

우리나라 산불특성과 방지대책

이시영 (임업연구원 산불연구실, 농학박사)

1. 서론

최근 산림자원이 풍부해짐에 따라 그 환경이 개선되고 국민생활의 향상으로 산을 찾는 인구가 늘어나고 있는 반면에 산불의 추세 또한 다발·대형화되고 그 피해도 증가하는 추세에 있다. '96년 4월에 정부수립 이후 최대의 산불인 『고성 대형산불』과 『동두천 인명피해 산불』이 발생하여 돌이킬 수 없는 귀중한 생명을 빼앗아 감은 물론 엄청난 재산·산림자원 그리고 자연생태계의 피해를 가져 온지 만 4년만에 또 다시 『고성·동해·강릉·삼척·울진 산불』이 동해안 지역을 따라 거의 동시다발적으로 발생하여 건국 이래 최대의 초대형 산불피해를 주었다.

지난해 동해안지역 산불은 봄철 건조기의 장기간 지속으로 임내 지포물이 매우 건조되어 산불발생위험도가 극도에 달한 상태에서 발생하였고, 특히 이 기간 중 영동지역에 폭풍주의보가 발효되는 등 강풍이 매우 심하게 불어 비산화가 발생하여 산불이 순식간에 대형화되었다. 따라서 최근 우리나라 산불발생 현황과 연소특성 그리고 우리나라 산불방지대책에 대하여 기술코자 한다.

2. 산불발생 현황

가. 산불현황과 추이

(1) 산불발생 건수와 피해면적

최근 10년간 우리나라의 연평균 산불발생 건수는 402건이며 피해면적은 3,941ha였다. 표 1에서와 같이 연도별 산불발생 건수를 보면 '91년 이후 산을 찾는 휴양인구의 증가에 따라 산불발생 건수는 점차 증가추세를 보이다가 결국 '96년 4월 23일에 강원도 고성군 마좌리에서 발생한 산불은 3,762ha의 많은 산림면적을 소실시켰다. 그후 정부의 강력한 산불방지대책에 의하여 산불발생 건수는 감소경향을 보이다가 '98년 이후점차 증가하더니 결국 2000년 4월7일에 유사이래 가장 최대규모(23,794ha)인 동해안 산불이 발생하였다.

(2) 계절별 산불피해

우리나라의 산불은 대륙성기후의 영향으로 건조한 날씨가 지속되는 봄과 가을철에 집중적으로 일어난다. 특히 봄에는 등산과 성묘를 위해서 산을 찾는 사람과 농사준비를 위한 논·밭두렁 소각이 많기 때문에 산불이 집중적으로 발생하고 있다(표 2).

(3) 시간대별 산불발생

〈표 1〉 연도별 산불발생 건수 및 면적

연도	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	연평균
건수(건)	139	180	278	433	630	527	524	265	315	729	402
면적(ha)	429	640	1,752	781	1,013	5,368	2,330	1,014	473	25,607	3,941

〈표 2〉 계절별 발생현황

(단위 : 건)

계절별		계	봄철 (3~5월)	여름철 (6~8월)	가을철 (9~11월)	겨울철 (12~2월)
연도						
평균	발생건수	402	261	8	28	105
	백분율(%)	100	65	2	7	26
	'91	139	113	-	11	15
	'92	180	96	14	10	60
	'93	278	214	-	13	51
	'94	433	267	33	66	67
	'95	630	414	2	27	187
	'96	527	326	3	12	186
	'97	524	310	7	79	128
	'98	265	171	1	14	79
	'99	315	197	5	14	99
	2000	729	503	17	30	179

산불은 하루 중 주로 11:00시~18:00시 사이에 86%가 발생한다. 이것은 일사량이 많아 연료가 건조되는 기상적 요인도 있지만 사람이 주로 활동하는 시간대이기 때문으로 판단되며, 특히 산불발생이 집중되는 시간대는 14:00시~18:00시경으로서 전체 산불건수의 52%를 차지한다(표 3).

(4) 대형산불피해 현황

최근 10년간 30ha이상 대형산불 피해현황을 보면 표 4에서와 같이 연평균 6건에 3,181ha의 피해를

주었다. 이것은 총 산불건수의 1%에 해당하지만 피해면적으로 보면 81%나 점유하는 비율로서 최근의 산불확산 특징이 대형되는 경향을 말해주고 있다.

또한, 최근 26년간('75~2000) 연중 최대면적 산불발생지는 표5에서와 같이 강원도가 16건으로서 62%를 점유하고 있으며, 이 중에서 300ha 이상의 초대형 산불이 6건(고성: '86년 800ha, '96년 3,762ha, 양양: '80년 370ha, 강릉: '98년 301ha, 삼척: '93년 505ha, 2000년 16,751ha)이나 발생한 바 있다(표 5).

〈표 3〉 시간별 발생상황

(단위 : 건)

연도별		계	오 전 (6~10시)	정 오 (11~13)	오 후 (14~18시)	야 간 (19~05시)
연도						
평균	발생건수	402	16	136	211	39
	백분율(%)	100	4	34	52	10
	'91	139	3	49	76	11
	'92	180	4	57	105	14
	'93	278	9	106	131	32
	'94	433	21	179	193	40
	'95	630	31	248	316	35
	'96	527	18	191	283	35
	'97	524	31	193	256	44
	'98	265	11	72	144	38
	'99	315	14	110	150	41
	2000	729	24	153	456	96

〈표 4〉 30ha이상 산불피해 현황

(단위 : ha)

연도별 시간별	총 발생		30ha 이상		비율(%)	
	건수	면적	건수	면적	건수	면적
10년평균 ('91~2000)	402	3,941	6	3,181	1	81
'91	139	429	2	121	1	28
'92	180	640	5	181	3	28
'93	278	1,752	8	907	3	52
'94	433	781	2	89	0	11
'95	630	1,013	2	88	0	9
'96	527	5,368	7	4,247	1	79
'97	524	2,330	10	1,006	2	43
'98	265	1,014	3	602	1	59
'99	315	473	1	64	0	14
'00	729	25,607	16	24,500	2	96

〈표 5〉 연중 최대산불 발생지역

(단위 : ha)

연도	발생장소	피해면적(ha)
'75	남제주. 표선. 성읍	35
'76	전남. 영암. 한대 산96	129
'77	강원. 철원. 철원. 대마	200
'78	강원. 평창. 봉평. 흥정 산 71-76	167
'79	경남. 산청. 차항. 법평. 산1	55
'80	강원. 양양. 성. 장승	370
'81	강원. 홍천. 두촌. 장남 산 23외 10	101
'82	경북. 군위. 고로. 괴산 67	105
'83	강원. 동해. 사문 산 17-1 외 1	120
'84	경북. 월성. 외동. 녹동 산 23-5외 1	95
'85	강원. 평창. 용평. 노동 145외	24
'86	강원. 고성. 수동. 고진	800
'87	강원. 명주. 왕산 156외	25
'88	강원. 인제. 인제. 상 산 6외10	59
'89	경남. 김해. 삼방. 주중 산 82외 62	231
'90	경남. 울주. 능소. 호계 산 62외	22
'91	전남. 해남. 마산. 웅진 산 97-93	22
'92	전북. 임실. 성수. 동강 산 141외 21	48
'93	강원. 삼척. 원덕. 임원. 산 18	505
'94	강원. 명주. 옥계. 남양 3 산 17	57
'95	대구. 동구. 능선 산 116외	44
'96	강원. 고성. 죽왕. 마좌 산 1 (죽변산)	3,762
'97	강원. 고성. 토성. 성대 산 3외 185	277
'98	강원. 강릉. 사천. 덕실 산 36	301
'99	강원. 양구. 동면. 팔랑 산 1	64
2000	강원. 삼척. 근덕. 궁촌	16,751

나. 산불발생 원인

산불발생의 원인은 인위적인 원인과 자연적인 원인으로 구분되지만 우리나라의 경우는 거의 대부분이 인위적인 원인으로 발생한다. 최근 10년간 우리나라의 산불발생 원인을 보면 표 6과 같이 산불발생의 주원인은 입산자 실화가 46%로 가장 많고 그 다음이 논·밭두렁 소각에 의한 산불이 19%, 성묘객실화가 6%, 담배불·쓰레기소각에 의한 원인이 5%, 어린이 불장난이 4%를 차지하고 있다. 또한 기타에 포함된 원인이지만 군사훈련시 발화되는 경우도 적지 않고, 기차레일의 마찰에 의한 철로변 산불 등도 발생하고 있다.

3. 산불의 특성

가. 산불의 일반적 특성

(1) 산불(山火, Forest Fire)이란

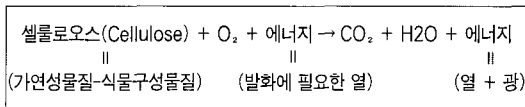
산불은 산림내의 낙엽, 낙지, 초류, 임목 등의 가연물질이 산소와 열과 화합하여 열과 빛을 발생하게 하는 산화반응의 작용에 의한 현상이다. 즉, 불에 탈 수 있는 물질이 산소와 화합하여 열과 광을 수반하는 화학변화의 현상이 진행되는 것이며 다음과 같이 설명할 수 있다.

〈표 6〉 산불발생 원인분석

(단위 : 건)

구분 \ 연도	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	2000	10년간 평균	
											건수(%)	비율(%)
합 계	139	180	278	433	630	527	524	265	315	729	402	100
임산자실화	62	69	129	194	312	248	247	104	156	312	183	46
논·밭두렁소각	34	46	68	64	138	73	103	65	57	134	78	19
담배불·쓰레기소각	-	-	-	-	-	-	-	37	34	131	20	5
성묘객실화	10	9	15	41	34	38	33	16	20	47	26	6
어린이불장난	3	12	12	24	18	30	10	11	10	18	15	4
기 타	30	44	54	110	128	138	131	32	38	87	79	20

* '91~'97년 담배불·쓰레기소각에 의한 산불발생 원인은 기타에 포함



이와 같이 산불은 연료(Fuel), 공기(Oxygen), 열(Heat)이 있어야 발생하며 이를 산불의 3요소라고 한다. 산불의 3요소 중에서 연료는 불이 계속적으로 연소진행하도록 제공하여 주는 가연성 물질을 말한다. 또한, 열의 종류는 2종류가 있으며 하나는 불을 발생하게 하는 1차 열이며, 두번째 열은 일단 불이 발생하면 200~370℃ 까지 상승하여 계속적으로 강렬히 연소 진행하는 2차 열이다. 공기 중에는 21%의 산소가 함유되어 있기 때문에 산소부족 현상은 생기지 않으며, 연소가 계속되려면 공급되는 연료의 온도를 발화온도 이상으로 높혀 주어야 한다. 따라서 성냥과 같은 발화용구(發火用具)를 사용하여 물질의 일부분의 온도를 발화온도 이상으로 높혀 주는 것으로 그로부터 연소가 시작된다. 연소가 일단 시작되면 그곳에서 많은 연소열이 발생되어 이곳에 접해 있는 다른 부분의 온도가 발화온도 이상으로 높아진다. 따라서 연소는 계속 진행되어 점점 확대하게 되는데, 산불진행시 연소열이 전달되는 방법으로는 전도(傳導, Conduction), 대류(對流, Convection), 복사(輻射, Radiation)에 의한 3가지 형태가 있다. 특히, 산불 발생시에는 대류현상에 의한 상승기류(上昇氣流)의 발생으로 비화(飛火)가 발생하여 수km에서 수십

km까지 확대되는 특징이 있다.

(2) 산불에 영향을 주는 요인

산불이 발생하기 위해서는 가연물의 존재, 산소의 공급, 착화에 필요한 에너지가 있지만 그 중에서 착화에 필요한 에너지인 화원(火源)이 가장 직접적인 원인이 되며, 여기에서는 산불이 발생할 수 있는 간접적인 요인인 연료(임상, 연료의 종류, 연료의 량, 연료 크기, 연료 배열, 연료 밀도), 지형(경사도, 방위, 해발고, 지세), 기상(강우량, 바람, 온도, 습도)의 정도에 따라 연소물의 발화가능성, 연소시 진행속도, 연소강도, 진화작업의 용이성 등이 영향을 받는데 이러한 요인을 종합 판단한 결과를 산불 위험도라고 한다. 특히, 산불의 연소강도는 가연물의 연료습도, 연료종류, 배열상태에 따라 차이가 있는데, 연소강도는 Byram(1959)에 의해 정의되어 현재 산불연구에 활용되고 있으며, 일단 발화된 산불은 연소물의 수분함량 및 연료의 구성상태, 경사도, 풍속에 따라 진행하는데, 최초의 이론적 배경은 Rothermel(1972)이 개발하였다.

산불 위험도에 영향을 주는 인자 중에서 경사도와 풍속은 상승적으로 산불의 연소진행을 가속화 시키는 요인으로 작용한다. 즉, 경사도별 산불진행 속도의 경우 험준 경사지는 완경사지 보다 8배 빠르고 보통 경사지 보다는 4배 빠르며, 급경사지 보다는 2배 빠르다는 연구결과가 있고, 풍속 차에 의한 산불진행 속도의

경우는 강풍(8~11m/s)은 약풍(0~3m/s)보다 4배 이상의 빠른 연소진행 속도를 나타낸다고 하였다. 예를들면 '86년 강원도 홍천군 두촌면에서 실시한 산불 연소 현지실험에서 급경사지(경사도 약 30~40°) 경우 100m 연소진행시 약10여분이 소요되어 매우 빠르게 진행함을 확인한 바 있고, 이 때 화염온도의 경우는 중심부 1,200℃, 주변연기 600℃, 불기둥 높이 20~30m로 나타나는 실험결과를 얻었다. 또한, 산불연소시 강풍은 산소의 속도를 증가시켜 산불을 불규칙하게 확산시키고 고온에 따른 회오리바람 등 난기류에 의한 비산화를 산불진행전방 수 km 까지 유발시킴으로서 피해면적을 더욱 확산시켜 진화작업을 난이하게하고 더불어 강풍은 진화대원의 안전을 위협하기도 한다. 따라서 바람이 강하게 불거나 연소물이 많아 수관화가 발생되면 산불의 연소상태를 잘 감시하여 연소지역 이외에서 일어나는 비산화에 철저히 대비하여야 하며, 안전에 유의하여야 한다.

(3) 산불의 종류

산불은 연소상태와 피해형식에 따라 지표화, 수간화, 수관화, 지중화로 나눌 수 있다. 지표화는 지표에 있는 낙엽과 초류 등의 지피물과 관목, 치수 등을 태우는 특징이 있고, 10년 미만의 조림지나 초원 등지에 가장 흔히 일어난다. 수간화는 나무의 줄기가 타는 불로서 지표화로부터 연소되는 경우가 많고 낙화에 의하여 발생할 수 있으며, 노령림의 고사목 또는 수간의 공동부(空洞部)를 볼 수 있는 임령에서 일어나기 쉽다. 또한 수간에 공동부가 있는 경우에는 이것이 골뚝과 같은 작용을 하여 강한 불길로 불꽃을 공중에 비산시켜 다른 지표화나 수관화를 일으키게 되기도 한다.

수관화는 대개의 경우 지표화 또는 수간화로 부터 우측의 밑가지나 수관부에 불이 닿아 바람과 불길이 세어지면 수관화로 발전하는데 한 번 일어나면 화세가 강하고 진행속도도 빨라서 진화가 곤란하다. 흔히 수지가 많은 침엽수에서 많이 일어나나 때로는 밀생된 치수임분이나 마른 잎이 수관에 남아 있는 낙엽수에도 일어날 때가 있다.

지중화는 이탄질이나 낙엽 등 토양에 퇴적된 유기물질이 타는 것으로서 산소의 공급이 막혀 연기도 적고 불꽃도 없이 서서히 타나 강한 열이 오래도록 잔존하여 균일하게 피해를 주며 산불진화 후에는 재발의 불씨가 되기도 한다. 지중화는 육안으로 확인이 어려워 연기 등으로 판별하여야 하므로 특히 뒷불정리시 주의를 요하는 산불이다.

또한, 비산화는 대류현상에 의해 강한 돌풍이 발생하면서 불씨가 날려 다른 지역에 발화되는 산불로서 수m에서 수km까지 날아간다.

(4) 산불의 피해

산불이 일단 발생하면 토지피복, 토지이용, 생물종 다양성, 기후변화와 산림생태계를 포함한 물리적 환경에 많은 영향을 미치며, 산불에 영향을 받은 나라들의 사회, 경제, 인간 건강에 지대한 영향을 미친다.

산불로 인하여 사람들의 건강도 종종 심각한 영향을 받는다. 미국 환경보호청(U.S Environment Protection Agency)의 지원금으로 미국항공우주국(NASA) 등 4개 기관에서 공동으로 발간한 "산불과 지구환경" 보고서에 의하면 2000만명의 사람들이 동남아시아에서 발생한 산불로부터 호흡곤란 문제를 일으켰다는 결과가 있고, '91년에 멕시코, 온두라스, 과테말라 산불로 연무와 각종 유해가스가 발생하여 미국 동남부의 상당지역에 공기오염이 심각해져서 정부에서는 주민들에게 건강주의보(health warning)를 즉각 발령하기도 했다.

산불이 발생하면 이산화탄소, 일산화탄소, 메탄, 질소산화물, 오존 등이 많이 발생하여 기후, 환경에 영향을 미친다. 이러한 영향의 근원지의 대부분은 아프리카 대륙으로서 지구의 "burn center"로 알려져 있다.

세계적으로 지금까지 관측된 큰 산불 중 하나는 87년 5월 중국 북동부 흑룡강(Heilongjiang) 지방의 한대림에서 발생하여 거의 4주 동안 130만ha 이상을 태운 산불로서 많은 산림자원을 연소시켰다.

산불이 발생하면 수목을 소실(燒失)시킬 뿐만 아니라 토양을 척박하게 하며, 산림의 생산능력 및 다

목적 기능을 감퇴시키는 피해를 가져온다. 즉, 고온에 의해 나무의 형성층이 파괴되어 수목이 고사하게 되며, 낙엽층이 소실되고, 부식층까지 타게 되어 토양을 척박하게 하여 나무를 잘 자랄 수 없게 한다. 산불에 의하여 부식질이 소실(燒失)되면 지표(地表)의 보호물을 잃게 되므로서 여름철 집중호우시에 일시적인 지표유하수가 증가하여 홍수의 원인이 된다.

용재가치(用材價値)가 높은 수종은 대부분 산불에 약하므로 먼저 타 죽고 경제적 가치가 훨씬 떨어지는 관목(灌木)이 번성하게 되어 임지 생산능력(生産能力)이 떨어지게 되며, 산림토양, 식생, 수자원, 야생동물, 곤충, 미생물 등 자연생태계와 맑은 물, 아름다운 경치를 한 순간에 잃게 하는 심각한 피해를 준다.

산불피해는 임목을 비롯한 지상건물 등의 소실로 경제적인 손실도 있지만 지피물이 없어짐으로 인하여 홍수조절, 토사방지, 수자원함양 등의 기능 뿐만 아니라 기후조절, 산소공급, 대기정화 등의 공익적 기능이 상실되고 임지의 이화학적 성질이 바뀌어 생산력이 저하되는 등 막대한 피해를 준다. 특히, 대형산불의 경우 지역사회에 큰 피해를 주게 되는데 그 규모가 커짐에 따라 막대한 경제적 비용을 발생시키며 주민들을 고통스럽게 하는 부(負)의 경제효과가 나타난다.

즉, 산불이 가져오는 가장 직접적인 영향은 인명과 재산상의 손실이라고 말할 수 있으며, 우리나라의 경우에도 산불로 인한 인명재산상의 손실이 매년 증가하고 있는 추세이다.

특히 '96년 고성산불은 산불이 주거지역을 덮쳐 건물 226동이 전소되고 142명의 이재민이 발생하였으며 소, 돼지, 개 등의 가축 718두가 소사(燒死)하는 등 약3,800ha의 산림소실과 더불어 많은 사회경제적 피해를 야기 시켰다.

외국의 경우에도 산불의 대형화와 다발로 대규모 산림소실과 사회경제적인 피해가 발생하고 있으며 전지구적 차원에서 대책마련에 부심하고 있다.

'88년 미국 옐로우스톤 국립공원지역에서 발생한 산불은 약 50만ha의 산림을 소실시켰고, 막대한 자연환경과 지역사회의 재산 및 인명피해를 가져왔다.



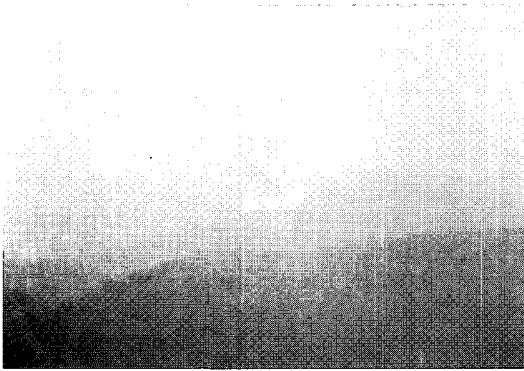
〈그림 1〉 동해안 산불로 인한 주택전소(2000.4)

또한, '96년 몽고공화국에서는 1천만ha에 달하는 면적이 산불피해를 입어 전세계의 이목이 집중되기도 하였으며, '97년에 발생한 인도네시아 산불은 동남아시아 전역을 덮친 엘니뇨(El Nino)현상으로 인하여 50년이래 최악의 가뭄을 몰고 오면서 산불을 더욱 부채질하여 인근 동남아 각국을 거대한 연무에 휩싸이게 하였으며, 수천 명의 호흡기질 환자를 발생시킨 바 있다.

2000년 미국의 경우도 계속되는 가뭄현상으로 인하여 1월부터 10월21일 까지 총 84,960건이 산불이 발생하여 약2,819,403ha의 산림이 소실되고 많은 희생자와 재산피해를 입은 바 있다. 특히, 2000년 5월4일 뉴멕시코주 로스알라모스에서 발화된 산불로 235동의 주택이 소실되고 19,283ha의 산림피해를 가져왔다.

비록 우리 나라의 경우는 그 규모가 다른 외국의 초대형 산불에 비하여 면적이 작으나 경관이 좋고 국토의 활용가치가 높으며 민가가 산림지역과 비교적 가까우므로 일단 산불이 발생되면 상대적인 사회경제적, 환경적 가치손실은 막대하다고 할 수 있다.

산불은 단순히 피해액의 산정으로만 그치지 않는다. 피해액에 해당하는 복구비용이 발생하고 수많은 인적, 물적 투자가 필요하게 된다. 피해보상을 위한 법적, 행정적 절차가 필요하며 주택지를 파괴할 경우 지역주민들에 상당한 정신적 고통과 심리적 피해가 발생되며 또 생업에 종사할 시간을 낭비하게 되어 가계에 심각한 영향을 미친다.



〈그림 2〉 동해안 산불로 인한 연무발생 및 주민피해

산림이 있으므로 해서 얻는 관광, 임산물 등의 경제적이고 환경적인 편익을 얻을 수 없게 됨으로써 야기되는 기회비용마저 계산한다면 산불이 국민에게 주는 직·간접 피해는 그야말로 막대한 것이다.

나. 우리나라 산불의 특성

(1) 일반적인 특성

우리나라는 대륙성 기후의 영향으로 봄과 가을철에 이상건조가 계속되고 바람도 자주 불기 때문에 이 기간에 산불이 집중적으로 발생하여 귀중한 산림자원과 인명피해를 초래하고 있다.

특히 1973년부터 시작된 치산녹화사업이 성공적으로 이루어진 결과 산림이 울창해지고 낙엽이 퇴적되는 등 산림내 가연물의 밀도가 높아져 일단 산불이 발생되면 대형화할 가능성이 크다.

또한, 인구의 증가와 산업화의 덕분으로 국민들의 생활수준이 향상됨에 따라 여가와 휴양을 즐기며 산을 찾으려는 사람들이 늘고 있는 경향이다.

우리나라는 전국토의 65%가 산지이며 이중 97%가 임목지로서 가연성 지피물이 많이 쌓여있고 산림상태로 보아 불에 탈 수 있는 침엽수림이 가장 많이 분포하고 산림의 대부분이 산악형 산림으로 되어있어 산불발생시 연소진행속도가 빨라 급속히 확산되며 특히 대륙성 계절풍으로 인한 봄·가을 건조기가 지속되고 해풍, 윈(Fhn)현상 등 건조한 바람의 영향으로 전국에서 동시다발적인 경향이 있으며, 더불어 산불발생 및 연소확대의 위험성이 항상 상존하고

있다.

우리나라 산불의 연소형태는 바람과 연료의 차이, 지형 등의 미기상적 환경인자의 영향을 받아 연소 진행되며 우리나라와 같이 구릉지가 많고 경사가 급한 지형조건에서의 연소형태는 능선부위까지 매우 빠르게 진행되는 단순사면형으로서 대부분 부채꼴모양을 하고 있는 것이 특징이다.

(2) 동해안 지역 산불특성

(가) 산불발생의 역사적 고찰

산불은 연소되는 지역의 연료, 지형, 기상조건에 따라 산불발생과 피해규모를 달리한다. 따라서 지역별로 산불의 발생기간이나 피해규모가 다르게 나타난다. 우리나라는 남북이 긴 지형구조를 가지고 있다. 이러한 입지적인 조건 때문에 온도 등 기상 차이가 생겨 따듯한 남쪽에서 산불이 발생하기 시작하여 북쪽으로 번져간다. 우리나라는 백두대간의 큰 줄기 속에 태백산맥이 길게 뻗어 있고 이 산맥을 기준으로 동·서 지역으로 구분할 수 있고, 이 지역에 따라 산불특성이 현저하게 다르게 나타난다. 즉, 강원도 영서와 영동지방의 경우 영서지방은 산악이 많은 지형구조인 반면, 영동지방은 구릉성 지형으로 강한 바람이 늘 상존하는 특징이 있다. 그림 3, 4는 2000년 4월 동해안 대형산불 발생시 강릉과 삼척의 산불현장을 나타낸 것이다.

이러한 특징은 동해안지역 산불을 역사적으로 고찰해 볼 때도 여실히 증명된다. 즉, 조선왕조실록에



〈그림 3〉 강릉시 사천산불(2000. 4)



〈그림 4〉 삼척시 야간산불(2000. 4)

나타난 동해안 산불에 관한 기록을 보면 「3월 3일 사나운 바람이 크게 일어나 산불이 크게 번져, 삼척(三陟)·강릉(江陵)·양양(襄陽)·간성(杆城)·고성(高城)에서 통천(通川)에 이르는 바닷가 여섯 고을에서 민가(民家) 2천 6백여 호, 원우(院宇) 3곳, 사찰 6곳, 창사(倉舍) 1곳, 각종 곡식 6백석, 배 12척, 염분(鹽盆) 27좌(坐)가 불에 타고 타 죽은 사람이 61명이었다.」라고 조선왕조실록(순조 4년 3월 12일)에 나타나 있다.

또한, 현종 7년 2월 29일의 조선왕조실록에는「강원도 영동에 큰 바람이 불고 산불과 물로 인하여 삼척은 2백 51호, 강릉은 1백 27호, 양양은 38호가 연소되었으며, 불에 타 죽은 자는 4명이었고, 익사자는 5명이었다.」라고 나타나 있으며, 현종 13년 4월 5일의 조선왕조실록에서는「원양도의 양양, 강릉, 삼척, 울진 등 네 고을에 산불이 크게 나서 불타버린 민가가, 1천 9백여 호이고, 강릉 우계(羽溪)의 창고 곡물과 군기(軍器) 등의 물건이 한꺼번에 다 타버렸으며, 불에 타 죽은 사람이 65명이었다.」라고 나타나 있는 등 강릉을 포함한 동해안 지역에 봄철이면 매년 산불이 자주 발생하여 많은 재산과 인명피해를 가져왔다는 기록이 있다. 이와 같이 동해안 지역은 예로부터 산불에 매우 취약한 지역임을 말해준다.

(나) 기상 및 지형적 특성

동해안 지역 특히 영동지방의 기상특성을 보면 태백산맥의 급한 경사면을 따라 내려와 바다로 연결되

는 위치에 있어 해양성 기후에 가까운 기상특성을 많이 보이고 있는 반면 영서지방은 한반도의 중앙내륙에 위치해 있어 대륙성 기후에 가까운 특성을 보이고 있다.

강원도 11개 지역기상대(속초, 철원, 대관령, 춘천, 강릉, 동해, 원주, 영월, 인제, 홍천, 태백)에서 6년간('95-2000) 수집된 14개의 시계열 기상인자를 이용하여 산불발생빈도가 높은 봄철(3·4·5월)과 겨울철(10·11월)의 기상인자를 강릉, 삼척, 동해, 강릉 등 해안지역과 원주 등 내륙지역을 비교한 결과 해안지역의 일일평균온도는 내륙지역 보다 평균 2.6℃ 높았고, 평균 상대습도는 3.4% 낮았으며, 지표온도를 나타내는 최저초상온도는 해안지역이 내륙지역 보다 1.3m/s 강한 경향을 나타냈다. 따라서 2000년 초대형 산불피해지역인 강릉, 속초, 동해 지역이 타 지역보다 기온이 높고, 강한 바람이 부는 것으로 나타나 기상학적으로 대형산불의 위험성이 높은 지역으로 나타났다.

특히, 동해안 지역은 봄철 중국 대륙에서 불어오는 차갑고 건조한 바람이 태백산맥을 넘으면서 펄(Fhn) 현상을 일으켜 고온·건조한 바람이 부는 특징이 있다. 지난해 동해안 산불발생 당시에도 산불발생 전날인 4월6일에 최소습도가 14~18%, 최대순간풍속이 9.8~14m/s 이던 것이 산불발생당일에는 7~15%로서 극도로 건조하였으며, 이 당시 순간 최대풍속도 19~26.8m/s로 불어 초대형 산불을 기록한 바 있다.

또한, 동해안 지역의 지형여건은 태백산맥을 경계로 하여 서고동저형의 낮은 구릉성 지형을 이루고 있어 산불이 발생하면 지형적인 영향보다는 바람 등 기상적인 영향을 강하게 받아 산불이 확대되는 것이 일반적 특징인 반면, 지난해 산불피해지역인 삼척시 두타산(1,353m) 주변의 경우는 지형이 험준하고 급경사지를 이룬 지역으로서 산불확산 속도가 평지보다 8배 이상 빠른데다 험준한 지형의 영향으로 돌풍 및 난기류가 형성되기 쉬운 특징도 가지고 있다.

(다) 임상적 특성

우리나라는 '73년부터 시작된 치산녹화 사업의 성공적인 달성으로 산림이 울창해 지고 낙엽이 퇴적되는 등 산림내의 구성물의 밀도가 높아져 산불이 발생하면 대형화 될 위험성이 매우 크다. 산림상태로 보아 불에 잘 타는 침엽수림이 전체의 42%를 차지하고 있으며 임령 분포가 유령림에서 장령림으로 전환되는 단계에 있고, 임내에는 잡관 목이 많아 산불이 발생 또는 확대하기에 매우 취약한 구조를 가지고 있다. 특히, 한반도의 산림 분포를 보면 산불에 취약한 침엽수림이 동해안을 따라 남북으로 길게 분포하고 있어 이 지역에서 대형산불이 자주 발생하고 있다. 지난해 동해안 지역에서 산불이 단기간에 급속도로 확산되었던 이유 중의 하나가 불에 잘 타는 소나무 등 침엽수림에서 수관화(樹冠火)가 발생했기 때문이다.

4. 산불방지 대책

가. 산불방지 목표

우리나라의 산불방지 목표는 근원적인 예방대책을 강구하고, 선진적인 진화체제의 구축을 통하여 산림자원 보호와 자연생태계를 보전하고 국민의 재산과 인명피해를 방지하는 것이며 추진방향은 다음 3가지 있다. 첫째, 산불발생의 최소화를 위해 범정부적 산불방지체제구축 및 총력예방 운동 전개와 인위적 산불발생 원인을 근원적으로 봉쇄, 둘째, 초동진화태세 확립으로 산불 조기발견, 신속신고, 즉각 출동, 집중진화체제 강화와 산불통합지휘체제 및 관계기관·단

체 공조체제 구축, 셋째, 산불진화전문인력 및 장비의 확충, 헬기확충 및 진화·안전장비의 현대화로 산불피해를 최소화시키는 것이다.

나. 산불방지 발전과정

(가) 50년대 산불방지

'50년대의 산불의 주요원인은 임업노무자, 사냥꾼, 산약초채취자 등 입산자의 부주의와 개간을 위한 연소, 군사적에 의한 실화가 대부분이었으며 피해건수는 연평균 240건에 피해면적은 4,000ha였다. 또한 봄철 3~5월, 가을철 10~12월을 산화경방 강조기간으로 설정하여 다음과 같은 경방책을 강력히 실천하여 산불피해를 미연에 방지하는데 주력하였다.

(1) 지도력 강화와 경방단 조직 : 종적으로는 산림관계 직원을 총망라하여 구역책임의 산불경방 독립반을 조직하여 지도력을 강화하고, 횡적으로는 산림계 및 국유림보호 조합원으로 하여금 산불경방단을 조직하여 산불의 미연 방지에 주력하였다.

(2) 계몽선전 : 각 보도기관을 통하여 산불경방을 강조하고 관공서 및 부락에 산불경방에 대한 선전물을 배부하여 수시로 좌담회를 개최하여 계몽선전에 주력하였다.

(3) 화기물의 단속 : 산지개간과 임목벌채, 제탄작업지는 물론, 군부대의 포화사격 훈련실시로 인한 사격장 부근 임야의 연소확산을 방지하기 위하여 방화시설을 견고히 하였다.

(4) 방화선 설치 : 울폐한 성림지는 산불의 연소를 저지하고 소화작업에 편리한 방화선을 신설 또는 보수하여 산불발생에 대비하였다.

(5) 감시소 설치 : 관망이 좋은 산정에는 감시소를 설치하여 산불의 조기 발견에 대비하였다.

표 7은 '56~'58년 까지의 산불발생 추세를 나타

〈표 7〉 연도별 산불발생 추세('56~'58)

연도별	산불건수	피해면적(ha)	임목피해량(m ³)
1956	219	2,077	10,921
1957	274	6,146	35,287
1958	220	4,056	20,824

낸 것이다.

(나) 치산녹화이전('73년 이전)

'66년에 제정된 산림경방요령을 '68년에 산불경방요령으로 다시 정비하여 산림청예규로 정하고, 지역관서장의 산불책임제 등을 강화하는 한편 국민들의 산림애호 의식을 고취시키기 위하여 지속적인 계도활동을 전개하였다.

또한 '70년에는 산림보호직원을 1,002명으로 대폭 늘리는 동시에 150명의 순산원을 새로 배치하여 산불예방활동을 강화하였으며, '71년에는 헬기 3대를 최초로 도입하여 산불진화 작업에 투입하는 등 장비의 현대화를 추진하였다.

이와같은 노력에도 불구하고 '68년에는 산불이 1,031건이나 발생하였으며, '70년과 '72년에 걸쳐 강원도 인제군, 양양군 등 임상이 양호한 국유림지역에 대형산불이 발생하여 큰 피해를 초래하기도 하였다.

'67년 산림청이 발족한 이후에도 솔나방, 솔잎혹파리 등 산림병충해가 창궐하고 재래식 분무기 등 소형장비와 인력만으로는 도저히 방제나 진화를 감당할 수 없었다.

따라서 헬기에 의한 항공방제, 공중진화 등 근대적인 방법으로 전환하기 위하여 정부의 관계부서, 국회 등에 꾸준히 노력한 결과, '70년 11월 13일 예산국회 농림위원회에서 모 의원이 산림병해충 방제를 위한 헬기도입의 필요성을 강조한 덕분에 다년 간의 꿈을 실현할 수 있게 되었다. 즉, '71년 6월 3대의 헬기를 도입하여 산림청 항공대청사 신축시까지 서울 지방항공관리국의 김포공항내 가건물을 임시 사무실로 하여 산림청항공대를 운영하다가 '71년 12월 30일 김포 공항내에 격납고를 신축 운영하였다.

(다) 1차 치산녹화기('73~'78)

<표 8> 연대별 방화선 설치현황

구분	계(km)	'72	'73	'74	'75	'76	'77	'78
신설	685	87	17	316	128	69	43	25
보수	4,980	212	150	2,047	1,125	870	270	306

치산녹화사업을 추진하면서 종전의 무질서한 입산으로 인한 산림피해를 예방하고자 일선행정조직의 기관장(시·도지사)에게 지역책임분담제를 실시토록 하는 한편, 입산행위를 통제하고, 합부로 타인의 산림에 들어가지 않도록 국민계몽을 위한 홍보활동을 적극적으로 실시하였다.

우리나라는 대륙성 기후권의 영향으로 봄철과 가을철에 이상건조가 지속되고 바람도 자주 불기 때문에 이 기간에 산불이 집중적으로 발생하여 귀중한 산림자원과 인명피해가 발생하였다.

따라서 산불감시시설인 감시탑과 감시초소를 임상이 양호한 지역이나 산불 취약지역에 가시거리 10~30km를 관망할 수 있는 산꼭대기 부근에 설치하도록 하였다. 설치기준은 시 군은 읍 면당 1개소 이상, 영림서는 관리소당 1개소 이상을 설치토록 하고, 감시탑 및 감시초소에는 휴대용 무전기, 도면, 쌍안경, 기상관측기 등의 장비를 항상 비치하여 산불감시 기능을 발휘할 수 있게 하였으며 주요추진 내용은 다음과 같다.

(1) 방화선 설치 : 울창한 임목지와 산불위험도가 높은 산림의 능선부위에 산불의 연소를 저지하고 진화작업이 용이하게 10~20m폭의 방화선을 표 8과 같이 설치하였으며, 투자에 비하여 실용성이 적어 '81년부터 영림서소관 국유림은 방화선 설치를 중단하고, 군부대 사격장 주변이나 공원, 사찰 등 절대적으로 보존해야 할 산림의 계곡 등에 한하여 설치하였다.

(2) 지상진화장비 : '67년 산림청 개청과 더불어 미국산 산불진화 장비를 응용 제작하여 각 영림서에 배부한 것이 산불진화장비 활용의 효시다. 이 장비는 '79년 UNDP사업으로 산림청 입업연수원에 근무하던 미국인 산불전문가 Chahes B. KenyJordan이 미국에서 사용하고 있는 산불진화장비 중 우리나라에서 사용가능한 불갈퀴, 도끼검 곡괭이, 불갈퀴검 낫 등 4

종을 소개하였으며, '77년에는 한·독 산림경영사업기구의 협조로 서독에서 사용하던 불털이개 150개를 도입하

여 각 시·도 및 영림서에 건본으로 배부하였다.

(3) 공중진화장비 : 산불발생 위험시기에 공중계도 및 공중진화에 활용하기 위하여 '71년에 최초로 헬기 3대를 도입하여 '89년 11대를 보유하였으며, 초동진화를 위하여 장기적으로 20대를 목표로 연차적으로 확보키로 하였다. 한편, 정부는 황폐산림의 조기 녹화와 효율적인 산림보호를 위하여 '73년 2월 23일 비상국무회의를 개최, 정부조직법을 개정하여 농림부산하 산림청을 내무부 소속으로 이관시키고 지방산림조직도 시·도에 산림국을, 시·군에 산림과를 신설토록 하였다. 그리고 동년부터 제1차 치산녹화10년계획을 수립 추진하여 절대녹화, 절대보호의 가치아래 거국적인 녹화사업을 전개하였다.

산불감시시설인 감시탑과 감시초소는 임상이 양호한 지역이나 산불 취약지역에 가시거리 10~30km를 관망할 수 있는 산꼭대기 부근에 설치하도록 하였다. 설치기준은 시·군은 읍·면당 1개소 이상, 영림서는 관리소당 1개소 이상을 설치토록 하고, 감시탑 및 감시초소에는 휴대용 무전기, 도면, 쌍안경, 기상관측기 등의 장비를 항상 비치하여 산불감시 기능을 발휘할 수 있게 하였다.

(4) 입산통제시책 : 산림자원의 보호관리를 위하여 보안림, 채종림, 시험림, 학교연습림, 조림지 및 사방시행후 5년 이내의 임지, 기타 시장 군수가 인정하는 산림에 대하여는 무단출입을 제한하는 한편, 산주 등이 산림피해 방지가 필요한 자기산림에 대하여는 자체적으로 표 9와 같이 입산을 통제토록 하였다. 입산통제는 새마을운동의 일환으로 자율적인 통제방향으로 추진하였으며, 표10과 같이 표지판 설치 등

〈표 9〉 입산통제 상황

구분	'73	'74	'75	'76	'77	'78
계(천ha)	1,477	2,775	3,189	3,819	5,526	4,757
행정통제	1,358	2,083	2,454	2,445	3,528	2,759
산주통제	199	737	1,365	1365	1,998	1,998

〈표 10〉 입산통제 표지판 설치 상황

구분	'73	'74	'75	'76	'77	'78
수량(개)	17,593	28,922	16,389	16,406	8,181	8,181

홍보를 강화하였다.

(라) 2차 치산녹화기('79~'87)

제2차 치산녹화기에는 산불예방과 조기진화를 통한 산화피해의 최소화에 목표를 두고 다음과 같은 시책을 중점적으로 전개하였다. 즉, 경방기간(산불조심기간)을 설정하여 전국민을 계도하고 주민동원체제에 의한 진화대를 조직하였으며 임내 화기단속과 소화법의 별치를 강화하면서 산화경방을 위한 범국민운동을 전개하였다. 또한 국유림 40km, 사유림 40km씩 매년 80km의 방화선을 신설 및 보수관리를 철저히 하고 산불경방망을 확대·설치하였다.

또한, 국민의식의 함양과 홍보활동의 심도있는 전개를 통하여 산불방지의 공감대를 조성하였고, 요일별, 시기별 취약지역을 집중 관리하면서 감시체계의 보강과 조직적 운영을 통해 산불원인별 예방활동에 집중하였다.

진화조직의 강화 및 작업의 전문화를 위해 진화대원을 청장년 위주로 편성하고, 전문적 진화기술을 보급하였으며 장비의 현대화 및 지형, 화세 등을 고려한 현지 활용성을 제고하였고, 현대화장비의 도입 및 보급을 추진하였다.

제2차 치산녹화기간의 산불방지시책은 제1차 치산녹화 기간의 시책을 주축으로 부락단위 진화대조직과 방화선, 경방탑 설치를 확대하는 등 다각적인 노력을 기울인 결과 산불은 크게 감소하였다.

(마) 산지자원화기('88~'97)

'80년대 이후 산불건수는 다발화와 증가와 대형화 추세로 이어지는 가운데 '95년부터는 산림분야 공익근무요원을 활용하여 산불을 진화하는 전기를 마련하였다.

'96년 4월에는 고성 및 동두천에서 발생한 대형 산불로 막대한 인적·물적피해를 입어 급기야는 산불이 사회문제로까지 인식되게 되었으며, 대통령이 산불에 대한 종합대책을 강구토록 특별 지시하여 국가재난방지 차원의 『산불방지종합대책』을 수

립하게 되었다. 그럼에도 불구하고 산불발생은 꾸준히 증가추세이며 그 원인도 입산자 실화 등 인재(人災)가 대부분을 차지하고 있다.

최근에는 200년 4월 동해안 초대형 산불과 같이 산불이 대형화되고 있어 산불에 대한 경각심을 높이는 것이 무엇보다도 절실하며, 산불이 발생하였을 경우 초동진화가 가장 중요한 핵심사항임을 절감한 바 있다.

특히, 농산촌의 인구가 감소되고 노령화되어 지역 주민에 의한 자체 초동진화가 어려운 실정이고 특히 국민생활 향상으로 입산인구의 급증과 산림이 우거지고 노인들의 논·밭두렁 및 농산폐기물 태우기, 각종 쓰레기 소각 등이 늘어나고 있어, 산불발생 추세는 앞으로도 계속 증가될 것으로 보여 이에 대한 대책이 시급한 실정이다.

5. 맺음말

우리 국토의 65%를 덮고 있는 산과 숲은 국토의 생명수인 맑은 물의 근원이고, 모든 생명이 살아 숨쉬게 하는 깨끗한 공기의 공급원이며, 우리와 더불어 살아가는 모든 동식물의 서식처요, 수려한 자연 경관은 시와 음악의 고향이요, 도시생활에 지친 도시민들의 자연휴식 공간으로서 자리매김이 되고 있다.

그러나 지난 2000년에는 이러한 유·무형의 소중한 가치를 지닌 동해안 지역의 수려한 경관을 자랑하던 산과 숲이 한사람의 사소한 실수로 발생한 산불재난으로 23,794ha라는 남산의 80배에 해당하는 광활한 면적이 잿더미로 변하고 말았다. 이는 건국 이래 최대의 산불참사로 기록되었으며, 17명의 인명피해와 1001억원의 재산피해, 그리고 수천억원이 소요될 것으로 예상되는 복구비용, 이외에도 앞서 지적한 보이지 않는 엄청난 사회적, 환경적 피해를 가져왔다.

또한, 최근 산불의 위험은 연소물질의 축적, 휴양인구의 증가, 이상 고온 및 건조기후의 발달 등으로 점점 높아질 것으로 예측되고 있다. 따라서 다음과 같은 산불방지대책이 절실히 요구된다. 즉, 정보화·전문화 시대에 적합한 산불관리전문조직의 보강과

산불감시를 위한 전문인력의 양성 및 조직화 그리고 환경 및 산림보호관련 민간단체와의 파트너 ship에 의한 지역자율적 산불감시체계의 확립이 무엇보다도 필요하다.

다음으로 산불예방의 가장 중요한 영역은 홍보 및 예방 교육프로그램에 의한 국민의 산불조심의식을 고취하는 일이다. 그 동안의 예방정책은 입산통제, 논·밭두렁태우기 금지 등 규제 위주의 정책이 집중되고, 국민의 의식함양을 위한 홍보 및 교육을 위한 예산 투자는 매우 부족한 실정이었다. 이제는 산불예방을 위한 선진시민의식을 함양하기 위해 다양한 홍보캠페인과 교육프로그램의 개발 실행이 절실히 요구되고 있다.

특히, 산불피해를 최소화시키기 위해서는 산불통합진화지휘체계를 확립하여야 한다. 즉, 통합진화지휘 및 협조체계의 확립은 지역의 산불진화자원을 효과적으로 배분 관리하기에 매우 중요한 사항이다. 동해안 산불진화시 산림, 군, 소방, 경찰 등으로부터 대규모의 진화자원이 동원되었으나 대규모 산불진화에 대한 경험 부족 등으로 통합지휘에 혼선이 있었던 것으로 나타났다. 그래서 우선 통합지휘를 할 수 있는 권한을 지방자치단체장으로 일원화하고, 유관기관의 자원 협조도 의무화하도록 하는 통합지휘권의 확립이 무엇보다 중요하다. 또한, 공중과 지상의 초동진화 능력의 향상이 필요하다. 즉, 동해안 산불 진화시 도출된 가장 큰 문제는 순간풍속이 초속 25m 이상 불어오는 강한 바람 때문에 진화헬기의 운항이 불가능하였다는데 있다. 그 밖에 전문진화인력의 부족 등으로 초동진화에 애로가 있었던 것으로 나타났다. 그래서 앞으로 공중과 지상에서의 초동진화능력의 향상을 위해 공중진화장비의 확충 및 현대화, 지상진화대원의 전문화가 꾸준히 추진되어야 한다.

마지막으로 선진 과학적 산불관리시스템을 구축하여야 한다. 즉, 미국, 캐나다 등에서 현재 운용하고 있는 정보화와 현대적 기술에 바탕을 둔 과학적인 산불관리시스템의 구축이 요구되고 있고, 이들 시스템의 정보를 분석하고 효과적으로 운영하는 것이 더욱 중요하다. 따라서 우리 나라도 미국의 산불관리센터

(NIFC)와 유사한 종합적 산불관리기능과 전문인력을 갖춘 조직의 설치도 병행하여 추진되어야 할 것이다.

〈참고문헌〉

1. 구길본, 이시영, 2000, 공무해외연수귀국보고서(미국), 70pp, 86-92
2. 이시영, 2000, 한국산불의 특성, 삼림과학연구, 156-163.
3. 이시영, 1997, 캐나다의 산불위험도 평가체계, 산림 3,
4. 산림청, 2001, 동해안산불백서 I, 405pp.
5. 산림청, 2000, 2000산불통계자료, 174pp.
6. 산림청, 1997, 산불통계, 249pp.