

京都大学工学部	学生員	○峠 嘉哉
京都大学防災研究所	正会員	田中 賢治
京都大学防災研究所	正会員	小尻 利治
京都大学防災研究所	正会員	浜口 俊雄

1. 本研究の概要

1930年代から始まったソ連の自然改造計画の中で、アラル海流域では無謀で無計画な灌漑が行われた。その過剰な灌漑と杜撰な水管理は現在でも改善されておらず、流域各国が独自の路線で水を使用している。そのため、当流域では深刻な水不足や塩害、環境汚染が発生し、アラル海の面積は現在でも縮小を続けている。

本研究はアラル海流域における将来の水資源量を予測することで、流域全体で将来を見据えた水管理計画を作ることを最終的な目標としている。今回はその前段階として、過去の水収支の経年変化を再現する。その際、灌漑面積の変化といった流域の特性を解析に反映させることで、今後将来予測をする際に必要な科学的基礎を得る。

2. 陸面過程モデル SiBUC

SiBUC¹⁾は農地における灌漑・排水の効果を陽に取り扱える数少ない陸面過程モデルの一つである。森林や湖、都市等が混在した複雑な地域を対象とできるモザイクモデルであり、地表面状態の表現という点では世界最先端のモデルである(図1)。

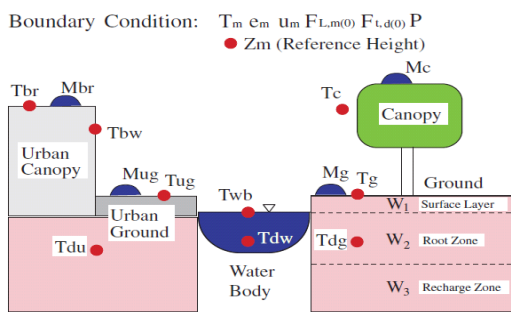


図1 SiBUCの概念図

本研究では流域の水収支を正確に表現することが必要であるため、水の移動・分布を正確に取り扱える陸面過程モデルは有効である。また、本流域の水収支の中では重要な位置を占める灌漑地の影響を解析に反映できるという点において、このSiBUCが有効である。

3. 解析手法

解析は1961~2003年までの43年間で、0.125°解

像度で行った。

i) 気象データ

本解析で用いた気象データは以下のとおりである。
 ・平林プロダクト(H08)²⁾: H08は、全球0.5°解像度で降水量・降雪量・気温・比湿・下向き短波放射・下向き長波放射の6種類の気象データをそろえている。風速データを用いて雨量計データの補正率を補正している点が特徴で、水源の多くが標高の高い地域に降る降雪である当流域では有効性の高いデータであると言える。しかし本流域において降水量・降雪量が過大評価されていることが分かったため、流域での降水量・降雪量を一律に30%削減させる処理を行った。

・GSWP2: GSWP2はGEWEX, GLASSのもと実施されているモデル間相互比較プロジェクトで、入力データの違いの効果を調べるための感度実験用に幾つもの種類の気象データが用意されている。この中で、本研究ではJRA25の再解析データを用いた。このデータから、H08には無かった気圧と風速のデータを用いる。

ii) 灌漑面積の変化

アラル海流域では、過去40年間に灌漑面積が大きく変化してきていることが分かっている。そこで本解析では以下の方法を用いて一年ごとに土地利用データを変化させることで、この影響を反映させた。

まずGLCC土地利用データから各グリッドの現在の土地利用面積率を求める。一方FAOSTATにより解析する各年で現在からの灌漑面積の減少率を求め、GLCCから求められた土地利用面積率に反映させる。

しかし、GLCC土地利用データを元に中央アジアの中の3カ国で現在の灌漑総面積をとると39531km²であったのに対し、FAOSTATでは60230km²と大きくずれていた。そのため流域の全グリッドに対して灌漑面積率に1.52倍の補正を行った。

灌漑面積は中央アジア全体で同じ割合で増加してきたと仮定し、減少率を全グリッドに等しく与えている。しかしFAOSTATは国別のデータのみを提供している

Yoshiya Touge, Kenji Tanaka, Toshiharu Kojiri, Toshio Hamaguchi
 touge@wrccs.dpri.kyoto-u.ac.jp

ため、1991年以前は旧ソ連全体のデータしか無い。そこで1991年以前は旧ソ連の増加率を用いて灌漑面積を設定している。(図2)

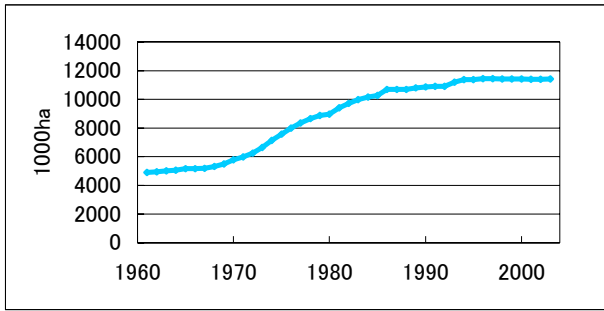


図2 灌漑面積の経年変化

iii) カラクム運河による取水

本解析では流域内のみで水収支を計算しているため、流域外へ流出する水量を考慮していない。今回は世界最大の水路であるカラクム運河による取水量のみを各年で推定して反映させたが、今後は他の水路による取水も考慮していく必要がある。

4. アラル海流域の水収支の再現

図3, 図4は解析結果の流域全体の総和である。図3は水文量と水資源量 *Runoff* の推移を示している。図4では水収支の推移を、各年の水資源量に対する灌漑用水量 *Irrig* とアラル海への流入量 *Qin* の関係として示している。なお、*Irrig* を計算する際の灌漑効率は0.4としている。単位はどちらも Gt である。

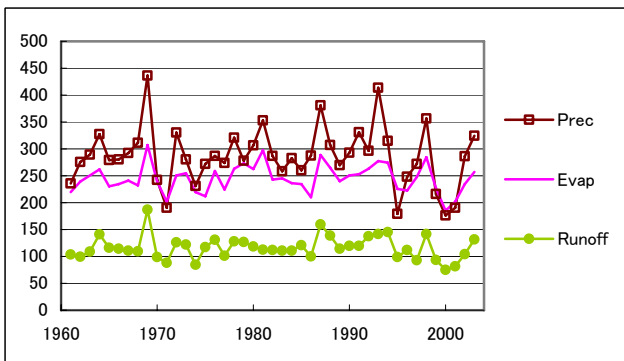


図3 水資源量

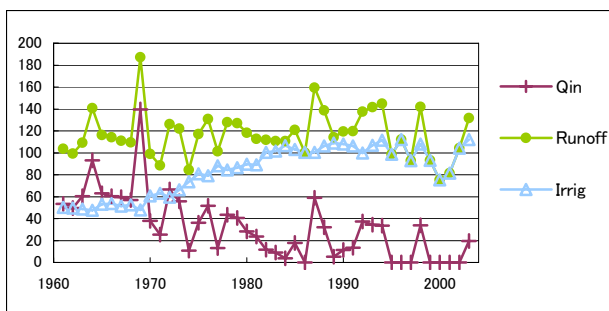


図4 水収支

水資源量 *Runoff* の長期平均値は 116Gt であることが分かっている。一方、今回の解析結果で *Runoff* の長期平均値は 116.43Gt となった。

図を見ると、水資源量に関しては期間全体での傾向があまり変化していないにも関わらず、1970年前後からアラル海への流入量が灌漑必要水量の伸びに従って減少していることが分かる。また1980年代後半からアムダリア川で断流が起きているという事実もアラル海流域全体の傾向の中で再現できている。

しかし本解析の精度は、まだ流域全体の傾向を再現できる程度で、アラル海への流入量の正確な値を求めたり、河川ごとに水収支を再現できる状態には無い。その主な理由は流域でのデータの不整備にあると考えられる。予測された将来の水資源量を議論に用いるためにはまだ精度が不十分なので、更なる精度向上が今後の研究では必要である。

5. 結論

本研究では、アラル海流域における過去のデータを陸面過程モデル SiBUC を用いて解析することで、流域全体の水収支がどのように変化してきたのかを再現した。その際に水資源量を精度よく再現できた点、灌漑面積の経年変化を解析に反映し、それによってアラル海への流入量が減っていく様子を再現できた点は、今後解析していく上で大きいと思われる。

しかし、今後将来予測をした上で流域の水資源量を議論するためにはまだ精度が不十分である。アラル海流域では必要なデータが量・質ともに不十分であるが、今後の解析の精度向上にはその中でも灌漑面積の正確な情報、各河川から流域外への取水量や地下水の流れ等を把握していく必要があると思われる。

参考文献

- 1) Kenji Tanaka: Development of the new land surface scheme SiBUC commonly applicable to basin water management and numerical weather prediction model doctoral dissertation, Kyoto University, 2004.
- 2) Yukiko HIRABAYASHI : A 59-year (1948-2006) global near-surface meteorological data set for land surface models, University of Yamanashi, 2008