

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

훼스큐 속 잔디 5종의 발아력, 발아세 및 발아 피크 기간 비교

김경남*

삼육대학교 과학기술대학 원예학과

Comparison of Germination Power, Germination Speed, and Germination Peak Time among Five *Festuca* Species

Kyoung-Nam Kim*

Dept. of Horticulture, College of Science and Technology, Sahmyook University, Seoul 01796, Korea

ABSTRACT. Research was conducted to investigate germination and establishment characteristics of five fescue species. Alternative conditions of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C were applied. Significant differences were observed in seed germination power, germination speed and germination peak time. Germination power was 62.25% in CRF 'Audubon' to 96.75% in TF 'Olympic Gold'. It was greater with TF over FF, being TF > HF > SF > CF > CRE. Germination speed, measured as days to seed germination of 50% through 80%, was fastest with TF, medium with CF and HF, and slowest with CRF and SF, being TF > CF, HF > CRE, SF. Germination peak time was much faster with TF over FF. It ranged from 0.94 to 1.47 days with TF. But it varied with 2.80 to 12.36 days among FF species. The peak time was longer in order of HF, SF < CF < CRE. Considering germination power, germination speed and germination peak time, TF 'Arid III' was the best cultivar under alternative conditions, while CRF 'Audubon' the poorest. Overall establishment characteristics among *Festuca* species were even better with TF over FF in order of TF > CF, HF > SF > CRE.

Key words: Chewings fescue (CF), Creeping red fescue (CRF), Hard fescue (HF), Sheep fescue (SF), Tall fescue (TF)

Received on November 1, 2015; Revised on November 17, 2015; Accepted on December 1, 2015

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

© 2015 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

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

서 론

국내 골프장에 이용되고 있는 대표적인 한지형 잔디에는 *Agrostis* 속(bentgrasses), *Poa* 속(bluegrasses), *Lolium* 속(ryegrasses) 및 *Festuca* 속(fescues) 등의 다양한 종류가 있다. 이 중 훼스큐 속 잔디는 골프장 러프 및 법사면에 주로 이용되고 있는 대표적인 초종이다(Dernoeden, 1998; Riordan, 1997; Watschke, 1990). 훼스큐 속에는 약100여 종이 있으며 이들 종류는 질감, 생육습성 및 수명이 상당히 다르다. 이 중 생활사가 일년생인 훼스큐 종류는 일반적으로 잡초로 인식되고 있고, 일부 영년생 훼스큐 종류가 잔디용으로 우수한 특성을 갖고 있다(Beard, 1973).

전 세계적으로 잔디로 이용되고 있는 훼스큐 종류에는

레드 훼스큐(*Festuca rubra* L. ssp. *rubra* Gaud.), 메도우 훼스큐(*F. elatior* L.), 쉽 훼스큐(*F. ovina* L.), 추잉스 훼스큐(*F. rubra* L. ssp. *commutata* Gaud.), 툴 훼스큐(*F. arundinacea* Schreb.), 하드 훼스큐(*F. ovina* ssp. *longifolia* Thuill.) 및 헤어 훼스큐(*F. capillata* Lam.) 등이 있다. 이들 훼스큐 초종은 질감(leaf texture)에 따라서 광엽 훼스큐(coarse-textured fescues) 및 세엽 훼스큐(fine-textured fescues)로 구분할 수 있다(Hanson et al., 1969).

광엽형 훼스큐에는 툴 훼스큐 및 메도우 훼스큐가 있는데 이 중 전세계적으로 잔디밭에 많이 활용되고 있는 종류는 툴 훼스큐이다(Kim, 2012). 세엽형 훼스큐는 엽폭이 대단히 좁기 때문에 화인 훼스큐(fine fescues)라고 하는데 그 종류에는 레드 훼스큐, 추잉스 훼스큐, 쉽 훼스큐 및 하드

웨스큐 등이 있다(Anderson and Sharp, 1995).

국내에서는 2000년 중반 이후 외국인에 의한 골프장 설계가 증가하면서 웨스큐 속 잔디 사용도 점점 증가하고 있다. 특히 러프 조성 시 스코틀랜드 링스(Scottish links) 스타일의 코스가 설계되면서 웨스큐 잔디에 대한 선호도가 증가하고 있다. 즉 국내에서 웨스큐 속 초종으로 조성된 러프가 증가함에 따라 이들 품종을 이용한 연구의 필요성도 점점 늘어나고 있다.

웨스큐 속 품종을 개발한 미국에서는 품종이 등록되면 3~4년간 체계적으로 광범위하게 연구를 진행하면서 실무에 응용하고 있다(NTEP, 1994, 1996, 2001). 국내 기후 조건에서 웨스큐 속 일부 초종을 부분적으로 이용한 연구는 있지만(Kim, 2005, 2008; Kim et al., 2003a, 2003b, 2005; Kim and Nam, 1999, 2003; Kim and Park, 2003, 2010; Kim and Shim, 2003; Lee et al., 2001a, 2001b; Shim and Jeong, 2002, 2009), 툴 웨스큐, 츠잉스 웨스큐, 크리핑 레드 웨스큐, 하드 웨스큐 및 쉽 웨스큐 등 다양한 종류를 이용한 종합적인 연구는 미흡한 편이다. 더욱이 최근 개발되어 도입된 웨스큐 속 잔디의 신품종을 이용한 연구논문은 아직 충분하지 않으며, 신품종으로 골프장 조성 시 필요한 조성 관련 기본 특성 조사에 대한 연구는 더욱 부족한 실정이다.

골프장 시공 시 대면적의 잔디밭을 성공적으로 조성하기 위해서는 종자 파종 후 초기 최단기간에 균일피복을 시키는 것이 대단히 중요하다(Kim, 2013b). 주요 한지형 잔디 중 발아속도가 가장 빠른 종류는 퍼레니얼 라이그래스(*Lolium perenne* L.)이고, 가장 느린 종류는 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.)이다(Turgeon, 2005). 일반적으로 퍼레니얼 라이그래스의 우수한 품종은 최적의 생육환경에서 치상 후 3일 전후 유근이 발달하고, 4~7일 사이에 50~80% 이상 발아가 가능하다. 실례로 국제종자검정협회(International Seed Testing Association, ISTA)에서 제시하는 변온 환경에서 수행한 연구에서 켄터키 블루그래스는 4주 지나서야 90%에 도달하지만, 퍼레니얼 라이그래스는 치상 후 1주 만에 발아율 90%에 도달하였다(Kim and Nam, 2003).

웨스큐 속 잔디의 발아속도는 켄터키 블루그래스보다는 빠르지만, 퍼레니얼 라이그래스보다는 느리다(Turgeon, 2005). 하지만 웨스큐 속 잔디 중에서도 광엽형 웨스큐와 세엽형 웨스큐 초종 간 발아속도 차이가 있고, 또한 같은 초종 안에서도 품종에 따라 발아특성 및 발아패턴 차이가 나타날 수 있다. 최근 국내에서 많이 이용되고 있는 다른 한지형 잔디인 크리핑 벤트그래스(*Agrostis palustris* Huds.)(Kim and Jung, 2008), 켄터키 블루그래스(Kim, 2015) 및 퍼레니얼 라이그래스(Kim, 2013a) 초종의 발아관련 기본 특성 연구는 보고되고 있지만, 웨스큐속 잔디에 대한 연구는 충분하지 않기 때문에 표준 발아 환경에서 이들 초종에 대한 기본

특성 조사는 필요하다.

본 실험은 ISTA 변온 환경에서 최근 국내에 많이 이용되고 있는 웨스큐 속 잔디 초종의 종자 발아력, 발아세 및 발아 피크 기간 등의 특성을 연구 비교해서 골프장 조성 등 실무에 응용하고자 시작하였다.

재료 및 방법

공시 초종은 국내에서 일반 잔디밭 및 골프장 조성에 이용되고 있는 웨스큐 초종 중 광엽형으로 툴 웨스큐(*Festuca arundinacea* Schreb., tall fescue, TF) 1종류와 세엽형으로 츠잉스 웨스큐(*F. rubra* L. ssp. *commutata* Gaud., Chewings fescue, CF), 크리핑 레드 웨스큐(*F. rubra* L. ssp. *rubra* Gaud., creeping red fescue, CRF), 하드 웨스큐(*F. longifolia* Thuill., hard fescue, HF) 및 쉽 웨스큐(*F. ovina* L., sheep fescue, SF) 4종류로 전체 공시재료는 5종류, 9품종이었다. 이 때 사용한 9품종은 TF 4품종('Arid III', 'Olympic Gold', 'Tar Heel II', 'Tomahawk GT'), CF 2품종('Jamestown II', 'Shadow II'), CRF 1품종('Audubon'), HF 1품종('Aurora Gold') 및 SF 1품종('Little Bighorn')이었다(Table 1).

발아실험은 국제종자검정협회 요구 조건인 ISTA 변온 환경에서 수행하였다(Anonymous, 1964). ISTA 변온 환경 조건은 교호적으로 광과 온도 등의 생육환경 조절이 가능한 생육상(growth chamber)(VS-1203PF-CN, Vision Scientific Co., Ltd., Bucheon, Kyounggi)을 이용하였다. 따라서 오전 9시부터 오후 5시까지 8시간 동안 광 조건으로, 그리고 오후 5시부터 다음날 오전 9시까지 16시간 동안 암흑 조건으로 하였다. 이때 발아상의 온도는 광 조건 시 25°C, 암흑 조건 시 15°C로 유지하였다.

종자는 샬레(petri dish)에 여과지 2매를 깔고 품종 별로 100립을 치상하였다. 공시 품종의 종자는 모두 외국에서 수입 직전 종자검정 결과 양호한 판정으로 나타나 국내에 수입되어 실무적으로 골프장에 이용되고 있는 신선한 종자를 확보해서 저온 상태로 보관중인 종자를 이용하였다. 그리고 본 실험에서 반복은 4반복으로 하였고, 전체 치상 종자는 400립 이었다. 본 실험에서 발아기간은 잔디 발아시험 검정 시 최대 기간인 30일 기준으로 수행하였다(The Lawn Institute, 1991).

발아율 조사는 치상 후 1일 간격으로 총30회 조사를 하였다. 조사 시 발아 상태는 지상부 엽 조직이 10 mm 정도 자랐을 때를 기준으로 하였다. 공시 초종의 종자 발아력은 최종 발아율을 기준으로 결정하였다. 최종 발아율은 치상 후 30일째 조사한 누적 발아율을 이용하였다. 공시 초종의 발아세 특성 비교는 발아율이 50%, 60%, 70% 및 80%에 도달하는 기간을 기준으로 품종 별로 비교하였다. 또한 발아

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

Classification	Common name	Scientific name	Cultivar name	Source
Coarse-textured fescue	TF ^a	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	'Arid III'	Jacklin Seed Company Post Falls, ID, USA
			'Olympic Gold'	Turf-Seed, Inc. Hubbard, OR, USA
			'Tar Heel II'	Turf-Seed, Inc. Hubbard, OR, USA
			'Tomahawk GT'	Turf-Seed, Inc. Hubbard, OR, USA
Fine-textured fescue	CF	<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>commutata</i> Gaud.	'Jamestown II'	Jacklin Seed Company Post Falls, ID, USA
			'Shadow II'	Turf-Seed, Inc. Hubbard, OR, USA
	CRF	<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>rubra</i> Gaud.	'Audubon'	Jacklin Seed Company Post Falls, ID, USA
	HF	<i>Festuca longifolia</i> Thuill	'Aurora Gold'	Turf-Seed, Inc. Hubbard, OR, USA
	SF	<i>Festuca ovina</i> L.	'Little Bighorn'	Turf-Seed, Inc. Hubbard, OR, USA

^aTF: tall fescue; CF: Chewings fescue; CRF: creeping red fescue; HF: hard fescue; SF: sheep fescue.

피크 기간은 각 품종의 발아세가 50%에서 60%까지 도달하는 소요일수(Peak time I)와 50%에서 70%까지 도달하는 소요일수(Peak time II)를 기준으로 데이터를 분석하였다.

발아상의 시험구 배치는 공시된 9종류의 품종 처리구를 난괴법 4반복으로 배치하여 실험을 수행하였다. 실험에서 발아율 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

초종별 발아력 비교

잔디 종자의 발아력을 나타내는 최종 발아율은 공시 초종에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 공시 9종류의 최종 발아율은 ISTA 변온 환경에서 62.25~96.75% 사이로 나타났다. 종자 발아력이 가장 우수한 품종은 TF 'Olympic Gold' 품종이었고, 가장 저조한 품종은 CRF 'Audubon' 품종이었다(Fig. 1).

초종 간 발아력을 살펴보면 TF 품종의 발아율이 86.50~96.75% 사이, 평균 91.68%로 가장 우수하였다. TF 초종 다음으로는 HF 'Aurora Gold' 품종이 82.00%로 양호하였다. 그리고 SF 'Little Bighorn' 품종의 발아율은 78.25%이었다. CF 품종의 발아력은 74.25~75.75% 사이를 보였으

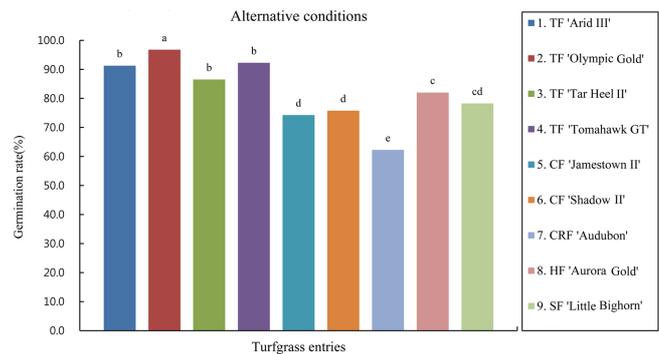


Fig. 1. Seed germination power in 9 cultivars of *Festuca* species (TF: tall fescue; CF: Chewings fescue; CRF: creeping red fescue; HF: hard fescue; SF: sheep fescue) grown under alternative conditions of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C. Mean separation was made by Duncan's multiple range test at $P = 0.05$.

며 평균 75%로 나타났다. 이상의 결과 ISTA 변온 환경에서 웨스큐 속 초종 간 종자 발아력은 세엽형 보다는 광엽형인 TF 초종이 더 우수하였다. 그리고 세엽형 웨스큐 초종 간 발아력은 HF>SF>CF>CRF 순서로 나타났다.

ISTA 변온 환경에서 정상적인 TF 초종의 종자 발아율은 85% 이상 요구되고 있다(Beard, 1973). 따라서 본 실험에 사용한 TF의 발아율은 86.50~96.75% 사이로 나타나서, TF 4품종 모두 기준 발아율인 85% 이상으로 양호하였다. 또한 세엽형 웨스큐의 기준 발아율은 TF 초종보다 다소 낮은

75% 이상이므로(Vegris and Torello, 1982), 세엽형 훼스큐 초종도 CRF ‘Audubon’ 품종을 제외한 대부분 품종의 발아율은 양호하였다. 하지만 훼스큐 속 잔디의 발아적온인 ISTA 변온 조건에서 수행한 본 실험에서 광엽형 TF 품종 간 최대 10.25% 정도, 그리고 세엽형 훼스큐 품종 간에는 최대 19.75% 정도의 차이가 나타났다(Fig. 1).

훼스큐 속 잔디 중 세엽형 종류는 초종 간 종자의 발아력 차이가 다양하게 나타난다(Landschoot et al., 2000). 본 실험에 사용한 공시 품종은 모두 외국에서 동일한 년도에 생산된 종자로 수입 직전 종자 검정 결과 모두 양호해서 국내 골프장 등에 실무적으로 많이 이용되고 있는 신선한 종자를 확보해서 실험을 실시하였다. 따라서 실험 결과 훼스큐 속 초종 및 품종에 따라 나타난 다양한 종자 발아력의 차이는 잔디 종자 수확 후 동일한 조건으로 보관하였을지라도 수입 및 유통 과정에 따라 실무 현장에서 발아력 차이가 크게 나타날 수 있는 것을 의미한다.

이러한 잔디 종자의 발아력 차이는 다른 초종에서도 보고되고 있다. 실무적으로 골프장 퍼팅 그린에 이용되고 있는 크리핑 벤트그래스 종자를 이용한 연구결과 ISTA 변온 환경에서 품종 간 최대 36.75% 정도 차이가 나타났다(Kim and Jung, 2008). 또한 Kim (2008)은 톨 훼스큐 종자를 이용한 연구에서 품종 간 최대 10.25% 정도 차이가 발생한다고 보고하였다. 그리고 잔디에서 발아속도가 가장 빠른 종류로 알려진 퍼레니얼 라이그래스를 이용한 연구에서도 품종간 최대 27.75% 정도 차이가 나타났다(Kim and Jung,

2009). 즉 외국에서 생산 후 종자검정 결과 발아율이 우수한 품종일지라도 국내 실무 현장에서 훼스큐속 잔디를 이용할 때에는 초종 및 품종에 따라 최종 종자 발아율이 크게 저하될 수 있으므로 잔디밭 조성 시점에 시공에 응용할 수 있는 종합적인 발아력 검정을 실시해서 파종하는 것이 적절하다고 판단되었다.

초종별 발아세 특성 비교

훼스큐 속 잔디 종자의 발아세도 공시 초종에 따라 차이가 유의하게 나타났다. ISTA 변온 환경에서 누적 발아율이 각각 50%, 60%, 70% 및 80% 까지 도달하는데 필요한 발아세를 비교한 데이터는 Table 2와 같다. 발아율이 50% 도달할 때까지 소요되는 50% 발아세 속도는 7.42~9.64일 사이로 훼스큐 속 초종 간 2.22일 정도의 차이가 나타났다. 전체 공시 9품종 중 50% 발아세 속도가 가장 빠른 종류는 TF ‘Arid III’ 품종으로 7.42일 이었으며, 반대로 가장 느린 종류는 CRF ‘Audubon’ 품종으로 9.64일 이었다.

훼스큐 초종 간 50% 발아세 속도는 광엽형인 TF 초종이 7.42~8.18일 사이-평균 7.67일로 가장 빨랐다. 하지만 TF 품종 간 50% 발아세 속도는 0.76일 정도의 차이가 있는 것으로 나타났다. TF 초종 다음으로 빠른 종류는 CF 초종으로 발아율이 50% 도달하는데 소요된 기간이 8.26~8.48일 사이로 평균 8.37일이었다. 그 밖에 HF ‘Aurora Gold’, SF ‘Little Bighorn’ 및 CRF ‘Audubon’ 품종의 발아세 속도는 각각 8.55일, 9.28일 및 9.64일로 나타났다.

Table 2. Germination speed in 9 cultivars of *Festuca* species grown under alternative conditions of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C. Germination speed was evaluated as days to seed germination of 50, 60, 70 and 80%, respectively.

Cultivars ^x	Germination speed under alternative conditions (days)			
	50%	60%	70%	80%
TF ‘Arid III’	7.42 c ^y	7.78 d	8.36 d	9.60 cd
TF ‘Olympic Gold’	7.62 c	8.14 d	8.59 d	9.13 d
TF ‘Tar Heel II’	8.18 bc	8.68 cd	9.65 c	12.25 b
TF ‘Tomahawk GT’	7.48 c	7.92 d	8.79 cd	10.42 c
Avg.	7.67	8.13	8.84	10.35
CF ‘Jamestown II’	8.26 b	9.10 c	13.33 a	— ^z
CF ‘Shadow II’	8.48 ab	9.44 bc	12.50 ab	—
Avg.	8.37	9.27	12.92	
CRF ‘Audubon’	9.64 a	14.80 a	—	—
HF ‘Aurora Gold’	8.55 ab	9.52 bc	11.35 b	16.00 a
SF ‘Little Bighorn’	9.28 a	10.37 b	12.50 ab	—
Range	7.42~9.64	7.78~14.80	8.36~13.33	9.13~16.00
Difference (max-min)	2.22	7.02	4.97	6.87

^xTF: tall fescue; CF: Chewings fescue; CRF: creeping red fescue; HF: hard fescue; SF: sheep fescue.

^yMean separation within columns by Duncan’s multiple range test at *P*=0.05.

^zData were not available due to the final germination rate of below 70% or 80%.

발아율이 60% 도달할 때까지 소요되는 60% 발아세 속도는 50% 발아세 속도와 그 경향이 비슷하게 나타났다. 본 실험에서 60% 발아세 속도는 7.78~14.80일 사이로 웨스큐 속 초종 간 7.02일 정도의 차이가 나타났다. 전체 공시 9품종 중 60% 발아세 속도가 가장 빠른 종류는 TF 'Arid III' 품종으로 7.78일 이었으며, 반대로 가장 느린 종류는 발아세 속도가 14.80일인 CRF 'Audubon' 품종이었다. 웨스큐 초종 간 60% 발아세 속도는 광엽형인 TF 초종이 7.78~8.68일 사이-평균 8.13일로 가장 빨랐다. 하지만 TF 품종 간 60% 발아세 속도는 0.90일 정도의 차이가 나타났다. TF 초종 다음으로 빠른 종류는 CF 초종으로 발아율이 60% 도달하는데 소요된 기간이 9.10~9.44일 사이로 평균 9.27일이었고, HF 'Aurora Gold' 품종은 이보다 약간 늦은 9.52일로 나타났다. 이 밖에 SF 'Little Bighorn' 및 CRF 'Audubon' 품종은 각각 10.37일 및 14.80일로 나타났다.

발아율이 70% 도달할 때까지 소요되는 70% 발아세 속도는 50% 및 60% 발아세 속도와 그 경향이 다르게 나타났다. 웨스큐 속 초종 간 70% 발아세 속도는 8.36~13.33일 사이로 초종 간 4.97일 정도의 차이가 있는 것으로 나타났다. 전체 공시 9품종 중 70% 발아세 속도가 가장 빠른 종류는 TF 'Arid III' 품종으로 8.36일 이었으며, 반대로 가장 느린 종류는 발아세 속도가 13.33일인 CF 'Jamestown II' 품종이었다. 초종 간 70% 발아세 속도는 광엽형인 TF 초종이 8.36~9.65일 사이-평균 8.84일로 가장 빨랐다. 하지만 TF 품종 간 70% 발아세 속도는 1.29일 정도의 차이가 나타났다. TF 초종 다음으로 빠른 종류는 HF 'Aurora Gold' 초종으로 발아율이 70% 도달하는데 소요된 기간이 11.35일이었다. 그리고 HF 초종 다음으로는 CF 'Shadow II' 및 SF 'Little Bighorn' 품종이 12.50일로 똑같이 나타났고, 가장 저조한 초종은 13.33일로 나타난 CF 'Jamestown II' 품종이었다. CRF 'Audubon' 품종은 최종 발아율이 62.25%로 70% 발아세 속도를 비교할 수 없었다.

발아율이 80% 도달할 때까지 소요되는 80% 발아세 속도는 9.13~16.00일 사이로 웨스큐 속 초종 간 6.87일 정도의 차이가 나타났다. 전체 공시 9품종 중 80% 발아세 속도가 가장 빠른 종류는 TF 'Olympic Gold' 품종으로 9.13일 이었으며, 50~70% 발아세 속도가 가장 빨랐던 TF 'Arid III' 품종은 9.60일로 두 번째로 빠르게 나타났다. 그리고 80% 발아세 속도가 가장 느린 종류는 HF 'Aurora Gold' 품종으로 16.00일이었다. 웨스큐 초종 간 80% 발아세 속도는 역시 50%, 60% 및 70% 발아세 속도가 가장 빨랐던 광엽형 TF 초종이 9.13~12.25일 사이-즉 평균 10.35일로 가장 빨랐다. 하지만 TF 품종 간 80% 발아세 속도는 3.12일 정도의 큰 차이가 있는 것으로 나타났다. TF 초종 다음으로 빠른 종류는 HF 'Aurora Gold' 품종이었다. 이 밖에 나머

지 CF 'Jamestown II'와 'Shadow II', CRF 'Audubon' 및 SF 'Little Bighorn' 품종은 모두 최종 발아율이 80% 이하로 초종 간 80% 발아세 결과를 비교할 수 없었다.

이상의 결과에서 웨스큐 속 공시 초종의 발아세 속도는 파종 후 시간이 경과함에 따라 초종 간 발아세 속도 차이가 증가하는 경향으로 나타났다. 발아율이 50%에 도달할 때까지 소요되는 50% 발아세 속도부터 80% 발아세 속도까지 전체적인 초종 간 경향은 TF 초종의 발아세 속도가 가장 빨랐으며, CF 및 HF 초종의 발아세 속도가 중간 정도로 나타났다. 그리고 웨스큐 속 초종에서 발아세 속도가 가장 느린 초종은 CRF 및 SF 초종으로 판단되었다. Kim and Nam (1999)은 실무 골프장 환경조건에서 수행한 실험에서 광엽형 TF의 잔디 조성 속도가 세엽형 FF 보다 훨씬 더 빠르다고 보고하였다.

세엽형 웨스큐 종류는 초종 간 조성 속도가 크게 나타나는 것으로 알려지고 있다(Perdomo et al., 1999). 본 연구에서 나타난 이러한 초종 간 발아속도 차이는 잔디 초종 고유의 유전적인 특성과 관련이 있는 것으로 추정되었다. 15~25°C 변온 환경에서 실시한 광엽형 및 세엽형 웨스큐 그래스의 발아패턴 비교 연구에서 대부분 웨스큐 초종의 최초 발아는 치상 후 5~6일 사이에 나타나고 있다(Kim, 2008; Kim and Park, 2010). 하지만 본 실험을 통해서 웨스큐 초종 간 50% 발아세 속도는 2일 정도, 그리고 시간이 좀 더 경과하여 80% 발아세 속도는 거의 1주일 정도 차이가 나타나고 있다(Table 2). 즉 동일한 시기에 파종을 하였지만 초종 및 품종 고유의 유전적인 특성으로 인해 발아속도 및 발아패턴이 달라질 수 있는 것이다. Ruemmele et al. (2003)은 CF, CRF, HF, SF 등 세엽형 웨스큐 잔디 종류는 형태적, 생태적 및 유전적 특성이 다양하다고 보고하였다.

그리고 잔디 종자 파종 시 발아속도가 빠를수록 잔디밭 조성에는 대단히 유리하다(Watschke and Schmidt, 1992). 본 실험 결과 웨스큐 속 잔디의 80% 발아율 도달 일수는 적절한 초종 및 품종 선택에 따라 조성 초기 약 1주일 정도 차이가 나타났다. 골프장 시공 현장에서 종자 파종 시 조성 초기 1주일 정도의 발아속도 차이는 잔디생장 및 생육과정에서 평균적으로 본엽 1매 정도가 늦게 출현하는 것을 의미하며, 이것은 실무적으로 골프장 개장 시 웨스큐 잔디밭의 완공 시기가 지역 및 계절에 따라 15~30일 정도 늦어질 수 있는 것을 의미한다. 따라서 국내 실무 현장에서 웨스큐류 잔디밭 조성 시 적절한 초종 및 품종 선택은 잔디밭 조성속도, 품질 및 경제적 측면에서 대단히 중요하다.

발아 피크 기간

골프장 조성 시 초기 발아 속도 및 발아세는 빠르면서

최종 발아에 도달하는 발아 피크 기간이 짧은 특성을 갖는 종자는 공기가 절대적으로 부족한 실무 시공 현장에서 대단히 유리하다(Kim, 2013b). 본 실험에서 발아율이 50%에서 60%까지 도달하는데 필요한 기간(Peak time I)과 50%에서 70%까지 도달하는데 필요한 기간(Peak time II)을 비교 분석한 발아 피크 기간 결과는 Fig. 2와 같다.

ISTA 변온 환경 조건에서 발아 피크 기간은 훼스큐 속 초종에 따라 차이가 유의하게 나타났다. 발아세 속도가 50%에서 60% 도달할 때까지 초종별 발아 피크 기간의 범위는 0.36~5.16일 사이로 공시 초종 간 4.80일 정도의 차이가 있었다. 또한 발아세 속도가 50%에서 70% 도달할 때까지 발

아 피크 기간도 발아세 속도가 50%에서 60% 도달할 때까지 발아 피크 기간과 유사한 경향으로 나타났다. 하지만 초종 간 피크 기간은 증가해서 발아 피크 기간 범위는 이보다 좀 더 걸린 0.94~12.36일 사이로 공시 초종 간 11.42일 정도의 차이가 나타났다.

전체 공시 9종류 중 발아율이 50%에서 70%까지 도달하는데 소요된 발아 피크 기간이 가장 짧은 초종은 TF 'Arid III' 품종으로 0.94일 이었다. 반대로 가장 느린 초종은 CRF 'Audubon' 품종으로 12.36일이었다. 그리고 훼스큐 초종 간 발아 피크 기간은 광엽형인 TF 초종이 0.94~1.47일 사이-평균 1.17일로 가장 빨랐다. 하지만 TF 품종 간 발아 피크 기간은 0.53일 정도의 차이가 나타났다. TF 초종 다음으로 발아피크 기간이 짧은 종류는 HF 'Aurora Gold' 및 SF 'Little Bighorn' 품종으로 발아피크 기간이 각각 2.80일 및 3.22일이었다. 이밖에 나머지 CF 초종은 4.02~5.07일 사이로 평균 4.54일이었다.

본 실험 결과 종자 발아력, 발아세 및 발아 피크 기간 등을 고려 시 ISTA 변온에서 훼스큐 속 잔디의 조성 속도는 TF>CF, HF>SF>CRF 순서로 나타났다. 이러한 결과는 다른 연구에서도 확인되고 있다. 골프장 자연 환경에서 21 종류의 잔디 적응력을 조사한 연구에서 전체 잔디밭 품질은 초기 조성속도가 빠른 광엽형 TF가 세엽형 FF 보다 훨씬 더 양호하였다. 그리고 훼스큐속 초종 간 품질 차이는 TF >CRF>CF>HF>SF 순서로 나타났다(Kim and Nam, 1999). 이러한 경향은 CRF 초종을 제외한 대부분 초종 간의 조성 속도 차이가 본 실험의 연구 결과와 일치하는 것이었다.

전체 공시 초종에서는 TF 'Arid III', TF 'Olympic Gold' 및 TF 'Tomahawk GT' 품종이 우수하였다. 특히 이 중 가

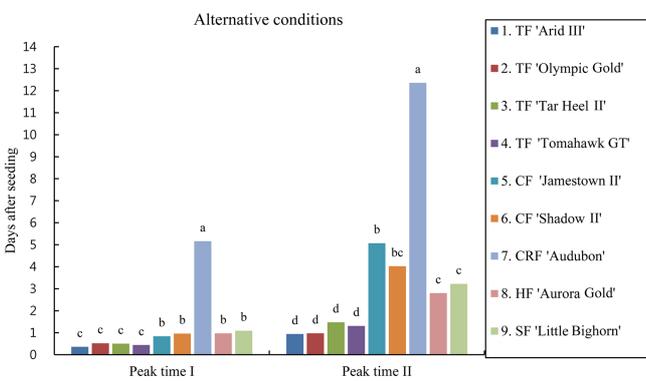


Fig. 2. Comparison of germination peak time in 9 cultivars of *Festuca* species (TF: tall fescue; CF: Chewings fescue; CRF: creeping red fescue; HF: hard fescue; SF: sheep fescue) grown under alternative conditions of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C. Germination peak time was measured as days to seed germination speed from 50 to 60% (Peak time I) and 50 to 70% (Peak time II), respectively. Mean separation was made by Duncan's multiple range test at $P=0.05$.

Table 3. Summary of seed quality, germination speed and germination peak time in 9 cultivars of *Festuca* species grown under alternative conditions of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C.

Cultivars ^x	Germination characteristics under alternative conditions			
	Seed quality ^y	Germination speed		Peak time
		50%	70%	
TF 'Arid III'	good	very fast	very fast	very short
TF 'Olympic Gold'	good	fast	very fast	very short
TF 'Tar Heel II'	good	medium to fast	medium to fast	short
TF 'Tomahawk GT'	good	very fast	fast	short
CF 'Jamestown II'	good	medium to fast	very slow	long
CF 'Shadow II'	good	medium	slow	long
CRF 'Audubon'	poor	very slow	NA ^z	very long
HF 'Aurora Gold'	good	medium	medium	medium
SF 'Little Bighorn'	good	slow	slow	medium

^xTF: tall fescue; CF: Chewings fescue; CRF: creeping red fescue; HF: hard fescue; SF: sheep fescue.

^ySeed quality: based on the final germination rate of 70% above or below.

^zNA: not applicable.

장 발아속도가 빠르게 나타난 초종은 TF 'Arid III' 품종이었다. 반대로 발아속도가 가장 느리게 나타난 초종은 CRF 'Audubon' 품종으로 판단되었다(Table 3). 즉 웨스큐 속 초종 및 품종에 따라 이러한 잔디밭 조성속도, 종자 발아패턴 및 품질 차이가 크게 나타날 수 있기 때문에 골프장 등 잔디밭 설계 계획 시 적절한 초종 및 품종 선택은 대단히 중요하다.

요 약

본 연구는 웨스큐 초종 간 발아력, 발아세 및 발아 피크 기간을 조사하고자 수행되었다. 공시재료는 TF, CF, CRF, HF 및 SF 5종류에서 선정한 9품종을 이용하였다. 발아실험은 국제종자검정협회 요구 조건인 ISTA 변온 조건에서 수행하였으며 조사는 치상 후 1일 간격으로 발아율을 조사하여 자료를 분석하였다. 웨스큐 속 잔디 종자의 발아력, 발아세 및 발아 피크 기간은 초종 및 품종에 따라 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. ISTA 변온 환경에서 종자 발아력은 62.25~96.75% 사이로 나타났다. 이중 가장 양호한 초종은 TF 'Olympic Gold' 품종으로 최종 발아율이 96.75% 이었으며, 가장 저조한 초종은 CRF 'Audubon' 품종으로 62.25% 이었다. 초종 간 종자 발아력은 세엽형 보다 광엽형인 TF 초종이 더 우수하였으며, 세엽형 웨스큐 초종 간 발아력은 HF>SF>CF>CRF 순서로 나타났다. 웨스큐 잔디 종자의 발아세도 초종 및 품종에 따라 차이가 유의하게 나타났는데 파종 후 시간이 경과함에 따라 초종 간 발아세 속도 차이가 크게 증가하였다. 발아율이 50%에 도달할 때까지 소요되는 50% 발아세 속도부터 80% 발아세 속도까지 전체적인 초종 간 발아세 경향은 TF 초종이 가장 빨랐고, CF 및 HF 초종은 중간 정도, 그리고 CRF 및 SF초종이 가장 느리게 나타났다. 웨스큐 속 초종 간 발아 피크 기간은 광엽형 TF 품종이 평균 1.17일로 세엽형 품종보다 훨씬 더 짧았다. 그리고 세엽형 웨스큐의 발아 피크 기간은 2.80~12.36일 사이로 초종간 차이가 크게 나타났다. 세엽형 웨스큐 초종 간 우열관계는 HF, SF<CF<CRF 순서로 발아 피크 기간이 더 길어졌다. 본 실험 결과 웨스큐 속 초종 간 발아력, 발아세 및 발아 피크 기간을 종합적으로 고려 시 ISTA 변온에서 잔디 조성 속도의 우열관계는 TF>CF, HF>SF>CRF 초종 순서로 나타났다. 그리고 전체 공시 품종에서는 TF 'Arid III' 품종이 가장 우수하였고, 반대로 CRF 'Audubon' 품종이 가장 불량한 것으로 판단되었다. 즉 웨스큐 속 초종 및 품종에 따라 이러한 발아속도, 발아패턴 및 특성 차이가 크게 나타날 수 있기 때문에 골프장 등 잔디밭 조성 시 적절한 초종 및 품종 선택과 함께 사용 전에 발아특성을 파악하는 것은 실무적으로 대단히 중요하다.

주요어: 휴잉스 웨스큐, 크리핑 레드 웨스큐, 하드 웨스큐, 쉽 웨스큐, 톨 웨스큐

References

- Alderson, J. and Sharp, W.C. 1995. Grass varieties in the United States-United States Department of Agriculture, CRC Press, Inc., New York, NY, USA.
- Anonymous, 1964. Rules for testing seeds. Proc. Assn. Offic. Seed Analysis 54(2):1-112.
- Beard, J.B. 1973. Turfgrass: Science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Dernoeden, P.H. 1998. Fine fescues on golf courses: Around the edges of courses, fine-leaf fescues offer low-maintenance alternatives. Golf Course Manage. 66(4):56-60.
- 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.
- Kim, K.N. 2005. Comparison of summer turf performance, color and green color retention among cool-season grasses grown under USGA soil system. J. Kor. Inst. Landscape Architecture 33(5):18-30. (In Korean)
- Kim, K.N. 2008. Germination characteristics and daily seed germinating pattern in coarse-textured tall fescues grown under ISTA conditions. J. Nat. Sci. Sahmyook Univ. 12(2):25-36. (In Korean)
- Kim, K.N. 2012. STM series I-Introductory turfgrass science. 2nd ed. Sahmyook Univ. Press, Seoul, Korea.
- Kim, K.N. 2013a. Comparison of seed germinating vigor, early germination speed and germination peak time in perennial ryegrass cultivars under different germination conditions. Weed Turf Sci. 2(3):274-282. (In Korean)
- Kim, K.N. 2013b. STM series III-Turfgrass establishment. 2nd ed. Sahmyook Univ. Press, Seoul, Korea.
- Kim, K.N. 2015. Comparison of seed germinating vigor, germination speed and germination peak in Kentucky bluegrass cultivars under different germination conditions. J. Kor. Env. Res. Reveg. Tech. 18(3):23-38. (In Korean)
- Kim, K.N., Choi, J.S. and Nam, S.Y. 2003a. Performance of warm-season and cool-season grass grown in multi-layer, USGA and mono-layer system for athletic fields. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44:539-544. (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. Tech. 12(3):72-82. (In Korean)
- Kim, K.N. and Nam, S.Y. 1999. Comparison of the turf performance of bluegrasses, fescues, ryegrasses and zoysiagrass under a tree shade. Kor. J. Turfgrass Sci. 13(1):37-54. (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, W.K. 2003. Study on cultural practices, growth rate and time to harvest in sod production of cool-season grass grown under pure sand soil. J. Nat. Sci. Sahmyook Univ. 8(1):19-33. (In Korean)
- Kim, K.N. and Park, S.H. 2010. Comparison of germination characteristics and daily seed germinating pattern in fine-textured fescue. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 28(4):567-573. (In Korean)
- Kim, K.N., Park, W.K. and Nam, S.Y. 2003b. 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. J. Turfgrass Sci. 17(4):129-146. (In Korean)
- Kim, K.N. and Shim, S.R. 2003. Comparison of soil surface hardness, soil compaction, and infiltration rate of warm-season and cool-season grasses grown under athletic field soil systems. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 44(6):991-997. (In Korean)
- Kim, K.N., Shim, S.R. and Nam, S.Y. 2005. Differences of cool-season grass adaptation under multi-layer, USGA and mono-layer systems in Korea. Int. Turfgrass Soc. Res. J. 10:572-580. (In Korean)
- Landschoot, P.J., Park, B.S., McNitt, A.S. and Livingston, D. 2000. Performance of fine fescue cultivars and selections (1993-96). 2000 Annual Research Report. Center for Turfgrass Science, The Pennsylvania State University. University Park, PA. pp. 19-26.
- 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. 1994. National fine-leaf fescue test-1989. Final report 1990-93. NTEP No. 94-17, National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 1996. National tall fescue test-1992. Final report 1993-95. NTEP No. 96-13, National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- NTEP. 2001. National tall fescue test-1996. Final report 1997-2000. NTEP No. 01-14, National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Res. Ctr., Beltsville, MD, USA.
- Perdomo, P., Murphy, J.A., Meyer, W.A., Funk, C.R., Smith, D.A., et al. 1999. Performance of fine fescue cultivars and selections in New Jersey turf trials. 1999 Rutgers Turfgrass Proc. NJ, USA. 31:69-97.
- Riordan, T.P. 1997. Low maintenance turfgrass-The practical choice for golf course roughs. Grounds Mainten. 32(8):G44-G45, G48.
- Ruemmele, B.A., Wipff, J.K., Brilman, L. and Hignight, K.W. 2003. Fine-leaved *Festuca* species. p. 129-174. In: Casler, M.D. and Duncan, R.R. (Eds.). Turfgrass biology, genetics, and breeding. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- SAS Institute. 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.
- The Lawn Institute. 1991. Seed. LISTS 69-112. In: Roberts, E.C. and Roberts, B.C. (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.
- Vengris, J. and Torello, W.A. 1982. Lawns-Basic factors, construction and maintenance of fine turf areas. Thomson Publications, Fresno, CA, USA.
- Watschke, T.L. 1990. Low maintenance grasses for highway roadsides. Grounds Maintenance 25(8):40-41.
- Watschke, T.L. and Schmidt, R.E. 1992. Ecological aspects of turf communities. Agron. Monogr. 32:129-174. In: Waddington, D.V., Carrow, R.N. and Shearman, R.C. (Eds.). Turfgrass. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA.