

周期3時間～1日の電磁気応答関数に見られるSqの影響

Effect of Sq variations on the electromagnetic response functions in the period range between 3 hours and 1 day

米田 朝美 [1]; 清水 久芳 [1]; 馬場 聖至 [1]; 歌田 久司 [1]

Asami Yoneda[1]; Hisayoshi Shimizu[1]; Kiyoshi Baba[1]; Hisashi Utada[1]

[1] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. of Tokyo

マントル深部の電気伝導度分布を調べるためには、通常のMT法探査で用いられるよりも長い周期帯で電磁気応答関数(GDS, MT, HTFなど)の推定が必要となる。グローバルなアプローチでは、1日より長い周期帯が用いられ、外部磁場変動の形はP10を仮定して特に問題は生じないことが知られている。一方、リージョナルなアプローチで長周期へと拡張すると、Sq場の取り扱いが問題になる。そこで、最近では時系列解析を行なう前にSqなど主要潮汐成分を最小自乗法によって除去するという手段がとられる。これによって、これらのラインスペクトルをもった電磁場は除去され、時系列にはランダムな性質をもったものだけが残されるとして、応答関数は短周期側と同様に(外部磁場の平面波近似)扱っている。

応答関数のうち、インダクションアロー(Vertical Transfer function/GDS response)は電気伝導度構造の水平勾配に敏感な情報を含むため、MT応答関数(Impedance)に補助的な観測量としてインバージョンに用いられる。ところが、海底長期観測で得られるインダクションアローは、周期1万秒(約3時間)より長い周期帯で、観測点にほとんどよらずに西向きで虚部が著しく大きくなるという事実が以前より知られていた。このため、この帯域のインダクションアローが海底深部の構造推定に用いられたことはほとんどない。この例に限らず、周期1万秒から1日の周期帯の応答関数は、それより短い周期の応答関数とは不連続な周期特性を示すことを指摘した例はあるが、その原因は必ずしも明らかではない。

本研究では、これらの応答関数に見られる特異な性質が、「Sqおよびその高調波の空間分布の効果による」という仮説を立て、検証を試みる。定量的検証のため、Sqおよびその高調波を基本周期1日で西回りの進行波として球関数展開でモデル化した。仮に地球が絶縁体で電磁誘導がなければ、インダクションアローのX成分は実数部のみ、Y成分は虚数部のみとなり、ベクトルの向きも含めてある程度観測事実を説明できることがわかる。

次に、より定量的に議論するため、実際の海陸分布とマントルの平均的な(動径方向の)電気伝導度分布を与えたフォワード計算を行なった。計算はKoyama(2002)のセミグローバルコードを用い、電気伝導度構造はUtada et al.(2003)を用いた。外部磁場変動として、Sqの各モードを与え、北西太平洋を中心とするおよそ全球の1/4にあたる部分の電磁場応答を求めた。その結果、問題の周期帯における日本および周辺の観測所や海洋島および海底観測点などを含めたインダクションアロー(GDS応答関数)のY成分の特徴をほとんど説明できることがわかった。HTF(水平成分の振幅比)応答関数の位相差の経度および周期依存性も同様に説明できた。また、外部磁場ソースの形状の影響が一次的に現れる磁場の応答関数に比べ、MT応答関数への影響はそれほど大きくないが、観測データから得られたインピーダンスのXY成分にはこの効果が見られることがわかった。さらに簡単な考察により、これらの応答関数に見られるSq効果は短周期ほど顕著になることが予想されるが、これも観測事実と整合的である。

結論として、周期3時間から1日の電磁気応答関数の特異な性質は、Sqおよびその高調波の効果でほぼ説明できることがわかった。ラインスペクトルを最小自乗的に除去しても周辺周波数にサイドローブの影響が残っており、この周期帯ではそれが卓越していることを示唆する。一方、この効果は短周期側ほど顕著になるという性質があるにもかかわらず、3時間程度より短い周期帯の観測で求まる応答関数にはこの効果が突然見えなくなる。この理由はよくわからないが、周期3時間を境に短周期側では磁気嵐や極磁気嵐などによる平面波的なソースの磁場変動の方が卓越するためであろうと推察される。