

# 山林火災와 山불의 防止對策

羅 采 修

〈點檢 3部 代理〉

## 1. 概 說

山林火災란 山林이나 들판에서 發生한 火災를 말하며 俗稱 「산불」이라고 한다. 이 「산불」은 山林의 危害중 가장 무서운 것의 하나로 世界各國은 그 對策에 腐心하고 있는 形편이다.

더우기 70年代에 들어와서 世界的인 資源難과 資源武器化時代를 맞아 우리는 資源의 效率의인 利用과 保存을 위해서 「산불防止」에 대한 各별한 努力이 있어야 할 것이다.

## 2. 山林火災의 種類

山林火災는 우선 林木火災와 林地火災로 大別되며 林木火災는 樹冠火와 樹幹火로, 林地火災는 地表의 落葉, 마른 풀 떨어진 마른가지 등이 타는 地表火와 땅 속에 묻힌 泥炭, 石炭, 亞炭등이 타는 地中火로 구분한다. 즉 나무의 끝에서 부터 뿌리까지 林木의 各部分에 따른 火災를 나누어서 살펴보고자 한다.

### 가. 樹冠火(樹梢火)

이것은 나무 끝이 타는 것으로 삼나무(杉), 회

목(檜木, 노송나무) 陸松등의 針葉樹는 거의 전부 樹冠火를 일으킨다. 이 火災는 대체로 地表로부터 타기 始作하는데 간혹 山속의 숲가마나 人家로부터 引火되는 수가 있다.

樹冠火가 猛烈할 때는 直徑 10cm 정도의 가지도 쉽게 타서 떨어지게 된다. 強風이 있을 때는 15km/h 以上の 速度로 火勢가 進行되고 보통은 2~4km/h 정도이다. 폭풍인 때는 가지가 불이 붙은 채 바람에 날려 봉우리나 골짜기를 넘어, 빠른 江을 건너 여기저기 飛火해서 火災를 擴大하고 消火를 不可能하게 하는 일 조차 있다.

삼나무(杉) 숲등에서는 一部分의 樹冠이 燃燒하고 一部分은 타다남아 樹冠火의 「무늬숲」이 되기도 한다.

### 나. 樹幹火

나무의 줄기가 불타는 것으로 나이먹은 針葉樹등 껍질이 老化된 것이나 가문비나무 처럼 樹脂가 배어나오거나 또 空洞이 있는 나무는 樹幹火를 일으키기 쉽다. 地表火로 부터 시작되기도 하고 주위火災의 輻射熱에서 發火하는 수도 있다. 針葉樹가 어린 나무인 때는 地表火 樹幹火 樹冠火가 함께 일어나 어린 나무는 完全히 燒死

한다.

산봉우리의 枯木이 樹幹火를 일으키면 하루종일 불꽃을 올리고 바람이 세게 불면 火粉이 흩날려 火災擴大의 原因이 된다. 마른가지나 이끼 따위도 着火하기 쉽다.

또 直徑 20~30cm 以上の 樹木이 樹幹火를 일으키면 줄기部分의 바람이 불어가는 方向에서는 風速이 약하기 때문에 바람부는 쪽보다 불꽃이 높게 올라서 이쪽이 더욱 猛烈하게 燃燒한다. 이것을 片面燃燒라 한다.

### 다. 地 表 火

山間이나 들판에서 地表를 덮고 있는 落葉, 落枝, 마른풀등은 쉽게 乾燥되고 아주 타기 쉬운 것으로 이들이 燃燒하는 것이 地表火이다.

들판이나 나무가 드문드문한 山間의 火災는 普通 地表火가 많고 들판의 火災를 特別히 野火라고 한다.

地表火는 바람의 영향을 받기 쉽고 酸素의 供給도 많으므로 火勢가 날카롭고 燃燒速度도 상당히 빠르다. 그 速度는 4~7km/h 정도로 이곳이 갈대숲처럼 키 큰 雜草가 密生해 있고 強風이 불게 되면 10km/h가 될 수도 있다.

가느다란 落葉은 吸水性이 크고 특히 落葉松은 언제나 많은 水分을 含有하고 있으므로 이 근처에서는 좀처럼 地表火를 일으키지 않는다.

또 10年生 以上の 落葉松이 密生한 숲은 잔풀이 거의 없어 可燃物이 적어서 불붙기 어렵다. 그러므로 地方에 따라서 落葉松을 防火樹로 使用하는 것도 좋다.

보통 山林에서 20cm 정도 直徑의 林木은 가벼운 地表火에서는 地上 約 50cm 높이의 樹皮가 조금 그을리는 정도로 致命的인 損傷은 입지 않는다. 만약 可燃物이 많은 地表火에서 傾斜面의 아래쪽에서 부터 불타기 시작하면 燃燒速度가 빠르고 높은 熱을 長時間 받으므로 林木은 枯死한다.

林木의 耐火性은 樹種에 따라 큰 差가 있고 겹

질이 두꺼울수록 強하다.

### 라. 地 中 火

땅속의 泥炭層에 引火해서 불타는 경우이다. 可燃物이 땅속에 묻혀 있을 때는 多量의 水分을 吸收하고 있으므로 쉽게 불붙지 않으나 맑은 날씨가 계속되고 排水工事가 잘 되어있어 땅이 乾燥할 때 地中火가 일어나기 쉽다.

겨울철 積雪下에서 타들어가기 시작해서 초봄 눈이 녹은 後에 地表에 나타나서 地表火로 擴大되는 例도 있다.

地中火는 바람의 影響을 받는 수도 적고 空氣中 酸素供給도 充分하지 않으므로 延燒速度가 느려 약 4~5m/h에 불과하고 燒失面積도 晝夜에 1ha(약 3,000坪) 정도에 지나지 않는다.

그러나 火熱이 높고 그 破壞力은 놀란만 하하다 地中火는 비가 오거나 눈이 내려도 쉽게 鎮火되지 않고 北美 사할린 등에는 數日 또는 數十日까지 계속해서 타게 되는 수도 있다고 한다.

地中火를 除外하면 山林火災는 夜間에는 濕度가 증가하고 風速도 떨어지므로 火勢는 아주 弱해지고 거의 연기만 나는 정도이나 낮에는 다시 불꽃을 올리면서 燃燒한다. 그렇게 해서 비라도 내리지 않으면 며칠이고 계속해서 타게되는 것이다.

### 마. 山林火災의 種類別 發生比率

우리나라에서는 正確한 統計가 없으나 經驗的으로 地表火가 半以上을 차지하는 것이 확실하다.

外國의 統計를 보면 山林火災의 大半이 地表火이고 그 다음을 차지하는 것이 樹冠火이며 이 두가지가 山林火災의 大宗을 이룬다.

山林火災의 거의 모든 경우가 그 發生은 地表火로 부터 始作되고 극히 드물게 落雷에 의한 樹幹火로 發生된다.

地表火가 들판이나 나무가 없는 山間에서 發生한때에 損害가 전혀 없다고 報告된 일조차 있

고 대개 손해금액이 아주 적은 것으로 集計되고 있다.

樹冠火는 林木에 致命的인 타격을 주기 때문에 그 損害額은 地表火를 훨씬 초과하므로 山林火災保險의 對象도 이 樹冠火가 보통이다.

### 3. 山林火災의 防止

山林火災를 막는 對策으로서 發生을 未然에 豫防하는 方法과 火災가 發生한 때 初期에 鎮壓하는 方法이 있다.

#### 가. 豫防

우리나라는 山불의 原因이 거의 人爲的인 것이므로 豫防이 先行되어야 한다. 人爲的인 火災를 豫防하는 데는 愛林防火思想의 보급이 우선 重要하다. 그러나 이것만으로는 不充分하고 火災危險期에는 入山의 制限도 必要하고 惡質的인 放火의 豫防을 위해서 罰則을 두는 것도 당연하다.

등산 하이킹을 目的으로 入山하는 都市人은 山불의 무서움과 公共에 對한 影響등을 熟知해서 火氣의 取扱에 대해서 세심한 주의를 기울여야 할 것이다.

이를 위해 라디오나 텔레비전 신문광고등을 利用해서 산불방지에 대한 경각심을 일깨울 必要도 있다. 또 林野의 要所에 標識板, 포스터등을 設置하고 火災警報나 乾燥注意報의 發令日에는 警報旗를 올리는 등 그 傳達를 徹底히 하지 않으면 안된다.

깊은 山속이라 이 傳達이 不充分한 場所에는 「山불危險感知試驗紙」가 便利하다. 이 시험지는 化學實驗用 여과지에 염화코발트를 칩투시켜 乾燥시킨 것이다. 이것을 空氣中에 퍼서 노출시키면 그때의 溫度와 濕度에 반응해서 코발트色에서 분홍색으로 變色한다.

한장의 시험지로 비에 젖지 않는 한 半年정도는 有效하게 使用할 수 있다. 이 시험지는 濕度

60%를 경계로 이 보다 낮은 濕度에서는 코발트色 높은 濕度에서는 분홍색이 된다.

最近 日本 北海道의 山間地方에서는 入山者에게 이 시험지를 지참하게 해서 火災豫防에 效果를 올리고 있다. 火災警報旗는 단순히 경계를 위한 것보다 간단히 風向, 風速등을 알 수 있게 비행장등에서 使用하는 方式대로 천으로 만든 원통型 風向器를 띄우면 좋다.

#### 나. 防火施設

일단 산불이 發生하면 早期에 發見해서 적극적인 消火를 行하여 被害를 最小限으로 줄여야 한다. 이를 爲해 山林經營上, 平素부터 豫防과 消防을 겸하는 施設과 準備를 해두지 않으면 안 된다.

##### 1) 防火線

山林經營上 火災危險地域 즉 들판에 접해있는 山林, 과거에 大火災가 있는 地域등에는 防火를 위해 미리 적절한 防火線을 配置시켜 두는 일이 必要하다. 防火線이란 수풀사이 또는 山林의 外周에 설치하는 空間地帶이다. 이것에 의해 延燒는 저지되고 自然鎮火가 되기도 한다. 또 消火의 거점이 되는 맞불을 붙이는 場所로서 利用되기도 하고 消火活動을 위한 道路의 役割을 하기도 한다. 防火線은 地表火중 특히 바람에 의한 延燒를 저지하는데 效果가 크다. 그러나 樹冠火의 防止에는 相當한 幅의 防火線이 必要하고 특히 山林內 防火線의 方向이 火災危險風向과 一致하고 있을 때는 더욱 延燒를 촉진하는 경우도 있다.

防火線의 설치하는 火勢를 약하게 하기 위해 설치하는 것이 大部分이고 地勢, 氣象條件, 樹木의 狀況등을 고려해서 工事를 한다. 또 山과 山의 境界線, 山林區劃線 河川, 石礫地등을 利用해서 만들기도 한다.

防火線은 火災의 危險성이 높은 場所에 미리 만들어 두는 固定的인 것과 火災가 發生한 때 延燒防止를 위해 火災가 進行하는 前方에 급히 만

드는 臨時防火線의 2가지가 있다.

防火線은 山地를 非生産地域으로 만들게 되므로 小面積所有者가 많은 民有林에서는 만들기가 곤란하다. 또 매년 補修하지 않으면 그 效果가 훨씬 줄어들 危險이 있어 清掃를 게을리 하지 않도록 해야 한다.

防火線의 幅은 氣象條件, 地勢, 山林의 狀況에 따라 다르나 普通 4~20m, 경우에 따라서는 100m가 되는 수도 있다. 단지 地表의 可燃物을 제거하기 위해서 幅 2m 깊이 0.5m 정도의 도랑을 파거나 또 그 도랑 옆에 높이 1~2m 정도의 흙제방을 만들어 두는 것도 效果를 볼 때가 있다. 防火線에는 불붙기 쉬운 雜草가 자라지 않게 항상 손질해 두지 않으면 안된다.

防火線의 손질 努力을 덜고 防火效力을 떨어뜨리지 않게 하여 生産地로 利用하기 위해 크로바등을 심어 牧草化하는 것이 좋다.

## 2) 防火林

防火林은 固定防火線과 대체로 같은 位置에 道路, 鐵道등을 따라 延燒의 危險이 있는 方向에 만들어지는 帶狀의 山林으로 여기에 使用하는 樹木은 耐火성이 커야 한다.

常綠의 闊葉樹種 불에 휩싸여도 불꽃을 올리지 않고 많은 水蒸氣를 내며 爆音을 내면서 炭火하고 수축되는 것이 있다. 이것과 反對로 불꽃을 올리면서 타는 종류도 있다. 防火樹로 적합한 것은 前者이고 대체로 소나무[楊梅] 구실잣나무, 도토리나무, 떡갈나무, 상수리나무, 落葉松등이 있다.

防火林은 防火線과 합쳐 設置하고 防火線의 內側에 1~2列로 심으면 좋으며 될 수 있으면 防火線의 幅은 좁게 하고 防火林의 幅을 넓게 해서 10m정도로 하는 것이 좋다.

값이 비싼 樹木을 防火林으로 할 때 特別히 防火線과 獨立해서 만들 때는 40m 以上の 幅으로 할 必要가 있다.

## 다. 火災警報의 發令

氣象狀態가 火災의 發生이나 延燒와의 사이에

밀접한 관계가 있는 것은 앞에도 언급했으나 氣象에 따른 豫防對策도 여러가지가 있다. 濕度가 50%以下로 내려가면 山火危險旗를 올리고 山火發生危險이 많을 때(濕度가 30%以下로 내려갈 때)는 경미한 火氣取扱이라도 제한해야 한다.

美國의 山林當國은 各 地域마다 火災危險計算尺(Fire Danger meter)으로 危險度를 測定해서 利用하고 있다.

이것은 i) 季節 ii) 最近의 降雨日로부터 經過日數와 그 降雨量 iii) 可燃物의 含水量 iv) 濕度, 風速등에 의해 火災危險等級을 0에서 100까지로 나타내고 있다. 英國에서도 같은 形式으로 i) 最近의 降雨量 ii) 最近 5日間의 日平均最高氣溫 iii) 相對濕度와 風速 iv) 季節을 고려해서 危險度를 算定하고 있다.

## 4. 消防對策

山林火災의 消防對策으로서 다음과 같은 方法과 組織과 施設이 必要하다.

### 가. 火災警報의 傳達

山火가 大火災로 擴大된 때는 風速이 빠른 경우가 많아서 鎮火가 어렵게 된다. 日本의 根釧地方의 地方에서 風速 2m/sec, 氣溫 14.6°C 濕度 61%의 狀態에서 실험을 한 結果가 있다. 季節은 가을, 着火後의 時間經過와 延燒面積은 다음과 같다.

經過時間	1分	2分	3分	4分	5分	6分
延燒面積(m <sup>2</sup> )	2.1	5.6	7.7	14.0	19.6	28.6
7分	8分	9分	10分	11分	12分	
37.7	49.6	64.9	89.4	147.3	240.2	

### 나. 火災의 發見

火災감시초소와 그 곳에 근무하는 감시원의 組織을 完備시켜 定期的으로 地上을 순찰하게 하여 早期에 出火를 發見할 수 있게 하고 경우에

따라서 항공기의 利用도 고려해야 한다.

地形이 平坦한 곳은 불의 發見이 容易한데 境界범위內의 各 地點은 적어도 2곳以上에서 보여 지도록 監視員을 配置할 必要가 있다. 地形이 複雜하여 死角이 큰 곳은 항공기나 地上을 직접 巡察하는 方法이 좋다.

#### 다. 通信施設

監視초소에는 망원경, 나침반, 地圖등을 備置하고 이곳에서 火災地點의 方位角을 測定해서 消防署에 通報한다. 消防署에서는 各 초소로 부터 報告되는 方位角을 地圖上에 記入하여 正確한 火災地點을 地圖上에 表示할 수 있게 된다. 本部와 各 監視초소와의 通信施設은 당연히 必要하다.

#### 라. 수송시설

消火에 必要한 人員, 機材의 신속한 운반이 消火效果를 높이기 위해 꼭 必要하다. 이를 위해 산길의 확장, 정비도 必要하고 道路가 없는 깊은 산속은 항공기에 의한 수송도 생각해야 한다.

#### 마. 消火器具

山林火災에 先進國에서는 약제등을 使用하는 化學消防이 發展되고 있다.

先進國에서도 삼, 팽이, 곡팽이, 칼퀴, 낫, 도끼등을 使用해서 급속히 山林을 採伐, 落葉, 마른가지 등을 제거하기도 하고 땅을 파서 도랑을 만들어 防火線을 急造하는 方法을 쓴다.

防火線의 구축을 위해 美國에서는 핸드 드렌처나 불도자가 使用된다.

물은 山林火災의 소화에 가장 좋은 것인데 最近에는 펌프자동차가 들어 갈 수 있는데까지 들어가 이것으로 끌짜기의 물을 끌어올려 可搬式 펌프의 中繼에 의해 주위의 언덕까지 揚水해서 물에 의한 消火를 行하는 方法이 권장되고 있다. 이를 위한 물의 準備에는 溪流를 막아 두기도 하고 防火線上의 要素에 드럼통이나 水槽를 두어도 좋다.

山林火災의 特徵은 긴 火線이 빠르게 移動해서 地形에 따라 복잡한 延燒가 일어나므로 한군데서 호스로 移動하는 方式은 火線을 따라 잡을 수가 없다.

따라서 바람을 안고 數人이 一組가 된 消防員이 동검식消火器(분무와 直射의 可變노즐이 달린 것)를 가지게 해서 消火한다. 「맞불」用 토치 램프도 必要하다.

#### 바. 消火濟

一般的으로 山林火災의 消火에는 물을 구하기 어려운 경우가 많은데 물의 效力을 倍增시키고 그 消火效力을 조금이라도 오래 지속시킬 수 있는 消火劑가 諸外國에서는 開發되어 있다.

最初에 利用된 것이 황산암모늄, 중조, 탄산소다, 황산알미늄, 제 1 인산암모늄등의 5~10%水溶液이다. 이들은 물만 使用하는 것보다 效果가 크다.

그러나 最近에는 한층 더 높은 消火效力을 노려 알긴산을 첨가한 각종의 粘着水나 제라틴상 물질 粘土水溶液이나 火災억제제로서 분산칼슘 하나트륨, 제 2 인산암모늄등이 사용된다. 이들 약제가 地上이나 비행기 헬리콥터등에 의해 空中에서 直接 火災現場上空이나 火先의 前方에 살포된다.

落葉層이 두터운 곳은 殘火처치가 곤란하므로 再燃에 의한 火災가 잘 일어난다. 이것은 쓰러진 나무나 죽이 빈 나무가 많으므로 일어나는 경우가 많다.

#### 사. 消火方法

一般的으로 消火에는 세가지 原則(冷却, 窒息, 可燃物의 除去)이 있는데 山林火災도 이 原則에 따라 다음과 같은 方法이 行하여지고 있다.

i) 可燃物의 除去, 防火線을 만들기 위해 나무를 伐採하고 除去한다.

ii) 冷却, 發火溫度까지 올라가지 않게 흙이나 消火劑를 撒布한다.

iii) 窒息 흙이나 약제로 火炎을 덮는다. 消火에는 먼저 燃燒의 熱에너지를 줄여야 하고 殘火處理를 철저히해야 하며 消火後의 순찰에 의한 完全消火가 뒤따라야 한다.

#### 아. 消火技術

消火技術에는 直接消火와 間接消火(맞불을 포함)가 있다.

i) 直接消火...大火災의 初期나 小火災의 消火에는 火力이 弱하므로 火災現場에 接近해서 물이나 흙등의 消火劑를 사용하기도하여 直接的인 消火가 可能하다. 最近에는 消火劑를 空中에서 直接 投下하기도 한다.

ii) 間接消火...火勢가 强하고 열기가 많으며 延燒가 빠른 경우 特別히 바람이 불어가는 方向으로 直接消火가 안된다. 따라서 火災現場에서 걸어서 前方에 可燃物을 幅 30~50cm 以上이 되게 取해서 除去하여 土壤을 노출시켜 防火線을 만든다. 이 防火線에서 火勢는 극히 弱해지므로 時期를 놓치지 않고 直接消火를 해서 完全히 鎮火한다.

防火線만으로 막을수 없을 때는 이곳에서 맞불을 지른다. 이런 方法을 間接消火라 한다.

iii) 맞불...맞불은 火先이 接近해 올때 前方의 可燃物에 불을 질러 火先과 합치게 하는 消火方法이다. 이 方法은 火勢가 커져서 消火가 곤란할 때라든가 消防員이 불에 둘러싸여 生命이 危險하게 되었을 때의 最後의 수단이다.

이것에는 局所的으로 風向이 변하는 곳이라든가 完全한 防火線을 據點으로 해서 行한다.

熟練과 經驗이 必要한 일이다. 맞불을 지르는 位置나 時期를 잘 못 判斷하여 火災를 擴大시키는 수가 있으므로 함부로 시행해서는 안된다.

#### 자. 消火計劃

現場에 到着하여 가장 먼저 行하는 消火의 要點은 다음과 같다. 火災의 位置, 범위, 연소방향, 速度, 특히 火災가 進行하는 方向을 빨리 파악해야한다.

이것은 i) 타고 있는 樹木의 種類와 含水量, 針葉, 闊葉別로 生나무와 마른나무, 雜草地帶.

ii) 바람이 불어가는 方向의 可燃物의 種類

iii) 地形(傾斜角, 오름斜面인가 내림 斜面인가의 구별, 斜面方位)

iv) 風速, 濕度, 天氣와 消防力을 고려해서 消火計劃을 決定한다.

### 5. 山火防止를 위해서

「산에 나무를 심고 가꾸어야 한다」는 命題보다 絕對的인 當爲性을 가진 말이 달리 없을 것 같다. 植木 育林에 대해서는 官民이 一致團結하여 오랫동안 努力을 기울이지 않았고 앞으로도 그런 努力은 持續되어야 마땅하다.

이제 그 結實이 점차 나타나기 시작하여 荒廢했던 우리 주위의 산도 조금씩 숲이 우거지게 되었고 이제 더지 않아 우리 國土의 2/3 以上을 차지하고 있는 山間이 짙은 綠色의 숲을 이루게 되어 「벌거벗은 우리 산」의 汚名을 씻게 될 날이 올 것이다.

차차 山林이 造成되어 가면서 最近에는 山火가 빈번히 發生해서 國民들을 안타깝게 하고 있다. 山林火災豫防을 위해서 組織的이고 體系的인 조사 研究를 할 時期가 되었고 우리 協會에서도 이 分野에 關心을 기울일 때가 되지 않았을까 생각된다. <끝>