

論文審査の結果の要旨

氏名 小河 勉

本論文では地殻岩石の圧電性によるコサイスマックな電磁場変動に関して、3本の柱からなる研究を行った。最初の柱は、圧電性に起因するコサイスマックな電磁場変動を定量的に評価するため無限媒質に点震源がある場合についての定式化であり、2番目の柱は観測点の地下の圧電性岩石に遠方からの地震波が入射したときに期待される電磁場変動の評価であり、3番目の柱は半無限媒質内の有限な大きさの断層で破壊が生じた時の電磁場変動を数値的に求める研究である。地震に伴って岩石の圧電性によって電磁場変動が生ずる可能性について論じた研究は過去にいくつかあるが、定量的にきちんと評価を行おうとした研究はほとんどなかった。よって、下地がほとんどないところから論文提出者が独自に開拓してきた部分がかかなりあり、本論文はオリジナリティの極めて高い研究といえる。

地震前あるいは地震時に電磁場変動が観測されたという報告は最近多いが、その発生メカニズムを科学的に理解しようとするなら、地震前の現象よりはるかに大きなエネルギー放出を伴う地震時における電磁場変動をまず解明するのが効率的な戦略と考えられる。地殻流体の移動に伴う電磁場変動の可能性もありえるが、本論文では岩石自体として圧電性を有するものが存在するという観測事実に基づき、圧電性に起因するコサイスマックな電磁場変動の定量的研究を行った。圧電性は、物質が応力を受けることによって電気分極を示す物性であり、石英に富んだある種の地殻岩石は岩石としても圧電性をもちうる。地震時には応力が変化するから、必然的に地震時に電磁場が変動するはずである。しかし、圧電性に起因するコサイスマックな電磁場変動の定量的研究はこれまでほとんど行われてこなかった。

本論文の最初の部分(Chapter 3)では、導電性、弾性、圧電性をもつ均質無限空間内に点震源を仮定し、震源から十分遠方で期待される電磁場変動について数学的表現を導き出した。その定式化に基づき、現実的な物性定数を代入することによって電磁場変動を定量的に評価し、電磁信号の到達時刻、振幅の大きさ、およびその距離依存性、放射パターンなどを議論した。

第2部(Chapter 4)では、導電性、弾性の均質な半無限大地の地下に圧電体が存在するときに、鉛直下方からの平面弾性波の入射により生ずる電磁場変動を評価した。その結果、圧電体の大きさに依存して地震波とシグナルとの間に共鳴的現象が生ずること、シグナルの振幅は微小であり現在の観測レベルでは検出が困難であることなどを明らかにした。

第3部(Chapter 5)では、導電性、弾性、圧電性の半無限大地に有限の現実的な大き

さを持った，ユニラテラルな垂直横ずれ断層を仮定し，その断層運動に伴って断層周辺で期待される電磁場変動を評価した．応力場の時間変化を時間領域有限差分法を用いて求め，また地中の電磁場ソースによって半無限大地内に生じる電磁場のグリーン関数を導くことにより，期待される電磁場変動を時間領域で評価する数値計算法を開発した．現実的な物性定数を仮定し地表で期待される電磁場変動を評価し，(1)電磁場変動の放射パターンは圧電性をもたらす異方性の対称軸の方向を反映する，(2)無限媒質に比べ半無限媒質では距離による減衰が小さい，(3)破壊伝播に起因して非対称的な電磁場変動の空間分布が生じる，(4)1995年兵庫県南部地震の際に期待できる電場変動は検出可能な大きさである，ことなどを明らかにした．

本研究の成果は，観測された電磁場変動と地震との関係を定量的に議論できるようにしたことである．この研究を発展させれば，地震に伴う地球電磁場変動の観測データが得られたときに，振幅と極性の放射パターンや信号の継続時間などを定量的に説明できるモデルを構築していくことが可能になっていくであろう．

なお本論文の最初と2番目の部分（Chapter 4と5）は，歌田久司氏との共同研究として2編の論文にまとめられているが，2編とも論文提出者が主体となって定式化および解析したものであり，第1著者である論文提出者の寄与が十分であると判断する．

したがって，博士（理学）の学位を授与できると認める．