

氏 名	たき ぐち ひろ し 瀧 口 博 士
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	理 博 第 3005 号
学位授与の日付	平 成 18 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研 究 科 ・ 専 攻	理 学 研 究 科 地 球 惑 星 科 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	精密測位におよぼす地球表層流体の荷重変動の影響とその補正に関する研究

論文調査委員	(主 査) 助教授 福 田 洋 一	教 授 竹 本 修 三	教 授 橋 本 学
--------	----------------------	-------------	-----------

論 文 内 容 の 要 旨

精密測位データには、大気、海洋、陸水などの質量移動に伴う荷重変動の影響が含まれていることが知られており、これらは、測定精度が mm のオーダーに達している GPS や SLR などの宇宙測地観測では無視できなくなっている。荷重変動の影響は、原理的には、それぞれの原因となっている質量変動のデータが得られれば、それらから計算できる。この観点から、申請者は、現在入手可能な荷重変動データを用い、荷重変動の影響を詳細に見積もり実際の観測データに適用することで、荷重変動の特性、具体的な補正方法、現状での精度等について議論した。

申請者は、まず、グローバルデータが比較的良く整っている大気、海洋、陸水による荷重の影響について、グリーン関数を用いた畳み込み積分により、荷重変動の時系列データベースを計算した。具体的には、グローバルな観測点として、IGS に登録されている GPS 点ならびに SLR 観測点、さらに、陸域について $4^{\circ} \times 4^{\circ}$ 格子点上での大気荷重、非潮汐海洋荷重ならびに陸水荷重による変動を、また、日本国内については、GEONET 観測点について、上述の荷重影響に加え、積雪荷重の影響も含めた荷重変動時系列データを作成し、荷重影響の特徴について調べた。これらの一般的な特徴として、質量移動の季節変動を反映し、北半球と南半球で荷重変動の位相が逆転していることが示された。また、比較的海洋の影響が小さいと思われる内陸部で、垂直成分に 1cm を超える影響があることなども判明した。これは、内陸部で大気および陸水荷重の影響が大きいことによるものと考えられる。

次に、得られた荷重変動データを用いて、IGS ならびに GEONET の GPS 時系列データの補正を行ったところ、大気荷重、非潮汐海洋荷重、陸水荷重を組み合わせることにより、元のデータにみられた年周変動の影響を小さくすることが確認できた。従来から、GPS データには荷重の影響による年周的な変動が見られることは知られていたが、荷重補正のみによってこれらを完全に排除することは困難であったため、年周項、半年周項等については関数フィッティング等による周期成分の除去が行われていた。今回、一つの応用として、1997年の豊後水道におけるスロースリップイベント時の GPS データに荷重補正を行ったところ、個々の成分の荷重影響の補正によっても先験的な関数フィッティングと同等以上の補正が可能であることが示された。

申請者は、また、グローバルに分布する SLR 観測局について非潮汐海洋荷重と陸水荷重の補正を行った。SLR 観測局については、従来、大気荷重の影響は調べられていたものの、海洋荷重、陸水荷重の影響についての系統だった研究は本研究が初めてのものであり、海洋、陸水、それぞれの荷重補正を行うことで SLR の測定データのばらつきを抑えることができ、さらに、両者の荷重を組み合わせた場合に改善の度合いが大きいことが確かめられた。

申請者は、このように、精密測地観測データにおいて大きなノイズ源である荷重変動の影響を見積もるとともに、補正に必要な荷重変動時系列データを作成し、実際のデータの補正に適用することでその効果を確認した。今後の精密測地データの解析において、荷重補正の重要性は、ますます大きくなることが予想されるが、本研究は、具体的な荷重補正の方法を示すことにより、今後の研究指針を与えた。

論文審査の結果の要旨

地球表層流体と呼ばれる大気や水などが移動することにより、地球上での質量の再配分が常に起こっており、このことは地球重力場や地球回転の時間的変動として観測されている。また、このような質量再配分による荷重変化は、地球の形状に弾性的な変形をもたらすが、GPS や SLR などの宇宙測地技術を用いた mm オーダーでの地殻変動や海水準変動などの研究では、これらの荷重変形の影響が、誤差要因として無視できなくなっている。

質量移動による荷重変形は、原理的には、それぞれの原因となる質量変動のデータが得られれば計算できることから、申請者は、現在入手可能な、大気、海洋、陸水などのデータを用い、荷重変動の影響を詳細に見積もり実際の観測データと比較することで、荷重変動の特性を探るとともに、具体的な補正方法、現状での精度等について議論を行った。

申請者は、表面荷重とグリーン関数との畳み込み積分により、グローバルな観測点として、IGS に登録されている GPS 点ならびに SLR 観測点、さらに、陸域について $4^{\circ} \times 4^{\circ}$ 格子点上での大気荷重、非潮汐海洋荷重ならびに陸水荷重による変動の時系列を計算した。また、日本国内については、GEONET 観測点について、上述の荷重影響に加え、積雪荷重の影響も含めた荷重変動時系列データを作成し、荷重影響の特徴について調べた。その結果、質量移動の季節変動を反映し、北半球と南半球で荷重変動の位相が逆転していることなどを確認すると共に、比較的海洋の影響が小さいと思われる内陸部で、垂直成分に 1cm を超える影響があることなどを明らかにした。

次に、IGS ならびに GEONET の GPS 時系列データに荷重変動の補正を行ったところ、元のデータにみられた年周変動の影響を小さくすることを示した。従来から、GPS データには荷重の影響による年周期的な変動が見られることは知られており、これらは、先験的な関数フィッティングで除去することが一般的であったが、1997年の豊後水道におけるスロースリップイベント時の GPS データを例に、荷重の影響を見積もって補正することによっても同等以上の補正が可能であることを示した。

申請者は、また、グローバルに分布する SLR 観測局について非潮汐海洋荷重と陸水荷重の補正を行った。SLR 観測局については、従来、大気荷重の影響は調べられていたものの、海洋荷重、陸水荷重の影響についての系統だった研究は本研究が初めてのものであり、海洋、陸水、それぞれの荷重補正を行うことで SLR の測定データのばらつきを抑えることができ、さらに、両者の荷重を組み合わせた場合に改善の度合いが大きいことを示した。

以上述べたように、本申請論文は、精密測地観測データにおいて無視できない誤差要因となっている荷重変動の影響を見積もるとともに、補正に必要な荷重変動時系列データを作成し、実際のデータ補正に適用することでその効果を確認した。今後の精密測地データの解析において、荷重補正の重要性は、ますます大きくなることが予想されるが、本論文は、荷重影響の補正に関して重要な成果を得ており、博士（理学）の学位論文として価値あるものと認める。また、主論文および参考文献に示されている研究業績のほか、関連する分野について試問を行った結果、合格と認めた。