

地球システム総合研究所 正会員 ○前原 博
神戸大学名誉教授 フェロー 櫻井 春輔

1. はじめに

地震時の破壊的な衝撃的鉛直波動(以下衝撃波という)の問題について筆者達は取り組んでいる¹⁻⁶⁾。この破壊力が強い衝撃波は地震計で正確にはまだ把握されていないので、それに対する対策指針はできていない。また南海巨大地震による大津波の被害予測が出されている⁷⁾。このような現状を踏まえると、安全面と減災面から地震直前予知の実現が以前にも増して望まれる。地震予知に関して物理的に異なる3分野から有用な情報が最近得られたので、その事例の紹介と実用化に向けての展望について述べる。

2. 地震電磁波の異常観測の発展と地下天気図

兵庫県南部地震を契機にして地震電磁波の観測が発達し、近い将来地震電磁気学という学問分野が確立される機運にある。その内の代表的な観測法には、串田法(FM波)⁸⁾、森谷法(VHF波)⁹⁾、早川法(VLF、ULF波)¹⁰⁾がある。それらの詳細は各文献に譲るがごく概略を下記に紹介する。

串田法は流星観測の補助的観測法(図-1 参照)から発展した方法で、この分野の開拓の先駆けをなしている⁸⁾。森谷法は図-1の地震エコー(散乱波)を観測するもので、その観測例を図-2に示す⁹⁾。早川法はVLF波を用いその振幅のずれは電離層のじょう乱(図-3 参照)によると考えられており、その観測例を図-4に示す(標準偏差 σ で表示)¹⁰⁾。

これらの観測法は発信局と受信所の関係が震央を挟む場合精度がよいが、位置関係がずれると精度が下がる特性がある。各々の観測手段に応じて発生地震の大まかな位置、大きさ(概ねM5以上)、時期(数日～半月程)の直前予測をする経験則が作られている。またそれぞれのグループから会員制の地震情報も発信されている。

上記の例とは原理が異なり最近できた予測情報の手段に、長尾教授等による地下天気図(RTM法、図-5 参照)^{11,12)}がある。この方法は中小地震の発生状況を地域R・時刻T・大きさM別に指標化し、その積の値を地図上に示して地下天気図と名付けている。これは多数の地震計が全国に配置され、それらが連続観測されるようになり作られた新しい予測方法である。その特徴は地震活動の活性度が高いとRTM値が正(赤色系)になり、低いと負(青色系)になり、通常は0で、その程度を地図上に示している。岩手宮城内陸地震での例を図-5の上下に示す。地震は本震の前に通常静穏期があり、その特性を捉え本震の発生時期・場所・大きさを予測する。本震の震央は静穏度が大きい範囲の端に普通生じるが、図-5では中央部に生じている。

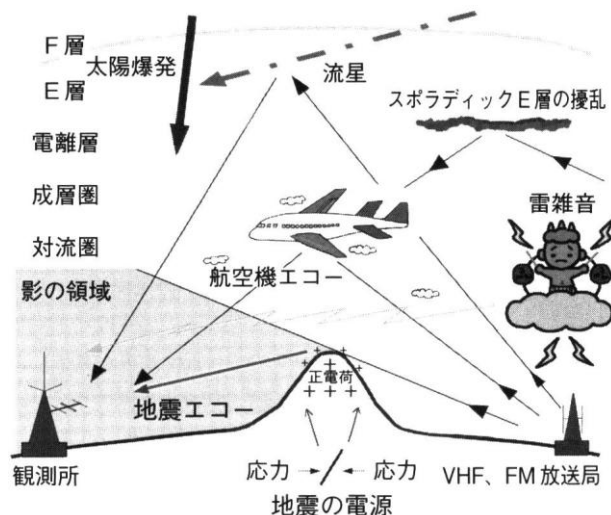


図-1 VHF波の伝播異常⁹⁾ (日高山地の例)

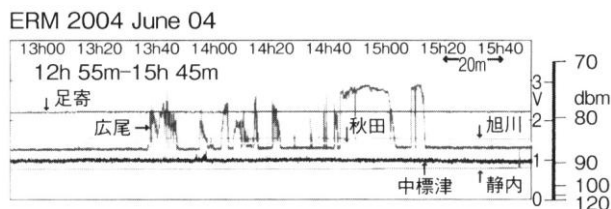


図-2 地震エコーの観測例⁹⁾ [地名はFM局]

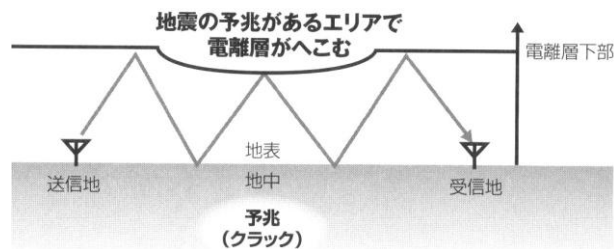


図-3 電離層じょう乱の検出¹⁰⁾ (VLF波)

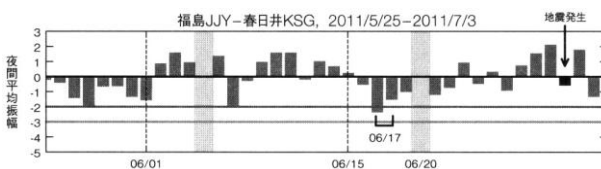


図-4 夜間平均振幅のずれの観測例¹⁰⁾ (VLF波)

3. 加速器の運転管理が地震の直前予知をしている事例

高エネルギー加速器研究機構(KEK, つくば市)では粒子を互いに反対方向に加速し、1点で衝突させ素粒子の跳び出し状況を観察している。その加速器は延長が約3kmある。太陽や月の引力、潮汐の影響及び気圧の大変動によって地殻が変形する。それらの変形は事前の情報から影響量が予測できるが、予測を超える事が時々生じる。加速器の加速軌道が変わると衝突予定位置が狂い、よい観測ができないので、軌道周長管理で既定値を超えると運転を停止する。この予測してない原因による運転停止をするとしばらくして地震が起きる。すなわちこの運転停止が事実上の地震直前予知を兼ねている訳である¹³⁾。

地震観測所では普通延長100m程で地殻のひずみを観測しているが、それからは地震の直前予測はできていない。計測単位当たりの測定方法は似た精度なので、両者の違いは測定長さの違いが計測精度に反映していると思われる。有用な超高精度の地殻ひずみの計測は加速器の直径程の長さで計測すればできる事を示している。それに加え地震予測のノウハウをKEKでは蓄積している。この予測は従来の地震学での地震直前予知の定義とは趣が違い、その観測地点で有害な地震の揺れがあるかないかを判断する。しかし工学的にはその経験の有用性を活かす事が望まれる。

4. 実現が望まれる地震直前予知

以上の電磁波観測、地下天気図、KEKの加速器運転実務等の地震予測の方法は、いずれも地震の直前予測方法を経験的に蓄積した物で決定論的に地震の予知をするものではない。しかしこれらの3種類の方法はその原理が異なり、異なる3種類の方法の組み合わせにより、結果が一致すればこれまでの予測精度を大きく改善する予測ができると考えられる。また新たに開発されている手法やネットワークを活用¹⁴⁾したり、超高精度のひずみ観測地点を東海から九州にかけて何カ所か設ければ、精度の高い観測により南海巨大地震での大地震領域の連動に関する予測も評価できると思われる。国による地震の直前予知は広域的には行われていないので、被害を軽減するには関係する地域が行動を起こし¹⁵⁾南海巨大地震に対する直前予知を実現することが要望される。

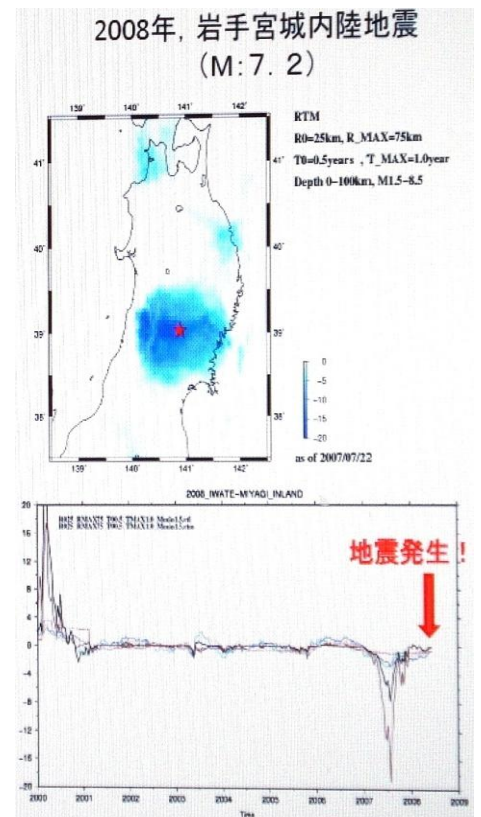


図-5 地下天気図と RTM 値の例¹²⁾

参考文献：

- 1) 前原博，櫻井春輔：構造物の特徴的な地震時破壊例と関連事象による新しい見解，土木学会関西支部 平成 24 年度年次学術講演会，I-48，平成 24 年 6 月。
- 2) 前原博，櫻井春輔：構造物の地震時衝撃破壊の代表例について，国交省近畿地整局 平成 24 年度研究発表会，防災・保全部門 No.19，平成 24 年 7 月。[HP より DL 可]
- 3) 前原博，櫻井春輔：高架橋の柱の典型的な地震時衝撃破壊事例，第 47 回地盤工学研究発表会，745，2012 年 7 月。
- 4) 前原博，櫻井春輔：兵庫県南部地震でのピルツ橋区間の倒壊原因の見直し，土木学会関西支部 平成 25 年度年次学術講演会，I-30，平成 25 年 6 月。
- 5) 前原博，櫻井春輔，園田恵一郎：地震時の破壊的な粗密波の存在と橋脚の破壊原因の見直し，安全工学シンポジウム 2013，GS3-2，平成 25 年 7 月。
- 6) 前原博，櫻井春輔：海震と証言による橋脚の地震時破壊原因の見直し，国交省近畿地整局 平成 25 年度研究発表会，防災・保全部門 No.13，平成 25 年 7 月。[HP より DL 可]
- 7) 内閣府からの公表：南海海溝沿い地震による被害想定、2012 年 8 月。
- 8) 串田嘉男：地震予報に挑む、PHP 新書、2000 年 9 月。
- 9) 森谷武男：地震予報のできる時代へ、青灯社、2009 年 11 月。
- 10) 早川正士：地震は予知できる、KK ベストセラーズ、2011 年 12 月。
- 11) 長尾年恭：次の南海トラフ沿いの地震は超巨大地震か～見えてきた地震像と地震予知研究の最前線～、ひょうご科学技術協会、第 31 回ひょうご科学技術トピックスセミナー講演資料、平成 25 年 11 月。
- 12) 長尾年恭：地下天気図－RTM 法および関連する技術－、東海大学地震予知研究センター、2012.3。
- 13) 平成 25 年 6 月の訪問時の説明聴取 による。
- 14) 日本地震学会地震予知検討委員会編：地震予知の科学、東京大学出版会、2007 年 5 月
- 15) 佃為成：東北地方太平洋沖地震は“予知”できなかったのか、地震予知戦略や地震発生確率の考え方から明らかになる超巨大地震の可能性、ソフトバンククリエイティブ、p186、2011 年 6 月。