

염해 오존도 예측기법 개발을 위한 오존물과 기후 인자와의 상관관계 분석

김도영*, 김재훈*, 이원영*, 한상욱*, 박강식**
 충남대학교*, 대덕대학**

Regression Analysis Between Climate Conditions and Contaminants
 for Development of Prediction Method of the Salt Pollution

D.Y. Kim*, J.H. Kim*, W.Y. Lee*, S.O Han*, K.S. Park**
 Chungnam National University*, Daeduk collage**

Abstract - The degree of contamination on outdoor insulators is one of the most importance factor to determine the pollution level of outdoor insulation. Outdoor insulators in coastal are affected due to salty wind blowing from the seaside. The sea salt is known as the most dangerous pollutant. As known through the preceding study, the generation of salt pollutant and the pollution degree of outdoor insulators have a close relation in accordance with meteorological conditions, such as temperature, humidity, dewpoint, wind velocity and wind direction. Therefore, at first, we have analyzed relation between meteorological conditions and contaminants for development of prediction method.

In this paper, we have investigated a statistical estimation technique based on actual data for equivalent salt deposit density(ESDD) of outdoor insulators which were installed in Kochang field test substation with multiple linear regression analysis.

1. 서 론

대부분의 전력설비는 옥외에 시설되어 있기 때문에 기후 요인으로 인한 오존이 불가피하다. 오존에 의한 전력설비의 사고는 서해안 정전사고에서 볼 수 있듯이 피해 범위가 광범위한 뿐만 아니라 복구에 많은 시간과 인력, 비용이 소요된다.

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

일본의 경우, 1950년대부터 전기협동연구회 산하의 전문위원회를 중심으로 10여건의 연구가 40여 년에 걸쳐 수행된 바 있으며, 최근에는 일본전기학회, 전력중앙연구소, 다수의 전력회사 및 일본에자 등을 중심으로 활발한 연구가 진행되고 있다. 국내의 경우에는 한국전력공사를 중심으로 오존도 측정 및 분석을 수행하였고, 오존도 측정을 통하여 해안도달거리별 오존등급 및 오존맵 등과 같은 구체적인 연구결과를 도출한 바 있다.[3]

선행 연구 결과에 의하면 풍향, 풍속, 강우 등의 기후 요인이 오존도에 많은 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었으며 기후 요인이 오존도에 미치는 영향을 분석한 전례가 있다.[4-6]

이에 본 연구에서는 해안으로부터의 거리가 300m 로 해안에서 가까워 염해의 영향을 받기 쉬우며 인근지역에 중화화 공업단지가 없어 공해 및 진해 등에 의한 오존의 영향이 적어 염해의 영향을 연구하는데 적합한 고창 실증시험장의 ESDD데이터와 기후 데이터를 활용하여 기후 인자가 오존도에 미치는 영향을 확인하였다. ESDD 데이터는 한국전력공사 고창 765 kV 실증시험장에 설치

되어 매일 12시간 간격으로 오존도가 측정되는 자동오존도 측정장치를 활용하여 매일 측정된 데이터를 활용하였으며 기후청의 일일 기후 자료 중 오존도와 밀접한 관련성을 지닌 것으로 생각할 수 있는 기온, 풍속, 습도, 강수량 및 이슬점 등을 활용하여 다중선형회귀 분석을 수행하였다. 그 결과 실제 ESDD 값과 다중회귀를 통해 예측된 ESDD 값 사이에 비슷한 상관성이 존재함을 확인할 수 있었으며 이를 통해 기후·환경요인과 오존도간의 관계성을 도출하여 기후·환경요인을 활용한 고신뢰도의 오존도 예측이 가능함을 확인할 수 있었다.

2. 측정 및 분석방법

2.1 다중선형회귀분석

상관계수는 두 변수 사이의 관계의 집중도를 측정함과 동시에 방향(+ 혹은 -)과 정도를 나타내는 수치로서 보통 (r)로서 나타낸다. 상관계수 r의 부호(+, -)는 두 변수사이의 상호관계의 방향을 나타내며, r의 크기는 상호관계정도를 나타내는데, r의 값이 -1.00이나 +1.00에 가까우면 두 변수의 관계가 거의 직선을 이루고, 반대로 r의 값이 0에 가까우면 두 변수사이에는 상관관계가 거의 없다는 뜻이다. 상관계수의 부호에 따라 x와 y의 증가 감소가 정해진다. 일정한 변화 추이를 보이고 있지 않는 경우에는 상관계수는 0이 된다. 표본 상관계수 r은 모집단 전체의 선형관계가 아닌 표본의 선형관계의 정도를 나타낸다.

선형회귀모형에서 고려하는 독립변수의 수가 2개 이상인 경우를 다중회귀선형모형(multiple linear regression model)이라 하고, 이를 분석하는 방법을 다중선형회귀분석(multiple linear regression analysis)이라고 한다. 실제적인 문제를 해결하기 위해서는 독립변수가 2개 이상인 경우가 자주 발생하며, 이 경우에 자주 사용된다.

종속변수를 Y라 하고 p개의 설명변수를 X_1, X_2, \dots, X_p 라고 할 때 다중선형회귀모형은 다음의 식과 같이 정의한다.[7]

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_5 X_5 + \epsilon$$

여기서,
 Y : ESDD X_1 : 기온
 X_2 : 이슬점 X_3 : 습도
 X_4 : 풍속 X_5 : 강우
 ϵ : 잔차

2.2 ESDD 분석

ESDD를 측정하는 방법에는 크게 수동 오존 측정방법과 자동 오존 측정방법이 있다. 수동 오존 측정방법의 경우에는 필세법(Brush Wiping Method)이 대표적인

방법인데, 절연물의 표면에 누적된 오손물을 직접적으로 분리시켜 측정하는 방법이다. 그러나 필세법은 시간과 인력 및 경제적 소모가 크고, 장기간에 걸쳐 측정해야 한다는 단점이 있다. 또한, 수동 오손 측정법은 일의 주기 동안 누적된 오손물을 붓으로 닦아냄으로써 일회적인 한계성을 보이고 있다.

그러나 자동 오손 측정방법의 경우에는 초기 개발비 및 설비가 많이 소요되지만 시간과 인력에 의해 제한되던 수동 오손 측정법의 한계성을 벗어날 수 있다. 또한 측정주기를 일일단위로 할 수 있기 때문에 급속오손의 관찰 및 옥외 절연물의 상시 오손도 측정이 용이하다. 따라서, 단시기에 급격한 변화를 보이는 기후적 변화에 의해 변하는 오손도를 예측하기 위해서는 자동 오손 측정법이 필수적이다.

이를 위해 한국전력공사에서도 고창의 765 kV 실증 시험장에 자동오손측정장치를 설치, 운영하였으며 이를 통해 오손 데이터를 수집하였다.

본 논문에서는 한국전력공사의 765 kV 실증 시험장에 설치된 자동 오손 측정장치를 이용하여 얻은 ESDD 값과 고창지역의 기후 데이터를 이용하였다. 자동측정의 경우 2001년 11월 1일~30일까지, 12월 1일~31일까지 매일 1회씩 연속적인 누적 오손량을 측정하고 그 결과를 각각 1개월 단위로 분석 및 11월에서 12월까지 이어진 구간으로 보고 함께 분석을 행하여 분석에 활용하였다. 그림 1은 고창실증시험장의 위치 및 본 연구에 활용된 자동 오손도 측정장치를 나타내고 있다.

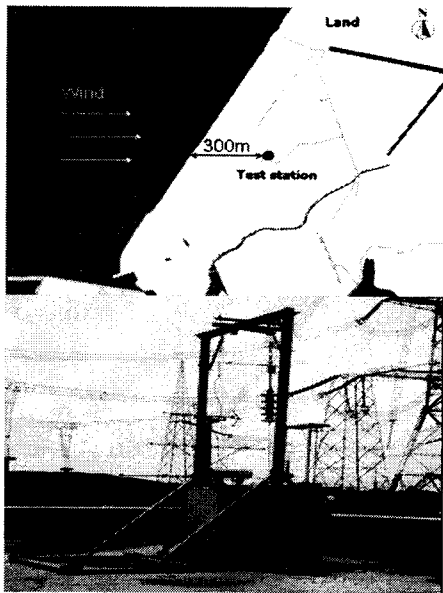


그림 1. 고창 실증시험장과 자동오손측정장치

서늘한 바와 같이 ESDD 데이터는 자동오손장치로 얻어진 일일 데이터를 활용하였으며 그 기간은 11월과 12월 두 달의 데이터를 활용하였다. 또한 본 연구에서는 각종 기후조건에 따른 옥외 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.[8-9]

본 연구에서는 데이터 처리의 신뢰성 확보를 위하여 다양한 분야의 통계처리에 널리 활용되고 있는 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)를 활

용하였으며, 독립변수로는 강수량, 온도, 습도, 풍속, 풍향 등과 같이 국내외의 선행 연구사례를 통해 그 관련성이 증명된 바 있는 기후환경 인자들을 선정하였다.[10]

3. 결과 및 고찰

자동 오손 측정장치로부터 얻어진 일별 ESDD 값과 고창지역의 기후 데이터를 이용하여 다중회귀 분석을 수행하였다.

먼저 선행연구 결과를 바탕으로 하여 통계처리를 해 보았다. 그림 2는 선행연구 방법을 이용하여 통계처리를 수행한 결과 그래프이다. 데이터는 1999년 11월 1일부터 12월 31일까지 두 달간 수집된 자료를 활용하였다.

표 1. ESDD와 기후인자간의 상관관계

	ESDD	기온	이슬점	습도	풍속	강수량
ESDD	1.000	-0.754	-0.681	0.198	0.486	0.371
기온		1.000	0.910	-0.281	-0.558	-0.432
이슬점			1.000	0.140	-0.466	-0.345
습도				1.000	0.282	0.217
풍속					1.000	0.532
강수량						1.000

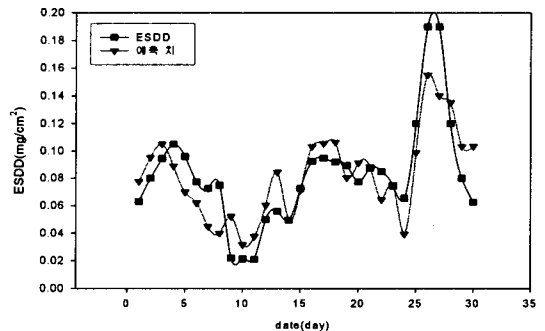


그림 2. 11월 고창지역(한국전력공사 765kV 실증시험장)에 대한 회귀분석 결과

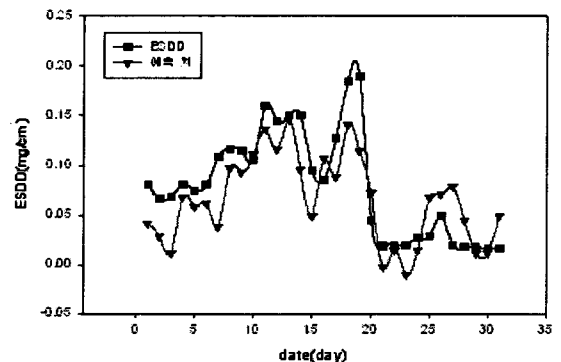


그림 3. 12월 고창지역(한국전력공사 765kV 실증시험장)에 대한 회귀분석 결과

실제 얻어진 데이터와 예측치 사이에 유사한 특성이 있음을 알 수 있다. 그러나 최대치의 경우 측정치와 예측치 사이에 높은 편차가 존재함을 알 수 있다. 이러한 특성을 보완하기 위하여 과거의 기후자료를 활용하여 분석

을 행하였다. 선행 연구과제에서 이를 해결하기 위해 과거의 기후자료를 누적 적용함으로써 신뢰성을 높일 수 있었다. 따라서 본 연구 역시 과거의 기후자료를 누적 적용함으로써 분석을 행하였다.[10] 그림 4는 당일 및 과거의 기후자료를 활용하였을 경우를 나타내고 있다.

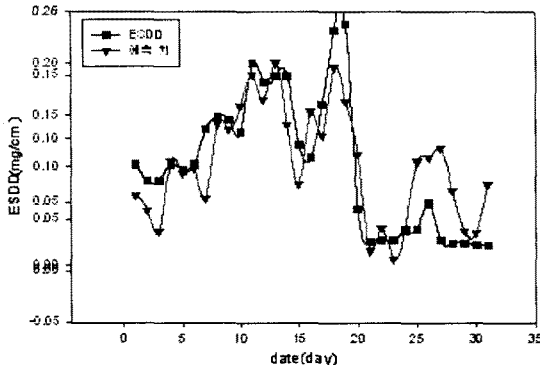


그림 4. 과거의 기후자료를 활용하였을 경우의 회귀분석결과

과거의 기후자료를 활용하였을 경우 신뢰도가 약간 상승하였으나 최대치에 있어서는 여전히 큰 편차가 존재함을 알 수 있다.

보다 신뢰성을 높이고 분석결과를 다양화하기 위하여 11월에 측정된 데이터와 12월에 측정된 데이터를 동시에 분석하였다. 11월부터 12월까지 이어진 구간으로 보고 분석을 행하였으며 이 때의 결과는 그림 5와 같다.

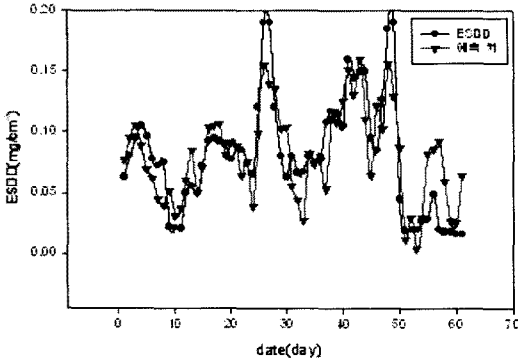


그림 5 11월~12월에 대한 회귀분석 결과

위의 결과에서 12월 한 달의 데이터만 단독으로 분석했을 경우에 비해 11월과 12월을 이어지는 구간으로 분석을 행하였을 경우 신뢰도가 향상되는 것을 볼 수 있다. 그러나 편차는 개선되지 않았다. 이러한 큰 오차가 발생하는 것은 기후요인이 복잡적으로 변화하는데 반해 예측은 복잡적으로 변화하는 상황에 유기적으로 대응하지 못한 것으로 보여진다. 또한 11월과 12월의 데이터에서 최대치가 급증하는 것을 볼 수 있는데 이 때의 기후 기후를 조사해 본 결과 강설이 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 강설의 영향을 고려하지 않았기 때문에 최대치에서 편차가 발생한 것으로 보이며 추후 연구에서 강설의 영향을 고려할 경우 편차가 개선될 것으로 사료된다.

이상의 결과를 통해 기후자료가 오손도에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었으며 과거의 기후자료를 활용함으로써 그 신뢰도를 높일 수 있음을 확인하였다, 그러나 12월의

오손 데이터가 11월에 비해 오차 범위가 커 데이터로서의 활용도는 11월에 비해 떨어짐을 알 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 기후요인이 오손에 여러 가지로 큰 영향을 미치며 과거의 기후자료를 누적 적용함으로써 오손 예측의 신뢰도를 높일 수 있음을 보였다. 그러나 본 연구에서 활용된 예측 데이터는 상당히 높은 신뢰도 값에도 불구하고 최대치에서 큰 오차가 발생하는 것을 볼 수 있는데 이를 개선하기 위한 다양한 노력이 요구된다. 일례로서 11월과 12월의 데이터가 강설의 영향에 놓여 있었으며 강설의 경우 ESDD가 크게 급증하였음을 보아 추후 연구에서 강설의 영향을 또 다른 변수로서 고려할 필요성이 대두되었다.

아울러 오손 및 기상데이터를 누적 적용함으로써 추후 추가적인 연구 및 설비투자를 통해 오손도 예측 시스템이 구축되어 당일 및 과거의 ESDD가 오손도 예측에 활용될 경우, 고신뢰도의 오손도 예측이 가능함을 확인할 수 있었다.

본 논문은 2003년도 전력산업연구개발사업 지원으로 수행된 논문입니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 최남호, 박강식, 한상욱, "통계처리기법을 활용한 옥외 절연물의 염해 오손물 누적특성 분석", 전기학회논문지, 제 51권 1호, pp. 39~45, 2002. 1.
- [2] "碍子の汚損に關連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] "염진해 오손정도 및 기준정립에 관한 연구 [최종보고서]", 한국전력공사, pp. 3~4, 2002. 3.
- [4] 최남호, 한상욱, 박강식, "통계적 처리방법을 이용한 동해안 염해 오손물의 분포특성" 대한전기학회 논문지, 제 50권 3호, pp 130~136
- [5] 최남호, 한상욱, "해안도달거리에 따른 서해안 지역 염해 오손물의 분포특성", 전기학회논문지, 제 50권 6호, pp. 276~280, 2001. 6.
- [6] 최남호, "통계처리에 의한 염해 오손의 분포특성 해석", 충남대학교, pp. 20~75, 2002. 2
- [7] 김우철, "일반통계학", 영지문화사, 1997
- [8] Ahmad S. Ahmad, "Contamination of high voltage insulators in the east coast of peninsular malaysia"
- [9] Ahmad S. Ahmad, "Prediction of salt contamination on high voltage insulators in rainy season using regression technique"
- [10] 최남호, 한상욱, 구경원, "회귀분석을 활용한 옥외 절연물의 오손도 예측" 대한전기학회 논문지, 제 53권 3호, pp 130~136