



백두산 화산 대응기술 개발 추진현황 소개



정 재 학 |
국립방재연구원 연구기획과 시설연구관
blueboat@korea.kr



김 혜 원 |
국립방재연구원 복합재난연구실 연구원
kimhw0114@korea.kr



이 경 주 |
국립방재연구원 연구기획과 연구원
kkang1103@korea.kr

1. 서론

지난 2010년 3월 20일과 4월 14일, 두 차례에 걸쳐 아이슬란드의 Eyjafjallajokull 화산이 폭발하였다. 이후 소규모 분출은 5월까지 계속되었는데 화산 폭발로 인한 직접적인 인명피해는 없었으나 화산재로 인한 2차 피해는 심각하였다. 장기간에 걸쳐 화산재가 유럽대륙으로 확산됨에 따라 4월 16일부터 4월 21일까지 약 180,000편에 이르는 항공편이 취소되고 직간접적인 경제적 피해가 약 2조원에 이르는 등 전 세계적으로 파급효과가 나타났다.

이듬해 1월 이웃나라인 일본의 남부 큐슈에 위치한 신모에다케 화산이 분화하였다. 신모에다케 화산은 이후 8월까지 크고 작은 분화가 계속되었으며, 화산재로 인한 피해가 큐슈 전역에 걸쳐 발생하였다. 그림 1은



그림 1. 신모에다케 화산 분화 후 화산 분출물의 확산

신모에다케 화산 분화후 화산 분출물의 확산을 확인 할수 있는 사진이다.

국내에서도 2010년 중반, 일부에서 백두산의 분화 가능성에 대한 논의가 시작되었다. 이 논의의 근거로는 2000년대 이후 2002년 6월 28일 두만강 하류에서 규모 7.3 지진이 발생하였고, 2003년 6월부터 지진 발생이 급증하고 있으며, 2010년 2월 중국과 러시아, 북한의 경계 지하에서 규모 7.0의 지진이 발생한 점 등을 들고 있다.

위의 일련의 사건들은 그 동안 한반도와는 무관하게 인식되던 화산 재해에 대한 가능성을 현실로 느끼게 되었고 이에 대한 우려와 관심이 증가하는 계기가 되었다. 이에 과학적 기반의 화산 피해 예측 및 대응 기술 확보를 통한 인명 및 재산피해 최소화와 함께 지속가능한 국가 경제개발 기반확보를 위한 “백두산

화산 대응 기술개발사업단(단장: 충북대 이승수 교수)”이 출범하게 되었다. 본 기사에서는 “백두산 화산 대응 기술개발사업”의 사업추진 방향과 전략, 연구내용을 소개하고자 한다.

2. 해외 화산재해 대응체계

2.1 일본의 화산 재해에 대한 방재체계

화산재해에 대한 방재체제는 다른 재해와 동일하게 「재해대책기본법」에 근거하여 정비되고 있다. 특히 화산주변의 도도부현(都道府縣), 시읍면에 있어서는 각각의 지역방재계획에 있어서 화산대책을 목표로 하는 방재계획의 책정을 진행시키고 있다. 화산분화

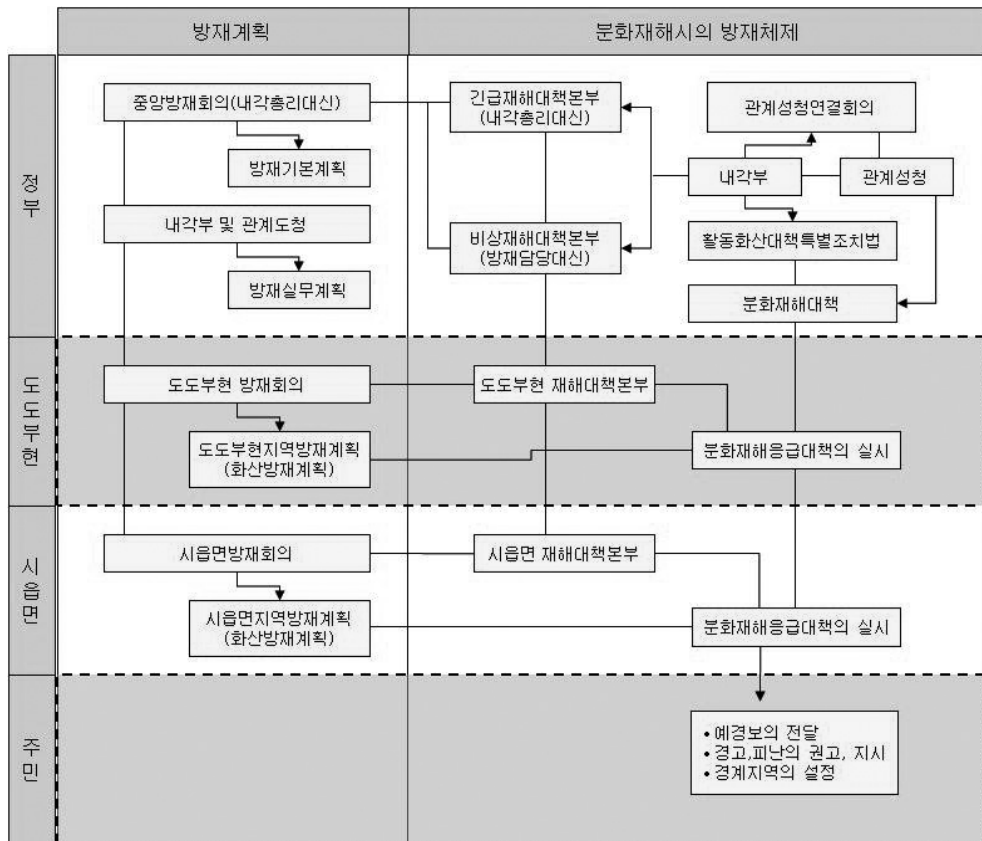


그림 2. 일본의 화산재해에 대한 방재체계



가 발생했을 경우에는 도도부현(都道府縣), 시읍면은 재해대책본부를 설치하고 미리 책정한 방재계획에 근거하여 응급대책을 실시한다. 정부는 내각부를 중심으로 필요에 따라 비상재해대책본부 또는 긴급재해대책본부를 설치하고 종합적인 응급대책의 추진을 진행시킨다.

년 12월 1일부터 분화 경보 및 분화 예보 발표를 시작하였다. 분화 경보 및 분화 예보는 전국의 활화산을 대상으로 화산마다 경계 등을 필요로 하는 시구읍면(市區町村)을 명시해서 발표한다. 또, 분화경보는 보도기관, 도도부현(都道府縣), 시읍면 등을 주민들에게 전해진다.

2.2 화산정보의 흐름

2.3 화산 관측 연구체계

분화 재해경감을 위하여 일본기상청에서는 2007

문부과학성 과학기술·학술심의회 측지학 분과회

표 1. 분화경계 레벨 도입 화산

예보 및 경보명칭	대상범위를 포함한 경보의 명칭	대상범위	레벨	화산활동의 상황
분화경보	분화경보(거주지역) => 분화경보	거주지역 및 화구	레벨 5 (피난)	거주지역에 중대한 피해를 끼치는 분화가 발생, 또는 절박한 상황
	분화경보(화구주변) => 화구주변경보	화구로부터 거주지역 근처까지 넓은 범위의 화구주변	레벨 4 (피난준비)	거주지역에 중대한 피해를 끼치는 분화가 발생한다고 예상되는 가능성이 높다
분화예보	-	화구부터 조금 떨어진 장소부터 화구주변	레벨 3 (입산규제)	거주지역의 근처까지 중대한 영향을 끼치는(이 범위에 들어간 경우는 생명에 위험이 있음)분화가 발생, 또는 발생한다고 예상됨
		화구내 등	레벨 2 (화구주변 규제)	화구주변에 영향을 끼치는(이 범위에 들어간 경우 생명에 위험이 있음)분화가 발생, 또는 발생한다고 예상됨
			레벨 1 (평상)	화산활동은 정지, 화산활동의 상황에 따라 화구내에서 화산재의 분출 등이 보임(이 범위에 들어간 경우에는 생명의 위험이 있음)

표 2. 분화경계 레벨 미도입 화산

예보 및 경보명칭	대상범위를 포함한 경보의 명칭	대상범위	레벨	화산활동의 상황
분화경보	분화경보(거주지역) => 분화경보	거주지역 및 산으로부터 화구측	거주지역 또는 산 및 그로부터 화구측의 범위 (거주지역엄중경계)	거주지역 또는 산 및 그 지점으로부터 화구측에 중대한 피해를 끼치는 정도의 분화가 발생, 또는 발생한다고 예상됨
	분화경보(화구주변) => 화구주변경보	화구로부터 거주지역 근처까지 넓은범위의 화구주변	화구에서 거주지역 또는 산 근처까지의 넓은 범위의 화구주변에 이르는 경계 (입산위협)	화구로부터 거주지역 및 산 근처까지 중대한 영향을 끼치는(이 범위에 들어간 경우 생명에 위험이 있음) 정도의 분화가 발생, 또는 발생한다고 예상됨
	분화예보	화구부터 조금 떨어진 장소부터 화구주변	화구로부터 조금 떨어진 장소까지 화구주변에 있어서의 경계 (화구주변위협)	화구주변에 영향을 끼치는(이 범위에 들어간 경우 생명에 위험이 있음)분화가 발생, 또는 발생한다고 예상됨
분화예보	-	화구내 등	평상	화산활동은 정지, 화산활동의 상황에 따라 화구내에서 화산재의 분출 등이 보임(이 범위에 들어간 경우에는 생명의 위험이 있음)

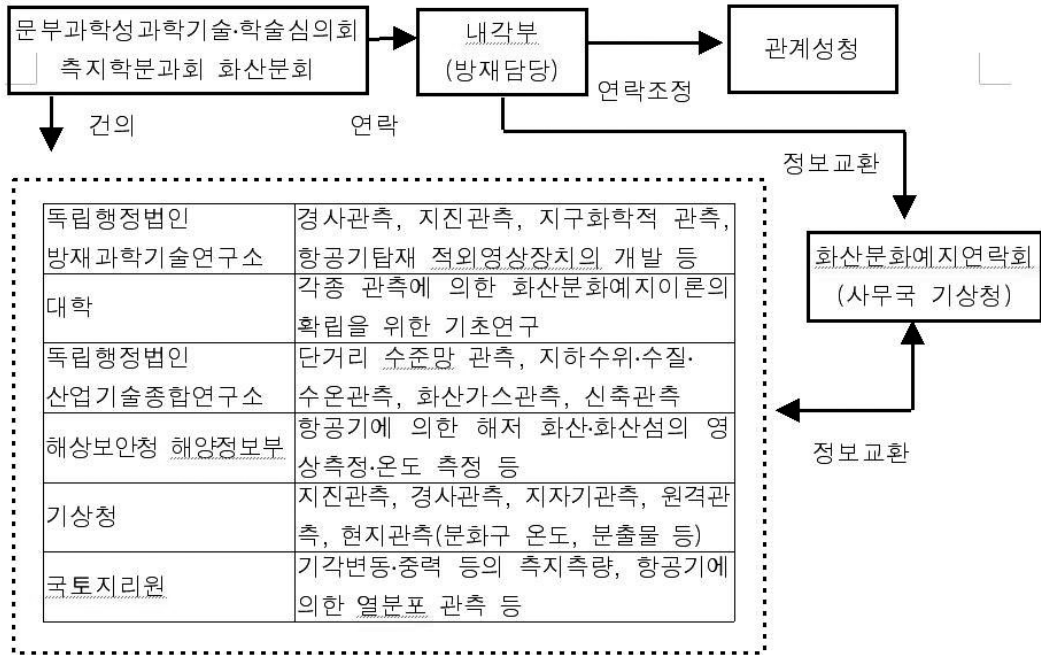


그림 3. 일본 화산 관측 연구 체계

는 5년마다 화산분화 예지에 관한 추진 방안을 정리한 「화산분화 예지 계획」을 작성하여 관계기관에 건의를 하고 있다. 내각부(방재담당)는 화산대책에 관한 조정 기관의 입장에서부터 화산분화 예지 연락회의 위원을 담당하는 동시에 화산관측을 실시하는 관계기관 및 화산대책을 실시하는 관계부처와 밀접한 연락 조정을 실시하고 있다.

2.4 화산재해에 대비한 주요 정책

(1) 경계 피난 대책

분화 재해로부터의 피난 시설로 피난용 도로의 정비(신설·개량 공사), 해상에서의 피난이 필요한 지역에 대한 항만·어항의 정비나 화산 자갈 등의 낙할물로부터 피난하기 위하여 대피호의 정비, 화산 주변에 있는 학교·공민관 등의 피난 시설에 대한 건물의 불연건뢰화(불에 타지 않고 견고함), 동일 정보계통 무선의 정비가 실시되고 있는 것 이외에, 화산분화 등을 가정한 피난 훈련 등이 행하여지고 있다.

(2) 농림어업 피해대책

화산활동에 따라 떨어지는 화산재나 화산가스 등의 피해로부터 농림수산물을 지키기 위하여 활화산법에서 정하는 방재 영농시설 정비계획, 방재 임업경영시설 정비계획, 방재 어업경영시설 정비계획 등에 근거한 대책이 이용되고 있는 상황이다.

(3) 화산재 대책

다량으로 떨어지는 화산재가 있는 지역에서는 시읍면이 실시하는 시읍면 마을길, 하수도, 도시 배수로, 공원, 택지의 화산재 제거 사업에 대하여 나라의 보조가 이루어지고 있다. 활화산법에 기초하여 지정된 화산재 방재지역 내의 학교, 탁아소 등의 교육 시설이나 사회복지시설에 대해서는 나라의 보조 사업으로서 방진용 창틀, 공기조화 설비 등 화산재 방재 시설이 정비되고 있다. 화산재 방재지역내의 학교에 대해서는 국고 보조에 의해 야외 수영장의 화산재 제거 장치(풀 클리너)가 정비되고 있다.

화산재 방재를 위하여 학교 수영장 천장 건설에 대

해서는 나라의 보조에 의한 조성이 행하여지고 있으며 화산주변 도로에서는 화산재가 떨어질 때 “통행주의”의 도로정보가 표시되어 사고를 방지하고 있다.

(4) 이류(화산 폭발 때의 분출물이나 진창의 흐름, 토석류(토석이 빗물 등과 함께 뒤섞여 흐르는 것) 대책

화산 활동의 발화에 따라 사나 전체의 황폐나 퇴적한 화산재 등은 이류나 토석류가 발생하는 요인이 된다. 이 때문에, 붕괴된 산 중턱에서 녹화에 의한 토사생산의 방지 외에 이류나 토석류에서 발생하는 유해를 억제하기 위한 사방댐, 물이 흐르는 길 등의 설치, 토석류를 안전하게 유하시키기 위한 도류제(흐름을 안정시키기 위한 제방)의 설치가 행하여지고 있는 것 이외에 상류에 설치된 토석류 센서에 의하여 토석류의 발생을 빠른 시기에 감지하여 토석류 경보장치에 의한 도로 통행의 금지가 실시되고 있다.

3. 백두산 화산 대응 기술개발사업 소개

3.1 추진배경

화산 재해에 대한 국민적 관심과 사회·경제적 중요성을 인식한 국가과학기술위원회를 주도로 2010년

8월부터 2011년 2월까지 “백두산 화산대응 방안에 관한 다부처 공동 기획 연구”를 수행하였다. 지질학, 기상학, 위성학, 방재학 등 광범위한 분야 전문가 30여명의 공동 연구 결과 교육과학기술부(화산 분화 조건, 지질 등 기초 과학 분야 연구 분야), 기상청(화산 관련 관측, 모니터링 분야 연구 분야) 및 소방방재청(화산 재해 대응 분야)을 각각 주축으로 하는 연구의 필요성 및 방향이 제시되었다.

이후 같은 해 7월 국가과학기술위원회에는 2012년 중점 재난·재해 기술로 “백두산 화산 감시·예측 및 대응 기술 개발” 사업을 선정하였고 2011년 10월 소방방재청 제4회 연구개발사업 심의위원회에서 “백두산 화산대응 기술개발사업 기본계획(안)”이 심의 확정되었다.

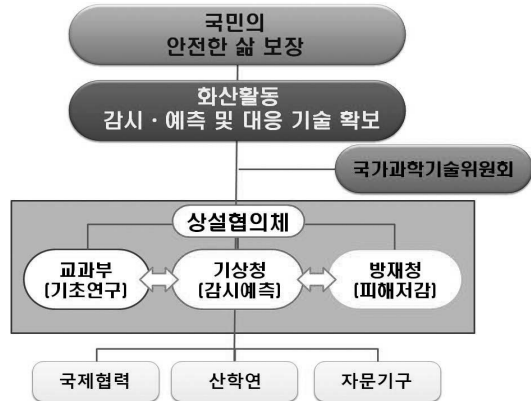


그림 4. 백두산 화산 대응 기술개발을 위한 참여 주체별 역할

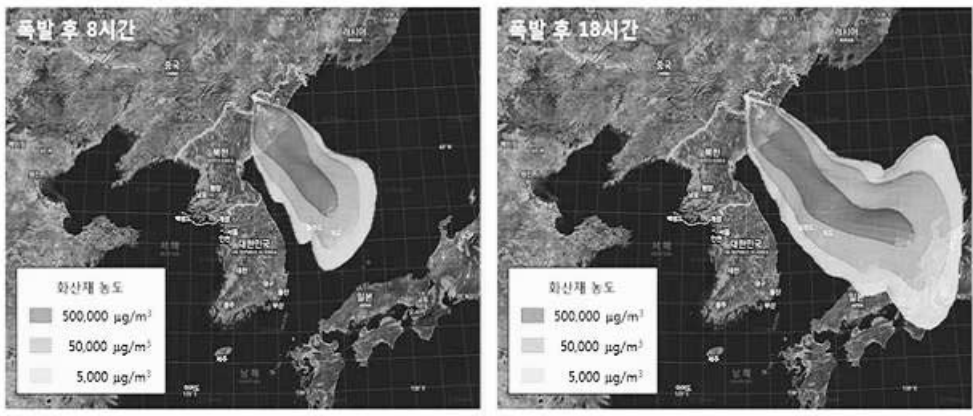


그림 5. 백두산 화산 폭발 후 화산재 확산 시뮬레이션 결과(국립방재연구원)

3.2 연구의 필요성

서론에서 언급하였던 아이슬랜드의 화산 폭발로 인한 유럽 전역의 항공 장애, 일본 큐슈의 사쿠라지마 화산 폭발로 인한 화산재 영향을 2차적인 피해를 경험하면서 백두산 화산활동 재개 가능성 및 이에 대비한 사회적 안전망 구축 등의 국민의 필요와 관심이 급증 되고 있는 현실이다.

(1) 화산재해 대응능력에 대한 시급성

화산 폭발에 대한 국민적 관심이 집중되고 이에 대비한 사회적 요구 증대 뿐만 아니라 경제적 파급 효과에 대한 우려에 종합적으로 대비할수 있는 화산 대응 기술 확보가 그 어느때보다 시급한 상황이다. 또한 화산재해라는 이전에 경험해 보진 못한 자연재해에 대한 미숙함과 기술 부족을 사전에 준비하여 철저히 대비해야 할 필요성이 있다. 이를 위해서는 신속한 화산정보 생산 및 대국민 정보 전달 역량 강화, 화산재난 피해 경감을 위한 국가 화산재난 리스크 평가 및 대응 능력 확보가 요구된다.

(2) 화산재해 대응기술 분야의 국내 연구 역량 구축 기반

화산재해는 화산재, 화쇄류, 화산 홍수 및 이류, 화산 지진 등과 같은 여러 가지 형태의 재해 요인이 다양한 시간과 광범위한 공간에 걸쳐 발생하는 복합재난이지만 국내에서는 백두산의 지역의 지질학적 특성에 대한 극히 일부의 연구를 제외하고는 거의 연구된 바 없으며, 관련 분야 전문가도 매우 소수인 실정일 뿐만 아니라, 화산재해 대응에 관한 연구 기반이 거의 없는 상태라고 할 수 있다. 따라서 국내에 산재된 관련 분야 연구 인력과 역량을 집중하고 다양한 형태의 복합 재난으로서 화산재해에 대한 대응 역량을 확

보하기 위해서는 체계적인 계획수립과 관리를 할 수 있는 기반이 필요한 상황이다.

(3) 화산재해 대응을 위한 방재 행정의 의사 결정 지원 요구

화산재해라는 신종 재난에 대해 선제적인 방재 행정 구현을 위해서는 관련분야 연구와 실효성 있는 연구개발 결과물이 필수적이지만 현실적으로 화산재해 대응 기술 분야의 산재된 연구 역량과 미약한 연구 기반으로 인해 효율적인 방재 행정 의사 결정이 어려운 것이 현실이다. 따라서 화산재해 대응을 위한 방재 정책 수립을 위한 관련 분야의 실제적인 연구결과물 제시와 화산 방재 행정을 위한 기술 수요 제기 등을 위한 일원화된 창구 마련을 위한 제도적 장치가 필요하다.

3.3 중점 연구 내용

백두산 화산 대응 기술개발사업은 2012년부터 4년간 총 14,200백만원의 예산으로 4개의 총괄과제로 수행될 예정이다. 본 사업의 비전은 과학 기반의 선제적 화산 재해 대응 기술 확보를 통한 안전 사회 구축이며 국가 화산 재해 위험도 평가 및 대응 기술을 확보하는 것이 최종 목표이다.(그림 6)

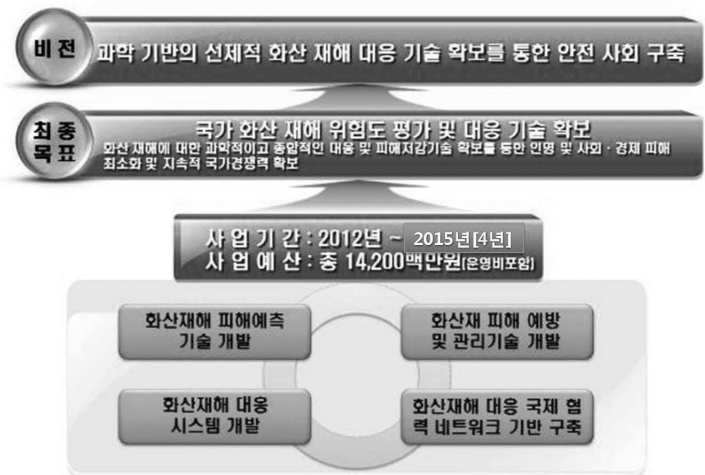


그림 6. 백두산 화산대응 기술개발사업의 비전 및 연구목표



(1) 화산재해 피해예측 기술 개발

화산재해 피해예측 기술 개발은 백두산 화산이 폭발할 경우 화산재, 화산성 지진 등으로 인하여 장·단기적 피해 발생 가능성이 예상됨에 따라 화산폭발 시기, 기상조건, 폭발 양상에 따른 시나리오별 화산재해 피해 범위 및 규모 등의 예측기술 개발을 목적으로 한다.

화산재 시공간 화산 시뮬레이션 프로그램 개발, 화산재 및 오염물질로 인한 피해 예측 프로그램개발과 함께 화쇄류, 화산성 홍수 및 화산 이류 피해예측기술개발을 중점적으로 연구할 예정이다. 또한 화산재해에 따른 사회 경제적 영향 예측, 화산성 지진으로 인한 국내 피해예측 기술개발 등 화산 폭발로 인한 직·간접적 영향에 대한 피해 규모 예측 및 분석이 이뤄질 것이다. 화산재 오염물질로 인한 인명, 환경, 사회기반시설 피해 중심의 종합적 피해예측을 통한 대응 시나리오가 마련될 것으로 기대한다.

(2) 화산재 피해예방 및 관리기술 개발

화산재 피해예방 및 관리기술은 화산재해에 따른 물리적 피해가 사회 각 분야에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구로서 각 분야별 체계적인 관리기준과 피해 저감 기술을 마련하기 위한 연구이다. 화산재 낙하에 따른 교통·항공 안전관리기술 개발과 화산재로 인한 환경 및 보건 분야 대응을 위한 관리기술을 개발하고 화산재 피해예방을 통해 1,2차 산업분야의 관리 기준을 수립할 예정이다. 이를 통해 효율적인 화산재해 예방 및 관리기술 개발로 방재 역량 강화 및 화산재해 발생 시 각 부처별, 기관별 대응 지침과 재해 유형별, 발생 단계별 표준 해동 지침이 제공될 것으로 기대된다.

(3) 화산재해 대응 시스템 개발

화산재해 대응시스템 개발은 앞서 소개한 화산재해 피해예측 기술과 화산재 피해예방 및 관리 기술을 통합함으로써 효과적인 사전 피해예측과 실제 상황 발생 시 신속한 정보 전달체계에 의한 효율적 대응을

가능하게 위한 상황관리시스템 개발에 그 목적을 두고 있다. 화산재해 대응 시스템 개발 결과물을 통해 실용적으로 화산 재해 대응 시스템으로 대응 능력을 향상 시키고 선진화되고 지속 가능한 방법으로 화산 방재 체계를 구축할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 개발된 시스템을 통해 향후 국제적 방재교육 프로그램 수출이 가능해 질 것으로 본다.

(4) 화산재해 대응 국제 협력 네트워크 기반구축

화산재해 대응을 위한 국제협력 네트워크 기반구축은 선진기술 도입을 위한 국제 전문가 네트워크 구축 및 공동연구를 통한 기반구축을 목적으로 한다. 특별히 백두산의 경우 지역적 특성을 고려하여 중국 등 백두산 화산 분야 국제 전문가 및 기관과의 협력 체계에 대한 수립도 이뤄질 예정이다.

4. 결 언

백두대간의 시작인 백두산은 지리적으로 북한 양강도와 중국 지린성에 걸쳐 자리잡고 있어 안보적으로나 정치적으로도 매우 민감한 이슈가 되고 있는 상황에서 백두산 화산 대응에 대한 국가적 대응 체계 수립은 그 어느 때보다 중요하고 그 필요성이 증대되고 있다.

이러한 시점에서 백두산 화산 대응 기술개발 사업의 출범은 매우 시기 적절하다 할수 있다. 본 사업을 통해서 화산재해 대응 능력에 대한 역량을 제고여 국민적 관심, 사회적 요구와 경제적 파급 효과에 대비한 종합적인 화산 대응 기술 확보를 기대하고자 한다. 또한 화산재해라는 경험부족과 대응 기술 미확보 문제를 국가적 차원에서 관계부처별 역할에 따라 대응 능력을 제고하는데 또한 본 사업 수행의 의의가 있다고 할 수 있다.

향후 4년간 (1)화산재해 피해예측 기술 개발, (2)화산재 피해예방 및 관리 기술, (3)화산재해 대응시스템 개발, (4)화산재해 대응 국제협력 네트워크 기반구축

의 총 4개 연구과제를 수행하게 되는 백두산 화산대응 기술개발 사업을 통해 국가 화산재난 대응을 위한 전략과 기반이 수립될 것을 기대한다. ☞

참고문헌

1. 백두산화산대응기술개발사업단, 2012: 백두산 화산재해 피해예측 및 대응 기술개발 추진 계획