

일본의 화산재 대책 및 처리사례 소개

REVIEW



박 경 부
한국방재협회 고문
(주)이산 상임고문



이 창 희
(특)한국방재협회
정책연구실 실장



박 선 희
(특)한국방재협회
정책연구실 연구원

1. 서론

최근 기상청 및 소방방재청의 연구결과 백두산 화산은 가까운 장래에 폭발할 것이라고 전망하고 있다. 화산 폭발의 영향은 화산마다 다르지만 폭발 기간이 적게는 수시간, 많으면 10년 이상 지속된다. 화산에 의한 대표적인 피해유형으로 화산가스, 화산력 및 화산재, 화쇄류, 용암류, 토석류, 용설형 화산이류로 인한 피해가 대표적이다. 이중 화산재는 직접적인 인명에 대한 직접적인 사상 위험성은 없으나, 피해 범위가 광범위하다. 또한 인체 건강, 사회기반시설, 환경기초시설, 건물, 산업시설 등 경제적·산업적으로 막대한 국가적 손실을 일으키게 된다. 따라서 화산재로 인한 국가적인 손실을 최소화하여 화산 재해 시 빠르게 처리하는 기술 확보가 중요하다. 본 고에서는 일본 중앙부처 및 최근 화산폭발이 이루어졌던 가고시마 사쿠라지마의 화산 관련 방재대책 및 화산재 처리과정을 소개하고자 한다.

2. 화산재 피해영향

화산재로 인하여 건강, 건축물, 도로통행, 자동차, 철도운행, 항공기운행, 화력·수력발전소, 송전시설, 발전기, 전파 및 휴대전화, 송전시설, 발전기, 전자기기, 상하수도, 농작물, 수산물 등에 미치는 영향은 다음과 같다.

일본의 화산재 대책 및 처리사례 소개

구분	화산재 피해 영향
건강장애	화산재가 많이 쌓인 경우(예: 우스산 2cm이상, 1977) 눈, 코, 목, 기관지의 이상 등이 보고사례가 있음
건축물	건축물의 내 하중은 구조 등 요인에 따라 차이가 있으나 화산재의 퇴적량에 의해 건축물 붕괴를 야기할 수 있음
도로통행	화산재를 신속히 처리하지 못할 경우 도로가 미끄러워 지는 등 통행이 불가능하게 됨. 습윤시는 수 mm 정도, 건기시는 1~2cm 정도의 화산재가 쌓인 경우 도로 통행에 지장을 초래하게 되나, 도로 상황 등 조건에 따라 통행 가능한 퇴적량은 변화 함.
자동차	필터가 막힘, 도로가 미끄러워 사고 발생 위험이 커짐
철도운행	철도가 운행 중지되는 화산재 양의 기준은 없으나, 중지된 사례는 있음(일본 1985년 JR과 가고시마 시영 전차). 기차 바퀴와 레일 사이에 재가 5mm 정도 이상이 되면 전류가 흐르지 않고 기차가 움직이지 않게 됨. 신호기 등 고장이 발생하기도 함. 철도공사 등 각 기관의 대책 상황 마련 필요
항공기운항	대기 중을 떠다니는 화산재로 인해 항공기의 윈드 실드의 손상이나 엔진의 정지가 발생한다. 항공기 엔진은 자동차처럼 필터를 장착하는 것은 매우 어려움. ICAO(International Civil Aviation Organization, 국제민간항공기구)는 민간 항공기의 운항에 대한 안전기준 규정을 결정하고 있음(화산재가 조금이라도 있는 하늘은 폐쇄한다). 예외적으로 2010년 아이슬란드 화산폭발시 1주일만에 10만편의 결항으로 사회에 미치는 영향이 큼에 따라 임시 로컬 룰을 책정하여 화산재의 농도에 따라 비행 금지 기준을 완화한 바 있으며, 현재 ICAO에서 현재 기준의 타당성에 대한 검토를 수행 중. 다만, 공항에 대해서는 화산재에 관한 규정이 없음. 화산재의 유무에 관계없이 활주로가 미끄러운 경우 항공기의 이착륙하지 않기 때문에 화산재가 공항에 유입되면 항공기 운항에 영향을 미치는 것을 피할 수 없음. 특히 활주로에 화산재가 퇴적된 상황에서는 항공기의 운항을 불가능함.
화력발전소	일본의 화력 발전소는 현재 실내에 필터가 장착되어 있으나, 화산재가 대량, 장기적으로 낙하할 경우 필터 교환 청소 등을 위해 중지 가능.
수력발전소	화산재가 수력 발전 가중에 영향을 미친 사례가 없으나, 하천에 굵은 입자가 흘러 들 경우 터빈에 영향을 줄 수 있음.
송전시설	송전 기기의 일부인 애자에 쌓인 화산재가 강우시에 젖어 누설 전류가 흐를 수 있기 때문에 사고 방지를 위해 전력 공급을 멈추기도 함. 실제로 젖은 화산재가 애자에 부착하면 절연 특성이 저하되어 누전을 증가시킴.
발전기	공공 시설이나 병원 등의 발전기를 설치하고있는 시설과 관련하여 발전기가 덮여 있지 않거나 필터가 장착되어 있지 않은 경우 영향이 미칠 수 있음
전파·휴대전화	화산 분화시 측정 센서의 전파 신호를 수신 못 하는 사례가 있는 등 전파 신호 송수신에 장애가 발생할 가능성이 있으나 자세한 원인은 밝혀진 바가 없음.
전자기기	대규모 화산재시에는 정밀 기기에 미치는 영향이 우려됨.
상수도	영향의 정도는 정수 시설의 구조에 달려있음(정수 시설의 여과 연못이 복개되지 않은 경우 화산재 제거가 어려움). 수질에 미치는 영향은 화산재 양과 함께 그 화학 조성이 크게 영향을 미침.
농작물	농작물의 종류, 생육 단계에 따라 피해는 크게 다르다. 작물은 고사하지 않아도 화산재에 의해 상품 가치가 하락. 2차적으로 토양의 구조에 영향을 미쳐 산성을 띠고, 유황이나 황산, 염기 등의 성분이 높은 경우 토양의 물리성을 악화시킬 수 있음
수산	화산재의 양이나 화학적 성질에 따라 영향은 다르지만, 품질을 저하시키거나 폐사 등의 피해를 미침

| 리 뷰 |

3. 일본의 화산 폭발 관련한 대책

• 화산 관측 시스템의 운영

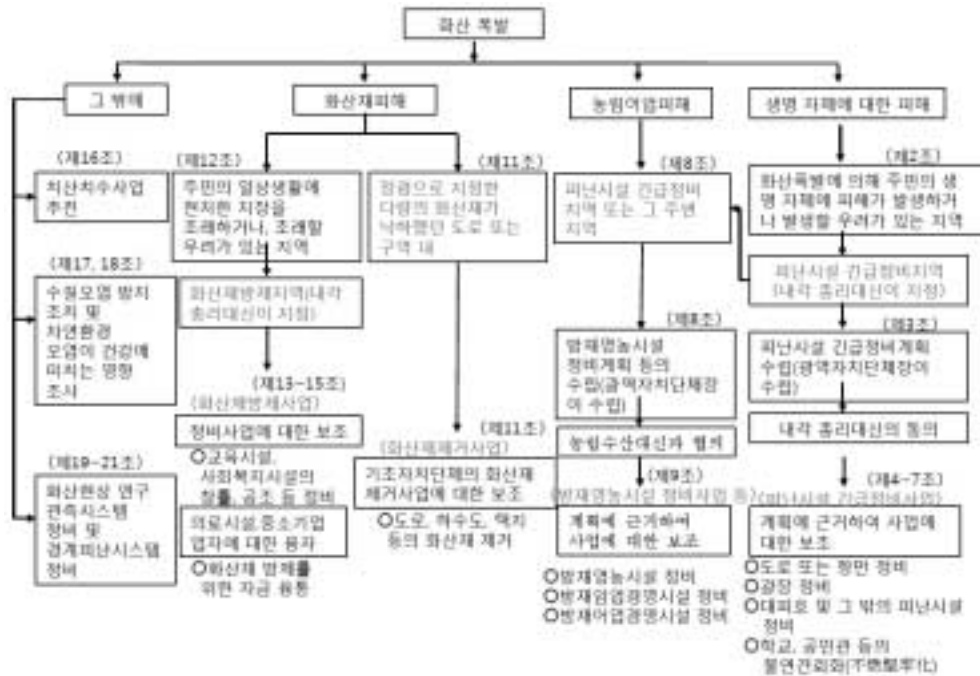
기상청, 대학, 국토교통성, 국토지리원, 해상보안청, 연구기관 등은 지진계, GPS관측장치, 경사계, 공진계, 원거리용 카메라 등을 이용해 화산활동을 감시·관측하며, 관측기기를 이용한 관측외에 정기적 또는 필요에 따라 현지에서 기동관측을 실시하고 있다. 각 기관이 수집한 데이터는 화산분화 예측 연락회 시스템을 활용하여 공유된다.



〈 화산관측시스템의 운영 〉

• 활동화산대책특별조치법을 통한 제도 운영

활동화산대책특별조치법을 통해 화산 현상에 따른 현저하게 피해를 받거나 받을 우려 지역에 대해 대피 시설, 방재 영농 시설 등의 정비 및 낙진 제거 사업의 실시를 촉진하는 등 특별 조치를 강구함으로써 해당 지역의 주민 등의 생명 및 신체의 안전 및 주민의 생활 및 농림 어업, 중소기업 등의 경영을 위한 사항을 규정하고 있다.



< 활동화산대책특별조치법 개요 >

• 재해대책본부의 합동회의 운영

화산재해는 전문적 지식에 한계가 있는 기초자치단체만으로는 적절한 대응이 불가능하므로, 분화시에 기초자치단체, 광역자치단체, 중앙정부, 나아가 화산전문가가 협력하여 긴급대책을 검토, 실시할 필요가 있다. 이에 대한 방안으로 기초자치단체 및 광역자치단체의 재해대책본부, 중앙정부의 비상재해현지대책 본부가 합동회의를 개최하여, 관계기관이 시행해야할 재해 긴급대책에 대한 회의 및 의사 결정을 수행하며, 화산전문가가 참여하고 있다.

<합동회의 검토사항>

- 위험 경계가 필요한 범위 설정(확대, 축소, 해제)등
- 분화 활동 종식 시기
- 피난수단 확보, 피난경로 확보, 피난소 운영
- 주민 등의 구조·구급, 의료, 원조물자 수송·수용
- 화산활동 관측수단 운영·확보
- 가축 이송, 농림수산업 대책
- 주민이나 보도기관에 발신할 정보 등

4. 화산재 처리

• 도로에서의 화산재 처리

도로 노선(백색선)이 보이기 힘들어지며, 도로에 화산재가 흩날려 보행자와 차량의 통행에 지장을 초래하므로 제거 작업을 실시하고 있다.

- 화산재 제거작업은 화산재 양이 많은 지역을 중점적으로 작업을 수행하여 3일 이내 제거 작업을 완료하도록 함
- 화산재 양이 적은 경우는 살수차만을 이용할 수도 있음
- 도로 청소차는 일반 노면 청소 차량을 개량하여 사용
- 노면 청소 차량에서 모은 화산재는 처분장으로 이동



[작업전 상태]



[노면청소차량에의한제거]



[살수차에 의한 제거]



[제거작업완료]

〈 도로에서의 화산재 처리 과정 〉

• 주택지에서의 화산재 처리

주거지의 화산재에 대해 시가 지정하는 주거지내 낙하 화산재 처리 지정 저장소로 수집 운반 처리를 실

시하고 있다.

- 절차 : 주거지내 화산재 수집 → 수거 · 운반 → 수거량 검수(정산) · 처분
- 주택지내의 화산재는 각 가정에서 수집한다(수거봉투는 쓰레기 봉투와 유사)
- 수집된 화산재는 택지내 낙하 화산재 수거 지정장소에 내어 놓는다
- 수거업체가 수거 지정장소에 내어 놓은 화산재를 1개월에 1회 정도 순회하며 수집 · 운반함
- 수거업체가 담당 지역 내에서 순회하면서 수집된 재는 임시 적치장으로 운반
- 임시 적치장으로 운반된 화산재는 양을 계산 후 지정된 최종 처분장으로 이용됨



〈 주택지내 화산재 수집 〉

• 농작물의 화산재 처리

화산재 떨어지면 즉시 털어내고 물을 뿌려 씻어내어야 하나, 수분을 포함한 재는 비에 의해서도 제거하기 어렵기 때문에 품질 및 상품성이 저하됨. 특히 잎에 화산재가 부착하면 빛을 받는 양이 감소되어 품질과 수확량이 감소하게 된다.



〈 농작물에 미친 화산재 피해 상황 〉

| 리 뷰 |

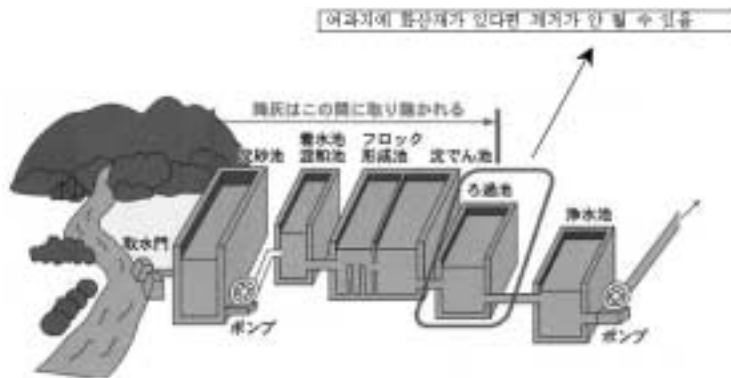
화산재의 영향을 받는 지역에 대해서 화산재와 화산 가스의 영향을 피하기 위해 비닐하우스 등 시설물을 이용한 재배를 장려하고 있지만, 화산재의 영향으로 채광량이 감소되어 품질과 수확량이 저하 될 수 있다. 비닐하우스 등 시설물의 낙하 화산재에 대해서는 우선 화산재를 털어내고 물을 뿌려서 제거하고 있는 상황이다.



〈 비닐하우스 등 피복시설에 미친 화산재 피해 상황 〉

• 기타

취수장에서는 화산재의 영향으로 여과지의 탁도가 상승하고 취수 중단에 이르는 경우가 있기 때문에, 취수 시설의 화산재 방제 대책으로서 여과지 등에 복개 시설의 정비를 진행한다. 하천·해안 등에 화산 활동으로 입자가 굵은 것이 흘러 든 경우 어선의 스크류 등 고장의 원인이 되며, 양식장에 유입되어 물고기 폐사의 원인이 되기도 한다. 대책으로서, 해변에 올라온 굵은 입자에 대해서는 수작업에 의한 제거를 실시하고 있다.



〈 취수장에서의 화산재 처리 〉



〈 하천·해안 등에 유입된 입자의 제거 〉

5. 화산재 처리장비 운용

화산재는 물 혹은 강우에 적셔질 경우 딱딱하게 굳거나 바닥에 달라붙게 되는 특성을 지니며, 화산재 처리를 위한 특별 용도로 제작되어 운용되어 진다. 처리장비의 수요처가 많지 않으므로 경제성을 받쳐주지 못하므로 일반 기업에서는 생산하지 않고, 국가연구소에서 연구 진행 및 장비생산을 담당하고 있으며, 처리 장비는 주로 도로에서의 화산재 처리 장비가 주류를 이루고 있다.

처리 중 화산재가 공기에 날리므로 청소차와 살수차를 동시에 운용하는 것이 일반적이다. 도로의 폭 및 도로사정에 따라 청소차의 종류 및 규모는 다양하며, 일반적으로 중앙정부에서 큰 규모, 지방정부에서 작은 규모의 청소차를 보유한다. 이외 보도, 학교운동장, 야외 수영장, 건물옥상별로 처리 장비가 제작 운영되고 있다.



〈 도로에서 화산재 처리에 이용하는 장비 〉

| 리뷰 |



〈 도로 및 학교운동장에서 화산재 처리에 이용하는 장비 〉



〈 야외 수영장 및 건물옥상에서 화산재 처리에 이용하는 장비 〉

6. 결론

우리나라에서는 화산 폭발이 일어나지 않아 화산 폭발시 화산재에 대한 처리 대책이 현재까지 없는 상황이지만, 미래에 발생할 수도 있는 화산 폭발에 대비하여 관련 기술 및 대책 마련이 필요하다. 이를 위해 일본의 화산재 처리기술의 국내 적용성 여부를 향후 면밀히 검토하여야 한다. 상황관리체계 구축, 도로복구 등 복구사업, 화산재 처리장의 확보 및 운영, 화산재 처리 장비의 종류 파악 및 운영방안 마련, 방제지역의 지정, 재해자금 및 지원방안 등 일본의 화산재 처리관련 대책 및 기술에 대해 국내 적용성 여부를 향후 면밀히 검토하여 백두산 화산 폭발 시 신속하고 효율적인 화산재 처리 기술 확보 할 수 있도록 하여야 하겠다.

〈 향후 화산재 대책 및 처리와 관련해서 검토사항 〉

구분	검토사항
상황관리체계 구축	• 국가, 지방, 재난관리책임기관, 국민들에 대한 정보 전달 체계 및 처리와 관련한 상황관리 체계 구축 연구에 참조하여 국내 상황관리체계 구축방안 마련
화산재 처리장	• 화산재 수거 처리장 확보 및 처리장 운영 기술을 참조하여 국내 적용방안 제시
처리 장비	• 화산재 처리용 장비의 종류를 파악하고, 국내 유사장비 현황 및 적용성 여부 검토
낙하 화산재 예산 편성 및 지원	• 낙하 화산재 처리와 관련하여 국가 및 지자체의 예산 편성 및 지원 방안 마련
방재 지역의 지정 측면	• 방재 지역 지정 절차에 대한 체계 구축과 관련하여 참조 (지정자 및 관련사항 협의체 구성 등)
낙하 화산재 유발 재해 방지	• 화산재에 따른 유발 재해와 관련하여 재해경감 사업 추진하는 사항들을 검토하고 국내 관련 기술 개발시 활용

감사의 글

본 연구는 소방방재청의 백두산화산대응기술개발사업인 ‘낙하 화산재 처리 및 활용 기술 개발[과제번호 (NEMA-백두산-2012-2-5)]과제의 지원으로 이루어 졌습니다. 이에 감사드립니다.