

地殻内部流体移動に伴う重力・地球電磁気変化 1:2次元問題の定式化

小河 勉 [1]
[1] 東大・地震研

The gravity and geoelectromagnetic field changes caused by crustal fluid flow 1: formulation of a 2-D problem

Tsutomu OGAWA[1]
[1] ERI, Univ. Tokyo

Tanaka et al. (2010) suggests a possibility of detecting gravity change due to fluid flow on plate boundaries accompanying slow slip events (SSEs). Since the fluid flow can cause geoelectromagnetic field changes due to the electrokinetic effect, simultaneous excitation of gravity and geoelectromagnetic field changes due to fluid flow accompanying SSEs is expected.

Although the theoretical formulation of the static change of the geoelectromagnetic fields due to a homogeneous fluid flow on a rectangle fault is derived by Murakami (1989), it does not express the temporal evolution of the fluid flow. The present study aims to theoretically derive the mathematical formulation of the changes of both the gravity and the geoelectromagnetic fields due to time-evolving fluid flow accompanying SSEs.

As the first step, the formulation of the gravity and electromagnetic field changes due to the fluid flow on a fault with infinite length and finite width in a 2-D homogeneous half space is discussed. Approximating the electrically conductive half space as a rigid body, based on a simple model that the compressible fluid flows satisfying the law of Darcy on the fault plane in the half space, the mathematical expressions of the field changes are analytically derived by deriving the expressions of the temporal and spatial changes of the density and the filtration velocity of the fluid diffusion with the boundary and initial conditions of the compression and the filtration velocity.

The static electromagnetic fields are separated to TE and TM modes under the 2-D condition. TE mode is excited by the fluid flow along the strike of the fault. Only the magnetic field is excited and the electrostatic potential field and the gravity field change are not excited accompanying the fluid flow. TM mode is excited due to the fluid flow perpendicular to the fault strike. Though both the electrostatic potential and the magnetic fields are excited, the excited magnetic field cannot reach the boundary of the half space under an approximation that the domain outside the half space is insulating. The electrostatic potential field and the gravity change are observable on the boundary. Under the 2-D condition, it is qualitatively concluded that on the boundary of the spaces, the gravity change and the magnetic field are complementary and that the gravity change and the electrostatic potential field correlate with one another.

The quantitative discussion will be shown.

スロースリップイベント (SSE) に伴ってプレート境界に生じる流体移動が観測可能な量の重力変化をもたらす可能性が示唆されている (Tanaka et al., 2010)。流体移動は界面動電現象を通じて地球電磁気変化をもたらすため、重力場と地球電磁場の変化が SSE に伴う流体移動により同時に励起されることが予期される。

断層面上の流体移動に伴う地球電磁気変化は、Murakami(1989) が矩形断層面上に一様な流体移動を仮定して静電磁場の定式化を導いたが、流体移動の開始から終了までを表現するものとはならない。SSE に伴って時間発展する流体移動に伴う重力と地球電磁気の両方の変化を統一的に表現する理論的定式化が、本研究の目的である。

本発表ではこの最初の到達として、半無限様な 2 次元空間中の無限長・有限幅の断層面上の流体移動がもたらす静的な重力変化・電磁気変化の定式化について報告する。剛体近似した半無限導体内部に仮定した断層面上にはダルシー則で圧縮性流体の移動が生じるとの簡単なモデルに基づき、流体圧と流速の境界条件及び初期条件から求められる流体の拡散によってもたらされる流体の密度と流速の時空間変化をまず求め、これによって静的にもたらされる重力場と電磁場の変化の表現を解析的に導出した。

2次元問題を解くため、静電磁場は TE・TM モードに分離される。TE モードでは断層走向方向の流体移動によって静磁場が励起されるが、電位場と重力場は励起されない。一方、TM モードでは断層走向に直交する流体移動によって電位場と静磁場が励起されるが、半無限空間の外部を絶縁体と近似した場合、半無限空間表面においては励起された磁場は到達せず、電位場変化のみが観測される。この場合、重力変化も半無限空間表面では観測されるため、2次元問題において半無限空間表面で観測される場合は、定性的には、重力場変化と静磁場とは相補的であり、重力場変化と電位場とは相関があることが示される。

発表ではこの定量的議論を行う。