

## アラル海集水域における長期高解像度陸面過程解析 High-resolution and long-term land surface analysis in the Aral Sea basin

○小林 楽・田中 賢治・Temur KHUJANAZAROV・田中 茂信

○Gaku KOBAYASHI, Kenji TANAKA, Temur KHUJANAZAROV, Shigenobu TANAKA

Many years have passed since the "Aral Sea Crisis" shocked the world. However, even today, there is no efficient use of water resources, and we are facing a new challenge of the impact of climate change. As soon as possible, we need to provide scientific evidence that will contribute to the realization of sustainable water resources management in the basin. In the previous study, Touge has successfully reproduced the shrinkage of Aral Sea from 1960 to 2000 at 10-minute special resolution using the land surface process model SiBUC. However, there is much room for improvement, such as overestimation of the runoff volume by as much as 30% and early assessment of snowmelt. This paper improved the model by increasing the resolution and making full use of the newly available data. As a result, although the water budget in the Aral Sea catchment was successfully calculated, the Aral Sea volume could not be successfully reproduced when the influence of Lake Sarygamish was included.

### 1. 研究の背景

「アラル海危機」を筆頭にアラル海集水域では、効率的な水利用ができていない現状がある。中央アジアでは、水資源活用について何度も協議を重ねているものの、上流国と下流国の利害の溝が埋まらず、各国が自国の利益を優先した水政策を採っている (Timur, 2008)。加えて、将来気候における当流域の水資源量への影響も関心を集めている。一刻も早く、当流域の持続可能な水資源利用に資する科学的根拠に基づいた水文情報の提供が望まれている。

### 2. 研究の目的

本研究では、過去の気象データを用いて過去再現を行うことで、流域の特性を考慮した物理モデルを構築し、当該地域の水循環の状態を明らかにすることを目的とする。峠ら (2013) は、SiBUC (田中, 2005) を用いたアラル海流域の 10 分解像度解析も行い、アラル海の縮小再現に成功した。しかし、峠は 2 つの問題点を指摘した。一つ目は、SiBUC では山間部では融雪期が早く計算されること。二つ目は、流出量の過大評価である。峠の計算では、流出量を過大に見積もり、降水量を 30% 減らす操作を行なっている。以上のことから、本研究では空間解像度を上げ、新たに入手したデータを用いて、この流域のモデルの改良と更新を試みた。

### 3. 手法

本研究では、峠の解析手法を参考にしつつ、空間解像度を 20 倍に上げ、新たなデータセットを

きる限り使用した。峠の解析と本研究の違いを表-1 にまとめた。

また、当流域の解析の際に、急激な灌漑面積の増加、アラル海面積の縮小は無視できない。そこで、こちらも峠の手法を参考に 1 年毎に土地利用を変化させた。灌漑面積拡大は先に解析期間分の地表面データを用意し反映した。アラル海縮小は 1 年毎のモデルの計算結果に基づき、面積を変更するプログラムを組み込み解析と並行して動的に変化させた。大まかな解析の流れを図-1 に示す。

表-1 峠の解析と本解析の比較表

CONDITIONS	Touge	Kobayashi
PERIOD	1960-2000	1961-2010
RESOLUTION	10 min	30 sec
FORCING	H08, APHRODITE, JRA55	GSWP3
LANDCOVER	GLCC	GLCC, MIRCA2000, GLWD3
GLACIER LANDCOVER	×	○
IRRG EFFICIENCY	Constant	Change by year
ARAL SEA DEPTH	×	○

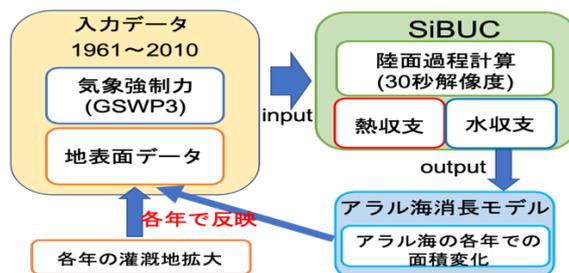


図-1 本解析の流れ

### 4. 結果(1)

アラル海集水域における水収支計算結果を図-2に示す。流出量(Runoff)を灌漑取水量(Win)が使い切る年が見受けられる。これらの年は実際に渇水が起こった年であり渇水年の再現ができたと言える。また、それぞれの年の灌漑取水量を報告値と比較したものが表-2である。こちらも報告値と概ね一致している。次に、アラル海体積の変化を示したものが図-3である。精度よく再現できたものの1987年以降若干の過大評価傾向が見られる。

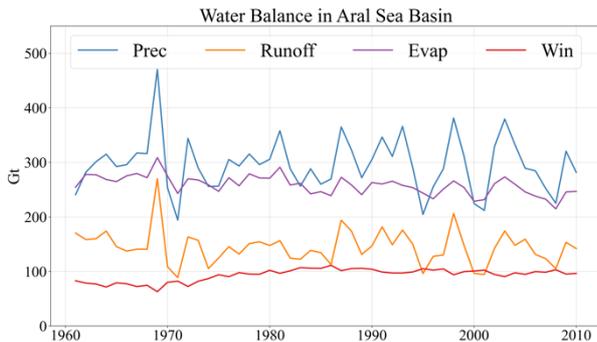


図-2 アラル海集水域における水収支計算結果

表-2 灌漑取水量の報告値と解析値の比較

YEAR	REPORTED (km <sup>3</sup> )	ANALYSIS (km <sup>3</sup> )
1965	82	79
1980	107~126	102
1985	112~133	105
1990	109	104
1995	105	105
2000	75	100
2005	91	95
2010	92	96

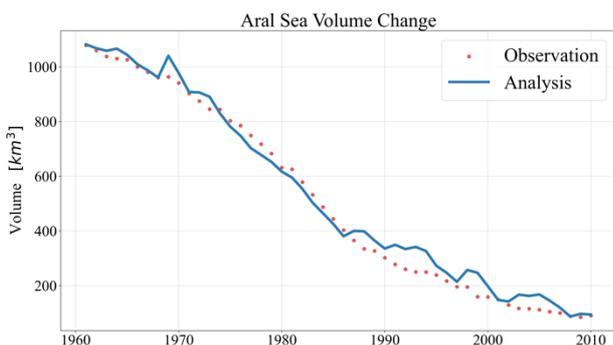


図-3 アラル海体積の変化

## 5. 結果(2)

上記の過大評価の原因としてサリガミシュ湖への流入に着目した。サリガミシュ湖は、灌漑の排水先として使用されており、1972年から面積の増加が著しい。そこで、サリガミシュ湖流域での陸面過程計算の結果と、湖の面積変化および水位変

化からサリガミシュ湖への流入量を推定した(図-4)。この値を用いて再度計算したアラル海体積の結果を図-5に示す。今度は、体積が大幅に減少してしまう結果となった。これは、実際のサリガミシュ湖では溜まった水を灌漑水として再利用することを考慮できておらず、流入量を過大評価してしまったためであると考えられる。

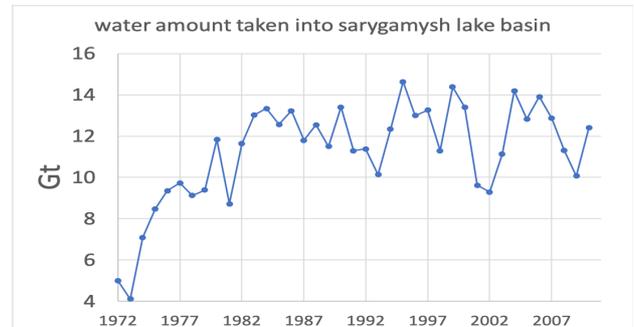


図-4 サリガミシュ湖集水域への推定流入量

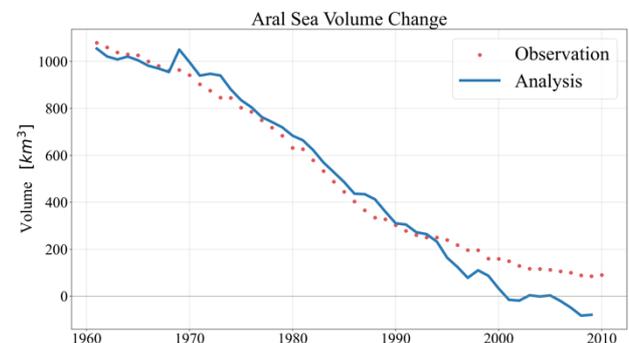


図-5 サリガミシュ湖への流入を考慮したアラル海体積の変化

## 6. まとめと今後の課題

解析結果は概ね報告値と一致しており、精度よく解析できた。特に、降水量の削減を行わずに解析できた点はモデルを改善したと言えるだろう。一方、アラル海体積の解析後半における過大評価はサリガミシュ湖への流入量の取り扱いを工夫する必要があることがわかった。また、今後はより詳細にモデル精度の検討を行う必要がある。河川流量や、氷河融解量、降水量などアラル海以外の指標を用いてモデルの評価をしていくことが今後の課題と言えるだろう

## 7. 参考文献

- Kenji Tanaka. (2005): Development of the New Land Surface Scheme SIBUC Commonly Applicable to Basin Water Management and Numerical Weather Prediction Model, Doctoral Dissertation Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2005.
- Yoshiya Touge, Kenji Tanaka, Toshiharu Kojiri, Toshio H amaguchi. (2013): Reproducing Shrinking of the Aral Sea by Analyzing Water and Heat Balance Considering the Impacts of Expanding Irrigated Area: Environmental science 26(2):180-190, 2013