

Cover Story

겨울철 폭설대응을 위한 고부가 위성정보의 활용



박 영 진

행정안전부 국립방재연구원
분석평가센터 재난정보팀
팀장/시설연구관



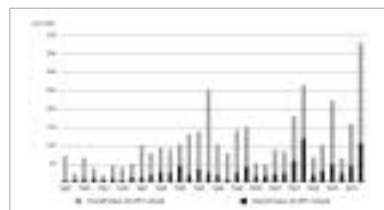
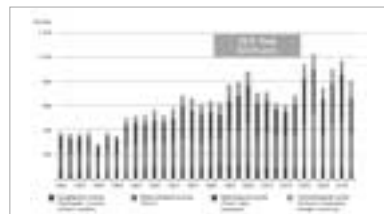
최 재 원

행정안전부 국립방재연구원
분석평가센터 재난정보팀
책임연구원

■ 전 지구적 기후변화와 재해·재난

최근 전 지구적 기후변화의 영향은 홍수, 태풍, 산사태, 폭설, 가뭄 등 대규모 자연재해를 빈번히 발생시키고 있으며, 그 피해규모가 점차 대형화·광역화되고 있는 추세이다. 이에 따라 경제적 손실액 및 보험 손실액 규모도 점점 커지고 있으며, 2011년의 경우 자연재해 피해액은 3800억 달러로, 사상 최대 재산피해액을 기록했던 지난, 2005년 허리케인 카트리나의 2200억 달러를 훨씬 웃도는 수치였다.

그 만큼 예전과는 달리 재난발생 회수가 주는 재난규모보다 한 번의 재해로도 큰 피해를 초래하는 재난양상으로 변모하고 있다고 봐야할 것이다. 최근 이상한파와 폭설에 대한 이슈가 대두되고 있는 가운데, 2012년 Munich Re에서 발간한『2011 Natural Catastrophe Year In Review』리포트에 의하면 전 세계적으로 820여건의 다양한 재해·재난이 보고되었다. 특히, 주목할 만한 것은 이상한파의 여파로 제트기류가 남하하면서 남회귀선 근접권까지 내려와 동일한 시기에도 남반구에는 폭염을 동반한 홍수가 상대적으로 북반구에서는 폭설과 한파가 이어지는 예전과다는 다른 기상재난이라고 할 만큼 재난양상이 심화되고 있다. 실례로, 지난해 2011년 12월에 발생한 대규모 폭설과 한파로 인해 프랑스, 스위스, 독일 등 유럽지역에서 기록적인 많은 인명과 재산피해가 발생한 것도 좋은 일례라고 하겠다.

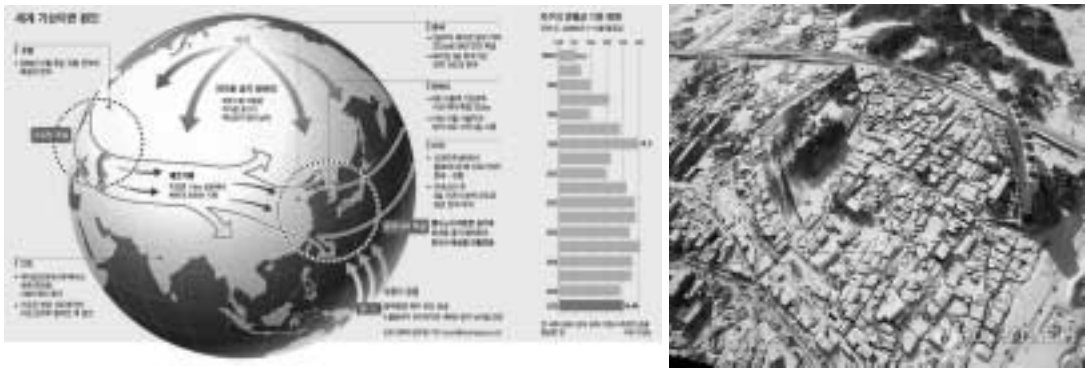


2011년 발생한 대표적 재해·재난
(2011 Natural Catastrophe Year In Review, 2012, Munich Re)

■ 기상이변 메커니즘과 폭설

지난해 12월부터 시작된 27년 만에 찾아 온 기록적인 한파와 잦은 폭설과 같은 기상이변에 대해 각 분야의 전문가들은 극지방의 차가운 공기덩어리를 감싸고 있는 제트기류가 변형되면서 차가운 공기가 유럽과 북미, 아시아로 밀려 내려온 것이 중요한 원인으로 분석하고 있다.

기상학자들은 북쪽 찬 공기의 세력이 강해진 원인으로 지구온난화를 꼽고 있으며, 이로 인해 인도양의 수분 증발량이 많아져 수증기를 많이 포함한 따뜻한 공기가 북아시아 내륙에 유입돼 폭설과 대설의 원인이 됐다고 밝히고 있다. 또한 최근에 네이처 지구과학(Nature Geoscience)과 네이처 기후변화와(Nature Climate Change)에 발표된 논문에 의하면, 극지역에서 발생한 급격한 온도변화는 대기 중 에어로졸 양의 변화와 비례하고 있으며 이러한 에어로졸이 태양 복사에너지를 차단해 극지기후변화에 큰 영향을 주고 기상이변을 발생시키는 중요한 메커니즘으로 보고되었다.



세계 기상이변 원인
(중앙일보 뉴스「지구온난화 미스터리」, 2010. 1. 6)

■ 인공위성을 활용한 폭설 모니터링

폭설은 짧은 시간에 많은 양의 눈이 오는 기상현상으로, 폭설에 대한 정확한 기준은 없으며, 일반적으로 평소에 눈이 올 때보다 더 많은 눈이 내려 피해가 발생할 때 사용한다. 폭설·대설로 발생하는 주요피해를 살펴보면, 농촌에서는 비닐하우스 붕괴로 인한 겨울철 재배작물피해와 해안지역에서는 입출항 선박과 수산 증·양식시설의 어류의 동사 등이 있다. 또한 공통적으로는 주요도로 마비 및 산간지역에서 주민고립이 발생한다.

대설에 따른 주위·경보 및 행동요령(소방방재청)

구분	대설 주의보	대설 경보
신적설량 (24시간)	5cm 이상 예상될 때	20cm 이상 예상될 때(도심지) 30cm 이상 예상될 때(산간지역)

기 회 | 특 | 집

이처럼 재난유형중의 하나인 대설과 폭설에 대해서 재난관리 선진국이라고 할 수 있는 미국에서는 이미 다양한 재난대응의 방안을 강구해 왔다. 그 가운데 위성정보의 활용은 광역적인 피해규모와 도시인프라의 마비 등을 한눈에 파악하기에 대단히 유용하다고 할 수 있다.

미국항공우주국(NASA)에서는 1999년 Terra 위성을 발사하여 지구에서 발생하는 다양한 현상을 관측할 목적으로 운영 중에 있으며 기후변화에 따른 폭설과 빙하의 분포를 정량적으로 파악하는 등에 효과적이다.

Terra 위성에는 MODIS라는 센서를 탑재하고 있으며, 일반적으로 우리가 생각하는 디지털 카메라의 렌즈와 같은 역할을 한다. 위성영상은 일반 디지털 카메라 사진과 달리, 사람이 볼 수 없는 많은 정보를 담고 있다. 이러한 정보를 일반 사람도 이해할 수 있도록 하기 위해서는 크게 3단계의 처리과정이 필요하다. 첫 번째 단계에서는 위성영상을 수신하고, 다음 단계에서는 신속, 정확한 분석을 위해 영상에 존재하는 꼭 필요한 정보만을 추출하며, 마지막 단계에서는 분석된 결과를 시각적으로 인지할 수 있도록 포장하는 일련에 과정이 요구된다.

■ 2011년 2월 폭설이 가져온 피해

2011년 2월 11일, 동해와 강릉에서는 일 최심 신적설이 70cm 이상을 기록, 일 최심 신적설 극값을 경신하였다. 눈은 12일에도 이어져, 동해는 최심적설이 100cm를 넘는 등 이 지역은 12일에 50cm에서 150cm에 달하는 눈이 쌓였다. 이로 인하여, 강릉에서는 130cm 이상의 눈이 쌓였던 1990년 이후 21년만의 폭설로 알려졌다고, 하루 동안 내린 눈의 양으로는 관측 이래 최대로, 강릉지역의 사상 최고의 폭설로 알려졌다. 2월 13일에 강원도가 집계한 잠정 피해현황은 농업시설이 총 320개소 127,930m²로 비닐하우스(유리온실 등) 310동/108,578m², 부대시설(양액시설) 38,990m², 축산시설 10개소, 가축 산란계 52,000수, 돼지 341두, 농작물 73,003m² (파프리카 42,900, 토마토 2,310, 딸기 4950, 화훼 4,290, 오이·배추·곰취 등 18,553)에 이르고 있다. 수산시설 피해는 어선침몰 24척(강릉 6척, 동해 8척, 삼척 10척), 육상양식시설 13개소 15,724m²(강릉), 수산생물 5,560천미 등이다.

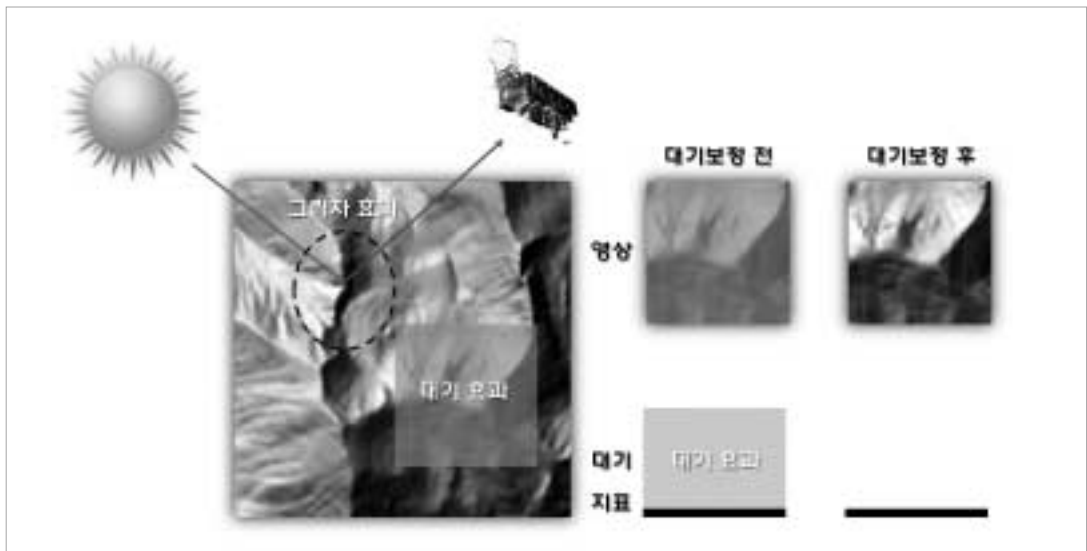


2011년 2월 12일 동해안 폭설피해

■ 인공위성을 활용한 폭설분석 기술 및 과정

위성영상과 기상자료를 사용해서 정량적인 분석을 하기 위해서는 복잡한 처리과정이 요구된다. 이중 가장 중요한 전처리 과정은 『지형효과 저감 보정』과 『대기보정』을 수행해야 한다. 『지형효과 저감 보정』이란, 우리나라는 대부분이 산악지역으로 이루어져 있으며, 이로 인해 산악지역에는 그림자 효과가 발생한다. 이러한 그림자 효과는 영상에서 눈이 쌓여있지만 마치 눈이 오지 않은 효과가 발생한다. 따라서 이러한 효과를 최대한 줄이고 정량적인 분석을 위해서는 꼭 수행해야 할 전처리과정이다.

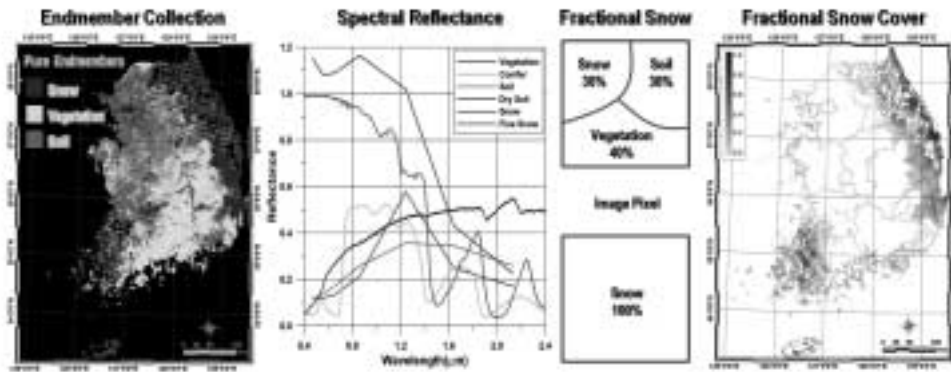
『대기보정』이란 지구는 대기로 구성되어있으며, 따라서 위성영상에는 이러한 효과로 인해 정확한 지표 반사값을 획득할 수 없다. 단순히 위성영상의 화소값을 이용하여 분석하는 작업을 수행할 때는 대기보정이 필요 없지만, 지표 반사도값을 이용한 분광학적 분석을 위해서는 『지형효과 저감 보정』과 같이 반드시 수행해야 하는 전처리 과정에 속한다.



위성영상에 포함된 그림자 효과 및 대기효과

현재 MODIS 위성영상과 같이 광학위성영상과 지표 반사도값을 사용하여 분광학적 분석이 요구되는 적설지역(snow cover area) 매핑기법에는 Linear Spectral Unmixing 기법을 활용한 FSC(Fractional Snow Cover) 매핑이 있다. 이 기법은 분광해상도와 시간해상도가 좋지만 공간해상도가 떨어지는 MODIS와 같은 위성영상에 활용할 경우, 한 픽셀 안에 여러 가지의 다른 특성이 포함되어있어도, 이를 정량적으로 분류할 수 있어 비록 고해상도 광학위성을 사용하지 않아도, 이러한 단점을 보완할 수 있어, 위성영상으로부터 보다 정확한 적설분포 면적을 계산할 수 있다.

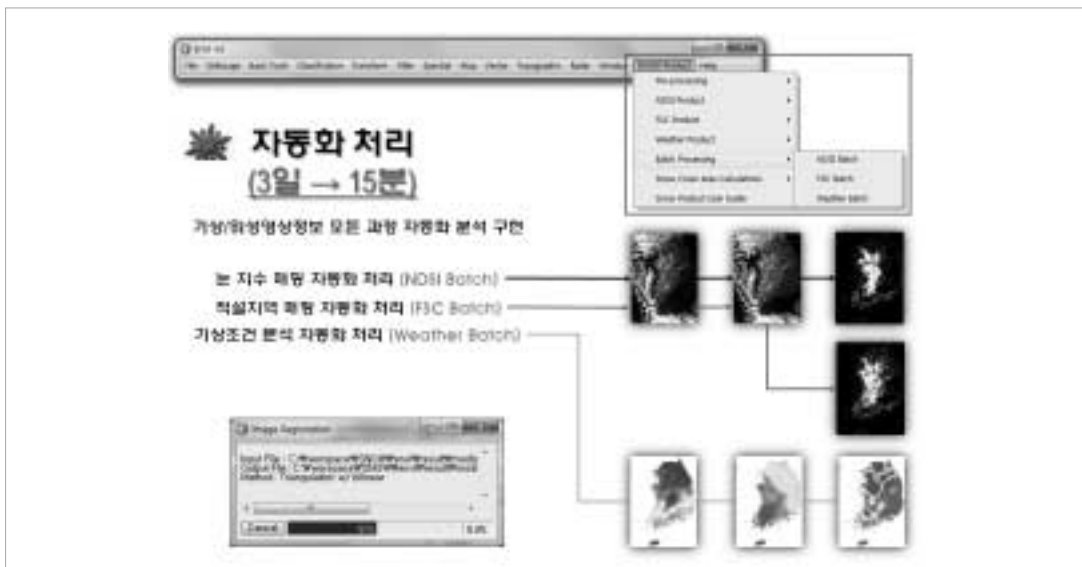
기 회 | 특 | 집



Linear Spectral Unmixing과 FSC매핑

■ MODIS 위성영상기반 폭설대응을 위한 분석 모듈 개발

행정안전부 국립방재연구원은 폭설로 인한 재난상황을 모니터링하고 정책적 상황판단을 지원할 수 있는『MODIS 위성영상을 활용한 폭설분석 모듈』을 개발하였다. 분석을 거친 위성영상은 상대습도, 대기온도, 적설깊이 같은 기상자료와 눈구름정보, 폭설분포 면적과 같은 판독자료로 사용될 수 있다. 또한, 매일 1~2회 제공받을 수 있는 MODIS 위성영상을 활용하여 폭설이 내린 지역을 시계열적으로 모니터링해 폭설 진행상황이나 지역별 제설상황(또는 눈 녹은 정도)을 주기적으로 관측할 수 있어 재난관리에 매우 효과적인 것으로 판단된다. 특히 이 기술은 종전에 3일 이상 소요되던 분석과정을 15분으로 단축해, 신속한 폭설대응이 가능해질 전망이다.



ENVI + IDL기반 폭설분석 자동화 처리 모듈

■ 앞으로의 과제와 방향

기후환경변화로 인한 단기간 광역적 인적·물적 피해를 끼치는 자연재해 중 하나인 폭설은 현재 전 세계적으로 큰 관심대상 중 하나이다. 전 지구에 대한 cm급 주기적 관측이 가능한 고정밀 광학/레이더위성 개발은 국가적 재해·재난 발생에 대한 전조 모니터링에서부터 신속한 복구를 위한 고부가 영상정보 제공에 이르기까지 위성영상의 활용범위는 더욱 확대되고 있는 추세이다.

그러나 현재 국내에서는 위성영상을 활용한 폭설대응에 대한 연구는 거의 전무한 상태이며, 일부 관심 있는 소수의 연구집단들에 의해 추진되고 있는 실정이다. 따라서 기후환경변화로 인한 폭설에 대해 적시적 대응을 하기 위해서는 이미 선진국에서 성공적으로 활용되고 있는 기술을 받아들이고, 국내에서 개발된 천리안, 아리랑 위성에 적용시켜 고부가 산출물을 통해 의사결정지원에 활용되어야 한다. 또한 향후 발사에 예정인 국내 위성센서 설계는 폭설 및 이로 인한 결빙을 정량적으로 판독이 가능하도록 고려되어야 할 것이다.

전문인력의 양성과 거시적인 안목에서의 장기적인 투자도 동반되어야 한다. 위성의 효과는 단순히 투자 대비 효과라는 비용편익으로 판단할 일이 아니다. 국내는 물론, 북한 등과 같은 난접근지역에 대해서도 한 자리에서 관측할 수 있는 또 하나의 눈을 소유하는 것과 마찬가지로 전지구를 얻을 수 있는 것과도 유사하다. 따라서 위성을 통해 국제적인 재난관리의 공조체계를 마련하고, 재난양상 분석이라는 우리 고유의 특화기술을 개발하여 선진국 수준 이상의 프론티어적 견인차 역할을 할 수 있도록 전방위 지원이 필요하다.

다시 말해, 폭설을 비롯한 자연재해와 신종재난에 대해 신속히 대응하기 위해서는 광학과 레이더 위성영상을 동시에 획득 가능한 재해·재난 분석에 특화된 방재위성과 적시성이 담보되어야 하는 재난상황에서 신속한 수신, 처리, 분석, 서비스를 할 수 있는 방재위성센터가 절실히 요구된다.