

통계적 방법에 의한 우리나라의 낙뢰특성 분석

낙뢰관련 국제화 규격에 적절히 대응하고, 적합한 설계·시공을 위해서는 낙뢰특성에 대해 정확한 이해가 필요하다. 그러나 우리나라 낙뢰와 관련된 기초연구 자료들을 찾기가 어렵다. 이에 따라 본 연구는 1996년 1월부터 2009년 12월까지 14년간 한국전력연구원에서 관측한 낙뢰자료를 토대로 통계적 방법에 의해 시간적·계절적·지역적 낙뢰특성과 뇌전류의 특성 등을 비교·분석하고 그 결과를 제시함으로써 실무에 활용토록 하는데 목적이 있다.

◆ 11월호부터 연재된 내용입니다.



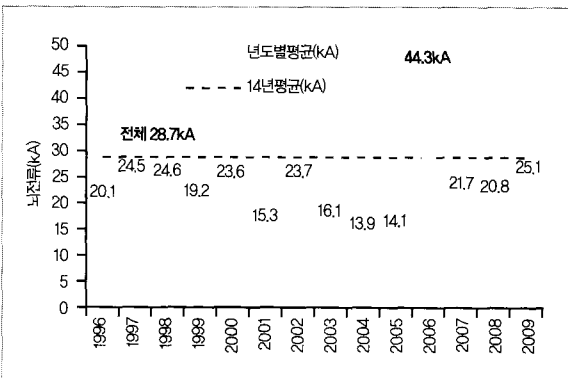
글_ 정지열 (No. 81169)

- 현 한국건설관리공사 재직(전기검리단장)
- 대한주택공사 전기설계처장
- 주택관리공단 기술이사
- 건교부중앙설계심의위원
- 대한조명설비학회이사
- 대한주택공사설계자문위원
- 한국토지공사기술자문위원
- 단국대학교 공과대학 전기공학과 졸업
- 송실대학교 산업대학원 전기공학과 졸업(석사)

3.4 도수분포표에 의한 뇌전류 특성에 대해

(1) 연도별 뇌전류의 분석

〈표 7〉은 연도별 뇌전류의 기본적 지표에 대한 통계량을 나타낸 것이다. 14년간의 전체평균(이하 전체평균)은 28.7kA이며, 2006년은 44.3kA로 전체평균보다 15.6kA 증가한 것으로 나타났다. 반면 2004년은 13.9kA로 전체평균에 비해 14.8kA 감소했으며, 2006년 보다 30.4kA포인트 차로 감소했다[그림 16].



[그림 16] 연도별 평균뇌전류 비교

표 7에서 통계량을 비교하면 표준편차는 전체가 29,269kA이며 연도별로는 2006년, 2009년을 제외하고 다른 연도는 9.8~19.961kA로 전체에 비해 감소를 보이고 있다. 따라서 2006년, 2007년이 다른 연도보다 폭 넓게 데이터가 분포되어 있음을 알 수 있다. 변동계수는 전체가 1.018이고 2009년, 2006년은 각각 1.454, 0.873로 나타나 2009년이 다른 어느 연도보다 데이터가 폭 넓게 분포되어 있음을 보여주고 있다. 95%신뢰구

【표 7】 연도별 뇌전류의 통계량

(단위: kA)

연도	20.15	17.99	16.15	12.264	0.609	20.08~20.92	0.192
1996	20.15	17.99	16.15	12.264	0.609	20.08~20.92	0.192
1997	24.60	20.97	17.40	15.522	0.631	24.50~24.70	0.108
1998	24.58	22.56	19.50	13.895	0.565	24.53~24.63	0.048
1999	19.18	15.47	9.52	17.207	0.897	19.09~19.28	0.059
2000	23.64	19.18	14.55	19.961	0.845	23.54~23.73	0.027
2001	15.26	10.35	7.25	13.647	0.894	15.20~15.32	0.093
2002	23.72	21.19	17.93	14.139	0.596	23.64~23.80	0.120
2003	16.10	14.35	12.93	11.494	0.714	16.00~16.19	0.444
2004	13.87	11.22	8.05	11.464	0.826	13.77~13.97	0.564
2005	14.11	12.70	9.77	9.813	0.695	14.06~14.17	0.358
2006	44.30	32.96	15.90	38.659	0.873	44.23~44.36	0.000
2007	21.73	16.60	12.73	18.426	0.848	21.70~21.77	0.007
2008	20.76	13.94	13.58	17.893	0.862	20.71~20.80	0.013
2009	25.12	16.48	14.23	36.521	1.454	24.98~25.26	0.003
전체	28.74	14.87	14.33	29.269	1.018	28.72~28.77	0.000

간은 전체가 28.7~28.8kA, 2006년은 44.2~44.4kA, 2009년 25.0~25.3kA로 나타나 전반적으로 상한치와 하한치의 범위가 매우 좁은 것으로 나타났다. 그리고 왜도는 수치가 전체는 0이고, 각 연도별 수치도 0에 근접해 있어 정규분포에 가까운 형태임을 알 수 있다.

(2) 극성별 뇌전류의 분석

〈표8〉〈표9〉는 경년에 따라 정극성과 부극성 뇌전류가 어떠한 특성을 보이는지 비교·분석한 결과를 나타낸 것이다. 표8에서 정극성 전체평균은 45.2kA이며 연도별로는 2009년 92.3kA로 가장 크고 다음이 2006년 59.8kA로 나타났다. 2009년은 전체평균에 비해 47.1kA, 2006년은 17.6kA가 증가하였다. 다른 연도는 전체평균보다 10.7~31.8kA 감소한 것으로 나타났다. 그리고 2009년과 2006년의 평균, 중앙치, 최빈치는

〔표 8〕 정극성 뇌전류의 통계량

(단위 : kA)

연도	평균	중앙치	최빈치	표준편차	변동계수
1996	17.92	12.93	7.93	17.752	0.990
1997	29.94	24.33	16.85	22.905	0.765
1998	22.64	17.56	13.55	19.791	0.873
1999	14.81	8.63	6.26	20.116	1.358
2000	18.82	11.92	7.54	23.627	1.256
2001	10.74	7.26	5.86	12.447	1.159
2002	31.76	26.28	17.87	24.648	0.776
2003	23.81	20.52	15.76	17.269	0.725
2004	23.09	18.96	10.86	17.804	0.771
2005	18.34	18.09	22.95	12.036	0.656
2006	59.84	55.64	61.36	42.349	0.708
2007	23.51	14.20	7.46	28.680	1.220
2008	28.94	18.25	11.65	32.025	1.107
2009	92.34	34.75	215.00	93.156	1.009
전체	45.16	31.96	10.86	43.876	0.972

〔표 9〕 부극성 뇌전류의 통계량

(단위 : kA)

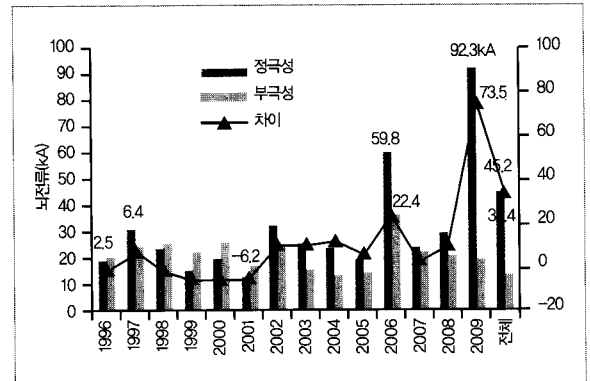
연도	평균	중앙치	최빈치	표준편차	변동계수
1996	20.44	18.46	16.59	11.318	0.554
1997	23.59	20.63	17.45	13.457	0.570
1998	24.85	23.09	20.40	12.816	0.516
1999	20.99	17.95	15.09	15.494	0.738
2000	25.27	21.94	17.73	18.271	0.723
2001	16.93	14.02	8.64	24.777	1.464
2002	22.90	20.85	17.93	12.292	0.537
2003	14.70	13.68	12.77	9.444	0.643
2004	12.77	10.52	7.94	9.887	0.775
2005	13.53	12.27	10.05	9.313	0.689
2006	37.43	26.38	16.04	34.767	0.929
2007	21.66	16.67	12.66	17.857	0.825
2008	20.28	16.41	13.64	16.572	0.817
2009	18.84	16.09	14.33	13.632	0.724
전체	12.77	10.52	7.94	28.798	0.940

다른 연도와 달리 중앙치 < 평균 < 최빈치의 형태로 나타나 특이하다. 이는 데이터 중에 이상치가 존재해 평균에 영향을 미친 것으로 여겨진다.

표9에서 부극성 전체 평균은 12.8kA로 나타났다. 2006년은 37.4kA로 가장 큰 수치를 보였으며 전체 평균에 비해 24.7kA가 증가한 것으로 나타났다. 그리고 평균, 중앙치, 최빈치는 모두 최빈치 < 중앙치 < 평균의 형태를 보여 전체적으로 비대칭의 단봉성 분포이며 산봉우리가 소 전류치 쪽으로 이동해서 분포하는 공통적 경향을 따르고 있다.

(3) 정극성과 부극성 뇌전류 비교

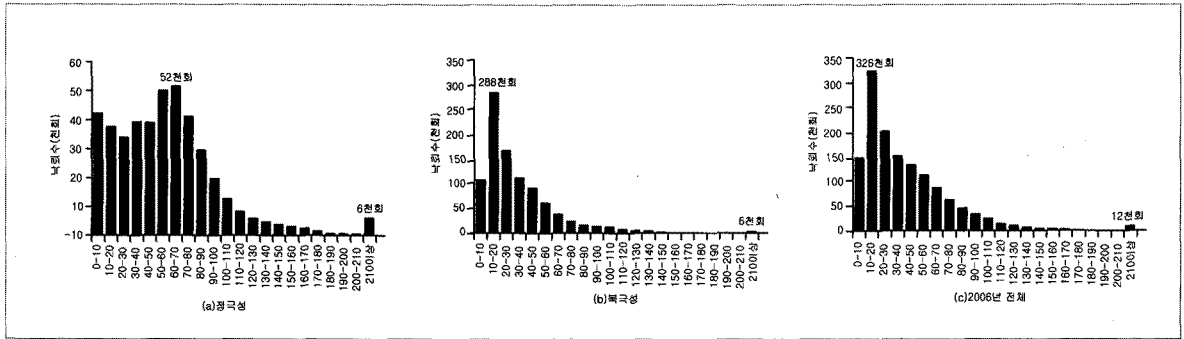
〔그림17〕은 경년에 따라 정극성과 부극성의 뇌전류 평균이 어떠한 변화를 보이는지 비교·분석한 결과를 나타낸 것이다. 전체 평균은 정극성이 45.2kA, 부극성은 12.8kA로 정극성이 부극성에 비해 32.4kA가 더 크게 나타났다. 그리고 정극성을 기준으로 할 때 1997년을 제외하고 1996년부터 2012년까지 부극성에 비해 2.2~6.5kA정도 감소했으나 2002년부터 2009년까지는 오히려 정극성이 증가하는 경향을 보이고 있어 특이하다.



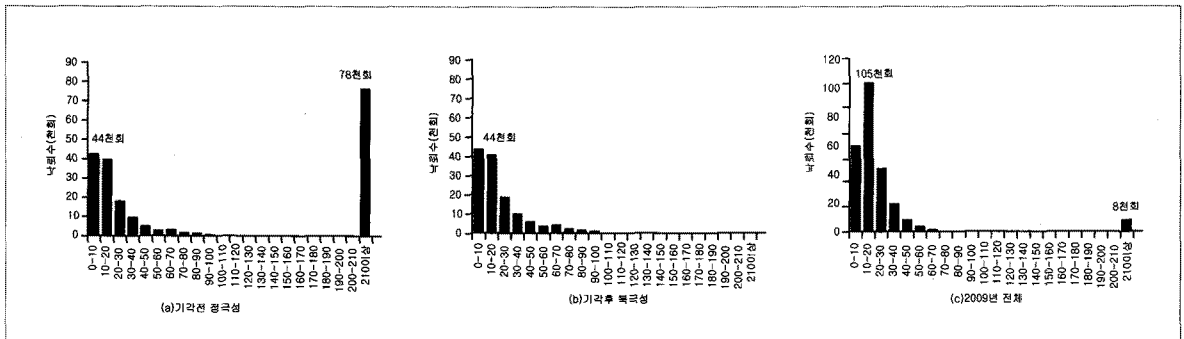
〔그림 17〕 정극성과 부극성 뇌전류 비교

(4) 정극성·부극성의 이상치 검정

본 연구에서는 자료에 예외적으로 매우 큰 값이나 또는 작은 값을 이상치(outlier, 이하 이상치)로 정의한다. 데이터에 이상치가 포함되어 있다면 평균치가 왜곡될 수도 있다. 따라서 자료에서 평균에 영향을 미칠 수 있는 이상치를 제외할 것 인지를 판별하는 것은 중요하다. [그림18][그림19]는 표8과 표9의 통계량 중 다른 연도에 비해 큰 평균을 보인 2006년, 2009년의 뇌전류 히스토그램을 나타낸 것이다.



【그림 18】 2006년 뇌전류 히스토그램



【그림 19】 2009년 뇌전류 히스토그램

그림18~19에서 멀리 떨어진 곳에 위치한 도수가 이상치(outlier)인지 여부를 판정하기 위해 Thompson기각검정⁵⁾을 이용, 검정했으며, 그 결과는 <표10>과 같다. 2006년의 정극성, 부극성, 전체 데이터에는 이상치가 아닌 것으로 나타났다. 반면에 2009년은 정극성 데이터가 이상치인 것으로 검정 결과가 나왔으나 이것이 전체 평균에 영향을 주지는 않았음을 보여주고 있다.

【표 10】 이상치의 기각검정 결과

	(a)정극성	(b)부극성	(c)전체
2006년	$\tau_0 = 0.749 < 2.46$ (1%기각한계치)	$\tau_0 = 0.562 < 2.46$ (1%기각한계치)	$\tau_0 = 0.642 < 2.46$ (1%기각한계치)
판정	이상치 없음	이상치 없음	이상치 없음
2009년	$\tau_0 = 3.456 > 2.46$ (1%기각한계치)	-	$\tau_0 = 0.150 < 2.46$ (1%기각한계치)
판정	이상치 있음	-	이상치 없음

<표11>은 2009년 정극성에 대한 기각전후의 통계량 변화를 나타낸 것이다. 기각후의 평균, 중앙치, 최빈치는 25kA, 16.6 kA, 9.4kA로 각각 감소했다. 평균의 경우 기각 전에 비해 67.3 kA, 중앙치는 18.2kA, 최빈치는 무려 205.6kA나 차이를 보이고 있어 이상치가 정극성 평균에 큰 영향을 미쳤음을 알 수 있다. 반면에 중앙치는 평균에 비해 적게 감소해 이상치로부터 영향이 크지 않았음을 볼 수 있다. 분포형태는 최빈치 < 중앙치 < 평균이 되어 산봉우리가 왼쪽, 즉 소 전류치 쪽으로 기울어져 있음을 알 수 있다. 변동계수는 수치가 기각 전에 비해 증가, 변동의 폭이 다소 커진 것으로 나타났다. 이 경우 이상치가 원래부터 잘못 관찰된 데이터인지 기재과정에서 생긴 오기인지 알 수 없기 때문에 상세한 이상치의 처리방법이 필요하나 이에 대해서는 본 연구범위 밖이므로 여기서는 논의로 한다.

5) $\tau_0 < \tau_0$ 이면 X_n 을 유보, $\tau_0 \geq \tau_0$ 이면 X_n 은 기각한다. 여기서 $\tau_0 = \frac{|X_n - \bar{X}|}{s}$, $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum X$,

$s^2 = \frac{1}{n} \sum (X - \bar{X})^2$ 이며, X_n 대상도수, \bar{X} 평균, s^2 분산, s 표준편차, τ_0 는 유의수준 α 에서의 기각한 계치이다.

【표 11】 2009년 정극성의 이상치 기각전후의 통계량 변화

	기각 전	기각 후	차 이
평균	92.34	25.03	-67.31
중앙치	34.75	16.57	-18.18
최빈치	215.00	9.38	-205.62
분산	8,677.745	653.748	-8,023.997
표준편차	93.155	25.569	-67.586
변동계수	1.009	1.021	-0.012

(5) 퍼센트점에 의한 뇌전류 비교

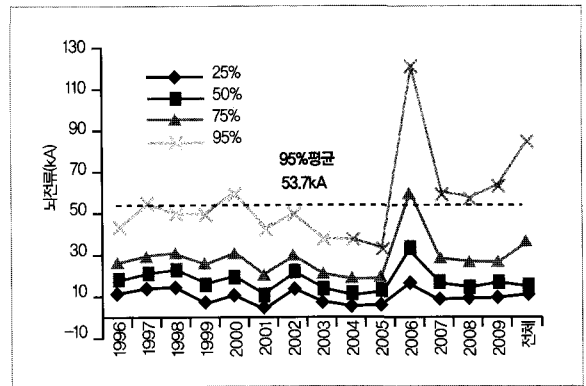
〈표12〉는 누적도수분포에서 퍼센트 분위점(Percentile point) 25%, 50%, 75%, 95%에 대한 뇌전류치를 나타낸 것이다^{[14] [20] [21]}. 데이터에 의하면 뇌전류는 수kA~200kA사이에 광범위하게 분포되어 있다. 표12에서 뇌전류가 대부분 100kA 이하에서 분포하고 있음을 볼 수 있다. 분위점별로 비교하면 25%에서는 5.5~16.5kA사이로 평균이 10.3kA이며, 50%에서는 10.3~33.0kA로 평균은 17.6kA, 75%에서는 18.4~60.3kA로 평균 28.2kA이었다. 그리고 95%에서는 32.7~120.3kA사이로 평균은 53.7kA로 나타났다. 경년에 따른 퍼센트 분위점의 뇌전류 변화 추이를 보면 뇌전류치는 2006년에 급격히 증가한 이후 25%, 50%, 75%에서는 평균과 근사하거나 감소 수치를 보이고 있으나 95%에서는 평균보다 상회하는 경향을 보이고 있어 특이하다(그림20).

【표 12】 퍼센트 분위점에 의한 뇌전류 비교

(단위 : kA)

연도	25%	50%	75%	95%
1996	12.1	18.0	26.4	42.7
1997	14.4	21.0	30.0	53.9
1998	14.9	22.6	30.8	49.5
1999	7.6	15.5	25.9	49.1
2000	10.7	19.2	30.8	58.7
2001	5.5	10.3	20.5	41.9
2002	14.1	21.2	29.6	49.2
2003	7.9	14.3	20.8	37.9
2004	5.5	11.2	18.4	37.3
2005	6.3	12.7	19.2	32.7
2006	16.5	33.0	60.3	120.3
2007	9.0	16.6	28.7	58.9
2008	9.4	13.9	26.6	56.8
2009	10.3	16.5	27.5	62.8
전체	11.4	14.9	36.1	83.5
평균	10.3	17.6	28.2	53.7
중앙치	9.9	16.5	27.0	49.3

F(3,52)=33.541, **:p<.05



【그림 20】 연도별 퍼센트점의 뇌전류 변화 추이

3.5 낙뢰수와 강우일수·기온·강수량의 상관분석

서울, 부산, 대전 등 3개 지역을 대상으로 2006. 1. 1부터 2008. 8. 31까지 32개월간의 기상청 지상관측자료를 토대로 분석했다. 서울지역 낙뢰 수(Y₁), 부산(Y₂), 대전(Y₃)를 종속변수(Y_i)로 하고, 기상요소^{*)}인 강우일수(X₁), 기온(X₂), 강수량(X₃)을 설명변수(X_i)로 상관계수를 산출해 상관정도의 범위를 비교 평가했다. 또 이들 '세 변수 X₁, X₂, X₃는 낙뢰 수에 관계가 없다.'는 가설, 즉 강우일수, 기온, 강수량이 낙뢰에 영향을 주지 않는지 어떤지 유의수준 0.05에서 가설검정을 실시해 판정했다. 그리고 변수간의 상관계수로부터 상관관계의 강약은 다음의 기준에 따라 평가했다.

- 0.8 ≤ |r| 강한 상관관계
- 0.5 ≤ |r| ≤ 0.8 보통 상관관계
- 0.2 ≤ |r| ≤ 0.5 약한 상관관계
- ≤ |r| ≤ 0.2 거의 상관관계 없음

〈표13~15〉는 서울, 부산, 대전 등 지역별로 종속변수인 낙뢰 수, 설명 변수에 대한 상관계수와 가설검정결과를 나타낸 것이다. 그리고 세 설명변수 X₁, X₂, X₃간에는 상호상관이 있는 것으로 분석되었으나 본 연구의 범위 밖이므로 여기서는 제외한다.

표13에서 낙뢰 수에 대한 세 설명변수의 상관계수(r)을 비교하면 Y₃과 X₁의 r값이 0.2~0.5범위에 있어 Y와 X₃, X₁간에

6) 강수량은 월별 합산한 값(단위:mm), 기온은 월별 평균기온(단위:°C)이다. 강우일수(단위:일)는 강수량자료를 토대로 필자가 작성한 것으로 실제와 다를 수 있다.

【표 13】 서울의 상관계수와 검정분석표

$Y_i X_i$	상관계수(r)	t통계량	p값(양측)	t기각치
$Y_1 X_1$	0.389605	2.317041	0.027512	2.042272
$Y_1 X_2$	0.540745	3.520956	0.001397	2.042272
$Y_1 X_3$	0.297141	1.704495	0.098626	2.042272

주) 데이터 수 $n=32$ (이하 같음).

는 약한 상관관계가 있고, X_2 은 r 값이 0.5~0.8범위이므로 보통 정도의 상관관계를 가지는 것으로 평가될 수 있다. 그리고 t통계량과 t기각치를 보면 두 변수 X_1, X_2 는 t통계량 > t기각치로 나타나 '상관이 있다' 로, X_3 는 t통계량 < t기각치 이므로 '상관이 없다' 라고 판정할 수 있다. 또 X_1, X_2, X_3 의 p값을 유의수준(0.05)과 비교하면 X_1, X_2 는 $p < 0.05$ 로 '상관있다' 로, X_3 는 $p > 0.05$ 로 나타나 '상관없다' 로 판정할 수 있다. 따라서 서울의 경우 낙뢰와 강우일수, 기온은 상관관계가 있지만 강수량은 상관이 없는 것으로 나타났다.

【표 14】 부산의 상관계수와 검정분석표

$Y_i X_i$	상관계수(r)	t통계량	p값(양측)	t기각치
$Y_2 X_1$	0.559302	3.695484	0.000875	2.042272
$Y_2 X_2$	0.582581	3.925975	0.000465	2.042272
$Y_2 X_3$	0.518876	3.324563	0.002344	2.042272

표14에서 낙뢰 수에 대한 세 설명변수의 상관계수(r)을 보면 X_1, X_2, X_3 는 r 값이 모두 0.5~0.8범위에 있어 Y와 X_1, X_2, X_3 간에는 보통 정도의 상관관계를 가지는 것으로 평가될 수 있다. 그리고 t통계량과 t기각치를 비교하면 X_1, X_2, X_3 모두 t통계량 > t기각치로 나타나 '상관이 있다' 로 판정될 수 있고, X_1, X_2, X_3 의 p값도 유의수준(0.05)에 비해 모두 작은 수치를 보여 X_1, X_2, X_3 모두 '상관있다' 로 판정할 수 있다. 따라서 부산의 경우는 낙뢰와 강우일수, 기온, 강수량이 모두 상관관계가 있음을 나타내고 있다.

【표 15】 대전의 상관계수와 검정분석표

$Y_i X_i$	상관계수(r)	t통계량	p값(양측)	t기각치
$Y_3 X_1$	0.272839	1.553337	0.130830	2.042272
$Y_3 X_2$	0.612167	4.240362	0.000197	2.042272
$Y_3 X_3$	0.417796	2.518726	0.017343	2.042272

표15에서 낙뢰 수에 대한 세 설명변수의 상관계수(r)을 비교하면 r 값이 0.2~0.5범위에 있으므로 Y와 X_i 간에는 약한 상관관계를 가지는 것으로 평가할 수 있으며, 두 변수 X_2 와 X_3 은 r 값이 각각 0.5~0.8, 0.2~0.5범위에 있기 때문에 보통에서 약한 정도의 상관관계를 가지는 것으로 평가할 수 있다. 한편 t통계량과 t기각치를 보면 X_2, X_3 는 t통계량 > t기각치로

나타나 '상관이 있다' 로, X_1 는 t통계량 < t기각치이기 때문에 '상관이 없다' 로 판정될 수 있다. 그리고 X_1, X_2, X_3 의 p값을 유의수준(0.05)과 비교하면 X_2, X_3 는 $p < 0.05$ 로 '상관있다' 로, X_1 는 $p > 0.05$ 로 나타나 '상관없다' 로 판정할 수 있다. 따라서 대전의 경우 낙뢰와 기온, 강수량은 상관관계가 있지만 강우일수는 상관이 없는 것으로 나타났다. 이상의 상관분석 결과 기온(X_2)만이 세 지역 모두에서 낙뢰와 상관이 있는 것으로 나타났고, 강우일수(X_1)와 강우량(X_3)은 서울, 대전지역에서 차이를 보였다.

4. 결론

1996년 1월부터 2009년 12월까지 14년간의 낙뢰분포 데이터를 엑셀에 의한 통계적 방법으로 분석했으며, 그 결론을 요약하면 다음과 같다.

- 14년 동안 발생한 전체낙뢰 수는 4,486,972회였고 평균으로는 매년 320,498회가 발생했으며, 2006년부터 급격히 증가해 2007년, 2008년, 2009년까지 4년간 발생한 낙뢰가 그 동안 발생한 전체낙뢰의 70%를 넘는 것으로 나타났다. 경년에 따른 낙뢰의 증감률변화에서 낙뢰는 2년 증가하고 3년 감소하는 주기현상을 보였다. 낙뢰가 가장 많이 발생하는 달은 8월로 전체낙뢰의 40%를 넘게 차지했으며 그 다음으로 많은 달은 7월과 6월이었다. 그리고 낙뢰가 가장 많이 발생한 시간대는 오후 16시부터 18시였으며 한 낮에는 비교적 적게 발생하는 경향을 보였다. 또한, 낙뢰의 극성은 전체평균으로 정극성이 15.5%, 부극성은 84.5%였으며 여름철에는 부극성 비율이 높고 겨울에는 정극성이 상대적으로 증가하는 경향을 나타냈다.
- 봄 여름 가을 겨울의 사계절 중에서 여름철에 발생하는 낙뢰가 전체낙뢰의 77%를 차지했으며 겨울에는 0.9%에 불과했다. 그리고 계절에 따른 낙뢰 극성비율은 봄의 경우 3(정극성)대7(부극성)정도이고 여름과 가을은 2대8, 겨울은 4대6으로 나타나 계절에 따라 극성비율이 변화하는 경향을 보였다.
- 낙뢰 수만을 기준으로 했을 때 경북이 낙뢰가 가장 많이 발생해 전체낙뢰의 16.5%를 차지했으며, 다음으로는 경남과 충남이었다. 낙뢰가 가장 적게 발생한 곳은 부산이며 인천 울산 제주도 비교적 적게 발생한 것으로 나타났다.

지역면적을 기준으로 산정한 낙뢰밀도는 전체평균이 1.01이었으며 지역별로는 광주가 1.56로 유의하게 가장 높았고, 다음으로 전북1.36, 충남1.35, 대전1.34, 대구1.31순이었다.

(4) 14년간의 뇌전류 전체평균은 28.74kA이고 중앙치는 14.87kA, 최빈치는 14.33kA이며, 또, 95%의 신뢰구간은 하한치 28.72kA, 상한치 28.77kA로 나타났다. 극성 간의 뇌전류는 전체평균으로 정극성이 45.2kA이고 부극성은 12.8kA로 정극성이 부극성에 비해 32.4kA 정도 더 높았다. 그리고 도수분포표에서 뇌전류의 분포를 퍼센트 분위점으로 비교한 결과, 25%에서 5.5~16.5kA사이로 연평균이 10.3kA이고, 50%에서는 10.3~33.0kA로 평균은 17.6kA, 75%에서는 18.4~60.3kA로 평균 28.2kA이었다. 그리고 95%에서는 32.7~120.3kA사이로 평균은 53.7kA이었다.

(5) 서울, 부산, 대전지역의 낙뢰수를 종속변수로, 강우일수, 기온, 강우량을 설명변수로 상관계수와 가설검정 결과 기온은 모든 지역에서 낙뢰수와 상관성이 있었지만 강우일수와 강우량은 지역에 따라 다르게 나타났다.

본 연구가 우리나라에서 발생하는 낙뢰의 특성을 이해하는데 조금이라도 도움이 되었으면 다행이겠다. 그리고 이 연구를 계기로 더 많은 낙뢰의 관측 자료가 공개되어 낙뢰분야에 관심 있는 분들의 연구 등에 활용될 수 있기를 기대하며, 이 연구에 참고한 여러 문헌·자료의 저자와 기관에 감사드린다. ❖

[1] 한국산업규격, KA C IEC 62305-1, -2, -3, -4. 2007.
 [2] <http://www.lightning.co.kr>
 [3] 노형진, Excel2000에 의한 통계적 조사방법, 형설출판사, 2002
 [4] 객민정 외, EXCEL97 데이터처리, 자유아카데미, 1999
 [5] 基本統計量, <http://guochi24.hp.infoseek.co.jp/MyHP1/st2.htm>
 [6] ど素人のExcel基本統計量の見方, <http://atibh.sub.jp/t01toukeiryuu.htm>
 [7] 調査統計入門, <http://www.sci.kagoshima-u.ac.jp/.../keyword>
 [8] <http://aoki2.si.gunma-u.ac.jp/lecture/Univariate>
 [9] 回歸分析(1), <http://www.aoni.waseda.jp/abek/document/regression-1.html>
 [10] 久坂哲也, 相關係數の檢定, エクセル統計, 2006. <http://www.hisasaka.net/statcel.pdf>
 [11] 北川信一郎, 日本海沿岸の冬季雷の氣象學的特徴, 日本氣象學會, 1996.
 [12] 윤상운·이태섭 공저, 실용통계학, 자유아카데미, 1998.
 [13] 石川榮助, 棄却檢定の比較表, 岩手大學學藝學部研究年報 第9巻 1955.
 [14] <http://econom01.cc.sophia.ac.jp/stat/h-oniai/stat1-01.htm>
 [15] 水野智, 基礎統計part1, <http://www.miz-ngy.umin.ne.jp/>
 [16] 檢定結果の解析とその記載方法, <http://i.cmt.kpu-m.ac.jp/~asano/kiso/topics/kentei/top.htm>
 [17] 實験統計學, http://www.ipc.shimane-u.ac.jp/food/kobayasi/tcdistinterval_excel12.htm
 [18] 추측통계학의 기초, <http://www.kogures.com/hitoshi/webtext/stat-suisoku-kiso/index.htm>
 [19] www.matsuoka.mech.keio.ac.jp/japanese/.../0421
 [20] www.park.itc.u-tokyo.ac.jp/qal/hara/xls/ch7.ppt
 [21] www.jit.or.jp/tekisei/pdf/tr204-5-taiouduke.pdf

마침 ❖

◆ 아름다운 명언

You can have anything you want
 if you want it badly enough,
 You can be anything you want to be,
 do anything you set out to accomplish
 if you hold to that desire
 with singleness of purpose.

- 윌리엄 애덤스 -

간절하게 원하면 무엇이든 반드시 이룰 수 있다.
 그 열망을 놓지 않고 일심불란(一心不亂)으로 임하면,
 원하는 어떤 것도 될 수 있고,
 원하는 어떤 것도 성취할 수 있다.