

국제종자검정협회(ISTA) 변온조건에서 비탈면 복원용 주요 초화류의 발아율 및 발아속도*

박진아¹⁾ · 심상렬²⁾

¹⁾ 청주대학교 대학원 환경조경학과 · ²⁾ 청주대학교 환경조경학과

Germination Percentage and Speed under International Seed Testing Association Conditions of Main Herbaceous Plants Used on the Slope*

Park, Jin-A¹⁾ and Shim, Sang-Ryul²⁾

¹⁾ Dept. of Environmental Landscape Architecture, Graduate School, Cheongju University,

²⁾ Dept. of Environmental Landscape Architecture, Cheongju University.

ABSTRACT

Research was initiated to investigate germination characteristics and germination pattern of 14 herbaceous plant entries used on the road slope during 30 days. An alternative germination condition for 14 herbaceous plant entries 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. Significant differences were observed in the first germination rate(0.3% ~ 40.7%) and in the final germination rate(7.7% ~ 93.3%). Days to the first germination(2 ~ 8 days), days to the 30% germination(2 ~ 6 days) and days to the peak germination(6 ~ 18 days) were different among 14 herbaceous plant entries in the study. From this result, we could find out higher final germination rate of 14 herbaceous plant entries in the following order; First, forage crops and cool-season turfgrasses; Second, herbaceous flowers; Third, wild plants. We could also divide germination rate among 14 herbaceous plant entries as 6 groups(I; very high, II; high, III; medium high, IV; medium low, V; low, VI; very low) based on the final germination rate and divide germination speed as 5 groups(A; very fast, B; fast, C; normal, D; slow, E; very slow) based on days to the peak germination. Considering germination characteristics and pattern of 14 herbaceous

* 이 논문은 2017~2018학년도에 청주대학교 산업과학연구소가 지원한 학술연구조성비(특별연구과제)에 의해 연구되었음.

First author : Park, Jin-A, Dept. of Landscape Architecture, Cheongju University,

Tel : +82-43-229-8512, E-mail : pja2412@naver.com

Corresponding author : Shim, Sang-Ryul Dept. of Environmental Landscape Architecture, Cheongju University,

Tel : +82-43-229-8512, E-mail : srshim@cju.ac.kr

Received : 27 March, 2018. **Revised** : 31 May, 2018. **Accepted** : 29 May, 2018.

plant entries *Medicago sativa*, *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* and *Cosmos sulphureus* were regard as dominating species while *Lespedeza cuneata*, *Silene armeria*, *Lotus corniculatus* var. *japonicus*, *Coreopsis tinctoria* and *Centaurea cyanus* as competitive species following dominating species. However, *Chrysanthemum burbankii*, *Pennisetum alopecuroides*, *Chrysanthemum boreale*., *Artemisia princeps* var. *orientalis* and *Arundinella hirta* were not almost expected to emerge.

Key Words : *germination characteristics, first germination rate, final germination rate, germination, germination patten.*

I. 서 론

경제발전을 위한 도로확장 및 단지개발 등, 각종 인프라구축 사업에 따라 자연의 훼손은 불가피한 상태이고 훼손된 자연은 계속 증가하고 있는 추세이다. 우리나라는 산지가 많아서 훼손된 자연은 계단식 비탈면의 형태로 정지되고 있는 실정이다. 이와 같은 훼손 비탈면은 생육기반이 불량하여 자연적으로 복원되기 어렵고, 장기간의 시간이 소요되며, 그대로 방치할 경우 경관성 저하 및 토양침식으로 인한 붕괴현상이 발생하는 등의 문제가 나타날 수 있다. 따라서 비탈면의 안정화와 효율적인 녹화를 통해 토양 유실을 방지하고 경관미도 회복시키는 것이 무엇보다도 중요한 과제이다.(Kim, 1991)

이에 따라 적절한 토양 공법은 물론, 건조하고 척박한 토양 환경에서 발아 및 피복이 빠른 식물의 도입이 필요하다고 볼 수 있다.

비탈면 녹화용 식물의 발아와 관련된 연구에서 먼저 한지형잔디류 발아에 관한 연구(Kim and Nam, 2003; Kim and Shim, 2009; Kim *et al.*, 2010)와 초화류의 발아연구들(Shim and Kim, 2006; Yu and Shim, 2016)을 통해 발아가 빠른 초종을 살펴볼 수 있으나 일부 초종에 그치고, 전체적인 비탈면 복원용 식물을 대상으로 한 발아율은 파악하기 어려운 실정이다.

비탈면 복원 현장에서 발아가 빠른 초종을 선정하여 피복하기 위해서는 비탈면 복원용 주요

식물의 발아특성 파악이 매우 중요하다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 비탈면 복원에 주요 사용되는 식물을 대상으로 하여 발아율과 발아속도를 규명하고 발아패턴을 파악함으로써 비탈면 복원공사에 효과적인 초종을 선정하여 적용하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 공시 재료

본 발아실험에 사용된 비탈면 복원용 공시 14 초종의 선정은 국토해양부의 도로 비탈면 녹화 공사의 설계 및 시공 지침(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2009), 초화류의 발아 및 피복에 관한 주요 연구들(Kim and Shim, 2009; Bea, 2001) 그리고 도로공사 시공 시공 보고서들(DaeJon Regional Construction and Management Administration, 2016-a; DaeJon Regional Construction and Management Administration, 2016-b; Korea Water Resources Corporation, 2016) 중에서 공통으로 3회 이상 사용한 19종을 대상으로 하였다. 이 중 예비발아실험을 통해 타 연구들(Bea, 2001; Cho *et al.*, 2015; Ham and Shim, 2015)과 발아율이 10% 이상 차이를 보인 5종을 제외하고 총 14종을 본 실험에 사용하였다.

본 발아실험의 공시 14 초종 중 일년초로는 노랑코스모스, 1~2년생 초본으로는 수레국화,

기생초, 끈끈이대나물이, 다년초는 비수리, 벌노랑이, 산국, 샤프스타데이지, 쑥, 새, 자주개자리, 수크령 그리고 한지형 잔디류는 톨페스큐와 퍼레니얼라이그래스가 포함되었다. 생산지를 살펴볼 때 한지형 잔디류는 미국산, 그 밖의 초화류는 모두 중국산이었다.

2. 발아실험

발아실험은 생육상(growth chamber)을 이용하여 국제종자검정협회(International Seed Testing Association; ISTA) 요구환경인 8시간 동안은 광조건(오전 9시부터 오후 5시까지), 16시간 동안은 암조건(오후 5시부터 다음날 9시까지)에서 수행하였다.(Anonymous, 1965)

이 때 발아상의 온도는 광조건시 25℃, 암조건시 15℃의 변온상태를 유지하였다.

발아실험은 Petri dish 위에 여과지 2매를 깔고 그 여과지 위에 초종별로 3반복으로 100립씩 치상하였다.

본 실험에서 발아기간은 잔디 발아시험 검정시 최대 기간인 30일 기준(The Lawn Institute, 1991)으로 2016년 6월 1일부터 6월 30일까지 수행하였으며 실험기간 중 종자 발아를 위해서 여과지에 수분을 하루 1회 공급하여 적합한 수분 상태를 유지시켰다.

3. 발아율 및 발아속도 조사

발아 조사는 치상 후 1일 간격으로 총 30회 하였다. 조사 시 발아기준은 지상부 엽조직이 5mm 이상 자랐을 때를 기준으로 하였다. 공시 초종의 발아율과 발아속도 조사는 기존 발아관련 문헌(Kim et al., 2010; Kim, 2014; Shim and Kim, 2006)을 토대로 분석하였다. 즉, 발아율 조사는 국제종자검정협회의 발아율분석 기준에 따라 최초 및 최종발아율을 기준으로 하였으며 최초발아율은 치상 후 최초 발아일의 발아율을, 최종발아율은 치상 후 30일째 발아율을 각각 조사하였다. 또한 발아율 속도 분석에 대해서는

Kim and Nam(2003)은 한지형잔디의 경우 발아속도를 70% 발아율에 도달한 일수와 최소기준 발아율 도달일수를 기초로 하여 발아속도를 분석하였다. 그러나 본 연구의 공시 초화류는 일반적으로 한지형잔디에 비해 발아율이 낮아 한국도로공사의 경우 초화류 종자의 최소발아율 기준을 30% 이상으로 정하고 있기 때문에(Korea Expressway Corporation, 2013) 본 연구에서는 발아속도를 치상 후 각 초종의 최초발아일 뿐만 아니라 30% 발아했을 시에 소요 일 수와 최고 발아했을 시에 소요 일수를 기준으로 비교분석하였다. 발아상의 시험구 배치는 공시 초종 처리구를 3반복으로 배치하여 실험을 수행하였다.

통계분석은 SAS(Statistical Analysis system) 프로그램을 이용하여 ANOVA분석을 실시하였고(SAS Institute, 2003), 처리구 평균간 유의성 검정은 DMRT(Duncan's Multiple Range Test) $p=0.05$ 수준에서 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 국제종자검정협회(ISTA) 변온 조건에서 비탈면 복원용 주요 초화류의 최초 및 최종발아율

Table 1에서 보는 바와 같이 국제종자검정협회(ISTA) 변온 환경에서 비탈면복원용 주요 초화류 종자의 최초 및 최종 발아율은 각각 0.3~40.7% 및 7.7~93.3%사이의 통계적으로 큰 차이가 나타났다.

즉, 공시 14개 초종 중 최초발아율과 최종발아율은 자주개자리가 각각 40.7%와 93.3%, 퍼레니얼라이그래스가 각각 3.3%와 91.3%, 톨페스큐가 각각 5.3%와 89.3%이었다. 이상의 3개 초종은 최종발아율이 90%내외로 매우 높았으며 최초발아율은 자주개자리는 매우 높았으나 퍼레니얼라이그래스와 톨페스큐는 매우 낮은 것으로 나타났다.

끈끈이대나물은 최초발아율과 최종발아율이 각각 28%와 69.7%, 벌노랑이는 각각 2.7%와

Table 1. First and final germination rate of 14 plant entries after seeding under the international seed testing association(ISTA) condition.

Scientific-Korean name	First germination rate ^y (%)	Final germination rate ^x (%)	Group (final germination rate)
<i>Medicago sativa</i> L. 자주개자리	40.7a ^w	93.3a ^w	I (Very high)
<i>Lolium perenne</i> L. 퍼레니얼라이그래스	3.3d	91.3a	
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. 톨페스큐	5.3d	89.3a	
<i>Silene armeria</i> L. 끈끈이대나물	28ab	69.7bc	II (High)
<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonicus</i> REGEL 벌노랑이	2.7d	65bc	
<i>Lespedeza cuneata</i> G.DON 비수리	10.7cd	64.7bc	
<i>Centaurea cyanus</i> L. 수레국화	23bc	58.7bcd	III (Medium high)
<i>Cosmos sulphureus</i> CAV. 노랑코스모스	28.7ab	57cd	
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt. 기생초	3.7d	55.3cd	
<i>Chrysanthemum burbankii</i> Makino 샬스타데이지	26.3ab	52.3d	IV (Medium low)
<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng. 수크령	0.3d	51.3d	
<i>Chrysanthemum boreale</i> MAKINO. 산국	6.3d	35e	V (Low)
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i> (PAMPAN.) HARA 쑥	0.7d	13fg	VI (Very Low)
<i>Arundinella hirta</i> (THUNB.) TANAKA 새	0.7d	7.7g	

¹ISTA : alternative conditions of 8-hr light at 25°C and 16-hr dark at 15°C.

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

^xFinal germination rate(%) : germination rate on the final day from seeds of each plant.

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

65%, 비수리는 각각 10.7%와 64.7%이었다. 이상의 3개 초종은 최종발아율이 60%이상으로 높았으나 최초발아율은 끈끈이대나물이 높는데 반해, 비수리는 낮았으며, 벌노랑이는 매우 낮은 것으로 나타났다. 수레국화는 최초발아율과 최종발아율이 각각 23%와 58.7%, 노랑코스모스는 각각 28.7%와 57%, 기생초는 각각 3.7%와 55.3%이었다. 이상의 3개 초종은 최종발아율이 55~60%로 중간보다 약간 높았으나 최초발아율은 노랑코스모스가 높는데 반해, 수레국화가 중간, 기생초는 매우 낮은 것으로 나타났다. 샬스타데이지는 최초발아율과 최종발아율이 각각 26.3%와 52.3%, 수크령은 각각 0.3%와 51.3%이었다. 이상의 2개 초종은 최종발아율이 50~55%로 중간보다 약간 낮았으나 최초발아율은 샬스타데이지가 높는데 반해, 수크령은 매우 낮은 것으로 나타났다. 산국은 최초발아율과 최종

발아율이 각각 6.3%와 35%로 낮은 것으로 나타났다. 쑥은 최초발아율과 최종발아율이 각각 0.7%와 13%, 새는 각각 0.7%와 7.7%이었다. 쑥과 새는 최초발아율과 최종발아율이 모두 매우 낮은 것으로 나타났다.

발아율 분석은 최초발아율보다는 최종발아율이 더 큰 영향을 미치므로 최종발아율을 기초로 하여 본 실험의 14개의 초종을 6개 그룹으로 구분해 볼 수 있었다.(Table 1, Figure 1)

먼저 I 그룹은 90%내외의 매우 높은 최종 발아율을 보인 자주개자리, 퍼레니얼라이그래스 및 톨페스큐 3종이 속하는 것으로 구분 할 수 있었으며 II 그룹에는 I 그룹 다음으로 60~70%의 최종발아율을 보인 끈끈이대나물, 벌노랑이 및 비수리 등 3종이 속하였다. III 그룹은 55~60%의 최종발아율을 나타낸 수레국화, 노랑코스모스 및 기생초 3종이 속하는 것으로 구

분되었으며, IV 그룹은 50~55%의 최종발아율을 나타낸 샤프스타데이지와 수크령 2종이 속하였다. III, IV 그룹의 최종발아율은 중간보다 약간 높거나 낮은 수준인 것으로 나타났다. V 그룹은 35%의 낮은 최종발아율을 나타낸 산국 1종이 속하였고 VI 그룹은 30%이하(7.6~21.7%)의 매우 낮은 발아율을 나타낸 쑥과 새 2종이 속하는 것으로 구분할 수 있었다.

이와 같은 결과에서 목초류 콩과식물인 자주개자리와 목초류인 동시에 한지형 잔디류인 퍼레니얼라이그래스, 툴페스큐 등의 발아율이 매우 높았으며 다음으로 콩과다년식물(벌노랑이, 비수리), 일이년초(끈끈이대나물, 수레국화, 노랑코스모스, 기생초), 다년초(샤프스타데이지, 수크령, 산국)등 초화류가 뒤를 이었으며, 야생식물류(쑥, 새)는 상대적으로 30%이하의 매우 낮은 최종발아율을 나타냈다.

따라서 본 연구 공시초종의 최종발아율은 목초류 및 한지형 잔디류, 초화류, 야생식물류 순으로 높은 것을 알 수 있었다.

이와 같이 자주개자리는 가축의 방목을 위한 콩과목초로 오랜 기간 재배, 육종되어 발아력을 높인 초종이며 퍼레니얼라이그래스와 툴페스큐 역시 벼과목초로 오래전부터 사용되어 왔고 한지형잔디로도 육종되어 발아력을 높인 초종인 것으로 밝혀져 있다.(Kim and Jung, 2008; Kim and Nam, 2003) 초화류 역시 오랜 재배, 육종기간을 거치며 일반 야생식물류가 높은 휴면력을 지닌 것과는 달리 생리적으로 종자의 휴면력이 타파되고 발아가 잘되는 특성을 지닌 것으로 생각된다.

한편, 야생잔디나 잡초는 일반적으로 살아남기 위해 높은 휴면력을 보이는데 본 실험의 쑥과 새와 같은 야생식물류도 이와 같은 기작에 의해 발아율이 낮았을 것으로 보여진다.

도로공사 비탈면 녹화공사 시공지침(Korea Expressway Corporation, 2013)의 발아율기준은 초화류가 30% 이상, 한지형잔디류가 80% 이상

을 각각 충족할 것을 요구하고 있는 바, 본 실험에서는 공시된 초종 14종 가운데 한지형 잔디 초화류는 발아율이 모두 80%이상으로서 기준을 초과하나 초화류 중에서는 쑥 및 새가 30% 이하의 발아율을 나타내 이 기준을 충족하지 못하였다.

한편, 본 연구의 공시 14개 초종 중 기존의 발아율 연구(Bea, 2001; Cho *et al.*, 2015; Ham and Shim, 2015)에 나타난 퍼레니얼라이그래스, 툴페스큐, 벌노랑이, 비수리, 기생초, 샤프스타데이지 및 수크령 등 7종을 본 연구의 발아율과 비교할 경우 퍼레니얼라이그래스는 -3.4%, 툴페스큐는 -0.4%, 벌노랑이는 -3.2%~1.7%, 비수리는 -3.7%, 기생초는 -4.9%, 샤프스타데이는 2%, 수크령은 -7.3~-9.7%의 발아율 차이가 나타난 것을 알 수 있었다.

이와 같이 발아율 차이가 나는 원인을 살펴보면, 타 연구의 초화류 발아율은 자연 실온 상태에서 조사하였으나 본 연구는 국제종자검정협회 발아조건인 25℃ 광조건에서 8시간, 15℃ 암조건에서 16시간의 일정한 조건에서 발아율을 조사하여 같은 초종이라 하더라도 발아율이 다소 차이가 나타난 것으로 분석되었다.(Kim, 2010) 또한 외국 산지의 종자 수확 환경조건, 종자 수입 후 경과기간 그리고 국내 유통 및 보관 환경조건에서 비롯된 것으로 보인다.(Kim, 2014) 따라서 이와 같은 여러 원인에 따라 종자 발아력이 저하 될 수 있으므로 시공시점에서 발아실험을 통해서 종자검정을 반드시 실시하는 것이 필요한 것으로 판단되었다.

2. ISTA 변온 조건에서 비탈면 복원용 주요 초화류의 발아속도

치상 후 비탈면 복원용 주요 초화류의 발아실험을 통해 ISTA 변온 환경에서 초종별 발아속도를 비교하면 Table 2에서 보는 바와 같다.

먼저 노랑코스모스와 자주개자리는 치상 후

Table 2. Germination speed of 14 plant entries after seeding under the international seed testing association(ISTAz) condition.

Scientific-Korean name	First germination		Days to the 30% germination	Peak germination		Group (germination speed)
	Days to the first germination	Difference ^y (max.-min.)		Days to the peak germination	Difference ^x (max.-min.)	
<i>Cosmos sulphureus</i> CAV. 노랑코스모스	2	0	2~3	6	0	A (Very fast)
<i>Medicago sativa</i> L. 자주개자리	2	0	2~3	8~9	2~3	B (Fast)
<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt. 기생초	3	1	4	9~10	3~4	
<i>Lespedeza cuneata</i> G.DON 비수리	2	0	3	10~11	4~5	C (Normal)
<i>Lotus corniculatus</i> var. <i>japonicus</i> REGEL 벌노랑이	2	0	3~4	11	5	D (Slow)
<i>Lolium perenne</i> L. 퍼레니얼라이그래스	3	1	4	11	5	
<i>Silene armeria</i> L. 끈끈이대나물	4	2	4~5	11	5	
<i>Chrysanthemum boreale</i> MAKINO. 산국	4	2	9	11	5	E (Very slow)
<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng 수크령.	3~4	1~2	6	11~12	5~6	A(Very fast)-E(Very slow)
<i>Chrysanthemum burbankii</i> Makino 샬스타테이지	4	2	4~5	12~13	6~7	
<i>Centaurea cyanus</i> L. 수레국화	2	0	3	12~13	6~7	
<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. 퉈페스큐	4	2	6	14	8	
<i>Arundinella hirta</i> (THUNB.) TANAKA 새	7~8	5~6	NA ^w	14~15	8~9	
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i> (PAMPAN.) HARA 쪽	5~6	3~4	NA ^w	17~18	11~12	
Range among plants	2~8	0~6	2~6	6~18	0~12	
Difference (max-min)	6	6	4	12	12	

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

^yDifference : difference from the fastest plant in terms of days to the first germination .

^xDifference : difference from the fastest plant in terms of days to the peak germination.

^wNA : not applicable.

2일째에 발아를 시작하였으며 30% 발아 도달일수는 치상 후 2~3일째였다. 최고발아 도달일수는 6~9일째로 ISTA 변온환경에서 자주개자리와 노랑코스모스는 발아속도가 매우 빨랐음을 알 수 있었다. 기생초, 비수리 및 벌노랑이는 치

상 후 3~4일째에 발아를 시작하여 30% 발아 도달일수와 최고발아 도달일수는 각각 치상 후 3~4일째와 9~11일째로 이상의 3개 초종은 노랑코스모스와 자주개자리에 이어 발아속도가 빠른 편인 것으로 나타났다. 퍼레니얼라이그래

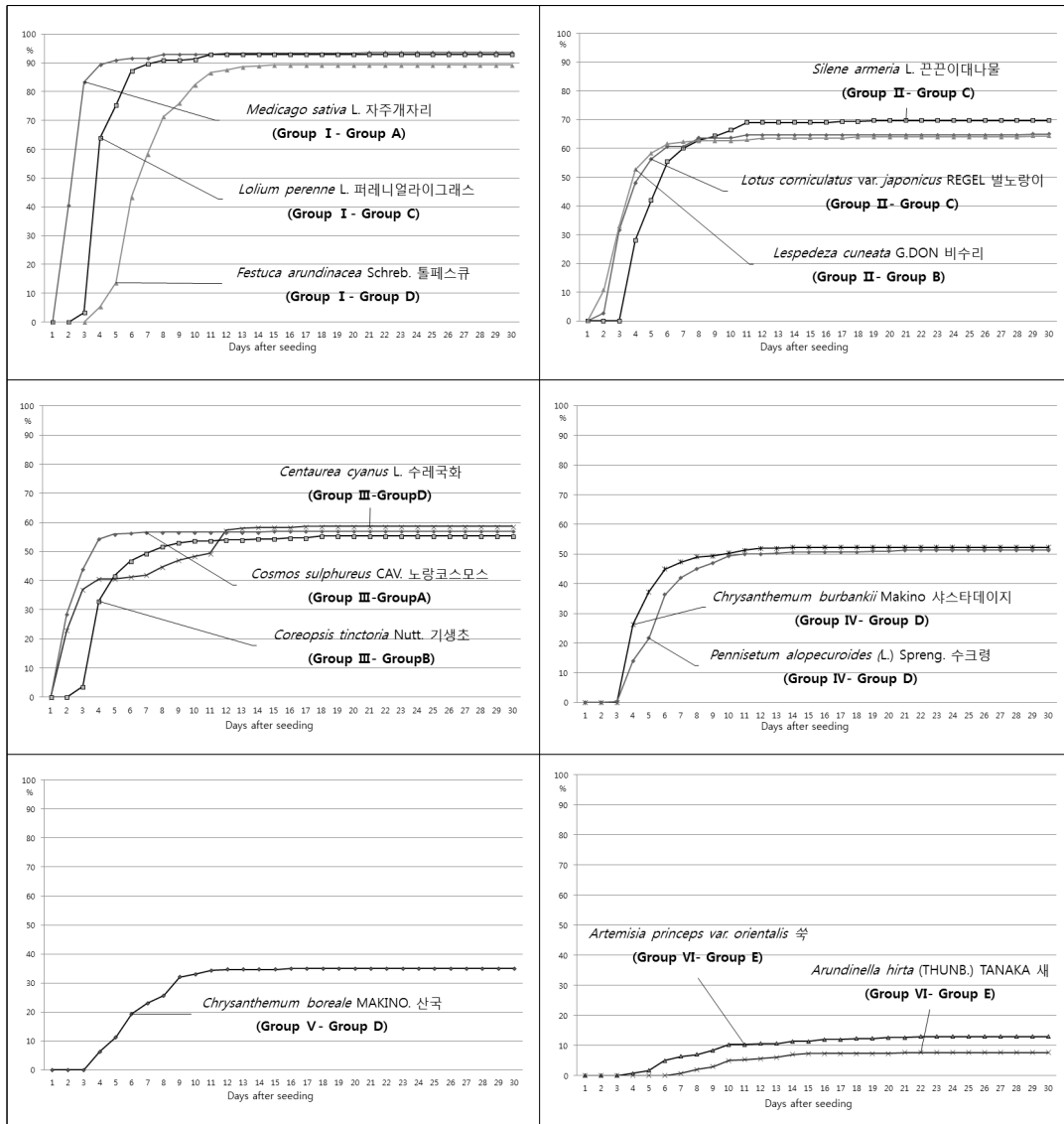


Figure 1. Daily cumulative germination pattern of 14 plant entries based on final germination rate(Group I~VI) and germination speed (Group A~E).

스와 끈끈이대나물은 치상 후 3~4일째에 발아를 시작하였으며 30% 발아 도달일수는 치상 후 4~5일째이었고 11일 만에 최고발아에 도달하여 발아속도가 보통이었음을 알 수 있었다. 산국, 수크령, 샬스타테이지, 수레국화 및 툴페스큐는 치상 후 2~4일째에 최초 발아를 시작하여 30% 발아 도달일수는 치상 후 3~9일째였으며, 최고발아 도달일수는 11~14일째로 발아속

도가 느린 편으로 속하였다.

새와 쭉은 치상 후 공시초종 중 가장 늦은 5~8일째 발아를 시작하였고 발아율 30%에 2종 모두 도달하지 못하였다. 최고발아 도달일수는 14~18일로 발아속도가 가장 느린 초종인 것을 알 수 있었다.

발아속도 분석은 최고발아 도달일수가 매우 큰 영향을 미치므로 최종발아 도달일수를 기초

로 하고 최초발아일 및 30%발아 도달일수를 보조로 하여 본 실험의 14개의 초종의 발아속도를 5개의 그룹으로 구분할 수 있었다.(Table 2, Figure 1) 즉, 자주개자리와 노랑코스모스는 공시초종 중 가장 빠른 발아속도를 나타내 A그룹으로 구분하였으며 최초발아일, 30%발아 도달일수 및 최고발아 도달일수가 각각 2일, 2~3일 및 6~9일로 나타났다. 비수리와 기생초는 B그룹으로 구분하였으며 A그룹보다 최초발아일이 0~1일, 30%발아 도달일수 및 최고발아 도달일수가 각각 0~2일, 0~5일 늦은 것으로 나타났으나 발아속도는 빠른 편인 것으로 나타났다. 벌노랑이, 퍼레니얼라이그래스 및 끈끈이대나물은 C그룹으로 구분하였으며 B그룹에 비해 최초발아일이 0~1일, 30%발아 도달일수는 0~2일, 최고발아 도달일수는 0~2일 늦어 전체적으로 볼 때에 발아속도가 보통인 것으로 나타났다. 산국, 수크령, 샤프스타데이지, 수레국화 및 톨페스큐 총 5종은 D그룹으로 구분하였고 C그룹보다 최고발아 도달일수가 0~4일 늦어 전체적으로 발아속도가 느린 편임을 알 수 있었다. 다만 수레국화는 최초발아일과 30%발아 도달일수가 다소 빠른 편이었지만 최종발아 도달일수는 늦어 D그룹에 속하는 것으로 구분하였다. 쑥과 새는 E그룹으로 구분하였으며 최초발아일과 30%발아 도달일수 및 최고발아 도달일수가 길어 발아속도가 가장 느린 것으로 나타났다.

IV. 결 론

비탈면복원용 일·이년초로는 노랑코스모스, 수레국화, 기생초 및 끈끈이대나물, 다년초로는 비수리, 벌노랑이, 산국, 샤프스타데이지, 쑥, 새, 자주개자리 및 수크령, 한지형 잔디류로는 톨페스큐 및 퍼레니얼라이그래스 등 14종의 공시초종을 대상으로 국제종자검정협회 요구환경인 ISTA 변온조건에서 발아실험을 수행한(Anonymous, 1965) 결과는 다음과 같다.

14개의 공시초종 중 최종발아율은 목초류 및 한지형 잔디류, 초화류, 야생식물류 순으로 높은 것으로 나타났다.

한편, 최종발아율을 I~VI(I 매우 높음, II 높음, III 약간 높음, IV 약간 낮음, V 낮음, VI 매우 낮음)그룹으로 구분하고 발아속도는 A~E(A 매우 빠름, B 빠름, C 보통, D 느림, E 매우 느림)그룹으로 구분하였다.

이와 같은 기준을 토대로 할 때, 먼저 자주개자리는 I-A그룹 속하여 매우 높은 발아율과 매우 빠른 발아속도를 나타냈음을 알 수 있었고 퍼레니얼라이그래스는 I-C그룹으로 발아율은 매우 높고 발아속도는 보통인 것으로 나타났다. 톨페스큐는 I-D그룹으로 매우 높은 발아율과 느린 발아속도를 나타내었고 비수리는 II-B그룹으로 높은 발아율과 빠른 발아속도를 나타내었음을 알 수 있었다. 끈끈이대나물과 벌노랑이는 II-C그룹으로 높은 발아율과 보통인 발아속도를 나타내었다. 노랑코스모스는 III-A그룹으로 약간 높은 발아율과 매우 빠른 발아속도를 나타냈음을 알 수 있었고 기생초는 III-B그룹으로 약간 높은 발아율과 빠른 발아속도를 나타내었다. 한편, 수레국화는 III-D그룹으로 약간 높은 발아율을 나타냈지만 발아속도는 느린 것을 알 수 있었다. 샤프스타데이지와 수크령은 IV-D그룹으로 약간 낮은 발아율과 느린 발아속도를 나타내었고 산국은 V-D그룹으로 낮은 발아율과 느린 발아속도를 나타내는 초종임을 알 수 있었으며 쑥과 새는 VI-E그룹의 매우 낮은 발아율과 매우 느린 발아속도를 지닌 초종인 것으로 나타났다.

이와 같은 초종별 최종발아율과 발아속도를 토대로 비탈면에 파종하였을 경우 발아율이 매우 높거나 발아속도가 매우 빠른 자주개자리, 퍼레니얼라이그래스, 톨페스큐 및 노랑코스모스가 주로 우점 할 것으로 보이며 다음으로 발아율이 높고 발아속도가 빠른 비수리, 끈끈이대나물, 벌노랑이, 기생초 및 수레국화가 출현하여

우점종과 경쟁을 벌일 것을 추정된다. 그러나 발아율이나 발아속도가 상대적으로 낮거나 느린 샤프스타데이지, 수크령, 산국, 썩 및 새는 간혹 출현하거나 거의 출현하지 않을 것으로 예상되었다. 하절기 하고 현상에 약한 퍼레니얼라이그래스가 쇠퇴하고 파종 다음해에 일이년초인 끈끈이대나물, 노랑코스모스, 수레국화, 기생초 등이 고사하면 결국에는 자주개자리, 툼페스큐, 비수리, 벌노랑이 등이 점유할 것으로 예상된다.

본 논문에서 최종발아율을 I-VI, 발아속도를 A-E 그룹으로 구분한 것은 본 논문의 최종발아율과 발아속도를 기초로 하여 상대적으로 구분하였기 때문에 객관성이 적을 수 있다는 한계가 있으나 기존의 논문에서 초화류의 발아특성을 그룹별로 구분한 시도가 없어 현장적용의 편리성과 실용성을 위하여 그룹을 구분하였다.

이를 통해 비탈면 복원 현장에서 발아테스트를 할 수 없을 때 적정 초화류를 용이하게 선정하고 생장을 예측하는데 도움이 될 것으로 생각된다. 또한 본 실험에서 공시된 초종은 비탈면 현장에서 주로 사용되는 것들로서 실제로 국내산 종자의 입수가 불가능하여 한지형잔디들은 미국산 종자, 그 외의 초종은 중국산 종자를 활용하여 자생초종을 사용할 수 없었던 한계가 있었다.

References

- Anonymous. 1965. Proceedings of the Association of Official Seed Analysts. 54(2) : 1-112.
- Bea SW. 2001. Studies on the hydroseeding of wild flowers and woody plants for the revegetation of the manmade slopes. Dankook University MS thesis. 1-87. (in Korean)
- Cho SR · Kim JH and Shim SR. 2015. Practical Use of Several Ground Covers on a Slope Revegetation Construction. J. Korean Env. Res. Tech. 18(3) : 97-107. (in Korean with English summary)
- Kim KN. 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. Weed Turf. Sci. 24(2) : 79-87. (in Korean with English summary)
- Kim NC. 1991. Studies on effects of vegetations on revegetation of slopes and rehabilitation of slope-landscapes. Seoul National University PhD. thesis. 1-78. (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 ummary)
- Kim KN · Cho CU · Bae YH and Park, SH. 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. Tech. 13(4) : 30-41. (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. Turfgrass Sci. 17(1) : 1-12. (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 Ben-

- tgrass Under Different Growing Conditions. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 11(5) : 79-91. (in Korean with English summary)
- Kim JH and Shim SR. 2009. A Vegetation Characteristics of a Cut-Slope Affected by Seeding Periods of the Winter Season. J. Korean Env. Res. Tech. 12(2) : 29-39. (in Korean with English summary)
- Korea Expressway Corporation. 2013. Quality standards for construction materials for highway construction [thirteenth revision]. (in Korean)
- DaeJon Regional Construction and Management Administration. 2016-a. Goesan~Goesan IC Road Test Construction Result Report of Slope Vegetation. 1-149. (in Korean)
- DaeJon Regional Construction and Management Administration. 2016-b. Boryeong~Cheongyang 1 Road Test Construction Result Report of Slope Vegetation. 1-108. (in Korean)
- Korea Water Resources Corporation. 2016. Slope Vegetation Monitoring Report of Chungju Dam Capacity Construction. 1-40. (in Korean)
- SAS Institute Inc. 2003. The SAS system for window Release 9.1
- Shim SR and Kim JH. 2006. Vegetation Characteristics of Main Herbaceous Flowers for Ecological Restoration. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 9(1) : 64-71. (in Korean with English summary)
- Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. 2009. Design and Construction Guidelines for Road Slope Reconstruction Work. 32-39. (in Korean)
- 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.
- Yu BD and Shim SR. 2016. The Optimal Seeding Amount of *Lespedeza cyrtobotrya* Miquel and *Indigofera pseudo-tinctoria* MATSUMURA on the Cut-slope Vegetation. J. Korean Env. Res. Tech. 19(1) : 61-71. (in Korean with English summary)
- Ham KS and Shim SR. 2015. Effects of Mixed Seeding of Main Revegetation Plants Treated with Different Seeding Amounts of *Pennisetum alopecuroides* on Cut-Slope Revegetation. J. Korean Env. Res. Tech. 18(1) : 25-35. (in Korean with English summary)