

강원영동의 기상환경, 대형산불의 위험성 가장 높아

【 2022. 4. 8. (금) / 강원지방기상청 기후서비스과 】

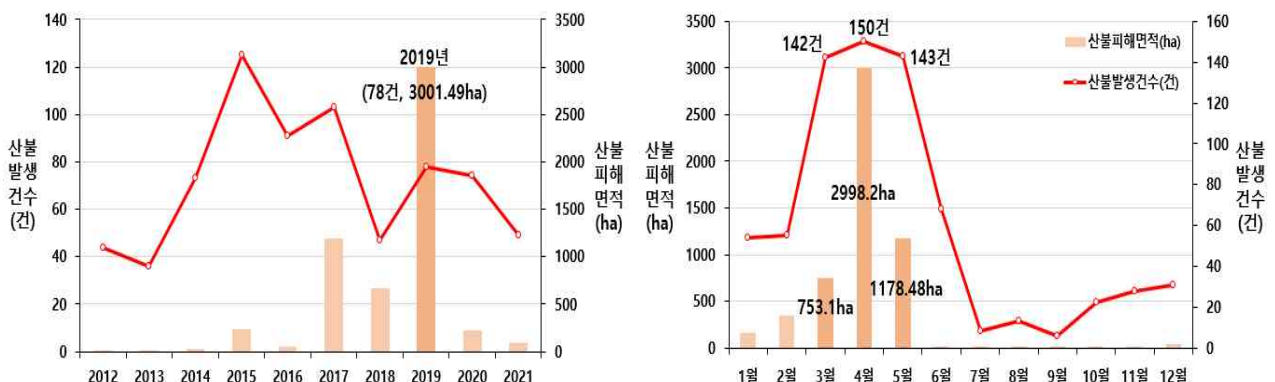
- ◆ 최근 10년간 발생한 대형산불 10건 중 9건이 강원영동에서 발생
- ◆ 겨울철 강원영동은 다른 지역에 비해 더 건조하고 강한 바람으로 대형산불 발생 가능성이 높으며, 기후변화로 인해 점차 더 건조한 환경으로 변화

I. 최근 10년간(2012~2021년) 및 올해 강원도 산불발생 현황

- '산불통계연보' 참조 -

- (최근 10년간) 강원도에서 총 720건의 산불이 발생하여, 총 5,515.96 ha의 산림피해가 발생하였음. 이는 전국 산불발생건수(4,809건)의 15.0 %, 산불피해면적(10,871.07 ha)의 51 %에 해당됨 <붙임 1>.
- 봄철(3~5월) 산불발생건수는 총 435건으로 전체의 60 %, 산불피해면적은 총 4,929.78 ha으로 전체의 89 %에 해당됨. 특히 3월과 5월에 비해 4월의 산불발생건수(150건) 및 산불피해면적(2,998.2 ha)이 가장 컸음 <그림 1-우>.
- 강원도의 최근 10년 사이 대형산불*은 총 10건으로 최근 5년 이내에 집중되어 발생하였으며, 동해안지역 9건 및 강원영서 1건으로 강원영동을 중심으로 대형산불이 발생하였음 <붙임 2>. 최근 10년 평균 산불피해면적은 강원도가 가장 컸고, 2021년은 경북에 이어 두 번째로 많았음 <붙임 1>.

* 산림의 피해면적이 100ha 이상으로 확산된 산불 또는 24시간 이상 지속된 산불



【그림 1】 최근 10년간 강원도 (좌)연도별 (우)월별 산불발생건수 및 산불피해면적

□ (올해) 산불 발생에 유리한 기상환경(적은 강수량 및 건조한 대기) 속에서 빈번한 산불 발생 및 기록적 대형산불 발생

- (기상환경) 지난 2021년 겨울철 강원도¹⁾ 강수량은 24.9 mm로 1973년 이후 하위 3위를 기록하였으며, 대기 또한 지속적으로 건조하여 2월에는 실효습도가 35% 이하인 건조한 일수가 평년의 2배 수준으로 발생

※ 2022년 2월 실효습도 35% 이하인 일수: 강원영동 14.7일(평년대비 2.1배), 강원영서 1.0일(평년대비 2.0배)

[참고] 실효습도

- ▶ (정의) 화재예방의 목적으로 수일 전부터의 상대습도에 경과시간에 따른 가중치를 주어서 산출한 목재 등의 건조도를 나타내는 지수
- ▶ (산출식) $H = (1-r)(h_0 + rh_1 + r^2h_2 + r^3h_3 + r^4h_4)$
 H : 실효습도(%), r : 당일의 습도가 다음 날에 영향을 줄 계수(보통 0.7),
 h_0 : 당일의 습도, h_n : 측정일로부터 n 일 전날의 습도

- (산불현황) 현재(3.31.)까지 강원도 산불발생건수는 31건, 산불피해면적은 4,424.94 ha로 집계 중이며, 1월과 2월 산불발생건수는 작년과 비교하여 약 1.6배에 달하였음(산불피해면적의 경우 작년과 비슷하거나 절반 수준)

※ 2022년 1월 산불발생건수/산불피해면적: 8건(작년대비 1.6배)/1.96 ha(작년대비 0.9배)

2월 산불발생건수/산불피해면적: 16건(작년대비 1.6배)/19.34 ha(작년대비 0.5배)

- 3월 4~5일 발생한 경북·강원(울진·삼척, 강릉·동해 등)의 동시다발 산불은 강풍으로 인해 기록적인 대형산불로 확산

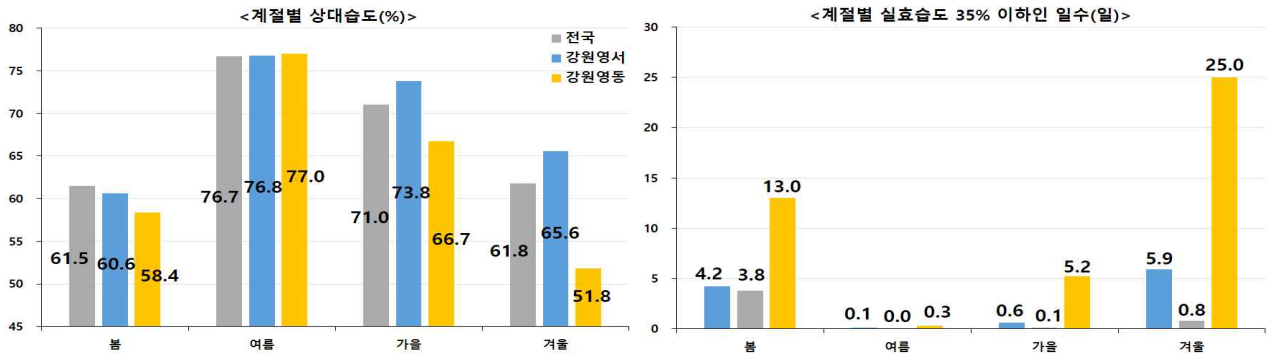
II. 강원도 산불 관련 기상특성

1

상대습도

- (계절별 특성) 보편적으로 여름철에 상대습도가 가장 높았다가 점차 낮아져 봄철에 가장 낮음. 반면, 강원영동은 가을철에 접어들면서 상대습도가 급격히 낮아져 겨울철부터 봄철까지 대기의 건조함이 지속됨 <그림 2-좌>.

1) 강원도: 강원영서(철원, 대관령, 춘천, 원주, 인제, 홍천), 강원영동(속초, 강릉, 태백) 9개 지점의 평균

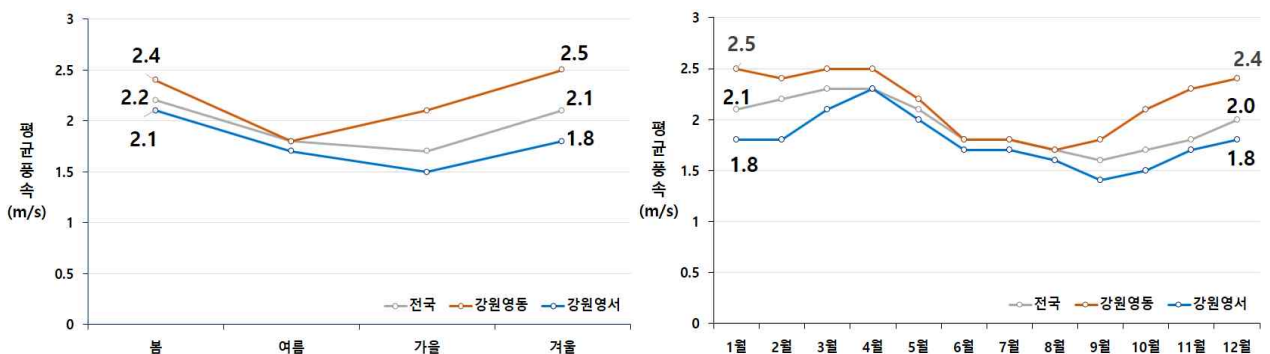


【그림 2】 계절별 (좌)상대습도 (우)실효습도 35% 이하인 일수(1991~2020년)

- 실효습도가 35% 이하인 일수는 여름철을 제외한 나머지 계절에서 강원영동이 전국²⁾ 및 강원영서에 비해 우세하게 많았음. 특히, 겨울철(12월~익년 2월)이 25.0일로 가장 많았고 봄철(3~5월)이 13.0일로 두 번째로 많았음<그림 2-우>.

2 풍속

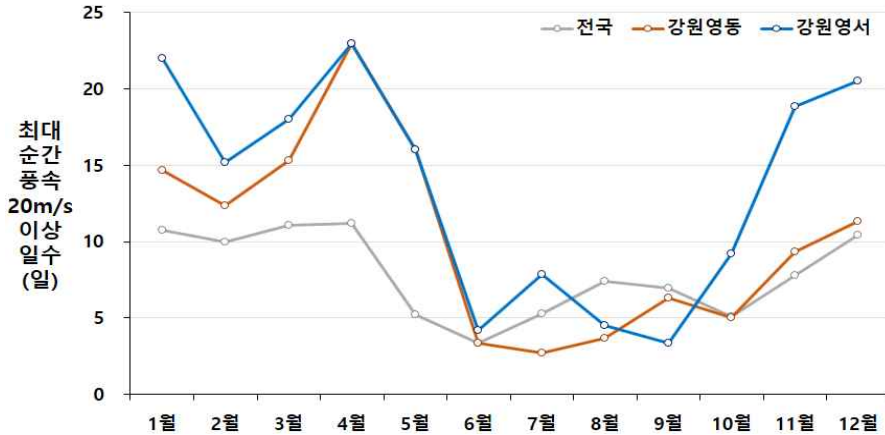
- (계절별 특성) 전국과 강원영서의 계절별 평균풍속은 봄철에 크게, 강원영동은 겨울철에 가장 크게 나타나 지역별로 다소 차이가 있으나, 겨울철과 봄철에 평균적으로 바람이 강해짐<그림 3-좌>.
- 월별 평균풍속을 살펴보면, 강원영동은 전국과 강원영서보다 전체적으로 강하게 나타났으며, 12월과 1월은 전국보다 0.4 m/s, 강원영서보다 0.6~0.7 m/s 더 강하게 나타남<그림 3-우, 붙임 4-표 3>.



【그림 3】 (좌)계절별 (우)월별 평균풍속(1991~2020년)

- (강풍일수) 강풍특보 기준인 최대순간풍속이 20 m/s 이상 발생일수의 경우, 강원영서가 전국 대비 10월부터 5월까지 많았음. 강원영동은 봄철인 4월(23.0일)과 5월(16.0일)에 강풍이 집중되어 강원영서와 비슷한 수준<그림 4>.

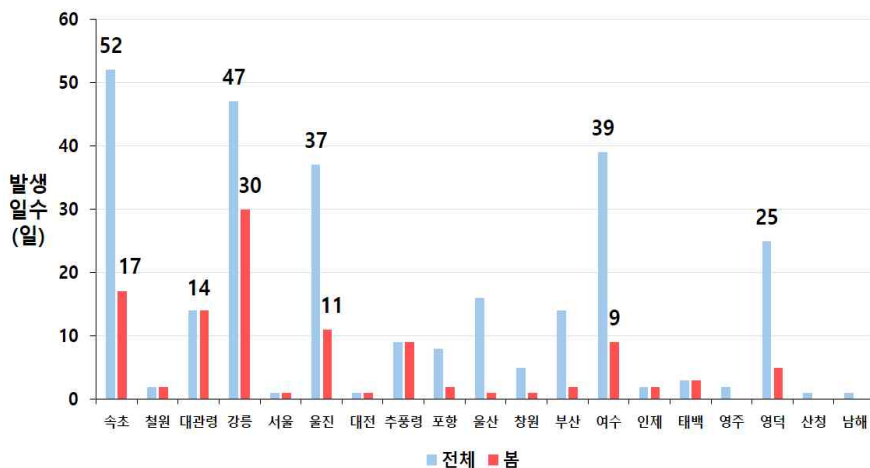
2) 전국: 최근 30년 이상의 연속적인 관측자료가 존재하는 육지의 62개 지점의 평균



[그림 4] 월별 최대순간풍속 20m/s 이상인 일수(1991~2020년)

3 습도 + 풍속

- (실효습도와 강풍) 지난 30년간(1991~2020년) 전국 62개 지점을 대상으로 실효습도가 35% 이하이면서 최대순간풍속이 20 m/s 이상인 일수, 즉 건조한 상태에서 강한 바람이 불었던 일수를 보면 강원영동에 속하는 속초(52일), 강릉(47일)이 두드러지게 많았음<그림 5>.
- 특히, 봄철에 위 조건을 만족하는 일수가 속초는 17일, 강릉은 30일로 전체 발생일수의 33%(속초), 64%(강릉)를 차지하여, 봄철에 낮은 실효습도와 강풍으로 대형산불 발생 가능성이 높음
- 이 외에도 산악지대인 대관령, 중부동해안에 위치한 울진에서도 봄철 낮은 실효습도와 강풍 조건을 만족하는 날이 많았음



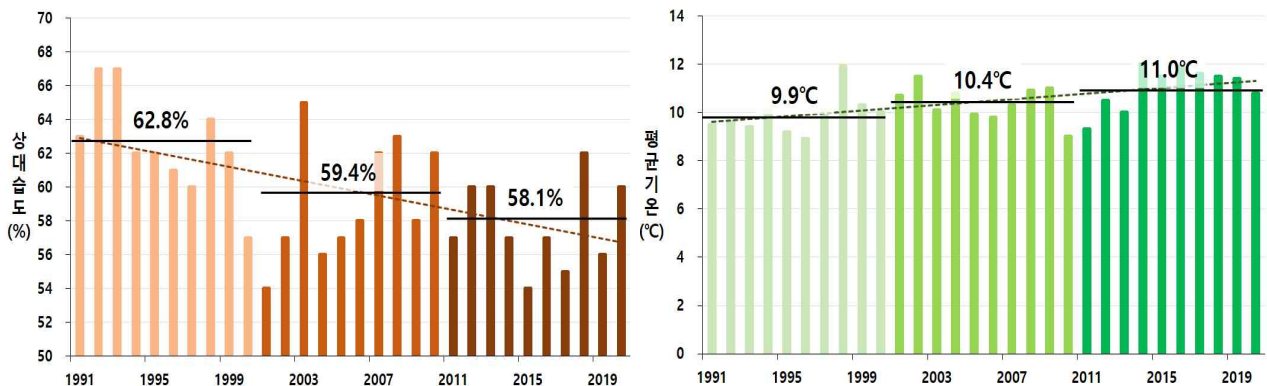
[그림 5] 실효습도 35% 이하이면서 최대순간풍속 20m/s 이상인 일수 (전국 62개 지점, 1991~2020년)

III. 강원도 기후변화의 산물 영향

□ (상대습도) 지난 30년간(1991~2020년) 강원도의 연도별 봄철 상대습도를 살펴보면, 1990년대는 62.8%였다가 2010년대에는 58.1%로 연도별 편차는 크나 점차 낮아지는 추세를 보임<그림 6-좌>.

○ (기온과의 연관성) 같은 기간 봄철 평균기온의 상승추세가 상대습도**가 낮아지는데 영향을 준 것으로 보임<그림 6-우>.

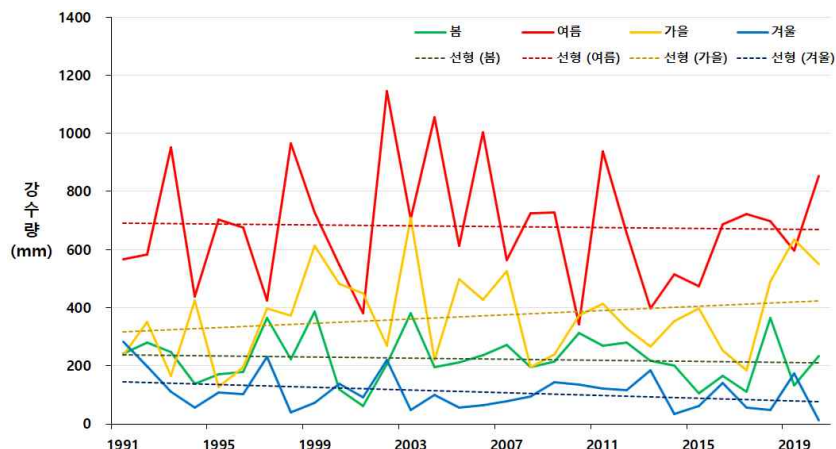
** 상대습도: 일상에서 일반적인 습도를 의미하며, 공기 속에 포함된 수증기량과 그 온도에서의 포화수증기량과의 비로 정의됨. 온도가 높아지면 포화수증기량도 증가하기 때문에 수증기의 양이 일정하다고 가정하면 온도와 상대습도는 반비례 관계를 보임



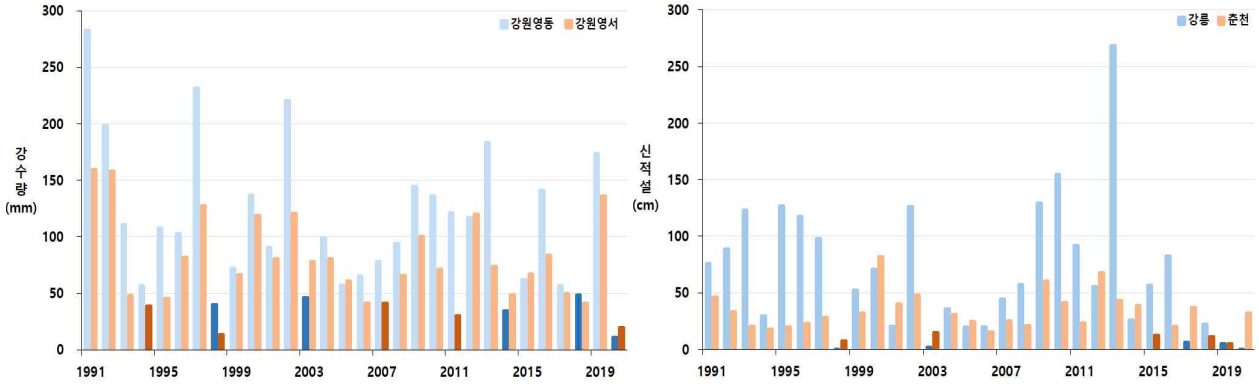
【그림 6】 연도별/연대별 봄철 강원도 (좌)상대습도, (우)평균기온(1991~2020년)

□ (강수량) 연도에 따른 강원영동의 강수량 변화는 봄철과 겨울철에 감소하는 경향으로 약하게 나타나나, 연도별 변동성이 커서 뚜렷한 변화 경향으로 해석되기는 어려움<그림 7>.

○ 다만, 겨울철 강수량과 신적설 모두 최저 순위에 해당하는 연도가 최근 들어 자주 발생함<그림 8>



【그림 7】 계절별 강원영동의 강수량 및 변화추세(1991~2020년)

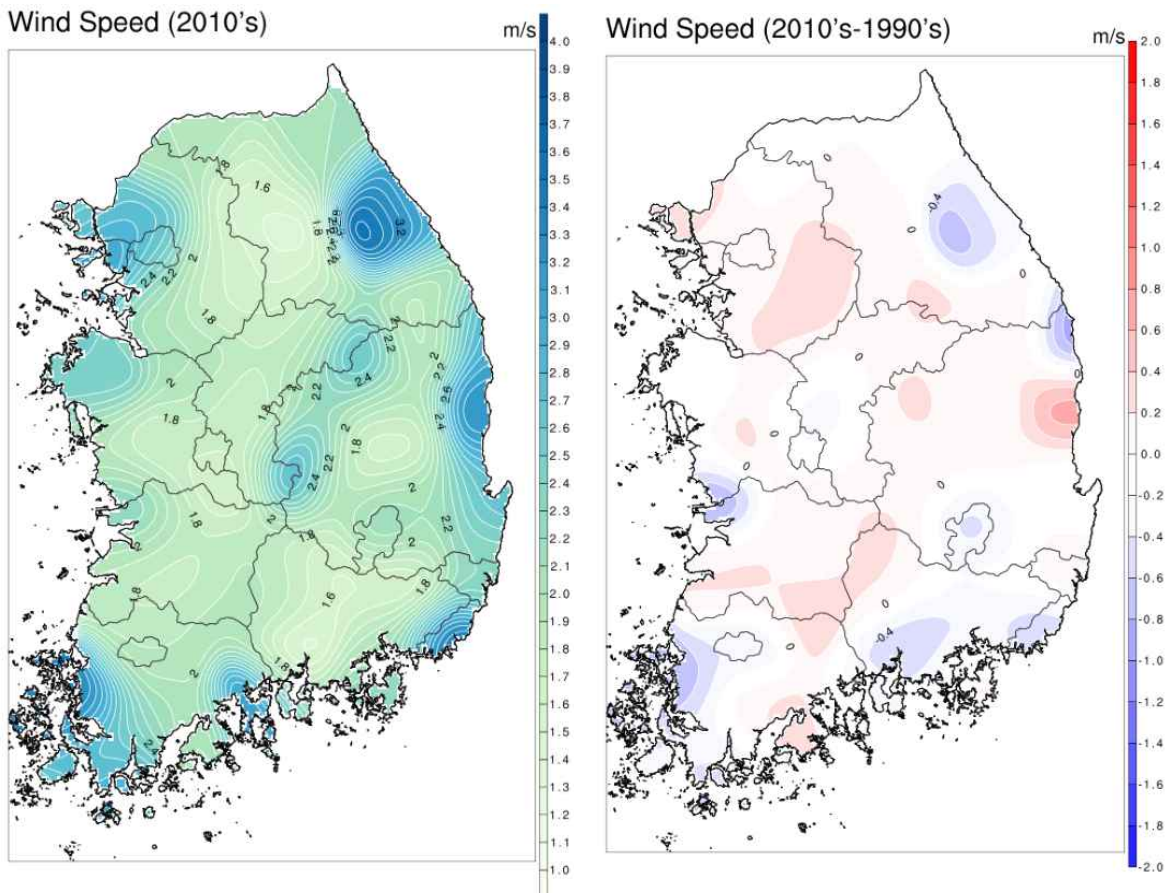


【그림 8】 연도별 강원영동/강원영서의 겨울철 강수량 및 신적설 변화(1991~2020년)

※ 짙게 채색된 부분은 하위 5위 이내 연도를 표시

※ 강수량은 권역별로, 신적설은 유인관측지점인 강릉(북강릉)과 춘천(북춘천) 활용

- (풍속) 봄철 평균풍속을 1990년대와 2010년대를 비교하면, 강원도 영서내륙으로는 평균풍속이 강해진 반면, 동해안지역에서는 감소
- 다만, 강원도 산악지대(대관령) 및 동해안을 중심으로 여전히 다른 지역에 비해 강한 바람이 나타남<그림 9>



【그림 9】 봄철 평균풍속 분포도 (좌)2010년대, (우)2010년대-1990년대

IV. 시사점

- 강원도는 겨울철부터 봄철까지 전국 다른 지역에 비해 습도와 바람의 측면에서 산불 발생에 유리한 기상환경이 형성
 - 강원영동은 전국에 비해 겨울철부터 봄철까지 대기의 건조함이 지속되고 특히 실효습도가 35% 이하인 일수가 겨울철에 월등히 많음. 봄철에 낮은 실효습도와 강한 바람이 동시 발생하는 사례 역시 가장 많음
 - 봄철 대기가 매우 건조한 가운데, 이동성 고기압이 통과하면서 남고북저의 기압배치가 형성되고 조밀한 등압선이 한반도에 위치하게 됨. 이때 강원영동을 중심으로 ‘양간(강)지풍’이라 불리는 강한 서풍이 불게 되는데, 이런 경우 대형산불로 확산될 가능성이 큼
- 최근 30년간 기후학적 통계분석을 통해, 강원영동에서 대형산불 발생에 보다 유리한 환경으로 변화하고 있음을 확인 가능
 - 봄철 평균기온의 상승과 관련하여 상대습도는 점차 낮아지는 추세를 보여 산불발생 가능성이 증가하고 있음
 - 겨울철 강수량 및 적설은 변동이 크고 유의미한 변화 경향성이 보이지 않지만, 강수량 및 적설 모두 최저 순위에 해당하는 연도가 최근 들어 자주 발생하고 있음

붙임 1 최근 10년간(2012~2021년) 및 올해 지역별 산불발생 현황

<출처: 산림청, 산불발생현황>

구분	10년 평균(2012~2021년)		2021년		올해(2022.3.31.까지)	
	건수(건)	면적(ha)	건수(건)	면적(ha)	건수(건)	면적(ha)
서울	11.5	1.235	4	0.2	2	2.1
부산	12.2	14.723	6	0.66	13	24.58
대구	8.1	0.755	8	0.53	7	38.65
인천	18.2	4.512	8	1.4	4	0.25
광주	3.2	0.395	1	0.04	1	0.08
대전	7.4	2.103	4	0.73	0	0
울산	10.7	88.476	11	2.95	13	18.19
경기	101.7	33.393	74	13.29	62	26.47
강원	72.0	551.596	49	90.17	31	4,424.94
충북	22.4	18.896	8	76.26	10	5.27
충남	27.2	10.635	24	41.25	17	8.4
전북	22.9	5.631	23	15.71	17	30.63
전남	39.6	13.364	32	18.04	18	44.21
경북	80.2	323.88	60	448.54	58	16,771.99
경남	39.9	15.879	37	56.12	45	840.15
제주	0.5	0.388	0	0	1	0.05
세종	3.2	1.246	0	0	3	0.12
전국 합계	480.9	1,087.107	349	765.89	301	22,235.98

붙임 2 | 최근 10년간(2012~2021년) 강원도의 대형산불

<출처: 산림청, 산불발생 현황, 피해면적이 큰 순서로 정렬>

발생일시	발생장소	피해면적(ha)
2019년 4월 4~5일	고성군 토성면	1,266.62
2019년 4월 4~5일	강릉시 옥계면	1,260.15
2017년 5월 6~9일	삼척시 도계읍	765.12
2018년 3월 28일	고성군 간성읍	356.85
2019년 4월 4~6일	인제군 남면	344.93
2017년 5월 6~9일	강릉시 성산면	252.00
2018년 2월 11~13일	삼척시 노곡면	161.14
2017년 3월 9~10일	강릉시 옥계면	160.41
2020년 5월 1~2일	고성군 토성면	123.20
2018년 2월 11~13일	삼척시 도계읍	76.46

붙임 3 연대별 평균기온 및 상대습도 변화

전국	평균기온(°C)				상대습도(%)			
	1990년대	2000년대	2010년대	2010년대 - 1990년대	1990년대	2000년대	2010년대	2010년대 - 1990년대
봄	11.5	11.8	12.3	+0.8	63.3	60.8	61.0	-2.3
여름	23.4	23.6	24.3	+0.9	77.0	76.0	77.4	+0.4
가을	13.8	14.2	14.4	+0.6	71.0	69.7	72.6	+1.6
겨울	0.5	0.5	0.5	0.0	63.9	61.3	60.8	-3.1

강원영동	평균기온(°C)				상대습도(%)			
	1990년대	2000년대	2010년대	2010년대 - 1990년대	1990년대	2000년대	2010년대	2010년대 - 1990년대
봄	10.5	10.8	11.5	+1.0	61.7	57.0	57.0	-4.7
여름	21.7	22.0	22.8	+1.1	78.7	75.7	77.3	-1.4
가을	13.3	13.4	13.5	+0.2	67.7	65.0	67.7	0.0
겨울	0.3	0.2	0.2	-0.1	55.7	50.0	50.3	-5.4

강원영서	평균기온(°C)				상대습도(%)			
	1990년대	2000년대	2010년대	2010년대 - 1990년대	1990년대	2000년대	2010년대	2010년대 - 1990년대
봄	9.6	10.2	10.8	+1.2	63.3	60.7	58.7	-4.6
여름	22.1	22.5	23.4	+1.3	78.2	76.7	76.0	-2.2
가을	11.1	11.7	12.0	+0.9	74.7	72.8	74.5	-0.2
겨울	-3.3	-3.1	-3.0	+0.3	68.7	65.2	63.8	-4.9

※ 강원도: 강원영서(철원, 대관령, 춘천, 원주, 인제, 홍천), 강원영동(속초, 강릉, 태백) 9개 지점의 평균
 전국: 62개 지점의 평균

붙임 4 기상요소별 월 평균값 비교(1991~2020년)

【표 1】 월별 강원도와 전국의 상대습도(단위: %)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
전국	62	60	60	60	65	72	80	79	76	70	67	64
강원도	61	60	59	57	63	71	79	80	77	71	66	63
강원영동	52	53	57	56	62	73	78	79	77	66	58	51
강원영서	66	63	60	58	64	71	80	80	78	74	70	69

【표 2】 월별 강원도와 전국의 실효습도 35% 이하인 일수(단위: 일)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
전국	2.2	2.3	1.8	1.9	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	1.4
강원도	3.4	2.6	2.6	3.1	1.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	1.6	2.9
강원영동	9.7	6.9	5.3	5.3	2.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.6	4.6	8.4
강원영서	0.2	0.5	1.3	2.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1

【표 3】 월별 강원도와 전국의 평균풍속(단위: m/s)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
전국	2.1	2.2	2.3	2.3	2.1	1.8	1.8	1.7	1.6	1.7	1.8	2.0
강원도	2.0	2.0	2.2	2.3	2.1	1.7	1.8	1.6	1.6	1.7	1.9	2.0
강원영동	2.5	2.4	2.5	2.5	2.2	1.8	1.8	1.7	1.8	2.1	2.3	2.4
강원영서	1.8	1.8	2.1	2.3	2.0	1.7	1.7	1.6	1.4	1.5	1.7	1.8

【표 4】 월별 강원도와 전국의 최대순간풍속이 20m/s 이상인 일수(단위: 일)

구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
전국	0.4	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
강원도	0.7	0.5	0.6	0.8	0.5	0.1	0.2	0.1	0.1	0.3	0.5	0.6
강원영동	0.5	0.4	0.5	0.8	0.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4
강원영서	0.7	0.5	0.6	0.8	0.5	0.1	0.3	0.2	0.1	0.3	0.6	0.7

붙임 5 양간(강)지풍이란?

○ 주로 봄철에 양양과 간성(또는 양양과 강릉) 사이에서 부는 국지적 강풍을 말함. 봄철 우리나라 남쪽으로 고기압이, 북쪽에 저기압이 위치하는 남고북저(南高北低)의 기압 배치가 이뤄지면 태백산맥에 직각방향으로 서풍이 유입됨<그림 1-좌>. 이때 온난한 성질의 이동성 고기압이 우리나라로 이동하면서 태백산맥 위 상공(해발 1000m 이상)에 기온 역전층이 형성됨. 산사면에 쌓인 찬 공기와 역전층 사이로 좁은 틈새가 형성되고, 그 틈새로 압축된 찬 공기가 지나가면서 공기흐름이 더욱 빨라져 산맥의 경사면을 따라 강원 영동을 중심으로 강한 바람이 불게 됨<그림 1-우>.

※ 역전층: 보통 대기의 온도는 고도가 100m 높아질수록 0.5~1.0℃ 정도 낮아지는데, 고도가 올라감에 따라 오히려 기온이 높아진 채로 일정한 층을 이룬 안정한 상태

○ 태백산맥을 지나면서 압력이 높아진 공기흐름은 고온건조하고 속도가 빠른 특성이 있어 강원 동해안 지역에서 봄철 대형산불이 발생하는 원인으로 지목됨. 또한 강원영동에 많은 소나무 숲의 송진과 솔방울은 인화성이 강해 양간(강)지풍이 발생 시 대형산불로 확산될 가능성을 높여줌



【그림 1】 (좌) 봄철 기압배치(남고북저형), (우) 양간(강)지풍 모식도

붙임 6 | 전국의 대표적인 대형산불

<출처: 산림청 누리집>

