

한반도내 낙뢰의 3차원 특성에 관한 연구

*우정욱, *곽주식, *강연욱, *권동진, **문재덕
*한전 전력연구원, **경북대학교

A Study on the 3D Characteristics of Lightning in KOREA

*J.W.Woo, *J.S.Kwak, *Y.W.Kang, *D.J.Kwon, **J.D.Moon
*KEPCO KEPRI, **KPNU

Abstract - Since 1996, KEPCO has been operating a wide range lightning detection system, LPATS, and been accumulating relative application technics and statistical analysis skills. So, KEPRI already has its own basis to develop more accurate advanced detection technology and references to do comparative study. For Three-dimensional imaging of lightning channels, UHF/VHF antenna systems were installed at 2 sites. The distance between two sites is about 30 km. In this paper, we would like to introduce about our system and its results.

위의 비교적 짧은 측정반경을 갖지만 낙뢰의 방전경로를 상세히 측정할 수 있는 특징을 갖고 있다.

1. 서 론

낙뢰 발생의 현황 파악이 전력사업 뿐만 아니라 정보 통신사업 등 모든 사업 분야에 걸쳐 중요한 자료로 인식되고 있는 시점에서, 전력연구원에서는 10여 년간 여러 가지 방식의 낙뢰관측 및 분석을 실시해 왔다. 현재까지는 뇌격전류의 크기나 위치정보 등에 대한 데이터는 LPATS(낙뢰위치표정 시스템)나 신규로 설치된 KNDNet (Kepco Lightning Detection & Information Network)등을 통하여 전체적인 경향은 파악할 수 있었으나 낙뢰 진전과정에 대한 상세한 정보를 얻기는 부족한 실정이었다. 따라서 정밀 낙뢰정보 취득방식에 대한 시스템을 개발하여 현재까지의 시스템을 통하여 얻어지지 못하고 있던 낙뢰 진전과정에 대한 상세한 정보를 얻음과 동시에 해당 시스템에서 구현하지 못한 기능 등을 구현하고자 하는 것이 본 낙뢰 관측 시스템에 관한 연구배경이다.

기본적인 아이디어 구현과 아울러 결과물을 3차원으로 표현하기 위한 시스템 제작을 위해 사전에 검토하였으며, 현장에 적용될 시스템을 위하여 LPATS 데이터와 지리 정보시스템을 이용하여 위치를 최종 선정하였다. 선정과정에 현장 조사와 주변 노이즈를 관측하여 해당 사이트별 별도의 필터와 증폭기를 설계하여 설치하였다. 본 논문에서는 이러한 일련의 과정과 얻어진 결과물에 대해 설명하고자 한다.

2. 본 론

2.1 안테나를 이용한 근거리낙뢰측정 알고리즘 설계

2.1.1 Site Survey

Site Survey를 통한 관측지점 확보 및 필터 설계를 위한 데이터 분석기 본적인 아이디어 구현과 아울러 결과물을 3차원으로 표현하기 위한 시스템 제작을 위해 사전에 검토하였으며, 현장에 적용될 시스템을 위하여 LPATS 데이터와 지리 정보시스템을 이용하여 위치를 최종 선정하였다. 선정과정에서 현장 조사와 주변 노이즈를 관측하여 해당 사이트별 별도의 필터와 증폭기를 설계하여 설치하였다.

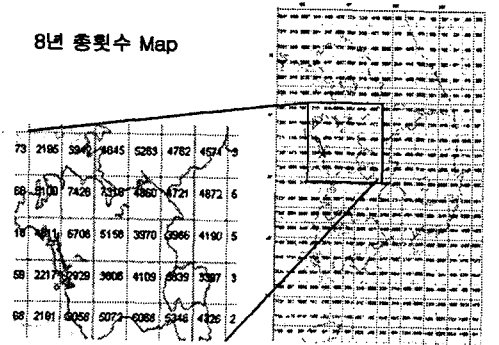
기본적으로 최적조건으로 고려한 사항은 다음과 같다.

- ① 탁 트인 환경 (주변건물에 의해 원도우효과 배제)
 - ② 해당 주파수대에서의 상시 노이즈 정도
 - ③ 측정된 노이즈의 필터링 가능성
 - ④ 해당 건물의 설치 공간확보 여부
 - ⑤ 통신설비 구축상태
 - ⑥ 해당지역의 낙뢰발생 빈도
 - ⑦ 3차원표현을 위해 서로 다른 두 시스템의 유효거리 판단
- 위와 같은 조건들을 기준으로 10여곳의 사이트 후보지 조사를 실시하여 최종적으로 관측연구원과 청주내의 변전소를 선택하였다. 사이트 조사에서는 주변환경과 통신환경을 살펴본 것 외에 아래 그림들처럼 해당사이트에서 발생되고 있는 정기적인 노이즈를 노이즈 관측 장비와 오실로스코프를 이용하여 관측하였다.

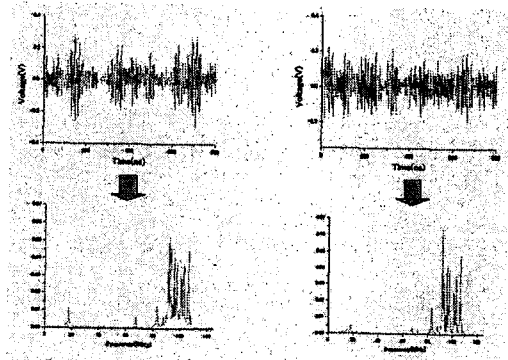
그림 2에서 상단 두개의 파형은 상시적 또는 간헐적으로 발생하는 노이즈 파형을 보여주고 있으며, 아래 그림들은 해당 주파수대역, 즉 낙뢰 관측에 영향을 주리라 판단되는 영역에 해당되는 필터를 설치하였을 경우의 결과 파형들이다. 측정 시스템은 데이터를 연동하여 측정 반경 내에 발생하는 낙뢰의 방전경로와 이동정보를 3차원으로 입체 영상으로 제공할 수 있도록 기반을 갖추었다.

본 낙뢰 관측 시스템은 낙뢰신호의 도달 시간차방식(Time Difference of Arrival)을 이용하는 다른 시스템과는 구별되는 기술을 사용하여 30 km 내

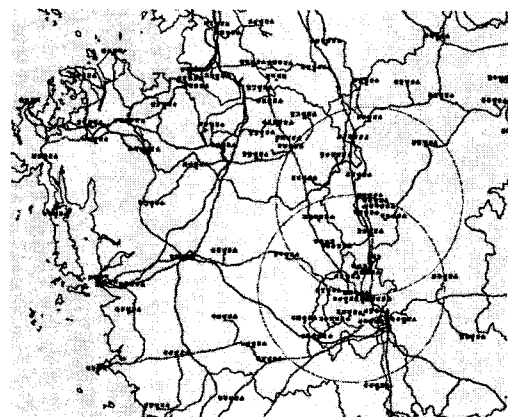
8년 총횡수 Map



<그림 1> 후보지 선정을 위한 자료



<그림 2> Site A (노이즈측정 및 필터결과)

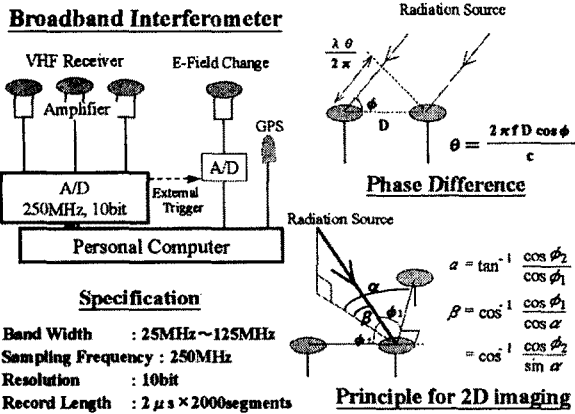


<그림 3> VHF 정밀 낙뢰측정 시스템 측정 범위

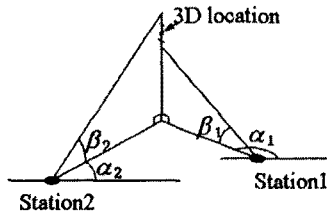
그림 3은 측정 시스템의 낙뢰 측정범위를 보여주고 있다. 앞에서 설명되었듯이 측정지점 확보를 위해 해당지역에서 노이즈 측정과 필터 설계 작업 외에 LPATS 시스템과 지리정보시스템을 이용하여 측정영역을 결정하였다. 시스템은 원판형의 광대역 전계센서 총 4개와 GPS안테나로 구성되며 신호처리 서버로 구성되고 20 Mhz에서 100 Mhz 대역의 낙뢰신호를 측정하여

그 발생위치와 시각은 물론 방전경로를 측정한다. 또한, 신호처리 서버까지의 데이터 통신선은 동일한 임피던스 조건을 위하여 길이를 일정하게 설치하였다.

2.1.2 시스템 제작 및 설치



<그림 4> 시스템 구성도



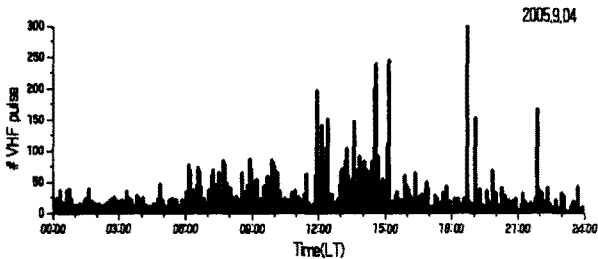
<그림 5> 낙뢰 3차원 측정 원리

시스템은 그림 4의 구성도에서처럼 3개의 VHF/UHF 센서와 250 Mhz 샘플링의 10 bit A/D 변환기가 별도의 전계변화를 감지는 트리거신호 발생용 센서로 구성된다. 디지털로 변환된 펄스 신호는 분석용 컴퓨터에서 처리되어진다. 뇌방전시 특히 뇌운과 대지사이의 낙뢰가 발생할 때에는 매우 큰 전계변화가 일어나는데 이를 트리거 신호로 하여 연속적으로 발생하는 펄스신호들을 수평 배열된 3개의 센서가 측정하고 측정범위내의 모든 주파수 성분들의 위상차를 계산하여 뇌방전원의 방위각과 고도각을 계산하는 방식이다.

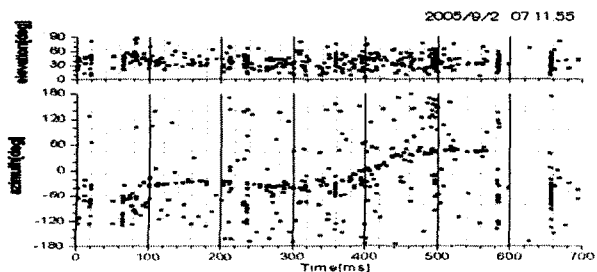
그림 5처럼 각 세 개의 안테나로 구성된 측정 스테이션을 일정 거리만큼 2개를 배열시켜 동일한 낙뢰 신호원에 대하여 방위각 α_1, α_2 고도각 β_1, β_2 를 계산하여 일정 낙뢰에 3차원 위치정보를 얻을 수 있다.

2.2 측정결과

2.2.1 각 사이트별 관측결과



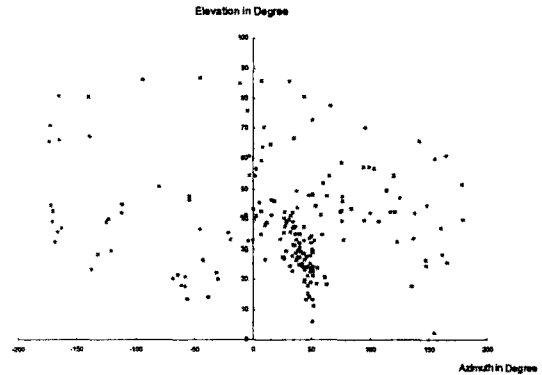
<그림 6> 2005.9.4일자 관측데이터



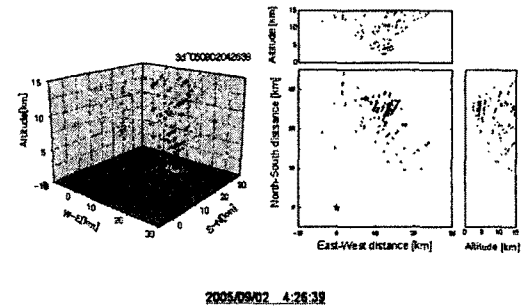
<그림 7> 2005.9.2일자 관측데이터

그림 6은 낙뢰 측정시스템이 측정한 낙뢰방전신호의 Histogram을 보여주고 있다. 그래프의 횡축(X축)은 시간을 나타내고 종축(Y축)은 측정 시스템이 감지한 펄스수를 나타낸다. 해당 데이터들은 향후 3차원 표현을 위한 기본 데이터로 활용되며, LPATS나 KLDNet의 데이터와 연계하여 정확한 위치와 크기값간의 상호 비교데이터로 사용가능하다.

그림 7은 위와 같이 특정일자에 관측된 A 사이트에서 감지한 낙뢰 신호들을 분석한 2차원 낙뢰정보를 보여준다. 그래프는 횡축(X축)에 낙뢰신호의 상대적인 발생시간을 종축(Y축)에 낙뢰방전 신호원의 고도각과 방위각을 각도(degree)로 나타내주고 있다.



<그림 8> 2005.9.2일자 관측데이터



<그림 9> 2005.9.2일자 관측데이터 (3D)

그림 9는 두 관측 사이트에서 얻어진 2차원 정보를 이용하여 최종적으로 3차원 정보를 얻어낸 결과이다. 그림에서 x, y 축은 상대거리를 나타내고 있으며, 두 붉은색의 점은 해당사이트 기준점을 의미한다.

3. 결 론

현재까지 운용중인 LPATS나 KLDNet (Kepco Lightning Detection & Information Network)등을 통하여 얻어질수 있는 정보외에 3차원 진전과정을 관측하기 위한 시스템을 추가로 설치하여 운용중에 있다.

현재까지의 2차원 관측결과로부터 3차원 정보를 추출하여 얻어진 결과를 본 논문에서는 설명하고 있다.

향후 연구과제는 이러한 3차원 정보를 실시간으로 표현하면서 다른 시스템과의 데이터 비교가 가능한 프로그램을 개발하고자 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Dr. Zen-Ichiro Kawasaki, "Dependency of VHF broadband lightning source mapping on Fourier spectra", Geophysical Research Letters, Vol.27, No.18, 2917-2920, Sep. 2000
- [2] Dr. Zen-Ichiro Kawasaki, "Comparison between Broad band and Narrow band Interferometer for Lightning Observation", JIEE, 119-7, 807-811
- [3] Dr. Zen-Ichiro Kawasaki, "Broadband Radio Interferometer Utilizing a Sequential Triggering Technique for Locating Fast-Moving Electromagnetic Sources Emitted from Lightning", IEEE Trans on Instrumentation and measurement, Vol.49, No.2, April 2000
- [4] Dr. Zen-Ichiro Kawasaki, "3D imaging of lightning channel and leader progression velocity", JIEE, Vol.120-B, No.6. 2000
- [5] 우정욱 외, "UHF/VHF 안테나를 이용한 근거리 낙뢰에 대한 정밀정보 취득 기법에 관한 연구(중간보고서)", 전력연구원, 2005