

# 특수건물 낙뢰사고 분석

글 이영규 KFFA 조사연구팀 수석전문위원, 공학박사



## 1. 머리말

〈표 1〉에서 보는 것과 같이 미국 주택의 낙뢰사고는 2013년 발생건수가 최근 10년 동안 가장 낮은 수치를 기록하는 등 2010년부터 2013년까지 지속적으로 감소하고 있다. 반면에 건당 평균지급보험금은 2004년부터 최근까지 증가하는 추세를 보이고 있다. 이는 가정에서 사용하는 전자제품 수의 증가와 전자제품 가격 상승에 의한 영향이라고 미국 보험연구원은 설명하고 있다.

〈표 1〉 미국 주택보험의 낙뢰사고

연 도	낙뢰사고건수	지급보험금 (\$ millions)	건당지급보험금
2004	278,000	\$735.5	\$2,646
2005	265,700	819.6	3,084
2006	256,000	882.2	3,446
2007	177,100	942.4	5,321
2008	246,200	1,065.5	4,329
2009	185,789	798.1	4,296
2010	213,278	1,033.5	4,846
2011	186,307	952.5	5,112
2012	151,000	969.0	6,400
2013	114,740	673.5	5,869

〈표 2〉 최근 5년간 국내 9개 손해보험사에 가입한 특수건물의 낙뢰사고

연	구분	사고건수	지급보험금(원)	계약건수	사고발생률	건당 지급보험금(원)	낙뢰 발생횟수
2009	공장	4	50,041,567	8,649	0.0462%	12,510,392	1.28
2010	공장	11	105,550,832	9,825	0.1120%	9,595,530	5.44
2011	공장	17	359,398,982	9,429	0.1803%	21,141,117	5.00
2012	공장	10	54,637,797	10,264	0.0974%	5,463,780	3.42
2013	공장	16	95,174,823	8,794	0.1819%	5,948,426	8.73
2009	일반	3	143,648,662	4,131	0.0726%	47,882,887	1.97
2010	일반	21	163,889,268	4,824	0.4353%	7,804,251	5.29
2011	일반	13	104,669,726	4,568	0.2846%	8,051,517	5.29
2012	일반	20	173,544,319	5,264	0.3799%	8,677,216	3.55
2013	일반	8	160,525,304	4,363	0.1834%	20,065,663	8.38
2009	아파트	67	673,684,498	3,099	2.1620%	10,054,993	1.84
2010	아파트	190	2,371,294,041	3,084	6.1608%	12,480,495	5.65
2011	아파트	275	3,252,122,056	2,283	12.0456%	11,825,898	5.63
2012	아파트	209	3,323,818,475	2,486	8.4071%	15,903,438	3.24
2013	아파트	441	4,825,804,870	2,597	16.9811%	10,942,868	9.11

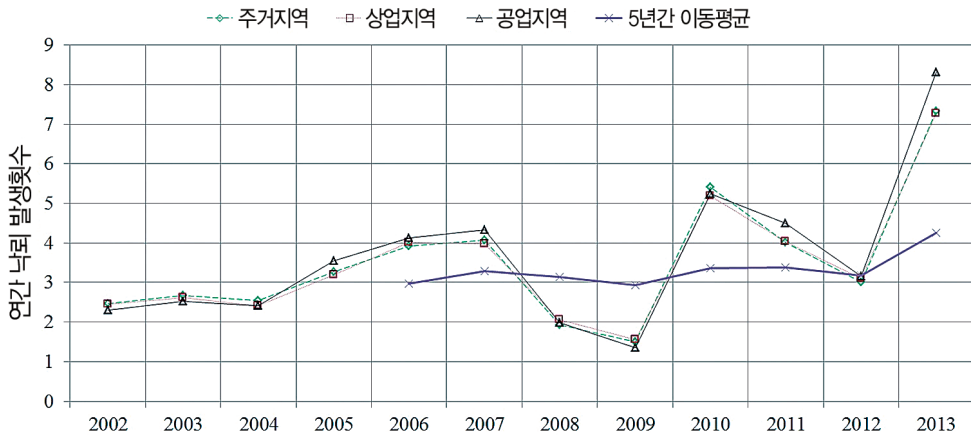
미국과 달리 우리나라는 최근 낙뢰사고가 증가하는 경향을 보이고 있으며, 이런 특성은 아파트물건에서 두드러지게 나타나고 있다. 〈표 2〉는 최근 5년간 국내 9개 손해보험사에 가입한 특수건물의 낙뢰사고를 보여준다. 〈표 2〉에서 알 수 있는 것과 같이 공장이나 일반물건의 경우 연간 사고건수는 10~20건 정도이며 사고발생률 또한 약 1,000건 중 2~3건에서 사고가 발생하는 것으로 나타나고 있다. 아파트의 경우에는 연간 사고건수가 200~400건 정도이며 사고발생률이 최대 100건 중 17건에 달하고 있어 낙뢰사고 위험이 매우 큰 것으로 나타나고 있다.

낙뢰사고 발생률은 물건 지점에서의 낙뢰 발생횟수, 물건의 건물 높이, 그리고 물건 주변 건물에 의한 차폐효과(shielding effect)가 주요인자이다. 본고에서는 낙뢰사고 발생률에 영향을 미치는 세 가지 주요인자에 대해 살펴보고자 한다.

## 2. 낙뢰사고와 낙뢰 발생횟수

[그림 1]은 주거·상업·공업지역에서의 연간 낙뢰 발생횟수를 보여준다. 주거·상업·공업지역에 대한 구분은 환경부 중분류토지피복지도 2007에 분류된 지역이며 낙뢰 발생횟수는 각 지역 위치에서의 기상청 레이다 낙뢰 관측자료(2002~2013)를 근간으로 산출된 수치다. 연간 낙뢰 발생횟수는 주거·상업·공업지역에 무관하게 거의 일치하는 수치를 보이고 있다.

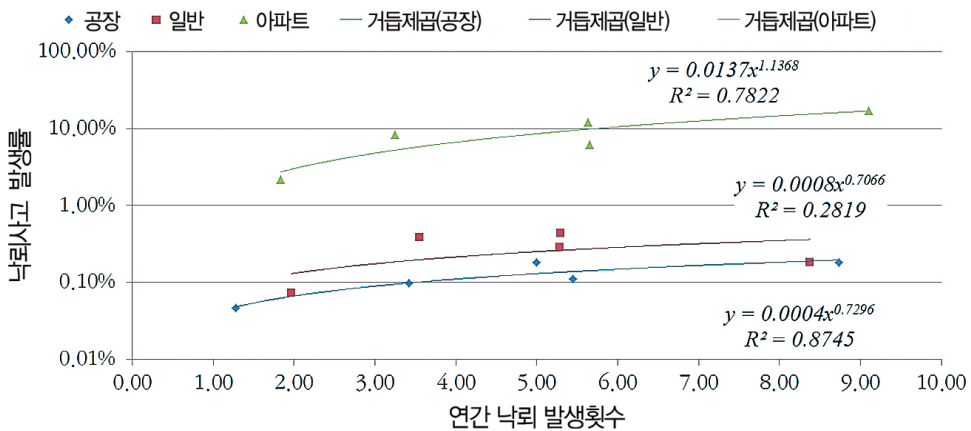
연간 낙뢰 발생횟수를 살펴보면 2002~2004 기간 동안은 거의 일정한 수치를 보이다가 2005~2007 기



[그림 1] 최근 12년간 주거·상업·공업지역별 연간 낙뢰 발생횟수

간 동안 연속해서 증가하여 2007년에는 연간 약 4회 낙뢰 발생횟수가 관측되었다. 2008년에는 약 2회로 급격히 감소하였으며 2009년에는 2회 밑으로 더 내려갔다. 그러다가 2010년에는 연간 낙뢰 발생횟수가 5회 이상으로 갑작스럽게 폭등하였으며, 2011-2012 2년 연속 감소하여 2012년에 연간 약 3회 낙뢰 발생횟수가 관측되었다. 2013년에 가장 두드러진 폭등이 있었으며 주거지역과 상업지역에서는 연간 약 7회, 공업지역에서는 연간 약 8회 낙뢰 발생횟수가 관측되었다. [그림 1]을 통해서 연별 낙뢰 횟수는 오르락내리락을 반복한다는 사실과 그 진폭이 점점 커지고 있다는 특성을 파악할 수 있다.

이를 종합해 보면, 우리나라의 낙뢰는 평균적으로 볼 때 현재로써는 낙뢰가 증가하고 있다는 증거를 찾는 어렵다는 것과 연별 낙뢰 발생횟수는 오르락내리락을 반복하며 그 진폭이 시간이 경과할수록 점점 증가하고 있다는 것이다. 연별 낙뢰 발생횟수의 변화폭이 커지고 있다는 점이 가장 두드러진 점이라고 할 수 있다.



[그림 2] 특수건물 용도에 따른 낙뢰사고 발생률 VS 연간 낙뢰 발생횟수

[그림 2]는 연간 낙뢰 발생횟수와 낙뢰사고 발생률을 나타내고 있다. 연간 낙뢰 발생횟수와 낙뢰사고 발생률 값은 <표 2>에 제시되어 있다. [그림 2]에서 알 수 있는 것과 같이 아파트와 공장물건의 경우 결정계수

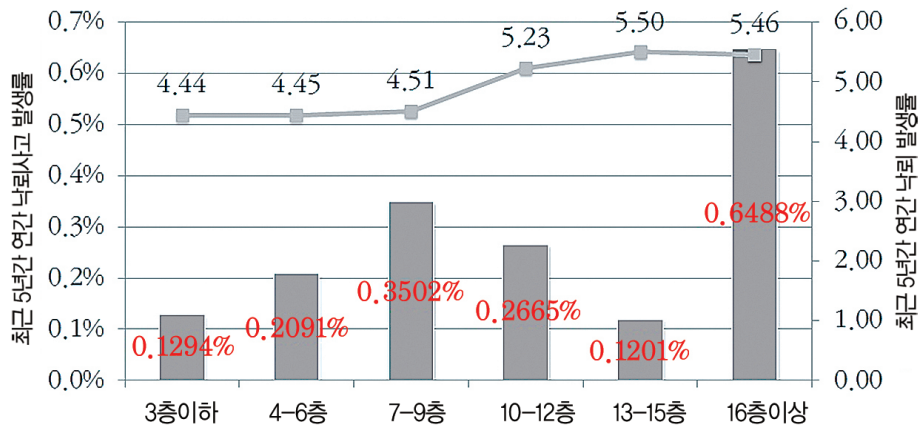
를 통하여 상관도가 높다는 것을 알 수 있다. 즉 아파트와 공장물건의 경우 낙뢰사고 발생률에 영향을 미치는 지배적 원인이 낙뢰 발생횟수라고 할 수 있다. 추세식에 따르면 아파트물건의 경우 연간 낙뢰 발생횟수가 3회라고 할 때 사고발생률은 4.8%이지만 낙뢰 발생횟수가 8회로 증가하면 사고발생률은 14.6%로 약 3배 증가한다. 공장물건의 경우 연간 낙뢰 발생횟수가 3회라고 할 때 사고발생률은 0.1%, 낙뢰 발생횟수가 8회인 경우 0.2%로 2배 증가하는 것을 알 수 있다.

특수건물 아파트의 경우 16층 이상의 고층건물이다. 또한 일반적으로 이와 같은 고층아파트의 경우 건폐율이 유사하며 주변 건물들과는 분리되어 독립적인 경우가 대부분이다. 아파트의 경우에도 공장과 마찬가지로 건물 높이와 차폐 효과가 유사하기 때문에 사고발생률은 낙뢰 발생횟수에 지배를 받을 것이라는 것을 유추할 수 있으며 이를 [그림 2]의 결과로 확인할 수 있다.

공장물건의 경우 일반적으로 저층 건물로 추정할 수 있다. 또한 공장물건은 대부분 공업지역에 위치하고 있어 주변 건물의 특성 또한 유사할 것으로 보인다. 앞에서 낙뢰사고 발생률에 영향을 미치는 주요인자에는 낙뢰 발생횟수, 건물 높이, 차폐 효과가 있다고 하였다. 공장물건의 경우 건물 높이와 차폐 효과가 유사하기 때문에 낙뢰 발생횟수가 지배적인 인자가 될 것이라고 유추할 수 있으며 이를 [그림 2]의 결과로 확인할 수 있다.

### 3. 낙뢰사고와 건물 높이

앞에서 우리는 낙뢰사고 발생률과 낙뢰 발생횟수와의 관계를 살펴보았다. 건물 높이와 차폐 효과가 유사한 특성을 갖는 공장물건과 아파트물건의 경우 사고발생률에 가장 큰 영향인자는 낙뢰 발생횟수라는 것을 알 수 있었다. 하지만 일반물건의 경우 사고발생률과 낙뢰 발생횟수 간에 상관관계가 매우 낮게 나타나고 있다. 즉 일반물건의 경우에는 낙뢰 발생횟수가 사고발생률의 지배적인 영향인자라고 보기 어렵다.



[그림 3] 최근 5년간 건물 높이에 따른 연간 낙뢰사고 발생률과 연간 낙뢰 발생횟수

[그림 3]은 2009년부터 2013년까지 최근 5년간의 자료를 바탕으로 건물 높이에 따른 연간 낙뢰사고 발생률과 연간 낙뢰 발생횟수를 보여준다. 먼저 9층 이하의 일반물건을 살펴보면 연간 낙뢰 발생횟수는 동일하다고 볼 수 있으나 연간 사고발생률은 건물 높이가 높아질수록 증가하는 경향을 보이고 있다. 10-15층 일반물건의 경우 건물 높이가 증가할수록 연간 낙뢰 발생횟수는 소폭 상승하는 경향을 보이고 있으나 연간 낙뢰 사고발생률은 건물 높이가 증가할수록 낮아지는 경향을 보이고 있다. 16층 이상의 일반물건의 경우 연간 낙뢰 발생횟수는 13-15층 일반물건과 유사한 수치를 보이고 있으나 사고발생률은 13-15층 일반물건에 비하여 약 5배 큰 것으로 나타난다.

#### 4. 낙뢰사고와 차폐효과

[그림 3]에서는 건물높이와 사고발생률 간의 뚜렷한 관계가 보이지 않고 있다. 건물 높이별로 연간 낙뢰 발생횟수에도 차이가 있고 차폐효과도 다를 것으로 예상되기 때문이다. 차폐효과의 척도로 반경 400미터 지역의 건폐율을 조사해 보았다. <표 3>은 건물 높이별 건폐율을 보여주고 있다. 일반물건의 경우 15층까지 건물 높이가 증가하면서 건폐율이 증가하는 모습을 보이고 있으며 16층 이상의 일반물건의 경우 건폐율이 소폭 하락하고 있다. 공장물건의 평균 건폐율은 19.4%로 저층 일반물건의 건폐율과 비슷한 것을 확인할 수 있었으며, 아파트물건의 건폐율은 20.9%로 4-6층 일반물건의 건폐율과 동일하였다. 일반물건의 낙뢰사고 발생률을 추정하기 위하여 아래 추정식으로 회귀분석을 실시하였다. 추정식에는 낙뢰 발생횟수에 따른 공장물건의 사고발생률, 반경 400미터 이내 지역의 건폐율, 건물의 지상층수가 변수로 들어가 있다. 회귀분석 결과,  $a=-23.559$ ,  $b=-0.0028$ ,  $c=0.00049$ 이며, <표 3>의 추정식에 의한 사고발생률과 <표 3> 두 번째 열의 층별 사고발생률 간의 결정계수는 0.92로 나타났다. 일반물건의 경우 대상 물건 위치에서의 낙뢰 발생횟수, 건폐율, 건물층수를 알면 통계적인 사고발생률을 추정할 수 있을 것이다.

$$(\text{일반물건의 사고발생률}) = a \times (\text{공장물건의 사고발생률}) + b \times (\text{건폐율}) + c \times (\text{건물층수})$$

<표 3> 추정식에 의한 일반물건의 낙뢰사고 발생률

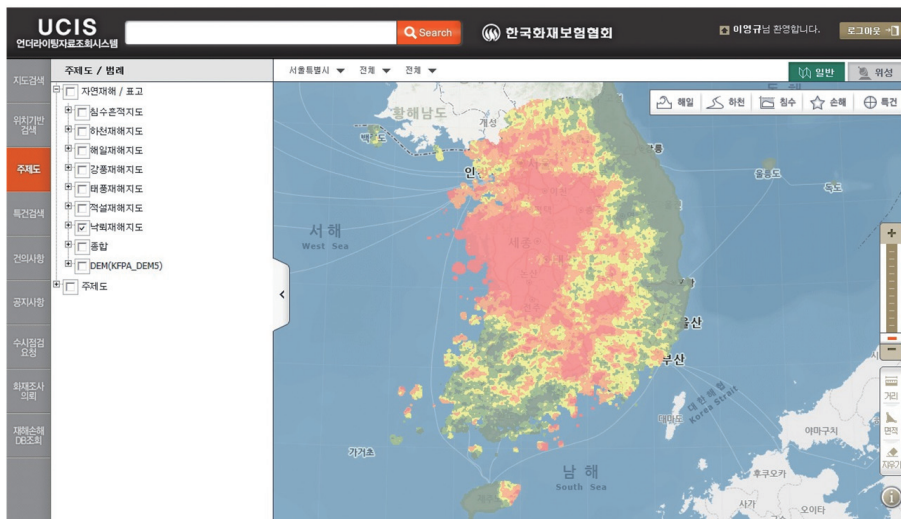
물건 구분	사고발생률	낙뢰발생횟수	공장식(그림2)	건폐율	평균층수	추정식
일반:3층이하	0.1294%	4.44	0.1187%	18.1%	2.2	0.1253%
일반:4-6층	0.2091%	4.45	0.1189%	20.9%	4.9	0.2410%
일반:7-9층	0.3502%	4.51	0.1200%	25.8%	7.9	0.3460%
일반:10-12층	0.2665%	5.23	0.1337%	29.1%	11.1	0.1729%
일반:13-15층	0.1201%	5.5	0.1387%	31.6%	14.2	0.1976%
일반:16층이상	0.6488%	5.46	0.1380%	28.9%	22.8	0.6412%
공장	0.1240%	-	-	19.4%	-	-
아파트	9.1510%	-	-	20.9%	-	-

## 5. 낙뢰위험 언더라이팅

지금까지 아파트, 공장, 일반 특수물건에 대한 낙뢰사고 자료를 토대로 사고발생률을 분석하였다. 건물 높이와 차폐효과 특성이 유사하다고 추정되는 아파트와 공장물건의 경우 해당 지역의 낙뢰 발생횟수와 사고발생률 간에 높은 상관관계를 보였다. 따라서 낙뢰 발생횟수 정보만을 안다면 아파트와 공장의 경우 해당 물건의 통계적 사고발생률을 알 수 있을 것이다. KFPA UCIS(언더라이팅자료조회시스템, ucis.kfpa.or.kr)에서는 낙뢰 발생횟수를 알 수 있는 낙뢰지도로 제공하고 있다. 낙뢰지도와 낙뢰 발생횟수에 따른 사고발생률 공식을 활용하여 사고발생률을 추정할 수 있으며 여기에 건당피해액을 곱하여 해당물건의 통계적 낙뢰 순위험을 추정할 수 있다.

일반물건의 경우에는 사고발생률을 추정하기 위해서 낙뢰 발생횟수, 건물높이, 차폐효과를 모두 반영하는 것이 필요한 것으로 나타났다. 본 분석에서는 차폐효과와 적도를 반경 400미터 이내 영역의 건폐율로 가늠하였으며, 공장물건의 낙뢰 발생횟수에 따른 사고발생률, 건물의 지상층수 정보를 바탕으로 일반물건의 사고발생률을 통계적으로 추정할 수 있다는 것을 살펴보았다.

KFPA는 최근 손해보험사로부터 자연재해 DB를 제공받아 국내 최대의 통합 자연재해 DB를 구축하고 있다. 앞으로도 이와 같은 재해사고 DB에 KFPA가 보유하고 있는 공간 통계분석을 활용하여 자연재해 언더라이팅에 도움이 될 수 있는 결과들을 손해보험사에 제공할 수 있도록 노력할 것이다. ☞



[그림 4] UCIS 낙뢰지도 (ucis.kfpa.or.kr)