

ISTA 생육환경에서 제3세대 크리핑 벤투그래스 신품종의 발아특성 및 일일 발아패턴*

김경남¹⁾ · 조치웅¹⁾ · 배윤환²⁾ · 박소향³⁾

¹⁾ 삼육대학교 과학기술대학 원예학과 · ²⁾ 대진대학교 자연과학대학 생명과학과
³⁾ 삼육대학교 대학원 원예학과

Germination Characteristics and Daily Seed Germinating Pattern in New Varieties of the Third Generation of Creeping Bentgrass Under ISTA Conditions*

Kim, Kyoung-Nam¹⁾ · Cho, Chi-Uong¹⁾ · Bae, Yoon-Hwan²⁾ and Park, So-Hyang²⁾

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

²⁾ Dept. of Life Science, College of National Sciences, Daejin University,

³⁾ Dept. of Horticulture, Graduate School, Sahmyook University.

ABSTRACT

Research was initiated to investigate germination characteristics and germination pattern of creeping bentgrass (CB, *Agrostis palustris* Huds.). Seven varieties of CB were evaluated in the study. An alternative condition for a CB germination test required by International Seed Testing Association (ISTA) was applied in the experiment, consisting of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C (ISTA conditions). Daily and cumulative germination patterns were measured and analyzed on a daily basis.

Significant differences were observed in germination pattern, days to the first germination, days to 50% germination, days to 85% germination, and germination percentage. Germination rates were different among the treatments at the end of study. There were significantly considerable variations in early germination characteristics and germination pattern among CB varieties. The first germination in all entries was initiated between 4 and 5 DAS (days after seeding) under ISTA conditions. Generally,

* 본 논문은 2010학년도 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 : 29 April, 2010. **Revised** : 25 June, 2010. **Accepted** : 1 July, 2010.

the first germination percentage was 5 to 25%. However, such Penn-series varieties as Penn A-1, Penn A-4 and Penncross were much more vigorous over others, resulting in 50 to 75% in the first germination percentage. It took 4 to 10 DAS in reaching to days to the 50% germination, being 5 days in difference among the varieties. Days to the 85% germination were 5.90 to 11.75 DAS under ISTA conditions, being 5.85 days in variety difference. It means 1 to 2 days after days to 50% germination. Penn A-1 was the fastest variety, while T-1 the slowest one.

Considering days to the first germination, days to 85% germination, and germination pattern etc, Penn A-1, Penn A-4, Penncross and L-93 were regarded as excellent varieties under ISTA conditions. From this study, in-depth information on germination characteristics and pattern would be usefully applied for golf course design and construction, when established with CB.

Key Words : *Cumulative germination rate, Daily germination rate, Days to the first germination, Days to 50% germination rate, Days to 85% germination rate.*

I. 서 론

골프장 퍼팅 그린에 이용되고 있는 대표적인 초종에는 난지형 버뮤다그래스(*Cynodon dactylon* [L.] Pers.)와 한지형 크리핑 벤투그래스(*Agrostis palustris* Huds.)가 있다(Ferguson, 1969). 국내 골프장 그린은 크리핑 벤투그래스 위주로 조성되어 있으며, 주로 사용하고 있는 종류는 Penncross 품종이다. 1955년에 등록된 이 품종은 펜실베이니아 주립대의 Burt Musser가 개발한 품종으로 1950년대 후반부터 그린키퍼에게 우수한 품종으로 인식되기 시작하였다(Anonymous, 1998; Hanson et al., 1969). 또한 이 품종은 1950년대 이전에 사용하였던 크리핑 벤투그래스 품종에 비해 전반적으로 유전적인 특성이 우수하여 답압 및 병·해충에 대한 내성이 강하고, 디봇(divot) 피해 시 회복력이 빠른 특성으로 인해 오늘날 전 세계 한지형 골프장 그린은 물론 국내에서도 그린에 가장 많이 이용되고 있는 품종이다(태현숙 등, 2006).

하지만, 잔디산업에서 골프 대중화, PGA (Professional Golf Association) 투어 확대 및 온대 남부 지역에서 한지형 퍼팅 그린 선호 등 여러 가지 환경변화로 인해 그린에서 불 구르기가 빠르고 여름 고온에 적응력이 강한 그린인 선호

되면서 Penncross 에 비해 잔디밀도가 더 높은 신품종에 대한 요구도가 증가하고 있다(김경남, 1997; Warnke, 2003). 이러한 시대 변화에 맞추어 1980년대 중반부터 Cobra, Pennlinks, Putter, SR1019 (Providence) 및 SR1020 등의 품종이 개발되었다. 그리고 1990년대 이후로는 Cato, Crenshaw, L-93, Penn A-1, Penn A-2, Penn A-4, Penn G-2, Penn G-6, Southshore, T-1 및 T-2(Alpha) 등 다수의 3세대 품종들이 계속해서 개발되었다(Anonymous, 1996; Brauen et al., 1993; Duich, 1988; Engelke et al., 1994, 1995; Hurley et al., 1994; Robinson et al., 1991; Skolgly, 1991).

제3세대 신품종으로 조성한 그린은 기존 Penncross 품종에 비해 대부분 엽폭이 좁고, 줄기가 수직방향으로 성장하므로 고밀도의 잔디밭이 가능하며, 그린 스피드도 빠르고 퍼팅 품질이 상당히 개선되었다(김경남, 2001). 하지만, 퍼팅 품질이 높아진 반면 예고 및 예초회수를 적절하게 조절하지 않으면 지상부가 옷자라서 퍼팅 표면의 품질이 떨어질 수 있고, 시비프로그램도 기존 그린과 다르므로 퍼팅 그린 조성 및 관리 시 유의해야 한다(Anonymous, 1997).

국내에서는 1990년 중반 이후 이들 신품종에 대한 관심과 함께 2000년대 들어 신설 골프장의

그린 및 웨어웨이에 많이 이용되기 시작하였고, 신품종으로 조성된 코스카 증가함에 따라 이들 품종을 이용한 연구의 필요성도 증가하고 있다. 신품종을 개발한 미국에서는 품종이 등록되면 수년간 연구를 진행하면서 실무에 응용하고 있다 (NTEP, 2002). 하지만, 국내에서 신품종을 이용한 연구는 일부 논문(김경남 · 정기완, 2008; 이형석 등, 2007; 이해원 등, 2003; 태현숙 등, 2006)을 제외하면 아직 충분하지 않다. 특히 신품종으로 성공적인 골프장 조성 시 필요한 기본 특성조사에 대한 연구는 더욱 부족한 실정이다.

골프장 공사 시 대면적의 잔디밭을 성공적으로 조성하기 위해서는 파종 후 초기 단기간에 균일한 발아 및 피복이 될 수 있는 품종을 확보하는 것이 대단히 중요하다(김경남, 2007). 한지형 잔디 중 발아속도가 가장 빠른 종류는 페레니얼 라이그래스이고(*Lolium perenne* L.), 가장 느린 종류는 켄터키 블루그래스(*Poa pratensis* L.)이다. 김경남 · 남상용(2003)은 국제종자검정협회(International Seed Testing Association, ISTA)에서 제시하는 변온에서 수행한 연구 결과 켄터키 블루그래스는 4주 경과 후 90%에 도달하지만, 페레니얼 라이그래스는 치상 후 1주 만에 발아율 90%에 도달한다고 보고하였다. 크리핑 벤트그래스의 조성속도는 켄터키 블루그래스보다는 빠르지만, 페레니얼 라이그래스보다는 느린 것으로

알려져 있다(김경남, 2005; Beard, 1973). 하지만 크리핑 벤트그래스의 품종에 따라 발아특성 및 발아패턴 차이가 나타날 수 있다. 때문에 표준 발아환경인 ISTA 변온조건에서 크리핑 벤트그래스에 대한 조성관련 기본 특성 조사는 필요하다.

본 연구는 ISTA 변온환경에서 기존 Penncross 품종을 포함해서 최근 국내에서 많이 이용되고 있는 신품종인 Alpha, L-93, Penn A-1, Penn A-4 및 T-1 품종 간 발아특성 및 발아패턴을 파악해서 실무에 활용할 수 있는 기초 자료를 얻고자 시작하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시재료

공시재료는 국내 골프장 그린에 많이 식재되어 있는 표준형 Penncross 품종과 제3세대 품종 중 국내 신설 골프장 조성 시 이용하고 있는 6개의 신품종을 포함해서 전체 7종류로 하였다(김경남, 1997, 2001). 본 실험에 사용한 7품종은 Alpha, L-93, Penn A-1, Penn A-4, Penncross, Pennlinks II 및 T-1이었다(표 1).

2. 발아실험

발아실험은 국제종자검정협회 요구 환경인 ISTA 변온조건에서 수행하였다(Anonymous, 1964).

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

Common name	Scientific name	Varieties	Source
Creeping bentgrass	<i>Agrostis palustris</i> L.	1. Alpha(T-2)	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
		2. L-93	Lofts Seed, Inc., Bound Brook, NJ, USA
		3. Penn A-1	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
		4. Penn A-4	Turf-Seed, Inc., Hubbard, OR, USA
		5. Penncross	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
		6. Pennlinks II	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA
		7. T-1	Jacklin Seed Company, Post Falls, ID, USA

Table 2. Turfgrass entries, environment conditions, replication, experiment period, and investigation frequency in the study.

Items	Description for germination experiment
Turfgrass entries	Alpha(T-2), L-93, Penn A-1 Penn A-4, Penncross, Pennlinks II, T-1
Environment conditions	alternative conditions (8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C)
No. of seeds each replication	100 seeds
Replication	4
Experiment period	30 days
Investigation frequency	daily

ISTA 변온 환경은 교호적으로 광과 온도 등의 생육환경이 가능한 생육상(growth chamber)을 이용하였다. 따라서 오전 9시부터 오후 5시까지 8시간 동안은 광조건으로 하였으며, 오후 5시부터 다음날 오전 9시까지 16시간 동안은 암흑조건으로 하였다. 이때 발아상의 온도는 광조건 시 25°C, 암흑조건 시 15°C로 유지하였다(표 2).

발아실험에 사용한 초종은 표 1에 제시된 크리핑 벤프그래스 7품종으로 종자는 사알레 위에 여과지 2매를 깔고 그 여과지 위에 품종별로 100립을 치상하였다. 실험에서 처리구 반복은 4반복으로 하였으며 전체 치상종자는 400립 이었다. 본 실험에서 발아기간은 잔디 발아시험 검정 시 최대 기간인 30일 기준으로 수행하였다(The Lawn Institute, 1991). 실험기간 중 종자발아에 적합한 수분상태를 유지하기 위해 여과지에 하루 1회 수분을 공급하였다.

3. 발아특성 및 발아패턴 조사

발아율 조사는 치상 후 1일 간격으로 총 30회 조사를 하였다. 조사 시 발아기준은 지상부 엽조직이 5mm 이상 자랐을 때를 기준으로 하였다. 공시품종의 최종 발아율은 치상 후 30일째 조사한 누적 발아율을 이용하였다. 또한 품종별 초기 발아특성 및 발아패턴은 치상 후 일일 발

아율(daily germination rate) 및 누적 발아율(cumulative germination rate) 데이터를 분석하였고, 이 때 데이터는 품종별 4반복 평균값을 이용하였다. 발아상의 시험구 배치는 공시 초종 처리구를 난괴법 4반복으로 배치하여 실험을 수행하였다. 통계분석은 SAS(Statistical Analysis System) 프로그램을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였고(SAS Institute, 1990), 처리구 평균간 유의성 검정은 DMRT(Duncan's Multiple Range Test) 5% 수준에서 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. ISTA 변온 조건에서 품종별 발아율

본 실험에 사용된 크리핑 벤프그래스 종자의 발아율은 품종에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있었다. ISTA 변온 환경에서 크리핑 벤프그래스 종자의 최종 발아율은 61.50~98.25% 사이로 나타났다. 발아율이 가장 높은 품종은 Penn A-1 및 Penncross 품종으로 최종 발아율이 98.25%이었다. 반면 발아율이 통계적으로 유의하게 가장 저조한 품종은 Pennlinks II 품종으로 61.50%이었다. 나머지 Alpha, L-93, Penn A-4 및 T-1 품종도 발아율은 87.50~97.50% 사이로 양호하였다(표 3).

ISTA 변온환경에서 정상적인 크리핑 벤프그

래스 종자의 발아율은 85% 이상 요구되고 있다 (Turgeon, 2005). 따라서 본 실험에 사용한 공시 초종은 Pennlinks II 품종을 제외한 모든 품종의 발아율이 최소 87.50% 이상으로 양호하였다. 하지만 크리핑 벤투그래스 종자의 발아적온인 15~25°C 변온환경에서 품종 간 차이가 최대 36.75%로 나타났다. 본 실험에서 공시 품종 7종류는 모두 외국에서 수입 직전 종자검정 결과 양호한 판정으로 나타나 국내에 수입되어 실무적으로 골프장에 이용되고 있는 종자였다. 따라서 실험결과 크리핑 벤투그래스 품종 간에 나타난 다양한 발아율 차이는 잔디종자 수입 후 국내 유통 및 보관과정 중 환경조건에 따라 실무 현장에서 발아력 차이가 크게 나타날 수 있는 것을 의미한다.

이러한 잔디 품종 간 발아력 차이는 다른 초종에서도 확인되고 있다. 김경남(2008)은 ISTA 변온 환경에서 톨 웨스큐(*Festuca arundinacea* Schreb.) 종자를 이용한 연구에서 품종 간 최대 10.25% 정도 차이가 있는 것으로 보고하였다. 또한, 발아속도가 빠른 초종인 퍼레니얼 라이그래스 품종을 이용한 연구에서도 품종 간 최대 27.75% 정도 차이가 나타났다(김경남 · 정기완, 2009). 즉 외국에서 수확 후 종자검정 결과 발아율이 우수한 품종일지라도 수입해서 국내 실무 현장에 적용할 때는 종자 발아력이 저하될 수 있으므로 시공 시점에 발아시험을 통해 종자검정을 반드시 실시하는 것이 필요한 것으로 판단되었다.

Table 3. Germination characteristics in 7 new varieties of creeping bentgrass grown under ISTA conditions.

Varieties	CB germination characteristics under ISTA conditions ^z						
	First germination ^y			Days to the 50% germination	Days to the 85% germination		Final germination percentage (%)
	Days to the first germination	Germination percentage (%)	Difference ^x		Days	Difference ^w	
1. Alpha(T-2)	4~5	19.50 cd ^v	51.75	5~6	7.37 b	1.47	96.25 a
2. L-93	4~5	26.75 c	44.50	5~6	6.34 bc	0.44	97.50 a
3. Penn A-1	4~5	71.25 a	0.00	4~5	5.90 c	0.00	98.25 a
4. Penn A-4	4~5	56.00 b	15.25	4~5	6.17 bc	0.27	96.75 a
5. Penncross	4~5	61.50 ab	9.75	4~5	6.23 bc	0.33	98.25 a
6. Pennlinks II	4~5	5.50 e	65.75	9~10	NA ^u	NA	61.50 c
7. T-1	4~5	12.75 d	58.50	5~6	11.75 a	5.85	87.50 b
Range among varieties	4~5	5.50~71.25	0.00~65.75	4~10	5.90~11.75	0.00~5.85	61.50~98.25
Difference (max - min)	0	65.75	65.75	5	5.85	5.85	36.75

^zCB : creeping bentgrass / ISTA : alternative conditions of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C.

^yFirst germination percentage(%): germination percentage on the first day from seeds of each variety.

^xDifference : difference from the greatest variety in terms of the first germination percentage.

^wDifference : difference from the fastest variety in terms of the number of days to the 85% germination.

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

^uNA : not applicable.

2. ISTA 변온 조건에서 품종별 발아특성 및 발아패턴

치상 후 일별 및 누적 발아율 그래프 분석을 통해 ISTA 변온 환경에서 자란 크리핑 벤트그래스 초종의 품종별 발아특성 및 발아패턴을 각각 비교하면 다음과 같다. Alpha 품종은 ISTA 변온 환경에서 치상 후 4~5일 사이 최초 발아가 시작되어 치상 후 5일째 일일 발아율이 19.50%로 나타났다. 이는 최초 발아율이 71.25%로 가장 높은 Penn A-1 품종에 비해 51.75% 적은 것이었다(표 3, 그림 1.A). 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 최초 발아 후 1일 경과 후인 치상 후 5~6일 사이였다. 이후 일일 발아율은 치상 후 6일, 7일 및 8일째 각각 51.75%, 10.25% 및 9.25%로 나타났다. 따라서 치상 후 7일과 8일째 누적 발아율은 각각 81.50% 및 90.75%에 도달하였다(그림 1.B). 즉 Alpha 품종의 경우 크리핑 벤트그래스 종자의 기준 발아율인 85% 발아율은 치상 후 7.37일 만에 도달하였다. 이것은 ISTA 변온환경에서 실험한 전체 공시 7품종 중 85% 발아율 도달기간이 5.90일로 가장 빨랐던 Penn A-1 품종에 비해 1.47일 늦는 것으로 Alpha 품종의 발아속도는 중간정도 수준으로 나타났다.

L-93 품종은 ISTA 변온 환경에서 치상 후 4~5일 사이 최초 발아가 시작되어 치상 후 5일째 일일 발아율이 26.75%로 나타났다. 이는 최초 발아율이 71.25%로 가장 높은 Penn A-1 품종에 비해 44.50% 적은 것이었다(표 3, 그림 1.A). 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 치상 후 5~6일 사이였다. 이후 일일 발아율은 치상 후 6일 및 7일째 각각 53.25% 및 14.50%로 나타나서 치상 후 6일과 7일째 누적 발아율은 각각 80.00% 및 94.50% 이었다(그림 1.B). 즉 크리핑 벤트그래스 종자의 기준 발아율인 85% 발아율은 L-93 품종의 경우 치상 후 6.34일 만에 도달하였다. 이것은 ISTA 변온환경에서 실험한 전체 공시 7품종 중 85% 발아율 도달기간이 5.90일로 가장 빨랐던 Penn A-1 품종에 비해 0.44일 정도 늦는 것으로,

L-93 품종은 발아속도가 빠른 품종 중 하나로 판단되었다.

Penn A-1 품종의 발아특성은 다른 품종에 비해 초기 발아율이 대단히 높았다. ISTA 변온 환경에서 Penn A-1 품종은 치상 후 4~5일 사이 최초 발아가 시작되어 치상 후 5일째 일일 발아율이 71.25%로 나타났다(표 3, 그림 1.A). 이는 공시 7품종 중 최초 발아율이 가장 높은 것을 의미한다. 또한 치상 후 6일째에 일일 발아율이 15.25%로 나타나서, 치상 후 6일 만에 전체 누적 발아율이 86.50%로 나타났다(그림 1.B). 따라서 Penn A-1 품종의 경우 ISTA 변온에서 크리핑 벤트그래스 종자의 기준 발아율인 85% 발아율은 치상 후 5.90일 만에 도달하였다. 즉 이것은 ISTA 변온환경에서 실험한 전체 공시 7품종 중 Penn A-1 품종의 85% 발아율 도달기간이 가장 빠른 것을 의미한다.

Penn A-4 품종의 발아패턴도 Penn A-1 품종과 유사한 경향으로 나타났다. ISTA 변온 환경에서 Penn A-4 품종은 치상 후 4~5일 사이 최초 발아가 시작되어 치상 후 5일째 일일 발아율이 56.00%로 높은 편이었다(표 3, 그림 1.A). 이는 Penn A-1 품종처럼 Penn A-4 품종도 최초 발아율이 상당히 높은 것을 의미한다. 치상 후 6일과 7일째 누적 발아율은 각각 83.75% 및 90.75%에 도달하였다(그림 1.B). 즉 Penn A-4 품종의 경우 크리핑 벤트그래스 종자의 기준 발아율인 85% 발아율은 치상 후 6.17일 만에 도달한 것을 의미한다. 이것은 ISTA 변온환경에서 실험한 전체 공시 7품종 중 85% 발아율 도달기간이 5.90일로 가장 빨랐던 Penn A-1 품종에 비해 0.27일 정도의 약간의 차이가 있었다. 하지만 본 실험에서 Penn A-4 품종도 발아속도는 빠른 품종이었다.

Penncross 품종도 초기 발아 특성이 Penn A-1 및 Penn A-4 품종과 유사하였다. ISTA 변온 환경에서 치상 후 4~5일 사이 최초 발아가 시작되면서 치상 후 5일째 일일 발아율이 61.50%로 나타났다(표 3, 그림 1.A). 이후 치상 후 6일 및 7일

제 일일 발아율이 각각 22.00% 및 6.50%로 치상 후 7일째 전체 누적 발아율이 90.00%이었다(그림 1.B). 따라서 Penncross 품종은 크리핑 벤트그래스 종자의 기준 발아율인 85% 발아율 도달은 치상 후 6.23일 만에 도달하였다. 이것은 ISTA 변온환경에서 실험한 전체 공시 7품종 중 85% 발아율 도달기간이 5.90일로 가장 빨랐던 Penn A-1 품종에 비해 0.33일 정도 늦는 것이었다. 본 실험에서 Penncross 품종은 Penn A-1 및 Penn A-4 품종과 함께 발아속도가 빠른 품종으로 나타났다.

Penn 계통 품종의 발아속도가 다른 품종에 비해 빠르게 나타나는 것은 교배 및 품종 육성 시 사용한 유전형질의 특성 차이로 나타난 것으로 추정되었다. 특히 이러한 결과는 Penn A-1, Penn A-4 및 Penncross 품종 개발 시 여러 개체간의 교배과정(random crossing)과 줄기의 성장속도가 빠른 특성 때문으로 나타나는 것으로 사료되었다(Alderson and Sharp, 1995).

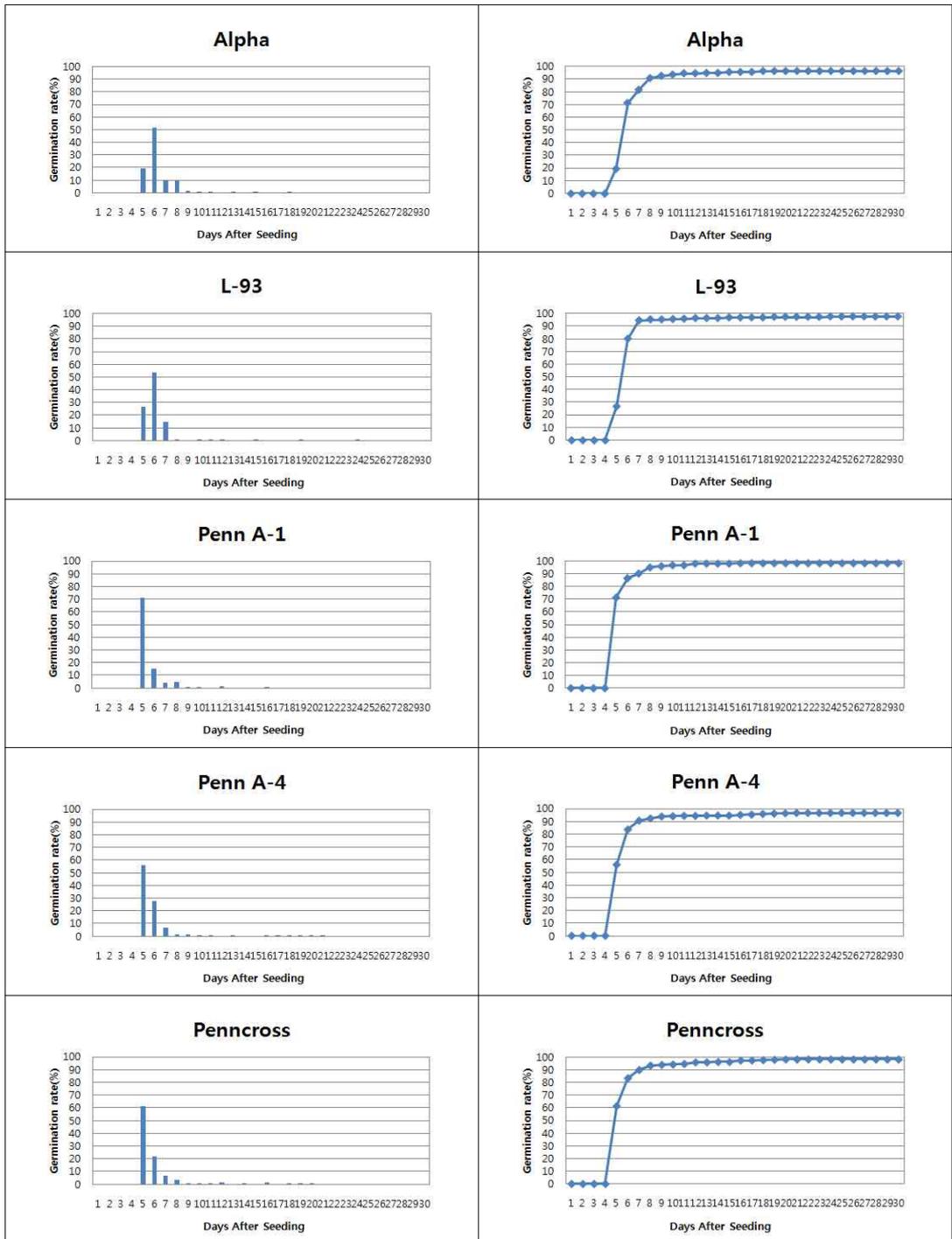
Pennlinks II 품종은 공시품종 중 발아속도가 가장 저조해서 Pennlinks II 품종의 발아패턴은 다른 품종에 비해 상당히 느리게 진행되었다. Pennlinks II 품종의 최초발아는 다른 품종과 마찬가지로 치상 후 4~5일 사이 시작되어 치상 후 5일째 일일 발아율이 5.50%로 나타났다(표 3, 그림 1.A). 이는 최초 발아율이 71.25%로 가장 높은 Penn A-1에 비해 65.75% 정도 적은 것이었다. 이후 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 치상 후 9~10일 사이로 다른 품종에 비해 4~5일 정도 늦게 나타났다. 그리고 치상 후 15일 경과 시 누적 발아율은 59.75%, 20일 경과 시 누적 발아율은 61.25%, 그리고 24일 이후로는 누적 발아율이 61.50%로 더 이상 발아가 진행되지 않았다(그림 1.B). 따라서 발아율 85% 도달기간은 분석할 수 없었다.

본 실험에 사용한 공시 품종은 외국에서 생산된 종자로 수입 직전 종자 검정 결과 모두 양호해서 국내 골프장 등에 실무적으로 많이 이용하

고 있는 종자를 확보해서 실험을 수행하였기 때문에 Pennlinks II 품종의 저조한 발아패턴 결과는 같은 품종이라도 잔디종자 수확 후 보관, 수입 및 유통과정 중 환경에 따라 발아력 차이가 크게 나타날 수 있다는 것을 의미한다. 즉 크리핑 벤트그래스 종자를 실무 현장에 적용 시 발아특성 및 발아패턴이 크게 달라질 수 있는 가능성을 고려할 때 그린 시공 전에 종자 발아력 검정은 정밀 시공을 위해 반드시 필요하다고 판단되었다.

T-1 품종의 발아패턴은 Pennlinks II 품종을 제외한 나머지 6개 공시 품종에 비해 상당히 느리게 나타났다. ISTA 변온 환경에서 T-1 품종의 최초 발아는 치상 후 4~5일 사이 시작되어 치상 후 5일째 일일 발아율이 12.75% 이었다. 이는 최초 발아율이 71.25%로 가장 높은 Penn A-1 품종에 비해 58.50% 적은 것이었다(표 3, 그림 1.A). 이후 누적 발아율이 50%에 도달한 것은 치상 후 5~6일 사이였다. 그리고 치상 후 11일 및 12일째 누적 발아율은 각각 83.50% 및 85.50% 이었다(그림 1.B). 즉 T-1 품종의 경우 크리핑 벤트그래스 종자의 기준 발아율인 85% 발아율은 치상 후 11.75일 만에 도달한 것을 의미한다. 이것은 ISTA 변온환경에서 실험한 전체 공시 7품종 중 85% 발아율 도달기간이 5.90일로 가장 빨랐던 Penn A-1 품종보다 5.85일 정도 늦는 것으로, T-1 품종의 발아속도는 느린 품종으로 판단되었다.

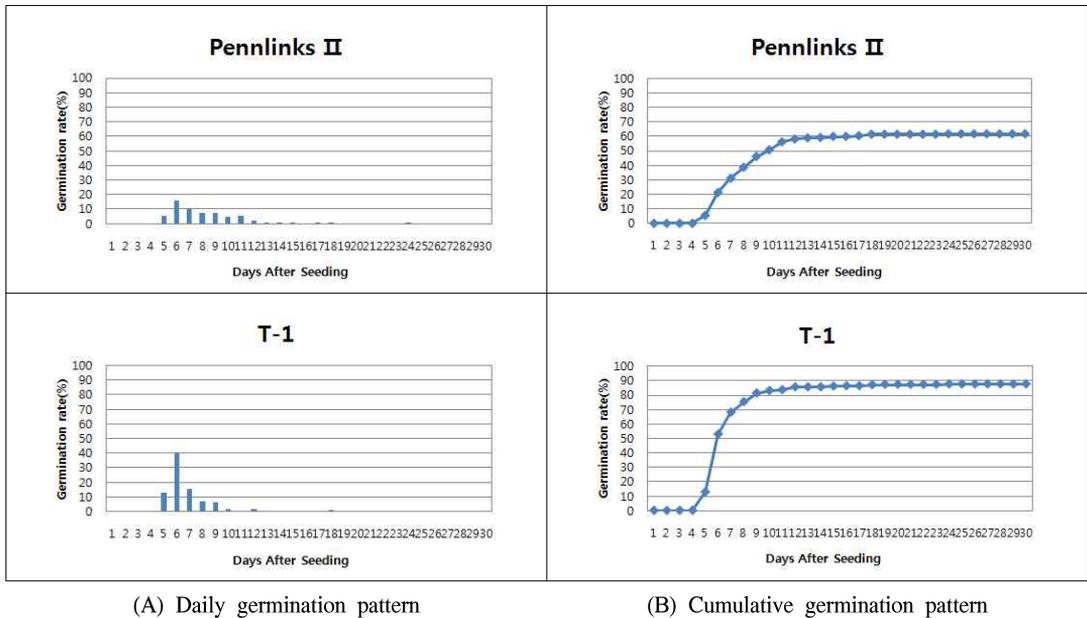
종합적으로 ISTA 변온환경에서 크리핑 벤트그래스의 발아특성 및 발아패턴은 품종에 따라 상당히 다르게 나타났다. 크리핑 벤트그래스 품종의 최초 발아는 공시 품종 모두 치상 후 4~5일 사이에 시작되었으며, 최초 발아율은 일반적으로 5~25% 사이였다. 하지만 Penn A-1, Penn A-4 및 Penncross 품종의 최초 발아율은 50~75% 사이로 다른 품종에 비해 초기 발아가 대단히 왕성하였다. 이러한 왕성한 발아특성은 Penn A-1, Penn A-4 및 Penncross 품종 개발 시 교배과정에서 유전적으로 성장속도가 빠른 유전자원이 사용되었기 때문인 것으로 사료되었다(Alderson



(A) Daily germination pattern

(B) Cumulative germination pattern

Figure 1. Daily (A) and cumulative (B) seed germinating patterns in 7 new varieties of creeping bentgrass grown under alternative conditions of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C.



(A) Daily germination pattern

(B) Cumulative germination pattern

Figure 1. Continued.

and Sharp, 1995). 또한 전체 공시 품종의 누적발아율 50% 도달은 4~10일 사이로 나타났으며, 품종에 따라 5일 정도 차이가 있었다.

또한 크리핑 벤프그래스 종자의 기준 발아율인 85% 발아율 도달은 Pennlinks II 품종을 제외한 대부분의 품종이 치상 후 5.90~11.75일 사이로 품종 간 5.85일 정도 차이가 있었다. 이는 대부분 품종에서 50% 발아율 도달 이후 1~2일 지나 발아율 85%에 도달하는 것을 의미한다. 하지만 T-1 품종은 50% 발아율 도달 이후 6일 정도 지나 발아율 85%에 도달하였는데, 이는 다른 품종에 비해 4~6일 정도 더 느린 것을 의미한다. 이러한 품종 간 차이는 교배 및 품종 개량 시 사용한 유전 형질의 특성차이로 나타나는 것으로 추정되었다(Alderson and Sharp, 1995).

잔디밭 종자 파종 시 초기 발아속도가 빠를수록 잔디밭 조성에는 유리하다(Watschke and Schmidt, 1992). 본 실험결과 크리핑 벤프그래스의 품종 간 85% 발아율 도달 일수는 5.90일에서 11.75일 사이로 품종 선택에 따라 최대 5.85일 차이가 나타났다. 퍼팅 그린을 종자로 파종 시 초기

6일 정도의 발아속도 차이는 잔디생장 및 생육과정에서 평균적으로 본업 1매 정도가 늦게 출현하는 것을 의미하며, 이것은 실무적으로 크리핑 벤프그래스 잔디밭의 완공 시기가 지역 및 계절에 따라 10~20일 정도 차이가 날 수 있는 것을 의미한다.

따라서 본 연구를 통해 밝혀진 크리핑 벤프그래스의 다양한 품종의 발아특성 및 발아패턴은 골프장에서 그린 및 웨어웨이 조성 시 실무 현장의 컨셉에 적합한 품종 선정에 유용하게 활용될 수 있으리라 판단된다. 왜냐하면 잔디파종 후 품종 간 우점 및 경합정도가 다르게 나타날 수 있기 때문에 종자 파종 후 개체 보다는 전체 집단적으로 최적의 효과를 얻을 수 있는 시기에 멀칭 제거, 시비, 예초 등의 후속 관리조치가 효율적으로 이루어지는 것이 필요하다. 이 때 품종 간 최초 발아일, 초기 발아율과 일일 발아패턴 등의 조성 특성이 실무에서 잔디밭 시공 시 기초 자료로 꼭 필요하다.

본 실험의 발아특성 및 일일 발아패턴 분석결과 ISTA 변온에서는 Penn A-1, Penn A-4,

Table 4. Classification of 7 varieties of creeping bentgrass grown under ISTA conditions according to the establishment rate during the early growth stage.

Class in turf establishment rate	CB varieties under ISTA conditions ^z
Very high	Penn A-1
High	Penn A-4, Penncross, L-93
Medium	Alpha(T-2)
Low	Pennlinks II, T-1

^zCB : creeping bentgrass / ISTA : alternative conditions of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C.

Penncross 및 L-93 품종이 실무적으로 잔디 조성 측면에서 우수한 것으로 사료되었다(표 4). 또한 골프장에 활용되고 있는 크리핑 벤투그래스 품종은 잔디밀도에 따라 세분화되고 있다. 이중 Penncross 품종은 표준형(standard low density), L-93 품종은 개량형(improved moderate high density), 그리고 Penn A-1 및 Penn A-4 품종은 초고밀도형(ultra density) 품종 군이다(Brilman, 2008). 따라서 이러한 잔디밀도 특성과 함께 본 연구에서 밝혀진 이들 품종의 발아특성 및 발아패턴은 골프장 조성 시 실무 현장의 컨셉에 적합한 품종 선정에 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

IV. 결 론

본 연구는 크리핑 벤투그래스의 초기 발아특성 및 발아패턴을 파악하고자 시작하였다. 공시 재료는 크리핑 벤투그래스 7품종을 이용하였다. 발아실험은 국제종자검정협회 요구 조건인 ISTA 변온환경에서 수행하였으며, 치상 후 1일 간격으로 일일 발아율 및 누적 발아율 데이터를 조사 분석하였다. ISTA 변온환경에서 크리핑 벤투그래스의 종자 발아력, 발아특성 및 발아패턴은 품종에 따라 차이가 유의하게 나타났다.

공시 품종의 발아패턴은 모두 치상 후 4~5일 사이에 최초 발아가 시작되었으며 최초 발아율은 보통 5~25% 사이였다. 하지만 Penn 계통 품종인 Penn A-1, Penn A-4 및 Penncross 품종의 최

초 발아율은 50~75% 사이로 다른 품종에 비해 초기 발아가 대단히 왕성하였다. 크리핑 벤투그래스 종자가 발아율 50%에 도달한 기간은 치상 후 4~10일 사이로 품종 간 5일 정도의 차이가 있었다.

또한 크리핑 벤투그래스 종자에 요구되는 발아율 85% 도달기간은 품종에 따라 치상 후 최소 5.90일에서 최대 11.75일 사이로 품종 간 발아속도 차이가 5.85일로 나타났다. 즉 이는 크리핑 벤투그래스 초종의 경우 발아율 50% 도달 이후 1~2일 지나서 발아율 85%에 도달하는 것을 의미한다. 공시 품종 중 85% 발아율 도달 기간이 가장 빠른 종류는 Penn A-1 품종이었고, 반대로 가장 느린 종류는 T-1 품종이었다.

본 실험에서 크리핑 벤투그래스 품종 간 발아특성 및 발아패턴 결과를 종합적으로 고려할 때 ISTA 변온환경에서 Penn A-1, Penn A-4, Penncross 및 L-93 품종이 우수한 것으로 사료되었다. 이러한 품종 간 정밀한 발아 특성 비교 데이터는 골프장 조성 시 실무적인 기초 자료로 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

인 용 문 헌

- 김경남. 1997. 골프장 피팅 그린 잔디개발 100년 및 21세기형 품종 고찰. 원예학세계 2(1) : 18-24.
- 김경남. 2001. 골프장 피팅 그린용 벤투그래스 개

- 발 현황 및 제3세대 신품종 특성 고찰. 2004년 골프장 관리장비, 기자재 전시회 및 학술 세미나. pp.151-171.
- 김경남. 2005. STM 총서 I-잔디학개론. 서울 : 삼육대학교 출판부.
- 김경남. 2007. STM 총서 III-잔디조성론. 서울 : 삼육대학교 출판부.
- 김경남. 2008. ISTA 생육환경 조건에서 광엽형 툴 웨스큐의 발아특성 및 일일 발아패턴. 삼육대학교 자연과학논문집 12(2) : 25-36.
- 김경남 · 남상용. 2003. 생육환경에 따라 *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L. 및 *Festuca arudinacea* Schreb.의 초종 및 품종별 발아세, 발아속도 및 발아율 비교. 한국잔디학회지 17(1) : 1-12.
- 김경남 · 정기완. 2008. 생장환경에 따른 제3세대 크리핑 벤투그래스 신품종의 종자 발아력, 초기 발아 특성, 발아세 및 발아 피크 기간 비교. 한국환경복원녹화기술학회지 11(5) : 79-91.
- 김경남 · 정기완. 2009. ISTA 변온 조건에서 퍼레니얼 라이그래스 신품종 8종류의 발아특성 및 일일 발아패턴. 한국환경복원녹화기술학회지 12(3) : 72-82.
- 이형석 · 홍범석 · 김경덕 · 태현숙. 2007. 봄철 크리핑 벤투그래스의 품종별 특성 비교. 한국잔디학회지 21(2) : 155-161.
- 이혜원 · 정대영 · 심상렬. 2003. 크리핑 벤투그래스 품종의 생육특성. 한국잔디학회지 17(2, 3) : 87-97.
- 태현숙 · 이형석 · 안길만 · 김종보. 2006. 하절기 크리핑 벤투그래스의 품종별 특성 비교. 한국잔디학회지 20(2) : 147-156.
- Alderson, J., and W. C. Sharp. 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. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts, 54(2) : 1-112.
- Anonymous. 1996. The New Penn Pals. Tee-2-Green Corp. Technical publication : 96-01NPP. Tee-2-Green Corporation, Hubbard, OR, USA.
- Anonymous. 1997. The superintendent's guide to better creeping bentgrass greens. Seed Research of Oregon, Inc., Corvallis, OR, USA.
- Anonymous. 1998. Penn Pals Portfolio. Tee-2-Green Corp. Technical publication : 88-10-PPC. Tee-2-Green Corporation, Hubbard, OR, USA.
- Beard, J. B. 1973. Turfgrass science and culture. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA.
- Brauen, S. E., R. L. Goss and A. D. Brede. 1993. Registration of 'Putter' creeping bentgrass. Crop Sci. 33 : 1100.
- Brilman, L. A. 2008. Classification of creeping bentgrass cultivars. Golf Course Management, 76(5) : 80.
- Duich, J. M. 1988. Penlinks creeping bentgrass. Tee-2-Green Corp. Technical publication : 88-02-PL. Tee-2-Green Corporation, Hubbard, OR, USA.
- Engelke, M. C., V. G. Lehman, C. Mayes, P. F. Colbaugh, J. A. Reinert and W. E. Knoop. 1994. Registration of 'Cato' creeping bentgrass. Crop Sci. 35 : 589-590.
- Engelke, M. C., V. G. Lehman, W. R. Kneebone, P. F. Colbaugh, J. A. Reinert and W. E. Knoop. 1995. Registration of 'Crenshaw' creeping bentgrass. Crop Sci. 35 : 589.
- Ferguson, M. H. 1969. Putting greens. Agron. Monogr. 14 : 562-583. In A.A. Hanson and F.V. Juska (ed.), Turfgrass science. ASA, Madison, WI, USA.
- Hanson, A. A., F. V. Juska and G. W. Burton. 1969. Species and varieties. Agron. Monogr.

- 14 : 370-409. *In* A.A. Hanson and F.V. Juska (ed.), Turfgrass science. ASA, Madison, WI, USA.
- Hurley, R. H., V. G. Lehman, J. A. Murphy and C. R. Funk. 1994. Registration of 'Southshore' creeping bentgrass. *Crop Sci.* 34 : 1124-1125.
- NTEP. 2002. On-site evaluation of creeping bentgrass for putting greens-Final report 1998-2001. NTEP No. 02-11, National Turfgrass Federation, Inc., Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, MD, USA.
- Robinson, M. F., L. A. Brilman and W. R. Kneebone. 1991. Registration of 'SR1020' creeping bentgrass. *Crop Sci.* 31 : 1702-1703.
- SAS Institute, Inc. 1990. SAS/STAT User's guide, Version 6 4th ed., SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.
- Skogley, C. R., M. F. Robinson and L. A. Brilman. 1991. Registration of 'Providence' creeping bentgrass. *Crop Sci.* 31 : 1701-1702.
- The Lawn Institute. 1991. Seed. LISTS 69-112. *In* E.C. Roberts and B.C. Roberts (ed.), 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.
- Warnke, S. 2003. Creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera* L.) pp. 175-185. *In* M. D. Casler, A. A. and R. R. Duncan (ed.), Turfgrass biology, genetics, and breeding. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA.
- Watschke, T. L., and R. E. Schmidt. 1992. Ecological aspects of turf communities. *Agron. Monogr.* 32 : 129-174. *In* D.V. Waddington, R. N. Carrow and R. C. Shearman. (ed.), Turfgrass. ASA-CSSA-SSSA, Madison, WI, USA.