

地震予知と電磁波前兆

愛知県立大学教授 工学博士 畑 雅恭

Dr. Masayasu Hata
Professor, Department of Information Science
Aichi Prefectural University



はじめに

地殻の活動に由来するガス、熱水、マグマなど地下の電気伝導性をもつ電磁流動物質の流動と上昇酸化、地殻物質との化学的反応や電気伝導度変調など、電磁氣的、電気化学的、電気機械的な多くの作用によるとみられる微弱な電磁（電波）放射が、火山性群発地震、火山噴火、直下型地震、海溝型地震いづれについても発生前後に存在することが、極超長波（ELF帯223Hz）を用いた観測装置で検出できるようになり、地球物理の研究や地震予知のための新しい研究手法として期待できるようになってきた。現在、地表で磁界3軸成分の観測を、24時間レベルで北海道釧路から九州熊本まで40数箇所において実施している。

地殻からの電磁放射の検出、窓周波数としての極超長波帯

太陽からの紫外線や太陽風の照射に基因する磁気圏・電離層の変動による地球環境での雑音、さらには電離層と地球大地間で形成される空洞共振によって蓄えられている雷放電などの電磁波エネルギーによる雑音は、数十Hz以下の低周波域で卓越している。それらの雑音は検出すべき地殻起源の電磁波よりかなりレベルが大きい。また、1KHzより高い周波数では前線性の雷雑音が極めて強く、かつ全国よりの雷雑音を受信するため観測に適切でない。この意味で極超長波帯（30 - 300Hz）は地殻起源の微弱な電磁波観測にとっての窓周波数であること、さらに表皮深さが大きいため垂直磁界変動から地下の電磁界現象が検出できる特徴のあることを見出した。（第1図は3軸センサーの1例を示す。）

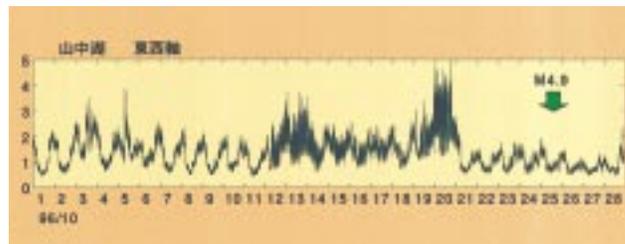


第1図 雲仙普賢岳に設置した観測装置の3軸センサー部

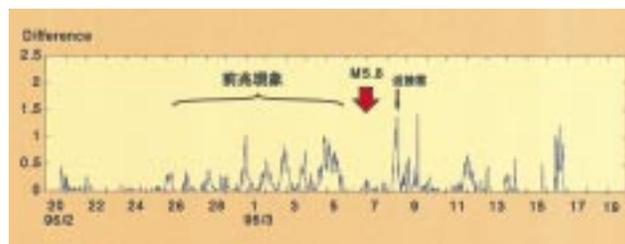
人工雑音、受信感度、前線性雷雑音

最近、商用電源系に各種の非線形制御素子が用いられているため、50, 60Hzの倍調波のみならず、各成分周波数の混変調による高調波雑音まで考慮する必要がある。これらを考慮して観測周波数を素な周波数である223Hz、波長約1300Kmに選定した。かつ受信帯域を1Hzより小さく選び隣接雑音スペクトラムの排除を極力行った。

受信感度を決定するのは背景雑音である。それらは、熱帯地方や太平洋東方海域など遠方の雷多発地域から到来する多数の雷（熱雷）雑音からなっている。大地と電離層で形成される導波路を伝搬する場合、受信波長が電離層高度（D - E層で70 - 250Km）よりずっと長いいためELF帯では伝搬減衰が大きい。そのHzあたりの磁束密度は冬季において0.5ピコテスラ、夏季において1.5ピコテスラ程度である。季節変動のほか、日日の太陽の照射により、電磁層の高度と密度が変化するため、夜間はレベルが大きく昼間は小さくなるという特徴的な日変化を提する。



第2図 山梨県東部地震、平成8年10月25日M4.9の電磁波前兆を西に10Km離れた山中湖で検出した。日変化と異なる電磁放射が13日前から9日間続き収まってから地震が発生した。垂直軸は磁束密度を示す。単位は1ヘルツ当りピコテスラである。



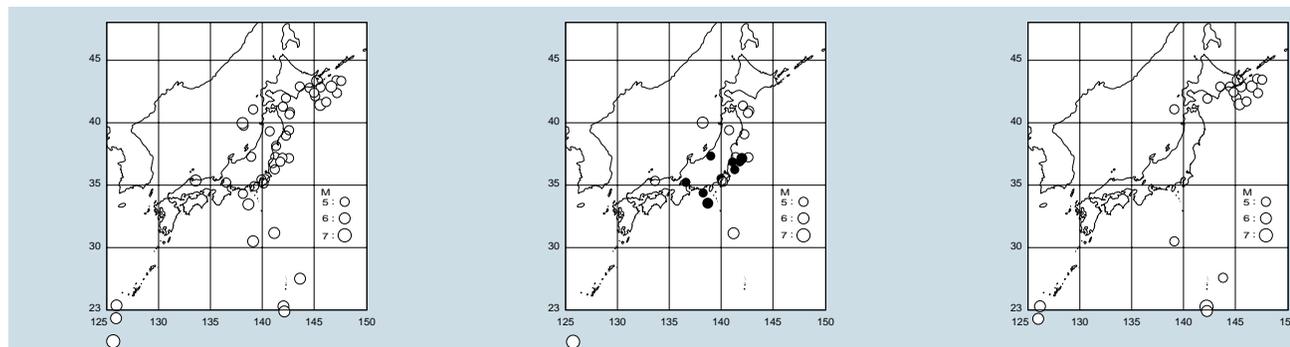
第3図 山梨県東部地震、平成8年3月6日M5.8の電磁放射を約50km南の大瀬崎で検出した。日変動や雑音を伊東、御岳、御前崎、雲仙のデータを用いて規格化後に除去した。この時点で第2図の山中湖の観測点は無かった。前兆電磁波が1週間前から増加してゆき前日には収まっている。地震後に雷などの放射がみられる。

地震の前1-2週間に放射が盛んで地震の1-2日前に収まる謎

観測をはじめて最初に気付いたことは、地震発生時にこの周波数帯では放射が検知されず、1-2週間前に放射があり、それらが収まってから1日から数日して地震が発生するケースが多いことである。(第2図及び第3図)このような観測事実をもとに、地震を2段階破壊現象として把握すれば、新たな理解が出来るのではないかと考えている。地殻圧力の上昇により、断層界面の一部岩体が溶融すると岩体より水(熱水)が開放され、電磁放射がはじまる。また、熱水の存在によってさらに溶融が進むことが知られている。酸性の熱水やガスが上昇する断層面や岩体内の通路では還元性の鉄分が持ち去られ、地表近くで酸化して陰電極作用を促す。あとにはシリカの含水鉱物(粘土)が形成され摩擦抵抗が低下する。この段階になると、鉄イオンの溶解は減少し電池効果は弱まり電磁放射も減少する。同時に、岩体は熱水、ガスの上昇で微細なクラックは拡大し弱体化する。これらの現象が地震の第1段階であり、電磁波観測はこの段階を捕捉すると考えている。この結果、断層の滑りストレスに摩擦抵抗が抗し切れなくなり、断層が滑りはじめ第2段階の地震の発生となる。このように考えると、観測事実を良く説明するに思われる。

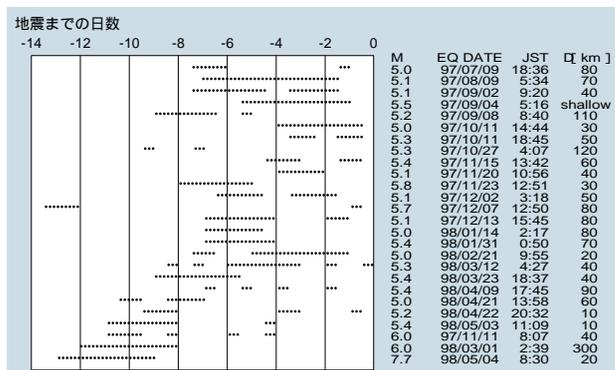
電磁波前兆の検出性能

電磁波前兆がどの程度の距離から検出できるか、地震の規模との対応について検討した。平成9年7月から平成10年5月までの10か月間にマグニチュードM5を超える地震が日本列島北海道から沖縄まで51個存在した。地震の発生個所を第4図の左図に示し、中図はそのうち電磁波前兆が検出され事前に一部の研究者に概略の場所を示し地震の発生を予想したFAXを送信したものの9個を黒丸で示す。白丸は地震発生後に前兆の存在が確認されたもの17個を示す。また、第4図の右図は電磁波前兆を検出できなかった25個の地震をしめす。この時点では、観測点は神奈川県西部から中部・東海地区に多く、北海道と九州熊本以南には無く、そのためこれらの地域で前兆の検出ができなかったものが多い。

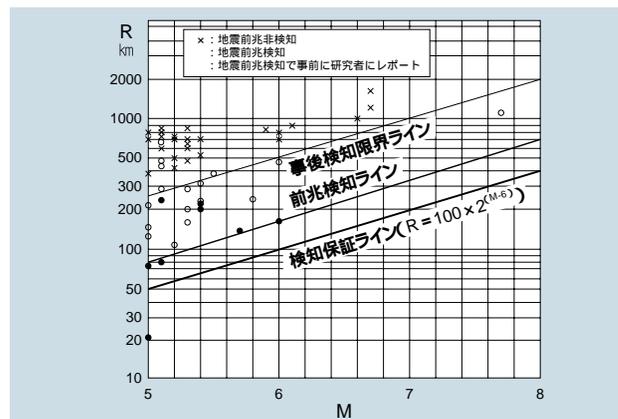


第4図 平成9年7月からの10ヶ月間に日本列島で発生したM5を超える51個の地震(左図)と、そのうち電磁波前兆により予知できた地震9個:黒丸と、地震後に電磁波前兆の存在を確認できたもの17個:白丸(中図)、電磁波前兆が検出できなかった地震25個(右図)を示す。平成8年2月の時点で観測点は28箇所ですれらは中央部に集中している。

第5図には、前兆を検出した26個の地震について、前兆の発生状況をしめす。殆ど2週間以内の前兆が多く、また直前の半日程度には前兆が消える場合が多いことが示される。また第6図には、地震の規模に対する最近接観測点からの震央距離を示す。バツ印は前兆の検出できなかった地震を示し、黒丸と白丸は上に述べた前兆を検出した地震をしめす。地震の規模に対しほぼ2の冪乗で検知距離が大きくなることが示された。この観測データから、M6の規模の地震に対して、観測点が約100Kmの距離においては、かなりの信頼度で前兆の検出が期待できる。Mの値1つ増す毎に検知距離がほぼ2倍となる。また、距離が数10Km程度に近接した観測点では、電磁放射の検知レベルが距離の2乗に逆比例して増加する。このため、地震の予測される地域を間隔10-20Kmの観測点でカバーできれば、予知予測の信頼度が格段に向上できると考えている。



第5図 前図の前兆の存在した26個の地震についてその発生状態を示す。2週間前から前日までの出現が多い事がわかる。



第6図 地震の規模と観測距離に対する検知限界を示す。