

2000년 4월 7일 새벽부터 강원도 고성, 강릉과 삼척, 동해, 울진 등지에서 일어난 산불이 총선일인 13일까지 지속, 연속 발화하면서 여의도 면적의 40배가 넘는 16,000여 헥타의 방대한 면적의 백두대간 산림을 초토화하였다. 해방 이후 6. 25를 거친 후로는 이렇다 할 산불이 없었는데 4년 전인 1996년, 같은 강원도 고성 일대에서의 산불이 엄청난 피해를 내는 사례가 있었다. 그 때까지만 해도 우리나라의 산불이란 미국이나 브라질, 인도네시아와 같은 산불피해와는 비교도 할 수 없는 소규모이던 것이 그 사건을 겪으면서 다급하게나마 대책을 강구하여 그나마 진압용 헬기의 배치 등 현실적 대응을 할 수 있었다.

6. 25 전쟁을 치르면서 폭격으로 초토화된 산야에 낙엽마저 빨감으로 사라졌으므로 산불이 있을 수가 없었다. 간혹 4월 건기가 되면 연례행사 처럼 석탄화차의 연통에서 나온 불티와 농부들의 논밭두렁 태우기가 강풍이나 돌풍을 만나거나 그냥 내버려둔 것이 야산의 잔디나 잡풀더미들을 태우면서 확대되다가 주민들의 진화로 꺼졌던 것이 70년대에 들어서면서 생활 폐타이 바뀌어 연료가 개선되고 산림녹화사업이 본격화되면서 벌채와 낙엽 채취가 사라져 무성해진 산림이 봄, 가

을로 수난을 겪게 되었고, 산기슭에 거주하는 주민들뿐 아니라 인접 주민들의 연소피해까지 커지게 되었다.

역사적으로 전화에 의한 것 말고 깊은 산간에 큰 불이 없었던 것은 아니다. 큰 산덩어리의 얇은 치맛자락 부근이 아닌 호랑이가 나올 법한 곳에서 시작된 불은 그 원인을 이야기하기 어려운 점이 있으나 사찰 부근, 화전이나 심마니 등 산을 삶의 터전으로 삼고 살아가는 이들의 부주의 등에 의심은 가지만 근거를 말하기는 쉽지 않다.

목조건물 창가에 놓아둔 불록어항의 렌즈화로 초점거리 내 내장 합판재 벽면이 탄화되는 현상이 화재의 원인이 될 수 있음은 화재 직전의 발연 상태에서 발견된 사례로 확인할 수 있다. 이와 비슷한 예가 여우비 끝에 활엽수 잎의 물방울이 렌즈가 되어 건조나 낙엽더미에 착화, 발화하였든지, 비닐하우스에 고인 물이 렌즈화하여 내부 건조 집적물에 착화, 훈소 중 발견된 사례들로서, 이러한 류의 발화가능성들도 거론은 가능하나 일반적 상황으로 논하기는 어려운 예들이다.

산불의 원인은 발생 비도상으로는 산림과 근접한 곳에서 생활하는 사람들의 화기취급 부주의에 의한 발화위험성을 필두로, 벌레집 태우기 끝에 내버려둔 불의 확산, 등산객들의 깎여치러 부주

화재 원인 조사실무

산불화재의 원인과 현상



송재철

국립과학수사연구소 총무과장

의, 등산객들의 취사용구 사용과정에서도 상당히 잦은 산불이 있었다. 귀불놀이, 군부대 훈련중 비산 불티에 의한 발화, 방화나 불장난, 성묘 등 산역행사 중 부주의로 인한 발화위험들은 많은 논란이 되어 왔고, 고압선의 지락현상과 낙뢰에 의한 발화 가능성, 바람과 풍선과 충격에 의한 전자회로의 발열작동 등과 같은 것들도 거론되는 위험성들이다.

지락에 의한 발화가능성은 젖은 수목들을 통한 접지 경과에 의한 위험이나, 그 과정에서 발생하는 발화는 쉽게 작화나 연소 확대가 어렵고, 송배전회로선상 컴퓨터화되어 있는 보안기록 등으로 결과에 대한 점검도 가능하다.

이들 발화위험성은 아무래도 기상과 밀접한 관계가 있다. 이번 산불의 경우 어느 대학교수는 기상의 예를 들어 낙뢰에 의한 발화가능성을 제기하기도 했다. 낙뢰는 정전기의 일종인데, 알프스의 암벽을 오르는 등산기도 스치는 구름에서 머리칼이 일어나는 것을 느낀다는 것이 정전기이다. 이것들이 한데 몰린 거대한 정전기 덩어리가 지상의 어떤 물체와 접촉하게 되면 낙뢰가 되는 것이다. 뇌우가 치는 날 산 능선을 오르는 등산객이나 필드에 나가 골프치던 사람, 각종 운동 경기장이나 논밭에 나가 일하던 농부들이 낙뢰를 맞는 일도 간혹 보고되는 사례들이다.

이러한 경우는 비를 동반하므로 연소가 힘든 경우가 대부분이다. 산불의 경우도 우기에 낙뢰로 인한 발화가능성을 생각하기는 어렵지만, 기타 구조물의 경우 워낙 낙뢰의 에너지가 강력해 내부 집적물의 연소성에 따라서 연소가 되기도 한다.

2000년 5월 19일은 거의 전국적으로 천둥과 번개를 동반한 비가 내렸고, 일부에서는 주위가 검게 변하면서 구슬만한 우박이 떨어지는 기상이 변이 있었는데, 춘천에서는 낙뢰로 불이 나 1명이 사망했다는 보도도 있었다. 우리나라는 1년에 약 1,300회 이상의 낙뢰로 5명 가량이 사망하고, 세

계적으로는 2,500만회의 낙뢰로 2,000~3,000명이 목숨을 잃는다고 한다.

낙뢰는 순간 100기압, 섭씨 10,000도 이상의 엄청난 위력으로 떨어지므로 피접물은 대부분 파괴되거나 화재가 발생하게 된다. 낙뢰는 연뢰(燃雷 또는 火雷)와 냉뢰(冷雷)로 분류하는데, 연뢰는 낙뢰시 발화의 가능성이 큰 반면, 냉뢰는 파괴력은 높으나 발화 위험은 작은 낙뢰이다. 연뢰는 단속시간이 길고 냉뢰는 짧으며 파괴치가 커서 전자력에 의한 파괴력이 강력한 것이다. 냉뢰라 하더라도 낙뢰 대상물이 유류, 종이, 목재 등이 연성 가연물인 경우는 착화될 수 있고, 연뢰라 하더라도 콘크리트 구조물과 같은 대상물은 연소될 수 없다. 즉 낙뢰는 낙뢰의 종류보다 피접물의 종류나 상태에 따라 발화 위험이 달라진다.

유조, 화약고, 가스탱크 등 위험물 저장고같은 곳은 직접 낙뢰하지 않더라도 뇌운에 의한 정전기 유도나 근접 낙뢰에 의한 전자적 유도로 고압이 생겨 가연성가스나 폭발물에 방전되어 화인이 될 수도 있다. 발전소나 변전소에 낙뢰되면 고압의 서지(surge)가 침입하여 발전기나 변압기를 소손시키게 되며 수림에 낙뢰하여 산불을 일으키기도 하는 것이다.

낙뢰는 통과전류의 열작용으로 대상물에 방전할 때 여러 가지 조건에 따라 막대한 열을 발생하므로 발화, 용유, 기화의 현상이 나타난다. 실제로 낙뢰의 방전전로 중심개소는 의외로 가늘어 그 직경이 수 센티미터에 불과하다. 따라서 그 중심부의 온도는 매우 높아지게 되고 방전시 그 부분에 백연 기체가 폭발적으로 확대되어 간다. 이 경우 화재의 관점에서 본다면 전도(電道)를 둘러싸고 있는 공기가 국부적으로 가열되기 때문에 강력한 와류를 일으켜 이 와류에 의해 착화된 일반 가연물은 불이 꺼져버리는 경우도 있지만 순간적이나마 섭씨 10,000도 이상의 고열이 떨어지므로 가연성 물체는 대체로 연소하게 된다.

우뢰가 아닌 비를 동반하지 않는 낙뢰를 건뢰

라 하는데, 땅덩이가 좁은 곳에 살고 있는 우리가 통상 겪고 있는 낙뢰는 거의 비를 수반하는 낙뢰여서 건뢰에 의한 발화의 예를 접하기 어렵다.

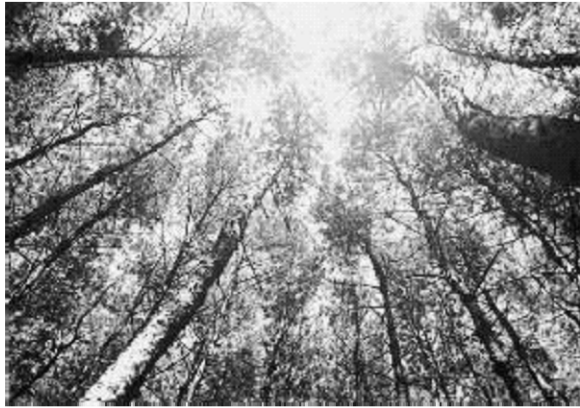
이번 고성 산불은 쓰레기를 태우다 옮겨진 것이라는데, 연소의 경과는 불분명하지만

바람이 심한 날 무엇을 태운다는 것은 아주 위험한 일이다. 비화란 타고 있는 불에서 불티가 다른 곳으로 날아가 가연성 물질에 떨어져 발화하는 현상이어서 그 위험이 바람과 직결되기 때문이다.

일반화재도 연소중인 건물에서의 화염이나 고온 열기류가 풍하의 근접물이나 가연물을 발화점까지 상승시켜 발화시키거나 복사열로 연소확대시켜 가는 것이지만, 화재현장에서 상당히 멀리 떨어져 연소과정상 안전하다고 생각되는 곳에서도 비화로 발화되는 일이 있다. 화재현장에는 강한 열기류가 발생되며 10~15m/sec에 달하기도 한다. 이러한 상승기류는 2,000~3,000m 높이까지 이르기도 하지만, 기상상황에 따라서는 그 이상의 경우도 생긴다고 한다.

비화를 일으키는 효과적인 불티를 단적으로 말하기는 어렵는데, 대형화재현장에서는 몇 십센티 크기의 나무쪽같은 것도 있지만 주로 종이나 섬유조각같은 것들이 많다.

이런 것들이 상승기류를 타고 일단



높이 올라갔다 다시 풍하쪽으로 날아가면서 지상으로 떨어지게 된다. 불티의 온도는 높지만 오래가지 않으며 크기에 따라 낙하거리가 달라서 큰 것은 가까운 곳에 떨어지지만 작은 것은 먼 곳까지 날아가게 된다.

화재현장에서 생기는 불티는 무수하므로 현장 주변에 불티가 많이 떨어지는 것은 당연하나, 사람들의 경계로 그 중 극히 적은 수의 불티만이 비화를 일으킬 수 있고, 비화로 인한 출화의 개소는 대개 목조 가건물의 천막 지붕이나 아적장 등이 연성이나 인화물이 많은 장소들이라 할 수 있다. 목조건물의 기와 지붕에서도 불티가 바람을 타고 기와 사이의 틈 속 무뎅재에 박혀 연소하기도 하는 것처럼 발화위험개소는 의외로 많다.

화재현장에서 생기는 불티에 의한 비화거리는 보통 수십미터에서 수백미터지만 외국에서는 600~800미터나 된 경우도 있었다 하며, 4월 12일 낮 삼척의 불이 경북 울진으로 옮겨질 때는 가곡천(너비 100~400m)을 마지노선으로 잡고 주변에 많은 물을 뿌렸음에도 불구하고 불이 옮겨 붙어 주민들이 망연자실했었다는 점에서도 비화의 단면을 볼 수 있다.

더구나 산불의 경우는 거의가 낙엽류 아니면 건조류의 연소라서 비화거리가



짧을 것으로 생각되었지만, 연소 속도가 빠르고 계곡의 풍하쪽은 복사열을 받아 예열되고 연소의 상승성에 따른 능선으로의 연소확대 진행현상과 바람의 진행이 겹치면 일반적 상식으로 연소형태를 설명하기는 곤란하다.

공터에 여러 가지 잡다한 물건들을 덩그렇게 쌓아놓고 태우면 불은 원뿔형으로 타며 연기가 주위로 고무 퍼지지만, 되는데로 쌓아놓고 태우면 불은 중심을 잃고 가연물의 성질이나 집중도에 따라 제각각 타게 되는데, 가연물이 종이류나 낙엽이면 자체 열기류에 의해서도 불이 흩날리는 비화현상을 볼 수 있다. 거기에 바람이 불어주면 회오리를 치면서 날아가 사람들이 통제할 수 없고 견잡을 수 없는 지경에 이르게도 되는 것이다.

태워야 할 것들이 많으면 일시에 태워서는 안 된다. 연소시 뜨거워진 상승열기류와 산소의 친화관계에서 이루어지는 대류현상이 비평형 상태로 이루어지게 되면 열기류는 돌지 않을 수 없게 되고, 이 때는 재만 날아가는 것이 아니라 불이 불은 채 가벼운 연소물들이 회오리쳐 하늘로 치솟으면서 날아가 결국은 풍하쪽으로 떨어질 위험이 있는 것이다. 일반화재현장에서도 회오리를 볼 수 있는 것은 같은 이유이며, 가연물의 종류에 따라 비화 위험은 달라진다. 비화는 드래프트 현상과 굴뚝관계의 이해가 있어야 하므로 다음으로 넘긴다.

산림이 우거진 요즘 산불은 세 단계로 진행되는 경향이다. 즉, 초기작화와 동시에 연소확대되는가 하면, 심층부로 타들어가는 혼소와 예열과정을 거치면서 화세를 강력히 유지하는 중심연소로 이루어지므로 일단 주수에 의해 진화가 이루어진다 해도 토탄상태의 하부는 계속 혼소과정을 거치면서 바람만 불어주면 하사라도 발염하기 때문이다.

또한 주수도 활엽수의 낙엽은 생각처럼 심층부로 스며들지 못하고 길부분만 먹기 때문에 혼소과정까지 진화가 어렵다는 점도 있다. 초기 진화

가 되었다해도 방대한 소회지역을 일일이 근접해서 확인소화하지 못한 상태라면 일몰이 되면서 화염이 없는 혼소상태를 웬만한 근접거리에서 확인할 수는 없기 때문이다.

11건의 영동 산불 중에 7건의 원인이 밝혀지지 않았는데, 그 중 4건은 일반 입산객이 없는 오전 1시에서 5시 사이에 발생하여 방화가 아닌가 하는 의혹이 있고, 풍치가 좋은 곳은 지주가 사후 개발을 목적으로 저지른 것이 아닌가 하는 풍문도 있었다.

큰 불이 나거나 연쇄, 연속 방화의 경우 민심이 흉흉해지고 뜬 소문도 많이 나게 되며 호기심에 의한 모방성이나 농화에 의한 화재도 많다. 산불은 특별법인 산림법상 산림방화, 실화죄로 규정되어 있어 업무상으로는 특별사법경찰관리인 산림경찰이 원인을 규명하지만, 사안상 인명과 재산 피해 등 사회적 충격이나 이목을 집중시킨 사건의 특성때문에 관할 지방경찰에서의 수사 개입이 불가피한 상황이었다.

산불은 한번 발생하게 되면 자연 복구될 때까지 단기간 내에는 인위적 복구가 불가능하고, 예견되는 집중호우시의 산사태, 이에 의한 먹이사슬 등 생태계 파괴의 악순환은 자연을 사랑하는 국민들의 마음에 상처를 주는 것이다.

모든 안전의 기본대책은 예방이므로 산불도 건조기에 입산을 최대한 통제하거나 최소한의 등산로라 하더라도 입산자들의 화기 반입을 원천 봉쇄한다든지 하는 방법이 있겠지만, 공익요원들을 활용하여 건조기 예방업무에 종사시킨다거나 큰 불로 화재 계곡간 복사나 비화에 의한 통제 불능상태로 발전하기 전 초기에 근접 진화할 수 있는 소형 저수땀을 구축하고 입간도로 등을 규모있게 구획, 지역별 번호를 부여해서 초기 연소확대를 지연시킴과 함께 진압대가 조기 근접할 수 있도록 하며 상설 전문 진화팀의 운영문제도 적극 거론되어야 할 것이다.