

報告番号 ^{*} 通 第 3510号

主論文の要旨

題名

岩石の破壊に伴う電磁氣的現象の
観測的・実験的研究

氏名 山田功夫

主論文の要旨

| 報告番号 | ※ 巻 第 | 号 | 氏 名 | 山 田 功 夫 |
|--|-------|---|-----|---------|
| <p>地震に関連した電磁氣的現象が観測されたと言う報告が最近多くみられる。そして、それが地震の前に顕著であったと言う報告もある。しかし、この現象がどのようなメカニズムによって発生しているのかについての議論は少なく、地殻の破壊に伴ってそのような現象が起こるかどうかにしてもはっきりしていない。本研究では2種類の野外での観測と3種類の室内の実験から、岩石が破壊する過程において電磁氣的現象が観測されることを実験的に示し、その発生メカニズムについて考察を行った。</p> <p>野外の観測の1つは、碎石爆破によって誘導される地電位の変化の観測、もう1つは、爆破地震動研究グループによる人工地震に伴う地電位の変化の観測である。それぞれの観測では、爆破点のごく近くに1~3対の電極と地震計を設置し、爆破の瞬間の地電位の変化を観測した。その結果、爆破点から50~100m離れた所での電極対においても爆破の瞬間に明瞭な地電位の変化が観測され、さらにその後地震波の通過に伴う変化も観測された。</p> <p>室内の実験では(1)岩石のサンプルに先の尖った金属棒をぶつけ、その一部を破壊した時のサンプル内の電位の変化を観測する実験、(2)岩石のサンプルに折り曲げるような力を加えて行き、これによって発生する微小破壊に伴うサンプル内の電位の変化の観測、(3)岩石破壊装置を使い、一軸圧縮で岩石を破壊させる過程での微小破壊に伴う電磁波の放射の観測を行った。(1)の実験では花崗岩質の岩石の他に砂岩や石灰岩などの堆積岩でも実験を行った。(2)と(3)の実験では花崗岩についてのみ実験を行った。いずれの実験の場合にも破壊に伴い顕著な電磁氣的現象が観測された。</p> <p>これらの観測及び実験によって、少なくとも岩石が破壊することにより何等かの電磁氣的現象が起こることは確かとなった。すなわち、地震によって地殻が破壊された際に電磁氣的な現象が起こる可能性があることがはっきりした。そして大地震の場合、その前にすでに破壊活動が始まっているならば、電磁氣的な現象が起こっている可能性はある。</p> <p>これらの電磁氣的現象が発生するメカニズムとしては種々のモデルが考えられ</p> | | | | |

る。ここで議論した、破壊に伴う電磁氣的現象の発生メカニズムは次の5つである。

- (1) 界面動電効果モデル：岩石など固体の表面と水が接している場合その境界面に電気二重層が生ずる。ここで、その水が流動すると水の中のイオンに偏りが出来ることによりここに電流が流れる。
- (2) 圧磁氣効果モデル：磁性鉱物が歪を受ける事によって帯磁が弱くなったり、帯磁の方向が変わったりすることをいう。
- (3) 圧電効果モデル：石英など圧電的性質を持つ結晶が歪を受け電氣的な分極を起こすこと。
- (4) 粒界分離モデル：接触電位の逆の現象で、破壊によって鉱物と鉱物の接触面がはがれることによる分極。
- (5) 結晶破壊モデル：結晶内部での破壊で結晶構造が壊れるとき、例えば結晶のボンドが切れることによる分極。

しかし、それぞれのモデルに係する基礎的なデータの不確実さが大きく、どのモデルが観測とよく一致するかを特定することは難しい。人工地震や碎石爆破で観測された破壊に伴う電磁氣的現象の発生は界面動電効果や圧磁氣効果で説明できるが、実験室での破壊実験ではよく乾燥したサンプルを使っているので、界面動電効果は期待できない。実験で観測された破壊に伴う現象が花崗岩質なサンプルで大きく、石灰岩等でごく小さいことから、この現象は圧電効果によるものであることを支持する。しかし、石灰岩などでも観測されたということはこの現象が圧電効果だけでなく、例えば圧磁氣効果や粒界の分離、結晶構造の破壊等圧電効果とは別の現象が関与していることはまちがいない。しかし、これらのモデルを自然の地震に適用する時にはさらに問題が残る。すなわち、スケール効果、地下の温度、地下水の有無等である。

スケール効果：実験室では破壊と言っても小さく、これに伴う電磁氣的現象も小さいが、自然の地震では破壊面も大きいのでこれに伴う電磁氣的現象も大きく現れる事が期待される。ところが、実験室での微小破壊とはせいぜい1 mm程度の破壊であろうから破壊は一つの結晶粒子内または一つの粒界内にとどまっていると考えられる。このため電磁氣的現象の発生メカニズムを考える場合も特定の結晶の性質だけで議論を進めることができた。ところが、例えば圧電効果モデル

の場合破壊面の大きさに比例して分極の程度を大きくするには、石英の結晶軸が1方向に揃っている必要がある。そのようなことは少ないであろうから、破壊面が大きくなったからと言ってこれに伴う電磁気的現象が大きく現れるわけではない。同様なことは結晶破壊モデルや粒界分離モデルにおいても言える。圧磁気効果モデルの場合は少し異なる。岩石の帯磁はその岩石が出来たときの地球磁場の方向に揃っているから、破壊に関与した体積に比例してその効果も大きくなることが期待される。

地下の温度：岩石の磁性を司るチタノマグネタイトのキュリー温度は約500°C、石英が圧電的性質を失うのは約800°Cである。このことは圧電効果モデルや圧磁気効果モデルは15~20kmより深い地震には適用できないことを意味する。

地下水の有無：界面動電効果では地下水の有無が問題となる。地下どの程度まで液体としての水が存在するのか、これによって界面動電効果モデルがどの深さまで適用できるかが変わる。

我々のこれまでの観測や実験から、岩石の破壊にともない電磁気的現象が起こることは確実となった。そして、この現象の発生メカニズムとしてはいろいろなものが有り得る。この論文の中ではそれらのメカニズム各々について議論したが、どれが真実かを特定することはできなかった。我々のこれまでの実験や観測の結果から考えると、むしろいくつかのメカニズムが複合している様に思われる。