 것으로 판단되었다. 러프블루그라스 'Sabre' 품종은 그늘조건에서 잔디품질이 양호하였지만, 툴웨스큐 보다는 건조환경에 민감함으로 수분관리가 어려운 지역은 세심한 잔디관리가 요구된다 하

겠다. 그리고, 본 연구결과는 기후조건이 다른 외국의 연구결과에서 나타난 잔디적응능력은 국내기후에서 다르게 나타날 수 있다는 가능성을 암시하고, 또한 국내는 일장·온도·습도 등 연중 기상조건이 외국과 다르기 때문에 외국의 사례를 국내에 실무적으로 적용시는 이에 대한 검토가 필요하다 하겠으며, 잔디속간·종간 및 품종간 내음성 정도를 요약한 Table 3은 정원·골프장 및 경기장 등 실무분야에서 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

## 요 약

본 연구는 수목 밑 자연 음지환경에서 연중 잔디 생육상태를 비교함으로써 국내기후에 적합한 내음성 잔디를 파악하고자 시작되었다. 공시재료는 들잔디와 유럽에서 내음성 잔디로 많이 이용하고 있는 화인웨스큐 8종류 및 최근 내음성으로 개발된 한지형 잔디 품종 등 전체 21종류를 이용하였다. 잔디속간·종간 및 품종에 따라 내음성 차이가 나타났으며, C<sub>3</sub>형인 한

지형 잔디가 C<sub>4</sub>형인 들잔디보다 양호하였다. 잔디속간 내음성 차이는 coarse-type 웨스큐속은 가장 우수, 블루그라스속은 양호, 라이그라스속은 중간, fine-type 웨스큐속은 불량, 그리고 조이시아속은 가장 불량한 것으로 나타났다. 잔디종간 비교시 툴웨스큐 및 러프블루그라스는 내음성 지수가 7.3으로 가장 양호하였고, *Poa supina* 6.4, 퍼레니알라이그라스 5.0, 캔터키블루그라스 4.8, 그리고 fine-type 웨스큐 종류가 가장 낮았다. 화인웨스큐 종류에서는 크리핑레드웨스큐의 내음성 지수가 3.6으로 가장 양호하였고, 추윙웨스큐 2.5, 하드웨스큐 2.1, 그리고 쉽웨스큐 1.4의 순으로 종간 차이가 크게 나타났다. 전체 21품종중 초기조성·여름고온 및 overall turf performance 고려시 툴웨스큐 'Rebel Jr.'·'Era' 및 'Pixie' 품종과 러프블루그라스 'Sabre' 품종이 적합한 것으로 사료되었으며, 이중 툴웨스큐 'Rebel Jr.' 품종이 가장 우수한 것으로 판단되었다. 외국에서 내음성 잔디로 많이 이용하는 크리핑레드웨스큐·추윙웨스큐·쉽웨스큐 및 하드웨스큐 등 화인웨스큐 종류는 여름 고온·다습한 기후조건에서 내건성 및 내서성이 약해 잔디품질이 급격하게 떨어지고 overall turf performance도 불량하게 나타나 국내기후 조건에서는 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

### 참고문헌

- Allard, G., C.J. Nelson, and S.G. Pallardy. 1991. Shade effects on growth of tall fescue: II. Leaf gas exchange characteristics. *Crop Sci.* 31:167-172.
- Baker, S.W. and J.A. Hunt. 1997. Effect of shade by stands on grass species and cultivar selection for football pitches. *International Turfgrass Society Research Journal* 8:593-601.
- Barrios, E.P., F.J. Sundstrom, D. Babcock, and L. Leger. 1986. Quality and yield response of four warm-season lawngrasses to shade conditions. *Agron. J.* 78:270-273.
- Beard, J.B. 1965. Factors in the adaptation of turfgrasses to shade. *Agron. J.* 57:457-459.
- Beard, J.B. 1966. Winter injury. *The Golf Course Superintendent* 34:24-33.
- Beard, J.B. 1973. *Turfgrass Science and Culture*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 658pp.
- Dudeck, A.E. and C.H. Peacock. 1992. Shade and turfgrass culture. *Agron. Monogr.* 32:269-284. In D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman (ed.), *Turfgrass*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.
- Eriken, F.I., and A.S. Whitney. 1981. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. *Agron. J.* 73:427-433.
- Gilbert, W.B. and J.M. Dipaola. 1985. Cool-season turfgrass cultivars performance in the shade. p.265-274. In F. Lemaire (ed.), *Proc. 5th Int. Turfgrass Res. Conf.*, Avignon, France. 1-5 July. Inst. Natl. de la Recherche Agron., Paris, France.

10. Harivandi, M.A., W. Davis, V.A. Gibault, M. Henry, J. Van Dam, and L. Wu. 1984. Selecting the best turfgrass. *Cal. Turfgrass Cult.* 34(4):17-18.
11. Harper II, J.C. 1969. Athletic fields. *Agron. Monogr.* 14:542-561. In A.A. Hanson and F.V. Juska, *Turfgrass Science*. ASA, Madison, WI, USA.
12. Karnok, K.J. and B.J. Augustin. 1981. Growth and carbon dioxide flux of Kentucky bluegrass during sod establishment under low light. p.517-526. In R.W. Sheard (ed.), *Proc. 4th Int. Turfgrass Res. Conf.*, Guelph, ON, Canada. 19-23 July, Int. Turfgrass Soc., and Ontario Agric. Coll., Univ. of Guelph, Guelph, ON, Canada.
13. 구자형, 김태일, 원동찬, 송남현, 송천영. 1991. 그늘하에서의 Kentucky bluegrass 와 perennial ryegrass 품종의 생육비교. *한잔지* 5(1):23-32.
14. 김경남. 1998. 경기장의 잔디초종 선정과 개발방안. *환경과조경* 122:118-127.
15. 김경남, 심상열, 윤평섭, 한상경, 조치웅, 한권영. 1998. 미국·일본·독일의 선진 경기장 조사분석 및 국내 잔디구장의 초종 선정 방향. *자연과학논문집* 3(3):51-60, 삼육대학교.
16. 김경남, 허백열, 신흥균. 1996. Seasonal turf performance of C<sub>3</sub> grasses under natural shade conditions. *한국잔디학회 초록집*. p.30-31
17. 김기선, 임재홍, 유용권, 황환주. 1992. 차광도도가 한국잔디류의 조성 및 생육에 미치는 영향. *한국학술진흥재단 자유과제응* 모 보고서, 서울대학교 농업생명과학대학, 49pp.
18. Laude, H.M. 1964. Plant response to high temperatures. *ASA Special Publication No. 5, Forage Plant Physiology & Soil Range Relationships*. pp.15-31.
19. Nam, S.Y., S.K. Han, and H.K. Kim. 1993. The shade tolerance of Korean lawngrass (*Zoysia japonica* Steud.). *Kor. J. of Turfgrass Sci.* 7(1):5-12.
20. Qian, Y. and M.C. Engelke. 1998. Growth regulator boosts zoysia's shade tolerance. *Golf Course Manage.* 66(7): 54-57.
21. SAS Institute, Inc. 1990. *SAS/STAT User's Guide, Version 6 4th ed.*, SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA, 1686 pp.
22. Schmidt, R.E. and R.E. Blaser. 1967. Effect of temperature, light, and nitrogen on growth and metabolism of 'Cohansey' bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.). *Crop Sci.* 7:447-451.
23. Schnyder, H. and C.J. Nelson. 1989. Growth rates and assimilate partitioning in the elongation zone of tall fescue leaf blades at high and low irradiance. *Plant Physiol.* 90:1201-1206.
24. Schnyder, H., C.J. Nelson, and W.G. Spollen. 1988. Diurnal growth of tall fescue leaf blades. II. Dry matter partitioning and carbohydrate metabolism in the elongation zone and adjacent expanded tissue. *Plant Physiol.* 86: 1077-1083.
25. Skolegy, C.R. and C.D. Sawyer. 1992.



- Field research. Agron. Monogr. 32:589-614. In D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman (ed.), Turfgrass. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.
26. Smith, D. 1964. Freezing injury of forage plants. ASA Special Publication No. 5, Forage Plant Physiology & Soil Range Relationships. pp.32-56.
27. Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2nd ed., McGraw-Hill, New York, NY, USA, 633pp.
28. Stritzke, J.F. and W.E. McMurphy. 1982. Shade and N effects on tall fescue production and quality. Agron. J. 74:5-8.
29. Turgeon, A.J. 1996. Turfgrass Management. 4th ed., Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA, 406pp.
30. Ward, C.Y. 1969. Climate and adaptation. Agron. Monogr. 14:27-79. In A.A. Hanson, and F.V. Juska, Turfgrass Science. ASA, Madison, WI, USA.
31. Whitcomb, C.E. 1972. Influence of tree root competition on growth response of four cool-season turfgrasses. Agron. J. 64:355-359.
32. Whitcomb, C.E. and E.C. Roberts. 1973. Competition between established tree roots and newly seeded Kentucky bluegrass. Agron. J. 65:126-129.
33. Wilkinson, J.F. and J.B. Beard. 1974. Morphological responses of *Poa pratensis* and *Festuca rubra* to reduced light intensities. p.231-240. In E.C. Roberts (ed.), Proc. 2nd Int. Turfgrass Res. Conf., Blacksburg, VA, USA. 19-21 June 1973, ASA and CSSA, Madison, WI, USA.
34. Wilkinson, J.F. and J.B. Beard. 1975. Anatomical responses of 'Merion' Kentucky bluegrass and 'Pennlawn' red fescue at reduced light intensities. Crop Sci., 15:189-194.
35. Wilkinson, J.F., J.B. Beard, and J.B. Crans. 1975. Photosynthetic respiratory responses of 'Merion' Kentucky bluegrass and 'Pennlawn' red fescue at reduced light intensities. Crop Sci., 15:165-168.
36. Wilson, J.R. 1997. Adaptive responses of grasses to shade: Relevance to turfgrasses for low light environments. International Turfgrass Society Research Journal 8:575-591.
37. Wood, G.W. 1969. Shade tolerant turfgrass of the United States and Canada. p.283-288. In R.R. Davis (ed.), Proc. 1st Int. Turfgrass Res. Conf., Harrogate, England. 15-18 July. Sports Turf Res. Inst., Bingley, England.
38. Wu, L., D. Huff, and W.B. Davis. 1985. Tall fescue turf performance under a tree shade. HortScience 20(2): 281-282.
39. 류달영, 염도희. 1971. 일조부족상태에서의 잔디생육에 대하여. 한원지 10:79-83.
40. Youngner, V.B. 1962. Which is the best turfgrass? Cal. Turfgrass Cult.

- 12:30-31. cultivars to *Rhizoctonia solani* AG-1  
41. Zarlengo, P.J. 1994. Influence of shading on the response of tall fescue  
IA. *Plant Dis.* 78(2):126-129.