

重力観測衛星 GRACE を用いた全球陸域水循環モデルの改良 Improvement of global water cycle model in-land using GRACE satellite

○塩尻大也・田中賢治・田中茂信

○Daiya SHIOJIRI, Kenji TANAKA, Shigenobu TANAKA

This study aims to improve the global water cycle model in-land developed by Kotsuki et al. (2012). This model simulates sustainability of world's water resources, but groundwater is not considered. Therefore, we try to estimate the ratio of groundwater recharge to baseflow from the comparison of Terrestrial Water Storage (TWS) measured by GRACE satellite. B, we simulated using land surface model SiBUC, we simulated TWS as sum of soil water and snow water equivalent to estimate groundwater recharge under natural condition. We compared time series of TWS and correlation coefficient between simulation and GRACE becomes high. We estimated the ratio of groundwater recharge to base flow by adding groundwater to TWS with various ratio, but we could not estimate it in many grids. Improving it is a future work.

1. はじめに

世界の水需要は急激に増加しており、水資源の持続可能性が脅かされている。したがって水資源の持続可能性を全球規模で把握できるモデルの開発が必要であり、小槻ら(2012)によって開発された。しかしそのモデルでは地下水については考慮されていない。地下水資源は過剰取水された場合地盤沈下が起こり二度と涵養されない、したがって水資源の持続可能性を評価する上では欠かせない要素である。そこで本研究では小槻らによるモデルを改良し、地下水についても考慮可能とすることを目的とする。

また地下水について全球規模で推定するためには、地下水を直接観測する全球データは存在しないため、一般に現地観測より得られた知見を基にパラメタライズする、一部の地域の特性を全球にも適応させる等といった手法が用いられ、グリッド毎の特性を直接反映した手法は用いられていない。そこで本研究では重力観測衛星 GRACE によって観測される陸域総貯水量(Terrestrial Water Storage, TWS)の変化を活用することで、全グリッドで地下水涵養量をパラメタライズすることを試みる。

2. 解析手法

本研究では陸面過程モデル SiBUC (Simple Biosphere Model including Urban Canopy)を使用した。本モデルを用いることで鉛直方向の水・熱収支を精度よく解析することができる。このモデル

では土壌は3層から構成され、土壌第3層からの排水として基底流出量 q_3 は出力され、河川へすべて流れ出るモデル化がなされている。しかし土壌から排水される流出量のうちいくらかはさらに深い地下水層へ浸透するはずである。そこで本研究ではモデルを改良し、基底流出として出力される排水量のうち αq_3 が地下水層へ浸透し、その分河川への流出を減らすようなモデル化を行った。ここで α の値は未知であるため、GRACE によるデータを活用することでこの値を推定することが本研究の目的である。

GRACE によって観測される TWS 変化は陸上・地中の水の総量の変化を表し、それは例えば土壌水分、積雪水量、地下水、河川水、貯水池等に貯留される水の合計である。本研究ではこのデータとモデルによる TWS 変動を時系列での比較を行

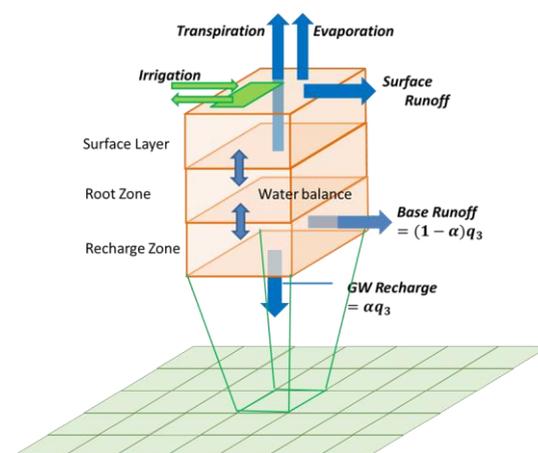


図1 モデル全体像

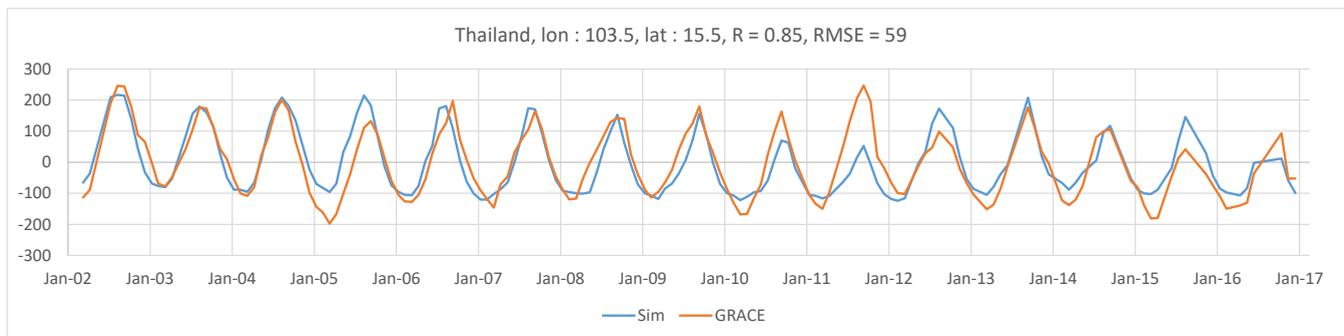


図2 タイ東北部にあるグリッドでのTWS時系列比較

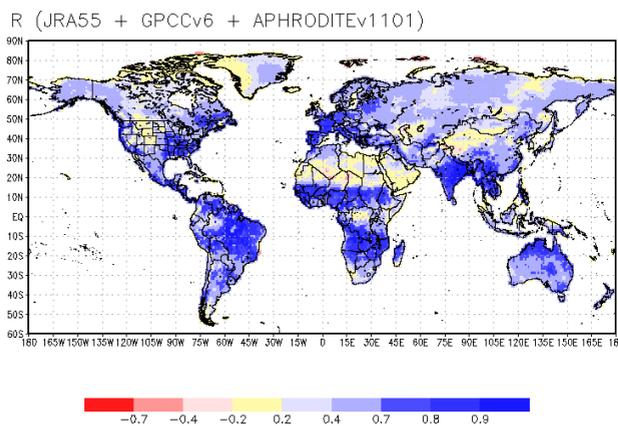


図3 TWS時系列を比較した際の相関係数

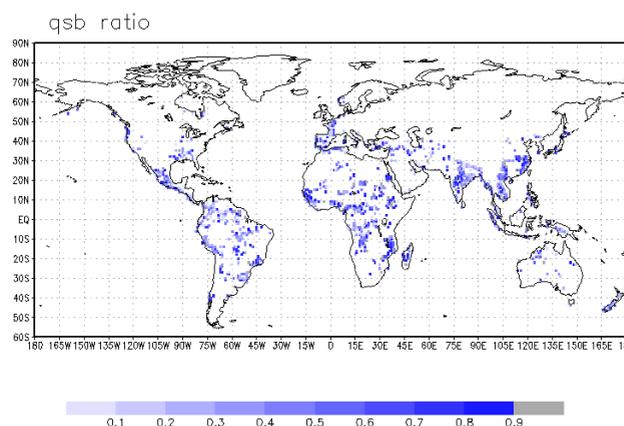


図4 指定された基底流出のうち地下水涵養量となる割合 α

った。ただしモデルによる TWS は土壌水分と積雪水量の和として考える。地下水はモデルで考慮できないため加えず、河川水は取水による影響を強く受け、正確な取水量は現状では把握できないため加えていない。

本研究では入力気象強制力に JRA55 を用いた。ただし降水量は GPCCv6 と APHRDITEv1101 を組み合わせたものと月降水量の寄港地の比により補正を行った。

3. 解析結果

GRACE では地下水の過剰取水や氷河の誘拐等の影響により、TWS に長期の減少トレンドが見られる。モデルではそれらを考慮していないため、GRACE・モデル TWS から長期トレンド成分を取り除き比較した。図2に TWS の時系列を比較した例を示す。ここでは TWS の一部の要素のみを考慮しているにも関わらず、非常に精度よく解析されていることが分かる。このような比較を全グリッドで行い、その相関係数を示したものが図3である。ここで世界の広い範囲に渡って高い相関が得られていることが示され、モデルの解析制度が高いことが分かる。ここに地下水を加えることで、相関はさらに高くなると考えられるため、 α

の値を変えながら地下水を足し合わせ、相関係数が最も高くなった際の α を最適な値として考えた。その結果を図4に示す。ここでは広い範囲に渡って値を求めることはできなかった。その一因として河川水を考慮していないことが考えられる。そこで河川水の影響が小さく、また地下水が TWS の変動に十分大きく寄与するグリッドに絞り、その土地の土壌タイプや傾斜等の情報と地下水涵養量の関係を調べ見つけ出すことにより、全球で地下水涵養量の基底流出に占める割合を求めることは可能と考える。

5. 結論

本研究では陸面過程モデル SiBUC と GRACE の TWS 変動データの比較を行った。この結果解析制度は十分高いことが示された。しかし本研究の目的である基底流出における地下水涵養量の割合を求めることは、あまり満足に行うことができなかったため、この改善が今後の課題である。

参考文献

小槻峻司, 田中賢治, 小尻利治, 浜口俊雄 : 衛星データから作成した農事暦を活用した全球陸域水循環解析, 水文・水資源学会誌, Vol.25(6), pp.373-388, 2012.