

기상요인에 따른 가공변압기의 고장영향 분석에 관한 연구

A Study on the Failure Effect Analysis of Overhead Transformer Considering Weather

오 도 은* · 장 승 민*
(Do-Eun Oh · Seung-Min Jang)

Abstract - The management of the electric power facilities became important in accordance with the industrial development and electric power facilities were influenced by weather. Even if the same kind of electric power facilities is estimated for extracting the time-varying failure rate, the failure rate could be different depending on external effect such as climate. This research will show the data mining modeling of the weather-related outage and influence of weather on the electric power facility with recent data.

Key Words : Transformer failure, Weather, Data mining, Decision tree, Logistic regression

1. 서 론

배전설비는 주로 실외에 설치되어 외부 기상환경에 많은 영향을 받으며 배전설비의 고장은 정전과 직접적인 연관이 있어 배전설비의 효율적 유지보수가 매우 중요시 되고 있다. 이에 따라 배전설비에 대한 RCM(Reliability Centered Maintenance, 신뢰도 기반 유지보수) 시스템을 구축하여 신뢰도 분석을 통한 관리를 수행한 사례가 있으나, 배전설비의 단순 고장 혹은 사용기간만을 이용한 분석으로 환경적인 요인이 고장에 미치는 영향을 파악하여 분석하지 못하고 있는 것이 현실이다. 고압고객은 전기설비 관련 사업주의 상대적 관심도 부족으로 고장발생 전까지는 유지보수 및 투자에 소극적이며, 고객설비의 현재 상태 및 변동에 대한 전력회사의 이력관리 부재로 잠재적인 정전원인 설비의 체계적이고 효과적인 고장감소 추진이 곤란하므로 고객 수전설비 관리 시스템 구축이 필요하며 이는 RCM 시스템이 왜 필요한지를 알려주는 내용이다[1]. 고장을 예측하기 위한 선행연구들이 많이 이루어져 왔으며, 본연구와 연관이 있는 내용들을 정리하면 다음과 같다. 배전계통의 주상변압기 고장사례를 데이터마이닝기법으로 분석하여 고장유형을 분석하고 고장을 예측하는 방안을 제시하였고[2], 데이터마이닝을 이용해 28개 변수로 배전고장을 발생시킬 가능성이 있는 고압고객을 예측하고 시스템으로 구현하여 해당 고객에 대해 점검과 사전 보수를 통해 배전망으로의 과급 고장을 방지하고자 하였다[3]. 그러나 기상 데이터를 이용하여 기상이 배전설비에 영향을 미치는 정도를 분석한 사례는 국내 뿐만 아니라 해외에서도 사례를 찾아보기 힘든 정도이다. 한편, 기후인자를 고려해서 배전계통 설비의 고장률을 추정하는 연구는

수행하였으나, 실제 기상 데이터를 이용하여 분석한 것이 아니라 기후특성분석을 위하여 한전의 전국 지점을 대상으로 기후특성(호우, 낙뢰, 강풍, 해일 등)을 구분하여 설문조사를 통해 기후특성에 따른 영향도를 분석하고 그 결과를 이용하여 고장률을 추정하는 내용을 제안하였다[4]. 따라서 배전설비의 고장패턴과 기상기후, 자연재해 등 외부환경 요인과의 상관성을 분석하여, 배전설비 고장을 사전 예측하기 위한 기술개발이 필요한 현실이다. 이를 이용하여 기상재해 예보 시 효과적인 대응체계 수립을 통해 신속한 재해복구를 위한 기술개발이 필요하고, 기상 및 재해와 배전설비의 고장과의 연관성을 분석하여 통계적 모델링(예측지수)을 만들고, 이를 바탕으로 유지보수에 활용하여 효율적 유지보수를 추진하여야 한다. 본 연구에서는 최근 8년간 전국의 기상데이터(기온, 강수, 풍속, 습도, 대기오염 등)와 배전설비의 고장데이터를 전수 조사하여 배전설비와 가장 근접한 위치에서 관측한 기상데이터를 매핑하고, 어떤 기상조건이 배전설비의 고장에 영향을 많이 미치는 지를 분석하였고, 그 정도가 어느 정도인지를 확인하기 위하여 데이터마이닝 기법을 이용하여 모델링하였다. 본 연구에서는 많은 배전설비 중에서 가장 중요하다고 판단되는 가공변압기의 모형에 대하여 분석하였다.

2. 배전설비의 고장자료 기초분석

2.1 분석에 활용한 데이터

분석에 사용된 데이터는 크게 배전설비 데이터와 기상데이터로 구분된다. 배전설비 데이터는 한전의 14개 지역본부에서 관리하고 있는 설비정보와 고장정보로서 2008년 1월부터 2015년 12월까지 8개 설비(COS, 가공변압기, 개폐기, 피뢰기, 애자, 가공지선, 고압전선, 전주)에 대한 데이터를 수집하여 분석하였다. 기상데이터는 기상청에서 제공받은 90여개 중관기상관측소에서 측정

* Corresponding Author : Energy New Business Lab., KEPCO Research Institute, Korea.

E-mail: rollingstone@kepcoco.kr

* Energy New Business Lab, KEPCO Research Institute, Korea.
Received : December 26, 2016; Accepted : March 30, 2017

한 기상자료(ASOS) 및 480여개 방재기상관측자료(AWS)와 한국환경공단에서 제공받은 317개 관측소에서 관측한 대기환경기준물질 측정 자료를 활용하였다. 이를 종합하여 기상자료의 변인으로 38개 기상 요인에 대한 배전설비 고장의 영향을 분석하였다.

표 1 배전설비 데이터 현황

Table 1 Power facility data

기기명	수집현황	설비정보 수	고장정보 수
COS	2008년~2015년	2,096,272	4,638
가공변압기	2008년~2015년	2,146,998	9,378
개폐기	2008년~2015년	363,321	1,107
피뢰기	2008년~2015년	1,314,883	9,002
애자	2008년~2015년	11,931,456	4,801
가공지선	2008년~2015년	4,014,750	578
고압전선	2008년~2015년	3,392,090	14,048
전주	2008년~2015년	9,015,885	559

2.2 가공변압기의 고장원인 분석

2.1절에서와 같이 수집된 데이터를 토대로 배전설비별 고장분포를 보면, 전선이 전체의 31.8%로 가장 많고 가공변압기가 전체의 21.3%를 차지하고 있다. 그러나 전선의 경우 고장 빈도는 가장 많으나 주로 기상과 연관이 없이 외부 요인에 의한 단락이 많아 본 분석에서는 제외하였다. 그래서 본 연구에서는 배전설비 중에서 중요도가 높으며 고장 빈도도 상대적으로 높은 가공변압기에 대하여 분석하였다.

고압설비별 고장 점유현황

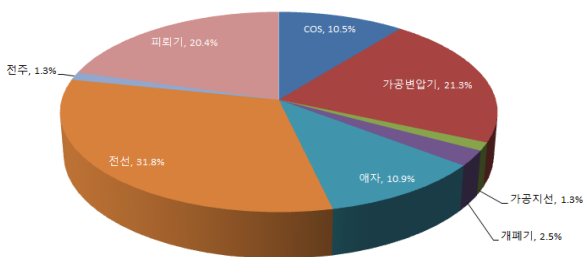


그림 1 설비별 고장분포

Fig. 1 Power facility failure distribution

표 2와 같이 가공변압기의 2008년부터 2015년까지의 고장건수는 2010년까지는 점차 증가하다가 2010년 이후로 점차 감소하는 경향을 보이고 있다. 또한 고장건당 정전호수는 매년 감소하는 추세를 보이며 대체로 비슷한 경향을 보이고 있다.

가공변압기의 고장원인별 현황은 아래 그림 2와 같다. 가장 많은 비중을 차지하는 것이 자연열화로 거의 45%에 달하며, 뇌해 24%, 조류접촉 13%로 그 다음을 차지한다. 기상과 관련된 것으로는 풍우와 뇌해가 약 27%를 차지하고 있어 가공변압기의 고장

원인으로 중요한 비중을 차지하고 있다. 따라서 풍우와 뇌해를 제대로 예측하여 관리한다면 가공변압기로 인한 정전이나 기타 피해를 상당수 사전에 방지할 수 있으리라 판단된다. 따라서 가공변압기를 관리함에 있어서 기상상황에 따른 설비의 관리가 얼마나 중요한지를 알려주는 것으로서 세부적인 분석이 필요함을 알 수 있다.

표 2 가공변압기 고장발생 추세

Table 2 Power transformer failure

구분	2008년	2009년	2010년	2011년
고장건수	509	1,234	1,673	1,486
정전호수(1,000호)	1,642	2,477	3,116	2,652
고장건당 정전호수	3,226	2,007	1,862	1,784
구분	2012년	2013년	2014년	2015년
고장건수	1,308	1,262	1,000	906
정전호수(1,000호)	2,494	2,281	1,570	1,248
고장건당 정전호수	1,907	1,807	1,570	1,378

가공변압기 고장원인별 현황

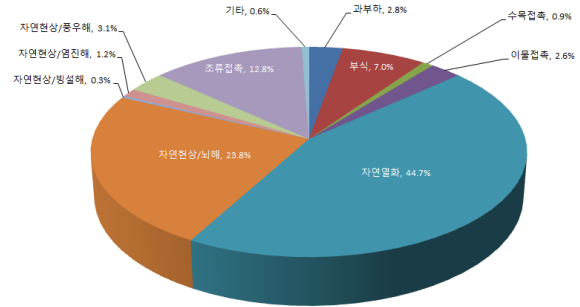
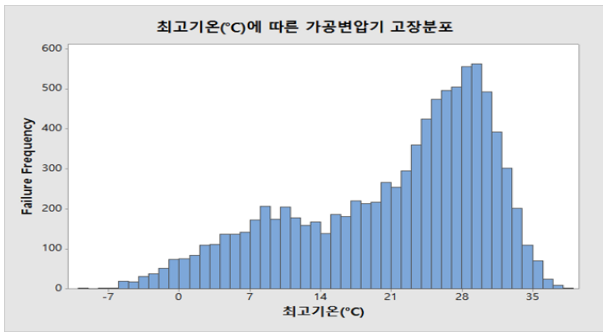


그림 2 가공변압기 고장원인별 현황

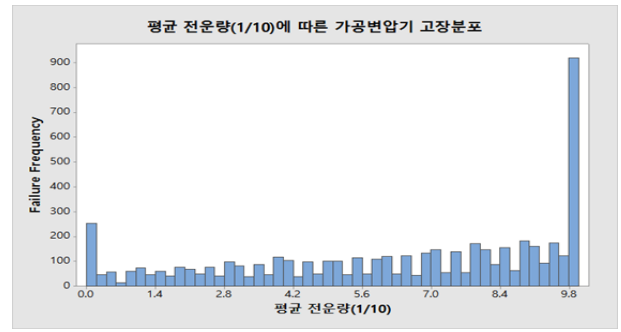
Fig. 2 Power transformer failure cause

2.3 기상요인별 가공변압기 고장현황 분석

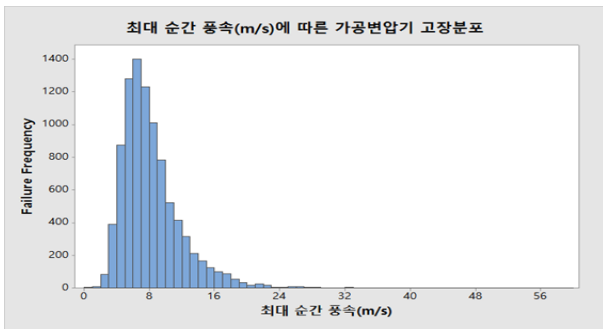
기온, 강수량 및 풍속 등의 38개 기상요인에 대하여 각 기상요인별 가공변압기 고장현황을 분석하였다. 그림 3의 예시와 같이 기온, 풍속 및 기타온도와 관련된 기상현상에 대해서는 특정 범위의 조건을 기준으로 각 기상요인이 증가할수록 가공변압기의 고장 발생이 점차 증가하다가 감소하는 경향을 보이고 있다. 이러한 고장현황 분석을 통해 가공변압기의 고장 발생에 영향을 있을 것으로 짐작되는 기상현상은 최고기온, 최저기온, 최대순간풍속, 최대풍속, 10분 최대강수량, 1시간 최대강수량, 이산화황, 일산화탄소, 오존, 이산화질소, 미세먼지, 초미세먼지, 평균해면기압, 평균증기압, 일최심진적설, 일최심적설, 합계3시간적설, 평균상대습도, 평균이슬점온도 및 평균지면온도의 총 20개의 기상요인을 확인할 수 있었으며, 이들 기상요인이 가공변압기 고장에 대한 세부적인 분석에 적용할 기상 변수로서 도출되었다.



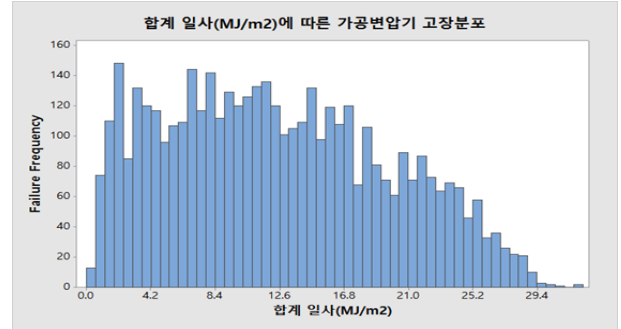
[최고기온]



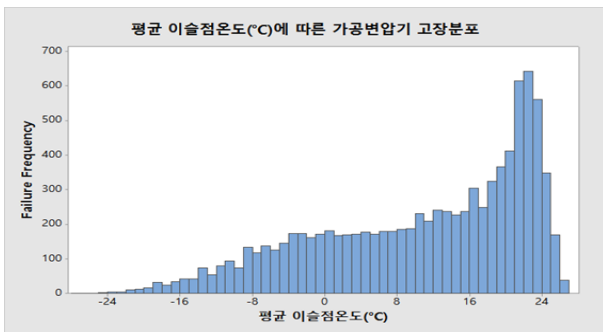
[평균 전운량]



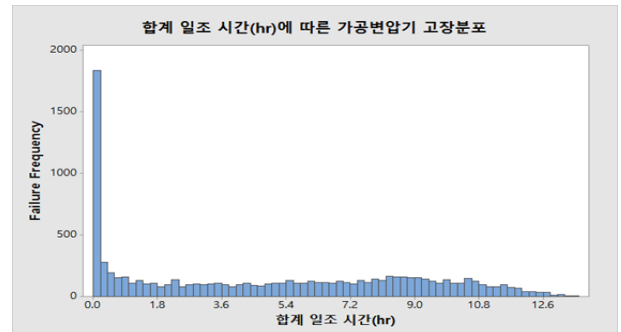
[최대순간풍속]



[합계 일사량]



[평균이슬점온도]



[합계 일조 시간]

그림 3 고장영향이 예상되는 기상요인별 고장분석 예
Fig. 3 Failure distribution by weather

그림 4 고장영향이 없을 것으로 예상되는 기상요인별 고장분석 예
Fig. 4 Failure distribution by weather

이에 반해, 그림 4의 예시와 같이 전운량, 일사량 및 일조시간 등과 같은 기상현상에 대해서는 고장 분포가 특별한 경향이 없거나 한쪽으로 치우쳐 있거나 불규칙적으로 분포하고 있기 때문에, 이들 기상요인들이 가공변압기 고장에는 특별한 영향력이 없을 것으로 판단하여 기상 변수에서 제외하였다.

앞에서와 같이 기상현상별 가공변압기 고장현황 분석을 통해 기온, 풍속, 강우, 대기오염, 미세먼지, 기압, 강설 및 습도와 관련된 기상현상이 가공변압기 고장에 영향이 있을 것으로 분석되었으나, 기상재해에 따른 가공변압기의 고장영향 분석에 대한 기상 변수들은 현장 운영자들의 입장에서 그 영향도가 실제 체감될 수

있는 요인들을 대상으로 분석이 이루어질 필요성이 있었다. 이에 따라 현업 및 현장 운영자들과의 논의를 통해 대기오염물질, 미세먼지, 기압 및 습도와 같은 9개의 기상 요인들은 현장에서 실제 체감할 수 있는 요인과는 거리가 있다는 판단 하에 분석 대상에서 제외하였다. 또한 기상요인에 대한 측정 데이터 이외에 일교차 및 기상 변화량과 같은 변량 요인과 폭염, 한파, 호우, 대설 및 강풍 등의 기상특보 상황 고려의 필요성도 함께 제기되어 기상 변화량 및 기상특보에 대한 11개의 요인을 기상 변수에 추가하여, 최종적으로 분석에 적용된 기상 변수는 다음의 표 3과 같이 총 22개의 기상요인이 선정되었다.

표 3 기상변수 선정 결과

Table 3 Weather factor

구분	기상변수
기온	최고기온, 최저기온
풍속	최대순간풍속, 최대풍속
강수	10분 최다강수량, 1시간 최다강수량
적설	일최심신적설, 일최심적설, 합계3시간적설
기타온도	평균이슬점온도, 평균지면온도
변량	일교차, 변화량*
기상특보**	폭염, 한파, 호우, 강풍, 대설

* 변화량 : 최고기온, 최저기온, 최대순간풍속, 최대풍속, 일최심신적설
 **기상특보 : 기상청의 기상특보 발표 기준에 기반함

3. 데이터마이닝 분석

3.1 데이터마이닝 개요

대용량의 데이터로부터 의미 있는 정보나 규칙들을 분석하고 찾아내는 것을 데이터마이닝이라고 한다. 데이터마이닝은 지식발견 또는 DB로부터의 지식발견으로 정의되고, 보통지식창조라고 많이 일컬어진다. 데이터마이닝의 특징은 직관적이지 않고, 사전에 가설되어지지 않았던 정보를 찾는 과정을 전반적으로 지칭하는 것이다. 데이터마이닝 기법들은 많이 알려져 있으나 본 연구에서는 가장 일반적으로 사용되는 방법인 Decision Tree와 Logistic Regression을 통계분석 오픈소스 프로그램인 'R'에 적용하여 분석하였다.

3.2 Decision Tree

Decision Tree는 데이터를 분석하여 각 변수의 영역을 반복적으로 분할함으로써 전체 영역에서의 분류 모형(규칙)을 나무형태로 표현하여 분석하는 통계적 방법이다[5]. Decision Tree는 연속적인 과정의 의사결정 규칙들을 적용하여 큰 레코드의 집합에 대해 작은 레코드들로 나누는 데 사용되는 구조이다. 하나의 Decision Tree 모형은 특정한 목표변수에 대하여 큰 다차원적인 모집단을 더 작고 일차원적인 집단들로 나누는 규칙들의 집합을 포함한다. 목표변수는 분류에 관련된 것이고 Decision Tree 모형은 대상 레코드가 어느 하나의 카테고리에 포함될 수 있는 확률을 찾거나, 레코드들을 가능성 높은 카테고리로 분류하는 것이다. 다른 대체기법들이 존재하기는 하지만, Decision Tree들은 연속적인 변수들의 값을 추출해 내는 데도 쓰일 수 있다.

3.3 Logistic Regression

Logistic Regression은 설비의 고장에 관련이 있는 여러 요인들을 이용하여 향후 발생 가능한 설비의 고장을 예측하려는 시도에 적용이 가능한 통계적 분석방법이다[6]. Logistic Regression

은 목표변수(고장)가 입력변수(기상)들에 의해서 어떻게 설명되는지를 보기 위해 데이터를 적합한 함수 모형으로 표현하여 분석하는 통계적 방법이다. 예측하려는 변수 즉, 설비의 고장 발생 가능성을 '종속변수'라 하고, 설비고장을 예측하기 위해 사용하는 다른 요인을 '독립변수'라 한다. Logistic Regression은 단지 두 개의 값(고장의 발생 또는 미발생)만을 가지는 종속변수와 다양한 값을 갖는 독립 변수들 사이의 관련성을 분석하는 통계기법이다. 또한, Logistic Regression은 설비고장이 발생할 경우와 발생하지 않을 경우를 예측하기 보다는 설비가 고장이 발생할 확률을 계산해 준다는 점에서 향후 이를 이용한 설비 유지보수에 활용될 수 있는 이상적인 통계분석방법이라 할 수 있다.

4. 기상데이터를 이용한 고장발생 모델링

본 연구에서는 가공변압기의 고장과 기상요인과의 연관성을 분석하기 위하여 여러 가지 고장 원인들 중에서 기상에 의한 직접적인 피해, 즉 재해로 인한 가공변압기 고장에 초점을 맞추어 분석을 수행하였다. 전체 9,378개의 고장 데이터 중에서 재해로 인한 직접적인 고장 데이터인 285건을 대상으로 추출하였고, 고장 발생 모델링을 수행하기 위하여 고장 데이터의 약 2배수인 565개의 정상 데이터를 무작위추출법(Random Sampling)을 통해 추출하여 총 850개의 데이터를 분석에 활용하였다. 분석에 활용된 데이터는 분석용 데이터(70%)와 검증용 데이터(30%)로 구분하였으며, 분석용 데이터는 총 594개(고장 199개, 정상 395개)로서 고장발생 모델링에 활용되었고, 검증용 데이터는 총 256개(고장 86개, 정상 170개)로서 모델링 결과의 검증에 활용되었다.

4.1 Decision Tree 분석법을 이용한 고장발생 모델링

가공변압기에 대한 총 594개(고장 199개, 정상 395개)의 데이터를 활용하여 Decision Tree 분석을 수행하였으며, 가공변압기의 고장에 영향을 끼치는 주요영향 인자로는 그림 5와 같이 최대순간풍속, 최고기온, 평균지면온도, 최저기온 변화량, 1시간 최다강수량, 10분 최다강수량으로 정리되고 있다. 상세 분석 결과로는 ① 전체 가공변압기 데이터의 30%가 바람이 강하게 불고 (최대순간풍속 14m/s 이상), 당일 평균지면온도가 26℃ 미만이며 최고기온이 21℃ 이상인 경우에 해당되며 이 중에서 93%가 고장으로 분류되어 전체의 27.9%가 이러한 조건에서 고장으로 판명되었다. 또한 ② 전체 가공변압기 데이터의 3%는 바람이 다소 불고 (최대순간풍속 14m/s 미만), 집중호우가 내린 경우 (1시간 최다강수량 23mm 미만)에 해당되며 이 중에서 100%가 고장으로 분류되어 전체의 3%가 이러한 조건에서 고장으로 판명되었다. 마지막으로 ③ 전체 가공변압기 데이터의 2%는 바람이 강하게 불고 (최대순간풍속 14m/s 이상), 당일 평균지면온도가 26℃ 이상이며 집중호우가 내린 경우 (1시간 최다강수량 7.8mm 이상 & 10분 최다강수량 11mm 미만)에 해당되며 이 중에서 85%가 고장으로 분류되어 전체의 1.7%가 이러한 조건에서 고장으로 판명되었다.

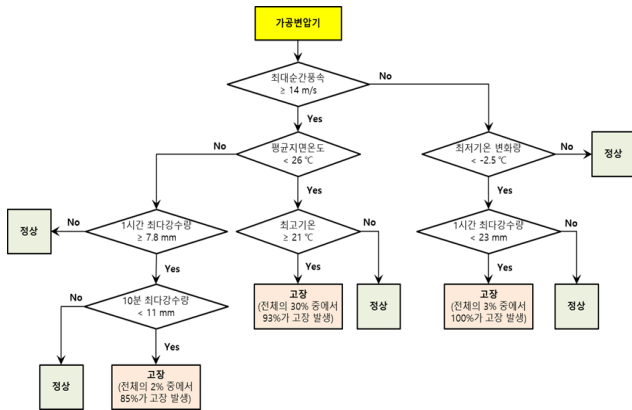


그림 5 Decision Tree 분석 고장 시나리오 플로우 차트
Fig. 5 Flow chart of failure scenario

Decision Tree 분석 결과의 정확도를 평가하기 위하여 총 256개 (고장 86개, 정상 170개)의 검증용 데이터를 활용하였으며, 실제 검증용 데이터의 고장발생 결과(Reference)와 Decision Tree를 통해 예측한 결과(Prediction)를 비교하면 표 4와 같이 약 96.1%의 정확도를 보이고 있다. 즉, 전체 256개 표본(sample) 중에서 실제 고장을 고장으로 예측한 결과(84개)와 실제 정상을 정상으로 예측한 결과(162개)가 총 246개로 모델링 검증을 통해 정분류된 경우가 전체의 96.1%를 차지하여 매우 높은 정확도를 보이고 있다.

표 4 Decision Tree 모형의 정확도 평가

Table 4 Result of accuracy test

Prediction	Reference	
	Fail	Normal
Fail	84	8
Normal	2	162

4.2 Logistic Regression 분석법을 이용한 고장발생 모델링

가공변압기에 대한 총 594개(고장 199개, 정상 395개)의 데이터를 활용하여 Logistic Regression을 수행하였으며, Logistic Regression에 사용되는 주요 영향인자로는 최고기온, 1시간 최대강수량, 최대순간풍속, 평균지면온도, 최고기온 변화량, 최저기온 변화량이 최종적으로 의미 있는 독립변수로 활용되었고 분석결과는 아래의 그림 6과 같다. 총 22개의 독립변수(기상요인) 중에서 단계적 변수 선택법(Stepwise Variable Selection)을 통해 6개의 변수가 선택되었고, 각 변수에 대한 회귀계수의 값은 최대우도추정법(MLE, Maximum Likelihood Estimation)을 통해 추정되었다.

즉, 가공변압기 고장 발생 확률에 대한 추정치를 \hat{p} 이라고 하면,

$$\log \frac{\hat{p}}{1-\hat{p}} = 1.16469 + 0.30775 \cdot [\text{최고기온}] - 0.04838 \cdot [1\text{시간~최대 강수량}] + 0.21942 \cdot [\text{최대순간풍속}] - 0.57145 \cdot [\text{평균지면온도}] - 0.47410 \cdot [\text{최고기온~"변화량}] - 0.30794 \cdot [\text{최저기온~"변화량}]$$

로서 최대순간풍속과 최고기온이 가공변압기 고장에 높은 영향을 주는 것으로 판단되었다. 이를 뒷받침 해줄 수 있는 결과로 그림 7 및 그림 8과 같이 최대순간풍속이 증가할수록 가공변압기 고장 발생 확률이 증가하는 경향을 보이고 있다. 최대순간풍속이 15m/s 이상인 구간에서 고장 발생 확률이 급격히 증가할 것으로 추정되며 이는 Decision Tree와 유사한 결과로 도출되고 있다. 이 결과는 최고기온 1°C 증가할 경우 가공변압기의 고장발생확률이 약 36% 정도 높아지며, 최대순간풍속 1m/s 증가할 경우 고장발생확률 약 25% 정도 높아지고 있음을 나타낸다.

```
Call:
glm(formula = FYN ~ MAXT + MAXRAIN_60 + MAXWS_INS + MEANGNDT +
MAXT_C + MINT_C, family = binomial(), data = analysis.tr.s.d.2)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.3824  -0.2723  -0.0845   0.2869   2.5310

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept)  1.16469    1.63929   0.710 0.477404 ***
MAXT         0.30775    0.07975   3.859 0.000114 ***
MAXRAIN_60  -0.04838    0.01585  -3.053 0.002267 **
MAXWS_INS    0.21942    0.02502   8.770 < 2e-16 ***
MEANGNDT    -0.57145    0.09842  -5.806 6.38e-09 ***
MAXT_C      -0.47410    0.08124  -5.836 5.36e-09 ***
MINT_C      -0.30794    0.09139  -3.369 0.000753 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

그림 6 Logistic Regression 분석 결과

Fig. 6 Logistic regression analysis

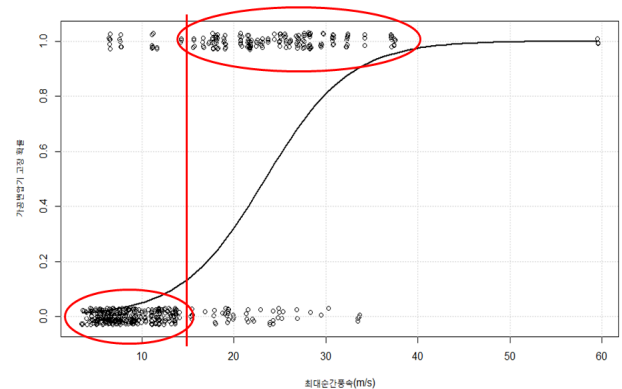


그림 7 최대순간풍속 변화에 따른 고장발생 확률

Fig. 7 Probability of failure by maximum instantaneous wind speed variation

모형의 정확도를 평가하기 위하여 총 256개(고장 86개, 정상 170개)의 검증용 데이터를 활용하였으며, 실제 검증용 데이터의 고장발생 결과(Reference)와 Logistic Regression을 통해 예측한 결과(Prediction)를 비교하면 표 5와 같이 약 89.5%의 정확도를 보이고 있다. 즉, 전체 256개의 표본(sample) 중에서 실제 고장을 고장으로 예측한 결과(74개)와 실제 정상을 정상으로 예측한 결과(155개)가 총 229개로서 모델링 검증을 통해 정분류된 경우가 전체의 89.5%를 차지하여 높은 정확도를 보이고 있다.

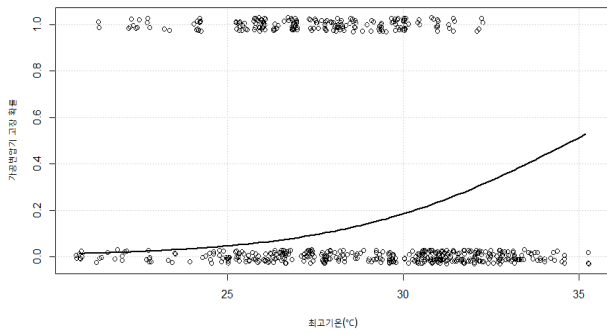


그림 8 최고기온 변화에 따른 고장발생 확률
 Fig. 8 Probability of failure by highest temperature variation

표 5 Logistic Regression 모형의 정확도 평가

Table 5 Result of accuracy test

Prediction	Reference	
	Fail	Normal
Fail	74	15
Normal	12	155

5. 결 론

최근 모든 산업분야에서 시설물이나 시스템에 대한 신뢰성 분석을 통한 최적 유지보수 전략인 RCM에 대한 관심들이 매우 높아지고 있는 추세이다. 배전설비 분야에서도 고장을 미리 예측하여 유지보수를 수행하기 위한 연구들이 많이 수행되었고 그 결과로 데이터마이닝을 통한 모델링을 수행하여, 그 결과를 바탕으로 유지보수를 수행하려고 하는 노력들이 진행되고 있다. 그러나 이러한 대부분의 연구들은 환경적인 요인을 고려하지 않은 방법들로서 기후의 변화가 설비의 고장에 어느 정도 영향을 미치는지 실질적인 데이터를 이용하여 분석이 이루어지지 않고 있다. 본 연구에서는 배전설비중 기후변화에 따른 고장 빈도가 높고, 배전설비중 중요도가 높다고 판단되는 가공변압기의 고장원인을 분석하고, 기후의 변화가 가공변압기에 영향을 미치는 것이 무엇인지를 파악하여 데이터마이닝 기법을 이용하여 모델링하였다. Decision Tree 분석방법과 Logistic Regression 분석 방법을 이용하여 분석한 결과 최고기온과 최대 순간풍속 등이 가공변압기 고장에 많은 영향을 주고 있음을 확인하였으며, 예측의 정확도도 상당히 높은 결과를 얻었다. 이를 이용하여 가공변압기의 유지보수를 수행함에 있어서, 기상청의 예보 결과와 본 모델링 결과를 활용할 경우 우선적으로 관리해야 하는 가공변압기를 선별하여 유지보수를 수행할 수 있어서 배전설비 관리에 많은 도움이 되리라 판단된다.

References

- [1] Lee, S. M. and Cho, S. H. "Analysis of the power failure in connection with the customer electric facility", KIEE Conf., pp. 14-17, 2009.
- [2] Hwang, W. H. "The construction of fault pattern prediction and IT-based management model in distribution facilities to improve the distribution system reliability", SEOULTECH, 2008.
- [3] Bae, S. H. "Prediction of medium-voltage customers causing distribution line faults", SEOULTECH, 2009.
- [4] Kim, J. C. "Measurement of time-varying failure rate for power distribution system equipment considering weather factor", JIEE, Vol. 23, No. 8, pp. 14-20, 2009.
- [5] Rokach, L. and Maimon, O. "Data mining with decision tree : theory and applications", Wolrd Scientific Pub Co Inc, 2015.
- [6] Menard, S. "Logistic regression : from industry to advanced concepts and applications", SAGE Publications, 2010.

저 자 소 개



오 도 은 (Do-Eun Oh)

1993~현재 한전 전력연구원(책임연구원)



장 승 민 (Seung-Min Jang)

2016~현재 한전 전력연구원(일반연구원)