

토양개량재 혼합구에서 고분자 중합체 비율이 주요 잔디류의 유묘 생존에 미치는 효과*

김경남¹⁾·박소향²⁾

¹⁾ 삼육대학교 과학기술대학 원예학과²⁾ 삼육대학교 대학원 환경원예학과

Effect of High Water-Swelling Polymer Rate on Seedling Survival of Major Turfgrasses Grown on Soil Organic Amendment Mixtures*

Kim, Kyoung-Nam¹⁾ and Park, So-Hyang²⁾

¹⁾ Dept. of Horticulture, College of Science and Technology, Sahmyook University,

²⁾ Dept. of Environmental Horticulture, Graduate School, Sahmyook University.

ABSTRACT

The effects of high polymer on the seedling survival were investigated in three major turfgrasses. Twelve treatments were used in the study with different rates of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer (WSP). Turfgrass seedling survival rate was evaluated in creeping bentgrass (CB), Kentucky bluegrass (KB), and zoysiagrass (Zoy) grown under greenhouse conditions.

Significant differences were observed among the treatments. Seedling survival rates were variable in CB, KB, and Zoy according to mixing rates of SOA and WSP, being maximum 20.2% in differences. At 6 weeks after seeding, the survival rates ranged from 0.6 to 61.9% in CB, 4.2 to 75.3% in KB and 1.7 to 82.1% in Zoy. A pattern of seedling emergence varied with time among treatments influenced by WSP rates.

A proper mixing rate of WSP is considered to be 5% for CB and 5 to 10% for KB and Zoy. In general, overall effect of WSP on seedling survival was clearly observed in the mixtures of sand 80% and SOA 20% in CB. The best result, however, was found from the mixture of sand 85% and SOA

* 본 논문은 2011학년도 삼육대학교 학술연구비 지원에 의해 수행된 것임.

Corresponding author : Kim, Kyoung-Nam, Dept. of Horticulture, Sahmyook University,
Tel : +82-2-3399-1731, E-mail : knkturf@syu.ac.kr

Received : 30 December, 2010. **Revised** : 14 February, 2011. **Accepted** : 11 April, 2011.

15% in both KB and Zoy. When mixing sand with WSP, a proper rate of SOA is considered to be 20% for CB and 15 to 20% for KB, while 10 to 15% for Zoy. A further research is needed to investigate the effects of WSP on the turf quality in mixtures of sand, SOA, and WSP before a field application.

Key Words : *Creeping bentgrass*, *Germination rate*, *Kentucky bluegrass*, *Water-absorbing polymer*, *Zoysia japonica*.

I. 서 론

골프장, 경기장, 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 긴밀해지면서 (soil compaction) 잔디생장이 크게 저하되기 때문이다(한국체육과학원, 1998; Beard, 1973). 특히 이용빈도가 높은 잔디밭과 한지형 잔디로 조성된 잔디밭은 배수가 용이하고 토양의 고결화를 극복할 수 있는 지반조성이 필수적이다. 이러한 이유로 토양 고결화 문제를 해결하기 위해 지반을 모래 위주로 조성하거나 또는 토양개량제를 사용하고 있다(김경남, 2007; Krans et al., 1999).

일반적으로 골프장 조성 시 티, 페어웨이 및 그린 식재층은 다양한 토양개량제를 혼합하여 조성하고 있다. 이는 토양 물리·화학적 향상을 시켜 배수, 보수성 및 보비력을 적절하게 조절함으로 잔디밭아 및 초기 활착과 잔디품질을 향상시켜 주는 효과가 있기 때문이다(고석구 등, 2006; Kerek, 2003; Li et al., 2000). 토양개량제에 포함되어 있는 유기물은 생태계 지속성, 토양구조, 통기성, 토양수분에 매우 유용하며, 또한 잔디생육에 필요한 영양분을 공급해 주는 역할 등으로 인해 잔디밭 지반에 크게 영향을 줄 수 있다(Bandaranayake et al., 2003).

토양개량제는 원재에 따라 펄라이트(perlite), 버미큘라이트(vermiculite), 제올라이트(zeolite) 등 무기질 개량제와 피트(peat) 등 유기질 개량제로

구분할 수 있다(조성진 등, 1993). 일반적으로 기존에 이용되고 있는 제올라이트와 같은 무기질 계통의 토양개량제는 주로 토양의 물리성을 개선시키고, 유기질 토양개량제는 주로 토양 화학성을 개선시키는 특성이 있다. 즉 이러한 장점을 모두 활용하기 위해서는 무기질 및 유기질을 모두 함유한 혼합개량제를 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 수입함으로 시공비 부담이 크고, pH 3.0~4.0 사이의 강산성의 특성(Waddington, 1992) 때문에 골프장의 토양산도 개선에는 그 효과가 반감될 수 있다.

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

수분 흡수 중합체는 화학공업이 발달하면서 1970년대 초부터 식물에 이용되기 시작하였으며,

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

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

토양의 보수력 증진효과가 규명되면서 토양구조 안정 및 보수력 증진에 활용되고 있다(Wallace et al., 1986). 국내에서는 수분 중합체를 일반작물에 이용하려는 연구는 있었지만(노영팔 등, 1987; 유순호 등, 1990; 조인상 등, 1987), 잔디에 대한 체계적인 실험결과는 없어 이에 대한 연구가 필요하다.

본 연구는 토양개량제 혼합구에서 고분자 수분 중합체 혼합비율이 주요 잔디의 생존에 미치는 영향을 조사함으로써 수분 흡수 중합체를 이용한 토양개량제의 개발 및 실무 응용에 활용할 수 있는 기초자료를 얻기 위해 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

공시초종은 국내에서 대표적으로 골프장 티, 웨어웨이 및 그린 등에 사용되고 있는 난지형 *Zoysia* 속 들잔디(*Zoysia japonica* Steud.)와 한지형 *Poa* 속 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.) 및 *Agrostis* 속 크리핑 벤트그래스(*Agrostis palustris* Huds.)를 이용하였다. 이 때 사용한 품종은 미국 Patten Seed사에서 육성한 들잔디 'Zenith' 품종, Jacklin Seed사에서 육성한 켄터키 블루그래스 'Excursion' 품종과 Mountain View Seeds사에서 육성한 크리핑 벤트그래스 'Shark' 품종이었다(표 1).

본 실험에서 토양개량제 혼합구는 전체 12개

처리구를 준비해서 실시하였다(표 2). 토양개량제 혼합구 재료는 모래, 토양개량제 SOA(soil organic amendment) 및 중합체 WSP(water-swelling polymer)를 사용하였다. 토양개량제

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
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.

^ySOA : soil organic amendment of Supersoil I (Dooholandtech, Iljuk, Kyounggi, Korea).

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

Table 3. Chemical properties of soil organic amendment (SOA) for treatment mixtures in the study.

Code	Source ^z	Chemical properties ^y			
		pH	EC (dS/m)	CEC (me/100g)	OM (%)
SOA	Supersoil I	6.41	4.59	81.90	77.84

^zSupersoil I : Dooholandtech, Iljuk, Kyounggi, Korea.

^yEC : electro-conductivity, CEC : cation exchange capacity, OM : organic matter.

SOA (Supersoil I, Dooho-landtech, Iljuk, Kyounggi, Korea)는 유기물 함량이 77.84%로 국내에서 생산되고 있는 약산성의 토양개량제이다(표 3). 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.

모래, 토양개량제 SOA 및 중합체 WSP의 혼합 비율을 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.

2. 잔디 생존율 조사 및 통계분석

모래, 토양개량제 및 중합체 혼합구에서 잔디 생존력은 유묘 개체를 조사함으로써 판단하였다. 잔디 생존력은 들잔디, 켄터키 블루그래스 및 크리핑 벤트그래스 초종을 100립씩 난괴법 6반복으로 파종 후 출현한 유묘를 조사해서 비교하였다. 잔디 유묘 관찰은 파종 후 1일 간격으로 실시하였으며, 실험기간은 잔디실험에서 검정기간이 가장 긴 4주 기준(The Lawn Institute, 1991)보다

더 긴 6주간 수행하였다.

유묘의 생존 여부는 지상부 엽 길이가 최소 10 mm 이상 자랐을 때를 기준으로 하였다. 최종 생존율은 파종 6주 후 조사한 누적 데이터를 이용하였다. 본 실험은 온실에서 실시하였으며 실험 기간 중 온도는 10~35℃이었다. 파종 후 초기 1주일 동안은 수분 증발을 막기 위해서 처리구 전체를 비닐로 피복하였다. 본 실험에서 처리구간 객관적인 생존능력 차이를 비교하기 위해서 6주간 실험 수행 기간 중 공시 초종 3 종류 모두 무예초(unmowed conditions) 상태로 유지하였다.

통계분석은 SAS(Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였다(SAS Institute, 1990). 그리고 처리구 평균간 유의성 검정은 DMRT(Duncan's Multiple Range Test) 5% 수준에서 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

크리핑 벤트그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디 초기 생존능력을 나타내는 유묘 생존율은 토양개량제 및 WSP 중합체에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 이들 초종에서 모래 및 토양개량제 혼합구에 WSP 중합체 혼합비율에 따른 생존력 차이는 다음과 같았다.

1. WSP 혼합비율에 따른 크리핑 벤트그래스의 생존력

한지형 크리핑 벤트그래스의 잔디생존율은 토양개량제 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라 유의

Table 4. Seedling survival rates 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)			Seedling survival rate (%)		
	Sand ^z	SOA	WSP	CB ^y	KB ^x	ZOY ^w
1	90	10	5	48.5 b ^v	20.7 de	56.0 c
2	90	10	10	16.1 e	28.7 d	56.5 c
3	90	10	15	35.8 c	4.5 f	33.3 d
4	90	10	20	0.6 h	4.2 f	27.0 d
5	85	15	5	51.3 b	75.3 a	82.1 a
6	85	15	10	6.0 g	51.7 c	63.4 bc
7	85	15	15	8.0 g	16.6 e	4.5 e
8	85	15	20	1.6 h	17.3 e	3.3 ef
9	80	20	5	61.9 a	69.5 b	69.1b
10	80	20	10	25.5 d	NA ^u	NA
11	80	20	15	12.7 f	NA	NA
12	80	20	20	21.2 de	15.4 e	1.7 f
Range				0.6~61.9	4.2~75.3	1.7~82.1

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

^yCB : creeping bentgrass.

^xKB : Kentucky bluegrass.

^wZOY : zoysiagrass.

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

^uNA : not applicable.

한 차이가 나타났다. 크리핑 벤틀그래스에서 WSP 중합체 혼합비율에 따라 유묘 생존을 범위는 0.6~61.9% 사이로 다양하게 나타났다(표 4). 또한 파종 후 1주일 간격으로 나타낸 그래프에서 크리핑 벤틀그래스의 처리구별 유묘의 발생패턴은 토양개량제 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라서 경시적으로 상당히 다르게 나타났다(그림 1).

모래 90%+토양개량제 10% 혼합구에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구1~처리구4에서 유묘의 발생은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 다르게 나타났다. 이 중 6주 후 유묘의 최종 생존율은 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구1에서 48.5%로 가장 높았다. 특히 처리구1은 파종 4주 후 유묘 발생율이 30.7%로 다른 처리구에 비해

유묘 출현이 빠르게 나타났다. 크리핑 벤틀그래스의 유묘 생존율이 가장 낮은 처리구는 WSP 중합체가 20% 혼합된 처리구4로 6주 후 생존율이 0.6%였다.

모래 85%+토양개량제 15% 혼합구에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구5~처리구8에서 최종 생존율은 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구5에서 51.3%로 가장 높았다. 특히 처리구5는 파종 2주 및 4주 후 누적 발생율이 각각 18.3% 및 30.5%로 처리구6~처리구8에 비해 유묘 발생이 대단히 빠르게 나타났다. 토양개량제 15% 혼합구에서 WSP 중합체가 10% 이상 혼합된 처리구에서는 크리핑 벤틀그래스 생존율은 떨어지는 경향이였다. 크리핑 벤틀그래스의 유묘 생존율이

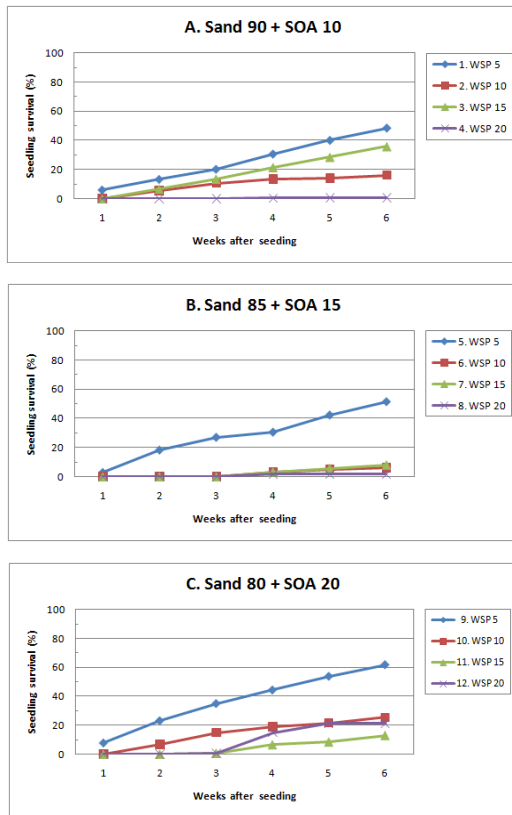


Figure 1. Cumulative seedling emergence pattern of 12 treatment combinations comprising of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer (WSP) in creeping bentgrass under greenhouse conditions. Treatment combinations were described in Table 2.

가장 낮은 혼합구는 WSP 중합체 20%가 혼합된 처리구8로 파종 6주 후 최종 생존율이 1.6%로 저조하였다.

모래 80%+토양개량재 20% 혼합구에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구9~처리구12에서도 유묘의 발생은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 다르게 나타났다. 이중 크리핑 벤프그래스의 유묘 발생이 가장 높게 나타난 처리구는 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구9로 최종 생존율이 61.9%이었다. 처리구9는 파종 2주 후 누적 발생율이 23.1%로 다른 처리구10~처리구12에 비해 최소 3 배 정도 유묘 발생율이 높게 나타났다. 토양개량

재 20% 혼합 처리구에서 일반적으로 WSP 중합체가 많이 혼합될수록 크리핑 벤프그래스의 유묘 생존율은 떨어지는 경향이였다. 하지만 크리핑 벤프그래스의 유묘 발생이 가장 낮은 혼합구는 WSP 중합체 15% 혼합된 처리구11로 최종 생존율이 12.7%였다.

이상의 결과 크리핑 벤프그래스에서 WSP 중합체 혼합비율에 따른 생존력 비교 결과 WSP 중합체 혼합비율은 5%가 적절한 것으로 사료되었다. 그리고 모래 및 토양개량재 혼합구에 크리핑 벤프그래스를 파종 후 종합적인 WSP 중합체 처리효과는 모래 80%+토양개량재 20% 혼합구에서 가장 양호한 경향이였다. 하지만 모래 85%+토양개량재 15% 혼합구에서는 WSP 중합체 효과가 가장 저조하게 나타났다. 그리고 모래 90%+토양개량재 10% 혼합구에서 WSP 중합체 효과는 중간정도의 경향으로 나타났다. 즉 크리핑 벤프그래스에서 모래 및 토양개량재 혼합구에 WSP 중합체 혼합 시 토양개량재 SOA 비율은 20%가 적절한 것으로 사료되었다(그림 1).

2. WSP 혼합비율에 따른 켄터키 블루그래스의 생존력

켄터키 블루그래스의 유묘 생존율은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 4.2~75.3% 사이로 다양하게 나타났다(표 4). 또한 파종 후 1주일 간격으로 나타난 그래프에서 켄터키 블루그래스의 처리구별 유묘의 발생패턴은 토양개량재 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라서 경시적으로 상당히 다르게 나타났다(그림 2).

모래 90%+토양개량재 10% 혼합구에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구1~처리구4에서 유묘의 발생은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 다르게 나타났다. 6주 후 유묘 생존율이 가장 높은 처리구는 WSP 중합체가 10% 혼합된 처리구2에서 28.7%로 가장 높았다. 켄터키 블루그래스의 유묘 생존율이 낮은 처리구는 WSP 중합체가 15% 및 20% 혼합된 처리구3과 처리구4로 6주 후 최종

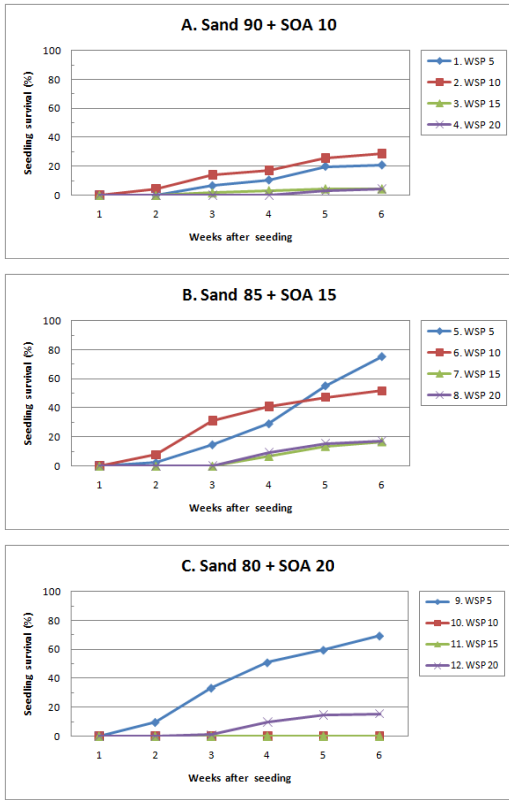


Figure 2. Cumulative seedling emergence pattern of 12 treatment combinations comprising of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer (WSP) in Kentucky bluegrass under greenhouse conditions. Treatment combinations were described in Table 2.

유묘 생존율이 각각 4.5% 및 4.2%로 나타났다.

모래 85%+토양개량제 15% 혼합구에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구5~처리구8에서 6주 후 유묘 생존율은 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구5에서 75.3%로 가장 높았다. 이에 반해 처리구6의 누적 발생율은 2주 후 7.7%, 3주 후 31.9% 및 4주 후 41.0%로 파종 후 4주까지 유묘의 출현이 가장 양호하였다. 일반적으로 토양개량제 15% 혼합 처리구에서 WSP 중합체가 많이 혼합될수록 켄터키 블루그래스의 유묘 생존율은 떨어지는 경향으로 나타났다. 켄터키 블루그래스의 유묘 발생이 낮은 혼합구는 중합체 WSP 혼합비율이 각각 15% 및 20%인 처리구7과 처리

구8로 최종 생존율이 각각 16.6% 및 17.3%로 나타났다.

모래 80%+토양개량제 20% 혼합구에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구9~처리구12에서도 유묘 발생은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 다르게 나타났다. 이중 최고 생존율은 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구9에서 69.5%로 가장 높았다. 켄터키 블루그래스의 유묘 발생이 가장 낮은 처리구는 WSP 중합체가 20% 혼합된 처리구12로 최종 유묘 생존율이 15.4%로 저조하였다. 하지만 WSP 중합체 10% 및 15%가 혼합된 처리구10, 처리구11에서는 실험수행 중 관수 시 나타난 다습 조건으로 인해 병 발생이 심해 일찍 고사하여 유묘 발생을 조사할 수 없었다.

이상의 결과 켄터키 블루그래스에서 WSP 중합체 혼합비율에 따른 생존력 비교 결과 WSP 중합체 혼합비율은 5~10% 사이가 적절한 것으로 사료되었다. 그리고 모래 및 토양개량제 혼합구에서 켄터키 블루그래스 파종 후 종합적인 WSP 중합체 효과는 모래 85%+토양개량제 15% 혼합구에서 가장 양호한 경향이었다. 반대로 모래 90%+토양개량제 10% 혼합구에서 WSP 중합체 처리효과가 가장 저조하게 나타났다. 그리고 모래 80%+토양개량제 20% 혼합구에서 WSP 중합체 효과는 중간정도로 나타났다. 즉 켄터키 블루그래스에서 모래 및 토양개량제 혼합구에 WSP 중합체 혼합 시 토양개량제 SOA 비율은 15~20% 사이가 적절한 것으로 사료되었다(그림 2).

3. WSP 혼합비율에 따른 들잔디의 생존력

들잔디에서 유묘 생존율은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 1.7~82.1% 사이로 다양하게 나타났다(표 4). 또한 파종 후 1주일 간격으로 나타난 그래프에서 들잔디의 처리구별 유묘의 발생패턴은 토양개량제 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라서 경시적으로 상당히 다르게 나타났다(그림 3).

모래 90%+토양개량제 10% 혼합구에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구1~처리구4에서 유

묘의 발생은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 다르게 나타났다. 파종 후 3주까지 WSP 중합체 혼합비율에 따라 처리구간 유묘의 발생 차이는 약간 나타났다. 하지만 파종 4주 후부터 처리구간 차이가 크게 나타나기 시작하였다. 이중 파종 6주 후 최종 생존율은 WSP 중합체가 5% 및 10% 혼합된 처리구1과 처리구2에서 각각 56.0% 및 56.5%로 가장 높게 나타났다. 토양개량제 10% 혼합구에서 들잔디 유묘 생존율은 일반적으로 WSP 중합체가 많이 혼합될수록 떨어지는 경향으로 나타났다. 들잔디 유묘 발생이 가장 낮은 혼합구는 WSP 중합체 혼합비율이 20%인 처리구4로 생존율이 27.0%였다.

모래 85%+토양개량제 15% 혼합구에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구5~처리구8에서도 유묘 발생은 WSP 중합체 혼합비율에 따라 다르게 나타났는데, WSP 중합체 처리효과는 토양개량제 10% 및 20% 혼합 처리구보다 훨씬 더 크게 나타났다. 이중 파종 6주 후 최종 생존율은 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구5에서 82.1%로 가장 높았다. 토양개량제 15% 혼합 처리구에서도 일반적으로 WSP 중합체가 많이 혼합될수록 들잔디 생존율은 떨어지는 경향이였다. 들잔디 유묘 발생이 가장 낮은 처리구는 WSP 중합체가 20% 혼합된 처리구8로 생존율이 3.3%이었다.

모래 80%+토양개량제 20% 혼합구에 WSP 중합체를 5~20% 혼합한 처리구9~처리구12에서 파종 6주 후 최종 생존율은 WSP 중합체가 5% 혼합된 처리구9에서 69.1%로 가장 높게 나타났다. 반대로 들잔디의 유묘 발생이 가장 낮은 처리구는 WSP 중합체가 20% 혼합된 처리구12로 최종 생존율이 1.7% 이었다. 그리고 WSP 중합체가 10% 및 15%가 혼합된 처리구10과 처리구11에서는 실험수행 중 관수 시 나타난 다습 조건으로 인해 병 발생이 심해 일찍 고사하여 유묘 발생을 조사할 수 없었다.

이상의 결과 들잔디에서 WSP 중합체 혼합비율에 따른 생존력 비교 결과 WSP 중합체 혼합비

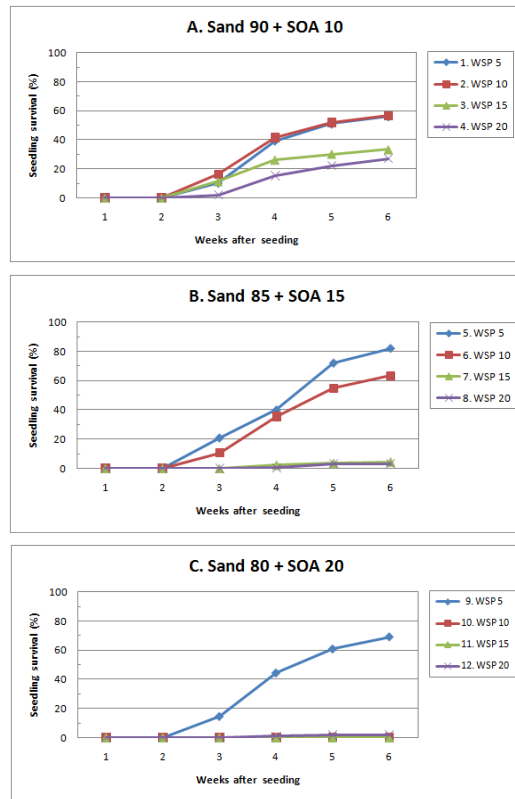


Figure 3. Cumulative seedling emergence pattern of 12 treatment combinations comprising of sand, soil organic amendment (SOA), and water-swelling polymer (WSP) in zoysiagrass under greenhouse conditions. Treatment combinations were described in Table 2.

율은 5~10% 사이가 적절한 것으로 사료되었다. 그리고 모래 및 토양개량제 혼합구에서 들잔디 파종 후 종합적인 WSP 중합체 효과는 켄터키 블루그래스와 마찬가지로 모래 85%+토양개량제 15% 혼합구에서 가장 양호한 경향이였다. 반대로 모래 80%+토양개량제 20% 혼합구에서는 WSP 중합체 효과가 저조하였다. 그리고 크리핑 벤트그래스와 마찬가지로 모래 90%+토양개량제 10% 혼합구에서 WSP 중합체 효과는 중간 정도로 나타났다. 즉 들잔디에서 모래 및 토양개량제 혼합구에 WSP 중합체 혼합 시 토양개량제 SOA 비율은 10~15% 사이가 적절한 것으로 사료되었다(그림 3).

최소 수분관리로 수행한 본 실험에서 초종간 유묘 생존율은 파종 6주 후 한지형 크리핑 벤틀그래스와 켄터키 블루그래스의 경우 각각 최대 61.9% 및 75.3%로 나타났으며, 난지형인 들잔디의 유묘 생존율은 최대 82.1%로 나타났다. 즉 공시 3종류 초종의 생존율은 들잔디 > 켄터키 블루그래스 > 크리핑 벤틀그래스 순서로 크리핑 벤틀그래스와 들잔디 초종 간 유묘 생존율은 최대 20.2% 정도 차이가 나타나고 있다. 온실의 동일한 실험조건(10~35°C)에서 나타난 이러한 차이는 유전적으로 크리핑 벤틀그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디의 내건성 차이로 인해 나타난 것으로 추정되었다(Beard and Beard, 2005).

잔디종자 발아 및 유묘 성장기에 가장 중요한 요소는 적절한 수분 공급과 이용이다. 종자 발아 후 초기 유묘 성장기에 수분부족 또는 지속적인 수분공급이 원활하지 않을 경우 유묘 생장은 억제될 수 있다(Duble, 1996). 하지만 식물체가 주어진 생육환경에서 토양수분을 활용할 수 있는 정도에 따라 식물반응에 차이가 나타날 수 있다. 즉 잔디 초종간 내건성에 따라 체내 대사작용 및 생육속도 차이가 다르게 나타날 수 있는 것이다. 내건성은 일반적으로 C₄ 난지형 잔디가 C₃ 한지형 잔디보다 훨씬 강하다. 그리고 주요 한지형 잔디중에서는 크리핑 벤틀그래스의 내건성이 가장 약한 것으로 알려져 있다(Turgeon, 2005). 즉 공시 초종 간 내건성은 들잔디 > 켄터키 블루그래스 > 크리핑 벤틀그래스 순서로 이는 유묘 생존율 경향과도 일치하였다.

또한 공시 초종은 모두 외국에서 수입 직전 종자 검정 과정에서 양호한 결과로 나타나 기본적으로 발아율이 80% 이상 되는 종자로 국내에 수입되어 실무적으로 이용되고 있는 품종이었다. 따라서 실험결과 초종 간 다양하게 나타난 이러한 생존율 차이는 WSP 중합체 처리효과가 초종간 내건성 정도에 따라서 다르게 나타날 수 있다는 것을 의미한다.

본 실험에서 유묘 생존율은 일반적으로 WSP

중합체 혼합비율이 5%에서 20%로 증가할수록 감소하는 경향으로 나타났으며, 잔디 생존능력을 고려할 때 WSP 중합체 혼합비율은 낮을수록 - 즉 크리핑 벤틀그래스는 5%, 켄터키 블루그래스는 5~10%, 그리고 들잔디는 5~10% 사이가 적절한 것으로 사료되었다(표 5). 이와 같은 결과는 다른 연구에서도 확인되고 있다.

켄터키 블루그래스 및 퍼레니얼 라이그래스에서 유기질개량제, 무기질 영양분 및 혼합 중합체가 잔디생장에 미치는 연구에서 혼합 중합체의 비율이 낮을수록 잔디엽수, 초종 및 밀도 등 생장은 더 양호하였다(김경남, 2009a; 2009b). 본 실험에서 잔디유묘 생존에 초종 간 적정 WSP 혼합비율이 다른 것은 유전적으로 초종에 따라 수분 이용 정도가 다르기 때문이라 추정되었다. 즉 일반적으로 수분 흡수 중합체는 작물의 보습력 향상으로 식물 생장에 유용하다. 하지만 강력한 고흡수성 특성으로 인해 파종 후 발아과정에 필요한 수분을 흡수 및 저장함으로 뿌리 발달이 충분하지 않은 초기 생육 단계에서는 초종에 따라 수분 이용에 대단히 불리해질 수도 있다고 판단되었다. 따라서 종자 파종으로 잔디밭 조성 후 초종 및 생육단계별 WSP 중합체 혼합비율에 대한 효과도 장기적으로 비교검토 하는 것이 필요하다.

이와 같은 경향은 다른 연구에서도 확인되고 있는데 노영팔 등(1988)은 밭에 수분 흡수 중합체를 시용함으로 공극율, 유효수분 및 수확량이 증가한다고 보고하였다. 하지만 작물에 따라 수

Table 5. Summary of proper mixing rates of soil organic amendment (SOA) and water-swelling polymer (WSP) for 3 turfgrasses in terms of seedling survival.

Turfgrass entries	SOA(%)	WSP(%)
Creeping bentgrass	20	5
Kentucky bluegrass	15~20	5~10
Zoysiagrass	10~15	5~10

분 흡수 중합체 비율에 따라 처리효과는 다르게 나타났다(노영팔 등, 1988; 유순호 등 1990).

본 실험에서 한지형 켄터키 블루그래스의 경우 모든 처리구에서 파종 1주 후 유묘 발달이 전혀 관찰되지 않았다. 하지만 이에 반해 크리핑 벤틀그래스의 경우 WSP 혼합비율에 따라 파종 1주 후 유묘 발생이 거의 10% 정도 관찰되었다(그림 1 처리구9). 즉 켄터키 블루그래스의 유묘 출현은 다소 느리게 시작되었는데, 이러한 차이는 켄터키 블루그래스의 경우 한지형 잔디 중 발아속도가 가장 느린 유전적인 특성 때문이라 판단되었다(김경남, 2005; Christians, 2004). 이러한 결과는 다른 연구에서도 확인되고 있다. 한지형 잔디의 생육적온인 15~24℃ 변온조건에서 크리핑 벤틀그래스는 치상 후 1주 이내 발아율 75%에 도달하였다(김경남 등, 2010). 하지만 켄터키 블루그래스의 경우 발아율 75% 도달하는데 2주 정도 필요하다(김경남·남상용, 2003).

김경남 등(2010)은 국내에서 많이 이용되고 있는 크리핑 벤틀그래스 신품종 7종류에 대한 발아 특성 연구에서 크리핑 벤틀그래스 종자는 치상 후 4~5일에 최초 발아가 시작되어 품종에 따라 치상 후 4~10일 사이 발아율 50% 도달, 그리고 치상 후 6~12일 사이 발아율 85%에 도달한다고 보고하였다. 즉 크리핑 벤틀그래스 종자에 요구되는 기본 발아율 85%는 치상 후 2주 이내 도달하는 것을 의미한다(김경남 등, 2010; 김경남·정기완, 2008). 하지만 본 실험에서 파종 6주 지난 후 크리핑 벤틀그래스의 유묘 생존율은 이보다 훨씬 적은 61.9%로 나타났다.

이러한 차이가 나타나는 것은 기존실험(김경남 등, 2010; 김경남·정기완, 2008)은 생육환경이 최적인 인큐베이터에서 15~25℃의 변온조건을 유지하면서 수행한 반면, 본 실험은 10~35℃의 자연조건에서 수행되었기 때문이라 사료되었다. 한지형 잔디의 왕성한 생장은 15~24℃의 변온환경에서 나타난다(Fry and Huang, 2004). 또

한 실외실험의 경우 실내 인큐베이터 발아실험 결과와는 달리 온도 및 수분조건 등 여러 가지 환경요인이 실내보다 불량해서 유묘의 치사율(seedling mortality)이 증가하기 때문에 포장 발아율 및 유묘 생존력은 실내실험 보다 떨어질 수 있다(Watschke and Schmidt, 1992).

IV. 요약

크리핑 벤틀그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디에서 토양개량제 및 WSP 중합체 혼합비율에 따라 잔디 생존율은 유의한 차이가 나타났으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. WSP 중합체 효과는 크리핑 벤틀그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디 초종에 따라 다르게 나타나서 파종 6주 후 유묘 생존율은 초종 간 최대 20.2% 차이가 있었다.

2. 유묘의 발생패턴은 크리핑 벤틀그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디에서 WSP 중합체 혼합비율에 따라 경시적으로 다르게 나타났으며, 유묘 생존율은 혼합비율에 따라 크리핑 벤틀그래스, 켄터키 블루그래스 및 들잔디에서 각각 0.6~61.9%, 4.2~75.3% 및 1.7~82.1% 사이로 다양하게 나타났다.

3. 잔디 생존능력을 고려할 때 WSP 중합체 혼합비율은 크리핑 벤틀그래스는 5% 이하 그리고 켄터키 블루그래스와 들잔디는 5~10% 사이가 적절한 것으로 판단되었다.

4. 모래 및 토양개량제 혼합구에서 토양개량제 SOA 혼합비율은 한지형 크리핑 벤틀그래스의 경우 20%, 켄터키 블루그래스의 경우 15~20% 사이가 적절한 것으로 판단되었다. 하지만 난지형 들잔디는 10~15% 사이로 토양개량제를 혼합하는 것이 적절하다고 사료되었다.

5. 그리고 모래 및 토양개량제 혼합구에서 종합적인 WSP 중합체 처리효과는 크리핑 벤틀그래스의 경우 모래 80%+토양개량제 SOA 20% 혼합구가 가장 양호하였다. 하지만, 켄터키 블루그

래스 및 들잔디에서 WSP 중합체 처리효과는 모래 85%+토양개량제 SOA 15% 혼합구에서 가장 양호하였다.

6. 향후 모래 및 토양개량제 혼합구에서 WSP 중합체 혼합비율이 잔디품질에 대한 효과검정을 통해서 WSP 중합체를 이용한 토양개량제의 개발 및 실무 응용에 활용하는 것이 바람직하다고 사료되었다.

인 용 문 헌

- 고석구·태현숙·류창현. 2006. 동물성 유기질 개량제가 들잔디 및 켄터기 블루그래스 잔디생육에 미치는 효과. 한국잔디학회지 20(1) : 33-40.
- 김경남. 2005. STM 총서 I-잔디학개론. 서울 : 삼육대학교 출판부.
- 김경남. 2007. STM 총서 III-잔디조성론. 서울 : 삼육대학교 출판부.
- 김경남. 2009a. 퍼레니얼 라이그래스에서 유기질 토양개량제 및 수분 중합체 혼합이 잔디생육에 미치는 효과. 삼육대학교 논문집 44 : 161-171.
- 김경남. 2009b. *Poa pratensis* L. 에서 유기질 토양개량제 및 수분 중합체가 잔디생육에 미치는 효과. 한국잔디학회지 23(2) : 317-330.
- 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.
- 김경남·정기완. 2008. 성장환경에 따른 제3세대 크리핑 벤트그래스 신품종의 종자 발아력, 초기발아 특성, 발아세 및 발아 피크 기간 비교. 한국환경복원녹화기술학회지 11(5) : 79-91.
- 김경남·조치웅·배운환·박소향. 2010. ISTA 생육환경에서 제3세대 크리핑 벤트그래스 신품종의 발아특성 및 일일 발아패턴. 한국환경복원녹화기술학회지 13(4) : 30-41.
- 노영팔·정연태·박창영·김영하. 1988. 수팽윤성 고분자 화합물의 농업적 이용에 관한 연구-2. 포장시험을 중심으로. 농촌진흥청 30(3) : 16-21.
- 노영팔·정연태·정근식·김영하. 1987. 수팽윤성 고분자 화합물의 농업적 이용에 관한 연구-제 I 보. 기초시험을 중심으로. 한국토양비료학회지 20(3) : 209-216.
- 유순호·권순국·노희명. 1990. 토양의 수분보유에 미치는 초흡수성 고분자중합체(K-sorb)의 효과. 한국토양비료학회지 23(3) : 173-179.
- 조인상·허봉구·류관식·엄기태·조성진. 1987. 토양개량제 처리가 토양의 물리성과 대두 수량에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 20(1) : 29-34.
- 조성진 외 10인. 1993. 토양학. 서울 : 향문사.
- 한국체육과학연구원. 1998. 잔디구장의 조성관리. 서울 : 동원사.
- 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. Englewood Cliffs : Prentice-Hall. NJ, USA.
- Beard, J. B., and H. J. Beard. 2005. Beard's Turfgrass encyclopedia for golf courses, grounds, lawns and sports fields. East Lansing : Michigan State University Press. MI, USA.
- Christians, N. E. 2004. Fundamentals of turfgrass management. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc. NJ, USA.
- Duble, R. L. 1996. Turfgrasses : Their management and use in the southern zone. College Station :

- Texas A&M University Press. TX, USA.
- Fry, J. and B. Huang. 2004. Applied turfgrass science and physiology. Hoboken : John Wiley & Sons, Inc. NJ, USA.
- Kerek, M. 2003. Labile soil organic matter as a potential nitrogen source in golf greens. *Soil Biology & Biochemistry*. 35(12) : 1643-1649.
- Krans, J. P., Puhalla, J., and Goatley, M. 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.
- SAS Institute, Inc. 1990. SAS/STAT User's Guide, Version 6 4th ed., Cary : SAS Inst., Inc., NC, USA.
- The Lawn Institute. 1991. Seed. LISTS 69-112. *In* E. C. Roberts and B. C. Roberts (ed.), Lawn institute special topic sheets, Hoboken : Tennessee Cumberland Printing Corp., TN, USA.
- Turgeon, A. J. 2005. Turfgrass management. 7th ed. Upper Saddle River : Prentice-Hall, Inc. 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 (ed.), 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. (ed.), Turfgrass. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA.