

# タシケント地域における GIS を活用した水マネジメントモデルの構築

森田淳史・三谷泰浩・池見洋明・Hendra Pachri

## Development of Water Management Model in Tashkent Region Using GIS

Atsushi MORITA, Yasuhiro MITANI, Hiro IKEMI, and Hendra PACHRI

**Abstract:** Tashkent, the capital of Uzbekistan, is located in Chirchik River basin. There are the issues of water quantity and quality and increase in water intake for industrial use due to the progress of industry, as well as increase in discharge of untreated water from factories. In addition, there are also issues of increase in water intake for agriculture and salt damage in farmland. Therefore, construction of water management method is required for accurate understanding of hydrological cycle, secular change of water, management of water quantity and quality and efficient use of water. In this study, integrated water resources management model is developed based on geospatial information in Tashkent region such as land use and soil. As a result, geospatial information of river, land use and soil has been created by using GIS in order to develop the water management model.

**Keywords:** GIS (Geographic Information System), 水マネジメント (water management), 分布型水文モデル (distributed hydrological model), 地理空間データベース (geospatial database)

### 1. はじめに

ウズベキスタンの首都タシケントが位置するチルチク川流域では、工業の進展により工業用水の取水の増加、さらには未処理の工場排水の増加等により水量、水質の問題が深刻化している。また、タシケントの周辺域においては農業用水の取水の増加、農地での塩害の問題なども生じている。このため、流域を構成する各地域、各セクター(農業、工業、生活)の水資源需要の動向を把握しつつ流域全体の水の需給バランスをいかに達成し、地域間・セクター間の公平性を考慮しながら、どのように水を配分するのが効率的であるかを分

析し、流域内の水に関わる自然条件と社会経済条件の相互の関係を把握・評価する水マネジメント手法の確立が必要となっている。

そこで、本研究では、GIS を用いて、分布型水文モデルに必要となる土地利用、土壤、植生などの地理空間データベースを整備し、チルチク川流域の統合的な水マネジメントモデルを構築する。

### 2. 水マネジメントモデルの概要

提案する水マネジメントモデルは、分布型水文モデルに土地利用に応じた水利用形態を組み込み、これに一次元移流分散方程式に基づく水質モデルを統合し、流域の水量、水質状況を把握しようとするものである。なお、水質モデルは河川流量の解析値を用いるため、ここではモデルの基本となる水収支について述べる。土地利用に応じた水収支の概要を図-1に示すとともにそれぞれの

森田淳史 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744

九州大学大学院 工学府 建設システム工学専攻

Phone: 092-802-3396

E-mail: morita@doc.kyushu-u.ac.jp

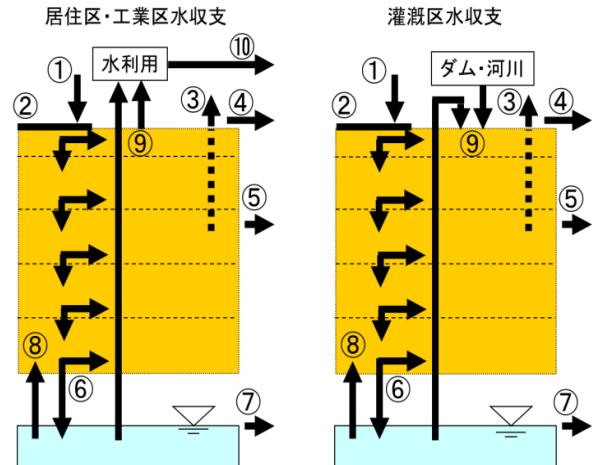
パラメータの詳細を以下に示す。

- 1) 降水量 (図-1 ①) : 米国気象データセンター (<http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdo>) が提供する降水量データを使用する。
- 2) 遮断 (図-1 ②) : 土地利用毎に樹冠や土地被覆による遮断と保水能を与える。
- 3) 実蒸発散量 (図-1 ③) ここでは、実蒸発散量を可能蒸発散量の 0.8 倍と仮定する。
- 4) 表層流 (図-1 ④) : 降雨強度が土壤浸透能を上回る、または飽和地表面に降雨がある場合に表流水を発生させる。また、表層流を定常流と仮定し、流速を Manning の式から算定する。
- 5) 土壤水分移動 (図-1 ⑤⑥) : 不飽和水分移動は、鉛直一次元 Richards 式 (Richards, L.A. , 1931) から算定する。
- 6) 地下水流出 (図-1 ⑦⑧) : ダルシー則に基づき地下水流出、地下水位上昇について算定する。
- 7) 地下水 (図-1 ⑨) : 帯水層からの井戸による地下水利用を考慮する。
- 8) 都市排水 (図-1 ⑩) : 都市排水として生活排水量および工業排水量を考慮する。また、都市排水は直接河川へ排水する場合と、処理施設で処理され排水する場合に分ける。
- 9) 河川流量 : Kinematic Wave 法により求める。

### 3. 水収支解析

水収支解析では、土地利用に応じた水収支を解析するとともに、地形を考慮した水の流動挙動も考慮する。さらに流域全体を 9 つの小流域に分割し、それぞれの流域で、詳細な水収支状況を明らかにする。水収支解析のフロー図を図-2 に示す。

図に示す通り、土地利用形態によって水収支の解析方法が異なるため土地利用の空間情報は特に重要となる。また、土壤水分量、飽和透水係数などを決定するための土壤データ、統計データを扱うための行政界、表面貯留、蒸発散量などを決定するための植生被覆データに加え、標高、傾斜



①降水量, ②遮断, ③蒸発散量, ④表層流, ⑤中間流, ⑥浸透, ⑦地下水流出, ⑧地下水位上昇, ⑨取水, ⑩河川流入

図-1 土地利用毎の水収支の概要

等を決定するための数値標高モデル (DEM) が必要となる。さらに、これらの情報を 1km グリッドの分布型モデルに適用させるために GIS を用いて空間データを整備する。

### 4. GIS による空間情報の整備

空間データを作成するにあたり、対象領域が広域であることに加え、情報が一般には公開されていないなどの条件から、衛星画像や入手可能な紙地図から必要となる空間情報を作成する。

#### (1) デジタル標高モデル(DEM)

ASTER (<http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp/>) の 30m メッシュ標高を利用して、DEM を作成する。

#### (2) 対象領域の設定

DEM から作成した河川が実際の河川と近似するときの最小の集水値を閾値と定め、この閾値から集水域を作成する (図-3)。

#### (3) 河川

河川ベクトルデータが米国国防庁 (<http://www.diva-gis.org/gData>) から公開されているが、実際の河川の河道と大きく異なる箇所がある。そのため、公開されている河川のデータを衛星画像(BingMap)と比較し修正する。

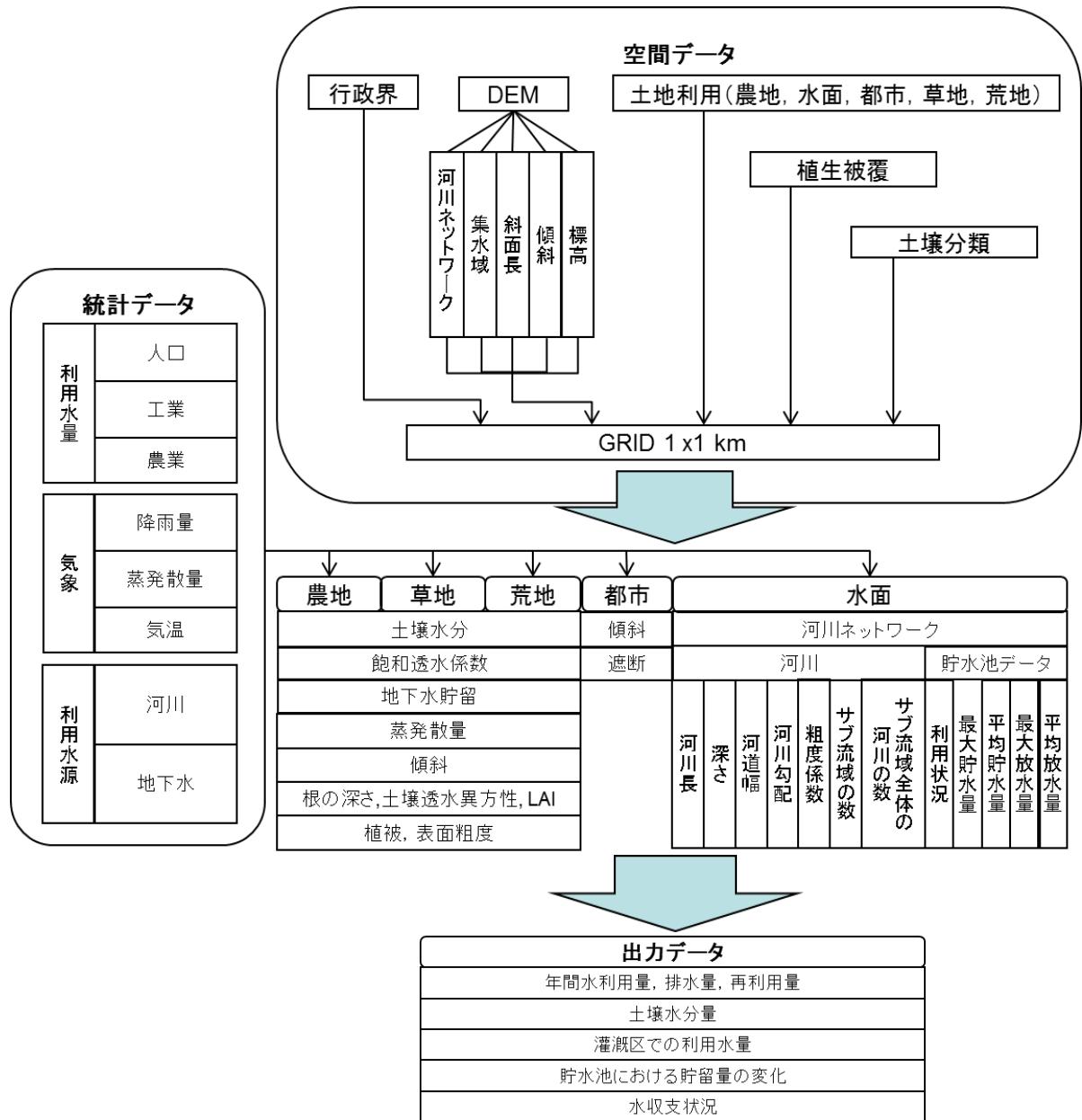


図-2 水収支解析の流れ

#### (4) 土地利用図

本モデルは居住区・工業区と灌漑区の2つの土地利用状況によって解析手法が異なる。したがって、土地利用図は水収支解析を行う上で、居住区・工業区における人口分布や工場分布、さらには灌漑区域の分布を把握するために非常に重要なとなる。本研究では、陸域観測技術衛星(ALOS)のデータとDEMを用いることでオルソ幾何補正を行い、教師付き分類を行うことで土地利用図を作成する。また、対象エリアでは計画的に綿花栽培が行われていることから、より適切に土地利用

状況を把握するために、綿花が生育する前の春時期（2008年）と、綿花収穫前の秋時期（2010年）における衛星データを用いる。さらに、解像度10mの衛星画像に1kmのメッシュを重ね、1kmグリッド内で最大面積となる土地利用をその土地利用として定義する。このようにして作成した土地利用図を図-4、図-5に示す。

#### (5) 土壤図

土壤図はウズベキスタンが公開している20万分の1の地図を使用する。これは、土壤毎に80項目に分類されているが、本モデルに適用させる

ために9項目に再分類して使用する。作成にあたっては、紙地図をスキャンし、イメージデータとした後、ジオリファレンスを行うことで位置情報を与えGISデータに変換し作成する。作成した土壤図を図-6に示す。

## 5. おわりに

本研究では、タシケント地域における水マネジメントモデル構築のために、土地利用図、土壤図、植生分布図をはじめとした地理空間データベースを構築した。今後は、透水係数などの各種パラメータの値を設定するとともに、統計情報を整備することで水収支解析を実施する予定である。

## 参考文献

Richards, L.A., 1931. *Capillary conduction of liquids through porous mediums*. *Physics*, 1 (5), 318–333.

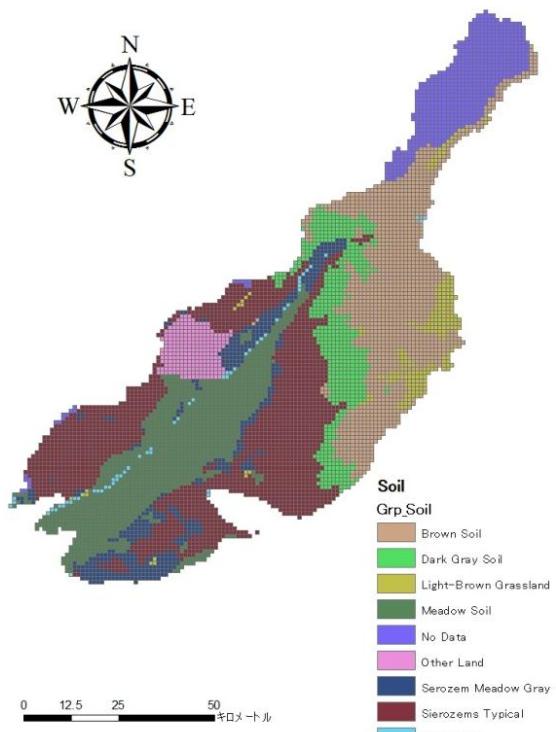


図-6 土壤図

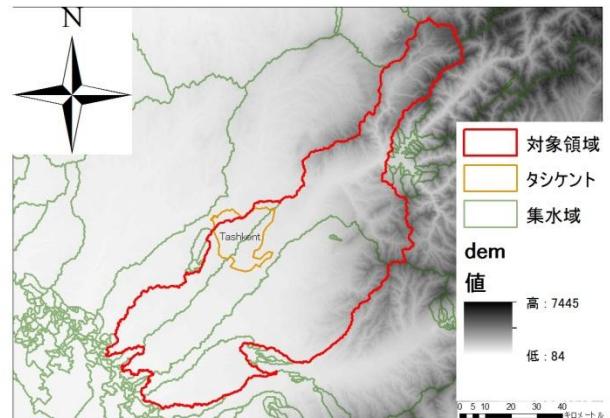


図-3 研究対象領域

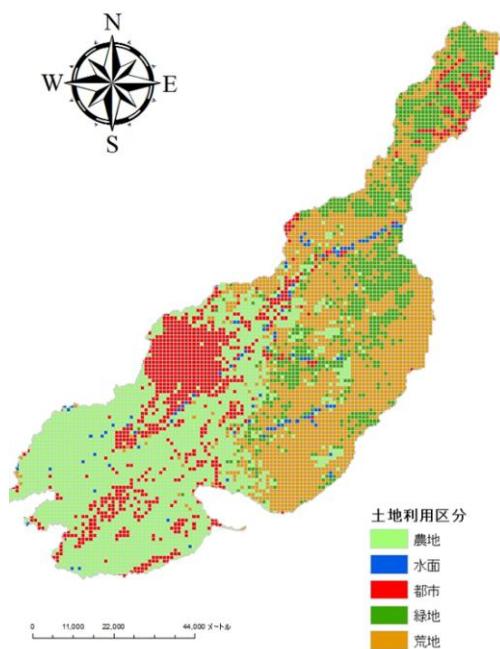


図-4 春の土地利用図

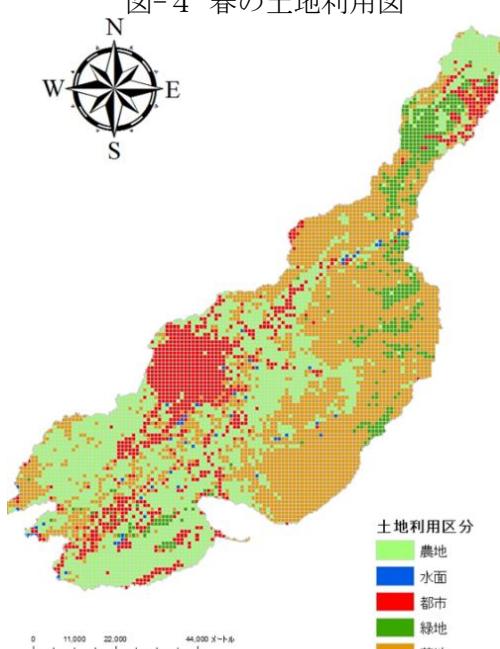


図5 秋の土地利用図