

山城山 山火跡地の 植生再生과 二次遷移

金 源 · 曹英鎬

(慶北大學校 自然科學大學 生物學科)

Revegetation and Secondary Succession of the Burned Area in Mt. Sanseung

Kim, Woen and Young Ho Cho

(Dept. of Biology, Kyungpook National University)

ABSTRACT

This report is an investigation of the revegetation and secondary succession in the burned area of Mt. Sanseung in Taegu region. The forest fire took place in December, 1977. The survey was conducted eight times, three times from October 1, 1983 to October 3, the same year and five times from August 10, 1984 to August 15, the same year. The floristic compositions in the sampled sites constituted 25 kinds of vascular plants and 21 kinds in the burned area and the unburned area respectively. The biological type in both the burned and unburned areas was H-D₁-R₃-e type, which is generally common to other areas (Taegu, Kyungpook, Chung Buk and Kangweon areas). In the burned area dominant species were *Carex humilis* var. *nana*, *Arundinella hirta* and *Quercus serrata* and on the other hand, in the unburned area *Pinus densiflora*, *Carex humilis* var. *nana*, *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* and *Quercus serrata*. The species diversity index(\bar{H}) and evenness index(e) of the burned area were higher than those of the unburned area. However, dominance index(C) of the burned area was lower than that of the unburned area. Degree of succession (DS) was 650 in the burned area at the 6th years after the fires and 962 in the unburned area. The vegetation of the burned area was slowly recovered as of 1984 compared with each other. According to the analysis of the soil properties, pH, available phosphorus and exchangeable potassium were increased, but organic matter, total nitrogen and total organic carbon were decreased. It is assumed that these results were due to the forest fire.

緒 論

우리나라의 森林은 국토개발, 벌채, 병충해, 산불 등 여러가지 요인으로 말미암아 파괴되고 있다. 이 중 산불은 산불조심과 계몽으로 많이 예방되고 있으나 등산객, 밭뚝의 연소작업 등의 부주위로 인하여 산발적으로 발생되고 있으며 특히 경북지역과 대구의 인근지역에 있어서는 3월~5월의 乾燥期에 산불이 빈번히 일어나고 있다. 이런 화재요인으로 인하여 植生이 파괴되면 生態系의 각종 환경요인이 변하게 되고 植生에도

크게 영향을 미치고 있다. 植生이 파괴되면 植生이 점차로 회복되는 植生再生과 二次遷移가 진행된다. 山火跡地の 遷移에 관한 研究는 Ahlgren과 Ahlgren (1960), Daubenmire(1968), Douglas와 Ballard(1971), Hirao(1941), Shafi와 Yarranton(1973), Uhl등(1981), Harmon(1984), Agee와 Smith(1984) 등의 많은 연구 보고가 있다. 우리나라에서는 Hirao(1941)에 의해서 북한지역의 山火跡地の 植生에 관한 연구가 있었을 뿐 그 이후 이에 관한 조사연구가 거의 없었으나 최근에 이 방면에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 山火에 의한 二次植生과 遷移 및 植生回復에 관해서 金(1978,

1980, 1983), 李(1980), 朴과 金(1981), 康과 李(1982), 朴과 金(1983) 등 많은 연구보고가 있다. 본 조사는 山火跡地의 植生再生과 二次遷移過程을 조사분석할 목적으로 1977년 12월에 산불이 일어나서 植生이 완전히 파괴된 대구직할시 수성구에 위치한 山城山을 중심으로 비교적 植生이 균일한 지역을 조사지점으로 선정하여 植生再生과 二次遷移過程을 조사분석하였고 植生과 밀접한 관계가 있는 토양성분도 분석하였다. 본 조사를 수행하는데 도와준 宋三淑과 張明淑嬢에 감사를 하며 토양분석에 많은 도움을 주신 農科大學 土壤學教室의 崔鉉教授와 張相文君에게 아울러 謝意를 표한다.

調査地の 概況 및 調査方法

調査地の 概況

본 조사지는 대구직할시 수성구에 위치하고 있는 山城山(도엽번호 NI 52-2-04-3) 右下에 위치하고 있으며 1977년 12월에 발생하였던 산불로 인하여 수령이 10~15년생의 소나무(*Pinus densiflora*) 樹林과 그의 林床 植生이 완전히 파괴된 지역중 그 일부 저지인 稜線(표고 250m)을 중심으로 경사도가 약 20°인 동북사면을 조사지역으로 선정하였다(Fig. 1). 조사지의 母岩은 화산암이며 토양의 부식질 함량이 빈약할 뿐만 아니라 表土層도 거의 적박한 상태이고 곳곳에 砂礫質이 散在되어 있다.

調査方法

植生調査

1983年 10月 1일부터 3日까지 3日間 그리고 1984年

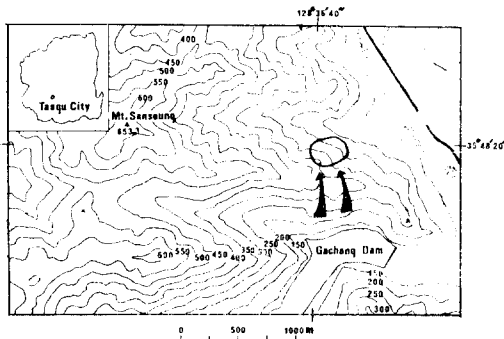


Fig. 1. A map of investigated area (circled) in the Mt. Sansung (The arrows indicate direction of fire-spread).

8月 10日부터 15日까지 5日間 山火地에서는 植生이 比較的 均一한 지점을 선정하여 1m² 방형구로 총 15個를 표본추출하였고 산불의 피해를 입지 않은 인접한 소나무 樹林에서는 5m×5m 방형구 3個區를 표본추출하였다. 방형구내에 출현한 植物의 種, 個體數, 被度, 頻度 및 植物高 등을 각각 조사하였으며 이들을 자료로 중요도(Importance value)는 Curtis 方法으로, 적산우점도(Summed dominance ratio)는 Numata 方法으로 각각 구하였다. 또한 천이도(Succession degree)는 Numata 方法으로, 종의 다양성(Index of species diversity)은 Shannon-Wiener 方法으로, 균등성지수(Evenness index)는 Pielou 方法으로, 우점도지수(Dominance index)는 Simpson 方法으로 각각 구하였다. 그리고 방형구내에 출현된 식물의 휴면형, 번식형(산포기관형, 근계형) 및 생육형은 Raunkiaer, Numata 方法을 사용하여 분류하였다. 유사도지수는 Jaccard 方法과 Sorensen 方法으로 비교하였다.

土壤成分의 分析

토양시료는 산화지와 비산화지에서 0~30cm 깊이의 토양을 각각 채취하여 일주일간 風乾하여 직경 1mm의 체로 쳐서 분석에 이용하였다. 토양의 pH는 토양과 증류수의 비율 1:2.5로 하여 20분간 진탕시킨 후 절단 pH meter(Fisher model-230)로, 토양유기물은 적염소 실험법으로, 총 질소는 macro-kjeldhal법으로, 유효인산은 Spectrophotometer(spectronic 20)로, 치환성 칼륨은 Flame photometer로 유기탄소는 Turin 方法으로 각각 측정하였다.

結果 및 考察

調査地の 植生組成

Table 1에서 보는 바와 같이 산화지와 비산화지에 출현한 植物은 각각 25종류와 21종류로 유사도지수는 $cc_1=0.53$, $cc_2=0.70$ 으로 朴과 金(1983)의 팔공산의 내하동일대의 산화지의 植生을 산불이 일어난 뒤 7년째에 조사한 결과와 유사한 경향을 나타내었다. 산화지의 우점순위(SDR₃)는 *Carex humilis* var. *nana*(산거울) 75.44, *Arundinella hirta*(새) 74.36, *Quercus serrata*(졸참나무) 70.95의 순이었고 인접한 비산화지의 우점순위는 *Pinus densiflora*(소나무) 73.05, *Carex humilis* var. *nana*(산거울) 64.59, *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*(털진달래나무) 58.21, *Quercus serrata*(졸참나무) 47.48 순이었다. 본 조사

Table 1. Floristic composition, summed dominance ratio(SDR), and importance value(IV) in the burned(B) and unburned areas(U)

Plants	B		U	
	SDR ₃	IV	SDR ₃	IV
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i>	75.44	39.04	64.59	33.95
<i>Arundinella hirta</i>	74.36	40.81	15.91	8.23
<i>Quercus serrata</i>	70.95	38.78	47.48	28.75
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	70.04	38.05	58.21	37.07
<i>Carex siderostica</i>	45.17	23.00	—	—
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	38.59	18.40	—	—
<i>Duchesnea indica</i>	37.50	18.43	7.10	3.32
<i>Artemisia scaber</i>	36.07	14.69	52.17	25.76
<i>Sanguisorba officinalis</i>	27.12	13.08	15.54	7.42
<i>Orthodon punctulatum</i>	24.85	8.70	5.99	2.60
<i>Peucedanum terebinthaceum</i>	21.68	9.43	38.83	20.50
<i>Swertia pseudochinensis</i>	17.49	6.45	5.96	2.57
<i>Solidago japonica</i>	13.73	4.80	—	—
<i>Smilax china</i>	13.49	6.07	14.61	7.45
<i>Themeda japonica</i>	11.88	3.48	—	—
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	11.08	5.01	13.10	7.10
<i>L. maximowiczii</i>	6.28	2.49	10.40	5.91
<i>Leibnitzia anandria</i>	5.44	1.88	—	—
<i>Atractylodes japonicus</i>	2.99	0.99	8.38	3.63
<i>Lysimachia clethroides</i>	2.99	0.99	—	—
<i>Artemisia keiskeana</i>	2.91	1.07	29.05	14.89
<i>Gentiana scabra</i> var. <i>buergeri</i>	2.72	0.93	—	—
<i>Chrysanthemum zawadskii</i>	2.72	0.93	8.66	3.74
<i>Patrinia villosa</i>	2.72	0.93	—	—
<i>Artemisia capillaris</i>	2.65	0.88	—	—
<i>Pinus densiflora</i>	—	—	73.05	62.82
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	—	—	30.89	14.46
<i>Dryopteris bissetiana</i>	—	—	11.77	5.87
<i>Rhus trichocarpa</i>	—	—	3.19	1.87
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	—	—	3.32	2.05
Total		25	21	

결과는 팔공산의 내화동일대의 山火地의 植生에 있어

서 우점종이 산겨울, 억새, 참싸리나무인 것과는 차이가 있는 것은 본 조사지가 지역적인 차이, 토양의 조성 등의 차이에 기인된 것이라 생각된다.

調査地 植物의 生活型組成

Table 2에서 보는 바와 같이 휴면형은 산화지와 비산화지에서 반지중식물(H)이 각각 52.0%, 42.9%로 우세하였고 기관산포형은 풍산포형(D₁)이 각각 52.0%, 52.4%, 근계형은 단위식물(R₅)이 60.0%, 76.2%, 그리고 생육형은 직립형(e)이 52.0%, 61.9%로 각각 우세하였다(Table 3, Fig. 2). 생활형조성을 비교해 볼 때 산화지와 비산화지가 共に H-D₁-R₅-e型으로 나타난 것은 강원지역, 충북지역, 경북지역 및 대구지역의 산화지의 생활형조성과 같은 경향을 나타내었다.

種의 多様性和 遷移度

Table 4에서 보는 바와 같이 산화지의 종다양성지수(\bar{H})는 2.2491, 비산화지의 (\bar{H})는 1.8610이며 산화지의 우점도지수(C)는 0.1552, 비산화지의 (C)가 0.2717, 산화지의 균등성지수(e)는 0.6987, 비산화지의 (e)가 0.6113으로 산화지가 비산화지보다 종이 다양하고 균등하게 분포되어 있다고 본다. 그리고 산화지의 천이도(DS)는 650, 비산화지가 962로 산화지가 식생의 회복이 느리게 진행되고 있음을 알 수 있다. 이 결과는 康과 李(1982)의 보고에서 산화 이후 5년째의 천이도가 659인 것과 비슷한 경향을 나타내었다.

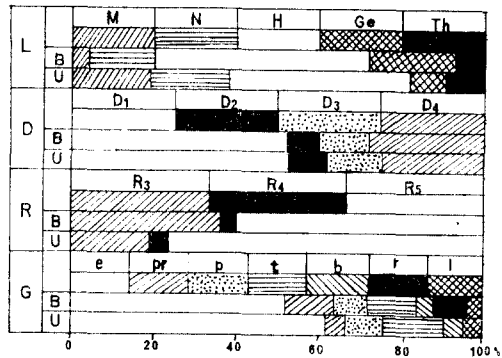


Fig. 2. The diagram of the life form(L), disseminule form(D), radicoide form(R) and growth form(G) based on number of species in the burned(B) and unburned areas(U).

Note; M : Mega- & Mesophanerophyte, N : Nanophanerophyte, H : Hemicryptophyte, Ge : Geophyte, Th : Therophyte. e : erect form, pr : partial rosette, p : prostrate form, t : tufted, b : branched, r : rosette, l : liane

Table 2. Life form and migrule form spectra in the burned(B) and unburned areas(U)

		Dormancy form					Migrule form							Biological type
							Disseminule form				Radicoid form			
		M	N	H	Ge	Th	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	R ₃	R ₄	R ₅	
B	No. of species	1	4	13	5	2	13	2	3	7	9	1	15	H-D ₁ -R ₅
	%	4.0	16.0	52.0	20.0	8.0	52.0	8.0	12.0	28.0	36.0	4.0	60.0	
U	No. of species	4	4	9	2	2	11	2	3	5	4	1	16	H-D ₁ -R ₅
	%	19.0	19.0	42.9	9.5	9.5	52.4	9.5	14.3	23.8	19.0	4.8	76.2	

Note; M : Mega- & Mesophanerophyte, N : Nanophanerophyte, H : Hemicryptophyte, Ge : Geophyte, Th : Therophyte

Table 3. Growth form spectra in the burned(B) and unburned areas(U)

Growth form		e	pr	p	t	b	r	l
		B	No. of species	13	3	2	3	1
	%	52.0	12.0	8.0	12.0	4.0	8.0	4.0
U	No. of species	13	1	2	3	1		1
	%	61.9	4.8	9.5	14.3	4.8		4.8

Note; e : erect form, pr : partial rosette, p : prostrate form, t : tufted, b : branched, r : rosette, l : liane

Table 4. Index of dominance(C), species diversity (\bar{H}), evenness(e), and degree of succession(DS) in the burned(B) and unburned areas(U)

	C	\bar{H}	e	DS
B	0.1552	2.2491	0.6987	650
U	0.2717	1.8610	0.6113	962

土壤成分

토양성분의 분석결과를 Table 5에서 산화지와 비산화지를 각각 비교해 볼 때, pH는 5.4와 5.2, 유효인산(ppm)은 2.20과 1.85, 치환성칼륨(m.e.q/100g)은 0.46과 0.41로 산화지가 비산화지보다 약간 높은 경향을 나타내었다. 대부분의 초지에서 불은 토양의 pH를 일반적으로 높여주는데 그 까닭은 연소후 회분에 함유된 알카리 토금속인 Ca, Mg 및 K 등이 풍부해졌기 때문이라고 보고한 Daubenmire(1968)의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. 한편 유기물함량(%)은 산화지와 비산화지에서 각각 2.44와 2.72, 총질소함량(%)은 0.22와 0.28, 유기탄소(%)는 1.42와 1.58이었다. 이처럼 산화지가 비산화지보다 낮은 현상은 산불에 의

Table 5. Soil properties in the burned(B) and unburned areas(U)

	Depth (cm)	pH	Organic matter	N(%)	P(ppm)	K(m.e.q./100g)	C(%)
B	0~30	5.4	2.44	0.22	2.20	0.46	1.42
U	0~30	5.2	2.72	0.28	1.85	0.41	1.58

한 연소열 때문에 소실된 것으로 생각된다. 이 결과는 pH, 총질소, 유효인산, 치환성칼륨 등은 산불이 일어난 직후에 증가하고 유기물은 감소된다는 Ahlgren과 Ahlgren(1960)의 보고와 유사한 경향을 나타내었다.

摘 要

본 조사지는 대구직할시 수성구에 위치한 山城山의 국소지역인 표고 약 250m에 위치한 곳이다. 1977年 12월에 일어난 산불로 인하여 소나무樹林과 林床植生이 완전히 파괴된 이후 6年째 진행된 천이과정을 1983年 10월과 1984年 8월에 조사한 결과는 다음과 같다. 산화지와 비산화지에서 출현한 식물의 종류수는 각각 25종류와 21종류이었고, 유사도지수는 각각 0.53과 0.70

이었다. 생활형조성은 모두 H-D₁-R₅-e 형이었다. 우점순위는 산화지에서 산겨울—새—졸참나무 순이었고, 비산화지에서는 소나무—산겨울—털진달래나무 순이었다. 종의 다양성지수, 균등성지수는 산화지가 비산화지보다 컸고, 우점도지수는 작았다. 천이도는 산화지와 비산화지에서 650과 962로 전자에서의 식생회복이 느리게 진행되었다. 토양의 pH, 유효인산 및 치환성칼륨은 산화지가 비산화지보다 높았고 유기물함량, 총질소함량 및 유기탄소량은 산화지가 비산화지보다 낮았다.

參 考 文 獻

- Agee, J.K. and L. Smith, 1984. Subalpine tree reestablishment after fire in the Olympic Mountains. Washington. Ecol., 65(3) : 810~819.
- Ahlgren, I.F. and C.E. Ahlgren, 1960. Ecological effects of forest fire. Bot. Rev., 26 : 483~533.
- Cho, Y.H. and W. Kim, 1983. The secondary vegetation and succession of the forest fire area of Nae-Hak dong, Mt. Palgong. Korean J. Ecol., 6(1) : 22~32.
- Daubenmire, R., 1968. Ecology of fire in grassland. Adv. Ecol. Res., 5 : 209~266.
- Douglas, C.W. and T.M. Ballard, 1971. Effects of fire on alpine plant communities in the North Cascades, Washington. Ecol., 52(6) : 1058~1064.
- Harmon, M.E., 1984. Survival of trees after low intensity surface fires in Great Smoky Mountains National Park. Ecol., 65(3) : 796~802.
- Hirao, T., 1941. After firing, some observation of the vegetation in north Korea. J. Jap. For. Soc., 23(10) : 10~13.
- Kang, S.J. and J.T. Lee, 1982. Ecological studies on vegetation recovery of burned field after forest fire. Korean J. Ecol., 5(1) : 54~62.
- Kim, W., 1978. On the secondary vegetation of pine forest disturbed by the forest fire. J. of Graduate School of Education (Kyungpook Nat. Univ.), 10 : 113~122.
- Kim, W., 1980. Secondary vegetation and succession in the forest fire area of the Mt. Sanseung-Secondary vegetation of early stage I. J. of Graduate School of Education (Kyungpook Nat. Univ.), 12 : 81~89.
- Kim, W., 1983. The secondary vegetation of the burned area of a Mountain in Dangji-Dong. Korean J. Ecol., 6(3) : 40~50.
- Lee, W.T., 1980. Studies on secondary succession of deserted of forest fire-On the early stage of plant community. Res. Bull. Kangweon Univ. Korea, 14 : 285~292.
- Odum, E.P., 1971. Fundamentals of ecology. W.B. Saunders Co. Philadelphia, pp.574.
- Park, B.K. and J.H. Kim, 1981. Effects of fire in vegetation and soil nutrients in Mt. Chiak. Kor. J. of Bot., 24(1) : 31~45.
- Shafi, M.I. and G.A. Yarranton, 1973. Diversity, floristic richness, and species evenness during a secondary (post fire) succession. Ecol., 54(4) : 897~902.
- Uhl, C., K. Clark, H. Clark, and P. Murphy, 1981. Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazon basin. J. of Ecol., 69 : 631~649.

(1984年 11月 10日 接受)