

**사회현안 해결을 위한  
과학기술정보인프라 활용에 관한 연구**  
- 정보인프라 활용 사례를 중심으로 -

김재성\*·명훈주\*\*·박동운\*\*·이필우\*\*·김명일\*\*·정중현\*\*\*

## I. 서론

지금까지의 과학기술 및 정보통신(ICT)분야의 국가연구개발사업은 주로 출연(연), 대학과 같은 기술공급 주체의 육성을 통한 세계적 수준의 선진화된 기술을 개발, 확보하는데 초점을 맞추어 추진되어 왔다. 과거, 논문과 특허로 대표되는 기술적 가치가 높은 원천 혹은 응용 기술의 개발에 초점을 맞추어 온 결과, 국가연구개발사업의 문제지향성(problem-orientation)이 약화되어 연구개발 투자의 국가 및 사회적 생산성이 저하되고 있다는 문제점이 지적되고 있다(송위진, 2012). 과거 과학기술과 ICT 기술은 사회와의 연관성이 크지 않은 다소 독립적인 분야로 인식되어 왔으나, 근래에는 과학기술과 사회가 공진하면서 과학기술·ICT의 역할이 효율성을 향상시키기 위한 기술적 수단에서 현재에는 사회문제 해결과 새로운 가치 창출의 매개체로 그 역할이 변화하고 있다. 이러한 인식하에 박근혜 정부는 창의성과 ICT·과학기술에 기반한 새로운 지식기술의 창조와 혁신을 통해 새로운 일자리 및 시장을 창출하고, 나아가 국민 삶의 질을 높이는 새로운 패러다임으로서의 창조경제를 국정운영의 핵심철학으로 내세우고 있다. 창조경제의 개념틀 내에서의 ICT·과학기술은 국민행복에 실질적으로 기여하는 기술을 의미하여, 과거 확보와 수단으로서의 기술에서 국민 삶의 질 향상을 위한 활용성과 사회적 문제해결의 핵심수단으로서의 기술로 그 역할의 변화를 요구받고 있다.

창조경제의 등장과 함께 기존 출연연구기관의 역할의 변화에 대한 요구 역시 한층 증대되고 있다. 과거 대형 국가연구개발사업의 추진을 통한 공공 R&D 수행 및 공공기술의 공급기지로서의 역할에서 창조경제를 견인 할 수 있는 시장 선도자(First Mover)로서의 역할 전환을 요구 받고 있다. 이러한 요구에 대응하기 위하여 최근 출연연구기관 스스로 자기진단을 바탕으로 창조경제를 위한 새로운 발전전략을 수립하였다(출연(연)발전전략TF, 2013). 본 보고서에서는 출연연구기관별 고유미션을 명확히 하고, 대학과 기업이 할 수 없는 고위험/장기 분야 및 공공성이 높은 분야를 출연(연)의 향후 주요 역할로 제시하고 있다(그림1).

---

\* 김재성, 한국과학기술정보연구원 책임연구원, 042-869-0913, jaesungkim@kisti.re.kr

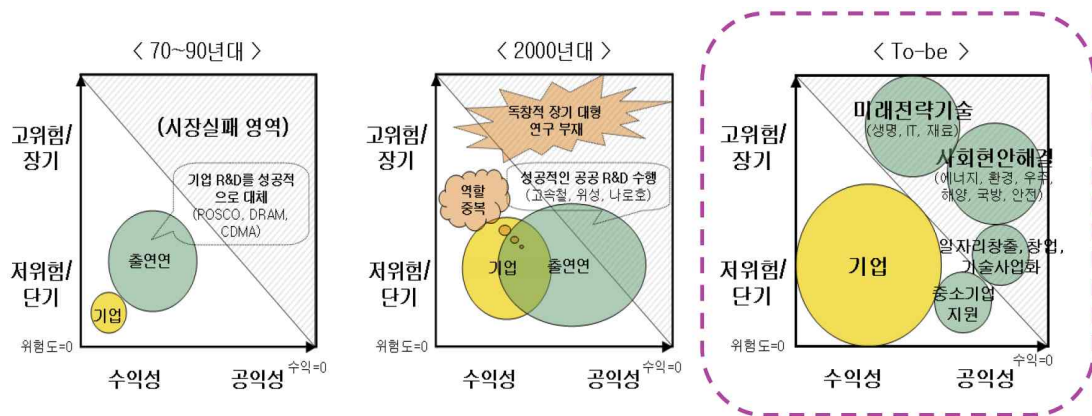
\*\* 명훈주, 한국과학기술정보연구원 선임연구원, 042-869-0546, joo@kisti.re.kr

\*\* 박동운, 한국과학기술정보연구원 선임연구원, 02-3299-6043, eastclod@kisti.re.kr

\*\* 이필우, 한국과학기술정보연구원 책임연구원, 042-869-0560, pwlee@kisti.re.kr

\*\* 김명일, 한국과학기술정보연구원 선임연구원, 042-869-1038, mikim@kisti.re.kr

\*\*\* 정중현, (주)DNDE, 051-920-2480, jhjeong@dnde.co.kr



(그림 1) 출연(연)에 대한 사회적 요구변화 (출연(연)발전전략TF, 2013)

또한 출연(연)의 역할과 미션을 ‘시장실패가 발생하는 공공기술’은 물론 대학의 개인연구와 차별화된 ‘협동·융합 연구’ 위주로 방향을 전환하고 있으며 이 중 사회현안 해결이 새로운 요구 영역으로 부상하고 있다. 특히, 출연(연)의 역량 분석을 통해 전통적으로 추진해왔던 미래전략기술의 개발과 함께 사회문제 해결형 공공연구(25개 후보기술)를 향후 핵심 연구테마로 제시하고 있으며(그림2) 이를 위한 출연연구기관간의 적극적인 협력·융합연구를 촉진하고 있다. 현재 출연(연)간 협력·융합을 바탕으로 보유 기술을 국민건강, 환경, 에너지, 재난·재해, 안전 등과 같은 사회적 문제해결에 활용함은 물론 향후 출연(연)에서 개발하고자 하는 기술 역시 기술과 사회문제와의 연계성을 강화하여 사회문제해결형 국가연구개발사업을 추진한다는 전략이다.

추진분야	추진전략
1. 출연(연) 어떻게 변화할 것인가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>출연(연)간 협력·융합연구 확대</li> <li>최고의 인재 육성·관리</li> <li>창조·선도형 기관 운영시스템 구축</li> </ul>
2. 출연(연) 무엇을 할 것인가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>기관별 고유미션 기반의 기초·원천기술 연구</li> <li>신산업 창출을 위한 미래전략기술 연구</li> <li>사회현안 해결을 위한 공공기술 연구</li> </ul>
3. 출연(연) 어떻게 성과를 창출할 것인가?	<ul style="list-style-type: none"> <li>성과확산을 위한 기술사업화·창업 활성화</li> <li>창의기술 실현을 위한 중소기업 지원</li> </ul>

(그림 2) 출연(연) 발전 기본 방향 (출연(연)발전전략TF, 2013)

이러한 사회현안 해결을 위한 연구사업의 추진을 위해서는 초고성능컴퓨터와 과학데이터와 같은 사회적 공공재이며 연구개발의 핵심 인프라, 매개체라 할 수 있는 정보인프라의 보다 적극적 활용이 필요하다. 본 연구에서는 슈퍼컴퓨터 및 과학기술분야 빅데이터로 대표되는 과학기술정보 인프라를 활용하여 수행된 3가지 사회현안문제 해결 시범과제(사례)의 추진 성과에 대해 논의하고

자 한다. 시범적으로 추진한 4가지 과제는 주로 쓰나미, 화산폭발과 같은 재난·재해 문제를 중심으로 하고 있으며 KISTI가 보유하고 있는 슈퍼컴퓨터를 계산플랫폼으로 하는 전산유체해석(CFD: Computational Fluid Dynamics)에 기반한 시뮬레이션 및 이를 통한 모의 예측결과를 제시하였다. 또한 본 연구를 통해 과학기술정보인프라의 사회현안 문제 해결에의 적용 방향 및 향후 과제를 살펴보고자 한다.

## II. 본문

본 연구에서는 초고성능컴퓨터 및 빅데이터를 활용하여 지진에 의한 쓰나미 전파, 도심지 바람길 예측, 백두산 화산재 확산 예측의 3가지 사례에 대한 연구를 수행하였다. 본 연구를 위하여 KISTI가 보유하고 있는 슈퍼컴퓨터 4호기를 활용하였으며 기상데이터, 상세지형정보(DEM) 등과 같은 빅데이터를 시뮬레이션을 위한 형상조건 및 경계조건(Boundary Condition)으로 활용하였다.

### 1. 쓰나미 전파 시뮬레이션

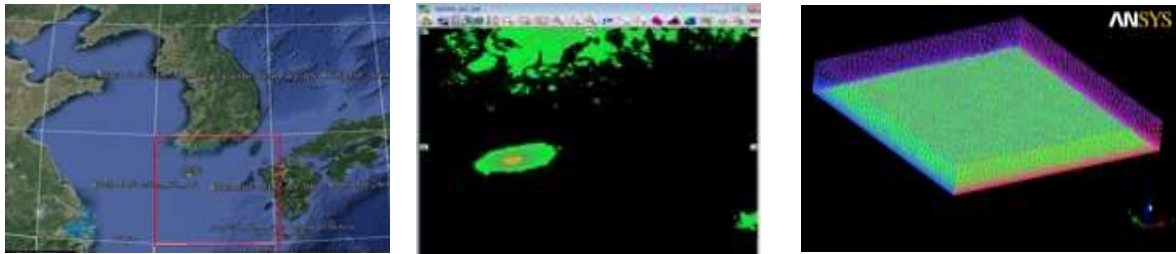
#### 1) 개요

지난 2011년 3월 11일 일본 동북지방 해저에서 발생한 규모 9.0의 강진으로 인해 10m 높이의 쓰나미가 발생하였고 이로 인해 큰 규모의 인적·물적 피해가 발생한 것은 주지의 사실이다. 일본 대지진의 영향으로 최근 쓰나미 예측 및 피해 최소화를 위한 연구가 활발히 진행 중에 있으나 국내의 경우 주로 통계와 관측 장비에 의존한 재해 예방과 재해 대피요령 정보를 제공하고 있는 것이 주를 이루고 있다. 따라서 지형정보, 해류정보 등 다양한 주변 정보(빅데이터)를 활용한 CFD 기반 시뮬레이션을 통하여 쓰나미에 의해 발생할 수 있는 피해지역을 미리 예측하고 피해를 예방하기 위한 기술 개발이 필요하다.

#### 2) 수행 내용 및 결과

일반적으로 쓰나미 시뮬레이션은 포텐셜 이론에 근거한 천수와 이론이나, 수심방향의 유체 거동을 무시하는 정수압 근사를 이용하는 방식의 선형적 접근이 주를 이루어왔다. 그러나 실제 연안에서의 쓰나미는 급격히 변화하는 지형과 상호간섭 및 쇄파현상 등을 동반하는 비선형성이 강한 거동을 보이기 때문에 보다 정확한 수치예측을 행하기 위해서는 대규모 유동장에 대한 비선형적인 3차원적 운동을 고려하는 것이 필요하다. 이 경우 유동해석을 위하여 대규모 계산자원이 필요하며 슈퍼컴퓨터와 같은 초고성능컴퓨터의 활용이 필수적이다.

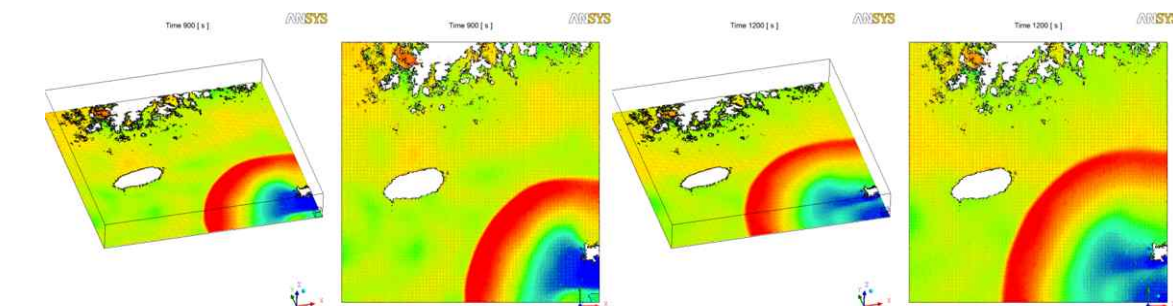
본 연구에서는 한반도 주변 해역에 대한 지형정보 추출을 위하여 구글어스(Google Earth)에서 제공하는 지형정보와 CGIAR(Consultative Group on International Agricultural Research) 웹 사이트에서 제공하는 수치표고모델(DEM : Digital Elevation Model) 정보를 활용하였다(그림 3).



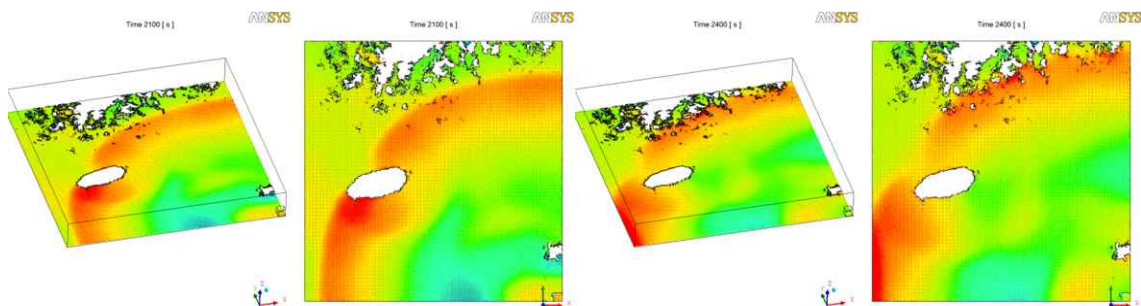
(그림 3) 한반도 인근지역 지형추출 및 격자생성

쓰나미를 유발하는 지진의 발생 근원지는 미국 해양대기관리처(NOAA)에서 제공하는 한반도 유역의 지진발생 위치, 규모, 빈도정보를 참고하여 일본 나가사키 근해로 가정하였으며 진도 10 규모 지진파(물기둥)를 초기 조건으로 설정하였다.

그림4는 주어진 경계조건을 바탕으로 수행된 쓰나미 전파 해석결과 중 일부를 나타낸다. 해석결과에 따르면 일본 나가사키 근해에서 발생한 쓰나미는 약 3분 후 나가사키 연안에 도달하며 5분 후 일본 대륙을 강타하며 이에 따른 영향으로 쓰나미 파고 높이가 낮아지고 진행 경로가 변경된다. 약 25분 후 제주도 연안에 도달 후 약 30분경 제주도 남동쪽 영역에 큰 피해를 미칠 것으로 예측되었다. 쓰나미가 남해안 유역에 도달하는 시간은 쓰나미 발생으로부터 약 40분 후 인 것으로 예측되었다.



(1) 900s ~ 1,200s



(2) 2,100s ~ 2,400s

(그림 4) 쓰나미 전파 해석결과

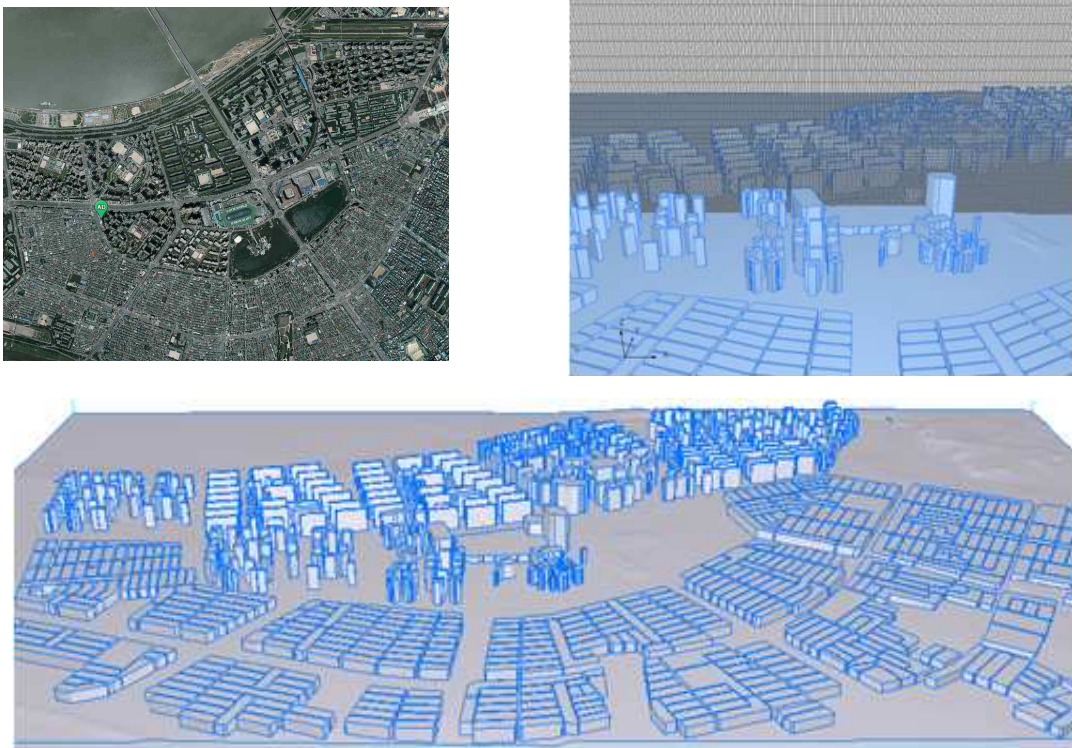
## 2. 도심지 바람길 시뮬레이션

### 1) 개요

우리나라의 도심지는 높고 낮은 건물들이 좁은 공간에 밀집하는 것이 일반적이다. 도심지의 경우 바람의 방향에 의해 복잡한 유동현상이 발생하며 실제로 예측하기 힘든 바람의 패턴이 형성되어 피해를 발생시키기도 한다. 바람길 시뮬레이션은 도심지 건물군 사이로 불어오는 바람이 각 건물들과 시설물들에 대해 어떠한 영향을 미치는지 가상(virtual)으로 살펴볼 수 있는 방법이다. 이러한 바람길 분석을 통하여 도심지 바람으로 인해 발생할 수 있는 사고나 재해를 사전에 고려하여 예방할 수 있기 때문에 최근 신도시 건설, 오염물질 확산양상 분석, 공공시설물의 안전설계 등에 가상 혹은 물리적 분석 결과들이 활용되고 있는 추세이다.

### 2) 수행 내용 및 결과

본 연구에서는 CFD 기법을 이용하여 석촌호수를 중심으로 잠실인근지역의 건물군에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 잠실 인근은 석촌호수의 넓은 지역을 중심으로 강변으로는 아파트 건물군이 위치하고, 분당방향으로는 낮은 건물군이 위치하고 있는 구조이다. 이 지역의 바람길은 강변에서 바람이 불어 올 때 높지만 다소 넓은 사이 거리의 아파트 구조로 인하여 바람이 쉽게 가속되어 석촌호수 인근에서 골바람이 강하게 부는 경향이 있다. 이런 바람은 후방부에 있는 지역에 바로 영향을 미치게 되며, 만약에 좁은 지역에 불이 날 경우 주변으로 불길의 강하게 번질 수 있는 위험이 존재한다.

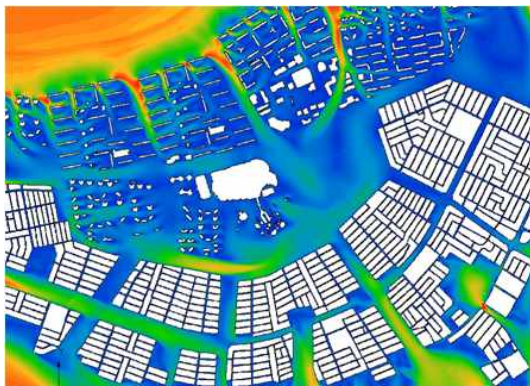


(그림 5) 잠실 인근 지역 형상 모델링 및 격자생성

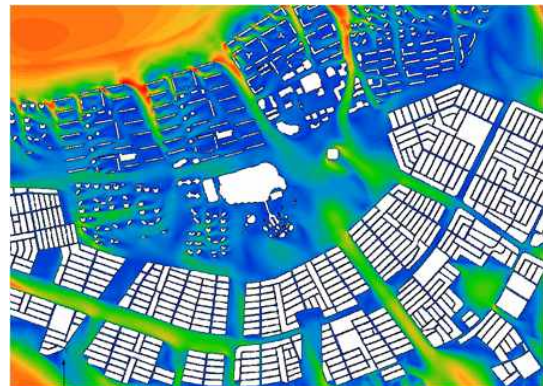
잠실지역의 바람길 시뮬레이션을 위해서는 실제 건물의 배치를 고려한 해당지역에 대한 정밀 모델링과 광범위한 영역에 대한 비선형 유동장 해석이 요구 된다. 본 연구에서는 그림5와 같은 위성 사진과 건물의 높이 정보를 활용하여 잠실지역을 모델링 하였다. 건물들의 바닥 형상은 실제 수치 지형도에서 확보한 지형 정보를 이용하여 모델링하였으며, 건물들은 높이 별로 생성시키고 중간에 있는 석촌호수 위에 롯데월드를 자세하게 표현하였다. 특히 롯데월드와 같이 넓은 공간에 위치할 구조물들은 바람길에 영향을 많이 받기 때문에 되도록 사실적으로 표현하였다. 지형의 크기는 가로 5km와 세로는 4km 정도이며 생성된 격자의 수가 약 1억 2천만개로 상당히 광범위한 지역을 CFD기법을 통하여 시뮬레이션을 수행해야 하기 때문에 슈퍼컴퓨터와 같은 대규모의 계산자원이 필수적이다.

경계조건의 설정에 필요한 풍향은 기상청에서 제공하는 잠실인근 지역의 계절별 측정 자료를 바탕으로 하였으며, 주풍향을 북풍으로 가정하여 해석을 수행하였다.

주어진 경계조건에 대한 잠실지역의 바람길 해석결과는 그림6과 같다. 북풍은 주로 가을부터 겨울 사이에 많이 불어오는 바람으로 건물들 사이에 공간이 넓은 아파트 건물군을 통과하기 때문에 가속이 많이 되는 경향이 있으며 이런 경향은 석촌호수를 건너서 있는 빌라 건물군들을 통과하기 전까지 바람을 강하게 만든다. 이는 만약에 강변이나 아파트 인근에서 연기나 공해 물질이 발생하였을 경우 빠르게 확산된다는 것을 의미한다. 아래의 그림은 강변에서 불어오는 바람에 대한 속도에 대한 것을 가시화한 것으로 색선으로 잘라서 단면의 속도 분포를 보여주고 있다.



(1) 바람 속도분포(수직높이 10m)



(2) 바람 속도분포 : 구조물 추가

(그림6) 잠실지역 바람길 해석 결과

그림6(2)는 롯데월드 근처에 새로운 건물이 건설되었을 경우 속도분포의 변화를 예상해 본 결과이다. 불어오는 방향은 같은 조건이므로 특별히 다른 것은 없으나, 건물주변으로 유동이 형성되고 이는 오히려 빌라 건물들 사이에 큰 길로 더욱더 속도를 가속시키는 역할을 하고 있다. 이런 뎀 오히려 건물이 밀집해 있는 건물군들 사이에 화재가 발생하였을 때 불길이 좀 더 쉽게 번지거나, 공해물질 또는 유해물질이 빨리 확산될 수 있다는 것을 예측할 수 있다.

### 3. 화산재 확산 시뮬레이션

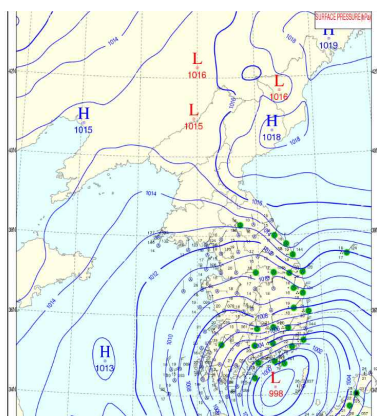
#### 1) 개요

백두산 화산 폭발은 서기 900년에서 1,000년으로 추정되며, 베수비오 화산 폭발(폼페이)의 50배 규모에 달하는 지구상에서 발생한 화산 분화 중 최대 규모로 추정된다. 백두산은 활화산으로 지하에 약 300km<sup>3</sup>에 달하는 거대한 마그마 호수가 존재한다. 최근 백두산의 화산, 지진관측 등의 결과에 따르면 재분화의 조짐이 활발히 나타나고 있으며 재분화 될 경우 화산재와 화산가스, 화산탄, 산성비 등으로 인해 항공산업, 농·어업은 물론 관광업 등의 큰 피해가 예상된다. 특히 동절기에 백두산이 폭발 할 경우 북풍으로 인한 항공기 운항이 10일간 중단 될 수 있으며 이는 약 25억 달러에 달하는 수출의 감소로 이어질 것으로 예측 되고 있다(기획재정부, 2010).

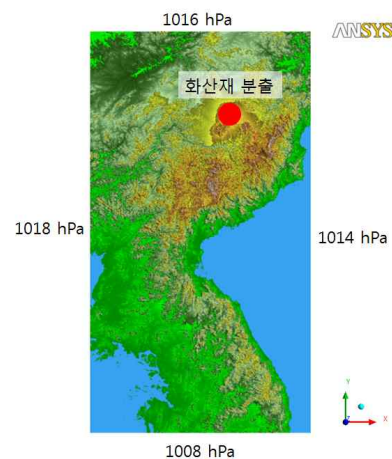
#### 2) 수행 내용 및 결과

본 연구에서는 특정 기상 조건에서 백두산 폭발 시 화산재의 확산 경로를 예측하기 위한 시뮬레이션을 수행하였다. 이를 위하여 백두산 지역에 대한 3차원 지형 추출 및 한반도 주변의 기압 등의 데이터를 수집하여 시뮬레이션에 활용하였다.

쓰나미 전파와 마찬가지로 백두산 지역의 3차원 지형 정보의 추출을 위하여 구글어스와 CGIAR 웹 사이트의 수치표고모델(DEM) 정보를 활용하였다. 화산재 확산에 대한 시뮬레이션을 수행하기 위하여 화산재의 성분 및 관련 물성치, 화산 폭발시 화산재 분출량, 한반도 전역의 기압분포 및 풍향, 풍속에 대한 필드데이터(시간별, 분기별)에 대한 조건 정의가 필요하다.



(1) 한반도 주변 기압분포

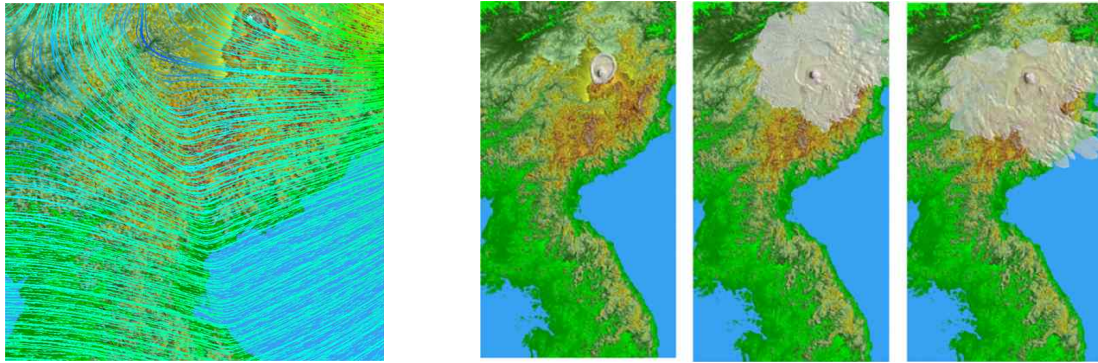


(2) 경계조건 개요

(그림 7) 화산재 확산을 위한 경계조건

본 연구에서 화산재 입자 밀도는 기존 연구인 이순환(2011)의 논문을 참고하여 2000kg/m<sup>3</sup>로 가정하였다. 화산재 분출량은 2011년 2월 기상청에서 보고한 ‘화산재 예방 및 경감을 위한 선제적 화산 대응 종합 대책’(기상청, 2010)에 기록된 화산 폭발 지수에 표기된 100km<sup>3</sup>으로 설정하였다. 한반도 일대의 기압분포 기상청에서 제공하는 평균 기압분포를 활용하였다(그림 7 참조).

그림8은 주어진 경계조건에서의 화산재 확산 결과를 나타낸다. 본 연구에서는 3차원 유동해석적인 접근으로 화산재의 확산 경로 예측의 가능성을 검토하기 위한 선행연구 수준에서 진행되었으며 보다 현실적 결과의 도출을 위하여 다양한 기상조건에서의 추가 해석이 진행 중에 있다.



(1) 백두산 주변 대기유선 분포

(2) 화산재 확산 경로 예측 결과

(그림 8) 백두산 화산재 확산 예측 결과

## II. 결론

창조경제의 등장과 함께 과학기술·ICT 기술을 활용한 사회현안 문제 해결이 출연연구기관과 같은 공공분야 연구기관의 향후 주요 연구테마로 제시되고 있다. 본 연구에서는 사회적 공공재, 융합연구의 기반이라 할 수 있는 초고성능컴퓨터와 빅데이터를 활용하여 대규모 시뮬레이션이 요구되는 3가지 사회현안 문제의 해결을 위한 선행·기초연구를 수행하였다. 본 연구에서 제시한 3가지 현안 문제(사례)에서는 지형정보, 기상정보와 같은 시뮬레이션을 위한 기본적인 데이터를 활용한 다소 초기단계의 결과로서 보다 현실적인 예측결과의 도출을 위해서 다음과 같은 향후 과제의 추진이 필요하다.

먼저 시뮬레이션의 정확도 향상을 위하여 다양한 데이터의 수집과 적용이 필요하다. 쓰나미 전파 사례의 경우, 한반도 해역의 해저 지형정보 등 해석결과에 영향을 미칠 수 있는 다양한 데이터를 추가 고려한 해석의 수행이 요구되며 백두산 화산재 전파의 경우에도 계절별 기상정보(평균 풍향, 풍속 등)를 활용한 추가 해석의 수행이 요구된다. 향후 정부3.0을 통해 공공데이터의 적극적 개방과 공유가 이루어 질 경우 보다 다양한 정보의 수립과 활용이 용이해 질 것으로 기대된다.

두 번째, 재난·재해 상황이 발생했을 경우 시의적절한 대응을 위한 재난·재해 대비 정보인프라 활용체제가 요구된다. 본 연구에서 사례로 수행한 쓰나미, 화산재 등과 같은 예측 가능한 국가적 재난·재해에 대비하여 다양한 조건 및 시나리오를 고려한 시뮬레이션을 사전에 충분히 수행함으로써 해석모델 선행 정립하고 다양한 예측결과를 도출하여 분석·유형화함으로써 재난·재해 상황이 발생하였을 경우 즉각적으로 대응하여 국가적 피해를 최소화 할 수 있는 체계를 갖추어야 한다.

마지막으로 사회현안 문제해결을 위한 관련 연구기관간의 보다 적극적인 협력·융합과제의 도출과 실행이 필요하다. 사회현안 문제는 다양한 분야의 전문지식을 요구하는 융·복합 문제로 관련 전문기관과의 협력·융합이 필수적인 분야이다. 초고성능컴퓨터와 빅데이터는 이러한 사회현안 문제 해결을 위한 핵심 수단이며 매개체로서 역할이 가능할 것으로 기대된다.



## [참고문헌]

- 기상청, <http://www.kma.go.kr/> (2013. 10. 17)
- 기상청 (2010), 「2010년 지진연보」, 기상청
- 기획재정부 (2010), 「거시경제안정보고서」, 기획재정부
- 송위진 (2012), “문제지향적 연구개발사업 주요 특성과 정책방향: 사회-기술기획과 사용자 참여”, STEPI Insight, 제99호.
- 이순환, 윤성호 (2011), “백두산 분화 강도에 따른 화산재 확산 사례 분석”, 한국 지구과학회지, 32(4) : 360-372
- 출연(연)발전전략TF (2013), 과학기술분야 출연연구기관 발전전략 보고서  
ANSYS, Fluid Dynamics Solutions  
<http://www.ansys.kr/Products/Simulation+Technology/Fluid+Dynamics/> (17 October 2013)
- Cui, Pietrzak, Stelling, (2010) “A Finite Volume Analogue of the PNC - P1 Finite Element: With Accurate Flooding and Drying”, Ocean Modeling, 35(1-2) : 16-30.
- Google Earch, <http://earth.google.com/> (17 October 2013)
- NOAA (national oceanic and atmospheric administration), <http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsunami> (17 October 2013)