

환경과 방재 (上)

· 번역/박 찬 선 (방재시험연구소 자료관리실장)

1. 서론

지난번 ‘환경과 방재’라고 하는 테마로 논문을 정리할 기회가 있었다.

‘방재’라는 것은 문자 그대로 ‘재해를 방지하는 것’이라는 의미이며, 환경보전이라든가 개선과도 관계가 없는 것은 아니지만, 지금까지 제대로 ‘환경과 방재’라고 하는 단면에서 생각했던 것은 아니며, 또 재해라고 해도 지진, 벼랑 붕괴, 홍수 등 필자가 그다지 정통하지 않은 분야도 있기 때문에 ‘환경과 방재’를 ‘환경과 화재 및 화재 대책’이라는 의미 정도로 받아들여 고찰해 보았다.

이와 같은 테마에 대해서 필자가 아는한 관련되는 종합 자료가 없기 때문에 본지를 빌려 수집한 데이터 일부와 고찰결과를 보고하고자 한다.

또 고찰 등은 완전히 개인적인 것이며, 인용 부분 이외는 거의 Original이기 때문에 데이터라든가 고찰 방법, 결론 등에 잘못이 있으면 모두 필자의 책임이라고 미리 양해를 구하고자 한다.

2. 환경과 화재 및 화재 대책

환경과 화재 및 화재 대책과의 관계에 대하여는 4개의 측면이 있다.

첫째는 화재 대책이 화재에 의한 환경 파괴를 방지한다고 하는

○……이 논문은 일본 자치성 소방청 위험물 판정 지도관……○
○……小林恭一이 쓴 環境と防災로서 近代消防 92년……○
○……1월호에 게재된 것을 번역, 2회에 걸쳐 소개한다.……○

재 대책에도 유효하다는 것은 당연할지도 모른다.

목차
1. 서론
2. 환경과 화재 및 화재 대책과의 관계
3. 화재 대책은 환경 대책에도 유효
4. 환경 대책은 화재 대책에 유효한가
5. 화재 대책이 환경에 악영향을 미치는 경우
6. 환경 대책이 화재 위험을 증가시키는 경우
7. 결론

측면이다.

화재는 보통 목재 등의 유기물의 연소 현상이기 때문에 대량의 CO₂를 발생시킨다. 이 CO₂가 지구 온난화에 한층 마이너스 작용을 하는 것은 말할 것도 없기 때문에 이것만을 생각하여도 화재 대책은 지구환경에 더욱 플러스 작용을 하는 것이라고 말할 수 있겠다.

둘째는 환경 대책이 화재 대책 상에 플러스 작용을 하고 있다고 하는 측면이다.

예를 들면 넓은 의미로서의 환경 대책인 공원이란가 녹지의 정비가 시가지 대화 방지도 도움이 된다는 것이며, 벼랑의 붕괴 방지라든가 홍수 대책 등 화재 이외에도 넓게 생각하면 환경 대책이 방

셋째는 화재 대책이 환경을 파괴할지 모른다는 측면이다.

예를 들면, 소화제의 하나인 할론 소화제는 프레온과 같이 오존층 파괴의 주요인이다.

따라서, 이 점에서는 화재 대책이 지구 환경에 더욱 마이너스 작용도 할 수 있다고 생각하지 않으면 안된다.

넷째는 지구 온난화 방지 등 환경 대책이 화재 위험을 증가시키는 일도 있을 수 있기 때문에 환경 대책과 화재 대책과의 정합을 취하지 않으면 안된다고 하는 측면이다.

예를 들면, Clean Energy로서 기대되고 있는 전기 자동차의 축전지 재료로서 유력한 금속나트륨은 화재 위험이 극히 높기 때문에, 이와 같은 물질을 사용하여 환경 대책을 추진하는 경우에는 당연한 일이지만 화재 대책상의 배려도 충분히 하지 않으면 안된다.

대략 살펴해보지만, 이상과 같은 관계가 생각되기 때문에 다음 4개의 측면에 대하여 좀더 상세히 고찰해 보고자 한다.

3. 화재 대책은 환경 대책에도 유효

(가) 화재 대책은 CO₂ 배출을

어느 정도 억제하고 있는가.

화재 대책이 CO₂ 억제에 효과가 있는 것은 당연하지만, 그것으로 어느 정도 효과가 있을까.

(1) 건물 등의 화재 경우

우선, 건물 화재에 대하여 생각해 보자.

건물 화재의 소손 면적은 '89년에 약 1백73만1천m²(소방청 화재 연보)이기 때문에, 건물 화재에 의한 CO₂의 배출량은 건물 소손 면적 1m²당의 가연물양을 알면 계산이 가능하지만 이 계산은 상당히 어렵다.

한마디로 '건물'이라고 하여도, 주택에서 공장까지 용도가 다르면 내부 가연물양은 여러 가지이며, 구조적으로 보아도 목조와 내화구조에서는 가연물량이 다르기 때문이다. 그런데, 약간 부정확하지만 '일본 건축물의 평균적인 가연물량은(소손 면적으로서 1/3을 점한다) 주택 가연물량으로 대표할 수 있다.'라고 가정하여 생각하기로 하면, '89년중에 약 21만톤의 가연물이 화재에 의해 연소하여 CO₂를 공기중에 배출했다고 계산할 수 있다. (註1)

이것은, 소방법이라든가 건축기준법 등의 안전 대책 및 소방 활동, 화재 활동 등의 화재 대책을 수행하여야 결과의 숫자이기 때문에, 단순히 생각하면, 이들 대책이 불충분한 경우에 예상되는 숫자와 이 숫자와의 차이가, 화재 대책에 의해 배출이 억제된 CO₂량이 된다. (註2)

당시 인구(약 7천8백만 명)에 비해 현재 인구(1억2천2백만명)는 약 1.6배이기 때문에, 화재 대책이 당시대로라면, 현재의 화재 피해는 실제의 3배 정도로는 되어있을 것이며, 방재 대책으로 말미암아 건물 화재에 의해 연소하는 가연물량을 40만톤 정도 줄일 수 있다고 생각할 수 있다.

그러나, 잘 생각해 보면, 일은 그리 단순하지는 않다. 건물은 화재를 당하지 않으면, 내용 연수를 다한후, 헐려서 건축 폐기물이 된다. 이 건축 폐기물은 소각되기도 하고 매립에 사용되기도 하고, 산속에 폐기되기도 하지만, 소각되는 것은 물론, 매몰되거나 폐기되는 것도 목재라든가 천연 섬유 등은 미생물에 의해 분해되어 장기적인 안목으로 보면 결국 CO₂를 배출한다고 생각되기 때문이다.

따라서, 화재 대책에 의한 CO₂ 배출 억제 효과는, 건물 화재에 대하여는 건물의 내용 연수를 (화재에 의한 피해가 큰 경우와

비교하여) 길게 한다고 하는 자원 절약대책으로서 효과가 있다고 생각해야 하는 것이다.

이 효과가 어느 정도인가를 추정하여 계산하는 것은 어렵지만, 89년도 건물 소손 면적이 1백73만1천m²로 착공 건축물의 바닥면적 2억6천9백21만 m²(건설성 건축 통계연보)의 0.6%정도이기 때문에 건물의 내용 연수에 대한 화재 대책 공헌도도 그 정도라고 보는 것이 타당하다.

인공 건물의 화재에 의한 CO₂의 배출에 대하여는, 어느 것이나 건물과 똑같다고 말할 수 있다고 생각하지만, 이와 관련하여 최근 건수가 증가하고 있는 차량 화재에 대하여 보면, 89년 차량 화재 건수는 5,744건이며, 국내 차량 생산 대수(수출 차량 제외)약 8백만대의 0.7% 정도에 상응하기 때문에 차량 화재 대책의 CO₂배출억제에 대한 공헌도도 건물 화재의 경우와 같은 정도라고 생각해도 좋다.

(2) 임야 화재의 경우

이에 대하여 임야 화재는, 식물이 타서 CO₂를 발생시키는 것 뿐 아니고, 광합성에 의해 CO₂를 소비하여 O₂를 생산하고 있을 식물이 죽게되며, 경우에 따라서는 황무지로 되어 버리기도 하기 때문에, 긴 안목으로 보아도 CO₂증가에 직접 영향을 미친다고 생각된다.

89년 임야 화재의 소손 면적은 2천1백17ha 이지만, 건물 화재와는 달리, 기상 조건 등에 따라 매년 변동 폭이 크며, 89년도 까지 10년간의 자료도 최저 1천9백69ha에서 최고 7천6백66ha까지 큰차이가 있다. 10년간의 평균은 4천1백81ha이다.(화재 연보)

(註1)

건물 화재에 의해 연소한 가연물량의 산정 방법 (89년)

- 목조(방화 목조를 포함한다) 건축물의 소손 바닥 면적(소방청 화재 연보) 1,350,000m²
- 목조 이외 건축물의 소손 바닥면적(上同) 381,000m²
- 건축용 목재의 평균 비중(일반적으로 사용되는 환산치) 0.5
- 내화 구조 공동 주택(共同住宅)에 사용되는 가연물(조작재와 적재 가연물의 합계)의 총량(소방 연구소) 51.8Kg/m²
- 건물 화재에 의해 연소한 가연물량 $1,350 \times 179 \times 0.5 + (1,350 + 381) \times 51.8 = 210,491,000\text{Kg}$
→ 약 21만톤

(註2)

이와 관련하여 도시 구조라든가 소방력이 정비되어 있지 않으며, 사회체제도 혼란이 계속되고 있던 전쟁 직후의 시대에는 시가지 대화(大火)가 빈발하였으며, 건물 소손 면적도 현재의 2배 이상이었다.(火災年報①)

- 1976년 3,534,000m²
- 1977년 3,891,000m²

이것에 대하여, 삼림 벌채 면적은 89년도에 20만ha(농림 수산성 농수산 통계)이기 때문에 화재에 의해 타버리는 임야의 비율은 벌채 면적의 2.1%에 해당하며, 건물 화재에 비해서 화재 영향이 한층 크다고 생각된다. <註3>

(註3)
외국에서는 화재라고 하면 임야 화재를 가리키는 나라도 적지 않으며, 반년 이상 계속 연소하는 등 피해도 일본과 예상 외로 큰 경우도 있다.
예 : 中國大興安嶺의 임야 화재(1987. 5.6~5.26)소손 면적 56만ha

(나) 화재에 의한 매연 등의 영향

화재가 발생하면, CO₂ 이외에도 매연 등 비교적 큰 공기 부유물에서부터 CO₂ 등의 기체에 이르기까지 여러 종류의 연소 생성물이 발생한다.

소규모 화재의 경우 煤塵등이 비교적 단 시간 내에 지상으로 낙하하기 때문에 국지적인 대기 오염이나 지구 규모의 환경 파괴로 연결될 염려는 적다고 생각되지만, 시가지 대화재라든가 대규모 삼림 화재, 거대 원유탱크(일본 최대의 원유 탱크는 35만3천kl의 용량이다.) 화재와 같은 경우에는, 연소 규모가 극히 크게 되기 때문에, 매진 등이 성층권까지 날려, 지상으로 직접 도달하는 일사량을 감소시키는 일이 있을 수 있다고 생각되고 있다.

이와 관련하여, 걸프 전쟁에서 발생하여, 반년 이상 계속 연소한 쿠웨이트 유정 화재의 경우는, 1일당 5백만 바렐(79만5천kl)의 원유가 타서, 그윽음(매연)발생량이 1일 10만톤, 그 일부가 성층권까지 올라가, 금년말에는 북반구의 평균 기온을 2℃ 낮출 것

이라고 추측하고 있는 사람(독일 마스크프랑크연구소의 파울.J.크루센)도 있을 정도이다.

이 쿠웨이트 유정 화재 정도의 규모가 되면 환경에 대한 영향은 극히 크며, 비교적 소극적인 예상인 미국무성 콜턴트 리차드 D. 스모르의 예상으로도 1일당 2백만 바렐(31만8천kl)의 원유가 타서 1만6천톤의 매연이 발생하였으며, 연기는 최대 1km까지 상승하여 지구 규모 정도는 아니더라도 만안(灣岸)제국의 환경에 중대한 영향을 준다고 한다. (쿠웨이트의 유정 화재 '91예방 시보 166)

이들 숫자는, 일본의 1일 원유 소비량 약 50만8천kl(통상산업성 통산통계 Handbook)라든가 일본 건물 화재에 의한 연소 가연물량의 추계치 21만톤(전술)등과 비교하여도 극히 크며, CO₂ 배출량에 대하여도 같은 규모이기

때문에, 소화가 불가능했던 화재가 환경과피에 미치는 영향이 얼마나 큰가를, 극단적으로 증명하고 있다고 생각된다.

(다) 기타 연소 생성물의 영향

화재는 제어 되지않는 연소이기 때문에, 가연물이 연료로서 소비되거나 폐기물 쓰레기 처리장에서 소각되기도 하는 콘트롤된 연소와 비교할 때 환경에 악영향을 미치는 연소 생성물이 보다 많이 직접 대기속으로 배출될 가능성이 있다.

그들 연소 생성물 중에는 CO₂ 및 HCN처럼 독성이 극히 강하며, 화재시 직접 인명을 앓아가는 것이 있는 것은 물론, 화학 제품이 몸 주위에 대량으로 사용되고 있기 때문에, 단기적 국부적인 독성 물질 이외에도 분해되기 어렵고 장시간에 걸쳐서 축적되어, 오랜 세월 동안에 지구 환경에 악영

<표 1> 각종 고분자 재료의 주요한 연소 생성 가스

물 질 명	발생 가스(CO, CO ₂ 제외)
셀룰로스	아크로레인, 포름알데히드, 저급지방산, 아세트알데히드
포리에스테르	아세트알데히드, 벤젠
비 단	HCN, NH ₃ , 아세트나이트릴
양 모	HCN, NH ₃ , 아세트나이트릴, 황화카보닐, 황화수소
나이론	HVN, NH ₃ , 아세트나이트릴
폴리아크릴로나이트릴	HCN, 아세트나이트릴, 아크릴로나이트릴, NH ₃
폴리우레탄	HCN, NH ₃ , 이소시아네이트, 벤젠
폴리에틸렌	아크로레인, 포름알데히드, 저급지방산, 메칠알콜, 아세트알데히드
폴리프로필렌	아크로레인, 포름알데히드, 저급지방산, 메칠알콜, 아세트알데히드
폴리스틸렌	스틸렌모노머, 톨루엔, 벤젠
폴리메칠메타크리에트	메칠메타크리에이드, 아크로레인
페놀수지	페놀, 벤젠
메라민수지	HCN, NH ₃
우리아수지	HCN, NH ₃
폴리염화비닐	HCl, 벤젠, 톨루엔
불소수지	HF

(표 2) 대표적인 화학물질의 연소생성물

	CO ₂	CO	CH ₄	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂	C ₂ H ₆	C ₃ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₈	CH ₃ OH
폴리에틸렌	120	120	2.5	18	18	1.6	12	2.5	-	6.2
폴리스티렌	619	178	6.5	18	13	-	-	-	-	-
폴리염화비닐	<8	7.0	1.7	0.98	0.98	1.7	0.73	0.83	-	-
폴리프로필렌	21	25	1.5	2.1	2.1	3.3	3.3	-	4.8	5.6
폴리아크릴로 나이트릴	73	12	3.4	0.6	0.6	0.79	0.79	1.4	-	2.0

향을 미치는 물질이 화재시에 생성되고 있다.

화재시에 어떤 물질이 어느 정도 생성하는가라고 하는 관점에 관하여는 각종의 연구가 있다.

〈표 1〉은 고분자 재료의 주요 연소 생성 가스를 정리한 것이지만, 더욱 각 고분자 재료마다 정량적인 값을 구한 연구소도 있다. 이와 관련하여 화학 공업제품 중 생산량이 많은 Polyethylene(89년 생산량 2백77만5천톤 통산 통계 핸드북), 폴리스티렌(동 2백만1천톤), 염화비닐수지(동 1백만1천톤), 폴리프로필렌(동 1백75만6천톤) 및 생산량은 적지만 HCN의 발생량이 많은 Polyacrylonitrile(동 60만2천톤 Acrylonitrile 생산량)에 대하여 예시하면 〈표 2〉와 같다.

이들 생성물이 장기간 분해되지 않고 환경속에 잔류하여 지구 환경에 악영향을 주는가 아닌가에 대하여는 금후의 연구를 기대하지 않으면 안되지만, 일상적으로 사용되는 화학제품의 경우에는 목재라든가 천연 섬유에 비해 현저하게 적은 연소 생성물이 나오는 것은 아니다.

다만, 이들의 연구는 화재시의 단기적인 독성을 염두에 두었던 면이 큰 요점이기 때문에 장기적인 지구 환경에 영향을 미친다고 하는 관점에서 금후의 관심은 필요할지 모른다.

한편, 화학 공장 및 위험물 시설 등이 화재가 된 경우에는 주택 및 사무소 빌딩 등의 일반적인 건물이 화재가 된 것과 비교하여 훨씬 위험한 연소 생성물이 발생할 가능성이 있는 것도 당연하다.

물론 이 종류의 시설이 화재가 된 경우의 보통 위험성에 대하여는 충분히 인식되어 있으며, 소방용 설비 등을 완비하는 것은 물론 건설된 지역을 한정하기도 하고, 주택이라든가 학교, 병원 등과 일정 거리를 두는 등 여러가지 엄격한 안전 대책이 취해지기 때문에(폭발, 화재 등에 의해 사상자 발생하는 사고가 없는 것은 아니지만)상당한 범위에 걸쳐서 장시간 주민에게 위험을 미치는 사태는 일본에서는 발생되지 않고 있다.

그렇지만, 근대 산업이 취급하고 있는 화학 물질은 극히 다양하기 때문에 지금까지 심각한 사고가 일어나지 않고 있다고 방심하는 것은 금물이다.

연소에 의해 단기적 또는 장기적으로도 환경에 중대한 영향을 미칠 우려가 있는 물질에는 PCB(폴리염화비페닐)가 있다. PCB는 내열, 내약품성, 절연성이 뛰어나기 때문에 콘덴사, 트랜스 등의 절연체, 열처리용 열매체, 인쇄 잉크의 첨가물 등으로서 널리 사용되어온 유기 염소 화합물이지만 그 자체의 위험성이 지적되었기 때문에 1972년에 제조 중지되

었다.

이 PCB는 비교적 낮은 온도에서 연소시키면 같은 유기염소 화합물인 다이옥신(폴리염화디벤조다이옥신)을 발생시킨다고 알려져 있다. 다이옥신은 분자 속의 염소수에 따라 70개 이상의 종류(그중 2-3-7-8사염화 디벤조다이옥신은 「사상 최강의 독물」이라고 말하고 있다)가 있지만, 극미량으로도 피부, 내장 장액을 일으키며, 강한 발암성, 기형성도 있는 등 강력하고 다양한 독성을 갖고 있으며 굉장히 안정한 물질로서 녹지 않는, 반영구적으로 독성이 없어지지 않는 물질이기 때문에 식물 연쇄 과정에서 농축될 우려도 있다고 지적되고 있다.

따라서 변전 시설 등의 화재시에 PCB가 절연유로서 사용되고 있는 변압기 등이 연소한 경우에는, 다이옥신이 다량으로 발생하여 종업원 및 소화 활동을 하는 소방대원만이 아니고 부근 주민에게도 피해를 주며, 진화 후도 현장 부근 일대가 오염되어 사용이 불가능한가, 부근 농작물이라든가 수산물에 오염시켜 장기적으로 주민의 건강을 잠먹는 등 심각한 환경 오염을 일으킬 가능성이 있다.

다행히 일본에서는 그와같은 사고가 일어나기 전에 PCB가 제조 중지되었으며 이미 사용되거나 또는 사용 완료한 것에 대하여는 고도의 처리 기술에 의해 폐기 처리되기도 하고, 엄중한 보관 체제하에 놓이기도 하기 때문에 과도하게 심려할 필요는 없지만, 이 종류의 물질이 금후도 등장할 가능성은 부정할 수 없기 때문에 금후에도 계속 주의할 필요가 있다.㉞
(다음호 계속)