

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea founded in 1981 and 1987, respectively.

덧파종한 난지형 및 한지형 혼합 식생 잔디밭에서 잔디밀도, 균일도 및 분얼경 특성 비교

김경남*

삼육대학교 과학기술대학 원예학과

Comparison of Turfgrass Density, Uniformity and Tiller Characteristics in Mixtures of Overseeded Warm-Season and Cool-Season Grasses

Kyoung-Nam Kim*

Department of Horticulture, College of Science and Technology, Sahmyook University, Seoul 01795, Korea

ABSTRACT. The study was initiated to evaluate the effects of overseeding warm-season grass (*Zoysia japonica* Steud.) with cool-season grasses (CSG) on turfgrass density, uniformity and tiller appearance and to determine turfgrass species and seeding rate applicable for a practical use. Treatments were comprised of Kentucky bluegrass (KB, *Poa pratensis* L.), perennial ryegrass (PR, *Lolium perenne* L.), tall fescue (TF, *Festuca arundinacea* Schreb.) and their mixtures. Overall turfgrass density and uniformity were much better with the overseeded treatments over the control. In early stage after overseeding, the greater the PR in treatments, the greater the turfgrass density and uniformity. But the higher the KB, the lower the density and uniformity. From the middle-stage evaluation, however, we observed the opposite results as compared with early-stage findings. Accordingly, the KB was highest in turfgrass density and uniformity, while the PR lowest. In regards of mixtures, both turfgrass density and uniformity were better with increased KB and decreased PR in overseeding rates. As for a medium-quality mixtures of Korean lawngrass with CSG, it would be the best choice to apply with KB at 50 g m⁻² and equal combination of KB, PR and TF by 1/3 in mixing at 75 g m⁻² in terms of sustainable density and uniformity.

Key words: Kentucky bluegrass, Korean lawngrass, Overseeding, Perennial ryegrass, Tall fescue

Received on December 30, 2016; Revised on March 10, 2017; Accepted on March 16, 2017

*Corresponding author: Phone) +82-2-3399-1731, Fax) +82-2-3399-1741; E-mail) knkturf@syu.ac.kr

© 2017 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

들잔디(*Zoysia japonica* Steud.)는 포복경과 지하경으로 왕성한 생장을 하는 영년생 초종으로 고온 및 건조에 강하다. 난지형 계통인 들잔디는 생육적온이 27-35°C 사이로 국내 기후 조건에서 환경 적응력이 뛰어나 법사면, 공원, 경기장 등 다양한 용도로 이용되고 있다(Yeam et al., 1985; KISS, 1998). 하지만 동절기 휴면으로 인해 연중 푸른 기간이 5월-10월까지 짧기 때문에 이용에 한계가 있어 주로 저관리 및 중관리 지역에 많이 활용되고 있다(Youngner, 1961; Huh

et al., 1984; KOWOC, 2000; Kim, 2005).

반대로 한지형 잔디는 생육적온이 15-24°C로 연중 녹색 유지 기간이 9-11개월 정도로 잔디밭 사용 기간이 더 길다. 또한 대면적에 종자 파종이 가능하며 질감, 회복력, 내담압성 및 시각적 잔디품질 등이 뛰어나서 관상용 및 스포츠용 잔디밭에 점점 더 많이 활용되고 있다(Shim, 1996; Shim and Jeong, 1999; Shim et al., 2000; Ahn et al., 2001; Shim et al., 2003; Kim, 2013). 하지만 국내기후에서 난지형 잔디에 비해 여름 고온기에 하고현상이 나타나서 잔디밭 피해가 나타나는 단점이 있다(Kim et al., 2003).

난지형 및 한지형 잔디를 혼합 식재해서 각 초종의 장점을 활용해서 단점을 보완하면 피복율 증가, 연중 푸른 기간 연장 등 이상적인 잔디밭이 될 수 있다. 이런 관점에서 오버씨딩에 의한 혼합 식생 잔디밭 조성은 유용한 관리기술이다(Shim et al., 2004; Kim, 2006). 외국에서는 버뮤다그래스(*Cynodon dactylon* [L.] Pers.) 로 조성된 난지형 잔디밭에 페레니얼 라이그래스(*Lolium perenne* L.) 등의 초종을 오버씨딩해서 계절적으로 한지형과 난지형 잔디를 교호적으로 잘 활용하고 있다(Hanson et al., 1969; Pitman, 1999; Volterrani et al., 2001; Richardson et al., 2007).

국내에서도 오버씨딩에 대한 연구 및 실무 적용 사례는 점점 더 증가하고 있다. Lee and Ku (2004)의 연구에 의하면 들잔디에 여러 종류의 한지형 잔디를 오버씨딩한 혼합 식생 잔디밭에서 초종 구성에 따라 조성속도, 잔디엽색 및 이른 봄 녹화 차이가 나타났다. 또한 Lee et al. (2004)은 한국잔디와 한지형 잔디의 혼합 식생 잔디밭에서 오버씨딩한 한지형 잔디의 초기 생육 특성을 보고하였다.

Shim et al. (2004) 은 1년간 혼합 식생 잔디밭에서 수행한 실험을 통해 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.), 페레니얼 라이그래스 및 톨 페스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.)의 생육 특성 차이를 보고하였다. 그리고 Park (2003)은 5년간 난지형 잔디 5종류에 켄터키 블루그래스와 페레니얼 라이그래스로 조성한 혼합 식생 잔디밭에서 초종 변화를 분석한 결과 한국잔디와 버뮤다그래스가 안정적인 혼식 비율을 유지한다고 보고하였다.

하지만 국내에서 수행한 대부분의 연구는 중요도가 낮은 초종 이용, 혼합 파종구(mixture)에 대한 데이터 부족 및 현장 실무 파종량보다 적은 50 g 이하의 저파종량 사용 등 개선할 부분이 있다(Park, 2003; Lee et al., 2004; Lee and Ku, 2004; Shim et al., 2004). 따라서 오버씨딩으로 혼합 식생 잔디밭 조성 시 실무적으로 중요한 초종 사용, 단일 초종구와 혼합 파종구에 대한 성능 비교, 그리고 현장 파종량 적용 등과 같은 부분을 보완하면 실무에 응용할 수 있는 자료를 얻을 수 있을 것이다. 즉 이러한 실험을 통해 난지형 한국잔디로 조성된 공원, 잔디구장 및 골프장을 한지형 잔디로 오버씨딩해서 혼합 식생 잔디밭으로 전환할 경우 혼식 잔디밭의 품질 및 이용기간 예측 시 실무적으로 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

본 실험은 덧파종한 난지형 들잔디 및 한지형 잔디의 혼합 식생 잔디밭에서 잔디밀도, 균일도 및 분얼경 발생 특성과 함께 오버씨딩에 적절한 초종 및 파종량 범위를 규명함으로써 실무현장에 활용할 수 있는 기초 자료를 얻기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

본 실험에 사용된 한지형 잔디는 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.), 톨 페스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.) 및 페레니얼 라이그래스(*Lolium perenne* L.) 3 종류 이었다. 공시재료는 대조구를 포함해 오버씨딩 처리구인 단일 초종구 3종류 및 혼합구 4 종류-즉, 전체 8개 처리구를 준비하였다.

처리구별 초종 구성을 살펴보면 먼저 단일 초종구인 처리구1에 켄터키 블루그래스, 처리구2에 톨 페스큐 및 처리구3에 페레니얼 라이그래스를 이용하였다. 이 때 단위면적(1 m²)당 파종량은 처리구 1은 50 g, 처리구 2, 3은 100 g을 적용하였다. 혼합구의 초종 구성은 처리구4는 켄터키 블루그래스, 톨 페스큐 및 페레니얼 라이그래스를 33:33:33으로 혼합한 잔디, 처리구5는 켄터키 블루그래스, 톨 페스큐 및 페레니얼 라이그래스를 25:25:50으로 혼합하였으며, 이때 파종량은 각각 75 g 및 100 g 이었다. 처리구6과 처리구7은 톨 페스큐와 페레니얼 라이그래스를 50:50으로 혼합하여 준비하였다. 하지만 파종량을 달리해서 처리구6은 100 g, 처리구7은 150 g으로 각각 다르게 적용하였다. 마지막으로 처리구8은 오버씨딩을 하지 않은 무처리구(control)인 들잔디로 준비하였다. 혼합구인 처리구 4-7의 초종 간 혼합비율은 종자 파종량에 대한 기준이었다.

실험포지 조성 및 관리

본 실험은 한국잔디(*Zoysia japonica* Steud.)로 조성된 식양토의 잔디밭에서 실시하였다. 단위 실험구는 1×1 m 크기로 준비하였으며, 각 실험구 사이에는 오버씨딩 및 관리 작업을 원활하게 하기 위하여 가로 50 cm, 세로 30 cm의 간격을 두었다. 오버씨딩 작업은 한국잔디를 20 mm로 예초한 후 예지물을 제거하였다. 예지물 제거 후 잔디밭 표면에 구멍을 낸 후 배토를 하였다. 그리고 처리구별로 준비한 종자를 균일하게 파종하였다. 실험기간 중 잔디밭 관수 관리는 측설식 분수 호스 시스템을 이용하여 잔디생육 상태에 따라 주 1-3회 정도 수분공급을 실시하였다. 이 때 1회 관수량은 평균 4-6 mm 정도로 적용하였다. 잔디 깎기는 30-35 mm 기준으로 주 2회 실시하였고, 예초 작업 시 발생한 예지물은 전부 제거하였다. 시비는 복합비료(23-5-10, 21-2-21, 21-2-20)를 이용하여 1회 10 g m⁻²기준으로 2주 간격으로 살포하였다.

잔디생육조사

처리구간 잔디생육 특성 차이를 비교하기 위해서 성장중인 잔디밭(green vegetation)의 밀도, 균일도 및 분얼경을 조

사하였다. 이때 잔디밀도 및 균일도는 잔디포장 시험에서 가장 많이 사용하고 있는 시각적 평가방법(visual rating system)을 이용하여 조사하였다(Skogley and Sawyer, 1992). 시각적 평가 방법은 잔디밭이 최적의 상태일 때 9점, 가장 불량한 상태를 1점으로 하여 잔디를 평가하는 것이다. 따라서 잔디밀도는 처리구 내에 존재하는 줄기밀도를 가시적 방법으로 조사하였다. 즉 생육 전성기에 잔디개체가 조밀하게 발생한 최적의 밀도 상태를 9점, 잔디개체 밀도가 낮을 수록 낮은 점수를 부여하여 전체 1-9점 사이에서 평가하였다. 잔디밭 조사 시 밀도는 녹색을 유지하고 있는 식생 기준으로 평가하였으며, 휴면상태의 경우 0점으로 처리하였다.

또한 잔디 균일도는 처리구에서 느껴지는 고른 정도-즉, 초종 간 엽색, 질감, 밀도, 잡초분포, 평탄성 등 여러 요인을 종합적으로 고려하여 가시적 방법으로 조사하였다. 잔디밀도 및 균일도는 2007년 12월 초순부터 2008년 12월 하순까지 2주 간격으로 조사하였다.

잔디개체수 비교는 각 실험구 내에서 전체적인 잔디밭 상태를 대표할 수 있고, 가장 평균상태라고 판단되는 지점에서 단위면적 100 cm²을 기준으로 분얼경 수를 직접 조사하였다. 잔디 분얼경 수는 오버씨딩 다음해인 4월 중순과 6월 하순에 2회 조사하였다.

시험구 배치 및 통계분석

본 실험에서 시험구 배치는 전체 8종류의 처리구를 난괴법 4반복으로 배치하였다. 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 ANOVA (Analysis of Variance) 분석을 실시하였고(SAS Institute, 2001), 처리구 평균간 유의성 검정은 DMRT (Duncan's Multiple range Test) 5% 수준에서 실시하였다(Steel and Torrie, 1980).

결과 및 고찰

잔디밀도

오버씨딩 후 2주 간격으로 조사한 잔디밀도는 시간이 경과하면서 초종 및 계절에 따라 유의한 차이가 나타났다. 혼합 식생 잔디밭에서 연중 잔디밭 밀도는 오버씨딩 처리구가 대조구인 한국잔디(처리구8)에 비해 높은 경향으로 나타났다(Table 1). 모든 처리구에서 잔디밀도는 오버씨딩 다음해인 2008년 7월 초순까지 지속적으로 증가하였다. 하지만 한지형 처리구의 잔디밀도는 7-8월 35°C 까지 상승하는 고온기에 다소 감소하다가, 온도가 30°C 아래로 낮아지는 9-10월에 다시 증가하였다.

단일 초종구에서 잔디밭 밀도는 오버씨딩 초기부터 다음해 4월 하순까지 퍼레니얼 라이그래스(처리구3)가 가장 높았으며, 밀도가 가장 낮은 초종은 켄터키 블루그래스

(처리구1)이었다. 톨 페스큐(처리구2)의 잔디밀도는 퍼레니얼 라이그래스와 켄터키 블루그래스 사이로 나타났다. 초기에 켄터키 블루그래스의 밀도가 가장 낮은 이유는 세 초종 중 초기 조성속도가 느리기 때문에 나타난 것으로 판단되었다. 한지형 잔디의 발아속도는 퍼레니얼 라이그래스가 가장 빠르고, 켄터키 블루그래스는 가장 느린 초종으로 알려져 있다(Thorogood, 2003; Turgeon, 2005). 주요 한지형 잔디의 발아 실험에서 퍼레니얼 라이그래스는 파종 후 6일 만에 발아율이 75%에 도달하지만, 켄터키 블루그래스 초종의 경우 발아율 75%는 15일 정도 소요되었다(Kim, 2009; Kim and Jung, 2009; Kim, 2014). 즉 오버씨딩 초기부터 발아속도 및 잔디밭 조성이 느리기 때문에 잔디밀도도 낮게 나타났다.

하지만 5월 하순부터 처리구간 잔디밀도의 우열관계가 변화하면서, 8월 초순-10월 하순 사이에는 켄터키 블루그래스의 잔디밀도가 가장 높게 나타났고, 반대로 퍼레니얼 라이그래스는 가장 불량하게 나타났다. 계절에 따라 이러한 차이가 나타난 것은 한지형 초종 간 하절기 환경적응력이 다르기 때문에 나타난 것으로 판단되었다. 국내에서 여름 잔디생장에 크게 영향을 주는 요인은 고온환경이다. C₃ 광합성 기작을 하는 한지형 잔디는 25°C 이상 올라가는 고온기에 스트레스를 쉽게 받아 잔디조직이 약해지면서 생육이 저하될 수 있다(Laude, 1964; Wallner et al., 1982; Fry and Huang, 2004). 특히 퍼레니얼 라이그래스는 켄터키 블루그래스 및 톨 페스큐에 비해 내건성 및 내서성이 약해 하고현상으로 인해 고온기에 잔디밀도 저하가 더 크게 나타나기 때문이다(Wehner and Watschke, 1981; Miner et al., 1983; DiPaola and Beard, 1992; Beard and Beard, 2005).

퍼레니얼 라이그래스에 비해 켄터키 블루그래스는 생장에 유리한 생육형과 생태적 특성을 갖고 있다. 켄터키 블루그래스는 지하경 생장이 가능해 일단 발아가 되면 다른 초종에 비해 지속적으로 왕성한 성장과 함께 잔디밀도가 상대적으로 더 높아지게 된다. 또한 이 초종은 다른 한지형 잔디에 비해 내서성 및 내건성이 강하기 때문에 고온기에 하고현상 피해가 상대적으로 적게 나타나는 초종이다(Watschke et al., 1972; Kim et al., 2003). 즉 상대적으로 켄터키 블루그래스는 잔디생장과 환경적응력이 뛰어나기 때문에 여름 고온기인 8월 이후 잔디밀도가 더 높게 나타난 것으로 판단되었다.

혼합구도 단일 처리구와 거의 비슷한 경향으로 나타났다. 즉, 오버씨딩 초기부터 2008년 4월 하순까지 잔디밀도는 Mixture IV(처리구7)가 가장 높았고, Mixture I(처리구4) 밀도가 가장 낮게 나타났다. Mixture IV의 밀도가 높은 것은 4개의 혼합구 중 발아속도가 빠른 톨 페스큐 및 퍼레니얼 라이그래스 파종량이 각각 75g씩 전체 150g 함유하고 있

Table 1. Turfgrass density in mixtures of warm-season and cool-season grasses affected by 8 overseeding treatments from December 2007 to December 2008. Turfgrass density of green vegetation was visually evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poorest and 9=best density.

Treatments	Density of green vegetation									
	Year 2007					Year 2008				
	12/5	12/20	1/7	1/17	2/5	2/18	3/3	3/17	3/31	4/14
1. Kentucky bluegrass (KB)	1.70d ^c	1.70d	0.97e	0.75d	0.52e	0.40d	1.00c	1.42c	1.75cd	2.17d
2. Tall fescue (TF)	2.15bc	2.15bc	1.45bcd	1.20bc	0.92cd	0.72 5c	1.22abc	1.67bc	1.67d	2.60bcd
3. Perennial ryegrass (PR)	2.52ab	2.52ab	1.80ab	1.50ab	1.25ab	1.07a	1.32ab	1.60bc	1.92bcd	2.95b
4. 33 KB + 33 TF + 33 PR	1.90cd	1.90cd	1.17de	0.92cd	0.80de	0.80bc	1.15bc	1.45c	1.67d	2.57bcd
5. 25KB + 25 TF + 50 PR	2.47ab	2.47ab	1.75abc	1.37b	1.10bcd	0.72c	1.45a	2.15a	2.42a	2.87bc
6. 50 TF + 50 PR (100 g)	2.50ab	2.50ab	1.77ab	1.47ab	1.15bc	0.77bc	1.32ab	1.95ab	2.20abc	2.85bc
7. 50 TF + 50 PR (150 g)	2.85a	2.85a	2.07a	1.77a	1.50a	1.00ab	1.45a	1.92ab	2.37ab	3.40a
8. Control	2.00cd	2.00cd	1.40cd	1.15bc	0.85cd	0.70c	1.07bc	1.55c	1.77cd	2.45cd

Treatments	Density of green vegetation									
	Year 2008									
	4/28	5/12	5/26	6/9	6/23	7/7	7/21	8/4	8/18	9/1
1. Kentucky bluegrass (KB)	3.12c	4.70b	6.12b	7.30b	7.77a	8.67a	7.25a	6.82a	7.65a	8.62a
2. Tall fescue (TF)	4.00ab	5.62a	7.40a	8.12a	8.07a	8.80a	7.32a	6.37a	7.17a	7.55ab
3. Perennial ryegrass (PR)	4.15a	5.55a	7.12a	7.77ab	7.70a	8.20a	6.80ab	6.30a	7.20a	6.72b
4. 33 KB + 33 TF + 33 PR	4.07a	5.75a	7.57a	8.07a	7.90a	8.12a	7.37a	6.97a	7.45a	7.85ab
5. 25KB + 25 TF + 50 PR	4.00ab	5.12ab	7.02a	7.70ab	7.67a	8.60a	7.20a	6.57a	7.30a	7.62ab
6. 50 TF + 50 PR (100g)	3.95ab	5.17ab	7.15a	7.67ab	7.67a	8.25a	7.27a	6.80a	7.45a	7.45ab
7. 50 TF + 50 PR (150g)	4.42a	5.37a	7.42a	7.97ab	7.75a	8.27a	7.07ab	6.67a	7.37a	7.35ab
8. Control	3.45bc	4.60b	5.85b	6.37c	6.50b	6.67b	6.50b	6.92a	7.47a	6.50b

Treatments	Density of green vegetation									
	Year 2008									
	9/15	9/29	10/13	10/27	11/10	11/24	12/8	12/22	12/29	
1. Kentucky bluegrass (KB)	7.80a	7.95a	7.75a	7.25a	6.37a	4.82a	4.57a	3.82a	3.82a	
2. Tall fescue (TF)	6.57a	7.15ab	7.37a	7.02a	6.30a	4.67a	4.07a	3.62a	3.62a	
3. Perennial ryegrass (PR)	6.52a	7.02ab	7.17a	6.62a	5.92a	3.27a	2.72ab	1.97ab	1.97ab	
4. 33 KB + 33 TF + 33 PR	7.10a	7.80a	7.95a	7.55a	7.15a	5.15a	4.72a	3.65a	3.65a	
5. 25KB + 25 TF + 50 PR	7.57a	8.25a	8.12a	7.37a	6.45a	4.25a	3.92a	3.32a	3.32a	
6. 50 TF + 50 PR (100 g)	7.35a	8.17a	8.05a	7.30a	6.20a	3.87a	3.37a	2.87ab	2.87ab	
7. 50 TF + 50 PR (150 g)	7.57a	8.37a	8.32a	7.77a	6.77a	3.50a	3.20a	2.50ab	2.50ab	
8. Control	6.67a	5.90b	4.50b	3.20b	1.57b	1.00b	1.00b	1.00b	1.00b	

^aMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$ level.

어 초기 조성이 빠르기 때문에, 자연적으로 잔디밭 밀도가 높게 나타난 것으로 판단되었다. 반면 Mixture I은 혼합구 중 발아속도가 느린 켄터키 블루그래스의 구성비율이 33%

로 가장 많이 함유하고 있어 초기 조성속도가 더딤으로 잔디밀도가 가장 낮게 나타났다. 이러한 결과는 다른 실험에서도 확인되고 있는데 Shim et al. (2004)은 켄터키 블루그

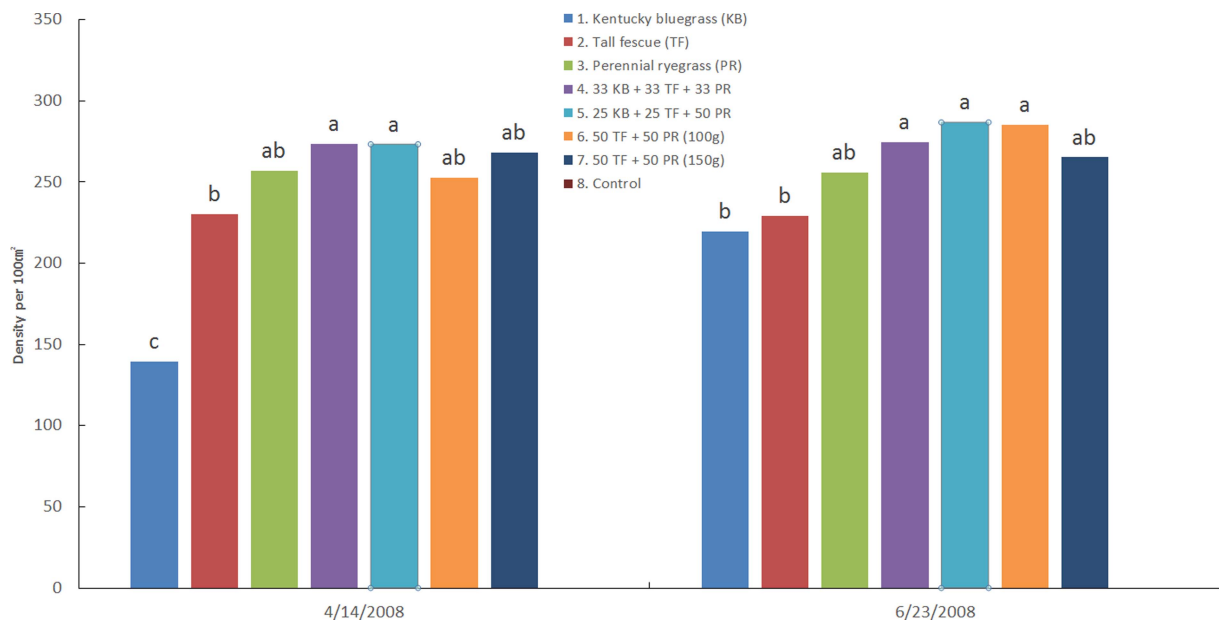


Fig. 1. Mean shoot density of cool-season grass (CSG) per 100 cm² in plots of overseeded Korean lawngrass with CSG on April 14 and June 23 in 2008. Mean separation was made on bars by Duncan's multiple range test at P=0.05 level.

래스는 오버씨딩 초기에 퍼레니얼 라이그래스 및 톨 페스큐에 비해 잔디밀도가 낮게 나타난다고 보고하였다.

전반적으로 오버씨딩 다음해인 2008년 잔디밭 밀도 경향은 봄부터 기온 상승과 함께 모든 처리구에서 증가하였는데, 대조구에 비해 오버씨딩 처리구의 잔디밀도 상승폭이 더 크게 나타났다. 여름 고온기에는 한지형 처리구의 밀도는 감소한 반면, 난지형 한국잔디의 밀도는 지속적으로 상승하였다. 하지만 한국잔디의 경우 9월 초순 이후 한지형 처리구에 비해 잔디밀도가 감소하면서 10월 들어 급격하게 감소하였다. 이는 난지형 잔디의 생리·생태적 특성 때문에 나타난 것으로 판단되었다.

난지형인 한국잔디의 생육적온은 27-35°C로 계절적으로 봄부터 여름 고온기까지 잘 자라지만, 9월 들어 기온이 30°C 아래로 낮아지면서 신초 발달이 저조하고 그 결과 잔디밀도가 감소하기 때문이다. 일반적으로 한국잔디의 경우 중부지방에서 9월에 생장이 완만해지면서 10월 중순에 휴면에 들어가기 때문에(Kim, 1986), 한국잔디의 녹색유지 기간은 5월에서 10월까지로 알려져 있다(Huh et al., 1984; Yeam and Huh, 1985; Yeam et al., 1985; Kim, 2005).

또한 본 실험을 통해 한지형 처리구간 잔디밀도는 오버씨딩 초기에 비해 다음해인 6월 하순 이후 처리구간 차이가 크게 나타나지 않았다. 이는 혼합 식생 잔디밭에서 일정기간 경과 시 초종에 관계없이 잔디밭이 성숙 밀도에 도달해서 안정화되기 때문에 그 차이가 크게 나타나지 않은 것으로 판단되었다. 이와 같은 결론은 단위면적당 조사한

잔디 분얼경수 비교에서도 확인되고 있다.

오버씨딩 다음해인 2008년 4월 14일 단일 초종 처리구에서 분얼경 수는 최소 139.5개-최대 257개로 처리구 간 117.5개 차이가 나타났다(Fig. 1). 그리고 혼합구의 경우 분얼경 수는 단일 초종 처리구에 비해 전체적으로 많이 발생해서 최저 252.7개-최대 273.5개 사이로 혼합구간 분얼경 수 차이는 20.8개 정도로 나타났다. 하지만 2개월 후 6월 23일 조사시 잔디 분얼경 수는 4월 중순에 비해 처리구간 차이가 대단히 적게 나타났다. 켄터키 블루그래스와 톨 페스큐 일부 처리구를 제외한 대부분 처리구의 분얼경 수가 255.7-286.7개 사이로 발생해서 처리구 간 차이가 31개로 적게 나타났다. 즉, 대부분 초종의 잔디밭에서 어느 정도 성숙 밀도에 도달해서 처리구간 개체수 차이도 크게 나타나지 않은 것으로 판단되었다.

이것은 한지형 처리구 대부분이 오버씨딩 후 8개월 정도 지나면서 잔디밭이 성숙단계에 도달하기 때문에 나타난 것으로 판단되었다. 잔디밭 조성 시 충분한 기간 성장해서 완숙단계에 들어선 잔디밀도는 파종량 차이에 관계없이 일정한 수준(carrying capacity)으로 동일하게 나타난다(Madison, 1966). 즉, 최적의 주어진 생육환경 조건에서 성숙단계에 나타날 수 있는 잔디밭 밀도 수준은 일정하다. 따라서 잔디밭의 지상부 생장이 성숙기에 안정화됨으로 오버씨딩 8개월 후인 6월 하순부터 초종간 그 차이가 감소하면서 처리구간 잔디밀도 차이가 크게 나타나지 않은 것으로 판단되었다.

Table 2. Turfgrass uniformity in mixtures of warm-season and cool-season grasses affected by 8 overseeding treatments from December 2007 to December 2008. Turfgrass uniformity of green vegetation was visually evaluated with a 1 to 9 visual rating scale of 1=poorest and 9=best uniformity.

Treatments	Uniformity of green vegetation									
	Year 2007					Year 2008				
	12/5	12/20	1/7	1/17	2/5	2/18	3/3	3/17	3/31	4/14
1. Kentucky bluegrass (KB)	2.37c ²	2.75c	2.25d	1.50c	1.70 b	1.90c	1.82c	1.82c	1.92c	2.57b
2. Tall fescue (TF)	3.25bc	3.50bc	3.07bc	2.32ab	2.50 a	2.72ab	2.40ab	2.85ab	3.25ab	4.00a
3. Perennial ryegrass (PR)	3.87ab	3.82ab	3.50bc	2.67ab	2.67 a	2.92a	2.82a	3.05a	3.47ab	4.25a
4. 33 KB + 33 TF + 33 PR	3.50bc	3.50bc	2.92bcd	2.10b	2.25 ab	2.65ab	2.40ab	3.05a	3.27ab	4.25a
5. 25KB + 25 TF + 50 PR	3.02bc	3.12bc	2.62cd	2.10b	2.12 ab	2.30bc	2.02bc	2.52b	3.12ab	4.00a
6. 50 TF + 50 PR (100 g)	4.10ab	3.90ab	3.12bc	2.52ab	2.50 a	2.60ab	2.27abc	2.60ab	2.92b	4.07a
7. 50 TF + 50 PR (150 g)	4.70a	4.62a	4.00a	2.80a	2.60 a	2.87ab	2.65a	3.07a	3.52a	4.75a
8. Control	1.00d	1.00d	1.00e	1.00c	1.00 c	1.00d	1.00d	1.27d	1.50c	1.70c

Treatments	Uniformity of green vegetation									
	Year 2008									
	4/28	5/12	5/26	6/9	6/23	7/7	7/21	8/4	8/18	9/1
1. Kentucky bluegrass (KB)	4.75b	6.00c	6.97a	6.80a	6.87a	6.67ab	5.42a	4.32ab	5.95a	5.62ab
2. Tall fescue (TF)	6.20a	7.30a	7.40a	7.07a	6.90a	6.87a	5.62a	4.32ab	5.25ab	4.47d
3. Perennial ryegrass (PR)	6.12a	6.80ab	7.25a	7.00a	6.50a	5.77b	4.72b	3.67b	5.20ab	4.55cd
4. 33 KB + 33 TF + 33 PR	6.32a	7.02 ab	7.37a	7.20a	6.90a	6.25ab	5.50a	4.60a	5.47ab	4.55cd
5. 25KB + 25 TF + 50 PR	6.00a	6.65abc	7.20a	6.95a	6.65a	6.62ab	5.50a	4.52a	5.47b	5.75a
6. 50 TF + 50 PR (100 g)	5.92a	6.52 bc	7.15 a	6.67a	6.42a	6.27ab	5.30ab	4.40ab	5.60a	5.15abcd
7. 50 TF + 50 PR (150 g)	6.20a	6.55 bc	7.30 a	6.95a	6.65a	6.20ab	5.25ab	4.35ab	5.15ab	5.57abc
8. Control	2.67c	3.12d	3.30 b	3.12b	3.12b	3.70c	3.82c	3.87ab	4.75b	4.62bcd

Treatments	Uniformity of green vegetation									
	Year 2008									
	9/15	9/29	10/13	10/27	11/10	11/24	12/8	12/22	12/29	
1. Kentucky bluegrass (KB)	5.72ab	5.92a	6.07a	6.27a	6.25a	5.20a	5.22a	5.12a	5.27a	
2. Tall fescue (TF)	4.67b	4.87ab	5.20ab	5.37ab	5.62ab	5.00ab	4.95ab	4.95ab	5.12ab	
3. Perennial ryegrass (PR)	4.65b	4.67b	4.82b	4.97b	5.00b	4.10 b	3.85c	4.12c	4.30bc	
4. 33 KB + 33 TF + 33 PR	5.12ab	5.07ab	5.20ab	5.25b	5.42ab	4.62 ab	4.22bc	4.45bc	4.52bc	
5. 25KB + 25 TF + 50 PR	6.05a	5.80a	5.80ab	5.57ab	5.55ab	4.85 ab	4.82ab	4.92ab	5.05ab	
6. 50 TF + 50 PR (100 g)	5.37ab	5.17ab	5.12ab	5.05b	5.00b	4.55 ab	4.57abc	4.85ab	4.90ab	
7. 50 TF + 50 PR (150 g)	5.65ab	5.42ab	5.55ab	5.52ab	5.10b	4.70 ab	4.80ab	4.90ab	5.05ab	
8. Control	4.92b	5.45ab	4.77b	3.92c	3.12c	2.12 c	1.00d	1.00d	1.00d	

²Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $P=0.05$ level.

잔디균일도

잔디밭 균일도도 초종 및 계절에 따라 유의한 차이가 나타났는데, 모든 처리구에서 오버씨딩 다음해인 2008년 5월

중순까지 지속적으로 증가하였다(Table 2). 혼합 식생 잔디밭의 균일도는 7-8월 여름 고온기에 다소 감소하다가 9월에 다시 증가하였다. 하지만 대조구인 한국잔디의 균일도

는 봄부터 9월하순까지 지속적으로 증가하다가, 늦가을에 기온이 낮아지고 생장이 저조해지면서 균일도가 감소하였다.

일반적으로 오버씨딩 초기부터 다음해 4월 중순까지 잔디 균일도는 파종량이 150 g인 Mixture IV의 균일도가 가장 높게 나타났다. 두 번째로 균일도가 높은 처리구는 파종량이 100 g인 Mixture III 혼합구(처리구6)와 단일 초종구인 퍼레니얼 라이그래스이었다. 반대로 균일도가 가장 낮은 처리구는 켄터키 블루그래스 단일 초종구이었다. 오버씨딩 초기에 처리구간 이러한 잔디균일도 차이는 초종간 발아속도 및 피복율 차이 때문에 나타난 것으로 판단되었다. Jung and Kim (2014)은 오버씨딩 처리구의 종자 발아 능력이 우수할수록, 파종량이 많을수록 혼합 식생 잔디밭 피복이 빨리 진행된다고 보고하였다.

4월 중순부터 8월 초순 사이 잔디 초종 간 균일도 경향은 시기에 따라 패턴이 다르게 나타났다. 이른 봄에는 톨 페스큐와 Mixture I(처리구4)의 균일도가 다른 처리구에 비해 높은 경향으로 나타났고, 6월 초순부터 8월 초순까지 한지형 처리구간 잔디 균일도는 유의한 차이가 거의 나타나지 않았다. 이 기간에 차이가 크게 나타나지 않은 것은 한지형 잔디생육에 적절한 환경이 유지되고, 잔디생장이 왕성해지면서 밀도가 높아졌고, 또한 각 실험구에서 부분적으로 한국잔디의 밀도가 낮은 공간까지 한지형 잔디로 채워지면서 전체적인 균일도가 증가하였기 때문이다.

여름 고온기에는 한지형 잔디생장이 저하되면서 하고현상 피해로 엷색이 퇴색하고, 잡초 발생이 증가함으로 잔디밭 균일도가 급격하게 저하되었다. 이 기간에 잔디밭 균일도 경향을 살펴보면 8월 초순까지 단일구에서 상대적으로 높게 나타난 처리구는 톨 페스큐이었으며, 혼합구중에서는 켄터키 블루그래스, 퍼레니얼 라이그래스 및 톨 페스큐 세 초종이 33%씩 균일하게 혼합된 Mixture I 이었다. 8월 중순 이후 잔디밭 균일도는 처리구간 유의성 차이가 크게 나타났는데, 오버씨딩 초기 가장 저조했던 켄터키 블루그래스의 균일도가 가장 높게 나타났다. 켄터키 블루그래스 다음으로 우수한 처리구는 켄터키 블루그래스, 퍼레니얼 라이그래스 및 톨 페스큐 세 종류가 25:25:50 혼합된 Mixture II이었다. 반대로 오버씨딩 초기 균일도가 가장 좋았던 퍼레니얼 라이그래스는 이 기간에 가장 낮게 나타났다.

전체적인 잔디밭 균일도는 대조구에 비해 혼합 식생 잔디밭의 균일도가 대부분 우수한 경향으로 나타났다. 대조구인 한국잔디는 3월 초순부터 9월 하순까지 서서히 증가하였지만, 늦가을에 기온이 하강하고 생장이 저조해지면서 10월 초순 이후 잔디 균일도가 감소하였다. 한지형 처리구에서는 초종 구성에 따라 균일도 차이가 다양하게 나타나서, 초기에는 퍼레니얼 라이그래스 파종량이 많은 처리구일수록, 켄터키 블루그래스 파종량이 적은 처리구일수록

잔디밭 균일도는 높게 나타났다. 하지만 여름 고온기를 지나면서 오히려 퍼레니얼 라이그래스가 적고, 켄터키 블루그래스가 많은 처리구일수록 양호한 경향으로 나타났다. 이러한 차이가 나타난 것은 초종간 생리·생태적 특성 차이 때문으로 판단되었다.

켄터키 블루그래스는 초종 특성상 유전적으로 발아가 늦고, 완만한 조성속도로 인해 초기 피복이 느리다(Turgeon, 2005). 또한 한국잔디에 비해 켄터키 블루그래스는 엷폭이 2 mm 정도되는 세엽형 잔디(Beard and Beard, 2005)로 개체 크기가 작아 혼생하고 있는 한국잔디와 외관상 식물개체의 크기 차이가 크게 나타나면서 잔디밭 조성 초기 균일도가 낮게 평가되었다. 하지만 오버씨딩 후 시간이 경과하면서 생태적으로 지하경형 생육형으로 인해 지하경으로 낮게 자라는 습성과 형태적으로 질감이 고운 세엽 특성으로 인해 균일도가 크게 증가하는 것으로 판단되었다. 반대로 조성속도가 빠른 퍼레니얼 라이그래스는 오버씨딩 초기부터 왕성한 생장이 나타나지만(Throgood, 2003), 주형생장으로 인해 분얼경으로만 성장하기 때문에 시간이 경과하면서 잔디밭 피복에 한계가 나타났고, 또한 여름 고온기에 하고현상으로 잔디피해 발생과 한국잔디와 경합능력이 떨어져 균일도가 저하되는 것으로 판단되었다(Shim et al., 2004).

종합적으로 한국잔디에 한지형 잔디를 오버씨딩으로 혼합 식생 잔디밭을 조성할 경우 연중 잔디밭 밀도 및 균일도는 혼식잔디가 무처리구인 한국잔디에 비해 우수한 경향으로 나타났다. 하지만 초종 구성 및 시기에 따라 잔디 밀도 및 균일도 차이가 나타나서 일반적으로 오버씨딩 초기에는 퍼레니얼 라이그래스 파종량이 많고, 켄터키 블루그래스 파종량이 적은 처리구일수록 잔디밀도 및 균일도가 양호하였다. 하지만 오버씨딩 다음해에는 우열관계가 바뀌어 장기적으로 단일 초종구의 경우 켄터키 블루그래스의 파종량이 많을수록 양호하였다. 그리고 혼합구일 경우에는 켄터키 블루그래스 파종량이 많고, 퍼레니얼 라이그래스 파종량이 적을수록 잔디밀도 및 균일도가 양호하였다. 이러한 차이는 초종 간 조성속도, 생육습성 및 유전적 특성 등 다양한 요인 때문에 나타난 결과로 판단되었다.

잔디밭의 조성속도 및 밀도는 초종에 따라 유전적으로 다양하다(Beard, 1973). 퍼레니얼 라이그래스는 발아속도가 빠르고 생육형이 주형으로 잔디생장이 분얼경으로만 이루어진다. 하지만 켄터키 블루그래스의 경우 조성속도는 느리지만 지하경형 생육형이기 때문에 분얼경과 지하경으로도 잔디생장이 가능하다(Watschke and Schmidt, 1992; Kim, 2012). 즉 발아속도가 빠르고 직근성의 퍼레니얼 라이그래스의 생장은 오버씨딩 초기 잔디밀도 및 균일도가 더 양호하였다. 반대로 켄터키 블루그래스는 발아속도가 늦어 오버씨딩 초기 피복은 느리지만, 성장능력이 우수한 지하경

형 특성으로 인해 시간이 경과하면서 잔디밀도 및 균일도가 더 양호하게 나타나는 것이다.

국내에서 한국잔디는 여름 고온 및 건조에 강하고 병발생이 적은 에너지 절약형으로 저관리 및 중관리 지역에서 많이 활용되고 있지만, 동절기 탈색 및 품질저하 등으로 인해 고관리 지역에 그 이용이 제한되고 있다(Yeam et al., 1985; Kim, 2012). 본 연구를 통해 한지형 초종 및 파종량을 적절하게 선택해서 오버씨딩으로 혼합 식생 잔디밭으로 전환할 할 경우 동절기 한국잔디의 녹색기간 연장과 함께 잔디밀도 및 균일도 등 품질이 향상될 수 있다. 즉 오버씨딩을 통한 난지형 및 한지형 잔디의 혼합 식생은 한국잔디의 단점을 극복할 수 있는 유용한 관리기법이다.

본 연구를 통해 한국잔디 및 한지형 혼식 잔디밭에서 지속적으로 잔디밀도 및 균일도에 적합한 초종 및 파종량은 단일 초종구인 경우 켄터키 블루그래스 50 g, 혼합구인 경우 켄터키 블루그래스, 톨 페스큐 및 퍼레니얼 라이그래스 세 초종을 33%씩 혼합해서 75 g을 파종할 경우 적합하다고 판단되었다. 그리고 본 실험을 통해 나타난 이러한 다양한 결과는 난지형 한국잔디로 조성된 공원, 잔디구장 및 골프장을 한지형 잔디로 오버씨딩해서 혼합 식생 잔디밭으로 전환할 경우 실무적으로 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

요 약

본 연구는 한국잔디에 주요 한지형 잔디인 켄터키 블루그래스, 톨 페스큐, 퍼레니얼 라이그래스 및 이들 초종의 혼합구를 오버씨딩 후 혼합 식생 잔디밭의 잔디밀도, 균일도 및 분얼경 비교와 함께 적합한 초종 및 파종량을 규명함으로 실무에 활용할 수 있는 기초자료를 얻기 위해 수행하였다. 공시재료는 대조구인 한국잔디를 포함해 한지형 단일 초종구 3종류 및 혼합구 4 종류-전체 8개 처리구를 준비하였다. 2007년 10월 초순 오버씨딩 시 파종량은 처리구에 따라 50-150 g m⁻² 사이로 적용하였다.

잔디밀도 및 균일도는 초종에 따라 유의한 차이가 나타났다. 전체적으로 연중 잔디밭 밀도 및 균일도는 혼식잔디가 한국잔디에 비해 우수한 경향으로 나타났다. 오버씨딩 초종, 파종량 및 계절에 따라 잔디밀도 및 균일도 차이가 나타나서 초기에는 퍼레니얼 라이그래스 파종량이 많고, 켄터키 블루그래스 파종량이 적은 처리구일수록 잔디밀도 및 균일도가 양호하였다. 하지만 오버씨딩 다음해에는 우열관계가 바뀌어 장기적으로 단일 초종구의 경우 켄터키 블루그래스가 퍼레니얼 라이그래스 및 톨 페스큐에 비해 양호하였다. 혼합구일 경우에는 켄터키 블루그래스 파종량이 많을수록, 반대로 퍼레니얼 라이그래스 파종량이 적을수록 잔디밀도 및 균일도가 양호하였다. 그리고 대조구인 한국

잔디의 밀도 및 균일도는 3월 초순부터 9월 하순까지 증가하였지만, 늦가을에 기온이 하강하면서 크게 감소하였다. 중정도 수준의 혼식 잔디밭에서 지속적으로 잔디밀도 및 균일도에 적합한 초종 및 파종량은 단일 초종구인 경우 켄터키 블루그래스 50 g, 혼합구인 경우 켄터키 블루그래스, 톨 페스큐 및 퍼레니얼 라이그래스 세 초종이 33%씩 혼합해서 75 g을 파종할 경우 적합하다고 판단되었다. 본 실험을 통해 나타난 다양한 연구결과는 한국잔디로 조성된 공원, 잔디구장 및 골프장을 한지형 잔디로 오버씨딩해서 혼합 식생 잔디밭으로 전환할 경우 실무적으로 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 즉 오버씨딩 시 한지형 초종 및 파종량 범위를 적절하게 선정할 경우 한국잔디의 녹색기간 연장과 함께 잔디밀도 및 균일도 등 품질이 향상될 수 있다.

주요어: 켄터키 블루그래스, 들잔디, 덧파종, 퍼레니얼 라이그래스, 톨 페스큐

References

- Ahn, B.J., Shim, S.R. and Won, H.J. 2001. Genetic characteristics of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) native to Korea. The 9th Int. Turfgrass Res. Conf., Toronto, Canada, July 15-21, 2001.
- Beard, J.B. 1973. Turfgrass: Science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Beard, J.B. and Beard, H.J. 2005. Beard's turfgrass encyclopedia for golf courses, grounds, lawns and sports fields. Michigan State University Press, East Lansing, MI, USA.
- Dipaola, J.M. and Beard, J.B. 1992. Physiological effects of temperature stress. Agron. Monogr. 32:231-267. In: Waddington, D.V., Carrow, R.N. and Shearman, R.C. (Eds.). Turfgrass. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.
- Fry, J. and Huang, B. 2004. Applied turfgrass science and physiology. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- Hanson, A.A., Juska, F.V. and Burton, G.W. 1969. Species and varieties. Agron. Monogr. 14:370-409. In: Hanson, A.A., Juska, F.V. (Eds.). Turfgrass science. ASA, Madison, WI, USA.
- Huh, K.Y., Yeom, D.Y. and Joo, Y.K. 1984. Studies on prolongation of the green period in zoysiagrasses. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 2(1):90-91 (Abstr.). (In Korean)
- Jung, K.W. and Kim, K.N. 2014. Effects of cool-season grass overseeding on coverage and spring transition in zoysiagrass. Weed Turf. Sci. 3:370-377. (In Korean)
- Kim, K.N. 1986. Effects of photoperiod and temperature on the growth and flowering in *Zoysia japonica* (Steud.). MS Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea.
- Kim, K.N. 2005. Comparison of summer turf performance, color

- and green color retention among cool-season grasses grown under USGA soil system. J. Kor. Inst. Landscape Architecture 33(5):18-30. (In Korean)
- Kim, K.N. 2006. STM Series II: Turfgrass management. Sahmyook University Press, Seoul, Korea
- Kim, K.N. 2009. Comparison of germination characteristics and daily seed germinating pattern in varieties of coarse-textured tall fescue under alternative and natural room temperature conditions. Kor. Turfgrass Sci. 23(1):23-34. (In Korean)
- Kim, K.N. 2012. STM Series I: Introductory turfgrass science. 2nd ed., Sahmyook University Press, Seoul, Korea.
- Kim, K.N. 2013. Comparison of color quality, winter color, and spring green-up among major turfgrasses grown under three different soil systems. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 31(3):259-268. (In Korean)
- Kim, K.N. 2014. Comparison of germination characteristics and daily seed germinating pattern in 15 new cultivars of Kentucky bluegrass grown under alternating temperature conditions. Weed Turf. Sci. 3(1):29-40. (In Korean)
- Kim, K.N., Choi, J.S. and Nam, S.Y. 2003. Turf performance of warm-season grass and cool-season grass grown in multi-layer system, USGA system and mono-layer system for athletic field. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:539-544. (In Korean)
- Kim, K.N. and Jung, K.W. 2009. Germination characteristics and daily seed germinating pattern of 8 new varieties of perennial ryegrass under alternative conditions required by ISTA. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 12(3):72-82. (In Korean)
- Korea Institute of Sport Science (KISS). 1998. Establishment and maintenance of turfgrass ground. Dongweonsa, Seoul, Korea.
- Korean World Cup Organizing Committee (KOWOC). 2000. Comprehensive project report on the establishment of the turfgrass ground of 2002 world cup soccer stadium. Kor. Organizing Committee for the 2002 FIFA World Cup-Korea/Japan, Seoul, Korea.
- Laude, L.M. 1964. Plant response to high temperatures. pp. 15-30 In: ASA Special publication No. 5. Forage plant physiology & soil range relationships. American Society of Agronomy, Inc., Madison, WI, USA.
- Lee, S.K., Kim, Y.J. and Ku, J.H. 2004. Growth of cool-season turfgrasses overseeded on Japanese lawngrass. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 22 (Suppl. 1) p. 123.
- Lee, S.K. and Ku, J.H. 2004. Overseeded trials on fairway Japanese lawngrass to improve winter color. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 22 (Suppl. 1) p. 122.
- Madison, J.H. 1966. Optimum rates of seeding turfgrass. Agron. J. 58:442-443.
- Minner, D.D., Dernoeden. P.H., Wehner, D.J. and McIntosh, M.S. 1983. Heat tolerance screening of field-grown cultivars of Kentucky bluegrass and perennial ryegrass. Agron. J. 75:772-775.
- Park, B.J. 2003. Ecological studies on the warm-season turfgrass and cool-season turfgrass mixtures. J. Kor. Korean Env. Res. Reveg. Tech. 6(5):21-27. (In Korean)
- Pitman, W.D. 1999. Response of 'Georgia 5' tall fescue-common bermudagrass mixture to season of nitrogen fertilization on the coastal plain. J. Plant Nutr. 22:1509-1517.
- Richardson, M.D., Hignight, K.W., Walker, R.H., Rodgers, C.A., Rush, D., et al. 2007. Meadow fescue and tetraploid perennial ryegrass-two new species for overseeding dormant bermudagrass turf. Crop Sci. 47:83-90.
- SAS Inst., Inc. 2001. SAS/STAT user's guide: Statistics version 8.00, SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.
- Shim, S.R. 1996. Characteristics, uses, and establishment method of cool-season grasses of four-season green color. The Environ. and Landscape Architecture Kor. 97:148-153. (In Korean)
- Shim, S.R. and Jeong, D.Y. 1999. Soil media and seeding rates for the establishment of Kentucky bluegrass carpet-type sod over a plastic sheet. J. Kor. Korean Env. Res. Reveg. Tech. 2(1):20-28. (In Korean)
- Shim, S.R., Jeong, D.Y. and Ahn, B.J. 2003. Geographical distribution and characteristics of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) native to Korea. J. Kor. Korean Env. Res. Reveg. Tech. 6(1):71-77. (In Korean)
- Shim, S.R., Jeong, D.Y. and Ahn, B.J. 2004. Effects of cool-season turfgrass overseeding onto zoysiagrass. J. Kor. Korean. Env. Res. Reveg. Tech. 7(5):85-93. (In Korean)
- Shim, S.R., Jeong, D.Y. and Kim, K.N. 2000. Planting foundations and turfgrass species adapted to grounds. J. Kor. Inst. Landscape Architecture 28(2):61-70. (In Korean)
- Skogley, C.R. and Sawyer, C.D. 1992. Field research. Agron. Monogr. 32:589-614. In: Waddington, D.V., Carrow, R.N., Shearman, R.C. (Eds.). Turfgrass. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. 2nd ed, McGraw-Hill, New York, NY, USA.
- Thorogood, D. 2003. Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) pp. 75-105. In: Casler, M.D. and Duncan, R.R. (Eds.), Turfgrass biology, genetics, and breeding. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- Turgeon, A.J. 2005. Turfgrass management. 7th ed., Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.
- Volterrani, M.S., Miele, S., Magni, S., Gaetani, M. and Pardini, G. 2001. Bermudagrass and seashore paspalum winter overseeded with seven cool-season turfgrasses. Int. Turfgrass Soc. Res. J. 9:957-961.

- Wallner, S.J., Becwar, M.R. and Butler, J.D. 1982. Measurement of turfgrass heat tolerance in vitro. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 107:608-613.
- Watschke, T.L. and Schmidt, R.E. 1992. Ecological aspects of turf communities. *Agron. Monogr.* 32:331-383. In: Waddington, D.V., Carrow, R.N., Shearman, R.C. (Eds.). *Turfgrass*. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA.
- Watschke, T.L., Schmidt, R.E., Carson, E.W. and Blaser, R.E. 1972. Some metabolic phenomena of Kentucky bluegrass under high temperature. *Crop Sci.* 12:87-90.
- Wehner, D.J. and Watschke, T.L. 1981. Heat tolerance of Kentucky bluegrass, perennial ryegrass and annual bluegrass. *Agron. J.* 73:79-84.
- Yeom, D.Y. and Huh, K.Y. 1985. Studies on the selection of the year round green turf. *J. Kor. Soc. Hort. Sci. Abstr.* 3(1):74-75. (In Korean)
- Yeom, D.Y., Huh, K.Y. and Joo, Y.K. 1985. Studies on prolongation of the green period in zoysiagrasses. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 26(10):66-75. (In Korean)
- Youngner, V.B. 1961. Growth and flowering of zoysia species in response to temperature, photoperiods, and light intensities. *Crop Sci.* 1:91-93.