

## 新疆タリム河流域の地下水流動解析 Groundwater Analysis of Tarim River Basin in Xinjiang

- Batur Abudoureyimu ・城戸由能・田中幸夫・中北英一  
○ Batur Abudoureyimu , Yoshinobu Kido, Yukio Tanaka, Eiichi Nakakita

Tarim River, which is one of the longest inland rivers in China, mainly supplies water resources for the human society and the agricultural activity in Teklimakan Desert. Water resources and water environment in Tarim river basin are fundamentally poor because of arid area condition. Furthermore increasing of irrigation water and pollutant load inflow derived from national development projects in this area brings much damage on the Tarim basin environment. Especially, river surface flow in downstream area was intermittently dried up and groundwater level has been gradually dropped. Groundwater flow analysis in Tarim river basin was carried out by the numerical model and water resources conservation measures were discussed.

### 1. はじめに

タリム河流域は典型的な旱魃域であり、植物の生育状況は地下水位と深く関係し、地下水供給に依存しているといわれているが、物理的な現象説明はほとんど進んでいない。これまでに地下水位と水質実態調査に基づいた統計分析と相関分析等を行なわれるにとどまっている。そこで、本研究では飽和平面二次元地下水流動モデルを用いて、タリム河流域全体の地下水水位および流動特性を解析する。

対象地域は内陸部乾燥地域に位置し、水資源賦存量は限られていることに加えて、近年の過剰な耕地開発・工業開発、気候変動の影響により地下水位の低下と河川流量の減少が見られ、生活用水の確保難や水質悪化、農地の荒廃等の深刻な問題が発生している。特に、源流域や中流域での水資源利用が増大したために下流域では表流水が消失し、地下水位の低下や砂漠化が進行している。

### 2. タリム河の流況環境

タリム河下流域では長期間にわたり河川水が枯れ、生態環境の悪化が深刻になっている。1972 年以降、下流部大西海以下の約 360km の河道は長期にわたり表流水が枯れた状態になり、河畔コヨウ林は 1950 年代の 4,000km<sup>2</sup> から現在では 2,400km<sup>2</sup> にまで減少した。最下流部に位置するテテマ湖では、1972 年以降表流水が枯れ始め、タリム河下流域の地下水位も下がっている。下流部観測井戸の地下水位は -7.0m(1973) から -12.7m(1997)まで下がり、それに伴い井戸水の鉄化度も 1.3g/L(1984)から 4.5g/L (1998)に上昇している。

下流部のカラ観測点から 50km 離れたアラガン区では地下水帯水層厚は通常 20m~40m 程度であり、帯水層

は主に細砂、粉細砂で構成され、空隙は小さく、浸透性は低い。資料では浸透係数は 1.0~5.0(m/d)の範囲にあるとされており、含水率は低い。また、調査地点の湧水孔からの単位湧水量は 150m<sup>3</sup>/d 以下と報告されている。

### 3. 地下水流動解析

飽和平面二次元地下水流動モデルを用いてタリム河流域の地下水流動解析を行った。上流域では山岳域の降水と氷河融雪水が水源となり、中流部以下ではタリム河本川から涵養水が供給されている。平原部の砂漠域では降水による供給はほとんどなく、逆に蒸発散により大量の地下水損失が発生する。

飽和平面二次元地下水流動モデルの基礎式を以下に示す。

$$\lambda \frac{\partial h}{\partial T} = \frac{\partial}{\partial X} \left[ \left\{ K(h-s) \frac{\partial h}{\partial X} \right\} \right] + \left\{ \frac{\partial}{\partial Y} \left( K(h-s) \frac{\partial h}{\partial Y} \right) \right\} + \varepsilon$$

ここで、 $\lambda$  は間隙率、 $K$  は透水係数、 $h$  は水位、 $s$  は基盤標高、 $\varepsilon$  : 涵養量である。この式を差分化展開し、数値計算を行った。空間差分格子を 5km メッシュとし、領域内の 10km グリッドの地表標高および 100km グリッドの土地利用データをもとに、各格子の標高と土地利用を決定した。また、領域内 14 地点の年平均降水量と 8 地点の月平均降水量をもとにティーセン法で各計算格子の雨量を与えた。透水係数  $K=1.0 \times 10^{-5}$ (m/s)、有効間隙率  $\lambda=0.4$ 、透水層厚を 50m として領域内一様に設定した。涵養量は蒸発散量を考慮して一律に降水量の 30%とした。時間ステップを 1 時間とし、スピンナップ計算を行った後、1991 年から 2000 年までの 10 年間で再現対象期間として計算を行い、中下流部の 3 地点の地下水位データを用いて再現性の評価を行った。