

초흡수성 고분자 중합체가 크리핑 벤틀그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디의 잔디품질에 미치는 효과

김경남*

삼육대학교 과학기술대학 원예학과

Effect of Highly Water-Absorbing Polymer on Turfgrass Quality of Creeping Bentgrass, Kentucky Bluegrass, and Zoysiagrass

Kyoung-Nam Kim*

Dept. of Horticulture, College of Science and Technology, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea

ABSTRACT. Research was initiated to investigate the effect of high water-absorbing polymer on turfgrass quality of three major turfgrasses. A total of 12 treatment combinations were used in the study. Treatments were made with different rates of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer (WSP). Visual turfgrass quality was evaluated in creeping bentgrass (*Agrostis palustris* Huds., CB), Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L., KB), and zoysiagrass (*Zoysia japonica* Steud., Zoy) grown under greenhouse conditions. Significant differences were observed among the treatments in CB, KB, and Zoy. Visual quality ratings varied with mixing rates of SOA and WSP, being maximum 5.6 in differences among them. At the end of study it ranged from 0.3 to 9.6 in CB, 0.3 to 4.0 in KB, and 0.9 to 5.8 in Zoy. Turfgrass quality pattern changed with time after seeding among treatments influenced by WSP rates. From this study, a proper rate of WSP is considered to be 5%, 5~10%, and 5% for CB, KB and Zoy, respectively. In general, overall treatment effect of WSP on turfgrass quality was highly associated with SOA 20% in three turfgrass species. When mixing sand with SOA and WSP for rootzone soil, a proper rate of SOA is considered to be 15 to 20% for CB and KB, while 20% for Zoy of warm-season grass. A further study would be required to investigate the effect of varied, gradual mixing rates of WSP on growth characteristics of turfgrasses grown on mixtures of sand, SOA, and WSP before a field application.

Key words: K-SAM, Soil conditioner, Soil moisture, Turfgrass density, Visual turfgrass quality, Water-swelling polymer

서 론

현대사회에서 잔디는 도로변, 고속도로 교차로, 비행장, 묘지, 정원, 공원, 레크리에이션 공간, 경기장 및 골프장 등 여러 지역에 걸쳐 다양하게 이용되고 있다. 잔디는 환경에 대한 적응력이 매우 강한 식물로 척박한 토양을 회복할 목적으로 많이 이용되어 왔다(Hanson et al., 1969). 최근 사회적으로 녹색성장에 대한 관심이 증가하면서 잔디를 비롯한 지피식물에 대한 요구와 그 효용성은 더욱 높아지고 있다. 또한 일반가정, 각종 시설의 환경미화 및 경기장과 골프장의 주요 식재 식물로서 잔디작물의 중요성이 부각되면서 잔디조성 및 이용면적은 매년 증가하고 있다(Kim et al., 2002). 향후 잔디의 활용도는 녹색성장,

사회간접자본 건설 및 확충, 골프장, 테마형 파크 등 대규모 레저시설 개발에 따라 계속 늘어날 전망이다.

골프장, 경기장, 학교 운동장 및 공원에 조성되는 잔디밭은 많은 이용으로 답압가중 및 토양침하로 인해 통기 및 투수성 등 물리성이 불량해지면서 잔디품질이 크게 훼손되고 있다. 이는 잔디밭 이용횟수가 증가함에 따라 토양이 간밀해지면서(soil compaction) 잔디생장이 크게 저하되기 때문이다(Beard, 1973; Korea Institute of Sport Science, 1998). 특히 이용 빈도가 높거나 한지형 잔디로 조성된 잔디밭은 배수가 용이하고 토양의 고결화를 극복할 수 있는 지반조성이 요구되며, 토양 고결화 문제를 해결하기 위해 모래 위주의 지반으로 조성하거나 또는 토양개량재를 사용하고 있다(Kim, 2007; Krans et al., 1999).

일반적으로 골프장 및 경기장에 잔디밭 조성 시 식재층에는 토양개량재를 혼합하여 조성하고 있다. 이는 식재층 토양의 물리화학을 향상시켜 배수, 보수성 및 보비력을 적절하게 조절함으로써 종자발아 및 초기 활착, 잔디생장

*Corresponding author; Tel: +82-2-3399-1731
E-mail : knkturf@syu.ac.kr
Received : May 17, 2011, Revised : June 2, 2011, Accepted : June 11, 2011

및 품질을 향상시켜 주는 효과가 있기 때문이다(Kerek, 2003; Koh et al., 2006; Li et al., 2000). 토양개량제에 포함되어 있는 유기물은 토양구조, 통기성, 토양수분 등에 매우 유용하며, 또한 잔디생육에 필요한 영양분을 공급해주는 역할로 인해 잔디밭 품질에 크게 영향을 줄 수 있다(Bandaranayake et al., 2003).

토양개량제는 원재에 따라 펄라이트(perlite), 버미큘라이트(vermiculite), 제오라이트(zeolite) 등 무기질 개량제와 피트(peat) 등 유기질 개량제로 구분할 수 있다. 기존에 다양한 용도로 활용되고 있는 제오라이트와 같은 무기질 계통의 토양개량제는 잔디밭에서 주로 토양의 물리성을 개선시키는 역할을 하며, 반면 유기질 토양개량제는 토양 화학성을 개선시키는 특성이 있다(Kim et al., 2009). 즉 이러한 장점을 모두 활용하기 위해서는 무기질 및 유기질 모두 함유한 혼합 개량제를 검토하는 것도 필요하다.

고품질 스포츠용 잔디밭에 많이 사용되고 있는 유기질 토양개량제의 경우 국내에 널리 이용되고 있는 종류는 외국에서 생산되고 있는 피트이다. 피트에 비해 국내산 토양개량제를 많이 사용하지 못하고 있는 이유 중 하나는 이들 토양개량제의 효과에 대한 연구가 충분하지 않아 실무적으로 안전하게 활용할 수 없기 때문이다. 또한 피트는 외국에서 수입함으로써 시공비 부담이 크고, pH 3.0~4.0 사이의 강산성의 특성(Waddington, 1992) 때문에 대부분 산성 토양인 골프장의 토양산도 개선에는 그 효과가 반감될 수 있다.

따라서 외국산 피트 외에 국내산 토양개량제 및 무기질 소재를 혼합한 토양개량제에 대한 연구도 필요하다. Kim (2009a, 2009b)은 유기질 토양개량제와 폴리머(polymer) 혼합물질을 이용한 기초연구에서 토양개량제 및 폴리머 비율에 따라 잔디생장 및 품질에 차이가 나타난다고 보고하였다. 하지만 폴리머 혼합물질의 구성요소인 수분중합체, 칼슘, 펄라이트, 키토산 등 개별요인에 대한 충분한 추가 검정을 통해 실무에 응용하는 것이 바람직하다.

수분 흡수 중합체는 화학공업이 발달하면서 1970년대 초부터 식물에 이용되기 시작하였으며, 토양의 보수력 증진효과가 규명되면서 토양개량제로서 토양구조 안정 및

보수력 증진에 활용되고 있다(Hemyari and Nofziger, 1981; Miller, 1979; Wallace et al., 1986). 국내에서 수분 중합체를 일반작물에 이용하려는 연구는 오래전부터 있었다(Jo et al., 1987; No et al., 1987, 1988; Yoo et al., 1990). 하지만 잔디에 대한 연구는 최근에 들어 시작되고 있다. Kim and Park(2011)은 고분자 중합체가 주요 잔디류의 유묘 생존에 미치는 연구에서 초종에 따라 유묘 생존에 적합한 중합체 비율이 다르다고 보고하였다. 하지만 실무적으로 안전하게 현장에 적용하기 위해서는 추가적으로 주요 초종에 대한 품질을 포함해서 장기적으로 체계적인 연구가 필요하다.

본 연구는 토양개량제 혼합구에서 고분자 중합체 비율이 크리핑 벤프그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디의 잔디품질에 미치는 영향을 조사함으로써 수분 흡수 중합체를 이용한 토양개량제의 개발 및 실무 응용에 활용할 수 있는 기초자료를 얻기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

공시재료

공시초종은 국내에서 대표적으로 골프장 티, 웨어웨이 및 그린 등에 사용되고 있는 난지형인 *Zoysia* 속 들잔디(*Zoysia japonica* Steud.)와 한지형인 *Poa* 속 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.) 및 *Agrostis* 속 크리핑 벤프그래스(*Agrostis palustris* Huds.) 초종을 이용하였다. 이 때 사용한 품종은 미국 Patten Seed 에서 육성한 들잔디 ‘Zenith’ 품종, Jacklin Seed에서 육성한 켄터키 블루그래스 ‘Excursion’ 품종과 Mountain View Seeds에서 육성한 크리핑 벤프그래스 ‘Shark’ 품종이었다(Table 1).

본 실험에서 토양개량제 혼합구는 전체 12개 처리구를 준비해서 실시하였다(Table 2). 토양개량제 혼합구 재료는 모래, 토양개량제 SOA (soil organic amendment) 및 중합체 WSP (water-swelling polymer: K-SAM, Kolon Chemical Co., Ltd., Gwacheon, Kyonggi, Korea)를 사용하였다. 토양개량제 SOA (Supersoil I, Dooho-landtech, Iljuk, Kyonggi, Korea)는 유기물 함량이 77.84%로 국내에서 생산되고 있는 약산성

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

Genus	Common name	Scientific name	Variety	Use	Seed source
<i>Agrostis</i> L.	Creeping bentgrass	<i>Agrostis palustris</i> Huds.	Shark	green	Mountain View Seeds Salem, OR, USA
<i>Poa</i> L.	Kentucky bluegrass	<i>Poa pratensis</i> L.	Excursion	tee, fairway	Jacklin Seed Company Post Falls, ID, USA
<i>Zoysia</i> Willd.	Korean lawngrass	<i>Zoysia japonica</i> Steud.	Zenith	tee, fairway	Patten Seed Company Lakeland, GA, USA

Table 2. Treatment combinations of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer (WSP) in the study.

Treatment No.	Description for treatment mixtures (% v/v)		
	Sand ^z	SOA ^y	WSP ^x
1	90	10	5 ^w
2	90	10	10
3	90	10	15
4	90	10	20
5	85	15	5
6	85	15	10
7	85	15	15
8	85	15	20
9	80	20	5
10	80	20	10
11	80	20	15
12	80	20	20

^zSand: pure sand consisting of sand over 60% between 0.25 and 1.0 mm in particle size distribution as described in Table 3.

^ySOA: soil organic amendment of Supersoil I(Dooho-landtech, Ijju, Kyounggi, Korea).

^xWSP: water-swelling polymer of K-SAM consisting of acrylic acid-sodium acrylate copolymer : water = 94 : 6.

^wWSP mixing rates: 5 to 20% of WSP based on volume ratio (v/v, %) to mixture of Sand+SOA.

(pH 6.4)의 토양개량제이다. WSP 중합체(K-SAM, Kolon Chemical Co., Ltd., Gwacheon, Kyounggi, Korea)는 성분이 acrylic acid-sodium acrylate copolymer와 수분이 94:6로 구성된 고흡수성 수지로서 흡수력이 뛰어난 수분흡수 중합체이다. 모래는 고품질 스포츠 잔디지반인 USGA (United States Golf Association) 지반에 적합한 골재를 사용하였다(Table 3).

모래, 토양개량제 SOA 및 중합체 WSP의 혼합비율을 살펴보면 처리구1~처리구4는 모래 90%+토양개량제 SOA 10% 혼합구에 WSP 중합체 물질을 5% 간격으로 5~20% 범위로 혼합하였다. 처리구5~처리구8에서는 모래 85%+토양개량제 SOA 15% 혼합구에 WSP 중합체를 5% 간격으로 5~20% 범위로 혼합하였다. 그리고 처리구9~처리구12에서도 모래 80%+토양개량제 SOA 20% 혼합구에 WSP 중합체 물질을 5% 간격으로 5~20% 범위로 혼합하였다.

Table 3. Particle size distribution of sand used for 12 treatment combinations of soil organic amendment and water-absorbing polymer in the study.

Particle size (mm)	Particle size distribution (%)						
	2.0~3.4	1.0~2.0	0.5~1.0	0.25~0.5	0.15~0.25	0.05~0.15	0.002~0.05
USGA Spec. ^z	≤ 3%	≤ 7%	≥ 60%	≤ 20%	≤ 5%	≤ 5%	≤ 5%
Sand	1.0	2.25	87.00	7.0	1.5	0.25	

^zUSGA: United States Golf Association.

본 실험에서 처리구1~처리구12에서 WSP 중합체 혼합비율은 먼저 혼합구(모래 80~90% + 토양개량제 SOA 10~20%, v/v)를 준비한 후, 이 혼합구에 대한 체적비율 기준으로 처리구에 따라 WSP 5~20%를 적용하였다.

잔디파종 및 품질조사

모래, 토양개량제 SOA 및 WSP 중합체 혼합 처리구에 파종한 잔디종자는 예비 발아실험을 통해서 발아력에 문제가 없는 정상적인 종자를 이용하였다. 즉 인큐베이터에 들잔디, 켄터키 블루그래스 및 크리핑 벤트그래스 초종을 100립씩 난괴법 4반복으로 치상 후 발아 검정 기간에 요구되는 4주 동안 1주 간격으로 발아율을 조사하여 최소 기준 발아율 75% 이상 되는 종자를 선별하였다(The Lawn Institute, 1991; Turgeon, 2005).

예비 발아실험을 통해 확정된 공시재료는 직사각형 포트(15.5 cm×10.5 cm)에 크리핑 벤트그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디 종자를 각각 10 g/m², 12 g/m² 및 10 g/m² 기준으로 파종하였다. 종자파종 후 잔디관찰은 1일 간격으로 6주간 수행하였다. 전체 실험구는 난괴법 6반복으로 배치하였다.

잔디품질은 파종 후 1주 간격으로 잔디실험에서 가장 많이 사용하고 있는 시각적 평가방법(visual rating system)을 이용하여 조사하였다(Skogley and Sawyer, 1992). 시각적 평가방법은 잔디생장과 관계가 있는 엽색, 밀도, 질감, 균일도 등을 종합적으로 고려하여 평가하는데, 본 실험에서는 가장 나쁜 상태를 0점, 가장 좋은 상태를 10점으로 하여 0~10점 사이에서 잔디품질(visual quality rating, 0~10; 0=poorest, 10=best)을 평가하였다. 통계분석은 SAS (Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였고(SAS Institute, 1990), 처리구 평균간 유의성 검정은 DMRT (Duncan's Multiple Range Test) 5% 수준에서 실시하였다.

본 실험은 온실에서 3월부터 6월까지 실시하였으며 실험기간 중 온실 내 평균 온도는 10~35°C 사이로 나타났다(Table 4). 관수는 기상환경 및 온도에 따라 조절하였다. 파종 후 초기 1주일 동안은 수분 증발을 막기 위해서 처리구 전체를 비닐로 피복하였다(Photo 1). 그리고 처리구간

Table 4. Turfgrass entries, environmental conditions, replication, experiment period, and investigation frequency in the study.

Items	Description for experiment
Turfgrass entries ^z	CB 'Shark', KB 'Excursion', Zoy 'Zenith'
Environmental conditions	natural conditions between 10°C and 35°C at greenhouse
Replication	6
Experiment period	60 days
Investigation item	visual turfgrass quality
Investigation frequency	daily and weekly

^zCB: creeping bentgrass, KB: Kentucky bluegrass, Zoy: zoysiagrass.

객관적인 잔디생장 및 품질 차이를 비교하기 위해서 6주간 실험 수행 기간 중 공시 초종 3 종류 모두 무예초 (unmowed conditions) 상태로 유지하였다.

결과 및 고찰

크리핑 벤트그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디에서 잔디품질은 토양개량제 SOA 및 WSP 중합체에 따라 통계적으로 차이가 나타났다. 이들 공시초종에서 토양개량제 혼합구(Sand 80~90%+SOA 10~20%) 기준으로 5~20% 범위의 WSP 중합체 혼합비율에 따른 잔디품질 차이는 다음과 같았다.

WSP 혼합비율에 따른 크리핑 벤트그래스의 잔디품질 차이

한지형 크리핑 벤트그래스의 잔디품질은 토양개량제 SOA 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라 유의한 차이가 나타났다. 크리핑 벤트그래스에서 시각적인 잔디품질 평가 시 평가점수는 WSP 중합체 혼합비율에 따라 0.3~9.6 사이로 다양하게 나타났다(Table 5). 또한 파종 후 1주일 간격으로 나타난 그래프에서 크리핑 벤트그래스의 처리구별 잔디품질 변화패턴은 토양개량제 SOA 및 WSP 중합체 혼

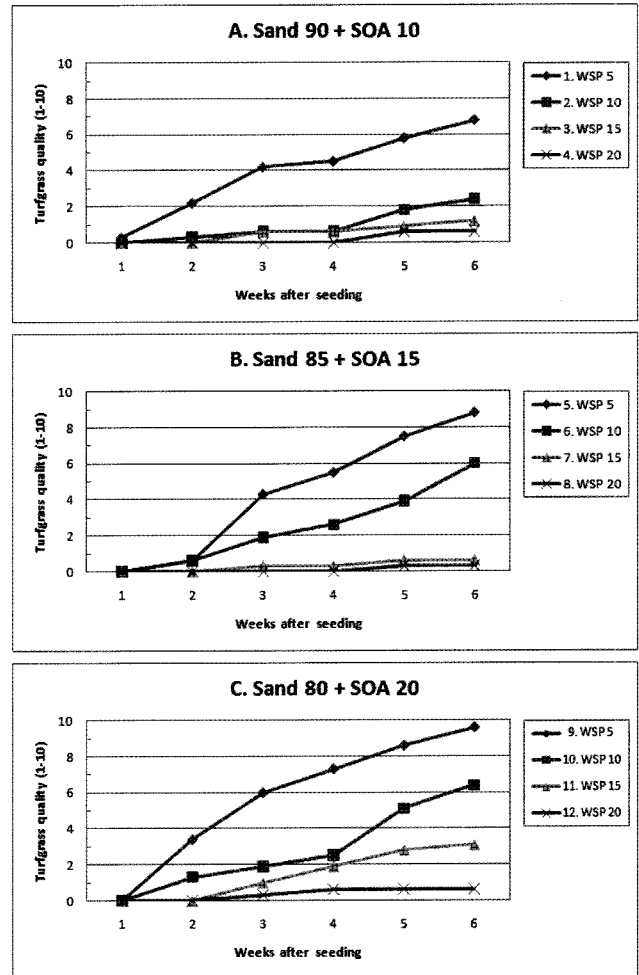


Fig. 1. Visual turfgrass quality of 12 treatment combinations comprising of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer (WSP) in creeping bentgrass under greenhouse conditions. Treatment combinations and WSP mixing rates were described in Table 2.

합에 따라서 경시적으로 상당히 다르게 나타났다(Fig. 1).

SOA 10%를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구1~처리구4에서 잔디품질은 WSP 중합체 혼

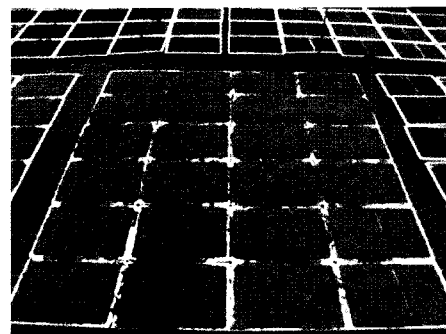


Photo 1. The experimental site at greenhouse (left) and a close-up of treatment mixtures of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer (right).

Table 5. Visual turfgrass quality of creeping bentgrass, Kentucky bluegrass, and zoysiagrass in 12 treatment combinations of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer (WSP) at the end of study.

Treatment No.	Treatment mixtures (% v/v) ^z			Turfgrass quality (0-10) ^y		
	Sand	SOA	WSP	CB	KB	Zoy
1	90	10	5	6.8 b ^x	2.2 bc	4.5 b
2	90	10	10	2.4 cd	2.8 b	4.1 bc
3	90	10	15	1.2 d	0.6 cd	2.6 c
4	90	10	20	0.6 d	N/A ^w	N/A
5	85	15	5	8.8 ab	3.7 a	4.2 bc
6	85	15	10	6.0 b	2.2 bc	0.9 d
7	85	15	15	0.6 d	1.0 c	2.0 cd
8	85	15	20	0.3 d	0.3 d	N/A
9	80	20	5	9.6 a	4.0 a	5.8 a
10	80	20	10	6.4 b	N/A	1.5 cd
11	80	20	15	3.1 c	N/A	1.7 cd
12	80	20	20	0.6 d	2.8 b	1.9 cd
Range				0.3~9.6	0.3~4.0	0.9~5.8

^zSand: pure sand consisting of sand over 60% between 0.25 and 1.0 mm in particle size distribution as described in Table 3. SOA: soil organic amendment of Supersoil I(Dooho-landtech, Ijuk, Kyounggi, Korea). WSP: water-swelling polymer of K-SAM consisting of acrylic acid-sodium acrylate copolymer : water = 94:6 (Kolon Chemical Co., Ltd., Gwacheon, Kyounggi, Korea).

^yCB: creeping bentgrass, KB: Kentucky bluegrass, Zoy: zoysiagrass.

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

^wN/A: not applicable.

합비율에 따라 다르게 나타났다. 이중 6주 후 잔디품질 평가점수는 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구1에서 6.8로 가장 높았다. 특히 처리구1은 파종 3주 후 평가점수가 4.2로 다른 처리구에 비해 월등하게 높았다. 일반적으로 SOA 10% 혼합구에서 WSP 중합체가 많이 혼합될수록 크리핑 벤투그래스의 잔디품질은 떨어지는 경향이였다. 크리핑 벤투그래스의 잔디품질이 가장 낮은 처리구는 WSP 중합체 20%가 혼합된 처리구4로 6주 후 시각적 평가점수가 0.6 이였다.

SOA 15%를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구5~처리구8에서 잔디품질 평가점수는 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구5가 8.8로 가장 높았다. 특히 처리구5는 파종 3주 후 잔디품질 평가점수가 4.3으로 다른 처리구6~처리구8의 평가점수 0.3~2.0에 비해 잔디품질이 더 우수하였다. 그리고 SOA 15% 혼합구에서 WSP 중합체가 10% 이상 혼합된 처리구의 크리핑 벤투그래스 품질은 크게 감소하였다. 크리핑 벤투그래스의 잔디품질이 낮은 혼합구는 WSP 중합체 혼합율이 15% 및 20%가 혼합된 처리구7과 처리구8로 파종 6주 후 시각적 평가점수가 각각 0.6 및 0.3으로 나타났다.

SOA 20%를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체를 5~20%

혼합한 처리구9~처리구12에서도 잔디품질은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 상당히 다르게 나타났다. 이중 크리핑 벤투그래스의 잔디품질이 가장 높은 처리구는 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구9로 평가점수가 9.6이였다. 처리구9는 파종 3주 후 잔디품질 평가점수가 6.0으로 다른 처리구10~처리구12에 비해 잔디품질이 상당히 우수하였다. SOA 20% 혼합 처리구에서 일반적으로 WSP 중합체가 많이 혼합될수록 크리핑 벤투그래스의 잔디품질은 떨어지는 경향이였다. 시각적 잔디품질 평가 시 점수가 가장 낮은 혼합구는 WSP 중합체가 20% 혼합된 처리구12로 파종 6주 후 평가점수가 0.6으로 저조하였다.

이상의 결과 크리핑 벤투그래스에서 WSP 중합체 혼합에 따른 잔디품질 비교 결과 WSP 중합체 혼합비율은 5% 정도가 적절한 것으로 사료되였다. 그리고 토양개량제 SOA를 함유한 식재층 토양에 크리핑 벤투그래스를 파종 후 잔디품질에 대한 전반적인 WSP 중합체 처리효과는 SOA 15% 및 SOA 20%를 함유한 식재층 토양이 양호한 경향이였다. 하지만 SOA 10% 식재층 토양에서 잔디품질에 대한 WSP 중합체 효과는 다소 저조하였다. 즉 크리핑 벤투그래스에서 토양개량제 SOA 식재층 토양에 WSP 중합체 혼합 시 품질을 고려한 토양개량제 SOA 비율은 15~20%

사이가 적절한 것으로 판단되었다(Fig. 1).

WSP 혼합비율에 따른 켄터키 블루그래스의 잔디품질 차이

한지형 켄터키 블루그래스의 잔디품질은 토양개량제 SOA 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라 통계적인 차이가 나타났다. 켄터키 블루그래스의 잔디품질 평가점수는 WSP 중합체 혼합비율에 따라 0.3~4.0 사이로 다양하게 나타났다(Table 5). 또한 파종 후 1주 간격으로 나타난 그래프에서 켄터키 블루그래스의 처리구별 잔디품질 변화패턴은 토양개량제 SOA 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라서 경시적으로 상당히 다르게 나타났다(Fig. 2).

SOA 10%를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구1~처리구4에서 잔디품질은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 다르게 나타났다. 파종 6주 후 잔디품질 평가점수는 WSP 중합체가 10% 혼합된 처리구2에서 2.8로 가장 높았다. 반대로 잔디품질이 가장 저조한 처리구는 WSP 중합체가 15% 혼합된 처리구3으로 파종 6주 후 평가점수가 0.6으로 낮았다.

SOA 15%를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구5~처리구8에서 6주 후 평가점수는 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구5에서 3.7로 가장 높았다. 일반적으로 SOA 15% 혼합구에서 WSP 중합체가 많이 혼합될수록 켄터키 블루그래스의 잔디품질은 떨어지는 경향이 있었다. 켄터키 블루그래스의 잔디품질이 낮은 혼합구는 WSP 중합체가 20% 혼합된 처리구8로 시각적 평가점수가 0.3이었다.

SOA 20%를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구9~처리구12에서도 잔디품질은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 차이가 나타났다. 이중 잔디품질이 가장 양호한 처리구는 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구9로 평가점수가 4.0이었다. 반대로 켄터키 블루그래스의 잔디품질이 가장 낮은 처리구는 WSP 중합체가 20% 혼합된 처리구12로 평가점수가 2.8로 저조하였다. 하지만 WSP 중합체 10% 및 15%가 혼합된 처리구10, 처리구11에서는 병발생이 심해 일찍 고사하여 잔디 품질을 평가할 수 없었다.

이상의 결과 켄터키 블루그래스에서 WSP 중합체 혼합비율에 따른 잔디품질 비교 결과 WSP 중합체 혼합비율은 5~10% 사이가 적절한 것으로 사료되었다. 그리고 토양개량제 SOA를 함유한 식재층 토양에 켄터키 블루그래스 파종 후 잔디품질에 대한 전반적인 WSP 중합체 처리 효과는 SOA 15% 및 SOA 20%를 함유한 식재층 토양에서 양호한 경향이 있었다. 하지만 SOA 10% 식재층 토양에서는 WSP 중합체 효과가 다소 저조하였다. 즉 켄터키 블루그래스에서 토양개량제 SOA 식재층 토양에 WSP 중합체 혼합 시 토양개량제 SOA 비율은 15~20% 사이가 적

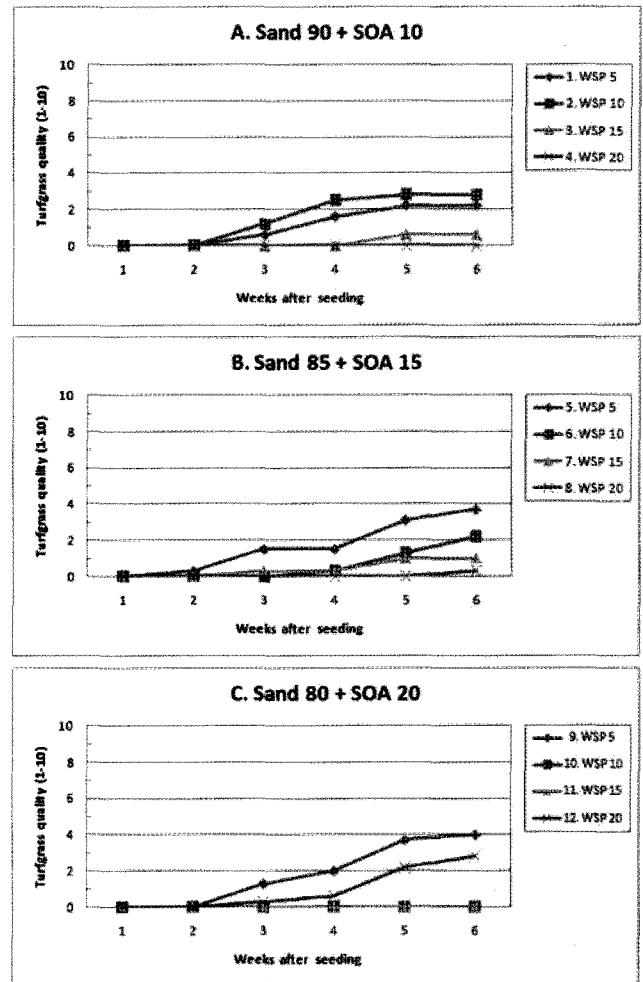


Fig. 2. Visual turfgrass quality of 12 treatment combinations comprising of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer(WSP) in Kentucky bluegrass under greenhouse conditions. Treatment combinations and WSP mixing rates were described in Table 2.

절한 것으로 사료되었다(Fig. 2).

켄터키 블루그래스에서 파종 2주 후 잔디품질 평가점수는 모든 처리구가 1.0 이하로 대단히 저조하였다. 하지만 크리핑 벤틀그래스의 경우 파종 2주 후 평가점수는 WSP 혼합비율에 따라 최대 3.4로 나타났다(Fig. 1 처리구9). 즉 같은 한지형 계통인 크리핑 벤틀그래스 잔디에 비해 켄터키 블루그래스의 잔디품질 수준이 상당히 낮았다. 이러한 차이는 켄터키 블루그래스의 발아속도가 한지형 잔디 중 가장 느린 유전적인 특성 때문이라 사료되었다(Christians, 2004; Kim, 2005). 한지형 잔디의 생육적온인 15~24°C 변온조건에서 크리핑 벤틀그래스는 치상 후 1주 이내 발아율 75%에 도달하지만(Kim et al., 2010), 켄터키 블루그래스의 경우 발아율 75% 도달은 2주 정도 소요되는 것으로 알려져 있다(Kim and Nam, 2003). 즉 켄터키 블루그래스

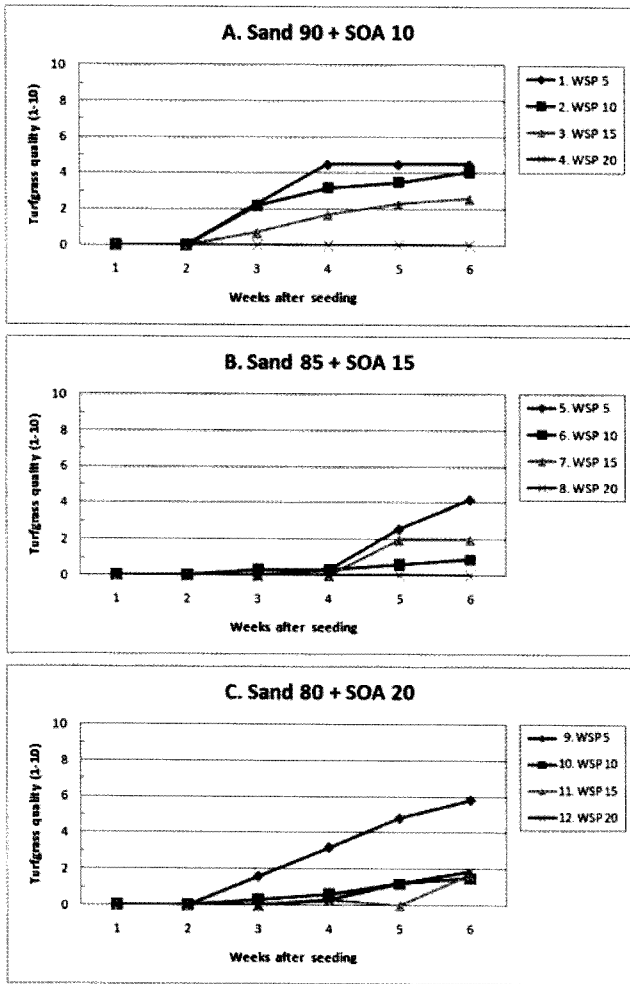


Fig. 3. Visual turfgrass quality of 12 treatment combinations comprising of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer(WSP) in zoysiagrass under greenhouse conditions. Treatment combinations and WSP mixing rates were described in Table 2.

는 유전적인 특성으로 초기 발아속도가 늦고, 이에 따라 엽수 발달 및 잔디밀도 등이 크리핑 벤트그래스보다 저조하기 때문에 전체적인 잔디품질 평가 점수도 낮게 나타나는 것으로 판단되었다.

WSP 혼합비율에 따른 들잔디의 잔디품질 차이

난지형 들잔디의 잔디품질은 토양개량재 SOA 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라 유의한 차이가 나타났다. 들잔디의 잔디품질 평가점수는 WSP 중합체 혼합비율에 따라 0.9~5.8 사이로 다양하게 나타났다(Table 5). 또한 파종 후 1주 간격으로 나타난 그래프에서 들잔디의 처리구별 잔디품질 변화패턴은 토양개량재 SOA 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라서 경시적으로 상당히 다르게 나타났다(Fig. 3).

SOA 10%를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체를 5~20%

혼합한 처리구1~처리구4에서 잔디품질 평가점수는 WSP 중합체 혼합비율에 따라 차이가 있었다. 잔디품질은 파종 3주 후부터 WSP 중합체 혼합비율에 따라 처리구간 차이가 나타나기 시작하였다. 이중 파종 6주 후 잔디품질이 양호한 처리구는 WSP 중합체가 5% 및 10% 혼합된 처리구 1과 처리구2로 시각적 평가점수가 각각 4.5 및 4.1로 높게 나타났다. SOA 10% 혼합구에서 들잔디 품질은 일반적으로 WSP 중합체가 많이 혼합될수록 떨어지는 경향으로 나타났다.

SOA 15%를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구5~처리구8에서도 잔디품질은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 다르게 나타났다. SOA 10% 및 20% 혼합 처리구와는 다르게 SOA 15% 혼합구에서 잔디품질에 대한 WSP 중합체 효과는 파종 후 4주 까지 처리구간 차이는 거의 나타나지 않았다. 하지만 파종 5주 후부터 차이가 나타나기 시작해서 파종 6주 후 잔디품질이 가장 우수한 처리구는 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구5로 평가점수가 4.2로 나타났다. 그리고 WSP 중합체가 10% 및 15% 혼합된 처리구6과 처리구7의 평가점수는 0.9~2.0 사이로 나타났다. 하지만 WSP 중합체가 20% 혼합된 처리구8에서는 병 발생으로 일찍 고사하여 잔디 품질을 평가할 수 없었다.

SOA 20%를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구9~처리구12에서 파종 6주 후 잔디품질은 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구9의 평가점수가 5.8로 가장 높았다. 그리고 WSP 중합체가 10%, 15% 및 20% 혼합된 나머지 처리구10, 처리구11 및 처리구12의 잔디품질 평가점수는 1.5~1.9 사이로 품질이 비슷하였다.

이상의 결과 들잔디에서 WSP 중합체 혼합비율에 따른 잔디품질 비교 결과 WSP 중합체 혼합비율은 5%가 적절한 것으로 사료되었다. 그리고 토양개량재 SOA를 함유한 식재층 토양에 들잔디 파종 후 잔디품질에 대한 전반적인 WSP 중합체 처리효과는 SOA 20%를 함유한 식재층 토양에서 가장 양호하였다. 반대로 SOA 15% 식재층 토양에서는 WSP 중합체 효과가 저조한 경향으로 나타났다. 그리고 SOA 10% 식재층 토양에서는 WSP 중합체 효과는 중간 정도로 나타났다. 즉 들잔디에서 토양개량재 SOA 식재층 토양에 WSP 중합체 혼합 시 토양개량재 SOA 비율은 20% 정도가 가장 적절한 것으로 판단되었다(Fig. 3).

WSP 혼합비율에 따른 초종간 잔디품질 비교

본 실험에서 초종간 전반적인 경시적인 잔디품질 패턴은 전반적으로 켄터키 블루그래스, 들잔디 및 크리핑 벤트그래스 순서로 양호하였다. 또한 파종 6주 후 잔디품질 평가점수는 크리핑 벤트그래스가 9.6으로 가장 높았으며,

켄터키 블루그래스가 4.0으로 가장 낮았다. 들잔디의 경우 평가점수는 5.8로 켄터키 블루그래스보다는 높았지만, 크리핑 벤투그래스 보다는 낮게 나타났다. 즉 공시 3종류 초종의 잔디품질은 크리핑 벤투그래스 > 들잔디 > 켄터키 블루그래스 순서로 크리핑 벤투그래스와 켄터키 블루그래스 초종 간 잔디품질 평가 점수는 최대 5.6 정도 차이가 있었다. 동일한 환경에서 생육한 초종 간 나타난 이러한 차이는 유전적으로 크리핑 벤투그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디 초종 간 발아속도 및 생육형 차이가 있기 때문에 나타나는 것으로 판단되었다(Duble, 1996).

잔디 생육형은 줄기의 성장하는 형태에 따라 주형(bunch-type), 포복경형(stoloniferous-type, S-type), 지하경형(rhizomatous-type, R-type) 및 포복지하경형(stoloniferous/rhizomatous-type, S/R-type)으로 나누어진다(Kim, 2005). 크리핑 벤투그래스는 생육형이 S-type 잔디로 포복경이 있어 지표면 위로 빠르게 성장할 수 있다. 또한 들잔디도 생육형이 S/R-type으로 포복경에 의한 줄기생장이 지표면 위로 가능하다. 하지만 켄터키 블루그래스는 R-type 잔디로 땅속에서 지하경으로 뻗어가며 성장을 한다(Beard and Beard, 2005; Kim, 2005). 또한 잔디발아 속도는 켄터키 블루그래스의 발아속도가 주요 잔디작물 중 가장 늦은 것으로 알려져 있다(Beard, 1973; Fry and Huang, 2004). 즉 유전적으로 발아속도 및 생육형 특성 차이로 인해 켄터키 블루그래스의 초기 피복과 잔디밀도가 떨어지는 것으로 판단되었다.

시각적인 잔디 품질 평가 시 잔디밀도와 함께 질감 및 균일도도 중요한 평가요소이다. 크리핑 벤투그래스는 엽폭이 극세엽형으로 질감(texture)이 우수하기 때문에 골프장 그린에 많이 이용되고 있다(Beard, 1982). 크리핑 벤투그래스에 비해 켄터키 블루그래스 및 들잔디는 엽폭이 넓어 질감이 떨어진다. 즉 초종 간 질감 차이로 인해 잔디 밀도 및 품질이 영향을 받을 수 있다(Christians, 2004). 이런 관점에서 실험기간 내내 들잔디 및 켄터키 블루그래스에 비해 극세엽형 크리핑 벤투그래스의 평가점수가 대단히 높게 나타난 것으로 판단되었다.

또한 공시 초종은 모두 수입 직전 종자검정 결과 양호한 판정으로 나타나 국내에 수입되어 실무적으로 이용되고 있는 종자였다. 그리고 본 실험 전 예비 발아실험을 통해 크리핑 벤투그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디 발아율이 각각 96.5%, 76.1% 및 98.3%로 국제종자검정협회에서 요구하는 기준치 이상으로 나타났기 때문에(Anonymous, 1964) 공시 초종의 종자발아에는 전혀 문제가 없었다. 따라서 실험결과 초종 간 나타난 잔디품질 차이는 WSP 중합체 처리 시 발아속도, 질감 및 생육형 등 초종 고유의 생리생태적인 특성에 따라서 그 효과가 다르게 나타날 수

Table 6. Proper mixing rate of soil organic amendment and water-swelling polymer for a rootzone layer in terms of turfgrass quality.

Turfgrass entries	Soil organic amendment (%)	Water-swelling polymer (%)
Creeping bentgrass	15~20	5
Kentucky bluegrass	15~20	5~10
Zoysiagrass	20	5

있다는 것을 의미한다.

본 실험에서 잔디품질은 일반적으로 WSP 중합체 혼합비율이 5%에서 20%로 증가할수록 감소하는 경향으로 나타났다. 잔디품질을 고려할 때 WSP 중합체 혼합비율은 낮을수록 바람직하였다. 즉 크리핑 벤투그래스와 들잔디는 5%, 켄터키 블루그래스는 5~10% 사이가 적절한 것으로 판단되었다(Table 6). 이와 같은 결과는 다른 연구에서도 확인되고 있다. 켄터키 블루그래스 및 퍼레니얼 라이그래스(*Lolium perenne* L.)에서 유기질개량제, 무기질 영양분 및 혼합 중합체가 잔디생장에 미치는 연구에서 혼합 중합체의 비율이 낮을수록 잔디엽수, 초종 및 밀도 등 생장은 더 양호하였다(Kim, 2009a, 2009b).

잔디품질 반응을 고려 시 초종에 따라 적정 WSP 혼합비율에 차이가 있었는데, 이것은 유전적으로 초종에 따라 수분 이용 정도가 다르기 때문이라 추정되었다. 일반적으로 수분 흡수 중합체는 작물의 보습력 향상으로 식물 생장에 유용하다. 하지만 강력한 고흡수성 특성으로 인해 발아과정 및 생육 초기 필요한 수분을 강하게 흡수 및 저장함으로 뿌리 발달이 충분치 않은 조성 초기단계에서는 초종에 따라 수분 이용이 대단히 불리해질 수도 있다(Watschke et al., 1992). No et al.(1988)은 밭에 수분 흡수 중합체를 시용함으로 공극율, 유효수분 및 수확량이 증가한다고 보고하였다. 하지만 작물에 따라서 수분 흡수 중합체의 적정 처리비율은 다르게 보고되고 있다(No et al., 1988; Yoo et al., 1990).

또한 잔디작물에서 유묘 생존율은 WSP 중합체 혼합비율이 낮을수록 증가하고, 들잔디와 켄터키 블루그래스의 경우 중합체 비율은 5~10% 사이가 적절하다(Kim and Park, 2011). 하지만 본 실험에서 잔디품질은 들잔디의 경우 WSP 중합체 비율은 5%가 적절하였다. 즉 동일한 초종일지라도 생육단계 및 생장특성에 따라 WSP 중합체 처리효과가 달라질 수 있다. 따라서 종자 파종으로 잔디밭 조성 후 초종 및 생육단계별 WSP 중합체 혼합비율에 대한 효과도 장기적으로 비교검토 하는 것이 필요한 것으로 판단되었다.

요 약

본 연구는 토양개량제 혼합구에서 고분자 중합체 비율이 주요 초종의 잔디품질에 미치는 영향을 조사함으로 수분 흡수 중합체를 이용한 토양개량제의 개발 및 실무 응용에 활용할 수 있는 기초자료를 얻기 위해 수행하였다. 토양개량제 혼합구는 모래, 토양개량제 SOA 및 중합체 WSP를 이용하여 전체 12개 처리구를 준비하였다. 온실에서 생장한 크리핑 벤투그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디의 잔디품질은 토양개량제 SOA 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라 유의한 차이가 나타났다. 초종별 잔디품질은 크리핑 벤투그래스 > 들잔디 > 켄터키 블루그래스 순서로 나타났고, 시각적 잔디품질 점수는 WSP 중합체 혼합비율에 따라 크리핑 벤투그래스 0.3~9.6, 켄터키 블루그래스 0.3~4.0 및 들잔디 0.9~5.8 사이로 초종 간 최대 5.6 정도 차이가 있었다. 3종류 공시초종에서 잔디품질의 변화패턴은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 경시적으로 다르게 나타났으며, 잔디 품질을 고려할 때 혼합비율은 크리핑 벤투그래스와 들잔디는 5%, 켄터키 블루그래스는 5~10% 범위가 적절하였다. 잔디 품질에 대한 전반적인 WSP 중합체 처리효과는 크리핑 벤투그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디 모두 SOA 20% 혼합구에서 가장 양호하게 나타났다. 그리고 토양개량제 SOA를 함유한 식재층 토양에 WSP 중합체 혼합 시 SOA 혼합비율은 한지형인 크리핑 벤투그래스와 켄터키 블루그래스의 경우 15~20% 사이, 그리고 난지형인 들잔디는 20% 정도를 혼합하는 것이 적절하다고 판단되었다. 향후 유기질 토양개량제를 함유한 식재층 토양에서 0~15% 사이의 저수준의 WSP 중합체 혼합과 함께 갈슘, 펄라이트 등 무기 영양분이 초장, 밀도 및 품질 등 잔디생육 특성에 대한 효과검정을 통해 WSP 중합체를 이용한 토양개량제의 개발 및 실무 응용에 활용하는 것이 바람직하다.

주요어: K-SAM, 토양개량제, 토양수분, 잔디밀도, 시각적 잔디품질, 수분 흡수 중합체

감사의 글

본 연구는 두호랜텍의 지원에 의하여 수행되었으며 지원에 감사드립니다.

참고문헌

Anonymous. 1964. Rules for testing seeds. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts 54(2):1-112.

- Bandaranayake, W., Y.L. Qian, W.J. Parton, D.S. Ojima, and R.F. Follett. 2003. Estimation of soil organic carbon changes in turfgrass systems using the CENTURY model, *Agron. J.* 95(3):558-563.
- Beard, J.B. 1973. *Turfgrass science and culture*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Beard, J.B. 1982. *Turfgrass management for golf courses*. Macmillan Publishing Company, New York, NY, USA.
- Beard, J.B. and H.J. Beard. 2005. *Beard's turfgrass encyclopedia for golf courses, grounds, lawns and sports fields*. Michigan State University Press, East Lansing, USA.
- Christians, N. 2004. *Fundamentals of turfgrass management*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- Duble, R.L. 1996. *Turfgrasses: Their management and use in the southern zone*. Texas A&M University Press, College Station, TX, USA.
- Fry, J. and B. Huang. 2004. *Applied turfgrass science and physiology*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- 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.
- Hemyari, P. and D.L. Nofziger. 1981. Super slurper effects on crust strength, water retention, and water infiltration of soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 45: 799-801.
- Jo, I.S., B.K. Hur, K.S. Ryu, K.T. Um, and S.J. Cho. 1987. Effects of soil conditioner treatments on the changes of soil physical properties and soybean yields. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 20(1):29-34.
- Kerek, M. 2003. Labile soil organic matter as a potential nitrogen source in golf greens. *Soil Biology & Biochemistry* 35(12):1643-1649.
- Kim, G.H., K.Y. Kim, J.K. Kim, D.M. Sa, J.S. Seo, B.G. Sohn, J.Y. Yang, K.C. Yeom, S.E. Lee, K.Y. Jeong, D.Y. Jung, Y.T. Jung, J.B. Jeong, and H.N. Hyeon. 2009. *Soil science*. Hyangmoonsa, Seoul, Korea.
- Kim, I.C., Y.K. Joo, and J.H. Lee. 2002. Correlation of soil physical properties and growth of turfgrass on the ground of Olympic-mainstadium. *Kor. Turfgrass Sci.* 16(1):31-40.
- Kim, K.N. 2005. *STM series I: Introductory turfgrass science*. Sahmyook University Press, Seoul, Korea.
- Kim, K.N. 2007. *STM series III: Turfgrass establishment*. Sahmyook University Press, Seoul, Korea.
- Kim, K.N. 2009a. Effect of soil organic amendment mixtures with water-absorbing polymer on growth characteristics in perennial ryegrass. *J. Nat. Sci. Sahmyook Univ.* 44:161-171.
- Kim, K.N. 2009b. Effect of soil organic amendment and water-absorbing polymer on growth characteristics in *Poa pratensis*

- L. Kor. Turfgrass Sci. 23(2):317-330.
- Kim, K.N., C.U. Cho, Y.H. Bae, and S.H. Park. 2010. Germination characteristics and daily seed germinating pattern in new varieties of the third generation of creeping bentgrass under ISTA conditions. *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 13(4):30-41.
- Kim, K.N. and S.H. Park. 2011. Effect of high water-swelling polymer rate on seedling survival of major turfgrasses grown on soil organic amendment mixtures. *J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech.* 14(2):21-32.
- Kim, K.N. and S.Y. Nam. 2003. Comparison of establishment vigor, uniformity, rooting potential, and turf quality of sods of Kentucky bluegrass, perennial ryegrass, tall fescue and cool-season grass mixtures grown in sand soil. *Kor. Turfgrass Sci.* 17(1):1-12.
- Koh, S.K., H.S. Tae, and C.H. Ryu. 2006. Effect of animal organic soil amendment on growth of Korean lawngrass and Kentucky bluegrass. *Kor. Turfgrass Sci.* 20(1):33-40.
- Korea Institute of Sport Science. 1998. Establishment and maintenance of soccer ground. Dongweonsa, Seoul, Korea.
- Krans, J.P., J. Puhalla, and M. Goatley. 1999. Sports fields: A manual for design, construction and maintenance.
- Li, D., Y.K. Joo, N.E. Christian, and D.D. Miner. 2000. Inorganic soil amendment effects on sand-based sports turf media. *Crop Sci.* 40(4):1121-1125.
- Miller, D.E.. 1979. Effect of H-SPAN on water retained by soils after irrigation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 43:628-629.
- No, Y.P., Y.T. Jung, C.Y. Park, and Y.H. Kim. 1988. Studies on the agricultural use of the water-swelling polymer. II. Field experiment. *Res. Rept. of RDA(S&F)* 30(3):16-21.
- No, Y.P., Y.T. Jung, G.S. Chung, and Y.H. Kim. 1987. Studies on the agricultural use of the water-swelling polymer. I. Basic experiment. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 20(3):209-216.
- SAS Institute, Inc. 1990. SAS/STAT user's guide, Version 6 4th ed., SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.
- 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 (eds), *Turfgrass*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI, USA.
- The Lawn Institute. 1991. Seed. *LISTS* 69-112. In E.C. Roberts and B.C. Roberts (eds), *Lawn institute special topic sheets*, Tennessee Cumberland Printing Corp., Crossville, TN, USA.
- Turgeon, A.J. 2005. *Turfgrass management*. 7th ed., Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA.
- Waddington, D.V. 1992. Soils, soil mixtures, and soil amendments. *Agron. Monogr.* 32:129-174. In D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman (eds), *Turfgrass*. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA.
- Wallace, A., G.A. Wallace, and A.M. Abouzamzam. 1986. Effects of soil conditioners on water relationships in soils. *Soil Sci.* 141: 346-352.
- Watschke, T.L. and R.E. Schmidt. 1992. Ecological aspects of turf communities. *Agron. Monogr.* 32:331-383. In D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman (eds), *Turfgrass*. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA.
- Yoo, S.H., S.K. Kwun, and H.M. Ro. 1990. Effect of highly water absorbing polymer(K-sorb) on soil water retention. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 23(3):173-179.