

GIS를 이용한 산불발생위험지역 구분

이시영^{1*} · 안상현¹ · 원명수¹ · 이명보¹ · 임태규² · 신영철³

Classification of Forest Fire Occurrence Risk Regions using GIS

Si-Young LEE^{1*} · Sang-Hyun AN¹ · Myoung-Soo WON¹ · Myung-Bo LEE¹
· Tae-Gyu LIM² · Young-Chul SHIN³

요 약

산불로 인한 재해를 미연에 방지하고 피해를 저감하기 위해서는 산불발생위험지역을 사전에 파악하여 예방대책을 세울 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 산불발생인자에 따른 산불발생위험지역을 구분하고자 경상북도 의성군에서 발생한 산불피해지역에 대하여 임상, 지형 등에 대하여 조사하였다. 조사된 요인들 간 독립성 유무를 상관분석을 이용하여 산불발생과 관련 있는 7개의 주제도를 선정하였으며, 선정된 주제도를 조건부확률과 지리정보시스템을 이용하여 산불발생확률을 계산하였다. 계산된 산불발생확률을 20개 등급으로 지수화하여 산불발생위험지역을 구분하였다.

주요어: 산불, 지리정보시스템, 산불발생위험지역

ABSTRACT

In order to decrease the area damaged by forest fires and to prevent the occurrence of forest fires, we are making an effort to improve prevention measures for forest fires. The objective of this study is to classify hazard regions where forest fires occur based on the factors that contribute to the occurrence of forest fires. Forest fire sites in the Uiseong-gun, Gyeongsangbuk-do were surveyed according to the factors of forest type and topographic characteristics where the forest fires occurred. We used a correlation analysis to determine the forest fire occurrence factors and a conditional probability analysis and GIS to determine a forest fire danger index. The resulting forest fire danger index was used in the classification of forest fire occurrence risk regions.

KEYWORDS: Forest Fire, Forest Fire Occurrence Risk Regions, GIS

2004년 5월 12일 접수 Recieved on May 12, 2004 / 2004년 6월 10일 심사완료 Accepted on June 10, 2004

1 국립산림과학원 산림환경부 Department of Forest Environment, Korea Forest Research Institute

2 의성군청 환경산림과 Department of Environment and Forestry, Uiseong-County Office

3 충북대학교 원예학과 Department of Horticultural Science, Chungbuk National University

* 연락처 E-mail: lsy925@foa.go.kr

서론

최근 산불이 빈번해지고 피해규모가 대형화되면서 인명·재산상의 피해 및 생태계의 훼손 등이 증가하고 있다. 봄철 산불은 초기에 진화하지 못하면 강한 바람을 타고 대부분 큰 산불로 번지는 것이 특징으로 산불이 산림녹화와 가뭄, 지역적인 기상 이변으로 대형화되고 있다. 특히 과거 대형산불이 주로 건조한 지역인 동해안지역에서만 발생하였으나 최근에는 숲이 울창해지면서 과거 큰 산불이 없었던 서해안까지 발생하여 전국화되는 경향이다(산림청, 2004). 이러한 산불로 인한 재해를 미연에 방지하고 피해를 저감하기 위해서는 산불을 효율적으로 관리할 필요가 있다.

산불을 효율적으로 방지하기 위해서는 산불발생위험을 판정할 수 있는 알고리즘 개발뿐만 아니라 관련인자의 DB 구축 및 시스템 개발이 필요한데 산불 방지에 있어서 선진국인 미국은 1940년부터 산불위험등급시스템에 관한 연구를 시작하여 1972년 국가산불위험지수시스템(NFDRS)을 개발, 1978년부터 실용화하고 있으며(오정수 등, 2002; Bradshaw 등, 1983), 캐나다도 1920년대부터 연구를 시작하여 1968년 캐나다산불위험지수시스템(CFFDRS)을 개발하여 현재 실용화하고 있다(오정수 등, 2002; Hirsch, 1996). 국내에서는 1986년에 산불연구를 시작으로 연료습도분과 기상을 이용한 산화위험률 예측에 관한 연구(정연하 등, 1989)를 수행하였으며, 산불발생 위험도 및 연소확대요인 분석에 관한 연구(이시영, 1995)를 하였다. 또한 GIS를 이용하여 산불진화용 저수탱크 적지분석 모델을 개발(이기철 등, 1998), 청주시 우암산 지역을 중심으로 산불방재방안(신영철과 안상현, 2000), 산불정보관리시스템 개발(조명희 등, 2001), 산불현황정보관리시스템 개발(조명희 등, 2002), 산불진화헬기관리시스템 개발(조명희 등, 2003) 등 많은 연구가 수행되었다. 2003년에는 과학기술부 중점연구과제로 웹기반 산불위험예보시스템(KFFDRS)을 개발하여 현재

실용화하고 있다(오정수 등, 2003). 그러나 우리나라의 경우 미국, 캐나다 시스템과 비교하여 지형 및 연료인자와 산불관련 기초연구가 미흡하여 이에 대한 지속적 연구가 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 임상, 밀도, 경급, 경급, 방위, 경사, 사면향, 농경지, 묘지 등 산불발생과 관련 있는 인자에 대해 GIS프로그램을 이용하여 산불발생위험지역을 구분하는 확률모형을 개발하고, 산불발생확률률을 지수화하여 상세 산불위험지역을 작성함으로써 현재 실용화하고 있는 산불위험예보시스템의 개선과 산불위험지역관리방안에 대한 기초를 제시하는데 있다.

자료 및 연구방법

1. 연구대상지

지금까지 산불 연구 지역은 동해안일대를 중심으로 많이 수행되었고, 중부내륙지역에 대한 연구가 미진한 상태이다. 따라서 연구지역을 중부내륙에 위치한 경상북도 의성군지역으로 선정하였다. 의성군지역의 최근 11년간(1993~2003년) 산불발생현황을 살펴보면 그림 1과 같이 연평균 산불발생은 19건으로 1995년과 2002년에 많이 발생하였고, 피해면적은 연평균 12.3ha로 1997년에 가장 크게 나타났다.

1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003

FIGURE 1. Forest fire occurrence and damaged area in Uiseong-gun

TABLE 1. Forest fire occurrence cause in Uiseong-gun

	입산자 실화	논밭두 렁소각	쓰레기 소각	담뱃불	성묘객 실화	어린이 불장난	군사 훈련	방화	기타
1월	11	3	0	1	3	3	0	2	1
2월	9	3	7	0	1	1	0	0	1
3월	6	32	21	3	0	1	0	0	1
4월	9	25	14	4	5	1	2	1	1
5월	3	6	2	0	0	0	0	0	0
6월	3	4	1	0	0	0	0	0	0
10월	1	0	1	0	1	1	2	0	0
11월	1	1	1	0	1	1	2	0	0
12월	2	1	0	0	0	0	0	1	1

원인별 산불발생현황을 살펴보면 표 1과 같이 1~2월에 입산자실화가 가장 많이 발생한 반면 3~4월은 논밭두렁소각과 쓰레기소각이 가장 많이 발생하여 월별로 다른 양상을 보였다.

2. 자료 및 연구방법

산불발생위험지역을 구분하기 위하여 조건부 확률을 이용하였는데, 조건부확률(김동욱 등, 2003)은 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

첫째, 한 가지 사상이 이미 일어났을 때 다른 사상이 발생할 확률로 조건부 확률 $P(B|A)$ 는 사상 A가 이미 발생했을 때 사상 B가 발생할 확률이다. 따라서 이것을 이용하면 각 주제도 속성별로 산불이 발생하는 확률을 계산할 수 있다. 둘째, 하나의 사상이 다른 사상의 발생확률을 변경시키지 않는 경우로 두 사상을 독립된 관계로 보는 조건부확률로서 본 연구에서는 이것을 이용하여 각 주제도를 통합하여 최종 산불발생확률을 구하였다.

이것을 적용하기 위해서는 우선 각 주제도가 독립관계에 있어야 되므로 산불발생지점에 대해 분석된 자료 결과를 SAS 8.02 통계프로그램을 이용하여 상관분석을 실시하여 산불발생에 있어서 다른 주제도와 서로 연관되지 않는 독립된 주제도를 선정하였다.

1) 산불관련 주제도 선정

조건부확률을 이용하여 산불위험지역을 구분하기 위해서는 우선적으로 산불발생과 관련있다고 판단되는 주제도중에서 서로 연관된 주제도를 선별하여 그 중 산불과 가장 밀접하다고 판단되는 주제도만 선정하여 주제도간 독립성을 확보하였다. 분석과정은 우선 의성군 지역의 임상, 밀도, 경급, 영급, 고도, 경사, 사면향, 도로, 소로, 하천, 관청, 묘지, 주거지, 농경지, 산림, 산불발생지점 자료를 ArcGIS 8.3 프로그램을 이용하여 그림 2와 같은 방법으로 구축하였다. 산불발생지점은 최근 10년간(1993~2003년) 산불현황자료에서 아주 작은 산불일지라도 일단 불이 붙은 지역을 포함하였으며, 지점의 위치는 산불당시 진화에 참여한 담당자 및 현황자료를 이용하여 1:25,000 지도상에 지번도와 임야도를 기본으로 하여 표기하고 부분적으로 현장조사를 실시하였다. 임상자료(임상, 밀도, 경급, 영급, 산림)는 국립산림과학원 1:25,000 임상도로부터 필요한 주제도를 추출하였으며, 지형자료(고도, 경사, 사면향, 도로, 소로, 하천, 관청, 묘지, 주거지, 농경지)는 국립지리원 1:5,000과 1:25,000 수치지형도 및 환경부 1:25,000 토지피복지도를 이용하여 구축하였다. GIS 프로그램인 ArcView 3.1을 이용하여 구축된 자료를 10m 해상도를 가지는 그리드로 변환하였으며, 관청, 묘지, 주거지, 농경지, 주거지, 도로, 소로, 하천, 산림은 그리드로

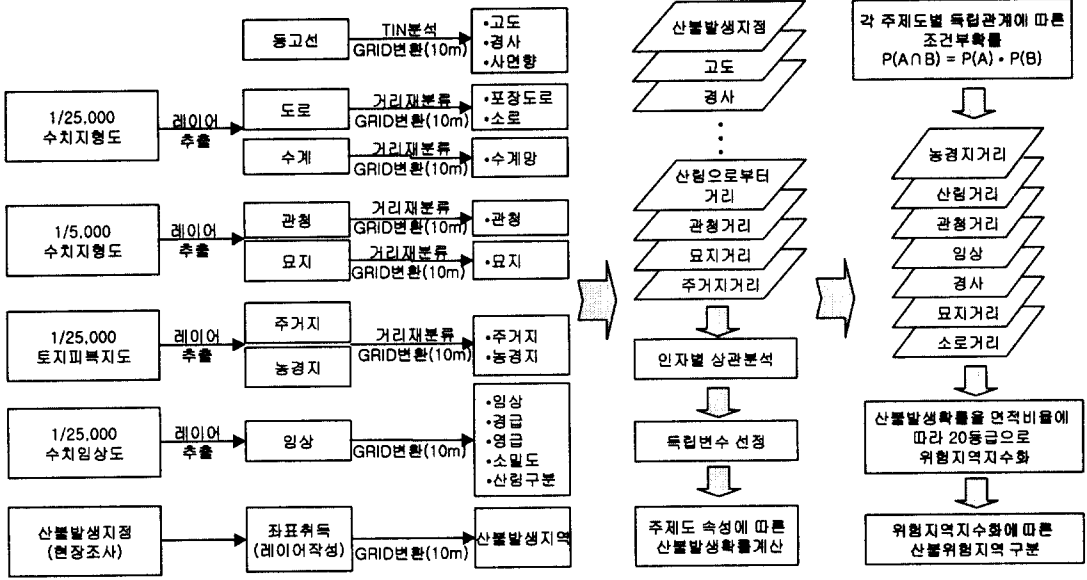


FIGURE 2. Flowcharts for classifying forest fire occurrence risk regions

변환시 거리에 따른 재분류를 실시하였다. 그리드로 변환된 산불발생지점 주제도와 다른 각 주제도를 중첩하여 산불발생지점을 분석하였다. 분석된 결과를 바탕으로 SAS 통계프로그램을 이용하여 각 주제도 인자 간 상관분석을 실시하여 산불발생과 관련 있는 독립된 주제도를 선정하였다.

2) 산불위험지역 구분

산불발생과 관련 있다고 생각되는 주제도들 중에서 다른 주제도와 연관되지 않은 독립된 주제도를 대상으로 산불위험지역을 구분하는데 사용하였으며, 선정된 주제도는 등간척도를 이용하여 각 속성을 그룹화하였다. 1993~1998년 산불발생지점과 조건부 확률을 이용하여 그룹화된 주제도 속성별 산불발생확률을 구하였다. 산불발생지점의 정확도가 현장조사결과 대부분 50m 이내로 나타났으며, 본 연구에서는 허용오차를 100m로 설정하였다. 이것은 발생지점을 100m 버퍼분석을 실시하여 같은 지역의 공간특성은 동일한 산불발생가능성을 내재하고 있다고 가정하는 것이다. 따라서 주제도 속성별 산불발생확률

을 구할 때 ArcView 3.1을 이용하여 산불발생지점을 100m 버퍼분석 한 다음 10m해상도를 가진 그리드로 변환하여 10m 해상도를 가진 다른 주제도와 중첩분석을 실시하였다. 중첩분석을 통하여 속성별 산불발생확률을 구한 다음 각 주제도를 통합하여 최종 산불발생확률을 구하였다. 구하여진 산불발생확률을 면적비율로 20등급화하여 산불발생위험지수를 산정하고, 각 산정된 지수를 적용하여 산불발생위험지역을 구분하였다. 구분된 위험지역의 적합성을 검증하기 위하여 1999~2003년 산불발생지점 자료를 적용하여 예측비곡선(prediction rates curve)으로 표현하였다.

분석 결과

1. 산불관련 주제도 선정

산불이 발생지점을 분석하기 위하여 산불발생과 관련이 있을 것으로 판단되는 임상, 밀도, 경급, 영급, 고도, 경사, 사면향, 도로, 소로, 하천, 관청, 묘지, 주거지, 농경지, 산림 등 15개 인자에 대하여 그림 3과 같이 주제도를 구축하였다.

FIGURE 3. Construction of GIS data concerning forest fire occurrence in Uiseong-gun

GIS 프로그램인 ArcView 3.1을 이용하여 구축된 주제도를 10m해상도를 가지는 그리드로 변환하였으며, 관청·묘지·주거지·농경지·주거지·도로·소로·하천·산림 등은 그리드로 변환 시 거리에 따른 재분류를 실시하였다. 이러한 주제도를 1993~2003년 의성군 산불발생 지점(204건)을 나타내는 산불발생지점 주제도와 중첩하여 표 2와 같이 산불발생지점의 공간특성을 분석하였다. 관청, 묘지, 주거지, 농경지, 주거지, 도로, 소로, 하천, 산림은 발화지점으로부

터의 거리를 계산한 것이다.

산불발생에 있어서 다른 주제도와 서로 연관되지 않는 독립된 주제도를 선정하기 위하여 표 2의 분석 결과를 SAS 통계프로그램을 이용하여 각 주제도 인자 간 상관분석을 실시하였다. 분석결과 표 3과 같이 그룹1(임상, 경급, 영급, 소밀도), 그룹2(고도, 주거지, 도로, 농경지, 하천), 그룹3(경사, 사면향), 그룹4(관청), 그룹5(묘지), 그룹6(소로), 그룹7(산림)로 구분되었다.

TABLE 2. Analysis of forest fire occurrence point

No.	임상	소밀도	경급	영급	고도	경사	사면향	관청	묘지	주거지	농경지	도로	소로	하천	산림
1	1	2	2	2	79	6.0	189.7	570	30	73	10	22	54	108	0
2	2	2	2	2	70	17.7	160.0	2331	150	510	81	275	14	0	0
3	5	4	0	0	72	16.4	148.5	2213	258	499	0	150	108	51	20
4	1	1	2	2	164	14.3	181.9	5248	40	170	10	73	10	41	0
5	1	4	1	1	103	12.2	138.5	2670	153	89	0	41	54	50	0
6	5	4	0	0	175	22.9	90.3	2159	45	443	0	0	91	10	0
7	2	4	1	1	223	16.4	211.5	1839	92	489	165	184	40	150	0
8	5	4	0	0	121	20.1	313.4	2229	155	460	0	320	85	14	22
9	2	2	2	2	125	23.0	299.0	2647	130	643	60	237	70	22	0
10	5	4	0	0	65	36.9	190.0	4267	146	244	10	100	10	10	10
11	1	2	2	2	94	25.3	331.0	2931	117	986	10	61	276	32	0

주) 구분: 임상(1 침엽수, 2 혼효림, 3 활엽수, 4 기타, 5 없음), 경급(0 없음, 1 치수, 2 소경목, 3 중경목, 4 대경목) 영급(0 없음, 1 1영급, 2 2영급, 3 3영급, 4 4영급, 5 5영급), 소밀도(1 소밀도-소, 2 소밀도-중, 3 소밀도-밀, 4 없음), 경사·사면향(°), 고도·관청·묘지·주거지·농경지·주거지·도로·소로·하천·산림(m)

TABLE 3. Correlation analysis by factors concerning forest fire occurrence

	경급	영급	밀도	임상	고도	주거지	도로	농경지	하천	경사	사면향	관청	묘지	소로	산림
경급	1 0														
영급	0.9561 <.0001	1 0													
밀도	-.8754 <.0001	-.8392 <.0001	1 0												
임상	-.9084 <.0001	-.8525 <.0001	0.7121 <.0001	1 0											
고도	0.1783 0.0107	0.1878 0.0072	-.1062 0.1307	-.2270 0.0011	1 0										
주거지	0.1633 0.0196	0.1677 0.0165	-.1794 0.0103	-.1547 0.0272	0.3778 <.0001	1 0									
도로	0.2532 0.0003	0.2228 0.0014	-.2645 0.0001	-.2267 0.0011	0.3291 <.0001	0.4486 <.0001	1 0								
농경지	0.2553 0.0002	0.2533 0.0003	-.2167 0.0019	-.2589 0.0002	0.3901 <.0001	0.4121 <.0001	0.5554 <.0001	1 0							
하천	0.1628 0.0200	0.1242 0.0767	-.1098 0.1181	-.1573 0.0246	0.0891 0.2049	-.0276 0.6952	0.2851 <.0001	0.3991 <.0001	1 0						
경사	0.2647 0.0001	0.2530 0.0003	-.2206 0.0015	-.2458 0.0004	0.2167 0.0018	0.1327 0.0585	0.1849 0.0081	0.2055 0.0032	0.1228 0.0803	1 0					
사면향	0.1057 0.1324	0.0902 0.1995	-.0896 0.2027	-.1091 0.1205	0.0610 0.3860	0.1312 0.0615	0.1137 0.1055	0.0999 0.1549	0.1619 0.0207	0.6079 <.0001	1 0				
관청	0.2169 0.0018	0.1866 0.0075	-.1832 0.0087	-.1690 0.0157	0.2892 <.0001	0.1163 0.0977	0.1710 0.0145	0.2373 0.0006	0.1997 0.0042	0.1489 0.0336	0.0201 0.4766	1 0			
묘지	-.1979 0.0046	-.1927 0.0058	0.1755 0.012	0.2031 0.0036	-.0288 0.6831	-.0194 0.7835	-.0046 0.9845	0.0414 0.5563	-.0099 0.8877	-.0450 0.5228	0.0694 0.3239	-.1459 0.0373	1 0		
소로	0.0151 0.8302	0.0466 0.5084	0.0262 0.7102	0.0047 0.9465	-.0291 0.6792	-.0619 0.3789	-.1805 0.0098	-.0229 0.7451	-.0266 0.7058	0.0525 0.4557	0.0863 0.2199	0.0381 0.5886	0.0017 0.9810	1 0	
산림	-.2128 0.0022	-.1999 0.0041	0.1699 0.0152	0.2309 0.0009	-.1735 0.0131	-.1576 0.0244	-.1171 0.0953	-.0848 0.2277	-.0077 0.9134	-.1916 0.0060	-.1522 0.0298	-.1827 0.0089	-.0239 0.7349	0.0916 0.1926	1 0

독립변수로 인정되는 관청, 묘지, 소로, 산림 주제도는 산불발생위험지역을 구분하는데 직접적으로 이용하고, 그룹1, 그룹2, 그룹3에 포함되는 인자들은 각 그룹별로 하나의 독립된 변수를 선택하기 위하여 산불발생원인과 교차표(cross table)를 작성하여 분석하거나 기존 연구사례(이시영, 1995; 이시영 등, 2002)를 통하여 산불발생과 더 밀접한 관련이 있을 것으로 사료되는 임상, 농경지, 경사를 선택하였다. 결과적으로 산불위험지역을 구분하는데 사용되는 주제도로 각 독립변수를 나타내는 임상, 경사, 농경지, 관청, 묘지, 소로, 산림 등 7개를 선정하였다.

2. 산불발생위험지역 구분

주제도를 선정한 다음 산불발생위험지역을 구분하기 위하여 주제도별로 가지고 있는 속성들을 표 4와 같이 일반화하였는데, 임상은 침엽수, 혼효림, 활엽수, 기타, 없음과 같이 5개로 구분하고, 농경지·산림·소로·묘지는 50m 간격, 관청은 500m 간격, 경사는 5° 간격으로 범위를 설정하여 구분하였다.

TABLE 4. Making groups for classifying forest fire occurrence risk regions

구분	농경지	산림	소로	묘지	관청	임상	경사
1	50m이하	50m이하	50m이하	50m이하	500m이하	침엽수	0~5°
2	50~100	50~100	50~100	50~100	500~1000	혼효림	5~10°
3	100~150	100~150	100~150	100~150	1000~1500	활엽수	10~15°
4	150~200	150~200	150~200	150~200	1500~2000	기 타	15~20°
5	200~250	200~250	200~250	200~250	2000~2500	없 음	20~25°
6	250~300	250~300	250~300	250~300	2500~3000	-	25~30°
7	300~350	300~350	300~350	300~350	3000~3500	-	30~35°
8	350~400	350~400	350~400	350~400	3500~4000	-	35~40°
9	400~450	400~450	400~450	400~450	4000~4500	-	40~45°
...	-	...

한 가지 사상이 이미 일어났을 때 다른 사상이 발생할 확률을 나타내는 조건부 확률과 ArcGIS의 Spatial Analyst 도구의 중첩분석을 이용하여 속성별로 산불이 발생된 확률을 표 5와 같이 구하였다. 분석 자료는 1993~1998년 산불자료를 사용하였으며, 조건부확률은 주제도에 하나의 속성을 A, 산불발생지점을 B로 가정한다면 속성 A에서의 산불발생확률은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{속성별 산불발생확률 } P(B|A) = \frac{(A \cap B) \text{ 면적}}{A \text{ 면적}}$$

각 주제도 속성별로 구하여진 산불발생확률을 통합하기 위하여 각 주제도가 독립적인 관계인 경우의 조건부확률을 이용하여 다음과 같이 모든 주제도를 계산, 최종적인 산불발생확률을 구하였다.

$$\text{최종 산불발생확률} = \text{농경지} \times \text{산림} \times \text{소로} \times \text{관청} \times \text{묘지} \times \text{임상} \times \text{경사}$$

TABLE 5. Occurrence ratio by factors using forest fire occurrence point from 1993 to 1998 (units: %)

구분	농경지거리	산림거리	소로거리	관청거리	묘지거리	임상	경사
1	0.46845	0.35915	0.38616	0.15564	0.43741	0.29498	0.29870
2	0.42829	0.40017	0.37372	0.39720	0.35604	0.28897	0.53370
3	0.18948	0.12396	0.33876	0.39937	0.28991	0.17788	0.59332
4	0.13902	0.08747	0.29491	0.55329	0.31789	0.65525	0.42517
5	0.16865	0.04813	0.22364	0.45811	0.24997	0.36922	0.31885
6	0.11987	0.02651	0.14530	0.23567	0.17650	-	0.23801
7	0.01437	-	0.09825	0.27516	0.16912	-	0.17381
8	-	-	0.08120	0.22595	0.16063	-	0.12685
9	0.01400	-	0.03450	0.33657	0.17809	-	0.16165
10	0.06160	-	-	0.32251	0.19776	-	0.20023
11	0.07142	-	0.19602	0.16289	0.16478	-	0.19516
12	0.06341	-	0.48983	0.16334	0.10758	-	0.28159
13	0.01001	-	0.13675	0.17699	-	-	0.07452
14	-	-	-	0.16586	0.02268	-	1.94440
15	-	-	-	0.15500	0.57501	-	-
16	-	-	-	1.66416	1.20246	-	-
17	-	-	-	0.01427	0.19062	-	-

주) 임상(1 침엽수, 2 혼효림, 3 활엽수, 4 기타, 5 없음), 경사(5°간격), 농경지·산림·소로·묘지거리(50m간격), 관청거리(500m간격)

TABLE 6. Danger index of forest fire occurrence

위험지수	확률값(%)	면적비율(%)	위험지수	확률값(%)	면적비율(%)
1	0.14071이상	5	11	0.017065~0.021278	5
2	0.104340~0.014071	5	12	0.013506~0.017065	5
3	0.083092~0.104340	5	13	0.010336~0.013506	5
4	0.068960~0.104340	5	14	0.007466~0.010336	5
5	0.057253~0.068960	5	15	0.004819~0.007466	5
6	0.047743~0.057253	5	16	0.002453~0.004819	5
7	0.039590~0.047743	5	17	0.000927~0.002453	5
8	0.032434~0.039590	5	18	0.000001~0.000927	5
9	0.026324~0.032434	5	19	0~0.000001	5
10	0.021278~0.026324	5	20	0	5

최종적으로 산출된 산불발생확률을 표 6과 같이 면적비율로 확률값이 높은 순으로 1등급을 부여하는 방식으로 20등급화하여 산불발생위험지수를 산정하고, 각 산정된 지수를 적용하여 산불발생위험지역을 구분하였다.

구분된 산불발생위험지역의 적합성검증을 위하여 산불발생지점 1999~2003년 자료를 위험등급별로 적용하였더니 그림 4와 같이 좌상곡선을 나타내었으며, 위험지수 5등급까지 전체 산불발생건수의 50%, 10등급까지 86%가 발생하였다. 이러한 결과로 볼 때 조건부확률을 이용

하여 산불발생위험지역을 구분한 모형은 적합성이 있는 것으로 판단된다.

산불발생위험지역을 구분함에 있어 산불발생위험지수의 안정성을 추구하기 위하여 1993~2003년의 자료를 가지고 산불발생위험지수를 구하여 위험지역을 구분하였다. 구분된 산불발생위험지역에 1993~2003년 산불발생 자료를 적용한 결과 전체 산불발생건수에서 5등급까지 50%, 10등급까지 91%가 발생하였으며, 산불발생위험지역을 그림 5와 같이 지도로 작성하였다.

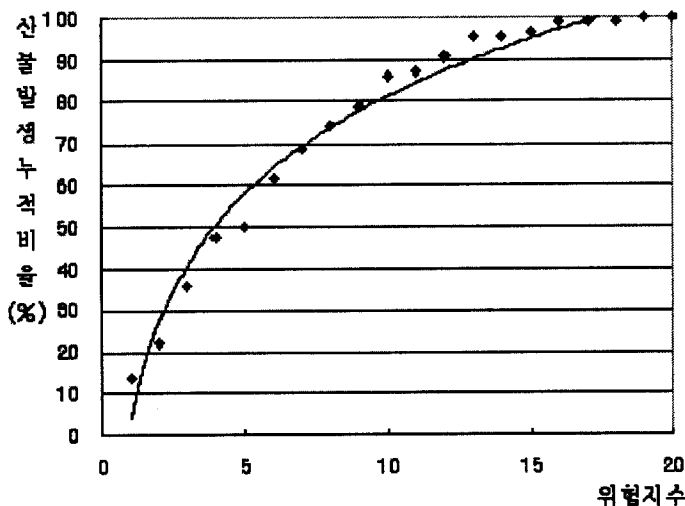


FIGURE 4. Prediction ratio curve for goodness-of-fit-test on forest fire occurrence risk regions (1999~2003 data)

결론

산불을 효율적으로 방지하기 위해서는 산불 발생위험을 판정할 수 있는 알고리즘 개발뿐만 아니라 관련인자의 DB구축 및 시스템 개발이 필요한데 우리나라는 현재 웹기반 산불위험예보 시스템(KFFDRS)을 개발하여 실용화하고 있다. 그러나 우리나라의 경우 미국, 캐나다 시스템과 비교하여 지형 및 연료인자와 산불관련 기초연구가 미흡하여 이에 대한 지속적 연구가 필요한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 경상북도 의성군 지역을 대상으로 임상, 밀도, 경급, 영급, 방위, 경사, 사면향, 농경지, 묘지 등 산불발생과 관련 있는 인자에 대해 GIS프로그램과 조건부 확률을 이용하여 산불발생위험지역을 구분하는 확률모형을 개발하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다

첫째, 조건부확률을 이용하여 산불위험지역을 구분하기 위해서는 독립성이 인정되는 주제도를 선별해야 하므로 산불과 관련이 있을 것으

로 판단되는 15개에 대하여 산불발생지점을 분석하였으며, 분석된 결과를 SAS를 이용하여 상관관계분석 하였다. 상관성이 없이 독립된 인자는 위험지역을 구분하는데 바로 사용하였으며, 상관성이 있게 나타난 인자들은 산불과 밀접한 관련이 있는 인자 하나만을 선별하여 분석에 사용하였다. 그 결과 산불발생위험지역을 구분하는데 사용된 주제도는 임상, 경사, 농경지, 관청, 묘지, 소로, 산림 등 7개로 선정되었다.

둘째, 선정된 주제도를 GIS와 조건부확률을 이용하여 우선 각 주제도 속성별 산불발생비용을 구한 다음 최종 산불발생확률을 구하였다. 구하여진 확률값을 면적비율에 따라 20등급으로 지수화하여 산불발생위험지역을 구분하였다. 산불발생위험지역을 구분한 모형의 적합성 검정을 실시한 결과 적합성이 있는 것으로 나타났다.

따라서 이러한 결과는 현재 실용화하고 있는 산불위험예보시스템의 개선과 산불위험지역관리 방안에 대한 기초 자료로서 활용될 수 있을 것으로 사료된다. **KGIS**

참고문헌

- 김동욱, 남궁평, 박종선, 허문열, 홍종선. 2003. 통계학개론. 555쪽.
- 산림청. 2004. 2003년 산불통계자료. 175쪽.
- 신영철, 안상현. 2000. 지리정보시스템을 이용한 산불방재방안: 청주시 우암산 지역을 중심으로. 한국지리정보학회지 3(1):23-34.
- 이기철, 김승환, 남정철, 박승범, 강영조, 옥진아. 1998. GIS를 이용한 산불 진화용 저수탱크 적지분석에 관한 연구. 한국지리정보학회지 1(2):1-13.
- 이시영. 1995. 산불발생 위험도 및 연소확대요인 분석에 관한 연구. 동국대학교 박사학위논문. 104쪽.
- 이시영, 강용석, 안상현, 오정수. 2002. GIS를 이용한 산불피해지역 특성분석. 한국지리정보학회지 5(1):20-26.
- 오정수, 이시영 외 66명. 2003. 산불예측 및 감시기술 개발. 과학기술부 연구보고서. 368쪽
- 오정수, 이명보, 김명수, 이시영. 2002. 외국의 산불예방과 진화. 임업연구원. 315쪽.
- 조명희, 오정수, 이시영, 조윤원, 백승렬. 2001. GIS를 이용한 산불정보관리시스템 개발. 한국지리정보학회지 4(3):51-50.
- 조명희, 김준범, 김현식, 조윤원. 2002. 웹 지리정보시스템 기술을 이용한 산불 현황정보 관리시스템 개발. 한국지리정보학회지 5(4):93-105.
- 조명희, 김준범, 조윤원, 신동호. 2003. GPS와 GIS를 통합한 산불진화헬기 관리시스템 구축. 한국지리정보학회지 6(1):48~-8.
- Andrews, P.I. and L.P. Queen. 2001. Fire modeling and information system technology. International Journal of Wildland Fire 10: 343-352.
- Bradshaw, L.S, J.E. Deeming, R.E. Burgan and J.D. Cohen. 1983. The 1978 national fire-danger rating system: Technical documentation. USDA Forest Service. General Technical Report INT-169.
- Hirsch, K.G. 1996. Canadian Forest Fire Behavior Prediction(FBP) System: user's guide. Canadian Forest Service. 121pp.
- Pyne, S.J., P.L. Andrews and R.D. Laven. 1996. Introduction to Wildland Fire. John Wiley & Sons. 769pp. **GIS**