

電磁気異常の機構に関する新しい提案

New proposal on mechanism of electromagnetic anomaly

中川 康一 [1]

Koichi Nakagawa[1]

[1] 大阪市大・院・理

[1] Graduate School of Sci., Osaka City Univ.

大地震の発生に伴って電磁気異常が観測されることはよく知られているが、この電磁気異常の発生メカニズムについては、まだ特定されるに至っていない。現段階では、上部地殻のひずみに伴う鉱物の圧電効果、鉱物破壊に伴う電位変化や岩体中を移動する間隙水の流動電位などがそのメカニズムとして考えられている。地震の発生過程を律する断層破壊のダイナミクスを論じるとき、破碎帯を構成する材料の力学特性を把握することは大変重要となる。断層破碎帯を構成するガウジは一般に1ミクロン以下の細かな粒子から礫に至るまで非常に広い粒度組成を示す。細粒分を多く含むことから比表面積が極端に大きくなり、粒子表面と間隙水との間の物理化学的相互作用が顕著となる。安定化された粘土粒子・水・電解質の系内では、変形に伴って電氣的均衡が擾乱される可能性がある。

粘土供試体にせん断変形を施した場合、その変形に伴って電氣的に分極するという変わった性質があることが分った。手の平サイズのガウジブロックに電極を配置して、せん断変形とともに発生する電位変化を観測した結果、試料の表面には、部位によって数10ミリボルトの電位変化がみられた。この現象はそれまでほとんど知られておらず、細粒物質集合体のせん断変形に伴う特有の電気特性であることから、これをSIP (Shear-Induced Polarization) と呼ぶことを提案している。せん断変形であることから、本質的な体積変化を伴わず、水の流入がないため、マクロな流体移動を対象とした流動電位とは区別すべきであると考えている。発生する電圧の大きさは、ひずみの大きさ、細粒分含有率、間隙水の電解質濃度、圧密の程度などに大きく依存する。水で飽和した粘土のような細粒物質では透水性が非常に低いため、破壊のような高速変形においては非排水条件下と等しくなり、水の移動はほとんどなく、粒子表面の電気化学構造の変化が粒子間結合網を電流として流れ、電位が変化すると解釈される。したがって、間隙流体が非双極性の工作用油粘土などでは、このような現象はみられない。

変形パターンとそれによって生じられる電位極性の間の関係を調べるため、平面ひずみ圧縮試験を行った。その結果、最大ひずみ軸面および最小ひずみ軸面には、それぞれ正および負の電位が観測された(ここで、伸張を正とする)。なお、中間ひずみ軸面にはほとんど電位が発生しなかった。このような結果から、電氣的に安定化された粘土粒子間の結合部が、変形によって擾乱されることにより電氣的均衡が崩れて分極したと解釈している。

活断層の場合、地表で見られる断層破碎帯は震源域までほぼ連続しているとみられ、低比抵抗体であるガウジ脈は震源域の電氣的情報を与える信号線の役割を果たすことになる。したがって、ガウジ帯の電位をモニターすることによって、震源域のSIP信号を取得できる可能性がある。

実験室で得られた知見が、実際に野外で観測されるかどうかは大変興味深いことであり、検証する必要がある。そこで著者らは活動性が高い跡津川断層沿いの神岡鉱山を利用して観測を継続している。しかし、実際には地震の発生周期があまりに長いため、地震の発生に伴う自然電位特性を詳細に調べることはほとんど不可能である。そこで、地震とよく似た事象である地すべり地を対象として、SIPが発生しているかどうかの検証を試みた。一般に地すべりでは、そのすべり面にガウジが挟在していることから、地すべりによる電氣的分極が期待されるからである。

この目的のために選ばれた地域は、新潟県東頸城にある伏野地すべり地(新第三系堆積岩)と高知県怒田八畝地すべり地(御荷銕緑色岩類や秩父帯)の西川地区である。これらの観測地において、長さ約40cm、直径14mmの炭素棒を電極として稠密観測を行った例を紹介する。伏野地すべり地区の観測地点付近は顕著な地すべりが発生しており、年間最大1.7m以上の変位が観測されている。現在この地域は独立行政法人森林総合研究所が管理し、多様な計測が実施されている。この観測地で得られた地すべり変位と電位変化との関係を見ると、電位変化には多様な周期を含むノイズが含まれているが、明らかに地すべり変位と同期した電位変化が認められる。

高知県の怒田・八畝地すべり地の場合は、地すべりのブロック境界を横切る道路沿いで、良好な記録が得られた。ここでは、両ブロックの電位差が、観測当初は50mv程度であったものが4ヶ月後には200mv以上となった。

室内実験で得られた粘土のせん断分極現象という新しい知見が野外の自然電位の稠密観測でも検証できたと考えている。地すべりの室内モデル実験によっても、野外における電位変化の極性が矛盾なく説明できることも明らかとなった。