

신속하고 정확한 대설 피해 예측을 통한 재난 대응 필요성



정 건 희

호서대학교 건축토목환경공학부
조교수
gunhuic@gmail.com



박 희 성

한국건설기술연구원 수자원하천 연구소
연구위원
hspark90@kict.re.kr

1. 대설이란

‘재난 및 안전관리기본법’에서는 국민의 생명, 신체 및 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것을 ‘재난’이라고 정의하고, 태풍, 홍수, 호우, 강풍, 풍랑, 해일, 대설, 낙뢰, 가뭄, 지진, 황사, 적조 그 밖에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해를 그 종류 중 하나로 설명하고 있다. ‘재난 및 안전관리기본법’에서 정의한 재난 중 강설에 관련된 것은 대설로 정의되어 있다.

대설이란, 기상청 위험기상정보포털에 의하면, 짧은 시간에 많은 양의 눈이 내리는 것이며, 일반적으로 시간당 1~3cm 이상 또는 24시간 이내 5~20 cm이상의 눈이 내리는 현상을 말하고, 시간적으로나 공간적으로 집중성이 강하게 발생하여 30분~2시간 주기로 강약의 변동을 보이는 현상을 말한다. 대설의 발생원인은 겨울철에 시베리아 쪽에 발달한 저기압의 영향을 받거나 찬 대륙고기압의 공기가 서해와 동해로 이동하면서 해수 온도와 기온과의 온도차로 눈 구름대가 만들어지면서 발생한다. 그 밖에도 고기압의 가장자리에서 한기를 동반한 상층 기압골이 우리나라 상공을 통과하면서도 발생한다.

대설에 의한 피해는 적설이나 착설 등에 의해 발생하는 직접적인 피해와 장기간의 적설로 인한 물가상승이나 단시간의 많은 양의 국지성 대설로 인한 도로마비 등과 같은 2차 피해로 구분할 수 있다. 직접적인 피해는 눈이 많이 쌓여서 일어나는 적설피해, 쌓인 눈의 압력으로 일어나는 설압피해, 눈이 경사면을 미끄러져 내리면서 일어나는 눈사태, 눈이 송전선이나 가설물에 부착되어 발생하는

착설피해가 있을 수 있다.

그러므로 기상청에서는 일기도와 각종 자료에서 전선, 저기압, 기압패턴에 따른 풍계, 상층의 한기 남하 등을 분석하고 수치예상도의 해석을 통해 대설 가능성을 예측한다. 그 후, 위성에 의한 눈구름의 이동·발달·경향, 레이더 신호의 강도, 지상과 상층의 바람 등의 기상실황을 종합 분석하여 앞으로 내릴 적설량, 대설특보 등을 발표하게 된다. 대설특보는 대설주의보와 대설경보로 나뉘는데, 24시간 신적설이 5cm 이상 예상될 때 대설주의보가 발표되며, 대설경보는 24시간 신적설이 20cm 이상 단, 산간의 경우는 30cm 이상 예상될 때 발표된다(그림 1). 24시간 신적설은 24시간 동안 새롭게 내린 눈의 양을 말하며, 일기예보에서 예상적설량이라고 하면 신적설을 말한다.

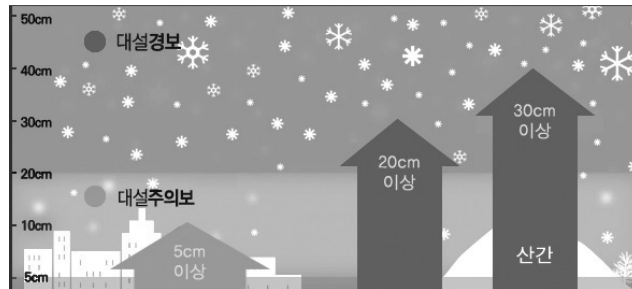


그림 1. 대설특보 발령 기준 (출처: 기상청 위험기상정보포털)

2. 국내 적설량과 적설일수 변화

대설이 예상되면 앞에서 설명한 바와 같이 대설특보가 발효된다. 그림 2에서 보는 바와 같이, 대설주의보와 대설경보의 발령횟수는 2005년 이후 급격히 증가하는 추세를 보이고 있다. 그러나 그림 3에서 알 수 있는 것과 같이 전국 평균 최심신적설량과 최심적설량의 변화나 대설에 의해 발생하는 피해액의 변화는 대설특보 발령 횟수만큼 크게 변하고 있는 것처럼 보이지는 않는다. 최심신적설량은 앞에서 설명한 신적설량 중 가장 큰 값으로 일일 최고 강설량을 나타내며, 최심적설량은 기존에 녹지 않고 쌓여 있던 눈의 높이까지를 고려한 일일 최고 적설량을 이르는 말이다.

신적설량의 변화가 그리 크지 않은 것은 어쩌면, 요즘 우리가 익숙하게 듣고 있는 기후변화라는 것과 맞물려 당연한 것처럼 들리기도 한다. IPCC (국가간기후변화협약체)에서 2007년에 발표한 보고서에 따르면, 지구는 지난 100년 동안 그 어느 때보다 빠른 속도로 더워지고 있다고 한다. 예전에는 만년 동안 지구 온도가 1℃ 이상 변한 적이 없던 것에 비하면 지난 100년간 평균기온이 0.74℃나 올라갔다. 이러한 지구온도의 상승과 더불어 1950년 이래 전지구가 폭·염집중호우 증가, 해수면 상승 추세라는 이제까지 경험하지 못한 이상기후 현상에 직면하면서 경제·사회적 고통마저 겪고 있다 (환경부, 2010, 기후변화, 이제는 적응입니다). 이렇게 지구의 온도가 상승하고 있다면, 국내 적

설량은 오히려 감소해야 할 것으로 생각되기 때문에 그림 3과 같은 규모의 큰 대설관련 피해의 발생은 당황스럽기까지 하다. 이것을 기반으로 예측해 보면 대설이 시간적으로나 공간적으로 집중되는 경향이 있으며 이에 따라 전국에 피해가 균일하게 발생하고 있지 않는다는 것을 알 수 있다. 또한, 불규칙적으로 대규모 피해를 야기하는 대설의 원인을 규명하기 위해서는 전국평균이 아닌 지역별로 상세한 분석이 필요함을 알 수 있다.

2005년 대설피해를 입은 부산의 상황을 살펴보면, 이런 현상을 더욱 잘 설명할 수 있다. 기상청에서 2009년에 발행한 ‘기후변화의 이해 IV’에서 보여준 부산지역의 적설량과 강설일수의 변화는 그림 4~5와 같다. 부산의 69년 동안의 신적설량 관측값을 살펴본 결과, 1940~2008년 동안의 부산의 연강설량은 5.1cm이며, 분석기간인 69년 동안 0.2cm/10년의 비율로 증가하는 추세를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 추세는 2005년도의 폭설로 인한 영향이 크게 나타나기 때문이며 다른 해와 달리 46.7cm의 극한 폭설이 내린 2005년을 제외한다면, 1940~2004년까지의 강설량은 오히려 0.6cm/10년의 비율로 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 그림 6에서 알 수 있는 것과 같이 강설일수는 최근 들어 꾸준히 증가하고 있는 것을 알 수 있다. 부산의 연강설일수는 2.0일로, 69년 동안 0.05일/10년의 비율로 증가하는 경향을 보였으며, 처음 10년 기간과 마지막 10년 기간의 강설일수는 각각 1.6일과 2.0일로 0.4일 증가한 것으로 조사되었다.

이렇게 국지적인 극한 대설이 발생하는 경우가 최근 들어 보고되고 있으며, 이러한 폭설이 연평균 신적설량이 크지 않은 지역에 발생하면 평소 대비가 철저하지 않기 때문에 더 큰 대설피해를 야기하는 것으로 보인다. 그러므로 이제 대설피해에 대해 전국 어느 곳도 자유롭지 못하며, 대설에 의한 재산피해는 간헐적으로 불규칙하게 발생하고 있지만, 그 경제적인 피해규모가 매우 크다는 것을 알았다.

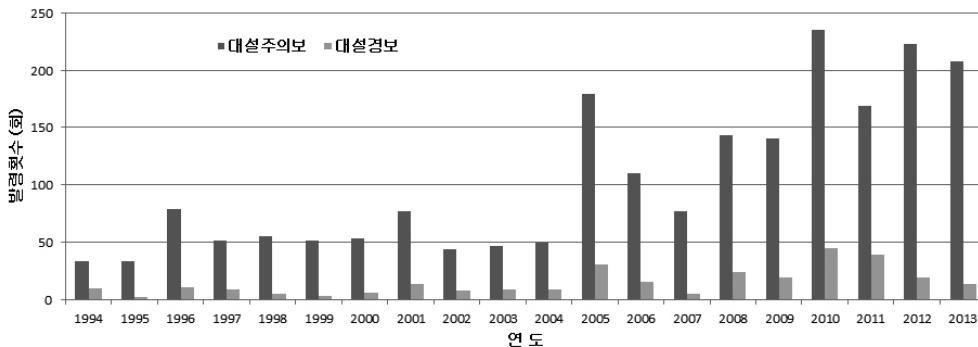


그림 2. 우리나라 연도별 대설주의보와 대설경보 발령횟수 (재해연보 기준)

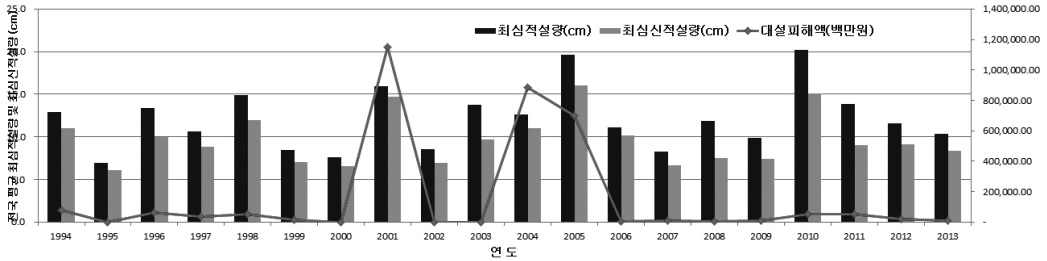


그림 3. 우리나라 연도별 평균 최심적설량과 최심신적설량과 대설관련 피해액 (재해연보 기준)

* 피해액은 소비자물가지수를 기준으로 2015년 현재로 환산한 결과임

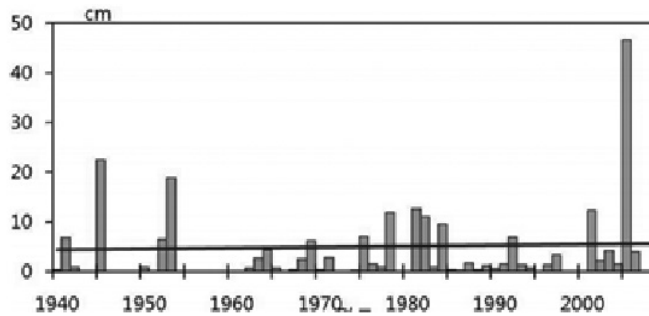


그림 4. 1940년에서 2008년까지 부산시 연도별 적설량 변화 (기상청, 2009, 기후변화의 이해 IV)

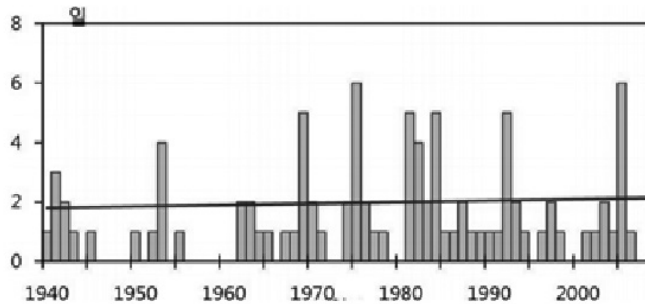


그림 5. 1940년에서 2008년까지 부산시 연도별 강설일수 변화 (기상청, 2009, 기후변화의 이해 IV)

3. 국내 대설 피해 사례

우리나라에서 호우와 태풍에 이어 세 번째로 큰 피해를 야기하는 대설은 간헐적이기는 하지만 매우 큰 피해를 야기해 세간의 주목을 받아왔다. 대설로 인해 특별재난지역을 선포한 현황은 다음 표 1과 같다. 2011년 이후 현재까지 대설 관련 특별재난지역 선포는 없다.

표 1. 대설로 인한 특별재난지역 선포 현황

기간	지역	피해액
2004.3.4.~3.5	충청, 호남	6,734억원
2005.12.3.~12.24	부산, 광주, 대전, 강원, 충남북, 전남북, 경남북, 제주	5,206억원
2010.12.29.~2011.1.1	강원, 경북	380억원
2011.2.11.~2.14	강원, 경북, 울산	360억원

특별재난지역이 선포된 대설관련 자연재난의 사례를 자세히 살펴보면, 2004년 3월 4일에서 5일에 천둥·번개를 동반한 기록적인 폭설이 내렸다. 동해안에서 접근하는 저기압의 영향으로 온난다습한 공기가 우리나라로 지속적으로 유입되면서 대기의 온도차에 의한 기층 불안정으로 인해 4일은 서울·경기지역을 중심으로 많은 눈이 내려 서울 18.5cm, 인천 12.7cm, 원주 16.0cm, 동두천 19.2cm, 문산 23.0cm의 최심신적설이 기록되었으며, 5일은 충청도지방을 중심으로 많은 눈이 내려 영월 20.5cm, 보은 39.9cm, 청주 32.0cm, 대전 49.0cm, 문경 49.0cm, 영주 35.8cm, 부여 29.8cm의 적설량을 보이면서 많은 피해가 발생하였다. 피해내용은 주택 94동이 반파 및 전파되었으며, 학교시설 94동 군사시설 22개소가 피해를 입었다. 비닐하우스 2,221ha, 축사·잠사 8,990동, 양식시설 622개소가 피해를 입었다. 집계된 피해액은 6,734억원이 발생하였다. 특히 중부지역 '폭설대란'으로 부산행 새마을호 열차가 탈선해 600명의 승객이 긴급 구조됐고, 경부고속도로 상·하행 남이고개 부근에서 갑작스런 폭설로 차량들이 마비되어 최고 37시간 동안 고속도로 91.5km 구간에 9천 850여대의 차량과 1만9천여명이 고립됐다. 또한 도로의 마비로 인해 농산물 가격이 폭등하고 한국도로공사 오점록 사장이 2004년 3월 7일 초기 대응 실패에 대한 책임을 지고 사임했다.

그 다음해인 2005년 12월 3일에서 24일까지 서해안 지역 등에 장기간 계속된 폭설로 11개 시·도에서 사망 3명, 실종 11명, 이재민 6,511명(2,180세대)의 인명과 주택 337동(전파 및 반파), 학교 65개소, 어항시설 10개소, 군사시설 29개소 등의 공공시설이 피해를 입었으며, 축사 9,037개소, 수산증·양식 1,332개소, 비닐하우스 1,242ha 등 사유시설에 피해가 발생해 총 5,206억 원의 재산피해 발생하였다. 특히, 호남고속도로 서순천~백양사구간(서울방향 111.4km), 논산~백양사 구간(순천방향 89.3km)에서는 19시간 20분(12.21 12:40~12.22 08:10) 동안 운전자들이 도로에 고립되는 상황이 발생하였다. 이때 최심적설량은 정읍(3일~5일) 46.7cm, 보령(9~10일) 11.2cm, 부안(12~18일) 27.8cm였다. 총 피해액 5,206억원 중 전남 2,488억원, 전북 2,193억원, 광주 307억원, 충남 194억원, 제주 38억원 등의 피해가 발생하였으며, 전남 3,314억원, 전북 3,141억원, 광주 403억원, 충남 243억원, 제주 88억원, 경북 11억원 등 총 7,213억원의 복구비가 지원되었다.

2010년 12월 29일부터 2011년 1월 1일까지 동아시아 대륙으로부터 우리나라 쪽으로 저기압의 이동경로가 형성되어 서해안과 중부지방에 눈구름이 지속적으로 유입되어 많은 눈이 내렸다. 12월 30일 정읍 28.6cm, 목포 24.3cm, 고창 22cm을 최심신적설량을 기록했고, 이 폭설로 인하여 비닐하우스, 인삼재

배시설 등 많은 피해가 발생하였다. 비닐하우스는 기존 농가 지도형 시설에 피해가 집중되었으며, 인삼 재배시설은 취약구간이 붕괴되면서 인접시설까지 연쇄적으로 피해가 발생하였다. 피해는 총 6개 시·도와 32개 시·군·구에서 380억 원의 재산피해가 발생하였다. 특히, 2010년에는 피해가 큰 자연재난 22건 중 폭설로 인한 피해가 5건이나 차지하고 있어 폭설로 인한 피해가 지속적으로 증가하고 있다.

남쪽지방에서 발달한 저기압으로부터 한반도로 형성된 기압골이 머무르면서 2011년 2월 11일부터 2월 14일 까지 영동지방에 많은 눈이 내렸다. 이 기간 중 강원과 경상북도의 동해안 지역에 최고 133cm의 폭설로 인하여 비닐하우스 등의 시설과 군사시설 등의 공공시설에 많은 피해가 발생하였다. 폭설에 취약한 기존 농가지도형 비닐하우스 시설과 연동형 비닐하우스의 연결부위에 집중하중을 받아 붕괴되었다. 또한 폭설시 취약한 비가림시설, 축사시설, 군사시설 등에 많은 피해가 발생하였다. 360억원의 피해액이 발생하였으며, 피해지역은 강원, 경북, 울산 등 4개 시·도, 21개 시·군·구 등이고, 이재민이 68세대 147명이 발생하였다.

이외에도 특별재난지역이 선포되지는 않았지만, 2010년 12월 29일에서 2011년 1월 1일 사이 전라도 지역을 중심으로 많은 눈이 내려 시설물 붕괴로 인한 283억원의 피해가 발생했다. 이때 최심적설량은 고창 40.5cm, 정읍 38.5cm, 광주 29.2cm, 목포 27.8cm, 전주 11.8cm, 서울 11.4cm였다. 또한, 2008년 12월 4~7일 사이 충청남도과 전라도지역을 중심으로 많은 눈이 내려 서해안 고속도로에서 차량 50여대가 연속 충돌하는 대형사고가 발생하였고 70여개 학교에서 휴교를 실시하였다. 총 16억원의 재산 피해가 발생하였으며, 고창 22.4cm, 보령 21.8cm, 서산 19.1cm의 최심적설량이 발생하였다. 최근 들어, 2014년 2월에도 강원도 지역에 대설이 내려 강릉 110.0cm, 속초 80.7cm, 대관령 74.0cm 등 기록적인 폭설이 내렸다. 이때는 24년(1990년 2월 이후) 만에 가장 많은 적설량이 관측되었으며, 관측(1911년) 이래 3번째로 많은 적설량이었으며, 유정복 안전행정부 장관은 대설 피해지역에 총 75억 원의 특별교부세를 지원하기로 결정하여 총 45억원 (강원 30억, 경북 12억, 울산 3억)을 2014년 2월 14일에 1차로 긴급지원하고, 2014년 2월 19일에 강원도에 30억원을 추가로 지원하였다. 또한 강원도 지역의 대설피해 복구를 위해 11개 기관에서 인력 490명, 장비 400대가 투입되었고, 2월 7일 이후 군부대에서도 인력 51,059명, 제설차 등 장비 749대가 투입되어 지원을 하였다.

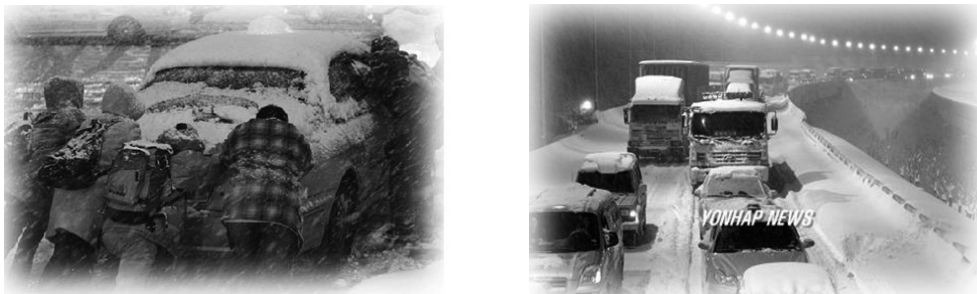


그림 6. 2004년 대설피해



그림 7. 2011년 대설피해

4. 신속한 대설에 따른 재난 대응의 필요성

이렇게 대설 피해는 강설량에만 좌우되는 것도 아니며, 시간적으로나 공간적으로 극심하게 집중되어 나타난다. 그렇다면 대설피해를 줄이고 신속하게 재난에 대한 대응을 하기 위해 중앙정부와 지방자치단체(이하 지자체)에서는 어떻게 대비를 해야 할까?

대설에 대한 준비를 생각하면 제일 먼저 생각나는 것이 염화칼슘함과 모래함이다. 강설이 시작되면 도로와 집 앞의 눈을 치우고 염화칼슘이나 모래를 뿌려 피해를 예방한다. 지방자치단체에서는 대규모 폭설에 대비하여 제설차량 등의 장비도 준비해야 할 것이다. 개인들이라면, 오래된 주택이 무거운 적설에 무너지지 않도록 보강을 하고, 온실이나 축사 역시 적설피해를 입지 않도록 보강을 하거나 쓰지 않는 비닐하우스는 걷어 놓아 무너지는 것을 예방해야 한다. 또한 온실이나 축사 등과 같이 대설피해가 빈번히 발생하는 건축물의 경우에는 풍수해보험 가입과 같이 개인적인 대비가 필요할 것이다.

자연재해에 대한 피해를 예측하여 대비를 할 수 있는 시스템들이 해외에서는 다양하게 개발되어 사용되고 있으며, 그 중 가장 많이 인용되는 것이 미국 연방재난청 (Federal Emergency Management Agency, FEMA)의 HAZUS-MH일 것이다. 그림 8과 같은 사용자인터페이스를 가지고 있는 HAZUS-MH는 1992년에 개발이 시작되어 지진(earthquake) 모형이 가장 먼저 1997년에 완료되었으며, 뒤 이어 1998년에 강풍(Hurricane), 홍수(Flood) 모형이 차례로 완성되었다. 모형에서는 지진, 허리케인(강풍), 홍수에 대한 각 지역별 위험도를 계산하여 물리적인 영향, 사회적인 영향 및 재산피해를 계산한다. 미국 내 거주자들에게는 무상으로 배포가 되어 자신의 집이나 자신이 살고 있는 지역의 자연재해 위험도를 스스로 알아볼 수 있게 하여, 민간 보험에 가입하거나 스스로 대비를 할 수 있는 기본정보를 제공한다. 그러나 HAZUS-MH는 사전 피해 예측 및 사후 평가를 위한 모형이기 때문에 재난 예방에는 활용할 수 있으나, 재난 대비와 대응에 활용하는 것은 불가능하다.

다른 형태의 자연 재난에 대처하는 방법으로는 단기예보가 있을 수 있다. 최근 들어 인공위성이나 레이더와 같은 첨단 장비들이 기상예보에 활용되고 있으며, 예보의 정확성이 매우 향상되었다. 그러므로 영국에서는 그림 9와 같이 예측된 적설량 자료를 활용하여 snow risk map을 실시간으로 작성하여 발표하고 있다. 각 지역의 향후 몇 시간 내 예상적설량을 지도에 표시하여 일반 시민들이 보다 편리하게 적설에 의한 위험도를 알 수 있도록 하였다. 그러나 이것은 단순히 적설량을 도시한 것으로 이것이 피해와 선형적인 직접 관계로 연결된다고 해석하는 것은 무리가 있다.

강설이 발생하고 있는 시점에서 어느 지역의 피해를 간략히라도 예측할 수 있다면, 보다 신속한 재난대응이 가능할 것이다. 특히 대설피해와 같이 매년 전국적으로 발생하는 것이 아니라 매우 간헐적으로 제한된 지역에서 발생하는 경우라면 갑자기 내리는 눈에 따른 피해를 조금이라도 빨리 예측할 수 있어야 대형 참사를 방지할 수 있을 것이다. 대설에 따른 피해는 홍수와 달리 눈이 내리기 시작한 후에도 온실이나 창고와 같이 취약한 시설에 대한 적설을 치우는 등 적절히 대처하여 재산피해를 줄일 수 있으며, 제설장비를 활용하여 신속하게 제설작업을 하여 간접피해도 줄일 수 있다. 그러나 전국의 모든 지자체가 언제 내릴지 모를 폭설에 대비한 제설장비를 완벽하게 갖추고 있는 것은 현실적으로 불가능하며 비경제적이다. 그러므로 대설에 대한 대응을 위한 거점 지자체를 결정하고, 해당 거점 지자체가 많은 대설장비를 갖춰 철저한 준비를 한 후, 주변에 필요할 때마다 지원을 해주는 것이 보다 효과적일 수 있다.

그렇다면 이제 어느 지역에 대설 피해가 발생할 가능성이 있는지를 정확하게 예측하는 것이 중요하다. 대설은 이미 피해가 발생하고 나면 도로가 통제되거나 하는 등의 이유로 외부에서 재난 대응을 위한 장비와 인력이 진입하기 어려운 경우가 많기 때문에 본격적인 피해가 발생하기 전에 제설장비 등이 이동할 수 있어야 한다. 그러므로 예측된 적설량에 따른 피해를 대략적으로 알 수 있다면 피해가 발생하기 전에 대응을 신속하게 시작할 수 있을 것이다. 이는 대설에 의한 피해를 줄일 수 있어 공공기관 뿐 아니라 풍수해 보험을 취급하는 보험회사에도 도움이 될 것이다.

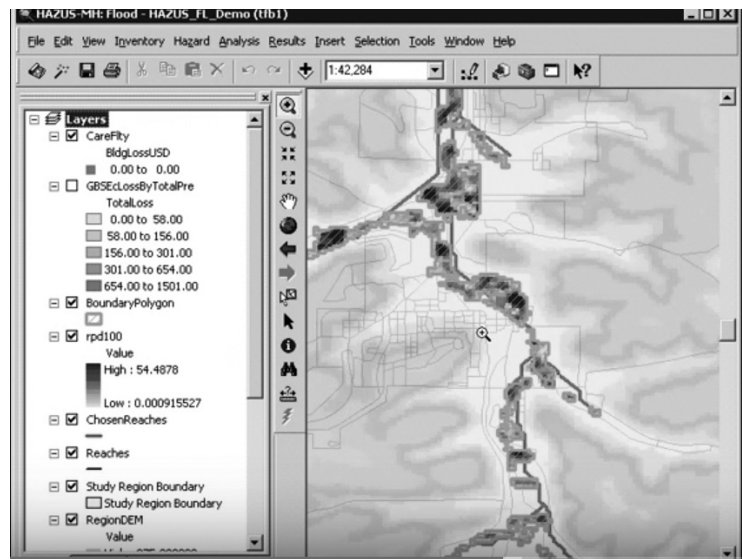


그림 8. HAZUS-MH Flood 모형 적용 예

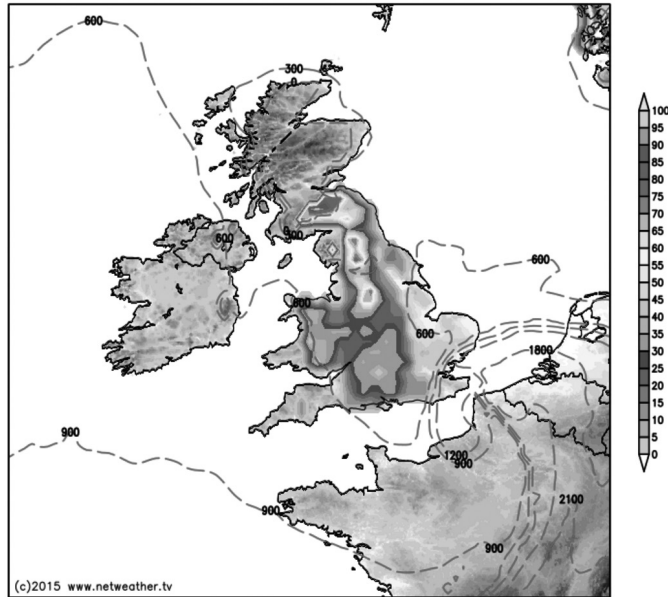


그림 9. 영국의 Snow Risk Map (<http://www.netweather.tv/index.cgi?action=snow;sess=>)

아직 국내에 이런 방법으로 대설에 대한 피해를 예측하는 기관은 없지만, 2014년 현대경제연구원에서 발행한 보고서 ‘눈과 경제 : 적설의 경제적 피해와 시사점’에서 이와 비슷한 결과를 제시하였다. 보고서에서는 tobit(토빗) 모형을 이용하여 적설량에 따른 피해액을 지역별로 추정하였다. 토빗모형은 일반적인 회귀모형과 달리 피해액이 0인 경우를 고려할 수 있다는 장점이 있다. 보고서에서는 2000년부터 2012년까지의 기상청과 소방방재청에서 발표하는 16개 시도별 적설량과 피해액 자료를 이용하여 분석하였으며, 지역의 특성에 따라 적설량이 피해액의 미치는 효과가 크게 달라지는 것을 고려하기 위해 지역적 특성을 더비변수를 이용해서 고려하였다. 분석결과, 우리나라의 신적설 1mm의 한계피해액은 약 1억 9,000만원이고, 전국에서 각 지역의 연평균 신적설 발생 시 약 7,300억 원의 손실이 발생할 가능성이 있다고 분석하였다. 추정의 결과는 t-통계량이 3.53으로 유의확률(p-value)가 0.001로 계산되어 1%수준에서 통계적으로 유의한 것으로 나타난다. 또한 결과를 이용하여 전국적으로 각 지역의 연평균 신적설이 발생했을 경우로 적용하면 연간 약 7,300억 원의 재산 피해액이 발생할 가능성이 있는 것으로 분석되었다.

보고서에서는 적설량에 대한 피해액을 토빗모형을 이용하여 구한 적설량에 대한 재산 피해액과 교통혼잡비용, 제설비용으로 구분하여 계산하였다. 계산결과는 표 2에 나타내었다. 대설에 의한 피해 중 대표적인 간접피해인 교통혼잡은 일반적으로 반복적 발생 혼잡과 비반복적 발생 혼잡으로 구분되는데, 비반복적으로 발생하는 지·정체의 원인은 교통사고, 강우, 적설, 도로 공사 등이 있다. 이 중 적설에 의해 비반복적으로 발생하는 교통 지·정체 즉 교통 속도가 정상교통류의 평균속도에

못 미치는 경우를 고려하였으며, 적설로 인한 우리나라의 교통혼잡비용은 2013년 가격 기준으로 연간 약 2,500억 원이 발생하는 것으로 추정되었다. 이 중 고속도로에서 발생하는 교통혼잡비용은 연간 약 500억 원, 일반국도 및 지방도의 교통혼잡비용은 전국의 연간 교통혼잡비용에서 반복적 교통혼잡비용과 비 반복적 교통혼잡비용의 비율, 그리고 적설로 인한 비 반복적 지·정체 발생 비율을 이용하여 계산하면 약 2,000억 원으로 추산되었다.

마지막으로 보고서에서는 전국 지방자치단체 및 고속국도와 일반국도의 제설비용도 계산하였다. 제설비용의 많은 부분이 제설자재 구입비용으로 구성되어 있는데, 제설자재에는 염화칼슘, 비식용 소금, 모래, 친환경제설제 등이 있으며 전국 지방자치단체 및 고속국도와 일반국도에 확보된 양을 금액으로 환산하여 계산하였다. 또한 인건비와 제설장비 운영 및 보유 비용 등 기타비용으로도 약 900억 원이 소요될 것으로 추정하였다.

표 2. 적설의 경제적 피해액 추정 (2000~2011년 간 평균 적설량을 가정)

적설의 경제적 피해 총액	재산 피해액	교통혼잡비용		제설비용	
1조 2,000억 원	7,300억 원	2,500억 원		2,200억 원	
		고속도로	일반국도	제설자재 구입비용	기타비용
		500억 원	2,000억 원	1,300억 원	900억 원

출처 : 현대경제연구원(2014) '눈과 경제 : 적설의 경제적 피해와 시사점'

현대경제연구원(2014)에서 추정된 연간 대설에 의한 경제적 피해액은 적설량만을 고려하여 피해를 예측하였다는 단점을 가지고 있다. 대설피해는 앞에서 살펴본 바와 같이 적설량만의 함수로 나타내기에는 무리가 있기 때문이다. 하지만, 강설이 발생하는 상황에서 간단히 피해를 예측할 수 있기 때문에 편리하게 사용될 수 있을 것이며, 추가적인 인자들을 고려하여 보완하거나 이와 비슷한 다른 형태의 함수를 개발하여 사용할 수 있을 것이다.

5. 맺음말

매년 겨울이 돌아올 때 쯤이면, 화이트 크리스마스를 바라는 낭만적인 기대와 올 겨울에는 눈이 얼마나 내려 피해를 입힐까 하는 이성적인 걱정이 공존하게 된다. 특히, 2004년 중부지방 폭설부터 2014년 마우나리조트 붕괴 사고까지 대규모 인명과 재산피해를 몇 번 겪은 이후로는 대설에 의한 재난이 얼마나 큰 피해를 입힐 수 있는지 인지하고 있으면서도 강원도와 같이 매년 큰 적설량을 기록하는 곳이 아니라면, 막상 내가 살고 있는 지역에 대설 피해가 발생할 것이라고 생각하는 것은 어

려워 보인다.

재난 관리의 4단계는 일반적으로 예방, 대비, 대응, 복구로 구성되어 있다. 대설에 의한 재난을 예방하기 위해서는 돌발성 폭설 등에 대비한 24시간 상황관리, 도로 취약구간에 제설장비 사전 배치 및 산간·고립예상지역 관리 등을 할 수 있을 것이다. 그러나 피해 저감을 위해 무엇보다 중요한 것은 많은 양의 적설이 예측된 지역에 대한 신속한 대비 및 대응 체계 구축일 것이다. 앞에서 살펴 본 바와 같이, 대설에 의한 피해는 불규칙적으로 집중되는 연도에 크게 나타나며, 신적설량이 가장 많은 강원도 지역에 비해 충청남도의 연평균 피해액이 더 커 적설량만을 이용하여 피해를 간단히 예측하는 것은 불가능하다. 대설에 따른 재산 피해는 주로 도시보다는 농촌지역에 집중되며, 온실이나 창고, 축사 등이 대설에 특히 취약하다. 그러므로 일반적으로 시설농가가 많은 경기 및 호남지역의 재산 피해액이 상대적으로 높은 편이다. 그러므로 빈도별 적설량이나 적설에 따른 위험도 분석도 중요하지만, 갑자기 폭설이 예상될 때, 피해가 발생할 수 있는 지역을 빠르게 예측하여 제설작업 및 재난에 대한 대비와 대응 시스템을 구축하는 것이 매우 중요함을 설명하였다. 이를 위해 간단한 함수식을 활용하여 대설에 따른 피해를 예측할 수 있다면 보다 효율적으로 재난 대응이 가능할 것이다. 그러나 대설에 따른 경제적 피해를 간단한 함수로 개발하여 도시나 농촌지역에 적용한 사례는 흔하지 않다. 그러므로 종속변수의 선택이나 함수의 개발에 보다 많은 노력이 기울어져야 할 것이며, 대설 피해 중 물류마비, 교통체증 및 안전사고 등과 같이 간접적인 피해까지 예측하여 저감할 수 있는 형태가 되어야 할 것이다.

기상청, 국민안전처 등의 유관기관 뿐만 아니라 지자체까지 보다 신속하고 적극적인 대응을 통해 대설에 따른 피해를 감소시키고 국민의 삶의 질 향상이 될 수 있기를 기원한다.