

한국의 산불발생 실태분석 Analysis of Forest Fire Occurrence in Korea

이시영[†] · 이해평^{*}

Si-Young Lee[†] · Hae-Pyeong Lee^{*}

강원대학교 방재기술전문대학원, *강원대학교 소방방재학부
(2006. 4. 5. 접수/2006. 5. 29. 채택)

요 약

최근 14년간('91-'04) 산림청에 보고된 전국 산불발생 통계자료를 변수로 SPSS Ver 13.0 프로그램을 이용하여 연도별, 월별, 시간대별, 요일별, 지역별, 피해 수종별, 원인별, 피해면적별, 진화 소요시간별 빈도분석을 실시하였다. 그 결과 연도별 산불발생건수는 2001년도에 가장 많았고, 월별로는 매년 4월에, 시간대별로는 14~15시 사이에, 요일별로는 일요일에, 지역별로는 경북 > 강원 > 전남 > 경기 순으로, 피해 수종별로는 소나무림에서 가장 많이 발생하였다. 또한 원인별로는 입산자실화와 논·밭두렁소각 등이 주요 원인 이지만 최근에는 방화에 의한 산불발생이 증가하는 경향이였다. 피해면적별로는 5 ha 미만의 소형 산불이 93.7%로 가장 많이 발생하는 경향이였고, 30 ha 이상의 대형 산불은 강원도 지역이 44.2%로서 가장 많이 발생하였다. 진화소요 시간별로는 30 ha 이상의 대형 산불(1,113분)이 5 ha 미만의 소형 산불(148분)보다 7.5배 더 소요되는 것으로 나타났다. 특히 대형 산불에 의한 피해면적은 건당 평균 470 ha로 나타났다.

ABSTRACT

The number of forest fire under various conditions such as year, month, time, day of the week, region, damaged species, cause, and damaged area are checked, and the statistics of the forest fire causing materials in recent 14 years ('91-'04) are analyzed. The result shows that the year majority of forest fires had happened in last 14 year was 2001 and most of forest fire occurred in April, Sunday, around 14:00 to 15:00. The most damaged region is Gyeongsangbuk-Do, followed by Gangwon-Do, Jeollabuk-Do, and Gyeonggi-Do. The most damaged species is pine tree. The main causes of forest fires are accidental fire and incineration of a field boundary; however, recently, incendiarism is increased. The result of analysis on the damaged area shows that small fires under 5 ha occurred most frequently and large fires (over 30 ha) occurred mostly in Kangwon province (44.2%). The result also shows that the large forest fires (1,113 minutes) require 7.5 time more than the small forest fires (148 minutes). Especially, since average damaged area caused by large forest fire was about 470 ha per incident.

Keywords : Forest fires, Forest fire statistics, Forest fire frequency

1. 서 론

산불의 1차적인 원인은 인위적인 요인과 밀접한 관계가 있지만 이것이 산불로 발생하기까지는 산불발생 당시의 습도, 풍속, 기온 등 기상인자와 임내 가연성물질의 연료습도(Fuel Moisture Contents), 발화 장소의 지형조건 및 수종구성과도 깊은 관계가 있고, 사회과학적인 인자인 인구, 소득수준, 여가시간, 관광인구 등과의 관계가 있다.¹⁾

한편, 우리나라의 산불은 캐나다나 미국과 같이 번갯불에 의한 자연발화는 거의 없고 대부분이 사람들의 사소한 부주의에 의하여 발생하지만, 산불발생 빈도는 월별, 시간대별, 요일별로 다르게 분포하고, 지역별로도 다발시기와 피해규모가 다르게 나타나고 있다.

따라서 산불발생위험도를 사전에 판단하기 위해서는 기상, 임상 및 지형요인과 같은 자연적인 조건 이외에도 지역별·시기별 산불발생 통계분석을 통하여 실질적인 산불발생 실태를 구명하여 체계적이고 효율적인 산불예방체계를 구축할 필요가 있다.

1925년 캐나다 연방정부에 의해서 시작된 캐나다

[†]E-mail: Isy925@kangwon.ac.kr

산불위험률시스템(CFFDRS) 연구는 1960년 후반기에 형태가 갖추어졌다. 이 시스템의 구조는 기상, 지형, 연료지수 이외에 산불거동예측시스템(Fire Behavior Prediction System, FBPS)과 연료습도시스템이 추가되었고, 특히 산불발생예측시스템(Fire Occurrence Prediction System, FOPS)이 추가되면서 명실상부한 캐나다 산불위험률시스템(CFFDRS)이 탄생하였다.²⁾

미국에서는 1940년대부터 산림 내 가연성물질의 함수율을 중심으로 산불위험률모델을 개발하였는데 Deeming 등³⁾에 의하여 개발된 FDRS(Fire Danger Rating System)은 산불진행에 따른 물리적 습성을 근거로 9개의 연소모델(Fuel Model)을 구분하고, 기본적인 몇 가지 구조를 중심으로 지수화하여 완성하였다. 또한 1978년에는 NFDRS(National Fire Danger Rating System)의 건조 상태를 나타내는 여러 가지 지수를 개선하고, 11개 이상의 연소모델을 추가하여 더욱 세분화하였고, 인위적 요인과 자연적 요인에 의한 산불발생의 지수를 분리하여 현존하는 식생들의 수분함유상태에 대한 예측모형과 인위적인 화재발생지수를 추가로 개발하였다.^{4,5)}

우리나라의 산불발생위험도에 관한 연구로는 정 등⁶⁾이 수종별, 영급별, 지피물량과 임내의 기상 및 연료습도변화를 조사하여 산불위험도를 분석하였다. 또한 Choi & Han⁷⁾은 기상자료와 산불발생과의 관계를 로짓과 프로빗 확률모형(logistic & probit regression model)을 적용하여 산불발생확률식을 개발하였으며, Lee 등⁸⁾은 강원도를 대상으로 지역별 산불발생원인과 기상조건과의 관계 구명, 기상특성을 이용한 전국 산불발생확률모형 개발,⁹⁾ 산불발화지점의 임상 및 지형특성을 이용한 산불발생위험지수¹⁰⁾를 개발한 바가 있다.

따라서 본 연구에서는 기상, 임상, 지형 및 산불발화지점의 조건에 따른 우리나라의 산불발생위험지수개발에 대한 기존 연구 이외에 산불발생위험지수개발의 기초자료를 제시하기 위한 산불발생의 실태 분석을 실시하였다.

2. 분석자료 및 방법

본 연구는 최근 14년간(91~04) 산림청에 보고된 전국 산불발생 통계자료[산불발생시간(연도, 월, 일, 시간, 요일, 공휴일여부), 진화소요시간, 피해면적, 발생장소(시·도, 읍·면·동), 산지소유구분, 수종, 발생원인]를 변수로 선정하고, SPSS 프로그램(Ver. 13.0)을 이용하여 연도별, 월별, 발생일별, 발생시간별, 발생요일별, 공휴일여부별, 피해면적별, 진화소요시간별, 시·도별,

산지구분별, 수종별, 발생 원인별 빈도분석을 실시하였고, 각 변수별 교차분석을 통하여 우리나라의 산불발생 실태를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 한국 산불의 일반적 특성

우리나라는 전국토의 65%가 산지이며, 이 중 97%가 임목지이고 최근 산림자원의 증가로 인해 가연성 지피물이 많이 쌓여 있고, 산림상태로 보아 불에 잘 타는 침엽수가 43%로 가장 많아 산불발생의 위험성이 높을 뿐만 아니라 대륙성 계절풍으로 인하여 봄·가을 건조기가 전국적으로 지속되고, 해풍·Föhn 현상 등 바람의 영향으로 산불발생은 전국에 동시 다발적인 경향이 상존하고 있다.

또한, 우리나라는 산악형 산림으로서 연소진행속도가 평지보다 약 8배 정도나 급속히 확산되며, 산불발생시 고온과 불규칙한 지형 때문에 난기류가 발생되고 산불진행방향의 급변 및 비산화가 수 km까지 발생하여 근접 지역으로 산불확대의 위험성이 있고, 산악형 산림이어서 지상접근이 곤란하고, 진화용수가 부족하여 인력진화에 한계가 있으며, 특히 농산촌 인구감소 및 노령화로 인하여 자체 진화인력이 부족하여 초동진화에 실패함으로써 산불의 대형화를 유발시키는 연소특성을 가지고 있다.¹¹⁾

3.2 산불발생 빈도분석

과거 산림내의 연소물량이 적을 때에는 산불이 발생하더라도 인력만으로 쉽게 진화할 수 있었고, 그 피해도 크지 않았다. 그러나 1973년부터 실시된 낙엽채취의 전면 금지로 인하여 산림 내 낙엽 등 가연성 물질이 많이 축적되어 산불 발생의 요인이 점차 증가되고 있는 경향에서 1996년 강원도 고성, 2000년 삼척 등 5개 지역에서 연쇄적으로 산불이 발생하였고, 그동안 동해안 지역에서만 대형 산불이 발생한다는 통념을 깨고, 2002년도에는 충청남도 청양·예산에서도 대형 산불이 발생한 바 있다.¹²⁾

Table 1은 최근 14년간(91~04) 우리나라의 산불발생건수를 각각의 산불발생연도 등 12개의 변수별로 빈도분석을 수행한 결과로서 산불발생 건수는 2001년도에 가장 많았고, 월별로는 매년 4월에, 일자별로는 5일자에, 시간대로는 14~15시 사이와 요일별로는 일요일에 가장 많이 발생하는 경향을 나타냈다.

산불피해면적은 1 ha 미만이 대부분이었으나 건당 피해면적은 7 ha에, 진화소요시간은 30~60분 사이가 가

Table 1. Number of forest fires occurrence by total source ('91~'04)

Variables	Mean	Highest frequency
Year	-	2001
Month	-	April
Day	-	5
Time	-	14:00~15:00
Day of the week	-	Sunday
Holiday	-	Ordinary day
Damaged area	7 ha/incident	Below 1ha
Suppression duration	148 minute/incident	30~60 minutes
Region	-	Gyeongsangbuk-Do
Ownership	-	Private
Species	-	Pinus densiflora
Cause	-	Accidental fire

장 많았으나, 이때 건당 진화소요시간은 148분이었고, 지역별로는 경상북도가, 소유별로는 사유림지역에서 가장 많이 발생하였으며, 피해수준은 소나무림이 가장 많았고 산불발생 원인 중에서는 입산자실화가 가장 높은 빈도를 나타냈다.

3.2.1 시기별 빈도분석

최근 14년간('91~'04) 연도별 산불발생 빈도를 보면, Table 2와 같이 매년 평균 444건이 발생하였고, 연도별로는 2001년(12.6%), 2000년(11.7%), 1995년(10.1%) 순으로 많이 발생하였으며, 2001년, 2000년, 1995년

3년간 산불발생건수의 누적백분율은 전체 산불발생건수의 34.5%에 해당하였다.

Table 3은 월별 산불발생 빈도로서 14년간 전국 산불 6,220건 중에서 75.8%가 2~4월인 봄철에 집중 발생하였고, 월별 산불발생 건수는 4월(35.5%), 3월(25.1%), 2월(15.2%) 순으로 많이 발생하였다. 이것은 우리나라가 대륙권 기후대에 속하고 있어 매년 봄철에는 기후적으로 가장 건조하고, 편서풍의 영향을 받아 바람이 강하여 상대습도와 연료습도(Fuel Moisture Contents)가 낮아지고 입내지피물이 매우 건조해 있으며, 산림 내 지피물의 식생은 아직 잎이 돌아나지 않기 때문에 봄철에는 산불이 집중되는 경향이다. 또한, 봄철에는 농촌의 농작물 관리가 활발하게 이루어지고 도시민들이 산을 많이 찾게 되므로 이들의 부주의에 의해 산불이 많이 발생하고 있다. 특히, 연도별로 보면 대부분이 4월에 집중되지만 1998, 2000년, 2002년의 경우에는 3월중에 가장 많은 산불이 발생하였다. 이것은 이상기후 현상으로 인하여 봄철 가뭄이 심해 산불위험시기가 앞당겨진 것으로 판단된다.

일자별 산불발생 건수는 5일(7.4%), 27일(4.0%), 20일(3.7%) 순으로 많이 발생하였는데 일자별 큰 차이는 없지만 5일은 다른 날들과 달리 식목일과 한식·청명일이 있어 유난히 산불발생이 많았던 것으로 판단된다. 또한 순기별 산불발생 건수는 상순(1일~10일)에 36.2%, 중순(11일~20일)에 33.1%, 하순(21일~31일)에 30.7%로 순으로 나타났으나 큰 차이는 없었다.

또한, 시간대별 산불발생 건수는 14~15시(17.5%), 13~14시(17.1%), 15~16시(14.8%) 순으로 많이 발생하였으며, 산불의 발생이 가장 많은 13시부터 16시까지

Table 2. Number of forest fires occurrence by year ('91~'04)

Year	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total	Mean
Number	139	180	278	433	630	527	524	265	315	729	785	599	272	544	6220	444
Ratio (%)	2.2	2.9	4.5	7	10.1	8.5	8.4	4.3	5.1	11.7	12.6	9.6	4.4	8.7	100	-

Table 3. Number of forest fires occurrence by months ('91~'04)

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Number	275	946	1560	2205	338	155	26	12	81	144	195	283	6220
Ratio (%)	4.4	15.2	25.1	35.5	5.4	2.5	0.4	0.2	1.3	2.3	3.1	4.5	100

Table 4. Number of forest fires occurrence by week ('91~'04)

Day	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Total
Number	1145	892	836	926	806	830	785	6220
Ratio (%)	18.4	14.3	13.4	14.9	13	13.3	12.6	100

Table 5. Number of forest fires occurrence by week holiday & ordinary day ('91~'04)

Day	Ordinary day	Holiday	Total
Number	4625	1595	6220
Ratio (%)	74.4	25.6	100

3시간 동안 산불발생건수의 누적백분율은 전체 산불발생건수의 49.4%를 나타냈다.

요일별 산불발생 건수는 Table 4와 같이 일요일(18.4%), 수요일(14.9%), 월요일(14.3%) 순으로 많이 발생하였으며, Table 5와 같이 평일과 휴일의 산불발생 건수는 평일에 74.4%, 휴일에는 25.6% 발생한 것으로 나타났다.

3.2.2 지역별 및 산지소유별 빈도분석

시·도별 산불발생건수는 Fig. 1과 같이 경북(15.1%), 강원(13.0%), 전남(10.1%), 경기(10.1%) 순으로 나타났으며, 이 4지역의 산불발생건수 누적백분율은 전체 산불발생건수의 48.3%에 해당하는 것으로 나타났다.

특히, 14년간 연도별 산불 최다발생 지역은 Table 6과 같이 경북이 8회, 강원 3회, 경기, 경남, 전남, 충남이 각각 1회씩 발생한 것으로 나타났으며, 16개 시도

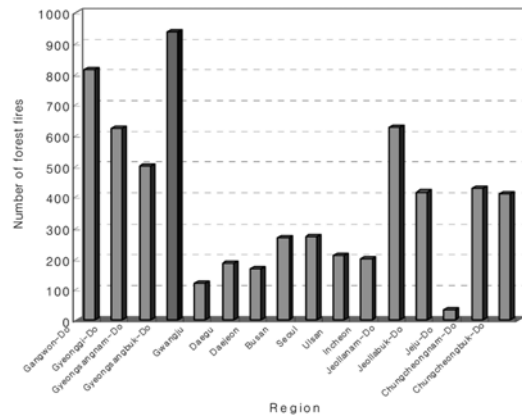


Fig. 1. Number of forest fires occurrence by regions.

지역 가운데 당해 연도 산불발생 빈도가 전국의 평균값 이상 초과한 지역으로서 경기, 경북, 전남, 강원 지역은 거의 매년 평균을 상회한 것으로 나타났으며, 경남, 전북, 충남, 충북 지역도 7회 이상 평균을 상회한 것으로 나타났다.

한편, 산지소유 구분별 산불발생건수는 사유림(88.6%), 국유림(8.5%) 순으로 나타났으며, 사유림과 국유림의 산불발생건수의 누적백분율은 전체 산불발생건수의 97.1%에 해당하는 것으로 나타났다.

Table 6. Number of forest fires occurrence by correspondence analysis

Region	Year														Total
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
a	12	13	36	70	75	42	76	31	88	162	86	52	11	57	811
b	15	21	19	81	77	56	52	30	25	59	64	54	29	46	628
c	23	29	42	38	80	58	27	8	13	31	44	33	24	49	499
d	15	22	47	67	106	71	76	25	24	112	131	89	42	111	938
e	2	5	7	4	8	12	4	4	5	14	16	17	6	17	121
f	9	6	10	26	26	17	29	2	2	11	6	14	10	19	187
g	4	2	4	5	11	3	4	6	7	10	48	30	13	22	169
h	10	5	16	13	34	23	15	21	17	21	38	24	6	25	268
i	3	6	7	21	16	19	23	13	4	19	61	38	27	15	272
j	6	8	7	12	26	13	7	8	14	13	30	27	13	27	211
k	5	3	3	8	14	21	17	8	9	19	36	26	17	13	199
l	11	35	43	29	42	70	60	29	26	54	56	56	32	85	628
m	4	7	12	17	43	54	38	18	28	54	58	48	12	22	415
n	0	2	2	4	2	3	7	4	3	5	2	0	0	1	35
o	9	9	12	14	33	44	49	39	22	84	47	45	8	14	429
p	11	7	11	24	37	21	40	19	28	61	62	46	22	21	410
Total	139	180	278	433	630	527	524	265	315	729	785	599	272	544	6220

Table 7. Results of correspondence analysis

Item \ Region	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
Number of occurrence	811	628	499	938	121	187	169	268	272	211	199	628	415	35	429	410
Most frequent year	2000	1994	1995	2001	2002	1997	2001	2001	2001	2001	2001	2004	2001	1997	2000	2001
Most frequent month	Apr	Apr	Feb	Apr	Apr	Apr	Apr	Feb	Mar	Apr	Apr	Mar	Apr	Feb	Apr	Apr
Most frequent day	last	first	mid	first	last	first	first	first	last	last	first	mid	first	first	first	first
Most frequent time	14-15	13-14	13-14	14-15	14-15	13-14	14-15	13-14	15-16	13-14	13-14	14-15	14-15	14-15	14-15	14-15

a: Gangwon-Do, b: Gyeonggi-Do, c: Gyeongsangnam-Do, d: Gyeongsangbuk-Do, e: Gwangju, f: Daegu, g: Daejeon, h: Busan, i: Seoul, j: Ulsan, k: Incheon, l: Jeollanam-Do, m: Jeollabuk-Do, n: Jeju-Do, o: Chungcheongnam-Do, p: Chungcheongbuk-Do

Table 8. Numbers for forest fires occurrence by causes

Cause \ Year	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
House fire	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	9	11	1	3	33
Power cable	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	2	0	1	6
Factory fire	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	2	3	1	1	12
Military training	0	0	0	0	0	0	9	5	0	10	9	6	4	6	49
Lightning	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	4	1	0	0	7
Angler carelessness	0	0	0	0	0	0	2	4	0	5	0	1	1	1	14
Ridge fire	34	51	74	63	138	75	57	33	57	73	69	52	25	39	840
Burning agricultural-debris	0	0	0	0	0	0	40	27	0	61	68	57	29	45	327
Cigarette	3	6	16	0	0	0	33	15	21	65	88	60	44	51	402
Climber carelessness	0	0	0	0	0	0	12	11	0	0	0	0	0	0	23
Folk belief behavior	0	0	0	0	0	0	2	1	0	5	4	5	0	11	28
DMZ clearing	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12
Arson	0	0	0	0	0	0	11	7	0	18	14	16	1	15	82
Temple fire	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	4
Edible plant taker	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	12	0	0	3	19
Visiting a grave	10	9	15	41	34	38	33	15	21	47	45	63	30	22	423
Debris burning	7	6	3	1	0	0	40	25	13	68	47	58	26	46	340
Play with fire by children	3	9	11	24	18	28	12	11	10	18	26	21	3	13	207
Welder carelessness	0	0	0	0	0	0	5	1	0	4	6	7	2	8	33
Visitor's carelessness	66	72	117	195	313	247	231	90	155	312	342	219	96	247	2702
Laborer carelessness	0	0	0	0	0	0	8	2	0	0	13	4	1	6	34
Electronic leak	0	0	0	0	0	0	5	0	0	4	3	3	3	2	20
Psychopath	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	5	2	0	3	13
Sparks of fire by train	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	8	2	3	6	25
Picnicker carelessness	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	2	2	0	0	7
Non-farming field incineration	0	0	0	0	0	0	8	3	0	0	4	1	0	0	16
Others	16	27	42	109	127	139	6	6	38	21	3	3	2	3	542
Total	139	180	278	433	630	527	524	265	315	729	785	599	272	544	6220

따라서 산불발생 빈도는 경북, 강원, 경기, 경남지역에서 주로 발생하는 경향에서 지역별 산불최다 발생연도는 Table 7과 같이 2001년이 대부분이었다. 월별 산불발생 빈도는 경남, 부산, 제주도가 2월에, 서울, 전남지역은 3월에, 그 외 강원지역 등은 4월에 주로 발생하는 경향을 나타냈다. 이것은 정 등¹³⁾이 '81년~91년 사이에 연구한 권역별 최대 다발시기에서 강원, 경기도는 4.1~4.20, 충남, 충북, 경북은 3.21~4.10, 전남, 전북은 3.11~4.10과 일부 일치하는 결과를 나타냈다. 또한 이러한 결과로 볼 때, 전체적으로 산불의 위험시기 이전보다 다소 앞당겨지는 결과를 나타내는 경향이였다.

3.2.3 발생원인 및 피해 수종별 빈도분석

발생 원인별 산불발생건수는 Table 8과 같이 입산자실화(43.4%), 논밭두렁소각(13.5%) 순으로 나타났으며, 이 2가지 발생 원인에 따른 산불발생건수의 누적백분율은 전체 산불발생건수의 56.9%에 해당하는 것으로 나타났다.

또한, 연도별 산불발생 원인을 살펴보면, 1990년대 초반에는 입산자실화, 논밭두렁소각, 성묘객실화 어린이불장난 등이 매년 산불발생의 주요 원인이 되어 왔으나, 1990년대 중반 이후부터는 산불발생 원인이 보다 다원화되어 가는 특징을 나타내고 있을 뿐만 아니라 특히, 농산폐기물소각, 담뱃불, 방화와 쓰레기소각에 의한 산불발생은 점차 비중이 높아지는 것으로 나타났다.

또한, 피해수종별 산불발생건수는 Fig. 2와 같이 소나무(24.7%), 소나무/활잡목(21.8%), 활잡목(18.8%) 순으로 나타났으며, 소나무, 소나무/활잡목, 활잡목 3가지 수종의 산불발생건수의 누적백분율은 전체 산불발생건수의 65.4%에 해당하는 것으로 나타났다. 즉, 소나무

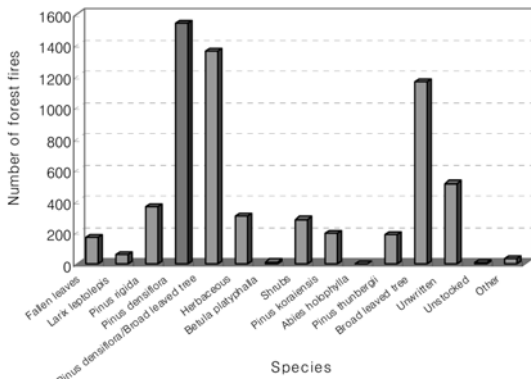


Fig. 2. Number of forest fires occurrence by species of trees.

림 지역에서 산불빈도가 많은 것은 다른 수종보다 분포면적(43%)이 많은 것도 원인중의 하나이지만, 소나무는 참나무류의 활엽수림과 비교해서 일반적으로 수지분이 많고 발열량이 커서 낮은 온도에서도 산불발화의 위험성이 높기 때문이다.¹⁴⁾

3.2.4 피해면적 및 진화소요시간별 빈도분석

산불피해면적은 Fig. 3과 같이 1 ha 미만(58.7%), 1~5 ha(35.0%), 6~10 ha(3.2%) 순으로 나타났으며, 피해면적 5 ha 이하의 누적백분율은 전체 산불발생건수의 93.7%에 해당하는 것으로 나타났고, 14년간 건당 평균 산불피해 면적은 7 ha 정도인 것으로 나타났다.

또한, 산불진화 소요시간별 발생빈도는 Fig. 4와 같이 30~60분(25.2%), 60~90분(17.6%), 10~30분(13.9%) 순으로 나타났으며, 60분 이내에 진화되는 비율은 40.5%였고, 14년간 건당 산불진화 평균 소요시간은 148분 정도로 나타났다.

그리고 Fig. 5와 같이 연도별 진화소요시간과 산불피해 면적과의 교차분석에서 일반적으로 진화소요시간

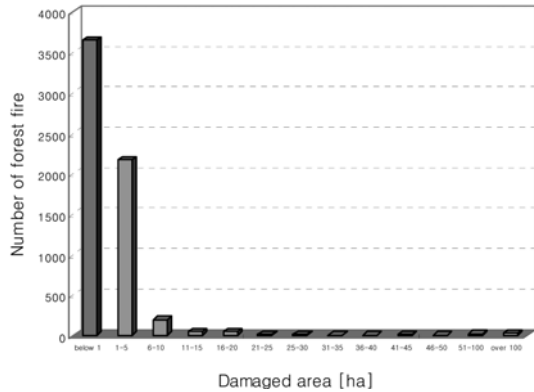


Fig. 3. Number of forest fires by damaged area.

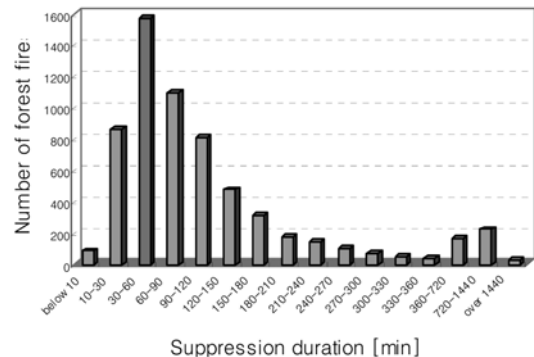


Fig. 4. Number of forest fires suppression duration.

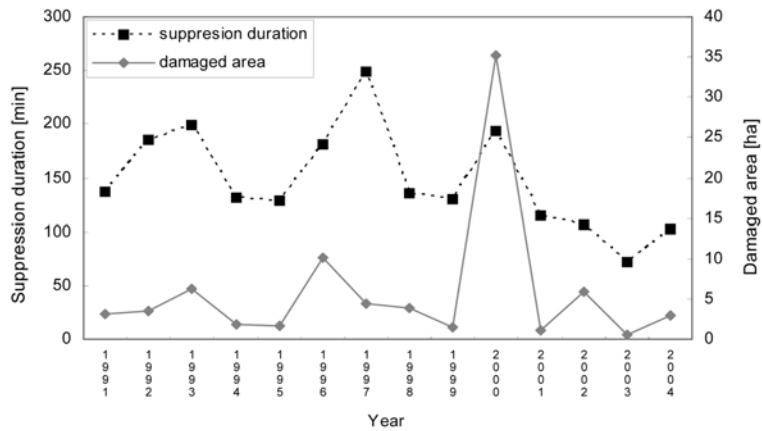


Fig. 5. Trend of forest fires suppression duration & damaged area by years.

이 길면 길수록 산불피해 면적은 증가하는 경향이었으나, '97년의 경우는 진화시간이 긴데도 불구하고 피해면적이 작게 나타난 것은 뒷불정리 등에 많은 시간을 사용한 것으로 판단되며, 2000년 경우에는 오히려 진화소요시간이 짧은데도 불구하고 피해면적이 큰 것은 산불당시 강풍 등으로 빠른 시간에 많은 피해를 준 것으로 판단된다.

3.3 대형 산불 실태 분석

3.3.1 시기별 빈도분석

최근 14년간(91~04) 우리나라의 대형 산불(30 ha 이상)은 Table 9와 같이 총 77건으로 2000년(20.8%)에 가장 많이 발생했으며, 그 다음은 '97년(13.0%)과 '02년(13.0%) 순으로 나타났다. 또한 대형 산불은 4월중에 가장 많이 발생했으며, 일요일, 강원도지역, 사유림지역 및 소나무림에서 입산자의 실화로 가장 많이 발생하였다.

특히, 월별 대형 산불발생건수는 Fig. 6과 같이 4월에 71.4%가 발생하는 경향이였지만 3월에 15.6%, 2월에 6.5%, 1월과 11월 사이에 2.6%, 12월에 1.3%가 각각 발생하는 경향을 나타냈다. 또한, 2월부터 4월까지 3개월간 30 ha 이상의 대형 산불발생건수의 누적백분율은 전체 대형 산불발생건수의 93.5%를 점유하였다.

또한, 일자별 대형 산불발생건수는 5일(13.0%), 12

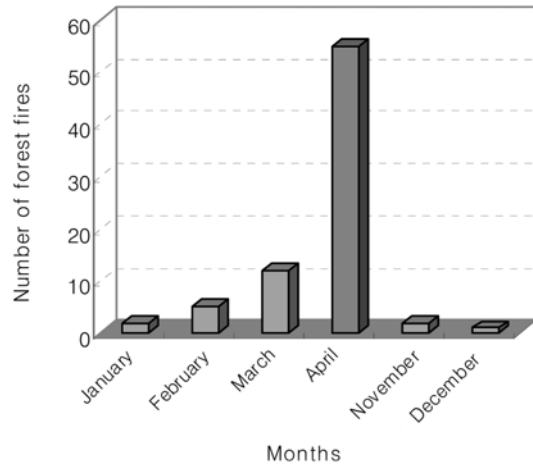


Fig. 6. Number of forest fires occurrence by months over 30 ha.

일(10.4%), 7일(9.1%) 순으로 많이 발생하면서 일자별 큰 차이는 없었지만 특히 5일자가 다른 날들과 달리 유난히 대형 산불발생이 많은 것으로 나타났다. 이 또한 4월초에 식목일·청명·한식이 있어 이때 산불발생빈도가 높게 나타난 것으로 판단되며, 순기별 대형 산불발생빈도는 상순(1일~10일)에 45.5%, 중순에(11일~20일)에 31.2%, 하순(21일~31일)에 23.4%의 순으로

Table 9. Number and ratio of forest fires occurrence over 30 ha

Year	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Total
Number	2	5	8	2	2	7	10	3	1	16	2	10	0	9	77
Ratio (%)	2.6	6.5	10.4	2.6	2.6	9.1	13	3.9	1.3	20.8	2.6	13	0	11.7	100

대형 산불이 많이 발생하였다. 시간대별 산불발생건수는 14~15시(20.8%), 12~13시(15.6%), 13~14시(15.6%) 순으로 많이 발생하였으며, 12시부터 15시까지 3시간 동안 대형 산불발생건수의 누적백분율은 전체 대형 산불발생건수의 51.9%에 해당하였고, 요일별 산불발생건수는 사람의 활동이 많은 일요일(19.5%), 금요일(19.5%), 수요일(18.2%) 순으로 산불이 많이 발생하는 경향이였다.

3.3.2 진화소요 시간별 빈도분석

건당 30 ha 이상 대형 산불의 진화소요시간은 Fig. 7 과 같이 720~1,440분(51.9%), 360~720분(11.7%), 210~240분(6.5%) 순이였고, 12시간 이상 진화하는 경우는

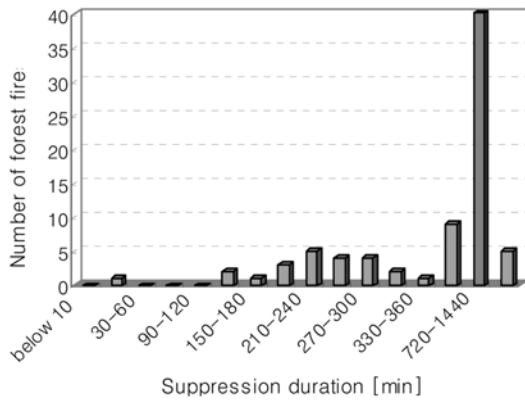


Fig. 7. Number of forest fires suppression duration over 30 ha.

51.9%로 나타났으며, 14년간 대형 산불의 건당 진화소요시간의 평균은 1,113분으로 5 ha 미만의 소형 산불의 148분 보다 7.5배 더 소요되는 것으로 분석되었다.

3.3.3 지역 및 피해면적별 빈도분석

시도별 30 ha 이상 대형 산불발생건수는 Fig. 8과 같이 강원(44.2%), 경북(16.9%), 경남(9.1%), 전남(9.1%) 순으로 나타났으며, 이 4지역의 대형 산불발생건수의 누적백분율은 전체 대형 산불발생건수의 79.2%에 해당하는 것으로 나타났다. 그리고 Table 10과 같이 14

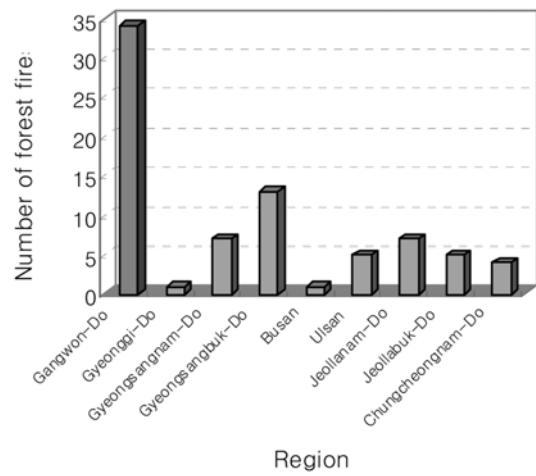


Fig. 8. Number of forest fires occurrence regions over 30 ha.

Table 10. Large scaled forest fire damage per year

Year	Day	Region	Damaged area (ha)	Cause	Ownership	Tree species
1991	April 7	Hwawon-myeon, Haenam-gun, Jeollanam-do	79.8	ridge fire	private	Pinus thunbergii
1992	April 5	Songsu-myeon, Imsil-gun, Jeollabuk-do	47.85	visiting a grave	private	Pinus densiflora/ Broad leaved tree
1993	April 17	Wondeok-eub, Samcheok-si, Gangwon-do	505.2	visitor's carelessness	national/private	Pinus densiflora/ Broad leaved tree
1994	March 7	Toseung-myeon, Goseong-gun, Gangwon-do	32	others	private	Pinus densiflora/ Broad leaved tree
1995	April 5	Subi-myeon, Yeongyang-gun, Gyeongsangbuk-do	45.8	ridge fire	national/private	Larix leptolepis
1996	April 23	Jugwang-myeon, Goseong-gun, Gangwon-do	3762	others	national	unwritten
1997	April 12	Toseung-myeon, Goseong-gun, Gangwon-do	276.7	military training	private	Pinus densiflora

Table 10. Continued.

Year	Day	Region	Damaged area (ha)	Cause	Ownership	Tree species
1998	March 29	Sachun-myeon, Gangneung-si, Gangwon-do	301	burning agricultural-debris	private/national	Pinus densiflora
1999	February 18	Dong-myeon, Yanggu-gun, Gangwon-do	63.5	others	national	Larix leptolepis
2000	April 7	Geundeok-myeon, Samcheok-si, Gangwon-do	12997	debris burning	private	Pinus densiflora/ Broad leaved tree
2001	April 19	Wonnam-myeon, Uljin-gun, Gyeongsangbuk-do	94.6	visitor's carelessness	national	Pinus densiflora
2002	April 14	Bibong-myeon, Cheongyang-gun, Chungcheongnam-do	2216	visiting a grave	national/private	Pinus densiflora/ Broad leaved tree
2003	April 6	Bonggok-dong, Seo-gu, Daejeon	8	visiting a grave	private	Pinus rigida
2004	March 16	Okgye-dong, Gangneung-si, Gangwon-do	430	arson	private	Pinus densiflora/ Broad leaved tree

Table 11. Number of forest fires damaged area over 30 ha

Damaged area	Frequency	Ratio (%)	Damaged area	Frequency	Ratio (%)
30 ha	4	5.2	46-50 ha	7	9.1
31-35 ha	6	7.8	51-100 ha	19	24.7
36-40 ha	1	1.3	over 100 ha	30	39
41-45 ha	10	13	Total	77	100

년간(91~04) 연중 최대 규모 산불발생지 중 강원도가 8건으로 57%를 점유하여 가장 많았고, 경북 2건과 그 외 4개 지역은 각각 1건씩 발생한 바 있다.

또한, 대형 산불로 인한 피해면적은 Table 11과 같이 100 ha 초과가 39.0%, 51~100 ha가 24.7%, 41~45 ha가 13.0%로 나타났으며, 14년간 대형 산불로 인한 피해면적의 평균은 470 ha로 나타나 대형 산불의 피해규모가 점점 증가하는 경향이었다.

산지소유 구분별 산불발생건수는 사유림(67.5%), 국유림/사유림(13.0%), 사유림/국유림(10.4%)순으로 나타났으며, 수종별 대형 산불발생건수는 소나무/활참목(55.8%), 소나무(26.0%) 순으로 나타났고, 소나무/활참목, 소나무 등 2가지 수종에서의 대형 산불발생건수의 누적백분율은 전체 대형 산불발생건수의 81.8%에 해당하는 것으로 나타났다. 또한, 발생원인별 대형 산불발생건수는 입산자실화(29.9%), 성묘객실화(14.3%), 기타(14.3%) 순으로 나타났다.

4. 결 론

우리나라의 산불발생은 본문의 Table 3에서와 같이

여름철(6~8월)의 3.1%보다 다른 계절에 거의 대부분이 발생한다. 또한, 위도가 긴 관계로 남쪽에서부터 북쪽으로 기온이 상승하면서 식물의 생장시기에 차이가 생겨 산불발생 빈도도 식물의 생장시기를 따라 남쪽에서부터 북쪽으로 증가하는 특징이 있다.

산불발생 원인의 대부분은 사람에 의한 실화로 발생하지만 최근에는 사회·환경적인 여건의 변화로 산불발생의 원인은 다원화 하는 경향이이며 특히, 방화 등이 증가하고 있다.

최근 산불발생의 빈도는 증가와 감소를 반복하고 있지만 산림자원의 축척으로 피해규모는 이전보다 훨씬 증가하고 있으며, 과거에는 영동지역에서 대형 산불의 대부분이 발생하였지만 최근에는 충남 청양·예산 등 서해안지역에서도 대형 산불의 빈도가 증가하는 경향이어서 전국 어느 지역에서도 산불의 안전지대는 없다고 할 수 있다.

본 연구에서 분석한 우리나라의 산불실태는 매년 되풀이되는 산불화재임에도 불구하고 산불통계의 대부분이 체계적으로 정리되어 있지 않아 산불의 발생특성과 피해경향을 자세히 파악하기가 어렵고 연구자가 논문 에 인용하고 싶어도 게재된 논문이 거의 없던 차에 최

근 14년간에 산림청 통계자료를 이용하여 그 실태를 분석하게 되었다.

따라서 위 연구는 금후 우리나라의 산불발생 및 위험도 분석뿐만 아니라 인위적인 실화가 대부분인 우리나라의 산불발생 위험지수 개발연구에 기초 자료로서 활용될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. 류장혁, 이광원, “산불의 실태와 대책”, 한국농촌경제연구원 정책연구보고 P15, p.211 (1996).
2. 오정수, 이명보, 김명수, 이시영, “외국의 산불예방과 진화”, 임업연구원 연구자료, 제 192호, pp.129-133 (2002).
3. J. E. Deeming, J. W. Lancaster, M. A. Fosberg, R. W. Furman, and M. J. Schroeder, “National Fire-Danger Rating System”, USDA Forest Service Research Paper, RM-84, p.165(1972).
4. J. E. Deeming, R. E. Burgan, and J. D. Cohen, “The National Fire-Danger Rating System 1978”, USDA Forest Service Gen Tech Rep INT-39, p.63(1977).
5. L. S. Bradshaw, J. E. Deeming, R. E. Burgan, and J. D. Cohen, “The 1978 National Fire-Danger Rating System: Technical Documentation”, USDA Forest Service Gen Tech Rep INT-169, p.44(1983).
6. 정연하, 이시영, 염육철, 여운홍, “산화위험을 예측에 관한 연구”, 임업연구원 연구보고, Vol. 38, pp.117-123(1989).
7. K. Choi and S. Y. Han, “Developing Forest Fire Occurrence Probability Model Using Meteorological Characteristics”, Journal of Korean Forestry Society Vol. 85, No. 1, pp.15-23(1996).
8. S. Y. Lee, S. Y. Han, S. H. An, J. S. Oh, M. H. Jo, and M. S. Kim, “Regional Analysis of Forest Fire Occurrence Factors in Kangwon Province”, Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 3, No. 3, pp.135-142(2001).
9. 이시영, 한상열, 원명수, 안상현, 이명보, “기상특성을 이용한 전국산불발생확률모형 개발”, 한국농림기상학회지, Vol. 6, No. 4, pp.242-249(2004).
10. 이시영, 원명수, 한상열, “산불발화지점의 임상 및 지형특성을 이용한 산불발생위험지수 개발”, 한국화재소방학회논문지, Vol. 19, No. 4, pp.75-79(2005).
11. 이시영, “한국 산불의 특성”, 강원대학교 삼림과학연구, Vol. 16, pp.156-163(2000).
12. 이시영 외, “청양·예산 산불피해지 정밀조사보고서”, 청양·예산 산불피해지 공동조사단, pp.13-24(2003).
13. 정연하, 이시영, 염육철, “산불발생위험시기 분석 및 위험지수 분석”, 임업연구원연구보고, Vol. 49, pp.92-102(1994).
14. 이시영 외, “삼림환경보전학”, 향문사, pp.34-70(2002).