

모래 토양에서 켄터키블루그라스, 퍼레니얼라이그라스, 툴웨스큐 및 한지형 혼합구 뗏장의 피복도, 균일도, 근계 형성력 및 잔디품질 비교

김경남* · 박원규¹ · 남상용²

삼성에버랜드(주) 환경개발사업부, ¹서울시 시설관리공단 월드컵경기장 관리사업소, ²삼육대학교 원예학과

Comparison of Establishment Vigor, Uniformity, Rooting Potential and Turf Quality of Sodds of Kentucky Bluegrass, Perennial Ryegrass, Tall Fescue and Cool-Season Grass Mixtures Grown in Sand Soil

Kyoung-Nam Kim*, Weon-Kyu Park¹, Sang-Yong Nam²

Environmental Development Division, Samsung Everland Inc.

¹*Seoul World Cup Stadium, Seoul Metropolitan Installation Management Corporation*

²*Department of Horticulture, Sahmyook University*

ABSTRACT

Research was initiated to compare establishment vigor, uniformity, rooting potential and turf quality in sods of cool-season grasses (CSG). Several turfgrasses grown under pure sand soil were tested. Establishment vigor, uniformity, rooting potential and turf quality were evaluated in the study. Turfgrass entries were comprised of three blends from Kentucky bluegrass (KB, *Poa pratensis* L.), perennial ryegrass (PR, *Lolium perenne* L.), and tall fescue (TF, *Festuca arundinacea* Schreb.), respectively and three mixtures among them.

Differences by treatments were significantly observed in establishment vigor, uniformity, rooting potential and turf quality. Early establishment vigor was mainly influenced by germination speed, being fastest with PR, intermediate with TF and slowest with KB. In a late stage of growth, however, it was affected more by growth habit, resulting in highest with KB and slowest with TF. There were considerable variations in sod uniformity among turfgrasses. Best uniformity among monostand sods was associated with KB, while poorest one with TF. PR sod produced intermediate uniformity between KB and TF. The uniformity of polystand sods of CSG mixtures was inferior to that of monostands of KB, PR and TF, due to characteristics of mixtures comprised of a variety of color, density, texture and growth habit. The greatest potential of sod rooting was

*Corresponding author. Tel : 02-6230-3120
E-mail : knkturf.kim@samsung.com

found with PR and the poorest with KB. Intermediate potential between PR and KB was associated with TF. In CSG mixtures, it was variable, depending on turfgrass mixing rates. Generally, the higher the PR in mixtures, the greater the sod rooting potential. At the time of sod harvest, however, turfgrass quality of KB was superior to that of PR, because of its characteristics of uniform surface, high density and good mowing quality.

These results suggest that a careful expertise based on turf quality as well as sod characteristics like establishment vigor, uniformity and rooting potential be strongly required for the success of golf course or athletic field in establishment.

Key words: establishment vigor, Kentucky bluegrass, perennial ryegrass, sod rooting potential, tall fescue, uniformity

서 론

잔디 선진국인 미국 및 유럽과는 달리 국내에서는 들잔디(Korean lawngrass, *Zoysia japonica* Steud.)를 관행적으로 많이 사용하고 있다. 정원, 공원, 퍼블릭 골프장 및 학교 운동장 등 저 관리지역은 잔디관리가 쉽고 우리나라 기후 조건에서 여름 고온 및 건조에 강한 들잔디 위주로 사용하는 것이 바람직하다. 하지만, 고품질이 요구되는 곳에서 적절한 선택은 아니다. 왜냐하면, 골프장 및 경기장 등에 들잔디를 식재 시 봄과 가을에 잔디 잎의 탈색으로 인한 품질 저하, 짧은 녹색 기간, 거친 엽 조직의 특성 및 잔디 피해 후 완만한 회복 속도 등의 특성으로 인해 고품질이 요구되는 곳에는 적합하지 않기 때문이다. 이러한 관점에서 고품질이 요구되는 곳에는 한지형 잔디의 사용이 필요하며, 또한 전 세계적으로 수준 높은 골프장 및 경기장에는 품질이 우수한 한지형 잔디가 많이 이용되고 있다(김경남 등, 1998b; 2002년월드컵축구대회조직위원회, 1999).

한지형 잔디는 생육적온이 15~24°C로 국내 기후 조건에서 봄과 가을 서늘할 때 최적의 생장을 하는 초종이다(김경남 등 1998a; Beard, 1973). 들잔디에 비해 연중 녹색 기간이 3~4

개월 정도 길고, 잔디사용 기간도 그만큼 더 오래 사용할 수 있는 장점이 있다. 또한 시각적 잔디 품질이 우수하고, 골프장 및 경기장 조성 시 종자 파종으로 인해 마지막 조형 작업 후 잔디 면의 평탄성이 대단히 우수하게 나타나고 잔디 엽 조직이 부드러운 장점을 지니고 있다(문석기 등, 1998; 심상렬, 1996). 하지만, 일반적으로 난지형 잔디에 비해 내서성 및 내건성이 약해 여름 고온 및 과습기에 생육이 저하되고 초종에 따라서는 하고 현상에 의한 피해가 나타나는 단점도 있다.

잔디 품질은 동일 기후대 지역일지라도 초종, 지반 및 관리수준의 세 요소에 따라 상당히 달라질 수 있다(Beard, 1973; Turgeon, 1996). 미국 및 유럽 등 선진국에서는 사용목적, 용도, 기대수준 및 기후조건 등에 따라 식재 할 잔디종류, 지반 및 관리 수준 선택이 달라진다. 국내 기후조건과 비슷한 한대와 난대 기후대 사이에 있는 지역(transition zone)에서 월드컵 경기장과 같은 고품질이 요구되는 곳에는 투수성이 양호한 USGA 개념의 모래 지반에 켄터키블루그라스(Kentucky bluegrass, *Poa pratensis* L.) 또는 하이브리드 버뮤다그라스(hybrid bermudagrass, *Cynodon dactylon* [L.] Pers. x *C. transvaalensis* Burt-Davy)로 조성하여 집약적인 잔디관리를

한다. 반면, 일반 학교 운동장과 같이 품질이 떨어지는 곳에는 관리집약도가 낮기 때문에 보수성과 보비력이 확보될 수 있는 양토 위주의 지반에 툴레스큐(*tall fescue*, *Festuca arundinacea* Schreb.)나 일반 버뮤다그라스(*common bermudagrass*, *C. dactylon* [L.] Pers.) 등을 주로 사용한다(김경남 등, 1998b; Hanson 등, 1969; Harper II, 1969).

우리나라는 난대 및 한대 기후대 사이에 속하기 때문에 국내 대부분의 지역은 난지형 및 한지형 잔디 생장이 모두 가능하다. 한지형 잔디는 품질은 우수하지만 여름 고온기에 약한 특성으로 인해 사용목적, 용도 및 기대수준에 알맞은 지반구조와 사후 관리를 고려해서 적합한 종류를 선정하는 것이 필요하다. 하지만, 그동안 국내 대부분의 한지형 초종 도입의 경우 잔디, 지반 및 관리 3 요소를 종합적으로 고려하지 않고 부분별하게 실무 적용으로 인해 실패한 경우가 종종 있었다(김경남, 1998a; 이진우, 1997). 따라서 국내에서 한지형 잔디의 사용 현황은 일부 골프장 및 최근 2002년 월드컵 축구대회 전후로 조성된 경기장을 제외하고는 대부분 경험이 일천한 편이다. 또한, 선진국에 비해 이에 대한 연구도 부족한 실정 이므로 한지형 잔디에 대한 체계적인 연구는 지속적으로 필요하다.

국내에서 한지형 잔디에 관한 연구 및 발표는 최근 활발해지고 있다(김경남과 남상용, 2003; 김경남 등, 1998a, b, 2003; 김경남과 박원규, 2003; 김경남과 심상렬, 2003; 심상렬 등, 2000; 심상렬과 정대영, 2002a, b; 이재필 등, 2001; 2002년월드컵축구대회조직위원회, 2000a, b; 이혜정 등, 2001; 한국체육과학연구원, 1998; Kim과 Nam, 2001). 하지만, 모래 지반에서 한지형 잔디의 특성 비교를 체계적으로 수행한 연구결과는 아주 적은 편이다(김경남 등, 1998a, 2003; 김경남과 박원

규, 2003; 김경남과 심상렬, 2003; 심상렬 등, 2000; 심상렬과 정대영, 2002a, b; 이재필 등, 2001; 2002년월드컵축구대회조직위원회, 2000a; Kim과 Nam, 2001).

본 연구는 국내에서 사용되고 있는 대표적 한지형 잔디인 켈터키블루그라스, 퍼레니얼라이그라스, 툴레스큐 및 이들 혼합구를 모래 지반에 재배 시 멧장의 피복도, 균일도, 근계 형성력 및 잔디품질을 파악하고자 실시하였다.

재료 및 방법

공시재료

멧장 시험용 잔디는 국내에서 대표적으로 사용하고 있는 한지형 잔디를 이용하였다. 공시재료는 *Poa* 속의 켈터키블루그라스 3 품종('Award', 'Challenger', 'Midnight'), *Lolium* 속의 퍼레니얼라이그라스(perennial ryegrass, *Lolium perenne* L.) 3 품종('Accent', 'Manhattan III', 'Palmer II'), 그리고 *Festuca* 속의 툴레스큐 3 품종('Apache II', 'Rebel Jr. III', 'Tomahawk')이었으며, 공시재료의 초종, 품종 및 생산지는 Table 1에 제시되어 있다.

식재층 상토

멧장의 피복도, 균일도 및 근계 형성력 비교 시험은 모래 100%로 조성된 상토에 한지형 잔디를 파종 후 수행하였다. 멧장 생산을 위한 파종상은 비닐 하우스 안 1,000m² 면적을 확보해서 조성하였는데 파종상 준비, 식재층 스펙 및 파종전후 식재 과정은 김경남과 박원규 등(2003)이 발표한 방법과 동일하였다. 상토 재료로 사용한 모래는 고품질의 경기장 및 골프장에 이용되고 있는 USGA 지반에 사용 가능한 규격에 준하는 모래였다. Table 2의 모래 입도 분석 결과, 사용한 골재의 입도는

Table 1. Genus, common name, scientific name, variety and source of turfgrass entries used in the study

Genus	Common name	Scientific name	Variety	Source
<i>Poa</i> L.	Kentucky bluegrass	<i>Poa pratensis</i> L.	Award	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
			Challenger	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
			Midnight	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
<i>Lolium</i> L.	Perennial ryegrass	<i>Lolium perenne</i> L.	Accent	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
			Manhattan III	Gustafson, Inc., Plano, TX, USA
			Palmer II	Gustafson, Inc., Plano, TX, USA
<i>Festuca</i> L.	Tall fescue	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Apache II	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
			Rebel Jr. III	Lofts Seed, Inc., Bound Brook, NJ, USA
			Tomahawk	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA

0.25~1.0mm 사이의 중사 및 조사가 64%, 세사가 11.2%, 극세사(very coarse sand)가 4.9%로 극조사를 제외한 대부분의 입경 분포가 USGA 지반 기준에 준하는 모래였다(Snow, 1993).

공시 처리구 및 파종량

공시 처리구는 전체 6종류로 처리구별 초종 및 파종량은 Table 3과 같다. 처리구1은 켄터키블루그라스 100%, 처리구2는 퍼레니얼라이그라스 100%, 처리구3은 켄터키블루그라스와 퍼레니얼라이그라스를 40 : 60 으로 혼합한 잔디(Mixture I), 처리구4는 톨웨스큐 100%, 처리구5는 켄터키블루그라스, 퍼레니얼라이그라스와 톨웨스큐를 25 : 25 : 50 으로 혼합한 잔디(Mixture II), 그리고 처리구6은 켄터키블루그라스와 퍼레니얼라이그라스를 30 : 70으로 혼합한 잔디(Mixture III)였다. 혼합구 I, II, III에서 사용한 혼합비는 파종량에 대한 기준이었다.

단일 초종 처리구의 파종량은 처리구1의 켄터키블루그라스는 12g/m², 처리구2의 퍼레니얼라이그라스는 35g/m², 처리구4의 톨웨스큐는 40g/m² 이었다. 혼합구의 파종량은 혼합구 I(처리구3)과 혼합구III(처리구6)은 20g/m² 이었으며, 혼합구II(처리구5)는 25g/m² 이었다. 혼합구I에서는 켄터키블루그라스 8g/m²과 퍼레니얼라이그라스 12g/m²을 혼합하였다. 혼합구II에서는 켄터키블루그라스 6.25g/m², 퍼레니얼라이그라스 6.25g/m²과 톨웨스큐 12.5g/m²을 혼합하였다. 혼합구III에서는 켄터키블루그라스 6g/m²과 퍼레니얼라이그라스 14g/m²을 혼합하였다.

땃장 생산 시 잔디관리

상토상 준비 후 1998년 10월 초순 파종부터 1999년 5월 초순 수확까지 약 7개월 동안 잔디 관리는 Table 4와 같다. 관수는 수분요구정도에 따라 생육기간 중 1~7회/주, 관수량

Table 2. Particle size distribution of rootzone sand in the study

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 Standard	≤3%	≤7%	≥60%		≤20%	≤5%	≤5%	≤3%
Rootzone sand	0	18.7	39.7	24.3	11.2	4.9	0.9	0.03

Table 3. Turfgrasses, varieties, and seeding rate in the study

Treatment No.	Turfgrass	Seeding rate (g/m ²)		
		By variety		By treatment
1	Kentucky bluegrass (KB)	'Award'	6	12
		'Challenger'	2	
		'Midnight'	4	
2	Perennial ryegrass (PR)	'Accent'	10	35
		'Manhattan III'	15	
		'Palmer II'	10	
3	40 KB + 60 PR (Mixture I)	KB: 'Award'	4	20 (KB 8 + PR 12)
		'Midnight'	4	
		PR: 'Accent'	6	
		'Manhattan III'	6	
4	Tall fescue (TF)	'Apache II'	10	40
		'Rebel Jr. III'	20	
		'Tomahawk'	10	
5	25 KB + 25 PR + 50 TF (Mixture II)	KB: 'Award'	3.125	25 (KB 6.25 + PR 6.25 + TF 12.5)
		'Midnight'	3.125	
		PR: 'Accent'	6.25	
		TF: 'Tomahawk'	12.5	
6	30 KB + 70 PR (Mixture III)	KB: 'Award'	3	20 (KB 6 + PR 14)
		'Midnight'	3	
		PR: 'Accent'	7	
		'Manhattan III'	7	

은 2~6mm/1회 기준으로 실시하였다. 관수는 12월에는 온도 저하 및 증산량 감소로 평균 미스트 시스템을 이용하였는데 파종 초기 비 2~3회/주 정도 관수하였으며 1월~2월에는 날 제거 후부터 11월 하순까지는 맑은 날씨 건조 피해가 예상 될 때만 관수를 실시하였 기준으로 평균 5~7회/주 정도 실시하였고, 다. 하지만, 이른 봄 생육이 시작되는 3월부

Table 4. Cultural practices applied for sod production of 6 cool-season grasses grown in sand soil from seeding in October 1998 to sod harvest in May 1999 during the study

Cultural practice	Items	Description
Irrigation	Frequency	1~7 times weekly
	Amount	2~6 mm each time
Mowing	Height	20~50 mm
	Frequency	17
	MAF ^z	2.42
Fertilization	Source	8-20-7, 14-10-12, 21-0-0, 21-17-17
	Frequency	8
	Amount	14.0 g N / m ²
	MAF ^z	1.14
Fungicide	Kinds	Propamocarb hydrochloride, Tebuconazol Hexaconazol, Polyoxin D, Metalaxyl+Mancozeb
	Frequency	11
	MAF ^z	1.57

^zMAF means monthly average frequency.

터 5월 초순 수확까지는 생장속도 및 증발산량 증가로 인해 평균 3~5회/주 정도 실시하였다.

예초는 지표면이 잔디로 완전히 피복된 후 생장속도에 따라 예고 20~50mm 사이에서 실시하였다. 첫 번째 예초는 초중에 따라 차이가 있었는데 발아속도가 빨라 신초가 일찍 나온 퍼레니얼라이그라스와 툴헤스큐는 파종 후 2주째 실시하였고, 초기 발아 속도가 느린 켄터키블루그라스는 파종 후 4주째 실시하였다. 혼합구의 첫 예초는 이들의 중간인 파종 후 3주째 실시하였다. 예초 회수는 생장기에 1~2회/주 정도, 월평균 2.42회로 전체 17회 실시하였다.

시비는 8-20-7, 14-10-12, 21-0-0 및 21-17-17 등의 비료를 이용하여 7개월 동안 월 평균 1.14회, 전체 8회 실시하였다. 총 시비량은 순수 질소성분 기준으로 14g N/m²을 적용하였는데, 첫 번째 시비는 파종 후 2주 지난 시점에 8-20-7 복비를 25g/m² 정도, 즉, 순수 질소 성분량으로 2.0g N/m²을 살포하였다. 이후 연말까지 소량 다회 개념으로 14-10-12 초지 관리용 복비를 순수 질소 성분량 기준으로 1.4g N/m²을 2~3주 간격으로 살포하였다.

병 방제는 7개월 동안 파모 액제(프리엔), 터부코나졸 유제(호리쿠어), 헥사코나졸 액상수화제, 포리옥신디 수화제(영일바이오), 메타실엠 수화제(리도밀엠지) 등 여러 종류의 살균제를 월 평균 1.57회, 즉, 전체 11회를 예방 목적으로 살포하였다.

뗏장 생육 조사

뗏장 피복도는 포장시험에서 가장 많이 사용하고 있는 시각적 평가 방법(visual rating system)을 이용하여 뗏장 생장 초기 및 후기 2회에 걸쳐 조사하였다(Skogley와 Sawyer, 1992). 시각적 평가 방법에 의한 가시적 피복

도 평가 시 점수는 잔디 발아 직전 피복이 전혀 되지 않은 나지 상태를 1점, 피복이 가장 양호한 고밀도 상태를 9점으로 하여 1~9점 사이에서 피복도(visual turf cover, 1-9; 1=poor, 9=best cover)를 평가하였다.

뗏장 균일도 평가도 피복도와 마찬가지로 시각적 평가방법을 이용하였다. 본 연구에서는 색상, 질감, 밀도 및 생육 습성 등을 종합적으로 고려해서 가장 나쁜 상태를 1점, 가장 균일한 상태를 9점으로 하여 1~9점 사이에서 균일도 평가(visual turf uniformity, 1-9; 1=poor, 9=best uniformity)를 조사하였다.

잔디 뗏장의 근계 형성력은 1999년 5월 수확 시 뿌리 길이 및 근계 발달 등 지하부의 뿌리 상태를 종합적으로 고려하여 뿌리 발육이 가장 저조한 상태를 1점, 가장 양호한 상태를 9점으로 하여 1~9점 사이에서 근계 형성력(visual sod rooting, 1-9; 1=poor, 9=best rooting)을 평가하였다. 또한 뗏장의 근계 형성력 조사시 지상부 생장상태와 관계가 있는 엽색, 밀도, 질감 및 균일도 등의 상태를 고려하여 잔디품질을 평가하였다. 이 때 가장 나쁜 상태를 1점, 가장 좋은 상태를 9점으로 하여 1~9점 사이에서 잔디 품질(visual turf quality, 1-9; 1=poor, 9=best quality)을 평가하였다.

결과 및 고찰

뗏장 피복도

뗏장 생성 속도는 파종 후 시간 및 생장 온도에 따라 상당히 다르게 나타났다. 첫 예초부터 11월 하순까지 생장은 계속 증가하였지만, 온도가 낮아지는 12월 들어 신초 발생이 급격하게 감소하기 시작하면서 12월 중순부터 3월 중순까지 3개월 간은 동기간 저온으로 인해 뗏장 형성이 거의 진행되지 않았다. 이른

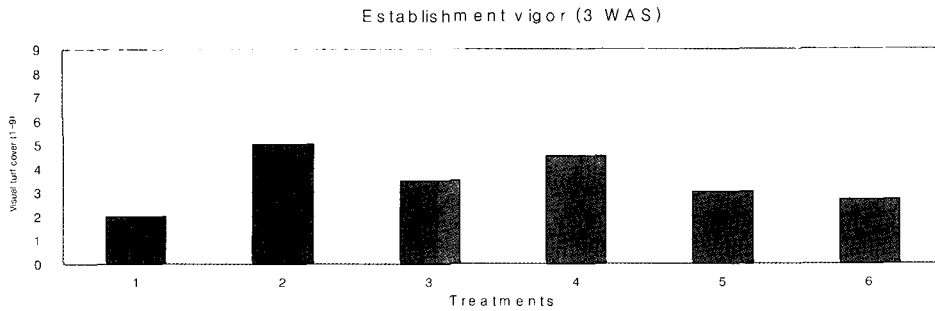


Fig. 1. Visual turf cover of 6 cool-season grasses grown in sand soil in 3 weeks after seeding(WAS). Treatments as described in Table 3 are 1=KB, 2=PR, 3=Mixture I (40 KB + 60 PR), 4=TF, 5=Mixture II (25 KB + 25 PR + 50 TF), and 6=Mixture III (30 KB + 70 PR). Visual turf cover was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poor and 9=best cover.

봄 생장은 첫 번째 예초를 실시한 3월 하순부터 4월 중순까지 완만하게 증가하였지만, 이후 5월 초순 수확할 때까지 신초 발생 속도가 빨라 생장은 급격하게 증가하였다.

파종부터 수확까지 일련의 뗏장 형성과정에서 피복도는 초종에 따라 다양하게 나타났다. 초기 피복도는 초종별 발아 속도의 영향을 크게 받아 파종 후 6주까지는 페레니얼라이그라스의 피복도가 가장 양호하였고, 툴레스큐는 중간정도, 그리고 켈터키블루그라스의 피복도는 가장 저조하였다. 파종 후 3주째 조사한 피복도 점수를 보면 페레니얼라이그라스의 경우 5.0으로 가장 높았고, 켈터키블루그라스는 2.0으로 가장 낮았다(Fig. 1, Fig. 2). 툴레스큐의 피복도는 4.5로 페레니얼라이그라스 보다는 떨어졌지만, 켈터키블루그라스나 다른 혼합구에 비해 양호하였다. 켈터키블루그라스, 툴레스큐 및 페레니얼라이그라스를 혼합한 혼합구 I, II, III은 초종의 혼합정도에 따라 약간의 피복도 차이가 있었지만, 대부분 툴레스큐와 켈터키블루그라스 사이로 나타났다.

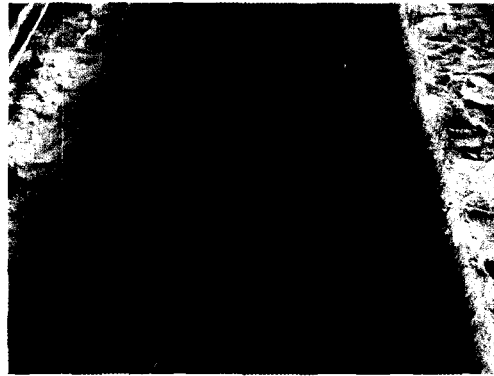
이러한 초종별 피복도 차이는 이들 초종의 발아세 및 발아속도 차이 때문이라 사료되었다. 한지형 잔디중에서 페레니얼라이그라스는

발아속도가 가장 빠른 반면, 켈터키블루그라스는 가장 느린 것으로 알려지고 있다(Turgeon, 1996). 김경남과 남상용(2003)은 국내에서 사용되고 있는 대표적 한지형 잔디의 발아특성을 조사한 연구에서 페레니얼라이그라스의 발아속도는 7~10일로 가장 빨랐고, 툴레스큐는 켈터키블루그라스와 페레니얼라이그라스의 중간인 10~14일 정도, 그리고 켈터키블루그라스의 발아 속도는 14~21일로 가장 느리다고 보고하였다.

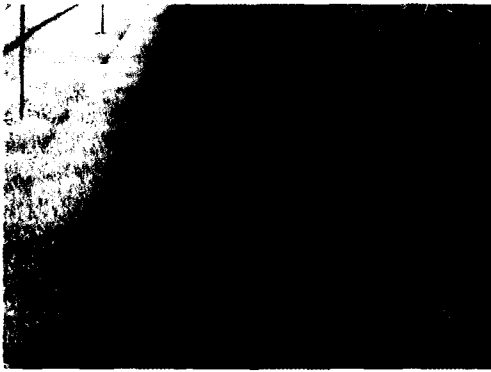
하지만, 7주정도 지나서 초종간 피복도 경향은 발아속도 차이보다는 생육형(growth habit)의 영향을 더 받았다. 파종 7주째 가지적 방법으로 조사한 피복도는 특히 켈터키블루그라스의 피복도 향상이 두드러지게 나타났다. 이 때 켈터키블루그라스의 피복도 점수는 페레니얼라이그라스와 같은 8.0으로 가장 좋았으며, 툴레스큐는 6.0으로 켈터키블루그라스나 페레니얼라이그라스에 비해 다소 낮았다(Fig. 3). 그밖에 혼합구 I, II, III의 피복도는 초기 피복도 경향과 비슷하였다. 여기서 한지형 잔디 중 초기 발아가 느린 켈터키블루그라스의 피복도가 페레니얼라이그라스 수준으로 높아지게 된 것은 발아속도는 느렸지만 파종



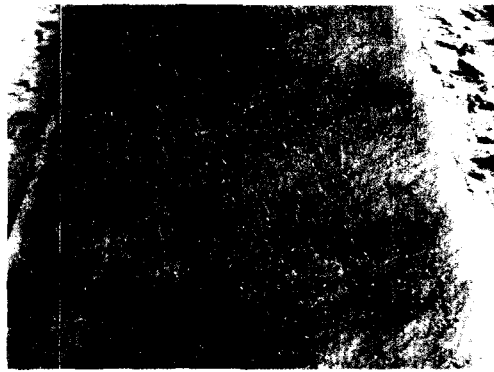
1. **KB:** lowest cover
(slow establishment vigor)



4. **TF:** medium to high cover
(intermediate establishment vigor)



2. **PR:** highest cover
(fast establishment vigor)



5. **Mixture II:** low to medium cover
(25 KB + 25 PR + 50 TF)



3. **Mixture I:** medium cover
(40 KB + 60 PR)



6. **Mixture III:** low to medium cover
(30 KB + 70 PR)

Fig. 2. Turf cover differences among 6 cool-season grasses grown in sand soil at early stage of growth.

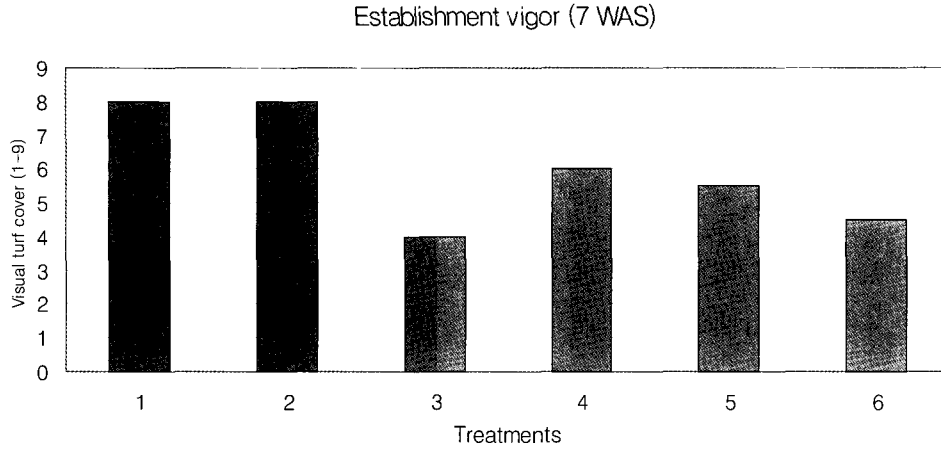


Fig. 3. Visual turf cover of 6 cool-season grasses grown in sand soil in 7 weeks after seeding(WAS). Treatments as described in Table 3 are 1=KB, 2=PR, 3=Mixture I (40 KB + 60 PR), 4=TF, 5=Mixture II (25 KB + 25 PR + 50 TF), and 6=Mixture III (30 KB + 70 PR). Visual turf cover was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poor and 9=best cover.

4주 후 발아가 90% 이상 완료 된 후(김경남과 남상용, 2003) 성장속도가 빠르게 진행되었기 때문이라 사료되었다. 왜냐하면, 켄터키블루그라스는 생육형이 지하경형(rhizomatous-type, R-type)으로 생장이 직립경 뿐만 아니라 지하경으로도 번식이 가능하므로 일단 발아가 되면 다른 초종에 비해 성장속도가 빨라져 잔디면 피복이 빠르게 진행되기 때문이다.

초기 피복도가 가장 좋았던 퍼레니얼라이그라스가 후기에 들어 다소 떨어지는 이유는 발아 속도는 빨랐지만 개체 줄기조직이 약해서 병 등 스트레스에 쉽게 약해지는 특성 때문이다(Table 5). 본 연구에서도 퍼레니얼라이그라스는 파종 4~5주 쯤 저온성 브라운 패취병에 걸려 지상부 엽조직에 피해를 받아 밀도가 다소 떨어졌다. 그리고 톨웨스큐의 경우 저온에 약한 특성으로 인해 생육이 저조해지면서 피복도가 떨어졌다. 즉, 12월 초순 들어 온도 저하와 함께 성장속도가 급격히 떨어지면서 잔디밀도가 감소함으로 나타난 현상으로 사료되

었다. 이는 동절기 한지형 잔디 생육 비교 연구에서 톨웨스큐의 색상이 켄터키블루그라스나 퍼레니얼라이그라스에 비해 현저히 떨어진다고 보고한 Youngner (1962)의 결과와도 일치하는 것이었다.

뗏장 균일도

한지형 잔디의 뗏장 생성시 잔디면의 균일도 상태도 초종에 따라 다르게 나타났는데, 균일도 경향은 피복도 경향과는 다르게 나타났다. 일반적으로 여러 종류의 초종을 혼합한 처리구(mixture)의 균일도 보다는 켄터키블루그라스, 퍼레니얼라이그라스 및 톨웨스큐 단일 초종의 균일도가 훨씬 더 우수하였다. 단일 초종 처리구에서 균일도가 가장 우수한 초종은 시각적인 균일도 점수가 6.5인 켄터키블루그라스였다(Fig. 4). 켄터키블루그라스는 생육형이 R-type으로 지하경 포복으로 낮게 자라는 습성 및 질감이 고운 세엽 특성(fine-textured)으로 균일도가 대단히 좋았다(Table 5). 퍼레니

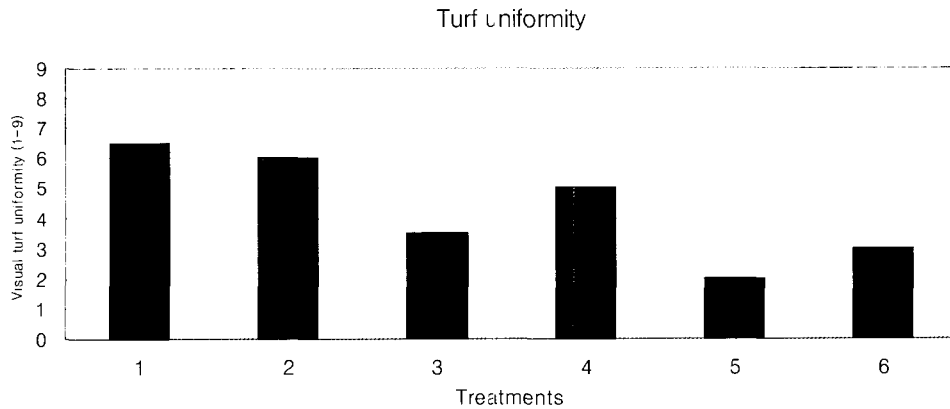


Fig. 4. Visual turf uniformity of 6 cool-season grasses grown in sand soil on November 5, 1998. Treatments as described in Table 3 are 1=KB, 2=PR, 3=Mixture I (40 KB + 60 PR), 4=TF, 5=Mixture II (25 KB + 25 PR + 50 TF), and 6=Mixture III (30 KB + 70 PR). Visual turf uniformity was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poor and 9=best uniformity.

얼라이그라스는 균일도가 6.0으로 켄터키블루그라스 다음이었다(Fig. 4). 이는 퍼레니얼라이그라스의 생육형이 주형(bunch-type, B-type)으로 생장이 주로 직립경으로 자라기 때문에 줄기간의 초장 차이가 크게 나타나서 피복도는 켄터키블루그라스보다 우수하였지만 균일도는 다소 떨어졌다(Table 5). 톨웨스큐의 균일도 점수는 5.0으로 세 종류 단일 처리구중 가장 낮았다(Fig. 4). 톨웨스큐의 균일도가 낮은 주된 이유는 생육형이 B-type으로 직립경으로 번식하고, 또한 질감이 거칠은 광엽 특성(coarse-textured)과 함께 신초가 나올 때 엽신의 전개 각도가 넓은 편이어서 잔디면이 북더기 모양(clumpy appearance)으로 조성되기 때문에 켄터키블루그라스나 퍼레니얼라이그라스에 비해 균일도가 떨어지는 것으로 사료되었다(Table 5).

혼합구의 균일도는 켄터키블루그라스, 퍼레니얼라이그라스 및 톨웨스큐 초종의 혼합 정도에 따라 그 차이가 심하게 나타났다. 혼합구 I, II, III의 시각적인 균일도는 각각 3.5, 2.0

및 3.0으로 단일 초종의 균일도 보다 훨씬 낮았다(Fig. 4). 이는 색상, 밀도, 질감 및 생육형 등의 특성이 서로 다른 여러 종류의 잔디가 혼합됨에 따라 나타난 결과이다. 특히 혼합구 II는 2.0으로 가장 낮았는데 이는 켄터키블루그라스 25%, 퍼레니얼라이그라스 25% 및 톨웨스큐 50%의 세 종류가 혼합되었기 때문에 켄터키블루그라스나 퍼레니얼라이그라스 두 종류 혼합으로 이루어진 혼합구 I, III 보다는 균일도가 더욱 불량하게 나타난 것으로 판단되었다. 즉, 양호한 잔디 품질을 기대 시 여러 초종의 잔디를 혼합하여 파종하는 것보다는 단일 초종을 사용하는 것이 더 바람직하다고 하다. 여러 종류의 초종을 혼합하는 방법(mixture)은 다양한 환경조건에서 잔디 적응성을 향상시키는 장점은 있지만, 대신 잔디 품질은 떨어지기 때문에 일반적으로 저관리 지역(low-maintenance)에 더 적합하다(Shurtleff 등, 1987). 따라서 여러 종류의 잔디를 혼합할 경우에 균일한 잔디 품질을 기대한다면 여러 초종을 혼합하는 방법보다는 동일 초종의 여

Table 5. Observational description of treatment effects on number of leaf emergence, plant height and other characteristics during the study.

Treatment ^z	Number of leaves emerged in 3 WAS ^y	Growth habit ^x		Plant height	Other characteristics
1. KB	2~3	R-type	short		very uniform smooth surface fine-textured and high density good mowing quality
2. PR	3~4	B-type	tall but lush growth		uniform variable in plant height light green vulnerable or weak poor mowing quality
3. Mixture I	KB: 1~2 PR: 2~3	R-type B-type	KB: short PR: tall but lush growth		very variegated appearance
4. TF	2~3	B-type	medium		clumpy appearance coarse-textured dark green healthy
5. Mixture II	KB: 1~2 PR: 2~3 TF: 2~3	R-type B-type B-type	KB: short PR: tall TF: long		less uniform wave appearance poor mowing quality
6. Mixture III	KB: 1 ~ 2 PR: 2 ~ 3	R-type B-type	KB: short PR: tall		variegated appearance

^zKB, PR and TF represent Kentucky bluegrass, perennial ryegrass, and tall fescue, respectively.

^yWAS means weeks after seeding.

^xR- and B-types represent growth habit of rhizomoutous- and bunch-types, respectively.

러 품종을 혼합(blend)하여 사용하는 것이 더 적절하다.

또한, 혼합구는 초종 혼합 정도에 따라 단일 초종 처리구에 비해 엽 출현 경향이 강하게 일어나는 것으로 관찰되었다. 엽 출현 속도는 잔디의 생장 및 발육에 영향을 끼치는 중요한 특성이다(Davies와 Thomas, 1983; Neuteboom과 Lantinga, 1989). 파종 후 3주 째 엽 발생 상태를 보면 켄터키블루그라스 단일 종류로만 식재한 처리구의 엽수는 2~3엽 인데 비해 혼합구 I, II, III에서 켄터키블루그라스의 발생 엽수는 1~2엽으로 혼합구의 신초 발생속도가 1엽 정도, 즉, 30~40% 정도 적게 나타났다 (Table 5). 퍼레니얼라이그라스의 경우 혼합구 I, II, III에서 발생엽수는 2~3엽이지만, 퍼레니얼라이그라스 100% 단일종류로 식재된

처리구의 발생엽수는 3~4엽으로 역시 혼합구의 신초 발생속도가 1엽 정도, 즉, 20~30% 정도 적었다. 이러한 결과는 여러 종류의 잔디가 혼합 식재된 혼합구에서 잔디 생육 시 이들 초종간 수분 및 양분 경합이 나타나기 때문에 일어난 것으로 판단되었다. 즉, 뗏장 재배시 여러 종류의 초종을 천편일률적으로 혼합하여 파종하는 것보다는 컨셉에 따라 적절하게 초종을 선택해서 사용하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

뗏장의 근계 형성력

잔디 뗏장 수확 시 조사한 뗏장의 근계 형성력은 초종간 차이가 뚜렷하였다. 전체 6개 처리구중 퍼레니얼라이그라스의 경우 시각적 평가점수가 9.0로 근계 형성력이 가장 양호하였

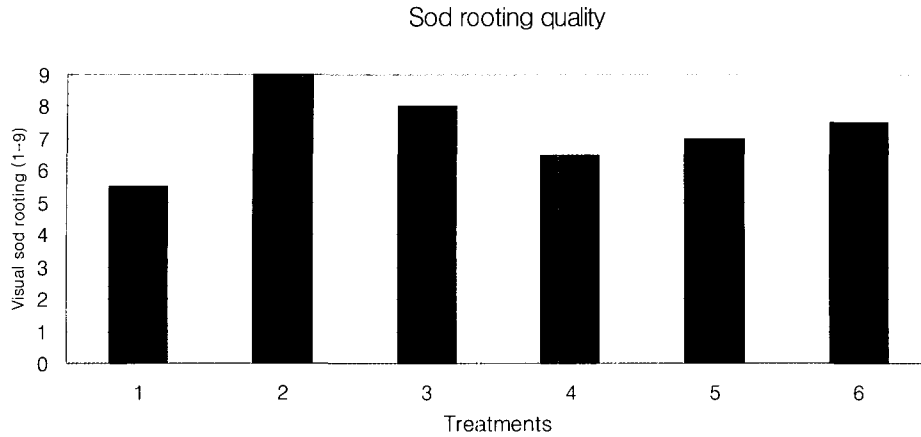


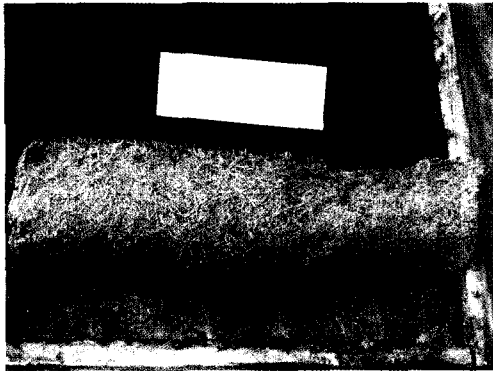
Fig. 5. Differences in visual sod rooting of 6 cool-season grasses grown in sand soil at the time of harvest. Treatments as described in Table 3 are 1=KB, 2=PR, 3=Mixture I (40 KB + 60 PR), 4=TF, 5=Mixture II (25 KB + 25 PR + 50 TF), and 6=Mixture III (30 KB + 70 PR). Visual sod rooting was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poor and 9=best sod rooting.

고, 켄터키블루그라스는 5.5로 가장 저조하였다(Fig. 5, Fig. 6). 톨웨스큐의 근계 형성력은 6.5로 켄터키블루그라스와 퍼레니얼라이그라스의 중간 정도로 나타났다. 이 밖에 혼합구 뗏장의 근계 형성력은 초종의 혼합 비율, 특히 퍼레니얼라이그라스의 혼합정도에 따라 차이가 달라졌다. 켄터키블루그라스와 퍼레니얼라이그라스 2 종류 잔디를 혼합하여 조성한 혼합구 I, III은 뗏장의 근계 형성력 평가 점수가 각각 8.0 및 7.5로 퍼레니얼라이그라스보다는 못하였지만, 켄터키블루그라스 및 톨웨스큐 보다는 양호하였다. 그리고 켄터키블루그라스, 퍼레니얼라이그라스 및 톨웨스큐 3종류 잔디를 혼합하여 파종한 혼합구 II는 시각적 평가 점수가 7.0으로 혼합구 I, III 보다는 못하였다. 이는 혼합구 초종의 특성차이 때문인데 혼합구 I, III의 경우 근계 형성력이 우수한 퍼레니얼라이그라스 혼합율이 60% 이상이었고, 혼합구 II는 켄터키블루그라스 25%, 퍼레니얼라이그라스 25% 및 톨웨스큐 50%씩 혼합하

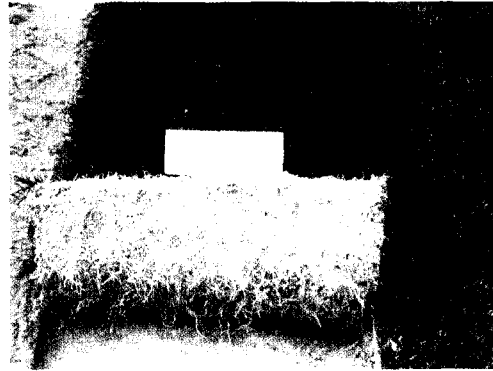
여 파종되었기 때문에 근계 형성력이 우수한 퍼레니얼라이그라스 혼합비율이 25%로 상대적으로 적었기 때문이다.

뗏장의 잔디품질

뗏장 생산 시 지하부의 근계 형성력과는 달리 지상부의 잔디품질도 고려해야 할 중요한 요소이다. 본 연구에서 뗏장 수확 직전 염색, 밀도, 균일도 및 평탄성 등을 종합적으로 고려해서 평가한 초종별 잔디 품질은 근계 형성력 경향과 다르게 나타났다. 잔디품질은 전반적으로 단일 초종구의 품질이 혼합구에 비해 양호하였는데 단일 처리구중 가장 우수한 초종은 시각적 평가점수가 8.5인 켄터키블루그라스였다(Fig. 7, Fig. 8). 톨웨스큐는 8.0으로 켄터키블루그라스 다음으로 양호하였고, 가장 저조한 초종은 시각적 평가 점수가 7.5인 퍼레니얼라이그라스이었다. 켄터키블루그라스의 잔디 품질이 양호하였던 것은 잔디 면이 균일하고 밀도가 높고, 또한 예초 후 품질이 우수하기



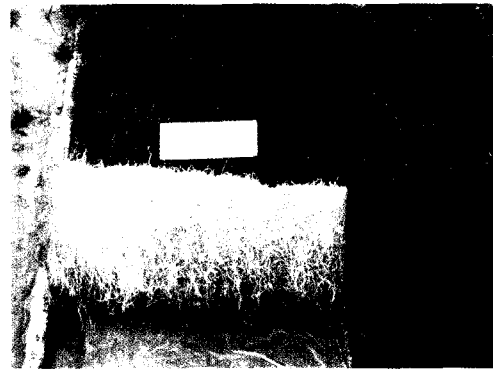
1. KB: lowest rooting (5.5)



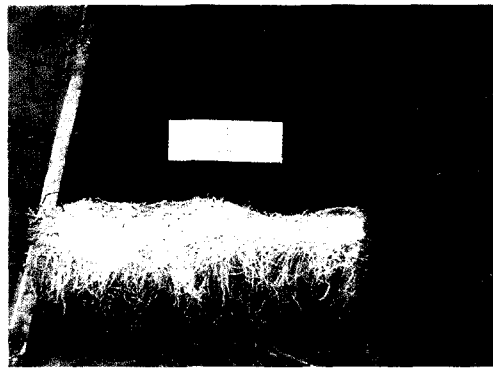
4. TF: low to medium rooting (6.5)



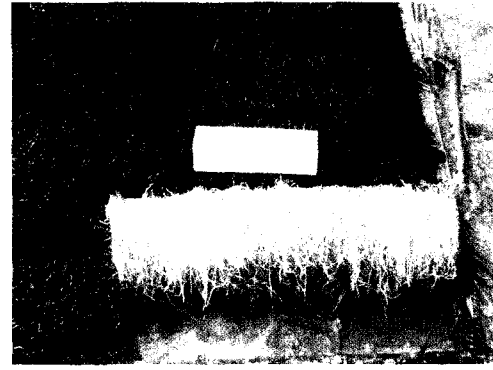
2. PR: highest rooting (9.0)



5. Mixture II: medium rooting (7.0)
(25 KB + 25 PR + 50 TF)

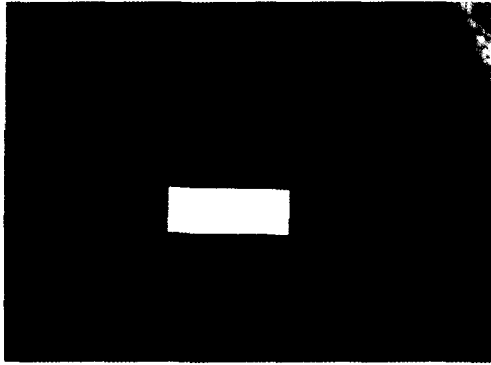


3. Mixture I: high rooting (8.0)
(40 KB + 60 PR)

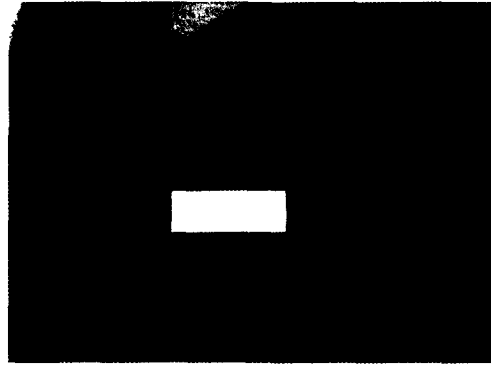


6. Mixture III: medium to high rooting (7.5)
(30 KB + 70 PR)

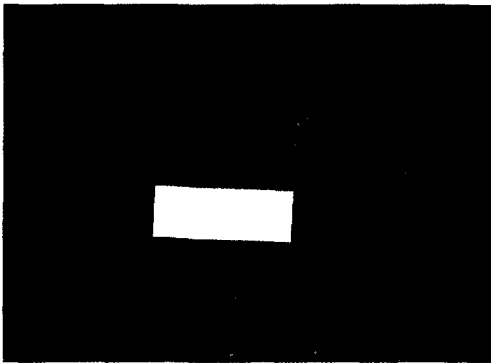
Fig. 6. Sod rooting differences among 6 cool-season grasses grown in sand soil. Numbers in parenthesis indicate visual sod rooting at the time of harvest which was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poor and 9=best sod rooting.



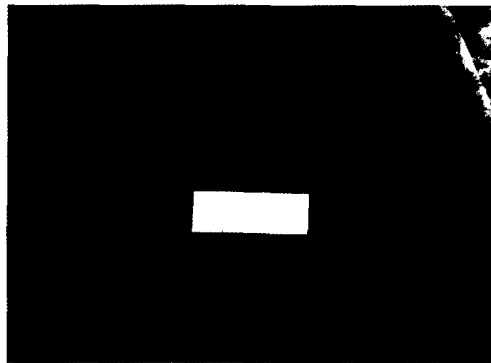
1. **KB:** highest quality
with R-type growth, fine texture
and good mowing quality



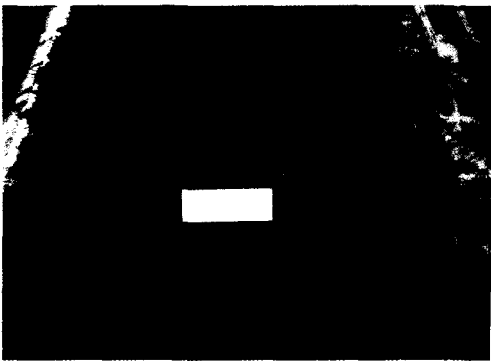
4. **TF:** medium to high quality
with B-type growth, coarse
texture and clumpy appearance



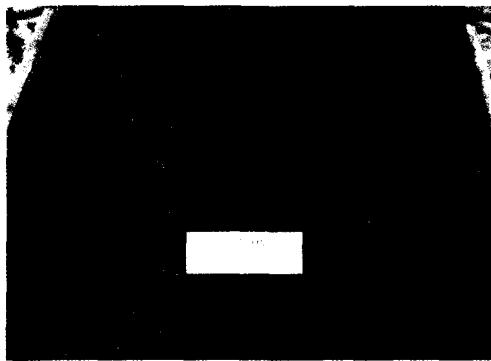
2. **PR:** medium quality
with B-type growth, tall and vulnerable in
leaf tissue, poor mowing quality



5. **Mixture II (25 KB + 25 PR + 50 TF):**
lowest quality with wave appearance



3. **Mixture I (40 KB + 60 PR):**
low to medium quality



6. **Mixture III (30 KB + 70 PR):**
low to medium quality

Fig. 7. Turf quality differences among 6 cool-season grasses grown in sand soil at the time of harvest.

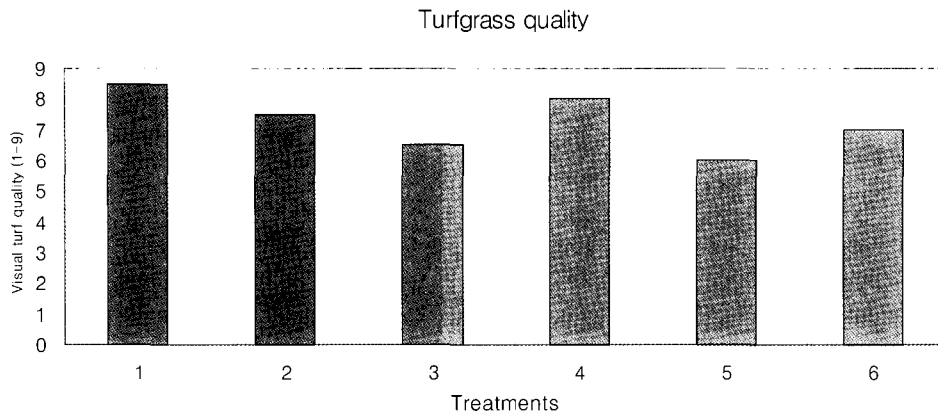


Fig. 8. Differences in visual turf quality of 6 cool-season grasses grown in sand soil at the time of harvest. Treatments as described in Table 3 are 1=KB, 2=PR, 3=Mixture I (40 KB + 60 PR), 4=TF, 5=Mixture II (25 KB + 25 PR + 50 TF), and 6=Mixture III (30 KB + 70 PR). Visual turf quality was evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poor and 9=best quality.

때문이었다(Table 5). 이에 반해 페레니얼라이그라스는 초장이 길어 잔디면이 누운 상태로 나타나기 쉬워 균일도가 떨어졌고, 또한 예초 후 품질이 켈터키블루그라스나 톨웬스큐에 비해 떨어져 지상부의 품질은 다소 저조하였다. 혼합구 I, II, III의 품질은 6.0~7.0 사이로 단일구에 비해 떨어졌는데 특히 혼합구 II가 가장 낮았다. 이는 켈터키블루그라스, 페레니얼라이그라스 및 톨웬스큐 세 종류가 혼합됨으로 인해 색상 및 밀도의 균일도가 떨어졌고, 또한 예초 시 물결처럼 불균일하게 깎여(wave appearance, Fig. 7-5) 잔디면 상태가 불량하였기 때문이다.

본 연구를 통해 뗏장 생산 시 초기 피복도 및 뿌리 형성력은 페레니얼라이그라스 및 페레니얼라이그라스 위주의 혼합구가 가장 양호하였다. 또한 뗏장 생산 기간도 다른 초종에 비해 1~2개월 정도 빠르기 때문에(김경남과 박원규, 2003), 경기장 및 골프장 설계 시 현장 분석이나 장기적인 컨셉 검토 없이 페레니얼라이그라스 위주로 결정하여 시공하는 경우

가 많이 있다. 하지만, 골프장이나 경기장 건설 시 우수한 잔디 품질을 원할 경우 페레니얼라이그라스 보다는 켈터키블루그라스 위주의 혼합 파종이 훨씬 더 적절하다. 왜냐하면, 뗏장 생산 시 균일도 및 근계 형성력 뿐만 아니라 조성 후 품질, 뿌리생육 및 환경 적응성 등을 종합적으로 고려한 잔디 적응력은 켈터키블루그라스가 가장 우수 하기 때문이다. 김경남 등(2003)이 뗏장 식재 후 모래 지반에서 초종 별 적응력 차이를 비교한 연구에서 켈터키블루그라스의 적응력이 가장 양호하였고, 가장 불량한 초종은 페레니얼라이그라스, 그리고 혼합구의 적응력은 초종의 혼합정도에 따라 켈터키블루그라스와 페레니얼라이그라스 사이로 나타났다. 따라서, 골프장이나 경기장 설계 시 잔디 초종 선택은 기후, 지형, 인프라, 식생 지반, 장비, 관리 수준, 관리예산 및 기술 인력 등의 현장 분석(Hessayon, 1997) 및 조성 후 사용수준 및 운영방향 등의 장기적인 컨셉에 따라 결정하는 것이 바람직하다고 하겠다.

요 약

켄터키블루그라스, 페레니얼라이그라스, 툴웨스큐 및 한지형 혼합구의 뗏장실험 결과 파종 후 피복도, 균일도, 근계 형성력 및 잔디 품질의 차이가 나타났는데 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 초종간 피복도 경향은 초기에는 발아속도의 영향을 받았지만, 후기에는 생장습성의 영향을 더 크게 받았다. 파종 후 6주까지는 발아속도가 가장 빠른 페레니얼라이그라스의 피복도가 가장 양호하였고, 툴웨스큐는 중간 정도, 그리고 발아속도가 느린 켄터키블루그라스는 가장 저조하였다. 하지만, 파종 후 7주정도 지나서는 페레니얼라이그라스나 툴웨스큐에 비해 켄터키블루그라스의 피복도 향상이 가장 두드러지게 나타났다.
2. 조성 후기에 피복도 경향이 달라지게 된 것은 켄터키블루그라스의 경우 생육형이 R-type으로 발아 후 생장이 직립경과 지하경으로 둘 다 가능함으로 생장속도가 빨라지면서 잔디면 피복이 빠르게 되었기 때문이다. 반면, 초기 피복도가 양호한 페레니얼라이그라스는 연약한 줄기조직으로 인해 병에 쉽게 걸려 밀도가 떨어졌고, 툴웨스큐는 저온에 약한 특성으로 인해 생장속도가 저조해지면서 피복도가 떨어졌다.
3. 뗏장의 균일도가 가장 우수한 종류는 켄터키블루그라스였는데 이는 생육형이 R-type으로 지하경 포복으로 낮게 자라는 습성 및 질감이 고운 세엽 특성 때문이었다. 페레니얼라이그라스는 켄터키블루그라스와 툴웨스큐의 중간 정도였는데 이는 생육형이 B-type으로 생장이 직립경으로만 이루어지기 때문에 줄기간의 초장 차이가 크게 나타나면서 균일도가 다소 떨어졌다. 그리고 단일 초종구 중 툴웨스큐의 균일도가 가장 불량하였는데 이는 생육형이 B-type으로 직립경으로 생장하고, 또한 질감이 거칠은 광엽 특성과 함께 신초의 전개 각도가 넓어 잔디면이 복덩기 모양으로 나타나기 때문이었다. 혼합구 균일도는 색상, 밀도, 질감 및 생육형 등의 특성이 서로 다른 여러 초종이 혼합되었기 때문에 단일 초종 보다 낮았다. 따라서 균질의 품질을 기대 시 여러 종류의 초종을 혼합(mixture)하여 파종하는 것보다는 단일 초종을 사용(blend)하는 것이 훨씬 더 바람직하다.
4. 또한, 혼합구의 경우 단일 처리구에 비해 신초 출현 시 경합이 강하게 나타났다. 혼합구에서 켄터키블루그라스의 신초 발생속도는 켄터키블루그라스 100% 단일종으로만 식재한 것에 비해 30~40% 정도 느렸고, 페레니얼라이그라스도 페레니얼라이그라스 100% 단일종류에 비해 20~30% 정도 늦었다. 따라서, 뗏장 재배시 여러 종류의 초종을 천편일률적으로 혼합하여 파종하는 것은 바람직하지 않으며, 컨셉에 따라 적절하게 초종 및 품종을 선택해서 사용하는 것이 필요하다.
5. 뗏장의 뿌리 형성 능력은 페레니얼라이그라스가 가장 좋았고, 가장 저조한 초종은 켄터키블루그라스였다. 툴웨스큐는 켄터키블루그라스와 페레니얼라이그라스의 중간 정도로 나타났다. 혼합구의 뗏장 형성 능력은 초종의 혼합비에 따라 뿌리 형성력 차이가 다르게 나타났는데, 특히 페레니얼라이그라스 혼합비율이 많을수록 뿌리 형성 능력은 증가하였다.
6. 뗏장 수확시 잔디 품질은 단일 초종구의 품질이 혼합구에 비해 양호하였는데 가장 우수한 초종은 켄터키블루그라스였고, 툴웨스큐는 켄터키블루그라스 다음으로 중간

정도, 그리고 퍼레니얼라이그라스는 가장 저조하였다. 켄터키블루그라스는 균일한 잔디 면, 고밀도 및 예초 후 상태가 우수한 특성으로 품질이 양호하였고, 퍼레니얼라이그라스의 품질이 저조하였던 것은 초장이 길어 잔디 면이 누운 상태로 나타나 균일도 저하 및 예초 후 품질이 켄터키블루그라스나 툴헤스큐 보다 떨어지기 때문이다. 그리고 혼합구의 품질은 여러 종류가 혼합됨으로 인해 색상 및 밀도의 균일도가 떨어지고, 또한 예초 시 물결처럼 불균일하게 깎여 잔디 표면이 불량하였기 때문이었다.

7. 골프장이나 경기장 기본 설계 시 초기 피복도 및 뿌리 형성력이 양호한 특성만을 고려해서 퍼레니얼라이그라스위주로 결정하여 시공하는 경우가 많이 있는데, 우수한 잔디 품질을 원할 경우 퍼레니얼라이그라스보다는 켄터키블루그라스 위주의 파종이 더 적절하다고 사료되었다. 왜냐하면 조성 후 품질, 뿌리생육 및 환경 적응성 등을 종합적으로 고려한 잔디 적응력은 켄터키블루그라스가 가장 양호하기 때문이다. 따라서, 골프장이나 경기장 건설 시 초종 선택은 기후, 지형, 인프라, 식생 지반, 장비, 관리 수준, 관리예산 및 기술인력 등의 현장 분석 및 조성 후 잔디품질의 기대수준, 잔디사용정도 및 운영방향 등의 장기적인 컨셉에 따라 결정하는 것이 바람직하다.

참고문헌

1. 김경남, 권오달, 남상용. 1998a. 한지형 스포츠 잔디의 국내 적응성 고찰에 관한 연구. 삼육대학교 자연과학논문집 3(3):61-76.
2. 김경남, 남상용. 2003. 생육환경에 따라 *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L. 및

Festuca arundinacea Schreb.의 초종 및 품종별 발아세, 발아속도 및 발아율 비교. 한국잔디학회지 17(1):1-12.

3. 김경남, 박원규. 2003. 모래 토양에서 한지형 잔디의 뗏장 생산시 재배방법, 형성속도 및 생산기간에 관한 연구. 삼육대학교 자연과학논문집 8(1):19-33.
4. 김경남, 심상렬. 2003. 경기장 지반 종류별 난지형 및 한지형 잔디의 표면 경도, 토심 경도 및 투수 속도 비교, 한국원예학회지 44(6):991-997.
5. 김경남, 심상렬, 윤평섭, 한상경, 조치웅, 한권영. 1998b. 미국, 일본, 독일의 선진 경기장 조사분석 및 국내잔디구장의 초종 선정 방향. 삼육대학교 자연과학논문집 3(3):51-60
6. 김경남, 최준수, 남상용. 2003. 경기장용 다단구조, USGA구조 및 약식구조 지반에서 난지형 및 한지형 잔디의 적응력. 한국원예학회지 44(4):539-544.
7. 문석기, 김민수, 차대현, 심상렬, 김진선, 구본학. 1998. 조경설계요람. 도서출판 조경.
8. 심상렬. 1996. 사철 푸른 한지형 잔디의 특성, 이용 및 조성법. 환경과조경 97:148-153.
9. 심상렬, 김경남, 정대영. 2000. 스포츠 그라운드에 적합한 식재지반과 잔디초종에 관한 연구. 한국조경학회지 28(2): 61-70.
10. 심상렬, 정대영, 2002a. 축구경기장의 잔디초종 선정에 관한 연구 -2002년 월드컵 인천경기장 모형돔을 대상으로-. 한국조경학회지 30(2):88-94.
11. 심상렬, 정대영. 2002b. 축구경기장 토양의 물리적 특성과 잔디마모 특성 -2002년 월드컵 인천경기장 모형돔을 대상으로-. 한국조경학회지 30(1):96-104.

12. 2002년월드컵축구대회조직위원회. 1999. 2002년 월드컵경기장 건설을 위한 일 본 · 유럽경기장 잔디그라운드조사보고서. 55 pp.
13. 2002년월드컵축구대회조직위원회. 2000a. 2002년 월드컵축구경기장 잔디그라운드조 성에 관한 연구용역 종합보고서 306 pp.
14. 2002년월드컵축구대회조직위원회. 2000b. 2002년 월드컵축구경기장 잔디그라운드 조성과 관리지침. 133 pp.
15. 이진우. 1997. 독일잔디의 특성 및 시공 사례. 환경과조경 108:144-148.
16. 이재필, 김석정, 서한용, 이상재, 김태준, 김두환. 2001. 차광이 한지형 잔디의 여 름철 하고현상 감소에 미치는 영향. 한국 잔디학회지 15(2):51-64.
17. 이혜정, 송지원, 구자형. 2001. 여름철 근 권부의 냉온처리가 경기장 잔디의 생육 및 무기성분 함량에 미치는 영향. 한국잔 디학회지 15(4):169-179.
18. 한국체육과학연구원. 1998. 잔디구장의 조 성과 관리. 308 pp.
19. Beard, J.B. 1973. Turfgrass: science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 658 pp.
20. Davies, A. and H. Thomas. 1983. Rates of leaf and tiller production in young spaced perennial ryegrass plants in relation to soil temperature and solar radiation. *Annals Bot.* 51:591-597.
21. Hanson, A.A., F.V. Juska, and G.W. Burton. 1969. Species and varieties. *Agron. Monogr.* 14:370-409. In A.A. Hanson and F.V. Juska (ed.), *Turfgrass science*. ASA, Madison, WI, USA.
22. Harper II, J.C. 1969. Athletic fields. *Agron. Monogr.* 14:542-561. In A.A. Hanson and F.V. Juska (ed.), *Turfgrass science*. ASA, Madison, WI, USA.
23. Hessayon, D.G. 1997. The new lawn expert. Expert Books, London, UK. 129 pp.
24. Kim, K.N. and S.Y. Nam. 2001. Comparison of cool-season turfgrass performance under the transition climate of Korea. *Agron. Abstr.* ASA-CSSA-SSSA, Charlotte, NC, USA.
25. Neuteboom, J.H. and E.A. Lantinga. 1989. Tillering potential and relationship between leaf and tiller production in perennial ryegrass. *Annals Bot.* 63:265-270.
26. Shurtleff, M.C., T.W. Fermanian and R. Randell. 1987. Controlling turfgrass pests. A Reston Book, Englewood Cliffs, NJ, USA, 448 pp.
27. Skogley, 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.
28. Snow, J.T. 1993. The whys and hows of revising the USGA green construction recommendations. *USGA Green Section RECORD.* 31(3):4-6.
29. Turgeon, A.J. 1996. Turfgrass management. Fourth ed., Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA, 406pp.
30. Youngner, V.B. 1962. Which is the best turfgrass? *Calif. Turfgrass Culture* 12:30-31.