

산불이 곰솔림 산화지의 하층식생 구성과 쌀새(*Melica onoei* Fr.)의 종자발아에 미치는 영향

문 형 태

공주대학교 자연과학대학 생명과학과

적 요: 산불이 곰솔림 하층식생의 구조와 쌀새(*Melica onoei*)의 종자발아에 미치는 영향을 조사하였다. 수관화 지소에서 당년에 출현한 종 수는 38종으로 비산화지소의 20종에 비해 현저히 증가되었다. 우점종은 쌀새, 참억새, 땅비싸리, 싸리 순이었으며, 이들의 실생과 기존의 그루터기에서 나온 새순이 많이 관찰되었다. 산화 당년에 수관화 지역의 하층식생 지상부 생물량은 299.8 g/m²로 비산화지의 3배 이상이었으며, 이듬해 9월에는 하층식생의 지상부 생물량이 537.2 g/m²로 전년도에 비해 약 1.8배 증가하였고, 비산화지소에 비해 5.8배 높았다. 이중 쌀새가 차지하는 비율은 전체의 25.7%로 가장 높았다. 쌀새의 종자발아율은 대조구가 92%이었으며, 암처리구(D)는 86%로 대조구와 1% 수준에서 유의한 차이가 있었다. 솔잎(L)과 솔잎 추출물(E) 처리구의 발아율은 각각 45.5%, 39%로 낮았으며, 대조구와 0.5% 수준에서 유의한 차이가 있었다. L+E, D+L+E 처리구의 발아율은 각각 10.5%와 4.0%로 대조구와 모두 0.1% 수준에서 유의하였다. 본 수관화 지소에서 쌀새의 우점도가 증가하는 것은 쌀새의 발아를 억제하던 타감효과 물질이 산불에 의해 제거되었고 동시에 광 조건이 개선되었기 때문인 것으로 판단된다.

검색어: 발아, 산화지, 타감효과, 현존량, *Melica onoei*

서 론

교란은 군집을 구성하고 있는 기존 식물의 우점도를 감소시키고, 새로 출현하는 식물에게 필요한 자원의 이용도를 증가시키기 때문에 군집 동태에 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다 (Hoffmann 1996). 대부분의 육상생태계에서 산불은 가장 중요한 교란 요인 중의 하나이며, 특히 산불의 빈도와 강도는 그 지역의 식생에 의해 영향을 받고, 역으로 산불은 그 지역의 식생 구성에 영향을 준다 (Moreno and Oechel 1991). 산불은 일시적으로 토양의 영양염류를 증가시키는 것으로 알려져 있으며 (Kang and Lee 1982, Mun and Choung 1996, Lee *et al.* 1997), 이들 중 상당량이 재생되는 식생에 의해 흡수되고 이용할 수 있는 공간이 증가하여 기존의 식물이나 새로 출현하는 종의 생장이 향상된다 (Averill 1994, Mun and Choung 1997).

Martin 등(1975)은 산불에 의해 콩과식물 종자의 발아가 촉진됨을 관찰하고 실험실에서 18종의 콩과식물 종자에 열을 처리하여 이들의 발아율을 조사한 바 있고, Keeley와 Keeley(1987), Rohn과 Bragg(1989), Glenn-Lewin 등(1990), Tyler(1995)도 산불이 특정식물의 종자발아에 미치는 영향을 보고한 바 있다. Muller(1968), Heisey와 Delwiche(1985)는 타감효과가 식생 패턴

에 영향을 준다고 발표한 바 있으며, Keeley 등(1985)은 California의 chaparral 관목림에서 산불 이후에 많은 종류의 초본식물이 출현하는 원인을 이들의 발아를 억제하던 타감효과 물질이 산불에 의해 제거되기 때문인 것으로 보고한 바 있다. 국내에서 Kil 등(1989)은 곰솔 잎의 추출물과 곰솔 잎의 빗물 세탈액 그리고 곰솔림 임상의 토양을 이용한 발아실험에서 일부 식물의 발아와 실생의 생장이 억제되는 현상을 보고하였고, 곰솔 잎의 화학분석을 통해 타감효과가 있는 물질을 확인한 바 있다.

국내에서는 1990년대에 이르러 산불의 발생 빈도가 증가하고 있으며, 연평균 352건의 산불이 발생하고 있다 (Lee *et al.* 1997). 산불이 발생한 지소에서는 2차 천이를 통해 식생회복이 진행되는데, 이에 관한 많은 연구결과가 발표된 바 있다 (Kang and Lee 1982, Kim and Cho 1984, Kim 1989, Mun and Choung 1997). 그러나 산화지의 2차 천이에 대한 국내 연구의 대부분이 지역에 따른 우점종의 변화 과정에 관한 것이고 식생 구성의 변화 원인을 실험을 통해 규명한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구는 곰솔림(*Pinus thunbergii* forest) 산화지에서 하층식생의 구조를 파악하고, 산화 당년에 우점도가 현저히 증가한 쌀새(*Melica onoei*)의 종자발아에 미치는 광과 곰솔의 타감효과와 영향을 파악하여 산화지에서 진행되는 2차 천이의 기작을 규명하는데 그 목적이 있다.

본 연구는 1998년도 공주대학교 자체학술연구비의 일부 지원에 의하여 수행되었음.

재료 및 방법

조사지 개황

본 연구의 조사지는 행정구역상 충청남도 보령시 죽정동에 위치한 봉황산(257 m)으로 산화지는 봉황산의 남사면 일대 6ha에 국한되어 있다 (Cho 1998). 산화지는 곰솔(*P. thunbergii*)과 리기다소나무(*P. rigida*)가 혼생되어 있었고, 1997년 3월에 산불이 일어난 후 곰솔은 완전 고사하였으며, 일부 리기다소나무는 줄기와 밑둥에서 맹아가 형성되어 있었다. 1998년 5월 산화지 일부지역의 화재목을 벌목한 후 소나무를 조림하였으나 본 연구의 조사지역은 산화 후 그대로 방치된 상태로 남아있다 (Cho 1998).

식생조사 및 종자채취

조사지의 산화지를 수관층이 전소하여 곰솔이 모두 고사한 수관화 지소와 바로 인접한 대조구로 구분하였다. 회복되는 하층 식생의 구조를 파악하기 위하여 1997년 9월, 1998년 9월에 수관화 지소와 대조구에 각각 10개의 50 cm × 50 cm 방형구를 임의로 설정하였으며, 그 안에 포함되어 있는 식물을 지표면에서 절단하여 비닐봉지에 밀봉한 후 실험실로 운반하였다. 실험실에서는 방형구 내의 식물체를 각 종으로 분류하고 각각의 개체수를 파악하였으며, 상대빈도, 상대밀도를 산출한 후 중요치를 계산하였다. 개체수 파악이 끝난 식물체는 80°C에서 72시간 이상 건조시킨 후 평량하여 종별 건량과 단위 면적 당 건량을 산출하였다. 2차년도에는 각 종의 생물량을 중요치 산출에 사용하였다.

1998년 9월에 수관화 지소에서 쌀새(*M. onoei*)의 종자를 채취하였다. 쌀새는 다년생 벼과식물로 산지의 트인 숲에서 자라는 식물이다 (Lee 1985). 채취한 종자는 육안으로 식별하여 충실한 종자를 골라 냉장 보관 후 발아실험에 사용하였다.

발아실험

발아실험은 낮과 밤의 길이를 각각 12시간, 온도를 낮 25°C, 밤 12.5°C로 고정시킨 생장실에서 실시하였다. 직경 9 cm의 페트리접시에 여과지를 두 겹으로 깔고 그 위에 쌀새의 종자를 20립씩 배치하였다. 대조구에는 여과지가 마르지 않게 증류수를 공급하였다. 산화 후 쌀새의 종자발아가 증가한 이유로 산화에 의해 곰솔 잎에서 나오는 타감효과 물질의 제거(Keeley and Keeley 1989, Kil et al. 1989), 수관층의 제거로 인한 광량의 증가 등을 예상할 수 있었기 때문에 본 실험의 대조구와 실험구는 다음과 같이 설정하였다.

대조구 : 종자가 들어 있는 페트리 접시에 증류수를 공급(C).

실험구 1 : 페트리 접시를 알루미늄 호일로 싸 빛을 차단, 증류수 공급(D).

실험구 2 : 싱싱한 곰솔 잎을 잘게 썰어 종자와 함께 여과지에 놓은 후 증류수를 공급(L).

실험구 3 : 증류수 대신 곰솔 잎 추출물을 공급(E).

실험구 4 : 실험구 2에 증류수 대신 곰솔 잎 추출물 공급(L+E).

실험구 5 : 실험구 4의 조건에 알루미늄 호일로 싸 빛을 차단(L+E+D).

추출물은 곰솔 잎 350 g을 1 L의 증류수가 들어 있는 비이커에 넣고 알루미늄 호일로 입구를 봉한 뒤 70°C에서 24시간 동안 추출한 후 여과지(Whatman #1)로 여과하였다. 여과한 원액을 121°C의 autoclave에서 15분간 멸균한 후 냉장 보관하여 실험에 사용하였다. 실험구 2는 곰솔 잎 약 5 g을 5 mm 크기로 잘라 실험에 사용하였다. 실험구와 대조구는 모두 5반복으로 실시하였으며, 최초로 발아가 시작되는 날부터 매일 발아된 개체를 기록하였다. 발아의 판단은 종피가 터진 후 뿌리가 나오기 시작할 때를 기준으로 하였으며, 이를 위해 ×10의 돋보기를 이용하였다. 발아율은 전체 20개의 종자에 대한 %로 계산하였으며, 반복구의 평균값으로 나타내었다.

대조구와 각 실험구별 평균치의 차이는 SPSS 통계프로그램을 이용하여 유의수준 5%에서 t-검정을 실시하였다.

결 과

하층식생의 구조

대조구의 하층식생

하층식생은 산화 당년인 1997년 9월에 조사하였다. 비산화지는 수관화 지역과 연결되어 있으며, 수관화지역이 사면의 윗쪽을 차지한다. 비산화지에서 출현한 하층식물상은 총 20종류이었다. 이 중 16종의 중요치가 Table 1에 나와 있다. 그늘사초(*Carex lanceolata*)의 중요치가 가장 높았으며, 진달래(*Rhododendron mucronulatum*), 쌀새(*M. onoei*)의 순이었다. 비산화지 하층식생의 피도는 20% 정도이었다. 청미래덩굴(*Smilax china*), 노린재나무(*Symplocos chinensis* for. *pilosa*), 상수리나무(*Quercus acutissima*) 등의 관목이 우세하였고 초본식물은 매우 빈약하였다. 임상에는 약 5 cm 두께의 낙엽층이 형성되어 있었으며, 단위면적 당 하층식생의 생물량은 88.7 g/m²이었다. 비산화지에서는 2차년도의 경우에도 종 구성이나 생물량에 큰 변화가 없었으며, 하층식생의 생물량은 91.4 g/m²이었다.

수관화지소의 하층식생

수관화지소에서 첫해에 출현한 종 수는 38종으로 비산화지소에 비해 현저히 증가되었다. 우점종은 쌀새, 참억새, 땅비싸리(*Indigofera kirilowii*), 싸리(*Lespedeza bicolor*) 순이었다. 비산화지에서 그늘사초의 빈도와 밀도가 높는데 비해 수관화 지소에서는 그 값들이 매우 낮았다 (Table 2). 산화 당년에 땅비싸리

Table 1. Species composition of understory vegetation in the unburned site of *Pinus thunbergii* forest at Mt. Bongwhang in Boryeong in the first year

Species	R.F.	R.D.	I.V.
<i>Carex lanceolata</i>	12.2	34.0	46.2
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	12.2	25.1	37.3
<i>Melica onoei</i>	9.8	15.3	25.1
<i>Smilax china</i>	9.8	9.4	19.2
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	7.3	2.6	9.9
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	7.3	1.7	9.0
<i>Lespedeza bicolor</i>	4.8	2.1	6.9
<i>Miscanthus sinensis</i>	4.8	1.7	6.5
<i>Quercus acutissima</i>	4.8	1.7	6.5
<i>Quercus serrata</i>	4.8	1.7	6.5
<i>Polygala japonica</i>	4.8	1.3	6.1
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	4.8	0.9	5.7
<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	4.8	0.9	5.7
<i>Indigofera kirilowii</i>	2.5	0.9	3.4
<i>Eupatorium chinese</i> var. <i>simplicifolium</i>	2.5	0.4	2.9
<i>Aster scaber</i>	2.5	0.4	2.9

R.F.: Relative frequency, R.D.: Relative density, I.V.: Importance value

Table 2. Species composition of understory vegetation at crown fire site of *Pinus thunbergii* forest at Mt. Bongwhang in Boryeong in the first year

Species	R.F.	R.D.	I.V.
<i>Melica onoei</i>	13.0	49.4	62.4
<i>Indigofera kirilowii</i>	5.8	12.6	18.4
<i>Lespedeza bicolor</i>	8.7	4.8	13.5
<i>Miscanthus sinensis</i>	5.8	4.0	9.8
<i>Polygala japonica</i>	5.8	4.0	9.8
<i>Potentilla fragrilidea</i> var. <i>major</i>	4.3	3.8	8.1
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	5.8	2.1	7.9
<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>	5.8	2.1	7.9
<i>Quercus serrata</i>	5.8	1.7	7.5
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	4.3	3.2	7.5
<i>Lysimachia barystachys</i>	5.8	1.5	7.3
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>	5.8	1.1	6.9
<i>Patrinia villosa</i>	4.3	1.7	6.0
<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i>	4.3	1.1	5.4
<i>Carex lanceolata</i>	1.5	3.2	4.7
<i>Eupatorium chinese</i> var. <i>simplicifolium</i>	2.9	1.1	4.0
<i>Cyperus amuricus</i>	2.9	0.8	3.7
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	2.9	0.8	3.7
<i>Smilax china</i>	2.9	0.4	3.3
<i>Platycodon grandiflorum</i>	1.5	0.8	2.3

R.F.: Relative frequency, R.D.: Relative density, I.V.: Importance value

와 씨리 그리고 쌀새의 경우 실생과 그루터기에서 나온 새순을

Table 3. Species composition of understory vegetation at crown fire site of *Pinus thunbergii* forest at Mt. Bongwhang in Boryeong in the second year

Species	R.F.	R.D.	R.M.	I.V.
<i>Carex lanceolata</i>	12.1	46.5	6.7	65.3
<i>Melica onoei</i>	9.6	18.8	25.7	54.1
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	8.4	15.3	12.6	36.3
<i>Miscanthus sinensis</i>	8.4	5.4	15.7	29.5
<i>Lespedeza bicolor</i>	8.4	2.5	16.9	27.8
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	8.4	3.1	5.0	16.5
<i>Eupatorium chinensis</i> var. <i>simplicifolium</i>	6.0	1.4	3.4	10.8
<i>Sanguisorba officinalis</i>	7.2	1.5	1.9	10.6
<i>Quercus serrata</i>	3.6	0.6	4.3	8.5
<i>Allium thunbergii</i>	4.8	1.5	0.5	6.8
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	3.6	0.4	2.5	6.5
<i>Indigofera kirilowii</i>	3.6	0.8	1.2	5.6
<i>Potentilla fragrilidea</i> var. <i>major</i>	3.6	0.6	0.2	4.4
<i>Smilax china</i>	2.4	0.4	1.1	3.9
<i>Iris rossii</i>	2.4	0.2	0.1	2.7
<i>Attractylodes japonica</i>	1.2	0.4	1.1	2.7
<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>pilosa</i>	1.2	0.2	0.8	2.2
<i>Pinus rigida</i>	1.2	0.1	0.4	1.7
<i>Polygala japonica</i>	1.2	0.2	0.1	1.5
<i>Patrinia villosa</i>	1.2	0.1	0.1	1.4
<i>Platycodon grandiflorum</i>	1.2	0.1	0.1	1.4

R.F.: Relative frequency, R.D.: Relative density, R.M.: Relative mass, I.V.: Importance value

Table 4. Number of species and understory biomass of the unburned and the crownfire sites of *Pinus thunbergii* forest at Mt. Bongwhang in Boryeong in 1997 and 1998

Site	No. of species		Biomass (g/m ²)	
	1997	1998	1997	1998
Unburned	20	21	88.7	91.4
Burned	38	36	299.8	537.2

다수 관찰할 수 있었다. 1997년 9월에 수관화 지역의 하층식생 피도는 80~90%이었으며, 하층식생의 생장이 양호하여 지상부 생물량도 299.8g/m²로 비산화지의 3배 이상이었다 (Table 3).

1998년 9월에는 수관화지소 하층식생의 피도가 100%이었으며, 단위면적 당 생물량도 537.2 g/m²로 전년도에 비해 약 1.8배 증가하였으며, 이 값은 비산화지소에 비해 5.8배 높은 값이다. 이중 쌀새가 차지하는 비율은 전체의 25.7%로 가장 높았고, 그 다음은 씨리와 참역새(*Miscanthus sinensis*)로 각각 16.9%와 15.7%이었다. 산화 당년에 관찰되던 애기풀(*Polygala japonica*), 잔대(*Adenophora triphylla* var. *japonica*), 방동사나(*Cyperus amuricus*) 등은 다음해인 1998년에는 상대적으로 크게 감소하였

고 찰

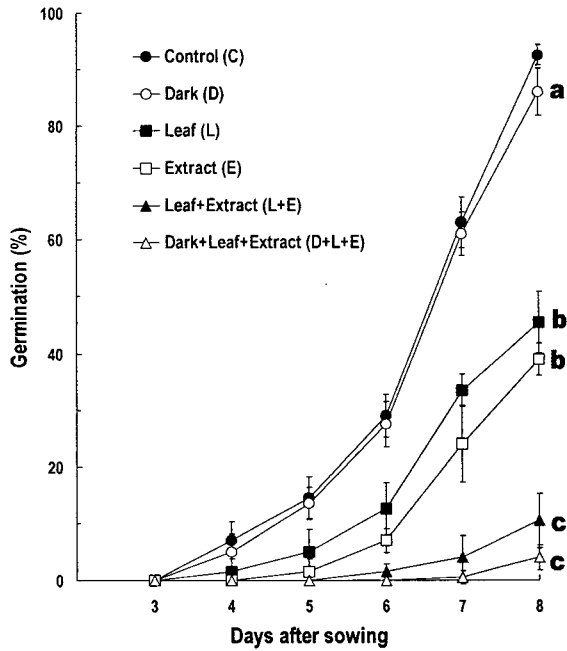


Fig. 1. Germination(%) of *Melica onoei* in the control and the different treatments (a, b and c indicate 1%, 0.5% and 0.1% significance level, respectively, compared to control).

다. 애기풀은 높이가 15 cm 내외로 산화 당년의 초기에는 임상에 식물이 거의 없어 이들의 상대수도가 증가하였으나 2년째에는 다른 초본식물이 무성하여 햇빛을 잘 받을 수 없는 관계로 그 수도가 낮아진 것으로 판단된다. 까치수영(*Lysimachia barystachys*)과 방동사니도 산화지에 흔히 출현하는 식물인데(Mun and Choung 1997), 산화 후 2년째에는 출현빈도가 현저히 감소되었다.

쌀새의 발아

대조구와 각 실험구의 발아실험 결과 대조구(C)는 발아실험이 시작된 후 7일 만에 60% 이상 발아하였으며, 8일 후에 약 92.5%의 발아율을 보였다 (Fig. 1). 암 처리구(D)의 경우 6일과 7일까지는 발아율이 대조구와 비슷하였으나, 8일 후에는 86%의 발아율을 보여 대조구와 1% 수준에서 유의한 차이가 있었다. 잘게 썬 곰솔 잎(L)과 곰솔 잎 추출물(E)을 처리한 구에서는 8일째 발아율이 각각 45.5%, 39.0%이었으며, 이것은 대조구와 0.5% 수준에서 유의성이 인정되었다. 잘게 썬 곰솔 잎과 곰솔 잎 추출물을 함께 처리한 구(L+E)에서는 8일 후 발아율이 10.5%로 대조구에 비해 현저히 낮았으며, 대조구와 0.1% 수준에서 유의성이 인정되었다. 잘게 썬 곰솔잎, 곰솔 잎 추출물, 그리고 암 처리(L+E+D)를 복합적으로 처리한 구에서는 7일 후에 일부가 발아하기 시작하여 8일 후에는 발아율이 4%로 거의 발아가 되지 않는 것으로 나타났으며, 대조구와 0.1% 수준에서 유의성이 인정되었다.

산불은 그 지역의 광량이나 토양의 이화학적 성질을 변화시키고, 새로운 공간자원을 형성할 수 있기 때문에 식물군집의 종 다양성을 높게 유지시키는 역할을 한다. 산불은 모든 육상생태계에서 자주 발생하는 교란 요인이지만 산불의 빈도나 강도에 따라 생태계의 반응에 많은 차이가 있다 (Whelan 1995, Bond and van Wilgen 1996, Carrington and Keeley 1999).

Mun과 Choung (1997)은 강원도 고성 의 소나무림 산화지에서 당년에 재생되는 식생 중 고사리, 방동사니, 참싸리, 큰까치수영의 출현빈도가 높은 것으로 보고한 바 있다. 본 조사지소에서도 산화 당년에 수관화지소에서 방동사니, 고사리(*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*), 까치수영의 출현빈도가 비산화지소에 비해 높은 것으로 나타났으나 다음해에는 고사리를 제외하고 이들의 출현 빈도가 현저히 감소하였다. 또한 싸리의 경우 산화 당년에는 실생에 의한 개체들이 많이 관찰되었고 이들의 지하부가 발달함에 따라 이듬해에 생물량이 크게 증가하는 것으로 조사되었다 (Mun and Choung 1997).

Park과 Kim(1981), Sim과 Kim(1993), Kim과 Sung(1995)의 조사결과에 의하면 당년의 산화지에서 억새, 솔새, 산거울 등의 중요치가 증가하는 것으로 되어 있으나 Mun과 Choung (1997)의 조사에서는 이들 식물이 관찰되지 않은 것으로 보고된 바 있다. 본 조사지소에서는 Mun과 Choung(1997)의 결과와는 달리 수관화 지소에서 쌀새, 참억새 등 벼과식물의 중요치가 크게 증가하였고 특히 쌀새는 수관화 지소에서 우점종 위치를 차지하였다. 이러한 결과는 산화지에서 재생되는 식물군집의 구조가 지소에 따라 차이가 있음을 의미한다. 산화지에서 재생되는 식생의 구조는 산화 이전의 식생 구조 및 인접지역의 식생과 관련이 있다 (Kim and Sung 1995, Whelan 1995, Bond and van Wilgen 1996, Mun and Choung 1997).

McPherson과 Muller(1969)는 California의 chaparral 관목림에서 *Adenostoma fasciculatum* 에서 방출되는 독성물질에 의해 하층식물의 종자발아가 억제되고, 산불에 의해 이들 관목의 지상부가 제거될 때에만 발아가 되는 것으로 보고한 바 있다. 그러나 산불에 의한 타감효과 물질의 제거 이외에도 다른 여러 가지 요인들이 종자 발아에 영향을 준다는 것이 밝혀졌다 (Christensen and Muller 1975, Keeley and Keeley 1989). 본 조사지소에서는 산화 당년과 이듬해 쌀새의 중요치가 인접한 비산화지에 비해 현저히 높게 유지되는 것으로 조사되었으며, 산화 당년에 수관화 지소에서 쌀새의 생물량은 많지 않았지만 이듬해에는 급격히 증가하였다. 이것은 다년생식물인 쌀새의 지하부가 발달함에 따라 지상부 생물량도 증가하기 때문이다.

Kil 등 (1989)은 곰솔의 잎 추출물과 곰솔림 토양을 이용한 종자발아 실험에서 잎 추출물과 세탈액이 수용체식물의 종자 발아와 실생의 성장을 크게 저해하는 것을 확인한 바 있다. 본 조사지소에서 산화 당년과 이듬해에 쌀새의 중요치가 증가하는 요인으로 수관층을 형성하던 곰솔의 타감효과가 산불에 의

해 사라지고 부수적으로 수반되는 광 조건의 개선을 고려할 수 있었다.

생장실에서 실시한 실험결과에 의하면 싹새는 곰솔 잎과 곰솔 잎 추출물에 의해 발아가 억제되었으며, 이들 두 요인과 암처리를 동시에 하였을 경우 거의 발아가 되지 않는 것으로 나타났다. 암처리만을 한 실험구에서는 발아율이 86%로 높았지만, 잘게 썬 솔잎이나 솔잎 추출물과 함께 처리하였을 때에는 발아율이 현저히 낮아지는 것으로 보아 이들 요인들이 싹새의 종자발아 억제에 상승효과가 있는 것으로 판단된다.

본 조사지소의 곰솔림에서는 곰솔 잎과 낙엽에서 유래되는 타감효과 물질에 의해(Kil *et al.* 1989) 싹새의 발아가 억제되나 산화지에서는 이들 요인들이 제거되고 광 조건이 개선되기 때문에 싹새의 발아가 촉진되어 우점도가 증가하는 것으로 판단된다. 더구나 종자발아에 의해 출현한 싹새는 그루터기를 형성하여 분얼에 의해 점유면적과 지상부 개체수가 증가되기 때문에 본 조사지소에서는 상당 기간 싹새의 우점이 계속될 것으로 판단된다.

산화지에서 진행되는 2차 천이과정은 여러 가지 환경요인들에 의해 영향을 받을 뿐만 아니라 구성 종의 상호작용에 의해서도 영향을 받는다. 산화지에서 초기에 출현한 식물이 시간이 지남에 따라 그 수도가 변화하는 것은 생식방법, 다른 식물과의 경쟁력 등에 차이가 있기 때문이다 (Whelan 1995, Bond and van Wilgen 1996, Carrington and Keeley 1999). 따라서 산화지에서의 2차 천이과정을 파악하기 위해서는 구성 종들의 개체 생태학적인 연구가 필요하다.

인용문헌

- Averill, R.D., L. Larson, J. Saveland, P. Wargo, J. Williams and M. Bellinger. 1994. Disturbance processes and ecosystem management. <http://www.fs.fed.us/research>
- Bond, W.J. and B.W. van Wilgen. 1996. Fire and Plants. Chapman and Hall, N.Y. 263p.
- Carrington, M.E. and J.E. Keeley. 1999. Comparison of post-fire seedling establishment between scrub communities in mediterranean and non-mediterranean climate ecosystems. *J. of Ecology* 87: 1025-1036.
- Cho, H.C. 1998. Comparisons of soil properties, understory vegetation and nutrients absorption by plants between the burned and the unburned sites in *Pinus densiflora* forest. M.S. Thesis. Kongju National University. 40 p.
- Christensen, N.L. and C.H. Muller. 1975. Relative importance of factors affecting germination and seedling survival in *Adenostoma* chaparral. *Amer. Midl. Nat.* 93: 71-78.
- Glenn-Lewin, D.C., L.A. Johnson, T.W. Jurik, A. Akey, M. Leoschke and T. Rosburg. 1990. Fire in central North American grasslands: Vegetative reproduction, seed germination, and seedling establishment. In S.L. Collins and L.L. Wallace (eds.), *Fire in North American Tallgrass Prairies*. Univ. of Oklahoma Press, Norman. pp. 28-45.
- Heisey, R.M. and C.C. Delwiche. 1985. Allelopathic effects of *Trichostema lanceolatum* (Labiatae) in the California annual grassland. *J. of Ecology* 73: 729-742.
- Hoffmann, W.A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savana. *J. of Ecology* 84: 383-393.
- Kang, S.J. and J.T. Lee. 1982. Ecological studies on vegetation recovery of burned field after forest fire. *Kor. J. Ecology* 5: 54-62.
- Keeley, J.E. and S.C. Keeley. 1987. The role of fire in the germination of chaparral herbs and suffrutescents. *Madrono* 34: 240-249.
- Keeley, J.E., B.A. Morton, A. Pedrosa and P. Trotter. 1985. Role of allelopathy, heat and charred wood in the germination of chaparral herbs and suffrutescents. *J. of Ecology* 73: 445-458.
- Kil, B.S., S.H. Oh and Y.S. Kim. 1989. Effects of growth inhibitors from *Pinus thunbergii*. *Kor. J. Ecology* 12: 21-35.
- Kim, W. 1989. The secondary succession and species diversity at the burned area of the pine forest. *Kor. J. Ecology* 12: 285-295.
- Kim, W. and Y.H. Cho. 1984. Revegetation and secondary succession of the burned area in Mt. Sanseung. *Kor. J. Ecology* 7: 203-207.
- Kim, W. and K.H. Sung. 1995. A comparison of the plant community structures in the burned and unburned areas of Mt. Kumo-san. *Kor. J. Ecology* 19: 55-64.
- Lee, T.B. 1985. Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul. 990 p.
- Lee, W.K., C. Kim, S.H. Cha, Y.K. Kim, J.K. Byun, K.S. Koo and J.W. Park. 1997. Fire effects on soil physical and chemical properties following the forest fire in Kosung. *Kor. J. Ecology* 20: 157-162.
- Martin, R.E., R.L. Miller and C.T. Cushwa. 1975. Germination response of legume seeds subjected to moist and dry heat. *Ecology* 56: 1441-1445.
- McPherson, J.K. and C.H. Muller. 1969. Allelopathic effects of *Adenostoma fasciculatum*, "chamise", in the California chaparral. *Ecol. Monographs* 39: 177-198.
- Moreno, J.M. and W.C. Oechel. 1991. Fire intensity effects on germination of shrubs and herbs in southern California chaparral. *Ecology* 72: 1993-2004.
- Muller, C.H. 1968. The role of chemical (allelopathy) in vegetational composition. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 93: 332-351.

- Mun, H.T. and Y.S. Choung. 1996. Effects of wildfire on soil nutrients in pine forests in Kosung, Kangwon Province. Kor. J. Ecology 19: 375-383.
- Mun, H.T. and Y.S. Choung. 1997. Species composition and nutrient absorption by plants in the immediate postfire year. Kor. J. Ecology 20: 27-33.
- Park, B.K. and J.H. Kim. 1981. Effects of fire in vegetation and soil nutrients in Mt. Chiak. Kor. J. Botany 24: 31-45.
- Rohn, S.R. and T.R. Bragg. 1989. Effect of burning on germination of tallgrass prairie plant species. In T.B. Bragg and J. Stubbendieck (eds.), Proc. 11th North American Prairie Conf. Univ. of Nebraska, Lincoln. pp169-171.
- Sim, H.B. and W. Kim. 1993. Comparison of the community structure in the burned and unburned areas in Seobje-Gol. Kor. J. Ecology 16: 429-438.
- Tyler, C.M. 1995. Factors contributing to postfire seedling establishment in chaparral: direct and indirect effects of fire. J. of Ecology 83: 1009-1020.
- Whelan, R.J. 1995. The ecology of fire. Cambridge Univ. Press. 346p.

(2000년 2월 10일 접수; 2001년 2월 28일 채택)

Effects of Fire on Species Composition of Understory Vegetation and Seed Germination of *Melica onoei* in Black Pine Forest

Mun, Hyeong-Tae

Department of Biology, Kongju National University, Chungnam 314-701, Korea

ABSTRACT : Comparisons of understory vegetation between the burned and the unburned area, and effects of fire on seed germination of *Melica onoei*, which increased importance value in burned area, were investigated in the black pine forest. The number of plant species in burned and unburned area was 38 and 20, respectively. *Melica onoei*, *Indigofera kirilowii*, *Lespedeza bicolor*, *Miscanthus sinensis* were the most abundant species in burned area. A number of seedlings and sprouts of these species were found in burned area. Standing biomass of understory vegetation in burned and unburned area was 88.7g/m² and 299.8g/m², respectively, in the immediate postfire year. However, standing biomass in burned area increased to 537.2g/m² and relative standing biomass of *Melica onoei* was the highest with a value of 25.7% in the second year. Seed germination of *Melica onoei* in control(C), dark (D), leaf (L), leaf extract (E) treatment was 92.5%, 86.0%, 45.5% and 39.0%, respectively. However, seed germination in L+E and D+L+E treatment was 10.5% and 4.0%, respectively. It is assumed that higher importance value of *M. onoei* in the postfire vegetation in this study area might be due to the removal of allelopathic inhibitors and the improvement of light condition after fire.

Key words : Allelopathy, Burned area, Germination, *Melica onoei*, Standing biomass
