DOI: http://dx.doi.org/10.13087/kosert.2014.17.5.1 ISSN 1229-3032

자연실온 및 변온환경에서 15종류의 켄터키 블루그래스 신품종의 발아특성 및 일일발아패턴 비교

김 경 남

삼육대학교 과학기술대학 원예학과

Comparison of Germination Characteristics and Daily Seed Germination Pattern in 15 New Cultivars of Kentucky Bluegrass under Alternative and Natural Conditions at Room Temperature

Kim, Kyoung-Nam

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

ABSTRACT

Research was initiated to investigate early establishment characteristics and germination pattern of Kentucky bluegrass (KB, *Poa pratensis* L.) under natural room temperature and to analyze differences between alternative and natural conditions for a practical application. Fifteen cultivars of KB were evaluated in the study. Daily and cumulative germination pattern were measured and analyzed on a daily basis. Differences were observed in germination percentage, germination pattern, days to the first germination and days to 75% germination. Germination percentage was variable with cultivars at the end of study. It was 75.75 to 90.25% under natural condition. There were considerable variations in early germination characteristics and germination pattern among KB cultivars according to germination conditions. The first germination in all entries tested was initiated between 6 and 9 DAS (days after seeding) under ISTA (International Seed Testing Association) condition. But it was observed between 9 and 12 DAS under natural condition, being 3 to 5 days later as compared with ISTA condition.

First author: Kim, Kyoung-Nam, Dept. of Horticulture, College of Science and Technology, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea,

 $Tel: +82\text{-}2\text{-}3399\text{-}1731, \ E\text{-}mail: knkturf@syu.ac.kr}$

Corresponding author: Kim, Kyoung-Nam, Dept. of Horticulture, College of Science and Technology, Sahmyook University, Seoul 139-742, Korea,

Tel: +82-2-3399-1731, E-mail: knkturf@syu.ac.kr

On the first date of a germinating process, the germination rate was 0.25% to 25.00% under ISTA condition, while 0.50% to 13.25% under natural condition. Days to the 75% germination were 15.08 to 28.80 DAS under ISTA condition and 17.78 to 28.75 DAS under natural condition. Midnight II, Excursion and Midnight were the fastest cultivars under ISTA condition, while Odyssey the fastest one under natural condition. Regardless of germination condition, the slowest cultivar was Voyager II, being over 4 weeks to 75% germination percentage. For the most cultivars, days to 75% germination under natural room temperature condition were 1 to 8 days slower than under ISTA condition. From this study information on differences in germination characteristics and pattern among cultivars would be usefully applied for KB establishment such as golf course construction. Prior to on-site seeding, a comprehensive germination test is practically recommended due to a possible decline in germination capability during domestic distribution and storage after import.

Key Words: Alternative condition, Cumulative germination rate, Days to the first germination, Days to 75% germination rate, Natural room temperature condition.

I. 서 론

국내에서 골프장 및 경기장에 주로 이용되고 있는 한지형 잔디는 켄터키 블루그래스(Poa pratensis L.)이다(Kim, 2012). 켄터키 블루그래스(Kentucky bluegrass, KB)는 영년생의 잔디로 종자와 지하경으로 증식되는 종류로 일명 준그래스(Junegrass) 또는 스므스톡 메도우그래스(smoothstalk meadowgrass)로 불리기도 한다. 이잔디는 북위 50도 유라시아 지역이 원산지로서현재 전 세계적으로 temperate 및 subartic 기후대에서 많이 사용되고 있는 대표적인 초종이다(Beard and Beard, 2005; Huff, 2003).

KB의 생육적지는 서늘하고 다습한 기후대 (cool-humid climate) 지역으로 이런 기후대에서 정원, 묘지, 공원, 경기장 및 골프장 등에 광범위하게 이용되고 있는 고품질 잔디이다(Murphy et al., 1997). 생육형이 R-type(rhizomoutous-type)으로 왕성하게 생장하는 특성 때문에 회복력은 좋은 편이다. 일본, 미국 및 유럽의 한지형 식재지역에서는 골프장 및 경기장에 KB 조합종(blend) 또는 KB 위주의 혼합식재(mixture)가 일반적인

경향이다(Adams and Gibbs, 1994; Hanson et al., 1969; Kim et al., 1998; KOWOC, 1999). 우리나라에서도 KB가 많이 이용되고 있는데 이는 연중 지속적으로 잔디엽색 및 품질이 양호하며, R-type으로 디벗(divot) 피해 시 회복력이 빠르고, 적절한 지반에 조성 시 여름 고온기에 하고현상(summer drought) 없이 유지가 가능하기 때문이다(Kim, 2013). 특히 잔디 깎기 후 예초 품질이 우수해서 잔디문양 효과가 뛰어나 월드컵축구대회 등 TV 중계 시 시각적인 홍보 효과를 극대화시키는 장점도 있다(Kim, 2012; Korea Sport Sci. Institute, 1998).

국내에서는 1990년대 중반 이후 한지형 잔디 조성이 증가하면서 KB 초종도 점점 더 많이 보급되고 있다. 하지만 조성속도가 대단히 느리기때문에 성공적인 잔디밭 조성을 위해서는 최적의 생육환경에서 적절한 지반(soil system)에 4~6 개월 정도의 양생기간이 반드시 필요하다(KOWOC, 2000a). 또한 2002년 월드컵축구대회를 위한경기장 조성과 신설 골프장이 증가하면서 신품종 KB에 대한 수요가 확대되고 있는 실정이다(KOWOC, 2000b). 신품종으로 조성된 KB 잔디

받이 증가함에 따라 이들 품종을 이용한 연구의 필요성도 점점 늘어나고 있다.

KB 품종을 많이 개발하고 있는 미국에서는 신품종이 등록되면 수년간 체계적으로 광범위하게 연구를 진행하면서 실무에 응용하고 있다 (NTEP, 1994, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002). 하지만 국내 기후 조건에서 KB를이용한 연구(Lee et al., 2001a, 2001b; Shim and Jeong, 2002; Shim et al., 2000)는 일부 있지만, 신품종을 이용한 연구논문은 아직 충분하지 않다. 특히 신품종으로 성공적인 골프장 시공을위해 필요한 조성 관련 기본특성에 대한 연구는 더욱 부족한 실정이다.

골프장 시공 시 대면적의 잔디밭을 성공적으로 조성하기 위해서는 파종 후 단기간에 균일하게 피복시키는 것이 바람직하다(Kim, 2013). 하지만 한지형 잔디 중 조성속도가 가장 느린 초종이 KB이다. 실례로 변온조건에서 퍼레니얼 라이그래스(perennial ryegrass, Lolium perenne L.)는 치상 후 1주 만에 발아율 90%에 도달한 반면, KB는 4주 지나서 90%에 도달하였다(Kim and Nam, 2003). 하지만 최근 잔디육종기술이 향상되고 고품질 품종이 많이 개발되면서 KB품종에 따라 초기발아 및 발아세 차이도 크게나타나고 있다(Bonos et al., 2000; Kim, 2014).

KB의 발이검정은 국제종자검정협회(International Seed Testing Association, ISTA)에서 요구하는 15~25°C 사이의 온도 조건에서 수행한다(Jeon, 1997). 실무 현장에서 정규 18홀 골프장 건설은 지형, 코스길이 및 폭, 홀 간 간격, 조경 수목 종류 및 크기, 식재면적, 연못, 호수 등에 따라 가변적이지만, 일반적으로 700,000~800,000㎡ 정도 되는 대규모 면적에 건설되고 있다(Beard, 1982). 이러한 대면적에 KB 잔디를 식재할 경우 15~25°C 사이의 변온환경 조건에서 파종 할 수 있는 적기식재면적은 일반적으로 전체 면적의 20~40% 정도 해당되며, 나머지 홀은 현장에서 공정 스케줄에 따라 식재를 해야 하기 때문에 적기 파종을

할 수 없다. 이러한 이유로 골프장 조성 시 대부분 식재면적은 잔디생육 적온보다 저온 또는 고온 등의 부적합한 환경에서 파종을 할 수 밖에 없다. 따라서 KB 종자의 발아환경인 ISTA 변온뿐만 아니라, 일반 자연환경 조건에서도 신품종에 대한 발아특성 및 조성관련 기본특성 조사와 변온 및 자연실온 조건에서 데이터 비교는 실무적으로 절대적으로 필요하다.

본 실험은 자연적인 실온환경에서 최근 국내에 많이 이용되고 있는 KB 신품종의 초기 발아특성 및 발아패턴과 변온 및 자연실온 조건에서의 그 차이점을 비교 분석해서 골프장 등 잔디밭 조성 시 실무에 응용할 수 있는 기초자료를 파악하고자 시작하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 공시재료

공시재료는 국내에서 많이 사용하고 있는 Blacksburg II 및 Midnight 품종과 월드컵 경기 장 조성 이후에 많이 이용되고 있는 품종을 포함해서 전체 15종류로 하였다. 본 실험에 사용한 KB 15 품종은 Awesome, Beyond, Blacksburg II, Brilliant, Courtyard, Excursion, Midnight, Midnight II, Moonlight, Nudestiny, Nuglade, Odyssey, Perfection, Rugby II 및 Voyager II 품종이었으며 구입처는 다음과 같다(Table 1).

2. 발아실험

발아시험은 온도가 5~23°C로 유지되고 있는 자연실온 환경에서 수행하였다. 발아실험에 사용한 초종은 Table 1에 제시된 KB 15 품종으로 종자는 샤알레 위에 여과지 2매를 깔고 그여과지 위에 품종별로 100립을 치상하였다. 발아실험에서 반복은 4반복으로 하였고, 전체 치상 종자는 400립 이었다. 발아기간은 잔디종자발아시험 검정 시 최대 기간인 30일 기준으로수행하였다(The Lawn Institute, 1991).

Table 1. The cultivars and source of turfgrass entries in the study.

Cultivars	Source
1. Awesome	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
2. Beyond	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
3. Blacksburg II	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
4. Brilliant	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
5. Courtyard	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
6. Excursion	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
7. Midnight	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
8. Midnight II	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
9. Moonlight	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
10. Nudestiny	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
11. Nuglade	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
12. Odyssey	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
13. Perfection	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
14. Rugby II	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
15. Voyager II	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA

3. 발아특성 조사

발아율 조사는 치상 후 1일 간격으로 총30회 조사를 하였다. 조사 시 발아기준은 지상부 엽조직이 10mm 정도 자랐을 때를 기준으로 하였다. 공시품종의 최종 발아율은 치상 후 30일째 조사한 누적 발아율을 이용하였다. 또한 품종별초기 발아특성 및 발아패턴은 치상 후 일일 발아율(daily germination rate) 및 누적 발아율(cumulative germination rate) 데이터를 분석하였고, 데이터는 품종별 4반복 평균값을 이용하였다.

발아상의 시험구 배치는 공시 15 종류의 품종 처리구를 난괴법 4반복으로 배치하여 실험을 수 행하였다. 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였고(SAS Institute, 2001), 처리구 평균간 유의성 검정은 DMRT(Duncan's Multiple Range Test) 5% 수준에서 실시하였다. 그리고 자연실 온과 변온환경에서 데이터 비교는 광과 온도 등의 환경 조절이 가능한 ISTA 변온조건 (9:00 AM ~ 17:00 PM, 8시간 광조건 25°C / 17:00 PM ~ 9:00 AM, 16시간 암흑조건)의 생육상에서 수행한 데이 터를 활용해서 비교분석하였다(Kim, 2014).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 품종별 발이율

본 실험에 사용된 KB 종자의 발아력을 나타내는 최종 발아율은 품종에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다. Table 2에서 발아가 가장양호한 품종은 Midnight II 품종으로 최종 발아율은 90.25% 이었다. 반대로 최종 발아율이 가장 저조한 품종은 Voyager II 품종으로 75.75%이었다. Courtyard 및 Odyssey 품종은 최종 발아율이 86%이상으로 Midnight II 품종 다음으로 우수하였고, Beyond 및 Excursion 품종은 84~85%

Table 2. Germination characteristics of 15 cultivars in Kentucky bluegrass grown under natural condition.

	KB germination characteristics under natural condition ²								
Cultivars	Days to the first germination		First germination percentage ^x	Days to the 50% germination		Days to the 75% germination		Difference ^w	Final germination percentage
	ISTA ^y	Natural	(%)	ISTA ^y	Natural	ISTA ^y	Natural		(%)
1. Awesome	8~9	10~11	1.00	14~15	16~17	20.25 bc ^v	24.80 bc	7.02	80.50 bc
2. Beyond	6~7	10~11	2.25	11~12	16~17	21.33 bc	22.50 cd	4.72	85.00 ab
3. Blacksburg II	7~8	11~12	0.75	17~18	20~21	28.14 a	27.08 b	9.30	83.00 b
4. Brilliant	6~7	9~10	13.25	11~12	15~16	21.00 bc	22.60 cd	4.82	82.25 bc
5. Courtyard	7~8	9~10	1.50	11~12	15~16	16.44 cd	20.61 cd	2.83	86.50 ab
6. Excursion	7~8	9~10	0.50	10~11	14~15	15.08 d	20.50 cd	2.72	84.00 b
7. Midnight	6~7	9~10	1.00	10~11	15~16	16.42 cd	24.00 bc	6.22	81.00 bc
8. Midnight II	7~8	9~10	2.25	10~11	14~15	15.85 d	19.80 cd	2.02	90.25 a
9. Moonlight	7~8	9~10	5.25	11~12	15~16	20.85 bc	23.00 с	5.22	81.25 bc
10. Nudestiny	7~8	9~10	0.75	12~13	15~16	18.00 cd	21.33 cd	3.55	83.50 b
11. Nuglade	7~8	10~11	0.50	13~14	16~17	23.25 b	25.75 bc	7.97	77.50 cd
12. Odyssey	6~7	10~11	3.25	11~12	15~16	16.07 cd	17.78 d	0.00	86.75 ab
13. Perfection	7~8	9~10	0.50	14~15	15~16	21.60 bc	23.33 bc	5.55	79.50 с
14. Rugby II	7~8	10~11	0.50	12~13	16~17	19.66 с	22.66 cd	4.88	83.00 b
15. Voyager II	8~9	9~10	2.00	21~22	20~21	28.80 a	28.75 a	10.97	75.75 d
Range	6~9	9~12	0.50~13.25	10~22	14~21	15.08 ~28.80	17.78 ~28.75	0.00 ~10.97	75.75 ~90.25
Difference (max- min)	3	3	12.75	12	7	13.70	10.97	10.97	14.50

 $[^]z$ KB: Kentucky bluegrass / ISTA: alternative condition of 8-hr light (9:00 AM \sim 17:00 PM) at 25°C and 16-hr dark (17:00 PM \sim 9:00 AM) at 15°C.

사이로 나타났다. 이밖에 나머지 Awesome, Blacksburg II, Brilliant, Midnight, Moonlight, Nudestiny 및 Rugby II 품종의 발아율은 80~83% 사이로 나타났다. 하지만 Nuglade 및 Perfection 품종은 발아율이 각각 77.50% 및 79.50%로 다

소 낮았지만, KB 종자의 기준 발아율인 75% 이 상으로 나타났기 때문에(Turgeon, 2005) 공시품 종 모두 종자 발아력은 정상이었다.

본 연구에서 전체 공시품종의 최종 발아율은 75.75~90.25% 사이로 품종간 발아율 차이가

^y Data for ISTA: adapted from Kim (2014).

x First germination percentage(%): germination percentage on the first day germinated from seeds in each cultivar.

^w Difference: difference from the fastest cultivar in terms of days to the 75% germination under natural condition.

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

14.50% 정도로 나타났다. 공시 품종은 모두 외국에서 수입 직전에 종자발아 검정을 거친 양호한 종자로 실무적으로 국내 골프장에서 많이 이용되고 있는 종자였다. 따라서 KB 품종 간에 다양하게 나타난 발아력 차이는 종자 수입 후 국내에서 유통 및 보관과정에 따라 식재 시 발아율 차이가 크게 나타날 수 있는 것으로 추정되었다. 즉 외국에서 종자생산 후 종자검정 결과발아율이 우수한 품종일지라도 실무현장에서식재할 때는 품종에 따라 발아율이 크게 저하될 수 있으므로 잔디밭 조성 시점에 시공에 활용할 수 있는 종합적인 발아력 검정을 실시해서 파종하는 것이 적절하다고 판단되었다.

2. 품종별 발아특성 및 발아패턴

치상 후 일별 및 누적 발아율 그래프에서 KB 종자의 품종별 발아특성 및 발아패턴을 각각 비교 하면 다음과 같다. 자연실온 환경에서 Awesome 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비해 좀 더 늦 게 나타났다(Table 2). Awesome 품종의 발아가 처음으로 시작된 것은 변온 환경보다 2일 늦은 10~11일 사이로 치상 후 11일째 최초 일일 발 아율은 1.00%이었다(Figure 1). 그리고 누적 발 아율이 50%에 도달한 것은 16일과 17일 사이 였고, 치상 후 24일과 25일 누적 발아율은 각각 74.00% 및 75.25%이었다(Figure 2). 즉 자연실 온 환경에서 KB 종자의 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것은 치상 후 24.80일로 변온에 비해 4.55일 늦었다. 이것은 자연실온 환경에서 75% 발아율 도달 기간이 가장 빨랐던 Odyssey 품종에 비해 7.02일 늦는 것으로 전체 공시 15 품종 중 발아속도가 중하수준으로 다소 늦는 것 으로 판단되었다.

Beyond 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비해 초기 발아 및 50% 발아율에 도달하는 시간은 상당히 느렸지만, 75% 발아율 도달일수는 거의 비슷하였다. Beyond 품종이 처음 발아가 시작 된 것은 변온 환경에 비해 4일 늦은 10~11일 사이로 치상 후 11일째 일일 발아율이 2.25% 이었다. Beyond 품종의 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 치상 후 16일과 17일 사이였다. 그리고 전체 누적 발아율이 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것은 22일과 23일 사이인 22.50일이었다. 이것은 자연실온 환경에서 75% 발아율 도달 기간이 가장 빨랐던 Odyssey 품종에 비해 4.72일 늦는 것으로 전체 공시 15 품종 중 발아속도가 중간 정도로 나타났다.

Blacksburg II 품종의 발아패턴은 변온 환경에비해 초기 발아 및 발아율 50%에 도달하는 발아속도가 다소 늦었지만, 75% 발아율 도달기간은 오히려 1일 정도 더 빨랐다. Blacksburg II 품종이 처음 발아가 시작된 것은 변온 환경에 비해 4일 늦은 11~12일 사이로 치상 후 12일째 일일 발아율이 0.75%이었다. Blacksburg II 품종의 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 20일과 21일 사이였다. 그리고 전체 누적 발아율이 75%에 도달한 것은 12일과 21일 사이였다. 그리고 전체 누적 발아율이 75%에 도달한 것은 치상 후 27일과 28일 사이인 27.08일이었다. 이것은 자연실온 환경에서 공시 15 품종중 발아속도가 가장 느린 품종 중 하나로 발아율 75% 도달기간이 가장 빨랐던 Odyssey 품종에비해 약 10일 정도 늦는 것을 의미한다.

Brilliant 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비해 약간 늦는 편이었다. 최초 발아는 변온 환경에 비해 3일 정도 늦은 9~10일 사이에 시작되어 치상 후 10일째 일일 발아율은 13.25%이었다. Brilliant 품종의 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 치상 후 15일과 16일 사이였으며, 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것은 22일과 23일 사이인 22.60일로 변온 환경 보다 1.60일 정도 늦게 도달하였다. 이것은 자연실온 환경에서공시 15 품종 중 발아속도가 중간정도에 해당되는 것으로 75% 발아율 도달 기간이 가장 빨랐던 Odyssey 품종에 비해 약 4.82일 정도 늦는 것을 의미한다.

Courtyard 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비해 초기 발아 및 75% 발아율 도달기간이 2~4

일 정도 늦게 나타났다. Courtyard 품종의 최초 발아가 시작된 것은 변온 환경보다 2일 늦은 치 상 후 9~10일 사이로 10일째 일일 발아율은 1.50% 이었다. 이후 누적 발아율이 50%에 도달 한 것은 치상 후 15일과 16일 사이였다. 그리고 20일과 21일 누적 발아율은 각각 73.00% 및 76.25%로 나타나, 치상 후 거의 3주 만인 20.61 일 만에 KB 종자의 발아율 요구 기준인 75% 에 도달하였다. 즉 이것은 자연실온 환경에서 Courtyard 품종의 경우 변온 환경보다 75% 발 아율 도달 기준이 4.17일 정도 늦은 것을 의미 한다. 그리고 자연실온 환경에서 75% 발아율 도달 기간이 가장 빨랐던 Odyssey 품종에 비해 2.83일 늦는 것이었다. Courtyard 품종은 전체 공시 15 품종 중 발아속도가 빠른 품종으로 판 단되었다.

Excursion 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비 해 초기 발아, 50% 발아율 및 75% 발아율 도달 이 2~6일 정도 더 늦게 나타났다. Excursion 품 종의 발아가 처음 시작된 것은 변온 환경에 비 해 2일 늦은 치상 후 9~10일 사이로 10일째 일 일 발아율이 0.50%이었다. Excursion 품종의 누 적 발아율이 50%에 도달한 것은 변온 환경에 비해 4일 정도 늦은 14일과 15일 사이였다. 그 리고 치상 후 20일과 21일째 누적 발아율은 각 각 74.75% 및 75.25%로 나타났다. 즉 자연실온 환경에서 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것 은 치상 후 거의 3주 정도 되는 20.50일이었는 데, 이것은 변온 환경의 15.08일에 비해 5.42일 늦는 것이었다. 이 품종은 전체 공시 15 품종 중 75% 발아율 도달 기간이 17.78일로 가장 빨 랐던 Odyssey 품종에 비해 2.72일 정도 차이가 있었지만, 가장 느린 Voyager II 품종보다는 8.25일 더 빠른 것이었다. 자연실온 환경에서 Excursion 품종은 발아속도가 빠른 것으로 판단 되었다.

Midnight 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비해 초기 발아, 50% 발아율 및 75% 발아율 도달

이 3~8일 정도 늦는 것으로 나타났다. Midnight 품종의 발아가 처음 시작된 것은 변온 환경에 비해 3일 늦은 9~10일 사이로 치상 후 10일째일일 발아율이 1.00%이었다. 이후 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 변온 환경에 비해 5일정도 늦은 치상 후 15일과 16일 사이였다. 그리고 Midnight 품종은 치상 후 24.00일 만에 누적발아율이 75.00%에 도달하였다. 이것은 변온환경의 16.42일에 비해 7.58일 늦는 것이었다. 이 품종은 자연실온 환경에서 75% 발아속도가가장 빠른 Odyssey 품종에 비해 6.22일 정도 늦는 것으로, 발아속도가 중하 정도 되는 것으로 판단되었다.

Midnight 품종의 개량종인 Midnight II 품종 의 발아패턴도 변온 환경에 비해 초기 발아, 50% 발아율 및 75% 발아율 도달이 2~4일 정 도 늦는 것으로 나타났다. Midnight II 품종의 발아가 처음 시작된 것은 변온 환경에 비해 2일 늦은 9~10일 사이로 치상 후 10일째 일일 발아 율이 2.25%이었다. 누적 발아율이 50%에 도달 한 것은 변온 환경에 비해 4일 정도 늦은 14일 과 15일 사이였으며, 치상 후 19일과 20일째 누 적 발아율은 각각 74.00% 및 75.25%로 나타났 다. 즉 자연실온 환경에서 KB 종자의 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것은 치상 후 19.80 일이었는데, 이것은 변온 환경의 15.85일에 비 해서는 3.95일 늦는 것이었다. 그리고 Midnight Ⅱ 품종은 자연실온 조건에서 75% 발아율 도달 기간이 가장 빨랐던 Odyssey 품종에 비해 2.02 일 늦었지만, 가장 느린 Voyager II 품종보다는 8.95일 더 빨랐으며 발아속도가 빠른 품종으로 판단되었다.

Moonlight 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비해 초기 발아, 50% 발아율 및 75% 발아율 도달이 2~4일 정도 늦는 것으로 나타났다. Moonlight 품종의 발아가 처음 시작된 것은 변온 환경에 비해 2일 늦은 9~10일 사이로 치상 후 10일째 일일 발아율이 5.25%이었다.

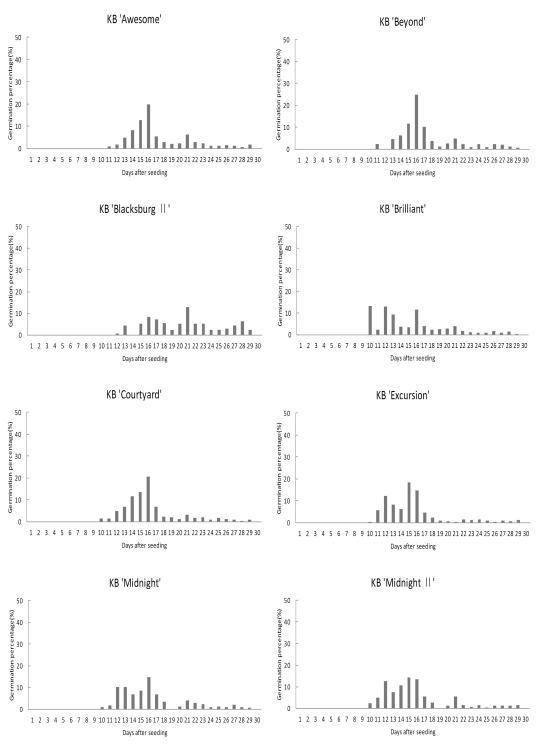


Figure 1. Daily seed germinating pattern of 15 cultivars of Kentucky bluegrass (KB) under natural room temperature of 5 to 23°C.

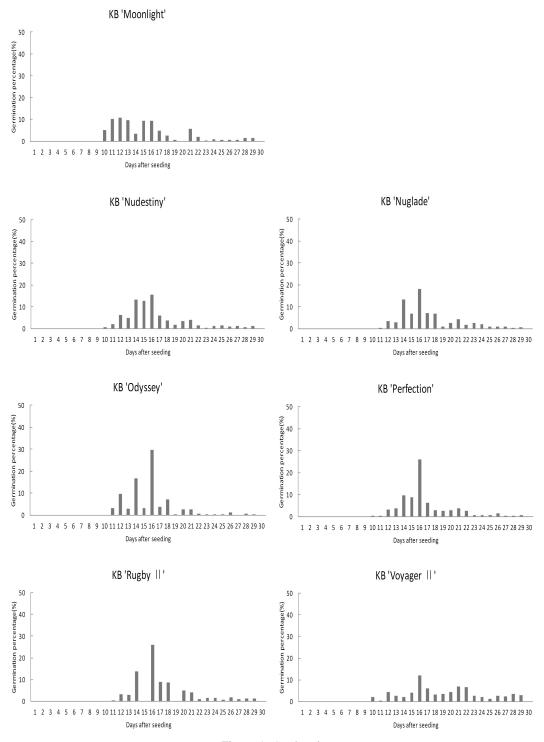


Figure 1. Continued.

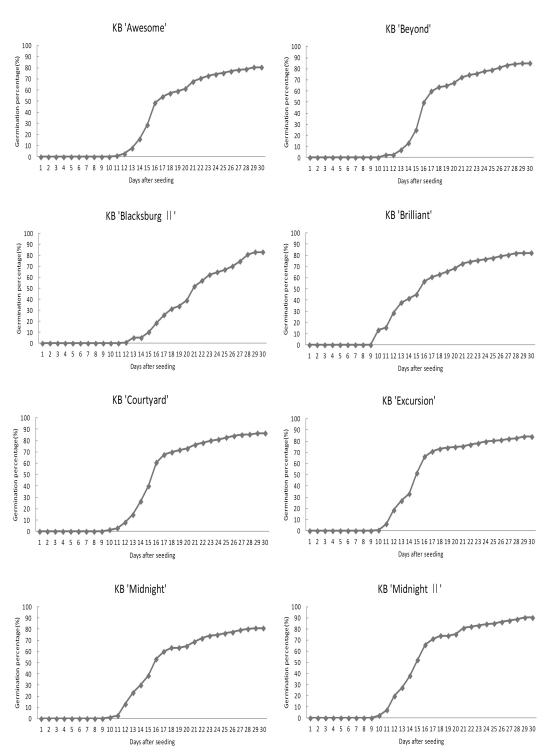


Figure 2. Cumulative seed germinating pattern of 15 cultivars of Kentucky bluegrass (KB) under natural room temperature of 5 to 23°C.

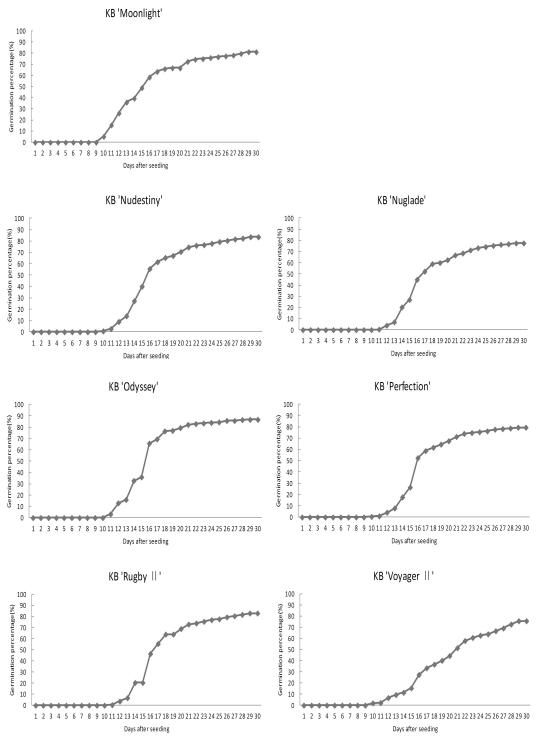


Figure 2. Continued.

그리고 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 변온 환경에 비해 4일 정도 늦은 15일과 16일 사이였으며, 치상 후 23일 만에 누적 발아율이 75.00%에 도달하였다. 이것은 변온 환경의 20.85일에 비해 2.15일 늦는 것이었다. 또한 이품종은 자연실온 환경에서 75% 발아속도가 가장 빠른 Odyssey 품종에 비해 5.22일 정도 늦는 것으로 전체 공시 15 품종 중 발아속도가 중정도 되는 것으로 판단되었다.

Nudestiny 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비 해 초기 발아, 50% 발아율 및 75% 발아율 도달 이 2~4일 정도 늦는 것으로 나타났다. Nudestiny 품종의 발아가 처음 시작된 것은 변온 환경에 비 해 2일 늦은 9~10일 사이로 치상 후 10일째 일 일 발아율이 0.75%이었다. 누적 발아율이 50% 에 도달한 것은 변온 환경에 비해 3일 정도 늦은 15일과 16일 사이였고, 치상 후 21일과 22일째 누적 발아율은 각각 74.50% 및 76.00%로 나타 났다. 즉 자연실온 환경에서 KB 종자의 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것은 치상 후 거의 3주 정도 되는 21.33일이었는데, 이것은 변온 환 경의 18.00일에 비해 3.33일 늦는 것이었다. Nudestiny 품종은 75% 발아율 도달 기간이 가장 빨랐던 Odyssey 품종에 비해 3.55일 늦었지만, 가장 느린 Voyager II 품종보다는 7.42일 더 빠 른 것이었다. 자연실온 환경에서 Nudestiny 품종 의 발아속도는 중상정도 수준으로 판단되었다.

Nuglade 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비해초기 발아, 50% 발아율 및 75% 발아율 도달이 2~3일 정도 늦는 것으로 나타났다. Moonlight 품종의 발아가 처음 시작된 것은 변온 환경에 비해 3일 늦은 10~11일 사이로 치상 후 11일째일일 발아율이 0.50%이었다. 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 변온 환경에 비해 3일 정도 늦은 16일과 17일 사이였고, 치상 후 25일과 26일째누적 발아율이 각각 74.25% 및 75.25%로 나타났다. 따라서 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것은 치상 후 25.75일이었는데, 변온 환경의

23.25일에 비해 2.50일 늦는 것이었다. 또한 이러한 결과는 자연실은 환경에서 75% 발아율 도달 기간이 17.78일로 가장 빨랐던 Odyssey 품종보다 7.97일 늦는 것이었다. 그리고 전체 공시품종 중 Nuglade 품종의 발아속도는 중하정도 수준으로 판단되었다.

Odyssey 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비 해 초기 발아, 50% 발아율 및 75% 발아율 도달 이 1~4일 정도 늦는 것으로 나타났다. Odyssey 품종의 발아가 처음 시작된 것은 변온 환경에 비 해 4일 늦은 10~11일 사이로 치상 후 11일째 일일 발아율이 3.25%이었다. 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 치상 후 15일과 16일 사이 였다. 그리고 Odyssey 품종은 치상 후 17일과 18 일째 누적 발아율이 각각 69.50% 및 76.50%로 나타났다. 따라서 KB 종자의 발아율 요구 기준 인 75%에 도달한 것은 치상 후 17.78일로 자연 실온 환경에서 가장 빠른 것으로, 이것은 75% 발아속도가 가장 느린 Voyager II 품종보다 10.97일이나 더 빠른 것을 의미한다. 또한 이 품 종은 변온 환경 보다는 1.71일 정도 차이가 있었 지만, 다른 품종에 비해 상대적으로 큰 차이가 없는 것을 의미한다. 즉 Odyssey 품종은 발아 시 온도 환경에 따라 발아속도 차이가 크지 않다는 것을 의미한다. 자연실온 환경에서 Odyssey 품 종은 Excursion 및 Midnight II 품종과 함께 발아 속도가 빠른 품종군에 속했으며 이중 Odyssey가 가장 우수한 품종으로 판단되었다.

Perfection 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비해 초기 발아, 50% 발아율 및 75% 발아율 도달이 1~2일 정도 약간 늦는 것으로 나타났다. Perfection 품종의 발아가 처음 시작된 것은 변은 환경에 비해 2일 늦은 9~10일 사이로 치상후 10일째 일일 발아율이 0.50%이었다. 누적발아율이 50%에 도달한 것은 변은 환경에 비해 1일 정도 늦은 15일과 16일 사이였다. 그리고치상 후 23일과 24일째 누적 발아율은 각각 74.75% 및 75.50%로 나타났다. 즉 자연실은 환

경에서 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것은 치상 후 3주 정도 지난 시점인 23.33일이었는데,이것은 변온 환경에 비해 1.73일 늦는 것이었다. Perfection 품종은 자연실온 환경에서 75% 발아속도가 가장 빠른 Odyssey 품종에 비해 5.55일 정도 늦었으며, 발아속도는 중하정도로 판단되었다.

Rugby II 품종의 발아패턴은 변온 환경에 비 해 초기 발아, 50% 발아율 및 75% 발아율 도달 이 3~4일 정도 늦는 것으로 나타났다. Rugby Ⅱ 품종의 발아가 처음 시작된 것은 변온 환경 에 비해 3일 늦은 10~11일 사이로 치상 후 11 일째 일일 발아율은 0.50%이었다. 누적 발아율 이 50%에 도달한 것은 변온 환경에 비해 4일 정도 늦은 16일과 17일 사이였다. 그리고 치상 후 22일과 23일째 누적 발아율은 각각 74.00% 및 75.50%로 나타났다. 즉 자연실온 환경에서 KB 종자의 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것은 치상 후 3주 정도 지난 시점인 22.66일이 었다. 이것은 75% 발아속도가 17.78일로 가장 빠른 Odyssey 품종에 비해 4.88일 정도 늦는 것 을 의미하며, Rugby II 품종의 발아속도는 중정 도 수준으로 판단되었다.

Voyager II 품종의 발아패턴은 변온 환경과 거의 유사하게 나타났다. Voyager II 품종의 발아가 처음 시작된 것은 변온 환경에 비해 1일 늦은 9~10일 사이로 치상 후 10일째 일일 발아율이 2.00%이었다. 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 변온 환경에 비해 1일 정도 더 빠른 20일과 21일 사이였으며, 치상 후 28일과 29일째 누적 발아율은 각각 72.75% 및 75.75%로 나타났다. 즉 자연실온 환경에서 발아율 요구 기준인 75%에 도달한 것은 치상 후 거의 4주 지난시점인 28.75일이었다. 이것은 75% 발아속도가17.78일로 자연실온 환경에서 가장 빨랐던Odyssey 품종에 비해 10.97일 정도 늦는 것을의미하며, 전체 공시 15 품종 중 Voyager II 품종은 Blacksburg II 품종과 함께 발아속도가가

장 낮은 것으로 판단되었다.

종합적으로 KB 종자의 발아특성 및 발아패턴은 발아환경 및 품종에 따라 상당히 다르게나타났다. 전반적인 발아패턴은 변온환경에서발아는 공시 품종 모두 치상 후 6~9일 사이에시작되었다. 하지만 자연실온 환경에서는 대부분 품종이 변온 환경보다 3~5일 늦은 9~12일사이에 발아가 시작되었다. 특히 기존에 많이사용했던 Blacksburg II 품종은 최초 발아가 가장 늦은 치상 후 11~12일 사이에 관찰되었다(Table 2). 이러한 차이가 나타난 것은 한지형잔디인 KB의 경우 생육적온이 15~24°C이기때문에 자연실온 조건에 비해 변온환경에서 발아가 훨씬 빠르게 진행되는 것으로 판단되었다(Fry and Huang, 2004).

자연실온 환경에서 공시 15 품종의 최초 발아율은 Brilliant 품종은 13.25%로 나타났다. 하지만 대부분 품종의 경우 0.50~5.25% 사이로 다소 낮게 나타났다. 하지만 변온 환경에서 실시한 KB 품종의 최초 발아율은 0.25~25.00%로 나타났다(Kim, 2014). 이러한 온도 환경에따른 품종 간 차이는 교배 및 품종 개량 시 사용한 유전 형질의 특성 차이로 나타나는 것으로 판단되었다.

잔디밭 종자파종 시 초기 발아속도가 빠를수록 잔디조성에는 대단히 유리하다(Watschke and Schmidt, 1992). 본 실험의 발아특성 및 일일 발아패턴 분석결과 5∼23℃ 사이의 자연실온 조건에서 Odyssey, Midnight II, Excursion 및 Courtyard 품종이 실무적으로 잔디밭 조성 측면에서 우수한 품종으로 판단되었다(Table 3). 변온조건에서는 이들 네 품종을 포함해서 Midnight 품종도 우수한 품종으로 평가되었다(Kim, 2014). 하지만 자연실온 조건에서 Midnight 품종은 조성속도 측면에서 중하 수준의 품종으로 나타났다. 그리고 가장 우수한 품종의 경우 변온에서는 Midnight II, Excursion 및 Midnight 세 품종이었지만, 자연실온의 경우 Odyssey 한 품종만 나타났다.

Table 3. Classification of the establishment rate during the early stage of growth of 15 cultivars in Kentucky bluegrass grown under natural condition.

Class ^z	Temperature conditions ^y				
	ISTA ^x	Natural			
Very high	Midnight II, Excursion, Midnight	Odyssey			
High	Odyssey, Courtyard	Midnight II, Excursion, Courtyard			
Medium to high	Nudestiny, Rugby II	Nudestiny			
Medium	Awesome, Moonlight, Brilliant, Beyond, Perfection	Beyond, Brilliant, Rugby II, Moonlight			
Low to medium	Nuglade	Perfection, Midnight, Awesome, Nuglade			
Low	Blacksburg II, Voyager II	Blacksburg II, Voyager II			

² Class: based on such factors as days to the first germination, first germination percentage, days to the 50% germination and days to the 75% germination.

Natural: natural condition at the room temperature of 5 to 23°C.

즉 동일 초종이나 품종일지라도 생육환경에 따라 생장 및 적응능력이 달라질 수가 있는데 이러한 차이는 다른 초종에서도 확인되고 있 다. 크리핑 벤트그래스(Agrostis palustris Huds.) 및 퍼레니얼 라이그래스를 이용한 연구에서 발 아환경 조건에 따라 발아율 차이는 크리핑 벤트 그래스와 퍼레니얼 라이그래스에서 각각 6.50% 및 4.25% 정도 나타나고 있다(Kim and Jung, 2008; Kim and Jung, 2009). 그리고 Kim and Nam(2003)은 KB의 경우 발아환경에 따라 20.70%에서 76.40% 까지 차이가 크게 나타나 는 것으로 보고하였다. 즉 종자의 발아력은 발 아환경 조건에 따라 품종별로 차이가 크게 날 수 있기 때문에 잔디밭 조성 또는 오버씨딩 (overseeding) 시 식재시기에 해당 지역의 생육환 경 분석은 대단히 중요하다(Beard, 1973; Turgeon, 2005).

특히 퍼레니얼 라이그래스의 경우 실온, 변온 및 항온 등의 온도 조건에 관계없이 발아율이 일정하게 나타난다(Kim and Nam, 2003). 이러한 이유로 국제종자검정협회에서 제시하는 퍼

레니얼 라이그래스의 종자 발아 시험은 변온 및 항온을 포함한 다양한 범위의 온도 조건에서 발아검정이 허용하고 있다(Jeon, 1997). 하지만 KB의 경우 종자 발아 시 발아력은 온도 조건에 민감하기 때문에 실무에서 잔디밭을 조성할 경우 주의하는 것이 바람직하다. 즉 KB로 대규모면적의 골프장을 조성할 경우 파종 시 환경조건에 따라 KB 품종의 발아패턴이 달라질 수 있다. 따라서 본 연구를 통해 밝혀진 생육환경에따라 달리 나타나는 품종 간 초기 발아특성 및 발아패턴은 골프장 조성 시 개개 현장의 컨셉에적합한 품종을 선정할 때 유용하게 활용될 수 있으리라 판단된다.

IV. 결 론

본 실험은 자연실온 환경에서 KB 15 품종 간 초기 발아특성 및 발아패턴을 조사하고 변온 및 자연실온에서의 그 차이점을 비교 분석해서 실무 시공에 응용할 수 있는 기초자료를 파악하고자 시작하였다. KB 종자의 발아율, 발아패턴 및 발

 $[^]y$ ISTA: alternative condition of 8-hr light (9:00 AM \sim 17:00 PM) at 25°C and 16-hr dark (17:00 PM \sim 9:00 AM) at 15°C.

^x Data for ISTA: adapted from Kim (2014).

아특성은 발아환경 및 품종에 따라 차이가 크게 나타났다. 자연실온 환경에서 KB의 최종 발아 율은 75.75~90.25% 사이로 나타났다. KB의 발 아패턴은 공시 품종 모두 최초 발아는 ISTA 변 온 및 자연실온 환경에서 각각 치상 후 6~9일 및 9~12일 사이에 시작되었다. 최초 발아율은 변온에서는 0.25~25.00% 사이였지만, 자연실 온에서는 0.50~13.25% 사이로 변온에 비해 다 소 낮은 경향이었다.

KB 종자의 발아기준인 발아율 75% 도달기 간은 변온에서는 치상 후 15.08~28.80일 사 이였고, 이 때 가장 빠른 종류는 Midnight II, Excursion 및 Midnight 품종이었다. 하지만 자 연실온에서는 발아율 75% 도달기간은 치상 후 17.78~28.75일 사이로 변온보다 늦게 나타났으 며, 가장 빠른 종류는 Odyssey 품종이었다. 그 리고 발아환경에 관계없이 75% 기준 발아율 도 달기간이 가장 느린 품종은 변온 및 자연실온에 서 각각 28.80일 및 28.75일로 나타난 Voyager II 품종이었다. Voyager II 품종의 발아특성은 가장 우수한 품종에 비해 변온 및 자연실온 환 경에서 각각 13.72일 및 10.97일 정도 느린 것 이었다. 또한 공시 품종 대부분 자연실온에 비 해 ISTA 변온환경에서 기준 발아율 도달기간이 약 1~8일 정도 더 빠르게 나타났다.

본 연구를 통해 밝혀진 KB 품종 간 이러한 발아특성 비교 데이터는 골프장 등 잔디밭 조성 시 실무적인 기초 자료로 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 그리고 실무현장에서 식재 시 KB 품종에 따라 발아율 저하가 크게 나타날 수 있으므로 잔디밭 조성 시점에 시공에 활용할 수 있는 종합적인 발아력 검정을 실시해서 활용하는 것이 적절하다고 판단되었다.

References

Adams, W. A. and Gibbs, R. J. 1994. Natural turf for sports and amenity: Science and practice.

- Cambridge: CAB International, UK.
- Beard, J. B. 1973. Turfgrass: Science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Beard, J. B. 1982. Turf management for golf courses. Burgess Publishing Company, Minneapolis, MN, 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.
- Bonos, S. A. · Meyer, W. A. and Murphy, J. A. 2000. Kentucky bluegrasses make comeback on fairways, roughs. Golf Course Mgt. 68: 59-64.
- 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 A. A. Hanson and F. V. Juska (eds.), Turfgrass science. ASA, Madison, WI, USA.
- Huff, D. R. 2003. Kentucky bluegrass. pp.27-38.In M. D. Casler and R. R. Duncan (eds.),Turfgrass biology, genetics, and breeding.John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- Jeon WB. 1997. Regulation for international seed testing association (I). Kor. J. of Turfgrass Sci. 11: 211-264. (in Korean with English summary)
- Kim KN. 2012. STM Series I-Introductory turfgrass science. 2nded. Sahmyook Univ. Press, Seoul, Korea. (in Korean)
- Kim KN. 2013. STM Series III-Turfgrass establishment. 2nded. Sahmyook Univ. Press, Seoul, Korea. (in Korean)
- Kim KN. 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 with English summary)
- Kim KN and Jung KW. 2008. Comparison of seed germinating vigor, early germination characteristics, germination speed and germination peak time in new varieties of the third generation of creeping bentgrass under different growing conditions. J. Kor. Env. Res. Reveg. Tech. 11(5): 79-91. (in Korean with English summary)
- Kim KN and Jung KW. 2009. Germination characteristics and daily seed germinating pattern of 8 new varieties of perennial ryegrass under alternative conditions required by ISTA. J. Kor. Env. Res. Reveg. Tech. 12(3): 72-82. (in Korean with English summary)
- Kim KN and Nam SY. 2003. Comparison of early germinating vigor, germination speed and germination rate of varieties in *Poa pratensis*L., *Lolium perenne* L. and *Festuca arundinacea*Schreb. grown under different growing conditions. Kor. J. Turfgrass Sci. 17(1): 1-12.

 (in Korean with English summary)
- Kim KN·Shim SR·Yoon PS·Han SK.·Cho CU and Han KW. 1998. Sports turf recommendation for soccer field with investigation of athletic fields in Japan, Germany, and USA.

 J. of Natural Sci. of Sahmyook Univ. 3(3): 51-60. (in Korean with English summary)
- Korea Sport Sci. Institute. 1998. Establishment and maintenance of turfgrass ground. Korea Sport Sci. Inst., Seoul. (in Korean)
- KOWOC (Kor. Organizing Committee for the 2002 FIFA World Cup). 1999. Survey for athletic fields in Japan and Europe for the construction of 2002 world cup soccer stadium. Kor.

- Organizing Committee for the 2002 FIFA World Cup-Korea/Japan. (in Korean)
- KOWOC. 2000a. 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. (in Korean)
- KOWOC. 2000b. Guidelines to the establishment and maintenance of the turfgrass ground of 2002 world cup soccer stadium. Kor. Organizing Committee for the 2002 FIFA World Cup-Korea/Japan. (in Korean)
- Lee JP·Kim SJ·Seo HY·Han IS·Lee SJ·Kim TJ and Kim DH. 2001a. The effect of shade net on summer stress of cool-season turfgrass. Kor. J. Turfgrass Sci. 15(2): 51-64. (in Korean with English summary)
- Lee HJ · Song JW and Ku JH. 2001b. Effect of root zone cooling on growth and mineral contents of turfgrasses in simulated athletic field during summer season. Kor. J. of Turfgrass Sci. 15: 169-179. (in Korean with English summary)
- Murphy, J. A. · Bonos, S. and Perdomo, P. 1997. Classification of *Poa pratensis* genotypes. Intl. Turf. Soc. Res. J. 8: 1176-1183.
- NTEP (National Turfgrass Evaluation Program).

 1994. National Kentucky bluegrass test-1990.

 Progress report 1993. NTEP No. 94-6,

 National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville

 Agric. Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1996. National Kentucky bluegrass test -1990. Final report: 1991-95. NTEP No. 96-11, National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agric. Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1997. National Kentucky bluegrass test -1995. 1996 Progress report. NTEP No. 97-4.

- National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agric. Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1998 National Kentucky bluegrass test -1995. Progress report 1997. NTEP No. 98-5. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agric. Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1999. National Kentucky bluegrass test -1998. Progress report 1998. NTEP No. 99-8. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agric. Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 2000. National Kentucky bluegrass test -1995. Progress report 1999. NTEP No. 00-12. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agric. Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 2001. National Kentucky bluegrass test -2000. Progress report 2000. NTEP No. 01-10. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agric. Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 2002. National Kentucky bluegrass test -2001. Progress report 2000. NTEP No. 02-1. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agric. Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- SAS Institute, Inc. 2001. SAS/STAT User's guide, Version 8.00, SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.

- Shim SR and Jeong DY. 2002. Turfgrass selection for soccer fields-A simulation of the Incheon 2002 world cup stadium-J. of the Kor. Inst. of Landscape Architecture 30(2): 88-94. (in Korean with English summary)
- Shim SR · Jeong DY and Kim KN. 2000. Planting foundations and turfgrass species adapted to grounds. J. of the Kor. Inst. of Landscape Architecture 28(2): 61-70. (in Korean with English summary)
- 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.
- Watschke, T. L. and Schmidt, R. E. 1992. Ecological aspects of turf communities. Agron. Monogr. 32: 129-174. In D. V. Waddington, R. N. Carrow and R. C. Shearman (eds.), Turfgrass. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA.