

荒廢山地에서의 산불이 森林植生 및 土壤에 미치는 影響에 관한 研究(II)¹

禹保命² · 權台鎬² · 麻鎬燮² · 李憲浩² · 李宗學²

Effects of Forest Fire on the Forest Vegetation and Soil (II)¹

Bo Myeong Woo² · Tae Ho Kwon² · Ho Seop Ma² · Heon Ho Lee² · Jong Hak Lee²

要 約

荒廢가 極深한 岩石山地인 冠岳山에서 發生한 地表火가 森林植生 및 土壤에 미치는 初期影響을 調査, 報告한 데 이어서 2年째의 結果와 몇 樹種의 耐火性에 대해 研究가 實施되었다. 土壤水分含量, 有機物含量 및 置換性 鹽基를 비롯한 大部分의 土壤養料는 산불發生直後 一時的 增加를 보이다가 減少하여 一年이 經過한 後에는 큰 變化를 보이지 않았다. 下層土의 pH는 산불發生 1年後에도 繼續인 增加傾向을 보이거나 有效磷酸은 反대로 減少하여 산불이 發生하지 않은 林地와 비슷한 狀態에 도달하였다. 樹冠의 산불에 대한 耐火力은 싸리類, 병꽃나무類가 가장 弱하나 再生力은 크며 진달래類는 耐火力, 再生力이 모두 큰 것으로 나타났다. 산불發生 後 2年間의 繼續인 植生調査에 의해 *Increasers*, *Decreasers*, *Invaders* 및 *Neutral species*의 보다 正確한 區分이 可能하였으며, 群落間의 類似性을 比較한 結果, 산불發生地의 植生構成이 時間이 經過함에 따라 原狀態로 서서히 回復됨을 보였다.

ABSTRACT

The second year's results of surface fire effects on forest vegetation and soil properties and fire tolerance of various tree species were investigated in Mt. Gwanak, Kyunggi-do, successively after the study of the first year's effect in the same place. Soil moisture contents, organic matters, and most of soil nutrients including exchangeable bases had increased just after fire and went down to become somewhat constant. Available phosphorous at fired area decreased until it became similar to that at unfired area, while pH of subsoil was continuously increasing from just after fire till after 1 year. For *Lespedeza* and *Weigela* species, fire tolerance of tree crown was the lowest but reproductive capacity was the highest. And both of them were high for *Rhododendron* species. More exact classification into *Increasers*, *Decreasers*, *Invaders* and *Neutral species* was possible in the second year's study. According to comparison of similarities, it was found that the vegetational structure at fired area is slowly restoring to original state as time goes.

Key words: forest fire; fire ecology; fire tolerance; species diversity; forest denudation by fire.

¹ 接授 1月 15日 Received January 15, 1985.

² 서울대학교 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suweon, Korea.

緒 論

森林被害의 重要한 原因이 되는 산불은 단지 木材 資源의 損失 뿐만 아니라 土壤 및 植生狀態의 變化, 林地浸蝕의 加速化 또는 景觀의 훼손 等 森林生態系 全般에 걸쳐 多様な 影響을 미치게 된다.

우리나라의 最近 5年間의 산불發生統計를 보면 年 平均 205件으로 1980年 403件에서 1984年 101件으로 每年 減少하고 있으나 件當 被害面積이나 被害材積은 平均 4.3ha, 12.15m³으로 被害規模는 더욱 增加하고 있다.

外國의 경우, 오래 전부터 森林火災의 影響에 대해 많은 研究가 集中되고 있으나 國內의 報告는 그리 많지 않은 편이며 各種 環境要因의 變化樣相에 대한 長期的인 分析은 더욱 드문 것으로 把握되고 있다.

本 論文은 「荒廢山地에서의 산불이 森林植生 및 土壤에 미치는 影響에 관한 研究(D)」²⁾에 계속되는 것으로서 산불 發生後 1년이 經過한 뒤의 結果를 報告하는 것이다. 따라서 土壤條件이 不安定한 岩石裸出 山地에서의 산불로 인한 森林環境의 被害와 時間 經過에 따른 回復過程을 把握하고 몇가지 樹種의 耐火性과 再生能力을 調査하므로써 山火地의 效率의인 森林復舊를 위한 基礎資料를 提供하고자 한다.

材料 및 方法

本 調査는 1983年 6月 5日 산불이 發生된 京畿道 安養市 冠陽洞과 始興郡 果川面의 境界地點인 冠岳山의 一部地域으로 調査地의 概況에 대해서는 이미 報告한 바 있다(韓林誌 62號, 1983).

土壤 및 植生調査는 산불이 發生한 후 1年 남짓 經過한 1984年 10月 14日과 10月 21日에 既往의 報告²⁾에서와 같은 方法으로 調査, 分析하였다.

산불에 의한 各 樹種들의 被害程度와 그의 再生能力을 把握하기 위해 산불이 發生한 후 20일이 지난 1983年 6月 25日에, 比較的 冠岳山에 많이 分布되어 있는 6種, 即 소나무(*Pinus densiflora*), 참나무류(*Quercus* sp.), 싸리류(*Lespedeza* sp.), 노간주나무(*Juniperus rigida*), 진달래류(*Rhododendron* sp.), 병꽃나무류(*Weigela* sp.)에 대해 산불에 의한 樹冠被害度를 그림 1과 같은 基準에 의해 4個 等級으로 區分하였다. 이때 標本木은 調査地內 登山路

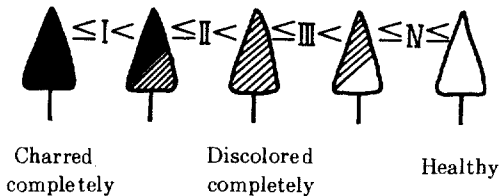


Fig. 1. Classification of crown damage by fire

左右에서 出現하는 各各의 樹種에 대해 一定한 本數마다 1本씩 抽出하여 20~50本씩을 選定하였다.

또한 約 1년이 지난 1984年 10月 21日에 各 被害標本木의 再生程度를 同一한 方法으로 區分하여 그 等級變化에 의해 各 樹種의 再生能力을 把握하는데 利用하였다.

結果 및 考察

1. 土壤에 끼친 산불의 影響

산불發生後 時日의 經過에 의해 區分된 各 林地別로 6個 調査區에서 얻어진 土壤 性質의 平均値로써 산불 發生地域과 산불이 發生하지 않은 地域에서의 土壤性質의 變化를 表 1에 나타내었다.

土壤水分은 表土層의 경우 산불發生後 初期에 4.7%로 比較的 높은 값을 보였다가 곧 減少하여 1년이 지난 B3 林地에서는 2.9%로 차츰 산불이 發生하지 않은 地域의 2.2%에 가깝고 지고 있다. 一般의으로 土壤水分은 山火後 減少하나^{2,3,6)}, 氣象條件과 土性, 土深 等 土壤의 物理的 狀態에 따라 增加할 수도 있다.^{3,6)} 本 調査地에서의 土壤水分變化의 傾向은 山火直後 植生의 被覆이 적어져 光線 및 바람으로 인해 土壤이 多孔質化²⁹⁾ 되므로써 保水能이 일시적으로 增加했다가 차츰 被覆度가 높아지면서 그러한 影響이 排除되는 것으로 理解되어진다. 또한 下層土의 경우, B3 林地에서 土壤水分量이 크게 나타난 점은, 粘土比率이 다소 減少하고 모래 成分이 상대적으로 增加된 粘度分析의 結果로는 설명키 곤란하나 1년이 경과하는 동안 점토분의 유실이 진행되면서 커진 土壤孔隙에, 산불로 인해 生成된 灰(ash) 등의 炭化物이 下層으로 沈降, 溶脫되면서 小孔隙化되어 保水能이 높아진 一時的 現象이 아닌가 추측해 볼 수 있겠다.

有機物含量은 山火發生後 全般的인 增加를 가져왔다가 차츰 減少해가는 傾向을 나타내고 있는데 산불로 인한 土壤內 有機物含量은 산불發生前보다 增

Table 1. Soil properties on burned and unburned areas of Mt. Gwanag

Site*	Depth (cm)	Moisture content (%)	Organic matter (%)	Texture	pH (H ₂ O 1:5)	< 2 - mm Fraction					
						Total nitrogen (%)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangeable			
								K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
									(m.e./100g)		
B1	0~10	4.7	8.9	SL	5.80	0.33	143.86	0.38	0.05	3.34	1.30
	10~20	9.8	5.3	SL	5.21	0.11	31.40	0.22	0.03	1.16	0.49
B2	0~10	3.0	6.2	SL	5.32	0.19	40.25	0.19	0.02	1.29	0.56
	10~20	2.5	4.9	SL	5.27	0.14	34.80	0.19	0.02	0.96	0.37
B3	0~10	2.9	6.6	SL	5.55	0.25	24.86	0.25	0.03	2.31	0.96
	10~20	11.0	4.4	SL	5.29	0.11	9.01	0.12	0.02	1.17	0.78
U	0~10	2.2	5.7	SL	5.27	0.12	20.51	0.08	0.02	0.80	0.41
	10~20	1.9	4.5	SL	5.39	0.10	11.90	0.07	0.02	0.68	0.43

* B1, B2, B3, and U refer to burned area of 20 days, 100 days and 1 years after fire, and unburned area, respectively.

加^{7, 25, 26)} 또는 減少^{3, 4, 22, 29)} 한다는 여러 報告를 綜合할 때 落葉 및 有機物의 不完全燃燒, 土性 等의 要因에 따라 變化樣相이 左右될 수 있으며 表土層에서는 이러한 影響이 더욱 클 것으로 본다.

山火發生이 土性에 直接的으로 影響을 미친다고 Ahlgren과 Ahlgren²⁾이 報告한 바 있으나 本 調査에서는 土性에 큰 變化가 없이 모두 砂質壤土로서 粘土의 比率은 B 3 林地에서 조금 減少되어 6~12% 程度였다.

土壤酸度는 산불 發生地域이 發生하지 않은 地域에 비해 pH가 높게 나타나 산불이 土壤의 pH를 增加시킨다는 여러 報告^{3, 7, 25, 26, 29, 30)}와 一致한다. 산불 發生 後의 土壤 pH는 全體의으로 表層土가 下層土에 비해 높은 값을 보이고, 特히 下層土의 경우, 時日이 經過하면서 점차 pH가 增加하는데 이는 산불로 인해 생겨난 堆積에 함유된, 염기성 금속들이 침가되고 下層土로의 溶脫이 서서히 進行되는 때문⁵⁾으로 생각되어지며 朴·金²⁶⁾도 이러한 事實을 報告한 바 있다.

窒素含量에 있어서는 산불 發生直後 높은 增加를 보이다가 減少하였으나 1年이 經過한 B 3 林地에서 0.25%의 多少 높은 값을 나타내고 있다. 이는 산불로 인한 土壤窒素의 變化에 關係 綜合한 Ahlgren과 Ahlgren²⁾에 의하면 土壤內 窒素는 산불로 인해 增加 또는 減少하는데 增加하는 경우는 山火가 土壤에서의 生物學的인 窒素固定活動을 促進시키는 데에도 一部 原因이 있다고 하였으며, Daubenmire⁵⁾도 山火가 植物群落內의 豆科植物의 比率을 增加시킬 때 그 結果 土壤養料의 增加가 顯著하고 따라서 窒素含量도 間接的으로 增加하게 된다고 한 사실들로

비추어 싸리類 등의 豆科植物의 頻度增加와 有關한 것으로 생각할 수 있다. 이러한 土壤窒素의 增加傾向은 Douglas와 Ballard⁷⁾, Vlamis¹⁹⁾, 朴²⁵⁾ 및 朴·金²⁶⁾의 調査報告와 一致한다. 禹·權²⁷⁾을 비롯한 많은 報告에서 山火에 의한 土壤窒素의 增減이 有機物含量의 增減과 共通的으로 나타나는 點이 本 調査에서도 나타나 이들 간의 關聯性을 시사하고 있다.

Barnette와 Hester⁴⁾는 山火가 發生한 森林土壤內의 窒素含量과 有機物含量의 比는 山火가 發生하지 않은 土壤에서의 이들의 比보다 높게 나타남을 보고 하였으며 本 調査에서도 같은 傾向을 보이고 있다.

有効磷酸 및 置換性 鹽基의 산불에 의한 變化는 산불發生 直後 顯著한 增加(表層의 경우 約 3~7倍)를 보였다가 점차 減少하는 傾向을 보여 植物體가 山火에 의해 灰分化된 養料의 追加로 置換性 鹽基는 2~8倍 增加한다는 Austin과 Baisinger³⁾ 報告와 거의 一致하나 1年 程度 經過한 B 3 林地에서 置換性 鹽基들이 多少 높은 값을 보임은 本 調査地에 대한 繼續的인 研究를 必要로 한다는 點이 되겠으며, 이들 鹽基의 溶脫에 의한 損失可能性은 解離度의 相對的인 差異에 좌우된다고 볼 때 Ca⁺⁺, Mg⁺⁺에 비해 Na⁺, K⁺의 損失이 빠른 傾向은 本 調査에서도 알 수 있다.

2. 산불에 의한 樹種別 被害度 및 再生能力

冠岳山에 比較的 많이 分布하고 있는 소나무, 참나무類, 노간주나무, 싸리類, 진달래類, 병꽃나무類 등 6種에 대해, 산불에 대한 耐火力과 그 被害程度에 따른 再生能力을 把握하기 위해 그림 1과 같이 樹冠의 被害度에 따라 4階級으로 나누어 調査한

Table 2. Degree of crown damage and reproduction on some tree species

Time lapse after fire	Height (m)	I	II	III	IV	Total
<i>Pinus densiflora</i>						
20 days	1.2~6.0	21	17	11	1	50
1 year		21	23	2	4	50
<i>Quercus sp.</i>						
20 days	0.8~5.5	24	22	4	—	50
1 year		—	—	46	4	50
<i>Juniperus rigida</i>						
20 days	0.7~2.6	9	9	10	2	30
1 year		9	17	1	3	30
<i>Lespedeza sp.</i>						
20 days	0.9~2.5	28	2	—	—	30
1 year		—	—	2	28	30
<i>Rhododendron sp.</i>						
20 days	0.7~2.1	11	3	5	1	20
1 year		2	1	4	13	20
<i>Weigela sp.</i>						
20 days	0.5~1.4	14	6	—	—	20
1 year		1	—	1	18	20

結果를 表 2에 나타내었다.

表에서 나타나는 바와 같이 싸리類와 병꽃나무類가 산불에 의한 樹冠의 被害를 가장 많이 받으며 그 다음으로 참나무類, 소나무, 진달래類, 노간주나무의 順으로 나타나고 있다. 特히 싸리類나 병꽃나무類는 거의 대부분이 地表火 정도에도 樹冠의 半以上을 燒失케 되는가 하면 나머지 樹種들도 대개 褐變 내지 燒失되는 被害를 입는다.

산불에 의해 樹冠의 被害를 받은 후 約 1年이 지난 뒤 싸리類나 병꽃나무類는 早速히 健全한 狀態로 再生되는 것으로 나타났고 진달래類도 이와 비슷한 再生力을 보여주고 있다. 참나무類는 再生速度가 比較的 느리나 산불發生 後 約 1年 程度 經過한 本 調査에서 健全葉들이 發生되어 再生되어 감을 알 수가 있다. 반면에 소나무, 노간주나무 등의 針葉樹의 경우는 I級木은 물론 健全葉이 多少 存在하던 III級木마저도 점차 變色되면서 II級木으로 變化되므로써 거의 再生可能性이 없는 것으로 推定되어진다. 內藤 등¹¹⁾은 火災에 의한 松林의 被害에 관한 研究에서 樹高가 높을수록, 幼齡林보다는 壯齡木일수록 樹冠이 받는 被害가 減少하며, 樹冠의 1/2 以上이 褐變 또는 검게 타버린 個體는, 被害 後 겨우 生長했던 것도 1個月 後에는 生育이 停止하였으며 樹冠 被害部가 1/2 以下인 個體에서는 어느 程度만이 生育을 繼續할 수 있다고 한 바 있다. 綜合적으로

불 때 各 樹種의 再生可能性을 불에 대한 耐性에만 左右되는 것이 아니라 更新方法 및 불에 의한 更新 器官(reproductive part)의 破壞 여부에 달려있는 것으로 생각되며, 樹木의 再生에 미치는 산불의 影響은 樹種에 따라 다른데 주로 種子飛散方法, 種子의 生存力, 萌芽發生能力 및 幼苗의 環境要求度의 差異 때문¹²⁾이라는 報告와 마찬가지로 소나무 등 針葉樹가 주로 種子에 更新되는 데 반해 싸리類나 진달래類가 地下部 萌芽와 같은 再生手段을 가졌다는 點들이 이의 根據가 되는 것으로 보겠다.

3. 植生에 끼친 산불의 影響

(1) 各 調査地의 優占度

산불發生 後 時日의 經過에 따라 區分된 調査林地(B 1, B 2, B 3로 區分)와 산불이 發生하지 않은 林地(U)의 種別 相對優占值를 表 3에 보이고 있다. 이때의 相對優占度는 木本과 草本으로 나누어 생각했기 때문에 樹高와 密度의 影響을 排除하고 相對頻度와 相對被度만을 고려한 값이 된다.

前報에 이어 調査된 B 3 林地(산불發生 約 1年 後)에 나타난 種數는 모두 49種으로 木本이 17種, 草本이 32種으로, 木本에서는 신갈나무(*Quercus mongolica*), 참싸리(*Lespedeza cyrtobotrya*), 노린재나무(*Symplocos chinensis* for. *pilosa*), 조록싸리(*L. maximowiczii*) 등이, 草本에서는 새(*Arundi-*

Table 3. Importance value of plants on burned and unburned areas

Species	B1*			B2*			B3*			U*		
	Woody plant	Herb	Total	Woody plant	Herb	Total	Woody plant	Herb	Total	Woody plant	Herb	Total
Woody plants												
<i>Quercus mongolica</i>	30.46		9.25	26.39		11.73	26.19		11.61	16.31		12.36
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	30.00		8.77	16.46		7.11	5.57		2.21	1.90		1.15
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	24.33		7.30	13.69		5.92	14.70		6.21	8.33		5.64
<i>Weigela subsessilis</i>	6.18		2.35	6.71		2.81	3.99		1.55	6.67		4.49
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	5.33		1.79	5.67		2.48	6.39		2.59	1.98		1.55
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	1.95		0.77	1.07		0.43	5.00		2.02	4.56		3.16
<i>Clematis mandshurica</i>	1.76		0.73	1.15		0.47	2.17		0.86	0.76		0.49
<i>Quercus variabilis</i>				12.03		5.58	3.69		1.63			
<i>Securinega suffruticosa</i>				3.38		1.43						
<i>Stephanandra incisa</i>				2.52		1.02	4.19		1.71	3.99		2.84
<i>Cocculus trilobus</i>				2.37		0.95	4.33		1.71	4.15		2.64
<i>Zanthoxylum schiniifolium</i>				2.10		0.82	0.98		0.38	1.33		0.87
<i>Pueraria thunbergiana</i>				1.56		0.66						
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>				1.40		0.59						
<i>Smilax china</i>				1.19		0.49	0.98		0.38	3.39		2.44
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>				1.18		0.49				8.73		6.16
<i>Lespedeza thunbergii</i> var. <i>intermedia</i>				1.09		0.44						
<i>Pinus densiflora</i>							14.17		6.49	27.75		22.53
<i>Rubus crataegifolius</i>							3.74		1.51			
<i>Callicarpa japonica</i>							1.94		0.75	2.00		1.44
<i>Clematis brachyura</i>							1.11		0.44			
<i>Smilax sieboldii</i>							1.01		0.39			
<i>Juniperus rigida</i>										3.83		2.53
<i>Quercus serrata</i>										3.21		2.52
<i>Styrax japonica</i>										1.19		0.86
Herbs												
<i>Arundinella hirta</i>		30.83	21.89		18.77	10.42		20.64	11.43		31.35	6.56
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>		23.80	16.26		12.04	6.85		14.46	8.13		19.87	5.06
<i>Festuca ovina</i>		18.77	14.23		22.69	12.22		14.46	8.17		7.18	2.67
<i>Asparagus schoberioides</i>		4.19	2.54		2.28	1.37						
<i>Aster scaber</i>		4.10	2.46		3.58	2.06		2.46	1.51		3.08	1.13
<i>Isodon japonicus</i>		3.96	2.35		7.28	4.24		1.70	1.01		2.06	0.77
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>		2.69	1.69		1.42	0.84		0.62	0.38		0.99	0.36
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i>		2.31	1.59		1.12	0.62		2.92	1.76		1.03	0.36
<i>Sanguisorba officinalis</i>		2.21	1.51		1.42	0.78					2.02	0.77
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>		1.77	1.16		2.10	1.20		0.97	0.56			
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>		1.48	0.92		1.35	0.75		0.66	0.40		4.00	1.25
<i>Artemisia keiskeana</i>		1.30	0.78		1.60	0.93		3.85	2.35			
<i>Setaria viridis</i>		1.24	0.73		5.96	3.47		5.30	3.13			
<i>Peucedanum terebinthaceum</i>		1.22	0.72		1.39	0.82						
<i>Rubia cordifolia</i> var. <i>pratensis</i>					3.40	1.89		0.67	0.40		1.03	0.36
<i>Commelina communis</i>					2.37	1.29		2.57	1.42			
<i>Carex siderosticta</i>					1.27	0.70						
<i>Youngia sonchifolia</i>					1.05	0.59						
<i>Carex humilis</i>					0.85	0.48						
<i>Ixeris dentata</i>					0.83	0.47						
<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>					0.79	0.45						
<i>Cassia mimosoides</i> var. <i>nomame</i>					0.78	0.44		3.45	1.99			
<i>Calamagrostis arundinacea</i>					0.78	0.44						

Species	B1*			B2*			B3*			U*		
	Woody plant	Herb	Total	Woody plant	Herb	Total	Woody plant	Herb	Total	Woody plant	Herb	Total
<i>Potentilla fragarioides</i>				0.76	0.43		1.99	1.21				
<i>Cymbopogon tortilis</i> var. <i>goeringii</i>				0.76	0.43		1.29	0.79		4.54	1.32	
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>				0.76	0.43		1.49	0.89				
<i>Hypericum erectum</i>				0.73	0.42		2.75	1.61				
<i>Synurus deltooides</i>				0.72	0.41					1.14	0.38	
<i>Artemisia japonica</i>				0.72	0.41		3.41	1.97				
<i>Artemisia sylvatica</i>							3.96	2.22				
<i>Chrysanthemum boreale</i>							2.28	1.36				
<i>Allium thunbergii</i>							1.24	0.76				
<i>Hemerocallis lilioasphodelus</i>							0.89	0.52				
<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>ussuriense</i>							0.79	0.47				
<i>Lysimachia clethroides</i>							0.78	0.46				
<i>Erigeron annuus</i>							0.69	0.49				
<i>Saussurea neoserrata</i>							0.69	0.41		1.18	0.38	
<i>Themeda triandra</i> var. <i>japonica</i>							0.65	0.39		17.58	4.54	
<i>Smilax nipponica</i>							0.63	0.38				
<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i>							0.63	0.38				
<i>Atractylodes japonica</i>							0.61	0.37				
<i>Scutellaria indica</i>										1.18	0.38	
<i>Viola dissecta</i> var. <i>chaerophylloides</i>							0.61	0.37		0.99	0.36	
<i>Liriope spicata</i>										1.03	0.36	

* B₁, B₂, B₃, and U refer to burned area of 20 days, 100 days, 1 year after fire, and unburned area respectively.

nella hirta), 억새(*Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*), 김의털(*Festuca ovina*)의 順으로 優占値가 높게 나타났다.

Swan¹⁵⁾은 New York 州에서 山火後 4個 植物群集의 變化를 追跡하여 頻度(frequency)를 基準으로 Increases, Decreases, Invaders, Retreaters, Neutral species를 區分하였고 Ahlgren¹⁾은 植生の 再生과 生長에 미치는 산불의 影響에 대해 報告하면서 草本과 灌木을 ① 未山火地에서만 出現, ② 山火地에만 出現, ③ 兩쪽에 共通적으로 出現하는 것들로 區分하고 繁殖方法의 差異가 種의 出現과 關聯이 있으며 재로 인해 첨가된 養料가 山火後의 初期植生の 生長을 旺盛하게 한다고 하였다. 本 研究에 있어서의 신갈나무 및 싸리類의 높은 優占度는 새로운 萌芽에 의한 繁殖이 旺盛하다는 占에서 理解되어질 수 있는 것이다. 朴²⁵⁾도 重要値를 基準로 Increases, Decreases, Neutral의 세가지 區分에 의해 山火에 의한 植生變化를 說明한 바 있다.

本 研究에서도 산불發生地域에서의 時日經過에 따라 區分된 各 調査林地와 산불이 發生하지 않은 地域 등의 相對優占値의 比較에 의해 Increases, Decreases, Invaders, Neutral species의 區分을 한

結果, Increases로 木本에서는 신갈나무, 참싸리, 노린재나무, 으아리(*Clematis mandshurica*) 草本으로는 새, 억새, 김의털 등이고 Decreases로는 木本에서 진달래(*Rhododendron mucronulatum*), 철쭉(*R. schlippenbachii*), 청미래덩굴(*Smilax china*), 노간주나무, 졸참나무(*Quercus serrata*), 예죽나무(*Styrax japonica*)와 草本으로는 산구철초(*Chrysanthemum zawadskii* var. *latilobum*), 솔새(*Themeda triandra* var. *japonica*), 골무꽃(*Scutellaria indica*), 개맥문동(*Liriope spicata*)를 들 수 있으며 Invaders로는 木本에서 광대싸리(*Securinea suffruticosa*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 헛(*Pueraria thunbergiana*), 草本에서는 비짜루(*Asparagus schoberiodes*), 쟁의다리(*Thalictrum aquilegifolium*), 밝은대쭉(*Artemisia keiskeana*), 강아지풀(*Setaria viridis*) 등 여러 種이 侵入된 것으로 볼 수 있다. Neutral species로 병꽃나무(*Weigela subsessilis*), 쭉(*Artemisia princeps* var. *orientalis*) 등을 區分할 수 있었다. 前報에서도 산불發生後 100日 程度 지난 調査에 의해 區分한 바 있었으나 時間繼列에 따른 變化를 좀 더 고려한 本 調査에서 이러한 區分이 보다 分明해 질 수 있다고 본다.

2) 種多樣相의 比較

表 4는 산불에 의한 種數, 個體數, 種多樣度, 最大種多樣度, 均在度, 優占度の 變化를 草本, 木本別 또는 斜面別로 나타낸 것이다. 多樣性을 表現하는 各種 方法들에 대해서는 이미 前報에서 報告된 바와 같다.

表에 나타난 바와 같이 斜面別로 볼 때 南西斜面이 南東斜面에 비해 種多樣도를 비롯한 多樣性이 큰 것으로 나타나고 있다.

산불은 植生群落內的 種多樣性을 增加시킨다고 Douglas와 Ballard⁷⁾는 報告한 바 있는데 本 研究에서와 같이 時間繼列에 따라 木本과 草本을 함께 고려할 때 산불發生 直後 多少 낮은 값(0.82)을 갖다가 점차 增加하여 一年이 經過한 후에는 산불이 發生하지 않은 地域보다 큰 값을 가지게 되는데 이는 種數와도 關聯이 있어, 산불이 發生하면 우선 種

數의 急激한 減少가 일어났다가 점차 種이 增加 또는 侵入되므로서 增加되는 것으로 山火發生 初期, 木本에 비해 草本의 種多樣性이 낮았다가 時日이 經過하면서 急速히 增加하여 1年 후에는 木本보다 큰 값을 가지게 되는 것은 山火後 草本類의 頻도가 木本에 비해 一時的으로 높아지고 1年만에 頻도가 頂點에 이른다는 Vogl과 Schorr¹⁸⁾의 報告를 어느 정도 뒷받침하는 事實로 볼 수 있으며, 可能的 最大種多樣도를 고려할 때 특히 木本の 種多樣도는 當분간 增加가 계속될 것으로 推定할 수 있겠다.

또한 均在度の 變化樣相을 볼 때 木本은 산불로 인해 均在度が 減少하다가 1年後의 調査地에서 增加하고 있고, 草本의 경우엔 산불發生 初期부터 계속적인 增加傾向을 보이는 사실은 산불發生 後 初期에는 草本類의 再生 및 增加가 木本에 비해 훨씬 크게 進行되고 산불發生 이듬해가 되면서 木本에서도 增

Table 4. Values of various diversity of burned and unburned areas

Site*	Plant type	Aspect	Number of species	Number of individuals	Species diversity (H')	Maximum H' (H' max)	Evenness (J')	Dominance (1-J')
B1	Woody plants	SE	5	54	0.6283	0.6990	0.8989	0.1011
		SW	7	65	0.6004	0.8451	0.7104	0.2896
			8	119	0.6464	0.9031	0.7158	0.2842
	Herbs	SE	12	416	0.5980	1.0792	0.5541	0.4459
		SW	9	165	0.4912	0.9542	0.5148	0.4852
			14	581	0.6209	1.1461	0.5418	0.4582
Total		22	700	0.8231	1.3424	0.6132	0.3868	
B2	Woody plants	SE	16	143	0.8816	1.2041	0.7322	0.2678
		SW	11	140	0.6644	1.0414	0.6380	0.3620
			18	283	0.8097	1.2553	0.6450	0.3550
	Herbs	SE	21	606	0.6933	1.3222	0.5244	0.4757
		SW	18	300	0.7551	1.2553	0.6015	0.3985
			30	906	0.8129	1.4771	0.5503	0.4497
Total		48	1189	1.0511	1.6812	0.6252	0.3748	
B3	Woody plants	SE	16	82	1.0306	1.2041	0.8559	0.1441
		SW	10	112	0.7741	1.0000	0.7741	0.2259
			17	194	0.9293	1.2304	0.7553	0.2447
	Herbs	SE	26	301	1.0016	1.4150	0.7078	0.2922
		SW	20	234	0.9906	1.3010	0.7614	0.2386
			32	535	1.0575	1.5051	0.7026	0.2974
Total		49	729	1.2750	1.6902	0.7543	0.2457	
U	Woody plants	SE	14	121	0.9902	1.1461	0.8640	0.1360
		SW	15	148	0.9588	1.1761	0.8152	0.1848
			18	279	1.0276	1.2553	0.8186	0.1814
	Herbs	SE	12	212	0.6283	1.0792	0.5822	0.4178
		SW	10	218	0.5702	1.0000	0.5702	0.4298
			17	430	0.6436	1.2304	0.5231	0.4769
Total		35	709	1.0799	1.5441	0.6994	0.3006	

* B1, B2, B3, and U refer to burned area of 20 days, 100 days, 1 year after fire, and unburned area respectively.

Table 5. Indices of community similarity

Index	Community* comparison					
	B1B2	B2B3	B1B3	B1U	B2U	B3U
CC	0.46	0.48	0.35	0.40	0.43	0.46
C	0.69	0.67	0.57	0.40	0.47	0.55

* B1, B2, B3, and U refer to burned area of 20 days, 100days, 1 year after fire, and unburned area respectively.

가가 활발하게 되는 것으로 分析해 볼 수 있다.

3) 類似性의 比較

2개의 群落係數 CC, C를 使用하여 산불의 發生 與否와 時間經過에 따라 區分한 各 林地間의 類似性을 分析하였다.

CC 및 C의 값은 두 林地間에 共通으로 出現한 種의 數와 量의 비슷한 程度를 나타내는 것으로서 分析方法은 既往의 報告²⁷⁾에서 밝힌 바 있다.

表 5에서 나타난 바와 같이 B1B3에 비해 B1B2 또는 B2B3의 값이 큰 것으로 산불發生直後에 비해 種數와 個體數가 增加하면서 植生構成狀態가 時間이 흐름에 따라 變化하고 있는 것을 뜻하는 것이라 할 수 있다. 특히 산불이 發生하지 않은 林地와의 類似한 程度는 B1U에서 B3U로 갈 수록 群落係數의 값이 增加하고 있음으로 보아 산불發生後 種構成이 원래 狀態로의 回復 또는 侵入 등에 의해 점차 산불이 發生하지 않은 林地와 비슷한 狀態로 變化하고 있음을 잘 나타내고 있는 것이다.

結 論

冠岳山中에서 發生한 地表火의 影響으로 土壤條件 및 森林植生에 미친 變化樣相을 約 1년이 經過한 後의 結果를 通해 分析한 바, 結論은 다음과 같다.

1. 土壤水分含量, 有機物含量 및 置換性 鹽基를 비롯한 大部分의 土壤養料은 산불의 發生直後에 一時的 增加를 보였다가 減少하여 1년이 經過한 후에는 큰 變化를 보이지 않았다.

2. 下層土의 pH는 산불發生 直後부터 1년이 經過할 때까지 계속적인 增加傾向을 보였다. 또 有效 磷酸은 산불發生直後 크게 增加하였다가 서서히 減少하여 1년이 經過한 후에는 산불이 發生하지 않은 林地와 비슷한 狀態를 나타내었다.

3. 산불에 의한 樹冠被害程度를 根據로 한 耐火力은 싸리類, 병꽃나무類가 가장 弱하나 再生力은 크며 진달래類는 耐火力도 比較的 強하고 再生力도 큰 것으로 나타났다.

4. 1年 經過된 結果를 追加함으로써 各 林地의 相對優占值를 基準으로 한 *Increasers*, *Decreasers*, *Invaders* 및 *Neutral species*의 區分은 보다 正確性을 기할 수 있다.

5. 群落係數의 分析比較를 通해 산불發生地의 植生構成이 時間이 經過함에 따라 점차 산불이 發生하지 않은 林地와 類似한 狀態로 變化하고 있음을 알 수 있다.

引 用 文 獻

- Ahlgren, C. E. 1960. Some effects of fire on reproduction and growth of vegetation in northeastern Minnesota. *Ecology* 41:431-445.
- Ahlgren, I. F. and C. E. Ahlgren. 1960. Ecological effects of forest fires. *Bot. Rev.* 26:483-533.
- Austin, R. C. and D. H. Baisinger. 1955. Some effects of burning on forest soils of western Oregon and Washington. *J. Forestry* 53:275-280.
- Barnette, R. M. and J. B. Hester. 1930. Effect of burning on the accumulation of organic matter in forest soils. *Soil Sci.* 29:282-284.
- Daubenmire, R. 1968. Ecology of fire in grasslands. *Adv. Ecol. Res.* 5:209-266.
- Dix, R. L. 1960. The effects of burning on the mulch structure and species composition of grasslands in western North Dakota. *Ecology* 41:49-56.
- Douglas, G. W. and T. M. Ballard. 1971. Effects of fire on alpine plant communities in the North Cascades, Washington. *Ecology* 52:1058-1064.
- Heyward, F. 1939. Some moisture relationships of soils from burned and unburned longleaf pine forests. *Soil Sci.* 47:313-325.

9. Kucera, C. L. and J. H. Ehrenreich. 1962. Some effects of annual burning on central Missouri prairie. *Ecology* 43:334-336.
10. McArthur, A. C. 1963. Revised forest fire danger tables. *Austral For. and Timber Bur. Ann. Rep.*
11. Naito, T., K. Sugawara, Y. Iwanami and S. Iizumi. 1967. Some effects of fire on the coastal pine forest at Gamow, Miyagi Prefecture. *Jap. J. Ecol.* 17:121-125.
12. Rundel, P. W. 1973. The relationship between basal fire scars and crown damage in giant sequoia. *Ecology* 54:210-213.
13. Shannon, C. E. and W. Weaver. 1963. *The mathematical theory of communication.* Univ. Illinois Press, Urbana. 117pp.
14. Stark, N. M. 1977. Fire and nutrient cycling in a douglas fir/larch forest. *Ecology* 58:16-30.
15. Swan, F. R., Jr. 1970. Post-fire response of four plant communities in south-central New York State. *Ecology* 51:1074-1082.
16. Vlamis, J., H. H. Biswell and A. M. Schultz. 1955. Effects of prescribed burning on soil fertility in second growth ponderosa pine. *J. Forestry* 53:905-909.
17. Vlamis, J. and K. D. Gowans. 1961. Availability of nitrogen, phosphorus, and sulfur after brush burning. *J. Range Manage.* 14:38-40.
18. Vogl, R. and K. Schorr. 1972. Fire and manzanita chaparral in the San Jacinto mountains, California. *Ecology* 53:1179-1188.
19. Wagle, R. F. and J. H. Kitden, Jr. 1972. Influence of fire on soil nutrients in a ponderosa pine type. *Ecology* 53:118-125.
20. Whittaker. 1970. *Communities and ecosystems.* The Macmillan Co., Collier-Macmillan Ltd., London. 162pp.
21. Wilde, S. A., G. K. Voigt and J. G. Iyer. 1972. *Soil and plant analysis for tree culture.* Oxford & IBH publishing Co., New Delhi. 172pp.
22. 康祥俊. 1971. 草地的 構造 및 生産性에 미치는 산불의 影響. *植物學會誌* 14(3): 36-42.
23. 金玉旻. 1970. 山火跡地の 生態學的 研究: 山火後의 殘餘種子 發芽率에 對하여. *韓林誌*. 10: 29-39.
24. 金玉旻, 鄭炫培. 1971. 山林跡地の 生態學的 研究: 山火後 林地的 生産構造에 對하여. *韓林誌*. 12: 45-54.
25. 朴奉奎, 金鍾熙. 1981. 稚岳山の 植生과 土壤에 미친 산불의 影響. *植物學會誌* 24: 31-45.
26. 朴奉奎. 1981. 江原道 桂芳山 및 柯七峰에서의 산불이 植物群集과 土壤成分에 미친 影響에 對하여. *韓國生活科學研究院 論叢* 28: 99-107.
27. 禹保命, 權台鎬. 1983. 荒廢山地에서의 산불이 森林植生 및 土壤에 미치는 影響에 관한 研究 (I): 冠岳山 땀골 계곡에서의 初期 影響. *韓林誌*. 62: 43-52.
28. 정복길. 1983. 가을철 산불 방지대책. *산림* 213: 16-22.
29. 차순형. 1981. 산화적지의 토양변화와 관리. *산림* 189: 44-50.
30. 洪淳佑, 河永七, 崔榮吉. 1968. 植生, 土壤 및 土壤微生物에 미치는 불의 效果에 對하여. *植物學會誌* 11(4): 9-20.