

ULF電磁放射による地震予知

01506670 電気通信大学 早川正士 HAYAKAWA Masashi

1. 序論:

今回の阪神大震災では多くの人命と財産が消失される大惨事となり、この大惨事は地震予知研究が極めて重要である事を我々に痛感させた。地震学や地震地質学、測地学の進歩に伴い、(1)長期的(数100年オーダー)地震予知、(2)中期的(数10年～年オーダー)予知に関してはそれなりの進歩が見られていると言えよう。しかし、(3)短期的(数ヶ月～数日オーダー)予知の実現はその重要性にもかかわらず、まだ道は遠いように見える。各種観測網(地震、地殻変動等)が整備されつつあるにもかかわらず、大災害をもたらした北海道南西沖地震、阪神地震を含めて、短期(事前)予知に成功した例はない。現時点では、短期的地震予知は当面不可能であるという悲観的見解が支配的である(特に、地震関係者の間では)。

しかし、従来やや非正統的とされてきたラドン濃度、地下水位、地下水温度などの変化、及び各種の電磁気変化などに関連しては、有望な報告が近年多くなされている。特に、ここ数年、地震前兆としての電磁気現象を集中的に取り扱う国際会議も企画され、活発な議論がなされている。これらの電磁気現象はおそらく短期地震予知の本命であろう。地震観測などを主体とする従来の力学的方法は地震後何が起こったかを知るのには有用であるが、地下でのストレス変化に伴う決定的な前兆的現象の検出にはあまり有用でないことは30年来の予知研究の“成果”といってもよいだろう(但し最近の宇宙測地学的手法はやや有望である)。

電磁気的方法を大きく分類してみよう。物性変化は有望かつ学問的に重要なので推進すべきだが、実用化には解決すべき問題が多い。例えば磁場変化は震源(未知)のごく近傍での精密測定が必要であろう。それに対し、電磁気信号については色々な周波数での前兆が報告されている。以下では、このうち、発生時、電源、マグニチュードまでの予知に成功している地電流測定法の通称VAN法があるが、本論文では、交流(ULFその他)の地震前兆電磁気現象について最近の我々の結果を述べる。以下に述べる観測としては、(1)ULF($f < 10\text{Hz}$)電磁放射(2)VLF/ULF放射、(3)VLF送信局電波による方法、(4)衛星による電波観測について述べる。

2. ULF電磁放射を用いた地震予知法

2.1 ULF電磁放射

まず、筆者が最も有望と考えているULF(周波数が10Hz以下)電磁放射について述べる。後述するVLF/ULF/HF波に比して歴史は浅いが、大きな地震に対して信頼できる観測事実が近年蓄積されつつある。前述のVAN法が直流(DC)の電界を測定するのに対し、ULF法ではAC(交流)のうちのULF帯の電界、磁界を測定対象とする。近年、二つの大きな地震、すなわち(1)1988年12月18日に発生したアルメニアのスピタック地震と(2)1989年10月8日に発生したカリフォルニアのロマ・ブリータ地震に対して明瞭な前兆的ULF電磁放射が観測された。

前述の二つの大きな地震に対するULF電磁放射に加えて、我々の1993年8月8日のグアム地震に対する解析結果を示そう。我々の論文ではスペースプラズマ波動との弁別に最大限の考慮を払っている。ULF放射を扱う時は超高層(磁気圏)から飛来するプラズマ波動が地震前兆波の検出には妨害となるが、これを如何に除去するかは前述の二大地震に対しては充分には解明されていなかったため、我々の仕事は一つの明確な指針を与えたものといえよう。グアム地震の諸特性は次の通りである。(1)日時:1993年8月8日、(2) $M_s=8.0$ 、(3)震源の深さ:~60km。ULF観測点は震央より65kmで、観測用の磁力計はプロトンフラックスゲート型磁力計であり、三成分(H成分(NS方向)、D成分(EW方向)、Z成分(Z方向))波形を1秒サンプリングし、記録するシステムである。昼間は夜間に比してULF電磁放射の変動が大きいので、夜間(地方時22時~02時)のデータのみを用いて、30分毎のデータに対してFFT解析を行い、月平均値(m)及び標準偏差(σ)との比較からULF(周波数0.01~0.05Hz)の活動度を分類している。まずこれらのULF活動と地磁気擾乱(即ちスペース活動)との相関を取った。従来の研究からスペース波動は地磁気活動と強い相関があることがわかっているため、スペースのプラズマ波動の影響であることが明らかなるものと、明らかにそうではないもの、どちらとも判断に苦しむものに分離する。この種の詳細な研究自体初めての試みであった。次に、三成分計測を用いての解析(一種の偏波解析)を提案した。即ち、スペースのプラズマ波動は上空より飛来するのでZ/Hが極めて小さいことが予想されるのに対し、そうでないもの(多分地震前兆ULF波)はZ/H ≥ 1 を越える事が予想される。事実、スペースプラズマの影響によると思われるULF放射に対してはH/Zが最大で0.2~0.3であるが、地震と関係すると思われるULF放射に対してはZ/Hが1.0を越えている。地震の前1ヶ月間ではZ/Hが大きな値を取っており、地震前兆ULF波であることを示唆する。その時のz成分(Hz)の変化はロマ・ブリータ地震でのULF波の変化と極めて良く似ていることが理解されよう。我々が提案したこのような信号処理は極めて有用であり、それはVAN法での信号処理法に対応するものである。