

A Prediction on the Pollution Level of Outdoor Insulator with Regression Analysis

崔南鎬* · 丘庚完** · 韓相玉***

(Choi Nam Ho · Koo Kyung Wan · Han Sang Ok)

Abstract - The degree of contamination on outdoor insulator is one of the most importance factor to determine the pollution level of outdoor insulation, and the sea salt is known as the most dangerous pollutant. As shown through the preceding study, the generation of salt pollutant and the pollution degree of outdoor insulator have a close relation with meteorological conditions, such as wind velocity, wind direction, precipitation and so fourth. So, in this paper, we made an investigation on the prediction method, a statistical estimation technique for equivalent salt deposit density of outdoor insulator with multiple linear regression analysis. From the results of the analysis, we proved the superiority of the prediction method in which the variables had a very close(about 0.9) correlation coefficient. And the results could be applied to establish the Pollution Prediction System for power utilities, and the system could provide an invaluable information for the design and maintenance of outdoor insulation system.

Key Words : Pollution, Prediction, Regression analysis, Equivalent salt deposit density, Outdoor Insulator

1. 서 론

초고압 가공송전선로의 절연시스템을 설계하는데 있어 해당 지역의 오손도는 전압이나 용량 등과 같은 선로의 정격과 더불어 매우 중요한 지표라 할 수 있다.[1-2] 고유의 지리·지형적 특성 및 기후·환경적 특성으로 인해 막대한 규모의 오손관련 사고를 경험한 주요 선진국들은 오손현상의 중요성에 대한 인식을 바탕으로 그 특성을 규명하고자 다수의 연구를 수행한 바 있다.[3-4]

특히, 일본의 경우, 1950년대부터 電氣協同研究會 산하의 専門委員會를 중심으로 10여건의 연구가 40여 년에 걸쳐 수행된 바 있으며, 최근에는 日本電氣學會, 電力中央研究所, 電力會社 및 日本碍子 등을 중심으로 활발한 연구가 진행되고 있다.[5-8] 한편, 국내의 경우에는 한국전력공사를 중심으로 1969~1972년에 걸쳐 9개소, 1976~1978년에 걸쳐 80개소에 대한 오손도 측정 및 분석을 수행하였고, 1980년대에 들어서는 300여 개소의 지점에 대한 오손도 측정을 통하여 해안도달거리별 오손등급 및 오손맵 등과 같은 구체적인 연구결과를 도출한 바 있다.

또한, 최근에는 1999~2002년에 걸쳐 전국의 130여 개소에 대한 오손도 측정 및 분석을 통하여 1980년대의 측정 및 분석결과를 근간으로 운용되고 있는 한국전력공사의 오손관련 각종 규정을 검증 및 개정하고자 하는 노력이 진행된 바 있다.[9-10]

이상을 통해 제시된 국내외의 연구사례들은 지역별 오손도 선정을 주목적으로 하여 수행되었다. 즉, 기존의 연구결과들은 각종 옥외 전력설비의 안정적 절연설계를 위한 기초자료로서 활용되었으며, 옥외 전력설비에 대한 유지·보수의 측면에 있어서는 큰 역할을 하지 못한 것이 사실이다.[11-12] 그러나 오손에 의한 절연물의 섬락사고 방지와 사고 발생시의 피해를 최소화하기 위해서는 경제적 특성을 감안한 전력계통의 절연협조 및 최적절연설계 뿐만아니라, 활선세정을 통한 오손도 제어(pollution control) 등과 같은 유지·보수가 적절한 시기에 수행되어야만 한다.[13]

그러나, 국내의 경우에는 현장 담당자의 직관적인 판단에 의존하거나, 현재의 상태에 무관하게 일정한 주기로 세정을 행하는 등 막대한 비용이 소요되는 유지·보수작업이 비합리적으로 운용되고 있는 실정이다.

한편, 일부 선진국의 경우, 자동 오손도 측정장치를 활용하고 있으나, 대부분의 경우 신뢰성이 충분히 확보되지 못한 특성을 지니고 있으며, 장기간의 활용경험을 바탕으로 일정 이상의 신뢰성을 확보하고 있는 것으로 평가되고 있는 일부 장비의 경우에는 경제적 제약으로 인해 널리 활용되지 못하고 있다.[14]

* 正 會 員 : 忠南大學校 情報通信人力養成事業團 專任教授 · 工博

** 正 會 員 : 永同大學校 電子工學部 教授 · 工博

*** 正 會 員 : 忠南大學校 電氣工學科 教授 · 工博

接受日字 : 2002년 11월 18일

最終完了 : 2003년 2월 3일

이에 본 연구에서는 선행 연구를 통해 제시한 바 있는 오손기구(pollution mechanism)에 대한 이해를 바탕으로 각종 기후·환경 인자가 오손에 기여하는 정도를 비교·평가하고, 다중회귀분석을 활용하여 주요 오손요인과 오손도간의 상관관계분석을 통하여 고신뢰도의 오손도 예측이 가능함을 입증하고자 하였다.[11-14]

2. 측정 및 분석방법

2.1 오손도 측정

오손도의 측정은 254mm 자기재 표준 현수애자를 활용한 수동 필세법과 자동 오손도 측정장치(Salinometer, Nishumu Electronics Industries, Japan)를 활용한 방법이 활용되었다. 수동측정의 경우 1999년 5월 ~2001년 8월의 기간에 걸쳐 기존 연구사례의 경우와 같이 매 1개월의 누적 오손량을 측정하였으며, 측정방식의 특성으로 인해 연속적인 누적오손량이 아닌 매 1개월의 누적 오손량이 측정되었으며, 자동측정의 경우 1999년 11월 1일~30일까지 매일 1회씩 연속적인 누적 오손량을 측정하고 그 결과를 분석에 활용하였다. 그림 1은 본 연구에 활용된 자동 오손도 측정장치의 구성 및 동작방식을 제시하고 있다.

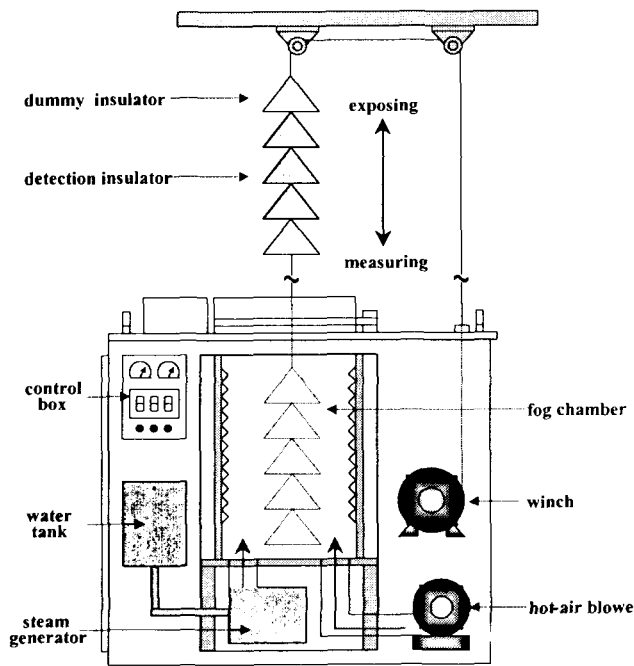


그림 1 자동오손도 측정장치 구성도

Fig. 1 Schematic diagram of automatic pollution measuring apparatus

수동 오손도 측정은 강원도 속초, 경남 삼천포, 충남 보령, 제주 성산포의 4개소를 대상지역으로 하였으며, 자동 오손도 측정은 측정설비의 특성을 감안하여 한국전력공사 765kV 고창 실증시험장을 대상지역으로 하였다. 표 1은 수동 및 자동 오손도 측정 대상지역의 지리·지형 조건을 보이고 있다.

표 1 오손도 측정지점의 지리·지형조건

Table 1 Geographical condition of measuring sites

site	distance to sea	note
Kangwon(M)	0.1, 3, 4 km	0.1 km : direct to sea, road
Kyungnam(M)	0.8, 4.2, 7.7 km	0.1 km : generating station
Chungnam(M)	0.2, 2.2, 3 km	0.1 km : generating station
Jeju(M)	1.2 km	agricultural area
Kochang(A)	0.7 km	765kV test station, KEPCO

* M : manual measurement, A : automatic measurement

2.2 회귀분석

본 연구에서는 각종 기후·환경조건에 따른 옥외 절연물의 오손기구에 대한 이해를 바탕으로 오손도를 종속변수(dependent variable)로 기후·환경인자를 독립변수(independent variable)로 설정하였으며 종속변수와 독립변수간의 관련성을 정량적으로 도출하기 위하여 회귀분석을 수행하였다.

회귀분석은 종속변수 및 독립변수의 수에 따라 단순회귀분석과 다중회귀분석으로 구분되며, 오손현상과 같은 일반적인 자연현상은 다수의 요인에 의해 특정한 현상이 발생하는 특성을 지니므로 다수의 독립변수를 회귀모형에 포함시키는 다중회귀분석의 적용을 통한 관계성 분석이 불가피 하다.

다중회귀분석은 단순회귀분석에 비하여 오차분산(error variance)을 줄이고 종속변수에 대한 보다 충실한 설명이나 예견을 행하는 것이 가능하며, 다른 독립변수의 값을 통제된 상태에서 특정 독립변수가 종속변수에 독립적으로 행사하는 영향력을 측정할 수 있다. 따라서 각 독립변수가 종속변수에 미치는 효과의 상대적인 비교와 보다 정밀한 인과관계의 분석이 가능한 장점을 지니고 있다.

다중선형회귀모형은 단순선형회귀모형을 일반화한 형태로 회귀모형의 기본특성은 차이가 없다. 즉, 종속변수를 Y라 하고 p개의 독립변수를 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_p$ 라고 할 때 다중선형회귀모형은 식 (1)과 같이 정의된다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_p X_p + \epsilon \quad (1)$$

여기서, $\beta_0 \sim \beta_p$ 는 회귀계수
 $X_1 \sim X_p$ 는 독립변수, 각종 기후조건
 Y는 종속변수, 오손도
 ϵ 는 오차

위 식을 통해 알수 있는 바와 같이 p개의 독립변수와 종속변수(Y) 간의 관계식 즉 회귀모형의 신뢰도를 확보하기 위해서는 회귀계수를 정확하게 추정하는 것이 요구되며, 이 과정에서 최소자승법(least square method)이 활용되어 진다. 본 연구에서는 데이터 처리의 신뢰성 확보를 위하여 다양한 분야의 통계처리에 널리 활용되고 있는 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)를 활용하였으며, 독립변수로는 강수량, 온도, 습도, 풍속, 풍향 등과 같이 국내외의 선행 연구사례를 통해 그 관련성이 증명된 바 있는 기후·환경 인자들을 선정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 수동(월별) 측정결과 분석

표 2는 속초의 해안인접 측정지점(해염에 직접노출)에 대하여 다중회귀분석을 수행하고 그 결과의 일부로서 얻은 Pearson 상관계수를 보이고 있다.

표 2 ESDD와 기후인자간의 상관관계

Table 2 Relationship between the ESDD and climatic factors

	ESDD	Temp.	W.V.	R.H.	Precipi.	A.P.	W.D.
ESDD	1.000	-0.280	0.617	-0.422	-0.369	0.355	0.044
Temp		1.000	-0.456	0.882	0.496	-0.965	-0.469
W.V.			1.000	-0.582	-0.310	0.567	0.459
R.H.				1.000	0.584	-0.927	-0.352
Precipi.					1.000	-0.445	-0.545
A.P.						1.000	0.373
W.D.							1.000

※ W.V.: wind velocity, R.H. : relative humidity
A.P. : atmospheric pressure, W.D. : wind direction

표 2를 통해 제시된 상관계수를 통해 분석에 활용된 기후인자들 중 풍속이 ESDD와 가장 밀접한 연관성(약 62%)을 지니고 있음을 확인할 수 있었으나, 강수량의 경우 40%미만으로 기대에 미치지 못하는 연관성을 나타내었다. 아울러, 풍향의 경우에는 일부 국외 연구사례를 통해 오존도와의 연관성이 매우 높은 것으로 보고된 바 있으나 본 연구에 있어서는 5%미만의 매우 낮은 연관성을 보였다. 이는 풍향을 제외한 여타의 독립변수는 단위와 수치만으로 표현 가능한 스칼라 량이지만, 풍향의 경우 방향과 크기를 동시에 갖는 벡터라는 특성에 기인한 것으로 판단되며, 풍향에 대한 정량화를 위한 별도의 심도있는 연구가 요구되는 것으로 판단된다. 식 (2)는 표 2의 내용을 활용하여 도출한 속초의 해안인접 측정지점의 다중선형회귀모형을 보이고 있다.

$$y_i = -0.95 - 0.00052x_1 + 0.0260x_2 - 0.00032x_3 - 0.00255x_4 + 0.0009x_5 + 0.0035x_6 \quad (2)$$

여기서, y_i 는 i 번째 측정된 ESDD

$x_1 \sim x_6$ 는 각각 온도, 풍속, 상대습도, 강수량, 기압, 풍향

그림 2는 이상의 과정을 통하여 예측된 오존도 값과 수동 오존도 측정치를 통하여 월별로 측정된 오존도 값을 비교하여 제시한 것이다. 전체적인 예측치와 측정치의 변화추이는 매우 유사한 특성을 보이고 있으며, 이와 같은 예측치와 측정치간의 특성은 상관계수 값(약 80%)를 통해서도 확인할 수 있었다.

한편, 그림 3은 속초지역 내륙의 측정지점 2개소에 대하여 다중회귀분석을 수행하고 그 결과를 월별 수동 측정치와 비교하여 제시하고 있다. 전체적인 오존도 값이 기존 연구 사례에서와 같이 해안 인접지역에 비해 매우 크게 감소되었으며, 예측치와 측정치간의 상관관계는 해안 인접지역에서와

같이 유사한 특성을 나타내었다.

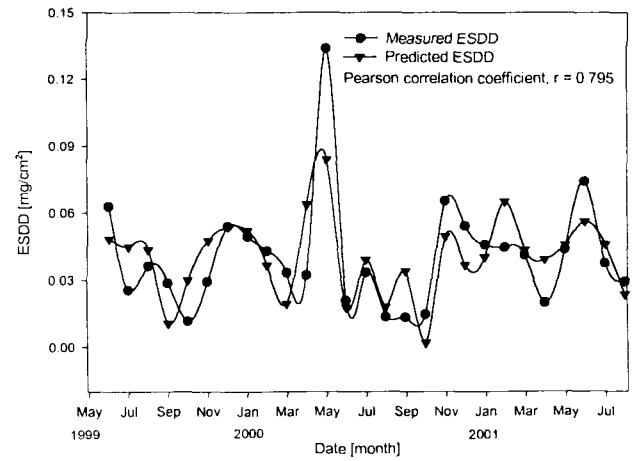
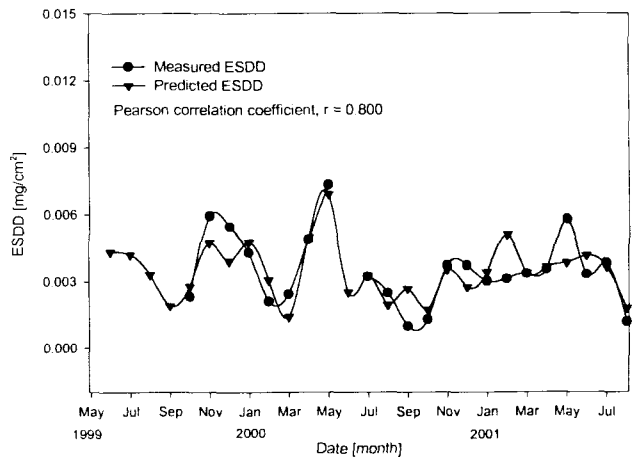
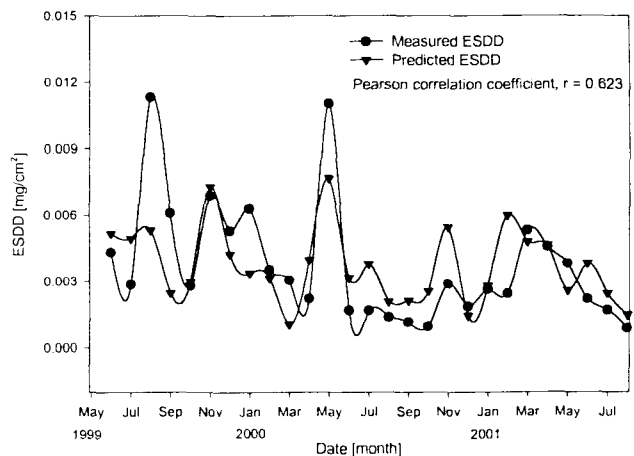


그림 2 월별 측정치와 회귀분석을 통한 예측치에 대한 비교 (속초, 해안도달거리 0.1 km)

Fig. 2 Comparison on the monthly measured and predicted value with regression analysis (Sokcho, 0.1 km to sea)



(a) 3 km to sea



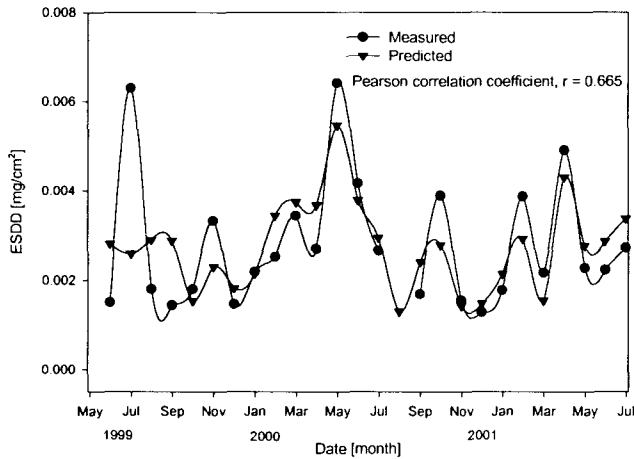
(b) 4 km to sea

그림 3 월별 측정치와 회귀분석을 통한 예측치에 대한 비교 (속초, 내륙지역: 3, 4 km to sea)

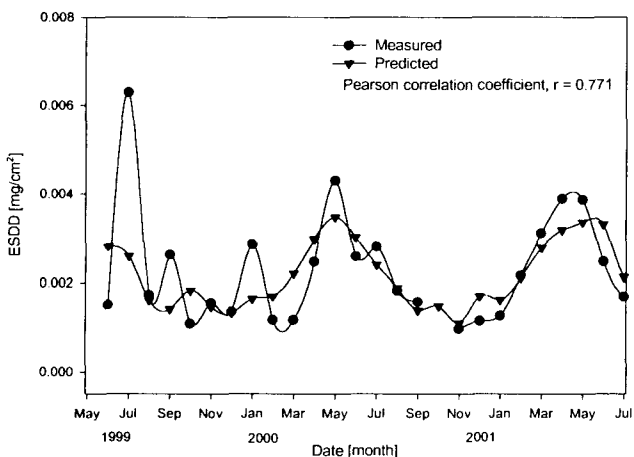
Fig. 3 Comparison on the monthly measured and predicted value with regression analysis (Sokcho, inland : 3, 4 km to sea)

옥의 절연시스템에 대한 적절한 오손도 제어를 위해서는 급격한 오손도의 증가 및 최대치에 대한 예측이 우선적으로 해결되어야 한다. 그러나, 이상의 결과에 있어서는 그림 2 및 그림 3(b)를 통해 제시된 바와 같이 최대 오손도가 발생한 1999년 8월의 경우, 예측치와 측정치간에 큰 편차가 존재하였다. 이와 같은 편차의 원인은 크게 분석 및 측정조건에 의한 것과 이상 기후현상에 의한 것으로 나누어 살펴볼 수 있다. 즉, 분석 및 측정조건에 관점에 있어서는 앞서 제시한 바와 벡터형의 기후인자를 변환하는 과정과 1개월로 비교적 긴 오손도 측정간격에 기인한 것으로 추정되며, 이상 기후현상의 관점에 있어서는 1999년 7월 30일에서 8월 3일까지 한 반도에 영향을 미친 태풍 올가(Olga) 등과 같은 이상 기후현상에 기인한 것으로 추정된다.

한편, 남해안의 삼천포지역과 서해안의 보령지역 및 제주도 성산지역의 경우에도 동해안의 경우와 같이 측정치와 예측치 간에 매우 밀접한 연관성이 존재함을 확인할 수 있었다. 그림 4는 남해안 삼천포지역에 대한 분석결과를 제시하고 있다.



(a) 0.5 km to sea



(b) 3 km to sea

그림 4 월별 측정치와 회귀분석을 통한 예측치에 대한 비교 (삼천포, 0.5, 3 km to sea)

Fig. 4 Comparison on the monthly measured and predicted value with regression analysis (Samchonpo, 0.5, 3 km to sea)

3.2 자동(일별) 측정결과 분석

전 절에서 분석결과에 대한 고찰을 통해 측정 오손도 값에 대한 예측 오손도 값의 오차 발생의 주요 원인으로 측정 간격을 제시한 바 있으며, 본 절에서는 이를 실증적으로 검증하기 위하여 1999년 11월 1일~30일(1개월)의 기간동안 고창(한국전력공사 765kV 실증시험장)에서 측정된 일별 오손도 값과 기상청의 시간대별 기상 데이터를 활용한 다중회귀분석을 수행하였다. 그림 5는 정량화가 곤란한 풍향을 제외한 5가지 기후요인을 이용하여 예측된 결과와 오손도 자동측정장치를 활용한 측정결과를 비교하여 제시하고 있다.

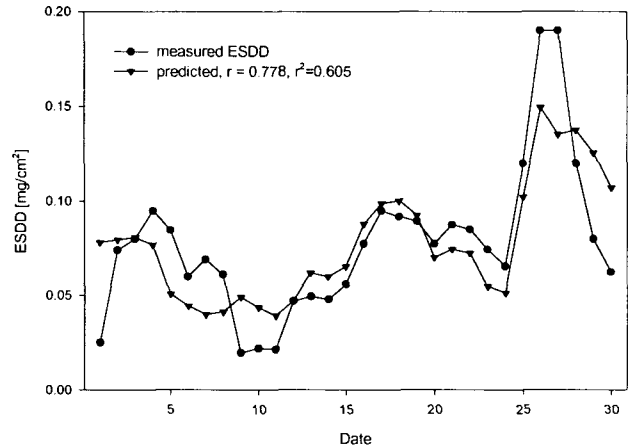


그림 5 1999년 11월 고창지역(한국전력공사 765kV 실증시험장)에 대한 회귀분석 결과

Fig. 5 A result of multiple linear regression analysis for Kochang (765kV test station of KEPCO) in Nov. 1999

그림을 통해 제시된 바와 같이 일별 측정치에 의한 분석 결과의 경우 월별 측정치에 의한 분석결과에 비하여 오손도 측정치와 예측치간의 유사성이 증대하였음을 확인할 수 있었으나, 최대치가 관측된 26일 및 27일의 경우에는 앞서 제시된 월별 측정치에 대한 분석결과와 같이 큰 편차가 발생하고 있음을 확인하였다.

본 연구에서는 이와 같은 특성을 보완하기 위하여 기존의 국외 연구사례 및 한국전력공사의 연구사례를 통해 그림 6과 같은 풍속과 오손도 간의 연관성을 확인할 수 있었으며, 그림 6의 특성을 그림 5의 결과에 적용하여 그림 7과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

그림 7을 통해 확인 할 수 있는 바와 같이 그림 6과 같은 연관성의 적용에도 불구하고 측정치와 예측치 간의 상관성은 크게 개선되지 않는 특성을 보였으며, 이와 같은 경향은 그림 8에서와 같이 그림 7의 분석조건에 풍향을 추가한 경우에 있어서는 크게 개선되지 않았다.

이에 본 연구에서는 옥외 전기절연물의 오손기구에 대한 근본적인 이론적 고찰을 수행하였으며, 그 결과 현재의 오손도는 당일 또는 당월의 기후조건 뿐만 아니라 과거의 기후조건으로부터도 영향을 받음을 확인할 수 있었다. 그림 9는 당일 및 전일의 기상조건을 적용한 경우의 분석결과를 보이고 있다.

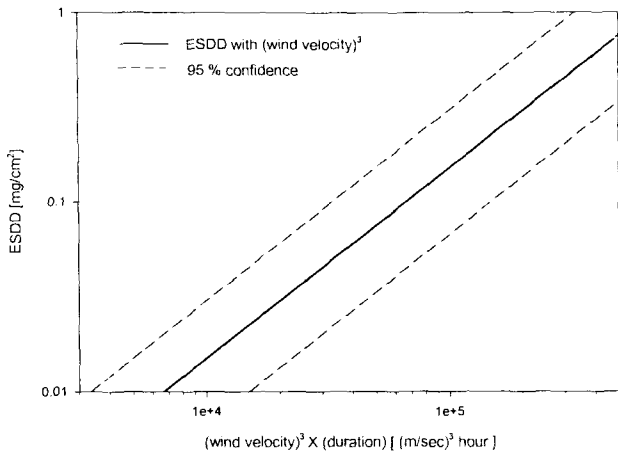


그림 6 기후특성(풍속 및 지속시간)과 ESDD간의 연관성
 Fig. 6 Relation between the climatic condition(wind velocity and duration) and ESDD

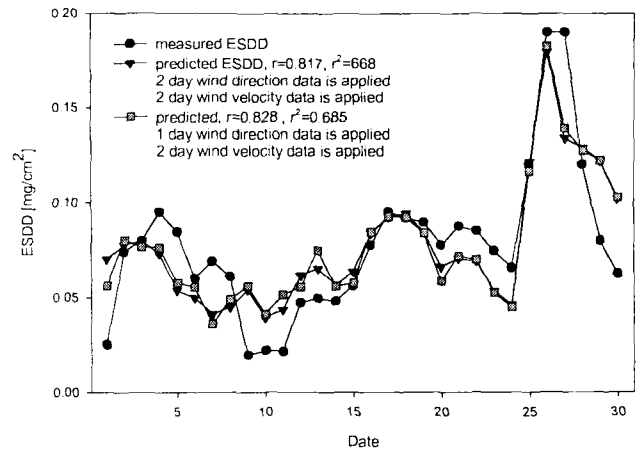


그림 9 과거 기상데이터를 활용한 다중회귀분석 결과 (I)
 Fig. 9 Results of multiple regression analysis with the application of old climatic data (I)

그림을 통해 확인 할 수 있는 바와 같이 예측치와 측정치간의 상관관계가 매우 크게 증가하였으며, 26일의 경우에는 최대치의 96%에 해당하는 예측치가 도출되었으나, 27일의 경우에는 기존의 경우와 같이 비교적 큰 편차가 유지되는 결과를 얻을 수 있었다.

이상의 결과에서와 같이 과거기상조건의 적용에 따라 측정치와 예측치 간의 상관관계가 크게 증대함이 확인됨에 따라, 본 연구에서는 최적의 적용기간을 선정하기 위하여 적용기간에 따른 다중회귀분석을 수행하였다. 그림 10은 당일을 포함하는 3일 및 4일간의 기상데이터를 활용한 다중회귀분석 결과를 보이고 있다.

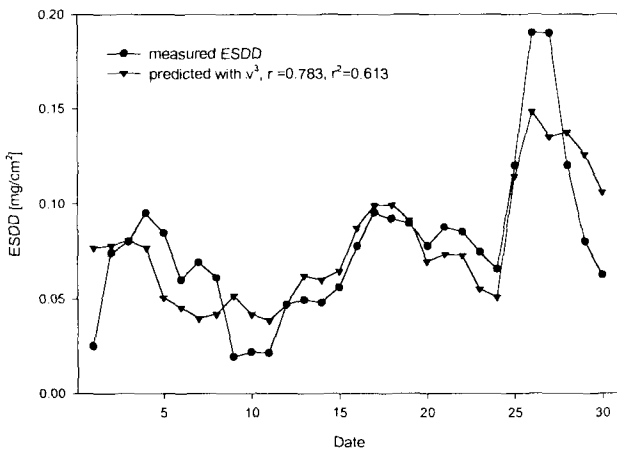


그림 7 풍속과 ESDD간의 연관성을 적용한 회귀분석 결과
 Fig. 7 Results of regression analysis with the relation of ESDD and wind velocity

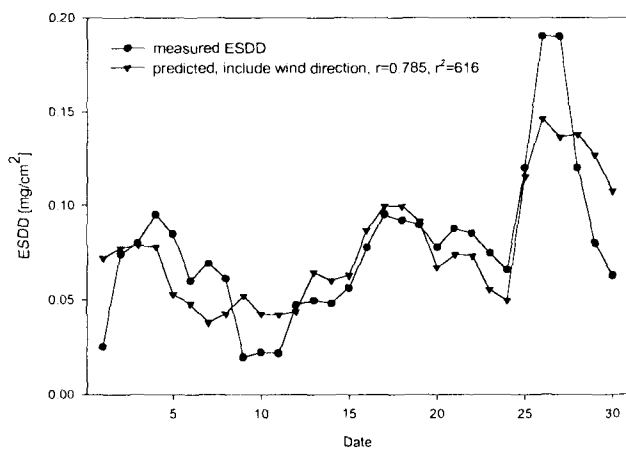


그림 8 그림 7의 분석조건에 풍향을 추가한 경우의 회귀분석 결과
 Fig. 8 Results of regression analysis, when the wind direction was added to the analysis condition of Fig. 7 as an independent variable.

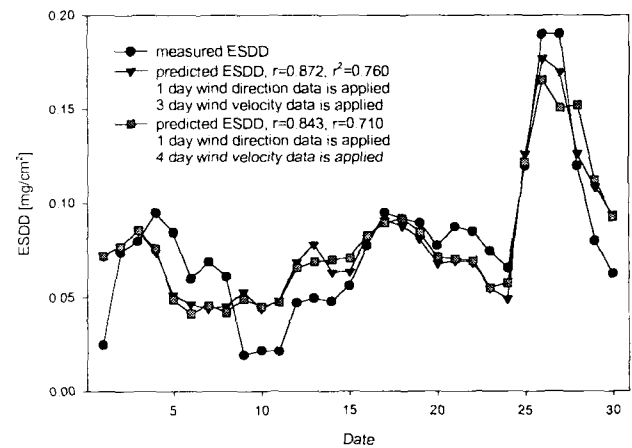


그림 10 과거 기상데이터를 활용한 다중회귀분석 결과(II)
 Fig. 10 Results of multiple regression analysis with the application of old climatic data(II)

3일간의 풍속을 적용한 그래프를 통해 확인 할 수 있는 바와 같이 오존도 측정치와 예측치 간에 80% 이상의 상관성을 확보할 수 있었으며 26일 뿐만 아니라, 27일에 있어서도 최대치에 대한 오차를 크게 감소시킬 수 있었다. 한편, 4일간의 데이터를 적용한 경우 3일간의 데이터를 적용한 경우에 비해 Pearson 상관계수 및 극치에 대한 오차가 악화되는

특성을 나타내어 약 3일간의 기상데이터를 적용하는 것이 가장 적절함을 확인 할 수 있었다.

또한, 본 연구에서는 차후 오존도 관측시스템의 구축에 따라 당일의 오존도를 확인 가능한 경우, 기상예보 데이터를 활용한 오존도 예측의 가능성 및 그 신뢰도를 검토하기 위하여 이상의 과정을 통해 최적화된 연구결과에 전일의 ESDD를 첨가하여 다중회귀분석을 수행한 결과 그림 11과 같이 측정치와 예측치 간에 92% 이상의 상관성을 확보할 수 있었다.

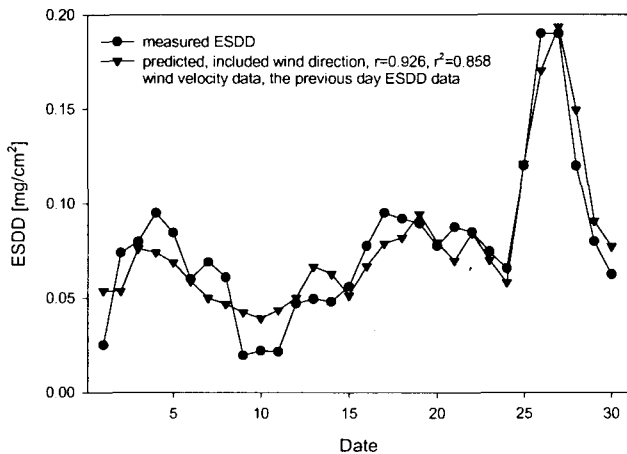


그림 11 과거 ESDD를 활용한 회귀분석 결과

Fig. 11 Results of regression analysis with the application of old ESDD data

이는 오존도 관측시스템의 구축시 고신뢰도의 오존도 예측이 가능하며, 예측치를 활용하여 애자세정 시기 및 횟수 등을 최적화함으로써 옥외 절연물의 오손손락을 미연에 방지하고, 유지·보수비용을 절감할 수 있음은 물론 전력설비의 안정화를 통하여 전력계통의 신뢰도 향상에 크게 기여할 수 있음을 의미한다 하겠다.

4. 결 론

다중회귀분석을 활용한 오존도 예측의 가능성을 평가하기 위한 기초 연구의 일환으로 수행된 본 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 월별 오존도 측정치 및 일별 기상데이터를 활용한 다중회귀분석의 경우, 측정치와 예측치 간에 약 60~80%의 상관관계를 확보할 수 있었으나, 측정간격, 풍향의 변환기법, 이상기후현상 등의 복합적인 요인으로 인해 추가적인 연관성 증대 및 최대치에 있어서의 편차감소 등은 용이하지 않음을 확인할 수 있었다.

2. 자동 오존도 측정치를 활용하여 단순히 측정기간만을 단축시킨 경우 및 기존의 국내외 연구결과를 통해 입증된 풍속과 ESDD간의 연관성을 적용한 경우에도 측정치와 예측치 간의 연관성을 크게 개선되지 않음을 확인할 수 있었다.

3. 오존기구에 대한 이론적 고찰을 통해 과거 기상조건의 적용을 통한 오존도 예측의 당위성을 확인할 수 있었으며, 과거 기상조건의 적용기간에 따라 다중회귀분석을 수행한 결과 당일을 포함하는 3일간의 기상조건을 적용하는 것이 최적의 조건임을 확인할 수 있었다.

4. 추후 추가적인 연구 및 설비투자를 통해 오존도 관측시스템이 구축될 경우 당일 및 과거의 ESDD가 오존도예측에 활용될 경우, 고신뢰도(90%이상)의 오존도 예측이 가능함을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] “送電線路の 碍子 鹽塵害 對策(第1報)”, 電氣協同研究 第 13券 第 4号”, 電氣協同研究會-碍子鹽塵害對策專門委員會, pp. 28~76, 昭和 32年 8月
- [2] “送電線路の 碍子 鹽塵害 對策(第2報)”, 電氣協同研究 第 15券 第 2号”, 電氣協同研究會-碍子鹽塵害對策專門委員會, pp. 12~97, 昭和 34年 8月
- [3] “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
- [4] “碍子の 汚損に 關連する 環境條件の 解析-最大鹽分付着量の 推定”, 電力中央研究所 技術第一研究所報告 研究報告 : 73056, 電力中央研究所, pp. 2~34, 昭和 49年 1月
- [5] “變電設備の 耐鹽設計”, 電氣協同研究 第 35券 第 3号”, 電氣協同研究會-變電設備耐鹽設計專門委員會, pp. 10~15, 昭和 54年 9月
- [6] “かいしの 汚損特性に 關する 現狀技術の 調査”, 電氣學會技術報告(II部) 第450号, 電氣學會-碍子汚損特性環境要因調査專門委員會, pp. 3~5, 1993年 1月
- [7] “送變電設備の 耐鹽對策”, 電氣協同研究 第 20券 第 2号”, 電氣協同研究會-鹽害對策專門委員會送變電分科會, pp. 56~93, 昭和 39年 4月
- [8] “絶縁・電氣環境技術研修コース - 汚損設計” 電力中央研究所, pp. 10~20, 平成 7年 9月
- [9] “전력설비의 염진해대책에 관한 연구(III)-종합편”, 한국전력공사 기술연구원, page 39, 1988. 6.
- [10] “염진해 오존정도 및 기준정립에 관한 연구 [최종보고서]”, 한국전력공사, pp. 3~4, 2002. 3.
- [11] 최남호, 박강식, 한상욱, “통계적 처리방법을 이용한 동해안 염해 오손물의 분포특성”, 전기학회논문지, 제 50권 3호, pp. 130~135, 2001. 3
- [12] 최남호, 한상욱, “해안도달거리에 따른 서해안 지역 염해 오손물의 분포특성”, 전기학회논문지, 제 50권 6호, pp. 276~280, 2001. 6.
- [13] 최남호, 박강식, 한상욱, “통계처리기법을 활용한 옥외 절연물의 염해 오손물 누적특성 분석”, 전기학회논문지, 제 51권 1호, pp. 39~45, 2002. 1.
- [14] 최남호, “통계처리에 의한 염해 오손의 분포특성 해석”, 충남대학교, pp. 20~75, 2002. 2

저 자 소 개



최 남 호(崔南鎬)

1997년 충남대학교 전기공학과 졸업
1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2002년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 충남대학교 정보통신인력양성사업단 전임교수

E-mail : crow@cnu.ac.kr



구 경 완(丘庚完)

1983년 충남대학교 전자공학과 졸업.
1985년 동 대학원 전자공학과 졸업(석사). 1992년 동 대학원 전자공학과 졸업(공학). 1987-1989 현대전자(주) 반도체연구소 선임연, 1989-1994 충청대학교 조교수, 1994-현재 영동대학교 부교수, 1998-1999 일본 우쓰노미야대학 Post Doc.,

E-mail : alarmkoo@youngdong.ac.kr



한 상 옥(韓相玉)

1974년 충남대학교 공업교육과(전기) 졸업. 1986년 인하대학교 전기공학과 졸업(공학). 1985년 독일 하노버대 객원교수, 1989년 일본 나고야대 객원교수, 현 충남대학교 전기공학과 교수

E-mail : sohan@cnu.ac.kr