

새별오름에서 초지 화입에 의한 식생 변화 연구

송국만 · 강성현 · 최선아 · 김문홍*

제주대학교 생물학과

(2009년 11월 27일 접수; 2010년 2월 22일 수정; 2010년 4월 2일 채택)

A Study on the Changes of the Vegetation by Burned Grasses in Saebyeol-Oreum of Jeju-do

Kuk-Man Song, Seong-Hyun Kang, Sun-Ah Choi, Moon-Hong Kim*

Department of Biology, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea

(Manuscript received 27 November, 2009; revised 22 February, 2010; accepted 2 April, 2010)

Abstract

This research was made to investigate the effects of burned, which is made in the early spring every year at Saebyeol-Oreum from 2003 to 2009, on changes in vegetation on the grassland. The results of analyzing the characteristics of the lay of the land showed that the proportion of the surface land that had the angle of azimuth and the angle of slope in the range of southeast 135°~180° accounting for 73.89% and 21°~30° accounting 58.33% of the entire surface land, respectively, was found to be highest. The results of the analysis showed that the relative importance value was found to be lowered from 27.07 in 2003 to 19.47 in 2009, and this can be attributable to the relative importance value of *Artemisia japonica* having been heightened from 7.07 in 2003 to 16.23 in 2009. The reason that the relative importance value of *Artemisia japonica* was found to be high is thought to be that vegetation on the surface land was removed by burned in the early spring and, due to this, the dry surface of soil and the high slope accelerated the soil erosion and could not provide proper environment of the growth and development for *Imperata cylindrical* and *Miscanthus sinensis*, so *Imperata cylindrical* and *Miscanthus sinensis* were excluded and *Artemisia japonica* whose importance value had been highest have flourished. Researches to maintain the current vegetation on the burned location of Saebyeol-Oreum and to adjust physical characteristics of soil to restore vegetation and the proper time and cycle of burned should be conducted.

Key Words : Burn, Relative importance value, Saebyeol-Oreum, Jeju

1. 서론

생태학적 측면에서 보면 산불(Forest fire)은 탈산림화, 생물 다양성 감소, 야생동물 서식지 파괴, 토양 영양물질 소실, 홍수 피해 증가, 국지 기상의 변화, 산성

비와 대기오염 증가, 이산화탄소 배출량 증가로 기후 변화 초래 등의 영향을 끼칠 수 있다(산림청, 2009). 하지만 화입이 농경문화가 발달한 우리나라에서 예로부터 이른 봄철 枯葉을 제거하여 신초의 신속한 재생을 돕고, 그루터기나 줄기 밑동 부위가 검은 색으로 변하여 지온 상승을 초래함으로써 생육 촉진이 가능하며, 고엽에 남아있는 병해충의 방제효과 등을 기대할 수 있는 긍정적인 효과도 있다(이와 임, 2000). 뿐만

*Corresponding Author : Moon-Hong Kim, Department of Biology, Jeju National University, Jeju 690-756, Korea
Phone: +82-064-754-3525
E-mail: moonhong@cheju.ac.kr

아니라 최근 일부 지역에서는 관광 이벤트의 일환으로 화입이 이루어지기도 한다.

새별오름은 제주시 애월읍 봉성리에 위치하며, 해발 519 m, 면적 약 500,000 m²의 복합형 화산체이다(제주도, 1997). 오름 주변에는 우마(牛馬)의 방목을 위한 목장과 건조(乾草)의 생산을 위한 초지가 조성되어 있으며, 오름의 남쪽은 비교적 균일한 경사의 사면이고 화입이 이루어지고 있는 초지 식생으로 이루어져 있고, 북쪽은 여러 개의 봉우리들로 이루어져 경사가 다양한 말굽형의 형태를 하고 있고, 관목림과 초지 식생으로 이루어져 있다. 이곳은 2000년부터 매년 정월대보름을 즈음하여 들불축제가 이루어지고 있으며, 새별오름의 남쪽 사면을 중심으로 화입이 이루어지고 있다.

산불 피해지에 대한 연구는 삼림(森林)에 산불이 나서 2차적으로 조성된 산화적지에 대한 식생 조사(김, 1983; 김 등, 1999; 김과 장, 1985; 심과 김, 1993, 1996, 1998; 조, 1987; 조와 김, 1992)와 산불이 토양 화학적 특성에 미치는 영향에 대한 조사(김, 2005; 문과 정, 1996; 박과 이, 2000; 심과 김, 1996, 1998; 이 등 1997). 초지에 대한 연구(김 등, 1978; 윤과 장, 1969; 조, 1986; Kim과 Mun, 1982)와 같이 식생 천이에 대한 연구가 대부분이었다. 하지만 제주특별자치도의 통계(제주특별자치도, 2008)에 의하면 목장용지가 제주도 전체 면적의 약 10%에 해당하는 167.5 km²로서 높은 비중을 차지하고 있다. 이 목장 용지의 현황 중 상당한 면적을 차지하고 있는 초지가 제주도 식물 생태계 천이의 초기 단계에서 매우 중요한 위치를 가지고 있음에도 불구하고 이런 초지 식생에 대한 연구는 극히 미약한 실정이다.

본 연구는 새별오름에서 반복적인 화입이 초지 식생에 미치는 영향을 조사하여 식생 천이 연구의 기초 자료로 활용하고자 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 조사지역

새별오름은 제주특별자치도 제주시 애월읍 봉성리에 위치하며, 해발 519.3 m, 북위 33° 21' 47", 동경 126° 21' 34"를 중심으로 동서 길이 910 m, 남북 길이 860 m인 복합형 화산체이다(Fig. 1). 정상부를 중심으로 서쪽과 북쪽은 사면의 경사 변화가 다양하고

관목과 초지가 발달 하였으며, 남쪽과 동쪽은 다른 사면에 비해 경사 변화가 균일하고 대부분 초지로 이루어져 있다. 2000년부터 매년 2월에 참억새, 띠가 우점하는 남쪽 사면을 대상으로 화입이 이루어져 오고 있으며, 약 20~30분 동안 지표면의 구엽(舊葉)을 제거하는 수준의 비교적 온도가 낮은 지표화가 이루어진다.

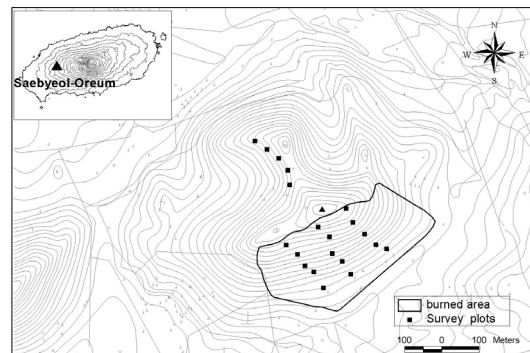


Fig. 1. Map of the surveyed plots in Saebyeol-Oreum.

2.2. 조사 및 분석 방법

새별오름 남쪽 화입지와 서쪽 비화입지 초지를 대상으로 종다양도가 제일 높았던 2003년 8월의 조사 결과(송, 2005)를 바탕으로 2009년 8월에 동일한 조사구에서 조사가 이루어졌다. 각 조사구의 식생 조사는 1m×1m(1m²)의 방형구에서 출현하는 모든 식물의 수종과 초장, 개체 수, 피도를 조사하여 기록하였다.

2003년에 조사된 결과(송, 2005)와 2009년의 조사 결과를 이용하여 화입지와 비화입지의 출현종의 상대 중요치(Relative importance value : R.I.V.)(Curtis와 McIntosh, 1951), 종다양도(Species diversity : H'), 균재도(J), 우점도(1-J')(Brower와 Zar, 1977)의 변화를 비교 분석하였다.

새별오름 화입지의 지형 특성 분석은 Arcview 3.2a(ESRI)를 사용하였으며, 수치지형도(1/5,000)를 이용해 수치표고모델(DTM:Digital Terrain Model)을 작성한 후 지형 특성 (Slope and Azimuth)분석을 수행하였다.

3. 결과

3.1. 새별오름 화입지 지형 특성

새별오름 화입지 사면의 경사(Slope)와 방향(Azimuth)

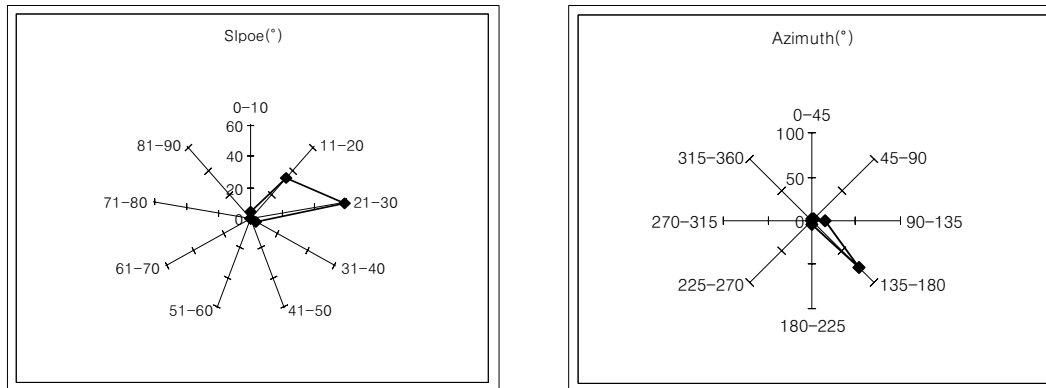


Fig. 2. Distribution ratio of burned area classified by slope and azimuth in Saebyeol-Oreum.

Table 1. Changes of relative importance values of major 10 species in investigation area

Investigation year	Scientific name	Korean name	R.D.	R.F.	R.C.	R.I.V.
Burned area	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	띠	7.54	33.20	40.48	27.07
	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	참억새	6.03	11.51	13.42	10.32
	<i>Artemisia japonica</i>	제비쭉	4.02	8.22	8.98	7.07
	<i>Rubus parvifolius</i> for. <i>parvifolius</i>	멍석말기	3.52	6.97	3.61	4.70
	<i>Vicia unijuga</i>	나비나물	5.53	3.85	2.45	3.94
	<i>Isodon inflexus</i>	산박하	4.02	3.68	3.26	3.65
	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	쭉	5.03	3.29	2.04	3.45
	<i>Pennisetum alopecuroides</i> var. <i>alopecuroides</i>	수크령	4.52	2.63	2.54	3.23
	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	고사리	2.51	2.96	2.87	2.78
	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i>	영경귀	4.52	1.97	1.55	2.68
Other species : 46						
Unburned area	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	참억새	6.94	0.84	34.72	14.17
	<i>Angelica decursiva</i>	바디나물	1.39	23.77	0.34	8.50
	<i>Isodon inflexus</i>	산박하	6.94	1.68	16.26	8.29
	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	띠	5.56	1.05	14.39	7.00
	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	쭉	5.56	12.98	2.37	6.97
	<i>Sanguisorba officinalis</i>	오이풀	2.78	16.13	0.68	6.53
	<i>Rubus parvifolius</i> for. <i>parvifolius</i>	멍석말기	6.94	5.03	2.54	4.84
	<i>Rosa wichuraiana</i>	돌가시나무	5.56	4.40	2.54	4.16
	<i>Pennisetum alopecuroides</i> var. <i>alopecuroides</i>	수크령	2.78	4.40	4.23	3.80
	<i>Artemisia japonica</i>	제비쭉	4.17	3.77	1.52	3.15
Other species : 23						
Burned area	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	띠	6.25	30.11	22.06	19.47
	<i>Artemisia japonica</i>	제비쭉	7.21	17.12	24.37	16.23
	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	참억새	5.77	5.90	16.55	9.41
	<i>Vicia unijuga</i>	나비나물	6.25	7.91	3.66	5.94
	<i>Viola</i> sp.	제비꽃sp	6.73	4.13	1.81	4.22
	<i>Chamaecrista nomame</i>	차풀	3.37	6.49	2.22	4.02
	<i>Isodon inflexus</i>	산박하	3.37	3.54	3.07	3.33
	<i>Rubus parvifolius</i> for. <i>parvifolius</i>	멍석말기	4.81	1.00	2.71	2.84
	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>maackii</i>	영경귀	3.37	1.36	2.67	2.46
	<i>Mosla dianthera</i>	취깨풀	2.88	2.77	0.95	2.20
Other species : 42						
Unburned area	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	참억새	7.14	1.39	32.84	13.79
	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	띠	7.14	4.18	17.98	9.77
	<i>Coculus trilobus</i>	땡땡이덩굴	4.29	17.64	2.03	7.99
	<i>Amphicarpaea bracteata</i> subsp. <i>edgeworthii</i>	새콩	1.43	22.01	0.16	7.86
	<i>Isodon inflexus</i>	산박하	5.71	0.28	10.79	5.59
	<i>Adenophora coronopifolia</i>	둥근잔대	4.29	9.94	1.25	5.16
	<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i>	개솔새	4.29	5.11	5.32	4.90
	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	쭉	5.71	3.81	3.28	4.27
	<i>Calamagrostis arundinacea</i>	실새풀	5.71	1.11	5.94	4.26
	<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i>	솔나물	7.14	0.19	3.28	3.54
Other species : 20						

R.D.(Relative Density), R.F.(Relative Frequency), R.C.(Relative Coverage)

을 분석한 결과는 Fig. 2와 같다.

화입지 지표면의 경사 각도는 21°~30°의 범위가 58.33%로 으뜸의 450 m 부근에서 정상부 지역이 해당되며, 11°~20°의 범위가 33.22%로 화입지 제일 낮은지역부터 약 450 m 부근까지 해당한다. 경사면의 방향은 남동쪽의 135°~180°의 범위가 73.89%로 제일 높게 분석되었다.

3.2. 식생 구조 변화

화입지와 비화입지의 2003년과 2009년 조사된 식생 구조는 Table 1과 같다. 2003년 화입지에서 출현종의 상대중요도는 띠는 27.07, 참억새 10.32, 제비쭉 7.07으로 조사되었으며, 비화입지는 참억새가 14.17로 조사되었다. 2009년 화입지에서는 띠 19.47, 제비쭉 16.23, 참억새 9.41로 조사되었으며, 비화입지는 참억새가 13.79로 조사되었다.

3.3. 종다양성 지수 변화

Table 2에 2003년과 2009년의 화입지와 비화입지의 종다양성 조사 결과를 나타냈다. 2003년에는 화입지가 56 분류군, 비화입지는 33 분류군이 조사되었으며, 종다양도 지수는 화입지가 1.175, 비화입지는 1.155, 최대 종다양도 지수는 화입지가 1.748, 비화입지는 1.519, 균재도 지수는 화입지가 0.672, 비화입지는 0.761, 우점도 지수는 화입지가 0.328, 비화입지는 0.239로 조사되었다. 2009년에는 화입지가 52 분류군, 비화입지는 30 분류군이 조사되었으며, 종다양도 지수는 화입지가 1.144, 비화입지는 1.159, 최대 종다양도 지수는 화입지가 1.716, 비화입지는 1.477, 균재도 지수는 화입지가 0.667, 비화입지는 0.785, 우점도 지수는 화입지가 0.333, 비화입지는 0.215로 조사되

어 각 각의 지수는 모두 소폭의 차이를 보이고 있다. 특히 종다양도 지수는 2003년에는 화입지가 높았지만, 2009년의 결과에서는 비화입지가 높게 나타나는 것으로 조사되었다.

4. 고 찰

일반적으로 화입지의 경우 산화 후 출현하는 식물의 종수가 비산화지 보다 높게 나타나는 것으로 알려져 있다(김 등, 1999; 김과 장, 1985; 문과 정, 1996; 심과 김, 1993, 1996, 1998; 이 등, 2003). 산림의 산화에 의해 발생하는 식생의 변화에 관한 연구는 일차 산화 발생 후 복원되는 상태의 산화적지를 비산화지의 식생과 비교하여 대부분 식생의 다양성이 높게 나타난다는 결과에 비해 새별오름 화입지는 신엽(新葉)이 발생하기 이전 이른 봄철에 구엽(舊葉)을 제거하는 수준의 지표(地表)화가 발생하는데 이 같은 화입이 매년 이루어지고 있는 것이 다른 산화 피해지와 다른 특징이다. 본 조사결과 2003년에는 출현종이 56 분류군이 있으나 2009년에는 52 분류군으로 소폭 감소하였다. 종다양성 지수에서 2003년에는 화입지가 높게 나타났지만, 2009년에는 비화입지가 높게 나타난 것으로 조사되었다. 이는 화입이 최초 시작되어 몇 년이 지나지 않은 시기에 산화지가 높은 출현종수를 보인다는 결과(김 등, 1999; 김과 장, 1985; 문과 정, 1996; 심과 김, 1993, 1996, 1998; 이 등, 2003)와 유사하지만, 2009년 현재 반복된 화입은 식생의 다양성의 안정화가 나타난 것으로 판단된다. 하지만 2003년 띠, 참억새, 제비쭉의 순으로 상대중요치가 높게 나타났지만, 2009년에는 띠, 제비쭉, 참억새의 순으로 큰 변화가 발생하였다. 뿐만 아니라, 2003년에는 띠의 우점치가

Table 2. Change values of various diversity indices of Investigation area

Investigation year	No. of species (S)	Species diversity (H')	Maximum H' (Max. H')	Evenness (J')	Dominance (1-J')	
03'	Burned area	56	1.175	1.748	0.672	0.328
	Unburned area	33	1.155	1.519	0.761	0.239
09'	Burned area	52	1.144	1.716	0.667	0.333
	Unburned area	30	1.159	1.477	0.785	0.215

참억새와 제비쭉에 비해 상대적으로 높게 나타났지만, 2009년에는 띠의 우점치가 비교적 낮게 나타나고 있다. 참억새는 상대중요도 지수가 비슷하게 유지되고 있으나 제비쭉의 중요도가 상대적으로 매우 높게 조사되고 있는 것이 특징이다. 이 같은 변화의 원인은 새별오름에서 식생의 변화와 토양의 화학적 특성 변화는 화입이 직접적인 원인으로 작용되지 않으며(김, 2005; 송, 2005), 화입에 의한 토양의 화학적 특성 변화보다는 상대중요치가 높게 변화된 제비쭉(이 등, 2003)의 생육환경, 즉 토양의 물리적 환경 변화가 그 원인이 되는 것으로 판단된다. 지표면의 식생 제거는 토사 유출의 급격한 증가를 초래할 뿐만 아니라(김 등, 2006), 지표면의 경사도가 높을수록 토양 침식량이 높아진다(양 등, 2005). 새별오름의 지형 특성 분석 결과 남동쪽 방향의 135°~180°의 범위에 화입지 대부분이 포함되어 다양한 방향성을 갖지 못하고 있고, 경사도 20°를 전후로 30°의 경사면이 약 90%를 차지하고 있다. 따라서 새별오름에서 건조한 시기의 화입은 지표면의 구멍이 완전히 제거시켜 토양의 건조를 가속화시키고 있으며, 일부 지역은 토양 침식을 일으킬 뿐만 아니라 화입 시에 집중적인 인화물질이 투입된 지역은 지표면의 사막화도 발생되고 있어 출현 종의 중요치 변화는 더욱 지속될 것으로 판단된다. 토양의 물리적 변화에 대한 연구뿐만 아니라 적절한 화입 시기와 주기를 조절할 수 있는 방안을 모색해야 할 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구는 새별오름에서 2003년부터 2009년 까지 매년 이른 봄철에 이루어지는 화입이 초지 식생 변화에 미치는 영향을 조사하기 위해 실시하였다. 지형 특성 분석 결과 화입지 지표면의 방위각은 남동쪽 방향인 135°~180°의 범위가 73.89%, 경사 각도는 21°~30°의 범위가 58.33%로 제일 높게 나타났다. 상대중요도 분석결과 띠는 2003년 27.07에서 2009년 19.47로 낮아졌으며 이는 제비쭉의 상대중요도가 2003년에는 7.07에서 2009년 16.23으로 높게 나타난 것이 그 원인으로 판단된다. 이처럼 제비쭉이 상대중요도가 높게 나타난 것은 이른 봄철 화입에 의해 지표면의 식

생이 제거되고 이로 인해 토양 표면의 건조와 높은 경사로 인해 토양 침식을 가속화시켜 띠와 참억새의 적절한 생육 환경을 제공하지 못함으로 참억새와 띠를 제외하고 중요치가 제일 높았던 제비쭉이 번성하는 원인으로 사료된다. 새별오름 화입지의 현재 식생을 유지시키고 식생 복원을 위한 토양의 물리적인 특성과 적절한 화입 시기와 주기를 조절 할 수 있는 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

김승찬, 조남기, 김한림, 1978, 제주도 개량목초지의 식생 천이에 관한 조사 연구, 한국축산학회지, 20(2), 164-170.

김원, 1983, 당지동 산화적지의 이차식생, 한국생태학회지 6(3), 187-197.

김원, 박정혜, 조영호, 1999, 산불이 삼마산의 삼림식생에 미치는 영향, 한국생태학회지, 22(3), 145-153.

김중홍, 장한성, 1985, 짜리바구산의 산화적지의 초기식생 천이, 한국생태학회지, 8(2), 109-117.

김진, 2005, 화입이 제주도 새별오름의 토양 화학적 특성과 식생에 미치는 영향, 석사학위논문, 제주대학교.

김창기, 정연숙, 주광영, 이규송, 2006, 산불 피해 산림의 식생 발달과 토양 보존을 위한 사면 처리 효과, 한국생태학회지, 29(3), 295-303.

문형태, 정연숙, 1996, 강원도 고성지역에서 산불이 소나무림 토양의 영양염류에 미치는 영향, 한국생태학회지, 19(5), 375-383.

박관수, 이승우, 2000, 산화에 의한 토양특성 변화에 관한 연구, 충남대학교 농업과학연구소, 농업과학연구, 27(2), 95-100.

산림청, 2009, <http://sanfire.forest.go.kr/foahome>.

송국만, 2005, 화입에 의한 새별오름의 식물상 및 식생 변화, 석사학위논문, 제주대학교.

심학보, 김원, 1993, 섭제골 지역의 산화지 및 비산화지의 군락구조 비교, 한국생태학회지, 16(4), 429-438.

심학보, 김원, 1996, 초례산의 산화지와 비산화지의 식물군집구조 및 토양성분의 동태, 한국생태학회지, 19(5), 417-430.

심학보, 김원, 1998, 팔공산에서 식생과 토양에 미치는 산불의 영향, 한국생태학회지, 21(5-1), 465-473.

양동윤, 김진관, 김주용, 김민석, 2005, 토양침식에 미치는 토양표면상태의 영향, 한국지형학회지, 12(2), 63-72.

윤익석, 장남기, 1969, 한국의 초지형과 식생천이에 관한

- 연구, 한국축산학회지, 11(2), 254-257.
- 이미정, 송호경, 이준우, 전권석, 김효정, 정도현, 2003, 임도 절토비탈면의 식생천이-층청도를 중심으로, 한국임학회지, 92(4), 397-408.
- 이시영, 임주훈, 2000, 산불피해지의 연소유형과 수종별 임목피해도 분석, 한국임학회지 -2000년도 정기총회 및 학술연구발표회, 115-117.
- 이원규, 김춘식, 차순형, 김영걸, 변재경, 구교상, 박재욱, 1997, 산불이 산림토양의 이화학적 성질에 미치는 영향, 한국생태학회지, 20(3), 157-162.
- 제주도, 1997, 제주의 이름, 제주도, 244.
- 제주도특별자치도, 2008, http://www.jeju.go.kr/files/File/2009/status/2008_status_01.xls.
- 조남기, 1986, 한라산 인공초지의 식물천이, 한국작물학회지, 31(3), 336-349.
- 조영호, 1987, 대구 주변의 소나무림의 산화적지에서의 이차천이와 종다양성, 박사학위논문, 경북대학교.
- 조영호, 김원, 1992, 산화 후 소나무림의 이차천이와 종다양성, 한국생태학회지, 15(4), 337-344.
- Brower, J. E., Zar, J. H., 1977, Field and laboratory methods for general ecology, Wm. C. Brown. Co. Publ., Dubugue, Iowa, 325.
- Curtis, J. T., McIntosh, R. P., 1951, An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin, J. Ecol, 32, 476-496.
- Kim, J. H., Mun, H. T., 1982, Ecological Studies on the Montane Grassland of Mt. Soback in Korea, J. Ecol. Field Biol., 4(1-2), 1-7.