

동절기 기후인자와 염해 오손간의 상관관계 분석

김재훈*, 김도영*, 김주한*, 김필환*, 한상옥*, 박강식**
충남대학교*, 대덕대학**

Analysis on the Correlation between the Meteorological Factors of the Winter Season and the Salt Pollution

Jae-Hoon Kim*, Do-Young Kim*, Ju-Han Kim, Sang-Ok Han*, Kang-Sik Park**
Chungnam National University*, Daeduk Collage**

Abstract - In seashore, outdoor insulators are polluted due to salty wind and the pollution causes the flashover and failure of electric equipments. As well known, the pollution has a close relation with meteorological factors such as wind velocity, precipitation, wind direction, relative humidity, dew point, etc. In this paper we statistically analyzed the correlation between the pollution and the meteorological factors including snowfall and freezing. The multiple regression analysis was used for the statistical analysis; daily measured equivalent salt deposit density(dependent variable) and the meteorological data(independent variable) were used. From the results of this investigation, we verified the influence of snowfall and freezing on the ESDD, which has been overlooked in the preceding investigation.

1. 서 론

한국전력공사(KEPCO)의 통계에 따르면 국내의 송전선로에 있어 사고의 약 50%가 낙뢰(lightning)에 의한 것이며, 절연물(에자류)과 관련된 사고는 10~20%의 점유율을 보이고 있다. 절연물의 사고 중 오손에 의한 사고는 5% 정도로 확률적인 측면에서만 고려한다면 그 다지 중요한 고려의 대상이라고 볼 수 없다.

그러나 오손에 의해 발생하는 사고는 기존의 사고사례에서 볼 수 있듯이 피해 범위가 매우 광범위할 뿐만 아니라 복구에 많은 비용과 시간, 인력이 소모된다.

따라서 오손에 의한 전력설비의 사고가 발생했을 때의 피해를 최소화하기 위해 사고가 발생하는 오손 시점을 정확히 예측하고 대비하는 것이 필요하며 이에 따른 유지·보수가 적절한 시기에 수행되어야만 한다. [1-2]

하지만 오손에 의한 사고의 경우 앞서 밝힌 바와 같이 발생확률이 작으며 정량적인 측정이나 정확한 예측 등이 곤란하여 국외 선진국의 경우에 있어서도 일정 수준 이상의 신뢰성을 갖는 시스템을 구축하지 못하고 있는 실정이다.[3]

다수의 선행연구결과를 통해 알려진 바와 같이 해염은 오손사고를 유발하는 가장 큰 요인이며, 염해 오손물의 발생 및 육의 절연물에 대한 부착은 지형적 특성 및 기후적 특성과 밀접한 연관성을 갖는다. 또한, 풍향, 풍속, 강우 등의 기후 요인이 오손도에 많은 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었으며 기후 요인이 오손도에 미치는 영향을 분석한 전례가 있다.[4-7]

일본, 캐나다 등과 같이 한랭기후 지역이 있는 경우 결빙의 영향에 대한 연구가 진행된 바 있으나, 우리나라의 경우 기후적 특성으로 인해 강(적)설이나 결빙 등과 같은 동절기 기후 조건이 오손도 및 육의 절연물의 전기적

특성에 미치는 영향에 대한 연구가 수행된 바 없다.

이에 본 연구에서는 자동 오손도 측정장치에 의하여 측정된 ESDD데이터와 기상청의 기후데이터를 활용하여 동절기 기후인자가 오손도에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 상호간의 상관관계분석을 수행하였다.

2. 측정 및 분석방법

2.1 ESDD 측정

ESDD를 측정하는 방법에는 크게 수동 오손 측정방법과 자동 오손 측정방법이 있다.[3, 4, 11]

본 논문에서는 한국전력공사의 765 kV 실증 시험장에 설치된 자동 오손 측정장치(NISHUMU Electronic Industries, japan)를 이용하여 얻은 ESDD 데이터와 고창지역 기상청의 기후 데이터를 이용하였다. 자동측정의 경우 1999년 11월~2000년 3월까지 매일 2회씩 연속적인 누적 오손량을 측정하였다. 그러나, 본 논문에서는 ESDD 데이터의 경향이 확실히 나타나는 구간으로 사료되는 11월~12월 데이터를 이용하여 그 결과를 각각 1개월 단위로 분석함과 동시에 11월에서 12월까지 연속적인 분석을 행하였다. 또한 본 연구에서는 각종 기후조건에 따른 육의 절연물의 오손기구에 대한 이해를 바탕으로 ESDD 데이터를 종속변수(dependent variable)로 기후인자를 독립변수(independent variable)로 설정하였으며 종속변수와 독립변수간의 관련성을 정량적으로 도출하기 위하여 회귀분석을 수행하였다.[9-10]

또한, 데이터 처리의 신뢰성 확보를 위하여 다양한 분야의 통계처리에 널리 활용되고 있는 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)를 활용하였다[11]

3. 결과 및 고찰

먼저 선행연구 결과를 바탕으로 SPSS를 이용하여 통계 처리 분석을 수행하였다. SPSS 통계 처리를 통해 얻어진 ESDD와 기후인자간의 상관관계를 Table 1에서 나타내고 있다. 또한, Fig. 1은 선행 연구에서 제시되었던 11월의 통계처리와 본 논문에서 추가적으로 연구한 12월의 통계처리를 비교하여 나타내고 있다. Fig.1에서처럼 실제 측정된 데이터와 예측치 사이에 유사한 특성이 있음을 알 수 있으나 선행 연구에서 나타난 것과 유사하게 ESDD가 급격히 증가하는 경우 측정치와 예측치 사이에 비교적 높은 편차가 존재함을 알 수 있다. 이러한 오차를 보완하기 위하여 현재 및 현재로부터 3일 전까지의 과거 기후자료를 활용하여 재 분석한 결과를 Fig.2에서 보이고 있다. Fig.1에서 알 수 있듯이 이전의 분석결과보다 신뢰도가 향상되었음을 알 수 있다.[10]

Table 1. Correlation between ESDD and climate conditions

	ESDD	Temp.	D.P.	R.H.	W.V.	Precipi.
ESDD	1.000	-0.751	-0.681	0.198	0.486	0.371
Temp.		1.000	0.910	-0.281	-0.538	-0.432
D.P.			1.000	0.140	-0.466	-0.315
R.H.				1.000	0.282	0.217
W.V.					1.000	0.532
R.F.						1.000

* R.H. : relative humidity D.P. : dew point
W.V. : wind velocity Precipi. : rain fall

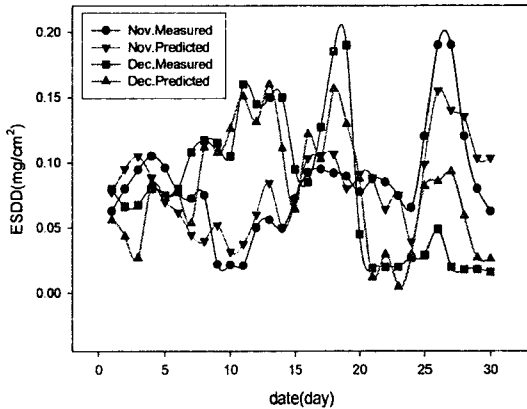


Fig. 1 Result of multiple linear regression analysis in Nov. and Dec. 1999

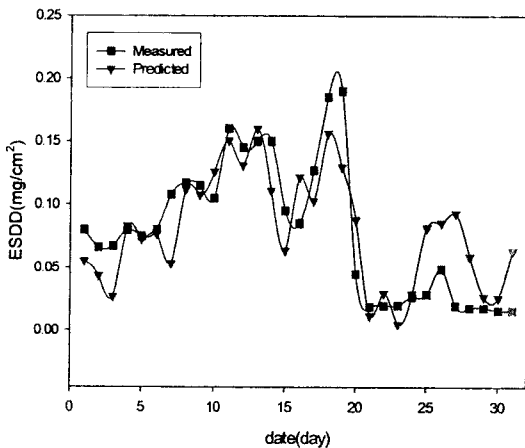


Fig. 2 Result of multiple linear regression analysis with the application of old climate data in Dec. 1999

하지만, ESDD가 급격히 증가하는 구간에서 여전히 비교적 큰 편차가 존재함을 알 수 있다.

신뢰성 향상 및 분석결과를 다양화하기 위하여 11월에 측정된 데이터와 12월에 측정된 데이터를 하나의 데이터로 하여 분석하였다. Fig. 3은 11월과 12월 두 달 동안의 통계치리론 수행한 결과이다. Fig.3에서 알 수 있듯이 12월 한 달의 데이터만 단독으로 분석했을 경우에 비해 신뢰도가 보다 향상되는 것을 볼 수 있다. 이를 통해 데이터의 양이 많을수록 예측 신뢰도가 향상됨을 알 수 있다. 하지만 ESDD가 급증하는 구간에서 편차는 완벽하게 개선되지 않았다.

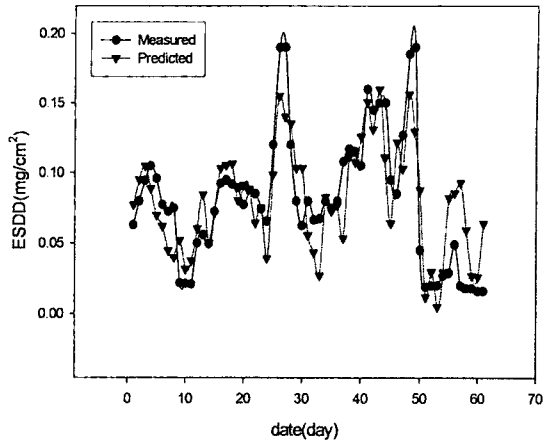


Fig. 3 Result of multiple linear regression analysis with the application of old climate data in Nov. Dec. 1999

Table 2. Climate data in accordance with max. ESDD in Nov. Dec. 1999

Date	Temp. (°C)	D.P. (°C)	R.H. (%)	W.V. (m/s)	Precipi. (mm)	S.F. (cm)
11.20	9.3	4.2	71	1.2	0	0
11.21	8.9	3.7	72	1.4	0	0
11.22	9	1.5	62	0.7	0	0
11.23	10.9	5.3	70	0.9	0	0
11.24	12.1	7.2	74	1.2	4	0
11.25	7.4	1.3	66	3.3	1	0
11.26	1	-4.2	70	2.1	1	1.4
11.27	1.9	-1	81	1.1	3	0
11.28	1.4	-1.5	82	1.2	1.5	0
11.29	2.4	0.3	86	1.2	0.2	0.4
11.30	5.1	0.3	73	1.4	0	0
12.07	1.6	-2.1	78	1.4	10	0
12.08	6.5	1.1	69	1.0	0	0
12.09	5.9	-0.3	66	1.9	0	0
12.10	6.8	0.9	67	1.8	0	0
12.11	1.8	-6.4	55	2.5	0	0
12.12	1.3	-4.3	67	2.0	0	0
12.13	4.5	-0.2	73	1.0	0	0
12.14	2.8	-2.2	71	1.4	0	0
12.15	3.8	-0.3	76	1.1	0	0
12.16	7.5	1.1	64	1.6	0.5	0
12.17	0.6	-5.5	64	2.1	0	0
12.18	-2.2	-5.2	81	2.1	0	5.8
12.19	-4.3	-6.9	84	1.2	2	11.4

* R.H. : relative humidity D.P. : dew point
W.V. : wind velocity Precipi. : rain fall
S.F. : snow fall

따라서 급격한 증가 혹은 감소를 보이는 구간에 대한 편차를 해석하기 위해 해당 구간의 기후데이터를 보다 정밀하게 분석하였다. Table 2는 11월과 12월의 기후 데이터를 보여 주고 있다.

Table 2에서 알 수 있듯이 ESDD가 크게 급증한 11월 26일과 12월 18~19일의 경우 강설이 있음을 확인할 수 있었고, 12월 18~19일에 평균온도가 영하로 급격히 떨어지는 결빙점을 확인할 수 있었다. Fig.4에서 알 수 있듯이 이 구간에서 ESDD값이 급증하였다. 이는 강설 시 기온이 결빙점 이하로 내려가 강설이 결빙되어 애자의 오손도에 영향을 미치는 것으로 보여 진다. 또한, ESDD가 급증한 후 다시 급감하는 특성을 보이는데 이것은 강설이 내림에 따라 떨어졌던 기온이 다시 상승하

면서 강설이 녹고 강수가 증가하여 이에 따른 세정효과로 인해 ESDD가 감소하는 것으로 보여 진다.

이에 대한 결과를 확인하기 위하여 Fig.4와 Fig.5에서 처럼 2월과 3월의 통계처리에 대한 분석을 수행하였다. 이는 2000년 2월과 3월의 데이터로써 비교적 ESDD값이 낮지만 기후에 따른 ESDD의 경향을 살펴보기 위한 것으로 이용되었다. 2월과 3월 역시 마찬가지로 ESDD가 급증, 급감함을 볼 수 있는데, 이 때의 기후데이터를 살펴보면 2월 14~16일, 3월 19~20일에 강설이 내렸으며 이 때의 ESDD값이 높음을 알 수 있다. 하지만, 기온이 영하인 구간에서 결빙으로 인한 ESDD값이 증가하지 않았는데 이는 기후 인자의 복합적인 영향에 의한 결과로 볼 수 있으나 본 연구에서는 2월, 3월 데이터 신뢰도가 낮은 이유 때문으로 사료된다.

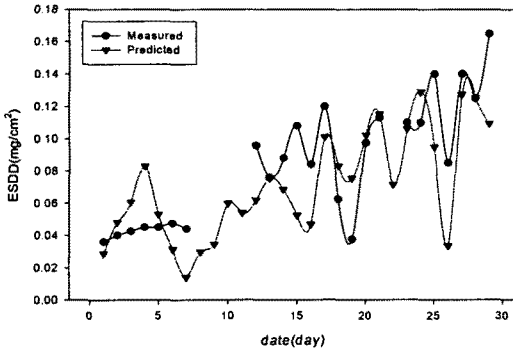


Fig. 4 Result of multiple linear regression analysis in Feb. 2000

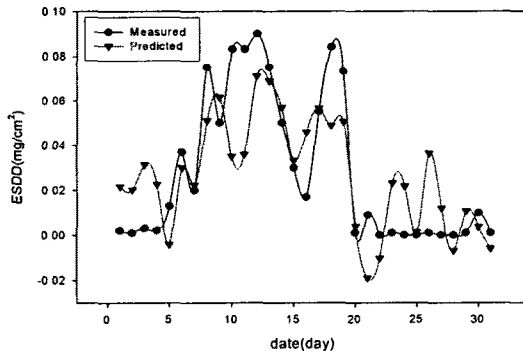


Fig. 5 Result of multiple linear regression analysis in March 2000

따라서, 앞에 서술하였던 바와 같이 실제 데이터와 예측치 간의 편차 발생은 기후요인이 복합적으로 변화하는데 반해 예측은 복합적으로 변화하는 상황에 유기적으로 대응하지 못하기 때문만 아니라, 통계 처리에 있어서 동절기에 발생하는 강설이나 결빙점과 같은 기후 인자를 고려하지 못하였기 때문이라 사료된다.

위의 결과를 통해 동절기 시 풍속, 이슬점, 강수량, 기온, 습도와 같은 기후 인자가 오손도에 영향을 미침을 확인할 수 있었으며 과거의 기후자료를 활용함으로써 그 신뢰도를 높일 수 있음을 확인하였고 데이터의 양이 많을수록 그 신뢰성 또한 높음을 알 수 있었다. 또한, 동절기 시에는 위와 같은 기후 인자 이외에 강설이나 결빙점 등의 계절적 특성을 나타내는 인자가 단일 또는 복합적으로 ESDD에 영향을 미침을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

동절기 기후 인자와 염해 오손간의 상관관계 분석에 대한 본 논문에서는 선행 연구에서 수행되어지지 않았던 동절기 기후 인자인 강(적)설 및 결빙점과 염해 오손간의 밀접한 연관성을 확인할 수 있었다. 즉, ESDD가 크게 증가 혹은 감소하는 구간에 주목하여 기후데이터를 분석한 결과 동절기 시에 발생하는 강설에 의해 ESDD가 크게 급증하였으며 기온의 상승으로 강설이 녹은 경우 ESDD가 다시 감소하는 것을 확인하였다. 그러나, 기온 상승 후 기온이 급격히 저하되어 녹았던 눈이 다시 결빙되는 시점에서 ESDD가 다시 증가하는 현상을 확인하였다. 이에 따라 결빙점 근처의 기온과 강설이 동절기 시에 절연물의 ESDD에 커다란 영향을 미침을 확인할 수 있었다.

따라서, 전력계통의 높은 신뢰성과 전력 품질의 향상을 위해 계절 특성에 따른 기후 인자와 염해 오손도 간의 상관관계에 대한 신뢰도를 높일 수 있는 추가적인 연구가 절실히 요구된다.

본 논문은 2003년도 전력산업연구개발사업 지원으로 수행된 논문입니다.

[참 고 문 헌]

- [1] "送變電備の 鹽害對策", 電氣協同研究 第 20卷 第 2号, 電氣協同研究會·變電設備耐鹽設計專門委員會, 1979. 9
- [2] "碍子の 汚損に 關する 環境條件の 解析 碍子附着鹽分量の 海岸距離特性及びこれと 氣象條件の 關係について", 電力中央研究所 技術第一研究所報告 研究報告 : 73020, 電力中央研究所, pp. 4~31, 昭和 48年 9月
- [3] "염전해 오손정도 및 기준정립에 관한 연구 [최종보고서]", 한국전력공사, pp. 3~4, 2002. 3.
- [4] 최남호, 박강식, 한상욱, "통계처리방법을 활용한 옥외 절연물의 염해 오손률 분석", 전기학회논문지, 제 51권 1호, pp. 39~45, 2002. 1.
- [5] 최남호, 한상욱, 박강식, "통계적 처리방법을 이용한 동해안 염해 오손률의 분포특성" 대한전기학회 논문지, 제 50권 3호, pp 130 136
- [6] 최남호, 한상욱, "해안도달거리에 따른 서해안 지역 염해 오손률의 분포특성", 전기학회논문지, 제 50권 6호, pp. 276~280, 2001. 6.
- [7] 최남호, "통계처리에 의한 염해 오손의 분포특성 해석", 충남대학교, pp. 20~75, 2002. 2
- [8] 김우철, "일반통계학", 영지문화사, 1997
- [9] Ahmad S. Ahmad, "Contamination of high voltage insulators in the east coast of peninsular malaysia"
- [10] Ahmad S. Ahmad, "Prediction of salt contamination on high voltage insulators in rainy season using regression technique"
- [11] 최남호, 한상욱, 구경완, "회귀분석을 활용한 옥외 절연물의 오손도 예측" 대한전기학회 논문지, 제 53권 3호, pp 130-136