

雷情報システムに関する研究

設備被害の発生する雷雲域を判定、移動予測するシステムの構築

Research into a Thunderstorm Information System

(電力技術研究所 流通G)

(Transmission and Distribution Group, Electric Power Research & Development Center)

現在、襲雷時における巡視・復旧体制の動員判断は、襲雷警報システムによる情報により行っているが、近年における配電設備の耐雷強化により、襲雷警報が出て実際には配電線故障に至らず、動員の空振りが増加する傾向にある。そこで、設備被害を発生させる活発な雷域を標定し、移動予測を可能とする雷情報システムの研究を行った。

At present, whether the mobilization of our patrols and restoration task forces should be carried out or not in the case of a lightning attack is judged based on the information received from the lightning attack warning system. In most cases, however, even if a lightning attack warning is issued, distribution lines do not fail thanks to the recent strengthening of the distributors against lightning, and mobilization is carried out without need. To solve this problem, research has been carried out into a thunderstorm information system which is capable of calculating active thundercloud areas that might cause lightning attacks intensive enough to damage distributors, and thereby estimating their travel direction and speed.

1 研究の目的

配電では、襲雷時の動員判断に襲雷警報システムを情報源としている。襲雷警報システムは、雷雲の接近で配電線に発生する雷サージを検出することにより配電線故障を予告し、この情報（V0データ）をネットワーク内の全営業所に伝達し、さらに気象レーダ観測による発雷判定結果（弱雷・中雷・強雷）とを重ね合わせて表示している。しかし、近年の耐雷設備の強化により、警報が出て実際には故障に至らず、動員の空振りが年々増える傾向にある。また、他電力境や山間部からの襲雷情報が乏しく、的確な動員判断に苦慮している現状がある。

第1表 データ種類

システム名	データ内容
気象レーダシステム	発雷強度（弱雷・中雷・強雷） 雲頂高度（km） 雨量強度（mm/h） 擾乱度（高度4・5・7kmにおける雷雲内の風の強さ）
襲雷警報システム	V0情報（強・普通）
LLS	落雷位置，電流値，多重度

そこで、設備被害の発生する可能性の高い雷域を効率よく判定し、数時間先まで雷雲の移動予測ができる「雷情報システム」を構築した。

3 研究の概要

気象レーダシステム等から得られる各種データと設備被害との相関調査を行い、雷域の判定に有用なデータだけを予測のパラメータとすることで、設備被害を発生させる活発な雷域を高精度で標定するシステムの研究を行った。

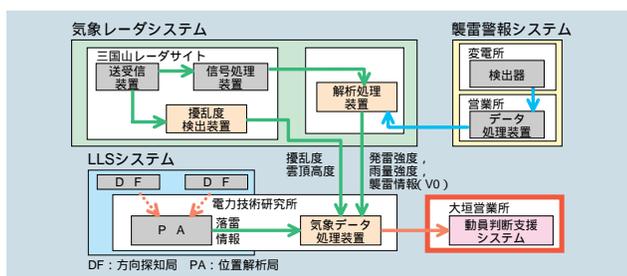
2 システム構成図

構築した動員判断支援システムは、気象レーダシステム，LLS（落雷位置標定システム），襲雷警報システムから得られる各データを6分周期（気象レーダの観測周期）にオンラインで取得し、解析した雷情報[雷域判定3(2)，移動予測3(3)]をリアルタイムに画面表示している。第1図にシステム構成、第1表にデータの種類を示す。

(1) 配電設備被害と各データの相関調査

相関調査は、平成5年～8年の夏季（7月～9月）に発生した設備被害1075件を対象として、管内396km四方を3kmメッシュに分け、故障発生したメッシュとその周辺計9メッシュを対象に各データとの相関性を調査した。

その結果、第2表に示すように設備被害との相関性（以下、捕捉率という）が高いのは、発雷強度（強雷・中雷・弱雷を合わせて79%）、LLSデータ（落雷位置が3km以内の場合66%）であることが分かった。



第2表 相関調査のまとめ

データ種類	設備被害との相関率(捕捉率)または平均値
気象レーダデータ	発雷強度 強雷(28%), 中雷(42%), 弱雷(9%), 計79%
	雨量強度 被害発生時点の雨量平均40.3mm/h
	擾乱度 高度4km 71%, 高度5km 83%, 高度7km 72%
	雲頂高度 被害発生地点の雲頂高度の平均 8.3km
V0データ	強(16%), 普通(35%) 計66%
LLSデータ	3km以内の捕捉率 66%, 電流値40kA以上, 多重度6以上

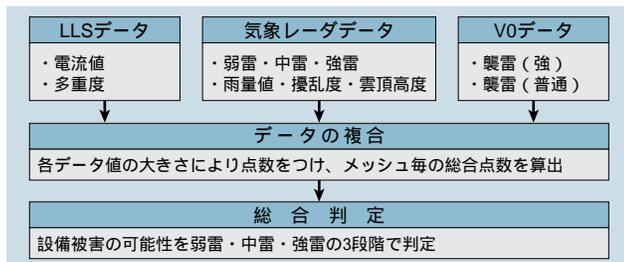
また、V0データの捕捉率が51%（強＋普通）と低い値を示しているのは、雷サージを検知する襲雷警報システムの子局（センサ）が設置されている変電所数が全体の

第1図 システム構成図

28%であることに起因すると考えられる。

(2) 雷域の判定方式

相関調査結果から、設備被害の危険性の判断に有効な各データ毎のパラメータを決定した。最終的な被害発生が予測される雷域の判定は、パラメータに応じた点数による重み付けにより、3kmメッシュ毎の総合ポイントを算出し、その値で3段階（強雷・中雷・弱雷）のランクに分けて判定した。第2図に雷域判定方式の概念図を示す。



第2図 雷域判定方式の概念図

(3) 雷域の追尾・移動予測

過去の各種気象データを蓄積して、雷域の移動軌跡を時系列的に解析し移動予測するアルゴリズムの構築に取り組んだ。

ア．雷域の追尾方式

移動予測を行うには、雷域の中心位置を求めその移動軌跡を追尾することが有効である。

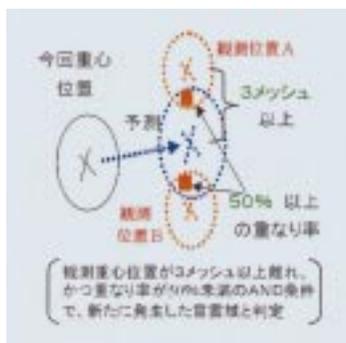
そこで、実際の雷域の中心には上昇気流が強く雨量も多いことから、各メッシュ単位に雨量強度×雲頂高度を二次元解析し、重心位置を判定している。

さらに、分離・融合する雷雲域の変化に追尾不能となることを防ぐため、第3図に示す雷域の重心相関と領域相関との複合相関による雷域追尾方式を考案した。

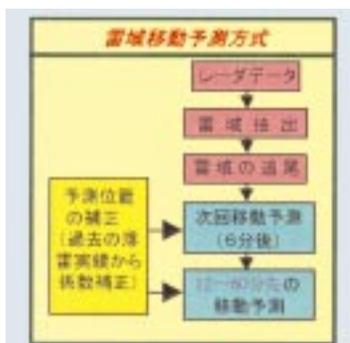
イ．雷域の移動予測方式

追尾した雷域軌跡から移動位置を予測する方式として、軌跡位置、速度、加速度の過去6回分の時系列データから移動予測を行うアルゴリズムを検討した。

さらに過去からの平均誤差の変化を能動的に学習させ、突発的な雷域の動きにも常に最適な予測係数に補正できるようにカルマンフィルタの適合化を図った。これにより、1時間先まで6分間隔（データ更新間隔に合致）で雷



第3図 雷域追尾方式の概念図



第4図 雷域予測方式の処理フロー図

域の移動を予測可能とするアルゴリズムを確立した。第4図に雷域予測方式の処理フロー、第5図に画面イメージを示す。

4 検証結果

他電力と境をもつ大垣営業所（東西44km,南北57km）にて、平成10年7月～9月に発生した全LLS数1,232件のフィールドデータを基に検証を行った。

検証方法は、警戒エリア*1内で観測されたLLSデータに対して、事前に警報を発令*2し落雷を予測できていた、いわゆる雷域捕捉率について検証を行った。その結果、第2表に示すように雷域捕捉率72%の精度が得られた。逆に見逃し率（27%）は、警報を発令したが落雷寸前（6分前）のため十分な動員情報になり得なかった実例等を計上しており、その原因のほとんどは警戒エリア内で急発達する雷雲で、雷域を追尾できないうちに落雷に至っている。

第2表 雷域移動予測の検証結果

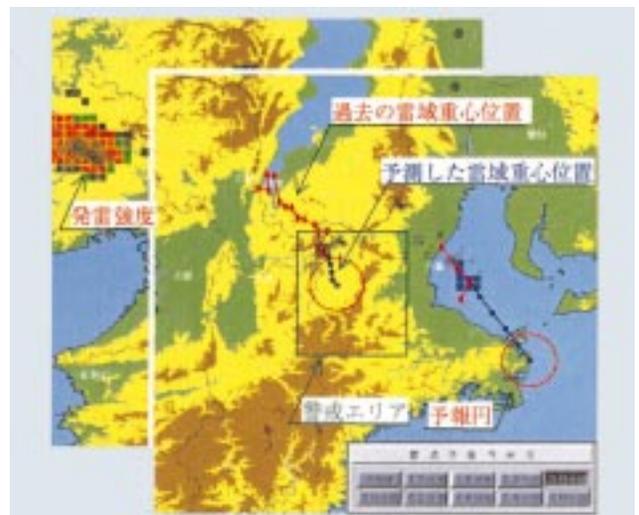
	対象数 (A)	総データ数 (B)	% [A/B]
雷域捕捉率	捕捉できた落雷数 891件	警戒エリアの総落雷数 1,232件	72.3
見逃し率	見逃した落雷数 341件	警戒エリアの総落雷数 1,232件	27.7

*1 警戒エリア：営業所管轄区域に応じて管理する警戒エリアを自由に画面指定できる。

*2 警報発令：指定した警戒エリアに進入する雷域を予測すると警報ブザーで警報を発令する。

5 今後の展開

試行した大垣営業所の意識調査を行ったところ、他電力境から進入する周辺の発雷情報や雷域予測がリアルに把握できるようになったなどの好評を得た。さらに実際に動員体制を取らずに済んだ実例や動員解除の時期判定に役立ったとする稼働実績が得られたことから、襲雷時の初動体制、的確な動員時機の判断に有用な情報源となり得るものと評価した。



第5図 画面イメージ