

## GPS と GRACE でみたチベット高原の隆起と重力変化

## Uplift and gravity change in the Tibetan Plateau from GPS and GRACE

# 松尾 功二 [1]; 日置 幸介 [2]

# Koji Matsuo[1]; Kosuke Heki[2]

[1] 北大院・理学院・自然史科学専攻; [2] 北大院理自然史

[1] Natural history Sciences, Hokkaido Univ.; [2] Dept. Natural History Sci., Hokkaido Univ.

チベット高原は、始新世中期(約 50Ma) に始まったインド、ユーラシアプレート間の衝突、収束運動に伴う造構的な隆起によって形成された、面積 250 万 km<sup>2</sup>、平均高度 5km にも及ぶ世界最大級の高原台地である。その周辺ではヒマラヤ山脈やカラコルム山脈、崑崙山脈、といった多くの山脈がチベット高原を取り囲むように連なっており、また北方のパミール高原や天山山脈に繋がっている。現在これらの山脈は地球温暖化に伴う山岳氷河の融解という問題に直面している (Dyurgerov and Meier, 2005; Qiu, 2008)。Dyurgerov and Meier (2005) がまとめた、1961 年から 2003 年までに行われたフィールド調査の結果によると、山岳氷河の融解速度としては、アラスカ南東部に広く分布する氷河で最も大きく (53.8 Gt/year)、続いてチベット高原を取り囲むアジア高山域の氷河 (30.7 Gt/yr)、南アンデスのパタゴニア氷河 (16.9 Gt/year) となっている。2002 年に打ち上げられた重力衛星 GRACE(Gravity Recovery and Climate Experiment) を用いて、それらの氷河の縮小を重力変化から推定できるようになった。それによると、アラスカでは 115 Gt/yr (Tamisiea et al., 2005)、パタゴニアで 27.9 Gt/yr (Chen et al., 2007) の速度で氷河が融解しており、最近の温暖化の加速によって 1961-2003 の融解速度から倍増していることを示している。一方、アジア高山域の氷河については、重力衛星による報告はない。その理由の一つは、この領域における GRACE が示す重力の減少が僅かであるからだ。その原因として我々は、チベット高原で起こる造構的、粘性的、弾性的な地殻変動が関与しているものと考えた。GRACE で観測される重力変化は、地殻変動による重力変化と氷河の融解による重力変化とを総合的に捉えている。そのため、氷河の融解に伴う真の重力減がこれらの地殻変動に伴う重力増によって隠されているのではないだろうか。本研究では、ラサに設置してある GPS 連続観測点の変位データ、および 2002-2008 年の GRACE 重力データを用いて、チベット高原における地殻変動と重力変化について議論する。チベット高原における地殻変動の要因として、(1) 氷河等の表層荷重の減少による弾性的な隆起 (2) 造山運動に伴うテクトニックな隆起 (3) かつての氷床の融解に対する粘性的な応答 (Glacial Isostatic Adjustment, GIA) による隆起、の 3 つが考えられる。ラサにおける国際地球基準座標系 (ITRF)2005 の GPS データから、局位置の季節変化を綺麗に記録している部分のみを取り出すと、経年的な隆起 (3.18 +/- 0.13 mm/year) を明確に示すことがわかった。GPS データに見られる季節変動は、GRACE で見えるモンスーンの影響による荷重変動による重力の季節変動と調和的であり、上記 (1) の降雨、降雪に伴う荷重による弾性的な変形を捉えているものと考えられる。一方、GPS で見られる経年的な隆起は、(2) の造山運動によるもの、または (3) の GIA によるものと考えられる。ラサ周辺のチベット高原の標高は 35Ma ほどからほとんど変わっていない (Rowley and Currie, 2007) ことから、(2) の造山運動による隆起は非常に小さいであろう。本研究では、観測される隆起は半分が (3) の GIA によるもの、半分がテクトニックな隆起だと考えた。GIA による隆起は正の重力変化をもたらす、氷河の融解による重力の負のトレンドを過小評価させる。そこで、我々は GIA に伴う重力変化を Kaufmann (2005) の Tibet-4 モデルを用いることで推定し、その影響を GRACE で観測された重力変化から取り除いた。すると、チベット高原周辺地域における真の氷の融解量として、56 Gt/year という値を得ることが出来た。

## - 参考文献 -

- D.B. Rowley, B.S. Currie, *Nature* 439, 677 (2006).  
G. Kaufmann, *J. Geodyn.* 39, 111 (2005).  
J. L. Chen, C.R. Wilson, B.D. Tapley, D.D. Blankenship, E.R. Ivins, *Geophys. Res. Lett.* 34, L22501, doi:10.1029/2007GL031871 (2007).  
J. Qiu, *Nature* 454, 393 (2008).  
M. Dyurgerov, M.F. Meier, *Occasional Paper* 58, Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado, Boulder, 118pp (2005).  
M. E. Tamisiea, E. W. Leuliette, J. L. Davis, J. X. Mitrovica, *Geophys. Res. Lett.* 32, L20501, doi:10.1029/2005GL023961 (2005).