

최근 30 년간 우리나라 선거와 산불 발생의 상관관계 분석

The Analysis on the Relationship between Elections and Wild Fires in Korea From 1991 to 2023

최주경¹ · 임찬진² · 채희문^{3*}Ju Kyeong Choi¹, Chan Jin Lim², Heemun Chae^{3*}¹Master's Course, Department of forest Environment Systems, Kangwon National University, Chuncheon, Republic of Korea²Ph.D. Candidate, Department of forest Environment System, Kangwon National University, Chuncheon, Republic of Korea³ Professor, Department of forest Environment System, Kangwon National University, Chuncheon, Republic of Korea

*Corresponding author: Heemun Chae, cheemun@kangwon.ac.kr

ABSTRACT

Purpose: This study analyze the correlation between elections and wild Fire to provide information necessary for formulating wild fire prevention and response policies. **Method:** Data of the Forest Service and the Meteorological Administration were used to compare the occurrence and burned area of wild fires in election and non-election years. Statistical significance between the two groups was analyzed with an independent sample t-test, and MANOVA(multivariate analysis of variance) was used to evaluate the effects of temperature and humidity. **Result:** There was no statistical significance in the occurrence and burn area of wild fires between election and non-election years. However, analysis of the raw data indicated significantly greater damage in election years. MANOVA revealed that election status, temperature, and humidity did not significantly impact the occurrence and burn area of large wild fires. **Conclusion:** Wild fire occurrence and burned area were higher election years than non-election years, possibly due to election-related social factors. Thus, enhancing wild fire prevention and response policies in election years and considering weather factors and social activities is necessary.

Keywords: Wild Fire, Election, Weather Factor, Independent Samples t-test, Multivariate Analysis of Variance

요약

연구목적: 본 연구는 선거와 산불 발생 간의 상관관계를 분석하여 산불 예방 및 대응 정책 수립에 필요한 정보를 제공하는 데 있다. **연구방법:** 산림청 산불 대장과 기상청 자료를 활용하여 선거 연도와 비선거 연도의 산불 발생 횟수와 피해 면적을 비교하였다. 독립 표본 t-검정을 통해 두 집단 간의 통계적 유의성을 검토하였고 다변량 분산 분석을 통해 기온과 습도의 영향을 평가하였다. **연구결과:** 산불 발생 횟수와 피해 면적에 있어서 선거 연도와 비선거 연도 간의 통계적 유의성은 없었다. 그러나 전체 데이터를 사용한 분석에서는 선거 연도가 비선거 연도보다 유의미하게 더 큰 피해가 있었다. 다변량 분산 분석 결과 기온, 습도, 선거 여부는 대형 산불 발생 횟수와 피해 면적에 유의미한 영향을 미치지 않았다. **결론:** 선거 연도의 산불 발생 횟수와 피해 면적이 비선거 연도보다 높았으며 이는 선거와 관련된 사회적 요인에 기인할 가능성이 있다. 따라서 선거 연도에는 산불 예방 및 대응 정책을 강화할 필요가 있으며 기상 조건과 사회적 활동을 고려한 통합적 접근이 요구된다.

핵심용어: 산불, 선거, 기상인자, 독립 표본 t-검정, 다변량 분산 분석

Received | 16 May, 2024

Revised | 15 July, 2024

Accepted | 19 July, 2024

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in anymedium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

서론

대부분의 산불은 인간의 부주의로 인해 발생한다(Abatzoglou et al., 2016). 2014년부터 2023년까지 최근 10년간 산불 원인 통계자료를 분석한 결과 실화로 인한 산불이 전체 산불 원인의 32.9%를 차지하며 쓰레기 소각이 12.6% 논밭두렁 소각이 11.9% 담뱃불에 의한 실화가 6%로 나타났다. 이러한 결과는 실화 또는 소각 행위가 전체 산불 발생의 절반 이상을 차지함을 보여주며 산불 발생에 있어 사회과학적 요인의 중요성을 강조한다(Ahn et al., 2024). 산불이 가장 많이 발생한 시간과 요일은 인간 활동이 활발한 13:00~15:00시 이고 주중보다 주말에 산불 발생 확률이 더 높았다(Jeon et al., 2017). 부주의로 인한 산불 발생 확률은 주거 밀집도와 도로 밀도 분포에 크게 영향을 받는다(Ruffault et al., 2017). 2023년의 경우 전년 대비 산불 발생 횟수와 피해 면적은 감소하였으나 이전 32년 평균 대비하여 산불 발생 횟수는 28.81%, 면적은 71.90% 증가하였다.

국내에서 대형 산불을 2023년 산림보호법 시행령 제25조(산불 진화 통합지휘)에 산림의 피해 면적이 1,000,000 m^2 이상으로 확산된 산불 또는 24시간 이상 지속된 산불이라 정의한다. 건조 일수 증가와 국지적 강풍 증가, 산림 내 입목량 증가, 낙엽 등 지피물 퇴적, 침엽수림의 높은 비율 분포는 산불을 대형화시킨다(Kwon et al., 2022). 국내에서 1991년부터 2023년까지 발생한 대형 산불 74건 중 33건이 강원도 동해안에서 발생하였다. 이로 인한 피해 면적은 56,520.79ha로 해당기간의 대형 산불 피해 면적 중 77.06%를 차지한다. 산불이 대형 산불로 발전하는 인자로는 연료와 지형과 기상 등이 있는데 그중 기상 인자가 산불 대형화에 가장 큰 영향을 미치며 특히 높은 온도와 낮은 상대습도가 주요 원인이다(Bradstock et al., 2009).

선거는 경제, 사회, 문화 등 다양한 방면으로 영향을 미친다. 정부 지출 및 통화 공급과 같은 주요 거시경제 요인과 인플레이션 및 실업률에도 선거가 영향을 준다(Hibbs, 1977). 또한 선거는 노동시장 정책과 환경정책에도 크게 영향을 미친다(Mechtel et al., 2011). 선거는 선거를 실시하는 국가에 국한되지 않고 전 지구적으로 넓게 영향이 미치며 심지어 전쟁이 발생할 시기에도 영향이 있다고 밝혔다(Gaubatz, 1991). 우리나라는 후보 등록일 다음날부터 선거운동을 할 수 있고, 선거가 실시되기 전날을 포함하여 총 23일간 선거 유세 기간이 존재한다. 해당 기간에 후보자와 유권자들은 토론, 집회, 캠페인 등 사회적 활동이 증가하며, 우리나라에서 산불 발생은 인간 활동과 큰 관련이 있기 때문에(Kwak et al., 2010) 산불 발생에 선거가 영향을 줄 가능성이 있다. 또한 재난사고의 근본적인 감소를 위해서는 선진 재난안전의식이 필요하며 일반인을 대상으로 하는 재난교육을 통해 안전문화운동의 확산과 개개인의 인식 전환이 필요하다(Lee et al., 2021).

다양한 사회적 이벤트들도 선거에 영향을 미치기도 한다. 그 예로 COVID-19 PANDEMIC은 2020년 미국 선거에 있어서 운영 방식을 재조정하고 우편투표 시스템을 확대하여 선거율을 높이는 데 기여했다(Persily et al., 2021). 1927년 미국 남부의 대홍수 사례 연구에서도 정부의 구호 노력에도 불구하고 피해 지역의 득표가 감소했으며 역사적으로 자연재해는 선거 결과에 유의미한 영향이 있다(Heersink et al., 2017).

사회적 이벤트 중 산불 또한 선거에 큰 영향을 미친다. 한국에는 ‘선거가 있는 해에는 대형 산불이 발생한다’는 속설이 존재하며 이는 “선거 기간에 대형 산불 많아...예방 총력”이라는 기사 등으로 확인할 수 있다(kbs, 2024, <https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=7920043>). 이러한 속설의 사례로는 윤석열 대통령 당선 직전인 2022년에 발생한 울진·강릉 산불과 제15대 국회의원 총선거가 있었던 1996년의 고성 산불 그리고 제16대 국회의원 총선거가 있었던 2000년의 동해안 산불 등을 대표적으로 들 수 있다. 1974년부터 2009년까지 그리스에서는 선거 시기에 선거운동에 많은 주의와 노력을 기울이면서 산불과 같은 재난이 증가하였고 이로 인한 경제적 손실이 GDP의 8%에 달하였다(Christodoulakis et al., 2013). 산불이 발생할 경우 주택, 인프라, 산림자원 등을 파괴함으로써 직접적인 피해를 입힐 뿐만 아니라 재난 이후의 복구 및 재건 과정에서 막대한 비용이 발생한다(Lüthi et al., 2021). 미국 서부에서는 대형 산불이 지역 경제에 복합적으로 영향을 미치고 특

히 산불이 발생한 연도의 지역 고용 성장률은 1.3% 감소하였다고 밝혔다(Walls et al., 2023). 한국에서도 산불로 인한 피해가 심각하며 짧은 시간에 많은 인명과 재산이 피해를 입어 산불도 사회적 재난의 한 분야로 보아야 한다(Lee et al., 2020).

이에 본 연구에서는 선거 연도와 비선거 연도 간 산불 데이터 비교를 통해 우리나라 선거 연도와 산불 발생 간의 상관관계를 분석함으로써, 선거가 있는 해에 대형 산불 발생 건수가 많다는 속설이 실제로 얼마나 근거가 있는지 검증하고자 하였다. 이를 통해 선거 기간 동안 산불 예방 및 대응 정책을 수립하는데 필수적인 정보를 제공할 것으로 기대된다.

연구 방법

데이터 수집

산불 발생 데이터는 1991년부터 2023년까지 산림청 산불 대장(Korea Forest Service, 2024)에 기록된 자료를 바탕으로 분석하였다. 해당 대장에는 발생 일시, 진화 일시, 발생 장소, 원인, 피해 면적 등의 데이터가 기록되어 있다. 본 연구에서는 발생 일시와 피해 면적에 초점을 맞추어 산불 발생 자료를 재구성하였다. 조사 기간 동안 산불 발생은 총 15,230회로 기록되었으며 피해 면적 데이터가 누락되거나 0ha로 기록된 9건을 제외한 총 15,221건을 대상으로 분석을 진행하였다. 산림청 산불 대장 데이터의 요약은 Table 1과 같다.

Table 1. Wild fire occurrences and burned area on 16 administrative areas of Korea(1991-2023)

Index	1991-2000(10Years)		2001-2010(10Years)		2011-2023(13Years)	
	Occurrences	Burned Area (ha)	Occurrences	Burned Area (ha)	Occurrences	Burned Area (ha)
Gangwon-do	601	31,391.72	434	2,694.825	903	1,1126.6
Gyeonggi-do	432	900.62	331	175.38	1282	501.99
Gyeongsangnam-do	345	984.14	451	693.73	618	2,096.09
Gyeongsangbuk-do	566	1,928.22	868	2,153.09	1044	21,975.7
Gwangju	65	129.54	118	48.31	47	9.9
Daegu	138	221.46	120	41.54	114	150.65
Daejeon	57	71.38	172	101.09	87	22.68
Busan	174	249.5	248	65.17	170	272.21
Seoul	131	27.38	227	17.27	131	22.28
Ulsan	115	693.38	188	215.97	164	918.21
Incheon	111	125.7	211	107.687	204	70.12
Jeollanam-do	400	1,350.57	529	760.62	543	978.98
Jeollabuk-do	273	464.5	324	832.77	336	119.52
Jeju-do	32	75.56	5	4.8	6	4.08
Chungcheongnam-do	320	705.17	217	3,310.33	475	2,862.65
Chungcheongbuk-do	251	444.66	336	384.033	307	356.2
Average	250.68	2,485.21	298.68	725.41	401.93	2,592.99

기상 자료는 기상청 기상자료개방포털에 공개된 1991년부터 2023년까지의 데이터를 활용하였다. 해당 데이터는 지상 자

동 기상 관측 장비(ASOS)를 통해 측정된 데이터이다. 측정 요소로는 기온, 강수량, 바람, 습도, 일조·일사 등이 있고 그중 기온(°C)과 습도(%) 데이터를 분석에 활용하였다. 분석에 사용한 기상 관측 장비는 전국 62개 지점으로 중부 지역(서울·경기, 강원영동, 강원영서, 충북, 충남)의 26개 지점과 남부 지역(경북, 경남, 전북, 전남)의 36개 지점의 데이터를 사용하였으며 대형 산불이 발생한 기록이 없는 제주도의 4개 지점은 분석 대상에서 제외하였다.

데이터 분석

본 연구는 수집된 자료에 대한 분석을 수행하기 위해 사회과학용 통계 패키지인 SPSS Version 26.0을 활용하여 분석하였다. 1991년부터 2023년까지 33년간 데이터를 분석 대상으로 삼았다. 선거가 진행된 연도(선거 연도)와 선거가 없었던 연도(비선거 연도)로 구분하여 산불 발생 횟수와 산불 피해 면적을 비교 분석하는 방식으로 연구를 수행하였다. 선거 연도로는 대통령 선거가 있었던 1992년, 1997년, 2002년, 2007년, 2012년, 2017년, 2022년과 국회의원 총선거가 있었던 1992년, 1996년, 2000년, 2004년, 2008년, 2012년, 2016년, 2020년을 포함하였다. 특히 1992년과 2012년은 대통령 선거와 국회의원 총선거가 동시에 이루어진 연도로 이를 고려하여 선거 연도 데이터셋은 13년 간의 기록을 비선거 연도 데이터셋은 20년 간의 기록을 포함하여 각 데이터셋에서 산불 발생 횟수와 피해 면적을 집계하였다. 주기성이 없는 재보궐 선거와 지역적 특색이 있는 지방자치단체장 및 교육감 선거는 분석에서 제외하였다.

선거 연도와 비선거 연도 간 산불 발생 횟수와 피해 면적의 평균값 차이를 통해 산불 발생의 경향성을 분석하였다. 이를 통해 선거 연도와 비선거 연도 중 어떠한 시기에 평균적으로 산불 발생 횟수와 피해 면적이 더 높은지 파악하였다. 이후 해당 경향성이 통계적으로 유의미한 결과인지 확인하기 위하여 독립 표본 t-검정(Independent samples t-test)을 진행하였고 통계적 유의성은 $p < .05$ 로 설정하였다. 각 데이터 집단 간의 분산 동질성을 Levene 검정(Levene's Test)을 통해 평가하였다. 등분산 가정이 충족되면 독립 표본 t-검정을 사용하였고 등분산 가정이 충족되지 않을 경우에 Welch의 t-검정을 적용하여 분산의 불균형을 보정하였다.

대형 산불($\geq 100\text{ha}$)을 선거 연도와 비선거 연도로 구분하여 대형 산불의 발생 횟수와 피해 면적을 연도별로 비교하였고 선거 연도와 비선거 연도의 평균 대형 산불 발생 횟수와 피해 면적을 비교하였다. 또한 피해 면적에 대한 전체 대형 산불 데이터를 선거 연도와 비선거 연도로 구분하여 독립 표본 t-검정하였다. 기상 조건 분석은 연구 기간 동안 대형 산불 전체가 1월에서 5월 사이에 발생한 점을 고려하여 해당 기간의 기상 데이터인 일별 전국 평균 기온과 일별 평균 습도를 월별 평균으로 산출하였다. 이후 1월부터 5월까지의 월별 평균 기온과 월별 평균 습도를 기반으로 연간 평균 기온과 연간 평균 습도를 계산하여 분석에 활용하였다. 기온, 습도, 선거 여부가 발생 횟수와 피해 면적에 미치는 영향을 평가하기 위해 다변량 분산 분석(MANOVA)을 수행하였다. 연구 대상 데이터는 발생 횟수, 피해 면적, 기온, 습도, 선거 여부 5개의 변수로 구성되었으며 독립변수에 기온과 습도와 선거 여부를 설정하였고 발생 횟수와 피해 면적을 종속변수로 설정하였다. 다변량 분산 분석은 여러 종속변수에 대한 독립변수의 결합된 효과를 평가하기 위해 Wilks' lambda의 통계량을 사용하였다.

연구결과

선거 연도와 비선거 연도 간의 전체 산불 발생 분석

경향성 분석

선거 연도의 평균 산불 발생 횟수는 504.92회로 비선거 연도의 평균 432.85회에 비해 높게 나타났다. 또한 선거 연도의 평

균 피해 면적은 5,419.11ha로 비선거 연도의 평균 1,120.45ha보다 큰 것으로 분석되었다. 선거 연도의 산불 발생 횟수와 피해 면적의 표준편차는 각각 177.24회와 8,659.22ha로 측정되었으며 이는 비선거 연도의 166.98회와 1,104.88ha보다 높은 변동성을 보였다. 이러한 결과는 선거 연도와 비선거 연도 간에 산불 발생 횟수와 피해 면적에 있어서 차이가 있음을 보여준다(Fig. 1, Table 2).

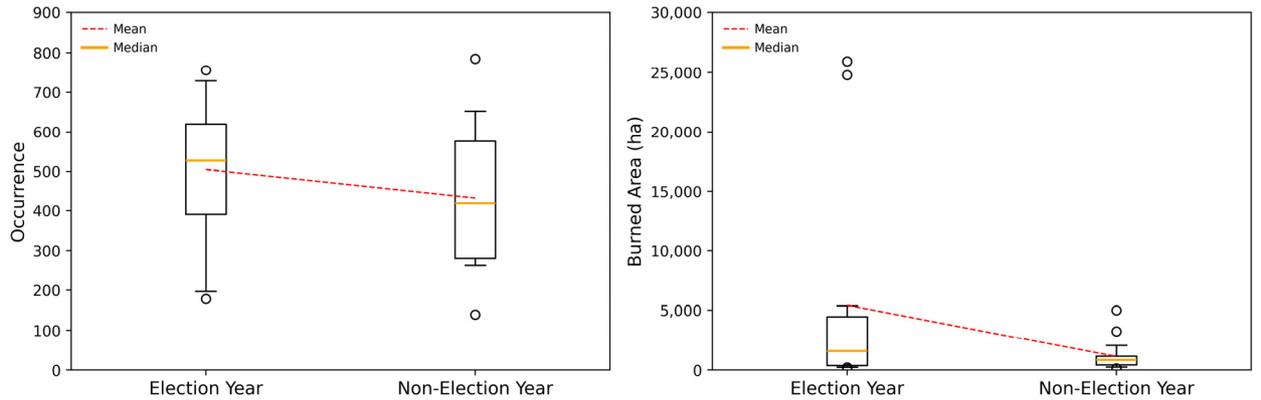


Fig. 1. Comparison of wild fire occurrences and burned area between election years and non-election years(1991-2023)

Table 2. Comparison of wild fire occurrences and burned area between election years and non-election years with standard deviation(1991-2023)

Index	Election Year	Non-Election Year
Occurrences	504.92 ± 177.24	432.85 ± 166.98
Burned Area(ha)	5,419.11 ± 8,659.22	1,120.45 ± 1,104.88

시계열 분석

선거 연도에서의 최대 산불 발생은 2022년에 756회 발생하였고 비선거 연도에서 2001년에 785회 발생하였다. 반면 최소 발생 횟수는 선거 연도에서는 2012년에 197회 비선거 연도에서 1991년에 139회 발생하였다. 최대 피해 면적은 선거 연도에서 2000년에 25,952.75ha였으며 비선거 연도에서는 2023년에 4,733.46ha로 나타났다. 가장 작은 피해 면적은 선거 연도에서 2012년에 71.91ha 비선거 연도에서 2003년에 132.84ha로 기록되었다(Fig. 2).

독립 표본 t-검정

선거 연도와 비선거 연도 간의 산불 발생 횟수와 피해 면적의 차이를 분석하기 위해 독립 표본 t-검정을 수행하였다(Table 3). 산불 발생 횟수에 대한 분석 결과 등분산 가정이 유효하였으며(Levene's Test: $F = 0.001, p = 0.982$) 선거 연도와 비선거 연도 간의 산불 발생 횟수 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t = 1.146, p = 0.261$). 피해 면적 분석에서 등분산 가정이 유효하지 않았다(Levene's Test: $F = 14.213, p = 0.001$). 이에 따라 Welch의 t-검정을 실시한 결과 두 연도 간에 통계적으로 유의미한 차이가 없음을 확인하였다($t = 1.711, p = 0.112$).

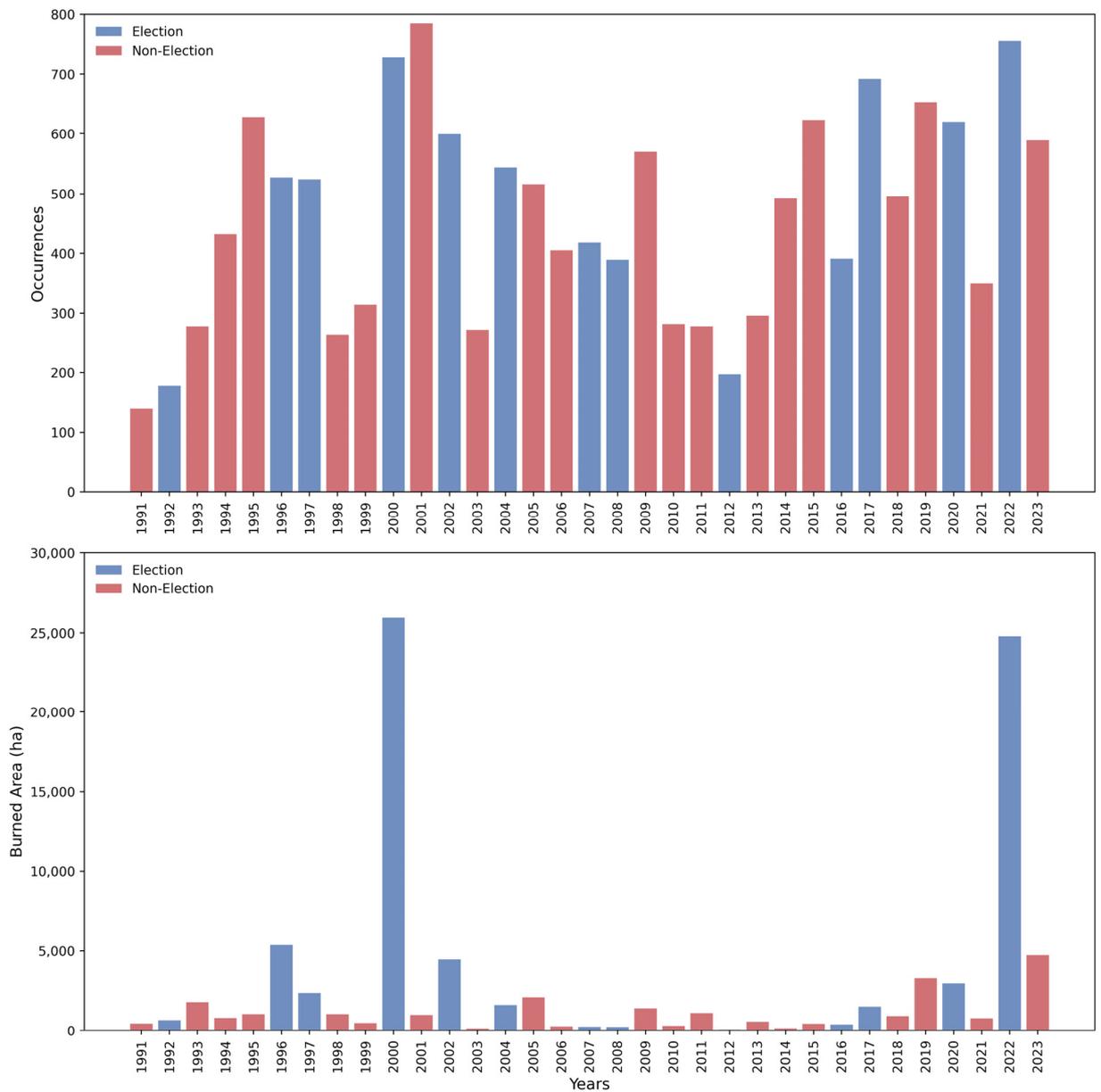


Fig. 2. Time-series analysis of wild fires occurrences and burned area between election years and non-election years(1991-2023)

Table 3. T-test results for wild fires occurrences and burned area between election years and non-election years(1991-2023)

Index	Levene's Test		t	P-value		
	F	P-value				
Annual Data	Occurrences	Equal variances assumed	0.001	0.982	1.146	0.261
	Burned Area(ha)	Equal variances not assumed	14.213	0.001***	1.711	0.112

* and ** indicate significance at the 5% and 1% levels, respectively. *** indicates significance at the 0.1% level.

산불 발생 개별 데이터를 활용하여 피해 면적에 대한 독립 표본 t-검정을 수행하였다(Table 4). 등분산 가정이 적용되지 않아(Levene's Test: $F = 25.560, p = 0.000$) Welch의 t-검정을 실행하였고, 분석 결과 전체 데이터에서는 선거 연도가 비선거 연도보다 통계적으로 유의미하게 더 큰 피해가 있었다($t = 2.335, p = 0.020$).

Table 4. T-test results for wild fires raw data on burned area between election years and non-election years(1991-2023)

Index	Levene's Test		t	P-value
	F	P-value		
Raw data Burned Area(ha)	25.560	0.000***	2.335	0.020*

* and ** indicate significance at the 5% and 1% levels, respectively. *** indicates significance at the 0.1% level.

선거 유형별 산불 발생 분석

선거 유형에 따른 산불 발생 횟수와 연간 피해 면적을 분석한 결과 대통령 선거 연도와 국회의원 선거 연도가 산불 발생 횟수와 피해 면적에서 높은 수치를 보였다. 1991년부터 2023년까지 대통령 선거는 7번 실시되었고 국회의원 선거는 8번, 두 선거를 동시에 실시한 연도는 2번, 선거를 실시하지 않았던 연도는 20번으로 선거를 실시하지 않았던 연도가 가장 많았다. 대통령 선거 연도는 평균적으로 597.8회의 산불이 발생하였으며 평균 피해 면적은 6,660.83ha였다. 국회의원 선거 연도는 평균 533.33회의 산불 발생과 6,072.08ha의 평균 피해 면적을 기록했다. 반면 동시에 선거를 실시한 연도는 상대적으로 낮은 횟수인 187.5회와 355.93ha의 평균 피해 면적을 보였다. 선거 미실시 연도의 경우 평균 산불 발생 횟수는 432.85회 평균 피해 면적은 1,120.44ha로 다른 선거 유형에 비해 산불의 발생 횟수와 피해 면적이 작았다(Table 5).

Table 5. Comparison of Election Types on Wild Fire Occurrences and Burned Area(1991-2023)

Election Type	Occurrences	Burned Area(ha)
Presidential Election(7 Times)	597.80 ± 119.73	6,660.83 ± 9,172.69
Parliamentary Election(8 Times)	533.33 ± 120.44	6,072.08 ± 9058.83
Concurrent Election(2 Times)	187.50 ± 9.50	355.93 ± 284.02
Non- Election(20 Times)	432.85 ± 166.98	1,120.45 ± 1,104.88

선거 연도와 비선거 연도 간의 대형 산불 발생 분석

경향성 분석

연구 기간 동안 선거 연도의 평균 대형 산불 발생 횟수는 5회 비선거 연도는 2.9회로 나타났으며 평균 대형 산불 피해 면적은 선거 연도에서 6,903.68ha 비선거 연도에서 1,120.44ha의 피해를 입혔다. 선거 연도의 평균 대형 산불 발생 횟수 및 평균 피해 면적이 비선거 연도에 비해 2.1회 5,783.24ha 더 높았다(Fig. 3, Table 6).

시계열 분석

선거를 실시한 13년 동안 총 43건의 대형 산불이 발생한 반면 선거를 실시하지 않았던 20년 동안 31건의 대형 산불이 발생

하였다. 특히 선거 연도에 해당하는 2000년과 2022년에는 각각 10건 및 11건의 대형 산불이 발생하여 각각 24,457.17ha 및 24,015.67ha의 대형 산불 피해가 있었다. 비선거 연도 중 가장 높은 대형 산불 발생 횟수 및 피해 면적을 기록한 연도는 2023년으로 8건의 대형 산불이 발생하여 3,563.38ha의 대형 산불 피해가 발생하였다(Fig. 4).

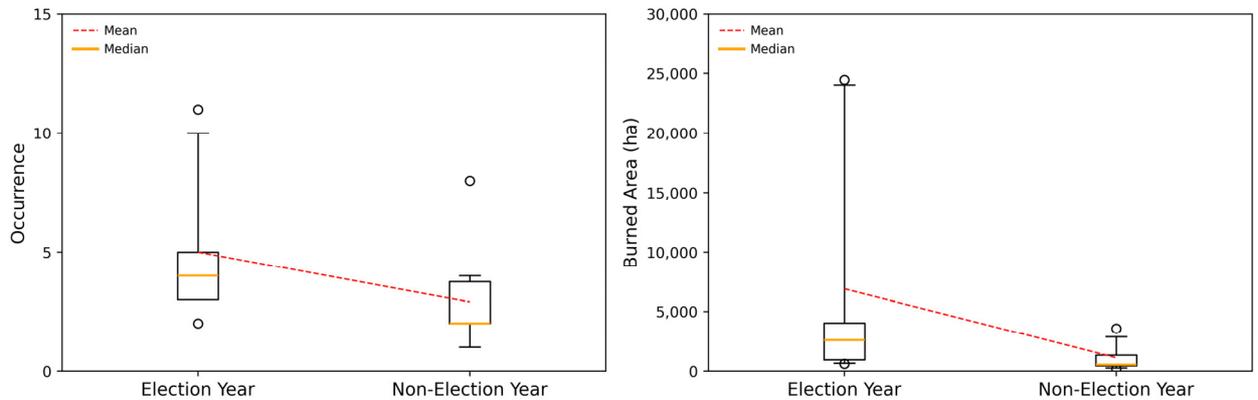


Fig. 3. Comparison of occurrences and burned area in large wild fires (≥100ha) between election years and non-election years(1991-2023)

Table 6. Comparison of large wild fire occurrences and burned area between election years and non-election years with standard deviation(1991-2023)

Index	Election Year	Non-Election Year
Occurrences	5 ± 3.05	2.9 ± 1.97
Burned Area(ha)	6,903.68 ± 9,340.61	1,120.44 ± 1,116.97

독립 표본 t-검정

대형 산불 전체 데이터를 사용하여 선거 연도와 비선거 연도 간의 피해 면적에 대한 차이의 유의성을 분석하기 위하여 독립 표본 t-검정을 수행하였다(Table 7). 등분산 가정이 적용되지 않아(Levene's Test: $F = 9.416, p = 0.003$) Welch의 t-test를 실행하였다. 대형 산불 전체 데이터에서 선거 연도가 비선거 연도보다 통계적으로 유의미하게 더 큰 피해가 있었다($t = 2.129, p = 0.039$).

기온 및 습도 분석

대형 산불이 발생한 선거 연도와 비선거 연도의 평균 기온과 평균 습도를 비교한 결과 선거 연도의 평균 기온이 7.63°C인 반면 비선거 연도는 7.49°C로 선거 연도가 비선거 연도보다 평균 기온이 높았다. 또한 평균 습도는 선거 연도가 60.53%로 비선거 연도의 61.39%에 비해 낮게 분석되었다(Table 8).

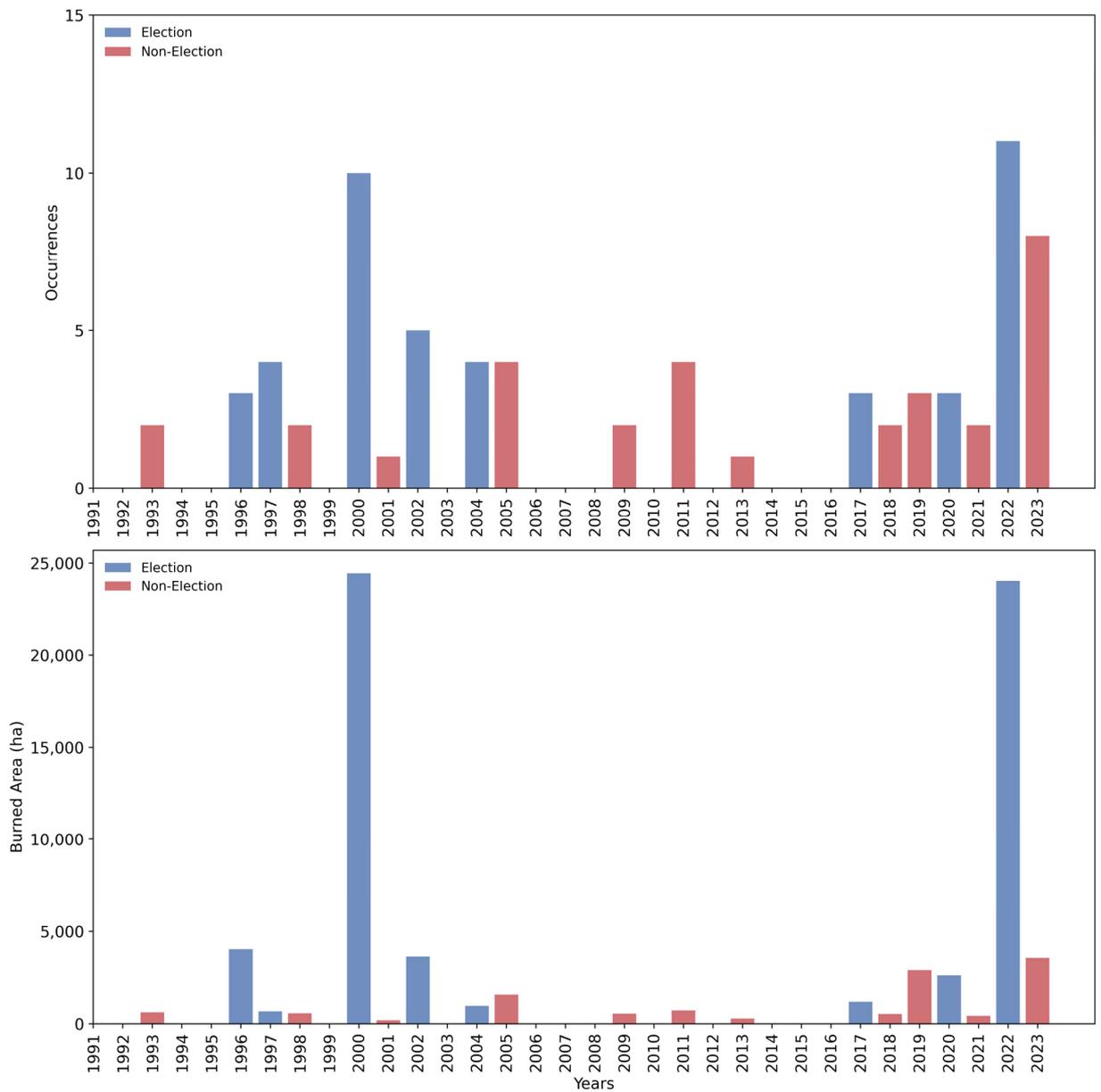


Fig. 4. Time-series analysis of large wild fires(≥100ha) occurrences and burned area between election years and non-election years(1991-2023)

Table 7. T-test results for large wild fires raw data on burned area between election years and non-election years(1991-2023)

Index	Levene's Test		t	p-value		
	F	p-value				
Raw data	Burned Area (ha)	Equal variances not assumed	9.416	0.003**	2.129	0.039*

* and ** indicate significance at the 5% and 1% levels, respectively. *** indicates significance at the 0.1% level.

Table 8. Comparison of average temperature and humidity between election years and non-election years during 1991 to 2023(Jan-May)

Index	Election Year	Non-Election Year
Average Temperature(°C)	7.63	7.49
Average Humidity(%)	60.53	61.39

기온 및 습도 시계열 분석

1991년부터 2023년까지 대형 산불이 1월부터 5월 사이에 발생한 것을 감안하여 해당 기간의 평균 기온과 습도를 선거 연도와 비선거 연도로 비교 분석하였다. 2002년 평균 기온이 8.4°C로 가장 높았고 해당 연도에 대형 산불이 5회 발생하여 총 3,627.7ha의 피해가 있었다. 가장 낮은 평균 기온을 기록한 선거 연도는 1996년으로 6.0°C였으며 이때 대형 산불은 3회 발생하여 4,037.5ha의 피해를 남겼다. 비선거 연도 중 2023년에 평균 기온이 8.5°C로 가장 높았고 이때 대형 산불은 8회 발생하였고 피해 면적은 3,563.38ha로 조사되었다. 가장 낮은 평균 기온을 기록한 비선거 연도는 2011년으로 6.0°C에서 대형 산불은 4회 발생하였고 피해 면적은 716.5ha였다(Fig. 5). 습도 분석 결과 선거 연도 중 2000년에 습도가 56.9%로 가장 낮았고 해당 연도에는 대형 산불이 10회 발생하여 24,457.17ha의 피해가 있었다. 습도가 가장 높은 선거 연도는 2020년으로 64.3%에서 대형 산불은 3회 발생하고 피해 면적은 2,586.2ha였다. 비선거 연도 중 2005년에 습도가 57.0%로 가장 낮았고 이때 대형 산불은 4회 발생하여 1,554.26ha의 피해를 입었다. 습도가 가장 높았던 비선거 연도는 1998년으로 64.8%에서 대형 산불은 2회 발생하였고 피해 면적은 557ha로 기록되었다(Fig. 6).

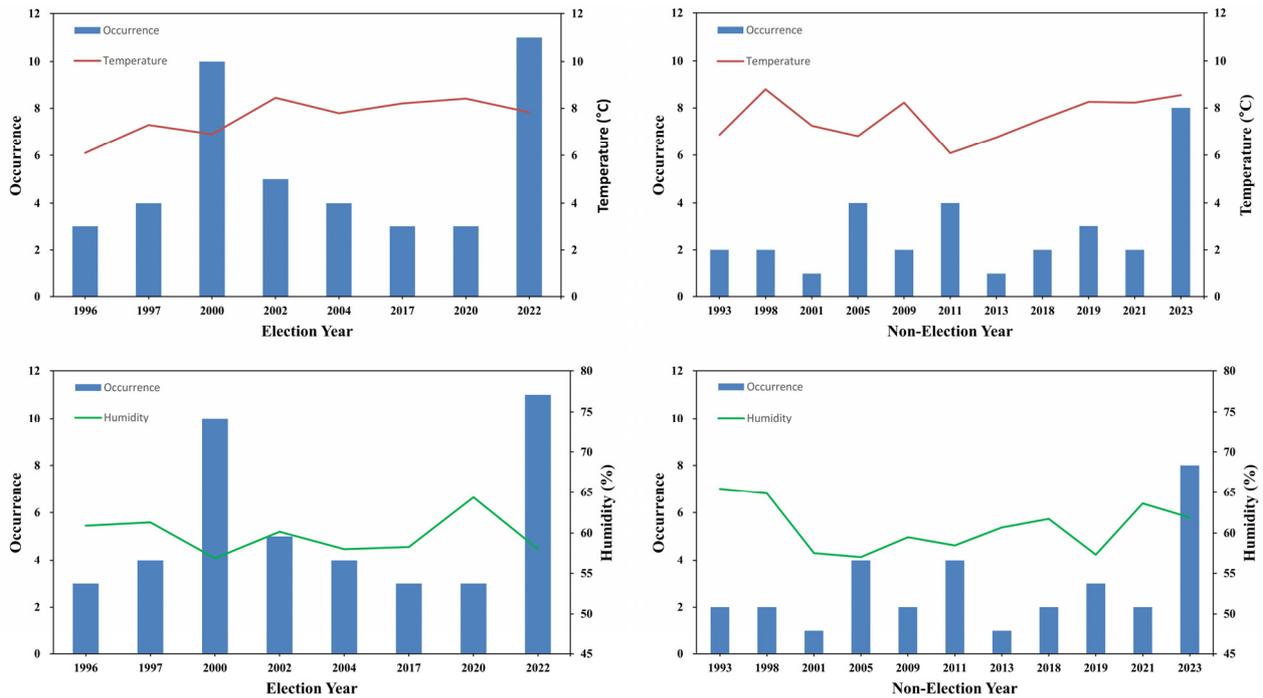


Fig. 5. Comparison of large wild fires occurrences with average temperature and humidity between election years and non-election years during 1991 to 2023(Jan-May)

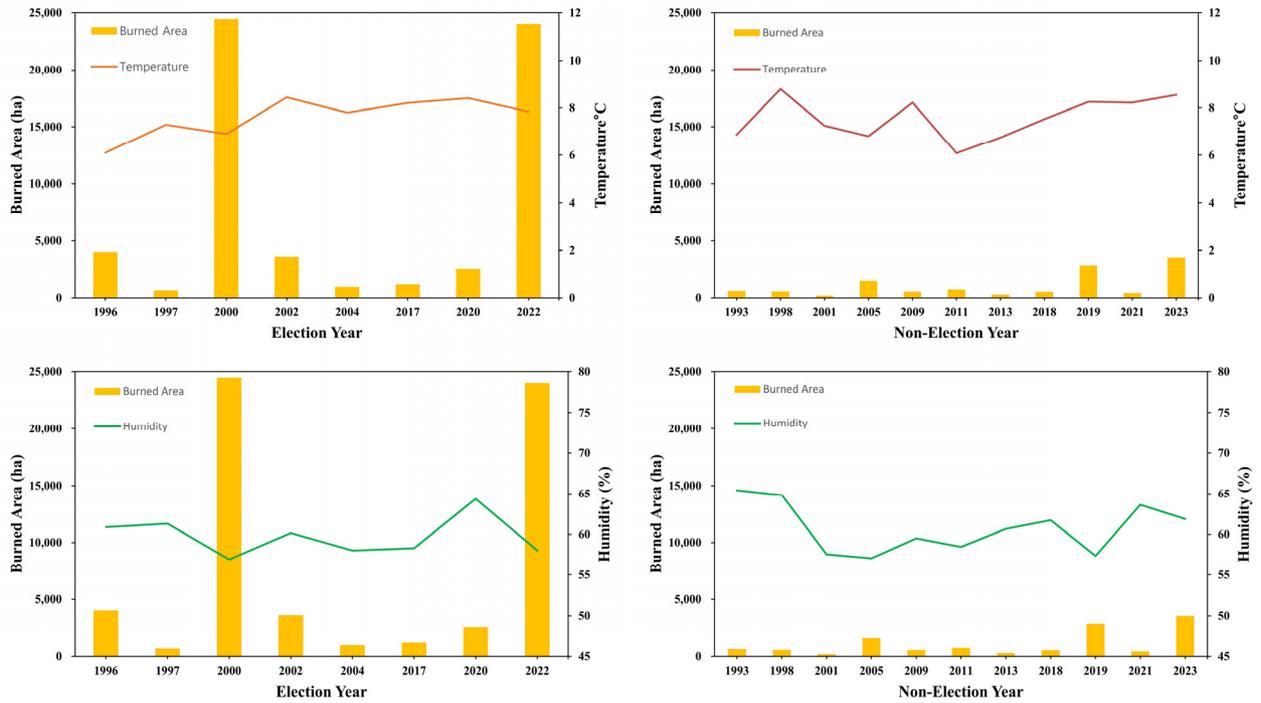


Fig. 6. Comparison of large wild fires burned area with average temperature and humidity between election years and non-election years during 1991 to 2023(Jan-May)

다변량 분산 분석

기온, 습도, 선거 여부가 발생 횟수와 피해 면적에 미치는 영향을 평가하기 위해 다변량 분산 분석을 수행하였다. 분석 결과 기온(Wilks' lambda = 0.9609, $F = 0.5698$, $p = 0.5720$), 습도(Wilks' lambda = 0.8547, $F = 2.3794$, $p = 0.1111$), 선거 여부(Wilks' lambda = 0.8914, $F = 1.7060$, $p = 0.1999$) 모두가 두 종속변수에 대해 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다(Table 9). Wilks' Lambda 값은 0과 1 사이의 값을 가지며 값이 1에 가까울수록 독립변수의 영향이 작음을 의미한다.

Table 9. MANOVA results for large wild fires occurrences and burned area(1991 - 2023)

Index	Value	F	p-value
Intercept	0.8700	2.0925	0.1423
Temperature(°C)	0.9609	0.5698	0.5720
Humidity(%)	0.8547	2.3794	0.1111
Election Status	0.8914	1.7060	0.1999

* and ** indicate significance at the 5% and 1% levels, respectively. *** indicates significance at the 0.1% level.

결론

연구는 1991년부터 2023년까지의 33년간 데이터를 바탕으로 산불 발생과 선거 연도 간의 상관관계를 분석하였다. 연구 기간 동안 7번의 대통령 선거와 8번의 국회의원 총선거가 실시되었으며 1992년과 2012년에는 두 선거가 동시에 이루어졌

다. 연구 기간 동안 총 15,221건의 산불 중 대형 산불은 74건으로 전체의 약 0.48%에 해당하지만 대형 산불이 초래한 피해 면적은 73,337.59ha로 전체 산불 피해 면적의 약 78.8%를 차지하였다. 선거 연도에는 산불 발생 횟수가 평균 504.92회로 비선거 연도의 평균 432.85회보다 72.07회 많았으며 선거 연도의 평균 피해 면적은 5,419.11ha로 비선거 연도의 1,120.45ha에 비해 4,298.66ha 더 컸다.

선거 연도와 비선거 연도 간 산불 발생 횟수와 피해 면적의 유의성을 분석한 결과 산불 발생 횟수는 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 산불 발생 횟수에 대해 Levene 검정을 실시한 결과 등분산 가정이 유효함을 확인했다. 이후 독립 표본 t-검정을 진행한 결과 p값은 0.261로 나타났다. 피해 면적에 Levene 검정을 실시한 결과 등분산 가정이 유효하지 않아 Welch의 t-검정을 적용하여 p값이 0.112로 확인되었다. 산불 발생의 개별 데이터를 선거 연도와 비선거 연도로 구분하여 피해 면적을 분석한 결과 선거 연도가 비선거 연도보다 통계적으로 유의미하게 더 큰 피해를 입은 것으로 분석되었다. 개별적인 산불 피해면적 분석에서 등분산 가정이 유효하지 않아 Welch의 t-검정을 적용하여 p값이 0.020로 확인되었다. 이는 개별적인 산불 피해 면적은 선거 연도가 비선거 연도보다 클 가능성을 시사한다.

선거 연도에는 비선거 연도보다 대형 산불이 더 빈번하게 발생하고 피해 면적도 더 큰 것으로 나타났다. 대형 산불 개별 데이터를 선거 연도와 비선거 연도로 구분하여 피해 면적의 유의성을 분석한 결과 선거 연도가 비선거 연도보다 유의미하게 대형 산불 피해 면적이 크다고 분석되었다. 대형 산불이 발생했던 1월부터 5월까지의 평균 기온과 습도를 선거 연도와 비선거 연도로 비교한 결과 선거 연도의 평균 기온은 비선거 연도보다 0.14°C 높았으며 평균 습도는 0.86% 낮았다. 이러한 기상 조건과 선거 실시 여부가 실제로 대형 산불에 미친 영향을 분석하기 위해 다변량 분산 분석을 실행하였다. 다변량 분산 분석 결과 독립변수인 기상, 습도, 선거 여부가 종속변수인 대형 산불 발생 횟수와 피해 면적에 종합적으로 영향이 없었다. Wilks' Lambda 값이 기온에서 0.9609($p = 0.5720$), 습도에서 0.8547($p = 0.1111$), 선거 여부에서 0.8914($p = 0.1999$)로 각 변수의 영향이 작음을 의미한다.

선거 기간 동안 지방자치단체의 산불 감시 인력이 선거 업무에 투입되어 산불 예방과 감시 활동이 소홀해질 가능성이 있다 (Stein et al., 2015). 이러한 인적 자원의 재배치는 특히 건조하고 바람이 많이 부는 날씨 조건이 겹칠 때 대형 산불 발생의 위험을 증가시킬 수 있다. 따라서 선거 연도에는 산불 예방과 대응에 더 많은 주의와 노력이 필요하며 효과적인 대응 체계를 구축하는 것이 중요하다. 국제적 맥락에서도 유사한 현상이 관찰되며 미국의 경우 선거 연도 중 자연재해에 대한 예방이 비선거 연도에 비해 적은 경향이 있다고 밝혔다. 선거 연도에는 정치적 이해관계와 언론의 주목도가 높아지면서 자연재해에 대한 더욱 빠르고 집중적인 대응이 이루어질 수 있다는 보고가 있으나 이는 동시에 일상적인 예방과 관리 작업이 소홀해질 수 있는 리스크를 내포하고 있다(Healy et al., 2009).

본 연구에서는 선거 연도에 대형 산불이 발생한다는 속설이 실제로 얼마나 근거가 있는지를 검증함으로써, 선거 활동과 관련된 규제와 감독을 강화하여 선거 연도의 산불 위험을 최소화하는 방안을 모색해야 한다는 점을 강조한다. 또한 산불 예방 및 관리에 대한 정책 결정자들에게 유용한 정보를 제공하여 더 안전하고 지속 가능한 환경을 조성하는 데에 기여할 것으로 기대된다. 이는 선거 기간의 산불 예방 및 대응 정책을 수립하는 데 있어 기상 조건과 사회적 활동을 고려한 통합적 접근이 필요함을 보여준다.

Acknowledgement

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 한국연구재단의 지원(No. 2023R1A2C1007799)과 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(RS-2024-00402624)의 지원을 받아 수행된 연구임

References

- [1] Abatzoglou, J.T., Williams, A.P. (2016). "Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests." *Proceedings of the National Academy of sciences*, Vol. 113, No. 42, pp. 11770-11775.
- [2] Ahn, H.-Y., Lee, B.-D., Ko, S.-J., Kim, J.-H., Kwon, C.-G. (2024). *Understanding Forest Fire in 2024*. National Institute of Forest Science, 1105.
- [3] Bradstock, R.A., Hammill, K.A., Collins, L., Price, O. (2009). "Effects of weather, fuel and terrain on fire severity in topographically diverse landscapes of south-eastern Australia." *Landscape Ecology*, Vol. 25, No. 4, pp. 607-619.
- [4] Christodoulakis, N., Skouras, S. (2013). "Electoral misgovernance cycles: evidence from wildfires and tax evasion in Greece." *Public Choice*, Vol. 159, No. 3, pp. 533-559.
- [5] Gaubatz, K.T. (1991). "Election cycles and war." *Conflict Resolution*, Vol. 35, No. 2, pp. 212-244.
- [6] Healy, A., Malhotra, N. (2009). "Myopic voters and natural disaster policy." *American Political Science Review*, Vol. 103, No. 3, pp. 387-406.
- [7] Heersink, B., Peterson, B.D., Jenkins, J.A. (2017). "Disasters and elections: Estimating the net effect of damage and relief in historical perspective." *Political Analysis*, Vol. 25, No. 2, pp. 260-268.
- [8] Hibbs, D.A. (1997). "Political parties and macroeconomic policy." *American Political Science Association*, Vol. 71, No. 4, pp. 1467-1487.
- [9] Jeon, B.-R., Chae, H.-M. (2017). "A study of analysis on relationship between Korea forest fire occurrence and weather factor." *Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 17, No. 5, pp. 197-206.
- [10] Kwak, H.-B., Lee, W.-K., Lee, S.-Y., Won, M.-S., Koo, K.-S., Lee, B.-D., Lee, M.-B. (2010). "Cause-specific spatial point pattern analysis of forest fire in Korea." *Journal of Korean Forest Society*, Vol. 99, No. 3, pp. 259-266.
- [11] Kwon, J.-S., Park, T.-H., Shin, Y.-M., Lim, Y.-R., Lee, J.-H. (2022). "An experimental study on fire prevention in buildings using emergency extinguishing equipment in the presence of flying sparks from wildfires." *Fire Science and Engineering*, Vol. 36, No. 5, pp. 114-121.
- [12] Lee, J.-H., Kim, M.-R., Ko, J.-C. "Study on the development plan for promotion of advanced disaster-safety awareness." *Journal of the Society of Disaster Information*, Vol. 17, No. 3, pp. 415-426.
- [13] Lee, S.-Y., Gim, S.-N. (2020). "A study on elementary school students recognition of forest fire disaster." *Journal of the Society of Disaster Information*, Vol. 16, No. 4, pp. 691-700.
- [14] Lüthi, S., Aznar-Siguan, G., Fairless, C., Bresch, D.N. (2021). "Globally consistent assessment of economic impacts of wildfires in CLIMADA v2. 2." *Geoscientific Model Development*, Vol. 14, No. 11, pp. 7175-7187.
- [15] Mechtel, M., Potrafke, N. (2011). "Electoral cycles in active labor market policies." *Public Choice*, Vol. 156, No. 1, pp. 181-194.
- [16] Persily, N., Stewart, C. (2021). "The miracle and tragedy of the 2020 US election." *Journal of Democracy*, Vol. 32, No. 1, p. 159.
- [17] Ruffault, J., Mouillot, F. (2017). "Contribution of human and biophysical factors to the spatial distribution of forest fire ignitions and large wildfires in a French Mediterranean region." *International Journal of Wildland Fire*, Vol. 26,

No. 6, pp. 498-508.

- [18] Stein, R.M. (2015). "Election administration during natural disasters and emergencies: Hurricane Sandy and the 2012 election." *Election Law Journal*, Vol. 14, No. 1, pp. 66-73.
- [19] Walls, M., Wibbenmeyer, M. (2023). *How Local are the Local Economic Impacts of Wildfires?* 2020-67023-33258, Resources for the Future, Washington, DC, US.