

# 산불(山火) 예방



이 시 영 | 국립삼척대학교 소방방재학부 방재기술전문대학원 교수

## 1. 산불의 발생

불은 연소(燃燒) 작용으로 인해 에너지를 받아드리는 에너지체계이며, 열과 운동에너지가 빠르게 화학에너지로 바뀌는 변화과정을 가지고 있다. 연소과정은 매우 복잡하나 물리적·화학적인 측면에서 설명할 수 있다.

물리적인 측면에서 연소는 열의 흡수, 이동, 생성을 포함한다. 열(熱)은 어느 불에서나 기본적으로 발생하는 것으로서 연소시 처음 요구되어지며 모든 중요한 화학적인 작용은 온도에 의존한다.

화학적인 측면에서 연소는 서로 분해하고 화합하며 산화(酸化)와 열을 통하여 화학적인 반응을 일으키는 특징을 가지고 있다.

불은 연소하는 대상물체에 따라 건물화재, 차량화재, 선박화재, 항공기화재, 가스·화공약품이 연소하는 위험물화재 그리고 산불(山林火災)로 구분할 수 있다.

여기에서 산불은 낙엽, 낙지, 초류, 임목 등 산림내 구성물질이 산소와 열과 화합하여 열과 빛을 발생하게 하는 산화반응의 작용에 의한 현상이다. 즉, 불에 탈 수 있는 물질이 산소와 화합하여 열과 광을 수반하는 화학변화의 현상이 진행되는 것이며 아래의 식과 같이 설명할 수 있다. 이와 같이 산불은 연료, 공기,

열이 있어야 발생하며, 이를 산불의 3요소라고 한다.

산불의 3요소 중에서 연료는 불이 계속적으로 연소 진행하도록 제공하여 주는 가

연성 물질을 말한다. 열이 발생하여 연소가 시작되려면 발화온도에 달하여야 한다. 생엽(生葉)의 발화온도는 150~180℃에서 높고, 200℃에서 탄화되며, 400℃를 넘으면 대부분 발염한다. 이때 발염할 때까지의 시간의 지속은 수엽의 함수량 및 두께와 관계가 있다. 공기 중에는 21%의 산소가 함유되어 있기 때문에 산소부족 현상은 생기지 않으며, 연소가 계속되려면 공급되는 연료 온도를 발화온도 이상으로 높여 주어야 그로부터 연소가 시작되게 된다.

산불의 발생은 연료, 지형, 기상상황에 따라 발생 정도를 달리한다. 즉, 연료의 함수율이 10%미만 일 때는 산불발생이 대단히 용이하며, 양수(陽樹)가 음수(陰樹)보다, 수지(樹脂)를 갖고 있는 침엽수가 활엽수 보다, 유령림 지역이 장령 또는 성숙림 보다 산불 위험성이 더욱 높다. 또한, 남향과 남서향은 북향보다 수광량이 많고 고온이며 상대 습도가 낮은 관계로 연료가 건조하여 산불 발생이 많다. 강우량은 산불발생과 직접관계가 있어 강우 후에는 산불의 발생이 적고, 풍속이 매우 강할 때 보다는 다소 낮은 5m/s이하

일 때 69%가 발생한다는 결과도 있다. 특히, 우리나라 산불원인의 대부분은 입산자실화 42%, 논·밭두렁소각 18%로 가장 많다. 이러한 인위적인 실화도 산불이 발생할 수 있는 연료 및 기상조건이 맞아야 한다.

## 2. 산불의 진행과 대형화

산불의 진행은 연료, 기상, 지형조건에 의존하며 산불의 확산은 연소강도의 증가와 규모의 증가로 구분된다. 모든 불은 점에서 시작되고 순환에 의하여 확산되며 이러한 일련의 과정이 꾸준히 증가하면 화두(火頭), 화미(火尾), 측화(側火)가 서로 다른 비율로 퍼져 넓은 타원의 형태를 형성한다. 특히, 산불의 연소형태는 풍향, 풍속, 연료의 배열에 따라 차이가 있는데 산불의 초기 연소형태는 무풍 평탄지에서는 발화점을 중심으로 원형으로 연소하고, 강풍 또는 급경사지에서는 풍향과 평행으로 연소하며, 풍향이 일정하지 않거나 경사면에서는 부채꼴 모양으로 연소하며, 소능선이 있는 경사면에서는 산정을 향하여 신속히 연소한다. 또한 풍속에 따른 연소형태로서 바람이 강하면 강할수록 좁고, 긴 타원형을 나타내고 있다.

산불 확산시 활엽수림보다는 침엽수림에서, 완경사보다는 급경사지에서 매우 빠르게 진행하며 일반적으로 산불이 상향사면으로 진행되는 경우 6.7~25.7m/분, 하향사면 진행시 0.2~5.5m/분으로 지형 및 풍속 조건에 따라 많은 차이를 나타낸다.

열은 배출하는 대부분의 불은 불꽃을 생성하고 또 연소가 진행되면서 그곳에서는 많은 열이 발생되어



그림 1. 해안형 대형산불은 능선 구분 없이 전소하는 특징이 있다(강원 고성).



그림 2. 산불은 상승기류와 함께 높은 불기둥을 형성한다(강원 삼척)

이곳에 접해 있는 다른 부분의 온도가 발화온도 이상으로 높아져 연소는 점점 확대하게 된다. 열이 전달되는 방법으로는 전도(傳導, Conduction), 대류(對流, Convection), 복사(輻射, Radiation)에 의한 3가지 형태가 있고, 특히 산불 발생시에는 대류 현상에 의한 상승기류의 발생으로 비화(飛火)가 발생하여 산불은 더욱 확대된다.

산불이 대형되는 주요원인으로는 강풍발생, 이상건조 기후 지속, 급경사지, 연소 용이한 가연물, 산림의 관리부족, 비화발생, 산불현장의 지역풍 발생이



그림 3. 산불 후 토사유출방지를 위한 불타나무 수평쌓기(강원 삼척)

크게 영향을 미친다. 2000년 동해안 초대형 산불 때에도 산불현장에는 19~26.8m/s의 순간최대 풍속이 발생하여 1.5~2.0km의 비화가 발생한 바 있다. 비화시 상승기류를 따라 올라가는 물질은 구과껍질, 수피조각, 나뭇가지의 일부분 등이 포함되며 이들은 화두 방향으로 대부분 날아가 산불을 확대시킨다.

### 3. 산불피해지 복구

숲이 울창해짐에 따라 산불피해도 늘어나고 있다. 1996년 고성산불, 2000년 동해안 산불, 2002년 청양·예산 산불로 인하여 3만 헥타르에 가까운 산림이 타버렸다. 그동안 우리 조상들이 황폐지를 개간하여 정성들여 심은 나무들이 다 사라져 버린 것이다.

산불후의 숲은 기린의 얼룩무늬처럼 살아남은 부분을 반점같이 남기고 나머지 부분의 숲을 태워 없앤다.

불이 두 번 이상 반복된 산에서는 새하얀 흙살도 드러난다. 건강한 산림을 소생시키기 위한 노력은 산불 직후 바로 시작되는데 장마철에 큰비가 내릴 것을 대비하여 사방 구조물을 설치하는 것에서 비롯된다. 산불로 낙엽층이 소실되면 유출토사량이 급격히 증가되므로 흙막대쌓기나 피해목을 이용한 편책공, 골막이, 사방댐 설치 등을 함으로써 토양의 유실을 방지하고 조기녹화를 유도한다.

산불로 소실된 숲이 복구되기까지는 상당히 오랜 세월과 노력이 필요하다. 우리나라의 경우 나무가 자라 숲의 골격을 갖추는데 30년, 야생동물과

미생물 등 먹이사슬의 체계가 확립되기까지 50년 정도가 필요하다. 복구방법은 인공복구와 자연복원 방법이 있는데 숲의 관리목적과 토양의 생산능력에 따라 인공조림과 자연회복을 병행한다.

산불피해지 복구작업은 엄청난 비용과 시간, 노동력이 필요하니 만큼, 산불이 난 후에 복구에 노력을 기울이기보다는 산불이 발생하지 않도록 예방하는 것이 더욱 중요하다. 최근 미국의 “건강한 숲 만들기 정책”과 같이 우리나라도 숲가꾸기를 실시하여 숲의 구조를 개선, 산불 및 자연재해에 강한 숲으로 유도하여야 한다. 또한, 마을이나 국도변, 주요한 임분 주변에 내화림을 조성하는 등 숲을 종류별로 다양하게 배치하는 기술도 증진시켜야 할 것이다.

이미 산불의 계절은 시작되었다. 낙엽을 긁어모아 불을 피우면 낙엽 타는 냄새가 정겹겠지만 산불로 이어지지 않도록 조심, 또 조심하자.