

일본의 화산재에 의한 산업분야 대응 정책동향

미래자원연구원 원장 유 시 생
미래자원연구원 실장 이 영 근
미래자원연구원 주임연구원 최 진 도

1. 서론

최근, 기상청 및 소방방재청의 연구결과에 의하면, 백두산 화산은 가까운 장래에 폭발할 것이라고 전망하고 있다. 백두산 화산이 폭발할 경우, 남한에는 화산재의 영향으로 미세먼지가 증가하면서 항공기 운항을 비롯한 1~3차 산업 전반에 차질이 빚어질 것으로 분석되었다. 기상청 국립기상연구소는 10세기 백두산 대분화에 대한 연구 결과를 바탕으로 시나리오를 구성한 결과 지상에 영향을 줄 수 있는 화산 분출물은 용암류가 최대 15km 반경, 화성쇄설류가 60km 반경, 이류가 180km 이상, 암설류가 100km 이내로 각각 나타났다고 밝혔다. 따라서 화산분출물로 인한 직접적인 영향은 북한과 중국에 한정될 것으로 전망되며, 남한지역은 미세먼지 농도가 높아지면서 항공기 운항에 지장이 생기는 등 화산재로 인한 간접 영향을 받을 것으로 추정하고 있다. 기상청은 백두산 화산이 폭발할 때 남한 지역이 가장 많은 영향을 받는 조건은 한반도 주변으로 북풍이나 북동풍이 발달해 있을 경우라고 설명했다.

한편, 화산재의 영향으로 인해 가장 큰 피해를 유발할 것으로 예상되는 산업분야는 현재 무방비 상태라고 해도 과언이 아니다. 현재 우리나라는 화산재에 대해 농축수산업분야를 비롯한 정밀산업 등 제조업 분야의 기초적인 대응지식과 이를 대비하기 위한 전문적인 기술이 없다. 따라서 해당분야의 기술개발은 물론 이를 위한 법제도적 여건마련의 기반을 정립할 필요성이 있다. 본 연구에서는 백두산 화산이 폭발하는 경우, 그로 인해 비산하는 화산재가 한반도를 뒤덮게 되었을 때 산업분야에 어떠한 영향이 미치며 또 어떠한 대응을 취할 것인지에 대하여 화산대국이라 불리는 일본을 집중적으로 조명하였다.

2. 화산재의 영향 및 피해사례

가. 화산재에 의한 산업에의 영향

화산재는 직경 0.2mm 이하의 입자로 구성되어 있어 TV나 컴퓨터 등 첨단장비 내부에 삽입되기 쉬워 장비의 오동작을 유발할 수 있으며, 도로나 가옥 등에 축적된 화산재는 인위적인 조치를 취하지 않으면 쉽게 제거되지 않기 때문에 장기간에 걸쳐 인간의 생활환경과 건강에 영향을 미치게 된다. 따라서 이러한 물리적 피해를 사전에 예방하기 위해 화산재를 조기에 예방 및 제거할 수 있는 법제도적 기반이 마련되어야 한다.

최근 화두가 되고 있는 백두산 화산이 폭발하는 경우, 기상조건에 따라 화산재가 전국으로 확산될 수 있으며, 러시아 원동지역-일본 동북지방을 통과하는 항공노선을 마비시킬 가능성이 있으며, 이런 경우 여

객은 물론 항공물류 수송에도 중대한 차질이 발생할 수 있다. 또한, 우리나라와 주변국의 곡물산업 생산물 작황의 악화를 초래하여 장기간에 걸쳐 식량 수급에도 타격을 줄 수 있으며, 항공기 운항 취소에 따른 경제적 손실, 기업 휴지, 화산재 제거비용(clean-up cost) 증가, 호흡기 질환, 식수 오염 및 수질 관련 질병, 화산재와 산성비로 인한 건물 노후화 가속 등 2차적 손실이 예상된다. 화산재로 인한 산업분야의 경제적 영향 및 손실에 대해 살펴보면 다음과 같다.

표 1. 화산재로 인한 산업분야의 영향

구분	세부항목	
농업	수입	잉여 감소, 농작물 가격 상승
	생산력	수출과 생산침체의 영향으로 인해 장기적 피해 계속
	피해	화산 영향권지역이 농가 피해
제조업	비용	생산처리 비용 증대, 제조기술비용 증대
	생산력	생산과 수출의 영향으로 2차적피해 유발
	피해	화산재 영향권 전지역 제조업체 피해
산림	비용	대처비용의 증대
	상업피해	상업용 수림 피해
	해충	해충의 증가와 살충제 비용증가
수송	운하	유람객선의 운항피해
	운송	도로, 철도, 하천 유실로 인한 복구비용
	항공	운항일수 감소
수자원	홍수	홍수로 인한 물적 피해
	수위	호수, 저수지의 수위 감소
	처리비용	수처리 비용상승
	절수	절수의 필요성증가
	물분쟁	지역간 물분쟁

이처럼 1, 2차 산업 및 서비스 산업의 피해에 따른 보험업계 손실, 원화가치 하락, 금융시장 충격에 따른 투자 포트폴리오 악화 등 많은 경제적 손실이 연이어 발생할 가능성이 크다. 이러한 산업분야의 경제적 영향으로 인하여 사회·문화적 분야 등에 연쇄적으로 피해를 미칠 수 있다. 따라서 향후, 화산재의 연쇄적 피해로 인한 사회·문화적 불안요소에 대해 충분한 고려 및 사전대처가 필요하다고 할 수 있다.

표 2. 화산재로 인한 사회, 문화적 영향

화산재로 인한 사회, 문화적 영향	
• 식량부족	• 산불로 인한 공공안전의 위협
• 건강의 불안 증대, 호흡기 질환자 증가	• 야생동물의 집중화로 인한 질병증가
• 야생동물의 집중화로 인한 질병증가	• 수리권 분쟁, 정치적 충돌, 관리분쟁
• 사회불안 및 시민분쟁	• 사회가치의 재평가
• 문화공간 감소, 심미적 가치손실	• 삶의 질, 생활환경의 변화, 인구의 이동

나. 일본에 있어서 화산재 피해사례

일본은 108개의 화산이 앞으로 분화할 가능성이 있는 활화산으로 지정되어 있는 만큼 화산대국이라 할 수 있다. 화산재해는 국민의 생명과 안전에 중대한 영향을 미치며, 지속적으로 피해를 끼치는 만큼 정부차원의 적극적인 대책을 준비하지 않을 수 없다. 본 절에서는 최근 일본에서 분화한 화산 중에서 화산재로 인하여 많은 피해를 발생한 사례를 중심으로 살펴보았다.

표 3. 일본의 화산재해 사례

발생년도	화산명	사망자수	발생 현상 등
1707	후지산	대량의 아사자	분출물이 두껍게 퇴적·에도에도 대량으로 화산재가 내림
1741	오시마오시마 섬	2000명 이상	산체붕괴로 인한 쓰나미
1779	사쿠라지마섬	150명 이상	분석·용암류 등
1783	아사미산	1151명	화재류·화산니류·홍수
1785	아오가시마	130~140 명 (섬주민의 40%이상)	50여년 동안 무인도가 됨
1792	운젠산	약 15000명	산체붕괴·쓰나미
1822	우스산	82명	화재류
1856	홋카이도 고마가다케산	20명 이상	낙하경석·화재류
1888	반다이산	477명	산체붕괴로 인한 암설류
1900	아다타라산	72명	황채굴소 완전붕괴
1902	이즈토리시마 섬	125명	모든 도민이 사망
1914	사쿠라지마 섬	58명	분석·용암류·지진
1926	도카치산	144명	화산니류
1952	베요네스열암	31명	해저분화
1991	운젠산	43명	화재류
2000	우스산	-	폭발에 의한 화구군 형성
2000	미야케섬	모든 도민 피난	대량의 화산재와 화산가스 발생

“자료: 内閣府(2011), 日本の災害対策”

1) 카고시마 화산

1955년부터 일본 Kyushu의 남쪽에 위치하며 600,000명이 거주하는 카고시마시는 사쿠라지마섬 미나미다케 활화산의 폭발로 발생한 화산재의 직접적인 피해를 받았다. 1985년 화산활동으로 인해 화산재의 9천2백만톤이 분출되었고, 평년 10~30,000,000톤에 이를 정도이다. 반경 20km이내에서는 두께 1m이상이 되기도 한다. 또한, 매년 천회이상 분화를 거듭하며 가스와 재를 동반한 운진이 주기적으로 마을을 뒤덮기 때문에 정부와 지자체에 의한 대응노력이 가장 활발하게 이루어지는 곳이기도 하다.



그림 1. 일본 카고시마화산



그림 2. 카고시마시내 화산재 누적량

표 4. 일본 카고시마 피해 현황

구분	피해 현황
전력공급장치	- 전력공급 방해
차량	- 화산재의 침투로 엔진고장 - 차량 부품 부식으로 가동 중단

2) 신모에다케 화산

일본은 환태평양 화산대에 위치하는 화산 국가이며, 전 세계의 약 7%에 해당되는 108 개의 활화산이 존재하며, 과거에도 분화 등 활발한 화산 현상으로 인해 막대한 피해를 입은 바 있다. 최근에는 2000년의 우스산과 미야케섬, 2011년의 기리시마산(신모에산)의 분화로 많은 주민들이 피난한 적이 있으며, 화산의 분화 등으로 인해 발생하는 현상은 각양각색이고, 특히 분화 발생으로부터 피난까지의 시간적 여유가 거의 없고, 생명에 대한 위협성이 높은 현상(분석, 화산 분출물, 용설형 화산기류)은 방재대책에 있어서 중요도가 높은 것으로 생각할 수 있다.

일본의 신모에다케 화산은 2011년 분화한 화산으로 일본 큐슈지방에 위치한다. 과거 소규모 분화를 포함해 7회의 분화가 있었으며, 이번 2011년 분화는 역대최대 규모의 분화로 관측이 되었다. 1시간 반 동안 마그마가 분출되었으며, 연기가 2,500m까지 치솟았다. 연기와 화산재 등이 솟아오르며, 이때 마찰로 발생하는 청백색의 화산번개가 발생하기도 하였다(소방방재청, 2012).

일본 지지통신, 후지TV 지역 네트워크 FNN, TBS 지역 네트워크 JNN 등의 보도에 따르면, 일본 카고시마 기상대는 일본 큐슈 남부의 신모에다케 화산(1421m)에서 폭발적 분화가 관측되어 연기가 약 1000m 높이까지 치솟았다.

일본 기상청 자료에 의하면 2011년 1월 26일 아침 발생한 화산성 미동은 28일 오후도 계속 되고 있으며, 그 후 화구에서 약 2km 이내에서는 분화에 수반되는 큰 분석(噴石)이 날아갔다고 보도한 바 있다. 또한 도쿄대지진연구소가 28일 오전, 상공으로부터 관측한 바에 의하면 신모에다케의 화구에 직경 수십 미터의 용암돔이 출현했으며, 화구 남서 측에는 소규모의 화쇄류(화산의 폭발로 인해 화산재, 연기, 암석

등이 뒤섞인 구름이 고속으로 분출되는 현상)가 500~600미터 흐른 흔적이 발견되었다.

한국은 최근 연속적으로 폭발하고 있는 일본의 화산에서 내뿜는 화산재의 피해는 없지만 분화가 여름까지 장기화하면 직접적인 피해가 발생할 가능성이 높은 것으로 예측됐다. 일본 규슈 남쪽 지역은 현재 화산 활동이 활발하다. 이 지역 신모에다케(新燃岳·해발 1421m), 미나미다케(南岳·1060m)는 현재도 분화 가능성이 항상 존재한다.

화산재 대부분은 겨울에 부는 계절풍인 북풍과 서북풍을 타고 일본 동남쪽의 태평양으로 이동하고 있기 때문이다. 하지만 일본에서 화산 분화가 여름철까지 계속되면 한반도에도 화산재 피해가 발생할 우려가 높다.



그림 3. 일본의 신모에다케 화산분화시 현지피해방송

3) 우스산(有珠山) 분화

우스산은 홋카이도 남쪽에 위치한 활화산으로서, 2000년 3월 화산성 지진이 증가하기 시작하면서 동월 31일 마그마 수증기 폭발이 시작되어, 화산활동은 7월 말~8월 초경에 멈췄다. 우스산 분화로 인한 인적피해는 없었으나, 하수도 피해가 아주 심하게 나타났다. 총 피해액은 약 3,000억원이었으며, 그 중 상공업 피해액은 약 2,500억원으로 나타났다. 상공업 피해 중, 특히 상업 피해가 65건으로 많았다.



그림 4. 우스산의 위치

표 5. 우스산 분화 피해 현황(2000년)

시설 등 종류	피해	피해액(천 엔)	
토목 피해	59개소	4,355,534	
농업 피해	33건	268,207	
수산 피해	1건	10,225	
임업 피해	-	292,474	
위생 피해	10건		
하수도 피해	45개소	5,707,224	
공립 학교 등 피해	7건	1,020,029	
사회교육시설 및 그 밖의 공공시설 피해	8건	1,372,245	
사회복지시설 피해	6건	162,052	
도시시설(공원) 피해	2건	23,068	
시기택지 토사 퇴적 제거	1건	60,533	
상공 피해	상업	65건	277,263
	공업	11건	58,910
	그 외	68건	1,721,281
	총	144건	2,057,454
주택 피해	580건	1,936,012	
비 주택 피해	23건	1,607,934	
합계		25,962,848	

자료: 有珠火山防災計(2007), p.22.

4) 운젠(雲仙) 분화

나가사키현에 속해있는 운젠봉 화산 피해는, 화산 분화로 인한 토석류, 화산재 날림 등 원인이 되어 지역경제사회에 직접적·간접적인 피해를 주었다. 운젠봉은 1990년 198년만에 분화를 시작했고, 1995년 3월경 까지 분화와 휴화(休火)를 반복하였다.

운젠 분화로 인한 1996년 3월 말까지의 인적피해는 총 56건이었고, 총 피해액은 약 2조 7천억원으로 나타났다. 이 중, 상공업 관련 피해액은 총 약 1조 8천억원으로 농축산물 피해 등과 비교했을 때 피해 금액이 가장 크게 나타났다.



그림 5. 운젠(雲仙)봉의 위치

표 6. 운젠산 화산피해 현황

인적 피해	사망자	행방불명	부상자	합계
	41	3	12	56
건물 피해	주택		비 주택	합계
	13,999		1,112	2,511
피해액(백만 엔)	직접 피해		간접 피해	합계
농림수산시설 피해	18,026		-	18,026
공공토목시설 피해	33,074		-	33,074
농축산물 피해	20,881		-	20,881
상공업 피해	17		153,727	153,744
그 외	2,754		1,463	4,217
합계	74,752		155,190	229,942

자료: 宮入 興-(1999), p.118.

일본에서의 화산폭발이 직접적으로 우리나라에 영향을 미치지 않는다는 견해가 지배적이다. 하지만 국립기상연구소 황사연구과에서는 “계절풍의 방향이 바뀌는 여름에 두 가지 조건이 충족되면 규슈 화산이 내뿜은 화산재가 한반도로 넘어올 수 있다”고 설명했다. 두 가지 조건은 ‘풍향(기압배치)’과 ‘화산의 분출 높이’를 말한다. 한반도와 일본 열도를 포함하는 동북아시아는 여름철에 남풍이나 동남풍이 분다. 북태평양에 강한 고기압이 형성되기 때문이다. 이 고기압이 동해 쪽 먼 곳에 형성되면 바람은 일본 열도를 타고 규슈를 거쳐 한반도를 지나게 된다. 이때까지 화산이 계속해서 화산재를 내뿜으면 바람을 타고 한반도에 떨어지게 된다.

국내에 화산재가 다량 유입되면 여러 가지 피해가 발생하게 된다. 기상청 지진감시과에서는 “옛날에는 화산재가 농작물을 덮어 피해를 줬지만 최근에는 의뢰기구나 정밀 제어장비에 고장을 일으키고 항공기 운항에도 지장을 주게 된다”며 “특히 반도체 등 첨단산업단지가 많은 지역에 미세먼지 농도가 일시적으로 높아지면 제품 불량률이 증가하거나 공장 가동이 일시 중단될 수도 있다”고(동아일보, 2011.02.10) 설명한 바 있듯이 일본의 화산이지만 분화할 시 국내 산업분야의 피해도 불가피한 상황이다.

3. 일본 카고시마현의 화산재 대책

앞서 지적한 바와 같이 현재에도 108개의 활화산이 활동하고 있는 화산대국 일본에서도 특히 카고시마현은 수백년에 걸쳐 화산피해를 입고 있는 대표적인 지역이다. 따라서 카고시마현의 화산재 대응관리기술 및 제도적 기반을 조사하는 것은 향후 백두산 폭발로 인해 우리나라 산업분야에의 대응책을 강구하는데 중요한 단서를 제공할 것이다.

1) 카고시마 지방기상대

카고시마 지방기상대는 카고시마시에 위치하고 있으며, 사쿠라지마 화산활동을 실시간으로 모니터링하여 관계기관 및 보도기관에 정보를 제공하고 있다. 특히, 사쿠라지마 화산에 모두 6개의 지진계를 설치

하여 실시간으로 관측·분석하고 있다. 또한 마그마량과 가스 팽창 등을 관측하는 경사계를 이용하여 실시간 계측을 수행하고 있다.



그림 6. 화산관측 모니터링 시설



그림 7. 화산재 관련 기상대 업무설명

기상대 관계자에 의하면 사쿠라지마 화산은 경보레벨 5단계 중 3단계에 속해 있으며, 화산재에 대한 피해사례조사는 지자체를 중심으로 지속적으로 수행되어 지고 있는 것으로 파악되었다. 또한 기상대에서는 화산에 대한 정보전달 및 경보발령에 대한 법적인 지원근거에 근거하여 업무를 수행하고 있다. 기상대의 기본적인 임무는 실시간 모니터링과 그에 근거한 정확한 정보의 발신에 있다. 수집된 정보는 일본 기상청을 비롯하여 지자체 및 보도기관에 신속하게 전달되어 관련기관이 신속한 대응체계를 갖출 수 있도록 하고 있다.

표 7. 화산활동 단계 예시

구분	대상범위를 포함한 경보명칭	대상범위	레벨	화산활동 상황
분화 경보	분화경보 (거주지역) →분화경보	거주지역 및 화구	레벨5 (피난)	거주지역에 중대한 피해를 끼치는 분화가 발생 또는 절박한 상황
			레벨4 (피난준비)	거주지역에 중대한 피해를 끼치는 분화가 발생한다고 예상되는 가능성이 높음
	분화경보 (화구주변)→ 화구주변경보	넓은 범위 (화구-거주지역 근처) 좁은 범위 (화구-화구주변)	레벨3 (입산규제)	거주지역 근처까지 중대한 영향을 끼치는 분화가 발생 또는 발생될 것으로 예상됨
레벨2(화구 주변 규제)			화구주변에 영향을 끼치는 분화가 발생 또는 발생될 것으로 예상됨	
분화 예보	-	화구내 등	레벨1 (평상)	화산활동은 정지, 화산활동 상황에 따라 화구내에서 화산재 분출 등이 보임

2) 카고시마시 위기관리과

화산재가 국민의 건강과 재산에 직접적인 피해를 입히는 만큼 지자체 차원의 대응노력은 매우 중요하다. 카고시마시의 경우 위기관리부 산하 위기관리과에서 화산재 피해에 대한 복구책을 담당하고 있다. 단, 지자체에서는 화산재 피해에 대한 예방 및 대응보다는 주로 상황이 발생한 후의 복구를 주된 업무로 하고 있다. 즉, 화산재가 도로에 쌓이는 경우 화산재 흡입차, 물탱크 차량을 이용하여 화산재를 제거하거나, 공공시설물이나 실외 수영장의 경우 pool cleaner를 사용하여 화산재를 제거한다. 또한 시민들에게는 화산재 처리 비닐봉투를 지급하고 수집된 화산재를 처리하는 업무를 담당하게 된다.



그림 8. 화산재 수집장소



그림 9. 도로에 수집된 화산재

화산재 피해에 대한 지자체의 대응책이 일면 소극적으로 보일 수도 있으나, 카고시마시의 경우 2007년 “사쿠라섬 화산대책요람(櫻嶋火山対策要覽)”을 작성하여 화산재해에 대한 구체적인 대응책을 마련하고 있다. 요람의 주요한 내용은 다음과 같다.

- 사쿠라섬 화산의 활동상황
- 활동화산대책특별조치법의 개요
- 화산재 제거 사업
- 화산재 대책에 대한 자금용자제도
- 치산사업
- 연구 및 관측체제
- 분석대책
- 사쿠라섬 화산대책업무의 소관
- 방재영농시설정비사업
- 화산재 방제사업
- 사방사업
- 건강대책
- 경계 및 피난체제

3) 카고시마현 공업기술센터

카고시마현 공업기술센터는 현내의 산업체에 대한 기술 및 정보제공의 역할을 수행하며, 화산재로부터 산업이 미치는 영향을 최소화하기 위한 연구를 수행하고 있다. 또한 화산재의 처리 및 재활용을 위한 신제품의 개발연구를 진행하는 등 활발한 활동을 수행하고 있다. 관계자의 말에 의하면 낙하한지 오래되지 않은 화산재는 유해물질을 포함하고 있어 활용에 어려움이 있으며, 정밀기계 제조업 등을 지역에 유치하는

것에 어려움이 있음을 지적하였다. 하지만 시라스(지층에 퇴적된 화산재) 등을 이용한 블럭이나 콘크리트, 화장품 등 시제품의 개발이 활발하게 진행 중이다.



그림 10. 화산재로 만든 보도블럭



그림 11. 화산재로 만든 미용제품

4) 토요타 차체 연구소

토요타 차체 연구소는 카고시마현의 키리시마시에 위치하고 있으며, 토요타 자동차 R&D 연구의 중요한 부분을 차지하고 있다. 따라서 사진촬영 및 견학장소는 극히 제한된 장소만이 허용되었다. 자동차의 부품 중 차체는 화학성분을 함유한 화산재에 취약함을 가지고 있으며, 지역외의 자동차에 비해 카고시마현 내의 자동차의 경우 차량 외부 도색의 열화가 10% 이상 빠르게 진행되고 있다고 한다. 따라서 차량의 광택도 및 색상의 유지도를 유지시키기 위한 실험 및 연구가 진행 중이다.



그림 12. 화산재 대응 차체 설명



그림 13. 차체내구성 시험장

4. 일본의 화산재 대응 정책동향

일본에서는 화산의 피해에 대응하는 측면에서 여러 가지 대응책을 마련해 놓고 있으며 그 중, 제조 및 생산측면에서 시스템의 변화를 통해 대응방안을 마련하기위해 노력하고 있다. 일본은 기상청에 의해 47개 화산(유식자나 유관기관으로 구성되는 화산 분화 예지 연락회에서 선정)의 화산활동에 대해서는 지진계, 망원 카메라, 경사계 등 관측 기기를 사용한 24시간 연속감시체제가 갖추어져 있으며, 거주지역이나 분화구 주변에 영향을 미치는 분화의 발생이 예상되었을 경우에는 분화경보가 발령된다. 이들 중 특히, 29개 화산(2011년 2월 기준)에 대해서는 분화경보를 통해 분화구에서 거주 지역까지의 거리 등을 감안하여 화산활동의 활동 상황을「피난」,「피난 준비」,「입산규제」등 취해야 할 방재행동요령과의 관계를 명확히 하여 5단계로 구분된 「분화 경계 수준」이 제공되고 있다.

한편, 2008년 3월에 내각부 등에 의해 마련된 「분화 시 피난에 대한 화산방재체제 지침」에 입각하여, 아래와 같은 대응방안이 추진되고 있다.

- 각 화산의 유관기관으로 구성된 광역적인 연계체제로서「화산방재협의회」가 24개 화산에 설치되어 있으며, 특히, 도도부현, 시정촌, 기상대, 사방부국, 화산 전문가 등은 「코어그룹」을 구성하여 화산 방재 협의회 활동을 주도하고 있음
- 화산방재협의회에 의해, 복수의「분화 시나리오」에 따라 분화 현상이 영향을 미칠 가능성이 있는 위험구역을 표시한 「화산위험지도」가 40개 화산에 대해 작성되어 있음
- 화산방재협의회에 의해 「분화 경계 수준」도입을 위한 방재 대응이나 피난 대상지역이 설정되고, 피난개시 시기나 피난대상지역, 경로, 수단을 정한 구체적이고 실천적인 피난 계획이 추진되고 있음

이를 바탕으로 화산재의 피해에 대비하여 제조업 등 2차 산업의 기업들은 “적기공급(무재고) 생산 방식(JIT ; Just In Time)”에서 “비상대비시스템(JIC ; Just In Case)”으로의 이동을 고려하고 있다. 즉, 기존의 JIT 방식은 재난이 발생했을 경우, 생산 및 공급이 중단되는 위험이 있기 때문에 화산재 피해에 대응하여 비상대비시스템(JIC)를 도입해야 할 필요가 있다는 것이다.

최근, 일본 지진과 화산폭발 사태는 일본에서 수입하던 일부 중요 부품의 공급에 문제가 발생하면서 유럽 자동차 시장에까지 영향을 미쳤다. 그동안 일본에서는 비교적 부가가치가 높은 부품을 생산하는데 가장 중요한 부품은 변속기(Aisin Co.)와 볼베어링(NSK 등), 가속도계, 압력센서 그리고 다른 특별한 센서들(Sendai Co.), 파워스티어링(자동차의 핸들조작에 편의를 더하기 위해 설치된 자동차의 장치 일종)을 위한 반도체(ON Semiconductor Co.), 헤드라이트, 제동장치, 내비게이션, 에어컨 등이 있는데, 지진과 화산폭발의 재앙 후에 일부 일본 기업들이 생산을 중단한 가운데 많은 기업이 생산을 축소하거나 일본 부품을 대체할 물품을 찾는 등 미래를 위한 계획을 준비하고 있다.

이렇게, 일본 화산재해가 유럽 자동차 시장에까지 영향을 끼치면서, 부품공급의 안정적인 확보가 새로운 문제로 대두되고 있는데, 자동차 생산업계는 미래에 일어날 유사상황을 대비해서 다양한 부품 공급자 확보를 위한 계획을 세워야만 한다. 지금까지 대형 회사들은 항상 충분한 공급자들을 가지고 있어 필요에 의해 선택적으로 일할 수 있었지만, 그렇지 못한 회사도 있던 상황이다. 공급업체 파트너의 다각화는 재난이 발생했을 때, 2차 공급자를 효율적으로 신속하게 확보할 가능성을 향상시킬 것이다.

상품의 가격 변동 및 공급망 장애에 대한 안전 재고 및 재고보유의 업무(실행)는 공급망의 취약점에서 구조를 제공하고, 기업들은 “적기공급(무재고) 생산 방식(JIT ; Just In Time)”에서 “비상대비시스템(JIC ; Just In Case)”로의 이동을 고려 해야 함을 나타낸다.

JIT 방식은 부품을 적시에 적절히 공급받음으로써 비축 재고를 최소화하는 기법으로 린(Lean) 방식과 함께 공급망 관리의 모범 기법으로서 제조기업이 적용해 온 방식이다. 그러나 지난해 아이슬란드 화산폭발로 유럽 전역의 교통운송이 마비됐을 때 재고가 없는 제조기업, 즉 JIT 개념을 적용해 공급망 관리를 해 온 기업이 큰 피해를 봤으며, 이번 일본 지진 및 화산 사태에 비슷한 현상을 겪고 있다는 의견이 있다.

즉, 일본에서 생산 중단이 기간이 연장될 것이라는 가능성이 있기에 제조사들은 가능한 대체 공급자와 효과적으로 공급체인을 관리하는 다른 대안(재고의 분배 등)을 찾고 있다. 이번 일본 지진 사태에 재고가 없는 제조기업들, 즉 JIT 개념을 적용해 공급망 관리를 해 온 기업들이 큰 피해를 입음에 따라 이번 사건을 계기로 정치적, 자연적 돌발 변수 때문에 재고 최소화가 오히려 기업의 목을 쥘 수 있으며 이는 JIC 전략이 필요하다는 목소리가 나오고 있다.

화산재 관련 법제도에 대한 국내 사례는 전무하기 때문에 화산활동에 대한 연구가 활발한 일본, 유럽 등의 사례를 통해 법제도 기술도입을 하는 것이 타당하다. 특히, 직접적인 피해 사정권에 있는 북한의 정책 방향을 고려해야 할 것이다.

5. 결론

산업부문에 있어서 화산재는 상품가치를 떨어뜨리는 주요한 원인으로 작용할 수 있다. 일본 카고시마현의 사례에서 보는바와 같이 수십 년에 걸친 경험을 바탕으로 화산재에 대한 관·민·산의 대응능력이 구비되어 있는 경우, 화산재가 산업에 대한 직접적인 피해요인은 눈에 띄게 줄어들 것으로 보인다. 그러나 장기에 걸친 화산재의 낙하는 화산재 제거를 위한 인력의 투입과 수도사용의 증가 등으로 인하여 산업체에 비용부담의 영향을 초래하게 된다. 우리나라 산업의 경우, 일본과 같은 화산재 대응 인프라 및 제도정비가 이루어져 있지 않기 때문에 화산재 낙하에 따른 직접적인 영향의 피해가 클 수 가 있다. 따라서 이를 최소화하기 위해, 산업 시설내의 화산재 대응설비의 구축이 시급히 이루어져야 할 것이다.

즉, 화산재 대응설비 및 시스템의 구축을 위해 선진사례를 바탕으로 하는 산업별관리기준 방향을 수립하여야 한다. 이러한 관리기준의 화산재의 기초정보와 함께 이동경로, 상황관리, 재해선포관리, 인력운영, 시설물 배치 등 모든 재난상황에 대해 운영계획을 마련할 수 있는 시스템으로서 화산재난에 대한 특수 의 시스템 및 관리기준을 만들기 위한 밑거름이 될 것이다.

감사의 글

본 연구는 소방방재청의 백두산화산대응기술개발사업인 ‘화산재 피해 예방 및 저감을 위한 산업분야 관리기술개발 [2012-NEMA12-101-01040100-2012]’ 과제의 지원으로 이루어 졌습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

한국방재협회(2009), 재난관리 및 제도일반

국가과학기술위원회(2011), 다부처 공동기획사업 선행기획 연구결과 및 향후추진방향(안)

과학과 기술(2011), 백두산 폭발가능성과 영향

소방방재청(2012), 백두산 화산폭발 대책

Neild, J., O'Flaherty, P., Hedley, P., Underwood, R., Johnston, D., Christenson, B., and Brown, P., 1998, Agriculture recovery from a volcanic eruption: MAF Technical paper 99/2. (Available online at <http://www.maf.govt.nz/>)

Auckland Engineering Lifelines Group, 'Review of Impacts of Volcanic Ash on Electricity Distribution Systems, Broadcasting and Communication Networks' (2009, 04)

鹿兒島市(2007), 櫻嶋火山對策要覽

内閣府火山情報等に對應した火山防災對策檢討會(2008), 噴火時等の避難に係る火山防災体制の指針

有珠火山防災會議協議會(2007), 有珠火山防災計畫

飯塚智幸(2002), 火山灰が産業活動に及ぼす影響分析: 鹿兒島市の製造業及び小賣業を對象として, 筑波大學修士論文

熊谷良雄, 須藤茂(2004), 大都市における火山灰被害の影響予測評価に関する研究, 平成13年度運輸分野における基礎的研究推進制度研究成果報告書

關谷直也, 廣井脩(2003), 富士山噴火の社會的影響: 火山灰被害の影響についての企業・行政調査, 東京大學社會情報研究所調査研究紀要 No.20, pp.1-150.

宮入 興一(1999), 自然災害における被災者災害保障と財源問題 -雲仙火山災害と阪神淡路大震災との比較視点から-, 経営と經濟, No.79(2), pp.105-129.

鹿兒島市(2007), 櫻嶋火山對策要覽

内閣府(2011), 日本の災害對策