

강원도 지역 산불발생인자의 지역별 유형화

이시영¹ · 한상열² · 안상현¹ · 오정수¹ · 조명희³ · 김명수¹

¹임업연구원, ²경북대학교 임학과, ³경일대학교 도시정보지적공학과
(2001년 7월 16일 접수)

Regional Analysis of Forest Fire Occurrence Factors in Kangwon Province

Si-Young Lee¹, Sang-Yoel Han², Sang-Hyun An¹, Jeong-Soo Oh¹,
Myung-Hee Jo³ and Myung-Soo Kim¹

¹Division of Forest Environment, Korea Forest Research Institute, Seoul Korea
#207 Cheongyangri-Dong, Dongdaemun-Ku, 130-012, Korea.

²Department of Forestry, Kyungpook National University, Taegu 702-701, Korea

³Department of Geodetic Engineering, Kyungil University, Taegu 712-701, Korea
(Manuscript received July 16, 2001)

ABSTRACTS

This study attempts to categorizes the factors of forest fire occurrences based on regional meteorologic data and general forest fire characteristics of 18 cities and guns in Kangwon province. To accomplish this goal, some statistical analyses such as analysis of variance, correspondence analysis and multidimensional scaling were adopted. To reveal the forest fires pattern of study region, a categorization process was conducted by employing the quantification approach which modified and quantified the metric-data of fire occurrence dates. Also, The fire occurrence similarity was compared by using multidimensional scaling for each study region. The major results are summarized as follows: It was found that the meteorological factors emerged as different to each region are average and maximum temperature, minimum dew point temperature and average and maximum wind speed. In the result of correspondence analysis representing relationships between fire causes and study regions, Kangrung is caused by arsonist, Chulwon, Hwachen and Yanggu caused by military factor, Sokcho and Chunchen caused by the debris burning, and Samchuk caused by general man-caused fires, respectively. Finally, the forest fire occurrence pattern of this study regions were divided into five areas such as, group I including Samchuk, Kangryung, Chunchen, Wonju, Hongchen and Hhoingsung, group II including Donghae, Taebaek, Yangyang and Pyongchang, group III including Jungsun, Chulwon and Whachen, group VI including Gosung, Injae and Yanggu, and group V including Shokcho and Youngwol.

Key words : forest fire, meteorological factors, correspondence analysis, multidimensional scaling

I. 서 론

과거 산림이 헐벗을 때는 산불이 발생하더라도 인력으로 쉽게 진화할 수 있었고, 그 피해도 크지 않았기 때문에 산불에 대한 관심이 그리 크지 못하였다. 그러나 1, 2차 치산녹화 10년 계획의 성공적인 달성과 3, 4차 산지자원화계획 추진으로 산림이 울창해져 산림으로

근접이 어렵고 또한 진화인력도 부족하여 산불이 대형화되는 경향이다.

우리나라는 전 국토의 65%가 산지이며, 이중 97%가 임목지이다. 불에 잘 타는 침엽수 임상(林相)이 45%로 가장 많고, 잡목이 우거져 있으며, 가연성 낙엽이 많이 쌓여있기 때문에 일단 산불이 나면 수평적으로나 수직적으로 빠르게 확산된다. 산불은 대부분

인위적인 실화로 최근 5년간 입산자실화 및 논·밭두렁소각에 의한 산불발생이 연평균 63%로 가장 많은 비중을 차지하고 있다. 이 이외에도 어린이불장난, 쓰레기소각, 담배불 실화와 군사훈련 등의 산불발생요인이 있다. 고성산불과 동두천산불의 예에서 알 수 있듯이 군사훈련장의 산불은 폭발물이 존재할 개연성으로 인하여 초기진화와 진화활동이 용이하지 않기 때문에 대형산불로 발전될 우려가 크다.

계절별 발생현황을 보면 대륙성기후의 영향으로 건조한 날씨가 지속되는 봄과 겨울철에 전체 발생건수의 92%가 발생되고 있다. 산불은 하루 중 주로 11시~18시 사이에서 85%가 발생한다. 이는 연료가 건조되는 기상적인 요인도 있지만 사람이 주로 활동하는 시간이기 때문으로 추측된다. 특히 16시~18시 사이에 발생하는 산불의 경우에는 실제 발화(發火)와 발견, 보고시간의 지연 등의 문제가 있어, 산불이 집중적으로 발생하는 시간대는 대략 오전 11시~오후 4시경으로 볼 수 있다. 우리나라 산불의 일차적인 원인은 인위적인 요인과 밀접한 관계를 가지지만 이것이 실제로 산불로 이어지기까지는 지역별 기상요인과 연료 및 지형조건과 깊은 상관관계를 가지고 있다.

따라서 본 연구는 지역별 산불원인과 기상조건의 관계를 규명하기 위해 통계적 분석을 적용하여 산불발생의 여러 특성을 유형화(grouping)함으로써 산불발생위험예측모형 개발의 기초자료를 제시하고자 수행되었다.

II. 자료 및 방법

1. 우리나라 산불발생 현황

우리나라에서 발생하는 산불에 대한 일반적인 현황을 파악하기 위하여 최근 5년간('96~2000) 산림청에 보고된 통계자료를 이용하여 분석하였다. 산불현황의 구체적인 내용으로는 전국의 연도별 산불발생빈도와 피해면적, 계절변화(계절별 발생건수), 그리고 지역별(각 도별)로 30ha이상의 대형산불 발생건수를 이용하였다.

2. 기상인자 특성에 따른 지역별 유형화

최근 발생한 동해안산불과 같은 대형산불에 영향을 미치는 기상요인들을 규명하고 강원도 각 시·군을 지역별로 유형화하기 위하여, 지역별 기상요인들의 수집이 가능한 강원도 10개 시·군 기상대(속초, 철원, 춘

천, 강릉, 동해, 원주, 영월, 인제, 홍천, 태백)의 6년간('95~2000)의 기상자료중 산불발생빈도가 가장 높은 2, 3, 4월의 5,354개 일의 시계열 기상인자들에 대하여 지역별로 차이가 있는지를 파악하기 위해 분산분석(one-way ANOVA)을 적용하였다.

분석결과에 대한 지역별 차이해석에서는 10개 지역 기상대에 따라서 모든 기상인자의 차이가 존재할 것으로 판단되어, 2000년 동해안산불의 최대피해지역인 강릉, 속초, 동해 및 삼척지역을 중심으로 이들 지역이 다른 지역과 어떠한 기상인자가 차이가 있는지를 파악하는 사후검정방식을 채택하였다.

3. 산불발생원인에 따른 지역간 대응일치분석

우리나라 산불은 대부분 인위적인 원인에 의하여 산불이 발생하지만 인위적 요인을 세분화하여 검토하면 지역별로 산불발생원인은 경우에 따라 상이할 수 있다. 예를 들면, 강원도 지역중 군사시설이 많고 군사훈련이 타 지역에 비하여 많은 지역에서는 군사훈련도중 사격포탄이나 장병들의 부주의로 산불이 발생할 확률이 높으며, 농사지역이 많은 곳에서는 논·밭두렁 소각시 실수에 의하여 산불이 발생할 확률이 높다. 또한 과밀한 인구밀집지역과 근접한 산림지역은 등산객실화나 가옥화재에 기인한 산불발생의 확률이 타지역보다 높다고 할 수 있다.

이와 같이 각각의 지역에서 발생하는 산불발생원인에 대한 보다 구체적인 특성을 파악하기 위하여는 2차원의 집계표(cross table)를 이용하여 정보를 보다 이해하기 쉽게 파악할 수 있다. 그러나 2차원 집계표를 이용한다고 하더라도, 강원도 지역과 같이 18개 시·군 모두에 대한 지역별 산불발생원인에 대한 특성을 단순하고 명확하게 파악하기는 매우 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위한 통계적 방법으로는 사회과학에서 많이 적용하고 있는 대응일치분석(correspondence analysis)을 적용할 수 있다(최종성, 2000).

일반적으로 2개의 상이한 범주형 데이터의 빈도(frequency)에 대한 분석에는 교차분석(cross tab analysis)을 통하여 결과의 도출이 가능하지만, 대응일치분석에서는 두 변수(각 지역의 산불발생빈도와 발생원인)의 범주간의 관계도표를 출력하여 보다 함축적인 도식화된 요약정보를 제공할 수 있다. 또한 두 변수간의 동질적인 속성과 특성을 분석하여 연구대상의 전체적인 특성정보를 쉽게 파악할 수 있다(Hair *et al.*, 1987).

이러한 맥락에서 본 연구에서는 강원도 지역의 18개 시·군의 과거 10년간('91~2000)의 산불발생빈도와 지역별 산불발생원인 자료를 대응일치분석에 적용하여 지역과 산불발생원인간에는 어떠한 관련성이 있는가를 파악하였다.

4. 산불발생일에 의한 시·군별 유형화

일반적으로 산불발생에 가장 영향을 주는 요인으로 상대습도와 풍속 등 기상요인이 관련되는 것으로 알려져 있다(최관과 한상열, 1996). 따라서 임의의 두 지역(시·군) i와 j에 대하여 산불에 영향을 주는 기상요인이 동일하게 높다고 가정하면, 이 두 지역은 동일한 날에 산불이 발생할 확률이 매우 높다고 할 수 있다. 이와 반대로 두 지역에서 산불발생에 영향을 주는 기상요인이 낮다고 한다면, 두 지역에서 동시에 산불이 발생할 확률은 낮다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 동일한 산불발생일에 발화(發火)된 18개 시·군 각각에 대하여 지역간의 산화발생일을 근거로 유사성을 수량화하여 지역별 산불발생의 유형화를 시도하였다. 분석방법은 지역간의 친근성을 나타내는 정량적 자료(metric data)를 수량화하여 이용하는 수량화(quantification) VI법과 수량화된 두 지역간의 정량화된 거리수치행렬을 평면상에 계산하는 유클리디안(euclidian)의 다차원척도법(multidimensional scaling)을 적용할 수 있으나, 본 연구에서는 적용이 비교적 간단하고 해석이 명확한 다차원척도법을 적용하였다. 적용된 다차원척도법은 일반적으로 점 $a(a_{11}, a_{12})$ 와 점 $b(b_{21}, b_{22})$ 가 좌표상의 한 점으로 주어진다 면, 유클리디안 거리(D_{ab})는 아래의 식(1)과 같이 계산되어지며 2차원 해에 대한 반복실행을 4번까지로 하여 분석하였다.

$$D_{ab} = \sqrt{(a_{11}-b_{21})^2 + (a_{12}-b_{22})^2} \quad (1)$$

III. 결과 및 고찰

1. 우리나라 산불발생현황

1.1. 산불발생 건수 및 피해면적

최근 5년간 우리나라의 연평균 산불발생 현황은 Fig. 1과 같이 발생건수의 경우 '96, '97년 이후 감소추세를 보이다가 '99년 이후 급격한 증가추세를 보이고 있으며, 피해면적의 경우는 특히, '96~'99년까지

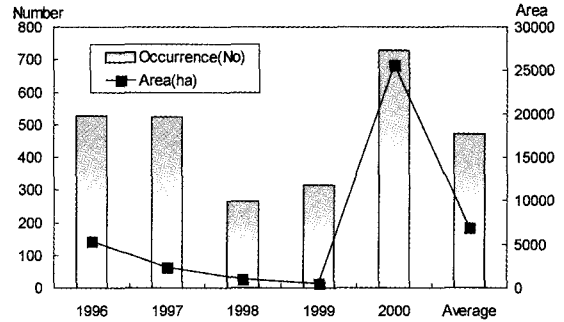


Fig. 1. Frequency of forest fire occurrence and damage area.

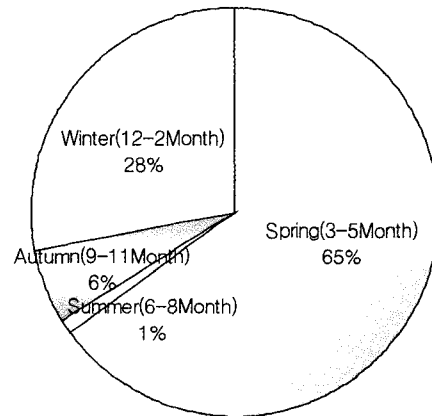


Fig. 2. Frequency of forest fire occurrence by season.

감소추세를 보이다가 2000년에 급격히 증가하는 경향을 보였으며, 5년간 연평균 발생건수는 472건에 피해면적은 6,958 ha로 나타났다.

1.2. 계절별 산불발생 건수

우리나라의 산불발생은 계절풍의 영향을 많이 받는 3~4월에 가장 많이 발생한다. 이 시기는 건조한 날씨가 지속되고 바람이 많이 불어 산림내의 가연물이 건조해지기 쉬워 산불발생이 가장 많다(이시영, 1995).

최근 5년간('96~2000) 계절별 산불발생 건수를 보면 봄철에 301건으로서 65%가 발생하였으며, 여름철에 7건에 1%, 가을철에 30건에 6%, 겨울철에 13건에 28%가 각각 발생하였다(Fig. 2).

1.3. 대형산불 발생지역

최근 5년간 30 ha이상 대형산불 발생지역을 보면 Table 1과 같이 강원도(59%) > 경남(16%) > 경북(11%) > 충남(5%)와 부산·전남·경기 각 3% 순으로 나타났다.

Table 1. Number and Ratio of forest fire occurrence over 30 ha

Regions	Kangwon	Kyongnam	kyongbuk	Chungnam	Pusan	Chonnam	Kyonggi	Total
number(No)	22	6	4	2	1	1	1	37
ratio(%)	59	16	11	5	3	3	3	100

2. 기상인자 유형화를 위한 유의성 검정

강원도 10개지역 기상대의 일일기상자료를 이용하여 분산분석의 다중검정을 실시하고 지역간의 유의성검정을 실시하였다. 분석에 이용된 기상인자는 앞에서 검토한 바와 같이 산불발생빈도가 높은 기간의 자료분석을 통하여 보다 정확한 지역간 기상정보의 특성을 규명하기 위하여 산불발생빈도가 높은 봄철의 2·3·4월의 자료를 적용하였다.

그 결과 운량(雲量)과 강우량, 그리고 일조시간이 1% 유의수준에서 차이가 없는 것으로 나타나 지역 기상대간 차이가 존재하지 않는 것으로 해석되었다. 이외 기온, 습도, 풍속관련 기상인자는 모두 지역간에 차이가 있는 것으로 나타났다.

한편, 도출된 결과들 가운데 강원도 동해안산불의 최대피해지역인 강릉, 삼척, 동해지역의 기상요인과 타지역의 기상요인에 차이가 있는지를 검토한 결과, 통계적으로 유의한 특성을 나타내는 기상요인들을 파악할 수 있었다(Table 2). 일일평균온도와 최대온도, 최저온도에서는 강릉, 동해, 속초지역이 원주, 춘천 등 내륙지방

보다 평균온도가 높았고, 풍속의 경우에서도 속초, 동해, 강릉지역이 홍천, 태백 등 내륙지역보다 높은 것으로 나타났다. 따라서 2000년 초대형 산불피해지역인 강릉, 속초, 동해 지역은 타 지역보다 높은 기온과 강한 바람의 영향을 받은 것으로 해석할 수 있다.

3. 산불발생원인에 따른 지역간 대응일치분석

지역간 산불발생빈도와 산불발생원인과의 관련성 규명을 위하여 Fig. 3과 같이 1991년에서 2000년까지 강원도 지역에서 발생한 지역별 산불발생원인에 대한 교차집계표를 작성한결과 산불발생 원인으로서는 입산자 실화가 217건으로 가장 높게 나타났으며, 지역별로는 강릉이 80건으로 가장 많은 산불이 발생하였다.

이러한 결과를 각 산불발생원인인 열(column)과 지역인 행(row)에 대한 비율로 각각 전환하고, 이들 자료를 이용하여 대응일치분석을 실시하였다. 그 결과 각 차원별로 데이터의 정보를 이용한 설명력은 Table 4와 같이 1차원일 때 31.5%, 2차원일 때 53.5%를 설명하고 있는 것으로 나타나, 2차원의 공간 좌표상에

Table 2. Results of ANOVA test for meteorological factors

Regions	N	Temperature ^a			Wind Speed ^b	
		Mean Temperature	minimum Temperature	Grass Temperature	Mean Wind Speed	Maxmum Wind Speed
Eastern Kangwon-Do						
Kangnung	536	77.02 a [†]	30.44 a	-22.25 b	29.07 b	67.75 c
Tonghae	536	70.96 ab	26.04 a	-14.52 ab	30.02 b	71.95 b
Sokcho	536	66.76 b	23.84 a	-12.61 a	33.22 a	80.93 a
Western Kangwon-Do						
Wonju	536	53.04 c	-9.68 b	-41.14 c	14.05 e	46.30 f
Chunchon	536	49.80 cd	-15.18 bc	-51.51 d	14.10 e	52.05 e
Yongwol	536	46.57 cde	-21.74 cd	-51.37 d	16.63 d	59.53 d
Hongchon	536	43.07 def	-26.21 de	-56.04 d	11.88 f	41.59 g
Inje	536	38.98 ef	-26.82 de	-64.69 e	18.68 c	52.27 e
Chorwon	536	37.38 f	-27.12 de	-67.15 e	18.20 c	61.91 d
Taeback	536	25.10 g	-31.41 e	-65.88 e	18.62 c	52.09 e
F-value		37.45*	85.82*	55.43*	304.52*	164.01*

^aunit: 0.1°C, ^bunit: 0.1 m/sec

[†] a, b, c, d, e, f, g is Duncan Grouping

* 1% significance level.

Table 3. Number for forest fire occurrence by source

City/Gun	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Total
Kangnung	30	8	2	6	10	-	-	2	2	13	-	1	4	2	80
Kosong	8	7	1	4	1	6	-	-	-	1	-	-	-	2	30
Tonghae	10	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	1	1	3	20
Samchok	21	-	2	4	3	-	1	2	1	-	1	2	1	3	41
Sokcho	2	-	-	1	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8
Yanggu	4	-	2	1	1	2	-	1	-	-	-	-	-	1	12
Yangyang	6	2	2	2	-	1	-	1	-	1	2	-	-	3	20
Yongwol	13	3	8	2	3	-	-	1	-	-	-	-	-	2	32
Wonju	19	9	6	4	-	-	2	-	-	1	2	-	1	6	50
Inje	12	2	4	4	-	2	1	2	-	1	2	-	1	2	33
Chongson	9	-	6	2	1	1	1	-	1	-	2	2	1	2	28
Chorwon	1	-	-	1	-	5	3	-	1	-	-	1	-	2	14
Chunchon	23	5	4	4	7	5	4	2	-	-	1	4	2	2	63
Taebaek	8	-	-	-	-	-	1	1	6	-	-	1	1	1	19
Pyongchang	8	4	1	1	2	1	1	3	-	-	4	1	-	2	28
Hongchon	19	10	4	3	4	2	2	1	3	-	-	-	-	8	56
Hwachon	4	1	2	2	3	6	1	1	1	-	-	-	-	21	
Hoengsong	20	4	7	4	2	2	3	2	2	-	-	-	1	2	49
Total	217	56	52	46	42	33	22	19	17	17	14	13	13	43	604

Description of causes

- A: a climber carelessness
- B: burning paddy field,
- C: burning agricultural-debris
- D: debris burning
- E: cigarette
- F: military training
- G: visiting a grave
- H: edible plant taker
- I: play with fire by children
- J: arson
- K: laborer carelessness
- L: sparks of fire by train
- M: building fire catches
- N: others

Table 4. Results of correspondence analysis

Dimension	Singular value	Intertia	Proportion of Interia		Confidence Singular Value	
			Accounted for	Cumulative	Std.	Correlation coefficient
1	.414	.171	.315	.315	.028	.187
2	.346	.120	.220	.535	.022	
3	.302	.091	.167	.702		
4	.216	.047	.086	.788		
Total		.544	1.000	1.000		

서 도식화 할 경우 전체정보량의 약 54%를 설명할 수 있는 것으로 나타났다.

2차원에 대한 대응일치분석의 결과는 Table 5와 같다. 지역에 관한 행점수에 대한 개관으로는 산불발생 비율은 강릉이 .146, 삼척이 .045, 고성과 원주가 각각 .038 등으로 나타났으며, 각 차원에서의 좌표점수에서는 강릉의 경우, 1차원 -2.424, 2차원 -.649 등으로 나타났다. 한편, 산불발생원인에 대한 열점수에 대한 개관으로는 방화가 .088, 입산자실화와 군사훈련이

각각 .072, 논밭두렁소각이 .065 순으로 나타났다. 각 차원에서의 좌표점수에서는 입산자실화의 경우, 1차원 -.683, 2차원 1.421로 나타났다.

이상의 결과를 2차원 평면상에서 지역과 산불발생원인에 대한 각각의 행점수와 열점수를 1·2차원에 대한 점수를 대칭적 정규화 도표로 표현하여 지역과 산불발생원인과의 공통점이나 차이점 등을 파악할 수 있으며, 그 결과는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3에서와 같이 대응일치분석 결과 지역과 산불

Table 5. Row and column score by correspondence analysis

City/Gun	Mass	Scores	
		1	2
Kangnung	.146	-2.424	-.649
Kosong	.038	.410	-1.067
Tonghae	.011	-.132	.513
Samchok	.045	-.498	1.123
Sokcho	.010	-.206	-.222
Yanggu	.004	.172	-.029
Yangyang	.007	.191	-.054
Yongwol	.026	.123	.703
Wonju	.038	.291	.469
Inje	.010	.180	.213
Chongson	.019	.347	.398
Chorwon	.032	.626	-.820
Chunchon	.025	-.040	-.207
Taeback	.030	-.152	.332
Pyongchang	.019	.167	-.287
Hongchon	.037	.344	-.190
Hwachon	.030	.430	-.889
Hoengsong	.017	.174	.663
climber carelessness	.072	-.683	1.421
burning paddy field	.065	.189	-.587
burning agricultural-debris	.064	.818	.804
debris burning	.009	.034	-.067
cigarette	.047	-.777	-.463
military training	.072	.955	-1.076
visiting a grave	.016	.452	.004
edible plant taker	.009	.012	.065
play with fire by children	.029	-.003	.065
arson	.088	-1.514	-.613
laborer carelessness	.018	.278	.106
sparks of fire by train	.012	.013	.073
building fire catches	.007	-.389	.032
others	.037	.615	.235
Total	.544		

발생원인과의 관계에서 가장 확연히 구분되는 지역으로는 '강릉'의 경우로 '방화'와 깊은 관련이 있는 것으로 나타났다. 다음으로 '삼척'은 '입산자실화'와 '철원', '화천', '양구'지역은 군사훈련과 관계하는 것으로 보이며, '속초'와 '춘천'의 경우에는 '쓰레기 소각'과 '담뱃불'이 타지역보다 밀접한 관련성이 있는 것으로 보여진다. 이러한 결과는 향후 산불예방수단에 대한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

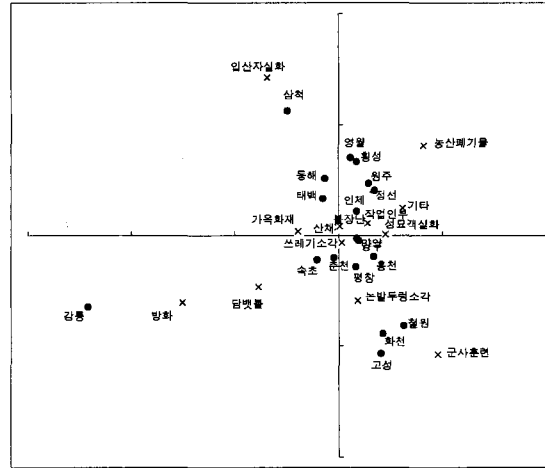


Fig. 3. Plot of correspondence analysis results.

4. 산불발생일의 유사성을 이용한 다차원척도분석

동일한 일자에 산불이 발생한 임의의 두 지역 i 와 j 지역간의 산화발생일을 근거로 유사성을 수량화하기 위하여 강원도 18개 시·군의 1991년부터 2000년까지 10년간의 총 산불발생현황자료를 근거로 시·군별 산불발생일의 유사성을 계산하였다. 여기서 총 산불발생 건수는 동일한 날에 2회 이상 산불이 발생한 숫자까지 포함되어 있기 때문에, 임의의 지역에서 하루에 1건 이상 산불이 발생한 경우 발화일 수는 하루로 하여 계산하였다.

이와 같이 산출출화일을 근거로 각 시·군의 10년간 산불발생의 친근성 척도로는 시·군별 산불발생일의 불일치일을 먼저 계산하였다. 즉, 두 지역 i 와 j 지역간의 산불발생일의 불일치일은 다음과 같은 두 가지 경우에 포함되는 경우를 계산하였다. 먼저 임의의 날짜에 i 지역에서 산불이 발생하지 않았는데도 불구하고 j 지역에서 산불이 발생한 경우와, 그 반대로 j 지역에서 산불이 발생하지 않았는데 i 지역에서 산불이 발생한 경우가 여기에 해당된다. 한편, i 지역과 j 지역이 동시에 산불이 발생하지 않은 경우와 두 지역에서 모두 산불이 발생한 경우는 계산하지 않는다.

이와같이 계산된 산불발생일의 불일치일은 숫자가 크면 클수록 친근성이 낮게됨으로 계산된 숫자에 부호를 바꾸어 계산하면 쉽게 지역간의 친근성 척도를 환산할 수 있다. 따라서 계산된 숫자가 크면 클수록 두 지역간의 친근성의 정도는 높게 나타난다. 이와 같이 계산된 결과는 Table 6과 같다. 이는 18개 시·군별로

Table 6. Dissimilarity matrix of City and Gun

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
A	0																	
B	-33	0																
C	-49	-34	0															
D	-29	-11	-28	0														
E	-54	-35	-53	-29	0													
F	-58	-47	-57	-40	-65	0												
G	-36	-23	-39	-17	-39	-47	0											
H	-41	-22	-40	-17	-40	-52	-24	0										
I	-30	-12	-29	-7	-30	-43	-18	-18	0									
J	-40	-20	-36	-15	-40	-52	-26	-22	-17	0								
K	-45	-27	-41	-20	-46	-57	-31	-34	-23	-31	0							
L	-43	-24	-39	-19	-38	-54	-28	-34	-20	-28	-33	0						
M	-39	-23	-37	-16	-40	-49	-27	-29	-19	-28	-26	-31	0					
N	-33	-14	-31	-6	-32	-47	-19	-21	-9	-17	-24	-21	-19	0				
O	-40	-23	-33	-17	-40	-50	-24	-28	-16	-26	-30	-31	-27	-19	0			
P	-39	-33	-48	-28	-42	-61	-35	-37	-29	-37	-36	-37	-43	-29	-38	0		
Q	-37	-19	-32	-14	-35	-49	-23	-23	-16	-23	-26	-27	-27	-16	-17	-32	0	
R	-53	-35	-44	-29	-48	-63	-38	-41	-32	-40	-39	-43	-39	-32	-35	-48	-40	0

※Description of sources

A: Kangnun	B: Tonghae	C: Samchok	D: Sokcho	E: Wonju
F: Chunchon	G: Taebak	H: Kosong	I: Yanggu	J: Yangyan
K: Yongwol	L: Inje	M: Chongson	N: Chorwon	O: Pyongchang
P: Hongchon	Q: Hwachon	R: Hoengsong		

친근성 척도를 보이며 행렬의 형태는 대칭행렬로 표현된다.

또한, 지역간의 친근성을 다차원척도법에 의하여 계산한 결과 Stress 값이 .3229, 결정계수(RSQ) .5002로 통계적으로 비교적 적합하지 않은 것으로 나타났다. 그러나, 본 연구의 목적이 다차원을 축약한 분류에 있으므로 통계적으로는 비교적 적합하지 않은 모형이라 하더라도 그 결과를 분석에 적용하여 해석하였다.

분석결과는 Table 7과 같이 2차원의 각각의 시·군에 대한 각 차원상에 위치하는 좌표점들로 나타났다. 강릉시의 경우를 예를 들어 설명하면, 1차원의 좌표가 -.0244이고, 2차원상의 좌표는 -.5273으로 나타나고 있다.

이러한 결과를 평면상에 도식하면 Fig. 4와 같이 총 5개의 그룹으로 분류할 수 있었다. 여기서, 1차원과 2차원상의 좌표값이 원점중심으로 모여있는 지역군 I의 시·군으로는 삼척, 강릉, 춘천, 원주, 홍천, 횡성으로 나타났으며, 1차원과 2차원의 의 값이 모두 양(+)으로 나타난 지역군 II의 시·군으로는 동해, 태백, 양

Table 7. The scores of Multi-dimension Scale for forest fire occurrence pattern of study area

City/Gun	Dimension I	Dimension II
Kangnung	-0.0244	-0.5273
Tonghae	1.8348	0.7389
Samchok	0.0182	0.2712
Sokcho	-1.0963	2.0616
Wonju	0.0591	0.1812
Chunchon	0.0050	-0.0878
Taebak	0.6902	1.3433
Kosong	-1.4342	-0.0876
Yanggu	-2.2584	-0.3966
Yangyang	1.1245	0.9351
Yongwol	-0.5276	0.8558
Inje	-0.9948	-0.5657
Chongson	0.2877	-1.3868
Chorwon	1.1491	-1.8797
Pyongchang	1.3534	0.5437
Hongchon	0.1022	-0.0571
Hwachon	-0.1933	-1.7596
Hoengsong	-0.0953	-0.1826

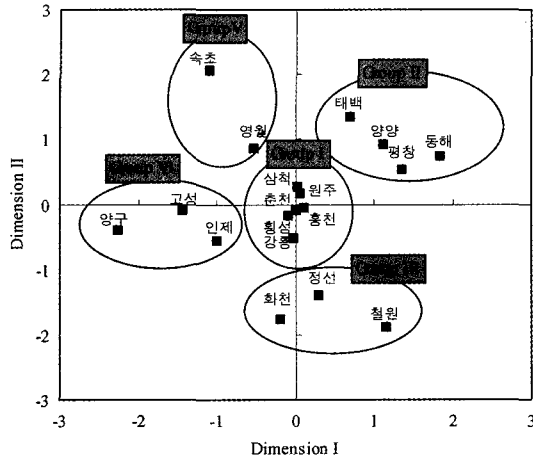


Fig. 4. The results of metric Multi-dimension Scale for forest fire occurrence pattern of study area.

양, 평창지역을 묶을 수 있었다. 다음으로 1차원의 값들이 양(+)의 경향을 가지며 2차원의 값이 음(-)으로 나타난 지역군 III에서는 정선, 철원, 화천지역이 포함되었으며, 1차원과 2차원의 값이 모두 음(-)으로 나타난 지역군 IV에서는 고성, 인제, 양구지역이, 마지막으로 1차원의 값들이 음(+), 2차원의 값이 양(-)으로 나타난 지역군 V에서는 속초와 영월지역으로 구분되었다.

IV. 적 요

이 연구는 강원도 지역의 시계열 기상자료와 산불발생현황자료를 이용하여 시·군별 산불발생유형을 구분하고자 지역간 기상요인과 발생원인 그리고 산불발생일을 근거로 한 지역별 유형화 구분을 목적으로 시도되었다. 기상요인에 의한 산불발생 유형화에서는 최근 6년간의 강원도 소재 기상대의 기상자료를 적용하였으며, 지역과 산불발생원인과의 관련성 규명과 산불발생일의 불일치계수를 이용한 수량화된 다차원척도법 유형화에서는 최근 10년간의 산불발생현황자료를 적용하였다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 강원도 동해안산불과 같은 대형산불에 관련되는 기상요인으로는 평균온도, 최저온도, 최저초상온도, 평균풍속, 최대풍속 등으로 규명되었다. 둘째, 산불발생원인과 지역간의 관계를 도식화한 대응일치분석 결과에서는 지역과 산불발생원인과의 관계에서 가장 확연히 구분되는 지역으

로는 '강릉'의 경우로 '방화'와 깊은 관련이 있는 것으로 나타났으며, '삼척'은 '임산자실화'와 '철원', '화천', '양구'지역은 군사훈련과 관계하는 것으로 보여지며, '속초'와 '춘천'의 경우에는 '쓰레기 소각'과 '담뱃불'이 타지역보다 밀접한 관련성이 있는 것으로 나타났다.

마지막으로 산화발생일을 근거로 각 시·군의 산불 발생 유사성 정도 및 유형화 구분을 위한 다차원척도법 적용결과에서는 강원도 18개 시·군지역이 5개의 유형으로 분류되었는데, 유형 I로 구분된 지역으로는 삼척, 강릉, 춘천, 원주, 홍천, 횡성으로 나타났으며, 유형 II는 동해, 태백, 양양, 평창지역, 유형 III은 정선, 철원, 화천지역, 유형 VI는 고성, 인제, 양구지역이, 그리고 마지막으로 유형 V는 속초와 영월지역으로 구분되었다.

지금까지의 도출된 연구결과들은 산불현황자료와 기상자료를 기초로 하여 도출된 결과를 근거로 제시하였고, 지역별 산불발생 특성을 보다 체계적으로 구분하기 위하여는 이외에도 지역별 임상요인과 지형 및 사회적 요인에 대한 검토들이 병행되어야 할 것으로 판단된다.

인용문헌

- 성용현, 1997: 응용 다변량분석. 탐진사, 서울, 398pp.
 이시영, 1995: 산불발생 위험도 및 연소확대요인 분석에 관한 연구. 동국대학교 대학원 박사학위논문, 104pp.
 최 관, 한상열, 1996: 기상자료를 이용한 산불발생확률모형의 개발. 한국임학회지 85(1), 15-23.
 최종성, 2000: SPSS Ver. 10을 이용한 현대통계분석. 북두출판사, 서울, 514pp.
 飯塚肇, 佐藤正, 村上與助, 關川慶一郎. 1951. 林火災の發生及び延焼に關する一考察. 林業試驗集報, 61, 45-57.
 松本由友, 1951: 森林火災の發生と濕度の關係に就き, 日林誌, 59, 179-181.
 Deeming, J.E. & R.E. Burgan & J.D. Cohen, 1977: The national fire-danger rating system-1978. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. INT, 39, 63pp.
 Government of Canada, 1992: Development and structure of the Canadian Forest Fire Behavior Prediction System. Canadian Forestry Service.
 Hair, J.F., R.E. Anderson and R.L. Tatham, 1987: Multivariate Data Analysis. Macmillan Publishing Company, New York, 449pp.