

長波の電波伝搬変動を用いた地震予知の研究

日大生産工(院) ○中村 祐太
日大生産工 田中 將義

1.はじめに

近年日本では地震が毎日のように発生している．特に大地震は建造物の倒壊や地盤沈下，津波などの災害を含め，人命を脅かす多大な被害をもたらしてきた．近い将来，関東や東海地方で大地震が起こるであろうと言われている．地震を事前に知ることができれば，被害を最小限に軽減することが可能である．

最近の研究で，地震が発生する際の前兆として異常な電波伝搬ならびに異常雑音の発生が検出されることがわかっている．

長波帯 (30kHz~300kHz)，FM(76MHz~90MHz) 及びこれらの帯域の雑音を受信し，受信レベルの変動と地震予測との関連性について検討してきた．

本研究では，変動検出システムの検出精度の向上及び自動検出させるアルゴリズムについて検討し，プログラムの高機能化を図ることを目的としている．

2.研究概要

長波およびFM波の伝搬の様子を図1に示す．送信局から発信された長波は，電離層での反射波および直接波を受信局で受信する．

一方，FM波は電離層を通過するため，電離層での僅かな反射波を受信することになる．地殻変動が発生すると，雑音の発生や電離層に何らかの影響を与え，電波伝搬に異常が観測される

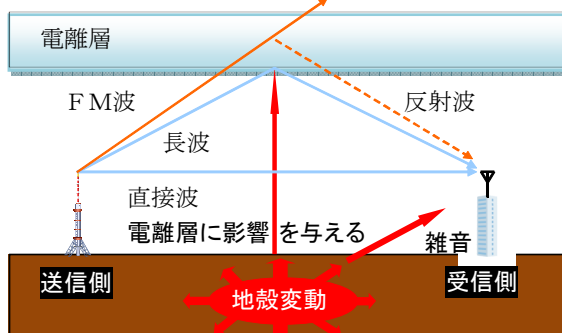


図1 地殻変動が及ぼす電波伝搬変動の仮説

と考えてられている．この異常の検出及び検出精度向上を本研究の課題としている．

3.電波伝搬変動解析

3.1 観測方法

図2のように屋上に設置した無指向性及び指向性アンテナを使用し，日本各地及び周辺の周波数を含む15の長波，FM波及び雑音を受信している．



図2 観測用アンテナ（無指向性）

3.2 データ解析法

基準データと測定データにfilterを用いた特徴抽出プログラムを組み込み，微小変動をカットした波形で解析を行うことにより，測定精度向上を試みた．

本研究では，相関係数を用いて，平常時一日分のデータを基準値とし，測定データ一日分と比較することで，電波伝搬の異常を検出する方法について検討した．太陽から放射される紫外線やX線などの影響により，電離層の電子密度が増加する．電子密度は日中太陽高度とともに増加し，夜間は消滅する．そのため，受信波形は日中に受信レベルが減少し，日没時は受信レベルが上昇する性質を持つ．また，季節により，日照時間が異なる．そこで，基準データと測定データの時間を考慮するために，時間の遅れを τ として，

A Study on Precise Detection of Low Frequency Radio Wave Propagation Change for Earthquake Forecasting

Yuta NAKAMURA and Masayoshi TANAKA

基準データと測定データの相違を相互相関係数を用いて検出する検討を行った。相互相関係数 $\phi(\tau)$ は、次式によって計算される。

$$\phi(\tau) = \frac{1}{\sqrt{\bar{x}^2 \times \bar{y}^2}} \int_{t_{\min}}^{t_{\max}} x(t) y(t+\tau) dt$$

$\left(\begin{array}{l} x : \text{基準値} \quad , \quad y : \text{測定値} \quad , \quad \tau : \text{時間遅延} \\ \bar{x} : \text{基準値の平均} \quad , \quad \bar{y} : \text{測定値の平均} \end{array} \right)$

$\phi(\tau)$ が 1 に近い程 x と y に関して相関性があり、 $\phi(\tau)$ の値が 0 に近い程、相関が無い状態を意味している。また、 $\phi(\tau)$ の値が -1 であれば負の相関を意味する。したがって、出力される値が 1 と異なる値である程、変動が検出されるアルゴリズムである。（図 3 参照）

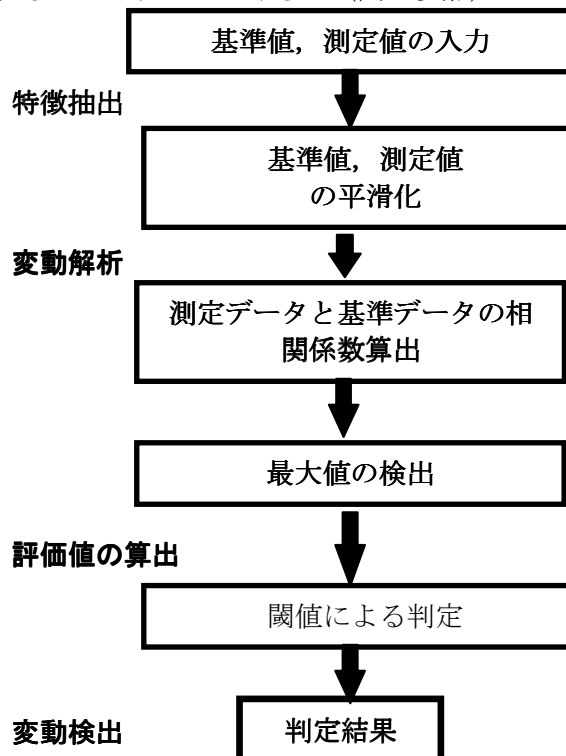


図3 電波伝搬変動検出のアルゴリズム

4. 検討結果と考察

図4は、平滑後の変動解析の基準値となる一日分のデータである。図5は、平滑後の測定データの一部であり、基準データと部分的に異なる部分が見受けられる。図6は、上記のアルゴリズムに従って、評価値を検出した結果である。閾値を適切に選択することにより、上記変動を精度良く検出できる見通しを得た。

5. まとめ

電波伝搬変動を高精度に検出するため、特徴抽出プログラムを追加した。また、太陽が電離層に与える影響は、季節により変化するために、受信波形と基準波形の間に時刻 τ のズレを考慮し、 τ の値を考慮に入れた相互相関係数のアルゴリズムについて検討した。

その結果、多くの局での変動値検出が確認でき、検出精度の向上が可能となった。

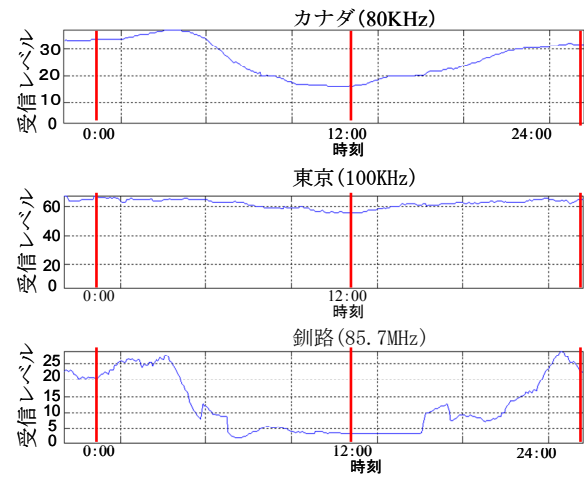


図4 平滑後の基準データ例

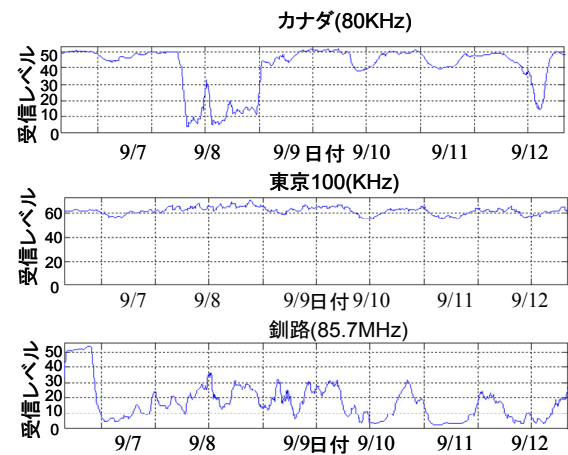


図5 平滑後の測定データ例

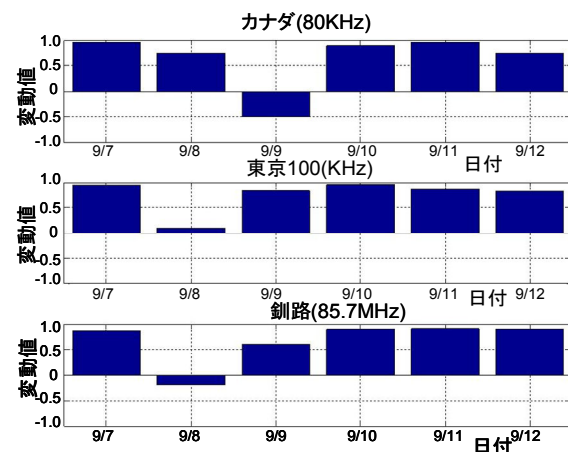


図6 変動解析の評価値の例

今回の検討したアルゴリズムを指向性アンテナ解析プログラムに取り入れ、地震発生地域の特定を可能とする検出プログラムの作成を今後の課題とする。

参考文献

- ・杉山正和 平成21年度卒業論文 田中研究室
- ・宮澤達博 平成19年度卒業論文 田中研究室
- ・金井紳太郎 平成19年度卒業論文 田中研究室
- ・気象庁ホームページ

<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>