

발아환경에 따른 퍼레니얼 라이그래스 품종간 발아력, 초기발아속도 및 발아피크기간 비교

김경남*

삼육대학교 과학기술대학 원예학과

Comparison of Seed Germinating Vigor, Early Germination Speed and Germination Peak Time in Perennial Ryegrass Cultivars under Different Germination Conditions

Kyung-Nam Kim*

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

(Received on September 06, 2013; Revised on September 12, 2013; Accepted on September 22, 2013)

ABSTRACT. Research was initiated to investigate early germination and establishment characteristics of perennial ryegrass (PR, *Lolium perenne* L.). An alternative condition was applied in Experiment I with 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C (ISTA condition). Experiment II was conducted under 5°C to 25°C (natural condition). Significant differences were observed in germination percentage, germination speed and germination peak time. Seed germinating vigor was 66.00 to 93.75% under ISTA and 66.25 to 93.50% under natural conditions. Germination speed, measured as days to germination of 50% through 90%, was much faster with 'Pennant II', 'Brightstar II', 'Sonata' and 'Accent II' under ISTA conditions. But it was faster only with 'Pennant II' and 'Brightstar II' under natural conditions. Germination peak time ranged 1.48 to 5.65 days under ISTA, while 2.17 to 10.63 days under natural conditions. Regardless of growing conditions, the shortest cultivars in peak time were 'Sonata', 'Pennant II', and 'Brightstar II' and the longest one 'Revenge GLX'. Considering germinating vigor, early germination speed and germination peak time, 'Pennant II', 'Brightstar II', 'Sonata' and 'Accent II' were regarded as excellent cultivars under ISTA conditions, while 'Pennant II' and 'Brightstar II' under natural conditions.

Key words: Alternative conditions, ISTA (International Seed Testing Association), Germination speed, Natural conditions, Room temperature

서 론

국내에서 한지형 잔디로 조성된 골프장 티, 페어웨이, 러프 및 법사면에 이용되고 있는 대표적인 초종에는 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.), 퍼레니얼 라이그래스 및 툴 웨스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.)가 있다. 이중 퍼레니얼 라이그래스는 원산지가 아시아와 북아프리카의 온대 기후대 지역으로 주형생장을 하는 영년생 잔디로 잉글리시 라이그래스(English ryegrass) 라고도 한다(Beard and Beard, 2005; Thorogood, 2003). 퍼레니얼 라이그래스는 조

성속도가 빠른 특성 때문에 한지형 잔디의 혼파 시 잔디 발의 일시적인 피복목적, 난지형 잔디의 동절기 녹화 및 법사면 토양침식방지 목적 등으로 많이 이용되고 있다.

퍼레니얼 라이그래스는 온화한 해양성 기후대에 적합한 초종으로 온도변화가 심한 지역에서는 적합하지 않다. 예를 들어 온화한 기후대인 독일 북서부 지역 또는 영국에서는 영년생으로 유지되지만, 동절기 온도가 상당히 낮은 미국 동북부 뉴잉글랜드 지역에서는 생활사가 1-3년 정도 되기 때문에 단기 영년생(short-lived perennial)으로 지속된다(Hanson et al., 1969). 즉, 퍼레니얼 라이그래스는 생육 환경에 따라 생활사가 일년생, 단기 영년생 또는 영년생이 될 수 있다.

해양성 기후대인 영국에서는 축구 경기장을 퍼레니얼 라이그래스 100%로 조성하는 것이 일반적이다(Adams and

*Corresponding author:

Phone) +82-2-3399-1731, Fax) +82-2-3399-1741

E-mail) knkturf@syu.ac.kr

Gibbs, 1994; KOWOC, 1999). 국내에서는 골프장 및 경기장 등에 켄터키 블루그래스와 같이 혼파로 많이 이용되고 있다. 이는 잔디밭 조성 시 초기 발아속도가 느린 켄터키 블루그래스의 단점과 조성 후 답압 또는 게임 등으로 인해 손상된 잔디밭의 회복능력을 향상시키기 위해서이다. 또한, 가을에 난지형 들잔디(*Zoysia japonica* Steud.) 잔디밭 위에 동기간 녹색을 제공할 목적으로 덧뿌리기용(overseeding)로도 광범위하게 이용되고 있다(Kim, 2012; Korea Sport Science Institute, 1998).

국내에서는 1990년 중반 이후 한지형 잔디 조성이 증가하면서 퍼레니얼 라이그래스 사용도 계속 증가하고 있지만, 생리·생태적 특성상 내서성과 내건성이 약한 단점이 있다. 따라서 국내기후 조건에서 적절한 잔디지반(soil system) 조성과 함께 여름 고온기 생존을 위해 반드시 자동 관수 시설이 필요한 초종이다(KOWOC, 2000). 또한 2002년 월드컵축구대회 이후 신설 골프장 건설이 증가하면서 신품종 퍼레니얼 라이그래스도 많이 활용되고 있다. 신품종으로 조성된 퍼레니얼 라이그래스가 증가함에 따라 이들 품종을 이용한 연구의 필요성도 점점 늘어나고 있다.

잔디산업이 발달한 선진국 미국에서는 퍼레니얼 라이그래스 신품종을 개발하면 품종 등록 전후 수년간 체계적으로 광범위하게 연구를 진행하면서 실무에 활용하고 있다(NTEP, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999a, 1999b, 2001, 2002). 하지만, 국내 기후 조건에서 퍼레니얼 라이그래스를 이용한 연구는 일부 있지만(Lee et al., 2001a, 2001b; Shim et al., 2000; Shim and Jeong, 2002), 신품종을 이용한 연구논문은 아직 충분하지 않은 실정이다(Kim, 2010; Kim and Jung, 2009). 특히 신품종으로 골프장 조성 시 실무적으로 필요한 조성속도 관련 기본 특성조사에 대한 연구는 더욱 부족한 실정이다.

골프장 시공 시 대면적의 잔디밭을 성공적으로 조성하기 위해서는 파종 후 초기 최단기간에 균일피복을 시키는 것이 대단히 중요하다(Kim, 2013b). 한지형 잔디 중 발아

속도가 가장 빠른 종류는 퍼레니얼 라이그래스이다. 즉 퍼레니얼 라이그래스 우수 품종의 경우 일반적으로 최적의 발아환경에서 치상 후 3일 전후 유근이 발달하고, 4-7일 사이에 50-80% 이상 발아가 가능하다(Kim, 2013b). 실제로 국제종자검정협회(International Seed Testing Association, ISTA)에서 제시하는 변온환경에서 수행한 연구에서 켄터키 블루그래스는 4주 경과 후 발아율이 90%에 도달한다고 보고되고 있다. 퍼레니얼 라이그래스는 치상 후 1주 만에 발아율 90%에 도달하였다(Kim and Nam, 2003). 하지만 품종에 따라 발아특성 및 발아패턴 차이가 나타나기 때문에 기본 특성 조사는 필요하다.

최근 국내에서 많이 사용되고 있는 한지형 잔디의 발아속도 및 일일 발아패턴에 대한 연구는 활성화되고 있다(Kim, 2008, 2009, 2010, 2013a; Kim et al., 2010, 2011; Kim and Jung, 2009; Kim and Park, 2010; Park, 2012). 하지만 한지형 잔디의 품종간 조성특성에 관한 연구보고는 아직 충분하지 않은 실정이다(Kim and Jung, 2008; Park, 2012). 따라서 표준 발아환경인 ISTA 변온 및 자연실온 조건에서 한지형 잔디의 신품종에 대한 조성특성관련 조사는 필요하다. 본 실험은 ISTA에서 제시하는 변온과 자연실온 조건에서 퍼레니얼 라이그래스 신품종의 발아력, 초기발아속도 및 발아피크기간 등의 조성관련 기본특성을 연구 비교해서 실무적으로 한지형 잔디의 설계, 시공 및 관리에 활용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

공시재료

공시재료는 국내에서 잔디밭 조성 및 덧뿌리기용으로 많이 사용하고 있는 퍼레니얼 라이그래스(*Lolium perenne* L.) 초종의 ‘Accent’ 품종과 신설 골프장에 많이 이용되고 있는 7개의 신품종을 포함해서 전체 8종류 이었으며 각 품종과 구입처는 Table 1과 같다.

Table 1. Common name, scientific name, cultivar and source of turfgrass entries used in the study.

Common name	Scientific name	Cultivars	Source
Perennial ryegrass	<i>Lolium perenne</i> L.	Accent	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
		Accent II	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
		Brightstar II	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
		Brightstar SLT	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
		Catalina II	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
		Pennant II	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
		Revenge GLX	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
		Sonata	Pennington Seed, Madison, GA, USA

발아실험

발아시험은 온도 조건에 따라 실험 I과 실험 II로 구분하여 수행하였다. 실험 I(ISTA 변온조건, alternative condition)은 교호적으로 광과 온도 등의 생육환경 조절이 가능한 생육상(growth chamber)에서 실시하였다. 실험 II(실온조건, natural condition at the room temperature)는 자연적인 생육환경으로 온도가 5-25°C로 유지되고 있는 실온 환경에서 수행하였다.

특히, 실험 I은 국제종자검정협회에서 요구하는 기준인 15-25°C 사이에서 수행하였다. 따라서 오전 9시부터 오후 5시까지 8시간 동안 광조건으로, 그리고 오후 5시부터 다음날 오전 9시까지 16시간 동안 암흑 조건으로 하였다. 이때 발아상의 온도는 광조건 시 25°C, 암흑조건 시 15°C로 유지하였다(Anonymous, 1964).

본 실험에 사용한 초종은 Table 1에 제시된 퍼레니얼 라이그래스 8 품종으로 실험 I과 실험 II에서 모두 동일하였다. 종자는 사알레 위에 여과지 2매를 깔고 그 여과지 위에 품종별로 100립을 치상하였다. 각 실험에서 반복은 모두 4반복으로 하였으며, 따라서 전체 치상 종자는 400립이었다. 본 실험에서 발아 기간은 잔디 발아 시험 검정 시 최대 기간인 30일 기준으로 수행하였다(The Lawn Institute, 1991).

발아력, 발아속도 및 발아피크기간 조사

실험 I, II에서 발아율 조사는 치상 후 1일 간격으로 총 30회 조사를 하였다. 조사 시 발아상태는 지상부 엽 조직이 10 mm 정도 자랐을 때를 기준으로 하였다. 공시품종의 발아력은 최종 발아율을 기준으로 비교하였다. 최종 발아

율은 치상 후 30일째 조사한 누적 발아율을 이용하였다. 잔디발 조성속도와 관련이 깊은 품종별 초기 발아 특성은 치상 후 일일 발아율(daily germination rate) 및 누적 발아율(cumulative germination rate) 데이터를 분석하여 파악하였다.

공시품종의 발아속도 비교는 발아율이 50%, 60%, 70%, 80% 및 90%에 도달하는 기간을 기준으로 해서 ISTA 변온 및 자연실온 환경에서 품종별로 비교하였다. 그리고 발아환경에 따른 발아속도 비교는 ISTA 변온 및 자연실온 환경 조건에서 50%, 65% 및 80%에 도달하는 기간을 비교하였다. 또한 발아피크기간은 각 품종의 발아속도가 50%에서 80%까지 도달하는 소요일수를 기준으로 데이터를 분석하였다.

발아상의 시험구 배치는 공시된 8종류의 초종 처리구를 난괴법 4반복으로 배치하여 실험을 수행하였다. 실험 I, II에서 데이터는 품종별 4반복 평균값을 이용하였다. 통계 분석은 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.

결과 및 고찰

품종별 발아력 비교

본 실험에 사용한 퍼레니얼 라이그래스 종자의 발아력을 나타내는 최종 발아율은 발아환경 및 품종에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 공시 8품종의 최종 발아율은 ISTA 변온 환경에서 66.00-93.75% 사이로 나타났다.

Table 2. Seed germinating vigor of 8 perennial ryegrass cultivars grown under alternative and natural conditions.

Cultivars	Germination percentage (%)		
	Alternative ^a conditions	Natural ^b conditions	Differences between alternative and natural conditions
Accent	85.50 b ^c	83.25 b	2.25
Accent II	84.75 b	83.00 b	1.75
Brightstar II	91.75 a	91.75 a	0.00
Brightstar SLT	66.00 d	66.25 c	0.25
Catalina II	83.75 b	84.25 b	0.50
Pennant II	90.75 a	93.50 a	2.75
Revenge GLX	76.75 c	81.00 b	4.25
Sonata	93.75 a	92.25 a	1.50

^aAlternative conditions: 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C. Data for alternative conditions: adapted from Kim and Jung (2009).

^bNatural conditions: at the room temperature of 5 to 25°C. Data for natural conditions: adapted from Kim (2010).

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

종자 발아력이 가장 우수한 품종은 ‘Sonata’ 이었고, 가장 저조한 품종은 ‘Brightstar SLT’ 이었다. 자연실온 환경에서 퍼레니얼 라이그래스 종자 발아력은 품종에 따라 ISTA 변온 환경과 약간의 차이가 있었다. 실온 조건에서 공시 품종의 최종 발아율은 66.25-93.50% 사이였다. 이 때 발아가 가장 양호한 품종은 ISTA 변온 환경에서 발아력이 세 번째였던 ‘Pennant II’ 품종이었고, 반대로 가장 저조한 품종은 ‘Brightstar SLT’ 이었다(Table 2).

ISTA 변온과 자연실온 환경에서 품종 간 발아율 차이는 0-4.25% 사이로 나타났다. ‘Brightstar II’ 품종은 변온과 실온 모두 최종 발아율이 91.75%로 동일하였다. 또한 ‘Brightstar SLT’ 품종도 그 차이가 0.25% 정도로 아주 적었고, ‘Catalina II’ 품종은 발아환경에 따라 0.50%의 차이가 있었다. 그리고 나머지 ‘Sonata’ 및 ‘Accent II’ 품종은 발아환경에 따라 최종 발아율이 각각 1.50% 및 1.75% 정도의 차이가 있었다. 하지만 ‘Accent’, ‘Pennant II’ 및 ‘Revenge GLX’ 품종은 발아율 차이가 2.25-4.25%로 좀 더 크게 나타났다. 특히 ‘Revenge GLX’의 경우 ISTA 변온에서는 76.75%로 기준 발아율인 80%에 미달하였지만, 실온조건에서는 81.00%로 기준 발아율 이상으로 나타났다.

이상의 결과 ‘Accent’, ‘Accent II’ 및 ‘Sonata’ 품종은 ISTA 변온 환경에서 종자 발아력이 더 양호하였다. 반대로 나머지 ‘Brightstar SLT’, ‘Catalina II’, ‘Pennant II’ 및 ‘Revenge GLX’ 품종은 자연실온 환경에서 종자 발아력이 좀 더 양호하였다. 발아환경에 따른 이러한 발아력 차이는 크리핑 벤프그래스(*Agrostis palustris* Huds.) 품종을 이용한 연구에서도 관찰되고 있다. Kim and Jung(2008)은 크리핑 벤프그래스의 경우 동일한 품종일지라도 발아환경에 따라 품종 간 발아율이 최고 6.50%까지 차이가 나타나는 것으로 보고하였다. 즉 발아환경에 따라 종자의 최

종 발아율은 품종별로 크게 차이가 날 수 있기 때문에 잔디밭 조성 또는 덧뿌리기(overseeding) 시 식재시기에 해당 지역의 생육환경 파악은 대단히 중요하다(Beard, 1973; Turgeon, 2005).

품종별 발아속도 비교

퍼레니얼 라이그래스 공시 품종별 발아속도는 발아환경 및 품종에 따라 유의한 차이가 나타났다. ISTA 변온 환경에서 누적 발아율이 각각 50%, 60%, 70%, 80% 및 90% 까지 도달하는데 필요한 발아속도를 비교한 데이터는 Table 3과 같다. 발아율이 50% 도달할 때까지 발아속도를 살펴 보면 ‘Accent II’, ‘Brightstar II’ 및 ‘Pennant II’ 품종이 4.38-4.88일 사이로 가장 우수하였다. 이중 ‘Accent II’ 품종이 4.38일로 가장 빨랐고, ‘Brightstar II’ 및 ‘Pennant II’ 품종이 각각 4.80일 및 4.88일로 나타났다. 이 밖에 ‘Accent’, ‘Catalina II’, ‘Revenge GLX’ 및 ‘Sonata’ 품종의 발아속도는 5.11-5.68일 사이로 중간 정도로 나타났다. 50% 발아속도가 가장 느린 종류는 ‘Brightstar SLT’ 품종으로 6.37 일이었다.

발아율이 60% 도달할 때까지 소요되는 발아속도도 ‘Accent II’, ‘Brightstar II’ 및 ‘Pennant II’ 품종이 4.71-5.21일 사이로 빠르게 나타났다. 이 중 발아속도가 가장 빠른 품종은 ‘Accent II’로 4.71일 이었다. 다음으로 빠른 품종은 ‘Brightstar II’와 ‘Pennant II’로 각각 4.98일 및 5.21일로 나타났다. 이밖에 ‘Accent’ 및 ‘Sonata’ 품종의 발아속도는 5.67-5.75일 사이였고, ‘Catalina II’ 및 ‘Revenge GLX’ 품종은 이들 품종보다 조금 느린 6.20-6.26일 사이로 나타났다. 그리고 60% 발아속도가 가장 느린 종류는 ‘Brightstar SLT’ 품종으로 7.60일 이었다.

발아율이 70% 도달할 때까지 발아속도 경향도 60% 발

Table 3. Germination speed of 8 perennial ryegrass cultivars grown under alternative conditions. Germination speed was evaluated as days to seed germination of 50, 60, 70, 80 and 90%, respectively.

Cultivars	Germination speed under alternative conditions (days) ^a				
	50%	60%	70%	80%	90%
Accent	5.42 b ^b	5.75 bc	6.24 bc	8.00 b	NA ^c
Accent II	4.38 d	4.71 d	6.10 c	6.95 bc	NA
Brightstar II	4.80 c	4.98 d	5.66 d	6.51 c	14.00 a
Brightstar SLT	6.37 a	7.60 a	NA	NA	NA
Catalina II	5.60 ab	6.20 b	6.92 b	11.25 a	NA
Pennant II	4.88 c	5.21 c	5.69 d	6.48 c	14.00 a
Revenge GLX	5.68 ab	6.26 b	7.40 a	NA	NA
Sonata	5.11 bc	5.67 bc	6.19 bc	6.59 c	8.87 b

^aAlternative conditions: 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C.

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

^cNA: not applicable.

아속도 경향과 비슷하였다. ‘Brightstar II’ 및 ‘Pennant II’ 품종의 발아속도는 각각 5.66일 및 5.69일로 가장 우수하였다. ‘Accent’, ‘Accent II’ 및 ‘Sonata’ 품종의 발아속도는 6.10-6.24일 사이로 중간정도로 나타났다. 그리고 ‘Catalina II’ 품종의 발아속도는 6.92일로 다소 느렸고, ‘Revenge GLX’ 품종은 발아속도가 7.40일로 가장 빠른 품종인 ‘Brightstar II’에 비해 1.74일 정도 늦는 것으로 나타났다. ‘Brightstar SLT’ 품종은 최종 발아율이 66.00%였기 때문에 품종 간 70% 발아속도 결과는 비교할 수 없었다.

발아율이 80% 도달할 때까지 소요되는 발아속도는 ‘Accent II’, ‘Brightstar II’, ‘Pennant II’ 및 ‘Sonata’ 품종이 6.48-6.95일 사이로 가장 우수하였다. 이 중 가장 빠른 품종은 6.48일로 나타난 ‘Pennant II’ 이었다. 이밖에 ‘Accent’ 품종의 경우 발아속도가 8.00일로 중간 정도로 나타났다. ‘Catalina II’ 품종은 11.25일로 가장 느렸는데, 이는 80% 발아속도가 가장 빠른 ‘Pennant II’ 품종에 비해 4.77일 정도 느린 것을 의미한다.

발아율이 90% 도달할 때까지 발아속도 경향은 품종간 80% 발아속도 경향과 약간 다르게 나타났다. 가장 우수한 종류는 ‘Sonata’ 품종으로 8.87일이었고, ‘Brightstar II’ 및 ‘Pennant II’ 품종은 발아속도가 14.00일로 나타났다. 하지만 나머지 ‘Accent’, ‘Accent II’, ‘Brightstar SLT’, ‘Catalina II’ 및 ‘Revenge GLX’ 품종은 최종 발아율이 90%이하였기 때문에 품종간 90% 발아속도 결과는 비교할 수 없었다.

자연실은 환경에서 누적 발아율이 50%, 60%, 70%, 80% 및 90% 도달할 때까지 비교한 품종별 발아속도 데이터 결과는 Table 4와 같다. 발아율이 50% 도달할 때까지 발아속도를 살펴보면 ‘Pennant II’ 및 ‘Brightstar II’ 품종이 각각 8.46일 및 8.79일로 가장 우수하였다. ‘Accent’, ‘Accent II’, ‘Revenge GLX’ 및 ‘Sonata’ 품종은 발아속도가 9.36-

9.67일로 중간 정도로 나타났다. ‘Catalina II’ 품종의 경우 10.44일로 느린 편이었다. 그리고 실은 환경에서 50% 발아속도가 가장 느린 종류는 ‘Brightstar SLT’ 품종으로 11.43일이었다.

발아율이 60% 도달할 때까지 발아속도도 50% 발아속도와 비슷한 경향으로 나타났다. ‘Pennant II’ 품종이 8.96일로 가장 빨랐고, ‘Brightstar II’ 품종은 9.27일로 이보다 약간 느렸지만 역시 우수한 품종이었다. ‘Accent’, ‘Accent II’, ‘Revenge GLX’ 및 ‘Sonata’ 품종은 발아속도가 9.88-10.34일로 중간정도로 나타났다. 나머지 ‘Brightstar SLT’ 및 ‘Catalina II’ 품종은 11.24-12.96일 사이로 발아가 느린 품종으로 나타났다.

발아율이 70% 도달할 때까지 발아속도의 경우 ‘Pennant II’ 및 ‘Brightstar II’ 품종이 각각 9.68일 및 9.84일로 가장 양호하였다. 그리고 ‘Accent’ 및 ‘Sonata’ 품종은 발아속도가 각각 10.70일 및 10.86일로 중간 정도로 나타났고, ‘Accent II’ 및 ‘Revenge GLX’ 품종은 11.27-11.34일 사이로 이보다 좀 더 느린 편이었다. 특히 발아속도가 12.27일로 가장 느린 ‘Catalina II’ 품종은 가장 빠른 ‘Pennant II’ 품종에 비해 2.59일 정도 더 느린 것으로 나타났다.

발아율이 80% 도달할 때 발아속도도 ‘Pennant II’ 품종이 10.63일로 가장 빨랐다. ‘Brightstar II’ 품종은 11.15일로 ‘Pennant II’ 품종보다 약간 느렸지만 우수한 품종이었다. ‘Accent’ 및 ‘Sonata’ 품종의 경우 발아속도가 11.82-13.48일 사이로 중간 정도로 나타났다. 반면, ‘Accent II’ 및 ‘Catalina II’ 품종은 발아속도가 14.28-16.88일 사이로 느린 편이었다. 그리고 ‘Revenge GLX’ 품종은 발아속도가 20.00일로 가장 느리게 나타났다. 이것은 발아율이 80% 도달하는데 ‘Pennant II’ 품종에 비해 발아속도가 9.37일 정도 느린 것을 의미한다.

Table 4. Germination speed of 8 perennial ryegrass cultivars grown under natural conditions. Germination speed was evaluated as days to seed germination of 50, 60, 70, 80 and 90%, respectively.

Cultivars	Germination speed under natural conditions (days) ^a				
	50%	60%	70%	80%	90%
Accent	9.36 c ^b	9.88 c	10.70 b	13.48 c	NA ^c
Accent II	9.67 bc	10.34 bc	11.34 ab	14.28 bc	NA
Brightstar II	8.79 d	9.27 cd	9.84 bc	11.15 d	17.00 a
Brightstar SLT	11.43 a	12.95 a	NA	NA	NA
Catalina II	10.44 b	11.24 b	12.27 a	16.88 b	NA
Pennant II	8.46 d	8.96 d	9.68 c	10.63 d	12.75 c
Revenge GLX	9.37 c	10.27 bc	11.27 ab	20.00 a	NA
Sonata	9.52 bc	10.21 bc	10.86 b	11.82 cd	15.00 b

^aNatural conditions: at the room temperature of 5 to 25°C.

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

^cNA: not applicable.

발아율이 90% 도달할 때까지 소요되는 90% 발아속도도 ‘Pennant II’ 품종이 12.75일로 가장 빠르게 나타났다. 그리고 ‘Sonata’ 품종이 15.00일로 두 번째로 빨랐다. 80% 발아속도까지 두 번째로 빨랐던 ‘Brightstar II’ 품종은 ‘Sonata’ 품종 보다 2일 정도 더 느린 17.00일로 나타났다. 그리고 나머지 ‘Accent’, ‘Accent II’, ‘Brightstar SLT’, ‘Catalina II’ 및 ‘Revenge GLX’ 품종은 최종 발아율이 90%이하였기 때문에 품종간 발아속도는 비교할 수 없었다.

발아환경에 따른 발아속도 비교

ISTA 변온 및 자연실온 환경에서 퍼레니얼 라이그래스의 품종간 발아속도는 발아환경 조건에 따라 상당히 다르게 나타났다. 발아환경에 따른 공시 품종간 50%, 65% 및 80% 발아속도 비교 결과는 Fig. 1과 같다. 전반적으로 50%, 65% 및 80% 발아율에 도달하는 발아속도는 자연실온 보다는 ISTA 변온에서 더 빠른 경향으로 나타났다.

퍼레니얼 라이그래스 종자의 50% 발아속도는 대부분 품종의 경우 ISTA 변온 환경에서 5일 전후로 나타났다. 하지만 자연실온 환경에서는 이보다 느린 9.5일 전후로 나타났다. 즉 퍼레니얼 라이그래스 종자를 ISTA 변온과 유사한 시기에 파종할 경우 50% 발아속도는 발아환경이 다소 열악한 시기에 파종 하는 것보다 평균 4.5일 정도 더

빠른 것을 의미한다. 전체 8 종류의 공시 품종 중 특히 ‘Brightstar SLT’ 품종은 예외적으로 발아속도가 늦어서 ISTA 변온에서는 6.37일, 자연실온에서는 11.43일 정도로 나타났다. 즉 ‘Brightstar SLT’ 품종은 다른 품종에 비해 50% 발아속도가 평균 2-3일 정도 더 늦는 것을 의미한다.

이러한 결과는 한지형 계통(cool-season grasses)인 퍼레니얼 라이그래스의 경우 줄기생장의 생육적온이 16-24°C 이기 때문에 이러한 온도 조건에 좀 더 유사한 ISTA 변온환경에 가까울수록 훨씬 더 빠르게 진행되는 것으로 판단되었다(Fry and Huang, 2004). Kim and Nam(2003)은 켄터키 블루그래스를 이용한 발아특성 실험에서 발아율 70%에 도달할 때까지 발아속도는 품종에 따라 ISTA 변온환경에서 10-16일 정도 더 빠른 것을 확인하였다. 크리핑 벤투그래스를 이용한 연구에서도 발아율이 80% 도달할 때까지 기간은 15-25°C 사이의 변온 환경에서 3일 정도 더 빠른 것으로 알려지고 있다(Kim and Jung, 2008).

또한 본 실험에서 발아율이 80% 수준에 도달하기 까지 발아속도도 50% 발아속도 결과와 비슷한 경향으로 나타났다. ISTA 변온 환경에서는 ‘Brightstar SLT’ 및 ‘Catalina II’ 품종을 제외한 대부분 품종의 발아속도는 평균 7일 전후로 나타났다. 자연실온에서는 ‘Brightstar SLT’, ‘Catalina II’ 및 ‘Revenge GLX’ 품종을 제외한 대부분 품종의 발아속도는 평균 12일 전후로 ISTA 변온에 비해 5일 정도 늦은 편이었다. ‘Brightstar SLT’ 품종의 경우 최종 발아율이 70% 이하였기 때문에 발아율이 80%에 도달할 때까지 소요되는 발아속도를 비교할 수 없었다. 그리고 ‘Catalina II’ 품종의 경우 ISTA 변온 및 자연실온 환경에서 80% 발아속도가 각각 11.25일 및 16.88일로 나타나, 다른 품종에 비해 발아환경에 따라 발아속도가 평균 4-5일 정도 늦는 것으로 판단되었다.

본 실험의 결과 퍼레니얼 라이그래스 종자를 파종할 경우 발아율이 50% 및 80%에 이르는 발아속도 경향은 ISTA 변온 환경 조건에서 일반적으로 4-5일 정도 더 빠르게 나타났다고, 실무적으로 퍼레니얼 라이그래스 종자 파종은 낮과 밤의 온도차가 ISTA 변온 환경에 근접할수록 바람직한 것으로 추정되었다. 따라서 골프장 등 조성 시에 무리한 일정에 쫓겨 25°C 이상의 고온 환경과 일교차가 적은 6월-8월 사이에 퍼레니얼 라이그래스의 파종은 균일한 잔디밭 조성을 위해서는 피하는 것이 적절하다고 판단되었다.

발아 피크 기간

잔디 파종 시 우수한 종자는 초기발아속도가 빠르면서 최종 발아율에 도달하는 발아 피크 기간은 짧을수록 잔디밭 조성에는 대단히 유리하다(Watschke and Schmidt, 1992). 본 실험에서 발아율이 50%에서 80%까지 도달하는데 필

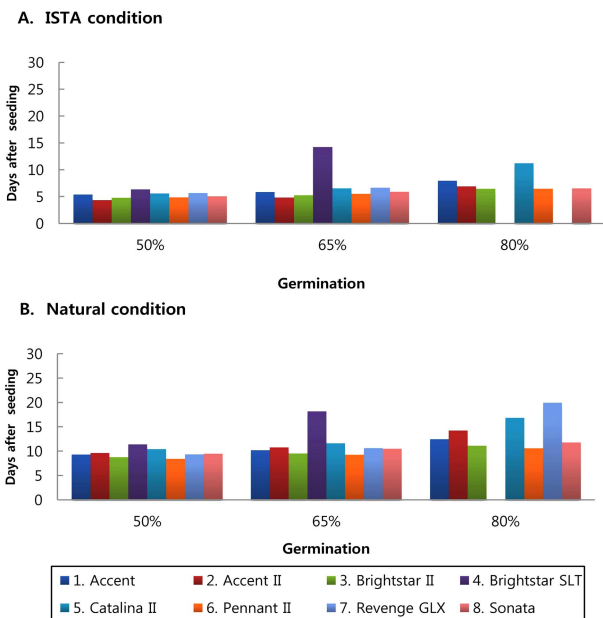


Fig. 1. Comparison of germination speed of perennial ryegrass cultivars grown under between ISTA and natural conditions. Germination speed was compared as days to seed germination of 50, 65 and 80%, respectively. ISTA and natural conditions represent alternative condition of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C and condition at the room temperature of 5 to 25°C, respectively.

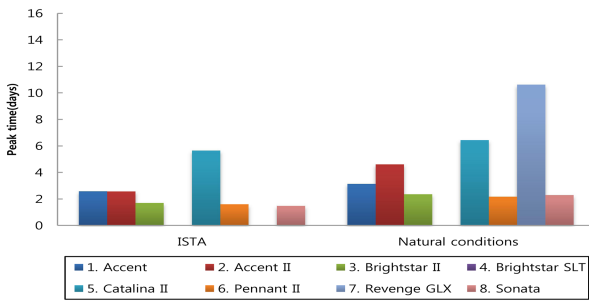


Fig. 2. Comparison of germination peak time of perennial ryegrass cultivars grown under between ISTA and natural conditions. Germination peak time was measured as days to seed germination speed from 50 to 80%. ISTA and natural conditions represent alternative condition of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C and condition at the room temperature of 5 to 25°C, respectively.

요한 기간을 비교 분석한 발아피크기간 비교 결과는 Fig. 2와 같다.

ISTA 변온 및 자연실온에서 발아피크기간은 퍼레니얼 라이그래스 품종에 따라 차이가 크게 나타났다. 먼저 ISTA 변온 환경에서 품종별 발아 피크 기간의 범위는 1.48-5.65 일 사이로 나타났다. 발아 피크 기간이 가장 짧은 종류는 ‘Sonata’ 품종으로 1.48일로 나타났다. ‘Sonata’ 품종 다음으로 피크기간이 짧은 품종은 ‘Pennant II’ 및 ‘Brightstar II’ 품종으로 각각 1.60 및 1.71일로 나타났다. ‘Accent’ 및 ‘Accent II’ 품종은 발아 피크 기간이 각각 2.57일 및 2.58일로 거의 비슷하였다. 발아 피크 기간이 가장 긴 종류는 ‘Catalina II’ 품종으로 발아피크기간은 5.65일이었다. 이것

은 발아 피크 기간이 가장 빠른 ‘Sonata’ 품종에 비해 4.17 일 정도 더 긴 것을 의미한다.

자연실온 환경에서 발아 피크 기간 범위는 2.17-10.63일 사이로 나타났다. 발아 피크 기간이 가장 짧은 품종은 ‘Pennant II’ 품종으로 2.17일로 나타났다. 이 밖에 ‘Sonata’ 및 ‘Brightstar II’ 품종도 발아 피크 기간이 각각 2.30일 및 2.36일로 양호하였다. 다음으로 발아 피크 기간이 양호한 초종은 ‘Accent’ 및 ‘Accent II’ 품종으로 이 두 품종의 발아 피크 기간은 각각 3.14일 및 4.61일이었다. 실온에서 가장 긴 종류는 ‘Revenge GLX’ 품종으로 10.63일이었다. 이는 발아 피크 기간이 가장 짧은 ‘Pennant II’ 품종에 비해 8.46일 정도 더 느린 것을 의미한다. 이러한 결과는 발아환경 및 품종에 따라 퍼레니얼 라이그래스 종자의 발아 패턴이 달라질 수 있기 때문에 잔디밭 조성 시 적절한 품종 선택과 식재지에 대한 체계적인 생육환경 분석이 필요하다(Beard, 1973; Turgeon, 2003).

종합적으로 종자 발아력, 초기발아속도 및 발아피크기간 등을 고려 시 ISTA 변온에서는 ‘Pennant II’, ‘Brightstar II’, ‘Sonata’ 및 ‘Accent II’ 품종이, 자연실온에서는 ‘Pennant II’ 및 ‘Brightstar II’ 품종이 우수한 것으로 판단되었다. 즉 발아환경에 따라 이러한 조성 속도 및 특성 차이가 품종 별로 크게 나타날 수 있기 때문에(Table 5) 실무적으로 설계, 시공 및 관리 시 적절한 품종 선택 및 해당 지역의 생육환경 분석은 대단히 중요하다.

요 약

본 실험은 ISTA 변온 및 자연실온 환경에서 퍼레니얼

Table 5. Overall comparison of seed quality, germination speed and germination peak time of 8 perennial ryegrass cultivars grown under alternative and natural conditions in the study.

Cultivars	Germination Characteristics							
	Seed quality		Germination speed				Germination peak time	
	ISTA	Natural	ISTA ^a		Natural		ISTA	Natural
		50%	80%	50%	80%			
Accent	good	good	medium	medium	medium	medium	short	short
Accent II	good	good	very fast	fast	medium	slow	short	medium
Brightstar II	good	good	fast	very fast	fast	fast	very short	very short
Brightstar SLT	poor	poor	slow	NA ^b	very slow	NA	NA	NA
Catalina II	good	good	medium	slow	slow	slow	long	long
Pennant II	good	good	fast	very fast	very fast	very fast	very short	very short
Revenge GLX	poor	good	medium	NA	medium	slow	NA	very long
Sonata	good	good	medium	very fast	medium	medium	very short	very short

^aISTA: 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C.

Natural: at the room temperature of 5 to 25°C.

^bNA: not applicable.

라이그래스 신품종의 종자 발아력, 초기발아속도 및 발아 피크기간 등의 특성을 연구 비교해서 실무적으로 한지형 잔디의 설계, 시공 및 관리에 활용하고자 시작하였다. 실험 I은 ISTA 변온(8시간: 광조건, 25°C; 16시간: 암조건, 15°C), 실험 II는 5-25°C로 유지되고 있는 실내 실온환경에서 수행하였다. 퍼레니얼 라이그래스 종자의 발아력, 초기발아속도 및 발아피크기간은 발아환경 및 품종에 따라 유의한 차이가 나타났다. 종자 발아력은 ISTA 변온환경에서 66.00-93.75%, 자연실온 환경에서 66.25-93.50%로 나타났다. 초기발아속도는 ISTA 변온에서 ‘Pennant II’, ‘Brightstar II’, ‘Sonata’, ‘Accent II’ 품종, 자연실온에서는 ‘Pennant II’ 및 ‘Brightstar II’ 품종이 우수하였다. 품종별 발아피크 기간은 ISTA 변온 환경에서 1.48-5.65일, 자연실온에서는 2.17-10.63일로 나타났다. 발아환경에 관계없이 ‘Sonata’, ‘Pennant II’ 및 ‘Brightstar II’ 품종의 발아피크 기간이 짧았고, 발아피크 기간이 가장 긴 품종은 ‘Revenge GLX’ 이었다. 본 실험 결과 종자 발아력, 초기발아속도 및 발아피크기간을 종합적으로 고려 시 ISTA 변온에서는 ‘Pennant II’, ‘Brightstar II’, ‘Sonata’ 및 ‘Accent II’ 품종이 우수하였다. 그리고 자연실온 환경에서는 ‘Pennant II’ 및 ‘Brightstar II’ 품종이 우수한 것으로 판단되었다.

주요어: 발아속도, 변온조건, 실온, ISTA (International Seed Testing Association), 자연조건

References

- Adams, W.A. and Gibbs, R.J. 1994. Natural turf for sports and amenity: Science and practice, Cambridge: CAB International, UK.
- Anonymous. 1964. Rules for testing seeds. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts 54(2):1-112.
- 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 Univ. Press, East Lansing, 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. pp.370-409. In A.A. Hanson and F.V. Juska (Eds.), Turfgrass science, Agron. Monograph Vol. 14, ASA, Madison, WI, USA.
- Kim, K.N. 2008. Germination characteristics and daily seed germinating pattern in coarse-textured tall fescues grown under ISTA conditions. J. Nat. Sci. 12(2):25-36. (In Korean)
- 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. J. Turfgrass Sci. 23(1):23-34. (In Korean)
- Kim, K.N. 2010. Comparison of germination characteristics and daily seed germinating pattern in 8 new cultivars of perennial ryegrass grown under alternative and natural room temperature conditions. Kor. J. Turfgrass Sci. 24(2):79-87. (In Korean)
- Kim, K.N. 2012. STM series I: Introductory turfgrass science. 2nd., Sahmyook Univ. Press, Seoul, Korea.
- Kim, K.N. 2013a. Comparison of germination characteristics and daily seed germinating pattern in fine-textured fescues grown under alternative and natural conditions at the room temperature. Weed and Turfgrass Sci. 2(1):47-54. (In Korean)
- Kim, K.N. 2013b. STM series III: Turfgrass establishment. 2nd., Sahmyook Univ. Press, Seoul, Korea.
- Kim, K.N., Cho, C.U., Bae, Y.H. and Park, S.H. 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. (In Korean)
- Kim, K.N. and Jung, K.W. 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)
- 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. Kor. Env. Res. Reveg. Tech. 12(3):72-82. (In Korean)
- Kim, K.N., Kwon, O.D., Shim, S.R., Yoon, J.S. and Park, S.H. 2011. Comparison of germination characteristics and daily seed germinating pattern in new cultivars of the third generation of creeping bentgrass grown under alternative and natural room temperature conditions. Asian J. Turfgrass Sci. 25(1):1-10. (In Korean)
- Kim, K.N. and Nam, S.Y. 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)
- Kim, K.N. and Park, S.H. 2010. Comparison of germination characteristics and daily seed germinating pattern in fine-textured fescues. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(4):567-573. (In Korean)
- Korea Sport Science Institute. 1998. Establishment and maintenance of turfgrass ground. Dongweonsa, Seoul, Korea.

- KOWOC. 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, Seoul. p.55.
- 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. p.306.
- Lee, J.P., Kim, S.J., Seo, H.Y., Han, I.S., Lee, S.J., et al. 2001a. The effect of shade net on summer stress of cool-season turfgrass. Kor. J. Turfgrass Sci. 15(2):51-64. (In Korean)
- Lee, H.J., Song, J.W. and Ku, J.H. 2001b. Effect of root zone cooling on growth and mineral contents of turfgrasses in simulated athletic field during summer season. Kor. J. Turfgrass Sci. 15(4):169-179. (In Korean)
- NTEP. 1995. National perennial ryegrass test-1990. Final Report: 1991-94. NTEP No.95-12, National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1996. National perennial ryegrass test-1994. 1995 Progress Report. NTEP No.96-3. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1997. National perennial ryegrass test-1994. 1996 Progress Report. NTEP No.97-2. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1998. National perennial ryegrass test-1994. Progress Report 1997. NTEP No.98-7. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1999a. National perennial ryegrass test-1994. Progress Report 1998. NTEP No.99-10. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1999b. National perennial ryegrass test-1994. Final Report 1995-98. NTEP No.99-11. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 2001. National perennial ryegrass test-1999. Progress Report 2000. NTEP No.01-1. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 2002. National perennial ryegrass test-1999. Progress Report 2001. NTEP No.02-2. National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA.
- Park, S.H. 2012. Comparison of germination, early establishment, and growth characteristics in warm-season grasses and cool-season grasses. MS Thesis, Sahmyook Univ., Seoul, Korea.
- SAS Institute, Inc. 1990. SAS/STAT user's guide, Version 6 4th ed., SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.
- Shim, S.R. and Jeong, D.Y. 2002. Turfgrass selection for soccer fields - A simulation of the Incheon 2002 world cup stadium- J. Kor. Inst. Landscape Architecture 30(2):88-94. (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.
- 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.
- Thorogood, D. 2003. Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) pp.75-105. In M.D. Casler, A.A. and R. R. Duncan (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.
- Watschke, T.L. and Schmidt, R.E. 1992. Ecological aspects of turf communities. pp.129-174. In D.V. Waddington, R.N. Carrow and R.C. Shearman. (Eds.), Turfgrass, Agron. Monogr. Vol. 32, ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA.