

국토정책 Brief

KRIHS POLICY BRIEF • No. 450

발행처 | 국토연구원 • 발행인 | 김경환 • www.krihs.re.kr

기후변화에 따른 폭설 취약지역 증가와 대응방향

한우석 국토연구원 책임연구원

요 약

① 기후변화 영향으로 우리나라를 포함하는 고위도 북반구에 폭설이 빈번하게 발생

- 기후변화(지구온난화) 영향으로 북극지역의 얼음이 녹으면서 다량의 구름이 발생하여 시베리아 등 북반구 지역의 적설량이 증가하고, 증가된 눈과 구름의 영향에 따른 지표 온도변화로 찬 공기가 남하하여 우리나라를 포함하는 고위도 북반구에 폭설이 빈번하게 발생함
- 폭설에 의한 피해 유형은 적설피해, 설압피해, 눈사태피해, 착설피해, 교통사고, 제설 후 관리미흡에 따른 간접피해 등이 있음

② 폭설에 의한 피해는 우리나라에서 발생하는 자연재해 피해액 중 홍수에 이어 두 번째로 높음

- 최근 10년간(2003~2012) 우리나라에서 발생한 자연재해 피해액 중 폭설에 의한 피해는 연평균 1,700억원(전체 자연재해 피해액의 약 12%)으로 홍수에 의한 피해액 다음으로 높음
- 지역별로는 충청남·북도와 전라남·북도의 폭설피해가 연평균 전국 피해액의 81%를 차지함

③ 기후변화에 따른 폭설 취약성 분석 결과에 따르면, 미래에는 폭설 취약지역이 강원권, 충청권, 호남권으로 확대될 것으로 전망됨

- 폭설에 대한 기후노출은 현재에는 강원권이 가장 취약한 것으로 나타나지만, 미래에는 강원권, 충청권, 호남권을 연결하는 축으로 취약지역이 확대될 것으로 전망됨
- 폭설 취약성 분석 결과 현재는 강원권, 충청권, 호남권이 취약하며, 미래에는 취약지역이 확대될 것으로 전망됨

정 책 방 안

- ① 지역별·시계열별 폭설 데이터 분석을 통해 폭설 취약지도 및 폭설 대응 매뉴얼을 구축하여 보급
- ② 폭설에 의한 2차 피해 및 간접피해 저감을 위해 민관 협력체계 강화, 차량 탈부착식 제설기 도입, 친환경 제설제 개발 등 다양한 제설대책 개선방안 모색이 필요
- ③ 폭설 취약특성을 고려하여 지역 맞춤형 폭설 예방대책 마련이 필요

1. 기후변화 영향에 따른 폭설 증가

■ 폭설¹⁾은 짧은 시간에 많은 양의 눈이 내리는 현상으로 기상청에서는 신적설²⁾양을 기준으로 대설특보(대설주의보와 대설경보)를 발령하고 있음

- 대설주의보는 24시간에 신적설이 5cm 이상 예상될 때 발령하고, 대설경보는 24시간에 신적설이 20cm 이상, 산지의 경우에는 24시간에 신적설이 30cm 이상이 예상될 때 발령함
- 폭설에 의한 피해는 눈이 많이 쌓여서 발생하는 적설피해, 눈압력에 의해서 발생하는 설압피해, 눈사태피해, 젖은 눈이 송전선 등에 부착되어서 발생하는 착설피해, 도로 빙판화에 따른 교통사고 피해, 제설작업 후 관리소홀에 따른 간접피해 등 크게 6가지 유형이 있음

■ 최근 들어, 고위도 북반구에 폭설 등의 겨울철 재난피해가 자주 발생하고 있으며, 기후변화(지구온난화)와 대조되는 현상인 폭설 증가는 북극의 해빙 및 시베리아의 폭설 증가로 설명되고 있음

- 2014년 1월 뉴욕, 보스턴, 시카고, 워싱턴 DC 등 미국 북동부의 폭설 피해, 2013년 11월 중국 동북부 헤이룽장성과 지린성에 폭설 피해, 2011년 2월 강원도 폭설피해 등 최근 고위도 북반구를 중심으로 폭설피해가 빈번히 발생

- 고위도 북반구에 폭설이 발생하는 원인으로서는 먼저, 지구온난화로 북극지역의 얼음이 녹으면서 구름을 대량 발생시키고, 이로 인해 시베리아 등 북반구 지역에 눈과 구름이 증가함
- 증가된 눈과 구름은 햇빛을 반사시켜 지표의 온도를 떨어뜨리면서 증가된 찬 공기의 영향으로 시베리아 고기압의 세력이 커짐
- 강화된 시베리아 고기압이 제트기류의 골을 타고 밀려 내려오면서 우리나라를 포함한 고위도 북반구의 기온이 떨어지고 폭설과 같은 기상이변이 빈번히 발생함

그림 1 지구촌 한파와 폭설피해



자료: 기상청, 2010. 이상기후 특별보고서.

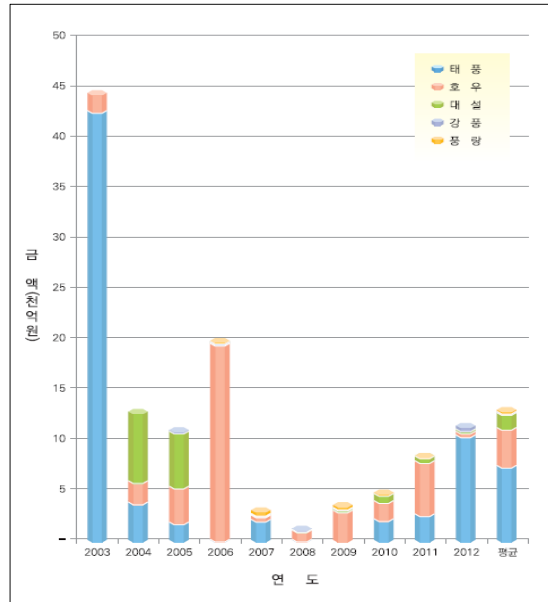
1) 짧은 시간에 많은 양의 눈이 내리는 현상을 재난분야에서는 폭설, 기상학적으로는 대설이라는 용어를 사용하고 있음
2) 신적설은 어떤 정해진 시간(6시간 또는 24시간)에 내려 쌓인 눈

2. 폭설피해 현황 및 폭설 취약성 분석

■ 최근 10년간(2003~2012) 우리나라에서 발생한 자연재해 중 폭설은 홍수에 이어 두 번째로 많은 피해를 미치며, 지역별로는 호남권과 충청권 등에서 많은 피해가 발생함

- 최근 10년 연평균 자연재해(태풍, 호우, 폭설, 강풍, 풍랑 등) 피해액 1.4조 원 중 폭설에 의한 피해액은 1,700억 원으로 전체 자연재해 피해액의 약 12%를 차지함
- 지역별 폭설에 의한 연평균 피해액은 충청남도가 485억 원으로 가장 높고, 전라남도 335억 원, 전라북도 291억 원, 충청북도 269억 원 등 호남권과 충청권에서 전국 피해액의 81%가 발생함

그림 2 최근 10년간 자연재해 원인별 피해액 현황



자료: 재해연보 2012.

표 1 최근 10년간 시도별 폭설피해 현황(2003~2012)

(단위: 억 원)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	연평균
서울	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
부산	0	0	132	0	0	0	0	0	0	58	19
대구	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
인천	0	0	0	3	0	0	0	2	1	0	0.6
광주	0	0	380	0	6	0	0	3	0	0	39
대전	0	846	0	0	0	0	0	1	0	1	85
울산	0	0	12	0	0	0	0	0	8	0	2
경기	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0.8
세종	0	36	1	18	0	0	34	103	0	2	19
강원	0	15	36	0	0	17	38	61	272	0	44
충북	0	2422	0	0	0	0	9	203	0	51	269
충남	0	4457	260	19	0	14	51	13	0	31	485
전북	0	28	2714	22	39	1	9	74	0	20	291
전남	0	25	3079	1	45	4	2	196	1	2	335
경북	0	676	109	0	0	5	0	9	201	6	101
경남	0	0	32	0	0	0	0	5	0	24	6
제주	0	1	47	0	0	0	0	43	0	0	9
합계	0	8512	6802	63	90	41	143	712	483	204	1704

주: 피해액은 2012년도 환산 가격기준임.

자료: 재해연보 2012.

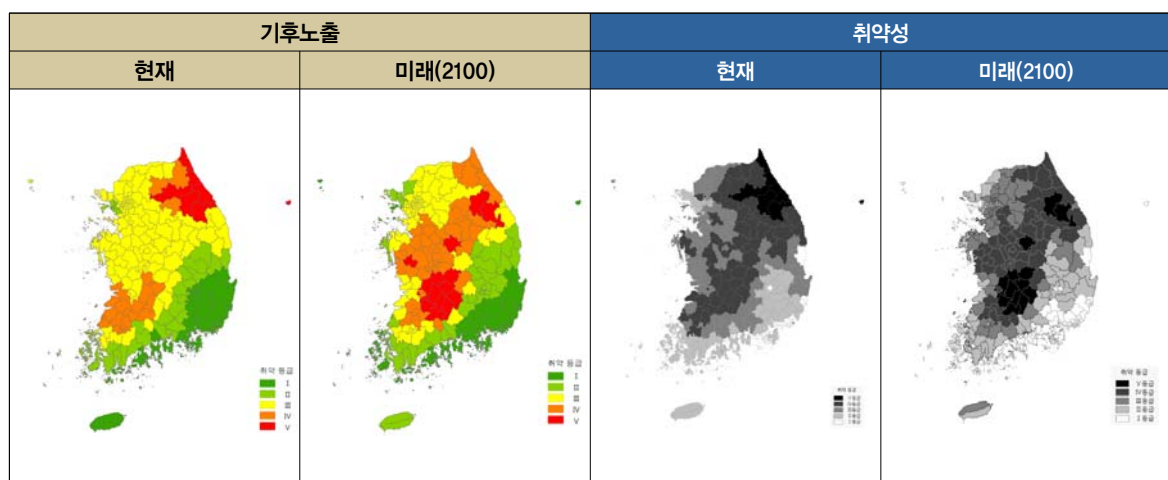
- 폭설에 대한 ‘기후노출’ 분석결과, 현재에는 강원권이 가장 취약한 것으로 나타나지만, 미래(2100년)에는 강원권, 충청권, 호남권을 연결하는 축으로 취약지역이 확대될 것으로 전망됨
 - 현재에 대한 기후노출 분석결과, 전국 232개 지자체 중 34개(14.7%) 지자체가 폭설에 대한 기후노출 취약지역(Ⅳ, Ⅴ 등급)으로 분류되었고, 지역별 취약 지자체는 강원권 해안 지자체를 중심으로 호남권 해안 및 내륙 지자체의 비중이 높은 것으로 나타남
 - 미래(2100년)에는 61개(26.3%) 지자체가 기후노출 취약지역(Ⅳ, Ⅴ 등급)으로 분류되었고, 강원권과 호남권을 중심으로 충청권까지 취약지역이 확대되며, 영남권을 제외한 전국의 기후노출이 심해지는 양상을 보임

※ 현재의 기후노출은 유인관측소의 연평균 최심신적설량 데이터(1981~2010년)를 미래의 기후노출은 CCGIS의 2100년(A1B 시나리오) 연평균 최심신적설량 데이터를 활용하여 지자체별 상대적인 취약성을 5등급으로 분류하여 나타낸 것임

- 폭설에 대한 ‘취약성’ 분석결과, 현재는 강원권, 충청권, 호남권이 취약하며, 미래(2100년)에는 취약지역이 확대될 것으로 전망되고 있음
 - 현재에 대한 폭설 취약성 분석 결과, 61개(26.3%) 지자체가 취약지역(Ⅳ, Ⅴ 등급)으로 나타났고, 지역별로는 강원권 지역이 폭설에 가장 취약한 것으로 분석되었으며, 충청권, 호남권, 영남권의 산간 내륙지역에 위치한 지자체도 대체로 폭설에 취약한 것으로 나타남
 - 미래(2100년)에는 폭설에 대한 취약성이 다소 확대되어 67개(28.9%) 지자체가 폭설 취약지역(Ⅳ, Ⅴ 등급)으로 분류되었으며, 가장 취약한 등급인 Ⅴ 등급 지자체는 지리산 주변의 호남권과 강원도 내륙지역에서 나타남

※ 폭설에 대한 취약성 분석은 기후노출(연평균 최심신적설량), 잠재취약지역(급경사지역 비율, 산지면적 비율), 분석대상(시민, 기반시설, 건축물) 등을 종합적으로 고려하여 지자체별 상대적인 취약성을 5등급으로 분류하여 나타낸 것임

그림 3 전국 폭설에 대한 기후노출 및 취약성



자료: 국토해양부, 2012, 기후변화 적응도시 조성방안 연구.

3. 폭설대응 정책방향

- 지역별·시계열별 폭설 데이터 분석을 통해 폭설 취약지도 및 폭설 대응 매뉴얼을 구축하여 보급
 - 기후변화에 따라 지역별 폭설 패턴이 변화하고 있기 때문에, 지역별·시계열별 적설량에 대한 데이터를 축적하여 분석하고 폭설 취약지도를 작성·보급
 - 작성된 취약지도에 따라 폭설피해에 민감한 지역의 개발을 억제하고, 불가피한 경우에는 철저한 예방대책을 마련한 후 개발이 필요
 - 폭설 대응 매뉴얼은 폭설 주의보와 경보 시 단계별 행동요령(스노우체인 의무화 및 도로별 차량통제, 상황근무, 비상회의, 민방위 경보시설 활용 등)과 관련 기관들의 협력을 통한 인력과 물자(제설차량, 제설제 등)의 신속한 지원방안 등을 규정

- 폭설에 의한 2차 피해 및 간접피해 저감을 위해 민관 협력체계 강화, 차량 탈부착식 제설기 도입, 친환경 제설제 개발 등 다양한 제설대책 개선방안 모색이 필요

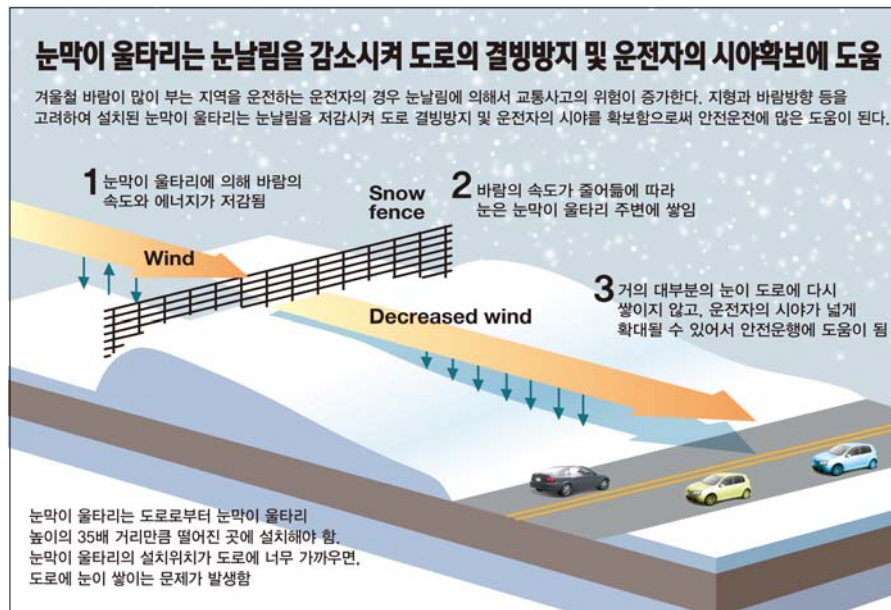
그림 4 차량 탈부착식 제설기



자료: <http://blog.naver.com/daara100?Redirect=Log&logNo=40202378676>

- 지자체의 인력 및 장비부족에 따른 2차 피해를 저감하기 위해서는 평상시 주민들을 대상으로 제설교육 수행, 자원봉사 활동의 홍보 및 활성화 등을 통해 민관 협력체계를 강화하는 방안을 마련하는 것이 필요
 - 제설장비를 충분히 확보하고 정기적으로 관리하여 효율적으로 제설작업이 이루어지도록 하며, 상대적으로 저렴한 차량 탈부착식 제설기를 확보하여 폭설발생시 관공차량에 장착·운영하는 방안도 고려해야 함
 - 일반적으로 제설제로 사용되고 있는 염화칼슘에 의해 가로수 고사, 차량과 철 구조물의 부식, 지하수 및 환경생태계 오염 등의 간접피해가 발생하고 있기 때문에, 다양한 친환경 제설제를 개발하고 활용하는 방법을 모색할 필요가 있음
- 지역별 폭설 취약특성을 고려하여 지역 맞춤형 폭설 예방대책을 마련
 - 강원도 등 바람이 많은 산간지역의 도로는 제설 후에도 바람에 의해 눈이 이동하여 도로를 빙판으로 만들고 날리는 눈에 의해 교통사고를 유발할 수 있기 때문에, 지형과 바람의 방향 등을 고려하여 도로 주변에 눈막이 울타리(Snow Fence)를 설치

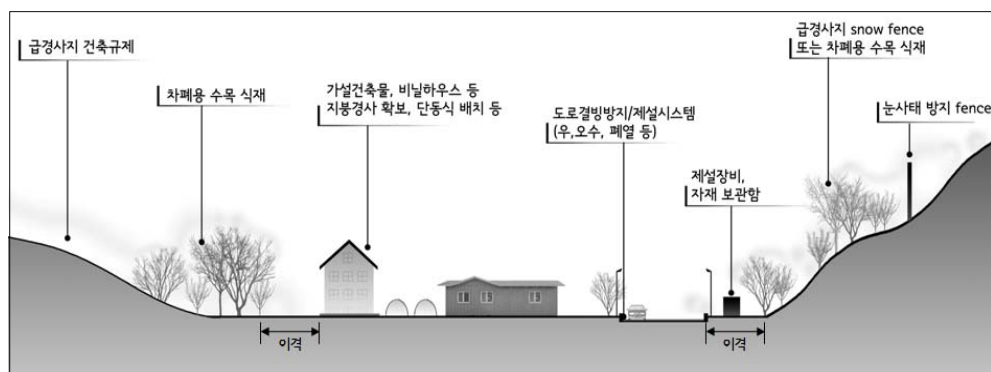
그림 5 눈막이 울타리(Snow Fence)의 효과



자료: www.gizmodo.fr

- 전라도, 충청도 등 비닐하우스 농사를 많이 짓는 폭설 취약지역에서는 적설하중에 의한 붕괴위험을 줄이기 위해 비닐하우스의 지붕구조를 연동식보다는 분리된 단동식으로 배치
- 급경사지와 같은 위험지역 개발 시에는 급경사지를 따라 눈사태방지 울타리 및 차폐용 수목을 식재하며 일정거리를 이격시킨 후에 개발하고, 지역별 적설량에 따른 설압을 고려하여 지붕 경사각도 및 건축물 설계기준을 강화

그림 6 폭설 피해 저감을 위한 공간계획(예시)



자료: 심우배 외, 2010. 기후변화에 안전한 재해통합대응 도시 구축방안 연구(II).

한우석 국토연구원 국토계획연구본부 책임연구원(wshan@krihs.re.kr, 031-380-0282)