HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Geophysical modelings of co- and postseismic gravity changes from satellite gravimetry [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	田中, 優作
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第12694号
Issue Date	2017-03-23
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/65409
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yusaku_Tanaka_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称　博士（理　学）　氏　名　　田　中　　優　作

学 位 論 文 題 名

Geophysical modelings of co- and postseismic gravity changes from satellite gravimetry
（衛星重力観測に基づいた地震時及び地震後重力変化の地球物理学的なモデル構築）

人工衛星データに代表される宇宙測地技術を利用した地球科学，すなわち宇宙測地学は 1950 年代に始まり，今日までに宇宙測地学は地球科学の様々な分野で多くの成果を上げてきた．特に静的な地球重力場の研究は，宇宙測地学の黎明期に，人工衛星の軌道とその変化の観測に始まり，地球の扁平率の測定などで地球科学の発展に貢献した．

2002 年に打ち上げられた人工衛星 GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) は，静的な地球重力場や数千 km という長波長成分の時間変化のみならず，時間分解能およそ 1 か月・空間分解能およそ 300 km という精度で重力の時間変化の追跡を可能にした．地球上で起こる様々な自然現象の多くは質量移動を伴う．それらを重力変化観測によって追跡する事によって，地球上で起こっている様々な現象の物理過程が解き明かされるのである．

人工衛星 GRACE が可能にした研究の一つは，地震に伴う重力変化の観測研究である．本研究の目的は，衛星重力観測に基づく重力時系列の解析によって，地震に伴う重力変化に関連した新たな知見を得ること，および現在までにこの分野で明らかにされた知見を整理してまとめることである．本論文では全体を 7 つの章(Chapter)に分け，まず 6 つの Chapter で「重力衛星 GRACE に基づいた地震学」の全体像を体系的に整理して詳細を述べ，その中でも特に本研究で初めて明らかになったことについて詳しく説明する．Chapter 7 は全体のまとめである．最初の 6 つの Chapter の概要は以下の通りである．

[Chapter 1] 導入

宇宙測地学は，その目的を人工衛星や宇宙技術を用いて得られた測地データに基づいて達成しようとする学問である．その中には，人工衛星 GRACE を始めとした重力観測衛星のデータを利用して行われる地震研究がある．この研究は，地震に伴う質量の移動を捉え，そこから地震現象が内包する物理過程の解明に貢献しようとするものである．

[Chapter 2] データ及びデータ解析の手法

人工衛星 GRACE のデータは複数の研究機関から公開されている．本研究では主に UTCSR が球面調和関数の係数として公開する Level-2, RL05 データを用いた．データ解析の際にはファンフィルターと縦縞除去フィルターというノイズ軽減フィルターを用いている．地震に伴う重力変化の解析には，ノイズとなる陸水のシグナルの補正に様々な陸水モデルが用いられ

る場合があり，本研究の中にも，その中の一つ GLDAS モデルを用いている部分がある．本研究では時系列解析は全球的な球面調和関数の展開係数から，経緯 1 度刻みのグリッド点ごとに時系列データを作成した上で，その時系列に最小二乗法で関数を当てはめて行なっている．更に，ここでは本研究で使われた手法以外の方法も紹介する．

[Chapter 3] 重力変化を引き起こす諸現象

地震に伴う重力変化を識別するためには地震以外に起因する重力変化についての知識が必要である．たとえば陸水の季節的な移動や，氷河・氷床の融解，人為的な灌漑に伴う地下水の枯渇，後氷期回復である．

[Chapter 4] 地震時重力変化

地震時の重力変化の理論は以前からあり，GRACE 打ち上げ後に発生した地震の重力観測によってそれらが検証された．特に本研究では 2013 年に発生したオホーツク深発地震(M_w8.3)の地震時重力変化の主要因が地表の上下変位であることを突き止めた．地震時重力変化の観測結果は今後，たとえば他の観測に基づいて仮定された地震の物理過程が，海域まで含めた重力の観測結果を説明しうるかを検証するような目的で利用されるだろう．

[Chapter 5] 地震後重力変化

地震後変動の物理過程は，観測と理論の双方の観点から，短期的にはアフタースリップ，長期的にはマントルの粘性緩和が支配的であると考えられている．しかし現状では観測データに含まれる各々のシグナルの十分な分離は困難である．本研究では，沈み込み帯で発生した地震の地震後変動に関して，短期・長期成分が島弧上の GNSS では同じ極性で観測される一方，重力変化では異なった極性で観測される事を発見した．これは地震後の物理過程の解明に役立つ可能性がある．

[Chapter 6] 最新のデータを利用した 2004 年スマトラーアンダマン地震に伴う重力変化の再解析

2004 年スマトラーアンダマン地震は 2002 年 GRACE 打ち上げ後に最初に起こった大地震である．本研究では，重力の下向き成分と北向き成分，そして下向き重力の上下方向の勾配という 3 種類の成分の時系列を，UTCSR 及び CNES/GRGS という 2 機関が公開する最新のデータを利用し，計 6 種の時系列解析を行なった．いずれの結果も 2004 年スマトラーアンダマン地震に伴う地震後の重力変化が，現時点でほとんど終息していることを示唆した．更に継続的な調査を要するものの，これは粘性緩和の時間スケールを拘束できる結果であり，たとえば上部マントルの粘性構造を知る上で有用であろう．また，現在知られている静的な重力異常が地震間・地震時・地震後の重力変化が繰り返されながら形成されていることから，地震時と地震後の重力変化の合算を静的な重力異常と比較することで，地震間の重力変化についても調査できるようになる可能性があることを示した．